차세대고속철도기술개발사업 최종보고서

R&D / I-0

분산형 고속철도 시스템

통합 및 총괄

2012. 9.

주관연구기관 / 한국철도기술연구원

세부연구기관 / 홍익대학교

성균관대학교

아주대학교

서울대학교

중앙대학교

위탁연구기관 / 한국교통연구원

국 토 해 양 부

한국건설교통기술평가원

제 출 문

국토해양부 장관 귀하

이 보고서를 “분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄”과제의 최종보고서로 제출합니다.

2012. 9.

주관연구기관명 : 한국철도기술연구원

주관연구책임자 : 김 기 환 수석연구원
연 구 원 : 홍 용 기 수석연구원
〃 : 민 근 홍 수석연구원
〃 : 김 광 길 수석연구원
〃 : 최 상 영 수석연구원
〃 : 정 인 수 수석연구원
〃 : 김 영 국 책임연구원
〃 : 박 춘 수 책임연구원
〃 : 김 석 원 책임연구원
〃 : 목 진 용 책임연구원
〃 : 박 찬 경 책임연구원
〃 : 한 영 재 책임연구원
〃 : 최 성 훈 책임연구원
〃 : 이 태 형 책임연구원
〃 : 김 명 룡 책임연구원
〃 : 백 광 선 책임연구원
〃 : 윤 성 철 책임연구원
〃 : 곽 노 상 책임연구원
〃 : 임 진 산 책임연구원
〃 : 조 홍 식 선임연구원
〃 : 김 상 수 선임연구원
〃 : 전 창 성 선임연구원
〃 : 오 혁 근 선임연구원
〃 : 한 인 수 선임연구원
〃 : 안 성 권 선임연구원
〃 : 윤 수 환 선임연구원
〃 : 채 은 경 선임연구원
〃 : 김 동 희 선임연구원
〃 : 백 진 성 선임연구원
〃 : 노 희 민 주임연구원

″ : 김 영 모 연구원
″ : 박 상 섭 연구원
″ : 이 주 현 연구원
″ : 박 은 형 연구원
″ : 황 영 진 연구원
″ : 윤 소 영 연구원
″ : 이 해 영 연구원
″ : 임 경 민 연구원
″ : 김 미 영 연구원
″ : 지 영 진 연구원
″ : 이 범 상 연구원

세부연구기관명 : 홍익대학교 산학협력단

세부연구책임자 : 김 정 태 교 수
연 구 원 : 김 정 수 교 수
″ : 김 석 현 교 수
″ : 김 태 민 연구원

세부연구기관명 : 성균관대학교 산학협력단

세부연구책임자 : 최 연 서 교수
연 구 원 : 이 승 일 교수
연 구 원 : 송 기 석 연구원

세부연구기관명 : 아주대학교 산학협력단

세부연구책임자 : 박 태 원 교 수
연 구 원 : 최 경 희 교 수
″ : 이 진 희 연구원

세부연구기관명 : 서울대학교 산학협력단

세부연구책임자 : 이 동 호 교 수
연 구 원 : 김 규 홍 교 수
″ : 곽 민 호 연구원

세부연구기관명 : 중앙대학교 산학협력단

세부연구책임자 : 김 윤 호 교 수
연 구 원 : 김 성 제 연구원

위탁연구기관명 : 한국교통연구원

위탁연구책임자 : 김 연 규 선임연구원
연 구 원 : 김 현 부연구위원
″ : 강 지 혜 연구원
″ : 김 지 영 연구원

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>I-0</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2011.08.01~
2012.09.30</td><td>단 계 구 분</td><td>3단계/3단계</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 사 업 명</td><td>중 사 업 명</td><td colspan="4">미래철도기술개발사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">차세대고속철도기술개발사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">김 기 환</td><td>해당단계
참 여
연구원수</td><td>총 : 44명
내부 : 28명
외부 : 16명</td><td>해당단계
연 구 비</td><td>정부 :
1,122,000천원
기업 : 천원
계 :
1,122,000천원</td></tr>
<tr><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 60명
내부 : 36명
외부 : 24명</td><td>총연구비</td><td>정부 :
2,698,000천원
기업 : 천원
계 :
2,698,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">한국철도기술연구원
차세대고속철도기술개발사업단</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">상대국명 : 상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="5">연구기관명 : 한국교통연구원 연구책임자 : 김 연 규</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)</td><td>보고서면수</td><td>442</td></tr>
<tr><td colspan="6">차세대고속철도기술개발사업은 성공적 추진을 위해 핵심과제들 간에 원활한 인터페이스를 이루며 추진되어야 한다. 본 사업은 최종목표인 최고시험속도 430km/h급 동력분산형 고속열차(HEMU-430X)개발과 핵심기술 확보를 위해 4개의 핵심과제로 구성된다. 사업을 총괄 관리하는 “분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄”과제는 차세대고속철도기술개발사업의 성공적 결과를 도출하기 위해 과제 간 총괄적인 조정을 담당하며, 연도별 사업내용 조정, 보완 및 일정관리 등 기술적 총괄을 수행한다. 본 과제는 세부 기술개발과제의 총괄적 조정 및 관리, 연도별 사업내용의 조정 및 보완, 기술개발의 전반적 일정관리 등의 수행과 각 과제의 성과물인 기본/상세설계/최종 시험평가 사양서 등을 취합 검토 후 위원회에서 확정하는 역할을 가진다. 또한, 각 세부과제별 성과인 각종 시제품 제작 기술자료 등을 취합 및 관리하여 향후 확보기술의 데이터베이스로 활용되도록 관리하는 역할도 갖고 있다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개 이상)</td><td>한 글</td><td colspan="4">고속열차, 분산형, 시운전 시험, 인터페이스, 기술 조정</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td colspan="4">high speed train, EMU(Electric Multiple Unit), on-line test, interface, technical adjustment</td></tr>
</table>

요 약 문

Ⅰ. 제 목

분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

차세대 고속철도기술개발사업은 G7 고속전철기술개발사업(1996. 12～2002. 10)과 고속철도기술개발사업(2002. 11～2007. 10)을 통해 우리나라가 확보한 고속철도 기술을 향상, 발전시키기 위해 추진하는 사업으로 동력분산형 고속철도 시스템(최고시험속도 430km/h, 최고영업속도 370km/h) 및 핵심기술 개발을 목표로 하고 있다. 이를 위해 본 사업은 차세대 고속철도기술개발사업단을 중심으로 4개의 핵심과제 연구기관, 각 핵심과제와 연계되는 27개의 세부과제 연구기관 등 산·학·연의 연구기관이 상호 밀접하게 협력함으로써 사업목표를 달성하고자 한다. “분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄”과제는 차세대 고속철도기술개발사업단이 사업을 총괄하여 수행하기 위한 과제로 기술적으로 핵심과제들과 세부과제들의 상호 역할 및 업무분담 등을 조정 및 관리할 수 있는 상위과제의 성격을 갖고 있다. 따라서 본 과제에서는 핵심과제 간이나 또는 타 핵심과제 내의 세부과제 간 공동협력과 원활한 인터페이스 활동을 주도하여 사업의 최종목표인 동력분산형 고속철도 시스템 핵심기술 개발이 성공할 수 있도록 함을 과제의 목표로 한다. 또한, 본 과제는 사업을 통해 개발된 시제열차가 본선 시운전 주행시험을 통해 안정된 성능을 입증할 수 있도록 시운전 시험 관련 기관(국토해양부, 한국철도공사, 한국철도시설공단)과의 긴밀한 협조체계를 구축하고자 한다.

본 연구개발사업을 통해 확보된 기술을 조기에 실용화할 수 있는 방안을 모색함으로써 동력분산형 고속철도 기술이 한국의 철도산업을 신성장동력 산업으로 발전시킬 수 있는 기반이 되고자 한다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

< 연도별 연구목표 및 연구내용 >

단 계	연 도	연구목표	주요 연구내용
1단계	1차년도	- 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발 기술 종합	- 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(1) - 차세대고속철도기술개발 핵심과제의 상호역할 및 업무 조정(1) - 기본설계 사양서 종합
	2차년도	- 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발 기술 종합	- 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(2) - 차세대고속철도기술개발 핵심과제의 상호역할 및 업무 조정(2) - 상세설계 사양서 종합
2단계	3차년도	- 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발 기술 종합	- 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(3) - 차세대고속철도기술개발 핵심과제의 상호역할 및 업무 조정(3) - 차세대고속철도기술개발의 전반적인 일정 관리
	4차년도	- 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발 기술 종합	- 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(4) - 차세대고속철도기술개발 핵심과제의 상호역할 및 업무 조정(4) - 최종 시험평가 사양서 확정 - 각종 시제품 제작 기술자료 취합 및 관리 - 안정성 검증 및 실용화 기반구축을 위한 후속과제 계획 수립(1)
3단계	5차년도	- 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발 기술 종합	- 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(5) - 차세대고속철도기술개발 핵심과제의 상호역할 및 업무 조정(5) - 성능평가 결과 종합 및 관리 - 시운전단 구성 및 시험운행 총괄 - 안정성 검증 및 실용화 기반구축을 위한 후속과제 계획 수립(2) - 실용화 방안 연구

Ⅳ. 연구개발결과

1. 기술개발사업의 총괄적 조정 및 관리

본 절에서는 차세대고속열차 시제열차를 제작하고 완성차시험과 본선 시운전 시험들을 통해 발생한 주요 이슈사항들과 인터페이스 사항들에 대한 내용을 조정하기 위하여 핵심과제 책임자회의, 진도전검을 위한 정기적 공정회의 및 현장실태조사 등의 내용을 제시하였다. 또한, 5차년도 통합 및 총괄과제에 포함된 세부 기반기술 과제에 대한 관리 내용을 제시하였다.

2. 주관과제의 상호역할 및 업무조정

본 절에서는 차세대고속열차 시제열차를 제작하고 완성차시험과 본선 시운전 시험들을 통해 발생한 주요 이슈사항들과 인터페이스 사항들에 대하여 정리하였다.

3. 연차별 사업내용 조정 및 보완

차세대고속열차의 제작 지연과 영업선로에서의 안전 확보로 인한 시험운행 감소로 기간내에 사업 목표의 달성이 불투명하고 개발 열차의 안정화를 위해 안정적인 사업 지원 및 시운전 시 안전 확보를 위해 후속사업과 연계할 수 있는 조치가 필요함에 따라 협약기간을 1개월 연장토록 신청, 조정하였다.

4. 기술개발사업의 전반적인 일정관리

본 사업을 통해서 개발된 차세대고속열차는 5차년도에 들어 차량 제작 완료, 철도안전법에 의거한 완성차시험/최종검사 및 본선 시운전 시험 등 사업목표를 달성하기 위한 전반적인 일정관리가 상당히 중요한 시기였다. 따라서, 정기적인 현장점검 및 분기별 진도보고 등을 통하여 사업일정을 준수하기 위한 노력을 경주하였다.

5. 핵심 및 세부과제 성과 및 사업기술 통합관리

핵심 및 세부과제별 사업계획서의 성과계획 대비 실적을 제시하였으며, 5차년도에 이루어진 주요 언론홍보 및 출고식, 시운전단 개소식 및 주요 시승행사 등을 제시하였다.

6. 성능평가 결과 종합 및 관리

차세대고속열차 개발열차의 성능을 검토 확인 하는 목록(설계도서) 문서의 범위는 핵심 II-1 차량연구개발기관 및 핵심 I 과제와 총괄과제의 기술적인 검토 의견 등을 반영하여 이루어졌으며, 차량 70종, 견인전동기 4종, 주변압기 4종, 주전력변환장치 8종, 대차 21종, TDCS 2종, 알루미늄 구체 2종, 경량시트 2종, 유리 2종, 통로연결막 3종, 제동 및 판토그래프 52종, 주회로차단기 7종, 제어시스템 15종, APS 및 축전지 11종, 정보기록장치 3종, 차상신호장치 6종 등 총 212 종의 기술문서이다. II-1핵심과제에서 작성, 제출된 기술문서는 I-1-3세부과제의 검토를 거치고, 총괄과제의 확인을 거쳐 최종 확정되는 절차를 거치고 있다.

7. 시운전단 구성 및 시험운행 총괄

본 사업의 최종목표인 최고속도 증속시험(430km/h)을 효율적으로 추진하기 위해 한국철도기술연구원, 한국철도공사, 한국철도시설공단, 현대로템(주) 등 관련기관이 참여하는 “차세대고속열차 시운전단 T/F″을 구성하여 효율적인 시운전 시험 업무를 수행하였으며, 완성차시험 및 본선 시운전에 대한 진행시 주요 이슈사항 및 인터페이스 진행상황을 제시하였다.

8. 신뢰성・안전성 평가를 위한 후속과제 계획 수립

본 절에서는 “동력분산형 차세대 고속철도시스템의 안정화 및 실용화 기반구축을 통한 고속철도 기술의 세계 최고 주도”로 설정하였고 이에 따른 미션, 목표, 전략을 설정하였다.

연구의 전략적 목표로는 최고시험속도 430km/h급 동력분산형 차세대고속열차 및 핵심기술의 안정화 및 실용화기반 구축으로 설정하였다.

연구개발 목표를 달성하기 위한 전략으로는 국내에서 지속적으로 투자되어온 고속철도 기술과 그 성과물, 연구 인프라를 최대한 활용하고, 관련 기술 및 시운전시험 노하우 등을 총결집하여 개발 시스템이 조속히 안정화되고 실용화 기반을 구축할 수 있도록 수립하였다.

9. 동력분산형 고속철도 마케팅 전략수립

국내외 고속철도 시장 분석을 통해 국내 장기 고속철도망 계획 및 차량 수급계획을 검토하며 외국의 고속철도 건설계획을 조사·분석하여 국내·국외 시장의 동력분산형 고속철도의 잠재적 수요를 예측하였다. 이를 바탕으로 차량 개발비용에 대한 국가적으로 산출될 수 있는 편익을 산정하여 경제적 타당성 분석과 경제적 파급효과를 분석하였다.

동력분산형 고속열차의 비즈니스를 위한 마케팅 전략으로 일반적인 서비스마케팅 방안을 제시하고 특별히 텍스트마이닝 기법을 이용하여 STP를 통해 동력분산형 고속열차의 시장전략을 수립하였다. 여기에 텍스트 마이닝을 통한 기존 고속차량의 차량관련 불만요소를 추출함으로써 동력분산형 고속철도 차량에 적용할 수 있는 방안을 제시하였다.

V. 연구개발결과의 활용계획

1. 차세대고속열차의 시험계획

가. 1단계 최고속도 시험

(1) 430km/h 최고속도 시험은 경부 2단계구간(삼정터널-동대구 구간 KP 304)에서 추진할 것이다.

(2) 최고속도시험은 단계별 증속을 통하여 2012년 10월경으로 예정 중이다.



나. 2단계 최고속도 시험

(1) 호남고속철도는 영업 최고속도 370km/h를 위해 전차선 및 신호 개량을 위해 약 1,010억원이 소요될 것으로 추정되어 호남고속철도 익산~정읍(28km) 구간 및 공주~익산(26km) 구간에 Test-Bed를 설치하여 최고속도 시험을 추진하고 있다.

(2) 최고속도 시험은 2014년 말로 예상하고 있다.

2. 차세대고속열차의 활용계획

가. 최고시험속도 430km/h급 동력분산식 고속열차 설계·제작, 시험기술은 2015년 이후 약 1,640량(6조 5,600억원 규모)의 국내 고속열차 수요를 국내 기술로 대응하여 활용 할 예정이다.

나. 확보된 시스템기술은 국내 고속철도 속도향상 기술로 활용 할 것이다.

다. 사업에서 확보한 고속선 선로구축물 설계기술은 호남고속철도 건설 및 고속선로 유지보수 효율화 기술로 활용 할 것이다.

(1) 향후 20년간 국토해양부 “광역교통망 계획”의 철도 시설공사 수요 감안 시 약 2,200억원 이상 해외로 유출될 공사비 절감 기술로 활용 할 것이다.

(2) 호남고속철도 기초설계기법 적용으로 약 500억원의 건설비 절감이 예상되고 있다.

SUMMARY

The project for development of next-generation high-speed train is planed for 5 years to design and develop the prototype of high speed train, of which the maximum test speed is 430km/h and the maximum service operation speed is 370km/h. Many organizations composed of industries, universities and institutes have participated in the project , so it is very important to coordinate each organization to progress the whole project efficiently.

The research contents of the project of system integration and general management for high-speed EMU(Electric Multiple Unit) train development are summarized as follows;

○ General management and adjustment of the project for high speed EMU train development
- Device of standard operation process for technology management
- Establishment of key performance indicator of the project process
  · Definition of the value chain of the project and critical success factor of the core process and support process
  · Analysis of the interaction of the value chain and success factors with each project
- Definition of the project / work breakdown structure
- Setting up the regular technical meeting of projects manager
  · Management of schedule of the project process
  · Adjustment of the interface with each project

○ Confirmation of the concept design and basic technical requirements
- Investigation on the cases of high-speed train development of the foreign countries
- Confirmation of system requirements and system technical requirements
- Evaluation and confirmation of the detailed design of external and internal form of the prototype high speed train

○ Advertisement of the project for high speed EMU train development
- Advertisement of the results of the project via various mass media

C O N T E N T S

I. Overview of Research and Development Project ····· 1

1. Current status of the project for high-speed EMU train development ·· 1

2. Status summary of the project of systems integration and general management for high-speed EMU train development ····· 13

II. Current Status of Technology ····· 21

1. Current status in Korea ····· 21

2. Current status in overseas ····· 25

3. Running test case of developed prototype train ····· 39

4. Future of high-speed EMU train R&D ····· 49

III. Contents and Results of Research &Development ····· 57

1. General management and adjustment of the project ····· 57

2. Adsustment of the mutual role and work in the main projects ····· 92

3. Adjustment and supplementation of annual project contents ····· 113

4. Management of the general project schedule ····· 118

5. Integrated management of outcomes & business technology in main projects and detailed projects ····· 158

6. Synthesis and management of performance evaluation results ····· 186

7. Organization of test running group & control of the test running · 207

8. Panning of the follow-up project for the reliability and stability evaluation ····· 220

9. Establishment of the marketing strategy for high-speed EMU ····· 247

IV. Goal Achievement & Contribution ····· 264

V. Plan for Utilizing the Outcomes of Research & Development · 268

VI. Oversea Science & Technology Information of collected in R&D Process ····· 269

1. Current status of high-speed train development in the world ····· 269

2. Current status of high-speed railiway line in the world ····· 271

3. Current status of high-speed railway vehicle in the world ····· 293

4. Current status railway market in the world ····· 299

VII. References ····· 308

[Appendix 1] Summary of 1st Stage Report ····· 309

[Appendix 2] Summary of 2nd Stage Report ····· 317

[Appendix 3] Daily Record of Vehicle Performance Test ····· 323

[Appendix 4] Test Report of Vehicle Performance Test ····· 397

[Appendix 5] Daily Record of Running Test in Main Line ····· 409

[Appendix 6] Establishment of the marketing strategy for high-speed EMU Commissioned Research Report ····· 465

<Supplement>
Planning Report of "Project for Building the Commercializing Foundation of Next-generation High-speed Train Systems"

목 차

제1장 연구개발과제의 개요 ····· 1
제1절 차세대 고속철도기술개발사업 추진 현황 ····· 1
제2절 “분산형 고속철도시스템 통합 및 총괄”과제의 현황 요약 ····· 13

제2장 국내외 기술개발 현황 ····· 21
제1절 국내 기술 현황 ····· 21
제2절 국외 기술 현황 ····· 25
제3절 기술개발 시제열차의 시운전시험 사례 ····· 39
제4절 고속철도 기술개발의 미래방향 ····· 49

제3장 연구개발수행 내용 및 결과 ····· 57
제1절 차세대 고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리 ····· 57
제2절 차세대 고속철도기술개발 주관과제의 상호역할 및 업무조정 ·· 92
제3절 연차별 사업내용 조정 및 보완 ····· 113
제4절 차세대 고속철도기술개발의 전반적인 일정관리 ····· 118
제5절 핵심 및 세부과제 성과 및 사업기술 통합관리 ····· 158
제6절 성능평가 결과 종합 및 관리 ····· 186
제7절 시운전단 구성 및 시험운행 총괄 ····· 207
제8절 신뢰성·안정성 평가를 위한 후속과제 계획 수립 ····· 220
제9절 동력분산형 고속철도 마케팅 전략수립 ····· 247

제4장 목표달성도 및 관련분야에서의 기여도 ····· 264

제5장 연구개발결과의 활용계획 ····· 268

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 ····· 269

제1절 해외 고속철도 기술개발 현황 ····· 269

제2절 세계 고속철도 노선 현황 ····· 271

제3절 세계 고속철도 차량 현황 ····· 293

제4절 세계 철도 및 고속철도 시장 현황 ····· 299

제7장 참고문헌 ····· 308

별첨.1 1단계 보고서 요약본 ····· 309

별첨.2 2단계 보고서 요약본 ····· 317

별첨.3 완성차시험 일지 및 업무보고 ····· 323

별첨.4 완성차시험 성적서 ····· 397

별첨.5 본선 시운전시험 일지 ····· 409

별첨.6 동력분산형 고속철도 마케팅 전략수립 위탁연구보고서 ··· 465

부록 차세대 고속철도시스템 실용화 기반구축사업 기획보고서

제1장 연구개발과제의 개요

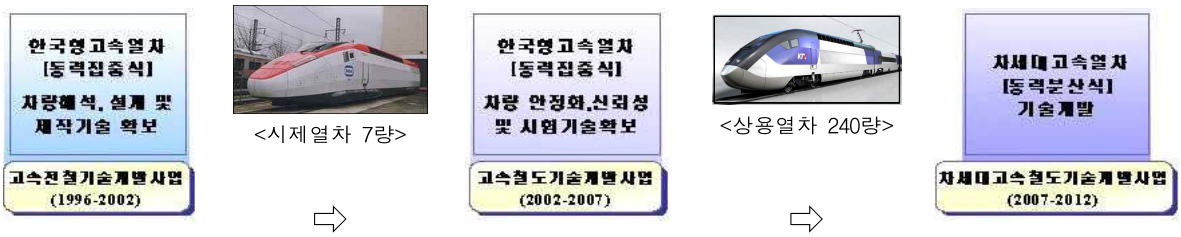
제1절 차세대고속철도기술개발사업 추진 현황

1. 차세대고속철도기술개발사업의 필요성

G7 고속전철기술개발사업으로 개발된 한국형 고속열차는 고속철도기술개발사업을 통해 최고 352.4km/h 속도로 주행에 성공하였고, 한국철도공사 영업선에서 무사고 200,000km 이상 운행함으로써 한국형 고속열차의 시제열차와 핵심부품의 신뢰성을 입증하였다. 이에 기초하여 2006년 6월 한국철도공사의 전라선/호남선 신규 도입 고속차량 구매를 위한 국제입찰에서 한국형 고속열차가 선정되어 구매계약이 체결됨으로써 개발기술이 최초로 실용화되었으며, 이로서 우리나라는 세계 5번째로 고속철도 설계 제작, 시험기술을 확보해 실용화에 성공한 국가가 되었다.

기 개발된 기술과 더불어 고속·대용량 수송이 가능한 효율성을 요구하는 최근 세계 고속철도 시장의 최근 동향에 대응하기 위한 새로운 고속철도 기술의 개발 필요성은 아래와 같이 요약할 수 있다.

가. 대형 국가R&D사업에서 개발된 한국형 고속열차[1]가 한국철도공사의 고속열차 구매 사업(190량, 5,900억원) 상용화[2] 되어 향후 기술의 향상발전이 필요함.



나. 한국형 고속열차의 기술개발 경험을 토대로 향후 국내 고속철도 수요와 해외 진출에 대비하기 위한 지속적이고 발전적인 기술개발이 필요함.

다. 국내외 고속철도 기술의 동향을 고려한 고속화 대용량 고속차량 기술이 필요함.

---

1) 최고속도 350㎞/h 동력집중식 고속열차 (개발·시운전 11년, 2,569억원)
2) 1차 '06. 06 : 호남선('09년) 60량, 전라선('10년) 40량 (총 100량)
2차 '07. 12 : 경전선 40량, 경부2단계 50량 (총 90량)

○ 세계적 기술개발 동향 및 추세

- 최고운영속도는 300km/h → 320km/h 이상으로 “고속화” 동향이 변화됨.
- 2000년 이후 “수송용량 증대”에 유리한 동력분산식 기술로 변화와 수송용량 증대, 축중 감소, 노선별 열차 편성 유연성, 가감속 성능의 향상이 요구됨.
- 승객에 제공되는 쾌적성 및 안전성 향상이 더욱 중요시되는 추세임.
- 고속철도 운용 효율화를 위한 표준화 및 모듈(module)화 추세가 강화됨.

○ 해외 고속철도 시장에서의 기술개발 경쟁 가속화 추세

- 프랑스는 알스톰(사)를 중심으로 관절형 동력 분산식 고속열차인 AGV를 개발하여 이탈리아(11량 편성 25편성)에 공급 예정임. AGV는 최고속운영속도를 시속 360km, 7-11량까지 수요자의 요구에 따라 설계가 가능한 모듈형임.
- 독일은 지멘스(사)에서 ICE3를 기반으로 동력분산식 VELARO를 개발하여 스페인, 중국, 러시아 등에 수출함. VELARO는 최고운영속도를 시속 250km에서 350km 까지 수요자의 요구에 따라 설계 가능함.
- 일본은 초기부터 고속열차에 동력분산식을 채택하였으며, 동일본철도(주)에서 시속 320km급 Fastech 고속열차를 2011년에 운영할 계획임. 가와사키 중공업에서는 운영속도 시속 350km급 해외시장 진출용 고속열차인 efSET 개발에 착수함.

구분	최고속도시험 [km/h]	최고운영속도 [km/h]	현재운영속도 [km/h]	비고
일본(Fastech)	405	360	320 (2011년 계획)	350km/h급 efSET 프로젝트 착수
프랑스(AGV)	574.8	360	320 (2011년 계획)	(5량 1편성 시험차량)
독일(Velaro)	403.7	350	300	(스페인 시험)
중국(CRH-3)	394.3	350	330-340	Velaro와 동일

라. 국내외 시장 환경에 대처하면서 신성장산업으로 육성을 위한 신기술 개발 필요함.

○ 국내 수요에 능동적 대응

- 2017년 호남고속철도 건설(최고운영속도 370km/h 건설 예정)로 고속차량 420량, 2020년 이후 경부고속차량 920량 등 대규모 고속차량 수요가 예상되므로 이에 대응한 기술개발이 필요함.

○ 국외 수요에 능동적 대응

- 향후 10년간 세계 철도시장은 약 1조$(UIC, 2009)으로 추정하며, 미국(13개 노선

약 80억$), 중국, 태국, 브라질(약 200억$), 터키, 베트남(약 326억$) 등 동력분산형 고속열차 도입 추진 예정임.

- 세계 고속철도 연장은 9,919km이며, 2025년에는 36,967km 예상(UIC-High speed Division, 2008)

※ 사우디아라비아 고속철도 프로젝트는 동력분산형을 요구하여 중국이 수주

※ 브라질 프로젝트는 한국기업 장애요인인 동력분산형을 RFP에서 제외함.

- 중국은 최고운영속도 350km를 목표로 추진 중임.

※ 중국은 350km/h급 고속열차를 2005년 CRH-3 60편성과 2009년 CRH3 200편성(8량 1편성 기준) 도입함.

마. 한국철도공사의 '한국형 고속열차'의 상용화 계약에 따른 지속적인 연구개발 필요

○ 한국형 고속열차, 신규 고속열차 구매사업 계약 체결 ('06. 6. '07.12 190량)

○ 경부고속철도 완전개통, 호남 고속철도 신선 건설, 고속선 선로구축물 궤도틀림 문제점 발생 등에 대한 체계적 대응 및 기술적 역량 확보 필요

- 선로구축물 유지보수 개선 및 경제성 효율화 연구 필요

○ 고속철도 시스템 관련 기술의 지속적 연구개발 필요

- 국가 연구개발 사업으로 수행된 동력집중식 고속철도 기술의 확대 발전과 국가 경쟁력 향상을 위해 지속적인 기술개발 추진 필요

바. 2005년도 예산 조정·배분을 위한 국가과학기술위원회 전문위원회 심의에서 "차세대고속철도기술개발" 연구를 국가 연구개발 사업 형태의 사업으로 체계화시켜 추진할 필요성을 제안하고 사업을 추진하도록 건의함.

2. 차세대 고속철도기술개발사업 추진 경위

일 정	추진 내용
2005. 11. 1	“고속철도기술개발사업”의 통합 및 총괄과제 내용으로 차세대 고속철도기술개발사업 기획연구 착수(한국철도기술연구원)
2006. 1. 26~3. 29	총 7회의 관계기관 및 전문가 의견수렴(한국철도기술연구원)
2006. 11. 28~12. 20	총 3회의 기획위원회 및 분과회의 후 RFP 확정(한국건설교통기술평가원)
2007. 3. 23	차세대고속철도기술개발사업 사업단장 및 총괄기관 공모(한국건설교통기술평가원)
2007. 4. 30	사업단장 및 총괄기관 선정(한국건설교통기술평가원)
2007. 5. 9	차세대고속철도기술개발사업 운영관리 협약(한국건설교통기술평가원-한국철도기술연구원)
2007. 5. 28	4개 핵심과제 공고(한국건설교통기술평가원)
2007. 7. 12	평가위원회 핵심과제 평가(한국건설교통기술평가원)
2007. 7. 31	총괄협약 체결(건교평-철도연) 및 1차년도 과제착수(과제별)
2008. 6. 24~27	1차년도 연차실적/2차년도 계획 자체평가(차세대고속철도기술개발사업단)
2008. 7. 4	4차 총괄위원회 자체평가 보고 및 검토
2008. 7. 22	1차년도 연차실적/2차년도 계획 평가결과 운영위원회 보고 및 심의(한국건설교통기술평가원)
2008. 7. 31	총괄협약 체결(한국건설교통기술평가원-한국철도기술연구원) 및 2차년도 과제착수(과제별)
2008. 8. 27	1차년도 연구성과 발표회
2009. 1. 13	차세대고속철도차량 최종디자인 전문가 평가 및 선정
2009. 7. 1~2	1단계 평가
2009. 7. 31	총괄협약 체결(한국건설교통기술평가원-한국철도기술연구원) 및 3차년도 과제착수(과제별)
2009. 12. 22	3차년도 중간 성과발표회
2010. 04.	차세대고속철도기술개발사업 계획 변경 (사업기간 단축, 최고운영속도 향상 등)
2010. 05. 14	차세대차량 차상신호시스템 과제 선정평가
2010. 05. 25~26	3차년도 자체평가 시행

일 정	추진 내용
2010. 7. 31	총괄협약 체결(한국건설교통기술평가원-한국철도기술연구원) 및 4차년도 과제착수(과제별)
2010. 9. 10	3차년도 연구성과 발표회
2010. 12. 9/14	4차년도 중간성과 발표회
2011. 6. 8/9	2단계 평가
2011. 6. 28 ~ 7. 7	2단계 정밀점검 평가 시행
2011. 7. 31	총괄협약 체결(한국건설교통기술평가원-한국철도기술연구원) 및 5차년도 과제착수(과제별)
2011. 9. 7	5차년도 통합 및 총괄 과제 착수보고회
2011. 10. 11	대차 동적특성 주행시험 시연 및 홍보
2011. 11. 2	차세대고속철도기술개발사업 시제열차 현장진도점검
2011. 12. 22	5차년도 통합 및 총괄 과제 중간보고회
2012. 5. 16	차세대고속열차 출고 기념식
2012. 5. 22	차세대고속열차시운전단 개소식 개최
2012. 8. 22	차세대고속철도기술개발사업 협약변경
2012. 8. 27	제23차 핵심과제책임자 회의
2012. 9. 8~9	차세대고속열차 350km/h 달성 홍보행사
2012. 9. 12	차세대고속열차 종합계측시스템 구축현황 현장실태조사
2012. 9. 18~19	차세대고속철도기술개발사업 5차년도 현장실태 조사

3. 차세대고속철도기술개발사업 개요

세계적 규모가 성장 추세인 고속철도 시장에 능동적으로 대응하고 지속적인 고속철도의 기술경쟁력을 확보하기 위해 국내외 기술개발 동향을 고려하여 고속화 및 대용량 고속철도 핵심 기술을 개발하고자 차세대고속철도기술개발사업이 2007년 7월부터 착수되었으며, 차세대고속철도기술개발사업의 개발 목표와 연구내용 등은 다음과 같다.

가. 사업 최종목표 : 최고시험속도 430km/h 동력분산형 고속열차 핵심기술 개발

○ 동력분산형 고속철도시스템(최고시험속도 430km/h, 최고영업속도 370km/h) 및 핵심기술 개발

- HEMU-400X : High-speed Electric Multiple Unit - 430㎞/h eXperiment

나. 사업 추진일정

차세대 고속철도기술개발사업은 2007년 7월 31일 착수되어 2012년 9월 30일 종료 예정인 사업으로서 그림 1.1.1 및 표 1.1.1에서 보는 바와 같이 시스템 설계, 제작, 시험평가의 3가지 큰 단계로 구분되어 추진하는 전체적인 일정으로 계획되어 있으며, 분야별 상세한 기술개발 추진 일정은 그림 1.1.2와 같다.

다. 사업 예산

차세대고속철도기술개발사업에 투입되는 총 사업비는 931.1억원(정부 644.6억원, 민간 286.5억원)으로 차세대고속철도기술개발사업을 구성하는 핵심과제의 특성에 따라 정부 출연금 및 민간기업 투자금액비율이 다르며, 일부 과제의 경우 100% 정부 출연금 예산으로 연구가 진행되도록 구성되어 있다.

표 1.1.1 차세대고속철도기술개발사업 단계별 연구 주요내용

1단계 ('07. 7～'09. 7)	- 시스템 요구사항 결정 - 차량시스템 설계 및 핵심부품 제작 - 기반기술 설계 - 차량과 시설물의 인터페이스 적합성 연구 - 저진동궤도 설계
2단계 ('09. 7～'11. 6)	- 종합계측시스템 구성 및 시운전절차서 작성 - 기반기술 적용 - 차량시스템 부품 및 시제열차 제작, 조립 - 저진동궤도 성능 검증
3단계 ('11. 6～'12. 9)	- 최고속도 시험 - 공장내시험 종료 - 차량시스템 개선점 도출 및 유지보수 체계 구축 - 시제열차 성능시험 및 시운전 시험평가 - 유지보수기술의 현장적용 평가

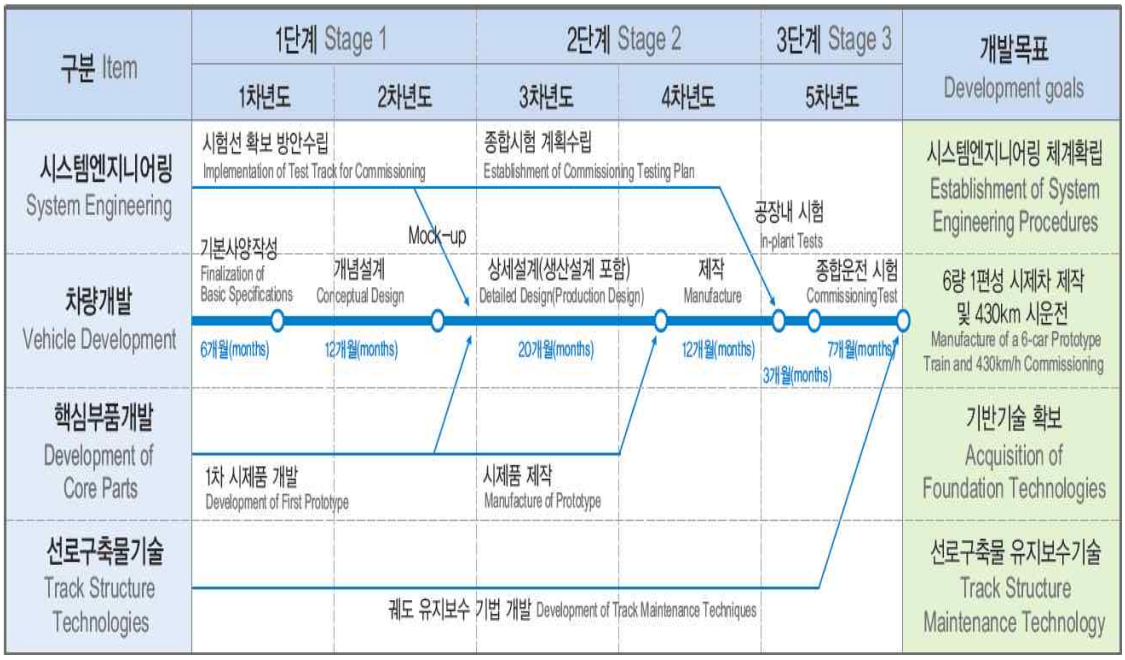


그림 1.1.1 차세대고속철도기술개발사업 전체 일정표

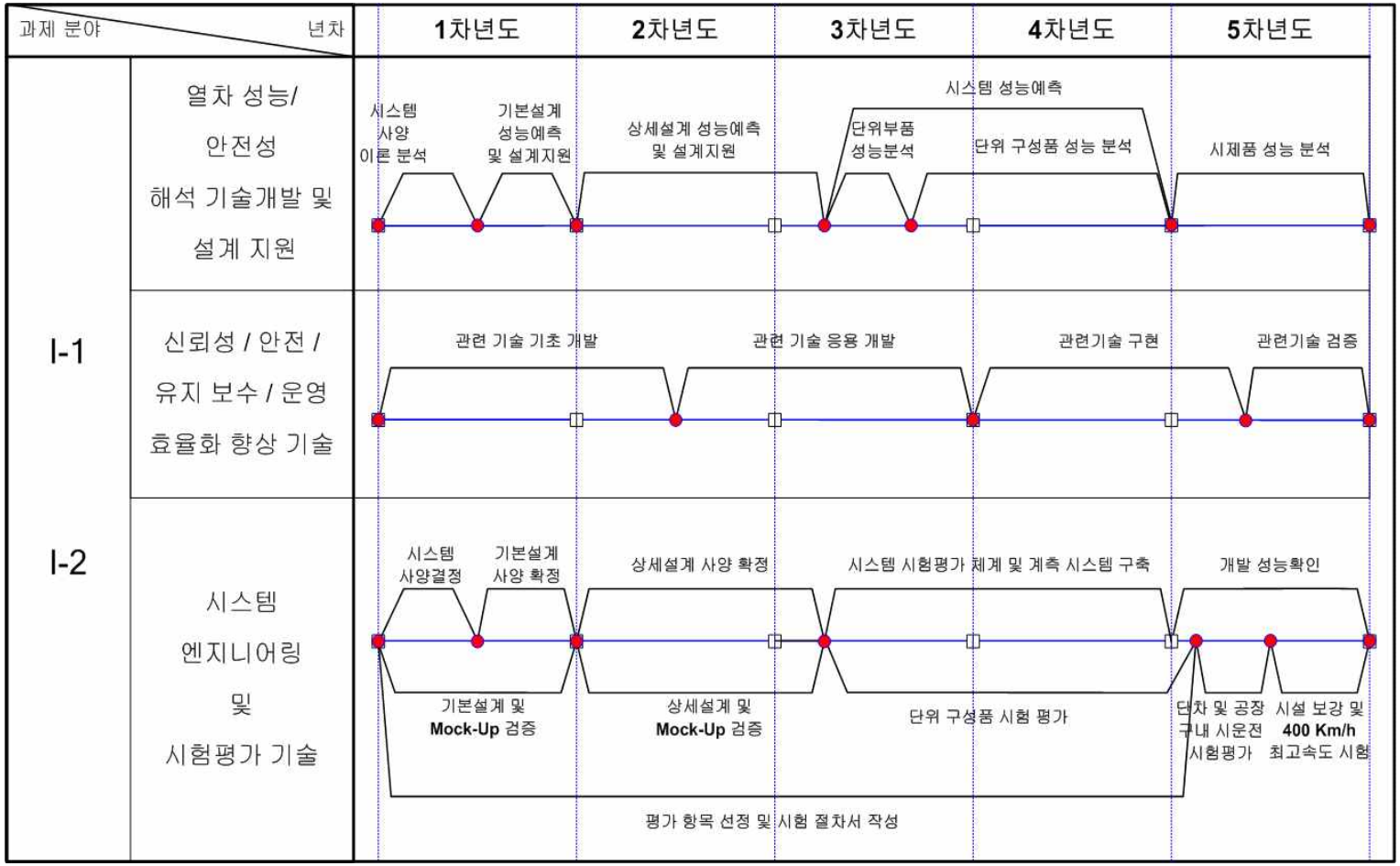


그림 1.1.2 차세대고속철도기술개발사업 분야별 일정표(1/2)

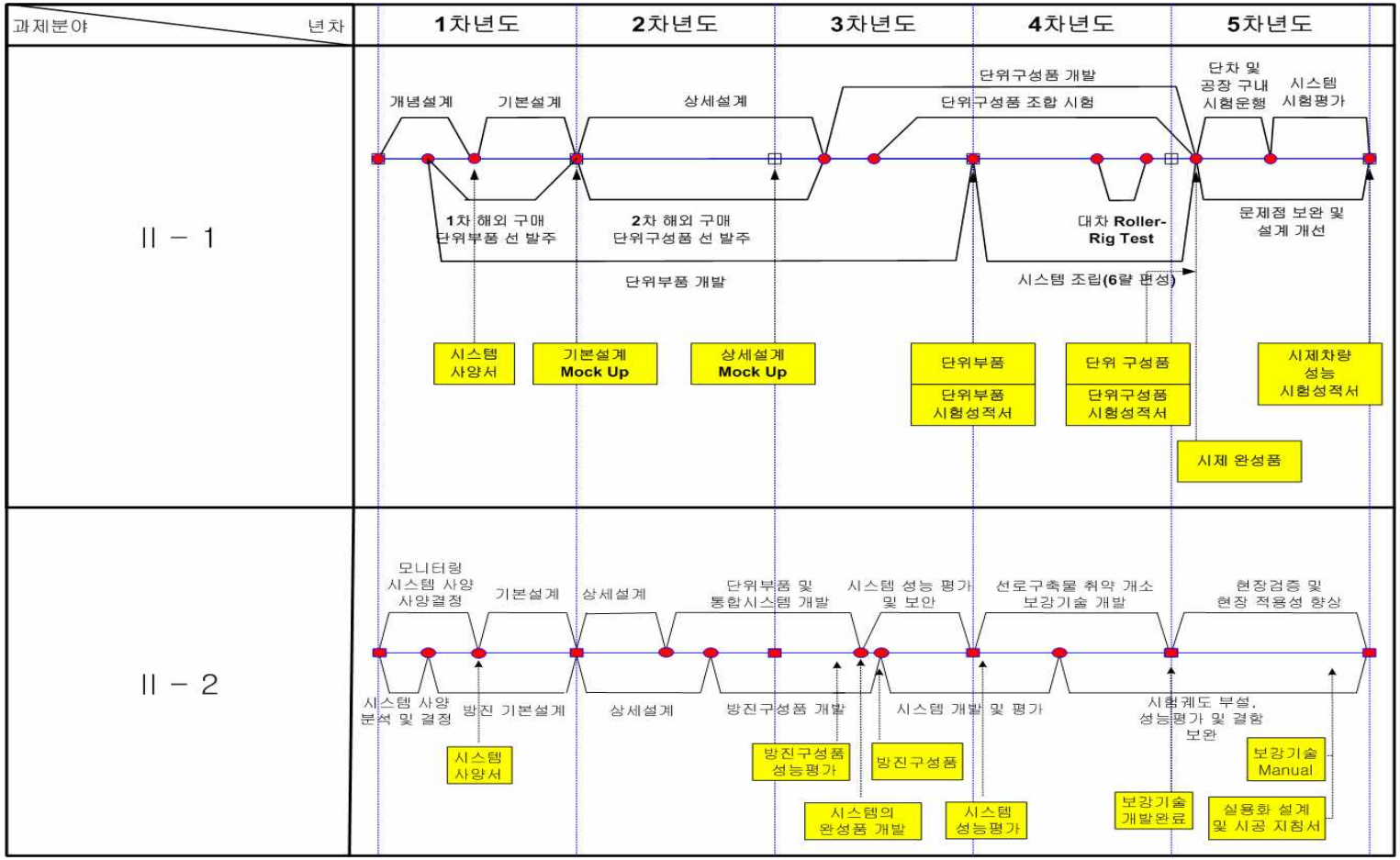


그림 1.1.2 차세대고속철도기술개발사업 분야별 일정표(2/2)

라. 사업 추진체계

차세대고속철도기술개발사업의 추진체계는 아래의 그림에서 보는 바와 같고, 국토해양부가 사업의 주관부처이며, 실제 사업은 그림에 보인 바와 같이 차세대 고속철도기술개발사업단이 중심이 되어 총괄 과제와 4개의 핵심과제(27개 세부과제)로 추진되었다.

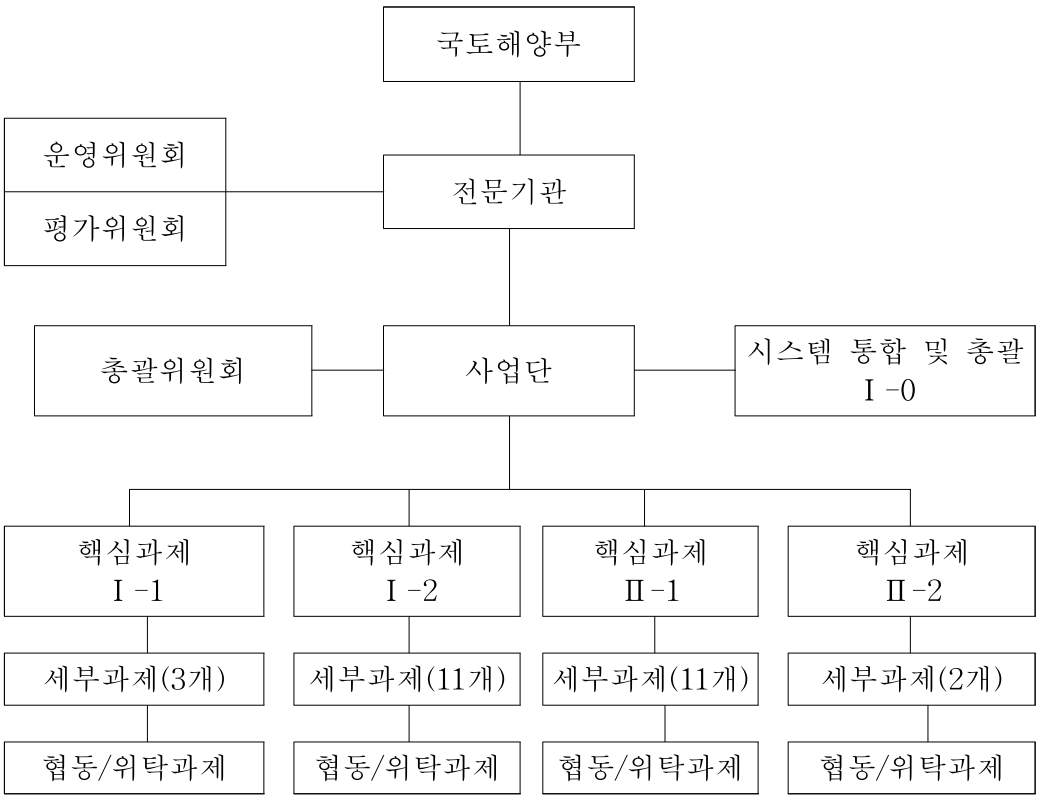


그림 1.1.3 차세대고속철도기술개발사업 추진체계

마. 연구 내용

차세대고속철도기술개발사업의 주요 과제는 추진체계에서 살펴본 바와 같이 총괄과제와 4개의 핵심과제로 구성되며, 이들의 주요 연구내용은 아래와 같다.

(1) 사업총괄 과제 : 분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄 (I-0)

□ 사업 추진 체계 정립 및 관리	
세부 분야	주요 기술개발 내용
사업단 운영 및 시스템 통합 및 총괄	- 사업단 효율적인 운영 및 사업단 운영에 필요한 업무 수행 - 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리 - 연도별 사업내용 조정 및 보완, 일정관리 - 최종 시험 평가/실용화 기술개발 사양서 확정 - 성능평가 결과 종합 및 관리

(2) 핵심 1과제 : 분산형 고속철도 시스템 엔지니어링 기술개발 (I-1)

□ 분산형 고속철도 시스템 개발사양 결정/성능예측 및 평가 기술개발 □ 시스템 인터페이스 및 엔지니어링 기술개발 □ 시험평가 체계 구축/시운전 시험평가 기술개발	
세부 분야	주요 기술개발 내용
시스템 인터페이스 및 엔지니어링 기술개발	- 시스템 성능예측(안전성, 성능평가 등) 기술개발 - 시스템 요구조건 분석 및 요구사양 작성 - 전차선/신호/궤도 인터페이스 적합성 검토 - 위험요소 예측 및 관리기법 기술개발 - 통합 최적설계 기법 개발
시험평가 체계 구축 및 시운전 시험평가 기술개발	- 신뢰성기반 설계검증 기술개발 - 열차성능 평가검증 기술개발 - 고속열차 시운전 방안 수립 및 개발 효과성 분석 - 차량 안전 모니터링 시스템 완성 - 열차 성능 평가 Data Base 구축 - 시운전 위험요소 예측 및 관리 체계 구축 - 실용화 기술개발 사양서 작성 및 상용모델 유지보수 체계 구축

(3) 핵심 2과제 : 차세대 고속철도 기반 기술 개발 (I-2)

□ 최고시험속도 430km/급 차량에 대한 소음/진동/공력 등 기반기술 개발 □ 운용효율화 기반기술 및 교량형식에 대한 경제성 향상 방안 기술개발	
세부 분야	주요 기술개발 내용
차량 설계지원 기반기술 개발	- 변압기 특성개선 및 컨버터 스위칭 개선 연구 - 견인 전동기 냉각시스템 해석 및 설계 - Boundary Condition(경제 조건) 검토/분석 - 소음진동 해석, 설계 및 제작지원 - 주행성능 해석, 설계 및 제작 지원 - 공력해석, 설계 및 지원 - 충돌안전도 해석기술개발, 설계 및 제작지원 - 차량의 EMI(전자파 방해)노이즈에 대한 예측 및 분석결과 평가 - 추진 제어장치 냉각시스템 해석 및 설계 - 제동장치 신뢰성 확보 기술
운용 효율화 기반기술 구현	- 인간공학적 차량 공간 설계 평가 및 체계수립 - IT적용, RAMS, 수명예측 등 운영 효율화 평가 - 고속철도 교량형식에 따른 교량건설비용 저감 방안

(4) 핵심 3과제 : 분산형 차량 모듈 및 시제열차기술 개발 (II-1)

□ 최고시험속도 430km/급 차량 시스템 엔지니어링 기술개발 □ 최고시험속도 430km/급 동력분산형 Prototype 차량 (5M+1T) 개발 □ 개발 차량의 시험 및 평가 지원	
세부 분야	주요 기술개발 내용
차량 시스템 엔지니어링 기술개발	- 분산형 차량시스템 사양결정 및 기본설계 지원 - 차체/대차 구조/피로해석 - 유지보수성을 고려한 제품설계 기술
분산형 차량 모듈 개발 및 시제열차 개발	- 한국형 고속열차 개발 결과의 직접 활용 단위 부품 개발 - 장기 해외 구입 단위 구성품 선정 및 구매 발주 - 핵심 단위 부품(전폐형 전동기 1set, 통합형 신호시스템 등) 개발 - 차량 시스템 단위 구성품 개발 - 시제열차 시스템 제작 및 조립
개발 차량의 시험 및 평가 지원	- 개발 단위 부품의 시험 평가 및 설계 보완 - 구성품의 조합 성능 시험 평가 - 대차 Roller Rig 시험평가(400km/h 이상) - 차량시스템 시운전 개발성능 시험평가 - 차량시스템 시제열차 종합 성능시험 - 차량시스템 신뢰성 및 유지보수체계 구축 - 차량시스템 실용화 편성의 개선 설계(안) 완성

(5) 핵심 4과제 : 고속선 선로 구축물 성능향상 및 유지 보수 기술개발 (II-2)

□ 고속철도 특수문제 해결을 위한 선로 구축물 기술개발 □ 차세대 저진동 궤도 및 특수 교량 통합설계 개발	
세부 분야	주요 기술개발 내용
고속철도 특수문제 해결을 위한 선로 구축물 기술개발	- 초고속 선로 안정성 향상 기술개발 - 궤도열화저감기술 개발 - 장파장 궤도틀림 감지기술개발 및 유지보수 기법 개발 - 무도상궤도 침하 관리 계측시스템 구축 - 무도상궤도 급속보강 기술 개발
차세대 저진동 궤도 및 특수 교량 통합설계 시스템 개발	- 고속철도 저진동 궤도시스템 개발 - 차세대 특수교량 통합설계시스템 개발

제2절 “분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄”과제의 현황 요약

1. “분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄”과제의 역할

차세대고속철도기술개발사업은 G7 고속전철기술개발사업(1996. 12~2002. 10)과 고속철도기술개발사업(2002. 11~2007. 10)을 통해 우리나라가 확보한 고속철도 기술을 향상, 발전시키기 위해 추진하는 사업으로 동력분산형 고속철도 시스템(최고시험속도 430km/h, 최고영업속도 370km/h) 및 핵심기술 개발을 목표로 하고 있다. 이를 위해 본 사업은 차세대고속철도기술개발사업단을 중심으로 4개의 핵심과제 연구기관, 각 핵심과제와 연계되는 27개의 세부과제 연구기관 등 산·학·연의 연구기관이 상호 밀접하게 협력함으로써 사업목표를 달성하고자 한다. “분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄”과제는 차세대고속철도기술개발사업단이 사업을 총괄하여 수행하기 위한 과제로 기술적으로 핵심과제들과 세부과제들의 상호 역할 및 업무분담 등을 조정 및 관리할 수 있는 상위과제의 성격을 갖고 있다. 따라서 본 과제에서는 핵심과제 간이나 또는 타 핵심과제 내의 세부과제 간 공동협력과 원활한 인터페이스 활동을 주도하여 사업의 최종목표인 동력분산형 고속철도 시스템 핵심기술 개발이 성공할 수 있도록 함을 과제의 목표로 한다. 또한, 본 과제는 사업을 통해 개발된 시제열차가 본선 시운전 주행시험을 통해 안정된 성능을 입증할 수 있도록 시운전 시험 관련 기관(국토해양부, 한국철도공사, 한국철도시설공단)과의 긴밀한 협조체계를 구축하고자 한다.

본 연구개발사업을 통해 확보된 기술을 조기에 실용화할 수 있는 방안을 모색함으로써 동력분산형 고속철도 기술이 한국의 철도산업을 신성장동력 산업으로 발전시킬 수 있는 기반이 되고자 한다.

2. 연구개발의 목표 및 연구내용

가. 연구개발 최종목표

사업 추진체계의 정립, 성과관리 및 개발기술의 종합

나. 연차별 연구개발 목표 및 내용

“분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄” 과제의 5년간 연차별 연구개발 목표 및 연구개발 내용은 다음과 같다.

표 1.2.1 연차별 연구목표 및 연구내용

단 계	연 도	연구목표	주요 연구내용
1단계	1차년도	- 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발 기술 종합	- 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(1) - 차세대고속철도기술개발 핵심과제의 상호역할 및 업무 조정(1) - 기본설계 사양서 종합
	2차년도	- 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발 기술 종합	- 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(2) - 차세대고속철도기술개발 핵심과제의 상호역할 및 업무 조정(2) - 상세설계 사양서 종합
2단계	3차년도	- 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발 기술 종합	- 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(3) - 차세대고속철도기술개발 핵심과제의 상호역할 및 업무 조정(3) - 차세대고속철도기술개발의 전반적인 일정 관리
	4차년도	- 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발 기술 종합	- 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(4) - 차세대고속철도기술개발 핵심과제의 상호역할 및 업무 조정(4) - 최종 시험평가 사양서 확정 - 각종 시제품 제작 기술자료 취합 및 관리 - 안정성 검증 및 실용화 기반구축을 위한 후속과제 계획 수립(1)
3단계	5차년도	- 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발 기술 종합	- 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(5) - 차세대고속철도기술개발 핵심과제의 상호역할 및 업무 조정(5) - 성능평가 결과 종합 및 관리 - 시운전단 구성 및 시험운행 총괄 - 안정성 검증 및 실용화 기반구축을 위한 후속과제 계획 수립(2) - 실용화 방안 연구

다. 5차년도 상세 연구내용

○ 차세대고속철도기술개발 주관과제의 상호역할 및 업무 조정(5)

○ 성능평가 결과 종합 및 관리

○ 시운전단 구성 및 시험운행 총괄

○ 신뢰성·안전성 평가를 위한 후속과제 계획수립(2)

○ 실용화 방안 연구

○ 기반기술과제 총괄 지원

- 실내·외 소음저감 기술
- 진동저감 기술
- 주행성능 해석 및 기술
- 공력해석 향상 기술
- 영구자석동기기 구동인버터 효율 개선 연구

라. 5차년도 평가의 착안점

(1) 성과목표/지표 설정

(가) 분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄

성과목표기호	연구목표(과제번호)	연구내용	성과지표		성과물(산출물)	측정방법	달성목표치	가중치(0~1)	목표치설정근거
			지표기호	지표명					
A	사업추진 체계정립, 관리 및 개발기술 종합		A-1	과제별 연구내용/역할 조정	인터페이스 회의록 등	일정관리, 사업내용 조정 등의 수행 정도	과제별/연구내용 역할조정	0.15	성과지표에 근거
			A-2	기술성과 목표관리 및 평가	기술성과 자료집 등	기술성과 목표 달성도	과제별 성과목표 달성도	0.15	성과지표에 근거
			A-3	최종 성능평가 결과자료 종합	성능평가 결과 보고서 등	각종 성능 평가자료 결정 능력	최종 성능평가 결과	0.2	성과지표에 근거
			A-4	후속과제 수립	후속과제 기획 보고서 등	후속과제 계획 타당성 정도	후속과제 계획안 작성여부	0.2	성과지표에 근거
			A-5	실용화 방안 연구	실용화 보고서 등	실용화 방안 계획 타당성 정도	실용화 계획안 작성여부	0.2	성과지표에 근거
			A-6	논문	게재1, 발표3건	논문작성 수행 정도	논문 작성 여부	0.05	성과지표에 근거
			A-7	특허	2건	특허작성 수행 정도	특허 작성 여부	0.05	성과지표에 근거

(나) 1세부연구기관 : 소음 분야

성과목표기호	연구목표(과제번호)	연구내용	성과지표		성과물(산출물)	측정방법	달성목표치	가중치(0~1)	목표치 설정근거
			지표기호	지표명					
A	실용화 단계 소음 측정 평가 지원	• 실차주행실험분석 • 차량실차실험지원 • 소음측정데이터 정리 및 취합	A-1	시험 및 결과 분석	보고서	시제열차 시험 측정 및 예측/측정 결과 비교 분석	시제열차 측정 결과와 예측된 소음 특성의 일치	0.5	시제열차 측정을 통한 연구결과 도출과 데이터 검증 및 보완
B	소음방지 대책 수립	• 소음방지대책과 영향 보완	B-1	설계 성능과 시험 결과에 따라 대책 수립	보고서	물리적 차이점 분석, 모델의 수정 보완 연구결과 활용방안 도출	측정과 예측의 비교 분석을 통한 모델 보완 및 연구결과 활용방안 제시	0.4	예측과 측정의 검증을 통한 데이터 신뢰도 향상 및 연구 활용방안 제시
C	정량적 연구성과물 도출	• 실차주행실험분석 및 개선방안	C-1	국내 논문 발표	학술대회 발표	관련논문 국내발표 실적	3건	0.03	학술적 성과보존
			C-2	국내 논문 개제	논문	관련논문 국내개제 실적	2건	0.03	학술적 성과보존
			C-3	기술 지원	회의록	기술지원 건수	2건	0.04	연구성과 검증 및 지원

(다) 2세부연구기관 : 진동 분야

성과목표기호	연구목표(과제번호)	연구내용	성과지표		성과물(산출물)	측정방법	달성목표치	가중치(0~1)	목표치설정근거
			지표기호	지표명					
A	단차, 편성차 승차감 평가 및 진동특성 해석	• 제작 차량 단차 모델 승차감 평가	A-1	S/W등록	등록증	S/W등록 건수	1	0.05	해석 기술 보존
		• 편성차 모델 승차감 평가 해석	A-2	기술지원	회의록	기술지원 건수	1	0.05	연구 성과 검증
		• 차량 바닥구조 진동전달 경로 해석	A-3	S/W등록	등록증	S/W등록 건수	1	0.05	해석 기술 보존
		• 차량 롤러지그 시험/해석결과 검증	A-4	기술지원	회의록	기술지원 건수	1	0.05	연구 성과 검증
		• 검증 모델 승차감 평가 및 차량진동 해석	A-5	국내 논문발표	학술대회 발표	국내 학술대회 논문발표 건수	2	0.1	학술적 성과 보존
		• 진동 절연 개선안 도출	A-6	특허출원	출원증	특허 출원 건수	1	0.1	설계기반 기술보존
			A-7	특허등록	등록증	특허 등록 건수	1	0.1	설계기반 기술보존
B	주행시험 및 개선안 도출	• 주행시험을 통한 속도별 차체 진동 측정	B-1	승차감 지수 1.8 확보	보고서	승차감 지수 1.8 확보유무	승차감 지수 1.8	0.1	승차감 확보
			B-2	국내 논문게재	논문	국내 학술지 논문개재 건수	1	0.05	학술적 성과 보존
		• 최고속도 주행시 차체 구조진동 평가	B-3	국내 논문게재	논문	국내 학술지 논문개재 건수	1	0.05	학술적 성과 보존
		• 차량 승차감 해석결과 검증	B-4	시험결과 대비 5% 오차수준 확보	보고서	시험결과 대비 5% 오차수준 확보 유무	오차수준 5 %	0.1	해석 기술 검증
			B-5	국외 논문발표	학술대회 발표	국외 학술대회 논문발표 건수	1	0.05	학술적 성과 보존
		• 승차감을 고려한 진동절연 방안 검증 해석	B-6	국내 논문발표	학술대회 발표	국내 학술대회 논문발표 건수	1	0.05	학술적 성과 보존
		• 진동절연 방안 도출	B-7	국외 논문게재	논문	국외 학술지 논문개재 건수	1	0.1	학술적 성과 보존

(라) 3세부연구기관 : 동특성 분야

성과목표기호	연구목표(과제번호)	연구내용	성과지표		성과물(산출물)	측정방법	달성목표치	가중치(0~1)	목표치 설정근거
			지표기호	지표명					
A	다량 1편성 상세 모델을 이용한 주행 성능 평가 및 시험 결과와의 비교	• 다량 철도차량 모델 상세화 및 단위 모듈 구현 • 최종 완성된 다량 1편성 철도차량을 이용한 직선, 곡선선로에서의 거동 평가 • 실측선로에서의 주행안전성 평가 • 반능동형 횡댐퍼를 고려한 차량 안전성 평가 • 외력에 의한 차량 주행 거동 평가 • 시운전 결과와 동일한 환경에서의 시뮬레이션 결과와의 비교 • 동특성 평가 및 모델 신뢰성 확보	A-1	다량 편성 철도 차량 모델링 단위 모듈 세부 구현	결과 보고서	차량 안정성 확보	가진-응답에 의한 주행 안정성 확보 유무	0.15	동특성 입력을 비선형적으로 입력하여 해석 모델 적용 및 특성 분석 필요
			A-2	개발된 다량 편성 모델의 직선 및 곡선 선로에서의 안전성 해석	결과 보고서	차체 수직, 수평 가속도 측정	UIC 518 만족 (차체횡가속도 3.0㎧² 이하, 차체수직가속도3.0㎧² 이하)	0.2	해석 모델의 안정성 확보 시제열차 주행 테스트할 실측선로에서 주행거동 평가 필요
			A-3	실측 선로에서의 주행 거동 안전성 예측 평가	결과 보고서	시험결과와의 비교 UIC 518 기준	UIC 518 만족 (차체횡가속도 3.0㎧² 이하, 차체수직가속도3.0㎧² 이하)	0.2	해석 모델의 신뢰성 검증
B	개발 프로그램을 이용한 철도 차량 시뮬레이션 및 시험 결과와의 비교	• 개별형 및 통합형 철도 차량 전용 해석 프로그램 개발 • 철도차량 모델 생성 및 고속 주행 시뮬레이션 • 시운전 결과와 개발 프로그램 해석 결과와의 비교, 신뢰성 검증	B-1	개발 프로그램을 이용한 철도 차량 모델 생성 및 시운전 시험 결과를 이용한 통합 모델의 신뢰성 확보	결과 보고서	시험결과와의 비교	가선계 접촉력 평균 90% 이상 일치	0.2	시험 결과와의 비교를 통한 해석 프로그램의 신뢰성 검증 필요

성과목표기호	연구목표(과제번호)	연구내용	성과지표		성과물(산출물)	측정방법	달성목표치	가중치(0~1)	목표치설정근거
			지표기호	지표명					
C	정량적 업무성과	• 정량적 연구성과 달성을 위한 국,해외 논문게재 및 학술 활동	C-1	국내 학술지 게재	성과 등록	게재 여부	2건	0.1	
			C-2	국내 학술회의 발표	성과 등록	발표 여부	3건	0.05	
			C-3	국외 학술회의 발표	성과 등록	발표 여부	1건	0.05	
			C-4	세미나 개최	성과 등록	개최 여부	1건	0.02	
			C-5	소프트웨어 등록	성과 등록	등록 여부	1건	0.03	

(마) 4세부연구기관 : 공력 분야

성과목표기호	연구목표(과제번호)	연구내용	성과지표		성과물(산출물)	측정방법	달성목표치	가중치(0~1)	목표치설정근거
			지표기호	지표명					
A	시제열차 공기저항 성능 비교분석	• 타행시험 결과와 이전 수치해석, 풍동실험 결과와 비교분석	A-1	비교분석 데이터 도출 여부	보고서	공기저항 데이터 비교분석 자료	1식	0.32	고속열차 공기저항 기반기술 확보를 위한 연구방법 검토
B	상부형상 공력성능 개선안 제시	• 분석결과 바탕으로 공력성능 개선안 제시	B-1	공기저항 저감 방안 제시	해석 결과	열차 상부 커버 기존형상 대비 개선안에 의한 항력계수 변화 제시	3%	0.32	선진국 수준에 근접하는 열차 상부커버 형상 설계기술 확보
C	정량적 목표	• 정량적 연구성과 달성을 위한 국,해외 논문게재 및 학술 활동	C-1	국외 논문게재	논문	논문게재 실적	2편	0.048	연구 내용의 효과적인 제시
			C-2	국외 논문발표	논문	논문발표 실적	2편	0.04	
			C-3	국내 논문게재	논문	논문게재 실적	2편	0.04	
			C-4	국내 논문발표	논문	논문발표 실적	3편	0.032	

(바) 5세부연구기관 : 영구자석동기기 분야

성과목표기호	연구목표(과제번호)	연구내용	성과지표		성과물(산출물)	측정방법	달성목표치	가중치(0~1)	목표치설정근거
			지표기호	지표명					
A	인버터 소음원저감 방안 연구	• 정규적인 변조방식을 적용한 시스템의 소음원 특성 분석 • 삼각파 캐리어 기반 랜덤 변조방식을 이용한 시스템의 소음원 저감 방안 연구 • 공간 벡터 기반 랜덤 변조방식을 이용한 시스템의 소음원저감 방안 연구 • 정규적인 변조방식을 적용한 시스템의 소음원 분석 시뮬레이터 구축 • 삼각파 캐리어 기반 랜덤 변조방식을 적용한 시스템의 소음원분석 시뮬레이터 구축 • 공간 벡터 기반 랜덤 변조방식을 적용한 시스템의 소음원분석 시뮬레이터 구축 • 정규적인 변조방식 시뮬레이터를 이용한 시스템의 모의시험 분석 • 랜덤 변조방식 시뮬레이터를 이용한 시스템의 모의시험 분석 • 모의시험 결과를 활용한 인버터 소음원저감을 위한 최적 제어 알고리즘 도출 • 인버터 성능시험 지원	A-1	인버터 소음원 발생 주고조파 성분저감	최종 보고서	전압, 전류 FFT 분석	10% 이상 저감	0.3	인버터 소음원저감을 위한 목표
			A-2	소프트웨어 등록	소음원 분석 시뮬레이터	등록 건수	1	0.1	개발된 시뮬레이터 등록
			A-3	국내 논문 발표	발표 논문	발표 건수	3	0.2	연구개발 결과의 발표 및 게재를 통한검증
			A-4	국내 논문 게재	게재 논문	게재 건수	2	0.15	
			A-5	인력 양성	석사	양성 명수	3	0.15	관련분야 인력확대
			A-6	기술 지원	기술 지원 내용	지원 건수	2	0.1	차량 제작사 기술지원

제2장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내 기술 현황

1. KTX

2004년 4월 1일 영업운전을 시작한 경부고속열차(KTX)는 프랑스 고속열차인 2세대 TGV-A 차량을 기본으로 한국의 운행여건에 맞게 변경 제작한 차량이다. 열차의 편성은 동력차 2량, 동력객차 2량 및 객차 16량으로 총 20량 1편성으로 구성되어 있으며, 총 46편성이 영업운행 중에 있다. KTX 열차는 고속선 및 기존선을 연계 운행할 수 있는 차량으로 단상교류 25,000V 전원을 사용하며, 단일 편성으로 운행하며 중련편성은 불가능하다.



그림 2.1.1 경부고속철도 KTX

2. 한국형 고속열차(HSR-350X)

한국형 고속열차는 G7 고속전철기술개발사업을 통해 개발된 고속전철시스템으로 KTX 시스템의 성능을 기반으로 국내 기술로 제작된 고속열차이다.

한국형 고속열차는 최고속도 350km/h로 운행 가능한 동력을 갖추고 동력차 2량, 동력객차 4량과 객차 15량의 총 20량을 1편성 또는 11량 중련 편성이 가능하도록 설계되었고, 시제열차는 “동력(운전)차+동력객차+객차3량+동력객차+동력(운전)차”의 7량 1편성으로 제작되었으며 20량 또는 11량 편성 단위로 열차의 성능과 특성을 시험할 수 있도록 설계되었다.



그림 2.1.2 한국형 고속열차 시제열차

표 2.1.1 한국형 고속열차와 KTX 주요 제원

구분	한국형 고속열차	KTX
개통(개발)년도	2002년(개발 완료)	2004년(개통)
최고운행속도(Kph)	300(350)	300
편성(량)	20(2P4M14T) 10(2P8T)	20(2P2M16T)
총길이(m)	393(20량) 200(10량)	388
차량 제원(최대) (길이*폭*높이, m)	22.6×2.97×4.062	22.6×2.90×4.10
총중량(톤)	780(20량), 425(10량)	779
수송용량(명)	871(20량), 370(10량)	935
공급전원	25kV/60Hz	25kV/60Hz
신호시스템	ATC/ATS	ATC/ATS
총 출력(출력/인) (kW)	17,600(22.56)- (20량) 8,800(23.78)- (10량)	13,560 (14.50)
견인전동기 (출력, kW)	유도전동기 (1,100)	동기전동기 (1,130)
인버터/컨버터	IGCT	Thyristor
보조전원장치	IGBT	GTO
제동 시스템	회생, 저항, 디스크, 와전류	회생, 저항, 디스크

구분	한국형 고속열차	KTX
제동거리(m)	5,520 (350km/h) 3,250 (300km/h)	3,250
판토그라프(갯수/편성, 개)	싱글암형(1)	싱글암형(1)
대차 형식	볼스터리스, 일반형, 관절형	볼스터리스,일반형, 관절형
차축 간 거리(mm)	3,000	3,000
차체 재질	알루미늄 압출재	Mild Steel
객실 소음(dBA)	66 : 객실	66 : 객실
열차 편성의 탄력성	20량 고정편성 및 10량 중련편성	고정편성
충돌 특성	- 충돌에너지2.0MJ 흡수 - UIC 651 OR 기준	- 충돌에너지2.0MJ 흡수 - UIC 651 OR 기준

3. KTX-산천

KTX-산천 고속열차는 HSR-350X의 상용화 차량으로 호남선과 전라선 운영 목적으로 한국철도공사가 발주하고 국제입찰을 통해 최종적으로 2006년 6월 8일에 현대로템(주)이 수주한 열차이다. 2010년 3월 고속열차 운행을 시작하였으며 세부적인 사양은 HSR-350X와 유사하므로 주요 시스템사양만 기술하였다.



그림 2.1.3 KTX-산천

표 2.1.2 KTX-산천 제원

항목	내용
편성	2P8T
열차길이 (m)	201
열차중량 (ton)	434
Width/Height (m)	2.97/3.73
축중 (ton)	17
좌석수	363(30, 333)
Carbody	AL Alloy
최대속도 (Km/h)	330
운영속도 (Km/h)	300
총출력 (MW)	8.8
Tractive Effort(KN)	210
전력제어	IGBT사용 / VVVF 인버터
동력방식	동력집중
Motor형식/용량(kW)	Induction/1100
Power Device	IGBT
출력(kW)/중량(ton)	20.27

제2절 국외 기술 현황

1. 일본

일본 고속열차의 발전사는 세계에서 가장 길고, 각 선로상황과 환경적인 수요를 결합하였으며, 개발된 고속열차의 종류가 가장 많다. 가장 일찍 건설하여 개통한 토카이도 신간센은 1964년에 0시리즈 고속열차로 시작했으며, 운행속도는 210km/h였다. 10년 후 1985년 토호쿠, 조에쓰 신간센이 개통하였으며, 200시리즈와 100시리즈 고속열차를 공식적으로 운행하였다. 200시리즈의 운행 속도는 시험운행시기 210km/h에서 240km/h로 향상되었으며, 100시리즈는 210km/h에서 1986년 0시리즈와 함께 220km/h로 제고되었다.

0, 100, 200 시리즈를 기반으로 1992년 토카이도 신간센에 300시리즈 열차가 운행을 시작하였으며 최고주행속도가 270km/h로 크게 제고되었다. 300시리즈 고속열차의 속도 제고로 환경에 대한 영향이 개선되었고, 신기술을 도입하였으며 이는 기존 고속열차를 계승 발전시킨 것이었다.

300시리즈에 이어 300N, WIN350 실험형을 거쳐 완성된 차세대고속열차가 500시리즈이다. 이는 1997년 운행을 시작하였으며 최고속도 300km/h, 실험속도는 350.4km/h(WIN350)에 이른다. 500시리즈 열차의 16량 편성차량이 모두 동차로 총출력이 18,240kW에 달하는 세계에서 출력이 가장 큰 열차이다. 300시리즈와 비교하여 열차의 머리형태가 더욱 뾰족하고 길며, 기동 저항력과 기타 기동성이 더욱 개선되어 한층 경량화하고 반자동 제어 감진기를 장착하여 차내 소음과 쾌적함 및 환경소음을 개선하였다.

700시리즈 고속열차는 500시리즈와 300X 실험형 열차를 토대로 새롭게 개발한 열차이다. 1999년 운행을 시작한 이래로 산요신간센과 토카이도신간센에서 각각 285km/h와 270km/h의 속도로 운행되었다. 500시리즈의 장점 이외에도 추진장치에 스위칭주파수가 더욱 높은 IGBT 모듈을 적용하였다.

E4시리즈는 또 다른 유형의 대표적인 일본 고속열차이며 E1형 차량에 의해 발전한 전체가 2층 차량으로 구성된 신형열차로 1997년 240km/h의 속도로 운행에 들어갔다. 16량(2×4M4T)으로 길게 편성되어 여객운송량이 1,634명에 달한다. 또 다른 특징은 STAR21 실험전동차 조직의 연구실험 결론과 고속화 신기술을 반영하였다. STAR21이라는 이름은 “21세기 철도 발전을 지향하는 고급열차”의 의미를 지녔으며 300km/h 운행속도를 목표로 하고 있다. 이를 위해 최소 350km/h이하에서 안정적으로 운행해야하며 최고속도가 400km/h에 달할 수 있어야 한다. 1993년 12월 425km/h속도로 안전운행이 가능한 기록을 세웠다.

이후 JR 동일본은 신간선 고속화 프로젝트로 시험차 ‘FASTECH 360′로써 고속성, 신뢰성, 환경적합성, 쾌적성 등을 목표로 개발하였다. ’FASTECH 360S′는 8량 1편성으로 2005년 6월 25일부터 시험 개시하였고, ‘FASTECH 360Z′는 6량 1편성으로 2006년부터

시험을 시작하여 현재 완료 단계이다. 신간선의 각종 요소기술 및 최신의 신간선 열차(E2계, E3계)를 기본으로 차량의 주행안전성, 지상설비, 환경 영향, 쾌적성 등 실제 환경 및 조건에 대한 신간선 기술의 종합적 평가, 검증을 위해 전용 고속시험 전차를 개발, 제작 완료한 열차로서 고속 주행시험 등을 실시하였다. JR 동일본은 자체 연구개발센터 중심으로 2004년 4월 '신간선 고속화 추진 프로젝트'라는 신간선 고속화 연구개발에 착수, ①지금까지의 기술과제 결과 정리 및 요소기술개발 자료의 데이터를 활용 ② 상업운행용 신간선(E2계 1000 및 E3계)을 이용한 고속 주행시험 결과의 활용 ③ 기존 차량 시험 결과 수집데이터를 'FASTECH 360′ 시험차량의 설계에 참고, 반영하였다.

최근에는 FASTECH 360 시험결과를 기반으로 하여 320km/h까지의 주행성능을 갖는 E5계 양산선행차를 10량편성(8M2T)으로 제작하여 시험주행을 수행하였다. E5계(양산선행차)는 2005년도부터 주행시험을 해 온 「FASTECH360S (E954형식)」의 결과를 기반으로 한 것으로, 320km/h 주행까지의 능력성능 및 브레이크 성능을 보유한 것은 물론이고, 환경성능이나 차내 쾌적성도 향상시킨 차량이다. 환경 성능에 관해서는 롱노즈 타입의 선두형태로 터널 미기압 저감, 대차커버, 전체포장 및 저소음 판토그래프 등에 의한 차외 소음저감을 꾀했다. 또 차내 쾌적성에 관해서는 전 차량에 풀액티브 동요방지 제어장치를 설치하여 고속 주행 시 승차감을 향상시키고 차체경사장치로 곡선 통과 시 승차감을 향상시켰다. 이 열차는 2011년 상업화 개통을 목표로하고 있다.

표 2.2.1에 500, 700, N700, E2-1000, E5 시리즈의 주요 제원을 정리하였다. 특히 E2-1000계는 대만 고속열차인 700T형의 뒤를 이어 중국에 진출하여 CRH2의 기본 모델이 되었다.

표 2.2.1 일본 고속열차 주요 제원

구분		500계	700계	N700계	E2-1000계		E5계
					N	J	
영업개시	년	1997	1998	2007	1997		2011
최고속도	km/h	300	285	300	275		320
길이	m	404	405	405	201.4	251.4	253.0
편성	구성	16M	12M4T	12M4T	6M2T	8M2T	8M2T
	동력배치	분산동력	분산동력	분산동력	분산동력	분산동력	분산동력
특징	연결방식	비연접	비연접	비연접	비연접	비연접	비연접
	병결운용	불가	불가	불가	일부 구간 가능		가능
정원	1등차	200	200	200	51	51	
	2등차	1124	1123	1123	579	763	
	합계	1324	1323	1323	630	814	731
차체폭	mm	3380	3380	3360	3380		3350

구분		500계	700계	N700계	E2-1000계		E5계
					N	J	
편성중량	공차	620	628	-	-		-
	만차	700	708	700	336	440	453.5
축중	톤	11.1	11.4	10.9	10.5	11.0	11.3
전기방식		AC25kV 60Hz	AC25kV 60Hz	AC25kV 60Hz	AC25kV 50/60Hz	AC25kV 50/60Hz	AC25kV 50Hz
편성출력	kW	18,240	13,200	17,800	7,200	7,600	9,600



그림 2.2.1 FASTECH 360 열차 외형

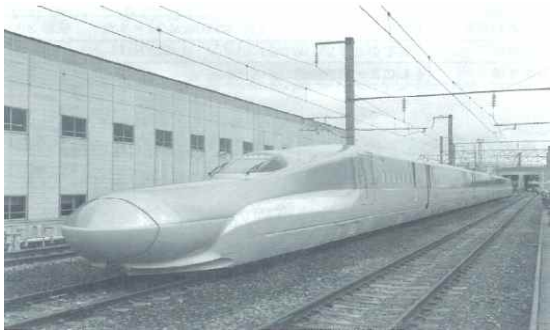


그림 2.2.2 E5 고속열차 외관

2. 프랑스

신기술 고속열차로 TGV-A(KTX 모델), Eurostar, TGV-R, TGV-POS, AGV(Automotrice Grande Vitesse)로 이어지는 차량을 개발하였다. 특히, 2001년부터 알스톰과 SNCF가 공동으로 350km/h의 영업속도를 갖는 차세대 고속열차 프로젝트를 착수하여 2008년 2월에 AGV를 소개하였다.

제2세대 차량으로 TGV 대서양선에 쓰인 TGV-A(Atlantique)는 동기전동기를 이용한 경부고속철도 KTX 열차와 같은 형식 차량이며, 최고속도는 300km/h이다. 같은 세대의 TGV-R(Reseau)은 북유럽선의 릴과 파리를 통하여 남동방면으로 운행하고 있다. 또한, 동 세대 차량으로 1994년부터 운영한 유로스타(Eurostar)는 추진장치에 유도전동기를 사용하였으며, 열차 길이가 394m이다.

이후 TGV-POS(Paris-Ostfrankreich-Suddeutschland)를 개발하여 320km/h 영업운행에 투입하고 있다. 이 열차는 2량의 동력차, 8량의 객차로 총 20량 1편성의 신형 고속열차이다. TGV-POS 차량의 주행장치는 TGV-A, TGV-R, TGV-D와 달리 Eurostar에 채택된 유도모터를 사용한 IGBT 회로로 구성된 모터블럭 2기와 1기의 보조 블럭, 1대의 주변압기로 구성하여 1 편성을 제어하는 동력집중방식의 열차이다. TGV-POS 차량은 모터 1대당 1,160kw의 출력을 가지며, 총 출력 9,260kw의 추진력을 갖는다. TGV-R 차량에 비해 기술적으로 개선된 점은 동력차의 각 견인전동기가 독립되어 있

어 일부 전동기 장애 시에도 장애가 발생한 모터를 임의로 격리하고 정상적인 전동기만으로 운행 가능하도록 만든 것이 특징이며, 유지보수의 용이성 측면으로 보면 Eurostar < POS < AGV의 순서로 정리할 수 있다. 또한 TGV POS 차량은 프랑스의 고속선 및 기존선과 독일 지역의 고속선을 통과하기 위해 3가지의 서로 다른 공급 전원을 받을 수 있도록 개발되었다. 제동장치의 경우 공기압제동, 가변저항의 전기제동, 회생제동, 와전류 제동을 사용하며 공기제동은 KTX 열차와 같은 방식을 사용한다. 전기제동은 전차선을 이용하지 않고 비상제동 시 사용하는데, 사용 시 각 대차 당 1,900kW의 제동에너지가 공급된다. 반면에 회생제동은 상용제동 시 사용되며, 각 대차 당 2,200kW의 제동 파워가 공급되는데, 와전류제동은 독일 기존선 구간에서만 사용할 수 있도록 개발하였다.

배터리 충전장치는 위의 3가지 서로 다른 전원공급 방식에 대응할 수 있도록 새로운 배터리 충전장치를 개발(SMA), 생산토록 하여 충분한 72V 전원공급이 가능하다. 또한 제동에너지 충전기를 설치함으로서 전차선 혹은 추진장치 전원 공급이 중단된 상태에서 비상제동 시에도 배터리 전원의 소비를 최소화 할 수 있도록 전원을 공급한다.

이후 프랑스는 기존의 동력집중식에서 동력분산식 AGV를 개발하여 SNCF에서 이를 구입해줄 것을 설득하고 있다. AGV는 기존 TGV처럼 기관차가 필요 없어 좌석수를 늘릴 수 있고 기관차의 무게를 전체에 분산시킬 수 있어 운전 및 정비에 유리하다. 또한, 최고운전속도는 기존 TGV의 320km/h에서 360km/h로 40km/h가 빠르다. 차량 사이를 연결하는 대차는 관절대차로서, 진동과 소음을 저감할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 관절대차는 탈선이 발생한 경우에 열차가 묶여있는 형태이므로 안전성도 탁월한 것으로 알려져 있다. AGV는 이러한 관절대차의 장점에 동력분산식의 장점을 조합하여 모터 등 동력에 기여하는 장치를 취부할 공간을 기존 열차에 비해 20% 더 확보할 수 있고, 동력장치의 분산으로 인해 좌석수 증대 및 승객편의시설 확보의 이점을 가지고 있다. AGV의 큰 장점으로 견인과 제동을 담당하는 영구자석동기전동기를 예로 들 수 있다. 11량 편성에서 6개의 동력대차를 사용하여 기존 경쟁 열차와 비교가 안 될 정도로 큰 톤당 22.6kW의 에너지를 낼 수 있고, 대차에 취부가 편리하도록 작게 설계되었으며, 보수가 편하고 높은 신뢰성을 갖도록 간단한 환기회로가 부착되어 있다. 설계시 전산설계방법을 이용하여, 시간과 비용의 절감을 이루었고, 소음최소화를 위해 소음차폐재와 대차의 위치, 노우즈 모양 변경 및 대차카바를 취부하여 300km/h에서 330km/h의 속도향상시 소음이 두 배가 되는 것을 360km/h 운행시 타 경쟁업체가 300km/h~320km/h에서 나타나는 소음 수준으로 낮추었다. 경량화를 통해 경쟁차종 대비(동일 열차길이) 무게를 17% 감소시키고, 에너지 소비를 15% 감소시켰다. 필요에 따라 7, 8, 11, 14량으로 편성가능토록 모듈화 설계/제작하여 편성에 따라 250명에서 650명 정도로 승객이 탑승할 수 있게 하였다. 표 2.2.2에 TGV-R, TGV-D, TGV-POS, AGV의 주요 제원을 정리하였다.

표 2.2.2 프랑스 고속열차 주요 제원

구분		TGV-R	TGV-D	TGV-POS	AGV
영업개시	년	1993	1996	2007	프랑스 내 미정
최고속도	km/h	320	320	320	320
길이	m	200	200	200	253.0
편성	구성	2L8T	2L8T	2L8T	8M2T
	동력배치	양단집중	양단집중	양단집중	분산동력
특징	연결방식	연접	연접	연접	연접
	병결운용	가능	가능	가능	가능
정원	1등차	120	197	120	103
	2등차	257	348	257	308
	합계	377	545	377	411
차체폭	mm	2904	2896	2904	3350
편성중량	공차	383	380	383	-
	만차	416	424	-	453.5
축중	톤	17	17	17	11.3
전기방식		AC25kV 50Hz AC15kV 16 2/3Hz DC1.5kV	AC25kV 50Hz DC1.5kV	AC25kV 50Hz AC15kV 16 2/3Hz DC1.5kV	AC25kV 50Hz AC15kV 16 2/3Hz DC1.5/3kV
편성출력	kW	8,800	8,800	9,280	8,400



그림 2.2.3 프랑스 AGV 외형

3. 독일

ICE(InterCityExpress)는 독일 및 인접한 이웃국가들의 고속열차 시스템을 의미하며, 철도차량 제작업체인 Bombardier와 Siemens사가 공동으로 제작한 ICE는 독일의 국영 철도회사인 Deutsche Bahn의 대표적 브랜드이기도 하다. ICE는 1991년 최초의 독일 고속열차 모형인 ICE1을 개발한 이후, ICE 2(1996), ICE 3(1999)순으로 크게 3가지 고속열차 모델을 개발하였다. ICE는 단순히 독일 내의 고속철도망만을 의미하는 것은 아니며, 독일 주변 국가들 역시 폭넓게 ICE 노선을 공유하고 있다. 2007년에는 파리-스트투가르트/프랑크푸르트 노선이 개통되었으며, 이들 노선은 Deutsche Bahn과 SNCF가 공동으로 운영하고 있다. ICE1과 ICE2는 전통적인 독일의 고속철도 기술을 발전시킨 형태라 할 수 있으며, 이들 차량은 유럽에서 가장 일반적인 고속철도 편성방식인 push-pull 방식의 동력집중식 편성을 채택하고 있다. 이 때문에 유지보수가 편리하고 주행저항 및 에너지 소모가 적은 동력집중식의 장점을 그대로 가지고 있는 반면에 운행도중 고장 시 조치가 어려운 단점을 가지고 있다. 새로운 요구사항을 만족시키는 출발점은 ICE 초기 모델을 운영하면서 얻은 경험이며, 승객 안락감은 속도 증가로 인해 차량 제작사에게 요구되는 주된 고려사항으로 전 모델과 같이 ICE3은 승객 고려사항을 만족시키도록 설계되었으며, 단 중거리 여행 시 철도가 항공기와 경쟁이 가능하도록 하였다. 운행 요구사항을 만족시키기 위해 동력차 사양에 많은 변화를 가져 왔으며, 가장 심각하게 고려된 요구사항은 최고 축중 17톤, 최고속도 330km/h, 4‰구배 등판 필요, 승객 안락감을 저해하지 않는 최다의 좌석용량과 고정된 열차 전장 200m 또는 결합되었을 때 전장이 400m이다.



그림 2.2.4 독일 ICE

Siemens는 미래형 ICE3 성능향상 개발계획을 발표하고, 최고속도 350km/h를 갖는 'Velaro'차량을 개발하였으며 'Velaro E Version 고속열차'는 2001년 7월에 스페인 RENFE로부터 마드리드-바르셀로나-프랑스 국경에 이르는 625km 노선을 2시간 30분 이내로 주행하기 위하여 16편성을 의뢰하였다. 이 차량은 동력 분산식을 채택하여 최대

출력 8,800kW로 350km/h를 주행할 수 있으며, 8량 1편성으로 제작하여 GSM-R-Stanfard에 기초한 유럽 신호표준인 ETCS Level 2를 적용함으로써 전 유럽지역에 적용할 수 있다. 또한 차량 제어신호는 가장 선진화된 표준인 2중 안전구조를 갖는 TCN을 채택하고, 중련 편성 운행에 대한 제어도 가능하도록 설계하였다. Velaro 시리즈는 그 외에도 중국과 러시아에 수출하여 운행되고 있다.

표 2.2.3에 ICE-1, ICE-2, ICE-3, Velaro의 주요 제원을 정리하였다.

표 2.2.3 독일 고속열차 주요 제원

구분		ICE-1	ICE-2	ICE-3	Velaro (스페인)
영업개시	년	1991	1997	2000	2007
최고속도	km/h	280	280	380	350
길이	m	358	205	200	200
편성	구성	2L12T	1L7T	4M4T	4M4T
	동력배치	양단집중	편단집중	동력분산	동력분산
특징	연결방식	비연접	비연접	비연접	비연접
	병결운용	불가능	가능	가능	가능
정원	1등차	144	105	141	-
	2등차	501	265	250	-
	합계	645	370	391	404
차체폭	mm	3020	3020	2950	2950
편성중량	공차	798	418	409	425
	만차	845	453	440	455
축중	톤	15.1	14.2	13.8	17
전기방식		AC15kV 16 2/3Hz	AC15kV 16 2/3Hz	AC15kV 16 2/3Hz	AC25kV 50Hz
편성출력	kW	9600	4800	8000	8800

4. 스페인

스페인에서는 스페인어로 새를 의미하는 AVE(Alta Velocidad Espanola)는 전용노선에서 300km/h 이상으로 운영되는 고속열차 서비스이다. 전통적인 스페인의 철도 시스템은 광폭 노선을 쓰고 있는 반면 스페인 AVE 네트워크는 인접국가들과의 네트워크

구성을 위해 표준궤를 사용하고 있다. 1992년 4월 세빌리아에 국제박람회가 개최되면서 마드리드와 세빌리아를 연결한 연장 472km의 고속철도 선로에 영업최고 속도 250km/h의 AVE가 영업을 개시함으로서 양 도시를 철도 노선을 이용해 2시간 45분으로 연결하였다. 같은 해 10월 마드리드와 톨레도, 마드리드와 과달라하라 노선이 개통됨으로서 스페인의 본격적인 고속철도 시대가 개막되었다. 1993년 기존선과 전용선 혼용 노선으로 마드리드와 말라가를 잇는 구간(Talgo 200)이 서비스를 시작했으며, 이 해 4월 시험주행에서 AVE 최고속도인 356.8km/h를 달성하였다. 1994년에는 마드리드와 세비야 노선이 기존의 250km/h에서 300km/h로 운행속도를 향상시키며 기존 통행속도를 40분 단축시켰다. 2007년에는 마드리드-말라가 노선의 마지막 구간이 완성되었다. 스페인은 기복이 심한 국토의 지형여건으로 인해 대형기관차가 필요하였고 타국으로부터의 침략을 피하기 위하여 군사상 요구도 있어 타국과 다른 광궤를 일반적으로 사용하였다. 이 때문에 스페인과 프랑스를 연결하는 국제열차는 국경과 궤간이 변경되는 것으로 국경 역에서 차체를 위로 올려, 대차 또는 차륜을 교환하는 방식으로 대응하게 되었다. 스페인은 1992년 아메리카 신대륙 발견 500주년 역사를 기념하기 위해 국제박람회를 세비아에서 개최하고 올림픽 경기를 바르셀로나에서 개최하였는데, 마드리드-안다루시아를 연결하는 당시의 철도는 병목현상으로 개량이 불가피하고 마드리드-세비야 간 수송수요를 감당하기 위하여 신선 건설이 불가피하였다. 고속철도 건설은 상업적으로도 타당성이 있어 올림픽 경기 이전에 열차 운행 최고속도 250km/h급 고속철도를 1992년 4월 마드리드-세비야 구간에 개통하였고, 이것이 스페인 AVE 고속열차이다. 2001년 7월 스페인국철(RENFE)은 마드리드-바르셀로나-프랑스 국경 구간에 투입될 새로운 열차를 Siemens사로부터 구매하였다. 이것은 마드리드를 출발 바르셀로나를 거쳐 프랑스 국경에 이르는 625km 구간을 2시간 30분 이내로 단축시킬 예정이다. 이 구간에 운행되고 있는 Velaro E는 독일의 ICE 3를 기본으로 발전시킨 열차이며, 이 차량의 총 출력은 8800kW이고, 최대운영속도는 350km/h이다.



그림 2.2.5 AVE



그림 2.2.6 Velaro E 차량

5. 이탈리아

이탈리아는 국토의 대부분이 산악지형으로서 직선화된 고속철도의 건설이 부적합하다고 판단되어 곡선이 많은 기존선을 활용하여 운행시간을 단축하는 연구 및 정책이 진행되었으며, 교통수단의 성능향상과 편리성 증진을 위하여 고속 신선망 구축 계획을 수립하여 진행하고 있다. 고속 신선망 구축에는 국철에서 기획하고, 별도의 추진주제(TAV)는 국철 45% 및 9개 시중은행 참여로 설립하였으며, 설계 및 공수 주체일 뿐 운영은 별도의 조직(TAV CO SpA)이 하고 있다. 1978년 로마와 피렌체를 연결하는 Direttissima로 시작한 고속철도 노선은 최대 속력 250km/h 평균 200km/h로 두 도시를 잇고 있다. Pendolino라고도 불리는 ETR 450은 FIFA Ferroviaria에 의해 제작된 이탈리아 최초의 틸팅 열차이다. 1989년 로마-밀란 구간에서 서비스를 시작했으며 편성당 9량으로 구성되어 있다. 스위스와 이탈리아의 합작 철도 운영회사인 Cisalpino에 의해 운영되고 있는 ETR 470은 편성당 9량의 동력분산식 틸팅차량이다. 이탈리아 고속신선 전용으로 사용될 ETR 500차량은 기존의 펜돌리노 차량과 달리 동력 집중 방식으로 틸팅차량으로 적용하지 않았다. 열차차량은 최대 300km/h까지 운영이 가능하나 대부분의 노선이 공사 중으로 실질적으로는 최대 250km/h로 운행된다.

6. 중국

가. CRH1

CRH1 고속열차는 중국 철도부가 제6차 재래선 고속화를 위해서, 독일의 봄바디어 트랜스포테이션사(캐나다에 본거지를 두고 있는 봄바디어 그룹의 철도 부문)등과 제휴해 도입한 고속열차이다.

CRH1A, B의 원형은 봄바디어의 Regina C2008형이며, CRH1E는 봄바디어 Zefiro 250 설계를 기반으로 하며, CRH380C/CL은 Zefiro 380 설계를 근간으로 하고 있다.

CRH1A 고속열차는 2007년 2월 1일부터 광심선(광저우~선전)에서 영업 운전을 개시했고 CRH1B는 2009년 4월 상해-난징, 상해-항주 구간에서, CRH1E도 2009년 4월에 북경-상해구간에서 첫 번째 운영을 시작했다. CRH380C/CL은 봄바디어 Zefiro 380 초고속동차 유닛을 기술 플랫폼으로 설계 운영시속 350km로, 최고운영속도는 시속 380km, 최고시험속도는 420km이며 짧은 편성의 동차유닛은 CRH380C이고 장편성 동차유닛을 CRH380CL로 명명했다. CRH380C 동차유닛은 2012년 7월에서 2014년 9월 사이에 납품될 예정이다.



그림 2.2.7 CRH1A



그림 2.2.8 CRH1E

나. CRH2

CRH2 고속열차는 중국 철도부가 제6차 재래선 고속화를 위해서 일본의 가와사키 중공업 차량회사로부터 구입한 고속철도 차량으로 일본의 E2계 1000번대 신칸센 열차가 기반이 되어 있다.

CRH2와 신간선 E2의 차이점을 정리하면, CRH2A 견인전동기는 E2계 1000번대와 동일하지만, 전동차(M)과 부수차(T)의 구성(MT비)은 4M4T이기 때문에, 영업운전최고속도는 E2계 1000번대(8M2T)의 최고속도 275km/h(설계최고속도 315km/h)보다 낮은 250km/h로 되었다.

CRH2의 파생형인 CRH2C는 총 60편성이 발주되었으며 30편성은 최고속도 300km/h, 30편성은 최고속도 350km/h를 목표로 했다. 350km/h 고속열차 연구개발을 위해 철도부는 CRH2-300 프로젝트를 2006년에 시작하여 150조 위안의 개발비를 투입하였고, 50개의 대학, 150,000명 기술진, 600개 기업이 프로젝트에 참여하였다. 1단계에서 최고운영속도 300km/h의 CRH2 변형모델을 위해 두개의 중간객차를 동력객차로 대체하였으며 알루미늄 차체를 통한 경량화, 고속 대차, 고속 판토그래프, 광섬유를 사용한 통합제어시스템 등의 첨단기술을 적용하였다. 2007년 12월 22일에 초도 편성이 제작되었으며 2008년 4월 22일 시험운행을 통해 베이징-천진 구간에서 370km/h를 기록하였다. 2009년 12월 11일 Zhengzhou-Xi'an 구간 시험운행에서 394.2km/h를 달성하였다. CRH2C 1단계 고속열차는 CRH3C 고속열차와 함께 2008년 8월 1일에 베이징-천진 구간에서 영업운행을 시작하였고 2009년 4월에 CRH2C 1단계 고속열차는 CRH3C 고속열차로 대체되고 현재는 상하이-난징 구간에서 운영되고 있다.

CRH2C 2단계 고속열차는 CRH2 모델을 새로 설계한 것이다. 알루미늄 차체, 소음감소기술 등 주요 기술은 CRH3C를 따르고 있다. 세부적인 내용을 살펴보면 고속에서의 열차 진동을 억제하기 위해 축중을 14톤에서 15톤으로 증가시키고, 기어비를 3.036에서 2.379로 변경하였다. 이를 통해 임계속도는 550km/h가 되었다. 대차의 온도용량

을 증가시켜 350km/h 지속운행을 가능하게 했다. YQ-365형 교류견인전동기를 사용하여 최고운행속도까지 추진을 가능하게 하였으며 총 출력은 8760kW이다. 차체 강성을 높여 소음과 진동을 억제했다. 차체와 창문 설계를 최적화하여 기밀성을 확보하였으며 압력보호시스템을 추가했다. 옥상 안테나, 창문 등에 대한 최적화 설계를 통해 주행저항을 낮추었다. CRH2C 2단계 고속열차의 초도편성은 2010년 1월에 제작되었으며 2010년 2월부터 Zhangzhou-Xi'an 구간에서 운행을 시작했다.

CRH2E는 CRH2B 모델의 변형이며 2008년 12월 21일부터 베이징-상해 구간에서 250km/h 속도로 운영하고 있다.

2008년에 CRH2-350 프로젝트를 시작하였으며 목표는 최고운영속도 380km/h의 고속열차를 개발하는 것이다. 이를 위해 2009년 9월 28일 철도부 무한 철도국과 사방기차 차량은 북경에서 140편성의 시속 350km인 동차유닛 구매 계약을 체결하였다. 이는 CRH2 모델을 기반으로 운영속도를 올린 고속열차로 CRH380A로 명명하였다. 이중 100편성은 1편성이 16량인 장편성(CRH380AL), 40편성은 1편성이 8량인 단편성(CRH380A)으로서 운영시속은 350km, 최고운영시속은 380km이며 최고시험속도는 400km 이상이다. CRH380A는 호항 여객전용선에서 고속시험을 진행하였고 최고시속 416.6km에 도달하였다. 아울러 2010년 12월 3일에는 베이징-상해 구간에서 481.6km/h의 기록을 달성하였다. 2010년 10월 26일부터 CRH380A는 정식으로 호항 여객전용선에서 운영을 시작하고 있다.



그림 2.2.9 CRH2

다. CRH3

CRH3 고속열차는 중국 철도부가 제6차 재래선 고속화를 위해서 독일 지멘스사의 기술제공에 의해 중국의 차량 메이커가 제조하는 고속철도차량으로 원형 모델은 ICE3 Velaro이다.

CRH3와 ICE3 Velaro의 차이점을 정리하면 아래와 같다.

(1) 차폭이 30cm 확장되어 신칸센과 마찬가지로 일렬에 최대 5석(2+3)을 설치

(2) 대부분의 좌석에 신칸센 E2계 및 CRH2(신간선 E2-1000 기반)와 거의 같은 형상과 외관의 회전식 크로스시트를 설치

(3) 최고운영속도 350km/h

(4) SF500 대차의 성능을 개량

CRH3C 고속열차는 2008년 6월 24일 베이징-천진 선로에서 394.3km/h를 기록하였고, 2009년 12월 9일에 중련편성으로 Zhengzhou-Xi'a 구간에서 394.2km/h를 달성하였다.

2009년 3월 중국 철도부와 지멘스, 중국북차집단 산하의 당산궤도객차공사와 장춘객차주식유한공사 및 중국 철도과학연구원은 일련의 구매 계약을 체결하여 100편성 16량 구조의 동차유닛을 합작 생산하기로 하였으며 CRH380B로 명명했다. CRH3C와 비교할 때 최고운영시속은 350km에서 380km로 제고되었고 최고시험시속은 400km 이상이다. 견인출력을 제고시키고, 전동비를 감소시키며 동차유닛의 주행저항을 감소시킨 것이 성능 최적화의 주요 내용이다. 열차 쾌적성을 향상시키기 위해 진동, 소음, 기압변화를 최적화하였다. 16량 편성의 동차유닛은 VIP석이 1량, 1등석이 4량, 2등석이 10량, 식당차 1량으로 구성되고 정원은 1009명이다. 2010년 5월 27일에 CRH380B 시제열차를 제작 완료하였고, 첫 동차유닛은 2011년 경호 고속철도에 사용 예정이며 180편성을 생산할 예정이다. 현재까지의 시험결과는 2010년 12월 5일에 457km/h를 달성했다.



그림 2.2.10 CRH3

라. CRH5

CRH5 고속열차는 중국 철도부가 제5차 재래선 고속화를 위해서 프랑스의 TGV를 제조한 알스톰사와 제휴해서 도입한 고속철도 차량이다. 틸팅열차인 ETR600 고속열차를 기반으로 한 동력분산방식의 고속열차이지만 틸팅 기능은 없으며 설계속도는 300km/h이지만 현재 250km/h로 운영하고 있다.

CRH5와 ETR600의 차이점은 차폭을 확장하여 신칸센, 다른 CRH1, 2, 3형과 마찬가지로 일렬에 최대 5석을 설치할 수 있다. 단, 좌석의 방향은 CRH1과 같은 고정식으로 CRH2, 3형과 같이 좌석의 방향을 회전해 바꿀 수 없다.

특히, 2007년 4월 2일에 중국철도과학원(China Academy of Railway Sciences)은 CRH5에 기반으로 한 시험고속열차를 주문했는데 이 열차는 궤도 조건, 휠/레일 작용력, 전차선, 통신 및 신호시스템을 모니터링하는 장치를 장착한 것으로 공식이름은 Code Zero Comprehensive Testing Train으로 CIT001로 명하고 있다. 이 열차는 노란색과 흰색으로 도장을 하여 2007년 7월 1일부터 시험운행을 시작하고 있다.



그림 2.2.11 CRH5

7. 해외 고속철도 개발 동향

첫째, 속도향상에 따른 궤도 부담하중의 최소화를 위해 차량 시스템의 축중 감소 기술개발에 주력하고 있다. 이를 위해 차체 경량화를 토대로 대차, 전장품, 휠셑 등의 경량화를 병행 추진하여 알루미늄 차체, 복합재료의 적용 확대, 소형 대용량 부품개발, 구성부품의 단일화 등 경량 차량 개발을 위한 복합적이고 다양한 방법론을 추진하고 있다.

둘째, 차량의 고속화, 지능화, 승객 편의성 및 안전성 향상 및 운용비용의 최소화 기술

이 개발의 주된 관심 사항이다. 차량시스템의 성능, 승객서비스 개선, 운용비용 및 효율성 향상 기술이 최근 해외 고속차량의 기술개발 목표가 되고 있으며, 여러 가지 신기술을 상업열차에 직접 적용하기 전에 시제열차를 개발단계에 시험적용해 보고 조건별 시험으로 검증, 보완하는 전략을 추진함으로써 시행착오를 최소화하려는 점이 기술개발의 공통적인 특징이다. 이에 대한 사례는 일본의 STAR-21, WIN350, FASTECH 360, 프랑스의 AGV, 독일의 Velaro 등이다.

셋째, 차량 유지보수 비용의 최소화와 운용 효율성 증대를 위하여 표준화된 모듈시스템을 적용하고 있다. ICE-3과 ICT열차 간 호환성, TGV-NG 열차와 AGV의 운용효율성 향상을 위한 모듈시스템의 도입 등 열차의 성능향상을 위해 신규 차량개발단계부터 기존의 운용차량과 유지보수 모듈화 개념의 호환성이 최대한 강조되는 경향으로 발전하고 있다.

넷째, 기존선 운행을 위해 현재 적용되는 Tilting 시스템 외에 성능향상이 가능한 선로 최적 적응시스템을 도입하고 있으며 이를 위해 기존에 구축된 선로의 최대한 이용방안은 철도 운용상의 수익성 측면에서 뿐만 아니라 승객 서비스의 향상을 위하여 확대되고 있는 추세이며, 고속선 운행을 통한 운행시간 단축의 장점을 최대한 살리기 위해 기존선에서도 열차의 선로 최적 적응 시스템을 도입함으로써 속도 향상을 도모하는 추세이다.

다섯째, 중국은 해외에서 기술이전을 통해 축적한 고속열차 기술에 국내 자체기술을 접목하여 운영속도 380km/h급 고속열차 기술을 완성하였다. 이를 위해 CRH-300 프로젝트를 2006년부터 시작하였고 이후 CRH-350 프로젝트를 2008년부터 시작하였다. 이 과정에서 북경-천진 고속철도 시험에 중국 공정기술자가 참여하여 고속열차의 시스템 성능 테스트 및 시험을 진행하였고 181일동안 누적거리 40여만 km를 운행했다. 시험속도는 394.3km를 달성하였고 2010년 12월에는 북경-상해 구간에서 CRH380A 고속열차로 486.1km/h의 세계기록을 달성하였다. 72항목의 시험과 평가를 진행하였으며, 세부적으로 견인성능, 속도제어, 운행압력, 제동성능, 동역학성능, 실내외 소음 등 28가지 시험항목을 포함하고 있다. 상기 시험속도와 시험항목 및 시험결과 그리고 해외 업체와의 계약금 중 중국내 비율이 초기 50%에서 80%로 증가한 것도 고속열차 기술 완성에 대한 반증으로 생각된다. 하지만 고속열차 기술은 시스템 제작뿐만 아니라 원활한 운영도 중요하므로 추후 계속적인 모니터링이 필요한 것으로 사료된다.

제3절 기술개발 시제열차의 시운전시험 사례

1. 신간선 300-X 열차 개발사업

가. 사업 개요

300-X 열차 개발사업은 JR동해(Central Japan Railway Company)가 현재의 300계 열차를 대체하기 위해 수행한 시제열차 개발 및 선로시설물 개발 등의 고속철도 시스템 개발사업으로 이 사업의 목적은 “고속철도 시스템 건설을 위한 기술의 실현”과 “고속철도에 대한 다양한 자료 취득”이다. 이 사업에서 관심을 갖고 있는 연구분야를 요약하면 다음과 같다.

(1) 고속에서의 안정적 주행을 위한 시스템의 개발
(2) 고속에서 안정적인 제동시스템 개발
(3) 공기역학 문제의 실험
(4) 철도 연변의 환경 보호
(5) 승차감의 향상
(6) 수송량 증대(고속, 고용량)

이러한 관심 분야들을 해결하고자 적용한 방법은 (1) 수치해석(numerical simulation) (2) 실험실에서의 기본적인 시험 (3) 시운전 시험의 3가지이다. 이 개발 사업을 통해 상업용 열차인 700계가 개발되어 1999년 3월에 운행을 시작하였다. 아래의 사진은 300X 열차의 양쪽 전두부를 보여 주는 것으로 공기역학적 성능을 검증하기 위하여 서로 다른 형상을 적용하였다.

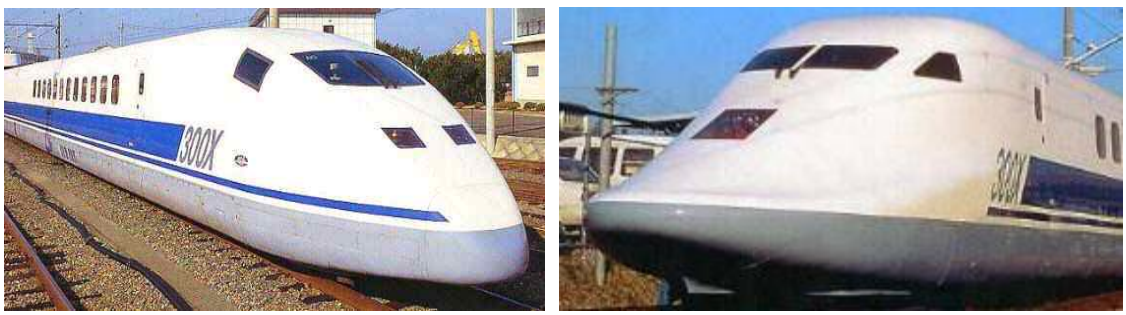


그림 2.3.1 신간선 300-X 시제열차

표 2.3.1 신간선 300X 시운전시험 일정

1990년 7월	차량설계를 위한 기초조사
1994년 12월 22일	300X Project 발표
1995년 5월 25일	시운전 시험 시작(Kyoto～Maibara)
1995년 12월	350km/h 속도 달성
1996년 7월 26일	최고속도 443km/h 기록
2002년 1월	사업 종료
1단계 (95. 1 ～ 95. 9)	속도증가 시험
2단계 (95. 10 ～ 02. 1)	차량성능 및 안정성 시험

나. 시운전 시험 추진 방법

열차의 성능검증 방법은 3단계 절차로 진행되었다. 첫째는 수치해석(Numerical simulation)단계이며 주요 수치해석 내용을 살펴보면 차량-레일 상호작용 해석, 전차선과 판토그래프 상호작용 해석, ATC 제어로직 시험 등이다. 두 번째 단계는 시험(Elemental test)으로 풍동시험과 같이 실험실에서의 각종 모델 및 prototype의 시험이며 수치해석의 인자들을 도출하였다. 세 번째는 시운전 시험(Running test)으로 수치해석 및 요소시험의 결과를 실제 시운전시험 결과와 비교하고 전체시스템 성능을 검증한다. 또 고속철도 운행 및 성능개량에 필요한 각종 데이터를 취득하고 하위 시스템 변경 영향을 검토하였다.

다. 본선 시운전 시험(Running test)

본선 시운전 시험은 고속에서 다양한 조건의 평가와 새로운 기술의 기능 확인을 위한 여러 가지 데이터를 얻어 최적의 고속철도시스템을 구축하기 위한 기초자료로 활용된다. 이 사업에서 실시한 시운전 시험을 좀더 자세하게 살펴보면 두가지로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 속도증가시험 (1995. 1～1995. 9)은 차량조건은 변화시키지 않고 속도를 증가시켜 속도-주행안전성, 속도-승차감, 속도-집전성능, 속도-공력성능 등의 관계를 측정하는 시험이며, 차량성능 및 안정성시험(1995. 10～2002. 1)은 속도 300～350km/h에서 주당 2회, 총 500회 시험을 실시했는데, 차량 및 선로시설을 변경하고 시스템의 관계를 규명하였다.

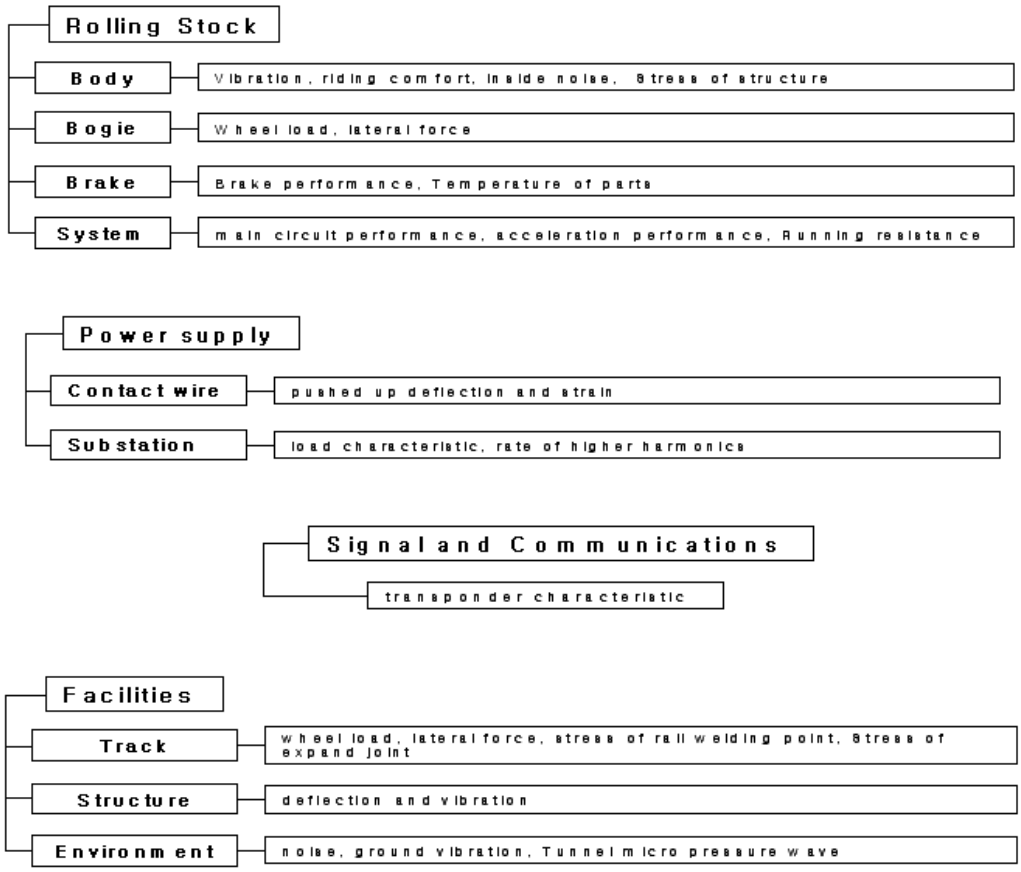


그림 2.3.2 300X 시운전 시험 항목

라. 시제열차 및 시설물

시제열차는 상업용 차량이 아니라 여러 가지의 측정이 쉽도록 제작된 6량 편성으로 일부 차량에만 객실의자가 부착되어 있다. 주요 특징을 요약하면 시험용 차량이므로 많은 부분에서 시험을 위한 시도가 이루어졌는데, 예를 들면 양쪽 전두부의 형상이 다르고, 와인 잔 형상의 판토 커버의 사용, 틸팅시스템의 적용, 능동 진동제어시스템의 채택, 4가지 형태의 차체 적용 등이다. 시운전 시험구간의 시설물은 고속시험에 적합하도록 선로 등의 시설을 개량하거나 조정하였다.

마. 사업의 기대효과 및 활용

일본에서는 사업운행용 차량을 개발하기 위해서는 시제열차를 제작하여 여러 가지 시험을 실시한 후에 이를 바탕으로 상업용 차량을 제작하고 운행하는 절차를 취해오고 있다. 이 300X 사업은 현재 상업운행을 실시하고 있는 700계에 시험결과를 반영하였다.

2. 신간선 STAR-21 열차 개발사업

가. 사업 개요

STAR 21 열차 개발사업은 동일본 철도(East Japan Railway Company)에서 300km/h 영업운전을 목표로 기술개발을 수행하기 위하여 350km/h 정도를 안정하게 주행할 수 있고, 최고속도는 400km/h 정도의 시제열차 952, 953계를 설계·제작하였다. 시제열차는 4량의 비관절 열차(952계)와 5량의 관절 열차(953계)로 구성되었으며, "Superior Train for Advanced Railways of the 21st Century"의 첫 자를 따서 STAR21로 명명되었다. STAR21 시제열차 제작 이후 실시된 열차시험을 통해 최고속도 400km/h 이상 고속 대역까지 안정된 운행할 수 있으며 소음 등과 같은 환경 피해를 최소화시킬 수 있음을 입증하였다.

표 2.3.2 신간선 STAR-21 시운전 시험 일정

1992년 3월 27일	공식시운전 개시(仙臺～北上)
11월 11일	최고속도 358km/h 기록(燕三條～新潟)
1993. 2. 15.～3. 18	MAN대차, 4점 지지방식 관절대차, 궤도검측대차 장착
4월～6월	952 전차1 유니트 추가
8월	952-2～4, 953-1～2 지붕면 평활화 개조
9월 15일	최고속도 372km/h 기록(燕三條～新潟)
12월 21일	최고속도 425km/h 기록(燕三條～新潟)

나. 시운전 시험 준비 및 항목

시제열차 완성 후 3년 이내에 350km/h에서 주행성능 평가와 함께 400km/h 이상까지 속도향상 시험을 목표로 시운전 시험을 추진하였다.

○ 시험 준비

- 선로 정비 : 요철 삭정(레일표면 삭정차량「Spark」를 이용)
- 가선 정비
  - 전차선 교환 : 시험 구간의 전차선을 동 전차선(170㎟)에서 CS 전차선(110㎟)으로 변경 (CS선은 전차선 중심에 강제 코아(鋼製心)를 넣어 주변을 동으로 덮은 전차선), 실험을 목적으로 1 구간에 CS전차선 대신 TA 전차선으로 변경 (TA전차선은 중심에 동을 넣고, 주변에 알루미늄으로 덮은 전차선)

• 장력 증강(1.5t→2.0t)에 따라 파동 전파속도 증대(약 350km/h → 530km/h)

- 차량 개조 : 1993년 4~6월 전동차 1유니트를 추가, 출력 1.5배 증가, 기어비 변경작업 수행

○ 시험 항목

- 소음, 진동 시험 및 저감 시험
- 축중, 횡압시험
- 진동가속도 측정, 승차감 평가
- 역행 제어성능 시험 및 개량
- 제동성능 시험 및 개량
- 영업차와 교행 성능시험
- 차체 특성 시험 및 객실 내 모든 설비 및 비품의 개량
- 집전 성능 시험 및 개량
- 궤도 영향 시험 및 고속 주행 궤도 정비
- 신호성능 시험 및 새로운 제어 시스템 시험

3. 신간선 WIN-350 열차 개발사업

가. 사업 개요

WIN-350(West Japan Railway's Innovation for Operation at 350km/h)은 서일본 철도회사(West JR)가 산양신간선(山陽신간선)에서 영업운행속도 350km/h를 실현하기 위하여 미래의 고속 영업운전에 필요한 소음, 지반진동, 승차감 등 여러 종류의 데이터 확보와 VVVF 제어 등 신기술 확인을 위해 개발한 시작 전차이다. 저 소음, 고속 주행을 위한 경량 구조, 공기 역학적인 배려, 승차감 대책 등의 신기술 개발을 전제로 최고 속도 350km/h로 달릴 수 있는 신간선 열차를 개발하는 프로젝트에 착수하여, 6량 1편성의 시제열차를 설계・제작하였다. 2년간의 시제 전차인 WIN350의 시험을 통해서 축적한 경험은 현재 산양 신간선에서 영업 운행하는 500계 신간선 열차의 개발에 중요한 기술적 토대가 되었다.

표 2.3.3 신간선 WIN-350 시운전 시험 일정

1992년 4월 13일	차량 완성
6월 8일	주행시험을 개시
8월 8일	일본 최고속도 350.4km/h를 小郡・新下간에서 기록
1993년 7월 1일	액티브 서스펜션을 사용하여 처음으로 300km/h 주행 성공
7월 27일	익형 판토그래프를 사용하여 처음으로 300km/h 집전 주행 성공
10월 13일	신 大阪역에 처음으로 들어옴
11월 26일	동경으로 회송, 철도고속화국제회의 (STECH'93)에 참가
1994년 10월 14일	세미 액티브 서스펜션을 사용하여 처음으로 300km/h 주행 성공
1995년 8월 23일	장기 주행시험을 개시(주로 廣島・博多 간, 1일 4회 왕복)
1996년 5월 18일	일본에서 처음으로 300km/h로 열차 교행(대향차는 500계 양산선행차)
6월 1일	폐차

나. 주요 시험항목

시제열차의 제작 완료 이후의 2년 동안 속도향상시험, 환경영향시험, 장거리 주행시험을 실시하였다. WIN 350의 공식적인 시험 주행은 1992년 4월 말에 이루어졌으며, 측정 장비들은 1992년 5월에 설치되었다.

(1) 속도향상시험

1992년 6월초부터 견인 회로 성능, 대차의 주행 안정성, 집전성능 등을 확인하기 위한 시험주행을 시작하고 이후 속도를 점차 350km/h 이상 증속을 위한 시도가 이루어졌다.

(2) 환경영향시험

속도향상시험에 이어서 환경에 미치는 영향 시험은 다양한 소음 제어 방안을 점검하였는데 이 방안은 차고를 높이는 방안(3.3m에서 3.5m), 판토그래프 교체, 고장력 회로 버스의 연결, 판토그래프 커버의 교체, 방음 덮개의 설치, 차량과 차량 사이 연결부위의 통로에 칸막이를 설치하는 방안 등이 포함되었으며, 차축과 지면진동 특성의 관계를 규명하기 위해 추를 더 달아 차축의 하중을 9.5t에서 11.4t으로 증가시켜 시험하였다.

(3) 장거리 주행시험

1년간의 장거리 주행시험을 통해 차내 장비와 대차의 내구성 등을 점검하였다.

4. 한국형 고속철도 시스템 안정화

가. 사업 개요

300km/h급 한국형 고속열차는 고속전철기술개발사업(G7사업, 1996. 12 - 2002. 10)과 고속철도기술개발사업(2002. 12 - 2007. 10)을 통해 개발되었다. 고속전철기술개발사업에서는 300km/h급 시제열차가 제작되어 시제열차에 대한 기본적인 성능시험이 실시되어 총 주행거리 약 3,500km, 최고속도 270km/h로 시운전되었으며, 고속철도기술개발사업에서는 전반부 2년 동안에 걸쳐 시제열차의 성능시험과 352.4km/h의 최고속도 시험 및 약 37,000km의 운행을 통해 시제열차에 대한 성능을 확보하였다. 후반부 3년 동안 약 200,000km의 주행(총 누적 주행거리 205,488km)을 통해 시제열차에 대한 안정화를 통해 상용화 모델인 KTX-산천이 탄생하였다(그림 2.3.3 및 그림 2.3.4 참조)

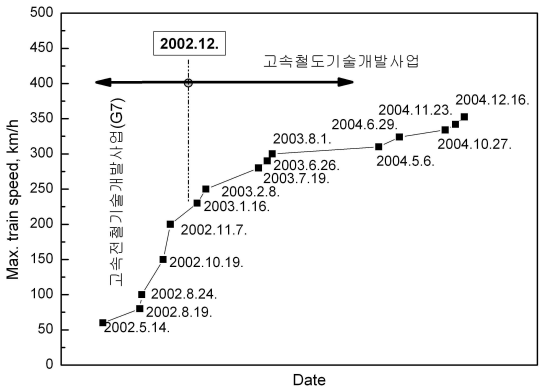


그림 2.3.3 주행속도 증속현황

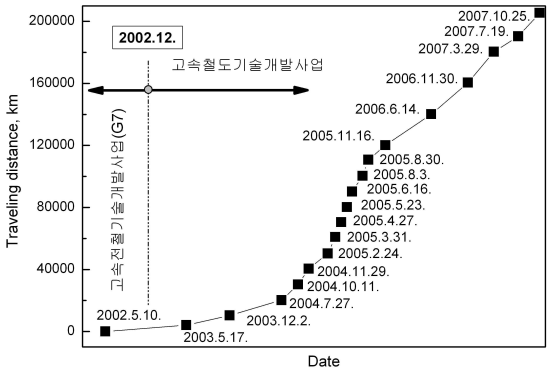


그림 2.3.4 주행거리 누적현황

나. 시운전 시험

고속철도기술개발사업의 전반부 2년까지 진행되었던 시제열차의 성능시험은 13개 항목, 세부항목으로는 42개이었으며, 후반부 3년 동안 진행되었던 시제열차의 안정화시험은 12개, 세부항목으로 220개가 실시되었다. 아래 표 2.3.4에서 고속성능시험은 300km/h 이상에서 고속열차가 안정적으로 운행하는지를 확인하는 시험이고 성능개선시험은 고속열차에 대해 고속에서의 주행안정성, 소음저감, 승차감 향상 등의 시스템 성능을 향상하기 위하여 실시하였다. 차량/시설물 적합성 시험은 차량시스템과 시설물(전차선, 신호, 궤도 등)과의 구간별, 속도별 인터페이스를 확인하여 안정적인 주행을 가능하도록 상호조정하기 위한 시험이고 적용성 시험은 개발열차가 기존선에서 운행할 경우 시설물 및 성능의 안정화를 확인하는 시험이다. 또한, 주요장치 안정화 시험은 주요 장치

의 성능 안정 및 검증을 확인하는 시험이며, 신뢰성 시험은 열차의 주요 시스템에 대한 신뢰성을 확인하는 시험이다.

표 2.3.4 한국형 고속열차 성능시험항목

시 험 종 류		세부시험항목
성능시험	주행 성능 시험	3
	대차 주행 성능	4
	차체 진동 특성 시험	3
	제동 성능 시험	5
	유도장애 시험	2
	집전장치	3
	차내 소음	2
	제어 및 감시	1
	냉난방환기 시험	1
	공력 특성	6
	신호장치 시험	9
	공기조화시스템	1
	시설물 상태	2
총 계		42

표 2.3.5 한국형 고속열차 안정화 시험항목

시 험 종 류		시험항목
고 속 성 능 시 험		60
성능개선시험	신규개발품 시험	2
	국산개발품 시험	2
	성능개선품목 시험	11
	최적설계 도출 시험	4
	차량/검수설비 적합성 시험	8
	기타	28
차량/시설물 적합성 시험		12
적용성 시험		17
주요장치 안정화 시험	정적 시험	35
	동적 시험	30
신 뢰 성 시 험		11
총 계		220

다. 유지보수 및 중점검

한국형 고속 시제열차의 시운전은 총 438회에 걸쳐 진행되었으며, 매번 시운전 시험 후에 일상점검 및 유지보수 작업이 실시되었다. 또한, 한국형 고속열차가 45,000km를 운행한 후에 정기 점검이 4차례(누적 주행거리 44,500, 93,000, 138,000, 180,000km)에 걸쳐 ㈜현대로템공장 및 오송기지에서 실시되었다. 그리고 시운전 시험 과정에서 주요한 문제의 발생 시에 필요에 따라 시제열차의 점검 작업을 실시하였다.

라. 고장 사례분석

시제열차의 시운전 및 안정화시험 중 발생한 고장 사례를 검토하면 다음과 같다.

(1) 시운전 시험 과정 중 발생한 주요 문제점

시제열차의 시운전은 KTX의 개통 이전에는 천안-대전 북단의 고속시험선에서 증속시험이 진행되었으며, 2004년 4월 KTX 개통이후에 영업선에서 KTX와 함께 진행되었다. 이 과정에서 아래 표와 같은 중요한 문제점이 발생하였으며, 차륜차상, 모터블럭의 잦은 고장 및 트리포드 손상 등은 시제열차의 증속시험 및 안정화 시험이 지연되는 원인이 되었다. 아래 표에서 액티브 댐퍼의 적용은 시운전 시험 과정 중 발생한 주요 문제가 아니라 시제열차에서 승객에 대한 승차감을 향상시킬 목적으로 실시되었다.

표 2.3.6 주요문제점 현황

번호	주요사항	수행년도
1	동력차의 롤링	1차
2	Battery Charger 고장	1차
3	차륜찰상	1차
4	모타블럭의 고장	1차
5	HVAC 및 여압시스템 유지보수	2차
6	TRS 유지보수	2차, 5차
7	트리포드 손상	4차
8	전차선 손상	4차
9	액티브 댐퍼 적용	4차, 5차

(2) 안정화 시험 중 발생한 주요장치 고장 현황

개발된 시제열차에 대해 안정화 시험이 본격적으로 진행된 고속철도기술개발사업에서는 후반부 3년 동안에 발생한 고장발생 현황은 아래와 같으며, 모터블럭의 고장빈도가 높았으며(약 50%), 보조블럭(약 11%), 제동장치(약 10%)의 순서로 고장빈도가 높았다.

표 2.3.7 고장 발생 현황

차수	구분	MB		AUX	SCU/ VCU	ATC/ ATS	제동	차량	기타	월별 고장	주행 횟수
		로템	현대								
3차년도	2004.11	12	11							23	13
	2004.12	1	6							7	10
	2005.01		1							1	4
	2005.02	1	2					1		4	9
	2005.03	15	5	3		16	5	9	2	55	14
	2005.04	6	2		3	4	3	7		25	14
	2005.05	1		3	1	14		4		23	17
	2005.06	1	1			7		2		11	13
	2005.07	2	1			9		2	1	15	8
	2005.08	3		4	2	3	1	4	1	18	18
	2005.09									0	1
	2005.10	1	1	2		2		2		8	11
	계	43	30	12	6	55	9	31	4		132
4차년도	2005.11						2			2	15
	2005.12					3				3	11
	2006.01	3	1		3	4	3			14	11
	2006.02	5	1	3		1	1			11	10
	2006.03									0	4
	2006.04		1							1	1
	2006.05	4	4				2	1		11	4
	2006.06	5	3						1	9	8
	2006.07	3	1							4	6
	2006.08									0	0
	2006.09	9	4							13	11
	2006.10	3	2				1			6	8
	계	32	17	3	3	8	9	1	1		89
5차년도	2006.11	1	3	1		2				7	13
	2006.12	2		2			1		2	7	8
	2007.01	8	1		1					10	11
	2007.02	4	2	3			2	3		14	8
	2007.03	4	2	1	1	1		3	1	13	11
	2007.04									0	0
	2007.05	4	2	1						7	6
	2007.06	9	3	3		3	1			19	9
	2007.07	1	1				4		2	8	6
	2007.08		5	1			1	1	1	9	11
	2007.09			1						1	9
	2007.10										
	계	33	19	13	2	6	9	7	6		92

제4절 고속철도 기술개발의 미래방향

1. 각 국 고속철도 기술개발 방향성

가. 속도 향상

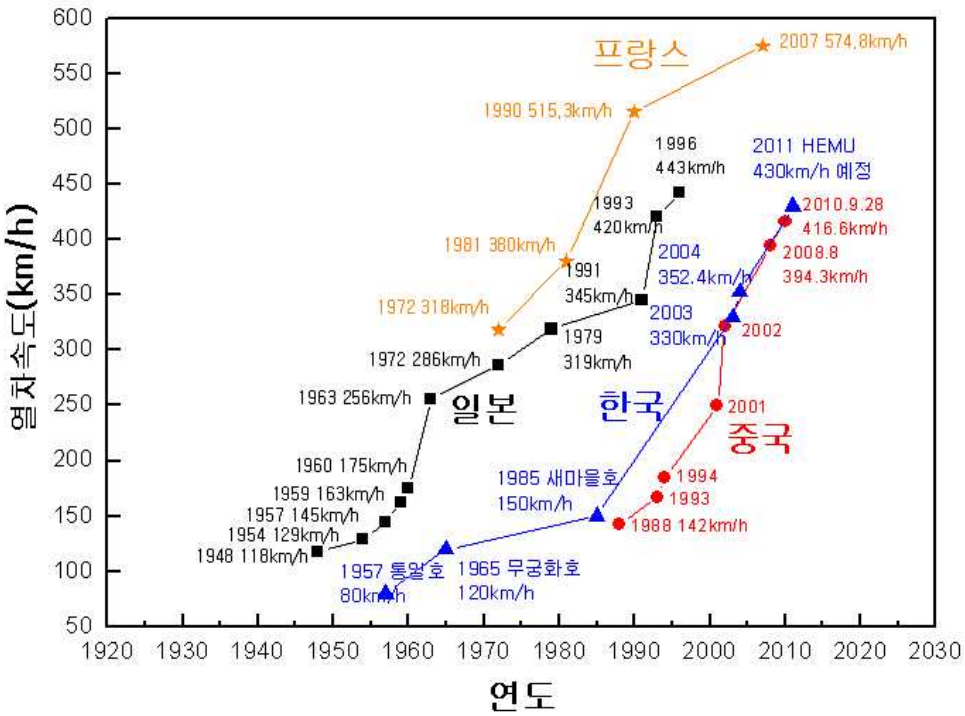


그림 2.4.1 각 나라별 속도 향상

고속철도 기술개발 방향성에 대해 얘기할 때, 첫번째 화두는 고속철도의 속도 향상이며, 이는 속도가 승객의 이동수단을 결정하고 교통수단으로서의 경쟁력 및 효율성을 지배하기 때문이다. 위 그림은 각국의 휠-레일 방식 철도의 속도 향상 기록이다.

250km/h를 처음으로 돌파한 국가는 1963년에 일본이나, 그 이 후 속도 향상을 주도해 온 것은 프랑스이다. 프랑스는 2007년에 574.8km/h의 세계최고 기록을 수립한 바 있다. 그림으로 부터 한중일의 420km/h 도달 기록을 보면 일본이 한국과 중국에 비해 약 17년 정도 앞서 있는 것을 알 수 있다. 중국은 2010년 9월에 416.6km/h 달성에 성공하였으며, 한국도 400km/h급 고속철도 차량 개발을 진행 중에 있으며, 2011년에 그 모습을 볼 수 있을 것으로 예상하고 있다.

각국의 고속철도 속도 향상은 승객의 여행시간을 최대한 줄임으로써 타 교통수단과의 경쟁에서 유리한 고지를 점한다는 측면에서 큰 의미가 있다.

나. 수송력 증대

다음 그림은 한국, 일본, 프랑스, 중국의 건설이 완료되었거나, 건설중인 고속철도 노선 연장 및 인구 40만명 이상의 역 및 역이 위치한 도시의 인구수를 보여주고 있다.

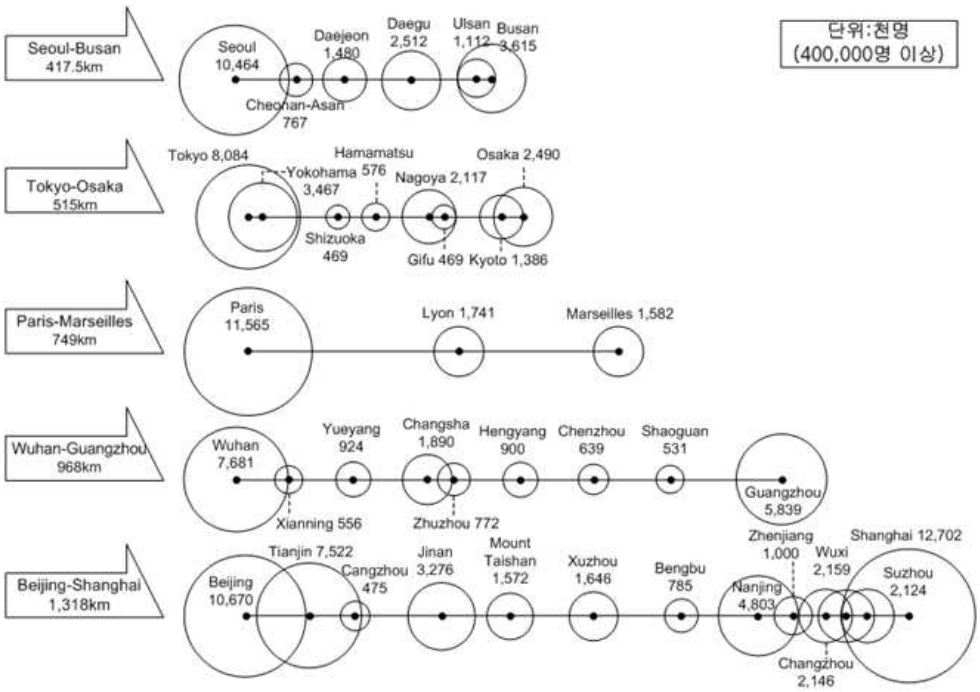


그림 2.4.2 노선연장 및 인구분포

국가별 수송 패턴을 비교해 보면, 한국은 전체 노선연장이 짧고, 역간 거리도 짧으나, 인구는 많은 편이며, 일본도 유사한 패턴을 갖고 있다. 프랑스의 경우, 전체 노선연장이 중간 정도이고, 역간 거리는 길며 인구분포는 적은 것을 알 수 있다. 중국의 경우 노선연장이 길고, 역간 거리도 상대적으로 길며 인구분포는 많은 것을 알 수 있다. 이는 기존의 고속철도 노선연장 및 수송량을 보다 상회하는 새로운 유형의 수송패턴이 필요하게 되었으며, 즉 고속철도의 고속화와 수송량 증대를 위한 기술개발이 필요하게 되었다는 것을 의미한다.

이와 같은 수송력 증대 필요성은 다음 그림과 같이 각 국 개발 차량의 편성당 승객 수송인원으로부터 확인할 수 있다. 일본은 많은 승객을 수송하기 위한 대량 수송에 강점이 있는 차량을 많이 개발해 온 것을 알 수 있다. 한국은 프랑스의 영향으로 대량 수송 측면에서는 부족한 부분이 있음을 보여주고 있으며, 중국의 경우 A타입의 일본 독일 기술 도입 후 , B타입 차량 개발 과정에서 속도 향상 및 수송력 증대 노력을 꽤하고 있다.

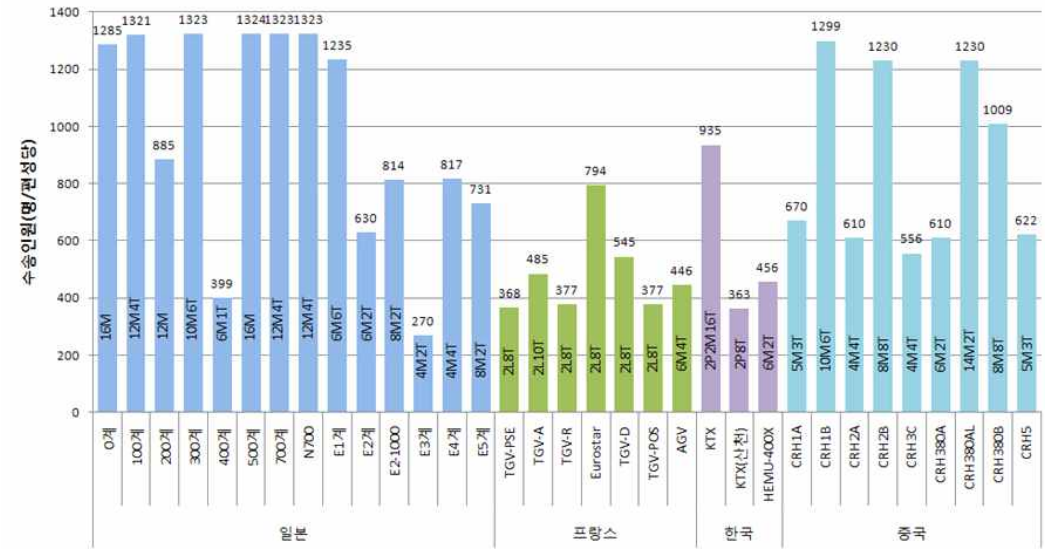


그림 2.4.3 각 국 차량별 수송인원

2. 세계고속철도건설및차량기술동향

가. 세계 고속철도 건설 계획

최근 세계 고속철도 건설 계획을 살펴보면, 가장 두드러지는 것은 중국의 고속철도에 해당되는 여객전용선 건설계획이다. 중국은 2020년까지 16,000키로 이상의 여객전용선을 구축하겠다고 2008년에 공표한 바 있으며, 미국은 11개 노선 13,700키로의 고속철도를 건설하겠다는 계획을 오바마 대통령이 발표한 바 있다. 이외에도, 브라질, 아르헨티나, 남아프리카, 폴란드 등에서 고속철도 건설 계획이 수립되어 있다.



그림 2.4.4 세계 고속철도 건설 계획

나. 중국 고속철도 건설 현황 소개

표 2.4.1 중국 고속철도망 구축 계획

주요 조정 내용	중장기 철도망계획 (2004년 1월)	조정안 (2008년 11월)
철도영업노선 연장	10만km	12만km
여객 전용선 및 도시간 철도	12,000km	**16,000km 이상**
복선화율	13,000km(50%)	19,000km(60%)
전철화율	16,000km(50%)	25,000km(60%)
신설 철도	16,000km	41,000km
연간 석탄수송 능력	18억톤 이상	23억톤 이상

최근 고속철도 건설현황을 소개할 때 중국을 빼 놓고 얘기할 수 없으며, 중국은 2008년에 중국 고속철도망 구축계획을 수립 발표한 바 있는데, 이는 고원지대인 티벳을 제외한 중국 전 국토를 북경을 중심으로 1일 생활권으로 묶겠다는 원대한 포부를 밝혔다는 의미가 크다.



그림 2.4.5 북경~지방 주요성까지의 도달시간

다. 국가별 구조물 비율

각 국가별 구조물의 비율을 보면 프랑스의 경우, 토공이 압도적으로 많으며, 일본은 궤도 형식에 따라, 즉 자갈궤도인 도카이도 신칸센은 토공이, 콘크리트궤도에서는 교량 혹은 터널 점유 비율이 높은 것을 알 수 있다.

우리나라의 경우, 터널연장이 상대적으로 길며, 중국은 교량 비율이 높은 것을 알 수 있으며, 이와 같은 국가별 구조물 비율 차이는 지형조건의 차이에서 온다고 볼 수 있다.



그림 2.4.6 국가별 구조물 비율

라. 최근 고속철도 건설 기술 개발의 목표

최근 고속철도 건설 기술 개발의 목표는 크게 세가지로 요약할 수 있다.

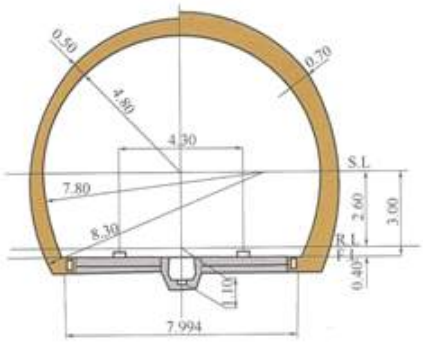
첫째, 여객과 화물을 분리함으로서 하중 체계를 최적화하여 구조물을 슬림화 하고,

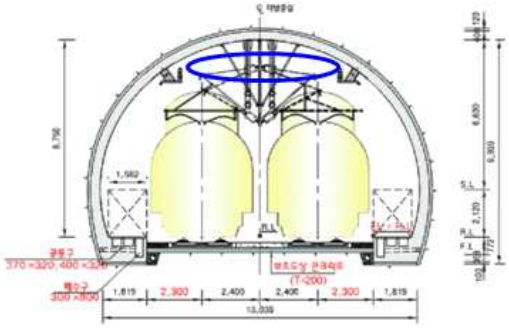
둘째, 열차성능 향상 및 선형개선을 통하여 교량과 터널 구조물 비율을 줄이며,

셋째, 단면저감 및 공기 단축, 신개념 공법 적용으로 구조물 건설 비용을 저감시키는 것이다.

예를 들면, 터널의 내공 단면적 크기는 건설비에 큰 영향을 미치는데 국가별 그 차이는 일본이 약 64, 프랑스 100 중국 100, 경부고속철도 107, 호남 고속철도가 97 스퀘어 미터로 상당히 큰 것을 알 수 있다.

물론 영업 최고속도에 차이는 있지만, 일본은 차량 전두부 형상 최적화, 터널 입출구부 후드설계, 전차선 형식 변경 등에 대한 연구를 통하여 속도향상에도 불구하고 터널 단면적을 키우지 않는 터널 단면 최적화에 많은 노력을 기울인 것을 알 수 있다.





일본(64)　　프랑스(100), 중국(100), 한국(107-> 97)

그림 2.4.7 터널 내공단면적(m^2)

마. 최근 세계 각국 개발 차량 성능비교

최근 세계 각국 개발 차량의 성능을 비교해 보면, 운영최고 속도면에서는 내년에 중국 경호선에 투입예정인 CRH380 타입이 380km/h로 당분간 가장 높은 수준일 것으로 예상되며, 동력 배치 형식으로는 분산식이 주를 이루고 있으며, 일본은 경량화에 강점이 있으며, 프랑스는 다양한 노선 적용이 가능한 차량을 개발하고 있다.

표 2.4.2 최근 세계 각국 개발 차량 성능비교

형식	HEMU-400X	CRH2 300	CRH3	CRH380B	E5	N700	AGV
영업년도	2011년 제작 완료	2008년	2008년	2011년 예정	2010년 말 예정	2007년	2011년 9월 예정
제작사	현대로템(주)	사방	당산	당산/장춘	JR East	JR Central JR West	알스톰
운영최고속도(km/h)	370	350	350	380	320	300	300+
최대속도(km/h)	430	385	394.3	400	360	Tokaido 270 Sanyo 300	360+
동력 배치	분산식	분산식	분산식	분산식	분산식	분산식	분산식
편성길이(m)	197.6	201.4	200	-	253	405	190
차체폭(mm)	3,100	3,380	3,265	-	3,350	3360 차체경사	2,980
차체재료	알루미늄	알루미늄	알루미늄	-	알루미늄	알루미늄	알루미늄 복합재
정원(명)	456	610	557	1,009	731	1,323	446
축중(톤)	13	14	17	17	11.75	10.94	17

형식	HEMU-400X	CRH2 300	CRH3	CRH380B	E5	N700	AGV
견인출력(kW)	9,840	8,200	8,800	-	9,960	17,080	8,640
견인출력/ 차량중량비	23.65	19.8	20.3	-	21.96	19.28	21.18
MT비	6M2T	6M2T	4M4T	8M8T	8M2T	14M2T	6M6T
전압방식	AC25kV 60Hz	AC25kV 50Hz	AC25kV 50Hz	AC25kV 50Hz	AC25kV 50Hz	AC25kV 60Hz	AC25kV 50Hz AC15kV 16 2/3Hz DC 3kV, 1.5kV

3. 미래고속철도기술개발방향

앞의 내용들을 정리해보면, 일본은 수송력 중시 기술개발을, 프랑스는 속도 중시 기술개발을 해 온 것을 알 수 있다. 중국은 이를 믹스한 속도 및 수송력 둘 다를 중시하는 기술 개발을 진행 중이며, 인프라 건설은 각국의 지형 특성에 맞게 한국은 터널이 많은, 프랑스는 토공이 많은 특징이 있다.

국가 / 항목	일본	프랑스	중국	한국
기본방향	수송력	속도	속도+수송력	속도
건설 특징 (지형적 특징)	자갈궤도(토공) 콘크리트궤도 (터널 혹은 교량)	토공	교량-노반 -터널 순	터널
궤도 구조 (대량 공장생산, 빠른시공)	무도상궤도 (프리캐스트식)	자갈궤도	무도상궤도 (프리캐스트식)	자갈궤도 무도상궤도 (현장타설식)
차량 형식	동력분산식	동력집중식 동력분산식 개발 중	동력분산식	동력집중식 동력분산식 개발 중
차량 단면	크다	작다	크다	작다
축중 (대차수 및 경량화)	작다	상대적으로 크다	혼재	경량화 방향 기술 개발 중
터널단면적	작다	크다	크다	줄이는 방향 기술 개발 중
공력 및 소음대책 (전두부 형상, 터널 후드 설치)	중요 많은 기술 축적	상대적으로 낮다	상대적으로 낮으나, 최근 중요하게 고려	최근 건설비 저감을 위해 중요하게 고려

궤도구조는 무도상궤도 구조가 대세를 이루고 있으며, 그 중에서도 대량 공장생산과 빠른 시공이 장점인 프리캐스트 식 궤도가 주류를 이룰 전망이다.

차량은 동력분산식이, 수송력 증대 측면에서 차량단면은 크면서 축중은 작은, 건설비 저감 측면에서 터널 단면적을 작게 하는 기술개발이 중요할 것이다.

이외에도 고속철도 고속화에 따라 필연적으로 발생되는 소음 문제는 각 국이 해결해야 할 숙제로 남아 있다.

현재 세계 각 국은 고속화와 수송력 증대 두마리 토끼를 잡을 수 있는 기술 개발이 진행되고 있다. 이는 넓은 국토와 많은 인구를 보유하고 있는 중국, 미국, 브라질 등이 고속철도 건설을 시작하면서 필요한 기술이기 때문이다.

속도 향상에 더불어 최고속도로 지속가능성이 높은 기술도 여행시간 단축 측면에서 매우 중요하다. 또한, 동일 수준의 용품을 값싸게 제공할 수 있는 기술, 에너지 효율적인 기술, 대량 수송에 직결되는 무선 통신 기반 열차제어 기술, 경량화를 위한 신소재 기술, 소음저감 등 친환경성 기술, 상호호환 및 표준화를 통한 국제화 관련 규정 개정 등이 중요할 것이다.

상기와 같은 내용을 포함할 수 있는 자국 고유 브랜드 기술 개발이 서둘러 진행되고 있는 이유이다. 이제 고속철도 기술은 서유럽과 동아시아 중심에서 벗어나 전세계가 필요로 하는 기술로 거듭 나려고 하고 있다. 제 1세대인 1960년에서 1990년까지의 고속철도 기술 개발과정을 지나, 현재는 기술을 주변국에 수출하고 수출된 기술은 각 국 특성에 맞게 진화하는 과정을 거쳐 제 3세대인 2010년부터 전 세계화하는 계기가 될 것이다.

제3장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리

1. 핵심과제 책임자 회의 및 차량 제작 공정회의 개최

가. 핵심과제 책임자 회의

사업 성과목표, 연구진도 점검 등 현안사항에 대한 과제간 인터페이스를 조정하고 사업의 총괄적 조정을 위하여 핵심과제의 책임자를 대상으로 아래와 같이 핵심과제 책임자 회의를 수행하였다.

(1) 제23차 핵심과제책임자 회의

○ 회의 목적 : 사업기간 연장에 따른 후속조치 협의
○ 일 시 : 2012. 08. 27 (수) 11:00-12:00
○ 장 소 : 한국철도기술연구원 5동 2층 소회의실
○ 참석자 : 김기환(사업단장), 이세훈(사무국장), 박춘수(1핵심), 이병석(3핵심), 강윤석(4핵심), 김석원 책임, 최성훈 책임, 조홍식 선임, 백진성 선임, 윤지나 사원, 노현우 사원 (총 11명)
○ 회의 내용

· 협약변경

구분	과제코드	당초	변경	비고
5차년도 연구 기간	통합 및 총괄	'11.8.1～'12.8.30	'11.8.1～'12.9.30	총 1개월 연장
	Ⅰ-1 핵심	'11.8.1～'12.8.30	'11.8.1～'12.9.30	〃
	Ⅱ-1 핵심	'11.7.18～'12.8.30	'11.7.18～'12.9.30	〃
	Ⅱ-2 핵심	'11.8.1～'12.8.30	'11.8.1～'12.9.30	〃

- 5차년도 연구기간 1개월 연장 별도 협약 변경 없이 공문처리

※ 운영위원회 심의결과 및 협약변경 승인 통보
(한국건설교통기술평가원 미래철도사업실-1327 / 2012. 08. 22.) 관련

· 참여율 조정

- 5차년도 협약기간이 1개월 연장됨에 따라 참여율 조정 필요
- 각 세부과제별로 1개월 연장된 기간에 맞추어 첨부되는 서식에 따라 조정된 참여율을 작성 후에 핵심기관에 승인 요청을 하고, 핵심기관에서 승인 후에 사업단에 보고 (일반적인 참여율 변경 절차와 동일하게 진행)

- 2012. 8. 31일 까지 조치 완료

· 최종보고서 작성

- 최종보고서는 1,2단계 내용 요약 및 350km/h을 달성을 기준으로 연구 개발기간(1~4차년도)의 해석 자료를 포함시켜 작성하되, 5차년도 연구개발결과를 중점적으로 작성
- 2단계보고서 서식을 참고하여 최종성과지표에 대응하여 보고서 작성. 보고서 본문은 300페이지 내외로 작성하고, 증빙자료는 별권으로 작성
- 후속사업을 준비해야 하므로 회의 중 제시된 기간에 제출 요망. 2012. 9. 14 보고서 초안 사무국으로 제출, 2012. 9. 20 각 과제별 담당자 검토, 2012. 9. 25 수정보완 제출
- 최종평가 사전검토(국토해양기술연구개발사업 사업단과제 관리지침 제34조)

* 보고서양식, 평가용 부수는 사무국에서 별도 통보

· 최종연구성과자료집 작성

- 최종 연구내용과 성과로 1, 2단계 연구내용 포함 작성
- 시제품 실물사진 및 시험결과 포함하여 작성
- 각 세부과제별로 2-4페이지 정도 작성

· 5차년도에 기자재발주 후 후속사업에서 잔금지불 가능여부(현대로템(주))

- 가능여부는 현대로템(주)에서 직접 건기평 문의

· 5차년도 평가시 성실실패의 경우 후속사업 참여가능 여부

- 가능여부는 사무국에서 한국건설교통기술평가원 문의후 답변

· 시운전단 일정 계획 (2012. 09 ~ 2012. 10)

- 2012. 10. 13 ~ 2012. 10. 14 : 시운전시 300km/h 주행
- 2012. 10. 17 ~ 2012. 10. 18 : 시운전시 350km/h 주행 (이후 속도를 점점 높여 11월 초중순에 400km/h, 12월 초중순에 430km/h 달성 예정)
- 차간 연결 부분, 전동기, 냉각팬, 차단템포 점검 및 수리 필요
- 2012. 9. 24 차량 분리 후 현대로템(주) 창원공장으로 보낸 뒤 2012. 10. 12 까지 수리 완료

· 행사 일정 및 계획

- 2012. 8. 29 ~ 2012. 8. 30 시승계획 : 한국철도공사, 한국철도시설공단 관계자 및 국토해양부 사무관 시승
- 2012. 9. 8 ~ 2012. 9 .9 시속 350km/h 달성 행사 : 국토해양부관계자, 한국철도기술연구원장 및 시험관련자, 중 언론기관(국토해양부 출입기자 2~3인)
- 2012. 11 초 중순 시속 400km/h 달성 행사 : 국토해양부장관 직접 시승 예정
- 2012. 12 초 중순 시속 430km/h 당성 행사 : 자체적인 행사로 진행 끝.

나. 차량 제작 공정회의

시제열차 제작에 대한 공정관리를 위한 회의를 진행하였으며, 2011년 10월부터 2012년 3월까지 11회에 걸친 공정회의를 통하여 시제열차 제작 및 완성차시험과 관련한 세부과제들간의 현안사항들을 정리하고 이슈들을 해결하도록 하는 기회를 마련하였다. 관련 논의내용은 다음과 같이 정리하였으며, 상세 협의내용은 관련 회의내용을 첨부하였다.

일 자	현안사항	비고
2011. 10. 13	• 6개 세부과제가 참여하여 인터페이스 문제 논의 • 시험절차서 작성현황과 완성차시험 및 최종검사 일정 협의 • 시제열차 제작현황 점검	
2011. 11. 08	• 6개 세부과제가 참여하여 인터페이스 문제 논의 • 시제열차 제작현황 점검과 더불어 공력저감 방안 논의	
2011. 11. 24	• 현대로템(주)과 유진기공산업(주)이 참여하여 시제열차 제작현황 점검 • 제동시스템 국산화 개발품에 대한 현황, 디스크 다이나모 시험결과와 판토그라프 Semi-active 제어 방안에 대한 협의	
2011. 12. 02	• 현대로템(주)만 참석하여 시제열차 제작현황 점검	
2011. 12. 08	• 현대로템(주)만 참석하여 시제열차 제작현황 점검 • 국토해양부 교통정책실장님 방문 준비 협의	
2011. 12. 15	• 현대로템(주)과 유진기공산업(주)이 참여하여 시제열차 제작현황 점검과 판토그라프 Semi-active 제어 관련 조합시험 결과 협의	
2011. 12. 22	• 현대로템(주)만 참석하여 시제열차 제작현황 점검 • 기반기술과제의 연구책임자들과 시제열차 개선방안 협의	
2012. 01. 05	• 현대로템(주)만 참석하여 시제열차 제작현황 점검과 동기전동기에 대한 시험결과 및 향후계획 협의	
2012. 01. 25	• 현대로템(주)만 참석하여 시제열차 제작현황 점검 • 시험절차서 작성현황과 완성차시험 및 최종검사 일정 협의	
2012. 03. 22	• 현대로템(주)만 참석하여 시제열차 제작현황 점검 • 완성차시험 현황 점검	
2012. 03. 30	• 현대로템(주)만 참석하여 시제열차 제작현황 점검 • 완성차시험 현황 점검	

(1) 차세대고속철도기술개발사업 시제차량 제작현황 점검 및 지붕형상 공력 검토 협의

○ 회의 목적 : 시제차량 제작현황, 문제점 및 만회대책, 향후계획 협의. 추가적으로 지붕 형상에 대한 공력해석 향후계획 협의

○ 일　　시 : 2011. 11. 08 (화) 09:30-12:30

○ 장　　소 : 한국철도기술연구원 5동 3층 중회의실

○ 회의 내용

· 시제차량 상부 페어링 관련 해석결과 발표 (윤수환 박사)

- 일단, 사업일정을 고려하여 현 설계상태로 시운전 진행을 하고 현대로템(주)은 공력 및 소음을 고려하여 가능한 한 범위에서 소 단위의 개선방안을 검토하여 보완할 것.
- 그러나, 대 단위 개선사항에 대해서는 현대로템(주)이 검토하여 사업단과 협의하고 설계 및 제작일정을 결정하여 추후 적용할 것.

· LS산전 발표 (한재문 선임)

- LS산전에서 요청한 건의사항에 대해서 코레일은 신속한 답변 재 요청함.
- 통합차상신호시스템 함체 및 타코메터는 차량제작일정에 맞게 납품 예정임. (11월 2째주 예상)

· 유진기공산업 발표 (강성웅 부장)

- 속도센서를 제외하고 모든 개발품 납품 완료함.
- 시험절차서 승인절차 및 일정을 고려하여 판토그라프 semi-active control 내용 및 디스크 다이나모 시험(일본 구리모토) 내용을 별도 협의 또는 차후 공정회의시 발표할 것.
- 판토그라프 조합시험절차서를 승인대상목록에 추가하여 진행할 것.
- 판토그라프 계측시스템 관련 연계기관과 원할한 협의를 진행하여 제작일정에 문제가 없도록 진행할 것.

· 현대로템(주) 발표 (이정율 수석)

- 시운전시험이 단 기간이기 때문에 진행에 문제가 없도록 11/17(목)까지 예비품 계획을 사업단에 제출할 것. 특히, 제동부품에 대해서는 특별히 검토가 요구됨.
- 시제차량 제작일정은 반드시 12월말까지 완료하도록 제작현황을 금주 11/11(금)까지 사업단에 재제출할 것.(대차, 전장품 수정일정 포함)
- 완성차 시험절차서를 조속히 완료하여 철도연 인증센터와 협의진행할 것.
- 측정용 차륜 제작에 대해서는 시운전일정에 영향없도록 진행할 것.
- 통로연결막 과제 과제종료에 문제없도록 진행할 것.
- 통로연결막과 배전반에 대해서는 사업단에 김상수 및 이태형 박사가 1주일에 2번 이상 진행상황 보고할 것.

- 국산화율을 KTX-산천 자료처럼 재작성하여 사업단에 재 작성할 것.
- 시운전단 구성 및 후속과제 진행 관현 현대로템과 차주(11/15(화) 예정)에 재협의 할 것.

· 기타사항
- 각 과제에서는 정량적 성과(논문 및 특허)에 대해서 노력할 것. 특히, '11년말까지 계획한 특허출원 및 등록에 대해서는 조속히 진행할 것.
- 추후 공정회의는 잠정적으로 11/24(목) 현대로템(주) 창원공장에서 진행하고 코레일, 현대로템(주), 현대오토에버, 유진기공산업, 사업단 등만 참석할 것.

(2) 차세대 고속전철 시제차량 제작현황 점검 6차 공정회의

○ 회의 목적 : 차세대 고속전철 시제차량 제작현황 파악을 위한 6차 공정회의 참석 및 제작현장 점검
○ 일 시 : 2011. 12. 14(수) ~ 15(목)
○ 장 소 : 현대로템(주) 창원공장 본관 제2회의실
○ 회의 내용
· Tc Car 제작일정
- 의자 취부 : 12/14(완료)
- 내전압 시험 : 12/14-17(진행중)
- 대차차입 : 12/20(오전)
- 편성조립 : 12/20 (오후)

· 옥상작업 (편성에서 실시)
- MCB 입고 : 12/21
- Roof fairing 작업 : 12/19-21
- MCB 취부작업 : 12/21

· Mc Car 제작일정
- 수정작업 완료 : 12/14(완료)
- 내장(배전반) 완료 : 12/14(완료)
- 벨체크 : 12/16 (미결시 편성에서)
- 기밀시험 : 12/16
- 내전압시험 : 12/17-20
- 대차차입 : 12/21(오전)
- 편성작업 : 12/21(오후)

· 편성조립 (완성차시험 준비)
- 기계작업(12/23) - 통로연결막, 옥상, 단부스커트, 대차커버, 대차댐퍼, 레벨링 밸브 등

- 전기작업(12/30) - 차간댐퍼, 배전반, 대차 등
· M3, Tc Car 기밀시험 실패 (누기 포인트 확인/제작보완중) : 편성에서 보완
- 승강문 및 운전실 측출입문 등 누기포인트 확인
· Mc Car 추가 배선(약 50라인) 발생으로 일부 제작지연(설계문제)
· 사업단장님과 이정율 수석 현안사항 협의 예정(12/16 10:00)
· 인증센터와 민평오 책임 완성차시험 관련 협의 예정(12/20)
· 차량중량측정 절차서는 중량 unbalance 양을 4%로 수정 예정
· 통로연결막 현황 : 누수 및 기밀시험 완료, 소음시험(외부기관) 진행중
· 일부 승인도면 대비 설계제작 변경사항 : M3 Car 배전반을 가족실 공간을 활용하여 이동하였음. 배전반 위치 변경으로 화장실용 오물탱크 일부 미작동, 대차 레벨링 밸브 수정작업 필요
· 시제차량 출고식 관련 업무 및 협의내용
- 창원중앙역 현황(역장 및 부역장 협의내용) - 본선 상하행 각 1선(저상홈), 비상유치선 및 향후 전동차 운행선 각 3선(고상홈), 역 기준 양 끝단이 터널과 연결되어 있어 행사를 위한 차량 유치문제가 있음. 창원공장으로부터 본 역까지 전차선이 설치되어 있어 자차로 이동 가능함. 행사일 운행 다이아 조정 등 역장입장에서 곤란함을 표명함.
- 창원공장 행사장 현황 - 행사를 진행하는데 문제가 없을 것으로 사료되나, 기본적으로 군장비(특히, 탱크) 시험장소 옆이기 때문에 시험일정 조정이 필요함.
· IT과제 진행현황
- 계약서 내용과 관련하여 협의가 이루어지지 않고 있어 시제품의 현대로템(주) 입고가 지연되고 있음.
· 완성차시험을 위한 현대로템(주) 인원(특히, 전기분야)의 보강이 절실함.
· 계측시스템 설치를 위하여 편성차량에 대한 PIT 이동과 사업단 사무실 배정 등을 재요청함.
· 계측시스템 설치 업체인 GMTECH에서 현대로템(주) 하청업체인 “성진”에 다시 도급한 상황은 관리 및 작업에 상당한 문제를 야기할 수 있음.
· 서울대에서 수행 예정인 판토그라프 주변 하우징 유속계 설치 작업에 대한 상세 협의가 필요함.
· 통합 및 총괄 과제 세부책임자 회의 및 공정회의는 창원공장 본관 3층 제1세미나실 활용 예정
· 판토그라프 semi-active 제어를 위한 속도인가는 속도센서 채널 부족으로 ECU에서 받을 수 밖에 없음.
· 현대로템(주)이 유지보수를 위하여 계약한 성호테크의 조성구 차장과 이야기 한 결과 배선작업에 상당한 리스크가 있다는 이야기가 있음.

(3) 통합 및 총괄 과제 세부과제 책임자 및 차세대 고속전철 시제차량 제작현황 점검 7차 공정회의

○ 회의 목적 : 차세대고속철도기술개발사업 통합 및 총괄 과제의 세부과제책임자 회의를 수행하여 본선 시운전시의 해석검증방안을 협의하고 고속전철 시제차량 제작현황 파악을 위한 7차 공정회의를 개최함

○ 일 시 : 2011. 12. 22 (목) 14:00-17:00 (세부과제 책임자 회의),
17:00-18:00 (7차 공정회의)
2011. 12. 23 (금) 10:00-12:00 (7차 공정회의 계속)

○ 장 소 : 현대로템(주) 창원공장 본관 제2세미나실

○ 회의 내용

・통합 및 총괄 세부과제 책임자 회의

- 본 시제차량에 대해서 차체 sidewall이 소음차음성능 대비 중량 과다 설계가 되어 있음. 이에 대한 향후 보완대책을 검토중임.(홍익대, 강원대) 설계측면에서는 소음차음성능보다는 고속주행에 따른 미기압파 영향을 고려하여 차량의 강도보강 측면에서 중량 과다 설계를 하였다고 언급함.(현대로템(주))
- 동특성 분석을 위한 차량 특성치(동특성 데이터)의 공유가 되지 않고 있음. 특히, Semi-active 및 차간 댐퍼의 데이터 공유가 필요함.(아주대)
- 시제차량의 공력의 영향에 따른 풍압을 고려하였는데, 정확한 용어의 정의가 필요함. 공력이 아니고 풍압에 대한 영향을 고려함(아주대)
- 서울대에서 수행하고 있는 5차년도의 사업계획서상의 연구내용은 변함없이 진행예정임. 압력계측시험에 대해서는 차량제작과제와 계속적인 협의가 필요함.(서울대)
- 중앙대에서 수행하고 있는 동기전동기의 인버터 효율개선 내용에 있어 소음원 점감방안을 위한 랜덤 변조방식을 차량제작사와 협의하여 시제차량에 반영하는 방향을 설정해야 함.(중앙대)
- 시제차량 제작현황을 점검하면서 소음이나 공력측면에서 차량 간 머드플랩 설치가 필요하다는 의견을 제시하였음.

・시제차량 제작현황 점검

- 시제차량의 벨체크를 12/25일까지 완료 예정
- TDCS 제어기능 검사를 12/26일부터 수행 예정임
- 시제차량에 대한 완성차시험을 '12/01/15일까지는 완료해야 함.
- '12/01에 있을 출고식에 대한 방향이 12/28일쯤 결정될 것으로 보여 철저한 준비가 필요함.

・차량제작점검, 시험 및 계측시스템에 대한 주단위 계획 작성이 필요함

・코레일의 본선시운전 절차서가 신속히 마무리 되도록 하고 측정자가 충분히 이해가

되도록 사전 준비가 필요함.

- 기술문서 승인 진행이 부진하며 시험결과보고서도 신속히 제출되도록 할. 제어설명서도 빠른 보완이 필요함.
- 12/25일부터 Tc Car부터 차례로 외부 배터리 전원 인가하여 배선작업 확인 예정이며, 각 세부과제에서는 장치별 사전 점검이 필요함
- 향후계획
  - 공정회의는 차량에 고전압 투입시 일정에 따라 추후 공지 예정

(4) 차세대고속전철 5차년도 10차 공정회의

○ 일　　시 : 2012.03.22.(목) 14:00 ~ 16:30
○ 장　　소 : 창원공장 본관 3층 2회의실
○ 참 석 자 : 참석자 명단 참조
○ 회의 내용

- 차량 점검현황 설명
  - 사업단에 주요 문제점 조치완료 예정일 기입후 자료 송부
  - 누수 및 기밀 보완 작업 누락 추가 할 것
- 주요 장치 문제점 관련
  - MPS : MC 동기기 조속히 기능 정상화 할 것
    -> 3/26~3/20일 기동제어 튜닝 예정임
  - MC 전면창 교체 할 것 : 4/5일 M1 변압기 교체시 교체 예정
  - 배전반 수정 작업, 배전반 내부 케이블 발열 현상 차량 케이블교체
    -> 3/25일 한 케이블 교체 완료 할 것 (우진산전)
  - HV Box 교체 작업 : 3/24일내 완료 할 것(성호테크)
  - 화장실 기능 시험 출고 행사전 완료 할 것
    -> 차량 편성 후 화장실 급수후 누수 확인 예정
    -> 누수 확인 후 업체와 차주 기능시험 예정
  - 배전반 설변 후 차량 기동전 제어 로직 점검 할 것
    -> 로직 제어 점검(3/26일)후 가선 투입 예정
  - Main Compressor 기동시 진동/소음 심함 : 진동/소음 저감시킬 것
    -> 차량과 유진기공에서 3/26~27 MC 점검 및 대책방안 협의 예정
- 인증시험관련
  - 변압기와 관련이 없는 인증시험은 M1 변압기 교체전 모두 완료 할 것
    -> 3개 항목 시험은 M1 변압기 교체전 실시 예정

2. 현장실태조사 지원

가. 개요

핵심과제 및 세부과제 대상 연구추진 현황 현장 실태조사

나. 목적

최종평가를 위해 과제별 연구추진 및 예산집행 등을 현장 방문 조사함으로써 사업비 사용 및 연구 장비관리의 적정성, 연구 개발목표의 달성정도 및 기술적 수준, 개발방법의 적정성, 정량적 실적, 연구개발비 사용현황 및 연구기자재 구입현황 등을 점검함

다. 조사단 구성

○ 사업단장
○ 사무국장 및 사무국 사업관리 담당자
○ 사업단 총괄과제 각 과제별 담당자

라. 실태조사 기준

○ 핵심기관은 세부기관의 계획 및 실적을 종합하여 평가
○ 세부기관 실태조사시 핵심기관에서 반드시 참석
○ 조사는 2~3인 1조로 편성
○ 조사일정 : 2012. 9. 18 ~ 9. 19

마. 주요 점검 사항

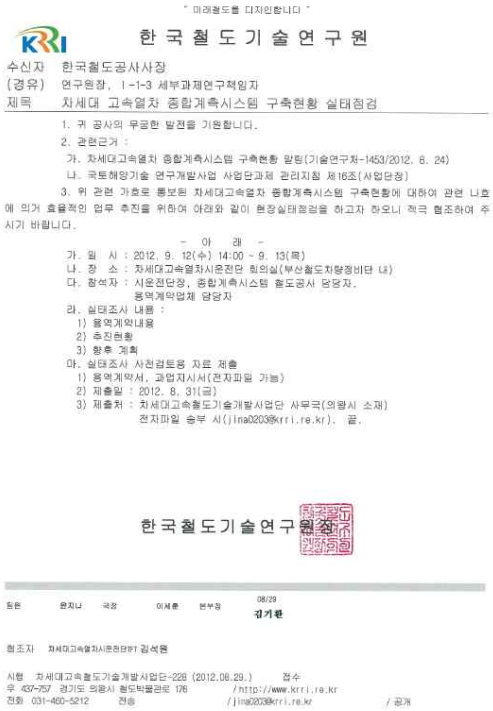
○ 개발목표 달성정도 _ 당해연도 기준
○ 기술적(성능)수준 _ 당해연도 기준
○ 개발방법의 적정성 _ 당해연도 기준
○ 사업비사용 및 연구 장비관리의 적정성 _ 당해연도 기준
○ 정량적 실적(건) _ 당해연도 기준
○ 연구개발비 사용현황 및 연구기자재 구입현황 _ 당해연도 기준

바. 대상연구기관 준비 및 사전제출사항

○ 사전 제출자료
○ 해당 세부과제의 연구책임자는 별첨의 현장실태조사표를 작성 하여, 2012.09.13.(목) 까지 사업단에 제출(문서와 파일 함께 제출)

3. 종합계측시스템 구축현황 실태점검 지원

차세대고속철도기술개발사업의 효율적인 업무 추진을 위하여 차세대고속열차 종합계측시스템 구축현황에 대한 현장실태점검을 진행하였다.



" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 한국철도공사사장
(경유) 연구원장, 1-1-3 세부과제연구책임자
제목 차세대 고속열차 종합계측시스템 구축현황 실태점검

1. 귀 공사의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 관련근거 :
가. 차세대고속열차 종합계측시스템 구축현황 알림(기술연구처-1453/2012. 8. 24)
나. 국토해양기술 연구개발사업 사업단과제 관리지침 제16조(사업단장)
3. 위 관련 가호로 통보된 차세대고속열차 종합계측시스템 구축현황에 대하여 관련 나호에 의거 효율적인 업무 추진을 위하여 아래와 같이 현장실태점검을 하고자 하오니 적극 협조하여 주시기 바랍니다.

- 아 래 -

가. 일 시 : 2012. 9. 12(수) 14:00 ~ 9. 13(목)
나. 장 소 : 차세대고속열차시운전단 회의실(부산철도차량정비단 내)
다. 참석자 : 시운전단장, 종합계측시스템 철도공사 담당자,
용역계약업체 담당자
라. 실태조사 내용 :
1) 용역계약내용
2) 추진현황
3) 향후 계획
마. 실태조사 사전검토용 자료 제출
1) 용역계약서, 과업지시서(전자파일 가능)
2) 제출일 : 2012. 8. 31(금)
3) 제출처 : 차세대고속철도기술개발사업단 사무국(의왕시 소재)
전자파일 송부 시(jina02038@krri.re.kr). 끝.

한국철도기술연구원장

08/29
김기환

협조자 차세대고속열차시운전단장 김석원

시행 차세대고속철도기술개발사업단-228 (2012.08.29.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철도박물관로 176 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5212 전송 / jina02038@krri.re.kr / 공개

가. 실태조사 개요

- 일시 : 2012. 9. 12(수) 14:00 ~ 9.13(목)
- 장소 : 차세대고속열차시운전단 회의실(부산철도차량정비단 내)
- 참석자 : 시운전단장 및 장치별 담당자, 종합계측시스템 철도공사 담당자, 용역계약업체 담당자
- 실태조사 내용
  1) 용역계약내용
  2) 추진현황
  3) 향후 계획

나. 한국철도공사 제출자료(현황 및 조치계획)

1) 계약 현황

- 계약일 : 2011년 6월 27일
- 계약상대자 : 현대오토에버 주식회사
- 계약금액 : 1,342,330,000원

2) 예산집행현황

- 1,357,879,950원(설계변경 추가)

3) 현황 및 조치 계획

구 분		현황	문제점	조치계획	완료 예정일
차량 계측 장비	TC	완료	1. 일부 이상채널 발생	- NI사 기술지원 예정 (8/20,21,22. 중 점검예정) - NI 기술지원으로 원인파악 후 조치	NI사 기술지원 후 결정
	M1		없음	-	-
	M2		없음	-	-
	M3		없음	-	-
	M4		없음	-	-
	MC		없음	-	-
팬토 계측 장비	M1	완료	1. 팬터계측 네트워크 접속 불량	- 팬터계측 장비(cRIO,송신기,전원보드) 루프접지 - cRIO,전원보드 +측페라이트코어 연결	완료
	M4		1. 팬터계측 네트워크 접속 불량	상동	완료
중앙 제어 장비		완료	1. 전원제어 1) M2 UPS 전원제어 안됨 2. OSD 1) RS485컨버터 시운전시 간헐적으로 오작동	1. 전원제어 1) M2 UPS control board 교체작업 2) 이노컴퍼니와 일정 협의필요 2. OSD 1) RS485컨버터 교체작업	8월31일 8월31일
영상 장비	팬토 M1	완료	없음	-	-
	팬토 M4		없음	-	-
	대차		없음	-	-
	휠/ 레일		없음	-	-
분석 프로 그램		완료	없음	-	-

다. 계측시스템 종합점검 항목

분류	검토 항목	비고
H/W	1. 철도공사 공급품 및 사용 내역 확인 (NI 장비)	공급내역과 사용내역 확인후 잔여분 회수
	2. 전기자재 (connector, cable, 온도 센서) Spare 공급 여부 점검	
	3. 배선도 작성여부 점검 (통신, 전원, 신호, 제어, 영상)	
	4. 센서 취부용 JIG 도면 점검 및 입수	
	5. 교정 검사 Sheet (Maker 제공용 센서 교정 Sheet 포함, 시리얼 번호)	
	6. 부속장비 List 및 제공 내역 (Calibrator, 가속도 Calibrator, 공구 등)	
	7. 사용부품, 장비, 센서, cable, connector 사양 및 자료 입수 (Maker, Model, Manual, 사양서, 구입처 등)	사소한 부품이나 장비도 포함
	8. Juction Box 구성 및 내용 (Pin 번호, 구성, ch 번호 등)	
	9. 장착 Jig 및 Case 도면 (Rack 장착 하부 Jig 포함)	
	10. 각 차량 예비 배선 수량 및 위치 Check (가속도용 5개, 온도용 3개, 일반신호서 5개 이상 -> 과업지시서 내용)	
	11. 영상장치 방수 및 진동 여부 점검	
	12. 채널 관리Sheet 작성 완료 여부 점검 (Pin, Cable Color 등)	케이블 경로 포함
S/W	1. 운영 프로그램 Source 제공 (계측, 통신, 제어, 후처리, 분석)	
	2. 안정성 모니터링 시스템과 동기화 점검 (H/W, S/W)	차륜, 궤도 작용력 측정장치 포함 안정성 모니터링 시스템 장착여부 확인
	3. 통신 계측장비의 사용 통신 프로토콜 확인	
	4. 승차감 분석 프로그램의 적용 규정 점검 (ISO,, UIC, EN적용 -> Weighting filter)	

분류	검토 항목	비고
ETC	1. 종합계측실 사양이 과업 지시서와 상이함	
	2. 장비의 운영교육 및 교육자료 점검 (일정, 자료 내용)	
	3. 보고서와 보고서 저장 CD	보고서 30부 , CD 5장
	4. 보고서 내용 Check (가) 종합계측시스템의 구성 및 운용절차서 (나) 운영 프로그램의 사용법 (다) 채널 관리 sheet (sensor, cable경로 등 포함) (라) 인터페이스 처리에 대한 문제점 및 해결 결과 (마) 구축된 계측시스템의 정밀도(신뢰성) 검증자료 (바) 시험 수행과정에서의 발생 문제점 및 해결 결과	
	5. 차량 분리 및 대차 분리 시 Cable 정리 방법	Junction Box 사용 여부 점검
	6. 가속도 센서의 정확한 수평, 수직 방향 장착 여부 확인	
	7. UPS 사용시간 점검 (Min 30분 이상)	
	9. 영상장치 저장 File 측정 해상도(720×480 이상, 30Frame/s) 및 속도 점검	저장 File 해상도 Check
	10. 전원 제어 장치 원격 작동 여부 점검	
	11. 종합계측실 Layout 변경 이유 점검	
	12. 입찰 제안서와 현재 사양 달라진 내용 점검 및 이유 확인	문서 확인
	13. 계측 시스템 정밀도 검증자료 점검(과업 지시서 내용)	
	14. 용역 종료 방법 확인	설계서 내용
	15. 하자보증 2년 처리 방법 확인 (센서 및 채널의 점검 및 장비 유지 방법)	1. 하드웨어의 유지보수 범위 2. 현대오토에버, 현대오트론의 유지보수 관계 등

라. 계측시스템 장치별 세부점검 항목

1) 차량계측장비

구분	현황	철도공사 제출 문제점	사업단 파악 문제점	관련문서
TC	완료	일부 이상 채널 발생	- 측정 과정에서 샤시 전체가 끊어지는 현상 발생(8/26), TC와 M3 SCXI모듈 상호 교체(8/29) 후 정상적으로 작동하나, 기존에도 정상적으로 작동하다가 열화되었으므로 추이를 지켜볼 필요가 있음 - 가속도센서 노이즈로 인한 방향확인 불가 및 방향 조정 필요한 채널 있음(8/30) - 일부 센서신호 이상채널 있음	- 기술요구서 p3 : UPS는 On-line type으로 하며, 차량전원 노이즈가 발생되지 않도록 한다. - 기술협상체결서 p2 : 전원 노이즈 발생시 하드웨어 필터기능이 구현되도록 한다 - 노이즈 방지를 위한 노력 : 어떤 작업들을 했는지 사진 등을 포함하여 자세하게 리포팅할 것
M1		없음	- 일부 센서신호 이상채널 있음	
M2		없음	- 일부 센서신호 이상채널 있음	
M3		없음	- 일부 센서신호 이상채널 있음	
M4		없음	- 일부 센서신호 이상채널 있음	
MC		없음	- 측정 과정에서 SCXI 모듈 샤시 전체가 끊어지는 현상 발생(8/30, 9/1) - 일부 센서신호 이상채널 있음	

2) 팬터계측장비

구분	현황	철도공사 제출 문제점	사업단 파악 문제점	관련문서
M1	완료	팬터계측 네트워크 접속 불량	- 데이터 끊어짐 발생으로 시험 데이터의 확보 곤란(8/30) - 이중계 구성되어 있는지 확인 안 됨 - 배터리 모니터링 및 저전압 충전경고 기능 확인되지 않음 - 측정신호의 간헐적인 끊김 현상이 발생 됨(절연구간, 아크 발생시) - 신호가 끊기는 구간 주위로 극단적인 노이즈의 발생 - M1 panto force 센서의 index 이상 발생 - M1 panto 정적 압상력 세팅치와 측정치 사이의 값차이가 매우 큼 - 화면 확대 후 구간분할을 위한 커서 조정 시 화면이 확대 전으로 돌아감	- 제안서 p182 : 팬터계측장치의 무선송수신 장치는 고장에 대비하여 이중계로 구성하며, 배터리 전압상태를 모니터링할 수 있도록 시스템을 구성하고,...충전경고를 보내는 기능을 적용한다
M4		팬터계측 네트워크 접속 불량	- 데이터 끊어짐 발생으로 시험 데이터의 확보 곤란(8/19)으로 인해 송수신기 교체 후 정상작동하나 추이를 지켜볼 필요가 있음(8/30) - 타 채널과의 동기화 불량으로 분석 곤란(8/12)	- 상동 - 기술요구서 p8 : 각 시점을 동기화 할 수 있는 기능을 가져야 한다

3) 영상장비

구분	현황	철도공사 제출 문제점	사업단 파악 문제점	관련문서
팬터 M1	완료	없음	- 카메라 흔들림 발생으로 화면 모니터링 불량 - 위치 변경 필요(현재 진동이 심한 페어링 위에 설치되어 있어, 진동이 적은 곳으로 위치변경 필요)	- 기술요구서 p6 : CAM과 조명 고정을 위한 브라켓은 주행 중 진동 및 충격에 의해 파손될 우려가 없도록 제작하여 설치하도록 한다 - 기술요구서 p6 : CAM은 줌 및 자동초점 기능을 가지며 제어가 가능하여야 한다
팬터 M4		없음	- 상동	- 상동
대차		없음	- 대차 쪽 3~11번 카메라들은 먼지가 많아 잘 안 보임	- 제안서 p2 : 2년간의 유지보수 활동과 품질보증 활동을 철저히 한다. - 제안서 p181 : 유지보수방안 중 카메라 하우징 전면부 세척주기(2주)
휠/ 레일		없음	- TC-R, MC-R 내부에 습기가 차서 외부에서 닦아도 소용없음(8/26) - MC-L 카메라 진동에 의해 ON/OFF 계속 발생함(8/26) - 카메라 전면에 이물질에 의해 흠집 많이 발생함	- 제안서 p182 : 센서 및 장비는 방진 및 방수대책을 강구하여 설치한다 - 제안서 p183 : 특히 카메라 렌즈의 전면부는 화면의 질을 보장하기 위해 투명도가 뛰어나고 흠집발생이 적으며, 오염이 최소화되도록 한다

4) 전원제어장치

구분	현황	철도공사 제출 문제점	사업단 파악 문제점	관련문서
	-	전원제어 M2 UPS 전원제어 안됨	- M2 UPS 외부전원 제어 안됨(8/26) - 차내 중앙제어장치 등 컴퓨터 전원 일괄제어 안 됨	- 기술요구서 p3 : UPS전원을 이용하고, 개별제어 및 전원제어장치의 on/off 명령에 의해 제어가 가능하도록 한다. - 기술요구서 p8 : 전원제어장치는 계측장치와 중앙제어장치, 영상장치, 모니터링 장치 및 차륜/궤도 작용력 계측장치의 전원을 원격으로 제어 가능하도록 하여야 한다.

5) 중앙제어장치

구분	현황	철도공사 제출 문제점	사업단 파악 문제점	관련문서
	완료	OSD RS485컨버터 시운전시 간헐적으로 오작동	- 절연구간 통과시 485통신 다운되어 판토 및 휠 영상에 KP 표시 안 되는 현상 발생(7/22) - 마우스 작동 불량(9/9)	- 기술요구서 p1 : 계측선(쉴드처리) 및 통신선은 노이즈 등 외부영향 최소화

6) 통신계측장치

구분	현황	철도공사 제출 문제점	사업단 파악 문제점	관련문서
	-	-	- 절연구간 통과시 통신계측컴퓨터 다운되는 현상 발생(7/8, 7/22) - 통신계측컴퓨터에 윈도우즈7 정품인증 메시지 계속 현시(8/26)	- 기술요구서 p1 : 계측선(쉴드처리) 및 통신선은 노이즈 등 외부영향 최소화

7) 차륜/궤도 작용력 측정장치

구분	현황	철도공사 제출 문제점	사업단 파악 문제점	관련문서
	-	-	- 하드웨어 구축 상황이 확인 안 됨 · 측정용 윤축 2set 확인 완료 (철도연 내) · 텔레메트리 수신기 확인 완료 (철도연 내) · 텔레메트리 안테나 미확인 · 광전센서 및 디지털판넬메터 미확인 · 케이블 및 전원 라인 미확인 · 차륜 궤도용 속도신호 인출 미확인 · 차륜/궤도용 노트북 미확인 · 액슬박스 지그와 현차와의 인터페이스 미확인 · 노트북에서 모니터링 및 제어는 전혀 진전 없음 - 측정 및 분석 프로그램 구축 필요 : 이에 대한 추진은 전혀 이루어지지 않음. - 용역 범위에 대한 확인 필요함. - 3세부과제에서는 측정차륜을 활용한 탈선계수의 측정이 과제 내용에 포함되어 있음. 이에 대한 구축 업무의 포함 여부 확인 필요	- 기술요구서 p9 : 8. 차륜/궤도 작용력 계측장치 - 기술요구서 P13 : 표1 - 용역설계서 P5 : 5)운영 프로그램 제작 - 기술제안서 p69 : 구성요소

8) 센서 및 케이블

구분	현황	철도공사 제출 문제점	사업단 파악 문제점	관련문서
	-	-	- 센서이상채널 다수 발생 - 신호케이블 정리 필요 · 랙 커버를 닫아야 하며, 인입선의 정리 필요 · 유지보수 곤란한 상태 - 랙 단자대 번호 기입 필요 - 센서 검교정 보고서 확인 안됨 - 자체 설치한 센서배선, 예비배선, 차량 인터페이스 배선 등의 검증 및 확인이 안 됨	- 기술협상 체결서 p1 : 검교정 보고서는 연 1회(총 2회) 제출 - 기술요구서 p1 : 계측선(쉴드처리) 및 통신선은 노이즈등 외부영향 최소화 - 기술협상체결서 p1 : 계측시스템(하드웨어 및 운영프로그램)의 기능검증 방안을 제시하여야 한다

9) 운영 및 분석 프로그램

구분	현황	철도공사 제출 문제점	사업단 파악 문제점	관련문서
	완료	없음	- 분석 프로그램의 수정/보완 필요 ·판토 공력 반영 및 분석 ·필터 적용된 데이터의 추출 ·출력 화면 구성 및 그래프 출력물의 품질 - 차륜/궤도 작용력 계측용 프로그램 확인 안 됨 - KP 및 속도 글자 크기가 너무 작음(확대 필요) - 상한값 모니터링 화면의 좌측 제목 수정가능하게 처리요망 - 모니터링 화면에서 재시작시 y축 설정값을 이전 사용한 값으로 저장 요망 - 소음측정 데이터 파일변환 문제	- 제안서 p14 : 2년간 프로그램 문제 발생시 유지 보수 - 제안서 p18 : 안정화/개선사항 반영 : 종합계측시스템의 안정화 작업을 수행하며, 시운전 계측을 상시 지원한다 - 제안서 p14 : 운영프로그램 개발(차륜/궤도 작용력 계측용 프로그램 제작)

10) 최종보고서, S/W CD 및 유지보수 매뉴얼

구분	현황	철도공사 제출 문제점	사업단 파악 문제점	관련문서
	-	-	- 유지보수를 위하여는 채널별 관리시트의 작성/확보 필요 · 아주 상세한 사항이 포함되어야 함. (핀번호, 선색깔, 연결 위치 등...) - 계측시스템 구축에 소요된 장비관련 사양 확보 · 각종 부자재 및 소형 장비의 목록, 사양 및 공급업체 관련 사항 확보 필요 · 향후 유지보수 및 개선을 위하여는 반드시 필요한 사항임	- 제안서 p18 : 운영 및 유지보수 매뉴얼을 작성한다. - 기술협상체결서 p1 : 최종보고서 및 요약보고서(하드카피 30부, CD 5장), 운영프로그램 최종 소스코드 CD 3장, 센서 설치도 및 배선도, 채널 관리 시트, 운영 및 유지보수 매뉴얼

11) 기타

구분	현황	철도공사 제출 문제점	사업단 파악 문제점	관련문서
	-	-	- 회의용테이블이 설치되지 않음	- 기술요구서 p12 : 테이블 및 의자는 모니터링용과 회의용으로 구분하여 설치한다 -설계변경 내역에 대한 기록 없음
			- 안전성모니터링시스템과의 인터페이스 · FBG인터레게이터 인터페이스 완료 · 위치검측시스템: 철도연에서 미지시 · 전력품질평가시스템/주행성능측정시스템 : 미확인	- 기술제안서 p14 : 용역내용
			- 바이러스 백신프로그램 설치 확인 안 됨	- 기술협상체결서 p5 : 바이러스 백신프로그램을 설치하여야 한다
			- 전력품질지수 및 소비전력량 계산 확인 안 됨	- 기술요구서 p21 : 모니터링프로그램(전력품질지수 및 소비전력량 계산)
			- 팬터계측프로그램 : 실시간 이선 분석 기능 확인 안 됨 - 팬터 분석프로그램에 공력부분 반영 안 되어 있음	- 기술요구서 p20 : 팬터계측프로그램은 다음과 같은 기능을 가져야 한다(실시간 이선 분석)
			- 계측시스템(하드웨어 및 운영프로그램)의 기능검증방안 제시 안 됨	- 기술협상체결서 p1 : 계측시스템(하드웨어 및 운영프로그램)의 기능검증방안을 제시하여야 한다

마. 운영 및 분석프로그램 기능요구사항 및 세부구현현황

프로그램	기능요구사항	구현현황
중앙제어 프로그램	실시간 데이터 모니터링	확인
	실시간 데이터 저장	확인
	사용자에 의해서 사용 및 저장 채널 설정 가능	확인
	연결된 계측시스템 원격 제어	확인
	계측시스템 네트워크 접속 상태 점검	확인
	제어 신호 출력	확인
차량계측 프로그램	실시간 데이터 계측	확인
	실시간 계측 데이터 네트워크 전송	확인
	측정 데이터 채널 간 동기	확인
	시스템 점검	확인
	실시간 데이터 모니터링	확인
	Channel Configuration	확인
	Channel Configuration 및 Calibration file 저장	확인
	실시간 User Limit Check	확인
	실시간 데이터 저장	확인
	사용자에 의해서 사용 및 저장 채널 설정 가능	확인
	204.8㎑ 샘플링 신호에 대해서는 이벤트(Event) 발생 전·후 5초이상 저장가능	-
	이벤트 유형은 별도로 지정 가능	-
팬터계측 프로그램	실시간 데이터 계측	의견 있음 (수정/보완의견 1번)
	실시간 이선 분석	확인
	실시간 계측 데이터 및 분석 데이터 네트워크 전송	확인
	측정데이터 채널 간 동기	확인
	시스템 점검	확인
	실시간 데이터 모니터링	확인
	Channel Configuration	확인
	실시간 User Limit Check	확인
	실시간 데이터 저장	확인
	사용자에 의하여 사용 및 저장 채널 설정 가능	확인
	Channel Calibration 및 Calibration File 저장	확인

통신계측 프로그램	RS-485통신으로 전송된 네트워크 신호에 대해 필요한 계측신호를 선택하여 모니터링 및 저장이 가능	-
	OS(Window XP)와 호환 가능	-
모니터링 프로그램	실시간 데이터 모니터링	확인
	사용자에 의하여 사용 및 저장 채널 설정 가능	확인
	연결된 계측 시스템 원격 제어	확인
	계측 시스템 네트워크 접속 상태 점검	확인
	디지털 필터 기능	확인
	전력품질지수 및 소비전력량 계산	확인
분석 프로그램	채널별 데이터 저장	확인
	채널 간 연산 및 저장	확인
	이동거리 및 위치 계산	확인
	채널 간 시간동기 보정	확인
	시험조건 기록 및 파일(File) 저장	-
	전력품질지수 및 소비전력량계산	확인
(분석 프로그램) 일반 분석 기능	주행 데이터 Load 및 분석	확인
	사용자 선택 구간 분석 및 측정 시간 일치 후 채널 분석	확인
	디지털 필터(Digital Filter) 처리 및 분석	확인
	승차감, 진동, 제동 등 분석	미확인
	FFT 분석	확인
	특정 데이터 부분 Text File 저장	확인
	X-Y Graph 분석, T-Y Graph 분석	의견 있음 (수정/보완의견 2번)
	Report 출력 (Printer, jpg file)	의견 있음 (수정/보완의견 3번)
	선택 채널 텍스트파일(Text File) 변환	의견 있음 (수정/보완의견 4번)
	데이터 통계 처리	확인

바. 운영 및 분석프로그램 수정/보완 사항 의견

번호	분야	요청사항	수정사항확인
1	판토계측 프로그램	- 판토 계측 시 절연구간 신호 끊김 현상 해결 요청	- 미해결
2	분석 프로그램	- 재시작 시 y축 설정값 유지 요청	- 9월 10일 의견, 미해결
3	분석 프로그램	- 출력화면 구성 및 그래프 출력물 개선 요청 - 화면 확대 후 구간분할을 위한 커서 조정 시 화면이 확대 전으로 돌아감	- 미해결
4	분석 프로그램	- 데이터 용량이 큰 경우, 파일 변환 문제 발생 해결 요청	- 현재 5분 단위로 UFF 파일이 생성되도록 변경된 상태
5	중앙제어 프로그램	- 마우스 접속 문제 발생	- 9월 8일 의견, 미해결
6	중앙제어 프로그램	- 계측 시스템과 실제 KP와 오차 발생	- 조정을 통해서 KP 수정 완료
7	판토계측 프로그램	- 계측신호 끊기는 구간에서 실시간 데이터 누락으로 인한 속도 및 KP 결과와 동기화 문제 해결	- 계측신호 끊기는 구간에서 실시간 데이터 저장 가능 확인
8	영상장치 모니터링	- 속도 및 KP 글자 크기 증가 요청	- 9월 8일 의견, 미해결
9	영상장치 모니터링	- 화면 선명도 개선 요청 - 카메라 보호유리 교체 요청	- 9월 8일 의견, 미해결
10	계측 모니터링	- 상한값 현시 제목 수정가능 요청	- 9월 8일 의견, 미해결

사. 점검 결과

□ 계측시스템 종합점검 항목

- ETC

· 1 : 종합계측실 사양이 광업 지시서와 상이함

→ 설계변경 내역 제출

· 4-(라) : 인터페이스 처리에 대한 문제점 및 해결 결과

→ Trouble Shooting 방법 정리

· 5 : 차량 분리 및 대차 분리 시 Cable 정리 방법

→ Cable 분리 및 정리 매뉴얼 제출할 것

· 6 : 가속도 센서의 정확한 수평, 수직 방향 장착 여부 확인

→ 가속도센서 방향 바꾸는 작업할 때 전체 가속도 센서 점검할 것

· 12 : 입찰 제안서와 현재 사양이 달라진 내용 점검 및 이유 확인

→ 9/14(금) 한 조치계획서 제출 일정 통보 예정

□ 계측시스템 장치별 세부점검 항목

- 차량계측장비

· TC : 측정과정에서 샤시 전체가 끊어지는 현상

→ 기존에 어떤 작업을 수행했는지 리포팅 요망

→ 소프트웨어적으로는 문제없는지 확인 요망

- 중앙제어장치

· 절연구간 통과시 485통신 다운되어 판토 및 휠 영상에 KP 표시 안 되는 현상 발생

→ 서지방지 처리함

· 마우스 작동 불량

→ 현재는 조치된 상태이나 유선마우스 등 향후 대책이 필요함

- 통신계측장치

· TDCS 통신데이터의 검증방안 제시 요망

- 차륜/궤도작용력 측정장치

· 측정 및 분석프로그램 미구축

→ 기술요구서의 내용을 수행하지 않았음

- 센서 및 케이블

· 랙 단자대 번호 기입 요망

→ 조치계획 통보요망

· 기술협상체결서 page 1 : 계측시스템(하드웨어 및 운영프로그램)의 기능검증방안을제시하여야 한다.

→ 미완료된 상태임

- 기타

· 전력품질지수 계산 안 됨

→ 계산루틴 추가요망

→ 204.8kHz에서 샘플링 주파수가 다운된 회의록 및 근거 제출요망

- 9/14(금) 한 조치계획서 제출 일정 통보 예정.

4. 세부과제 총괄 조정 및 관리

5차년도부터 [분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄]과제에 포함된 기반기술 과제들의 연구내용을 요약 정리하였으며, 과제 진도점검 현황을 제시하였다.

가. 실내·외 소음저감 기술 개발

(1) 연구개발의 목적 및 필요성

동력원이 각각의 차량에 분산되어 설계되는 고속철도는 차량의 내, 외부, 환경소음의 특성이 현재 운행되고 있는 차량과 상이한 결과를 보여줄 것으로 예상되고 있다. 동력장치인 모터소음원이 차량 전, 중, 후 각각에 위치에 있고, 대차의 구조도 변경되어 차륜/레일 소음발생특성이 변화하게 된다.

운행속도 370km/h(최고시험속도 430km/h)가 넘는 구간에서는 속도 향상에 따른 소음발생정도가 급격히 증가하여 공력기인소음의 영향이 구조기인소음보다 커지는 구간에 해당된다. 따라서 본 연구에서는 차량의 설계개발단계에서 소음의 영향을 예측하고 분석할 수 있는 공학적 접근방법을 연구하고, 소음의 피해를 최소화할 수 있는 소음방지대책에 대한 검토연구를 수행하였다.

(2) 연구개발의 내용 및 범위

구분	연구개발목표	연구개발내용 및 범위
5차년도 (2011)	□ 소음방지대책 검증/개선사항도출 • 시험 및 결과분석 • 설계 성능과 시험결과에 따라 대책수립	□ 실차주행실험분석 및 개선방안 도출 • 차량 실차실험지원. • 소음측정데이터 정리 및 취합 • 소음방지대책과 영향보완.

○ 시험 및 결과분석

- 6량 1편성으로 운영되는 시제개발차량에 대한 운행조건별 소음측정을 수행하였다.
- 예측된 소음특성과 시제열차의 소음측정결과와 비교분석을 수행하였다.

○ 설계 성능과 시험결과에 따라 대책수립

- 측정과 예측치의 비교분석을 통해 나타나는 차이점 분석연구
- 상이한 현상에 대한 물리적 원인 등의 규명연구를 수행하였다.
- 예측모델에 대한 수정보완연구를 수행하였다.

(3) 연구개발결과

번호	연구 내용	연구 결과
1	판토그래프 형상에 따른 실내/외 소음 민감도 분석 및 예측 검증	• 판토그래프 팬헤드 형상에 따른 소음도 해석 및 검증 • 판토그래프 공력 소음 저감을 위한 펜헤드 주요 변수 도출 • 객실 내 판토그래프 공력 소음 유입도 측정 및 특성 분석
2	고속철도 소음 저감 개선안 보완 및 도출	• 스커트 장착에 따른 환경 소음 저감 연구 • 차량 바닥 구조물 구조 변경을 통한 실내 소음 저감 연구 • 이중 유리창 개선을 통한 차음 성능 향상 연구
3	고속철도 최고속도 주행 시 실내/환경 소음 예측 및 개선안 적용에 따른 저감 효과 예측	• 차량 바닥 구조물 구조 변경을 이용한 실내 소음 저감 효과 분석 • 차량 보기에 스커트 장착을 통한 환경 소음 저감 연구 및 실내 소음 영향 분석
4	고속철도 차량의 차음 성능 측정 및 matlab 기반 소프트웨어 예측 결과 비교 검증	• 차음 성능 예측 소프트웨어 개발 [TLOSS] • TLOSS를 이용한 차음 성능 예측 • 시제품 측정 결과를 이용한 TLOSS 신뢰성 검증
5	실차를 이용한 차음성능 예측 결과, 단품 측정 결과 비교 분석	• 차량 외부 소음 유입도 분석 • 차량 실내 소음 기여도 분석
6	실차 주행 시험을 통한 고속철도 환경 소음 측정 및 평가	• 동력분산형 고속철도의 환경 소음 측정
7	실차 주행 시험을 통한 고속철도 실내 소음 측정 및 평가	• 동력분산형 고속철도 차량 실내 소음 측정 • 실내 소음 유입도 분석 및 터널 진입 시 발생되는 실내 소음 분포 변화 분석 • 터널 구간 주행 시 좌우 유리창 소음 유입도 차이 분석
8	실차 주행 시험을 통한 고속철도 환경 소음 예측 검증	• 전산해석 결과와 측정 결과 비교 분석 • 전산해석 모델 보완 및 재 해석
9	실차 주행 시험을 통한 고속철도 실내 소음 예측 검증	• 전산해석 결과와 측정 결과 비교 분석 • 전산해석 모델 보완 및 재 해석
10	MATLAB 기반 소음 해석 프로그램의 보완 및 완성	• TLOSS 소프트웨어 제작 완료 • 저작권 등록 완료

나. 분산형 고속전철의 진동저감 기술개발

(1) 연구개발의 목적 및 필요성

최고운행속도 370km/h, 최고시험속도 430km/h 동력분산형 고속전철은 기존의 동력집중식 고속전철에 비해 탑승인원 증가가 가능하여 경제성은 커지나 동력원이 각 차량에 분산되어 있어 진동에 취약한 구조이다. 분산형 고속전철은 각 차량에 모터, 기어, 컴프레셔 등이 부착되고 대차 및 차체 구조도 기존의 한국형 고속전철과는 다른 형태가 되므로 주행 중 발생하는 진동 및 승차감이 크게 달라질 수 있다. 이에 본 연구에서는 기본설계 과정부터 참여하여 이론해석, 전산해석을 통하여 설계사양을 확정하고, 이후 상세설계가 완성되면 상세설계 도면을 바탕으로 전산해석을 수행하여 완성차의 진동을 예측하여 제작 전 개선 사항을 도출하였다. 또한 시제차가 완성되면 시운전에 참여하여 이론해석, 전산해석을 통해 예측된 진동을 측정, 평가하고 문제가 되는 진동에 대해서는 대책방안을 마련하였다.

(2) 연구개발의 내용 및 범위

철도차량에서의 진동은 1차적으로 레일과 차륜의 접촉에 의해서 발생하고, 모터와 기어 등이 발생원이 되고, 기타 주행에 따른 전후, 좌우, 상하 진동이 발생한다. 이러한 각각의 진동이 차륜, 대차, 차체로 전달되어 승객의 승차감을 결정하게 된다. 승차감이 양호한 저진동 분산형 고속전철 개발을 위하여 본 연구에서는 설계, 제작, 시험 단계별로 이론해석, 전산해석, 시험 및 분석을 통하여 발생하는 진동을 예측하고 저감시킬 수 있는 대책안을 단계별로 수립, 제안하였다.

이를 위해 먼저 경부고속전철 및 한국형 고속전철의 승차감 관련 문헌을 수집, 검토하여 고속전철에서 진동발생 및 진동전달 경로를 이해하고, 분산형 고속전철에서의 진동발생과 진동전달경로를 해석할 수 있는 진동이론을 정립하였다.

기본설계 단계에서는 개념설계된 단차 전산해석모델을 만들어 차륜과 레일 접촉에 의한 진동 및 모터와 기어 유니트에 의한 진동을 예측하고 각각의 진동이 대차 및 차체로 전달되는 경로를 해석하였다. 또한 차륜, 대차, 차량에 대한 진동 모드해석을 수행하여 각각의 고유진동수와 진동모드를 해석함으로써 발생원의 진동과 공진여부를 검토하고, 승객에 전달되는 진동을 예측하여, 이를 최소화 할 수 있는 진동절연 혹은 구조물 형상 변경 등 대책안을 설계단계에서 제시하였다.

(3) 연구개발결과

○ 단차, 편성차 승차감 평가 및 진동특성 해석

- 제작 차량 단차 모델 승차감 평가
  - 전산해석 차체모델 관성모멘트 변경
  - 해석 결과 승차감 변화 미미
  - UIC 513R 기준 승차감 지수 1.8 확보 확인
- 편성차 모델 승차감 평가 해석
  - 6량 1편성 모델 수정
  - 변경 후 UIC 513R 기준 승차감 향상 확인
- 차량 바닥구조 진동전달경로 해석
  - 바닥적층구조 해석을 위한 차체 모델링 및 가진해석 수행
  - 시험 해석 비교결과 유연체 차체모드와 동일
- 차량 롤러지그 시험/해석결과 검증
  - 전산해석 단차 모델과 검증 결과 휠셋/대차 진동전달비 유사
- 검증 모델 승차감 평가 및 차량진동 해석
  - 레일 별 (기존선, 고속선) 곡선 주행 시 승차감 평가

○ 주행시험 및 개선안 도출

- 주행시험을 통한 속도별 차체 진동 측정
  - 승차감 평가 및 안정성 해석
- 최고속도 주행 시 차체 구조진동 평가
  - 최고속도 주행 시 천장재 진동 증가
- 차량 승차감 시험 결과 검증
  - 300km/h 이하 UIC 513R 기준 승차감 지수 2.0 확보 확인
  - 300km/h 이상 시험 시 승차감 지수 확보 가능(예측)
- 승차감을 고려한 진동절연 방안 검증 해석
  - 차체 바닥적층구조 진동 특성 평가
- 진동절연 방안 도출

다. 주행성능 해석 및 기술

(1) 연구개발의 목적 및 필요성

현재 세계적으로 친환경적이고 효율적인 고속철도에 대한 수요와 관심이 증폭되면서 각국의 철도 선진국들은 기술개발 및 최고시속 향상을 위하여 경쟁하고 있다. 이미 프랑스, 독일, 일본, 중국 등은 시험운행을 통하여 최고시속 400km 이상의 고속철도를 개발하였으며, 국내에서도 최고시속 430km를 목표로한 HEMU-430X가 시운전과정에 있다. 본 연구에서는 HEMU-430X 개발에 앞서 고속철도의 주행성능을 사전에 해석하고 국제규정에 근거하여 안전성, 안정성 등을 종합적으로 평가하는 것을 목표로 한다. 더불어 차량 개발 기관인 ㈜현대로템에 차량성능 향상을 위한 기술지원을 수행한다. 또한, 휠-레일 접촉 해석 기술 및 가선계-판토그래프의 동적 상호작용 해석과 같이 철도차량을 평가하는 데에 있어 매우 중요하지만 국내에 기술 확보가 취약한 기술들을 독자적으로 개발하여 이를 검증하고 차후 활용할 수 있는 가능성을 제시하는 것을 목표로 한다.

본 과제의 5차년도는 차량 동특성 해석 분야로 '다량 1편성 상세 모델을 이용한 주행 성능 평가 및 시험 결과와의 비교', 해석 기술 개발 분야로 '개발 프로그램을 이용한 철도차량 시뮬레이션 및 시험결과와의 비교'를 목표로 하고 있다. 먼저 차량 동특성 해석 분야에서는 지난 차년도를 걸쳐 개발된 다량 1편성 모델을 보완하고 연결기, 차간댐퍼 등의 단위모듈을 구현하여 모델의 세부적인 요소를 보강하고, 주행 안정성 평가를 통하여 차량의 임계속도를 예측한다. 또한 기존 해석 트랙을 이용하여 직선 및 곡선 구간에서의 주행 안전성을 해석하고 국제규정인 UIC 518을 근거로 성능을 평가한다. 추가적으로 차량에 측풍과 같은 외력이 주어졌을 때, 탈선여부를 동역학적으로 파악하여 안전기준을 마련하고, 반능동 횡댐퍼 제어모델을 개발하여 차량 성능 향상여부를 확인한다. 마지막으로 차량 거동에 대한 롤러리그 테스트 및 시운전 결과와의 비교를 통하여 해석 모델의 신뢰성을 검증하고, 고속영역에서의 주행성능을 예측, 평가 결과를 제시한다. 다음으로 해석 기술 개발 분야 중 휠-레일 접촉 모듈 개발은 다중 접촉 및 차량을 포함한 통합모델을 개발하여 주행 거동을 해석하고 차후 차륜/레일 형상 최적화 및 마모 등을 예측하기 위한 기반 기술을 확보한다. 집전성능 해석 분야 역시 전차년도를 거쳐 축적된 해석 기술을 활용하여 HEMU-430X의 판토그래프, 시운전 구간 가선 모델을 개발하고 해석과 시험결과간의 비교를 통하여 프로그램을 검증하고 시속 430km까지의 고속 영역에서의 집전성능을 예측하여 결과를 제시하고 성능 향상 방안을 고찰한다. 휠-레일 접촉 및 가선-판토그래프 해석 기술은 철도차량의 개발에 있어 핵심적인 분야이며, 전 세계적으로도 기술확보가 취약하므로 본 연구를 통하여 개발된 해석 기술은 차후 다양한 활용가치가 있을 것으로 보인다.

(2) 연구개발의 내용 및 범위

연 차	연구목표	주요 연구내용
5차년도 (2012)	▪ 다량 1편성 상세 모델을 이용한 주행 성능 평가 및 시험 결과와의 비교	▪ 다량편성 철도차량 모델링 단위모듈 세부구현 ▪ 개발된 다량편성 모델의 직선 및 곡선선로에서의 안전성 해석 ▪ 실측선로에서의 주행 거동 안전성 예측 평가
	▪ 개발 프로그램을 이용한 철도차량 시뮬레이션 및 시험결과와의 비교	▪ 개발 프로그램을 이용한 철도차량 모델 생성 및 시운전 시험결과를 이용한 통합 모델의 신뢰성 확보

(3) 연구개발결과

○ 다량 1편성 상세 모델을 이용한 주행 성능 평가 및 시험 결과와의 비교

- 다량편성 철도차량 모델링 단위모듈 세부구현
  - 차간 연결기 모델을 반영한 다량 편성 철도차량 모델 개발
  - 임계속도 해석 및 주행 안정성 해석
- 개발된 다량편성 모델의 직선 및 곡선선로에서의 안전성 해석
  - 직선 및 곡선 선로 주행 시 국제기준에 의한 차량 안전성 해석
  - 외력에 의한 철도차량 주행특성 평가
  - 반능동형 횡댐퍼 제어 모델을 고려한 차량 안전성 평가
- 실측선로에서의 주행 거동 안전성 예측 평가
  - 롤러리그 시험 결과를 이용한 해석 모델의 검증
  - 시운전 결과를 이용한 해석 모델의 검증
  - 시험선 실측선로에서의 주행 안전성 평가

○ 개발 프로그램을 이용한 철도차량 시뮬레이션 및 시험결과와의 비교

- 개발 프로그램을 이용한 철도차량 모델 생성 및 시운전 시험결과를 이용한 통합 모델의 신뢰성 확보
  - 휠-레일 2점 접촉 모듈을 포함한 차량모델개발 및 주행해석
  - 시제차량 판토그래프-가선계 모델 개발 및 시운전 시험결과를 이용한 신뢰성 확보

라. 공력해석 향상기술

(1) 연구개발의 목적 및 필요성

○ 연구개발 개요

최근의 친환경 기반의 기술 발전의 방향에 가장 부합하는 대표적인 지상 교통수단의 하나인 철도는 안전성과 정시성이 매우 뛰어나 승객과 화물의 중장거리 운송에 큰 역할을 담당하고 있다. 특히 최근의 정보통신 산업의 발달은 광범위한 전 세계 지역 간의 정보 교류 및 물류 교역을 폭발적으로 증가시켰으며 이를 뒷받침할 수 있도록 인적 및 물적 자원의 수송량 증대를 위해 고속화와 효율성에 대한 요구가 증대되면서 300km/h 이상의 속도로 주행할 수 있는 이른바 '고속철도'의 운용 및 개발이 전 세계적으로 확대되고 있는 실정이다. 최근의 고속전철은 300km/h를 넘어서 시속 370km 이상에서의 속도에 대한 연구가 광범위하게 이루어지고 있는데 이 속도는 음속의 30% 이상에 해당하는 속도로써 이 경우 공기저항이 총 주행저항의 80% 이상을 차지하게 된다. 공기저항 이외에도 열차풍, 자갈비산, 측풍 및 터널 주행 시의 차량의 안정성 등의 많은 공기역학적인 문제점들이 발생하게 되는데, 특히 열차의 전두부와 판토그래프는 이런 문제점들의 주요 요인이 되고, 차량의 고속 주행성능과 안정성에 큰 영향을 미친다.

고속전철의 공력특성은 전체 형상 중에서도, 고속전철의 전두부 형상, 차량단면 형상, 그리고 판토그래프와 같은 차량 외부부착물 등에 의해 좌우되므로 이런 부분에 대한 공기역학적 검토가 차량 설계 전에 반드시 선행되어야 한다. 그러므로 시험 속도 430km/h급 차세대고속전철의 고속주행 신뢰성 및 안정성 확보를 위해서는 한국형 고속전철 전두부 형상에 대한 종합적인 공력성능 평가가 필수적으로 이루어져야 하며, 또한 분산형 고속전철의 단점 중 하나인 판토그래프 소음 및 안정적인 집전 성능의 확보를 위해서 친환경/고효율의 신개념 판토그래프의 개발이 요구된다.

○ 최종목표

- 개활지 주행 시 공기저항이 작고 측풍에 안정적이며 터널 주행 시 공력특성이 우수한 고속열차 전두부 형상 개발 지원 및 공력성능이 5% 향상된 전두부 형상 연구
- 공력성능이 10% 향상되어 소음이 적고 고속주행에도 집전 성능이 우수한 판토그래프 개발

○ 최종목표의 성격 및 설정 근거

차세대고속철도기술개발사업에서 개발 중인 한국형 고속열차의 설계 운행속도는

370km/h로서 70km/h가 증가됨에 따라, 열차속도의 2승에 비례하는 열차의 공기저항은 52% 증가가 예상되고, 열차속도의 3승에 비례하는 터널 주행 시 발생하는 미기압파(충격성 소음)는 88% 증가가 예상되며, 열차속도의 6승에 비례하는 공력소음은 352% 증가가 예상된다. 또한 고속에서는 열차가 측풍에 더욱 민감해지며 판토그래프의 집전성능 역시 크게 저하된다. 370km/h에서 성공적인 운행을 위해서는 공기저항과 미기압파를 줄일 수 있는 전두부 설계와 집전 성능을 떨어뜨리지 않으면서 소음을 줄일 수 있는 판토그래프 개발이 필요하다. 이와 같은 근거로 위의 두 가지 최종 목표를 선정하였다.

(2) 연구개발의 내용 및 범위

○ 연구목표, 연구내용 및 범위

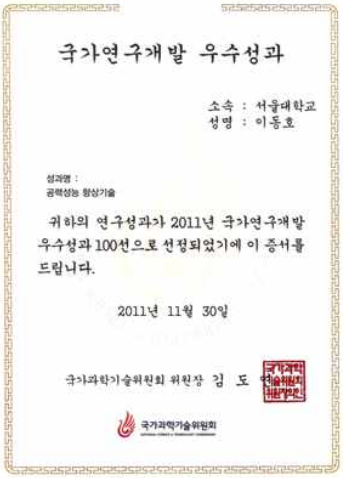
- 5차년도 연구 목표
  • 차세대고속전철 시제열차 공력성능 평가 및 분석

○ 연구내용 및 범위

- 타행시험 결과와 이전 수치해석, 풍동실험 결과와 비교 분석
  • 시제열차 타행시험 결과의 공기저항 성분과 이전에 수행한 수치해석 결과, 풍동실험 결과와 비교/분석을 수행한다.
- 시제열차 애자커버 주변 압력 측정시험 시스템 구성
  • 시제열차의 애자 커버 주변의 압력을 측정하기 위해 고주파 압력 센서와 DAQ 시스템을 이용하여 압력측정시스템을 구성한다.
- 시제열차 애자커버 주변 압력 측정시험
  • 시제열차 애자커버 주변의 유동장 분석을 위해 압력 측정시험을 수행하고 결과를 정리/분석한다.
- 시제열차 상부커버 주변 전산수치해석
  • 시제열차 애자커버 주변의 유동장 분석을 위한 전산수치해석을 수행하고 결과를 정리/분석한다.
- 시제열차 시험결과와 수치해석결과 비교분석
  • 시제열차 테스트결과와 수치해석결과를 비교분석한다.
- 분석결과를 바탕으로 공력성능 개선안 제시
  • 시제열차 테스트결과와 수치해석결과를 비교분석하여 공력성능 개선안을 제시한다.

본 공력해석 향상기술은 2011년 국가연구개발 우수성과 100선에도 선정되었다.





마. 영구자석동기기 구동인버터 효율개선 연구

(1) 연구개발의 목적 및 필요성

고속철도 차량의 수송능력을 증가시키기 위해서는 빠른 가감속 특성과 고속 운전 영역을 필요로 한다. 이에 대한 연구로 차량의 고속화를 위하여 매입형 영구자석 동기전동기(IPMSM)를 사용하는 동력분산식 추진제어시스템의 개발이 수행되고 있다. IPMSM은 영구자석이 회전자에 매입되어 있어 고속 동작에서의 영구 자석의 이탈과 같은 문제가 제거되어 구조적으로 안정성이 크며, 자기적 돌극성(Magnetic Saliency)이 좋아 출력/토크 밀도가 우수하여 고효율 운전을 가능하게 하고 유효 공극은 작아 전기자 반작용 효과가 좋은 장점이 있다.

영구자석형 동기전동기(PMSM)를 적용한 추진 시스템을 철도차량에 적용하기 위해서는 PWM 인버터를 적용하여야 한다. 본 연구에서는 2level 인버터와 3level 인버터의 회로 방식에 대해서 고찰하고 각 회로방식에 대한 PWM 제어방식을 연구하여 영구자석형 동기전동기(PMSM)를 구동하는 인버터의 효율 개선을 목적으로 한다. 또한, 일반적으로 고정 주파수의 PWM 기법은 스위칭 주파수의 원치 않는 정수배 고조파를 발생시키고 EMI문제와 인버터 구동장치의 근본적인 스위칭 소음을 유발하고 있다. 이와 같은 고정 주파수의 PWM 기법은 RPWM (Random PWM)에 의하여 해결 가능하다. RPWM 기법은 인버터 전압 및 전류 그리고 소음 및 진동 스펙트럼의 광대역화를 실현할 수 있어서 전력전자 응용 분야에서 주목을 받고 있다. 따라서 영구자석형 동기전동기의 인버터 운전시 발생되는 스위칭 소음원을 저감하기 위하여 랜덤변조(RPWM) 제어 기법을 이용한 인버터 최적제어 알고리즘을 개발한다.

(2) 연구개발의 내용 및 범위

년도	연구 목표	연구내용 및 범위
당해년도 (5차년도)	인버터 소음원 저감 방안 연구	▪ 정규적인 변조방식을 적용한 시스템의 소음원 특성 분석
		▪ 삼각파 캐리어 기반 랜덤 변조방식을 이용한 시스템의 소음원저감 방안 연구
		▪ 공간 벡터 기반 랜덤 변조방식을 이용한 시스템의 소음원저감 방안 연구
		▪ 정규적인 변조방식을 적용한 시스템의 소음원 분석 시뮬레이터 구축
		▪ 삼각파 캐리어 기반 랜덤 변조방식을 적용한 시스템의 소음원분석 시뮬레이터 구축
		▪ 공간 벡터 기반 랜덤 변조방식을 적용한 시스템의 소음원분석 시뮬레이터 구축
		▪ 정규적인 변조방식 시뮬레이터를 이용한 시스템의 모의시험 분석
		▪ 랜덤 변조방식 시뮬레이터를 이용한 시스템의 모의시험 분석
		▪ 모의시험 결과를 활용한 인버터 소음원 저감을 위한 최적 제어 알고리즘 도출
		▪ 인버터 성능시험 지원

(3) 연구개발결과

5차년도는 Random PWM 스위칭 기법을 이용한 소음원 저감방안을 개발하는 것으로 주요 연구내용 및 결과는 다음과 같다.

○ 정규적인 변조방식을 적용한 시스템의 소음원 특성 분석

- 정규적인 변조방식을 적용한 인버터 시스템의 소음원의 원인인 전압, 전류의 고조파 스펙트럼에 대한 분석.

○ 삼각파 캐리어 기반 랜덤 변조방식을 이용한 시스템의 소음원 저감 방안 연구

- 삼각파 캐리어 기반의 랜덤 변조방식들에 대한 동작특성 및 인버터 시스템의 적용 방안 수립.

○ 공간 벡터 기반 랜덤 변조방식을 이용한 시스템의 소음원 저감 방안 연구

- 공간 벡터 기반의 랜덤 변조방식들에 대한 동작특성 및 인버터 시스템의 적용 방안 수립.

○ 정규적인 변조방식을 적용한 시스템의 소음원 분석 시뮬레이터 개발

- 정규적인 변조 방식의 삼각파 캐리어 및 공간 벡터 변조방식을 적용한 인버터 시스템 소음원 분석 시뮬레이터를 개발.

○ 삼각파 캐리어 기반 랜덤 변조방식을 적용한 시스템의 소음원 분석 시뮬레이터 개발

- 랜덤변조방식들에 대한 알고리즘을 개발하여 삼각파 캐리어 기반의 인버터 시

스템에 적용한 소음원 분석 시뮬레이터를 개발

○ 공간 벡터 기반 랜덤 변조방식을 적용한 시스템의 소음원 분석 시뮬레이터 개발

- 랜덤변조방식들에 대한 알고리즘을 개발하여 공간 벡터 기반의 인버터 시스템에 적용한 소음원 분석 시뮬레이터를 개발

○ 정규적인 변조방식 시뮬레이터를 이용한 시스템의 모의시험 분석

- 공간벡터 기반의 정규적인 변조방식 시뮬레이터를 이용하여 시스템의 모의시험을 수행하여 스위칭 소음의 주된 원인인 고조파 성분의 스펙트럼과 인버터시스템 효율을 분석함.

○ 랜덤 변조방식 시뮬레이터를 이용한 시스템의 모의시험 분석

- 공간벡터 기반의 랜덤 변조방식 시뮬레이터를 이용하여 시스템의 모의시험을 수행하여 스위칭 소음의 주된 원인인 고조파 성분의 스펙트럼과 인버터시스템 효율을 분석함.

○ 모의시험 결과를 활용한 인버터 소음원 저감을 위한 최적 제어 알고리즘 개발

- 각각의 모의시험 결과를 비교 분석하여 최적의 알고리즘(인버터 소음원 발생 주 고조파 성분을 최대 80% 저감하는 Random Carrier Frequency 방식)도출.

○ 인버터 성능시험 지원

- 제작 업체의 인버터 성능시험에 적극적인 현장시험지원과 기술지원을 함.

○ 인버터 축소시험 장치 제작 및 소음원 저감 제어알고리즘 시험

- 개발된 시뮬레이터를 이용한 모의시험 성능을 확인하기 위하여 인버터 DSP 마크로로 프로세서를 이용한 랜덤변조 제어프로그램을 개발하여 이를 적용한 축소 인버터 시험 장치를 제작하여 시험하고 모의시험 결과와 시험 결과를 비교 측정하고 신뢰성을 검증함.

○ 토크제어를 이용한 속도제어 방안제시

- 현대로템(주)의 지원요청에 따라 현대로템(주)이 제공한 매입형 영구자석 동기전동기 구동 데이터를 기반으로 정토크 구간 노치별 속도지령 d-q 전류 제어 방안을 개발하고 이에 따른 전압, 전류, 토크, 속도 특성을 검증하여 현대로템(주)에 제공함.

○ 고속영역에서의 약계자 제어를 이용한 속도제어 방안제시

- 현대로템(주)에서 제공받은 매입형 영구자석 동기전동기 구동 데이터를 기반으로 정출력 구간 약계자 제어를 이용한 d-q축 전류 제어방안을 개발하고 모의시험을 통해 검증하여 현대로템(주)에 제공함

바. 통합 및 총괄 세부과제 진도점검

본 통합 및 총괄 세부과제들에 대한 진도점검을 위하여 다음과 같이 착수회의와 중간 공정회의를 수행하였다.

(1) 착수보고회

○ 일시 : 2011년 9월 7일 (수)

○ 장소 : 한국철도기술연구원 5동 3층 중회의실

○ 목적 : 5차년도 통합 및 총괄 과제로 흡수된 기반기술 계속과제(5개 기관)에 착수 보고회를 통해 향후 업무계획 협의

○ 참석기관 : 한국철도기술연구원, 홍익대학교, 강원대학교, 성균관대학교, 서울대학교, 아주대학교, 중앙대학교, 한국교통연구원

○ 내용 :

- 2단계 평가 결과에 따라 4차년도까지 핵심(I-2)과제에서 수행하던 기반기술 관련 기관이 3단계(5차년도)부터 통합 및 총괄 과제에 흡수되어 과제를 계속 수행하게 되었음. (홍익대, 성균관대, 서울대, 아주대 및 중앙대 5개 기관) 또한, 분산형 고속전철 마케팅 전략수립과 관련한 위탁과제(한국교통연구원)를 통합 및 총괄 과제에서 수행하게 되었음.
- 발표 및 협의 전 하기와 같은 공지사항을 전달함.
  ► 연구수당에 대하여 전 년도와는 다르게 최종 평가결과에 따라 영향을 받으므로 충실한 연구가 수행되도록 요청함.
  ► 시제열차 제작현황 요약 발표
  ► 해석결과에 대한 시험검증 계획이 있는 과제는 사업단 담당자와 협의할 것.
- 아주대학교 :
  ► 공력해석을 위한 하중적용 시나리오는 공력(4세부)과제와 협의 진행할 것.
- 홍익대학교 :
  ► 참여연구원(학생)들의 외부환경시험시 보험 적용에 대해서는 사업단에서 검토하겠지만, 적용하기는 힘든 사안임.
  ► 전산유체음향해석은 항우연 결과를 활용하여 진행할 것.
  ► 연구내용의 중복성을 피하기 위하여 상세 연구내용에 대해서는 사업단과 협의 필요함.
- 한국교통연구원 : 단순 비용편익적인 경제적 분석보다는 감성이 이입된 마케팅 전략분석이 필요함.

(2) 중간 공정회의

○ 일시 : 2011년 12월 22일(목) ~ 23일(금)

○ 장소 : 현대로템(주) 창원공장 의장3공장 회의실

○ 목적 : 분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄 과제의 세부과제로 참여하는 기반기술과제의 5차년도 연구성과 점검과 본선 시운전 시험의 검증방안을 협의하고 시제열차 완성차시험 현황 점검 및 향후계획을 협의하고자 함.

○ 내용 :

- 통합 및 총괄 세부과제책임자 회의

► 본 시제열차에 대해서 차체 sidewall이 소음차음성능 대비 중량 과다 설계가 되어 있음. 이에 대한 향후 보완대책을 검토중임.(홍익대, 강원대) 설계측면에서는 소음차음성능보다는 고속주행에 따른 미기압파 영향을 고려하여 차량의 강도보강 측면에서 중량 과다 설계를 하였다고 언급함.(현대로템(주))

► 동특성 분석을 위한 차량 특성치(동특성 데이터)의 공유가 되지 않고 있음. 특히, Semi-active 및 차간 댐퍼의 데이터 공유가 필요함.(아주대)

► 시제열차의 공력의 영향에 따른 풍압을 고려하였는데, 정확한 용어의 정의가 필요함. 공력이 아니고 풍압에 대한 영향을 고려함(아주대)

► 서울대에서 수행하고 있는 5차년도의 사업계획서상의 연구내용은 변함없이 진행 예정임. 압력계측시험에 대해서는 차량제작과제와 계속적인 협의가 필요함. (서울대)

► 중앙대에서 수행하고 있는 동기전동기의 인버터 효율개선 내용에 있어 소음원 점감 방안을 위한 랜덤 변조방식을 차량제작사와 협의하여 시제열차에 반영하는 방향을 설정해야 함. (중앙대)

► 시제열차 제작현황을 점검하면서 소음이나 공력측면에서 차량 간 머드플랩 설치가 필요하다는 의견을 제시하였음.

- 시제열차 제작현황 점검

► 시제열차의 벨체크를 12/25일까지 완료 예정

► TDCS 제어기능 검사를 12/26일부터 수행 예정임

► 시제열차에 대한 완성차시험을 '12/01/15일까지는 완료해야 함.

► '12/01에 있을 출고식에 대한 방향이 12/28일쯤 결정될 것으로 보여 철저한 준비가 필요함.

제2절 차세대고속철도기술개발 주관과제의 상호역할 및 업무조정

본 절에서는 차세대고속열차 시제열차를 제작하고 완성차시험과 본선 시운전 시험들을 통해 발생한 주요 이슈사항들과 인터페이스 사항들에 대하여 정리하였다.

1. 분산형 고속전철용 배전반 제작 관련

가. 목적

배전반(제작 : 우진산전)의 납기문제로 인해 분산형 고속전철 시제열차 제작일정이 지연되므로 현재 추진현황과 향후 계획을 정리하였음.

나. 추진현황

순번	일자	비고
1	'10/12/15	배전반 제작 관련 차량 회로도 Rev.0로 협의
2	'10/01/25	각 배전반별 취부 장치 기기배치 통보(현대로템(주)->우진산전)
3	'10/01/27	배전반 제작 관련 차량 회로도 Rev.0 송부(현대로템(주)->우진산전)
4	'11/02/13	TC/MC 배전반 계전기, CB, Switch, Contactor 판넬배치도 등 송부(현대로템(주)->우진산전)
5	'11/02/14	M1-M4, Cab 배전반 계전기, CB, Switch, Contactor 판넬 배치도 등 송부(현대로템(주)->우진산전)
6	'11/02/16	운전실 배전반 취부도 및 기기배치 송부(현대로템(주)->우진산전)
7	'11/02/21	설계완료: 5월/말, 제작완료: 8월/말, 형식시험: 9월/말, 납품: 9월/말 제시
8	'11/02/24	각 배전반별 취부 계전기, CB, Switch 등 수량/용량 통보(현대로템(주)->우진산전)
9	'11/04/13	- ASS'Y 도면 및 기술문서 완료 : 5월/말, - 제작완료 : 8월/말, 형식시험 : 9월 3주차 - 전 편성 입고 : 9월/말 ⇒ 현차 취부성 검토 위해 7월/중 프레임 입고하고 초도 납기를 8월/초 예정 - 배전반 제작 관련 차량 회로도 Rev.A 송부(현대로템(주)->우진산전)
10	'11/05/19	각 배전반별 취부되는 계전기, CB, Switch 등 수량/용량 수정사항 통보(현대로템(주)->우진산전)
11	'11/06/02	- 배전반 제작 관련 수정 차량 회로도 Rev.A 송부(현대로템(주)->우진산전)
12	'11/06/28	- ASS'Y 도면/기술문서 완료 : 6월/말(1개월 지연 발생) - 전 편성 입고 : 9월/말 ⇒ 차량 배선작업 위해 M1 프레임 창원입고(7/15), M4 프레임 창원입고(7/22)

순번	일자	비고
13	‘11/08/30	- M1 납품: 11/6, M4 납품: 11/30, MC 납품: 12/28 (납품제작일정 지연 발생)
14	‘11/09/06	- 차량제작 일정 및 배전반 입고 시급성 설명 - 10월/말 전량 입고 가능토록 일정 재검토 요청(사업단장, 현대로템(주), 로테코 참석)
15	‘11/09/29	- M2 하네스 작업 완료, M1 하네스 변경 회로도 반영 작업 - M3 하네스 작업, M4 배선도 검토 - TC/MC 배선도 작성
16	‘11/10/21	- M1-M4 하네스 작업 완료 : 10/17 - M1-M4 본체 Frame 및 판넬 우진산전 입고 - 외자재 입고 현황 : 95% 입고 - ASS’Y 작업 : M2, M3 동시 작업 (10/21) M1, M4 동시 착수 (10/24 예상) - 제작완료 일정 : M1, M2, M3 (11/11 예상) TC, MC, M4 (11/18 예상) - 창원공장 입고 일정 : M1, M2, M3 (11/16 예상) TC, MC, M4 (11/23 예상)
17	‘11/11/08 (오전)	- 2차 공정회의 통해 TC/MC 배전반 12/3 예상 (KTX-산천 배전반 유지보수로 우진산전 제작인력 투입으로 지연)
18	‘11/11/08 (오후)	- M1-M4 (11/19 입고 예상) - TC/MC (11/26 입고 예상) - 제작공정 : M1 (80%), M2 (70%), M3 (60%), M4 (50%) TC/MC (도면 작성중)

다. 문제점

○ KTX-산천 배전반 관련 기 납품(190량_고양기지) 및 미 납품(50량_창원공장) 수정작업으로 우진산전 설계인원 부족

○ 현대로템(주)의 초기 계약지연 및 설계변경 빈번 발생하였고, 초기 지연이 발생한 6월/말부터 적극적 대처 미흡

라. 만회대책 및 향후계획

○ TC/MC 경우, M Car보다 많은 작업시간이 요하는 바, 운전실용 더미 배전반 입고(11/17)하여 커넥터 작업 착수

○ TC/MC 배전반을 1/2 분리 제작하여 11/26 공장입고일부터 우진산전과 동시 작업을 통해 12/3 한 차량설치 완료 계획

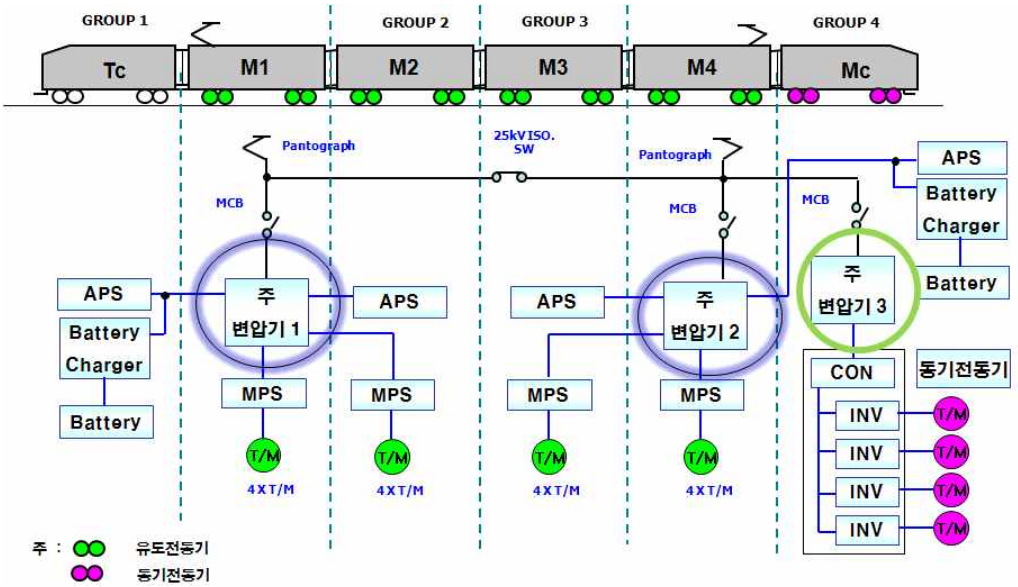
2. 분산형 고속전철용 주변압기 고장 관련

가. M1차량 변압기의 방압변 작동으로 고장 발생

○ 차량제작과정에서 PT(과전류계전기)의 접지를 하지 않고 조립하여 일시적인 과전류에 의한 것으로 판단

○ 차량에 설치된 주변압기 작동 관련 보호장치 미작동

나. 시제열차는 총 3대의 변압기가 있으며 이 중 1대는 동기전동기용임.



○ M4차량 변압기는 예비품으로 교체

○ M1 차량의 변압기는 3월 6일부터 국제전기에서 수리조치 중이며 4월 10일까지 완료예정

○ 주변압기 관련 완성차 시험 지연으로 시제열차 출고는 4월 중 추진 예정

○ 주변압기 관련 TFT 운영

- 주변압기 분야 전문가 및 실무자로 구성된 TFT 운영
- 고장 원인 분석, 종합 방지대책 및 수리 복구 일정 관리 중
- 보호회로 및 고압라인 전체 점검 중‘

다. Mc 주변압기 장애

○ 개요

- 2012년 4월 26일(목) 23:30경 MC 운전실에서 제동시험 중 가선전압 미세요동 후, MC MCB 차단
- 차량 점검 결과 : MC MTF 1차측과 차량지붕 연결부위 전기쇼크 흔적 발견, 과전류 미검지, 접지고장 검지, TDCS 고장정보 미기록(메모리 용량 Full)

- 차량상태 : MC MTF 전원 투입/무부하상태, MC MPS 제어기 OFF

○ 장애 상세내용

- MC MTF 1차측과 차량지붕 연결부위 전기쇼크(빨간색 표시 부위)



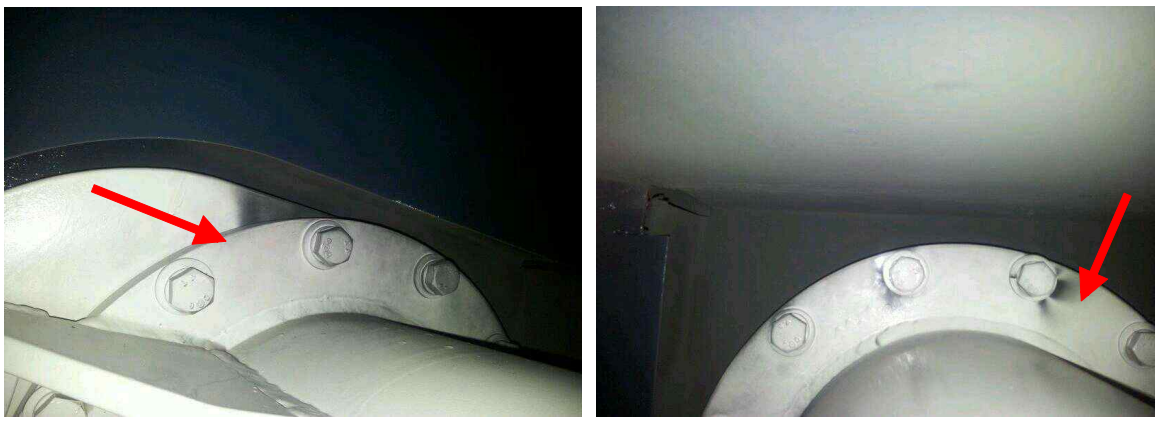


그림 3.2.1 동력실에서 차량 지붕 방향 사진

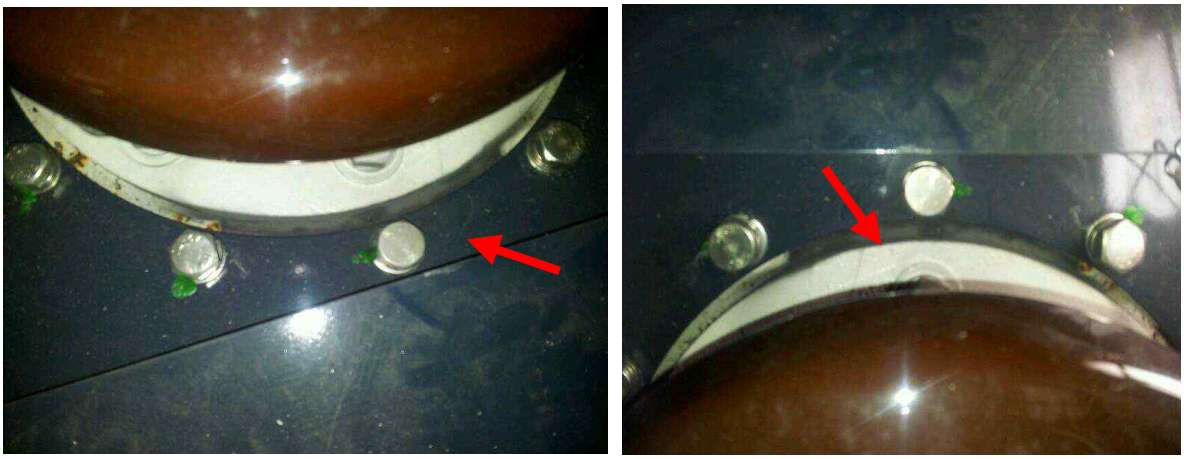


그림 3.2.2 차량 지붕에서 바라본 사진

○ 추정 원인

- MTF 1차측 고압부품(과전류검지센서, 연결부위, 애자 등) 접지 또는 단락

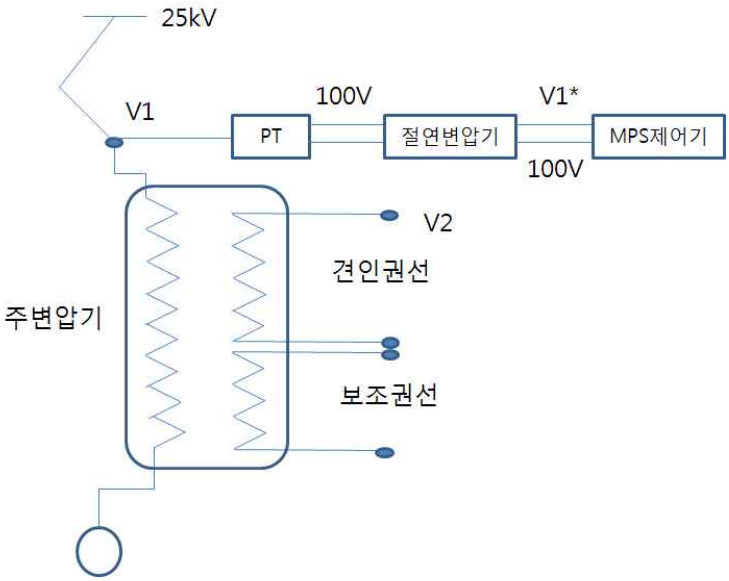
○ 향후 일정

- 4/27 야간 시운전시 MC MTF 차단
- 4/27 오후 현대로템(주) MTF 담당자 상세점검 및 상세원인 조사
- MC MTF 탈거 및 이송 : 4/28(토)
- MC MTF 정밀점검, 보완 : ~ 5/2(수)
- MC MTF 취부 : 5/3(목)

3. 분산형 고속전철용 추진시스템(MPS) 안정화 관련

가. 개요

MPS 제어에 사용하는 가선전압(V1)이 PT(Potential Tranducer)와 절연변압기를 경유하여 MPS 제어기에 입력될 때 위상지연 및 전압강하가 발생한 신호(V1*)로 인해 MPS 구동시, GDU(Gate Drive Unit) 고장과 입력과전류가 발생하여 구동을 중단함.

