국토교통기획연구사업

R&D-11-B551457-000022-01

차세대 철도 핵심부품장치 기술개발기획 최종보고서

2018. 02

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 한국철도공사
공동연구기관 / 한국산업기술시험원
공동연구기관 / 서울과학기술대학교
공동연구기관 / 한국철도기술연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관 귀하

본 보고서를 “차세대 철도 핵심부품장치 기술개발 과제기획” 과제의 기획연구 보고서로 제출합니다.

2018년 02월

주관연구기관명 : 한국철도공사
주관연구책임자 : 최 성 수
연구원 : 안 찬 회
〃 : 김 재 국
〃 : 김 용 각
〃 : 정 재 민
〃 : 신 준 수
〃 : 김 호 연
〃 : 서 승 현
〃 : 윤 종 진
공동연구기관명 : 한국산업기술시험원
공동연구책임자 : 박 진 규
연구원 : 김 상 헌
〃 : 지 해 영
〃 : 송 준 광
〃 : 심 정 욱
〃 : 이 정 현

〃 : 강 지 성
〃 : 민 경 빈
〃 : 조 완 수
〃 : 최 용 규
공동연구기관명 : 한국철도기술연구원
공동연구책임자 : 최 돈 범
연구원 : 사 공 명
〃 : 최 성 훈
〃 : 정 우 태
〃 : 김 연 수
〃 : 장 동 욱
〃 : 최 영 태
〃 : 김 정 태
공동연구기관명 : 서울과학기술대학교
공동연구책임자 : 구 정 서
연구원 : 김 준 우
연구원 : 김 명 종

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>16RDPP-C120690-01</td><td>해당단계 연구기간</td><td>2016.09.05. ~ 2017.12.04.</td><td>단계구분</td><td>1단계/ 1단계</td></tr>
<tr><td colspan="2">연 구 사 업 명</td><td colspan="4">국토교통기획연구사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">차세대 철도 핵심부품장치 기술개발 사업기획 및 강소기업 육성을 위한 전략수립</td></tr>
<tr><td>세부 과제명</td><td colspan="4">차세대 철도 핵심부품장치 기술개발 과제기획</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">최 성 수</td><td>해당단계 참 여 연구원수</td><td>총 : 28명
내부 : 28명
외부 : 0명</td><td>해당단계 연구비</td><td>정부 : 120,000천원
민간 : 천원
계 : 120,000천원</td></tr>
<tr><td>총연구기간 참 여 연구원수</td><td>총 : 28명
내부 : 28명
외부 : 0명</td><td>총 연구비</td><td>정부 : 120,000천원
민간 : 천원
계 : 120,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소속부서명</td><td colspan="2">한국철도공사
철도과학기술연구원 연구혁신처</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="2">상대국명 :</td><td colspan="3">상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>공동</td><td colspan="2">연구기관명 : 한국산업기술시험원</td><td colspan="3">연구책임자 : 박 진 규</td></tr>
<tr><td>공동</td><td colspan="2">연구기관명 : 한국철도기술연구원</td><td colspan="3">연구책임자 : 최 돈 범</td></tr>
<tr><td>공동</td><td colspan="2">연구기관명 : 서울과학기술대학교</td><td colspan="3">연구책임자 : 구 정 서</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약</td><td>보고서면수</td><td>338</td></tr>
<tr><td colspan="6">철도 핵심부품장치 고도화개발 사업 수행을 위해 철도차량시스템, 궤도구조시스템, 전철전력시스템, 신호시스템 내 부품장치구성체계 내에서 총 23건의 우선순위 개발대상 부품장치를 도출한 후 운영사/전문가 자문을 통한 정책적·기술적·경제적 타당성 검토를 통해 총 4개의 연구개발 세부과제를 선정하고, 각 제안요구서(RFP)를 작성함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색인어</td><td>한글</td><td colspan="4">핵심부품, 제동패드, 제동슈, 감속기시스템, 전력변환장치 밸런서</td></tr>
<tr><td>영어</td><td colspan="4">Core component, Brake pad, Brake shoe, driving gear system, Power converter balancer</td></tr>
</table>

요 약 문

Ⅰ. 과제 개요

○ 과제명 : 차세대 철도 핵심부품장치 기술개발 사업기획 및 강소기업 육성을 위한 전략수립

○ 과제기간 : 2016년 09월 05일 ~ 2017년 12월 04일 (총 1년 3개월)

○ 과제예산 : 120,000 천원

○ 수행기관 :