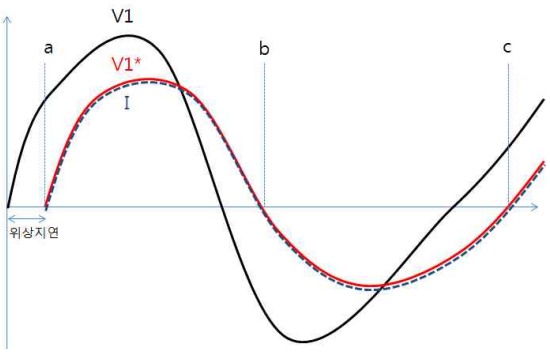


나. 위상지연 및 전압강하 영향

○ 위상지연

가선전압 신호에 위상지연이 발생하면 MPS 컨버터에서 V1*신호를 기준으로 수행하는 역률제어가 실제 견인권선에 입력되는 파형(V1)과 상이하여 역률(cosϕ, 위상이 0이면 1) 저하, 무효전력(전압×전류×sinϕ) 증가, 유효전력(전압×전류×cosϕ) 감소, 컨버터는 DC링크(커패시터)를 충전하기 위해 전류 상승, 이에 따라 GDU(Gate Drive Unit) 고장과 입력과전류 발생

아래 그림에서 가선전압이 0인 지점(a, b, c)에서 제어를 수행하는데 실제 가선전압(V1)은 0이 아닌 양 또는 음의 값을 갖는 것이 제어를 실패하게 함



○ 전압강하

가선전압 신호에 전압강하가 기준치(22kV) 이하로 발생하면 인버터는 가선전압을 더 이상 감소되지 않게 하기 위해 인버터 출력을 감소(50%)시키는 제어를 수행하여 견인전동기가 정격 출력을 발휘하지 못함

다. 가선전압 신호 위상지연 확인 내용(2/24 수행)

○ PT 출력단에 연결된 결선을 MPS를 제외하고 모두 분리시키고, 견인권선에서 측정한 전압 파형과 PT 출력단에서 측정한 전압 파형을 비교했을 때, PT 출력단 파형이 150도(7ms) 뒤진 파형이 측정됨

○ PT 출력단에 연결된 결선을 APS를 제외하고 모두 분리시키고, 보조권선에서 측정한 전압 파형과 PT 출력단에서 측정한 전압 파형을 비교했을 때, PT 출력단 파형이 MPS와 동일한 150도(7ms) 뒤진 파형이 측정됨

라. 가선전압 신호 전압강하 확인 방법

○ PT는 가선전압이 25kV인 경우 100V를 출력하게 되어 있으나 실제 80V(20kV)의 전압 파형이 측정되었음

마. 향후 계획

○ KTX산천 50량용 PT로 교체(2/26 수행 예정)

○ 교체 작업후 위상지연 및 전압강하 무존재 확인 시험, MPS 기동 시험(2/26 수행 예정)

○ 시험선 주행시험(시험선 사용일정에 따라 2/29 수행 예정)

4. 난방배선 소손 관련

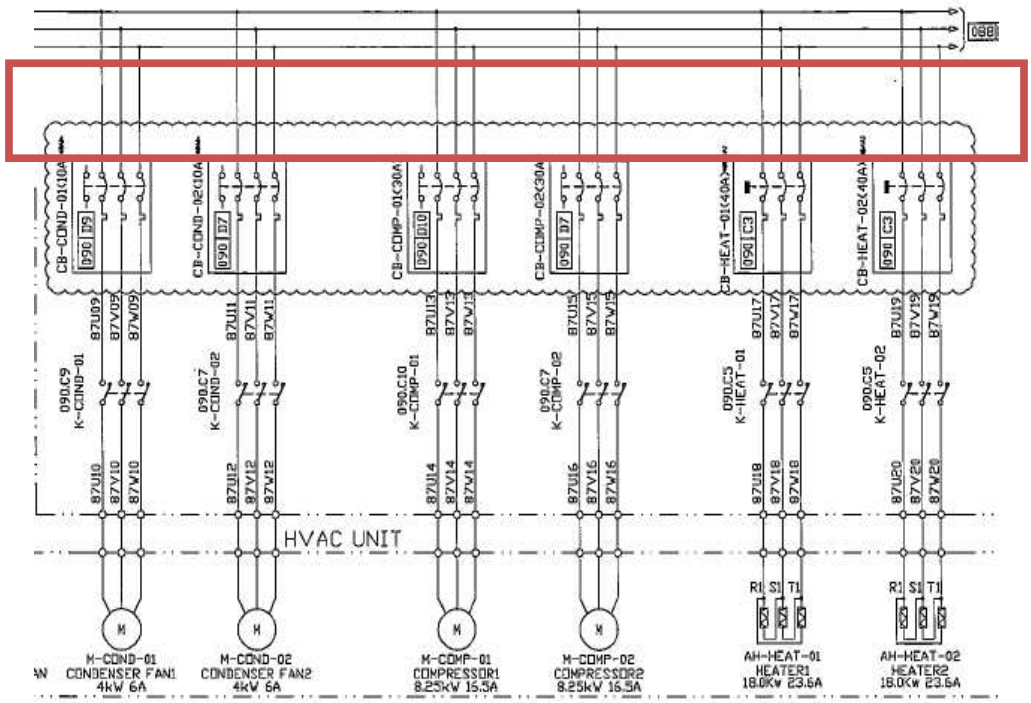
가. 발생 일시 : 2012년 2월 19일(일) 15:30 ~

나. 현황

현대로템(주) 창원공장 시험선에서 주행시험 중 M1 난방 가동 투입 시 배전반 전선 소손 발생

○ 소손범위

- AC 440V 입력 배선 ~ CB 입력단



○ 소손 원인

- 전선 용량설계 불량으로 소손

○ 처리 현황

- 2/20(월) 소손 범위 및 주변 배선 확인 교체중

- 타 차량 관련 배선 교체 예정

5. 제동시스템 및 판토그라프 제작 및 공급 지연 관련

가. 개 요

○ 일시 : 2011년 10월 7일 (금) 10:00 - 12:00

○ 장소 : 한국철도기술연구원 5동 409호 회의실

○ 참석자 : 박훈규 부사장, 강성웅 부장, 황성운 과장(유진기공산업(주))이정율 수석(현대로템(주)), 남학기 이사(GMTECH), 김기환 수석, 김석원 책임, 백진성 선임(한국철도기술연구원)

○ 목적 : 유진기공산업(주) 주요 개발품(제동시스템, 판토그라프 등)의 제작/납품현황 및 향후계획 협의

나. 유진기공산업(주) 제작/납품/시험 현황 및 향후계획

○ 유진기공산업(주) 미납품 개발품 :

- 공기압축기, Tc/Mc Car용 BOU, 속도센서, 판토그라프
  (공기압축기/BOU는 10/14(금), 속도센서는 10월/말 납품 예정)

○ 기 납품된 캘리퍼, WSP, 덤프밸브 등의 형식시험 :

- 독일에서 10/24~25 수행 예정
- WSP 기술문서가 아직 제출되지 않음.

○ 기 납품된 차륜디스크 형식시험 :

- 독일에서 12월/초 수행 예정
- 10월/중 계획으로 Dummy Wheel을 사용한 다이나모 시험을 수행하려 하였으나 Knorr에서 거부함. 그러나, 최근 Knorr에 타 고속전철용 차륜을 확보하였고 이를 수정하여 12월/초 수행 예정

○ 판토그라프 관련 제작/납품/시험 현황 :

- 진동시험(형식시험) 중 집전판과 1차 현가장치 간 Fixing bracket (KTX-산천과 다른 재질 및 형상) 파손됨. schunck로부터 10/8(토) 입고 예정임.



- 차량시스템과의 인터페이스 위하여 팬헤드를 제외한 하부구조 2대를 10/6(목)에 현대로템(주)에 입고함.
- 차량시스템 인터페이스를 현대로템(주)에서 수행하고 유진기공산업(주)에 10/14(금)까지 입고 예정이며, 상기 파손된 Fixing bracket 조립을 10/17(월)까지 수행 예정임.
- 2대 중에 1대를 계측시스템 설치 및 Dynamic calibration을 위해 GMTECH에 10/18(화)에 입고 예정임. 계측시스템 설치 완료후, 11/15(화)까지 현대로템(주)에 입고 예정임.
- 2대 중에 1대는 중단된 진동시험을 10/20(목)까지 수행 예정임. 제어유닛(PACU)과의 구성품 시험을 10/27(목)까지 수행하고 계측시스템 설치를 위해 10/28(금)까지 GMTECH에 10/28(금) 입고 예정임. 계측시스템 설치 완료후, 11/15(화)까지 현대로템(주)에 입고 예정임.

주요 내용	유진기공산업			현대로템			GMTECH
판토그라프 현대로템 입고(2대, 팬헤드 제외)				(10/6)			
인터페이스 검토후 유진 입고	(10/14)						
팬헤드 및 파손된 F.B. 조립	(10/17)						
계측시스템 설치 위한 판토그라프 GMTECH 1대 입고							(10/18)
Dynamic Calibration 수행후 현대로템 1대 입고				(11/15)			
추가 진동시험 및 구성품 시험 후 GMTECH 1대 입고							(10/28)
Dynamic Calibration 수행후 현대로템 1대 입고				(11/15)			

○ 판토그라프 납품일정 리스크 :
- 현대오토에버의 판토그라프 분석프로그램 및 GMTECH의 접촉력 측정 하중센서 제작 일정 문제
- 판토그라프 계측시스템 설치 및 Dynamic calibration 시험에 따른 일정 문제

○ 판토그라프 수정 개발품 추가 제작 :
- 유진기공산업(주)은 상기 2대 개발품을 제외하고 추가 연구한 사항을 반영한 1대를 더 제작하고자 계획함. 상세 내용은 차주 공정회의에서 발표 예정임.

6. 본선 시운전 시 제어 오류 관련

가. 발생 현황

9월 2일 고모IEC → 울산 주행 중 가선전압이 갑자기 0으로 떨어지고 MCB, MPS 차단되는 현상이 3회 발생 (KP309, KP342, KP353 지점).

현상 발생 후 관제실에 가선 전압을 확인한 결과 이상 없음을 확인하고 차량쪽에 원인이 있는 것으로 판단하여 후속 시험을 취소하고 부산 기지로 복귀.

나. 발생 원인

측정된 판토 공압을 확인한 결과 차량의 속도가 250km/h 되는 시점에서 M1 차량의 판토상승 공압이 3.3bar → 2.7bar로 하강하는 것을 확인.

판토그래프 모니터링 영상에서도 해당지점에서 이선이 발생하다 판토가 하강하는 것을 확인.

8월 31일 판토그래프 접촉력 개선을 위해 300km/h 이상에서 10km/h 속도 증가시마다 판토상승 공압을 3.20bar에서 0.05bar씩 상승하도록 제어 S/W를 수정하였으나, 실제로는 제어 오류가 발생한 것으로 확인됨.

다. 향후 계획 및 조치사항

○ 발생 위치에 대한 전차선 확인 요청 (한국철도공사 전철처)
→ 9월 2일 점검 시간대를 활용하여 점검토록 조치.

○ 판토그래프 제어 오류 분석 결과 및 S/W 보완 내용 제출(유진기공산업(주)) → 보완 내용 검토 및 향후 계획에 대한 회의 개최(9/3)

○ 차량분야 이상여부 점검 (9/4)

그림 3.2.3 고모IEC → 울산 구간 주행속도 및 판토 상승 공압

7. 본선 시운전 시 보조전원장치(APS) 고장 관련

가. 개요

○ 발생 일자 : 2012년 8월 8일(목)

○ 발생 위치 : 부산기지 - 부산역

○ 내용

- 기지-부산역 운행 중 M1 MCB 차단 현상 발생
- MTF Oil Flow Contactor 접점 불량으로 인한 MCB 차단으로 판단하여 부산역 도착후 Oil Flow 확인하였으나 정상 확인 (23:20경)
- Oil Pump 작용 입력 전압 보호용 차단기 트립 확인 (23:40경)
- 입력 전압이 정격전압(440V) 보다 높은 전압 투입되어 보호용 차단기 보다 높은 전압 입력됨을 확인 (차단 레벨 : 440 x 1.06 = 466.4)
- APS 모니터링 신호 확인 결과 APS 출력 전압이 440V를 유지하다가 증가되는 현상 확인 (00:10)
- APS 제어보드 준비 및 기타 발생 가능성 확인 (01:00)
- APS 제어 프로그램 수정 확인 (01: 30)
- APS 제어보드(DSP 보드 및 SEN 보드) 교체 및 이상 현상 발생 여부 확인 (03:05)
- SEN 보드 교체후 정상 확인 (03:15)
- 시험 운행계획 변경하여 울산까지 운행토록 함 (03:25)
  ※ 부산-울산 운행 과정에서 정상 작동함을 확인

나. 추정원인

○ 신호를 센싱하는 SEN 보드의 칩에서 쇼트가 발생된 것을 확인

- 이물질 등에 의하여 발생한 것으로 추정

다. 조치사항

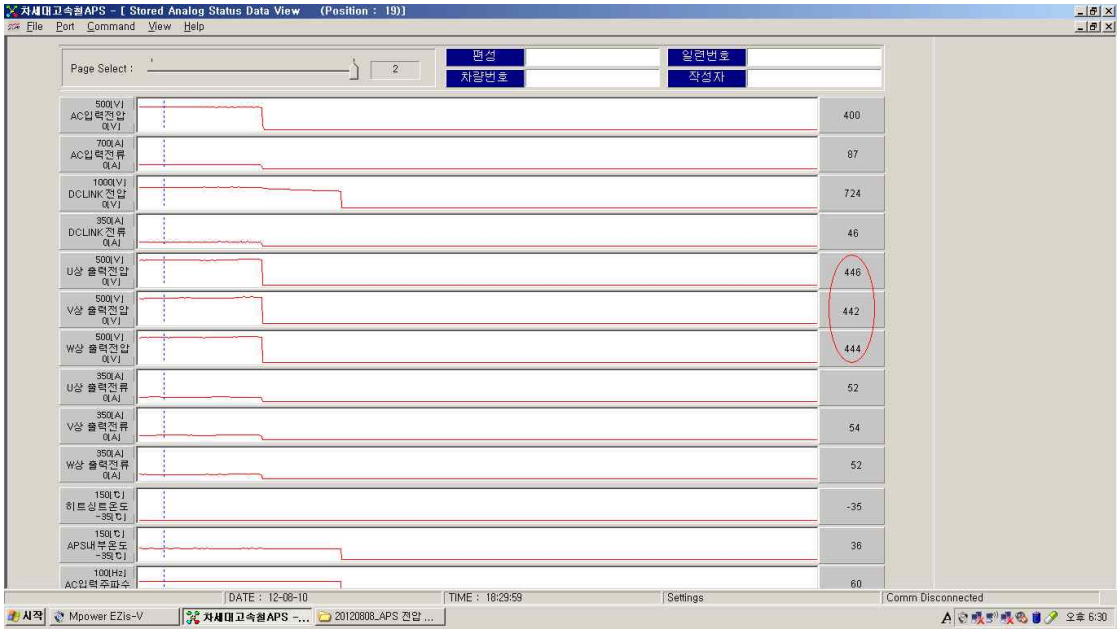
○ TC APS 뿐만 아니라 모든 APS 상태 점검 확인 (8/10)

○ 장기적으로 이물질, 진동 등에 대한 내구성 확보방안 수립

라. 측정 파형 및 고장 보드

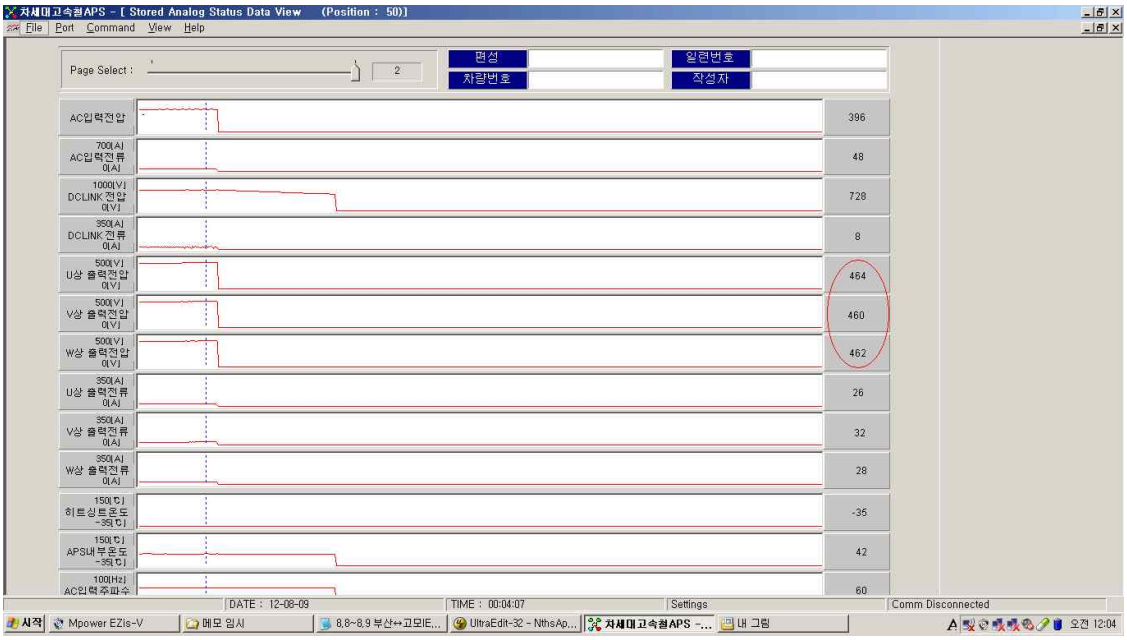
○ 측정파형

- 정상 출력 파형



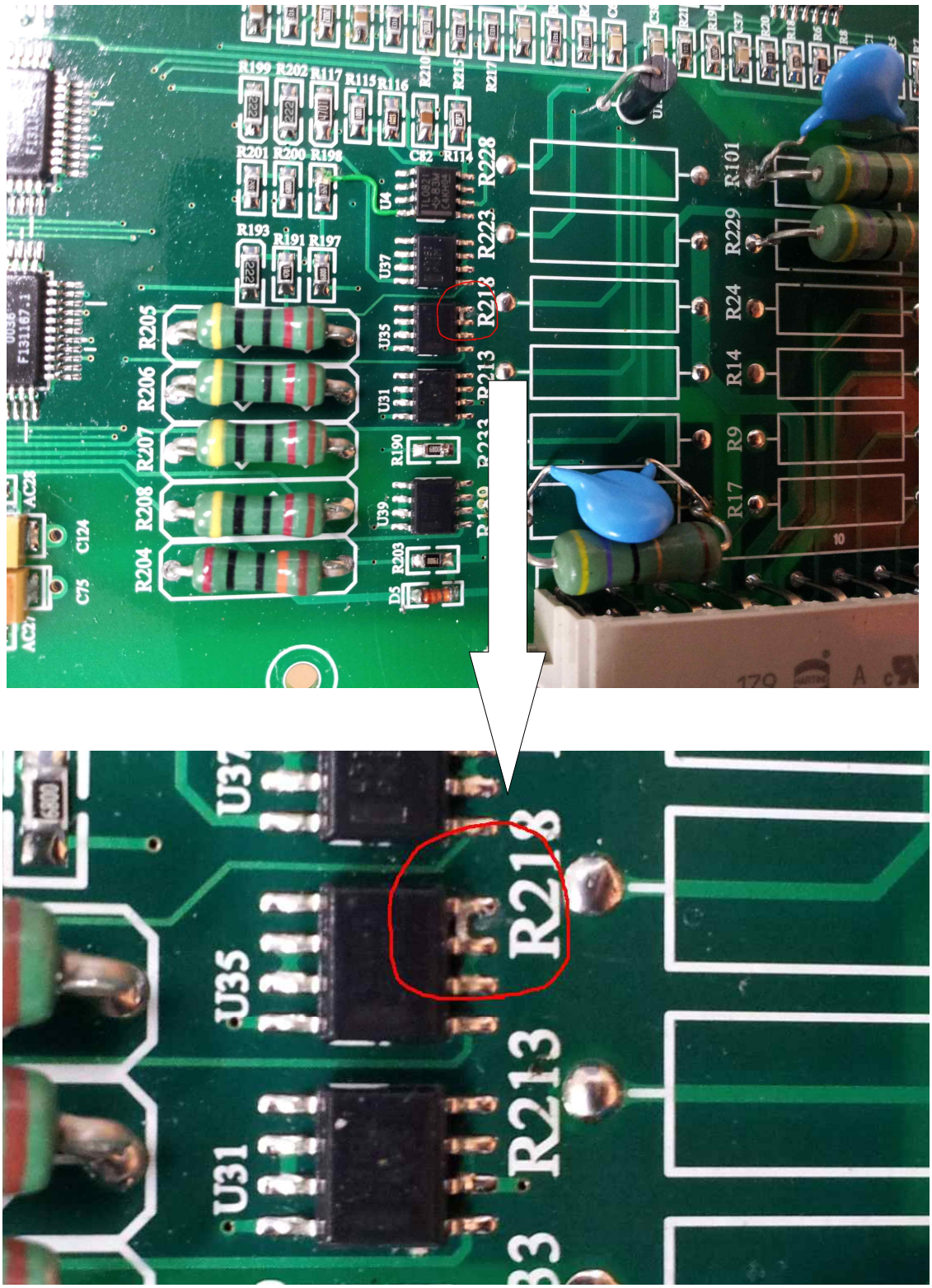
- 이상 출력 파형

- U, V, W상 출력 전압이 440V에서 점차 증가
- 460V 이상으로 증가함.



○ 고장 보드 사진 (SEN 보드)

- 보드에 설치된 칩에서 쇼트가 발생된 것을 확인함



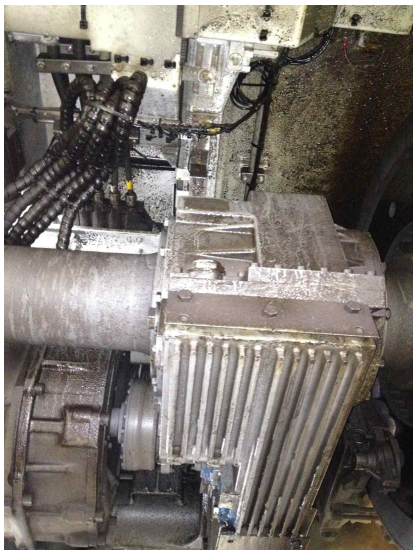
8. 본선 시운전 시 감속구동장치 누유 건 관련

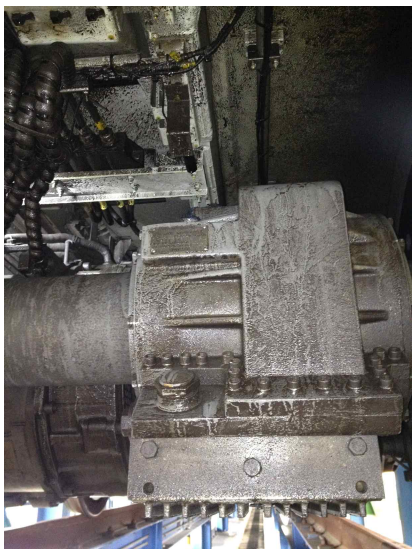
가. 현황

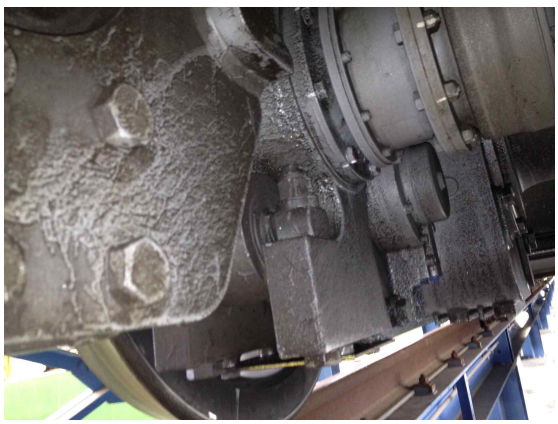
○ 시운전 시험 후 ES 과정에서 누유가 발생되고 있음을 확인

○ 누유 정도의 차이는 있으나, 전체 감속기에 발생

○ 차축과 연결되는 부위에서 발생되는 것으로 추정됨.







나. 조치 사항

○ ES 과정에서 오일을 추가 공급

○ 다이모스에서 현장 확인 (8/11)

- 오일 주입량 조정 및 시험후 확인 예정
- 오일 과주입 경우 누유가 발생할 수 있어, 전체적으로 조정함

○ 동일 현상 발생하는 경우 근본적인 대책 마련 필요

○ 오일량을 육안으로 확인할 수 있는 레벨게이지의 설치 필요

- 감속기내 오일량 확인 방안 마련 필요

9. M3 차체 측면 페어링 설치 관련

가. 개요

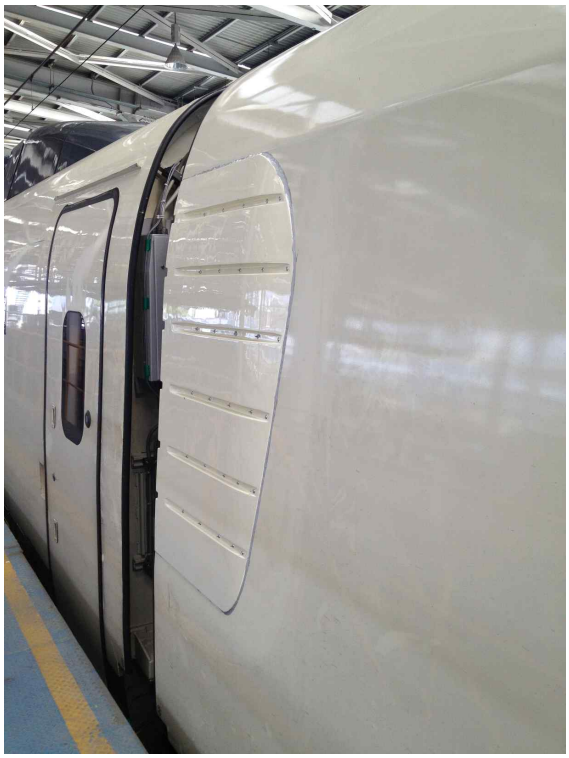
○ M3 차체의 외곽 형상이 유리창 2열 배치로 인하여 타 차체와 상이하여 타차체와 단차가 발생

○ 주행저항 및 공력소음 증가의 요인으로 작용함.

나. 설치 내용

○ M3 차체의 전후좌우 끝단에 타 차량의 외곽 형상에 맞는 별도의 페어링을 제작하여 설치 (8/10)





10. 차체 진동 저감 관련

가. 개요

○ 개발열차 본선 시운전 시험 시 후미 차체에서 발생하는 진동이 요댐퍼 설치 작업을 통해서 저감되었음.

나. 후미 진동 발생

○ 고속선에서는 100km/h 및 150km/h 정속 운전시 상행에서는 후미 진동이 발생하지 않으나, 하행시 일부 구간에서 발생함

○ 기존선에서는 100km/h 이상 주행시 2개의 속도 구간과 직선부에서 후미 진동이 발생함

다. 조치 내용

○ TC 및 MC 차량에 요댐퍼를 설치함

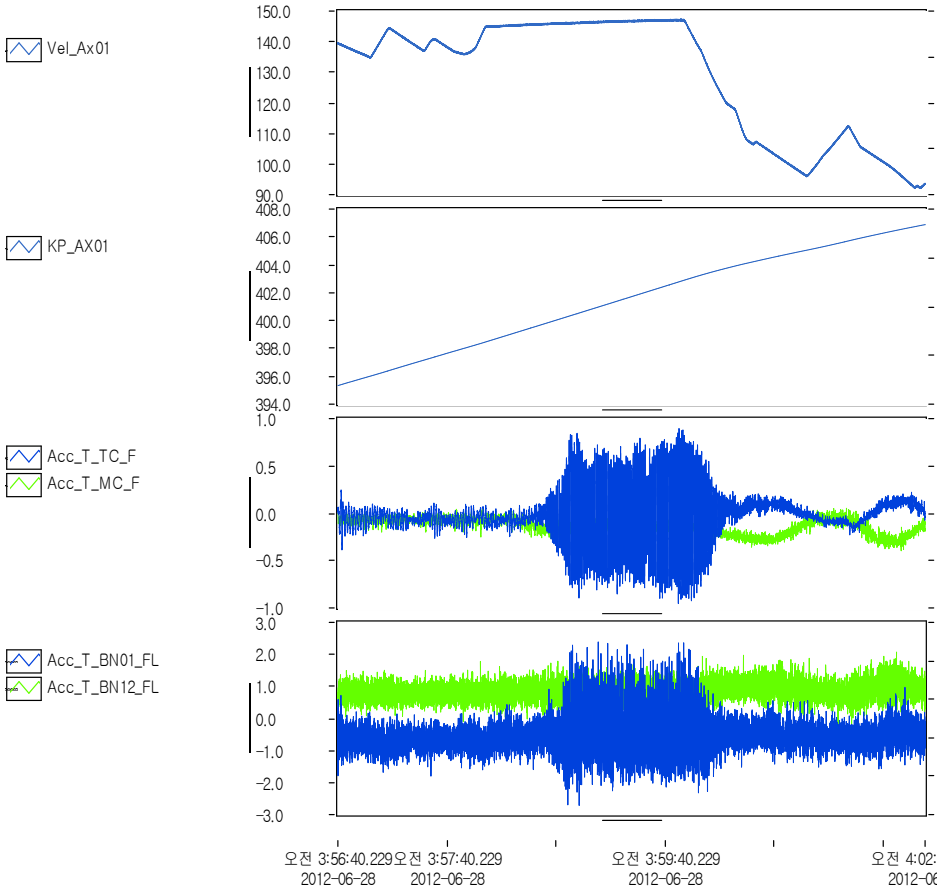
○ 2012년 7월 8일 시운전 시험을 통해서 차체 진동 저감을 확인.



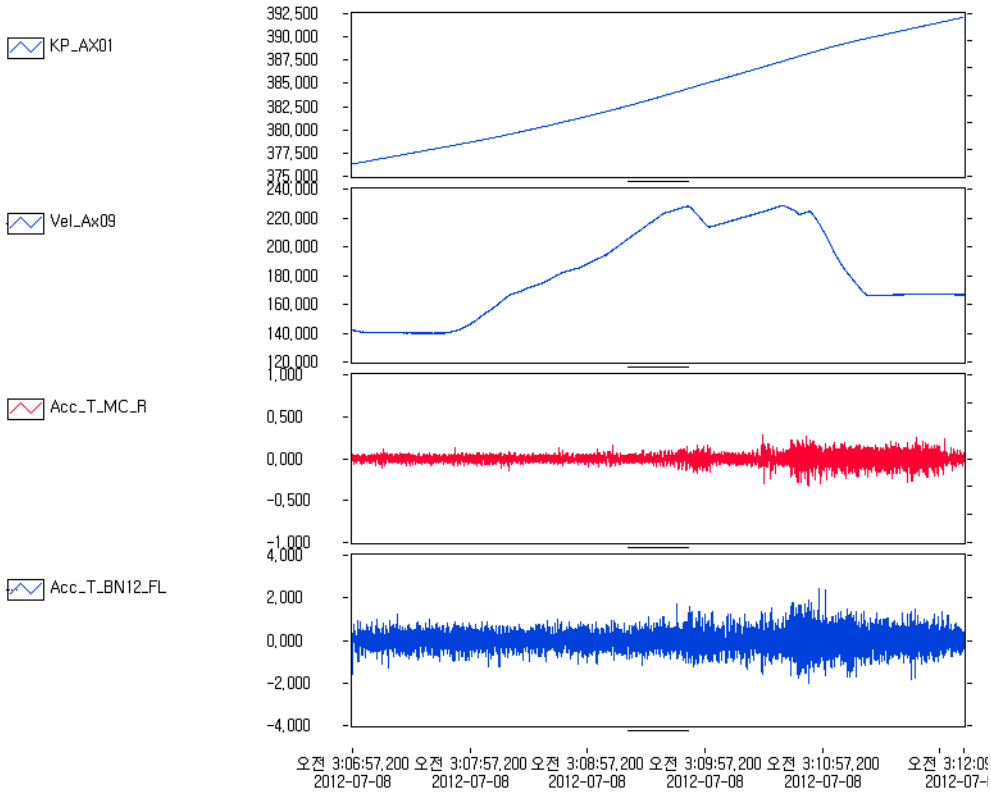
그림 3.2.4 요댐퍼 부착 사진

라. 조치 결과

- 요댐퍼 적용 전



- 요댐퍼 적용 후



11. 주회로차단기 문제점 관련

가. 제어기 전원 미인가

○ 발생일 : '12.1.13(M1 Car), 1.25(M4 Car), 2.1(M1 Car) 총 3회

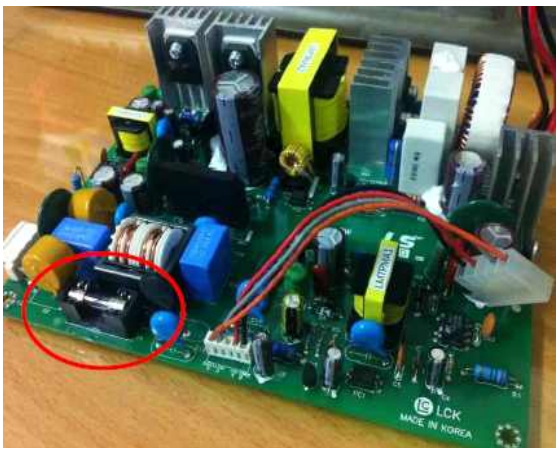
○ 내용 : 제어기 전원부 퓨즈(250V, 5A)가 끊어짐 발생

○ 원인분석 : 외부에서 제어기 보호설계 제어전압보다 높은 써지 전압 발생

○ 조치사항 :

· 제어기 교체 후, MCB 정상 동작

· 고장에 대비한 예비품 구비



나. 보조스위치 미동작

○ 발생일 : '12.1.15(M4 Car), 4.2(Mc Car) 총 2회

○ 원인분석 : 보조스위치 내부 점점 문제

○ 조치사항 : 1회차 -> 보조스위치 교체

2회차 -> 점검 후 정상 동작

* 보조스위치는 전 세계적으로 샬츠바우사가 대부분 공급. 본 MCB에도 동일 제품적용



다. 투입/차단시 충격소음 과다

○ 내용 : MCB 투입/차단시 충격소음 발생

- 기존 고속전철 : 전후부 동력차 기기실 지붕에 설치되어 있고 공간적인 측면에서 소음차단재 적용하였음.
- 차세대고속열차 : 객실(M1, M4) 지붕, 기기실(Mc) 지붕에 설치되어 있어 비교적 충격소음의 느낌이 더 강함.

○ 대책 :

- 개발업체를 통한 보완

○ 현 제품에 대한 차음/방음 방안은 어려움

- 설계시 소음에 대한 검토가 이루어지지 않음
- VI에 차음/방음재 추가 설치 공간 없음

○ 4차년도 종료과제로 하기의 일정으로 제품 개발을 요구

- 설계 : '12.06 - 08월말 완료
- 제작 : '12.09 - 11월말 완료
- 자체시험 : '12.12 - '13.02월말 완료
- 시료제작 및 형식시험 : '13.03 - 05월말 완료
- 양산제작 및 차량 취부 : '13.06 - '13.07 중순 완료
- 소요비용 : 3억 5천만을 요구

○ 외자품 교체

- 9월말 입고 예정으로 구매 추진중
- 주문 후 제작까지 기간 필요(통상 3.5개월 필요)

12. 소음저감을 위한 상부페어링 제거 관련

가. 개요

○ 차세대고속열차에서 260km/h 주행 시 발생하는 M2-M3 차량 상부에서 발생하는 소음을 저감하기 위해, 22일 주행 시 상부 페어링을 제거하고 시험 운행함

나. 제거후 실내소음 측정결과

○ 260~300km/h 속도의 차량 연결 통로에서는 95~99dB의 높은 소음이 발생했음

○ M2 객실에서는 88~92dB의 소음이 발생함

다. 결과 분석

○ 상부 페어링 제거가 고속으로 주행 시 발생하는 공력소음저감에 효과가 없음을 확인함

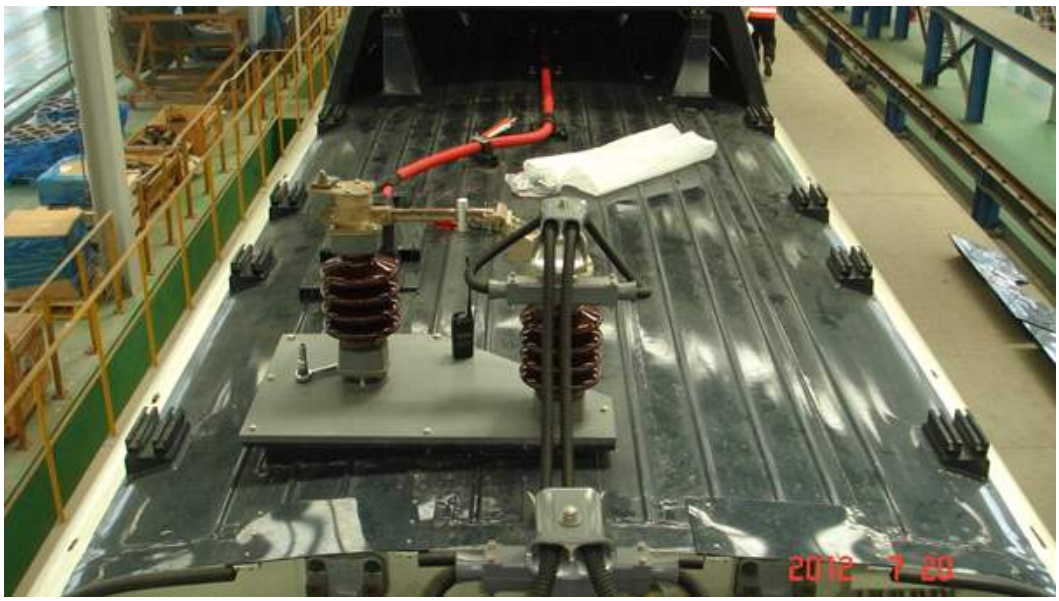


그림 3.2.5 상부 페어링 제거 모습

제3절 연차별 사업내용 조정 및 보완

차세대고속철도기술개발사업은 2007년 7월 착수하여 철도환경 변화 특히 중국 고속철도의 도약으로 '10. 5 사업시행계획변경으로 사업기간과 사업목표가 변경 추진되어 추진 중이었다.

○ 사업기간 6년→ 5년으로(총 연구기간 1년 단축)

- 사업목표 최고시험속도 400km/h → 430km/h
  최고운영속도 350km/h → 370km/h으로 상향 조정
- 기간 단축에 따른 시운전 주행거리 단축(10만km→3.5만km)
- 신뢰성 및 안정화 시험은 추후 신규과제로 추진 결정

그러나, 차세대고속열차의 제작 지연과 영업선로에서의 안전 확보로 인한 시험운행 감소로 기간내에 사업 목표의 달성이 불투명하고 개발 열차의 안정화를 위해 안정적인 사업 지원 및 시운전 시 안전 확보를 위해 후속사업과 연계할 수 있는 조치가 필요하였다. 이에 협약변경 신청(협약기간 1개월 연장)에 대한 타당성을 다음과 같이 검토하였다.

○ 시제열차 편성지연 및 완성차시험 중 부품고장으로 차량출고가 약 4개월 지연되었으며, 시운전 구간 안전대책 수립을 위해 1개월 추가지연이 발생하여 약 5개월의 지연이 발생됨

- '10.5월 사업목표 상향조정에 따른 설계변경 및 '11년 KTX-산천 고장대응을 위한 인력·장비 집중투입으로 시제열차 출고가 지연된 부분은 대외환경변화에 기인한 것으로 보이며,
- 시제열차는 영업선에서 시운전시험이 진행되므로 KTX의 영업운행을 저해하지 않도록 안전확보가 최우선이기 때문에 안전대책 수립을 위해 한국철도공사와의 협의에 많은 시간이 소요된 것으로 사료됨

○ 최종보고서 제출기한('12.9월말) 내에 최고속도 350km/h이상을 목표로 '12.6월부터 실시중인 증속시험과 관련하여,

- 선로안정성 확보, 주행회수 단축(주3회→주2회) 등 운행환경이 엄격해진 상황에서도 증속시험 일정을 일부 단축(약 2.5개월)하는 등 지연된 사업일정 만회를 위해 노력하고 있음
- 향후 사업목표 완수를 위해 연속적으로 시운전 시험이 진행될 수 있도록 관계기

관의 적극적인 협조가 필요함

○ 시제열차의 안정화를 위해 안정적인 사업 지원 및 시운전 시 안전 확보를 위해 후속사업과 연계할 수 있는 조치가 필요함

- 최고속도 시험 달성 가능성을 확인하고 시운전 시험의 연속성을 확보하기 위해 사업을 1개월 연장이 필요함
- 당초 계획했던 정량적 최종목표를 달성토록 하고, 430km/h 최고속도 시험은 조속히 진행될 수 있도록 후속사업과의 연계조치가 필요함

따라서, 차세대 고속철도기술개발사업이 **후속사업과의 원활한 연계를 통해 사업의 최종목표를 성공적으로 마무리할 수 있도록 현 사업을 1개월 연장하는 것은 타당**한 것으로 판단되었다.

이에, 다음과 같은 내용으로 사업기간과 사업목표를 변경하는 협약변경 신청서를 제출하고 관계기관과 협의를 수행하였다.

협약변경 신청서

대상과제 개 요	과제번호		예산연도	2011년		
	사 업 명	차세대 고속철도 기술개발사업				
	과제구분	■사업단 □ 연구단 □ 일반과제				
	과제명	차세대 고속철도 기술개발				
	주관연구기관	한국철도기술연구원	주관연구책임자	김기환		
	당해연도 연구기간	'11.07.18 ~ '12.08.30	참여기업	현대로템 등 20개 기업		
	당해연도 연 구 비	정부 12,066,000 천원	민간	4,687,942 천원	계	16,753,942 천원

국토해양부 소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 의하여 위 연구과제에 대한 협약내용을 아래와 같이 변경하여 연구를 수행코자 하오니 승인하여 주시기 바랍니다.

구 분*	변경내역 및 변경사유		
	변 경 전	변 경 후	변 경 사 유
협약기간	'11.07.18 ~ '12.08.30	'11.07.18 ~ '12.09.30	사업지연에 따른 기간 연장

* 구분 : 연구기관, 연구책임자, 참여기업, 연구비, 기타

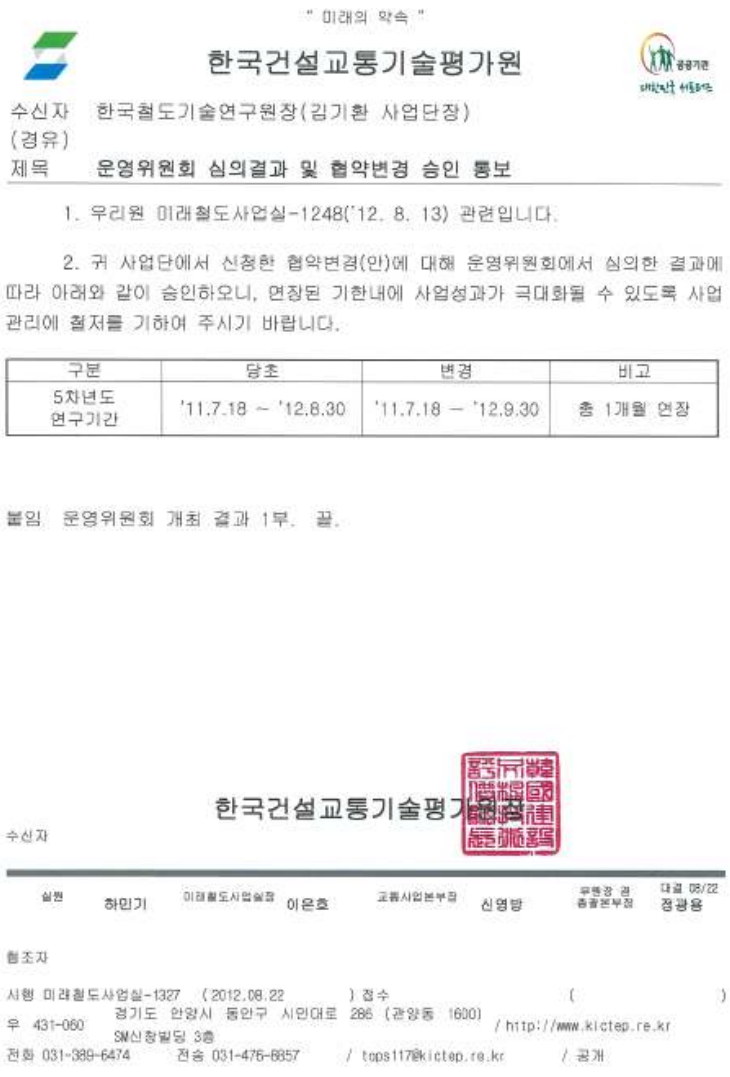
붙임 : 1. 변경사유(의견)서 및 과제현황
2. 연구비 변경 현황

2012 년 7 월 27 일

주관연구책임자 : 김 기 환 (인)
주관연구기관 : 홍 순 만 (직인)

한국건설교통기술평가원장 귀하

이 협약변경신청서에 의거하여 ‘12년 8월 16일 한국건설교통기술평가원에서 주최하는 철도분야 연구개발사업 운영위원회를 통하여 승인되었다.



" 미래의 약속 "

한국건설교통기술평가원

수신자 한국철도기술연구원장(김기환 사업단장)
(경유)
제목 운영위원회 심의결과 및 협약변경 승인 통보

1. 우리원 미래철도사업실-1248('12. 8. 13) 관련입니다.

2. 귀 사업단에서 신청한 협약변경(안)에 대해 운영위원회에서 심의한 결과에 따라 아래와 같이 승인하오니, 연장된 기한내에 사업성과가 극대화될 수 있도록 사업관리에 철저를 기하여 주시기 바랍니다.

구분	당초	변경	비고
5차년도 연구기간	'11.7.18 ~ '12.8.30	'11.7.18 ~ '12.9.30	총 1개월 연장

붙임 운영위원회 개최 결과 1부. 끝.

한국건설교통기술평가원

수신자

실원 하인기 미래철도사업실장 이은호 고등사업본부장 신영탁 부원장 겸 종합본부장 대결 09/22 정광용

협조자

시행 미래철도사업실-1327 (2012.08.22) 접수 ( )
우 431-060 경기도 안양시 동안구 시민대로 286 (관양동 1600) SM신창빌딩 3층 / http://www.kictep.re.kr
전화 031-389-6474 전송 031-476-6857 / tops117@kictep.re.kr / 공개

사업기간과 사업목표의변경이 승인되어 다음과 같은 향후 사업추진 일정을 계획하였다.

1. 단기 추진계획(~ ‘12.9.30)

○ KTX 영업운행에 지장을 주지 않도록 안전을 확보하면서 증속

- 대수송기간 등 영업 운행 우선으로 시험운행

○ 가능한 범위 내에서 시험속도 향상 및 최대한 주행거리 확보

최고시험속도(km/h)	변경전	430
	변경후	350이상
총 누적주행거리(km)	변경전	35,000
	변경후	10,000이상

○ 원활한 차세대고속철도기술개발사업 및 후속사업의 연계로 후속과제에서 최고속도 시험 수행

2. 장기 추진계획(~ '15/8/30)

○ KTX 영업운영의 지장을 주지 않도록 시운전 시 안전 확보

- 350km/h 이상의 시험운행에서는 가선의 장력 조정이 필요함으로 단기간 증속 필요

○ 최종적인 정량적 목표의 달성

- 당초 차세대 고속철도기술개발사업과 후속사업으로 구분하여 계획했던 정량적 목표를 달성토록 함

		~ '13/8/30	~ '14/8/30	~ '15/8/30
최고시험속도 (km/h)	변경전	300이상		
	변경후	430	300이상	430
총 누적주행거리 (km)	변경전	135,000		
	변경후	48,000	81,000	127,000

3. '12년도 시운전 계획

○ KTX 운행에 지장을 주지 않고 안전 제일 추진

○ 8월까지 350km/h 시운전 시험 수행

○ 9월은 하절기 전차선 열팽창과 추석 대수송 기간을 고려 300km/h로 조정 (전차선 장력 조정 일수 조정)

○ 10월초 장력 조정 이후 최단기간내에 최고속도 시운전 필요

(한국철도공사와 재협의 필요 (20km/h씩 증속)

○ 본선 시운전 시험 일정(안)

증속 단계	년	2012																										
	월	6	7				8					9				10					11				12			
(km/h)	주	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
170		═	═																									
230				═																								
300					═	═						═	═	═												═	═	═
310							═																					
320								═																				
330									═																			
340										═																		
350											═					═												
360																	═											
370																		═										
380																			═									
390																				═								
400																					═	═						
410																							═					
420																								═				
430																									═			
비 고												1)	1)	1)	2)	2)												

1) : 전차선 장력 증가시 하절기 전차선 열팽창 우려로 9월중반에 장력 조정토록 함.

2) : 추석 대수송 기간으로 시운전시험 일수 축소, 전차선 장력 조정에 따른 확인 시험 필요

4. 기타

○ 열차의 안정화 시급

- 추진장치의 안정화 시급(특히, 400km/h 이상 주행을 위해 동기전동기의 안정화는 필수적임.
- 속도 증속에 따라 실내 소음 증가에 대한 대책 필요(페어링의 조정, 차간 연결부분 등)

○ 원할한 시운전 위한 관계기관 협조 필요

- 한국철도공사와 한국철도시설공단의 적극적인 협조 필요

○ 9월 시운전을 위한 기간 연장 등 행정적인 조치 필요

- 1개월 전에 시운전 계획을 제출해야 하므로 8/3일까지는 행정조치 필요

제4절 차세대고속철도기술개발의 전반적인 일정관리

1. 개요

본 사업을 통해서 개발된 차세대고속열차는 5차년도에 들어 차량 제작 완료, 철도안전법에 의거한 완성차시험/최종검사 및 본선 시운전 시험 등 사업목표를 달성하기 위한 전반적인 일정관리가 상당히 중요한 시기였다. 따라서, 정기적인 현장점검 및 분기별 진도보고 등을 통하여 사업일정을 준수하기 위한 노력을 경주하였다.

2. 현장점검

현장점검은 비정기적 점검회의였으며, 국토해양부와 한국건설교통기술평가원과 함께 공동으로 주관하여 시제열차 제작 완료 일정을 점검하기 위하여 현대로템(주) 창원공장에서 2회에 걸쳐 다음과 같이 진행되었다.

가. 1차 현장진도점검

1차 현장진도점검은 한국건설교통기술평가원과 공동으로 수행되었으며, 관련 진행내용과 점검에 대한 현대로템(주)의 보완답변서를 다음과 같이 정리하였다.

(1) 개 요

○ 일시 : 2011년 10월 5일 (수) 13:00 - 16:00

○ 장소 : 현대로템(주) 창원공장 의장3공장 1층 회의실

○ 참석자 : 이은호 실장, 하민기 연구원(한국건설교통기술평가원),
이정율 수석, 장정훈 선임(현대로템(주)), 백진성 선임(한국철도기술연구원)

○ 목적 : 국토해양부 요청에 따른 시제열차 제작현황을 한국건설교통기술평가원에서 작성 예정이며, 이에 대한 현황파악을 위한 점검임.

(2) 현장점검 진행내용

○ 시제열차 제작현황 발표(이정율 수석)

- 공장장 보고용 자료(9/29(목))를 인용해 발표.
(공장장 보고용 자료(10/6(목))로 보완하여 제제출 요청함)

- 완성차 시험(12/5~12/31) 관련 시험항목 및 절차서는 현재 작성중이며, 조속히 한국철도기술연구원 인증센터와 협의하여 10월/말 완료 예정임. 사업단 공정회의(10/13(목))시 12월말까지의 상세 Activity 발표 예정임.
- 한국건설교통기술평가원은 배전반 제작 관련 현황과 만회대책을 현대로템(주)에 요청함. 추가 일정지연에 대한 우려를 표함. 한국건설교통기술평가원 입장에서 우진산전에서 수행하고 있는 R&D 과제(모터블럭 국산화 과제 등)들이 계속 문제가 있음을 언급함.
- 현대로템(주)은 유진기공산업(주)에 진동시험시 파손된 팬헤드 부분을 제외하고 나머지 요소들을 차량시스템과의 인터페이스 검토를 위해 차주까지 창원공장 입고 요청한 상황을 설명함.
- 유진기공산업(주) 개발품 중 Tc, Mc Car용 BOU 및 compressor 입고가 지연중임.
- M1, M4 Car는 상하기기 취부 및 스커트 설치완료 상태임.
- M1 Car에 의자 2*1 1열을 취부 완료 상태임.




- M3 Car에 스넥바 및 가족실 의장작업 완료 상태임.
- Tc Car에 Cab Mask 취부 완료 상태임.
- 판토그라프 하우징 설치 완료 및 MCB 입고/설치 완료 상태임.




- 통로연결막 개발품 입고 완료 상태임.

(3) 기타

○ 이월신청 자료에 대한 추가적인 보완을 요청함.

○ 한국건설교통기술평가원 김태희 본부장 창원공장 방문 예정임.(11월 초)

○ 국토해양부에서는 '12년 첫 이벤트로 시제열차 roll-out 행사를 계획하고 있음을 한국건설교통기술평가원에서 언급함.

(4) 조치 요구사항

○ 시제열차 제작의 추가지연 발생 상황별 공정만회 대책 시나리오를 마련하여 대응하여야 함.

- 매주 공정회의를 통해 시제열차 제작현황 및 지연 발생 부품에 대한 대책을 마련하고 있음.

공정	지연발생 상황	대 책
차량 제작	TC, MC 전기배선 추가 변경 발생	• 신속한 설변 및 수정작업으로 내전압시험 일정내 완료 • 추가 배선 및 설계 재검토 및 검사 철저
	TC, MC 운전실 작업 지연	• 운전실데스크 배선작업 철저 • 운전실배전반 및 전장품 배선검사 철저 • 운전실내 기능품 입고 일정 관리 • 완성차시험 전 모든 기능 점검
	MC 기기실 작업 지연 (주요 전장품 입고 지연)	• 기기실내 전장품 배선 선 작업 및 커넥터 작업 사전 완료 • 기기실 전장품 입고시 신속한 장착을 위한 사전 준비 철저 • 최악의 경우 차량편성 후에도 장착이 가능하도록 사전 준비
배전반 입고	납기 지연	• 배전반 취부를 위한 사전작업 선 실시(더미 배전반을 이용한 차량배선 정리 및 커넥터 작업 선 실시, 차량취부를 위한 인터페이스 선 실시
		• 배전반 입고 일정과는 무관하게 차량의장 작업, 단차시험, 대차차입 등 차량편성을 위한 작업 예정대로 추진 (M1-M3 Car 입고 완료)
대차 제작	주요 부품 납기 지연 (감속기 입고 지연)	• 감속기 입고 일정관리 및 제작 지원 (4량분 입고 완료)
	공장 완성대차 조립 지연 (양산대차 생산으로 라인 포화)	• 대차차입 시점에 양산대차 제작라인 중단 및 차세대 공정 투입
대차 차입	배전반작업 지연으로 대차차입 작업 지연	• 배전반을 대차차입 이후에 설치 할 수 있도록 하여 대차차입 일정을 예정대로 추진
단차 시험	완성차 편성일정 부족에 따른 일부 단차시험 미실시	• 편성이후 완성차시험 중에 실시할 수 있도록 시험 일정 조정
완성차 시험	차량배선 및 기기작동 불능에 따른 완성차시험 일정 지연	• 차량배선 등이 이상이 없도록 단차상태 에서 라인체크 및 내전압시험을 철저히 하며 편성이후 문제발생시 신속한 조치를 위한 작업인원 등을 사전 배치

- 시제열차 차량 제작현황(11/24 공정회의 기준)

공 정 명			차 종						비 고
			M1	M4	M2	M3	TC	MC	
공정	의장완성	완료	완료	완료	완료	완료	11/19	11/25	
	LINE CHECk & 수정	착수	9/29	10/26	11/10	11/15	11/20	11/26	· 5일 소요, MC-5일소요 · 설변 작업 포함
		완료	10/25	11/8	11/15	11/20	11/24	11/30	
	의자/테이블 취부	착수	10/10	11/16		10/17	11/29		· 3일 소요
		완료	10/19	11/18		10/26	12/1		
	팬토/팬토제어기	입고	완료	완료					· 팬토 계측용센서 취부, 튜닝작업을 위에 반출 예정
		착수	11/8	11/17					
		완료	11/8	11/19					
	내전압시험 (차업/고압)	착수	10/31	11/12	11/17	11/21	11/25	11/29	· 3일 소요 · 저압/고압: 의장2팀 수행
		완료	11/4	11/15	11/19	11/23	11/27	12/1	
	내전압시험 (특고압)	착수	11/10	11/30					· 1일 소요
		완료	11/11	11/30					
	MC 전장품 취부	입고						11/26	
		완료						12/2	
	기밀시험	착수	11/17	11/25	11/26	11/26	12/10	12/13	· 1일 소요 · 배전반 취부 전 기밀시험 주진
		완료	11/18	11/25	11/26	11/26	12/10	12/13	
	배전반취부	입고	11/23	11/25	11/23	11/23	12/10	12/10	· 4일 소요->3일소요 변경 · 2개조 운영
		착수	11/23	11/26	11/23	11/26	12/10	12/10	
		완료	11/25	11/27	11/26	11/27	12/11	12/11	
	대차차입	입고	11/25	11/30	11/27	11/27	12/3	12/4	· 1일 소요 · 11월내 M car 전량대차 차입 목표 · TC, MC 배전반 취부 후 차입 기준
		착수	11/25	11/30	11/27	11/28	12/12	12/12	
		완료	11/25	11/30	11/27	11/28	12/12	12/12	
	상태검사	착수	11/26	12/1	11/28	11/29	12/13	12/13	· 상태검사 1일 + 수정 포함
		완료	11/27	12/2	11/29	11/30	12/13	12/13	
편성/시험	단차시험	착수	12/5	12/7	11/30	12/1	12/15	12/15	· 생략가능 - 기성시 완료(내전압,기밀 등)
		완료	12/6	12/8	12/1	12/2	12/15	12/15	
	편성		12/6	12/8	12/1	12/2	12/16	12/16	· 편성후 중량측정, 치수검사 필요
	완성차시험	착수	12/16						완성차시험 상세일정 별첨 참조
		완료	-						

○ 공장내 시험 일정 축소에 따른 문제점 등에 대한 검토결과와 항목 및 내용, 일정 등 시험계획을 제시하기 바람.

- 공장내 시험(완성차시험 포함) 추진 상세계획은 수립되어 있으며, 사업단 및 관련기관과 상세계획에 대하여 계속적인 협의 중에 있음.
- 공장내 시험(완성차시험 포함) 항목은 하기와 같이 크게 철도안전법 기준하여 19개 항목으로 구분됨.

번호	완성차 시험 항목			종목 수
1	외관구조 검사			1
2	측정에 의한 검사	중량측정시험		1
3		차량한계측정시험		1
4		곡선통과시험		1
5		접지시험		1
6		절연저항시험		1
7		내전압시험		1
8		차체 및 대차치수 측정	차체의 휨	1
9			연결기 높이	
10			언더프레임 수평도	
11			대차의 수평도	
12	누수시험			1
13	차체리프팅시험			1
14	집전장치시험			1
15	추진제어장치시험			5
16	신호보안장치시험			2
17	종합제어장치시험			11
18	냉난방, 환기장치시험			1
19	기능 및 동작시험			34

- 공정회의(11/24)에서 '12.01.10까지 시험 완료하도록 현대로템(주)과 협의함.

○ 일정지연으로 완성차 시험 기간이 축소됨에 따라 시운전 일정에 영향이 없도록 단차시험 및 조합시험을 강화하여야 함.

- 공정회의(11/24)시 협의한 조정일정에 대해서 추가 문제가 발생하지 않도록 철저히 관리하겠음.
- 시운전 일정에 영향이 없도록 완성차시험 및 단차시험을 동시에 수행 예정임.
- 단차 및 조합시험 시 발생할 리스크에 대해서 작업자 및 부품 공급이 원활히 되도록 준비하고 있음.
- 공정회의(11/24)에서 '12.01.10까지 시험 완료하도록 현대로템(주)과 협의함.

○ 시제열차 개발에 따른 고속열차 국산화율 및 개발된 핵심요소기술 현황, 특허 등 양적·질적 연구성과를 제시하기 바람.

- 현대로템(주) 과제 발주품 중 국산품 비율

구 분	국산	수입산	국산품비율
부품수량 비교	4,762	126	97.4%
금액 비교	153.0 억원	29.7 억원	83.7%

- 본 집계는 현재 현대로템(주) 과제에서 발주 완료된 품목을 기준으로 계산한 것임.
- 본 국산화율 집계는 단순히 부품의 수량 및 금액을 고려하여 평가한 것으로 실제 기술의 국산화율과는 상이할 수 있음.
- 부품 수량대비 금액의 국산화율이 저조한 이유는 승강문, 연결기 및 변압기 등 고가의 부품 수입에서 비롯됨.
- 상기 집계에는 세부과제 공급품이 제외되었으나 세부과제 참여업체 개발품(10종)은 일부 수입산 부품이 사용되고 있으나 완성품 단위로는 모두 국산품으로 간주함.

- 개발된 핵심요소 기술현황

- 고속차량 공력해석 및 실내외 소음 예측 기술
- 400km/h 이상의 고속차량의 외부소음 저감기술
- 실내소음 저감을 위한 의장 설계 기술
- 소음저감을 위한 차체형상, 차체 경량화 설계 및 제작 기술
- 고속분산식 추진 장치 및 유도 및 동기전동기 개발 기술
- 독립형 대차의 주행안정성 보장을 위한 기술
- 분산식 고속열차의 제작경험 및 다양한 고객요구조건에 대응하는 차량설계 Knowhow

- 정량적 성과 현황(5차년도 11/23 기준)

성과 항목	표준 성과지표	성과 측정방법	5차년도 목표치		통합/ 총괄		I-1		II-1		II-2	
			목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문	학술지 게재 논문 건수	논문게재	26	2	14	1	5	1	1		6	
	학술지 발표 논문 건수	논문발표	51	40	23	18	14	12	3	3	11	7
지식 재산권	특허출원 건수	특허출원	9	2	3	2	-		6		-	
	특허등록 건수	특허등록	2		1		-		1		-	
	S/W 등록 건수	S/W 등록	4	2	4		-		-	2	-	
인력 양성	분야별 인력양성 배출실적	인력양성	5	3	3	3	-		-		2	
산학연 협력	산학연간 기술지원	기술지원	6		6		-		-		-	
기타		전문가/ 기술세미나 개최	1		1		-		-		-	

○ 위기상황 발생시 신속한 대책 마련을 위해 제작공정 및 시험에 대한 주간 모니터링을 실시하고 그 결과가 매주 보고될 수 있도록 조치바람.

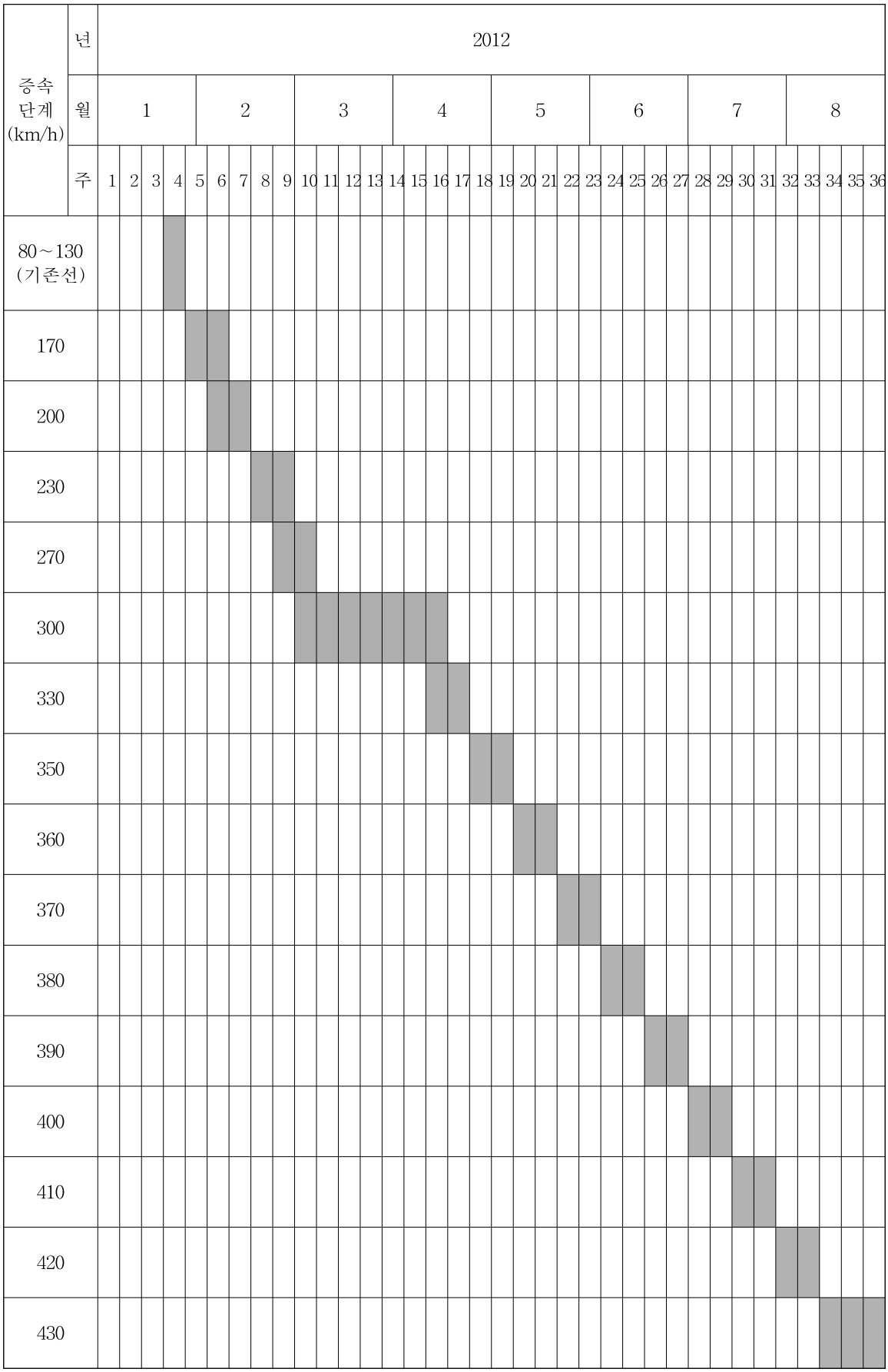
- 위기상황 발생시 신속한 대책 마련을 위해 제작공정 및 시험에 대한 주간 모니터링을 실시하고 있으며, 문제발생시 조속한 시일내에 보고될 수 있도록 조치하겠음.
- 매주 공정회의를 통해서 제작공정을 모니터링 하고 있음.

○ 시제열차 제작 추가 지연이나 변경상황 발생시에는 대책을 마련하여 즉시 보고바람.

- 매 주간 단위로 제작현황 점검을 위한 공정회의 실시를 통해 추가 지연 및 변경사항에 대해서는 철저 대처하고 있으며, 문제발생시 보고될 수 있도록 조치하겠음.

○ 본선 시운전 관련 사항

- 본선 시운전 시험기간이 충분하지 않으므로 3만5천km 시운전 및 430km/h 최고속도 시험 달성을 위한 상세 시험계획을 수립하고,
  - 3만5천km 시운전 및 430km/h 최고속도시험 달성을 위한 세부계획을 수립하였고, 이를 달성하기 위한 시운전단 구성을 위해 관련기관과 협의중임.


증속 단계 (km/h)
년
2012
월
1
2
3
4
5
6
7
8
주
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36
80~130 (기존선)
170
200
230
270
300
330
350
360
370
380
390
400
410
420
430

- 본선 시운전 시험항목

구분	순번	시험항목	
차량운용성능시험(철도공사)	1	주행 성능시험	역행시험
			구배기동 및 가속성능시험
			휠 슬립조정시험
			온도상승시험
			Disabled 상태
			Preset Speed 시험
	2	대차주행성능시험	
	3	제동 성능시험	상용제동 일반
			상용제동(공기)
			상용제동(회생)
			비상제동
			주차제동
	4	집전 성능시험	접촉력시험
			이선률측정시험
			상승/하강시험
			양력측정시험
	5	주행 동특성시험	주행안전성시험
			차량동적거동시험
	6	차륜/궤도 작용력시험	
	7	유도장애시험	
	8	소음시험	차내소음
			차외소음
	9	차내환경 및 기밀시험	
	10	통합차상신호시험	
	11	활주방지시험	
	12	승차감시험	
	13	지상설비연계동작시험	
	14	제어 및 감시성능시험	
시스템 인터페이스 시험 (철도연,시설공단)	1	선로구조물	궤도성능
			교량성능
			터널성능
	2	전철전력	전차선
			송변전
	3	신호	

구분	순번	시험항목	
고속성능시험(철도연)	1	제동성능시험	
	2	소음시험	차내소음
			차외소음
	3	집전장치	판토그래프 동특성시험
			집전화상모니터링시험
			집전 전압/ 전류 특성 시험
	4	고속주행 성능시험	주행안전성/안정성시험
			승차감시험
			동력전달온도시험
	5	가속성능시험	추진성능시험
			차축토오크시험
	6	공력특성시험	주행저항시험
			압력파시험
	7	통합차상신호시스템성능시험	
안전성모니터링시험(철도연)	1	건전성 모니터링	대차건전성모니터링시험
			차체건전성모니터링시험
	2	전자파 간섭시험	전도성 간섭시험
			유도성 간섭시험
			복사성 간섭시험
			EMF 측정시험
	3	추진 및 보조전원시스템 성능시험	추진성능시험
			전원성능시험
	4	전력품질시험	전압왜형률
			품질지수시험
	5	소비에너지시험	
	6	진동특성시험	주행노선 진동Map 구성시험
			구조적 진동경로 추적모니터링
	7	신기술 계측시험	고정밀위치검측시험
			무선모니터링시험
			궤도불규칙 진동 모니터링

- 본선 시운전 시 발생가능한 다양한 상황(부품 고장 및 결함 등)에 대한 대응 시나리오를 마련하여 12월말 현장점검시 보고하여야 함.

• 본선 시운전 시 발생가능한 다양한 상황(부품 고장 및 결함 등)에 대해서 현대로템(주) 및 세부 관련과제와 협의하여 예비품 준비 및 대응 시나리오를 작성하여 12월말 현장점검시 보고하도록 조치하겠음.

나. 2차 현장진도점검

2차 현장진도점검은 국토해양부와 한국건설교통기술평가원과 공동으로 수행되었으며, 관련 진행내용을 다음과 같이 정리하였다.

(1) 점검개요

○ 대상과제 : 차세대고속철도기술개발사업 2-1핵심 분산형 차량모듈 및 시제열차 기술개발 과제

○ 점검일시 : '11. 11. 2(수)

○ 점검장소 : 핵심주관기관(현대로템(주) 창원공장)

○ 참석자

- 국토해양부 : 조현준 사무관
- 한국건설교통기술평가원 : 이은호 실장, 하민기 연구원,
- 차세대고속철도기술개발사업단 : 이세훈 사무국장, 김석원 세부과제 연구책임자
- 현대로템(주) : 이정율 부장, 민평오 차장

(2) 주요 점검내용

○ 시제열차 제작 공정 현황 및 차량별 구성 현황 등

(3) 점검결과

○ 설계변경 및 일부 부품의 납기지연으로 보완 계획('11.9 제작완료) 대비 2개월 가량 차량제작이 지연된 상태임

○ 주요 지연부품인 우진산전에서 제작하는 배전반 납기 추가지연(현재 2개월 이상지연) 방지를 위해 주간점검을 통한 공정관리 진행중

※ 배전반 : 차량내 전기공급 및 차단을 제어하는 장치

- '11. 6. 2 : 회로도 수정·보완 완료
- '11. 6. 28 : 제작관련 협의(9월말까지 납품 완료)

- ‘11. 8. 30 : 현대로템(주)의 제작점검 결과 납품 지연 확인
- ‘11. 9. 6 : 사업단 주재 제작점검 협의(10월말까지 전량 납품 요청)
- ‘11. 11. 2 : 현장점검 결과 11/23납품 예정

○ 차량별 제작현황

차량	당초계획	현황	지연 사유
TC	• 의장작업 완료(9/9) • 단차시험 완료(9/21)	• 의장작업 진행중, 공정율 75% (12/2 완료예정)	• 배전반 입고(11/23 예정) 및 운전실 데스크 모듈 입고 지연
M1	• 의장작업 완료(7/29) • 단차시험 완료(8/9)	• 의장작업 진행중, 공정율 95% (11/26 완료예정)	• 배전반 입고 지연(11/23 예정) 및 판토그래프는 미취부
M2	• 의장작업 완료(8/19) • 단차시험 완료(9/15)	• 의장작업 진행중, 공정율 95% (11/17 완료예정)	
M3	• 의장작업 완료(9/3) • 단차시험 완료(9/20)	• 의장작업 진행중, 공정율 95% (11/25 완료예정)	• 배전반 입고(11/23) 지연 및 판토그래프는 미취부
M4	• 의장작업 완료(8/13) • 단차시험 완료(8/30)	• 의장작업 진행중, 공정율 95% (11/29 완료예정)	• 배전반 입고(11/23) 지연 및 판토그래프는 미취부 • 실내 케이블 추가 작업
MC	• 의장작업 완료(9/9) • 단차시험 완료(9/30)	• 의장작업 진행중, 공정율 65% (12/4 완료예정)	• 배전반 입고(11/23) 지연 및 판토그래프는 미취부 • 실내 전장품 입고 예정 (11/11)
대차	• 롤러리그 (대차동특성 주행시험) 시험완료(9/30)	• 롤러리그 시험완료 (10/4~10/8), 차량편성(12/5) 예정	

○ 향후 차량제작 일정
- 대차 차입 : 11/19 ~ 11/28
- 단차시험 완료 : ~ 12/4
- 편성조립 완료 : ~ 12/5
- 완성차 공장내 시험 : 12/5 ~ 12/31

(4) 조치 요구사항

○ 시제열차 제작의 추가지연 발생 상황별 공정만회 대책 시나리오를 마련하여 대응하여야 함

○ 공장내 시험 일정 축소에 따른 문제점 등에 대한 검토결과와 항목 및 내용, 일정 등 시험계획을 제시하기 바람

○ 일정지연으로 완성차 시험 기간이 축소됨에 따라 시운전 일정에 영향이 없도록 단차시험 및 조합시험을 강화하여야 함

○ 시제열차 개발에 따른 고속열차 국산화율 및 개발된 핵심요소기술 현황, 특허 등 양적·질적 연구성과를 제시하기 바람

○ 위기상황 발생시 신속한 대책 마련을 위해 제작공정 및 시험에 대한 주간 모니터링을 실시하고 그 결과가 매주 보고될 수 있도록 조치바람

○ 시제열차 제작 추가 지연이나 변경상황 발생시에는 대책을 마련하여 즉시 보고바람

○ 본선 시운전 관련 사항

- 본선 시운전 시험기간이 충분하지 않으므로 3만5천km 시운전 및 430km/h 최고속도 시험 달성을 위한 상세 시험계획을 수립하고,
- 본선 시운전 시 발생가능한 다양한 상황(부품 고장 및 결함 등)에 대한 대응 시나리오를 마련하여 12월말 현장점검시 보고하여야 함

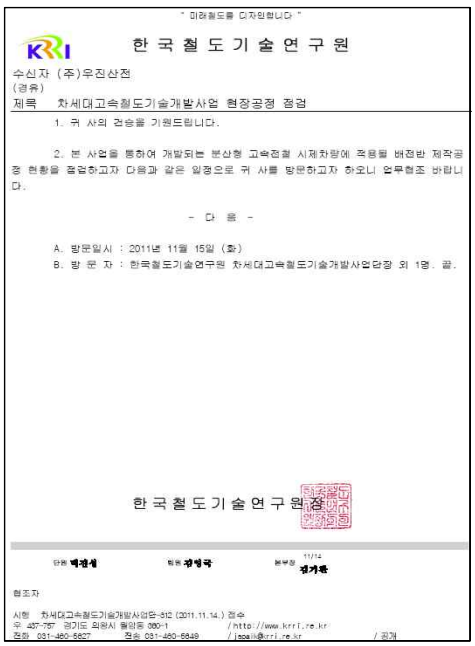
(5) 향후계획

○ 현장진도점검 결과 보완답변서 접수 : 11/28

○ 시제열차 제작진행 현황에 대한 주간 모니터링 실시

○ 시제열차에 대한 국토해양부 및 평가원 공동 현장점검 실시 : 12/20

또한, 사업단 주관하에 비정기적으로 시제열차 부품 제작 완료 일정을 점검하기 위하여 배전반, 감속구동장치, 주행장치 등의 제작 현장을 점검하기도 하였다.


" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 (주)우진산전
(경유)
제목 차세대고속철도기술개발사업 현장공정 점검

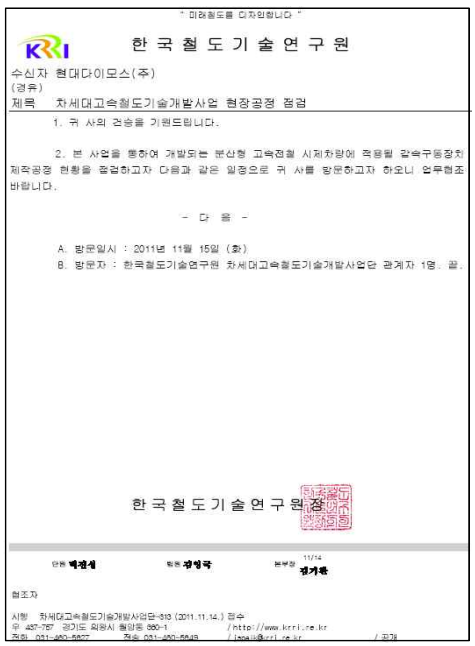
1. 귀 사의 건승을 기원드립니다.

2. 본 사업을 통하여 개발되는 분산형 고속전철 시제차량에 적용될 배전반 제작공정 현황을 점검하고자 다음과 같은 일정으로 귀 사를 방문하고자 하오니 업무협조 바랍니다.

- 다 음 -

A. 방문일시 : 2011년 11월 15일 (화)
B. 방 문 자 : 한국철도기술연구원 차세대고속철도기술개발사업단장 외 1명. 끝.

한국철도기술연구원장


" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 현대다이모스(주)
(경유)
제목 차세대고속철도기술개발사업 현장공정 점검

1. 귀 사의 건승을 기원드립니다.

2. 본 사업을 통하여 개발되는 분산형 고속전철 시제차량에 적용될 감속구동장치 제작공정 현황을 점검하고자 다음과 같은 일정으로 귀 사를 방문하고자 하오니 업무협조 바랍니다.

- 다 음 -

A. 방문일시 : 2011년 11월 15일 (화)
B. 방문자 : 한국철도기술연구원 차세대고속철도기술개발사업단 관계자 1명. 끝.

한국철도기술연구원장

3. 분기별 진도보고

매 분기별 진도보고를 통해 모든 과제 연구진행 상황과 연구비 집행현황 등을 조사하여 과제들의 현안사항을 파악하였다.

가. 분기별 진도보고(예 : 2011년 3/4분기)

(1) 과제현황

(단위 : 천원)

<table>
<tr><td>사업명</td><td colspan="5">미래철도기술개발사업</td></tr>
<tr><td>과제명</td><td colspan="3">차세대고속철도기술개발</td><td>사업단장</td><td>김 기 환</td></tr>
<tr><td rowspan="2">총괄연구기관</td><td rowspan="2">한국철도기술연구원</td><td>총연구기간</td><td colspan="3">2007-07-31 ~ 2012-08-30</td></tr>
<tr><td>당해년도기간</td><td colspan="3">2011-08-01 ~ 2012-08-30
(세부 II-1-1 : 2011-07-18
~ 2012-08-30)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">사업비</td><td rowspan="2">정부출연금</td><td colspan="2">기업부담금</td><td rowspan="2">소 계</td></tr>
<tr><td>현금</td><td>현물</td></tr>
<tr><td>1차년도</td><td>9,634,000</td><td>484,557</td><td>3,815,703</td><td>13,934,260</td></tr>
<tr><td>2차년도</td><td>7,612,000</td><td>483,044</td><td>2,902,397</td><td>10,997,441</td></tr>
<tr><td>3차년도</td><td>16,574,000</td><td>1,154,101</td><td>6,783,934</td><td>24,512,035</td></tr>
<tr><td>4차년도</td><td>18,580,000</td><td>1,207,882</td><td>7,132,751</td><td>26,920,633</td></tr>
<tr><td>5차년도</td><td>14,248,000</td><td>700,265</td><td>4,120,038</td><td>19,068,303</td></tr>
<tr><td>합 계</td><td>66,648,000</td><td>4,029,849</td><td>24,754,823</td><td>95,432,672</td></tr>
</table>

(2) 당해연도 연구목표 및 성과지표

성과지표	성과물 명칭	목표치	분기별성과 (누적성과)	달성률 (%)	성과관리 시스템 등록여부 (O/X)
학술지 논문게재 건수 (국내)/(국외)	국내 학술논문게재	34	4(15)	44.1	X(등록 예정)
	국외 학술논문게재	9	1(4)	44.4	X(등록 예정)
학술지 논문발표 건수 (국내)/(국외)	국내 학술논문발표	71	2(42)	59.2	O
	국외 학술논문발표	12	3(15)	125	O
특허	특허출원	30	0(12)	40	O
	특허등록	-	-	-	
인력양성 결과	인력양성	8	7(10)	125	
기타	S/W 등록	38	3(5)	42.1	O
	실험모델/시제품		0(0)		
	기술지원		1(4)		O
	교육프로그램 운영		0(0)		
	전문가 세미나 개최		1(4)		O
	기타		2(3)		O

(3) 당해분기 추진실적

○ 주요 연구개발 추진내용

당해분기 계획	당해분기 추진실적	산출물 (중간결과물)	다음분기 추진계획
□ 차세대고속철도사업사무국운영			
• 제19차 핵심과제 책임자 회의 개최(완료)	• 제19차 핵심과제 책임자 회의 개최(완료)	• 회의 안건	• 제20차 핵심과제책임자 회의 개최(완료)
• 사업단 홈페이지 운영(계속)	• 사업단 홈페이지 운영(계속)	• www.hstrain.re.kr	• 사업단 홈페이지 운영(계속)
• 분기별 진도보고(완료)	• 2011년 1/4분기 진도보고(완료)	• 분기별 진도보고	• 2011년 2/4분기 진도보고(완료)
• 제14차 과제총괄위원회 개최(완료)	• 제14차 과제총괄위원회 개최(완료)	• 개최 계획	

당해분기 계획	당해분기 추진실적	산출물 (중간결과물)	다음분기 추진계획
□ I-0 분산형 고속철도시스템 통합 및 총괄			
• 총괄적 조정 및 관리 - 과제별 총괄적 연구 추진 일정관리(계속)	• 총괄적 연구추진 일정관리 중(계속)	• 차량시스템 대일정 계획수정안	• 총괄적 조정 및 관리 - 과제별 총괄적 연구추진 일정관리(계속)
• 주관과제의 상호역할 및 업무조정(계속)	• 주요 이슈사항 및 인터페이스 조정 중(계속)	• 각종 회의록	• 주관과제의 상호역할 및 업무조정(계속)
• 최종 시험평가 사양서 검토 및 확정(계속)	• 최종 시험평가 사양서 검토 중(계속)	• 기술문서 이력관리 및 도면리스트	• 최종 시험평가 사양서 검토 및 확정(완료)
• 기술자료 취합 및 관리(완료)	• 기술자료 취합 및 관리(계속)		• 기술자료 취합 및 관리(완료)
• 후속과제 계획 수립(계속)	• 차세대 고속철도시스템 실용화 기반구축사업 추진계획(안)(계속)	• 차세대 고속철도 시스템 실용화 기반구축사업 추진계획(안)	• 후속과제 계획 수립(계속)
• 과제보고서 작성 및 차년도 계획 수립(계속)			• 과제보고서 작성 및 차년도 계획 수립(완료)
□ I-1 시스템엔지니어링 및 시험평가기술개발			
• 최고속도시험을 위한 시설물 안전성 검증연구 - 시설물별 안전성 검증 방안 도출(완료) • 전차선 장력 증가 시험 결과 정리 - 최고속도시험을 위한 시설물 안전성 검증 결과보고서 작성(계속)	• 최고속도시험을 위한 시설물 안전성 검증연구 - 시설물별 안전성 검증 방안 도출(완료) • 전차선 장력 증가 시험 결과 정리 - 최고속도시험을 위한 시설물 안전성 검증 결과보고서 작성(계속)	• 시설물별 안정성 검증 방안 도출	• 최고속도시험을 위한 시설물 안전성 검증연구 - 최고속도시험을 위한 시설물 안전성 검증 결과보고서 작성(계속)

당해분기 계획	당해분기 추진실적	산출물 (중간결과물)	다음분기 추진계획
• 시운전시험 증속절차 수립 - 증속시험절차서 (완료)	• 시운전시험 증속절차 수립 - 증속시험절차서 (완료)	• 증속시험절차서	
• 고속성능시험 기준 도출 - 고속성능 최종 기준 도출(계속)	• 고속성능시험 기준 도출 - 고속성능 최종 기준 도출(계속)		• 고속성능시험 기준 도출 - 고속성능 최종 기준 도출(계속)
• 부품/구성품 조합 상태 성능평가 DB시스템 구축 - 성능평가 DB시스템 구축(계속) - 성능평가 DB시스템 보완 보고서(계속)	• 부품/구성품 조합 상태 성능평가 DB시스템 구축 - 성능평가 DB시스템 구축(계속) - 성능평가 DB시스템 보완 보고서(계속)		• 부품/구성품 조합 상태 성능평가 DB시스템 구축 - 성능평가 DB시스템 구축(계속) - 성능평가 DB시스템 보완 보고서(계속)
• 차량안전모니터링 시스템 구성 및 Lab Test - 차량안전모니터링 시스템 제작완료 및 Lab Test 실시(완료) - Lab Test 결과서 작성(계속)	• 차량안전모니터링 시스템 구성 및 Lab Test - 차량안전모니터링 시스템 제작완료 및 Lab Test 실시(완료) - Lab Test 결과서 작성(계속)	• 차량안전모니 터링 시스템 제작완료 및 Lab Test 실시	• 차량안전모니터링 시스템 구성 및 Lab Test - Lab Test 결과서 작성(계속)
• 전력품질 평가시스템 보완 및 Lab Test - 전력품질평가 시스템 결과보고서(완료)	• 전력품질 평가시스템 보완 및 Lab Test - 전력품질평가 시스템 결과보고서(완료)	• 전력품질평가 시스템결과보 고서	• 전력품질 평가시스템 보완 및 Lab Test
• 주행소음 기여도측정 시스템 구축 - 주행소음 기여도 측정시스템 제작, 설치(계속) - 주행소음 기여도 측정 분석보고서 작성(계속)	• 주행소음 기여도측정 시스템 구축 - 주행소음 기여도 측정시스템 제작, 설치(계속) - 주행소음 기여도 측정 분석보고서 작성(계속)		• 주행소음 기여도측정 시스템 구축 - 주행소음 기여도 측정 시스템 제작, 설치 (계속) - 주행소음 기여도 측정 분석보고서 작성(계속)

당해분기 계획	당해분기 추진실적	산출물 (중간결과물)	다음분기 추진계획
• 공력영향 예측 결과 검토 및 시험검증 계획 수립 - 3차원 격자 모델을 활용한 해석 실시(계속) - 공력영향 해석 결과 보고서 작성(계속) - 공력영향 예측 보고서 작성(계속) - 시험검증 계획 수립 (계속)	• 공력영향 예측 결과 검토 및 시험검증 계획 수립 - 3차원 격자 모델을 활용한 해석 실시(계속) - 공력영향 해석 결과 보고서 작성(계속) - 공력영향 예측 보고서 작성(계속) - 시험검증 계획 수립(계속)		• 공력영향 예측 결과 검토 및 시험검증 계획 수립 - 3차원 격자 모델을 활용한 해석 실시(계속) - 공력영향 해석 결과 보고서 작성(계속) - 공력영향 예측 보고서 작성(계속) - 시험검증 계획 수립 (계속)
• 선로구조물분야 세부 시험절차서 개발 - 교량/터널 분야 세부시험절차서 (완료)	• 선로구조물분야 세부 시험절차서 개발 - 교량분야 5종 세부시험절차서 작성(완료) - 터널분야 1종 세부시험절차서 작성(완료)	• 교량세부시험절차서 5종: 중앙부 수직가속도, 경간중앙부 처짐, 단 부꺽임각, 주부재 응력, 횡방향비틀림 측정시험절차서 • 터널세부시험절차서1종: 터널입출구부 미기압파측정 시험절차서	
• 최고속도시험을 위한 분야별 변경사항 검토 보고서 - 최고속도시험을 위한 분야별 변경사항 검토 보고서(계속)	• 최고속도시험을 위한 분야별 변경사항 검토 보고서 - 경부고속 2단계 구간 궤도분야 준공도면 검토		• 최고속도시험을 위한 분야별 변경사항 검토 보고서 - 최고속도시험을 위한 분야별 변경사항 검토 보고서(완료)
• 종합계측시스템 구축 - 종합계측시스템 설계서 작성(완료) - 종합계측시스템 구축(계속) - 종합계측시스템 설명서 작성(계속)	• 종합계측시스템 구축 - 종합계측시스템 설계서 작성(완료) - 종합계측시스템 구축(계속) - 종합계측시스템 설명서 작성(계속)	• 종합계측 시스템설계서	• 종합계측시스템 구축 - 종합계측시스템 구축 (완료) - 종합계측시스템 설명서 작성(완료)

당해분기 계획	당해분기 추진실적	산출물 (중간결과물)	다음분기 추진계획
- 학술회의 논문 발표, 논문 게재, 특허 출원(계속)	- 학술회의 논문 발표, 논문 게재, 특허 출원(계속)		- 학술회의 논문 발표, 논문 게재, 특허 출원(완료)
• 실용화편성/2층 열차에 의한 디자인 도출 - 실용화 편성용/2층 열차 디자인 초안 도출(완료) - 실용화 편성용 디자인 초안 검토 및 보완사항 적용(계속) - 실용화 편성용 디자인 최종 도출 및 전시회 2회 참가(계속) - 2층 열차 디자인 초안 검토 및 보완사항 적용 (계속)	• 실용화편성/2층 열차에 의한 디자인 도출 - 실용화 편성용/2층 열차 디자인 초안도출(완료) - 실용화 편성용 디자인 초안 검토 및 보완사항 적용(계속) - 실용화 편성용 디자인 최종 도출 및 전시회 2회 참가(계속) - 2층 열차 디자인 초안 검토 및 보완사항 적용 (계속)	• 실용화편성용/2층 열차 디자인 초안	• 실용화편성/2층 열차에 의한 디자인 도출 - 실용화 편성용 디자인 초안 검토 및 보완사항 적용(완료) - 실용화 편성용 디자인 최종 도출 및 전시회 2회 참가 (완료) - 2층 열차 디자인 초안 검토 및 보완사항 적용 (완료)
• 차량시스템 제작 및 시험 모니터링 - 차량시스템단위 부품/구성품 제작 및 시험 모니터링 실적 보고서(계속) - 표준 모니터링 절차서 초안 작성(계속) - 학술회의 논문 발표(계속)	• 차량시스템 제작 및 시험 모니터링 - 차량시스템단위 부품/구성품 제작 및 시험 모니터링 실적 보고서(계속) - 표준 모니터링 절차서 초안 작성(계속) - 학술회의 논문 발표(계속)		• 차량시스템 제작 및 시험 모니터링 - 차량시스템단위 부품/구성품 제작 및 시험 모니터링 실적 보고서(완료) - 표준 모니터링 절차서 초안 작성 (완료) - 학술회의 논문 발표(완료)
• 본선시운전 절차서 작성 - 본선시운전 절차서(안)작성 (완료) - 본선시운전 절차서 최종본 작성(계속)	• 본선시운전 절차서 작성 - 본선시운전 절차서(안)작성 (완료) - 본선시운전 절차서 최종본 작성(계속)	• 본선시운전절차서(안)	• 본선시운전 절차서 작성 - 본선시운전 절차서 최종본 작성(완료)
• 공장내 시험절차서 검토 - 공장내시험절차서 검토보고서(계속)	• 공장내 시험절차서 검토 - 공장내시험절차서 검토보고서(계속)		• 공장내 시험절차서 검토 - 공장내시험절차서 검토보고서(완료)
• 종합계측시스템구축 지원	• 종합계측시스템구축 지원		• 종합계측시스템구축 지원

당해분기 계획	당해분기 추진실적	산출물 (중간결과물)	다음분기 추진계획
- 종합계측시스템 구축지원 보고서 작성(계속)	- 종합계측시스템 구축지원 보고서 작성(계속)		- 종합계측시스템 구축지원 보고서 작성(완료)
• 운영요구조건 추적 및 변경 이력관리 DB구축 - 운영요구조건 및 변경 이력관리 DB구축 확인서 (계속)	• 운영요구조건 추적 및 변경 이력관리 DB구축 - 운영요구조건 및 변경 이력관리 DB구축 확인서 (계속)		• 운영요구조건 추적 및 변경 이력관리 DB구축 - 운영요구조건 및 변경 이력관리 DB구축 확인서 (완료)
• 시제열차 제작지원 - 제작 지원 결과 보고서 작성(계속)	• 시제열차 제작지원 - 제작 지원 결과 보고서 작성(계속)		• 시제열차 제작지원 - 제작 지원 결과 보고서 작성(완료)
• 판토그라프 커버 및 차량연결부 저소음 형상설계 - 판토그라프 커버 3차원 전산해석 (with 차량모델) (계속) - 해석검증용 판토그라프 전산해석(완료) - 차량연결부 3차원 형상 공력소음 전산해석(계속)	• 판토그라프 커버 및 차량연결부 저소음 형상설계 - 판토그라프 커버 3차원 전산해석 (with 차량모델) (계속) - 해석검증용 판토그라프 전산해석(완료) - 차량연결부 2차원 소음 해석 보고서 & 3차원 소음해석 모델 제작	• 기준 판토그라프 공력해석결과 보고서 • 차량연결부 2D 소음해석 보고서	• 판토그라프 커버 및 차량연결부 저소음 형상설계 - 판토그라프 커버 3차원 전산해석 (with 차량모델) (완료) - 차량연결부 3차원 형상 공력소음 전산해석(완료)
• 전철전력분야 세부 시험절차서 개발 - 전차선분야 세부 시험절차서(완료) - 송변전분야 세부 시험절차서(계속)	• 전철전력분야 세부 시험절차서 개발 - 전차선분야 2종 세부 시험절차서 (완료) - 유사사례 시험절차서 수집 및 분석 • 경부고속철도건설 사업, 한국형고속 전철개발사업 - 송변전분야 세부 시험절차서(계속)	• 전차선 세부시험 절차서 2종 : 전차선지지점 압상량, 지지점전차선 변형률 측정시험 절차서	• 전철전력분야 세부 시험절차서 개발 • 경부고속철도건설 사업, 한국형고속 전철개발사업 - 송변전분야 세부 시험절차서(완료)
• 신호분야 세부 시험절차서 개발 - 신호분야 세부 시험절차서(계속)	• 신호분야 세부 시험절차서 개발 - 철도종합시험 운행지침 요구사항분석(계속)		• 신호분야 세부 시험절차서 개발 - 신호분야 세부 시험절차서 (완료)

당해분기 계획	당해분기 추진실적	산출물 (중간결과물)	다음분기 추진계획
□ II-1 분산형 차량모듈 및 시제열차 기술개발			
• 시제품(단품) 상세설계 및 관련 해석 - 차량상세설계 (계속) - 대차상세설계 (완료) - 객실의자 상세설계(계속) - 통로연결막 상세설계 및 종합검토(계속)	• 시제품(단품) 제작 상세설계 및 관련 해석(계속) - 차량상세설계 (계속) - 대차상세설계 (완료) - 객실의자 상세설계(계속) - 통로연결막 상세설계 및 종합검토(완료)	• 핵심(II-1)과제 4차년도 진도점검 • 도면제출예정	• 시제품(단품) 제작 상세설계(완료) - 차량 상세설계(완료) - 대차 상세설계(완료) 확인문서 최종 제출 완료 - 객실의자 상세설계(완료)
• 시제품(단품) 제작 및 형식시험 - 대차 시제품 제작 형식시험(계속) - 대차 프레임 정하중/피로 시험(계속) - MPS 최종시제품 및 조합 시험결과 보고서(계속) - MPS 공급확인서 및 유지보수매뉴얼 (계속) - 견인전동기 차량탑재용 시제품 온도시험(계속) - 양산품 제작 (유도기12대)(계속) - M Car용 주변압기 시제품 제작 및 조합시험(계속) - 차량 시스템과 적용 상세 검토 (계속) - 객실창문유리 외부압력시험 형식시험(계속) - 제동시스템 시제품 제작 및 형식시험 보고서/공인기관 성적서(계속)	• 시제품(단품) 제작 및 형식시험 - 대차 시제품 제작 형식시험(계속) - 대차 프레임 정하중/피로 시험(계속) - MPS 최종시제품 및 조합 시험결과 보고서(계속) - MPS 공급확인서 및 유지보수매뉴얼 (계속) - 견인전동기 차량탑재용 시제품 온도시험(계속) - 양산품 제작 (유도기12대)(계속) - M Car용 주변압기 시제품 제작 및 조합시험(계속) - 차량 시스템과 적용 상세 검토 (계속) - 객실창문유리 외부압력시험 형식시험(계속) - 제동시스템 시제품 제작 및 형식시험 보고서/공인기관 성적서(계속)		• 시제품(단품) 제작 및 형식시험 - 대차 시제품 제작 형식시험(완료) - 대차 프레임 정하중/피로시험 (완료) - MPS 최종시제품 및 조합 시험결과 보고서(완료) - MPS 공급확인서 및 유지보수매뉴얼 (완료) - 견인전동기 차량탑재용 시제품 온도시험(완료) - 양산품 제작 (유도기12대)(완료) - M Car용 주변압기 시제품 제작 및 조합시험(완료) - 차량 시스템과 적용 상세 검토(완료) - 객실창문유리 외부압력시험 형식시험(완료) - 제동시스템 시제품 제작 및 형식시험 보고서/공인기관 성적서(완료)

당해분기 계획	당해분기 추진실적	산출물 (중간결과물)	다음분기 추진계획
- 주회로차단기 시작품 형식시험 진행(완료) - 밧데리 충전장치/ SIV 형식 시험 (완료) ◦ 형식시험(완료) ◦ 조합시험(완료) - 차상신호시스템 시제품(단품) 제작 및 형식시험(완료) ◦ 시제품 제작 ◦ 자체시험 진행 ◦ 형식시험 진행	- 주회로차단기 시작품 형식시험 진행(계속) - 밧데리충전장치/ SIV 형식시험 (계속) ◦ 형식시험(계속) ◦ 조합시험(계속) - 차상신호시스템 시제품(단품) 제작 및 형식시험(계속) ◦ 시제품 제작 ◦ 자체시험 진행 ◦ 형식시험 진행		- 주회로차단기 시작품 형식시험 진행 (완료) - 밧데리 충전장치/ SIV 형식시험 (완료) ◦ 형식시험(완료) ◦ 조합시험(완료) - 차상신호시스템 시제품(단품) 제작 및 형식시험(완료) ◦ 시제품 제작 ◦ 자체시험 진행 ◦ 형식시험 진행
• 최종 시제품(단품) 보완, 제작 및 구성품 조합시험 - 경량시트 최종 시제품(단품) 보완, 제작 및 구성품 조합시험 ◦ 최종시제품 및 조합시험결과 보고서(계속) ◦ 구조/강도해석 (FEA)(계속) - 고효율유리 및 프레임 최종 시제품(단품)보완, 제작 및 구성품 조합시험 ◦ 최종시제품 및 조합시험결과 보고서(계속) ◦ 객실창문유리 시제품양산(계속) ◦ 비상탈출창문유리 시제품 양산(계속) - 제동시스템 최종 시제품(단품) 보완, 제작 및 구성품 조합시험 ◦ 최종시제품 및 조합시험결과 보고서(계속) - 진단제어시스템	• 최종 시제품(단품) 보완, 제작 및 구성품 조합시험 - 경량시트 최종 시제품(단품) 보완, 제작 및 구성품 조합시험 ◦ 최종시제품 및 조합시험결과 보고서(계속) ◦ 구조/강도해석 (FEA)(계속) - 고효율유리 및 프레임 최종 시제품(단품)보완, 제작 및 구성품 조합시험 ◦ 최종시제품 및 조합시험결과 보고서(계속) ◦ 객실창문유리 시제품양산(계속) ◦ 비상탈출창문유리 시제품 양산(계속) - 제동시스템 최종 시제품(단품) 보완, 제작 및 구성품 조합시험 ◦ 최종시제품 및 조합시험결과 보고서(계속) - 진단제어시스템		• 최종 시제품(단품) 보완, 제작 및 구성품 조합시험 - 경량시트 최종 제품(단품) 보완, 제작 및 구성품 조합시험 ◦ 최종시제품 및 조합시험결과보고서(완료) ◦ 구조/강도해석(FEA) (완료) - 고효율유리 및 프레임 최종 시제품(단품)보완, 제작 및 구성품 조합시험 ◦ 최종시제품 및 조합시험결과보고서(완료) ◦ 객실창문유리 시제품 양산(완료) ◦ 비상탈출창문유리 시제품 양산(완료) - 제동시스템 최종 시제품(단품) 보완, 제작 및 구성품 조합시험 ◦ 최종시제품 및 조합시험결과보고서(완료) - 진단제어시스템

당해분기 계획	당해분기 추진실적	산출물 (중간결과물)	다음분기 추진계획
양산품 제작(완료) ◦ 차량진단제어 시스템:VCPUD외 양산품 제작 ◦ GPS연계열차진동감시장치: GCPU외 양산품 제작 ◦ 표시기장치 : 행선지표 시기외 2종 양산품 제작 - 열차 운행속도 및 정보 기록장치 시제품 보완 및 수정 ◦ I/F 시험 규격 작성(완료) ◦ I/F 시험(완료) - 차상신호시스템 최종 시제품(단품) 보완, 제작 및 구성품 조합시험(계속) ◦ 최종 시제품 보완 및 제작 ◦ 자체 조합시험	양산품 제작(계속) ◦ 차량진단제어 시스템:VCPUD외 양산품 제작 ◦ GPS연계열차진동감시장치: GCPU외 양산품 제작 ◦ 표시기장치 : 행선지표 시기외 2종 양산품 제작 - 열차 운행속도 및 정보 기록장치 시제품 보완 및 수정 ◦ I/F 시험 규격 작성(완료) ◦ I/F 시험(완료) - 차상신호시스템 최종 시제품(단품) 보완, 제작 및 구성품 조합시험(계속) ◦ 최종 시제품 보완 및 제작 ◦ 자체 조합시험		양산품 제작(계속) ◦ 차량진단제어 시스템:VCPUD외 양산품 제작 ◦ GPS연계열차진동감시장치: GCPU외 양산품 제작 ◦ 표시기장치 : 행선지표 시기외 2종 양산품 제작 - 열차 운행속도 및 정보 기록장치 시제품 보완 및 수정 ◦ I/F 시험 규격 작성(완료) ◦ I/F 시험(완료) - 차상신호시스템 최종 시제품(단품) 보완, 제작 및 구성품 조합시험(완료) ◦ 최종 시제품 보완 및 제작 ◦ 자체 조합시험
• 시제열차용 최종 시제품 공급 - 공급확인서 및 유지보수 매뉴얼(계속) - 제동시스템 시제열차용 최종 시제품 공급 ◦ 공급확인서 및 유지보수 매뉴얼(계속) - 차상신호시스템 시제열차용 최종 시제품 공급 ◦ 공급확인서 및 유지보수 매뉴얼(계속)	• 시제열차용 최종 시제품 공급 - 공급확인서 및 유지보수 매뉴얼(계속) - 제동시스템 시제열차용 최종 시제품 공급 ◦ 공급확인서 및 유지보수 매뉴얼(계속) - 차상신호시스템 시제열차용 최종 시제품 공급 ◦ 공급확인서 및 유지보수 매뉴얼(계속)		• 시제열차용 최종 시제품 공급 - 공급확인서 및 유지보수 매뉴얼(완료) - 제동시스템 시제열차용 최종 시제품 공급 ◦ 공급확인서 및 유지보수 매뉴얼(완료) - 차상신호시스템 시제열차용 최종 시제품 공급 ◦ 공급확인서 및 유지보수 매뉴얼(완료)
• 2층열차 개념설계 - 2층열차 개념설계서(계속)	• 2층열차 개념설계 - 2층열차 개념설계서(계속)		• 2층열차 개념설계 - 2층열차 개념설계서(완료)

당해분기 계획	당해분기 추진실적	산출물 (중간결과물)	다음분기 추진계획
□ II-2 고속선 선로구축물 성능향상 및 유지보수 기술개발			
• 초고속 궤도 시스템의 장파장 궤도틀림 관리기법 개발 - 해석데이터 신호처리 및 결과정리	• 초고속 궤도 시스템의 장파장 궤도틀림 관리기법 개발 - 해석데이터 신호처리 및 결과정리	• 인터페이스회의1건 회의록 • 자문회의 1건 (초고속 궤도시스템 궤도틀림기준(안) 관련 자문회의)	
• 초고속 궤도재료 열화저감기법 및 유지보수지침(안) 개발 - 레일 구름접촉피로 및 마모시험보고서 (완료) - 레일마모저감, 피로수명향상을 위한 연마량 산정 및 주기산정 보고서 1건(계속) - 궤도재료(레일) 적정 유지보수지침 및 교체 주기 산정보고서(계속) - 고속선레일의 유지보수지침(안) (계속)	• 초고속 궤도재료 열화저감기법 및 유지보수지침(안) 개발 - 레일 구름접촉피로 및 마모시험보고서 (계속) - 레일마모저감, 피로수명향상을 위한 연마량 산정 및 주기산정 보고서 1건(계속) - 궤도재료(레일) 적정 유지보수지침 및 교체 주기 산정보고서(계속) - 고속선레일의 유지보수지침(안) (계속)		• 초고속 궤도재료 열화저감기법 및 유지보수지침(안) 개발 - 레일 구름접촉피로 및 마모시험보고서 (완료) - 레일마모저감, 피로수명향상을 위한 연마량 산정 및 주기산정 보고서 1건(완료) - 궤도재료(레일) 적정 유지보수지침 및 교체 주기 산정보고서(완료) - 고속선레일의 유지보수지침(안) (완료)
• 콘크리트 궤도의 급속보강기술 개발 - 시험시공 및 복원 성능평가 보고서 (계속) - 본선상 복원 공정 시방서(완료) - 주입장비 시제품 제작 1식(계속) - 재료 및 배합비(안)(계속)	• 콘크리트 궤도의 급속보강기술 개발 - 시험시공 및 복원 성능평가 보고서 (계속) - 본선상 복원 공정 시방서(완료) - 주입장비 시제품 제작 1식(계속) - 재료 및 배합비(안)(계속)	• 본선상 복원 현장주입공정	• 콘크리트 궤도의 급속보강기술 개발 - 시험시공 및 복원 성능평가 보고서 (완료) - 주입장비 시제품 제작 1식(완료) - 재료 및 배합비(안)(완료)
• 초고속 궤도의 선로선형 최적화기법 개발	• 초고속 궤도의 선로선형 최적화기법 개발	• 자문회의 1건(종곡선과 평면선형	

당해분기 계획	당해분기 추진실적	산출물 (중간결과물)	다음분기 추진계획
- 종단 및 평면선형 해석 보고서 1건 (완료) - 종단 및 평면선형 경합기준(안) 1건 (완료)	- 종단 및 평면선형 해석 보고서 1건 (완료) - 종단 및 평면선형 경합기준(안) 1건 (완료)	(원곡선) 경합조건 기준(안)관련 자문회의	
• 초고속 열차 주행시 특수교량 안정성 평가기법 개발 - 열차/ 환경하중/ 교량 상호작용 해석 환 프로그램 (계속) - 장경간 특수교량 주행안정성 평가 보고서 1건(계속) - 특수교량 진동사용성처짐 기준(안)제시(계속)	• 초고속 열차 주행시 특수교량 안정성 평가기법 개발 - 열차/ 환경하중/ 교량 상호작용 해석 환 프로그램 (계속) - 장경간 특수교량 주행안정성 평가 보고서 1건(계속) - 특수교량 진동사용성처짐 기준(안)제시(계속)	• 2011년도 한국철도학회 논문집 게재 1편 (고속열차 주행시 지진하중을 고려한 현수교의 주행안정성 및 승차감 분석) • 프로그램 등록1건 (모달해석법에 의한 상용프로그램 연계 교량-고속열차 상호 작용해석 프로그램)	• 초고속 열차 주행시 특수교량 안정성 평가기법 개발 - 열차/ 환경하중/ 교량 상호작용 해석 환 프로그램 (완료) - 장경간 특수교량 주행안정성 평가 보고서 1건(완료) - 특수교량 진동사용성 처짐 기준(안) 제시(완료)
• 저진동 궤도(플로팅 슬래브궤도) 개발 및 특수교량 성능향상 기술개발 - 진도보고서 및 회의록(계속) - 특수교량 기술사양(안) (계속) - 피로파괴시험 결과 보고서(완료) - 다웰을 고려한 슬래브 최대길이 산정을 위한 해석 보고서(완료) - 공극 변화에 따른	• 저진동 궤도(플로팅 슬래브궤도) 개발 및 특수교량 성능향상 기술개발 - 플로팅 슬래브궤도 시공 현장 적용성 검토 및 인터페이스 조정(계속) - 플로팅 슬래브 연결부 피로파괴 시험을 통한 설계 변수 영향 분석 보완(완료) - 플로팅 슬래브 최대길이 기준	• 인터페이스회의2건 회의록 • 플로팅궤도 슬래브 연결부 피로시험 및 파괴시험 결과	• 저진동 궤도(플로팅 슬래브궤도) 개발 및 특수교량 성능향상 기술개발 - 진도보고서 및 회의록(완료) - 특수교량 기술사양(안)(완료) - 다웰을 고려한 슬래브 최대길이 산정을 위한 해석 보고서(완료) - 공극 변화에 따른

당해분기 계획	당해분기 추진실적	산출물 (중간결과물)	다음분기 추진계획
하중전달효과 보고서(계속) - 다웰 정렬 오차 영향 분석결과 보고서(계속)	연구(II-2-2-위탁)(계속) - 저진동 플로팅궤도 슬래브 연결부 공극 변화에 따른 하중전달효과 및 다웰 정렬오차 영향 분석 (II-2-2-위탁)(계속)		하중전달효과 보고서(완료) - 다웰 정렬 오차 영향 분석결과보고서(완료)
• 저진동 궤도시스템 핵심기술 개발 - 플로팅 슬래브궤도 시공절차서(안)(완료) - 방진장치 설치 브라켓 수정설계안(개념도)(계속) - 브라켓시작품(시험체)(계속) - 피로시험결과 보고서(계속) - 수평방향 지지구조 설계안(개념도 및 구조 검토결과)(계속) - 성능검증신청서 (설계보고서, 구조계산서, 도면, 시방서, 유지보수 절차서, 인터페이스검토서 등 1식)(계속)	• 저진동 궤도시스템 핵심기술 개발 - 플로팅 슬래브궤도 시공절차 및 기준 정립(계속) - 방진장치 설치 브라켓 보완설계 및 피로시험(계속) - 수평방향 안정성 향상방안연구(계속) - 시스템 성능검증 신청서류작성 (설계보고서, 구조계산서, 도면, 시방서, 유지보수 절차서, 인터페이스검토서 등 1식)(계속)		• 저진동 궤도시스템 핵심기술 개발 - 플로팅 슬래브궤도 시공절차서(안)(완료) - 방진장치 설치브라켓 수정설계안(개념도)(완료) - 브라켓시작품(시험체)(완료) - 피로시험결과보고서(완료) - 수평방향 지지구조 설계안(개념도 및 구조 검토결과)(완료) - 성능검증신청서 (설계보고서, 구조계산서, 도면, 시방서, 유지보수절차서, 인터페이스검토서 등 1식)(완료)
• 저진동 궤도시스템 엔지니어링 기술 구축 - 플로팅슬래브 설계도서 (구조계산서, 수량산출서 등)(계속) - 플로팅슬래브 안전성 검토보고서 (완료)	• 저진동 궤도시스템 엔지니어링 기술 구축 - 플로팅 슬래브 보완설계 및 설계도서 작성 (계속) - 시공단계별해석 및 구조 안전성 검토 (계속)		• 저진동 궤도시스템 엔지니어링 기술 구축 - 플로팅슬래브 설계도서(구조계산서, 수량 산출서 등) (완료) - 플로팅슬래브 안전성 검토보고서(완료)
• 저진동 궤도(플로팅 슬래브 궤도)용	• 저진동 궤도(플로팅 슬래브 궤도)용	• 방진장치 보완설계결과	• 저진동 궤도(플로팅 슬래브 궤도)용

당해분기 계획	당해분기 추진실적	산출물 (중간결과물)	다음분기 추진계획
방진장치 개발 - 방진장치 성능개선 시제품(완료) - multi-channel 유압 jack-up장치 시제품(계속)	방진장치 개발 - 저진동 궤도 (플로팅 슬래 브 궤도)용 방진장치 설계보완 시제작 (완료) - 시공성을 고려한 multi-channel 유압 jack-up장치 보완설계/시제작 (계속)	보고서 및 시제품	방진장치 개발 - multi-channel 유압 jack-up장치 시제품(완료)
• REJ 미적용을 고려한 특수교량 사양 연구 - 장경간화와 속도향상을 위한 요소 분석(완료) - 장경간화와 속도향상을 고려한 설계사양 제시(계속)	• REJ 미적용을 고려한 특수교량 사양 연구 - 장경간화와 속도향상을 위한 요소 분석(계속) - 장경간화와 속도향상을 고려한 설계사양 제시(계속)		• REJ 미적용을 고려한 특수교량 사양 연구 - 장경간화와 속도향상을 위한 요소 분석(완료) - 장경간화와 속도향상을 고려한 설계사양 제시(완료)

(4) 계획대비 수행실적(진도율)

연 구 내 용		추 진 일 정 (월) '11.08.01 ~ '12.08.30 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8	부진 여부
• 사무국운영 - 핵심과제책임자회의 개최	계획		
	실적 (100%)		
- 사업단 홈페이지 운영	계획		
	실적 (75%)		
- 분기별 진도보고	계획		
	실적 (100%)		

연 구 내 용		추 진 일 정 (월) '11.08.01 ~ '12.08.30													부진 여부
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
- 제14차 과제총괄위원회 개최	계획														
	실적 (100%)														
• 분산형 고속철도시스템 통합 및 총괄 - 총괄적 조정 및 관리 - 과제별 총괄적 연구추진 일정관리	계획														
	실적 (75%)														
- 주관과제의 상호역할 및 업무조정	계획														
	실적 (75%)														
- 최종 시험평가 사양서 검토 및 확정	계획														핵심과제 협의후 조기 시행
	실적 (50%)														
- 기술자료 취합 및 관리	계획														부진 사유1
	실적 (78%)														
- 후속과제 계획 수립	계획														핵심과제 협의후 조기 시행
	실적 (75%)														
- 과제보고서 작성 및 차년도 계획 수립	계획														
	실적 (50%)														
• 분산형 고속철도 시스템엔지니어링 기술개발 - 최고속도시험을 위한 시설물 안전성	계획														
	실적 (75%)														

연 구 내 용		추 진 일 정 (월) '11.08.01 ~ '12.08.30													부진 여부
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
검증 연구															
- 시운전시험 증속절차 수립	계획														
	실적 (100%)														
- 고속성능시험 기준 도출	계획														
	실적 (82%)														
- 부품/구성품 조합 상태 성능평가 DB시스템 구축	계획														
	실적 (75%)														
- 차량안전모니터링 시스템 구성 및 Lab Test	계획														
	실적 (75%)														
- 전력품질 평가시스템 보완 및 Lab Test	계획														
	실적 (100%)														
- 주행소음 기여도측정시스템 구축	계획														
	실적 (75%)														
- 공력영향 예측 결과 검토 및 시험검증 계획 수립	계획														
	실적 (75%)														
- 선로구조물분야 세부 시험절차서 개발	계획														
	실적 (100%)														

연 구 내 용		추 진 일 정 (월) '11.08.01 ~ '12.08.30													부진 여부
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
- 최고속도시험을 위한 분야별 변경사항 검토 보고서	계획														
	실적 (50%)														
- 종합계측시스템 구축	계획														
	실적 (75%)														
- 실용화편성/2층 열차에 의한 다자인 도출	계획														
	실적 (75%)														
- 차량시스템 제작 및 시험 모니터링	계획														
	실적 (77.5%)														
- 본선시운전 절차서 작성	계획														
	실적 (75%)														
- 공장 내 시험절차서 검토	계획														부진 사유2
	실적 (0%)														
- 종합계측 시스템 구축지원	계획														
	실적 (70%)														

연 구 내 용		추 진 일 정 (월) '11.08.01 ~ '12.08.30 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8	부진 여부
- 운영 요구조건 추적 및 변경 이력관리 DB구축	계획		
	실적 (60%)		
- 시제열차 제작지원	계획		
	실적 (75%)		
- 판토그라프 커버 및 차량연결부 저소음 형상설계	계획		
	실적 (80%)		
- 전철전력 : 송변전분야 세부 시험절차서 개발	계획		
	실적 (50%)		
- 신호분야 세부 시험절차서 개발	계획		
	실적 (50%)		
• 분산형 차량모듈 및 시제열차 기술개발 - 시제품(단품) 상세설계 및 관련 해석	계획		부진 사유4,5
	실적 (90%)		
- 시제품(단품) 제작 및 형식시험	계획		부진 사유6
	실적 (69%)		

연 구 내 용		추 진 일 정 (월) '11.08.01 ~ '12.08.30 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8	부진 여부
- 최종 시제품(단품) 보완, 제작 및 구성품 조합시험	계획		부진 사유4
	실적 (70%)		
- 시제열차용 최종 시제품 공급	계획		
	실적 (60%)		
- 2층열차 개념설계	계획		
	실적 (70%)		
• 고속선 선로구축물 성능향상 및 유지보수 기술개발 - 초고속 궤도시스템의 장파장 궤도틀림 관리기법 개발	계획		
	실적 (75%)		
- 초고속 궤도재료 열화저감기술 및 유지보수지침개발	계획		부진 사유7
	실적 (75%)		
- 콘크리트궤도 급속보강 기술개발	계획		
	실적 (75%)		

연 구 내 용		추 진 일 정 (월) '11.08.01 ~ '12.08.30 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8	부진 여부
- 초고속궤도의 선로선형 최적화기법 개발	계획		
	실적 (75%)		
- 초고속 열차주행시 특수교량 안정성 평가기법 개발	계획		
	실적 (75%)		
- 저진동 궤도(플로팅 슬라브궤도) 개발 및 특수교량 성능향상 기술개발	계획		부진 사유8
	실적 (75%)		
- 저진동 궤도시스템 핵심기술 개발	계획		부진 사유9
	실적 (75%)		
- 저진동 궤도시스템 엔지니어링 기술 구축	계획		부진 사유10
	실적 (75%)		
- 저진동궤도(플로팅 슬래브 궤도)용 방진장치 개발	계획		
	실적 (75%)		
- REJ 미적용을 고려한 특수교량 기술 사양 연구	계획		부진 사유11
	실적 (75%)		

(4) 기타 사항

○ 주요변경 사항(협약변경 사항, 참여연구원 변경 내역 등)

<table>
<tr><td rowspan="2">구 분</td><td colspan="4">변경내역 및 변경사유</td></tr>
<tr><td>변 경 전</td><td>변 경 후</td><td colspan="2">변 경 사 유</td></tr>
<tr><td>I-1-1
공동(항우연)
참여연구원 변경</td><td>김기동</td><td>강명현</td><td colspan="2">비정규직 계약종료로 인한 인력 교체</td></tr>
<tr><td>I-1-2
참여연구원 변경</td><td>강병모</td><td>정범</td><td colspan="2">인사발령에 따른 원격지 근무로 효율적 연구수행 불가</td></tr>
<tr><td rowspan="2">I-1-3
공동(로테코)
참여연구원 변경</td><td>김범진
(외부인건비)
참여율 100%</td><td>조중현
(외부인건비)
참여율 100%</td><td colspan="2">참여연구원 김범진(임시)의 정규직 전환으로 인한 대체 인원 신규직원 채용</td></tr>
<tr><td>강석기
참여율 10%</td><td>강석기
- 참여율 7%
김범진
- 참여율 20.5%</td><td colspan="2">참여연구원 김범진 신규 추가로 인한 참여율 조정</td></tr>
<tr><td rowspan="4">I-2-1
참여연구원 변경</td><td>홍윤혁(40%)</td><td>한재현(30%)</td><td colspan="2">홍윤혁 졸업으로 연구원 변경</td></tr>
<tr><td>서태건(30%)</td><td>이중혁(30%)</td><td colspan="2">서태건 졸업으로 연구원 변경</td></tr>
<tr><td>손창훈(20%)</td><td>박인석(30%)</td><td colspan="2">차음 연구원 보강</td></tr>
<tr><td>김수영(20%)</td><td>김수영(30%)</td><td colspan="2">학위 변경(학부→석사과정)</td></tr>
<tr><td rowspan="7">I-2-3
참여율 변경</td><td>김욱현
(30%)</td><td>김욱현
(21.6%)</td><td rowspan="7">김지영
휴학으로
인한
참여율변경</td><td>학위 변경
(석사→박사과정)</td></tr>
<tr><td>이진희
(30%)</td><td>이진희
(21.6%)</td><td>학위 변경
(석사→박사과정)</td></tr>
<tr><td>옥창국
(23.7%)</td><td>옥창국
(35.5%)</td><td>-</td></tr>
<tr><td>박재홍
(23.7%)</td><td>박재홍
(35.5%)</td><td>-</td></tr>
<tr><td>김지영
(23.7%)</td><td>김지영
(0%)</td><td>휴학</td></tr>
<tr><td>정기범
(23.7%)</td><td>정기범
(13.2%)</td><td>학위 변경
(학부→석사과정)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">I-2-5
예산 변경</td><td>연구
장비및
재료비</td><td>13,404,000</td><td>연구
장비및
재료비</td><td>9,573,000</td><td colspan="2" rowspan="2">전문가 활용 및 자문 증가</td></tr>
<tr><td>연구
활동비</td><td>14,779,000</td><td>연구
활동비</td><td>18,610,000</td></tr>
<tr><td>I-2-5
참여연구원 변경</td><td colspan="2">최세영(42.6%)</td><td colspan="2">최세영(25.9%)
김상원(20%)</td><td colspan="2">최세영 참여율을 낮추고 김상원, 오현석 연구원을</td></tr>
</table>

구 분	변경내역 및 변경사유		
	변 경 전	변 경 후	변 경 사 유
		오현석(20%)	신규로 등록
I-2-12 참여연구원 변경	조현락(30%)	길준우(30%)	군입대
I-2-12 참여연구원 변경	최득륜(30%)	박한범(30%)	최득륜 취업으로 연구원 변경
II-1-1 참여연구원 변경	양헌석 외 25명	김석기 외 46명	퇴사 및 신규인원 추가
	전성연 35%	전성연 20% 윤시영 15%	참여연구원 신규 추가로 인한 참여율 조정
II-1-6 참여연구원 변경	황선홍	신동수	퇴사로 인한 연구책임자 변경
II-2-1 공동(철도연) 참여연구원 변경	김주형	윤상호	연구원 퇴사에 의한 신규 연구원(외부) 보강
II-2-1 참여 (비엔에스 엔지니어링) 참여연구원 변경	오재섭	오재섭	과제참여율 초과방지 및 전문성을 고려한 고체
	박시균	박시균	
	전영록	정서호	
II-2-2 공동(철도연) 참여연구원 변경	이철행 박진철 안미경	이철행 박진철 안미경 이정완(신규)	효율적 연구수행을 위한 신규 연구원(외부) 보강
II-2-2 공동(철도연) 연구비 비목간 변경	외부인건비 (인건비) 40,000,000원 연구장비재료비 (직접비) 10,500,000원	외부인건비 (인건비) 37,318,423원 (▽2,681,577) 연구장비재료비 (직접비) 13,181,577원 (▲2,681,577)	시험체 제작비 부족
II-2-1 공동(철도연) 연구비 비목간 변경	외부인건비 (인건비) 156,766,,000 연구활동비 (직접비) 72,721,900	외부인건비 (인건비) 159,216,000원 (▲2,450,000) 연구활동비 (직접비) 70,271,900원 (▽2,450,000)	기존연구원퇴사 후 석사급연구원 활용 및 수당지급에 의한 인건비 증액과 해외출장의 행선지 변경에 의한 연구활동비 감소
II-2-1 공동(철도연)	직접비 연구장비재료비	직접비 연구장비재료비	현장시험으로 예산편성

<table>
<tr><td rowspan="2">구 분</td><td colspan="3">변경내역 및 변경사유</td></tr>
<tr><td>변 경 전</td><td>변 경 후</td><td>변 경 사 유</td></tr>
<tr><td>연구비 비목간
변경</td><td>(연구기자재 및
시설비)
53,945,700원
직접비
연구장비재료비
(재료 및
전산처리관리비)
10,086,000원</td><td>(재료비)
41,945,700원
(▽12,000,000)
직접비
연구장비재료비
(재료 및
전산처리관리비)
22,086,000원
(▲12,000,000)</td><td></td></tr>
<tr><td>II-2-1
공동(철도연)
연구비 비목간
변경</td><td colspan="2"><table><tr><td>직접비</td><td>변경전</td><td>변경후</td></tr><tr><td>연구
장비
재료비</td><td>94,031,700</td><td>96,031,700
(▲2,000,000)</td></tr><tr><td>연구
기자재
및
시설비</td><td>41,945,700</td><td>36,138,800
(▽5,806,900)</td></tr><tr><td>재료 및
전산
처리
관리비</td><td>22,086,000</td><td>29,892,900
(▲7,806,900)</td></tr><tr><td>연구
활동비</td><td>70,271,900</td><td>68,271,900
(▽2,000,000)</td></tr><tr><td>여비</td><td>30,000,900</td><td>28,000,900
(▽2,000,000)</td></tr></table></td><td>시험공시체 확대에 다른
복원그라우팅
성능평가시험비용 증가 및
국외기술자료 확보 등으로
해외출장 대체</td></tr>
<tr><td>II-2-1
공동(철도연)
연구비 비목간
변경</td><td colspan="2"><table><tr><td>직접비</td><td>변경전</td><td>변경후</td></tr><tr><td>연구
장비
재료비</td><td>94,031,700</td><td>107,321,700
(▲11,290,000)</td></tr><tr><td>재료 및
전산
처리
관리비</td><td>29,892,900</td><td>41,922,900
(▲12,030,000)</td></tr><tr><td>시제품
제작비</td><td>30,000,000</td><td>29,260,000
(▽740,000)</td></tr><tr><td>연구
활동비</td><td>68,271,900</td><td>56,981,900
(▽11,290,000)</td></tr><tr><td>기술
정보
활동비</td><td>18,457,000</td><td>7,167,000
(▽11,290,000)</td></tr></table></td><td>개최장소 대관비 및
부대비용 절감(감소)
시작품 구매요구시 부대비용
절감(감소)
침하복원공법의 현장적용성
향상을 위한 2차 복원시험
실시(증가)</td></tr>
</table>

○ 국외 출장

구분	출장자	장소 (국가명/지역명)	목적지 (기관명, 행사명)	기간	목적
I-2-3	박태원 정성필 이진희	미국/Pueblo	2011 ASME, Joint Rail Conference	2011.03.16~ 2011.03.23	학술대회 참석
I-2-4	이동호	미국/올랜도	49회 미국 항공우주학회	2011.01.04~ 2011.01.07	49회 미국 항공우주학회 참석
	이영빈	미국/Pueblo	2011 ASME, Joint Rail Conference	2011.03.16~ 2011.03.18	학술대회 참석
II-2-2 주관 (철도시설공단), 공동 (교량과 고속철도)	윤성순 송대석 주환중 이종순	• 스페인(마드리~발렌시아~사라고사~바르셀로나) • 프랑스(동부선) • 독일(하노버~뷔르츠부르크) • 네덜란드(도르트레흐트~암스테르담)	스페인 2010년 12월 개통구간 및 현행 고속선 최고운행속도구간, 독일 및 네덜란드 특수교량 견학	2011.02.28~ 2011.03.10	스페인 2010년 12월 개통구간 및 현행 고속선 최고운행속도구간, REJ 미적용 특수교량 견학

○ 1천만원 이상 기자재 구입 내역

과제 코드	기자재명 (기자재명/업체명)	구입 가격 (단위 : 원)	구입기관명	구입일자	연구관리 시스템 등록여부(O/X)
I-1-1	Arbitrary Waveform Generator	17,160,000	요꼬가와인스트루먼코리아(주)	2011.02.24	X(등록예정)
I-1-1	DL 850 (Data Acquisition System)	23,100,000	요꼬가와인스트루먼코리아(주)	2011.03.15	X(등록예정)

(5) 연구개발비 집행현황

(단위 : 천원)

구 분 / 비 목	당초계획		사용금액		사용율(%)		집행부진 사유
	현금	현물	현금	현물	현금	현물	
• 인 건 비	2,185,335	3,355,747	590,916	67,775	27.0	2.0	
- 내부인건비	1,164,929	3,355,747	0	67,775	0	2.0	
- 외부인건비	1,020,406	0	590,916	0	57.9	0	
• 직 접 비	15,428,865	3,777,004	2,612,461	18,880	16.9	0.5	부진사유 참조
- 연구장비 재료비	12,407,323	3,777,004	1,353,813	18,880	10.9	0.5	
- 연구활동비	2,588,960	0	1,117,692	0	43.1	0	
- 연구수당	432,582	0	140,956	0	32.6	0	
• 위탁연구개발비	505,000	0	505,000	0	100	0	
• 간접비	1,168,682	0	163,329	0	14.0	0	
- 인력지원비	258,596	0	0	0	0	0	
- 연구지원비	793,261	0	140,363	0	17.7	0	
- 성과활용지원비	116,825	0	22,966	0	19.7	0	
• 사업단 운영비	500,000	0	140,798	0	28.2	0	
합 계	19,787,882	7,132,751	4,012,504	86,655	20.3	1.2	

(6) 부진사유 및 추진계획

○ 추진실적 부진사유 및 추진계획

[한국철도기술연구원_통합 및 총괄]

• 부진연구내용

- '11. 1사분기에 완료하기로 계획하였던"기술자료 취합 및 관리"연구내용에 대하여 핵심(II-1)과제의 설계지연과 연계하여 기술자료 취합 및 일부 지연되고 있음.

• 추진 계획

- '11. 2분기(5월말 예상)까지는 전체 설계완료가 될 것으로 보여 4차년도내에는 전체적으로 "기술자료 취합 및 관리"연구내용이 차질이 없도록 추진하겠음.

[한국철도공사]

• 부진연구내용

- 한국철도공사에서는 2010년 6월에 공장시운전에 필요한 요구사항 (문서번호 :1103-1-A-0-001)을 작성하여 차량개발기관에 송부하였고, 2011년 1/4분기에 재차 요구하였으나 차량개발기관에서 공장내시험 절차서 미제출로 지연되고 있음.

• 추진 계획

- '11년 2분기부터 공장내 시험절차서에 대한 검토가 이루어질 수 있도록 추진하겠음.

[성균관대]

• 부진연구내용

- 승차감 평가관련 S/W 1건 등록 지연.

• 추진 계획

- 현재 작성 중이며, 2011년 4월중으로 등록완료 될 예정임.

[현대로템(주)]

• 부진연구내용

- 상세설계 일정지연 11/15 -> 2010.12.30 완료(지연) -> 2011.04.30 완료 예정
- 기술문서, 도면 철도공사와의 협의 중으로 인한 형식시험 및 조합시험 일정 지연

• 추진 계획

- (의장작업 기간 단축) 선두차량 의장 작업시 문제점을 후속차량에 개선 적용하여 시행착오를 최소화 -> 후속차량 일정 단축

  * 회로도는 04월 30일 작성 완료

- 기술문서, 도면 4월 중 최종 확인 후 조합시험 실시 예정

[비츠로테크]

• 부진연구내용

- 확인문서 지연: 구성품 용량 검토서 검토 의견 반영 중으로 지연
- 승인도면 지연: 차단기 타기기 간섭 해소를 위한 외형 변경

• 추진 계획

- 도면 및 잔여 문서인 용량검토서 1종 검토의견 반영하여 철도공사 제출 예정 (2011.04.15)

[유진기공산업(주)]

• 부진연구내용

- 제동디스크 해외아웃소싱으로 인한 자료 입수 지연으로 관련 기술도서 확인 진행 지연

• 추진 계획

- 협약 변경 진행 시 5차년도까지 아웃소싱 제품에 대한 형식시험을 완료 할 예정이며 관련 사항에 대한 계획을 핵심과제와 2011.04.09까지 협의 후 사업단에 2011.04.15한 보고 조치토록 하겠음.

[서울과학기술대학교]

• 부진연구내용

- '레일 구름 접촉피로시험 및 마모시험보고서' 연구는 당분기 완료를 목표로 추진되었으나 3월 현재 관련 시험이 계획대비 시험시간 및 분석시간이 목표를 초과하여 소요되고 있음.

• 추진 계획

- 5월까지 나머지 시험을 수행하여 완료할 예정임.

[한국철도시설공단]

• 부진연구내용

- '다웰을 고려한 슬래브 최대길이 산정을 위한 해석 보고서' 연구는 해석결과의 정리 및 분석에 계획 대비 많은 시간 소요되고 있음.

• 추진 계획

- 5월까지 분석을 완료할 예정임.

[한국철도기술연구원]

• 부진연구내용

- '플로팅 슬래브궤도 시공절차서(안)'연구는 각 part별 시공기준 취합 후 최종 결과 제시가 필요함.

• 추진 계획

- 5월까지 완료할 예정임.

[삼보기술단]

• 부진연구내용

- '플로팅 궤도 안전성 검토보고서'연구는 현재 기본계획수립은 완료되었으나 방진장치 lift-up 인상량을 알엠에스테크놀러지와 최종협의하여야 함.

• 추진 계획

- 5월까지 완료할 예정임.

[교량과 고속철도]

• 부진연구내용

- '장경간화와 속도향상을 위한 요소 분석'연구는 현재 해석결과의 정리 및 분석에 계획 대비 많은 시간 소요가 되고 있음.

• 추진 계획

- 관련내용을 최종정리하여 5월까지 완료할 예정임.

○ 연구개발비 집행 부진사유 및 추진계획

<I-1-1_공동 항우연>

• 부진 사유

- 직접비(연구장비 및 재료비)중 '차기년도 소음풍동시험을 위한 시험장치 제작(9천만원)'은 현재 해석결과를 바탕으로 개념설계가 진행 중임.

• 추진 계획

- 4월에 구매를 진행할 예정임.

<I-1-3_한국철도공사>

• 부진 사유

- 종합계측시스템 구축비용의 집행이 지연되고 있음.(약 12억원)

• 추진 계획

- 종합계측시스템 구성장치들의 세부기술요구사항 조정에 따른 용역설계서를 수정 중에 있으며, 종합계측시스템 구축을 위한 용역설계서 작성 및 발주 후 집행 예정임.

<II-1-1_현대로템(주)>

• 부진 사유

- 발주 완료하였으나 물건이 입고되지 않아 연구비 집행 실적이 저조함.

• 추진 계획

- 발주 완료하여 업체 제작 중이므로 물건이 입고되기 시작하는 2분기에는 연구개발비 집행실적이 만회될 것임.

(7) 사업단장 종합의견

- 전반적인 사업진행 일정이 무리없이 차량시스템 및 단위 부품개발의 상세설계 인터페이스 검토가 원활히 이루지도록 과제관리에 충실토록 할 것임.
- 차량제작과 관련하여 계속적인 사업진도점검을 수행하고 있으며, 일부 설계현황(기술문서 및 설계도면), 특히 전기분야에 한하여 지연되고 있지만, 차량제작 대일정 계획 대비 문제없이 달성할 것으로 판단됨. 지속적인 과제관리에 충실토록 하겠음.
- 핵심(II-1)과제 내의 세부과제 중 4차년도 종료과제가 있어 2분기까지는 연구개발비 집행실적이 상승할 것으로 예상되며, 차량제작일정과 맞물려 세부(II-1-1)과제의 연구개발비 집행이 원활히 이루어질 것으로 예상됨.
- 대내외 의견(4차년도 중간성과보고회 토의사항, 건교평 요청사항 등) 등을 사업전반적인 일정에 저해 받지 않는 선에서 충실히 반영하도록 노력하겠음.

제5절 핵심 및 세부과제 성과 및 사업기술 통합관리

1. 5차년도 차세대고속철도기술개발 핵심과제 성과계획

○ Ⅰ- 0 통합 및 총괄과제

성과목표	성과지표		성과물 (산출물)	측정 방법	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
사업추진 체계정립, 관리 및 개발기술 종합	1-1	과제별 연구내용/역할 조정	인터페이스 회의록 등	일정관리, 사업내용 조정 등의 수행 정도	과제별/연구 내용 역할 조정	0.15	성과 지표에 근거
	1-2	기술성과 목표관리 및 평가	기술성과자 료집 등	기술성과 목표 달성도	과제별 성과목표 달성도	0.15	성과 지표에 근거
	1-3	최종 성능평가 결과자료 종합	성능평가 결과보고서 등	각종 성능 평가 자료 결정 능력	최종 성능평가 결과	0.2	성과 지표에 근거
	1-4	후속과제 수립	후속과제 기획보고서 등	후속과제 계획 타당성 정도	후속과제 계획안 작성여부	0.2	성과 지표에 근거
	1-5	실용화 방안 연구	실용화보고 서 등	실용화 방안 계획 타당성 정도	실용화 계획안 작성여부	0.2	성과 지표에 근거
	1-6	논문	게재1, 발표3건	논문작성 수행 정도	논문작성 여부	0.05	성과 지표에 근거
	1-7	특허	2건	특허작성 수행 정도	특허작성 여부	0.05	성과 지표에 근거

○ Ⅰ- 1 핵심과제

성과목표	성과지표		성과물 (산출물)	측정 방법	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
시스템 성능 검증 적용 연구	1-1	시운전 안전성 확보	시운전 안전체계 기술문서	기술문서 작성 여부	1부	0.05	
	1-2	시운전 위험요소 감소 효과	위험요소 예측 및 관리 DB 출력문서	출력문서 산출 여부	1부	0.05	
	1-3	고속능시험 수행	고속능시험 시험 결과보고서 7종	결과보고서 작성 수	7부	0.1	
	1-4	주요 성능 검증보고서	성능 검증보고서 (제동/견인/ 주행) 3종	검증보고서 작성 수	3부	0.1	

성과목표	성과지표		성과물 (산출물)	측정 방법	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
시스템 시험평가 기술개발	1-5	최고속도시험 수행	최고속도 시험 결과보고서	보고서 1종 작성 여부	1부	0.1	
	1-6	시운전시험 관리시스템 구축/활용	성능평가 DB 출력 문서	출력문서 산출 여부	구축	0.05	
	1-7	시운전 열차 분석	고장특성 분석 보고서	보고서 1종 작성 여부	1부	0.05	
	1-8	고속열차 시험계측 기술 개발	신기술 계측시험 결과보고서	보고서 1종 작성 여부	1부	0.05	
	1-9	안전성 모니터링 시험	안전모니터 링 시험결과보 고서 6종	보고서 6종 작성 여부	6부	0.05	
	1-10	차량/시설물 인터페이스 시험 수행	궤도/전차선 /신호시스템 시험 보고서	보고서 3종 작성 여부	3부	0.1	
	1-11	터널내 공력특성 분석	공력특성 검토/분석 보고서	보고서 1종 작성 여부	1종	0.05	
	1-12	논문 게재 및 발표	게재 및 발표 논문	게재 및 발표 건수	15건	0.1	
	1-13	공력소음 저감 설계 지원	풍동시험 결과보고서	보고서 1종 작성 여부	1종	0.05	
핵심과제 총괄 및 세부과제 관리	1-14	핵심과제 총괄 및 세부과제 관리	과제책임자 회의	회의 개최 회수	6회	0.1	
시운전 인터 페이스 시험기술 개발	2-1	논문발표	논문	논문발표 건수	1건	0.3	
	2-2	시스템 인터페이스 시험결과 분석	보고서	시스템 인터페이스 시험결과 분석 타당성	1건	0.7	
열차운용 시험	3-1	연구장비 구축 보완 실적	성능개선 보고서	종합계측시스 템 구축 보완 실적	1건	0.45	종합계측 시스템 구축 보완 필요
	3-2	지침/메뉴얼의 현장 활용도	시운전 세부실행계 획서	세부실행계획 수립	1건	0.2	세부실행계획 에 따른 시운전 시행 필요

성과목표	성과지표		성과물 (산출물)	측정 방법	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
	3-3	연구장비 활용 실적	열차성능평가 보고서	열차성능평가 실적	1식	0.1	종합계측시스템을 활용한 열차성능 평가 수행 필요
	3-4	시험/조사/관측 기법 현장적용 실적	모니터링 보고서	차량시스템 단위부품/구성품 제작 및 시험 모니터링 실적	1식	0.07	기준과 절차에 의한 시험평가/모니터링 수행 필요
	3-5	지침/매뉴얼 개발 및 보급	모니터링 표준 절차서	모니터링 표준절차서 개발	1건	0.03	절차에 의한 연구개발 필요
	3-6	DB구축	DB구축 보고서	DB구축 실적	1건	0.04	시스템 개발 초기부터 완료까지 운영요구 조건 추적관리 및 DB화 필요

○ Ⅱ- 1 핵심과제

성과목표	성과지표		성과물 (산출물)	측정 방법	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
차량개발	1-1	차량 제작 완료	차량 6량	차량 제작	6량	0.4	차량 제작 완료
	1-2	증속시험	시험결과서	증속시험	430km/h (최고시험속도)	0.3	본선시운전시 달성 목표
	1-3	절차서/매뉴얼의 개발	절차서/ 매뉴얼	절차서/ 매뉴얼	1 식	0.2	기능 확인을 위한 시험절차서 및 유지 보수를 위한 각 장치별 매뉴얼 작성
	1-4	특허출원서	출원서	특허출원서	3건	0.1	4차년도 미달성 목표를 고려

성과목표	성과지표		성과물 (산출물)	측정 방법	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
시운전 및 안정화 시험	2-1	품질 및 성능(수준) 향상	완성차(동적) 시험결과보고서	완성차 (동적) 시험결과 보고서	1건	0.4	시제차량 완성차 동적시험절 차서 및 시험기준서 만족
차량의 신뢰성 검증	2-2	품질 및 성능(수준) 향상	고장률 분석보고서	고장률 분석 보고서	1건	0.1	성능안정 및 개선 활동을 위한 고장률 보고서
유지보수 진행	2-3	지침/매뉴얼 의 개발 및 보급	유지보수매뉴얼 1) 보조공기압축기 2) 오일프리공기압축기 3) 공기건조기 4) 안전밸브 5) 제동제어장치 6) 구원제동장치 7) 제동표시기 8) 판토그라프 9) 제동캘리퍼	유지보수 매뉴얼	9건	0.05	상용화 및 유지 보수를 위한 각 장치별 매뉴얼 작성
아웃 소싱품 형식시험	2-4	제품성능 목표 달성도	아웃소싱품 형식 시험 결과보고서 1) 차축디스크/제동패드 2) 차륜디스크/제동패드 3) 유니트캘리퍼(상용) 4) 유니트캘리퍼(주차) 5) 덤프밸브(성적서대체) 6) WSP 제어장치 7) 속도센서(성적서대체) 8) 압력센서(성적서대체)	아웃 소싱품 형식시험 결과 보고서	8건	0.05	시제차량에 공급할 장치별 형식시험 결과 보고서
아웃 소싱품 국산개발	2-5	제품성능 목표 달성도	아웃소싱 국산 개발품 형식시험 결과보고서 1) 차륜디스크 2) 유니트캘리퍼(상용) 3) 유니트캘리퍼(주차) 4) 덤프밸브 5) WSP 제어장치 6) 속도센서	아웃소싱 국산 개발품 형식시험 결과 보고서	6건	0.1	시제차량에 공급할 장치별 형식시험 결과 보고서
주강 디스크 성능평가	2-6	제품성능 목표 달성도	다이나모시험 디스크 재료 열특성 시험	다이나모 시험 재료물성 시험	1건	0.2	주강 디스크 요구성능 만족
판토 그라프 성능시험	2-7	제품 성능 목표 달성도	판토그라프 접촉력 결과보고서	완성차 증속시험 결과 보고서	1건	0.1	시험 최고속도에 서 접촉력 기준 만족

성과목표	성과지표		성과물 (산출물)	측정 방법	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
차량 진단제어 시스템CDM A 통신 기능 개발	3-1	제품성능목 표 달성도	CDMA 통신용 보드	실물	1건	0.1	CDMA 통신용 보드 제작
GPS연계 열차진동감 지장치 추가 제작	3-2	제품성능목 표 달성도	GCU 장치	실물	2건	0.1	GCU 장치 추가 제작
유지보수품 제작	3-3	제품성능목 표 달성도	유지보수용 예비품	실물	3건	0.2	유지보수품 제작 - 차량 진단제어 시스템 - GPS연계 열차진동 감지장치 - 표시기 장치
공장내시험	3-4	매뉴얼 작성 건수	유지보수 메뉴얼	문서 건수	3건	0.1	유지보수 매뉴얼 작성 - 차량 진단제어 시스템 - GPS연계 열차진동 감지장치 - 표시기 장치
실선로시운 전시험	3-5	현장 적용 건수	공장내 시험결과서	문서 건수	3건	0.2	공장내 시험결과서 - 차량 진단제어 시스템 - GPS연계 열차진동 감지장치 - 표시기 장치
논문	3-6	현장 적용 건수	실선로 시운전시험 결과서	문서 건수	3건	0.2	실선로시운전 시험결과서 - 차량 진단제어 시스템 - GPS연계 열차진동 감지장치 - 표시기 장치
특허	3-7	학술회의 발표 논문건수	논문	발표 건수	2건	0.05	논문 발표

성과목표	성과지표		성과물 (산출물)	측정 방법	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
시제차량 납품용 전수검사	4-1	품질 및 성능(수준) 향상	시험검사 성적서	시험 절차서 시험기준 달성도	100%	0.2	시험절차서 및 시험기준서 만족도
APS 상부탑재형 형식시험	4-2	품질 및 성능(수준) 향상	형식시험 성적서	시험 절차서 시험기준 달성도	100%	0.1	
시운전 시험을 통한 성능검증	4-3	품질 및 성능(수준) 향상	시운전시험 절차서 시운전 성적서	시험 절차서 시험기준 달성도	100%	0.1	
시운전 시험을 통한 성능향상	4-4	품질 및 성능(수준) 향상	성능보완 보고서	성능보완 보고서 작성건수	2건	0.2	성능안정 및 개선 활동을 통한 성능보완 보고서 작성
차량의 유지보수 및 유지보수매 뉴얼 작성	4-5	지침/매뉴얼 의 개발 및 보급	유지보수 매뉴얼	매뉴얼 작성건수	2건	0.2	상용화 및 유지 보수를 위한 각 장치별 매뉴얼 작성
특허출원 1건 논문게재 1편	4-6	학술지 게재 논문건수 (국내)	논문	논문건수	1건	0.1	
		국내특허 출원건수	특허 출원서	특허출원 건수	1건	0.1	
TDCS 및 기타 차량장치 인터페이스 시험	5-1	제품성능 목표 달성도	시험 절차서 시험 결과서	문서 확인	각 1부	0.1	인터페이스 시험을 하기 위한 시험절차서 및 시험 후 시험결과서 작성
운행기록 장치 차량 장착	5-2	제품성능 목표 달성도	사용자 매뉴얼	문서 확인	1부	0.1	장착 및 동작을 지원하기 위한 사용자 매뉴얼 작성
공장내 시험	5-3	제품성능 목표 달성도	시험 결과서	문서 확인	1부	0.1	공장 내 시험 수행 후 결과 작성
본선 시험/시운 전	5-4	제품성능 목표 달성도	시험 결과서	문서 확인	1부	0.4	본선 시운전 수행 후 결과 작성
기능 및 성능 보완	5-5	제품성능 목표 달성도	성능 보완서	문서 확인	각 1부	0.1	개선 사항 작성
유지보수 매뉴얼 작성	5-6	제품성능 목표 달성도	유지보수매 뉴얼	문서 확인	1부	0.1	유지보수매뉴얼 작성
완료보고 서 작성	5-7	제품성능 목표 달성도	완료 보고서	문서 확인	1부	0.1	프로젝트 완료 보고서 작성

성과목표	성과지표		성과물 (산출물)	측정 방법	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
시운전 및 시스템 안정화	6-1	시험 결과 보완	시험 결과 보고서	ATP,ATC,ATS시험결과 보고서	3건	0.3	운전 및 공인기관 시험 결과 보완
	6-2	인터페이스 시험	시험 결과 기록서	통합신호 시스템 과 타 전장품 시험 결과 보고서	3건	0.2	타 전장품 신호 인터페이스
	6-3	공장내 시험	시험결과 보고서	시험결과 보고서	1건	0.2	공장내 통합시험
	6-4	보고서	유지보수메뉴얼	유지보수 메뉴얼	1건	0.1	유지보수 메뉴얼 작성
논문/특허	6-5	논문	논문	학술회의 발표 논문건수 (국내)	1건	0.1	관련 기술 논문 발표
	6-6	특허	특허 등록서	특허 등록건	1건	0.1	관련기술 특허등록

○ Ⅱ- 2 핵심과제

성과목표	성과지표		성과물(산출물)	측정방법	목표치	가중치(0~1)	목표치 설정근거
선로 구축물 유지 보수 및 성능 평가 핵심 요소 기술 개발	1-1	시운전 대비 선로 구축물 성능평가 및 유지보수 요건 정립	보고서	- 성능평가기준의 이론적타당성 및 국외기준비교 - 시험선궤도틀림, 경합상태 평가, 유지보수요건 합리성	2식	0.038	개발기술 이론적 정립실시하고 재료, 초도시제품, 공법수행, 프로그램 모듈제작의 방향성 및 목표달성가능성에 대한 검토가 필요함.
	1-2	유지보수 건의 현장시험/성능검증 -현장 궤도 동적 응답측정, 구름접촉피시험,열차변도 하중파형 재하 레일피로시험 -레일 연마주기 및 교체주기 기준(안) 제시	시험결과 보고서 및 유지보수 지침(안) 제시	- 현장측정(2회), 구름접촉피로시험(2회),레일피로시험(2회) 실시	6건	0.030	
				-레일연마주기(안) 및 교체주기(안) 제시(설계기준 및 지침 개발건수)	2건	0.039	
	1-3	-레일연마주기(안) 및 교체주기(안) 제시(설계기준 및 지침 개발건수)	2건	공법의 현장적용성	1건	0.047	
				콘크리트궤도 유지보수방법의 지침화(정부 및 국가기관 지침화 반영건수)	1건	0.030	
	1-4	콘크리트 궤도 급속보강공법 성능개선 및 시방서 작성	공법 현장적용 시험 및 평가 보고서	개발 S/W의 검증 및 적용성 - 제안된 연직변위 기준(안)의 합리성 및 국외 기준과의 비교	1식	0.047	
				연직변위기준 제시(설계기준 및 지침개발 건수)	1건	0.030	
	1-5	콘크리트궤도 유지보수방법의 지침화(정부 및 국가기관 지침화 반영건수)	1건	- 경제성 평가 및 실용화방안의 적용성	1식	0.039	

2. 언론 홍보

5차년도 언론매체 홍보실적은 다음과 같다.

번호	보도 일자	보도사	제 목	매체
1	11/7/13	아시아경제	시속430km′KTX-Ⅲ,10월완성..사고철오명벗나	신문
2	11/7/18	문화일보	"제도外 인적 오류 가능성 꼼꼼히 살펴야"	신문
3	11/7/19	중앙일보	[이슈추적] 올해만 사고 38건 … 전문가·시민 긴급제언	신문
4	11/7/24	머니투데이	中고속철′벼락′참사¨내가탄KTX는?	신문
5	11/7/24	국민일보	이번엔"부품교체"¨KTX사고멈출까	신문
6	11/7/25	YTN	"중국 고속철도 사고 '벼락'때문 이해 안 돼"	신문
7	11/7/26	YTN	코레일 "KTX는 낙뢰에 안전..일제 점검"	신문
8	11/7/29	동아일보	고속철 운행속도 왜 300km로 제한할까	신문
9	11/9/7	KBS 방송	"KTX-산천,설계·제작결함¨구매거부"권고	TV
10	11/9/8	건교투데이	[한국철도비전2020⑤]세계4번째국산고속열차 개발,'철도선진국'등극	신문
11	11/9/16	문화일보	"KTX-산천 잦은 고장 코레일도 책임 있다"	신문
12	11/9/19	연합뉴스	112주년 철도의 날…기관사·미화원 등 표창	신문
13	11/9/19	국토일보	철도안전 예방차원 기준강화 제도개선 마련할 때	신문
14	11/9/26	건설타임즈	철도중심녹색성장	신문
15	11/9/27	브레이크뉴스	녹색성장 견인차…철도시대 제대로 '철' 만났다!	신문
16	11/10/10	오마이뉴스	철도연, 차세대 분산형 고속철도차량용 대차동적특성시험 시행	신문
17	11/10/10	뉴스와이어	철도연, 차세대 분산형 고속철도차량용 대차동적특성시험 시행	신문
18	11/10/10	환경법률신문	고속철도차량용 대차동적특성시험 시행	신문
19	11/10/11	MBC 방송	430Km 차세대 고속철, 주행 안정성 시험	TV
20	11/10/11	YTN	"시속 430㎞ 고속철 대차 기술 확보"	TV
21	11/10/11	뉴시스	철도연 "시속 430㎞ 고속철 대차기술 주행시험 성공"	신문
22	11/10/11	연합뉴스	철도硏 "시속 430㎞ 고속철 대차기술 확보"(종합)	신문
23	11/10/11	건설타임즈	철도연,차세대분산형고속철도차량용대차동적 특성시험시행	신문

24	11/10/11	SBS 방송	차세대 고속철 기술 공개…"서울-부산 한시간 반"	TV
25	11/10/11	동아일보	철도기술硏 "시속 430㎞ 고속철 대차기술 확보"	신문
26	11/10/12	한국경제	시속 430㎞ 차세대 고속철 내년부터 시운전	신문
27	11/10/12	중앙일보	서울~부산 1시간 30분 … 국산고속철, 시속 430km 찍었다	신문
28	11/10/12	조선일보	최고속도에 도달하자 와인잔 5㎜정도 흔들	신문
29	11/10/12	KBS 방송	'서울-부산 1시간 반' 시속 400Km 차세대 고속철	TV
30	11/10/19	아시아경제	산·학·연 '철도 기술혁신 페스티벌'	신문
31	11/10/20	한겨레	국내첨단철도기술・장비빛났다	신문
32	11/10/24	KBS라디오	시속 430km 고속철도 대차기술 확보	라디오
33	11/10/26	매거진	차세대 고속열차 대차 동적특성 주행시험	잡지
34	11/10/26	매거진	한국형 고속열차의 아버지 김기환 고속철도연구 본부장	잡지
35	11/10/27	아시아경제	KTX를 항공기처럼 '허준영 安心鐵' 작전	신문
36	11/10/31	한국경제	경기도, 한국철도기술硏과 GTX 기술개발 상호협력 협약	신문
37	11/11/15	건설경제	삼표이앤씨, 국내 최초 베트남 궤도건설시장 진출	신문
38	11/11/18	부산일보	"경부축 철도′ 시간·비용을 줄여라"	신문
39	11/12/6	아시아투데이	브라질 고속철도 '운영''건설'분리 입찰한다	신문
40	11/12/12	건설경제	이것이 경쟁력이다/삼표이앤씨 한국형 프리캐스트 슬래브 궤도(PSTS)	신문
41	11/12/27	아시아경제	[2012국토해양부]한시간에 430km달리는 고속열차 개발한다	신문
42	11/12/30	매일경제	서울~부산 1시간대 고속철…시속 400km대 주파	신문
43	11/12/30	아주경제	최고 시속 430km 고속철도 내년 선보인다	신문
44	12/1/6	교통신문	철도硏, 광주서 녹색교통 기술 설명회	신문
45	12/1/9	더리더	광주시-한국철도기술연구원, 철도기술협력 협약	신문
46	12/1/11	환경법률신문	시민편의 중심 교통환경 '개선' 필요	신문
47	12/1/30	서울경제	[도전!2012 우리가 앞장선다]현대로템(주)	신문
48	12/2/14	뉴스와이어	한국철도기술연구원,우리국토●도시공간에맞는맞춤형녹색교통시스템구축방안제시	신문
49	12/2/14	환경법률신문	우리 국토●도시공간 맞춤형 녹새교통시스템 구축방안	신문

50	12/2/15	문화일보	<경제인산책>"BIE총장도'상상이상'극찬…향후30년이만한엑스포못볼것"	신문
51	12/2/29	한겨레뉴스	시속500km고속철도로서울→부산1시간에간다	신문
52	12/3/2	한국경제	차세대 고속철 '해무' 이달 공개	신문
53	12/3/4	코리아타임스	Korea set to disclose nest-generation train	신문
54	12/3/5	건설경제	차세대 고속철도기술 '글로벌 경쟁' 뜨겁다	신문
55	12/3/6	IRJ 월간지	Koreans to start test running with HEMU-400X high-speed train	잡지
56	12/3/8	교통신문	시속 430km 차세대 고속철 15일 공개	신문
57	12/3/12	연합뉴스	창원서 철도 중심 미래녹색교통기술 설명회 열려	신문
58	12/3/13	국토일보	'여수엑스포 가는 길 빨라진다'	신문
59	12/3/13	조선일보	[호남]전라선고속화사업내달마무리…KTX시속230km	신문
60	12/3월호	PEACETUNNEL 월간지	'미래 녹색 교통' 초고속 열차가 열어가는 지구촌	잡지
61	12/3/14	부산일보	창원●철도기술연구원 '녹색교통 구현'협약	신문
62	12/3/14	건설이코노미	전라선 고속화사업 종합시험운행 개시	신문
63	12/3/19	교통신문	"창원도시철도 녹색교통 구현"	신문
64	12/3/20	경남도민일보	서울~부산 '90분 시대' 열리나	신문
65	12/3/22	매일경제	충북 오송에 2500억원 투자, 미래교통 클러스터 만든다	신문
66	12/4/16	뉴시스	코레일, 자유로운 대화 가능 '편한대화객실' 운영	신문
67	12/4/25	뉴시스	여수엑스포 1천만명 방문 예상… 국토해양부, 특별교통대책 마련	신문
68	12/4/30	아시아경제	오는 8월까지 'KTX-산천 정비시설'	신문
69	12/4/30	YTN	전라선고속화…여수엑스포가기편하다!	신문
70	12/5/3	디지털타임스	시속 700km 고속열차 2030년 현실화	신문
71	12/5/11	뉴시스	충북도●청주시●한국철도기술연구원, '녹색교통 구현' 협약	신문
72	12/5/17	노컷뉴스	전국 1시간 30분대로 묶을 차세대 고속열차 '해무' 첫선	신문
73	12/5/17	연합뉴스	시속 430km 세계 4번째 고속열차 공개	신문
74	12/5/17	아시아경제	KTX 후속 '차세대 고속열차'..진동은 있지만 승차감은 굿	신문
75	12/5/17	머니투데이	서울~부산 1시간 30분? 시속 430km 고속열차 첫공개	신문

76	12/5/17	아주경제	430km급 고속열차 '해무' 개발, 전국 1시간 30분 생활권 눈압	신문
77	12/5/17	뉴시스	430km 고속열차 '해무' 공개…세계 4위 등극	신문
78	12/5/17	한국경제	시속430km 차세대고속열차 최초 공개	신문
79	12/5/17	MBN	전국 2시간 생활권…차세대 고속열차 공개	TV
80	12/5/17	한국경제	시속 430km 차세대 고속열치.."언제 탈수 있나요?"	신문
81	12/5/17	서울경제	시속 430km 새 고속열차 공개… 세계서 4번째	신문
82	12/5/17	이투데이	시속 430km 고속열차 개발..세계4위 기술보유	신문
83	12/5/17	건설타임즈	차세대 고속열차 '해무' 최초 공개	신문
84	12/5/17	그린포스트 코리아	전국 1시간대 생활권… 시속 430km 열차 개발	신문
85	12/5/17	머니투데이	국토해양부, 시속 430km 차세대 고속열차 공개	신문
86	12/5/17	씨티신문	시속 430km 세계 4번째 고속열차 공개	신문
87	12/5/17	YTN	차세대 고속철 해무 공개… 서울 부산 90분 주파	TV
88	12/5/17	시정일보	시속 430km 고속열차 개발…세계4위 고속철도 기술보유국 도약!	신문
89	12/5/17	SBS 방송	90분만에'서울→분'시속430km고속열차공개	TV
90	12/5/17	공감코리아	시속 430km 고속열차 개발로 세계4위 고속철도 기술보유국 도약!	신문
91	12/5/17	뉴스와이어	국토해양부, 국내기술로 개발한 시속 430km 고속열차 최초 공개	신문
92	12/5/17	KBS 방송	시속 430km 세계 4번째 고속열차 공개	TV
93	12/5/17	MBC 방송	시속 430km 차세대 고속열차 첫 공개	TV
94	12/5/17	뉴스토마토	시속 430km 고속열차 '해무'.."전국 1시간 30분대 개막"	신문
95	12/5/17	파이낸셜뉴스	최고 시속 430km 차세대 고속철 '해무'타보니..	신문
96	12/5/17	머니투데이	전국 1시간 30분대 생활권, 차세대 고속열차 '해무' 첫선	신문
97	12/5/17	티앤티뉴스	국내기술로 개발한 시속 430km 고속열차 공개	신문
98	12/5/17	세계일보	430km 초고속열차 '해무' 출고…세계4위 등극	신문
99	12/5/17	조선일보	전국 어디든 90분이면 도착…시속 430km 한국의 고속열차 탄생	신문

100	12/5/17	매일경제	최고시속 430km 신형 KTX 타보니	신문
101	12/5/17	건설경제	"시속 430km" 세계 4위 고속철 기술보유국 도약	신문
102	12/5/17	천지일보	시속 430km 고속열차 등장…서울-부산 '1시간 30분'	신문
103	12/5/17	푸른한국닷컴	고속열차 해무 개발, 전국 주요거점을 1시간 30분대로 연결	신문
104	12/5/17	코리아타임스	Korea unveils next-generation bullet train	신문
105	12/5/17	경향신문	서울~부산 1시간36분…최고시속 430km 고속철 '해무' 공개	신문
106	12/5/17	한겨레신문	해무가 '서울~부산' 1시간 반 주파하는 비결은	신문
107	12/5/17	헤럴드 생생뉴스	고속열차 해무호 등장, '서울-부산 90분 주파'	신문
108	12/5/17	코리아헤럴드	Korea unveils new high-speed train	신문
109	12/5/17	한국경제	서울~부산 920분대…차세대 고속열차 '해무-430X' 첫 공개	신문
110	12/5/17	한국일보	시속 430km 세계 4번째 '고속' 서울~부산 90분…3년 후 상용화	신문
111	12/5/17	SBS방송	서울→부산1시간40분차세대고속열차공개	TV
112	12/5/17	KBS WORLD	US-Institut: Nordkorea nahm Reaktorbau in Yongbyon wider auf	신문
113	12/5/17	MBC 뉴스	시속 430km 세계 4번째 고속열차	신문
114	12/5/17	국제신문	부산~서울 90분대…시속 430km 고속열차 탄생	신문
115	12/5/18	경남도민일보	창원~서울 90분 주파 초고속 열차 '해무' 공개	신문
116	12/5/18	해럴드경제	"출발 4분만에 시속 300km 돌파"	신문
117	12/5/18	부산일보	차세대 고속열차 '해무' 서울~부산 90분 주파	신문
118	12/5/18	거제타임즈	서울~부산 1시간 30분에 간다	신문
119	12/5/18	CBC	서울~부산 1시간 30분에 간다...트위터 반응은??	신문
120	12/5/18	아시아경제	고속鐵도 현대車처럼 확 달라진 현대로템(주)	신문
121	12/5/18	조은뉴스	차세대 고속열차 해무호의 화려한 모습 공개…세계4위 고속철도 기술보유국으로 도약!	신문
122	12/5/18	시사오늘	고속열차 해무호 '서울-부산 90분대 연결'	신문
123	12/5/18	해럴드 경제	차세대 고속열차 430km/h 해무호 선보여	신문

124	12/5/18	제주인뉴스	차세대 고속열차 HEMU-430X 공개	신문
125	12/5/18	한민족신문	2015년부터 서울-부산 1시간 30분이면 OK	신문
126	12/5/18	동아일보	"나는 달리는 비행기다"…2015년 운행할 시속 430km 고속철 '해무'시승해보니	신문
127	12/5/18	조선일보	시속430km차세대KTX,佛●中●日과속도경쟁 도전장	신문
128	12/5/18	중앙일보	차세대 고속철, 서울~부산 103분 주파	신문
129	12/5/18	KBS 방송	[취재현장]시속 430km 차세대 고속 열차 공개	TV
130	12/5/18	내일신문	"전국이 하나의 도시권으로"	신문
131	12/5/18	서울신문	시속 430km '괴물'은 안락하고 조용했다	신문
132	12/5/18	경북매일신문	시속 430km' 고속열차, 전국 1시간 30분 시대 연다	신문
133	12/5/18	문화일보	시속350→430km차세대KTX'해무'"바닥에동력장치…4륜車로진화	신문
134	12/5/21	교통신문	시속 430km 세계 4번째 고속열차 공개	신문
135	12/5/21	자연환경뉴스	차세대 고속철 창원서 첫선, 최고속도 430km 순수 국내기술개발	신문
136	12/5/22	아시아투데이	[인터뷰]차세대 고속열차 '해무-430X' 장남식 KTX기장을 만나다	신문
137	12/5/22	railway-technology.com	South Korea unveils new high speed train	신문
138	12/5/22	건설경제	철도연, 차세대 고속열차 시운전단 발족	신문
139	12/5/23	한국경제	차세대 고속열차 '해무' 시운전단 발족	신문
140	12/5/23	건설타임즈	철도연, 차세대 고속열차 시운전단 발족	신문
141	12/5/24	KBS1 라디오	세상의 모든 지식 "오늘의 지식상자<고속철도>"	라디오
142	12/6/4	한겨레뉴스	서울서부산까지90분…'해무'가온다	신문
143	12/6/6	매일경제	수소·전기차에시속430㎞KTX까지…	신문
144	12/6/12	아시아경제	서울-강릉간 복선전철 착공.. 강원 '꿈틀'	신문
145	12/6/25	아시아투데이	부산철도차량정비단, 소통+공감 '신명나는 일터 만들기'	신문
146	12/7/19	파이낸셜뉴스	코레일, 철도에 문화를 입히다.. '문화기업' 선포	신문
147	12/7/20	뉴시스	KTX-산천50량첫열차영업운행시작	신문
148	12/7/25	중앙일보	안갯속 세계경제, R&D로 미래 밝힌다	신문
149	12/7월호	파퓰러 사이언스	차세대 고속열차 해무-430X	잡지
150	12/8/3	동아일보	차세대 고속철 '해무' 무사고 안심철 도전	신문

151	12/8/29	건설경제신문	고속철도 인프라기술 국산화로 2500억 절감	신문
152	12/9/10	이투데이	차세대고속열차해무시속354㎞돌파...국내최고 기록갱신	신문
153	12/9/10	아시아경제	시속354㎞열차에선"몸이뜨는듯"	신문
154	12/9/10	머니투데이	한국에서 가장 빠른 열차는 KTX가 아니다?	신문
155	12/9/10	BBS	고속철 '해무' 시속 354.64km 돌파 기록	신문
156	12/9/10	YTN	차세대고속열차 해무 시속 354km 신기록 달성	TV
157	12/9/10	노컷뉴스	차세대 고속열차 '해무' 354km…최고속도 경신	신문
158	12/9/10	아시아투데이	차세대고속열차시속354km돌파	신문
159	12/9/10	MBN	차세대 고속열차 국내 최고 속도 기록	신문
160	12/9/10	서울파이낸스	진화하는' 차세대 고속열차 최고속도…그 끝은?	신문
161	12/9/10	연합뉴스	차세대 고속열차 시속 354km 돌파..국내 최고	신문
162	12/9/10	아주경제	차세대고속열차,시속354.4km최고기록쐈다	신문
163	12/9/10	이뉴스투데이	국내 고속열차 시속 354.64km 최고 기록 돌파	신문
164	12/9/10	뉴시스	국내고속열차최고기록경신…시속354㎞	신문
165	12/9/10	세계일보	차세대고속열차시속354km돌파…국내최고	신문
166	12/9/10	JTBC 뉴스	차세대고속열차 해무, 시속354km로최고기록달성	TV
167	12/9/10	문화일보	차세대 고속열차 '해무' 시속 354㎞ 최고 기록	신문
168	12/9/11	중앙일보	시속 354.64㎞…한국형 고속철 최고 속도 찍었다	신문
169	12/9/11	조선일보	차세대 고속철, 시속 350㎞ 넘으니 걷기 힘들 정도로 흔들려	신문
170	12/9/11	한국일보	KTX 해무 '시속 354㎞ 돌파' 국내 최고 속도 경신	신문
171	12/9/11	국민일보	시속 354.64㎞… 국산 차세대 고속열차 '최고 속도' 신기록	신문
172	12/9/11	세계일보	부산역들어서는'해무'	신문
173	12/9/11	세계일보	차세대 고속열차 '해무' 최고 속도 경신	신문
174	12/9/11	서울신문	차세대 고속열차 '해무' 국내최고 시속 354㎞ 돌파	신문
175	12/9/11	디지털타임스	차세대 고속열차 시속 400㎞시대 연다	신문

176	12/9/11	KNN	차세대 한국형 고속열차 최고속도 경신	신문
177	12/9/11	이데일리	차세대고속철'해무'국내최고354㎞/h넘어서다	신문
178	12/9/11	뉴스웨이브	차세대고속열차(HEMU-430X)한국고속철도의 새역사를쓰다	신문
179	12/9/11	건설경제신문	KTX-HEMU 354.64㎞ 돌파…고속철도 최고시속 경신	신문
180	12/9/11	OBS	차세대고속열차'해무'시속354.64Km기록	신문
181	12/9/11	MTN	차세대고속열차'해무'시속354km달성	신문
182	12/9/11	환경TV	차세대 고속열차 '해무' 시속 354.64km 기록…철도 최고 속도	신문
183	12/9/11	MBC 방송	차세대고속열차'해무'시속354.64Km기록外	TV
184	12/9/11	SBS 방송	차세대 고속열차 시속 354km 돌파…국내 최고	TV
185	12/9/11	KTV 한국정책방송	차세대 고속열차 시속 354km 기록 달성	신문
186	12/9/11	파이낸셜뉴스	차세대고속열차시속354km주파...연말430km돌파할듯	신문
187	12/9/11	한국경제TV	차세대 고속열차 시속 354km 돌파‥신기록 달성	신문
188	12/9/11	뉴스핌	차세대고속열차,시속352.4km돌파	신문
189	12/9/11	소년한국일보	고속열차'해무'국내최고속도기록깼다	신문
190	12/9/11	한겨레	차세대 고속열차 '해무' 국내 최고시속 돌파	신문
191	12/9/11	뉴스한국	차세대고속열차354.64km/h기록...최고속도갱신	신문
192	12/9/11	내일신문	한국고속철도시속400km대'진입'	신문
193	12/9/11	부산일보	국산 고속철 '해무' 시속 354㎞ 돌파	신문
194	12/9/11	공감코리아	차세대 고속열차 국내 최고 시속 돌파	신문
195	12/9/11	경향신문	'시속 354㎞' 고속열차 최고 속도 경신	신문
196	12/9/11	MBN	차세대 고속열차 최고속도 경신…연말 세계 4위 오른다	신문
197	12/9/11	매일경제	차세대열차 헤무 시속 354㎞	신문
198	12/9/11	문화일보	차세대 고속열차 '해무' 시속 354㎞ 최고 기록	신문
199	12/9/11	폴리뉴스	한국형 고속철 'HEMU-430X'...시속 345km 돌파	신문
200	12/9/11	코리아헤럴드	3rd Korean bullet train sets new speed record	신문
201	12/9/11	코리아타임스	Seoul developing new bullet train for commercial use in 2015	신문
202	12/9/11	국제신문	차세대 고속철 '해무' 시속 354.64㎞	신문
203	12/9/11	서울경제	차세대고속열차시속354km돌파…2015년상용화	신문
204	12/9/11	아시아경제	고속열차로 엮인 두 '인연'	신문

3. 주요 행사 및 시승행사

가. 대차 동적특성 주행시험 시연 및 홍보

(1) 목적

차세대고속철도기술개발사업 관련하여 제작 완료된 동력대차의 주행시험을 완료하여, 대차 주행시험 시연 및 홍보를 통해 동력대차 기술의 우수성을 언론기관을 통해 홍보하고자함.

(2) 일시 및 장소

○ 일시 : 2011. 10. 11

○ 장소 : 한국철도기술연구원

(3) 참석인원

○ 차세대고속철도기술개발 관계자, 언론기자단 등

(4) 성과

○ 언론보도

- KBS, MBC, SBS 외 12개 언론매체 보도.

○ 대외적 홍보

- "시속 430㎞ 고속철 대차 기술 확보"<YTN>
- 철도기술硏 "시속 430㎞ 고속철 대차기술 확보"<동아일보>
- 철도연, 차세대 분산형 고속철도차량용 대차동적특성시험 시행<뉴스와이어>
- 철도연 "시속 430㎞ 고속철 대차기술 주행시험 성공"<뉴시스>
- 시속 430㎞ 차세대 고속철 내년부터 시운전<한국경제>
- 서울~부산 1시간 30분 … 국산고속철, 시속 430km 찍었다<중앙일보>
- 최고속도에 도달하자 와인잔 5㎜정도 흔들<조선일보>



KBS 뉴스



SBS 뉴스



MBC 뉴스

(5) 관련 자료





나. 시제열차 출고행사

(1) 개최 목적

차세대고속철도기술개발사업단의 연구 성과물인 차세대고속열차(HEMU-430X) 제작 완료로 인하여, 행사 개최 및 시승행사를 통한 대외적인 홍보를 하고자 함.

(2) 일시 및 장소

○ 일시 : 2012. 05. 16. (수) 15:40 ~ 17:30

○ 장소 : 창원중앙역 광장

(3) 참석인원

○ 행사주빈 : 국토해양부 장관

○ 참석인원 : 215명

(4) 성과

○ 언론보도

- KBS, MBC, SBS, YTN 외 60개 언론매체 보도.



KBS 뉴스



MBC 뉴스



SBS 뉴스



YTN 뉴스

○ 대외적 홍보

- 각 포털사이트 블로그 및 카페에 관련 기사 등재.
  - 차세대고속열차 '해무' 시속 354km 최고 기록<문화일보>
  - 시속 354.64km…한국형 고속철 최고 속도 찍었다<중앙일보>
  - KTX 해무 '시속354km 돌파' 국내 최고 속도 경신<한국일보>
  - 시속 354.64km…국산 차세대고속열차 '최고속도' 신기록<국민일보>
  - 차세대 고속열차 시속 354km 돌파…국내 최고<SBS 사회>
  - 차세대 고속열차 해무 시속354km 돌파…국내최고 기록 갱신<이투데이>
  - 시속 354km 열차에선 "몸이 뜨는 듯"<아시아경제>
  - 차세대고속열차 '해무' 시속 354km…최고속도 경신<노컷뉴스>
  - 차세대고속열차 시속 354km 돌파…국내최고<연합뉴스>
  - 한국에서 가장 빠른 열차는 KTX가 아니다?<머니투데이>
  - '진화하는'차세대 고속열차 최고속도…그 끝은?<서울파이낸스>
- 다음 포털사이트 실시간 검색어 1위(2012.05.17. 기준).

○ 시승행사

- 약 200명 탑승 후 시속 150km/h로 창원중앙역과 진영역 왕복.

○ 유공자포상

- 김상수 선임연구원 외 9명 국토해양부장관 표창 수상.









다. 차세대고속열차 시운전단TF 개소식

(1) 목적

차세대고속철도기술개발사업을 통해 개발되는 분산형 고속 시제열차의 조기 안정화 및 효율적인 시운전시험을 수행하기 위해 발족된 “차세대고속열차 시운전단TF"의 개소식을 개최함.

(2) 일시 및 장소

○ 일시 : 2012년 05월 22일(화) 12:00~13:35

○ 장소 : 부산 고속철도차량정비단 운전분소 1층 시운전단 사무실

(3) 참석자(약 100명)

○ 국토해양부, 한국철도공사, 한국철도시설공단, 한국건설교통기술평가원

○ 시운전단 참여 기관 연구책임자 및 실무자 등

(4) 성과

○ 대외적 홍보

- 철도연, 차세대 고속열차 시운전단 발족<건설경제>

- 차세대 고속열차 ‘해무’ 시운전단 발족<한국경제>

- 철도연, 차세대 고속열차 시운전단 발족<건설타임즈>



라. 차세대고속열차 350km/h 달성 홍보행사

(1) 목적

차세대고속철도기술개발사업의 성과물인 차세대고속열차(HEMU-430X)를 시험 속도 350km/h 운행을 통해 국내기록을 갱신하고 대외적으로 홍보하고자 함

(2) 일시 및 장소

○ 일시 : 2012년 09월 08일(토) 23:00~09월 09일(일) 00:40

○ 장소 : 부산역 (부산→동대구)

(3) 참석자(약 30명)

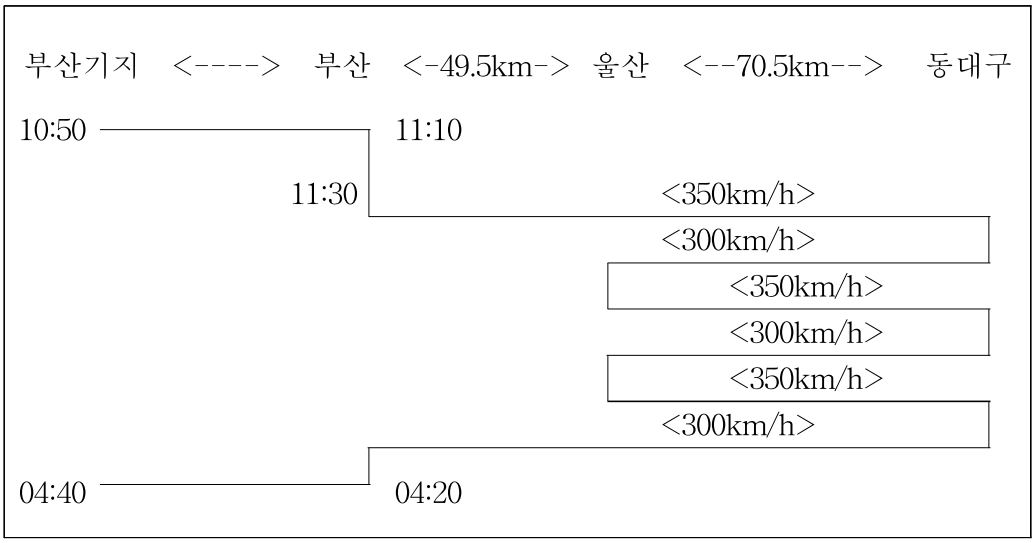
○ 국토해양부 관계자, 한국철도기술연구원장 및 시험관련자

○ 국토해양부 출입기자 중 언론기관 기자 2~3명(국토해양부 협조)

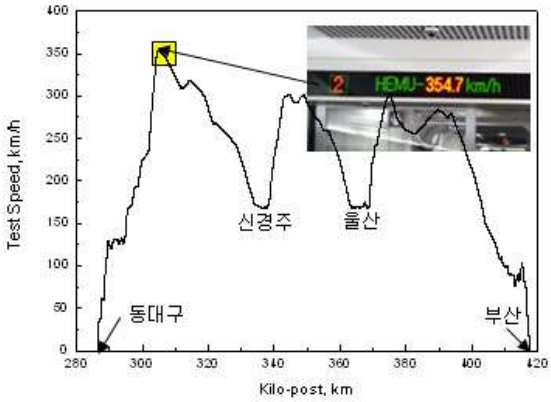
○ 참여기관은 자유 시승

(4) 시승행사 일정

○ 9월9일 시운전 시험 계획(최고속도 350km/h)



시 간	소요시간	행 사 세 부 내 용	비 고
23:00~23:20	20분	집결 (부산역 집결 & 다과)	부산역 접견실
23:20~23:30	10분	탑승 (HEMU-430X 탑승)	부산역
23:30~00:25	55분	시승 (부산역 → 동대구역 탑승 30분 후 24:00경에 350km/h 도달 예상)	
00:25~00:30	5분	도착 및 하차	동대구역
00:30~00:40	10분	사진촬영	동대구역
00:40		폐회 및 VIP 이동	



<HEMU 최고속도 및 누적 주행거리>

<최고속도 354.7km/h 기록>

(6) 성과

○ 언론보도



MBC 뉴스(경제플러스)



MBN 뉴스



YTN 뉴스



JTBS 뉴스10 (김기환 단장 인터뷰)

○ 대외적 홍보

- 차세대고속열차 ‘해무’ 시속 354km 최고 기록<문화일보>
- 시속 354.64km…한국형 고속철 최고 속도 찍었다<중앙일보>
- KTX 해무 ‘시속354km 돌파’ 국내 최고 속도 경신<한국일보>
- 시속 354.64km…국산 차세대고속열차 ‘최고속도’ 신기록<국민일보>
- 차세대 고속열차 시속 354km 돌파…국내 최고<SBS 사회>
- 차세대 고속열차 해무 시속354km 돌파…국내최고 기록 갱신<이투데이>
- 시속 354km 열차에선 “몸이 뜨는 듯”<아시아경제>
- 차세대고속열차 ‘해무’ 시속 354km…최고속도 경신<노컷뉴스>
- 차세대고속열차 시속 354km 돌파…국내최고<연합뉴스>
- 한국에서 가장 빠른 열차는 KTX가 아니다?<머니투데이>
- ‘진화하는’차세대 고속열차 최고속도…그 끝은?<서울파이낸스>



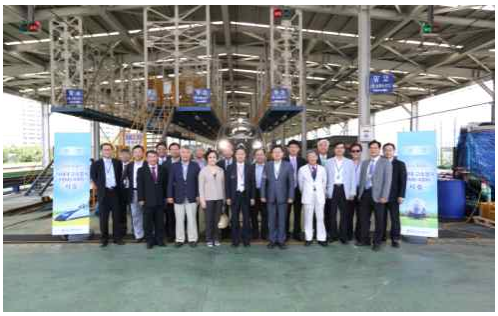
마. 주요 시승행사

(1) 과학기술출연기관장 협의회

○ 일 시 : 2012년 5월 25일

○ 내 용 : 차세대고속열차(HEMU) 소개 및 시승

○ 참석자 : 한국환경정책평가연구원 장 외 19명





(2) 산업연구회 기획부서장협의회 및 HEMU-430x 고속열차 견학행사

○ 일 시 : 2012년 7월 20일

○ 내 용 : 차세대고속열차(HEMU) 소개 및 시승

○ 참석자 : 한국생산기술연구원 외 11개 기관





(3) NU Rail HEMU-430x 견학

○ 일　시 : 2012년 7월 28일

○ 내　용 : 차세대고속열차(HEMU) 소개 및 시승

○ 참석자 : UIUC, University of Tennessee, National Taiwan University, UiUC

○ 관련사진



(4) 차량기계 분과위원회 세미나 개최

○ 일　시 : 2012년 7월 28일

○ 내　용 :

- HEMU-430 시운전 현황
- KTX 기지 방문
- HEMU-430 견학

○ 참석자 : 분과위원회 16명



(5) 소년한국일보 비둘기 기자 HEMU 시승 체험

○ 일　시 : 2012년 9월 14일

○ 내　용 : HEMU 시승 체험

○ 참석자 : 소년한국일보 기자 2명, 어린이 기자 2명.

○ 관련사진





제6절 성능평가 결과 종합 및 관리

1. 기술문서 관리

차세대고속열차 개발열차의 성능을 검토 확인 하는 목록(설계도서) 문서의 범위는 핵심 II-1 차량연구개발기관 및 핵심 I 과제와 총괄과제의 기술적인 검토 의견 등을 반영하여 이루어졌으며, 세부 항목은 표 3.5.1과 같이 차량 70종, 견인전동기 4종, 주변압기 4종, 주전력변환장치 8종, 대차 21종, TDCS 2종, 알루미늄 구체 2종, 경량시트 2종, 유리 2종, 통로연결막 3종, 제동 및 판토그래프 52종, 주회로차단기 7종, 제어시스템 15종, APS 및 축전지 11종, 정보기록장치 3종, 차상신호장치 6종 등 총 212 종의 기술문서이다. II-1핵심과제에서 작성, 제출된 기술문서는 I-1-3세부과제의 검토를 거치고, 총괄과제의 확인을 거쳐 최종 확정되는 절차를 거치고 있다.

표 3.6.1 문서작성대상목록 Rev.E (2012년 9월 17일 기준)

담당기관	No	문서구분	제 목	확인
현대로템 (차량)	1	기술요구서	차량 시스템 기술 요구서	○
	2	보고서	RAM 분석 보고서	
	3	설명서	차량 제어 설명서	○
	4	검토서	축전지 및 축전지 충전기 용량 검토서	○
	5	설계계획자료	문서번호 부여 지침서	○
	6	설계계획자료	문서작성 대상목록	○
	7	부품설명서	축전지 부품 설명서	○
	8	계산서	중량 계산서	○
	9	절차서	구체용접검사 절차서	○
	10	절차서	구체치수검사 절차서	○
	11	설명서	CAB MASK 설명서	○
	12	설명서	데스크 모듈 설명서	○
	13	설명서	창닦이 장치 구성품 설명서	○
	14	절차서	외관구조 검사 절차서	○
	15	절차서	차량 중량측정 절차서	○
	16	절차서	배관~~누가~~(누설)검사 절차서	○
	17	절차서	자동연결기 구성품 설명서	○
	18	설명서	해치커버 장치 모듈 구성품 설명서	○
	19	설명서	연결기/해치 제어 사양 구성품 설명서	○
	20	설명서	구원운전절차서	
	21	절차서	차간 연결기 설명서	○
	22	설명서	공기통 설명서	○
	23	부품설명서	공기조화장치 구성품 설명서	○

담당기관	No	문서구분	제 목	확인
	24	설명서	공기조화장치 용량 계산서	○
	25	기술계산서	화장실설비 구성품설명서	○
	26	설명서	오물처리 및 급수장치 구성품 설명서	○
	27	설명서	차체 도장 설명서	○
	28	부품설명서	승강문 설명서	○
	29	부품설명서	객실출입문 설명서	○
	30	부품설명서	출입문기능시험 절차서	○
	31	절차서	승객비상알람레버 부품 설명서	○
	32	부품설명서	내장판 설명서	○
	33	부품설명서	선반 설명서	○
	34	부품설명서	운전실창 설명서	○
	35	부품설명서	카페트 설명서	○
	36	부품설명서	제진도료 설명서	○
	37	부품설명서	완성차편성누수시험 절차서	○
	38	절차서	바닥상판 설명서	○
	39	부품설명서	실내외 색상 및 표면 처리 구성품 설명서	○
	40	설명서	객차 기밀 시험 절차서	○
	41	절차서	운전실의자 구성품 설명서	○
	42	설명서	방진지지대 설명서	○
	43	절차서	방송장치 구성품설명서	
	44	설명서	열차무선 방호장치 구성품설명서	○
	45	설명서	배전반 구성품 설명서	○
	46	설명서	단상변압기(10KVA)부품설명서	○
	47	설명서	POTENTIAL TRANSFORMER 25KV/100V 부품설명서	○
	48	부품설명서	CURRENT TRANSFORMER 부품설명서	○
	49	설명서	등구류 부품설명서	○
	50	설명서	전조등 컨버터 부품설명서	○
	51	설명서	주간제어기 구성품 설명서	○
	52	설명서	제동 레버 부품설명서	○
	53	부품설명서	차간 HV/LV JUMPER COUPLER 부품설명서	○
	54	부품설명서	케이블부품설명서	○
	55	설명서	무전기장치부품설명서	○
	56	부품설명서	견인전동기 냉각팬 부품설명서	○
	57	부품설명서	화재감지장치~~수신기~~구성품설명서	○
	58	부품설명서	충돌해석 보고서	○
	59	설명서	구조해석보고서(TC, M)	○
	60	부품설명서	차체 하중시험 절차서(TC car)	○
	61	설명서	차체 하중시험 절차서(M3 car)	○
	62	계산서	팽창폼 구성품 설명서	○

담당기관	No	문서구분	제 목	확인
	63	계산서	제진매트 구성품 설명서	○
	64	절차서	Underlay 구성품 설명서	○
	65	절차서	공기조화장치 제어기 부품설명서	○
	66	설명서	SENSING TRANSFORMER 100V/100V 부품설명서	○
	67	설명서	25KV ROOF CONNECTOR 부품 설명서	○
	68	설명서	PANTOGRAPH MODE SELECTOR SWITCH 부품 설명서	○
	69	부품설명서	ROTATING HEAD SUPPORT 부품 설명서	○
	70	부품설명서	25KV ISOLATING SWITCH 부품 설명서	○
현대로템 (견인 전동기)	1	설명서	동기전동기 구성품 설명서	
	2	절차서	동기전동기 시험 절차서	○
	3	설명서	유도전동기 구성품 설명서	
	4	절차서	유도전동기 시험 절차서	○
현대로템 (주변 압기)	1	설명서	주변압기 구성품 설명서 (M car 용)	○
	2	설명서	주변압기 구성품 설명서 (Mc car 용)	○
	3	절차서	주변압기 시험 절차서 (M car 용)	○
	4	절차서	주변압기 시험 절차서 (Mc car 용)	○
현대로템 (주전력 변환 장치)	1	설명서	주전력변환장치 1C4M 구성품 설명서	○
	2	설명서	주전력변환장치 1C1M 구성품 설명서	○
	3	설명서	주전력변환장치 제어 설명서	
	4	절차서	주전력변환장치 시험 절차서(1C4M)	○
	5	절차서	주전력변환장치 시험 절차서(1C1M)	○
	6	절차서	주전력변환장치 조합 시험 절차서(1C4M)	○
	7	절차서	주전력변환장치 조합 시험 절차서(1C1M)	○
	8	계산서	견인력 계산서	
현대로템 (대차)	1	설명서	대차 구성품 설명서	○
	2	설명서	도유기 부품 설명서	○
	3	절차서	도유기 시험 절차서	○
	4	절차서	롤러베어링 시험 절차서	○
	5	설명서	감속장치 부품 설명서	○
	6	절차서	감속장치 시험 절차서	○
	7	설명서	동력대차용 차축 부품 설명서	○
	8	절차서	동력대차용 차축 시험 절차서	○
	9	설명서	부수대차용 차축 부품 설명서	○
	10	절차서	부수대차용 차축 시험 절차서	○
	11	설명서	차륜 부품 설명서	○
	12	절차서	차륜 시험 절차서	○
	13	설명서	대차 댐퍼 부품 설명서	○
	14	절차서	대차 댐퍼 시험 절차서	○
	15	절차서	대차 시험절차서	○

담당기관	No	문서구분	제 목	확인
	16	절차서	안티롤바 구성품 설명서	○
	17	절차서	안티롤바 시험 절차서	○
	18	설명서	공기스프링 부품설명서	○
	19	절차서	공기스프링 시험절차서	○
	20	설명서	코일스프링 부품설명서	○
	21	절차서	코일스프링 시험절차서	○
현대로템 TDCS	1	절차서	네트워크 시험절차서	○
	2	설명서	통신프로토콜 설명서	○
동양 강철	1	설명서	알루미늄 압출형재 구성품 설명서	○
	2	절차서	알루미늄 압출형재 시험 절차서	○
대원 강업	1	설명서	객실의자 및 접이식의자 구성품 설명서	○
	2	절차서	객실의자 및 접이식의자 시험 절차서	○
국영 G&M	1	설명서	일반창문 및 비상탈출창문 구성품 설명서	○
	2	절차서	일반창문 및 비상탈출창문 시험 절차서	○
G&C 중공업	1	설명서	통로연결막 구성품 설명서	○
	2	절차서	통로연결막 시험 절차서	○
	3	절차서	통로연결막 기밀시험절차서	○
유진 기공 산업 (주)	1	설명서	보조공기압축기구성품 설명서	○
	2	절차서	보조공기압축기 시험 절차서	○
	3	설명서	오일프리 왕복동식 공기압축기 구성품 설명서	○
	4	절차서	오일프리 왕복동식 공기압축기 시험 절차서	○
	5	설명서	공기건조기 구성품 설명서	○
	6	절차서	공기건조기 시험 절차서	○
	7	계산서	공기압축기용량계산서	○
	8	계산서	제동력계산서	
	9	설명서	제동시스템 설명서	○
	10	설명서	제동제어장치(BCU) 구성품 설명서	○
	11	설명서	제동전자제어장치(ECU) 구성품 설명서	○
	12	설명서	제동전자제어장치(ECU) 인터페이스 설명서	○
	13	절차서	제동제어장치(BCU) 시험 절차서	○
	14	절차서	제동전자제어장치(ECU) 시험 절차서	○
	15	설명서	안전밸브(SF8) 구성품 설명서	○
	16	절차서	안전밸브(SF8) 시험 절차서	○
	17	설명서	제동표시기(DOUBLE) 구성품 설명서	○
	18	절차서	제동표시기(DOUBLE) 시험절차서	○
	19	설명서	구원제동유니트(BTU) 구성품 설명서	○
	20	절차서	구원제동유니트(BTU) 시험절차서	○
	21	설명서	구원제동제어유니트(BTCU) 구성품 설명서	○
	22	절차서	구원제동제어유니트(BTCU) 시험절차서	○

담당기관	No	문서구분	제 목	확인
	23	설명서	속도센서(동력차) 구성품 설명서	
	24	절차서	속도센서(동력차) 시험 절차서	
	25	설명서	속도센서(객차) 구성품 설명서	
	26	절차서	속도센서(객차) 시험 절차서	
	27	설명서	주차제동 캘리퍼 구성품 설명서	○
	28	절차서	주차제동 캘리퍼 시험 절차서	○
	29	설명서	상용제동캘리퍼 구성품 설명서	○
	30	절차서	상용제동캘리퍼 시험 절차서	○
	31	설명서	차륜 디스크 구성품 설명서	○
	32	절차서	차륜 디스크 시험 절차서	○
	33	설명서	차축 디스크 구성품 설명서	○
	34	절차서	차축 디스크 시험 절차서	○
	35	설명서	판토그래프 구성품 설명서	
	36	절차서	판토그래프 시험 절차서	○
	37	설명서	판토그래프 주습판 수명 계산서	
	38	부품설명서	디스크패드부품설명서	○
	39	설명서	안전밸브(SF10) 구성품 설명서	○
	40	절차서	안전밸브(SF10) 시험 절차서	○
	41	절차서	판토그라프조합시험절차서	○
	42	설명서	판토그래프 압상력 제어장치(FCB) 구성품 설명서	○
	43	설명서	KB_제동캘리퍼 구성품설명서	○
	44	절차서	KB_제동캘리퍼 시험절차서	○
	45	설명서	KB_차륜디스크 구성품설명서	○
	46	절차서	KB_차륜디스크 시험절차서	○
	47	절차서	KB_디스크패드 시험절차서	○
	48	설명서	KB_속도센서 구성품설명서	○
	49	절차서	KB_속도센서 시험절차서	○
	50	설명서	KB_WSO 구성품설명서	
	51	절차서	KB_WSP 시험절차서	
	52	절차서	KB_제동다이나모 시험절차서	○
비츠로 테크	1	설명서	주회로차단기 구성품 설명서	○
	2	설명서	접지스위치 부품 설명서	○
	3	설명서	피뢰기 부품 설명서	○
	4	검토서	주회로차단기 구성품 용량 검토서	○
	5	절차서	주회로차단기 시험 절차서	○
	6	절차서	접지스위치 시험 절차서	○
	7	절차서	피뢰기 시험 절차서	○
인터콘 시스템스	1	절차서	GPS연계 대차진동감지장치 구성품 설명서	○
	2	설명서	GPS연계 대차진동감지장치 시험 절차서	○
	3	절차서	차량진단제어시스템(TDCS) 구성품 설명서	○

담당기관	No	문서구분	제 목	확인
	4	설명서	CCU 구성품 설명서	○
	5	설명서	VCU 구성품 설명서	○
	6	설명서	차량진단제어시스템 MMI 구성품 설명서	○
	7	설명서	CCU 시험 절차서	○
	8	절차서	VCU 시험 절차서	○
	9	절차서	차량진단제어시스템 MMI 시험 절차서	○
	10	절차서	행선지표시기 구성품 설명서	○
	11	절차서	차호표시기 구성품 설명서	○
	12	설명서	차량정보표시기 구성품 설명서	○
	13	설명서	행선지표시기 시험 절차서	○
	14	설명서	차호표시기 시험 절차서	○
	15	설명서	차량정보표시기 시험 절차서	○
팩테크	1	설명서	보조전원장치 구성품설명서(TC,M2,M3 car)	○
	2	설명서	보조전원장치 구성품 설명서(MC car)	○
	3	설명서	보조전원장치 제어기 인터페이스 설명서	○
	4	설명서	보조전원장치 제어 설명서	○
	5	절차서	보조전원장치 시험 절차서(TC,M2,M3 car)	○
	6	절차서	보조전원장치 시험 절차서(MC car)	○
	7	설명서	축전지 충전기 구성품 설명서	○
	8	설명서	축전지 충전기 인터페이스 설명서	○
	9	설명서	축전지 충전기 제어 설명서	○
	10	절차서	축전지 충전기 시험 절차서	○
	11	절차서	보조전원장치 조합시험 절차서(1C4M)	○
한터 기술	1	설명서	Event Recorder 구성품 설명서	○
	2	절차서	Event Recorder 시험 절차서	○
	3	절차서	CPM 시험절차서	○
LS산전	1	설명서	통합 차상 신호 시스템 설명서	○
	2	설명서	차상신호장치 제어기 구성품 설명서	○
	3	설명서	ITCS 인터페이스 설명서	○
	4	설명서	ITCS 제어 설명서	○
	5	절차서	ITCS 구성품(센서류) 시험 절차서	○
	6	절차서	ITCS 통합 시험 절차서	○

차세대고속철도차량 제작을 담당한 차량개발기관이 작성하는 전체 설계도면의 수량에 대하여 검토 및 확인 대상으로 확정한 수량은 표 3.5.2와 같다. 차량개발기관이 제출한 도면은 I-1-3 세부과제의 기술적 검토를 거쳐 I-1핵심과제와 총괄과제의 확인을 받아야 하며, 그 수량은 표와 같이 총 1532매이며 5차년도 현재까지 모든 도면이 확인되었다.

표 3.6.2 차량개발 설계도면 현황 (2012년 7월 10일 기준)

구 분		전체도면	확인대상	확인
차 량	차 체	1045	162	162
	설 비	2247	527	527
	기장/제동	1423	221	221
	전 기	508	260	260
대 차		249	101	101
주 전장품	주전력변환장치	197	35	35
	주변압기	22	9	9
	견인전동기	228	16	16
세부개발 품목	알루미늄 프로파일	52	52	52
	의자	600	5	5
	유리창	6	6	6
	연결통로막	70	26	26
	제동장치, 판토그라프	532	25	25
	주회로차단기	11	12	12
	TDCS, 표시기류	20	22	22
	APS(Tc, M2, M3 Car용)	27	10	10
	APS(MC Car용)	22	6	6
	BACH	20	8	8
	Event Recorder	17	17	17
	차상신호시스템	26	12	12
합 계		7323	1532	1532

2. 완성차시험 총괄 관리

차세대 분산형 고속열차 시제차량(HEMU-430X)이 운행선로에서 시운전을 수행하기 위해서는 철도안전법 시행규칙 제58조 및 제64조에 따라 철도차량 성능시험 중 완성차시험과 철도차량 제작검사 중 최종검사를 받아야 한다.

철도차량 성능시험 및 최종검사는 철도안전법에 근거한 법정시험으로, 관련규정에 의거 시행하여야 하는 시험항목에 대하여 차량제작사에서 제출한 제작사양서, 설계도면 등을 통하여 성능시험기관에서 기술검토를 실시하였으며, 기술검토 결과를 토대로 하여 시험일정, 시험조직, 소요장비 및 시험항목별 시험절차서 및 시험기록서 등을 포함하는 성능시험계획서를 작성하여 배포하였다. 작성된 기술검토 결과 및 성능시험계획은 시험신청자 및 사업 기관과의 협의를 거쳐 성능시험기관에서 시행하였다.

가. 주요사양 및 기술검토

철도차량 성능시험의 대상인 차세대 분산형 고속열차 시제차량(HEMU-430X)의 주요사양은 다음과 같다.

표 3.6.3 HEMU-430X 주요사양

구분	항 목	차세대고속차량	비고
차체	연결기면간 길이	M1~M4 : 25,850 mm MC, TC : 24,300 mm	
	차체 길이	M1~M4 : 23,500 mm MC, TC : 25,500 mm	
	차체 폭	3100 mm	
	차체 높이	3750 mm	
	판토그라프 접은 높이	4500 mm (레일상면 기준)	
	객실상면높이	1250mm(레일상면기준)	
	연결기높이	자동연결기 : (880 ± 10) mm (레일상면 기준) 차간연결기 : (830 ± 10) mm (레일상면 기준)	
연결장치	형식	TC/ MC :AAR TYPE 자동연결기 및 충격에너지 흡수 튜브 M : 반영구적 연결기 및 충격에너지 흡수 튜브	
	완충기 타입	완전밀폐형 고무탄성체	

구분	항 목	차세대고속차량	비고
대차 및 구동장치	대차형식	공기 스프링식 볼스타리스 대차	
	궤간	1435 mm	
	고정축간 거리	2600 mm 이하	
	설계최고속도 - 최고운행속도	440 km/h 이상 400 km/h 이상	
	차륜경	860 mm	
	기초제동방식 - 구동대차 - 부수대차	 차륜디스크 제동 차축디스크 제동	
	지지장치 - 1차 - 2차	 코일스프링 및 댐퍼 공기스프링 및 댐퍼	
	동력전달장치	기어형 평행 카르단(Cardan)방식	
추진제어 인버터	제어용량	410 kW x 4	
	제어방식	전압형 PWM 제어 VVVF 인버터, 가·감속 제어	
	최대출력	1850kW	
	제어 전원 전압	DC 100 V (70 V에서 110 V)	
	냉각방식	수냉각방식	
	주전동기 접속	4대 병렬 영구접속	
견인 전동기	형식	3상 농형유도전동기	
	극수	4극	
	연속정격	410 kW	
	냉각방식	강제통풍 냉각방식	
	절연등급	200 Class	
판토 그라프	형식	싱글암형, 공기상승 자중 하강식	
	접은 높이	623(±10) mm	
	최소 작용 높이	300 mm	
	최대 작용 높이	2,100 mm	
	해방 높이	2,350(±50) mm	
	압상력	68.6 N	
	조작공기압력	3.5 kgf/㎠에서 9 kgf/㎠	
	습판재질	메탈라이즈 카본	

구분	항 목	차세대고속차량	비고
보조 전원장치	방식	AC/DC 컨버터 + 6상 인버터	
	출력전압	AC 440 V ± 3 %, 60 Hz ± 1 %	
	정격용량	180 kVA (연속 정격) 이상	
	과부하 정격	120% (1분간)	
	냉각방식	송풍에 의한 강제냉각	
	왜율	5 % 이하	
축전지	형식	Ni-Cd 알카리 축전지	
	전압	100 V DC	
	용량	300 Ah	
	충전방식	정전류충전 방식	
축전지 충전기	방식	AC/DC 컨버터 + DC/DC 컨버터	
	출력전압	DC 100V ± 5 %	
	과부하정격	120% (1분간)	
	냉각방식	송풍에 의한 강제냉각	
	리플율	5%이하	
주공기 압축기	압축기 - 토출공기압력 - 실 토출 용량 - 방식	9 kg/㎠ 1,092 ℓ/min 이상 OIL FREE 피스톤에 의한 왕복압축	
	전동기	3상 AC 440V, 60Hz 유도전동기	
	기동장치	VVVF 인버터 제어 방식	
보조공기 압축기	공칭 토출량	61 ℓ/min 이상	
	전동기	DC 100 V, 850 W (10분정격)	
냉방장치	방식	냉난방 일체형 상하 취부 및 서커트와 하부커버로 보호,	1개 unit에 2개 시스템 구성 (20kW+20kW)
	냉방용량	40 kW (34,400 kcal/hr, 1unit/car)	1개 unit에 2개 시스템 구성 (18kW+18kW)
	난방용량	36 kW (30,960 kcal/hr, 1unit/car)	
	주전원	3상 AC 440 V, 60 Hz	
	제어전원	DC 100 V	

구분	항 목	차세대고속차량	비고
히터	형식	Sheathed 전기히터 및 모터팬	
	전원	히터 : 440 V 모터팬 : 220 V	
	용량	1 kW (500w x 2개)	
신호보안 장치	제어 방식	ERTMS 표준 ATP	
종합제어 장치	CPU 데이터 전송속도 내부 메모리 외부 메모리	32bit 이상 microprocessor 2Mbps 이상 ROM: 32 Mbyte 이상 RAM: 128 Mbyte 이상 512Mbyte 이상 Flash Memory	
열차 무선 송·수신기	TETRA, UHF, VHF	철도용품표준규격	

차세대고속철도 시제차량은 철도안전법 시행령[대통령령 제18933호] 제29조에서 정의된 시험·연구목적으로 제작·조립된 철도차량에 해당되어 철도안전법 제35조에 따라 성능시험 면제대상이지만, 철도안전법 시행규칙[국토해양부령 제456호] 제58조의 성능시험 면제 범위에서 철도차량 운행선로에서 시운전을 하는 경우에는 완성차 시험을 받도록 규정하고 있다.

따라서, 차세대고속철도 시제차량의 경우는 시험신청자가 제출한 면제 증빙자료를 토대로 검토하였으며, 철도차량 성능시험 시행지침 제3조에 정의 되어있는 부품시험, 구성품시험, 완성차 시험, 운행선로시험 중 부품시험, 구성품시험, 운행선로시험은 면제하고 완성차 시험 항목만 실시토록 한다.

성능시험 신청자(현대로템(주))가 제출한 연구개발 사업 주관기관이 승인한 기술자료를 통하여 완성차시험 항목에 대한 기술검토를 실시하였으며, 그 결과 완성차 시험 항목 중 여압장치 시험을 제외하고 모든 시험항목이 실시되어야 하며, 세부 방법 및 절차는 시험신청자, 연구개발 사업 주관기관 및 성능시험기관과 협의된 절차서 및 기록서를 작성하여 수행토록 한다.

나. 성능시험 실시 방안 및 시험장비

차세대 분산형 고속열차 시제차량(HEMU-430X)의 성능시험은 단차상태 또는 편성상태로 실시되며, 실시방법은 다음과 같다.

표 3.6.4 성능시험 실시 방안

시험항목			단차	편성	시험절차서
외관구조검사				◎	FCBC01
측정에의한 검사	중량측정			◎	FCBC0201
	차량한계측정			◎	FCBC0202
	곡선통과시험			◎	FCBC0203
	접지시험			◎	FCBC0204
	절연저항측정		◎		FCBC0205
	내전압시험		◎		FCBC0206
	차체 및 대차치수측정		◎		FCBC0207
차체누수시험				◎	FCBC03
차체리프팅시험			◎		FCBC04
집전장치시험				◎	FCBC05
추진제어장치시험				◎	FCBC06
신호보안장치시험				◎	FCBC07
종합제어장치시험				◎	FCBC08
냉난방, 환기장치시험				◎	FCBC09
기밀시험			◎		FCBC10
기타 조합된 차량의 기능 및 동작측정 시험	제어회로시험			◎	FCBC1101
	시동정지 및 운전실교환시험			◎	FCBC1102
	보조전원시험			◎	FCBC1103
	역행시험			◎	FCBC1104
	제동시험			◎	FCBC1105
	집전시험			◎	FCBC1106
	유도장애시험			◎	FCBC1107
	보호장치동작시험			◎	FCBC1108
	지상설비와 연계동작시험			◎	FCBC1109
	냉난방, 환기 성능시험			◎	FCBC1110
	객실 및 운전실기기 시험	방송장치		◎	FCBC111101
		표시기장치		◎	FCBC111102
		열차무선장치		◎	FCBC111103
		화재감지기		◎	FCBC111104
		조명장치		◎	FCBC111105
		열차방호장치		◎	FCBC111106
	출입문시험			◎	FCBC1112
	모니터장치의 표시 시험			◎	FCBC1113
	종합제어장치 차상검사 시험			◎	FCBC1114

성능시험은 다음의 장비들을 이용하여 실시되었다.

표 3.6.5 성능시험장비

	장비명	장비형식	수량	비고
1	내압시험기	Max 12kV	1대	
2	개인용 컴퓨터	Pentium 급, Rs 232 Port 1개 이상	1대	
3	절연저항기	1000V, 200Mohm	1대	
4	오실로스코프	200MHz, 2CH	1대	
5	Multi-meter	1,000/400mV	1대	
6	RS-232 Cable	5~10m	1대	Note Book연결용
7	이동식 시험기	자체제작	1대	VVVF Inverter 시험 용
8	모의 스위칭 박스		1대	
9	시험용 플러그 커넥터		1 set	
10	Chart Recorder	YOKOGAWA R4800	1대	
11	Pressure Gauge	TOKO Analog Gauge	2대	
12	Pressure Transducer	KYOWA PG-10K	2개	
13	Hot wire anemometer	Velocicalc 386M-GB (TSI Incorporated)	1대	
14	Stop Watch	최소 0.1초 표시 가능	1대	
15	Air Capture Hood	TSI 8373-M-GB (TSI Incorporated)	1대	
16	Sound Level Meter	2238 MediatorTM (Bruel & Kjaer)	1대	
17	상회전 시험기	R-S-T PHASE	1대	
18	무정전 전원	출력:DC 100V, AC220V	1대	
19	줄자	2m 이상	1대	
20	차량한계 gauge	자체제작	1대	
21	조도계	YEW (3281)	1대	

다. 완성차시험 및 최종검사의 실시

(1) 시험수행기간

- 2012년 2월 1일 ~ 2012년 4월 26일

(2) 시험장소

- ㈜현대로템 창원공장

(3) 시험항목 및 시험결과

- 완성차시험 : 33항목 완료
- 최종검사 : 2항목 완료

(4) 시험 진행현황

각각의 시험항목에 대해 시험을 실시하였으며, 진행현황을 아래에 나타내었다.

표 3.6.6 성능시험 진행현황

시험항목			시험 착수일자	시험 완료일자	비고
외관구조검사(01)			2/22	4/18	
측정에 의한 검사 (02)	중량측정검사 (0201)	TC	2/16	2/16	
		M1	2/16	2/16	
		M2	2/16	2/16	
		M3	2/16	2/16	
		M4	2/16	2/16	
		MC	2/16	2/16	
	차량한계측정 (0202)	TC	2/17	2/17	
		M1	2/17	2/17	
		M2	2/17	2/17	
		M3	2/17	2/17	
		M4	2/17	2/17	
		MC	2/17	2/17	

시험항목			시험 착수일자	시험 완료일자	비고
	곡선통과시험 (0203)	TC	2/17	2/29	
		M1	2/17	2/29	
		M2	2/17	2/29	
		M3	2/17	2/29	
		M4	2/17	2/29	
		MC	2/17	2/29	
	접지시험 (0204)	TC, M1, M2	2/13	3/1	
	절연저항시험 (0205)	M1	2/13	2/13	
	내전압시험 (0206)	M1	2/13	2/13	
	차체 및 대차치수측정 (0207)	TC	2/27	3/1	
		M1	2/27	3/1	
		M2	2/27	3/1	
		M3	2/27	3/1	
		M4	2/27	3/1	
		MC	2/27	3/1	
차체 누수시험(03)			2/28	4/23	
차체 리프팅시험 (04)		TC	2/15	2/15	
		M1	2/14	2/14	
집전장치시험(05)			2/29	3/1	
추진제어장치시험(06)			2/3	4/24	
신호보안장치시험(07)			2/9	3/3	
종합제어장치시험(08)			2/1	4/17	
냉난방,환기장치시험(09)			2/22	2/28	
객차기밀시험(10)		TC	2/13	2/13	

시험항목			시험 착수일자	시험 완료일자	비고
기능 및 동작시험 (11)	제어회로시험(1101)		2/1	4/17	
	시동,정지및운전실교환시험 (1102)		2/1	3/2	
	보조전원시험(1103)		2/18	2/27	
	역행시험(1104)		4/24	4/24	
	제동시험(1105)		2/9	4/24	
	집전시험(1106)		2/17	3/1	
	유도장애시험(1107)		4/20	4/21	
	보호장치동작시험(1108)		3/3	3/3	
	지상설비연계동작시험(1109)		3/3	3/3	동적시험 본선에서 실시
	~~냉난방환기시험(1110)~~				냉난방환기 장치시험에서 실시
	객실 및운 전실 기기 시험 (1111)	방송장치시험(111101)	2/8	2/28	
		표시기장치시험(111102)	3/1	3/1	
		열차무선장치시험(111103)	4/2	4/3	
		화재감지기시험(111104)	2/24	2/28	
		조명장치시험(111105)	2/21	4/3	
		열차방호장치시험(111106)	3/4	4/3	
	출입문시험(1112)		2/6	2/8	
	~~모니터장치표시기시험(1113)~~				종합제어장치 시험에서 실시
	종합제어장치차상검사(1114)		2/24	4/3	
공장구내 시운전	견인, 제동 주행성능시험		4/26	4/26	최종검사
	운전자 경계 장치시험		4/26	4/26	



그림 3.6.1 차체리프팅 시험



그림 3.6.2 차량한계 시험

(4) 주요 문제점 및 조치사항

차세대 분산형 고속열차 시제차량(HEMU-430X)의 공장구내 시험 중 몇 가지 문제점이 발견되었고, 이를 해결하기 위한 조치사항에 대해 정리하면 다음과 같다.

○ 보조전원장치(APS)가 공기압축기 2대 기동시 출력과전류로 보호동작 발생(2/2) : 타이머를 사용하여 공기압축기를 순차 기동시켜 문제 해결함(2/18)

○ M4 주변압기(MTF) 고장(방압밸브 작동으로 냉각유 누출, 2/10) : 현대로템(주) 의왕공장에 보유중인 주변압기 시제품으로 교체 후 시험 진행함(2/14), M4 주변압기 고장원인은 MPS 구동 시 APS 입력저전압에 따른 M4 MTF 오일펌프 및 냉각팬 미구동에 따른 냉각 불량으로 방압변 동작됨(2/17) : 가선전압 확인용 PT의 접지선이 차체에 접지되지 않아 가선전압 신호에 위상지연 및 전압발생함을 확인함, 이로 인하여 MPS 제어중 입력과전류 발생 및 APS 입력저전압 발생, PT 접지선 차체 접지 후 정상동작 확인함(2/26)

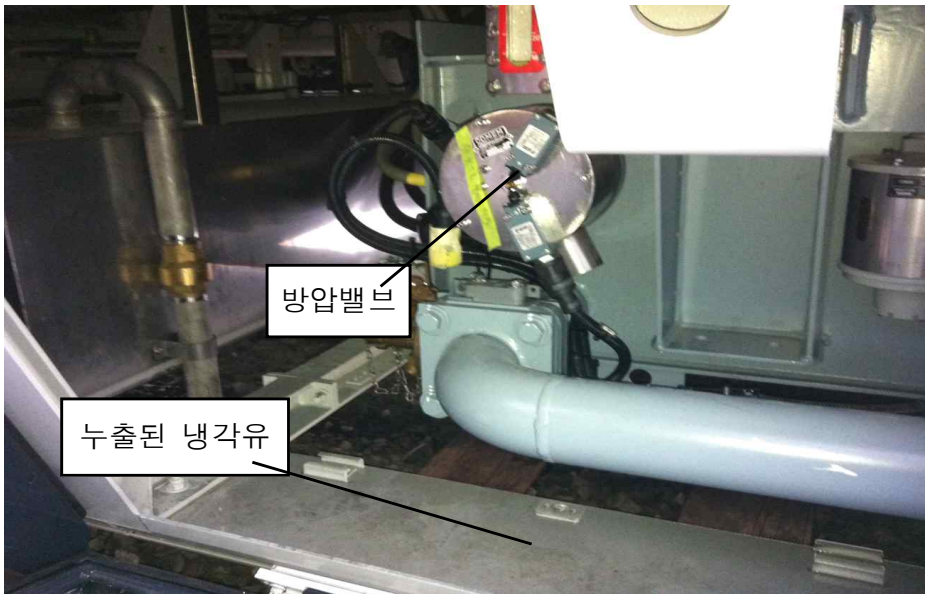


그림 3.6.3 주변압기 고장사진

○ TC 전면창 하부 굴곡으로 인한 기장 시야 방해로 새제품으로 교체(2/14), MC 전면창 교체(4/14)

○ 차량한계시험시 선두와 후미 대차 스커드 간섭 발생(2/17) : 대차 스커드 간섭 부분 절단 후 재설치(5/7)

○ 곡선통과시험시 M2 고압박스와 M3 차체 간섭으로 고압연결박스 소손됨(2/17) : 고압박스 재설계 및 설치 후 간섭 없음 확인(3/21)

○ MPS GDU Fault 계속 발생(2/18), MPS 가선 입력 전압 강하와 위상 차이 발생으로 동작불가(2/22) : 가선전압 확인용 PT의 접지선이 차체에 접지되지 않아 가선전압 신호에 위상지연 및 전압발생함을 확인, PT의 접지선 차체 접지 후 MPS 동작불량 해결됨(2/26)

○ M1 히터 투입시 배전반 내 단락으로 일부 배선 소손됨(2/19) : 히터 쪽 고압내선 따로 분리하는 등 배전반 복구 후 정상동작 확인(2/21)

○ 접지에 의한 가선 Trip으로 가선전압 차단 발생(3/2) : M1 주변압기와 고압케이블 간 T-Connector 수리(3/3)

○ M1 주변압기(MTF) 점검 중 방압밸브 작동으로 누유된 것 확인됨(3/3) : M1 주변압기는 2월 10일 M4 주변압기 고장 때 같이 소손된 것으로 추정됨, M1 MTF 정상작동시까지 완성차시험 지연됨(3/3 ~ 4/1), 4월 2일 완성차시험 재시작 후 4월 26일 공장내 구내시험 완료함

○ M1, M4 주변압기(MTF) 2기 수리 및 1기 차량 장착, 1기는 예비품 보관(국제전기, 1호기 3/14 ~ 4/12, 2호기 3/22 ~ 5/1)

(5) 시험일지

- 별첨3 참조

(6) 시험성적서

완성차시험 및 공장구내 최종검사 완료 후 발급된 성적서의 표지는 아래 그림과 같고 전체 내용은 별첨4에 포함하였다.

시 험 성 적 서
(TEST REPORT)

Sheet No. : 1 / 6

발 급 번 호 (Certificate No.)	R12-0639
의 뢰 자 (Client)	(상호) 현대로템(주) (대표자) 이민호 (주소) 경상남도 창원시 의창구 대원동 85 (종합사업자)
제 작 자 (Manufacturer)	(상호) 현대로템(주) (대표자) 이민호 (주소) 경상남도 창원시 의창구 대원동 85 (종합사업자)
접 수 번 호 (Receipt No.)	T11-0828
시 험 일 자 (Test Date)	2012.02.06 ~ 2012.04.24
품 명 (Commodity)	차세대고속철도기술개발사업 시제차량 6량 형식 : 분산형 고속열차(시제열차)
시 험 규 격 (Test Standard)	철도안전법 철도차량 성능시험 시행지침

시험기록(Test Record)

시험 성적서 ..... 6 매

총 6 매

시 험 결 과 (Test Result)	상기 시험품의 항목별 상세 시험결과는 별지 시험성적서와 같음.

용도(Uses): 연구개발용

비 고(Note) : 위는 의뢰자가 제공한 시료의 시험결과이며, 이 시험성적서는 용도 이외의 사용을 금함.
(This result of testing has been made for the commodities provided by the applicant. Except for the defined uses, this report should not be used.)

시 험 자 : 박찬정 기술책임자 : 구동희

(Date) 2012 년 04 월 25 일

(Certificated by) 한국철도기술연구원장
President of Korea Railroad Research Institute

KRRI R|T11-0828|R12-0639|04|KLN|11862|10482|111125|120425

철도차량 최종검사 확인서

1. 발 행 번 호: MD0265
2. 차량제작검사신청번호 및 일자: MKR01/2012.02.21.
3. 운 영 기 관: 시험·연구용
4. 제작검사 신청자: 이민호/현대로템(주)
5. 차량 제작사: 현대로템(주)
6. 적용차종 및 수량: 차세대고속철도차량 6량
8. 차 량 종 류: 고속철도차량
9. 금회검사수량: 6량
10. 차 량 번 호 : HEMU-400X
11. 금회검사 후 잔량: -
12. 착 수 일: 2011.04.26.
13. 완 료 일: 2012.04.26.
14. 검 사 결 과: 적 합

철도안전법 제36조 및 철도차량 제작검사 시행지침 제14조의 규정에 의하여 위 철도차량이 최종검사기준에 적합함을 확인합니다.

2012년 4월 26일

15. 검사자: 선임검사원 강석[illegible] 책임검사원 박도열

(사)한국철도차량엔지니어링
검사본부장 안도만

※ 첨부서류 : 철도차량 최종검사 기록 1부

FPED003-03 ROTECO A4(210x297)

제7절 시운전단 구성 및 시험운행 총괄

1. 시운전단 구성

가. 구성 배경

본 사업의 최종목표인 최고속도 증속시험(430km/h)을 효율적으로 추진하기 위해 한국철도기술연구원, 한국철도공사, 한국철도시설공단, 현대로템(주) 등 관련기관이 참여하는 “차세대고속열차 시운전단 T/F″을 구성하여 효율적인 시운전 시험 업무를 수행하였다. 시운전단은 과거 고속열차기술개발사업에서도 한국형고속열차 시운전단을 구성하여 운용한 사례가 있다.

< 유 사 사 례 >

○ 고속철도기술개발사업에서 ‘한국형 고속열차 시운전단’을 2005년 2월부터 약 2.5년간 운영하여 242개 시험을 수행

- 인원 : 총 50명(국토해양부 1, 한국철도공사 5, 한국철도시설공단 9, 한국철도기술연구원 10, 참여기업 25)
- 기간 : 총 32개월 (2005년 2월 1일 ~ 2007년 10월 31일)
- 실적 : 시운전 발족 전에 비해 약 4배의 시운전 실시

구분	시운전 발족(‘05.2.1) 전 3년간	시운전단 발족이후 2.5년간
횟수	142회	287회
거리	46,259km	155,357km

나. 시운전단 목표

(1) 최고속도 430km/h 시험 수행

- 각 속도단계별 측정 결과 분석 및 검토를 통하여 증속시험을 실시하는 것을 목표로 하였으나 사업 목표가 변경됨에 따라 차세대고속철도기술개발사업에서는 350km/h 달성으로 목표를 재설정하였다.

(2) 차량성능 검증

- 차량성능 검증을 위하여 다음 표와 같이 4개 분야 31개 항목 시험 실시하는 것을 목표로 하였다.

본선시운전 시험항목

구분	순번	시험항목	
차량운용성능시험	1	주행 성능시험	역행시험
			구배기동 및 가속성능시험
			휠 슬립조정시험
			온도상승시험
			Disabled 상태 시험
			Preset Speed 시험
	2	동력전달장치 온도시험	
	3	제동 성능시험	비상제동시험
			상용제동(공기)
			절연구간 통과시 상용제동 (감속도 변화율)
			주차제동
	4	집전 성능시험	동적 평균 접촉력시험
			이선률 측정시험
			집전판 온도 측정시험
			영상모니터링 시험
	5	주행동특성시험	주행안전성시험
			차량동적거동시험
	6	차륜/궤도 작용력시험	
	7	유도장애시험	
	8	소음시험	차내소음
			차외소음
	9	차내환경 및 기밀성능시험	
	10	통합차상신호시험	
	11	활주방지시험	
	12	승차감시험	
	13	지상설비연계동작확인시험	
	14	제어 및 감시성능시험	

구분	순번	시험항목	
고속성능시험 (한국철도기술연구원)	1	제동성능시험	
	2	소음시험	차내소음
			차외소음
	3	집전장치	판토그래프 동특성시험
			집전화상모니터링시험
			집전 전압/전류 특성시험
	4	고속주행 성능시험	주행안전성/안정성시험
			승차감시험
			동력전달온도시험
	5	가속 성능시험	추진성능시험
			차축토오크시험
	6	공력 특성시험	주행저항시험
			압력파시험
	7	통합차상신호시스템성능시험	
안전성모니터링시험 (한국철도기술연구원)	1	건전성 모니터링	대차건전성 모니터링시험
			차체건전성 모니터링시험
	2	전자파 간섭시험	전도성 간섭시험
			유도성 간섭시험
			복사성 간섭시험
			EMF 측정시험
	3	추진 및 보조전원시스템 성능시험	추진성능시험
			전원성능시험
	4	전력 품질시험	전압왜형률
			품질지수시험
	5	소비에너지시험	
	6	진동 특성시험	주행노선 진동Map 구성시험
			구조적 진동경로 추적모니터링
	7	신기술 계측시험	고정밀위치검측시험
			무선모니터링시험
			궤도불규칙 진동 모니터링

다. 추진 경과

차세대고속열차 시운전단은 2011년 12월 국토해양부 회의에서 결정되어, 한국철도시설공단/한국철도공사/한국철도기술연구원 및 현대로템(주)과 상세 협의 후 발족되었다. 주요 추진 경과는 다음과 같다.

○ 2011. 11 : 한국철도시설공단, 한국철도공사와 차세대고속열차 시운전단 구성 협의 및 시제열차 기지 사용협의

○ 2011. 12 : 시운전단 구성 · 운영 회의 개최(국토해양부 철도기술안전과-3028)

- 한국철도공사와 한국철도시설공단은 시운전단 구성에 적극 협조할 것
- 시운전단 소재지는 부산 고속철도차량기지로 함
- 선로 사용료 면제는 선로사용 허가 신청시 별도 협의

○ 2012. 1 : 한국철도시설공단 및 한국철도공사 시운전단 참여 인원 통보

(공단 기술연구소-172, 공사 연구개발처-515)

- 한국철도시설공단 : 비상주 4인
- 한국철도공사 : 상주 2인(기장포함), 비상주 7인

○ 2012. 1 ~ 5 : 한국철도공사와 시운전 사무실 관련 협의 및 임대 계약

- 2012. 4. 23 사무실 임대 계약 체결 (부산고속철도차량정비단)
- 2012. 5. 11 전기사용 신규 승인 (한국철도공사 부산경남본부)

○ 2012. 5 : 차세대고속열차 시운전단 개소식 행사 개최



그림 3.7.1 차세대고속열차 시운전단 구성 설명회



그림 3.7.2 시운전단 개소식

○ 본선 시운전 시험을 위한 보험 가입 등 안전 대책 수립

- 열차 고장 등으로 발생할 수 있는 철도시설물의 손상 혹은 영업 업무의 손해 발생에 대비 책임 보험 가입
- 시험 운전 종합안전 대책 수립
  - 산업안전 관리법에 의한 파견자의 안전 교육 계획 수립
  - 비상연락망 구성 등

2. 시운전단 운영 현황

가. 인원 및 조직

○ 총괄기관인 한국철도기술연구원을 중심으로 3개 팀 총 46명으로 구성

(상주 인원 23명, 비상주 인원 23명)

○ 시운전 단장은 한국철도기술연구원 김석원 책임으로 함

- 시운전 단장은 목표달성을 위해 시운전의 종합책임을 지고,
- 시운전 중 안전을 최우선으로 하며,
- (비)상근 직원의 근태관리 및 업무지시를 수행함

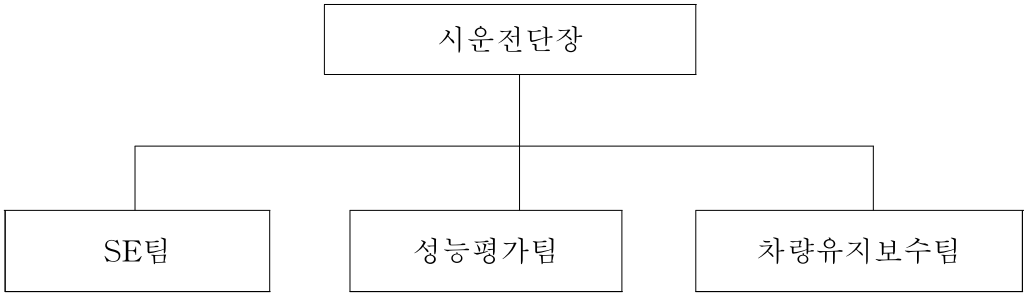


그림 3.7.3 시운전단 조직

표 3.7.1 시운전단 구성인원

구 분	계	단장	SE팀	성능 평가팀	차량유지 보수팀
한국철도기술연구원	8(8)	1	2(2)	5(6)	-
철도시설공단	(4)			(4)	-
철 도 공 사	2(7)		2(1)	(5)	(1)
현대로템(주) 등	13(4)		1	1	11(4)
계	23(23)	1	5(3)	6(15)	11(5)

※ ( )는 비상주 인원임

※ 한국철도공사 상근인원 2인(기장 1인 포함)은 SE팀에 소속함

SE팀, 성능평가팀, 차량유지보수팀 등 3개 팀으로 구분된 각 팀의 업무분장은 다음 표와 같다.

구분	담 당 업 무
시험책임자	• 시운전 수행에 대한 종합적인 관리 및 승인 • 시운전단 필요 인력 구성 및 관리 • 각 팀별 업무 결과 확인
SE팀	• 시운전 시험 일정 계획, 조정 및 총괄 업무 • 대외기관 협력 업무 • 열차 운행 및 기관사 관리 • 차상 시운전 수행 인력 지원 • 차량 운행, 계측시험, 유지보수 등에 대한 안전관리 • 시험 결과 관리
성능평가팀	• 시제열차 성능 평가 주관 • 시제열차 시운전 시험에 관한 체계 및 절차 마련

구분	담 당 업 무
	• 시험 항목 및 절차서, 시험 상세계획 작성 • 시운전 계측시험 실시 • 시험결과 DB 구축 • 시험 결과 보고서 작성
차량유지보수팀	• 차량의 안정화, 유지보수 시행 및 확인 • 차량의 검수 및 정비 • 운전취급, 유지보수 관리계획서 작성 • 개발품 및 차량 부품에 대한 이상 유무 점검 • 개발부품 및 예비품 확보 및 관리 • 차량유지보수 개선사항 발굴 보완

또한 각 기관별 주요 임무는 다음 표와 같다.

구분	담 당 업 무
한국철도기술연구원	• 시운전 수행에 대한 종합 관리 • 시운전 종합 안전대책 수립 및 안전관리 총괄 • 속도별 시제차량 및 시설물 인터페이스 안전 확보 • 시제열차 성능 평가 주관 • 시험 결과 분석 및 관리
한국철도공사	• 시운전 계획에 의한 시운전 시험 일정 계획 및 조정 • 시제열차 운전안전 관리 • 시제열차 기관사 지원 • 철도차량 정비기지 시설사용 협조 • 한국철도공사 소관 시제열차 시험
한국철도시설공단	• 시운전 선로 사용 허가 • 속도향상에 따른 시운전 노선 시설물 상황 검토 • 시설물 인터페이스 시험 및 분석 • 시제열차 시험 지원
현대로템(주) (참여기업)	• 시제열차의 안정화, 유지보수 시행 및 확인 • 시제열차의 검수 및 정비 • 개발품 및 차량 부품에 대한 이상 유무 점검 • 개발부품 및 예비품 확보 및 관리 • 시제열차 유지보수 개선사항 발굴 보완 • 시제열차 기관사 교육

3. 차세대고속열차 본선 시운전시험 협약 체결

차세대고속열차의 본선 시운전 시험을 수행하기 위하여 시운전시험과 관련된 사항을 관계기관의 행정 협조와 상지 지원을 받기 위하여 기관 상호간 협약을 체결하여 효율적인 업무를 수행하고자 하였다. 본 협약은 한국철도공사, 한국철도시설공단, 한국철도기술연구원이며, 총 15조로 구성되어 있으며 2012년 3월 19일 체결되었다. 주요 내용은 다음과 같다.

○ 시운전 선로 사용에 대한 허가

○ 본선 시운전 시험 수행 및 차량 입환 협조

○ 시험 선로 시설물에 대한 사용 및 필요시 일부 조정 허가

○ 부산고속철도차량정비단 기지 내 시설 사용 허가

○ 운전 요원 및 안전요원 지원

○ 증속 시험에 대한 협조

○ 전기사용료 등 시운전 시험 경비에 대한 지불 근거 마련

○ 사고발생시 피해보상 내용 및 보험 가입 등



그림 3.7.4 협약 체결



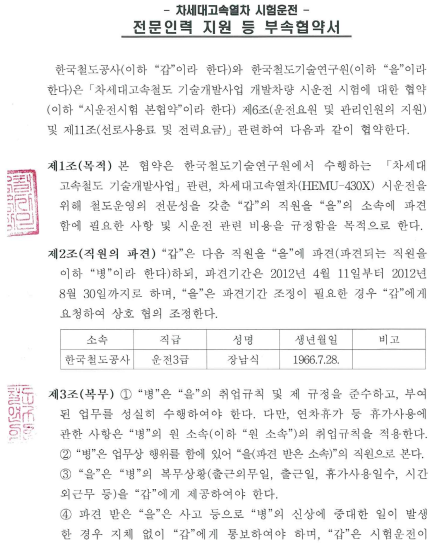
차세대고속철도기술개발사업 개발차량
시운전 시험에 대한 협약서

2012. 3.

그림 3.7.5 시운전 시험 3자 협약서

본 협약 기간은 당초에는 2012년 3월부터 8월까지였으나, 사업기간이 1개월 연장됨에 따라 협약 종료 기간도 2012년 9월까지 연장되었다.

차세대고속철도기술개발사업 개발차량 시운전시험에 대한 협약서 제6조 1항 및 제11조에 의건 운전요원 파견, 전력 요금 등을 확정하기 위하여 한국철도공사와 '차세대고속열차 시험운전 전문인력 지원 등 부속협약서'를 체결하였다. 부속 협약은 직원 파견, 전력 요금등 6조로 구성되어 있으며, 제3조(복무) 관련, 제4조(비용의 정산 등) 관련, 제5조(시운전비용 등) 관련에 대한 세부사항을 규정하였다. 부속 협약은 2012년 4월 9일 체하여 2012년 8월 30일까지 유효하나, 본 협약이 1개월 연장됨에 따라 부속협약도 9월 20일까지 연장 조치하였다.



- 차세대고속열차 시험운전 -
전문인력 지원 등 부속협약서

한국철도공사(이하 "갑"이라 한다)와 한국철도기술연구원(이하 "을"이라 한다)은 「차세대고속철도 기술개발사업 개발차량 시운전 시험에 대한 협약(이하 "시운전시험 본협약"이라 한다) 제6조(운전요원 및 관리인원의 지원) 및 제11조(선로사용료 및 전력요금)」 관련하여 다음과 같이 협약한다.

제1조(목적) 본 협약은 한국철도기술연구원에서 수행하는 「차세대고속철도 기술개발사업」 관련, 차세대고속열차(HEMU-430X) 시운전을 위해 철도운영의 전문성을 갖춘 "갑"의 직원을 "을"의 소속에 파견함에 필요한 사항 및 시운전 관련 비용을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(직원의 파견) "갑"은 다음 직원을 "을"에 파견(파견되는 직원을 이하 "병"이라 한다)하되, 파견기간은 2012년 4월 11일부터 2012년 8월 30일까지로 하며, "을"은 파견기간 조정이 필요한 경우 "갑"에게 요청하여 상호 협의 조정한다.

소속	직급	성명	생년월일	비고
한국철도공사	운전3급	장남식	1966.7.28.	

제3조(복무) ① "병"은 "을"의 취업규칙 및 제 규정을 준수하고, 부여된 업무를 성실히 수행하여야 한다. 다만, 연차휴가 등 휴가사용에 관한 사항은 "병"의 원 소속(이하 "원 소속")의 취업규칙을 적용한다.
② "병"은 업무상 행위를 함에 있어 "을(파견 받은 소속)"의 직원으로 본다.
③ "을"은 "병"의 복무상황(출근의무일, 출근일, 휴가사용일수, 시간외근무 등)을 "갑"에게 제공하여야 한다.
④ 파견 받은 "을"은 사고 등으로 "병"의 신상에 중대한 일이 발생한 경우 지체 없이 "갑"에게 통보하여야 하며, "갑"은 시험운전이

그림 3.7.6 부속협약서

4. 시운전 시험을 위한 보험 가입

시운전시험에 대한 협약서 제9조 보험가입에 명시되어 있는 바와 같이 차세대고속열차의 본선 시운전 시험 운행 중에 발생할 수 있는 사고의 피해 보상 및 시설물 등에 대한 법률적 배상 책임에 대비한 영업배상 책임보험과 개발차량 시운전 시험으로 인하여 KTX 및 KTX-산천의 영업 운행 지연에 대비한 보험에 가입하였다. 또한 시운전 요원들이 업무 중 상해을 입었을 경우에 대비한 상해보험도 가입하였다. 영업배상책임보험의 주요 내용은 다음과 같다.

○ 보험 종류 : 영업배상책임보험

○ 답보 위험 : 개발차량의 시험 운행 및 관련된 업무로 야기된 행위로 한국철도시설공단 등 제3자에게 끼친 법률적 배상 책임

○ 보험 기간 : 2012. 2. 24 ~ 2012. 9. 30

○ 시험 구간 : KTX 및 KTX-산천 운행 구간

Policy No.	**F-2012-0163489**
Policy Holder	Korea Railroad Research Institute
Named Insured	Korea Railroad Research Institute
Mailing Address	#360-1, Woram-dong, Uiwang-si, Gyeongi-do, Korea
Policy Period	From February 24, 2012 to August 30, 2012 12:01 A.M Standard Time at your mailing address shown above
Contract Date	February 29, 2012
Risks	Legal Liability to third party arising out of the insured's performance of the trial test and Related activities in the Next Generation High-Speed Technology Development Project manufactured by KRRI etc. including property damage to railway and related system /structures which is owned by KRNA and other concerned parties. 구간 : KTX 및 KTX산천 운행 전구간 및 기존선 일부(신창역~창원), 기타 선로의 경우 차량이동 및 시승행사의 사유로 이용 Period 2012.2.24 ~ 2012.8.30 (6개월, 시운전 최대 100회, 최고속도 430Km/h) 단, 차량점검 등으로 상기 기간내 예정된 시험횟수를 채우지 못했을 경우 최대 3개월 연장가능 단, 기타 선로 이용시 보험사 사전 통보 조건
Limit of Liability	Combined single limit KRW10,000,000,000.-any one occurrence / aggregate KRW10,000,000.-any one person for Medical Payment
Deductible	KRW250,000,000.-any one occurrence
Premium	KRW98,000,000.- flat
Terms & Conditions.	Commercial General Liability Insurance Policy Form(I) (Occurrence Basis) 1) Products/Completed Operation Hazard Exclusion Clause 2) Personal and Advertising Injury Exclusion Clause 3) Punitive Damage Exclusion Clause 4) Nuclear Energy Liability Exclusion Clause 5) Compulsory Gas Accident Liability Exclusion Clause 6) Premium/Claim Payment Clause 7) Inspection, Appraisal & Survey Hazard Exclusion Clause 8) Engineers, Architects or Surveyors Professional Liability Exclusion Clause 9) Deductible Liability Insurance Clause Nil for MP 10) Fire Damage Legal Liability Exclusion Clause 11) Millennium Exclusion Clause 12) All cost & Expenses are included within the limit of liability 13) Terrorism Exclusion Endorsement (NMA2962) 14) EMF & Asbestos & Silica Risk Excluded 15) Cross Liability Clause 16) Waiver of Subrogation Clause 17) Limitation of Coverage to Designated Premises or Project Clause

그림 3.7.7 영업배상 책임보험 증권 사본

5. 본선 시운전 시험

가. 본선 시운전

(1) 시험수행기간

- 2012년 4월 27일 ~ 9월 16일 (총 30회 실시)

(2) 시험장소

- 경전선(창원 ~ 진영), 경부선(부산 ~ 고모IEC)

(3) 시험진행현황

순번	시험일자	시험구간	시험속도	주요 시험항목	누적거리 (km)
1	'12. 4. 28	창원-진영	100km/h	- ATS 신호확인 - 집전장치 등 인터페이스 확인	100
2	'12. 5. 7	창원-진영	125km/h	- ATS 신호확인 - MPS 추진성능 확인	250
3	'12. 5. 13	창원-한림정	120km/h	- ATS 신호 확인 - MPS 추진성능 확인	360
4	'12. 5. 14	창원-진영	150km/h	- MPS 추진성능 확인 - 주행안전성 확인	410
5	'12. 5. 15	창원-진영	150km/h	- MPS 추진성능 확인 - 주행안전성 확인	460
6	'12. 5. 16	창원-진영	150km/h	- 출고식 예비주행 및 행사	560
7	'12. 6. 28	부산-울산	150km/h	- ATC 신호 - 6회 ATP 비상제동 체결	742
8	'12. 7. 1	부산-울산	170km/h	- ATC 신호 - MPS 추진성능	923
9	'12. 7. 5	부산-울산	170km/h	- ATC 불연속 정보 신호 점검 - MPS 추진성능	1,040
10	'12. 7. 8	부산-울산	230km/h	- MPS 추진성능 조정 - 열차 흔들림 조정 완료	1,283
11	'12. 7. 12	부산-울산	230km/h	- MPS 추진성능 조정 - ATC 불연속 정보 시험	1,469

순번	시험일자	시험구간	시험속도	주요 시험항목	누적거리(km)
12	‘12. 7. 15	부산-신경주	300km/h	- MPS 추진성능 조정	1,872
13	‘12. 7. 19	부산-신경주	300km/h	- MPS 추진성능 조정 - 300km/h 비상제동시험	2,319
14	‘12. 7. 22	부산-신경주	300km/h	- MPS 추진성능 조정 - 판토그라프 비상모드 운행 확인	2,740
15	‘12. 7. 26	부산-고모	300km/h	- MPS 추진성능 조정 - 판토그라프 공력시험	3,272
16	‘12. 7. 29	부산-고모	300km/h	- MPS 추진성능 조정 - 견인성능시험 - 주행저항시험	3,804
17	‘12. 8. 2	부산-고모	300km/h	- MPS 추진성능 조정 - 견인성능시험	4,340
18	‘12. 8. 5	부산-고모	300km/h	- MPS 추진성능 조정 - 신호장치시험	4,874
19	‘12. 8. 9	부산-울산	300km/h	- APS 성능확인 - MPS 추진성능 조정	4,995
20	‘12. 8. 12	부산-고모	310km/h	- MPS 추진성능 조정 - 신호장치시험	5,529
21	‘12. 8. 16	부산-고모	320km/h	- MPS 추진성능 조정 - 신호장치시험 - 궤도/교량 안전성 시험	6,063
22	‘12. 8. 19	부산-고모	320km/h	- MPS 추진성능 조정 - 집전성능시험	6,597
23	‘12. 8. 23	부산-고모	330km/h	- MPS 추진성능 조정 - 신호장치시험 - 궤도/교량 안전성 시험	7,131
24	‘12. 8. 26	부산-고모	330km/h	- MPS 추진성능 조정 - 집전성능시험 - 제동시험	7,665
25	‘12. 8. 30	부산-고모	340km/h	- MPS 추진성능 조정 - 주행저항시험 - 궤도/교량 안전성 시험	8,199

순번	시험일자	시험구간	시험속도	주요 시험항목	누적거리(km)
26	‘12. 9. 2	부산-고모	340km/h	- MPS 추진성능 조정 - 집전성능시험 - 전차선 압상량 측정 시험	8,452
27	‘12. 9. 6	부산-고모	350km/h	- MPS 추진성능 조정 - 집전성능시험 - 차외 소음시험	8,986
28	‘12. 9. 9	부산-고모	350km/h	- MPS 추진성능 조정 - 집전성능시험 - 압상량 측정 - 궤도교량안전성시험 - 아크측정시험 - 환경소음시험	9,538
29	‘12. 9. 13	부산-고모	350km/h	- MPS 추진성능 조정 - 집전성능시험 - 주행저항 시험 - 견인성능 시험 - 환경소음시험	10,072
30	‘12. 9. 16	부산-고모	350km/h	- MPS 추진성능 조정 - 집전성능시험 - 소비전력시험	10,086

(4) 주요 문제점 및 조치사항

차세대 분산형 고속열차 시제차량(HEMU-430X)의 본선시운전 시험 중 몇 가지 문제점이 발견되었고, 이를 해결하기 위한 조치사항에 대해 정리하면 다음과 같다.

○ 경전선 주행 시 80km/h, 100km/h, 경부선 주행시 150km/h, 170km/h 속도에서 후미차량 진동 발생(4/27, 6/28, 7/1) : TC, MC 요댐퍼 양방향으로 재설치 후 230km/h 속도에서도 후미진동 없어짐을 확인함(7/8)

○ 경전선 및 경부선 본선 주행 시 ATS, ATC 응동 불량(4/27, 6/28) : ATS 차상안테나 위치조정 및 응동 점검(4/28), ATS 결합도 조정(7/5), ATC 불연속보드 증폭비 조정(7/10) 및 필터값 조정(7/22) 등으로 정상 동작 확인함(7/29)

○ ATC 불연속구간 정보 수신불량(7/26) : 절연구간 처리 소프트웨어 수정작업 진행 중(8/12)

○ 경전선 주행 중 여러 속도에서 MPS 차단 현상발생(5/4) : MPS 제어프로그램 수정 후 150km/h 속도까지 MPS 차단 현상 완화됨(5/14)

○ 경부선 주행 중 170km/h 이상의 속도에서 MPS 차단 현상 다수 발생(7/1) : MPS 제어프로그램 중 Voltage/Frequency 제어 부분 수정 후 310km/h 속도까지 MPS 차단 현상 완화됨(8/12)

○ M4차 MPS4 IGBT 소자 소손(7/26), IGBT 소자 교체(7/29) 후에도 차단 다수 발생 : MPS4 냉각판 및 센서보드(8/5), GDU(8/8) 교체 후 증상 완화됨(8/12)

○ APS 고장으로 M1 MCB 차단됨(8/5) : Sensing board 교체 후 정상작동(8/5)

○ MC 제동장치제어기(ECU) 차단 다수 발생(7/5 ~ 8/15) : ECU 제어 전원을 변경하여 안정적으로 동작함을 확인(8/18)

○ TC 무전기 수신불량(8/1 ~ 8/15) : 무전기 랙 교체 후 기지내 송수신 양호 확인(8/5), 부산역 구내 수신불량 확인(8/15)하여 원인 분석 중임(8/18)

○ APS 절연구간 통과시 MCB 개방 및 투입 후 차단됨(8/15) : 입력저전압 검지 프로그램 수정 및 테스트 중(8/29)

○ 신호보안장치 ATP 발리스 예고 신호 미수신(8/22) : ATP 발리스 처리 프로그램 수정 후 수신 양호(8/29)

○ 신호보안장치 ATC 불연속 신호 수신 지연(8/29) : ATC 불연속 신호 수신보드 교체 후 수신 양호(8/29)

○ 대차 감속기 누유발생(8/11) : 오일 보충 및 원인 분석중(8/29)

○ 주행속도 250km/h 초과시 가선전압 0V로 떨어지는 현상 발생(9/1) : 판토 정적 압상력 조정 및 제어프로그램 수정으로 해결(9/5)

○ 기지내 급곡선 주행시 갱웨이 커버 이탈(9/1) : 갱웨이 내부 재설계 및 개선작업으로 정장작동(9/5)

○ 판토 아크 현상 발생 보고(9/15) : 시운전을 위해 가야기지에서 부산역으로 이동하던 중 MI 판토 및 M4 지붕에서 아크가 발생하여 MCB 차단됨. 부산역 도착 후 M4 지붕에서 타다 남은 종이 박스 조각 발견하여 기지 입고 조치 후, 종이 박스 제거 및 청소 후 차량 점검 결과 특별한 이상은 없었음(9/16).

(5) 시운전 시험일지

- 별첨5 참조

제8절 신뢰성·안정성 평가를 위한 후속과제 계획 수립

1. 국내외 기술개발 현황 및 문제점

가. 관련 산업의 현황 및 문제점

○ 고속철도 산업은 고효율, 고속화, 접근성 제고 및 친환경적인 교통시스템으로 근래 환경에 대한 관심이 커지면서 저탄소 녹색성장을 위한 교통해법으로 부각되고 있음. 고속철도는 승용차의 1/6 수준의 CO2 배출량을 보이는 친환경 운송수단이며, 글로벌 경기침체를 타개하기 위해 각국에서 대규모 고속철도사업을 주도하고 있음.

○ 고속철도는 빠른 속도외에 철도의 기본 특징인 대량수송성, 안전성, 정시성, 저공해성, 쾌적성 등의 장점으로 21세기 육상교통 및 육상교통산업의 주력으로 성장할 전망임.

○ 2007년 현재 전 세계적으로 2000대 이상의 고속열차 차량이 운영 중에 있거, 이를 제조 업체별로 보면 프랑스의 Alstom사가 전체 고속철도 시장의 34%를 차지하고 있으며 그 뒤를 이어 일본 제조업체가 23%, 캐나다의 Bombardier가 11%, 독일의 Siemens사가 10%를 차지하며 세계시장을 주도하고 있음.

○ 일본과 유럽을 중심으로 한 기존의 고속철도 시장은 교통수단으로서 그 동안의 성과들로 인해 전세계적으로 확장되어 나갈 것임. 뿐만 아니라 2012년 이후에는 기존 유럽과 일본등 기존의 고속열차 시장도 1세대 차량의 교체 시기와 맞물려 큰 폭으로 성장 할 것으로 예상됨.

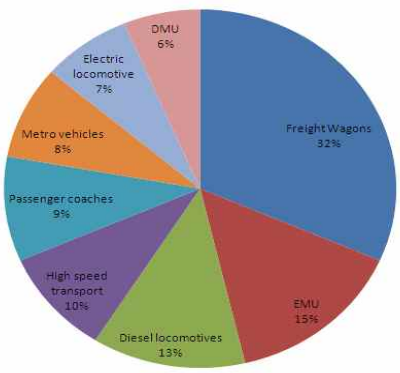


그림 3.8.1 철도차량별 시장점유 현황

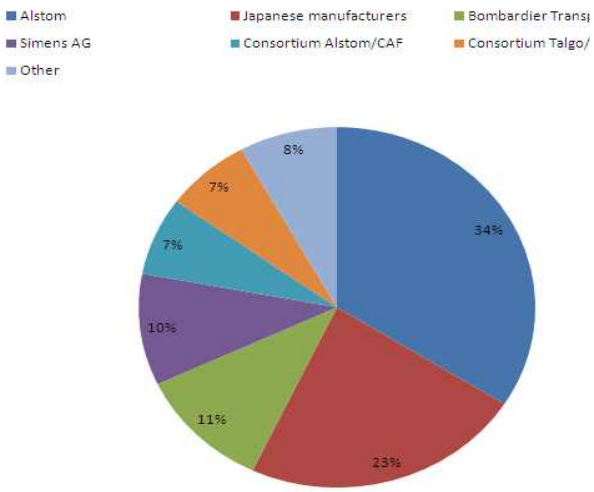


그림 3.8.2 제조업체별 시장점유현황

○ 고속철도를 확장하기 위한 노력은 전세계적으로 발생하고 있으며, 전 세계의 고속철도 선로 41,997km 중에서 현재 상업운용 중인 선로는 14,700km이며, 이는 전체의 35%에 해당하는 수준임. 건설 중인 노선은 9,703km로 23%, 계획 중인 노선의 경우 42%로 향후 고속철도 시장의 확장이 전망되어짐.

표 3.8.1 국가별/대륙별 고속철도 선로 현황

지역구분	길이(km)			
	운영중	건설중	계획	국가별 합계
Europe				
Belgium	209	0	0	209
France	1,896	210	2,616	4,722
Germany	1,285	378	670	2,333
Italy	923	0	395	1,318
Netherlands	120	0	0	120
Poland	0	0	712	712
Portugal	0	0	1,006	1,006
Rusia	0	0	650	650
Spain	2,056	1,767	1,702	5,525
Sweden	0	0	750	750
Switzerland	35	72	0	107
United Kingdom	113	0	204	317
Europe 합계	6,524	2,427	8,501	17,452
Asia				0
China	4,175	6,058	2,901	13,134
Taiwan-China	345	0	0	345
India	0	0	495	495
Iran	0	0	475	475
Japan	2,534	508	583	3,625
Korea	412	0	0	412
Saudi Arabia	0	0	550	550
Turkey	235	510	1,679	2,424
Asia 합계	13,990	8,993	13,505	36,488
기타 국가				
Morocco	0	200	480	680
Argentina	0	0	315	315
Brazil	0	0	511	511
USA	362	0	900	1,262
기타 국가 합계	0	200	1,306	1,506
전세계 합계	710	510	2,783	4,003

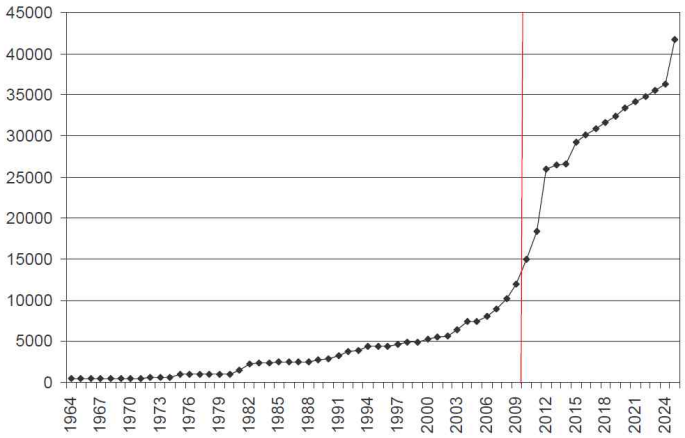


그림 3.8.3 세계 고속철도 선로 현황 및 전망

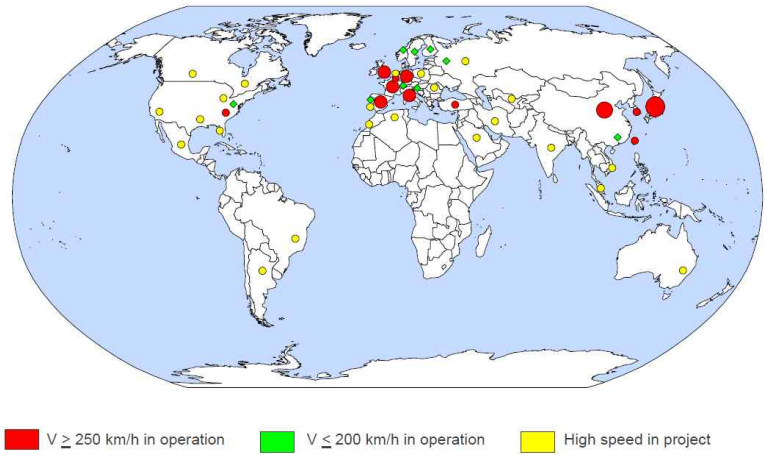


그림 3.8.4 전세계 고속철도 시스템 현황 - 2009

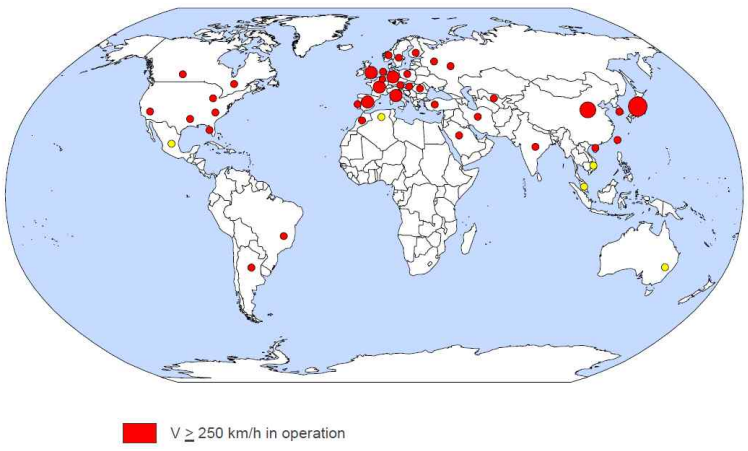


그림 3.8.5 전세계 고속철도 시스템 전망 - 2025

나. 국외 기술개발 현황

○ 속도 향상

- 1980년대까지 세계 각국은 최고운행속도를 시속 300km를 목표로 하였으나, 1990년대에 시속 350km로, 2000년대 들어서는 시속 350~380km 까지 목표를 상향하여 기술개발을 추진하고 있음
- 프랑스는 최고운행속도가 시속 360km인 AGV를 Alstom사에서 개발하여 이태리에 수출한 바 있음
- 독일은 시속 350km급인 Velaro를 Siemens사에서 개발하여 스페인, 중국에 수출하였음
- 중국은 주요도시를 일일생활권으로 묶을 수 있도록 시속 380km급 고속열차를 운영하고 있음

○ 동력분산식 도입

- 그간 고속열차의 동력 배치방식은 각국의 지리적 환경과 운영여건에 따라 채택하였으나,

* (일본) 지반이 연약한 화산지형에 적합한 가벼운 축중과 역간 거리가 짧은 운영환경을 고려하여 동력분산식으로 운영
* (프랑스) 국토의 약 70%가 평야이고 정차역이 적은 장거리 수송에 적합하도록 TGV를 동력집중식으로 운영
* (독일) 초기에는 동력집중식(ICE-1, 2)을 운영하였으나, 고속화를 고려하여 동력분산식으로 변경(ICE 3)

- 최근에는 고속열차의 속도증가(300→350㎞/h), 수송능력 향상, 축중 경감 등에 따른 이익을 고려하여 분산식으로 개발·운영하는 추세임

* (일본) 360Km/h급 'FASTECH 360' 동력분산식 차량 개발
* (프랑스) 360km/h급 차세대 'AGV' 동력분산식 차량 개발
* (독일) 350km/h급 'VELARO' 동력분산식 차량 개발
* (중국) 모든 고속열차에 동력분산식 적용

다. 관련 기술 개발 필요성

○ 국내 고속철도 기술의 경쟁력 제고를 통한 국내·외 고속철도 시장의 능동적 대응과 지속가능한 미래 성장동력산업의 기반기술 확보를 위한 최고시험속도 400km/h급 "동력분산형 고속철도시스템 및 핵심기술개발"을 위해 "차세대고속철도기술개발사업"을 '07.7.31~'12.9.30(5년간) 수행중에 있음. 사업의 최종연도인 5차년도(2011.8.1~2012.9.30)에는 동력분산형 고속열차가 제작되어 성능시험을 시작하

게 되며, 2012년 상반기에 최고속도 시험이 수행될 예정임.

○ “차세대고속철도기술개발사업”에서는 차세대고속열차의 개발 및 최고속도시험 검증을 목표로 분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄, 분산형 고속철도 시스템엔지니어링기술개발, 분산형 차량성능 및 운용 기반기술 개발, 분산형 차량 모듈 및 시제차량기술 개발, 고속선 선로구축물 성능향상 및 유지보수 기술개발 등 총 5개의 핵심과제를 진행중임.

○ 분산형 고속열차의 실용화를 위해서는 개발된 시스템의 안정화와 신뢰성 확보가 필수적임. 차세대고속철도기술개발사업에서는 개발된 기술의 안정화보다는 성능확인을 위주로 한 기술 개발이 수행되고 있으며, 안정화를 위해서는 지속적인 시운전시험을 통해 개발기술의 안정화와 유지보수 체계 구축 등이 필요함. “차세대고속철도기술개발사업”이 당초 6년으로 계획되었으나, 주변 환경 변화에 따라 한국건설교통기술평가원 미래철도 운영위원회 사업계획변경안 심의를 통하여 5년으로 단축하고 신뢰성 및 안정화 등 시험은 계속사업으로 추진하도록 결정되었으며, 따라서 개발된 분산형 고속열차의 안정화 및 실용화를 위한 계속연구가 필요함

○ 차세대고속철도기술개발사업 기획(2006. 5)에서 6년간의 차세대고속철도기술개발사업 이후로 개발 시스템의 안정화 및 실용화를 위한 4년간의 실용화 사업을 계획한 바 있음.

○ “G7 고속전철기술개발사업”으로 개발된 “한국형 고속열차”의 경우에는 기술개발 후 5년간의 “고속철도기술개발사업”을 통한 개발시스템의 안정화를 거쳐 실용화에 성공함. 해외의 경우에도 고속열차 개발 후 3~5년의 안정화 시험을 실시하고 있음.

○ “400km/h급 고속열차의 증속을 고려한 철도 인프라 선진화 기술개발 및 확보”를 위해 “400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발사업”이 ‘10.12~’14.10(46개월) 수행중에 있음. “400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발” 사업에서 개발되는 신호, 궤도노반, 전차선 및 환경소음 저감기술 등은 고속열차의 시운전시험과 연계되어 검증이 필요함.

○ 미국, 중국, 일본, 유럽 등 거대 지역 국가들은 경쟁우위 선점을 위해 고속철도의 개발 및 건설에 집중적으로 투자하고 있으며, 최근 3년간 중국, 러시아, 대만 등에서 도입한 고속열차는 대용량 수송과 속도증속에 유리한 동력분산형으로 우리나라도 고속열차의 해외 진출을 위해 개발한 동력분산형 고속열차의 조속한 실용화가 필요함.

○ 따라서, 앞에서 언급한 필요성을 만족시키기 위해 개발한 동력분산형 고속열차를 조속한 시일 내에 안정화시키고 실용화 기반을 구축하기 위한 노력이 필요함.

2. 연구목표, 내용 및 추진전략

가. 연구개발의 목적

○ 400km/h급 분산형 고속열차 안정화를 위한 시운전시험 및 실용화기반 구축

- 분산형 고속열차 안정화 및 성능향상(누적주행거리 10만 km이상)
- 분산형 고속열차 국내외 실용화 가능성 향상을 위한 기반구축

나. 비전 및 전략목표

○ 본 과제에서 추구하는 비젼은 “동력분산형 차세대 고속철도시스템의 안정화 및 실용화 기반구축을 통한 고속철도 기술의 세계 최고 주도”로 설정하였고 이에 따른 미션, 목표, 전략을 설정하였음

○ 정부의 신성장동력과 일자리 창출을 위한 국가 R&D 미션에 부응하도록 하였음

○ 연구의 전략적 목표로는 최고속도 400km/h급 동력분산형 차세대고속열차 및 핵심기술의 안정화 및 실용화기반 구축으로 설정하였음

○ 연구개발 목표를 달성하기 위한 전략으로는 국내에서 지속적으로 투자되어온 고속철도 기술과 그 성과물, 연구 인프라를 최대한 활용하고, 관련 기술 및 시운전 시험 노하우 등을 총결집하여 개발 시스템이 조속히 안정화되고 실용화 기반을 구축할 수 있도록 수립하였음

다. 연구내용

(1) 주요 연구내용

○ 차세대고속철도기술개발사업으로 개발된 분산형 고속열차 시운전 시험을 통한 개발시스템의 안정화

○ 국내 고속철도 운행속도 향상을 위한 분산형 고속철도 차량시스템 기술 검증

○ 개발된 분산형 고속열차의 실용화를 위한 체계 구축

○ 고속철도 기술 선도를 위한 개발시스템의 성능개선을 통한 고속철도 기술 향상

(2) 1세부과제 : 분산형 고속철도 시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발

○ 분산형 고속철도 시스템 본선 시운전 시험 및 안정성 검증 연구

- 분산형 고속철도 시스템 안정화 시험 및 분석
  - 주요장치 고장 모니터링

- 주요성능(추진, 제동, 제어, 집전 등) 계측 및 분석
- 종합 측정시스템 운영/유지보수
- 차량시스템 안정화 기술 지원

- 고속철도 운행속도별 기술 특성, 운영환경 분석 및 개선대책 수립
  - 역행 및 제동 성능 특성
  - 주행안정성 및 안전성, 승차감 및 소음 특성
  - 신호시스템 특성
  - 공기역학적 특성
  - 집전성능 특성
- 400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발 연계 시험
- 본선 시운전 시험 DB 구축
- 사업 통합 및 총괄
  - 사업의 총괄적 조정 및 일정 관리
  - 차세대고속철도시스템 안정화 시험 일정 총괄 조정
  - 과제간 상호역할 및 업무분담 조정·관리
  - 연차별 사업내용 조정 및 보완
  - 사업의 효율적인 운영

○ 분산형 고속철도 실용화 운영특성 기술개발
- 개발시스템 적용성 검토
  - 운영측면에서 개발시스템 및 본선 시운전 시험 결과 검토 및 적용성 개선사항 도출
- 실용화 차량시스템 규격 작성
  - 시운전 시험 결과 및 성능 개선을 반영한 실용화 편성에 대한 차량시스템 사양서 및 제어사양서 작성
- 고속철도 혼합 운행 효율화 방안 연구
  - 실용화 편성의 국내 투입에 따른 운영속도, 투입가능노선 등에 대한 고속철도 혼합 운행 방안을 포함한 효율적인 운영방안 연구

○ 분산형 고속철도 국내외 적용방안 연구

- 분산형 고속철도 국내 적용 방안 수립
  - 국내 고속철도 도입 계획 및 요구 사항 분석
  - 분산형 고속철도 국내 적용 방안 수립
  - 개발 시제열차 활용방안 수립
- 해외 진출을 위한 고속철도 차량시스템 기술특성 분석 및 대응전략 수립
  - 해외 고속철도 기술특성 분석, 도입 계획 및 요구 사항 분석
  - 해외 진출 방안에 대한 대응 전략 수립

(3) 2세부과제 : 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발

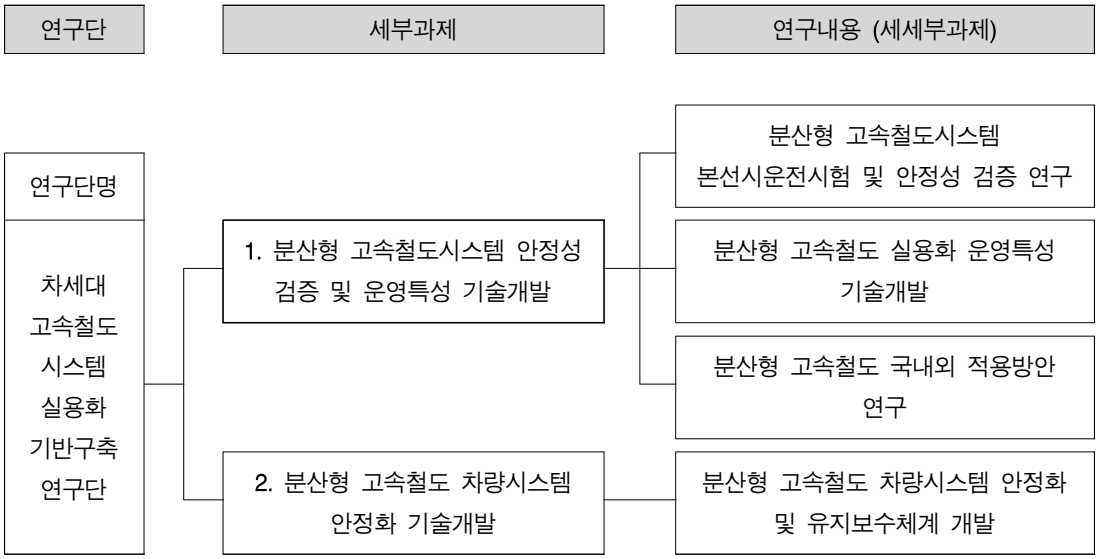
○ 분산형 고속철도 차량시스템 안정화

- 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수 및 안정화시험 기술지원
- 차량시스템 및 주요 하부시스템 안정화 및 성능 개량
  - 차량시스템 및 차량 주요 하부시스템(차체, 대차, 추진시스템(주전력변환장치, 주변압기, 견인전동기), 차량전기, 의장, 기장 등) 안정화
  - 실용화를 위한 차량시스템 및 차량 핵심부품 성능 향상 연구
- 안정화 시험을 통한 핵심부품 개선 기술개발
  - 안정화 시험을 통한 핵심부품 개선/변경 필요사항 도출
  - 실용화를 위한 개선 핵심부품 설계 변경
  - 개선 핵심부품 제작 및 성능 검증 시험

○ 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수체계 개발

- 안정화시험 유지보수체계 운영
  - 안정화 시험 과정에서의 유지보수 방안 및 계획 수립
  - 유지보수 이력 관리시스템 개발
  - 안정화 시험 과정에서의 유지보수 내역 관리
  - 시스템 및 구성품에 대한 검수주기 산정
  - 안정화 시험용 유지보수 메뉴얼 보완
- 실용화 편성에 대한 유지보수체계 개발
  - 고속철도에 대한 유지보수체계 분석

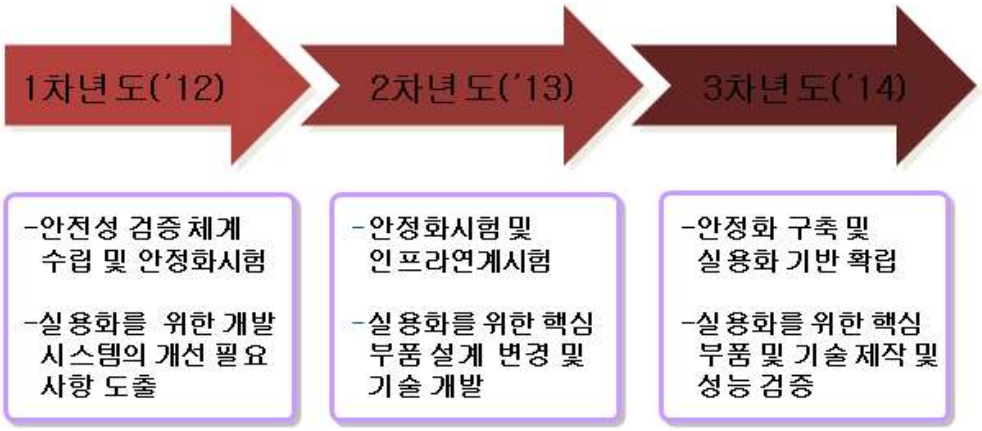
- 실용화 편성에 대한 효율적인 유지보수체계 개발
- 안정화 시험 결과 및 개선사항을 반영한 실용화 유지보수 메뉴얼 작성



라. 연차별 연구비 및 연구기간

○ 연구기간은 개발 시스템의 안정화를 위하여 누적주행거리 10만km의 본선 시운전 시험을 수행하기 위하여 총 3년으로 수립하였음

○ 1차년도에는 분산형 고속철도 시스템의 안정화시험을 수행하기 위한 안정성 검증 체계를 수립하고 본선 시운전 시험을 통한 다양한 성능 검증 및 안정성 시험을 통하여 개발 시스템의 미비점을 분석하고 실용화를 위한 개선 필요사항을 도출하며, 2차년도에서는 1차년도에 구축된 안정성 검증체계를 통하여 지속적인 차량 운행을 통한 안정화시험을 수행함으로써 개발 시스템의 안정화를 달성하고, 또한 안정화 시험 결과를 반영하여 실용화를 위한 핵심 부품의 설계 변경 및 제작, 핵심 기술의 개발 및 성능 검증이 수행되며, 3차년도에는 추가적인 안정화시험을 통하여 개선사항들이 실용화 모델에 문제없이 반영될 수 있도록 한다. 또한 2차년도에서 3차년도에 걸쳐 실용화 차량시스템의 규격, 해외 진출을 위한 전략 수립, 국내 적용을 위한 연계 운영 효율화 방안 수립 등 실용화 기반을 확립하기 위한 연구 및 기술개발이 수행된다.



○ 연구예산 : 292.64억원

- 정부출연금 : 250.94억원

- 민간분담금 : 41.70억원

(단위: 억원)

세부과제		1차 ('12)		2차 ('13)		3차 ('14)		합계		
		정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	계
1세부	분산형 고속철도 시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발	33.40	-	42.50	-	39.90	-	115.8	-	115.80
2세부	분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발	49.20	16.40	39.30	13.10	36.60	12.20	125.10	41.70	166.80
위탁관리비		3.44	-	3.41	-	3.19	-	10.04	-	10.04
합 계		86.04	16.40	85.21	13.10	79.69	12.20	250.94	41.70	292.64

※ 위탁관리비(전문기관)는 정부지원금의 4%로 산정하였음.

마. 추진전략

(1) 과제간 인터페이스 조정을 통한 연계성 유지

○ 세부과제연구기관 간 유기적인 협조체계 구축으로 사업목표의 성공적 달성

○ 각 과제간의 원활한 인터페이스를 이룩하기 위하여 지속적으로 「차세대고속열차시운전단」을 운영하고, 기술개발 관리체계를 Slim화하여 사업 운영상의 미숙한 부분을 보완한 형태로 추진

○ 분기 별 세부과제 간 기술 인터페이스 조정회의로 각 연구과제 별 역할·협조체계 조정

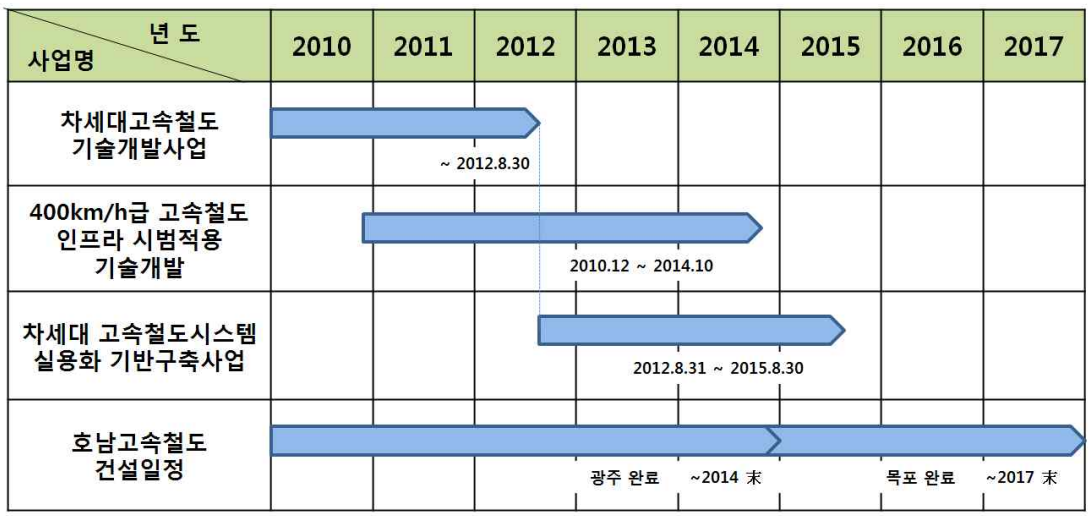
○ 시운전 종료 이후 공정회의로 시운전시의 문제도출 및 Interface
○ 주요 기술 사안 별/과제별 연구내용 및 범위의 유기적 협의·조정
○ 개발시스템의 안정화 시험일정 조정·관리 및 지원

(2) 사업 협조기관/과제 간 인터페이스 강화
○ 시운전 준비 및 수행, 일정조정 및 관리, 실용화지원을 위한 주관부처, 한국철도공사, 한국철도시설공단 및 참여기업 연구원으로 구성된 차세대고속열차시운전단을 지속적으로 활용
○ 최종 수요처 관점으로 시스템 신뢰성과 안정화에 대한 연구방향 검토·자문을 통해 실효적 성과도출 전략으로 활용
○ 향후 수요처 입장에서 연구 결과를 효과적으로 활용할 수 있도록 본선시운전시험시 속도대역별로 결과가 정리되고 제시될 수 있도록 함

(3) 한국형 고속철도기술개발사업의 개발기술 및 노하우 활용
○ 한국형 고속철도기술개발사업을 통하여 개발된 안정화 기술 및 노하우를 활용하여 체계적인 연구수행을 통해 연구기간 단축 및 예산 절감
○ 개발과제에 참여했던 연구기관과의 긴밀한 기술협조 체계 유지

(4) 차세대고속철도기술개발사업의 개발기술 활용
○ 차량 및 시스템 엔지니어링 기술
○ 시스템 인터페이스 및 엔지니어링 기술
○ 각 개발과제에 참여했던 연구기관과의 긴밀한 기술협조 체계 유지

(5) 관련 국가 R&D 사업과 연계 추진
○ 400km/h급 고속철도 인프라 선진화 기술개발 및 확보를 목적으로 추진되고 있는 「400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발」 사업과 통합 추진 필요



3. 기대 및 파급효과

가. 주요 예상성과(outcome) 및 활용방안

(1) 주요 최종성과물

○ 세부과제 1 : 분산형 고속철도 시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발

- 분산형 고속철도 시스템 안정성 검증을 위한 본선 시운전 시험 및 분석
  - 400 km/h급 고속철도 시스템 기술 안정화
  - 개선된 종합계측시스템 및 운영 프로그램
  - 각종 주요 성능에 대한 계측데이터 및 성능검증 결과보고서
  - 고속철도 운행속도별 기술 특성 및 운영환경 분석서
  - 국내 고속철도 운행을 위한 분산형 고속열차 개선대책
  - 고장정보 체계 및 고장분석서
  - 속도대역별 운행거리 및 운행에 따른 성능 결과 분석서
  - 개발된 400km/h급 고속철도 인프라의 성능 검증
- 분산형 고속철도 실용화 운영특성 기술개발
  - 실용화 편성에 대한 차량시스템 및 제어 사양서
  - 실용화 편성의 국내 투입에 따른 운영속도 검토서
  - 실용화 편성의 운영 요구사항 및 투입가능노선 검토서
  - 기존 고속열차와의 혼합 운행 효율화 방안
- 분산형 고속철도 국내외 적용방안 연구
  - 국내 고속철도 도입 계획 검토서 및 국내 실용화를 위한 요구사항 분석서
  - 분산형 고속철도 국내 적용 방안
  - 개발시스템의 해외 진출방안 및 대응전략

○ 세부과제 2 : 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발

- 분산형 고속철도 차량시스템 안정화
  - 시스템이 안정화된 분산형 고속열차
  - 실용화 차량모델 설계자료 및 도면
  - 성능 향상된 분산형 고속열차 하위시스템
  - 핵심부품 신뢰성 확보 및 실용화 적용을 위한 성능 개선
  - 설계변경 이력서 및 각 변경사항에 대한 시험결과 및 분석서
  - 설계변경 핵심부품 시제품

- 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수체계 개발
  - 실용화 편성에 대한 차량시스템 유지보수 관리체계
  - 실용화편성용 차량시스템 유지보수 매뉴얼
  - 실용화편성용 검수주기 산정 계산서

(2) 활용방안

○ 『400km/h급 고속열차 인프라 시범적용 기술개발사업』을 통하여 구축된 테스트 베드 상에서 연계 시험을 통하여 차세대고속열차 및 400km/h급 고속열차 인프라의 상호 검증 수행

○ 동력분산식 고속열차 기술의 확보로 2015년 이후 약 1,640량 (6조 5,600억원 규모)의 국내 수요 대응

- 경부·호남 고속선 추가 물량

: 현재 KTX 및 KTX-산천이 운행되고 있으나, 향후 이용객의 증가로 인한 추가 소요 및 노후 차량 교체시 동력분산식 열차 도입과 영업운행속도 향상에 활용 가능

- 동서고속철도 등

: 2020년까지 전국토의 1시간 30분대 연결을 위한 고속철도망 건설시 각 노선별 신규 고속차량 수요에 대응

* “KTX 고속철도망 구축전략” 국토해양부 (2010. 9)

○ 기술경쟁력 확보를 통해 세계 철도차량 수요의 50%인 유럽 외에 아시아-태평양(30%), 북미(13%), 중남미(4%)지역 등의 해외시장 진출을 위한 국가적 수출 전략기술로 활용

- 국외 고속철도시장 현황
  - 노선현황: 운영중 14,700km, 건설중 9,703km, 계획 17,594km
  - 향후전망: 연간 약 5% 성장 (시설 및 차량포함)
  - 운영속도: 운행속도 300km/h 이상의 고속선 건설이 많은 상황임
  - 차량소요: 운영속도 350km/h 이상의 기술 소유자만 세계시장 도전가능
- 국외시장 진출
  - 브라질, 미국, 중동 및 아프리카 등 세계시장 진출(신규소요 8.3조원 2010년기준)
  - 중국을 필두로 각국의 운영속도 목표는 350km/h 이상으로 하고 있어, 운행속도 350km/h이상, 동력분산식 고속열차의 수요에 대응 가능

○ 확보된 시스템기술은 국내 고속철도 속도향상 기술로 활용

나. 경제적 측면

○ 고속철도 분야 운행 안전성 확보로 대국민 신뢰성 확립

○ 고속철도 분야 국내 산업의 활성화로 국가 경제력 향상

○ 핵심기술의 파급으로 국가 기술력 제고

○ 해외 의존에 의한 부품수입 대체효과 및 차량 수입비용 절감효과 발생

○ 비용절감 효과

- 동력분산형 차세대고속열차는 용량 증대로인해 소요 편성수 및 운행 횟수를 줄일 수 있어 차량구입비용 및 연간 운영비(인건비, 보수비, 감가상각비, 동력비 등) 측면에서 비용절감효과가 있을 것으로 기대됨

○ 시간절감 효과

- 차세대고속열차는 KTX-산천에 비해 빠른 속력으로 운영되며, 이에 따라 30년간 2,052억원의 시간 절감 효과가 나타나는 것으로 분석됨

다. 기술적 측면

○ 차세대고속철도기술개발 및 안정화를 통해 획득한 기술에 대한 각 기술 분야별 활용은 고속철도 기술의 산업 연관성을 고려하여 볼 때, 국내 고속철도 기술 수준의 전반적 향상에 기여하여 향후 국내 고속전철 사업의 독자적 추진기반 구축, 고속전철 시스템엔지니어링 분야의 독자기술력 확보 및 산업의 대외 기술경쟁력을 높일 수 있을 것으로 예상되며, 각 기술 분야별 관련 산업으로의 활용은 다음과 같음.

- 차량 기술분야
  - 종합적인 설계능력 향상을 통한 시스템 설계기술 및 기초 설계분야
  - 차량핵심부분(추진제어시스템, 제동기술 등) 기술분야
  - 관련 산업계의 핵심부품의 생산 기술분야
  - 전기장치(전동기, 전력변환기기 등) 설계 및 제작기술 분야

- 시설설비 기술분야
  - 노반, 터널 및 교량시공에 대한 시공 기술분야
  - 궤도의 동력학적 해석 기술분야
  - 전력계통 해석/설계기술 및 요소기기(변압기, 송변전기기, 차단기 등) 기술분야
  - 자동화 원격제어기술 및 전력설비 관련 기술분야

- 열차제어 및 통신 기술분야
  - 차량운행의 신뢰성, 안전성과 효율성을 위한 열차제어 기술분야
  - 첨단 소프트웨어 및 정보처리 기술분야

- 고 부가가치성 각종 통신기기 제조/전자통신 부품소재/통신서비스 기술분야

- 시스템 기술분야
  - 시스템 엔지니어링 및 설계 기술분야
  - 차량과 타 시스템간의 인터페이스 기술분야

라. 사회적 측면

○ 전국 주요거점을 1시간대 연결이 가능하여 서비스 개선뿐만 아니라 우리나라 교통의 혁신을 이룩할 수 있음

- 접근성의 획기적 개선으로 실질적인 지역균형발전 기대

○ 교통혼잡비용, 교통사고비용 등 사회·경제적 비용의 감축으로 국가경쟁력 강화

○ 국가 신 성장 동력을 확보하고, 초고속 이동에 따른 국민의 편익 증진

○ 선진 일류국가로 도약하기 위한 국토 가치를 재창출하고 동북아 경제중심국가로서의 국민적 자긍심을 고취하게 됨.

○ '10. 9. 1 개최된 이명박 대통령 주재의 '미래 녹색구토 구현을 위한 KTX 고속철도망 구축전략 보고회의'의 국토해양부의 정책방향에 대응을 통해 다음과 같은 효과가 기대됨.

- 전국 주요 거점을 일상 통근시간대인 1시간 30분대로 연결하여 고속철도 서비스 수혜범위가 인구의 84%, 국토의 82%로 확대됨(2시간대 서비스 범위는 인구의 98%,국토의 95% 수준)

- 1일 이용객이 '07년 31만명에서 '25년 77만명으로 증가

- 연간 사회적 편익 7.5조원, CO2 감축 1164만톤 예상

- 2020년까지 총 230만개(연평균 23만)의 신규 일자리 창출가능
  (건설 212만명, 운영 15.5만명, 차량 • 부품 2.5만명)

○ 초고속철도의 시험경험을 통해 국제적인 철도의 위상제고

○ 전 세계적인 고속철도의 신뢰도 향상으로 관련 철도 산업체의 기술발전 유도로 인한 국가경쟁력 강화와 국가이미지 제고

4. 기존 기술과의 차별성

□ 1세부 : 분산형 고속철도 시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발

세부과제명		기존 연구과제 (최상위 과제명)		검토결과	
과제명	주요내용	과제명	연구기관(연구기간) 주요내용	차별성	연계방안
분산형 고속 철도 본선 시운전 시험 및 안정성 검증 연구	• 분산형고속철도시스템 안정화시험 및 분석 • 운행속도별 기술특성, 운영환경 분석 • 400km/h급 고속철도인프라 연계시험 • 본선시운전시험DB 구축 • 사업 통합 및 총괄	시스템 성능 평가 기술 개발	한국철도기술연구원 ('07.7~ '12.8) • 분산형 고속철도 시스템 개발사양 결정/성능예측 및 평가 기술개발 • 시스템 인터페이스 및 엔지니어링 기술개발 • 시험평가 체계 구축/시운전 시험평가 기술개발	• 기존 과제는 분산형 고속철도 기술개발을 위한 시스템엔지니어링 이며 본 과제의 목표는 개발된 분산형 고속철도시스템의 안정화 및 실용화를 위한 시운전시험 및 안정성 검증임	• 차세대 고속철도기술 개발사업 각 개발과제에 참여했던 연구기관의 적극적 참여 및 긴밀한 기술협조 체계 및 인터페이스 유지
분산형 고속 철도 실용화 운영 특성 기술 개발	• 개발시스템 적용성 검토 • 실용화 차량시스템 규격 작성 • 고속철도 혼합운행 효율화 방안 연구	열차운용시험 기술개발	한국철도공사 ('07.7~ '12.8) • 분산형 고속열차 운영요구조건 작성 • 차량시스템 단위부품 /구성품의 제작 및 시험 모니터링 • 시제차량의 본선 시운전 계획 및 절차서 개발, 성능평가를 위한 종합계측 시스템 구축	• 기존 과제는 분산형 고속철도 기술개발 과정에서의 열차 운영요구조건 및 운영측면에서의 개발 모니터링 및 기술 반영이며 본 과제의 목표는 개발된 분산형 고속철도 시스템의 안정화 및 실제 실용화를 위한 운영측면의 기술개발임	• 차세대 고속철도기술 개발사업 각 개발과제에 참여했던 연구기관의 적극적 참여 및 긴밀한 기술협조 체계 및 인터페이스 유지
분산형 고속 철도 국내외 적용 방안 연구	• 분산형 고속철도 국내 적용 방안 수립 • 해외 진출을 위한 기술특성 분석 및 대응전략 수립	동력 분산형 고속 철도 마케팅 전략 수립	한국교통연구원 ('11.7~ '12.8) • 동력분산형 고속열차시스템 및 핵심기술 개발에 따른 경제적 효과 분석 및 마케팅 전략 수립	• 기존 과제는 분산형 고속철도 개발 단계에서의 경제적효과 분석 및 기본적인 마케팅 전략 수립이며 본 과제는 개발된 분산형 고속철도 시스템의 실제 실용화를 위한 실질적이며 구체적인 국내외 적용방안 수립임	• 기존 연구결과 및 개발시스템의 안정화 결과를 토대로 하여 구체적이고 실질적인 국내외 적용방안 마련

□ 2세부 : 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발

세부과제명		기존 연구과제 (최상위 과제명)		검토결과	
과제명	주요내용	과제명	연구기관(연구기간) 주요내용	차별성	연계방안
분산형 고속철도 차량 시스템 안정화 및 유지보수 체계 개발	• 차량시스템 및 주요 하부시스템 안정화 및 성능 개량 • 안정화시험을 통한 핵심부품 개선 기술개발 • 분산형 고속열차 유지보수체계 개발	분산형 차량 모듈 및 시제 차량 기술 개발	현대로템(주) ('07.7~ '12.8) • 400km/h급차량시스템 엔지니어링 기술개발 • 동력분산형 Proto - Type 차량 개발 (6량 1편성) • 개발차량의 시험 및 평가 지원	• 기존 과제는 분산형 고속열차 차량 모듈, 시제차량 및 차량 핵심부품의 개발이며 본 과제의 목표는 개발된 제품의 안정화 및 유지보수체계 구축임	• 차세대 고속철도기술 개발사업 각 개발과제에 참여했던 연구기관의 적극적 참여 및 긴밀한 기술협조 체계 유지

5. 정부 지원 필요성

가. 기술개발투자의 시의성, 시급성('13년)

(1) 국내외 고속열차의 속도 증가 및 시장 확장

○ 현재 건설중인 호남 고속철도를 최고속도 400km/h 건설을 검토하고 있으며,

○ 향후 10년간 세계철도시장은 약 1조$(UIC, 2009)으로 추정하며, 미국(13개 노선 약 80억$), 중국, 태국, 브라질(약 200억$), 터키, 베트남(약 326억$) 등 동력분산형 고속열차 도입 추진

○ 세계고속한국철도기술연구원장은 9,919km이며, 2025년에는 36,967km 예상(UIC -Highspeed Division, 2008)

○ 세계 고속철도차량 시장에 국내기업의 고속열차 수출을 추진 중에 있음

※ 사우디아라비아 고속철도 프로젝트는 동력분산형을 요구하여 중국이 수주

※ 브라질 프로젝트는 한국기업 장애요인인 동력분산형을 R.F.P.에서 제외함

○ 중국은 최고운영속도 350km를 목표로 추진 중임

※ 중국은 350km/h급 고속열차를 2005년 CRH-3 60편성과 2009년 CRH3 200편성 (8량 1편성 기준) 도입

(2) 철도 선진국들은 고속철도 기술 선점을 위해 글로벌 속도 경쟁이 치열하며, 시장

선점을 위해 공격적 R&D 투자

○ 프랑스 2007년 4월 574.8km/h 시험주행 실시

○ 중국 2010년 12월 486.1km/h 시험주행 실시

○ 중국 2011년 12월 500km/h 시제열차 출시

(3) 미국, 중국, 일본, 유럽 등 거대 지역 국가들은 경쟁우위 선점을 위해 고속철도의 개발 및 건설에 집중적으로 투자하고 있으며, 최근 3년간 중국, 러시아, 대만 등에서 도입한 고속열차는 대용량 수송과 속도증속에 유리한 동력분산형이고, 현재 전 세계적으로(남미, 미국 등) 고속철도시스템에 대한 수요가 대폭 증가하고 있는 추세로 개발기술을 단기간에 안정화하고 실용화하여 해외시장에 진입하도록 해야 함

(4) 차세대고속철도기술개발사업을 통하여 개발된 동력분산형 차세대고속열차(HEMU-430X) 차량이 향후 새로 개통될 호남고속철도 등 국내외에 성공적으로 실용화되기 위해서는 추가적인 후속사업을 통하여 개발 기술의 안정화 및 기술 업그레이드를 통하여 제품의 신뢰성을 높힐 필요가 있음

(5) 정부의 신성장동력과 일자리 창출을 위한 국가 R&D 미션에도 부합

나. 정부 상위계획과의 부합성

(1) 저탄소 녹색성장 국토해양 추진전략과의 부합

○ 2005년 기준으로 지난 15년간 우리나라의 탄소배출량은 2배 이상으로 증가하였으며, 우리나라의 전체 탄소 배출량은 산업분야 52%, 건물 25%, 교통 17%, 기타 6%로 나타남. (출처: 저탄소녹생성장을위한국토해양정책추진전략)

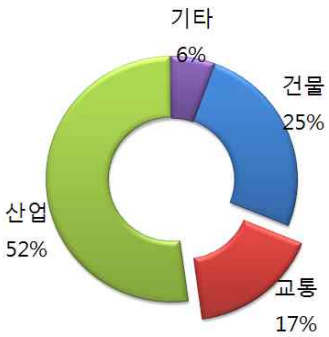


그림 3.8.6 부문별 온실가스 배출량

○ 환경부는 전분야를 망라하여 최고 수치에 해당되는 수송분야 이산화탄소 배출량 감축률을 34.3%로 설정함

○ 장거리 교통부문에서 탄소배출량을 감축할 수 있는 가장 효율적인 대안은 철도망 확충을 통한 자동차 교통수요의 철도교통으로의 전환임

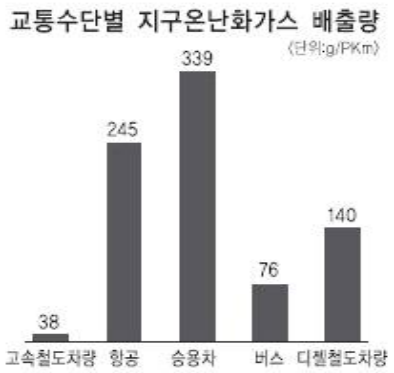


그림 3.8.7 교통수단별 지구온난화가스 배출량 (출처 : 코레일)

○ 이에 정부는 『제2차 철도산업발전기본계획(2011~2015)』을 통하여 다음과 같은 목표를 설정하고 추진 중에 있음 (2011.5.30)

- 수송분담율 제고 (수송 인-km) : 15.9%('08) → 24%('15)
- 사고감축 (건/백만km) : 0.108건('10) → 0.100 ('15)
- 기술력 제고 (선진국 대비) : 74% ('09) → 95% ('15)
- 해외진출 확대 (차량시장 점유율) : 2%('09) → 4$('15)

○ 현재의 고속열차의 기술 수준을 크게 향상시킨 차세대고속열차의 안정화 및 실용화 기반 구축은 철도의 시장경쟁력과 기술의 심벌로 의미가 크며, 철도기술 전분야, 국가산업 전반의 진보를 도모함. 따라서 제2차 철도산업발전기본계획에서 추구하는 목표를 달성하기 위해서는 본 과제의 추진이 필수적임

(2) 국가기간교통망계획 제2차 수정계획과의 부합

○ 21세기 글로벌 교통물류 강국도약을 위한 철도 교통기반시설 확충

○ 상호 연계되고 효율적인 국가종합교통체계 구축

○ 교통혼잡비용 등 사회·경제적 비용의 감축으로 국가경쟁력 강화

○ 미래사회 대비 지속가능한 녹색성장 구현

(3) 제2차 국가철도망 구축계획과 부합하며 고속화 증진에 기여

○ 전국 주요거점을 고속 KTX망으로 연결

○ 일상 통근시간대인 1시간 30분대로 연결

○ 하나의 도시권으로 통합하는 국가철도망

(4) 세계 일류 수준의 고속철도기술 확보 및 실용화 기반의 구축은 지속가능한 미래 성장 동력산업의 기술기반 확보를 의미하며, 국민의 삶의 질 향상과 효율적 교통 인프라확대를 추구하는 정부의 목표에 부합됨

다. 국토해양부 주도의 개발 및 지원 필요성

(1) 고속철도는 차량, 신호, 전력, 궤도 등의 시스템이 유기적으로 연계된 대형 복합 시스템으로 민간 주도 기술개발에는 한계가 있음. 특히 그 파급효과가 산업 전반으로 확대되는 고속철도 연구개발 투자는 국가가 지원하는 것이 타당함

(2) 고속철도는 국가간 경쟁을 위한 핵심기술이며, 대중교통수단 기술로 고속철도 기술개발 및 실용화기반 구축을 통해 국가기간산업인 철도산업을 단기간 신성장동력화하기 위해서는 정부의 전략적 접근 및 집중적 지원이 필요

(3) 국토해양부가 추진하고 있는 1시간 30분대 고속철도망 구축에 크게 기여할 수 있으며, 철도에 의한 국토통합으로 지역갈등이라는 고질적 사회문제 해소할 수 있음

(4) 에너지소비 및 탄소저감에 기여하는 친환경 녹색성장에 가장 부합하는 철도교통수단의 기술개발 및 실용화에 대한 지속적 지원 필요

(5) 차세대고속철도시스템은 국토해양부에서 추진한 “차세대 고속철도기술개발사업”의 결과물로 조속한 시일 내의 안정화 및 실용화 기반 구축이 필요함

(6) “차세대고속철도기술개발사업”이 당초 6년으로 계획되었으나, 주변 환경 변화에 따라 한국건설교통기술평가원 미래철도 운영위원회에서 사업계획을 변경하여 5년으로 단축하고 신뢰성 및 안정화 등 시험은 계속사업으로 추진하도록 결정되었음(2010. 5)

라. 정부 미지원시 문제점

(1) 프랑스, 중국을 비롯해 세계는 최고의 고속철도 기술 선점을 위해 글로벌 속도경쟁이 뜨겁고, 개발 및 투자 집중해 차세대 고속철도기술을 먼저 상용화하기 위한 자존심을 건 무한경쟁이 펼쳐지고 있음

(2) 고속철도 기술개발은 철도강국뿐 아니라 국내에서도 국가주도로 이루어져 오고 있음. 현대의 기술은 하루가 다르게 발전 진화하고 있고, 어제의 최신 기술이 내일의 불용기술이 되고 있는 실상임. 따라서 고속철도의 기술개발이 지속적, 공격적으로 추진하지 않으면 선진국과의 기술경쟁에서 뒤처지게 되고, 해외사장 진출은 고사하고 국내 시장도 빼앗기게 됨

(3) 우리나라도 개발된 동력분산형 고속열차의 안정화 및 실용화 달성 없이는 194조원에 이르는 세계 철도시장에 뒤쳐질 수 있으며, 철도를 국가 신성장동력으로 산업화하려는 정부의 정책에 차질 예상

6. 신규사업 과제제안요구서(RFP)(안)

연구과제명	차세대 고속철도 시스템 실용화기반구축
1. 연구개발 목표	
	○ 400km/h급 분산형 고속열차 안정화를 위한 시운전시험 및 실용화기반 구축 - 분산형 고속열차 안정화 및 성능향상(누적주행거리 10만 km이상) - 분산형 고속열차 국내외 실용화 가능성 향상을 위한 기반구축
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ “차세대 고속철도기술개발사업으로”개발되는 동력분산형 고속철도 기술을 완성하여야 하며, 개발 시스템의 안정성 확보 및 실용화를 위해서는 시험운행을 통한 시스템 검증과 국내 실정을 반영한 고속철도 유지관리 체계의 구축이 필요함. ○ 개발된 동력분산형 고속철도 시스템의 조속한 안정화 및 실용화 기반 구축이라는 목표를 달성하기 위해서는 영업선로에서의 본선시운전 시험을 수행함으로써 지속적인 성능 계측과 분석을 통한 동력분산형 고속열차의 운용, 성능 검증 및 성능 향상으로 개발시스템이 안정화될 수 있도록 하여야 함. ○ 호남고속철도 등의 건설과 운영에 대한 기술 지원 및 기존 노선 연계를 위한 기반기술 및 운영특성 기술의 개발이 필요함. ○ 최근 고속철도를 도입하는 국가에서는 대용량 수송과 속도 증속에 유리한 동력분산형을 선호하고 있어, 우리나라도 고속열차의 해외 진출을 위해 개발한 동력분산형 고속열차의 조속한 안정화가 필요함.
□ 기술동향	○ 세계 고속철도 시장의 경쟁력 우위 확보를 위해 동력분산식 고속열차 개발 경쟁이 치열함. - 일본: 360km/h급 'FASTECH 360' 동력분산식 차량을 개발 - 프랑스: 360km/h급 차세대 'AGV' 동력분산식 차량을 개발 - 독일: 350km/h급 'VELARO' 동력분산식 차량을 개발 ○ 국내에서는 고속철도기술개발사업을 통해서 한국형 고속열차의 시운전 시험 및 신뢰성·안정성 평가를 성공적으로 마무리되었으며, KTX-산천을 통하여 실용화 된 바 있음. ○ 프랑스, 독일, 일본 등 선진 철도국들은 고속철도 및 철도시스템 개발 단계에 자국 철도시스템 기술특성에 적합한 시험평가 체계 및 기술을 개발, 보유하고 있으며 국내에서도 고속철도기술개발사업을 통해 한국형 고속열차의 시운전 시험 평가를 위한 시험평가 기술 및 종합 계측 기술을 적용한 바 있음. ○ 시스템 엔지니어링 관련 기술은 모든 대형 시스템의 개발 과정에서 중요한 분야의 특성에 맞게 요구사항에서부터 제작, 시험에 이르는 체계적이고 전반적인 관리를 수행하고 있다. 국내의 철도분야에 있어서는 KTX의 도입에 따른 프랑스에서 수행하고 있는 시스템 엔지니어링에 바탕을 둔 사항을 도입하였으며, 이후 고속전철기술개발사업, 철도기술개발사업 등 타 연구개발사업에 시스템 엔지니어링 기술을 적용 중임.

	○ 유럽, 일본 등의 철도 선진국에서는 고속철도 차량 개발단계에서 확보된 각종 부품 및 구성품에 대한 정보를 바탕으로 대상 품목에 대한 최적화 된 유지보수 기법을 개발하여 유지보수시스템에 적용하여 향후 상용화시 차량과 함께 공급하고 있음.
3. 연구개발내용	
	□ 세부과제 1 : 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발 ○ 분산형 고속철도시스템 안정성 검증을 위한 본선시운전시험 및 분석 - 분산형 고속철도시스템 안정화 시험 및 분석 · 주요장치 고장 모니터링 · 주요성능(추진, 제동, 제어, 집전 등) 계측 및 분석 · 종합 측정시스템 운영/유지보수 · 차량시스템 안정화 기술 지원 - 고속철도 운행속도별 기술 특성, 운영환경 분석 및 개선대책 수립 - 400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발 연계 시험 - 본선시운전시험 DB 구축 - 사업 통합 및 총괄 ○ 분산형 고속철도 실용화 운영특성 기술개발 - 개발시스템 적용성 검토 - 실용화 차량시스템 규격 작성 - 고속철도 혼합 운행 효율화 방안 연구 ○ 분산형 고속철도 국내외 적용방안 연구 - 분산형 고속철도 국내 적용 방안 수립 - 해외 진출을 위한 고속철도 차량시스템 기술특성 분석 및 대응전략 수립 □ 세부과제 2 : 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발 ○ 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 - 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수 및 안정화시험 기술지원 - 주요 차량 하부시스템 안정화 및 성능 개량 · 차량 주요 하부시스템 안정화 · 실용화를 위한 차량시스템 및 차량 핵심부품 성능 향상 연구 - 안정화시험을 통한 핵심부품 개선 기술개발 · 안정화시험을 통한 핵심부품 개선/변경 필요사항 도출(공력특성 및 소음 향상을 위한 페어링 개조, 분산형 고속열차용 주변압기 설계 및 국산화 개발, 소음향상 MCB 개선 등) · 실용화를 위한 개선 핵심부품 설계 변경 · 개선 핵심부품 제작 및 성능 검증 시험 ○ 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수체계 개발 - 안정화시험 유지보수체계 운영 - 실용화 편성에 대한 유지보수체계 개발

4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립 ○ 정부 및 관련 기업·공사 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축 - 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴 - 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영 ○ 관련분야 전문가 자문 - 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함(www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조) ○ 한국형 고속철도기술개발사업을 통하여 개발된 안정화 기술 및 노하우를 활용하여 체계적인 연구수행을 통해 연구기간 단축 및 예산 절감 ○ 차세대 고속철도기술개발사업의 시운전시험 등 시스템 엔지니어링 기술 및 기반기술을 시스템 안정화에 활용하며 각 개발과제에 참여했던 연구기관과의 긴밀한 기술협조 체계 유지 ○ 400km/h급 고속철도 인프라 선진화 기술개발 및 확보를 목적으로 추진되고 있는 「400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발」 사업과 연계 추진
□ 추진체계	○ 체계적인 인터페이스 조정을 통한 연계성 유지 및 산·학·연 역할 분담과 과제간 유기적인 협조체계 구축 ※ 관련 기술을 확보한 연구기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 및 고속철도 운영기관 참여 유도 ○ 필요시 외국 전문가 또는 외국기관 활용 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요

5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	□ 세부과제 1: 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발 ○ 분산형 고속철도시스템 안정성 검증을 위한 본선시운전시험 및 분석 - 400 km/h급 고속철도시스템 기술 안정화 - 개선된 종합계측시스템 및 운영 프로그램 - 각종 주요 성능에 대한 계측데이터 및 성능검증 결과보고서 - 고속철도 운행속도별 기술 특성 및 운영환경 분석서 - 국내 고속철도 운행을 위한 분산형 고속열차 개선대책 - 고장정보 체계 및 고장분석서 - 속도대역별 운행거리 및 운행에 따른 성능 결과 분석서 - 개발된 400km/h급 고속철도 인프라의 성능 검증 ○ 분산형 고속철도 실용화 운영특성 기술개발

	- 실용화 편성에 대한 차량시스템 및 제어 사양서 - 실용화 편성의 국내 투입에 따른 운영속도 검토서 - 실용화 편성의 운영 요구사항 및 투입가능노선 검토서 - 기존 고속열차와의 혼합 운행 효율화 방안 ○ 분산형 고속철도 국내외 적용방안 연구 - 국내 고속철도 도입 계획 검토서 및 국내 실용화를 위한 요구사항 분석서 - 분산형 고속철도 국내 적용 방안 - 해외 고속철도 요구사항 분석서 및 해외 진출을 위한 실용화편성 시스템 기술요구서 - 개발시스템의 해외 진출방안 및 대응전략 - 개발 시제열차 활용계획 □ 세부과제 2 : 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발 ○ 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 - 시스템이 안정화된 분산형 고속열차 - 실용화 차량모델 설계자료 및 도면 - 유지보수 부품 리스트 및 주기 산출서 - 성능 향상된 분산형 고속열차 하위시스템 - 핵심부품 신뢰성 확보 및 실용화 적용을 위한 성능 개선 - 설계변경 이력서 및 각 변경사항에 대한 시험결과 및 분석서 - 설계변경 핵심부품 시제품 ○ 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수체계 개발 - 실용화 편성에 대한 차량시스템 유지보수 관리체계 - 실용화편성용 차량시스템 유지보수 매뉴얼 - 실용화편성용 검수주기 산정 계산서 - 실용화편성용 유지보수 품목 List
6. 기대효과 및 파급효과	
	○ 400km/h급 동력분산식 고속열차기술은 선발국가(프랑스, 독일, 일본)와 대등한 세계 4위권 수준까지 기술력 향상이 예상됨. ○ 동력분산식 고속열차 기술의 확보로 2015년 이후 약 1,640량 (6조 5,600억원 규모)의 국내 수요 대응. ○ 기술경쟁력 확보를 통해 세계 철도차량 수요의 50%인 유럽 외에 아시아-태평양(30%), 북미(13%), 중남미(4%)지역 등의 해외시장 진출을 위한 국가적 수출 전략기술로 활용. ○ 확보된 시스템기술은 국내 고속철도 속도향상 기술로 활용. ○ 유·무형적 기대효과 - 국내 고속철도 분야 안전 운행체계 구축 - 국내 고속철도 분야 국가 경쟁력 제고 - 고속철도 분야 선진국으로 부상 - 철도전반에 걸친 속도 향상 및 서비스 개선 ○ 기술적 기대효과

	- 고속철도 분야 신뢰성 평가 기술의 세계적 수준 도약 - 고속철도 분야 종합 시운전 시험평가 기술 확립 - 철도산업 기술의 선진화 및 핵심기술력 확보 - 세계적 수준의 고속철도 독자 개발 및 수출 기대 ○ 사회 경제적 기대효과 - 고속철도 분야 운행 안전성 확보로 대국민 신뢰성 확립 - 고속철도 분야 국내 산업의 활성화로 국가 경제력 향상 - 핵심기술의 파급으로 국가 기술력 제고 - 해외 의존에 의한 부품수입 대체 효과 발생
7. 연구개발기간 및 소요예산	
	○ 총 연구기간 : 2012.8 ~ 2015.8 (3년) - 1차년도 연구기간 : 2012.8 ~ 2013.8(12개월) ○ 총 정부출연금 : 250.94억원 이내 - 1차년도 정부출연금 : 86.04억원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능
8. 기 타	
	○ 1차년도 연구성과에 대한 중간평가 결과에 따라 2차년도 계속지원여부 결정 ○ 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성 - 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시 ○ 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 제시 - 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제시 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함 - 제시한 성과지표에 건설기술혁신사업의 공통성과지표가 없거나 부족하다고 판단될 경우, 협약시 조정(추가) 가능 ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용 - 연구성과의 실용화(정책제안)로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거 제시 - 연구성과의 실용성 검증 계획을 반드시 제시해야 함 ○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있

	고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함 ○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용 계획을 연구계획에 포함 ○ 기 수행되었거나 현재 수행중인 공모과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 ○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함 ※ www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함 ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음 ○ 연구관리 전문기관(한국건설교통기술평가원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음

제9절 동력분산형 고속철도 마케팅 전략 수립

1. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구의 목적은 동력분산형 고속철도 개발의 경제적 효과 분석과 차량 판매를 위한 마케팅 전략을 수립하는 것이다. 이는 동력분산형 고속열차가 앞으로 건설될 국내 고속철도 및 전철화 노선 그리고 기존 고속철도 차량의 대체 차량의 수요를 자체기술로 해결할 수 있을 뿐만 아니라 중국, 러시아, 동남아 지역으로의 기술수출에도 이바지할 수 있으리라 예상되며 이에 따른 국가적인 입장에서의 차량 개발에 대한 경제적 효과 분석 및 비즈니스 차원에서의 마케팅전략 수립이 필요하기 때문이다.

2. 연구개발의 내용 및 범위

국내외 고속철도 시장 분석을 통해 국내 장기 고속철도망 계획 및 차량 수급계획을 검토하며 외국의 고속철도 건설계획을 조사·분석하여 국내·국외 시장의 동력분산형 고속철도의 잠재적 수요를 예측한다. 이를 바탕으로 차량 개발비용에 대한 국가적으로 산출될 수 있는 편익을 산정하여 경제적 타당성 분석과 경제적 파급효과를 분석한다.

동력분산형 고속열차의 비즈니스를 위한 마케팅 전략으로 일반적인 서비스마케팅 방안을 제시하고 특별히 텍스트마이닝 기법을 이용하여 STP를 통해 동력분산형 고속열차의 시장전략을 수립한다. 여기에 텍스트 마이닝을 통한 기존 고속차량의 차량관련 불만요소를 추출함으로써 동력분산형 고속철도 차량에 적용할 수 있는 방안을 제시한다.

3. 연구개발결과

가. 국내외 고속철도시장

국내 고속철도시장은 2010년말 기준 한국철도기술연구원장은 총 3557.3km이며 이중 경부고속선이 346.4km를 차지하고 있다.(2010 철도통계연보, 2011)

2004년 4월 경부고속철도 1단계 개통시 KTX(프랑스 알스톰사의 차량을 도입)를 운행 하였으며 2010년 3월 2일 국산 기술로 제작한 KTX-산천의 운행이 시작되었다. 현재 고속철도 보유 규모는 KTX 46편성 920량, KTX-산천 19편성 190량을 보유하고 있으며 최근 호남고속철도 운영을 위한 22편성의 차량공급이 확정된 상태이다.

세계 고속철도 영업연장은 운영중인 노선은 10,595마일, 공사중인 노선은 5,173마일,

계획중인 노선은 10,378마일로 나타났다. (UIC High Speed Department, High Speed Lines in the world, July 2011)

세계 철도시장 규모는 2009년 기준 1,265억유로로 철도차량 부문이 739억유로(58%)로 가장 비중이 크며 인프라구조물, 시스템 순으로 조사되었다. 지역별 시장규모 비중은 유럽 38%, 아시아 25%, 북아메리카 19%, CIS 11%, 아프리카·중동 3% 남미·중미 2%, 오세아니아 2%를 차지하고 있다. 이중 철도차량 시장규모는 738억유로 규모로 지역별로는 서유럽 221억유로, 아시아 187억 유로, 북미 139억 유로 순으로 나타났으며, 열차 종류별로는 화자 184억유로, EMU 113억유로, 디젤기관차 112억유로, 객차 77억유로, 도시철도 68억유로, 고속열차 65억유로, 전기기관차 59억 유로 순으로 조사되었다. (The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014, SCI/ Verkehr Cologne 2009)

국가별로 살펴보면 일본은 신칸센을 5대 도시권을 3시간 정도로 연결시킬 목표로 '15년까지 약 460㎞를 정비할 예정이며 360km/h급 FASTECH 360 차량을 개발 시험 중이다. 유럽연합의 범유럽교통망계획에서는 22개의 철도관련 프로젝트를 통해 '20년까지 고속철도 네트워크를 21,180㎞로 확장할 계획이다. 프랑스는 '20년까지 5선 8구간의 TGV노선을 계획하여 약 2,000㎞가 확충될 계획이며 360km/h급 차세대 TGV차량을 또한 개발 시험 중이고, 독일은 최고속도 350km/h 급 VELARO 차량을 개발 중이다. 중국은「중장기철도망계획」에 따르면 4종4횡의 고속철도를 건설할 계획인데 약 12,000㎞ 이상 확충할 계획이다. 러시아는 '30년까지 고속화철도(시속 160~200㎞) 10,000㎞, 초고속철도(시속 350㎞) 1,500㎞를 건설할 계획이 있다. 브라질, 미국(11개 노선 13,700km)등 고속철도 건설계획이 가시화되었으며 인도 등이 고속철도를 계획중에 있다.

(1) 국내 예상 매출규모

○ 신규수요 : 최근 호남고속선 운영을 위한 차량공급 입찰에 현대로템(주)을 선정함으로써 고속철도의 추가수요는 당분간 발생하지 않을 것으로 판단

○ 대체수요(기존 고속철도의 교체) : 내구년한 30년 , 교체시기 도래 시점부터 차량의 10%가 10년간 교체가 이루어진다고 가정

- KTX(46편성 920량) : 2034년 교체시기 도래
- KTX-산천(19편성 190량) : 2054년 교체시기가 도래

○ 기타수요 : 고속철도노선은 아니지만 타노선의 간섭없이 운행이 가능하여 향후 고속열차가 투입될 가능성을 고려

- 원주강릉선 : 10량 14편성

○ 차량 가격 400억원/편성 가정, KTX는 20량 1편성으로 교체시 10량 2편성 도입 가정

구분	2018	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048
KTX	-	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	-	-	-	-	
KTX-산천	-	-	-	-	-	-	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
원주강릉	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
편성 계	14	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
국내매출 (억원)	5,600	3,680	3,680	3,680	3,680	3,680	4,440	4,440	4,440	4,440	4,440	760	760	760	760	760

(2) 해외 예상 매출규모

○ The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014(SCI/ Verkehr Cologne 2009)에 제시되어 있는 고속철도차량 시장 규모를 기초로 산정

단위 : 백만유로

구분		서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아니아	계	성장률 (2009~2014)
시장규모	신차	1,425	75	0	0	2,455	35	100	0	4,090	3.7%
	판매후	1,535	10	15	0	850	0	5	10	2,425	

○ 동력분산형 고속열차의 기술안정화가 완료되는 2015년 9월을 기준으로 하여 2016년부터 세계시장에 진출하는 것으로 반영

○ 해외 고속철도 시장 규모는 현재의 고속철도 시장의 접근성을 고려하여 유럽지역을 제외한 시장의 규모를 반영하였으며, 세계시장의 중장기적 계획을 고려하여 2020년까지의 시장규모와 성장률 약 1.9%를 반영

○ 산출된 세계 고속철도시장에 국내 고속열차가 2.7% 공급 됨을 가정

- 현대로템(주) 철도차량 마켓쉐어 : 2.7%(2010년 매출액기준, 현대로템(주) 내부자료)

단위 : 억원

구분		2016	2017	2018	2019	2020
시장규모 (백만유로)		59,570 (4,317)	60,672 (4,396)	61,794 (4,478)	62,937 (4,561)	64,102 (4,645)
세계시장 가능 분담률	2.7%	1,608	1,638	1,668	1,699	1,731

※ 1유로 : 1,380원 적용

나. 경제적 효과분석

(1) 선행연구

본 연구와 관련된 선행연구에는「한국형 고속열차의 실용화 예비타당성조사(교통개발연구원, 2005)」, 「차세대고속열차 개발 효과성 분석(한국철도기술연구원, 2008)」가있다.

한국형 고속열차의 실용화 예비타당성 조사」연구에 따르면 국내는 경부선, 호남선, 전라선 및 경전선을 대상으로 장래 고속철도 수송수요를 예측하였으며 해외는 미국, 중국, 인도 등에서 계획하고 있는 고속철도 건설을 감안하여 2007년부터 2015년까지 발생할 것으로 예상되는 고속열차 수요를 고려하였다. 해외에서 발생하는 고속철도차량 수요에 대해서는 한국형 고속열차가 약 10% 정도 공급된다고 가정하여 매출액을 산정하였다.

국내·외 시장규모에 따른 매출발생액에 부가가치율을 적용하여 편익을 산출하였으며 비용은 한국형 고속열차의 차량설계 및 제작에 소요되는 비용으로 정의하였다.

한국형 고속열차 실용화의 경제적 타당성 분석결과 할인율 6.5%에서 편익/비용(B/C)비율은 5.1로 1.0 이상이고, 총효과에서 총비용을 제한 순현재가치(NPV)도 0 보다 큰 2,837억원이며, 내부수익율(IRR)은 44.6%로 산출되었다. 해외수요의 불확실성을 감안하여 편익으로 국내매출액의 부가가치발생액만을 고려하는 경우에도 편익/비용(B/C)비율은 4.4, 순현재가치(NPV)는 2,396억원, 내부수익률(IRR)은 34.1%에 이른다. 따라서 한국형 고속열차 실용화사업은 경제적 타당성이 있는 것으로 분석되었다.

「차세대고속열차 개발 효과성 분석」에 따르면 호남고속선 완전개통 예정시기인 2017년 이후 이 구간에 KTX-산천 열차추가 도입 대신 차세대고속열차가 투입될 경우 발생하는 효과를 분석하였다.

편익은 구입비용 절감효과, 운영비 절감효과, 동력비 절감효과, 통행시간 절감편익을 고려하였다. 운영비 절감효과는 차세대고속열차를 도입할 경우 도입편성수가 줄게되는데 따른 인건비, 보수비, 차량감가상각비를 산출하여 반영하였으며, 동력비는 도입편성수와 운행횟수, 차세대고속열차의 에너지 절감은 5% 가능할 것을 전제로 산출하였다. 시간절감효과는 표정속도(KTX-산천 200kph, 차세대고속열차 230kph, 한국철도기술연구원 내부자료), 한국철도공사의 거리별 수송실적을 반영하여 거리별 고속철도 이용객추정치를 계산하여 편익을 산정하였다. 비용은 차세대고속열차 개발 및 유지보수 비용을 고려하여 분석하였다.

분석결과 편성당 8량, 10량 기준으로 도입하는 경우 모두 B/C, NPV, IRR 등 경제성이 모두 높은 것으로 나타났으며 분석기간이 늘어날수록 경제성은 더욱 커질 것으로 분석되었. 편성당 10량으로 도입시 분석기간 30년의 경우 할인율 5.5%에서 편익/비용(B/C)비율은 5.20로 1.0 이상이고, 총효과에서 총비용을 제한 순현재가치

(NPV)도 0 보다 큰 4,715억원이며, 내부수익율(IRR)은 19.13%로 나타났다. 따라서 한국형 고속열차 실용화사업은 경제적 타당성이 있는 것으로 분석되었다.

(2) 경제성 분석

본 연구에서는 경제적 타당성분석을 위해 먼저 국내 및 해외 시장에 대상으로 동력분산형 고속열차 공급을 위한 시장규모를 분석하고, 이를 기반으로 매출발생에 따른 부가가치를 산출하여, 동력분산형 고속열차 개발 투자비용 대비 편익으로 본 부가가치율을 가지고 경제적 타당성을 분석하였다.



또한 국민경제에 미치는 파급효과를 분석하여 동력분산형 고속열차의 국내 및 해외의 매출발생이 각 산업의 생산활동에 미치는 직·간접의 파급효과를 계측하는 것으로 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용유발효과를 산출하였다.

(가) 국내외 시장 수요예측

국내 고속철도 수요는 최근 호남고속선 운영을 위한 차량공급 입찰에 현대로템(주)을 선정함으로써 고속철도의 추가수요는 당분간 발생하지 않을 것으로 판단된다. 따라서 국내 고속철도의 수요는 KTX, KTX-산천의 교체주기가 도래할 경우 동력분산형 고속열차를 대체차량으로 보고 수요로 반영하였다. 고속철도차량의 내구년한을 30년으로 볼 경우 2004년도에 최초 도입한 KTX 차량은 46편성 920량으로 교체시기는 2034년에 도래하며, KTX-산천의 경우는 19편성 190량이 2054년에 교체시기가 도래할 것으로 보았으며 호남고속철도 22편성 220량은 대체주기를 고려하지 않았다.

또한 일반철도의 경우 독립적으로 운행 가능한 노선으로 원주강릉선은 고속철도 노선은 아니지만 타노선의 간섭없이 운행이 가능하여 향후 고속열차가 투입될 가능성을 고려하여 14편성 도입계획을 동력분산형 고속열차로 도입 할 수 있는 수요로 보고 반영하였다.

KTX은 2034년부터, KTX-산천의 경우는 2039년부터 차량의 10%가 10년간 교체가 이루어진다고 전제하고, 차량 가격은 편성당 400억원, KTX는 20량 1편성으로 교체시 10량 2편성 도입을 가정하여 국내 시장수요를 예측하였다.

따라서 원주강릉선의 차량이 투입되는 2018년부터 KTX 및 KTX-산천의 교체주기가 완료되는 2048년까지의 국내의 예상시장규모는 50,000억원으로 예측되었다.

해외 고속철도 시장규모는 The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014(SCI/ Verkehr Cologne 2009)에 제시되어 있는 고속철도 차량시장 규모를 기초로 산정하였다.

현재 개발 중인 동력분산형 고속열차의 해외시장 진출 시점은 동력분산형 고속열차의 기술안정화가 완료되는 2015년 9월을 기준으로 하여 2016년부터 세계시장에 진출하는 것으로 반영하였으며 여기에 현재 고속철도 시장의 접근성을 고려하여 유럽지역을 제외한 시장의 규모를 대상으로 하였다. 앞에서 살펴본 바와 같이 세계고속철도의 중장기적 계획을 고려하여 2014년까지 제시된 시장규모를 2020년까지 연장하였고 2014년 이후 고속철도차량 성장률은 기 제시된 2014년까지의 고속철도시장 성장률의 50% 정도가 가능할 것으로 보고 이를 반영하였다. 산출된 세계 고속철도시장에 동력분산형 고속열차가 차지할 수 있는 분담률은 2010년 매출액 기준으로 현대로템(주) 철도차량의 공급률인 2.7%가 가능할 것으로 가정하였다.

따라서 동력분산형 고속열차의 세계시장 진출이 가능한 2016년부터 2020년까지의 해외시장규모는 8,345억원으로 예측되었다.

(나) 경제성분석

경제적 타당성을 위해 동력분산형 고속열차의 비용과 편익을 산출하였다. 비용은 동력분산형 고속열차 개발을 위한 사업비로 정의하였으며 비용은 총 931.1억원으로 2008년부터 2012년까지 5년에 걸쳐 투입되었다. 편익은 철도차량매출에 따른 부가가치발생액으로 정의하였는데, 동력분산형 고속열차의 부가가치율은 2009년 산업연관표(한국은행, 2011년 발행)에서 발표된 철도차량 산업의 총산출액과 부가가치 투입을 이용하여 산출하였다. 이는 현재 한국은행에서 제공하는 산업연관표에는 고속열차 산업을 독립된 산업으로 분류하고 있지 않기 때문이다.

구분	중간 투입계	피용자 보수	영업 잉여	고정자본 소모	생산세	(공제) 보조금	부가 가치계	총 투입액
금액 (백만원)	1,741,654	221,085	232,103	43,252	108,001	-261	604,180	2,345,834
비중 (%)	74.2	9.4	9.9	1.8	4.6	0.0	25.8	100.0

단위 : 억원

구분	계	2016	2017	2018	2019	2020	2034	2035	2036	2037	2038
		414	422	1,872	438	446	948	948	948	948	948
편익	15,027	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048
		1,144	1,144	1,144	1,144	1,144	196	196	196	196	196

분석기간은 비용이 최초로 투입되는 시점인 2008년부터 국내 및 해외의 매출액을 추정한 기간인 2048년으로 설정하였으며, 분석기준년도는 2008년이고 사회적할인율은 5.5%를 적용하였다.

구분	B/C	IRR(%)	NPV(백만원)
국내외 매출	5.16	19,9	344,493
국내매출	3.64	12.8	218,553

경제성 분석결과 B/C 5.16, IRR 19.9%, NPV 344,493백만원으로 경제성이 있는 것으로 나타났으며, 해외수요의 불확실성을 감안하여 국내 매출액의 부가가치발생액만을 고려하는 경우에도 B/C 3.64, IRR 12.8%, NPV 218,553백만원으로 모두 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

(다) 경제적파급효과분석

동력분산형 고속철도의 국내외 수요발생이 국민경제에 미치는 경제적 파급효과는 2009년 산업연관표(한국은행, 2011년 발행)를 이용하여 분석하였는 바 동력분산형 고속철도 개술개발투자 사업은 산업분류표 168부문 중 철도차량 부문에 속하는 것으로 간주하였다. 국내 및 해외 수요의 예상매출액을 고려하여 산출하였으며 여기에 해외수요의 불확실성을 감안하여 국내 매출액의 부가가치발생액만을 고려하는 경우도 추가로 분석하였다.

구분		계
국내수요	생산유발효과(억원)	97,600
	부가가치유발효과(억원)	27,525
	고용유발효과(인)	34,246
국내외 수요	생산유발효과(억원)	113,889
	부가가치유발효과(억원)	32,119
	고용유발효과(인)	39,961

동력분산형 고속철도의 국내 및 해외의 수요발생이 국민경제에 미치는 파급효과는 생산유발효과 113,889억원, 부가가치유발효과 32,119억원, 고용유발효과 39,961명으로 분석되었다.

해외수요의 불확실성을 감안하여 국내 수요발생만을 고려했을 경우에는 생산유발효과 97,600억원, 부가가치유발효과 27,525억원, 고용유발효과 34,246명으로 분석되었다.

(3) 마케팅 전략수립

일반적 서비스마케팅 전략으로 동력분산형 고속철도의 비즈니스 마켓팅에 적용할 수 있는 방안을 살펴보고, 텍스트 마이닝 기법을 이용하여 추출된 고속철도 이용객의 고객불만족 요소를 분석하여 동력분산형 고속철도 비즈니스 마케팅 방안을 제시하였고 텍스트 마이닝 기법을 통해 추출된 기존 고속열차의 차량관련 요소를 고려하여 동력분산형 고속열차의 개선방향을 제시하였다.

(가) 서비스마케팅 믹스(7Ps)

마케팅 믹스(marketing mix)는 서비스마케팅 활동의 수단으로 전통적인 4Ps인 제품(Product), 가격결정(Pricing), 장소(Place), 촉진(Promotion)에 사람(People), 물적 증거(Physical), 과정(Process)을 추가하여 제시하였다.

서비스 제품은 제공된 서비스의 범위, 품질, 수준이 포함되고 그 외에 상표명, 보증 애프터서비스 등도 고려해야 하며 이러한 서비스 제품의 믹스는 서비스조직의 규모나 위치 혹은 업종에 따라 상당한 차이가 있는데, 동력분산형 고속열차는 이름은 HEMU-430X(High speed Electric Multiple Unit - 400㎞/h experiment)이며 최고 속도 430km/h, 영업 속도 370km/h를 가지고 있으며 기존 KTX 대비 100km/h 빠른 속력으로 서울에서 부산까지 1시간 반에 도착하는 동력분산형 고속열차이다.

가격은 운임수준, 할인 공제혜택, 지불 및 신용조건이 포함되는데 운임이라 할 수 있는데 다른 서비스와 차별화, 서비스에서 고객이 인지하는 가치, 운임과 품질간의 상호작용 등에서 중요한 역할을 하며 아직 동력분산형 고속철도의 운임이 결정되지 않았지만 기존 KTX의 요금 수준이라면 충분하게 경쟁력이 있다고 할 수 있다.

서비스 마케팅에서 서비스 제공자의 위치와 접근성은 중요하며 이때 접근성은 물리적 접근성뿐만 아니라 커뮤니케이션과 접촉의 용이성을 말하며 유통경로의 유형과 시장 커버리지도 서비스 접근성과 연계해서 중요한 요소이다. 접근성 향상으로 이용객 동선이 최적화 되며 역세권 경제개발 등의 효과가 있는 반면 지방 분권화를 저해하고 수도권 집중효과 등이 발생 할 수 있는 점을 고려하여야 한다.

서비스의 촉진은 광고, 인적판매, 판매촉진, 홍보와 같은 전통적인 촉진 믹스 외에도 사람, 물적 환경, 과정이 모두 소비자와 커뮤니케이션을 할 수 있는 촉진요소란 점이 특색이며 예매 시기별 할인, 자유석 할인, 단체할인, 동반석 할인, 기업체 할인, 신용카드 할인과 같은 KTX의 정책은 동력분산형 고속철도에도 그대로 승계되어질 것으로 예상된다.

서비스 조직에서 사람은 우선 서비스를 생산하고 판매하는 사람들이며 특히 고객과의 접촉이 많은 접촉 서비스에서 종업원들의 역할은 서비스 기업에서 성공의 비결은 접객원들이 조직에서 핵심용원이라는 점을 인식하는 것이란 말로 잘 대변될 수가 있다. 객실 내 서비스 개선도 일종의 마케팅 믹스의 사람에 해당되며 이는 서비스를 생산하고 판매하는 사람들이 고객과의 접촉이 많은 KTX 직원들이 객실 내 서비스를 개선하기 위한 노력도 이에 포함된다.

아무런 물적 요소가 개입되지 않는 순수한 서비스는 드물며 고객이 서비스 조직에서 접하게 되는 많은 유형적 물적 시설이나 장비 등과 같은 요인은 서비스에 대한 고객과 사용자의 판단에 큰 영향을 미친다. 역 시설 및 서비스를 개선하는 것은 고객이 서비스를 접하게 되는 물적 시설이나 장비등과 같은 물적 요소를 개선하는 것과 같은 의미이며 KTX 개통 초기 매표장 혼잡, 연계서비스 불편, 열차 내 응급구호 미흡 등의 지적 사항은 상당부분 개선된 상황이다. 이는 정차 역별 병원·119 구급대 등과의 비상연락체계를 재정비하고, KTX의 모든 승무원에 대한 응급구호 위탁교육을 실시한 결과에 따른 것이며 동력분산형 고속철도가 도입되기 전까지 계속해서 물적 시설과 장비에 대한 점검은 필수적이다.

서비스 조직에서 사람들의 행동, 서비스가 어떻게 배달되느냐 하는 과정문제는 중요 요소로 서비스 산출에서 채택된 정책이나 절차, 기계화 정도, 종업원이 갖고 있는 재량권의 정도, 서비스 수행과정에서의 고객의 참여 정도, 정보와 서비스의 흐름, 예약과 대기시스템, 서비스 수용능력 등이 여기에 관련된 요소이다. 동력분산형 고속철도 시대에는 새로운 기기에 약한 고령층, 장애인을 위한 전화 등을 이용한 전통적인 예약과 함께, 스마트 TV를 이용한 철도 예약 등 더욱더 다양한 과정을 통해 철도를 예약 할 수 있는 방법을 개발해야 할 것이다.

(나) SWOT 분석

마케팅 전략과 관련 환경을 맞출 수 있는 환경 분석 도구로 SWOT(Strength, Weakness, Opportunity, and Threat)분석이 대표인 방법이다.

동력분산형 고속열차의 강점(Strength)은 첫째 속도이다. 동력분산형 고속철도의 개통은 시속 370km의 빠른 속도를 통한 시간단축으로 전국을 2시간이내 생활권으로 연결시키며 이는 기존의 KTX의 최고 강점이었던 속도를 100km/h 늘린 것으로 이는 기존의 강점을 더욱 강화한 것이라고 할 수 있다. 둘째 환경친화성이다.

고속철도는 에너지 효율성이 자동차의 2배, 항공기보다 4배가량 높고, 전기에너지를 사용하므로 환경오염이 거의 없으며 고속철도의 개통으로 일산화탄소와 분진이 상당부문 줄어들어 대기오염 감소효과를 얻을 수 있다. 셋째 기존의 KTX와 달리 동력 분산형 열차를 사용하기 때문에 에너지 효율성과 유지관리 편리성은 물론 수송수요에 따라 차량편성을 용이하게 변경할 수 있는 장점이 있으며 또한 축 중을 낮출 수 있어 선로의 부담을 작게 하고 유지 보수비용을 감소시킬 수 있다. 마지막으로 고속철도 도입은 각 도시간의 이동시간을 현저하게 줄일 수 있다는 점이 있다.

약점(Weakness)은 가격으로 기존 KTX에 요금을 생각하면 항공기를 제외한 타 교통수단에 비해서 비싸기 때문에 대표적인 약점이며, 새로운 고속철도의 경우 불확실성에서 나오는 사회적 비용(예. 경영문제와 민영화)이 있을 수 있다.

기회(Opportunity)는 2004년 이후 KTX의 이용자는 계속 증가하고 있다는 점이다. 2015년 호남고속철도 건설, KTX와 KTX-산천의 대체 차량 등 대규모 고속차량 수요가 예상되고 또한 서해안 선을 비롯한 국토의 균형 발전을 위한 노선과 평창 올림픽을 위해 원주-강릉 간 고속화철도가 개설될 예정이기 때문에 국내 고속철도의 수요는 계속해서 늘어날 것으로 예상된다. 둘째로 외국의 고속철도 건설 추진으로 현재 고속철도 건설을 추진 또는 준비 중인 나라는 미국, 브라질, 베트남, 인도, 사우디아라비아 등이 있으며 이런 나라들에 수출 할 수 있다는 것도 동력분산형 고속철도의 큰 기회 요소라 할 수 있다.

위협(Threat)요소는 지능형 고속 도로교통시스템의 등장, 자기부상열차의 운행, 초고속선 및 첨단 항공기의 운항 등 기존 교통수단의 고급화나 고속화로 인한 고속철도 수요 감소 등이 미래의 위협 요소가 될 수 있다. 둘째로 저가 항공사의 출현과 활성화를 들 수 있는데 고속철도에 비해서 가격이 비쌌던 항공요금이 저가 항공사의 출현으로 인해서 최근에 서울에서 부산까지 가는 비용이 KTX보다 싼 경우까지 생겨나는 경우에서 볼 수 있다.

(다) 서비스 마케팅

향후 고속철도의 마케팅은 현재 가지고 있는 철도 전반의 이미지를 회복시키는 것은 물론이고 동력분산형 고속철도가 성공적으로 도입할 수 있도록 하는 방향으로 이루어 져야 한다.

세계철도 시장 개척의 경쟁력 우의와 향후 국내 수요에 대응하기 위해 동력분산형 동력분산형 고속열차의 개발은 필수적이다. 동력분산형 고속열차는 에너지 효율이 높고 객실관리가 편하며 가감속이 더 좋아서(기존 KTX대비 100km/h 향상으로 홍보 되고 있음) 차별화된 마케팅에 적당하다고 볼 수 있다. 누적 이용객 3억명을 돌파한 현재 고속철도 산업에 더욱 큰 브랜드로 예상할 수 있지만 이와 함

께 현재의 고속철도에 대한 대중의 인식에 주목할 필요가 있다. 다음은 11가지의 서비스 마케팅 전략과 동력분산형 고속열차 마케팅의 적용방안이다.

칼라마케팅이란 제품선택의 구매력을 증가시키는 가장 중요한 변수를 색으로 정해서 구매력을 결정짓게 하는 마케팅 기법으로 동력분산형 고속철도 산업에서의 활용방안으로는 기존 KTX의 파란색의 긍정적인 이미지를 유지한 채 열차의 성격에 따라서 급행열차는 빠른 속도라는 이미지를 가진 붉은색으로 변화 시킨다던가 객차 안에 고급 설비가 있는 칸은 고급스러운 이미지를 가진 보라색이나 와인색을 이용해서 꾸미는 등의 색의 변화를 만들자는 것이다. 즉 칼라를 통해서 생긴 좋은 이미지를 통해서 한번타고 나면 다시 타고 싶은 철도를 만들어야 한다는 것이다. 또한 주말 가족 단위의 이용 승객 중 어린이를 타깃으로 화려한 칼라 티켓을 만들어서 티켓 자체를 기념품 화 시키는 것도 칼라 마케팅을 활용한 좋은 전략이라 할 수 있다.

숫자 마케팅은 숫자가 가지는 지극히 뚜렷하고도 다양한(무한대까지 가능한) 상징체계를 바탕으로 해서, 단순하면서 강렬하게 제품이나 브랜드가 갖는 특성을 인지시킬 수 있고, 숫자의 심리를 이용해서 고객이 갖고 있는 가치관이나 경험을 바탕으로 고객의 니즈를 자극할 수 있는 마케팅 기법으로 동력분산형 고속철도는 다른 사업보다 '속도'로써 숫자 마케팅을 이용할 수 있는 아주 좋은 소재를 가지고 있다. 최고 속도가 400km/h가 넘는다는 것은 숫자 마케팅으로 활용하기 좋은 소재이며 또한 서울과 부산에서 1시간 반에 도착하는 것 역시 숫자 마케팅을 쓰기에 좋은 소재로 이러한 숫자를 사용해서 숫자 마케팅을 한다면 동력분산형 고속철도가 기존의 철도보다 빠르다는 점은 아주 쉽게 소비자들에게 인식될 것으로 판단된다.

MOT마케팅이란 스페인의 투우 용어인 [Moment De La Verdad]를 영어로 옮긴 것으로 '결정적 순간', 즉 '고객이 종업원이나 기업의 특정 자원과 접촉하는 순간으로, '결정적 순간'에 고객들에게 긍정적인 인상을 심어줌으로써, 제품과 기업에 대한 긍정적인 효과를 이끌어 내는 것이라고 할 수 있다. 철도 산업은 항공산업과 유사한 측면이 많기 때문에 이 MOT 마케팅을 하기에 적합하다고 할 수 있다. 대표적인 예들을 살펴보면 첫째 철도 정보를 얻기 위해 전화했을 때 고객에게 충분하게 만족을 주는 정도를 제공할 수 있어야 하며 두 번째로 고객이 출발입구를 찾고 있을 때 안내원이 상세하게 어디로 가야 하는지 안내해 줄 수 있어야 한다. 세 번째로 수화물보관소를 찾고 있을 때 찾는 것을 도와주어야 하고 마지막으로 가장 흔한 순간이지만 제일 중요한 순간인 티켓을 건네고 탑승할 때 그 순간이 중요하다는 의미이다. 위의 예들은 전부 잠깐의 순간들 이지만 고객들에게 철도의 이미지를 좋게 혹은 나쁘게 만들 수 있는 시간이라는 점임을 의미한다.

버즈 마케팅이란 소비자들이 자발적으로 메시지를 전달하게 하여 상품에 대한 긍

정적인 입소문을 내게 하는 마케팅기법으로 입소문마케팅 또는 구전마케팅(word of mouth)이라고도 한다. 실제로 처음 고속철도를 이용하는 사람이 이용하기 전에 인터넷 등의 자료를 찾아보기 보다는 직접 타본 사람에게 타보니 어땠냐고 물어보는 경우가 훨씬 더 많다고 하며, 아무리 정보화 시대가 되었다 하지만 사람과 사람 사이의 커뮤니케이션의 힘이 아직까지도 더 크다는 의미로 볼 수 있다. 이는 온라인이나 소셜 네크워크 등의 경로에서 얻은 정보보다 조금 더 신뢰 있는 정보가 될 수 있다는 점에서 중요하다고 판단된다.

여성마케팅은 이러한 구매자 및 구매에 영향을 미치는 여성을 주요 목표고객으로 삼는 마케팅 기법이다. 오늘날 모든 경제와 소비의 주체는 여성으로 이들의 구매결정권은 아주 강력하다고 할 수 있다. 지금까지 철도산업에서 여성들을 위한 이벤트나 행사는 상대적으로 보기 힘들었다. 항공 산업에서는 비즈니스 클래스를 이용하는 여성들을 위해 화장품 샘플을 제공하는 등의 여성들을 위한 서비스를 이미 제공하고 있다. 지금 당장 철도 산업에서도 여성들을 위한 마케팅 전략을 세워야 한다. 현재 KTX에서 시행중인 교통약자 우대 석에 임산부를 우선적으로 지정하도록 하며 이것은 여성에 대한 기본적인 대우로 새롭게 여성들을 위한 또 다른 우대 행사가 필요하다. 여성들 중에서 주 타겟은 주부이다. 주부들의 고속철도 만족도가 바로 자녀와 남편들의 고속철도 이용으로 이어질 수 있기 때문이다. 그 다음으로는 경제활동을 하는 여성들을 타깃으로 삼고 마지막으로 노년층 여성을 대상으로 해야 한다.

프레스티지 마케팅(Prestige Marketing)이란 고소득층 및 상류층을 대상으로 하는 마케팅으로, 전체 고객 중 단 5~10%의 비율을 차지하는 특정한 고객을 대상으로 하는 마케팅을 말한다. 연휴나 추석, 설날 KTX의 특실을 제외한 다른 일반석은 아주 빠르게 매진이 되며 보통 평일에 특실은 거의 반 이상 비어있는 실정이다. 특실은 5%정도가 외국인이 이용할 정도로 일반고객에게는 너무나도 비싼 좌석이라는 인식이 되어있는 실정이다. 특실을 이용할 가격이라면 항공을 이용할 수 있는 가격이기 때문에 굳이 일반 고객과 부유층 고객 모두에게 고속철도의 특실은 그다지 매력적인 상품이 아니고 그것은 현재 부유층을 대상으로 한 KTX 특실의 포지셔닝이 애매하다는 것을 의미한다. 즉 어느 고객을 타깃으로 하는지 확실하게 정해야 하는데 장기적인 측면에서 볼 때 가끔씩 어쩔 수 없는 경우에만 특실을 이용하는 일반인 고객보다 부유층 고객은 특실을 이용한 후 마음에 들면 계속해서 이용할 가능성이 많고 전파의 효과가 있어 부유층 고객을 주 타깃으로 삼는 혜택이 있는 것이 제한적일 지라도 선택적 방법이 될 수 있을 것이다. 현재 KTX 특실이 가지고 있는 넓은 좌석과 다과제공, 신문 무료제공의 혜택은 부유층에게는 별로 관심을 끌 수 있는 것들이 아니기 때문에 그들을 사로잡을 수 있는 새로운 마케팅 전략을 짜야 하며 따라서 일반석과는 다른 인테리어는 기본이고 그들의 마

음을 사로잡을 수 있는 맞춤형 서비스 제공이 무엇보다도 중요한데 일례로 특실에서만 근무하는 승무원이 필수적이라고 판단된다. 현 상황에서 동력분산형 고속철도의 가장 큰 라이벌인 저가 항공사와의 경쟁 구조에서 승리하기 위해서는 프레스티지 마케팅을 통한 특실의 활용이 필요하다고 판단된다.

문화마케팅이란, 기업이 문화를 매개로 고객의 감성을 자극함으로써, 문화 예술이 가지고 있는 가치를 해당 기업/제품의 이미지로 연결 짓기 위한 활동이라 할 수 있으며, 철도 산업에서 문화 마케팅은 여러 가지 다양한 측면에서 할 수 있는데 동력분산형 고속철도에서는 중앙 모니터가 아닌 개별 모니터를 제공하고 있기 때문에 객차 안에서 문화 마케팅을 활용하기에 좋은 설비를 갖추었다고 할 수 있다. 또한 각 기차역내에서 하는 문화 공연은 사람들을 기차역으로 몰리게 하는 효과를 주면서 철도가 가진 이미지를 좀 더 상승 시킬 수 있을 것으로 판단된다. 철도를 이용한 문화 마케팅의 예를 들어보면 KTX 기차표를 구입한 고객에게 구입한지 3일 이내에 영화나 연극 커피숍 등의 할인을 제공해 주는 이벤트나 초·중·고 청소년을 대상으로 고속열차를 소재로 한 다양한 공모전을 개최하는 등의 기업 이미지 향상을 위한 활동이 문화 마케팅에 속한다. 또한 최근 개통한 신분당선의 경우에는 연애 기획사인 YG 엔터테인먼트와 같이 마케팅을 실시하였는데 신분당선 열차의 내부를 YG 엔터테인먼트 소속 연기자 및 가수의 모습들로 꾸밈으로써 K팝의 인기가 날로 높아져 가고 있는 지금 이 시점에서는 외국 관광객을 유치하기 위해서 한류 스타를 이용한 문화 마케팅 역시 필수적 요소라 할 수 있다. 한류 스타의 활동과 관련된 객실이나 아니면 한류 스타의 모습을 가지고 내부를 장식하는 등의 방법이 있으며 마찬가지로 우리나라는 풍부한 문화유산을 통해 객차 내에서 자연스럽게 연결시키는 것 (예를 들어 모니터 홍보) 역시 이러한 고유한 유산이 있는 곳을 고속철도가 연결한다라는 이미지, 홍보 효과가 있을 것으로 판단된다.

스포츠 마케팅이란 스포츠를 이용하여 제품판매의 확대를 목표로 하는 마케팅 기법을 말하며 철도 산업에서 이 스포츠 마케팅을 이용할 아주 좋은 시기가 바로 지금이라고 판단된다. 평창동계 올림픽을 위한 인천~평창 간 운행할 고속철도는 바로 이러한 스포츠 마케팅을 실행 할 수 있는 좋은 장소가 될 것으로 판단된다. 고속철도를 이용한 스포츠 마케팅은 이미 한번 실행된 적이 있는데 대구 국제 육상선수권 대회에서 입장권을 KTX 역에서도 판매하기 시작해서 입장권의 판매율을 높인 적이 있다(스포츠 스타인 우사인 볼트를 보기 위해서 KTX를 이용해서 대구로 간 경우에 해당). 또한 현재 고속철도 운영자는 유도 단을 운영하고 있고 매년 철도가족 건강 달리기 대회를 운영하고 있는데 이러한 행사를 단순하게 철도 가족에게 국한 시키는 것이 아니라 일반인들에게도 공개를 해서 달리는 건강한 기업이라는 이미지를 주는 것도 좋은 스포츠 마케팅이라 할 수 있다.

그린마케팅이란 환경적 역기능을 최소화하면서 소비자가 만족할 만한 수준의 성능과

가격으로 제품을 개발하여 환경적으로 우수한 제품 및 기업 이미지를 창출함으로써 기업의 이익 실현에 기여하는 마케팅을 말한다. 철도는 다른 운송 수단과 비교해서 운행 시 소음을 제외하고는 환경 공해를 발생시키는 것이 상대적으로 적기 때문에 친환경적인 이미지를 가지고 있으며 그린 마케팅을 하기에 좋은 환경을 가지고 있다.

철도운영자는 매년 친환경 철도변 조성과 관련하여 협조가 많은 자치단체에 감사장을 전달하고 친환경 철도변 및 역사주변 녹색환경개선을 위해 녹화사업을 장려하고 있으며 군산시는 산림청 도시 숲 예산을 활용해 2009년~2010년도에 '임피 역사 광장 주변 경관개선사업'과 '금강하구언 일원 철도변 녹색경관 조성사업'을 시행, 역사주변과 철길주변의 녹화사업을 실시해 지역주민과 관광객들에게 쾌적하고 아름다운 기찻길 제공하기 위해 노력했는데 이 예를 통해 보아도 그린 마케팅은 지역의 발전과 그리고 철도 홍보에 도움을 줄 수 있음을 볼 수 있다.

하이테크 & 온라인 마케팅이란 인터넷과 스마트폰 그리고 소셜 네트워크를 이용한 마케팅 활동이라 할 수 있다. 적극적인 홍보 활동을 통해서 철도운영자가 운영하고 있는 트위터와 페이스북 철도 마니아 클럽 등 을 활성화 시킬 필요가 있으며 철도 관련 커뮤니티에 가입되 있는 철도에 대해 충성도가 높은 고객들을 위한 할인 행사 등을 마련해야 할 것으로 판단된다. 매출의 80%는 우수고객 20%에서 나온다는 법칙에 따라 그 20%의 고객을 창출하는 작업이라고 생각하면 철도를 좋아하는 사람들이 모여 있는 철도 관련 커뮤니티는 우수 고객을 만들기에 가장 최적의 홍보 장소인 것으로 판단된다.

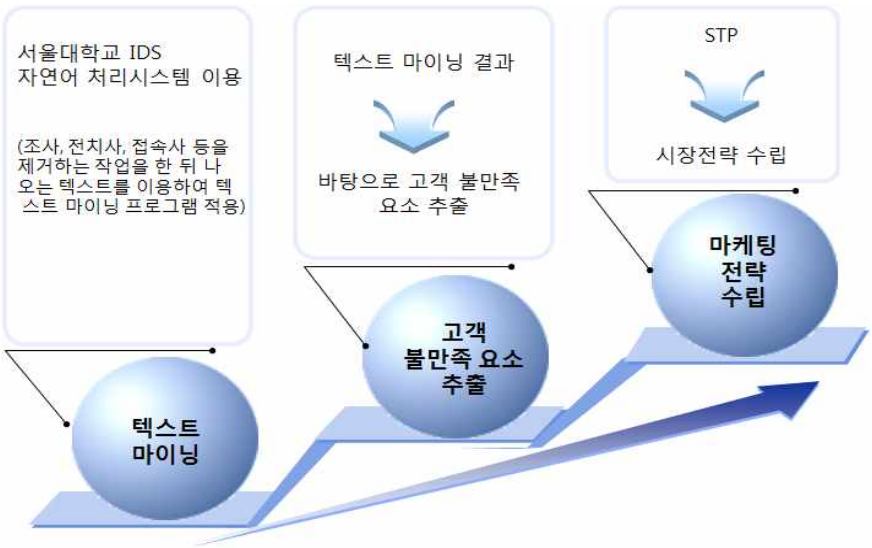
스토리텔링 마케팅은 상품 특성을 객관적으로 설명하는 것이 아니라 고객이 관심을 가지고 반응하는 흥미로운 이야깃거리로 풀어나가는 마케팅 커뮤니케이션 기법이라고 정의내릴 수 있다. 동력분산형 고속철도는 기존의 KTX보다 빠르다는 측면을 스토리텔링 마케팅에 활용 시킨다면 고객들이 관심을 가질만한 이야기(서울에서 부산까지 1시간 30분도 안 되는 시간에 KTX보다 조금 더 빨리 도착하는 장면 스토리)를 통해 재미있게 접근하는 방법이 있다. 예를 들면 부산에 있는 한 여자가 자신을 좋아하는 3명의 남자를 만나는 이야기로 KTX, 저가항공, 동력분산형 고속철도를 이용한 세 남자 중 철도를 이용한 세 번째 남자의 애인이 된다는 식의 코믹한 스토리를 활용하는 등, 동력분산형 고속철도가 빠르다는 것을 홍보할 스토리는 무궁무진하다. 철도는 여행과 아주 밀접한 관련이 있기 때문에 사람들의 감성을 효과적으로 자극 시킬 포인트가 되며 KTX 관광 마케팅 역시 이러한 사람들의 기차 여행에 대한 감성을 자극하는데 (태백산 눈꽃 열차나 와인 열차여행과 같은 테마 여행 상품) 단순한 테마 여행이 아닌 스토리가 있는 여행 상품을 개발하고 이를 감동의 경험으로 홍보하는 방안을 모색해 봐야 할 것이다. 스토리텔링 마케팅과 감성 마케팅은 고속철도 자체의 홍보 방안으로 여행 관광 산업과 연계하여 좋은 마케팅 전략이라고 할 수 있다.

(라) 텍스트 마이닝을 이용한 마케팅 전략 수립

○ 텍스트마이닝

텍스트 마이닝이란 온라인에서 사용되는 언어의 대부분이 비정형화된 텍스트로 구성된 자료(PDF, E-mail, hwp, doc, html)이고 이러한 비정형 데이터로부터 유용한 정보를 추출, 사공, 정리, 시각화하는 기술이다. 이번 동력분산형 고속열차의 마케팅 전략 수립을 위한 연구에 사용된 텍스트 마이닝 프로그램은 서울대학교 IDS(Intelligent Data System) 자연어 처리시스템인 Wordle, Voyeur이다. 기존의 텍스트 마이닝 프로그램은 해외에서 만들어졌기 때문에 한국어를 분석하는데 상당히 어려움이 많아 이 불편함을 해소하고자 서울대학교에서 만든 IDS(Intelligent Data System) 자연어 처리시스템을 이용하여 한글 형태소의 품사를 '체언, 용언, 관형사, 부사, 감탄사, 조사, 어미, 접사, 어근, 부호, 한글 이외'와 같이 나누고 각 세부 품사를 구분하여 조사, 전치사, 접속사 등을 제거하는 작업을 한 뒤 나온 텍스트를 이용하여 텍스트 마이닝 프로그램에 적용한다. 그리고 Wordle과 Voyeur는 형태소 분석기에서 처리된 텍스트를 가지고 시각화 작업을 하는 프로그램으로 Wordle은 전체 텍스트에서 사용된 빈도가 많은 단어들을 보여주는 것이고, Voyeur는 문맥적 상황, 빈도수 등을 자세하게 나타내준다.

서울대학교 IDS(Intelligent Data System) 자연어 처리시스템을 이용하여 텍스트 마이닝 분석을 통하여 고객불만족 요소를 추출하고 STP(Segmenting, Targeting, Positioning)를 통해 마케팅 전략을 수립하는 절차로 수행하였다.



○ 고객불만족 요소 추출

KTX 불만을 주제로 텍스트 마이닝을 통해 총 다섯분야의 불만유형을 추출하였다.

첫째로 장애인 관련 유형이다. 텍스트 마이닝 결과 '장애인', '휠체어' 라는 키워드가 도출되었으며 이 키워드의 앞뒤 문맥을 분석해보면 고객이 장애인 부대시설에 불만을 갖고 있음을 판단 할 수 있다.

둘째로 운임 관련 유형이다. 텍스트 마이닝 결과 '운임'이라는 키워드가 도출되었으며 이 키워드의 앞뒤 문맥을 분석해 봤을 때 고객이 높은 운임에 불만이 있음을 판단할 수 있다.

셋째로 여성 관련 유형이다. 텍스트 마이닝결과 '아기', '수유실', '기저귀'라는 키워드가 도출되었으며 이 키워드의 앞뒤 문맥을 분석해 봤을 때 고객이 여성과 관련한 편의시설에 불만을 갖고 있음을 판단할 수 있다.

넷째로 정차역 관련 유형이다. 텍스트 마이닝 결과 '서울', '전라선', '광명역'이라는 키워드가 도출되었으며 이 키워드의 앞뒤 문맥을 분석해 봤을 때 고객들이 정차역의 접근성에 불만을 갖고 있음을 판단할 수 있다.

마지막으로 호남선 관련 유형이다. 텍스트 마이닝 결과 '호남선', '전라선', 호남고속철' 이라는 키워드가 도출되었으며 이 키워드의 앞뒤 문맥을 분석해 봤을 때 지역차별이라는 주제가 부가되어 전라도 지역의 고속철이 타 지역보다 정차역 부족, 경로 불만의 복합적인 불만이 나타남을 알 수 있다.

정리해보면, 장애인석 과 수유실 등 부대시설 부족에 대한 불만, 정차역 및 지역차별이 존재한다는 인식(예, 호남선, 전라선 등), 정차역 증가로 인한 속도 감소로 고속철도 본연의 장점이 줄고 있다는 인식(접근성 불만)으로 고객 불만족 요소를 추출할 수 있다.

○ 마케팅 방안 제시

텍스트 마이닝 결과 추출된 고객 불만족요소들을 S(Segmenting, 시장세분화) T(Targeting, 표적시장선택) P(Positioning, 제품속성 포지셔닝)를 통해 마케팅 방안을 제시하고자 한다.

시장세분화는 여성의 사회진출 증가 및 그에 따른 구매력 증대를 고려하여야 한다. 텍스트 마이닝 결과 수유실, 기저귀교환실 등과 같은 단어를 통해 결혼한 여성의 관련 부대시설 증설을 통해 신규 승객의 유치가 가능할 것으로 판단된다.

표적시장선택은 불만족 요소에 대한 분석을 통한 마케팅 대상을 선정하여야 한다. 텍스트 마이닝 결과 여성 및 사회적 약자에 대한 홍보 및 광고의 대상으로 인식하고 감성 마케팅 효율을 극대화 할 필요가 있다.

제품속성 포시셔닝은 기존장점을 포함하여 감성적 마케팅의 결합이 필요하다. 객실 내 무선인터넷 설치 및 운임현실화를 통해 대중적이면서도 현대적인 이미지를 부각 시킬 필요가 있다.

이러한 STP(Segmenting, Targeting, Positioning)를 통해 동력분산형 고속철도

의 차량에는 여성, 장애인 등에 관한 시장세분화를 통한 고려와 동시에 사회적 약자 배려 이미지 강화 전략의 수립을 위한 내용의 고려가 요구됨을 알 수 있다.

○ 분산형 고속철도 차량을 위한 제언

텍스트 마이닝을 통해 기존 고객이 KTX에 가지고 있는 차량관련 불만요소를 추출함으로써 동력분산형 고속철도 차량에 적용할 수 있는 방안을 제언하고자 한다.

차량관련 불만요소는 고객이 요구하는 사항이라고 이해되는 바 다음과 같은 시설을 차량에 보완한다면 고객의 불만사항을 대폭 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

첫째로 여성관련 부대시설이다. 수유실, 기저귀 교환실 등 유아를 동반한 여성 고객들의 불만사항들을 관련 부대시설을 차량에 도입함으로써 불만족 요소를 감소시킬 것으로 기대된다. 둘째로 장애인 관련시설이다. 장애인 휠체어석에 대한 불만 사항이 대표적인데 휠체어석 확보 등의 장애인 관련 부대시설을 확충하는 것이 불만족 요소를 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다. 셋째로 인터넷 관련 부대시설이다. 인터넷 이용은 가능하나 이용을 위한 노트북 전원 공급장치가 없다는 점과 속도의 불만사항이 제기되는 바 관련 시설 확충이 불만족 요소를 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다. 마지막으로 창문의 차양막 관련이다. 고속철도의 창문은 하나의 창을 좌석이 공유하게 되어있는바 현재 창문과 같이 공유되고 있는 차양막을 개별 좌석에 맞춰 제공해 준다면 이러한 불만족 요소를 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

이러한 불만족 요소들은 앞서 살펴본 서비스 마케팅 방법 중 컬러 마케팅, 프레스티지 마케팅, 여성마케팅, 하이테크 & 온라인마케팅 등과 결합한다면 동력분산형 고속철도차량의 이미지가 기존 고속철도 차량에 비해 향상될 것으로 기대한다.

4. 연구개발결과의 활용계획

본 연구를 통해 국내외 장래 시장동향을 알 수 있고 동력분산형 고속철도 도입에 따른 경제적 효과를 파악할 수 있으며 동력분산형 고속철도 개발에 따른 마케팅전략을 수립함으로써 국내 개발 고속철도차량의 국내 및 해외 시장 진출을 위한 기초자료로써 활용되어 질 수 있을 것으로 판단된다.

제4장 목표달성도 및 관련분야에서의 기여도

제1절 연차별 연구개발 목표 및 수행내용

단계	연도	연구목표	주요 연구내용
1단계	1차년도	▪ 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발기술 종합	▪ 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(1) ▪ 차세대고속철도기술개발 주관과제의 상호역할 및 업무 조정(1) ▪ 기본설계 사양서 종합
	2차년도	▪ 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발기술 종합	▪ 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(2) ▪ 차세대고속철도기술개발 주관과제의 상호역할 및 업무 조정(2) ▪ 상세설계 사양서 종합
2단계	3차년도	▪ 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발기술 종합	▪ 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(3) ▪ 차세대고속철도기술개발 주관과제의 상호역할 및 업무 조정(3) ▪ 차세대 고속철도 기술개발의 전반적인 일정 관리
	4차년도	▪ 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발기술 종합	▪ 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(4) ▪ 차세대고속철도기술개발 주관과제의 상호역할 및 업무 조정(4) ▪ 최종 시험평가 사양서 확정 ▪ 각종 시제품 제작 기술자료 취합 및 관리 ▪ 신뢰성·안전성 평가를 위한 후속과제 계획수립(1)
3단계	5차년도	▪ 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발기술 종합 ▪ 차량 종합시운전 기반기술 개발	▪ 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(5) ▪ 차세대고속철도기술개발 주관과제의 상호역할 및 업무 조정(5) ▪ 성능평가 결과 종합 및 관리 ▪ 시운전단 구성 및 시험운행 총괄 ▪ 신뢰성·안전성 평가를 위한 후속과제 계획수립(2) ▪ 실용화 방안 연구

제2절 성과 목표 및 실적

1. 성과 질적목표 점검(3단계)

성과목표		성과지표		달성도	성과실적 내용 요약
1-1	과제별 연구 내용/ 역할 조정	①	과제별 연구 내용/ 역할 조정	100%	< 총괄적 조정 및 관리 > ○ 사업 및 과제별(기반기술 포함) 총괄적 연구추진 관리 ○ 사업의 종합적 핵심 성과지표 보완 및 달성도(정량적/정성적 성과등) 관리 ○ 사업의 언론홍보 및 각종 행사 주관 - 차량 시운전 시험 기반기술 과제 관리 및 정성적/정량적 성과관리 - 주요행사(출고식 및 350km/h 달성 등) 및 시승행사 < 상호역할 및 업무조정 > ○ 핵심 및 세부과제별 인터페이스 점검 및 조정 ○ 핵심 및 세부과제별 문제 해결 및 역할분담 ○ 전문가와의 협조체계 구축 - 시제열차 제작, 완성차시험 및 본선 시운전을 수행 중 주요 이슈사항에 대한 인터페이스 조정 < 연도별 사업내용 조정 및 보완 > ○ 사업 추진에 따른 주변환경을 고려한 차년도 및 후속 과제를 연계한 사업내용(기간, 목표, 연구내용 등) 등의 조정 및 보완 - 후속사업과의 원활한 연계를 통해 사업의 최종목표를 성공적으로 마무리할 수 있도록 현 사업을 1개월 연장 조정
1-2	기술 성과 목표 관리 및 평가	①	기술 성과 목표 관리 및 평가	100%	< 전반적인 일정관리 > ○ 연구추진 일정준수를 위한 정기적/비정기적 공정관리, 현장실태조사 등 수행 ○ 핵심 및 세부과제별 과제 진도점검 수행 등 - 제작, 완성차시험 및 본선 시운전을 수행 중 주요 이슈사항에 대한 인터페이스 조정을 위해 정기적/비정기적 공정회의 및 현장실태조사 수행 < 시운전단 구성 및 시험운행 총괄 > ○ 개발 시제열차의 성능검증을 위한 완성차 시험 및 본선 시운전 효율적 운용 관리 ○ 관계기관과의 본선 시운전 효율적 운용 관리를 위한 협약 및 시운전단 구성

성과목표		성과지표		달성도	성과실적 내용 요약
1-3	최종 성능 평가 결과 자료 종합	①	최종 성능 평가 결과 자료 종합	100%	○ 개발 결과물의 성능검증 체계에 의거한 설계도서(도면, 설명서, 절차서, 결과보고서 등) 등의 결과 승인/검토 및 관리 - 개발열차의 성능을 검토 확인 하는 목록(설계도서) 문서의 범위는 차량 70종, 견인전동기 4종, 주변압기 4종, 주전력변환장치 8종, 대차 21종, TDCS 2종, 알루미늄 구체 2종, 경량시트 2종, 유리 2종, 통로연결막 3종, 제동 및 판토그래프 52종, 주회로차단기 7종, 제어시스템 15종, APS 및 축전지 11종, 정보기록장치 3종, 차상신호장치 6종 등 총 212 종의 기술문서임.
1-4	후속 과제 수립	①	후속 과제 수립	100%	○ 본선 시운전을 통해 최고시험속도 달성 이후의 차량 신뢰성 검증 및 안정화를 위한 후속과제 기획
1-5	실용화 방안 연구	①	실용화 방안 연구	100%	○ 시제차량의 신뢰성 및 안정화의 검증 후, 상용화를 위한 마케팅전략 수립

2. 성과 양적지표 점검(3단계)

성과지표	목표	실적	성과실적 내용 요약
특허 출원/ 등록	출원 2건	출원 2건/ 등록 2건	○ 특허출원 - 박찬경, 김영국, 김석원, 조홍식, 김기환, “전기철도 차량 집전장치 접촉력 측정 센서(L형)”, 출원일 2011.12.15 - 김영국, 박찬경, 전창성, 김석원, 김기환, “전기철도 차량 집전장치 접촉력 측정 센서(I형)”, 출원일 2011.12.15 ○ 특허등록 - 박찬경, 김영국, 김기환, “전기철도 차량 집전장치의 회전각도 측정 지그”, 등록일 2012.02.17 - 박찬경, 김영국, 김기환, 김석원, 백진성, “회전각도 측정을 이용한 전기철도 차량용 집전장치의 물리량 측정 시스템”, 등록일 2012.04.26
논문 게재/ 발표	게재1/ 발표3	게재2/ 발표4	○ 논문게재 - 김영국, 김석원, 박찬경, 김상수, 김기환, “z변환을 이용한 시간영역에서의 승차감 평가”, 한국철도학회논문집, 제14권, 제6호, 2011.12 - J.S. Paik, C.K. Park, Y.G. Kim, K.H. Kim, “A Study on the Measuring System of Contact Force of Pantograph for the High-speed Train″, Journal of Advanced Mechanical Design, Systems and Manufacturing, Vol.6, No.1, 2012.01 ○ 논문발표 - 이진희, 백진성, 김영국, 박태원, “유한요소해석 기법을 이용한 고속철도용 판토그래프 집전성능 평가 및 민감도 분석”, 한국철도학회 2011년 추계학술대회, 2011.10 - 조홍식, 한인수, 이태형, 김석원, 김영국, “고속열차 전기적 이선 특성 측정 방안 연구“, 한국철도학회 2011년 추계학술대회, 2011.10 - 전창성, 전홍규, 김영국, 박태원, “성능시험을 통한 경전철 차량의 주행특성 비교 고찰” 한국철도학회 2011년 추계학술대회, 2011.10 - J.S. Paik, Y.G. Kim, J.H. Lee, T.W. Park, K.H. Kim, “Sensitivity Analysis and Optimization Design of a Pantograph for a High-speed ″, Proceedings of the 1st International Conference on Railway Technology : Research, Development and Maintenance, 2012.04

제5장 연구개발결과의 활용계획

1. 차세대고속열차의 시험계획

가. 1단계 최고속도 시험

(1) 430km/h 최고속도시험은 경부 2단계구간(삼정터널-동대구 구간 KP 304)에서 추진할 것이다.
(2) 최고속도시험은 단계별 증속을 통하여 2012년 10월경으로 예정 중이다.

나. 2단계 최고속도 시험

(1) 호남고속철도는 영업 최고속도 370km/h를 위해 전차선 및 신호 개량을 위해 약 1,010억원이 소요될 것으로 추정되어 호남고속철도 익산~정읍(28km) 구간 및 공주~익산 (26km) 구간에 Test-Bed를 설치하여 최고속도시험을 추진하고 있다.
(2) 최고속도시험은 2014년 말로 예상하고 있다.



2. 차세대고속열차의 활용계획

가. 최고시험속도 430km/h급 동력분산식 고속열차 설계·제작, 시험기술은 2015년 이후 약 1,640량(6조 5,600억원 규모)의 국내 고속열차 수요를 국내 기술로 대응하여 활용할 예정이다.
나. 확보된 시스템기술은 국내 고속철도 속도향상 기술로 활용 할 것이다.
다. 사업에서 확보한 고속선 선로구축물 설계기술은 호남고속철도 건설 및 고속선로 유지보수 효율화 기술로 활용 할 것이다.
(1) 향후 20년간 국토해양부 “광역교통망 계획”의 철도 시설공사 수요 감안 시 약 2,200억원 이상 해외로 유출될 공사비 절감 기술로 활용 할 것이다.
(2) 호남고속철도 기초설계기법 적용으로 약 500억원의 건설비 절감이 예상되고 있다.

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제1절. 해외 고속철도 기술개발 현황

1. 중국

가. 개요

(1) 중국은 고속철도 후발국임에도 정부의 강력한 추진의지와 막대한 예산투입으로 세계최고 수준으로 빠르게 도약하고 있다.

(2) 세계 고속철도 선진국의 기술(프랑스, 독일, 일본)을 블랙홀처럼 흡수하여 자체기술화하고 세계시장에 진출하는 전략으로 추진 중이다.

(3) 노선설계속도 시속 380km, 운행최고속도 시속 350km이며, 열차의 최고시험속도는 시속 486km이다.

나. 노선현황

(1) 고속철도 총연장 (2011. 6 기준)

- 200km/h 이상 : 9,676km (2015년 : 25,000km 예상)
- 300km/h 이상 : 3,515km

(2) 수도인 베이징을 중심으로 주요도시를 5시간 이내로 연결하는 계획으로 기존선을 개량하거나, 신규 여격전용선을 건설중에 있다.

다. 역사

(1) 고속철도 총연장 (2011. 6 기준)

○ 2004 : 고속철도방식을 4년간의 논쟁 끝에 바퀴식으로 결정

○ 2008 : 북경-텐진 구간 117km 개통 (운행속도 : 330km/h)

○ 2010 : 상해-항주 구간 개통 (운행속도 : 350km/h)

○ 2011 : 북경-상해구간 1318km 개통 (운행속도 : 350km/h)

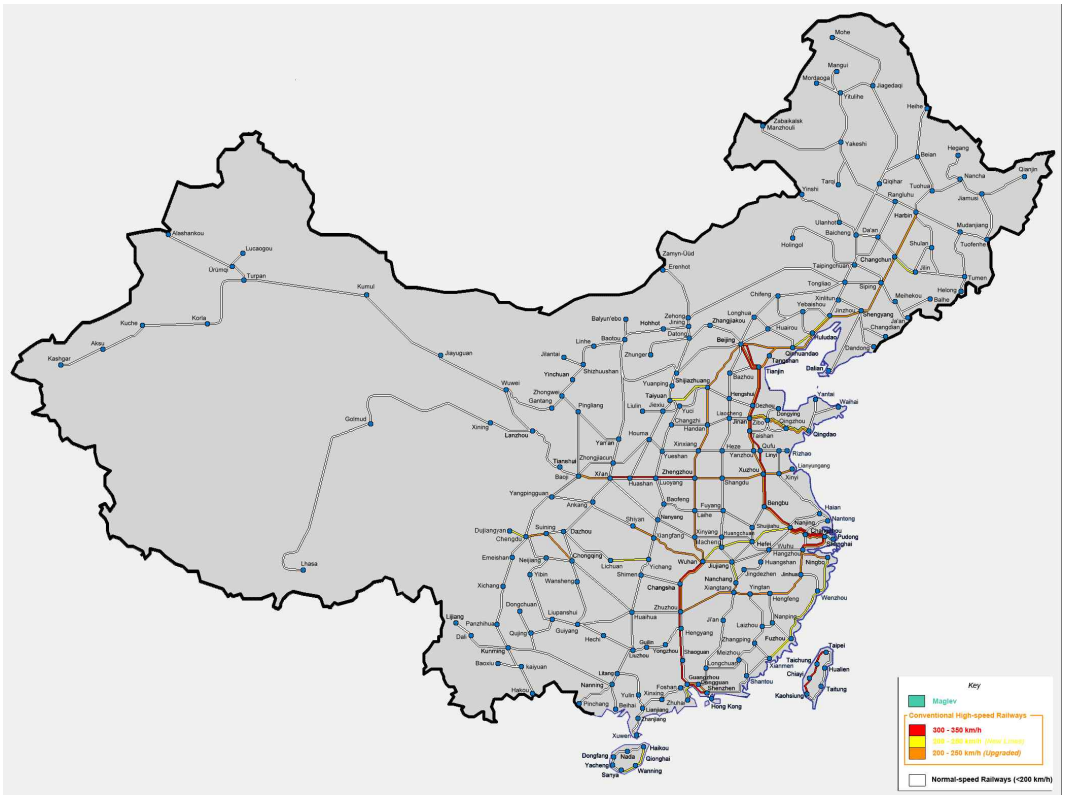


그림 6.1.1 중국 고속철도 노선 현황

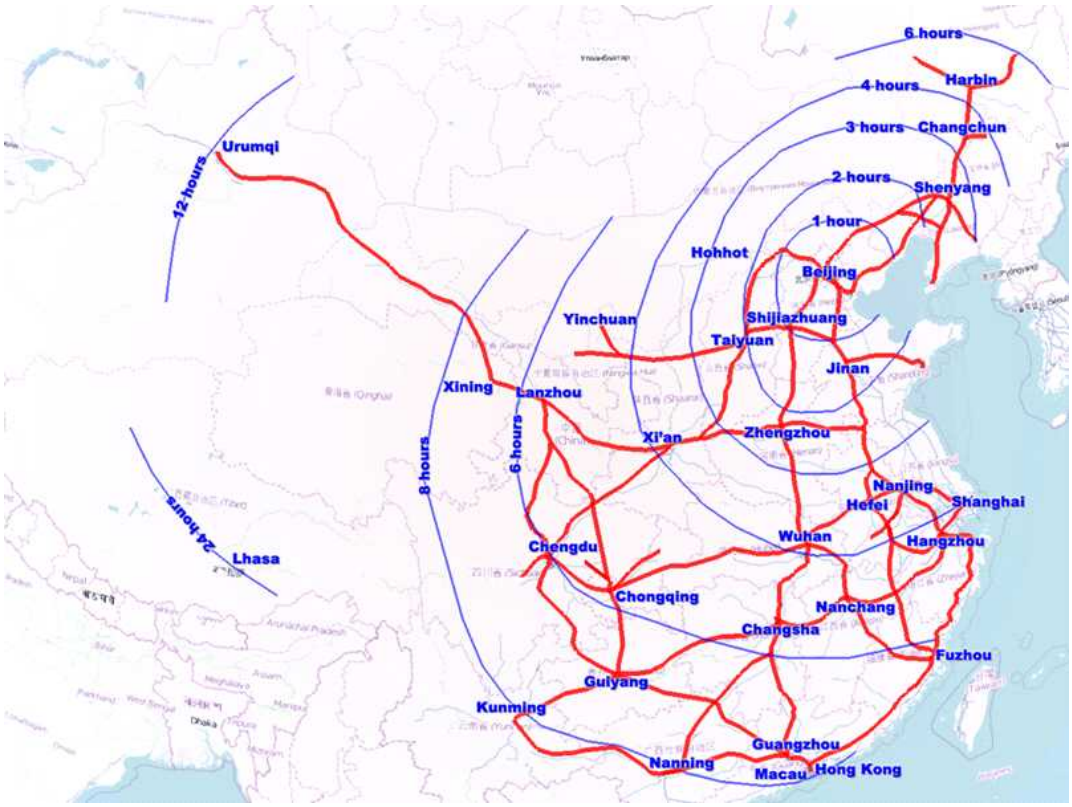


그림 6.1.2 중국 고속철도 향후 운영계획

라. 고속열차

(1) 다수의 운행노선에 맞게 다양한 종류의 고속열차가 운행중이며, 속도별로 구분하면 다음 표와 같다.

구 분	운행속도	편성	열차명
제1세대	250km/h	8량	CRH1A, CRH2A, CRH5A, CRH6
제2세대	250km/h	16량	CRH1B+E, CRH2B, CRH2E
제3세대	300km/h	8량	CRH2C
	350km/h	8량	CRH3C
제4세대	380km/h	8량	CRH380A, CRH380B, CRH380C
	380km/h	16량	CRH380AL, CRH380BL, CRH380CL

(2) 개발전략

(가) 속도향상 : 세계최고 지향, 운행속도 380km/h 목표

○ 현재 최고속도시험 기록 : 486.1km/h (2010.10, CRH380A)

○ 500km/h 시험차량 개발 : CRH380A를 개량하여 최고속도시험용 차량 제작 (2011.12), 향후 시운전시험 계획



그림 6.1.3 500km/h 중국 고속차량 시제품(2011.12)

(나) 수송능력향상 : 동력분산식, 2×3 의자배열, 16량편성

(다) 기술도입 → 기술추격 → 해외진출

※ 중국 고속철도 현황



CRH 1



Regina (Bombardier)



CRH2



E2(Kawasaki)



CRH 3



ICE3(Siemens)



CRH 5



ETR600(Alstom)

2. 프랑스

가. 개요

(1) 프랑스는 세계최고의 고속철도 기술보유국을 자임하고 있으며, 국내에서의 운영경험을 바탕으로 세계시장 진출에 적극적이다.

(2) 바퀴식 고속열차의 최고시험속도인 574.8km/h 기록을 갖고 있으며, 현재까지 1982년 TGV 제1세대를 시작으로 제4세대 열차인 AGV(최고운행속도 360km/h)를 개발하였다.

(3) 현재는 동력집중식방식과 관절대차방식을 조합하여 최고운행속도 320km/h로 운행중에 있으며, 신선과 기존선을 연계하여 전국토를 연결하여 운영하고 있다.

나. 노선현황

(1) 고속철도 총연장 (2011. 기준)

- 2000km, 2020년 4000km 계획

(2) 파리를 중심으로 프랑스 및 주변국을 연계하여 운영되고 있다.

다. 역사

○ 1982 : TGV South-Est 구간 개통 (파리-리용 구간)

○ 1990 : 최고속도 515 km/h 시험주행 성공

○ 2007 : 최고속도 574.8 km/h 시험주행성공 (세계최고)

○ 2011 : 동력분산식 AGV 열차 이태리에서 상업운행

라. 고속열차

(1) TGV는 개발초기부터 동력집중식, 관절대차를 조합한 독특한 방식을 개발하였으며, 수송용량 증대를 위해 2층열차를 운영 중이다.

(2) 차세대고속열차인 AGV는 동력분산식과 관절대차를 조합하여 최근의 기술동향을 따르고 있다.

(3) 세계적으로 기술우위 확보를 위하여 시험열차를 조성하고, 최고속도시험을 실시하였다.

※ 프랑스 고속철도 현황



Sud-Est



Atlantic



Reseau



Eurostar



Duplex



Thalys



POS



AGV

3. 일본

가. 개요

(1) 세계 고속철도는 1964년 동경-오사카 구간에서 210 km/h로 운행하면서 시작되었다.

(2) 일본은 초기부터, 국내 지형특성(연약지반)을 감안하여 동력분산식을 채택하여 성공적인 운행을 하고 있다.

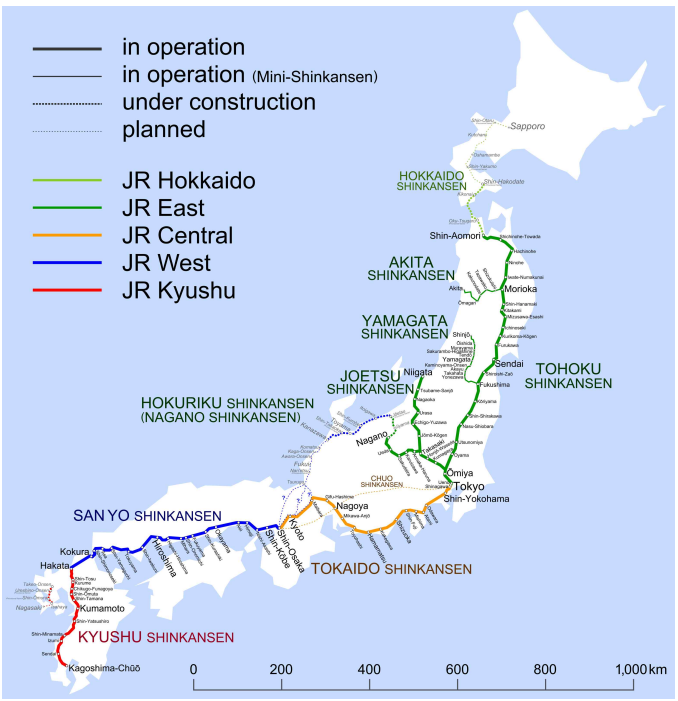
(3) 다양한 노선에서 0계로부터 최근의 E5, 6까지 총 15종류의 열차를 운행하였으며, 현재는 최고운행속도 320km/h를 목표로 하고 있다.

나. 노선현황

(1) 고속철도 총연장 (2011. 기준)

- 2452km, 2020년까지 확장 계획

(2) 일본열도 전체를 고속철도망으로 연결 계획



다. 고속열차

(1) 신간선 열차는 개발초기부터 동력분산식을 채택하였으며, 시험열차를 제작하고 이를 바탕으로 영업용 열차를 제작·운영하는 방식으로 신규열차를 투입하고 있다.

(2) 산악지형임을 감안하여, 전두부 모양 및 미기압파 해소에 역점을 두고 있으며, 도심지 통과 등을 고려하여 소음 측면에서도 많은 검토가 이루어지고 있다.

※ 일본 고속철도 현황



0 series



100



200



400



500



N700



800



E2



E3



E4



E5



E6

4. 독일

가. 개요

(1) 독일 고속철도는 초기 건설단계(1991)에서 여객전용선이 아니라, 화물과 혼용하는 것으로 개발되었으므로 다른 나라보다 축중이 무거운 특성(ICE 1 : 19톤)을 갖고 있다.

(2) 이후 ICE2를 거쳐, 속도향상을 위해 동력분산식인 ICE3 를 개발하였으며, 세계 진출을 위해 차량제작사인 지멘스에서 “Velaro” 라는 독자적인 브랜드로 발전시켰다.

(3) 현재까지 운영 최고속도는 330km/h이며, Velaro로 스페인, 중국, 러시아에 진출하였다.

(4) 독일에서는 속도경쟁보다는 기존선과 고속선의 효율적인 연계운행 등에 대한 검토가 진행되고 있다.

나. 노선현황

(1) 고속철도 총연장 (2011. 기준)

- 1285km

다. 고속열차

(1) ICE1과 ICE2는 동력집중식, ICE3는 동력분산식으로 개발되었으며, 초기부터 알루미늄 차체를 사용하고, 광케이블을 사용하는 등 첨단의 IT기술을 적용하여 개발하였다.

(2) ICE3는 4M+4T의 구성으로 모듈화되었으며, 구매자의 요구에 따라, 8량부터 16량까지 설계를 반영할 수 있도록 하였다.

(3) ICE3를 기반으로 지멘스사에서 개발한 Velaro 열차는 최고운영속도가 350km/h 이다.

※ 독일 고속철도 현황



ICE1



ICE2



ICE3



Velaro E



Velaro CN



Velaro RUS

5. 이태리

가. 개요

(1) 이태리는 주요도시를 연결하는 2개의 고속철도 노선을 갖고 있으며, 최고운영속도는 300km/h 이다.

(2) 1978년 로마와 플로렌스를 연결하는 노선이 최초의 고속철도이며, 최고속도는 250km/h, 평균속도는 200km/h이다.

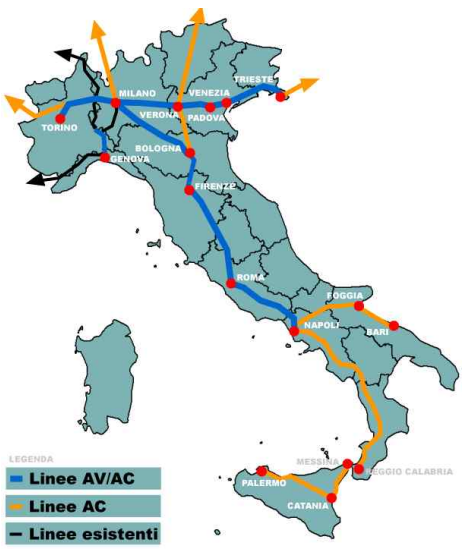
(3) 1988-89년에는 로마와 밀라노를 ETR 450 틸팅열차(최고속도 250km/h)로 연결하였다.

(4) 이태리에서는 동일노선에 “Trenitalia”와 “NTV”의 운영사가 경쟁하는 방식을 택하고 있다.

나. 노선현황

(1) 고속철도 총연장 (2011. 기준)

- 926km



다. 고속열차

(1) 이태리는 기존선과 연계하여 운행하는 것을 고려하였으므로 ETR 450, 460, 480, 485 등 최고속도 250km/h급 틸팅열차를 개발하였다.

(2) 고속선 운영을 위해 일반 고속열차인 ETR 500을 개발하여 시속 300km로 운영하고 있다.

※ 이태리의 고속열차 현황



ETR450



ETR460



ETR470



ETR480



ETR500



ETR600,610

6. 스페인

가. 개요

(1) 스페인은 프랑스의 TGV를 도입하여 1992년 운영을 시작하면서 고속철도의 역사가 시작되었다. 스페인에서는 기존선에 광궤를 사용하고 있으나, 고속철도는 표준궤로 건설 운영중에 있다.

(2) 1차 프랑스의 TGV 도입이후, 독일의 Velaro를 도입하고, 스페인 차량제작사인 Talgo로부터 열차를 도입하여, 현재 3종류의 고속열차를 운영중에 있다.

(3) 스페인은 Madrid-Seville 구간을 포함하여 5개의 고속여객전용선이 있으며, 전체 고속선의 길이는 2665km로 세계2위, 유럽 1위이다. 현재 고속열차의 최고운영속도는 310km/h이다.

나. 노선현황

(1) 고속철도 총연장 (2011. 기준)

- 2665km



다. 고속열차

(1) 스페인은 고속전용선 운행을 기본으로 하였으며, 현재 운영하고 있는 열차는 최고 운영속도 300km/h의 Class 100(TGV), 350km/h의 Class 102(Velaro), 330km/h의 Class 103(Talgo) 이다.

(2) Class 103(Talgo)은 스페인 제작사인 Talgo와 글로벌 차량제작사인 Bombardier에서 개발하였다.

※ 스페인의 고속열차 현황



Class 100



Class 102



Class 103

제2절. 세계 고속철도 노선 현황 (UIC 2010 기준)

1. 벨기에

가. 운영구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Brussels - French Border (L1)	300	1997	72
Leuven - Liege (L2)	300	2002	65
Liege - German Border (L3)	260	2009	36
Antwerp - Dutch border (L4)	300	2009	36
합 계			209

2. 프랑스

가. 운영구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
LGV Paris Sud Est	300	1981/1983	419
LGV Atlantique	300	1989/1990	291
LGV Contournement Lyon	300	1992/1994	121
LGV Nord - Europe	300	1994/1996	346
LGV Interconnexion IDF	300	1994/1996	104
LGV Mediterranee	320	2001	259
LGV Est	320	2007	332
(Figueres -) Frontiere - Perpignan	300	2010	24
합 계			1896

나. 건설구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Contournement Nimes - Montpellier	300	2012	70
LGV Dijon - Mulhouse	320	2012	140
합 계			210

다. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
LGV Sub Europe Atlantique S		2013	120
LGV Bretagne - Pays de la Loire		2013	188
LGV Est - Europeenne (Second phase)		2014/2015	100
LGV Poitiers - Limoges		2015	115
LGV Sub Europe Atlantique N		2016	180
LGV Bordeaux - Toulouse		2016	230
LGV Rhin - Rhone Br Est (Second phase)		2015/2020	48
LGV PACA		2020	200
Interconnexion Sub IDF		2020	40
LGV Bordeaux - Espagne		2020	230
LGV Lyon - Turin		2020	150
LGV Montpellier - Perpignan		2022	150
LGV Picardie		2022	250
LGV Rhin - Rhone Branche S		2022	100
LGV Rhin - Rhone Branche Ouest		2022	85
LGV Paris - Lyon bis		2025	430
합 계			2616

3. 독일

가. 운영구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Fulda - Wurzburg	280	1988	90
Hannover - Fulda	280	1991/1994	248
Mannheim - Stuttgart	280	1985/1991	109
Hannover (Wolfsburg) - Berlin	250	1998	189
Koln - Frankfurt	300	2002/2004	197
Koln - Duren	250	2003	42
(Karlsruhe -) Rastatt - Offenburg	250	2004	44
Leipzig - Grobers (- Erfurt)	250	2004	24
Hamburg - Berlin	230	2004	253
Nurenberg - Ingolstadt	300	2006	89
합 계			1285

나. 건설구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Munchen - Augsburg	230	2010	62
(Leipzig/Halle -) Grobers - Erfurt	300	2015	98
Nurnberg - Erfurt	250	2017	218
합 계			378

다. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
(Karlsruhe -) Offenburg - Basel	250		112
Frankfurt - Mannheim	300		81
Stuttgart - Ulm - Augsburg	250		166
Hamburg/Bremen -Hannover	300		114
(Hannover -) Seelze - Minden	230		71
(Frankfurt -) Hanau - Fulda/Wurzburg	300		126
합 계			670

4. 이탈리아

가. 운영구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Rome - Florence (First section)	250	1981	150
Rome - Florence (Second section)	250	1984	74
Rome - Florence (Third section)	250	1992	24
Rome - Naples	300	2006	220
Turin - Novara	300	2006	94
Milan - Bologna	300	2008	182
Novara - Milan	300	2009	55
Florence - Bologna	300	2009	77
Naples - Salerno	250	2009	47
합 계			923

나. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Milan -Venice			245
Genoa - Milan			150
합 계			395

5. 네덜란드

가. 운영구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Schiphol - Rotterdam - Belgian Border	300	2009	120
합 계			120

6. 폴란드

가. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Warsaw - Lodz - Wroclaw - Poznan	300	2015	500
Warsaw - Ktowice / Krakow	300	2015	212
합 계			712

7. 포르투칼

가. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Lisboa - Caia (- Madrid)	350	2013	206
Porto - Valenca (- Vigo) first phase	250	2013	55
Lisboa - Porto	300	2015	290
Porto - Valenca (- Vigo) second phase	250		45
Aveiro - Almeida (- Salamanca)	250		170
Evora - Faro - Vila Real de SA (- Huelva)	250		240
합 계			1006

8. 러시아

가. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Moscow - St. Petersburg	300		650
합 계			650

9. 스페인

가. 운영구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Madrid - Seville	270	1992	471
Madrid - Lleida	300	2003	519
Zaragoza - Huesca	200	2003	79
(Madrid -) La Sagra - Toledo	250	2005	21
Cordoba - Antequera	300	2006	100
Lleida - Camp de Tarragona	300	2006	82
Madrid - Segovia - Valladolid	300	2007	184
Antequera - Malaga	300	2007	55
Camp de Tarragona - Barcelona	300	2008	88
By pass Madrid	200	2009	5
Madrid-Valencia / Albacete	300	2010	432
Figueres - Frontera (- Perpignan)	300	2010	20
합 계			2056

나. 건설구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Barcelona - Figueres	300	2010/2012	132
(Madrid-) Alicante / Murcia / Castellon	300	2012	470
Vitoria - Bilbao - San Sebastian	250	2012	175
Variante de Pajares	250	2012	50
Ourense - Santiago	300	2012	88
Bobadilla - Granada	250	2012	109
La Coruna - Vigo	250	2012	158
Navalmoral - Caceres - Badajoz Fr. Port.	300		278
Sevilla - Cadiz	250		152
Hellin - Cieza (Variante de Camarillas)	250		27
Sevilla - Antequera	300		128
합 계			1767

다. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Valladolid - Burgos - Vitoria	300		211
Venta de Banos - Leon - Asturias			238
Madrid - Navalmoral de la Mata	300		191
Almeria - Murcia			190
Valencia - Castellon			64
Olmedo - Zamora - Orense	300	2012	323
Palencia - Santander	300		201
Zaragoza - Castejon - Logrono	250		149
Castejon - Pamplona	300		75
Orense - Vigo (via Cerdedo)	250		60
합 계			1702

10. 스웨덴

가. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Stockholm - Malmo / Goteborg	300		750
합 계			750

11. 스위스

가. 운영구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Frutigen - Visp (Lotschberg base tunnel)	250	2007	35
합 계			35

나. 건설구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Erstfeld - Biasca (Gotthard base tunnel)	250	2017	57
Giubiasco - Lugano (Ceneri base tunnel)	250	2019	15
합 계			72

12. 영국

가. 운영구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Fawkham Junction - Tunnel	300	2003	74
London - Southfleet Junction	300	2007	39
합 계			113

나. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
London - Birmingham (HS2, first section)	360	2025	204
합 계			204

13. 중국

가. 운영구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Beijing - Tianjing	350	2008	120
Jinan - Qingdao	200	2008	362
Nanjing - Hefei	250	2008	166
Hefei - Wuhan	200	2008	356
Shijiazhuang - Taiyuan	200	2009	190
Wuhan - Guangzhou	350	2009	968
Ningbo - Wenzhou - Fuzhou	250	2009	562
Zhengzhou - Xian	350	2010	458
Fuzhou - Xiamen	250	2010	275
Chengdu - Dujiangyan	250	2010	72
Shanghai - Nanjing	300	2010	300
Nanchang - Jiujiang	200	2010	92
Shanghai - Hangzhou	300	2010	158
Changchun - Jilin	200	2010	96
합 계			4175

나. 건설구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Guangzhou - ShenZhen (Xianggang)	350	2011	104
Guangzhou - Zhuhai (include Extend Line)	200	2011[2]	142
Hainan east circle	200	2011	308
Wuhan - Yichang	300	2011	293
Beijing - Shanghai	350	2011	1318
Tianjin - Qinhuangdao	350	2011	261
Nanjing - Hangzhou	350	2011	249
Hangzhou - Ningbo	300	2011	150
Hefei - Bengbu	300	2011	131
Mianyang - Chengdu - Leshan	250	2012	316
Xiamen - Shenzhen	200	2012	502
Beijing - Wuhan	350	2012	1122
Haerbin - Dalian	350	2012	904
Nanjing - Anqing	200	2012	258
합 계			6058

다. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Tianjin - Yujiabu	300	2011	45
Wuhan - Xiaogan	200	2011	55
Wuhan - Huangshi	250	2011	84
Tianjin - Bazhou - Baoding	200	2012	145
Xuzhou - Zhengzhou	300	2012	343
Jinzhou - Yingkou	200	2012	100
Haerbin - Qiqihaer	250	2012	281
Xian - Baoji	300	2012	150
Shenyang - Dandong	200	2012	230
Shijiazhuang - Hengshui (section of Taiyuan - Qingdao)	300	2012	100
Hangzhou - Changsha	300	2012	880
Qingdao - Rongcheng	200	2012	250
Guangxi Northern Gulf	200	2012	238
합 계			2901

14. 대만

가. 운영구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Taipei - Kaohsiung	300	2007	345
합 계			345

15. 인도

가. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Mumbai - Amehdabad	250		495
합 계			495

16. 이란

가. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Tehran - Isfahan	250		475
합 계			475

17. 사우디아라비아

가. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Medina - Jeddah - Mecca	300	2015	550
합 계			550

18. 일본

가. 운영구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Tokyo - Osaka (Tokaido)	270	1964	515
Osaka - Okayama (San-yo)	270	1972	161
Okayama - Hakata (San-yo)	300	1975	393
Omiya - Morioka (Tohoku)	275	1982	465
Omiya - Niigata (Joetsu)	240	1982	270
Ueno - Omiya	110	1985	27
Tokyo - Ueno	110	1991	4
[Fukushima - Yamagata (Yamagata)	130	1992	87
[Morioka - Akita (Akita)	130	1997	127
Takasaki - Nagano (Hokuriku)	260	1997	117
[Yamagata - Shinjo (Yamagata)	130	1999	62
Morioka - Hachinohe (Tohoku)	260	2002	97
Yatsuhiro - Kagoshima Chuo (Kyushu)	260	2004	127
Hachinohe - Shin Aomori (Tohoku)	260	2010	82
합 계			2534

나. 건설구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Hakata - Shin Yatsuhiro (Kyushu)		2011	130
Nagano - Kanazawa (Hokuriku)		2015	229
Shin Aomori - Shin Hakodate(Hokkaido)		2016	149
합 계			508

다. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Shin Hakodate - Sapporo (Hokkaido)			211
Kanazawa - Osaka (Hokuriku)			254
Hakata - Nagasaki (Kyushu)			118
합 계			583

19. 대한민국

가. 운영구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Seoul - Daegu	300	2004	330
Daegu - Pusan	300		82
합 계			412

나. 건설구간

구간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Osong - Gwangju	300	2017	231
합 계			231

20. 터키

가. 운영구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Ankara - Eskisehir	250	2009	235
합 계			235

나. 건설구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Eskisehir - Istanbul	250	2011	298
Ankara - Konya	250	2011	212
합 계			510

다. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Ankara - Sivas	250		460
Ankara - Kayseri	250		175
Ankara - Izmir	250		624
Bandirma - Bursa - Ayazma Osmaneli	250		190
Halkali - Bulgaria Border	250		230
합 계			1679

21. 모로코

가. 건설구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Tanger - Marrakech 1st section	300	2015	200
합 계			200

나. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Tanger - Marrakech 2nd section	300	2015	480
합 계			480

22. 아르헨티나

가. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Buenos Aires - Rosario	250	2020	315
합 계			315

23. 브라질

가. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Rio de Janeiro - Sao Paulo Campinas	300	2016	511
합 계			511

24. 미국

가. 운영구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
North East Corridor ([Boston-] NY-W)	240		362
합 계			362

나. 계획구간

구 간	운영속도 (Km/h)	개통	거리 (Km)
Los Angeles - Sacramento	300	2025	900
합 계			900

제3절. 세계 고속철도 차량 현황

국가	열차명	조성	열차수	운행 시작년도	최고운행 속도(km/h)	제작사
체코슬로바키아	680	4M3T	7	2003	200	알스톰
핀란드	Sm3	4M2T	18	1995	220	알스톰
프랑스, 벨기에, 영국	373, TGV-TSMT	2L18T (+2MB)	31	1993	300	알스톰
	ICE3	4M4T	(10)	2013	300	지멘스
프랑스, 벨기에, 독일, 네덜란드	Thalys PBA	2L8T	9	1996	300	알스톰
	Thalys PBKA	2L8T	17	1996	300	알스톰
프랑스, 스위스	TGV PSE(tric.) Lyria	2L8T (+2MB)	9	1978	270	알스톰
	TGV POS	2L8T	19	2006	320	알스톰
프랑스	373, TGV-TSMT	2L14T (+2MB)	7	1993	300	알스톰
	TGV PSE(bic.)	2L8T (+2MB)	98	1978	300	알스톰
	TGV Postal	2L8T (+2MB)	3.5	1978	270	알스톰
	TGV Atlantique	2L10T	105	1988	300	알스톰
	TGV Réseau (bic.)	2L8T	33	1993	320	알스톰
	TGV Réseau (tric)	2L8T	27	1993	320	알스톰
	TGV Duplex	2L8T	89	1996	320	알스톰
	TGV Réseau Duplex	2L8T	19	2006	320	알스톰
	TGV Duplex Dasye (bic.)	2L8T	24	2009	320	알스톰
	TGV Duplex Dasye (tric.)	2L8T	14 (28)	2009	320	알스톰
	TGV Duplex RGV2N2	2L8T	(55)	(2010)	320	알스톰
	IRIS320	2L8T	1	1993	320	알스톰

국가	열차명	조성	열차수	운행 시작년도	최고운행 속도(km/h)	제작사
독일	401 (ICE1)	2L12T	59	1991	280	지멘스, 봄바디어
	402 (ICE2)	1L7T	44	1996	280	지멘스, 봄바디어
	403 (ICE3)	4M4T	50	2000	300	지멘스, 봄바디어
	406 (ICE3M)	4M4T	11	2000	300	지멘스, 봄바디어
	406 (ICE3MF)	4M4T	6	2000	320	지멘스, 봄바디어
	407 (ICE3)	4M4T	(15)	(2011)	320	지멘스
	411 (ICE-T2)	4M3T	28	2005	230	지멘스, 봄바디어, 알스톰
	415 (ICE-T)	3M2T	10	1999	230	지멘스, 봄바디어, 알스톰
	605 (ICE-TD)	4M	10	2001	200	지멘스, 봄바디어, 알스톰
	ICE-S	2L1T	1	2006	280	지멘스
독일, 오스트리아	411(ICE-T) DB 411(ICE-T) ÖBB	4M3T	32	2000	230	지멘스, 봄바디어
이탈리아	ETR450	8M1T	14	1988	250	알스톰
	ETR460	6M3T	10	1995	250	알스톰
	ETR480	6M3T	15	1997	250	알스톰
	ETR500	2L12T	59	1995	300	안살도 브레다, 알스톰, 봄바디어
	ETR600	4M3T	12	2008	250	알스톰
	ETR1000	4M4T	(50)	(2013)	300	안살도 브레다, 봄바디어
	AGV	EMU-11 (6MB6TB)	(25)	(2011)	300	알스톰
	Epsilon	2L8T	2	2008	300	안살도 브레다,

국가	열차명	조성	열차수	운행 시작년도	최고운행 속도(km/h)	제작사
이탈리아, 스위스	ETR470	6M3T	9	1996	200	알스톰
	ETR610	4M3T	14	2009	250	알스톰
네덜란드, 벨기에	V250	4M4T	(19)	(2010)	250	안살도 브레다
노르웨이	BM71	3M	16	1997	210	봄바디어
	BM73	4M	22	1999	210	봄바디어
포르투갈	CPA4000	4M2T	10	1999	220	알스톰
러시아, 핀란드	Sm6	4M3T	4	2010	220	알스톰
러시아	ER200	8M2T	0	1974 -2009	200	RVR
	Sapsan B1	4M6T	3	2009	250	지멘스
	Sapsan B2	4M6T	5	2009	250	지멘스
슬로베니아	ETR310	2M1T	3	2002	200	알스톰
스페인	S100	2L8T	24	1992	300	알스톰
	S101	2L8T	0	1996 -2010	200	알스톰
	S102	2L12T	16	2005	300	탈고, 봄바디어
	S103	4M4T	26	2007	300	지멘스
	S104	4M	20	2004	250	CAF, 알스톰
	S112	2L12T	26 (30)	2010	300	탈고, 봄바디어
	S114	4M	(13)	(2011)	250	알스톰
	S120	4M	22 (30)	2006	250 220(DC)	CAF, 알스톰, 봄바디어
	S121	4M	15 (29)	2008	250 220(DC)	CAF, 알스톰
	S130	2L11T	44 (30)	2007	250 220(DC)	탈고, 봄바디어
	S130H	2L11T (2T는 디젤 엔진장착)	(15)	(2012)	250 220(DC) 200(디젤)	탈고, 봄바디어
	S490	2M1T	10	1999	220	알스톰
	A330	2L3T	1	2007	300	탈고, 봄바디어

국가	열차명	조성	열차수	운행 시작년도	최고운행 속도(km/h)	제작사
스웨덴	X2(X2000)	1L5T 1L6T	7 36	1990	200	봄바디어
	X40	2M 3M	16 27	2005	200	알스톰
	X3	2M2T	7	1999	200	알스톰
스위스	RABDe500(ICN)	4M3T	7	2000	200	봄바디어, 알스톰
영국	IC125	2L7T 2L8T	80	1976	200	
	IC225	1L9T	30	1989	200	
	180	5M	13	2000	200	알스톰
	220	4M	34	2001	200	봄바디어
	221	4M 5M	4 40	2002	200	봄바디어
	222	4M 5M 7M	4 17 6	2004	200	봄바디어
	390	6M3T	52 (+4)	2002	200	알스톰
	395	4M2T	29	2009	225	히다치
중국	CRH1A	5M3T	40 (+40 by 2011))	2006	200	CSR-봄바디어
	CRH1B	10M6T	20	2008	250	CSR-봄바디어
	CRH1E	10M6T	20	2009	250	CSR-봄바디어
	CRH380D	4M4T	(20)	(2012)	350	CSR-봄바디어
	CRH380DL	8M8T	(60)	(2012)	350	CSR-봄바디어
	CRH2A	4M4T	60	2008	250	가와사키중공업 CSR-시팡
	CRH2B	8M8T	10	2008	250	CSR-시팡
	CRH2C	6M2T	60	2008	350	CSR-시팡
	CRH2E	8M8T	20	2009	200	CSR-시팡
	CRH380A	6M2T	36(+4)	2010	350	CSR-시팡
	CRH380AL	14M2T	(100)	(2011)	350	CSR-시팡
	CRH3C	4M4T	80	2008	350	지멘스, CNR-탕샹
	CRH380B	4M4T	(40)	(2010)	350	CNR-창춘
	CRH380BL	8M8T	(140)	(2010)	350	CNR-탕샹, CNR-창춘
	CRH5A	5M3T	60 (+30)	2007	250	알스톰, CNR-창춘
	CIT001	5M3T	1	2007	250	CNR-창춘

국가	열차명	조성	열차수	운행 시작년도	최고운행 속도(km/h)	제작사
타이완	700T	9M3T	30	2007	300	히다치, 가와사키중공업, 니혼샤료
일본	0	6M	0	1964 -2008	220	히다치, 가와사키중공업, 긴키샤료, 니혼샤료, 도큐샤료
	100	6M 4M	16	1985 -(2012)	220	히다치, 가와사키중공업, 긴키샤료, 니혼샤료, 도큐샤료
	200	10M	11	1982	240	히다치, 가와사키중공업, 긴키샤료, 니혼샤료, 도큐샤료
	300, 300-3000	10M6T	27	1992	270	히다치, 가와사키중공업, 긴키샤료, 니혼샤료
	400	6M1T	0	1992 -2010	240	가와사키중공업, 도큐샤료
	500	16M	1	1996 -2010	300	히다치, 가와사키중공업, 긴키샤료, 니혼샤료
	500-7000	8M	8	2008	285	히다치, 가와사키중공업, 긴키샤료, 니혼샤료
	700 700-3000	12M4T	75	1998	285	히다치, 가와사키중공업, 긴키샤료, 니혼샤료
	700-7000	6M2T	16	2000	285	히다치, 가와사키중공업, 긴키샤료, 니혼샤료
	N700 N700-3000	14M2T	71	2007	300	히다치, 가와사키중공업, 긴키샤료, 니혼샤료
	N700-7000 N700-8000	8M	(29)	2011	300	히다치, 가와사키중공업, 긴키샤료, 니혼샤료
	800 800-1000	4M2T	8 (9 by 2011)	2004	260	히다치, 가와사키중공업

국가	열차명	조성	열차수	운행 시작년도	최고운행 속도(km/h)	제작사
	E1	6M6T	6	1994	240	히다치, 가와사키중공업
	E2	6M2T	14	1997	275	히다치, 가와사키중공업, 니혼샤료, 도큐샤료
	E2 E2-1000	8M2T	39	1997 -2002	275	히다치, 가와사키중공업, 니혼샤료, 도큐샤료
	E3	4M2T	26	1997	275	가와사키중공업, 도큐샤료
	E3-1000	5M2T	3	1999	275	가와사키중공업, 도큐샤료
	E3-2000	5M2T	12	2008	275	가와사키중공업, 도큐샤료
	E4	4M4T	26	1997	240	히다치, 가와사키중공업
	E5	8M2T	(59)	(2011)	300	히다치, 가와사키중공업
	E6	5M2T	(26)	(2013)	300	히다치, 가와사키중공업
	923 923-3000	6M1T	1 1	2001 2005	270	히다치, 니혼샤료
	E926	5M1T	1	2001	275	
한국	KTX	2L18T (+2MB)	46	2004	300	알스톰 현대로템(주)
	KTXII	2L8T	10 (19)	2010	300	현대로템(주)
터키	HT65000	4M2T	12	2009	250	CAF
모로코	TGV Duplex	2L8T	14	2015	320	알스톰
미국	Acela	2L6T	20	2000	240	봄바디어 알스톰

제4절. 세계 철도 및 고속철도 시장 현황

1. 세계 철도시장 동향

현재 세계적인 철도시장은 1310억 유로(195조 원) (53%는 판매 후 관리)정도를 형성하고 있으며 2015년까지 1600억 유로(238조 원)로 성장할 것으로 예상된다. 증가하는 추이를 살펴보면 2010년부터 2013년까지는 매년 5% 이상 성장하고 그 이후로는 다소 그 성장세가 꺾일 것으로 보이는데, 이는 많은 국가들이 세계 경제 위기를 극복하기 위하여 투입한 막대한 투자들이 2010 ~ 2013년에 그 효과가 나타나리라 예상되기 때문이다. 가파른 성장은 중국의 대규모 투자로 인한 것이고 미국, 인도, 남미, 중동 경제지역의 건설계획이 그 이상의 성장을 촉진하고 있다. 앞으로 5년간은 국제 철도 시장의 중심이 아시아로 옮겨갈 것으로 전망하고 있다.

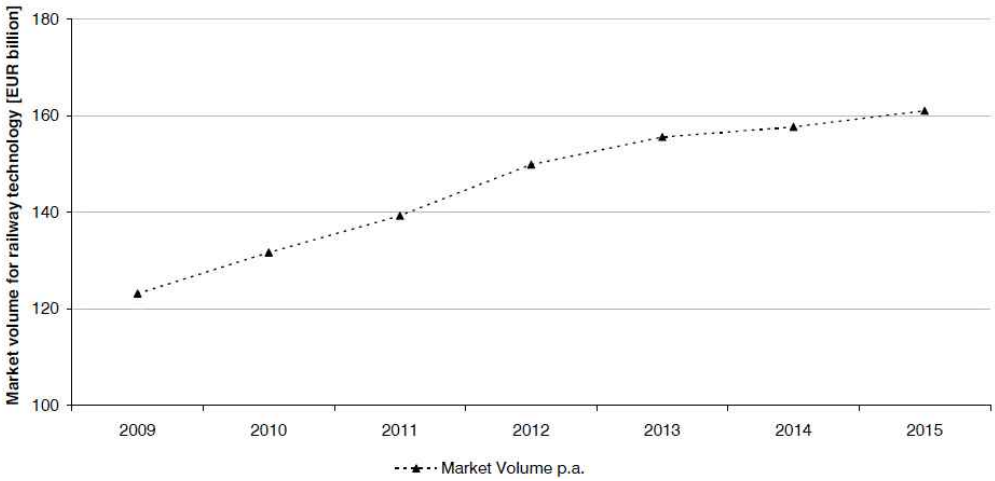


그림 6.4.1 2015년까지 세계 철도시장 예측

2. 철도산업 분야별 전망

가. 시설물과 시스템 기술 : 경제성장을 촉진하기 위한 많은 투자로 인해 420억 유로(62조 원)까지 불균형하게 성장하였고 2013년까지 이 증가세는 계속될 것이나 이후에는 자금의 한계로 인한 계획의 연기 혹은 취소로 인해 상당히 둔화될 것이다. 정치적인 지원이외에도 민간기업의 경제적인 지원 가능성은 시설물 확장에 가장 중요한 요소가 되고 있다. 신선건설 이외에 전철화 시장은 시장의 성장에 새로운 추진력을 얻을 것이다.

나. 차량 : 기관차를 포함한 화물차량의 심각한 판매 상황은 2009년에 추정했던 것보다 빨리 극복되었고 향후에는 상당한 성장이 예상된다. 여객차량은 계속해서 성장하는 추세인데 전동차가 가장 높은 성장을 할 것으로 보인다.

표 6.4.1 분야별 철도기술 시장의 규모와 전망

분야	현재시장 크기	2010-2015 평균 시장성장 (%)	2010-2015 시장 성장의 변동 (%)
시설물	420억 유로 (62조 원)	+3.8	5.1
시스템 기술	147억 유로 (22조 원)	+3.8	2.7
차량	743억 유로 (110조 원)	+4.3	2.1
계	1310억 유로(194조 원)	+4.1	2.3

3. 철도산업 분야별 전망

전체 철도 시장이 매년 크게 성장하리라 예상되는 반면 화물열차에 대한 시장은 2015년이 되어서야 2008년 수준을 회복할 것으로 보여 진다. 이는 화물열차가 경제와 밀접한 관련이 있기 때문으로 전 세계적인 경제 위기로 인해 화물 운송이 크게 줄었고 이는 새로운 화물 운송 열차에 대한 수요의 감소를 불러 왔다. 2008년에는 전체 철도 관련 투자액의 절반 정도가 새로운 화물 운송 열차에 사용되어 진 반면 현재는 단지 전체 투자액의 1/3 정도만이 화물 열차부분에 사용되어지고 있다. 이와는 반대로 여객열차 시장은 2015년에 거의 300억 유로(44.7조 원)에 도달할 정도로 크게 성장할 것으로 예상되는데 이는 승객 운송 서비스 부분이 화물 운송서비스에 비해 경제에 영향을 아주 적게 받기 때문이다. 판매 후 관리시장 또한 이러한 영향으로 많은 화물운송 열차들이 일시적으로 서비스 부분에서 퇴출되고 그 자리를 여객열차 들이 차지하고 있는 추세이다.

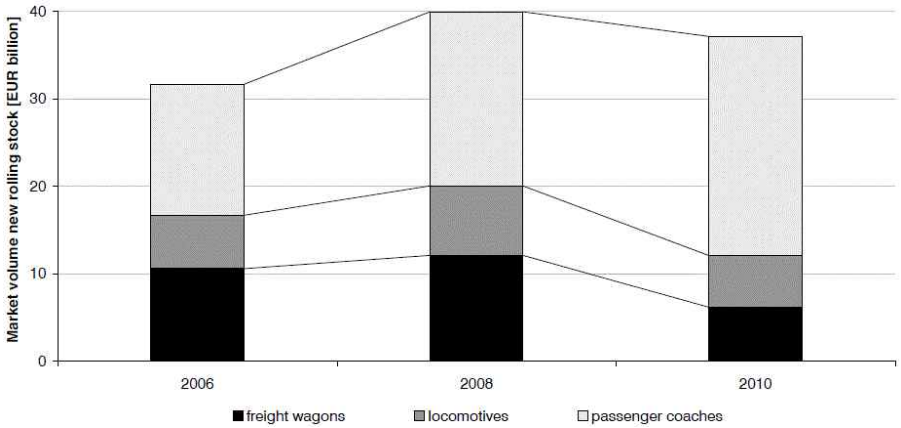


그림 6.4.2 새로운 철도차량 시장의 발전추이

승객 운송 부분은 2009년 위기에서도 약 11%의 성장을 기록하였으며 앞으로도 그 비율이 꾸준히 증가할 것으로 예상된다. 철도 시장의 크기뿐만 아니라 철도시스템 자체에 대한 업그레이드 또한 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다. 특히 세계가 점점 더 단일화, 도시화 그리고 친환경화 되어 지면서 이러한 현상을 더욱더 가속시키고 있는데 이러한 발달에 발맞춰 그 규모가 급격히 성장하고 있는 부분이 고속철도 부분이다.

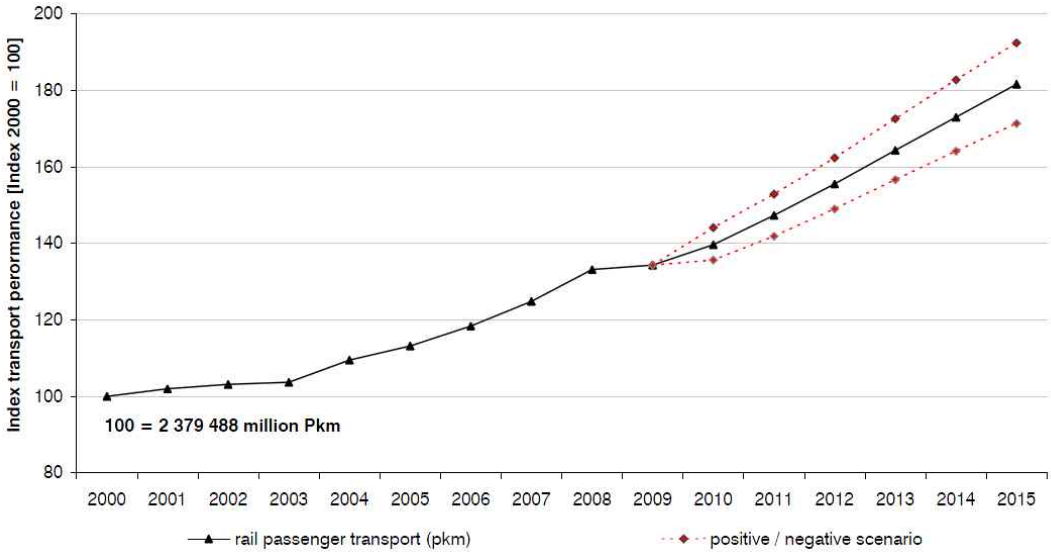


그림 6.4.3 2000-2015 세계적인 여객열차의 성장추세

4. 세계 고속철도 차량의 시장 동향

세계적으로 고속철도차량 시장은 연 56억 유로(8.3조 원) 규모이고 향후에 더 증가할 것이다. 최근의 성장은 중국의 차량구입으로 인한 것인데 이는 향후에도 계속 유지될 것이다. 추가적인 증가는 아프리카, 북미, 동유럽 등으로 고루 분배되어 있다. 시장의 가장 큰 부분은 여전히 서유럽과 일본이 계속해서 우위를 점유할 것이다.

표 6.4.2 고속철도차량의 세계시장 요약

		고속철도차량	추세
현황	2010 (준고속/초고속/틸팅)	740/1270/620 편성	급성장
	2010-2015 평균 성장	12.7%	
	2010 현재 평균연령	9	
신차량 시장	2009-2011 평균수요	56억 유로 (8.3조 원)	약성장
	2010-2015 평균성장	4.9%	
	2010-2015 시장변동	11.4%	
판매 후 관리 시장	2009-2011 평균수요	28억 유로 (4.2조 원)	약성장
	2010-2015 평균성장	9.7%	
	2010-2015 시장변동	1.2%	

가. 시장환경/운송시장

세계적으로 에너지 비용증가와 환경에 대한 관심으로 인해 철도운송 시장의 급격한 성장이 예상되고 있어서 고속철도 신설과 새로운 차량의 도입에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것이다. 고속철도차량의 조달은 복잡한 계획절차와 높은 시설비용으로 인해 상당한 비용이 요구되므로 지역에 따라 다르고 민간투자뿐만 아니라 국가 경제, 법적 환경, 공공부문 자금력에 좌우된다. 특히 아프리카나 남미의 고속철도 계획은 자금문제에 직면할 가능성이 있다.

2010년 후반에 전세계적으로 운영속도가 200km/h이상인 고속철도는 약 18,000km인데 2020년까지 55,000km까지 연장될 것으로 예상된다. 이 추정은 예전 추정에 비해 상당히 높은데 이의 상당부분은 중국의 고속철도 확장계획이 차지하고 있다. 최근 5년간 세계 고속철도망의 성장의 대부분은 중국의 고속철도 계획으로 인한 것이다. 중국이 2015년 이후 고속철도를 완공하면 대부분의 여객철도망은 완료할 것이다. 미국의 경우 구 고속철도 계획이 새로운 추진력을 얻고 있는데 가장 좋은 성장전망은 300km/h이상의 운영속도가 될 것으로 보인다.

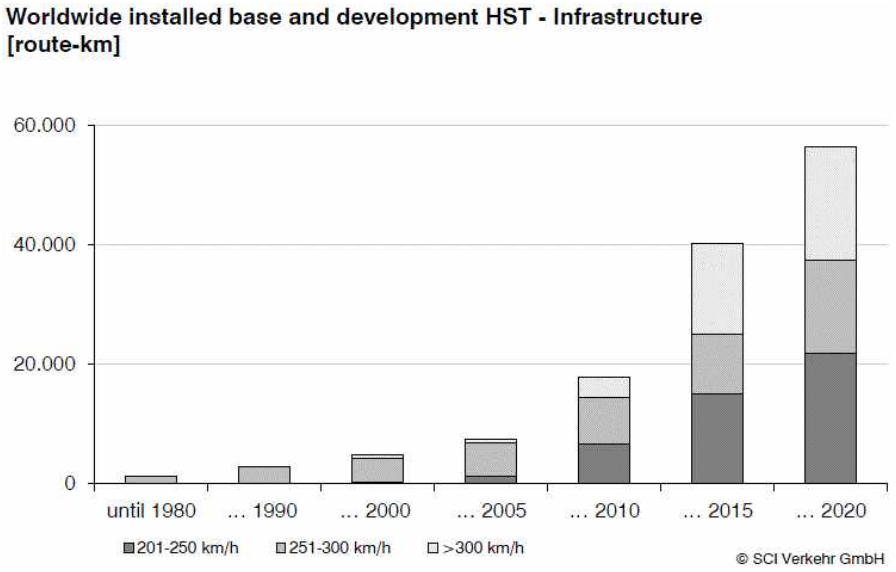


그림 6.4.4 고속철도의 확장 추세

나. 차량

현재 세계적으로 약 2,600편성의 고속철도차량이 운영 중인데 그중에는 비틸팅 초고속철도차량(very high-speed train, VHST)이 1,270편성으로 많은 비중을 차지하고 있다. 이러한 경향은 아시아에서의 250km/h이상 속도가 가능한 철도망의 연장으로 인해 계속될 것이다. 또한 세계적으로 250km/h이상의 틸팅 고속철도차량(tilting high-speed train, THST)이 있는데 이들은 일본, 스페인에서만 운용하므로 별도로 분류하지 않았지만 향후에는 이의 중요성이 높아질 것이다. 200 ~ 250km/h급의 차량은 준고속철도차량으로 분류한다. 세계적으로 준고속/틸팅고속철도차량과 초고속철도차량의 비중이 대략 비슷한데, 서유럽에서는 틸팅차량이 아시아에서는 비틸팅차량이 강세이다.

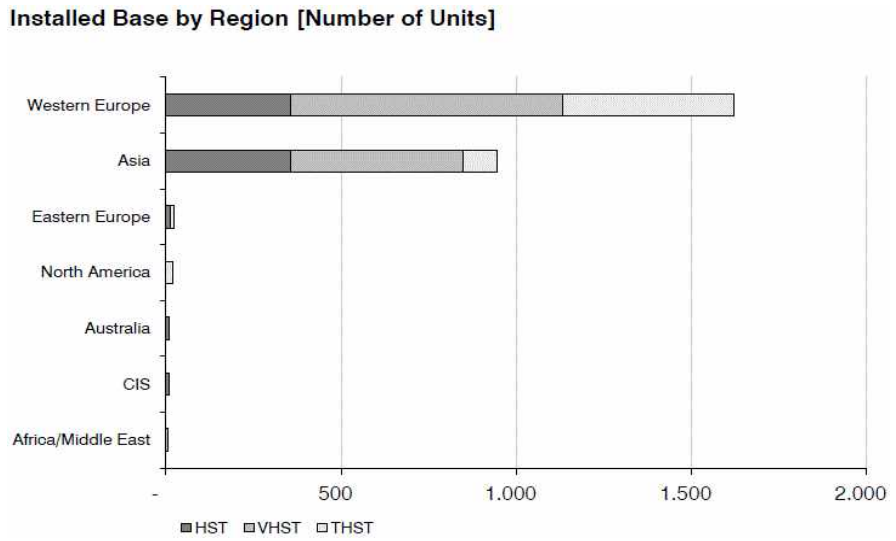


그림 6.4.5 2010년 고속철도차량 현황

세계 고속철도차량의 90%는 독일, 프랑스, 스페인, 영국, 이탈리아, 중국, 일본에서 운영되고 있다.

표 6.4.3 고속철도차량의 현황과 개발

	차량	평균 사용연수 (년)	2010-2015 차량개발 (%)
서유럽	1,620	12	+3
동유럽	20	4	+20
북미	20	11	±9
남/중미	0	n/a	n/a
아시아	950	5	+12
아프리카/중동	0	n/a	n/a
독립국가연합	10	1	+23
호주/태평양	10	23	±1
합계	2,635	9	+13

고속철도차량은 기술적으로 복잡한 특성이 있어서 아직까지 중고차량에 대한 시장이 존재하지 않고 평균적인 차량의 사용연수는 9년 이하로 낮다.

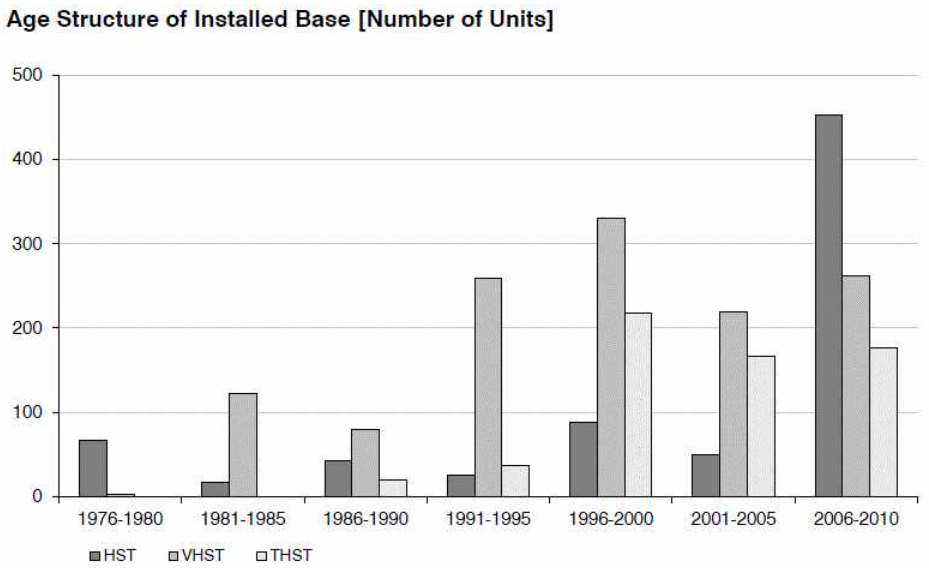


그림 6.4.6 차량의 사용시간 현황

세계적으로 고속철도차량의 개발과 고속신선의 개통은 밀접한 관계에 있는데 세계적으로 선로가 2배로 증가하는 경우 세계적인 고속철도차량의 수는 대략 50%정도 증가하고 있다.

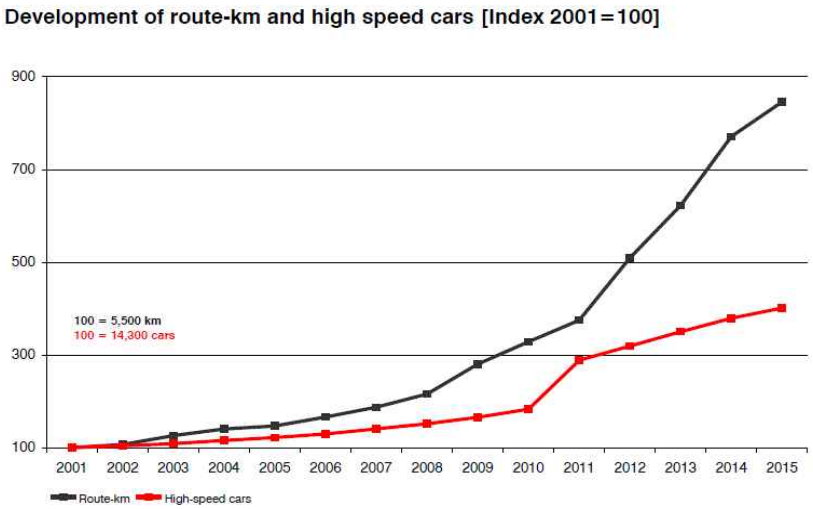


그림 6.4.7 세계 고속철도차량과 선로길이와의 성장

다. 제작사

300km/h이상의 속도는 구동기구에서 높은 기술이 요구되므로 지금까지 알스톰, 봄바디어, 지멘스(탈고, CAF와의 협력), 일본 히다치, 가와사키사로 구성된 컨소시움 제작사가 시장을 주도해왔다. 최근에 더 많은 차량제작사들이 초고속철도차량을 제작하고 있는데 중국 CSR은 세계에서 가장 빠른 차량을 생산하고 있고, 한국 현대로템(주)은 350km/h급 차량을 개발하였고 400km/h급 차량개발을 수행하고 있다. 스페인의 탈고와 CAF는 각각 Avril과 Oaris 초고속철도차량을 개발하였다. TGV 제작사인 프랑스 알스톰과 신칸센 제작사인 일본 히다치, 가와사키사로 구성된 컨소시움은 고속철도시장에서 주도적인 역할을 수행하였으나 점점 감소하고 있는데 2008년에는 50%정도였으나, 최근에는 중국 CSR의 추격으로 인해 40%로 낮아졌다. 스페인의 CAF와 탈고는 자국내 고속철도 시장의 성장으로 인해 많은 이득을 보고 있다. 지멘스와 봄바디어는 이베리아 반도의 고속철도 연장에 참여하고 있었고 거대한 중국 시장에서도 성공적으로 운영하고 있다.

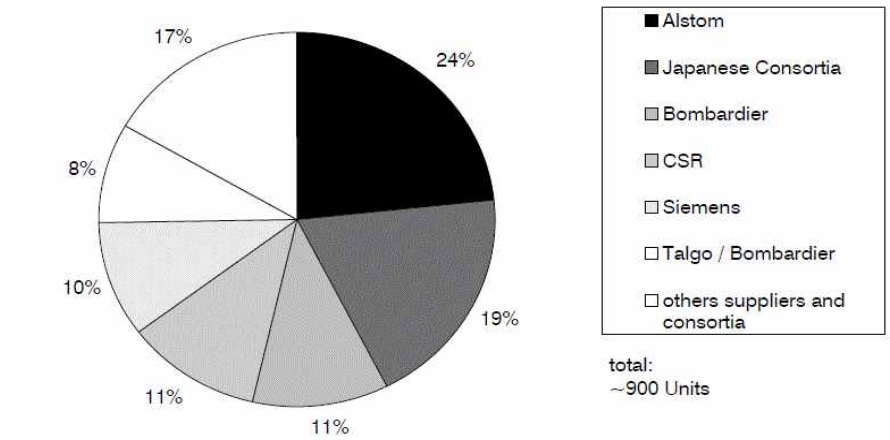


그림 6.4.8 고속철도시장 점유율

라. 시장크기와 성장

새로운 차량에 대한 현재 시장의 크기는 연간 56억 유로(8.3조 원)이고 판매 후 관리는 연간 28억 유로(4.2조 원) 정도이다. 지금까지는 유럽과 아시아의 몇몇 국가에 시장이 형성되었으나 독립국가연합, 남미, 북아프리카, 중동이 시장성장의 새로운 주축이 될 것이다. 러시아, 사우디아라비아, 미국, 터키, 모로코는 이미 확실하게 계획을 세우고 있다. 그런데 인도, 캐나다, 영국, 타이에서는 잠재적인 관심은 가지고 있으나 아직 구상단계이다. 현재와 향후 차량의 대부분은 아시아, 유럽, 일본, 프랑스, 독일이 중요한 시장으로 유지될 것이다. 신형 대규모 고속철도시스템은 중국과 스페인이고 이들은 장기적으로 차량을 늘려갈 것이다. 유럽에서는 이탈리아 시장에서 이탈리아 철도청과 경쟁하고 있는 민영철도회사 NTV를 주목할 만 하다.

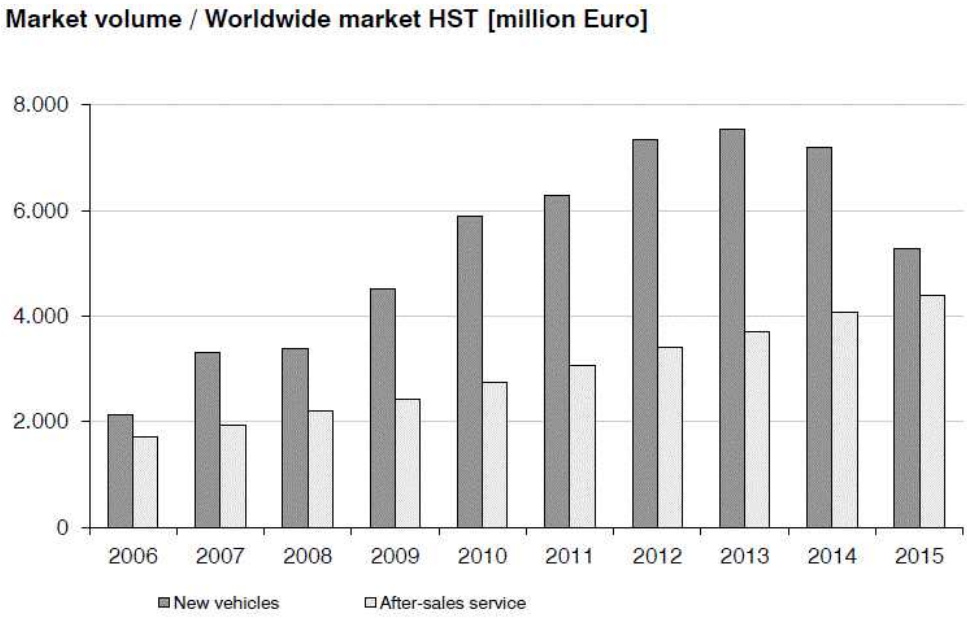


그림 6.4.9 2006~2015년 고속철도차량의 새로운 차량과 사후관리의 세계적인 시장크기 (백만 유로)

최근에 고속철도는 철도교통에서 동적 성장원이 되고 있다. 세계적으로 2010년부터 2,500편성 이상의 고속철도차량이 운영 중이고 2015년에는 2배로 증가할 것이다. 아시아 시장의 성장세는 중국과 일본의 수요가 감소하여 둔화되겠지만 서유럽에서는 프랑스와 독일의 1세대 고속철도차량의 대체로 인해 새로운 성장을 할 것으로 보인다.

표 6.4.4 새 차량의 시장현황과 성장전망

지역	현재 시장크기	2010-2015 평균 시장성장 (%)	2010-2015 시장성장의 변동 (%)
서유럽	14억 유로 (2조 원)	+13.3	16.4
동유럽	5000만 유로 (745억 원)	+4.8	n/a
북미	0	n/a	n/a
남/중미	0	n/a	n/a
아시아	39.5억 유로 (5.9조 원)	-1.2	14.8
아프리카/중동	8000만 유로 (1192억 원)	+14.6	66.7
독립국가 연합	1.1억 유로 (1639억 원)	+8.2	n/a
호주/태평양	0	n/a	n/a
합계	56억 유로 (8.3조원)	+4.9	11.4

고속철도차량의 판매 후 관리 시장은 차량의 증가로 인해 계속 성장할 것이다.

표 6.4.5 판매 후 사후관리시장 시장현황과 성장전망

지역	현재 시장크기	2010-2015 평균 시장성장 (%)	2010-2015 시장성장의 변동 (%)
서유럽	16.5억 유로 (2.4조 원)	+4.8	1.2
동유럽	1400만 유로 (208.6억 원)	+26.7	28.3
북미	1600만 유로 (238.4억 원)	+10.9	6.7
남/중미	0	데이터 없음	데이터 없음
아시아	10.5억 유로 (1.6조 원)	+14.9	3.7
아프리카/중동	400만 유로 (59억 원)	+56.4	30.6
독립국가연합	800만 유로 (119.2억 원)	+26.4	14.1
호주/태평양	700만 유로 (104.3억 원)	+2.0	0
합계	27.49억 (4.1조 원)	+9.7	1.2

제7장 참고문헌

1. 제 8회 JR East R&D Symposium
2. 일본 철도기술의 오늘(2008, RTRI)
3. WCRR 발표자료(2008, 한국 Seoul)
4. Innotrans 발표자료(2010.9.21-24 독일 Berlin)
5. ESTACA(프랑스 교통대학)의 “미래철도”중 2030 기술
6. Interoperability of the Trans-Euro-pean High Speed Rail System,(2008),“Technical Specification for Inter operability(TSI) Rolling Stock Sub-system”
7. Kenichi Nakamura, el,(2005), “The technical trend of traction transformer”, 三菱電氣技報, Vol79, No12
8. 한국철도기술연구원(2009), “분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄 1단계보고서”
9. 한국철도기술연구원(2011), “분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄 2단계보고서”
10. 박춘수 등(2008), “세계 고속열차 기술 개발 동향과 시사점”, 한국철도학회 춘계학술대회 논문집
11. 新幹線高速試驗電車FASTECH360まもなくデビュー」 (2005.3.9), JR東日本廣報資料
12. 차세대 고속철도기술개발사업 기획보고서 (2006), 한국철도기술연구원
13. 한국형 고속열차의 실용화 예비타당성 조사 (2005), 교통개발연구원
14. 한국고속철도의 해외진출 정책 및 기술기반구축 연구 보고서, 한국철도기술연구원
15. TrainWeb http://www.trainweb.com
16. Railway Technical Web Pages http://www.railway-technical.com
17. TGV Web http://www.railfaneurope.net/tgv/tgvindex.html
18. Railway Gazette http://www.railwaygazette.com
19. 프랑스 국영철도 SNCF http://www.sncf.fr/

별첨.1

1단계 보고서 요약본

목 차

1. 연구개발의 목표 ····· 311

2. 연구개발의 내용 및 범위 ····· 311

3. 연구개발 결과 ····· 312

1. 연구개발의 목표

차세대고속철도기술개발사업은 G7 고속전철기술개발사업과 고속철도 기술개발사업을 통해 우리나라가 확보한 고속철도 기술을 향상, 발전시키기 위해 추진하는 사업으로 동력분산형 고속철도 시스템(최고시험속도 430km/h, 영업속도 370km/h) 및 핵심기술 개발을 목표로 하고 있다. 이를 위해 본 사업은 차세대고속철도기술개발사업단을 중심으로 4개의 핵심과제 연구기관, 각 핵심과제와 연계되는 30개의 세부과제 연구기관 등 산·학·연의 연구기관이 상호 밀접하게 협력함으로써 사업목표의 달성이 가능하다. 따라서 "분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄"과제는 차세대고속철도기술개발사업단이 사업을 총괄하기 위한 과제로 기술적으로 핵심과제와 세부과제의 상호 역할 및 업무분담 등을 조정 및 관리할 수 있는 상위과제의 성격을 갖고 있다. 따라서 본 과제에서는 핵심과제 사이에, 또는 타 핵심과제 내의 세부과제 간 공동협력과 원활한 인터페이스 활동을 주도하여 사업의 최종목표인 동력 분산형 고속철도 시스템 핵심기술 개발에 성공함을 과제의 목표로 한다. 또한 본 과제는 사업을 통해 개발된 시제열차가 본선 시운전 주행시험을 통해 안정된 성능을 입증할 수 있도록 시운전 시험 관련 기관(국토해양부, 한국철도공사, 한국철도시설공단)과의 긴밀한 협조체계를 구축하도록 하였다.

또한 확보된 기술은 수요자 관점의 기술자문 등을 통하여 본 연구사업의 결과를 조기 실용화할 수 있는 방안을 모색함으로써 동력분산형 고속철도 기술이 한국의 철도산업을 신성장동력 산업으로 발전시킬 수 있는 기반이 된다는 비전을 갖고 이를 확보하고자 하였다.

2. 연구개발의 내용 및 범위

단 계	연 도	연구목표	주요 연구내용
1단계	1차년도	- 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발 기술 종합	- 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(1) - 차세대고속철도기술개발 핵심과제의 상호역할 및 업무 조정(1) - 기본설계 사양서 종합
	2차년도	- 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발 기술 종합	- 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(2) - 차세대고속철도기술개발 핵심과제의 상호역할 및 업무 조정(2) - 상세설계 사양서 종합

3. 연구개발 결과

가. 기술개발사업의 조정 및 관리

(1) 기술관리 기본지침(안) 수립

기술관리 기본지침(안)의 작성 목적은 차세대고속철도기술개발사업을 원활하게 수행하고 일관성 있게 체계적인 기술정리 및 관리를 위해 기술관리 기본지침(안)을 수립하였고 향후 사업 종료 시까지 이 지침에 따라서 기술관리가 진행될 것이다. 기술관리 기본지침(안)을 요약하여 정리하면 아래와 같다.

○ 기술관리 체계
- 개발 목표로 하는 주요 핵심기술

○ 기술관리 조직 및 역할
- 기술관리 운영 방향
- 기술관리 운영체계 및 역할

○ 기술관리 절차
- 기술관리 체계 및 세부 절차

(2) 사업단 및 총괄과제 성과 지표(KPI, Key Performance Indicator) 설정

○ 사업 가치사슬(Value Chain) 및 핵심 성공요인(CSF, Critical Success Factor) 정의
- 기술 경쟁력이 있는 한국형 차세대고속열차 개발을 통해 선진국과 대등한 핵심기술을 독자적으로 확보하고, 이를 바탕으로 적극적인 해외 수출시장 진출을 통해 신성장동력산업으로 발전시킬 기반을 구축하기 위하여 사업단의 추진 전략을 확립하고 성과지표 설정을 위한 추진전략 분야별 핵심 성공요인을 설정

○ 사업 가치사슬(Value Chain)과 과제 간 연계

○ 사업단 CSF의 인과 관계 및 성과지표 도출

○ 사업단 성과지표의 정의 설정

○ 총괄과제 성과지표 정의 설정

(3) 전산도구를 이용한 사업 성과목표 관리 시스템 구축

차세대고속철도기술개발사업의 효율적인 연구진행 관리 및 목표지향적인 관리 체계를 구축하고자 시스템 엔지니어링 전산도구인 Cradle 프로그램을 이용하여 시스템을 구축

나. 핵심과제별 상호역할 및 업무조정

(1) 사업 착수보고회 및 핵심과제별 착수회의

○ 대외 사업 착수보고회를 통한 사업 추진계획 및 연구방향 정립

- 차세대고속철도기술개발사업의 착수 시점인 1차년도 초기 2007년 9월 6일 사업의 주관부처인 국토해양부와 사업 전문기관인 한국건설교통기술평가원, 그리고 철도시설공단 및 한국철도공사 등 본 사업과 직·간접적으로 관련이 있는 기관들을 초청하여 전체적인 6년간의 사업추진 계획과 방향을 설명하고 사업의 효율적, 성공적 추진을 위한 제안 의견을 수렴함으로써 연구방향에 반영하고 추진 방안을 재정립하는 착수보고회를 개최

○ 핵심과제별 착수(Kick-Off) 회의를 통한 상세 연구방향 인터페이스 조정

- 차세대 고속철도기술개발사업 초기 착수단계에서 핵심과제별 1차년도 연구개발계획서 세부 내용, 방향을 분석하고 정밀 점검함으로써 과제 간 상호 역할을 조정하고 연구성과를 효율적으로 도출하고자 핵심과제 간 인터페이스 조정을 위한 과제 착수회의를 개최하여 연구추진 내용을 정리, 반영하도록 조정

○ 1차년도 성과발표회(우송대)를 통한 사업성과 보급

- 차세대고속철도기술개발사업의 1차년도를 마치고 과제별 연구성과의 공유 및 향후 추진계획을 점검하기 위하여 연구성과발표회를 실시

○ 1차년도 연구성과자료집 발간 및 사업성과 보급

- 국가연구개발사업, 관련 기술 및 산업분야에의 참고 자료로 활용 가능한 연구성과자료집 발간 및 보급
- 정량적 연구 성과, 학회 논문발표, 산업재산권(특허) 출원, 인력 양성, 언론 보도 등으로 사업성과 보급

(2) 핵심과제책임자 회의 및 과제 간 역할 조정

사업 성과목표, 연구진도 점검 등 현안사항에 대한 과제간 인터페이스를 조정하고 사업의 총괄적 일정을 조정, 관리할 목적으로 핵심과제 책임자 회의를 정기적으로 총 9회 개최

(3) 연구과제 간 인터페이스 조정

통합 및 총괄과제에서 특별하게 과제 간 인터페이스 조정이 필요했던 분야는 시제차량 디자인 연구분야로, II-1 차량개발 과제와 I-2 기반기술 과제의 디자인 연구과제, 공

력해석 과제, 그리고 차량시스템 엔지니어링 과제들이 서로 다른 핵심과제의 세부과제 사이로 편성되어 있어 연구 진행자료의 공유와 협업이 절대적으로 필요한 연구 분야였음. 즉, 디자인 연구분야는 서로 다른 3개 핵심과제에 속한 서로 다른 기관이 주관하는 3개 세부과제 사이에 협업이 필요한 연구분야로, 통합 및 총괄 과제가 객관적 위치에서 인터페이스 조정이 필요하였음. 이러한 이유에서 통합 및 총괄 과제는 다음에 정리한 과정과 절차로 8번에 걸친 회의를 통해 차량 디자인 관련 연구과제 간 연구업무 인터페이스 조정을 담당

다. 연차별 연구내용(RFP) 조정 및 보완

(1) 2차년도 RFP 조정 및 보완

1차년도 수행결과와 변화된 환경을 고려하여 2차년도 사업계획을 조정하고 이에 따른 사업제안 요구서의 내용을 검토

(2) 2단계 세부과제별 연구내용 개선방안 수립

1단계 연구를 진행하는 과정에서 통합 및 총괄과제에서 검토한 결과, 다음 단계인 2단계 즉 3, 4차년도에 연속하여 추진될 예정인 기존의 세부과제별 RFP 연구내용을 좀 더 효율적으로 개선해야 할 필요성이 도출되었음. 따라서 모든 세부과제에 공지하여 향후 2단계 (3, 4차년도)에 계획된 기존 세부과제별 RFP 연구내용에서 개선, 보완 또는 내용 추가 등 변경이 필요한 부분을 검토한 후 사업단에 의견을 제시하도록 한 후 의견을 수렴, 분석하였음. 그 결과 최종적으로 검토 조정된 RFP 즉, 세부과제별 연구내용 개선방안을 검토, 제시하여 전문기관과 협의함으로써 2단계 사업계획을 공시하도록 하였음. 이러한 2단계(3, 4차년도) 연구내용 개선방안은 사업단의 과제총괄위원회의 검토를 받은 후 차세대 고속철도 기술개발사업 운영위원회에 상정하여 심의 검토를 거쳐 확정 공고되었음.

라. 과제별 연구일정 관리 및 진도점검

(1) 1, 2차년도 연구과제 진도점검

차세대 고속철도기술개발사업 착수 후 1차년도와 2차년도 각각의 연구기간의 1/2 경과 시점(6개월)에 세부과제별 1차년도 및 2차년도 연구개발 계획 대비 추진실적을 중간 점검하고 미진사항을 조정, 보완

(2) 사업의 핵심 기술별 차별화 전략 분석 및 조정

차세대 고속철도기술개발사업에서 개발 대상 기술로 선정된 핵심기술은 개발 완성시점에서 해외 선발국들과 경쟁력을 갖춘 일류수준의 핵심기술이 될 수 있도록 초기부터 전략적인 목표를 세워서 개발되어야 함

따라서 차별화된 기술개발 전략 목표를 수립하기 위하여 사업의 세부 개발기술별 차별화 전략을 분석하고 그 분석 결과를 연구 추진전략에 반영하도록 조정 및 기술적 차별성을 분석

(3) 사업 1차년도 실적 및 2차년도 연구계획 자체 평가, 조정

차세대 고속철도기술개발사업의 4개 핵심과제 및 30개 세부과제에 대하여 1차년도 연구목표 대비 실적과 2차년도 계획을 사업단 주관으로 자체 평가하고 보완사항을 도출, 반영함으로써 2차년도 연구계획 및 전략에 반영

마. 개발시스템 기본사양서 검토 및 디자인 선정 평가

(1) 해외 고속철도의 기술개발 동향 조사・분석

본 과제의 1단계 1차년도 주요 연구 내용 중 하나인 차세대 고속철도 기술개발사업의 기본사양서 검토・확정이었으나, 핵심과제 II-1에서 기본사양서의 작성지연으로 인해 기본사양서가 확정되지 못하였음. 그러나, 본 과제에서는 기본사양서의 검토를 위해 필요한 해외 고속철도의 기술개발동향을 조사 및 분석하여 2차년도의 연구내용과 개발시스템 시스템 요구사항 검토・확정에 반영

(2) 개발시스템 요구사항 검토 및 확정

시스템 요구사항을 확정하기 위해 본 과제에서는 기술관리절차서(2008.2)를 작성하였고 시스템 요구사항의 개발을 담당하는 분산형 고속철도 시스템엔지니어링 기술개발(I-1)과제에서는 기술관리절차서를 근간으로 하여 SEMP를 작성하였다. SEMP에는 그림 2.5.2.1과 같이 시스템 요구사항 도출 프로세스에 “요구사항 확인”이라는 프로세스를 삽입하여 개발한 시스템 요구사항이 시스템 개발 목표, 운영 요구사항 등과 부합하는 지를 검토하는 과정을 거쳐 최종적으로 하부 개발기관에 배포하여 시스템 개발이 일관적이고 통일되도록 하였음

(3) 시제열차의 디자인 시안 선정・평가 확정

차세대 고속철도 기술개발사업에서 개발 예정인 시제열차는 2차년도 상반기까지 디자인 시안을 확정하고 2차년도 말인 2009년 7월까지 실물 크기의 1:1 디자인 Mock-Up 차량을

제작함으로써 디자인에 구현된 디자인 개념과 실제 시제차량의 설계·제작 단계에 반영되어야 할 개선, 보완 사항을 상호 분석, 반영하는 일정으로 추진하였음. 따라서 본 통합 및 총괄과제에서는 I-2 핵심과제의 10 세부(전두부 및 인간공학적 공간디자인, 한양대학교) 과제와 II-1 핵심과제의 2세부 위탁 디자인(한국예술종합학교) 등 2개 과제를 병렬로 연구를 진행하여 개발 시제열차 디자인 2개 시안을 평가하여 최종 확정

바. 차량 디자인 선정 등 사업성과 홍보

(1) 차량 디자인 선정 개요

한국 고유의 역동적 감각과 세계적 보편성을 구현하여 차세대 동력분산형 고속열차의 시제편성의 외형 및 실내 디자인 시안을 확정했음. 한국의 역동적이고 전통적 이미지에 기초하여 세계인이 공감할 수 있는 감각을 통합시킨 이미지, 즉 한반도에서 출발해 대륙 횡단을 꿈꾸는 동(動), 맥(脈), 류(流), 감(感)의 의미를 더해 세계인의 보편성을 지향했고, 친환경 객실공간과 승객 편의성을 최우선한 디자인을 통해 세계 고속열차 디자인 역사에 없던 새로운 종(種)의 고속열차 디자인을 창조하려는 개념을 갖고 디자인을 시도하였음. 이 디자인은 공력특성 등 기술검토 과정을 통해 다듬어지고 시제 고속열차 설계에 반영되어 2013년 경 일반에게 선보일 차세대고속열차의 실제 모습을 만들어 내는 기반이 될 것임.

(2) 사업성과 홍보

차세대고속철도기술개발사업에 대한 언론매체의 홍보는 2007년에는 본 사업의 착수에 관한 내용이 주로 보도되었고, 물류 전시회 및 신성장 동력 전시회에 홍보되었으며, 한국철도학회를 중심으로 발표되어 많은 홍보를 수행

별첨.2

2단계 보고서 요약본

목 차

1. 연구개발의 목표 ····· 319

2. 연구개발의 내용 및 범위 ····· 319

3. 연구개발 결과 ····· 320

1. 연구개발의 목표

차세대고속철도기술개발사업은 G7 고속전철기술개발사업(1996. 12~2002. 10)과 고속철도기술개발사업(2002. 11~2007. 10)을 통해 우리나라가 확보한 고속철도 기술을 향상, 발전시키기 위해 추진하는 사업으로 동력분산형 고속철도 시스템(최고시험속도 430km/h, 최고영업속도 370km/h) 및 핵심기술 개발을 목표로 하고 있다. 이를 위해 본 사업은 차세대 고속철도기술개발사업단을 중심으로 4개의 핵심과제 연구기관, 각 핵심과제와 연계되는 27개의 세부과제 연구기관 등 산·학·연의 연구기관이 상호 밀접하게 협력함으로써 사업목표를 달성하고자 한다. “분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄”과제는 차세대 고속철도기술개발사업단이 사업을 총괄하여 수행하기 위한 과제로 기술적으로 핵심과제들과 세부과제들의 상호 역할 및 업무분담 등을 조정 및 관리할 수 있는 상위과제의 성격을 갖고 있다. 따라서 본 과제에서는 핵심과제 간이나 또는 타 핵심과제 내의 세부과제 간 공동협력과 원활한 인터페이스 활동을 주도하여 사업의 최종목표인 동력분산형 고속철도 시스템 핵심기술 개발이 성공할 수 있도록 함을 과제의 목표로 한다. 또한, 본 과제는 사업을 통해 개발된 시제열차가 본선 시운전 주행시험을 통해 안정된 성능을 입증할 수 있도록 시운전 시험 관련 기관(국토해양부, 한국철도공사, 한국철도시설공단)과의 긴밀한 협조체계를 구축하고자 한다.

본 연구개발사업을 통해 확보된 기술을 조기에 실용화할 수 있는 방안을 모색함으로써 동력분산형 고속철도 기술이 한국의 철도산업을 신성장동력 산업으로 발전시킬 수 있는 기반이 되고자 한다.

2. 연구개발의 내용 및 범위

< 연도별 연구목표 및 연구내용 >

단 계	연 도	연구목표	주요 연구내용
2단계	3차년도	- 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발 기술 종합	- 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(3) - 차세대고속철도기술개발 핵심과제의 상호역할 및 업무 조정(3) - 차세대 고속철도 기술개발의 전반적인 일정 관리
	4차년도	- 사업 추진 체계 정립, 관리 및 개발 기술 종합	- 차세대고속철도기술개발의 총괄적 조정 및 관리(4) - 차세대고속철도기술개발 핵심과제의 상호역할 및 업무 조정(4) - 최종 시험평가 사양서 확정 - 각종 시제품 제작 기술자료 취합 및 관리 - 안정성 검증 및 실용화 기반구축을 위한 후속과제 계획 수립(1)

3. 연구개발 결과

가. 기술개발사업의 조정 및 관리

(1) 기술관리 기본지침(안) 수정

기술관리 기본지침(안)의 작성 목적은 차세대 고속철도기술개발사업을 원활하게 수행하고 일관성 있게 체계적인 기술정리 및 관리를 하는 것으로 4차년도에는 본 연구사업 핵심 기술목표인 최고영업속도가 350km/h에서 370km/h로 상향 조정됨에 따라 기술관리 기본지침(안)을 수정하였음.

기술관리 기본지침(안)을 요약하여 정리하면 아래와 같음.

○ 기술관리 체계

- 개발 목표로 하는 주요 핵심기술

○ 기술관리 조직 및 역할

- 기술관리 운영 방향
- 기술관리 운영체계 및 역할

○ 기술관리 절차

- 기술관리 체계 및 세부 절차

(2) 사업단 및 총괄과제 성과 지표(KPI, Key Performance Indicator) 수정 보완

○ 사업 가치사슬(Value Chain) 및 핵심 성공요인(CSF, Critical Success Factor)을 정의하여 기술 경쟁력이 있는 한국형 차세대고속열차 개발을 통해 선진국과 대등한 핵심기술을 독자적으로 확보하고, 이를 바탕으로 적극적인 해외시장 진출을 통해 신성장동력 산업으로 발전시킬 기반을 구축하기 위하여 사업단의 추진 전략을 확립하고, 성과지표 도출을 위한 분야별 추진전략 핵심 성공요인을 설정하였음.

○ 사업 가치사슬과 과제 간 연계

○ 사업단 CSF의 인과 관계 및 성과지표 도출

○ 사업단 및 총괄과제 성과지표의 정의 설정

(3) 전산도구를 이용한 사업 성과목표 관리 시스템 구축 보완

시스템 엔지니어링 전산도구인 Cradle 프로그램을 이용하여 차세대 고속철도기술개발사업의 효율적인 연구진행 관리 및 목표지향적인 관리 체계를 구축하였으며, 이를 수정 보완하였음.

나. 핵심과제별 상호역할 및 업무조정

(1) 핵심과제별 착수회의

핵심과제별 3, 4차년도 연구개발계획서 세부내용 및 방향을 분석, 점검하고 과제 간 상호 역할을 조정하며 연구성과를 효율적으로 도출하고자 핵심과제 간 인터페이스 조정을 위한 과제 착수회의를 개최하여 연구가 원활히 수행할 수 있도록 하였음.

(2) 핵심과제 책임자 회의 및 과제간 역할 조정

사업 성과목표, 연구진도 점검 등 현안사항에 대한 과제간 인터페이스를 조정하고 사업의 총괄적 일정을 조정, 관리할 목적으로 핵심과제 책임자 회의를 정기적으로 개최하였음. 2단계에서는 총 12회의 핵심과제 책임자 회의가 개최되었음.

(3) 연구과제 간 인터페이스 조정

IT 및 스마트센서 과제와 차량과제와의 인터페이스, 기반기술과제(충돌, 소음, 진동 등)와 차량과제와의 인터페이스, 유진기공산업에서 개발하는 제동디스크와 판토그라프 개발 분야의 인터페이스 등에서 본 과제를 통하여 과제간 인터페이스 조정이 필요하였음.

다. 연차별 연구내용(RFP) 조정 및 보완

(1) 4, 5차년도 RFP 조정 및 보완

3, 4차년도 연구수행 결과와 변화된 환경을 고려하여 4, 5차년도 사업계획을 조정하고 이에 따른 사업제안 요구서의 내용을 검토하여 수정하였음.

(2) 사업계획 변경에 따른 2, 3단계 세부과제별 연구내용 개선방안 수립

본 연구사업이 6년에서 5년으로 1년 단축됨에 따라 2, 3단계의 기존의 세부과제별 RFP 연구내용을 수정할 필요성이 대두되었으며, 본 과제에서는 기존 세부과제별 RFP 연구내용을 변경하고, 전문기관과 협의하여 새로운 RFP를 결정하였음.

라. 과제별 연구일정 관리 및 진도 점검

(1) 연구과제 현장점검

차세대 고속철도기술개발사업 착수 후 시제품 시험 진행현황에 대하여 연구개발 계

획 대비 추진실적을 중간 점검하고 미진사항을 조정 및 보완토록 하였음.

(2) 사업 3, 4차년도 실적 및 5차년도 연구계획 평가 조정

차세대 고속철도기술개발사업의 4개 핵심과제 및 27개 세부과제에 대하여 3, 4 차년도 연구목표 대비 실적과 5차년도 계획을 평가하고 보완사항을 도출하여 반영하도록 하였음.

(3) 사업성과 홍보

차세대 고속철도기술개발사업에 대한 언론매체의 홍보 및 관련 전시회에 참석하여 개발 성과의 전시 홍보를 수행하였음.