(주관기관) 한국철도공사

(공동기관) 한국산업기술시험원, 한국철도기술연구원, 서울과학기술대학교

Ⅱ. 과제기획의 구성

○ 기획과제명 : 고속철도 해외의존 부품장치 국산화 기술개발

○ 비 전 : 고속철도 핵심 부품장치 기술선진화 및 세계시장 진출 달성

○ 목 표

- 개발대상 선진기술보유 부품장치 대비 성능 동등이상 달성
- 개발대상 부품장치 국산화 개발 100% 달성
- 개발대상 부품장치 국내외 시장진입 전략 도출

○ 기 간 : 2018년 06월 ~ 2022년 12월 (총 55개월)

○ 총 연구개발비 :

(정부출연금) 19,500,000 천원 / (민간투자금) 6,510,000 천원

○ 세부과제명 :

- (1세부) 고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 적합성검증 지원 연구
- (2세부) 동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 패드 및 슈 기술개발
- (3세부) 동력분산식 고속철도용 고내구성 감속시스템 기술개발
- (4세부) 고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서 시스템 기술개발

Ⅲ. 세부과제 연구개발 목표 및 내용

○ (1세부) 고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 적합성검증 지원 연구

가. 연구 목표

- 국내 고속철도 해외의존 부품장치를 국산화 개발하기 위한 기술성장 지원체계 구축
- 기술개발 대상 부품장치의 검증 및 인증 획득을 위한 개발 전주기 적합성 검증 지원
- 개발대상 부품장치 국내외 시장진출 확산 전략 모델 도출

나. 연구 내용

- 연구개발 수행프로세스 통합관리 지원체계 구축 연구
- 개발대상 부품장치 관련 국내외 검·인증 법/제도/표준규격 조사 분석 연구
- 적합성 검증 통합 프로세스 구축 연구
- 개발대상 부품장치의 고신뢰도 생산 유도 전략 연구
- 개발대상 부품장치의 설계적합성검증, 설계합치성검증 및 시험검증 공동 연구
- 인증 프로세스 구축 및 인증 획득 지원 연구
- 개발대상 부품장치의 현차/현장 적용 TEST-BED 설계 및 종합시험선로 연계 시험수행방안 연구
- 개발대상 부품·장치의 국내외 시장진출 및 확산 전략 모델 적용방안 연구

○ (2세부) 동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 패드 및 슈 기술개발

가. 연구 목표

- 국내 동력집중식 고속철도차량에 인터페이스 호환이 가능한 고성능 제동 패드 및 슈 국산화 개발
- 공인시험검증 및 인증획득을 통한 국내외 시장진출 기반 마련

※ 개발 주요 사양

- (평균마찰계수) 제동 패드 0.30~0.45(UIC 2017 기준) / 제동 슈 0.25±15% 수준 개발
- (전단강도) 제동 패드 6 MPa 이상, 제동 슈 15 kN 이상 수준 개발
- (마모량) 제동 패드 0.35 cm^3/MJ 이내, 제동 슈 700($\times 10^{-2}$ mm)cm^3/MJ 이내 수준 개발
- (디스크온도편차) 2.0 이하 수준 개발
- (제동패드 차량정차 소음) 107 dB(A) 이하 수준 개발(차량 진입 속도 77 km/h 기준)

나. 연구 내용

(1) 제동 패드

- 고속철도용 제동 패드 국내외 동향 조사 분석
- 선진 고속철도용 제동 패드 벤치마킹 적용 및 개발대상 재질 DB 구축
- 고속철도용 제동 패드 소음 저감기술 개발
- 고속철도용 제동 패드 설계 연구
- 고속철도용 제동 패드 제작 연구
- 고속철도용 제동 패드 시험평가 및 현차시험 수행
- 개발대상 고속철도용 제동 패드 최적 공정 개발 연구
- 국내외 시장 진출 기반 구축 연구

(2) 제동 슈

- 고속철도용 제동 슈 국내외 동향 조사 분석
- 선진 고속철도용 제동 슈 벤치마킹 적용 및 개발대상 재질 기술 연구
- 고속철도용 제동 슈 설계 연구
- 고속철도용 제동 슈 제작 연구
- 고속철도용 제동 슈 시험평가 및 현차시험 수행
- 고속철도용 제동 슈 최적 공정 개발
- 국내외 시장 진출 기반 구축

○ (3세부) 동력분산식 고속철도용 고내구성 감속시스템 기술개발

가. 연구 목표

- 선진기술 동등이상의 고내구성 동력분산식 고속철도차량 차축감속기 및 감속기용 베어링의 개발
- 공인시험검증 및 인증획득을 통한 국내외 시장진출 기반 마련