마. 안정성 검증 및 실용화 기반구축을 위한 후속과제 계획 수립

차세대 고속철도기술개발사업을 통하여 개발된 400km/급 동력분산형 고속열차의 안정화 및 실용화 기반 구축을 위한 후속과제의 기획을 수립함

별첨.3

완성차시험 일지 및 업무보고

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 01일	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	이태형, 조홍식, 전창성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	· 완성차시험 - 종합제어장치시험, 제어회로시험, 시동정지 및 운전실 교환시험 · 명일 완성차시험 사전 준비
	실적	· 완성차시험 착수회의(09:00~10:00) - 매일 아침 9시 창원공장 인증센터 사무실에서 당일 실시할 시험 계획 협의 후 시험 진행하기로 함 · 완성차시험 실시(13:30~16:30) - 시동정지 및 운전실 교환시험 : 50% 완료 - 제어회로시험 : 20% 완료 - 종합제어장치시험 : 5% 완료 - M4 판토그래프 미동작으로 인하여 상기 시험 중 관련 시험 실시 못함. 오전 중 로템 자체 점검하였으나 작동 실패함.
	추후 계획	· M4용 정상 판토그래프 공장으로 입고하도록 GM TECH에 요구함(2/3일(금) 한) · 금일 야간 유진과 로템 합동으로 M4 판토 정상화 작업 진행 예정, 정상화 실패 시 정상 판토를 2/4(토)에 설치하도록 로템에 요구했음. 명일 진행상황 체크예정 · 2/2일 완성차시험(보조전원장치시험, 종합제어장치시험, 집전시험은 판토장상화작업 이후 실시예정)
업무보고 내용	· 완성차 시험을 착수하였으나 M4 판토 미작동으로 시험진행에 어려움이 있음. 금일 정상화작업 실패를 대비해 최소한 2/4(토)에 정상 판토를 설치할 수 있도록 필요한 조치가 요구됨.	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 02일	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김석원, 조홍식, 전창성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일계획	· 완성차시험 - 보조전원장치시험, 종합제어장치시험 · 명일 완성차시험 사전 준비
	실적	· MCB 미동작 발생 및 문제 조치(09:00~12:00) : MCB 제어보드 교체 · 보조전원장치 완성차시험 미실시(11:00~) - 공기압축기 2대 기동시 출력과전류 보호동작 발생(공기압축기 순차 기동 등 조치 필요) - M2 APS 통신불량 발생 · M4 판토 문제 해결 및 MCB 투입 확인(12:00~16:00) - 유진기공에서 조치하여 MC 운전실에서 판토 상승 및 MCB 투입 확인 (문제 원인 : 판토 제어반에 전원 미공급(로템 조치), 공압밸브 1개 잠겨 있었음(유진 조치). - MC 운전실에서 차량 기동 및 기능 점검 중
	추후계획	· 보조전원장치 문제 조치 중. · 2월 3일 완성차시험(추진제어장치시험, 집전시험, 종합제어장치시험, 제어회로시험, 시동정지및 운전실교환시험 중 2월 1일 미실시한 항목)
업무보고 내용	· 금일 M4용 판토 상승 및 집전 가능함을 확인하여 기능 점검 시작함. · 보조전원장치(APS)의 여러 가지 문제 발생으로 차량 안정화 및 완성차터 2월 1일 미실시한 항목 실시계획임.시험 일정이 지연되고 있음.	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 03일	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김석원, 조홍식, 전창성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	· 완성차시험 - 추진제어장치시험, 종합제어장치시험, 제어회로시험, 시동정지및 운전실교환시험 중 2월 1일 미실시한 항목 · 내주 완성차시험 사전 준비
	실적	· 추진제어장치시험(10:00~12:00): MC용 MPS 4대 50%완료, M4용 시험 중 보호동작 이상발생(정상상태이나 인버터과온검지 발생)으로 인하여 시험 중지됨(13:00), 문제원인 분석 중 · 종합제어장치시험(10%), 제어회로시험(50%) 중 2월 1일 미실시분 실시
	추후 계획	· 차주 완성차시험(출입문시험, 냉난방환기장치시험, 방송/표시기시험, 신호보안장치시험, 제동시험 등) · 485 네트워크 안정화 작업(HVAC장치 등) · 차주 주행선에서 홍보 동영상 촬영계획
업무보고 내용	· MPS 시험 중 보호동작(인버터과온검지) 이상 발생으로 시험 중지 후 원인 분석 중임(프로그램 버그 추정) · MC 5번 인버터 보호동작 시험 중 MVB통신정지로 시험 중지되어 원인 분석 중	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 06일	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김영국, 백진성, 전창성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일계획	· 완성차시험 - 출입문시험, 제어회로시험 중 2월 3일 미실시한 항목 · 내주 완성차시험 사전 준비
	실적	· 제어회로시험(14:30~15:00): 4.주회로 차단기 제어시험 중 나. 하드웨어에 의한 제어시험 TC만 완료 · 출입문시험(15:00~17:00) : 객실문시험 중 일부 실시, 승강문 및 미결사항 추후 실시예정
	추후계획	· 명일 완성차시험(방송/표시기시험, 추진제어장치시험 중 2월 3일 미결사항, 제어회로시험 및 종합제어장치시험 미결사항) · 네트워크에 의한 판토 상승 안정화 작업 · 2월 9일 13:00~16:30 홍보 동영상 촬영계획, MC차 동기전동기 회전 방향확인
업무보고 내용	· 현재 TDCS와 하부장치의 네트워크가 완벽하지 않아, 장비마다 하나씩 튜닝 작업을 진행중임	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

<table>
<tr><td>PROJECT</td><td colspan="3">차세대고속철도기술개발사업</td></tr>
<tr><td>작성일</td><td>2012년 02월 07일</td><td>장소</td><td>현대로템(주) 창원공장</td></tr>
<tr><td>작성자</td><td>김영국, 백진성, 전창성
박춘수, 최성훈</td><td>확인자</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">작업
및
시험
내용</td><td>당
일
계
획</td><td colspan="2">· 완성차시험
- 추진제어장치시험, 출입문시험, 제어회로시험 중 2월 3일 미실시한 항목
· 명일 완성차시험 사전 준비</td></tr>
<tr><td>실
적</td><td colspan="2">· 추진제어장치시험(10:00~17:00) : 95% 완료, 명일 오전 중 완료예정
· 출입문시험(10:00~17:00) : 90% 완료, 객실문 개폐 시간 측정 명일 오전 실시 예정
· 종합제어장치시험(14:00~17:00) : 차륜경 확인 및 전후진 감시시험 완료, 기능 완료 되는 대로 계속 실시예정</td></tr>
<tr><td>추
후
계
획</td><td colspan="2">· 명일 완성차시험(신호보안장치시험, 추진제어장치시험 및 출입문시험 중 2월 7일 미결사항)
· TDCS 네트워크에 의한 판토 상승 안정화 작업 계속(2월 6일 TDCS 접점출력 확인, 차량배선 문제 있어 수정 작업 중)</td></tr>
<tr><td>업무보고
내용</td><td colspan="3">· TDCS 네트워크에 의한 차량제어 작업 중 배선오류 계속 발생하여 수정작업으로 시험진행이 조금씩 지연되고 있음.
· 계측시스템 진행 상황 및 향후일정 확인
- 금주중 차간 케이블 연결 완료 후 모니터링프로그램 동작 확인. M2 계측실 배치 금주중 완료
- 가속도 센서 및 케이블 설치 등 미결사항 처리
- 출고 1주전 전체 계측시스템 합동(공사, 연구원, 오토에버) 점검 및 확인</td></tr>
</table>

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 08일	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김영국, 백진성, 전창성, 최성훈	확인자	

작업 및 시험 내용	당일계획	· 완성차시험 - 신호보안장치시험, 방송장치시험, 출입문시험 · 명일 완성차시험 사전 준비
	실적	· 추진제어장치시험(10:00~12:00) : 정차상태 시험완료, 명일 오후 주행시 모터방향 확인예정 · 방송장치시험(14:00~) : 30% 완료 · 출입문시험(10:30~12:00) : 미실시한 항목실시
	추후계획	· 명일 완성차시험(제동시험, 냉난방환기장치시험) · TDCS 네트워크에 의한 판토 상승 안정화 작업 계속(2월 8일 TDCS 접점출력 확인, 차량배선 문제 수정하여 판토상승 성공하였으나 하강 안 해 회로점검 중)
업무보고 내용	· 차량 내 배선 및 설계 오류 수정 작업 계속 진행되고 있음	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 09일	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김영국, 최성훈, 백진성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	・완성차시험 - 제동장치시험(WSP시험, Mc 주공기압축기 시험 등) ・고속주행선에서 주행시험 (한국철도기술연구원 홍보동영상 촬영) ・출고식 행사 준비를 위한 창원중앙역 및 진영역 방문 협의 및 촬영
	실적	・제동장치시험(09:30~12:00) : WSP시험 완료, Mc/Tc 주 및 보조공기압축기 시험 수행 ・주행시험(13:00~16:30) : - 정적 및 동적상태에서 홍보동영상 촬영 완료 - M2, M3 및 M4 기동, 최고속도 약 20km/h로 500-600m 씩 10회 정도 주행 - 보조전원(APS) 저입력 전압으로 기동 및 미기동 반복 - 주전력변환장치(MPS) 기동 및 미기동 반복(GDU Fault, Zero crossing fault) - M4 주변압기(MTF) 과부하로 완성차시험 중단 ・출고식 행사 준비를 위한 창원중앙역 및 진영역 방문 협의 및 촬영 수행
	추후 계획	・주변압기 점검 예정 ・완성차시험(단차시험)을 위해 차량분리(Tc, M1) 작업 착수 후 잔여 차량은 유치2번선 피트로 이동 ・차세대고속전철 차량분리/재편성계획 - 차량분리 -> Tc, M1, M4(주변압기 교체) : 2/10(금) - 대차분리 -> Tc, M1 차량이동 -> Tc 의장공장 : 2/11(토) - 대차분리 -> 차량이동 -> M4 의장공장 : 2/12(일) - 기밀시험 -> Tc, 차체리프팅 -> Tc, M1 내전압 -> M1, 대차차입 -> Tc, M1 : 2/13(월) - 대차차입 -> M4, 편성조립 : 2/14(화) - 기동점검 : 2/15(수) ・현재 TDCS와 하부장치의 네트워크가 완벽하지 않아, 장비마다 하나씩 튜닝 작업을 진행 중임 ・계측시스템 설치 진행 상황 - 계측기간 네트워크 연결 문제(스위칭 허브 및 광컨버터 호환)로 계측시스템 전체 동작 확인 불가 - 해당 문제 해결 후 M2~MC 차량 연결 상태에서 확인 시험 진행 예정

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 13일	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김영국, 전창성, 김상수, 백진성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	· 완성차시험(단차시험) - 기밀시험(Tc), 절연내전압시험(M1), 접지시험(M1) 등 · M4 Car 주변압기(MTF) 교체작업 · M4 Car 대차 토크센서 부착지그 설치
	실적	· 완성차시험(단차시험) - 기밀시험(Tc), 절연내전압시험(M1), 접지시험(M1,M2) 등 - 기밀시험 완료, 절연내전압시험 완료, 접지시험 중 안테나관련 미실시 -> 안테나 접지 작업 수정 후 차량편성 상태에서 접지시험 재실시 · M4 Car 주변압기(MTF) 교체작업 · Tc Car 전면창 교체작업 · M4 Car 대차 토크센서 부착지그 설치
	추후 계획	· Tc Car 전면창 교체작업 · M4 Car 대차 토크센서 부착지그 설치 · 차세대고속전철 차량분리/재편성계획 - 차체리프팅시험 : Tc, M1, 편성조립 : 2/14(화) - 기능점검 : 2/14(화)~
업무보고 내용		· 무가선 트램 평가관련하여 건교평 하민기연구원 창원공장 방문하여 차세대고속열차 3량 견학했음

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 14일	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김영국, 전창성, 김상수, 백진성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일계획	・완성차시험(단차시험) - 차체리프팅시험(M1, Tc) ・M4 Car 주변압기(MTF) 교체 완료 ・M4 Car 토크센서 부착 대차지그, Mc 차체지그 및 M2 케이블 작업 ・Tc Car 전면창 교체작업
	실적	・완성차시험(단차시험) - 차체리프팅시험(M1) ・M4 Car 주변압기(MTF) 교체 완료 ・M4 Car 토크센서 부착 대차지그, Mc 차체지그 및 M2 케이블 작업 중 ・Tc Car 전면창 교체작업 완료
	추후계획	・기장 교육(15-17일) ・차세대고속전철 차량분리/재편성계획 - 차체리프팅시험(Tc) - 대차/편성조립 및 기능점검 : 2/15(수)~
업무보고 내용	・출고식 전까지의 완성차시험 일정을 2/16~2/23 주/야간 교대로 수행방안을 마련하여 일정 조정하였음	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

<table>
<tr><td>PROJECT</td><td colspan="3">차세대고속철도기술개발사업</td></tr>
<tr><td>작성일</td><td>2012년 02월 15일</td><td>장소</td><td>현대로템(주) 창원공장</td></tr>
<tr><td>작성자</td><td>김영국, 백진성, 김석원,
이태형, 최성훈, 전창성</td><td>확인자</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">작업
및
시험
내용</td><td>당
일
계
획</td><td colspan="2">· 완성차시험
- 차량리프팅시험(TC), 외관구조검사
· 명일 완성차시험 사전 준비</td></tr>
<tr><td>실
적</td><td colspan="2">· M4 차량 대차차입 작업 완료(09:00～12:00)
· TC 차량 리프팅시험(13:30～16:00) : 완료
· 6량 차량 편성(16:00～21:00) : 연결기까지 작업완료,
명일 갱웨이 작업 예정</td></tr>
<tr><td>추
후
계
획</td><td colspan="2">· 명일 완성차시험(중량측정검사, 보조전원장치시험)
· 차량 편성 후 안정화 작업</td></tr>
<tr><td>업무보고
내용</td><td colspan="3">· 기장 교육 시작</td></tr>
</table>

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

<table>
<tr><td>PROJECT</td><td colspan="3">차세대고속철도기술개발사업</td></tr>
<tr><td>작성일</td><td>2012년 02월 16일</td><td>장소</td><td>현대로템(주) 창원공장</td></tr>
<tr><td>작성자</td><td>김석원, 이태형,
최성훈, 전창성</td><td>확인자</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">작업
및
시험
내용</td><td>당
일
계
획</td><td colspan="2">· 완성차시험
- 중량측정시험, 보조전원장치시험
· 명일 완성차시험 사전 준비</td></tr>
<tr><td>실
적</td><td colspan="2">· 6량 차량 갱웨이 작업 완료(09:00～12:00)
· 차량 레벨링 작업 및 중량측정 자체시험(13:00～17:00) : 중량 측정결과 레벨링 수정
· 중량측정 입회시험 (17:30～21:00) : ?
· 6량 편성 후 차량 기동 및 기능 점검(21:00~24:00)</td></tr>
<tr><td>추
후
계
획</td><td colspan="2">· 명일 완성차시험(차량한계시험, 곡선통과시험, 보조전원장치 시험, 차체 및 대차치수측정시험)
· 차량 편성 후 안정화 작업</td></tr>
<tr><td>업무보고
내용</td><td colspan="3">· 갱웨이 작업 및 차량 레벨링 맞추는 작업에 많은 시간이 소요되었음
· 제동시험 중 TDCS 연동 WSP 시험 항목관련 시험절차서 보완 협의(20일 완료 예정)</td></tr>
</table>

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업			
작성일	2012년 02월 17일		장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김석원, 이태형, 최성훈, 전창성		확인자	
작업 및 시험 내용	당 일 계 획	· 완성차시험 - 차량한계측정시험, 곡선통과시험, 집전시험, 보조전원장치시험, 제어회로시험 등 · 계측시스템 통신 점검 · 주변압기 방압변 동작 관련 원인 분석 회의		
	실 적	· 차량한계시험(10:00~12:00) : 선두 및 마지막 대차 스커드 간섭으로 인하여 탈거 후 시험 실시함. 차량한계침범하지 않는 대차 스커트 재설계 필요 · 곡선통과시험(14:00~15:00) : R125m 구간 통과시 M2 고압연결박스와 M3 차체가 간섭으로 고압연결박스 파손됨. M3 견인전동기 송풍 벨로우즈와 차체간 간섭 발생. 차량내부 발판 지지대 부분 간섭 발생. 수정 후 재시험 필요 · 고압 투입 후 차량점검 중(16:00~) · 계측시스템 통신점검 중 (16:00~) · 주변압기 방압변 동작 관련 원인분석 회의(18:00~) · APS 입력저전압 원인 확인 시험(19:00~) · 시동, 정지 및 운전실 교환시험(21:00~) · 집전시험, 기능및동작시험(제어회로시험)(23:00~03:00)		
	추 후 계 획	· 금일 야간 완성차시험(보조전원장치시험, 차체 및 대차치수측정시험) · 차량 편성 후 안정화 작업, 시험선 주행시험		
업무보고 내용	· 주변압기 방압변 동작 관련 1차 원인 분석 완료 및 원인 확인 시험 수행 -> 상세사항 붙임 회의록 참조			

주변압기 방압변 동작 원인분석 관련 회의록

1. 일시 : 2012년 2월 17일(금) 18:00 ~

2. 장소 : 로템 창원공장 로템사무실

3. 참석자 : 첨부 참조

4. 회의 결과

○ 추정 원인
- APS 입력저전압 고장에 따른 MTF(M4) 오일펌프 및 냉각팬 미구동에 따른 MTF(M4) 냉각 불량으로 방압변 동작
  · MPS 동작시, APS 입력전압이 정상범위(289V ~ 441V) 아래인 250V로 떨어짐(입력저전압 고장 인식레벨 255V)
  · APS 고장 발생 원인
    a. MPS 동작시, APS 입력 저전압 발생
     -> 회의 종료후, 2/17(금) 현차시험으로 확인 완료(MTF 설계특성 추정)
    b. APS 제어에 2차측 센싱전압 사용에 따른 빈번한 고장 인식

○ 대책
- APS
  · 주행시험 우선 진행을 위해 입력저전압 검지레벨 하향(230V) 수정하여 APS 안정화 수행(2/18 토, 현차시험 확인 완료)
  · 오일펌프 미동작 및 과온신호 무시
- MTF
  · 오일샘플 분석결과를 프랑스 제작사에 조속히 제공하고 MTF 수리 소요기간 조속 결정
- 차량제어
  · 오일펌프 미동작 및 MTF 과온 시 보호회로(MCB 차단) 보완
  · APS로 전송하는 오일펌프 미동작 및 과온 신호 제거
- MPS
  · 오일펌프 고장도 보호동작(출력 반감)에 포함
- TDCS
  · 고장정보 저장 기능 활성화 및 안정화

○ 향후 계획
  · MTF에 의한 APS 입력저전압 발생 가능성 확인 회의 개최(차주)
  · 각 장치별 대책 구현 확인

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 18일(토)	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	이태형, 전창성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일계획	· 완성차시험 - 보조전원장치시험 · 시험선 주행시험
	실적	· APS 보호동작 변경 회로 확인 시험 · MPS GDU 고장 원인 확인 · 보조전원장치 완성차 시험(21:00~)
	추후계획	· 시험선 주행시험
업무보고 내용	· APS 시험 수행 및 MPS GDU Fault 발생으로 시험선 주행시험 미수행	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 19일(일)	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	이태형, 전창성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일계획	· 완성차시험 - 보조전원장치시험, 제어회로시험 등 · 주행시험
	실적	· 가선 전원공급 및 차량 가압(11:25~) -> 공장 사정으로 가선 전원공급 지연 · APS, BACH 완성차시험 파형 출력 (11:40~15:30) : 밧데리 충방전 시험을 제외한 파형 출력 완료(80% 진행) · MPS GDU Fault 원인분석 중 · MPS GDU Fault 무시하고 주행 중 신호확인을 위하여 5km/h 미만으로 전후진 하였음. 신호장치는 속도신호가 현시되는데 MPS는 속도신호 현시 안되어 차량제어 못함. 속도센서 배선 및 신호확인 필요.
	추후계획	· 차량 편성 후 안정화 작업, 시험선 주행시험
업무보고 내용	· M1 히터 투입 시 배전반 내 단락으로 인하여 일부 배선 소손됨. 배선점검 중.	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 20일(월)	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	백진성, 전창성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일계획	· 완성차시험 - 신호보안장치시험, 제동시험 등
	실적	· M1 CUT-OFF 후 차량 안정화 작업(09:00~12:00) · MPS는 속도신호 확인(13:00~15:00) : 속도센서 배선 및 신호 이상없음을 확인함 · 신호보안장치시험(15:00~17:00) : 50% 완료 · 제동시험(18:00~) : 시험준비 미흡으로 미실시함. 그동안 차량문제로 제동쪽에서 압력 튜닝할 시간이 없어 차량의 압력이 제각각임. 금일 야간에 튜닝하고 명일 야간에 시험진행 예정임 · M1 소손 배전반 복구작업(18:00~) : 금일 야간 완료목표로 작업 진행 예정.
	추후계획	· 명일 시험선에서 주행하면서 MPS 튜닝예정
업무보고 내용	· M1 배전반 작업 미완료로 M1 1량 CUT-OFF 상태임	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

<table>
<tr><td>PROJECT</td><td colspan="3">차세대고속철도기술개발사업</td></tr>
<tr><td>작성일</td><td>2012년 02월 21일(화)</td><td>장소</td><td>현대로템(주) 창원공장</td></tr>
<tr><td>작성자</td><td>김영국, 김석원,
백진성, 전창성, 조홍식</td><td>확인자</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">작업
및
시험
내용</td><td>당
일
계
획</td><td colspan="2">· 완성차시험
- 신호보안장치시험, 방송장치, 화재감지기시험, 집전시험(주간)
- 제동시험, 종합제어장치시험, 신호보안장치,
조명장치시험(야간)</td></tr>
<tr><td>실
적</td><td colspan="2">· 신호보안장치시험(10:00～12:00) : 65% 완료
· M1 소손 배전반 복구작업 완료 : 기능점검 예정
· 집전시험 : M1 MCB 고장으로 미실시.
· 제동시험(19:00～22:00) : 30% 완료 (상용제동, 긴급제동, 대차차단검지 중 일부 수행)
· 방송장치시험(19:00～21:00) : 80% 완료. 화재감지기, TDCS 연동시험 미실시
· 종합제어장치시험(19:00～22:30) : 60% 완료.
· 화재검지기시험 : 수신기 고장으로 미실시.
· 신호보안장치시험(22:30～23:30) : 신호장치 95% 완료
· 조명장치시험(23:30～24:00) : 10% 완료.</td></tr>
<tr><td>추
후
계
획</td><td colspan="2">· 집전시험 : M1 MCB 고장 조치 후 2/22 실시 예정
· 화재검지기시험, 방송장치시험 : 화재검지기 수신기 교체 후 2/22 실시 예정
· 신호보안장치시험 : 이벤트레코더시험 등 2/22 실시 예정
· 제동시험 : 잔여시험 2/22 실시 예정</td></tr>
<tr><td>업무보고
내용</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 22일(수)	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김영국, 김석원, 최성훈 백진성, 조홍식	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	· 신호보안장치시험 - 이벤트레코더시험 · 제동시험 - 정차시험 · 차체대차치수측정시험 · HVAC 시험 · 보조전원 시험 - 충전기 제어 및 감시시험 · 열차방호장치시험
	실적	· 제동시험(10:00~02:00) : 70% 완료 (정차 중 압부력 시험, 살사 제어장치 시험 등 완료, 제동블렌딩, 활주제어밸브, 차축비회전 검지, TDCS 통신, 제동관련고장시 모니터링 시험 미실시) · 이벤트레코더시험: 운전실 결선 보완 후 명일 실시 · HVAC 시험 : 20% 완료 · 충전기 제어 및 감시 시험(01:00~07:00) : 방전 시험 완료, 충전 시험은 미실시
	추후 계획	· 2월 23일 시험 계획 - 누수시험, 집전장치 시험, 제어회로 시험, 종합제어장치 시험, 이벤트레코더 시험, 주행 중 제동 시험, 화재감지기 시험, 조명장치(Tail & Head light) 시험, 무전기시험, 보호장치 동작 시험 - 누수시험 수행 후 제어회로, 종합제어장치, 집전 시험을 우선 수행하고 MPS 점검 후 주행시험을 수행할 계획
업무보고 내용	· MPS 입력 전압 강하와 위상 차이가 발견되에 이에 대한 원인 규명 시험이 필요함. 23일 해당 시험을 우선 진행하고 주행 시험을 수행할 예정임. · 곡선통과시험시 간섭이 발생한 고압연결박스의 수정품을 금요일 입고하여 교체 후 곡선통과시험 재실시 예정(토요일)	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 23일(목)	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김영국, 최성훈, 전창성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	· 누수시험 · 역행시험 · 보호장치동작확인시험 · 유도장애시험
	실 적	· 누수시험(10:00～12:00) : 공장내 물류에 막혀 누수시험장으로 이동 실패하여 미실시함 · 신시주선대기(13:00～17:00) : 전일 방전시험 후 미충전상태로 신시주선에 입환하였으나 외부전원 공급이 안 되어 기동 실패함. 배전반 등 미진한 작업 진행 · MPS 기동 문제 점검(18:00～) : 밤새 MPS 가선 검지 위상차 문제 해결을 시도하였으나 원인 분석 실패함
	추후 계획	· 2월 24일 시험 계획 - 냉난방환기시험, 제동시험, 화재감지기시험, 방송장치시험
업무보고 내용	· 공장내 물류 흐름에 막히고, 차량 기동에 실패하여 시험 진행이 안 되었음	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 24일(금)	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김영국, 최성훈, 전창성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	· 종합제어장치시험 · 종합제어장치 차상검사 · 냉난방환기시험 · 제동시험 · 화재감지기시험 · 방송장치시험
	실적	· 종합제어장치시험(09:30~10:30) : 70% 완료 (일부 기능시험 실시) · 종합제어장치차상검사(10:30~12:00) : 25% 완료(하부장치 의 값들이 제대로 현시 안 됨) · 냉난방환기시험(10:00~17:00) : 80% 완료(기능관련 시험 및 온도분포시험 실시, 환기량측정 및 소음시험 미실시) · 제동시험(10:00~17:00) : 80% 완료(누기시험 등 실시) · 화재감지기시험(16:00~17:00) : 25% 완료(TC, M1, M2 연기감지시험 완료 · 방송장치시험 : (15:30~16:00) : 95% 수행(화재감지방송기장 해제 기능 미구현, 추후 기능구현 후 재실시예정)
	추후 계획	· 2월 25~26일 계획 - MPS 위상지연 및 차량 기동문제 중점 점검예정
업무보고 내용	· 기타시험들은 진행되나, MPS 문제로 차량 주행 등 핵심시험들이 진행되지 못하고 있음	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 25일(토)	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	이태형	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	· 갱웨이 내장판 부착 · M4 배전반 접지선 전압 발생 문제 보완 작업
	실 적	· 갱웨이 내장판 부착 · M4 배전반 접지선 전압 발생 문제 보완 작업(우진산전) - 전압 발생 문제 미해결
	추후 계획	· PT 교체 작업 · 가선전압신호 위상지연 및 전압강하 비교 시험 · MPS 및 APS 기동시험
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 26일(일)	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	이태형	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	· PT 교체작업 · PT 위상지연 및 전압강하 비교 시험 · MPS 및 APS 정차상태 기동시험
	실적	· M4 PT 교체작업 완료(산천 50량분 1개, 09:00 ~ 12:00) · PT 관련 신호선 결선 및 MPS 시험준비(13:00 ~ 15:00) · PT 위상지연 및 전압강하 비교 시험(15:00 ~ 19:00) - 결과 : 위상지연 및 전압강하 없음 - 원인 : PT 접지선 미연결 · MPS(M3&M4) 및 APS(MC) 정차상태 기동시험 (19:00 ~ 20:30) - MPS 및 APS 정상 기동 확인
	추후 계획	· 차체 및 대차 치수 측정시험(27일 주간) · 보조전원장치시험-밧데리 충전시험(27일 야간)
업무보고 내용	· MPS 동작 불가 및 APS 입력저전압 원인 - 기존 PT 접지선을 차체 접지에 연결하지 않아 가선전압 신호에 위상지연 및 전압강하 발생 - MPS 제어중 입력과전류 발생 및 차단 - MPS 입력과전류 중 APS 입력저전압 발생 및 차단	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 27일(월)	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	이태형, 최성훈, 백진성, 전창성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	· 차체 및 대차치수측정 · 밧데리 충전시험
	실 적	· 차체 및 대차치수측정(09:00 ~ 17:00) : 일부 실시 · 밧데리 충전시험(21:00 ~) : 완료
	추후 계획	· 누수시험, 이벤트레코더 시험, 제동시험, 종합제어장치시험 등
업무보고 내용	· 차체 및 대차치수 일부 측정함	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 02월 28일(화)	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김영국, 김석원, 최성훈, 백진성, 전창성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	· 누수시험 · 신호보안장치 중 이벤트레코더시험 · 종합제어장치시험 · 제동시험
	실 적	· 차체 및 대차치수측정(09:00 ~ 12:00) : 일부 실시 · 누수시험(13:00 ~ 16:30) : 미완료, 갱웨이 및 출입문 상단 누수됨 · 차체기동확인(18:00 ~ 19:00) : MC 방향 기동확인됨, TC방향은 주간제어기 문제로 기동확인 안됨 · 신호보안장치 중 이벤트레코더시험(19:00 ~ 24:00) : 일부 완료 · 제동시험(20:00 ~ 01:00) : 미결사항 일부 실시 · 냉난방환기장치시험(21:00 ~ 03:00) : 완료 · 화재감지기시험, 방송장치시험(19:00 ~ 23:00) : 완료 · 종합제어장치시험(24:00 ~ 02:00) : 미결사항 일부 실시
	추후 계획	· 곡선통과시험, 집전장치시험, 집전시험, 제어회로시험, 차체 및 대차치수측정
업무보고 내용	· 명일 차량 무가압예정으로 금일 가압시험 진행시킴	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

<table>
<tr><td>PROJECT</td><td colspan="3">차세대고속철도기술개발사업</td></tr>
<tr><td>작성일</td><td>2012년 02월 29일(수)</td><td>장소</td><td>현대로템(주) 창원공장</td></tr>
<tr><td>작성자</td><td>김영국, 김석원, 최성훈,
백진성, 전창성</td><td>확인자</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">작업
및
시험
내용</td><td>당일
계획</td><td colspan="2">· 곡선통과시험
· 집전장치시험
· 집전시험
· 제어회로시험
· 차체 및 대차치수측정</td></tr>
<tr><td>실
적</td><td colspan="2">· 곡선통과시험 위해 고압박스 제거 및 더미 박스 설치
(09:00 ~ 12:00)
· 곡선통과시험(14:00 ~ 16:00) : 완료
· 집전장치시험(21:00 ~ +1일 09:00) : 완료
· 종합제어장치시험(23:00 ~ 24:00) : 도어 인터페이스 제외 완료
· 제동시험(22:00 ~ 01:00) : 블렌딩 제어 및 주행 제외 완료
· 차체 및 대차치수측정(09:00 ~ +1일 09:00) : 완료</td></tr>
<tr><td>추후
계획</td><td colspan="2">· 명일 주행 튜닝 예정</td></tr>
<tr><td>업무보고
내용</td><td colspan="3">· 집전장치 누기 사전 미점검으로 야간 3시간이상 대기하여 예정된
제어회로시험 미실시함</td></tr>
</table>

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 02일(금)	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김영국, 백진성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	· 객실 및 운전실기기 시험(열차무선, 열차방호, 조명장치 시험), 제어회로시험, 보호장치동작시험, 역행시험, 제동시험, 유도장애 시험, 신호보안시험(Event Recorder), 외관검사시험 등 예정 · MPS 튜닝 주행시험 진행 · 로테코 인증 구내 주행시험
	실 적	· 접지에 의한 가선 Trip으로 문제점 점검을 위해 유치 2번선 유치 후 옥상점검 진행 · 주행선로 유치후 재가압 시도하였으나 동일 현상 발생 · M1 Car 고압라인의 문제가 예측되어 M1 Car 고압라인을 차단하고 주행시험 및 완성차시험 진행
	추후 계획	· 누수시험 재시험, 외관검사, 제어회로시험, 운전실 교환 등 수행 예정
업무보고 내용	· 3/1(목) 야간 작업(12:00)중 접지에 의한 가선 Trip으로 가선전압 차단 발생	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 03일(토)	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김영국, 최성훈, 백진성	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	· M1 Car 주변압기와 고압케이블 간 T Connector 수리 · 통로연결막, 운전실 출입문 누수, 객실설비 보완 · 제어회로시험, 조명장치시험, 보호동작시험, 신호보완장치(ER) 시험 · 시동정지 및 운전실교환시험, 제동/추진제어/역행시험, 유도장애 시험, 열차무선장치시험
	실적	· 보호동작시험, 신호보완장치(ER) 시험, 시동정지 및 운전실교환 시험 완료 · 제어회로시험 일부 진행 및 조명장치시험 미실시 · M1 Car 주변압기와 고압케이블 간 T Connector 수리 · 통로연결막, 운전실 출입문 누수, 객실설비 보완
	추후 계획	· 명일 PT 교체
업무보고 내용	· M1 Car 주변압기 점검 중 방압밸브 작동으로 누유된 것을 확인 · M1 주변압기와 MPS1, MPS2 정상 작동 불가로 향후 시험일정 조정 필요	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 04일(일)	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김영국, 최성훈	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	○ 작업 계획 · PT 교환(08:30 ~ 11:30) · 전기장치 점검(08:00 ~ 11:30) ○ 인증시험 계획 · 방호장치 시험 (14:00 ~) · 조명장치 시험 (14:00 ~) · 제어회로 시험 (14:00 ~)
	실 적	○ 작업 진행 · PT 교환(08:30 ~ 11:30) · 전기장치 점검(08:00 ~ 11:30) ○ 인증시험 · 방호장치 시험 (14:30 ~) 30% 수행 · 조명장치 시험 (14:30 ~) 50% 수행
	추후 계획	○ 명일 시험 계획 · 금일 미실시 시험 추가 실시 · 종합제어장치 시험 · 열차무선장치 시험 · 외관구조 검사 · 누수시험
업무보고 내용	· 시험 진행 중 배터리 방전되어 정류기를 이용하여 MCB를 투입하기 위해 입환 요청하였으나 17:00까지 대기 후 시험 종료	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 05일(일)	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김석원, 최성훈, 이태형	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	○ 작업 계획 ・추진장치(MPS3, MPS4) 점검 ○ 인증시험 계획 ・누수시험(14:00 ~) ・제어회로 시험, 방호장치 시험
	실 적	○ 작업 진행 ・누수시험 준비 (09:00 ~ 14:00) ・MPS 튜닝 (16:00 ~) ○ 인증시험 ・누수시험 (14:00 ~ 15:00) : 일부 갱웨이 및 출입문 누수 발견
	추후 계획	
업무보고 내용		・인증센터에서 M1 차량 MTF와 관련된 시험은 MTF 정상화 이후 실시할 것을 요청함 ・금일 이후에는 100% 완료 가능한 시험만 진행하기로 함 ・5일(월) ~ 7일(수) 중에 한국철도공사, 오토에버와 함께 계측시스템 종합 점검 실시

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 12일(월)	장소	현대로템(주) 창원공장
작성자	김석원, 백진성, 노희민	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	○ 배전반 선별 작업 확인시험 ○ 주변압기 보호동작 제어라인 점검 ○ 승강대 Step Lamp 기능 점검
	실 적	○ 작업 실적없음 ○ 시운전단 구성 관련 협의(민평오 책임) ○ 차량점검 및 향후계획 협의(민평오 책임)
	추후 계획	○ 명일(3/13) 오전내 차량 점검 및 향후계획 수정후 사업단 송부 예정 (일일업무 내용도 현대로템(주)에서 보고 예정) ○ 오전(3/13) 유치2번선 피트 이동 예정
업무보고 내용	・시제열차가 중기상차선 끝단에 유치되어 있어 차량점검 및 계측시스템 설치를 진행하지 못하였음. ・현대로템(주) C/S팀에 의해 설계자 및 GMTECH 모두 차량 접근이 허용되지 않았으며, 특히, GMTECH는 안전교육 및 주의각서까지 쓰는 상황이 벌어짐. ・원장님께서 인증센터 사무실 방문과 시제열차 유치상황만 외부에서 관찰하셨음. ・민평오 차장 & C/S 물류이동에 대한 협의 17:30 수행	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 13일(화)	장소	현대로템(주) 창원공장 유치2번선
작성자	김석원, 백진성, 노희민	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	○ 배전반 점검 및 설변작업 ○ Tc Car 좌측 후미등 교체 및 Mc Car 우측 전조등 각도 조정 ○ IT Smart 센서 취부 및 결선
	실 적	○ Tc Car 좌측 후미등 교체 및 Mc Car 우측 전조등 각도 조정 ○ IT Smart 센서 취부 및 결선 ○ 배전반 설변 작업 확인 시험
	추후 계획	○ 명일(3/14) 오전에 고속주행선으로 유치 이동 (3/16(금) 오후까지 고속주행선 유치하고 야간에 유치2번선에 재유치) ○ Mc Car 동기전동기 기동 시험 진행 예정 ○ TDCS 입/출력 신호 점검 ○ 차량기동 점검 및 MTF 보호동작 제어라인 점검 ○ 승강대 Step Lamp 기능 점검 및 Sun Blinder 동작 점검
업무보고 내용	○ Mc Car 우측 스커트 일부 손상 확인 (점검중 스커트 열어놓은 체 주행한 것으로 추측) ○ M2 Car 바닥(구멍) 케이블은 우송대 IT 스마트 센서용으로 확인함	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 14일(수)	장소	현대로템(주) 창원공장 유치2번선, 시주선
작성자	백진성, 노희민, 이태형, 정호전	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ MC 동기전동기 기동점검(주행) ○ MTF 보호동작 MCB제어라인 점검 ○ TDCS 입출력 신호 점검 ○ 승강대 Step lamp 기능 점검 [계측시스템] ○ 중앙제어/차량계측 프로그램 한국철도기술연구원 요청사항 반영 및 테스트 ○ TC, M1 UPS 입출력전원선 정리 ○ 각 차량 객실 계측선 몰딩 교체 ○ M3 가족실 계측선 위치 수정 ○ 모니터(보완품) 거치대 조립 ○ 키보드, 마우스 공유기 설치 및 작동 점검 [주변압기] ○ 동선 가공, 절연물 도면 작성
	실 적	[차량] ○ MC 동기전동기 기동점검(주행) 14:00 ~ 17:00 - M3, M4 기동하면서 MC MPS 리졸버 신호 확인 - 장거리 1회 왕복, 단거리 수회 - MC MPS 리졸버 4개 정상(1개 EPLD 오류) ○ MC 동기전동기 정차상태 컨버터링 시험(20:00 ~ 22:30) - 4대 정상 확인 ○ MTF 보호동작 MCB제어라인 점검(M4, MC) ○ 승강대 Step lamp 기능 점검 및 수정 완료 ○ MC운전실 승강문 총괄제어 오동작 원인 확인 완료

		[주변압기] ○ 동선 소선작업 진행 : ㈜삼동 ○ 절연물 가공용 도면 작성 : 90% [계측시스템] ○ 당일 계획분 완료 [차량] ○ MC 동기전동기 기동점검(주행) - 순차 기동점검 후 M차량 MPS 조합 주행시험 ○ Sun Blinder 동작 점검(다음주) [주변압기] ○ 소선 절연물 피복작업 : ㈜삼동 ○ 절연재 입고 : 듀퐁 ○ 권선 지그 입고 : ㈜주원기업 ○ 절연물 가공용 도면 작성 완료 ○ 주변압기 탈거용 지그 이송 : 국제전기 -> 로템공장 [계측시스템] ○ 운영 프로그램 한국철도기술연구원 요청사항 구현 ○ 통신계측 모니터링 신호선 설치 및 시험 ○ 차량신호(PWM 신호 등) 계측선 연결 및 시험 ○ 모니터 보완품 설치 및 작동 확인 ○ M2 케이블 덕트 설치 및 배선 정리
업무보고 내용	○ ○	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 15일(목)	장소	현대로템(주) 창원공장 유치2번선, 시주선
작성자	김기환, 이태형, 정호전	확인자	

작업 및 시험 내용

당일 계획

[차량]

○ MC 동기전동기 기동점검

○ 실내조명 점검

○ TDCS 입출력 신호점검

[주변압기]

○ 소선 및 절연물 가공

○ 주변압기 취부현황 현장 점검

[계측시스템]

○ 통신계측, 중앙제어, 모니터링 프로그램 보완 및 테스트

○ 차량신호 계측선 연결(야간)

○ 계측랙 단자대 작업(TC, M1)

○ 종합계측실 배선 덕트 가공 및 설치

○ 계측배선 몰딩작업(M1, M2)

○ KM 컨트롤 기능 테스트

실적

[차량]

○ MC 동기전동기 기동점검(10:00 ~ 17:00)

- 산천/분당선 선로점유로 단거리 수회 왕복 MC MPS 튜닝

○ 실내조명 점검

○ TDCS 입출력 신호점검

[주변압기]

○ 소선 가공 동선 절연물 인터랩 작업 : ㈜삼동

○ 절연재 입고 완료 : 듀퐁

○ 권선지그 입고 완료 : ㈜주원기업

○ 절연물 가공용 제작도 작성 완료

○ 권선 제작도 작성 : 90% 진행

		○ 권선 Sizing Jig 추가 발주 : ㈜딤코, 3/19 입고 예정 ○ 주변압기 취부현황 현장 점검 - 결선 상태 및 접지 상태 점검 - 차량 접지상태 점검 [계측시스템] ○ 통신계측 보완 완료, 중앙제어, 모니터링 프로그램 및 테스트 완료 ○ 계측랙 단자대 작업(TC, M1) 완료 ○ 종합계측실 배선 덕트 가공 및 설치 완료 ○ 계측배선 몰딩작업(M1, M2) 완료 ○ KM 컨트롤 기능 테스트 완료
	추후 계획	[차량] ○ MC 동기전동기 기동점검 - 순차 기동점검 후 M차량 MPS 조합 주행시험 ○ TM냉각팬 구동소음 원인 조사 ○ 실내조명 점검 [주변압기] ○ 소선 가공 동선 절연물 인터랩 작업 계속 : ㈜삼동 ○ 절연재(버트랩) 입고 예정 : ㈜스웨코 ○ 절연물 가공작업 착수 : ㈜한국목형 ○ 권선 제작도 작성 완료 [계측시스템] ○ 채널시트 수정 및 적용 ○ 통신 및 채널설정프로그램 테스트 ○ 통신계측 모니터링 테스트 ○ 종합계측실 계측배선 정리 작업 완료 ○ 거치대(보완품) 및 모니터 설치, 테스트 ○ 차량계측장치 랙 단자대 작업 ○ 대차 센서케이블 작업(야간, MC 및 M4)
업무보고 내용	○ 차주 사업단 인원 계측시스템 설치 및 점검 지원하여 계측시스템 완료할 것(본부장) ○ 3/16(금) 터키 철도청장 시제열차 방문	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 16일(금)	장소	현대로템(주) 창원공장 유치2번선, 시주선
작성자	김기환, 이태형, 정호전	확인자	

작업 및 시험 내용

당일 계획

[차량]

○ MC 동기전동기 기동점검

○ 실내조명 점검(TDCS 총괄제어)

○ TDCS 입출력 신호점검

○ Sun Blinder 동작 점검(TC)

○ 객실 의자용 AC220V 라인 점검

○ TM 냉각팬 구동소음 원인 조사

[주변압기]

○ 동선 및 절연물 가공

[계측시스템]

○ 통신계측, 중앙제어, 모니터링 프로그램 보완 및 테스트

○ 모니터거치대 및 모니터(보완품) 설치

실적

[차량]

○ MC 동기전동기 기동점검

- 4호기 기동튜닝
- 냉각팬인버터 미동작 -> 수정, 동작 확인 완료

○ Sun Blinder 동작 확인 완료(TC)

○ 객실 의자용 AC220V 라인 점검

- M1, M3 오결 수정 및 전원 확인 완료
- TC 오결 수정 및 전원 확인 완료

○ TM냉각팬 구동소음 원인 조사

- 일본 엔지니어와 기술협의

○ APS 연장급전 문제점 점검

○ 의자 회전제어장치 제어 점검

- 1인석 자동회전 : 확인 완료
- 2인석 의자 : 업체 확인 필요

		[주변압기] ○ 동선 절연물 인터랩/버터랩 작업 : ㈜삼동 ○ 절연재(버터랩) 입고 완료 : (주)스웨코 ○ 층간 절연물 가공 착수 : 한국목형 ○ 권선 제작도면 배포 완료 : 국제전기 [계측시스템] ○ 통신계측 보완 완료, 중앙제어, 모니터링 프로그램 및 테스트 ○ 모니터거치대 및 모니터(보완품) 설치
	추후 계획	[차량] ○ 실내조명 점검(TDCS 총괄제어) ○ TM냉각팬 구동소음 원인 조사 ○ 차량 편성분리 사전 작업 ○ HV Box 교체 사전 작업 [주변압기] ○ 1차동선(50% 물량) 입고 및 1, 2, 3차 동선 작업 : ㈜삼동 ○ 1차권선 동선 가공작업 착수 : 국제전기 ○ 층간 절연물 가공 진행 : 한국목형 ○ 권선 가공지그 입고 : 주원기원 ○ 권선 Sizing 지그 제작 : 딤코 [계측시스템] ○ 종합계측시스템 하드웨어/소프트웨어 점검
업무보고 내용	○ 3/16(금) 터키 철도청 관계자 시제열차 방문(14:30 ~)	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 19일(월)	장소	현대로템(주) 창원공장 유치2번선
작성자	김석원, 윤수환	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ MC, M1 편성분리 ○ MC, M1 대차분리 ○ HV BOX 탈거 및 교체품 취부 ○ 갱웨이 루프 누수 보완 작업 [주변압기] ○ 변압기 탈거 사전 준비 작업 [계측시스템] ○ 대차하부 신호점검
	실 적	[차량] ○ MC 대차 분리, 대차 이송(생산2팀->대차생산팀) 완료 ○ M1 대차분리 - 대차분리후 이동(생산2팀->생산3팀) ○ HV BOX 탈거 및 교체품 취부중 : - TC, M2, M3 탈거 및 교체품 취부 - TC, MC 신규 HV Box bus bar 수정 필요 -> 현차 맞춤 작업 예정 - TC, M2, M3 결선 작업중 [주변압기] ○ 변압기 탈거 사전 준비 작업 완료 [계측시스템] ○ M2, M3 ,M4 가속도 신호확인 ○ 대차부위 케이블정리
	추후 계획	[차량] ○ MC 전위대차 견인전동기 교체작업 ○ HV BOX 탈거 및 교체품 취부 ○ 방호장치 MC GPS 교체 ○ MC 불연속 센서 교체 ○ TC 좌측 후미등 교체 ○ 차간 고압 케이블 보호처리 작업 [주변압기] ○ M1변압기 탈거 및 변압기 베이프레임 취부 [계측시스템] ○ TC 가속도신호 확인 ○ 대차 센서케이블 작업 - 신호이상케이블에 대한 수정작업
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 20일(화)	장소	현대로템(주) 창원공장 유치2번선
작성자	김석원, 윤수환	확인자	

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ MC 전위대차 견인전동기 교체작업 ○ HV BOX 탈거 및 교체품 취부 ○ 방호장치 MC GPS 교체 ○ MC 불연속 센서 교체 ○ TC 좌측 후미등 교체 ○ 차간 고압 케이블 보호처리 작업 [주변압기] ○ M1변압기 탈거 및 변압기 베이프레임 취부 ○ 동선 가공작업 진행 계속 ○ 층간 절연물 가공 계속 [계측시스템] ○ TC 가속도신호 확인 ○ 대차 센서케이블 작업 - 신호이상케이블에 대한 수정작업
	실 적	[차량] ○ MC 전위대차 견인전동기 교체완료 ○ HV BOX 탈거 및 교체품 취부중 : - TC, MC 신규 HV Box bus bar 수정작업 중 - TC, M2, M3 결선 작업 완료 ○ TC 좌측 후미등 교체완료 [주변압기] ○ 변압기 탈거작업 완료 ○ 동선 가공작업 진행 계속 ○ 층간 절연물 가공 계속 [계측시스템] ○ TC 대차가속도 및 온도센서 신호 확인 ○ M2 객실 가속도센서 확인 ○ M3 가속도센서 신호 및 케이블 확인 - 신호이상채널의 센서 및 케이블에 대한 확인, 수정
	추후 계획	[차량] ○ HV BOX 탈거 및 교체품 취부 ○ 차간 고압 케이블 보호처리 작업 [주변압기] ○ 동선 가공작업 진행 계속 ○ 층간 절연물 가공 계속 [계측시스템] ○ TC, M3, M4 객실 가속도센서 및 케이블 확인 ○ 압력계 신호 및 케이블 확인
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 21일(수)	장소	현대로템(주) 창원공장 유치2번선
작성자	김석원, 윤수환, 최성훈	확인자	김기환

작업 및 시험 내용

당일 계획

[차량]

○ MC 동기전동기 커넥터 결선 작업

○ HV BOX 탈거 및 교체품 취부

- TC, MC 교체품 Bus bar 현차 맞춤

○ 차간 고압 케이블 보호처리 작업

○ TC 화장실 주수후 누수 확인

[주변압기]

○ 동선 가공작업 진행 계속

○ 층간 절연물 가공 계속

[계측시스템]

○ TC, M3, M4 객실 가속도센서 및 케이블 확인

○ 압력계 신호 및 케이블 확인

실적

[차량]

○ HV BOX 탈거 및 교체품 취부 완료 : TC, MC 교체품 Bus bar 현차 맞춤 완료

○ 차간 고압 케이블 보호처리 작업중 : M2-M3, M3-M4 케이블 보호처리 작업 완료

○ 화장실 주수후 누수 확인 : TC, M2, M4 주수후 관배수 확인 완료

○ MC 불연속센서 교체품 점검 : LS 산전

○ TC car By-pass 스위치 라인 점검 완료

[주변압기]

○ 동선 가공작업 진행 계속

○ 1차 절연물 입고 완료 및 층간 절연물 가공 계속

○ 1차 권선 Sizing 지그 수정

		[계측시스템] ○ TC, M2, M4 실내외 센서 신호 확인 ○ 계측프로그램 센서 캘리브레이션 부분 보완 ○ MC 팬터유속 케이블 배선작업 확인
	명일 계획	[차량] ○ M1, MC car 대차 차입 및 열차 편성 ○ M1 화장실 주수후 누수 확인(편성후 확인) ○ 차간 고압 케이블 보호처리 작업(편성후) : TC-M1, M4-MC 케이블 보호처리 작업 ○ M1 변압기 이송(to 국제전기) ○ 차량편성후 연결기 및 갱웨이 작업 ○ MC car By-pass 스위치 라인 점검 [주변압기] ○ 동선 가공작업 진행 계속 ○ 층간 절연물 가공 계속 ○ 1차 권선 Sizing 작업 착수 [계측시스템] ○ TC, M3, M4 실내외 센서 신호 확인
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 22일(목)	장소	현대로템(주) 창원공장 유치2번선
작성자	김영국, 김석원, 최성훈, 지형민, 백진성	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ M1, MC car 대차 차입 및 차량 편성 ○ M1 화장실 주수후 누수 확인(편성후 확인) ○ 차간 고압 케이블 보호처리 작업(편성후) : TC-M1, M4-MC 케이블 보호처리 작업 ○ M1 변압기 이송(to 국제전기) ○ 차량편성후 연결기 및 갱웨이 작업 ○ MC car By-pass 스위치 라인 점검 [주변압기] ○ 동선 가공작업 진행 계속 ○ 층간 절연물 가공 계속 ○ 1차 권선 Sizing 작업 착수 [계측시스템] ○ TC, M3, M4 실내외 센서 신호 확인
	실 적	[차량] ○ M1, MC car 대차 차입 및 차량 편성 ○ M1 변압기 이송(to 국제전기) ○ MC car By-pass 스위치 라인 점검 완료 ○ MC 불연속센서 2개 교체 완료 [주변압기] ○ 1차 권선 동선 가공작업 완료, 2차 권선 진행 계속 ○ 1차 권선 Sizing 작업 착수 ○ 층간 절연물 가공 및 1차 권선 절연물 덕트 작업 착수

		[계측시스템] ○ TC, M3, M4 실내외 센서 신호 확인 ○ M1 차량 하부 작업
	명일 계획	[차량] ○ 열차편성 ○ M1 판토 교체 ○ M1 화장실 주수후 누수 확인(편성후 확인) ○ 차간 고압 케이블 보호처리 작업 및 교체(편성후) : TC-M1, M4-MC 케이블 보호처리 작업 및 교체 ○ 열차편성후 연결기 및 갱웨이 작업 [주변압기] ○ 동선 가공 작업 진행(2차권선)/착수(3차권선) ○ 1차권선 Sizing 작업 진행 ○ 1차권선 절연물 덕트작업 진행 ○ 층간 절연물 가공 진행 [계측시스템] ○ PXI 4462, 4472 모듈 모니터링 프로그램 수정 ○ M1, MC 케이블 연결 및 확인
업무보고 내용	○ 10차 공정회의 수행(참석자 : 현대로템(주), 인터콘시스템스, 유진기공산업, LS산전, 사업단 등) - 주요 협의내용 : 시제차량 점검 진행상황 및 문제점 협의 이슈사항 완료예정 일정 보고 요청	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 23-25일(금-일)	장소	현대로템(주) 창원공장 유치2번선
작성자	최성훈, 지형민, 백진성	확인자	김기환

작업 및 시험 내용

당일 계획

[차량]

○ 열차편성

○ M1 판토 교체

○ M1 화장실 주수후 누수 확인(편성후 확인)

○ 차간 고압 케이블 보호처리 작업 및 교체(편성후)

: TC-M1, M4-MC 케이블 보호처리 작업 및 교체

○ 열차편성후 연결기 및 갱웨이 작업

[주변압기]

○ 동선 가공 작업 완료(2차권선)/진행(3차권선)

○ 1차권선 Sizing 작업 완료/2차권선 Sizing 작업 진행

○ 1차권선 절연물 덕트작업 완료

○ 층간 절연물 가공 완료

[계측시스템]

○ PXI 4462, 4472 모듈 모니터링 프로그램 수정

○ M1, MC 케이블 연결 및 확인

○ 차량 하부 케이블 연결

실적

[차량]

○ M1 판토 교체

○ 열차편성 완료(전기적 연결 포함)

○ 차간 고압 케이블 보호처리 작업 및 교체 완료

: TC-M1, M4-MC 케이블 보호처리 작업 및 교체

○ 열차편성후 연결기 및 갱웨이 작업 완료

○ 편성후 TC-M1-M2, M4-MC HV BOX 결선 작업완료

[주변압기]

○ 동선 가공 작업 완료(2차권선)/진행(3차권선)

		○ 1차권선 Sizing 작업 완료/2차권선 Sizing 작업 진행 ○ 1차권선 절연물 덕트작업 완료 ○ 층간 절연물 가공 완료 ○ 절연유 입고완료 [계측시스템] ○ PXI 4472 모듈 채널 설정 프로그램 수정 완료 (4462 모듈은 모니터링 방식 검토 후 수정) ○ TC, MC 차량 실내 케이블 포설 - MC 차량 완료, TC 차량 90% 진행 ○ 계측모듈 결선 작업 - TC, M4 차량 완료 ○ 차량 하부 케이블 연결 - MC, M1 대차 차입 후 대차 및 차간 케이블 연결
	명일 계획	[차량] ○ 차량 기동점검 ○ MC 동기전동기 기동 점검 ○ 화장실 도어 동작 검검 ○ M1 화장실 주수후 누수 확인 ○ 열차무선 방호장치 기능 점검-MC [주변압기] ○ 동선 가공 작업 진행(3차권선) ○ 2차권선 Sizing 작업 완료/3차권선 Sizing 작업 착수 ○ 2차권선 절연물 덕트작업 진행 ○ 1차 권선 적층 작업 착수 [계측시스템] ○ 차량 간 케이블 연결 - 차량 재편성에 따른 차간 케이블 연결 작업 ○ 계측모듈 결선 작업 - M1~M3, MC 차량 완료
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 26일(월)	장소	현대로템(주) 창원공장 신시주선
작성자	이태형, 노희민, 이준석	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ 차량 기동점검 ○ MC 동기전동기 기동 점검 ○ 화장실 도어 동작 검검 ○ M1 화장실 주수후 누수 확인 ○ 열차무선 방호장치 기능 점검-MC [주변압기] ○ 동선 가공 작업 진행(3차권선) ○ 2차권선 Sizing 작업 완료/3차권선 Sizing 작업 착수 ○ 2차권선 절연물 덕트작업 진행 ○ 1차 권선 적층 작업 착수 [계측시스템] ○ 차량 재편성에 따른 차간 케이블 연결 작업 ○ M1~M3, MC 차량 완료
	실 적	[차량] ○ 차량 기동 점검 ○ M1 화장실 주수후 누수 확인 ○ 열차무선 방호장치 기능 점검 [주변압기] ○ 동선 가공 작업 완료 ○ 2차 권선 sizing 작업 진행 (3차 권선 작업 착수) ○ 2차 권선 절연물 덕트 작업 진행 ○ 권선 측면부 및 기타 절연물 가공 완료 ○ 1차 권선 적층 작업 착수

		[계측시스템] ○ M1, MC 차량계측장치 랙 단자대작업 ○ M3 ICP 실내케이블 작업 ○ 분석프로그램 한국철도기술연구원 수정요구사항 반영 진행
	명일 계획	[차량] ○ MC 동기전동기 기동 점검 ○ 의자 회전장치 및 독서등 점검(대원강업) ○ 승강문 동작 검검 : MC 오동작 원인 조사 ○ 종합제어장치차상검사 - 자체시험 ○ 무전기 기능 점검 - 자체시험 [주변압기] ○ 2차 권선 Sizing 작업 완료 예정 ○ 3차 권선 Sizing 작업 진행 ○ 2차 및 3차 권선 절연물 덕트 작업 완료 예정 ○ 1차 권선 적층 작업 진행 [계측시스템] ○ M1, MC 차량계측장치 랙 작업 완료 ○ M2, M3 차량계측장치 랙 배선 작업 ○ 차량신호 차량계측장치 결선작업 ○ M1, M 센서신호점검 ○ M4 팬터 신호점검 ○ 분석프로그램(승차감) 보완
업무보고 내용	○ 배전반 설계 변경 후 MCB 미동작 원인 조사로 인한 동기 전동기 미점검	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 27일(화)	장소	현대로템(주) 창원공장 신시주선, 중기선
작성자	이태형, 노희민, 이준석	확인자	김기환

작업 및 시험 내용

당일 계획

[차량]

○ MC 동기전동기 기동 점검

○ 의자 회전장치 및 독서등 점검(대원강업)

○ 승강문 동작 검검 : MC 오동작 원인 조사

○ 종합제어장치차상검사 - 자체시험

○ 무전기 기능 점검 - 자체시험

[주변압기]

○ 2차 권선 Sizing 작업 완료 예정

○ 3차 권선 Sizing 작업 진행

○ 2차 및 3차 권선 절연물 덕트 작업 완료 예정

○ 1차 권선 적층 작업 진행

[계측시스템]

○ 계측모듈 결선 작업

- M1, M2, M3, MC 차량계측장치 랙 작업

○ 센서신호점검

- M1, MC 센서신호점검

- M4 팬터 신호점검

실 적

[차량]

○ MC 동기전동기 기동 점검

- 동기기 1대 기동점검, 동기기 2대 기동 점검

- M3/M4 MPS + 동기기1대 동시 기동하여 동기기 튜닝

- M4 MPS + 동기기1대 동시 기동하여 동기기 튜닝

		○ 의자 회전장치 및 독서등 점검(대원강업) - 독서등 미점등 2개 : 조치완료(접촉불량) - 의장 회전장치 점검 : 라이너 조정 필요 ○ 승강문 동작 검검 : MC 오동작 원인 조사 ○ 화장실 기능 점검 ○ 종합제어장치차상검사 - 자체시험(미실시, 3/28일 실시 예정) ○ 무전기 기능 점검 - 자체시험(미실시, 3/29일 실시 예정) [주변압기] ○ 2차 권선 Sizing 작업 진행 ○ 1차 권선 재작업 ○ 2차 및 3차 권선 절연물 덕트 작업 [계측시스템] ○ 센서신호점검 - M1, MC 센서신호점검 - 기존 센서 연결 불량 확인 및 해결방안 도출
	명일 계획	[차량] ○ MC 동기전동기 기동 점검 ○ 화장실 도어 동작 점검 ○ 종합제어장치차상검사 - 자체시험 ○ 시동,정지 및 운전실 교환시험-자체시험 ○ 제어회로시험-자체시험 [주변압기] ○ 2차 및 3차 권선 Sizing 작업 진행 ○ 1차 권선 적층 작업 진행 [계측시스템] ○ 센서신호점검 - M1 및 M4 단자대 센서 확인 작업 - 실내 센서 Calibration 실시
업무보고 내용	○ 1차 권선 작업물 중 일부(16개 중 2개) 불량으로 재작업 필요	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 28일(수)	장소	현대로템(주) 창원공장 신시주선, 중기선
작성자	김석원, 최성훈 이태형, 노희민, 이준석	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ MC 동기전동기 기동 점검 ○ 화장실 도어 동작 점검 ○ 종합제어장치차상검사 - 자체시험 ○ 시동,정지 및 운전실 교환시험-자체시험 ○ 제어회로시험-자체시험 [주변압기] ○ 2차 및 3차 권선 Sizing 작업 진행 ○ 1차 권선 적층 작업 진행 [계측시스템] ○ 센서신호점검 - M1 및 M4 단자대 센서 확인 작업 - 실내 센서 Calibration 실시
	실적	[차량] ○ MC 동기전동기 기동 점검 - MPS#7 기동토크제어 튜닝중 ○ 화장실 도어 동작 점검 ○ 승강문 동작(TDCS <-> DCU 통신 오류) 점검 ○ 화장실 기능 점검 : M2 배수 기능 확인 완료 ○ Wiper 기능 점검 : MC 기능 확인 완료 ○ MC차량 BTU 및 BTCU 배선 점검 : 일부 오배선 확인 ○ MC차량 Hatch & Coupler 점검 : 기능 확인 및 간섭 수정 완료 ○ 종합제어장치시험 - 자체시험 수행 ○ 시동, 정지 및 운전실 교환시험 - 자체시험 완료 ○ 제어회로시험 - 자체시험 수행

		[주변압기] ○ 2차 권선 Sizing 작업 진행 ○ 1차권선 적층작업 완료 [계측시스템] ○ 센서신호점검 - 차량신호 및 전장품 제어기 출력신호 확인 - M1 및 M4 단자대 센서 확인 작업 - TC, M1~M4 실내 센서 설치 및 Calibration 실시
	명일 계획	[차량] ○ MC 동기전동기 기동 점검 ○ 승강문 동작(TDCS <-> DCU 통신 오류) 점검 ○ TC차량 Wiper 기능 점검 ○ TC차량 BTU 및 BTCU 점검 ○ TC차량 Hatch & Coupler 점검 ○ 종합제어장치시험 - 자체시험 ○ 무전기 및 열차무선방호장치 기능 점검 ○ 제어회로시험 - 자체시험 [주변압기] ○ 2차권선 Sizing 작업 완료 및 적층 작업 착수 ○ 3차권선 Sizing 작업 착수 ○ 1차권선 예비건조 착수 [계측시스템] ○ 센서신호점검 - 차량신호 및 전장품 제어기 출력신호 확인 - M1, M4 단자대 센서 및 실내 센서 신호 확인 - 판토계측장비 신호 확인
업무보고 내용	○ 감자로 교체한 영구자석동기전동기 자재 미입고로 미결선 상태	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 3/30(금) ~ 4/1(일)	장소	현대로템(주) 창원공장 중기선
작성자	김기환, 김영국, 김석원, 최성훈, 이태형	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ 유도기 + 동기전동기 동시 기동 점검 ○ 종합제어장치 차상검사 - 자체시험(계속) ○ 제어회로시험 - 자체시험(계속) ○ 종합제어장치시험 - 자체시험(계속) ○ 무전기 기능 점검(계속) [주변압기] ○ 2차권선 적층 작업 착수 ○ 3차권선 Sizing 작업 [계측시스템] ○ 센서신호점검 - 차량신호 및 전장품 제어기 출력신호 확인 - 단자대 센서 확인 작업 - 실내 센서 설치 및 Calibration 실시
	실 적	[차량] ○ MC 동기전동기 기동 주행 및 튜닝 시험 ○ 종합제어장치 차상검사 - 자체시험 3/5항목 완료 ○ 종합제어장치시험 - 자체시험 11/14개 항목 완료 ○ 무전기 기능 점검 - MC VHF Control Head 고장 확인 ○ 배전반 설계변경 작업 [주변압기] ○ 2차권선 적층작업 완료 ○ 3차권선 Sizing 작업 완료 ○ 1,2,3차권선 종합적층 작업 [계측시스템] ○ 센서신호점검, 계측랙 결선 작업 - 잔여분 센서신호점검 - 계측랙 결선 및 계측실 모니터 거치대 조립 - 분석프로그램(후처리/데이터분할) 상세기능 구현
	명일 계획	[차량] ○ 완성차시험 - 무전기, 열차무선방호장치, 종합제어장치차상검사 [주변압기] ○ 예비건조 진행 [계측시스템] ○ M2 종합계측실 구성 - 모니터거치대, 테이블 및 신호선 등
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 03월 29일(목)	장소	현대로템(주) 창원공장 중기선
작성자	김기환, 김영국, 김석원, 최성훈, 이태형	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ MC 동기전동기 기동 점검 ○ 승강문 동작(TDCS <-> DCU 통신 오류) 점검 ○ TC차량 Wiper 기능 점검 ○ TC차량 BTU 및 BTCU 점검 ○ TC차량 Hatch & Coupler 점검 ○ 종합제어장치시험 - 자체시험 ○ 무전기 및 열차무선방호장치 기능 점검 ○ 제어회로시험 - 자체시험 [주변압기] ○ 2차 권선 Sizing 작업 진행 ○ 1차권선 적층작업 완료 [계측시스템] ○ 센서신호점검 - 차량신호 및 전장품 제어기 출력신호 확인 - 단자대 센서 확인 작업 - 실내 센서 신호 확인
	실 적	[차량] ○ MC 동기전동기 기동 점검 완료 ○ 승강문 동작 점검 ○ Wiper 기능 점검 완료 : 누기 부위 수정작업 예정 ○ TC차량 BTU 및 BTCU 점검 완료 ○ TC차량 Hatch & Coupler 점검 완료 ○ 종합제어장치시험 - 자체시험 10/14개 항목 완료

		○ TC차량 무전기 기능 점검 ○ 열차무선방호장치 기능 점검 완료 ○ 종합제어장치 차상검사 - 자체시험 2/5항목 완료 ○ 제어회로시험 - 자체시험 수행 ○ 조명제어시험 - 자체시험 완료(TDCS 소프트웨어 수정 예정) [주변압기] ○ 1차권선 적층작업 및 2차권선 Sizing 작업 완료 ○ 권선 적층지그 입고 완료 [계측시스템] ○ 센서신호점검 - 차량신호 및 전장품 제어기 출력신호 확인 - 단자대 센서 확인 작업 - 실내 센서 설치 및 Calibration 실시
	명일 계획	[차량] ○ 유도기 + 동기전동기 동시 기동 점검 ○ 종합제어장치 차상검사 - 자체시험(계속) ○ 제어회로시험 - 자체시험(계속) ○ 종합제어장치시험 - 자체시험(계속) ○ 무전기 기능 점검(계속) [주변압기] ○ 2차권선 적층 작업 착수 ○ 3차권선 Sizing 작업 [계측시스템] ○ 센서신호점검 - 차량신호 및 전장품 제어기 출력신호 확인 - 단자대 센서 확인 작업 - 실내 센서 설치 및 Calibration 실시
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 04월 02일(월)	장소	현대로템(주) 창원공장 신시주선
작성자	백진성, 지형민	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ 차량기동 점검(배전반 설계변경후) ○ 무전기, 열차무선방호장치, 종합제어장치차상검사 - 완성차시험 [주변압기] ○ 예비건조 진행 [계측시스템] ○ M2 종합계측실 구성 - 모니터거치대, 테이블 및 신호선 등
	실 적	[차량] ○ 열차무선방호장치 - 완성차시험 100% 완료(18:00-19:30) (무전기, 종합제어장치차상검사는 시험준비 미비로 진행 못하고 명일 수행 예정) ○ 차량기동 점검 (배전반 설계변경후) ○ 무전기시험 - 자체시험 (TC-KTX-산천 통화 확인, TC-MC간 상호 통화 불능 확인) - MC 무전기 VHF Control Head 교체 완료후 TC 무전 확인 ○ 종합제어장치차상검사 - 자체시험 완료 ○ 조명장치시험 - 자체시험 완료 (TDCS S/W 업데이트 필요) ○ M4/MC MCB 차단 복구 작업으로 완성차 시험 지연(M4는 배전반 설계변경 문제로 해결, MC는 MCB 자체결함 복구 못함. 제작업체 수리 요청)

		[주변압기] ○ 1, 2, 3차권선 적층작업 완료 ○ 예비건조 진행 [계측시스템] ○ M2 종합계측실 구성 - 모니터거치대 조립, 모니터 설치, 테이블 고정작업 - TC Rack 교체를 위한 결선 분리, 장비 해체
	명일 계획	[차량] ○ MPS 튜닝(유도기+동기기 주행) ○ 차량기동 유지 및 점검 ○ 무전기, 종합제어장치차상검사, 조명장치시험 - 완성차시험 수행 예정 [주변압기] ○ 예비건조 진행(계속) [계측시스템] ○ 계측시스템 오류센서 원인파악 ○ M2 종합계측실 PC연결 및 케이블 정리 작업
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

<table>
<tr><td>PROJECT</td><td colspan="3">차세대고속철도기술개발사업</td></tr>
<tr><td>작성일</td><td>2012년 04월 03일(화)</td><td>장소</td><td>현대로템(주) 창원공장
고속주행선</td></tr>
<tr><td>작성자</td><td>백진성, 지형민</td><td>확인자</td><td>김기환</td></tr>
<tr><td rowspan="3">작업
및
시험
내용</td><td>당일
계획</td><td colspan="2">[차량]
○ MPS 튜닝(유도기+동기기 주행)
○ 차량기동 유지 및 점검
○ 무전기, 종합제어장치차상검사, 조명장치시험
- 완성차시험 수행 예정
[주변압기]
○ 예비건조 진행
[계측시스템]
○ 계측시스템 오류센서 원인파악
○ M2 종합계측실 PC연결 및 케이블 정리 작업</td></tr>
<tr><td>실
적</td><td colspan="2">[차량]
○ 무전기, 종합제어장치차상검사 - 완성차시험 완료
○ 조명장치시험
- 차량제어 로직에 의한 조명제어 완성차 시험 완료
- TDCS에 의한 조명제어 완성차 시험 미실시 및 자체시험 완료
○ MC MCB 제작업체(비츠로테크) 점검 및 교체.
내부 계전기 보조접점 오류. 차량설계 문제로 유지보수 공간이 없어 점검에 어려움 있음.
○ MPS 튜닝 주행시험(동기기 2대)
[주변압기]
○ 예비건조 진행(계속)
[계측시스템]
○ M2 종합계측실 케이블 덕트 연장작업
○ TC 기존 랙 철거 및 기성품 랙 설치</td></tr>
<tr><td>명일
계획</td><td colspan="2">[차량]
○ MPS 튜닝(유도기+동기기 주행)
○ 조명장치시험 - TDCS 제어에 의한 조명 제어 부분 완성차 시험 수행 예정
[주변압기]
○ 예비건조 진행(계속)
[계측시스템]
○ TC 기성품 랙에 장치 설치 및 결선 작업</td></tr>
<tr><td>업무보고
내용</td><td colspan="3">○ MCB 안정화 관련 회의 개최 : 4/4(수) 15:00 창원공장
○ MC MMI 화면 오류 : 제작업체 수리 필요</td></tr>
</table>

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 04월 04일(수)	장소	현대로템(주) 창원공장 고속주행선
작성자	김상수, 백진성, 이준석, 지형민	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ MPS 튜닝(유도기+동기기 주행, 주행선로 시험) ○ 조명장치시험 - TDCS 제어에 의한 조명 제어 부분 완성차 시험 수행 [주변압기] ○ M4 주변압기 권선 예비건조 진행 [계측시스템] ○ TC 기성품 랙에 장치 설치 및 결선 작업
	실적	[차량] ○ MPS 튜닝(유도기+동기기 주행, 주행선로 시험) ○ 조명장치시험 - TDCS 제어에 의한 조명 제어 부분 완성차시험 완료 [주변압기] ○ M4 주변압기 권선 예비건조 진행 ○ M1 주변압기 외함 분해 및 절연물 가공 작업 착수 [계측시스템] ○ TC 기성품 랙에 장치 설치 및 결선 작업
	명일 계획	[차량] ○ MPS 튜닝(유도기+동기기 주행) ○ ECU 점검(3, 6, 11번 ECU 오동작 원인 조사) ○ MPS 하부 점검 커버 수정작업 [주변압기] ○ M4 주변압기 권선 예비건조(계속) ○ M1 주변압기 코일 및 권선 분해 [계측시스템] ○ TC 랙 결선 확인 ○ 기성품 랙 입고 및 장치 설치
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 04월 05일(목)	장소	현대로템(주) 창원공장 고속주행선
작성자	김상수, 이준석	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ MPS 튜닝(유도기+동기기 주행) ○ ECU 점검(3, 6, 11번 ECU 오동작 원인 조사) ○ MPS 하부 점검 커버 수정작업 [주변압기] ○ M4 주변압기 권선 예비건조(계속) ○ M1 주변압기 코일 및 권선 분해 [계측시스템] ○ TC 랙 결선 확인 ○ 기성품 랙 입고 및 장치 설치
	실 적	[차량] ○ MPS 튜닝(동기기 주행) ○ ECU 점검(3, 6, 11번 ECU 오동작 원인 조사) - 3, 6, 11번 ECU 오동작 원인 규명 및 조처완료 ○ MPS 하부 점검 커버 수정작업 (M2, M3, M4) [주변압기] ○ M4 주변압기 권선 예비건조(계속) ○ M1 주변압기 코일 및 권선 분해 ○ M1 주변압기 절연물 가공작업 착수 [계측시스템] ○ TC 랙 단자대 결선 ○ M1, M2 랙 교체 - M1 랙 모듈 케이블 핀작업
	명일 계획	[차량] ○ 차량기동 유지 및 점검 ○ 종합제어장치 점검 (TDCS S/W 수정) ○ 제어회로 자체 시험 [주변압기] ○ M4 주변압기 권선 및 코아 조립, 최종건조 착수 ○ M1 주변압기 절연물 가공작업(계속) [계측시스템] ○ M1, M2 랙 결선 작업 ○ M3, M4 랙 입고 및 설치
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 04월 06-08일(금-일)	장소	현대로템(주) 창원공장 고속주행선
작성자	김상수, 이준석	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ 종합제어장치 점검 (TDCS S/W 수정) ○ BTCU 점검 ○ 제어회로 자체 시험 [주변압기] ○ M4 주변압기 권선 및 코아 조립, 최종건조 ○ M4 주변압기 중신 조립 및 용접 ○ M1 주변압기 절연물 가공작업(계속) [계측시스템] ○ M1, M2 랙 결선 작업 ○ M3, M4 랙 입고 및 설치
	실 적	[차량] ○ 종합제어장치 점검 (TDCS S/W 수정) ○ BTCU 점검 - ECU 내부 배선 작업 점검, DC/DC Converter 점검 완료 및 WSP, ECU 전원 공급 확인 완료 - CAN 통신상태 점검 미완료(4/7~8일 점검 예정) ○ 제어회로 자체 시험 완료 ○ TC 공기압축기 소음/진동 개선 작업 진행 중 [주변압기] ○ M4 주변압기 권선 및 코아 조립, 최종건조 ○ M4 주변압기 중신 조립 및 용접 ○ M1 주변압기 절연물 가공작업(계속) [계측시스템] ○ M1, M2 랙 결선 작업 ○ M3, M4 랙 입고 및 설치
	명일 계획	[차량] ○ 배전반 설변 작업 확인 점검 ○ MPS 튜닝(동기기 주행) [주변압기] ○ M4 주변압기 총조립(배관 및 부품 취부, 오일 주입) ○ M1 주변압기 절연물 가공작업(계속) 및 권선 제작 착수 [계측시스템] ○ M2, M3, M4 랙 결선 작업 ○ MC 랙 입고 및 설치
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 04월 09(월)	장소	현대로템(주) 창원공장 고속주행선
작성자	김석원, 최성훈	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ 배전반 설변 작업 확인 점검 ○ MPS 튜닝(동기기 주행) [주변압기] ○ M4 주변압기 총조립(배관 및 부품 취부, 오일 주입) ○ M1 주변압기 절연물 가공작업(계속) 및 권선 제작 착수 [계측시스템] ○ M2, M3, M4 랙 결선 작업 ○ MC 랙 입고 및 설치
	실 적	[차량] ○ MPS 튜닝(동기기 주행) : 동기기 1대, 동기기 2대, 동기기 3대 초기 기동시 주행상태 양호 확인 ○ 제동장치용 CAN 통신 라인 점검 : BTCU 커넥터 배선 오류, ECU내부배선오류 확인(4/10일 수정작업 예정) [주변압기] ○ M4 주변압기 총조립(배관 및 부품 취부, 오일 주입) ○ M1 주변압기 절연물 가공작업(계속) 및 권선 제작 [계측시스템] ○ TC/M1 랙 결선 완료 ○ MC 랙 입고 및 설치
	명일 계획	[차량] ○ MPS 튜닝(동기기+유도기 주행) ○ 제동장치용 CAN 통신 라인 점검 [주변압기] ○ M4 주변압기 시험 ○ M1 주변압기 절연물 가공작업 및 권선 제작(계속) [계측시스템] ○ TC 결선 점검 및 신호 확인 ○ M4, MC 랙 결선 작업
업무보고 내용	○ 4/11일은 공장 전체 휴무로 4/10일 오후에 차량을 유치3번으로 이동 예정. ○ 랙 결선 작업은 인력이 추가 투입되면 금요일까지 완료 후 점검 예정	

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 04월 10(화), 11(수)	장소	현대로템(주) 창원공장 신시주선
작성자	김석원, 최성훈	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ MPS 튜닝(동기기+유도기 주행) ○ 제동장치용 CAN 통신 라인 점검 [주변압기] ○ M4 주변압기 시험 ○ M1 주변압기 절연물 가공작업 및 권선 제작(계속) [계측시스템] ○ TC 결선 점검 및 신호 확인 ○ M2, M4 랙 결선 작업
	실 적	[차량] ○ MPS 튜닝(동기기 주행) - 유도기(M4)+동기기 3대 기동 시험 : 100% 견인, 20Km/h까지 주행 → 제동시 동기기 회생제어 튜닝 필요 ○ 제동장치용 CAN 통신라인 수정 작업 - ECU 내부 배선오류 수정 작업 : 완료 - BTCU 커넥터 배선 오류 수정작업 : 완료 → BTCU 기능 점검은 추후 실시 : 차량이 유치2번선 사용 가능일자에 실시 예정 ○ M1, MC 편성분리 사전 준비 작업 완료 [주변압기] ○ M4 주변압기 형식시험 완료 : 이상무 ○ M1 주변압기 절연물 가공작업(계속) 및 권선 제작 [계측시스템] ○ M2/M4 랙 결선 완료 ○ M3, MC 단자대 핀 작업
	명일 계획	[차량] ○ M1, MC 편성분리 및 대차 분리 ○ M1 변압기 취부 사전 준비 작업 ○ MC 전면창 탈거 [주변압기] ○ M4 주변압기 누유검사 후 창원공장 이송(오후5:00 도착) ○ M1 주변압기 절연물 가공작업 및 권선 제작(계속) [계측시스템] ○ TC 결선 점검 및 신호 확인 ○ M3, MC 랙 결선 작업
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

<table>
<tr><td>PROJECT</td><td colspan="3">차세대고속철도기술개발사업</td></tr>
<tr><td>작성일</td><td>2012년 04월 13(금)~15(일)</td><td>장소</td><td>현대로템(주) 창원공장
유치선, 의장공장</td></tr>
<tr><td>작성자</td><td>김기환, 이세훈, 백진성, 김상수,
고재하, 윤지나</td><td>확인자</td><td>김기환</td></tr>
<tr><td rowspan="3">작업
및
시험
내용</td><td>당일
계획</td><td colspan="2">[차량]
○ M1 주변압기 취부 작업
○ M1 주변압기 베이프레임 취부
○ MC 전면창 교체
○ M4 판토그래프 교체
[계측시스템]
○ TC, M1 결선 점검 및 신호 확인
○ M3, M4 랙 결선 작업</td></tr>
<tr><td>실
적</td><td colspan="2">[차량]
○ M1 주변압기 취부 작업
○ M1 주변압기 베이프레임 취부
○ MC 전면창 교체
[주변압기]
○ M1 주변압기 절연물 가공작업 완료
○ M1 주변압기 권선 제작(계속)
[계측시스템]
○ M1 판토그래프 계측기 결선작업 및 신호 확인
- 판토그래프 수신기 설치 및 배선작업
○ M2, M3, M4 랙 결선 작업
○ 안전성모니터링 케이블 점검</td></tr>
<tr><td>명일
계획</td><td colspan="2">[차량]
○ MC, M1 차량 이동 및 대차차입
(의장3공장->대차조립공장)
○ MC, M1 차량 편성(신시주선 유치 예정)
○ M4 판토그래프 교체
○ TC, M1, M2 H/V Box 결선 작업
○ 차량 기동 점검(M1 주변압기 기동 확인)
[주변압기]
○ M1 주변압기 권선 제작(계속)
[계측시스템]
○ M4 판토그래프 계측기 결선작업 및 신호 확인
○ M3, M4 랙 결선 작업
○ M2 신호케이블 확인
[계측시스템]
○ TC, M1 결선 점검 및 신호 확인
○ M3, M4 랙 결선 작업
○ M4 판토그라프 계측시스템 점검</td></tr>
<tr><td>업무보고
내용</td><td colspan="3">○ 홍보영상 촬영 수행(08:30-18:00)</td></tr>
</table>

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 04월 17(화)	장소	현대로템(주) 창원공장 시주선
작성자	김영국, 김석원, 이태형, 전창성	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ TC 누수 보완 작업 ○ 완성차시험 - 시동, 정지 및 운전실 교환시험-완성차시험 - 외관구조 검사 - 집전시험 - 종합제어장치시험 ○ 자체시험(로템) - 견인/제동/추진제어, 보호장치동작, 보조전원 장치 [주변압기] ○ M1 주변압기 권선 제작작업 [계측시스템] ○ M2, M3, M4 랙 결선 작업 ○ 종합계측시스템 신호 점검
	실 적	[차량] ○ 시동, 정지 및 운전실 교환시험, 집전시험, 제어회로시험 - 완료 ○ TC 누수 보완 작업 ○ 종합제어장치시험 - 90% 완료, 명일 수정 작업 후 재시험 예정 ○ 외관구조검사 - 50% 완료, 명일 진행 예정 ○ 견인/제동/추진제어, 보호장치동작, 보조전원시험- 자체시험 실시 [주변압기] ○ M1 주변압기 권선 제작 완료 [계측시스템] ○ 카메라 영상시스템 점검 및 확인 ○ M2, M3, M4 랙 결선 작업 ○ 랙 결선작업 후 종합계측시스템 신호 점검
	명일 계획	[차량] ○ 완성차시험 누수시험, 보조전원장치시험, 종합제어장치시험, 외관구조검사 ○ 냉난방 제어기 점검 [주변압기] ○ M1 주변압기 Sizing 및 적층 작업 [계측시스템] ○ 종합계측시스템 신호 점검 ○ MC 차량신호 케이블 작업
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

<table>
<tr><td>PROJECT</td><td colspan="3">차세대고속철도기술개발사업</td></tr>
<tr><td>작성일</td><td>2012년 04월 19(목)</td><td>장소</td><td>현대로템(주) 창원공장
고속주행선</td></tr>
<tr><td>작성자</td><td>김영국, 김석원, 최성훈,
이태형, 전창성, 김기환</td><td>확인자</td><td>김기환</td></tr>
<tr><td rowspan="3">작업
및
시험
내용</td><td>당일
계획</td><td colspan="2">[차량]
○ 완성차시험
보호장치동작시험, 추진제어시험, 제동시험, 역행시험
유도장애시험
○ 공장내 구내 시운전 - 로테코 최종검사 자체시험
[주변압기]
○ M1 주변압기 권선 Sizing 및 적층 작업
[계측시스템]
○ 종합계측시스템 신호 점검</td></tr>
<tr><td>실
적</td><td colspan="2">[차량]
○ MPS 가속도 튜닝
○ 제동장치 Local Blending 제어 튜닝
○ 인증시험
- 보호장치동작시험 : 완료
- 유도장애시험 : 일부 완료 (정차상태 복사성 계측)
[주변압기]
○ M1 주변압기 권선 Sizing 및 적층 작업(1차권선 완료)
[계측시스템]
○ 종합계측시스템 신호 점검
- 차량 주행 중 데이터 저장 및 확인
- 측정 신호 노이즈 점검</td></tr>
<tr><td>명일
계획</td><td colspan="2">[차량]
○ MPS 가속도 튜닝
○ 제동장치 Local Blending 제어 튜닝
[주변압기]
○ M1 주변압기 권선 Sizing 및 적층 작업(2차권선)
[계측시스템]
○ 종합계측시스템 신호 점검 계속
○ 차량 하부 센서 작업 (피트 유치시)</td></tr>
<tr><td>업무보고
내용</td><td colspan="3">○ MPS 가속도 및 제동장치 Local Blending 제어 튜닝 작업을 위해 충분한 시간이 필요한 상태임.
○ 창원 공장의 영업열차 출고(화물기관차, 산천 50량) 문제로 주행 주행시험 조건이 충분이 주어지지 않아 일정 차질 초래.</td></tr>
</table>

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 04월 20(금)~22(일)	장소	현대로템(주) 창원공장 고속주행선
작성자	김영국, 최성훈, 전창성, 김기환	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ MPS 가속도 튜닝 ○ 제동장치 Local Blending 제어 튜닝 [주변압기] ○ M1 주변압기 권선 Sizing 및 적층 작업(2차권선) [계측시스템] ○ 종합계측시스템 신호 점검 계속 ○ 차량 하부 센서 작업 (피트 유치시)
	실 적	[차량] ○ MPS 가속도 튜닝 완료(4/20) ○ 제동장치 Local Blending 제어 튜닝 완료(4/21) ○ 구원운전 기능 점검 (피구원모드-디젤기관차 구원운전 기능 완료) ○ 누수 보완작업 완료 ○ 인증시험 - 유도장애시험 : 완료 [주변압기] ○ M1 주변압기 권선 Sizing 및 적층 작업 (2차권선) 완료 [계측시스템] ○ 종합계측시스템 신호 점검 - 종합계측시스템 신호 점검 - 측정 신호 노이즈 점검
	명일 계획	[차량] ○ 인증시험 - 누수시험 - 추진제어시험 [주변압기] ○ M1 주변압기 예비건조 [계측시스템] ○ 종합계측시스템 신호 점검 계속
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 04월 23일(월)	장소	현대로템(주) 창원공장 유치선, 중기선
작성자	이태형,윤수환,이준석	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ 인증시험 - 누수시험 - 추진제어장치시험 [주변압기] ○ M1 주변압기 권선 Sizing 및 적층 작업 (2차권선) 및 예비건조 [계측시스템] ○ 종합계측시스템 신호 점검 계속
	실 적	[차량] ○ 인증시험 - 누수시험:완료 - 추진제어장치 시험: 95%완료(1개 항목 미실시) ○ 차량점검 ECU 제동압 불안정 튜닝: 4/24 오전 계속 튜닝 예정 [주변압기] ○ M1 주변압기 권선 Sizing 및 적층 작업 완료(2차권선) 및 예비건조 [계측시스템] ○ 센서신호점검 - 차량신호 및 전장품 제어기 출력신호 확인 - 단자대 센서 확인 작업 - 실내 센서 신호 확인
	명일 계획	[차량] ○ 인증시험 - 추진제어장치시험 - 역행시험 - 제동시험 ○ 차량점검 - ECU 제동압 불안정 튜닝 - 공장내 구내 시운전 로테코-자체시험 [주변압기] ○ 예비건조 계속 [계측시스템] ○ 실내배선정리 계속 ○ 계측센서 점검
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 04월 24일(화)	장소	현대로템(주) 창원공장 주행선, 중기선
작성자	이태형, 이준석	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ 인증시험 - 추진제어장치시험 - 역행시험 - 제동시험 ○ 차량점검 - ECU(제동제어장치) 제동압 불안정 튜닝 - 공장내 구내 시운전(로테코 최종검사) - 자체시험 [주변압기] ○ 예비건조 계속 [계측시스템] ○ 계측센서 신호점검 ○ 실내배선정리 계속 ○ 통신모니터링 프로그램 보완
	실 적	[차량] ○ 인증시험 완료 - 추진제어장치시험 - 역행시험 - 제동시험 ○ 차량점검 - ECU 제동압 튜닝 - 신호장치 MMI S/W 업데이트 - 공장내 구내 시운전(로테코)-자체시험 완료 [주변압기] ○ 예비건조 계속

		[계측시스템] ○ 센서신호점검 - 차량신호 및 전장품 제어기 출력신호 확인 - 단자대 센서 확인 작업 - 실내 센서 신호 확인 ○ 통신모니터링 프로그램 보완
	명일 계획	[차량] ○ 인증시험 - 로테코 최종검사 ○ 차량점검 - 신호장치 지상신호 연동 점검 [주변압기] ○ 예비건조 계속 [계측시스템] ○ 실내배선정리 계속 ○ 계측센서 신호 점검 [기타] 창원 국제교육도시연합 세계총회 참석 주한 외국대사 일행 50명 시승(14:00 ~ 14:20)
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 04월 25일(수)	장소	현대로템(주) 창원공장 주행선
작성자	김영국, 김석원, 최성훈, 이태형, 이준석	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ 최종검사 - 공장내 구내 시운전(로테코) ○ 차량점검 - 신호장치 지상신호 연동 점검 [주변압기] ○ 예비건조 계속 [계측시스템] ○ 실내배선정리 계속 ○ 계측센서 신호 점검
	실적	[차량] ○ 차량점검 - 신호장치 차량인터페이스신호 점검 - 신호장치 MMI 프로그램 업데이트 ○ 최종검사 미실시 ; 로테코 일정에 따라 명일 오전 시험예정 [주변압기] ○ M1주변압기 권선 예비건조 완료 및 권선 적층 [계측시스템] ○ 계측랙 작업 및 실내배선정리 계속 ○ 계측센서 신호 점검 [기타] 창원 국제교육도시연합 세계총회 참석 주한 외국대사 일행 약 50명 시승(14:20 ~ 14:40)
	명일 계획	[차량] ○ 최종검사 - 공장내 구내 시운전(로테코) [주변압기] ○ M1 주변압기 최종건조 [계측시스템] ○ 계측랙 작업 및 실내배선정리 계속 ○ 계측센서 신호 점검
업무보고 내용		

완 성 차 시 험 일 지 및 업 무 보 고

PROJECT	차세대고속철도기술개발사업		
작성일	2012년 04월 26일(목)	장소	현대로템(주) 창원공장 주행선, 유치선
작성자	김영국, 김석원, 최성훈, 김상수, 이태형, 이준석	확인자	김기환

작업 및 시험 내용	당일 계획	[차량] ○ 최종검사 - 공장내 구내 시운전(로테코) [주변압기] ○ M1 주변압기 최종건조 [계측시스템] ○ 계측랙 작업 및 실내배선정리 계속 ○ 판토 및 계측센서 신호 점검
	실 적	[차량] ○ 인증시험 - 공장내 구내 시운전(로테코) 완료 ○ 차량 - 구원운전 및 제동장치 CAN통신 제어 점검 [주변압기] ○ M1 주변압기 최종건조 및 코아 적층 [계측시스템] ○ 계측랙 작업 및 실내배선정리 계속 ○ 판토 및 계측센서 신호 점검
	명일 계획	[차량] ○ 시운전 준비 기장 시험선 주행, 한국철도공사 기관차 구원운전 시험 ○ 본선 시운전시험 : 창원역 ~ 진영역 (00:20~05:30) [주변압기] ○ M1 주변압기 최종건조 및 코아 조립 [계측시스템] ○ 차량하부 계측선 정리 ○ 주행중 계측시스템 운영 및 점검
업무보고 내용		

별첨.4

완성차시험 성적서

철도차량 최종검사 확인서

1. 발 행 번 호: MD0265
2. 차량제작검사신청번호 및 일자: MKR01/2012.02.21.
3. 운 영 기 관: 시험·연구용
4. 제작검사 신청자: 이민호/현대로템(주)
5. 차량 제작사: 현대로템(주)
6. 적용차종 및 수량: 차세대고속철도차량 6량
8. 차 량 종 류: 고속철도차량
9. 금회검사수량: 6량
10. 차 량 번 호 : HEMU-400X
11. 금회검사 후 잔량: -
12. 착 수 일: 2011.04.26.
13. 완 료 일: 2012.04.26.
14. 검 사 결 과: 적 합

철도안전법 제36조 및 철도차량 제작검사 시행지침 제14조의 규정에 의하여 위 철도차량이 최종검사기준에 적합함을 확인합니다.

2012년 4월 26일

15. 검사자: 선임검사원 강[illegible] 책임검사원 박도일

(사)한국철도차량엔지니어링
검사본부장 안도만

※ 첨부서류 : 철도차량 최종검사 기록 1부

FPED003-03 ROTECO A4(210x297)

차세대고속철도차량 6량 최종검사 기록

순	제작검사 최종검사 항목 및 내용		검사일자	비 고
1	겉모양검사		-	성능시험기관 검사
2	측정검사	중량	-	
3		차량한계	-	
4		곡선통과	-	
5		접지상태	-	
6		절연저항	-	
7		내전압	-	
8	치수 검사	차체 휨	-	
9		연결기 높이	-	
10		차체 수평도(언더프레임 수평도)	-	
11		측상높이(대차 수평도)	-	
12	누수 검사		-	
13	리프팅 검사		-	
14	집전장치검사		-	
15	주변환장치 검사		-	
16	열차신호장치 검사		-	
17	열차제어장치 검사		-	
18	공기조화장치 검사		-	
19	여압장치 검사/실내 기밀시험		-	
20	차량의 기능 및 동작 검사		-	
21	공장구내 시운전 검사	견인, 제동 주행성능시험	2012.04.26.	제작검사기관 시행
		운전자 경계 장치시험	2012.04.26.	

현대로템(주) 귀하

발 급 번 호 (Certificate Number) R12-0639

발 급 일 자 (Certification Date) 2012.04.25

시 험 성 적 서
(TEST REPORT)

(차세대고속철도기술개발사업 시제차량 6량)

한국철도기술연구원
Korea Railroad Research Institute

우 437-757 경기도 의왕시 월암동 360-1

360-1, WORAM-DONG, UIWANG-SI GYEONGGI-DO, KOREA

TEL : +82-31-460-5506 FAX : +82-31-460-5509

시 험 성 적 서
(TEST REPORT)

Sheet No. : 1 / 6

발 급 번 호 (Certificate No.)	R12-0639
의 뢰 자 (Client)	(상호) 현대로템(주) (대표자) 이민호 (주소) 경상남도 창원시 의창구 대원동 85 (풍합사업자)
제 작 자 (Manufacturer)	(상호) 현대로템(주) (대표자) 이민호 (주소) 경상남도 창원시 의창구 대원동 85 (풍합사업자)
접 수 번 호 (Receipt No.)	T11-0828
시 험 일 자 (Test Date)	2012.02.06 ~ 2012.04.24
품 명 (Commodity)	차세대고속철도기술개발사업 시제차량 6량 형식 : 분산형 고속열차(시제열차)
시 험 규 격 (Test Standard)	철도안전법 철도차량 성능시험 시행지침

시험기록(Test Record)

시험 성적서 ..... 6 대

총 6 대

시 험 결 과 (Test Result)	상기 시험품의 항목별 상세 시험결과는 별지 시험성적서와 같음.

용도(Uses): 연구개발용

비 고(Note) : 위는 의뢰자가 제공한 시료의 시험결과이며, 이 시험성적서는 용도 이외의 사용을 금함.
(This result of testing has been made for the commodities provided by the applicant. Except for the defined uses, this report should not be used.)

시 험 자 : 박찬경 기술책임자 : 구동회

(Date) 2012 년 04 월 25 일

(Certificated by) 한국철도기술연구원장
President of Korea Railroad Research Institute

KRRI R|T11-0828|R12-0639|04|KLN|11862|10482|111125|120425

제R12-0639-1/3호

철도차량 성능시험 성적서

차세대고속철도 기술개발사업 시제차량 6량
(차량번호 : 해당 없음)

2012. 04. 25



한국철도기술연구원

1. 성능시험 개요

가. 성능시험의 목적

철도차량 성능시험은 철도안전법의 규정을 근거로 시행하는 제도로서 안전운행확보를 위하여 차량을 제작하여 판매하고자 하는 자가 성능시험자의 차량성능 확인시험을 거쳐 안전과 성능을 확보하여 운영하기 위함. 본 성능시험은 철도안전법 제 35조의 ②항에 근거한 시험·연구의 목적으로 제작·조립된 철도차량으로서 완성차시험을 실시함.

나. 시험품 등의 개요 및 이력

구 분	내 용
시험품명	차세대고속철도기술개발사업 시제차량 (접수번호: T11-0828)
신청자	(주)현대로템 이 민 호
성능시험기관	한국철도기술연구원
시험 수량	6량(1개 편성) 시제차량 차량구성 : Tc-M1-M2-M3-M4-Mc
차량 형식	동력 분산형
시험 방법	입회시험
특기 사항	연구목적으로 신규 제작된 시제차량임

다. 성능시험의 범위 및 내용

구 분	내 용
부품시험	면제
구성품시험	면제
완성차시험	외관구조검사, 측정에의한검사, 누수시험, 차체리프팅시험, 집전장치시험, 추진제어장치시험, 신호보안장치시험, 종합제어장치시험, 냉난방·환기장치시험, 기능 및 동작 시험
철도차량 운행선로 시운전	면제

라. 성능시험 수행일정

ㅇ시험신청 : 2011년 11월 28일

ㅇ시험기간 : 2012년 2월 06일 - 2012년 4월 24일(약 3개월)
- 완성차시험 : 2012년 2월 06일 - 2012년 4월 24일

2. 시험결과

가. 성능시험 방법 및 적용기준

철도차량 성능시험 시행지침 제3조 및 제4조 규정에 정한 방법에 의하여 완성차 시험을 실시.

나. 시험항목별 결과

1) 완성차시험

시험항목		시험결과	시험기록서번호	비고
외관구조검사		적 합	T11-0828-FCBC01-001	
측정에 의한 검사	중량측정시험	적 합	T11-0828-FCBC0201-001	
	차량한계측정	적 합	T11-0828-FCBC0202-001	
	곡선통과시험	적 합	T11-0828-FCBC0203-001	
	접지시험	적 합	T11-0828-FCBC0204-001	
	절연저항측정	적 합	T11-0828-FCBC0205-001	
	내전압시험	적 합	T11-0828-FCBC0206-001	세부시험결과는 본책시험기록서 R12-0639에 의함.
	차체 및 대차 치수 측정	적 합	T11-0828-FCBC0207-001	
누수시험		적 합	T11-0828-FCBC03-001	
차체리프팅시험		적 합	T11-0828-FCBC04-001	
집전장치시험		적 합	T11-0828-FCBC05-001	
추진제어장치시험		적 합	T11-0828-FCBC06-001	
신호보안장치시험		적 합	T11-0828-FCBC07-001	
종합제어장치시험		적 합	T11-0828-FCBC08-001	

시험항목			시험결과	시험기록서번호	비고
냉난방·환기장치시험			적 합	T11-0828-FCBC09-001	
객차기밀시험			적 합	T11-0828-FCBC10-001	
기능 및 동작시험	제어회로시험		적 합	T11-0828-FCBC1101-001	세부시험결과는 별책시험기록서 R12-0639에 의함.
	시동·정지 및 운전실 교환시험		적 합	T11-0828-FCBC1102-001	
	보조전원시험		적 합	T11-0828-FCBC1103-001	
	역행시험		적 합	T11-0828-FCBC1104-001	
	제동시험		적 합	T11-0828-FCBC1105-001	
	집전시험		적 합	T11-0828-FCBC1106-001	
	유도장애시험		적 합	T11-0828-FCBC1107-001	
	보호장치동작시험		적 합	T11-0828-FCBC1108-001	
	객실 및 운전실 기기시험	방송장치	적 합	T11-0828-FCBC111101-001	
		표시기장치	적 합	T11-0828-FCBC111102-001	
		열차무선장치	적 합	T11-0828-FCBC111103-001	
		화재감지기	적 합	T11-0828-FCBC111104-001	
		조명장치	적 합	T11-0828-FCBC111105-001	
		열차방호장치	적 합	T11-0828-FCBC111106-001	
	출입문시험		적 합	T11-0828-FCBC1112-001	
	종합제어장치 차상검사 시험		적 합	T11-0828-FCBC1114-001	

3. 종합 결론

가. 성능시험 결과의 종합적인 결론

성능시험의 완성차시험 결과는 철도안전법 성능시험관련 규정에 의거 실시한 시험기록서와 같이 시험기준에 적합함.

나. 그 밖에 필요한 사항

해당 없음.

4. 부 록

가. 측정 및 시험 결과자료

별책시험기록서 R12-0639 참조

나. 그 밖에 참고자료

해당 없음.

별첨.5

본선 시운전시험

일지

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.6.28	시험번호	7	작성자	최성훈
날 씨	흐림	기 온	20℃	주행거리	182km (832 km)
바 람		출발시간	00:25	입고시간	04:40
시험구간	부산 ~ 울산 (경부선)		주행최고속도		150 km/h
			주행선로		상선

시험계측 참여 인원 (OBM : 최성훈)					
중앙제어	김상수	판토	백진성	휠/레일	지형민
모니터링1	이태형	모니터링2	전창성	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 38 명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 9명	현대로템(주)	민평오 외 4명
한국철도공사	김진우 외 6명	유진기공	이동균 외 2명
성호테크	유제욱 외 4명	LS산전	한재문 외 2명
현대오토에버	이진종 외 1명	팩테크	장준섭
지엠테크	이한중 외 1	-	-

시험항목	- ATC 신호장치 응동시험 - MC차 MPS 특성	- 판토그래프 모니터링

조치 사항	□
특기사항	□ ATC 신호장치 응동 시험 - 연속정보 수신 : 양호 - 불연속 정보 수신 : 절연구간 일부 미검지 · 신호장치 감도 조절 필요 ※ ATS 모드에서 ATP 발리스에 의한 신호장치 trip으로 비상제동이 체결되는 문제 발생 □ 판토그래프/가선 인터페이스 - 시험 구간에서 특이사항 없음 □ 추진장치 - MPS1~4(유도전동기), MPS5(동기전동기) 기동하여 시운전 시작 - 80km/h 정도의 속도에서 제동시 MPS5 차단됨 - 원효터널 상구배(23/1000)에서 정차 후 출발시 MPS3,4에서 GDU fault 발생 - MPS5와 ECU 간의 통신 폴트 수회 발생 □ 차체 후미 진동 - 하행 150km/h 주행시 금정터널(KP400 부근)에서 후미 진동 커짐.

향후 계획	□ ATC 신호장치 응동 시험 - 불연속 정보 수신 개선을 위해 log 데이터 분석 후 s/w 수정 반영 예정. - 300km/h 시험시 까지는 ATP 신호를 차단하여 ATP 발리스에 의한 신호 차단을 방지(7/1 시험에 적용). □ 추진장치 - 동기전동기는 차상에서 점검 후 다음 시험에서 재시험 예정 - MPS 3,4에 대한 s/w 튜닝 후 차주(7/5) 시험에 적용 - MPS5/ECU 통신 폴트 : MPS5의 통신보드 교체후 시험 □ 차체 후미 진동 - 후미 진동 발생 양상이 특정 구간에 한정된 것으로 판단되기 때문에 이에 대한 상세 분석을 통해 해당 구간에 대한 제한 속도를 설정하고 시험을 수행 (7/1 시험에 반영) - 후미 진동 원인 제거를 위해 요댐퍼 방향 변경을 계획하고 있으며, 현재 설치를 위한 브라켓을 제작중임. 7월 5일 까지 납품을 받아 설치를 진행할 계획임.

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
부산 → 울산	01:40		01:39	02:16	100km/h	
울산 → 노포 IEC			02:31	02:57	100km/h	
노포 IEC → 울산			03:08	03:33	150km/h	
울산 → 부산		04:20	03:42	04;18	150km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.07.01	시험번호	8	작성자	최성훈
날 씨	비	기 온	20℃	주행거리	181 km (923km)
바 람		출발시간		입고시간	
시험구간	부산 ~ 울산 (경부선)		주행최고속도		170 km/h
			주행선로		상선

시험계측 참여 인원 (OBM : 최성훈)					
중앙제어	김상수	판토	조홍식	휠/레일	지형민
모니터링1	-	모니터링2	-	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 25 명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 5명	현대로템(주)	민평오 외 3명
한국철도공사	박근배 외 1	유진기공	김두성
성호테크	김준섭 외 5명	LS산전	한재문 외 1명
현대오토에버	김하연 외 1 명	팩테크	장준섭
지엠테크	이학준	-	-

시험항목	- 신호장치 응동시험 - MC차 MPS 특성	- 판토그래프 모니터링 - 차체 진동 모니터링

조치 사항	- MPS5 프로그램 수정, MPS6 통신보드 교체 - 주공기압축기 7bar → 8bar 작동 변경 - 신호장치 프로그램수정 (ATP 발라스 정보 수신하고 미제어)
특기사항	□ 신호장치 응동 시험 - ATS : 정지신호 및 ATS->ATC 전환 미검지 - ATC 연속정보 수신 : 양호 - 불연속 정보 수신 : 절연구간 일부 미검지 □ 판토그래프/가선 인터페이스 - 시험 구간에서 특이사항 없음 □ 추진장치 - MPS1~4(유도전동기), MPS5(동기전동기) 기동하여 시운전 시작 - MPS1, 3, 4 차단 다수 발생 □ 보조전원 장치 - APS 차단으로 M1 MCB 트립 발생 □ 차체 후미 진동 - 하행 KP392, 상행 KP370 등에서 일시적인 후미 진동 발생

향후 계획	□ 신호장치 응동 시험 - ATS 신호를 받는 2개의 안테나 중 하나의 안테나가 신호를 정상적으로 받지 못하고 있음 → 다음 시험 전까지 수정 - ATC 신호장치 감도 조정 및 S/W 수정 □ 추진장치 - MPS1, 3, 4 불안정 원인 규명 → 조치보고서 제출 - 다음 시험에서는 3개소(1, 3, 5)에 계측기를 연결하여 측정 (로템장비 2대와 한국철도기술연구원 장비 1대 활용) - 동기 전동기 수정사항 반영 □ APS - 조치보고서 제출 □ 차체 후미 진동 - 측정 데이터 분석을 통한 원인 규명 - 금주 중 TC 요댐퍼 방향 변경 설치 완료

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산			00:40	01:05	80km/h	
부산 → 울산	01:40		01:45	02:09	170km/h	
울산 → 노포 IEC			02:22	02:37	170km/h	
노포 IEC → 울산			02:45	03:00	170km/h	
울산 → 부산		04:20	03:24	03;57	170km/h	
부산 → 가야기지			04:05	04:15	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.07.05	시험번호	9	작성자	최성훈
날 씨	비	기 온	20℃	주행거리	117 km (1,040km)
바 람		출발시간		입고시간	
시험구간	부산 ~ 울산 (경부선)		주행최고속도		170 km/h
			주행선로		상선

시험계측 참여 인원 (OBM : 최성훈)					
중앙제어	김상수	판토	조홍식	휠/레일	지형민
모니터링1	-	모니터링2	-	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 34 명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 10명	현대로템(주)	김성태 외 3명
한국철도공사	소진섭 외 5	유진기공	김두성 외 1명
성호테크	김준섭 외 1명	LS산전	한재문 외 1명
현대오토에버	김하연 외 2 명	팩테크	장준섭
시설공단	이종아	유앤아이솔루션즈	류용재 외 1명

시험항목	- 신호장치 응동시험 - MC차 MPS 특성	- 판토그래프 모니터링 - 차체 진동 모니터링

조치 사항	- ATS 결합도 조정 - MPS S/W 수정(MPS1,3 V/F 패턴 조정; MPS 3,4 GDU 프로그램 업데이트, 동기전동기 전류제어기 튜닝)
특기사항	□ ATC 불연속 Loop 신호 취득 - Arming loop 신호 취득 (부산연결선) - AODJ(절연구간 예고) loop 신호 취득 (보은SP) □ 신호장치 응동시험 - 기지 출발시 ATS G신호 미수신 (안테나 1개에서만 정상 수신) - ATC 불연속 신호 수신 양호 - 부산연결선(하행)에서 자동 판토 높이 변경 안되 □ 판토그래프/가선 인터페이스 - 시험 구간에서 특이사항 없음 □ 추진장치 - MPS 4 차단 수회 발생 - MPS 1~3은 정상 작동 - MPS 5는 전류치 흔들림이 심하여 차단함 □ 차체 후미 진동 - 상행시 2회 발생. 하행시에는 미발생

	□ 기타 사항 - 출발전 저검시 ECU12 통신불량 → ECU reset 후 복귀 - 상행 울산 진입시 IS MCB 오동작 - MR 입력쪽 공압관의 orifice 조정후 채터링 소음 감소 확인
향후 계획	□ 신호장치 - ATS 신호는 기지내에서 신호 수신 시험 실시하여 결합도 추가 조정 실시 (7/12 시험 전) - 불연속 loop에서 수신한 데이터를 분석하여 수신 board 수정 예정 → 조치보고서 제출 - 연결선 판변경 문제는 차량과 신호장치와의 인터페이스 확인 후 대책 마련 □ 추진장치 - MPS4 V/F 패턴을 MPS3와 동일하게 조정 후 7/8(일) 시험 시 확인 - 동기전동기 튜닝 □ 차체 후미 진동 - 7/5(목) 동시인양선 입고 및 차량 분리 작업 완료 후, 7/6(금) TC, MC 요댐퍼 방향 수정을 위한 용접작업 실시 □ 기타 - MC 차량 통신 line과 TDCS 확인으로 ECU 통신 불량 원인 확인

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	00:20		23:50	00:19	80km/h	
부산 → 울산	01:40		00:38	02:47	170km/h	
울산 → 부산		04:20	03:00	03;50	170km/h	
부산 → 가야기지			04:00	04:20	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.07.08	시험번호	10	작성자	이태형
날 씨	맑음	기 온	22.5℃	주행거리	243 km (1,283km)
바 람	없음	출발시간	01:12	입고시간	04:38
시험구간	부산 ~ 울산 (경부선)		주행최고속도		230 km/h
			주행선로		상선

시험계측 참여 인원 (OBM : 이태형)					
중앙제어	전창성	판토	노희민	휠/레일	고재하
모니터링1	-	모니터링2	-	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 24명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 5명	현대로템(주)	민평오 외 5명
한국철도공사	소진섭 외 1명	유진기공	김두성 외 1명
성호테크	김준섭 외 3명	LS산전	한재문 외 1명
지엠테크	이한중	팩테크	장준섭

시험항목	- 신호장치 응동시험 - MPS튜닝 시험	- 판토그래프 모니터링 - 차체 진동저감 확인시험

조치 사항	- ATS 결합도 및 불연속보드 증폭비 10% 향상 조정 - MPS #2, #4 프로그램 수정 - TC, MC 요댐퍼 설치 - TC 제동장치 속도관련 프로그램 수정
특기사항	□ 신호장치 - 출발전점검 중 MC ATC출발전시험 불량 - 기지내 무신호 주행 및 정지신호(R) 수신시 비프음 미출력 - 2왕복 울산역->노포 주행시 절연구간(노포SP) 미검지 - 3왕복 울산역->부산역 주행시 절연구간(부산SS) 미검지 □ 판토그래프/가선 인터페이스 - 시험 구간에서 특이사항 없음 □ 추진장치 - MPS 1(약 12회), MPS 2(약7회), MPS 4(약 30회) 차단 - MPS 5 2회 차단후 기동 중단 - 시스템고장상황보고서 요청(7/10한) □ 차체 진동저감 효과 양호 □ 제동 - ECU 12 장치 고장 □ MCB - 절연구간 통과후 MCB 수동투입시 Reset 처리해야함

향후 계획	□ 신호장치 - 시험측정데이터를 활용하여 불연속보드 증폭비 최적화 - ATS 결합도 재조정 □ 추진장치 - MPS 1, 2 GDU 프로그램 수정 - MPS 4 파형분석 및 프로그램 수정 □ 제동, 판토, WSP - TDCS 담당자와 회의 개최(7/10) - 판토제어유닛, WSP, 살수시험 관련 회의 개최(7/10)

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	00:20		01:12	01:25	80km/h	차량조립작업
부산 → 울산	01:40		01:36	02:01	170km/h	
울산 → 노포			02:23	02:38	230km/h	
노포 → 울산			02:43	02:55	230km/h	
울산 → 노포			03:01	03:14	230km/h	
노포 → 울산			03:20	03:32	230km/h	
울산 → 부산		04:20	03:39	04:05	230km/h	
부산 → 가야기지			04:12	04:38	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.07.12	시험번호	11	작성자	이태형
날 씨	흐림	기 온	23.4℃	주행거리	186 km (1,469km)
바 람	없음	출발시간	00:05	입고시간	04:50
시험구간	부산 ~ 울산 (경부선)		주행최고속도		230 km/h
			주행선로		상선

시험계측 참여 인원 (OBM : 이태형)					
중앙제어	전창성	판토	노희민	휠/레일	김상수
모니터링1	정호전	모니터링2	백진성	모니터링3	이기원

탑 승 인 원 (총 41명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 9명	현대로템(주)	민평오 외 4명
한국철도공사	정영일 외 5명	유진기공	김두성
성호테크	김준섭 외 7명	LS산전	한재문 외 1명
지엠테크	이학준	팩테크	장준섭
현대오트론	김하연 외 1명	우송대	장덕진 외 3명
인터콘시스템즈	이효구	-	-

시험항목	- 신호장치 응동시험 - MPS튜닝 시험	- 판토그래프 모니터링

조치 사항	- ATS 차상안테나 평행조정 및 기지내 시운전시험(14:00~16:00) - ATC 불연속보드 증폭비 조정 보드 4개 준비 - MPS #1, #2 GDU 프로그램 수정 - MPS #2, #3, #4 제어파라미터(Lm) 수정 - MPS #1 ~ #4 접지 작업
특기사항	□ 신호장치 - 불연속지상신호(판토내림예고, 보은SP, 부산SS, ATC Disarming) 정차하여 계측 - 가야기지->부산역 : G신호, 절연구간신호 미수신 - 부산역 -> 울산역 : 절연구간신호(부산SS) 미수신 - 울산역 -> 부산역 : 절연구간신호(부산SS, 보은SP) 미수신 - 시스템고장상황보고서 요구 □ 판토그래프/가선 인터페이스 - 시험 구간에서 특이사항 없음 □ 추진장치 - MPS 1(약 7회), MPS 2(약3회), MPS 3(약 3회), MPS 4(약 11회) 차단 - 시스템고장상황보고서 요구

	□ 제동 - ECU 12 CPU 보드 고장(1회) □ 기타 - 우송대 IT/Smart 센서 운행중 확인 시험
향후 계획	□ 신호장치 - ATS 신호점검 시운전시험(가야기지 <-> 범일)(7/14) - ATC 불연속보드 증폭비 최적 조정보드 적용 시운전시험 (TC : 2.5배, MC : 1.3배) □ 추진장치 - MPS 4 하드웨어 교체(소자, GDU) - MPS 3 테스트보드 미장착하여 운영 - MPS 1, 2 대책 수립 및 적용 - 노이즈 대책 수립 및 적용

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	00:20		00:05	00:37	80km/h	
부산 → 울산	01:40		00:54	01:54	230km/h	불연속신호수신시험
울산 → 노포			02:11	02:43	230km/h	
노포 → 울산			-	-		
울산 → 노포			-	-		
노포 → 울산			03:01	03:13	230km/h	
울산 → 부산		04:20	03:27	04:12	230km/h	
부산 → 가야기지			04:28	04:50	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.07.15	시험번호	12	작성자	최성훈
날 씨	비	기 온	23℃	주행거리	403 km (1,872km)
바 람		출발시간	00:08	입고시간	04:50
시험구간	부산 ~ 신경주 (경부선)		주행최고속도		300 km/h
			주행선로		상선

시험계측 참여 인원 (OBM : 최성훈)					
중앙제어	김상수	판토	조홍식	휠/레일	지형민
모니터링1	김민형	모니터링2	-	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 21명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 6명	현대로템(주)	민평오 외 2명
한국철도공사	류상현 외 1명	유진기공	김두성
성호테크	김준섭 외 5명	LS산전	한재문
-	-	팩테크	장준섭

시험항목	- 신호장치 응동시험 - MPS튜닝 시험	- 판토그래프 모니터링 - 차체/대차 진동 모니터링

조치 사항	- ATS 차상안테나 출발신호 취득시험 (기지내, 14:00~16:00) - 최적 증폭비 ATC 불연속보드 적용 - MPS 1,2 인버터 GDU power supply 교체(6개) - MPS 4 U, X상 power supply, 광케이블 교체 - ECU11 보드 교체
특기사항	□ 신호장치 - ATS 신호 수신 양호 - ATC 절연구간신호 수신 불안 (상하행 보은SP, 하행 부산SP 등 미수신, 하행 보은 SP 절연구간 감지후 MCB 자동차단 안됨) ※ 보드교체 후 마지막 왕복시는 정상 수신 □ 추진장치 - MPS 1(약 9회), MPS 2(약7회), MPS 3(1회), MPS 4(약 6회) 차단 - 우천 중 추진시 슬립발생 → 살사장치 적용 방안 검토 요청 □ 판토그래프/가선 인터페이스 - 270km/h 이상 속도에서 아크 발생 → 다음 시허에서 확인 필요 □ 차체/대차 진동 - 300kph 까지 이상 없음

향후 계획	□ 신호장치 - ATS 결합도 추가 조정 - ATC 데이터 분석 후 대책 검토 □ 추진장치 - MPS 1,2 power supply 출력 조정 - MPS 4 invertere board 교체 검토 - 고장정보 검토 후 추가 대책 도출 □ 제동장치 - ECU 및 판토에서 TDCS 속도신호 수신 문제 확인 (7/19 시험까지) □ 판토그래프 - 정적 압상력 등 점검 (7/19 시험까지)

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	00:20		00:08	00:37	80km/h	
부산 → 신경주	01:40		01:01	01:31	285km/h	
신경주→ 노포			01:40	02:00	300km/h	
노포 → 신경주			02:09	02:32	266km/h	
신경주 → 노포			02:44	03:04	300m/h	
노포 → 신경주			03:10	03:31	281km/h	
신경주 → 부산		04:20	03:35	04:14	270km/h	
부산 → 가야기지			04:22	04:50	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.07.19	시험번호	13	작성자	이태형
날 씨	비	기 온	21.6℃	주행거리	403 km (2,319km)
바 람	강함	출발시간	00:05	입고시간	05:10
시험구간	부산 ~ 신경주 (경부선)		주행최고속도		300 km/h
			주행선로		상선

시험계측 참여 인원 (OBM : 이태형)					
중앙제어	전창성	판토	백진성	휠/레일	노희민
모니터링1	고재하	모니터링2	정호전	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 46명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 9명	현대로템(주)	민평오 외 5명
한국철도공사	임오진 외 8명	유진기공	김두성 외 2명
한국철도시설공단	이종아	LS산전	한재문
성호테크	김준섭 외 5명	팩테크	장준섭
현대오트론	김하연 외 2명	한터기술	임현재 외 1명
흥일기업	전병희 외 1명	크노르	윤경문 외 1명

시험항목	- 신호장치 응동시험 - MPS튜닝 시험	- 판토그래프 모니터링 - 제동시험

조치 사항	- ATC 불연속보드 미세 조정 - MPS 4 GDU U, X상 교체, 인버터 DSP보드 교체, 온도 계측 - MPS 1, 2 GDU 프로그램 수정 - M2, M3 견인전동기 온도 계측 - M2 GDU 제어기 고장신호 모니터링 카메라 설치 - 판토그래프 양력특성(에어포일) 수정 - 제동장치 공기압 조정, ECU 속도신호 프로그램 수정 - M4 MCB 실리콘애자 교체 및 M1 MCB 점검 - 내장판 조임상태 점검
특기사항	□ 신호장치 - ATS 신호 수신 양호 - ATC 절연구간 예고신호 총3회 미수신(실행신호 모두 수신) - 시험결과보고서 제출 예정(7/20) □ MPS - MPS 1, 2, 4 차단 다수, MPS 3 정상 동작 - MPS 1, 2, 4 차단 원인 유사 확인 : GDUF(Usat1, 포화고장검지) - MPS 7 전류패턴 변경하여 기동하였으나 입력과전류 차단 - 시험결과보고서 제출 예정(7/20)

	□ 제동 - 상용제동시험(원효터널, 250km/h -> 90, 제동6단) : 결과는 양호하나 기존에 비해 제동력 약하고, Jerk 제어 미완성 - 비상제동시험(KP389.2, 300km/h 마스콘비상) : 결과 양호 - 시험결과보고서 제출 예정(7/20) - 슬라이드 미발생 - ECU 11 고장 □ 내장판 : 떨림 현상 없음 확인
향후 계획	□ 신호장치 - ATC 불연속보드 필터 수정 □ MPS - 시험데이터 분석결과 반영하여 개선안 수립 및 적용 - MPS 및 견인전동기 온도 계측 지속시 계측시스템 배선 및 모듈 활용 □ 제동장치 - 연속 발생하는 ECU 11 고장 집중 검토 및 체크(7/20) - Knorr Bremse 엔지니어 7/22 WSP 모니터링 □ 판토그래프 - 판토에서 TDCS 속도신호 수신 문제 확인 (7/20 시험까지) □ ES 시 주습판 사진 촬영

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	00:20		00:05	00:17	80km/h	
부산 → 신경주	01:40		01:02	01:32	287km/h	
신경주→ 노포			01:43	02:02	292km/h	
노포 → 신경주			02:10	02:31	300km/h	
신경주 → 노포			02:42	03:02	300m/h	
노포 → 신경주			03:10	03:30	300km/h	
신경주 → 부산		04:20	03:34	04:12	300km/h	
부산 → 가야기지			04:42	05:10	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.07.22	시험번호	14	작성자	이태형
날 씨	흐림	기 온	23.0℃	주행거리	421 km (2,740km)
바 람		출발시간	23:19	입고시간	04:24
시험구간	부산 ~ 신경주 (경부선)		주행최고속도		300 km/h
			주행선로		T2(울산T4)

시험계측 참여 인원 (OBM : 이태형)					
중앙제어	전창성	판토	노희민	휠/레일	-
모니터링1	고재하	모니터링2	정호전	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 36명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 9명	현대로템(주)	민평오 외 6명
한국철도공사	소진섭 외 4명	유진기공	김두성 외 1명
성호테크	김준섭 외 3명	LS산전	한재문
현대다이모스	신봉주 외 1명	팩테크	장준섭
현대오트론	이진종	지엠테크	이한중 외 1명

시험항목	- 신호장치 응동시험 - MPS튜닝 시험	- 판토 성능 및 비상판토시험 - 소음저감확인시험

조치 사항	- ATC 불연속보드 필터값 조정 - MPS 1, 2, 4 제어프로그램에서 V/F 기울기 상승(95 -> 90Hz) 및 인버터 스위칭 주파수 축소(1.4kHz -> 1.1kHz) 조정 - MPS 1, 2, 4 GDU제어기 고장신호 카메라 모니터링 - MPS 7 기준각 제어 프로그램 수정 - M3 상부 페어링 스커트 탈거 - M1 ~ M4 견인전동기 회전날개차 개선품 교체(M3 전위는 기존품)
특기사항	□ 신호장치 - ATS 신호 수신 양호 - ATC 절연구간신호 1회 미수신(첫번째 상행 보은SP), 보드교체 후 수신 양호 - 두 번째 하행 지상신호에 의한 EB체결 □ MPS - MPS 1(1회), 2(1회), 3(약2회), 4(약7회), 7(약3회) 차단 - 차단횟수는 감소되었으나 추진성능 저하 및 슬립 발생 □ 제동 - ECU 11 CPU보드 고장 - 250km/h, 180~190km/h 제동 Jerk 있음 □ 판토그래프 - 비상판(M1) 성능특성 양호

	□ 차량 - 페어링 탈거후 M3 지붕 발생 금속성 소음 저감, 충격음 잔존 - 견인전동기 냉각팬 회전날개차 개선 효과 모호 - 이명현상 발생(일부는 승강문 통과 계측선 영향)
향후 계획	□ 신호장치 - ATC 불연속보드 필터 미세 조정 - 두 번째 하행 지상신호에 의한 EB체결 원인 분석 □ MPS - 추진성능 시뮬레이션 자료 제출(7/25) - 슬립발생 진위 분석 - MPS 4 IGBT 교체(7/24) □ 제동장치 - ECU 11 엔지니어 방문 점검 및 결과/대책보고서 제출 - 제동 Jerk 원인 분석 보고서 제출 □ 판토그래프 - M1 정적압상력 조정(70N, 7/24) □ 차량 - M3 지붕 충격음 감소를 위한 페어링 개선 설계 - 견인전동기 냉각팬 단독운전조건에서 소음 측정 및 비교(기지내) - 터널 진출입신호(신호장치)에 의한 차량 플랩동작 구현 □ 판토그래프 계측시스템 정상화 대책 회의 개최

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	00:20		23:19	23:51	80km/h	
부산 → 신경주	01:40		00:59	01:28	300km/h	
신경주→ 노포			01:34	01:55	300km/h	
노포 → 신경주			02:01	02:20	300km/h	
신경주 → 노포			02:29	02:51	300km/h	
노포 → 신경주			02:56	03:16	300km/h	
신경주 → 부산		04:20	03:27	04:00	300km/h	
부산 → 가야기지			04:09	04:23	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.07.26	시험번호	15	작성자	최성훈
날 씨	맑음	기 온	26.0℃	주행거리	532km (3,272km)
바 람	-	출발시간	22:45	입고시간	04:09
시험구간	부산 ~ 고모 IEC (경부선)		주행최고속도		300 km/h
			주행선로		T2

시험계측 참여 인원 (OBM : 최성훈)					
중앙제어	김상수	판토	조홍식	휠/레일	-
모니터링1	지형민	모니터링2	김민형	모니터링3	백진성

탑 승 인 원 (총 40명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 12명	현대로템(주)	민평오 외 3명
한국철도공사	박근배 외 2명	유진기공	김두성 외 1명
성호테크	김준섭 외 5명	LS산전	한재문 외 1명
한기술	박세호 외 1명	팩테크	장준섭
현대오트론	이진종 외 1명	지엠테크	이한중 외 2명
동아사이언스	박태진	-	-

시험항목	- 판토 공력시험(M1 집전, M4 공력특성 측정)	- 신호장치 응동 시험 - MPS튜닝 시험

조치 사항	- MPS 1, 2, 4 GDU 프로그램 업데이트 - MPS 1, 2, 4 인버터 프로그램 변경 - MPS 4 GDU/인버터 DSP 보드/IGBT/인버터 power supply 교체 - MPS 7 하행시에만 기동 - ECU 11, 12 ↔ 1, 2 교체 - M2, M3 스커트, 페어링 탈거
특기사항	□ 신호장치 - ATC 절연구간 신호 1회 미수신(마지막 상행구간) - 속도제한 오검지에 의한 EB체결 4회 발생 (예: 230km/h에서 170 예고 신호 대신 170 실행신호 검지) □ MPS - MPS 4 IGBT 소자 소손 - MPS 1 차단 다수 발생 - 140km/h 정도에서 MPS 7 전류 불안정 → 차단 - MCB 차단 상태에서 TDCS에 MPS 7 전기제동 현시 - 3 MPS로 견인시 견인력 부족 □ 제동 - 출고 시험 전 ECU 11 오류 발생

	□ 판토그래프 - M1 거동 양호
향후 계획	□ 신호장치 - 연속정보 취득 및 제어 sequence 확인 → 결과 보고 - 불연속 구간 미검지 원인 확인 □ MPS - MPS4 소자교체 및 내부 점검 - 출력 향상을 위해 정토크 구간 확대 적용 검토 - 구내 시험을 통해 동기기 역방향 튜닝(7/31 예정) □ 제동장치 - ECU 11 오류 원인 분석을 위해 차량쪽 신호와 함께 확인 □ 차량 - MC 지붕 페어링 탈거 □ 7월 29일 시험 : 견인력시험, 주행저항시험 수행

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	22:50		22:45	23:06	80km/h	
부산 → 고모IEC	23:30		23:26	00:17	250km/h	
고모IEC → 울산			00:36	00:56	253km/h	
울산 → 고모IEC			01:06	01:30	300km/h	
고모IEC → 울산			01:39	02:02	300km/h	
울산 → 고모IEC			02:10	02:33	300km/h	
고모IEC → 부산		04:20	02:47	03:22	300km/h	
부산 → 가야기지			03:51	04:09	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.07.29	시험번호	16	작성자	최성훈
날 씨	맑음	기 온	26.0℃	주행거리	532km (3,804km)
바 람	-	출발시간	23:03	입고시간	04:36
시험구간	부산 ~ 고모 IEC (경부선)		주행최고속도		300 km/h
			주행선로		T2/울산역T4

시험계측 참여 인원 (OBM : 최성훈)					
중앙제어	김상수	판토	조홍식	휠/레일	-
모니터링1	김민형	모니터링2	윤수환	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 31명)			
한국철도기술 연구원	김석원 외 7명	현대로템(주)	민평오 외 4명
한국철도공사	박근배 외 1명	유진기공	김정현
성호테크	김준섭 외 4명	LS산전	한재문 외 1명
한기술	박세호 외 1명	팩테크	장준섭
현대오트론	이원택	지엠테크	유성훈 외 1명
한기술	박세호	현대오토에버	전정수

시험항목	- 주행저항시험 - 견인성능 시험	- 신호장치 응동 시험 - MPS튜닝 시험

조치 사항	- MPS 4 IGBT 소자 교체 - MPS 1 제어 프로그램 수정 - ECU11 보드 교체 - 연속정보 취득 및 제어 sequence 확인을 위한 프로그램 수정 - 불연속 신호 제어기 S/W 보완 - M1 MCB 제어기 교체
특기사항	□ 신호장치 - ATC 불연속 신호 취득 양호 - 속도제한 오검지에 의한 EB체결 2회 발생 □ MPS - MPS 4 차단 다수 발생 (184km/h), MPS 3 차단 1회. - MPS 1~2 차단 미발생 하였으나 180km/h 이하에서 전류치가 불안정해지고 자동 재가동 현상 발생 → 마지막 하행시 프로그램 업데이트 후 안정됨. □ 제동 - 견인중 TDCS에 제동신호 현시 현상 2회 발생 □ APS - Oil flow 제어 이상 발생 → MCB 차단

	□ 차량 - 240km//h 이상 주행시 차내 소음 증가 (갱웨이 및 상부 페어링 등에서 소음 발생) - 계측선 인입 출입문 취급 신호 불안
향후 계획	□ 신호장치 - 연속정보 취득 및 제어 sequence 확인 → 결과 보고 □ MPS - MPS4 차단 원인 분석 - MPS1, 2 개선 현황 보고 □ 제동장치 - 견인중 제동 현시 원인 분석 (제동, 통신신호 확인) □ APS - 제어기 접지 확인 및 보완 □ 차량 - 갱웨이, 출입문 기밀 확인, 계측선 정리 검토.

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	22:50		23:03	23:15	80km/h	
부산 → 고모IEC	23:30		23:32	00:16	284km/h	
고모IEC → 울산			00:28	01:06	285km/h	
울산 → 고모IEC			01:18	01:39	300km/h	
고모IEC → 울산			01:46	02:15	285km/h	
울산 → 고모IEC			02:24	02:45	300km/h	
고모IEC → 부산		04:20	03:00	03:46	285km/h	
부산 → 가야기지			04:27	04:36	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.08.02	시험번호	17	작성자	이태형
날 씨	흐림	기 온	26.0℃	주행거리	534km (4,340km)
바 람	-	출발시간	22:53	입고시간	04:20
시험구간	부산 ~ 고모 IEC (경부고속선)		주행최고속도		300 km/h
			주행선로		T2/울산역T4

시험계측 참여 인원 (OBM : 이태형)					
중앙제어	전창성	판토	노희민	휠/레일	-
모니터링1	고재하	모니터링2	정호전	모니터링3	윤수환

탑 승 인 원 (총 27명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 9명	현대로템(주)	민평오 외 3명
한국철도공사	소진섭 외 1명	유진기공	김두성
성호테크	김준섭 외 2명	LS산전	조용기 외 2명
현대오트론	김하연	지엠테크	이한중 외 1명
다현CNI	윤일권	-	-

시험항목	- 궤도/교량 안전성시험 - 팬터그래프 시험 - 견인시험	- 신호장치 응동 시험 - MPS튜닝 시험

조치 사항	- 지상속도신호 처리시퀀스 소프트웨어 버그 처리 - MPS 1~4 제어프로그램 동일하게 수정(인버터스위칭주파수 1.0kHz) - MPS 7 레졸버 오프셋 수정 적용 - ECU 11 배선점검 - MC 주변압기 오일펌프 작동지시계 회로차단기 점검
특기사항	□ 궤도/교량 안전성 시험 : 5회 데이터 취득, 금일중 결과 분석 및 시운전단 송부 예정 □ 신호장치 - 첫 번째 상행후 소프트웨어 업데이트 - ATC 절연구간 불연속 예고신호 5회 미수신 - 지상 ATC 속도신호 시퀀스 및 차상 처리시퀀스 확인 필요 □ MPS - MPS 1 ~ 3 정상 기동 - MPS 4 : 8회 차단[V상 GDUF 포화고장(Usat-1)] - MPS 7 : 6회 차단(하행 주행 180, 270km/h에서 차단) - 견인시험은 MPS차단으로 중지

	□ 제동 - 견인중 TDCS에 제동신호 현시 현상 2회 발생(240 ~ 250km/h) ECU에서 TDCS로 데이터 전송 확인 - 제동압 실제 미체결 확인 □ 차량 - M4, MC MCB 투입 불량 - TC 소음 발생, 갱웨이/지붕 페어링에 의한 소음 대책 필요 - TC 좌측승강문 밀착감지 불량 - VHF 무전기 수신 불량 - 절연구간 통과 시 견인력감소 기능 미발휘 □ 계측시스템 - M1, TC 데이터 저장 불량 - M1, M4 판토 계측시스템 일부구간 수동저장 및 일부 구간 저장 중 다운
향후 계획	□ 신호장치 - 로깅데이터를 이용한 지상 ATC 속도신호 시퀀스 및 차상 처리시퀀스 확인 □ MPS - MPS 4 방열판 등 하드웨어 교체 - 계측시스템을 이용한 주요 부위 온도계측 필요성 검토 □ 제동장치 - 250km/h 속도대에서 Jerk 제어 프로그램 검토 □ 차량 - VHF무전기 상태 점검(원인 미확인시 휴대무전기 대여) 및 주기적 점검 계획 수립 - TC 좌측승강문 밀착감지 불량 원인 파악 - M4, MC MCB 투입불량 원인 분석을 위한 시험중 모니터링 - 갱웨이, 지붕 페어링 등 의장분야 현차 조사 - 절연구간 통과 시 견인력감소 기능 TDCS 구현 내용 확인 - 시운전시험 출고일 17:00 이후 차량장치 작업 금지 - 출발전회의 20:30

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	22:50		22:53	23:06	80km/h	
부산 → 고모IEC	23:30		23:30	00:08	300km/h	
고모IEC → 울산			00:22	00:55	294km/h	
울산 → 고모IEC			01:12	01:33	300km/h	
고모IEC → 울산			01:38	02:02	299km/h	
울산 → 고모IEC			02:20	02:41	300km/h	
고모IEC → 부산		04:20	02:54	03:36	300km/h	
부산 → 가야기지			03:49	04:20	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.08.05	시험번호	18	작성자	이태형
날 씨	맑음	기 온	26.0℃	주행거리	534km (4,874km)
바 람	-	출발시간	22:17	입고시간	04:07
시험구간	부산 ~ 고모 IEC (경부고속선)		주행최고속도		300 km/h
			주행선로		T2/울산역T4

시험계측 참여 인원 (OBM : 이태형)					
중앙제어	전창성	판토	노희민	휠/레일	-
모니터링1	고재하	모니터링2	정호전	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 21명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 6명	현대로템(주)	민평오 외 2명
한국철도공사	김대식 외 1명	유진기공	정찬용
성호테크	김준섭 외 2명	LS산전	한재문 외 1명
현대오트론	이진종	지엠테크	이한중 외 1명

시험항목	- 신호장치 응동 시험 - 팬터그래프 시험 - 견인시험	- 주행저항 시험 - MPS튜닝 시험 - 운전실 소음 예비시험

조치 사항	- 신호장치 지상속도코드 디스플레이 유닛 현시데이터 저장 - 신호장치 불연속처리보드 교체 - MPS 4 V, Y상 수냉각판 교체, MPS 3, 4 센서보드 교체, MPS 7 전류위상각 알고리즘 조정 - ECU 11 통신상태 점검 - MC VHF 무전기 랙 교체 및 송수신 양호 확인 - M4, MC MCB 점검
특기사항	□ 신호장치 - 연속정보 수신 및 처리 정상 - 절연구간 불연속정보 예고신호 1회 미수신 및 1회 수신 지연 외 정상 □ MPS - MPS 1 ~ 3 정상 기동 - MPS 4 : 6회 경고장 자동재기동(V상 GDUF) - MPS 7 : 하행시 240 ~ 270km/h까지 안정, 상행시 노치 on/off 시 불안정, 6회 차단 □ 제동 - ECU 11 2회 고장 □ 차량 - M4 MCB 지연 투입

	□ 계측시스템 - M1 계측시스템 : 정상, TC 계측시스템 : 1.5왕복 정상 - M1 판토 계측시스템 : 1.5왕복 정상 작동 후 전원 미투입 - M4 판토 계측시스템 : 비정상
향후 계획	□ 신호장치 - 최고속도 시험구간 진출입 인식 및 속도제어 프로그램 구현 □ MPS - MC MPS 추가 기동하여 비교 및 안정화 □ 제동장치 - ECU 11 고장문제 관련 방문 확인 및 소프트웨어 수정 - 250km/h 속도대역에서 제동요구치 전송 문제 검토 □ 차량 - M4 MCB 제어기 교체 - 에어콘, 승강문 납품업체 현차 점검 및 보완 - 살사장치 - 차내 속도현시 장치 구현 - 차간댐퍼 취부 진행(9월말) - 소음, 기밀 관련 조치(로템 의장, 기장 파트) □ 계측시스템 - M4 판토 계측시스템 쉴드케이블로 재포설 □ 기타 - 8/7(화) 현대로템(주) 홍보촬영(기지 구내)

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	22:20		22:17	223:56	80km/h	
부산 → 고모IEC	23:30		23:29	00:10	300km/h	
고모IEC → 울산			00:20	00:41	298km/h	
울산 → 고모IEC			00:54	01:15	300km/h	
고모IEC → 울산			01:24	01:45	295km/h	
울산 → 고모IEC			01:57	02:17	300km/h	
고모IEC → 부산		04:20	02:32	03:22	278km/h	
부산 → 가야기지			03:30	04:07	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.08.09	시험번호	19	작성자	이태형
날 씨	맑음	기 온	25.0℃	주행거리	121km (4,995km)
바 람	-	출발시간	22:30	입고시간	05:15
시험구간	부산 ~ 울산 (경부고속선)		주행최고속도		300 km/h
			주행선로		T2/T1

시험계측 참여 인원 (OBM : 최성훈)					
중앙제어	김상수	판토	조홍식	휠/레일	-
모니터링1	지형민	모니터링2	김민형	모니터링3	고재하

탑 승 인 원 (총 37명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 11명	현대로템(주)	김성태 외 3명
한국철도공사	손경소 외 1명	유진기공	김두성 외 1명
미디어밴드	김황기	LS산전	한재문 외 1명
현대오트론	유은영 외 1명	지엠테크	이한중 외 2명
팩테크	장준섭	서울대	조준호 외 1명
성균관대	신범식 외 2명	우송대	장덕진 외 3명
제너럴인스트루먼트	서종철	-	-

시험항목	- 신호장치 응동 시험 - 팬터그래프 시험	- MPS튜닝 시험 - 차내 소음시험

조치 사항	- MPS4 V, Y상 GDU 교체 - MPS4 냉각시스템 점검 - ECU S/W 수정 (250km/h 부근 제동 요구신호 발생) - M4 판토 계측시스템 쉴드케이블 재포설
특기사항	※ APS 이상 확인 및 조치로 운행계획 변경하여 부산 - 울산 1왕복만 주행함. □ APS - Sensing board 이상으로 M1 MCB 차단 → 부산역에서 보드 교체 후 정상 작동 □ 신호장치 - 울산역 MP 신호에 의한 진입시 STM 비상제동 체결 □ MPS - MPS 1 ~ 4 정상 기동 (180~220km/h에서 전류치 불안) - MPS 1 자동 재기동 1회 □ 제동 - ECU 11 차단 1회

	□ 계측시스템 - TC 계측시스템 : 상행시 이상 - M1 판토 계측시스템 : 정상 - M4 판토 계측시스템 : 절연구간에서 데이터 수신 끊김
향후 계획	□ APS - 고장 원인 분석 → 고장보고서 제출 □ 신호장치 - 차상신호 로깅 데이터 분석 → 고장분석보고서 제출 □ MPS - MPS 1~4 slide 검지 S/W 보완 - MPS 7, 8 동시 기동 □ 제동장치 - ECU 11 차단 원인 규명을 위한 측정 장비 설치 → 기지내 시험 우선 수행 후 본선 시운전에서 점검 □ 계측시스템 - M4 판토 계측시스템 쉴드 보완

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	22:30		23:30	23:20	80km/h	
부산 → 울산	23:30		03:25	03:51	269km/h	APS 고장
울산 → 부산		04:20	03:55	04:17	300km/h	
부산 → 가야기지			04:40	05:15	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.08.12	시험번호	20	작성자	최성훈
날 씨	맑음	기 온	25.0℃	주행거리	534km (5,529km)
바 람	-	출발시간	22:24	입고시간	03:47
시험구간	부산 ~ 울산 (경부고속선)		주행최고속도		310 km/h
			주행선로		T2

시험계측 참여 인원 (OBM : 최성훈)					
중앙제어	김상수	판토	조홍식	휠/레일	-
모니터링1	지형민	모니터링2	김민형	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 31명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 9명	현대로템(주)	김성태 외 6명
한국철도공사	소진섭	유진기공	김두성 외 1명
성호테크	민재수 외 2명	LS산전	한재문 외 1명
현대오토에버	전정수	지엠테크	이한중 외 1명
팩테크	장준섭	서울대	조준호 외 1명

시험항목	- 신호장치 응동 시험 - 집전성능 시험	- MPS튜닝 시험 - 궤도/교량 안전성 시험

조치 사항	- MPS 1~4 slide 검지 보완 - ECU 차량쪽 DC 입력단에 capacity 설치 - APS 접지 결선 - M3 차체 측면 페어링 취부 - M1 판토계측 쉴드케이블 교체
특기사항	□ 신호장치 - 신경주역 NP 신호에 의한 비상제동 체결 - 절연구간 예고신호 현시 지연 □ MPS - MPS 1 ~ 4 정상 기동 - MPS 1 자동 재기동 1회 - 동기기 : 정방향 주행시 280km/h에서 차단 역방향 주행시 60km/h에서 차단 □ 제동 - ECU 11 차단 3회 □ APS - 수회 재기동 (MC쪽 APS 제외) □ 차량 - 부산역 구내 TC 무전기 감도 불량 - 부산역 → 기지 회송시 MCB 차단후 표시가 순간적으로 차단

	□ 계측시스템 - TC 계측시스템 : 상행시 이상 - M1/M4 송수신은 양호하나 cRio 통신이 310km/h 부근에서 끊김.
향후 계획	□ 신호장치 - NP 신호 취득시 정상적으로 비상제동 체결을 해제하는 방안 검토 (규정상 절차 확인) - 보드에서 절연구간 신호 처리 지연 원인 분석 - 320km/h 증속을 위한 ATP 발리스 정보 처리 프로그래밍 □ MPS - 유도전동기 토크 상향 조정 검토 - 동기기 튜닝 계속 □ APS - TC, M2, M3 APS 접지 재점검 □ 제동장치 - ECU 차단 원인 분석 → 고장보고서 제출 □ 차량 - 비상제동 체결시 TDCS에 상태 현시되도록 수정 □ 계측시스템 - M4 판토 계측시스템 쉴드 보완 - 330km/h에서 비상제동 시험 계획 수립

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	22:20		22:24	22:57	80km/h	
부산 → 고모IEC	23:30		23:30	00:12	310km/h	
고모IEC → 울산			00:19	00:41	297km/h	
울산 → 고모IEC			00:51	01:12	310km/h	
고모IEC → 울산			01:25	01:46	297km/h	
울산 → 고모IEC			01:59	02:21	310km/h	
고모IEC → 부산		04:20	02:31	03:10	278km/h	
부산 → 가야기지			03:18	03:47	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.08.16	시험번호	21	작성자	이태형
날 씨	비	기 온	25.6℃	주행거리	534km (6,063km)
바 람	-	출발시간	22:20	입고시간	03:52
시험구간	부산 ~ 고모IEC (경부고속선)		주행최고속도		320 km/h
			주행선로		T2

시험계측 참여 인원 (OBM : 이태형)					
중앙제어	노희민	판토	오혁근	휠/레일	-
모니터링1	김민형	모니터링2	고재하	모니터링3	박영

탑 승 인 원 (총 28명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 8명	현대로템(주)	민평오 외 3명
한국철도공사	박근배 외 1명	유진기공	김정현
성호테크	김준섭 외 5명	LS산전	한재문 외 1명
현대오트론	유은영	지엠테크	이한중 외 1명
팩테크	장준섭	-	-

시험항목	- 궤도/교량 안전성 시험 - 집전성능 시험 - 신호장치 응동시험	- MPS튜닝 시험 - ATP발리스응동시험

특기사항	□ 궤도/교량 안전성시험 측정 완료 □ 신호장치 - 상행시 절연구간 신호 현시 지연 - 1회차 발생 오류 수정후 발리스 정보처리 프로그램 양호 - 잔여거리표시계 600m부터 급격히 감소 □ MPS - MPS 1 ~ 3 견인력 2.5% 향상 프로그램 운행중 적용 - MPS 1 자동 재기동 1회, MPS 3 자동 재기동 3회 - MPS 2 정상 동작
조치 사항	- MPS 4 견인력 2.5% 향상 프로그램 수정 - MPS 8 레졸버 옵셋 수정 - 신호장치 불연속보드 디스플레이 지연 보완 - 증속시험을 위한 ATP발리스 정보처리 프로그래밍 - ECU 전원보드 커패시터 용량변경(250->400V) 및 써지흡수용 바리스터 설치 - TC, M2, M3 APS 제어기 접지 제거 - 서비스리텐션 취급시 견인전동기 냉각팬 미동작 및 승강문 열림 상태 유지하도록 차량회로 수정 - M1 판토계측시스템 루프접지 적용 - M4 판토계측시스템 전압조정기 및 페라이트코어 적용

특기사항	- MPS 7 : 2회차단(최대속도 185km/h), 사구간 통과시 냉각인버터 차단 - MPS 8 : 정방향 주행시 최고317km/h에서 차단, 총5회 차단 역방향 주행시 90km/h에서 차단, 총 2회 차단 □ APS - M2, TC APS 절연구간 MCB개방후 2회 차단 현시 □ 제동 - ECU11 3회 고장 현시 □ 차량 - 부산역 구내 TC 무전기 감도 불량 - MC 운전실 기밀 불량 □ 계측시스템 - 가속도(TC, M4), 압력(TC, M2, M3), 온도(M2) 신호값 이상 - M1 판토 : 2초 동안만 통신 미연결 - M4 판토 : 1차 상행 70km/h까지 데이터 취득후, 송신기 전원 투입 불량으로 데이터 미취득
향후 계획	□ 신호장치 - 현시 지연 관련 절연구간 예고신호 취득후 실행신호 처리까지 거리 단축 방안 검토 - ATP발리스 처리 프로그램에서 300감속속도도 비상제동억제 - 잔여거리계 600m부터 급감 문제 검토 □ MPS - MPS 6, 8 동시 기동 - MPS 1 ~ 4 로깅데이터 분석하여 견인력 추가향상 결정 □ APS - 차량 유지보수팀과 협동으로 통신 체크 □ 제동장치 - ECU에 보호장치 추가, 실무엔지니어 방문하여 문제 처리 - ES시 제동패드 두께 측정 및 기록 유지, 패드 교환품 수급 □ 차량 - 차주 납품업체 방문하여 TC VHF 무전기 수리 - MC 기밀확보 관련 출입문 점검 및 수리(8/17 금) · 기밀확보시까지 하행 주행속도 조정 검토 - TC 좌측 전조등 점검 및 수리 □ 계측시스템 - 8/16(목) M4 판토 계측시스템 상세 점검 및 M1 판토 계측시스템 접지방식 등과 동일하게 보완 - M4 판토그래프 제어모듈내 누기문제 처리

향후 계획	□ 기타 - 차량 외부 포설 계측케이블 일제 정리 - 차량 운행중 계측관련 배전반 취급 금지 - 청소선(W3) 주변 쓰레기 처리(8/17), 실내청소(8/19)

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	22:20		22:20	22:39	80km/h	
부산 → 고모IEC	23:30		23:33	00:10	310km/h	
고모IEC → 울산			00:22	00:43	297km/h	
울산 → 고모IEC			00:58	01:18	320km/h	
고모IEC → 울산			01:29	01:49	300km/h	
울산 → 고모IEC			02:03	02:24	320km/h	
고모IEC → 부산		04:20	02:35	03:24	300km/h	
부산 → 가야기지			03:38	03:52	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.08.19	시험번호	22	작성자	이태형
날씨 (강수확률)	흐림(30%)	기온(습도)	27.0℃(79%)	주행거리	534km (6,597km)
바 람	8km/h	출발시간	22:25	입고시간	03:40
시험구간	부산 ~ 고모IEC (경부고속선)		주행최고속도		320 km/h
			주행선로		T2

시험계측 참여 인원 (OBM : 이태형)					
중앙제어	노희민	판토	김민형	휠/레일	-
모니터링1	고재하	모니터링2	-	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 26명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 5명	현대로템(주)	민평오 외 3명
한국철도공사	소진섭 외 1명	유진기공	김정현
성호테크	김준섭 외 5명	LS산전	한재문 외 1명
현대오트론	이원택	지엠테크	이한중 외 1명
팩테크	장준섭	흥일기업	박정현

시험항목	- 집전성능 시험 - 신호장치 응동시험	- MPS튜닝 시험

조치 사항	- MPS 4 견인력 100%(1866Nm) 프로그램 수정 - 신호장치 절연구간신호처리 속도 향상 프로그램 수정 - 신호장치 최고속도시험구간 처리 프로그램 수정 ・속도계 430km/h까지 확장, 300감속속도 비상제동 억제 - ECU11 제어전원을 ECU12에서 병렬로 공급 - TC 전조등 좌우 안정기 교체 - 객실속도 현시 프로그램 구현(200km/h이상에서) - M4 판토계측시스템 밧데리전원컨넥터 풀림방지 적용 - M4 판토그래프 제어모듈내 계측용 핏팅 누기문제 보완
특기사항	□ 신호장치 - 2회차 상행 ATP발리스 미수신, 수동 취급 - 속도계 430km/h까지 확장 및 300감속속도 비상제동 억제 양호 - 절연구간(당리SP, 부산SS) 각 1회 미수신 - 절연구간 예고신호 수신 후 MCB 신속 개방 기능 양호 □ MPS - MPS 1~3 견인력 100%(1866Nm) 프로그램 적용 - MPS 3 GDUF 5회 차단, 자동재기동 2회 - MPS 8 차단 5회(최고속도 290km/h) - MPS 6 미기동상태로 오프셋값 계측 수행

특기사항	□ APS - 부산역 정차중 TC, M2 순간차단으로 연장급전 순간동작 □ 제동 - ECU11 동작 양호 □ 차량 - 운전실 출입문 제작사(흥일기업) 기밀관련 현차 조사차 첨승 ·TC 우측 출입문 불량, MC 소음발생 확인 - VHF무전기 감도 불량 - WSP시험 DU 1, 2에서 모두 가능하도록 수정 요청 - MC운전실 좌측 마스콘 VDS 접촉상태 끊김 - 객실속도현시 양호(TC 제외) □ 계측시스템 - M1 판토 : 정상 동작 - M4 판토 : 1, 2회차 상행 320km/h까지 저장, 일부 끊김구간 발생 3회차 상행 318km/h까지 저장(MCB 취급 및 제동시 끊김)
향후 계획	□ 신호장치 - ATP발리스 처리 프로그램 버그 수정 - 불연속정보수신 안테나 설치 적정성 검토(8/21, 화) - 로깅데이터 분석을 통한 불연속정보신호 처리 안정화 □ MPS - MPS 6 계측결과 토대로 오프셋 조정하여 6, 8 동시 기동 - 냉각팬인버터(VTI) 차단 원인 검토 □ APS - MCB차단시 입력저전압 Fault 관련 프로그램 수정(고장검지시간 변경) □ 차량 - TDCS 관련 수정 및 보완작업 진행 - ECU 11 차량출력 제어전원선 확인 - TC VHF 무전기 업체 방문하여 차주 수리 - 2회차 상행 운전실 교체후 MC MCB차단원인 조사 - TC 전조등 재수리 □ 계측시스템 - 판토 계측시스템 저장데이터 끊김구간 처리 프로그램 구현 - 텔레메트리 송수신 안테나 교체

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	22:20		22:25	22:41	80km/h	
부산 → 고모IEC	23:30		23:39	00:20	320km/h	MPS downloading
고모IEC → 울산			00:32	00:52	300km/h	
울산 → 고모IEC			01:10	01:30	320km/h	
고모IEC → 울산			01:36	01:56	300km/h	
울산 → 고모IEC			02:07	02:28	320km/h	
고모IEC → 부산		04:20	02:39	03:19	300km/h	
부산 → 가야기지			03:26	03:40	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.08.23	시험번호	23	작성자	김상수
날씨	비	기온(습도)	27.0℃(85%)	주행거리	534km (7,131km)
바 람	2m/s	출발시간	22:33	입고시간	03:51
시험구간	부산 ~ 고모IEC (경부고속선)		주행최고속도		330 km/h
			주행선로		T2

시험계측 참여 인원 (OBM : 김상수)					
중앙제어	전창성	판토	오혁근	휠/레일	-
모니터링1	김영국	모니터링2		모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 27명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 6명	현대로템(주)	김성태 외 2명
한국철도공사	박근배 외 2명	유진기공	김정현 외 1명
성호테크	김석숭 외 3명	LS산전	한재문 외 1명
현대오트론	유은영	지엠테크	이한중 외 1명
팩테크	장준섭	패버리트랜스포트	서상인
현대오토에버	전정수	-	-

시험항목	- 집전성능 시험 - 신호장치 응동시험	- MPS튜닝 시험 - 궤도/교량 안전성 측정 (지상)

조치 사항	- MPS 3 GDU Fault 프로그램 수정 - 신호장치 로깅데이터 포인트 확대 - 신호장치 정보 수신 안테나 위치 확인 (이상 없음) - 신호장치 불연속 정보 수신 보드 필터 소자 교체 - APS 장비 MCB 차단 Fault 프로그램 수정 - 판토계측시스템의 M4와 M1의 C-Rio 상호 교체 - 운전실 VHF무전기 점검
특기사항	□ 신호장치 - 2회차 및 3회차 상행 ATP발리스 예고 신호 미수신 - ATC신호 수신 양호 □ MPS - MPS 1~4 사용, 6 및 8 은 필요시 기동 - 3회차 상행 최고속도후 제동시 MPS 4 GDU Fault, 이후 3회차 하행시 연속 차단 - MPS 6, 8 수차례 차단, 기동시 전류값이 흔들림 (120 및 230 km/h)

특기사항	□ APS - 기지에서 부산역 이동 중 APS 입력 저전압으로 MCB차단 (수정 프로그램 오류로 부산역에서 이전 프로그램으로 변경 후 정상 작동) □ 제동 - ECU 11 동작 양호 - 감속도 확인을 위하여 3회차 하행시 금정터널 내 70km/h 비상제동 시험 실시 - 330km/h 비상제동 체결시 WSP 제어로 인한 져크가 심하게 발생 □ 차량 - Preset 예비시험 2회 실시 - 1회 상행시 M4 MCB 접점 신호 수신 불량으로 M4 및 Mc MCB 차단 현상 발생 - 차량내 기밀 불량 - TC 좌측 전조등 불량 (교체 필요) □ 계측시스템 - M4 판토 : 로드셀 1개 신호 불량 - TC모듈 : 1회차 상행, 1회차 하행, 2회차 하행 SCXI모듈 전체 신호 불량 - MC모듈 : 3회차 상행, 3회차 하행 SCXI모듈 전체 신호 불량 - M1판토 : 전반적으로 끊어짐 현상 발생
향후 계획	□ 신호장치 - 로깅데이터 분석을 통한 ATP발리스 신호 처리 안정화 □ MPS - MPS 4 하드웨어 점검 (GDU 및 IGBT 소자 확인 등) - MPS 1~4 정토크 영역을 늘리는 프로그램 마련 - MPS 6 & 8 안정화 추진 및 동시 기동 추진 □ APS - MCB 차단시 입력저전압 Fault 관련 프로그램 재수정 □ 차량 - M4 MCB 접점 신호 확인 - M 차량 MPS의 교체된 냉각팬 상태 공급사 확인 (8/23) - Preset 제어 로직 수정/보완 (급가감속 지양) - TC 전조등 수리 □ TDCS - 절연구간 진입시 MCB차단 전 MPS Traction Reduction 방안 마련

향후 계획	□ 제동 - 330km/h에서 비상제동 시험 실시 (8월 26일) - WSP제어시 져크 감소 방안 마련 필요 □ 계측시스템 - M4판토그래프 센서 케이블 및 커넥터 점검 (8/23) - M1판토그래프 C-Rio(대체품) 교체 후 시험 실시 (8/24) - MC 모듈 Surge Protector 설치 - TC SCXI모듈을 다른 차량 모듈과 교체 후 시험 실시 - 무선 송수신기 교체 및 확인 (8/24)

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	22:20		22:33	22:44	80km/h	신호대기
부산 → 고모IEC	23:30		23:26	00:04	330km/h	
고모IEC → 울산			00:13	00:33	300km/h	
울산 → 고모IEC			00:51	01:11	326km/h	
고모IEC → 울산			01:22	01:43	300km/h	
울산 → 고모IEC			02:00	02:20	330km/h	
고모IEC → 부산		04:20	02:35	03:19	300km/h	
부산 → 가야기지			03:36	03:51	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.08.26	시험번호	24	작성자	김상수
날씨	흐림	기온(습도)	26.0℃(80%)	주행거리	534km (7,665km)
바 람	2m/s	출발시간	22:33	입고시간	03:51
시험구간	부산 ~ 고모IEC (경부고속선)		주행최고속도		330 km/h
			주행선로		T2

시험계측 참여 인원 (OBM : 김상수)					
중앙제어	전창성	판토	오혁근	휠/레일	-
모니터링1	이한중	모니터링2	-	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 25명)			
한국철도기술 연구원	김석원 외 4명	현대로템(주)	김성태 외 3명
한국철도공사	박근배 외 2명	유진기공	김정현
성호테크	김석승 외 5명	LS산전	한재문 외 1명
현대오토에버	전정수	지엠테크	이한중 외 1명
팩테크	장준섭	-	-

시험항목	- 집전성능 시험 - 신호장치 응동시험	- MPS튜닝 시험 - 제동시험

조치 사항	- MPS 4 GDU Board 교체 및 냉각수 보충 - MPS 2 정토크 영역 증가 (8%) - 신호장치 ATP발리스 신호처리 프로그램 보완 - APS 장비 MCB 차단 Fault 프로그램 보완 - ECU 11 공급 전원 케이블 재배선 - M4 MCB 접점 회로 점검 완료 - MC 패드 8set 교체 - TC 전조등 교체 - M4 판토계측시스템 송수신기 교체 - MC 계측 모듈 Surge Protector 장착
특기사항	□ 신호장치 - ATP발리스 신호 수신 양호 - ATC신호 불연속신호 (절연구간 예고신호) 1회 미수신 □ MPS - MPS 1~4 사용, 6 및 8 은 필요시 기동 - 2회차 상행 MPS 3 정토크 영역 증가, Fault 발생(과온) - 2회차 하행 MPS 3 정토크 영역 복귀, MPS 1&4 정토크 영역 증가 - 3회차 하행 MPS 1 Fault (DC Link Low Voltage) - MPS 6, 8 수차례 차단, 기동시 전류값이 흔들림(240 km/h부근)

특기사항	□ APS - APS 입력 저전압 Fault 발생 (Tc 및 Mc) □ 제동 - 1,2회차 상행 330km/h 비상제동 시험 실시 - 감속도 확인을 위하여 1,2,3회차 하행시 각각 200, 120, 70km/h 비상제동 시험 실시 (KP 358) □ 차량 - 부산역 대기 중 VHF무전기 수신 불량 □ 계측시스템 - M4 판토 : 로드셀 1개 신호 불량 - TC모듈 : SCXI모듈 센서 신호 수신 불량
향후 계획	□ 신호장치 - ATC 불연속 정보 미수신 현상 분석 □ MPS - 차기 시험시 MPS 1~4 정토크 영역을 늘려서 시험 실시 - MPS 6 & 8 Fault 원인 분석 □ APS - MCB 차단시 입력저전압 Fault 관련 프로그램 개선 (8/28) □ 차량 - 차량 통신 보드 교체 (8/28) - 부산역 정보통신팀과 VHF안테나 수신 체크 (8/30) - 갱웨이 개선을 위한 작업 계획 수립 (8/27) - Battery Charger 점검 (8/29) - 감속기 누유 관련 주행장치 협의 개최 (8/29) □ 계측시스템 - M4판토그래프 접촉력 센서 교체 (8/28) - M1판토그래프 송수신기 교체 - 차량계측시스템 UPS 출력 전원 모니터링 (8/29) - TC와 M3 SCXI모듈 상호 교체 후 차기 시험 실시

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	22:20		22:30	22:58	80km/h	
부산 → 고모IEC	23:30		23:31	00:11	330km/h	
고모IEC → 울산			00:19	00:42	300km/h	
울산 → 고모IEC			00:54	01:16	330km/h	
고모IEC → 울산			01:26	01:49	300km/h	
울산 → 고모IEC			02:01	02:21	330km/h	
고모IEC → 부산		04:20	02:35	03:19	300km/h	
부산 → 가야기지			03:28	03:42	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.08.30	시험번호	25	작성자	최성훈
날씨	흐림	기온(습도)	26.0℃(80%)	주행거리	534km (8,199km)
바 람	2m/s	출발시간	22:33	입고시간	03:51
시험구간	부산 ~ 고모IEC (경부고속선)		주행최고속도		340 km/h
			주행선로		T2/T4

시험계측 참여 인원 (OBM : 최성훈)					
중앙제어	조홍식	판토	지형민	휠/레일	-
모니터링1	김상수	모니터링2	-	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 37명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 7명	현대로템(주)	김성태 외 4명
한국철도공사	소진섭 외 4명	유진기공	김정현
성호테크	김석숭 외 5명	LS산전	한재문 외 1명
현대오토에버	전정수	지엠테크	이한중 외 1명
팩테크	장준섭	오트론	김하연
철도시설공단	유향복 외 1	싸이러스	기호철
코아칩스	이제윤	국토해양부	조현준

시험항목	- 집전성능 시험 - 신호장치 응동시험 - 궤도/교량 안전성시험	- MPS튜닝 시험 - 주행저항시험(290km/h, 150km/h)

조치 사항	- MPS 1~4 정토크 영역 조정 - MPS1 converter board 교체 - MPS1~4 냉각유로 점검, 이물질 제거. - MPS 8 S/W 업데이트 - MCB 차단시 입력저전압 Fault 관련 프로그램 수정 - 신호장치 불연속정보 수신 보드 필터 수정 - 부산역 정보통신팀 VHF안테나 수신 체크 - Battery Charger 점검 - M4판토그래프 접촉력 센서 교체 - TC와 M3 SCXI모듈 상호 교체
특기사항	□ 신호장치 - ATP발리스 신호 수신 양호 - ATC신호 불연속신호 (절연구간 예고신호) 2회 수신 지연 → 보드 교체 후(3회차 주행 이후) 수신 양호 □ MPS - MPS 1~4, 6, 8 기동 - MPS 1, 2 동시 차단 1회 (가선 zero crossing fault)

특기사항	- MPS1 4회 차단 (VD Low voltage fault) - MPS 6 수차례 차단, 기동시 전류값 불안정 □ APS - 절연구간 통과 → MCB 투입 후 TC APS에서 DC link 과전류 fault 발생 → MCB 차단 - M4 MCB 투입 지연 → MC MCB 차단 발생 □ 차량 - 부산역 대기 중 VHF무전기 수신 불량 □ 계측시스템 - 판토계측 이상 없음 - MC SCXI 모듈 계측 이상 발생
향후 계획	□ MPS - 가선 zero-crossing fault는 다른 MPS에서는 발생하지 않았기 때문에 별도 조치 전 모니터링 계속. - MPS1 센서보드 및 DC PT 교체. - MPS6 → 270km/h 까지 기동 가능토록 S/W 보완. □ APS - 측정 데이터 분석 → 고장보고서 제출 □ 차량 - M4 MCB 투입 지연 관련 제어기 교체

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	22:20		22:28	22:42	80km/h	
부산 → 고모IEC	23:30		23:29	00:11	340km/h	
고모IEC → 울산			00:26	00:45	300km/h	
울산 → 고모IEC			00:59	01:21	340km/h	
고모IEC → 울산			01:34	01:54	300km/h	
울산 → 고모IEC			02:04	02:23	340km/h	
고모IEC → 부산		04:20	02:34	03:13	300km/h	
부산 → 가야기지			03:20	03:33	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.09.02	시험번호	26	작성자	최성훈
날씨	맑음	기온(습도)	23.0℃(80%)	주행거리	253km (8,452m)
바 람	2m/s	출발시간	22:25	입고시간	02:08
시험구간	부산 ~ 고모IEC (경부고속선)		주행최고속도		340 km/h
			주행선로		T2/T4

시험계측 참여 인원 (OBM : 최성훈)					
중앙제어	조홍식	판토	지형민	휠/레일	-
모니터링1	이한중	모니터링2	-	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 20명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 4명	현대로템(주)	김성태 외 2명
한국철도공사	소진섭 외 1명	유진기공	김정현
성호테크	김석숭 외 4명	LS산전	한재문
현대오토에버	전정수	지엠테크	이한중
팩테크	장준섭	-	-

시험항목	- 집전성능 시험 - 신호장치 응동시험	- MPS튜닝 시험 - 전차선 압상량 측정 시험(지상)

조치 사항	- MPS1, 2 센서보드 교환 설치 - MPS6 S/W 보완 - TC, M3 APS S/W 수정 - M4 MCB 제어기 교체 - 지붕 페어링 브라켓 제거 - 판토그래프 제어 S/W 수정
특기사항	□ 신호장치 - ATP 발리스신호 수신 양호 - ATC 불연속신호 수신 양호 □ MPS - 가선전압 하강에 의해 MPS 수회 차단 - MPS 6, 8 전류값 불안정 □ 차량 - 고모IEC → 울산 주행 중 250km/h 통과시 가선전압이 0으로 떨어져지는 현상이 3회 발생 (KP309, KP342, KP353) → 원인 파악 위해 운행 취소 후 기지 입고 □ 계측시스템 - 판토계측 이상 없음 - MC SCXI 모듈 계측 이상 발생

향후 계획	□ 차량 - M1, M4 판토 주습판 등 상태 점검 □ 판토그래프 - 속도별 공압제어 보완 및 확인

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착		
가야기지 → 부산	22:20		23:03	22:42	80km/h	
부산 → 고모IEC	23:30		23:30	00:15	340km/h	
고모IEC → 울산			00:24	00:46	270km/h	
고모IEC → 부산		04:20	01:07	01:31	300km/h	차량쪽 가선전압 이상으로 기지복귀
부산 → 가야기지			01:43	02:08	80km/h	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.09.06	시험번호	27	작성자	이태형
날씨	맑음	기온(습도)	23.0℃(73%)	주행거리	534km (8,986km)
바 람	14km/h	출발시간	22:25	입고시간	04:22
시험구간	부산 ~ 고모IEC (경부고속선)		주행최고속도		350 km/h
			주행선로		T2/T1

시험계측 참여 인원 (OBM : 이태형)					
중앙제어	최성훈	판토	김민형	휠/레일	-
모니터링1	조홍식	모니터링2	-	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 45명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 11명	현대로템(주)	김성태 외 3명
한국철도공사	류상현 외 6명	유진기공	김정현 외 1명
성호테크	김석숭 외 4명	LS산전	한재문
현대오트론	유은영	지엠테크	이한중 외 1명
팩테크	장준섭	강원대	박민식 외 2명
FTK	서상빈	SFRT	Jiang
유엔아이솔루션즈	임헌영	씨그널	김대연 외 2명
NI	김선웅	-	-

시험항목	- 집전성능 시험 - 신호장치 응동시험	- MPS튜닝 시험 - 차외 소음시험

조치 사항	- 판토 정적압상력 조정 M4(100N), M1(90N) - MPS #1 DCPT교체, MPS #1,2 제어기 교환 - MPS #6 one pulse제어 미사용으로 프로그램 조정 - MPS #2 팬 교체 - APS(TC, M2) DC Link 과전류 커패시터 용량 증대 - 판토 제어기 탈거(M1, M4) - Gangway 개선 작업, 도어제어유닛(M1, M2) 교체
특기사항	□ 신호장치 - ATC 불연속신호 수신 대체 양호(단, 절연구간 지연수신 2회) - 가선변경구간 판토 재하강, 연결선구간 EB 체결 - ATP 발리스신호 수신 양호 □ MPS - DCPT 교체에 의한 MPS #1 성능 양호 - MPS #1, #2 Zero Crossing으로 자동재기동 1회, #3 차단 1회

특기사항	- MPS 6, 8 제어 불안정(절연구간 통과후 오일펌프고장 신호에 의한 토크 반감 순간) - 비상제동시 회생제동력 미발휘 □ 차량 - M4 MCB 투입 불량 및 MCB 아이콘 사라짐 1회 - 기지내 급곡선 주행시 갱웨이 기능정상 발휘 - 주행상태에서 승강문 점검 □ 계측시스템 - MC영상(대차, 휠/레일) 끊김 및 영상 불투명 - M1, M4 판토계측시스템 1~2초 끊김 □ 실외소음시험(KP305.6) 실시
향후 계획	□ 신호장치 - 가선변경구간 판토 재하강, 연결선구간 EB 체결에 대한 로깅 데이터 분석 □ MPS - 가선전압 데이터 활용 Zero Crossing Fault 원인 분석 - MPS 6, 8 제어 불안정(절연구간 통과후 오일펌프고장 신호에 의한 토크 반감 순간) 관련 제어시간 시퀀스 조정 - 비상제동시 회생제동력 발생 여부 확인 □ APS - 절연구간통과후 시퀀스 수행시간 단축 □ 제동 - 회생제동력 지령/달성 관련 ECU 모니터링 데이터 분석 □ 차량 - M4 MCB 투입 불량 관련 신호장치 출력 및 MCB 접점 점검 - 갱웨이 발판 취부 - 승강문 쇄정 해제(계측선정리 포함) - M4 객실모니터 현시속도 정상화 - ES시 아크카메라 장비 점검 □ 판토그래프 - 압상력 추가 상승 및 공장내확인, 저속도부터 현차시험 □ 기타 : 장치 점검 9/7(금) 완료

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	주행거리	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착			
가야기지 → 부산	22:20		22:25	22:53	80km/h	7.1	
부산 → 고모IEC	23:30		23:30	00:13	340km/h	120.9	
고모IEC → 울산			00:25	00:53	300km/h	69.5	
울산 → 고모IEC			01:08	01:28	350km/h	69.5	
고모IEC → 울산			01:37	01:58	300km/h	69.5	
울산 → 고모IEC			02:15	02:35	340km/h	69.5	
고모IEC → 부산		04:20	02:46	03:42	300km/h	120.9	
부산 → 가야기지			03:50	04:22	80km/h	7.1	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.09.09	시험번호	28	작성자	이태형
날씨	맑음	기온(습도)	22.0℃(71%)	주행거리	552km (9,538km)
바 람	23km/h	출발시간	22:26	입고시간	04:12
시험구간	부산 ~ 동대구 (경부고속선)		주행최고속도		350 km/h
			주행선로		T2

시험계측 참여 인원 (OBM : 이태형)					
중앙제어	노희민	판토	김민형	휠/레일	-
모니터링1	최성훈	모니터링2	고재하	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 45명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 16명	현대로템(주)	김성태 외 4명
한국철도공사	박근배 외 1명	유진기공	김정현
성호테크	김석숭 외 4명	LS산전	한재문 외 1명
팩테크	장준섭 외 2명	지엠테크	이한중
현대오토에버	전정수	연합뉴스TV	문원철
국토해양부	조현준	머니투데이	김태은
한국일보	배성재	아시아경제신문	박미주
중앙일보	이상화	조선일보	최종석

시험항목		
	- 궤도교량안전성시험 - 집전성능 시험 - 압상량측정 - 아크측정	- 신호장치 응동시험 - MPS튜닝 시험 - 밀착검지기 커버 풍하중 측정 - 환경소음시험

조치 사항	- 판토 정적압상력 조정 M4(105N), M1(90N) - 신호장치 로깅데이터 저장 루틴 삭제 - M4 MCB 보조접점 수리 - 휠/레일 카메라 전원컨넥터 체결 보완 및 보호유리 청소
특기사항	□ 350km/h시험에 대한 행사 시행(동대구역) □ 신호장치 - ATC 불연속신호 수신 양호(단, 절연구간 지연수신 1회) - ATP 발리스신호 수신 양호 □ MPS - MPS #1 ~ #4 정상 동작 - MPS #6, #8 차단 2회 - 비상제동시 회생제동력 발휘 확인 및 통신 문제 원인 추정 □ 차량 - M4 MCB 투입 정상 □ 선로변 계측시험 정상 수행

특기사항	□ 계측시스템 - M4 판토계측시스템 일부 구간 신호 끊김 - MC 계측시스템 하행시 비정상 - 중앙제어 마우스 접속 불량
향후 계획	□ 신호장치 - 연결선구간 EB 체결상황 로깅데이터 분석(계속) □ MPS - 비상에서 회생제동 발휘 여부 관련 제동팀과 협력 분석 - 출력 추가 증가 전동기팀과 협력 검토 - Zero Crossing Fault 원인 분석(계속) □ APS - 절연구간통과후 시퀀스 수행시간 단축 프로그램 적용 및 시험 □ 제동 - 회생제동력 지령/달성 관련 ECU 모니터링 프로그램 추가 □ 차량 - M4 MCB 보조접점 비츠로테크 보완(9/11) □ 판토그래프 - 하강시 아크 발생 관련 2단제어 기능 검토 - M1 판토 상승시 전압 미세 출렁임 관련 압상력 관련성 검토 □ 기타 - 350km/h시험결과 보고서 반영 공지 - 중점검 예상계획 공지

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	주행거리	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착			
가야기지 → 부산	22:20		22:26	22:55	80km/h	7.1	KTX 출고
부산 → 동대구	23:30		23:30	01:12	350km/h	130.0	
동대구 → 울산			01:00	01:35	170km/h	78.6	
울산 → 고모IEC			01:41	02:01	350km/h	69.5	
고모IEC → 울산			02:06	02:26	300km/h	69.5	
울산 → 고모IEC			02:38	02:58	350km/h	69.5	
고모IEC → 부산		04:20	03:08	03:47	300km/h	120.9	
부산 → 가야기지			03:57	04:12	80km/h	7.1	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성

* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성

* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.09.13	시험번호	29	작성자	김상수
날씨	맑음	기온(습도)	21.0℃(75%)	주행거리	534km (10,072km)
바 람	2m/s	출발시간	22:26	입고시간	05:03
시험구간	부산 ~ 고모 (경부고속선)		주행최고속도		300 km/h
			주행선로		T1/T2

시험계측 참여 인원 (OBM : 김상수)					
중앙제어	전창성	판토	오혁근	휠/레일	-
모니터링1	조홍식	모니터링2	-	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 21명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 6명	현대로템(주)	김성태 외 2명
한국철도공사	류상현 외 1명	유진기공	김정현
성호테크	김석승 외 4명	LS산전	김석현
팩테크	장준섭	현대오트론	이원택

시험항목	- 집전성능 시험 - 주행저항 시험 - 견인성능 시험	- 신호장치 응동시험 - MPS튜닝 시험 - 환경소음시험

조치 사항	- M3 APS 기동시간 단축 스퀀스 수정 : 13초 → 10초 - M4 MCB 보조접점 교체 - Tc~M1, M1~M2 차간댐퍼 설치 - 외부행선지 표시기 S/W 업데이트 - M1 판토그래프 계측시스템 C-Rio 교체 - 판토모니터링 프로그램 업그레이드
특기사항	□ 신호장치 - ATS R 신호 미검지 1회 (부산역~기지 입고 중) □ MPS - MPS #1, 2, 3, 4 기동 - 2회차 하행부터 MPS #2 차단 (냉각팬 미작동으로 인한 과온 검지로 추정) □ 차량 - 차간 댐퍼 간섭 유무 확인 □ 계측시스템 - MC 계측시스템 2, 3회차 하행 및 3회차 상행 모듈 이상 - TC 계측시스템 1회 모듈 이상 - M1 판토그래프 모니터링 불량 (접촉력 센서 3개, 가속도 센서 1개 출력값 비정상)

특기사항	□ 기타 사항 - 3회차 하행 부산역에서 차량 기동시 판토그래프 차단 현상 발생 (판토 하강 지령치의 원인 분석을 위하여 신호장치와 차량 TDCS 데이터 분석 필요)
향후 계획	□ 신호장치 - 로깅데이터로 ATS 신호 미검지 원인 분석 □ MPS - MPS #2 냉각팬 라인 점검 (9/14) - 온도검지 센서 확인 (9/14) □ APS - 모든 APS 동작 시퀀스 수행시간 단축 프로그램 적용 및 시험 (9/14) □ 제동 - 비상제동시 회생제동력 작동 여부 분석 및 레포팅 □ 차량 - 차간댐퍼 이상 여부 육안 검사 (9/14) □ 계측시스템 - M1 판토그래프 측정시스템 설정값 재조정 (9/14)

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	주행거리	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착			
가야기지 → 부산	22:20		22:30	22:53	80km/h	7.1	신호 대기
부산 → 동대구	23:30		23:30	00:11	300km/h	120.9	
동대구 → 울산			00:23	00:45	300km/h	69.5	
울산 → 고모IEC			00:56	01:23	170km/h	69.5	
고모IEC → 울산			01:36	01:56	300km/h	69.5	
울산 → 고모IEC			02:11	02:34	300km/h	69.5	
고모IEC → 부산		04:20	02:42	04:17	300km/h	120.9	
부산 → 가야기지			04:24	04:53	80km/h	7.1	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

시 운 전 시 험 일 지

시험일자	2012.09.16	시험번호	30	작성자	김상수
날씨	비	기온(습도)	20.0℃(85%)	주행거리	14km (10,086km)
바 람	4m/s	출발시간	22:25	입고시간	00:08
시험구간	가야기지 ~ 부산역		주행최고속도		80 km/h
			주행선로		기존 상/하행선

시험계측 참여 인원 (OBM : 김상수)					
중앙제어	전창성	판토	오혁근	휠/레일	-
모니터링1	조홍식	모니터링2	-	모니터링3	-

탑 승 인 원 (총 21명)			
한국철도기술연구원	김석원 외 6명	현대로템(주)	김성태 외 2명
한국철도공사	정두화 외 1명	유진기공	김정현
성호테크	김석숭 외 4명	LS산전	김석현
팩테크	장준섭	현대오트론	김하연

예정시험항목	- 집전성능 시험 - 소비전력시험	- 신호장치 응동시험 - MPS튜닝 시험

조치 사항	- 모든 APS 기동시간 단축 스퀀스 수정 : 13초 → 10초 - MPS #2 냉각팬 교체 및 테스트 보드 철거 - Tc~M1, M1~M2 차간댐퍼 철거 - M1 후위대차 2번 축 감속기 누유 장치 보강 - M1 판토그래프 압상력 제어를 위한 속도 신호 모니터링
특기사항	□ 신호장치 - ATS 신호 미검지 1회 (부산역 진입신호) □ MPS - MPS #1, 2, 3, 4 기동 □ 아크 발생 장애 발생 - 가야역에서 부산역 진입 중 M1 및 M4 판토그래프에서 아크발생 - 차량 정밀 점검을 위하여 이후 시운전을 취소하고 기지 입고 ※ 상세 사항은 별첨 보고자료 참조 □ 신호장치 - 로깅데이터로 ATS 신호 미검지 원인 분석 □ MPS - MPS #2 테스트 보드를 이용한 모니터링 방안 강구 (중점검 기간 중 계측시스템과 인터페이스 실시) □ 계측시스템 - 차량 중점검을 위한 계측선 분리 (9/17~19)

차세대고속열차 운행 시각

운행구간	계획운행시각		실제운행시각		최고속도	주행거리	지연사유/기타
	출발	도착	출발	도착			
가야기지 → 부산	22:20		22:25	22:29	80km/h	7.1	
부산 → 동대구	23:30						차량 점검으로 운휴
동대구 → 울산							
울산 → 고모IEC							
고모IEC → 울산							
울산 → 고모IEC							
고모IEC → 부산		04:20					
부산 → 가야기지			23:41	00:05	80km/h	7.1	

- 부산기지 ↔ 부산 : 자력회송

* 5분 이상인 지연시만 지연 사유 작성
* 장치 고장으로 인한 지연일 경우 장치 명을 명확하게 작성
* 신호 대기로 인한 지연일 경우 신호 대기로 작성

별첨.6

동력분산형 고속철도 마케팅 전략수립

위탁연구보고서

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적

○ 차세대 고속철도 개발사업은 국내외 기술동향을 고려하여 고속화 및 대용량의 최고시속 400km/h급 고속열차를 독자기술로 개발하여 국내외 시장수요에 환경에 대처하고 신성장 동력산업으로 육성하기 위해 추진하는 연구개발 사업으로 기술개발 완료 단계의 시점에 있음

○ 따라서 본 연구의 목적은 동력분산형 고속철도 개발의 경제적 효과 분석과 마케팅 전략을 수립하는 것임

○ 이는 동력분산형 고속열차가 앞으로 건설될 국내 고속철도 및 전철화 노선 그리고 기존 고속철도 차량의 대체 차량의 수요를 자체기술로 해결할 수 있을 뿐만 아니라 중국, 러시아, 동남아 지역으로의 기술수출에도 이바지할 수 있으리라 예상되며 이에 따른 국가적인 입장에서의 차량 개발에 대한 경제적 효과 분석 및 비즈니스 차원에서의 마케팅전략 수립이 필요하기 때문임

제2절 연구의 내용 및 범위

○ 국내외 고속철도 시장 분석을 통해 국내 장기 고속철도망 계획 및 차량 수급계획을 검토하며 외국의 고속철도 건설계획을 조사·분석하여 국내·국외 시장의 동력분산형 고속철도의 잠재적 수요를 예측함

○ 이를 바탕으로 차량 개발비용에 대한 국가적으로 산출될 수 있는 편익을 산정하여 경제적 타당성 분석과 경제적 파급효과를 분석

○ 동력분산형 고속열차의 비즈니스를 위한 마케팅 전략으로 일반적인 서비스마케팅 방안을 제시하고 특별히 텍스트마이닝 기법을 이용하여 STP를 통해 동력분산형 고속열차의 시장전략을 수립

○ 여기에 텍스트 마이닝을 통한 기존 고속차량의 차량관련 불만요소를 추출함으로써 동력분산형 고속철도 차량에 적용할 수 있는 방안을 제시

제2장 국내외 고속철도 시장동향 분석

제1절 국내 고속철도

1. 동향

○ 철도연장은 총 3574.2km이며 이중 고속선이 368.5km로 본선 346.4km, 연결선 20.3km, 기지선 1.8km로 구성되어 있음

<표 2-1> 고속선의 철도연장

단위 : ㎞

선별	구간	철도 거리	영업거리		복선 거리	전철 거리	최초개통	
			여객	화물			연도	구간
고속본선		346.4	346.4		346.4	346.4	2004. 4. 1	
고속연결선		20.3	20.3		20.3	20.3	2004. 4. 1	
시흥 연결선	시 흥-광 명	(1.5)	(1.5)		(1.5)	(1.5)	2004. 4. 1	시 흥-광 명
대전북 연결선	고속선-대전조차장	(5.8)	(5.8)		(5.8)	(5.8)	2004. 4. 1	고속선-대전조차장
대전남 연결선	옥천-고속선	(4.2)	(4.2)		(4.2)	(4.2)	2004. 4. 1	옥천-고속선
대구북 연결선	고속선-지천	(3.5)	(3.5)		(3.5)	(3.5)	2004. 4. 1	고속선-지천
대구남 연결선	동대구-고속선	(4.0)	(4.0)		(4.0)	(4.0)	2010.11.1	동대구-고속선
부산 연결선	고속선-부산	(1.3)	(1.3)		(1.3)	(1.3)	2010.11.1	고속선-부산
기지선	광명,오송,영동	1.8			1.4	1.7	2005 12. 31	
고속선계		368.5	366.7		368.1	368.4		

자료 : 철도공사 경영공시, 2012.6.30일

○ 고속열차의 여객수송실적 추이를 보면 2007년 3천7백만명에서 2008년 3천8백만명 2011년 오천만명으로 꾸준히 증가하고 있음

○ 고속열차의 여객수송분담률 또한 2007년 38%에서 2011년 45%로 분담률이 꾸준히 증가하고 있음을 알 수 있음

<표 2-2> 여객수송실적

단위 : 천명

구분	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
KTX	37,315	38,016	37,477	41,349	50,309
일반계	73,315	75,082	70,256	70,745	71,460
-새마을	10,015	10,814	10,933	10,925	10,207
-무궁화	55,320	57,383	54,518	56,125	57,471
-누리로	-	-	817	2,440	3,039
-통 근	7,980	6,885	3,988	1,255	743
광역철도	878,664	905,879	912,586	948,832	996,852
합 계	989,294	1,018,977	1,020,319	1,060,926	1,118,621

자료 : 철도공사 경영공시, 2011.06. 30 기준

○ 여기에 수도권 고속철도가 신규로 추가되고, 호남 고속철도가 추진 중임

○ 호남고속철도 1단계 사업과 수도권 고속철도, 경부고속철도 2단계 사업은 2014년까지 대전·대구 도심구간 사업을 완료하고 호남고속철도 2단계 사업은 2017년까지 완공될 예정임

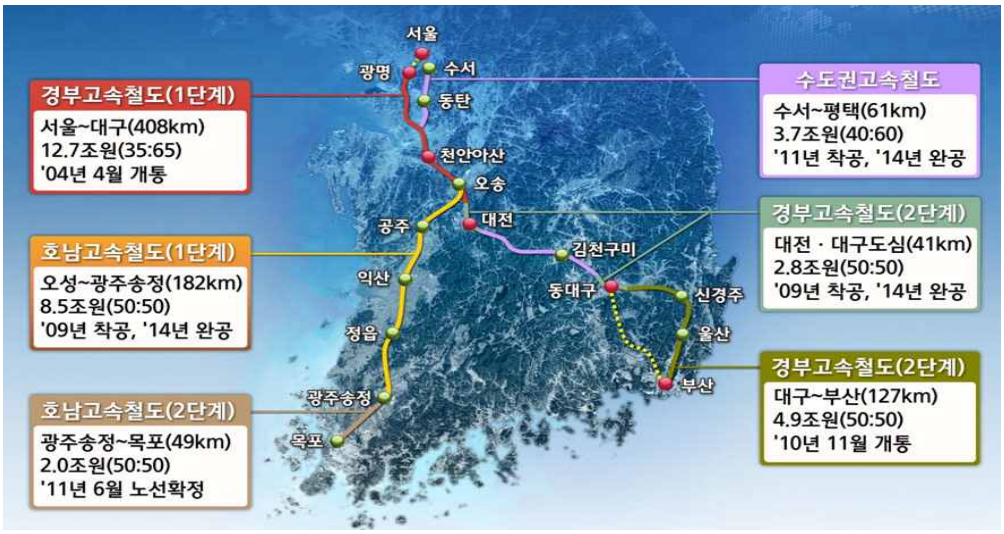
○ 따라서 고속철도의 수송실적 꾸준한 증가가 예측되는데 이것은 고속철도시설 확충 및 고속의 고급 교통서비스의 수요가 꾸준히 증가한다고 볼 수 있음

○ 또한 장래 소득수준의 향상에 따라 고속의 고급교통서비스 수요의 꾸준한 향상을 예측할 수 있음

<표 2-3> 고속철도 계획

노선명	연장	1차 계획	2차 계획	비고
경부고속철도 2단계	40.9km	~2010	~2014	기간변경
호남고속철도	230.9km		~2017	-
수도권 고속철도	61.0km		~2014	신규추가

자료 : 국가철도망 구축계획 수립연구, 2010.10



<그림 2-1> 고속철도 현황 및 건설계획

○ 우리나라의 고속철도기술은 프랑스, 독일, 일본 등 철도 선진국의 고속철도 경험과 기술 수준에는 못 미치지만, 경부고속철도건설사업과 고속철도기술개발사업(G7 고속전철기술개발사업 포함)을 통해 비약적인 발전이 있었음

○ 경부고속철도도입 시에 고속철도에 대한 국내 기술이 전무하여 프랑스의 TGV 시스템을 선정하였고, 프랑스 회사로부터 기술도입에 훈련을 통하여 경부고속철도 건설사업을 추진하여 2004년 4월 경부고속철도 1단계가 개통 됨

- 경부고속열차(KTX)는 프랑스 고속열차 2세대 TGV-A 차량을 기본으로 한국의 운행여건에 맞게 변경 제작한 차량임. 열차편성은 동력차 2량, 동력객차 2량 및 객차 16량 등 20량 1편성으로 구성되어 있으며 총46편성이 영업운행 중에 있음

○ 또한 1996년부터 프랑스 이전 기술을 바탕으로 고속철도 기술의 국내 자립을 위해 G7 고속전철기술개발사업과 고속철도기술개발사업이 추진됨

○ G7 고속전철기술개발사업에서는 국내기술로 차량시스템 및 핵심 부품기술을 개발하여 한국형고속열차를 탄생시켰으며, 신규 도입 고속철도 차량으로 결정되어 계약이 체결되어 2010년 3월 2일 국산 기술로 제작한 KTX-산천의 운행이 시작됨

- KTX-산천은 한국형 고속열차 시제차량의 양산차량으로 2008년 11월 최초 양산차가 출고되었으며 시운전 시험을 거쳐 2010년 투입됨. 기존 KTX차량이 20량 1편성 방식인데 비해 10량 1편성을 기본편성으로 양쪽 선두부에 전공일체 자동병렬 장치를 적용해 수요에 따른 탄력적 운용이 가능



<그림 2-2> KTX-산천

○ 국내 기술로 개발된 한국형고속열차가 신규 도입할 고속차량으로 선정되어 상업 운행에 성공함에 따라 고속차량의 영업운행 실적을 요구하는 해외시장에 고속열차 수출을 위한 교두보가 마련됨

○ 이에 이어 현재 최고시속 400kph급 동력분산형 고속열차시스템 및 핵심기술(HEMU-430X) 개발 중에 있으며 현재 3단계로 최고속도 시험, 시제차량 성능 시험 및 시운전 시험평가 등을 수행하여 개발기술이 조기 상용화를 목표로 진행 중임



<그림 2-3> 단계별 동력분산형 고속열차 시스템 및 핵심기술 개발

2. 시장규모

○ 국내 고속철도는 KTX 46편성 920량, KTX-산천 19편성 190량 총 1,110량을 보유하고 있음

<표 2-4> 고속철도 차량현황

구분		편성	동력차(량)	객차(량)	계(량)
고속열차	KTX	46	92	828	920
	KTX-산천	19	38	152	190

자료 : 철도공사 경영공시, 2012.6.30일 기준

○ 운영현황을 살펴보면 검수예비편성을 제외하고 KTX는 경부고속선과 기존 호남선에 투입되고 있으며 KTX-산천은 전 고속철도 노선에 고루 투입되고 있음을 알 수 있음

<표 2-5> 고속철도 운영현황

단위 : 편성

구분	KTX	KTX-산천
경부고속선	31	7
경전선	-	6
기존호남선	9	2
전라선	-	2
검수/예비편성	6	2
계	46	19

자료 : 국토해양부 내부자료

○ 여기에 최근 호남고속철도 운영을 위한 신규 22편성 도입이 계약되어 도입될 예정임

제2절 국외 고속철도

1. 동향

○ 영업최고속도 250km/h 이상의 세계고속철도 영업연장은 13,020km임(2010년 2월말 기준)

○ 일본은 신칸센을 5대 도시권을 3시간 정도로 연결시킬 목표로 '15년까지 약 460㎞를 정비할 예정이며 360km/h급 FASTECH 360 차량을 개발 시험 중

○ 유럽연합의 범유럽교통망계획에서는 22개의 철도관련 프로젝트를 통해 '20년까지 고속철도 네트워크를 21,180㎞로 확장할 계획이며, 프랑스는 '20년까지 5선 8구간의 TGV노선을 계획하여 약 2,000㎞가 확충될 계획임

○ 독일은 최고속도 350km/h 급 VELARO 차량을 개발 중이며, 프랑스는 320km/h급 차세대 TGV차량을 개발 시험 중

○ 중국의「중장기철도망계획」에 따르면 4종4횡의 고속철도를 건설할 계획이며, 약 12,000㎞ 이상 확충할 계획임

○ 러시아는 '30년까지 고속화철도(시속 160~200㎞) 10,000㎞, 초고속철도(시속 350㎞) 1,500㎞를 건설할 계획임

○ 브라질, 미국(11개 노선 13,700km)등 고속철도 건설계획이 가시화되었으며 인도 등이 계획 중



<그림 2-4> 세계 고속철도 건설계획

<표 2-6> 세계의 고속철도 연장

(단위 : 마일)

국가	운영중	공사중	계획	계
아시아				
중국	3914	2696	1803	8413
인도			308	308
이란			295	295
일본	1484	200	362	2046
사우디아라비아			341	341
한국	256	116	30	402
타이완	214			214
터키	146	317	1043	1506
계	6014	3329	4182	13525
유럽				
벨기에	130			130
프랑스	1177	115	1016	2308
독일	798	235	416	1449
이탈리아	574		245	819
네덜란드	78			78
폴란드			442	442
포르투칼			625	625
러시아			404	404
스페인	1735	1325	1058	4118
스웨덴			466	466
스위스	22	45		67
영국	67		127	194
계	4581	1720	4799	10970
	북미			
북미	224		585	809
계	224		585	809
남미				
브라질			318	318
아르헨티나			196	196
계			514	514
북아프리카				
모로코		124	298	422
계		124	298	422
총계	10595	5173	10378	26240

자료 : UIC High Speed Department, High Speed Lines in the world, July 2011

2. 시장규모

○ The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014(SCI/ Verkehr Cologne 2009)를 정리함

가. 철도시장 규모

○ 세계 철도시장 규모는 2009년 기준 1,265억유로로 철도차량 부문이 739억유로(58%)로 가장 비중이 크며 인프라구조물, 시스템 순으로 조사됨

○ 철도시장 규모는 2014년까지 연 4.2%의 성장률을 보일 것으로 예측되었으며 인프라 구조물이 5.5%, 시스템기술 4.1%, 철도차량 3.7%의 성장률을 보일 것으로 예측

<표 2-7> 철도시장 규모(2009)

단위: 백만유로

구분	시장규모	성장률(2009~2014년 평균)
1. 인프라구조물	39,500	5.5
2. 시스템기술	13,200	4.1
3. 철도차량	73,800	3.7
계	126,500	4.2

자료 : The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014, SCI/ Verkehr Cologne 2009



<그림 2-5> 철도시장 규모

○ 지역별 시장규모 비중은 유럽 38%, 아시아 25%, 북아메리카 19%, CIS 11%, 아프리카·중동 3% 남미·중미 2%, 오세아니아 2%를 차지하고 있음

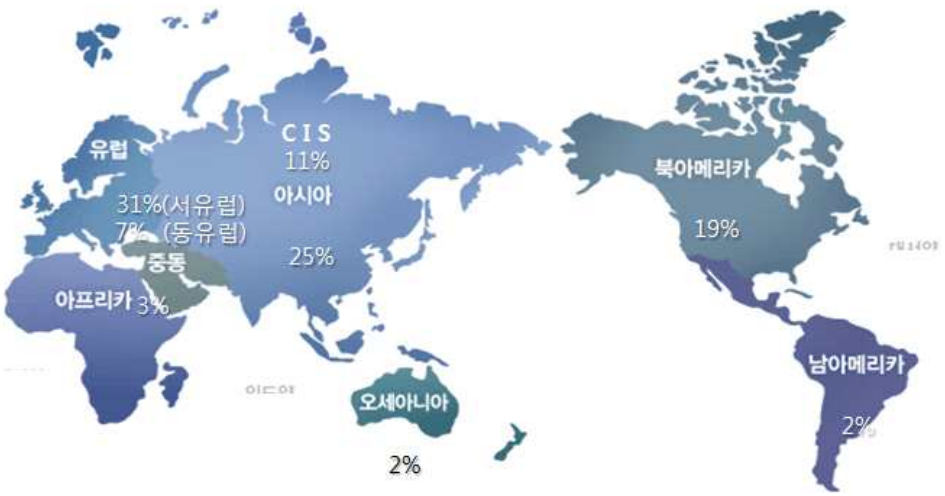
○ 평균성장률을 보면 전체 지역 중 남미/중미 시장의 평균 성장률이 7.1%로 가장 높고 아프리카/중동 5.8%, 아시아 5.2% 순으로 나타남

<표 2-8> 지역별 철도시장규모(2009)

단위: 백만유로

구분	시장규모	성장률(2009~2014년 평균)
서유럽	39,000	3.5
동유럽	8,850	3.3
북미	23,500	4.3
남미/중미	3,000	7.1
아시아	31,700	5.2
아프리카/중동	4,250	5.8
CIS	13,700	3.7
오스트레일리아/태평양	2,500	3.8
계	126,500	4.2

자료 : The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014, SCI/ Verkehr Cologne 2009



<그림 2-6> 지역별 철도시장규모

나. 인프라 구조물

○ 인프라구조물 분야에서 하부구조물에 해당되는 일반토목(토공, 교량, 터널, 정거장, 차량기지 등의 시설물) 내용은 포함하지 않고, 철도에 특화된 상부구조물(궤도시스템)과 전철와 내용만을 포함

○ 2009년기준 인프라구조물 전체 시장규모는 395억 유로로 서유럽 108억유로, 아시아 100억유로 북미 순으로 조사됨

○ 전체시장에서 신규개량사업은 122억유로, 유지관리사업은 273억유로를 차지하는 것으로 나타남

○ 인프라 구조물 분야를 부분별로 보면 다음과 같음

○ 궤도부문 시장은 339억 유로로 신규개량분야 92억유로, 유지관리분야 247억 유로로 나타남

<표 2-9> 궤도 시장규모(2009)

단위: 백만유로

구분	서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아니아	계
신규 개량	3,170	500	710	310	3,250	570	470	220	9,200
유지관리	5,450	1,760	7,600	610	5,380	820	2,680	432	24,730

자료 : The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014, SCI/ Verkehr Cologne 2009

○ 전철화 부분시장은 55억 유로로 신규개량분야 30억유로, 유지관리분야 25억 유로로 나타남

<표 2-10> 전철화 시장규모(2009)

단위: 백만유로

구분	서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아니아	계
신규 개량	1,000	400	170	60	970	170	230	40	3,050
유지관리	1,180	390	30	10	410	15	470	10	2,500

자료 : The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014, SCI/ Verkehr Cologne 2009

다. 시스템기술

○ 철도 시스템 기술은 시호제어 부분과 여객정보시스템 부분으로 구분됨

○ 시스템기술 전체 시장규모 132억 유로 중 신호제어 부분이 113억 유로, 여객정보시스

템 부분이 19억 유로를 차지

○ 시스템 기술 분야를 부분별로 보면 다음과 같음

○ 신호제어부분 시장은 시스템기술 시장규모의 대부분을 차지하며 신규개량 50억 유로, 유지관리 62억 유로의 규모로 나타남

○ 여객정보시스템 분야 시장은 신규개량 15억유로, 유지관리 4억유로의 규모로 나타남

○ 지역별로 보면 서유럽 60억 유로, 아시아 29억 유로, 동유럽 12억 유로 순으로 조사됨

<표 2-11> 신호제어 부분 시장규모(2009)

단위: 백만유로

구분	서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아니아	계
신규 개량	211	420	470	150	1,320	270	250	80	5,080
유지관리	2,970	700	370	75	1120	100	730	170	6,240

자료 : The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014, SCI/ Verkehr Cologne 2009

<표 2-12> 여객정보시스템부분 시장규모(2009)

단위: 백만유로

구분	서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아니아	계
신규 개량	735	65	215	25	360	15	40	41	1,500
유지관리	185	25	55	0	85	5	10	10	370

자료 : The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014, SCI/ Verkehr Cologne 2009

라. 철도차량

○ 전체 철도차량 시장규모는 738억 유로 규모로 지역별로는 서유럽 221억 유로, 아시아 187억 유로, 북미 139억 유로 순으로 나타남

○ 열차 종류별로는 화자 184억 유로, EMU 113억 유로, 디젤기관차 112억 유로, 객차 77억 유로, 도시철도 68억 유로, 고속열차 65억 유로, 전기기관차 59억 유로 순으로 조사됨

○ 신차시장규모와 판매 후 시장규모는 각각 362억 유로, 376억 유로로 나타남

○ 신차 규모는 신설노선에 차량이 최초(신규)투입된 경우이며 판매후 규모는 시설/기존선 최초(신규)투입이후 노후 교체 및 유지보수 비용임

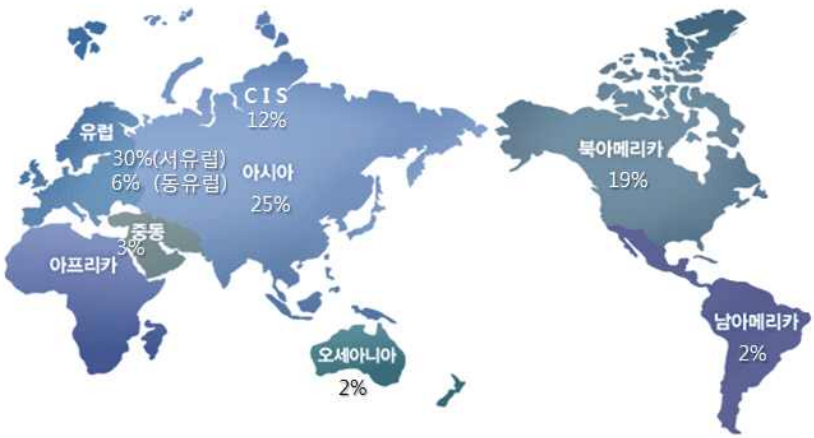
<표 2-13> 철도차량 부분 시장규모(2009)

단위: 백만유로

구분		서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아니아	계
전기 기관차	신차	1,30	170	40	0	1,320	190	700	70	3,520
	판매후	1,100	310	20	<10	520	60	340	20	2,380
디젤 기관차	신차	490	80	1,170	130	900	90	490	230	3,580
	판매후	1,350	570	3,020	420	1,040	190	780	230	7,600
고속 열차	신차	1,425	75	0	0	2,455	35	100	0	4,090
	판매후	1,535	10	15	0	850	0	5	10	2,430
EMU	신차	3,340	330	22	60	1,250	210	250	340	6,000
	판매후	1,980	240	140	110	2,050	130	480	170	5,300
DMU	신차	750	70	15	5	75	75	30	50	1,070
	판매후	810	135	10	15	225	10	35	20	1,260
객차	신차	680	180	370	70	1,050	320	1,020	10	3,690
	판매후	1,190	540	220	70	1,250	150	580	40	4,030
화차	신차	1,040	265	2,070	215	2,450	80	2,075	155	8,350
	판매후	1,470	790	4,190	260	1,310	290	1,660	120	10,100
경전철	신차	865	275	245	4	120	130	55	15	1,710
	판매후	950	370	280	5	55	30	185	35	1,900
도시 철도	신차	1,180	120	965	290	1,320	280	45	0	4,200
	판매후	950	80	860	90	480	30	110	0	2,600
계	신차	10,800	1,565	5,095	774	10,940	1,410	4,765	870	36,219
	판매후	11,335	3,045	8,755	980	7,780	890	4,175	645	37,605
계		22,135	4,610	13,850	1,754	18,720	2,300	8,940	1,515	73,824

자료 : The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014, SCI/ Verkehr Cologne 2009

○ 지역별 고속열차시장규모를 보면 유럽지역이 36%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 아시아 25%, 북아메리카 19% CIS 12% 순으로 나타남



<그림 2-7> 고속철도의 세계시장규모

3. 국가별 시장동향

○ 프랑스, 독일, 일본 등의 철도선진국에서는 300km/h로 영업운전을 하고 있음에도 불구하고, 고속철도에 대한 연구개발 투자를 계속적으로 진행하고 있음



<그림 2-8> 국내외 고속열차 기술개발 현황

가. 일본

○ 철도 영업연장은 20,048km이며, 이 중 전철화 구간은 12,226km(61.0%), 복선화 구간은 8,244km(41.1%) (International Railway Statistics, 2008)

○ 1964년 도카이도 신칸센(동경~신오사카)에서 신칸센 0계가 최고운행속도 210km/h로 상업운행 시작, 1992년에는 도카이도 신칸센에서 신칸센 300계 노조미가 270km/h로 주행, 1997년 산요신칸센(신오사카~하카다)에서 신칸센 500계가 300km/h로 주행, 2002년부터 신칸센 700계 레일스타가 산요 신칸센에서 최고운행속도 285km/h 상업운행

○ 현재 FASTECH 360 시계열차를 최고속도 360km/h급으로 개발시험 중

<표 2-14> 신칸센 차종별 최고운행속도

구분	차종	최고운행속도(km/h)
고속철도	신칸센 0계	210
	신칸센 100계	230
	신칸센 300계, 700계	270
	신칸센 200계, E2	275
	신칸센 400계	240/130
	신칸센 E1, E4	240
	신칸센 E3	275/130
	신칸센 500계	300

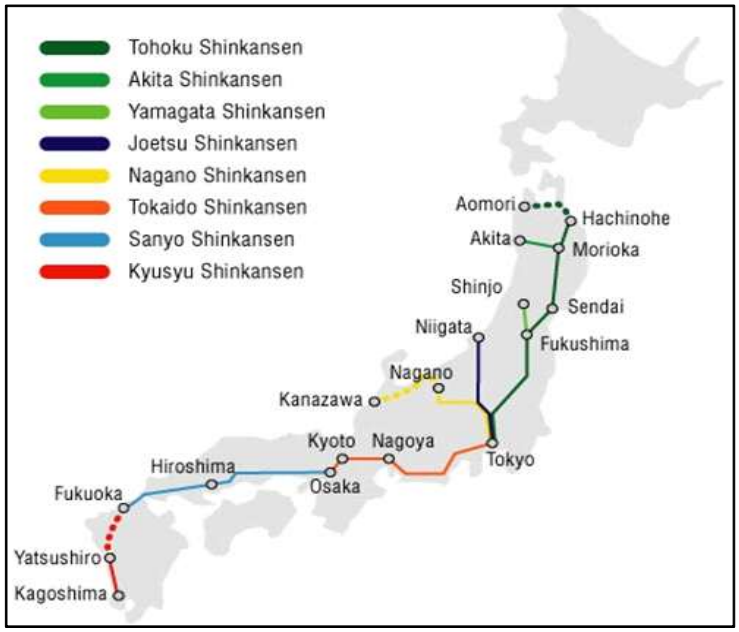


<그림 2-9> 일본고속철도 차량개발 역사 및 N700계

○ 신칸센의 노선은 도호쿠, 후쿠리쿠, 아키타, 야마가타, 조에쓰 등 8개이며 '07년 현재 영업연장은 2,388㎞(유럽철도의 역사와 발전,2009)

<표 2-15> 신칸센 노선 및 구간 ('07년)

노선	구간
도호쿠	아오모리~하치노헤~모리오카~센다이~후쿠시마~도쿄
아키타	모리오카~아키타
야마가타	후쿠시마~야마가타
조에쓰	도쿄~니카타
나가노	도쿄~나가노~가나자와
토카이도	도쿄~나고야~교토~오사카
산요	오사카~히로시마~후쿠오카
규슈	후쿠오카~야스시로~가고시마



자료: www.japanrail.com 홈페이지

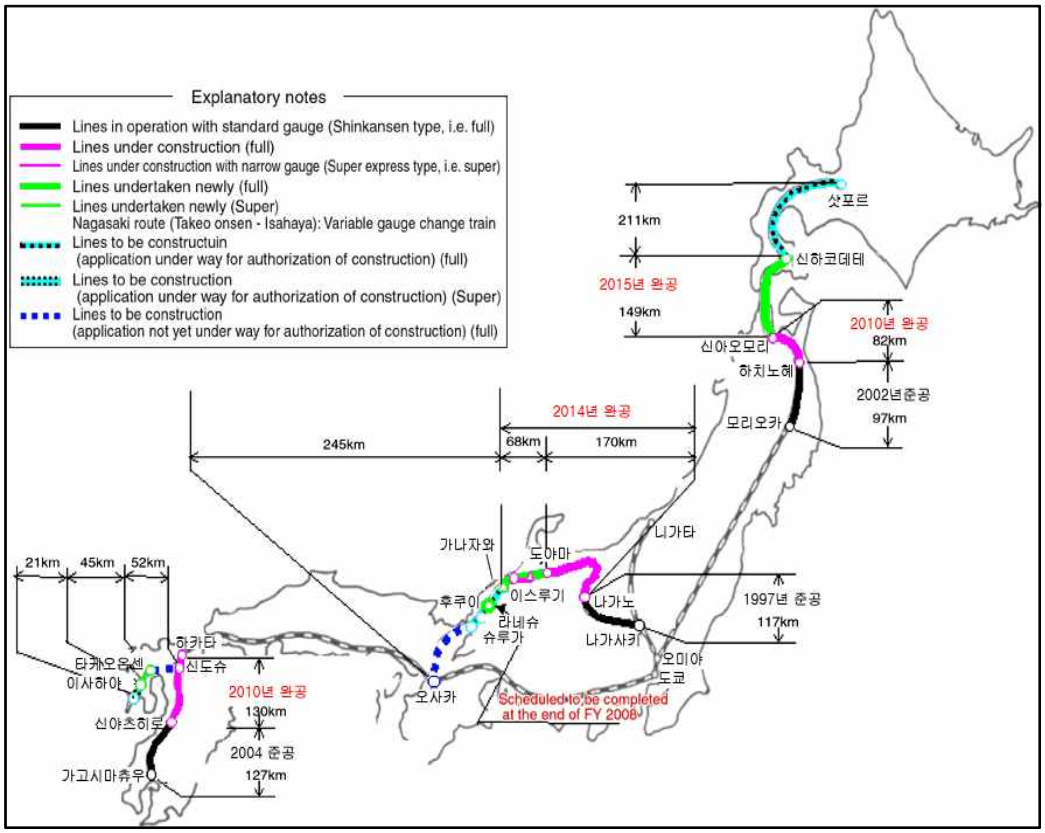
<그림 2-10> 일본의 신칸센 노선도 ('07년)

○ 신칸센의 정비와 재래선의 고속화를 통하여 5대도시권(도쿄, 나고야, 오사카, 삿포르, 후쿠오카)을 3시간 정도로 연결하는 것을 목표로 '15년까지 약 460㎞를 확충할 계획

<표 2-16> 신칸센 정비구간 ('10～'15년)

구분		정비구간	연장(㎞)	완공시기(년)
신칸센	홋카이도	신하코데테-신아오모리	148.7	2015
	도호쿠	신아오모리-하치노헤	81.2	2010
	호쿠리쿠	나가노-도야마-가나자와	229.9	2014
		가나자와-라네슈	-	2014
		라네슈-슈루가	-	2014

자료: 국토교통성 홈페이지(www.mlit.go.jp)



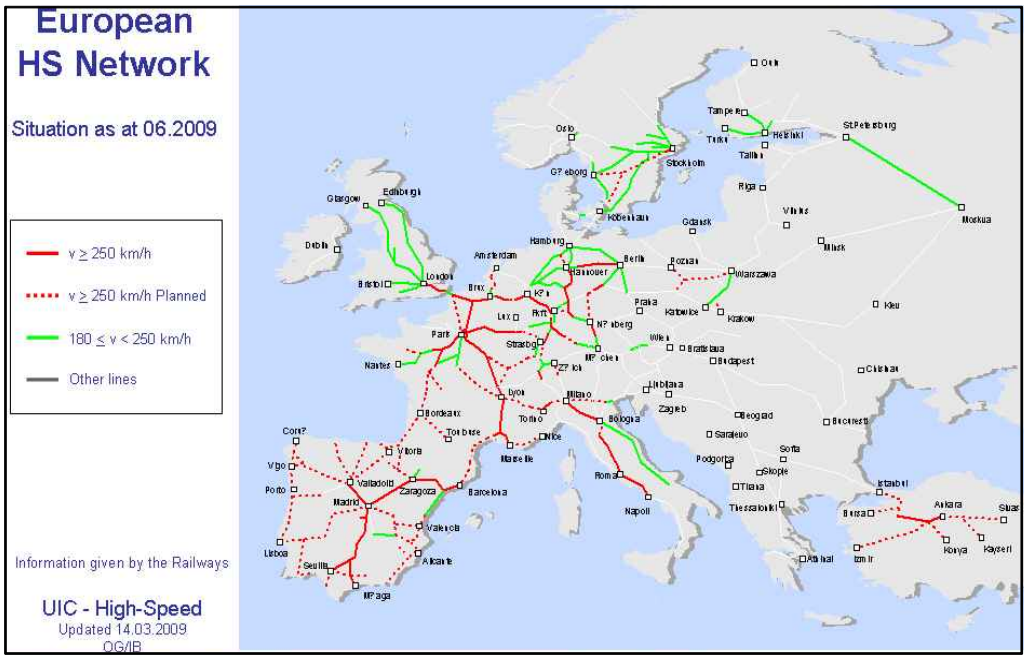
자료: 국토교통성 홈페이지(www.mlit.go.jp)

<그림 2-11> 신칸센 철도계획구간 ('10～'15년)

나. 유럽연합(EU)

○ 유럽 주요국가 철도의 평균 영업연장은 9,423km이며 이 중 전철화구간은 5,135㎞(51.5%), 복선화구간은 4,147㎞(42.9%)(International Railway Statistics, 2008)

○ 유럽의 고속철도망은 독일, 벨기에, 스페인, 영국, 이탈리아, 프랑스의 고속철도 연장을 합한 5,764㎞이다 (EU energy and transport in figures, 2009)



자료: Korail. 2009. 1st World High Speed Interaction Workshop

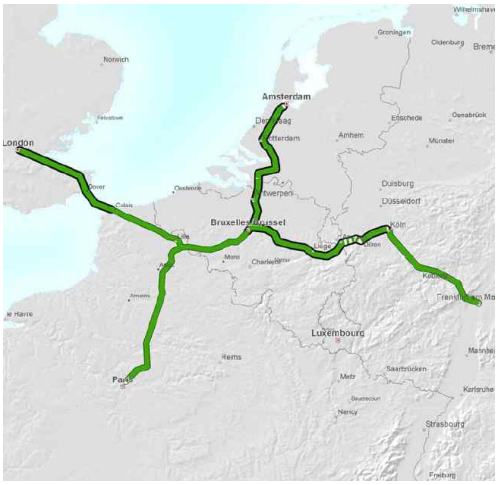
<그림 2-12> 유럽 고속철도 네트워크 ('09년)

○ 유럽연합의 철도프로젝트는 주요 교통로의 병목현상, 신규프로젝트, 재정조정 틀의 확대 등을 목표로 하며 '13~'25년까지 진행되는 프로젝트의 개요는 다음과 같음

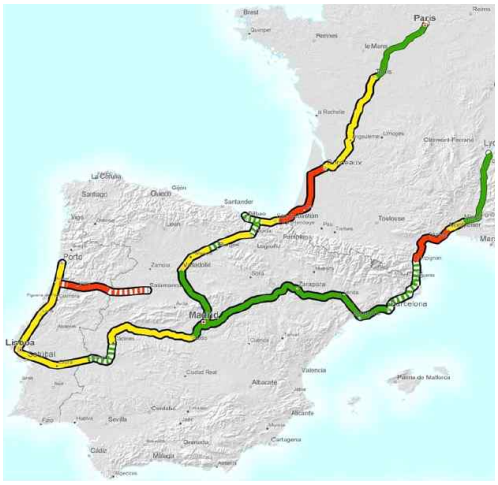
<표 2-17>「범유럽교통망계획」의 고속철도망 계획 개요 ('13~'25년)

구분	계획구간	연장(km)	완공(년)
고속철도	파리~브르쉘/브르쉘~콜로니~암스테르담~런던	1,124	2015
	남서유럽	3,753	2020
	동유럽	603	2013
	이베리아반도	4,776	2020

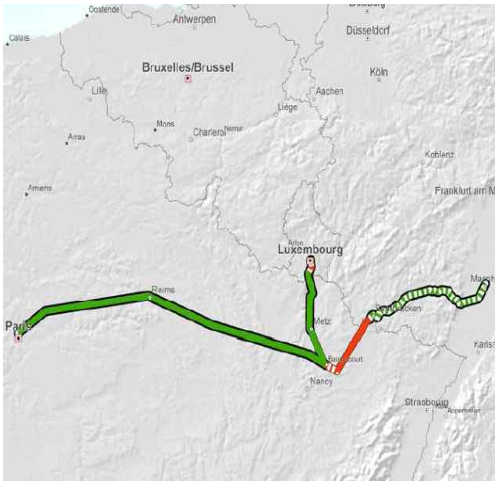
자료: EU. 2008. TEN-T Implementation of the priority projects progress report.



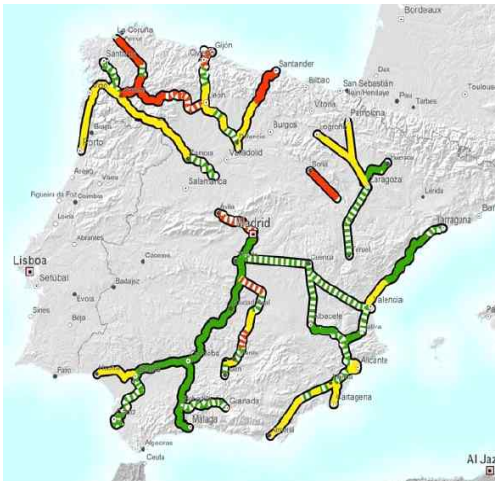
파리～브르쉘/브르쉘～콜로니～암스테르담～런던



남서유럽



동유럽



이베리아반도



자료: EU. 2008. TEN-T Implementation of the priority projects progress report.

<그림 2-13> 범유럽교통망계획(TEN)의 고속철도망 계획 ('13～'20년)

다. 프랑스

○ 영업연장은 29,901㎞이며 전철화 구간 15,402㎞(51.5%), 복선화 구간 17,185㎞(57.5%) (International Railway Statistics2007, 2008)

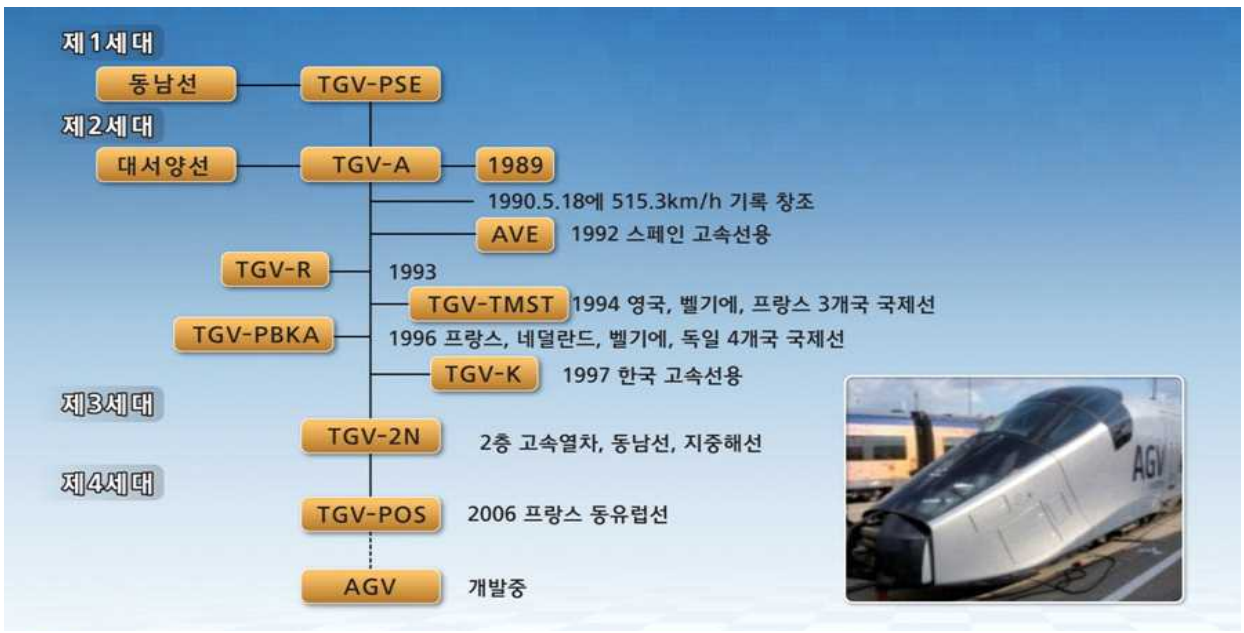
○ 1981년 동남선 고속철도에서 TGV-PSE가 260km/h로 상업운행 시작, 989년 고속철도 신선 대서양선에서 TGV-A가 세계최조로 300km/h로 상업운행, 북부에는 Eurostar와 Yhalys가 300km/h로 운행

○ TGV는 유럽네트워크를 이용하여 영의 런던, 벨기에의 부뤼셀, 네덜란드의 암스테르담, 독일의 쾔른, 베를린 및 프크푸르트, 스위스의 베른과 취리히, 이탈리아의 밀라로, 로마까지 연결운영 중

○ 최근 AGV 가 개발완료되었으며 360km/h급 상업운전을 목표로 함

<표 2-18> TGV 차종별 최고운행속도

구분	차종	최고운행속도(km/h)
고속철도	TGV-PSE	260
	TGV-A	300
	TGV-D	300
	Eurostar	300
	TGV-R	300
	Thalys	300



<그림 2-14> 프랑스 고속철도 개발역사

○ TGV(Train á Grande Vitesse)는 동남선, 대서양선, 북부선 등 5개 노선이 운행중이며 영업연장은 1,893㎞(EU energy and transport in figures, 2009)

<표 2-19> TGV 노선 및 운행구간('04년)

노선	구간
남동선	파리～리용
대서양선	파리～르망, 파리～뚜르
북유럽선	파리～릴～런던
지중해선	발랑스～아비뇽～마르세이유, 발랑스～님므
론·알프스선	리용～발랑스

자료: TGV홈페이지(http://www.railfaneurope.net/tgv)



자료: Korail. 2009. 1st World High Speed Interaction Workshop

<그림 2-15> 프랑스 고속철도망 ('09년)

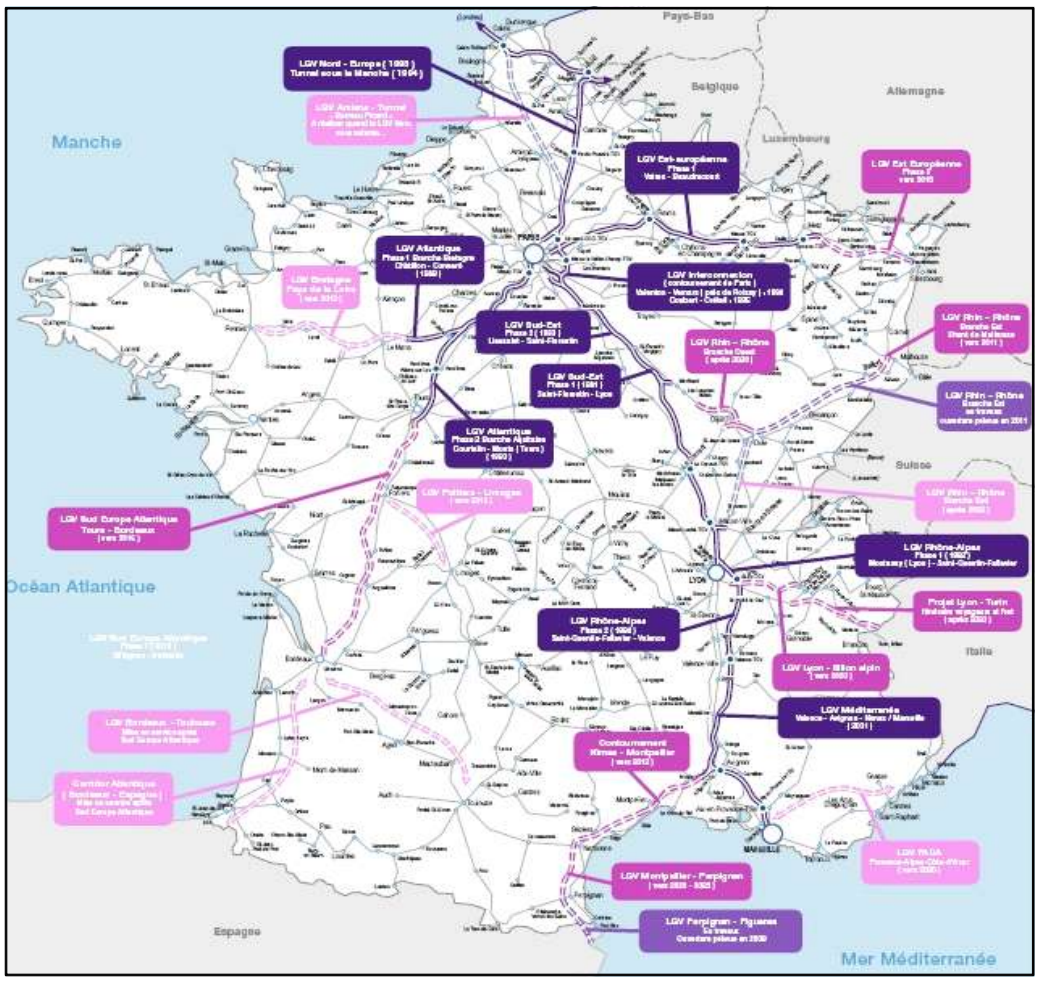
○ 프랑스 철도정책은 고속철도 건설, 재래선의 근대화, 차량의 경량화·고속화를 목표로 20년까지 TGV노선 2,000㎞ 건설 예정

○ 철도망계획은 에너지효율, 환경보호, 안전이라는 측면에서 투자를 하고 있으며 '11～'20년까지 5선8구간이 계획됨

<표 2-20> 고속철도노선의 계획구간 ('11~'20년)

노선	구간	완공시기(년)
남동선	도르두르~스트라부스	2015
론·알프스선	디종	2020
	디종~라센트, 벨포트~필두즈	2011
대서양선	르망~라발	2013
	뚜르~보르도	2016
지중해선	님무~에르괴낭	2012
	마르세이유~이탈리아국경	2020
리용-토리노선	리용~토리노(이탈리아)	2020

자료: TGV홈페이지(www.railfaneurope.net/tgv)



자료: 프랑스국영철도회사 홈페이지 (www.sncf.fr)

<그림 2-16> 고속철도의 정비계획도('09년)

라. 독일

○ 영업연장은 33,862㎞이며 이 중 전철화 구간은 19,645㎞(58.0%), 복선화 구간은 18,103㎞(53.5%)(International Railway Statistics2007, 2008)

○ 1991년 ICE 1을 개발하여 최고운행속도 280km/h로 상업운행 시작, 1997년 ICE 2가 개발, 1998년에는 틸팅차량 ICT가 개발되어 최고운행속도 230km/h로 운행, 2000년 동력분산형 ICE 3가 개발되어 쾰른~프랑크프르트 신선에서 최고운행속도 300km/h로 운행

<표 2-21> ICE 차종별 최고운행속도

구분	차종	최고운행속도(km/h)
고속철도	ICE 1	280
	ICE 2	280
	ICT	230
	ICE 3	300

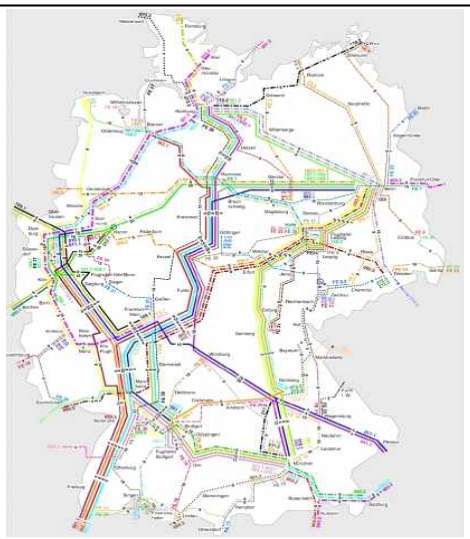
○ 고속열차는 ICE(InterCity Express)는 4개 노선이 운행중이며 영업연장은 1,300㎞(EU energy and transport in figures, 2009)

○ ICE는 고속신선은 4개구간에 불과하지만, 기존선을 이용하여 운행하는 노선망이 20여개 가량 존재함

<표 2-22> ICE의 노선 및 구간('04년)

구간	연장(㎞)
하노버~휘르츠부르크	326
멘하임~슈투트가르트	99
하노버~베를린	264
쾰른~마인츠	-

자료: 이용상 외. 2009. 유럽철도의 역사와 발전.



(주요철도망)



(전철화구간)

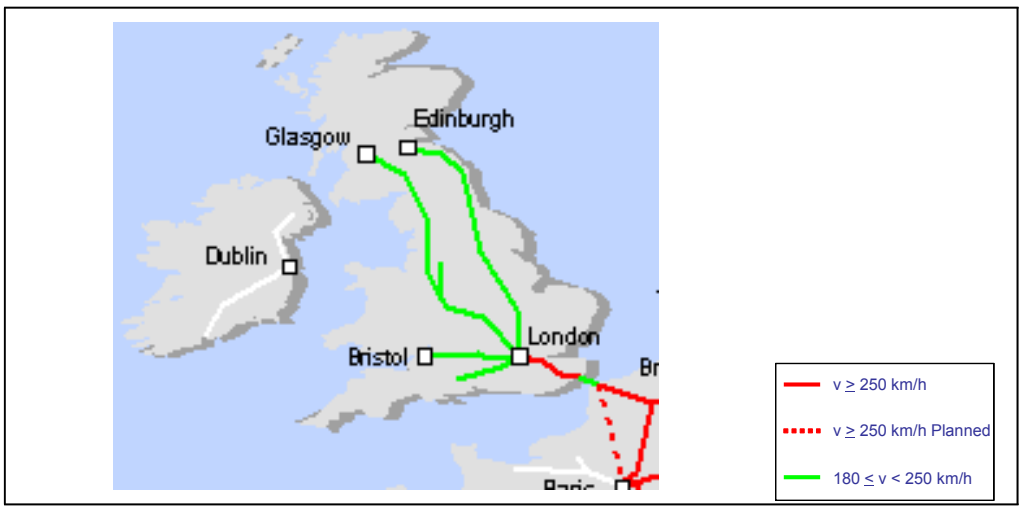
<그림 2-17> 독일의 철도망 ('04년)

마. 영국

○ 영업연장은 16,321㎞이며 이 중 전철화 구간이 5,417㎞(33.2%), 복선화 구간은 12,047㎞(73.8%)(International Railway Statistics2007, 2008)

○ 고속철도의 영업연장은 113㎞(EU energy and transport in figures, 2009)로 '03년 9월 영불해협터널연락철도(Channel Tunnel Rail Link)에 의해 고속철도를 보유하게 되었음

○ 고속철도망 계획은 '06년 5월 RRUK(Railway Research UK)에서 논의가 있었으며, 현재 계획은 런던에서 고속철도를 연장하여 히드로 공항 및 중부·북쪽지방까지 연결할 계획(유럽철도의 역사와 발전, 2009).

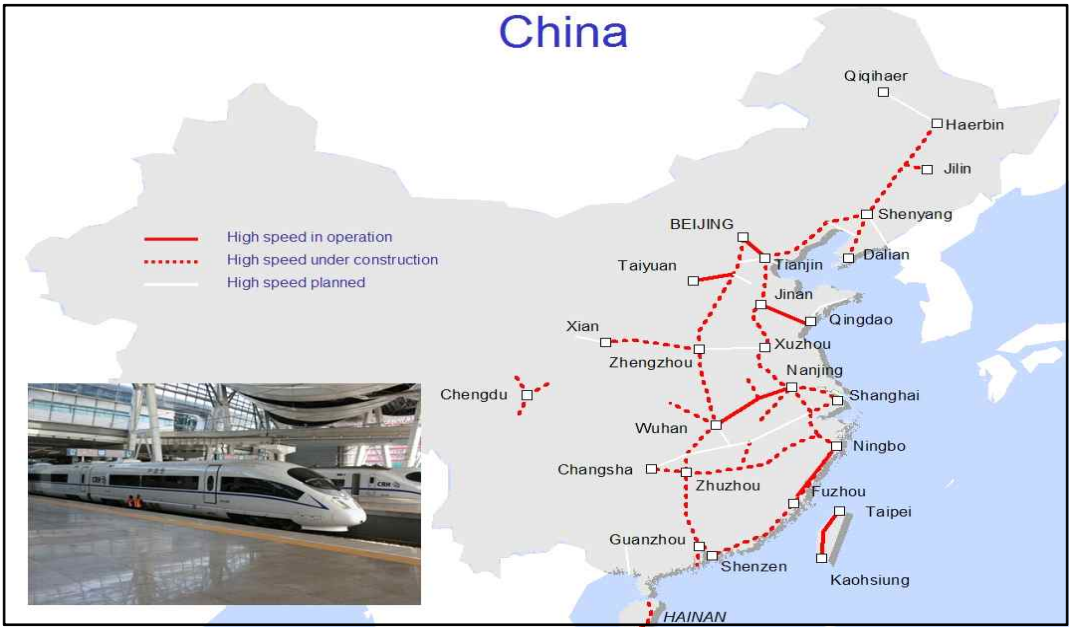


자료: Korail. 2009. 1st World High Speed Interaction Workshop

<그림 2-18> 영국 고속철도망 계획

바. 중국

○ 영업연장은 62,331km이며 전철화 구간은 26,807km(43.1%), 복선화 구간은 25,144km(40.4%)(International Railway Statistics2007, 2008)



자료: Korail. 2009. 1st World High Speed Interaction Workshop.

<그림 2-19> 중국의 고속철도 네트워크

○ 고속철도의 영업연장은 1,194km임(1st World High Speed Interaction Workshop, 2009)

○ 「중장기철도망계획('03~'20)」에 따르면 8종8횡의 주간선을 강화하고, 4종4횡 여객전용고속철도 건설(12,000km 이상)을 목표로 하고 있음

○ 「제11차 5개년 철도망계획(2006~2010)」에는 '10년까지 200㎞/h급 고속열차와 300㎞/h급 초고속열차의 개발 추진하며 영업연장을 85,000㎞로 확충을 목표로 함

○ 「중장기 철도망계획(2003~2020)」에서는 '20년까지 서부철도망에 중점을 두고 계획한 4종4횡과 8종8횡 노선의 개요는 다음 표와 같음

<표 2-23> 중장기철도망계획('03～'20)」의 개요

구분		노선구간	연장(㎞)
8종8횡 (주간선)	남-북방향	베이징～하얼빈	2,346
		동-서방향	4,183
		베이징～상하이	1,463
		베이징～지우롱	2,475
		베이징～광저우	2,294
		다통～잔쟝	2,982
		빠오터우～류저우	3,012
		란저우～쿤밍	2,179
	동-서방향	베이징～란저우	3,974
		따룽～친황따오	1,467
		창지～칭따오	1,913
		상하이～충칭	2,200
		난징～시안	1,028
		상하이～쿤밍	2,699
		렌웬강～시안～아라산코우	4,152
		서남출해노선	1,249
4종4횡 (고속철도)	남-북 방향	베이징～상하이	1,300
		동-서 방향	2,230
		베이징～선양～하얼빈～따롄	1,860
		항저우～닝보～포조우～선젼	1,600
	동-서방향	쉬조우～란조우～쩡조우	1,400
		항조우～난창～창사	880
		칭따오～시짜장～타이웬	770
		난징～우한～충칭～청두	1,900



<그림 2-20> 중장기 철도망계획 ('03～'20)

사. 미국

○ 여객철도(National Railroad Passenger Coporation : NRPC, 통칭 Amtrak)의 영업연장은 34,935㎞이며, 1급 화물철도 (Class 1 Railroad)의 연장은 192,508㎞임 (International Railway Statistics2007, 2008)

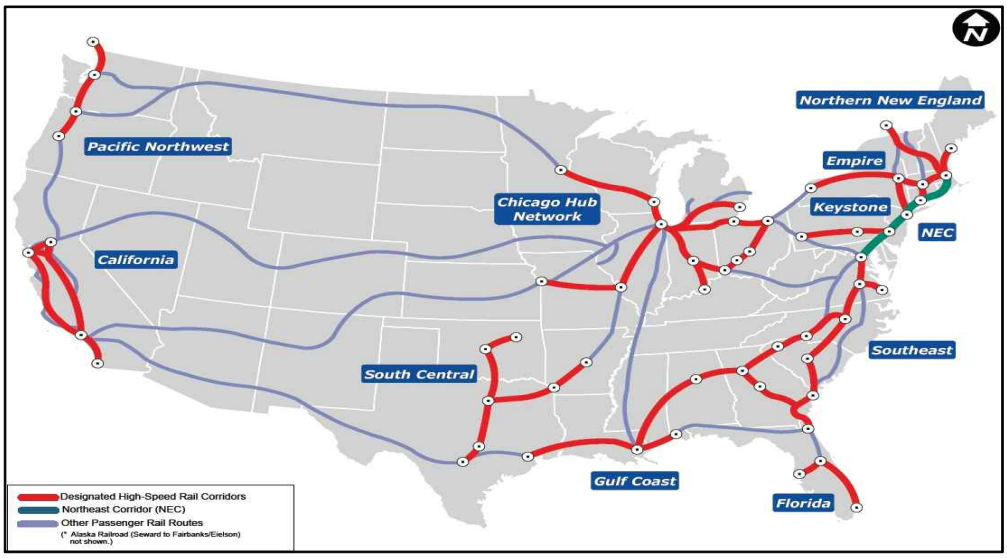


자료: 연방철도여객공사 홈페이지(http://www.amtrak.com)]

<그림 2-21> 미국의 철도망

○ '09년 4월 미국 정부는 자동차혼잡의 감소, 환경의 개선을 위해 고속철도 계획을 발표

○ 구체적은 노선은 LA~샌프란시스코, 오레곤주~워싱톤주, 시카고를 중심으로 하는 방사형태의 선로망, 텍사스 주로부터 북쪽으로의 노선, 멕시코만 노선, 플로리다주 노선, 동부의 보스턴, 뉴욕, 아틀란타 노선 등이며, 각 노선의 운행연장은 160~960㎞임 (Vision For High-speed rail in America, 2009)



자료: U.S. Department of Transportation. 2009. Vision For High-speed rail in America

<그림 2-22> 미국 철도망 및 고속철도 계획노선

아. 러시아

○ 철도영업연장은 84,158㎞이며 전철화구간 42,006㎞(49.9%), 복선화 구간 36,082㎞(42.9%)임 (International Railway Statistics2007, 2008)

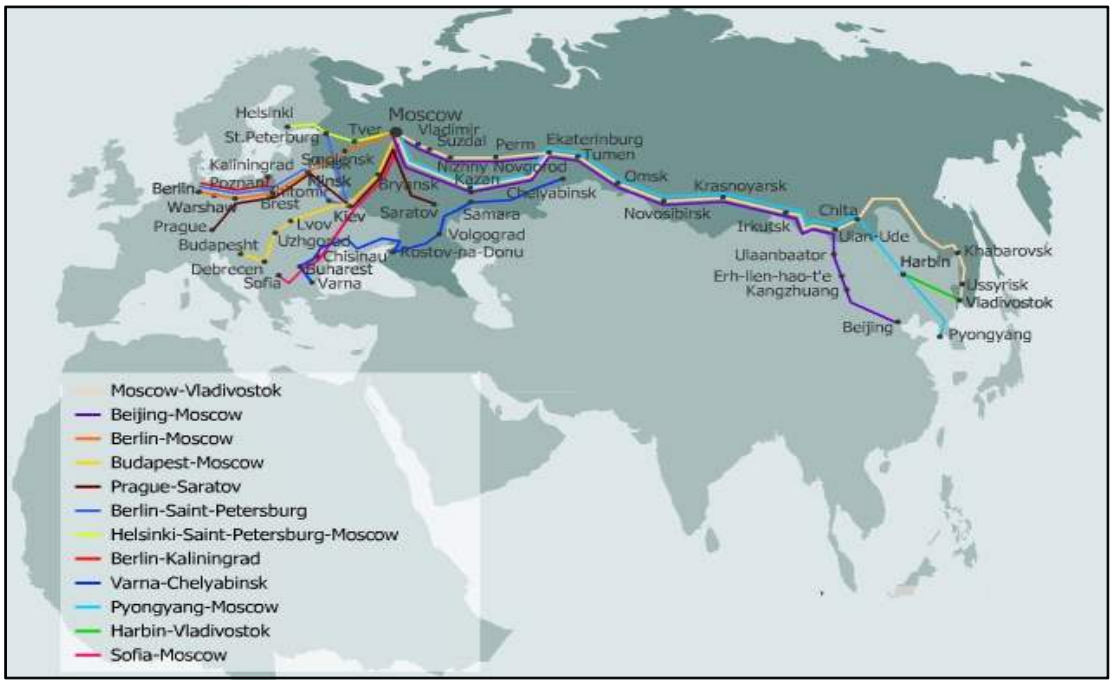
○ 「2030 러시아 철도교통 발전전략(2008~2030)」에 따르면 고속철도건설, 국제교통망의 통합, 극동지역 천연자원에 대한 접근성 제고에 중점을 두며 이를 위해 두 단계로 나누어 실시

○ 1단계('08~'15)는 기존의 낙후한 차량과 기술 장비의 교체, 각 노선의 운송장애에 대한 기술적인 해결책 제시, 열차 운행속도의 제고, 6,000㎞이상의 철도 신설

○ 2단계('16~'30)는 베링해협으로 출구가 될 3,500㎞를 포함하여, 총 15,800㎞가 넘는 철도를 신설할 계획(2030 러시아 철도교통 발전전략, 2007)

○ 고속화철도(시속 160~200㎞)는 총 10,000㎞, 초고속철도(시속 350㎞)는 총 1,500㎞로 건설할 계획임

○ 신설 구간은 야쿠티야~우엘레나(추코트카, 베링해엽, 마가주단주, 페트로파블롭스크~캄차트카로의 지선 건설도 포함)이며, 고속철도 건설구간은 투압세~아들레르, 모스크바~스몰렌스크~크라스노 임(세계철도 기술수준 및 투자방향 분석을 통한 철도투자정책 재정립 연구, 2008)



자료: 러시아 철도공사 홈페이지(http://www.eng.rzd.ru)

<그림 2-23> 러시아 철도망

자. 스페인

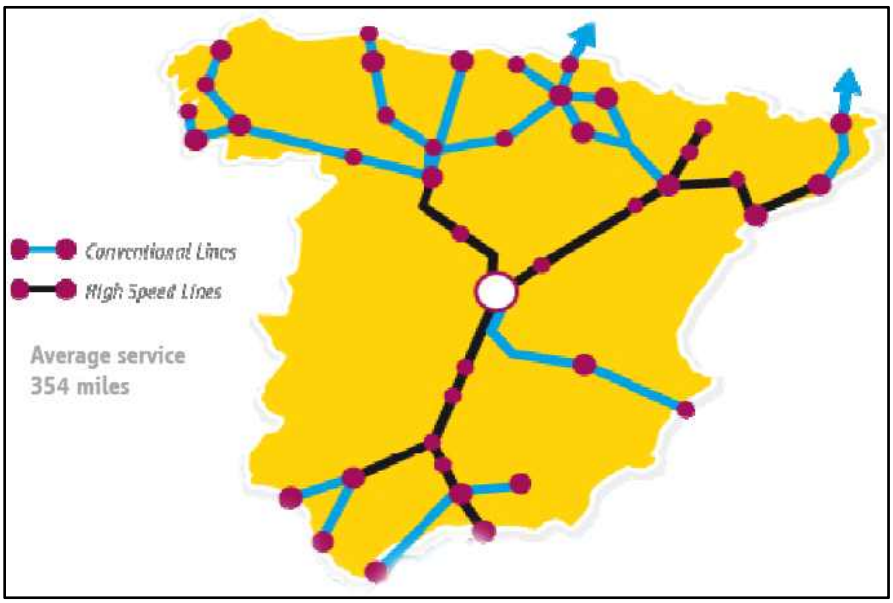
○ 철도 영업연장은 15,046㎞이며 전철화구간 8,775㎞(58.3%) 복선화구간 4,832㎞(32.1%)임 (International Railway Statistics2007, 2008)

○ 고속철도(AVE : Alta Velocidad Espaola)는 5개의 노선이 운행중이며, 영업연장은 5599.1㎞임 (EU energy and transport in figures, 2009)

<표 2-24> AVE 노선 및 연장길이('08년)

구분	주요 구간	연장(㎞)
북동선	마드리드~사라고사~바르셀로나~프랑스 국경	1,499.5
안달시아선	마드리드~세빌리아를 마라가	1,317.3
북·북서선	마드리도~세고비아~바랴드리도/데디나~프랑스국경	2,328.5
레반테·지중해선	바드리드~발렌시아/무르시아~바르셀로나	979.1
에스트레마두라선	마드리드~바다호스 (포르투칼국경)~리스본	453.8

자료: 일본철도운수기구 홈페이지(www.jrtt.go.jp)



자료: UIC & Korail. 2009. 1st World High Speed Interaction Workshop.

<그림 2-24> 스페인 철도노선도('09년)

제3장 경제적 효과 분석

제1절 이전 연구결과 검토

○ 본 연구와 관련된 선행연구에는「한국형 고속열차의 실용화 예비타당성조사(교통개발연구원, 2005)」,「차세대 고속열차 개발 효과성 분석(한국철도기술연구원, 2008)」가 있으며 다음과 같음

1. 한국형 고속열차의 실용화 예비타당성조사(교통개발연구원, 2005)

○ 국내·외 시장규모에 따른 매출발생액에 부가가치율을 적용하여 산출
○ 경부선, 호남선, 전라선 및 경전선을 대상으로 장래 고속철도 수송수요 예측
○ 고속철도 수송수요를 2004년 실적에 근거하여 추정하되 경부선의 경우 2004~2010년 동안에는 연평균 증가율 18.8%를, 2010~2024년 동안에는 연평균 증가율 1.9%를 적용하였으며, 호남선에는 2004~2010년 동안에 연평균 증가율 12.8%를, 2010~2024년 동안에 연평균 증가율 3.4%를 적용
○ 장래 증가율은 기존연구(『고속철도의 성공적 시장진입을 위한 마케팅 실행방안 수립』, 철도기술연구원, 2003)에서 제시된 결과 사용
○ 전라선과 경전선에서의 장래 고속철도 수송수요는 전라선의 경우 철도운영공사가 고속열차 운행을 위해 예측한 결과를 사용하였으며, 경전선에 대해서는 『21세기 국가철도망 구축 기본계획 수립연구』(교통개발연구원, 2004.)연구에서 예측한 결과를 반영

<표 3-1> 장래 고속철도 1일 이용수요 추정결과(2004~2024)

구 분	2004	2007	2010	2020	2024
경부선	60,724	76,710	128,616	155,282	167,425
호남선	11,575	12,515	17,964	25,096	28,688
전라선	-	3,430	5,436	6,726	7,373

○ 장래 고속철도 수송수요 추정결과, 한국철도공사의 고속열차 구입계획, 관련계획 및 연구, 현재 운행 중인 KTX열차의 대체수요 등을 감안하여 고속열차 수요규모 추정

<표 3-2> 신규 도입 고속열차 소요편성 수 추정(2007～2024)

구분	2007	2010	2020	2024
경부선(20량 조성열차)	0	2	10	5(46)
호남선(10량 조성열차)	5	13	6	4
전라선(10량 조성열차)	5	1	1	1
경전선(20량 조성열차)	0	3	0	0

주: 2024년 ( )안의 숫자는 내용연수 만료에 따른 대체수요를 나타냄.

○ 미국, 중국, 인도 등에서 계획하고 있는 고속철도 건설을 감안하여 2007년부터 2015년까지 발생할 것으로 예상되는 고속열차 수요

<표 3-3> 해외 고속열차 시장규모 추정

구 분	2007	2010	2015
수량(10량 조성열차)	20편성	60편성	70편성
금액(억원)	8,000	24,000	28,000

주: 철도기술연구원 검토 자료를 토대로 작성. 유럽지역을 제외한 아시아와 미국 중심으로 산정

○ 해외에서 발생하는 고속철도차량 수요에 대해서는 한국형 고속열차가 약 10% 정도 공급된다고 가정하여 매출액을 산정

○ 10량 조성열차는 한국철도공사가 동일한 수준의 차량에 대해 책정한 구매예산을 토대로 400억원/편성으로 설정하였으며, 20량 조성열차는 10량 조성열차의 2배인 800억원/편성으로 설정

○ 수입대체효과를 분석하기 위해 외국에서 도입되는 차량의 가격은 국내제작업체의 분석을 토대로 10량 조성열차 1편성당 450억원을 적용

○ 고속열차를 외국에서 도입하게 되면 구매자의 요구사양에 따른 설계 등을 위한 시스템 엔지니어링비용이 발생하는데, 이 비용은 사양, 주문량, 제작업체와의 협상 등에 의해 차이가 있으나 현재 운영 중인 KTX열차의 도입사례를 감안하여 10량 조성열차 1편성당 157억원을 적용

○ 한국형 고속열차에 대해서는 국내에서 개발된 제품이므로 시스템 엔지니어링비용을 고려하지 않음

<표 3-4> 한국형 고속열차의 예상 매출규모 (2007～2024)

단위 : 억원

구 분	2007	2010	2015	2020	2024	합 계
국내 매출액	4,000	9,600	-	10,800	42,800	67,200
해외 매출액	800	2,400	2,800	-	-	6,000
합 계	4,800	12,000	2,800	10,800	42,800	73,200

○ 비용은 한국형 고속열차의 차량설계 및 제작에 소요되는 비용으로 정의하였의하였으며 비용은 총 800억원으로 2005년부터 2007년까지 3년에 걸쳐 투입되는데, 2005년에는 20억원, 2006년에는 580억원, 그리고 마지막 년도인 2007년에는 200억원이 소요

○ 편익은 한국형 고속열차 실용화에 따라 발생하는 부가가치발생액으로 정의하였는데, 이 부가가치발생액은 다음표에서 제시된 한국형 고속열차의 매출발생액에 부가가치율을 적용하여 산출하였으며 11.9%가 산출됨

<표 3-5> 철도차량산업의 부가가치 구조(2000년)

구분	중간투입	부가가치 투입						총산출액
		피용자 보수	영업잉여	고정자본 소모	간접세	보조금	소계	
금액 (백만원)	566,498	49,572	-7,857	21,192	13,402	-15	76,294	642,792
비중 (%)	88.1	7.7 (64.9)	-1.2 (-10.3)	3.3 (27.8)	2.1 (17.6)	0.0 (0.0)	11.9 (100.0)	100.0

주: ( ) 안은 부가가치 구성비임.

○ 연차별로 발생하는 투자비용과 편익을 현재의 가치로 환산하는 할인율은 현재 교통투자사업의 예비타당성평가에서 적용하는 실질 사회적 할인율 6.5%를 적용

○ 분석기간은 비용이 최초로 투입되는 시점인 2005년부터 본 연구에서 예상매출액을 추정한 기간인 2024년까지로 설정하였으며, 분석기준 연도는 2005년로 설정하였음

<표 3-6> 한국형 고속열차 실용화의 투자비용과 부가가치 발생액

단위 : 억원

구 분	2005	2006	2007	2010	2015	2020	2024	합계
투자비용	20	580	200	-	-	-	-	800
부가가치 발생액	-	-	571	1,428	333	1,285	5,093	8,710

주: 부가가치 발생액은 국내외 매출액으로 산정

○ 분석결과 할인율 6.5%에서 편익/비용(B/C)비율은 5.1로 1.0 이상이고, 총효과에서 총비용을 제한 순현재가치(NPV)도 0 보다 큰 2,837억원이며, 내부수익율(IRR)은 44.6%로 나타남

○ 해외수요의 불확실성을 감안하여 편익으로 국내매출액의 부가가치발생액만을 고려하는 경우에도 편익/비용(B/C)비율은 4.4, 순현재가치(NPV)는 2,396억원, 내부수익률(IRR)은 34.1%에 이름. 따라서 한국형 고속열차 실용화사업은 경제적 타당성이 있다고 판단할 수 있음

<표 3-7> 한국형 고속열차 실용화의 경제적 타당성 분석결과

구 분	편익/비용(B/C) 비율	순현재가치(NPV)	내부수익율(IRR)
국내외매출 기준	5.08	2,837억원	44.6%
국내매출 기준	4.44	2,396억원	34.1%

2. 차세대 고속열차 개발 효과성 분석(한국철도기술연구원, 2008)

○ 한국형 고속열차가 이미 개발된 상황에서 차세대 고속열차 신기술을 추가로 개발함으로 인해서 발생하는 사회·경제적 효과를 분석함이 목적임

○ 호남고속선 완전개통 예정시기인 2017년 이후 이 구간에 KTX-Ⅱ 열차추가 도입 대신 차세대 고속열차가 투입될 경우 발생하는 효과를 분석

○ 비용은 차세대 고속열차 개발 6년간 총 944.1억원, 개발 후 3년간 유지보수 비용 141억원 투입 가정

<표 3-8> 차세대 고속열차 개발 비용

단위 : 억원

구분	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		6차년도		합계	
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간
운영비	4.0	-	4.5	-	4.5	-	4.5	-	4.6	-	4.4	-	26.5	-
총괄	4.6	-	4.8	-	5.3	-	5.8	-	5.3	-	3.0	-	28.8	-
시스템 ENG	13.2	-	14.0	-	20.6	-	39.2	-	29.0	-	24.9	-	141.0	-
기반 기술	14.1	-	16.1	-	18.0	-	14.0	-	13.9	-	-	-	76.1	-
차량 개발	43.1	29.7	57.4	39.7	81.3	56.3	70.3	49.2	43.9	30.4	41.9	29.0	337.8	234.3
선로 구축물	7.0	6.2	8.9	7.7	11.2	9.4	14.0	11.1	13.6	10.5	-	-	54.6	44.8
총계	86.0	35.9	105.7	46.0	141.0	65.7	147.8	60.2	110.3	40.9	74.2	29.0	665.0	279.1
건교평	3.5		4.3		5.7		6.0		4.5		3.0		27.0	

주 : 차세대 고속열차 1차년도 워크샵에서 발표된 연차별 예산계획을 참조

○ 편익은 구입비용 절감효과, 운영비 절감효과, 동력비 절감효과, 통행시간 절감편익을 고려

○ 구입비용 절감효과는 1일 차량 소요 편성수를 산출하여 그에 해당하는 차량 종류별 구입비용의 차이를 편익으로 산출함

<표 3-9> 구입비용 절감효과

연도	열차 종류	소요편성	구입비용(억원)	비용절감효과
2017	KTX-II	29	11,600	
	HEMU400X(8량)	26	10,400	1,200
	HEMU400X(10량)	21	10,500	1,100
2026	KTX-II	38		
	HEMU400X(8량)	34		
	HEMU400X(10량)	27		
2036	KTX-II	45	18,000	
	HEMU400X(8량)	40	16,000	2,000
	HEMU400X(10량)	32	16,000	2,000
2046	KTX-II	46		
	HEMU400X(8량)	42		
	HEMU400X(10량)	43		

주 : KTX-II차량의 경우 10량 기준 400억, HEMU-400X 8량 차량 400억, HEMU-400X 10량 500억원 가정, 8량과 10량의 고속열차 차량 도입 비용절감 효과는 KTX-II 구입비용과 차세대 고속열차 구입비용의 총합의 차로 산출

○ 운영비 절감효과는 차세대 고속열차를 도입할 경우 도입편성수가 줄게되는데 따른 인건비, 보수비, 차량감가상각비를 산출하여 4,666억원(8량 도입시), 6,863억원(10량 도입시)반영

○ 동력비는 도입편성수와 운행횟수, 차세대고속열차의 에너지 절감효과 5%를 고려하여 산출된 2,386억원(8량도입시), 3,087억원(10량 도입시) 반영

○ 시간절감효과는 표정속도(KTX-Ⅱ 200kph, 차세대 고속열차 230kph, 한국철도기술연구원 내부자료), 철도공사의 거리별 수송실적을 반영하여 거리별 고속철도 이용객추정치를 계산하여 편익산정

<표 3-10> 통행시간 절감효과 비교

구간 거리		시간절감 효과(분)	연 통행시간 절감효과(원/년)			
미만	노선		2017	2026	2036	2046
50km	용산-광명	0.22	187,147	244,582	289,489	304,297
	천안-오송	0.34	289,227	377,990	447,392	470,277
	익산-정읍	0.5	425,334	555,867	657,929	691,584
	오송-남공주	0.52	442,348	578,102	684,246	719,247
	익산-남공주	0.54	459,361	600,337	710,563	746,911
	광주-목포	0.58	493,388	644,806	763,198	802,238
80km	정읍-광주	0.6	5,648,441	7,381,918	8,737,299	9,184,237
	천안-남공주	0.86	8,096,099	10,580,749	12,523,461	13,164,073
	천안-광명	0.88	8,284,381	10,826,813	12,814,705	13,470,214
100km	정읍-남공주	1.04	12,491,903	16,325,601	19,323,115	20,311,549
	익산-오송	1.06	12,732,131	16,639,555	19,694,713	20,702,155
	익산-광주	1.1	13,212,589	17,267,463	20,437,910	21,483,369
	천안-용산	1.1	13,212,589	17,267,463	20,437,910	21,483,369
	정읍-목포	1.18	14,173,505	18,523,278	21,924,304	23,045,796
200km	광명-오송	1.22	41,495,345	54,230,046	64,187,126	67,470,485
	천안-익산	1.4	47,617,609	62,231,200	73,657,358	77,425,147
	오송-용산	1.44	48,978,112	64,009,234	75,761,854	79,637,294
	정읍-오송	1.56	53,059,622	69,343,337	82,075,342	86,273,735
	광주-남공주	1.64	55,780,628	72,899,406	86,284,334	90,698,029
	익산-광주	1.68	57,141,131	74,677,440	88,388,830	92,910,176
	광명-남공주	1.74	59,181,886	77,344,491	91,545,574	96,228,397
	천안-정읍	1.9	64,623,898	84,456,629	99,963,557	105,076,985
	남공주-용산	1.96	66,664,653	87,123,680	103,120,301	108,395,205
	오송-광주	2.16	73,467,168	96,013,851	113,642,781	119,455,941
	목포-남공주	2.22	75,507,923	98,680,903	116,799,525	122,774,161
	광명-익산	2.28	77,548,678	101,347,954	119,956,269	126,092,382
300km	오송-목포	2.5	201,912,338	263,878,161	312,328,353	328,304,858
	용산-익산	2.51	202,719,988	264,933,673	313,577,666	329,618,078
	오송-광주	2.74	221,295,923	289,210,464	342,311,874	359,822,124
	정읍-용산	2.78	224,526,520	293,432,515	347,309,128	365,075,002
	정읍-용산	3.01	243,102,455	317,709,305	376,043,336	395,279,049
	천안-목포	3.04	245,525,403	320,875,843	379,791,277	399,218,707
	광명-광주	3.38	272,985,481	356,763,273	422,267,933	443,868,168
400km	용산-광주	3.6	761,279,388	994,977,806	1,177,636,091	1,237,875,641
	광명-목포	3.96	837,407,326	1,094,475,587	1,295,399,700	1,361,663,205
	용산-목포	4.18	883,929,956	1,155,279,786	1,367,366,350	1,437,311,161
총합			4,905,899,876	6,411,709,109	7,588,860,795	7,977,053,246

○ 전반적인 분석결과 8량, 10량 도입모두 B/C, NPV, IRR분석 모두 경제성이 높은 것으로 나타났으며 분석기간이 늘어날수록 경제성은 더욱 늘어나는 것으로 판단되어짐

<표 3-11> 8량 도입시 경제성 분석결과

구분	총비용	총편익	B/C	NPV(억원)	IRR(%)
10년	1,122	1,867	1.66	745	11.60
20년	1,122	3,164	2.82	2,042	14.34
30년	1,122	3,699	3.30	2,577	14.73

주: 총비용과 총편익의 단위는 억원임. 경제성 분석시 반영한 실질할인율은 5.5%
총비용 및 총편익은 현재가치로 환산된 수치임

<표 3-12> 10량 도입시 경제성 분석결과

구분	총비용	총편익	B/C	NPV(억원)	IRR(%)
10년	1,122	3,159	2.82	2,037	17.32
20년	1,122	5,161	4.60	4,039	19.13
30년	1,122	5,837	5.20	4,715	19.13

주: 총비용과 총편익의 단위는 억원임. 경제성 분석시 반영한 실질할인율은 5.5%
총비용 및 총편익은 현재가치로 환산된 수치임

○ 여기에 추가로 수입비용 절감효과를 분석하였는데 외국차량도입시와 한국형 고속열차가 공급될 경우를 비교하여 차량도입가격, 시스템 엔지니어링비용을 산출하여 분석하였으며 수입대체효과가 있는 것으로 분석됨

<표 3-13> 2017년 호남선 개통 직후 차세대 고속열차 수입대체 효과

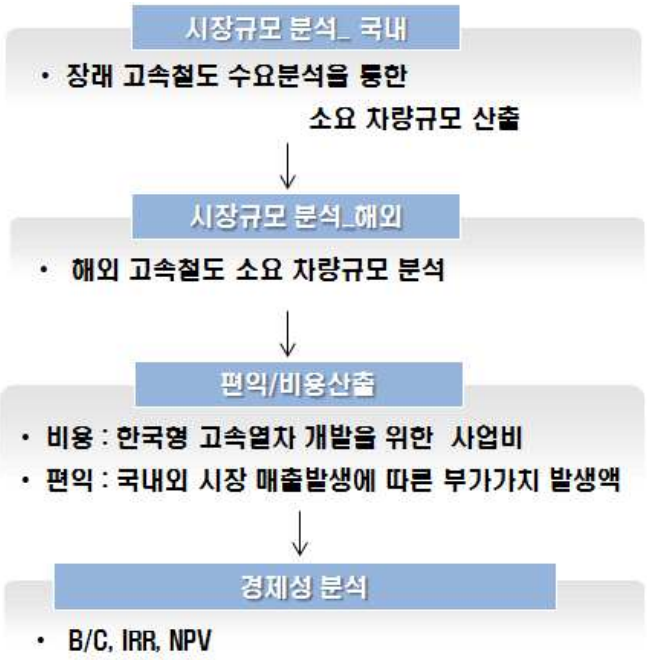
구분	소요편성수	총 시스템엔지니어링 비용	총 차량구입 비용
외국차량 도입 8량(A)	26	4082억원	11,700억원
HEMU-400X 8량(B)	26	0억원	10,400억원
차이(A-B)	0	4082억원	1,300억원
HEMU-400X 10량(C)	21	0억원	10,500억원
차이(A-C)	5	4082억원	1,200억원

제2절 경제적 타당성조사

○ 본 연구의 경제적 타당성조사에 앞서 앞절에서 선행연구를 검토하였음

○ 본 연구에서는 국내시장만을 고려하고 차세대 고속철도 차량의 운영비 절감편익 등의 불확실성이 많은 항목으로 편익을 산출한 방식 보다는, 국내외 시장을 함께 고려하고 철도차량 매출에 따른 부가가치율을 편익으로 산출한 방식의 경제성 분석을 시행

○ 따라서 경제적 타당성분석을 위해 먼저 국내 및 해외의 시장의 동력분산형 고속열차 공급을 위한 시장규모를 분석하고, 이에따른 매출발생에 따른 부가가치를 산출하여 동력분산형 고속열차 개발 투자비용대비 효과분석을 시행하여 경제적 타당성을 분석하고자 함



<그림 3-1> 경제적 타당성 분석의 흐름

○ 경제적 타당성은 비용-편익(B/C)비율, 내부수익률(IRR,%), 순현재가치(NPV, 억원)로 판단할 수 있음

○ 비용-편익(B/C) 비율은 어떤 사업에 대한 경제적인 효과인 편익(Benefit)과 이 사업을 위하여 지불되는 비용(cost)의 비율로써 나타내며 이는 어떤 사업에 따라 발생하는 편익과 이를 위하여 지불되는 비용을 등가로 환산한 비율로써 1.0보다 큰 경우 그 사업은 추진할 가치가 있다고 평가됨

○ 내부수익률(IRR)은 편익과 비용의 현재가치로 환산된 값이 같아지는 할인율을 구하는 방법으로 사업의 시행으로 인한 순현재가치를 0으로 만드는 할인율이며, 내부수익률

이 사회적 할인율보다 크면 경제성이 있다고 판단함

○ 순현재가치(NPV)는 수반된 모든 비용과 편익을 기준년도의 현재가치로 할인하여 총 편익에서 총비용을 제외시킨 값이며 순현재가치 ≥ 0이면 경제성이 있다는 의미로 해석

<표 3-14> 경제성 분석 방법의 비교

분석기법	판단	장점	단점
편익/비용 비율 (B/C)	B/C≥1	· 이해용이 · 사업규모 고려 가능 · 비용편익 발생시간의 고려	· 편익과 비용의 명확한 구분 곤란 · 상호배타적 대안선택의 오류 발생 가능 · 사회적 할인율의 파악
순현재가치 (NPV)	NPV≥0	· 대안선택시 명확한 기준제시 · 장래발생편익의 현재가치제시 · 한계 순현재가치 고려 · 타 분석에 이용가능	· 할인율의 분명한 파악 이해의 어려움 · 대안 우선순위 결정시 오류 발생 가능
내부수익률 (IRR)	IRR≥r	· 사업의 수익성 측정 가능 · 타 대안과 비교가 용이 · 평가과정과 결과 이해 용이	· 사업의 절대적 규모 고려하지 않음 · 몇 개의 내부수익률이 동시에 도출될 가능성 내재

자료 : 한국개발연구원,『도로·철도 부문 표준지침(제5판)』, 2008.12

○ 또한 국민경제에 미치는 파급효과를 분석하여 동력분산형 고속열차의 국내 및 해외의 매출발생이 각산업의 생산활동에 미치는 직·간접의 파급효과를 계측하는 것으로 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 고용유발효과를 산출하였음

1. 수요분석

가. 국내수요

○ 국내 고속철도 수요는 최근 호남고속선 운영을 위한 차량공급 입찰에 현대로템(주)을 선정함으로써 고속철도의 추가수요는 당분간 발생하지 않을 것으로 판단됨

○ 따라서 현재 운영되고 있는 KTX, KTX-산천의 교체주기 도래 시의 대체차량 규모와 일부 독립노선의 성격을 가진 일반철도 노선의 고속열차 투입가능 규모를 산정하여 반영

○ KTX, KTX-산천의 교체주기가 도래할 경우 한국형 차세대 고속열차를 대체차량으로 사용할 수 있을 것으로 판단됨

- 최근 도입이 확정된 호남고속철도 22편성 220량은 고려하지 않았음

○ 고속철도차량의 내구년한은 30년으로 1994년도에 최초도입한 KTX차량은 46편성 920

량으로 교체주기 30년을 고려할 경우 2034년에 교체시기가 도래하며, KTX-산천의 경우 19편성 190량의 2054년 교체시기가 도래함

- 철도안전법 시행규칙 제71조에 의하면 15년범위 내에서 5년마다 정밀안전진단을 통하여 연장이 가능함

○ KTX-Ⅰ 2034년부터 차량의 10%가 10년간 교체가 이루어진다고 가정하였으며 KTX-산천의 경우 2039년부터 차량의 10%가 10년간 교체가 이루어진다고 가정하여 산정함

○ 또한 일반철도의 경우 독립적으로 운행 가능한 노선으로 원주강릉선은 고속철도노선은 아니지만 타노선의 간섭없이 운행이 가능하여 향후 고속열차가 투입될 가능성을 고려함

○ 원주강릉선은 250kph 설계속도로 10량 14편성 도입계획이 있으며, 이를 동력분산형 고속열차로 신규대체할 수 있는 수요로 고려

○ 따라서 KTX 46편성 960량, KTX-산천 19편성 190량, 원주강릉선 14편성 140량을 국내시장 규모로 산출함

<표 3-15> 국내수요 예측

구분		국내수요
대체수요	KTX	46편성 920량
	KTX-산천	19편성 190량
신규수요	원주강릉선	14편성 140량
계		1,250량

○ 여기에 차량 가격 400억원/량을 가정하였으며, KTX는 20량 1편성으로 교체시 10량 2편성 도입 가정

○ 따라서 원주강릉선의 차량이 투입되는 2018년부터 KTX 및 KTX-산천의 교체주기가 완료되는 2048년까지의 국내예상시장규모는 50,000억원으로 예측됨

<표 3-16> 국내예상매출액 산출

구분	2018	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048
KTX	-	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	-	-	-	-	
KTX-산천	-	-	-	-	-	-	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
원주강릉	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
편성 계	14	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
국내 시장규모 (억원)	5,600	3,680	3,680	3,680	3,680	3,680	4,440	4,440	4,440	4,440	4,440	760	760	760	760	760

나. 해외수요

○ 해외 고속철도 시장규모는 The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014(SCI/ Verkehr Cologne 2009)에 제시되어 있는 고속철도차량시장 규모를 기초로 산정

○ The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014에 따르면 2009년을 기준으로 고속철도차량 시장규모는 6,515백만유로로 2014년까지 3.7%의 성장률을 나타낼 것으로 예측됨

<표 3-17> 고속철도차량 시장규모

단위 : 백만유로

구분		서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아니아	계	성장률 (2009~2014)
시장 규모	신차	1,425	75	0	0	2,455	35	100	0	4,090	3.7%
	판매후	1,535	10	15	0	850	0	5	10	2,425	

○ 현재 개발 중인 동력분산형 고속열차의 해외시장 진출 시점은 동력분산형 고속열차의 기술안정화가 완료되는 2015년 9월 기준으로 하여 2016년부터 세계시장에 진출하는 것으로 반영함

○ 여기에 현재 고속철도 시장의 접근성을 고려하여 유럽지역을 제외한 시장의 규모를 반영함

○ 앞 장에서 살펴본 바와 같이 세계고속철도의 중장기적 계획을 고려하여 2020년까지의 시장규모를 고려하였고, 2014년 이후 고속철도차량 성장률는 2014년까지의 고속철도 시장의 수급을 고려하여 약 1.9%를 반영

○ 산출된 세계 고속철도시장에 동력분산형 고속열차의 가능 분담률은 2.7% 공급 됨을 가정함

- 2010년 매출액 기준으로 현대로템 철도차량의 공급률을 반영한 것임

○ 따라서 동력분산형 고속열차의 세계시장 진출이 가능한 2016년부터 2020년까지의 해외시장규모는 8,345억원으로 예측됨

<표 3-18> 해외예상매출규모 산출

단위 : 억원

구분		2016	2017	2018	2019	2020
시장규모 (백만유로)		59,570 (4,317)	60,672 (4,396)	61,794 (4,478)	62,937 (4,561)	64,102 (4,645)
세계시장 가능 분담률	2.7%	1,608	1,638	1,668	1,699	1,731

주 : 1유로 = 1,380원 적용

2. 경제적 타당성

○ 경제적 타당성을 위해 동력분산형 고속열차의 비용과 편익을 산출함

○ 비용은 동력분산형 고속열차 개발을 위한 사업비로 정의하였으며 비용은 총 931.1억원으로 2008년부터 2012년까지 5년에 걸쳐 투입됨

<표 3-19> R&D 투자 비용

단위 : 억원

구분	비용
1차년도	139.3
2차년도	110.0
3차년도	245.1
4차년도	269.2
5차년도	167.5
합 계	931.1

○ 편익은 철도차량매출에 따른 부가가치발생액으로 정의하였으며, 동력분산형 고속열차의 부가가치율은 2009년 산업연관표(한국은행, 2011년 발행)에서 발표된 철도차량 산업의 총산출액과 부가가치 투입을 이용하였음. 이는 현재 한국은행에서 제공하는 산업연관표에는 고속열차 산업을 독립된 산업으로 분류하고있지 않기때문이며 25.8%로 산정됨

<표 3-20> 부가가치율 산정

구분	중간투입계	피용자보수	영업잉여	고정자본소모	생산세	(공제)보조금	부가가치계	총투입액
금액 (백만원)	1,741,654	221,085	232,103	43,252	108,001	-261	604,180	2,345,834
비중(%)	74.2	9.4	9.9	1.8	4.6	0.0	25.8	100.0

○ 분석기간은 비용이 최초로 투입되는 시점인 2008년부터 국내 및 해외의 매출액을 추정한 기간인 2048년으로 설정하였으며, 분석기준년도는 2008년임. 또한 실질 사회적 할인율 5.5%를 적용

<표 3-21> 편익산정

단위 : 억원

구분	계	2016	2017	2018	2019	2020	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048
편익	15,027	414	422	1,872	438	446	948	948	948	948	948	1,144	1,144	1,144	1,144	1,144	196	196	196	196	196

○ 경제성 분석결과 B/C 5.16, IRR 19.9%, NPV 344,493백만원으로 경제성이 있는 것으로 나타났으며 해외수요의 불확실성을 감안하여 국내 매출액의 부가가치발생액만을 고려하는 경우에도 B/C 3.64, IRR 12.8%, NPV 218,553백만원으로 모두 경제성이 있는 것으로 나타남

<표 3-22> 경제성 분석 결과

구분	B/C	IRR(%)	NPV(백만원)
국내외 매출	5.16	19.9	344,493
국내매출	3.64	12.8	218,553

3. 경제적 파급효과 분석

○ 최고시속 400km/h 급 동력분산형 동력분산형 고속철도의국내외 수요발생이 국민경제에 미치는 경제적 파급효과를 분석함

○ 경제적 파급효과는 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용유발효과로 구분하여 분석함

- 생산유발효과 : 차세대 고속철도 기술개발투자에 따른 각 산업부문에서 직접·간접적으로 생산되는 산출액

- 부가가치유발효과 : 차세대 고속철도 기술개발투자에 따른 국내에 미치는 부가가치 유발의 정도

- 고용유발효과 : 차세대 고속철도 기술개발투자에 따른 산업생산을 유발하고 그 생산이 다시 노동수요를 유발하는 노동의 파급효과

○ 2009년 산업연관표(한국은행, 2011년 발행)를 이용하여 동력분산형 고속열차 차량투자에 따른 경제적 파급효과를 분석함

○ 차세대 고속철도 개술개발투자 사업은 산업분류표 168부문 중 철도차량 부문에 속하는 것으로 간주함

<표 3-23> 한국은행의 산업분류

통합대분류(28부문)	통합중분류(77부문)	통합소분류(168부문)
15 수송장비	48 자동차	109 자동차
		110 자동차엔진 및 부분품
		111 트레일러 및 콘테이너
	49 선박	112 선박
	50 기타 수송장비	113 철도차량
		114 항공기
		115 기타 수송장비

가. 분석과정

○ 산업연관분석을 이용하였으며, 산업연관분석은 최종수요의 변동(소비 혹은 투자)이 각 산업의 생산활동에 미치는 직·간접의 파급효과를 계측하는 것임

○ 소득이 발생하는 배후의 생산과정에 주목하여 산업부문 간의 기술적 상호의존관계를 각 산업단계별로 포착하면서 국민경제에 미치는 여러 가지 파급효과를 분석하는 방법

○ 산업연관분석은 최종수요의 변동으로 인한 경제적 파급효과는 보통 세가지 생산 유발

효과, 부가가치 유발효과, 고용 및 취업유발효과 측면에서 파악함

○ 산업연관표란 일정기간(보통 1년)동안 국민경제 내에서 발생하는 재화 및 서비스의 모든 거래내역을 기록한 통계표로써, 세로(열) 방향은 원재료, 노동, 자본 등 생산요소의 투입을 나타내는 투입구조를, 가로(행) 방향은 생산된 생산물이 중간재나 최종재로 판매된 내역을 나타내는 배분구조를 의미

○ 산업연관분석을 이용하면 최종수요에 의한 생산, 고용, 소득 등 각종의 파급효과를 산업부문별로 나누어 분석할 수 있어서 구조적 측면에서 산업간 연관관계를 파악할 수 있는 장점이 있음

나. 투입계수 및 생산유발계수

○ 투입계수는 각 부문 생산물 1단위 생산에 필요한 각종 중간재 및 부가가치의 단위로 각 산업부문의 생산기술구조, 즉 투입과 산출의 생산함수를 의미함

○ 한국은행 발행 산업연관표에는 소분류(168부문), 중분류(77부문), 대분류(28부문) 별로 투입계수표(국산 투입계수표, 수입 투입계수표)가 제공되어 있음

○ 생산유발계수표는 투입계수를 이용하여 무한히 계속되는 생산파급효과를 역행렬이라는 수학적 방법을 사용하여 도출

○ 생산유발계수표는 수입의 취급방법에 따라서 국산과 수입을 구분하지 않는 경쟁수입형 $(I-A)^{-1}$ 형류와 국산과 수입을 구분하는 비경쟁수입형 $(I-A^d)^{-1}$ 형으로 구분

○ 순수한 국내 생산유발효과와 수입으로 인해 해외로 유출되는 부분을 구분하기 위하여 $(I-A^d)^{-1}$ 형 생산유발계수표를 사용함

다. 생산유발효과

○ 차세대 고속철도투자가 증가함에 따라 각 산업부문에서 직접·간접적으로 생산되는 산출액으로 생산유발계수에 최종수요 증가량을 곱하여 생산유발효과를 구함(식 1)

$$X=(I-A^d)^{-1}Y^d \qquad \text{(식 1)}$$

단, X : 총산출액 백터

$(I-A^d)^{-1}$: 생산유발계수 행렬(I : 단위행렬, A^d : 국산투입계수행렬)

Y^d : 최종수요 백터

○ 생산유발계수는 최종수요가 1단위 증가하였을 때 이를 충족하기 위하여 각 산업부문에서 직·간접적으로 유발되는 산출단위로, 1단위의 최종수요가 주어지는 경우에 각 산업의 생산에 미치는 직·간접의 파급효과를 나타내는 누적승수의 의미를 가짐

라. 부가가치유발효과

○ 차세대 고속철도 기술개발투자에 따라 국내에 미치는 부가가치 유발의 정도를 나타내는 것으로 최종수요의 증가량에 부가가치유발계수를 곱하여 부가가치유발효과를 구함 (식 2)

$$V = \widehat{A^v}(I - A^d)^{-1} Y^d \qquad \text{(식 2)}$$

단, $\widehat{A^v}(I - A^d)^{-1}$: 부가가치유발계수 행렬

Y^d : 최종수요 백터

○ 부가가치유발계수는 최종수요가 한 단위 증가할 때, 국내에 가져오는 부가가치 유발의 정도를 나타냄. 따라서 부가가치계수 행렬에 생산유발계수 행렬을 곱하여 부가가치유발계수 행렬을 구함으로써 부가가치유발효과를 추정

○ 최종수요의 발생이 국내생산을 유발하고 생산활동에 의해서 부가가치를 창출하기 때문에 결과적으로 최종수요의 발생이 부가가치 창출의 원천

마. 고용유발효과

○ 차세대 고속철도 차량투자가 증가함에 따라 산업생산을 유발하고 그 생산이 다시 노동수요를 유발하는 노동의 파급효과를 나타내는 것으로, 최종수요의 증가량에 취업유발계수를 곱하여 노동유발효과를 구함

○ 노동량은 취업자(피용자, 자영업주 및 무급가족종사자 포함)와 피용자의 두 가지로 나누어 파악하며, 최종수요가 주어졌을 때 이를 충족하기 위해 필요한 노동량을 구함

○ 고용(취업)유발계수를 산출하기 위해서는 생산활동에 투입된 산업별 노동량(L)을 산업별 총산출액(X)으로 나눈 고용(취업)계수의 대각행렬을 이용하여 계산하고, 고용(취업)계수와 생산유발계수를 기초로 고용(취업)유발계수를 구함(식 3)

$$L = \hat{l}(I - A^d)^{-1} Y^d \qquad \text{(식 3)}$$

단, $\hat{l}(I - A^d)^{-1}$: 고용(취업)유발계수 행렬

Y^d : 최종수요 백터

바. 분석결과

○ 분석은 국내 및 해외 수요의 예상매출액을 고려하여 산출하였으며 여기에 해외수요의 불확실성을 감안하여 국내 매출액의 부가가치발생액만을 고려하는 경우도 추가로 분석함

(1) 생산유발효과

○ 철도차량의 전국 생산유발계수는 1.95199로 나타나며, 각 산업부문별로 철도차량의 생산유발계수는 다음과 같음

○ 철도차량의 전국 생산유발계수에 동력분산형 고속철도 의 국내 및 해외 시장의 매출예상액을 적용하여 산정

○ 차세대 고속철도 기술개발투자가 우리나라 전체 산업에 미치는 생산유발효과는 철도차량투자비에 전국 산업부문별 생산유발계수를 곱한하여 약 113,889억원으로 나타났으며 국내 매출액만을 고려했을 경우에는 97,600억원으로 분석됨

<표 3-24> 2009년 철도차량의 산업부문별 생산유발계수

구분	산업부문	철도차량 생산유발계수
1	농림수산품	0.00380
2	광산품	0.00132
3	음식료품	0.00671
4	섬유 및 가죽제품	0.02240
5	목재 및 종이제품	0.01561
6	인쇄 및 복제	0.00297
7	석유 및 석탄제품	0.03298
8	화학제품	0.08110
9	비금속광물제품	0.00991
10	제1차 금속제품	0.19009
11	금속제품	0.06168
12	일반기계	0.05219
13	전기 및 전자기기	0.07699
14	정밀기기	0.00894
15	수송장비	1.08893
16	기타제조업제품	0.00566
17	전력,가스 및 수도	0.02526
18	건설	0.00150
19	도소매	0.07370
20	음식점 및 숙박	0.01340
21	운수 및 보관	0.02785
22	통신 및 방송	0.01428
23	금융 및 보험	0.02615
24	부동산 및 사업서비스	0.06732
25	공공행정 및 국방	0.00049
26	교육 및 보건	0.00769
27	사회 및 기타서비스	0.00780
28	기타	0.02527
계	철도차량의 산업부문 생산유발계수	1.95199

자료: 한국은행 경제통계시스템, 2009년 산업연관표

<표 3-25> 산업부문별 생산유발효과

구분	산업부문	산업부문별 생산유발효과 (억원)	
		국내외 매출	국내매출
1	농림수산품	221	190
2	광산품	77	66
3	음식료품	391	335
4	섬유 및 가죽제품	1,307	1,120
5	목재 및 종이제품	911	781
6	인쇄 및 복제	173	149
7	석유 및 석탄제품	1,924	1,649
8	화학제품	4,732	4,055
9	비금속광물제품	578	495
10	제1차 금속제품	11,091	9,505
11	금속제품	3,599	3,084
12	일반기계	3,045	2,609
13	전기 및 전자기기	4,492	3,849
14	정밀기기	521	447
15	수송장비	63,533	54,446
16	기타제조업제품	330	283
17	전력,가스 및 수도	1,474	1,263
18	건설	88	75
19	도소매	4,300	3,685
20	음식점 및 숙박	782	670
21	운수 및 보관	1,625	1,393
22	통신 및 방송	833	714
23	금융 및 보험	1,526	1,307
24	부동산 및 사업서비스	3,928	3,366
25	공공행정 및 국방	28	24
26	교육 및 보건	449	385
27	사회 및 기타서비스	455	390
28	기타	1,474	1,264
계		113,889	97,600

(2) 부가가치유발효과

○ 철도차량의 전국 부가가치유발계수는 0.55049로 나타나며, 이를 세분하면 피용자보수 0.22962, 영업잉여 0.19779, 고정자본소모 0.05781 등으로 구성됨

<표 3-26> 철도차량 부문의 부가가치유발계수

구 분	철도차량 부문 부가가치유발계수
피용자보수	0.22962
영업잉여	0.19779
고정자본소모	0.05781
생산세	0.06734
(공제)보조금	-0.00206
부가가치유발계수	0.55049

자료: 한국은행 경제통계시스템, 2009년 산업연관표

○ 차세대 고속철도 기술개발투자가의 부가가치유발효과는 동력분산형 고속철도 의 국내 및 해외 시장의 매출예상액에 부가가치유발계수 0.55049를 곱한 32,119억원으로 분석되었으며, 국내 매출액만을 고려했을 경우에는 27,525억원으로 분석됨

<표 3-27> 철도차량 투자를 통한 부가가치유발효과

구 분	부가가치유발효과(억원)	
	국내외 매출	국내매출
피용자보수	13,397	11,481
영업잉여	11,540	9,889
고정자본소모	3,373	2,890
생산세	3,929	3,367
(공제)보조금	-120	-103
합 계	32,119	27,525

(3) 고용유발효과

○ 철도차량의 전체산업 고용유발계수는 6.85명/10억원으로 나타나며, 이는 자영업주와 무급가족종사자를 제외한 피용자를 추정한 것임

○ 철도차량이 전국에 미치는 고용유발계수에 동력분산형 고속철도 의 국내 및 해외 시장의 매출예상액을 곱하여 산출

○ 철도차량 투자로 인한 고용유발효과는 국내 및 해외시장을 고려했을경우 39,961명, 국내 매출액만을 고려했을 경우에는 34,241명으로으로 분석됨

(4) 결과

○ 동력분산형 고속철도의 국내 및 해외의 수요발생이 국민경제에 미치는 파급효과는 생산유발효과 113,889억원, 부가가치유발효과 32,119억원, 고용유발효과 39,961명으로 분석되었음

○ 국내 수요발생만을 고려했을 경우에는 생산유발효과 97,600억원, 부가가치유발효과 27,525억원, 고용유발효과 34,246명으로 분석되었음

<표 3-28> 경제적 파급효과

구분		계
국내수요	생산유발효과(억원)	97,600
	부가가치유발효과(억원)	27,525
	고용유발효과(인)	34,246
국내외 수요	생산유발효과(억원)	113,889
	부가가치유발효과(억원)	32,119
	고용유발효과(인)	39,961

<표 3-29> 철도차량 투자로 인한 고용유발효과

구 분	산업부문	고용유발효과 (인)	
		국내외 매출	국내매출
1	농림수산품	81	70
2	광산품	48	41
3	음식료품	81	70
4	섬유 및 가죽제품	710	608
5	목재 및 종이제품	269	230
6	인쇄 및 복제	118	101
7	석유 및 석탄제품	51	43
8	화학제품	1,202	1,030
9	비금속광물제품	172	147
10	제1차 금속제품	825	707
11	금속제품	1,856	1,591
12	일반기계	1,163	996
13	전기 및 전자기기	1,397	1,198
14	정밀기기	301	258
15	수송장비	18,411	15,778
16	기타제조업제품	156	133
17	전력,가스 및 수도	155	133
18	건설	80	68
19	도소매	4,733	4,056
20	음식점 및 숙박	787	675
21	운수 및 보관	1548	1,327
22	통신 및 방송	203	174
23	금융 및 보험	726	623
24	부동산 및 사업서비스	3,977	3,408
25	공공행정 및 국방	25	22
26	교육 및 보건	418	358
27	사회 및 기타서비스	467	400
28	기타	0	0
합 계		39,961	34,246

제4장 서비스 마케팅 전략수립

제1절 목적

○ 현재 한국의 고속철도는 기존의 프랑스 기술을 도입해서 만든 KTX 부터 발전해서 국내생산제품인 2세대 고속철도인 KTX 산천의 도입을 마쳤고 3세대 고속철도인 HEMU-430X 개발 중에 있음

○ 기존의 KTX와 동력분산형 고속열차인 HEMU-430X의 가장 큰 차이는 바로 속도이며, 이는 항공기의 경우 속도는 더 빠르지만 공항까지의 이동과 각종 수속 시간, 다시 공항에서 시내로의 이동시간 등을 고려해 볼 때 동력분산형 고속철도의 경쟁력이 확보되었음을 의미하며 또한 차세대 동력분산형 고속철도의 운송능력은 항공기에 비해 압도적으로 우월

○ 이는 관련 사업에 큰 영향을 줄 것을 예상할 수 있으며, 지금까지 해왔던 기존의 KTX의 마케팅과는 차별되는 마케팅 전략 수립이 필요함

○ 따라서 기존의 KTX의 기존의 마케팅 전략 중 유지할 것은 유지하고 새로운 시대의 변화에 맞추어 여러 가지 마케팅 전략을 수립하는 것을 목표로 함

제2절 기본전략

1. 서비스 마케팅

가. 서비스의 정의와 특성

○ 미국 마케팅 학회(American Marketing Association)에 따르면 '서비스'란 판매를 위해 제공되거나 연계되어져 제공되는 행위, 효익 혹은 만족이라 함

○ 서비스에는 무형성, 비분리성, 이질성, 소멸성의 특징이 존재하는데 각각의 서비스 특성이 가지는 문제점에 대한 대응전략은 다음과 같음

- 무형성 : 특허로 보호가 곤란하고 진열이나 설명이 어려우면 가격설정기준이 불명확하다는 문제점을 가지고 있으며 따라서 실제적 단서를 강조하고 구전활동을 적극 활용하며 구제척인 원가분석을 실행하고 구매 후 커뮤니케이션 강화를 통한 대응이 필요
- 비분리성 : 서비스 제공시 고객이 개입가능 하고 집중화된 대규모 생산이 곤란한 문제점을 가지고 있으며 따라서 종업원의 선발 및 교육, 고객관리를 철저히 하며 여

러 지역에 서비스망을 구축하는 대응전략이 필요

- 이질성 : 표준화와 품질통제가 곤란한 문제점을 가지고 있으며 서비스의공업화 또는 개별화 전략을 시행을 통한 대응전략 필요
- 소멸성 : 재고로써 보관되지 못하는 문제점을 가지고 있으며 수요와 공급간의 조화를 추구하는 대응전략 필요

<표 4-1> 서비스의 특성에 따른 문제점

서비스의 특성	문제점	대응전략
무형성	· 특허로 보호가 곤란함 · 진열이나 설명이 어려움 · 가격설정기준이 불명확함	· 실제적 단서를 강조할 것 · 구전활동의 적극 활용 · 구체적인 원가분석 실행 · 구매 후 커뮤니케이션 강화
비분리성	· 서비스 제공시 고객의 개입 · 집중화된 대규모 생산이 곤란	· 종업원의 선발 및 교육 고려 · 고객관리 철저히 하기 · 여러 지역에 서비스망 구축
이질성	· 표준화와 품질통제가 곤란함	· 서비스의 공업화 혹은 개별화전략 시행
소멸성	· 재고로서 보관되지 못함	· 수요와 공급 간의 조화 추구

나. 서비스 마케팅의 개념

○ 서비스를 대상으로 한 마케팅 활동을 말하며 서비스 마케팅은 서비스를 통해 고객의 필요와 욕구를 충족시키려는 개인 및 조직의 활동으로 볼 수 있음

○ 그러나 서비스와 제품을 구분할 때 완전한 제품 혹은 완전한 서비스로 구분하기 힘들고, 실제로 존재하는 제품이나 서비스를 보면 어느 부분이 더 중요한 판매대상이고 구매대상인가에 따라 결정됨

○ 서비스 마케팅 활동은 서비스 기업에서 주로 실천하겠지만 제조업이나 비영리 조직에서도 서비스와 관련된 부분이 많이 있으므로, 서비스 마케팅은 조직 여부를 떠나 모든 서비스를 대상으로 한 마케팅 활동이라 할 수 있음

2. 동력분산형 고속철도의 서비스 마케팅 믹스(7P'S)

○ 마케팅 믹스(marketing mix)의 개념은 보든(Borden)에 의해 처음 사용된 후 맥카시(McCarthy)의 4Ps로 재정리된 개념으로 흔히 제품(Product), 가격결정(Pricing), 장소(Place), 촉진(Promotion)으로 표시되는 마케팅 믹스는 마케팅활동의 수단이 됨

○ 마케팅 믹스는 원래 제조업을 위해서 개발되었기 때문에 서비스의 무형 성을 생각할 때 저장, 수송, 재고와 같은 기능은 부적절하여 이 같은 마케팅 믹스를 서비스에 적용하는 데는 문제가 됨

○ 따라서 전통적인 마케팅 믹스만으로는 서비스를 포괄하지 못하므로 붐스(Booms)와 비트너(Bitner)는 기존의 4Ps 에다 사람(People), 물적 증거(Physical), 과정(Process)을 추가해서 7Ps를 제시

가. 제 품

○ 서비스 제품은 제공된 서비스의 범위, 품질, 수준이 포함되고 그 외에 상표명, 보증 애프터서비스 등도 고려해야 하며 이러한 서비스 제품의 믹스는 서비스조직의 규모나 위치 혹은 업종에 따라 상당한 차이를 가짐

○ 차세대 동력분산형 고속열차의 이름은 HEMU-430X : High speed Electric Multiple Unit - 400㎞/h experiment 이며 최고 속도 430km/h,영업 속도 370km/h를 가지고 있으며 기존 KTX 대비 100km/h 빠른 속력으로 서울에서 부산까지 1시간 반에 도착하는 차세대 동력분산형 고속열차임

나. 가 격

○ 가격에서는 가격수준, 할인 공제 커미션, 지불 및 신용조건이 포함되며 가격은 다른 서비스와 차별화, 서비스에서 고객이 인지하는 가치, 가격과 품질간의 상호작용 등에서 중요한 역할을 함

○ 가격수준 면에서 기존 KTX의 운임은 새마을호에 비해선 1백24~1백48% 비싸고 ,항공기에 비해선 63~72% 수준으로 싸게 책정되어있음. 따라서 항공기에 대해선 가격적으로 충분한 경쟁력을 갖추고 있고, 새마을호에 비해서도 유리

○ 아직 동력분산형 고속철도의 운임이 결정되지 않았지만 기존 KTX 의 요금 수준이라면 충분하게 경쟁력이 있다고 할 수 있음

다. 장 소

○ 서비스 마케팅에서 서비스 제공자의 위치와 접근성은 중요하며 이때 접근성은 물리적 접근성뿐만 아니라 커뮤니케이션과 접촉의 용이성을 말하며 유통경로의 유형과 시

장 커버리지도 서비스 접근성과 연계해서 중요한 요소임

○ KTX는 도외지에 위치한 김포공항이나 인천공항 등 공항에 비해서는 접근성이 탁월하나 서울지역 광명역이나 광주지역 송정리 역등 시내버스나 지하철역과의 연계성이 떨어져 접근성이 비교적 떨어지는 곳도 있음

○ 접근성의 향상으로 일어난 효과는 무엇보다 정차 역 주변의 경제성장이며 이는 건설교통부의 '고속철도가 국토공간구조에 미치는 영향' 이라는 내부보고서에서 정차 역 주변 도시의 개발로 관련 일자리가 늘어나고 인구가 늘어날 가능성이 높다고 분석됨

○ 이와 관련해 부산시와 대전시, 전북 익산시, 경북 경주시 등은 고속철도 정차 역을 중심으로 하는 역세권 개발계획을 수립하고 추진해서 개발이 완료 되거나 진행 중이며 또한 고속철도 정차 역 접근성이 기업입지 선정의 주요요인으로 작용하여 천안 아산 역 역세권에 신도시 886만평, 오송역 인근에 285만평의 오창 과학 산업단지가 조성됨

○ 지역 간 이동시간이 크게 단축되고 접근성이 향상되면서 관광레저·비즈니스·주거·출퇴근 등 국민 일상생활 전반에서 전국의 반나절 생활권화가 이루어짐

○ 삼성·LG·SK 등 주요기업들의 출장문화에도 변화의 움직임이 일어나 1박2일 출장을 당일출장으로 규정을 바꾸고, 지방출장 여비규정도 고쳐 고속철도 이용비용을 지원하고 있음

○ 이 외에도 접근성이 향상되면서 지방관광산업의 발달 촉진, 기업의 지방화, 교통체증 완화 등의 효과가 있었으며 지방 사람들도 수도권의 문화혜택을 누릴 수 있다는 장점도 생김

○ 그러나 접근성이 향상되어 지방 사람들이 수도권 진입이 쉬어짐에 따라 당초 예상했던 지방 분권화와는 반대로 오히려 수도권 집중 현상이 심화 됨 이는 장소마케팅의 포인트로 염두에 두어야 할 부분임

라. 촉 진

○ 서비스의 촉진은 광고, 인적판매, 판매촉진, 홍보와 같은 전통적인 촉진 믹스 외에도 사람, 물적 환경, 과정이 모두 소비자와 커뮤니케이션을 할 수 있는 촉진요소란 점이 특색임

○ KTX 의 다양한 할인 행사의 예.

- 예매 시기별 할인
- 자유석 할인
- 단체할인
- 동반석 할인
- 기업체 할인
- 신용카드 할인

○ 위와 같은 할인 정책은 동력분산형 고속철도에도 그대로 승계되어질 것으로 예상됨

마. 사람

○ 서비스 조직에서 사람은 우선 서비스를 생산하고 판매하는 사람들이며 특히 고객과의 접촉이 많은 고 접촉 서비스에서 종업원들의 역할은 (서비스 기업에서 성공의 비결은 접객원들이 조직에서 핵심용원이라는 점을 인식하는 것)이란 말로 잘 대변될 수가 있음
○ 또 다른 측면은 고객 간의 관계인데 서비스 제품의질에 대한 인식은 다른 고객에 의해서 형성되고 영향을 받기 때문에 서비스에서 다른 고객의 영향도 있음
○ 객실 내 서비스 개선도 일종의 마케팅 믹스의 사람에 해당되며 이는 서비스를 생산하고 판매하는 사람들이 고객과의 접촉이 많은 KTX 직원들이 객실 내 서비스를 개선하기 위한 노력도 이에 포함됨
○ 또한 고객 제일주의라는 서비스정신이라는 직원들의 의식개선도 이루어지며 KTX는 2012년 2월 9일부터 서울·용산·부산·울산·대전·동대구역 등 6곳에 CS매니저를 둬 현장중심의 고객서비스 돌임
○ 이는 코레일이 올해를 '서비스 품질도약의 해'로 정해 고객감동경영을 펼치기 위해서라고 볼 수 있고 CS매니저들은 관련자격증을 가진 외부전문가들로 KTX역 매장 내 판매서비스와 모니터링 역할을 함. 특히 밝은 미소를 선보임으로써 활기찬 역 분위기를 만들고 스토리 웨이 편의점 등 판매장을 돌며 CS수준도 진단함
○ 코레일은 CS매니저 운영결과를 종합분석, 전국 주요 역에도 배치하는 방안을 마련. 이는 객실 안에 조업원의 역할뿐만 아니라 객실 외인 KTX역 안에서도 사람의 역할이 중요하는 것을 말해줌

바. 물적 증거

○ 아무런 물적 요소가 개입되지 않는 순수한 서비스는 드물며 고객이 서비스 조직에서 접하게 되는 많은 유형적 물적 시설이나 장비 등과 같은 요인은 서비스에 대한 고객과 사용자의 판단에 큰 영향을 미침
○ 역 시설 및 서비스를 개선하는 것은 고객이 서비스를 접하게 되는 물적 시설이나 장비등과 같은 물적 요소를 개선하는 것과 같은 의미이며 KTX 개통 초기 매표장 혼잡, 연계서비스 불편, 열차 내 응급구호 미흡 등의 지적 사항은 상당부분 개선된 상황. 이는 정차 역별 병원·119 구급대 등과의 비상연락체계를 재정비하고, KTX 모든 승무원에 대한 응급구호 위탁교육을 실시한 결과에 따른 것임
○ 동력분산형 고속철도가 도입되기 전까지 계속해서 물적 시설과 장비에 대한 점검은 필수적임

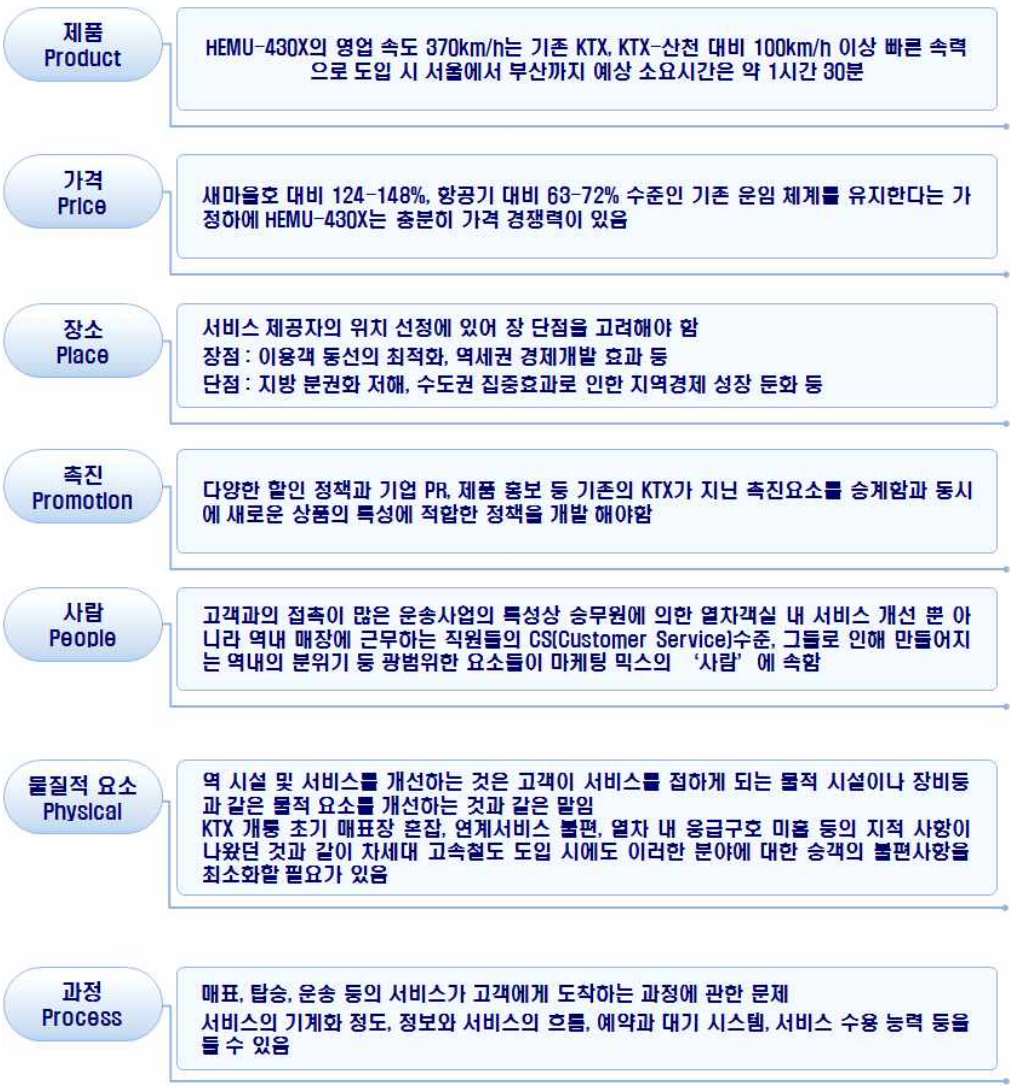
사. 과 정

○ 서비스 조직에서 사람들의 행동, 서비스가 어떻게 배달되느냐 하는 과정문제는 중요 요소임

○ 서비스 산출에서 채택된 정책이나 절차, 기계화 정도, 종업원이 갖고 있는 재량권의 정도, 서비스 수행과정에서의 고객의 참여 정도, 정보와 서비스의 흐름, 예약과 대기 시스템, 서비스 수용능력 등이 여기에 관련된 요소임

○ 스마트 철도예약 어플리케이션

- 과거에는 철도회원에 한하여 인터넷, 전화예약 및 결제가능 하도록 되어 있었지만, 지금은 일반 회원도 인터넷예약 및 전자결제가 가능하게 되됨. 또한 기술의 발달로 인해서 자동발매기 홈 티켓 SMS 티켓 등 다양한 방법으로 티켓을 출력할 수 있으며 스마트폰의 발달로 인해서 스마트폰의 철도예약 어플리케이션을 통해서 손쉽게 철도를 예약할 수 있는 시대가 됨. 이러한 발전은 철도 서비스가 고객에게 좀 더 쉽고 편리하게 접근하고 있다는 것임
- 동력분산형 고속철도 시대에는 새로운 기기에 약한 고령층, 장애인을 위한 전화 등을 이용한 전통적인 예약과 함께, 스마트 TV를 이용한 철도 예약 등 더욱더 다양한 과정을 통해 철도를 예약 할 수 있는 방법을 개발해야 할 것임



<그림 4-1> 동력분산형 고속철도의 서비스 마케팅 믹스(7P'S)

제3절 SWOT 분석 및 마케팅 포지셔닝

1. SWOT

○ 의사결정자가 기업환경 또는 상황(situation)을 어떻게 보느냐에 따라서 향후의 기업 활동이 달라 질 수 있음. 기업전략과 환경사이를 간단하게 짜 맞추는 환경 분석 도구(tool)가 있으며 SWOT분석이 대표적인 도구임

○ SWOT는 Strength, Weakness, Opportunity, and Threat :이는 외적인 환경요인은 기회와 위협요인으로, 내적인 기업요인은 강점과 약점요인으로 구분됨

○ 내적인 강. 약점요인은 CEO경영, 재무상태, 경영방식, 마케팅, 인적 자원,R & D, 정보시스템, 조직구조, 기업문화 등의 측면에서 다루어지며, 외적인 기회. 위협요인은 경제발전 추이, 기술 추이, 법규 경향, 인구사회학적 경향, 경쟁상황 추이, 등의 측면에서 다루어짐. 또한 내적인 강. 약점 요인들은 경영관리의 통제 하에 있으며 조직 내부적인 이슈들임

○ 강점은 경쟁사에 비해 상대적인 이점이나 고객에게 상대적인 효용을 줄 수 있는 기업 내부적인 어떤 것으로서 정의되며 약점이란 물론 그 반대적인 것으로 정의됨. 외적인 기회요인은 사업목표 달성을 도와주는 외적환경 속의 어떤 것을 말하며 위협요인은 그 반대로 저해하는 것임

○ 환경은 기업의 통제밖에 있으며, 그 자체가 불확실하지만 기업은 그러한 환경과 상응하여야 함.. SWOT는 간단하게 상응양상을 표현하며 그 방향을 지시함

2. 동력분산형 고속철도의 SWOT 분석

가. Strength 강점

○ 동력분산형 고속철도의 개통은 시속 370km의 빠른 속도를 통한 시간단축으로 전국을 2시간이내 생활권으로 연결시키며 이는 기존의 KTX의 최고 강점이었던 속도를 100km/h 늘린 것으로 이는 기존의 강점을 더욱 강화한 것이라고 할 수 있음

○ 고속철도는 에너지 효율성이 자동차의 2배, 항공기보다 4배가량 높고, 전기에너지를 사용하므로 환경오염이 거의 없으며 고속철도의 개통으로 일산화탄소와 분진이 상당부문 줄어들어 대기오염 감소효과를 얻을 수 있음

○ 기존의 KTX와 달리 동력 분산형 열차를 사용하기 때문에 에너지 효율성과 유지관리 편리성은 물론 수송수요에 따라 차량편성을 용이하게 변경할 수 있는 장점이 있으며 또한 축 중을 낮출 수 있어 선로의 부담을 작게 하고 유지 보수비용을 감소시킬 수 있음

○ 고속철도 도입은 각 도시간의 이동시간을 현저하게 줄일 수 있음

나. Weakness 약점

○ 전통적으로 여겨졌던 약점은 (역방향 의자 문제, 터널 소음 문제 등 물리적 편안함) 개선된 상황이며 역방향 의자는 KTX 산천이 회전식 의자를 도입, 동력분산형 고속철도 역시 회전식 의자를 도입함
○ 터널 소음 문제도 초기에 비해서 많이 개선됨
○ 가격은 미정으로 기존 KTX에 요금을 생각하면 항공기를 제외한 타 교통수단에 비해서 비싸기 때문에 대표적인 약점이며, 새로운 고속철도의 경우 불확실성에서 나오는 사회적 비용(예. 경영문제와 민영화)이 있을 수 있음

다. Opportunity 기회

○ 2004년 이후 KTX의 이용자는 계속 증가하고 있음
○ 2017년 호남고속철도 건설로 고속차량 300량, 2020년 이후 경부고속도로차량 960량 등 대규모 고속차량 수요가 예상됨. 또한 서해안 선을 비롯한 국토의 균형 발전을 위해서 고속철도가 늘어날 가능성이 있으며 평창 올림픽을 위해 인천 평창 간 고속철도가 개설될 예정이기 때문에 국내 고속철도의 수요는 계속해서 늘어날 것으로 예상됨
○ 외국의 고속철도 건설 추진 : 현재 고속철도 건설을 추진 중, 혹은 준비 중인 나라는 미국, 브라질, 베트남, 인도, 사우디아라비아 등이 있으며 이런 나라들에 수출 할 수 있다는 것도 동력분산형 고속철도의 큰 기회 요소라 할 수 있음

라. Threat 위협

○ 급속한 과학기술의 발전으로 인한 대체교통수단의 발달 즉 지능형 도로교통시스템의 등장, 자기부상열차의 운행, 초고속선 및 첨단 항공기의 운항 등 기존 교통수단의 고급화나 고속화로 인한 고속철도 수요 감소 등이 미래의 위협 요소가 될 수 있음 (자기부상 열차나 초고속선 첨단 항공기 운항 등의 가능성)
○ 현재 상황에서 동력분산형 고속열차의 위협요소는 저가 항공사의 출현과 활성화임
○ 공항 철도의 의해서 공항에 대한 접근성은 좋아 졌지만 아직 고속철도에 비해서 가격이 비쌌던 항공요금이 저가 항공사의 출현으로 인해서 최근에 서울에서 부산까지 가는 비용이 KTX보다 싼 경우까지 생겨났으며 이는 서울 부산 간 KTX의 이동 속도가 최근에 더 빨라졌음에도 불구하고 저가 항공사의 국내선 이용 고객이 늘었다는 최근의 보도 기사로 확인됨



<그림 4-2> 동력분산형 고속철도의 SWOT 분석

3. 마케팅 포지셔닝

○ 포지셔닝이란 고객의 마인드 속에 우리의 제품이나 서비스를 인식시키는 것과 관련된 모든 것으로 포지셔닝은 제품에 대해 취하는 조치가 아니라, 제품명, 가격, 포장의 변경 방법 등을 고객의 마인드에 자리하게끔 만드는 것과 관련된 모든 행위를 일컬음

○ 이는 제품 또는 서비스를 고객의 마인드 속에 이미 존재하는 심리적 인식과 의미 있게 연결 짓는 것으로 소비자의 기호의 변화, 강력한 경쟁제품의 진입 등으로 기존의 포지셔닝이 경쟁우위를 잃거나 혹은 그 밖의 이유로 기존의 포지셔닝이 기업이 원하는 식으로 되어있지 않으면 재 포지셔닝을 하여야 함

○ 즉, 제품 개발 및 런칭 시점에서 마케팅 담당자가 목표한 대로 포지셔닝이 훌륭하게 되었어도 시간이 지남에 따라 포지셔닝이 부적합할 수도 있으며 이는 소비자 욕구나 경쟁상황이 달라지거나, 또는 성장하리라 예상했던 표적 시장이 너무 작은 경우가 바로 그러한 경우임

○ 이때는 당초의 포지셔닝에 안주하지 않고 철저한 조사를 통해 자사 제품의 포지션을 추적해 보고 새로운 포지션을 개발하는 재 포지셔닝 전략을 수행해야 함

○ 고속철도가 여타의 다른 교통수단과의 경쟁에서 이기기 위해서는 소비자들의 의식에 경쟁력이 있는 좋은 이미지를 자리 잡도록 해야 함

- 1. 동력분산형 고속철도의 속도 증가에 의해서 통근가능권역이 확대되고 비즈니스의 효율성이 증대 기대

① 중시의 생활 패턴이 확산됨에 따라서 고속철도가 비즈니스 활동에서 시간단축의 수단으로 활용됨. 특히, 서울과 1시간 이내의 거리에 있는 천안, 아산 및 대전권

간의 비즈니스가 더 편리해짐

② 반나절 생활권이 형성됨에 따라 장거리 지역에서의 당일 출장이 가능해짐

③ 도시 외곽에 위치한 공항까지 가지 않고 고속철도를 통해 도심에서 도심으로의 이동이 가능해짐에 따라 도착지 도심으로의 접근 시간 단축 뿐 아니라 편의성도 증대됨

④ 전문직의 경우 지방에 살면서 일이 있을 경우에만 수도권을 오가는 것이 용이해짐

⑤ 여타 교통수단에 비해 시간 경쟁력을 가지고 항공기에 비해서는 가격 경쟁력을 가짐

- 2. 편리한 여행, 여가생활

① 빈손으로 떠났다가 여행지에서 모든 것을 해결하는 선진국형 여행 문화가 정착

② 주 5일제로 여가시간이 늘어나면서 전반적으로 여행기회가 늘어나고 여가권역이 확대되었기 때문에 동력분산형 고속철도의 빠른 속도가 쾌적한 여행의 동반자가 될 수 있음. 특히 서울~부산, 서울~목포 등 장거리 지역의 여행시간 단축으로 여행 수요 증대가 예상

③ 철도 수송 능력 확대 및 시간 단축으로 수도권 주민들의 지방여행은 물론 지방 주민들의 서울 여행 및 문화 교류 기회가 커짐

④ 도로에서와 같은 정체가 없음

⑤ 동남아와 중국, 일본 등을 중심으로 일고 있는 한류열풍을 연계해 한국을 방문하는 관광객을 대상으로 한 관광 상품으로 판매

⑥ 항공기 수준의 서비스를 제공

제4절 새로운 마케팅 전략

1. 컬러마케팅

가. 개념

○ 컬러마케팅이란 제품선택의 구매력을 증가시키는 가장 중요한 변수를 색으로 정해서 구매력을 결정짓게 하는 마케팅 기법임

○ 실제 마케팅 전문가에 조사에 따르면 소비자들은 상품을 살 때 시각(87%), 청각(7%), 촉각 (3%), 후각 (2%), 미각 (1%) 에 영향을 받는다는 것이 증명 되었으며 이 마케팅은 제품 자체의 색깔에서 시작되었으나 1950년대 중반부터 제품기획이 중심이 되어 비로소 마케팅이란 용어를 붙이게 됨

○ 이 마케팅은 색상을 이용하여 판매를 극대화시키는 판매 전략으로 기업의 제조 기술이 평준화되면서 디자인 중에서도 색상이 제품선택을 결정하게 되었고 사람은 색채에 대해서 감성적인 반응을 보이므로 이것이 곧 구매충동과 직결된다는 것이 이 마케팅의 기본논리 임

○ 이 마케팅을 이용하여 주 소비층인 10대, 20대 등 신세대 젊은 고객들의 고정관념을 깬 색으로 공략하였으며, 광고에서도 제품과 가장 잘 어울리는 하나의 색만을 사용하여 광고와 브랜드 간의 일치된 색을 통해 보다 효과적으로 메시지를 전달하여 매출을 증대시킴. 식음료를 비롯한 가구·자동차·가전제품 등 소비재 전 분야에 걸쳐 그 대상이 확산됨

○ 컬러 마케팅의 시초는 1920년 미국 파커(Parker)의 빨간색 만년필로 당시만 해도 여성용 만년필은 조금 가늘었을 뿐 남성용처럼 검은색과 갈색이 전부였음. 이 회사는 당시로서는 파격적인 빨간색을 대담하게 도입하여 여성용 만년필 시장을 석권

○ 국내에서는 1980년대 컬러텔레비전이 국내 모든 가정에 등장하여 컬러정보가 생활 곳곳에 전달되어 소비자들의 시각문화를 형성하기 시작하면서부터 색의 중요성이 급속히 높아짐

나. 동력분산형 고속철도 산업에서의 활용방안

○ 감성 색채 공학전문가 KAIST 석현정 교수는 KTX Ⅱ(산천)를 외국에 수출할 때, 우리나라의 감성에 맞게 디자인 된 블루 톤의 열차를 그대로 보여주는 것보다는 그 나라의 정서에 맞춰줌으로써 감성적으로 '남의 기술을 수입 한다'는 부정적인 생각을 없애줄 수 있다고 주장

○ 즉 지금까지 KTX의 컬러라고 하면 블루라는 이미지가 소비자에게 인식되어 있으며 파랑색은 희망 청춘 스마트 청결 정의 상쾌 투명 등의 비교적 좋은 연상 이미지를 가

지고 있음. 즉 파랑색이라는 컬러를 사용함으로써 KTX가 좋은 이미지를 형성하는데 도움을 준다는 것임

○ 하지만 동력분산형 고속철도는 검은색임. 검정색은 단단하고 안전하다는 느낌이 있지만 지금까지 KTX의 파란색으로 굳혀진 이미지가 변하게 수 있음

○ 이런 측면에서 볼 때 이미 기존의 파란색 이미지를 고집하지 않는다면 동력분산형 고속철도에는 컬러 마케팅을 다양하게 이용해야 할 필요성이 있음

○ 예를 들면 기존의 파란색의 KTX의 로고는 그대로 유지한 채 열차의 성격에 따라서 급행열차는 빠른 속도라는 이미지를 가진 붉은색으로 변화 시킨다던가 객차 안에 고급 설비가 있는 칸은 고급스러운 이미지를 가진 보라색이나 와인색을 이용해서 꾸미는 등의 색의 변화를 만들자는 것임. 즉 칼라를 통해서 생긴 좋은 이미지를 통해서 한번타고 나면 다시 타고 싶은 철도를 만들어야 한다는 것임

○ 아파트 산업에서 이미 쓰이고 있는 컬러 테라피 역시 충분하게 철도 사업에서 활용될 수 있는 분야임

○ 마지막으로 컬러 마케팅은 브랜드 이미지화에 큰 도움을 줌. 아직 까지는 KTX라는 브랜드는 빨간색하면 떠오르는 코카콜라나 SK주유소 같이 색깔을 바로 브랜드화 할 수 있는 단계는 아님

○ 그렇기 때문에 KTX만의 고유 이미지를 형성시키기 위해서 바람같이 빠른 KTX라는 이미지를 파란색이라는 컬러를 활용해서 만들고 소비자에게 인식 시켜야 함

○ 주말 가족 단위의 이용 승객 중 어린이를 타깃으로 화려한 컬러 티켓을 만들어서 티켓 자체를 기념품 화 시키는 것도 컬러 마케팅을 활용한 좋은 전략이라 할 수 있음

2. 숫자 마케팅

가. 개념

○ 숫자 마케팅은 숫자가 가지는 지극히 뚜렷하고도 다양한(무한대까지 가능한) 상징체계를 바탕으로 해서, 단순하면서 강렬하게 제품이나 브랜드가 갖는 특성을 인지시킬 수 있고, 숫자의 심리를 이용해서 고객이 갖고 있는 가치관이나 경험을 바탕으로 고객의 니즈를 자극할 수 있는 마케팅 기법으로 숫자는 어릴 때부터 사용했기 때문에 소비자들에게 친숙한 느낌을 가지고 있고 외래어 보다 메시지 전달이 용이 하다는 장점이 있음

○ 그렇다면 여러 기업에서 숫자 마케팅을 사용하는 이유는 무엇일까? 숫자는 이미지 전달이 빠르고 제품의 특징을 함축적으로 전달할 수 있고 무엇 보다, 숫자에 의미를 부여한 숫자마케팅은 소비자들의 호기심을 자극해 제품을 각인하는 효과가 큼

○ 숫자 마케팅의 특징으로는 첫째 소비자의 성향과 가치를 고민해 숫자로 표현할 수 있

으며 둘째 숫자를 통해 타사와는 다른 차별화를 할 수 있음 3.숫자 안에 그 의미를 간단명료하게 표현해야 함 등이 있음

○ 3이라는 숫자를 가지고 예를 들어 보면 3이라는 숫자는 한국인이 가장 선호하는 숫자이고 우주의 섭리인 천 지 인을 의미하고 행운과 완벽함 이라는 의미도 가지고 있으며 또한 아리스토텔레스가 말한 완결성을 나타내는 수이고 마크 S 월튼의 <3의 법칙>을 보아도 3이라는 숫자가 국내뿐만 아니라 세계 어디에서나 선호하고 있는 숫자라는 것을 알 수 있음

○ 그렇기 때문에 3월3일 삼겹살 데이 맥도날드 3000원 메뉴 등 3을 이용한 숫자 마케팅이 많은 것임 또 다른 숫자 마케팅의 예시로는 11월에 빼빼로 광고나 인터넷 쇼핑몰인 11번가의 숫자 11을 이용한 마케팅 음료인 2% 부족할 때 등이 있음

나. 동력분산형 고속철도 산업에서의 활용방안

○ 동력분산형 고속철도는 다른 사업보다 '속도'로써 숫자 마케팅을 이용할 수 있는 아주 좋은 소재를 가지고 있음

○ 최고 속도가 400km/h가 넘는다는 것은 숫자 마케팅으로 활용하기 좋은 소재이며 또한 서울과 부산에서 1시간 반에 도착하는 것 역시 숫자 마케팅을 쓰기에 좋은 소재임

○ 위에서 말한 숫자를 사용해서 숫자 마케팅을 한다면 동력분산형 고속철도가 기존의 철도보다 빠르다는 점은 아주 쉽게 소비자들에게 인식될 것임

○ 예를 들면 최근에 시행된 KTX의 누적 이용객 3억 명 돌파를 기념한 홍보 행사도 숫자 마케팅을 이용한 행사라도 할 수 있으며 이런 행사를 통해 3 억 명이 이용할 만큼 안전하고 많이 이용하는 교통수단 이라는 것을 자연스럽게 소비자에게 알릴 수 있음

○ 그리고 밸런타인데이 같은 특정 기념일에 커플을 위한 철도 좌석할인 이벤트를 여는 것 역시 숫자를 이용한 마케팅이라 할 수 있음

○ 또한 '서울에서 부산까지 영화 한편을 보기 전에 도착한다.' 이런 문구 역시 자연스럽게 동력분산형 고속열차가 얼마나 빠른지 알려주는 좋은 홍보 방법이라고 할 수 있음

3. MOT 마케팅

가. 개념

○ MOT마케팅이란 스페인의 투우 용어인 [Moment De La Verdad]를 영어로 옮긴 것으로, 투우사가 소의 급소를 찌르는 순간을 말하며 이는 (피하려 해도 피할 수 없는 순간) 또는 (실패가 허용되지 않는 매우 중요한 순간) 을 의미

○ 마케팅으로 해석하면 '결정적 순간', 즉 '고객이 종업원이나 기업의 특정 자원과 접촉하는 순간으로, 서비스의 품질에 대한 고객의 인식에 결정적인 영향을 미치는 상황'이라고 할 수 있음

○ MOT마케팅은 그 '결정적 순간'에 고객들에게 긍정적인 인상을 심어줌으로써, 제품과 기업에 대한 긍정적인 효과를 이끌어 내는 것이라고 할 수 있음

○ MOT의 '결정적 순간' 은 서비스 제공자가 고객에게 서비스품질을 보여 줄 수 있는 극히 짧은 시간이지만, 자사에 대한 고객의 인상을 좌우하는 극히 중요한 순간으로 고객을 상대하는 종업원들은 고객을 대하는 짧은 순간에 그들로 하여금 최선의 선택을 하였다는 기분이 들도록 만들어야 힘

○ MOT마케팅의 성공 사례는 철도 산업과 라이벌이라 할 수 있는 항공 산업에서 시작되었음. 1981년 39세의 젊은 나이로 스칸디나비아항공(SAS)의 사장으로 취임한 얄 칼슨가 취임한 당시 스칸디나비아항공은 연 800만 달러의 적자를 기록하고 있던 회사로 얄 칼슨은 고객과 접촉하는 15초 동안의 짧은 시간을 잘 관리하는 것이 사업의 성공을 좌우한다고 강조함. 이 개념을 도입한 얄 칼슨은 불과 1년 만에 스칸디나비아항공을 7,100만 달러의 흑자경영으로 전환시킴

나. 동력분산형 고속철도 산업에서의 활용방안

○ 철도 산업은 항공사업과 유사한 측면이 많기 때문에 이 MOT 마케팅을 하기에 적합하다고 할 수 있음

○ 대표적인 예들을 살펴보면 다음과 같은데 전부 잠깐의 순간들 이지만 고객들에게 철도의 이미지를 좋게 혹은 나쁘게 만들 수 있는 시간이라는 점임

- 첫째 철도 정보를 얻기 위해 전화했을 때 고객에게 충분하게 만족을 주는 정도를 제공할 수 있어야 함
- 두 번째로 고객이 출발입구를 찾고 있을 때 안내원이 상세하게 어디로 가야 하는지 안내해 줄 수 있어야 함
- 세 번째로 수화물보관소를 찾고 있을 때 찾는 것을 도와주어야 함
- 마지막으로 가장 흔한 순간이지만 제일 중요한 순간인 티켓을 건네고 탑승할 때 그 순간이 중요하다는 의미임

4. 버즈 (입소문)마케팅

가. 개념

○ 버즈 마케팅이란 소비자들이 자발적으로 메시지를 전달하게 하여 상품에 대한 긍정적

인 입소문을 내게 하는 마케팅기법이며 꿀벌이 윙윙거리는(buzz) 것처럼 소비자들이 상품에 대해 말하는 것을 마케팅으로 삼는 것으로, 입소문마케팅 또는 구전마케팅(word of mouth)이라고도 함

○ 모양이나 기능이 뛰어나고 편리하게 사용할 수 있으며 효율성과 가격 면에서도 앞서는 상품, 사람들의 눈에 잘 띄는 상품이 주요 대상이 되며 매스미디어를 통한 마케팅 기법에 비해 비용이 저렴하며 기존의 채널로는 도달하기 어려운 소비자에게 접근할 수 있음

○ 그러나 여론 형성에 주도적인 역할을 하는 사람을 찾아내 적극적으로 활용해야 하며, 공급을 제한하고, 커뮤니티를 잘 활용해야 함. 또한 일정한 궤도에 오르면 광고와 매스미디어를 활용하고, 입소문 마케팅은 소문이 잘 못 났을 경우에 부정적인 면도 갖추고 있으므로 만약의 사태에 항상 대비하는 자세가 필요

나. 동력분산형 고속철도 산업에서의 활용방안

○ 실제로 처음 고속철도를 이용하는 사람이 이용하기 전에 인터넷 등의 자료를 찾아보기 보다는 직접 타본 사람에게 타보니 어땠냐고 물어보는 경우가 훨씬 더 많다고 함. 아무리 정보화 시대가 되었다 하지만 사람과 사람 사이의 커뮤니케이션의 힘이 아직까지도 더 크다는 의미임

○ 온라인이나 소셜 네트워크를 통해 이러한 정보를 전달하는 것도 중요하지만 입소문에 의해 전달되는 정보들은 다른 매체를 통한 전파와의 차이점들 즉 사람에 의한 전파이기 때문에 다른 경로에서 얻은 정보보다 조금 더 신뢰 있는 정보가 될 수 있다는 점이 있기에 더욱 중요

○ 그러나 입소문 마케팅의 부정적인 측면인 나쁜 이미지가 소비자에게 입소문으로 퍼진다면 오히려 역 효과가 있을 수 있기 때문에 주의가 필요

5. 여성 마케팅

가. 개념

○ 소비시장의 키워드로 여성이 부각되기 시작한 것은 2000년 무렵부터 이며 여성의 사회적 참여가 활발해 지면서, 소비 주체이자 유행을 창조하고 선도하는 경제활동 주체로서 여성이 부상하고 있음

○ 여성마케팅은 이러한 여성을 주요 목표고객으로 삼는 마케팅 기법으로 이미 선진국에서는 오래전부터 구매자 및 구매에 영향을 미치는 의사결정 영향자로서 여성의 중요성이 부각되었음

○ 미국에서 여성은 가계 지출의 80%를 직접 주관하고 있는 것으로 분석되며 또한 미국 ABC 방송사에 따르면 신규 자동차 구입 시 여성이 결정권을 행사한 경우가 무려 80% 에 이른다고 하며 이는 기존에 남성 중심으로 구매 결정이 이루어지던 상품들조차 여성들의 의사결정 영향권 안으로 점점 옮겨가고 있는 것임

○ 이러한 여성마케팅이 급부상하고 있는 일차적인 요인은 경제적인 측면에 있으며 이는 최근 들어 여성의 사회 진출이 어느 때보다 빠르게 증가하고 있고 맞벌이 형태의 가족 구조가 일반화되면서 여성도 당당한 경제 주체로 자리매김 하게 되었기 때문이며 더욱이 여성소비자들은 불황 속에서도 상대적으로 안정적인 소비 성향을 보는데 불황기에 주류 등 남성 소비자들의 소비가 감소할 수밖에 없는 반면 여성들의 주요 소비 품목은 화장품, 의류 및 식품 등 필수품이기 때문임

○ 두 번째 요인은 마케팅 파워 집단의 중심에 여성이 있다는 점인데 이는 여성은 남성보다 대체로 까다로운 구매 성향을 보이는 반면, 남성에 비해 상표애호도가 높은 편이기 때문이며 이러한 점에서 까다로운 여성 소비자들에게 인정을 받으면 시장에서의 성공 가능성은 매우 높다고 볼 수 있음

○ 여성마케팅의 중요한 점은 여성 고객에 의한 모방효과와 구전효과이며 여성에 의한 모방효과는 가족 구성원 사이에서 흔히 나타나는데 엄마가 좋아하는 식품 브랜드를 아이들도 자연스럽게 좋아하게 되는 이치임

○ 여성에 의한 구전효과는 주로 이웃이나 친구 등을 통해 발생하며 이는 위에서 말한 입소문 마케팅과 동일한 것으로 일반적으로 여성 소비자들은 구매 결정을 할 때 주변인의 의견이나 추천 등에 크게 영향을 받기 때문에 여성 소비자들 사이에서 긍정적인 입소문을 유포시키는 것은 상품의 성패에 중요한 영향을 미침

나. 동력분산형 고속철도 산업에서의 활용방안

○ 오늘날 모든 경제와 소비의 주체는 여성이며 대부분의 가정이 남편은 바깥에서 일만 하고 통장이나 금융관련 문제는 가정 경제를 책임진 주부들에게 달려있는 것이임

○ 특히 주부들이 가지고 있는 구매 결정권은 아주 강력하다고 할 수 있는데 예를 들면 남편이 부산으로 갈 때 항공기를 이용할 것을 원해도 시간과 경제적인 측면을 고려해서 부인이 고속철도를 탈 것을 주장한다면 대부분은 부인의 말을 따라서 고속철도를 타게 될 것이며 이때 연령대와 통행목적에 따른 여성에 대한 차별화된 감성마케팅을 고려해 볼 수 있음

○ 지금까지 철도산업에서 여성들을 위한 이벤트나 행사는 상대적으로 보기 힘들었는데 최근 항공 산업에서는 비즈니스 클래스를 이용하는 여성들을 위해 화장품 샘플을 제공하는 등의 여성들을 위한 서비스를 이미 제공하고 있음

○ 지금 당장 철도 산업에서도 여성들을 위한 마케팅 전략을 세워야 할 것으로 판단되는데 현재 KTX에서 시행중인 교통약자 우대 석에 임산부 우선배치 등 여성에 대한 기

본적인 대우로 새롭게 여성들을 위한 또 다른 우대 행사가 필요

○ 여성들 중에서 주 타겟은 주부인데 이는 주부들이 고속철도를 이용하고 안정성과 속도에 만족을 한다면 바로 자녀와 남편들의 고속철도 이용으로 이어질 수 있기 때문임

○ 그 다음으로는 경제활동을 하는 여성들을 타깃으로 삼고 마지막으로 노년층 여성을 대상으로 해야 하며 항공기를 제외한 타 교통수단에 비해서 비싼 고속철도를 이용하려면 아무래도 직장인 여성이 이용할 확률이 높아지기 때문임

6. 프레스티지 마케팅

가. 개념

○ 프레스티지 마케팅(Prestige Marketing)이란 고소득층 및 상류층을 대상으로 하는 마케팅으로, 전체 고객 중 단 5~10%의 비율을 차지하는 특정한 고객을 대상으로 하는 마케팅을 말함

○ 명품 브랜드나 백화점, 은행의 프라이빗 뱅킹 센터 등에서 시작한 프레스티지 마케팅은 현재는 부유층이라는 독립된 틈새시장을 확보하고 있으며 상류층이라는 고정고객이 정해져 있기 때문에 고가, 고급제품의 매출이 안정적이며 경제상황이 악화되어도 그 영향을 비교적 적게 받는 마케팅 기법임

○ 중요한 것은 상류층의 소비 패턴은 다른 소득 계층의 모방으로 이어지는데 상류층의 소비 행태는 중상류층에 의해 모방되고, 중상류층은 다시 중류층에 의해 모방되기 때문에 비록 고소득층이라는 한정된 타깃 안에서도 마케팅이 성공적이라면 서브 타깃까지 고려할 만한 효과가 있음

○ 마케팅의 주요 타켓층은 다양한 소비를 많이 하는 30대 전문직 젊은 부유층이라고 할 수 있으며 남들과 차별화된 고급서비스를 받고자 하는 부유층 고객에게는 보다 장기적인 관점에서 그들과의 관계를 유지하는 것이 무엇보다 중요함

○ 제품의 품질과 브랜드의 가치는 기본이고, 부유층에게 지속적으로 제품의 정보를 전달하고 고객을 관리하는 긴밀한 유대 관계를 지속시키는 것이 훨씬 더 중요하고 이러한 마케팅은 단순히 부유층에게 명품을 판매하는 것이 아니라, 기업의 고가치를 판매하는 것임

나. 동력분산형 고속철도 산업에서의 활용방안

○ 연휴나 추석이나 설날 KTX의 특실을 제외한 다른 일반석은 아주 빠르게 매진이 되며 보통 평일에 특실은 거의 반 이상 비어있는데 특실은 5%정도가 외국인이 이용할 정도로 일반고객에게는 너무나도 비싼 좌석이라는 인식이 됨

○ 특실을 이용할 가격이라면 항공을 이용할 수 있는 가격이기 때문에 굳이 일반 고객과 부유층 고객 모두에게 고속철도의 특실은 그다지 매력적인 상품이 아니고 그것은 현재 부유층을 대상으로 한 KTX 특실의 포지셔닝이 애매하다는 것을 함

○ 즉 어느 고객을 타깃으로 하는지 확실하게 정해야 하는데 장기적인 측면에서 볼 때 가끔씩 어쩔 수 없는 경우에만 특실을 이용하는 일반인 고객보다 부유층 고객은 특실을 이용한 후 마음에 들면 계속해서 이용할 가능성이 많고 전파의 효과가 있어 부유층 고객을 주 타깃으로 삼는 혜택이 있는 것이 제한적일 지라도 선택적 방법임

○ 현재 KTX 특실의 가지고 있는 장점은 일반 좌석보다 넓고 물과 과자가 무한 제공되고 와이파이가 무료라는 것 그리고 신문이 무료 제공되고 안대가 제공되는 정도이며 위에 혜택들은 부유층에게는 별로 관심을 끌 수 있는 것들이 아님

○ 그렇기 때문에 그들을 사로잡을 수 있는 새로운 마케팅 전략을 짜야 한다는 것이며 따라서 일반석과는 다른 인테리어는 기본이고 그들의 마음을 사로잡을 수 있는 맞춤형 서비스 제공이 무엇보다도 중요함. 그러기 위해서는 특실에서만 근무하는 승무원이 필수적이라고 판단됨

○ 현재 상황으로 볼 때 동력분산형 고속철도의 가장 큰 라이벌인 저가 항공사와의 경쟁구조에서 승리하기 위해서는 프레스티지 마케팅을 통한 특실의 활용이 필요

7. 문화 마케팅

가. 개념

○ 문화마케팅이란, 기업이 문화를 매개로 고객의 감성을 자극함으로써, 문화 예술이 가지고 있는 가치를 해당 기업/제품의 이미지로 연결 짓기 위한 활동이라 할 수 있으며 기업이 문화 활동(연극, 공연 후원 등) 을 많이 할수록 기업의 이미지와 고객가치는 증가되며, 향상된 고객가치는 고객충성도 (제품을 재구매하고자 하는 의지, 기업을 생각하는 긍정적인 사고 등) 를 높여 구매까지 이어지게 하는 것임

○ 문화마케팅에는 크게 다섯 가지 유형이 있음

- 첫 번째는 문화판촉(Culture Sales)으로 문화를 광고테마나 판촉수단으로 활용하는 마케팅 전략으로 예를들어 이동통신 회사나 카드 회사 등에서 자사의 카드에 포인트를 적립하면 그 적립된 포인트로 소비자들이 제품을 구매하거나 영화나 뮤지컬과 같은 문화체험을 할 수 있게 하는 방법이 있음
- 두 번째는 문화 지원(Culture Sponsorship)으로 이는 말 그대로 기업이 문화와 관련된 것을 지원 혹은 후원하면서 진행하는 마케팅 전략으로 예를 들어 삼성생명이 청소년 문화 활동 드럼클럽을 지원하고 후원하는 활동이나 러시아의 볼쇼이 발레단과 톨스토이 문학상을 후원하는 등과 같은 활동이 이에 해당

- 세 번째는 문화연출(Culture Synthesis)로 문화연출 마케팅이란 한 기업의 제품과 서비스가 문화를 상징하는 방법으로 스타벅스의 마케팅 전략이 문화연출의 사례에 해당되며 스타벅스는 단순한 커피전문점이라는 이미지에서 벗어나 '한 잔의 이미지를 판다'라는 목표 아래 매장분위기나 인테리어, 음악 등을 통하여 커피 이상의 분위기, 멋, 문화를 상징하는 마케팅 전략을 선택한 것인데 다시 말하면, 소비자들의 인식 속에 스타벅스는 차별화된 장소로서 커피를 마시며 음악도 듣고, 스타 벅스만의 분위기를 느낄 수 있는 하나의 문화로 자리 잡았다는 것임
- 네 번째는 문화기업(Culture Style)으로 기업 자체를 새롭고 독특한 기업으로 포지셔닝하는 방법으로 문화기업에는 CJ의 마케팅 사례가 이에 해당된다고 할 수 있으며 CJ는 종합식품 회사에서 출발하여 지금은 마트, 극장, 레스토랑, 영화관 등 다양한 문화공간에서 소비자들을 만나고 있으며 이를 통해 CJ는 건강, 즐거움, 편리라는 세 가지의 슬로건을 내세워 종합생활문화 기업으로 재탄생 시키는데 성공
- 마지막으로 문화후광(Culture Spirit)으로 문화후광이란 국가차원의 문화행사를 후광으로 마케팅을 펼치는 방법으로 마케팅을 하는데 있어서 국가의 문화적 매력을 이용한다는 것으로 프랑스의 경우가 이에 해당되며, 다른 나라의 사람들에게 그 나라를 홍보하고 광고하는 것 역시 넓은 범위의 마케팅이 될 수 있는데 프랑스는 문화대국이라는 이미지를 배경으로 세계적인 명품들을 만들어 내었고, 세계적인 패션쇼, 영화제 등을 개최하며 국가의 이미지를 제고하고, 고급화시키는데 주력하였으며 이러한 과정을 통해 현재 프랑스는 고급화된 세계적인 문화 국가 중 하나로 자리 잡게 됨

○ 가장 대표적인 기업들로 예들자면 삼성(너무도 많은 문화 활동 지원 : 게임회사 주최, 콘서트 주최, 연극 활동 후원 등), LG(뮤지컬 적극 후원), 아시아나(유명 해외공연이 올 경우 적극 지원), 현대카드(독자적인 공연 기획 및 주최), 유수의 제약사 등이 적극적으로 이를 활용하고 있음

나. 동력분산형 고속철도 산업에서의 활용방안

○ 철도 산업에서 문화 마케팅은 여러 가지 다양한 측면에서 할 수 있음

○ 동력분산형 고속철도에서는 중앙 모니터가 아닌 개별 모니터를 제공하고 있기 때문에 객차 안에서 문화 마케팅을 활용하기에 좋은 설비를 갖추었다고 할 수 있고 또한 각 기차역내에서 하는 문화 공연은 사람들의 사람들을 기차역으로 몰리게 하는 효과를 주면서 철도가 가진 이미지를 좀 더 상승 시킬 수 있음

○ 철도를 이용한 문화 마케팅의 예를 들어보면 KTX 기차표를 구입한 고객에게 구입한 지 3일 이내에 영화나 연극 커피숍 등의 할인을 제공해 주는 이벤트나 초 중 고 청소년을 대상으로 고속열차를 소재로 한 다양한 공모전을 개최하는 등의 기업 이미지 향상을 위한 활동이 문화 마케팅에 속함

○ 예를 들어 최근 개통한 신 분당선의 경우에는 연애 기획사인 YG 엔터테인먼트와 같이 마케팅을 실시. 신분당선 열차의 내부를 YG 엔터테인먼트 소속 연기자 및 가수의 모습들로 꾸밈으로써 K팝의 인기가 날로 높아져 가고 있는 지금 이 시점에서는 외국 관광객을 유치하기 위해서 한류 스타를 이용한 문화 마케팅역시 필수적 요소라 할 수 있음.

○ 한류 스타와 활동과 관련된 객실이나 아니면 한류 스타의 모습을 가지고 내부를 장식하는 등의 방법이 있으며 마찬가지로 우리나라는 풍부한 문화유산을 통해 객차 내에서 자연스럽게 연결시키는 것 (예를 들어 모니터 홍보) 역시 이러한 고유한 유산이 있는 곳을 고속철도가 연결한다는 이미지, 홍보 효과를 가지고 올 수 있음

8. 스포츠 마케팅

가. 개념

○ 스포츠 마케팅이란 스포츠를 이용하여 제품판매의 확대를 목표로 하는 마케팅 기법을 말하며 기업은 스포츠마케팅을 통해 회사 및 회사제품의 인지도를 높이고 이미지를 개선하거나 유지하려는 것이 기본 목적

○ 이 마케팅은 일차적으로는 커뮤니케이션 효과를 얻기 위한 목적을 갖고 있으나 최종적으로 제품판매의 확대가 목표로 스포츠 의류 및 용품 생산업체에게는 매출과 직결되는 마케팅활동이고, 스포츠 팀과 경기연맹 등 스포츠 단체에게는 보다 많은 재원을 확보하기 위한 마케팅활동이며, 일반기업에게는 스포츠를 이용하여 기존의 광고 또는 홍보활동 등을 보조해주는 강력한 마케팅 커뮤니케이션 도구임

○ 스포츠마케팅은 스포츠 자체의 마케팅과 스포츠를 이용한 마케팅 두 분야로 구별되며. 우리가 봐야 할 것은 바로 스포츠를 이용한 마케팅임

○ 스포츠를 이용한 마케팅은 경영학의 마케팅 및 기업의 관점에서 볼 때 스포츠 후원을 나타내며 스포츠 후원은 기업이 현금이나 물품 또는 노하우, 조직적 서비스를 제공함으로써 스포츠스타, 팀, 연맹 및 협회, 스포츠행사를 지원하여 마케팅 커뮤니케이션의 여러 목표를 달성하기 위한 기획·조직·실행·통제하는 모든 활동으로 상업적 목적을 달성하기 위해 스포츠 활동에 재정적 또는 이에 상응하는 지원을 제공

○ 스포츠를 이용한 마케팅의 다양한 활동은 크게 직접사업과 간접사업으로 구분. 직접사업에는 스포츠 방송중계의 광고를 독점하는 계약 형태로 방송사가 중계권료를 행사주관자에게 지불하는 방송후원과, 행사비용을 부담하는 대가로 행사타이틀 사용권, 휘장사용권 등을 얻는 이벤트후원, 그리고 경기장 안의 펜스·플로어·스코어보드나 인쇄물 등에 특정기업의 광고를 게재하는 매체상품화 등이 있음

○ 간접사업은 광고나 제품판매를 위해 운동선수·팀·단체 등의 이미지를 이용하는 것으

로 자사제품광고에 특정 선수·팀·단체를 등장시키는 광고이서(Advertising Endorsement), 선수·팀·단체이름·사진·사인 로고·심벌 등을 제품에 부착하여 판매하는 제품이서(Product Endorsement) 등이 있음

○ 이 마케팅은 다음과 같은 장점이 있음

- 첫째 방송법·언론 법에 나타난 기존 커뮤니케이션 장벽을 피할 수음
- 둘째 특정 스포츠종목이나 스포츠이벤트를 통해 보다 쉽게 시청자 또는 독자에게 접근할 수 있음
- 셋째 비상업적 상황에서 대상 집단에게 접근할 수 있다는 점으로 이는 후원은 광고와는 달리 인위적으로 실시되기 때문에 광고를 기피하는 대중에게도 거부감 없이 자연스럽게 받아들여 짐
- 넷째 스포츠의 이미지 및 스포츠에 대한 관심을 기업커뮤니케이션의 목적에 이용할 수 있음

나. 동력분산형 고속철도 산업에서의 활용방안

○ 철도 산업에서 이 스포츠 마케팅을 이용할 아주 좋은 시기가 바로 지금이라고 판단됨

○ 평창동계 올림픽 인천~평창 간 고속철도는 바로 이러한 스포츠 마케팅을 실행 할 수 있는 좋은 장소가 될 것임

○ 고속철도를 이용한 스포츠 마케팅은 이미 한번 실행된 적이 있는데 작년에 열린 대구국제 육상선수권 대회에서 입장권을 KTX 역에서도 판매하기 시작해서 입장권의 판매율을 높인 적이 있는데 스포츠 스타인 우사인 볼트를 보기 위해서 KTX를 이용해서 대구로 간 경우가 해당함

○ 현재 한국철도공사는 유도 단을 운영하고 있고 매년 한국 철도 공사 사장 기 철도가족 건강 달리기 대회를 운영하고 있음. 이러한 행사를 단순하게 철도 가족에게 국한시키는 것이 아니라 일반인들에게도 공개를 해서 달리는 건강한 기업이라는 이미지를 주는 것도 좋은 스포츠 마케팅이라 할 수 있음

9. 그린 마케팅

가. 개념

○ 그린 마케팅이란 환경적 역기능을 최소화하면서 소비자가 만족할 만한 수준의 성능과 가격으로 제품을 개발하여 환경적으로 우수한 제품 및 기업 이미지를 창출함으로써 기업의 이익 실현에 기여하는 마케팅을 말함

○ 하지만 그린 마케팅은 환경보호를 위해 소비를 줄여야 한다는 극단적인 환경 보호주

의적(Environmentalism) 마케팅과는 달리 기업의 생존과 경쟁력 확보를 위해 능동적으로 자연의 오염 흡수 능력(자정능력)을 초과하지 않는 한도 내에서 자원을 사용하는 지속 가능한 개발의 이념에 바탕을 두고 환경보존 및 소비자의 건강에 대한 기업의 사회적 책임을 강조하는 마케팅 개념이라고 할 수 있음

○ '그린'이란 용어는 슈마허가 1973년 그의 저서 「작은 것이 아름답다」에서 그린운동(Green Movement)을 제창함으로써 새롭게 사용되었으며 그린마케팅은 고객반응에만 초점을 두는 것이 아니라, 사회 마케팅 이념보다 더 넓은 차원에서 보이며, 환경보전 문제를 기업의 위협요인으로 보지 않고 기회요인으로 파악하여 기업의 장기적 이윤과 소비자의 삶의 질을 중시하는 그린마케팅 이념은 인간과 인간, 사회와 사회, 인간과 자연환경과의 상호의존성에 초점을 맞추어 물질적 풍요나 편리성에 강조를 두는 것이 아닌 사람의 질을 높이는데 강조점을 둔 마케팅임

나. 동력분산형 고속철도 산업에서의 활용방안

○ 철도는 다른 운송 수단과 비교해서 운행 시 소음을 제외하고는 환경 공해를 발생시키는 것이 상대적으로 적기 때문에 친환경적인 이미지를 가지고 있으며 그린 마케팅을 하기에 좋은 환경임

○ 환경친화성 측면에서 볼 때 철도는 가장 좋은 이동 수단으로 그것에 맞춰서 한국철도공사는 2009년부터 매년 친환경 철도변 조성과 관련하여 협조 유공이 많은 자치단체에 감사장을 전달하고 친환경 철도변 및 역사주변 녹색환경개선을 위해 녹화사업을 장려하고 있음

○ 예를 들면 군산시는 산림청 도시 숲 예산을 활용해 2009년~2010년도에 '임피 역사 광장 주변 경관개선사업'과 '금강하구언 일원 철도변 녹색경관 조성사업'을 시행, 역사주변과 철길주변의 녹화사업을 실시해 지역주민과 관광객들에게 쾌적하고 아름다운 기찻길 제공하기 위해 노력했으며 이 예를 통해 보아도 그린 마케팅은 지역의 발전과 그리고 철도 홍보에 도움을 줄 수 있음

10. 하이테크 & 온라인 마케팅

가. 개념

○ 하이테크 & 온라인 마케팅이란 인터넷과 스마트폰 그리고 소셜 네트워크를 이용한 마케팅 활동이라 할 수 있으며 인터넷의 힘을 나날이 강해지고 있는 요즘 예전에는 인터넷 정보를 참고 수준에서 썼다고 하면 지금은 인터넷 조사에 대한 신뢰도가 높아져서 언론보다 인터넷 커뮤니티의 글을 더 믿는 시대가 되었으며 한명의 파워 블로거

의 글이 제품의 흥망을 자우 할 정도로 온라인 마케팅의 중요성은 높아져 가고 있음

○ 이러한 마케팅이 등장하게 된 배경은 아날로그 세대인 1960년대 생이 이제 차차 경제적 주도권을 잃고 있고 1970년대 이후 생들은 구세대 보다 스마트 폰과 인터넷에 익숙하며 이것들을 통해 물건을 사는 것을 어렵게 생각하지 않는다는 점임

○ 젊은 세대를 위한 맞춤 마케팅으로써도 꼭 필요한 마케팅인 것으로, 페이스 북과 트위터의 등장은 사회전반에 걸쳐서 큰 영향을 미쳤고 현재 정치에도 큰 영향을 주고 있는데 이 강력한 힘을 이용해서 신제품을 출시했을 때 온라인 커뮤니티나 블로그 혹은 페이스 북이나 트위터에 올라와 있는 얼리어답터들의 리뷰를 보고 그 제품을 이용할지 말지 결정하는 경우가 점점 더 많아지고 있음

나. 동력분산형 고속철도 산업에서의 활용방안

○ 지금 온라인에서는 철도 마니아들에 의해서 만들어진 철도 커뮤니티가 활성화 돼 있으며 실제로 철도를 이용하려는 사람들은 궁금한 점이 있을 때 철도 공사의 홈페이지를 이용하기 것 보다 실제로 철도를 이용해본 이 커뮤니티의 사람들이 해주는 말에 더욱더 신뢰를 가지고 있음

○ 그리고 이 커뮤니티에 가입된 사람들은 철도에 대한 충성도가 다른 교통수단 보다 높고 실제로도 철도를 자주 이용하는 사람들로 현재 코레일에서 운영하는 페이스 북과 트위터는 많은 사람이 이용하고 있지는 않는데 그 이유는 바로 온라인 마케팅이 바로 퍼미션 마케팅이기 때문임

○ 퍼미션 즉 고객에게 허락을 맡아야지만 커뮤니케이션이 전달 될 수 있다는 것으로 이웃추가 혹은 친구 추가라고 말해지는 이것을 허용해야지만 정보를 공유할 수 있기 때문임

○ 이제는 적극적인 홍보 활동을 통해서 지금 운영하고 있는 트위터와 페이스 북 철도 마니아 클럽 등 을 활성화 시킬 필요가 있으며 철도 관련 커뮤니티에 가입되 있는 철도에 대해 충성도가 높은 고객들을 위한 할인 행사 등을 마련해야하는데 매출의 80%는 우수고객 20%에서 나온다는 법칙에 따라 그 20%의 고객을 창출하는 작업이라고 생각하면 철도를 좋아하는 사람들이 모여 있는 철도 관련 커뮤니티는 우수 고객을 만들기에 가장 최적의 홍보 장소인 것으로 판단됨

11. 스토리 마케팅

가. 개념

○ 미래학자 롤프 옌센은 정보화 시대가 지나면 소비자에게 꿈과 감성을 제공하는 드림

소사이어티(Dream Society)가 도래할 것이라고 주장하고 있음. 즉 이 둘은 모두 사람의 의사결정에 이성보다는 '감성'의 중요성을 언급하고 있는 것으로 실제로 인간의 사고는 95%가 무의식중에 일어나며 나머지 5%도 언어로서 표현하기 어려운 경우가 많음

○ 감성마케팅의 대두는 상품에 감성을 부여해 소비자에게 전달하는 스토리텔링 마케팅의 중요성을 인식시키기에 충분하며 브랜드에 스토리를 넣어 사람들의 관심과 흥미를 유발시키고 이를 통해 판매 촉진으로 연결시키는 것임

○ 스토리텔링 마케팅은 '스토리텔링+마케팅=감성마케팅'이라는 공식을 이끌어내며 소비자의 마음점유율을 높이는 수단으로 활용되고 있음

○ 스토리텔링 마케팅은 상품 특성을 객관적으로 설명하는 것이 아니라 고객이 관심을 가지고 반응하는 흥미로운 이야깃거리로 풀어나가는 마케팅 커뮤니케이션 기법이라고 정의내릴 수 있음

○ 스토리텔링 마케팅은 상품 그 자체에 대해서 소개하는 것이 아니라 상품에 담겨 있는 의미나 개인적인 이야기를 제시함으로서 몰입과 재미를 불러일으키는 주관적이고 감성적인 의사소통 임. 마케팅 활동에 이야기(story)를 도입함으로서 단순히 물건을 사는 것이 아니라 그 물건에 담겨 있는 이야기를 즐기도록 하는 감성 지향적 마케팅 활동으로, 딱딱하고 상업적인 마케팅에서 휴먼스토리로 소비자에게 다가가며 이성(rational)보다는 감성(emotional)으로, 마음(mind)보다는 가슴(heart)으로 소통하는 것 이것이 스토리텔링 마케팅과 다른 일반적인 마케팅과의 근본적 차이점임

○ 일반적인 마케팅 메시지에는 감동이 적기 때문에 소비자는 이런 메시지를 이해하고 기억하기란 쉽지 않은데 반해 스토리텔링 마케팅 에는<메시지와 재미>가 있어 소비자는 감동을 느끼고 이를 기억함

○ 스토리텔링 마케팅의 장점은 광고가 일방적으로 전달하고자 하는 바를 집중적으로, 교묘하게 더러는 억지스럽게 전달함에 따라 메시지에 대한 신뢰의 문제가 대두되는 반면, 이야기(story)는 애초부터 흥미와 호기심을 불러일으키며 이야기를 들으면서 이야기 속의 의미를 공유하게 된다는 점으로 명품 마케팅에 있어 해당 명품 브랜드에 대한 직접적인 가치와 장점, 특징들을 직접적으로 광고하는 것이 아니라 그 명품을 만든(또는 만드는) 사람들이나 애용자들과 관련 된 이야기들을 통해 명품의 가치와 Pride를 사도록 하는 것임

○ 스토리텔링 마케팅의 일반적인 장점은 이야기를 들려줌으로써 소비자로 하여금 상상력을 자극시키게 하며 소비자에게 좀 더 친근하게 다가갈 수 있다는 점으로 상품의 감성적인 부분을 전달할 수 있으며 확실하게 브랜드를 포지셔닝 할 수 있고 상대적으로 적은 비용으로 광고가 가능하며 다양한 분야로 확장이 가능

○ 위의내용을 정리해 보면 4P중 한가지인 포지셔닝의 부분에서 다른 마케팅 기법보다 고객에 마음에 쉽게 제품을 자리 잡게 할 수 있는 효과적인 마케팅 수단이라는 것임

○ 또한 스토리텔링 마케팅은 입소문 마케팅과 밀접한 관련이 있음 스토리텔링을 이용한 광고가 인기를 끌게 되면 사람들의 대화에 의해서 자동으로 그 광고가 홍보되는 효과도 가질 수 있는 것으로 특히 제품의 브랜드화를 구성하기에 매우 효율적인 수단이라는 것이 여러 가지 예로 증명이 됨. 그리고 스토리텔링 마케팅은 애니메이션, 게임, 출판, 디자인, 건축 등 다양한 산업에서 확장해서 활용할 수 있음

○ 스토리텔링 마케팅의 단점은 스토리를 제대로 구성하지 않고 스토리텔링 마케팅을 하면 오히려 역 효과가 난다는 것인데 국내의 많은 기업들이 스토리텔링 마케팅을 도입하고 있으나 주목할 만한 이야기를 담은 상품은 부족하다는 의견이 적지 않으며 이는 셀링 포인트가 느껴지지 않는 이미지 광고, 브랜드 히스토리의 지루한 나열 등 전체적으로 이야기의 호소력이 부족하다는 의미로 즉 리텔링 마케팅에 자주 쓰이는 일반인 모델이 제품보다 주목 되었을 경우에도 실제 브랜드 가치 향상에 도움이 되지 못함

나. 동력분산형 고속철도 산업에서의 활용방안

○ 동력분산형 고속철도는 지존의 KTX보다 빠르다는 측면을 스토리텔링 마케팅에 활용시킨다면 어떻게 될까? 고객들이 관심을 가질만한 이야기(예를 들면 서울에서 부산까지 1시간 30분도 안 되는 시간에 KTX보다 조금 더 빨리 도착하는 장면 스토리)를 통해 재미있게 접근하는 방법이 있음

○ 예를 들면 부산에 있는 한 여자가 자신을 좋아하는 3명의 남자를 만나는 이야기로 KTX, 저가항공, 동력분산형 고속철도를 이용한 세 남자 중 철도를 이용한 세 번째 남자의 애인이 된다는 식의 코믹한 스토리를 활용하는 등, 동력분산형 고속철도가 빠르다는 것을 홍보할 스토리는 무궁무진함

○ 철도는 여행과 아주 밀접한 관련이 있기 때문에 사람들의 감성을 효과적으로 자극 시킬 포인트가 됨

○ KTX 관광 마케팅 역시 이러한 사람들의 기차 여행에 대한 감성을 자극하는데 (태백산 눈꽃 열차나 와인 열차여행과 같은 테마 여행 상품), 단순한 테마 여행이 아닌 스토리가 있는 여행 상품을 개발하고 이를 감동의 경험으로 홍보하는 방안을 모색해 봐야 할 것임

○ 스토리텔링 마케팅과 감성 마케팅은 고속철도 자체의 홍보 방안으로 여행 관광 산업과 연계하여 좋은 마케팅 전략이라고 할 수 있음

12. 요약

○ 향후 고속철도의 마케팅은 현재 가지고 있는 철도 전반의 이미지를 회복시키는 것은 물론이고 동력분산형 고속철도가 성공적으로 도입할 수 있도록 하는 방향으로 이루어져야 함

○ 세계의 철도 시장 개척의 경쟁력 우의를 위해 (향후 호남 고속철 등의 수요에 대응하기 위해서도) 동력분산형 고속철도의 개발은 필수적이고 동력 분산형 고속열차는 에너지 효율이 높고 객실관리가 편하며 가감속이 더 좋아서(기존 KTX대비 100km/h 향상으로 홍보 되고 있음) 차별화된 마케팅에 적당하다고 볼 수 있음. 누적 이용객 3억명을 돌파한 현재 고속철도 산업에 더욱 큰 브랜드로 예상할 수 있지만 이와 함께 현재의 고속철도에 대한 대중의 인식에 주목할 필요가 있음

○ 특히 최근에 부각된 2004년 도입부터 계속 해서 문제가 나타나고 있는 안정성 문제, 철도 민영화 문제, 사회적 비용에 따른 이미지, 최근에 보도된 KTX관련 (인건비, 경영, 운영) 정보는 부정적 이미지 고착에 영향을 줄 수 있다는 점에서 접근해야 함

○ 일반적으로 감성 마케팅은 눈에 보이지 않거나 직접 경험하지 못한 상품이나 서비스와 관련하여 효과적이고, 대중의 감성이나 취향을 눈에 보이는 색채나 형태, 소재로 형상화하거나 인간의 감각이나 감성에 호소하는 마케팅을 말하며 감성 마케팅의 특징은 소비자들을 자극하여 무의식적 반응을 이끌어 내고 이를 매출증대로 연결한다는 데 있음.

○ 이성에 호소하기보다는 이미지를 중시하는 감성을 자극해 직접적으로 소비자를 사로잡을 수 있는 장점이 있으며 새로운 고속철도 도입시점에서 적절한 마케팅으로 볼 수 있음

○ 효율적인 감성 마케팅을 펼치려면 우선 소비자의 감성에 접근해야 하는데 이를 위해 특정 고객에게 초점을 맞추어 이들의 수요에 철저하게 대응하면서 한편으로는 자사 상품이 사회 트렌드로 자리 잡도록 시장을 확대하는 노력이 중요함

○ 여러 가지 다양한 새로운 유형의 마케팅 전략들 중에서도 문화, 감성적 포인트를 극화시키는 전략으로 세분화되고 복합적인 감성 마케팅 즉, 브랜드 이미지 컬러마케팅, 숫자 마케팅, 버즈 마케팅, 여성 마케팅, 프레스티지 마케팅, 문화 마케팅, 스포츠 마케팅 등의 복합적 조합점을 찾아 자연스럽게 철도와 가까워지고 이미지를 높이는데 도움을 줄 것임

○ 하이테크 & 온라인 마케팅은 스마트폰 세상이 도래한 지금 꼭 필요한 마케팅 전략으로 비중이 점점 더 커지고 더욱 발전해 나갈 것으로 예상되는 분야임

○ 마지막으로 스토리텔링 마케팅은 위에 언급한 모든 전략에서 응용될 수 있는 중요한 분야로 기업이 소비자가 물건을 구입하게 만들 수 있는 것은 바로 소비자의 머리를 움직여서가 아니라 마음이 움직이게 했기 때문으로 사람의 마음을 움직이는 이 마케팅 전략은 그 어떤 수단보다 강력하다고 말 할 수 있으며 고속철도라는 이미지 자체를 소비자의 마음에 깊게 각인 시킬 수 있는 효율적인 수단이라고 할 수 있음

제5장 텍스트 마이닝을 활용한 KTX 고객 불만족 요소 조사

제1절 목적

○ 최근 트위터, 블로그를 비롯한 Social Network Service (SNS)의 등장으로 많은 사람들이 자신이 이용한 상품이나 서비스에 관련된 후기를 SNS를 이용해 등록하고 있음

○ 이는 과거와는 다른 On-Line 기반 매체의 높은 파급력을 보여주고 있고, 또한 이러한 후기는 Off-Line에 비해 훨씬 더 빠른 속도로 전파되고 있음을 나타냄

○ 따라서 블로그 및 인터넷 커뮤니티에 작성된 상품 및 서비스에 대한 일반 대중의 후기와 이를 통해 드러나는 그들의 만족 및 불만족 요소를 수집하여 분석하는 행위를 통해 생산자는 기존의 Off-Line Survey등을 통한 수용자 의견 조사보다 더욱 더 방대한 양의 수용자 의견을 저렴한 비용과 짧은 시간의 투자만으로 수집/분석 할 수 있음

○ 또한 기존의 조사 방법론이 질문지나 질의응답 등의 '타인의 물음에 의한 자발적이지 못한 의견제시라는 점에서 정확하고 구체적인 불만 사항들이 도출되기가 어려운 반면, 위와 같은 블로그 및 인터넷 커뮤니티에 작성된 후기들은 개인의 의사결정에 의한 '정보의 작성' 이기에 보다 심층적인 불만 사항 등이 자세하게 나타남

○ 이를 바탕으로 본 연구는 많은 인원을 운용함에 따른 고비용, 설문조사 결과가 도출될 때까지 장기간이 소요되고 정확하지 않은 정보가 담 겨있을 우려가 있는 기존의 Off-Line 기반 수용자 의견 조사 대신 SNS, 인터넷 커뮤니티, 개인 블로그 등에 광범위하게 분포 되어 있는 후기 자료들을 수집함

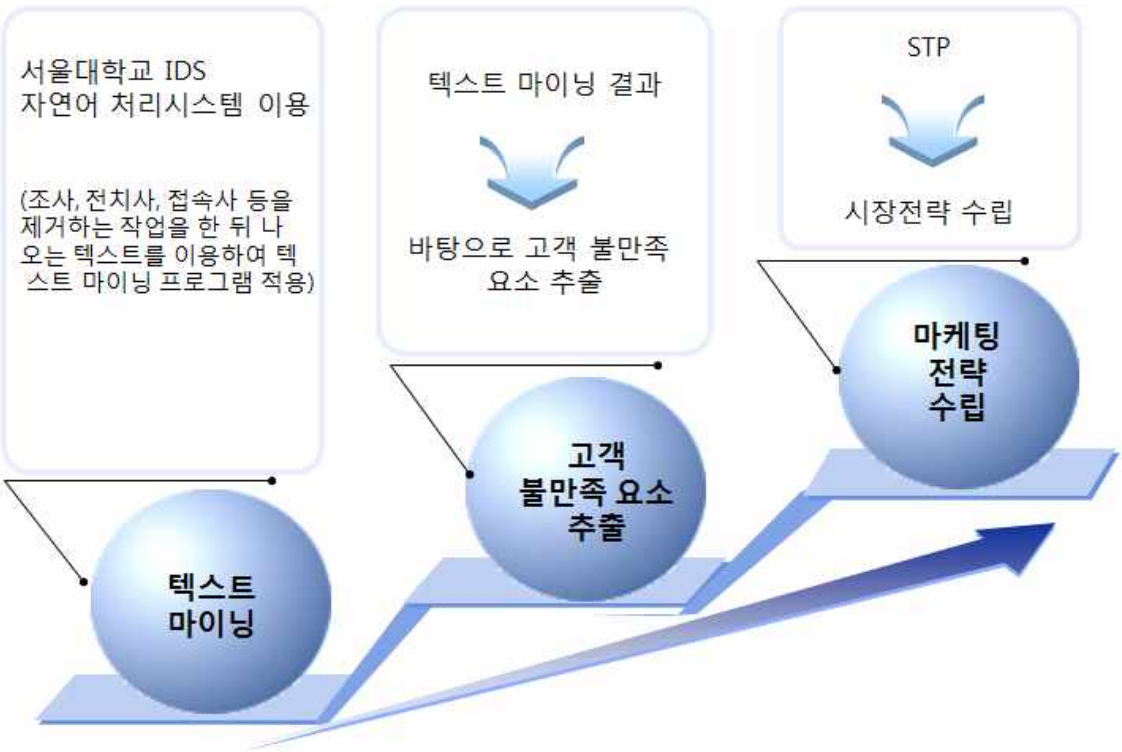
○ 수집된 후기를 적은 비용과 텍스트 마이닝 프로그램을 운용하는 몇 명의 인원만으로 분석하여 유의미한 결과를 도출해낸 뒤, 이를 바탕으로 현재 KTX 서비스에 대해 수용자들이 지니고 있는 불만사항과 이를 수정, 보완할 수 있는 새로운 마케팅 전략을 구상함

제2절 절차

○ 동력분산형 고속열차의 마케팅 전략 수립을 위해 서울대학교 IDS(Intelligent Data System) 자연어 처리시스템을 이용하여 텍스트 마이닝 분석을 통하여 고객불만족 요소를 추출하고 STP(Segmenting, Targeting, Positioning)를 통해 마케팅 전략을 수립하는 절차로 수행

○ 기존의 텍스트 마이닝 프로그램은 해외에서 만들어졌기 때문에 한국어를 분석하는데 상당히 어려움이 많아 이 불편함을 해소하고자 서울대학교에서 만든 IDS(Intelli-gent Data System) 자연어 처리시스템을 이용하여 한글 형태소의 품사를 '체언, 용언, 관형사, 부사, 감탄사, 조사, 어미, 접사, 어근, 부호, 한글 이외'와 같이 나누고 각 세부 품사를 구분하여 조사, 전치사, 접속사 등을 제거하는 작업을 한 뒤 나온 텍스트를 이용하여 텍스트 마이닝 프로그램에 적용

○ 연구에 사용된 텍스트 마이닝 프로그램은 Wordle, Voyeur 등으로 다음 절에서 자세히 소개되어 있음



<그림 5-1> 텍스트 마이닝을 통한 마케팅 전략수립

제3절 TEXT MINING

1. Text Mining 이란?

○ 온라인에서 사용되는 대부분의 언어는 비정형화된 텍스트로 구성된 자료들(PDF, E-mail, hwp, doc, html, txt)이 대부분임

○ 텍스트 마이닝이란 이러한 비정형 데이터인 문서로부터 유용한 정보를 추출 및 가공하여 정리, 시각화하는 기술로 주어진 시간 내에 방대한 양의 데이터를 분석하는 데 최적화 되어 있음

2. Text Mining Tool

○ 이러한 Text Mining은 현재 개발되어 있는 여러 가지의 도구들로 사용 되고 있으며 그 종류와 기능은 다음과 같음

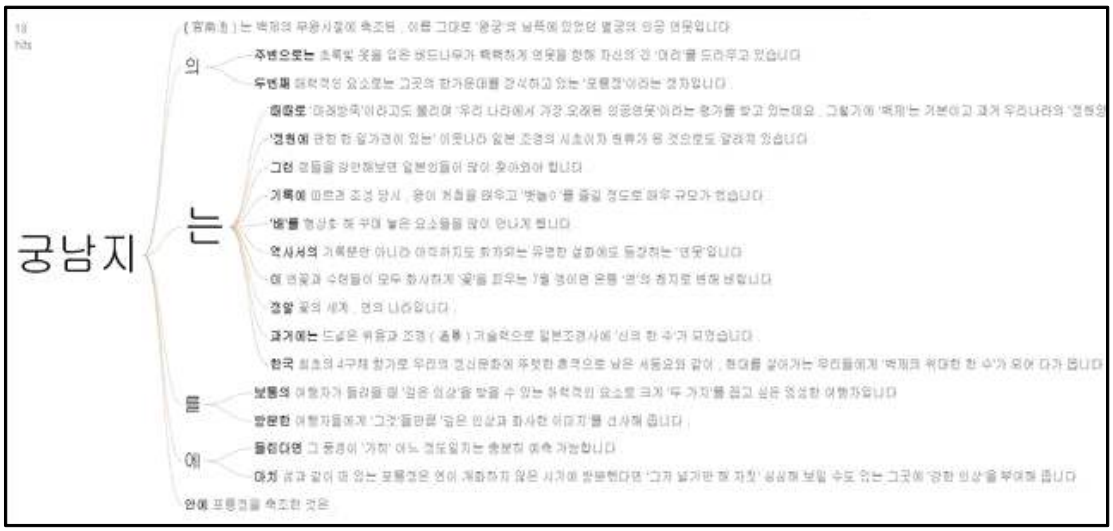
<표 5-1> 텍스트 마이닝 툴

구분	주요기능
Many eyes 중 Word Tree	· 수집된 데이터의 주요 키워드를 통해 문맥을 이해하는 데 탁월한 효과를 보이며 시각적 효과 역시 뛰어남
Word Cloud	· 시각적으로 최적화된 자료이며 수집된 후기에 빈도가 많이 나온 순서대로 단어의 크기를 나타내냄
Antconc	· 단어의 빈도 체크와 이야기의 어느 부분에 그 단어가 사용되었는지 알려주는 도구
Voyeur	· 단어의 빈도 체크와 문맥을 그래프를 통해 알려줌
LIWC	· 사용자의 심리적 변인을 분석하는데 탁월한 효과가 있어 대량의 정보분석에 용이

가. Many eyes 중 Word Tree

○ Word Tree는 수집된 데이터의 주요 키워드를 통해 문맥을 이해하는 데 탁월한 효과를 보이며 시각적 효과 역시 뛰어남

○ 또한, 주요 키워드에 대한 사용자의 반응이 일목요연하게 정리되기 때문에 감정 상태를 파악하기 용이



<그림 5-2> Word Tree 예시

나. Word Cloud

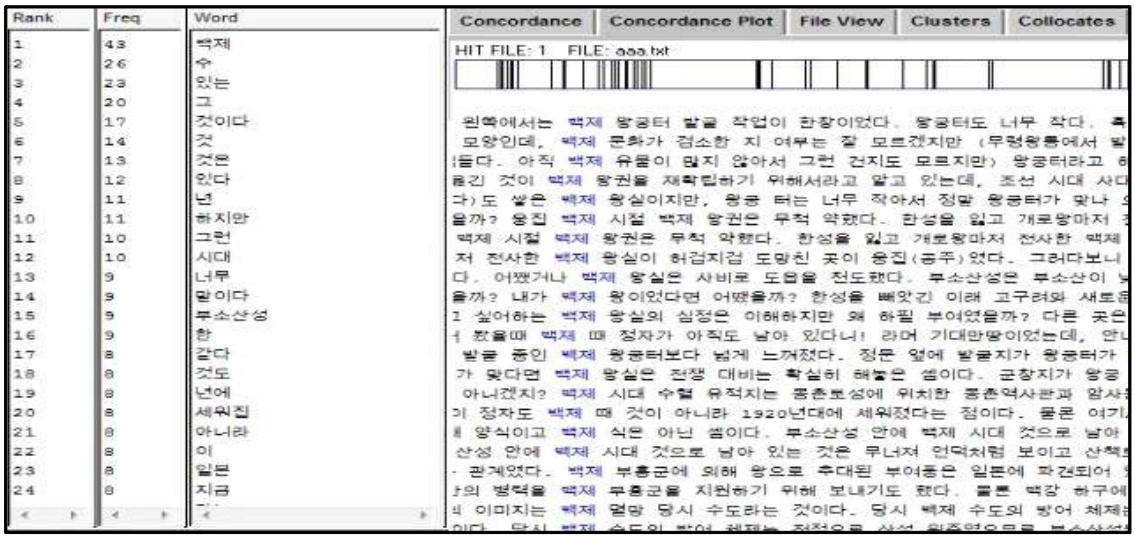
○ Word Cloud는 시각적으로 최적화된 자료이며 수집된 후기에 빈도가 많이 나온 순서대로 단어의 크기를 나타내기 때문에 사용자가 이야기에서 어떤 부분을 제일 중요시하고 있는지 분석하는데 사용



<그림 5-3> Word Cloud 예시

다. Antconc

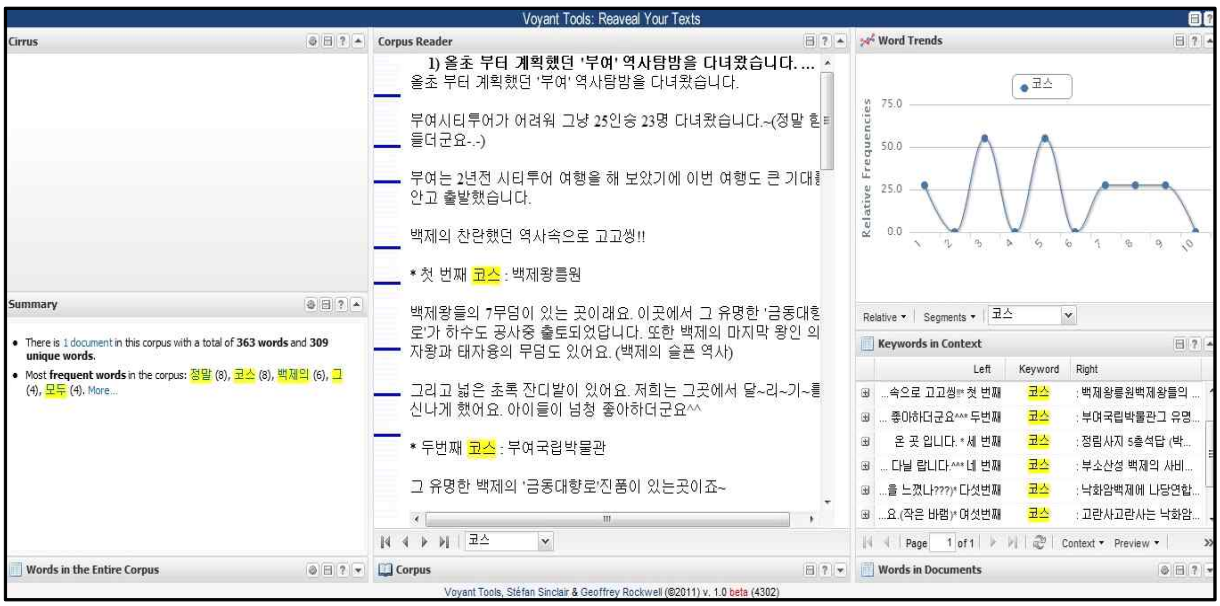
○ Antconc는 단어의 빈도 체크와 이야기의 어느 부분에 그 단어가 사용되었는지 알려주는 도구로써 그 단어의 전, 후 문맥 기능이 포인트임



<그림 5-4> Antconc 예시

라. Voyeur

○ 단어의 빈도 체크와 문맥을 그래프를 통해 알려주기 때문에 화자가 주요 키워드를 이야기의 서론, 본론, 결론에서 어느 부분에서 주로 풀어놓는가를 명확하게 보여줌



<그림 5-5> Voyeur 예시

마. LIWC

○ 블로그에서 이야기가 진행되어 감에 따라 고조되는 사용자의 감정 상태와 긍정적, 부정적 정서과정의 인지 변화가 눈에 띄며 이러한 사용자의 심리적 변인을 분석하는데 탁월한 효과가 있어 대량의 정보분석에 용이

Linguistic Inquiry and Word Count

심리학적인 변인 분석

제목	감정, 정서과정	긍정적인 정서	긍정적인 느낌	낙천성, 활동성	부정적인 정서	불안	화	슬픔 우울
서론	15	6	4	4	6	0	1	3
본론	**34**	**16**	**8**	1	**11**	2	0	3
결론	**27**	5	2	1	**18**	**3**	**3**	**10**

제목	인지적 과정	원인	사고	기대	제한	추측	확신	감각, 지각과정
서론	11	1	0	7	1	8	3	7
본론	**24**	1	4	**14**	2	18	6	21
결론	**23**	4	6	9	4	10	8	20

제목	사회적 과정	체면	의사소통	타인참조	또래	가족	자기활동	재정적 이슈
서론	13	1	2	1	3	5	6	2
본론	**32**	2	9	**10**	8	1	18	**22**
결론	**36**	4	7	**10**	4	4	9	13

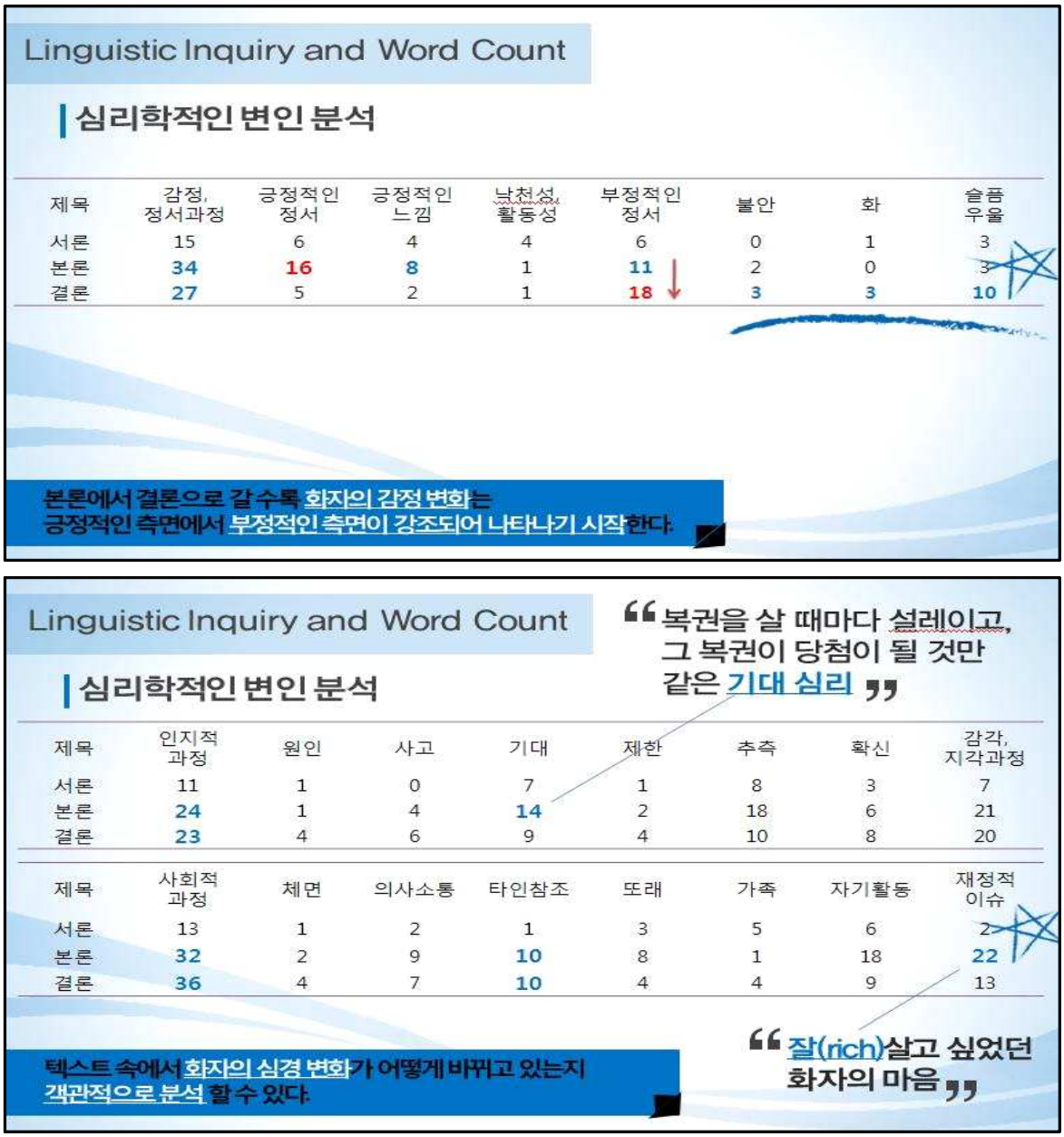
Linguistic Inquiry and Word Count

언어학적인 변인 분석

제목	문장	어절	형태소	어절/문장	형태소/문장
서론	7	141	268	20.1	38.3
본론	**26**	308	590	11.8	22.7
결론	23	271	548	11.8	23.8

제목	명사	대명사	수사	조사	동사	형용사	관형사	부사	감탄사	어미
서론	56	8	1	51	33	6	1	13	0	62
본론	143	15	0	111	**79**	**26**	9	11	0	149
결론	112	15	1	94	**76**	13	9	9	0	146

<그림 5-6> LIWC 예시



<그림 5-7> LIWC 예시 - 계속

제4절 Text Mining Tool을 이용한 KTX 불만사항 분석

1. Sampling

○ KTX 검색어를 통해 추출한 개인 블로그의 후기, 3월29일 이후 dcinside site에서 추출한 후기전체 (댓글 포함), 추출 프로그램을 임의로 구현하여 트위터에서 추출한 글 3000개를 샘플 군으로 선정함

○ 선정된 샘플 군을 형태소 분석기, 샘플자동 추출기, Many Eyes, Wordle 등의 툴을 이용하여 분석

대상	도구
블로그 후기 디씨인사이드 후기 트위터	Many Eyes Wordle 형태소 분석기 샘플 자동 추출기

<그림 5-8> 텍스트마이닝 대상 및 도구

2. 키워드 도출

가. 꼬꼬마 형태소 분석기

○ 꼬꼬마 형태소 분석기란 서울대학교 IDS(Intelligent Data Systems) 연구실에서 자연어 처리를 하기 위해 제작된 시스템으로서 형태소를 기준으로 형태소가 쓰인 문장을 조회하고 이에 대한 품사 부착, 의미 분석, 구문 분석 등을 할 수 있는 Textmining Program임

○ 앞서 말했듯 '형태소'를 기준으로 하기 때문에 '먹다' '먹는' '먹고' 등의 다양한 품사 형태를 하나의 ID(의미군)으로 Count 하는 장점이 있음

○ 이와 같은 꼬꼬마 형태소 분석기를 통해 위의 샘플들을 분야별로 따로 text mining 하여 도출한 결과 값에서, 그 단어의 빈도수가 높으면서도 의미 있는 단어 등을 선별하여 결과적으로 KTX불만 사항의 'Keyword'를 추출함

○ 아래의 표는 꼬꼬마 분석기가 한글 형태소 품사를 구별하는 품사 기준표의 예시임

대분류	세종 품사 태그		심광섭 품사 태그		KKMA 단일 태그 V 1.0					
	태그	설명	Class	설명	묶음1	묶음2	태그	설명	확률태그	저장사전
체언	NNG	일반 명사	NN	명사	N	NN	NNG	보통 명사	NNA	noun.dic
	NNP	고유 명사					NNP	고유 명사		
	NNB	의존 명사	NX	의존 명사			NNB	일반 의존 명사	NNB	simple.dic
			UM	단위 명사			NNM	단위 의존 명사		
	NR	수사	NU	수사		NR	NR	수사	NR	
	NP	대명사	NP	대명사		NP	NP	대명사	NP	
용언	VV	동사	VV	동사	V	VV	VV	동사	VV	verb.dic
	VA	형용사	AJ	형용사		VA	VA	형용사	VA	
	VX	보조 용언	VX	보조 동사		VX	VXV	보조 동사	VX	
			AX	보조 형용사			VXA	보조 형용사		
	VCP	긍정 지정사	CP	서술격 조사 '이다'		VC	VCP	긍정 지정사, 서술격 조사 '이다'	VCP	raw.dic
	VCN	부정 지정사					VCN	부정 지정사, 형용사 '아니다'	VCN	
관형사	MM	관형사	DT	일반 관형사	M	MD	MDT	일반 관형사	MD	simple.dic
			DN	수 관형사			MDN	수 관형사		
부사	MAG	일반 부사	AD	부사		MA	MAG	일반 부사	MAG	
	MAJ	접속 부사					MAC	접속 부사	MAC	
감탄사	IC	감탄사	EX	감탄사	I	IC	IC	감탄사	IC	
조사	JKS	주격 조사	JO	조사	J	JK	JKS	주격 조사	JKS	
	JKC	보격 조사					JKC	보격 조사	JKC	
	JKG	관형격 조사					JKG	관형격 조사	JKG	
	JKO	목적격 조사					JKO	목적격 조사	JKO	
	JKB	부사격 조사					JKM	부사격 조사	JKM	
	JKV	호격 조사					JKI	호격 조사	JKI	
	JKQ	인용격 조사					JKQ	인용격 조사	JKQ	
	JX	보조사				JX	JX	보조사	JX	
	JC	접속 조사				JC	JC	접속 조사	JC	

<그림 5-9> 한글 형태소 품사 기준표

나. 분석결과

○ 다음은 꼬꼬마 분석기를 통해 분석한 결과 값임

○ 맨 앞의 숫자는 ID (의미군), 그 뒤의 영문자는 앞서 말한 품사태그, 세 번째는 단일 단어와 복합 단어 여부, 마지막 숫자는 단어의 출현 빈도 횟수임

○ 블로그 샘플들의 결과 값에선 요금, 시간 과 관련한 불만이 도출됨을 알 수 있음

<blog 샘플 추출 결과값> (예시)

0	OL	ktx	S	101	
4	NNG	개인적	S	5	
7	VCP	이	S	236	
8	ETD	ㄴ	S	260	
9	NNG	불만	S	28	
15	JKO	를	S	148	
17	NNG	처음	S	8	
20	NNG	탑승	S	4	
23	ECS	어	S	125	
24	EPT	았	S	43	
25	EFN	다	S	155	
26	SF	.	S	329	
28	NNG	기차	S	16	
31	NNG	요금	S	18	.....*(생략)*

<그림 5-10> 꼬꼬마 분석기 결과 값 - Blog

○ dcinside site에서 추출한 샘플들의 결과 값에서는 '휠체어'나 '장애인' 이라는 키워드가 추출됨

<DCinside 샘플 추출 결과값> (예시)

91	JX	까지	S	38	
93	VV	늘	S	9	
94	ETD	ㄴ	S	275	
95	NNG	휠체어	S	29	
99	NNG	장애인	S	23	
	VV	휘	S	1	
2	ETD	ㄹ	S	195	
2	NNG	체어	S	1	
5	NNG	석	S	26	
7	NNG	관련	S	1	.....*(생략)*

<그림 5-11> 꼬꼬마 분석기 결과 값 - DCinside

○ 트위터에서 추출한 결과 값은 당시의 정치 사회적 쟁점들이 많이 회자되는 sns의 특

성상 ktx의 서비스나 부대시설 같은 항목들 보다는 '민영화'같은 정치적 사안이나 정치인의 이름이 추출

○ 즉 트위터상의 열차서비스 관련 조사는 예를 들어 'KTX'라는 본질적인 개체와 관련된 TOPIC들이 아닌 상위 개념의 정치 사회적 현상들의 결과값 산출

○ 따라서 KTX 고객들의 불만사항을 추출하는 샘플 군으로는 적합하지 못하다고 판단하여 트위터 샘플링은 제외하여 분석

<트위터 샘플 추출 결과값> (예시)

0	NNG	이명	S	125	
0	NNG	이명박	C	50	
2	NNG	박	S	189	
3	JX	은	S	855	
5	NNG	인천	S	880	
5	NNG	인천공항	C	682	
7	NNG	공항	S	992	
253	NNG	민	S	971	
253	NNG	민영화	C	743	
14	NP	우리	S	115	
16	NNG	금융	S	24	
19	NNG	산업	S	98	
19	NNG	산업은행	C	21	.....*(생략)*

<그림 5-12> 꼬꼬마 분석기 결과 값 - 트위터

3. 시각화 분석

가. Wordle

○ 꼬꼬마 분석기를 통해 도출한 keyword들을 시각적으로 좀 더 쉽게 알아보기 위해 영문분석 만이 가능한 'many eyes'를 'wordle' 논문을 참고하여 한글에 맞게 구현함

○ 앞선 분석처럼 샘플 전체를 text mining 한 것이 아니라, 도출된 키워드 들 중 의미있는 단어를 선별하여 그 출현 빈도수에 차등을 두어 시각적으로 표현 한 것으로 빈도수가 높을수록 두꺼운 폰트와 크기로 표현됨

나. 분석결과

○ ‘시간’과 ‘요금’에 대한 고객들의 불만이 가장 큰 것을 알 수 있을 뿐만 아니라 시각적으로도 쉽게 인식됨

○ 블로그의 불만 사례들을 통해 분석해 본 KTX의 불만 사항을 순위별로 살펴보면 다음과 같음

- 1순위 : 유아의 수유실에 대한 문제와 새마을, 무궁화호의 노선 감축, 시간 증가 등
- 2순위 : 특실과 서비스, 비싼요금이
- 기차의 연착에 대한 문제는 거의 모든 사례에서 나타나는 공통적인 문제점이었음



<그림 5-13> Wordle 분석 결과 -블로그

○ 다음으로 인터넷 커뮤니티 ‘디시인사이드’의 KTX 갤러리(커뮤니티) 에서는 일반적인 문제들 보다는 지역 차별에 대한 문제를 비교적 많이 발견 할 수 있었음

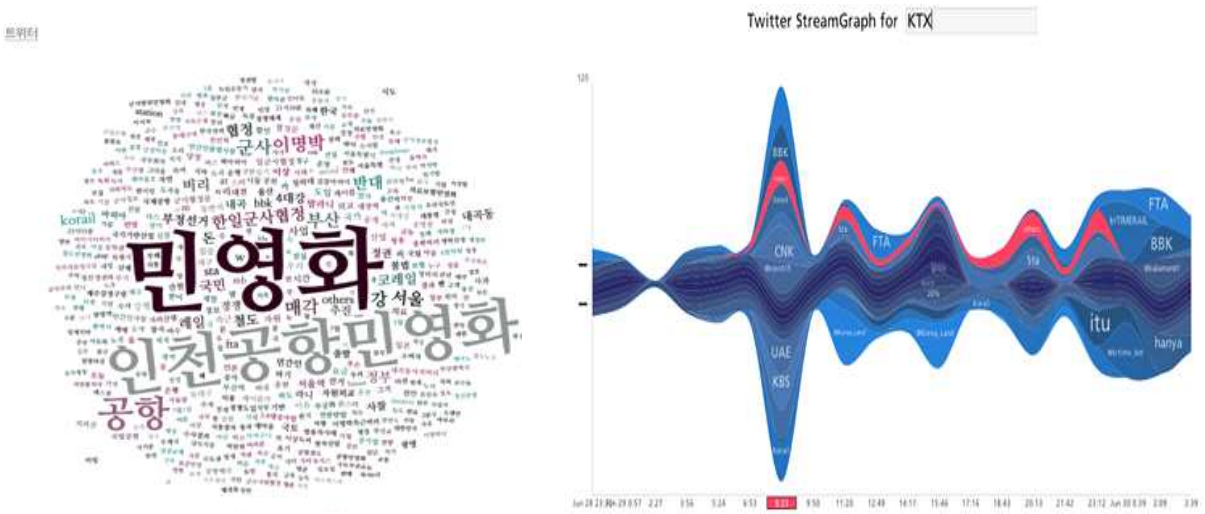
- 1순위 : 호남선, 광명역 등의 정차에 대한 문제와 환승에 대한 문제
- 2순위 : ‘휠체어(장애인석)’ 에 관한 고객들의 불만

○ 그리고 ‘할인’과 ‘발권’ ‘매진’등 티켓 과 관련한 사항 또한 고객들이 중시하는 부분인 것으로 인식되고 있고, ‘장애인용 휠체어 좌석’을 꼽았다는 것을 발견할 수 있었으며 전라도라는 단어를 통해 특정 지역이 많이 언급됨을 알 수 있음.



<그림 5-14> Wordle 분석 결과 - DCinside

○ 앞서 꼬꼬마 분석기 결과값에서도 나타났듯이 트위터에서 추출한 결과 값은 당시의 정치 사회적 쟁점들이 많이 회자되는 sns의 특성상 ktx의 서비스나 부대시설 같은 항목들 보다는 '민영화'같은 정치적 사안이나 정치인의 이름이 추출되어, 실제 고객들의 의견을 추출하는 샘플 군으로는 적합하지 못하다는 것을 알 수 있음



<그림 5-15> Wordle 분석 결과 - 트위터

4. Voyeur를 이용한 문맥 분석

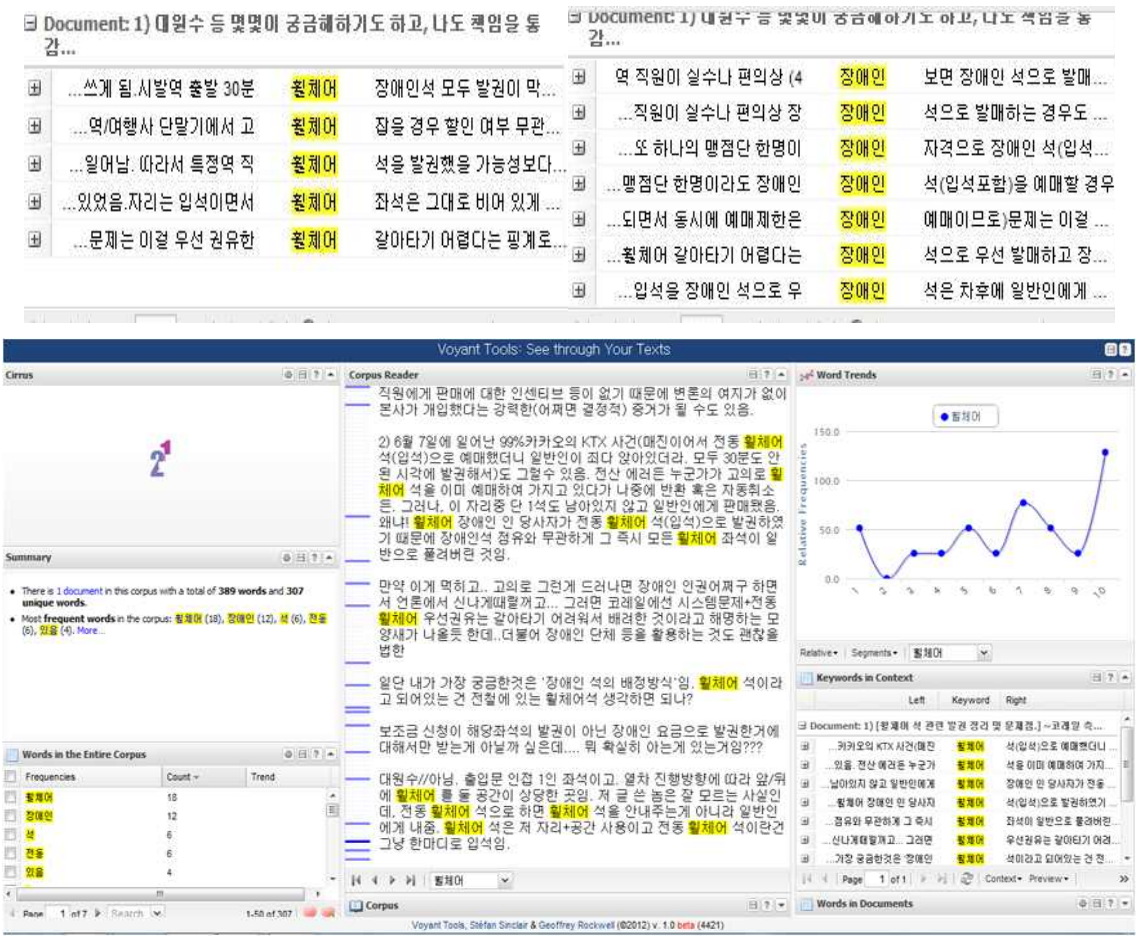
○ 꼬꼬마 분석기로 'KTX 불만'과 관련한 키워드를 추출하고, Wordle 논문을 기반으로 시각화 프로그램을 제작하여 추출한 키워드들을 시각적으로 더 뚜렷이 구분이 되게 구현을 한 Voyeur 프로그램을 이용하여 키워드 앞뒤의 문맥을 추출해 봄.

○ 즉 지금까지의 연구에서 발전하여 추출한 키워드들이 어떠한 문맥에서 어떤 의미로 사용 되었는지를 정확하게 알아보기 위함임

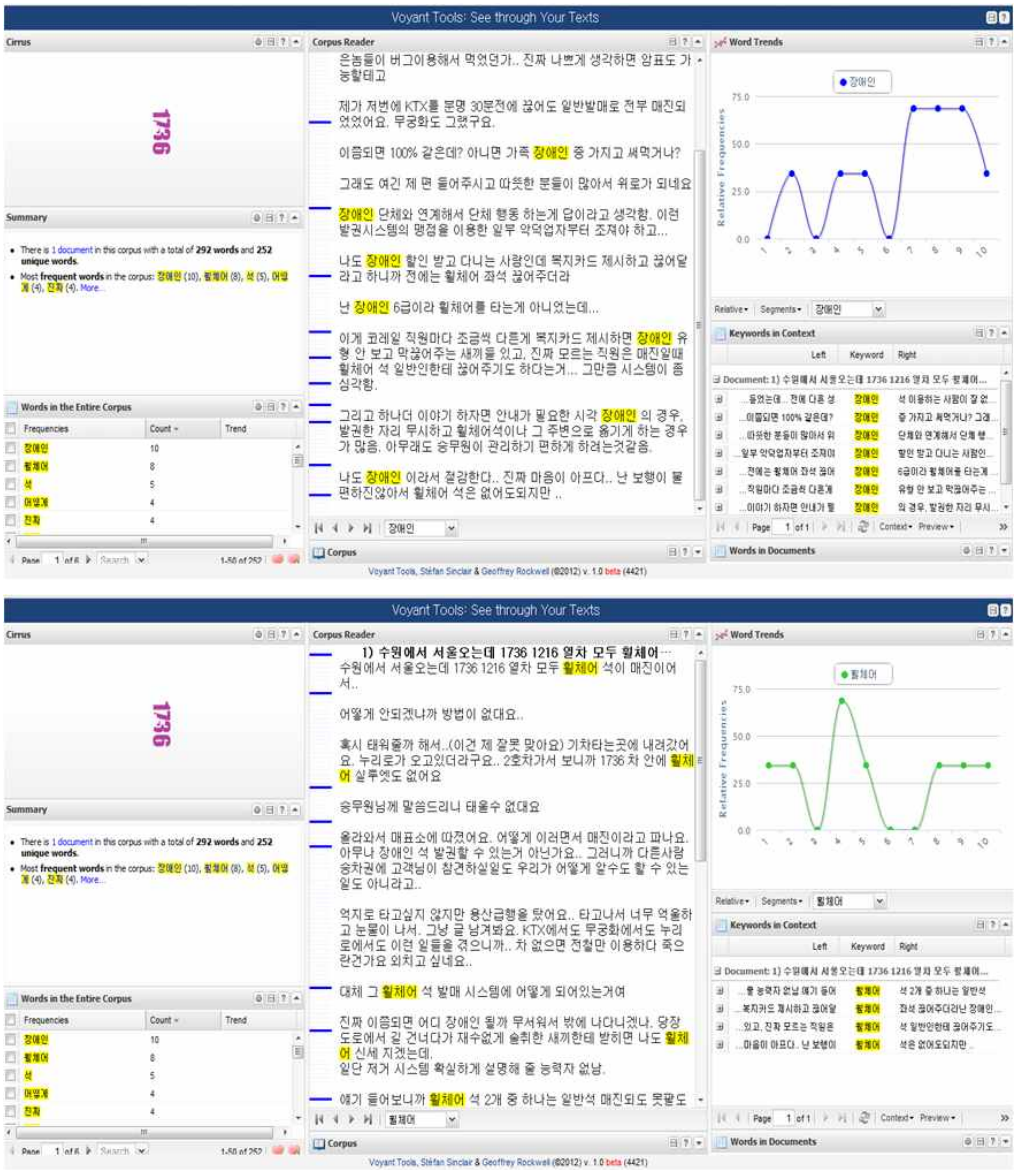
가. 장애인 관련 불만 - keyword : 장애인, 휠체어

○ Voyeur 프로그램을 통해 키워드 (장애인, 휠체어)의 문맥을 통해 장애인 관련 편의시설과 서비스에 관련한 불만 내용임을 알 수 있음

○ 다음은 장애인 불만 관련 PLOT 문맥 예시임



<그림 5-16> 장애인 관련 불만 문맥분석 결과 예시

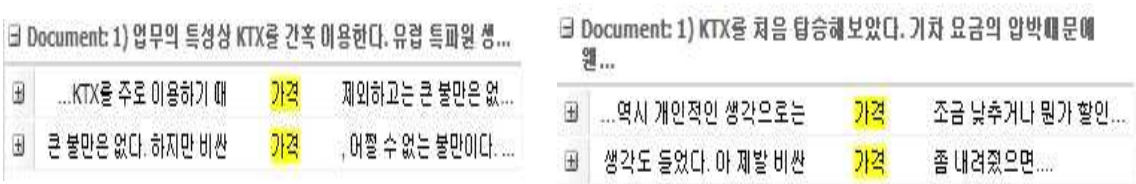


<그림 5-17> 장애인 관련 불만 문맥분석 결과 예시 - 계속

나. 가격 관련 불만 - keyword : 가격

○ 블로그 샘플에서 추출된 '가격' 이라는 키워드의 앞 뒤 문맥을 통해 높은 가격에 대한 고객들의 불만 사항이 결과 값으로 도출 된 것을 알 수 있음

○ 다음은 가격 불만 관련 PLOT 문맥 예시임

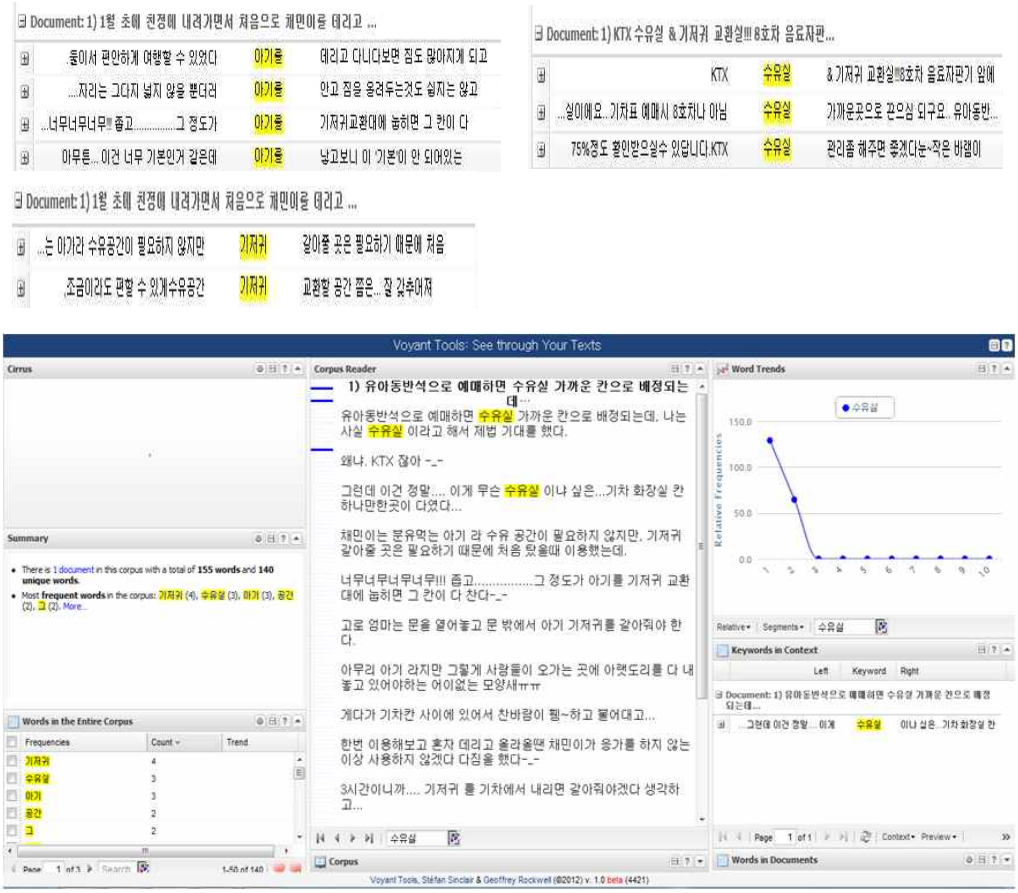


<그림 5-18> 가격 관련 불만 문맥분석 결과 예시

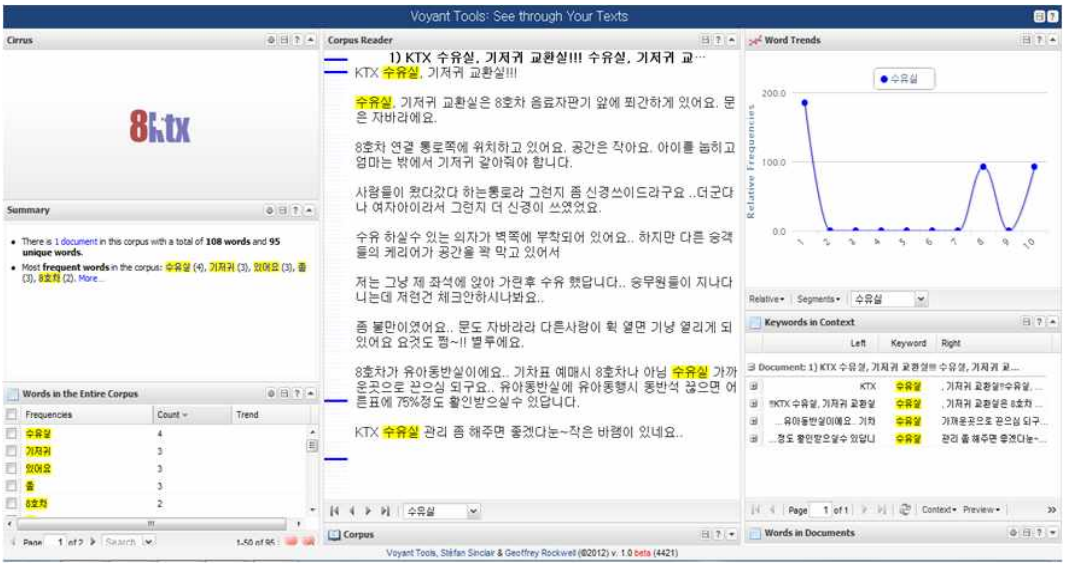
다. 여성 관련 불만 - keyword : 아기, 수유 실, 기저귀

○ ‘아기’ ‘수유 실’ ‘기저귀’같은 여성과 관련한 키워드들의 앞뒤의 문맥을 Voyeur통해 살펴본바 유아와 여성고객과 관련한 편의시실에 대한 불만사항이 이러한 키워드로 도출되었음을 알 수 있음.

○ 다음은 여성 불만 관련 PLOT 문맥 예시임



<그림 5-19> 여성 관련 불만 문맥분석 결과 예시

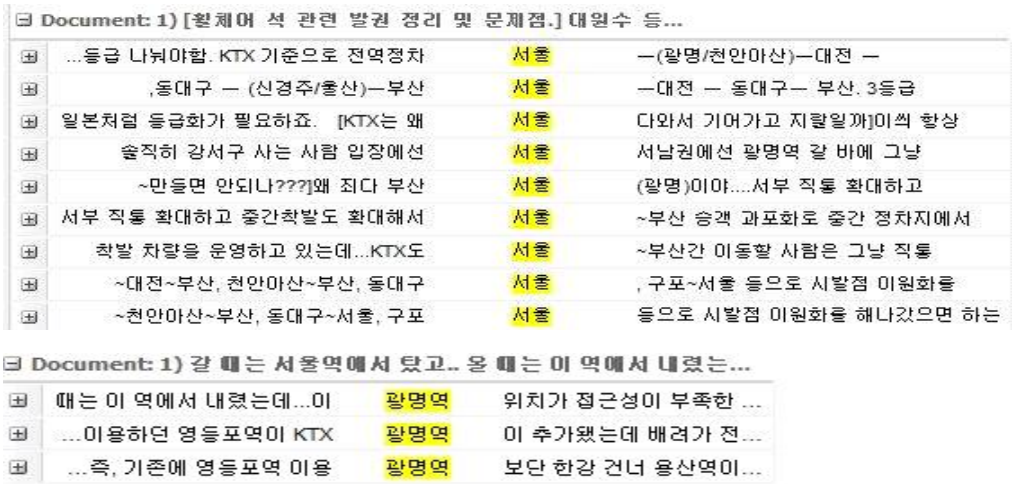


<그림 5-20> 여성 관련 불만 문맥분석 결과 예시 - 계속

라. 정차역 관련 불만 - keyword : 서울, 광명역

○ 키워드만을 보았을 때에는 정확히 어떠한 불만 사항인지 알 수 없던 '서울' '광명역' 같은 키워드 들이 voyeur 프로그램을 통한 문맥 분석을 통해 '정차 역'과 관련한 고객들의 불만 이였음을 알 수 있음

○ 다음은 정차역 불만 관련 PLOT 문맥 예시임



Document: 1) [철체어 석 관련 발권 정리 및 문제점.] 대원수 등...		
...등급 나눠야함. KTX 기준으로 전역정차	서울	—(광명/천안아산)—대전 —
,동대구 — (신경주/울산)—부산	서울	—대전 — 동대구— 부산. 3등급
일본처럼 등급화가 필요하죠. [KTX는 왜	서울	다와서 기어가고 지랄일까]이씩 항상
솔직히 강서구 사는 사람 입장에선	서울	서남권에선 광명역 갈 바에 그냥
~만들면 안되나???]왜 죄다 부산	서울	(광명)이야....서부 직통 확대하고
서부 직통 확대하고 중간착발도 확대해서	서울	~부산 승객 과포화로 중간 정차지에서
착발 차량을 운영하고 있는데...KTX도	서울	~부산간 이동할 사람은 그냥 직통
~대전~부산, 천안아산~부산, 동대구	서울	, 구포~서울 등으로 시발점 이원화를
~천안아산~부산, 동대구~서울, 구포	서울	등으로 시발점 이원화를 해나갔으면 하는

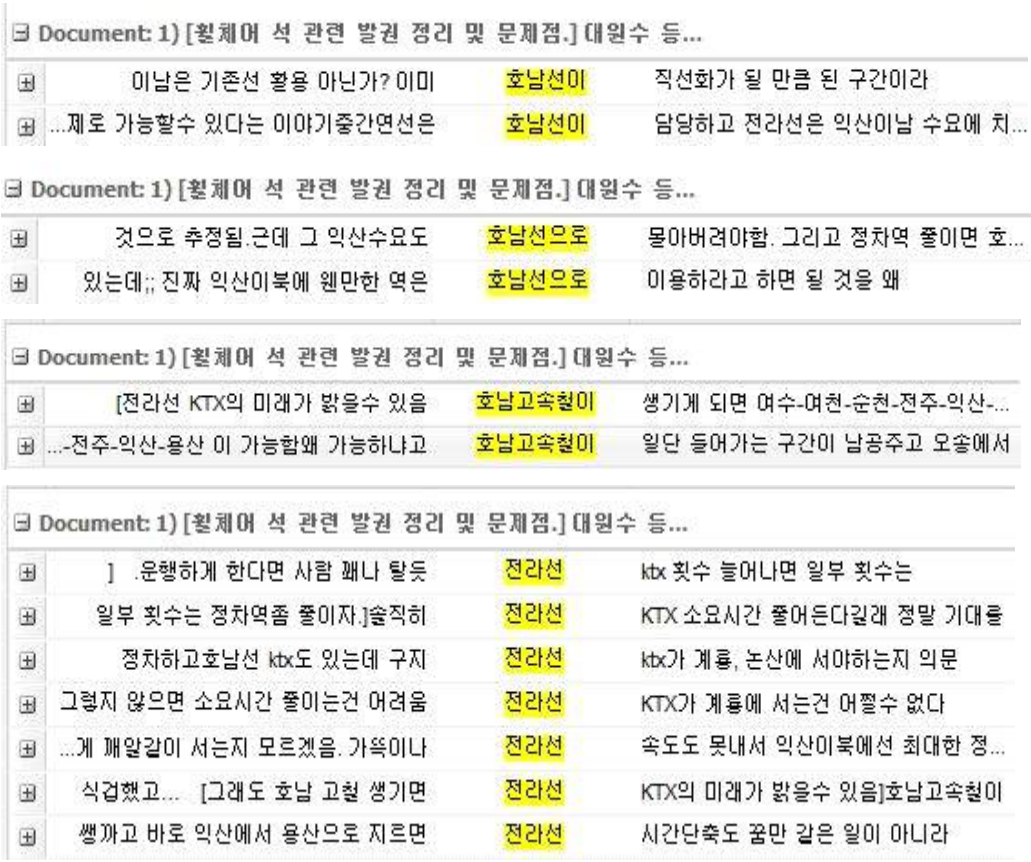
Document: 1) 갈 때는 서울역에서 탔고.. 올 때는 이 역에서 내렸는...		
때는 이 역에서 내렸는데...이	광명역	위치가 접근성이 부족한 ...
...이용하던 영등포역이 KTX	광명역	이 추가됐는데 배려가 전...
...즉, 기존에 영등포역 이용	광명역	보단 한강 건너 용산역이...

<그림 5-21> 정차역 관련 불만 문맥분석 결과 예시

마. 호남선 관련 불만 - keyword : 호남선, 호남고속철, 전라선

○ 위와 같은 키워드의 앞뒤의 문맥을 voyeur 프로그램을 이용하여 살펴보니 앞선 주제인 '정차 역'과 유사한 형태의 불만 이면서도 '지역 차별'이라는 정서가 부가되어 '전라도(호남)' 지역의 고속철이 타 지역보다 정차 역이 부족하고 경로가 이상하다는 등, 복합적인 불만이 드러남

○ 다음은 호남선 불만 관련 PLOT 문맥 예시임



<그림 5-22> 호남선 관련 불만 문맥분석 결과 예시

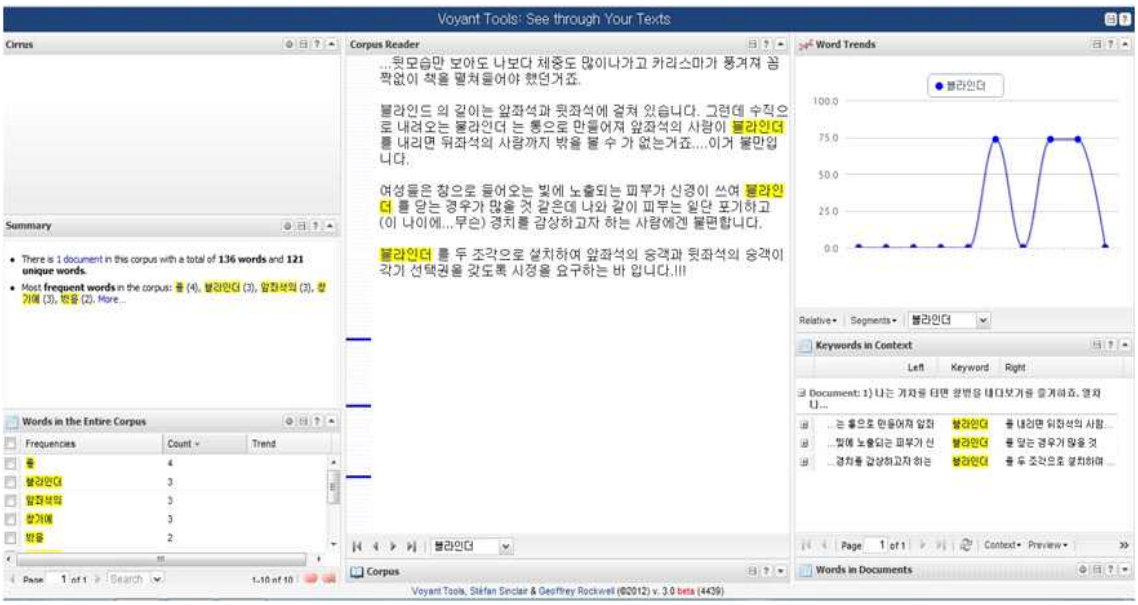
바. 철도차량 관련 불만 - keyword : 차양막 관련설비, 인터넷

○ 위와 같은 키워드의 앞뒤의 문맥을 voyeur 프로그램을 이용하여 살펴본 결과 창문문의 차양막 관련설비는 고속철도의 창문은 하나의 창을 좌석이 공유하게 되어있는바 현재 창문과 같이 공유되고 있는 불편함에 대한 내용이었으며 인터넷 설비는 인터넷 이용은 가능하나 이용을 위한 노트북 전원 공급장치가 없다는 점과 속도의 불만사항에 대한 내용으로 드러남

○ 다음은 철도차량관련 불만 관련 PLOT 문맥 예시임



<그림 5-23> 철도차량 관련 불만 문맥분석 결과 예시



<그림 5-24> 철도차량 관련 불만 문맥분석 결과 예시 - 계속

제6장 동력분산형 고속철도 마케팅 제언

제1절 후기 수집 및 분석결과에 따른 마케팅 방안

○ 제4장 에서 분석된 고객 불만족요소들을 S(Segmenting, 시장세분화) T(Targeting, 표적시장선택) P(Positioning, 제품속성 포지셔닝)를 통해 마케팅 방안을 제시



<그림 6-1> STP를 통한 시장전략 수립

○ 시장세분화는 여성의 사회진출 증가 및 그에 따른 구매력 증대, 차별화된 대우를 받고자하는 전문직 고속득층의 기대 고려, 사회적 약자의 배려에 대한 기대를 고려하여야 함

○ 표적시장선택은 불만족 요소에 대한 분석을 통한 마케팅 대상을 선정하여야 한함. 텍스트 마이닝 결과 여성 및 사회적 약자에 대한 홍보 및 광고의 대상으로 인식하고 감성 마케팅 효율을 극대화 할 필요가 있음

○ 제품속성 포시셔닝은 기존장점을 포함하여 감성적 마케팅의 결합이 필요함. 객실 내 무선인터넷 설치 및 운임현실화를 통해 대중적이면서도 현대적인 이미지를 부각 시킬 필요가 있음

○ 이러한 STP(Segmenting, Targeting, Positioning)를 통해 동력분산형 고속철도의 차량에는 여성, 장애인 등에 관한 시장세분화를 통한 고려와 동시에 사회적 약자 배려 이미지 강화 전략의 수립을 위한 내용의 고려가 요구됨을 알 수 있음

1. 여성을 대상으로 한 부대시설 확충 및 기업이미지 증대

○ 여성의 사회진출이 증가하고 있는 오늘날 여성이 지닌 경제권과 구매력은 과거의 여성과는 비교할 수 없을 정도로 방대해졌음

○ 텍스트 마이닝을 통한 SNS 및 인터넷 커뮤니티(DC Inside) 후기 분석 결과, 여성이 상품구매 및 서비스 수용에 미치는 영향이 이전과 달리 크게 강화되었음에도 불구하고 기존의 KTX는 여성 계층, 특히 유아를 동반하여 서비스를 이용하는 기혼여성 계층을 적절히 배려하지 못하는 경향을 보였음

○ 또한 수집된 표본에 대한 빈도분석 결과에서 '유아', '기저귀 교환실', '수유실'등 어린아이를 동반하는 여성들이 사용하는 부대시설에 대한 언급이 많음

○ 대부분의 언급이 남성 위주의 인터넷 커뮤니티보다 여성들이 소소한 개인사를 게시하는 블로그에서 드러났으며, 초기 서비스의 선택적 수용에 있어 남성보다 대체로 까다로운 구매 성향을 보이는 여성 집단의 특성 상 블로그에 게시된 불만사항에 대한 다른 수용자로의 전이, 또는 다른 수용자의 블로그 정보에 대한 신뢰도 및 활용성 또한 인터넷 커뮤니티보다 높을 것으로 예상됨

○ 여성을 대상으로 한 마케팅의 대부분이 해당 수용자 집단의 구전효과에 의해 이웃이나 친구, 또는 가족 전체로 퍼져나가는 것으로 볼 때 관련부대시설 증설 및 여성, 특히 유아를 동반한 기혼여성을 타겟으로 한 감성마케팅 등의 전략 수립은 마케팅 대상인 여성 뿐 아니라 여성 고객에 의한 모방효과와 구전효과에 의한 2차적 효과를 거둘 수 있을 것으로 전망

○ 여성을 대상으로 한 부대시설 확충과 같은 마케팅 전략과 별도로 객실 내 무선인터넷 설치 및 운임 현실화를 통해 여성을 대상으로 긍정적인 마케팅 효과를 거둘 수 있는 대중적이면서도 현대적인 이미지를 부각함과 동시에 여성 및 사회적 약자를 대상으로 한 적극적인 홍보를 병행한다면 신규 고객을 유치함과 동시에 기업의 긍정적인 이미지를 확립하고, 여성고객을 대상으로 한 감성마케팅의 효율을 극대화 할 것으로 예상

2. 차별화된 대우를 받고자 하는 전문직 고소득층을 대상으로 한 마케팅

○ 전체 고객 중 구매력 상위 5-10%의 비율을 차지하는 특정한 고객을 대상으로 하는 마케팅인 Prestige Marketing은 명품 브랜드나 백화점, 은행의 Private Banking Center 등 구매력 최상위의 고소득층을 대상으로 하고 있음

○ KTX의 특실 사용률이 일반좌석 사용률과 비교해 낮고, 일반 고객에게 비싼 좌석이라는 인식이 팽배해 있으나, 이를 역으로 이용하면 특실이 지닌 일반석과 차별화된 고급서비스를 바탕으로 국내 출장을 목적으로 한 30대 이상 전문직 직장인들을 대상으로 한 Prestige Marketing의 구현이 가능

○ 또한 상류층의 소비 패턴은 다른 소득 계층의 자연스러운 모방으로 이어지는 바, 고

소득층을 한정한 성공적인 Marketing의 구현은 고소득층을 모방하는 중상류층, 중상류층을 모방하는 중류층 등 전 소득계층을 아우르는 판매전략 수립을 가능케 함

○ ‘특실’, ‘인터넷 서비스’, 무궁화호나 새마을호와의 차별성 등에 대한 언급이 블로그 등지에서 다수 언급되는 바, 항공기에 비해 우월한 가격적 경쟁력을 확보한 동력분산형 고속철도가 자체의 최상위 고객 대상 서비스인 특실에 대한 공간을 확보하고, 특실의 포지셔닝 자체를 ‘고소득, 전문직 수용자 대상’으로 공간, 하이테크, 전문성을 강조한 Prestige Marketing 전략을 수립한다면 동력분산형 고속철도의 라이벌인 저가 항공사와의 경쟁구조에서 우위를 점할 수 있음

3. 사회적 약자를 배려하는 주체로서의 마케팅

○ 객관적인 수치에서 우위를 보이는 제품이나 서비스만을 이용하던 기존의 고객들과는 달리 오늘날의 고객들은 그들의 구매의사결정 과정에 있어 이성보다는 ‘감성’을 중요시하여 감성적인 이야기를 통해 수용자에게 감동을 주는 제품, 또는 서비스를 이용하는 경향을 보이고 있음

○ 이러한 추세에서 상품에 감성을 부여해 소비자에게 전달하는 스토리텔링 마케팅의 등장은 수용자들의 감성을 자극할 수 있는 효과적인 수단으로 인지되고 있음

○ 상품의 특성을 제대로 설명하지 않는다는 점에서 기존 상품에 비해 수치적, 성능적 우월성을 지닌 동력분산형 고속열차는 스토리텔링 마케팅에 적합하지 않은 대상으로 여겨질 수도 있음

○ 그러나 현재 KTX에 관하여 블로그, 인터넷 커뮤니티에 지속적으로 언급되고 있는 ‘장애인’ 및 ‘휠체어’등 처우개선에 대한 불만사항과 KTX와 관련된 부정적 이미지, SNS가 지니는 최근의 정치사회적 비중을 고려한다면 스토리텔링 마케팅은 소비자들의 감성을 자극하며 호감도를 높이는 긍정적인 이미지 구축 수단으로 활용될 것임

○ ‘메시지와 재미’가 있는 감성적 마케팅은 상품의 장점만을 단편적으로 서술하는 서양의 광고기법에 비해 동양의 수용자들에게 더욱 더 효과적으로 기능함

○ 따라서 광고가 전하고자 하는 사회적 약자에 대한 처우개선을 일방적으로 억지스럽게 전달하지 않는 이상 사회적 약자에 대한 배려를 골자로 한 동력분산형 고속열차의 스토리텔링 마케팅은 여성과 장애인 등 사회적 약자로 인지되는 수용자들에게는 감성에의 자극과 수용자와 광고주 간의 공감대 형성을, 일반 수용자들에게는 ‘사회적 약자를 배려하는 기업’이라는 확실한 Brand Positioning과 수용자의 상품에 대한 친근감 증가의 효과를 거둘 수 있음

○ 입소문에 의한 전파가 전파과정의 상당부분을 차지하는 스토리텔링 마케팅의 특성 상, 스토리가 확연히 드러나고 그 구조가 잘 짜인 콘텐츠를 YouTube등의 사용자제작동영상(UCC) 공유 웹사이트 등에 올리는 것과 같이 적은 비용을 사용한 마케팅 전략을 수립할 수 있음

○ 콘텐츠의 완성도에 따라 입소문 마케팅과 흡사한 결과를 거둠과 동시에 수용자로 하여금 제품의 특정 이미지로의 브랜드화를 구성하기에 매우 효율적인 수단이 될 것임

제2절 분산형 고속철도 차량을 위한 제언

○ 텍스트 마이닝을 통해 기존 고객이 KTX에 가지고 있는 차량관련 불만요소를 중심으로 동력분산형 고속철도 차량에 적용할 수 있는 방안을 제언하고자 함

○ 차량관련 불만요소는 제4절에도 언급된 바와 같이 여성 관련 불만, 장애인 관련 불만 차량관련 즉, 인터넷관련, 차양 시설 관련한 불만요소가 존재

○ 차량관련 불만요소는 고객이 요구하는 사항이라고 이해되는 바 다음과 같은 시설을 차량에 보완한다면 고객의 불만사항을 대폭 줄일 수 있을 것으로 판단됨

○ 첫째로 여성관련 부대시설로 수유실, 기저귀 교환실 등 유아를 동반한 여성 고객들의 불만사항들을 관련 부대시설을 차량에 도입함으로써 불만족 요소를 감소시킬 것으로 기대됨

○ 둘째로 장애인 관련시설로 장애인 휠체어석에 대한 불만 사항이 대표적인데 휠체어석 확보 등의 장애인 관련 부대시설을 확충하는 것이 불만족 요소를 감소시킬 수 있을 것으로 판단됨

○ 셋째로 창문의 차양막 관련설비로 고속철도의 창문은 하나의 창을 좌석이 공유하게 되어있는바 현재 창문과 같이 공유되고 있는 차양막을 개별 좌석에 맞춰 제공해 준다면 이러한 불만족 요소를 감소시킬 수 있을 것으로 기대됨

○ 마지막으로 인터넷 관련 부대시설로 인터넷 이용은 가능하나 이용을 위한 노트북 전원 공급장치가 없다는 점과 속도의 불만사항이 제기되는 바 관련 시설 확충이 불만족 요소를 감소시킬 수 있을 것으로 판단됨

○ 이러한 불만족 요소들을 향후 동력분산형 고속열차 차량의 부대시설들을 설계할 때 반영한다면, 기존 고속열차와의 차별성을 둘 수 있을 뿐 아니라 예상되는 불만족 요소를 사전에 감소시킬 수 있는 기회가 될 것으로 판단됨

○ 또한 앞서 살펴본 서비스 마케팅 방법 중 , 프레스티지 마케팅, 여성마케팅, 하이테크 & 온라인마케팅 등과 결합한다면 동력분산형 고속열차의 이미지가 기존 고속철도 차량에 비해 향상될 것으로 기대됨

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 차세대고속철도기술개발사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 차세대고속철도기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

차세대고속철도기술개발사업 최종보고서

R&D / I-0

분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄

(부록: 차세대 고속철도시스템 실용화 기반구축사업 기획보고서)

2012. 9.

주관연구기관 / 한국철도기술연구원

국 토 해 양 부

한국건설교통기술평가원

제 출 문

국토해양부 장관 귀하

이 보고서를 “분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄”과제의 최종보고서(부록: 차세대 고속철도시스템 실용화 기반구축사업 기획보고서)로 제출합니다.

2012. 9.

주관연구기관명 : 한국철도기술연구원

주관연구책임자 : 김 기 환 수석연구원

" : 김 영 국 책임연구원

" : 박 춘 수 책임연구원

" : 김 석 원 책임연구원

" : 박 찬 경 책임연구원

" : 최 성 훈 책임연구원

" : 이 태 형 책임연구원

" : 조 홍 식 선임연구원

" : 김 상 수 선임연구원

" : 전 창 성 선임연구원

" : 오 혁 근 선임연구원

" : 한 인 수 선임연구원

" : 윤 수 환 선임연구원

" : 백 진 성 선임연구원

" : 노 희 민 주임연구원

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>I-0</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2011.2.1~
2012.2.28</td><td>단 계 구 분</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 사 업 명</td><td>중 사 업 명</td><td colspan="4">미래철도기술개발사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">차세대고속철도기술개발사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">차세대고속철도시스템 실용화기반구축 기획연구</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">김 기 환</td><td>해당단계
참 여
연구원수</td><td>총 : 15명
내부: 15명
외부: 명</td><td>해당단계
연 구 비</td><td>정부 : 천원
기업 : 천원
계 : 천원</td></tr>
<tr><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 15명
내부: 15명
외부: 명</td><td>총연구비</td><td>정부 : 천원
기업 : 천원
계 : 천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">한국철도기술연구원
차세대고속철도기술개발사업단</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">상대국명 : 상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="5">연구기관명 : 연구책임자 :</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)</td><td>보고서면수</td><td>335</td></tr>
<tr><td colspan="6">“차세대 고속철도기술개발사업(‘07. 7~’12. 8)”을 통하여 개발된 최고시험속도 430km/h급 동력분산형 고속철도시스템 및 핵심기술의 설계, 제작, 건설 및 시험기술의 신뢰도를 확보하고 시운전시험을 통한 개발 시스템의 안정화를 통하여 차세대 동력분산형 고속철도 기술을 완성함으로써 실용화의 길을 열고 국내·외 수요에 대비하기 위한 차세대 고속철도시스템의 실용화 기반 구축을 위한 연구 개발에 관한 기획연구</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개 이상)</td><td>한 글</td><td colspan="4">고속열차, 분산형, 시운전 시험, 인터페이스, 실용화</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td colspan="4">high speed train, EMU(Electric Multiple Unit), running test, interface, commercialization</td></tr>
</table>

요 약 문

Ⅰ. 제 목

차세대 고속철도시스템 실용화기반구축 기획연구

Ⅱ. 기술의 정의 및 필요성

○ “차세대 고속철도기술개발사업”에 의하여 ‘07. 7～’12. 8까지 사업비 931.1억원(국고 644.6억원, 민간 286.5억원)을 투입하여 최고시험속도 430km/h급 “동력분산형 고속철도시스템 및 핵심기술개발”을 수행중에 있으며, 개발한 동력분산형 고속철도 시스템의 설계, 제작, 건설 및 시험기술의 신뢰도를 확보하고 시운전시험을 통한 개발 시스템의 안정화를 통하여 차세대 동력분산형 고속철도 기술을 완성함으로써 실용화의 길을 열고 국내·외 수요에 대비하기 위함.

○ 연구 필요성

- “차세대 고속철도기술개발사업으로”개발되는 동력분산형 고속철도 기술을 완성하여야 하며, 개발 시스템의 안정성 확보 및 실용화를 위해서는 시험운행을 통한 시스템 검증과 국내 실정을 반영한 고속철도 유지관리 체계의 구축이 필요함.
- 호남고속철도 등의 건설과 운영에 대한 기술 지원 및 기존 노선 연계를 위한 기반기술 및 운영특성 기술의 개발이 필요함.
- 최근 고속철도를 도입하는 국가에서는 대용량 수송과 속도 증속에 유리한 동력분산형을 선호하고 있어, 우리나라도 고속열차의 해외 진출을 위해 개발한 동력분산형 고속열차의 조속한 안정화가 필요함.

Ⅲ. 국내외 동향 및 환경 분석

○ 속도 향상

- 1980년대까지 세계 각국은 최고운행속도를 시속 300km를 목표로 하였으나, 1990년대에 시속 350km로, 2000년대 들어서는 시속 350～380km 까지 목표를 상향하여 기술개발을 추진하고 있음
- 프랑스는 최고운행속도가 시속 360km인 AGV를 Alstom사에서 개발하여 이태리에 수

출한 바 있음

- 독일은 시속 350km급인 Velaro를 Siemens사에서 개발하여 스페인, 중국에 수출하였음
- 중국은 주요도시를 일일생활권으로 묶을 수 있도록 시속 380km급 고속열차를 운영하고 있음

○ 동력분산식 도입

- 그간 고속열차의 동력 배치방식은 각국의 지리적 환경과 운영여건에 따라 채택하였으나,
  * (일본) 지반이 연약한 화산지형에 적합한 가벼운 축중과 역간 거리가 짧은 운영환경을 고려하여 동력분산식으로 운영
  * (프랑스) 국토의 약 70%가 평야이고 정차역이 적은 장거리 수송에 적합하도록 TGV를 동력집중식으로 운영
  * (독일) 초기에는 동력집중식(ICE-1, 2)을 운영하였으나, 고속화를 고려하여 동력분산식으로 변경(ICE 3)
- 최근에는 고속열차의 속도증가(300→350㎞/h), 수송능력 향상, 축중 경감 등에 따른 이익을 고려하여 분산식으로 개발·운영하는 추세임
  * (일본) 360Km/h급 'FASTECH 360' 동력분산식 차량 개발
  * (프랑스) 360km/h급 차세대 'AGV' 동력분산식 차량 개발
  * (독일) 350km/h급 'VELARO' 동력분산식 차량 개발
  * (중국) 모든 고속열차에 동력분산식 적용

Ⅳ. 연구개발 내용 및 범위

○ 개발목표 :

400km/h급 분산형 고속열차 안정화를 위한 시운전시험 및 실용화기반 구축

- 분산형 고속열차 안정화 및 성능향상(누적주행거리 10만 km이상)
- 분산형 고속열차 국내외 실용화 가능성 향상을 위한 기반구축

○ 사업기간 : 3년

○ 총연구비 : 29,264 백만원(정부 25,094백만원, 민간 4,170백만원)

○ 연도별 투자계획

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
정부	8,604	8,521	7,969		25,094
민간	1,640	1,310	1,220		4,170
합계	10,244	9,831	9,189		29,264

○ 주요 연구내용

- 차세대 고속철도기술개발사업으로 개발된 분산형 고속열차 시운전 시험을 통한 개발 시스템의 안정화
- 국내 고속철도 운행속도 향상을 위한 분산형 고속철도 차량시스템 기술 검증
- 개발된 분산형 고속열차의 실용화를 위한 체계 구축
- 고속철도 기술 선도를 위한 개발시스템의 성능개선을 통한 고속철도 기술 향상

Ⅴ. 연구개발과제 구성 및 추진전략

○ 1세부과제 : 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발

◆ 분산형 고속철도시스템 본선시운전시험 및 안정성 검증 연구

- 분산형 고속철도시스템 안정화 시험 및 분석
- 운행속도별 기술특성, 운영환경 분석 및 개선대책 수립
- 400km/h급 고속철도인프라 시범적용기술개발 연계시험
- 본선시운전시험 DB 구축
- 사업 통합 및 총괄

◆ 분산형 고속철도 실용화 운영특성 기술개발

- 개발시스템 적용성 검토
- 실용화 차량시스템 규격 작성
- 고속철도 혼합운행 효율화 방안 연구

◆ 분산형 고속철도 국내외 적용방안 연구

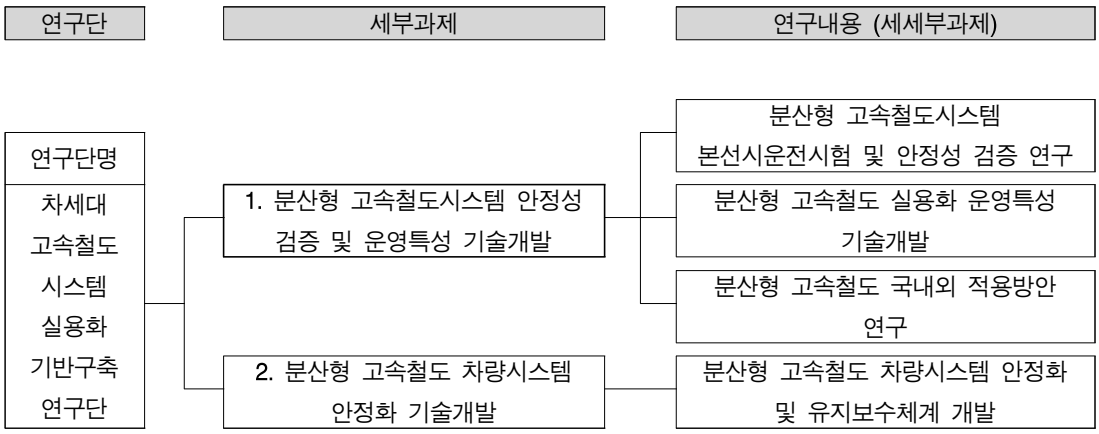
- 분산형 고속철도 국내 적용 방안 수립
- 해외 진출을 위한 기술특성 분석 및 대응전략 수립

○ 2세부과제 : 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발

◆ 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 및 유지보수체계 개발

- 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수 및 안정화시험 기술지원
- 차량시스템 및 주요 하부시스템 안정화 및 성능 개량

- 안정화시험을 통한 핵심부품 개선 기술개발
- 안정화시험 유지보수체계 운영
- 실용화편성에 대한 유지보수체계 개발



○ 추진방법 및 추진체계

- 한국형 고속철도기술개발사업을 통하여 개발된 안정화 기술 및 노하우를 활용하여 체계적인 연구수행을 통해 연구기간 단축 및 예산 절감
- 차세대 고속철도기술개발사업의 시운전시험 등 시스템 엔지니어링 기술 및 기반기술을 시스템 안정화에 활용하며 각 개발과제에 참여했던 연구기관과의 긴밀한 기술협조 체계 유지
- 체계적인 인터페이스 조정을 통한 연계성 유지 및 산·학·연 역할 분담과 과제간 유기적인 협조체계 구축
- 400km/h급 고속철도 인프라 선진화 기술개발 및 확보를 목적으로 추진되고 있는 「400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발」 사업과 연계 추진
- 한국철도공사와 한국철도시설공단을 본 사업에 참여토록 하여 실용화 촉진을 도모하고 고속철도 선로의 사용, 기관사의 지원 등 사업을 적극 지원하는 체계 구축

목 차

1장. 기술의 정의 및 필요성 ····· 1

1절. 기술의 정의 ····· 1

2절. 사업의 필요성 ····· 6

2장. 국내외 동향 및 환경 분석 ····· 8

1절. 국내외 정책동향 ····· 8

1. 국외 정책동향 ····· 8

2. 국내 정책동향 ····· 16

2절. 국내 기술 현황 ····· 20

3절. 국외 기술 현황 ····· 24

4절. 기술동향분석 ····· 41

1. 분석 대상 기술분류 ····· 41

2. 국내 관련기술 특허동향분석 ····· 42

3. 국외 관련기술 특허동향분석 ····· 91

5절. 기술개발 시제 차량의 시운전시험 사례 ····· 145

1. 국외 시운전시험 사례 분석 ····· 145

2. 국내 시운전시험 사례 분석 ····· 151

6절. 차세대고속철도기술개발사업 추진현황 ····· 155

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 161

1절. 실용화 기반구축사업의 필요성 검토 ····· 161

2절. 연구개발과제 구성 ····· 167
3절. 연구목표 및 연구기간 ····· 175
4절 연구내용 설정 ····· 176
1. 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발 ····· 176
2. 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발 ····· 183
5절. 연구 추진체계 구성 및 관련과제 연계성 ····· 183
1. 기본 추진 체계 ····· 183
2. 추진일정 및 세부 추진계획 ····· 185
3. 추진전략 ····· 186
4. 시운전시험 계획(안) ····· 188
6절. 예상 연구 성과물 ····· 192

4장. 사전타당성 검토 ····· 194

1절. 미래 교통 VISION 및 국내 교통현황 ····· 194
2절. 해외 고속철도 시장 분석 ····· 206
3절. 국내 고속철도 운영현황 분석 ····· 252
4절. 차세대 고속철도 기술의 사회 경제적 효과 분석 ····· 257
5절. 기술파급 효과 ····· 265

5장. 인력투입계획 및 소요예산 상정 ····· 275

1절. 연구일정에 따른 인력투입계획 ····· 275
2절. 소요예산 상정 ····· 277
1. 전체사업 소요예산 ····· 277
2. 세부과제별 소요예산 ····· 279

7장. 세부과제 상세기획내용 ····· 295

1절. 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발 ····· 295

2절. 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발 ····· 301

8장. 과제 제안요구서 ····· 305

1절. 과제 제안요구서(RFP) ····· 305

2절. 평가기준 설정 ····· 313

부록. 과제카드 ····· 314

1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 기술의 정의

○ “차세대 고속철도기술개발사업(‘07. 7～’12. 8)”을 통하여 개발된 최고시험속도 430km/h급 동력분산형 고속철도시스템 및 핵심기술의 설계, 제작, 건설 및 시험기술의 신뢰도를 확보하고 시운전시험을 통한 개발 시스템의 안정화를 통하여 차세대 동력분산형 고속철도 기술을 완성함으로써 실용화의 길을 열고 국내·외 수요에 대비하기 위한 차세대 고속철도시스템의 실용화 기반을 구축하고자 함

○ 차세대 고속열차는 동력분산식 차량의 영어 약자(High-speed Electric Multiple Unit 430km/h eXperiment)로 바다의 안개 해무(바다 海 안개 霧)처럼 미래를 기다리는 상서로운 의미와 빠르게 달린다는 해무(빠를 鯊, 달릴 騖)의 의미를 갖고 있으며, 국토해양부의‘미래가치 창출 10대 사업’의 일환으로 세계 최고의 고속철도 기술 확보를 목표로 추진되고 있는 차세대고속철도기술개발사업의 결과물로 탄생한 최고시험속도 430km/h급 동력분산형 고속열차임

○ 차세대 고속열차 시제차량(6량 1편성)은 유도전동기와 영구자석 동기전동기를 병행하는 독자적인 추진시스템과 공기저항을 최소화시킨 유선형 전두부를 적용하여 430km/h급 쾌속성을 보장하는 한편, IT기반 승객 편의장치와 자동회전식 안장 조절기능이 있는 좌석, 승객의 선호도에 만족시키기 위한 다양한 좌석 배치, 인간공학적 공간 디자인과 실내 공간 증대, 기존 고속열차와 동일한 수준의 객실 소음 차폐등으로 승객의 편의성을 향상하였음. 아울러 고속열차의 안전성 향상을 위해 철도안전법에서 제시하는 성능항목을 모두 만족하는 동시에, 유럽 시장 진출을 위해 유럽 규격(TSI, Technical Specification for Interoperability)에 적합하도록 차량을 설계·제작하였고, 국내의 다양한 철도신호방식에 대응하도록 ATS/ATC/ATP 통합 신호시스템을 개발하였음. 이 외에도 경량 복합재료 또는 최적화를 통한 초경량 알루미늄 압출재 차체, 고성능 제동시스템, 고속 대응 현가장치를 적용한 대차, 저소음 판토그라프, 차세대 차상컴퓨터제어장치, 최소형 보조전원장치, 고용량 소형 배터리장치가 개발되어 적용되었음



<차세대 고속열차 시제차량(6량 1편성)>

- 동력분산형 추진시스템 적용
  - · 가감속 성능향상으로 300km/h까지 도달시간 2분 단축
  - · 편성당 좌석 수 16% 증가



<6량 1편성 시제차량>

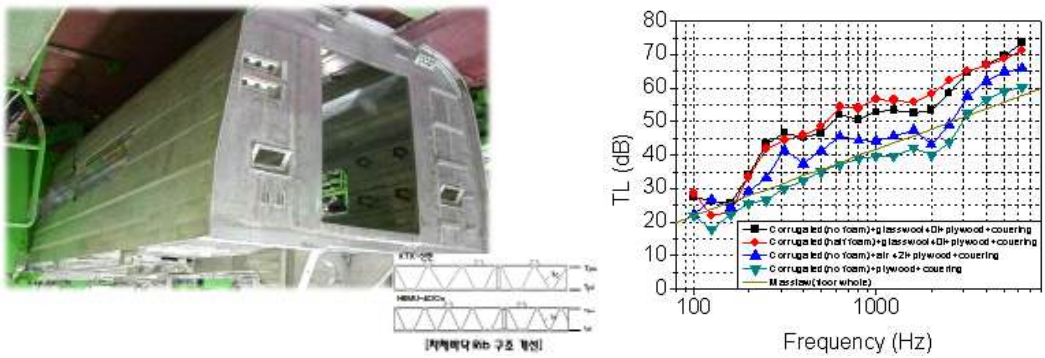
- 공기역학적 해석을 통한 유선형 전두부 설계
  - · 300km/h에서 주행 저항 10% 저감



<차세대 고속열차 전두부 설계>

- 국산화율 부품수 대비 97%, 금액 대비 약 83.7% 달성

- 알루미늄 압출재 최적설계로 차체 경량화 및 소음성능 개선
  - · 차체 중량 5% 저감 및 소음 차음성능 5dB 향상



<차체 최적설계를 통한 경량화 및 소음 차단성능 향상>

- 경량 고속 주행용 대차 개발



<고속 주행용 동력차의 주행안정성 시험>

- 경량 고효율 추진시스템 적용

  · 유도전동기와 영구자석동기전동기를 병행하는 추진시스템 개발

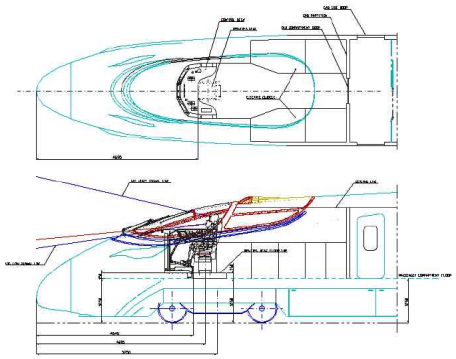
  · 가감속성능 향상(기존 KTX 대비 300km/h에 2분 단축)

  · 기존 전동기 대비 10%의 경량화와 5% 효율 향상



<추진시스템의 조합시험>

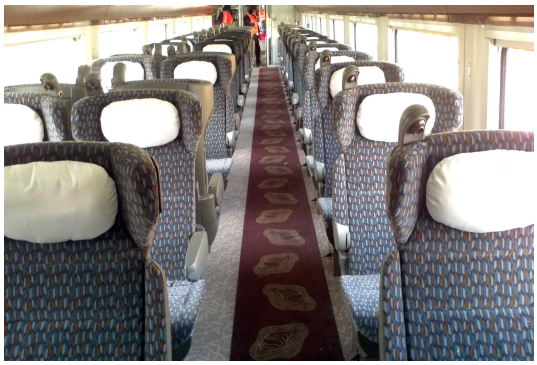
- 고객 만족형 실내 디자인 개발





<인간공학적 운전실 설계>





[1등실(TC Car) 2+2 좌석(좌), 1등실(M1 Car) 2+1 좌석(우)]







[가족실(M3 Car) 3+3 좌석(좌), 카페테리아(M3 Car)(우상) 및

2등실(M4 Car) 2+3 좌석(우하)]

<고객 만족형 다양한 좌석 배치 적용>

<국내 고속열차와의 제원 비교>

주요 항목	KTX	KTX-산천	HEMU-430X
개발기간	1995～2002년	2005～2010년	2007～2012년
최고 운행속도	300 km/h	300 km/h	370 km/h (최고속도 430km/h)
열차 편성	20량 1편성	10량 편성	6량 편성 (시제편성) 8량 편성 (운영편성)
추진장치	GTO Thyristor 추진 동기전동기 방식	IGBT 인버터 추진 AC 유도전동기 방식	IGBT 인버터 추진 AC 유도전동기 방식 및 영구자석 동기전동기
객차 차체재질	Mild Steel	경량 알루미늄 압출재	경량 알루미늄 압출재
선두부 운전실	프랑스 TGV 설계	한국형 고유 선두 형상	한국형 고유 선두 형상
제동 시스템	마찰+전기・회생제동	전기+공기 블랜딩 제동	마찰+전기・회생 블랜딩제동
외형			

<세계 고속열차와의 제원 비교>

구 분		승객수송 능력 (명/편성)	공차 중량 (톤/편성)	영업운행 최고속도(km/h)	동력방식
한국	KTX-산천	363	403	300	집중식
	HEMU-430X	362 (최대 456명 가능)	415	370	분산식
프랑스	AGV	420～460	410	360	분산식
	TGV-Duplex	545	380	320	집중식
독일	Velaro-E	404	415-425	350	분산식
일본	Series 700	571	320	300-360	분산식
중국	CRH380	494	528	380	분산식

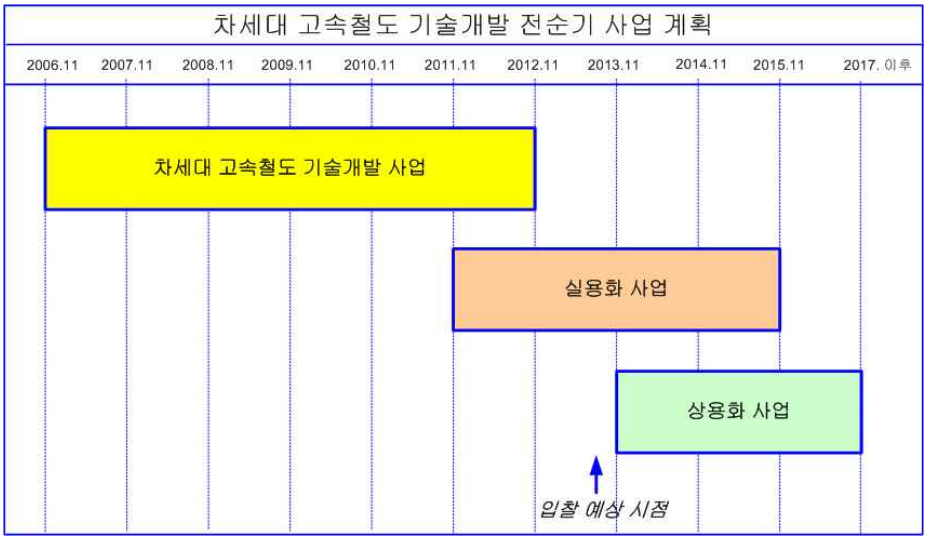
2절. 사업의 필요성

○ 국내 고속철도 기술의 경쟁력 제고를 통한 국내·외 고속철도 시장의 능동적 대응과 지속가능한 미래 성장동력산업의 기반기술 확보를 위한 최고시험속도 400km/h급 “동력분산형 고속철도시스템 및 핵심기술개발”을 위해 “차세대 고속철도기술개발사업”을 ‘07.7.31～’12.8.30(5년간) 수행중에 있음. 사업의 최종년인 5차년도(2011.8.1～2012.8.30)에는 동력분산형 고속열차가 제작되어 성능시험을 시작하게 되며, 2012년 상반기에 최고속도 시험이 수행될 예정임.

○ “차세대 고속철도기술개발사업”에서는 차세대 고속열차의 개발 및 최고속도시험검증을 목표로 분산형고속철도시스템 통합 및 총괄, 분산형고속철도 시스템엔지니어링기술개발, 분산형 차량성능 및 운용 기반기술 개발, 분산형 차량 모듈 및 시제차량기술 개발, 고속선 선로구축물 성능향상 및 유지보수 기술개발 등 총 5개의 핵심과제를 진행중임.

○ 분산형 고속열차의 실용화를 위해서는 개발된 시스템의 안정화와 신뢰성 확보가 필수적임. 차세대 고속철도기술개발사업에서는 개발된 기술의 안정화보다는 성능확인을 위주로 한 기술 개발이 수행되고 있으며, 안정화를 위해서는 지속적인 시운전시험을 통해 개발기술의 안정화와 유지보수 체계 구축 등이 필요함. “차세대 고속철도기술개발사업”이 당초 6년으로 계획되었으나, 주변 환경 변화에 따라 한국건설교통기술평가원 미래철도 운영위원회 사업계획변경안 심의를 통하여 5년으로 단축하고 신뢰성 및 안정화 등 시험은 계속사업으로 추진하도록 결정되었으며, 따라서 개발된 분산형 고속열차의 안정화 및 실용화를 위한 계속연구가 필요함

○ 차세대 고속철도 기술개발사업 기획(2006. 5)에서 6년간의 차세대 고속철도 기술개발사업 이후로 개발 시스템의 안정화 및 실용화를 위한 4년간의 실용화 사업을 계획한 바 있음.



[사업의 전순기 개발 계획(차세대고속철도기술개발사업 기획보고서, 2006.5)]

○ “G7 고속전철기술개발사업”으로 개발된 “한국형 고속열차”의 경우에는 기술개발 후 5년간의 “고속철도기술개발사업”을 통한 개발시스템의 안정화를 거쳐 실용화에 성공함. 해외의 경우에도 고속열차 개발 후 3~5년의 안정화 시험을 실시하고 있음.

○ “400km/h급 고속열차의 증속을 고려한 철도 인프라 선진화 기술개발 및 확보”를 위해 “400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발사업”이 ‘10.12~’14.10(46개월) 수행중에 있음. “400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발” 사업에서 개발되는 신호, 궤도노반, 전차선 및 환경소음 저감기술 등은 고속열차의 시운전시험과 연계되어 검증이 필요함.

○ 미국, 중국, 일본, 유럽 등 거대 지역 국가들은 경쟁우위 선점을 위해 고속철도의 개발 및 건설에 집중적으로 투자하고 있으며, 최근 3년간 중국, 러시아, 대만 등에서 도입한 고속열차는 대용량 수송과 속도증속에 유리한 동력분산형으로 우리나라도 고속열차의 해외 진출을 위해 개발한 동력분산형 고속열차의 조속한 실용화가 필요함.

○ 따라서, 앞에서 언급한 필요성을 만족시키기 위해 개발한 동력분산형 고속열차를 조속한 시일 내에 안정화시키고 실용화 기반을 구축하기 위한 노력이 필요함.

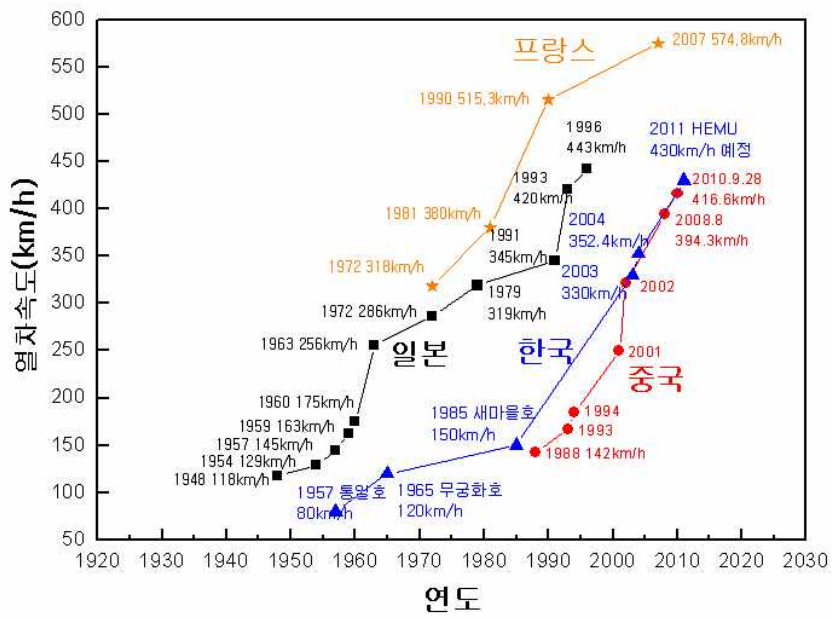
2장. 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책동향

1. 국외 정책동향

가. 각 국 고속철도 기술개발 방향성

(1) 속도 향상



<각 나라별 속도 향상>

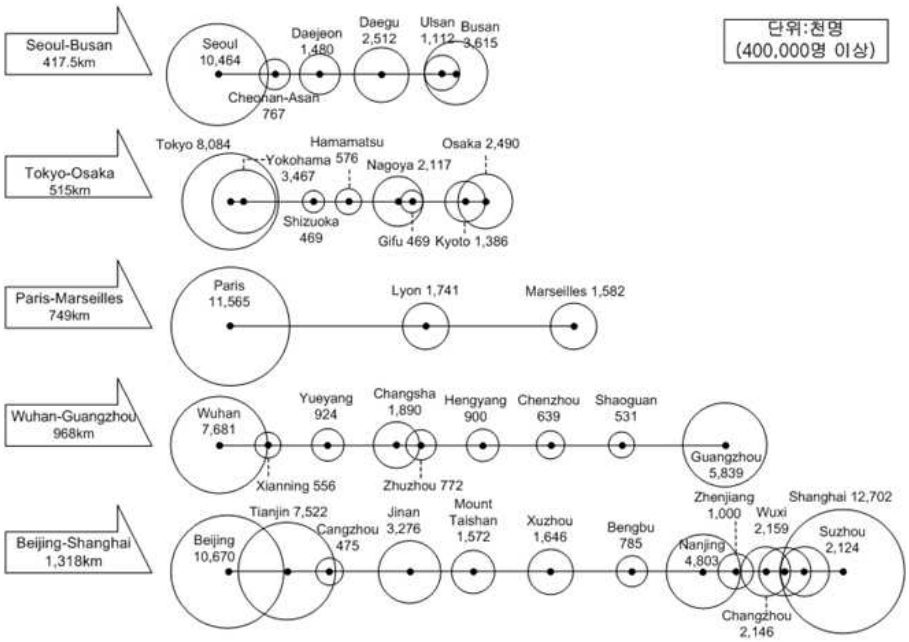
고속철도 기술개발 방향성에 대해 얘기할 때, 첫번째 화두는 고속철도의 속도 향상이며, 이는 속도가 승객의 이동수단을 결정하고 교통수단으로서의 경쟁력 및 효율성을 지배하기 때문이다. 위 그림은 각국의 휠-레일 방식 철도의 속도 향상 기록이다.

250km/h를 처음으로 돌파한 국가는 1963년에 일본이나, 그 이 후 속도 향상을 주도해 온 것은 프랑스이다. 프랑스는 2007년에 574.8km/h의 세계최고 기록을 수립한 바 있다. 그림으로 부터 한중일의 420km/h 도달 기록을 보면 일본이 한국과 중국에 비해 약 17년 정도 앞서 있는 것을 알 수 있다. 중국은 2010년 9월에 416.6km/h 달성에 성공하였으며, 한국도 400km/h급 고속철도 차량 개발을 진행 중에 있으며, 2011년에 그 모습을 볼 수 있을 것으로 예상하고 있다.

각국의 고속철도 속도 향상은 승객의 여행시간을 최대한 줄임으로써 타 교통수단과의 경쟁에서 유리한 고지를 점한다는 측면에서 큰 의미가 있다.

(2) 수송력 증대

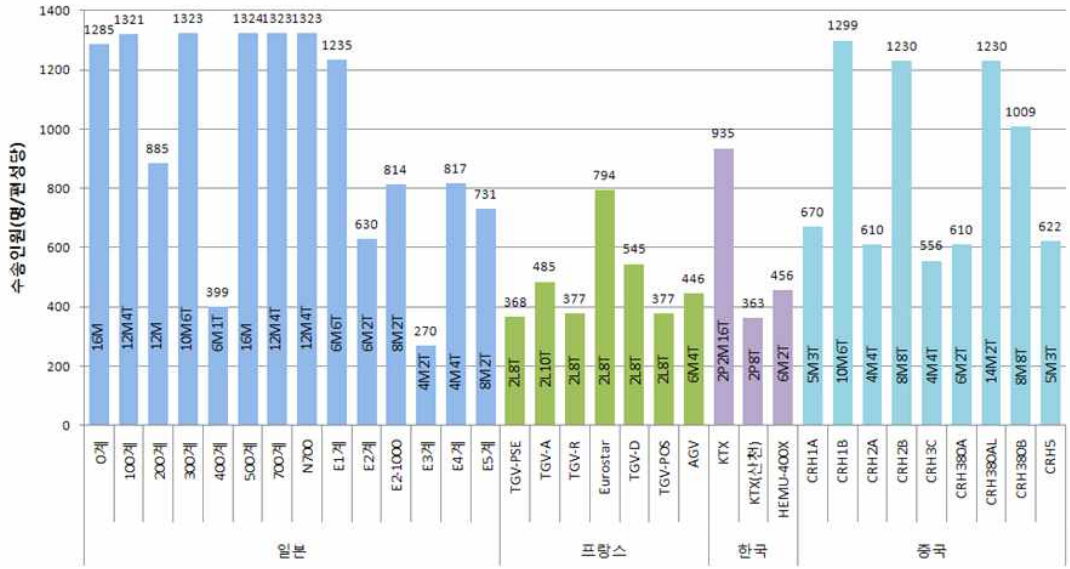
다음 그림은 한국, 일본, 프랑스, 중국의 건설이 완료되었거나, 건설중인 고속철도 노선 연장 및 인구 40만명 이상의 역 및 역이 위치한 도시의 인구수를 보여주고 있다.



<노선연장 및 인구분포>

국가별 수송 패턴을 비교해 보면, 한국은 전체 노선연장이 짧고, 역간 거리도 짧으나, 인구는 많은 편이며, 일본도 유사한 패턴을 갖고 있다. 프랑스의 경우, 전체 노선연장이 중간 정도이고, 역간 거리는 길며 인구분포는 적은 것을 알 수 있다. 중국의 경우 노선연장이 길고, 역간 거리도 상대적으로 길며 인구분포는 많은 것을 알 수 있다. 이는 기존의 고속철도 노선연장 및 수송량을 보다 상회하는 새로운 유형의 수송패턴이 필요하게 되었으며, 즉 고속철도의 고속화와 수송량 증대를 위한 기술개발이 필요하게 되었다는 것을 의미한다.

이와 같은 수송력 증대 필요성은 다음 그림과 같이 각 국 개발 차량의 편성당 승객 수송인원으로부터 확인할 수 있다. 일본은 많은 승객을 수송하기 위한 대량 수송에 강점이 있는 차량을 많이 개발해 온 것을 알 수 있다. 한국은 프랑스의 영향으로 대량 수송 측면에서는 부족한 부분이 있음을 보여주고 있으며, 중국의 경우 A타입의 일본 독일 기술 도입 후 , B타입 차량 개발 과정에서 속도향상 및 수송력 증대 노력을 꽤하고 있다.



<각 국 차량별 수송인원>

나. 세계 고속철도 건설 및 차량기술 동향

(1) 세계고속철도 건설 계획

최근 세계 고속철도 건설 계획을 살펴보면, 가장 두드러지는 것은 중국의 고속철도에 해당되는 여객전용선 건설계획이다. 중국은 2020년까지 16,000키로 이상의 여객전용선을 구축하겠다고 2008년에 공표한 바 있으며, 미국은 11개 노선 13,700키로의 고속철도를 건설하겠다는 계획을 오바마 대통령이 발표한 바 있다. 이외에도, 브라질, 아르헨티나, 남아프리카, 폴란드 등에서 고속철도 건설 계획이 수립되어 있다.



<세계 고속철도 건설 계획>

(2) 중국 고속철도 건설 현황 소개

<중국 고속철도망 구축 계획>

주요 조정 내용	중장기 철도망계획 (2004년 1월)	조정안 (2008년 11월)
철도영업노선 연장	10만km	12만km
여객 전용선 및 도시간 철도	12,000km	**16,000km 이상**
복선화율	13,000km(50%)	19,000km(60%)
전철화율	16,000km(50%)	25,000km(60%)
신설 철도	16,000km	41,000km
연간 석탄수송 능력	18억톤 이상	23억톤 이상

최근 고속철도 건설현황을 소개할 때 중국을 빼 놓고 얘기할 수 없으며, 중국은 2008년에 중국 고속철도망 구축계획을 수립 발표한 바 있는데, 이는 고원지대인 티벳을 제외한 중국 전 국토를 북경을 중심으로 1일 생활권으로 묶겠다는 원대한 포부를 밝혔다는 의미가 크다.

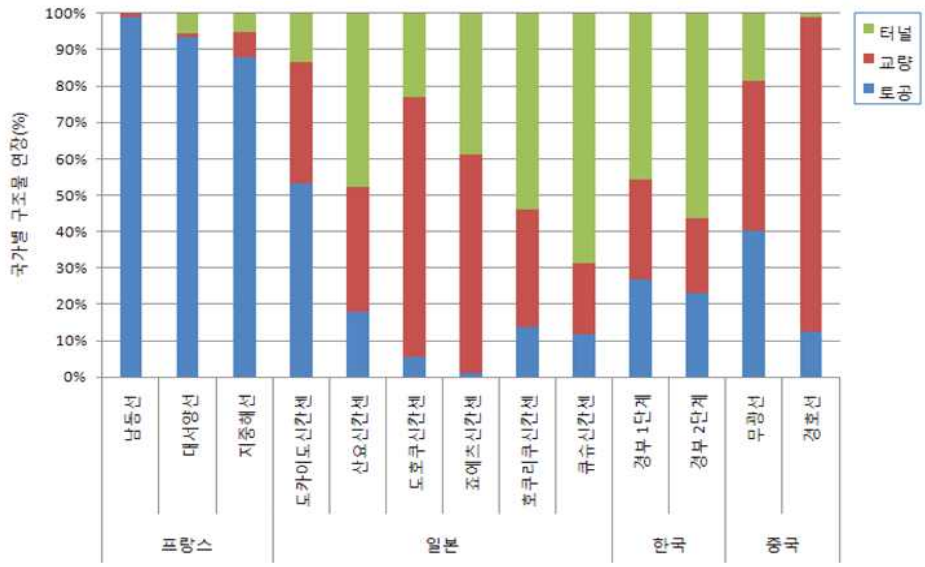


<북경~지방 주요성까지의 도달시간>

(3) 국가별 구조물 비율

각 국가별 구조물의 비율을 보면 프랑스의 경우, 토공이 압도적으로 많으며, 일본은 궤도 형식에 따라, 즉 자갈궤도인 도카이도 신칸센은 토공이, 콘크리트궤도에서는 교량 혹은 터널 점유 비율이 높은 것을 알 수 있다.

우리나라의 경우, 터널연장이 상대적으로 길며, 중국은 교량 비율이 높은 것을 알 수 있으며, 이와 같은 국가별 구조물 비율 차이는 지형조건의 차이에서 온다고 볼 수 있다.



<국가별 구조물 비율>

(4) 최근 고속철도 건설 기술 개발의 목표

최근 고속철도 건설 기술 개발의 목표는 크게 세가지로 요약할 수 있다.

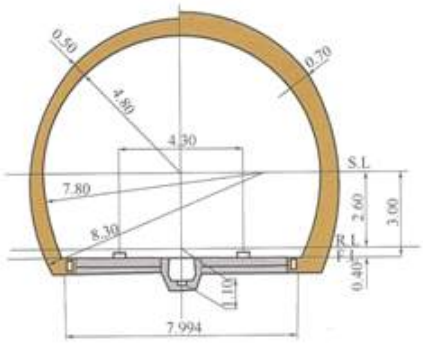
첫째, 여객과 화물을 분리함으로서 하중 체계를 최적화하여 구조물을 슬림화 하고,

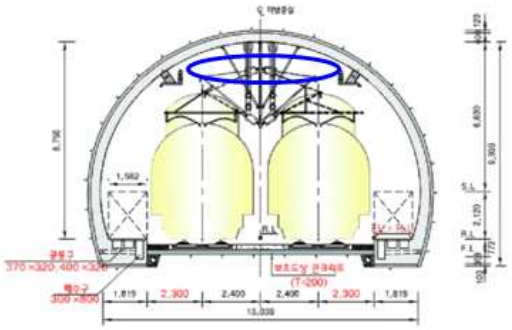
둘째, 열차성능 향상 및 선형개선을 통하여 교량과 터널 구조물 비율을 줄이며,

셋째, 단면저감 및 공기 단축, 신개념 공법 적용으로 구조물 건설 비용을 저감시키는 것이다.

예를 들면, 터널의 내공 단면적 크기는 건설비에 큰 영향을 미치는데 국가별 그 차이는 일본이 약 64, 프랑스 100 중국 100, 경부고속철도 107, 호남 고속철도가 97 스퀘어 미터로 상당히 큰 것을 알 수 있다.

물론 영업 최고속도에 차이는 있지만, 일본은 차량 전두부 형상 최적화, 터널 입출구부 후드설계, 전차선 형식 변경 등에 대한 연구를 통하여 속도향상에도 불구하고 터널 단면적을 키우지 않는 터널 단면 최적화에 많은 노력을 기울인 것을 알 수 있다.





일본(64) 프랑스(100), 중국(100), 한국(107-> 97)

<터널 내공단면적(m^2)>

(5) 최근 세계 각국 개발 차량 성능비교

최근 세계 각국 개발 차량의 성능을 비교해 보면, 운영최고 속도면에서는 내년에 중국 경호선에 투입예정인 CRH380 타입이 380km/h로 당분간 가장 높은 수준일 것으로 예상되며, 동력 배치 형식으로는 분산식이 주를 이루고 있으며, 일본은 경량화에 강점이 있으며, 프랑스는 다양한 노선 적용이 가능한 차량을 개발하고 있다.

< 최근 세계 각국 개발 차량 성능비교>

형식	HEMU-400X	CRH2 300	CRH3	CRH380B	E5	N700	AGV
영업년도	2011년 제작 완료	2008년	2008년	2011년 예정	2010년 말 예정	2007년	2011년 9월 예정
제작사	현대로템	사방	당산	당산/장춘	JR East	JR Central JR West	알스톰
운영최고속도 (km/h)	370	350	350	380	320	300	300+
최대속도 (km/h)	430	385	394.3	400	360	Tokaido 270 Sanyo 300	360+
동력 배치	분산식	분산식	분산식	분산식	분산식	분산식	분산식
편성길이(m)	197.6	201.4	200	-	253	405	190
차체폭(mm)	3,100	3,380	3,265	-	3,350	3360 차체경사	2,980
차체재료	알루미늄	알루미늄	알루미늄	-	알루미늄	알루미늄	알루미늄 복합재
정원(명)	456	610	557	1,009	731	1,323	446
축중(톤)	13	14	17	17	11.75	10.94	17

견인출력(kW)	9,840	8,200	8,800	-	9,960	17,080	8,640
견인출력/ 차량중량비	23.65	19.8	20.3	-	21.96	19.28	21.18
MT비	6M2T	6M2T	4M4T	8M8T	8M2T	14M2T	6M6T
전압방식	AC25kV 60Hz	AC25kV 50Hz	AC25kV 50Hz	AC25kV 50Hz	AC25kV 50Hz	AC25kV 60Hz	AC25kV 50Hz AC15kV 16 2/3Hz DC 3kV, 1.5kV

다. 미래 고속철도 기술개발 방향

앞의 내용들을 정리해보면, 일본은 수송력 중시 기술개발을, 프랑스는 속도 중시 기술개발을 해 온 것을 알 수 있다. 중국은 이를 믹스한 속도 및 수송력 둘 다를 중시하는 기술개발을 진행 중이며, 인프라 건설은 각국의 지형 특성에 맞게 한국은 터널이 많은, 프랑스는 토공이 많은 특징이 있다.

국가 / 항목	일본	프랑스	중국	한국
기본방향	수송력	속도	속도+수송력	속도
건설 특징 (지형적 특징)	자갈궤도(토공) 콘크리트궤도 (터널 혹은 교량)	토공	교량-노반 -터널 순	터널
궤도 구조 (대량 공장생산, 빠른시공)	무도상궤도 (프리캐스트식)	자갈궤도	무도상궤도 (프리캐스트식)	자갈궤도 무도상궤도 (현장타설식)
차량 형식	동력분산식	동력집중식 동력분산식 개발 중	동력분산식	동력집중식 동력분산식 개발 중
차량 단면	크다	작다	크다	작다
축중 (대차수 및 경량화)	작다	상대적으로 크다	혼재	경량화 방향 기술 개발 중
터널단면적	작다	크다	크다	줄이는 방향 기술 개발 중
공력 및 소음대책 (전두부 형상, 터널 후드 설치)	중요 많은 기술 축적	상대적으로 낮다	상대적으로 낮으나, 최근 중요하게 고려	최근 건설비 저감을 위해 중요하게 고려

궤도구조는 무도상궤도 구조가 대세를 이루고 있으며, 그 중에서도 대량 공장생산과 빠른 시공이 장점인 프리캐스트 식 궤도가 주류를 이룰 전망이다.

차량은 동력 분산식이, 수송력 증대 측면에서 차량단면은 크면서 축중은 작은, 건설비 저감 측면에서 터널 단면적을 작게 하는 기술개발이 중요할 것이다.

이외에도 고속철도 고속화에 따라 필연적으로 발생되는 소음 문제는 각 국이 해결해야 할 숙제로 남아 있다.

현재 세계 각 국은 고속화와 수송력 증대 두마리 토끼를 잡을 수 있는 기술 개발이 진행되고 있다. 이는 넓은 국토와 많은 인구를 보유하고 있는 중국, 미국, 브라질 등이 고속철도 건설을 시작하면서 필요한 기술이기 때문이다.

속도향상에 더불어 최고속도로 지속가능성이 높은 기술도 여행시간 단축 측면에서 매우 중요하다. 또한, 동일 수준의 용품을 값싸게 제공할 수 있는 기술, 에너지 효율적인 기술, 대량 수송에 직결되는 무선 통신 기반 열차제어 기술, 경량화를 위한 신소재 기술, 소음저감 등 친환경성 기술, 상호호환 및 표준화를 통한 국제화 관련 규정 개정 등이 중요할 것이다.

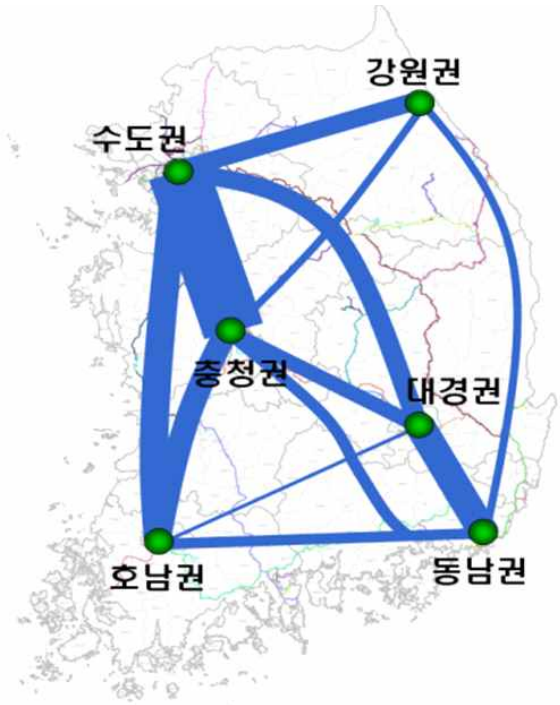
상기와 같은 내용을 포함할 수 있는 자국 고유 브랜드 기술 개발이 서둘러 진행되고 있는 이유이다. 이제 고속철도 기술은 서유럽과 동아시아 중심에서 벗어나 전세계가 필요로 하는 기술로 거듭 나려고 하고 있다. 제 1세대인 1960년에서 1990년까지의 고속철도 기술 개발과정을 지나, 현재는 기술을 주변국에 수출하고 수출된 기술은 각 국 특성에 맞게 진화하는 과정을 거쳐 제 3세대인 2010년부터 전 세계화하는 계기가 될 것이다.

2. 국내 정책동향

정부의 녹색교통 추진전략('09.11)에서는 기후변화 에너지 위기 등 미래환경 변화에 대비하기 위하여 전체 SOC 투자 가운데 철도비율을 25%('09)에서 50%('20)까지 확대할 계획이며 철도 수송분담율을 8%('09)에서 20%('20)까지 확대할 것을 목표로 제시하였다.

2010년 9월 1일 대통령에게 보고된 "미래녹색교통 구현을 위한 KTX 고속철도망 구축전략"에는 향후 KTX 고속철도망을 통해 국토를 통합·다핵·개방형 구조로 재편함으로써 속도 경쟁력을 갖추고 국토의 균형 발전을 꾀한다는 목표로 다음의 5개의 추진과제를 선정하였다.

- 첫째, 전국 주요거점을 KTX망으로 1시간 30분대로 연결하는 것으로, 고속철도의 속도 향상이 필수적인 사항임.
- 둘째, 거점도시권내 30분대 광역·급행 교통망 정비
- 셋째, KTX 역세권을 고려하여 5+2의 광역 경제권의 특성화 발전 도모
- 넷째, 항만과 공항의 철도연계를 강화하여 국토 전반을 대외 개방형 공간구조로 전환
- 다섯째, 철도산업을 고부가가치 성장동력으로 육성하기 위해 세계최고속도의 철도기술 확보하는 것으로, 이를 실행하기 위해서는 세계최고수준의 고속철도기술 개발은 반드시 필요함.



정부 지원정책의 대표적 사례는 국토해양부 주관으로 수행된 “G7 고속전철기술개발사업 및 고속철도기술개발사업”과 현재, 수행 중인 “차세대고속철도기술개발사업” 그리고 “400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발 ”이 있다.

○ G7 고속전철기술개발사업 및 고속철도기술개발사업
- 연구기간: 1996. 12 – 2007. 10
- 총 사업비: 2557억원
- 주요 성과: 한국형 고속열차 HSR-350X 개발 및 350km/h 시운전 성공

○ 국토해양부 주관으로 차세대 고속철도기술개발사업 추진 중
- 연구기간: 2007. 7 – 2012. 8
- 총 사업비: 931억원
- 주요 성과: 430km/h급 차세대 분산형 HEMU-430X 개발

○ 국토해양부 주관으로 400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발 추진 중
- 연구기간: 2010.12 – 2014. 10
- 총 사업비: 303.6억원 (정부 209억원, 민간 94.6억원)
- 주요 성과: 400km/h급 고속철도 인프라시스템 개발 (호남고속철도 400km/h급 테스트 베드 구축)

정부의 녹색성장 비전 및 목표는 다음과 같다. 신성장동력과 일자리 창출을 위한 신국가발전 정책으로 녹색기술과 청정에너지 중심의 성장 비전 제시



<정부의 녹색성장 비전 및 정책과제>

또한, 10대 정책 방향 중 녹색국토·교통의 조성 계획 수립. 철도, 자전거 등 녹색교통수단을 활성화하고 대중교통 중심의 녹색교통, 물류체계 구축 계획을 아래와 같이 수립하였다.

- 철도 여객수송 분담률 : ('09)18%→('20)26%→('50)30%
- 자전거 교통수단 분담률 : ('08)1.5%→('20)10%→('50)20%

○ 저탄소 녹색성장 국토해양 추진전략

2005년 기준으로 지난 15년간 우리나라의 탄소배출량은 2배 이상으로 증가하였으며, 우리나라의 전체 탄소 배출량은 산업분야 52%, 건물 25%, 교통 17%, 기타 6%로 나타났다(출처: 저탄소녹생성장을위한국토해양정책추진전략). 이에 따라 환경부는 전분야를 망라하여 최고 수치에 해당되는 수송분야 이산화탄소 배출량 감축률

을 34.3%로 설정였으며, 국토해양부는 “저탄소 녹색국토·해양구현으로 녹색성장 주도”의 비전하에 추진전략을 “저탄소 녹색교통·물류체계로의 전환”으로 수립하여 2020년까지 교통 온실가스 배출량(BAU)의 33～37% 감축 계획이다.

이에 국토해양부는 『제2차 철도산업발전기본계획(2011~2015)』을 통하여 다음과 같은 목표를 설정하고 추진 중에 있음 (2011.5.30)

- 수송분담율 제고 (수송 인-km) : 15.9%(‘08) → 24%(’15)
- 사고감축 (건/백만km) : 0.108건(‘10) → 0.100 (’15)
- 기술력 제고 (선진국 대비) : 74% (‘09) → 95% (‘15)
- 해외진출 확대 (차량시장 점유율) : 2%(‘09) → 4%(’15)

○ 주요 국가계획 및 추진내용 정리

국가계획	성격	주요 추진전략
제4차 국토종합계획 수정계획	국토의 이용·개발 및 보전에 관한 최상위 계획	국토경쟁력 제고를 위한 지역특화 및 광역적 협력강화 자연친화적이고 안전한 국토공간 조성 쾌적하고 문화적인 도시·주거환경 조성 녹색교통·국토정보 통합 네트워크 구축 세계로 열린 신성장 해양국토 기반 구축 초국경적 국토경영기반 구축
제2차 국가기간교통망계획 수정계획	국가기간교통시설에 대한 투자기본정책을 설정하며 교통정책 및 교통시설계획에 관한 최상위 계획	부문간 효율적 스톡 조정을 통한 국가경쟁력 강화 교통연계성 강화를 위한 인터모달리즘 구현 21세기 글로벌 교통·물류 강국 실현 저탄소 녹색성장형 교통체계 구축 선진국 수준의 교통서비스 제공
제2차 국가철도망 구축계획	철도투자를 효율적·체계적으로 수행하기 위한 계획 (국가기간교통망계획 등과 연계)	전국 주요거점을 고속 KTX망으로 연결 대도시권 30분대 광역·급행 철도망 구축 녹색 철도물류체계 구축 편리한 철도 이용환경 조성
제2차 철도산업발전 기본계획	철도산업 관련 정책을 종합하고 체계화 하는 중장기 철도 종합계획	KTX 고속철도 중심의 국가철도망 구축 철도운영 부문의 경쟁력 제고 세계 최고수준의 철도안전 확보 철도제조업 육성 및 기술개발 촉진 해외 철도시장 진출 확대 철도분야 핵심 전문인력 양성
제2차 국가교통기술개발계획	교통기술개발에 대한 기본이 되는 계획 (국가교통정책목표를 달성하기 위한 기술적 수단)	기후변화 및 고유가 대비 지속가능한 교통물류기술개발 교통물류시스템 효율성 제고를 위한 인터모달리즘 기술개발 교통수단별 특성에 맞는 미래형 교통기술 개발 구현

2절. 국내 기술 현황

가. KTX

2004년 4월 1일 영업운전을 시작한 경부고속열차(KTX)는 프랑스 고속열차인 2세대 TGV-A 차량을 기본으로 한국의 운행여건에 맞게 변경 제작한 차량이다. 열차의 편성은 동력차 2량, 동력객차 2량 및 객차 16량으로 총 20량 1편성으로 구성되어 있으며, 총 46편성이 영업운행 중에 있다. KTX 열차는 고속선 및 기존선을 연계 운행할 수 있는 차량으로 단상교류 25,000V 전원을 사용하며, 단일 편성으로 운행하며 중련편성은 불가능하다.



<경부고속철도 KTX>

나. 한국형 고속열차(HSR-350X)

한국형 고속열차는 G7 고속전철기술개발사업을 통해 개발된 고속전철시스템으로 KTX 시스템의 성능을 기반으로 국내 기술로 제작된 고속열차이다.

한국형 고속열차는 최고속도 350km/h로 운행 가능한 동력을 갖추고 동력차 2량, 동력객차 4량과 객차 15량의 총 20량을 1편성 또는 11량 중련 편성이 가능하도록 설계되었고, 시제열차는 “동력(운전)차+동력객차+객차3량+동력객차+동력(운전)차”의

7량 1편성으로 제작되었으며 20량 또는 11량 편성 단위로 열차의 성능과 특성을 시험할 수 있도록 설계되었다.



<한국형 고속열차 시제차량>

<한국형 고속열차와 KTX 주요 제원>

구분	한국형 고속열차	KTX
개통(개발)년도	2002년(개발 완료)	2004년(개통)
최고운행속도(Kph)	300(350)	300
편성(량)	20(2P4M14T) 10(2P8T)	20(2P2M16T)
총길이(m)	393(20량) 200(10량)	388
차량 제원(최대) (길이*폭*높이, m)	22.6x2.97x4.062	22.6x2.90x4.10
총중량(톤)	780(20량), 425(10량)	779
수송용량(명)	871(20량), 370(10량)	935
공급전원	25kV/60Hz	25kV/60Hz
신호시스템	ATC/ATS	ATC/ATS
총 출력(출력/인) (kW)	17,600(22.56)- (20량) 8,800(23.78)- (10량)	13,560 (14.50)

구분	한국형 고속열차	KTX
견인전동기 (출력, kW)	유도전동기 (1,100)	동기전동기 (1,130)
인버터/컨버터	IGCT	Thyristor
보조전원장치	IGBT	GTO
제동 시스템	회생, 저항, 디스크, 와전류	회생, 저항, 디스크
제동거리(m)	5,520 (350km/h) 3,250 (300km/h)	3,250
판토그라프(갯수/편성, 개)	싱글암형(1)	싱글암형(1)
대차 형식	볼스터리스, 일반형, 관절형	볼스터리스,일반형, 관절형
차축 간 거리(mm)	3,000	3,000
차체 재질	알루미늄 압출재	Mild Steel
객실 소음(dBA)	66 : 객실	66 : 객실
열차 편성의 탄력성	20량 고정편성 및 10량 중련편성	고정편성
충돌 특성	- 충돌에너지2.0MJ 흡수 - UIC 651 OR 기준	- 충돌에너지2.0MJ 흡수 - UIC 651 OR 기준

다. KTX-산천

KTX-산천 고속열차는 HSR-350X의 상용화 차량으로 호남선과 전라선 운영 목적으로 한국철도공사가 발주하고 국제입찰을 통해 최종적으로 2006년 6월 8일에 현대로템이 수주한 열차이다. 2010년 3월 고속열차 운행을 시작하였으며 세부적인 사양은 HSR-350X와 유사하므로 주요 시스템사양만 기술하였다.



<KTX 산천>

<KTX-산천 제원>

항목	내용
편성	2P8T
열차길이 (m)	201
열차중량 (ton)	434
Width/Height (m)	2.97/3.73
축중 (ton)	17
좌석수	363(30, 333)
Carbody	AL Alloy
최대속도 (Km/h)	330
운영속도 (Km/h)	300
총출력 (MW)	8.8
Tractive Effort(KN)	210
전력제어	IGBT사용 / VVVF 인버터
동력방식	동력집중
Motor형식/용량(kW)	Induction/1100
Power Device	IGBT
출력(kW)/중량(ton)	20.27

3절. 국외 기술 현황

가. 일본

일본 고속열차의 발전사는 세계에서 가장 길고, 각 선로상황과 환경적인 수요를 결합하였으며, 개발된 고속열차의 종류가 가장 많다. 가장 일찍 건설하여 개통한 토카이도 신간센은 1964년에 0시리즈 고속열차로 시작했으며, 운행속도는 210km/h였다. 10년 후 1985년 토호쿠, 조에쓰 신간센이 개통하였으며, 200시리즈와 100시리즈 고속열차를 공식적으로 운행하였다. 200시리즈의 운행 속도는 시험운행시기 210km/h에서 240km/h로 향상되었으며, 100시리즈는 210km/h에서 1986년 0시리즈와 함께 220km/h로 제고되었다.

0, 100, 200 시리즈를 기반으로 1992년 토카이도 신간센에 300시리즈 열차가 운행을 시작하였으며 최고주행속도가 270km/h로 크게 제고되었다. 300시리즈 고속열차의 속도제고로 환경에 대한 영향이 개선되었고, 신기술을 도입하였으며 이는 기존 고속열차를 계승 발전시킨 것이었다.

300시리즈에 이어 300N, WIN350 실험형을 거쳐 완성된 차세대 고속열차가 500시리즈이다. 이는 1997년 운행을 시작하였으며 최고속도 300km/h, 실험속도는 350.4km/h(WIN350)에 이른다. 500시리즈 열차의 16량 편성차량이 모두 동차로 총 출력이 18,240kW에 달하는 세계에서 출력이 가장 큰 열차이다. 300시리즈와 비교하여 열차의 머리형태가 더욱 뾰족하고 길며, 기동 저항력과 기타 기동성이 더욱 개선되어 한층 경량화하고 반자동 제어 감진기를 장착하여 차내 소음과 쾌적함 및 환경소음을 개선하였다.

700시리즈 고속열차는 500시리즈와 300X 실험형 열차를 토대로 새롭게 개발한 열차이다. 1999년 운행을 시작한 이래로 산요신간센과 토카이도신간센에서 각각 285km/h와 270km/h의 속도로 운행되었다. 500시리즈의 장점 이외에도 추진장치에 스위칭주파수가 더욱 높은 IGBT 모듈을 적용하였다.

E4시리즈는 또 다른 유형의 대표적인 일본 고속열차이며 E1형 차량에 의해 발전한 전체가 2층 차량으로 구성된 신형열차로 1997년 240km/h의 속도로 운행에 들어갔다. 16량(2×4M4T)으로 길게 편성되어 여객운송량이 1,634명에 달한다. 또 다른 특징은 STAR21 실험전동차 조직의 연구실험 결론과 고속화 신기술을 반영하였다.

STAR21이라는 이름은 “21세기 철도 발전을 지향하는 고급열차”의 의미를 지녔으며 300km/h 운행속도를 목표로 하고 있다. 이를 위해 최소 350km/h이하에서 안정적으로 운행해야하며 최고속도가 400km/h에 달할 수 있어야 한다. 1993년 12월 425km/h속도로 안전운행이 가능한 기록을 세웠다.

이후 JR 동일본은 신간선 고속화 프로젝트로 시험차 ‘FASTECH 360’로써 고속성, 신뢰성, 환경적합성, 쾌적성 등을 목표로 개발하였다. ’FASTECH 360S’는 8량 1편성으로 2005년 6월 25일부터 시험 개시하였고, ‘FASTECH 360Z’는 6량 1편성으로 2006년부터 시험을 시작하여 현재 완료 단계이다. 신간선의 각종 요소기술 및 최신의 신간선 열차(E2계, E3계)를 기본으로 차량의 주행안전성, 지상설비, 환경 영향, 쾌적성 등 실제 환경 및 조건에 대한 신간선 기술의 종합적 평가, 검증을 위해 전용 고속시험 전차를 개발, 제작 완료한 열차로서 고속 주행시험 등을 실시하였다. JR 동일본은 자체 연구개발센터 중심으로 2004년 4월 ’신간선 고속화 추진 프로젝트‘라는 신간선 고속화 연구개발에 착수, ①지금까지의 기술과제 결과 정리 및 요소기술개발 자료의 데이터를 활용 ②상업운행용 신간선(E2계 1000 및 E3계)을 이용한 고속 주행시험 결과의 활용 ③ 기존차량 시험 결과 수집데이터를 ’FASTECH 360’ 시험차량의 설계에 참고, 반영하였다.

최근에는 FASTECH 360 시험결과를 기반으로 하여 320km/h까지의 주행성능을 갖는 E5계 양산선행차를 10량편성(8M2T)으로 제작하여 시험주행을 수행하였다. E5계(양산선행차)는 2005년도부터 주행시험을 해 온 「FASTECH360S (E954형식)」의 결과를 기반으로 한 것으로, 320km/h 주행까지의 능력성능 및 브레이크 성능을 보유한 것은 물론이고, 환경성능이나 차내 쾌적성도 향상시킨 차량이다. 환경 성능에 관해서는 롱노즈 타입의 선두형태로 터널 미기압 저감, 대차커버, 전체포장 및 저소음 팬터그래프 등에 의한 차외 소음저감을 꾀했다. 또 차내 쾌적성에 관해서는 전 차량에 풀액티브 동요방지 제어장치를 설치하여 고속 주행 시 승차감을 향상시키고 차체경사장치로 곡선 통과 시 승차감을 향상시켰다. 이 열차는 2011년 상업화 개통을 목표로하고 있다.

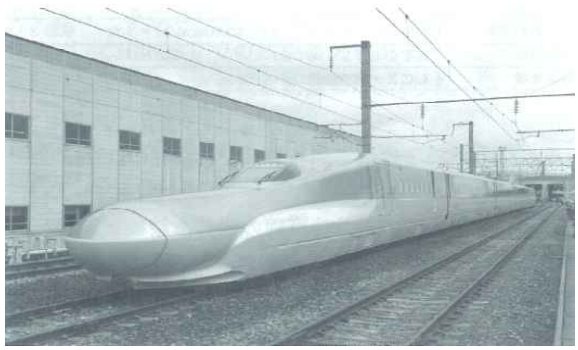
다음 표에 500, 700, N700, E2-1000, E5 시리즈의 주요 제원을 정리하였다. 특히 E2-1000계는 대만 고속철도인 700T형의 뒤를 이어 중국에 진출하여 CRH2의 기본 모델이 되었다.

<일본 고속열차 주요 제원>

구분		500계	700계	N700계	E2-1000계		E5계
					N	J	
영업개시	년	1997	1998	2007	1997		2011
최고속도	km/h	300	285	300	275		320
길이	m	404	405	405	201.4	251.4	253.0
편성	구성	16M	12M4T	12M4T	6M2T	8M2T	8M2T
	동력배치	분산동력	분산동력	분산동력	분산동력	분산동력	분산동력
특징	연결방식	비연접	비연접	비연접	비연접	비연접	비연접
	병결운용	불가	불가	불가	일부 구간 가능		가능
정원	1등차	200	200	200	51	51	
	2등차	1124	1123	1123	579	763	
	합계	1324	1323	1323	630	814	731
차체폭	mm	3380	3380	3360	3380		3350
편성중량	공차	620	628	-	-		-
	만차	700	708	700	336	440	453.5
축중	톤	11.1	11.4	10.9	10.5	11.0	11.3
전기방식		AC25kV 60Hz	AC25kV 60Hz	AC25kV 60Hz	AC25kV 50/60Hz	AC25kV 50/60Hz	AC25kV 50Hz
편성출력	kW	18,240	13,200	17,800	7,200	7,600	9,600



<FASTECH 360 열차 외형>



<E5 고속열차 외관>

나. 프랑스

신기술 고속열차로 TGV-A(KTX 모델), Eurostar, TGV-R, TGV-POS, AGV(Automotrice Grande Vitesse)로 이어지는 차량을 개발하였다. 특히, 2001년부터 알스톰과 SNCF가 공동으로 350km/h의 영업속도를 갖는 차세대 고속열차 프로젝트를 착수하여 2008년 2월에 AGV를 소개하였다.

제2세대 차량으로 TGV 대서양선에 쓰인 TGV-A(Atlantique)는 동기전동기를 이용한 경부고속철도 KTX 열차와 같은 형식 차량이며, 최고속도는 300km/h이다. 같은 세대의 TGV-R(Reseau)은 북유럽선의 릴과 파리를 통하여 남동방면으로 운행하고 있다. 또한, 동 세대 차량으로 1994년부터 운영한 유로스타(Eurostar)는 추진장치에 유도전동기를 사용하였으며, 열차 길이가 394m이다.

이후 TGV-POS(Paris-Ostfrankreich-Suddeutschland)를 개발하여 320km/h 영업운행에 투입하고 있다. 이 열차는 2량의 동력차, 8량의 객차로 총 20량 1편성의 신형 고속열차이다. TGV-POS 차량의 주행장치는 TGV-A, TGV-R, TGV-D와 달리 Eurostar에 채택된 유도모터를 사용한 IGBT 회로로 구성된 모터블럭 2기와 1기의 보조 블럭, 1대의 주변압기로 구성하여 1 편성을 제어하는 동력집중 방식의 열차이다. TGV-POS 차량은 모터 1대당 1,160kw의 출력을 가지며, 총 출력 9,260kw의 추진력을 갖는다. TGV-R 차량에 비해 기술적으로 개선된 점은 동력차의 각 견인전동기가 독립되어 있어 일부 전동기 장애 시에도 장애가 발생한 모터를 임의로 격리하고 정상적인 전동기만으로 운행 가능하도록 만든 것이 특징이며, 유지보수의 용이성 측면으로 보면 Eurostar < POS < AGV의 순서로 정리할 수 있다. 또한 TGV POS 차량은 프랑스의 고속선 및 기존선과 독일 지역의 고속선을 통과하기 위해 3가지의 서로 다른 공급 전원을 받을 수 있도록 개발되었다. 제동장치의 경우 공기압제동, 가변저항의 전기제동, 회생제동, 와전류 제동을 사용하며 공기제동은 KTX 열차와 같은 방식을 사용한다. 전기제동은 전차선을 이용하지 않고 비상제동 시 사용하는데, 사용 시 각 대차 당 1,900kW의 제동에너지가 공급된다. 반면에 회생제동은 상용제동 시 사용되며, 각 대차 당 2,200kW의 제동 파워가 공급되는데, 와전류 제동은 독일 기존선 구간에서만 사용할 수 있도록 개발하였다.

배터리 충전장치는 위의 3가지 서로 다른 전원공급 방식에 대응할 수 있도록 새로운 배터리 충전장치를 개발(SMA), 생산토록 하여 충분한 72V 전원공급이 가능하

다. 또한 제동에너지 충전기를 설치함으로서 전차선 혹은 추진장치 전원 공급이 중단된 상태에서 비상제동 시에도 배터리 전원의 소비를 최소화 할 수 있도록 전원을 공급한다.

이후 프랑스는 기존의 동력집중식에서 동력분산식 AGV를 개발하여 SNCF에서 이를 구입해줄 것을 설득하고 있다. AGV는 기존 TGV처럼 기관차가 필요 없어 좌석수를 늘릴 수 있고 기관차의 무게를 전체에 분산시킬 수 있어 운전 및 정비에 유리하다. 또한, 최고운전속도는 기존 TGV의 320km/h에서 360km/h로 40km/h가 빠르다. 차량 사이를 연결하는 대차는 관절대차로서, 진동과 소음을 저감할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 관절대차는 탈선이 발생한 경우에 열차가 묶여있는 형태이므로 안전성도 탁월한 것으로 알려져 있다. AGV는 이러한 관절대차의 장점에 동력분산식의 장점을 조합하여 모터 등 동력에 기여하는 장치를 취부할 공간을 기존 열차에 비해 20% 더 확보할 수 있고, 동력장치의 분산으로 인해 좌석수 증대 및 승객편의시설 확보의 이점을 가지고 있다. AGV의 큰 장점으로 견인과 제동을 담당하는 영구자석동기전동기를 예로 들 수 있다. 11량 편성에서 6개의 동력대차를 사용하여 기존 경쟁 열차와 비교가 안 될 정도로 큰 톤당 22.6kW의 에너지를 낼 수 있고, 대차에 취부가 편리하도록 작게 설계되었으며, 보수가 편하고 높은 신뢰성을 갖도록 간단한 환기회로가 부착되어 있다. 설계시 전산설계방법을 이용하여, 시간과 비용의 절감을 이루었고, 소음최소화를 위해 소음차폐재와 대차의 위치, 노우즈 모양 변경 및 대차카바를 취부하여 300km/h에서 330km/h의 속도향상시 소음이 두 배가 되는 것을 360km/h 운행시 타 경쟁업체가 300km/h~320km/h에서 나타나는 소음 수준으로 낮추었다. 경량화를 통해 경쟁차종 대비(동일 열차길이) 무게를 17% 감소시키고, 에너지 소비를 15% 감소시켰다. 필요에 따라 7, 8, 11, 14량으로 편성가능토록 모듈화 설계/제작하여 편성에 따라 250명에서 650명 정도로 승객이 탑승할 수 있게 하였다. 다음 표에 TGV-R, TGV-D, TGV-POS, AGV의 주요 제원을 정리하였다.

<프랑스 고속열차 주요 제원>

구분		TGV-R	TGV-D	TGV-POS	AGV
영업개시	년	1993	1996	2007	프랑스 내 미정
최고속도	km/h	320	320	320	320
길이	m	200	200	200	253.0
편성	구성	2L8T	2L8T	2L8T	8M2T
	동력배치	양단집중	양단집중	양단집중	분산동력
특징	연결방식	연접	연접	연접	연접
	병결운용	가능	가능	가능	가능
정원	1등차	120	197	120	103
	2등차	257	348	257	308
	합계	377	545	377	411
차체폭	mm	2904	2896	2904	3350
편성중량	공차	383	380	383	-
	만차	416	424	-	453.5
축중	톤	17	17	17	11.3
전기방식		AC25kV 50Hz AC15kV 16 2/3Hz DC1.5kV	AC25kV 50Hz DC1.5kV	AC25kV 50Hz AC15kV 16 2/3Hz DC1.5kV	AC25kV 50Hz AC15kV 16 2/3Hz DC1.5/3kV
편성출력	kW	8,800	8,800	9,280	8,400



<프랑스 AGV 외형>

다. 독일

ICE(InterCityExpress)는 독일 및 인접한 이웃국가들의 고속열차 시스템을 의미하며, 철도차량 제작업체인 Bombardier와 Siemens사가 공동으로 제작한 ICE는 독일의 국영철도회사인 Deutsche Bahn의 대표적 브랜드이기도 하다. ICE는 1991년 최초의 독일 고속열차 모형인 ICE1을 개발한 이후, ICE 2(1996), ICE 3(1999)순으로 크게 3가지 고속열차 모델을 개발하였다. ICE는 단순히 독일 내의 고속철도망만을 의미하는 것은 아니며, 독일 주변 국가들 역시 폭넓게 ICE 노선을 공유하고 있다. 2007년에는 파리-스트투가르트/프랑크푸르트 노선이 개통되었으며, 이들 노선은 Deutsche Bahn과 SNCF가 공동으로 운영하고 있다. ICE1과 ICE2는 전통적인 독일의 고속철도 기술을 발전시킨 형태라 할 수 있으며, 이들 차량은 유럽에서 가장 일반적인 고속철도 편성방식인 push-pull 방식의 동력 집중식 편성을 채택하고 있다. 이 때문에 유지보수가 편리하고 주행저항 및 에너지 소모가 적은 동력 집중식의 장점을 그대로 가지고 있는 반면에 운행도중 고장 시 조치가 어려운 단점을 가지고 있다. 새로운 요구사항을 만족시키는 출발점은 ICE 초기 모델을 운영하면서 얻은 경험이며, 승객 안락감은 속도 증가로 인해 차량 제작사에게 요구되는 주된 고려사항으로 전 모델과 같이 ICE3은 승객 고려사항을 만족시키도록 설계되었으며, 단 중거리 여행 시 철도가 항공기와 경쟁이 가능하도록 하였다. 운행 요구사항을 만족시키기 위해 동력차 사양에 많은 변화를 가져 왔으며, 가장 심각하게 고려된 요구사항은 최고 축중 17톤, 최고속도 330km/h, 4‰구배 등판 필요, 승객 안락감을 저해하지 않는 최다의 좌석용량과 고정된 열차 전장 200m 또는 결합되었을 때 전장이 400m이다.



<독일 ICE>

Siemens는 미래형 ICE3 성능향상 개발계획을 발표하고, 최고속도 350km/h를 갖는 'Velaro'차량을 개발하였으며 'Velaro E Version 고속열차'는 2001년 7월에 스페인 RENFE로부터 마드리드-바르셀로나-프랑스 국경에 이르는 625km 노선을 2시간 30분 이내로 주행하기 위하여 16편성을 의뢰하였다. 이 차량은 동력 분산식을 채택하여 최대출력 8,800kW로 350km/h를 주행할 수 있으며, 8량 1편성으로 제작하여 GSM-R-Stanfard에 기초한 유럽 신호표준인 ETCS Level 2를 적용함으로써 전 유럽 지역에 적용할 수 있다. 또한 차량 제어신호는 가장 선진화된 표준인 2중 안전구조를 갖는 TCN을 채택하고, 중련 편성 운행에 대한 제어도 가능하도록 설계하였다. Velaro 시리즈는 그 외에도 중국과 러시아에 수출하여 운행되고 있다.

다음 표에 ICE-1, ICE-2, ICE-3, Velaro의 주요 제원을 정리하였다.

<독일 고속열차 주요 제원>

구분		ICE-1	ICE-2	ICE-3	Velaro(스페인)
영업개시	년	1991	1997	2000	2007
최고속도	km/h	280	280	380	350
길이	m	358	205	200	200
편성	구성	2L12T	1L7T	4M4T	4M4T
	동력배치	양단집중	편단집중	동력분산	동력분산
특징	연결방식	비연접	비연접	비연접	비연접
	병결운용	불가능	가능	가능	가능
정원	1등차	144	105	141	-
	2등차	501	265	250	-
	합계	645	370	391	404
차체폭	mm	3020	3020	2950	2950
편성중량	공차	798	418	409	425
	만차	845	453	440	455
축중	톤	15.1	14.2	13.8	17
전기방식		AC15kV 16 2/3Hz	AC15kV 16 2/3Hz	AC15kV 16 2/3Hz	AC25kV 50Hz
편성출력	kW	9600	4800	8000	8800

라. 스페인

스페인에서는 스페인어로 새를 의미하는 AVE(Alta Velocidad Espanola)는 전용 노선에서 300km/h 이상으로 운영되는 고속열차 서비스이다. 전통적인 스페인의 철도 시스템은 광폭 노선을 쓰고 있는 반면 스페인 AVE 네트워크는 인접국가들과의 네트워크 구성을 위해 표준궤를 사용하고 있다. 1992년 4월 세빌리아에 국제박람회가 개최되면서 마드리드와 세빌리아를 연결한 연장 472km의 고속철도 선로에 영업 최고 속도 250km/h의 AVE가 영업을 개시함으로서 양 도시를 철도 노선을 이용해 2시간 45분으로 연결하였다. 같은 해 10월 마드리드와 톨레도, 마드리드와 과달라하라 노선이 개통됨으로서 스페인의 본격적인 고속철도 시대가 개막되었다. 1993년 기존선과 전용선 혼용 노선으로 마드리드와 말라가를 잇는 구간(Talgo 200)이 서비스를 시작했으며, 이 해 4월 시험주행에서 AVE 최고속도인 356.8km/h를 달성하였다. 1994년에는 마드리드와 세비야 노선이 기존의 250km/h에서 300km/h로 운행속도를 향상시키며 기존 통행속도를 40분 단축시켰다. 2007년에는 마드리드-말라가 노선의 마지막 구간이 완성되었다. 스페인은 기복이 심한 국토의 지형여건으로 인해 대형기관차가 필요하였고 타국으로부터의 침략을 피하기 위하여 군사상 요구도 있어 타국과 다른 광궤를 일반적으로 사용하였다. 이 때문에 스페인과 프랑스를 연결하는 국제열차는 국경과 궤간이 변경되는 것으로 국경 역에서 차체를 위로 올려, 대차 또는 차륜을 교환하는 방식으로 대응하게 되었다. 스페인은 1992년 아메리카 신대륙 발견 500주년 역사를 기념하기 위해 국제박람회를 세비아에서 개최하고 올림픽 경기를 바르셀로나에서 개최하였는데, 마드리드-안다루시아를 연결하는 당시의 철도는 병목현상으로 개량이 불가피하고 마드리드-세비야 간 수송수요를 감당하기 위하여 신선 건설이 불가피하였다. 고속철도 건설은 상업적으로도 타당성이 있어 올림픽 경기 이전에 열차 운행 최고속도 250km/h급 고속철도를 1992년 4월 마드리드-세비야 구간에 개통하였고, 이것이 스페인 AVE 고속열차이다. 2001년 7월 스페인국철(RENFE)은 마드리드-바르셀로나-프랑스 국경 구간에 투입될 새로운 열차를 Siemens사로부터 구매하였다. 이것은 마드리드를 출발 바르셀로나를 거쳐 프랑스 국경에 이르는 625km 구간을 2시간 30분 이내로 단축시킬 예정이다. 이 구간에 운행되고 있는 Velaro E는 독일의 ICE 3를 기본으로 발전시킨 열차치면, 이 차량의 총 출력은 8800kW이고, 최대 운영속도는 350km/h이다.



<AVE>



<Velaro E 차량>

마. 이탈리아

이탈리아는 국토의 대부분이 산악지형으로서 직선화된 고속철도의 건설이 부적합하다고 판단되어 곡선이 많은 기존선을 활용하여 운행시간을 단축하는 연구 및 정책이 진행되었으며, 교통수단의 성능향상과 편리성 증진을 위하여 고속 신선망 구축 계획을 수립하여 진행하고 있다. 고속 신선망 구축에는 국철에서 기획하고, 별도의 추진주제(TAV)는 국철 45% 및 9개 시중은행 참여로 설립하였으며, 설계 및 공수 주체일 뿐 운영은 별도의 조직(TAV CO SpA)이 하고 있다. 1978년 로마와 피렌체를 연결하는 Direttissima로 시작한 고속철도 노선은 최대 속력 250km/h 평균 200km/h로 두 도시를 잇고 있다. Pendolino라고도 불리는 ETR 450은 FIFA Ferroviaria에 의해 제작된 이탈리아 최초의 틸팅 열차이다. 1989년 로마-밀란 구간에서 서비스를 시작했으며 편성당 9량으로 구성되어 있다. 스위스와 이탈리아의 합작 철도 운영회사인 Cisalpino에 의해 운영되고 있는 ETR 470은 편성당 9량의 동력분산식 틸팅차량이다. 이탈리아 고속신선 전용으로 사용될 ETR 500차량은 기존의 펜돌리노 차량과 달리 동력 집중 방식으로 틸팅차량으로 적용하지 않았다. 열차차량은 최대 300km/h까지 운영이 가능하나 대부분의 노선이 공사 중으로 실질적으로는 최대 250km/h로 운행된다.

바. 중국

(1) CRH1

CRH1 고속열차는 중국 철도부가 제6차 재래선 고속화를 위해서, 독일의 봄바디어 트랜스포테이션사(캐나다에 본거지를 두고 있는 봄바디어 그룹의 철도 부문)등과 제휴해 도입한 고속열차이다.

CRH1A, B의 원형은 봄바디어의 Regina C2008형이며, CRH1E는 봄바디어 Zefiro 250 설계를 기반으로 하며, CRH380C/CL은 Zefiro 380 설계를 근간으로 하고 있다.

CRH1A 고속열차는 2007년 2월 1일부터 광심선(광저우~선전)에서 영업 운전을 개시했고 CRH1B는 2009년 4월 상해-난징, 상해-항주 구간에서, CRH1E도 2009년 4월에 북경-상해구간에서 첫 번째 운영을 시작했다. CRH380C/CL은 봄바디어 Zefiro 380 초고속동차 유닛을 기술 플랫폼으로 설계 운영시속 350km로, 최고 운영속도는 시속 380km, 최고 시험속도는 420km이며 짧은 편성의 동차유닛은 CRH380C이고 장편성 동차유닛을 CRH380CL로 명명했다. CRH380C 동차유닛은 2012년 7월에서 2014년 9월 사이에 납품될 예정이다.



<CRH1A>



<CRH1E>

(2) CRH2

CRH2 고속열차는 중국 철도부가 제6차 재래선 고속화를 위해서 일본의 가와사키 중공업 차량회사로부터 구입한 고속철도 차량으로 일본의 E2계 1000번대 신칸센

열차가 기반이 되어 있다.

CRH2와 신간선 E2의 차이점을 정리하면, CRH2A 견인전동기는 E2계 1000번대와 동일하지만, 전동차(M)과 부수차(T)의 구성(MT비)은 4M4T이기 때문에, 영업운전 최고속도는 E2계 1000번대(8M2T)의 최고속도 275km/h(설계최고속도 315km/h)보다 낮은 250km/h로 되었다.