※ 개발 주요 사양

- (부하온도) 구동장치 조립체 무부하 및 부하구동 시 베어링부 온도 140 ℃ 이하 / 오일부 온도 120 ℃ 이하 수준 개발
- (진동) 모든 방향 진동 레벨이 120 dB 이하 수준 개발
- (소음) 모든 방향 3,616 rpm에서 음향파워레벨 107 dB(A) 이하, 4,173 rpm에서 음향파워레벨 109 dB(A) 이하 수준 개발
- (베어링 흔들림) 구동장치 기어 축 회전 시 베어링 하우징부 좌우 움직임에 대해 입력측 베어링 0.14 ~ 0.21 mm, 축력측 베어링 0.1 ~ 0.8 mm 수준 개발
- (베어링 고장율) 고장율 L_{10} 15년(1년 마일리지 180,000 km 기준) 이상 수준 개발

나. 연구 내용

(1) 차축감속기

- 차축 감속기 국내외 동향 조사 분석
- 고속철도용 감속시스템 설계 연구
- 고속철도용 감속시스템 제작 연구
- 고속철도용 감속시스템 시험평가 및 현차시험 수행
- 고속철도용 차축 감속기 최적 공정 개발
- 고속철도용 감속시스템 국내외 시장 진출 기반 구축

(2) 감속기 베어링

- 고속철도 감속기용 베어링 국내외 동향 조사 분석
- 개발대상 고속철도 감속기용 베어링 설계 연구
- 고속철도 감속기용 베어링 제작 연구
- 고속철도 감속기용 베어링 시험평가 및 현차 시험 공동 수행
- 개발대상 고속철도 감속기용 베어링 최적 공정 개발
- 개발대상 고속철도 감속기용 베어링 국내외 시장 진출 기반 구축

○ (4세부) 고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서 시스템 기술개발

가. 연구 목표

- 급전선로 전력부하 불평형 개선을 위한 5 MVA급 능동형 밸런서 개발
- 공인시험검증 및 인증획득을 통한 국내외 시장진출 기반 마련

※ 개발 주요 사양

- (불평형율) 스코트 변압기 사용으로 인한 M상, T상의 부하 불평형율 2% 이하 수준 능동형 밸런서 시스템 개발
- (정격용량) 변전소용 5 MVA급 정격용량 수준 개발
- (냉각장치) 수냉식+공냉식 냉각방식 개발
- (정격주파수 및 정격전압) 정격주파수 60 Hz / 정격전압 55 kV 밸런서 시스템 개발
- (DC전압) 2,200 V DC전압용 개발

나. 연구 내용

- 고속철도용 능동형 밸런서 시스템 국내외 동향 조사 분석
- 고속철도용 불평형 개선 기술 및 제어 토폴로지 개발

- 고속철도용 능동형 밸런서 시스템 설계 연구
- 고속철도용 능동형 밸런서 시스템 제작 연구
- 개발대상 고속철도용 능동형 밸런서 시스템 시험평가 및 현장시험 수행
- 개발대상 고속철도용 능동형 밸런서 시스템 최적 공정 개발
- 국내외 시장 진출 기반 구축

Ⅳ. 추진전략

○ (**부품장치 실용화 개발 기술지원**) 개발대상 부품장치에 대한 개발 통합관리, 신뢰성 설계 및 분석 적용, 적합성 검증 통합 프로세스 지원, 인증획득 지원, 시장진출 전략 모델 적용방안 지원 등