CRH2의 파생형인 CRH2C는 총 60편성이 발주되었으며 30편성은 최고속도 300km/h, 30편성은 최고속도 350km/h를 목표로 했다. 350km/h 고속열차 연구개발을 위해 철도부는 CRH2-300 프로젝트를 2006년에 시작하여 150조 위안의 개발비를 투입하였고, 50개의 대학, 150,000명 기술진, 600개 기업이 프로젝트에 참여하였다. 1단계에서 최고운영속도 300km/h의 CRH2 변형모델을 위해 두개의 중간객차를 동력객차로 대체하였으며 알루미늄 차체를 통한 경량화, 고속 대차, 고속 판토그래프, 광섬유를 사용한 통합제어시스템 등의 첨단기술을 적용하였다. 2007년 12월 22일에 초도 편성이 제작되었으며 2008년 4월 22일 시험운행을 통해 베이징-천진 구간에서 370km/h를 기록하였다. 2009년 12월 11일 Zhengzhou-Xi'an 구간 시험운행에서 394.2km/h를 달성하였다. CRH2C 1단계 고속열차는 CRH3C 고속열차와 함께 2008년 8월 1일에 베이징-천진 구간에서 영업운행을 시작하였고 2009년 4월에 CRH2C 1단계 고속열차는 CRH3C 고속열차로 대체되고 현재는 상하이-난징 구간에서 운영되고 있다.

CRH2C 2단계 고속열차는 CRH2 모델을 새로 설계한 것이다. 알루미늄 차체, 소음 감소기술 등 주요 기술은 CRH3C를 따르고 있다. 세부적인 내용을 살펴보면 고속에서의 열차 진동을 억제하기 위해 축중을 14톤에서 15톤으로 증가시키고, 기어비를 3.036에서 2.379로 변경하였다. 이를 통해 임계속도는 550km/h가 되었다. 대차의 온도용량을 증가시켜 350km/h 지속운행을 가능하게 했다. YQ-365형 교류견인전동기를 사용하여 최고운행속도까지 추진을 가능하게 하였으며 총 출력은 8760kW이다. 차체 강성을 높여 소음과 진동을 억제했다. 차체와 창문 설계를 최적화하여 기밀성을 확보하였으며 압력보호시스템을 추가했다. 옥상 안테나, 창문 등에 대한 최적화 설계를 통해 주행저항을 낮추었다. CRH2C 2단계 고속열차의 초도편성은 2010년 1월에 제작되었으며 2010년 2월부터 Zhangzhou-Xi'an 구간에서 운행을 시작했다.

CRH2E는 CRH2B 모델의 변형이며 2008년 12월 21일부터 베이징-상해 구간에서

250km/h 속도로 운영하고 있다.

2008년에 CRH2-350 프로젝트를 시작하였으며 목표는 최고운영속도 380km/h의 고속열차를 개발하는 것이다. 이를 위해 2009년 9월 28일 철도부 무한 철도국과 사방기차차량은 북경에서 140편성의 시속 350km인 동차유닛 구매 계약을 체결하였다. 이는 CRH2 모델을 기반으로 운영속도를 올린 고속열차로 CRH380A로 명명하였다. 이중 100편성은 1편성이 16량인 장편성(CRH380AL), 40편성은 1편성이 8량인 단편성(CRH380A)으로서 운영 시속은 350km, 최고 운영시속은 380km이며 최고 시험속도는 400km 이상이다. CRH380A는 호항 여객전용선에서 고속시험을 진행하였고 최고 시속 416.6km에 도달하였다. 아울러 2010년 12월 3일에는 베이징-상해 구간에서 481.6km/h의 기록을 달성하였다. 2010년 10월 26일부터 CRH380A는 정식으로 호항 여객전용선에서 운영을 시작하고 있다.



<CRH2>

(3) CRH3

CRH3 고속열차는 중국 철도부가 제6차 재래선 고속화를 위해서 독일 지멘스사의 기술제공에 의해 중국의 차량 메이커가 제조하는 고속철도차량으로 원형 모델은 ICE3 Velaro이다.

CRH3와 ICE3 Velaro의 차이점을 정리하면 다음과 같다.

- 차폭이 30cm 확장되어 신칸센과 마찬가지로 일렬에 최대 5석(2+3)을 설치
- 대부분의 좌석에 신칸센 E2계 및 CRH2(신간선 E2-1000 기반)와 거의 같은 형상과 외관의 회전식 크로스시트를 설치
- 최고운영속도 350km/h
- SF500 대차의 성능을 개량

CRH3C 고속열차는 2008년 6월 24일 베이징-천진 선로에서 394.3km/h를 기록하였고, 2009년 12월 9일에 중련편성으로 Zhengzhou-Xi'a 구간에서 394.2km/h를 달성하였다.

2009년 3월 중국 철도부와 지멘스, 중국북차집단 산하의 당산궤도객차공사와 장춘객차주식유한공사 및 중국 철도과학연구원은 일련의 구매 계약을 체결하여 100편성 16량 구조의 동차유닛을 합작 생산하기로 하였으며 CRH380B로 명명했다. CRH3C와 비교할 때 최고 운영시속은 350km에서 380km로 제고되었고 최고 시험시속은 400km 이상이다. 견인출력을 제고시키고, 전동비를 감소시키며 동차유닛의 주행저항을 감소시킨 것이 성능 최적화의 주요 내용이다. 열차 쾌적성을 향상시키기 위해 진동, 소음, 기압변화를 최적화하였다. 16량 편성의 동차유닛은 VIP석이 1량, 1등석이 4량, 2등석이 10량, 식당차 1량으로 구성되고 정원은 1009명이다. 2010년 5월 27일에 CRH380B 시제차량을 제작 완료하였고, 첫 동차유닛은 2011년 경호고속철도에 사용 예정이며 180편성을 생산할 예정이다. 현재까지의 시험결과는 2010년 12월 5일에 457km/h를 달성했다.



<CRH3>

(4) CRH5

CRH5 고속열차는 중국 철도부가 제5차 재래선 고속화를 위해서 프랑스의 TGV를 제조한 알스톰사와 제휴해서 도입한 고속철도 차량이다. 틸팅열차인 ETR600 고속열차를 기반으로 한 동력분산방식의 고속열차이지만 틸팅 기능은 없으며 설계속도는 300km/h이지만 현재 250km/h로 운영하고 있다.

CRH5와 ETR600의 차이점은 차폭을 확장하여 신칸센, 다른 CRH1, 2, 3형과 마찬가지로 일렬에 최대 5석을 설치할 수 있다. 단, 좌석의 방향은 CRH1과 같은 고정식으로 CRH2, 3형과 같이 좌석의 방향을 회전해 바꿀 수 없다.

특히, 2007년 4월 2일에 중국철도과학원(China Academy of Railway Sciences)은 CRH5에 기반으로 한 시험고속열차를 주문했는데 이 열차는 궤도 조건, 휠/레일 작용력, 전차선, 통신 및 신호시스템을 모니터링하는 장치를 장착한 것으로 공식이름은 Code Zero Comprehensive Testing Train으로 CIT001로 명하고 있다. 이 열차는 노란색과 흰색으로 도장을 하여 2007년 7월 1일부터 시험운행을 시작하고 있다.



<CRH5>

사. 해외 고속철도 개발 동향

첫째, 속도향상에 따른 궤도 부담하중의 최소화를 위해 차량 시스템의 축중 감소 기술 개발에 주력하고 있다. 이를 위해 차체 경량화를 토대로 대차, 전장품, 휠셑 등의 경량화를 병행 추진하여 알루미늄 차체, 복합재료의 적용 확대, 소형 대용량 부품개발, 구성부품의 단일화 등 경량 차량 개발을 위한 복합적이고 다양한 방법론을 추진하고 있다.

둘째, 차량의 고속화, 지능화, 승객 편의성 및 안전성 향상 및 운용비용의 최소화 기술이 개발의 주된 관심 사항이다. 차량시스템의 성능, 승객서비스 개선, 운용비용 및 효율성 향상 기술이 최근 해외 고속차량의 기술개발 목표가 되고 있으며, 여러 가지 신기술을 상업열차에 직접 적용하기 전에 시제차량을 개발단계에 시험적용해 보고 조건별 시험으로 검증, 보완하는 전략을 추진함으로써 시행착오를 최소화하려는 점이 기술개발의 공통적인 특징이다. 이에 대한 사례는 일본의 STAR-21, WIN350, FASTECH 360, 프랑스의 AGV, 독일의 Velaro 등이다.

셋째, 차량 유지보수 비용의 최소화와 운용 효율성 증대를 위하여 표준화된 모듈 시스템을 적용하고 있다. ICE-3과 ICT열차 간 호환성, TGV-NG 열차와 AGV의 운용효율성 향상을 위한 모듈시스템의 도입 등 열차의 성능향상을 위해 신규 차량개발단계부터 기존의 운용차량과 유지보수 모듈화 개념의 호환성이 최대한 강조되는 경향으로 발전하고 있다.

넷째, 기존선 운행을 위해 현재 적용되는 Tilting 시스템 외에 성능향상이 가능한 선로 최적 적응시스템을 도입하고 있으며 이를 위해 기존에 구축된 선로의 최대한 이용 방안은 철도 운용상의 수익성 측면에서 뿐만 아니라 승객 서비스의 향상을 위하여 확대되고 있는 추세이며, 고속선 운행을 통한 운행시간 단축의 장점을 최대한 살리기 위해 기존선에서도 열차의 선로 최적 적응 시스템을 도입함으로써 속도 향상을 도모하는 추세이다.

다섯째, 중국은 해외에서 기술이전을 통해 축적한 고속열차 기술에 국내 자체기술을 접목하여 운영속도 380km/h급 고속열차 기술을 완성하였다. 이를 위해 CRH-300 프로젝트를 2006년부터 시작하였고 이후 CRH-350 프로젝트를 2008년부터 시작하였다. 이 과정에서 북경-천진 고속철도 시험에 중국 공정기술자가 참여하여 고속열차의 시스템 성능 테스트 및 시험을 진행하였고 181일동안 누적거리 40여만

km를 운행했다. 시험속도는 394.3km를 달성하였고 2010년 12월에는 북경-상해 구간에서 CRH380A 고속열차로 486.1km/h의 세계기록을 달성하였다. 72항목의 시험과 평가를 진행하였으며, 세부적으로 견인성능, 속도제어, 운행압력, 제동성능, 동역학성능, 실내외 소음 등 28가지 시험항목을 포함하고 있다. 상기 시험속도와 시험항목 및 시험결과 그리고 해외 업체와의 계약금 중 중국내 비율이 초기 50%에서 80%로 증가한 것도 고속열차 기술 완성에 대한 반증으로 생각된다. 하지만 고속열차 기술은 시스템 제작뿐만 아니라 원활한 운영도 중요하므로 추후 계속적인 모니터링이 필요한 것으로 사료된다.

4절. 기술동향분석

1. 분석 대상 기술분류

특허 분석은 다음 표와 같이 고속철도 차량 핵심장치와 고속철도 시스템 성능에 대하여 조사하였다. 특허 검색은 특허 관련 종합정보서비스인 KIPRIS 특허정보검색서비스(http://www.kipris.or.kr)을 이용하여 분석하였다.

대분류	중분류	세부분류
고속철도 차량 핵심장치	추진시스템	주변압기
		주전력변환장치
		주전동기
	집전시스템	판토그래프
		고압보호회로
	보조전원시스템	보조전원장치
		냉난방환기장치
		Battery Charger
	주행장치	대차
		윤축
		감속구동장치
	차체 및 제동장치	차체
		제동장치
	열차제어시스템	열차제어진단장치
		ATC/ATS/ATP
고속철도 시스템 성능	고속철도 시스템 및 평가	고속철도 시스템
		시험평가
		시운전
	주행성능	주행안정성
		소음
		진동
		승차감
		공기역학
		Slip/Slie 예측 제어
	운영 / 환경	유지 보수
		전자계 환경
		경제 운전

2. 국내 관련기술 특허동향분석

(1) 주변압기

검색키워드를 초록내용=[(변압기)*(철도+열차)]으로로 설정한 결과 총 45건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 고속철도 내에 탑재되는 주변압기와 관련된 특허정보는 총 9건으로 다음 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 2건, 현대중공업 등록특허 6건, 현대중공업 공개특허 1건으로 분류되었다.

<주변압기 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	2020020024596/2002940060000	등록	고속전철용 변압기의 콘서베이터 구조(THE CONSERVATOR STRUCTURE OF TRANSFORMER FOR HIGH SPEED TRAIN)	현대중공업	○
2	1020060024409/	공개	고속전철의 주변압기 과열 방지 제어방법(PREVENTING METHOD OF TRANSFORMER OVER-HEAT)	현대중공업	○
3	2020010040106/2002713810000	등록	고속전철용 변압기의 배유장치(THE OIL EVACUATION SYSTEM OF MAIN TRANSFORMER FOR HIGH SPEED TRAIN)	현대중공업	○
4	1020040116495/1006825190000	등록	고속철도차량의 속도와 위치에 따른 변압기의 전압 및 전류 측정시스템(A MEASUREMENT SYSTEM OF VOLTAGE AND CURRENT IN TRANSFORMER FOR VELOCITY AND LOCATION IN HIGH SPEED RAILWAY)	한국철도기술연구원	○
5	2020010026843/2002615410000	등록	고속전철용 변압기의 철심구조(CORE STRUCTURE OF TRANSFORMER FOR HIGH SPEED TRAIN)	현대중공업	○
6	2020010033531/2002647200000	등록	고속전철용 변압기의 배수구조(WATER EVACUATION STRUCTURE OF TRANSFORMER FOR HIGH SPEED TRAIN)	현대중공업	○

7	2020010033530/2002647190000	등록	고속전철용 변압기의 냉각장치(COOLING SYSTEM OF TRANSFORMER FOR HIGH SPEED TRAIN)	현대중공업	○
8	2020010016708/2002475310000	등록	고속전철용 주변압기의 중신 수평배치 구조(HORIZONTALLY FITTED ACTIVE PART STRUCTURE FOR THE TRANSFORMER OF HIGH SPEED TRAIN)	현대중공업	○
9	1020030092804/1006728450000	등록	철도차량의 주 변압기 전압 및 전류 측정장치(VOLTAGE AND CURRENT MEASUREMENT SYSTEM FOR MAIN TRANSFORMER IN TRAIN)	한국철도기술연구원	○

상기 분석결과와 같이, 국내 출원 및 등록된 주변압기 관련 특허는 총 9건으로서, 2건은 주변압기의 상태를 모니터링하는 것에 대한 특허이고, 7건은 주변압기의 설계에 관한 특허이다. 상태 모니터링에 관한 것은 연구원 자체 내의 특허가 있고, 이를 바탕으로 방법을 상세화하여 극복이 가능하며, 설계 관점에서의 특허도 기구학적, 전자기학적인 수치해석 및 설계 상세화 및 다양화 등을 통하여 기 출원된 특허범위를 회피하여 기술개발이 가능할 것으로 판단되며, 국내에서의 주변압기는 대부분 내철형 변압기(Core Type Transformer)의 기술이 주류를 이루고 있으나, 해외 유수기업들의 주변압기는 대부분 외철형 변압기(Shell Type Transformer)가 개발되고 있어, 앞으로 이 분야의 연구가 필요한 실정이다.

(2) 주전력변환장치

검색키워드를 초록내용=[(컨버터+인버터)*(철도+열차)]로 설정한 결과 총 94건의 특허 정보가 검색되었으며, 이 중 고속철도 내에 탑재되는 C/I와 관련된 특허정보는 총 15건으로 다음 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 2건, 현대중공업 등록특허 1건, 현대중공업 공개특허 12건으로 분류되었다.

<C/I 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	1020050129892/	공개	한국형 고속철도의 연장급전 제어방법(POWER SUPPLY CONTROL METHOD OF KOREAN TYPE HIGH-SPEED RAILWAY)	현대중공업	○
2	1020060076855/	공개	고속전철용 추진제어장치의 대용량 전력소자 과변조시 최소온타임 제어방법(ON TIME CONTROL METHOD)	현대중공업	○
3	1020060069339/	공개	고속전철의 사구간 진입시 주전력 변환장치 운전방법(DRIVING METHOD)	현대중공업	○
4	1020070038989/1008973990000	등록	ＤＳＰ를 이용한 고속전철용 배터리 충전기의 ＤＣ／ＤＣ 컨버터 제어방법(DC/DC CONVERTER CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD FOR HIGH SPEED BATTERY CHARGER USING DSP)	현대중공업	○
5	1020040116498/1006835900000	등록	고속철도차량의 브이브이브이에프 인버터 및 보조 컨버터진단 시스템(A SYSTEM OF VVVF INVERTER AND AID-CONVERTER DIAGNOSE IN HIGH-SPEED RAILWAY)	한국철도기술연구원	○
6	1020080117703/	공개	고속전철용 ＰＷＭ 컨버터의 전원전압 위상 검출장치(PHASE LOCKED LOGIC DEVICE OF HIGH SPEED SUBWAY PWM CONVERTER)	현대중공업	○
7	1020050129145/1007689390000	등록	철도차량 추진제어 인버터 온도상승 시험장치 및 그 방법 (APPARATUS AND METHOD FOR TESTING INVERTER FREEZER IN RAILWAY VEHICLES)	한국철도기술연구원	○

8	1020070138606/	공개	고속전철 추진제어용 대용량 아이지비티 스택구조(HIGH CAPACITY DUMMY SPRING STACK FOR HIGH SPEED TRAIN)	현대중공업	○
9	1020060131020 /	공개	플러그인 형식을 가진 고속전철 추진제어장치용 대용량아이지비티 스택 구조(IGBT STACK STRUCTURE OF PLUGIN FORM)	현대중공업	○
10	1020060076854/	공개	고속전철용 추진제어장치의 저주파 동기 공간벡터과변조제어방법 (OVER MODULATION CONTROL METHOD)	현대중공업	○
11	1020060076853/	공개	고속전철용 주전력 변환장치의 제동초퍼 듀티 제어방법(CHOPPER DUTY CONTROL METHOD)	현대중공업	○
12	1020060076779/	공개	고속전철용 추진제어장치의 대용량 전력소자의 펄스폭변조제어방법 (PWM CONTROL METHOD)	현대중공업	○
13	1020060076781/	공개	고속전철용 추진제어장치의 평지 및 구배에서 기동특성이 개선된 벡터제어방법(VECTOR CONTROL METHOD)	현대중공업	○
14	1020080117703/	공개	고속전철용 PWM 컨버터의 전원전압 위상 검출장치(PHASE LOCKED LOGIC DEVICE OF HIGH SPEED SUBWAY PWM CONVERTER)	현대중공업	○
15	2020080012602/	공개	고속전철용 추진제어장치의 스위칭 기판 케이스(SWITCHING BOARD CASE)	현대중공업	○

상기 분석결과와 같이, 국내 출원 및 등록된 C/I(Converter/Inverter) 관련 특허는 총 12건으로서, 2건은 C/I의 상태를 모니터링하는 것에 대한 특허이고, 나머지 10건은 C/I의 설계에 관한 특허이다. 상태 모니터링에 관한 특허는 연구원 자체 내의 특허이므로, 이를 바탕으로 상세화 및 다양화를 통해 극복이 가능하며, 나머지 10건에 관하여는 전력전자기술의 일반적인 기술에 해당하는 것과 제어방법에 관한 것으로서, 제어방법의 다양화 및 기 KTX-II에 적용되는 기술이므로 적용가능하다고 판단되며, 기 출원된 특허범위를 회피하여 기술개발이 가능할 것으로 판단된다.

(3) 주전동기

검색키워드를 [(전동기+모터)*(철도+열차)]로 설정한 결과 총 318건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 고속철도 내에 탑재되는 전동기와 관련된 특허정보는 총 12건으로 다음 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 6건, 현대로템 등록특허 5건, 도시바 등록특허 1건으로 분류되었다.

<전동기 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	1020040116491/1006511900000	등록	전기철도차량의 전동기 고장진단 시스템(A SYSTEM OF HINDRANCE DIAGNOSE OF ELECTROMOTOR FOR COOLING IN ELECTRICAL RAILWAY)	한국철도기술연구원	○
2	1020040116497/1006995490000	등록	전기철도차량의 전동기 진동 가속도 측정 시스템(A MEASUREMENT SYSTEM OF VIBRATE-ACCELERATION OF ELECTROMOTOR IN ELECTRICAL RAILWAY)	한국철도기술연구원	○
3	2020060028124/2004396050000	등록	철도차량 견인전동기용 접지선 고정구(EARTH WIRE FIXTURE FOR TRACTION ELECTROMOTOR OF RAILWAY CARRIAGE)	현대로템	○
4	2020040015617/2003606790000	등록	철도차량의 트랙션 모터 냉각 에어 분할 공급장치(COOL AIR DIVISION SUPPLYING APPARATUS FOR TRACTION MOTOR OF RAIL CARS)	현대로템	○
5	1020030071471/1005171070000	등록	주전동기의 입력전류에 의한 전기철도차량의 견인력 측정장치 및 그 방법(APPARATUS FOR MEASURING HAULING FORCE USING THE CURRENT APPLIED TO TRACTION MOTOR AND METHOD THERE OF)	한국철도기술연구원	○

6	1020030083479/1005285860000	등록	전폐 외선 냉각형 전동기(TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED TYPE MOTOR)	도시바	○
7	1020010049582/1004222040000	등록	유도전동기 회전자의 자속각 획득방법(MAGNETIC FLUX ANGLE ACQUISITION METHOD BY ROTOR OR INDUCTION MOTOR)	한국철도기술연구원	○
8	1020040114582/1006368190000	등록	유도전동기 병렬제어를 위한 수정형 벡터제어시스템(A VECTOR-CONTROL APPARATUS FOR A PARALLEL INDUCTION MOTOR)	한국철도기술연구원	○
9	1020070070378/1008741420000	등록	철도차량용 축방향 직접 구동 견인전동기(AXIAL DIRECT DRIVING HAULING MOTOR FOR RAIL CARS)	한국철도기술연구원	○
10	2020080013950/2004496490000	등록	철도차량의 직접 구동 모터용 커플링 구조(COUPLING STRUCTURE FOR DIRECT DRIVE MOTOR OF RAILWAY VEHICLE)	현대로템	○
11	2020040034215/2003771240000	등록	견인 전동기용 톱 서스펜션 블록(TOP SUSPENSION BLOCK FOR TRACTION MOTOR)	현대로템	○
12	1020080111513/1009782980000	등록	차량용 회전식 회생 발전기 겸용 모터를 구비한 회생 발전 시스템(REGENERATIVE SYSTEM HAVING ROTARY REGENERATIVE ACTUATOR FOR VEHICLE)	현대로템	○

국내의 특허에서는 커플링 구조 및 냉각 기술에 관한 기계적인 분야와 자속각 등의 측정방법들이 주류를 이루고 있으며, 이는 대부분 유도전동기(Induction Motor)에 관한 것이며, 영구자석동기전동기(Permanent Magnet Synchronous Motor) 등에 대한 특허는 없었다. 영구자석동기전동기는 회전자를 영구자석을 사용하여 부피에 비해 큰 토크를 발생시킬 수 있으나, 열 문제에 대해서는 취약할 수 있는 가능성이 높고, 제어가 쉽지 않아, 이에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

(4) 판토그래프

검색키워드를 초록내용=[(판토그래프)]으로 설정한 결과 총 79건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 고속철도 내에 탑재되는 판토그래프와 관련된 특허정보는 총 7건으로 다음 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 5건, 현대중공업 공개특허 1건, (주)스마트비전텍 등록특허 1건으로 분류되었다.

<판토그래프 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	1020040018419/1005207980000	등록	틸팅 판토그래프 구동용 벨트의 장력 조절장치(BELT FASTENING DEVICE OF A TILTING PANTOGRAPH)	한국철도기술연구원	○
2	1020040018417/1005207970000	등록	틸팅 판토그래프 위치복귀장치(REPOSITION DEVICE FOR TILTING PANTOGRAPH)	한국철도기술연구원	○
3	1020040018415/1005401640000	등록	판토그래프 틸팅장치(TILTING PANTOGRAPH MECHANISM)	한국철도기술연구원	○
4	1020050106618/	공개	고속전철의 판토그래프 상승 제어방법(PANTOGRAPH RISING CONTROL METHOD)	현대중공업	○
5	1020050131961/1007117370000	등록	활선조건에서의 전차선로 및 판토그래프 상태 측정 시스템(REAL TIME MEASURING SYSTEM FOR STATES OF RAILWAY OVERHEAD LINES AND PANTOGRAPH UNDER LIVE ELECTRIC CONDITIONING)	한국철도기술연구원	○
6	2020040002481/2003544350000	등록	전동차 판토그래프의 마모도 검사장치(ABRASION LIMIT CHECKUP APPARATUS OF PANTOGRAPH OF ELECTRIC TRAIN)	(주)스마트비전텍	○

7	1020030099710 / 1005880490000	등록	철도차량에서 집전장치의 측정시스템과의 인터페이스를위한 차량신호 측정장치(SIGNAL MEASUREMENT SYSTEM FOR INTERFACING CURRENT COLLECTION APPARATUS IN A TRAIN)	한국철도기술연구원	○

국내 특허에서는 측정 장비 등을 통해 모니터링과 인터페이스를 구비하는 기술들이 대부분이었으며, 압상력이나 소음 및 진동 저감 방안에 대한 특허는 나타나 있지 않았다. 한국철도기술연구원에서 많은 특허를 냈으며 보통 모니터링이나 설계 등이었으나, 중요한 조건인 이선율 및 소음 등에 대한 내용은 나타나 있지 않아, 이에 대한 연구가 진행되어야 한다고 판단된다.

(5) 고압보호회로

검색키워드를(고속열차+고속철도+전철+철도+열차)*(AB=[고압보호회로+고압회로])로 설정한 결과 총 17건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 고압보호회로와 관련된 특허정보는 총 3건으로 다음 표와 같이 현대로템 주식회사 등록특허 1건,현대중공업 주식회사 등록특허 1건, 최순해 등록특허 1건으로 분류되었다.

<고압보호회로 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/ 등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2009-0053159 /	공개	특 고압 전차선 송전선로의 안전보호 장치(A Safety System For The High Voltage Trolley Wire)	최춘해	○
2	20-2004-0015618/ 2003606800000	등록	철도차량 주변압기의 고압 컨넥터 보호장치(APPARATUS FOR PROTECTING HIGH VOLTAGE CONNECTOR OFMAIN TRANSFORMER IN RAIL CARS)	현대로템 주식회사	○
3	10-2000-0047777/ 1005286740000	등록	대용량 전원 스위칭 소자(ＩＧＢＴ) 구동 제어회로 (IGBT drive control circuit)	현대중공업 주식회사	○

고압보호회로에 관한 특허는 많지가 않았고, 대부분 형상의 모양 등에 관한 특허가 주류를 이루었다. 실제 상황에서는 Lightning 등의 Surge가 유입될 때, 사고가 발생할 가능성이 높으므로, Surge와 같은 Transient 파형에 대해서, 해석 및 설계하는 기술이 필요하다고 할 수 있다.

(6) 보조전원장치

검색키워드를 (철도+열차+전철)*(AB=[보조전원장치]) 으로 설정한 결과 총 71건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 보조전원장치와 관련된 특허정보는 총 18건으로 다음 표와 같이 현대로템 주식회사 등록특허 11건, 대우중공업(주) 공개특허 7건으로 분류되었다.

<보조전원장치 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2006-0128688/1008515980000	등록	철도차량의 보조전원장치 고속차단기 구동장치 및 그의제어방법(APPARATUS FOR OPERATING IVHB OF AN AUXILIARY POWER SUPPLY IN RAILWAY VEHICLE)	현대로템 주식회사	○
2	10-2008-0017168/1009288750000	등록	열차용 보조전력 변환장치의 병렬운전장치(PARALLEL OPERATING APPARATUS OF TRAIN'S ASSIST POWER CONVERTER)	현대로템 주식회사	○
3	10-1995-0069209/1001503280000	등록	철도차량용보조전원장치의자동연장 급전회로	대우중공업(주)	○
4	10-1997-0082428/1002506100000	등록	철도차량용 보조전원장치와, 이를 이용하여 소음과 열발생을억제하는 방법(A ASSISTANT SOURCE AND THE METHOD REPRESSING THE NOISE AND THE HEAT USING IT)	대우중공업(주)	○

5	10-2006-0107385/1008290630000	등록	다중 보조전원장치를 갖는 3량편성 디젤동차 차량의 연장급전 제어방법(METHOD FOR CONTROLLING AN EXTENSION SUPPLY IN 3CAR FORMATION DIESEL UNIT)	현대로템 주식회사	○
6	10-2008-0079344/1009611750000	등록	자기부상열차의 보조전원장치 (AUXILIARY POWER SUPPLY OF MAGNETICALLY LEVITATED VEHICLE)	현대로템 주식회사	○
7	20-1995-0021097/2001334920000	등록	보조전원장치보호회로(AN APPARATUS FOR PROTECTING SIV FROM FAILURE OF CIRCUIT ELEMENTS)	대우중공업 (주)	○
8	20-2008-0009702/2004505430000	등록	단락 방지기능을 갖는 철도차량 보조전원장치용 저항기(The railway car auxiliary power system resistor which has a short circuit prevention function)	현대로템 주식회사	○
9	20-2006-0028255/2004380510000	등록	철도차량 보조전원장치용 스너버 저항기 조립체(SNUBBER RESISTOR ASSEMBLY FOR AUXILIARY POWER APPARATUS OF RAILWAY CARRIAGE)	현대로템 주식회사	○
10	10-1994-0025918/1001232200000	등록	철도차량의보조전원공급제어회로(A POWER SUPPLY FOR AUXILIARY POWER SUPPLY IN RAILWAY CAR)	대우중공업 (주)	○
11	20-2006-0010638/2004207120000	등록	철도차량의 저압접지/저압신호/ 보조전원 점퍼 연결기일체형 상자 (Low tension earth connection of railway car/Low tension signal/ auxiliary power jumper coupler one body type box)	현대로템 주식회사	○
12	10-2003-0055767/1004857730000	등록	전동차량 보조전원 연장급전 제어장치(DEVICE FOR CONTROLLING AN EXTENSION POWER SUPPLY IN TRAIN)	현대로템 주식회사	○

13	10-2003-0004570/1004798060000	등록	배터리 완전 방전시 자기 파워업이 가능한 보조 전원 장치(STATIC INVERTER CAPABLE OF BEING POWERED UP WHEN BATTERY IS COMPLETELY DISCHARGED)	현대로템 주식회사	○
14	10-2007-0092889/1008825260000	등록	철도차량의 연장급전 제어시스템(ELECTRO-MECHANICAL SYSTEM FOR AUXILIARY POWER UNIT OF TRAIN)	현대로템 주식회사	○
15	10-2006-0128674/1007866700000	등록	6량 편성 디젤동차의 연장급전 제어방법 (METHOD FOR CONTROLLING AN EXTENSION SUPPLY IN 6CAR FORMATION DIESEL UNIT)	현대로템 주식회사	○
16	10-1995-0054775/1001661880000	등록	철도차량의 밧데리전원 방전방지회로 (BATTERY DISCHARGING PROTECTION CIRCUIT FOR A RAILROAD CAR)	대우중공업 (주)	○
17	10-1997-0067772/1002506120000	등록	철도차량용 유니트팬의 작동 회로시스템 (A CIRCUIT SYSTEM OF UNIT-FAN A RAIL-LOAD-CAR)	대우중공업 (주)	○
18	10-1994-0025798/1001232190000	등록	철도차량의비상운전을위한전력공급 회로 (A POWER SUPPLY FOR EMERGENCY DRIVING IN RAILCAR)	대우중공업 (주)	○

국내 특허 결과로는, 연장급전 방식과 보조전원장치 회로 및 구성 등으로 나타났으며, 국가연구소가 아닌 대부분 대기업 등에서 출원한 특허들로 이루어져 있었다. 연장급전의 부분이 많은 부분을 차지했으며, 해외의 기술에 비해서도 뒤떨어지지 않는 기술을 보유하고 있었다. 그러나, 보조전원장치의 내부 회로 제어 로직 등은 기존의 전력전자 기술을 답습하고 있는 형태가 많아 고정밀 전력전자 시스템 제어 등의 연구가 이루어져야 한다고 판단된다.

(7) 냉난방환기장치

검색키워드를 (철도+열차+전철)*(TL=[냉난방환기장치+냉난방+환기]) 으로 설정한 결과 총 80건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 냉난방환기장치와 관련된 특허정보는 총 22건으로 다음 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 1건, 한국철도기술연구원 공개특허 2건, 케이알텍 주식회사 등록특허 1건, 김대진 등록특허 1건, 가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼 등록특허 2건, 에스케이 텔레콤주식회사 공개특허 1건, 주식회사 리트코 등록특허 1건, 대우중공업(주) 등록특허 2건, 현대로템 주식회사 등록특허 4건, 주식회사 신화공조 등록특허 1건, 모딘코리아 유한회사 등록특허 1건, 주식회사 이플러스티 등록특허 1건, 주식회사 우진기전 공개특허 1건, 장용기 등록특허 1건, 임효진 등록특허 1건으로 분류되었다.

<냉난방환기장치 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2008-0040166/1009540530000	등록	고속철도 차량의 냉난방기구 이송장치(DEVICE FOR TRANSFERRING A HEATING AND COOLING FOR HIGH-SPEED RAILROAD)	케이알텍 주식회사	○
2	20-2005-0001019/2003840260000	등록	철도 차량용 냉난방공조기 제어 시스템(Control system for heating and cooling of rolling stock)	김대진	○
3	10-2004-0060157/1007187350000	등록	차량용 환기장치 및 공기조화장치의 운전방법 (METHOD OF OPERATING VENTILATOR AND AIR CONDITIONER FOR VEHICLE)	가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼	○
4	10-2001-7008713/1004532740000	등록	환기장치의 제작방법 및 환기장치(METHOD OF MANUFACTURING VENTILATING DEVICE AND THE VENTILATING DEVICE)	가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼	○
5	10-2006-0006418/	공개	이동통신망을 이용한 지하철 환기 감시 방법 및 시스템(Method and System for Monitoring Subway Ventilation by Using Mobile Communication Network)	에스케이 텔레콤주식회사	○

6	10-2006-0098335/1006588220000	등록	지하철역사 공기정화 환기시스템(SYSTEM FOR FILTRATION AND VENTILATION OF AIR IN SUBWAY STATION BUILDING)	주식회사 리트코	○
7	10-1995-0041349/1001629620000	등록	철도차량의냉난방제어장치(AN APPARATUS FOR CONTROLLING AIR CONDITINER AND HEATER OF RAILCAR)	대우중공업(주)	○
8	10-1997-0057740/1002497540000	등록	에어콤프레셔 및 냉난방제어회로	대우중공업(주)	○
9	10-1998-0062646/1002869480000	등록	자동 냉난방 제어장치	현대로템 주식회사	○
10	10-2007-0024832/1008316520000	등록	철도차량용 냉난방 시스템 (A cooling and heating system for railway vehicle)	주식회사 신화공조	○
11	10-2007-0003355/1008087890000	등록	차량용 폐열회수형 청정 환기장치 (Automotive Heat Recovery Type Clean Ventillation System)	장용기	○
12	10-2007-0055552/1007811400000	등록	철도차량용 환기장치(Ventilator for Railway Vehicles)	임효진	○
13	10-2006-0023852/1007448530000	등록	진동 방지를 위한 철도차량 냉난방장치 및 이에 마련되는전기히터(TRANIN HEATING/COOLING SYSTEM AND ELECTRIC HEATER FORPREVENTING VIBRATION)	모딘코리아 유한회사	○
14	10-2009-0014465/	공개	철도차량의 객실 냉난방 조절장치(Cooling and heating apparatus for railroad car)	한국철도기술연구원	○

15	10-2008-0108738/1010003770000	등록	냉난방 공기 덕트 어셈블리가 설치된 철도차량 중천장 구조(MIDDLE-CEILING STRUCTURE HAVING COOLED AND HEATED AIR DUCT ASSEMBLY FOR RAILWAY VEHICLE)	현대로템 주식회사	○
16	10-2008-0125799	공개	철도차량의 냉난방 자동제어장치(A cooling and heating automatic controlling device for railway vehicle)	한국철도기술연구원	○
17	10-2008-0042508/1009771530000	등록	주행풍을 이용한 발전식 터널환기장치(VENTILATION FOR TUNNEL GENERATING ELTRICITY USING THE WIND OF SPEEDING VEHICLE)	한국철도기술연구원	○
18	10-2008-0024749	등록	철도 차량용 자연급기 방식 환기장치(NATURALLY-PRESSURED VENTILATION SYSTEM FOR RAILROAD CARRIAGE)	주식회사 이플러스티	○
19	20-1998-0028238/2003308810000	등록	철도차량의 전동기 구동부의 환기장치	현대로템 주식회사	○
20	20-2009-0001924	공개	철도차량의 냉난방 제어장치(air-conditioning control device for railway vehicles)	주식회사 우진기전	○
21	20-2003-0002167/2003141710000	등록	철도차량용 에어컨을 이용한 비상 환기장치(EMERGENCY VENTILATOR APPARATUS USING AIR CONDITIONERFOR RAILWAY CAR)	현대로템 주식회사	○

국내 특허 기술로는 환기장치 및 난방장치가 주류를 이루었고, 특히 전동차 및 전철에 관련된 특허가 주류를 이루었다. 앞으로 고속철도에 관련된 냉난방환기장치와 관련된 기술이 개발되어, 많은 특허 출원 및 기술개발이 이루어져야 한다고 판단된다.

(8) Battery Charger

검색키워드를 고속열차+고속철도+열차+철도)*(AB=[Battery*charger+배터리*충전+충전])으로 설정한 결과 총 284건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 Battery Charger와 관련된 특허정보는 총 6건으로 다음 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 3건, 대우중공업(주) 등록특허 1건, 샬롬엔지니어링 주식회사 등록특허 1건, 연재민 공개특허 1건으로 분류되었다.

<Battery Charger 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2005-0038263/1008012140000	등록	배터리 충전 시스템 (System for charging battery)	샬롬엔지니어링 주식회사	○
2	10-2008-0093713/1009620750000	등록	직렬형 하이브리드 추진 시스템의 배터리팩 충전 방법(Battery pack charging method of series style hybrid propulsion system)	한국철도기술연구원	○
3	10-1994-0026768/1001238320000	등록	철도차량의밧데리충전회로(A CIRCUIT FOR CHARGING BATTERY IN RAILCAR)	대우중공업(주)	○
4	10-2004-0116493/1006511910000	등록	전기철도차량의 배터리 충전기 진단 시스템 (A system of battery-charging diagnos in electricalrailway)	한국철도기술연구원	○
5	10-2008-0054447	공개	열차의 자가발전장치 (INDEPENDENT ELECTRIC POWER SYSTEM OF TRAIN)	연재민	○
6	10-2008-0084472/1009979470000	등록	정보제공기능을 구비한 회생에너지 저장시스템(REGENERATIVE ENERGY STORAGE SYSTEM OF ELECTRIC RAILWAY WITH FUNCTION OF PROVIDING INFORMATION)	한국철도기술연구원	○

국내 특허 기술로는 배터리 충전 장치 및 회생 에너지 저장 시스템과 관련된 특허가 주류를 이루었고, 이와 관련된 기술로 해외 추세이기도 한 SuperCapacitor 및 DLC(Double Layered Capacitor)등의 기술개발이 필요하다고 판단된다.

(9) 대차

검색키워드를 ((대차)*(TL=[대차]))*(AB=[(열차+철도)]) 으로 설정한 결과 총 102건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 열차 대차 기술과 관련된 특허정보는 총 20건으로 다음 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 9건, 대우중공업(주) 등록특허 2건,현대로템 등록특허 5건,현대모비스 등록특허 1건, 한국기계연구원 등록특허 1건, 한국기계연구원 등록특허 1건, 다이모스(주) 등록특허 1건으로 분류되었다.

<대차 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-1997-0042589/1002503780000	등록	철도차량 대차의 기어박스 공진현상 방지구조(A PREVENTION-STRUCTURE OF A GEAR BOX SYMPATHETIC VIBRATION FOR A RAILROAD CAR)	대우중공업(주)	○
2	10-1997-0076594/1002387320000	등록	철도차량의 대차/차륜간 횡방향 변위 측정장치(A HORIZONTAL DISPLACEMENT MEASURING DEVICE OF THE BOGIE AND THE WHEEL FOR THE TRAIN)	대우중공업(주)	○
3	10-2001-0084751/1004544250000	등록	철도차량의 궤간가변 대차장치(variable truck device use for track of electric train)	한국철도기술연구원	○
4	10-2000-0071396/1003896740000	등록	두 개의 관절을 갖는 유연 대차(Secondary jointed flexible Bogie)	한국철도기술연구원	○
5	10-2000-0032682/1003695600000	등록	한 개의 관절을 갖는 유연 대차(First jointed flexible Bogie)	한국철도기술연구원	○

6	10-2004-0116287/1006043800000	등록	3차 현수기능을 갖는 철도차량용 대차(The railway vehicle bogie for having tertiary suspension function)	한국철도기술연구원	○
7	10-2004-0116288/1006043790000	등록	3차 현수기능의 철도차량용 대차(The railway vehicle bogie for tertiary suspension function)	한국철도기술연구원	○
8	10-2004-0040685/1005728940000	등록	철도차량 대차 트랜솜 용접용 회전장치(ROTATING APPARATUS FOR WELDING BOGIE TRANSOM OF RAILCARS)	현대로템주식회사	○
9	10-2003-0093295/1005160330000	등록	철도차량용 조향대차(Steering bogie for rallway vehicle)	한국철도기술연구원	○
10	10-2007-0126426/1009165940000	등록	지렛대작용을 이용한 철도차량용 능동 조향대차(The steering bogie for railway vehicle with leverage)	한국철도기술연구원	○
11	10-2006-0070634/1007465620000	등록	대차 프레임 부시 삽입장치(bogie frame Bush insertion system)	현대로템주식회사	○
12	10-2007-0137152/1009215470000	등록	철도차량용 대차의 피로도 감시장치 및 이를 이용한철도차량 보호방법(The Fatigue Monitoring System For Railway Vehicle Bogie and Method For Protecting Railway Vehicle Using The Fatigue Monitoring System)	한국철도기술연구원	○
13	10-2006-0036832/1007566000000	등록	철도차량용 대차 코일 스프링 탄성 측정장치(Railway car Bogie coiled spring elastic measuring equipment)	현대로템주식회사	○
14	10-2008-0058250/1009622390000	등록	철도차량의 대차단위 제동장치(bogie-unit brake system of railway vehicle)	한국철도기술연구원	○

15	10-2008-0010386/1009122480000	등록	철도차량 대차프레임 가변 지지장치(A variable Supporting Device for a train bogie frame)	한국기계연구원	○
16	20-1998-0019805/2002096290000	등록	곡선레일용 이동대차	현대로템 주식회사	○
17	20-1995-0054968/2001279290000	등록	철도차량과 그 운송용대차의 결합구조(A STRUCTURE FOR COUPLING A RAILWAY VEHICLE AND TRANSPROT BOIGE)	대우중공업(주)	○
18	20-1995-0021750/2001217880000	등록	철도차량의 볼스타레스 대차의 견인장치	현대모비스 주식회사	○
19	20-2004-0024550/2003687300000	등록	철도차량의 공기 스프링 대차의 보조 공기통 연결장치 (APPARATUS FOR CONNECTING AUXILIARY AIR TANK OF AIRSPRING BOGIE IN RAIL CARS)	현대로템 주식회사	○
20	20-2002-0017538/2002891810000	등록	철도차량용 대차의 댐퍼(Damper of Bogie for High-Speed Train)	다이모스(주)	○

국내 특허 기술로는 조향 대차, 대차의 댐퍼, 궤간 가변 대차 등이 주류를 이루었고, 대차의 설계, Simulation의 기술 개발 및 대차 진동 특성 계측, 제어를 통한 특허 창출이 더욱 필요하다고 판단된다.

(10) 윤축

검색키워드를 : (고속열차+고속철도+전철+철도+열차)*(TL=[윤축])으로 설정한 결과 총 20건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 유축과 관련된 특허정보는 총 14건으로 다음 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 7건, 현대로템 주식회사 등록

특허1건 공개특허1건, 한국철도공사 등록특허 1건 공개특허1건, 헤겐샤이트-엠에프데 게엠베하 운트 코. 카게 등록특허 1건, 헤겐샤이트-엠에프데 게엠베하 운트 코. 카게 공개특허 1건, 주식회사 우진산전 등록특허 1건 으로 분류되었다.

<윤축 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2008-0081352/1009718910000	등록	윤축프레스의 윤축이송장치(Wheel-axle transfering apparatus for wheel-axle press)	한국철도공사	○
2	10-2007-7018337/1009814440000	등록	철도 차량용 윤축의 가공을 위한 차륜전삭기(UNDERFLOOR WHEEL SET LATHE FOR MACHINING WHEEL SETS OF RAILWAY VEHICLES)	헤겐샤이트-엠에프데 게엠베하 운트 코. 카게	○
3	10-2006-0101921/1007993380000	등록	철도차량용 궤간 가변 윤축시스템 및 궤간 가변 레일(Gauge-changeable wheelset and rail for railway vehicle)	한국철도기술연구원	○
4	10-2005-0093045/1006511960000	등록	철도차량용 궤간 가변 윤축(Gauge-adjustable wheelset for railway vehicles)	한국철도기술연구원	○
5	10-2005-0042281/1005990470000	등록	궤간 가변 윤축시스템(Adjustable gauge wheelset)	한국철도기술연구원	○
6	10-2005-0007360/1006146130000	등록	자동 궤간변환 윤축시스템(A automatic gauge-adjustable wheelset)	한국철도기술연구원	○
7	10-2008-7029321	공개	윤축의 실제 상태를 검출하기 위한 측정장치(MEASURING INSTRUMENT FOR DETERMINING THE ACTUAL CONDITION OF WHEEL SETS)	헤겐샤이트-엠에프데 게엠베하 운트 코. 카게	○

8	10-2009-0054392	공개	철도차량용 윤축 조향 시스템(WHEEL-AXLE SET STEERING SYSTEM OF RAILWAY VEHICLE)	현대로템 주식회사	○
9	10-2008-0136702/1010011640000	등록	철도차량 윤축의 위상배열 초음파 탐상장치(Inspecting apparatus of phased array supersonic wave for axile of train)	주식회사 우진산전	○
10	10-2008-0102907/1009931920000	등록	철도 차량용 윤축 조향 장치(WHEEL-AXLE SET STEERING DEVICE OF RAILWAY VEHICLE)	현대로템 주식회사	○
11	20-2009-0001652	공개	철도차량의 윤축베어링 인발기(Drawing machine of shaft bearing for railway vechicle)	한국철도공사	○
12	10-2003-0093293/1005169590000	등록	철도차량 주행안전성 시험용 윤축의 하중간섭 배제 위치선정방법 및 그 측정장치(Select method and measurement installation that loadinterference exclusion location of wheel-set torunning safety test of railway vehicle)	한국철도기술연구원	○
13	10-2003-0093292/1005364090000	등록	철도차량의 윤축 수평하중 시험장치(Lateral load tester of wheel-set for railway vechicle)	한국철도기술연구원	○
14	10-2003-0093291/1005364080000	등록	철도차량의 윤축 수직하중 시험용 지그(Vertical load tester jig of wheel-set for railwayvehicle)	한국철도기술연구원	○

국내 특허 기술로는 윤축 관련하여, 궤간 가변 윤축, 윤축 하중 시험, 초음파를 이용한 탐상 기법 등이 주류를 이루었다.

(11) 감속구동장치

검색키워드를 (철도+열차+전철+고속열차+고속철도+고속전철)*(AB=[감속구동장치+감속장치+감속구동+감속) 으로 설정한 결과 총 128건의 특허정보가 검색되었으

며, 이 중 감속구동장치와 관련된 특허정보는 총 8건으로 다음 표와 같이 김봉택 등록특허 3건, 현대다이모스(주) 등록특허 1건, 가부시끼가이샤 도시바 등록특허 1건, 지멘스 악티엔게젤샤프트 공개특허 1건, 대우중공업(주) 등록특허 1건, 김동섭 등록특허 1건으로 분류되었다.

<감속구동장치 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-1996-0012013/1001546890000	등록	열차의 감속제어장치 및 그 제어방법(DECELERATION CONTROL DEVICE AND METHDO IN A RAILCAR)	김봉택	○
2	20-2002-0017537/2002896970000	등록	고속 철도 차량 감속기용 베어링 심조정 및 정렬 장치(Bearing Shim Adjustment and Arrangement Apparatus forHigh-Speed Train Reduction Gear Box)	현대다이모스(주)	○
3	10-2005-0080723/1006750790000	등록	철도 차량 정보 제어 시스템(RAILWAY VEHICLE INFORMATION CONTROL SYSTEM)	가부시끼가이샤 도시바	○
4	10-2006-0024556/1007561860000	등록	열차 정위치 정차 자동 제어시스템 및 그 제어방법 (AUTOMATIC TRAIN STOP CONTROL SYSTEM AND METHODE FORSTOP POSITION OF TRAIN)	김동섭	○
5	10-2007-0093445	공개	철도 차량을 제동시키기 위한 방법 및 장치(METHOD AND DEVICE FOR BRAKING A RAILWAY VEHICLE)	지멘스 악티엔게젤샤프트	○
6	10-1996-0076852/1002092830000	등록	철도차량의 경사 제어장치 (SLANT CONTROL DEVICE IN A RAIL CAR)	대우중공업(주)	○
7	10-2000-0052032/1007510560000	등록	무선통신을 이용한 열차자동정지 장치 및 그 제어방법(AUTOMATIC TRAIN STOPPER USING TELEMETERING SYSTEM)	김봉택	○

8	10-2000-0045150/1005980020000	등록	열차자동정지장치 및 그 운행 자동제어방법 (ATS AND ATS CONTROL METHOD TO DRIVE TRAIN AUTOMATICALLY)	김봉택	○

국내 특허 기술로는 감속기, 무선통신을 이용한 감속방법, ATS 등의 신호를 이용한 방법에 대한 특허가 주류를 이루었다. 국가연구소에서의 특허는 없었으며, 보통 개인이나 제작하는 기업체 측의 특허가 주류를 이루었다.

(12) 차체

검색키워드를 ((차체)*(TL=[차체]))*(AB=[(열차+철도)]) 으로 설정한 결과 총 30건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 열차 차체 기술과 관련된 특허정보는 총 12건으로 다음 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 4건, 한국철도기술연구원 공개특허 3건, 현대로템 주식회사 등록특허 1건, 봄바디어 트랜스포테이션 공개특허 1건,주식회사 한국화이바 등록특허 2건,카야바 고교 가부시기가이샤 공개특허 1건으로 분류되었다.

<차체 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2003-0093294/1005832680000	등록	철도차량의 차체 정하중 시험용 지지장치(Support device for static load test for car-body of railway vehicle)	한국철도기술연구원	○
2	10-2003-0016153/1005123040000	등록	고속주행용 철도차량의 곡선주로 틸팅을 위한 차체구조(Railload car structure for tilting on curved rail of a high speed-railload cars)	한국철도기술연구원	○
3	10-2006-0132743/1007663610000	등록	내장재 설치용 보강부재가 구비된 철도차량의 차체 및 이의제조 방법 (body of railroad vehicle having stiffener for interior materials and the manufacturing method)	한국철도기술연구원	○

4	10-2006-0132742/1007663620000	등록	이원화된 구조를 갖는 철도차량 차체 및 이의 제조 방법(body of railroad vehicle having two way structure and the manufacturing method)	한국철도기술연구원	○
5	10-2009-0063646	공개	철도차량용 차체 구조물의 발포재 충전장치 및 방법(Filling apparatus and method of the foaming agent of the body frame for railway vehicles)	한국철도기술연구원	○
6	10-2009-0063639	공개	철도차량용 차체 구조물(Body structure for railway vehicles)	한국철도기술연구원	○
7	10-2009-0031962	공개	철도차량용 차체(Body for railway vehicles)	한국철도기술연구원	○
8	10-2007-0034896/1008371810000	등록	캠버 가공을 위한 철도차량 차체 제작방법(MANUFACTURING METHOD OF THE CHASSIS OF RAILWAY VEHICLE TO MAKE CAMBER)	현대로템 주식회사	○
9	10-2004-7007888/1009163820000	등록	차량의 차체의 위치 조정 장치 및 방법 (POSITION ADJUSTMENT OF A VEHICLE CAR BODY)	봄바디어 트랜스포테이션	○
10	10-2006-0044068/1006540580000	등록	철도차량용 일체형 복합소재 차체와 금속재 구조물의접합구조 (Joint Structure of Integral Composite Body for RailroadCar and Metal Member)	주식회사 한국화이바	○
11	10-2005-0068152/1006092800000	등록	철도차량용 일체형 복합소재 차체 및 그 제조방법(Integrated body using composite materials for railroadvehicle and manufacturing method of the same)	주식회사 한국화이바	○
12	10-2009-7023505	공개	철도 차량의 차체 경사 장치(VEHICLE BODY TILTING DEVICE FOR RAILROAD VEHICLE)	카야바 고교 가부시기가이샤	○

국내 특허 기술로는, 차체 구조물 지지 방법, 차체 설계 및 복합소재 차체 제작 방법 등이 있었다. 차체의 최적 설계 및 시험 방법 등에 관련하여서는 미흡한 부분이 있었다. 향후 연구에서 이 부분을 상세히 연구할 필요가 있다고 판단된다.

(13) 제동장치

검색키워드를(고속철도+고속열차+철도+열차)*(TL=[제동장치+제동])으로 설정한 결과 총 128건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 제동장치와 관련된 특허정보는 총 17건으로 다음 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 8건, 공개특허 1건, 현대로템 주식회사 등록특허 2건, 한국전기연구원 등록특허 1건, 금천씨스템 (주) 등록특허 1건, 지멘스 악티엔게젤샤프트 공개특허 1건, (주) 정설시스템 등록특허 1건, 김우홍 등록특허 1건, 곽수태 등록특허 1건으로 분류되었다.

<제동장치 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2002-0086747/1005880480000	등록	제동장치 전기 신호 계측 시스템(Measurement System of Break System)	한국철도기술연구원	○
2	10-2004-0116291/1006146110000	등록	철도차량용 차축단 제동장치(The end of axle braking system for railway vehicle)	한국철도기술연구원	○
3	10-2003-0093958/1005664990000	등록	철도차량용 제동장치의 휴대용 공기압 측정 시스템(Portable air press measuring system for brakingapparature of railway car)	한국철도기술연구원	○
4	10-2008-0058250/1009622390000	등록	철도차량의 대차단위 제동장치(bogie-unit brake system of railway vehicle)	한국철도기술연구원	○
5	10-2003-0093964/1005763110000	등록	철도차량의 제동디스크 표면온도 측정장치 및 방법(The measurement method of surface temperature ofrailway brake disc)	한국철도기술연구원	○

6	10-2003-0093965/1006200560000	등록	철도차량 제동마찰재의 열피로 시험장치 및 방법(Thermal fatigue and shock tester)	한국철도기술연구원	○
7	10-2003-0093960/1005665000000	등록	철도차량의 디스크 제동에 의한 제동력과 압부력 측정장치(Braking force and pressure measuring equipment of diskbrake system for railway vehicle)	한국철도기술연구원	○
8	10-2009-0039444	공개	철도차량용 제동 마찰재의 냉각 장치(cooling apparatus of brake device for railroad)	한국철도기술연구원	○
9	10-1998-0044938/1002787000000	등록	영구자석을 이용한 와전류 제동장치	한국전기연구원	○
10	10-1998-0062651/1005252830000	등록	철도차량의 제동모드 선택방법	현대로템 주식회사	○
11	10-1998-0058156/1004927350000	등록	철도차량용 제동장치	현대로템 주식회사	○
12	10-2002-0007453/1004691250000	등록	철도차량용 공기제동장치의 보호케이스(PROTECT CASE OF AIR BRAKE SYSTEM FOR RAILWAY VEHICLE)	김우홍	○
13	10-2002-0086754/1005385610000	등록	전기 철도의 제동 성능 측정 시스템(BRAKING PERFORMANCE MEASUREMENT SYSTEM FOR ELECTRICRAILROAD)	한국철도기술연구원	○
14	10-2001-0059484/1004262720000	등록	전자제어식 철도차량용 공기제동 시스템(Eletronically Controlled Brake System for Train Car)	금천씨스템(주)	○
15	10-2007-0093445	공개	철도 차량을 제동시키기 위한 방법 및 장치(METHOD AND DEVICE FOR BRAKING A RAILWAY VEHICLE)	지멘스 악티엔게젤샤프트	○

16	10-2006-0036971/1007547980000	등록	철도차량용 유압제동시스템(Hydraulic Brake Device for Railway Vehicle)	(주) 정설시스템	○
17	20-2006-0011306/2004267120000	등록	고속철도차량용 제동변환장치(ATP-KTX BRAKE ADAPTOR)	곽수태	○

국내 특허에서는 제동 방식, 제동 성능 측정에 대한 것이 주류를 이루었고, 특히 국가연구소인 한국철도기술연구원의 특허가 주류를 이루었다. 제동에 관련된 방법과 로직 등에 대해서는 언급이 되었으나, 제동 디스크의 모양이나 열 발생에 관련된 재료 관점의 특허 및 전기제동에 관련된 특허는 언급되어 있지 않았다. 좀 더 정밀한 제동 제어, 재료 관점에서의 연구 및 전기제동에 대한 연구가 필요하다고 볼 수 있다.

(14) 열차제어진단장치

검색키워드를 (고속열차+고속철도+고속전철)*(TL=[열차제어장치]) 으로 설정한 결과 총 24건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 열차제어장치와 관련된 특허정보는 총 17건으로 아래 표와 같이 한국철도기술연구원 공개특허 1건, 한국기계연구원 등록특허 1건, 가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼 등록특허 1건, 유경제어 주식회사 등록특허 1건, 샬롬엔지니어링 주식회사 등록특허 2건, 현대로템 주식회사 등록특허 1건, 현대로템 주식회사 공개특허 1건, 경봉기술(주) 등록특허 1건, 주)파인텔레콤 등록특허 1건, 캐리어 주식회사 등록특허 1건, 김봉택 등록특허 5건, 이종록 등록특허 1건, 유원선 공개특허 1건으로 분류되었다.

<열차제어진단장치 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2004-0024405/1005562240000	등록	열차 제어시스템, 차상 통신 네트워크 시스템 및 열차제어장치(TRAIN CONTROL SYSTEM, TRAIN COMMUNICATION NETWORK SYSTEM AND TRAIN CONTROL APPARATUS)	가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼	○

2	10-2007-0019852/1007721280000	등록	열차자동제어 지상장치의 속도제한 원격제어시스템. (Speed remote control system of ATC(Automatic Train Control))	유경제어 주식회사	○
3	10-2003-0059804/1004430660000	등록	열차제어장치의 시험기(A Testing System for Train Control Apparatus)	샬롬엔지니어링 주식회사	○
4	10-2008-0010957	공개	차상 이중화 자동열차제어장치의 절체 방법(METHOD FOR SWITCHING DOUBLE AUTOMATIC TRAIN CONTROLLER OF TRAIN)	현대로템 주식회사	○
5	10-1998-0054674/1003123500000	등록	위치 정보 지상자를 이용한 열차제어방법 및 그 장치	김봉택	○
6	10-2005-0099500/1007335980000	등록	주파수 도약 확산 대역 방식을 이용한 열차자동제어시스템용 무선통신장치(Radio Communication System by Frequency Hopping Spectrum Spread for ATC)	경봉기술(주)	○
7	10-2008-0107921/1010015400000	등록	열차 자동 제어 시스템의 차상 신호 장치 및 그 데이터 처리 방법(apparatus for automatic train control in auto train controlling system and method of data processing thereof)	이종록	○
8	10-2009-0046436	공개	역틸팅 제어에 의한 틸팅열차 차상신호안테나 수신각도 보정장치 (The Device of CAB Signaling Correction Antenna for Tilting Train by controlling inverse-Tilting)	한국철도기술연구원	○
9	10-2008-0132642	공개	열차 자동 제어 시스템의 차상 신호 장치 및 그 동작 방법(apparatus for automatic train control in auto train controlling system and method of motion proccessing thereof)	유원선	○

10	10-2009-0014714	등록	고속열차용 기밀시험 제어장치(CONTROLLING APPARATUS FOR TESTING AIR TIGHTNESS OF RAPID TRAIN)	현대로템 주식회사	○
11	10-2004-0072692/1006717830000	등록	자기부상열차 무선원격제어 장치 및 방법(APPARATUS FOR WIRELESS REMOTE CONTROL MAGNETICLEVITATION TRAIN AND METHOD THEREOF)	한국기계연구원	○
12	10-2003-0028032/1004211100000	등록	열차자동제어를 위한 지상정보전달장치(Transponder of Ground Information for Automatic TrainControl)	김봉택	○
13	10-1999-0040318/1003500990000	등록	위상동기루프를 이용한 열차자동정지장치(에이티에스) 및 그 제어방법(ATS USEING THE PLL)	김봉택	○
14	10-1999-0046792/1003656990000	등록	열차자동정지장치의 운전제어방법(METHOD TO CONTROL ATS)	김봉택	○
15	10-1999-0040497/1003276770000	등록	열차자동정지장치(에이티에스) 지상자의 선택계수 측정장치 및 그 제어방법(SYSTEM AND METHOD TO DETECT Q OF ATS)	김봉택	
16	10-2010-0000216/1009755910000	등록	열차 운행 정보를 활용한 무선영상 전송 장치의 자동 제어 운용 방법(AUTO-CONTROL APPLICATION METHOD OF WIRELESS IMAGE TRANSMISSION DEVICE USING TRAIN OPERATION INFORMATION)	주)파인텔레콤	○
16	10-2004-0006914/1005176830000	등록	고속 열차용 여압 제어장치 및 방법(A Pressure Maintaining Control Unit for a High Speed Train and Method Thereof)	캐리어 주식회사	○
17	10-2003-0044620/1004023480000	등록	데이터통신을 이용한 철도제어용 자동열차보호정지장치(ATPS for Train Control Using Data Communication)	샬롬엔지니어링 주식회사	○

국내 특허 기술로는 차상 신호 및 통신을 이용한 열차 제어 진단 시스템이 주류를 이루었고, 다양한 센서를 취부하여 열차 제어 진단을 하는 시스템은 나타나 있지 않았다. 국내에서도 비접촉식 센서 등을 활용하여 열차 제어 진단을 할 수 있는 기술이 필요하다고 판단된다.

(15) ATC/ATS/ATP

검색키워드를 (고속열차+고속철도+열차+철도)*(TL=[ATC+ATS+ATP+ATC*ATS*ATP])으로 설정한 결과 총 33건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 ATC/ATS/ATP와 관련된 특허정보는 총 15건으로 아래 표와 같이 김봉택 등록특허 5건, 박근성 등록특허 1건, 유봉수 등록특허 1건, 곽수태 등록특허 1건, 샬롬엔지니어링 주식회사 등록특허 1건, 이경산전 주식회사 등록특허 1건, 유경제어 주식회사 등록특허 2건, 대우중공업(주) 등록특허 1건, (주)삼성정밀 등록특허 1건, 경봉기술(주) 등록특허 1건으로 분류되었다.

<ATC/ATS/ATP 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2008-0095565/1009658940000	등록	ATS 지상자를 이용한 ATP 속도제한 커브 추종 시스템및 방법(System and Method for following speed-limit curve of ATP system using ground equipment of ATS system)	샬롬엔지니어링 주식회사 ...	○
2	10-1995-0015247/1001750970000	등록	무응동상태를 방지한 ATS 지상자 및 무응동상태를 감지할 수 있는 ATS 차상장치 (A ATS EQUIPMENT WITH PROTECTING AND SENSING NON-RESPONSE SITUATION)	김봉택	○
3	10-1999-0008018/1003206240000	등록	전동차용 ATC 신호발생 방법 및 장치(Wayside ATC signaling method for railway vehicles and devicefor the same)	이경산전 주식회사	○

4	10-1996-0025605/1001546880000	등록	지상자위치인식ATS의 비상제동방법 (ATS BRAKING METHOD)	김봉택	○
5	10-1996-0018636/1001833190000	등록	ATS 지상자 무응동 검지장치 및 그 제어방법과 지상자무응동검지 ATS 및 그 제어방법(DETECTION EQUIPMENT AND METHOD FOR NON-RESPONSE OF A.T.S ON EARTH)	김봉택	○
6	10-2000-0045150/1005980020000	등록	열차자동정지장치 및 그 운행 자동제어방법(ATS AND ATS CONTROL METHOD TO DRIVE TRAIN AUTOMATICALLY)	김봉택	○
7	10-1969-0001238/1000035100000	등록	자동열차정지장치(ATS)에 있어서의 속도제어부가장치	박근성	○
8	10-1999-0040318/1003500990000	등록	위상동기루프를 이용한 열차자동정지장치(에이티에스) 및 그 제어방법(ATS USEING THE PLL)	김봉택	○
9	10-2004-0073311/1005808700000	등록	에이티피 시스템을 이용한 건널목 상태정보 전송장치 및 방법(An apparatus for state information of railwaycrossing transmitting by ATP system and the method thereof)	유경제어 주식회사	○
10	10-2006-0053258/1007981360000	등록	특정구간으로 열차의 진입을 방지하는 에이티에스의 지상자 제어장치 및 에이티에스 지상자 제어장치를 이용한 이선진입 차단방법(An controller for ATS balise and the method thereof)	유봉수	○
11	10-2007-0019852/1007721280000	등록	열차자동제어 지상장치의 속도제한 원격제어시스템.(Speed remote control system of ATC(Automatic Train Control))	유경제어 주식회사	○

12	10-2005-0099500/1007335980000	등록	주파수 도약 확산 대역 방식을 이용한 열차자동제어시스템용 무선통신장치(Radio Communication System by Frequency Hopping Spectrum Spread for ATC)	경봉기술(주)	○
13	20-1995-0045912/2001207890000	등록	ATS장치를이용한철도차량의출입문제어회로	대우중공업(주)	○
14	20-2006-0011306/2004267120000	등록	고속철도차량용 제동변환장치(ATP-KTX BRAKE ADAPTOR)	곽수태	○
15	20-2006-0006015/2004169500000	등록	ＫＴＸ용 ＡＴＳ 차상장치의 보호케이스(APPARATUS ON THE TRAIN OF ATS FOR KTX)	(주)삼성정밀	○

국내 특허 기술로는 ATS/ATC/ATP를 가지고 차량을 제어하는 기술 및 ATS/ATC/ATP 자체를 제어하는 기술 크게 두 가지로 나타났다. 앞으로 CBTC(Communication Based Train Control)의 개발을 통해 이 분야의 연구가 상당히 활발할 것으로 예상된다.

(16) 고속철도 시스템

검색키워드를 (고속철도+고속열차+열차+철도)*(AB=[고속철도시스템]) 으로 설정한 결과 총 49건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 고속철도시스템과 관련된 특허정보는 총 5건으로 아래 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 3건, 공개특허 1건, 이스콘트롤 (주) 등록특허 1건으로 분류되었다.

<고속철도시스템 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2004-0116495/1006825190000	등록	고속철도차량의 속도와 위치에 따른 변압기의 전압 및 전류 측정시스템(A measurement-system of voltage and current in transformer for velocity and location in Hight-speed railway)	한국철도기술연구원	○

2	10-2004-0116498/1006835900000	등록	고속철도차량의 브이브이브이에프 인버터 및 보조 컨버터진단 시스템(A system of VVVF inverter and aid-converter diagnose in High-speed railway)	한국철도기술연구원	○
3	10-2008-0132667	공개	웨이브렛을 이용한 철도레일 마모도 측정 시스템 및 그 방법(System for measuring railway abrasion using wavelet, and method thereof)	한국철도기술연구원	○
4	10-2008-0138433/1010068490000	등록	바퀴식 초고속 철도 시스템(wheel typed superspeed train system)	한국철도기술연구원	○
5	10-2006-0062452/1007862380000	등록	고속철도 비상단로기 리모터터미널유니트(Remote Terminal Unit for Rapid-transit railway unusualness disconnector)	이스콘트롤(주)	○

국내 특허 조사 결과 5건의 특허가 검색이 되었으나, 실제 고속철도시스템과 관련된 건은 1건이었다. 바퀴식 고속철도 시스템은 점착계수의 한계를 늘여줌으로써 속도를 향상시킬 수 있는 중요한 특허였으며, 이에 대한 연구가 필요하다고 할 수 있다. 분산형 고속철도의 개발을 통하여 고속철도 시스템에 관한 특허가 많이 등록될 것으로 예상된다.

(17) 시험평가

검색키워드를 ((고속열차+고속철도+전철+철도+열차))*(AB=[시험평가]) 으로 설정한 결과 총 16건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 냉난방환기장치와 관련된 특허정보는 총 7건으로 아래 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 5건, 한국전기연구원 등록특허 1건, 주식회사 에코시안 공개특허 1건 으로 분류되었다.

<시험평가 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2007-0138069/1009446910000	등록	전차선로의 집전성능 평가시스템(POWER EFFICIENCY EVALUATION SYSTEM OF OVERHEAD CONTACT LINES)	한국철도기술연구원	○
2	10-2007-0077253/1008987480000	등록	열차제어시스템 소프트웨어 안전성 평가를 위한 시험방법(Testing method for software safety evaluation of train control system)	한국철도기술연구원	○
3	10-2006-0138540	공개	철도차량의 에코-효율성 평가 시스템(System for evaluating eco-efficiency of rolling stock)	주식회사 에코시안 ...	○
4	10-2006-0085780/1007866010000	등록	자기부상열차의 주행 모의 시험장치 (Mock testing apparatus for running of magnetic levitation train)	한국전기연구원	○
5	10-2004-0116235/1006511890000	등록	도시철도차량 완성대차의 주행성능 시험장치 및 방법(A test-apparatus of running safety in Motor Bogie forUrban Transit Vehicles and the method therefore)	한국철도기술연구원	○
6	10-2001-0031039/1004222030000	등록	전동차 성능 및 신뢰성을 평가하기 위한 조합시험장치 (association test apparatus for valuation of capability and confidence of electromotion vehicle)	한국철도기술연구원	○
7	10-2004-0116234/1006511880000	등록	도시철도차량 대차프레임 동응력 시험장치 및 방법(A test-apparatus of dynamic stress in Bogie Frame forUrban Transit Vehicles and the method therefore)	한국철도기술연구원	○

국내 특허 기술로는 시험평가 부분이 많이 검색이 되지 않았고, 대부분 도시철도차량에서의 시험평가, 집전성능 및 자기부상열차에 대한 특허가 검색되었다. 앞으로 차세대 분산형 고속철도 개발에 관련하여 고속철도 분야의 시험 평가에 대한 특허가 많이 출원될 것으로 예상되며, 기업체 보다는 연구소에서 시험 평가에 관련된 특허가 본 사업을 통해 나타날 것으로 예상된다.

(18) 시운전

검색키워드를 (고속철도+고속열차+열차+철도)*(AB=[시운전+시험운전+test*run]) 으로 설정한 결과 총 15건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 시운전과 관련된 특허정보는 총 3건으로 아래 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 2건, 김봉택 등록특허 1건 으로 분류되었다.

<시운전 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-1999-0055313/1003175580000	등록	철도차량 시운전시 성능시험 제어방법 및 장치(A trialrun efficiency test equipment for railroadcarriage)	한국철도기술연구원	○
2	10-2003-0011017/1004000680000	등록	열차 추진장치의 성능시험설비 시스템 및 그 시험방법 (The System and the Method for Testing Power of theTrain Propulsion Facilities)	김봉택	○
3	10-2008-0086486/1009622380000	등록	철도신호제어설비의 신뢰도 입증 시스템 및 그 방법 (SYSTEM FOR THE RELIABILITY DEMONSTRATION OF RAILWAY TRAIN CONTROL EQUIPMENT, AND ITS METHOD)	한국철도기술연구원	○

시운전에 관련된 국내특허 건수는 3건 밖에 나타나지 않았고, 조합 시험 및 테스트 관련한 특허가 대부분이었으며, 시운전시 성능 시험 방법에 관하여는 1건이 나타났다. 시운전을 통해 시운전 이력 관리 시스템 및 시운전 방법 등에 대한 특허가 많이 출원될 것으로 예상된다.

(19) 주행안정성

검색키워드를 (고속철도+고속열차+고속전철+열차+철도)*(AB=[주행안정성+주행안정]) 으로 설정한 결과 총 164건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 주행안전성과 관련된 특허정보는 총 7건으로 아래 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 3건,

공개특허 2건, 지멘스 악티엔게젤샤프트 공개특허 1건, 주식회사 수성엔지니어링 등록특허 1건으로 분류되었다.

<주행안정성 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2003-0093293/1005169590000	등록	철도차량 주행안전성 시험용 윤축의 하중간섭 배제 위치선정 방법 및 그 측정장치(Select method and measurement installation that loadinterference exclusion location of wheel-set torunning safety test of railway vehicle)	한국철도기술연구원	○
2	10-2003-0093291/1005364080000	등록	철도차량의 윤축 수직하중 시험용 지그 (Vertical load tester jig of wheel-set for railwayvehicle)	한국철도기술연구원	○
3	10-2005-0063236/1006597080000	등록	엠알유체를 이용한 대차 주행안정장치 및 주행안전방법(The bogie traveling stability device for using MR fluid and the method thereof)	한국철도기술연구원	○
4	10-2009-0066560	공개	대차 주행시험장치를 이용한 대차 주행시험 시스템(Bogie car Test system using the Bogie car Test apparatus	한국철도기술연구원	○
5	10-2004-0091942	공개	대차 주행시험장치(Bogie car Test apparatus)	한국철도기술연구원	○
6	10-2007-0006975	공개	주행 구간을 따라 이동하는 차량을 구비한 시스템, 특히 철도 시스템 및 상기 차량을 안전하게 제어하기 위한 방법(SYSTEM, PARTICULARLY A RAILROAD-CONTROL SYSTEM WITH VEHICLES MOVING ALONG A LINE SECTION, AND METHOD FOR SAFELY CONTROLLING THE VEHICLES)	지멘스 악티엔게젤샤프트	○

7	20-2006-0010213/ 2004200540000	등록	열차의 안전 주행을 위한 경고시스템(The Train Safety System)	주식회사 수성엔지니어링	○

국내 특허 기술로는, 대차 시험 관련, 건널목 상의 진입 가능한 요소에 대한 모니터링, 통신을 통한 주행안정성 모니터링 등이 있었으며, 센서의 취부를 통한 주행안정성의 모니터링 및 횡가속도 분석 등에 대한 특허는 나타나 있지 않았다. 고속철도차량에 적용되는 특허는 나타나 있지 않아, 앞으로 본 사업을 통해 주행안정성에 대한 특허가 많이 출원되어야 한다고 판단된다.

(20) 소음

검색키워드를 (철도+열차+전철)*(TL=[소음]) 으로 설정한 결과 총 159건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 소음와 관련된 특허정보는 총 10건으로 분류되었다.한국철도기술연구원 공개특서2건, 등록특허 4건, 현대로템 주식회사 등록특허 2건, 대우중공업(주) 등록특허 2건으로 나타났다.

<소음 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/ 등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2001-0083727	등록	소음예측식 알고리즘을 이용한 열차 환경소음 측정방법 및 이를 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체(The train environment noise measurement method which uses a sound arresting prediction algorithm and it comes true the archival medium which is the program for of reading with the computer which records)	한국철도기술연구원	○

2	10-2005-0108487 / 1006720170000	등록	철도차량 소음 예측방법(Method for predicting railway-vehicles noise)	한국철도기술연구원	○
3	10-2008-0135672	공개	철도차량용 차륜의 소음차단장치(A noise interception device of wheel for railroad vehicles)	한국철도기술연구원	○
4	10-2008-0135680	공개	선로의 소음차단장치(A noise interception device of railroad)	한국철도기술연구원	○
5	10-2003-0071475/ 1005763090000	등록	등가부하를 이용한 철도차량 인버터의 소음 측정 장치 및그 방법(Apparatus for measuring the noise in an inverter of arailway vehicle using a psuedo load and method thereof)	한국철도기술연구원	○
6	10-2003-0071473/ 1005643600000	등록	도시철도차량 인버터의 소음 측정방법(Method for measuring the noise of inverter for railwayvehicles)	한국철도기술연구원	○
7	20-1998-0015947/ 2002020880000	등록	경전철 소음방지장치 (SOUNDPROOFING APPARTUS OF AILWAY VEHICLE)	현대로템 주식회사	○
8	10-1998-0063409/ 1004927410000	등록	소음차단기능을 갖춘 철도차량의 배수밸브	현대로템 주식회사	○
9	10-1997-0082428/ 1002506100000	등록	철도차량용 보조전원장치와, 이를 이용하여 소음과 열발생을억제하는 방법(A ASISTANT SORCE AND THE METHOD REPRESSING THE NOISE AND THE HEAT USING IT)	대우중공업(주)	○
10	20-1996-0062768/ 2001491020000	등록	소음방지장치가 구비된 철도차량용 에어 덕트(AIR DUCT WITH A RAIL CAR)	대우중공업(주)	○

국내특허기술로는 소음측정장비, 소음원예측 및 소음을 저감할 수 있는 구조로 이루어져 있었다. 소음원예측에 관하여서는 한 건의 특허가 있었으며, 이와 관련된 연구가 필요하다고 할 수 있고, 소음 특성 분석을 통한 소음을 저감할 수 있는 구조에 대한 다양한 연구가 필요하다고 할 수 있다. 능동소음저감 장치 등에 대한 특허는 나타나 있지 않아, 향후 연구에 필요하다고 판단된다.

(21) 진동

검색키워드를 (고속철도+열차+전철)*(TL=[진동])으로 설정한 결과 총 52건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 진동과 관련된 특허정보는 총 15건으로 아래 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 7건, 가부시키가이샤 데루타 쓰-링 등록특허1건, 고쿠사이 게이소쿠키 가부시키가이샤 공개특허 1건,한국과학기술원 공개특허 2건, (주)에스아이이노텍 등록특허 1건, (주)신성엔지니어링 등록특허 1건, 서울특별시도시철도공사 등록특허 1건, 주식회사 보이네 등록특허 1건이 분류되었다.

<진동 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2004-0116497/1006995490000	등록	전기철도차량의 전동기 진동 가속도 측정 시스템(A measurement-system of vibrate-acceleration ofelectromotor in electrical railway)	한국철도기술연구원	○
2	10-2003-0071715/1005721980000	등록	철도차량의 구조체 진동시험장치 및 방법(Vibraion testing system and the method of bodystructure for rolling stock)	한국철도기술연구원	○
3	10-2003-0071484/1005171100000	등록	견인 전동기의 진동 및 속도 동시측정장치 및 그 측정방법(Apparatus for measuring simultaneously vibration androtation speed of hauling motor and method thereof)	한국철도기술연구원	○

4	10-2003-0071481/1005632740000	등록	견인전동기의 진동측정장치(Apparatus for measuring vibration of hauling motor)	한국철도기술연구원	○
5	10-2004-0112119/1006511870000	등록	도시철도 차량의 운행중 진동 시험장치 및 그 방법(Vibration testing system and the method of urbantransit vehicles running)	한국철도기술연구원	○
6	10-2007-0136024/1009106480000	등록	전기철도용 드로퍼 및 드로퍼 클램프의 진동 피로 시험장치(vibration fatigue testing apparatus of electric railway dropper and the clamp)	한국철도기술연구원	○
7	20-2004-0022624/2003659800000	등록	무도상 강철도교의 진동저감을 위한 일체화구조(Integrating structure for vibration reduction ofrailway steel plate girder bridge without ballast)	한국철도기술연구원	○
8	10-2004-0045352/1005877450000	등록	저주파 진동구조 및 저주파 진동시트(LOW FREQUENCY VIBRATION STRUCTURE AND LOW FREQUENCY VIBRATION SEAT)	가부시키가이샤 데루타 쓰-링	○
9	10-2010-7017015	공개	진동 시험 장치(VIBRATION TESTING DEVICE)	고쿠사이게이소쿠키가부시키가이샤	○
10	10-2010-0051690	공개	진동을 감쇠할 수 있는 고속열차 구조(the configuration of high speed trains for vibration reduction)	한국과학기술원	○
11	10-2010-0051687	공개	진동을 감쇠할 수 있는 고속열차 구성 방법(configuration method of high speed trains for vibration reduction)	한국과학기술원	○
12	20-1998-0009307/2001978920000	등록	철로진동소음방지장치(BUFFER & SILENCER OF THE RAILROAD)	주식회사 보이네	○

13	10-2008-0109239	등록	초음파 진동을 이용한 철도 레일 분기기 융설장치(Melting System of Rail Changer by using Ultrasonic Wave Vibration)	(주)에스아이이노텍	○
14	10-2006-0101412/1007572280000	등록	철도궤도로부터 발생되는 진동 및 소음을 방지하기 위한철도궤도용 방음 및 방진매트(Mat for sound proofing and vibration-proofing ofrailway track for preventing sound and vibration fromthe railway track)	(주)신성엔지니어링	○
15	20-2001-0034121/2002646160000	등록	전동차 주공기압축기의 오일회송관 진동방지장치 (Anti-vibration apparatus of oil sending-back in train)	서울특별시도시철도공사	○

국내특허 기술로는 전동기 진동, 궤도상에서의 진동 및 고속열차에서의 진동저감 설계 방향에 대한 기술이 나타나 있다. 진동을 일으키는 대상을 다양히 하고, 고속열차 설계 시, 차체 전체의 진동 저감 방안에 대한 연구가 필요하다고 할 수 있다. 진동을 저감하기에 앞서, 먼저 진동 특성을 감지하는 시스템 개발 후 진동을 저감하는 방식을 적용함으로써 이론적이고 체계적으로 정리하여 연구하면 많은 특허가 출원될 것으로 예상된다.

(22) 승차감

검색키워드를 (철도+열차+전철)*(AB=[승차감]) 으로 설정한 결과 총 145건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 승차감과 관련된 특허정보는 총 9건으로 아래 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 7건, 공개특허 2건 으로 분류되었다.

<승차감 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2002-0086744/1005385600000	등록	철도 승차감 측정 시스템(Measurement System of Ride Comfort on Rail Road)	한국철도기술연구원	○

2	10-2004-0116500/1006511950000	등록	철도차량의 승차감 종합측정시스템(A ride comfort measuring system for railway withmulti-function)	한국철도기술연구원	○
3	10-2008-0114783	공개	생체신호를 이용한 열차 승차감 측정 시스템(measuring system of train ride comfort using bioelectrical signals)	한국철도기술연구원	○
4	10-2008-0114878	공개	심전도를 이용한 열차 승차감 측정 시스템 및 방법(measuring system and the method of train ride comfort using electrocardiography)	한국철도기술연구원	○
5	10-2004-0116290/1005832700000	등록	철도차량의 상하설비 개선구조 (The structure for improvement to under-frame ofinstallation equipment of a railway vehicle)	한국철도기술연구원	○
6	10-2004-0116289/1006146100000	등록	전후방향의 완충기능을 갖는 철도차량용 대차 (The railway vehicle bogie for having toshock-absorbing function of front and rear direction)	한국철도기술연구원	○
7	10-2003-0016154/1005123050000	등록	고속주행용 철도차량의 곡선주로 틸팅장치 (Curved rail-Tilting apparatus for a high speed speed-railload cars)	한국철도기술연구원	○
8	10-2003-0016153/1005123040000	등록	고속주행용 철도차량의 곡선주로 틸팅을 위한 차체구조 (Railload car structure for tilting on curved rail of a high speed-railload cars)	한국철도기술연구원	○
9	10-2008-0091393/1009868360000	등록	선로의 구배를 고려한 전동차의 전기제동 시스템 (ELECTRIC BRAKING SYSTEM CONSIDERING RAIL GRADE FOR ELECTRIC RAIL CAR)	한국철도기술연구원	○

국내 특허 기술로는 승차감 측정 방법, 승차감 향상을 위한 차체 설계 기술 등이 포함되어 있었다. 승차감에 관련되어서는 한국철도기술연구원에서만 특허를 출원하

였으며, 승차감 측정 방법에 관하여는 생체 신호를 이용한 방법도 포함이 되어 있었다. 실제 승차감 측정뿐만 아니라, 승차감 향상을 위한 제어로직 및 제어 디바이스 개발도 필요하다고 판단되며, 승차감 측정을 위해 자동차에서처럼 더미 장치를 마련하여 측정하는 방법도 연구가 되어야 한다고 판단된다.

(23) 공기역학

검색키워드를(철도+열차+전철)*(AB=[공기역학+공력+공기]) 으로 설정한 결과 총 950건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 공기역학과 관련된 특허정보는 총 15건으로 아래 표와 같이 대우중공업(주) 등록특허 2건, 현대로템 주식회사 3건, 한국철도기술연구원 등록특허 2건, 공개특허1건, 유진기공산업주식회사 등록특허 1건, 한국기계연구원 등록특허 2건, 금천씨스템 (주) 등록특허 1건, (주)아한피앤이 등록특허 1건, 김우흥 등록특허 1건, 이재영 등록특허 1건으로 분류되었다.

<공기역학 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-1997-0078676/1002506070000	등록	철도차량의 운전실 공기압력 조절장치(A CONTRO; DEVICE FOR AIR PRESSURE IN OPERATING ROOM OF A TRAIN)	대우중공업(주)	○
2	10-1999-0009137/1002901240000	등록	철도차량용 스크류 공기압축기의 제어장치(A control apparatus of screw comprssor for an railcar)	유진기공산업주식회사	○
3	10-2002-0007453/1004691250000	등록	철도차량용 공기제동장치의 보호케이스(PROTECT CASE OF AIR BRAKE SYSTEM FOR RAILWAY VEHICLE)	김우흥	○
4	10-2002-0041841/1005235670000	등록	공기스프링의 수평방향 시험장치(Horizontal Load Tester for Air Spring)	한국기계연구원	○
5	10-2001-0059484/1004262720000	등록	전자제어식 철도차량용 공기제동시스템(Eletronically Controlled Brake System for Train Car)	금천씨스템(주)	○

6	10-2000-0024016/1007565980000	등록	전동차 공기압축기 제어장치(TRAIN AIR COMPRESSOR CONTROL DEVICE)	현대로템 주식회사	○
7	10-2000-0019602/1003863750000	등록	공기부상열차(pneumatic levitation train)	한국기계연구원	○
8	10-2004-0009964/1005384920000	등록	철도차량용 공기호스 커플러(Air hose coupler for railway vehicle)	한국철도기술연구원	○
9	10-2007-0107088/1008966780000	등록	철도차량의 공기압축모터제어장치(COMPRESSOR MOTOR STARTING BOX OF TRAIN)	현대로템 주식회사	○
10	10-2005-0108493/1007340070000	등록	철도차량용 공기스프링 횡방향 내구시험 지그(Horizontal load test zig for air spring of railwayvehicles)	한국철도기술연구원	○
11	10-2005-0103505/1007325660000	등록	기관차의 공기제동장치(A train brake system)	(주)아한피앤이	○
12	10-2009-0035685	공개	초고속 튜브 트레인의 추진 및 공력 시험장치(Test Apparatus of tube train)	한국철도기술연구원	○
13	10-2008-0093099/1009336710000	등록	자기부상열차의 공기스프링 제어장치(APPARATUS FOR CONTROLLING AIR SPRING OF URBAN TRANSIT MAGLEV)	현대로템 주식회사	○
14	20-1997-0042937/2001764240000	등록	철도차량용 압축공기 발생장치(AIR COMPRESSOR FOR RAIL WAY VEHICLE)	이 재 영	○
15	20-1995-0054963/2001334610000	등록	공기압력측정기용어댑터(ADAPTOR FOR MEASURING AIR PRESSURE)	대우중공업(주)	○

국내특허 기술로는 제동 관련한 공기 제동, 초고속 튜브 트레인, 압력 측정기 등의 기술이 나타났다. 고속철도와 관련된 사항보다는 전동차 및 기관차 등에 관련된 특허가 주류를 이루었다. 설계된 고속철도시스템의 공력 특성 향상, 고속철도가 터널을 통과할 때나 교행할 때, 판토그래프 등에서의 공력 및 열차의 주행 저항을 추출하는 것에 대한 연구가 진행되어야 한다고 판단되는 바이다.

(24) Slip/Slide 예측 제어

검색키워드를 (고속철도+고속열차+고속전철+철도+열차+전철)*(AB=[Slip+Slide+예측제어+슬립+슬라이드+슬립*예측제어+슬라이드*예측제어]) 으로 설정한 결과 총 280건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 Slip/Slide 예측제어와 관련된 특허정보는 총 5건으로 아래 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 2건, 현대중공업 주식회사 공개특허 2건, 주식회사 우진 등록특허 1건으로 분류되었다.

<Slip/Slide 예측 제어 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2000-0023470/1003542330000	등록	전기기관차의 휠 슬립 제어장치 및 그 제어방법(wheel slip controlling system of the electromotive andcontrolling method therefore)	주식회사 우진	○
2	10-2003-0093961/1005832690000	등록	철도차량의 차륜 활주 감지 시스템(Monitoring system of sliding for railway car)	한국철도기술연구원	○
3	10-2006-0085308/1007970460000	등록	슬라이딩 방식 전두부 충격에너지 흡수장치(apparatus for absorbing shock power of sliding type)	한국철도기술연구원	○
4	10-2006-0097272	공개	견인차량의 공전검지 및 재 점착 제어방법(SLIP/SLIDE DETECTION AND RE-ADHESIVE CONTROL METHOD OFELECTRIC LOCOMOTIVE)	현대중공업 주식회사	○

5	10-2006-0076781	공개	고속전철용 추진제어장치의 평지 및 구배에서 기동특성이 개선된 벡터제어방법(Vector control method)	현대중공업 주식회사	○

국내 특허 기술로는, 보통 슬립/슬라이드 검지 및 슬립이나 슬라이드가 발생한 이후에 제어하는 방식이 주류를 이루고 있다. 그러나, 해외에서 적용하고 있는 슬립/슬라이드가 발생하기 직전에 제어를 하는 예측 제어에 관련되서는 특허가 나타나 있지 않았다. 본 사업을 통해 예측제어에 관련된 연구가 절실히 필요하다고 판단된다.

(25) 유지 보수

검색키워드를 ((유지보수)*(TL=[유지보수]))*(AB=[(철도+열차)])으로 설정한 결과 총 16건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 철도 유지보수와 관련된 특허정보는 총 10건으로 아래 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 9건, 한국철도기술연구원 공개특허 1건으로 분류되었다.

<유지보수 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2003-0091829/1005643640000	등록	철도차량의 유지보수를 위한 전기장치 분류체계 표준화 방법(Electrical equipment BOM standardization method formaintenance of railway car)	한국철도기술연구원	○
2	10-2003-0091816/1005401620000	등록	철도차량의 유지보수를 위한 정보화 시스템(Information system for railway maintenance)	한국철도기술연구원	○
3	10-2002-0081757/1005164680000	등록	철도차량 유지보수를 위한 일상검사시스템(DAILY CHECK SYSTEM FOR MAINTENANCE OF RAILROAD CARRIAGE)	한국철도기술연구원	○
4	10-2003-0091822/1005643620000	등록	도시철도차량 유지보수 정보화 예방정비 분석을 이용한 예방정비 시스템 및 방법 (Prevention system and the method for maintenance of railway car using RAMS analysis)	한국철도기술연구원	○

5	10-2003-0091828/1006043860000	등록	철도차량의 유지보수 작업시스템(Operating system for railway maintenance)	한국철도기술연구원	○
6	10-2006-0048980/1007970550000	등록	철도궤도의 효율적 유지보수를 위한 3차원 데이터 형식의철도 궤도틀림도 측정방법(Method for Measuring Severity of Railway TrackIrregularity)	한국철도기술연구원	○
7	10-2004-0112113/1006835880000	등록	전동차 유지보수를 위한 네트워크를 이용한 기업정보 관리시스템 및 방법(Company Management System of Railway Using Network,and the Method)	한국철도기술연구원	○
8	10-2003-0091820/1006825090000	등록	도시철도차량 유지보수 정보화 응용시스템(Information application system for maintenance ofrailway car)	한국철도기술연구원	○
9	10-2009-0048546	공개	최적의 목표신뢰도 설정 및 분배방법을 활용한 철도차량의 유지보수 시스템(Maintenance system of railway vehicle using the method of optimal target reliability determination and distribution)	한국철도기술연구원	○
10	10-2003-0091827/1005664980000	등록	확장성 생성 언어를 이용한 철도차량 유지보수 문서표준화 방법(Document standardization method for railwaymaintenance using XML)	한국철도기술연구원	○

국내 특허 기술 관련하여, 유지보수의 정보화, 예방 정비 방법 및 문서 표준화 방법에 관련한 것들이 망라되어 있었다. 그러나, 이는 대부분 도시 철도 등의 유지보수 관련되어서만 나타나 있었으며, 본 사업을 통해 고속철도에서의 유지보수 이력관리시스템, 유지보수 매뉴얼 등에 관련된 특허 및 기술이 개발되어야 한다고 판단된다.

(26) 전자계 환경보수

검색키워드를 (고속철도+고속열차+고속전철+열차+철도+전철)*(AB=[전자계+자계+전계+전자계환경+전기자기]) 으로 설정한 결과 총 103건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 전자계 환경과 관련된 특허정보는 총 6건으로 아래 표와 같이 , 한국철도기술연구원 등록특허 3건, 한국전기연구원 등록특허 1건, 신우이.엔.지 주식회사 등록특허 1건, (주)효원엔지니어링 1건으로 분류되었다.

<전자계 환경 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2003-0091829/1005643640000	등록	철도차량의 유지보수를 위한 전기장치 분류체계 표준화 방법 (Electrical equipment BOM standardization method formaintenance of railway car)	한국철도기술연구원	○
2	10-2001-0026884/1004120630000	등록	전자제어식 자동 폐색장치 (Electronic control automatic block system)	신우이.엔.지 주식회사	○
3	1020000031533/1002964460000	등록	철도차량용선형유도전동장치	한국전기연구원	○
4	10-2010-0030133/1009773030000	등록	비접촉 방식의 열차 감지 장치 및 그 방법 (Non-contact type train detecting system and method therefore)	(주)효원엔지니어링	○
5	10-2007-0127012/1009446900000	등록	철도차량용 리니어 추진시스템의 일체형 지상 2차측 고정자 장치 및 그 제조방법 (SECONDARY STRUCTURE OF LINEAR PROPULSION SYSTEM FOR RAILWAY TRANSIT AND ITS MANUFACTURING METHOD)	한국철도기술연구원	○
6	10-2006-0026152/1008409270000	등록	선형전동기 및 비접촉 급전시스템을 이용한 철도차량시스템 (System of railway vehicle using Linear motor andNon-contact electric power supply system)	한국철도기술연구원	○

국내특허기술로는 전기표준, 비접촉식 열차 검지 및 모터의 설계에 대해 나타났다. 전자계 환경에 대해서 우리나라에서는 EN 규격에 준하여 사용하고 있으나, 이는 1GHz까지의 신호에 관한 것이고, CBTC등을 사용할 경우 2.4GHz를 사용하므로서, 적용이 되지 않는 경우가 발생한다. 이뿐만 아니라, 국내의 철도에서의 EMI/EMC 기술은 상당히 부족하여, 이와 관련된 연구가 진행되어야 하며, 측정, 필터 설계 기술 및 해석 기법 등의 연구가 필요하다고 판단된다.

(27) 경제 운전

검색키워드를 고속철도+고속열차+철도+열차)*(AB=[에너지효율운전+효율운전+경제운전]) 으로 설정한 결과 총 33건의 특허정보가 검색되었으며, 이 중 경제운전과 관련된 특허정보는 총 6건으로 아래 표와 같이 한국철도기술연구원 등록특허 2건, 김봉택 등록특허 3건, 김동섭 공개특허 1건으로 분류되었다.

<경제운전 관련 국내 특허 조사>

순번	출원번호/등록번호	상태	특허명	출원인	관련성
1	10-2001-0049580/1004359830000	등록	열차 자동운전에 있어서의 목표속도 추종제어 시스템(DISIRED VALUE SPEED OBEYING SYSTEM BY AUTOMAIC TRAINCONTROL)	한국철도기술연구원	○
2	10-1999-0052128/1003810430000	등록	열차자동정지장치 및 그 제어방법(SYSTEM AND CONTROL METHOD OF AUTOMATIC TRAIN STOPPER)	김봉택	○
3	10-1999-0046792/1003656990000	등록	열차자동정지장치의 운전제어방법 (METHOD TO CONTROL ATS)	김봉택	○
4	10-2006-0033411/1007562690000	공개	열차 정위치 정차 유도 시스템 및 그 제어방법 (GUIDE SYSTEM AND METHODE FOR TRAIN STOPPING AT PLATFORM)	김동섭	○

5	10-2008-0096295/1009999710000	등록	자동운행차량의 주행라인 제어 시스템 및 그 방법 (SYSTEM AND ITS METHOD FOR CRUISE LINE CONTROL OF AUTOMATIC DRIVING VEHICLES)	한국철도기술연구원	○
6	10-2000-0045150/1005980020000	등록	열차자동정지장치 및 그 운행 자동제어방법(ATS AND ATS CONTROL METHOD TO DRIVE TRAIN AUTOMATICALLY)	김봉택	○

국내 특허 기술로는 ATS 등을 이용한 운전, 열차 자동 운전 등에 관련된 특허가 나타나 있다. 에너지 절감 차원에서 소비 전력의 패턴 및 지리학적인 특징(구배, KP 등)에 따른 최적 경제 운전에 관한 특허는 나타나 있지 않았다. 앞으로 에너지 절감 차원에서 소비 전력의 패턴, 지리학적인 특징 등을 반영한 경제 운전에 관련된 연구가 필요하다고 판단된다.

3. 국외 관련기술 특허동향분석

(1) 주변압기

검색키워드를 [제목=transformer*초록내용=(train+railroad+railway)]로 설정한 결과 총 53건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 2건, 미국등록특허 10건, 유럽공개특허 3건, PCT 3건, 독일 7건, 프랑스 8건, 일본 20건으로 분포되어 있다. 각 국가별 특허검색 결과 중에서 철도에 탑재되는 주변압기에 관련성을 가지고 있는 특허는 미국공개특허 1건, 미국등록특허 1건, 유럽공개특허 1건, PCT 1건, 독일 4건, 프랑스 3건, 일본 10건으로 분류되었으며, 주요 특허출원기관으로는 Siemens, Alstom, ABB, Hitachi, Toshiba 등의 열차 전장품 제작사들로 조사되었다.

주요 특허기술들은 주변압기의 모니터링, 주변압기의 Winding 문제 해결 방안, 소음저감 방안 및 최대 출력을 낼 수 있도록 하는 방안 등에 대한 특허가 주류를 이루고 있으며, 아래의 표와 같이 출원 국가별 주변압기 주요 특허기술 목록을 정리하였다.

<출원국가별 주변압기 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국공개	-REDUCING INRUSH CURRENT WHEN TRANSFORMER IN ELECTRIC VEHICLE IS CONNECTED TO POWER(DAVID MICHAEL BROOKS : 개인)	1건
미국등록	-COMPENSATING DEVICE SUITABLE FOR USE IN RAILWAY CAR TRANSFORMERS(HYDAC TECHNOLOGY GMBH)	1건
유럽공개	-TRANSFORMER ARRANGEMENT AND MULTILEVEL CONVERTER(ABB TECHNOLOGY AG) -TRACTION TRANSFORMER AND METHOD FOR MONITORING AN OPERATING STATUS OF A TRACTION TRANSFORMER(ABB SECHERON SA)	2건
PCT	-TRACTION TRANSFORMER AND METHOD FOR MONITORING AN OPERATING STATUS OF A TRACTION TRANSFORMER(ABB SECHERON SA)	1건

독일	-TRANSFORMER PRIMARY WINDING'S DC VOLTAGE PORTION COMPENSATING METHOD FOR ALTERNATING CURRENT-RAILWAY VEHICLE, INVOLVES USING CORRESPONDING BACK ELECTROMOTIVE FORCE FOR COMPENSATING DC VOLTAGE SUPPLY PORTION AT PRIMARY WINDING(SIEMENS AG) -MONITORING OF VOLTAGE SIGNALS USED TO CONTROL RAILWAY RELAY CIRCUIT-HAS VOLTAGES GENERATED BY SEPARATE TRANSFORMERS WITH OUTPUTS TO PHASE COMPARATOR BASED CIRCUIT CONTROLLING RELAY(SIEMENS AG) -DEVICE FOR CONVERTING DIRECT VOLTAGE TO ANOTHER DIRECT VOLTAGE VALUE DIVIDES ENERGY OF INPUT VOLTAGE INTO TWO RECTANGULAR PULSE TRAINS WITH EQUAL ENERGY, FEEDS TO TWO TRANSFORMERS OUT OF PHASE(ROBERT SEUFFER GMBH & CO) -PUSH PULL TRANSISTORISED INVERTER CONTROL CIRCUIT-HAS CLOCK PULSE GENERATOR AND TWO SWITCHING CIRCUITS WITH CONTROL TRANSFORMER, SWITCHING TRANSISTORS AND AUXILIARY VOLTAGE SOURCE(SIEMENS AG)	4건
프랑스	-RESISTOR'S AVERAGE SUPPLY POWER CONTROLLING METHOD, INVOLVES STARTING AND TERMINATING WAVE TRAIN BY CLOSING SWITCHES FOR PRESET DELAYS WITH RESPECT TO ZERO CROSSING OF VOLTAGE AT TERMINALS OF TRANSFORMER THAT IS SATURATED AT END OF TRAIN(AKA SA SOCIETE ANONYME) -POWER SUPPLY TRANSFORMER CONNECTING METHOD FOR E.G. TRAIN, INVOLVES CLOSING CIRCUIT BREAKER WHEN ALTERNATIVE VOLTAGE PRODUCED IN PRIMARY WINDING IS EQUAL TO AMPLITUDE AND PHASE OF VOLTAGE ON MONOPHASE POWER SUPPLY CATENARY(ALSTOM) -METHOD FOR DIAGNOSING WINDING FAULT ON TRANSFORMERS, COMPRISES MEASUREMENT OF IMPEDANCE OVER RANGES OF FREQUENCY AND CALCULATION OF THREE CORRELATION PRRAMETERS AND FOURTH TRANSFORMER PARAMETER(ALSTOM)	3건

일본	-DC TRANSFORMER FACILITY FOR ELECTRIC RAILROAD(FUJI ELECTRIC SYSTEMS CO LTD) -TRANSFORMER FOR COMPENSATION(WEST JAPAN RAILWAY CO) -NOISE REDUCING METHOD FOR FIVE-LEGGED CORE TRANSFORMER(FUJI ELECTRIC CO LTD) -SUSPENSION TRANSPORTATION SYSTEM OF TRANSFORMER(MEIDENSHA CORP) -TRANSFORMER CONVEYING METHOD(HITACHI LTD) -LARGE CAPACITY TRANSFORMER(HITACHI LTD) -TRANSFORMER FOR CONVERTING ALTERNATING CURRENT AND DIRECT CURRENT(TOSHIBA CORP) -TRANSFORMER(HITACHI LTD) -TRANSFORMER COIL CONSTRUCTION(HITACHI LTD) -FOIL WOUND TRANSFORMER(TOSHIBA CORP)	10건

(2) 주전력변환장치

검색키워드를 제목=(converter+inverter)*초록내용=(train+railroad+railway)로 설정한 결과 총 747건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 57건, 미국등록특허 193건, 유럽공개특허 42건, PCT 50건, 독일 68건, 프랑스 10건, 일본 327건으로 분포되어 있다. 각 국가별 특허검색 결과 중에서 철도에 탑재되는 C/I에 관련성을 가지고 있는 특허는 미국공개특허 3건, 미국등록특허 6건, 유럽공개특허 5건, PCT 5건, 독일 9건, 프랑스 1건, 일본 8건으루 분류되었으며, 주요 특허 출원 기관으로는 ABB, Alstom, Bombardier, Hitachi, Siemens, Fuji 등의 열차 전장품 및 전기기기 제작사들로 조사되었다.

주요 특허기술로는 우리나라 특허와는 다르게 모니터링 기술에 대한 것은 잘 나타나지 않았고, Converter/Inverter 제어기술 등 전력전자 소자의 제어기술 등에 대한 특허가 주류를 이루고 있으며, 아래의 표와 같이 출원 국가별 Converter/Inverter 주요 특허기술 목록을 정리하였다.

<출원국가별 C/I 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국공개	-HYDRODYNAMIC TORQUE CONVERTER DEVICE FOR AN AUTOMOTIVE DRIVE TRAIN(LUK LAMELLEN UND KUPPLUNGSBAU BETEILIGUNGS KG) -MULTILEVEL CONVERTER ARRANGEMENT AND USE THEREOF(ABB RESEARCH LTD) -SYSTEM AND PROCESS FOR POWER SUPPLY TO A RAILWAY VEHICLE, CONVERTER, CONTROL UNIT, AND AIR-CONDITIONING UNIT FOR THE SYSTEM(ALSTOM TRANSPORT SA)	3건
미국등록	-A-C or D-C to D-C CONVERTER FOR DUAL CURRENT LOCOMOTIVES WITH D-C MOTORS(JEUMONT-SCHNEIDER CORPORATION) -COMMON TURN-OFF CIRCUIT FOR A THYRISTOR POWER CONVERTER(ASEA BROWN BOVERI AG) -INVERTER CONTROL APPARATUS(HITACHI, LTD.) -D.C.-A.C. POWER CONVERTER WITH MULTIPLE CONVERSIONS(KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) -MULTILEVEL AC/DC CONVERTER FOR TRACTION APPLICATIONS(ABB RESEARCH LTD) -MULTILEVEL CONVERTER AND METHOD OF CONVERTING A SUPPLY VOLTAGE(ABB TECHNOLOGY AG)	6건
유럽공개	-POWER CONVERTER, IN PARTICULAR FOR RAILWAY TRACTION VEHICLE(BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH) -MULTILEVEL AC/DC CONVERTER FOR TRACTION APPLICATIONS(ABB RESEARCH LTD) -MULTILEVEL CONVERTER ARRANGEMENT AND USE THEREOF(ABB RESEARCH LTD) -POWER CONVERTER SYSTEM FOR RAILWAY VEHICLES(HITACHI, LTD.) -RAILWAY REGENERATIVE POWER ABSORPTION CONTROL METHOD, DEVICE THEREOF AND POWER CONVERTER CONTROL DEVICE(HITACHI, LTD.)	5건

PCT	-MULTILEVEL CONVERTER ARRANGEMENT AND USE THEREOF(ABB RESEARCH LTD) -MULTILEVEL CONVERTER AND METHOD OF CONVERTING A SUPPLY VOLTAGE(ABB TECHNOLOGY AG) -MULTILEVEL AC/DC CONVERTER FOR TRACTION APPLICATIONS(ABB RESEARCH LTD) -DETECTING A FAILURE IN A CONVERTER-LOAD SYSTEM(BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH) -TRANSFERRING ELECTRIC POWER FROM A PRIMARY SIDE TO A SECONDARY SIDE OF A CONVERTER(BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH)	5건
독일	-METHOD FOR STARTING AND SHUTTING DOWN A RAILWAY CONVERTER, USING THE DIRECT CONVERTER WHICH IS REQUIRED FOR SLIP SUPPLY(LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) -DEVICE FOR ELECTRICALLY EQUIPPING D.C. CHOPPER CONVERTER RAILWAY VEHICLES(LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) -CONVERTER SYSTEM HAVING AN INTERMEDIATE-CIRCUIT DC VOLTAGE WHICH IS OBTAINED BY MEANS OF A RECTIFIER(LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) -DEVICE FOR SUPPLYING A THREE-PHASE INSULAR NETWORK FROM A SINGLE-PHASE RAILWAY NETWORK VIA A RAILWAY CONVERTER(LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) -STATIC POWER CONVERTER FOR RAILWAY TRACTION CURRENT SUPPLY(ASEA BROWN BOVERI AG) -SELF-VENTILATING RAILWAY DRIVING MECHANISM FOR LOCAL-SERVICE RAIL CARS, HAS A POWER CONVERTER, A SELF-COOLED ELECTRIC MOTOR AND AN AIR-CONDUCTING CHANNEL(SIEMENS AG) -METHOD FOR PREDICTIVE CURRENT LIMITING IN A SOLID-STATE RAILWAY CURRENT CONVERTER(AEG WESTINGHOUSE TRANSPORT-SYSTEME GMBH) -CONTROLLING RECTIFIERS IN AC INVERTER FOR	9건

	LOCOMOTIVE TRACTION-FORMING AC RATED VALUE BY MULTIPLYING REGULATING SIGNAL WITH SINUSOIDAL SIGNAL AT FREQUENCY OF AC ACTUAL VALUE(ASEA BROWN BOVERI AG) -ELECTRICAL LARGE COMPONENT E.G. TRACTION INVERTER, ASSEMBLY FOR USE IN DOUBLE-STACK TRAIN E.G. RAIL VEHICLE, HAS LARGE COMPONENT ARRANGED IN ENCLOSURE OF RAIL BODY OF TRAIN, WHERE ENCLOSURE IS ACCESSIBLE FROM SIDEWALL OF TRAIN(SIEMENS AG)	
프랑스	-RAIL TRNSIT CAR E.G. TRAMCAR, HAS REGULATION BLOCK CONTROLLING ACTIVE POWER DELIVERED BY AUXILIARY CONVERTER ON POWER SET POINT ASSOCIATED TO THREE PHASE FUNDAMENTAL FREQUENCY ON BUS BY MONOTONOUS CONTINUOUS FUNCTION DEFINED IN MEMORY(ALSTOM TRANSPORT SA)	1건
일본	-READHESIVELY CONTROLLING METHOD FOR INVERTER ELECTRIC VEHICLE AT SLIPPING/SLIDING TIME(RAILWAY TECHNICAL RES INST) -SERIES OPERATION CIRCUIT OF DC-DC CONVERTER(FUJI ELECTRIC CO LTD) -CONTROL METHOD OF PULSE WIDTH MODULATION CONVERTER(FUJI ELECTRIC CO LTD) -CONTROL METHOD OF REGENERATIVE INVERTER FOR ELECTRIC RAILROAD AND APPARATUS THEREOF(MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD) -REDUCTION SYSTEM FOR DC SIDE HARMONIC DISTURBED CURRENT AT SINGLE-PHASE INVERTER(FUJI ELECTRIC CO LTD) -INVERTER(FUJI ELECTRIC CO LTD) -REVERSIBLE STATIC POWER CONVERTER FOR DC ELECTRIC RAILWAY(TOSHIBA CORP) -POWER CONVERTER FOR ELECTRIC RAILWAY SUBSTATION(MITSUBISHI ELECTRIC CORP)	8건

(3) 주전동기

검색키워드를 제목=(motor)*초록내용=(train+railroad+railway)로 설정한 결과 총 2,791건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 306건, 미국등록특허 627건, 유럽공개특허 148건, PCT 345건, 독일 592건, 프랑스 183건, 일본 590건으로 분포되어 있다. 각 국가별 특허검색 결과 중에서 철도에 탑재되는 전동기에 관련성을 가지고 있는 특허는 미국공개특허 4건, 미국등록특허 4건, 유럽공개특허 3건, PCT 6건, 독일 7건, 프랑스 2건, 일본 14건으로 분류되었으며, 주요 특허출원기관으로는 ABB, Siemens, Hitachi, Alstom 등의 열차 전장품 제작사들로 조사되었다.

주요 특허기술들은 전동기 설계, 자기부상열차에서의 선형 전동기, 전동기를 이용한 모니터링 및 부하 고조파 감소 등의 기술에 대한 특허가 주류를 이루고 있으며, 아래의 표와 같이 출원 국가별 전동기 주요 특허기술 목록을 정리하였다.

<출원국가별 전동기 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국공개	-MOTOR-VEHICLE CARRYING RAILCAR WITH IMPROVED SIDEWALL STRUCTURE(THRALL CAR MANUFACTURING COMPANY) -RAILROAD LOCOMOTIVE TRACTION MOTOR ISOLATION(개인) -SLEEVED MOTOR SUSPENSION UNIT(개인) -PASSENGER CONVEYING SYSTEM COMPRISING A SYNCHRONOUS LINEAR MOTOR(SIEMENS AG)	4건
미국등록	-CONTROL SYSTEM FOR A DRIVE HAVING AN ASYNCHRONOUS MOTOR(ABB DAIMLER-BENZ TRANSPORTATION GMBH) -SYNCHRONOUS POSITION CORRECTION SYSTEM FOR A LINEAR SYNCHRONOUS MOTOR TRAIN : (HITACHI, LTD.) -APPARATUS FOR RAIL OPERATION COMPRISING A LONG-STATOR LINEAR MOTOR(SIEMENS AG) -METHOD OF CONTROLLING THE DRIVE TRAIN OF A MOTOR VEHICLE, AND INTEGRATED DRIVE TRAIN CONTROL SYSTEM(SIEMENS AG)	4건

유럽공개	-LINEAR MOTOR(HITACHI, LTD.) -CONTROL APPARATUS FOR INDUCTION MOTOR AND ELECTRIC ROLLING STOCK(HITACHI, LTD.) -DC HIGH-SPEED VACUUM CIRCUIT BREAKER AND ELECTRIC MOTOR VEHICLE EQUIPPED WITH THIS CIRCUIT BREAKER(HITACHI, LTD.)	3건
PCT	-MOTOR-DRIVEN BOGIE FOR A STREETCAR(ALSTOM) -SECTION SWITCHING PROCESS FOR RAILWAY SYSTEMS WITH A LONG STATOR LINEAR MOTOR(SIEMENS AG) -ELECTRIC MOTOR DRIVE(SIEMENS AG) -SYSTEM FOR A VEHICLE, COMPRISING A LINEAR MOTOR WITH A LONG STATOR ALONG THE TRACK(SIEMENS AG) -PERSON CONVEYING SYSTEM COMPRISING A SYNCHRONOUS LINEAR MOTOR(SIEMENS AG) -POWER SUPPLY UNIT FOR THE MOTOR OF A MAGNETIC LEVITATION RAILWAY SYSTEM(SIEMENS AG)	6건
독일	-LINEAR MOTOR POWRED TRAIN OPTIMUM DRIVE DETERMINING SYSTEM-HAS FRONT AND REAR END OSCILLATORS SIGNALLING TRACKSIDE COMPUTER VIA INDUCTIVE COUPLING FOR TRAIN LENGTH PHASE CORRECTION(HITACHI, LTD.) -DRIVE SYSTEM FOR ELECTRIC MOTOR-DRIVEN RAILWAY VEHICLE ENABLES INSTALLATION COSTS FOR PERMANENT WAY TO BE CONSIDERABLY REDUCED WITHOUT DEPARTING FROM PROVEN PRINCIPLE OF ELECTRIC MOTOR DRVIE(SIEMENS AG) -SELF-VENTILATING RAILWAY DRIVING MECHANISM FOR LOCAL-SERVICE RAIL CARS, HAS A POWER CONVERTER, A SELF-COOLED ELECTRIC MOTOR AND AN AIR-CONDUCTING CHANNEL(SIEMENS AG) -TRACTION DRIVE FOR ELECTRICAL RAILWAY LOCOMOTIVES, HAS AT LEAST ONE SYNCHRONOUS RELUCTANCE MOTOR; ELECTRICAL RAILWAY LOCOMOTIVE IS IMPLEMENTED AS CARGO LOCOMOTIVE(SIEMENS AG)	7건

	-RAILWAY VEHICLE CHASSIS HAS EMERGENCY HOLDING DEVICE WITH WHICH DRIVE MOTOR CAN BE CAUGHT IF ATTACHMENT DEVICE TO CHASSIS FAILS(SIEMENS AG) -CONTROL CIRCUIT FOR DC MOTOR SPEED AND DIRECTION-CONTAINS THREE PAIRS OF OPERATIONAL AMPLIFIERS FOR VARIATION OF MULTIVIBRATOR PULSE WITH ACCORDING TO POTENTIOMETER POSITION(SIEMENS AG) -PROCESS TO MONITOR THE CONDITION OF RAILWAY LINES HAS LOCOMOTIVE WITH A NOSE-AND-AXLE SUSPENDED MOTOR AND DATA LOGGER(SIEMENS AG)	
프랑스	-SUBWAY TRAIN, HAS BACKUP POWER SUPPLY WITH SET OF BATTERIES DIMENSIONED FOR PROVIDING SUFFICIENT USEFUL ELECTRIC ENERGY TO MOTORS TO DRIVE TRAIN FOR DISTANCE OF THREE HUNDRED METERS IN CASE OF LOSS OF MAIN ELECTRIC POWER SUPPLY(ALSTOM) -PASSENGER RAIL TRANSPORT VEHICLE, WITH CENTRAL MOTORISED SECTION(ALSTOM)	2건
일본	-CONTROL SYSTEM FOR A DRIVE HAVING AN ASYNCHRONOUS MOTOR(ABB DAIMLER-BENZ TRANSPORTATION GMBH) -MOVING DEVICE FOR LINEAR MOTOR CAR(HITACHI, LTD.) -SECONDARY CONDUCTOR FOR LINEAR MOTOR(HITACHI, LTD.) -FREQUENCY CONTROL SYSTEM OF LINEAR MOTOR TYPE ELECTRIC RAILCAR(HITACHI, LTD.) -SPEED CONTROLLER FOR LINEAR MOTOR TYPE ELECTRIC RAILCAR(HITACHI, LTD.) -POWER SUPPLYING DEVICE FOR LINEAR MOTOR(HITACHI, LTD.) -EXCITER OF LINEAR MOTOR(HITACHI, LTD.) -LINEAR MOTOR DRIVEN TYPE ELECTRIC RAILWAY (HITACHI, LTD.) -LINEAR MOTOR FOR VEHICLE(HITACHI, LTD.)	14건

	-LINEAR MOTOR DRIVING DEVICE FOR RAILWAY TRAIN(HITACHI, LTD.) -AUTOMATIC OPERATION CONTROLLING METHOD FOR ELECTRIC MOTOR VEHICLE(HITACHI, LTD.) -CONTROL SYSTEM FOR INDUCTION MOTOR TYPE ELECTRIC RAILWAY CAR(HITACHI, LTD.) -LINEAR MOTOR GAP MEASURING APPARATUS(HITACHI, LTD.) -METHOD AND SYSTEM FOR REGULATING POWER DEMANDED BY RAIL MOTOR(ALSTOM)	

(4) 판토그래프

검색키워드를 [제목=pantograph*초록내용=(train+railroad+railway)]로 설정한 결과 총 67건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 1건, 미국등록특허 2건, 유럽공개특허 7건, PCT 3건, 독일 2건, 프랑스 4건, 일본 48건으로 분포되어 있다. 각 국가별 특허검색 결과 중에서 철도에 탑재되는 판토그래프에 관련성을 가지고 있는 특허는 미국공개특허 1건, 미국등록특허 2건, 유럽공개특허 5건, PCT 2건, 독일 2건, 프랑스 3건, 일본 20건으로 분류되었으며, 주요 특허출원기관으로는 Siemens, Hitachi 등의 대기업과 일본의 RTRI 등에서 많은 특허를 출원 등록 하였다.

주요 특허기술들은 판토그래프에서의 집전 성능 향상을 위한 기술, 소음 저감 방안, 압상력 측정 방법 등에 대해 나타나 있고, 아래의 표와 같이 출원 국가별 판토그래프 주요 특허 기술 목록을 정리하였다.

<출원국가별 판토그래프 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국공개	-MODEL VEHICLE WITH AUTOMATED PANTOGRAPH : LIONEL L.L.C.	1건
미국등록	-PANTOGRAPH EMERGENCY LOWERING SYSTEM : GENERAL ELECTRIC COMPANY -DEVICE FOR ADJUSTING THE BEARING FORCE OF A PANTOGRAPH ON A CATENARY WIRE AND PROCESS RELATING THERETO : FAIVELEY TRANSPORT	2건

유럽공개	-PANTOGRAPH SUPPORTING SYSTEM FOR A RAILWAY VEHICLE WITH VARIABLE TRIM CARBODY : FIAT FERROVIARIA S.P.A. -A SYSTEM TO IMPROVE THE ELECTRICAL COLLECTION BY THE PANTOGRAPHS OF AN ELECTROMOTIVE TRAIN : OFFICINA FRATELLI BERTOLOTTI S.P.A. -PANTOGRAPH FOR VARIABLE-INCLINATION TRAINS : SO.C.I.MI SOCIETA COSTRUZIONI -CARBON CURRENT COLLECTING CONTACTOR AND PANTOGRAPH ASSEMBLY : AIRCO, INC. -ELECTRO-PNEUMATIC SYSTEM FOR CONTROLLING PUSH OF SHOES OF PANTOGRAPHS FOR ELECTRIC-POWERED VEHICLES, IN PARTRICULAR TRAINS : 개인	5건
PCT	-A PANTOGRAPH CONTROL ASSEMBLY : WALKERS LIMITED -DETECTION SYSTEM FOR THE STATE OF TRAIN PANTOGRAPHS : ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS (ADIF)	2건
독일	-ARRANGEMENT FOR RAISING AND LOWERING A MODEL PANTOGRAPH FOR MODEL TRAINS HAS DRIVE THAT CONTROLS AXIS FOR CARRYING OUT MOVEMENT AND IS FIXED TO HOUSING AND ACTS UPON SPRINGS OF PANTOGRAPH : GERKE, ECKHARD VON -PNEUMATIC CONTROL FOR RAIL VEHICLE ELECTRIC PANTOGRAPH HAS APPLICATOR CONTROL BY PILOT CIRCUIT TO RERGULATE HEAD APPLICAITON PRESSURE : SIEMENS AG	2건
프랑스	-RAILWAY LOCOMOTIVE CURRENT PICK-UP PANTOGRAPH SELECTOR AND REGULATOR HAS ACTUATOR SELECTION SYSTEM, MODE REGULATOR AND POWER/SOURCE ACTUATOR LINK : FAIVELEY TRANSPORT -PNEUMATIC CONTROL FOR RAIL VEHICLE ELECTRIC PANTOGRAPH HAS APPLICATOR CONTROL BY PILOT CIRCUIT TO REGULATE HEAD APPLICATION PRESSURE :	3건

	SIEMENS AG -TRACTION LOCOMOTIVE WITH ELECTRICAL POWER TAKE-OFF ON AN OVERHEAD CONTACT LINE(CATENARY) USING A PANTOGRAPH(CURRENT COLLECTOR) : SARDOU MAX	
일본	-PANTOGRAPH AND METHOD OF IMPROVING FOLLOWING CHARACTERISTICS OF PANTOGRAPH(RAILWAY TECHNICAL RES INST) -PANTOGRAPH RECOVERING DEVICE(JAPANESE NATIONAL RAILWAYS) -APPARATUS FOR LUBRICATING COLLECTOR SHOE OF PANTOGRAPH(HITACHI LTD) -PANTOGRAPH NOISE REDUCTION STRUCTURE FOR RAILWAY CAR(MITSUBISHI HEAVY IND LTD) -TRAVELING WIND CONTROLLER FOR PANTOGRAPH(KAWASAKI HEAVY IND LTD) -PANTOGRAPH(WEST JAPAN RAILWAY CO) -PANTOGRAPH COVER(KINKI SHARYO CO LTD) -LIFT CONTROL BLADE FOR SINGLE ARM TYPE PANTOGRAPH(TOYO ELECTRIC MFG CO LTD) -PANTOGRAPH SUPPORTING DEVICE FOR PENDULUM TYPE TRAIN(NIPPON SHARYO SEIZO KAISHA LTD) -TROLLEY TRACKING BLADE LIFT TYPE PANTOGRAPH(HENMI TAKASHI) -PANTOGRAPH CONTACT LOSS MEASURING METHOD AND PROCESSING CIRCUIT THEREFOR(RAILWAY TECHNICAL RES INST) -NOISE INSULATOR FOR PANTOGRAPH(HITACHI LTD) -LOW RESISTANCE TYPE NOISE INSULATION EQUIPMENT FOR PANTOGRAPH(HITACHI LTD) -PANTOGRAPH FOR RAILWAY VEHICLE(TOYO ELECTRIC MFG CO LTD) -PANTOGRAPH LATERAL SLIDING UNIT FOR RAILWAY VEHICLE AND CONTROLLING METHOD THEREFOR(SUMITOMO METAL IND LTD) -METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING VIBRATION AND ACCELERATION OF PANTOGRAPH	20건

	SHOE(WEST JAPAN RAILWAY CO) -PANTOGRAPH CONTACT FORCE MEASURING METHOD(RAILWAY TECHNICAL RES INST) -PANTOGRAPH FOR HIGH-SPEED TRAIN(SAKATA MICHIO) -PANTOGRAPH LIFT ESTIMATING SYSTEM AND ESTIMATING METHOD(RAILWAY TECHNICAL RES INST) -PANTOGRAPH-SUPPORTING INSULATOR AND PANTOGRAPHING DEVICE(CENTRAL JAPAN RAILWAY CO)	

(5) 고압보호회로

검색키워드를 [제목=(protection circuit)*초록내용=(train+railroad+railway)]로 설정한 결과 총 7건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국등록 특허 2건, 일본 PAJ 3건, 독일 2건으로 분포되어 있다. 주요특허출원기관으로는 MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD, Square D Company 등의 철도분야 전기 관련 제작사 및 연구기관들로 조사되었다.

주요 특허기술로는 surge 등에 대한 보호, 과전압에 대한 보호 회로 등에 대한 특허들이 있었고, 국내 특허와는 달리 보호회로에 대한 자세한 설계 방법 등이 나타나 있다.

<출원국가별 고압보호회로 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국등록	-Protection circuit for railroad signaling high voltage surge protection circuit (Square D Company) -Motor protection circuit (Allen-Bradley Company)	2건
일본PAJ	-SPEAKER PROTECTION CIRCUIT DRIVE SIGNAL GENERATOR (NIPPON HOSO KYOKAI <NHK>) -PROTECTION CIRCUIT FOR FUNCTIONAL ELEMENT FOR MAGNETIC BUBBLE ELEMENT (NEC CORP) -PROTECTION CIRCUIT (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD)	3건
독일	-Overvoltage protection circuit breaker (ELSAESSER WERNER) -Overload protection circuit for transistor amplifier - has attenuator in amplifier input circuit responding to temp. and to overcurrent and overvoltage at output (개인)	2건

(6) 보조전원장치

검색키워드를 [제목=(Auxiliary power supply)*초록내용=(train+railroad+railway)]로 설정한 결과 총 3건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 일본 PAJ 3건으로만 분포되어 있다. 주요특허출원기관으로는 TOSHIBA CORP, FUJI ELECTRIC SYSTEMS CO LTD 등의 전자업계 대기업 및 연구기관들로 조사되었다.

해외 특허 기술로는 전체적인 보조 전원 장치 시스템의 회로 및 제어 로직 등이 나타났으며, 고속 스위칭으로 인한 발열 등에 대한 냉각 방식도 소개되었다. 해외의 기술등은 연장 급전에 대한 기술은 나타나 있지 않았으며, 보통 회로 및 제어 방식에 대한 특허가 주류를 이루었다.

<출원국가별 보조전원장치 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
일본PAJ	-AUXILIARY POWER SUPPLY FOR ELECTRIC VEHICLE (TOSHIBA CORP) -AUXILIARY POWER SUPPLY FOR RAILROAD VEHICLE (TOSHIBA CORP) -COOLING DEVICE AND AUXILIARY POWER SUPPLY FOR ELECTRIC RAILWAY VEHICLE (FUJI ELECTRIC SYSTEMS CO LTD)	3건

(7) 냉난방환기장치

검색키워드를 [제목=(ventilation)*제목=(train+railroad+railway)]로 설정한 결과 총 30건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 미국등록특허 1건, 유럽공개특허 11건, PCT 2건, 일본 PAJ 8건, 독일 8건으로 분포되어 있다. 주요특허출원기관으로는 SIEMENS, HITACHI, ALSTOM, KAWASAKI HEAVY INDUSTRY 등의 고속열차 관련 대기업 및 연구기관들로 조사되었다.

해외특허기술로는 고속철도와 관련된 냉난방환기장치 및 열차 내의 기기들의 냉난방환기장치가 주류를 이루고 있었다. 국내에서도 고속철도와 관련된 냉난방환기장치 및 모터 등의 기기에서의 냉난방환기장치의 연구가 진행되어야 한다고 판단된다.

<출원국가별 냉난방환기장치 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국등록	-Ventilating equipment for railway rolling stock and operating method thereof (Hitachi, Ltd.)	1건
유럽공개	-Device and method for ventilating of electrical equipment mounted in a railway vehicle (Alstom) -Ventilation device for railway traction motor (Alstom) -Ventilating device for a railway vehicle (ABB) -Device for ventilating at least one traction motor and/or one cooling system of a railway traction unit and railway traction unit provided with such a device (SLM) -Ventilating equipment for railway rolling stock and operating method thereof (Hitachi) -Device for the ventilation of railway traction engines and for filtering the ventilation air (GEC ALSTHOM SA) -Heating and ventilation device for a railway carriage constituted by two end compartments with a single deck and a central compartment with two decks (GEC ALSTHOM SA) -Ventilation slots for fast moving vehicles, especially railway vehicles (BROWN, BOVERI & CIE) -Ventilation device for the loading space of closed railway wagons (Waggon Union GmbH) -Unit for ventilating railway vehicle equipment (ALSTOM)	10건
PCT	-VENTILATION SYSTEM FOR RAILWAY TUNNELS (ANSALDO) -RAILWAY VEHICLE VENTILATION AND AIR-CONDITIONING SYSTEM (NAGOLKIN)	2건
일본 PAJ	-RECIPROCATING TYPE VENTILATION DEVICE FOR HIGH-SPEED RAILWAY VEHICLE (JAPANESE NATIONAL RAILWAYS<JNR>) -VENTILATION DEVICE FOR RAILWAY ROLLING STOCK (CALSONIC CORP) -VENTILATING DEVICE FOR TOILET FOR RAILWAY STOCK (CALSONIC CORP) -VENTILATION EQUIPMENT FOR RAILWAY ROLLING STOCK (HITACHI LTD)	8건

	-VENTILATION ASSEMBLY FOR RAILWAY VEHICLE DEVICE (ALSTOM) -EQUIPMENT BOX FOR RAILWAY ROLLING STOCK AND ITS VENTILATION METHOD (WEST JAPAN RAILWAY CO.) -AIR-CONDITIONING VENTILATION SYSTEM OF RAPID TRANSIT RAILROAD VEHICLE (KAWASAKI HEAVY IND LTD) -AIR-CONDITIONING VENTILATION SYSTEM OF HIGH-SPEED RAILROAD VEHICLE (KAWASAKI HEAVY IND LTD)	
독일	-Ventilation for high speed railway carriage (개인) -Heating/ventilation system for passenger areas in railway carriages for local traffic (DEUTSCHE WAGGONBAU AG) -Self-ventilating railway driving mechanism for local-service rail cars, has a power converter, a self-cooled electric motor and an air-conducting channel (SIEMENS) -An adhesive- and filler containing material useful as a heat insulation and vibration damping material in aircraft, automobiles, railway carriages, music equipment, radio reception, and ventilation systems (개인) -Multi-layer seal for railway tunnel - incorporates ventilated chambers which are vacuum tested and where leaking can be filled (개인) -Electrical heating or ventilation equipment for railway carriage - has unit surrounded on bracket with aligned electrical connectors (IBEG MASCH & GERAETEBAU) -Air vent for ventilation system of motor vehicle e.g. railway vehicle, has air duct, and device for influencing air flow, where common maximum cross section of air duct flows in all operation cases and has spherical or rectangular shape (BEHR GMBH & CO KG) -Sand discharge system for emergency braking of railway locomotive or wagon has combined sand heating and drying unit with forced ventilation (KNORR BREMSE SYSTEME)	8건

(8) Battery Charger

검색키워드를 [제목=(batterry charger)*초록내용=(train+railroad+railway)]로 설정한 결과 총 5건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국등록특허 3건, 일본 PAJ 2건으로 분포되어 있다. 주요특허출원기관으로는 KAWASAKI HEAVY IND LTD, Jetronic Industries, Inc., Eaton Corporation 등의 철도차량 제작 대기업과 전자관련 기업 및 연구기관들로 조사되었다.

해외 특허 기술로는 보조 전원 장치에 사용되는 Battery Charger의 기술이 나타났고, 전원을 저장하는 기술로 해외 추세이기도 한 SuperCapacitor 및 DLC(Double Layered Capacitor)기술 등의 국내 개발이 필요하다고 생각된다.

<출원국가별 Battery Charger 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국등록	-Battery charger (Jetronic Industries, Inc.) -Pulse width modulation inverter with battery charger (Eaton Corporation) -Temperature compensated, regulated power supply and battery charger for railroad signal use (Safetran Systems Corporation)	3건
일본PAJ	-BATTERY CHARGER OF RAILROAD VEHICLE (KAWASAKI HEAVY IND LTD) -DEVICE FOR PRODUCING OUTPUT SIGNAL TO INDICATE OPERATING STATE OF MONITORED CIRCUIT, BATTERY CHARGER FOR CHARGING BATTERY, AND METHOD FOR CREATING STATUS INFORMATION RELATING TO MONITORED CIRCUIT (LINEAR TECHNOL COR)	2건

(9) 대차

검색키워드를 [전체검색=(Bogie)*초록내용=(train+railroad+railway)]로 설정한 결과 총 1,026건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 97건, 미국등록특허 300건, 유럽공개특허 162건, PCT 127건, 독일 120건, 프랑스 34

건, 일본 186건으로 분포되어 있다. 각 국가별 특허검색 결과 중에서 고속철도차량 대차에 관련성을 가지고 있는 특허는 미국등록특허 6건, 유럽공개특허 7건, PCT 4건, 독일 3건, 프랑스 1건, 일본 4건으로 분류되었으며, 주요특허출원기관으로는 Mitsubish Heavy Industry, ABB, Hitachi, KRRI 등의 고속열차 관련 제작사 및 연구기관들로 조사되었다.

해외 특허 기술로는 능동조향대차, 레이저 센서 등을 통한 대차 제어, 고속철도에서의 대차 설계 등에 대한 기술이 주류를 이루었고, 국내에서도 대차 설계, 해석 기술 ,대차 진동 특성 계측 및 제어 기술 개발을 통한 특허 출원이 필요하다고 판단된다.

<출원국가별 대차 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국등록	-Railway car bogie with axle bearings centered on bogie axle (개인) -High speed bogie(Maschinenfabrik Augsburg-Nurnberg Aktiengesellschaft) -Braking device for railroad bogie running at high speed (Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi (ACEC)) -Pneumatic-spring bogie (Man Guttehoffnungshutte GmbH) -Railroad vehicle bogie (Krauss-Maffei Aktiengesellschaft) -Bogie for high-speed rail vehicles (ABB Henschel Waggon Union GmbH)	6건
유럽 공개	-Single axle and independent wheels bogie for a railway vehicle (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.) -Device for improving warp stiffness of a railcar bogie (AMSTED Industries Incorporated) -BOGIE FOR HIGH-SPEED RAILWAY VEHICLES (ABB HENSCHEL WAGGON UNION GmbH) -A bogie, in particular for high speed rolling stock (BREDA COSTRUZIONI FERROVIARIE S.p.A.) -Railway car bogie (개인) -Bogie mounting (ASSOCIATED ELECTRICAL INDUSTRIES LIMITED) -Bogie for wagons of high-speed freight trains (FIAT FERROVIARIA SAVIGLIANO S.p.A.)	7건

PCT	-COUPLABLE BOGIE DESIGNED TO CARRY AND TILT A RAILWAY-CARRIAGE BODY (SIG SCHWEIZERISCH INDUSTRIE-GESELLSCHAFT) -BOGIE FOR HIGH-SPEED RAILWAY VEHICLES (ABB HENSCHEL WAGGON UNION GMBH) -ACTIVE STEERING BOGIE FOR RAILWAY VEHICLES USING LEVERAGE (KOREA RAILROAD RESEARCH INSTITUTE) -STEERING BOGIE FOR RAILWAY VEHICLES (KOREA RAILROAD RESEARCH INSTITUTE)	4건
일본PAJ	-STEERING DEVICE FOR RAILWAY ROLLING STOCK BOGIE (HITACHI LTD) -BOGIE STRUCTURE OF RAILROAD VEHICLE (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) -WHEEL SET HAVING GAUGE VARIABLE MECHANISM AND BOGIE (RAILWAY TECHNICAL RES INST , NIPPON SHARYO SEIZO KAISHA LTD , SUMITOMO METAL IND LTD) -DRIVING DEVICE FOR ROLLING STOCK AND BOGIE (RAILWAY TECHNICAL RES INST , SUMITOMO METAL IND LTD)	4건
독일	-High speed railway vehicle bogie mounting - has linked swivelling levers with lugs hinging axle bushing via flat guide plates (개인) -Tandem running gear for bogies of high-speed rail vehicles (RACKOW AXEL) -Tracking control of railway vehicle using laser triangulation sensors - detecting incorrect bogie wheel tracking by reflection and generating correction pulses (BOCHUMER EISEN HEINTZMANN)	3건
프랑스	-Arrangement of the brakes on a rail-vehicle bogie.(BUDD CO.)	1건

(10) 윤축 (wheel axle)

검색키워드를 [제목=(Wheel axle)]*[초록=(train+rail)] 설정한 결과 총 14건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 1건, 미국등록특허 3건, 유럽공개특허 1건, PCT 2건, 독일 6건, 일본 1건으로 분포되어 있다. 각 국가별

특허검색 결과 중에서 고속철도차량 차체에 관련성을 가지고 있는 특허는 일본 1건으로 분류되었으며, 주요특허출원기관으로는 일본의 철도기관인 JAPANESE NATIONAL RAILWAYS이다.

해외 특허 기술로는 윤축에서의 윤활 구조에 관련된 특허가 있었고, 국내에서처럼 많은 특허가 나타나지 않았다.

<출원국가별 윤축 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
일본 PAJ	-LUBRICATION STRUCTURE IN WHEEL AXLE OF ELECTRIC TRAIN (JAPANESE NATIONAL RAILWAYS<JNR>)	1건

(11) 감속구동장치

검색키워드를 [제목=(reduction gear)]*[초록=(train+railroad+railway)] 설정한 결과 총 83건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 3건, 미국등록특허 11건, 유럽공개특허 3건, PCT 4건, 독일 5건, 프랑스 4건, 일본 53건으로 분포되어 있다. 주요특허출원기관으로는 Honda Motors, Mazda Motors, Nabco Ltd 등의 일본 대기업과 감속장치 관련 제조업체 및 연구기관으로 조사되었다.

해외 특허 기술로는 감속구동장치 제어기술, 제작기술 및 센서 응용 기술이 주류를 이루었다. 국내에서도 이런 센서 응용 기술 등을 개발할 필요가 있다고 판단된다.

<출원국가별 감속구동장치 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국공개	-Driving unit that comprises a hydraulic motor and a reduction gear (개인) -Reduction gear of a multi-range-gearbox for a vehicle (개인) -Flexible connection system between a planet carrier and the stationary support in a speed reduction gear train (Hispano-Suiza)	3건

미국등록	-Power shift transmission power train having a forward low speed gear train with dual reduction gear set means (개인) -Starter motor incorporating an epicyclic reduction gear mechanism (Lucas Industries) -Hub reduction gear unit (개인) -Reduction-distribution unit particularly suitable for industrial machines (Hurth Axle S.p.A.) -Final reduction gear unit for an automobile (개인) -Reduction gear unit (F.LLI Maris S.p.A.) -Winch with epicyclic final reduction gear drive (Lewmar Marine Limited) -Motorized reduction gear unit, in particular for driving a screen wiper in a motor vehicle (Valeo Systemes) -Flexible connection system between a planet carrier and the stationary support in a speed reduction gear train (Hispano-Suiza) -Position sensor with reduction gear train (Stoneridge Control Devices Inc.) -Driving unit that comprises a hydraulic motor and a reduction gear (Nabco Ltd.)	11건
유럽공개	-A driving unit that comprises a hydraulic motor and a reduction gear (Nabco Ltd.) -Reduction-addition unit particularly suitable for industrial machines (CLARK-HURTH COMPONENTS S.p.A.) -Manual drive system for shutter with epicycle reduction gear (SOMFY SAS)	3건
PCT	-MOTOR VEHICLE STARTER WITH REDUCTION GEAR COMPRISING MEANS FORMING TORSIONAL DAMPER (VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES) -IMPROVED REDUCTION GEAR UNIT (F.LLI MARIS S.P.A.) -PLANETARY REDUCTION GEAR WITH ECCENTRIC MESHING (ASSOTSIATSIA "ROSSIISKY DOM MEZHDUNARODNOGO) -LUBRICATION AND COOLING OF A REDUCTION GEAR WITH EPICYCLIC GEAR TRAIN (SNECMA)	4건

일본PAJ	-REDUCTION GEAR FOR VEHICLE (HONDA MOTOR CO LTD) -ECCENTRIC REFERENTIAL REDUCTION GEAR (TOKICO LTD) -REDUCTION GEAR (KAYABA IND CO LTD) -SPEED REDUCTION GEAR (TSUOISU KK) -CONTROL SPEED REDUCTION GEAR (개인) -DEVICE FOR CONTROLLING COMPOUND-CLUTCH-TYPE MULTISTAGE MECHANICAL REDUCTION GEAR (MAZDA MOTOR CORP) -REDUCTION GEAR OF HEADER AND THE LIKE (ASAHI OKUMA IND CO LTD) -LOCKED TRAIN TYPE REDUCTION GEAR (개인) -REDUCTION GEAR MECHANISM (DAI ICHI SEIKO CO LTD)	10건
독일	-Multi-step reduction gear train for pneumatic hoist - has one output gear for all planetary gear steps and directly formed in housing of tempered cast iron. (NEUHAUS J D FA) -Magnetically-driven conveying system for carrying passengers - has stator magnets along track and circulating magnets on train coupled via reduction gear to mechanical drive (BECKER WALTER GMBH) -Speed reduction gear train - is for exhaust gas turbocharger and has torsion bush to damp out torsional vibrations (DAIMLER BENZ AG) -Seat belt reel unit has length sensor with impedance track transmitter ring driven by reduction gear train to provide control disc child safety function (TRW REPA GMBH) -Multistep reduction gear in planetary type of construction has three planetary gear trains, at least six rotatable shafts, and at least five shift elements comprising brakes and clutches to effect different transmission ratios (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN)	5건
프랑스	-Vehicle rear wheel steering drive train - has worm and nut reduction gear from motor driving converter to linear movement of steering shaft using trapezoidal threads (KOYO SEIKO CO) -Speed reduction gear with epicycloid gear train (NIEL YVES) -Planetary reduction gear with two double eccentrics (DURAND FRANCOIS) -Epicyclic train speed reduction gear having two output speeds. (DEPONT GERARD)	4건

(12) 차체

검색키워드를 [전체검색=(Car body)*초록내용=(train+railroad+railway)]로 설정한 결과 총 2,839건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 472건, 미국등록특허 1684건, 유럽공개특허 97건, PCT 106건, 독일 6건, 프랑스 4건, 일본 470건으로 분포되어 있다. 각 국가별 특허검색 결과 중에서 고속철도차량 차체에 관련성을 가지고 있는 특허는 미국등록특허 6건, 유럽공개특허 2건, 일본 3건으로 분류되었으며, 주요특허출원기관으로는 Central Janpan Railway Co., Hitachi 등의 고속열차 관련 제작사 및 연구기관들로 조사되었다.

해외 특허 기술로는 차체 제조 기술, 차체 설계 등의 방법이 기술되어 있었고, 시험 방법 등에 관한 특허는 나타나지 않았다.

<출원국가별 차체 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국등록	-Railway car body structures and methods of making them using welded honeycomb panels connected in an edge to edge relation (Hitachi, Ltd.) -Freight car body reinforcement (Pullman Incorporated) -Car body for railway rolling stock and method for fabricating car body (Hitachi, Ltd.) -Aerodynamic fairing/brake for high-speed trains (Grumman Aerospace Corporation) -Air-conditioning system for a railroad train (Faiveley Transport) -Railway vehicle with a streamlined terminal portion (DaimlerChrysler Rail Systems GmbH)	6건
유럽 공개	-Railway car body structures and methods of making them (Hitachi, Ltd.) -Car body for railway rolling stock and method of fabricating car body (Hitachi, Ltd.)	2건
일본PAJ	-FAIL SAFE METHOD OF CAR BODY INCLINATION CONTROL, DEVICE, RAILROAD VEHICLE AND CURVE DETERMINING METHOD USED FOR THIS METHOD (SUMITOMO METAL IND LTD) -CAR BODY FOR RAILROAD HEAD CAR AND RAILROAD HEAD CAR USING THE CAR BODY (CENTRAL JAPAN RAILWAY CO.) -CAR BODY SUPPORTING DEVICE FOR RAILWAY ROLLING STOCK (CENTRAL JAPAN RAILWAY CO.)	3건

(13) 제동장치

검색키워드를 [제목=(brake system)]*[초록=(train+railroad+railway)] 설정한 결과 총 147건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 12건, 미국등록특허 81건, 유럽공개특허 15건, PCT 17건, 독일 13건, 일본 9건으로 분포되어 있다. 주요특허출원기관으로는 New York Air Brake Corporation, Westinghouse Air Brake Technologies Corporation, RAILWAY TECHNICAL RES INST, Bosh Gmbh, Dimler Chrysler 등의 대기업과 철도차량 제동장치 관련 제조업체 및 연구기관으로 조사되었다.

해외특허 기술로는 전기제동 즉, 전기와 기계가 혼합된 기술들이 주류를 이루었고, 제동에 필요한 디스크의 재료 관련 기술들도 나타나 있었다. 국내 특허 기술에는 이런 기술이 언급되어 있지 않은 바, 이와 관련된 연구가 필요하다고 할 수 있다.

<출원국가별 제동장치 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국공개	-Gear Mechanism for a Brake System, and Brake System (개인) -Brake system and method (개인) - Parking Brake System (개인) -Parking brake assembly for railway vehicle brake system (WABTEC HOLDING CORP.) -Brake system stabilizer assembly (개인) -Remote Control Brake System and Manifold (NEW YORK AIR BRAKE CORPORATION) -Trailer brake system (개인) -Brake system with integrated car load compensating arrangement (개인) -Motor vehicle equipped with a brake system and with a drive system (개인) -Brake system cut-out control (NEW YORK AIR BRAKE CORPORATION) -Method for controlling the brake system of a vehicle train (개인) -Brake system for railway vehicles (Knorr-Bremse System fur Schienenfahrzeuge GmbH)	12건

미국등록	-Parking brake system for railway vehicles (General Signal Corporation) -Brake slip-controlled dual circuit vehicle brake system (Alfred Teves GmbH) -Railroad car with brake system which applies less braking when empty than when loaded (Thrall Car Manufacturing Company) -Anti-lock brake system with clutch or transmission control (Alfred Teves GmbH) -Parking brake system for railway vehicles (General Signal Corporation) -Electropneumatic master controller for an air brake system (Nippon Air Brake Co., Ltd.) -Railroad car with brake system which applies less braking when empty than when loaded (Thrall Car Manufacturing Company) -Brake system and relay valves for railroad trains (개인) -Railway vehicle bolster with integral and brake system car reservoir (AMSTED Industries Incorporated) -Relay valve for an air brake system (Nippon Air Brake Co., Ltd.) -Parking brake system for railway vehicles (General Signal Corporation) -Railway vehicle brake system with improved blending control of pneumatic and electric brakes (Nippon Air Brake Co., Ltd.) -Equalizer discharge valve for a railroad car air brake system (Nippon Air Brake Co., Ltd.) -Cross blending electro-dynamic/friction brake system for multi-car train consist having mixed power and non-power cars (American Standard Inc.) -Empty and load valve for a railroad car brake system (Sloan Valve Company)	*15건
유럽공개	-Method of braking in an integrated train propulsion and brake system (New York Air Brake Corporation) -Electrically controlled pneumatic brake system (Westinghouse Air Brake Technologies Corporation)	11건

	-Brake system for a railway freight train (Westinghouse Air Brake Technologies Corporation) -Application solenoid valve for electronically controlled freight train brake system (Westinghouse Air Brake Technologies Corporation) -Computer control of railroad train brake system operation (Westinghouse Air Brake Technologies Corporation) -Motor vehicle brake system (ISUZU CERAMICS RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) -Parking brake system for railway vehicles (KNORR BRAKE HOLDING CORPORATION) -Trailer brake system (WABCO GmbH) -Truck mounted brake system for a railway vehicle (Wabtec Holding Corporation) -Electrically controlled pneumatic brake system (Westinghouse Air Brake Technologies Corporation) -Brake system for a railway freight train (Westinghouse Air Brake Technologies Corporation)	
PCT	-GEAR MECHANISM FOR A BRAKE SYSTEM, AND -BRAKE SYSTEM (SIEMENS) -MOTOR VEHICLE EQUIPPED WITH A BRAKE SYSTEM AND WITH A DRIVE SYSTEM (MAGNA STEYR POWERTRAIN AG & CO KG) -BRAKE SYSTEM AND METHOD (KNORR-BREMSE SYSTEME F?R SCHIENENFAHRZEUGE GMBH) -BRAKE SYSTEM FOR RAILWAY VEHICLES (KNORR-BREMSE SYSTEME F?R SCHIENENFAHRZEUGE GMBH) -RAILWAY BRAKE SYSTEM INCLUDING ENHANCED PNEUMATIC BRAKE SIGNAL DETECTION AND ASSOCIATED METHODS (GE HARRIS RAILWAY ELECTRONICS) -ELECTRONIC PNEUMATIC BRAKE SYSTEM (ZEFTRON, INC.) -HYDRAULIC BRAKE SYSTEM FOR VEHICLES (개인) -AN AIR BRAKE SYSTEM (개인) -PARKING BRAKE ASSEMBLY FOR RAILWAY VEHICLE BRAKE SYSTEM (WABTEC HOLDING CORP.)	*10 건

일본PAJ	-BRAKE SYSTEM (TOKICO LTD) -BRAKE SYSTEM FOR RAILWAY CAR OPERATED THROUGHOUT SUPER-EXPRESS RAILWAY ZONE AND CONVENTIONAL RAILWAY ZONE (RAILWAY TECHNICAL RES INST) -ELECTRIC BRAKE SYSTEM (RAILWAY TECHNICAL RES INST) -SYSTEM AND METHOD FOR ELECTRONICALLY CONTROLLING AIR PRESSURE OF AIR BRAKE SYSTEM (AMERICAN STANDARD INC) -BRAKE SHOE CLEARANCE ADJUSTMENT DEVICE OF BRAKE SYSTEM FOR RAILWAY VEHICLE (SANKOSHA CO LTD) -EDDY CURRENT BRAKE SYSTEM FOR RAILWAY (RAILWAY TECHNICAL RES INST) -BRAKE SYSTEM OF RAIL VEHICLE (NATIONAL TRAFFIC SAFETY & ENVIRONMENT LABORATORY) -ANTILOCK BRAKE SYSTEM FOR RAILROAD VEHICLE, AND BRAKING CONTROL METHOD FOR RAILROAD VEHICLE (RAILWAY TECHNICAL RES INST) -EMERGENCY BRAKE SYSTEM OF ROLLING STOCK (MITSUBISHI HEAVY IND LTD)	9건
독일	-Valve arrangement for the emergency brake and parking brake system of motor vehicles (TATRA KOM) -Brake system (SLOAN VALVE CO) -Pneumatic brake system (BOSCH GMBH ROBERT) -Road train brake system (BOSCH GMBH ROBERT) -Emergency brake system for a railway vehicle - has solenoid actuated compressed air system with fail safe valve (개인) -Engine brake system for charged internal combustion engine has adjustable turbine cross-section so that turbine factor determined from specific turbine and engine performance is below predetermined boundary value (DAIMLER CHRYSLER AG) -Air-brake system for railway vehicle (KNORR BREMSE SYSTEME) -Antilock brake system for vehicle with vibration damping	13건

	(BOSCH GMBH ROBERT) -Determining driver-specified braking intention, is passed to brake system and generates a braking demand signal automatically taking into account situation-related boundary conditions (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) -Railway flat car for transporting containers, is equipped with an independent brake system (KNORR BREMSE SYSTEME) -Reduced ferrite powder for vehicle brake system friction elements - includes oxide(s) of silicon, magnesium, calcium, aluminium and zinc. (KUMSAN MATERIAL CO) -Brake system for passenger or goods lift - has annulus of epicyclic gear train forming braked component (WITTUR AUFZUGTEILE GMBH & CO) -Wind energy plant operating method, involves changing operating parameter of wind energy plant corresponding to change in load, and operating brake system for changing operating parameter (S B PATENT HOLDING APS)	

(14) 열차제어진단장치

검색키워드를 [제목=(control and management system)]*[초록=(train+railroad+railway)]로 설정한 결과 총 10건의 특허정보가 검색되었으며, 철도차량에 관련된 특허정보는 국가별로 미국공개특허 3건, 미국등록특허 3건, PCT 1건, 독일 1건, 일본 2건으로 분포되어 있다. 주요특허출원기관으로는 General Electric Company, DaimlerChrysler Corporation, HITACHI LTD, JAPANESE NATIONAL RAILWAYS 등의 대기업과 열차제어진단장치 관련 연구기관으로 조사되었다.

해외특허기술로는 디지털식의 열차 제어 진단 및 견인력 진단 등의 기술이 주류를 이루었다. 국내에서도 견인력 뿐만 아니라 다른 물리량에 대하여 진단을 내릴 수 있는 기술이 필요하다고 판단된다.

<출원국가별 열차제어진단장치 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국공개	-Railway train friction management and control system and method (General Electric Company) -Trackside friction management digital control system (개인) -TORQUE MANAGEMENT BASED TRACTION CONTROL SYSTEM (개인)	3건
미국등록	-Trackside friction management digital control system (Portec, Rail Products Ltd.) -Railway train friction management and control system and method (General Electric Company) Torque management based traction control system (DaimlerChrysler Corporation)	3건
PCT	-TRACKSIDE FRICTION MANAGEMENT DIGITAL CONTROL SYSTEM (PORTEC, RAIL PRODUCTS LTD.)	1건
일본PAJ	-CONTROL SYSTEM FOR ANNEXED TRAINS IN TRAIN OPERATING MANAGEMENT SYSTEM (HITACHI LTD) -DECELERATION MANAGEMENT CONTROL SYSTEM OF TRAIN (JAPANESE NATIONAL RAILWAYS<JNR>)	2건
독일	-IC engine management system with fuel injection and ignition timing control (MITSUBISHI ELECTRIC CORP)	1건

(15) ATC/ATS/ATP

검색키워드를 [제목=(ATC/ATS/ATP)]*[초록=(train+railroad+railway)] 설정한 결과 총 58건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 유럽공개특허 1건, 프랑스 1건, 일본 56건으로 분포되어 있다. 주요특허출원기관으로는 NIPPON SIGNAL COMPANY, MITSUBISHI ELECTRIC CORP, JAPANESE NATIONAL RAILWAYS 등의 철도관련 전자기업과 연구기관으로 조사되었다.

해외특허기술로는 ATS/ATC/ATP를 통한 열차 제어 및 각종 테스트와 관련된 기술이 주류를 이루었다. 앞으로 CBTC(Communication Based Control)의 개발을 통하여 이 분야의 연구가 세계적으로 활발히 이루어질 것이라 판단된다.

<출원국가별 ATC/ATS/ATP 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
유럽공개	-Method for operating a train on a railway system, in particular comprising a national ATP infill in ETCS (Thales Security Solutions & Services GmbH)	1건
프랑스	-Automatic train controller for controlling braking and operation of a high-speed train with a back-up system should the main ATC fail and speed control and emergency braking be required (NIPPON SIGNAL COMPANY)	1건
일본PAJ	-DIGITAL ATC SYSTEM AND INFORMATION TRANSMISSION METHOD TO TRAIN IN DIGITAL ATC SYSTEM (NIPPON SIGNAL COMPANY) -TESTING EQUIPMENT FOR ONBOARD ATC DEVICE AND TESTING METHOD FOR CONTINUITY BETWEEN ONBOARD ANTENNA AND RECEIVING PART IN ON-BOARD ATC DEVICE (NIPPON SIGNAL COMPANY) -ATC TRANSMITTER AND TRANSMITTING METHOD FOR ATC INFORMATION (NIPPON SIGNAL COMPANY) -ATS SPEED COLLATION METHOD AND ATS SPEED COLLATION APPARATUS THEREOF (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) -ATS ON-VEHICLE DEVICE, AND ATS DEVICE (NIPPON SIGNAL COMPANY) -ATC TESTER (TOSHIBA CORP) -TRAIN RADIO RECEIVER FOR MOUNTING ATS AND THE LIKE (NIPPON SIGNAL CO LTD:THE) -ATC BRAKE FORCE CONTROLLING METHOD IN CONSIDERATION OF SECTION MARGIN DISTANCE (JAPANESE NATIONAL RAILWAYS<JNR>) -VEHICULAR UNIT FOR ATC DEVICE (NIPPON SIGNAL CO LTD:THE) -TROUBLE DETECING SYSTEM FOR ATS RECEIVER (JAPANESE NATIONAL RAILWAYS<JNR>) -SELF-APPROVE SYSTEM FOR ATS RECEIVER (JAPANESE NATIONAL RAILWAYS<JNR>) -APPARATUS FOR DETECTING OCCURRENCE OF	*20 건

	TROUBLE IN RECEIVED RAILWAY ATC INFORMATION (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) -ATC CONTROLLER (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) -ATC SYSTEM (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) -POINT CONTROL ATC SYSTEM USING RAIL AS TRANSMISSION MEDIUM (RAILWAY TECHNICAL RES INST) -ERASING METHOD OF ATS PATTERN (RAILWAY TECHNICAL RES INST) -FREQUENCY-CHANGING TYPE ATS RECEIVER FOR VEHICLES (EAST JAPAN RAILWAY CO) -ATC DEVICE (NIPPON SIGNAL CO LTD:THE) -SIGNAL UPPER ASPECT DATA TRANSMISSION DEVICE FOR PATTERN TYPE ATS DEVICE ((NIPPON SIGNAL CO LTD:THE) -ATC GROUND DEVICE FOR CONTROLLING UP/DOWN TRAIN LINE (KYOSAN ELECTRIC MFG CO LTD)	

(16) 고속철도 시스템

검색키워드를 [초록=("high speed train")으로 설정한 결과 총 25건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보 중 고속철도 시스템과 관련된 특허는 국가별로 일본 2건, 독일 1건으로 분포되어 있다. 주요특허출원기관으로는 WEST JAPAN RAILWAY CO., HitachiI 등의 고속열차 관련 제작사 및 연구기관들로 조사되었다.

국내 특허 건과 마찬가지로, 해외 특허에서도 검색이 많이 되지 않았으며, 대부분 속도를 제어하는 것과 기존선에서의 속도 향상에 대한 내용이 주류를 이루었다.

<출원국가별 고속철도 시스템 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
일본 PAJ	AUTOMATIC TRAIN CONTROLLER (WEST JAPAN RAILWAY CO.) SPEED CONTROLLER FOR HIGH SPPED TRAIN (HITACHI)	2건
독일	System for moving high speed trains on existing railway track (개인)	1건

(17) 시험평가

검색키워드를 [제목=(railroad+railway)*(test+evaluation)] 설정한 결과 총 173건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 8건, 미국등록특허 25건, 유럽공개특허 35건, PCT 11건, 일본 32건, 독일 59건, 프랑스 3건으로 분포되어 있다. 주요특허출원기관으로는 Alstom, Siemens, MITSUBISHI ELECTRIC CORP, HITACHI 등의 철도차량 제작기업과 전자관련 대기업과 연구기관으로 조사되었다.

해외 특허 기술은 국내 특허 기술 건수와 달리 상당히 많은 특허 기술이 나타났으며, 제동 및 진동 시험 평가, 레이저를 이용한 기술 및 초음파를 이용한 비접촉식 기술 등 다양한 기술 등이 총망라되어 있었다. 국내 기술 개발에도 시사하는 바가 크며, 앞으로 본 사업을 통해 최신의 다양한 시험평가 기술이 개발될 예정이며, 이에 대한 특허가 출원 및 등록될 예정이다.

<출원국가별 시험평가 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국공개	-System and method for simulating railroad rail testing (개인) -Railroad locomotive horn testing system and method (개인) -Fail-Safe System and Test Module, Notably For Use In A Railroad Signaling System (Thales) -Method and apparatus for automatically testing a railroad interlocking (Ultra-Tech Enterprises, Inc.) -Testing interface for railroad signal relays (개인) -Laser-air, hybrid, ultrasonic testing of railroad tracks (The Johns Hopkins University)	6건
미국등록	-Test connector for accessing compressed air at test ports of a railroad brake control valve (Westinghouse Air Brake Company) -Railroad test vehicle comprising a railroad measurement axle suspension (Ensco, Inc.) -Method and apparatus for testing the integrity of railroad locomotive wheels and railroad car wheels (Ultrasonics and Magnetics Corporation) -Method and apparatus for the non-destructive testing of railroad track rails (Societe Nationale des Chemins de Fer Francais)	25건

	-Method and apparatus for positioning and testing railroad wheels (Amsted Industries Incorporated) -Test set for railway cab signal system (American Standard Inc.) -Railway car side frame test machine (MTS Systems Corporation) -Safety and test device in a railway signalling system (U.S. Philips Corporation) -Method and apparatus for testing railroad wheels (Krautkramer-Branson, Incorporated) -Method and apparatus for impact testing railroad cars (DSO "Bulgarski Darjavni Jeleznitzi") Railway manual brake control valve test unit (Westinghouse Air Brake Co.) -Ultrasonic transducer apparatus for testing railroad wheels (Hegenscheidt-MFD GmbH) -Non-contact railway wheel test apparatus and method (Amsted Industries Incorporated) -Method and system for nondestructive testing of railroad crossties (Tiescan, Inc.) -Apparatus to test the resistence to vibration of brake beams for railway car truck assemblies (개인) -Automated in situ testing of railroad telemetry radios (Westinghouse Air Brake Technologies Corporation) -Tribometer for testing the efficiency of lubrication upon a railroad track surface (Diversified Metal Fabricators, Inc.) -Apparatus and method for testing brake actuator units used in railroad cars (National Railroad Passenger Corporation) -Method of reducing the gaping values in the web saw cut test on steel railway tracks (Thyssen Stahl AG) -Test apparatus for a railway wheel (Amsted Industries Incorporated) -Arrangement for connecting a test device to a railroad car brake control valve device (Westinghouse Air Brake Company) -Method and apparatus for automatically testing a railroad interlocking (개인) -Testing interface for railroad signal relays (Ultra-Tech Enterprises, Inc.) -Laser-air, hybrid, ultrasonic testing of railroad tracks (The Johns Hopkins University) -Laser-air, hybrid, ultrasonic testing of railroad wheels (The Johns Hopkins University)	

유럽공개	-Brake test system and method for function testing of brakes in railway vehicles (KNORR-BREMSE Systeme f?r Schienenfahrzeuge GmbH) -Method and device for functional testing of an electronic unit using simulation and test system for units subsequently used on-board a railway equipment or an electrical vehicle (Alstom) -Automated in situ testing of railroad telemetry radios (WESTINGHOUSE AIR BRAKE COMPANY) -Testing device for railroad wheels (SIEMENS) -Method of non-destructive testing of a railway wheel (개인) -Arrangement for connecting a test device to a railroad car brake control valve device (WESTINGHOUSE AIR BRAKE COMPANY) -Railway automatic brake control valve test unit (WESTINGHOUSE AIR BRAKE COMPANY) -A non-contact railway wheel test apparatus and method (AMSTED Industries Incorporated) -Ultrasonic transducer for testing railway wheels (Hegenscheidt-MFD GmbH) -Method for non-destructive testing of railway wheels (Hegenscheidt-MFD GmbH) -Method and apparatus for continuous non-destructive ultrasonic testing of railway rails (SPENO INTERNATIONAL S.A.) -PROCESS AND DEVICE FOR TESTING AND LOCATING ELECTRICAL SHORT CIRCUITS FOR LINES, ESPECIALLY FOR ELECTRIC RAILWAY CATENARIES (SIEMENS) -Device for testing the rim of a railway wheel (VALDUNES) -Line testing device for traction current systems, especially standard gauge railway systems (Elpro Aktiengesellschaft Berlin) -Device for testing signal lamps in railway systems (Alcatel SEL) -Brake-testing and -monitoring procedure in railway cars, and arrangement for executing the procedure (INVENTIO AG) -System with intrinsic safety and test module, in particular for use in a railway signalling system (Thales) -Method and device for continuous evaluation of receipt signals in railway electricity circuits (Siemens Schweiz AG) -METHOD AND DEVICE FOR TESTING RAILWAY VEHICLE WHEELS AND AXLES (Forschung e.V.) -Method and device for monitoring an information transfer between a counting point and an axle counter evaluation unit in an axle counter system for a railway network (ALCATEL)	20건

PCT	-DEVICE AND METHOD FOR TESTING A RAILWAY WHEEL (개인) PROCESS AND DEVICE FOR TESTING AND -LOCATING ELECTRICAL SHORT CIRCUITS FOR LINES, ESPECIALLY FOR ELECTRIC RAILWAY CATENARIES (SIEMENS) -METHOD FOR CARRYING OUT A ROLLER TEST IN A RAILWAY VEHICLE AND CONTROLLER THEREFOR -DEVICE AND METHOD FOR TESTING RAILWAY TRACKS BY LASER (개인) -METHOD AND DEVICE FOR EVALUATION OF MEASUREMENT DATA IN RAILWAY TRACK CIRCUITS (SIEMENS) -METHOD AND DEVICE FOR TESTING RAILWAY VEHICLE WHEELS AND AXLES (개인) -ELECTRIC RAILROAD TEST MEASUREMENT SYSTEM (KRRI) -LASER-AIR HYBRID ULTRASONIC TECHNIQUE FOR NON-CONTACT TESTING OF RAILROAD WHEELS (THE JOHNS HOPKINS UNIVERSITY) -LASER-AIR HYBRID ULTRASONIC TESTING OF RAILROAD WHEELS (THE JOHNS HOPKINS UNIVERSITY)	9건
일본PAJ	-RAILWAY VEHICLE BRAKE PERFORMANCE TESTING MACHINE AND RAILWAY VEHICLE BRAKE PERFORMANCE TESTING METHOD (RAILWAY TECHNICAL RES INST) -METHOD AND DEVICE FOR TESTING OPERATION OF ELECTRONIC UNIT BY SIMULATION, AND EQUIPMEMNT FOR TESTING ELECTRONIC UNIT SUITED TO RAILROAD VEHICLE OR ELECTRIC VEHICLE (ALSTOM) -RAIL SURFACE CHARACTERISTIC EVALUATION METHOD, RAILWAY TRAFFIC CONTROL METHOD, AND RAIL SURFACE CHARACTERISTIC EVALUATION DEVICE (RAILWAY TECHNICAL RES INST) -TESTING DEVICE FOR RAILWAY CAR (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) -APPARATUS FOR TESTING RAILROAD TRAIN (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) -BROADCAST EQUIPMENT FOR TEST EQUIPMENT OF RAILWAY VEHICLE (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) -AUTOMATIC AIR LEAKAGE TESTING APPARATUS FOR AIR BRAKE CONTROL VALVE OF RAILWAY VEHICLE	10건

	(JAPANESE NATIONAL RAILWAYS<JNR>) -MOTION CONTROL SYSTEM, MOTION OBJECT, VEHICLE, ELEVATOR, RAILWAY VEHICLE, MAGNETIC FLOATING VEHICLE, STAGE, BUILDING DAMPING SYSTEM, ROBOT ARM, AIRPLANE, OSCILLATING BASE, MOTION SIMULATOR, CONTROLLER, OR MOTION EVALUATING DEVICE WITH DIFFERENTIAL ACCELERATION DETECTING MEANS, DIFFERENTIAL ACCELERATION SENSOR, ANGULAR DIFFERENTIAL ACCELERATION SENSOR, AND MOTION OBJECT CONTROL METHOD (HITACHI LTD) -RAILWAY ROLLING STOCK TESTING APPARATUS AND METHOD THEREOF (HITACHI LTD) -METHOD AND APPARATUS FOR EVALUATING FATIGUE DAMAGE OF RAILWAY RAIL (NIPPON STEEL CORP)	
독일	-Non-destructive testing of railway wheels installed in railway vehicles involves driving vehicle over test section, moving test probe holder into successive test positions during travel (BBC REAKTOR GMBH) -Railway test bed for testing the bogies and wheel-sets of trains has sequential track sections, one of which is mounted on a test table and can be rotated in at least two directions relative to the other section (WINDHOFF BAHN) -Unit e.g. railway carriage vehicle, manufacturing and testing method, involves taking entire manufacturing stage to be completed when units are produced and tested, and starting next stage only when preceding stage is completed and tested (SIEMENS AG) -Coupling operation performing device for e.g. railway traction vehicle, has evaluating unit for evaluating image information that is received from image recording device, where coupling operation is performed based on evaluation result (DEUTSCH ZENTR) -Relay testing device, especially for testing an H8 type relay used with railway auxiliary protection circuits, in which startup and cut-off voltages are applied while coil current and burn-in currents and voltages are measured (DB REISE & TOURISTIK AG) -Short-circuit testing of overhead line section for electric	10건

	railway - increasing test voltage and monitoring current to provide short-circuit indication via threshold stage (AEG) -Line testing unit for DC railway installations for short circuit protection - has three=phase transformer connected to supply system of DC sub station and operates prim. winding using open star point with test rectifier connected to free ends (ELPRO AG) -Device for testing hollow shafts of railway vehicles, especially axle shafts, has linked chain carrying test head that can be rolled up on one chain side; each adjacent chain element is locked on one chain side to prevent deviation (WINDHOFF BAHN) -Testing device for accelerating e.g. railway wagon, has attachment fastened to acceleration device that accelerates auxiliary mass for partial compensation of reaction force rising with test body acceleration and to arm of multi-axial robot (TUEV KRAFTFAHRT GMBH TUEV RHEI) -Test device, for use in underground mining, for determining the closing forces transmitted onto a rail web from the braking devices in the case of battery-powered travelling crabs, diesel-powered travelling crabs, braking crabs, brake vans or the like or from frictional wheels of automotive monorails or level railways (HOFFMANN DIETER)	
프랑스	-Method and device for measuring the reactions of railway vehicles as they run along, particularly for evaluating the state of the railway lines (MAGYAR ALLAMVASUTAK) -Communication system on board railway vehicle comprises two transmission chains composed of antenna connected to amplifier box, chains connected to same evaluation module and amplifier box supplied by same supply unit via interface card (ALSTOM) -Test simulator for railway traction onboard electronic control equipment has FPGA interface gives real time simulator stimuli (ALSTOM)	3건

(18) 시운전

검색키워드를 (제목=["Test run"])*(초록=[railroad+railway])로 설정한 결과 총 1건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 일본특허 1건이 검색되

었다. 주요특허출원기관으로는 HITACHI LTD. 등의 철도차량 관련 기업으로 조사되었다.

해외 특허 기술로는 시운전 시, 데이터를 기록하는 방법에 관한 것이었고, 우리나라에서도 G7 한국형 고속열차의 경험을 바탕으로 시운전 방법에 관한 특허를 출원 가능하며, 앞으로의 차세대고속철도의 시운전 경험을 바탕으로도 시운전 방법 및 시스템 구축에 관련된 기술 개발 및 특허 출원이 가능하다고 판단된다.

<출원국가별 시운전 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
일본PAJ	INFORMATION RECORDING METHOD AT THE TIME OF TEST RUN OF ELECTRIC RAILCAR (HITACHI LTD.)	1건

(19) 주행안정성

검색키워드를 (제목=[safety)*(제목=[rail+train])으로 설정한 결과 총 29건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 5건, 미국등록특허 4건, PCT 3건, 일본PAJ 6건, 독일 8건, 프랑스 3건으로 검색되었다. 주요특허출원기관으로는 SIEMENS, ALSTOM, TOSHIBA 등의 대기업과 철도차량 관련 기업 및 연구기관들로 조사되었다.

해외특허 기술로는 주행안정성에 대한 특허가 많이 나타났으며, 주행안정성 모니터링 및 안전시스템에 대한 기술이 주류를 이루었다.

<출원국가별 주행안정성 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국등록	-Safety Device for Train Platforms (개인) -Train crossing safety system (개인) -System, method, and apparatus for training railroad personnel in rail vehicle safety and maintenance (Progress Rail Services Corp.) -Safety vehicle and system for avoiding train collisions and derailments (개인) -SLIDING RAIL ANCHOR SAFETY DEVICE (개인)	5건

미국공개	-Rail mounted safety restraint device (Southern Railway Company) -Vertically movable safety railing (개인) -Safety vehicle and system for avoiding train collisions and derailments (개인) -Sliding rail anchor safety device (개인)	4건
PCT	-METHOD AND SYSTEM FOR THE SAFETY-RELEVANT COLLECTION, PROCESSING AND VISUALIZATION OF DATA CONCERNING THE STATUS OF NON-CENTRAL/CENTRAL CONTROL UNITS ON BOARD RAIL TRACTION UNITS (ELPRO AG) -SAFETY DEVICE FOR TRAIN PLATFORMS (개인) -SAFETY VEHICLE AND SYSTEM FOR AVOIDING TRAIN COLLISIONS AND DERAILMENTS (개인)	3건
일본	-SAFETY DEVICE FOR TRAIN (TOSHIBA CORP) -SAFETY OPERATION CONFIRMATION SYSTEM FOR RAILWAY VEHICLE ON PARALLEL RAIL (FUJI HEAVY IND LTD) -TRAIN SAFETY CONTROL SYSTEM (TOSHIBA CORP) -TRAIN OPERATION SAFETY MONITORING DEVICE (SHARP CORP) -ROTARY PILE-HEAD BASE-ISOLATING DEVICE GIVING CONSIDERATION TO SAFETY OF TRAVELING OF TRAIN DURING EARTHQUAKE (RAILWAY TECHNICAL RES INST)	5건
독일	-Arrangement for simplifying and improving safety of running trains (PEINE SALZGITTER VERKEHR) -Rail contact device in railway safety systems, in particular for axle counting devices (SIEMENS AG) -Electrically controlled check for train safety - has limited obstacle counter operation depending on wagon counter reading for max. sector utilisation (개인) -Linear data transmitting railway train safety central unit - transmits correct speed instead of braking distance data at slow points (개인) -Railway rolling stock operational safety data monitoring method, involves using slave computer with software for	8건

	controlling operation of master computer and at least one slave computer in train unit (개인) -Safety procedure for train negotiating railway section (SIEMENS AG) -Railway safety equipment monitoring position of end of train end by detecting transmitter - checks position using static rail-free report unit and, after leaving rail section, train end transmitter signal is located for comparison with theoretical data. (개인) -Rail vehicle chock pull-rod - has second holder on pull-rod, extending outwards as safety device, coacting with holder on bogie, or axle bearing (개인)	
프랑스	-Road safety system, has barriers installed on crossing point at specific distance from rail, and posts and bars made by recycling scrap tires that serve as shock absorbers and include elastic characteristics (ZADEH FEREYDOUN) -Person protecting device for use during maintenance work on railway track, has net mounted on structure to form safety zone, where column of structure has assembly device fixed on shoulder flange, and spring clamp fixing rail on sleeper (EUROP DE TRAVAUX FERROVIAIRES) -System for coding track safety information to trains with a view to their control (ALSTOM)	3건

(20) 소음

검색키워드를 [제목=(Noise)*(railroad+railway)로 설정한 결과 총 120건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 1건, 미국등록특허 8건, 유럽공개특허 13건, PCT 16건, 일본 39건, 독일 40건, 프랑스 3건으로 분포되어 있다. 이중 고속열차에 관련된 특허정보는 일본 1건, 독일 3건으로 검색되었다. 주요특허출원기관으로는 Westinghouse Air Brake Company, KAWASAKI HEAVY IND LTD, HITACHI LTD. 등의 고속열차 관련 제작사 및 연구기관들로 조사되었다.

해외특허기술로는 소음을 저감할 수 있는 장치와 차체 설계부터 소음 저감을 꾀할 수 있는 설계 기술 등이 나타나 있었다. 소음은 열차에서의 중요한 이슈인 만큼 특허 건 수가 많이 나타나 있었다.

<출원국가별 소음 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국공개	-Railway wheel/rail noise and wear reduction arrangement (개인)	1건
미국등록	-Method of damping railroad noise and railroad noise damping members (개인) -Low noise railroad retarder brake shoe structure (AAA Sales & Engineering, Inc.) -Lubricating apparatus for reducing squeal noise of a railroad car wheel when passing through a car retarder (Westinghouse Air Brake Company) -Plate antenna method using integral noise mitigation for railway cab signal (Union Switch & Signal Inc.) -Noise cancellation in railway cab signal (Union Switch & Signal Inc.) -Noise damping system on railroad wheels (Construcciones y Auxiliar de) -Noise-powered electrical accessory circuit for model railroad (개인) -Plate antenna method using integral noise mitigation for railway cab signal (Union Switch & Signal Inc.)	8건
유럽공개	-A NOISE SUPPRESSION DEVICE FOR RAILWAY TRACKS (CARL BRO A/S) -Noise damping system on railroad wheels (Construcciones y Auxiliar de) -NOISE REDUCTION DEVICE FOR RAILWAY TRACKS (Construcciones y Auxiliar de) -MIXTURE FOR PRODUCING A NOISE-DAMPING COMPOUND, ESPECIALLY FOR RAILWAY INSTALLATIONS(ALLGEMEINE BAUGESELLSCHAFT) -Noise protection device for multiple-track railway stretches (개인) -RAIL ANTI-NOISE DEVICE FOR RAILROAD VEHICLES (Feronia S.A.) -DEVICE FOR REDUCING RAILWAY WHEEL NOISE WHEN MOVING ON RAIL (Lucchini RS S.P.A.) -LOW NOISE EMISSION RAILWAY RAIL (Nederlandse) -Noise and vibrating reducing railway pad (Phillips) -A RAILWAY WHEEL/RAIL NOISE AND WEAR REDUCTION ARRANGEMENT (Acoustic Control AB)	10건

PCT	-A RAILWAY WHEEL/RAIL NOISE AND WEAR REDUCTION ARRANGEMENT (ACOUSTIC CONTROL AB) -DEVICE FOR DAMPING NOISE EMISSIONS ON RAILWAYS (RATH) -A NOISE SUPPRESSION DEVICE FOR RAILWAY TRACKS (CARL BRO ANLÆG A/S) -NOISE REDUCTION DEVICE FOR RAILWAY TRACKS (JENBACHER TRANSPORTSYSTEME) -MIXTURE FOR PRODUCING A NOISE-DAMPING COMPOUND, ESPECIALLY FOR RAILWAY INSTALLATIONS (ALLGEMEINE) -NOISE-ABSORBING CONCRETE PANEL FOR RAILWAY SLAB (SEGIO CO., LTD) -LOW NOISE PROTECTION WALL ON RAILWAY TRACKS (SEGIO CO., LTD) -RAILWAY FOR ABSORPTION OF NOISE OF TRACK VEHICLES (COMPOSITE DAMPING MATERIAL) -RAIL ANTI-NOISE DEVICE FOR RAILROAD VEHICLES (FERONIA S.A.) -DEVICE FOR REDUCING RAILWAY WHEEL NOISE WHEN MOVING ON RAIL (LULCCHINI)	
일본PAJ	-LOW NOISE VEHICLE BODY STRUCTURE OF HIGH SPEED RAILWAY VEHICLE (KAWASAKI HEAVY IND LTD) -NOISE PREVENTING WHEEL ROLLING ON RAILROAD TRACK (개인) -LOW NOISE TYPE BODY MOUNT TYPE RAILWAY VEHICLE (RAILWAY TECHNICAL RES INST) -TRUCK FRAME FOR RAILWAY VEHICLE USING NOISE INSULATOR (SUMITOMO METAL IND LTD) -COPLING DEVICE OF RAILS FOR REDUCING NOISE OF RAILWAY VEHICLE (개인) -DEVICE FOR REDUCING NOISE FOR RAILWAY VEHICLE (개인) -NOISE ATTENUATION APPARATUS OF RAILWAY CAR (HITACHI LTD) -METHOD OF PREVENTING NOISE PRODUCED BY THE OPERATION OF RAILWAY VEHICL ES (개인) -STRUCTURE OF PREVENTING NOISE OF RAILWAY VEHICLES (HITACHI LTD) -NOISE REDUCING APPARATUS OF RAILWAY VEHICLE (개인)	10건

독일	-Noise control arrangement e.g. for use in railroad lines for high-speed trains, has support element of laterally open profile defining supporting surface for noise control element that faces away from noise source (CALENBERG) -Dynamic noise or vision protection wall, particularly for high speed railway line, has posts and panels or other surface components, with which posts within its lower area has moment reduction element provided with spring and stopper (HEPPNER) -Noise-protective wall for high-speed railway/magnetic rail tracks has precast concrete parts with a sound-absorbing coating held between vertical posts (ZUEBLIN AG) -Noise protection arrangement for railway lines (WAAGNER BIRO AG) -Reduction of the structure-borne noise on the rails of a railway track (SCHWARTZ HEINZ) -Noise simulator for generating operating and/or driving noises for electric toy and model railways (SCHMIDT) -Noise deadening railway coach floor - has service cables and ducts held by plastics foam in hollow profiles forming carrier plate (개인) -Noise reducing floor for railway vehicles - has corrugated plate with noise absorbing and thermal insulation layer (개인) -Axle counter and direction indicator for railway signalling - has twin sensors connected to logic switch and converter increasing protection against noise pulses (개인) -Pivotless railway bogie with flexible guides - has flexible longitudinal and vertical guides and noise damping vertical guide (개인)	10건
프랑스	-Absorber for damping vibration and noise of railway train wheels or brake discs consists of interconnected layers of glass or ceramic fibres, one sheet metal layer, and several polymer layers (BONATRANS AS) -Noise absorbing wall for use on auto-routes, railway lines and around airports (개인) -Covering device for railway tracks in built-up areas, with incorporated filtering of noise, for the erection of buildings for multiple uses (LACROIX ALAIN)	3건

(21) 진동

검색키워드를 [제목=(Vibration)*(train+railroad+railway)로 설정한 결과 총 119건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국등록특허 8건, 유럽공개특허 16건, PCT 11건, 일본 75건, 독일 14건, 프랑스 5건으로 분포되어 있다. 이중 고속열차에 관련된 특허정보는 독일 1건, PCT 1건으로 검색되었다. 주요특허출원기관으로는 SEIFERT DIETRICH, VOSSLOH-WERKE GMBH, Hitachi 등의 고속열차 관련 기업 및 연구기관들로 조사되었다.

해외특허 기술로는 진동을 댐퍼를 이용하여 저감시키는 기술 및 댐퍼 외에도 다른 디바이스를 사용함으로써 진동을 저감시키는 기술이 있었다. 궤도 상에서의 진동을 저감시키는 기술 등을 통해 진동을 저감시키는 기술이 나타났다. 또한 진동을 제어할 수 있는 제어 기술 등도 포함되어 있었다.

<출원국가별 진동 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국등록	-Railway wheel vibration damping device (Fried. Krupp Huttenwerke AG) -Vibration damped railway wheel (Fried. Krupp Huttenwerke AG) -Restored vibration isolation for railway tracks (개인) -Vehicle vibration damping method in the induced repulsion type magnetically suspended railway vehicle (Japanese National Railways) -Railway flanged wheel vibration dampening assembly (Messerschmitt-Bolkow-Blohm GmbH)	5건
유럽공개	-Vibration insulating system for railway tracks (CDM) -Railway vehicle bogie with vibrations reducing device (Hitachi, Ltd.) -Device for active lateral centring and damping of vibrations of railway vehicles (MANNESMANN) -Anti-vibration resilient insulation material for ballast supported railroad tracks (FIP INDUSTRIALE S.P.A.) -Anti-vibration resilient insulation for railroad tracks (FIP INDUSTRIALE S.P.A.)	5건

PCT	DEVICE FOR THE ABSORPTION OF VIBRATION AND SOUND OF RAILROAD TRACKS, IN PARTICULAR HIGH SPEED RAILROAD TRACKS, ATTACHED TO CONCRETE FOUNDATIONS (VOSSLOH-WERKE GMBH)	1건
일본	-STRINGING VIBRATION FOLLOW-UP PANTOGRAPH FOR RAILWAY ROLLING STOCK (RAILWAY TECHNICAL RES INST) -REDUCING VEHICLE VIBRATION ON REPULSION MAGNETIC FLOAT UP-OPPOSED-ELECTROMAGNETIC GUIDE TYPE RAILWAY (JAPANESE NATIONAL RAILWAYS<JNR>) -VIBRATION DAMPER WHEEL FOR RAILWAY (BRIDGESTONE CORP) -VIBRATION CONTROL DEVICE FOR RAILWAY ROLLING STOCK (SUMITOMO METAL IND LTD) -MANUFACTURING METHOD OF JOINT SHAPE OF RAILWAY RAIL REDUCING VIBRATION AND SOUND OF WHEEL AND INSTALLATION PLACE (개인)	5건
독일	-Vibrations and sound damping device e.g. for rails fastened to concrete foundations for trains, has rails fastened to concrete foundations such that high-speed rails are provided with rails having U-shaped part and made from plastic (SEIFERT DIETRICH) -Railway track lifting and vibrating ballast consolidating mechanism - with two angled common edge triangular lateral faces running to point (개인) -Vibration damper for cars and railway engines has locking rings between the two components used for attaching damper to vehicle and the piston rod and fixing rod at top of damper (MANNESMANN SACHS AG) -Device for reduction or elimination of frictional vibrations on wheel sets of railroad vehicles has wheel set shaft constructed asymmetrically in longitudinal direction, and has at least one one-sided stiffener (ABB) -Railway vehicle has carriage structure with vibration absorber with passive absorption mass coupled to structure via spring/damper elements (DAIMLER CHRYSLER AG)	5건

프랑스	-Railroad car retarder for marshalling yard, has two series of jaws with shoes machined from their braking side along transversal grooves for preventing longitudinal propagation of vibrations along jaws in direction of rails (SNCF) -Absorber for damping vibration and noise of railway train wheels or brake discs consists of interconnected layers of glass or ceramic fibres, one sheet metal layer, and several polymer layers (BONATRANS AS) -Apparatus for causing vibrations to long welded railway track rails (POUGET ROBERT) -Ballast tamping unit for a railway track, of the type using forced vibration (GEISMAR ANC ETS L) -Vibration-reducing sleeper pad for the suspension of a railway rail and support shoe for a track without ballast comprising such a sleeper pad (RESSORTS IND)	5건

(22) 승차감

검색키워드를 (제목=[comfort])*(초록=[railroad+railway])로 설정한 결과 총 3건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 일본PAJ 특허 3건으로 검색되었다. 주요특허출원기관으로는 JAPANESE NATIONAL RAILWAYS, KAWASAKI HEAVY IND LTD, SUMITOMO METAL IND LTD 등의 고속열차 관련 기업 및 연구기관들로 조사되었다.

해외특허기술로는 승차감 측정 방법과 승차감 평가 방법에 관한 기술이 나타나 있었다. 해외에서도 우리나라에서처럼 승차감에 관련된 특허가 많지 않았으며, 실제 자동차에서 쓰이는 승차감 측정 방법, 승차감 지수 다양화 및 승차감 향상을 위한 연구가 필요하다고 판단된다.

<출원국가별 승차감 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
일본	-RIDE COMFORT MEASURING DEVICE FOR TRACK (JAPANESE NATIONAL RAILWAYS<JNR>) -METHOD FOR DETECTING RIDING COMFORT AND ABNORMAL VIBRATION OF RAILWAY VEHICLE, AND METHOD FOR DISCRIMINATING STATE OF BUFFER FOR	3건

	VEHICLE AND TRACK (SUMITOMO METAL IND LTD) -METHOD AND DEVICE FOR EVALUATING COMFORT ABLENESS TO RIDE IN VEHICLE (KAWASAKI HEAVY IND LTD)	

(23) 공기역학

검색키워드를 (제목=[aerodynamic])*(초록=[railroad+railway])로 설정한 결과 총 8건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 1건, 미국등록특허 2건, PCT 2건, 일본PAJ 특허 2건, 독일 1건으로 검색되었다. 주요특허출원기관으로는 Airflow Sciences Corporation, KAWASAKI HEAVY IND LTD, Aero Transportation Products, Inc. 등의 고속열차 관련 기업 및 공기역학 연구기관들로 조사되었다.

해외 특허 기술로는 공기역학적인 최적화 설계, 공기 제동 장치 등이 주류를 이루었고, 우리나라와는 다르게 공기역학적인 설계가 특허로 나타난 것이 달랐다. 우리나라의 특허에서도 공기역학적인 설계 부분이 특허로 많이 출원되어야 한다고 판단된다.

<출원국가별 공기역학 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국공개	-Methods for improving the aerodynamic characteristics of railroad cars and railroad cars embodying the same (Airflow Sciences Corporation)	1건
미국등록	-Aerodynamic drag reduction for railcars (Gunderson, Inc.) -Aerodynamic end closures for railway hopper cars (Aero Transportation Products, Inc.)	2건
PCT	-METHODS FOR IMPROVING THE AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF RAILROAD CARS AND RAILROAD CARS EMBODYING THE SAME (BNSF RAILWAY COMPANY)	1건
일본PAJ	-AERODYNAMIC STABILIZER (RAILWAY TECHNICAL RES INST) -AERODYNAMIC BRAKE (KAWASAKI HEAVY IND LTD)	2건
독일	-Noise screen with solar power generators for e.g. motorway - has angled and laterally offset support ends on outer face of wall for aerodynamic stability (TELEFUNKEN SYSTEMTECHNIK)	1건

(24) Slip/Slide 예측 제어

검색키워드를 (제목=[slip-slide])*(제목=[locomotive+railroad+railway])로 설정한 결과 총 28건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 3건, 미국등록특허 13건, 유럽공개 특허 4건, PCT 4건, 독일 3건, 프랑스 1건이 검색되었다. 주요특허출원기관으로는 SAB AG, HITACHI LTD. 등의 철도차량 전기관련 대기업으로 조사되었다.

해외특허기술로는 슬립/슬라이드 검지, 슬립/슬라이드 제어, 슬립/슬라이드를 예측할 수 있는 기술들이 주류를 이루었다. 국내에서는 아직 슬립/슬라이드 예측 제어를 하지 못해, 차량의 주행안정성 및 차륜 및 궤도의 찰상 등이 발생하고 있기 때문에, 예측 제어에 관한 연구가 필요하다고 판단된다.

<출원국가별 Slip/Slide 예측제어 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국공개	-SYSTEM AND METHOD FOR DETECTING WHEEL SLIP AND SKID IN A LOCOMOTIVE (RAILPOWER Technologies Corp.) -Managing wheel slip in a locomotive (RAILPOWER Technologies Corp.) -Predicting wheel slip and skid in a locomotive (RAILPOWER Technologies Corp.)	3건
미국등록	-Traction vehicle/wheel slip and slide control (General Electric Company) -Slip-limiting control for rail vehicles (BBC Brown, -Boveri & Company, Ltd.) -Apparatus for measuring the slip of locomotive wheels and preventing sliding thereof (BBC Brown, -Boveri & Company, Ltd.) -Method of controlling locomotive wheel slip (General Motors Corporation) -Locomotive wheel slip control (General Motors Corporation) -Locomotive wheel slip controller (Woodward Governor Company) -Locomotive differential wheel slip control (Caterpillar Inc.) -Synchronous wheel slip strategy for a locomotive governor (Caterpillar Inc.) -Managing wheel slip in a locomotive (RAILPOWER	13건

	Technologies Corp.) -Predicting wheel slip and skid in a locomotive (RAILPOWER Technologies Corp.) -Locomotive wheel slip control and method (General Motors Corporation)	
유럽공개	-SYNCHRONOUS WHEEL SLIP STRATEGY FOR A LOCOMOTIVE GOVERNOR (CATERPILLAR INC.) -LOCOMOTIVE DIFFERENTIAL WHEEL SLIP CONTROL (CATERPILLAR INC.) -Locomotive wheel slip control and method (General Motors Corporation) -ADAPTIVE SLIDE PROTECTION FOR RAIL VEHICLES HAVING SLIP CONTROL (SIEMENS)	4건
PCT	-SYNCHRONOUS WHEEL SLIP STRATEGY FOR A LOCOMOTIVE GOVERNOR (CATERPILLAR INC.) -LOCOMOTIVE DIFFERENTIAL WHEEL SLIP CONTROL (CATERPILLAR INC.) -MONITORING ARRANGEMENT AND METHOD FOR MONITORING THE STATE OF THE SLIP CONTACT DEVICES OF ELECTRIC LOCOMOTIVES (SIEMENS) -MANAGING WHEEL SLIP AND SKID IN A LOCOMOTIVE (RAILPOWER TECHNOLOGIES CORP.)	4건
독일	-Monorail locomotive bogies with driving wheels beneath rail - eliminates wheel slip due to oil, water or dirt, with offset drive wheels (RAILPOWER TECHNOLOGIES CORP.) -Drive slip detection method for electric locomotive compares estimated revs for defined parameter upper limits and measured revs with evaluation of obtained difference signal (RAILPOWER TECHNOLOGIES CORP.) -Compressed air driven sand scatter unit is fitted to railway locomotives and buses to enhance grip in the presence of wheel slip (RAILPOWER TECHNOLOGIES CORP.)	3건
프랑스	-Electric traction system for a railway electric locomotive, uses asynchronous traction motors, whose operating slip is varied by altering the AC supply frequency to the traction motor rotors	1건

(25) 유지 보수

검색키워드를 [전체검색=(Train maintenance)*제목=(maintenance)*초록내용=(train+railroad+railway)]로 설정한 결과 총 4,528건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 1,284건, 미국등록특허 2,620건, 유럽공개특허 61건, PCT 157건, 독일 36건, 프랑스 10건, 일본 360건으로 분포되어 있다. 각 국가별 특허검색 결과 중에서 철도에 관련된 유지보수에 관련성을 가지고 있는 특허는 미국공개특허 5건, 미국등록특허 13건, 유럽공개특허 3건, 독일 1건, 프랑스 2건, 일본 4건으로 분류되었으며, 주요특허출원기관으로는 GE, Central Japan Railway Company, Hitachi, Kawasaki Heavy Industry 등의 열차 유지보수 관련 기관들로 조사되었다.

해외 특허 기술로는 유지보수 자동화, 유지 보수 방법, 유지 보수 기기 및 유지 보수 차량 등이 주류를 이루었다. 이와 관련된 국내의 부족한 기술들은 본 사업을 통해 개발될 필요가 있다고 판단된다.

<출원국가별 유지보수 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국공개	-Railway maintenance machine with multiple function capability (개인) -Track/right of way maintenance and repair system (개인) -System, method, and apparatus for training railroad personnel in rail vehicle safety and maintenance (Progress Rail Services Corp.) -Method and apparatus for scheduling maintenance of way (개인) -TRAIN MAINTENANCE AUTOMATING SYSTEM (개인)	5건
미국등록	-Wheel position control for railway maintenance vehicle (Speno Rail Services Co.) -Stone metering system for railroad track maintenance vehicle (개인) -Maintenance vehicle and method for measuring and maintaining the level of a railroad track (Pandrol Jackson, Inc.) -Ballast distribution, regulation and reclaiming railroad maintenance device (Loram Maintenance of Way, Inc.) -Gate release mechanism having a pivotable arm to facilitate	13건

	maintenance (MTR, Inc.) -Train maintenance automating system (Central Japan Railway Company) -Railcar maintenance facility (General Electric Company) -Railroad maintenance-of-way personnel warning system apparatus and method therefor (EVA Signal Corporation) -Attached logic module technique for control and maintenance in a distributed and networked control system (개인) -Railroad maintenance-of-way personnel warning system apparatus and method therefor (EVA Signal Corporation) -Track/right of way maintenance and repair system (개인) -Method and apparatus for adaptive coordinated distribution of materials in railway maintenance and other applications (Brandt Road Rail Corporation)	
유럽공개	-Vehicle for use in construction and maintenance work on overhead systems of railway, tramway, subway lines or the like (개인) -Maintenance-free connector isolation (Wermelinger AG) -TRAIN MAINTENANCE AUTOMATING SYSTEM (Central Japan Railway Company)	3건
일본PAJ	-ALARM DEVICE FOR RAILROAD MAINTENANCE WORK (ASAHI DENSHI OYO KIKI KK) -POSITION DETECTOR FOR MAINTENANCE VEHICLE (WEST JAPAN RAILWAY CO) -MAINTENANCE OPERATION METHOD AND DEVICE FOR RAILWAY LINE (KAWASAKI HEAVY IND LTD) -MAINTENANCE AND MANAGEMENT SYSTEM FOR MONORAIL (HITACHI LTD)	4건
독일	-Ventilators in maintenance pits under tracks - are used for ventilation of working areas in train maintenance shed (BORBELY GYOERGY J DIPL ING)	1건
프랑스	-Work train constituting elements arrangement optimizing method for railway track maintenance or repair operations, involves configuring train using piloting cabin which has remote control unit to control traction units via wireless channel (EUROP DE TRAVAUX FERROVIAIRES) -Method and device for the maintenance of tracks, particularly underground ones, of the underground railway type (TECH FSE NETTOYAGE)	2건

(26) 전자계 환경보수

검색키워드를 ((전체=[electromagnetic])*(초록=[train+railroad+railway]))*(제목=[electromagnetic])으로 설정한 결과 총 22건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국공개특허 3건, 미국등록특허 6건, 유럽공개특허 1건, PCT 3건, 일본 4건, 독일 5건으로 검색되었다. 주요특허출원기관으로는 SIEMENS, BOMBARDIER 등의 철도차량 제작 기업으로 조사되었다.

해외특허기술로는 자기부상열차, 전자기장 측정 시스템 및 전자기파를 이용한 열차의 위험 감지 시스템 등이 주류를 이루었고, EMI/EMC 관련하여 장애를 없애는 연구에 대해서는 거의 나타나 있지 않았다. 전자파 장애를 저감하기 위한 필터 설계 및 해석 방법 등에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

<출원국가별 전자계 환경 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국공개	-PROCESS FOR PRODUCING AN ELECTROMAGNETIC SUBASSEMBLY FOR A MAGNETIC LEVITATION RAILWAY (개인) -Electromagnetic gage sensing system and method for railroad track inspection (개인)	3건
미국등록	-Electromagnetic track brake for a railway vehicle (SAB Industri AB) -Electromagnetic system for transversely aligning railway rolling stock on rails (Societe M.T.E.) -Straddle and underwrap nebel beam and jimmy electromagnetic technology train prototype mating system (개인) -Ground-propulsion special-purpose electromagnetic circuit for magnetically levitated railway, and method of laying said circuit (Railway Technical Research Institute) -Model train controller using electromagnetic field between track and ground (개인) -Electromagnetic gage sensing system and method for railroad track inspection (ENSCO, Inc.) -Process for producing an electromagnetic subassembly for a magnetic levitation railway (Thyssen Transrapid System GmbH)	6건
유럽공개	-An electromagnetic track brake for a railway vehicle (SAB INDUSTRI AB)	1건

PCT	-PROCESS FOR PRODUCING AN ELECTROMAGNETIC SUBASSEMBLY FOR A MAGNETIC LEVITATION RAILWAY (THYSSEN INDUSTRIE AG) -AN ELECTROMAGNETIC TRACK BRAKE FOR A RAILWAY VEHICLE (SAB IND AB) -MODEL TRAIN CONTROLLER USING ELECTROMAGNETIC FIELD (개인)	3건
일본PAJ	-GROUND ELECTROMAGNETIC PASSAGE EXCLUSIVELY FOR PROPULSION MAGNETIC LEVITATION RAILWAY AND LAYING METHOD THEREFOR (RAILWAY TECHNICAL RES INST) -GROUND COIL OF ELECTROMAGNETIC LEVITATION TRAIN (HITACHI LTD) -ELECTROMAGNETIC SUSPENSION DEVICE FOR RAILROAD VEHICLE (HITACHI LTD) -DEVICE FOR PREVENTING LIFT AND DERAILMENT OF WHEEL OF ELECTROMAGNETIC RAILROAD VEHICLE (WATANABE NORIO)	4건
독일	-Method and means for renewing the fastening of equipment of the travel way for an electromagnetic high-speed railway (DYCKERHOFF & WIDMANN AG) -Friction clutch with an electromagnetic operation, in a vehicle drive transmission train, has an interaction between the control and the electromagnet to give a temporary increase in the magnetic flow density (KARL HEINZ LINNIG GMBH & CO KG) -Track for electromagnetic levitation high-speed train has function components at edges of track plate with stator packets suspended below running rails (WALTER BAU AG) -Obstacle detection on railway tracks using reflectometry principle - involves evaluation of portion of outgoing electromagnetic wave reflected along waveguide comprising track and trolley wire (개인) -Side-rail fixing system - is for electromagnetic railway and uses recesses in sides of concrete beam folded with poured concrete (개인)	5건

(27) 경제 운전

검색키워드를 (제목=[aerodynamic])*(초록=[railroad+railway])로 설정한 결과 총 1건의 특허정보가 검색되었으며, 이들 특허정보는 국가별로 미국등록특허 1건이 검색되었다. 주요특허출원기관으로는 Vapor Corporation 등의 철도차량 관련 기업으로 조사되었다.

해외 특허 기술로는 1건이 검색되었고, 비용 산정에 관련된 내용이 나타나 있었다. 앞으로는 사용되는 소비 전력량, 타행 운전 및 지리학적인 특징(구배, KP 등)을 고려한 경제 운전에 관련된 연구가 필요하다고 할 수 있다.

<출원국가별 경제운전 관련 주요 특허기술 목록>

출원 국가	주요 관련 특허명(출원기관)	건수
미국등록	Control system for economic operation of multiple locomotive trains (Vapor Corporation)	1건

5절. 기술개발 시제 차량의 시운전시험 사례 분석

1. 국외 시운전시험 사례 분석

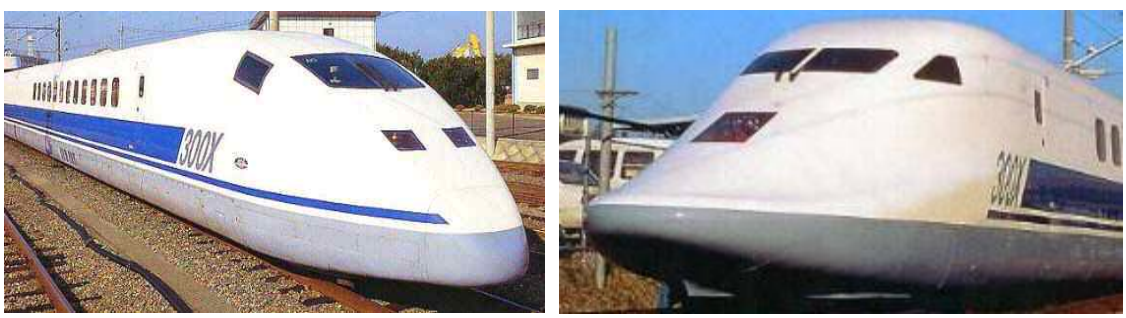
가. 신간선 300-X 열차 개발사업

(1) 사업 개요

300-X 열차 개발사업은 JR동해(Central Japan Railway Company)가 현재의 300계 열차를 대체하기 위해 수행한 시제열차 개발 및 선로시설물 개발 등의 고속철도 시스템 개발사업으로 이 사업의 목적은 "고속철도시스템 건설을 위한 기술의 실현"과 "고속철도에 대한 다양한 자료 취득"이다. 이 사업에서 관심을 갖고 있는 연구분야를 요약하면 다음과 같다.

- 고속에서의 안정적 주행을 위한 시스템의 개발
- 고속에서 안정적인 제동시스템 개발
- 공기역학 문제의 실험
- 철도 연변의 환경 보호
- 승차감의 향상
- 수송량 증대(고속, 고용량)

이러한 관심 분야들을 해결하고자 적용한 방법은 (1) 수치 해석(numerical simulation) (2) 실험실에서의 기본적인 시험 (3) 시운전 시험의 3가지이다. 이 개발사업을 통해 상업용 열차인 700계가 개발되어 1999년 3월에 운행을 시작하였다. 아래의 사진은 300X 열차의 양쪽 전두부를 보여 주는 것으로 공기역학적 성능을 검증하기 위하여 서로 다른 형상을 적용하였다.



<신간선 300-X 시험열차>

<신간선 300X 시운전시험 일정>

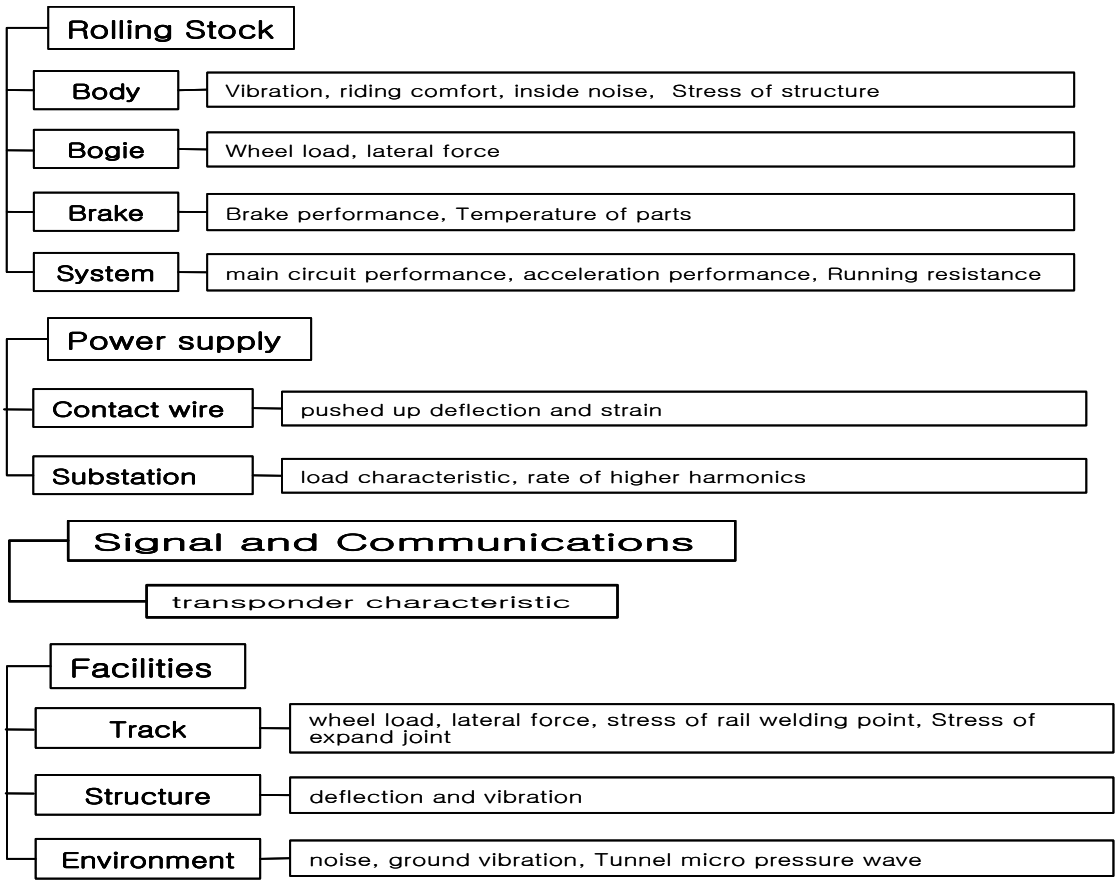
1990년 7월	차량설계를 위한 기초조사
1994년 12월 22일	300X Project 발표
1995년 5월 25일	시운전 시험 시작(Kyoto～Maibara)
1995년 12월	350km/h 속도 달성
1996년 7월 26일	최고속도 443km/h 기록
2002년 1월	사업 종료
1단계 (95. 1 ～ 95. 9)	속도증가 시험
2단계 (95. 10 ～ 02. 1)	차량성능 및 안정성 시험

(2) 시운전 시험 추진 방법

열차의 성능검증 방법은 3단계 절차로 진행되었다. 첫째는 수치해석(Numerical simulation)단계이며 주요 수치해석 내용을 살펴보면 차량-레일 상호작용 해석, 전차선과 판토그래프 상호작용 해석, ATC 제어로직 시험 등이다. 두 번째 단계는 시험(Elemental test)으로 풍동시험과 같이 실험실에서의 각종 모델 및 prototype의 시험이며 수치해석의 인자들을 도출하였다. 세 번째는 시운전 시험(Running test)으로 수치해석 및 요소시험의 결과를 실제 시운전시험 결과와 비교하고 전체시스템 성능을 검증한다. 또 고속철도 운행 및 성능개량에 필요한 각종 데이터를 취득하고 하위 시스템 변경 영향을 검토하였다.

(3) 본선 시운전 시험(Running test)

본선 시운전 시험은 고속에서 다양한 조건의 평가와 새로운 기술의 기능 확인을 위한 여러 가지 데이터를 얻어 최적의 고속철도시스템을 구축하기 위한 기초자료로 활용된다. 이 사업에서 실시한 시운전 시험을 좀더 자세하게 살펴보면 두가지로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 속도증가시험 (1995. 1～1995. 9)은 차량조건은 변화시키지 않고 속도를 증가시켜 속도-주행안전성, 속도-승차감, 속도-집전성능, 속도-공력성능 등의 관계를 측정하는 시험이며, 차량성능 및 안정성시험(1995. 10～2002. 1)은 속도 300～350km/h에서 주당 2회, 총 500회 시험을 실시했는데, 차량 및 선로시설을 변경하고 시스템의 관계를 규명하였다.



<신간선 300X 시운전 시험 항목>

(4) 시제 열차 및 시설물

시제열차는 상업용 차량이 아니라 여러 가지의 측정이 쉽도록 제작된 6량 편성으로 일부 차량에만 객실의자가 부착되어 있다. 주요 특징을 요약하면 시험용 차량이므로 많은 부분에서 시험을 위한 시도가 이루어졌는데, 예를 들면 양쪽 전두부의 형상이 다르고, 와인 잔 형상의 판토 커버의 사용, 틸팅시스템의 적용, 능동 진동제어시스템의 채택, 4가지 형태의 차체 적용 등이다. 시운전 시험구간의 시설물은 고속시험에 적합하도록 선로 등의 시설을 개량하거나 조정하였다.

(5) 사업의 기대효과 및 활용

일본에서는 사업운행용 차량을 개발하기 위해서는 시제열차를 제작하여 여러 가지 시험을 실시한 후에 이를 바탕으로 상업용 차량을 제작하고 운행하는 절차를 취해오고 있다. 이 300X 사업은 현재 상업운행을 실시하고 있는 700계에 시험결과를 반영하였다.

나. 신간선 STAR-21 열차 개발사업

(1) 사업 개요

STAR 21 열차 개발사업은 동일본 철도(East Japan Railway Company)에서 300km/h 영업운전을 목표로 기술개발을 수행하기 위하여 350km/h 정도를 안정하게 주행할 수 있고, 최고 속도는 400km/h 정도의 시험용 시작 차량 952, 953계를 설계・제작하였다. 시험용 시작 차량은 4량의 비관절 열차(952계)와 5량의 관절 열차(953계)로 구성되었으며, "Superior Train for Advanced Railways of the 21st Century"의 첫 자를 따서 STAR21로 명명되었다. STAR21 시작 차량 제작 이후 실시된 열차시험을 통해 최고속도 400km/h 이상 고속 대역까지 안정된 운행할 수 있으며 소음 등과 같은 환경 피해를 최소화시킬 수 있음을 입증하였다.

<신간선 STAR-21 시운전시험 일정>

1992년 3월 27일	공식시운전 개시(仙臺～北上)
11월 11일	최고속도 358km/h 기록(燕三條～新潟)
1993년 2월 15일 ～3월 18일	MAN대차, 4점 지지방식 관절대차, 궤도검측대차 장착
4월～6월	952 전차1 유니트 추가
8월	952-2～4, 953-1～2 지붕면 평활화 개조
9월 15일	최고속도 372km/h 기록(燕三條～新潟)
12월 21일	최고속도 425km/h 기록(燕三條～新潟)

(2) 시운전 시험 준비 및 항목

시험용 시작 차량 완성 후 3년 이내에 350km/h에서 주행성능 평가와 함께 400km/h 이상까지 속도향상 시험을 목표로 시운전 시험을 추진하였다.

□ 시험 준비

- 선로 정비 : 요철 삭정(레일표면 삭정차량「Spark」를 이용)
- 가선 정비
  - 전차선 교환 : 시험 구간의 전차선을 동 전차선(170㎟)에서 CS 전차선(110㎟)으로 변경 (CS선은 전차선 중심에 강제 코아(鋼製心)를 넣어 주변을 동으로 덮은 전차선), 실험을 목적으로 1 구간에 CS전차선 대신 TA 전차선으로 변경 (TA전차선은 중심에 동을 넣고, 주변에 알루미늄으로 덮은 전차선)

· 장력 증강(1.5t→2.0t)에 따라 파동 전파속도 증대(약 350km/h → 530km/h)

- 차량 개조

1993년 4～6월 전동차 1유니트를 추가, 출력 1.5배 증가, 기어비 변경작업 수행

□ 시험 항목

- 소음, 진동 시험 및 저감 시험
- 축중, 횡압시험
- 진동가속도 측정, 승차감 평가
- 역행 제어성능 시험 및 개량
- 제동성능 시험 및 개량
- 영업차와 교행 성능시험
- 차체 특성 시험 및 객실 내 모든 설비 및 비품의 개량
- 집전 성능 시험 및 개량
- 궤도 영향 시험 및 고속 주행 궤도 정비
- 신호성능 시험 및 새로운 제어 시스템 시험

다. 신간선 WIN-350 열차 개발사업

(1) 사업 개요

WIN-350(West Japan Railway's Innovation for Operation at 350km/h)은 서일본 철도회사(West JR)가 산양신간선(山陽신간선)에서 영업운행속도 350km/h를 실현하기 위하여 미래의 고속 영업운전에 필요한 소음, 지반진동, 승차감 등 여러 종류의 데이터 확보와 VVVF 제어 등 신기술 확인을 위해 개발한 시작 전차이다. 저 소음, 고속 주행을 위한 경량 구조, 공기 역학적인 배려, 승차감 대책 등의 신기술 개발을 전제로 최고 속도 350km/h로 달릴 수 있는 신간선 열차를 개발하는 프로젝트에 착수하여, 6량 1편성의 시험용 시작 전차를 설계·제작하였다. 2년간의 시제 전차인 WIN350의 시험을 통해서 축적한 경험은 현재 산양 신간선에서 영업 운행하는 500계 신간선 열차의 개발에 중요한 기술적 토대가 되었다.

<신간선 WIN-350 시운전시험 일정>

1992년 4월 13일	차량 완성
6월 8일	주행시험을 개시
8월 8일	일본 최고속도 350.4km/h를 小郡・新下간에서 기록
1993년 7월 1일	액티브 서스펜션을 사용하여 처음으로 300km/h 주행 성공
7월 27일	익형 팬터그래프를 사용하여 처음으로 300km/h 집전 주행 성공
10월 13일	신 大阪역에 처음으로 들어옴
11월 26일	동경으로 회송, 철도고속화국제회의 (STECH'93)에 참가
1994년 10월 14일	세미 액티브 서스펜션을 사용하여 처음으로 300km/h 주행 성공
1995년 8월 23일	장기 주행시험을 개시(주로 廣島・博多 간, 1일 4회 왕복)
1996년 5월 18일	일본에서 처음으로 300km/h로 열차 교행(대향차는 500계양산선행차)
6월 1일	폐차

(2) 주요 시험항목

시작 열차의 제작 완료 이후의 2년 동안 속도 시험, 환경 영향 시험, 장거리 주행 시험을 실시하였다. WIN 350의 공식적인 시험 주행은 1992년 4월 말에 이루어졌으며, 측정 장비들은 1992년 5월에 설치되었다.

□ 속도향상 시험

1992년 6월초부터 견인 회로 성능, 대차의 주행 안정성, 집전성능 등을 확인하기 위한 시험주행을 시작하고 이후 속도를 점차 350km/h 이상 증속을 위한 시도가 이루어졌다.

□ 환경 영향 시험

속도향상 시험에 이어서 환경에 미치는 영향 시험은 다양한 소음 제어 방안을 점검하였는데 이 방안은 차고를 높이는 방안(3.3 m에서 3.5 m), 판토그래프 교체, 고장력 회로 버스의 연결, 팬터그래프 커버의 교체, 방음 덮개의 설치, 차량과 차량 사이 연결부위의 통로에 칸막이를 설치하는 방안 등이 포함되었으며, 차축과 지면 진동 특성의 관계를 규명하기 위해 추를 더 달아 차축의 하중을 9.5t에서 11.4t으로 증가시켜 시험하였다.

□ 장거리 시험

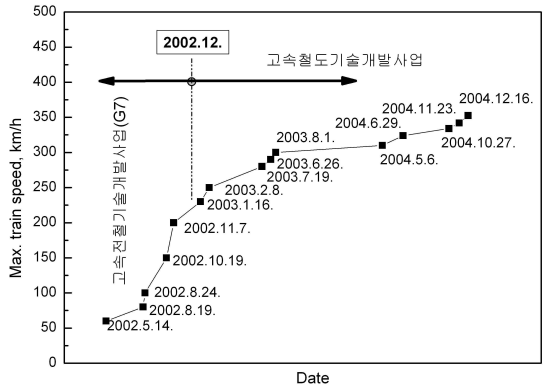
1년간의 장거리 주행 시험을 통해 차내 장비와 대차의 내구성 등을 점검하였다.

2. 국내 시운전시험 사례 분석

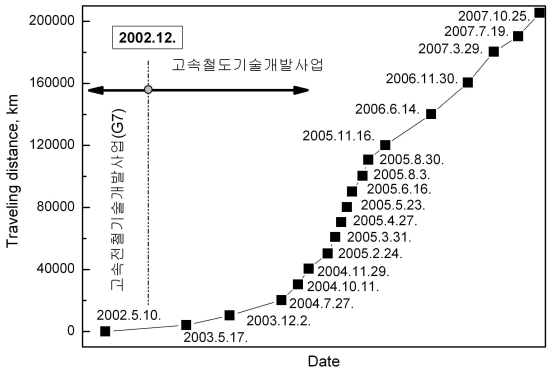
가. 한국형 고속철도시스템 안정화

(1) 사업 개요

300 km/h급 한국형 고속열차는 고속전철기술개발사업(G7사업, 1996. 12 - 2002. 10)과 고속철도기술개발사업(2002. 12 - 2007. 10)을 통해 개발되었다. 고속전철기술개발사업에서는 300 km/h급 시제열차가 제작되어 시제열차에 대한 기본적인 성능시험이 실시되어 총 주행거리 약 3,500 km, 최고속도 270 km/h로 시운전되었으며, 고속철도기술개발사업에서는 전반부 2년 동안에 걸쳐 시제열차의 성능시험과 352.4 km/h의 최고속도 시험 및 약 37,000 km의 운행을 통해 시제열차에 대한 성능을 확보하였다. 후반부 3년 동안 약 200,000 km의 주행(총 누적 주행거리 205,488 km)을 통해 시제차량에 대한 안정화를 통해 상용화 모델인 KTX-산천이 탄생하였다(아래 그림 <주행속도 증속현황> 및 <주행거리 누적현황> 참조)



<주행속도 증속현황>



<주행거리 누적현황>

(2) 시운전 시험

고속철도기술개발사업의 전반부 2년까지 진행되었던 시제열차의 성능시험은 13개 항목, 세부항목으로는 42개이었으며, 후반부 3년 동안 진행되었던 시제열차의 안정화시험은 12개, 세부항목으로 220개가 실시되었다. 아래 표 <한국형 고속열차 안정화 시험항목>에서 고속성능시험은 300km/h 이상에서 고속열차가 안정적으로 운행하는지를 확인하는 시험이고 성능개선시험은 고속열차에 대해 고속에서의 주행안정성, 소음저감, 승차감 향상 등의 시스템 성능을 향상하기 위하여 실시하였다. 차

량/시설물 적합성 시험은 차량시스템과 시설물(전차선, 신호, 궤도 등)과의 구간별, 속도별 인터페이스를 확인하여 안정적인 주행을 가능하도록 상호조정하기 위한 시험이고 적용성 시험은 개발열차가 기존선에서 운행할 경우 시설물 및 성능의 안정화를 확인하는 시험이다. 또한, 주요장치 안정화 시험은 주요 장치의 성능 안정 및 검증을 확인하는 시험이며, 신뢰성 시험은 열차의 주요 시스템에 대한 신뢰성을 확인하는 시험이다.

<한국형 고속열차 성능시험항목>

시 험 종 류		세부시험항목
성능시험	주행 성능 시험	3
	대차 주행 성능	4
	차체 진동 특성 시험	3
	제동 성능 시험	5
	유도장애 시험	2
	집전장치	3
	차내 소음	2
	제어 및 감시	1
	냉난방환기 시험	1
	공력 특성	6
	신호장치 시험	9
	공기조화시스템	1
	시설물 상태	2
총 계		42

<한국형 고속열차 안정화 시험항목>

시 험 종 류		시험항목
고 속 성 능 시 험		60
성능개선시험	신규개발품 시험	2
	국산개발품 시험	2
	성능개선품목 시험	11
	최적설계 도출 시험	4
	차량/검수설비 적합성 시험	8
	기타	28
차량/시설물 적합성 시험		12
적용성 시험		17
주요장치 안정화 시험	정적 시험	35
	동적 시험	30
신 뢰 성 시 험		11
총 계		220

(3) 유지보수 및 중점검

한국형 고속 시제열차의 시운전은 총 438회에 걸쳐 진행되었으며, 매번 시운전 시험 후에 일상점검 및 유지보수 작업이 실시되었다. 또한, 한국형고속열차가 45,000 km를 운행한 후에 정기 점검이 4차례(누적 주행거리 44,500, 93,000, 138,000, 180,000 km)에 걸쳐 로템공장 및 오송기지에서 실시되었다. 그리고 시운전 시험 과정에서 주요한 문제의 발생 시에 필요에 따라 시제열차의 점검 작업을 실시하였다.

(4) 고장 사례분석

시제열차의 시운전 및 안정화시험 중 발생한 고장 사례를 검토하면 다음과 같다.

(가) 시운전 시험 과정 중 발생한 주요 문제점

시제열차의 시운전은 KTX의 개통 이전에는 천안-대전 북단의 고속시험선에서 증속시험이 진행되었으며, 2004년 4월 KTX 개통이후에 영업선에서 KTX와 함께 진행되었다. 이 과정에서 아래 표와 같은 중요한 문제점이 발생하였으며, 차륜차상, 모터블럭의 잦은 고장 및 트리포드 손상 등은 시제열차의 증속시험 및 안정화 시험이 지연되는 원인이 되었다. 아래 표에서 액티브 댐퍼의 적용은 시운전 시험 과정 중 발생한 주요 문제가 아니라 시제열차에서 승객에 대한 승차감을 향상시킬 목적으로 실시되었다.

<주요문제점 현황>

번호	주요사항	수행년도
1	동력차의 롤링	1차
2	Battery Charger 고장	1차
3	차륜찰상	1차
4	모타블럭의 고장	1차
5	HVAC 및 여압시스템 유지보수	2차
6	TRS 유지보수	2차, 5차
7	트리포드 손상	4차
8	전차선 손상	4차
9	액티브 댐퍼 적용	4차, 5차

(나) 안정화 시험 중 발생한 주요장치 고장 현황

개발된 시제차량에 대해 안정화 시험이 본격적으로 진행된 고속철도기술개발사업에서는 후반부 3년 동안에 발생한 고장발생 현황은 아래와 같으며, 모터블럭의 고

장빈도가 높았으며(약 50%), 보조블럭(약 11%), 제동장치(약 10%)의 순서로 고장빈도가 높았다.

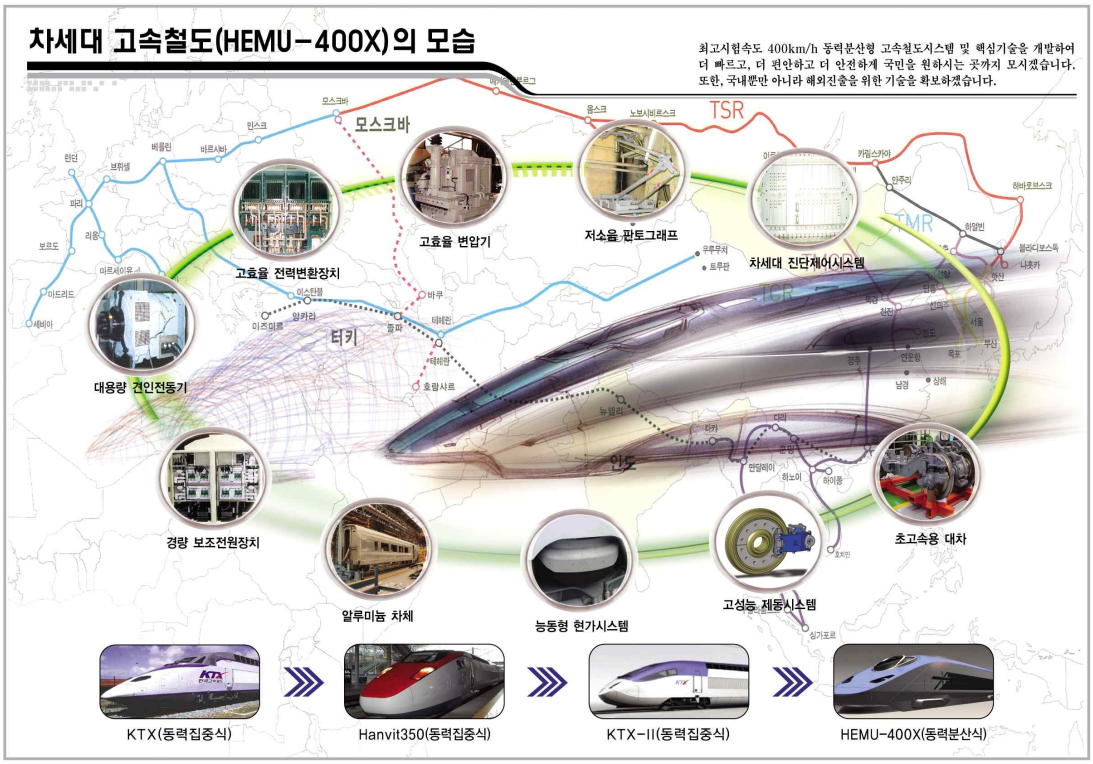
<고장 발생 현황>

차수	구분	MB		AUX	SCU/VCU	ATC/ATS	제동	차량	기타	월별 고장	주행 횟수
		로템	현대								
3차년도	2004.11	12	11							23	13
	2004.12	1	6							7	10
	2005.01		1							1	4
	2005.02	1	2					1		4	9
	2005.03	15	5	3		16	5	9	2	55	14
	2005.04	6	2		3	4	3	7		25	14
	2005.05	1		3	1	14		4		23	17
	2005.06	1	1			7		2		11	13
	2005.07	2	1			9		2	1	15	8
	2005.08	3		4	2	3	1	4	1	18	18
	2005.09									0	1
	2005.10	1	1	2		2		2		8	11
	계	43	30	12	6	55	9	31	4		132
4차년도	2005.11						2			2	15
	2005.12					3				3	11
	2006.01	3	1		3	4	3			14	11
	2006.02	5	1	3		1	1			11	10
	2006.03									0	4
	2006.04		1							1	1
	2006.05	4	4				2	1		11	4
	2006.06	5	3						1	9	8
	2006.07	3	1							4	6
	2006.08									0	0
	2006.09	9	4							13	11
	2006.10	3	2				1			6	8
	계	32	17	3	3	8	9	1	1		89
5차년도	2006.11	1	3	1		2				7	13
	2006.12	2		2			1		2	7	8
	2007.01	8	1		1					10	11
	2007.02	4	2	3			2	3		14	8
	2007.03	4	2	1	1	1		3	1	13	11
	2007.04									0	0
	2007.05	4	2	1						7	6
	2007.06	9	3	3		3	1			19	9
	2007.07	1	1				4		2	8	6
	2007.08		5	1			1	1	1	9	11
	2007.09			1						1	9
	2007.10										
	계	33	19	13	2	6	9	7	6		92

6절. 차세대고속철도기술개발사업 추진현황

차세대 고속열차의 개발 목표는 최고시험속도 430km/h(영업속도 370km/h) 동력분산식 고속열차 개발에 있다. 이는 고속열차 선진국들의 개발 추세에 부응하기 위함이며 특히, 동력분산식은 에너지 효율성과 유지관리 편리성은 물론 수송수요에 따라 차량편성을 용이하게 변경할 수 있는 장점이 있다 하겠다. 또한 뛰어난 가감속 성능으로 여행시간을 단축할 수 있고, 축중을 낮출 수 있어 선로의 부담을 작게 하여 유지보수 비용을 감소시킬 수 있다.

세부 개발 내용으로는 6량 편성의 시제열차를 개발하여 시운전시험을 통한 성능검증과 신뢰성 확인, 소형 경량 주변압기, 유도전동기와 영구자석 동기전동기를 병행하는 추진시스템을 독자적으로 개발하여 400km/h급 쾌속성을 보장하는 한편, IT 기반 승객 편의장치와 자동회전식으로 안장 조절 기능이 있는 좌석, 인간공학적 공간 디자인과 실내공간 증대, 기존 고속열차와 동일한 수준의 객실 소음 차폐로 승객의 편의성을 향상할 계획이다. 아울러 안전성 향상을 위해 국가가 철도안전법에서 제시하는 성능항목을 모두 만족하는 동시에 지능형 안전모니터링 시스템과 GPS와 대차진동 감시장치를 이용한 안전운행지원 시스템을 개발할 계획이다. 또한 유럽 시장 진출을 위해 유럽 규격을 적용하여 차량을 설계/제작하고 국내의 다양한 철도신호방식인 ATS/ATC/ATP 통합 신호시스템을 개발할 예정이다. 이외에도 공력 최소화를 위한 전두부를 순수 국내 기술로 개발하고 경량화를 위해 차체를 경량 복합재료 또는 알루미늄을 사용하여 설계하고, 고성능 제동시스템, 고속 능동형 현가 대차, 저소음 판토그래프, 차세대 차상컴퓨터 제어장치, 최적 소형 보조전원장치, 고용량 소형 배터리장치를 개발할 예정이다. 차세대 고속열차의 모습을 아래 그림에 정리하였다.



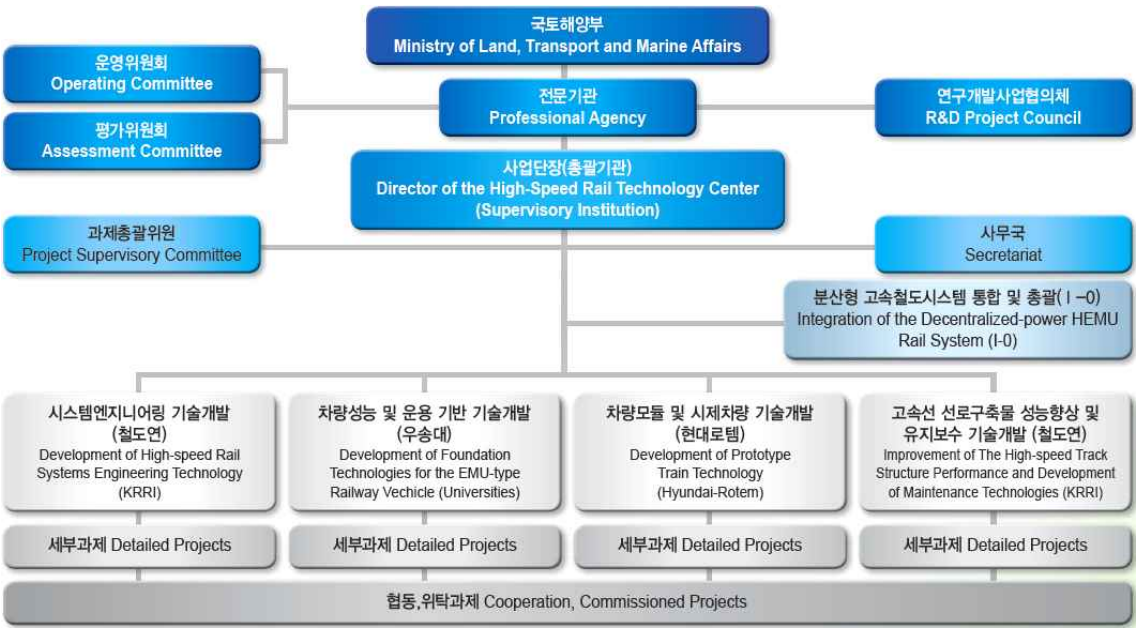
< 차세대 고속열차 개발사양 비교>

구 분	FASTECH-360	KTX-II	HEMU-400X
운영속도(km/h)	360	300	**370**
시험속도(km/h)	398	330	**430**
편 성	6M2T	2P8T	**6M2T(EMU)**
축 중	12.5톤 이하	17톤 이하	**13톤 이하**
추진시스템	IGBT	IGBT	**IGBT**
전동기	유도/동기전동기 350/355/370kW	유도전동기 1,100kW	**유도/동기전동기 410kW**
총출력	8.6 MW	8.8 MW	**9.84 MW (6M2T)**
중량 대비 출력 (kW/Ton)	23.4	19.9	**23.7**
전두부 형상	2-Types	단일형상	**Design 2-Types**
차량크기	L25W3.38H3.65	L18.7W2.9H3.48	**L23.5W3.1H3.7**
현가장치	능동형	-	**(반)능동형**
틸 팅	에어백	-	**-**

차세대 고속철도기술개발사업은 아래 그림과 같이 국토해양부가 주관부처이고 한국건설교통기술평가원이 전문기관을 담당하며 한국철도기술연구원이 사업총괄을

수행하는 사업단 형태로 추진하고 있다. 총 사업기간은 5년으로 2007년 7월에 시작하여 2012년 8월에 종료한다. 총 투입 연구비는 정부출연금 644.6억원, 민간부담금 286.5억원으로 총 931.1억원이다. 주요 기술분야는 4개의 분야로 시스템엔지니어링 기술개발, 기반기술개발, 분산형 차량 기술개발, 선로구축물 유지보수 기술이다.

연구진 구성은 선행사업인 고속전철기술개발사업과 고속철도기술개발사업에 참여하여 고속열차 핵심기술을 보유한 기업, 연구원, 대학 등으로 구성하였으며 기관의 총 수는 37개(기업 21, 연구원 2, 대학 13, 기타 1)이다.



각 핵심과제의 연구목표 및 대표 개발기술은 다음과 같다.

가. 분산형 고속철도 시스템엔지니어링기술개발

□ 연구목표

○ 분산형 고속철도 시스템 개발사양 작성/성능예측 및 평가 기술개발

○ 시스템인터페이스 및 엔지니어링 기술개발

○ 시험평가 체계 구축/ 시운전 시험평가 기술개발

- 최고시험속도 430km/h, 영업속도 370km/h 주행

□ 대표 개발기술

○ 시스템엔지니어링 적용 기반 구축 및 시스템 요구사항 작성

○ 분산형 고속열차 시험평가를 위한 요소 기술 개발

○ 분산형 고속열차의 시스템 성능검증 및 평가 체계 구축

○ 시제열차와 철도시설물간의 인터페이스 시험기술

○ 사용자운영요구조건 개발

○ 종합계측시스템 구축

○ 동력분산형 400km/h급 차세대고속철도 차량디자인 개발

나. 분산형 차량성능 및 운용 기반기술 개발

□ 연구목표

○ 최고시험속도 430km/h (운행속도 370km/h)급 차량의 실내외 소음 저감/진동 저감/주행 동특성 해석/공력성능 해석/충돌 안전도 해석/추진제어장치의 냉각장치 설계/변압기 특성 및 컨버터 스위칭 개선/견인전동기 냉각시스템/영구자석동기기 구동인버터 효율개선 등의 기반기술 개발

○ 첨단 IT 기술 및 스마트센서 적용 등 운용효율화 기반기술 및 교량형식에 대한 경제성 향상 기술 개발

□ 대표 개발기술

○ 분산형 고속전철의 설계단계에서 실내/실외/환경소음 예측 및 평가

○ 강체 차량진동 평가를 위한 해석모델 개발

○ 대변형체 해석 소프트웨어 개발

○ Wheel/Rail 해석 소프트웨어 개발

○ 고속열차 전두부 공력성능 평가기술

○ TSI 규정의 40mm off-set 충돌시 타고오름 위험도 평가항목 만족

○ TSI 규정의 평균 5g의 탑승공간 충격감속도 제한 조건 만족

○ TSI 규정의 운전실 및 객실의 생존공간 확보 조건 만족

○ 냉각장치 열유동 해석기술

○ 10kW급 수냉각장치, LHP 냉각장치 설계 및 제작기술

○ 컨버터 스위칭 최적화 기술

○ 변압기 최적 설계기술

○ 간섭최소화 권선 배치 기술

○ 견인전동기의 구동상황을 고려한 철손계산법을 개발

○ 열전도방정식을 이용한 수치해석적 열해석기법 개발

○ 차세대 동력분산형 고속철도에 적합한 교량구조형식 개념적인 설계기준방안 제시

○ 스마트센서, USN, IT적용기술

다. 분산형 차량 모듈 및 시제차량 기술개발

□ 연구목표

○ 국내 고속철도 기술의 경쟁력 제고를 통한 국내외 고속철도 시장의 능동적 대응과 지속 가능한 미래 성장동력산업의 기반기술 확보를 위한 영업속도 370km/h, 최고시험속도 430km/h 동력분산형 시스템 개발 및 관련 핵심기술 개발을 목표로 한다.

□ 대표 개발기술

○ 동력분산형 Proto-Type 차량 개발

○ 단독형 주행안정성 고속 대차 및 현수장치 개발

○ 최적의 소음저감 기술개발

○ 대용량 경량화 유도전동기 및 전폐형 영구자석 동기전동기 개발

○ 고효율 변압기/주전력 변환장치 및 제어장치 개발

○ ATC/ATS/ATP 통합 신호장치 개발

○ 알루미늄 구체 정밀 압출기술 개발

○ 첨단 경량시트 개발

○ 고효율 유리 및 프레임 기술개발

○ 400km/h급 통로연결막 기술개발

○ 제동 시스템 개발

○ 자기진단형 주회로 차단기 개발

○ 제어시스템 및 열차진동감지장치 개발

○ 축전지충전기/보조전원장치 개발

○ 열차속도 및 운행정보 기록장치 개발

라. 고속선 선로구축물 성능향상 및 유지보수기술개발

□ 연구목표

○ 고속화 차량개발(최고시험속도 430km/h) 따라 고속선에 적용 가능한 선로구축

시스템의 성능향상과 유지보수 핵심기술 개발

□ 대표 개발기술

○ 장파장 궤도틀림 관리기준 및 보수기준 개발

○ 궤도재료 유지보수 매뉴얼 개발

○ 콘크리트 궤도 급속 보강기술

○ 선로선형 최적설계기술 기준

○ 특수교량 주행안정성 평가기법 개발

○ 저진동 궤도시스템 해석 및 설계기술, 저진동 플로팅 궤도용 방진장치 현장시험. 궤도 시공/유지보수매뉴얼

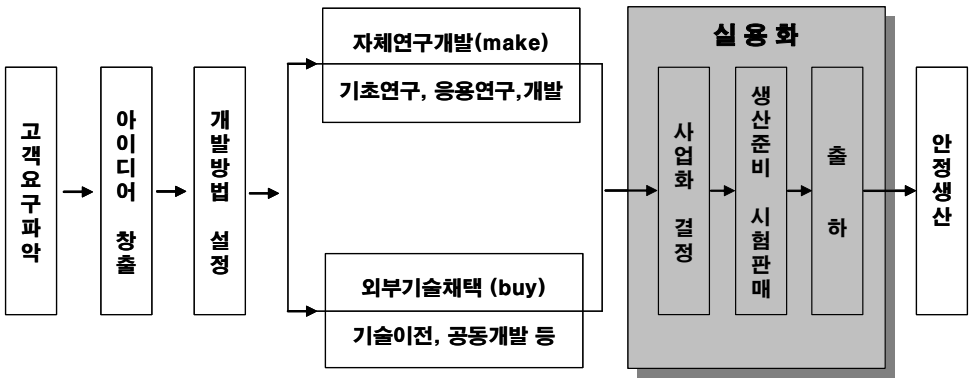
○ 특수교량 기술사양 정립

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 실용화 기반구축사업의 필요성 검토

가. 연구개발사업의 실용화에 관련된 선행 논의[1)]

최근 국내·외 기업과 연구기관의 연구개발 활동에 있어서 실용화가 강조되고 있다. 직접적으로는 치열해지는 국가 간의 경쟁에 따라 연구개발(R&D) 부문에서도 효율성과 경제성을 높이는 것이 현안으로 대두되었기 때문이다. 이는 기술개발의 내용, 방법, 실용화 전략이라는 세 개의 측면에서 변화를 가져왔다. 먼저 기술개발 내용을 선정하는 데에 있어서 대형 과제를 전략적으로 선정하고, 학제적인 연구에 바탕하는 기술 융합(technology fusion)이 가속화 되고 있다. 기술개발 방법 측면에서 외부기술 채택이 늘어나고 있으며, 산·학·연 협동, 민간기업들 간의 전략적인 제휴를 통한 연구개발이 추진되고 있다. 실용화 측면에서는 개발된 결과(성과품)의 활용(exploitation)을 위한 노력의 일환으로 기술 이전(technology transfer)이 강조되고 있다. 기업체에서의 기술개발사업의 실용화 과정은 아래의 그림과 같이 도식화할 수 있다.



<기업 기술개발사업의 실용화 과정>

출처 : 한국과학기술원, 1997, 22쪽

연구개발 이전단계에서는 최종적인 성과품의 성격을 규정하기 위한 사전 작업으로서 고객의 요구(시장의 니즈) 분석, 이에 부응하기 위한 개발내용 규명 및 방법이 결정된다. 개발내용은 내부에서 수행하는 부분과 외부 수행분이 결정되어야 하며,

---

* 출처 : 철도기술개발 실용화 추진기반 구축 및 전략수립 (2005), 한국철도기술연구원
연구개발품의 실용화를 위한 제도개선 및 전략수립 (2005), 한국철도기술연구원

외부기술채택 시에는 시장성이 중요한 요건으로 고려될 것이다. 이어서 실용화 단계에서는 사업화 가능성을 분석하고, 상용화에 대비한 준비작업을 수행하게 된다.

이와 같은 기술개발사업 성과품의 실용화 과정은 전체적인 맥락 측면에서는 당연히 국가연구개발사업과 큰 차이가 없으나, 기술개발 결과를 다시 적용해야 하는 교통시스템 개발사업에 있어서 실용화 과정은 일반 연구개발 사업에 비해 시간과 예산이 요구된다. 즉, 별도의 연구과제와 같은 사업이 시행되어야 한다는 것이 차이점이다.

선행연구에서 전제로 하고 있는 연구개발 성과품의 실용화 조건은 연구개발의 주체와 이를 활용하는 주체가 별개라는 점이다. 이에 따라 연구개발 성과품의 실용화를 촉진하기 위해서는 기술개발 대상이 수요자 중심으로 선정되고, 기술개발자가 실용화 과정을 지원할 때에 실용화 가능성이 높아지는 것으로 분석된다[2].

교통시스템의 경우 연구개발성과품(초도 개발품)의 실용화를 위해서는 시스템의 안정화기간과 상용화를 위한 준비기간과 예산이 필요하다.

대중을 수송하는 교통시스템의 개발을 목표로 하는 국가연구개발사업은 여타 과학기술 분야의 기술개발사업과 성격을 달리한다. 이는 실용화가 달성된 시기에서도 확인할 수 있다. 예를 들면, 한국화학연구원의 실용화 사례를 보면 연구개발과정이나 연구개발 완료 직후에 실용화 된 예가 대부분이다[3]. 그러나, 교통시스템 개발사업의 경우에는 개발사업이 완료된 이후 바로 실용화가 된 경우는 거의 없다. 연구개발과 실용화는 목표자체가 상이하기 때문이며, 이것이 연구개발의 결과가 완전하지 못함을 의미하는 것은 아니다. 거의 모든 교통시스템 개발사례가 이에 해당된다고 볼 수 있다.

프랑스에서 국내에 도입된 KTX는 프랑스에서 입증된 기술이었음에도 불구하고 상업운영 전에 시험운영 과정을 거쳤다. 그 이유는 KTX가 프랑스에서 검증되었다고 하더라도 현장 조건에 부합되게 이를 보정하는 것이 필수 불가결하기 때문이다.

---

2) 생산기술연구원에서 수행한 연구과제의 실용화 성패요인은 다음과 같이 분석된다.
"과제선정 과정이 기술제공자(생산기술연구원) 중심으로 이루어져 실용화를 수행할 기술수용자의 의견이 제대로 반영되지 못한 경우에는 상대적으로 실용화 성과가 낮았고, 반면에 기술제공자가 기술이전 후 참여기업의 실용화 과정에도 많이 활동한 경우에는 참여기업의 기술적 성과가 매우 높게 나타났다. 이는 과제 선정 시에는 기술수용자인 참여기업의 의견이 많이 반영되어야 하고, 연구개발과정 뿐만 아니라 실용화 과정에서도 기술제공자가 계속 참여하는 것이 실용화의 성공가능성을 높인다는 것을 의미하고 있다"(전게서, 35쪽)

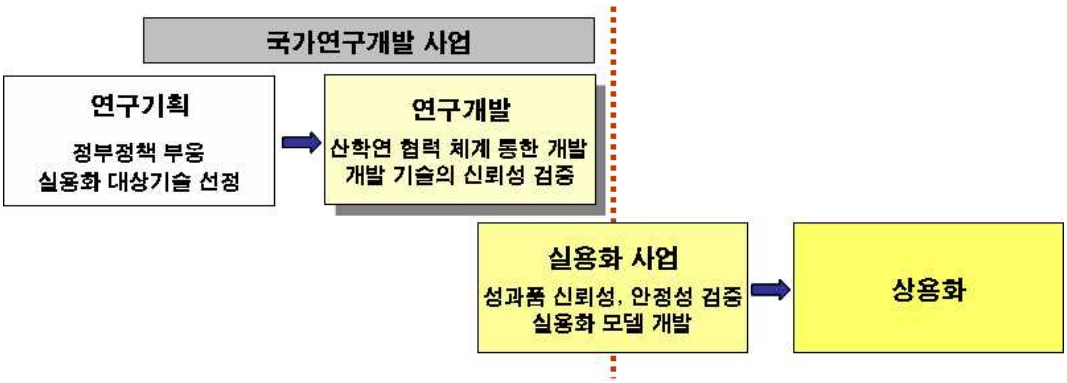
3) 사례집에 소개된 전체 83건 중 연구개발 종료 후 1년 이내 실용화 된 경우가 49건, 연구개발 도중 실용화 된 것이 10건, 연구개발 종료 후 몇 년 이내 실용화 경우가 24건임.
한국화학연구원, 실용화사례집(II), 2005

또 다른 사례로는 스페인의 신규고속철도 사업을 들 수 있다. 지멘스(Siemens)사에서 공급된 신제 고속철도 차량은 ICE3형을 기본으로 개발된 차량으로 마드리드-바르셀로나 구간의 개통 전에 시험운영을 시행하였다.

도시교통 시스템의 경우, 일본의 많은 시스템은 국제박람회(엑스포)를 통해서 대중에게 선을 보이고 수년이 지난 후에 실용화가 이뤄지는 경우가 많다. 새로운 도시교통시스템의 효시라고 할 수 있는 코베의 포트라이너가 박람회(포토피아)의 시운전을 거쳐서 실용화된 이후로 많은 새로운 교통시스템이 연구개발, 시험 운영, 상업운행을 위한 모델개발 과정을 거쳐서 실용화되고 있다.

이러한 사례는 여타 과학기술분야와는 달리 교통시스템 개발사업은 연구개발 단계와 실용화 단계가 별도로 설정되어 추진되는 것이 일반적이라는 점을 보여준다.

대중교통시스템의 운영자 입장에서 본다면, 신규 대중교통시스템의 도입 이후 기술적인 문제로 운행에 지장을 받는 것은 상정하기 어려운 일이다. 특히, 민자사업의 경우에는 국내외를 막론하고, 기술적인 위험성까지 고려하지 않는 것이 일반적인 사례이다. 이에 대해서는 국가연구개발사업의 종료 이후 즉시 실용화될 수 없다는 인식이 확립되어 국가연구개발사업과 실용화 사업이 별도로 추진될 수 있는 시스템이 구축되어야 할 것이다. 또한 일반 이용자 입장에서는 처음 개발된 연구개발 성과품이 적용될 때에는 기술적인 문제가 발생할 수 있다는 이해가 확산되어야 할 것이다. 연구개발사업의 외부 시스템(사회적인 인식의 확대) 못지않게 연구개발 주체의 실용화에 대한 책임감 역시 필요하다. 앞서 언급한 바와 같이, 실용화의 내용이 기술개발 목표, 내용, 방법에 관련된 것이라면 어떤 목표하에 어떤 기술을 어떤 방법으로 개발할 것인지를 정의하는 것은 결국 연구개발 주체의 책임이기 때문이다.



<교통시스템 국가연구개발사업 추진체계>

교통분야 선진국이라고 할 수 있는 일본과 프랑스에서도 기술개발 사업 완료이후 실용화 모델을 개발하여 상용화를 준비하고 있는 사례는 교통시스템이 개발되어 정착되는 데에 있어서 기술개발만으로는 충분하지 않다는 점을 보여주는 사례라고 할 수 있다. 교통시스템의 특성을 반영한 실용화 추진체계는 현재와는 달리 개발된 기술 및 시스템의 안정화 단계 및 시범사업이 포함되어야 한다. 또한, 하나의 시스템이 개발되는 경우에는 기술개발 사업이후에 안정화와 시범사업단계가 추진되어야 한다는 인식이 정착되어야 할 것이다.

나. 교통시스템 기술개발 및 실용화사업의 해외 사례 검토

해외 선진국에서 본 보고서에서 검토되는 분산형 고속철도시스템의 실용화 기반구축사업과 유사하게 교통시스템이 국가연구개발사업으로 개발되어 실용화사업이 수행된 예로 일본의 초전도 고속철도 차량 개발을 들 수 있다.

(1) 시스템 개발 개요

철도 운영자가 주도가 되어 연구개발이 계속되고 있는 신간선과는 달리 초전도 자기부상 철도의 경우에는 1962년 국철 내부에서 연구 개발이 착수되었다. 계속적인 연구 개발을 통해 1990년에는 국가연구개발사업 형태로 JR동해, 철도종합연구소(RTRI), 철도건설공단의 참여 하에 추진되었다. 연구개발의 목표는 최고속도 500km/h로 운행하면서 첨두시에 시간당 10,000인을 수송할 수 있는 시스템을 개발하는 것으로 설정되었다. 이를 본격적으로 추진하기 위해 1990년에 시험선(야마나시, 연장 42.8km)을 건설하여 1997년부터 본격적인 주행시험을 시작하였다.

시험선에서의 최고 운행속도는 1999년 552km/h(5량 편성), 2003년 581km/h(3량 편성, 유인주행)로 기록된다. 시험선 건설 이후의 누적 주행거리는 2004년 12월말에 41만 Km를 달성하였다.

(2) 개발시기별 시험내용

① 1997년: 550km/h 도전

가속성능, 제동성능 등 기본적인 주행성능을 확인하는 시험으로 차량주행시험, 부상주행시험, 속도향상시험, 최고속도인식시험을 시행하였다.

- 차량주행시험: 1997년 4월 야마나시시험선에서 주행시험을 시작, 저속도로 차량주행 시험을 실시하였다.

- 부상(浮上)주행시험: 1997년 5월 부상 주행에 성공하여 안전한 부상주행 가능성을 확인하였고, 부상 주행에 이동하는 최적의 속도를 설정하였다.
- 속도향상시험・최고속도인식시험: 1997년 6월 속도향상시험 개시. 11월 500km/h를 돌파. 12월에 설계최고속도인 550km/h를 기록하였음(시험개시 이후 9개월만에 개발목표 달성)

② 1998~1999년: 실용화 추진

종합기능시험이란 영업선에서 상정된 다양한 기능을 확인하기 위한 시험으로, 고속교행시험, 복수열차제어시험, 5량 편성 시험 등을 추진하였다.

- 고속교행시험: 반대편에서 달려오는 열차와 엇갈릴 때에 주행안전성 등을 확인하였다. 1998년 12월에는 상대속도 966km/h, 1999년 11월에는 상대속도 1,003km/h로 엇갈리는 시험을 시행하였다.
- 복수열차제어시험: 역에서 선행열차의 대피, 후속열차의 추월・속행운전 등을 상정한 시험을 실시하였음.
- 5량 편성 주행시험: 야마나시 시험선에서 가능한 최장편성인 5량 편성 시험주행을 실시하여 주행안정성 등을 확인하였음. 1999년 4월 유인・만차 상태로 최고속도 552km/h 기록(1997년 12월에 달성한 유・무인 최고속도 기록을 갱신)

<초전도 자기부상 열차주행시험 일정 및 시험항목>

구 분	1997년	1998년	1999년
기본주행시험	차륜주행, 부상주행, 속도향상		
		고속교행, 열차제어, 비상안전	
종합기능시험			고속연속주행시험
신뢰성확인시험	수송능력 확인시험		
기타시험			
			승차감, 역설비, 환경영향, 경제성 등

③ 2000년: 완성도향상

2000년 이후의 기술개발 및 주행시험의 목적은 실용화 기반기술을 확립하기 위해 ① 신뢰성・장기내구성 검증, ② 가격 저감, ③차량의 공력적 특성 개선을 목표로 기술개발 및 주행시험을 추진하였다.

- 신뢰성 확인 시험: 500km/h 주행을 포함한 고속 주행을 반복하여 차량이나 지상설비의 신뢰성, 내구성능 검증 시행

- 가격저감기술개발

· 새로운 방식 가이드웨이: 시공성, 보수성이 우수한 새로운 방식의 가이드웨이를 개발하였음. 자립가능한 역T형 단면 형상을 이용함으로 건설, 유지보수시 작업 효율성이 향상되어 향후 가격절감이 가능하게 되었음

· 新방식 지상코일: 지상코일은 全線에 부설된것에서, 單体에서의 가격 저하가 전체로 크게 가격을 저하시키게 된다. 현재 2층구조인 추진코일을 단층구조로 함에 따라, 소형·단일화 가격 저하를 꾀할 수 있다.

· 고효율전력변환기: 전력변환기는 소요속도에 맞춰 주파수 전기를 지상코일로 흐르는 역할을 담당하고 있다. 이 전력변환기에 사용하는 전력용반도체 素子를 기존의GTO에서 우수한 IEGT로 바꿔 전력변환기를 개발하였다. 주변 부품수의 저하로 인해 커다란 저손실화와 소형화를 달성할 수 있었다.

- 차량의 공력적 특성 개선: 2002년 2량의 시험차량(선두차 1량, 중간차 1량)을 야마나시 시험선에 투입하였음. 이 시험차량은 공력적 특성이나 승차감을 다각도로 검증할 목적으로 선두형태, 차체단면, 차체구조에 많은 시험적 요소를 도입하였음. 2002년 7월부터 주행시험을 개시하여 차량운동, 주행저항 저감효과, 차량·연선환경의 개선효과 등을 확인하였음

④ 2003년 이후: 실용화 기반기술 확립

장래 영업선의 설비를 최적화하기 위해, 기존보다 고속으로 안전성·신뢰성·내구성을 확인하는 고성능 확인시험을 시행하였음.

- 연속주행시험: 2003년 11월 지금까지 기록을 2배 이상 상회하는 2,876km(실험선89왕복)를 주행하였음. 이는 JR 동해 보유 신간선 차량 일평균 운행거리 1,400km의 약 2배에 해당하는 거리임

- 최고속도 향상 시험: 2003년 12월 지금까지 세계최고기록을 약 30km/h 상회하는 581km/h를 기록했다. 이 기록은 2004년 2월에 기네스북을 발행하는 기네스사에 철도의 세계 최고속도에 인정되었다.

(3) 실용기술평가위원회 평가

국토교통성「초전도자기부상식철도 실용화 기술평가위원회」에서 실용화 기반기술이 확립되었다는 평가를 받았으며 (2005년3월), 향후 초전도자석 등의 코어기술을 향상시켜 기술 완성도를 높여나갈 계획이다.

2절. 연구개발과제 구성

본 절에서는 차세대 고속철도기술개발사업을 통하여 개발된 동력분산형 고속철도시스템 및 핵심기술의 실용화를 위한 기반구축사업에 포함될 연구 내용 및 그 필요성을 검토하여 정리하였다.

분산형고속철도의 실용화를 위해서는 우선적으로 분산형고속철도 차량시스템 및 핵심기술의 안정화가 요구된다. 안정화를 위해서 안정성 검증 체계가 구축되고 국내의 다양한 환경 및 조건에서의 시운전 시험 및 분석이 수행되어 이를 바탕으로 개발 시스템의 개선이 이루어지며 국내 고속철도 운영속도 향상을 위한 분산형 고속철도 차량시스템의 기술이 검증되어야 한다. 또한 분산형 고속열차의 유지보수 체계 구축, 실용화 기술규격 작성, 국내 적용방안 마련, 해외 진출을 위한 전략 수립 등의 연구를 통하여 개발된 분산형 고속열차의 실용화를 위한 체계가 구축되어야 한다. 한편으로는 고속철도 기술 선도 및 실용화 촉진를 위하여 개발 시스템의 성능 개선을 통한 고속철도 기술 향상 연구가 요구된다. 이 기술에는 기존 KTX 및 KTX 산천 운행시 해결되지 않고 있는 애로 기술 및 고속철도 기반기술 등도 고려될 수 있다.

(1) 분산형 고속철도시스템 R&D 사업체계 조정 및 후보과제 도출

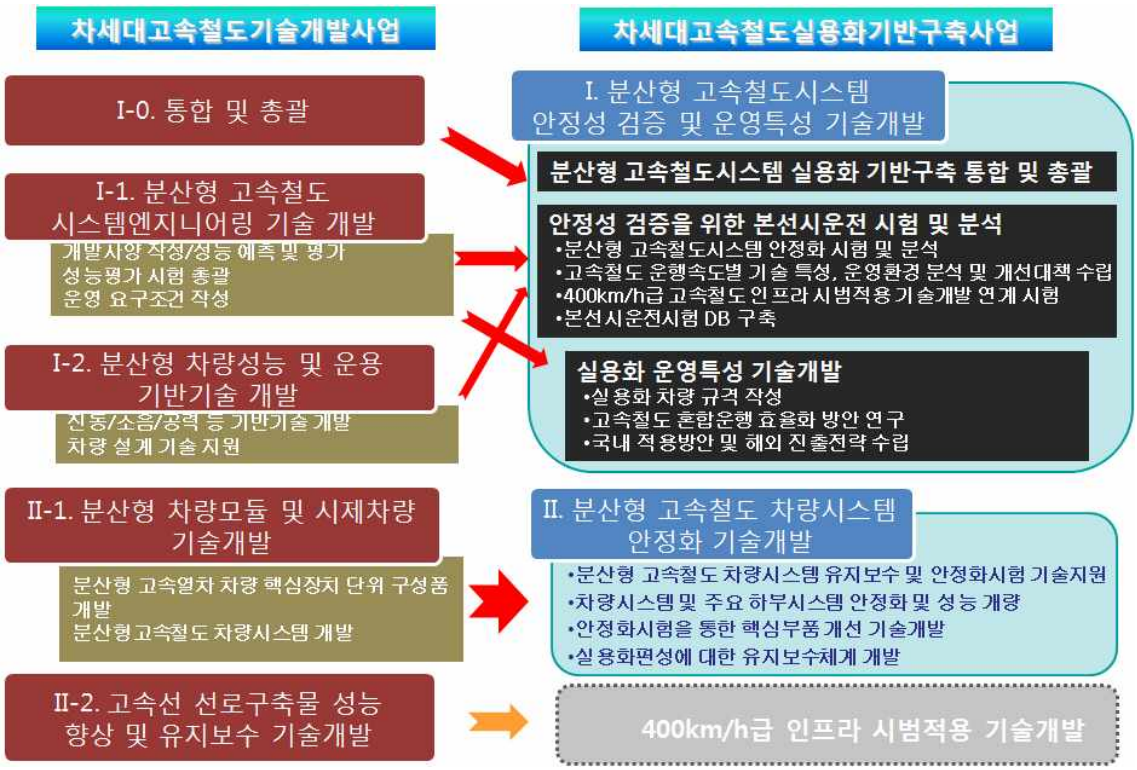


<차세대고속철도기술개발사업 과제 구성>

차세대고속철도기술개발사업에서는 앞의 그림에서와 마찬가지로 크게 총괄과제(분산형 고속철도시스템 통합 및 총괄) 및 4개의 핵심과제(분산형 고속철도 시스템 엔지니어링 기술개발, 분산형 차량성능 및 운용 기반기술 개발, 분산형 차량 모듈 및 시제차량 기술개발, 고속선 선로구축물 성능향상 및 유지보수 기술개발)로 구분하여 사업을 추진하였다(5차년도 제외).

차세대고속철도기술개발사업의 후속사업인 차세대고속철도시스템 실용화기반구축사업에서는 기술개발사업을 통하여 개발된 분산형 고속철도시스템 및 핵심기술의 안정화 및 실용화 기반 구축을 위하여 계속적인 연구 수행이 필요하나, 효율적이고 체계적인 사업 추진을 위하여 그 체계 조정 및 후보과제의 도출이 필요하다.

연구개발의 원활한 수행 및 개발 목표의 효과적인 달성을 위하여 위 연구내용들을 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발, 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발야의 두가지 세부과제로 구분하여 추진된다.



<차세대고속철도 R&D 사업 체계 조정>

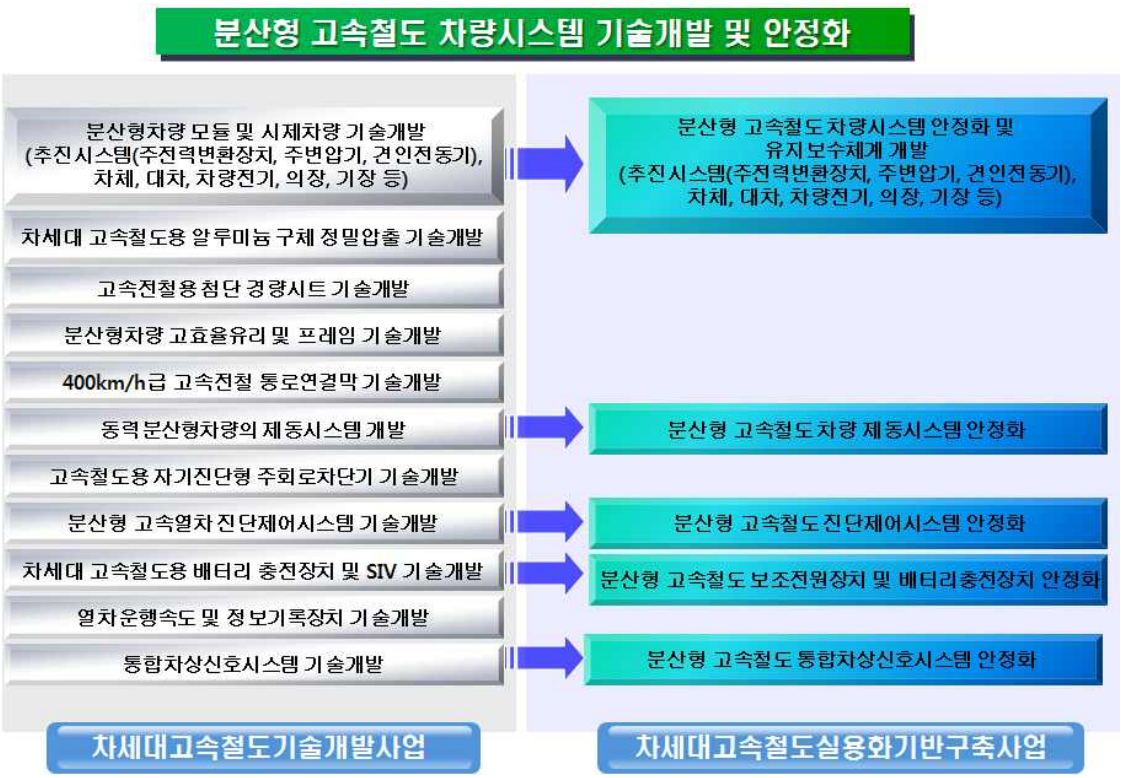
실용화기반구축사업에서는 통합 및 총괄과제를 별도 과제로 수행하지 않고 1세

부과제(분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발)가 총괄과제의 역할을 수행하도록 하며, 연구내용으로 통합 및 총괄과제에서 수행하였던 내용을 포함하도록 한다. I-1 분산형 고속철도 시스템엔지니어링 기술개발 과제에서 수행하였던 연구들은 후속사업에서 대부분 1세부과제 내에서 계속하여 연계되어 수행된다. I-2 분산형 차량성능 및 운용 기반기술 개발은 기술개발사업 5차년도의 경우 통합 및 총괄 과제에 통합되어 연구를 수행하고 있으며, 실용화기반구축사업에서는 별도의 세부과제로 수행되지는 않지만 1세부과제 내에 포함되어 관련 사항들이 검토되거나 연계되어 수행될 것이다. II-1 분산형 차량 모듈 및 시제차량 기술개발 과제는 개발된 차량시스템 및 차량하부시스템 중 안정화 및 실용화의 필요성 연구의 필요성이 있는 기술들에 대하여 선별하여 후속사업에서 2세부과제(분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발) 내에서 수행될 것이다. II-2 고속선 선로구축물 성능향상 및 유지보수 기술개발 과제는 고속선 인프라 사업이 별도로 진행되고 있기에 (“400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발사업), 후속사업에서 진행되지 않고 인프라시범적용사업에서 연계되어 수행될 예정이다.



<분산형 고속철도 시스템엔지니어링기술개발 후보과제 도출>

다음 그림에서와 같이 기술개발사업에서 개발된 분산형 고속열차 차량 및 차량 핵심장치 중 시스템 상에서의 장치별 중요성, 국산화 정도, 과거 G7 한국형 고속열차의 안정화 경험 등을 종합적으로 고려하여 실용화를 위하여 안정화가 반드시 필요하다고 고려되는 차량시스템, 제동시스템, 진단제어시스템, 보조전원장치, 차상신호시스템 등 다섯가지 주요 연구과제는 후속사업에서 안정화 연구를 수행하는 것이 바람직하다고 판단된다. 그러나 안정화 연구의 필요성이 적거나 개발된 기술로 실용화 직접 적용이 가능한 알루미늄 구체정밀압출기술, 경량시트, 고효율유리 및 프레임, 통로연결막, 주회로차단기, 이벤트레코더 등은 별도의 연구과제로 수행하지 않고, 유지보수 등의 필요시 차량시스템안정화 과제 내의 유지보수용역 등으로 안정화를 수행하는 것이 바람직하다고 판단된다.



<분산형 고속철도 차량시스템 기술개발 후보과제 도출>

그 연구내용에 대한 필요성을 다음과 같이 검토하여 정리하였다.

(2) 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발 분야

개발된 400 km/h급 동력분산형 고속철도 시스템이 실용화되어 집중형인 한국형 고속열차와 더불어 분산형 고속철도에 대한 해외진출의 교두보를 마련하기 위해서는 조속히 안정화시키고 이를 실용화시키기 위한 기반을 구축하여 한다. 분산형 고속철도 시스템의 조속한 안정화 및 실용화 기반 구축이라는 목표를 달성하기 위해서는 종합적이고 일관된 관리 체계가 필요하며, 사업단, 각 과제 및 운영기관과의 유기적인 통합 및 원활한 인터페이스를 통해 사업의 성공을 추구할 수 있게 될 것이다.

개발된 동력분산형 고속철도 시스템의 조속한 안정화 및 실용화 기반 구축이라는 목표를 달성하기 위해서는 영업선로에서의 시운전 시험을 통한 고속열차의 운용, 성능 검증 및 성능 향상 등 분산형 고속철도시스템의 안정화 기술개발이 필요하며, 이를 위해서는 본선시운전 시험을 통해 지속적인 성능 계측과 분석을 통해 개발시스템이 안정화될 수 있도록 하여야 한다. 해외의 경우에도 고속열차 개발 후 3~5년간의 안정화 시험을 실시하고 있으며, 안정화 시험을 통하여 개발 시스템의 안정성 및 신뢰성이 검증되어야 비로소 실용화 되는 것이 일반적이다. G7 고속전철 기술개발사업을 통하여 개발된 한국형 고속열차 역시 고속철도기술개발사업(2002. 12 - 2007. 10)에서 전반부 2년 동안에 걸쳐 시제열차의 성능시험과 352.4 km/h의 최고속도 시험 및 약 37,000 km의 운행을 통해 시제열차에 대한 성능을 확보하였으며, 후반부 3년 동안 약 200,000 km의 주행(총 누적 주행거리 205,488 km)을 통해 시제차량에 대한 안정화를 통해 KTX-산천이 탄생한 바 있다.

국내 고속철도의 운영속도는 시속 300km이나 주변 환경의 변화와 경제활동의 증가로 보다 빠른 철도의 요구는 날로 증가하고 있다. 이를 고속철도가 수용하기 위해서는 운행속도의 향상이 필요하며 이는 고속철도 차량 외에도 신호/궤도 등 전체적인 개선과 기술개발이 선행되어야 가능하다. 따라서, 개발된 분산형 고속철도를 이용하여 운행속도별 주요시스템의 특성분석과 운영환경에 대한 영향 등을 검토할 수 있는 기술적인 자료를 확보하는 것은 매우 필요한 부분이며, 현 상태에서 운행속도를 높이기 위해서는 역행, 제동, 주행안정성, 소음 등 많은 기술적 부분들이 어떠한 변화를 가져오는지는 이론적 접근보다는 현장의 시험을 통해 면밀한 분석을 하는 것이 가장 효율적인 방법으로 이는 실용화 기반 구축과정에서 반드시 진행되어야 할 것이다. 아울러 '400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발'과의 유기

적인 협력을 통해 개발되는 인프라 관련 기술개발의 성능 검증 역시 필요하다고 할 수 있다.

이와 아울러 고속철도의 운영과 속도향상 등에서 지속적으로 대두되는 기술적 현안사항들에 대하여 연구를 통한 기술기반의 확보 및 해외 선진국들의 고속철도 분야에서의 경쟁적인 기술 발전 추세에도 적극적으로 대응하기 위하여 고속철도 기반기술에 대한 연구 개발의 필요성이 있다. 현재 분산형 고속철도 시스템의 실용화를 위하여 크게 기여할 수 있는 고속철도 기반기술로는 축상 또는 대차에서의 진동가속도 측정을 통해 궤도불규칙을 추정하고 대차 및 차체 과진동을 진단할 수 있는 기술의 개발, 더욱 향상된 승차감을 제공하여 서비스 질의 향상을 가져오기 위한 상하방향의 진동제어장치 기술의 개발, 고속철도 시스템의 공력 특성 향상을 위한 기반 연구, 에너지 효율성 측면의 연구 개발로 운영 성능을 향상시킬 수 있는 경제운전 연구 등을 고려 할 수 있다.

향후 개발된 분산형 고속열차가 국내 실용화 및 적용이 용이하도록 하기 위해서는 분산형 고속열차의 시운전 시험 분석 결과를 반영한 국내 실용화 차량시스템 규격, 국내 적용가능 노선 분석 및 적용방안, 국내 노선에 투입시 기존 고속철도 차량과의 연계 운영방안 등의 마련이 필요하며 따라서 이를 포함한 고속철도 운영 측면에서의 연구가 수행되어야 한다.

개발 열차가 국내에 투입되는 경우 KTX, KTX-산천 등 기존에 운행하고 있는 고속열차와의 혼합 운행이 수반되게 되며, 이에 따른 효율적인 운영 방안이 필요하며 기존 노선에서의 혼합 운행에 따른 적정 운영속도, 신규 노선에서의 적정 운영속도 등에 대한 검토가 수행되어야 할 것이다.

차세대고속열차의 시제편성은 6량으로 구성되어 차량의 성능에 대한 확인을 검증하는 것으로 추진 중에 있지만, 실용화 차량의 구성은 8량 1편성으로 고려하고 있다. 따라서 개발 시제열차의 성능을 확인하면서 향후 실용화시스템에 필요한 사항을 반영하여 실용화에 대한 규격을 마련해야 된다. 개발 시제열차를 이용한 성능확인 시험 등의 안정화시험을 수행한 이후에 이를 바탕으로 확보한 보완 사항을 반영하여 국내 또는 해외 진출을 위한 실용화 편성에 대한 기술 규격이 조속히 확립되어야 향후 국내외 수요에 신속히 대응할 수 있을 것이다.

개발 기술의 활용을 위해 국내 적용성을 높이기 위해서는 국내 고속철도 도입 계획 및 요구 사항에 대한 분석을 통한 개발된 분산형 고속철도 시스템의 체계적인

국내 적용 방안을 수립해야 된다. 또한, 개발된 분산형 고속철도가 국내는 물론 해외에 진출하기 위해서는 해외에서 요구하는 기술적 특성들을 분석하고 이를 실용화 시스템에 반영할 수 있는 전략 수립이 필요하게 되는데 한국형 고속열차의 개발에서 이러한 해외진출전략 수립의 부재로 인해, 해외 수요 발생시에 단편적인 전략으로 대응함으로 인해 우리 기술의 진출기회를 확실히 확보하는데 한계를 절감할 수 있었다. 이를 극복하기 위해서는 실용화 기반을 구축하는 과정에서 보다 체계적으로 시장현황 분석과 안정화 시험을 통한 우리 기술의 특성분석을 통해 해외진출 대응전략의 수립이 절실하게 필요할 것으로 예상된다.

(3) 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발 분야

개발된 400 km/h급 동력분산형 고속철도 차량시스템의 실용화 및 고속철도 차량을 구성하고 있는 주요장치들의 신뢰성을 확보하기 위해서는 개발된 시스템 및 부품의 실환경 시험을 통한 지속적인 검증과 유지보수가 반드시 필요하다. 또한 분산형 고속철도 개발시스템의 실용화로 성공적으로 연결될 수 있도록 안정화시험을 통하여 주요 핵심부품에 대한 미비점을 분석하고 개선 필요사항을 도출하여 설계 변경을 통한 성능 개선을 도모해야 된다.

한국형 고속열차 개발 사례를 보면 고속철도기술개발사업을 통하여 시제열차의 시운전은 총 438회에 걸쳐 진행되었으며, 매번 시운전 시험 후에 일상점검 및 유지보수 작업이 실시되었다. 또한, 한국형 고속열차가 45,000 km를 운행한 후에 정기점검이 4차례(누적 주행거리 44,500, 93,000, 138,000, 180,000 km)에 걸쳐 로템공장 및 오송기지에서 실시되었으며 시운전 시험 과정에서 주요한 문제의 발생 시에 필요에 따라 시제열차의 점검 작업을 실시하였다. 안정화시험을 통한 분석 결과를 바탕으로 추진장치, 제동장치 및 열차진단제어장치 등의 중요 핵심장치에 대한 성능 보완, 에어콘, 차단기, 접지스위치 및 Safety 스위치의 성능 보완, 연결링 및 연결용 부수대차의 현차 시험 및 특성 개선, 와전류제동장치의 성능 보완 및 제작, 주변압기 냉각용 팬 교체 등 실용화를 위한 변경 설계, 부품 제작 및 성능 검증이 수행된 바 있다.

프랑스, 독일, 일본 등 기존 해외 선진국 및 중국 등의 고속철도 기술 보유국들은 미국, 브라질 등 전세계 고속철도 신규 수요에 자국 시스템을 진출시키기 위하여 경쟁적으로 지속적인 기술 향상을 추진하고 있다. 차세대 고속철도기술개발사업

에서 주변압기 등 분산형 고속열차의 일부 핵심장치는 국내 기술 기반 부족으로 개발되지 않아 국산화되지 않았으나 향후 국산화의 필요성이 높으며 선진국 대비 기술 수준이 낮은 핵심기술 등은 기술의 발전에 따라 개발된 기술의 성능을 향상시키기 위한 기술개발이 필요하며 이를 통하여 분산형 고속철도 시스템의 국내외 실용화 촉진과 기술 수요에 대응할 수 있다. 또한 한국형 고속열차를 기반으로 한 KTX-산천의 경우 차량의 추진/제동시 Slip/Slide 발생을 줄이는 기술 향상이 필요하고, 차량 기지 내에서 고압 취급(주차단기 투입 등) 시 피뢰기와 스파크 갭 동작으로 기지변전소와 인터페이스 해석이 필요한 애로기술 들이 있으며, 이는 분산형 고속철도의 실용화시에도 연구가 필요할 것으로 예상된다. 따라서 이러한 고속철도 운영시 발생될 것으로 예상되는 애로기술들에 대한 근본적인 대책 마련 및 해결을 위한 연구가 수행되어야 할 것이다.

고속철도 차량은 차량 안전성과 신뢰성이 요구되는 복합 시스템으로 유지보수를 위한 엄격한 체계의 구축이 필요하고 이를 바탕으로 효과적인 검수 교환주기를 구축하여 유지보수 비용의 절감을 동시에 추구하고 있다. 일반적으로 차량 제작단계에서 확보된 각종 부품 및 구성품에 대한 정보를 바탕으로 하여 대상 품목에 대한 최적화 된 유지보수 기법을 개발하여 유지보수시스템에 적용하여 향후 상용화시 차량과 함께 공급하고 있다.

과거 한국형 고속철도시스템의 기술개발 경험을 고려할 때, 본선시운전 과정에서 발생할 수 있는 시제차량의 부품 초기 고장에 대한 원인 분석, 부품의 교체 및 대책수립이 필요하며, 일상점검 및 정기적인 유지보수를 통해 영업운전에 대비한 유지보수비용의 절감과 운영시스템 극대화를 위한 유지보수 기술의 개발이 요구된다. 또한 차세대고속열차 시제편성의 시운전 과정에서 발생하는 각종 유지보수 사항에 대한 이력을 보다 체계적이고 효율적으로 관리하고 이를 바탕으로 실용화 편성에 대한 유지보수 체계를 구축할 필요성이 있다.

3절. 연구목표 및 연구기간

□ 연구목표

○ 400km/h급 분산형 고속열차 안정화를 위한 시운전시험 및 실용화기반 구축
- 분산형 고속열차 안정화 및 성능향상(누적주행거리 10만 km이상)
- 분산형 고속열차 국내외 실용화 가능성 향상을 위한 기반구축

□ 연구기간 : 2012. 8 31 ~ 2015. 8. 30(3년간)

□ 주요 연구내용

○ 차세대 고속철도기술개발사업으로 개발된 분산형 고속열차 시운전 시험을 통한 개발 시스템의 안정화

○ 국내 고속철도 운행속도 향상을 위한 분산형 고속철도 차량시스템 기술 검증

○ 개발된 분산형 고속열차의 실용화를 위한 체계 구축 (유지보수 체계 구축, 실용화 기술규격 작성, 국내 적용방안 마련, 해외진출 전략수립 등)

○ 고속철도 기술 선도를 위한 개발 시스템의 성능 개선을 통한 고속철도 기술 향상

4절. 연구내용 설정

1. 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발

가. 연구 필요성

- 개발된 400 km/h급 동력분산형 고속철도 시스템을 조속히 안정화시키고 이를 실용화시키기 위한 기반을 구축하여 집중형과 더불어 분산형 고속철도에 대한 해외진출의 교두보를 마련해야 함.
- 고속철도 시스템의 조속한 안정화 및 실용화 기반 구축이라는 목표를 달성하기 위해서는 종합적이고 일관된 관리 체계가 필요하며, 연구단, 세부과제, 공동연구과제 및 운영기관과의 유기적인 통합 및 원활한 인터페이스를 통해 사업의 성공을 추구할 수 있음.
- 개발된 동력분산형 고속철도 시스템의 조속한 안정화 및 실용화 기반 구축이라는 목표를 달성하기 위해서는 영업선로에서의 시운전 시험을 통한 고속열차의 운용, 성능 검증 및 성능 향상 등 분산형 고속철도시스템의 안정화 기술개발이 필요함. 이를 위해서는 본선시운전 시험을 통해 지속적인 성능 계측과 분석을 통해 개발시스템이 안정화될 수 있도록 하여야 함. 해외의 경우에도 고속열차 개발 후 3~5년의 안정화 시험을 실시하고 있음.
- G7 고속전철기술개발사업을 통하여 개발된 한국형 고속열차는 고속철도기술개발사업(2002.12-2007.10)에서 전반부 2년 동안에 걸쳐 시제열차의 성능시험과 352.4km/h의 최고속도시험 및 약 37,000km의 운행을 통해 시제열차에 대한 성능을 확보하였으며, 후반부 3년동안 약 200,000km의 주행(총 누적 주행거리 205,488km)을 통해 시제차량에 대한 안정화로 KTX-산천이 탄생한 바 있음.
- 국내 고속철도의 운영속도는 시속 300km이나 주변 환경의 변화와 경제활동의 증가로 보다 빠른 철도의 요구는 날로 증가하고 있음. 이를 고속철도가 수용하기 위해서는 운행속도의 향상이 필요하며 이는 고속철도 차량 외에도 신호/궤도 등 전체적인 개선과 기술개발이 선행되어야 가능함. 따라서, 개발된 분산형 고속철도를 이용하여 운행속도별 주요시스템의 특성분석과 운영환경에 대한 영향 등을 검토할 수 있는 기술적인 자료를 확보하는 것은 매우 필요한 부분임. 현 상태에서 운행속도를 높이기 위해서는 역행, 제동, 주행안정성, 소음 등 많은 기술적 부분들이 어떠한 변화를 가져오는지는 이론적 접근보다는 현장의

시험을 통해 면밀한 분석을 하는 것이 가장 효율적인 방법이며, 이는 실용화 기반 구축과정에서 반드시 진행되어야 함. 아울러 '400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발'과의 유기적인 협력을 통해 개발되는 인프라 관련 기술 개발의 성능 검증이 필요함.

- 향후 개발된 분산형 고속열차의 국내 실용화 및 적용을 용이하게 할 수 있도록 분산형 고속열차의 시운전 시험 결과 분석을 반영한 국내 실용화 차량시스템 규격, 국내 적용가능 노선 분석 및 적용방안 수립, 투입시 기존 고속철도 차량과의 혼합운행 방안, 해외 진출을 위한 대응전략 수립 등 고속철도 운영 측면에서의 연구가 수행될 필요성이 있음.
- 개발 열차가 국내에 투입되는 경우에 대비하여 기존에 운행하고 있는 고속열차와의 혼합 운행에 따른 효율적인 운영 방안 및 적정 운영속도 등에 대한 검토를 사전에 수행할 필요성이 있음.
- 차세대고속열차의 시제편성은 6량으로 구성되어 차량의 성능에 대한 확인을 검증하는 것으로 추진 중에 있으며, 실용화 차량의 구성은 8량 1편성으로 고려됨에 따라 개발 시제열차의 성능을 확인하면서 향후 실용화시스템에 필요한 사항을 반영하여 실용화에 대한 규격을 마련할 필요성이 있음. 개발 시제열차를 이용한 성능 확인 시험을 수행한 이후에 이를 바탕으로 확보한 보완 사항을 반영하여 국내 또는 해외 진출을 위한 실용화 편성에 대한 기술 규격을 조속히 확립하여 수요에 신속히 대응할 필요성이 있으며, 하부 시스템의 기술적인 특성을 명확히 정의할 필요성이 있음.
- 개발 기술의 활용을 위해 국내 적용성을 높힐 수 있도록 국내 고속철도 도입 계획 및 요구 사항에 대한 분석을 통한 개발된 분산형 고속철도 시스템의 체계적인 국내 적용 방안을 수립할 필요성이 있음.
- 개발된 분산형 고속철도가 국내는 물론 해외에 진출하기 위해서는 해외에서 요구하는 기술적 특성들을 분석하고 이를 실용화 시스템에 반영할 수 있는 전략 수립이 필요함. 한국형 고속열차의 개발에서 이러한 해외진출전략 수립의 부재로 인해, 해외 수요 발생시에 단편적인 전략으로 대응함으로 인해 우리 기술의 진출기회를 확실히 확보하는데 한계를 절감할 수 있었음. 이를 극복하기 위해서는 실용화 기반을 구축하는 과정에서 보다 체계적으로 시장현황 분석과 우리 기술의 특성분석을 통해 해외진출 대응전략의 수립이 절실하게 필요함.

나. 연구 내용

○ 분산형 고속철도시스템 안정성 검증을 위한 본선시운전시험 및 분석

- 분산형 고속철도시스템 안정화 시험 및 분석
  - · 주요장치 고장 모니터링
  - · 주요성능(추진, 제동, 제어, 집전 등) 계측 및 분석
  - · 종합 측정시스템 운영/유지보수
  - · 차량시스템 안정화 기술 지원
- 고속철도 운행속도별 기술 특성, 운영환경 분석 및 개선대책 수립
  - · 역행 및 제동 성능 특성
  - · 주행안정성 및 안전성, 승차감 및 소음 특성
  - · 신호시스템 특성
  - · 공기역학적 특성
  - · 집전성능 특성
- 400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발 연계 시험
- 본선시운전시험 DB 구축
- 사업 통합 및 총괄
  - · 사업의 총괄적 조정 및 일정 관리
  - · 차세대고속철도시스템 안정화 시험 일정 총괄 조정
  - · 과제간 상호역할 및 업무분담 조정·관리
  - · 연차별 사업내용 조정 및 보완
  - · 사업의 효율적인 운영

○ 분산형 고속철도 실용화 운영특성 기술개발

- 개발시스템 적용성 검토
  - · 운영측면에서 개발시스템 및 본선시운전시험 결과 검토 및 적용성 개선사항 도출
- 실용화 차량시스템 규격 작성
  - · 시운전시험 결과 및 성능 개선을 반영한 실용화 편성에 대한 차량시스템 사양서 및 제어사양서 작성
- 고속철도 혼합 운행 효율화 방안 연구
  - · 실용화 편성의 국내 투입에 따른 운영속도, 투입 가능 노선 등에 대하여 고속철도 혼합운행방안을 포함한 효율적인 운영 방안 연구

○ 분산형 고속철도 국내외 적용방안 연구

- 분산형 고속철도 국내 적용 방안 수립
  - · 국내 고속철도 도입 계획 및 요구 사항 분석
  - · 분산형 고속철도 국내 적용 방안 수립
  - · 개발 시제열차 활용방안 수립
- 해외 진출을 위한 고속철도 차량시스템 기술특성 분석 및 대응전략 수립
  - · 해외 고속철도 기술특성 분석 및 종합, 도입 계획 및 요구 사항 분석
  - · 해외 진출 방안에 대한 대응 전략 수립

다. 연구 일정

연구내용 \ 년도	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)
분산형 고속철도시스템 본선시운전시험 및 안정성 검증 연구			
· 분산형 고속철도시스템 안정화 시험 및 분석			
· 고속철도 운행속도별 기술 특성, 운영환경 분석 및 개선대책 수립			
· 400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 연계 시험			
· 본선시운전시험 DB 구축			
· 사업 통합 및 총괄			
분산형 고속철도 실용화 운영특성 기술개발			
· 개발시스템 적용성 검토			
· 실용화 차량시스템 규격 작성			
· 고속철도 혼합 운행 효율화 방안 연구			
분산형 고속철도 국내외 적용방안 연구			
· 분산형 고속철도 국내 적용 방안 수립			
· 해외 진출을 위한 기술특성 분석 및 대응 전략 수립			

라. 소요 예상인력 및 소요예산(정부)

구분	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)	합계
소요 예상인력 (Man-year)	16.0	25.3	23.3	64.6
소요 예산 (억원)	33.4	42.5	39.9	115.8

2. 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발

가. 연구 필요성

- 개발된 400 km/h급 동력분산형 고속철도 차량시스템의 실용화 및 고속철도 차량을 구성하고 있는 주요장치들의 신뢰성을 확보하기 위해서는 개발된 시스템 및 부품의 실환경 시험을 통한 지속적인 검증과 유지보수가 반드시 필요함.
- 분산형 고속철도 개발시스템의 실용화로 성공적으로 연결될 수 있도록 안정화 시험을 통하여 주요 핵심부품에 대한 미비점을 분석하고 개선 필요사항을 도출하여 설계 변경을 통한 성능 개선을 도모할 필요가 있음.
- 한국형 고속열차 개발 사례를 보면 고속철도기술개발사업을 통하여 시제열차의 시운전은 총 438회에 걸쳐 진행되었으며, 매번 시운전 시험 후에 일상점검 및 유지보수 작업이 실시되었음. 또한, 한국형 고속열차가 45,000 km를 운행한 후에 정기 점검이 4차례(누적 주행거리 44,500, 93,000, 138,000, 180,000 km)에 걸쳐 로템공장 및 오송기지에서 실시되었으며 시운전 시험 과정에서 주요한 문제의 발생 시에 필요에 따라 시제열차의 점검 작업을 실시하였음. 안정화시험을 통한 분석 결과를 바탕으로 추진장치, 제동장치 및 열차진단제어장치 등의 중요 핵심장치에 대한 성능 보완, 에어콘, 차단기, 접지스위치 및 Safety 스위치의 성능 보완, 연결링 및 연결용 부수대차의 현차 시험 및 특성 개선, 와전류제동장치의 성능 보완 및 제작, 주변압기 냉각용 팬 교체 등 실용화를 위한 변경 설계, 부품 제작 및 성능 검증이 수행된 바 있음.
- 고속철도 차량은 차량 안전성과 신뢰성이 요구되는 복합 시스템으로 유지보수를 위한 엄격한 체계의 구축이 필요하고 이를 바탕으로 효과적인 검수 교환주기를 구축하여 유지보수 비용의 절감을 동시에 추구하고 있음. 또한, 차량 제작단계에서 확보된 각종 부품 및 구성품에 대한 정보를 바탕으로 대상 품목에 대한 최적화 된 유지보수 기법을 개발하여 유지보수시스템에 적용하여 향후 상용화시 차량과 함께 공급하고 있음.
- 본선시운전 과정에서 발생할 수 있는 시제차량의 부품 초기 고장에 대한 원인분석, 부품의 교체 및 대책 수립이 필요하며, 일상점검 및 정기적인 유지보수를 통해 영업운전에 대비한 유지보수비용의 절감과 운영시스템 극대화를 위한 유지보수 기술의 개발이 요구됨.

- 차세대고속열차 시제편성의 시운전 과정에서 발생하는 각종 유지보수 사항에 대한 이력을 보다 체계적이고 효율적으로 관리하고 이를 바탕으로 실용화 편성에 대한 유지보수 체계를 구축할 필요성이 있음.

나. 연구 내용

○ 분산형 고속철도 차량시스템 안정화

- 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수 및 안정화시험 기술지원
- 차량시스템 및 주요 하부시스템 안정화 및 성능 개량
  - · 차량시스템 및 차량 주요 하부시스템(차체, 대차, 추진시스템(주전력변환장치, 주변압기, 견인전동기), 차량전기, 의장, 기장 등) 안정화
  - · 실용화를 위한 차량시스템 및 차량 핵심부품 성능 향상 연구
- 안정화시험을 통한 핵심부품 개선 기술개발
  - · 안정화시험을 통한 핵심부품 개선/변경 필요사항 도출(공력특성 및 소음향상을 위한 페어링 개조, 분산형 고속열차용 주변압기 설계 및 국산화 개발, 소음향상 MCB 개선 등)
  - · 실용화를 위한 개선 핵심부품 설계 변경
  - · 개선 핵심부품 제작 및 성능 검증 시험

○ 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수체계 개발

- 안정화시험 유지보수체계 운영
  - · 안정화 시험 과정에서의 유지보수 방안 및 계획 수립
  - · 유지보수 이력 관리시스템 개발
  - · 안정화 시험 과정에서의 유지보수 내역 관리
  - · 시스템 및 구성품에 대한 검수주기 산정
  - · 안정화 시험용 유지보수 메뉴얼 보완
- 실용화 편성에 대한 유지보수체계 개발
  - · 고속철도에 대한 유지보수체계 분석
  - · 실용화 편성에 대한 효율적인 유지보수체계 개발
  - · 안정화 시험 결과 및 개선 사항을 반영한 실용화 유지보수 메뉴얼 작성
  - · 운전자 지원(DAG : Driver Assistant Guidance) 시스템 개발

다. 연구 일정

연구내용 \ 년도	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)
분산형 고속철도 차량시스템 안정화			
· 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수 및 안정화시험 기술지원			
· 차량시스템 및 주요 하부시스템 안정화 및 성능 개량			
· 안정화시험을 통한 핵심부품 개선 기술개발			
분산형 고속철도 차량시스템 유지보수체계 개발			
· 안정화시험 유지보수체계 운영			
· 실용화 편성에 대한 유지보수체계 개발			

라. 소요 예상인력 및 소요예산(정부)

구분	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)	합계
소요 예상인력 (Man-year)	21.0	17.5	15.5	54.0
소요 예산 (억원)	49.2	39.3	36.6	125.1

5절. 연구 추진체계 구성 및 관련과제 연계성

1. 기본 추진 체계

기본적으로 연구개발은 **연구단의 추진체계**로 구성하고 추진한다.

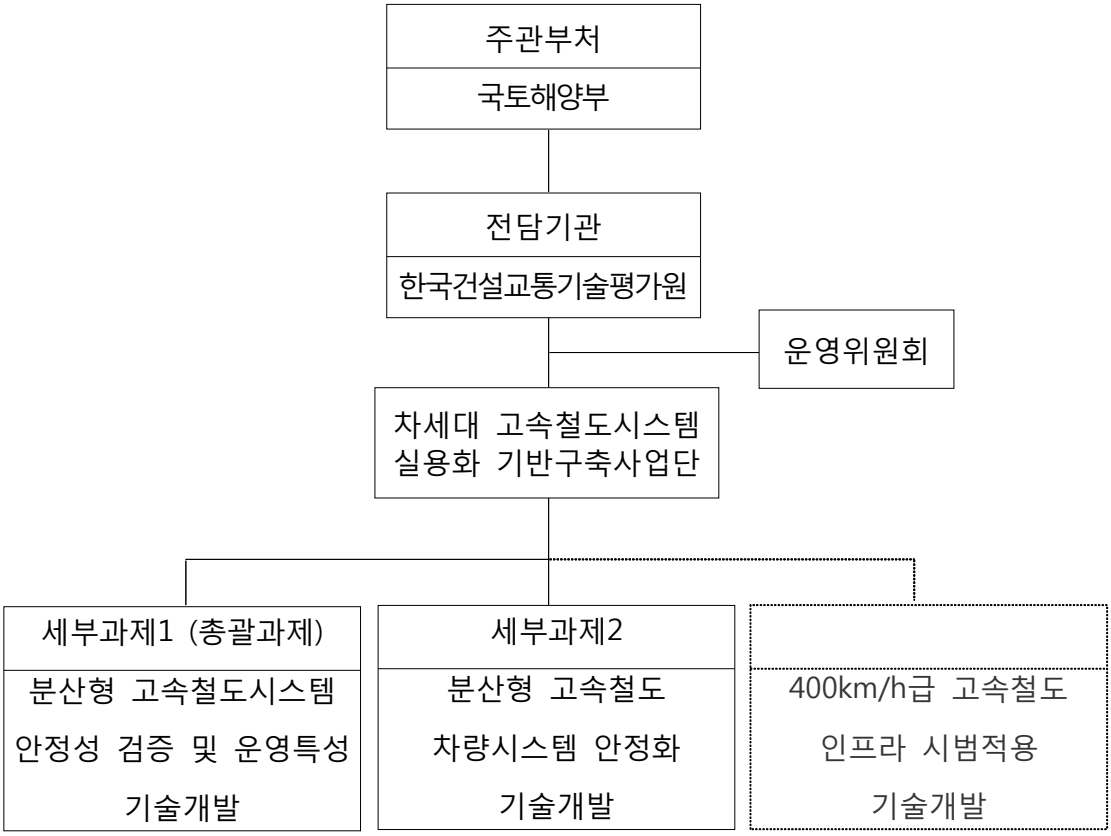
전체적인 사업의 정책 및 사업예산의 결정 등은 주관 부처인 국토해양부에서 통제하며 사업관리 및 평가 분야는 전담기관인 한국건설교통기술평가원에서 수행토록 한다. 또한 전담기관은 사업관리의 효율성과 사업계획 및 결과 보고에 대한 평가를 심의할 수 있는 외부 전문가로 구성된 운영위원회를 두어 사업 전반에 걸친 심의를 공정하게 수행할 수 있도록 한다.

차세대고속철도기술개발사업과의 연계 및 산·학·연의 연구력을 결집하고 연구개발 계획의 집행을 주관하며 연구개발 계획을 시간에 따라 보완하거나 경제성 평가에 의하여 수정·보완하는 역할을 수행하는 주관연구기관이 있어야 한다. 주관연구기관의 기능은 사업의 추진 및 수행총괄, 연구과제의 정리 및 보고, 세부과제의 평가 등이다.

연구기관은 분야별로 최소한의 그룹으로 통합하여 수행토록 하며 과제성격에 따라 합당한 연구기관이 선정될 수 있도록 공모를 통하여 선정토록 한다. 산학연 협동 연구시스템인 체제를 구성하여 추진하며, 연구의 완성도를 높이고 전문가의 효율적인 활용을 위하여 최적의 협동연구기관, 공동연구기관 및 위탁연구기관을 지정하여 운영한다.

모든 연구기관과의 연계기능을 강화하고 수집된 기술과 정보의 공유, 연구개발 성과의 발표와 홍보, 실무 경험자들에게의 기술이전을 통한 기술자 자질 향상 그리고 일선 실무에서의 고충 등을 최대로 고려한 연구 수행을 유도한다.

또한, 보고 및 평가는 전담기관의 주관 하에 기본적으로 연차 보고회를 통한 운영위원회 평가를 통합 운영하도록 하며 초기년도를 제외하고 중간 보고회를 개최토록 한다. 이러한 것을 고려한 분산형 고속철도시스템 안정화 연구사업의 추진체계는 다음과 같다.



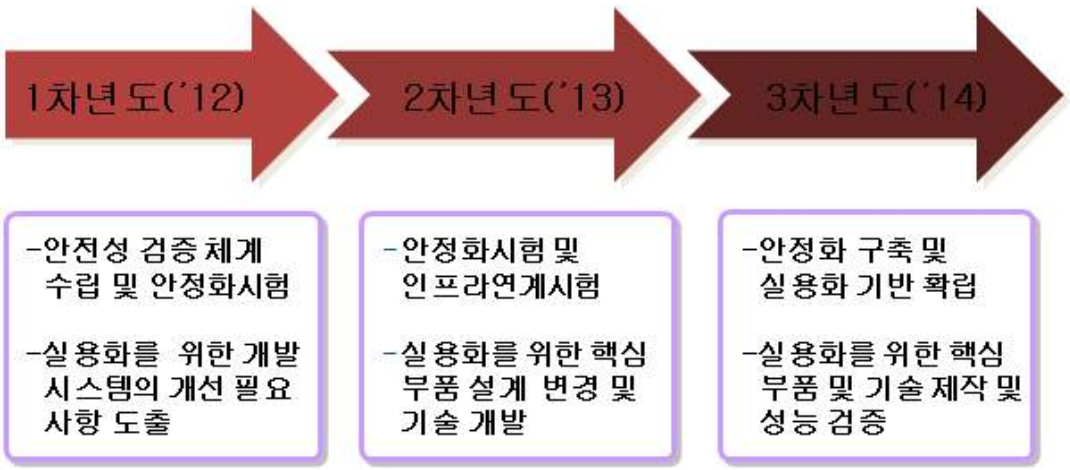
<연구단 추진 체계>

차세대고속철도시스템 실용화 기반구축 사업은 차세대 고속철도기술개발사업을 통하여 개발한 400 km/h급 동력분산형 고속철도시스템을 기본으로 핵심기술의 안정화, 실용화 촉진을 위한 개발시스템의 성능향상 및 기술기반 구축을 위한 제반 기술개발이므로 과제체계 및 과제의 수를 최소화하여 효율적인 사업의 진행이 전제되어야 할 것이다.

세부과제는 “분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성기술개발”, “분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발” 두 개의 세부과제로 하고 기수행중인 “400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발사업”과 연계하여 추진하도록 한다. 사업의 일괄적 추진을 위하여 전체사업을 관리하고 다른 핵심과제를 총괄할 수 있는 관리과제의 기능을 “분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발”에서 수행토록 하고 각 세부과제는 이 과제의 관리를 받도록 한다.

2. 추진일정 및 세부추진계획

본 연구 개발사업의 세부 계획은 아래 그림<세부 추진계획>과 같은 개념으로 추진한다. 1차년도에는 분산형 고속철도시스템의 안정화시험을 수행하기 위한 안정성 검증체계를 수립하고 본선시운전시험을 통한 다양한 성능 검증 및 안정성시험을 통하여 개발 시스템의 미비점을 분석하고 실용화를 위한 개선 필요사항을 도출한다. 2차년도에서는 1차년도에 구축된 안정성 검증체계를 통하여 지속적인 차량 운행을 통한 안정화시험을 수행함으로써 개발 시스템의 안정화를 달성한다. 또한 안정화시험 결과를 반영하여 실용화를 위한 핵심 부품의 설계 변경 및 제작, 핵심 기술의 개발 및 성능 검증이 수행된다. 3차년도에는 추가적인 안정화시험을 통하여 개선사항들이 실용화 모델에 문제없이 반영될 수 있도록 한다. 또한 2차년도에서 3차년도에 걸쳐 실용화 차량시스템의 규격, 해외 진출을 위한 전략 수립, 국내 적용을 위한 연계 운영 효율화 방안 수립 등 실용화 기반을 확립하기 위한 연구 및 기술개발이 수행된다.



<세부 추진계획>

3. 추진전략

□ 과제간 인터페이스 조정을 통한 연계성 유지

○ 세부과제연구기관 간 유기적인 협조체계 구축으로 사업목표의 성공적 달성

○ 각 과제간의 원활한 인터페이스를 이룩하기 위하여 지속적으로 「차세대 고속열차시운전단」을 운영하고, 기술개발 관리체계를 Slim화하여 사업 운영상의 미숙한 부분을 보완한 형태로 추진

○ 분기 별 세부과제 간 기술 인터페이스 조정회의로 각 연구과제 별 역할·협조체계 조정

○ 시운전 종료 이후 공정회의로 시운전시의 문제도출 및 Interface

○ 주요 기술 사안 별/과제별 연구내용 및 범위의 유기적 협의·조정

○ 개발시스템의 안정화 시험일정 조정·관리 및 지원

□ 사업 협조기관/과제 간 인터페이스 강화

○ 시운전 준비 및 수행, 일정조정 및 관리, 실용화지원을 위한 주관부처, 한국철도공사, 한국철도시설공단 및 참여기업 연구원으로 구성된 차세대고속열차시운전단을 지속적으로 활용

○ 최종 수요처 관점으로 시스템 신뢰성과 안정화에 대한 연구방향 검토·자문을 통해 실효적 성과도출 전략으로 활용

○ 향후 수요처 입장에서 연구 결과를 효과적으로 활용할 수 있도록 본선시운전 시험시 속도대역별로 결과가 정리되고 제시될 수 있도록 함

□ 한국형 고속철도기술개발사업의 개발기술 및 노하우 활용

○ 한국형 고속철도기술개발사업을 통하여 개발된 안정화 기술 및 노하우를 활용하여 체계적인 연구수행을 통해 연구기간 단축 및 예산 절감

○ 개발과제에 참여했던 연구기관과의 긴밀한 기술협조 체계 유지

□ 차세대 고속철도기술개발사업의 개발기술 활용

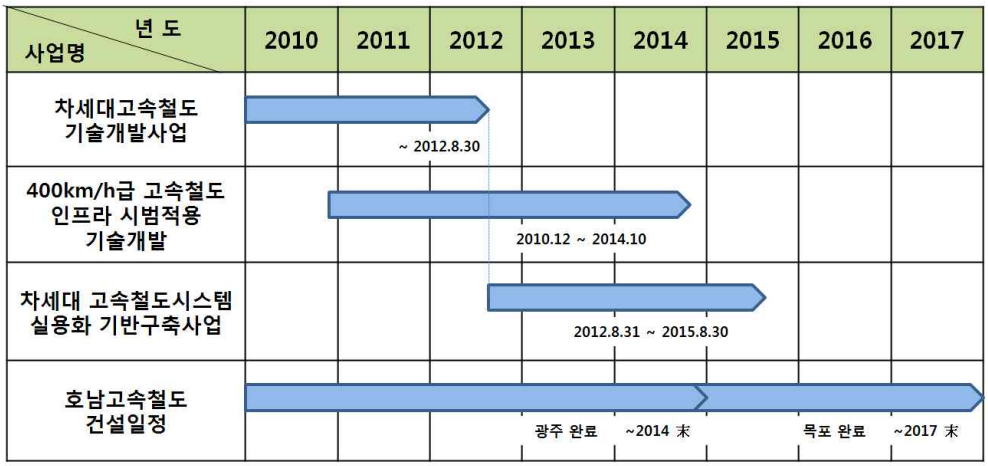
○ 차량 및 시스템 엔지니어링 기술

○ 시스템 인터페이스 및 엔지니어링 기술

○ 각 개발과제에 참여했던 연구기관과의 긴밀한 기술협조 체계 유지

□ 관련 국가 R&D 사업과 연계 추진

○ 400km/h급 고속철도 인프라 선진화 기술개발 및 확보를 목적으로 추진되고 있는 「400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발」 사업과 통합 추진 필요



4. 시운전시험 계획(안)

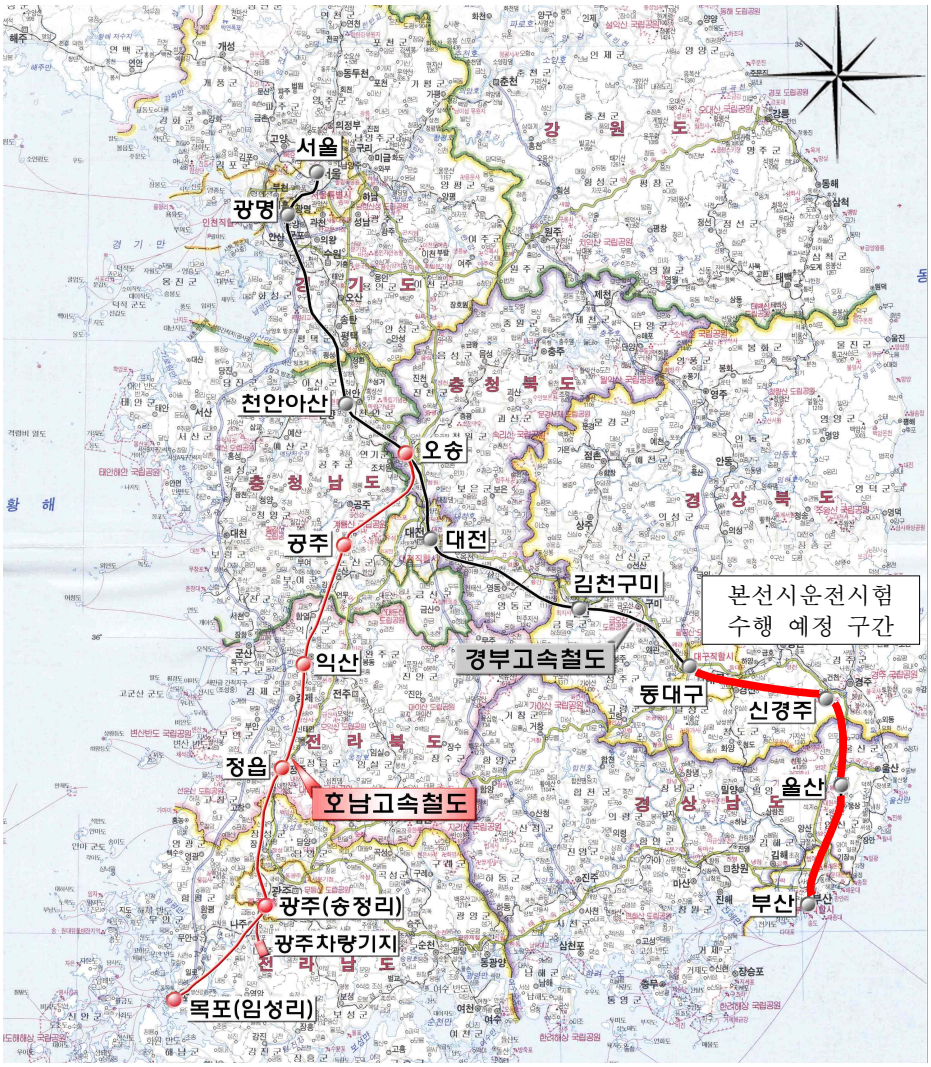
(1) 시운전 시험일정, 시험속도 및 시험구간

○ 1단계 호남고속철도건설 이전(~'14. 07)

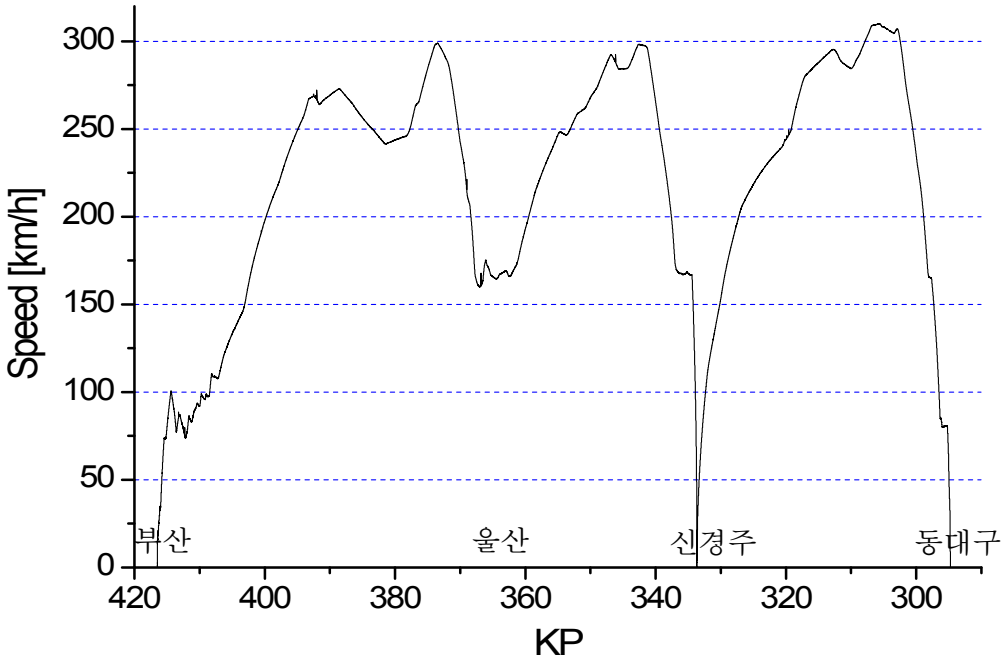
- 시운전 시험 선로 및 시험횟수

  · 경부고속철도 2단계 구간(부산-동대구, 약 120km)에서 시운전 시험 실시 (주2회 2왕복)

- 시운전 시험속도 : KTX 영업속도와 동일 속도로 운행



[본선시운전시험 구간 (경부2단계 부산-동대구 구간)]



[부산-동대구 구간 시운전 운행속도(최고시속 310km/h)]

○ 1단계 호남고속철도건설 이후('14. 08~)

- 시운전 시험 선로 및 시험횟수

  · 호남고속철도 1단계 구간(오송-광주, 157km)에서 시운전 시험 실시(주3회 1왕복)

  · "400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발사업"에서 400km/h급 선로구축물 테스트 베드(상하행 각 28km구간) 구축



- 시운전 시험속도

  · 증속시험은 테스트 베드 구간에서 호남선 영업 이전인 '14. 08~12에 실시함

	‘14. 08	‘14. 09～10	‘14. 11	‘14. 12
열차주행속도 (km/h)	300 이하	300～370	370 이상	300～370

· 호남선 영업 이후(‘15. 01 ～)는 KTX 영업속도와 동일 속도로 운행함

(2) 주행거리

○ 총 주행거리

※ 가정: 대수송기간, 열차점검기간 등 열차를 운행하지 못하는 기간을 연간 3개월로 가정

- 경부고속철도 구간 시운전(‘12. 09 ～ ‘14. 07)

480km(왕복거리/회)×2(회/주)×17개월×4.33주/월=70,665km

- 호남고속철도 구간 시운전(‘14. 08 ～ ‘15. 08)

314km(왕복거리/회)×3(회/주)×9개월×4.33주/월=36,709km

- 총 주행거리: 107,374km

○ 주행속도별 주행거리

※ 가정: 주행속도별 주행거리는 주행 최고속도를 기준으로 하고(주행 최고속도가 350km/h를 기록하면 그 구간의 주행거리를 350km/h의 주행거리로 함), 주행속도는 300km/h 이하, 300～370km/h 및 370km/h 이상으로 구분함.

- 주행속도 370km/h 이상(1개월)

314km(왕복거리/회)×3(회/주)×1개월×4.33주/월=4,079km

- 주행속도 300km/h 이상 370km/h 미만에서의 주행거리

314km(왕복거리/회)×3(회/주)×3개월×4.33주/월=12,236km

- 주행속도 300km/h 미만에서의 주행거리

314km(왕복거리/회)×3(회/주)×5개월×4.33주/월+70,665km=91,059km

○ 연차별 주행거리

- 1차년도(‘12. 09 ～ ‘13. 08) : 37,411km

480km(왕복거리/회)×2(회/주)×9개월×4.33주/월=37,411km

- 2차년도('13. 09 ~ '14. 08) : 37,332km

  480km(왕복거리/회)×2(회/주)×8개월×4.33주/월=33,254km

  314km(왕복거리/회)×3(회/주)×1개월×4.33주/월=4,078km

- 3차년도('14. 09 ~ '15. 08) : 32,631km

  107,374km(총 주행거리)-37,411km-37,332km=32,631km

(3) 정량적 목표치

○ 연차별 주행거리

	1차년도	2차년도	3차년도
최고시험속도 (km/h)	430	300 이상	430
연차별 누적주행거리 (km)	34,000 이상	34,000 이상	32,000 이상

○ 주행속도별 주행거리

주행속도(km/h)	누적주행거리
370km/h 이상	4,000 이상
300 ~ 370km/h	12,000 이상
300km/h 이하	84,000 이상

6절. 예상 연구 성과물

가. 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발

연구내용	예상 연구성과
분산형 고속철도시스템 실용화 기반구축 통합 및 총괄	· 주요일정 및 세부일정 관리 계획 및 실적(과제관리계획서) · 연차별 RFP · 기술성과 관리 및 종합 · 각종 성과집 발간 및 대외 연구성과 발표 · 기술개발사업 홍보
분산형 고속철도시스템 안정성 검증을 위한 본선시운전시험 및 분석	· 개선된 종합계측시스템 및 운영 프로그램 · 종합계측시스템 운영 절차서 · 종합계측시스템 장비관리 계획서 · 시험방법 절차서 · 시운전시험 결과 일지 · 각종 주요 성능에 대한 계측데이터 · 주요 성능 검증 결과보고서 · 고장정보체계 및 고장분석서 · 속도대역별 운행거리 · 400 km/h급 고속철도 시스템 기술 안정화 · 개발된 인프라의 성능 검증 · 인프라 연계시험 관리계획서 · 인프라 연계시험 시험절차서 · 인프라 연계시험 결과보고서
실용화 차량시스템 규격 작성	· 시운전 시험 성능 결과 및 성능 개선 사항에 대한 종합 분석서 · 실용화 편성에 대한 차량시스템 및 제어 사양서
고속철도 혼합운행 효율화 방안 연구	· 실용화 편성의 국내 투입에 따른 운영속도 검토서 · 실용화 편성의 투입가능노선 검토서 · 실용화편성 운영 요구사항 · 기존 고속열차와의 혼합 운행 효율화 방안

분산형 고속철도 실용화를 위한 국내 기반 분석 및 대응 전략 수립	· 국내 고속철도 도입 계획 검토서 · 국내 실용화를 위한 요구사항 분석서 · 분산형 고속철도 국내 적용 방안
해외 진출을 위한 차량시스템 및 하부시스템 기술특성 분석 및 대응 전략 수립	· 실용화 시스템의 기술적 특성 분석 · 실용화 시스템의 해외 고속철도 차량 대비 장단점 분석 · 해외 고속철도 요구사항 분석서 · 해외 진출을 위한 실용화편성 시스템 기술요구서 · 해외 진출 방안에 대한 대응 전략

나. 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발

연구내용	예상 연구성과
분산형 고속철도 차량시스템 안정화	· 시스템이 안정된 분산형 고속열차 · 실용화 차량모델 설계자료 및 도면 · 유지보수 부품 리스트 · 유지보수 주기 산출서 · 성능 향상된 분산형 고속열차 하위시스템 · 성능 개량 기술검토서
안정화시험을 통한 핵심부품 개선 기술개발	· 핵심부품 신뢰성 확보 및 실용화 적용을 위한 성능 개선 · 설계변경 이력서 · 각 변경사항에 대한 시험결과 및 분석서 · 설계변경 품목 List · 설계변경 핵심부품 시제품
분산형 고속철도 차량시스템 유지보수체계 개발	· 실용화 편성에 대한 차량시스템 유지보수 관리체계 · 실용화편성용 차량시스템 유지보수 매뉴얼 · 실용화편성용 검수주기 산정 계산서 · 실용화편성용 유지보수 품목 List

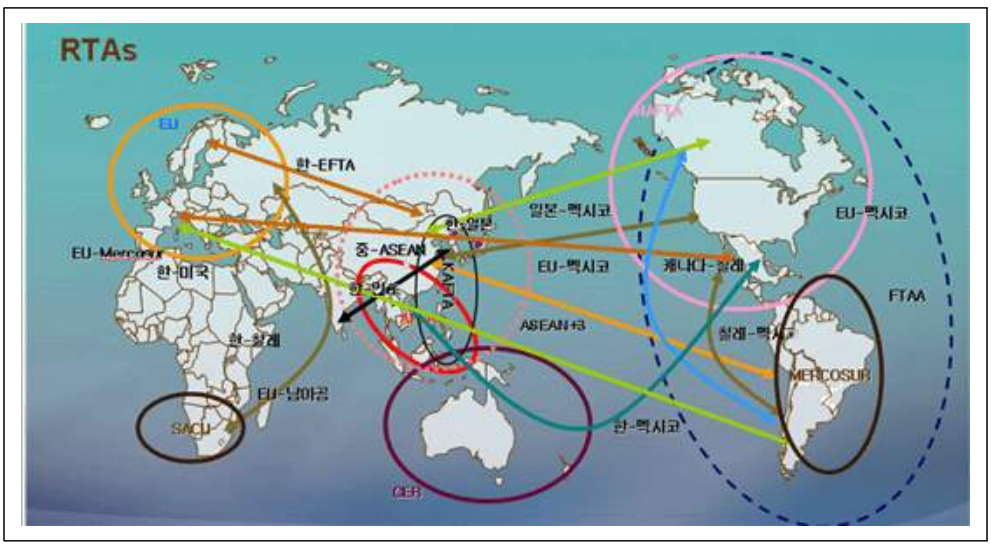
4장. 사전타당성 검토

1절. 미래 교통 VISION 및 국내 교통현황

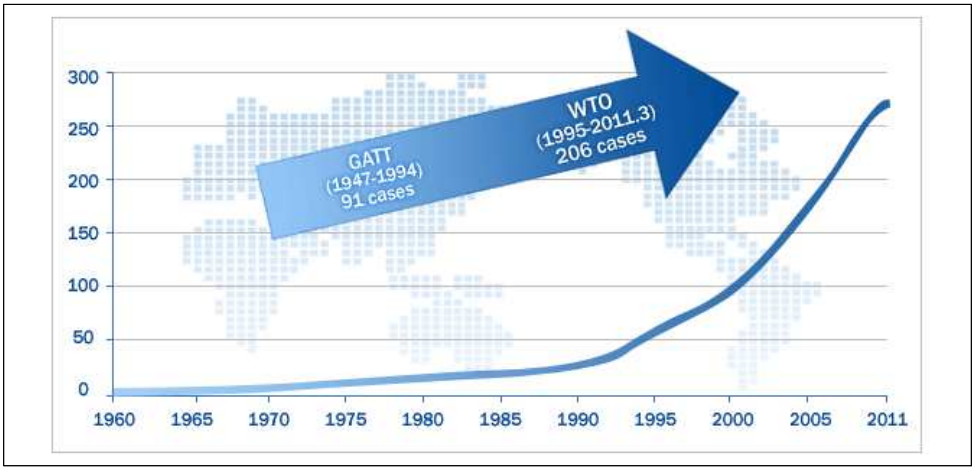
가. 주요 경제·사회 여건변화

(1) 자유무역의 활성화와 세계 경제 블록화

- 교역환경의 변화와 생산 및 분배의 세계화 추세에 따라 기업들의 경제활동의 세계화가 촉진되고 있다.
- 특히 유럽의 경제 통합을 시작으로 아시아, 아메리카 등 세계 곳곳에서 경제 블록화 및 자유화를 추진함에 따라 인접국가간의 무역 장벽이 사라지고 있다.
- 또한 국가와 국가 간에도 자유무역협정을 추진함으로서 대륙을 넘어선 전 세계적인 경제 통합이 이루어 지고 있다.
- 이 같은 전 세계적인 경제활동의 자유화 및 통합화는 사람과 화물의 이동을 가속화할 것이다.
- 이는 곧 교통 서비스분야에서 고속화와 높은 정시성이 우선적으로 요구되어 짐을 의미한다.
- 우리나라가 자유 시장 경제통합의 세계적 추세 속에서 국제경쟁력을 갖추기 위해서는 교통부문에서는 반일생활권, 국제적으로는 일일생활권의 교통서비스가 가능하도록 하는 교통서비스체계의 구축에 대한 요구가 높아 질 것이다.



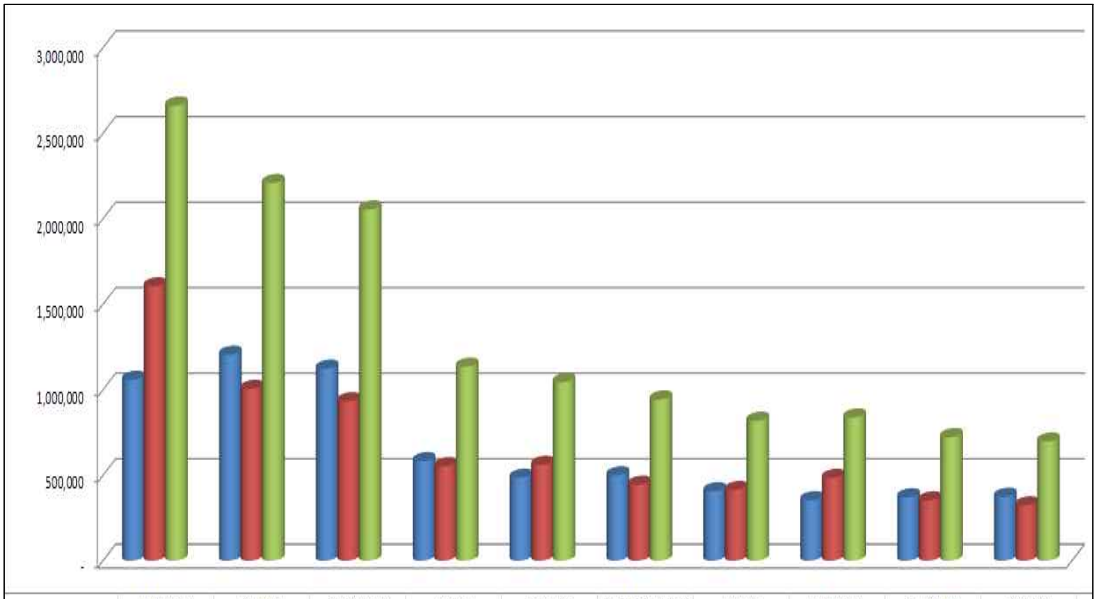
<세계의 주요 FTA 현황 (출처 : 외교통상부 홈페이지)>



<연도별 유효한 지역무역협정수 변화추이 (출처 : 외교통상부 홈페이지)>

(2) 동북아경제의 급성장

- 동북아는 전세계적으로 가장 역동성이 큰 경제권역으로 유럽, 북미 지역과 함께 세계 3대 경제중심축의 하나로 부상하고 있다.
- 아래 표에서 보는 바와 같이 한·중·일을 중심으로 한 동북아 주요 3개국의 2009년 기준 경제 지표는 모두 세계 10위권에 진입하고 있다.
- 특히 중국의 무역규모는 약2조2천억 달러로 세계 2위를 차지해 중국의 성장을 중심으로 한 동북아의 경제권의 발전이 크게 주목받고 있다.
- 반도 국가의 지리적 이점을 고려할 때 발전하고 있는 동북아 비즈니스 및 물류중심지로서 역할을 수행해야 한다는 것은 향후 국가 생존전략차원에서 절대적인 과제로 요구되고 있다.
- 이러한 비전의 실현을 위해서는 한반도내 각종 교통시설이 물리적, 기능적으로 세련된 서비스를 수행할 수 있도록 물류 중심 허브로서의 효율적인 교통체계를 구축해야 할 것이다.



	UNITED STATES	CHINA	GERMANY	JAPAN	FRANCE	NETHERLANDS	ITALY	UNITED KINGDOM	BELGIUM	KOREA
2009 수출	1,057,050	1,203,420	1,122,150	581,579	484,206	498,495	405,606	353,354	369,989	373,207
2009 수입	1,603,580	1,003,910	931,447	551,928	559,646	443,550	412,358	483,181	351,938	323,124
2009 합계	2,660,630	2,207,330	2,053,597	1,133,507	1,043,852	942,045	817,964	836,535	721,927	696,331

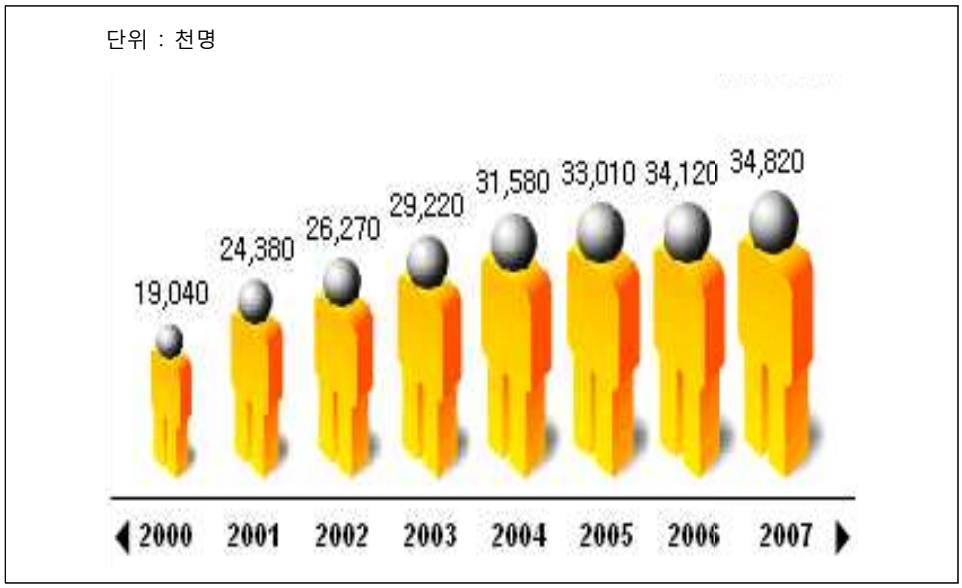
<2009년 세계경제지표 (출처 : 무역통계, 한국무역협회)>

(3) 정보·통신 기술의 확산

- 21세기에는 정보·통신 기술을 중심으로 한 기술혁명의 시대라 불리우고 있다. 이러한 혁명은 사회, 경제 모든 분야의 패러다임에 근본적 변화를 일으키고 있다.
- 그 결과 경제, 문화, 기술, 정보라는 지적활동을 결집하여 발전해 나가는 소프트파워시대가 전개되고 있다.
- 2007년 현재 국내의 인터넷 이용자수는 3400여만명으로 전체 인구의 76.3%가 인터넷을 이용하고 있는 것으로 나타났다.
- 이는 이용자수 측면에서 세계 8위, 인터넷이용률 측면에서는 세계 5위의 규모로 세계적으로 정보통신 기술을 확산하는 국가로 주목 받고 있다.
- 이러한 정보화의 속도는 앞으로도 우리의 사고를 뛰어넘는 속도로 진행될 가능성이 크다.
- 국가간의 정보화 격차가 국가간의 경제적 격차를 더 심화시킬 수 있다.
- 정보화의 확산 및 그에 따른 기술혁신의 가속화에 따라 경제·산업·수요구조가 변화하면서 일반인들의 생산, 소비, 이동 및 여가활동을 근복적으로 변화시

키며 향후 교통의 청사진에도 큰 영향을 가져올 것이다.

- 정보통신기술을 이용하는 원격근무(telecommuting), 통신회의(teleconferencing), 통신구매(teleshopping), 전자정보전달(electronic transportation of information), 통신서비스(teleservice)등은 사람과 화물의 이동의 필요성을 약화시켜 교통량에 영향을 미칠 것으로 예견되고 있다.
- 그 결과 교통혼잡을 줄이고 에너지 소비를 감소시키고 대기오염을 줄이는 효과적인 수단에 대한 수요가 늘어날 전망이다.
- 반면에 정보·통신기술의 발전이 새로운 목적의 교통수요를 창출하거나 유도함으로써 전체적으로는 교통수요 감소에 큰 영향을 미치지 못할 가능성도 있다.
- 이것은 전화나 팩스, 그리고 PC 등이 보편화된 오늘날에도 도시의 교통량은 계속해서 증가하고 도로의 혼잡은 더욱 악화되고 있다는 사실로 뒷받침 될 수 있다.
- 이는 다음과 같은 까닭에 연유하는 것으로 분석된다.
- 정보·통신기술은 교통네트워크의 효율성이나 안전성, 교통수단의 편의를 개선하기 때문에 이러한 교통여건의 개선이 잠재되어 있던 교통수요를 창출할 수 있다.
- 정보·통신기술의 발달은 직장이나 주거지를 지리적으로 분산 가능케 함으로써 도시의 외연적 확장을 촉진시켜 자동차의 주행거리를 증가시킬 수 있다.
- 또한 개인시간의 증대에 따른 사회활동, 레져, 쇼핑 등 개인활동을 위한 교통수요가 크게 증가할 것이다.



<연도별 인터넷이용자수 (출처 : 한국인터넷협회)>

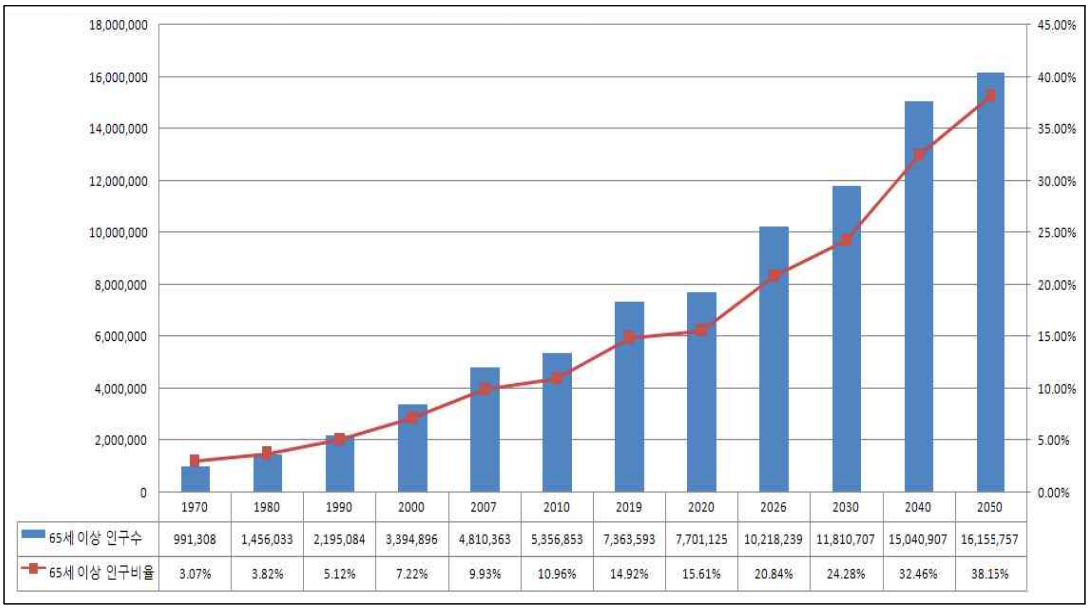
(4) 생활패턴의 선진화

- 개인주의는 공동체 사회의 쇠퇴와 시장경제의 심화로 이어져 국가, 사회 공동체의 권위를 약화시키면서 시장 경쟁적인 성향을 강화할 전망이다.
- 그 결과 시장의 자율을 강조하고 개인간 능력의 편차가 극대화되면서 계층간의 경제적 격차가 심화될 것으로 전화될 것으로 예상된다. 개인주의가 심화되면서 다양한 종류의 사회복지 욕구가 급격하게 증가할 것이다.
- 정부는 지난 2007년 1인당 국민소득이 1만달러를 돌파한지 12년 만에 2만달러를 돌파한 2만45달러라고 발표하였다.
- 교통부문에서 이같은 지속적 경제성장에 따른 소득수준의 향상으로 개인의 시간가치가 증대하고 있다.
- 특히 경부고속전철 2단계 공사가 마무리 되면 서울-부산 간 통행시간이 2시간 내로 줄어들어 전국의 반일생활권 개념이 강화되어지면서 고속의 교통수단의 대한 선호증가와 수요가 급증할 것으로 예상되어진다.
- 또한 물질적 가치보다 인간 중심적 가치를 우선으로 하는 사회의식의 향상으로 보행공간의 확보와 녹색 교통 수단에 대한 선호가 증대될 것이다.

(5) 고령화 사회의 전개

- 국내의 인구 현황은 인구증가율이 둔화되고 저출산 현상이 심화 되면서 65세 이상의 인구의 비중이 매우 빠른 속도로 증가하고 있다.
- 1970년대 3.1%에 불과하던 65세 이상 노인 인구의 비율은 2000년 7.2%로 고령화 사회로 진입하였다.
- 현재의 인구현황 추세가 계속된다면 2019년에 노인의 비중은 14.9%로 고령사회로 진입하게 되며, 2026년에는 20.8%로 초고령화 사회로 진입하게 된다.
- 이는 세계에서 유래를 찾아보기 힘든 빠른 고령사회 진입으로 고령화 사회에서 고령사회 진입기간이 프랑스 115년, 미국 71년, 캐나다 65년, 스위스 52년, 영국 47년것에 비해 급속하게 진행되고 있는 것으로 나타나고 있다.
- 노년층의 인구증가는 레져교통수요의 증가와 아울러 업무관련통행의 감소를 의미한다.
- 이는 곧 지역간교통 및 국제교통을 위한 시설 확충의 요구와 도시내 교통에서는 비첨두시의 통행증가를 의미하므로 도시내 교통패턴의 변화를 초래할 것이다.
- 현재 자동차를 이용하는 계층은 노년층이 되어서도 계속적으로 이용할 것이다.

- 시력의 감퇴, 집중력 및 순발력의 부족 등으로 자동차 사고의 증가가 예상된다.
- 따라서 노약자, 장애자 등 교통약자에 대하여 보다 친화적인 교통수단 교통시설의 서비스개선 요구가 크게 가시화 될 것이다.



	1970	1980	1990	2000	2007	2010	2019	2020	2026	2030	2040	2050
65세 이상 인구수	991,308	1,456,033	2,195,084	3,394,896	4,810,363	5,356,853	7,363,593	7,701,125	10,218,239	11,810,707	15,040,907	16,155,757
65세 이상 인구비율	3.07%	3.82%	5.12%	7.22%	9.93%	10.96%	14.92%	15.61%	20.84%	24.28%	32.46%	38.15%

<국내 인구 고령화 추세 (출처 : 통계연보, 통계청)>

(6) 지방권 요구의 증대

- 지금까지 교통시설투자는 대부분 중앙정부의 계획에 의해 집행되어 왔지만 앞으로는 투자계획의 많은 부분이 지방자치단체에 의해 수립, 진행될 것이다.
- 이에 따라 지방자치단체는 자체적으로 교통시설의 확충과 정비를 위해 노력할 것이며, 또한 국가 속의 지방이 아니라 세계 속의 지방으로서 국가를 넘어선 국제적 교통망을 형성하고자 하는 노력이 현실화 될 전망이다.
- 그 결과 국토공간구조와 경제거점의 다극분산화로 권역간 교통량의 급증과 아울러 고속의 정시성을 요구하는 교통서비스의 수요가 크게 늘어날 전망이다.
- 교통시설의 확충 및 정비는 균형있는 국토형성에 공헌할 것이나, 반면에 지방의 교통활성화는 현재의 대도시 교통문제가 지방도시까지 보편화될 가능성을 시사한다.
- 지방이 경제·사회적 자족성을 갖기 위해서는 교통의 역할이 매우 크다.
- 벽지나 도서의 거주하는 주민들의 교통기본권을 보장하기 위해서는 지역행정의 주체적 판단에 의해 생활교통을 위한 수단수단을 확보해야 할 것이다.

나. 국내 교통 현황

국내의 교통 현황을 살펴 보면 먼저 여객수송의 경우 2009년 현재 도로를 이용한 여객수송이 9,588,133(천인)으로 전체의 74.8%를 차지하였다. 반면 같은 육상교통수단인 철도의 경우 전체 수송인원 1,020,319(천인), 분담률 8.0%에 불과해 특히 육상 교통 시스템 상의 불균형이 발생하고 있는 것으로 나타나고 있다.

<국내 여객수송 변화량 추이>

(단위 : 천인)

구분	철 도		지하철		공 로		해 운		항 공		합 계
	수송 톤수	분담율	수송 톤수	분담율	수송 톤수	분담율	수송 톤수	분담율	수송 톤수	분담율	수송 톤수
2000	837,267	6.2	2,235,221	16.5	10,410,577	77.0	9,702	0.1	22,514	0.2	13,515,281
2001	850,970	6.4	2,527,099	19.0	9,857,402	77.1	9,340	0.1	21,811	0.2	13,266,622
2002	851,715	6.7	2,012,386	15.9	9,783,595	77.2	9,460	0.1	21,248	0.2	12,678,404
2003	894,620	7.3	1,982,192	16.1	9,404,764	76.4	10,336	0.1	21,380	0.2	12,313,292
2004	921,223	7.6	2,033,411	16.7	9,169,559	75.4	10,648	0.1	18,893	0.2	12,153,734
2005	950,995	8.1	2,020,360	17.1	8,801,839	74.6	11,099	0.1	17,156	0.2	11,801,449
2006	969,145	8.0	2,079,961	17.1	9,108,648	74.7	11,574	0.1	17,181	0.1	12,186,509
2007	989,294	7.8	2,090,290	16.6	9,518,760	75.4	12,634	0.1	16,848	0.1	12,627,826
2008	1,018,977	7.8	2,141,872	16.5	9,798,410	75.5	14,162	0.1	16,990	0.1	12,990,411
2009	1,020,319	8.0	2,182,346	17.0	9,588,133	74.8	14,868	0.1	18,061	0.1	12,823,727

출처 : 국토해양 통계연보 2010

화물 수송의 경우 2000년 이후 화물수송량 변화 추이를 살펴보면, 공로를 이용한 화물수송량은 2000년에 비해 증가하였지만 철도의 경우 2000년 45,240(천인)에서 2009년 38,898(천인)으로 감소하는 추세를 보였다.

한편 수송분담률 측면에서는 공로를 이용한 수송이 전체 화물수송량의 79.2%를 차지하는 반면 철도는 전체 5.1%에 불과해 육상교통을 이용한 화물수송에서도 불균형이 발생하고 있는 것으로 나타났다.

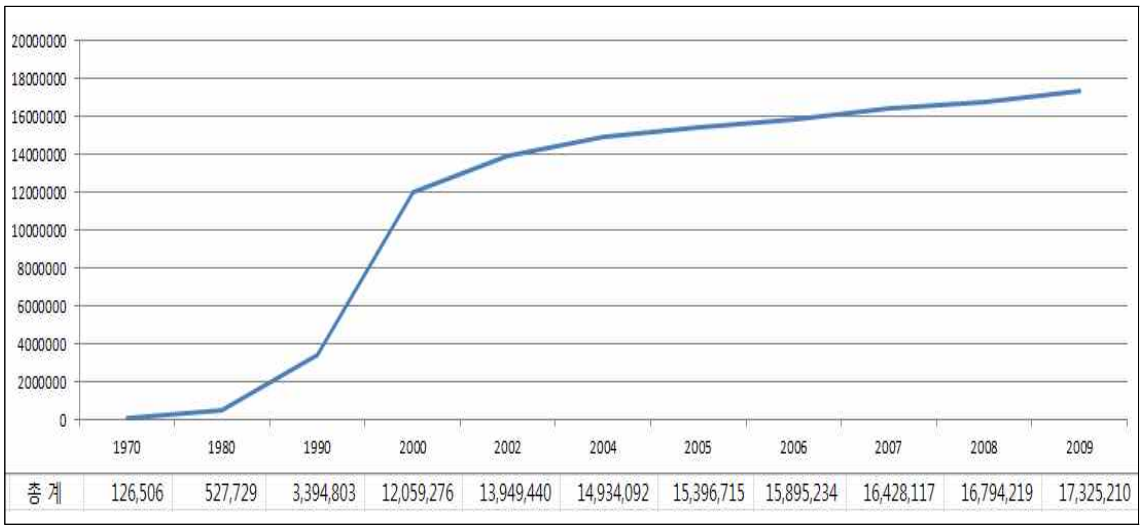
교통 시스템 구조가 도로 중심으로 편중됨에 따라 자동차의 비중도 꾸준히 증가하였다. 국내 자동차 등록대수는 2000년 1200만대 수준에서 2009년 기준 1,700만대 수준으로 지속적으로 증가추세를 보이고 있다.

<국내 화물수송 변화량 추이>

(단위 : 천톤)

구분	철도		공로		해운		항공		합계
	수송 톤수	분담율	수송 톤수	분담율	수송 톤수	분담율	수송 톤수	분담율	수송 톤수
2000	45,240	6.7	496,174	73.4	134,467	19.9	434	0.1	676,315
2001	45,240	6.3	535,725	74.2	140,462	19.5	431	0.1	721,822
2002	45,733	5.9	584,573	75.7	141,706	18.3	433	0.1	772,445
2003	47,110	6.2	565,456	74.6	145,327	19.2	423	0.1	758,316
2004	44,512	6.6	518,856	76.4	115,636	17.0	409	0.1	679,413
2005	41,669	6.1	526,000	76.5	119,410	17.4	372	0.1	687,451
2006	43,341	6.3	529,278	76.6	117,805	17.1	355	0.1	690,779
2007	44,530	6.2	550,264	76.9	120,079	16.8	316	0.1	715,221
2008	46,805	6.4	555,801	76.2	126,964	17.4	254	0.0	729,824
2009	38,898	5.1	607,480	79.2	120,031	15.7	268	0.0	766,677

자료 : 국토해양 통계연보 2010



<자동차 등록대수 현황 (출처: 국토해양 통계연보 2010)>

불균형한 수송 분담율과 지속적인 자동차 보유대수의 증가는 다양한 사회 경제적 문제점을 야기시키고 있다. 우선 교통 혼잡비용의 증가를 들 수 있다. 전국의 지역간 및 도시부 도로에서 발생하는 교통혼잡비용은 1995년 11.6조원에서 2005년 23.7조원으로 연평균 7.44% 증가한 것으로 나타났다. 특히, 교통혼잡비용은 지역간 도로보다 도시부 도로에서 더 큰 폭으로 증가하고 있으며, 지역간 도로 위계별 교통혼잡비용의

연평균 증가율은 지방도, 일반국도, 고속국도 순으로 나타났다.

<국가 교통 혼잡비용 증가추세>

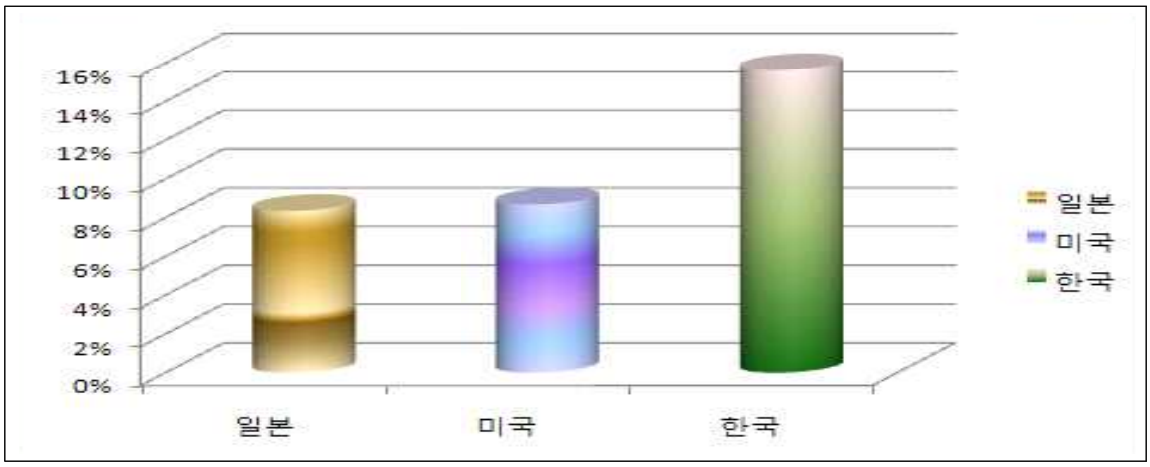
(단위 : 십억원)

구 분		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
전국 교통 혼잡 비용	계(A)	11,565	15,920	18,539	12,193	17,113	19,448	21,108	22,135	22,769	23,116	23,698
	지역간	5,165	7,174	8,028	5,102	7,635	8,299	8,788	9,151	9,113	9,131	9,133
	도시	6,400	8,746	10,511	7,091	9,478	11,149	12,320	12,984	13,656	13,985	14,564
GDP(B, 조원)		377.3	448.6	491.1	484.4	529.5	578.7	622.1	684.3	724.7	778.4	806.6
GDP대비 비중(A/B)		3.07	3.55	3.77	2.52	3.23	3.36	3.39	3.23	3.14	2.97	2.94

출처 : 교통혼잡비용의 및 교통사고비용의 추진현황과 활용방안-월간교통

국내 GDP대비 물류비 비중은 15.6%로 미국 8.7%, 일본 8.6%에 비해 2배 가량 높은 것으로 나타났다. 한편 2004년 기준 전체 물류비는 65조원(국제 부문 수송비 포함)으로 추산 되었다.

특히 주목할 부문은 이들 물류비 품목 가운데 수송비가 58조원으로 거의 대부분을 차지해 수송분담을 효율화 하여 혼잡비용을 낮출 경우 부수적으로 물류비용도 함께 절감되는 일석이조의 효과를 노릴 수 있을 것으로 기대되어진다.



<2002년 한·미·일 GDP대비 물류비 비중 비교>

<2004년 기준 물류활동 부가가치 추이>

(단위 : 십억원)

구 분	수 송		재고유지 관리	포 장	하 역	물류 정보	일반 관리	부가가치 총계 (A)	부가가치 총계 (B)
	국 내	국제포함							
비용	51,191	58,103	5,156	466	1,097	413	678	59,002	65,914

주 : 부가가치 총계 B는 수송분야에서 국제부문 비용을 포함한 수치임

자료 : 건설교통부 국정감사 제출자료

2004년 기준 우리나라의 각종 교통분야에서 발생한 교통사고 피해를 화폐적 가치로 환산하면, 약 14조5천억원에 이르고, 이는 연간 GDP의 1.86%에 해당하는 수치이다.

이를 교통수단 별로 분석해보면 전체 교통사고 비용 가운데 도로교통사고 비용이 약 14조2천억원으로 전체의 98%를 차지해 타 교통수단에 비해 압도적으로 많은 것으로 나타났다.

사고 1건당 피해규모는 항공사고가 1건당 약 9억9천만원으로 가장 크고, 해양사고 약 1억8천만원, 철도사고 약 9천만원, 도로교통사고가 가장 작은 3,662만원의 비용이 발생하는 것으로 추정되었다.

대기오염, 소음 및 온실가스에 의한 교통환경비용은 2000년 기준 18.4조원으로 GDP의 약 3.2%를 차지하는 것으로 나타났다. 또한 교통부문에서 온실가스 배출량은 2000년 87.1백만 CO2톤에서 2003년 97.9백만 CO2톤으로 지속적인 증가세를 보이고 있으며, 교통부문 비중이 전체 온실가스 배출량 대비 20.3%에 달한다.

<교통수단별 피해규모>

항목	사고건수	사망자	사고비용
도로	220,755건	6,563명	14조2천억원
철도	1,380건	262명	1천3백억원
항만	804건	205명	1천4백억원
항공	3건	2명	30억원

자료 : 한국교통연구원 보도자료

다. 지속가능한 교통으로의 전환

(1) 지구온난화 대책 마련

화석연료의 사용으로 인한 온실가스의 배출과 이로 인한 지구온난화의 문제는 20세기 후반 이후 가장 중요한 환경문제로 자리잡고 있으며 현재 국제사회에서도 가장 폭넓게 논의되는 이슈로 대두되고 있다. 이런 온실가스의 배출에 있어서 교통부문은 산업부문과 함께 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

1997년 기후변화협약을 게기로 선진 공업국의 경우 대기오염물질 배출량을 2021년까지 일정량을 삭감하도록 합의하였다. 이는 우리나라가 OECD가입국이라는 관점에서 봤을 때 멀지않은 미래에 대기오염물질 배출 억제 압력으로 연결될 것으로 보인다.

우리나라의 경우 2002년 기준 온실가스배출량(이산화탄소 기준)의 20.2%가량이 수송부문에서 발생하고 있으며 이들 가운데 90% 이상이 도로 교통에서 발생하고 있다. 국내의 경우 교통부문에서 발생하는 온실가스배출량은 매년 12%씩 증가하고 있다. 발리 로드맵에 의하면 2013년에는 우리나라도 온실가스 의무감축국이 되고, 이 때의 온실가스 배출량은 현재의 2배 이상이 될 전망이다.

<에너지 연소에 따른 부문별 이산화탄소 배출 추이>

(단위 : 천TC, %)

구 분	1990	1995	1998	1999	2000	2001	2002	증가율(%)
산 업	23,780	36,226	38,467	40,066	41,558	41,878	43,471	5.2
	36.5	36.2	38.1	36.5	35.3	34.4	34.2	
수 송	11,508	20,923	19,980	21,811	23,624	24,286	25,721	6.9
	17.7	20.9	19.8	19.8	20.0	19.9	20.2	
가정, 상업	17,635	18,996	15,459	18,205	17,329	16,759	16,815	-0.4
	27.1	19.0	15.3	16.6	14.7	13.8	13.2	
공공, 기타	1,905	1,263	1,104	1,172	1,084	1,254	1,167	-4.0
	2.9	1.3	1.1	1.1	0.9	1.0	0.9	
전 환	10,342	22,649	25,865	28,660	34,276	37,571	39,972	11.9
	15.9	22.6	25.6	26.1	29.1	30.9	31.4	
합 계	65,171	100,056	100,874	109,914	117,871	121,748	127,146	5.7
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

출처 : 월간교통 2005.4

<에너지 연소에 따른 부문별 이산화탄소 배출 추이>

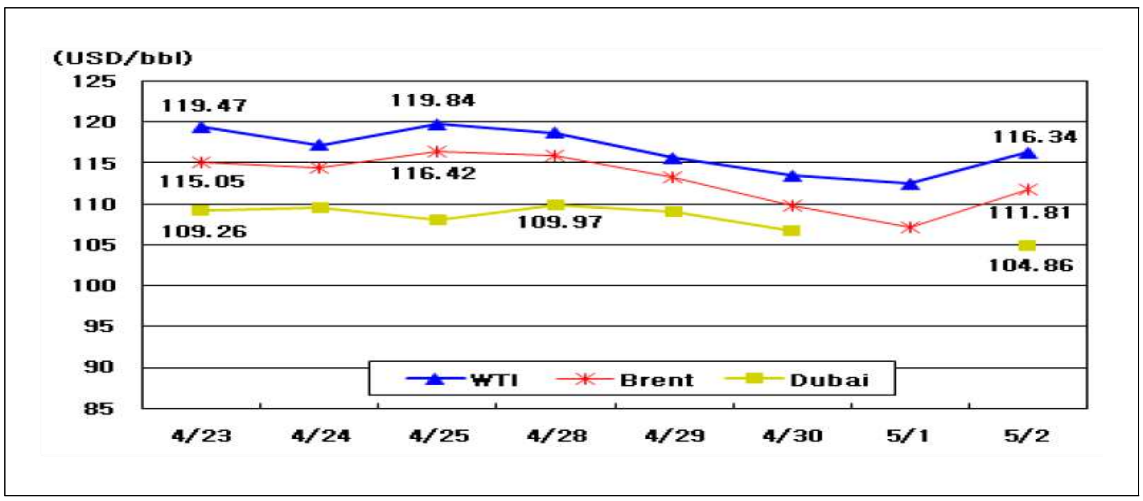
(단위 : 천TC, %)

구 분	도로	철도	해운	항공	합계
2000	17,168	409	351	302	18,681
	94.3	2.2	1.9	1.8	100.0
2005	20,847	514	423	401	22,176
	94.0	2.3	1.9	1.8	100.0
2010	24,893	628	510	535	26,565
	93.7	2.7	2.0	2.3	100.0
2015	28,890	824	614	716	31,044
	93.1	2.7	2.0	2.3	100.0
2020	32,013	1032	739	965	34,748
	92.1	3.0	2.1	2.8	100.0

자료 : 월간교통 2005.4

(2) 고유가 시대의 도래

최근 유가가 갤런당 100달러를 넘고 중동의 지정학적 위기 등에 따라 고유가가 고착되고 에너지 위기의 가능성이 커지고 있다. 그에 따라 저비용 고효율의 교통수단의 개발이 절실해 질것으로 요구되어 진다.



<2008년 현물유가현황 (출처 : 한국석유공사)>

2절 해외 고속철도 시장 분석

가. 해외 고속철도 시장 규모

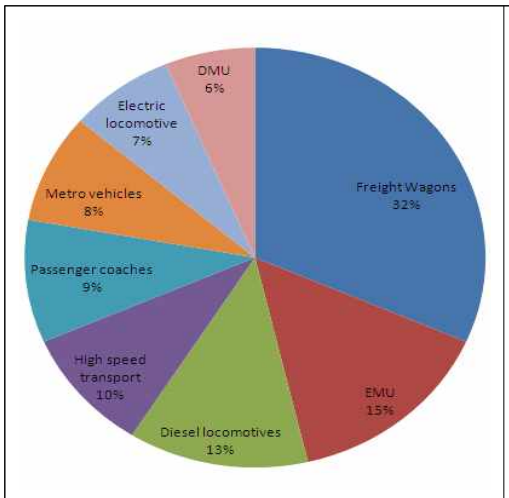
차세대 고속철도 기술 개발 및 실용화는 원천적으로 국내 고속철도 건설노선에 적용이 예상되는 기술개발을 목표로 하며, 이를 토대로 향후 해외 고속철도 시장진출에 필요한 경쟁력 높은 기술을 개발하여 국내 철도산업을 우리나라의 성장동력 산업으로 발전 시키기 위한 원동력을 확보하기 위함이다.

따라서 현재 해외의 계획 또는 진행 중인 고속철도 현황을 조사하고 그 특성을 파악함으로서 차세대 고속철도 기술개발사업에서 개발하고자 하는 기술의 활용 범위와 해외 진출에 필요한 전략 수립을 위한 기초 자료로 활용한다.

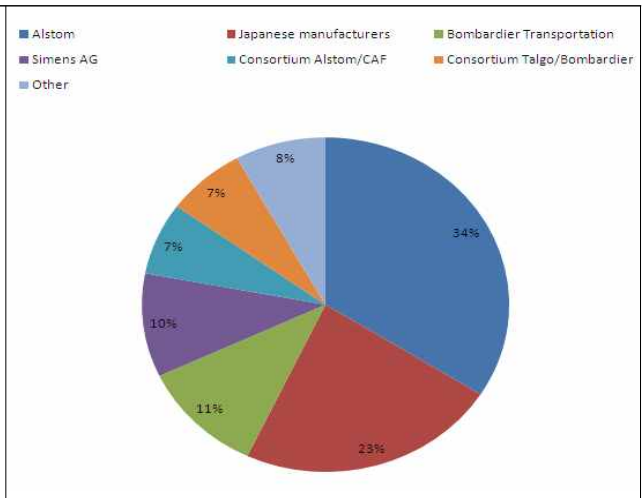
(1) 고속철도 시장분석

2007년 현재 전 세계적으로 2000대 이상의 고속열차 차량이 운영 중에 있으며, 이를 제조 업체별로 보면 프랑스의 Alstom사가 전체 고속철도 시장의 34%를 차지하고 있으며 그 뒤를 이어 일본 제조업체가 23%, 캐나다의 Bombardier가 11%, 독일의 Siemens사가 10%를 차지하며 세계시장을 주도하고 있다.

일본과 유럽을 중심으로 한 기존의 고속철도 시장은 교통수단으로서 그 동안의 성과들로 인해 전세계적으로 확장되어 나갈 것이다. 뿐만 아니라 2012년 이후에는 기존 유럽과 일본등 기존의 고속열차 시장도 1세대 차량의 교체 시기와 맞물려 큰 폭으로 성장 할 것으로 예상되어진다.



<철도차량별 시장점유 현황 (2003~2006)>



<제조업체별 시장점유현황>

(출처 : SCI Verkehr GmbH)

<고속철도 차량 현황 및 연식현황>

지 역	차량수	평균연식
서유럽	1400	10
동유럽	10	2
아시아	600	9
아프리카/중동지역	0	-
오스트레일리아/태평양지역	20	19
북미	20	6
총합	2050	10

출처 : SCI Verkehr GmbH

(2) 고속철도 시장전망

□ 주요국가의 시장규모

① 철도시장 규모

- 세계 철도시장 규모는 2009년 기준 1,265억유로로 철도차량 부문이 739억유로(58%)로 가장 비중이 크며 인프라구조물, 시스템 순으로 조사됨

<철도시장 규모(2009)>

단위: 백만유로

구분	시장규모	성장률(2009~2014년 평균)
1. 인프라구조물	39,500	5.5
2. 시스템기술	13,200	4.1
3. 철도차량	73,800	3.7
계	126,500	4.2

자료: The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014, SCI/ Verkehr Cologne 2009

<지역별 철도시장규모(2009)>

단위: 백만유로

구분	시장규모	성장률(2009~2014년 평균)
서유럽	39,000	3.5
동유럽	8,850	3.3
북미	23,500	4.3
남미/중미	3,000	7.1
아시아	31,700	5.2
아프리카중동	4,250	5.8
CIS	13,700	3.7
오스트레일리아/태평양	2,500	3.8
계	126,500	4.2

자료: The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014, SCI/ Verkehr Cologne 2009

② 인프라 구조물

- 인프라구조물 분야에서 하부구조물에 해당되는 일반토목(토공, 교량, 터널, 정거장, 차량기지 등의 시설물) 내용은 포함하지 않고, 철도에 특화된 상부구조물(궤도시스템)과 전철와 내용만을 포함
- 2009년기준 인프라구조물 전체 시장규모는 395억 유로로 서유럽 108억유로, 아시아 100억유로 북미 순으로 조사됨
- 전체시장에서 신규개량사업은 122억유로, 유지관리사업은 273억유로를 차지하는 것으로 나타남
- 인프라 구조물 분야를 부분별로 보면 다음과 같음
- 궤도부문 시장은 339억 유로로 신규개량분야 92억유로, 유지관리분야 247억 유로로 나타남

<궤도시장 규모(2009)>

단위: 백만유로

구분	서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아니아	계
신규 개량	3,170	500	710	310	3,250	570	470	220	9,200
유지관리	5,450	1,760	7,600	610	5,380	820	2,680	432	24,730

자료: The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014, SCI/ Verkehr Cologne 2009

- 전철화 부분시장은 55억 유로로 신규개량분야 30억유로, 유지관리분야 25억 유로로 나타남

<전철화 시장 규모(2009)>

단위: 백만유로

구분	서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아니아	계
신규 개량	1,000	400	170	60	970	170	230	40	3,050
유지관리	1,180	390	30	10	410	15	470	10	2,500

자료: The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014, SCI/ Verkehr Cologne 2009

③ 시스템기술

- 철도 시스템 기술은 시호제어 부분과 여객정보시스템 부분으로 구분됨
- 시스템기술 전체 시장규모 132억 중 신호제어 부분이 113억, 여객정보시스템 부분이 19억 유로를 차지
- 지역별로 보면 서유럽 60억유로, 아지아 29억유로, 동유럽 12억유로 순으로 조사됨
- 시스템 기술 분야를 부분별로 보면 다음과 같음
- 신호제어부분 시장은 시스템기술 시장규모의 대부분을 차지하며 신규개량 50억유로, 유지관리 62억유로의 규모로 나타남
- 여객정보시스템 분야 시장은 신규개량 15억유로, 유지관리 4억유로의 규모로 나타남

<신호제어 부분 시장규모(2009)>

단위: 백만유로

구분	서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아니아	계
신규 개량	211	420	470	150	1,320	270	250	80	5,080
유지관리	2,970	700	370	75	1120	100	730	170	6,240

자료: The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014, SCI/ Verkehr Cologne 2009

<여객정보시스템부분 시장규모(2009)>

단위: 백만유로

구분	서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아니아	계
신규 개량	735	65	215	25	360	15	40	41	1,500
유지관리	185	25	55	0	85	5	10	10	370

자료: The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014, SCI/ Verkehr Cologne 2009

③ 철도차량

- 전체 철도차량 시장규모는 738억유로 규모
- 지역별로는 서유럽 221억유로, 아시아 187억 유로, 북미 139억 유로순으로 나타남
- 열차 종류별로는 화자 184억유로, EMU 113억유로, 디젤기관차 112억유로, 객차 77억유로, 도시철도 68억유로, 고속열차 65억유로, 전기기관차 59억 유로 순으로 조사됨
- 신차시장규모와 판매 후 시장규모는 각각 362억유로, 376억 유로로 나타남
- 신차 규모는 신설노선에 차량이 최초(신규)투입된 경우이며 판매후 규모는 시설/기존선 최초(신규)투입이후 노후 교체 및 유지보수 비용임

<철도차량 부분 시장규모(2009)>

단위: 백만유로

구분		서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아니아	계
전기기관차	신차	1,30	170	40	0	1,320	190	700	70	3,520
	판매후	1,100	310	20	<10	520	60	340	20	2,380
디젤기관차	신차	490	80	1,170	130	900	90	490	230	3,580
	판매후	1,350	570	3,020	420	1,040	190	780	230	7,600
고속열차	신차	1,425	75	0	0	2,455	35	100	0	4,090
	판매후	1,535	10	15	0	850	0	5	10	2,430
EMU	신차	3,340	330	22	60	1,250	210	250	340	6,000
	판매후	1,980	240	140	110	2,050	130	480	170	5,300
DMU	신차	750	70	15	5	75	75	30	50	1,070
	판매후	810	135	10	15	225	10	35	20	1,260
객차	신차	680	180	370	70	1,050	320	1,020	10	3,690
	판매후	1,190	540	220	70	1,250	150	580	40	4,030
화차	신차	1,040	265	2,070	215	2,450	80	2,075	155	8,350
	판매후	1,470	790	4,190	260	1,310	290	1,660	120	10,100
경전철	신차	865	275	245	4	120	130	55	15	1,710
	판매후	950	370	280	5	55	30	185	35	1,900
도시철도	신차	1,180	120	965	290	1,320	280	45	0	4,200
	판매후	950	80	860	90	480	30	110	0	2,600
계	신차	10,800	1,565	5,095	774	10,940	1,410	4,765	870	36,219
	판매후	11,335	3,045	8,755	980	7,780	890	4,175	645	37,605
계		22,135	4,610	13,850	1,754	1,872	2,300	8,940	1,515	73,824

자료: The Worldwide Market for Railway Technology 2009-2014, SCI/ Verkehr Cologne 2009

□ 세계시장을 선도하는 주요 업체(기관)

업체명(국적)	업체별 능력	중점 분야
알스톰 지멘스 가와사키중공업 봄바르디어	고속철도차량 설계, 제작, 개발 능력 보유	철도차량

□ 해외 시장예측 및 발전전망

- 2008-2013(6년간) 평균시장 성장율을 적용하여 2014년 시장규모예측

			평균시장 성장률(%)	2014년 시장규모(억원)
인프라분야	궤도	신규/개량	9.0	237,809.7
		유지/관리	3.8	500,633.7
	전철화	신규/개량	8.8	77,862.3
		유지/관리	4.0	51,406.0
	소계	신규/개량	-	315,672.0
		유지/관리	-	552,039.7
	합 계		-	867,711.7
철도시스템분야	신호/제어	신규/개량	6.8	118,351.4
		유지/관리	2.0	115,650.2
	여객정보 시스템	신규/개량	3.4	29,686.1
		유지/관리	3.7	7,554.9
	소계	신규/개량	-	148,037.5
		유지/관리	-	123,205.1
	합 계		-	271,242.6
철도차량분야	전기기관차	신차	0.0	154,560.0
		판매후	3.1	483,979.2
	디젤기관차	신차	2.0	56,387.6
		판매후	3.4	49,940.1
	고속열차	신차	3.3	60,073.7
		판매후	8.6	63,825.8
	EMU	신차	8.7	77,505.1
		판매후	3.9	51,159.3
	DMU	신차	2.1	56,664.5
		판매후	3.5	50,182.1
	객차	신차	3.6	60,951.1
		판매후	1.7	45,967.6
	화차	신차	-0.8	49,061.5
		판매후	2.8	48,507.9
	경전철	신차	4.3	63,038.2
		판매후	4.2	51,902.2
	도시철도	신차	3.0	59,206.4
		판매후	5.1	54,182.7
	소계	신차	-	637,448.4
		판매후	-	899,647.2
	합 계		-	1,537,095.6

□ 해외 업체· 연구기관과의 공동연구 필요성 및 추진 방안

- 고속철도와 관련한 산업은 각 국가의 전략산업으로 중요한 핵심기술에 대해서는 기술이전 및 유출을 회피하기 때문에 부품을 제외한 핵심기술에 대한 해외업체나 연구기관과의 공동연구가 어려움.

□ 개발된 기술의 해외 시장 진출 방안

- 1996년부터 진행되어 왔던 고속철도관련 연구사업의 결과로 탄생한 동력집중식인 KTX-산천을 해외에 진출하기 위한 많은 노력이 경주되고 있음.
- 본 연구사업으로 개발하는 분산형 고속철도시스템이 조기 상용화가 된다면 우리나라도도 2종류(동력집중식, 동력분산식) 고속철도 시스템 기술을 확보하기 때문에 해외진출이 유리할 것임.
- 고속철도 시스템의 해외진출을 위해서는 정부부처를 위시한 연구계, 산업계, 학계 모두가 참여하는 해외진출 추진전략의 수립이 필요. 또한, 국회를 비롯한 정부부처의 적극적인 지원이 뒷받침되어야 할 것임.

(3) 고속철도 발전 전망

세계적으로 계획하거나 운행 중인 고속열차의 현황은 다음 표와 같다.

<세계 고속철도 선로 현황 (운영속도 250km/h 이상)>

국가명 / 노선명	노선				최고속도 (km/h)	운행 년도
	총합	운영	건설	계획		
BELGIUM	209	209				
Brussels - French Border (L1)		72			300	1997
Leuven - Liège (L2)		65			300	2002
Liège - German Border (L3)		36			260	2009
Antwerp - Dutch border (L4)		36			300	2009
FRANCE	4,722	1,896	210	2,616		
LGV Paris Sud Est		419			300	1981/1983
LGV Atlantique		291			300	1989/1990
LGV Contournement Lyon		121			300	1992/1994
LGV Nord - Europe		346			300	1994/1996
LGV Interconnexion IDF		104			300	1994/1996
LGV Méditerranée		259			320	2001
LGV Est		332			320	2007

국가명 / 노선명	노선				최고속도 (km/h)	운행 년도
	총합	운영	건설	계획		
(Figueres-) Frontière - Perpignan		24			300	2010
Contournement Nîmes - Montpellier			70		300	2012
LGV Dijon - Mulhouse			140		320	2012
LGV Sud Europe Atlantique S				120		2013
LGV Bretagne - Pays de la Loire				188		2013
LGV Est - Européenne (Second phase)				100		2014/ 2015
LGV Poitiers - Limoges				115		2015
LGV Sud Europe Atlantique N				180		2016
LGV Bordeaux - Toulouse				230		2016
LGV Rhin - Rhône Br Est (Second phase)				48		2015/ 2020
LGV PACA				200		2020
Interconnexion Sud IDF				40		2020
LGV Bordeaux - Espagne				230		2020
LGV Lyon - Turin				150		2020
LGV Montpellier - Perpignan				150		2022
LGV Picardie				250		2022
LGV Rhin - Rhône Branche S				100		2022
LGV Rhin - Rhône Branche Ouest				85		2022
LGV Paris - Lyon bis				430		2025
GERMANY	2,333	1,285	378	670		
Fulda - Würzburg		90			280	1988
Hannover - Fulda		248			280	1991/ 1994
Mannheim - Stuttgart		109			280	1985/ 1991
Hannover (Wolfsburg) - Berlin		189			250	1998
Köln - Frankfurt		197			300	2002/ 2004
Köln - Düren		42			250	2003
(Karlsruhe -) Rastatt - Offenburg		44			250	2004
(Leipzig) - Gröbers - Erfurt		24			250	2004
Hamburg - Berlin		253			230	2004
Nürenberg - Ingolstadt		89			300	2006
München - Augsburg			62		230	2010
(Leipzig/Halle -) Gröbers - Erfurt			98		300	2015
Nürnberg - Erfurt			218		250	2017
(Karlsruhe -) Offenburg - Basel				112	250	
Frankfurt - Mannheim				81	300	
Stuttgart - Ulm - Augsburg				166	250	
Hamburg/Bremen - Hannover				114	300	
(Hannover -) Seelze - Minden				71	230	
(Frankfurt -) Hanau - Fulda/Würzburg				126	300	
ITALY	1,318	923		395		
Rome - Florence (First section)		150			250	1981

국가명 / 노선명	노선				최고속도 (km/h)	운행 년도
	총합	운영	건설	계획		
Rome - Florence (Second section)		74			250	1984
Rome - Florence (Third section)		24			250	1992
Rome - Naples		220			300	2006
Turin - Novara		94			300	2006
Milan - Bologna		182			300	2008
Novara - Milan		55			300	2009
Florence - Bologna		77			300	2009
Naples - Salerno		47			250	2009
Milan - Venice				245		
Genoa - Milan				150		
NETHERLANDS	120	120				
Schiphol - Rotterdam - Belgian Border		120			300	2009
POLAND	712			712		
Warsaw - Lodz - Wroclaw - Poznan				500	300	2015
Warsaw - Ktowice/Krakow				212	300	2015
PORTUGAL	1,006			1,006		
Lisboa - Caia (- Madrid)				206	350	2013
Porto - Valença (- Vigo) first phase				55	250	2013
Lisboa - Porto				290	300	2015
Porto - Valença (- Vigo) second phase				45	250	
Aveiro - Almeida (- Salamanca)				170	250	
Evora - Faro - Vila Real de SA (- Huelva)				240	250	
RUSSIA	650			650		
Moscow - St. Petersburg				650	300	
SPAIN	5,525	2,056	1,767	1,702		
Madrid - Seville		471			270	1992
Madrid - Lleida		519			300	2003
Zaragoza - Huesca		79			200	2003
(Madrid -) La Sagra - Toledo		21			250	2005
Córdoba - Antequera		100			300	2006
Lleida - Camp de Tarragona		82			300	2006
Madrid - Segovia - Valladolid		184			300	2007
Antequera - Málaga		55			300	2007
Camp de Tarragona - Barcelona		88			300	2008
By pass Madrid		5			200	2009
Madrid-Valencia / Albacete		432			300	2010
Figueres - Frontera (- Perpignan)		20			300	2010
Barcelona - Figueres			132		300	2010/ 2012
(Madrid-) Alicante / Murcia / Castellón			470		300	2012
Vitoria - Bilbao - San Sebastián			175		250	2012
Variante de Pajares			50		250	2012

국가명 / 노선명	노선				최고속도 (km/h)	운행 년도
	총합	운영	건설	계획		
Ourense - Santiago			88		300	2012
Bobadilla - Granada			109		250	2012
La Coruña - Vigo			158		250	2012
Navalmoral - Cáceres - Badajoz - Fr. Port.			278		300	
Sevilla - Cádiz			152		250	
Hellín - Cieza (Variante de Camarillas)			27		250	
Sevilla - Antequera			128		300	
Valladolid - Burgos - Vitoria				211	300	
Venta de Baños - León - Asturias				238		
Madrid - Navalmoral de la Mata				191	300	
Almería - Murcia				190		
Valencia - Castellón				64		
Olmedo - Zamora - Orense				323	300	2012
Palencia - Santander				201	300	
Zaragoza - Castejón - Logroño				149	250	
Castejón - Pamplona				75	300	
Orense - Vigo (vía Cerdedo)				60	250	
SWEDEN				750		
Stockholm - Malmö / Goteborg				750	300	
SWITZERLAND	107	35	72			
Frutigen - Visp (Lötschberg base tunnel)		35			250	2007
Erstfeld - Biasca (Gotthard base tunnel)			57		250	2017
Giubiasco - Lugano (Ceneri base tunnel)			15		250	2019
UNITED KINGDOM	317	113		204		
Fawkham Junction - Tunnel		74			300	2003
London - Southfleet Junction		39			300	2007
London - Birmingham (HS2, first section)				204	360	2025
CHINA	13,134	4,175	6,058	2,901		
Beijing - Tianjing		120			350	2008
Jinan - Qingdao		362			200	2008
Nanjing - Hefei		166			250	2008
Hefei - Wuhan		356			200	2008
Shijiazhuang - Taiyuan		190			200	2009
Wuhan - Guangzhou		968			350	2009
Ningbo - Wenzhou - Fuzhou		562			250	2009
Zhengzhou - Xi''an		458			350	2010
Fuzhou - Xiamen		275			250	2010

국가명 / 노선명	노선				최고속도 (km/h)	운행 년도
	총합	운영	건설	계획		
Chengdu - Dujiangyan		72			250	2010
Shanghai - Nanjing		300			300	2010
Nanchang - Jiujiang		92			200	2010
Shanghai - Hangzhou		158			300	2010
Changchun - Jilin		96			200	2010
Guangzhou - ShenZhen (Xianggang)			104		350	2011
Guangzhou - Zhuhai (include Extend Line)			142		200	2011
Hainan east circle			308		200	2011
Wuhan - Yichang			293		300	2011
Beijing - Shanghai			1,318		350	2011
Tianjin - Qinhuangdao			261		350	2011
Nanjing - Hangzhou			249		350	2011
Hangzhou - Ningbo			150		300	2011
Hefei - Bengbu			131		300	2011
Mianyang - Chengdu - Leshan			316		250	2012
Xiamen - Shenzhen			502		200	2012
Beijing - Wuhan			1,122		350	2012
Haerbin - Dalian			904		350	2012
Nanjing - An'qing			258		200	2012
Tianjin - Yujiabu				45	300	2011
Wuhan - Xiaogan				55	200	2011
Wuhan - Huangshi				84	250	2011
Tianjin - Bazhou - Baoding				145	200	2012
Xuzhou - Zhengzhou				343	300	2012
Jinzhou - Yingkou				100	200	2012
Haerbin - Qiqihaer				281	250	2012
Xi'an - Baoji				150	300	2012
Shenyang - Dandong				230	200	2012
Shijiazhuang - Hengshui (section of Taiyuan - Qingdao)				100	300	2012
Hangzhou - Changsha				880	300	2012
Qingdao - Rongcheng				250	200	2012
Guangxi Northern Gulf				238	200	2012
TAIWAN-CHINA	345	345				
Taipei - Kaohsiung		345			300	2007
INDIA	495			495		
Mumbai - Amehdabad				495	250	
IRAN	475			475		

국가명 / 노선명	노선				최고속도 (km/h)	운행 년도
	총합	운영	건설	계획		
Tehran - Isfahan				475	250	
JAPAN	3,625	2,534	508	583		
Tokyo - Osaka (Tokaido)		515			270	1964
Osaka - Okayama (San-yo)		161			270	1972
Okayama - Hakata (San-yo)		393			300	1975
Omiya - Morioka (Tohoku)		465			275	1982
Omiya - Niigata (Joetsu)		270			240	1982
Ueno - Omiya		27			110	1985
Tokyo - Ueno		4			110	1991
Fukushima - Yamagata (Yamagata)		87			130	1992
Morioka - Akita (Akita)		127			130	1997
Takasaki - Nagano (Hokuriku)		117			260	1997
Yamagata - Shinjo (Yamagata)		62			130	1999
Morioka - Hachinohe (Tohoku)		97			260	2002
Yatsuhiro - Kagoshima Chuo (Kyushu)		127			260	2004
Hachinohe - Shin Aomori (Tohoku)		82			260	2010
Hakata - Shin Yatsuhiro (Kyushu)			130			2011
Nagano - Kanazawa (Hokuriku)			229			2015
Shin Aomori - Shin Hakodate (Hokkaido)			149			2016
Shin Hakodate - Sapporo (Hokkaido)				211		
Kanazawa - Osaka (Hokuriku)				254		
Hakata - Nagasaki (Kyushu)				118		
SAUDI ARABIA	550			550		
Medina - Jeddah - Mecca				550	300	2015
SOUTH KOREA	412	412				
Seoul - Daegu		330			300	2004
Daegu - Pusan		82			300	2010
TURKEY	2,424	235	510	1,679		
Ankara - Eskisehir		235			250	2009
Eskisehir - Đstanbul			298		250	2011
Ankara - Konya			212		250	2011
Ankara - Sivas				460	250	
Ankara - Kayseri				175	250	
Ankara - Đzmir				624	250	
Bandırma - Bursa - Ayazma - Osmaneli				190	250	
Halkalı-Bulgaria Border				230	250	

출처 : High Speed Lines in the World, UIC, 2011. 1

앞의 표에서 나타난 것처럼 고속철도를 확장하기 위한 노력은 전세계적으로 발생하고 있으며, 이를 각 국가별, 대륙별로 정리하면 다음과 같다.

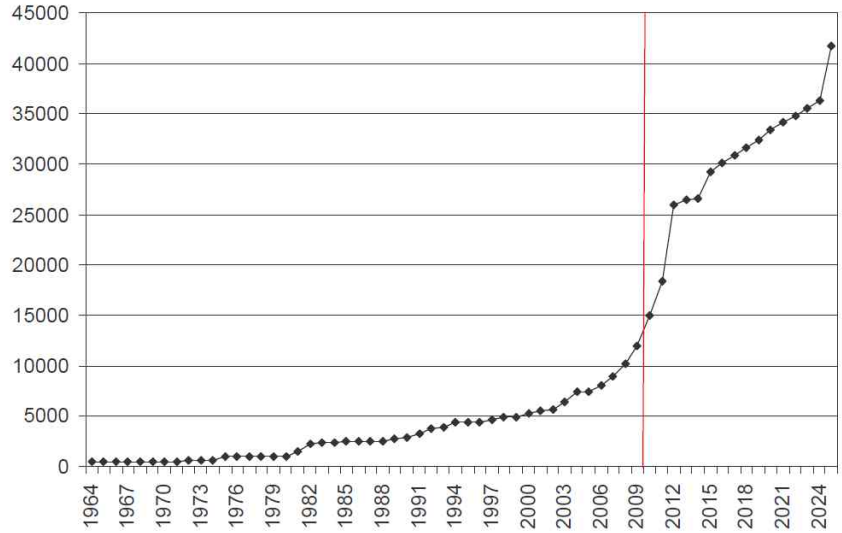
<국가별/대륙별 고속철도 선로 현황>

지역구분	길이(km)			
	운영중	건설중	계획	국가별 합계
Europe				
Belgium	209	0	0	209
France	1,896	210	2,616	4,722
Germany	1,285	378	670	2,333
Italy	923	0	395	1,318
Netherlands	120	0	0	120
Poland	0	0	712	712
Portugal	0	0	1,006	1,006
Rusia	0	0	650	650
Spain	2,056	1,767	1,702	5,525
Sweden	0	0	750	750
Switzerland	35	72	0	107
United Kingdom	113	0	204	317
Europe 합계	6,637	2,427	8,705	17,769
Asia				0
China	4,175	6,058	2,901	13,134
Taiwan-China	345	0	0	345
India	0	0	495	495
Iran	0	0	475	475
Japan	2,534	508	583	3,625
Korea	412	0	0	412
Saudi Arabia	0	0	550	550
Turkey	235	510	1,679	2,424
Asia 합계	7,701	7,076	6,683	21,460
기타 국가				
Morocco	0	200	480	680
Argentina	0	0	315	315
Brazil	0	0	511	511
USA	362	0	900	1,262
기타 국가 합계	362	200	2,206	2,768
전세계 합계	14,700	9,703	17,594	41,997

출처 : KM of High Speed Lines in the World, UIC, 2011. 1

전 세계의 고속철도 선로 41,997km 중에서 현재 상업운용 중인 선로는 14,700km이며, 이는 전체의 35%에 해당하는 수준이다. 건설 중인 노선은 9,703km

로 23%, 계획 중인 노선의 경우 42%로 향후 고속철도 시장의 확장이 전망되어진다.



<세계 고속철도 선로 현황 및 전망>

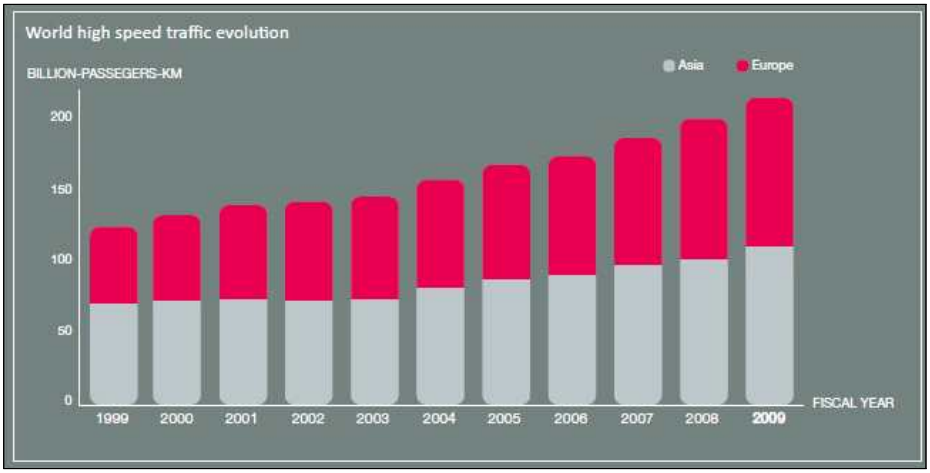
출처 : Expected Evolution of the World High Speed Network, UIC, 2010. 9

대륙별로 살펴보면 유럽과 아시아가 약 93%이상을 차지하며 브라질, 아르헨티나를 중심으로 한 남미 대륙과 미국을 중심으로 한 북미대륙에서도 끊임없이 고속철도 도입에 대한 검토가 제시되고 있다.

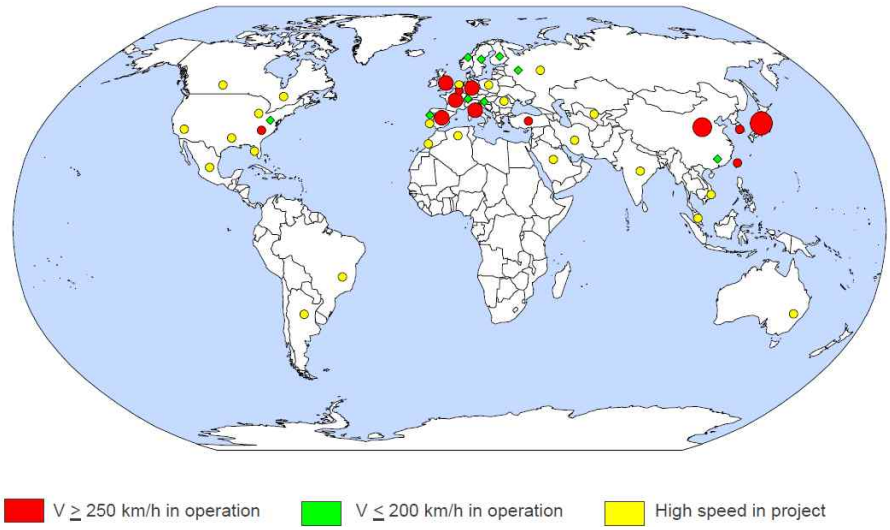
고속철도의 선진국에 해당하는 서유럽과 일본을 제외하고는 기존의 운용선로보다 건설 중이거나 계획이 확정된 노선이 많은 부분을 차지하며 운용경험에 의한 확충으로 볼 때 고속전철의 운용은 매우 적합한 시스템으로 인식되어 운용에 다른 각 국가의 사회적 요구의 대응에 적절한 교통망으로서 확실히 자리 잡고 있음을 보여주고 있다. 또한 유럽의 경우는 고속철도망의 통합을 위하여 차량보유와 별도로 고속선의 통과 및 정차를 위해 고속선로의 확보에 노력하고 있으며 정치적, 사회적 유럽통합에 지역적 연결 교통망으로서 그 역할을 수행하고 있는 것으로 나타나 있다.

이는 일본의 전국망, 중국의 북부와 남부를 잇는 계획노선, 한반도의 중부, 남부 노선 등 아시아의 고속선 확충이 가속화 되고 있는 추세를 볼 때 아시아 지역의 미래 횡단 교통망에 대한 방향성을 시사하고 있으며 고속전철의 적용 가능성이 매우 높아 아시아 지역의 미래를 대비할 수 있는 교통 수단이 될 수 있을 것으로 판단된다.

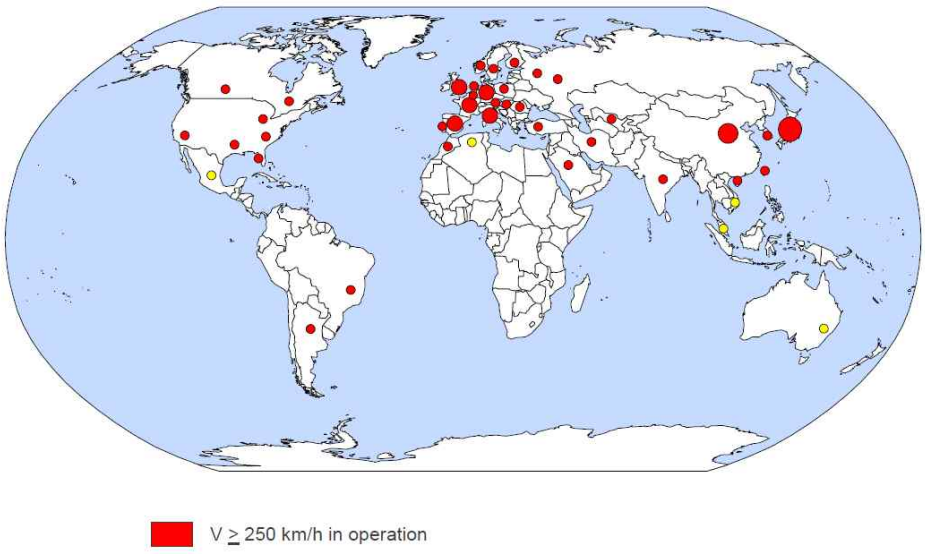
다음 그림에서 볼 수 있듯이 연도별 고속철도 이용객은 가파른 증가 추세를 보이고 있어 이를 증명한다고 할 수 있다.



<유럽과 아시아의 고속열차 승객추이 (출처 : UIC)>



<전세계 고속철도 시스템 현황 - 2009 (출처: UIC)>



<전세계 고속철도 시스템 전망 - 2025 (출처: UIC)>

나. 유럽의 고속철도 현황 및 계획

(1) 프랑스

□ TGV

TGV(train grande vitesse)는 프랑스 국영철도 회사인 SNCF사와 철도차량 제작업체인 Alstom사에 의해 개발된 프랑스의 고속열차 서비스명이다.

1981년 파리-리옹 노선을 시작으로 서비스 운영을 시작한 프랑스의 TGV 네트워크는 수도 파리를 중심으로 방사형의 형태로 인접 도시 및 국가를 연결하는 구조를 가지고 있다. 고속철도 속도분야에서 많은 기록을 갖고 있는 TGV는 2007년 4월 차륜 열차로는 가장 빠른 574.8km/h의 속도를 달성함으로서 SNCF의 대표 브랜드로 자리잡고 있다.

유럽에서 최초로 고속철도 노선을 도입한 프랑스는 파리-리옹 노선을 계기로 고속철도 네트워크를 확장해가고 있으며, TGV의 성공적 도입을 계기로 이웃 국가들도 고속철도 노선을 건설하기 시작했다. 대부분의 TGV차량은 Alstom사에서 제작이 되어지며, 파리-리옹간 우편열차를 제외하고 대부분의 경우 여객 전용으로 운영되어 진다. TGV차량을 모델로 만들어진 열차로는 한국의 KTX, 스페인의 AVE, 미국의 ACELA Express가 있다.



<프랑스 고속철도 노선도>

□ 고속철도 역사

TGV는 1959년 일본에서 세계 최초의 고속열차인 Shinkansen이 성공적으로 개발 정착한 이후인 1960년대부터 검토되기 시작했다. 당시 프랑스 정부는 수륙양용차(havercraft) 및 자기부상열차 등과 같은 신기술에 대단히 관심이 높았기 때문에 SNCF 역시 기존의 선로에서도 운영이 가능한 고속열차를 개발하기 시작했다. 초기의 TGV 모형은 증기터빈 방식을 채택하였다. 그러나 1973년 오일파동 이 후 지금의 전기동력 방식으로 변화하기 시작했다.

1976년 프랑스 정부는 최초 파리와 리옹을 잇는 유럽 최초 고속철도 노선 LGV Paris Sud-Est를 건설하기 시작하였으며 1980년 첫 번째 버전의 차량을 완성하고 1981년 운영에 들어갔다.

초기에 목표로한 승객대상은 두 도시 간을 여행하는 회사원이었다. 하지만 TGV는 운영 과정에서 기존의 철도 및 차량 심지어는 항공 수단보다도 빠르다는 인식이 확산되었으며, 그에 따라 대중들에게 빠르고 실용적인 교통수단으로 환영받으며 그 시장 범위를 넓혀가기 시작했다. 이 후 개통된 노선은 아래 표와 같다.

<프랑스 고속철도 network 현황>

노선명	운영구간	운영년도
LGV Paris Sud-Est	파리-리옹	1981년
LGV Atlantique	파리-투르-리만	1990년
LGV Rhône-Alpes	리옹-발랑스	1992년
LGV Nord	파리-릴	1993년
LGV Interconnexion Est	Sud-Est와 Nord 교차	1994년
LGV Méditerranée	발랑스-마르세유	2001년
High Speed 1	Channel 터널 연결	2007년
LGV Est	파리-스트라스부르크	2007년

□ 장래계획

현재 프랑스 내부의 고속철도 노선은 1800km이다. 프랑스는 유럽의 고속철도 네트워크 구축의 핵심국가로서 장래 유럽 네트워크 사업에 대비하기 위해 인접 국가 및 국내 고속철도 네트워크를 확장하고 있다.

현재 건설 중인 고속철도와 검토 중인 노선은 다음 표와 같다.

<프랑스 고속철도 장래계획 현황>

구분	노선명	운영구간	완공 예정	총 연장	비고
건설중	LGV Perpignan-Figueres	페르피낭-피게레스	2012	44	프랑스와 스페인 연결
	LGV Rhin-Rhône	리옹-디종-뮐루즈	2011	190	프랑스 북동부 노선 확장
	HSL-Zuid	브리쉘-암스테르담	2008	125	프랑스, 벨기에, 네덜란드 연결
	Haut-Bugey line	브르겅브레스-알프스	2009	65	프랑스와 스위스 연결
계획중	Lyon Turin Ferroviaire	리옹-샹베리-토리노			프랑스와 이탈리아 연결
	Bordeaux-Toulouse-Narbonne	보르노-툴루즈-나르본느			대서양노선 확장
	Bordeaux-Vitoria-Gasteiz and Irun	보르도-비토리아-이룬			프랑스와 스페인 연결
	LGV Poitiers-Limoges	푸아티에-리모주			
	LGV Picardie	파리-아미엥-칼레			

(2) 독일

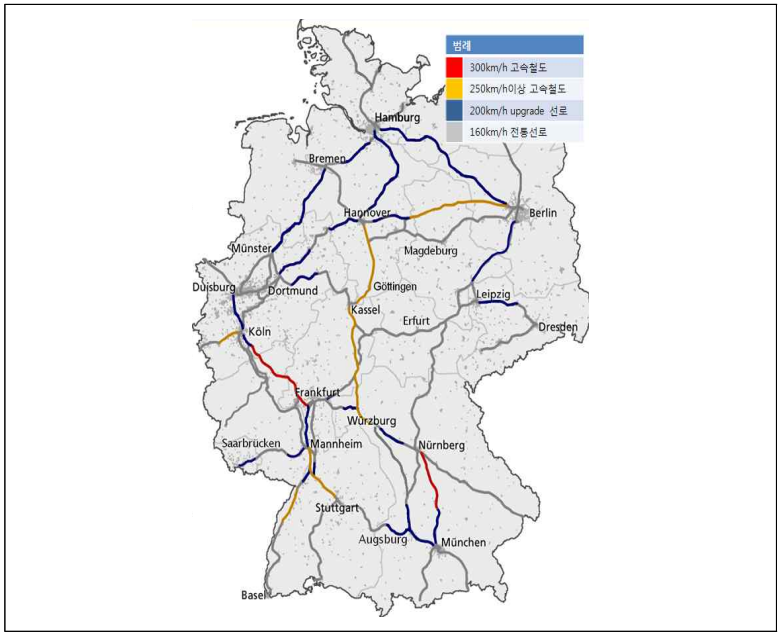
□ ICE

ICE(InterCityExpress)는 독일과 그 이웃국가들의 고속열차 시스템을 의미한다. 철도차량 제작업체인 Bombadier와 Siemens사가 공동으로 제작한 ICE는 독일의 국영철도회사 Deutsche Bahn의 대표적 브랜드이기도 하다.

ICE는 1991년 최초의 독일 고속열차 모형인 ICE1을 개발한 이 후 ICE 2(1996), ICE 3(1999)순으로 크게 3가지의 고속열차 모델을 개발하였다.

ICE는 단순히 독일내의 고속철도망만을 의미하는 것은 아니며, 독일 주변 국가들 역시 폭넓게 ICE노선을 공유하고 있다. 예를 들어, 스위스 취리히와 오스트리아 비엔나까지 ICE 1노선이 확장되어 있으며, ICE 3열차의 경우 벨기에의 리에주와 브뤼셀에서 사용되어 지고 있으며, 네덜란드의 암스테르담에서는 조금 낮은 속도로 운영 중에 있다.

2007년에는 파리-트투가르트/프랑크푸르트 노선이 개통되었으며, 이들 노선은 Deusche Bahn과 SNCF가 공동으로 운영하고 있다.



<독일 철도 선로 현황>

(3) 스페인

□ AVE

스페인어로 새를 의미하는 AVE(Alta Velocidad Española)는 전용노선에서 300km/h 이상으로 운영되는 고속열차 서비스이다.

전통적인 스페인의 철도 시스템은 광궤를 쓰고 있는 반면 스페인 AVE 네트워크는 인접국가들과의 네트워크 구성을 위해 표준궤를 사용하고 있다.



<스페인 고속철도 노선 현황 및 계획>

□ 고속철도 역사

1992년 4월 세빌리아에 국제박람회가 개최되면서 마드리드와 세빌리아를 연결한 연장 472km의 고속철도 선로에 영업최고 속도 250km/h의 AVE가 영업을 개시함으로서 양 도시를 철도 노선을 이용해 2시간 45분으로 연결하였다. 같은 해 10월 마드리드와 톨레도, 마드리드와 과달라하라 노선이 개통됨으로서 스페인의 본격적인 고속철도 시대가 개막되었다.

1993년 기존선와 전용선 혼용 노선으로 마드리드와 말라가를 잇는 구간(Talgo 200)이 서비스를 시작했으며, 이 해 4월 시험주행에서 AVE 최고속도인 356.8km를 달성하였다. 1994년에는 마드리드와 세비야 노선이 기존의 250km/h에서 300km/h로 운행속도를 향상시키며 기존 통행속도를 40분 단축시켰다. 2007년에는 마드리드-말라가 노선의 마지막 구간이 완공되었다.

현재 스페인에서 운행되고 있는 운영노선은 아래 표와 같다.

<스페인 고속철도 운영노선 현황>

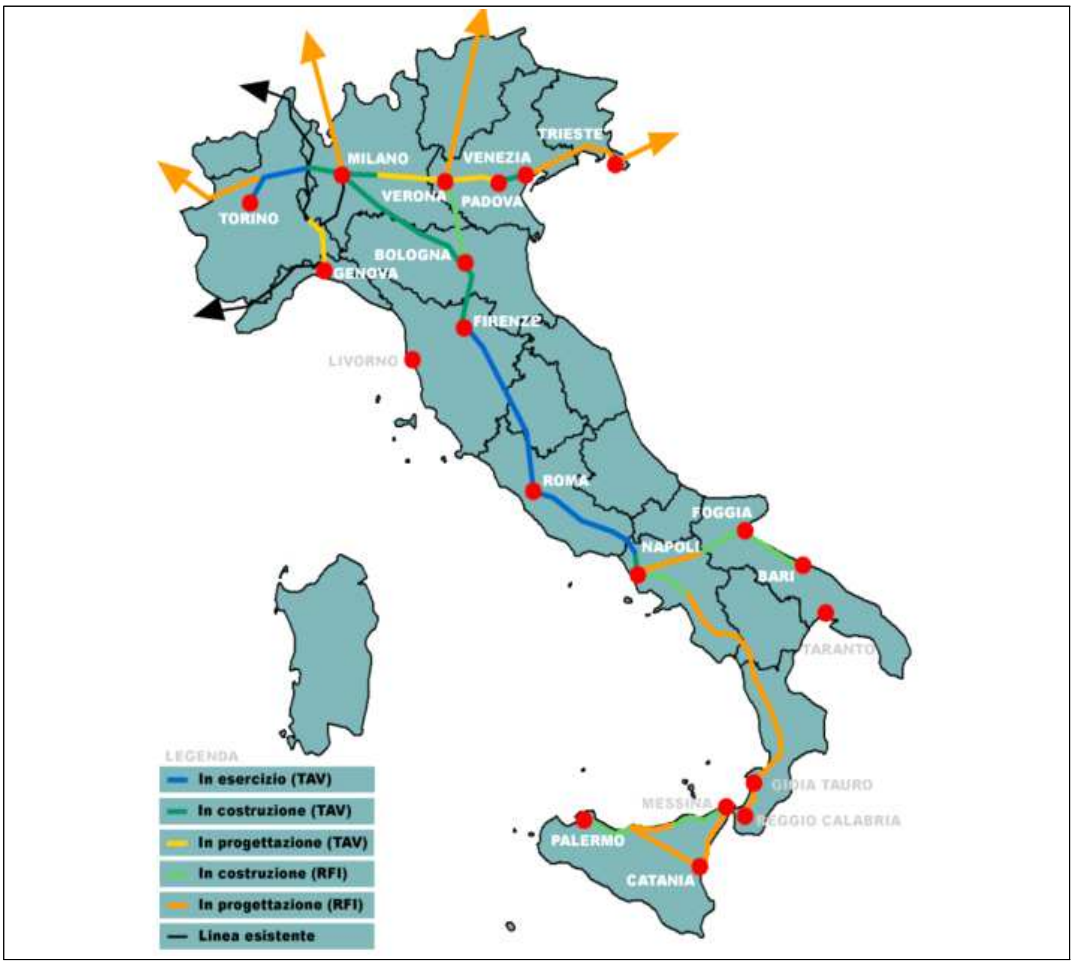
구분	노선명	경유지
전용선	AVE Madrid - Seville	마드리드, 시우다드레알, 푸에르톨라노, 코르도바
	AVE Madrid - Valladolid	마드리드, 세고비야, 바야돌리드
	AVE Madrid - Barcelona	마드리드, 과달라하라, 칼라타유드, 사라고사, 타라고나
	AVE Barcelona - Sevilla	바르셀로나, 사라고사, 코르도바, 마드리드
	AVE Barcelona - Málaga	바르셀로나, 사라고사, 코르도바, 마드리드
	AVE Madrid - Huesca	마드리드, 과달라하라, 칼라타유드, 사라고사
	AVE Madrid - Málaga	푸에르톨라노, 코르도바, 안테케라
전용 중거리 노선	AVANT Madrid - Puertollano	마드리드-푸에르톨리노
	AVANT Madrid - Toledo.	마드리드-톨레도
	AVANT Seville - Córdoba.	세빌리아-코르도바
	AVANT Córdoba - Antequera.	코르도바-안타케라
	AVANT Madrid - Segovia.	마드리드-세고비아
	AVANT Málaga - Córdoba	말라가-코르도바
기존선, 고속철 혼용	ALVIA Madrid - Irún	마드르드, 발라돌리드, 부르고스, 산세바스티안, 이룬
	ALVIA Madrid - Bilbao	마드리드, 발라돌리드, 부르고스, 빌바오
	ALVIA Santander - Alicante	산타테르, 알리칸테, 발라돌리드, 마드리드
	ALVIA Gijón - Alicante	히혼, 발라돌르드, 마드리드, 알리칸테
	ALVIA Madrid - Logroño.	마드리드,로그로냐

(4) 이태리

이태리는 국토의 대부분이 산악지형으로 직선화된 고속철도의 건설이 부적합하다고 판단하여 곡선이 많은 기존선을 활용하여 운행시간을 단축하는 연구 및 정책이 진행되었으며, 교통수단의 성능향상과 편리성 증진을 위하여 고속 신선망 구축계획을 수립하여 진행하고 있다.

고속 신선망 구축에는 국철에서 기획하고, 별도의 추진추제(TAV)는 국철 45% 및 9개 시중은행 참여로 설립하였으며, 설계 및 공사 주체일 뿐 운영은 별도의 조직(TAV CO SpA)이 할 예정이다.

1978년 로마와 피렌체를 연결하는 Direttissima로 시작한 고속철도 노선은 최대 속력 250km/h 평균 200km/h로 두 도시를 잇고 있다.



<Italy 고속철도 현황 및 계획>

□ 고속철도망 현황

• 운행 노선

① 로마~피렌체 구간

최초의 TAV노선으로 Direttissima라고도 불린다. 1970년 공사를 시작하여 1978년 첫 번째 구간이 운행을 시작하였으며, 1991년 완공되었다.

② 로마~나폴리 구간

1994년 공사를 시작하였으며 2005년 12월 운행을 시작하였으나, Naples 일부 구간은 아직 공사 중에 있다. 2008년 6월에 전구간이 완공된 예정이며 열차 차량은 25kV 50Hz 전력을 사용한다.

③ 토리노~밀라노 구간

2002년 토리노~노바라 구간이 공사를 시작하여 2006년 2월 개통되었다. 노바라~밀라노 구간은 2002년 공사를 시작하였으며 2009년 개통될 예정이다. 토리노~밀라노 구간 열차는 로마~나폴리 구간 열차와 마찬가지로 25kV 50Hz 전력을 사용한다.

• 건설 중인 노선

① Milan-Bologna

2000년 공사를 시작하였으며 2008년 개통될 예정

② Bologna-Florence

1999년 공사를 시작하였으며, 2009년 개통 예정

• 계획노선

이탈리아는 현재 Verona-Venice, Milan-Genoa, Milan-Verona 3개 노선이 계획 중에 있다. 또한 이태리는 유럽 고속철도 통합 네트워크와 관련하여 주변 국가들과 고속철도 노선 연결 사업을 계획 중에 있다.

<유럽 HSR Network 관련 계획 노선>

선로이름	연결 국가
Lyon Turin Ferroviaire	프랑스-이탈리아
Milan-Swiss border-Chiasso	이탈리아-스위스-독일
Brenner Base Tunnel	독일-오스트리아-이탈리아
Trieste-Slovenian border-Ljubljana	이탈리아-슬로베니아

<이탈리아 고속신선의 특징>

항목	운영 및 서비스 특징
운영형태	여객 및 화물 혼용
운영구간	964.7km
최고속도 (운영속도)	250~300km/h (객차 200km/h, 화차 160km/h)
최소 곡선반경	5,450m
최대구배	1.8%
최대축중	18 ton
급전 및 신호방식	25 KV, 50Hz AC, 프랑스식 TVM 430 시스템
차량	ETR-500
편성 당 수송량	590 석
총 연장	964.7km(최종 1300km 예상)

(5) 영국

영국은 철도의 종주국이고, 제2차 세계대전 이전에는 독일과 속도경쟁을 해온 철도기술의 종주국이었으나, 전후에는 철도기술의 발전에 전과 같은 괄목할 만한 역할을 보여주지 못했다.

그러나 1970년대에 들어서면서 역시 수송력 증강을 위하여 도시간 철도의 고속화를 추진하였다. 이의 일환이 ATP(advanced passenger train)계획이다. APT 계획은 고속용의 신선을 별도로 건설하지 않고 기존선을 전철화하고 진자식 차량을 개발하여 최고속도 250km/h로 운전하려는 시도였다. 진자식 차량이란 곡선구간에서 대차를 제외한 객실만이 시계추와 같이 안쪽으로 기울어지도록 함으로써 승차감을 향상시킬 수 있도록 한 것이다.

그러나, 북해 유전이 발견되어 에너지 절감의 필요성이 약화되면서 철도차량의 고속화 연구는 사실상 중단되게 되었으며, 철도의 전철화도 부진하게 되었다. APT 계획은 실패한 것으로 평가되고 있다.

전기기관차로 추진하는 APT 계획 대신에 디젤 발전에 의한 디젤기관차를 이용하는 고속열차 HST(High Speed Train)를 개발하고자 하였다. HST는 push-pull 형식으로 중간의 객차는 역시 진자식이며, 운전최고속도 210km/h이었다. 그러나, HST가 운행하는 선로는 신선이 아니었기 때문에 운전최고속도로 계속해서 주행할 수 없었다. 이러한 이유 등으로 161km/h로 운전하고 있는데, HST가 아닌 전기열차

도 177km/h로 운전하고 있음에 비추어 HST 계획도 실패라고 볼 수 있다.

다만 HST는 전철화 여부에 관계없이 어떠한 선로에도 운행할 수 있다는 장점은 있다. 또한 London-Edinburgh 사이의 동해안선의 전처로하가 추진되었으며, 이와 더불어 HST를 개량한 MARK Ⅳ라는 새로운 열차가 최고속도 250km/h로 운행을 계획하고 있다.

영국은 선로의 개량이나 신선의 건설보다 차량에 대한 차량동력학적 연구를 통하여 기존선에서 열차의 고속화를 도모하려는 경향이 있다. 이러한 방식의 철도 고속화에는 한계가 있다. 수송효율을 감안하지 않는다면 비용이 적게 드는 방법이기도 하다.

(6) 스웨덴

1960년대 이미 스웨덴은 고속열차 차량을 주요노선에 운영할지 여부에 대한 논의가 있었다. 1970년대 기존의 X15계열의 차량을 수정하여 시험 운행을 실시하였고, 이 시험 운전의 성공 후 1986년 봄바디어사로부터 29편성의 전기 틸팅 열차인 X2를 구입하기로 결정한다. 이 시기 다른 유럽 국가들은 고속신선을 건설하기로 결정한 것과 달리 스웨덴은 기존 선로에 고속 틸팅 열차를 운영하기로 결정한다. 왜냐하면 스웨덴의 경우 대도시간 거리는 길지만 상대적으로 인구가 다른 유럽의 도시에 비해 집중되어 있지 않아 고속신선 건설이 경제적으로 효율적이지 못하다고 판단했기 때문이다.

현재 스웨덴 대부분의 X2를 포함하여 스웨덴 대부분의 차량은 200km/h의 속도로 운영되고 있으며, 현재 250km/h로 속력을 향상시키기 위해 노력하고 있다.

(7) 포르투갈

1990년대 후반 이후 포르투갈 국영 철도회사인 Comboios de Portugal(CP)는 남부 Algarve부터 북부 지역 주요 도시를 잇기 위해 이탈리아 펜돌리노 열차를 도입하였다. 이 열차는 고속 틸팅차량으로 시속 220km/h까지 운행이 가능하며 포르투갈 현지에서는 Alfa Pendular라 불려지고 있다.

2005년에 포르투갈 정부는 3개의 고속철도 노선 건설 사업을 승인하였다.

첫 번째 노선은 포르투갈 수도 리스본과 포르투를 잇는 사업이다. 포르투갈의 대표적 두 대도시를 잇는 이 사업은 2015년 완공될 예정이며 시속 300km/h까지 운행

이 가능하도록 설계 될 예정이다. 이 노선이 완공이 되면 두 도시를 잇는 통행시간은 1시간 15분으로 크게 감축될 것이다.

두 번째 노선은 포르투갈과 스페인을 잇는 리스본-마드리드 구간이다. 앞선 리스본-포르투 노선이 여객전용 고속열차로 운영되는 반면 이 구간은 여객/화물 혼용 고속열차 노손으로 설계될 예정이다. 2010~2013년에 완공될 예정인 이 구간은 300km/h로 설계될 예정이며 노선이 완공되면 두 도시 간 통행시간은 2시간 45분 내외로 단축될 예정이다.

세 번째 노선은 포르투와 비고를 잇는 노선으로 현재 250km/h의 여객/화물 혼용 고속열차 노선으로 건설될 예정이며 이 노선이 완공되면 두 도시는 통행시간 45분 내로 단축될 예정이다.

(8) 벨기에

□ 노선현황

벨기에의 철도노선은 Thalys, Eurostar, ICE, TGV와 같이 많은 유럽의 국제 고속열차가 정차하고 있다. 벨기에 고속철도 노선은 크게 4가지로 나누어 지며 자세한 내용은 다음과 같다.

- HSL 1

브뤼셀과 프랑스 국경을 잇는 총연장 88km(71km 고속선, 17km 기존선 개량)노선으로 1997년 서비스를 시작하였다. 이 노선은 프랑스의 LGV Nord노선과 연결되어 파리와 브뤼셀을 1시간 22분에 연결한다.

- HSL 2

벨기에 루벵과 안스를 잇는 총연장 95km(61km 고속선, 34km 기존선 개량)노선으로 2002년에 서비스를 시작했다. 이 노선은 향후 HSL3가 완공이 되면 완공 노선과의 조합으로 파리와 브뤼셀 그리고 독일 간의 여행시간을 단축하는데 큰 역할을 할 것으로 기대되어 진다.

- HSL 3

리에주와 독일 국경을 잇는 총연장 56km(42km 고속선, 14km 기존선 개량)노선으로 2007년 완공되었으나 서비스는 2009년부터 실시할 예정이다. 이 노선은 국제열차와 국내 급행 열차가 동시에 운행하는 HSL 2노선과는 달리 Thalys, ICE등 국제 열차 전용으로 운행될 예정이다.

- HSL 4

브뤼셀과 독일 국경을 잇는 총연장 87km(40km 고속선, 57km 기존선 개량)노선으로 2008년 완공될 예정이다. 이 구간은 국제 고속열차인 Thalys 뿐만 아니라, 네덜란드 고속열차 NH Highspeed와 벨기에 급행 열차가 운행될 예정이다.

(9) 러시아

러시아에서 현재 가장 빠른 철도 노선은 Moscow-Saint Petersburg 구간으로, 200km/h로 운영되고 이 노선의 철도차량은 독일의 ICE사에 의해 250km/h로 개선될 것으로 보인다. 러시아는 현재 다양한 구간의 고속철도 노선을 계획하고 있으며, 구체적인 내용은 다음과 같다.

- Moscow-Saint Petersburg : 이 구간은 독일의 ICE사에 의해 2009년까지 250km/h로 운영이 가능하도록 선로를 보수 중에 있다. 2004년 공사가 시작되었으며, 2007년에는 차량 조립작업이 완료되어 Simens사의 Velaro가 이 구간에 도입될 예정이며, Velaro Rus로 이름 붙여졌다.
- Helsinki - St. Petersburg : 러시아와 핀란드는 상호국가를 연결하는 국제 고속철도 노선 건설에 합의 하였으며, 2006년 러시아의 철도회사 RZhD와 핀란드의 철도회사 VR과 함께 Oy Karelian Trains Ltd 이라는 합작회사를 창설하였다. 2007년 Alstom사는 이 구간에 자사의 고속철도 차량인 New Pendolino를 도입하는 계약을 체결하였으며, 2010년에 공사가 시작될 예정이다.
- Moscow-Kaliningrad : 사전에 계획된 노선
- Moscow-Sochi 노선 : 러시아는 2014년 동계 올림픽 유치에 성공하였으며, 이를 계기로 최근에 일본의 Sumimoto Corporation과 함께 이 구간의 Sinkansen 고속철도 차량 도입이 논의되고 있다.
- Moscow-Nizhny Novgorod 노선 : 사전에 독일의 ICE사와 고속철도 노선 도입이 논의 되는 듯 했으나 최근에는 Moscow-Sochi 노선과 더불어 Sinkansen의 도입이 검토되고 있다.
- 시베리아 횡단철도(Transiberian Railway) : 장기적으로 일본의 Sinkansen 도입을 우선 고려중에 있다.

(10) 터키

터키는 자국의 철도 시스템을 현대화하기 위해서 오래 전부터 노력해왔다.

터키의 국영 철도회사인 TCCD(Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları)는 2009년 완공을 목표로 지난 2003년 터키 최초의 고속철도 노선인 총연장 533km의 Ankara-Istanbul 구간을 건설하기 시작하였으며, 2007년 4월 제 1구간인 총연장 245km의 Ankara-Eskişehir구간이 시험운행을 시작하였다. Ankara-Istanbul 구간은 현재 연간 1200만 통행이 발생하고 있으며, 도로나 기존의 철도시스템은 포화상태에 이르고 있어, 이들 노선을 따라 많은 도시들이 심각한 정체 및 혼잡을 겪고 있다. 터키 정부는 고속철도의 건설로 6~7시간 걸리던 통행 시간을 3시간 10분으로 크게 줄일 수 있음과 동시에 연간 4800만톤의 물동량을 열차로 수송할 수 있어 3%에 불과하던 철도의 수단 분담율을 획기적으로 향상 시킬 수 있을 것으로 기대하고 있다. 터키는 Ankara-Istanbul 구간 이외에도 2006년 Ankara-Konya 노선이 건설을 시작하였으며 이 노선은 Ankara-Istanbul의 구간 중의 하나인 Ankara-Eskişehir 노선과 연결 될 것이다.

한편 TCCD는 장기적으로 고속철도 노선의 확장을 계획하고 있으며, 예상되어지는 계획은 다음 표와 같다.

<터키 고속열차 현황>

구간명	비고
Ankara - Afyon - Uşak - İzmir	branching from the Ankara-Konya line
Ankara - Kayseri	branching from the Ankara-Sivas line
İstanbul - Bursa	
Ankara - Bursa	branching from the İstanbul-Ankara line
İstanbul - Kapıkule	Bulgarian border
Konya - Mersin - Adana	
Eskişehir - Antalya	
Sivas - Erzincan - Erzurum -Kars	
Ankara - Yozgat - Sivas	

현재 터키 고속철도 차량은 스페인 철도차량 제작업체인 CAF사에서 최대시속 250km/h인 차량 10대를 구입하였으며, 최대시속 300km/h, Penolino의 ETR 500시리즈를 임대하여 완성된 구간에 시험 운행 중에 있다.

또한 터키는 한국의 Rotem사와 자국의 철도차량 제작업체인 TVASAŞ사와 합작으로 Eurotem을 설립함으로서 향후 Rotem사의 브랜드인 HSR-350X를 자체적으로 생산하여 고속철도 노선에 도입할 계획을 갖고 있다.



<유럽 고속철도 시스템 현황 - 2010 (출처: UIC)>



<유럽 고속철도 시스템 전망 - 2025 (출처: UIC)>

다. 아시아 및 오세아니아의 고속철도 현황 및 계획

(1) 중국

□ 철도노선 현황

중국 철도는 남북과 동서로 8종 8횡의 주간선망 골격을 이루고 있으며, 주요 노선 현황은 다음과 같다.

<중국 종단 철도노선 현황>

노선명	연장(km)
베이징-하얼빈-따롄	2346
선양-광저우	4183
베이징-상하이	1463
베이징-홍콩	2475
베이징-광저우	2294
다퉁-쫜지앙	2982
빠오터우-류저우	3012
란저우-쿤밍	2179



<중국 종단철도 노선도>

<중국 횡단 철도노선 현황>

노선명	연장(km)
베이징-란저우	3974
따퉁-칭따오	1467
창지-칭따오	1913
상하이-중칭	2200
상하이-쿤밍	2699
롄원강-시안-아라산코우(TCR)	4152
난징-시안	1028
석탄운송노선	1249



<중국 횡단철도 노선도>

□ 속도 향상 노력

중국 철도부는 수송력 증강과 근대화를 목표로 철도의 신선건설에 나서 속도 향상, 복선화, 전철화를 강력하게 진행하고 있다.

속도향상은 1997년부터 2007년 4월까지 6회 실시하여 6회째에는 주요 간선의 열차 최고 운행속도 200km/h 이상을 확보하였으며 화물열차의 운행은 시속 120km/h로 향상되었다. 이러한 제6차 속도향상 사업을 통해 시속 120km/h이상 속도로 운행이 실현된 철도 연장은 22,122km에 달해 제5차 속도 향상 시보다 약 6,000km 이상 증가하였다. 특히, 160km로 운행이 가능한 노선 총연장은 14,000km, 시속 200km/h로 운행이 가능 한 선로 연장은 6,003km 에 달하게 되었다.

이러한 효과로 중국철도의 여객운송 능력은 18%, 화물운송 능력은 12%증가한 것으로 발표되었으며, 베이징- 하얼빈, 베이징-상하이, 베이징-광저우, 지아오주-지난 등 주요 간선의 일부구간은 시속 250km/h에 도달하였다.

□ 고속철도 노선계획

중국은 2004년 2월부터 추진한 "중장기 철도망 구축 계획"일환으로 동-서, 남-북의 주요 중심지역을 연계 하는 "4종 4횡"의 여객전용철도를 신규로 건설 하겠다는 계획을 가지고 있으며 이들 노선은 고속철도 노선으로 운영될 예정이다.

베이징-상하이 노선은 총연장 1,300km로 제11차 5개년 계획기간(2006~2010)에 착공할 예정이다. 베이징~선전 노선은 총연장 2,230km이며 주요 노선은 베이징, 우한, 광저우, 선전으로 2010년까지 우선적으로 우한-광저우 구간을 완공하고, 2020년 까지 전 구간을 완공한다는 목표를 세우고 있다. 베이징-선양-하얼빈·다롄 노선은 총연장 1,860km로 베이징-선양-하얼빈 구간을 2020년까지 완공하는 것을 목표로 하고 있다. 마지막 종단 구간인 항저우-닝보-푸저우-선전 노선은 2010년까지 항저우-샤먼간을 완공하고, 2020년까지 전구간을 완공하는 것을 목표로 하고 있다.

4횡의 여객전용에 대해서는 구체적인 계획은 없으며 각 구간별 연장은 쉬조우-란저우-쩡저우 노선이 약 1,400km, 항저우-난창-창사 노선 약 880km, 칭따오-시쟈장-타이웬 노선이 약770km, 난징-우한-중칭-청두 노선이 1,900km로 운영될 예정이다. 현재 이들 4종 4횡 노선 가운데 베이징-텐진, 시안-쩡저우, 상하이-난징, 우한-광저우 등 일부구간은 이미 착공이 시작되었다.



<중국 고속철도 노선계획>

(2) 일본

□ Shinkansen

신칸센은 4개의 일본 철도운영회사인 JR(Japan Railway)에 의해 운영되어지는 고속철도 노선 네트워크이다.

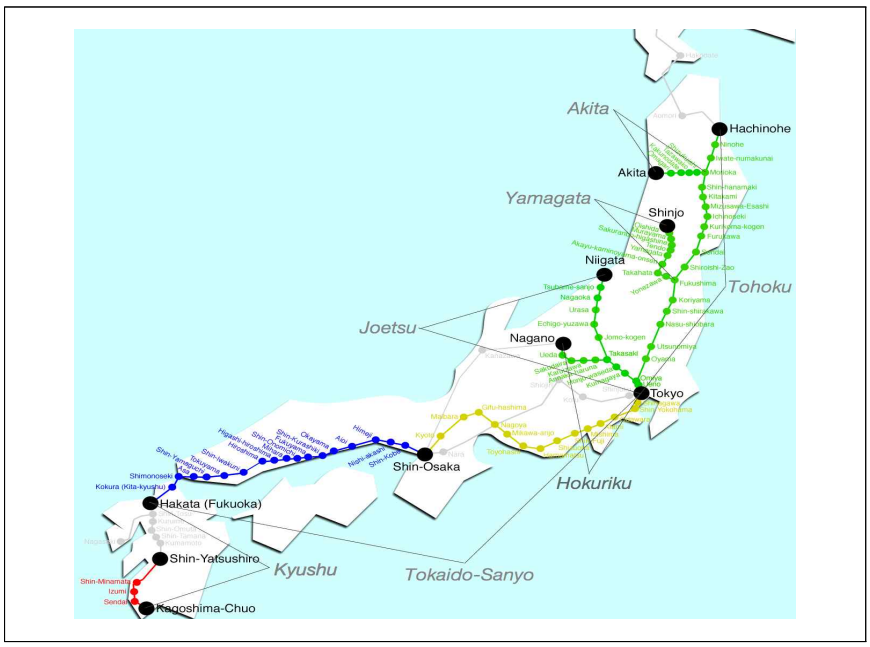
1964년 시속 210km/h로 운영되는 세계 최초의 고속철도인 토카이도 신칸센이 개통된 이 후 현재까지 운영속도를 300km/h까지 향상시키고 지진과 태풍이 잦은 혼슈와 규슈 지방까지 확장시키며 발전해 왔다. 신칸센은 일반적으로 노선을 의미하지만 일본에서 운영되는 고속철도 차량으로 확장되어 불려지기도 한다.

□ 노선 현황

- 토카이도 신칸센 : 1964년에 개통된 세계 최초의 고속철도 노선으로 도쿄와 오사카를 연결하며 총연장은 515km이다. 현재 JR Central에 의해 운영 중에 있으며, 300계, 500계, 700계, N700계로 4종류의 철도차량이 운행 중에 있다.
- 산요 신칸센 : 1975년 개통된 산요 신칸센은 오사카와 후쿠오카를 이으며 서쪽으로 뻗어있는 노선으로 JR West사에 의해 운영 중에 있다. 이 노선은 후쿠오카와 오사카 사이를 2시간 30분에 연결하며 세계에서 가장 빠른 운영속도인

300km/h로 운영되고 있다. 현재 이 노선에는 0계, 100계, 300계, 500계, N700계 총 5종류의 철도 차량이 운행 중에 있다.

- 토호쿠 신칸센 : 도쿄와 아오모리현을 연결하는 총연장 593km의 노선으로 JR East,에 의해 운영 중에 있다.
- 호쿠리쿠 신칸센 : 1997년 타카사키-나가노 구간이 개통되었으며, 이듬해 나가노 동계올림픽에 맞춰 도쿄-나가노 구간이 연결되었다. 총연장은 117km로 JR East에 의해 운영되며 최대 시속 260km/h로 도쿄와 나가노 사이를 79분에 연결한다.



<일본 고속철도 노선도>

- 큐슈 신칸센 : 큐슈 섬의 후쿠오카와 가고시마를 잇는 총연장 249km의 노선으로 남쪽의 127km의 구간은 이미 서비스를 시작했고, 완전 개통은 2011년으로 예정되어 있다.
- 조에쓰 신칸센 : 도쿄와 니이가타를 연결하는 노선으로 JR East에 의해 운영 중에 있다. 혼슈섬의 산악지역을 가로지르는 일본 고속철도 노선 가운데 가장 험준한 노선으로 총연장은 300km이다.
- 야마가타 신칸센 : JR East에 의해 운영되어지는 소형 신칸센 구간으로 신죠시와 도쿄를 연결한며 400계와 E3계 열차를 사용한다.
- 아키타 신칸센 : 모리오카와 아키타를 연결하는 총연장 134km의 소형 신칸센 구간이다.

□ 확장계획

- 토호쿠 신칸센 : 하키노헤 역부터 신아오모리까지 노선을 확장하는 계획으로 2010년에 개통 예정이다.
- 호쿠리쿠 신칸센 : 2014년까지 카나자와까지 노선을 확장하고 향후 오사카와 연결할 예정
- 큐슈 신칸센 : 2010년까지 하카타로 노선 확장
- 홋카이도 신칸센 : 신아오모리부터 신하코다테까지 2015년 완공 이후 신하코다테부터 삿포로까지 노선을 확장

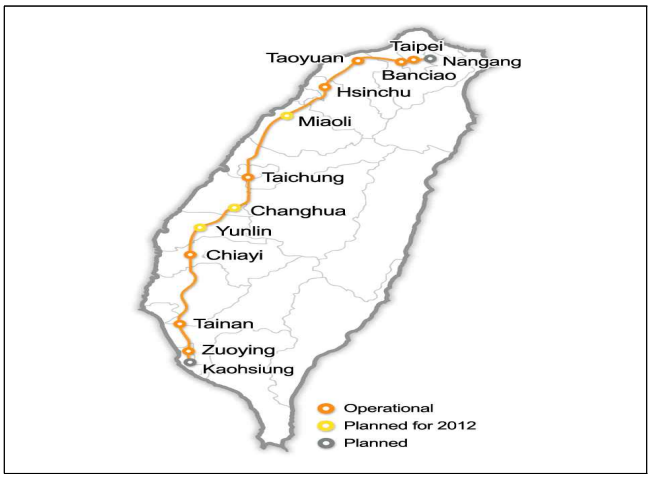
(3) 대만

□ 고속철도 역사

2007년 5월 대만은 타이페이시와 가오슝시을 잇는 총연장 335.5km의 고속철도 네트워크를 개통하였다. 이 노선의 건설에는 일본의 가와사키 중공업이 중심이 된 컨소시엄 이 참여하였으며 신칸센 700계 계열의 철도차량 기술이 적용되었다.

초기에 대만은 독일의 ICE기술을 핵심 기술로 선택하였다. 그러나 1998년 독일의 ICE 전복사고와 1999년 대만에서 발생한 치치 지진이 복합적으로 작용하여 지진검지대응시스템 기술을 보유한 일본의 신칸센으로 변경되어졌다.

대만은 고속철도 노선의 건설로 기존 노선에서 4시간 30분이 걸리던 타이페이~가오슝간 거리를 90분까지 단축시키는 것이 가능하다. 그러나, 정차구간이 잦은 관계로 현재는 2시간에 통과하고 있다.



<타이완 고속철도 노선>

(4) 인도

인도는 고속철도 노선에 대한 구체적인 계획은 확정되지 않았다.

그러나 지난 2006년 인도의 총리가 일본을 방문할 당시 일본 정부는 인도의 뉴델리와 뭄바이 사이에 고속철도 노선을 연결하는 사업에 협력할 것임을 약속했다.



<고속철도 건설계획>

(5) 베트남

베트남 철도국은 수도 하노이와 베트남 제2의 도시 호치민시를 잇는 총연장 1,630km의 고속철도 노선 건설을 계획하고 있다. 이 노선은 250~300km/h의 속도로 운영되어질 예정이며 사업비는 330억 달러로 베트남 정부 예산과 일본의 원조로 이루어 질 것이다.

현재 기존 노선으로 40시간이 걸리는 이 구간은 고속철도 건설로 2013년에 9시간 속도 향상이 이루어 질것으로 예상되어지는 2025년에는 5시간까지 통행시간을 단축할 예정이다.

(6) 이란

□ 이란 철도의 특징

화물수송은 광물이 수송량의 50%를 석유제품이 16%를 점유하고, 중앙아시아 모든 나라와의 국제수송이 급격히 증가하게 되었다.

특별히 터키메니스탄-Mshad-벨쟈만-유럽간 수송루트의 역할이 중요하게 되었다. 1996년 Bafq - Bandare - Abbas간 700km 구간의 개통은 결국 연간수송량이 3,399만 톤에 이를 것으로 기대하게 되었다.

이란 국영 철도횟사인 RAI는 선로용량이 부족한 구간부터 복선화를 진행하여, Teheran-MASHAD 간 926km 구간이 2003년에 완공이 되었으며 복선화와 함께 선로개량을 실시하여 최고속도 160km/h에서 200km/h로 끌어올렸다. Teheran-Qom 간 151km 구간의 복선화도 1999년 완성되어 Esfahan에 신축적으로 대응하고 있다. 또한 Ahvaz-Bandar-Emam Homeini간 120km구간도 계획 중에 있다.

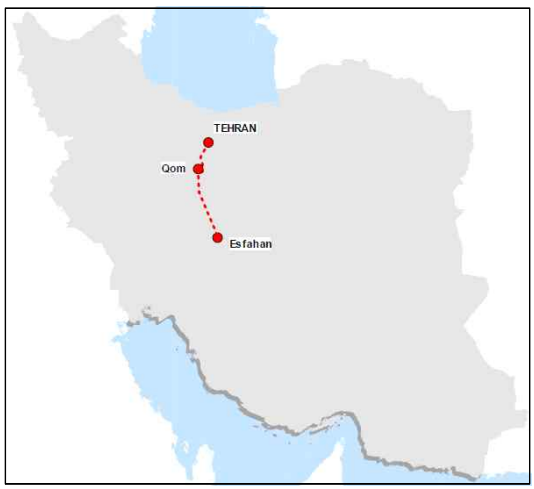
차량관계로는 GM 디젤 기관차를 160km/h대용으로 개조하여 여객수송에 이용하는 한편 2000년에는 Siemens 기동차를 Teheran-Mashad간에 투입하고 있다. 또한 신호관계로는 2003년 Shahr Rey-Mashad간 CTC를 도입하고 있다.

□ 이란 철도 향후 계획

이란은 테헤란과 Isfahan사이를 잇는 최고 속도 250km/h의 고속철도 노선 건설계획을 가지고 있다.

그 외에 Isfahan-Shiraz간 506km 구간의 건설은 최종 산악구간 150km만이 남아 있으며 이란-파키스탄 연락 철도노선인 Kerman-Zahedan간 539km 중 Bam-Kerman 간 259km는 2003년 모두 개통되었으며, 추후 표준궤로 궤간을 변경할 계획이다.

터키 메니스탄 철도의 Kizi Kaja-Kizy · Atrek간 255km의 신선건설은 이란 철도의 Gorgen 및 Bandare Torkeman에 연결될 것이다. 또한 아제르바이잔에 이르는 터키 방면의 Miyane-Tabriz간 Orumiye 노선 건설을 계획 중이다.



<이란 고속철도 건설계획>

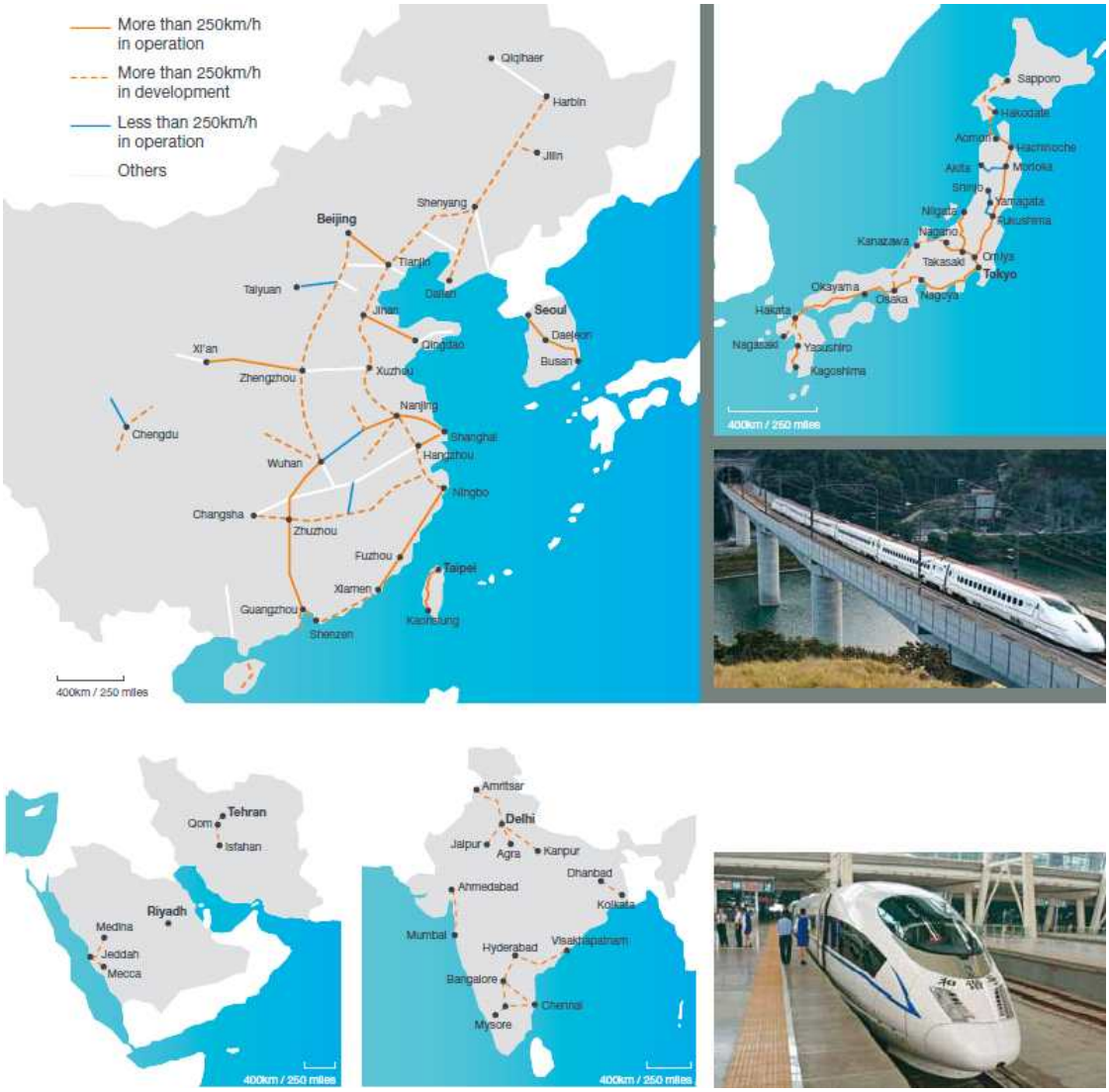
(7) 호주

2004년 6월 호주 연방정부는 총액 118억 AUD(철도예산은 18억 AUD)를 투입하여, 육상교통 인스라 정비계획인 “오스링크”를 발표하였다. 1901년의 연방 창설 이후 최초인 이번의 육상교통 5개년 계획은 종래의 철도/철로 개별예산 시책이 구성되어 간선 및 항만 연락 철도, 고속도로망 등 각지의 중요도로, 도시 내 간선철도 등을 포괄하여 멀티모달플랜으로 환경문제로부터 철도로의 모달 시프트에 목적을 두고 있다.

철도의 고속화에 관해서는 2002년에 연방정부가 브리즈번-시드니-멜버른간의 고속철도 계획의 중지를 발표하지만, 민간차원에서는 멜버른-브리즈번 간을 내륙으로 연결하는 객화 혼용고속선, 시드니 제2공항계획과 세트로 하는 시트니-캔버라 간의 고속화 계획이 검토되고 있다.

• Sydney-Canberra
  - 총연장 : 326km
  - 사업비 : 15억 9천$
  - 건설기간 : 1996~
  - 운행최고속도 : 350km/h
  - 차량방식 : 프랑스의 TGV(초기 6편성 운행 예정)

• Brisbane-Rockham
  - 총연장 : 638km
  - 사업비 : 6억 4천 2백만$
  - 운행최고속도 : 160km/h이상



<아시아 고속철도 노선 현황 (출처: UIC)>

라. 아메리카의 고속철도 현황 및 계획

(1) 캐나다

캐나다는 1990년대 초부터 고속철도 도입에 대한 논의가 이루어졌다. Montral-Ottawa-Toronto 구간은 초반부터 논의 되어져왔으며, New York-Montreal 구간과 Bostom-Montreal 구간이 지금 초기 논의 단계에 있다.

이 중 New York-Montreal 구간은 크게 세 부분으로 나뉘어 진다.

첫 번째로, New York-Albany구간으로 총연장 227km로 인구밀집지역의 한부분이다.

다음으로, Albany-Rouses 구간은 총연장 307km로 뉴욕 교통성(NYDOT)에 의해 사전 예비타당성 조사가 진행된 구간이다. 마지막으로, Rouses-Montreal 구간이 총연장 66km로 MTQ HSR 연구의 대상지역이기도 하다.

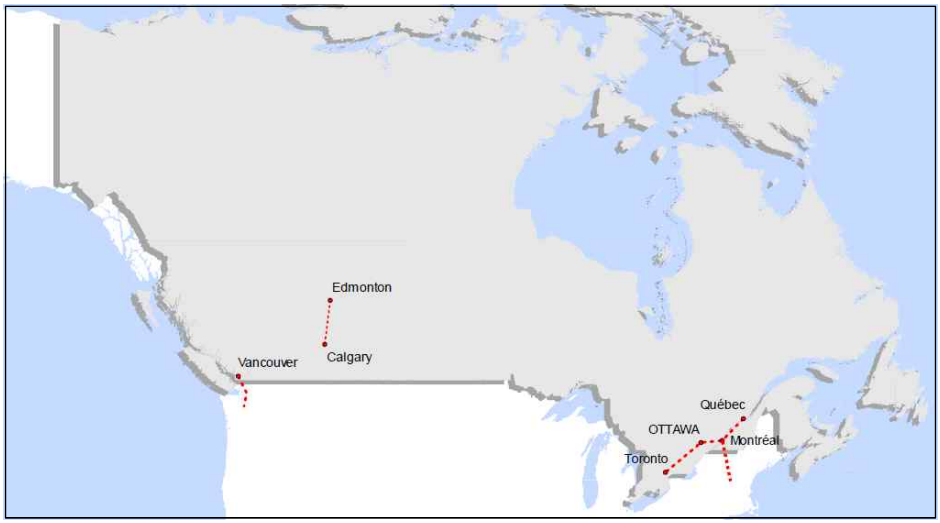
New York-Montreal구간의 경우 240km/h로 운영할 될 때 여행시간이 기존의 10시간 이상에서 대략 4시간으로 단축되어 매우 효율적인 노선으로 평가되어지고 있지만 건설비용이 크다는 단점을 가지고 있다.

2003년 캐나다 교통성은 캐나다 국영철도회사인 VIA Rail이 5년 안으로 Montral-Ottawa-Toronto 구간에 대해서 고속철도 노선이 도입될 것이라고 선언하였다. VIA Rail은 Bombardier사로부터 JetTrain을 도입하여 이 구간을 운행 할 계획이었다.

JetTrain은 가스터빈을 사용하여 최대 240km/h의 속력을 내는 것이 가능하였다. 이는 전기동력을 사용하지 않는 최초의 고속열차로 고속철도 도입시 전선화가 필요없어 비용절감이 가능하며, 기존 기관차 시설인 디젤 엔진 기관차에 비해 친환경적이라는 이유로 도입이 검토되었으나 실제 적용되지는 못하였다.

캐나다의 고속철도 계획은 미국 동부연안의 고속철도 노선계획과 맞물려 진행될 가능성이 크다.

따라서 현재의 계획들은 초기단계의 계획이며, 향후 몇 년간은 고속철도에 대한 수요가 없을 것으로 예상되어 진다. 그러나 중장기적 관점에서 바라 볼 때 이러한 흐름은 변화가 생길 것이다.



<캐나다 고속철도 건설계획>

(2) 미국

□ 미국 고속철도 운행 현황 (Acela Express)

미국 동북부 지역의 인구 집중으로 인해 이 지역의 여객 철도는 거의 포화 상태에 이르렀다. 미국의 철도 여행객의 2/3가 뉴욕시에 거주하고 있고 그들 대부분은 펜실베니아 역을 이용하고 있었다.

이에 미국 열차 운영 회사인 Amtak사는 기존의 항공노선과 경쟁하기 위해 이 구간의 운행 속도를 향상 시킬 필요가 있었다. 그러나 기존의 해안 노선의 경우 선로가 험하고 구배가 심하여 프랑스의 TGV나 일본의 신칸센과 같은 고속열차 기능을 하는데 있어서 무리가 있었다.

1994년 Amtak사는 열차 차량 제조업체 들에게 신선 건설을 위한 기금 지원을 제안하였고 1996년 봄바디어사와 알스톰 사의 참여로 미국의 고속틸팅열차 도입이 실현되기 시작했다. 당초 운행은 1999년 말 서비스를 시작할 예정이었으나, 차량 및 노선의 문제로 실제 운행은 2001년 시작되었다.

이 구간에 운영되는 열차 Acela의 주요 제원은 다음과 같다.

항목	동력 방식	편성수	출력 방식	축중	공급전압	최대 속도	운영 속도	좌석수
제원	동력 집중식	총 20편성	비동기 전동기	22ton	25kV 50Hz 12kV 60Hz 12kV 25Hz	240km/h	240km/h	301석

□ 미국의 고속철도 계획

미국은 고속전철기술과 다른 유럽 기술 선진국에 비해 상대적으로 취약하다. 2차 대전 전까지만 하더라도 여객 철도분야에서도 세계 제일의 기술을 자랑하던 미국의 철도산업은 항공기와 자동차의 발달로 급격히 쇠락하고 있다.

그러나 최근 들어서는 고속도로는 물론 공항의 교통 체증이 극심해지고 대기오염 등의 문제가 심각해짐에 따라 고속전철 시스템에 관한 관심이 높아지고 있는 것이 사실이다. 현재 9개 지역에서 추진중이거나 건설을 고려하고 있으며 주요계획은 다음과 같다.

▪ Texas

- 운행최고속도 : 300km/h
- 기간 : 1992-1998
- 1차 계획 : Dallas-Huston 300km(총 사업비 : 58억$)
- 추진 경위 : 1990.9 입찰공고, 1991.5 프랑스 TGV 방식으로 결정

▪ Florida

- 구간 및 연장 : Orlando-Tampa-Miami간 500km
- 운행최고속도 : 300km/h
- Orando-Disney World구간은 자기부상식 고속열차로 추진중
- Disney World에의 진입문제로 1989년 10월부터 1990년 3월까지 조정과정을 거쳐 현재 노선은 Disney World에서 4마일 못미쳐 끝남

▪ Califonia

- 캘리포니아 고속철도 계획은 현재 환경영향 평가(Environment Impact Report)와 노선선택 단계에 있다. 2005년 실시계획이 통과 되었으며 계획이 실행되어질 경우 8~11년의 공사기간이 필요할 것으로 예상되어진다.
- 또한 잠정적으로 샌프란시스코와 로스앤젤레스 최대속도 350km/h의 노선으로 연결하여 이들 도시를 2시간에서 1시간 30분 내로 이을 계획도 가지고 있다.
- 완공 총연장은 1,100km이상이 될것으로 예상되어 지며 완공후 연간 9100백만~9500백만명이 이용할 것으로 기대되어 진다.

▪ Ohio

- 오하이오 허브라 불리우는 이 지역의 고속철도 노선 건설 계획은 오하이오

지역의 여객 철도산업을 활성화 시키는 것을 목적으로 한다.

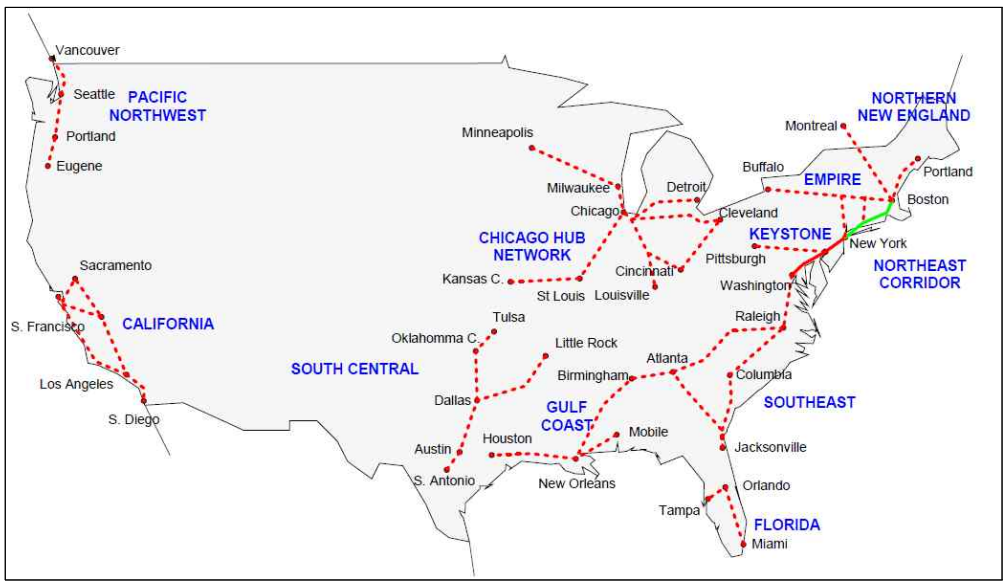
- 초기 개시 비용은 5억$ 수준으로 계획하고 있으며 여기에는 고속화에 필요한 준비나 열차 구입 비용은 포함되지 않는다. 현재 이 구간은 운행속도 79mph급 열차와 110mph급 열차의 도입이 검토되어 지고 있다.

▪ New York

- 뉴욕은 미국 최대의 대도시로 1990년대 이후 끊임없이 고속철도 노선 도입에 대한 논란이 지속되어 왔다. 그러나 그에 대한 진행은 최근에야 조금씩 이루어지고 있다.
- 현재 뉴욕의 남부로 향하는 노선은 Acela Express의 고속노선이 존재한다. 하지만 북부 혹은 서부로 향하는 노선은 아직 존재하지 않는 상황이다.
- 현재 뉴욕 고속철도에서의 주 흐름은 기존선의 개량이다. 제안된 고속철도 노선은 대부분 기존 노선이 존재한다. 따라서 기존 노선을 고속철도 차량이 운행 할 수 있도록 개량하는 것에 초점을 맞춰지고 있다.

▪ Midwest

- 미국 중서부지역의 고속철도 계획을 Midwest Regional Rail Initiative(MRRI)라 부른다. 이 계획은 시카고를 중심으로 주변 지역을 연결하는 총연장 5000km의 고속철도 노선을 의미한다.



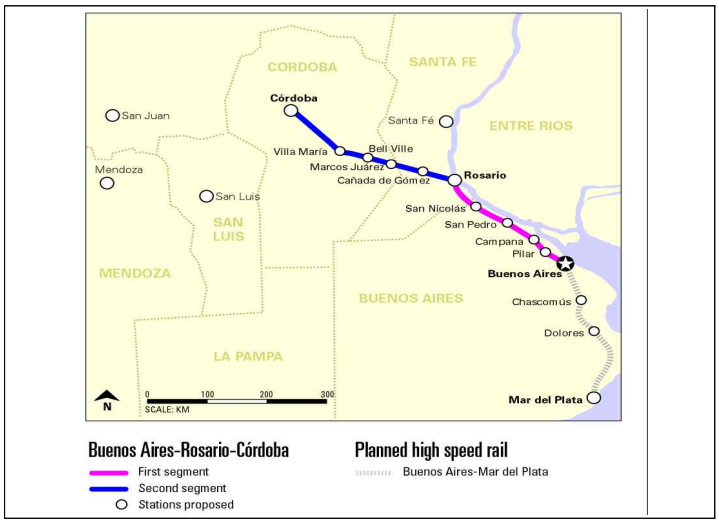
<미국 고속철도 건설계획>

(3) 아르헨티나

아르헨티나의 여객 철도노선은 교통수단으로서 한계에 이르고 있다. 기존의 노선들은 총연장 측면에서는 짧은 편이 아니지만 운영속도가 느려 많은 여객 열차가 사라지고 있다. 아르헨티나 국내의 주된 철도노선은 이런 문제를 해결하기 위해 큰 개선작업을 벌이고 있지만, 철도차량이 낡고 배차간격이 길어 교통발전을 위해 새로운 동력이 필요하였다.이에 아르헨티나 정부는 2006년 5월 남미 최초의 고속철도 건설계획을 발표하였다.

Tren de Alta Velocidad - TAVe라 붙여진 이 노선은 아르헨티나의 수도 Buenos Aires와 서부연안의 농업과 산업중심지 Rosario 그리고 아르헨티나 중심의 관광과 산업 요충지 Córdoba를 잇는 총연장 710km의 노선이다. 이 고속철도 신선은 크게 두가지로 나뉘어 지는데 첫 번째 구간인 Buenos Ares-Rosario구간은 최대 320km/h의 속력으로 운영되는 고속철도 노선이며, Rosario와 Córdoba를 잇는 두 번째 구간은 160km/h로 운영되는 디젤열차 노선이다.

노선현황은 Buenos Aires-Rosario구간의 경구 표준궤 방식의 복선노선이 도입되며 Rosario-Córdoba 구간의 경우 단선이 적용될 예정이다. 아르헨티나의 고속철도 노선은 중부의 농업중심지를 경유할 예정이며 하루 20대, 일일 7500명 연간 300만명의 승객이 이 노선을 이용할 것으로 예상된다. 목표연도인 2009년 완공이 될 경우 Buenos Aires-Rosario구간은 85분, Rosario-Córdoba 구간의 경우 90분에 여행이 가능할 것으로 보인다. 아르헨티나는 향후 고속도로는 확정할 계획을 가지고 있으며, 총연장 400km 구간의 Buenos Aires-Mar del Plata 노선이 임시적으로 제안된 상태이다.



<아르헨티나 고속철도 노선도>

(4) 브라질

□ 브라질 철도의 특징

브라질 철도의 총연장은 3만km에 이르지만 연방 철도, 철광석 운반용으로 부설된 피트리아미나스 철도, 통근 철도를 운행하는 도시 철도 공사 그리고 상파울로 주내의 상파울로 주립 철도 등 많은 기업이 존재한다.

민영화한 RFFSA 그룹은 회사에 따라 격차는 있지만 전체적으로는 민영화로 인해 수송량이 증가하여 노동 생산성도 향상되었고 기업 체질도 강해지고 있다. 구체적인 수송 실적은 경기 침체나 석유 파이프라인의 완성도 있었지만, 1996년 대비 2002년에는 50%가량이 증가했다. 사원수는 당초계획으로 3만 8,000명의 종업원 가운데, 1만 8,000명을 줄일 계획이었고 실제로도 재고용 등의 중복을 고려하고도 계획대로 실현되었다. 상파울로에는 CBTU에서 분리된 CPTM(Companhia Paulista de Trens Metropolitanos)이 지하철을 지원하여 도시 교통으로서의 철도 정비가 활발하게 행해지고 있다.

브라질은 현재 최고시속 280km/h의 총연장 400km 리오데자네이루-상파울로간 고속철도 노선을 건설할 예정이다. 이 노선이 완성 될 경우 두 도시간 통행시간은 1시간 30분으로 단축될 예정이다.

2008년 건설을 위한 기금 마련을 시작할 예정이고 예정대로 진행이 될 경우 2015년 운영을 시작할 것을 계획으로 하고 있다.



<브라질 고속철도 건설계획>



<북・남미 고속철도 노선 현황 (출처: UIC)>

마. 아프리카의 고속철도 현황 및 계획

(1) 알제리

알제리 국영 철도회사 SNTF(Societé Nationale des Transports Ferrovaires)는 다음 표와 같이 다양한 철도 노선을 신설할 계획을 가지고 있으며 이들 노선 가운데 사막을 가로지르는 노선인 Touggourt - Hassi Messaoud의 경우 평균속도 250km/h로 운영되는 새로운 철도를 도입할 예정에 있다.

<알제리 철도노선 신설계획>

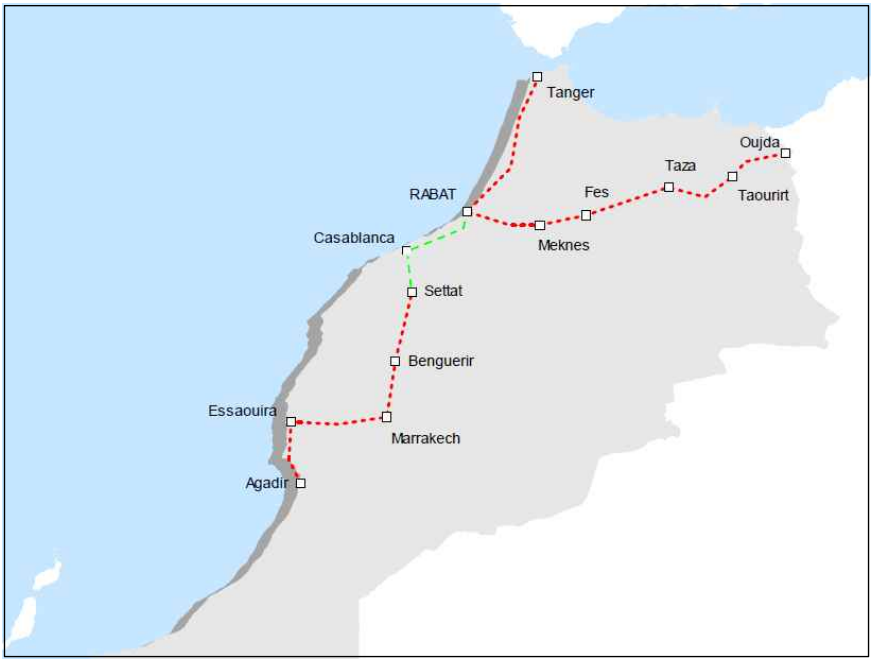
노선	총연장(km)
Algiers - Skikda - Annaba	620
Algiers- Oran - Tlemcen	770
Bordj Bou Arreridj - Khémis Miliana	320
Boumedfaâ - Djelfa	260
Touggourt - Hassi Messaoud	160
Oued Tlélat - Moroccan Border	220
Relizane - Tiaret - Tissemsilt	180
Oued Sly - Yellel	100

(2) 모로코

2003년 컨설팅 회사 Systra와 모로코 엔지니어링 회사 Team Maroc은 Casablanca-Agadir 구간(총연장 240km)에 대한 고속철도 노선 건설에 예비 타당성 조사를 발표했다. 조사 결과에 따르면 2010년에 이 노선이 운영될 경우 연간 1100만명의 승객과 300만톤의 물동량이 이 노선을 이용할 것으로 예상되어졌다.

2007년 모로코 국영철도회사인 ONCF(Office National des Chemins de Fer du Maroc)는 Tangier-Marrakech-Agadir노선과 대서양 연안의 Casablanca에서 알제리 국경의 Oujda를 잇는 노선에 대한 계획 검토가 시작되었다. 만약 이 계획들이 승인되어 진다면 28억 7천만 달러의 비용으로 2030년 까지 모로코 내에 1500km의 철도 노선이 완성되게 된다. 이 노선의 건설로 Casablanca-Marrakesh 구간은 기존 3시간 이상 거리에서 1시간 20분으로 Rabat-Tangier 구간은 4시간 30분 거리에서 1시간 30분으로 통행시간이 단축될 것으로 예상되어진다.

2007년 말 Kenitra-Tangier구간에 고속철도를 건설하기 위해 Alstom사가 주축이 된 컨소시엄과 계약을 체결했으며, Tanger-Rabat-Casablanca구간을 320km/h의 속력으로 운행할 수 있는 TGV duplex가 도입될 예정이다.



<모로코 고속철도 건설계획>

3절. 국내 고속철도 운영현황 분석

가. KTX 이용실적

2009년 4월 현재 KTX의 1일 이용객은 경부선이 약86,100명, 호남선이 약19,500명으로 전체 10만6천명이 이용하고 있는 것으로 나타났다. 이는 개통 당시인 2004년 대비 46.1% 증가한 것으로 지역 간 교통수단으로서 고속철도 수단의 수요가 증가하고 있는 것으로 나타났다.

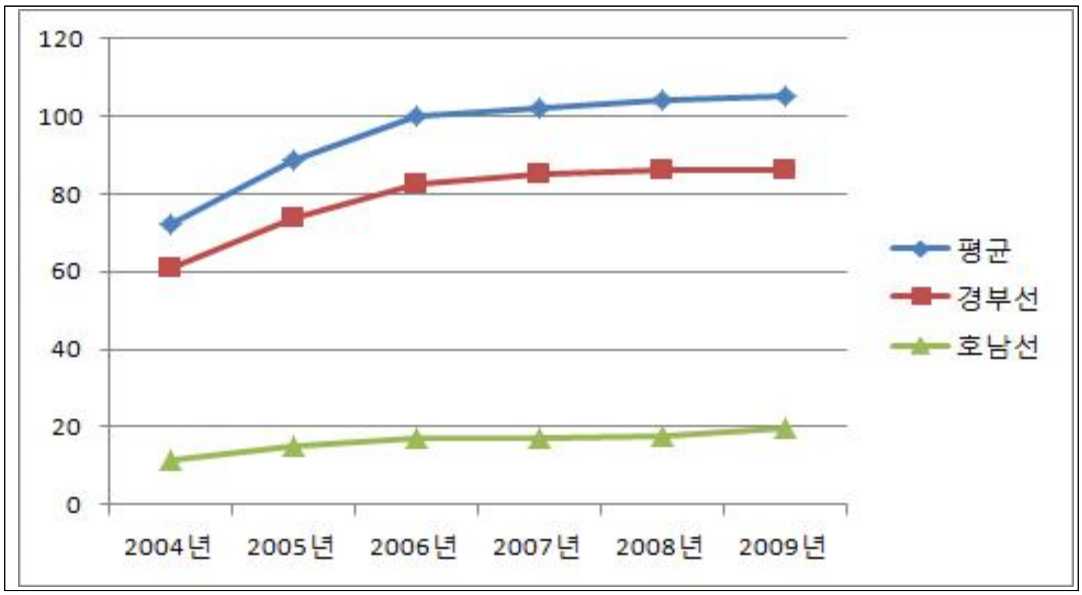
이에 따라 KTX의 하루 평균 운행 횟수도 꾸준히 증가하여 개통당시 1일 128회 운행 수준에서 2007년 기준 주중 140~143회, 주말은 160~172회로 증가하였다.

<연도별 KTX 노선별 1일 이용인원>

(단위 : 천명/1일)

구 분	2004	2005	2006	2007	2008	2009. 4
평 균	72.3	88.7	100.0	102.2	104	106
경부선	60.7	73.6	82.7	84.9	86.4	86.1
호남선	11.6	15.1	17.3	17.3	17.8	19.5

자료 : 2009년 4월 1일 국토해양부 보도자료



<KTX 노선별 1일 이용인원 증가추이>

<KTX 운행횟수>

(단위 : 회/1일)

구 분	2004.4.1	2004.12.15		2005.11. 1		2006.11. 1		2007.6.1	
		주중	주말	주중	주말	주중	주말	주중	주말
계	128	132	142	136~143	160	140~149	149~164	140~143	160~172
경부선	94	96	104	100~107	122	104~107	113~126	101	124~134
호남선	34	36	38	36	38	36	36~38	36	36~38

자료 : 2008년 1월 22일 건설교통부 보도자료

KTX의 좌석이용률의 경우, 개통 당시 평균 좌석이용률 63.3%에서 2009년 4월 기준 평균 좌석이용률 72.2%로 지속적인 증가추세를 보이며 대중교통 수단으로서 자리를 잡아나가고 있다.

<KTX 좌석이용률>

(단위 : %)

구분	2004			2005			2006			2007			2008	2009.4
	평균	주중	주말	평균	주중	주말	평균	주중	주말	평균	주중	주말	평균	평균
계	63.3	57.8	76.5	70.4	67.1	77.6	75.2	73.1	79.5	74.8	71.1	79.0	73.2	72.2
경부선	73.0	67.8	85.3	79.4	76.9	84.6	83.2	82.4	84.7	82.3	80.6	84.2	79.4	76.6
호남선	37.3	31.5	51.8	45.4	40.4	56.9	51.5	46.5	62.8	51.7	44.0	61.5	53.1	57.4

자료 : 2008년 1월 22일 건설교통부 보도자료, 2009년 4월 1일 건설교통부 보도자료

나. 건설목표 달성현황

고속철도 건설 사업의 가장 큰 목표는 공로 중심으로 과밀화된 경부축의 수송용량에 추가적으로 고속의 철도 노선을 신설하여 수단 분담을 통해 공로의 혼잡을 줄이는 것이다.

본 절에서는 고속철도 개통 후 각 교통수단의 이용실적 변화 분석을 통해 이러한 목표들의 달성 현황을 점검하고자 한다.

(1) 철도 수요 변화

철도 내 교통수단간 변화를 보면 KTX의 경우 개통 당시 1일 7만 2천명 수준에서 2007년 현재 10만 2천명으로 지속적인 증가 수세를 보이고 있다.

반면, 일반철도의 경우 새마을호는 개통 직전인 2003년 40,000명에서 2007년 27,000명으로 감소하였고 무궁화호 역시 2003년 18만5천명 수준에서 2007년 15만1

천명 수준으로 감소하였다.

이에 따라 철도 수단간 수단 분담률은 개통직 후인 2004년 고속철도가 26%, 일반철도가 74% 수준으로, 2007년 현재 고속철도가 34%로 증가한 반면, 일반철도는 66% 수준으로 감소하여 여객철도 수단 내부에서도 고속철도 중심으로 수요가 이동하고 있는 것을 확인 할 수 있다.

<장거리 철도 이용인원>

(단위 : 천명/1일)

구 분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
계	245	252	235	225	276	278	280	302
KTX	-	-	-	-	72	89	100	102
일반철도	245	252	235	225	204	189	180	178
새마을	43	44	42	40	32	29	27	27
무궁화	202	208	193	185	172	160	153	151

자료 : 건설교통부 보도자료

(2) 항공 수요 변화

항공 수단의 경우 고속철도 정차 도시 대부분이 큰 감소폭을 보였다.

경부선의 김포-대구구간은 2003년 연 이용객 140만명 수준에서 2007년 현재 34만명 수준으로 모든 노선 가운데 감소폭이 가장 크게 나타났고 호남선의 경우 김포목포 구간이 전년 대비 38.5%가 감소하며 가장 큰 감소폭을 보이며 고속철도가 장거리 고속교통으로서의 항공과의 교통수단 경쟁에서 우위를 이뤄나가고 있음을 볼 수 있다.

<고속철도 정차도시 항공이용객수 변화>

(단위 : 명)

구분	03.4~04.3	04.4~05.3	05.4~06.3	06.4~07.3	07.4~08.2	증감율
김포-김해	5,176,949	3,274,995	2,789,694	2,670,925	2,425,144	-17.30%
김포-대구	1,401,319	298,017	144,151	67,484	34,726	-60.30%
김포-울산	1,316,538	1,197,443	1,170,998	1,169,487	1,077,975	-4.90%
김포-포항	602,133	562,707	436,446	326,042	262,112	-18.80%
김포-진주	396,720	339,616	241,602	176,834	175,388	-18.50%
김포-광주	1,177,082	847,511	732,632	677,372	566,961	-16.70%
김포-목포	69,538	26,916	17,663	15,883	9,961	-38.50%
김포-여수	450,609	454,416	578,842	586,734	573,634	6.20%

자료 : 항공통계-한국공항공사

(3) 고속도로 이용대수 변화

1995년 16.83%에 이르던 고속도로의 이용대수는 최근 증가율이 크게 둔화되고 있다. 특히 패턴은 2000년 이후 더욱 심화되어 2004년에는 불과 1.51%에 그치고 있다. 고속도로 이용 증가율 둔화의 원인은 여러 가지 면에서 검토해 볼 수가 있다.

<연도별 고속도로 이용대수>

(단위 : 천대, %)

연도	이용대수	전년도 대비 증가율
1995	590,333	16.83
1996	700,149	18.60
1997	771,746	10.23
1998	668,918	-13.32
1999	764,823	14.34
2000	879,248	14.96
2001	921,377	4.79
2002	999,949	8.53
2003	1,055,338	5.54
2004	1,071,232	1.51
2005	1,098,032	2.50
2006	1,152,000	4.91
2007	1,212,058	5.21
연평균 증가율	-	13.43

고속도로 이용대수의 감소는 자동차 이용대수 증가율의 감소를 하나의 원인으로 들 수 있다. 1997년 이전까지 자동차 대수의 증가율은 10%를 상회하였으나 그 이후 증가율이 한자리로 감소하고 있다. 또한 2003년 이후 부터는 자동차 대수 증가율이 5%에도 미치지 못하여 뚜렷한 자동차 증가율 둔화 현상이 나타난다.

<연도별 자동차대수>

(단위 : 천대, %)

연도	자동차대수	전년대비 증가율	연도	자동차대수	전년대비 증가율
1994	7,404,347	-	2001	12,914,115	7.09
1995	8,468,901	14.38	2002	13,949,440	8.02
1996	9,553,092	12.80	2003	14,586,795	4.57
1997	10,413,427	9.01	2004	14,934,092	2.38
1998	10,469,599	0.54	2005	15,396,715	3.10
1999	11,163,728	6.63	2006	15,895,234	3.24
2000	12,059,276	8.02	2007	16,428,177	3.35

자료 : 통계청 홈페이지

고속도로 이용대수 증가율 감소의 두 번째 원인은 고속철도 개통을 들 수 있다. 고속철도 개통에 의한 고속도로 이용의 변화 패턴은 경부고속철도 구간에 더욱 크게 나타나는 것을 확인 할수 있다. 고속철도 개통 이후 1~3종의 고속철도 구간의 고속도로 이용대수는 전년대비 0.7% 감소하였다. 이에 따라 경부고속철도 노선 구간은 1~3종 차량이 2.0% 감소한 반면, 호남선 구간은 3.0%증가하여 대조된 변화 패턴을 보여주고 있다.

<고속철도 개통 전후의 고속도로 이용차량 변화>

(단위 : 대, %)

구분		전체 이용차량		고속철도 구간		경부고속철도 구간		호남고속철도 구간	
		계	1~3종	계	1~3종	계	1~3종	계	1~3종
고속철도 개통전	'03.1~3	2,723,615	2,591,467	87,453	82,617	56,214	52,869	31,239	29,748
	'04.1~3	2,760,321	2,621,932	89,699	84,244	56,589	52,836	33,110	31,408
	증가율	1.3	1.2	2.6	2.0	0.7	0.1	6.0	5.6
고속철도 개통후	'03.4~7	2,916,553	2,777,418	90,553	85,512	57,619	54,125	32,934	31,387
	'04.4~7	2,951,647	2,803,375	90,516	84,877	56,440	52,564	34,076	32,313
	증가율	1.2	0.9	-	-0.7	-2.0	-2.9	3.5	3.0

자료 : 한국도로공사 내부자료

과거에 비해 최근의 경제성장률이 둔화되고 있는 것은 고속도로 이용대수 증가율 감소의 또 하나의 원인이 된다. 경제 성장률 감소로 인한 생산력 저하로 화물 및 여객 수송 수요가 감소하고 이는 곧 고속도로 통행대수의 감소요인으로 작용할 수 있다. 최근의 유가 폭등 역시 차량 이용대수 증가율 감소에 큰 원인을 제공하고 있다.

<연도별 GDP>

(단위 : 천대, %)

연도	명목 GDP	전년대비 증가율	연도	명목 GDP	전년대비 증가율
1994	340208.3	-	2001	622122.6	3.87
1995	398837.7	9.13	2002	684263.5	6.89
1996	448596.4	6.96	2003	724675.0	3.10
1997	491134.8	4.70	2004	779380.5	4.77
1998	484102.8	-6.89	2005	810515.9	4.18
1999	529499.7	9.49	2006	848044.6	5.10
2000	578664.5	8.52	2007	901188.6	5.04

주 : 증가율은 2000년 기준 GDP 디플레이터를 이용하여 실질화하여 산정하였음.
자료 : 한국은행 홈페이지

4절. 차세대 고속철도 기술의 사회 경제적 효과 분석*

가. 경제적 효과 분석

(1) 분석의 전제

□ 분석의 필요성 및 분석 대상

경제적 효과분석은 KTX-산천과 비교하여 최고속도 400km/h급의 동력분산형 차세대 고속열차 고속열차를 도입할 경우 발생하는 국내의 사회·경제적 비용 편익을 분석하였다.

□ 분석의 내용적 범위

- 분석의 시간적 범위

  2017 ~ 2046년 : 호남고속선 완전 개통 후 30년

- 분석의 공간적 범위

  2017년 완전 개통 호남 고속선 구간

(2) 분석의 결과

동력 분산형 열차는 수요에 따른 열차 탄력성 편성이 용이하며, 본 분석에서는 8량 도입시를 기준으로 분석한다.

차세대 고속열차 도입으로 인한 효과는 크게 용량 증대로 인한 각종 비용 절감과 속도 향상으로 인한 시간절감 효과로 구분되어 진다.

2007년 기준 현재 호남선 고속열차의 1일 수요는 18,400명이고, 호남고속선이 개통하는 2017년에는 36,340명에 이르고, 2046년에는 59,900명으로 수요가 증가 할 것으로 예상되어 진다. 현재 개발 중인 분산형 고속열차는 동력 집중식 열차에 비해 단위 길이당 좌석수가 많다. 이에 따라 구입비 및 운영비용 절감효과가 발생하고 속도 향상으로 인해 시간절감 편익이 발생하여 운영편성 8량 기준으로 장래 30년간 약 1조 2300억원의 비용절감 효과가 있는 것으로 분석되었다.

* 출처 : 차세대 고속열차 개발 효과성 분석 최종보고서, 아주대학교, 2008. 8

□ 고속철도 소요열차 추정

<연도별 신규도입 고속열차 소요편성 수 추정>

년도	수요(명)	차량종류	운행횟수(회)	소요 편성수(편성)
2017	36,840	KTX-산천	116	29
		HEMU400X(8량)	103	26
2026	48,146	KTX-산천	150	38
		HEMU400X(8량)	134	34
2036	56,986	KTX-산천	178	45
		HEMU400X(8량)	158	40
2046	59,901	KTX-산천	185	46
		HEMU400X(8량)	166	42

주: 현재 개발된 KTX-산천 차량의 편성당 정원은 360명임.
차세대 고속열차(HEMU-400X)의 편성당 정원은 8량의 경우 국내에서 개발 중인 열차와 시스템이 유사한 독일의 차세대 고속열차(동력분산형, 최고속도 350km/h)의 차량의 편성당 정원을 적용하였음.

호남선 고속철도 소요열차 수요분석 결과 호남고속선 완전개통 후인 2017년 기존의 KTX-산천을 도입할 경우 하루 29편성이 필요한 것으로 분석되었다. 한편 기존 열차 대신 개발된 차세대 고속열차를 도입할 경우 8량 열차는 26편성이 필요한 것으로 분석되었다. 2026년, 2036년, 2046년 역시 동일한 열차 승객 수요를 만족시키기 위해 필요한 열차수는 KTX-산천보다 차세대 고속열차가 적은 것으로 나타났다.

개발된 차세대 고속열차가 동일한 열차 승객 수요를 충족시키기 위해 필요한 열차수가 적음에 따라 차량구입 비용, 연간 운영비 부문에서 상대적 편익이 발생할 것으로 예측되어진다.

□ 비용 절감 효과

동력 분산형 차세대 고속열차는 용량 증대로 인해 소요 편성수 및 운행 횟수를 줄일 수 있어 구입비, 인건비, 보수비, 감가상각비, 동력비 측면에서 비용 절감효과가 있을 것으로 기대된다.

8량 도입의 경우 구입비용에서 3,200억원, 동력비에서 2,386억원, 감가상각비에서 3,830억원, 보수비에서 648억원, 인건비 부문에서 188억원의 비용 절감 효과가 있는 것으로 분석된다.

<구입비용 절감 효과>

연도	열차 종류	소요편성	구입비용(억원)	비용절감효과
2017	KTX-산천	29	11,600	
	HEMU400X(8량)	26	10,400	1,200
2026	KTX-산천	38		
	HEMU400X(8량)	34		
2036	KTX-산천	45	18,000	
	HEMU400(8량)	40	16,000	2,000
2046	KTX-산천	46		
	HEMU400X(8량)	42		

주 :열차 차량의 가격은 선행연구(「한국형 고속열차의 실용화 예비타당성 조사」, 한국교통연구원, 2005.5)의 가정을 기준으로 함.
신규 열차 수요는 호남선 구간이 완전개통되는 2017년과 이 때 도입된 열차들의 차량연식이 끝나는 2036년에 발생하는 것으로 가정.

<인건비 절감효과>

연도	열차 종류	소요편성	인건비 총합 (억원)	인건비 절감효과 (억원)
2017	KTX-산천	29	43.50	
	HEMU400X(8량)	26	39.00	4.50
2026	KTX-산천	38	56.25	
	HEMU400X(8량)	34	50.25	6.00
2036	KTX-산천	45	67.50	
	HEMU400(8량)	40	60.00	7.50
2046	KTX-산천	46	69.00	
	HEMU400X(8량)	42	63.00	6.00

주 : 분석년도 이외의 값은 보간하여 적용함.

<연간 보수비 및 차량감가상각비 절감효과>

(단위 : 편성, 원)

연도	열차 종류	절감되는 편성수	연간 보수비 절감효과	차량감가 상각비 절감효과
2017	HEMU400X(8량)	3	1,555,891,335	9,191,282,610
2026	HEMU400X(8량)	4	2,074,521,780	12,255,043,480
2036	HEMU400X(8량)	5	2,593,152,225	15,318,804,350
2046	HEMU400X(8량)	4	2,074,521,780	12,255,043,480

주 : 분석년도 이외의 값은 보간하여 적용함.

<호남고속선 연간 총 동력비 비교>

연도	열차 종류	1일 운행횟수	연간 동력비(원)	동력비 절감효과(원)
2017	KTX-산천	116	37,630,733,500	
	HEMU400X(8량)	103	31,742,811,920	5,887,921,580
2026	KTX-산천	150	48,660,431,250	
	HEMU400X(8량)	134	41,296,473,760	7,363,957,490
2036	KTX-산천	178	57,743,711,750	
	HEMU400(8량)	158	48,692,857,120	9,050,854,630
2046	KTX-산천	185	60,014,531,875	
	HEMU400X(8량)	166	51,158,318,240	8,856,213,635

주 : 분석년도 이외의 값은 보간하여 적용함.

□ 시간 절감 효과

차세대 고속열차는 한국형 고속열차에 비해 빠른 속력으로 운영되며, 이에 따른 2017년 개통시 67억원의 시간 절감 효과가 발생하는 것을 시작으로 30년간 2,052억원의 시간 절감 효과가 나타나는 것으로 분석되었다.

나. 해외 시장 선점효과

(1) 분석 전제

해외시장 규모는 중국・인도・터키・미국 등 아시아 국가나 미주 국가를 중심으로 파악하였다. 상대적으로 고속열차 구매수요가 많은 유럽지역에는 프랑스, 독일, 이탈리아 등의 제작업체가 있고, 유럽지역에서 추진하는 고속철도 건설에는 주로 프랑스, 독일의 제작업체가 참여하고 있다.

고속열차 가격은 사양, 기술이전 등에 따라 많은 영향을 받지만 계산의 편의상 400억원/편성(10량 조성열차)으로 가정하였다.

(2) 해외 고속열차 시장 규모

현재 미국, 중국, 인도, 터키 등의 국가에서는 고속철도 건설을 계획 중에 있다.

중국은 북경~상하이(약 1,300km)구간에 고속철도 건설을 추진 중에 있는데 중국 철도부는 착공시기 등에 대해 검토중에 있으며, 현재 프랑스, 독일, 일본이 사업 참여를 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 중국은 기술 이전에 대한 요구가 매우 까다롭기 때문에 최근에 기술개발에 성공한 국내업체는 시장진입이 매우 어려운 상황이다.

미국은 12개 고속철도 건설계획을 가지고 있는데 최근 플로리다 고속철도 건설사업(Miami-Orlando-Tampa, 534km)에 우리나라가 수주경쟁에 참여하고 있다. 한국철도기술공사, (주)로템 등을 포함한 컨소시엄인 GRC(Global Rail Consortium)는 1차 심사를 통과하였으나, 최종심의 단계에서 우선협상자로 선정되지는 못하였다. Flour-Bombardier가 우선현상자로 선정되었으나, 시행청과의 협상이 난항으로 GRC에 협상을 요청한 상태이다.(2004년 5월)

인도는 2개 고속철도 건설을 계획 중에 있으며, Delhi~Mumbai(1,400km), Bangalore~Chennai 구간은 250km/h 고속노선으로 업그레이드하는데 관심을 기울이고 있다. 현재 Ahmedabad~Mumbai노선은 초기 사업성조사가 완료된 상태이나, 다른 노선들은 아직 구체적인 계획이 수립되어 있지 않은 상태이다.

터키는 이스탄불~앙카라 구간에 고속철도 건설할 가능성이 많은 것으로 보인다. 이상과 같이 현재 사업을 추진 중인 미국・중국・인도・터키 등에서의 고속열차 수요는 약 6조원(150편성, 10량 조성열차 기준)에 이를 것으로 예상된다.

<해외 고속열차 시장규모 추정>

구분	2007	2010	2015
수량(10량 조성열차)	20편성	60편성	70편성
금액(억원)	8,000	24,000	28,000

주 : 철도기술연구원 내부자료를 토대로 작성. 유럽지역을 제외한 아시아와 미국 중심으로 산정

앞서 언급된 미국・인도・중국・터키 이외에도 많은 아시아 및 아프리카, 아메리카 국가들이 고속철도 도입을 검토하고 있다.

따라서 향후 고속철도 시장은 2015년 2조8천억원보다 더욱 성장 할 것으로 비춰진다.

<해외 잠재시장 현황>

대륙명	국가별 내용
아시아	• 중국 - 도입확정 • 대만 - 도입 • 베트남 - 도입예정 • 인도 - 도입예정 • 이란 - 도입예정 • 호주 - 도입예정
유럽	• 러시아 - 도입확정 • 터키 - 도입
아프리카	• 알제리 - 도입예정 • 모로코 - 도입확정
아메리카	• 미국 - 도입예정 • 캐나다 - 도입예정 • 아르헨티나 - 도입확정 • 브라질 - 도입예정

주 : 도입확정의 경우 고속철도 건설 및 도입계약이 끝난 경우를 의미, 도입은 이미 고속철도가 신규로 도입되어 운영 중인 국가, 도입 예정은 계약이 성사되지는 않았지만 정부차원에서 도입에 대한 언급이 있었던 국가를 의미함

다. 수입비용 절감효과

(1) 분석 전제

수입대체효과를 분석하기 위해서는 차량도입가격, 설계 등에 소요되는 시스템 엔지니어링비용에 대한 자료가 필요하다.

본 연구에서는 기존의 수입비용 분석자료를 활용(「한국형 고속열차의 실용화 예비타당성 조사」, 한국 교통 연구원, 2005)하고, 변화된 시스템의 현실을 반영하여 수입비용을 추론한다.

<한국형 고속열차의 수입대체 효과 비용가정>

구분	시스템엔지니어링 비용	차량가격
외국차량 도입	157억원/편성	450억원/편성
한국형 고속열차 공급	0원/편성	400억원/편성

출처 : 한국형 고속열차의 실용화 예비타당성 조사, 한국교통연구원, 2005
주 : 10량 조성열차 기준임

기존 연구의 경우 10량 조성열차를 기준으로 하였다. 그러나 상용화될 차세대 고속열차의 경우 8량 1편성을 기준으로 하며 수요변화에 따라 10량 1편성도 더불어 예측한다.

시스템 엔지니어링의 비용은 기존 보고서를 활용하여 편성당 157억원으로 가정한다. 차량의 가격은 기존 가정이 10량 조성열차 기준이고, 현재의 열차 차량이 8량 조성열차 기준이므로 수입되는 외국차량은 편성당 450억원으로 추정한다.

한편 8량 차세대 고속열차의 경우 400억원, 10량의 경우 8량과의 비례식을 적용하여 500억원으로 가정한다.

<차세대 고속열차 수입대체 효과 가정 내용>

구분	시스템엔지니어링 비용	차량가격
외국차량 도입(8량)	157억원/편성	450억원/편성
HEMU400X(8량)	0억원/편성	400억원/편성
HEMU400X(10량)	0억원/편성	500억원/편성

(2) 분석 범위

해외 고속열차 가격과 비교한 차세대 고속열차 개발의 효과를 분석하기 위해 2017년 완전 개통되는 호남고속선 구간에 수요에 대응하기 위해 현재 개발 중인 차세대 고속열차를 개발 도입하는 경우와 비슷한 수준의 분산식 고속열차를 수입하여 도입하는 경우를 비교하여 분석한다.

(3) 분석 결과

2017년 호남선 구간의 고속열차 수요에 대응하기 위해서 해외 고속열차를 도입할 경우, 1조 5782억원(시스템 엔지니어링 비용 포함)의 비용이 소요될 것으로 예상되어 진다. 하지만 국내의 기술로 개발된 동일한 수준의 열차를 도입한다면, 8량의 경우 1조 400억원이 소요되어 수입할 경우에 비해 약 5,382억원이 절감되는 것으로 나타났고, 10량의 경우 1조 500억원이 소요되어 해외열차를 수입하는 경우에 비해 약 5,282억원이 절감되는 것으로 나타났다.

본 분석 결과 차세대 고속열차의 경우 수입대체 효과가 있는 것으로 판단되어지며, 10량 열차보다 8량 열차가 수입비용 절감효과는 큰 것으로 분석되었다.

<2017년 호남선 개통 직후 차세대 고속열차 수입대체 효과>

구분	소요편성수	총 시스템엔지니어링 비용	총 차량구입 비용
외국차량 도입 8량(A)	26	4082억원	11,700억원
HEMU-400X 8량(B)	26	0억원	10,400억원
차이(A-B)	0	4082억원	1,300억원
HEMU-400X 10량(C)	21	0억원	10,500억원
차이(A-C)	5	4082억원	1,200억원

5절. 기술파급 효과

철도차량 산업은 첨단, 복합기술의 종합적인 설계 능력과 핵심부품 생산기술을 크게 향상시키므로 아래 표에 나타낸 바와 같이 항공기, 자동차, 유도미사일 등 고속이동 기계장치 설계기술의 발전으로 파급효과가 매우 크다. 그리고 종합적인 시스템공학(System Engineering)의 기술을 요하므로 차량 설계기술, 제작기술은 말할 것도 없고 전기, 전자, 신호, 제어, 통신과 관련 토목기술 분야에서도 큰 기술 발전을 이룰 수 있을 것으로 기대된다. 또한 전기설비 국산화와 첨단 전력전자기술 습득의 기회를 제공받을 수 있으며 이와 관련될 첨단기기 개발에도 기술의 파급효과가 매우 크다 하겠다. 따라서 고속전철은 첨단기술이 복합된 종합 시스템으로 효율적인 기술이전, 흡수를 통한 국산화의 노력은 관련 산업에의 기술발전에 크게 기여할 것으로 전망된다.

<국내 기술개발시 예상되는 기술파급 효과>

분야	파급산업(관련기술)
차량시스템	- 항공산업(경량화 기술, Simulation 기법) - 대형 복잡구조 시스템의 설계/엔지니어링 기능(차량의 설계 기술)
전장부품	- 산업용 대용량 드라이브 장치 설계 기술(시스템 설계) - 내진동 설계기술(정량 설계)
기계부품	- 항공기, 자동차 및 방산(외부기기, 공압관련 장치, 제품시스템, 공기조화장치, 대차부품, 외장관련, 내장관련)
열차제어시스템	- 지하철, 항공기, 발전설비, 기존철도 (주전산기, 입출력 관련 장치, 역설비, 궤도변 설비, 소프트웨어)
가선시스템	- 전철 및 국철 (wire, 금구)
소재	- 항공기, 자동차

가. 기술 분야별 기대효과

고속철도 건설에 따른 기술분야별 기대효과는 고속철도 기술의 산업연관성을 고려하여 볼 때 국내 고속철도 기술수준의 향상에 기여하며 기술 분야별 관련 산업에

의 기술발전 파급효과가 다음과 같이 기대된다.

□ 차량 기술 분야

- 고속철도의 시스템 설계기술 및 기초설계분야는 차세대 고속철도 시스템의 기술체계가 확립되어 있지 못한 실정이며 제작 분야 기술도 가장 핵심부분인 추진제어시스템 및 제동기술이 취약한 상황이므로 차세대 고속철도의 연구개발을 통해 첨단기술에 대한 종합적인 설계능력의 향상이 기대되며, 국내 관련 산업계의 핵심부품의 생산기술 발전에도 기여할 것으로 전망된다.
- 전기기술분야도 전기장치(전동기, 전력변환기기 등)의 국산화개발, 집전설비의 설계 및 제작기술의 파급효과를 기대할 수 있다.

□ 시설설비 기술 분야

- 고속철도의 시공기술은 고도의 정밀도가 요구되므로 선진기술의 습득을 통한 기술수준의 향상을 기대할 수 있으며, 노반, 터널 및 교량 시공에 대한 새로운 공법의 적용과 궤도의 동력학적인 해석기술의 습득효과를 기대할 수 있다.
- 고속철도 유지관리단계에 발생할 수 있는 문제의 극복 기술 개발을 통한 고속철도 건설 시 발생 가능한 문제점을 조기대응으로 공기단축 및 지연 예방할 수 있다.
- 고속철도 유지보수 및 설계건설기술 자립으로 인한 자문비용 및 수입대체효과는 물론 철도관련사업의 해외진출 활성화 예상되며 개발 고속전철 시스템의 해외수출에서 유리하게 작용할 수 있다.
- 건설기술의 고급화, 다양화, 자동화 등에 대한 기술, 연구개발을 통해 관련 기술의 습득을 기대할 수 있다.
- 전력설비 분야에서도 요소기기(변압기, 송변전기기, 차단기 등)의 기술향상이 가능하며 전력계통의 해석기술 및 최적투자 설계기술 등 국산화 기반기술의 습득이 예상되고, 첨단기술 분야인 자동화 원격제어기술 등 전력설비 관련기술 발전의 파급효과가 전망된다.

□ 열차제어 및 통신 기술 분야

- 고속철도의 열차제어기술은 차량운행의 신뢰성, 안전성과 효율성을 위해 통신, 교환기술, 신호 및 제어에 첨단기술의 적용이 필요하며 이를 위한 소프트웨어 및 정보처리기술의 습득과 하드웨어 제작을 위한 전자, 전기 기술에의 파급효과를 기대할 수 있다.
- 전기통신분야 산업에 대해서는 기술의 첨단성으로 인한 전략적 중요성과 고부가가치성 및 성장 잠재력 등을 통해 각종 통신기기 제조업, 전자통신부품 소재업, 통신서비스업 등의 기술발전이 기대된다. 그러나 이 분야 산업은 해외 의존도가 높고 전반적인 국가경쟁력과 기술기반이 취약한 실정이므로, 고속철도 기술의 도입에 따른 전기, 통신기술의 개발과정은 국내 전기통신산업의 원활한 경쟁체제로의 전환에도 기여할 것으로 전망된다.

□ 시스템 기술 분야

- 고속철도 시스템은 전반적인 시스템 구성에 대한 기술적 연계성을 고려해야 하므로 선진 외국의 첨단 차량시스템의 도입에 따라 시스템 엔지니어링 및 설계기술의 습득 및 확보를 가능하게 할 것이며, 또한 국내기술이 취약한 차량과 타 시스템간의 인터페이스 등 고속차량 시스템 개발에 필수적인 시스템 설계 기술의 습득은 관련 산업 기술향상에 크게 기여할 것으로 전망된다.