○ (**부품장치 기술개발**) 선진기술 벤치마킹, 설계/제작, 최적공정 및 유지보수 규격서 개발, 성능 검증 및 인증 획득

Ⅴ. 사전타당성 검토

○ 정책적 타당성 검토

- 국가 주요 상위 정책과의 부합성 검토결과 부합성이 높은 것으로 조사됨

< 국가 상위 정책과의 정책적 타당성 검토 결과 요약 >

구 분	"고속철도 해외의존 부품장치 국산화 기술개발" 과제기획과의 정책적 타당성 주요 검토 사항	검토 결과
문제인 정부 100대 국정과제	- 국가기간교통망 공공성 강화, 국토교통산업 경쟁력 강화 - 중소기업의 튼튼한 성장 환경 구축	국가추진 정책과의 **부합성 높음**
제4차 국토종합계획 수정계획	- 장기적 철도산업 확산과 거점도시 고속화	
국가기간교통망계획	- 고속(간선철도, KTX) 역세권 교통연계거점 활성화	
제3차 국가교통기술개발계획	- 선진 교통기술수준 대비 95% 달성, 사고건수 10% 저감	
제3차 철도산업발전기본계획	- 부품산업 경쟁력강화 및 부품강소기업 육성 - 시장개척 지원	
국토교통 R&D 중장기 전략	- 세계 선도기술 및 글로벌 기업 육성	
철도차량산업 육성방안	- 부품강소기업 육성(세계 일류기업 육성) - 국내외 시장 창출 제도적 지원 강화	
철도부품 강소기업 육성방안	- 중소기업 R&D 지원비율 확대 / R&D 공동참여 유도 - 체계적인 강소기업 육성 / 연구성과의 사업화 지원	

○ 기술적 타당성 검토

가. 기획과정의 적절성

- 1, 2차 운영사 Top-Down 기술수요조사와 1차 차량/부품 제조사 Bottom-Up 기술수요조사를 병행한 후 연구진/전문가 선정 협의를 통해 우선순위 개발대상 선정



< 개발대상 부품장치 선정 프로세스 >

나. 기존 연구와의 중복성

- 개발대상 선정협의를 통해 도출된 23개 우선순위 개발대상 부품장치 목록에서 기존 및 現 진행 부품장치 R&D, 향후 타 R&D 사업계획반영 등의 중복성을 검토하여 개발대상 3개 부품장치 도출

※ [동력집중식 고속철도차량용] 제동 패드(제동 슈 포함) [국내 現 시점 TRL 4단계]
※ [동력분산식 고속철도차량용] 차축감속기(베어링포함) [국내 現 시점 TRL 3단계]
※ [고속철도용] 선로급전장치(부하불평형 개선 밸런서) [국내 現 시점 TRL 2단계]

다. 기술개발 성공가능성

- 본 기획과제의 주요 목적은 기존의 R&D 국산화 개발단계와 검증 및 실용화 단계를 별개의 개발단계 관점으로 연구개발과제를 수행하는 방식의 틀에서 벗어나 “설계-제작-검증-인증-실용화” 전 단계를 본 과제를 통해 완수하는 것임
- 이와 같이 개발 전 단계를 철도 운영기관, 전문 연구기관, 공인시험인증기관, 차량 제조사, 부품 제조사가 유기적인 컨소시엄을 구성하여 “실용화 연구개발 지원”과 “부품장치 기술개발”의 융/복합 R&D 체계를 유지하며 수행함



< 연구개발 추진전략 및 성과 로드맵 >

○ 경제적 타당성 검토

가. 동력집중식 고속철도용 제동 패드 및 슈

- 동력집중식 고속철도용 제동 패드 및 제동 슈의 국산화 개발 후 해외 수입 수준 단가로 연간 약 37억원 수준의 수입대체효과를 얻을 수 있으며, 추가적으로 해외 수입대비 80% 단가로 개발 시 연간 유지보수품 수입대체로 약 4.7억원의 추가 구매 비용 절감효과를 얻을 수 있을 것으로 예상됨

< 동력집중식 고속철도 제동 패드 및 슈 국내시장 수요예측 및 예상 시장 >

(단위 : 백만원)

순번	부품	수입 단가	개발 단가	연간 수량	연간 수입액	연간 유지보수 수입대체*	비고
1	제동패드	0.16	0.14	20,720	3,315	414	272 SET/편성(KTX) 108 SET/편성(KTX-산천) 144 SET/편성(KTX-경강)
2	제동슈	0.16	0.14	2,808	449	56	24 SET/편성(KTX) 24 SET/편성(KTX-산천) 24 SET/편성(KTX-경강)

* 연간 유지보수 수입대체액은 부품별 교체주기를 고려한 연평균 유지보수용 부품 조달로 인한 절감액

- 동력집중식 고속철도용 제동 패드의 유럽시장 진입 예상 수요는 단기적으로 약 연 30억원 시장창출이 예측되고, 장기적 측면에서 유럽시장의 30% 점유를 목표로 가정할 시 약 100억원의 시장창출이 예상됨

< 동력집중식 고속철도 제동패드 장단기 유럽시장 수요예측 및 예상 시장 >

판매처	국가명	단가 (천원)	예상 판매량(개)	년 시장규모 (억원)	단기목표 (억원)	장기목표 (억원)
SNCF	프랑스	180	제동패드: 91,000	164	30	100
DB	독일	200	제동패드: 50,400	100		
TRENITALIA	이태리	180	제동패드: 26,000	47		