<기술 분야별 파급 기대>

기술분야		기술 파급 기대
시스템 기술	시스템 엔지니어링	- 시스템 엔지니어링 기술의 습득
	사업관리 기법	- 공정 및 사업비 관리 등 사업관리 기법의 습득 - 사업관리의 전산화

차량 기술	설계기술	- 차체구조기술의 습득 - 주행, 제동 및 추진동력기술의 습득 - 시스템 종합 설계기술의 습득 - 시스템 구성기술의 습득
	제작기술	- 핵심부품 제작기술의 습득 - 생산관리 기법의 습득
	소재기술	- 철강, 비철금속, 고무, 복합재료 등 소재기술의 습득
	집전기술	- 팬터그래프/가선과의 동력학적 해석기술의 습득 - 팬터그래프 설계 및 제작기술의 습득 - 팬터그래프 소형, 경량화 및 내구성 기술의 습득
	전기기기 기술	- 차량전기 기기의 국산화 - 추진제어시스템 설계 및 제작기술의 습득
시설 설비 기술	토목, 궤도 및 전기설비 시공기술	- 신공법 적용 및 관리의 체계화 - 국내 경험축적이 없는 첨단공법의 습득 - 시공의 기계화, 자동화 기술의 습득 - 궤도의 동력학적인 해석기술의 습득 - 궤도, 터널 및 교량의 설계, 시공, 유지관리 기술향상 - 공사관리 기술의 습득
	건설장비 기술	- 고급 및 첨단 건설장비 개발 - 건설장비 기술의 발전으로 인한 인력절감
	전력설비 기술	- 전력설비 요소기기의 국산화 - 전력계통의 해석 및 설계기술 습득 - 최적시스템 구성기술의 습득 - 송전손실의 최소화 및 변전효율 향상 기술의 습득 - 전력설비의 자동화 기술향상 및 표준화 확보 - 원격.감시 제어기술의 향상
열차 제어 및 통신 기술	정보통신 기술	- 반도체, 교환기, 광통신분야 기술의 향상 - 유무선 통신기기 기반기술의 습득 - 통신기기부품 제작기술의 습득 - 통신 서비스 시스템 체제의 확립 - 정보처리기술의 향상
	열차제어 기술	- 운전제어설비의 하드웨어/소프트웨어 기술향상 - 차상 자동열차 제어설비 기술의 습득 - 지상 자동열차 제어설비 기술의 습득 - 중앙 제어시스템 설계 및 운용기술의 습득
	신호제어 기술	- 첨단 자동신호 제어기술의 향상
	감시 및 진단기술	- 자동진단 및 모니터링 설비기술의 습득

나. 상세 기술별 기술발전 파급효과

차세대 고속철도 시스템 개발 및 실용화에 따른 관련 산업에의 기술관련 파급효과는 주요 시스템 및 설비에 대한 설계 및 제작기술 등을 국내 관련 산업체가 주도하고 신기술 향상을 위한 연구개발을 병행 수행함으로써 제고될 것이다. 상세 기술 분야별 파급효과가 예상되는 산업분야를 기술하며 다음과 같다.

□ 차량 기술분야

① 차체 및 설비 기술

· 차체 구조기술

- 설계 : 최신의 공기 역학적 구조설계 기법은 철도차량, 자동차 및 항공 산업에 파급효과
- 경량화 : 알루미늄, 복합재료 등 비철금속 소재산업 및 신소재 개발 분야 발전에 기여
- 용접, 접합기술 : 자동차, 조선, 플랜트 건설산업에 기술향상 기여

· 차량 설비기술

- 실내 : 안락성, 쾌적성 및 인간공학적 설계로 인테리어 설비산업에 파급효과 기대
- 내장재 : 난연성 및 불연성 재료 개발로 각종 건물의 실내 장식용 재료산업에 파급효과
- 냉방장치 기술 : 심한 진동에 견디는 냉방장치 개발로 냉방기기 업계에 기술적 파급효과 기대
- 기밀설계 기술 : 항공 산업은 물론 고층용 엘리베이터 산업에 기술파급 기대

② 주행 및 제동장치 기술

· 주행 장치 기술

- 대차설계 : 국내외 철도차량의 주행 장치의 독자설계 및 제작으로 철도차량 제작업계의 국제 경쟁력 확보가능
- 소재분야 : 각종 고무요소 개발로 국내 고무산업 기술 수준향상
- 부품설계 : 차륜, 대차프레임 및 댐퍼 등 자동차, 정밀기계, 특수강 및 스프링 제작업계에 기술향상 기여

· 제동장치 기술

- 설계분야 : 제동시스템 기술향상으로 수송기계 산업에 기술수준 제고
- 소재분야 : 제동용 소재개발로 항공, 자동차산업에 파급효과 기대
- 첨단 전자장치 브레이크 개발로 수송기계 및 전자산업 분야 국산화에 기여
- 공기 및 회생제동의 기술개발로 공기기계 및 전기산업에 기술파급 영향

③ 집전장치 기술(집전장치 기술)

- 설계분야 : 동적 시뮬레이션 기술개발로 인한 수송기계(철도차량) 및 중전기산업의 기술향상에 기여
- 소재분야 : 접촉판(마모판) 재질개발로 신소재 기술향상으로 소재산업의 파급효과 기대

④ 차량 전기기술

· 견인전동기 기술

- 크기, 중량, 내구성 및 내진성을 고려한 전동기 설계기법의 향상으로 인한 철도차량용, 전기산업은 물론 중전기업계의 파급효과 기대
- 각종 산업용 전동기 등의 제어기술 향상으로 인한 전자 및 자동제어 산업에 파급효과 기대
- 모노레일 및 전기자동차 등의 신제품 개발기술 향상을 통해 전동기 차량, 자동차 산업에 기여

· 전력변환 및 제어기술

- 고전압 대용량의 효율적인 스위칭 소자의 개발로 반도체 업계의 파급효과
- 전력집전기술의 향상으로 인한 산업전반에 걸친 전력계통의 효율화에 따른 전기 및 전자부품업계에 파급영향
- 원격감시 제어기술의 향상으로 인한 통신설비업계 및 자동화 업계의 기술향상 기대
- 고부가가치의 중전기 개발 기술습득으로 인한 중전기 업계의 기술수준 제고
- 전력변환 장치 등의 냉각 기술개발로 냉장고, 에어컨 등 가전업계에 파급효과 기대
- 각종 조명 기기 등의 고효율화 등에 따른 조명기기 업계의 기술수준 향상기대

□ 시설설비 기술분야

① 토목기술

· 궤도기술

- 설계 및 시공 : 궤도의 설계 및 시공기술 개발로 건설 장비업 등 건설업계에 기여
- 생활환경 : 저소음, 저진동의 궤도구조 개발로 인한 소음, 진동 대책 기술개발을 통해 방음, 방진설비업계 등 공해 방지시설 산업에 기술발전 효과
- 제작기술 : 장대레일 제작 및 고강도 콘크리트 제작 기술은 타 건설 분야의 용접 및 재료의 고강도화 기술발전에 기여함에 따라 철강 및 콘크리트 산업, 철도 궤도부품업계에 기술향상 기여

· 터널기술

- 설계 및 시공 : 터널의 설계 및 시공기술은 일반철도 및 자동차용 터널 설계수준 향상에 기여
- 시험 및 해석 : 공기 미기압파의 영향 및 열차의 공기저항을 줄이기 위한 최적터널 해석 및 시험개발 기술은 장대교량 및 초고층 건물의 내풍 안전성의 기술향상에 기여

· 교량기술

- 설계 및 시공 : 고속철도용 교량의 설계 및 시공기술은 일반철도 및 자동차용 교량의 설계수준 향상에 기여
- 생활환경 : 저소음, 저진동 교량구조 개발로 인한 교량의 소음, 진동 대책 기술개발을 통해 방음, 방진설비 업계에 기술파급 효과기대
- 장대화 및 고강도화 : 고강도 콘크리트를 적용한 장대 교량가설 기술은 타 교통 분야 교량의 장대화 및 고강도화 기술발전을 통해 건설기술의 향상에 기여

· 노반기술

- 설계 및 시공 : 지반의 지지력을 증가시키기 위한 각종 지반 개량공법 및 강화 노반기술은 타 건설 분야의 기초지지력 강화기술 개발을 통해 토목 시공업계의 기술 향상에 기여
- 생활환경 : 지반내 진동의 방진대책은 타 건설 분야에 적극적인 활용을 통

해 건설 환경 및 민원방지에 기여

② 건축구조 기술(정차장 기술)

- 설계 및 시공 : 외관이 수려하고 주변 환경과 조화를 이루는 정차장 설계 기술 발전을 통해 철근 콘크리트 공사업계, 건축 설계업계, 건축 재료업계의 기술향상 기여
- 생활환경 : 저소음, 저진동 및 공력의 영향을 최소화하는 정차장 설계를 통해 정차장외의 제반 건축물 설계기술 발전은 물론 소음진동 방지시설 업계에 기술파급 효과기대

③ 전력 설비기술(급전 계통기술)

- 송변전기기, 변압기, 차단기 등 요소기기들의 기술발전 동기부여를 통한 전기 및 전력기기 산업에 기여
- 전력계통의 해석기술 및 최적투자 설계기술 등 기반기술의 습득으로 인한 전력공급 계통 산업계의 효율화 및 최적화에 기여

□ 열차제어 및 통신 기술분야

① 신호 통신기술

· 신호 제어기술

- 각종 신호기 등의 안전성 및 신뢰성 있는 설계기술의 습득으로 인한 교통신호 업계에 파급효과 부여
- 각종 센서 및 계전기류의 개발 및 신뢰성 향상에 대한 기반기술 제고를 통한 전자산업의 기술수준 향상에 기여
- 신호 제어기법의 성능향상으로 인한 각종 자동제어 장치 등의 성능향상을 통해 자동제어 기기업계의 기술향상에 기여

· 정보 통신 기술

- 광통신 기술 등의 향상으로 인한 정보통신 기기업계 및 통신서비스업 등에 파급효과 기대
- 첨단 통신장비에 대한 국산화 동기부여 및 시장제공을 통해 전자, 통신설비업계의 기술향상에 기여

② 운전 제어기술

· 열차군 운행 제어기술

- 자동방송 시스템의 개발로 인한 음성정보 시스템 분야의 파급효과 기대
- 신호제어 시스템의 기술습득으로 인한 각종 교통신호산업 분야에 파급효과
- 열차의 운행 및 조건 등에 관한 제어기술 습득으로 인한 기존 철도망의 수송 효율화를 통해 철도차량 등에 기여

· 개별 열차제어 기술

- 각종 무선통신의 방식 및 송신기, 수신기 등의 기술습득으로 인한 통신기기 관련업계 파급효과 기대
- 속도 제어장치 등의 제어기법 기술습득으로 공장기계등 정밀기계 업계에 파급효과 기대
- 안전 및 보안장치들에 대한 기술습득으로 인한 안전설비업계에 기여
- 전자화된 시스템 제어기법의 습득으로 자동차 및 항공기산업의 전자제어 분야에 파급효과 기대

③ 감시 및 자기진단 기술

· 모니터링기술

- 정보의 수집 및 분석기능들에 대한 기술향상으로 감시기술의 파급효과 기대
- 각종 표시기기 및 기록기기 등의 개발로 인한 부품산업 등 정보기기업계의 파급효과 기대
- 열악한 환경에서의 고속 및 신뢰도 높은 통신기술 습득으로 인한 공장 자동화용 제어기기 업계의 파급효과 기대
- 정보수집 및 분석기법에 의한 미래 도로교통 자동화 기술향상

· 고장진단 기술

- 각종 진단 장치와 관련된 산업용시스템의 설계 및 제작에 대한 전자, S/W, 자동제어 및 모니터링 설비업계의 기술수준 향상 기대
- 고장 진단 장치에 의한 사전예방 기술습득으로 인해 철도차량, 자동차, 항공업계와 정비 분야에 파급효과
- 각종 진단기법들에 대한 신기술 습득으로 의료기기 생산업계 및 계측기 생산업계 등의 분야에 파급효과 기대

□ 시스템 기술 분야

① 시스템 엔지니어링

- 시스템 기술 : 외국 첨단기술에 대한 종합적인 시스템 기술습득을 통해 차량 제작업체와 관련 부품업체 등 수송기계 산업, 엔지니어링 업계에 기술 향상 기여

② 사업관리(Project Management) 기술

- 공정관리, 사업비 관리, 자료관리 등에 대한 건설체계 기법을 활요, 개발하여 엔지니어링 및 건설 산업계에 파급효과 부여

5장. 인력투입계획 및 소요예산 상정

1절. 연구일정에 따른 인력투입계획

□ 연구내용별 인력투입 계획

(단위: Man-year)

연구단 과제	세부과제 및 연구 내용	소요인력			
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	계
차세대 고속철도 시스템 실용화 기반구축	■ 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발	**16**	**24.3**	**22.3**	**62.6**
	○ 분산형 고속철도시스템 안정화 시험 및 분석	5	5	5	15
	○ 운행속도별 기술특성, 운영환경 분석 및 개선대책 수립	4	4	4	12
	○ 400km/h급 고속철도인프라시범적용 기술개발 연계시험	1	1.5	0.5	3
	○ 본선시운전시험 DB 구축	1	1	1	3
	○ 사업 통합 및 총괄	3	3	3	9
	○ 개발시스템 적용성 검토	2	2	1.5	5.5
	○ 실용화 차량시스템 규격 작성	0	2	2	4
	○ 고속철도 혼합운행 효율화 방안 연구	0	2	2	4
	○ 분산형 고속철도 국내 적용방안 수립	0	2	1.8	3.8
	○ 해외 진출을 위한 기술특성 분석 및 대응전략 수립	0	1.8	1.5	3.3
	■ 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발	**21**	**17.5**	**15.5**	**54**
	○ 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수 및 안정화시험 기술지원	6	4	3	13
	○ 차량시스템 및 주요 하부시스템 안정화 및 성능 개량	7	6	4	17
	○ 안정화시험을 통한 핵심부품 개선 기술개발	6	5	5	16
	○ 안정화시험 유지보수체계 운영	2	1.5	1.5	5
	○ 실용화편성에 대한 유지보수체계 개발	0	1	2	3
	소 계	**37**	**41.8**	**37.8**	**116.6**

□ 과제별 소요 예상인력

(단위: Man-year)

세부과제		1차년도	2차년도	3차년도	합계
1세부	분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발	16.0	24.3	22.3	62.6
2세부	분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발	21.0	17.5	15.5	54.0
예상인력 합계		37.0	41.8	37.8	116.6

2절. 소요예산 상정

1. 전체사업 소요예산

□ 과제별 소요예산

- 과제별 소요예산은 인건비, 직접비, 간접비로 구분하였으며, 간접비는 인건비와 직접비의 합에 대해 10%로 계상하였음.

- 비목별 소요예산

  · 인건비 : 86.6억원

  · 직접비 : 170.3억원

  · 간접비 : 25.7억원

(단위: 억원)

세부과제			1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)	합계
1세부	분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발	인건비	11.89	18.06	16.57	46.51
		직접비	18.47	20.58	19.70	58.76
		간접비	3.04	3.86	3.63	10.53
		소계	33.40	42.50	39.90	115.80
2세부	분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발	인건비	15.60	13.00	11.52	40.12
		직접비	44.04	34.64	32.84	111.52
		간접비	5.96	4.76	4.44	15.16
		소계	65.60	52.40	48.80	166.80
소요예산합계		인건비	27.49	31.06	28.09	86.64
		직접비	62.51	55.22	52.54	170.27
		간접비	9.00	8.62	8.07	25.69
		합계	99.00	94.90	88.70	282.60

□ **과제별 정부 및 민간 분담금**

- “분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발”을 제외한 모든 세부과제에 기업의 참여를 원칙으로 하고, 민간 분담금은 대기업(1개)과 중소기업(2개)의 참여를 기준으로 25%를 적용하여 결정함.
- 연구예산 : 292.64억원
  - · 정부출연금 : 250.94억원
  - · 민간분담금 : 41.70억원

(단위: 억원)

세부과제		1차 ('12)		2차 ('13)		3차 ('14)		합계		
		정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	계
1세부	분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발	33.40	-	42.50	-	39.90	-	115.8	-	115.80
2세부	분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발	49.20	16.40	39.30	13.10	36.60	12.20	125.10	41.70	166.80
위탁관리비		3.44	-	3.41	-	3.19	-	10.04	-	10.04
합 계		86.04	16.40	85.21	13.10	79.69	12.20	250.94	41.70	292.64

※ 위탁관리비(전문기관)는 정부지원금의 4%로 산정하였음.

2. 세부과제별 소요예산

□ 1세부과제: 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발

○ 주요 연구내용별 소요 예산

(단위: 억원)

주요 연구내용	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)	합계
분산형 고속철도 본선시운전시험 및 안정성 검증연구	31.1	31.5	30.2	92.8
분산형 고속철도 실용화 운영특성 기술개발	2.3	6.7	6.0	15.0
분산형 고속철도 국내외 적용방안 연구	0.0	4.3	3.7	8.0
합계	33.4	42.5	39.9	115.8

○ 비목별 소요 예산

(단위: 억원)

비목	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)	합계
인건비	11.89	18.06	16.57	46.52
직접비	18.47	20.58	19.70	58.75
간접비	3.04	3.86	3.63	10.53
소계	33.40	42.50	39.90	115.80

· 분산형 고속철도 본선시운전시험 및 안정성 검증연구

- 연차별 예산

(단위: 억원)

비목	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)	합계
인건비	10.40	10.78	10.03	31.21
직접비	17.87	17.86	17.42	53.15
간접비	2.83	2.86	2.75	8.44
소계	31.10	31.50	30.20	92.80

- 비목별 총괄

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비		3,120,768	33.6%	74.3백만원/Man · Year × 42인
직접비	연구시설 · 재료비	619,158	6.7%	계측시스템 및 시험장비 임대 및 유지보수비
	연구활동비	4,228,323	45.6%	시운전 관련 보험료, 시운전단 운영비, 시운전비용, 기장 급여 등
	연구수당	468,115	5.0%	인건비×15%
간접비		843,636	9.1%	(인건비+직접비)×10%
총 계		9,280,000	100.0%	

- 1차년도

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비		1,040,256	33.5%	74.3백만원/Man · Year × 14인
직접비	연구시설 · 재료비	221,537	7.1%	계측시스템 및 시험장비 임대 및 유지보수비
	연구활동비	1,409,441	45.3%	시운전 관련 보험료, 시운전단 운영비, 시운전비용, 기장 급여 등
	연구수당	156,039	5.0%	인건비×15%
간접비		282,727	9.1%	(인건비+직접비)×10%
총 계		3,110,000	100.0%	

- 2차년도

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비		1,077,408	34.2%	74.3백만원/Man · Year × 14.5인
직접비	연구시설 · 재료비	209,232	6.7%	계측시스템 및 시험장비 임대 및 유지보수비
	연구활동비	1,415,385	44.9%	시운전 관련 보험료, 시운전단 운영비, 시운전비용, 기장 급여 등
	연구수당	161,611	5.1%	인건비×15%
간접비		286,364	9.1%	(인건비+직접비)×10%
총 계		3,150,000	100.0%	

- 3차년도

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비		1,003,104	33.2%	74.3백만원/Man · Year × 13.5인
직접비	연구시설 · 재료비	188,388	6.2%	계측시스템 및 시험장비 임대 및 유지보수비
	연구활동비	1,403,497	46.5%	시운전 관련 보험료, 시운전단 운영비, 시운전비용, 기장 급여 등
	연구수당	150,466	5.0%	인건비×15%
간접비		274,545	9.1%	(인건비+직접비)×10%
총 계		3,020,000	100.0%	

· 분산형 고속철도 실용화 운영특성 기술개발

- 연차별 예산

(단위: 억원)

비목	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)	합계
인건비	1.49	4.46	4.09	10.03
직접비	0.60	1.63	1.37	3.61
간접비	0.21	0.61	0.54	1.36
소계	2.30	6.70	6.00	15.00

- 비목별 총괄

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비		1,003,104	66.9%	74.3백만원/Man · Year × 13.5인
직접비	연구시설 · 재료비	4,570	0.3%	
	연구활동비	205,497	13.7%	
	연구수당	150,465	10.0%	인건비×15%
간접비		136,364	9.1%	(인건비+직접비)×10%
총 계		1,500,000	100.0%	

- 1차년도

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비		148,608	64.6%	74.3백만원/Man · Year × 2
직접비	연구시설 · 재료비	1,415	0.6%	
	연구활동비	36,777	16.0%	
	연구수당	22,291	9.7%	인건비×15%
간접비		20,909	9.1%	(인건비+직접비)×10%
총 계		230,000	100.0%	

- 2차년도

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비		445,824	66.5%	74.3백만원/Man · Year × 6
직접비	연구시설 · 재료비	2,061	0.3%	
	연구활동비	94,332	14.1%	
	연구수당	66,874	10.0%	인건비×15%
간접비		60,909	9.1%	(인건비+직접비)×10%
총 계		670,000	100.0%	

- 3차년도

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비		408,672	68.1%	74.3백만원/Man · Year × 5.5인
직접비	연구시설 · 재료비	1,094	0.2%	
	연구활동비	74,388	12.4%	
	연구수당	61,301	10.2%	인건비×15%
간접비		54,545	9.1%	(인건비+직접비)×10%
총 계		600,000	100.0%	

· 분산형 고속철도 국내외 적용방안 연구

- 연차별 예산

(단위: 억원)

비목	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)	합계
인건비	-	2.82	2.45	5.27
직접비	-	1.09	0.91	2.00
간접비	-	0.39	0.34	0.73
소계	-	4.30	3.70	8.00

- 비목별 총괄

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비		527,559	65.9%	74.3백만원/Man · Year × 7.1인
직접비	연구시설 · 재료비	4,171	0.5%	
	연구활동비	116,409	14.6%	
	연구수당	79,134	9.9%	인건비×15%
간접비		72,727	9.1%	(인건비+직접비)×10%
총 계		800,000	100.0%	

- 1차년도

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비				
직접비	연구시설・재료비			
	연구활동비			
	연구수당			
간접비				
총 계				

- 2차년도

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비		282,355	65.7%	74.3백만원/Man・Year × 3.8인
직접비	연구시설・재료비	2,024	0.5%	
	연구활동비	64,177	14.9%	
	연구수당	42,353	9.8%	인건비×15%
간접비		39,091	9.1%	(인건비+직접비)×10%
총 계		430,000	100.0%	

- 3차년도

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비		245,203	66.3%	74.3백만원/Man・Year × 3.3인
직접비	연구시설・재료비	2,147	0.6%	
	연구활동비	52,233	14.1%	
	연구수당	36,781	9.9%	인건비×15%
간접비		33,636	9.1%	(인건비+직접비)×10%
총 계		370,000	100.0%	

※ “분산형 고속철도시스템 본선시운전시험 및 안정성 검증연구” 예산 검토

- 참고 : 고속철도시스템 기술개발사업의 “고속철도기술개발 통합 및 총괄” 및 “고속철도시스템 신뢰성 및 운영효율화 기술개발”의 후반기 3년 평균 예산 합계
- 사유 : ·본 사업의 “분산형 고속철도시스템 본선시운전시험 및 안정성 검증연구”가 고속철도시스템 기술개발사업의 두 과제에서 수행된 연구내용 및 업무와 서로 대응될 수 있음
  ·고속철도시스템 기술개발사업의 전반기 2년 가량은 증속 및 성능검증 과정으로 차세대고속철도기술개발사업 5차년도와 연구업무상 대응되고 후반기 3년이 후속사업에서 계획되는 안정화시험과 대응될 수 있음.

<고속철도기술개발사업 후반기 3년>

(단위 : 백만원)

	2004년	2005년	2006년	합계	합계 (물가상승률 3%/년 고려)
고속철도기술개발 통합 및 총괄	950	1,500	1,350	3,800	4,813
고속철도시스템 신뢰성 및 운영효율화 기술개발	850	1,200	1,760	3,810	4,827
계	1,800	2,700	3,110	7,610	9,640

<차세대고속철도 실용화기반구축사업 예산 추정>

(단위 : 백만원)

	2012년	2013년	2014년	합계
분산형 고속철도 본선시운전시험 및 안정성 검증연구	3,110	3,150	3,020	9,280

□ 2세부과제: 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발

○ 주요 연구내용별 소요 예산

(단위: 억원)

주요 연구내용	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)	합계
분산형 고속철도 차량시스템 안정화 및 유지보수체계 개발	65.60	52.40	48.80	166.80
소요예산 합계	65.60	52.40	48.80	166.80

○ 비목별 소요 예산

(단위: 억원)

비목	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)	합계
인건비	15.61	13.00	11.52	40.13
직접비	44.03	34.63	32.84	111.50
간접비	5.96	4.77	4.44	15.17
소계	65.60	52.40	48.80	166.80

· 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 및 유지보수체계 개발

- 연차별 예산

(단위: 억원)

비목	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)	합계
인건비	15.61	13.00	11.52	40.13
직접비	44.03	34.63	32.84	111.50
간접비	5.96	4.77	4.44	15.17
소계	65.60	52.40	48.80	166.80

- 비목별 총괄

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비		4,012,416	24.1%	74.3백만원/Man · Year × 54인
직접비	연구시설 · 재료비	6,245,813	37.4%	차량 유지보수용 예비품, 핵심부품 개선 시작품 등
	연구활동비	4,303,545	25.8%	유지보수 시운전 관련 용역, 국내여비 등
	연구수당	601,862	3.6%	인건비×15%
간접비		1,516,364	9.1%	(인건비+직접비)×10%
총 계		16,680,000	100.0%	

- 1차년도

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비		1,560,384	23.8%	74.3백만원/Man · Year × 21인
직접비	연구시설 · 재료비	2,698,971	41.1%	차량 유지보수용 예비품, 핵심부품 개선 시작품 등
	연구활동비	1,470,223	22.4%	유지보수 시운전 관련 용역, 국내여비 등
	연구수당	234,058	3.6%	인건비×15%
간접비		596,364	9.1%	(인건비+직접비)×10%
총 계		6,560,000	100.0%	

- 2차년도

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비		1,300,320	24.8%	74.3백만원/Man · Year × 17.5인
직접비	연구시설 · 재료비	1,783,649	34.1%	차량 유지보수용 예비품, 핵심부품 개선 시작품 등
	연구활동비	1,484,619	28.3%	유지보수 시운전 관련 용역, 국내여비 등
	연구수당	195,048	3.7%	인건비×15%
간접비		476,364	9.1%	(인건비+직접비)×10%
총 계		5,240,000	100.0%	

- 3차년도

(단위: 천원)

비 목		연구비	구성비	비고
인건비		1,151,712	23.6%	74.3백만원/Man · Year × 15.5인
직접비	연구시설 · 재료비	1,763,192	36.1%	차량 유지보수용 예비품, 핵심부품 개선 시작품 등
	연구활동비	1,348,703	27.6%	유지보수 시운전 관련 용역, 국내여비 등
	연구수당	172,757	3.6%	인건비×15%
간접비		443,636	9.1%	(인건비+직접비)×10%
총 계		4,880,000	100.0%	

□ 세목별 상세 예산

○ 1세부과제: 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발

· 연차별 예산

비목	1차년도	2차년도	3차년도	합 계
인건비	1,188,864,000	1,805,587,200	1,656,979,200	4,651,430,400
연구시설 및 장비비	153,000,000	143,000,000	143,000,000	439,000,000
시작품 제작비	-	-	-	0
재료구입비	69,951,798	70,317,133	48,629,976	188,898,907
여비	313,000,000	342,000,000	322,000,000	977,000,000
수용비및수수료	1,002,443,200	1,033,279,360	1,025,848,960	3,061,571,520
기술정보활동비	130,775,040	198,614,592	182,267,712	511,657,344
연구수당	178,329,600	270,838,080	248,546,880	697,714,560
간접비	303,636,362	386,363,635	362,727,272	1,052,727,269
총액	3,340,000,000	4,250,000,000	3,990,000,000	11,580,000,000

· 세세부과제별 예산

비목	1세세부	2세세부	3세세부	합 계
인건비	3,120,768,000	1,003,104,000	527,558,400	4,651,430,400
연구시설 및 장비비	439,000,000	-	-	439,000,000
시작품 제작비	-	-	-	0
재료구입비	180,157,557	4,570,126	4,171,224	188,898,907
여비	900,000,000	45,000,000	32,000,000	977,000,000
수용비및수수료	2,985,038,400	50,155,200	26,377,920	3,061,571,520
기술정보활동비	343,284,480	110,341,440	58,031,424	511,657,344
연구수당	468,115,200	150,465,600	79,133,760	697,714,560
간접비	843,636,363	136,363,634	72,727,272	1,052,727,269
총액	9,280,000,000	1,500,000,000	800,000,000	11,580,000,000

· 1세세부과제(분산형 고속철도 본선시운전시험 및 안정성 검증연구) 예산

비목	연구비	구성비
- 인건비	3,120,768,000	33.6%
- 직접비	5,315,595,637	57.3%
· 연구시설 및 장비비	439,000,000	4.7%
· 시작품 제작비	0	0.0%
· 재료구입비	180,157,557	1.9%
· 여비	900,000,000	9.7%
· 수용비및수수료	2,985,038,400	32.2%
· 기술정보활동비	343,284,480	3.7%
· 연구수당	468,115,200	5.0%
- 간접비	843,636,363	9.1%
총액	9,280,000,000	100.0%

비목	1차년도	2차년도	3차년도	합 계
인건비	1,040,256,000	1,077,408,000	1,003,104,000	3,120,768,000
연구시설 및 장비비	153,000,000	143,000,000	143,000,000	439,000,000
시작품 제작비	-	-	-	0
재료구입비	68,537,368	66,231,884	45,388,305	180,157,557
여비	300,000,000	300,000,000	300,000,000	900,000,000
수용비및수수료	995,012,800	996,870,400	993,155,200	2,985,038,400
기술정보활동비	114,428,160	118,514,880	110,341,440	343,284,480
연구수당	156,038,400	161,611,200	150,465,600	468,115,200
간접비	282,727,272	286,363,636	274,545,455	843,636,363
총액	3,110,000,000	3,150,000,000	3,020,000,000	9,280,000,000

· 2세세부과제(분산형 고속철도 실용화 운영특성 기술개발) 예산

비목	연구비	구성비
- 인건비	1,003,104,000	66.9%
- 직접비	360,532,366	24.0%
· 연구시설 및 장비비	0	0.0%
· 시작품 제작비	0	0.0%
· 재료구입비	4,570,126	0.3%
· 여비	45,000,000	3.0%
· 수용비및수수료	50,155,200	3.3%
· 기술정보활동비	110,341,440	7.4%
· 연구수당	150,465,600	10.0%
- 간접비	136,363,634	9.1%
총액	1,500,000,000	100.0%

비목	1차년도	2차년도	3차년도	합 계
인건비	148,608,000	445,824,000	408,672,000	1,003,104,000
연구시설 및 장비비	-	-	-	0
시작품 제작비	-	-	-	0
재료구입비	1,414,430	2,061,470	1,094,226	4,570,126
여비	13,000,000	23,000,000	9,000,000	45,000,000
수용비및수수료	7,430,400	22,291,200	20,433,600	50,155,200
기술정보활동비	16,346,880	49,040,640	44,953,920	110,341,440
연구수당	22,291,200	66,873,600	61,300,800	150,465,600
간접비	20,909,090	60,909,090	54,545,454	136,363,634
총액	230,000,000	670,000,000	600,000,000	1,500,000,000

· 3세세부과제(분산형 고속철도 국내외 적용방안 연구) 예산

비목	연구비	구성비
- 인건비	527,558,400	65.9%
- 직접비	199,714,328	25.0%
· 연구시설 및 장비비	0	0.0%
· 시작품 제작비	0	0.0%
· 재료구입비	4,171,224	0.5%
· 여비	32,000,000	4.0%
· 수용비및수수료	26,377,920	3.3%
· 기술정보활동비	58,031,424	7.3%
· 연구수당	79,133,760	9.9%
- 간접비	72,727,272	9.1%
총액	800,000,000	100.0%

비목	1차년도	2차년도	3차년도	합 계
인건비	-	282,355,200	245,203,200	527,558,400
연구시설 및 장비비	-	-	-	0
시작품 제작비	-	-	-	0
재료구입비	-	2,023,779	2,147,445	4,171,224
여비	-	19,000,000	13,000,000	32,000,000
수용비및수수료	-	14,117,760	12,260,160	26,377,920
기술정보활동비	-	31,059,072	26,972,352	58,031,424
연구수당	-	42,353,280	36,780,480	79,133,760
간접비	-	39,090,909	33,636,363	72,727,272
총액	0	430,000,000	370,000,000	800,000,000

○ 2세부과제 : 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발

· 1세세부과제 : 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 및 유지보수체계 개발

비목	연구비	구성비
- 인건비	4,012,416,000	24.1%
- 직접비	11,151,220,365	66.9%
· 연구시설 및 장비비	845,500,000	5.1%
· 시작품 제작비	1,911,588,640	11.5%
· 재료구입비	3,488,724,365	20.9%
· 여비	740,000,000	4.4%
· 수용비및수수료	240,744,960	1.4%
· 기술정보활동비	3,322,800,000	19.9%
· 연구수당	601,862,400	3.6%
- 간접비	1,516,363,635	9.1%
총액	16,680,000,000	100.0%

비목	1차년도	2차년도	3차년도	합 계
인건비	1,560,384,000	1,300,320,000	1,151,712,000	4,012,416,000
연구시설 및 장비비	558,200,000	146,500,000	140,800,000	845,500,000
시작품 제작비	812,808,960	512,779,680	586,000,000	1,911,588,640
재료구입비	1,327,962,764	1,124,369,484	1,036,392,117	3,488,724,365
여비	250,000,000	250,000,000	240,000,000	740,000,000
수용비및수수료	93,623,040	78,019,200	69,102,720	240,744,960
기술정보활동비	1,126,600,000	1,156,600,000	1,039,600,000	3,322,800,000
연구수당	234,057,600	195,048,000	172,756,800	601,862,400
간접비	596,363,636	476,363,636	443,636,363	1,516,363,635
총액	6,560,000,000	5,240,000,000	4,880,000,000	16,680,000,000

7장. 세부과제 상세기획내용

1절. 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발

가. 연구내용 설정 및 연구수행 일정표

(1) 연구 필요성

- 개발된 400 km/h급 동력분산형 고속철도 시스템을 조속히 안정화시키고 이를 실용화시키기 위한 기반을 구축하여 집중형과 더불어 분산형 고속철도에 대한 해외진출의 교두보를 마련해야 함.
- 고속철도 시스템의 조속한 안정화 및 실용화 기반 구축이라는 목표를 달성하기 위해서는 종합적이고 일관된 관리 체계가 필요하며, 연구단, 세부과제, 공동과제 및 운영기관과의 유기적인 통합 및 원활한 인터페이스를 통해 사업의 성공을 추구할 수 있음.
- 개발된 동력분산형 고속철도 시스템의 조속한 안정화 및 실용화 기반 구축이라는 목표를 달성하기 위해서는 영업선로에서의 시운전 시험을 통한 고속열차의 운용, 성능 검증 및 성능 향상 등 분산형 고속철도시스템의 안정화 기술개발이 필요함. 이를 위해서는 본선시운전 시험을 통해 지속적인 성능 계측과 분석을 통해 개발시스템이 안정화될 수 있도록 하여야 함. 해외의 경우에도 고속열차 개발 후 3~5년의 안정화 시험을 실시하고 있음.
- G7 고속전철기술개발사업을 통하여 개발된 한국형 고속열차는 고속철도기술개발사업(2002.12-2007.10)에서 전반부 2년 동안에 걸쳐 시제열차의 성능시험과 352.4km/h의 최고속도시험 및 약 37,000km의 운행을 통해 시제열차에 대한 성능을 확보하였으며, 후반부 3년 동안 약 200,000km의 주행(총 누적 주행거리 205,488km)을 통해 시제차량에 대한 안정화로 KTX-산천이 탄생한 바 있음.
- 국내 고속철도의 운영속도는 시속 300km이나 주변 환경의 변화와 경제활동의 증가로 보다 빠른 철도의 요구는 날로 증가하고 있음. 이를 고속철도가 수용하기 위해서는 운행속도의 향상이 필요하며 이는 고속철도 차량 외에도 신호/궤도 등 전체적인 개선과 기술개발이 선행되어야 가능함. 따라서, 개발된 분산형 고속철도를 이용하여 운행속도별 주요시스템의 특성분석과 운영환경에 대한

영향 등을 검토할 수 있는 기술적인 자료를 확보하는 것은 매우 필요한 부분임. 현 상태에서 운행속도를 높이기 위해서는 역행, 제동, 주행안정성, 소음 등 많은 기술적 부분들이 어떠한 변화를 가져오는지는 이론적 접근보다는 현장의 시험을 통해 면밀한 분석을 하는 것이 가장 효율적인 방법이며, 이는 실용화 기반 구축과정에서 반드시 진행되어야 함. 아울러 '400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발'과의 유기적인 협력을 통해 개발되는 인프라 관련 기술 개발의 성능 검증이 필요함.

- 향후 개발된 분산형 고속열차의 국내 실용화 및 적용을 용이하게 할 수 있도록 분산형 고속열차의 시운전 시험 결과 분석을 반영한 국내 실용화 차량시스템 규격, 국내 적용가능 노선 분석 및 적용방안 수립, 투입시 기존 고속철도 차량과의 혼합운행 방안, 해외 진출을 위한 대응전략 수립 등 고속철도 운영 측면에서의 연구가 수행될 필요성이 있음.
- 개발 열차가 국내에 투입되는 경우에 대비하여 기존에 운행하고 있는 고속열차와의 혼합 운행에 따른 효율적인 운영 방안 및 적정 운영속도 등에 대한 검토를 사전에 수행할 필요성이 있음.
- 차세대고속열차의 시제편성은 6량으로 구성되어 차량의 성능에 대한 확인을 검증하는 것으로 추진 중에 있으며, 실용화 차량의 구성은 8량 1편성으로 고려됨에 따라 개발 시제열차의 성능을 확인하면서 향후 실용화시스템에 필요한 사항을 반영하여 실용화에 대한 규격을 마련할 필요성이 있음. 개발 시제열차를 이용한 성능 확인 시험을 수행한 이후에 이를 바탕으로 확보한 보완 사항을 반영하여 국내 또는 해외 진출을 위한 실용화 편성에 대한 기술 규격을 조속히 확립하여 수요에 신속히 대응할 필요성이 있으며, 하부 시스템의 기술적인 특성을 명확히 정의할 필요성이 있음.
- 개발 기술의 활용을 위해 국내 적용성을 높힐 수 있도록 국내 고속철도 도입 계획 및 요구 사항에 대한 분석을 통한 개발된 분산형 고속철도 시스템의 체계적인 국내 적용 방안을 수립할 필요성이 있음.
- 개발된 분산형 고속철도가 국내는 물론 해외에 진출하기 위해서는 해외에서 요구하는 기술적 특성들을 분석하고 이를 실용화 시스템에 반영할 수 있는 전략 수립이 필요함. 한국형 고속열차의 개발에서 이러한 해외진출전략 수립의 부재로 인해, 해외 수요 발생시에 단편적인 전략으로 대응함으로 인해 우리 기

술의 진출기회를 확실히 확보하는데 한계를 절감할 수 있었음. 이를 극복하기 위해서는 실용화 기반을 구축하는 과정에서 보다 체계적으로 시장현황 분석과 우리 기술의 특성분석을 통해 해외진출 대응전략의 수립이 절실하게 필요함.

(2) 연구내용(세부연구 내용 포함)

○ 분산형 고속철도시스템 안정성 검증을 위한 본선시운전시험 및 분석

- 분산형 고속철도시스템 안정화 시험 및 분석
  - · 주요장치 고장 모니터링
  - · 주요성능(추진, 제동, 제어, 집전 등) 계측 및 분석
  - · 종합 측정시스템 운영/유지보수
  - · 차량시스템 안정화 기술 지원
- 고속철도 운행속도별 기술 특성, 운영환경 분석 및 개선대책 수립
  - · 역행 및 제동 성능 특성
  - · 주행안정성 및 안전성, 승차감 및 소음 특성
  - · 신호시스템 특성
  - · 공기역학적 특성
  - · 집전성능 특성
- 400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발 연계 시험
- 본선시운전시험 DB 구축
- 사업 통합 및 총괄
  - · 사업의 총괄적 조정 및 일정 관리
  - · 차세대고속철도시스템 안정화 시험 일정 총괄 조정
  - · 과제간 상호역할 및 업무분담 조정·관리
  - · 연차별 사업내용 조정 및 보완
  - · 사업의 효율적인 운영

○ 분산형 고속철도 실용화 운영특성 기술개발

- 개발시스템 적용성 검토
  - · 운영측면에서 개발시스템 및 본선시운전시험 결과 검토 및 적용성 개선사항 도출
- 실용화 차량시스템 규격 작성
  - · 시운전시험 결과 및 성능 개선을 반영한 실용화 편성에 대한 차량시스템

사양서 및 제어사양서 작성

- 고속철도 혼합 운행 효율화 방안 연구
  - · 실용화 편성의 국내 투입에 따른 운영속도, 투입 가능 노선 등에 대하여 고속철도 혼합운행방안을 포함한 효율적인 운영 방안 연구

○ 분산형 고속철도 국내외 적용방안 연구

- 분산형 고속철도 국내 적용 방안 수립
  - · 국내 고속철도 도입 계획 및 요구 사항 분석
  - · 분산형 고속철도 국내 적용 방안 수립
  - · 개발 시제열차 활용방안 수립
- 해외 진출을 위한 고속철도 차량시스템 기술특성 분석 및 대응전략 수립
  - · 해외 고속철도 기술특성 분석 및 종합, 도입 계획 및 요구 사항 분석
  - · 해외 진출 방안에 대한 대응 전략 수립

(3) 연구기간(세부연구 내용 포함)

연구내용 \ 년도	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)
분산형 고속철도시스템 본선시운전시험 및 안정성 검증 연구			
· 분산형 고속철도시스템 안정화 시험 및 분석			
· 고속철도 운행속도별 기술 특성, 운영환경 분석 및 개선대책 수립			
· 400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 연계 시험			
· 본선시운전시험 DB 구축			
· 사업 통합 및 총괄			
분산형 고속철도 실용화 운영특성 기술개발			
· 개발시스템 적용성 검토			
· 실용화 차량시스템 규격 작성			
· 고속철도 혼합 운행 효율화 방안 연구			
분산형 고속철도 국내외 적용방안 연구			
· 분산형 고속철도 국내 적용 방안 수립			
· 해외 진출을 위한 기술특성 분석 및 대응 전략 수립			

나. 소요예상 인력 및 예산

(1) 소요예상 인력 추정

(단위 : Man-Year)

1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)	합계
16.0	24.3	22.3	62.6

(2) 소요예상 예산 산출

(단위: 억원)

비목	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)	합계
인건비	11.89	18.06	16.57	46.52
직접비	18.47	20.58	19.70	58.75
간접비	3.04	3.86	3.63	10.53
소계	33.40	42.50	39.90	115.80

다. 예상 연구 성과물

연구내용	예상 연구성과
분산형 고속철도시스템 실용화 기반구축 통합 및 총괄	· 주요일정 및 세부일정 관리 계획 및 실적(과제관리계획서) · 연차별 RFP · 기술성과 관리 및 종합 · 각종 성과집 발간 및 대외 연구성과 발표 · 기술개발사업 홍보

분산형 고속철도시스템 안정성 검증을 위한 본선시운전시험 및 분석	· 개선된 종합계측시스템 및 운영 프로그램 · 종합계측시스템 운영 절차서 · 종합계측시스템 장비관리 계획서 · 시험방법 절차서 · 시운전시험 결과 일지 · 각종 주요 성능에 대한 계측데이터 · 주요 성능 검증 결과보고서 · 고장정보체계 및 고장분석서 · 속도대역별 운행거리 · 400 km/h급 고속철도 시스템 기술 안정화 · 개발된 인프라의 성능 검증 · 인프라 연계시험 관리계획서 · 인프라 연계시험 시험절차서 · 인프라 연계시험 결과보고서
실용화 차량시스템 규격 작성	· 시운전 시험 성능 결과 및 성능 개선 사항에 대한 종합 분석서 · 실용화 편성에 대한 차량시스템 및 제어 사양서
고속철도 혼합운행 효율화 방안 연구	· 실용화 편성의 국내 투입에 따른 운영속도 검토서 · 실용화 편성의 투입가능노선 검토서 · 실용화편성 운영 요구사항 · 기존 고속열차와의 혼합 운행 효율화 방안
분산형 고속철도 실용화를 위한 국내 기반 분석 및 대응 전략 수립	· 국내 고속철도 도입 계획 검토서 · 국내 실용화를 위한 요구사항 분석서 · 분산형 고속철도 국내 적용 방안
해외 진출을 위한 차량시스템 및 하부시스템 기술특성 분석 및 대응 전략 수립	· 실용화 시스템의 기술적 특성 분석 · 실용화 시스템의 해외 고속철도 차량 대비 장단점 분석 · 해외 고속철도 요구사항 분석서 · 해외 진출을 위한 실용화편성 시스템 기술요구서 · 해외 진출 방안에 대한 대응 전략

2절. 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발

가. 연구내용 설정 및 연구수행 일정표

(1) 연구 필요성

- 개발된 400 km/h급 동력분산형 고속철도 차량시스템의 실용화 및 고속철도 차량을 구성하고 있는 주요장치들의 신뢰성을 확보하기 위해서는 개발된 시스템 및 부품의 실환경 시험을 통한 지속적인 검증과 유지보수가 반드시 필요함.
- 분산형 고속철도 개발시스템의 실용화로 성공적으로 연결될 수 있도록 안정화 시험을 통하여 주요 핵심부품에 대한 미비점을 분석하고 개선 필요사항을 도출하여 설계 변경을 통한 성능 개선을 도모할 필요가 있음.
- 한국형 고속열차 개발 사례를 보면 고속철도기술개발사업을 통하여 시제열차의 시운전은 총 438회에 걸쳐 진행되었으며, 매번 시운전 시험 후에 일상점검 및 유지보수 작업이 실시되었음. 또한, 한국형 고속열차가 45,000 km를 운행한 후에 정기 점검이 4차례(누적 주행거리 44,500, 93,000, 138,000, 180,000 km)에 걸쳐 로템공장 및 오송기지에서 실시되었으며 시운전 시험 과정에서 주요한 문제의 발생 시에 필요에 따라 시제열차의 점검 작업을 실시하였음. 안정화시험을 통한 분석 결과를 바탕으로 추진장치, 제동장치 및 열차진단제어장치 등의 중요 핵심장치에 대한 성능 보완, 에어콘, 차단기, 접지스위치 및 Safety 스위치의 성능 보완, 연결링 및 연결용 부수대차의 현차 시험 및 특성 개선, 와전류제동장치의 성능 보완 및 제작, 주변압기 냉각용 팬 교체 등 실용화를 위한 변경 설계, 부품 제작 및 성능 검증이 수행된 바 있음.
- 고속철도 차량은 차량 안전성과 신뢰성이 요구되는 복합 시스템으로 유지보수를 위한 엄격한 체계의 구축이 필요하고 이를 바탕으로 효과적인 검수 교환주기를 구축하여 유지보수 비용의 절감을 동시에 추구하고 있음. 또한, 차량 제작단계에서 확보된 각종 부품 및 구성품에 대한 정보를 바탕으로 대상 품목에 대한 최적화 된 유지보수 기법을 개발하여 유지보수시스템에 적용하여 향후 상용화시 차량과 함께 공급하고 있음.
- 본선시운전 과정에서 발생할 수 있는 시제차량의 부품 초기 고장에 대한 원인분석, 부품의 교체 및 대책 수립이 필요하며, 일상점검 및 정기적인 유지보수를 통해 영업운전에 대비한 유지보수비용의 절감과 운영시스템 극대화를 위한 유

지보수 기술의 개발이 요구됨.

- 차세대고속열차 시제편성의 시운전 과정에서 발생하는 각종 유지보수 사항에 대한 이력을 보다 체계적이고 효율적으로 관리하고 이를 바탕으로 실용화 편성에 대한 유지보수 체계를 구축할 필요성이 있음.

(2) 연구내용(세부연구 내용 포함)

○ 분산형 고속철도 차량시스템 안정화

- 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수 및 안정화시험 기술지원
- 차량시스템 및 주요 하부시스템 안정화 및 성능 개량
  - · 차량시스템 및 차량 주요 하부시스템(차체, 대차, 추진시스템(주전력변환장치, 주변압기, 견인전동기), 차량전기, 의장, 기장 등) 안정화
  - · 실용화를 위한 차량시스템 및 차량 핵심부품 성능 향상 연구
- 안정화시험을 통한 핵심부품 개선 기술개발
  - · 안정화시험을 통한 핵심부품 개선/변경 필요사항 도출(공력특성 및 소음향상을 위한 페어링 개조, 분산형 고속열차용 주변압기 설계 및 국산화 개발, 소음향상 MCB 개선 등)
  - · 실용화를 위한 개선 핵심부품(인버터/컨버터, 제동, 차량진단 등) 설계 변경
  - · 개선 핵심부품 제작 및 성능 검증 시험

○ 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수체계 개발

- 안정화시험 유지보수체계 운영
  - · 안정화 시험 과정에서의 유지보수 방안 및 계획 수립
  - · 유지보수 이력 관리시스템 개발
  - · 안정화 시험 과정에서의 유지보수 내역 관리
  - · 시스템 및 구성품에 대한 검수주기 산정
  - · 안정화 시험용 유지보수 메뉴얼 보완
- 실용화 편성에 대한 유지보수체계 개발
  - · 고속철도에 대한 유지보수체계 분석
  - · 실용화 편성에 대한 효율적인 유지보수체계 개발
  - · 안정화 시험 결과 및 개선 사항을 반영한 실용화 유지보수 메뉴얼 작성
  - · 운전자 지원(DAG : Driver Assistant Guidance) 시스템 개발

(3) 연구기간(세부연구 내용 포함)

연구내용 \ 년도	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)
분산형 고속철도 차량시스템 안정화	■	■	■
· 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수 및 안정화시험 기술지원	■	■	■
· 차량시스템 및 주요 하부시스템 안정화 및 성능 개량	■	■	■
· 안정화시험을 통한 핵심부품 개선 기술개발		■	■
분산형 고속철도 차량시스템 유지보수체계 개발	■	■	■
· 안정화시험 유지보수체계 운영	■	■	■
· 실용화 편성에 대한 유지보수체계 개발		■	■

나. 소요예상 인력 및 예산

(1) 소요예상 인력 추정

(단위 : Man-Year)

1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)	합계
21.0	17.5	15.5	54.0

(2) 소요예상 예산 산출

(단위: 억원)

비목	1차 ('12)	2차 ('13)	3차 ('14)	합계
인건비	15.61	13.00	11.52	40.13
직접비	44.03	34.63	32.84	111.50
간접비	5.96	4.77	4.44	15.17
소계	65.60	52.40	48.80	166.80

다. 예상 연구 성과물

연구내용	예상 연구성과
분산형 고속철도 차량시스템 안정화	· 시스템이 안정된 분산형 고속열차 · 실용화 차량모델 설계자료 및 도면 · 유지보수 부품 리스트 · 유지보수 주기 산출서 · 성능 향상된 분산형 고속열차 하위시스템 · 성능 개량 기술검토서
안정화시험을 통한 핵심부품 개선 기술개발	· 핵심부품 신뢰성 확보 및 실용화 적용을 위한 성능 개선 · 설계변경 이력서 · 각 변경사항에 대한 시험결과 및 분석서 · 설계변경 품목 List · 설계변경 핵심부품 시제품
분산형 고속철도 차량시스템 유지보수체계 개발	· 실용화 편성에 대한 차량시스템 유지보수 관리체계 · 실용화편성용 차량시스템 유지보수 매뉴얼 · 실용화편성용 검수주기 산정 계산서 · 실용화편성용 유지보수 품목 List

8장. 과제 제안요구서

1절. 과제 제안요구서(RFP)

연구과제명	차세대 고속철도시스템 실용화기반구축
1. 연구개발 목표	
○ 400km/h급 분산형 고속열차 안정화를 위한 시운전시험 및 실용화기반 구축 - 분산형 고속열차 안정화 및 성능향상(누적주행거리 10만 km이상) - 분산형 고속열차 국내외 실용화 가능성 향상을 위한 기반구축	
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□연구개발의 필요성	○ “차세대 고속철도기술개발사업으로”개발되는 동력분산형 고속철도 기술을 완성하여야 하며, 개발 시스템의 안정성 확보 및 실용화를 위해서는 시험운행을 통한 시스템 검증과 국내 실정을 반영한 고속철도 유지관리 체계의 구축이 필요함. ○ 개발된 동력분산형 고속철도 시스템의 조속한 안정화 및 실용화 기반 구축이라는 목표를 달성하기 위해서는 영업선로에서의 본선 시운전 시험을 수행함으로써 지속적인 성능 계측과 분석을 통한 동력분산형 고속열차의 운용, 성능 검증 및 성능 향상으로 개발시스템이 안정화될 수 있도록 하여야 함. ○ 호남고속철도 등의 건설과 운영에 대한 기술 지원 및 기존 노선 연계를 위한 기반기술 및 운영특성 기술의 개발이 필요함. ○ 최근 고속철도를 도입하는 국가에서는 대용량 수송과 속도 증속에 유리한 동력분산형을 선호하고 있어, 우리나라도 고속열차의 해외 진출을 위해 개발한 동력분산형 고속열차의 조속한 안정화가 필요함.

□ 기술동향

○ 세계 고속철도 시장의 경쟁력 우위 확보를 위해 동력분산식 고속열차 개발 경쟁이 치열함.

- 일본: 360km/h급 'FASTECH 360' 동력분산식 차량을 개발
- 프랑스: 360km/h급 차세대 'AGV' 동력분산식 차량을 개발
- 독일: 350km/h급 'VELARO' 동력분산식 차량을 개발

○ 국내에서는 고속철도기술개발사업을 통해서 한국형 고속열차의 시운전 시험 및 신뢰성·안정성 평가를 성공적으로 마무리되었으며, KTX-산천을 통하여 실용화 된 바 있음.

○ 프랑스, 독일, 일본 등 선진 철도국들은 고속철도 및 철도시스템 개발 단계에 자국 철도시스템 기술특성에 적합한 시험평가 체계 및 기술을 개발, 보유하고 있으며 국내에서도 고속철도기술개발사업을 통해 한국형 고속열차의 시운전 시험 평가를 위한 시험평가 기술 및 종합 계측 기술을 적용한 바 있음.

○ 시스템 엔지니어링 관련 기술은 모든 대형 시스템의 개발 과정에서 중요한 분야의 특성에 맞게 요구사항에서부터 제작, 시험에 이르는 체계적이고 전반적인 관리를 수행하고 있다. 국내의 철도분야에 있어서는 KTX의 도입에 따른 프랑스에서 수행하고 있는 시스템 엔지니어링에 바탕을 둔 사항을 도입하였으며, 이후 고속전철기술개발사업, 철도기술개발사업 등 타 연구개발 사업에 시스템 엔지니어링 기술을 적용 중임.

○ 유럽, 일본 등의 철도 선진국에서는 고속철도 차량 개발단계에서 확보된 각종 부품 및 구성품에 대한 정보를 바탕으로 대상 품목에 대한 최적화 된 유지보수 기법을 개발하여 유지보수시스템에 적용하여 향후 상용화시 차량과 함께 공급하고 있음.

3. 연구개발내용

□ 세부과제 1 : 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발

○ 분산형 고속철도시스템 안정성 검증을 위한 본선시운전시험 및 분석

- 분산형 고속철도시스템 안정화 시험 및 분석
  · 주요장치 고장 모니터링

· 주요성능(추진, 제동, 제어, 집전 등) 계측 및 분석
· 종합 측정시스템 운영/유지보수
· 차량시스템 안정화 기술 지원
- 고속철도 운행속도별 기술 특성, 운영환경 분석 및 개선대책 수립
- 400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발 연계 시험
- 본선시운전시험 DB 구축
- 사업 통합 및 총괄

○ 분산형 고속철도 실용화 운영특성 기술개발
- 개발시스템 적용성 검토
- 실용화 차량시스템 규격 작성
- 고속철도 혼합 운행 효율화 방안 연구

○ 분산형 고속철도 국내외 적용방안 연구
- 분산형 고속철도 국내 적용 방안 수립
- 해외 진출을 위한 고속철도 차량시스템 기술특성 분석 및 대응 전략 수립

□ 세부과제 2 : 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발

○ 분산형 고속철도 차량시스템 안정화
- 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수 및 안정화시험 기술지원
- 주요 차량 하부시스템 안정화 및 성능 개량
· 차량 주요 하부시스템 안정화
· 실용화를 위한 차량시스템 및 차량 핵심부품 성능 향상 연구
- 안정화시험을 통한 핵심부품 개선 기술개발
· 안정화시험을 통한 핵심부품 개선/변경 필요사항 도출(공력특성 및 소음 향상을 위한 페어링 개조, 분산형 고속열차용 주변압기 설계 및 국산화 개발, 소음향상 MCB 개선 등)
· 실용화를 위한 개선 핵심부품 설계 변경
· 개선 핵심부품 제작 및 성능 검증 시험

○ 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수체계 개발
- 안정화시험 유지보수체계 운영
- 실용화 편성에 대한 유지보수체계 개발

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립 ○ 정부 및 관련 기업·공사 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축 - 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴 - 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영 ○ 관련분야 전문가 자문 - 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴 ○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함 (www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr 참조) ○ 한국형 고속철도기술개발사업을 통하여 개발된 안정화 기술 및 노하우를 활용하여 체계적인 연구수행을 통해 연구기간 단축 및 예산 절감 ○ 차세대 고속철도기술개발사업의 시운전시험 등 시스템 엔지니어링 기술 및 기반기술을 시스템 안정화에 활용하며 각 개발과제에 참여했던 연구기관과의 긴밀한 기술협조 체계 유지 ○ 400km/h급 고속철도 인프라 선진화 기술개발 및 확보를 목적으로 추진되고 있는 「400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발」 사업과 연계 추진
□ 추진체계	○ 체계적인 인터페이스 조정을 통한 연계성 유지 및 산·학·연 역할분담과 과제간 유기적인 협조체계 구축 ※관련 기술을 확보한 연구기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 및 고속철도 운영기관 참여 유도 ○ 필요시 외국 전문가 또는 외국기관 활용 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

□ 세부과제 1 : 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발

○ 분산형 고속철도시스템 안정성 검증을 위한 본선시운전시험 및 분석
- 400 km/h급 고속철도시스템 기술 안정화
- 개선된 종합계측시스템 및 운영 프로그램
- 각종 주요 성능에 대한 계측데이터 및 성능검증 결과보고서
- 고속철도 운행속도별 기술 특성 및 운영환경 분석서
- 국내 고속철도 운행을 위한 분산형 고속열차 개선대책
- 고장정보 체계 및 고장분석서
- 속도대역별 운행거리 및 운행에 따른 성능 결과 분석서
- 개발된 400km/h급 고속철도 인프라의 성능 검증

○ 분산형 고속철도 실용화 운영특성 기술개발
- 실용화 편성에 대한 차량시스템 및 제어 사양서
- 실용화 편성의 국내 투입에 따른 운영속도 검토서
- 실용화 편성의 운영 요구사항 및 투입가능노선 검토서
- 기존 고속열차와의 혼합 운행 효율화 방안

○ 분산형 고속철도 국내외 적용방안 연구
- 국내 고속철도 도입 계획 검토서 및 국내 실용화를 위한 요구사항 분석서
- 분산형 고속철도 국내 적용 방안
- 개발시스템의 해외 진출방안 및 대응전략
- 개발 시제열차 활용계획

□ 세부과제 2 : 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발

○ 분산형 고속철도 차량시스템 안정화
- 시스템이 안정화된 분산형 고속열차
- 실용화 차량모델 설계자료 및 도면
- 성능 향상된 분산형 고속열차 하위시스템
- 핵심부품 신뢰성 확보 및 실용화 적용을 위한 성능 개선
- 설계변경 이력서 및 각 변경사항에 대한 시험결과 및 분석서
- 설계변경 핵심부품 시제품

○ 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수체계 개발
- 실용화 편성에 대한 차량시스템 유지보수 관리체계
- 실용화편성용 차량시스템 유지보수 매뉴얼
- 실용화편성용 검수주기 산정 계산서

6. 기대효과 및 파급효과

○ 400km/h급 동력분산식 고속열차기술은 선발국가(프랑스, 독일, 일본)와 대등한 세계 4위권 수준까지 기술력 향상이 예상됨.

○ 동력분산식 고속열차 기술의 확보로 2015년 이후 약 1,640량 (6조 5,600억원 규모)의 국내 수요 대응.

○ 기술경쟁력 확보를 통해 세계 철도차량 수요의 50%인 유럽 외에 아시아-태평양(30%), 북미(13%), 중남미(4%)지역 등의 해외시장 진출을 위한 국가적 수출 전략기술로 활용.

○ 확보된 시스템기술은 국내 고속철도 속도향상 기술로 활용.

○ 유·무형적 기대효과
- 국내 고속철도 분야 안전 운행체계 구축
- 국내 고속철도 분야 국가 경쟁력 제고
- 고속철도 분야 선진국으로 부상
- 철도전반에 걸친 속도 향상 및 서비스 개선

○ 기술적 기대효과
- 고속철도 분야 신뢰성 평가 기술의 세계적 수준 도약
- 고속철도 분야 종합 시운전 시험평가 기술 확립
- 철도산업 기술의 선진화 및 핵심기술력 확보
- 세계적 수준의 고속철도 독자 개발 및 수출 기대

○ 사회 경제적 기대효과
- 고속철도 분야 운행 안전성 확보로 대국민 신뢰성 확립
- 고속철도 분야 국내 산업의 활성화로 국가 경제력 향상
- 핵심기술의 파급으로 국가 기술력 제고
- 해외 의존에 의한 부품수입 대체 효과 발생

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2012.8 ~ 2015.8 (3년)
- 1차년도 연구기간 : 2012.8 ~ 2013.8(12개월)

○ 총 정부출연금 : 250.94억원 이내
- 1차년도 정부출연금 : 86.04억원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

8. 기 타

○ 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성
- 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시

○ 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 제시
- 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
- 제시한 성과지표에 건설기술혁신사업의 공통성과지표가 없거나 부족하다고 판단될 경우, 협약시 조정(추가) 가능
  ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 기 수행되었거나 현재 수행중인 공모과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구관리 전문기관(한국건설교통기술평가원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음

2절. 평가기준 설정

기준항목	세 부 항 목
연구개발목표 (10점)	최종목표 및 연차별 달성목표의 적절성・타당성(5점)
	성과지표 설정의 명확성 및 적정성(5점)
연구개발내용 (20점)	RFP와의 적합성(5점)
	과제목표달성을 위한 세부과제 구성 및 상호연계성(5점)
	연구개발내용의 완성도 및 실현가능성(5점)
	연차별 연구내용의 차별성 및 창의성(5점)
추진전략 및 계획 (20점)	연구수행체계 적정성 및 연구진 전문성(5점)
	연구추진 전략의 구체성 및 타당성(5점)
	연구인프라 및 연구지원시스템의 적절성(5점)
	연구기간 및 연구개발비 편성의 적절성(5점)
개발기술의 실용성 및 경제성 (40점)	개발기술의 혁신성 및 차별성(10점)
	활용방안의 적절성 및 구체성(10점)
	개발기술의 실용성 및 사업성(10점)
	개발기술의 경제적 기대성과(투자 및 파급효과 등)(10점)
연구책임자의 전문성 및 관리능력 (10점)	연구전문성 및 해당분야 실적(5점)
	연구과제 관리 및 운영 능력(5점)

부합성 평가	평가위원 과반수 이상이 연구개발계획서가 과제제안요구서(RFP)와 부합되지 않는다고 판정시 탈락 조치
중복성 평가	평가위원 과반수 이상이 기 수행되었거나, 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정시 탈락 조치

※총점은 100점이며, 총점의 60% 미만인 경우에는 탈락

[부록] 과제카드

□ 1세부과제 : 분산형 고속철도시스템 안정성 검증 및 운영특성 기술개발

연구과제명	분산형 고속철도시스템 본선시운전시험 및 안정성 검증연구 (I-1)
1. 연구개발 목표	
	· 400km/h급 분산형 고속열차 안정화를 위한 시운전시험 수행(누적주행거리 10만 km이상) · 분산형 고속철도시스템에 대한 안정성 평가/관리 시스템 구축 · 주행시험을 통한 분산형 고속열차의 안정성 평가 데이터 확보 · 차세대고속철도시스템 실용화기반구축사업의 총괄적 조정 및 관리
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□연구개발의 필요성	· 개발된 동력분산형 고속철도 시스템의 조속한 안정화 및 실용화 기반구축이라는 목표를 달성하기 위해서는 영업선로에서의 본선시운전 시험을 수행함으로써 지속적인 성능 계측과 분석을 통한 동력분산형 고속열차의 운용, 성능 검증 및 성능 향상으로 개발시스템이 안정화될 수 있도록 하여야 함. · 종합적이고 일관된 관리 체계, 사업단, 핵심과제, 세부과제 및 운영기관과의 유기적인 통합 및 원활한 인터페이스를 통한 사업의 성공 추구
□ 기술동향	· 세계 고속철도 시장의 경쟁력 우위 확보를 위해 동력분산식 고속열차 개발 경쟁이 치열 - 일본: 360Km/h 급 'FASTECH 360' 동력분산식 차량을 개발, 시험중 - 프랑스: 360km/h 급 차세대 'AGV' 동력분산식 차량을 개발, 시험중 - 독일: 350km/h 급 'VELARO' 동력분산식 차량을 개발 · 국내에서는 고속철도기술개발사업을 통해서 한국형 고속열차의 시운전 시험 및 신뢰성·안정성 평가를 성공적으로 마무리되었으며, KTX-산천을 통하여 실용화 된 바 있음. · 프랑스, 독일, 일본 등 선진 철도국들은 고속철도 및 철도시스템 개발 단계에 자국 철도시스템 기술특성에 적합한 시험평가 체계 및 기술을 개발, 보유하고 있으며 국내에서도 고속철도기술개발사업을 통해 한국형 고속열차의 시운전 시험 평가를 위한 시험평가 기술 및 종합 계측기술을 적용한 바 있음. · G7 고속전철기술개발사업, 고속철도기술개발사업, 차세대 고속철도기술개발사업 등 국내에서 수행되고 있는 철도분야의 기술개발사업에서는 “통합 및 총괄”과제를 통해 개발사업 목표를 달성하기 위한 연구과제 간 인터페이스 조정, 시스템 통합 연구가 수행되었음.

3. 연구개발내용

· 분산형 고속철도시스템 안정화 시험 및 분석
  - 주요장치 고장 모니터링
  - 주요성능(추진, 제동, 제어, 집전 등) 계측 및 분석
  - 종합 측정시스템 운영/유지보수
  - 차량시스템 안정화 기술 지원
· 고속철도 운행속도별 기술 특성, 운영환경 분석 및 개선대책 수립
  - 역행 및 제동 성능 특성
  - 주행안정성 및 안전성, 승차감 및 소음 특성
  - 신호시스템 특성
  - 공기역학적 특성
  - 집전성능 특성
· 400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발 연계 시험
· 본선시운전시험 DB 구축
· 사업 통합 및 총괄
· 사업의 총괄적 조정 및 일정 관리
  - 차세대고속철도시스템 안정화 시험 일정 총괄 조정
  - 과제간 상호역할 및 업무분담 조정·관리
  - 연차별 사업 내용 조정 및 보완
  - 사업의 효율적인 운영

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

· 전 과제와의 연계성 및 효율성 유지
· 차세대 고속철도기술개발사업의 개발기술 활용
  - 차량 및 시스템 엔지니어링 기술
  - 시스템 인터페이스 및 엔지니어링 기술
· 각 개발과제에 참여하는 연구기관과의 긴밀한 기술협조 체제 유지
· 시운전시험의 효율화를 위한 시운전단 운영
· 고속철도 운영기관과의 효율적인 협조체계 유지
· 각 개발품의 설계자료 활용
· 실현성 분석을 위한 상업화된 분석 도구의 활용
· 차세대고속철도기술개발사업을 통해 기 구축된 측정시스템의 적극적 활용
· 고속철도기술개발사업을 통하여 개발된 안정화 기술 및 노하우를 활용하여 체계적인 연구수행을 통해 연구기간 단축 및 예산 절감
· 국제경쟁력 확보를 위한 국제공동연구개발 협조체계구축

□ 추진체계	· 주관연구기관 : - 분산형 고속철도시스템 안정화 시험 및 분석 : 연구원/대학/기업 - 고속철도 운행속도별 기술 특성, 운영환경 분석 및 개선대책 수립 : 연구원/대학/기업 - 400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발 연계 시험 : 연구원/기업 - 본선시운전시험 DB 구축 : 연구원/대학/기업 - 과제간 인터페이스 조정(연구원/기업/대학) - 안정화시험 등 사업의 총괄적 조정 및 관리(연구원/기업/대학)

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물	· 400 km/h급 고속철도 시스템 기술 안정화 · 개선된 종합계측시스템 및 운영 프로그램 · 종합계측시스템 운영 절차서 · 종합계측시스템 장비관리 계획서 · 시험방법 절차서 · 시운전시험 결과 일지 · 각종 주요 성능에 대한 계측데이터 · 주요 성능 검증 결과보고서 · 고장정보체계 및 고장분석서 · 속도대역별 운행거리 · 개발된 인프라의 성능 검증 · 인프라 연계시험 관리계획서 · 인프라 연계시험 시험절차서 · 인프라 연계시험 결과보고서 · 주요일정 및 세부일정 관리 계획 및 실적(과제관리계획서) · 연차별 RFP · 기술성과 관리 및 종합 · 각종 성과집 발간 및 대외 연구성과 발표 · 기술개발사업 홍보

6. 기대효과 및 파급효과

· 분산형 고속철도시스템 개발에 필요한 기술체계를 국내에 확보하고, 산・학・연의 공동기술개발 협력체계로 사업단과 핵심과제, 핵심과제와 세부과제간 유기적인 협동 연구체계를 구축하여 최고시험속도 430㎞급의 분산형 고속철도시스템 기술을 독자적으로 확보하여 향후 호남고속철도 등에 개발기술을 적용하는 것이 가능하며, 일반철도의 고속화 및 지하철, 경량전철 등 도시철도 건설사업에 개발기술을 활용할 수 있으며, 또한 국내에서 적용된 실용화기술을 바탕으로 해외

진출의 기반을 다질 수 있음.

· 차세대고속철도기술개발사업을 통하여 개발된 동력분산형 고속철도의 안정성 검증으로 국·내외 시장 경쟁력을 갖출 수 있게 되고, 관련 산업의 국제 경쟁력이 강화될 것임.

· 개발된 시스템에 대한 안전성과 신뢰성의 확인이 이루어지며, 이에 대한 대국민 신뢰도 향상을 가져올 것임.

· 호남고속철도 건설로 요구되는 신규 고속철도 물량과 2020년 이후의 KTX 열차의 대체 물량으로 최소 920량 이상의 고속차량 소요 예측. 차세대 고속철도 실용화 기반 확보로 고속철도 수요 증가에 대비

7. 연구개발기간 및 소요예산

(단위: 백만원)

비목 \ 연도	1차		2차		3차		합계
	금액	산출근거	금액	산출근거	금액	산출근거	
인건비	1,040	74.3/인·연×14인	1,078	74.3/인·연×14.5인	1,003	74.3/인·연×13.5인	3,121
직접비	1,787	시운전관련비용 등 연구활동비 :1,409 계측 및 분석 Tool 유지보수비용 등 연구시설 재료비 : 222 연구수당:인건비×15%	1,786	시운전관련비용 등 연구활동비 :1,415 계측 및 분석 Tool 유지보수비용 등 연구시설 재료비 : 209 연구수당:인건비×15%	1,742	시운전관련비용 등 연구활동비 :1,403 계측 및 분석 Tool 유지보수비용 등 연구시설 재료비 : 188 연구수당:인건비×15%	5,315
간접비	283	(인건비+직접비)×10%	286	(인건비+직접비)×10%	275	(인건비+직접비)×10%	844
합계	3,110		3,150		3,020		9,280

※ 연차별 지원예산은 연구환경의 변화, 연구내용 조정, 중간평가, 정부예산 사정 또는 매칭펀드 비율에 따라 조정 될 수 있음.

※ 본 과제 예산은 정부지원금만으로 구성됨.

연구과제명	분산형 고속철도 실용화 운영특성 기술개발 (I-2)
1. 연구개발 목표	
	· 분산형 고속철도 국내외 실용화 기반 구축을 위한 운영특성기술 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□연구개발의 필요성	· 향후 개발된 분산형 고속열차의 국내 실용화 및 적용을 용이하게 할 수 있도록 분산형 고속열차의 시운전 시험 결과 분석을 반영한 국내 실용화 차량시스템 규격, 국내 적용시 기존 고속철도 차량과의 혼합운행방안 등 고속철도 운영 측면에서의 연구가 수행될 필요성이 있음. · 차세대고속열차의 실용화 차량의 구성은 6량으로 구성된 시제편성과 달리 8량 1편성으로 고려됨에 따라 개발 시제열차의 성능을 확인하면서 향후 실용화시스템에 필요한 사항을 반영하여 실용화에 대한 규격을 마련할 필요성이 있음. · 개발 열차가 국내에 투입되는 경우에 대비하여 기존에 운행하고 있는 고속열차와의 혼합 운행에 따른 효율적인 운영 방안 및 적정 운영속도 등에 대한 검토를 사전에 수행할 필요성이 있음.
□ 기술동향	· 세계 고속철도 시장의 경쟁력 우위 확보를 위해 동력분산식 고속열차 개발 경쟁이 치열 - 일본: 360Km/h 급 'FASTECH 360' 동력분산식 차량을 개발, 시험중 - 프랑스: 360km/h 급 차세대 'AGV' 동력분산식 차량을 개발, 시험중 - 독일: 350km/h 급 'VELARO' 동력분산식 차량을 개발 · 국내에서는 고속철도기술개발사업을 통해서 한국형 고속열차의 운영 효율화 기술 개발이 성공적으로 마무리되었으며, KTX-산천을 통하여 실용화 된 바 있음.
3. 연구개발내용	
	· 개발시스템 적용성 검토 - 운영측면에서 개발시스템 및 본선시운전시험 결과 검토 및 적용성 개선사항 도출 · 실용화 차량시스템 규격 작성 - 시운전시험 결과 및 성능 개선을 반영한 실용화 편성에 대한 차량시스템 사양서 및 제어사양서 작성 · 고속철도 혼합운행 효율화 방안 연구 - 실용화 편성의 국내 투입에 따른 운영속도, 투입 가능 노선 등에 대하여 고속철도 혼합운행방안을 포함한 효율적인 운영 방안 연구

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

· 고속철도기술개발사업을 통하여 개발된 안정화 기술 및 노하우를 활용하여 체계적인 연구수행을 통해 연구기간 단축 및 예산 절감
· 국제경쟁력 확보를 위한 국제공동연구개발 협조체계구축

□ 추진체계

- 개발시스템 적용성 검토 : 기업/연구원
- 실용화 차량시스템 규격 작성 : 기업/연구원
- 고속철도 혼합 운행 효율화 방안 연구 : 기업/연구원/대학

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

· 실용화 편성에 대한 차량시스템 및 제어 사양서
· 실용화 편성의 국내 투입에 따른 운영속도 검토서
· 실용화 편성의 투입가능노선 검토서
· 실용화편성 운영 요구사항
· 기존 고속열차와의 혼합 운행 효율화 방안

6. 기대효과 및 파급효과

· 차세대고속철도기술개발사업을 통하여 개발된 동력분산형 고속철도가 국내·외 실용화가 용이하도록 사전에 운영특성 관련 기술을 개발하고 실용화 규격을 정리함으로써 국·내외 시장 경쟁력을 갖출 수 있게 되고, 관련 산업의 국제 경쟁력이 강화될 것임.
· 호남고속철도 건설로 요구되는 신규 고속철도 물량과 2020년 이후의 KTX 열차의 대체 물량으로 최소 920량 이상의 고속차량 소요 예측. 차세대 고속철도 실용화 기반 확보로 고속철도 수요 증가에 대비

7. 연구개발기간 및 소요예산

(단위: 백만원)

연도 / 비목	1차		2차		3차		합계
	금액	산출근거	금액	산출근거	금액	산출근거	
인건비	149	74.3/인·연×2인	446	74.3/인·연×6인	409	74.3/인·연×5.5인	1,004
직접비	60	여비 등 연구활동비:37 연구수당:인건비×15%	163	여비 등 연구활동비:108 연구수당:인건비×15%	137	여비 등 연구활동비:97 연구수당:인건비×15%	360
간접비	21	(인건비+직접비)×10%	61	(인건비+직접비)×10%	54	(인건비+직접비)×10%	136
합계	230		670		600		1,500

※ 연차별 지원예산은 연구환경의 변화, 연구내용 조정, 중간평가, 정부예산 사정 또는 매칭펀드 비율에 따라 조정 될 수 있음.
※ 본 과제 예산은 정부지원금만으로 구성됨.

연구과제명	분산형 고속철도 국내외 적용방안 연구 (I-3)

1. 연구개발 목표

· 분산형 고속철도 국내외 실용화를 위한 적용방안 및 대응전략 수립

2. 연구개발 필요성 및 기술동향

□연구개발의 필요성

· 향후 개발된 분산형 고속열차의 국내 실용화 및 적용을 용이하게 할 수 있도록 국내 고속철도 도입 계획 및 요구 사항에 대한 분석을 통한 개발된 분산형 고속철도 시스템의 체계적인 국내 적용 방안을 수립할 필요성이 있음.

· 개발된 분산형 고속철도가 국내는 물론 해외에 진출하기 위해서는 실용화 기반을 구축하는 과정에서 보다 체계적으로 해외에서 요구하는 기술적 특성 및 해외시장 현황을 분석하고 우리 기술의 특성분석을 통해 해외진출 대응전략의 수립이 필요함.

□ 기술동향

· 세계 고속철도 시장의 경쟁력 우위 확보를 위해 동력분산식 고속열차 개발 경쟁이 치열
  - 일본: 360Km/h 급 'FASTECH 360' 동력분산식 차량을 개발, 시험중
  - 프랑스: 360km/h 급 차세대 'AGV' 동력분산식 차량을 개발, 시험중
  - 독일: 350km/h 급 'VELARO' 동력분산식 차량을 개발

· 국내에서는 고속철도기술개발사업을 통해서 한국형 고속열차의 운영 효율화 기술 개발이 성공적으로 마무리되었으며, KTX-산천을 통하여 실용화 된 바 있음.

3. 연구개발내용

· 분산형 고속철도 국내 적용 방안 수립
  - 국내 고속철도 도입 계획 및 요구 사항 분석
  - 분산형 고속철도 국내 적용 방안 수립
  - 개발열차 활용방안 수립

· 해외 진출을 위한 고속철도 차량시스템 기술특성 분석 및 대응전략 수립
  - 해외 고속철도 차량 및 실용화 편성에 대한 기술특성 분석 및 종합
  - 해외 고속철도 도입 계획 및 요구 사항 분석
  - 해외 진출 방안에 대한 대응 전략 수립

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

· 고속철도기술개발사업을 통하여 개발된 안정화 기술 및 노하우를 활용하여 체계적인 연구수행을 통해 연구기간 단축 및 예산 절감
· 국제경쟁력 확보를 위한 국제공동연구개발 협조체계구축

□ 추진체계

- 분산형 고속철도 국내 적용 방안 수립 : 기업/연구원/대학
- 해외 진출을 위한 고속철도 차량시스템 기술특성 분석 및 대응전략 수립 : 기업/연구원/대학

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

· 국내 고속철도 도입 계획 검토서
· 국내 실용화를 위한 요구사항 분석서
· 분산형 고속철도 국내 적용 방안
· 실용화 시스템의 해외 고속철도 차량 대비 장단점 분석서
· 해외 고속철도 요구사항 분석서
· 해외 진출을 위한 실용화편성 시스템 기술요구서
· 해외 진출 방안에 대한 대응 전략

6. 기대효과 및 파급효과

· 차세대고속철도기술개발사업을 통하여 개발된 동력분산형 고속철도가 국내·외 실용화가 용이하도록 사전에 운영특성 관련 기술을 개발하고 실용화 규격을 정리함으로써 국·내외 시장 경쟁력을 갖출 수 있게 되고, 관련 산업의 국제 경쟁력이 강화될 것임.
· 호남고속철도 건설로 요구되는 신규 고속철도 물량과 2020년 이후의 KTX 열차의 대체 물량으로 최소 920량 이상의 고속차량 소요 예측. 차세대 고속철도 실용화 기반 확보로 고속철도 수요 증가에 대비

7. 연구개발기간 및 소요예산

(단위: 백만원)

비목 \ 연도	1차		2차		3차		합계
	금액	산출근거	금액	산출근거	금액	산출근거	
인건비			282	74.3/인·연×3.8인	245	74.3/인·연×3.3인	527
직접비			109	여비 등 연구활동비:64 연구수당:인건비×15%	91	여비 등 연구활동비:52 연구수당:인건비×15%	200
간접비			39	(인건비+직접비)×10%	34	(인건비+직접비)×10%	73
합계			430		370		800

※ 연차별 지원예산은 연구환경의 변화, 연구내용 조정, 중간평가, 정부예산 사정 또는 매칭펀드 비율에 따라 조정 될 수 있음.
※ 본 과제 예산은 정부지원금만으로 구성됨.

□ 2세부과제 : 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발

연구과제명	분산형 고속철도 차량시스템 안정화 및 유지보수체계 개발 (II-1)
1. 연구개발 목표	
· 분산형 고속철도 차량시스템 안정화 및 신뢰성 확보 · 분산형 고속철도 차량시스템 안정화시험 유지보수체계 운영을 통한 실용화 편성 유지보수체계 개발	
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□연구개발의 필요성	· 개발된 400 km/h급 동력분산형 고속철도 차량시스템의 실용화 및 고속철도 차량을 구성하고 있는 주요장치들의 신뢰성을 확보하기 위해서는 개발된 시스템 및 부품의 실환경 시험을 통한 지속적인 검증과 유지보수가 반드시 필요함. · 분산형 고속철도 개발시스템의 실용화로 성공적으로 연결될 수 있도록 안정화시험을 통하여 주요 핵심부품에 대한 미비점을 분석하고 개선 필요사항을 도출하여 설계 변경을 통한 성능 개선을 도모할 필요가 있음. · 본선시운전 과정에서 발생할 수 있는 시제차량의 부품 초기 고장에 대한 원인 분석, 부품의 교체 및 대책 수립이 필요하며, 일상점검 및 정기적인 유지보수를 통해 영업운전에 대비한 유지보수비용의 절감과 운영시스템 극대화를 위한 유지보수 기술의 개발이 요구됨. · 차세대고속열차 시제편성의 시운전 과정에서 발생하는 각종 유지보수 사항에 대한 이력을 보다 체계적이고 효율적으로 관리하고 이를 바탕으로 실용화 편성에 대한 유지보수 체계를 구축할 필요성이 있음.
□ 기술동향	· 세계 고속철도 시장의 경쟁력 우위 확보를 위해 동력분산식 고속열차 개발 경쟁이 치열 - 일본: 360Km/h 급 'FASTECH 360' 동력분산식 차량을 개발, 시험중 - 프랑스: 360km/h 급 차세대 'AGV' 동력분산식 차량을 개발, 시험중 - 독일: 350km/h 급 'VELARO' 동력분산식 차량을 개발 · 국내에서는 고속철도기술개발사업을 통해서 한국형 고속열차 차량시스템의 안정화가 성공적으로 마무리되었으며, KTX-산천을 통하여 실용화된 바 있음. · 유럽, 일본 등의 철도 선진국에서는 고속철도 차량 제작단계에서 확보된 각종 부품 및 구성품에 대한 정보를 바탕으로 대상 품목에 대한 최적화된 유지보수 기법을 개발하여 유지보수시스템에 적용하여 향후 상용화시 차량과 함께 공급하고 있음.

3. 연구개발내용

· 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수 및 안정화시험 기술지원
· 주요 차량 하부시스템 안정화 및 성능 개량
  - 차량 주요 하부시스템 안정화
  - 실용화를 위한 차량시스템 및 차량 핵심부품 성능 향상 연구
· 안정화시험을 통한 핵심부품 개선 기술개발
  - 안정화시험을 통한 핵심부품 개선/변경 필요사항 도출(공력특성 및 소음 향상을 위한 페어링 개조, 분산형 고속열차용 주변압기 설계 및 국산화 개발, 소음향상 MCB 개선 등)
  - 실용화를 위한 개선 핵심부품 설계 변경
  - 개선 핵심부품 제작 및 성능 검증 시험
· 안정화시험 유지보수체계 운영
  - 안정화 시험 과정에서의 유지보수 방안 및 계획 수립
  - 유지보수 이력 관리시스템 개발
  - 안정화 시험 과정에서의 유지보수 내역 관리
  - 시스템 및 구성품에 대한 검수주기 산정
  - 안정화 시험용 유지보수 메뉴얼 보완
· 실용화 편성에 대한 유지보수체계 개발
  - 고속철도에 대한 유지보수체계 분석
  - 실용화 편성에 대한 효율적인 유지보수체계 개발
  - 안정화 시험 결과 및 개선 사항을 반영한 실용화 유지보수 메뉴얼 작성
  - 운전자 지원(DAG : Driver Assistant Guidance) 시스템 개발

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

· 차세대고속철도기술개발사업 차량시스템 및 부품분야 개발기술 활용
· 영업시운전을 통한 차량시스템 실용화 기술 제고
· 향후 국내외 수요에 대응할 수 있는 차량실용화 기술 확보
· 차세대고속철도시스템의 국제경쟁력확보를 위한 국제공동연구개발 협조체계구축
· 해외의 유지보수 체계 분석

□ 추진체계

· 주관연구기관 :
  - 분산형 고속철도 차량시스템 유지보수 및 안정화시험 기술지원 : 기업
  - 차량시스템 안정화 및 성능향상 기술개발 : 기업/연구소/대학
  - 안정화시험을 통한 핵심부품 개선 기술개발 : 기업/연구소/대학
  - 안정화시험 유지보수체계 운영 : 기업/연구소/대학
  - 실용화 편성에 대한 유지보수체계 개발 : 기업/연구소/대학

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

- 시스템이 안정된 분산형 고속열차
- 실용화 차량모델 설계자료 및 도면
- 유지보수 부품 리스트
- 유지보수 주기 산출서
- 성능 향상된 분산형 고속열차 하위시스템
- 성능 개량 기술검토서
- 핵심부품 신뢰성 확보 및 실용화 적용을 위한 성능 개선
- 설계변경 이력서
- 각 변경사항에 대한 시험결과 및 분석서
- 설계변경 품목 List
- 설계변경 핵심부품 시제품
- 유지보수 관리에 대한 DB
- 실용화 편성에 대한 차량시스템 유지보수 관리체계
- 실용화편성용 차량시스템 유지보수 매뉴얼
- 실용화편성용 검수주기 산정 계산서
- 실용화편성용 유지보수 품목 List
- 분산형 고속열차 운전자 지원 시스템 시제품

6. 기대효과 및 파급효과

- 분산형 고속철도 차량의 실용화를 위해서는 설계, 제작뿐 아니라 완성 차량 시스템에 대한 각종 시험을 통해 대중교통 수단으로서의 내구성과 함께 엄격한 신뢰성 및 안정성의 확보가 요구됨. 이러한 요구 조건의 만족을 통하여 국내의 고속철도 관련 기술은 한층 성숙될 것이며, 실용화를 위한 많은 시험과 기술개발이 이루어지고, 고속철도 뿐만 아니라 다른 철도시스템에도 적극적으로 활용될 수 있을 것임. 또한 분산형 고속철도와 관련하여 성능기준 등이 정립되어 향후 고속철도의 운영에 연구 결과가 적극적으로 활용될 수 있을 것임.
- 고속철도와 같은 종합적이고 첨단적인 기술의 개발은 운영을 통한 단기적인 경제성 보다는 설계기술 및 생산기술 개발을 통한 기술 하부구조와 부품업체 활성화 등을 통한 산업 하부구조 구축 및 관련 연구기관 및 연구 인력의 질적 향상을 기하는 것과 같은 장기적인 경제성을 기대할 수 있음. 분산형 고속철도에 관한 기술자립을 바탕으로 국내·외 고속철도사업에 진출함으로써 대외의존 기술의 수입대체효과를 기대함과 동시에 수출 전략적 측면도 충분히 기대할 수 있음.
- 분산형 고속철도 차량시스템에 대한 효과적인 유지보수 방안 구축은 향후 실용화 차량 유지보수의 경제성, 안전성, 성능 향상 및 국산화 기술 향상에 기여

7. 연구개발기간 및 소요예산

(단위: 백만원)

비목 \ 연도	1차		2차		3차		합계
	금액	산출근거	금액	산출근거	금액	산출근거	
인건비	1,561	74.3/인·연×21인	1,300	74.3/인·연×17.5인	1,152	74.3/인·연×15.5인	4,013
직접비	4,403	차량 유지보수용 예비품 등 연구시설·재료비: 2,699 유지보수, 시운전관련 용역, 국내여비 등 연구활동비:1,470 연구수당:인건비×15%	3,463	차량 유지보수용 예비품 등 연구시설·재료비: 1,784 유지보수, 시운전관련 용역, 국내여비 등 연구활동비:1,485 연구수당:인건비×15%	3,284	차량 유지보수용 예비품 등 연구시설·재료비: 1,763 유지보수, 시운전관련 용역, 국내여비 등 연구활동비:1,349 연구수당:인건비×15%	11,150
간접비	596	(인건비+직접비)×10%	477	(인건비+직접비)×10%	444	(인건비+직접비)×10%	1,517
합계	6,560		5,240		4,880		16,680

※ 연차별 지원예산은 연구환경의 변화, 연구내용 조정, 중간평가, 정부예산 사정 또는 매칭펀드 비율에 따라 조정 될 수 있음.

※ 본 과제 예산은 정부지원금 및 민간부담금으로 구성됨.

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 차세대고속철도기술개발사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 차세대고속철도기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

〈첨부 1〉 성과점검기준표(3단계)

	과제명 (연구목표)	성과목표		성과지표		성과검증 기준				가중치	달성평점 (평점1~5)
						목표수준		측정방법	검증 방법 (증빙)		
						목표치	달성치				
성과 질적 목표 점검	분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄 (사업추진 체계정립 관리 및 개발기술종합)	1-1	과제별 연구내용/역할 조정	①	과제별 연구내용/역할 조정	97% 이내	100%	일정관리, 사업내용 조정 등의 수행 정도	*별첨 1-1*	0.15	
		1-2	기술성과 목표관리 및 평가	①	기술성과 목표관리 및 평가	97% 이내	90%	기술성과 목표 달성도	*별첨 1-2*	0.15	
		1-3	최종 성능평가 결과자료 종합	①	최종 성능평가 결과자료 종합	97% 이내	95%	각종 성능 평가 자료 결정 능력	*별첨 1-3*	0.2	
		1-4	후속과제 수립	①	후속과제 수립	97% 이내	100%	후속과제 계획 타당성 정도	*별첨 1-4*	0.2	
		1-5	실용화 방안 연구	①	실용화 방안 연구	97% 이내	100%	실용화 방안 계획 타당성 정도	*별첨 1-5*	0.2	
	종합점수 = ∑ (성과목표별 달성평점 ×가중치)										

		목표	목표 건수	달성 건수	증빙	인정 건수	달성율 (%)	가중치	달성평점
양적 지표 점검	사업연계지표	특허출원/등록	출원5	출원5/ 등록2	*별첨 1-6*	*7*	140	0.05	
		논문게재/발표	게재5/ 발표15	게재9/ 발표31	*별첨 1-7*	40	200	0.05	
		기타	-	1	*별첨 1-8*	1	100	0.05	
	종합점수 = ∑ (성과별달성율×가중치)								

[별첨 리스트]

구분	성과지표	성과실적	증빙 no	내용
성과질적지표	1-1. 과제별 연구내용/역할 조정	1) 총괄적 조정 및 관리	1-1-01	제23차 핵심과제책임자 회의 개최-1
			1-1-02	제23차 핵심과제책임자 회의 개최-2
			1-1-03	차세대고속철도기술개발사업 시제차량 제작현황 점검 및 지붕형상 공력 검토 협의
			1-1-04	차세대 고속전철 시제차량 제작현황 점검 6차 공정회의
			1-1-05	통합 및 총괄 과제 세부과제 책임자 및 차세대 고속전철 시제차량 제작현황 점검 7차 공정회의
			1-1-06	차세대고속전철 5차년도 10차 공정회의
			1-1-07	차세대 고속열차 종합계측시스템 구축현황 실태점검
			1-1-08	차세대고속철도기술개발사업 현장실태조사 실시통보
			1-1-09	차세대고속철도기술개발사업 현장실태조사 계획 알림
			1-1-10	차세대고속철도기술개발사업 5차년도 현장실태조사 결과통보
			1-1-11	분산형 고속철도시스템 통합 및 총괄 과제 착수보고회 참석 요청
			1-1-12	차세대고속철도기술개발사업 2011년도 성과조사 실시안내
			1-1-13	2011년도 미래철도기술개발사업 성과조사 제출
			1-1-14	차세대고속철도기술개발사업 정량적 성과 독려
			1-1-15	2011년도(5차년도) 정량적 성과 입력 요청
			1-1-16	건설교통 R&D 성과조사 안내
			1-1-17	차세대고속철도기술개발사업 정량적 성과 입력 및 독려
			1-1-18	대차주행시험 시연 및 홍보 협조 요청
			1-1-19	차세대 고속열차 출고식 관련 회의 개최
			1-1-20	차세대 고속열차 출고 기념식 개최 안내
			1-1-21	차세대 고속열차 출고 기념식 개최 결과 보고
			1-1-22	시운전단 사무실 개소식 개최 알림
			1-1-23	“차세대고속열차시운전단” 개소식 개최 건
			1-1-24	차세대고속열차 시험속도 350km/h 달성 홍보행사
			1-1-25	과학기술기관장 시승식
			1-1-26	방문자 기록지
		2) 상호역할 및 업무조정	1-1-27	분산형 고속열차 주변압기 TFT 운영계획 송부 건
			1-1-28	차세대고속열차 MPS 관련 전문가 자문회의 개최

			1-1-29	개발차량 전기시스템 안정화를 위한 외부전문가 활용
			1-1-30	차세대고속열차 MPS 관련 전문가 자문회의 회의록
			1-1-31	제동시스템 및 판토그라프 제작현황 및 향후계획 협의사항 보고
			1-1-32	판토그라프 납품 및 계측시스템 설치 일정 협의
			1-1-33	개발열차 본선시운전 시험 관련 회의
		3) 연도별 사업내용 조정 및 보완	1-1-34	분산형 고속 시제열차 제작_완성차시험 지연에 따른 대책 요청
			1-1-35	차세대 고속열차 시험운행 안전성 검토의견에 대한 검토결과 회신
			1-1-36	차세대고속철도기술개발사업 협약변경 신청
			1-1-37	운영위원회 심의결과 및 협약변경 승인 통보(평가원 공문)
		4) 전반적인 일정관리	1-1-38	차세대고속철도기술개발사업 현장진도점검 계획 통보
			1-1-39	차세대고속철도기술개발사업 현장진도점검 후속 요청사항 건
			1-1-40	차세대고속철도기술개발사업 시제차량 현장진도점검 결과 통보
			1-1-41	차세대고속철도기술개발사업 시제차량 현장진도점검 보완답변서 건
			1-1-42	현장진도점검 결과 보완답변서
			1-1-43	4차년도 진도보고
		5) 시운전단 구성 및 시험운행 총괄	1-1-44	분산형 고속 시제열차 완성차시험 일정 통보 건
			1-1-45	차세대고속열차 본선 시운전 시험 추진 계획(안) 송부
			1-1-46	차세대고속철도 개발차량 시운전 시험에 대한 협약 체결 보고
			1-1-47	차세대고속철도 개발차량 시운전 시험을 위한 부속 협약서 체결
			1-1-48	차세대고속열차 시운전단 운영
	1-2. 기술성과 목표관리 및 평가	연구성과 자료집 작성	1-2-01	1단계 연구성과자료집
			1-2-02	2단계 연구성과자료집
			1-2-03	3단계 연구성과자료집
	1-3. 최종 성능평가 결과자료 종합	최종 성능평가 결과자료 종합	1-3-01	문서작성대상목록
			1-3-02	차세대 고속열차 차량개발 기술문서 확인 통보
			1-3-03	차세대고속열차 시험 운행을 위한 시험 성적서 송부

	1-4. 후속과제 수립	후속과제 수립	1-4-01	차세대 고속철도시스템 실용화기반구축 사업 기획보고서
	1-5. 실용화 방안 연구	실용화 방안 연구	1-5-01	동력분산형 고속철도 마케팅 전략 수립
성과양적지표	1-6. 특허 출원/ 등록	특허 출원/ 등록	1-6-01	CTPASS 등록 현황
			1-6-02	CTPASS 등록 리스트
	1-7. 논문 게재/ 발표	논문 게재/ 발표	1-7-01	CTPASS 논문게재 등록 리스트
			1-7-02	CTPASS 논문발표 등록 리스트
	1-8. 기타	칼럼	1-8-01	한국건설교통기술평가원 웹진 전문가 칼럼 2012. 10월 62호

[별첨 1-1]

한국철도기술연구원

수신자 내부결재
(경유) 핵심과제 책임자(박춘수,이병석,강윤석)
제목 제23차 핵심과제책임자 회의 개최

1. 관련근거 : 국토해양기술 연구개발사업 사업단과제 관리지침 제 4장(구성 및 운영) 제 16조(사업단장) 4항

2. 위와 관련하여 차세대고속철도기술개발사업 제23차 핵심과제책임자 회의를 다음과 같이 개최코자 하오니 참석하여 주시기 바랍니다.

- 다 음 -

가. 개최일시 : 2012년 8월 27일 (월), 11:00
나. 개최장소 : 차세대고속철도기술개발사업단 회의실(2층)
다. 회의안건 : 연차보고서 및 6차년도 사업계획서, 연구성과 자료집 작성 협의, 끝.

08/24
김기환

협조자

시행 차세대고속철도기술개발사업단-224 (2012.08.24.) 경수
우 437-757 경기도 의왕시 철도박물관로 176 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5212 전송 / jisa0208@krri.re.kr / 공개

<1-1-01>

한국철도기술연구원

수신자 현대로템주식회사
(경유) 핵심과제 책임자(박춘수,이병석,강윤석)
제목 제 23차 핵심과제책임자 회의 개최

1. 관련근거 : 국토해양기술 연구개발사업 사업단과제 관리지침 제 4장(구성 및 운영) 제 16조(사업단장) 4항

2. 위와 관련하여 차세대고속철도기술개발사업 제23차 핵심과제책임자 회의를 다음과 같이 개최코자 하오니 참석하여 주시기 바랍니다.

- 다 음 -

가. 개최일시 : 2012년 8월 27일 (월), 11:00
나. 개최장소 : 차세대고속철도기술개발사업단 회의실(2층)
다. 회의안건 : 연차보고서 및 6차년도 사업계획서, 연구성과 자료집 작성 협의, 끝.

한국철도기술연구원장

08/24
김기환

협조자

시행 차세대고속철도기술개발사업단-225 (2012.08.24.) 경수
우 437-757 경기도 의왕시 철도박물관로 176 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5212 전송 / jisa0208@krri.re.kr / 공개

<1-1-02>

회 의 록

회의명	차세대고속철도기술개발사업 시제차량 제작현황 점검 및 지붕형상 공력 검토 협의
회의 목적	시제차량 제작현황, 문제점 및 만회대책, 향후계획 협의, 추가적으로 지붕형상에 대한 공력해석 향후계획 협의
일 시	2011. 11. 08 (화) 09:30-12:30
장 소	한국철도기술연구원 5동 3층 중회의실
참석자	참석자 명단 참조

·시제차량 상부 페어링 관련 해석결과 발표 (윤수환 박사)
- 일단, 사업일정을 고려하여 현 설계상태로 시운전 진행을 하고 현대로템(주)은 공력 및 소음을 고려하여 가능한 한 범위에서 소 단위의 개선방안을 검토하여 보완할 것.
- 그러나, 대 단위 개선사항에 대해서는 현대로템(주)이 검토하여 사업단과 협의하고 설계 및 제작일정을 결정하여 추후 적용할 것.

·LS산전 발표 (한재문 선임)
- LS산전에서 요청한 건의사항에 대해서 코레일은 신속한 답변 재 요청함.
- 통합차상신호시스템 함체 및 타코메터는 차량제작일정에 맞게 납품 예정임. (11월 2째주 예상)

·유진기공산업 발표 (강성웅 부장)
- 속도센서를 제외하고 모든 개발품 납품 완료함.
- 시험철차서 승인절차 및 일정을 고려하여 판토그라프 semi-active control 내용 및 디스크 다이나모 시험(일본 구리모토) 내용을 별도 협의 또는 차후 공정회의시 발표할 것.
- 판토그라프 조합시험절차서를 승인대상목록에 추가하여 진행할 것.
- 판토그라프 계측시스템 관련 연계기관과 원할한 협의를 진행하여 제작일정에 문제가 없도록 진행할 것.

·현대로템(주) 발표 (이정을 수석)
- 시운전시험이 단 기간이기 때문에 진행에 문제가 없도록 11/17(목)까지 예비품 계획을 사업단에 제출할 것. 특히, 제동부품에 대해서는 특별히 검토가 요구됨.
- 시제차량 제작일정은 반드시 12월말까지 완료하도록 제작현황을 금주 11/11(금)까지 사업단에 재제출할 것.(대차, 전장품 수정일정 포함)

<1-1-03>

회 의 록

회의명	차세대 고속전철 시제차량 제작현황 점검 6차 공정회의
회의 목적	차세대 고속전철 시제차량 제작현황 파악을 위한 6차 공정회의 참석 및 제작현장 점검
일 시	2011. 12. 14 (수) 16:00-18:00
장 소	현대로템(주) 창원공장 본관 제2회의실
참석자	이정을 수석, 민명오 책임, 장성찬 책임, 김용수 선임, 김성준 주임, 문성훈 연구원 (현대로템(주)), 김영국 책임, 백진성 선임(철도연)

- Tc Car 제작일정
  · 의자 취부 : 12/14(완료) · 내전압 시험 : 12/14-17(진행중)
  · 대차차입 : 12/20 (오전) · 편성조립 : 12/20 (오후)
- 옥상작업 (편성에서 실시)
  · MCB 입고 : 12/21 · Roof fairing 작업 : 12/19-21
  · MCB 취부작업 : 12/21
- Mc Car 제작일정
  · 수정작업 완료 : 12/14(완료) · 내장(버전반) 완료 : 12/14(완료)
  · 벨체크 : 12/16 (미결시 편성에서) · 기밀시험 : 12/16
  · 내전압시험 : 12/17-20 · 대차차입 : 12/21(오전)
  · 편성작업 : 12/21(오후)
- 편성조립 (완성차시험 준비)
  · 기계작업(12/23) - 통로연결막, 옥상, 단부스커트, 대차커버, 대차댐퍼, 레벨링 밸브 등
  · 전기작업(12/30) - 차간댐퍼, 버전반, 대차 등
- M3, Tc Car 기밀시험 실패 (누기 포인트 확인/제작보완중) : 편성에서 보완
  · 승강문 및 운전실 측출입문 등 누기포인트 확인
- Mc Car 추가 버션(약 50라인) 발생으로 일부 제작지연(설계문제)
- 사업단장님과 이정을 수석 현안사항 협의 예정(12/16 10:00)
- 인증센터와 민평오 책임 완성차시험 관련 협의 예정(12/20)
- 차량중량측정 결차서는 중량 unbalance 양을 4%로 수정 예정
- 통로연결막 현황 : 누수 및 기밀시험 완료, 소음시험(외부기관) 진행중
- 일부 승인도면 대비 설계제작 변경사항 : M3 Car 버전반을 가족실 공간을 활용하여 이동하였음. 버전반 위치 변경으로 화장실용 오물탱크 일부 미작동, 대차 레벨링 밸브 수정작업 필요

<1-1-04>

회 의 록

회의명	통합및총괄 과제 세부과제 책임자 및 차세대 고속전철 시제차량 제작현황 점검 7차 공정회의
회의 목적	차세대고속철도기술개발사업 통합및총괄 과제의 세부과제책임자 회의를 수행하여 본선 시운전시의 해석검증방안을 협의하고 고속전철 시제차량 제작현황 파악을 위한 7차 공정회의를 개최함
일 시	2011. 12. 22 (목) 14:00-17:00 (세부과제 책임자 회의) 17:00-18:00 (7차 공정회의) 2011. 12. 23 (금) 10:00-12:00 (7차 공정회의 계속)
장 소	현대로템(주) 창원공장 본관 제2세미나실
참석자	참석자 명단 참조

- 통합및총괄 세부과제 책임자 회의
  - 본 시제차량에 대해서 차체 sidewall이 소음차음성능 대비 중량 과다 설계가 되어 있음. 이에 대한 향후 보완대책을 검토중임.(홍익대, 강원대) 설계측면에서는 소음차음성능보다는 고속주행에 따른 미기압파 영향을 고려하여 차량의 강도보강 측면에서 중량 과다 설계를 하였다고 언급함.(현대로템)
  - 동특성 분석을 위한 차량 특성치(동특성 데이터)의 공유가 되지 않고 있음. 특히, Semi-active 및 차간 댐퍼의 데이터 공유가 필요함.(아주대)
  - 시제차량의 공력의 영향에 따른 풍압을 고려하였는데, 정확한 용어의 정의가 필요함. 공력이 아니고 풍압에 대한 영향을 고려함(아주대)
  - 서울대에서 수행하고 있는 5차년도의 사업계획서상의 연구내용은 변함없이 진행예정임. 압력계측시험에 대해서는 차량제작과제와 계속적인 협의가 필요함.(서울대)
  - 중앙대에서 수행하고 있는 동기전동기의 인버터 효율개선 내용에 있어 소음원 점감방안을 위한 랜덤 변조방식을 차량제작사와 협의하여 시제차량에 반영하는 방향을 설정해야 함.(중앙대)
  - 시제차량 제작현황을 점검하면서 소음이나 공력측면에서 차량 간 머드플랩 설치가 필요하다는 의견을 제시하였음.
- 시제차량 제작현황 점검
  - 시제차량의 벨체크를 12/25일까지 완료 예정
  - TDCS 제어기능 검사를 12/26일부터 수행 예정임
  - 시제차량에 대한 완성차시험을 '12/01/15일까지는 완료해야 함.
  - '12/01에 있을 출고식에 대한 방향이 12/28일쯤 결정될 것으로 보여 철저한 준비가 필요함.

<1-1-05>

회 의 록

회의명	차세대고속전철 5차년도 10차 공정회의
일 시	2012.03.22.(목) 14:00 ~ 16:30
장 소	창원공장 본관 3층 2회의실
참석자	참석자 명단 참조

· 차량 점검현황 설명
  - 사업단에 주요 문제점 조치완료 예정일 기입후 자료 송부
  - 누수 및 기밀 보완 작업 누락 추가 할 것
· 주요 장치 문제점 관련
  - MPS : MC 동기기 조속히 기능 정상화 할 것
    -> 3/26~3/20일 기동제어 튜닝 예정임
  - MC 전면창 교체 할 것 : 4/5일 M1 변압기 교체시 교체 예정
  - 배전반 수정 작업, 배전반 내부 케이블 발열 현상 차량 케이블교체
    -> 3/25일 한 케이블 교체 완료 할 것 (우진산전)
  - HV Box 교체 작업 : 3/24일내 완료 할 것(성호테크)
  - 화장실 기능 시험 출고 행사전 완료 할 것
    -> 차량 편성 후 화장실 급수후 누수 확인 예정
    -> 누수 확인 후 업체와 차주 기능시험 예정

<1-1-06>

" 미래철도를 디자인합니다 "

KRRI 한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 한국철도공사사장
(경유) 연구원장, 1-1-3 세부과제연구책임자
제목 차세대 고속열차 종합계측시스템 구축현황 실태점검

1. 귀 공사의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 관련근거 :
가. 차세대고속열차 종합계측시스템 구축현황 알림(기술연구처-1455/2012. 8. 24)
나. 국토해양기술 연구개발사업 사업단과제 관리지침 제 16조(사업단장)
3. 위 관련 가호로 통보된 차세대고속열차 종합계측시스템 구축현황에 대하여 관련 나호에 의거 효율적인 업무 추진을 위하여 아래와 같이 현장실태점검을 하고자 하오니 적극 협조하여 주시기 바랍니다.

- 아 래 -

가. 일 시 : 2012. 9. 12(수) 14:00 ~ 9. 15(목)
나. 장 소 : 차세대고속열차운전단 회의실(부산철도차량정비단 내)
다. 참석자 : 시운전단장, 종합계측시스템 철도공사 담당자,
용역계약업체 담당자
라. 실태조사 내용 :
1) 용역계약내용
2) 추진현황
3) 향후 계획
마. 실태조사 사전검토용 자료 제출
1) 용역계약서, 과업지시서(전자파일 가능)
2) 제출일 : 2012. 8. 31(금)
3) 제출처 : 차세대고속철도기술개발사업단 사무국(의왕시 소재)
전자파일 송부 시(jina0006@krri.re.kr), 끝.

한국철도기술연구원장

협조자 차세대고속철차시운전단장 결재 완료

시행 차세대고속철도기술개발사업단-228 (2012.08.29.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철도박물관로 176 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5212 전송 / jina0006@krri.re.kr / 공개

<1-1-07>

KRRI 한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 수신자참조
(경유)
제목 차세대고속철도기술개발사업 현장실태조사 실시통보

1. 관련근거 : 국토해양기술 연구개발사업 사업단과제 관리지침 제 34조 (최종평가 사전검토)

2. 위와 관련하여 5차년도 차세대고속철도기술개발사업 최종평가를 위한 현장 실태조사를 다음과 같이 실시하고자 하오니 해당과제책임자께서는 조사에 적극 협조하여 주시기 바랍니다.

- 다 음 -

가. 일시 : 2012년 9월 18일(화) ~ 9월 19일(수)
나. 대상기관 및 점검사항 : 붙임참조
다. 점검자 : 사업단장, 사무국장 외
마. 제출자료 및 기한 : 붙임 현장실태조사표를 작성하여 9월 13일(목) 까지 문서 및 PC 파일 사업단 제출

붙임 1. 5차년도 현장실태조사 계획 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

수신자 홍익대(김경태 교수),성균관대(정연선 교수),아주대(박태원 교수),서울대(이동호 교수),중앙대(강윤호 교수),한국철도시설공단 이사장,한국철도공사 사장,현대로템(주) 대표이사,유진기공산업(주) 사장,(주)인터콘시스템스 사장,(주)제테크 사장,(주)한진기술 사장,(주)LS산전 사장,1책임과제책임자(박춘수),4책임과제책임자(강윤석),1-1-1세부과제책임자(김석원)

협조자

시행 차세대고속철도기술개발사업단-288 (2012.09.07.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철도박물관로 176 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5604 전송 / schpio@krri.re.kr / 공개

<1-1-08>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 한국건설교통기술평가원장
(경유)
제목 미래철도사업실장
차세대고속철도기술개발사업 현장실태조사 계획 알림

1. 관련근거 : 국토해양기술 연구개발사업 사업단과제 관리지침 제 34조 (최종평가 사전검토)

2. 위와 관련하여 5차년도 차세대고속철도기술개발사업 최종평가를 위한 현장 실태조사를 다음과 같이 실시하고자 하오니 참고하시기 바랍니다.

- 다 음 -

가. 일시 : 2012년 9월 18일(화) ~ 9월 19일(수)
나. 대상기관 및 점검사항 : 붙임참조
다. 점검자 : 사업단장, 사무국장 외

붙임 1. 5차년도 현장실태조사 계획 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

협조자 차세대고속철도기술개발사업단 경영국

시행 차세대고속철도기술개발사업단-239 (2012.09.07.) 접수
우 487-757 경기도 의왕시 철도박물관로 176 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5604 전송 / ndrplg@krri.re.kr / 공개

<1-1-09>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 수신자참조
(경유)
제목 차세대고속철도기술개발사업 5차년도 현장실태조사 결과통보

1. 관련근거
가. 국토해양기술 연구개발사업 사업단과제 관리지침 제34조 (최종평가 사전검토)
나. 차세대고속철도기술개발사업단-238(차세대고속철도기술개발사업 현장실태조사 실시통보: 2012.09.17.)

2. 위와 관련하여 차세대고속철도기술개발사업 5차년도 현장실태조사 결과를 통보하오니 각 핵심과제에서는 붙임 양식에 의거, 작성한 세부과제별 조치결과를 취합하여 2012.09.25(화)까지 제출하여 주시기 바랍니다.

붙임 : 현장실태조사 의견사항에 대한 조치결과 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

수신자 홍익대(김정태 교수), 성균관대(최연선 교수), 아주대(박태원 교수), 서울대(이동호 교수), 포항대(김원호 교수), 한국철도시설공단 이사장, 한국철도공사 사장, 현대로템(주) 대표이사, 유진기공산업(주) 사장, (주)인터로시스템스 사장, (주)포테크 사장, (주)한터기술 사장, (주)LS산전 사장, 4핵심과제책임자(박훈수), 4핵심과제책임자(강윤석), 1-1-1세부과제책임자(김석원)

협조자 차세대고속철도기술개발사업단 경영국

시행 차세대고속철도기술개발사업단-238 (2012.09.21.) 접수
우 487-757 경기도 의왕시 철도박물관로 176 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5604 전송 / ndrplg@krri.re.kr / 공개

<1-1-10>

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 수신자참조
(경유) "분산형 고속철도시스템 통합 및 총괄" 세부과제/위탁과제 연구책임자
제목 분산형 고속철도시스템 통합 및 총괄 과제 착수보고회 참석 요청

차세대고속철도기술개발사업 분산형 고속철도시스템 통합 및 총괄 과제의 효율적인 추진과 5차년도 핵심과제 연구방향 수립을 위하여 아래와 같이 착수보고회를 개최하니 참석하여 주시기 바랍니다.

- 아 래 -

가. 일 시 : 2011년 9월 7일(수) 10시 ~
나. 장 소 : 한국철도기술연구원 5동 3층 중회의실
다. 목 적 : - 각 기관별 당해연도 계획을 확인하여 사업의 효율적인 추진 도모
- 과제간 인터페이스 등 현안사항 논의
라. 참석자 : 핵심주관기관/세부과제연구기관/위탁연구기관 연구책임자 및 참여연구원

붙임 : 분산형 고속철도시스템 통합 및 총괄 과제 5차년도 착수보고회 개최(안) 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

수신자 홍익대학교, 성균관대학교, 아주대학교, 서울대학교, 포항대학교, 한국교통연구원

협조자 협조 김영숙 협조 김홍수

시행 차세대고속철도기술개발사업단-210 (2011.09.05.) 접수
우 487-757 경기도 의왕시 철도박물관로 176 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5798 전송 / hsohn@krri.re.kr / 공개

<1-1-11>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 수신자참조
(경유) 핵심 및 세부과제연구책임자
제목 차세대고속철도기술개발사업 2011년도 성과조사 실시안내

1. 관련근거 : 건교평 교통1실-597(2011년도 미래철도기술개발사업 성과조사실시 안내:2011.7.20)

2. 위와 관련하여 차세대고속철도기술개발사업 2011년도 성과조사 실시를 안내하오니 붙임에 의거 성과조사 서식을 작성하시어 2011. 7. 28(목)까지 사업단으로 제출하여 주시기 바랍니다.

붙임 : 관련공문사본 및 성과조사 서식 각 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

수신자 우송대산학협력단장, 홍익대총장, 성균관대총장, 아주대총장, 서울대총장, 서울과학기술대총장, 포항대총장, 현대로템대표이사

협조자 차세대고속철도기술개발사업단 경영국

시행 차세대고속철도기술개발사업단-181 (2011.07.22.) 접수
우 487-757 경기도 의왕시 철도박물관로 176 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5075 전송 031-460-5459 / sun@krri.re.kr / 공개

<1-1-12>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 한국건설교통기술평가원장
(경유)
제목 2011년도 미래철도기술개발사업 성과조사 제출

1. 관련근거 : 교통1실-597(2011년도 미래철도기술개발사업 성과조사 실시 안내 :2011.07.20)

2. 위와 관련하여 2011년도 미래철도기술개발사업 성과조사 자료를 붙임과 같이 송부합니다.

붙임 : 1. [차세대 고속철도]2011년도 미래철도기술개발사업 성과조사 자료. 끝

한국철도기술연구원장

협조자

시행 차세대고속철도기술개발사업단-176 (2011.09.12.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철도박물관로 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5505 전송 / devilama@krri.re.kr / 공개

<1-1-13>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 수신자참조
(경유) 각 세부과제 책임자
제목 차세대고속철도기술개발사업 정량적 성과 독려

1. 관련근거 :
가. 「연구개발사업 관리지침」 제64조(연구관리 정보화)와 연구개발 협약서 12조(연구개발 성과의 활용)
나. 미래철도기술개발사업 '11년도 특허실적 조사 및 독려(건교평 교통1실-1046/2011.10.28)

2. 차세대 고속철도 기술개발 사업, 4차년도 정량적 성과(논문 및 특허 등)가 목표 대비 실적이 저조한 실정입니다.

3. 따라서, 각 과제 연구책임자께서는 정량적성과가 2011년도 말까지 논문 및 특허 출원/등록 등이 목표치 이상으로 달성 될 수 있도록 분발하여 주시기 바라며, 기존에 각 과제별로 초과달성하였더라도 추가적으로 실적이 발생 될 수 있도록 노력하여 주시기 바랍니다.

4. 또한, 연구성과 발생시 즉시 주 단위로 연구관리종합정보시스템(http://ctpass.kictep.re.kr)에 등록여부를 확인하시는 등 관리에 철저를 기하여 주시기 바랍니다.

한국철도기술연구원장

수신자 홍익대학교 산학협력단장, 성균관대학교 산학협력단장, 아주대학교 산학협력단장, 서울대학교 산학협력단장, 동양대학교 산학협력단장, 현대로템대표이사, 유진기공산업 대표이사, 인터콘시스템즈 대표이사, 한림기술 대표이사, 퓨텍크 대표이사, LS산전 대표이사, 한국철도시설공단, 한국철도공사

협조자 차세대고속철도기술개발사업단 김영석

시행 차세대고속철도기술개발사업단-399 (2011.11.04.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철도박물관로 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5505 전송 / devilama@krri.re.kr / 공개

<1-1-14>

성과조사 작성서식

○ 성과계획 기간(목표) : 2011.1.1 ~ 2011.12.31
○ 성과발생 기간 : 2011.1.1 ~ 2011. 7.29

(단위:건)

최상위 과제명	수행 체계	과제명	연구 기관명	연구 책임자	특허출원				특허등록				논문게재(논문명표 제외)					사제품 개작	
					계획	실적			계획	실적			계획	실적				계획	실적
						소계	국내	국외		소계	국내	국외		소계	국내	국외	SCI(E)		
차세대 고속철도기술개발	총괄	분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄	한국철도기술연구원	김기환	1	0	0	0	-	-	-	-	1	1	1	0	-	-	-
	1핵심 1세부-주관	시스템 성능평가 기술개발	한국철도기술연구원	박춘수	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	0	1	1	-	-
	1핵심 1세부-공동	차세대 고속철도 공력소음 저감 형상설계 기술개발	한국항공우주연구원	조태환	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	0	-	-	-
	1핵심 1세부-위탁	대차안전성 모니터링 평가방안	한국철도대학	김흥수	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	0	-	-	-

<1-1-13-1>

	2핵심 1세부-주관	연구 실내외 소음저감 기술개발	홍익대학교	김정태	1	1	1	0	-	-	-	-	5	2	1	1	-	-	-
	2핵심 2세부-주관	보선형 고속전철용 진동저감 기술개발	성균관대학교	최연선	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	0	-	-	-
	2핵심 3세부-공동	주행로봇 해석 및 기술	아주대학교	박태원	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	0	-	-	-
	2핵심 4세부-주관	공력해석 및 설계 기술	서울대학교	이동호	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0	1	1	-	-
	2핵심 5세부-주관	보선형 고속전철용 차륜/레일 마찰 및 기술연구	서울과학기술대학교	구정서	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0	0	0	-	-	-
	2핵심 12세부-주관	휠셋 및 1개축 동소이트랜 (Bogie) 적용기술 연구	우석대학교	송달호	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	0	1	1	6	6
	2핵심 13세부-주관	차량 및 대차 동적거동 해석기술 및 시뮬레이션 프로그램 개발	홍익대학교	김윤호	-	2	2	-	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-
	3핵심 1세부-주관	고속철도 차량 시제차량 제작	현대로템(주)	이영석	1	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	15
	3핵심 3세부-	철도차량 실물모형	한림정공	박상우	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3

<1-1-13-2>

	주관	구체 차량탑재용 기술개발																		
	3핵심 4세부-주관	고속전철 틸팅대차 기술개발	엠티원강	구재광	1	1	1	0	-	-	-	-	1	0	0	0	-	1	0
	3핵심 5세부-주관	분산형 견인전동 장치 프레임일체 용접화	한국엠G &M	최재원	1	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	3핵심 6세부-주관	차체/차대 통합진동 해석기술 개발	엠지엠씨 엔지니	신동수	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	-	8	3
	3핵심 7세부-주관	동력분산형 차량의 제동시스템	유진기공산업 (주)	황상규	1	2	1	1	2	0	0	0	0	1	1	0	-	9	9
	3핵심 8세부-주관	고속철도 차량 안전 운행을 위한 차상계측 기술개발	엔텔스로산업	윤순일	-	-	-	-	0	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1
	3핵심 9세부-주관	분산형 고속열차 진단제어 시스템 기술개발	인터콘시스템스(주)	손강호	1	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
	3핵심 10세부-주관	차세대고속철도용 배터리팩	(주)퓨텍크	이상석	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	-	6	3

<1-1-13-3>

		전장치 및 SIV 기술개발																		
	3핵심 11세부-주관	철차량용 동력전달 및 현가장치 기술개발	(주)한타기술	이상남	-	-	-	-	1	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
	3핵심 12세부-주관	통합지능 시스템 기술개발	(주)LS산전	조용기	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
	4핵심 II-2-1세부 (주관)	고속철도 차량 하중 산출 및 구속장치 설계	한국철도기술연구원	강윤석	3	0	0	0	1	0	0	0	2	1	1	0	-	-	-
	4핵심 II-2-1세부 (공동)		서울과학기술대학교	박용걸	1	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4핵심 II-2-1세부 (위탁)		부산대학교	김남식	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	0	-	-	-
	4핵심 II-2-2세부 (주관)		한국철도시설공단	최원일	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4핵심 II-2-2세부 (공동)	차간동(종중도중량) 및 모드전환 제어	한국철도기술연구원	장승업	-	1	1	0	-	-	-	-	2	0	0	0	-	-	-
	4핵심 II-2-2세부 (공동)	차량 및 대차 안전 운행을 위한 차상 제어	한양대학교	이규섭	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4핵심 II-2-2세부 (공동)		(주)성보기술단	박명균	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4핵심 II-2-2세부 (위탁)		(주)교통과고속철도	주환종	1	2	2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계					15	11	10	1	7	2	2	0	28	14	9	4	3	66	45

* 주관연구책임자는 연구관리정보종합시스템(http://ctpass.kictep.re.kr)에 성과 등록여부 확인

<1-1-13-4>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 수신자참조
(경유) 핵심과제 책임자
제목 2011년도(5차년도) 정량적 성과 입력 요청

1. 관련근거 : 「국토해양기술 연구개발사업 관리지침」 제 64조(연구관리 정보화) 및 협약서 제 12조(연구개발 성과 활용)

2. 2012년 01월 28일 부터는 2011년 01 ~ 12월까지의 정량적 성과물들이 연구관리 종합정보시스템(CTPASS)에 입력이 마감이 됩니다.

3. 따라서, 2011년도 01 ~ 12월까지 발생하였던 정량적 성과물 중, 아직 연구관리 종합정보시스템(CTPASS)에 미 입력하신 성과물이 있으시다면 추후에 발생될 수 있는 불이익을 방지 하지 위해 2012년 01월 27일까지 조속히 입력하여 주시기 바랍니다.

한국철도기술연구원장

수신자 핵심과제 책임자,현대로템 주식회사

협조 안병선 전무 이세훈 01/04 부장 김기환

협조자 차세대고속철도기술개발사업단 김영국

시행 차세대고속철도기술개발사업단-4 (2012.01.04.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철망골 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5505 전송 / devilams@krri.re.kr / 공개

<1-1-15>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 수신자참조
(경유) 각 세부과제 책임자
제목 건설교통 R&D 성과조사 안내

1. 관련근거 : 건설교통 R&D 성과조사 (평가원 성과활용실-669 / 2012.05.17.)

2. 위와 관련하여, 「국토해양부소관 연구개발사업 운영규정」 제45조(연구개발결과의 활용 촉진) 및 「국토해양기술 연구개발사업 관리지침」 제53조(활용실적 조사)에 따라 "건설교통 R&D 성과조사"를 아래와 같이 실시합니다.

3. 주관연구책임자(연구단/사업단 세부과제인 경우 협동연구책임자)께서는 해당과제의 연구성과를 빠짐없이 한국건설교통기술평가원 연구관리종합정보시스템(http://ctpass.kictep.re.kr)에 입력하여 주시기 바랍니다. 자세한 안내는 붙임을 참고하여 주시기 바랍니다.

4. 금번 조사대상 과제 중 종료과제는 "연구성과 입력"과 함께 "2011년도 연구개발결과 활용보고서 제출"을 기한내 완료해 주시기 바라며, 금번 제출되는 활용보고서는 추후 추적평가 자료로 활용할 예정이오니 과제 종료 후 모든 실적에 대하여 면밀히 확인하여 주시기 바랍니다.

- 아 래 -

가. 대상과제 : '07년~'11년 종료과제, 계속과제(연구수행중 과제)
나. 조사방법 : 연구관리종합정보시스템(http://ctpass.kictep.re.kr) 상 웹 입력
다. 제출내용
- 종료과제 : 연구성과 입력 및 활용보고서 제출 / 계속과제 : 연구성과 입력
+ 상세내용은 "[붙임]건설교통R&D 성과 및 활용보고서 제출 안내" 참조
라. 조사기간 : 2012년 5월 17일(목) ~ 2012년 5월 24일(목) 17:00까지

붙임 : 1. 건설교통 R&D 성과조사 (평가원 공문), 1부.
2. 건설교통 R&D 성과 및 활용보고서 제출 안내, 1부.
3. 07~11년 종료과제 및 계속과제 목록, 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

수신자 한국철도시설공단,한국철도공사,홍익대학교,성균관대학교,아주대학교,서울대학교,동양대학교,현대로템,유진기공,인터은시스템스,파테크,한타기술,LS산전,우송대학교,서울과학기술대학교,동양강철,대원강업,국업기엔빌,지엠씨물류업,비스로테크

협조 류지나 전무 이세훈 06/24 부장 김기환

협조자 차세대고속철도기술개발사업단 김영국

시행 차세대고속철도기술개발사업단-161 (2012.05.24.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철망골 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5212 전송 / jina0208@krri.re.kr / 공개

<1-1-16>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 수신자참조
(경유) 각 세부과제 책임자
제목 차세대고속철도기술개발사업 정량적 성과 입력 및 독려

1. 관련근거 : 「국토해양기술 연구개발사업 관리지침」 제64조(연구관리 정보화) 및 협약서 제12조(연구개발 성과의 활용)

2. 차세대고속철도기술개발사업 5차년도가 2012.8.30. 부로 사업이 종료되는바 2012년 1월 28일 이후 현재까지 발생한 정량적 성과를 연구관리 정보시스템(CTPASS)에 입력하여 주시기 바라며 입력된 내용을 근거로 5차년도 정량적 성과조사표(붙임1.)을 '12.6.12(화)까지 작성하여 주시기 바랍니다.

3. 또한 본 사업의 정량적 성과가 초과될 수 있도록 각 세부과제에 적극 독려하여 주시기 바랍니다.

붙임 : 1. 5차년도 핵심과제별 정량적 성과목표 및 실적, 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

수신자 1핵심과제 책임자,8핵심과제 책임자,4핵심과제 책임자

협조 류지나 전무 이세훈 06/06 부장 김기환

협조자 차세대고속철도기술개발사업단 김영국

시행 차세대고속철도기술개발사업단-167 (2012.06.05.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철망골 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5212 전송 / jina0208@krri.re.kr / 공개

<1-1-17>

○ 5차년도 핵심과제별 정량적 성과목표 및 실적[계획서 기준]

[2012.03.12.~ 2012.06.05.]

성과항목	표준 성과지표	성과 측정방법	5차 목표치		통합/총괄		I-1		II-1		II-2		4차년도 종료과제
			목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	실적
논문	학술지 게재 논문 건수	논문게재	26	14	14	7	5	2	1		6	5	
	학술지 발표 논문 건수	논문발표	51	42	23	19	14	13	3	3	11	7	
지식재산권	특허출원 건수	특허출원	9	10	3	4	~	2	6	4	~		
	특허등록 건수	특허등록	2	5	1	2	~	1	1	1	~		2
	S/W 등록 건수	S/W 등록	4	3	4	1	~		~	2	~		
인력양성	분야별 인력양성 배출실적	인력양성	5	3	3	3	~		~		2		
산학연 협력	산학연간 기술지원	기술지원	6		6		~		~		~		
기타		전문가기술세미나 개최(워크샵 포함)	1		1		~		~		~		

※ 변경된 사항은 파란색으로 표시

<1-1-17-1>

○ 5차년도 통합 및 총괄 정량적 성과 목표 및 실적

성과항목	표준 성과지표	I-0		통합/총괄		1세부		2세부		3세부		4세부		5세부		위탁	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문	학술지 게재 논문 건수	14	7	1	2	2		3		2	1	4		2	2	~	
	학술지 발표 논문 건수	23	19	3	3	3	6	4		4	6	5	2	3	2	1	
지식재산권	특허출원 건수	3	4	2	2	~	1	1		~		~		~	1	~	
	특허등록 건수	1	2	~		~	2	1		~		~		~		~	
	S/W 등록 건수	4	1	~		~	1	2		1		~		1		~	
인력양성	분야별 인력양성 배출실적	3	3	~		~		~		~		~		3	3	~	
산학연협력	산학연간 기술지원	6		~		2		2		~		~		2		~	
기타	전문가기술세미나개최	1		~						1		~		~		~	
미입력 현황		발표															
		인력양성															

※ 변경된 사항은 파란색으로 표시

<1-1-17-2>

○ 5차년도 Ⅰ-1핵심 세부과제별 정량적 성과 목표치

성과항목	표준 성과지표	Ⅰ-1		1세부		2세부		3세부		
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	
논문	학술지 게재 논문 건수	5	2	4	1	~	~	1	1	
	학술지 발표 논문 건수	14	13	11	11	1		2	2	
지식재산권	특허출원 건수	~	2	~	2	~		~		입력완료 : 4차년도 종료과제(한양대) : 1건
	특허등록 건수	~	1	~	1	~		~		
	S/W 등록 건수	~		~		~		~		
인력양성	분야별 인력양성 배출실적	~		~		~		~		
산학연 협력	산학연간 기술지원	~		~		~		~		
기타	전문기술세미나 개최	~		~		~		~		
	기타									

※ 변경된 사항은 파란색으로 표시

<1-1-17-3>

○ 5차년도 Ⅱ-1핵심 세부과제별 정량적 성과 목표치

성과항목	표준 성과지표	Ⅱ-1		1세부		7세부		8세부		10세부		11세부		12세부	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문	학술지 게재 논문 건수	1		~		~		~		1		~		~	
	학술지 발표 논문 건수	3	3	~		~		2		~		~		1	3
지식재산권	특허출원 건수	6	4	3		~		2		1		~		~	4
	특허등록 건수	1	1	~		~		~		~	1	~		1	
	S/W 등록 건수	~	2	~		~		~		~		~		~	2
인력양성	분야별 인력양성 배출실적	~		~		~		~		~		~		~	
산학연 협력	산학연간 기술지원	~		~		~		~		~		~		~	
기타	전문기술세미나 개최	~		~		~		~		~		~		~	
	기타														

※ 변경된 사항은 파란색으로 표시

<1-1-17-4>

○ 5차년도 Ⅱ-2핵심 세부과제별 정량적 성과 목표치

성과항목	표준 성과지표	Ⅱ-2		1세부		2세부		
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	
논문	학술지 게재 논문 건수	6	5	4	4	2	1	
	학술지 발표 논문 건수	11	7	6	2	5	5	
지식재산권	특허출원 건수	~		~		~		
	특허등록 건수	~		~		~		
	S/W 등록 건수	~		~		~		
인력양성	분야별 인력양성 배출실적	2		2		~		
산학연 협력	산학연간 기술지원	~		~		~		
기타	전문기술세미나 개최	~		~		~		
	기타							

※ 변경된 사항은 파란색으로 표시

<1-1-17-5>

※ 종료된 과제 및 4차년도 정량적성과 현황(CTPASS 미입력 현황 포함)

◉ 논문게재 CTPASS 검색본가 항목 및 게재예정

세부	게재월	논문명	주저자	총저자수	학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분	SCI(E) /일반
I-2-1	2012 (예정)	⚠철도망설계 이종한 고속철도 차량 구조부의 투과손실 연구	김태모	-	⚠춘진동공학회	심사중	국내	-
I-2-5	2011.12 (예정)	3D/1D 하이브리드 유한요소 모델을 이용한 동력 분산형 차세대 고속열차 견인차량의 승용 해석	김경보	2	2011 한국자동차공학회	계재확정	국내	일반
	2012 (예정)	Theoretical Development of a Simplified Wiremesh Model to Evaluate Collision-induced Derailments of Rollingstock	구경서	2	Journal of Sound and Vibration	심사중	국외	SCI
I-2-12	2011. 08	전서를 활용한 열차 화장실 내 유급상황 감지에 관한 연구	장덕진	-	2011 한국철도학회논문집	16(4)	국내	일반
	2011. 08	Selection Process of IT Applications for the Korean Next-Generation High-Speed Train	장덕진	2	International Journal of Engineering and Industries	2(2)	국외	일반
I-1-5	2011.10	고속철도차량용 정문유리의 압력시험에 관한 연구	정대용	3	철도학회 논문집	14(5)	국내	일반

※ 노란색으로 표시되어 있는 항목은 CTPASS에 검색이 되는 항목.

◉ 특허 출원/등록 미 입력 현황 및 예정

해당과제	출원/등록	특허 출원/등록 명칭	예정일	비고
I-1-6	출원	동로 연결부에서 차량과 센터 트레일간의 일체구조	2011.12	
		센터트레일 피칭방지 받침대	2011.12	

※ 노란색으로 표시되어 있는 항목은 실적이 확인된 항목.

<1-1-17-6>

" 미래철도를 디자인합니다 "

KRRI 한국철도기술연구원

수신자 현대로템 사장
(경유) 기술연구소장,핵심11-1과제 책임자,주행장치개발팀장
제목 대차주행시험 시연 및 홍보 협조 요청

1. 귀 사의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 귀 사가 참여하고 있는 '차세대고속열차 기술개발사업' 관련하여 제작 완료된 동력대차의 주행시험을 완료하였으나, 2011년 10월 11일 우리 연구원에서 개최되는 '국토부 정책세미나(국토해양부 철도정책관 및 담당 과장들 참석)' 에서 시연하고자 하오니 대차의 재반입연기 및 시험준비 등 관련된 사항을 조치할 수 있도록 협조 바랍니다.

3. 또한 주행시험 시연시 귀사가 개발한 동력대차기술의 우수성을 언론 기관을 통해 홍보를 하고자 하오니 이에 대한 협조 바랍니다. 끝.

한국철도기술연구원장

협조자 차세대고속철도기술개발사업단 김석원

시행 차세대고속철도기술개발사업단-295 (2011.10.10.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철안동 660-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5505 전송 031-460-5549 / sskim@krri.re.kr / 공개

<1-1-18>



<1-1-18-1>



<1-1-18-2>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 현대로템 주식회사
(경유) 기술연구소장, 국내영업담당
제목 차세대 고속열차 출고식 관련 회의 개최

1. 귀사의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 차세대 고속철도 출고식(Roll-Out)행사와 관련하여 회의를 다음와 같이 개최코자 하오니 참석하여 주시기 바랍니다.

-다 음-

가. 개최일시 : 2012년 01월 10일 (화), 14:00 ~ .
나. 개최장소 : 차세대고속철도기술개발사업단 회의실(5동 4층).
다. 참석대상 : 기술연구소장, 국내영업담당자 ,핵심 실무 담당자, 사업단 관계자 등.
라. 회의안건 : 차세대 고속철도 출고식(Roll-Out)행사 관련 협의. 끝.

한국철도기술연구원장

<1-1-19>

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 한국철도공사 사장
(경유) 연구원장
제목 차세대 고속열차 출고 기념식 개최 안내

1. 귀사의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 차세대 고속열차 출고 기념식 행사를 아래와 같이 개최하고자 하오니 귀 공사에서 많이 참석하여 자리를 빛내주시기 바라며, 원활한 행사 진행을 위하여 출고 기념식에 참석하실 인원 명단을 붙임.3 서식에 의거하여 송부하여 주시기 바랍니다.

- 다 음 -

가. 개최일시 : 2012. 05. 16(수), 15:30 ~ 17:30.
나. 개최장소 : 창원중앙역.
다. 참석범위 : 국토부장관 등 정부관계자, 전문기관 및 과제책임자, 각 언론기자단 등.
라. 내 용 : 시제차량 홍보 및 시승행사 등.
마. 상세일정 : 붙임참조.

한국철도기술연구원장

<1-1-20>



<1-1-20-1>



<1-1-20-2>



<1-1-20-3>



<1-1-20-4>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 내부결재
(경유)
제목 차세대 고속열차 출고 기념식 개최 결과 보고

1. 관련근거 : 차세대 고속열차 출고 기념식 개최 (차세대 고속철도 기술개발 사업단TFT-157 / 2012.05.15.)

2. 위와 관련하여, 차세대 고속열차 출고 기념식 개최 결과를 다음과 같이 보고합니다.

- 다 음 -

가. 개최일시 : 2012. 5. 16(수) 15:40 ~ 17:30.
나. 개최장소 : 창원중앙역 광장.
다. 참석범위 : 국토부장관 등 정부관계자, 지자체인사, 언론기자단, 전문기관, 연구과제 과제책임자 및 참여연구원 등 약 200여명.
라. 성 과 : 언론보도, 대외적 홍보, 시승행사, 유공자 포상 등.
마. 개최비용 : 32,389,490원(붙임 참조).

붙임 : 1. 차세대 고속열차 출고 기념식 개최 결과보고, 1부.
2. 차세대 고속열차 출고 기념식 참석자 인원 현황, 1부. 끝.

담당 안병선	팀장 이세종	본부장 김기환	연철본부장	06/01 이중석

협조자 차세대고속철도기술개발사 현장TFT 김영국 감사실 김춘수

시행 차세대고속철도기술개발사업단-164 (2012.05.01.) 접수
우 487-75? 경기도 의령시 행암동 860-1 / http://www.krri.re.kr
전화 061-460-5505 전송 / devilams@krri.re.kr / 공개

<1-1-21>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 수신자참조
(경유)
제목 시운전단 사무실 개소식 개최 알림

1. 귀 기관에 무한한 발전을 기원합니다.

2. 철도기술안전과-3108「차세대고속열차 시운전단 구성·운영 회의결과 알림」(2011.12.15.) 관련입니다.

3. 위 호와 관련하여 「차세대 고속열차 시운전단」 사무실 개소식을 아래와 같이 개최하고자 하오니 참석을 부탁드립니다.

- 아 래 -

가. 목 적: 효율적인 시운전 시험을 위한 시운전단 사무실 개소식 개최
나. 일 시: 2012년 5월 22일 (화), 12:00 ~ 13:35
다. 장 소: 부산철도차량정비단 내 LCP동 1층 사무실

첨부 : 개소식 행사 개최 알림 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

수신자 국토해양부(철도기술안전과장), 한국철도공사(부산철도차량개발단장·연구원장), 한국철도시설공단(녹색철도연구원장), 한국건설기술연구원(고품사업본부장), 현대로템(기술연구소장)

협조자 노희인	팀장	06/16 김석원

협조자

시행 차세대고속열차시운전단TFT-12 (2012.05.15.) 접수
우 487-825 경기도 의령시 행암동 860-1 / http://www.krri.re.kr
전화 061-460-5564 전송 061-460-5509 / hmdh@krri.re.kr / 공개

<1-1-22>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 내부결재
(경유)
제목 "차세대고속열차시운전단" 개소식 개최 건

차세대고속철도기술개발사업을 통해 개발되는 분산형 고속 시제차량의 조기 안정화 및 효율적인 시운전시험을 수행하기 위해 발족된 "차세대고속열차시운전단 TF" 의 개소식을 아래와 같이 개최하고자 합니다.

- 아 래 -

1. 일시 : 2012년 5월 22일(화) 12:00~13:35
2. 장소 : 부산고속철도정비단 운전본소 1층 시운전단 사무실
3. 참석자 : 국토부, 한국철도공사, 한국철도시설공단, 건교평 및 시운전단 참여기관 연구책임자 및 실무자 등 총 100명 내외
4. 비용해소 : 분산형 고속철도시스템 통합및홍팔(AH1001)의 수용비 및 수수료 (약 380만원)

붙임. [차세대고속열차시운전단TFT] 개소식 계획(안) 1부. 끝

담당 박정재	팀장 김석원	06/16 김기환

협조자 감사실 김춘수

시행 차세대고속열차시운전단TFT-18 (2012.05.15.) 접수
우 487-825 경기도 의령시 행암동 860-1 / http://www.krri.re.kr
전화 061-460-5527 전송 061-460-5549 / jspail@krri.re.kr / 공개

<1-1-23>



<1-1-23-1>



<1-1-23-2>

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 내부결재
(경유)
제목 차세대고속열차 시험속도 350km/h 달성 홍보행사

1. 관련근거 : 국토해양기술 연구개발사업 사업단과제 관리지침 제7장 37조(성과관리)

2. 위와 관련하여, 차세대고속열차 시험속도 350km/h 달성 홍보행사를 다음과 같이 진행하오니 결재하여 주시기 바랍니다.

-다 음-

가. 일시 : 2012. 9. 8(토) 23:00 ~ 2012. 9. 9(일) 00:40
나. 장소 : 부산역(부산→동대구)
다. 참석범위 : 국토부관계자, 차세대고속열차 시험관련자 및 관계자
국토부 출입기자 중 언론기관 기자 등
라. 상세일정 : 붙임 참조
마. 개최비용

(단위 : 원)

항목	금액	비고
현수막 제작비	100,000	- 외부로 : 1000cm × 90cm
다과비	500,000	
식 대	300,000	
예비비	100,000	
합 계	1,000,000	

붙임 : 차세대 고속열차 시험속도 시속 350km 달성 행사(안). 끝.

2012.07
김기환

협조자 차세대고속철도기술개발사업단 경영부

시행 차세대고속철도기술개발사업단-386 (2012.09.07.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철도박물관로 176 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5212 전송 / jinaCCDD@krri.re.kr / 공개

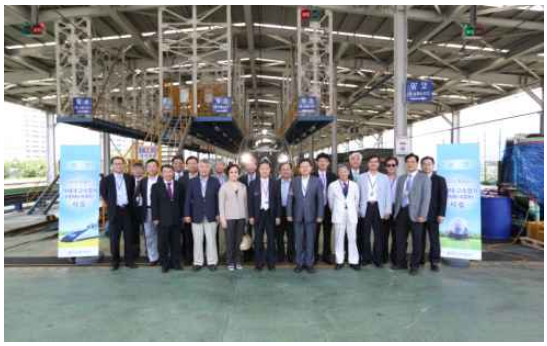
<1-1-24>



<1-1-24-1>



<1-1-24-2>



<1-1-25>

2012년 시운전단 방문자 기록지

일련번호	방문일자	제 목	비 고
01	12.06.22	차세대고속철지시습/현장자인단TFT 개소식	
02	12.06.13	프시험도 프준규격 공청회 및 연구동계 방표회	
03	12.06.22	제 3 회 기술심업 행사	
04	12.07.20	산업단군의 기획부시장방문의 및 HEMU-430x 고속열차 건적행사	
05	12.07.20	NU Rakid HEMU-430x 건적	
06	12.07.20	차량기계 분과위원회 서비다 개최	
07	12.08.07	HEMU 차량 홍보동장 촬영	
08	12.09.14	소선한국입도 최동기 기차 HEMU 시승 체험	
09			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			

<1-1-26>



<1-1-26-1>



<1-1-26-2>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 수신자참조
(경유)
제목 분산형 고속열차 주변압기 TFT 운영계획 송부 건

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원드립니다.

2. 차세대고속철도기술개발사업을 통해 개발중인 분산형 고속 시제열차의 완성차 시험 중의 주변압기 고장과 관련하여 고장원인 분석, 종합 방지대책 및 수리 복구 일정관리 등의 필요성을 느끼는 바, 관련 분야 전문가 및 실무자 등을 모시고 붙임과 같이 TFT를 운영하고자 하오니 적극 협조하여 주시기 바랍니다.

붙임. 주변압기 관련 TFT 운영계획 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

수신자 현대로템(주), (주)팩 테크, (주)비츠로테크

협조자

시행 차세대고속철도기술개발사업단-88 (2012.08.08.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철암동 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5627 전송 031-460-5649 / japan1@krri.re.kr / 공개

<1-1-27>

주변압기 관련 TFT 운영계획

2012. 3. 7

1. 개요

○ 차세대고속열차 시제편성의 완성차 시험 중 주변압기 고장(2회) 발생
○ 주변압기의 고장 원인 분석, 종합 방지대책 및 수리 복구 일정 관리 필요
○ 연구원의 관련 분야 전문가 및 관련 실무자로 TFT 구성 및 운영코자 함.

2. TFT 명단 : 총 13명

○ 1차 사고 발생 관련 회의 참석자 중심에 연구원 전문가를 포함한 확대 개편

번호	소속	성명	직급	분야	연락처
1	철도연	이태형	책임	총괄	010-3025-2284
2	철도연	조연욱	수석	기술검토	010-4818-8542
3	철도연	조홍식	선임	총괄실무	010-6254-5238
4	현대로템	민평오	차장	차량제어	010-4775-7551
5	현대로템	박영호	차장	전장품	010-3375-1541
6	현대로템	정은성	차장	MPS	010-6209-5273
7	현대로템	노애숙	차장	MPS	016-507-3714
8	현대로템	최열준	과장	MTF	010-3661-3744
9	현대로템	신명준	대리	TDCS	010-3376-5895
10	팩테크	이선희	차장	APS, BACH	010-8373-4569
11	비츠로테크	구치욱	부장	MCB	010-6247-2303

<1-1-27-1>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 내부결재
(경유)
제목 차세대고속열차 MPS 관련 전문가 자문회의 개최

차세대고속철도기술개발사업의 차세대고속열차 본선시운전시험과 관련하여 아래와 같이 고속열차 MPS에 대한 전문가를 초청하여 자문회의를 개최하고자 합니다.

- 아 래 -

1. 일 시 : 2012년 7월 17일(화) 10:00~15:00
2. 장 소 : 한국철도기술연구원 5동 2층 회의실
3. 자문위원 : 붙임1 차세대고속열차 MPS 관련 자문회의 개최 계획 참조
4. 목 적 : 차세대고속열차 본선시운전시험시 최근 발생되는 MPS 문제점 현황 분석 및 개선대책 마련을 위한 원내외 전문가 의견수렴 및 자문
5. 예산비목 : 시스템 성능평가 기술개발(AH11002A)의 기술정보활동비
6. 소요비용 : 140만원
   - 자문비 : 95만원(A급 외부전문가 1인, B급 외부전문가 2인)
   - 음료/다과 및 식대 : 45만원 (15인× 3만원)

붙임: 1. 차세대고속열차 MPS 관련 자문회의 개최 계획 1부.
2. 외부전문가 이력서 각 1부. 끝.

협조자 차세대고속철차시운전TFT 권석철 차세대고속철도기술개발사업TFT 권명국 결재권자 권순수

시행 차세대고속철도기술개발사업단-198 (2012.07.16.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철암동 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5755 전송 031-460-5649 / hsdho@krri.re.kr / 공개

<1-1-28>

차세대고속열차 MPS 관련 자문회의 개최 계획

2012. 7. 13.

1. 목적

○ 차세대고속열차 본선시운전시험시 최근 발생되는 MPS(Main Propulsion System 주전력변환장치)의 현황을 분석하고 개선대책을 마련하고자 함

2. 현황

○ 6월 28일부터 경부고속철도 2단계 구간(부산-울산)에서 시운전 시험 진행중 (주 2회)
○ 경전선에서 최고속도 150km/h 시험까지는 안정화 경향을 보였으나 경부고속선에서 최고속도 230km/h 까지의 증속시험시 지속적인 MPS 고장 발생

3. 개선대책 마련 전문가회의

○ 개최일 : 2012년 7월 17일(화) 오전 10시~오후 3시
○ 회의장소 : 한국철도기술연구원 5동 2층 회의실
○ 발표 내용

발표자	발표 내용	발표 시간
현대로템 노애숙 차장	시운전결과 조치내용 및 향후 대책	1시간 30분
철도연 이태형 책임	MPS의 단품시험, 완성차시험 현황 및 개선점	30분

○ 자문 전문가
- 외부 전문가

성 명	소속 및 직위	비 고
김 남 해	전 현대중공업 상무	A급
류 홍 제	한국전기연구원 책임연구원	B급
정 만 규	현대중공업 기계전기연구소 책임연구원	B급
김 윤 호	중앙대학교 교수	사업 참여

- 내부 전문가 : 이병송, 이형우, 박찬배, 김명룡, 민근홍 등

○ 회의참석자 : 내·외부 전문가, 차세대고속열차 MPS 관련 연구원 등 15인

<1-1-28-1>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 내부결재
(경유)
제목 개발차량 전기시스템 안정화를 위한 외부전문가 활용

차세대고속철도사업에서 수행 중인 「시스템 성능평가 기술개발」과제와 관련하여 다음과 같이 외부전문가 자문을 시행하고자 하오니 재가 바랍니다.

- 다 음 -

가. 자문목적 : HEMU-430x 주변압기 고장 원인 분석 및 전기시스템 안정화

나. 자문시행계획
- 자문 전문가 : 김남해
- 자문내용 : 고속열차용 주변압기 고장 원인 분석, 전기시스템 안정화 방안 제안
- 자문기간 : 2012.3.21 ~ 2012.5.20 (2개월)
- 소요예산 : 2,000천원 (A급 기준) × 2(개월) = 4,000 천원(제세포함)
- 예 산 : 「시스템 성능평가 기술개발(AH11002A)」 연구활동비

다. 활용방안
- 상기 자문내용이 반영된 전문가 자문보고서 제출
- HEMU-430x 시운전 시험에서 전기시스템 안정화를 위해 활용

붙임 : 전문가자문 추진계획서 1부. 끝.

협조자 김기환

시행 차세대고속철도기술개발사업단-97 (2012.03.20.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철안동 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5209 전송 031-460-5279 / sohn1@krri.re.kr / 공개

<1-1-29>

붙임 1.

'시스템 성능평가 기술개발' 관련 전문가 자문 추진계획

1. 자문목적

- 차세대고속철도기술개발사업의 '시스템 성능평가 기술개발' 과 관련하여 본 사업에서 개발하여 시운전 준비 중인 HEMU-430x 차량의 주변압기의 고장 원인을 분석하고 전기시스템을 안정화하기 위한 기술 자문.

2. 전문가 활용 자문 계획

자문명	자문내용
HEMU-430x 주변압기 고장 원인 분석 및 전기시스템 안정화 방안 제안	- 고속열차용 주변압기 고장 원인 분석 - 차세대고속열차 추진시스템 안정화 방안 제안 - 차세대고속열차 보조전원시스템 안정화 방안 제안 - 차세대고속열차 고압회로 안정화 방안 제안 - 차세대고속열차 차량제어 안정화 방안 제안

3. 전문가 자문 시행 소요예산

자문 전문가	자문기간	자격기준	소요예산	예산조치
김남해	2012.3.21.~2012. 5.20 (2개월)	교수(A급)	2,000천원×2개월 =4,000천원	AH11002A 연구활동비 (기술정보활동비)

4. 자문결과 활용방안

- 상기 자문내용이 반영된 전문가 자문보고서 제출
- HEMU-430x 시운전 시험에서 전기시스템 안정화를 위해 활용

붙임 : 외부 전문가 이력서 1부

<1-1-29-1>

회 의 록

일 시	2012. 7. 17(화) 10 : 00 ~
장 소	철도연 5동 2층 회의실
회의명	차세대고속열차 MPS 관련 전문가 자문회의
참석자	현대로템 : 김국진 이사, 정은성 차장, 노애숙 차장 외부자문 : 김윤호 교수, 김남해, 류홍제 박사, 정만규 차장 철도연 : 김기환, 민근홍, 김명룡, 이병송, 이형우, 박찬배, 김영국, 이태형, 조홍식
내 용	

○ MPS 본선시운전시험 현황 발표
- 경전선 및 경부고속2단계 구간 시험현황 발표
  · GDUF 종류 : di/dt, Usat-4, Usat-3, Usat-2, Usat-1, Switching 고장
- 시험결과 및 조치내용
  · V/F 조정, GDU 검지 조건 변경, 100G 검지, GDU Power Supply 교체
  · 광케이블 교체, TM 및 MPS 소자베이스 온도 측정
  · 인버터 DSP보드 교체, MPS4 인버터 GDU U, X상 교체

○ MPS, TM 구성품, 조합, 완성차시험 결과 및 개선점 발표
- 시험결과는 양호
- 1C1M 조합 시험 : 표면자속밀도 측정 항목 추가 필요
- 1C4M 조합 시험 : 단시간 속도상승 현실화 필요, 정토크~정출력 제어안정화 필요
- TM 설계변수, 차량인터페이스신호 확인 필요
- 진동, 온도, 공급전원품질 등 고려 필요
- 재역행 시험항목 추가

○ 대책 및 결론
- 1C4M MPS
  · 추측에 의한 고장원인 도출

<1-1-30>

제동시스템 및 판토그라프 제작현황 및 향후계획 협의사항 보고

('11. 10. 07)

□ 개 요

○ 일시 : 2011년 10월 7일 (금) 10:00 - 12:00
○ 장소 : 한국철도기술연구원 5동 409호 회의실
○ 참석자 : 박훈규 부사장, 강성용 부장, 황성운 과장(유진기공산업) 이정율 수석(현대로템(주)), 남학기 이사(GMTECH) 김기환 수석, 김석원 책임, 백진성 선임(철도연)
○ 목적 : 유진기공산업(주) 주요 개발품(제동시스템, 판토그라프 등)의 제작/납품현황 및 향후계획 협의

□ 유진기공산업(주) 제작/납품/시험 현황 및 향후계획

○ 유진기공산업(주) 미납품 개발품 :
- 공기압축기, Tc/Mc Car용 BOU, 속도센서, 판토그라프 (공기압축기/BOU는 10/14(금), 속도센서는 10월/말 납품 예정)

○ 기 납품된 캘리퍼, WSP, 덤프밸브 등의 형식시험 :
- 독일에서 10/24-25 수행 예정
- WSP 기술문서가 아직 제출되지 않음.

○ 기 납품된 차륜디스크 형식시험 :
- 독일에서 12월/초 수행 예정
- 10월/중 계획으로 Dummy Wheel을 사용한 다이나모 시험을 수행하려 하였으나 Knorr에서 거부함. 그러나, 최근 Knorr에 타 고속전철용 차륜을 확보하였고 이를 수정하여 12월/초 수행 예정

<1-1-31>

회 의 록

회의명	판토그라프 납품 및 계측시스템 설치 일정 협의
회의 목적	판토그라프 납품 지연에 따른 계측시스템 설치가 지연되고 있어 전체적인 판토그라프 납품 일정이 필요함.
일 시	2011. 10. 26 (수) 09:30-11:00
장 소	한국철도기술연구원 5동 409호 회의실
참석자	김영국 책임, 김석원 책임, 윤수환 선임, 백진성 선임 (철도연), 이경훈 수석 (현대로템), 류상현 연구원 (코레일), 김기남 부장 (유진기공산업)

- 판토그라프 진동시험시 fixing bracket의 손상됨에 따라 신규 제작중인 하중센서 및 계측시스템 설치 일정이 전체 차량시스템 제작일정에 영향을 미치고 있음.
  - 현재 유진기공산업에서 보유중인 판토그라프 관련 부품은 차세대 고속전철용 (이하 HEMU-400X) 상&하부암 3대, 팬헤드 2대가 있음.
  - 계측 및 설치 일정을 단축하기 위하여 다음과 같은 내용을 협의함.
    - HEMU-400X용 판토그라프 완성품 1대 및 HEMU-400X용 상&하부암 +KTX-산천용 팬헤드 완성대 1대를 차주(11/4)까지 현재로템에 납품함.
    - HEMU-400X용 판토그라프 완성품 1대는 계측시스템 설치 및 Dynamic calibration을 위하여 GMTECH에 전달하고 시험 완료후 HEMU-400X용 판토그라프 완성품 1대와 교체함
    - HEMU-400X용 판토그라프 완성품 1대는 계측시스템 설치 및 Dynamic calibration을 수행하고 상기 HEMU-400X용 상&하부암+KTX-산천용 팬헤드 완성대 1대와 교체함

- 코레일은 GMTECH와 협의하여 계측시스템 설치 및 시험일정을 고려한 상세일정을 10/26일 한 사업단에 전달하고, 유진기공산업은 전수시험 및 기타 상세 납품일정을 사업단에 전달할 것. 또한, 현대로템은 창원공장에 상기 현황에 대해 작업자간 정보공유를 위한 협조요청할 것.

<1-1-32>

회 의 록

작성자	김상수	장소	철도공사 7층 회의실
일 시	2012. 3. 19(월) 16 : 30 ~ 18 : 30		
회의명	개발열차 본선시운전 시험 관련 회의		
참석자	한국철도기술연구원 : 김기환 본부장, 박춘수 책임, 김상수 선임 한국철도공사 : 최성균 원장, 인태명 처장, 소진섭 파트장, 염병수 차장, 박근배 과장 한국철도시설공단 : 서성호 원장, 정상국 부장, 이종아 과장		

내 용

☐ 본선 시운전 시험 관련 협의
- ○ 개발열차 운전요원 파견 협의
  - – 철도공사는 차세대고속열차 교육을 이수한 운전요원 1인을 철도연으로 파견하고, 인건비는 철도연이 부담함
  - – 운전요원 근무지침, 인건비 등은 별도 협의하고, 전력요금 등 제반비용 처리 방안을 포함한 부속 협약을 검토하도록 함
- ○ 3개 기관이 협의하여 개발열차의 시험 계획을 수립하도록 함
- ○ 철도연은 본선시운전에 필요한 선로사용허가를 철도공단에 신청하고, 이에 따른 선로사용료 처리 방안을 별도 협의할 수 있도록 함
- ○ 사업기간 내 시운전 목표를 달성할 수 있도록 3개 기관이 긴밀히 협조할 수 있도록 함

☐ 본선시운전 협약 체결
- ○ 개발열차 본선시운전 시험에 관한 제반사항을 규정한 협약을 체결함
- ○ 협약은 금일부터 과제종료시까지 유효하며, 필요시 협의하여 기간을 연장할 수 있도록 함

<1-1-33>



<1-1-33-1>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 현대로템(주)
(경유)
제목 분산형 고속 시제열차 제작/완성차시험 지연에 따른 대책 요청

1. 차세대고속철도기술개발사업의 종료시점이 7개월 정도가 남은 현 시점에서 시제열차의 제작 및 완성차시험을 책임지고 있는 귀사의 일정지연에 따라 본 사업의 목표달성이 매우 우려되고 있는 상황입니다.

2. 본 사업이 귀사의 귀책으로 인해 목표달성이 실패할 경우, 귀사에도 큰 악영향이 미칠 수 있다는 점을 고려하시어 목표달성이 가능하도록 특단의 만회 대책을 마련하여 사업단에 1/18(수)까지 계획을 제출하여 주시기 바랍니다.

붙임. 시제열차 주요 제작 및 시험일정 변동현황 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

협조자

시행 차세대고속철도기술개발사업단-18 (2012.01.16.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철도박물관로 176 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5527 전송 031-460-5549 / jspark@krri.re.kr / 공개

<1-1-34>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 한국철도공사 사장
(경유) 연구원장
제목 차세대 고속열차 시험운행 안전성 검토의견에 대한 검토결과 회신

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 한국철도공사 연구지원처-1050(차세대 고속열차 시험운행 관련 안전성 검증결과와 분야별 검토의견 알림, 2012.02.29), 차세대고속철도기술개발사업단-34(차세대고속열차 최고속도시험관련 안전성 및 인터페이스 검토 결과 설명회 개최, 2012.01.31) 관련입니다.

3. 귀 기관에서 요청한 "안정성 확보방안 설명회 제시의견" 과 "차세대 고속열차 안전성 검증결과 및 분야별 검토의견" 에 대한 검토결과와 관련 전문가들의 의견이 반영된 인터페이스 검토 보고서를 붙임과 같이 송부합니다.

붙임1: 안정성확보 설명회시 제시된 의견에 대한 철도연 답변 1부.
붙임2: 안전성 검증결과 및 분야별 검토의견에 대한 철도연 답변 1부.
붙임3: 차세대고속열차 시운전시험 안전대책(안) 1부.
붙임4: 차세대고속열차 본선시운전 인터페이스 검토 보고서 5부(별송). 끝.

한국철도기술연구원장

협조자

시행 차세대고속철도기술개발사업단-90 (2012.03.15.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철도박물관로 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5595 전송 / anyun@krri.re.kr / 공개

<1-1-35>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 한국건설교통기술평가원장
(경유)
제목 차세대고속철도기술개발사업 협약변경 신청

1. 관련근거 :
가. 국토해양부소관 연구개발사업 운영규정 제29조(협약의 변경)
나. 국토해양기술 연구개발사업 사업단과제 관리지침 제23조(협약 변경)

2. 위와 관련하여, 차세대고속철도기술개발사업 3단계(5차년도) 협약 변경을 신청하오니 협조하여 주시기 바랍니다.

가. 변경내용

구분	변경내역 및 변경사유		
	변 경 전	변 경 후	변 경 사 유
협약기간	'11.07.18. ~ '12.08.30.	'11.07.18. ~ '12.09.30.	사업지연에 따른 기간연장

나. 기타 변경사항 : 없음

붙임 : 1. 차세대고속철도기술개발사업 협약변경 신청서. 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

협조자 차세대고속철도기술개발사업단-204

시행 (2012.07.30.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 철도박물관로 176 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5504 전송 / ndpig@krri.re.kr / 공개

<1-1-36>

" 미래의 약속 "

한국건설교통기술평가원

수신자 한국철도기술연구원장(김기환 사업단장)
(경유)
제목 **운영위원회 심의결과 및 협약변경 승인 통보**

1. 우리원 미래철도사업실-1248('12. 8. 13) 관련입니다.

2. 귀 사업단에서 신청한 협약변경(안)에 대해 운영위원회에서 심의한 결과에 따라 아래와 같이 승인하오니, 연장된 기한내에 사업성과가 극대화될 수 있도록 사업관리에 철저를 기하여 주시기 바랍니다.

구분	당초	변경	비고
5차년도 연구기간	'11.7.18 ~ '12.8.30	'11.7.18 ~ '12.9.30	총 1개월 연장

붙임 운영위원회 개최 결과 1부. 끝.

한국건설교통기술평가원장

수신자

협조자

시행 미래철도사업실-1827 (2012.08.22.) 접수 ( )
우 431-060 경기도 안양시 동안구 시민대로 386 (관양동 1600) / http://www.kictep.re.kr
SK산 창빌딩 8층
전화 031-689-6474 전송 031-476-6857 / topa117@kictep.re.kr / 공개

<1-1-37>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 현대로템 대표이사
(경유) II-1핵심과제 책임자
제목 차세대고속철도기술개발사업 현장진도점검 계획 통보

1. 관련근거 : 건교평 교통1실-905 (차세대고속철도기술개발사업 현장진도점검 계획 통보;2011.10.04)

2. 상기 관련 근거에 의거, 현장진도점검 계획을 아래와 같이 통보드리오니 업무에 참조하여 주시기 바랍니다.

-아래-

가. 점검일시 : 2011년 10월 05일 (수) 13:00 ~
나. 대상과제 : 분산형 차량모듈 및 시제차량 기술개발(II-1 핵심)
다. 점검장소 : 현대로템(주) 창원공장
라. 참 석 자 : 핵심과제 책임자 및 실무자
마. 주요내용 :
- 당초 계획 대비 시제차량 제작현황(차량제작 제작 경과 및 지연사유, 차량제작관련 인력 및 연구비 투입현황 등)
※ 관련 증빙자료 일체 준비
- 차량제작 일정 계획(차량제작 일정 지연 만회방안, 시험 및 시운전 계획 등)

붙임.1 차세대고속철도기술개발사업 현장진도점검계획 통보(평가원 공문) 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

담당 안병선	조장 이재훈	단우장 10/04 김기환
협조자	차세대고속철도기술개발사업단 김영욱	

시행 차세대고속철도기술개발사업단-257 (2011.10.04.) 접수
우 487-758 경기도 의왕시 철암동 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5505 전송 / devilama@krri.re.kr / 공개

<1-1-38>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 현대로템(주) 대표이사
(경유)
제목 차세대고속철도기술개발사업 현장진도점검 후속 요청사항 건

1. 건교평 교통1실-1048('11.10.31) 공문에 의거, 현장진도점검이 '11.11.02(수)에 현대로템(주) 창원공장에서 이루어진 바 있습니다.

2. 현장진도점검시 지적사항 중, 다음과 같은 요청자료를 사업단에 제출하여 주시기 바랍니다.

- 다 음 -

A. 요청자료 :
- 11/08(화) 요청자료 (a) 공장내시험(완성차 시험 포함) 추진계획 및 시험항목
(b) 시제차량 예비품 목록 및 계획
- 11/17(목) 요청자료 (a) 부품수 및 가격 대비 국산화율
(b) 구매품 목록 및 Warranty 기간. 끝.

한국철도기술연구원장

담당 박정성	협조 김영욱	단우장 11/04 김기환
협조자		

시행 차세대고속철도기술개발사업단-298 (2011.11.04.) 접수
우 487-758 경기도 의왕시 철암동 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5527 전송 031-460-5649 / japall@krri.re.kr / 공개

<1-1-39>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 현대로템(주)
(경유)
제목 차세대고속철도기술개발사업 시제차량 현장진도점검 결과 통보

1. 관련 근거 : 차세대고속철도기술개발사업 시제차량 현장진도점검 결과 통보(건교평 교통1실-1170 / 2011.11.22)

2. 상기 관련 근거에 의거, 시제차량 제작 현장진도점검(11.02) 결과를 붙임과 같이 송부드리오며, 조치 요구사항에 대한 각 항목별 보완답변서(조치내용 및 계획)를 작성하시어 11.25(금)까지 제출하여 주시기 바랍니다.

붙임. 차세대고속철도기술개발사업 시제차량 현장진도점검 결과 건교평 공문 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

담당 박정성	협조 김영욱	단우장 11/28 김기환
협조자		

시행 차세대고속철도기술개발사업단-328 (2011.11.28.) 접수
우 487-758 경기도 의왕시 철암동 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5527 전송 031-460-5649 / japall@krri.re.kr / 공개

<1-1-40>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 한국건설교통기술평가원
(경유)
제목 차세대고속철도기술개발사업 시제차량 현장진도점검 보완답변서 건

1. 건교평 교통1실-1170(2011.11.22) 관련입니다.

2. 상기 관련 근거한 보완답변서를 붙임과 같이 송부하오니 업무참조하시기 바랍니다.

붙임. 현장진도점검 결과 보완답변서 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

담당 박정성	협조 김영욱	단우장 11/29 김기환
협조자		

시행 차세대고속철도기술개발사업단-335 (2011.11.29.) 접수
우 487-758 경기도 의왕시 철암동 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5527 전송 031-460-5649 / japall@krri.re.kr / 공개

<1-1-41>

차세대고속철도기술개발사업 시제차량 현장진도점검 결과 보완답변서

□ 조치 요구사항

○ 시제차량 제작의 추가지연 발생 상황별 공정만회 대책 시나리오를 마련하여 대응하여야 함.

- 매주 공정회의를 통해 시제차량 제작현황 및 지연 발생 부품에 대한 대책을 마련하고 있음.

공정	지연발생 상황	대 책
차량 제작	TC, MC 전기배선 추가 변경 발생	- 신속한 설변 및 수정작업으로 내전 압시험 일정내 완료 - 추가 배선 및 설계 재검토 및 검사 철저
	TC, MC 운전실 작업 지연	- 운전실데스크 배선작업 철저 - 운전실배전반 및 전장품 배선검사 철저 - 운전실내 기능품 입고 일정 관리 - 완성차시험 전 모든 기능 점검
	MC 기기실 작업 지연 (주요 전장품 입고 지연)	- 기기실내 전장품 배선 선 작업 및 커넥터 작업 사전 완료 - 기기실 전장품 입고시 신속한 장착을 위한 사전 준비 철저 - 최악의 경우 차량편성 후에도 장착이 가능하도록 사전 준비
배전반 입고 (계속)	납기 지연	- 배전반 취부를 위한 사전작업 선 실시(더미 배전반을 이용한 차량 배선 정리 및 커넥터 작업 선 실시, 차량취부를 위한 인터페이스 선 실시

<1-1-42>

" 국가경쟁동력으로서 철도신기술 창출 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 한국건설교통기술평가원장
(경유)
제목 차세대고속철도기술개발사업 2011년 1/4분기 진도보고 송부 건

1. 관련 근거 : 교통1실-300(2007.09.27 : 차세대고속철도기술개발사업단 분기별 진도보고서 제출 요청)

2. 상기 관련 근거와 관련하여, 차세대고속철도기술개발사업 2011년 1/4분기 진도보고서를 첨부와 같이 제출하오니 업무에 참조하시기 바랍니다.

첨부1. 차세대고속철도기술개발사업 2011년 1/4분기 진도보고서 1부(별송). 끝.

한 국 철 도 기 술 연 구 원 장

단원 백점생 단장 김기환 04/18

협조자 차세대고속철도기술개발사업단 김병락

시행 차세대고속철도기술개발사업단-138 (2011.04.18.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 월암동 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5827 전송 031-460-5849 / jspalk@krri.re.kr / 공개

<1-1-43>

(차세대 고속철도기술개발)사업단 분기별 추진실적 (2010년 3/4분기)_사업단용

1. 과제현황

(단위 : 천원)

사업명	미래철도기술개발사업			
과제명	차세대고속철도기술개발		사업단장	김 기 환
총괄연구기관	한국철도기술연구원	총연구기간	2007-07-31 ~ 2012-07-30	
		당해년도기간	2010-06-30 ~ 2011-06-29	

사업비	정부출연금	기업부담금		소 계
		현금	현물	
1차년도	9.634.000	484.557	3.815.703	13.934.260
2차년도	7.612.000	483.044	2.902.397	10.997.441
3차년도	16.574.000	1.154.101	6.783.934	24.512.035
4차년도	18.580.000	1.207.882	7.132.751	26.920.633
5차년도	14.248.000	700.265	4.120.038	19.068.303
6차년도				
합 계	66.648.000	4.029.849	24.754.823	95.432.672

<1-1-43-1>

(차세대 고속철도기술개발)사업단 분기별 추진실적 (2010년 4/4분기)_사업단용

1. 과제현황

(단위 : 천원)

사업명	미래철도기술개발사업			
과제명	차세대고속철도기술개발		사업단장	김 기 환
총괄연구기관	한국철도기술연구원	총연구기간	2007-07-31 ~ 2012-07-30	
		당해년도기간	2010-06-30 ~ 2011-06-29	

사업비	정부출연금	기업부담금		소 계
		현금	현물	
1차년도	9.634.000	484.557	3.815.703	13.934.260
2차년도	7.612.000	483.044	2.902.397	10.997.441
3차년도	16.574.000	1.154.101	6.783.934	24.512.035
4차년도	18.580.000	1.207.882	7.132.751	26.920.633
5차년도	14.248.000	700.265	4.120.038	19.068.303
6차년도				
합 계	66.648.000	4.029.849	24.754.823	95.432.672

<1-1-43-2>

" 국가성장동력으로서 철도신기술 창출 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 한국건설교통기술평가원장
(경유)
제목 차세대고속철도기술개발사업 2011년 1/4분기 진도보고 송부 건

1. 관련 근거 : 교통1실-300(2007.09.27 : 차세대고속철도기술개발사업단 분기별 진도보고서 제출 요청)

2. 상기 관련 근거와 관련하여, 차세대고속철도기술개발사업 2011년 1/4분기 진도보고서를 첨부와 같이 제출하오니 업무에 참조하시기 바랍니다.

첨부1. 차세대고속철도기술개발사업 2011년 1/4분기 진도보고서 1부(별송). 끝.

한국철도기술연구원장

협조자 차세대고속철도기술개발사업단 김영국

시행 차세대고속철도기술개발사업단-136 (2011.04.18.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 월암동 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5627 전송 031-460-5649 / jspail@krri.re.kr / 공개

<1-1-43-3>

(차세대 고속철도기술개발)사업단 분기별 추진실적 (2011년 1/4분기)_사업단용

1. 과제현황

(단위 : 천원)

사업명	미래철도기술개발사업			
과제명	차세대고속철도기술개발		사업단장	김 기 환
총괄연구기관	한국철도기술연구원	총연구기간	2007-07-31 ~ 2012-07-30	
		당해년도기간	2010-06-30 ~ 2011-06-29	

사업비	정부출연금	기업부담금		소 계
		현금	현물	
1차년도	9,634,000	484,557	3,815,703	13,934,260
2차년도	7,612,000	483,044	2,902,397	10,997,441
3차년도	16,574,000	1,154,101	6,783,934	24,512,035
4차년도	18,580,000	1,207,882	7,132,751	26,920,633
5차년도	14,248,000	700,265	4,120,038	19,068,303
6차년도				
합 계	66,648,000	4,029,849	24,754,823	95,432,672

<1-1-43-4>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 한국건설교통기술평가원
(경유)
제목 분산형 고속 시제열차 완성차시험 일정 통보 건

1. 귀 원의 무궁한 발전을 기원드립니다.

2. 차세대고속철도기술개발사업을 통해 개발하고 있는 분산형 고속 시제열차의 완성차시험 일정을 통보드리오니 업무참조하여 주시기 바랍니다.

붙임 1. 한국철도기술연구원 공문 (차세대고속철도기술개발사업단-18) 1부
2. 현대로템(주) 공문 (로템 고속차량개발 12-014호) 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

협조자

시행 차세대고속철도기술개발사업단-55 (2012.02.01.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 월암동 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5627 전송 031-460-5649 / jspail@krri.re.kr / 공개

<1-1-44>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 한국철도공사 사장
(경유)
제목 차세대고속열차 본선 시운전 시험 추진 계획(안) 송부

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 철도기술안전과-3028 (차세대고속열차 시운전단 구성 운영 회의결과 알림, 2011.12.15., 국토해양부) 관련입니다.

3. 위 호와 같이 차세대고속열차 시운전단의 구성 운영함에 있어 차세대고속철도기술개발사업단에서 계획하고 있는 본선 시운전 시험 추진 계획(안)을 보내드리니 업무 참고하기 바랍니다.

첨부 : 차세대고속열차 본선 시운전 시험 추진 계획(안) 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

협조자 차세대고속철도기술개발사업단 김석원

시행 차세대고속철도기술개발사업단-7 (2012.01.05.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 월암동 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5625 전송 031-460-5649 / sskim@krri.re.kr / 공개

<1-1-45>

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 내부결재
(경유)
제목 차세대고속철도 개발차량 시운전 시험에 대한 협약 체결 보고

1. 관련 문서 :
가. "차세대고속철도 개발차량 시운전 시험에 대한 협약 체결"
(차세대고속철도기술개발사업단-90호, 2012.03.15)
나. "차세대고속철도 개발차량 시운전 시험에 관한 협약 체결 의뢰"
(차세대고속철도기술개발사업단-91호, 2012.03.15.)

2. 위 호와 관련하여 차세대고속철도기술개발사업 개발차량의 본선 시운전 시험을 위한 협약을 아래와 같이 체결하였음을 보고합니다.

- 아 래 -

가. 협약 명칭 : 차세대고속철도 개발차량 시운전 시험에 대한 협약
나. 협약 일시 : 2012.3.19
다. 협약 기관 : 한국철도시설공단, 한국철도공사, 한국철도기술연구원
라. 협약 내용 : 시운전 시험 수행방식, 안전관리 및 사고발생시 책임 등 시운전시험과 관련된 제반사항 (총15조)

붙 임 : 차세대고속철도기술개발사업 개발차량 시운전 시험에 대한 협약서 1부. 끝.

협조자

시행 차세대고속철도기술개발사업단-99 (2012.03.22.) 접수
우 487-757 경기도 의왕시 철도박물관로 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5625 전송 031-460-5649 / askim@krri.re.kr / 공개

<1-1-46>

차세대고속철도기술개발사업 개발차량
시운전 시험에 대한 협약서

한국철도시설공단(이하 '철도공단'이라 한다), 한국철도공사(이하 '철도공사'라 한다) 및 한국철도기술연구원(이하 '철도연'이라 한다)은 국가연구개발사업의 추진과 관련하여 고속선 및 기존선 구간에서 시행될 "차세대고속철도기술개발사업" 개발차량(이하 '개발차량'이라 한다)의 시운전 시험에 대하여 다음과 같이 협약을 체결한다.

제1조(목적) 이 협약은 개발차량을 고속선 및 기존선 구간에서 시운전 시험을 실시함에 따라 필요한 제반 사항을 철도공단, 철도공사 및 철도연이 약정함을 목적으로 한다.

제2조(협약의 범위 및 기관의 역할) ① 본 협약은 시험일정, 기관별 역할, 선로 및 시설물 사용, 시운전 시험의 수행방식, 운전요원 및 관리인원의 지원, 차량 유치 및 정비를 위한 시설물의 사용, 안전관리 방안, 보험가입, 사고발생 시 책임 한계 및 사고복구, 시운전 시험에 따른 비용 처리 등 개발차량의 시운전 시험과 관련된 사항에 대하여 적용한다.
② 철도공단은 선로사용 협의, 시운전 시험 인력지원, 정비 시설지원, 중속시험 관련 기술검토 등을 담당한다.
③ 철도공사는 시운전 시험에 필요한 개발차량 운전명령, 시운전 시험 인력지원, 정비 시설지원, 운전요원지원 등을 담당한다.
④ 철도연은 시운전 시험에 대한 시험계획 수립 및 협의, 시험수행

- 1 -

<1-1-46-1>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 내부결재
(경유)
제목 차세대고속철도 개발차량 시운전 시험을 위한 부속 협약서 체결

1. 관련문서 :
"차세대고속철도 개발차량 시운전 시험에 관한 협약 체결"
(차세대고속철도기술개발사업단-107호, 2012.03.30.)
"차세대고속철도 개발차량 시운전 시험을 위한 부속 협약서 체결 요청"
(철도공사 여객수송처-1458, 2012.04.06.)

2. 위 문서에 따라 철도공사의 의견이 반영된 차세대고속철도 개발차량의 운전요원 파견 및 시운전 관련 비용 지급을 위한 부속 협약을 체결하고자 합니다.

붙임 1. 차세대고속열차 전문인력등 부속협약서(안) 1부
2. 부속협약서 세부사항 1부
3. 부속협약 대비표 1부. 끝.

협조자

시행 차세대고속철도기술개발사업단-117 (2012.04.09.) 접수
우 487-757 경기도 의왕시 철도박물관로 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5625 전송 031-460-5649 / askim@krri.re.kr / 공개

<1-1-47>

" 국가성장동력으로서 철도신기술 창출 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 내부결재
(경유)
제목 차세대고속열차 시운전단 운영

1. 관련 근거 : 철도기술안전과 - 3108, "차세대고속열차 시운전단 구성, 운영 회의결과 알림" (2011.12.15.)

2. 위 호와 관련하여 우리 연구원이 수행중인 "차세대고속철도기술개발사업" 과 관련하여 효율적인 본선 시운전 시험을 위하여 아래와 같이 '차세대고속열차 시운전단' 을 운영하여 업무를 추진하고자 합니다.

- 아 래 -

가. 시운전단 조직 구성
① 기간 : 2012년 4월 ~ 8월 (추후 연장 가능)
② 인원 : 철도연(16명), 철도공사(9명), 철도공단(4명), 현대로템등 참여기업 (상근17명) 등 총 46명
③ 장소 : 부산 고속철도차량기지내 사무실
나. 시운전단 운영
① 조직 구성 : 3개팀으로 구성 (단장은 철도연 김석원 책임으로 함)
② 내부 인력 운용 : 총장으로 시운전단에 근무함 (운전요원은 부산으로 파견)
③ 소요 예상 비용 : 총 28,800만원
(사무실 운용비용 4,700만원, 시운전 비용 24,100만원)
④ 재 원 : 분산형고속철도시스템 통합 및 총괄(AH11001)

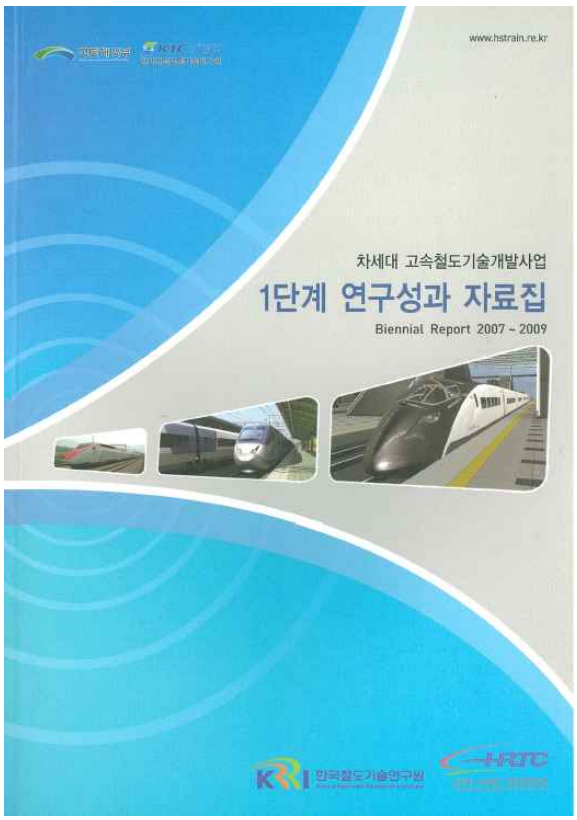
붙 임 : 차세대고속열차 시운전단 운영 종합계획(안) 1부. 끝.

협조자

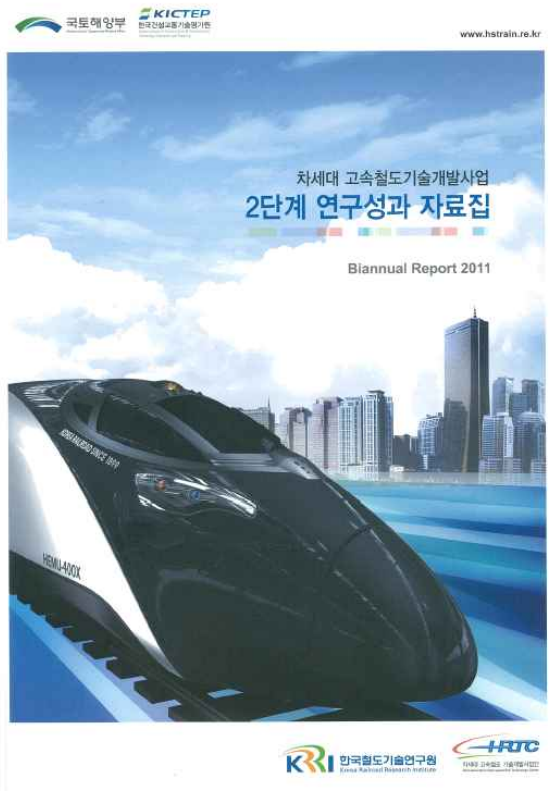
시행 차세대고속철도기술개발사업단-128 (2012.04.9.) 접수
우 487-757 경기도 의왕시 철도박물관로 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5625 전송 031-460-5649 / askim@krri.re.kr / 공개

<1-1-48>

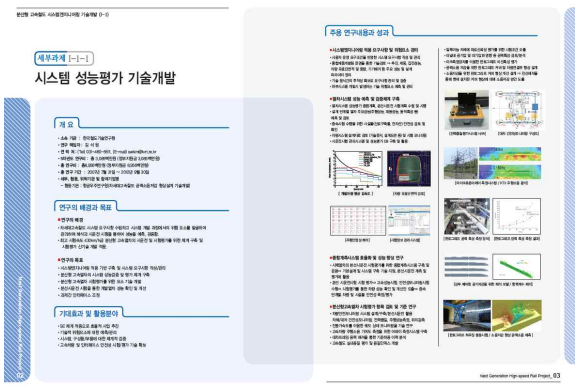
[별첨 1-2]



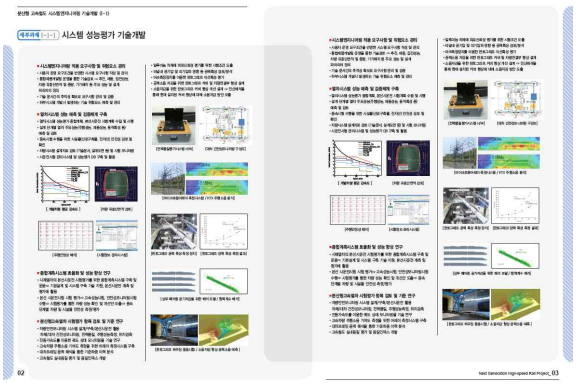
<1-2-1>



<1-2-2>



<1-2-3-1>



<1-2-3-2>

[별첨 1-3]

제6절 성능평가 결과 종합 및 관리

1. 기술문서 관리

차세대고속열차 개발열차의 성능을 검토 확인 하는 목록(설계도서) 문서의 범위는 핵심 [[-1 차량연구개발기관 및 핵심 [과제와 총괄과제의 기술적인 검토 의견 등을 반영하여 이루어졌으며, 세부 항목은 표 3.5.1과 같이 차량 70종, 견인전동기 4종, 주변압기 4종, 주전력변환장치 8종, 대차 21종, TDCS 2종, 알루미늄 구체 2종, 경량시트 2종, 유리 2종, 통로연결막 3종, 제동 및 판토그래프 52종, 주회로차단기 7종, 제어시스템 15종, APS 및 축전지 11종, 정보기록장치 3종, 차상신호장치 6종 등 총 212 종의 기술문서이다. [[-1핵심과제에서 작성, 제출된 기술문서는 [-1-3세부과제의 검토를 거치고, 총괄과제의 확인을 거쳐 최종 확정되는 절차를 거치고 있으며, 2012년 7월 10일 기준으로 총 212종의 문서가 작성되었으며, 이 중 확인을 거쳐 확정된 기술문서는 175종이다.

표 3.5.1 문서작성대상목록 Rev.E (2012년 7월 10일 기준)

담당기관	No	문서구분	제 목	확인
현대로템(차량)	1	기술요구서	차량 시스템 기술 요구서	O
	2	보고서	RAM 분석 보고서	
	3	설명서	차량 제어 설명서	
	4	검토서	축전지 및 축전지 충전기 용량 검토서	O
	5	설계계획자료	문서번호 부여 지침서	
	6	설계계획자료	문서작성 대상목록	O
	7	부품설명서	축전지 부품 설명서	O
	8	계산서	중량 계산서	O
	9	절차서	구체용접검사 절차서	O
	10	절차서	구체치수검사 절차서	O
	11	설명서	CAB MASK 설명서	O
	12	설명서	데크크 모듈 설명서	O
	13	설명서	창닦이 장치 구성품 설명서	O
	14	절차서	외관구조 검사 절차서	O
	15	절차서	차량 중량측정 절차서	O
	16	절차서	배관누기(누설)검사 절차서	O
	17	절차서	자동연결기 구성품 설명서	O
	18	설명서	해치커버 장치 모듈 구성품 설명서	O
	19	설명서	연결기/해치 제어 사양 구성품 설명서	O
	20	설명서	구원운전절차서	
	21	절차서	차간 연결기 설명서	O
	22	설명서	공기통 설명서	O
	23	부품설명서	공기조화장치 구성품 설명서	O
	24	설명서	공기조화장치 용량 계산서	O
	25	기술계산서	화장실설비 구성품설명서	O

<1-3-1-1>

담당기관	No	문서구분	제 목	확인
	26	설명서	오물처리 및 급수장치 구성품 설명서	O
	27	설명서	차체 도장 설명서	O
	28	부품설명서	승강문 설명서	O
	29	부품설명서	객실출입문 설명서	O
	30	부품설명서	출입문기능시험 절차서	O
	31	절차서	승객비상알람레버 부품 설명서	O
	32	부품설명서	내장판 설명서	O
	33	부품설명서	선반 설명서	O
	34	부품설명서	운전실창 설명서	O
	35	부품설명서	카페트 설명서	O
	36	부품설명서	제진도료 설명서	O
	37	부품설명서	완성차편성누수시험 절차서	O
	38	절차서	바닥상판 설명서	O
	39	부품설명서	실내외 색상 및 표면 처리 구성품 설명서	O
	40	설명서	객차 기밀 시험 절차서	O
	41	절차서	운전실의자 구성품 설명서	O
	42	설명서	방진지지대 설명서	O
	43	절차서	방송장치 구성품설명서	O
	44	설명서	열차무선 방호장치 구성품설명서	O
	45	설명서	배전반 구성품 설명서	O
	46	설명서	단상변압기(10KVA)부품설명서	O
	47	설명서	POTENTIALTRANSFORMER25KV/100V부품설명서	O
	48	부품설명서	CURRENT TRANSFORMER 부품설명서	O
	49	설명서	흡구류 부품설명서	O
	50	설명서	전조등 컨버터 부품설명서	O
	51	설명서	주간제어기 구성품 설명서	O
	52	설명서	제동 레버 부품설명서	O
	53	부품설명서	차간 HV/LV JUMPER COUPLER 부품설명서	O
	54	부품설명서	케이블부품설명서	O
	55	설명서	무전기장치부품설명서	O
	56	부품설명서	견인전동기 냉각팬 부품설명서	O
	57	부품설명서	화재감지장치수신기구성품설명서	O
	58	부품설명서	충돌해석 보고서	
	59	설명서	구조해석보고서(TC, M)	
	60	부품설명서	차체 하중시험 절차서(TC car)	O
	61	설명서	차체 하중시험 절차서(MB car)	O
	62	계산서	평창품 구성품 설명서	O
	63	계산서	제진매트 구성품 설명서	O
	64	절차서	Underlay 구성품 설명서	O
	65	절차서	공기조화장치 제어기 부품설명서	O

<1-3-1-2>

담당기관	No	문서구분	제 목	확인
	66	설명서	SENSING TRANSFORMER 100V/100V 부품설명서	O
	67	설명서	25KV ROOF CONNECTOR 부품 설명서	O
	68	설명서	PANTOGRAPH MODE SELECTOR SWITCH 부품 설명서	O
	69	부품설명서	ROTATING HEAD SUPPORT 부품 설명서	O
	70	부품설명서	25KV ISOLATING SWITCH 부품 설명서	O
	71	부품설명서	25KV ROOF CONNECTOR 부품 설명서	
	72	부품설명서	PANTOGRAPH MODE SELECTOR SWITCH 부품 설명서	
	73	부품설명서	ROTATING HEAD SUPPORT 부품 설명서	
	74	부품설명서	25KV ISOLATING SWITCH 부품 설명서	
현대로템(견인전동기)	1	설명서	동기전동기 구성품 설명서	
	2	절차서	동기전동기 시험 절차서	O
	3	설명서	유도전동기 구성품 설명서	
	4	절차서	유도전동기 시험 절차서	O
현대로템(주변압기)	1	설명서	주변압기 구성품 설명서 (M car 용)	O
	2	설명서	주변압기 구성품 설명서 (Mc car 용)	
	3	절차서	주변압기 시험 절차서 (M car 용)	O
	4	절차서	주변압기 시험 절차서 (Mc car 용)	O
현대로템(주전력변환장치)	1	설명서	주전력변환장치 1C4M 구성품 설명서	O
	2	설명서	주전력변환장치 1C1M 구성품 설명서	O
	3	설명서	주전력변환장치 제어 설명서	
	4	절차서	주전력변환장치 시험 절차서(1C4M)	O
	5	절차서	주전력변환장치 시험 절차서(1C1M)	O
	6	절차서	주전력변환장치 조합 시험 절차서(1C4M)	O
	7	절차서	주전력변환장치 조합 시험 절차서(1C1M)	O
	8	계산서	견인력 계산서	
현대로템(대차)	1	설명서	대차 구성품 설명서	O
	2	설명서	도유기 부품 설명서	O
	3	절차서	도유기 시험 절차서	O
	4	절차서	롤러베어링 시험 절차서	O
	5	설명서	감속장치 부품 설명서	O
	6	절차서	감속장치 시험 절차서	O
	7	설명서	동력대차용 차축 부품 설명서	O
	8	절차서	동력대차용 차축 시험 절차서	O
	9	설명서	부수대차용 차축 부품 설명서	O
	10	절차서	부수대차용 차축 시험 절차서	O
	11	설명서	차륜 부품 설명서	O

<1-3-1-3>

담당기관	No	문서구분	제 목	확인
	12	절차서	차륜 시험 절차서	O
	13	설명서	대차 댐퍼 부품 설명서	O
	14	절차서	대차 댐퍼 시험 절차서	O
	15	절차서	대차 시험절차서	O
	16	절차서	안티롤바 구성품 설명서	O
	17	절차서	안티롤바 시험 절차서	O
	18	설명서	공기스프링 부품설명서	O
	19	절차서	공기스프링 시험절차서	O
	20	설명서	코일스프링 부품설명서	O
	21	절차서	코일스프링 시험절차서	O
현대로템 TDCS	1	절차서	네트워크 시험절차서	O
	2	설명서	통신프로토콜 설명서	O
동양강철	1	설명서	알루미늄 압출형재 구성품 설명서	O
	2	절차서	알루미늄 압출형재 시험 절차서	O
대원강업	1	설명서	객실의자 및 접이식의자 구성품 설명서	O
	2	절차서	객실의자 및 접이식의자 시험 절차서	O
국영 G&M	1	설명서	일반창문 및 비상탈출창문 구성품 설명서	O
	2	절차서	일반창문 및 비상탈출창문 시험 절차서	O
G&C 중공업	1	설명서	통로연결막 구성품 설명서	O
	2	절차서	통로연결막 시험 절차서	O
	3	절차서	통로연결막 기밀시험절차서	O
유진기공산업(주)	1	설명서	보조공기압축기구성품 설명서	O
	2	절차서	보조공기압축기 시험 절차서	O
	3	설명서	오일프리 왕복동식 공기압축기 구성품 설명서	O
	4	절차서	오일프리 왕복동식 공기압축기 시험 절차서	O
	5	설명서	공기건조기 구성품 설명서	O
	6	절차서	공기건조기 시험 절차서	O
	7	계산서	공기압축기용량계산서	O
	8	계산서	제동력계산서	O
	9	설명서	제동시스템 설명서	
	10	설명서	제동제어장치(BCU) 구성품 설명서	O
	11	설명서	제동전자제어장치(ECU) 구성품 설명서	O
	12	설명서	제동전자제어장치(ECU) 인터페이스 설명서	O
	13	절차서	제동제어장치(BCU) 시험 절차서	O
	14	절차서	제동전자제어장치(ECU) 시험 절차서	O
	15	설명서	안전밸브(SFB) 구성품 설명서	O
	16	절차서	안전밸브(SFB) 시험 절차서	O
	17	설명서	제동표시기(DOUBLE) 구성품 설명서	O
	18	절차서	제동표시기(DOUBLE) 시험절차서	O
	19	설명서	구원제동유니트(BTU) 구성품 설명서	O
	20	절차서	구원제동유니트(BTU) 시험절차서	O

<1-3-1-4>

담당 기관	No	문서 구분	제 목	확인
	21	설명서	구원제동제어유니트(BTCU) 구성품 설명서	○
	22	결차서	구원제동제어유니트(BTCU) 시험결차서	○
	23	설명서	속도센서(동력차) 구성품 설명서	○
	24	결차서	속도센서(동력차) 시험 결차서	
	25	설명서	속도센서(객차) 구성품 설명서	
	26	결차서	속도센서(객차) 시험 결차서	
	27	설명서	주차제동 캘리퍼 구성품 설명서	
	28	결차서	주차제동 캘리퍼 시험 결차서	
	29	설명서	상용제동캘리퍼 구성품 설명서	
	30	결차서	상용제동캘리퍼 시험 결차서	
	31	설명서	차륜 디스크 구성품 설명서	
	32	결차서	차륜 디스크 시험 결차서	
	33	설명서	차축 디스크 구성품 설명서	
	34	결차서	차축 디스크 시험 결차서	
	35	설명서	판토그래프 구성품 설명서	
	36	결차서	판토그래프 시험 결차서	
	37	설명서	판토그래프 추습판 수명 계산서	○
	38	부품설명서	디스크패드부품설명서	
	39	설명서	안전밸브(SF10) 구성품 설명서	
	40	결차서	안전밸브(SF10) 시험 결차서	○
	41	결차서	판토그라프조합시험결차서	○
	42	설명서	판토그래프 압상력 제어장치(FCB) 구성품 설명서	○
	43	설명서	KB_제동캘리퍼 구성품설명서	
	44	결차서	KB_제동캘리퍼 시험결차서	
	45	설명서	KB_차륜디스크 구성품설명서	
	46	결차서	KB_차륜디스크 시험결차서	
	47	결차서	KB_디스크패드 시험결차서	
	48	설명서	KB_속도센서 구성품설명서	
	49	결차서	KB_속도센서 시험결차서	
	50	설명서	KB_WSO 구성품설명서	
	51	결차서	KB_WSP 시험결차서	
	52	결차서	KB_제동다이나모 시험결차서	
비츠로 테크	1	설명서	주회로차단기 구성품 설명서	○
	2	설명서	접지스위치 부품 설명서	○
	3	설명서	피뢰기 부품 설명서	○
	4	검토서	주회로차단기 구성품, 용량 검토서	○
	5	결차서	주회로차단기 시험 결차서	○
	6	결차서	접지스위치 시험 결차서	○
	7	결차서	피뢰기 시험 결차서	○

<1-3-1-5>

담당 기관	No	문서 구분	제 목	확인
인터콘 시스템스	1	결차서	GPS 연계 대차진동감지장치 구성품 설명서	○
	2	설명서	GPS 연계 대차진동감지장치 시험 결차서	○
	3	결차서	차량진단제어시스템(TDCS) 구성품 설명서	○
	4	설명서	CCU 구성품 설명서	○
	5	설명서	VCU 구성품 설명서	
	6	설명서	차량진단제어시스템 MMI 구성품 설명서	
	7	설명서	CCU 시험 결차서	○
	8	결차서	VCU 시험 결차서	
	9	결차서	차량진단제어시스템 MMI 시험 결차서	
	10	결차서	행선지표시기 구성품 설명서	
	11	결차서	차호표시기 구성품 설명서	
	12	설명서	차량정보표시기 구성품 설명서	
	13	설명서	행선지표시기 시험 결차서	○
	14	설명서	차호표시기 시험 결차서	
	15	설명서	차량정보표시기 시험 결차서	
퍽테크	1	설명서	보조전원장치 구성품설명서 (TC,M2,M3 car)	○
	2	설명서	보조전원장치 구성품 설명서(M2 car)	○
	3	설명서	보조전원장치 제어기 인터페이스 설명서	○
	4	설명서	보조전원장치 제어 설명서	○
	5	결차서	보조전원장치 시험 결차서(TC,M2,M3 car)	○
	6	결차서	보조전원장치 시험 결차서(M2 car)	○
	7	설명서	축전지 충전기 구성품 설명서	○
	8	설명서	축전지 충전기 인터페이스 설명서	○
	9	설명서	축전지 충전기 제어 설명서	○
	10	결차서	축전지 충전기 시험 결차서	○
	11	결차서	보조전원장치 조합시험 결차서(1C4M)	○
한터 기술	1	설명서	Event Recorder 구성품 설명서	○
	2	결차서	Event Recorder 시험 결차서	○
	3	결차서	CPM 시험결차서	○
LS산전	1	설명서	통합 차상 신호 시스템 설명서	○
	2	설명서	차상신호장치 제어기 구성품 설명서	○
	3	설명서	TCS 인터페이스 설명서	○
	4	설명서	TCS 제어 설명서	○
	5	결차서	TCS 구성품(센서류) 시험 결차서	○
	6	결차서	TCS 통합 시험 결차서	○

<1-3-1-6>

차세대고속철도차량 제작을 담당한 차량개발기관이 작성하는 전체 설계도면의 수량에 대하여 검토 및 확인 대상으로 확정한 수량은 표 3.5.2와 같다. 차량개발기관이 제출한 도면은 1-1-3 세부과제의 기술적 검토를 거쳐 1-1핵심과제와 종괄과제의 확인을 받아야 하며, 그 수량은 표와 같이 총 1532매이며 5차년도 현재까지 모든 도면이 확인되었다.

표 3.5.2 차량개발 설계도면 현황 (2012년 7월 10일 기준)

구 분		전체도면	확인대상	확인
차 량	차 체	1045	162	162
	설 비	2247	527	527
	기장/제동	1423	221	221
	전 기	508	260	260
대 차		249	101	101
주 전장품	주전력변환장치	197	35	35
	주변압기	22	9	9
	견인전동기	228	16	16
세부개발 품목	알루미늄 프로파일	52	52	52
	의자	600	5	5
	유리창	6	6	6
	연결통로막	70	26	26
	제동장치, 판토그라프	532	25	25
	주회로차단기	11	12	12
	TDCS, 표시기류	20	22	22
	APS(Tc, M2, M3 Car용)	27	10	10
	APS(M2 Car용)	22	6	6
	BACH	20	8	8
	Event Recorder	17	17	17
	차상신호시스템	26	12	12
합 계		7323	1532	1532

<1-3-1-7>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 수신자참조
(경유) 11-1 핵심과제 책임자, 1-1-3 세부과제 책임자, 기술연구소장
제목 차세대 고속열차 차량개발 기술문서 확인 통보

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 로템 고속차량개발 12-074호(차세대고속열차 차량개발문서 검토의견서 송부건, 2012.05.07.) 관련입니다.

3. 귀 기관이 작성, 검토한 기술문서 2종을 다음과 같이 확인하여 송부하오니 이에따라 연구를 수행해 주시길 바랍니다.

- 다 음 -

■기술문서 확인목록

번호	문서 제목	문서 번호
1	KB제동캘리퍼 구성품 설명서	2107-1-B-0-0019
2	KB제동캘리퍼 시험 절차서	2107-1-V-1-0019

첨부 : 기술문서 확인본 각 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

수신자 한국철도공사 사장,현대로템(주) 대표이사,(사)한국철도차량연지니어링 이사장

담당 결재권자 협조 결재권자 문무일 04/16 김기환

협조자 차세대고속차시험TFT 결상수 차세대고속차시험TFT 결석원

사행 차세대고속열차시운전단TFT-104 (2012.09.16.) 접수
우 437-825 경기도 의왕시 철도박물관로 176 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5528 전송 / krr@krri.re.kr / 공개

<1-3-2>

" 미래철도를 디자인합니다 "

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 한국철도공사 사장
(경유) 연구원장
제목 차세대고속열차 시험 운행을 위한 시험 성적서 송부

1. 귀 공사의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 차세대고속철도기술개발사업단-127 ("차세대고속열차 시험 운행 협조 요청", 2012. 4. 18) 및 열차계획처-2872("차세대고속열차 시제차량 시설물 인터페이스 시운전계획알림", 2012. 4. 25)관련입니다.

3. 차세대고속열차의 시험 운행을 위하여 철도안전법에 따라 수행한 완성차시험과 최종검사의 시험성적서 및 확인서를 붙임과 같이 송부합니다.

붙임 1. 완성차시험 시험성적서 1부
2. 최종검사 확인서 1부. 끝.

한국철도기술연구원장

협조 김상수 협조 김석원 담당 04/26 김기환

협조자

사행 차세대고속철도기술개발사업단-148 (2012.04.26.) 접수
우 437-757 경기도 의왕시 월암읍 360-1 / http://www.krri.re.kr
전화 031-460-5625 전송 031-460-5649 / ask-km@krri.re.kr / 공개

<1-3-3>

YUJIN 차세대 고속철도 기술개발사업 — WBS No. : 2107-1-B-0-0019 / 작성일자 : 2012. 09.12. / 총 장 수 : 1장

YUJIN 차세대고속철도기술개발사업 구성품 설명서 KB_제동캘리퍼 — WBS No. : 2107-1-B-0-0019 / 작성 Rev. : A / 제 정 일 : 2012.09.12 / Page : 2/7

구성품 설명서 KB_제동캘리퍼

확인 2012. 09.12. 차세대고속철도 기술개발사업단장

		일 자	소속(기관/부서)	성 명	서 명
연구기관	작 성	2012. 07. 17	유진기공산업(주)	장성수	
	검 토	2012. 07. 17	유진기공산업(주)	장성수	
확인기관	검 토	2012. 09.12	한국철도기술연구원	박준수	
	승 인	2012. 09.12	한국철도기술연구원	김기환	

구성품 설명서(기본설계)-KB제동캘리퍼- HRTC

개정 이력

개정 번호	페이지	상 세 내 역 ~ 를	상 세 내 역 ~ (으)로	개정일자
A1		최초 작성		2011. 10.05
A2	7	적설식 추가		2012. 07. 17

확인 2012. 09.12. 차세대고속철도 기술개발사업단장

구성품 설명서(기본설계)-KB제동캘리퍼- HRTC

<1-3-2-1>

YUJIN 차세대 고속철도 기술개발사업 — WBS No. : 2107-1-V-1-0019 / 작성일자 : 2011.09.12 / 총 장 수 : 1/15

YUJIN 차세대 고속철도 기술개발사업 — WBS No. : 2107-1-V-1-0019 / 작성일자 : 2012. 09.12 / 총 장 수 : 2/15

시험절차서 KB_제동캘리퍼

확인 2012. 09.12. 차세대고속철도 기술개발사업단장

		일 자	소속(기관/부서)	성 명	서 명
연구기관	작 성	2011. 09.14	유진기공산업(주)	장성수	
	검 토	2011. 09.14	유진기공산업(주)	장성수	
	검 토	2011. 09.14	(주)비다오피	정 순	
확인기관	검 토	2012. 09.12	한국철도기술연구원	박준수	
	승 인	2012. 09.12	한국철도기술연구원	김기환	

시험절차서-KB_제동캘리퍼- HRTC

개정 이력

개정 번호	페이지	상 세 내 역 ~ 를	상 세 내 역 ~ (으)로	개정일자
A1		최초 작성		2011.09.14

확인 2012. 09.12. 차세대고속철도 기술개발사업단장

시험절차서-KB_제동캘리퍼- HRTC

<1-3-2-2>

현대로템(주) 귀하 — 발급번호 (Certificate No.) R12-0639 / 발급일자 (Certificate Date) 2012.04.25

시 험 성 적 서
(TEST REPORT)

(차세대고속철도기술개발사업 시제차량 6량)

한국철도기술연구원
Korea Railroad Research Institute
우 437-757 경기도 의왕시 월암동 360-1
TEL : 031-460-5500 FAX : 031-460-5509

KRRI

시 험 성 적 서
(TEST REPORT)

Sheet No. 1 / 6

발급번호 (Certificate No.)	R12-0639
차 종 명 칭 (Classification)	(주1) 형제도(제작) (주2) 형제도(제작) (주1) 시험소 (주2) 형상설계도 설계시 제동구 제동장 설 (승인서명)
도 면 번 호 (Drawing No.)	(주1) 형제도(제작) (주2) 형제도(제작) (주1) 시험소 (주2) 형상설계도 설계시 제동구 제동장 설 (승인서명)
시 험 번 호 (Test No.)	T11-0639
시 험 일 자 (Test Date)	2012.03.05 ~ 2012.04.25
시 험 장 소 (Composition)	시제차량제동시험실(주1) 시제차량 (주2) 형식도 : 본선을 고속운행하여야합니다.
시 험 규 정 (Test Method)	철도차량용 제동장치 시험규격
시험기록(Test Record)	시험 성적서 6 매 첨부
시 험 결 과 (Test Result)	상기 시험결과 명칭된 상기 시험결과는 별지 시험성적서에 같음.
참조(Cons)	연구원장
한 고(Note)	※도 표시기가 첨부된 시험에 시험결과이며, 이 시험성적서는 참조 이외의 사용을 금함. (The result of testing has been made for the composition provided by the applicant. Except for the defined use, the report should not be used)

시 험 자 : 이하진 기술책임자 : 구동회

(Done) 2012 년 04 월 25 일

(Confirmed by) 한국철도기술연구원장 President of Korea Railroad Research Institute

KRRI R(T11-0639(R12-0639)(01)(11)(02)(11)(08)(11)(05)

<1-3-3-1>

제R12-0639-1/3호 Sheet No. 1/5

제R12-0639-1/3호

철도차량 성능시험 성적서

차세대고속철도 기술개발사업 시제차량 6량
(계약번호 : 해당 없음)

2012. 04. 25

한국철도기술연구원

철도차량 최종검사 확인서

1. 발 행 번 호 : MD0665
2. 차량제작검사신청번호 및 일자 : MKRDI/2012.02.21.
3. 운 영 기 관 : 시험연구용
4. 제작검사 신청자 : 이한호/현대로템(주)
5. 차량 제작사 : 현대로템(주)
6. 적용차종 및 수량 : 차세대고속철도차량 6량
7. 차 량 종 류 : 고속철도차량
8. 검최검사수량 : 6량
9. 차 량 번 호 : HEMU-400X
10. 검최검사 후 관할 : -
11. 차 수 일 : 2011.04.26.
12. 완 료 일 : 2012.04.26.
13. 검 사 결 과 : 적 합

철도안전법 제38조 및 철도차량 제작검사 시험지침 제14조의 규정에 의하여 위 철도차량이 최종검사기준에 적합함을 확인합니다.

2012년 4월 26일

15. 검사자 : 선임검사원 강석준 책임검사원 박도일

(사)한국철도차량엔지니어링
검사본부장 안도현

첨부서류 : 철도차량 최종검사 기록 1부

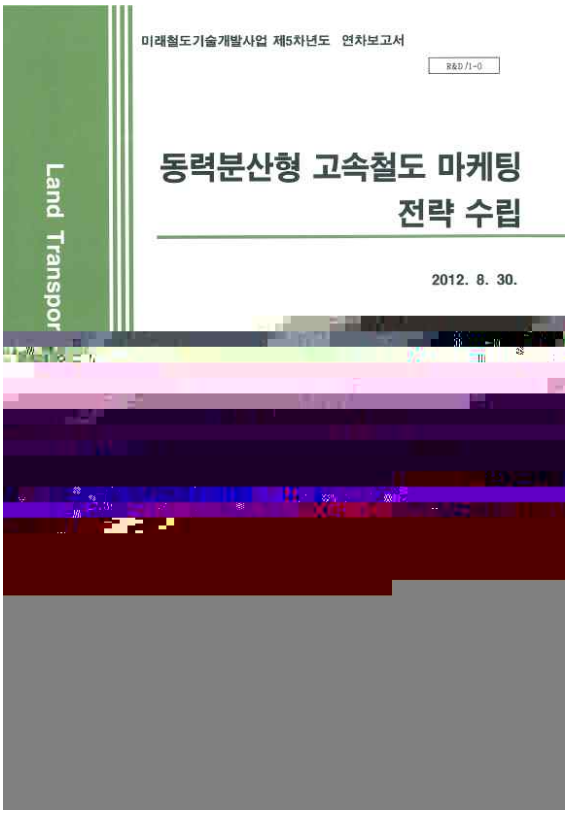
FM2003-02 ROTECO A4(210x297)

<1-3-3-2>

[별첨 1-4]

<1-4-1>

[별첨 1-5]

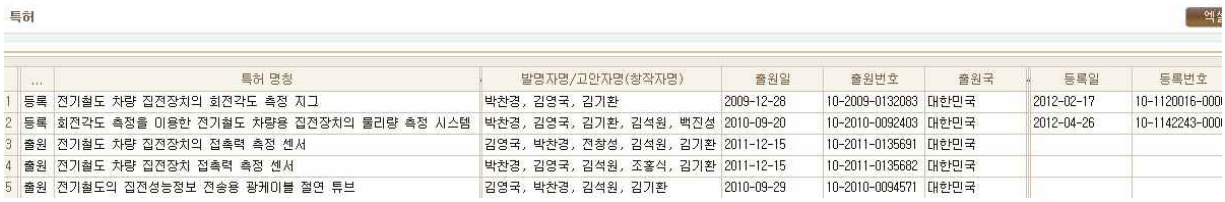


<1-5-1>

[별첨 1-6]


KICTEP
한국건설교통기술평가원
통합검색
마이홈 | 사업관리 | 게시판 | 커뮤니티
사이트맵 | 개인화
QUICK
규정및지침
사용자매뉴얼
원격지원
다운로드
전자기록관
웹하드
* 기존 입력한 성과물이 안보이거나, 성과 관련 문의는 [Tel:031-389-6306] 연락 바랍니다.
지표목록
엑셀
구분
성과지표명
성과실적
성과신규등록
6 공공적 성과 설계기준, 시방서, 시점에 제안 0 신규등록
7 정책제안 0 신규등록
8 정책채택 0 신규등록
9 기술적 성과 지식재산권 특허 5 신규등록
10 실용신안 0 신규등록
11 소프트웨어(S/W) 0 신규등록
12 디자인 0 신규등록
13 기타 성과(상표, 서비스 등) 0 신규등록
14 기술인증 신기술 지정 0 신규등록
15 표준 채택 0 신규등록
16 시제품 제작 시제품 제작 0 신규등록
17 학술적 성과 국내외 학술지 게재 9 신규등록
18 국내외 학술회의 발표 31 신규등록
19 저술 0 신규등록
20 현장시험 0 신규등록
21 국내외 장·단기 연수지원 성과 0 신규등록
22 인력양성 1 신규등록
23 포상 0 신규등록
[성과입력(과제지표) 안내]
1.성과실적 등록(주관/공동과제 연구책임자) : 성과실적 등록은 실제 연구를 수행하는 주관/공동과제에서만 가능합니다.
2.성과실적 조회(전체과제 연구책임자) : 선택한 과제별로 성과실적을 조회하실수 있습니다.(가중치가 부여되지 않으면, 성과달성율은 '0%'입니다.)
[주의사항]
과제지표에 해당하는 성과실적을 입력하기 위해서는 '성과계획수립'탭에서 성과지표 설정, 목표치 부여, 가중치 부여 등의 작업을 수행하여야 합니다.

<1-6-1>


특허
엑셀
... 특허 명칭 발명자명/고안자명(창작자명) 출원일 출원번호 출원국 등록일 등록번호
1 등록 전기철도 차량 집전장치의 회전각도 측정 지그 박찬경, 김영국, 김기환 2009-12-28 10-2009-0132083 대한민국 2012-02-17 10-1120016-0000
2 등록 회전각도 측정을 이용한 전기철도 차량용 집전장치의 물리량 측정 시스템 박찬경, 김영국, 김기환, 김석원, 백진성 2010-09-20 10-2010-0092403 대한민국 2012-04-26 10-1142243-0000
3 출원 전기철도 차량 집전장치의 접촉력 측정 센서 김영국, 박찬경, 전창성, 김석원, 김기환 2011-12-15 10-2011-0135691 대한민국
4 출원 전기철도 차량 집전장치 접촉력 측정 센서 박찬경, 김영국, 김석원, 조홍식, 김기환 2011-12-15 10-2011-0135682 대한민국
5 출원 전기철도의 집전성능정보 전송용 광케이블 절연 튜브 김영국, 박찬경, 김석원, 김기환 2010-09-29 10-2010-0094571 대한민국

<1-6-2>

[별첨 1-7]

국내외 학술지 게재

	국내/국외 구분	SCI(E)/일반...	학술지명	VO...	논문제목	게재일(년.월)	주저자명(여러명일경우 ';' 구분)
1	국내	일반학술지	한국철도학...	제11권	추리통계학을 이용한 고속철도 승차감 평가에 대한 고찰	200812	김영국
2	국외	SCI(E)학술지	EXPERIMENTA...	33	AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE RIDE COMFORT OF	200911	김영국
3	국내	일반학술지	한국철도학...	13	고속철도용 판토그라프 접촉력 측정을 위한 스트레인 게이지 내장형 하중센서 개발	201010	박찬경; 김영국; 조용현; 백진성
4	국내	SCI(E)학술지	Journal of ...	24	Robust design of railway vehicle suspension using a process capability index	201004	박찬경
5	국외	일반학술지	Journal of ...	6	A Study on the Measuring System of Contact Force of Pantograph for the High-S...	201201	PAIK, Jin-Sung;
6	국내	SCI(E)학술지	Internation...	12	MEASUREMENT OF THE DISC-PAD FRICTION COEFFICIENT FOR MECHANICAL BRAKES USING ...	201102	김영국; 김석원; 박찬경; 박태원; 김영모
7	국내	일반학술지	철도저널	14	고속철도 기술개발의 세계 동향과 향후 우리나라의 기술개발 방향	201102	김기환
8	국내	일반학술지	한국철도학...	14	z변환을 이용한 시간영역에서의 승차감 평가	201112	김영국;
9	국내	일반학술지	한국철도학...	13	승차감 평가를 위한 주파수 보정곡선의 분석	201012	김영국; 박찬경; 김석원; 김기환; 백진성

<1-7-1>

국내외 학술회의 발표

	국내/국외 구분	논문제목	학술회의 명칭	학술회의 개...	발표일(년.월)
1	국내	고속철도 승차감 평가에 통계적 기법의 적용	2008 철도학회 춘계학술대회	대한민국	200806
2	국외	Sensitivity Analysis and Optimization Design of a Pantograph for a High-Speed Train	1st Civil-Comp Conference (R...	스페인	201204
3	국내	실차 주행시험을 통한 디스크-패드 마찰계수 측정방법	2008 철도학회 춘계학술대회	대한민국	200806
4	국내	한국형고속열차를 활용한 기존선 전철화 구간에서 고속열차 운행의 적합성 평가	2007 한국철도학회 추계학술대회	대한민국	200711
5	국내	개념적 관점에서 차세대고속철도차량의 현가요소 특성 분석	2008 한국철도학회 춘계 학술대회	대한민국	200806
6	국내	한국형고속열차 세미액티브 진동 제어	2007 소음진동공학회 추계학술대회	대한민국	200711
7	국외	Evaluation of the ride comfort on the high speed line and the conventional line ...	4th Asian Conference on Mult...	대한민국	200808
8	국내	한국형 고속열차의 공익적 목적 활용방안 대안 연구	한국철도학회 2008 추계학술대회	대한민국	200811
9	국외	THE SENSITIVITY ANALYSIS OF SUSPENSION CHARACTERISTICS FOR KOREAN HIGH SPEED TRAIN	4th Asian Conference on Mult...	대한민국	200808
10	국내	최근 세계 고속철도 기술의 진화경향 분석을 통한	09 춘계철도학회	대한민국	200905
11	국내	차세대 고속철도 기술개발 현황과 전망	교통학회 추계학술대회	대한민국	200911
12	국내	철도차량의 주행저항 측정방법의 관한 고찰	한국철도학회 추계학회	대한민국	200911
13	국내	R&D for High Speed Rail	세계고속철도워크숍	대한민국	200911
14	국외	Dynamic Characteristics of High-Speed Train in Emergency Brake Condition	Asian Conference on Multibod...	대한민국	200808
15	국내	철도차량의 주행패턴 최적화에 대한 연구	2010년도 한국정밀공학회 춘...	대한민국	201005
16	국내	판토그라프 접촉력 측정을 위한 스트레인 게이지형 하중측정센서 개발	2010 한국철도학회 춘계학술대회	대한민국	201006
17	국내	고속철도 글로벌 브랜드 실현	국토해양연구회 세미나	대한민국	201006
18	국내	고속철도 속도향상(차량분야)	2010년 철도건설 춘계세미나	대한민국	201006
19	국내	열차의 속도패턴 결정에 차분진화의 적용	2010 한국철도학회 추계학술대회	대한민국	201010
20	국외	The Study on a Design Process based on System Engineering for 400 km/h HEMU-400X...	4th Asia-Pacific Conference ...	대만	201010
21	국내	Next-Generation High-Speed Train Project	2010 Dasan Conference: Green...	대한민국	201010
22	국내	차세대 고속철도 기술개발	2011 녹색기술포럼	대한민국	201102
23	국내	고속철도 기술개발 R&D 사업의 시사점	고속철도 기술지원 그룹 세미나	대한민국	201103
24	국외	A Study on the Measuring System of Contact Force of Pantograph for the High-spee...	ICMDT 2011(4th International...	일본	201104
25	국외	Analysis of correlation between running time and energy consumption according to...	ICMDT 2011(4th International...	일본	201104
26	국내	EN규격을 적용한 철도차량의 승차감 평가	2011년 한국정밀공학회 춘계...	대한민국	201106
27	국내	고속열차 현가장치 특성 민감도 분석 연구	2011년 한국정밀공학회 춘계...	대한민국	201106
28	국내	성능시험을 통한 경전철 차량의 주행특성 비교 고찰	2011년 한국철도학회 추계학술대회	대한민국	201110
29	국내	유한요소해석 기법을 이용한 고속철도용 판토그라프 집전성능 평가 및 민감도 분석	2011년 한국철도학회 추계학술대회	대한민국	201110
30	국내	고속열차 전기적 이선 특성 측정 방안 연구	2011년 한국철도학회 추계학술대회	대한민국	201110
31	국내	제동시 점착력과 제동력의 관계에 대한 고찰	2007 한국철도학회 추계학술대회	대한민국	200711

<1-7-2>

[별첨 1-8]

430km/h급 동력분산식 차세대 고속열차

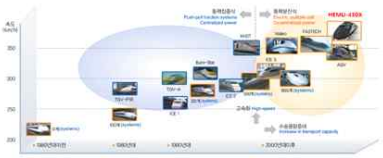


글 : 김명곤 책임연구원(한국철도기술연구원 차세대고속철도기술개발사업단(TTT))
그림 : 한국철도기술연구원

차세대 고속열차 해무(HEMU-430X)의 이름은 동력분산식 차량의 영어 약자(High-speed Electric Multiple Unit 430km/h eXperiment)와 바다의 안개(해무무릅)처럼 미래를 기다리는 상서로운 의미와 빠르게 달린다(곡목무릅)는 뜻을 함께 내포하고 있다. 해무는 국토해양부의 미래가치 창출 10대 사업의 일환으로 세계 최고 고속철도 기술 확보를 목표로 추진되고 있는 차세대고속철도기술개발사업의 결과물로 탄생한 것이다. 이 개발열차는 6량 1편성으로 시제열차의 개발을 완료하고 지난 5월 17일 평원종합역에서 공개되, 언론 및 일반인을 대상으로 하는 공개행사를 가졌다. 현재는 경부고속철도 2단계 구간인 부산-고모IEC 구간에서 시운전 시험이 진행되고 있다.

세계 고속열차의 기술개발 동향

최근 세계 고속열차의 기술개발 주요 관심사는 통합운행, 속도증가, 수송력 향상 등이다. 국가 차원에서 사용되던 철도규격이 유럽과 세계 공동 규격으로 정리되어 열차의 통합운행이 가능토록 하고 있다. 또한, 2000년대 이전까지 각국의 지리적 환경과 운영여건을 고려해 그 나라의 특성에 맞게 동력분산식과 동력집중식 중 선택적으로 사용하였으나, 최근에는 <그림 1>과 같이 속도증가와 수송능력의 극대화, 속중 감소를 통한 궤도 유지보수 경감 등에 장점을 갖는 동력분산식에 집중되고 있는 추세다.



<그림 1> 세계 고속열차 개발 동향

차세대 고속열차 시제차량 특성

해무는 세계 고속철도 개발 추세에 맞춰 고속화 및 대용량의 동력분산식을 채택하였고 유럽 규격(TSI, Technical Specification for Interoperability)에 적합하도록 차량을 설계 제작하였다. 특히, 국내의 다양한 철도신호방식에 대응하도록 ATS/ATC/ATP 등의 신호시스템을 개발하여 적용하였다. <표 1>은 현재 운행하거나 운행 예정인 세계의 고속열차의 영업운행속도, 승객수송능력 등 중요한 제원을 해무와 비교한 것으로 국내 기술의 우수성을 간접적으로 확인할 수 있다.

구 분		승객수송 능력 (명/편성)	공차 중량 (톤/편성)	영업운행 최고속도(km/h)	동력방식
한국	KTX-산천	363	403	300	집중식
	HEMU-430X	362 (최대 456명 가능)	415	370	분산식
프랑스	AGV	420~460	410	360	분산식
	TGV-Duplex	545	380	320	집중식
독일	Velaro-E	404	415~425	350	분산식
일본	Series 700	571	320	300~360	분산식
중국	CRH380	494	528	380	분산식

<표 1> 세계 고속열차와의 제원 비교

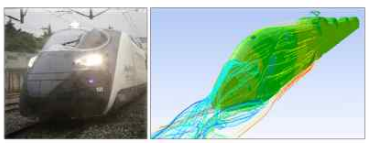
차세대 고속열차 시제차량(6량 1편성, 그림 2)은 유도전동기와 영구자석 동기전동기를 병행하는 독자적인 추진시스템과 공기저항을 최소화시킨 유선형 전두부를 적용하여 430km/h급 패속성을 보장한다. IT기반 승객 편의장치와 신호도를 만족시키기 위한 다양한 좌석 배치, 인체공학적 공간 디자인과 실내 공간 증대, 기존 고속열차와 동일한 수준의 객실 소음 차폐 등으로 승객의 편의성을 향상하였다. 이 외에도 경량 복합재료 또는 최적화를 통한 초경량 알루미늄 압출재 차체, 고성능 제동시스템, 고속 대응 한가정지를 적용한 대차, 저소음 판토그라프, 차세대 차상컴퓨터제어장치, 최소형 보조전원장치, 고용량 소형 배터리장치가 개발되어 적용되었다.



<그림 2> 차세대 고속열차 시제차량(6량 1편성)

공력해석을 통한 고유 전두부 형상 설계

400km/h 이상 속도 구현을 위해 주행저항 최소화(300km/h에서 기존 KTX 대비 10% 저감)가 가능한 전두부 형상을 구현하였다. 특히 열차가 터널에 진입할 때 가해지는 충격 및 미기압파의 영향을 최소화하기 위해 전두부 및 차량단면 형상설계가 <그림 3>과 같이 이루어졌다.



<그림 3> 공력해석을 통한 전두부 설계

고객 만족형 실내 디자인 개발

운전실의 구조 및 컨트롤러스크의 형상은 보수자체의 기능성과 운전자 편의성 향상을 위한 디자인에 초점을 맞췄다. 운전자의 접근성을 고려한 기기배치를 통해 기존 차량의 단점을 최대한 보완했다. 차량의 폭은 기존 차량 대비 약 130mm 증가시켰고, 1등실 및 2등실 좌석의 폭도 증대했다. 또한, 수송력 극대화를 고려하여 <그림 4>와 같이 다양한 좌석배치를 적용하여 탄심당 좌석수를 약 16% 늘렸으며, 고객 만족형 IT기반 승객 편의장치를 적용하여 여행객에 편의를 도모했다.

차체 경량화 및 소음성능 개선

알루미늄 압출재의 강도 최적화를 통해 차체 중량 5% 저감으로 축중 감소(14ton 적용)를 통한 궤도 유지보수 경감과 차체 알루미늄 압출재의 형상 최적설계를 통한 5dB 정도 차음 성능 향상을 실현했다.

경량 고속 주행용 대차 개발

400km/h 이상의 속도에서 열차가 안전하게 주행할 수 있도록 고속 주행용 대차 개발도 함께 이루어졌으며, 이미 한국철도기술연구원의 주행안정성 시험설비를 이용하여 성능을 입증하였다.

경량 고효율 추진시스템 적용

유도전동기와 영구자석 동기전동기를 병행하는 추진시스템을 개발하여 기존의 성능향상(기존 KTX 대비 300km/h에 2분 단축)을 이뤄냈다. 또한, 개발 유도전동기는 기존 전동기 대비하여 10%의 경량화와 5%의 효율 향상을 가져왔다.

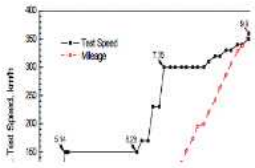


<그림 4> 인간공학적 운전실 및 고객 만족형 다양한 좌석 적용

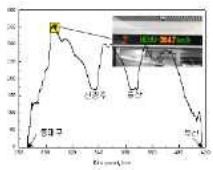
향후 계획

현재 해무의 성능 입증을 위하여 시운전 시험을 진행하는 차세대고속열차 시운전단이 조직되어 운영되고 있다. 지난 6월 28일부터 영업선로인 경부고속철도 2단계 구간에서 개발열차의 기본적인 성능 입증과 함께 종속시험이 진행되고 있다(그림 5). 지난 9월 9일 새벽에는 G7 고속열차 시제차량으로 '04년 12월에 기록했던 국내 최고속도(352.4km/h)를 넘어서는 최고속도시험이 진행되어 354.7km/h를 기록하였다(그림 6).

앞으로도 해무의 속도를 향상시키는 시운전 시험은 계속적으로 추진될 예정이며, 금년 하반기에는 최고속도 430km/h를 달성할 수 있을 것으로 예상하고 있다. 또한, 2015년 상반기까지 개발열차는 10만km 주행시험을 통해 안정성을 확보한 후에 상용화를 목표로 하고 있다.



<그림 5> HEMU 최고속도 및 누적 주행거리



<그림 6> 최고속도 354.7km/h 기록

〈첨부 2〉 성과점검기준표에 대한 실적표

- 성과 질적목표 점검(3단계)

세세부과제(공동과제)명 (연구목표, 분야)	성과목표		성과지표		성과실적 내용 요약
분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄 (사업추진 체계정립 관리 및 개발기술 종합)	1-1	과제별 연구내용/역할 조정	①	과제별 연구내용/역할 조정	< 총괄적 조정 및 관리 > ○ 사업 및 과제별(기반기술 포함) 총괄적 연구추진 관리 - 기반기술과제 진도점검 회의(2회) - 핵심과제 책임자 회의(1회) - 차량제작 공정회의(11회) ○ 사업의 종합적 핵심 성과지표 보완 및 달성도(정량적/정성적 성과 등) 관리 ○ 사업의 언론홍보 및 각종 행사 주관 - 차량 시운전 시험 기반기술 과제 관리 및 정성적/정량적 성과 관리 - 주요행사 홍보 ・대차 동적특성 주행시험 시연(KBS 외 15개 언론 보도) ・HEMU-430X 제작완료 출고식 및 시승(KBS 외 63개 언론 보도) ・HEMU-430X 최고속도 350km/h 달성(KBS 외 52개 언론 보도) # 3단계 보고서 57~91페이지, 158~185페이지참조 < 상호역할 및 업무조정 > ○ 핵심 및 세부과제별 인터페이스 점검 및 조정 ○ 핵심 및 세부과제별 문제 해결 및 역할분담 - 배전반 제작관련 인터페이스 조정

세세부과제(공동과제)명 (연구목표, 분야)	성과목표		성과지표		성과실적 내용 요약
분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄 (사업추진 체계정립 관리 및 개발기술 종합)	1-1	과제별 연구내용/역할 조정	①	과제별 연구내용/역할 조정	- 주변압기 고장/추진시스템 안정화/난방배성 소손 등 관련 기관업무 조정 ○ 전문가와의 협조체계 구축 - 시제열차 제작, 완성차시험 및 본선 시운전을 수행 중 주요 이슈사항에 대한 인터페이스 조정 # 3단계 보고서 92~112페이지 참조 < 연도별 사업내용 조정 및 보완 > ○ 사업 추진에 따른 주변환경을 고려한 차년도 및 후속과제를 연계한 사업내용(기간, 목표, 연구내용 등) 등의 조정 및 보완 - 후속사업과의 원활한 연계를 통해 사업의 최종목표를 성공적으로 마무리할 수 있도록 현 사업을 1개월 연장하는 것은 타당 # 3단계 보고서 113~117페이지 참조 < 전반적인 일정관리 > ○ 연구추진 일정준수를 위한 정기적/비정기적 현장진도점검 후 조치요구사항을 통보하고 보완답변서를 접수하는 등 진도관리를 수행(2회) ○ 핵심 및 세부과제별 과제 진도점검 수행 등 - 분기별 진도보고를 통해 모든 과제 진행사항과 연구비 집행현황 등을 조사하여 과제들의 현안사항 파악하고 미비점 보완(1회) # 3단계 보고서 118~157페이지 참조 < 시운전단 구성 및 시험운행 총괄 > ○ 관계기관과의 본선 시운전 효율적 운용 관리를 위한 협약 및 시운전단 구성(46명) ○ 개발 시제열차의 성능검증을 위한 완성차 시험 및 본선 시운전 효율적 운용 관리

세세부과제(공동과제)명 (연구목표, 분야)	성과목표		성과지표		성과실적 내용 요약
분산형 고속철도 시스템 통합 및 총괄 (사업추진 체계정립 관리 및 개발기술 종합)	1-1	과제별 연구내용/역할 조정	①	과제별 연구내용/역할 조정	- 기존선 6회/고속선 24회 운행 및 시운전 전후 회의 주관 - 국내 최고속도 시험 354.6km/h 달성 - 누적주행거리 10,086km # 3단계 보고서 207~219페이지 참조
	1-2	기술성과 목표관리 및 평가	①	기술성과 목표관리 및 평가	<연구성과 자료집 작성> ○ 1단계(1~2차년도), 2단계(3~4차년도) 및 3단계(5차년도) 등으로 나누어 각 단계별 연구성과 자료집 작성 및 배포 # 1, 2, 3단계 연구성과 자료집 참조
	1-3	최종 성능평가 결과자료 종합	①	최종 성능평가 결과자료 종합	○ 개발 결과물의 성능검증 체계에 의거한 설계도서(도면, 설명서, 절차서, 결과보고서 등) 등의 결과 승인/검토 및 관리 - 개발열차의 성능을 검토 확인 하는 목록(설계도서) 문서의 범위는 차량 70종, 견인전동기 4종, 주변압기 4종, 주전력변환장치 8종, 대차 21종, TDCS 2종, 알루미늄 구체 2종, 경량시트 2종, 유리 2종, 통로연결막 3종, 제동 및 판토그래프 52종, 주회로차단기 7종, 제어시스템 15종, APS 및 축전지 11종, 정보기록장치 3종, 차상신호장치 6종 등 총 212 종의 기술문서임. ○ 차세대고속열차 시험 운행을 위한 시험 성적서 # 3단계 보고서 186~206페이지 참조
	1-4	후속과제 수립	①	후속과제 수립	○ 본선 시운전을 통해 최고시험속도 달성 이후의 차량 신뢰성 검증 및 안정화를 위한 후속과제 기획 # 3단계 보고서 “별첨 6” 참조
	1-5	실용화 방안 연구	①	실용화 방안 연구	○ 시제차량의 신뢰성 및 안정화의 검증 후, 상용화를 위한 마케팅 전략 수립 # 3단계 보고서 “부록” 참조

- 성과 양적지표 점검

성과지표	목표	실적	성과실적 내용 요약
특허출원/등록	출원5	출원5/등록2	• 특허출원 - 김영국, 박찬경, 김기환, “전기철도차량 집전장치의 회전각도 측정 지그”, 2009.12 - 박찬경, 김영국, 김기환, 김석원, 백진성, “회전각도 측정을 이용한 전기철도 차량용 집전장치의 물리량 측정 시스템”, 2010.9 - 김영국, 박찬경, 김석원, 김기환, “전기철도의 집전성능정보 전송용 광케이블 절연 튜브”, 2010.9 - 박찬경, 김영국, 김석원, 조홍식, 김기환, “전기철도 차량 집전장치 접촉력 측정 센서(L형)”, 출원일 2011.12.15 - 김영국, 박찬경, 전창성, 김석원, 김기환, “전기철도 차량 집전장치 접촉력 측정 센서(I형)”, 출원일 2011.12.15 • 특허등록 - 박찬경, 김영국, 김기환, “전기철도 차량 집전장치의 회전각도 측정 지그”, 등록일 2012.02.17 - 박찬경, 김영국, 김기환, 김석원, 백진성, “회전각도 측정을 이용한 전기철도 차량용 집전장치의 물리량 측정 시스템”, 등록일 2012.04.26
논문게재/발표	게재5/발표15	게재9/발표31	• 논문게재 - 김영국 등, “추리통계학을 이용한 고속철도 승차감 평가에 대한 고찰”, 한국철도학회 논문집 - Y.G. Kim, S. Choi, S.W. Kim, Y.M. Kim, and T.W. Park, “An experimental study on the ride comfort of the Korean high speed train”, Experimental techniques, 2009.11 - K.K. Lee, C.K. Park and S.H. Han, “Roust design of railway vehicle suspension using a process capability index”, Journal of Mechanical Science and Technology, 2010.4

성과지표	목표	실적	성과실적 내용 요약
논문게재/발표	게재5/발표15	게재9/발표31	• 논문게재 - 박찬경, 김영국, 조용현, 백진성, “고속철도용 판토그라프 접촉력 측정을 위한 스트레인 게이지 내장형 하중센서 개발”, 한국철도학회 논문집, 2010.10 - 김영국, 박찬경, 김석원, 김기환, 백진성, “승차감 평가를 위한 주파수 보정곡선의 분석”, 한국철도학회 논문집, 2010.12 - 김영국, “Measurement of the Disc-pad Friction Coefficient for Mechanical Brakes using Ditect and Indirect Methods”, International Journal of Automotive Technology, 2011.2 - 김기환, “고속철도 기술개발의 세계 동향과 향후 우리나라의 기술개발 방향”, 철도 저널, 2011.2 - 김영국, 김석원, 박찬경, 김상수, 김기환, “z변환을 이용한 시간영역에서의 승차감 평가”, 한국철도학회논문집, 제14권, 제6호, 2011.12 - J.S. Paik, C.K. Park, Y.G. Kim, K.H. Kim, “A Study on the Measuring System of Contact Force of Pantograph for the High-speed Train″, Journal of Advanced Mechanical Design, Systems and Manufacturing, Vol.6, No.1, 2012.01 • 논문발표 - 김상수 등, “한국형고속열차 세미액티브 진동 제어”, 2007 소음진동공학회 추계학술대회 - 김영국 등, “제동시 점착력과 제동력의 관계에 대한 고찰”, 2007 한국철도학회 추계학술대회 - 목진용 등, “한국형고속열차를 활용한 기존선 전철화 구간에서 고속열차 운행의 적합성 평가”, 2007 한국철도학회 추계학술대회 - 김영국 등, “Evaluation of the Ride Comfort on the High-speed line and the Conventional Line for the High-speed Trains″, 4th Asian Conference on Multibody Dynamics 2008 - 박찬경 등, “The Sensitivity Analysis of Suspension Characteristics for Korean High-speed Train″, 4th Asian Conference on Multibody Dynamics 2008

성과지표	목표	실적	성과실적 내용 요약
논문게재/발표	게재5/발표15	게재9/발표31	• 논문발표 - 김영국 등, “고속철도 승차감 평가에 통계적 기법의 적용”, 2008 철도학회 춘계학술대회 - 목진용 등, “한국형 고속열차의 공익적 목적 활용방안 대안 연구″, 2008 추계 철도학회 - 목진용 등, “실차 주행시험을 통한 디스크-패드 마찰계수 측정방법”, 2008 철도학회 춘계학술대회 - 박찬경 등, “개념적 관점에서 차세대고속철도차량의 현가요소 특성 분석”, 2008 한국철도학회 춘계 학술대회 - 김영국 등, “Dynamic Characteristics of High-Speed Train in Emergency Brake”, Asian Conference on Multibody Dynamics(ACMD)2008 - 김기환 등, “최근 세계 고속철도 기술의 진화경향 분석을 통한한국 고속철도의 향후 기술개발 전략”, ′09 춘계철도학회 - 김기환, “차세대 고속철도 기술개발 현황과 전망”, 2009년 대한교통학회 추계학술대회, 2009.11 - 박찬경, 김상수, 김기환, 김영국, “철도차량의 주행저항 측정방법의 관한 고찰”, 2009년 한국철도학회 추계학술대회, 2009.11 - 김기환, “R&D for High Speed Rail - Experiences in Korea, UIC Workshop”, 2009.11 - 김영국, 박찬경, 김석원, 김기환, “철도차량의 주행패턴 최적화에 대한 연구”, 2010년 한국정밀공학회 춘계학술대회, 2010.5 - 박찬경, 김영국, 조용현, 백진성, “판토그라프 접촉력 측정을 위한 스트레인 게이지 내장형 센서 개발”, 2010년 한국철도학회 춘계학술대회, 2010.6 - 김기환 “고속철도 글로벌 브랜드 실현”, 국토해양연구회 세미나, 2010.6 - 김기환, “고속철도 속도향상(차량분야)”, 2010년 철도건설 춘계세미나, 2010.6

성과지표	목표	실적	성과실적 내용 요약
논문게재/발표	게재5/발표15	게재9/발표31	- J.S. Paik, J.M. Chung, “The Study on a Design Process based on System Engineering for 400 km/h HEMU-400X (EMU-Type High Speed Train)”, 4th Asia-Pacific Conference on Systems Engineering (APCOSE2010), 2010.10 - 김영국, 김석원, 박찬경, 김기환, “열차의 속도패턴 결정에 차분진화의 적용”, 2010 한국철도학회 추계학술대회, 2010.10 - 김기환, “Next-Generation High-Speed Train Project”, 2010 다산 컨퍼런스, 2010.10 - 김기환, “차세대 고속철도 기술개발”, 2011 녹색기술포럼, 2011.2 - 김기환, “고속철도 기술개발 R&D 사업의 시사점”, 고속철도 기술지원 그룹 세미나, 2011.3 - 박찬경, 김영국, 김기환, 백진성, “Analysis of correlation between running time and energy consumption according to train travel”, ICMDT 2011(4th International conference on Manufacturing, Design and Tribology), 2011.4 - 김영국, 박찬경, 김기환, 백진성, “A Study on the Measuring System of Contact Force of Pantograph for the High-speed Train”, ICMDT 2011(4th International conference on Manufacturing, Design and Tribology), 2011.4 - 김영국, 박찬경, 김기환, “EN규격을 적용한 철도차량의 승차감 평가”, 한국정밀공학회 춘계학술대회, 2011.6 - 박찬경, 김영국, 김기환, “고속열차 현가장치 특성 민감도 분석 연구”, 2011년 한국정밀공학회 춘계학술대회, 2011.6 - 이진희, 백진성, 김영국, 박태원, “유한요소해석 기법을 이용한 고속철도용 판토그래프 집전성능 평가 및 민감도 분석”, 한국철도학회 2011년 추계학술대회, 2011.10 - 조홍식, 한인수, 이태형, 김석원, 김영국, “고속열차 전기적 이선 특성 측정 방안 연구“, 한국철도학회 2011년 추계학술대회, 2011.10

성과지표	목표	실적	성과실적 내용 요약
논문게재/발표	게재5/발표15	게재9/발표31	- 전창성, 전홍규, 김영국, 박태원, “성능시험을 통한 경전철 차량의 주행특성 비교 고찰” 한국철도학회 2011년 추계학술대회, 2011.10 - J.S. Paik, Y.G. Kim, J.H. Lee, T.W. Park, K.H. Kim, “Sensitivity Analysis and Optimization Design of a Pantograph for a High-speed ″, Proceedings of the 1st International Conference on Railway Technology : Research, Development and Maintenance, 2012.04
기타	-	1	- 김영국, “430km/h급 동력분산식 차세대 고속열차” 한국건설교통기술평가원 2012.10(62호)