나. 동력분산식 고속철도용 감속시스템

- 동력분산식 고속철도용 감속시스템의 국산화 개발 후 해외 수입 수준 단가로 5년간 약 2,224억원 수준의 수입대체효과를 얻을 수 있으며, 추가적으로 해외 수입대비 90% 수준 단가 개발 시 5년간 수입대체로 약 22.4억원의 추가 구매비용 절감효과를 얻을 수 있을 것으로 예상됨

< 동력분산식 고속철도 감속시스템 국내시장 수요예측 및 예상 시장 >

(단위 : 백만원)

순번	부품	수입 단가	개발 단가	5년간 수량*	5년간 수입액	5년간 수입대체**	비고
3	감속 시스템	20	18	1,122	22,440	20,196	EMU250 기준 16SET/편성(EMU)

* 5년간 수량은 다음 표의 중장기 구매계획을 기반으로 함

** 5년간 수입대체 수량은 개발완료 시 수입단가 대비 10% 수준 절감 단가 적용 수입대체 금액

< 동력분산식 고속철도차량 구매 계획 (참조 : 국토교통부 공문 철도운행안전과-3214) >

구분	보유수량	감속시스템 적용 수량	적용노선
EMU-180	5편성(40량)	60 SET	삼성동탄선
EMU-300	32편성(192량)	256 SET	경전선
EMU-250	19편성(114량)	152 SET	경강선, 동해선
EMU-150	54.5편성(436량)	654 SET	대체(새마을, 무궁화)
합계		1,122 SET	-

- 동력분산식 고속철도용 감속시스템의 전 세계 해외시장 3% 진입 목표로 예상할 시 482억원*의 시장창출이 예상됨

* World Rail Market(UNIFE, 2016)의 자료를 참고하여 2021년 기준 전 세계 고속철도차량 시장규모는 112.06억 유로로 예측되며, 이를 원화로 환산 시 14.3조원임(2017년 1월 2일 환율 기준). 그 중 75% 수준이 동력분산식 고속철도차량 시장규모로 책정되어 약 10.7조원 시장규모이며, 1편성 당 감속시스템 16 SET 기준으로 1편성 가격의 약 15%를 차지하는 금액으로 가정하고 국산화 개발품으로 향후 세계시장 약 3% 진입 시 약 482억원의 시장규모 형성

다. 고속철도용 부하밸런서 시스템

- 고속철도용 부하밸런서를 국내 53대 설치 시 수입단가 15억 기준에서 국산화 완료 후 795억원 수입대체효과를 얻을 수 있으며, 수입단가 기준 80% 수준 개발완료 시 추가적으로 159억원의 구매비용 절감효과를 얻을 수 있음
- 또한, 연간 유지보수 전기요금절약 금액은 약 1.3억원(1대 설치 시 기준) 규모의 절감 효과가 나타나는 것으로 예상됨

< 고속철도용 부하밸런서 국내시장 수요예측 및 예상 시장 >

(단위 : 백만원)

순번	부품	수입 단가	개발 단가	연간 수량	연간 수입액	연간 유지보수 수입대체*	비고
4	부하 밸런서	1,500	1,050	5	-	700 (전기요금절약)	용량 5 MVAR 기준

* 밸런서 전력절감량은 1000 MWh/대(설치예상개수: 5대), 연간절감액: 약 5,671백만원 = 1000 MWh/대 × 5대 × 140원(전기요금: 140원/kWh) * 차량운행 조건에 따라 다를 수 있음

※ 5 MVA 용량의 밸런서 1대 설치 시 1,000[MWh/year] (3MWh/day × 365day ≒ 1,000[MWh/year]) 이상의 회생전력 활용 가능 (년 1억원 이상의 전기요금 절감 가능)[kWh 당 140원 기준, 2016년 철도통계 노선별 연료소비량의 KTX 전력요금 기준]

※ 산정 기준('일본의 사례' UIC 자료 참고) : RPC 설치 후 아래 그림과 같은 차량 및 운행 조건으로 하루 평균 7.6MWh의 회생전력을 활용

→ **국내 차량 운행 조건이 위 조건 보다 적은 것을 고려하여 하루 평균 3MWh의 회생전력량 활용으로 산정**

Ⅵ. 소요예산 산정

○ 예산 산정 방법

- 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 [시행 2013.3.23.] [대통령령 제24474호, 2013.3.23., 타법개정]의 [별표 2] 연구개발비 비목별 계상기준(제12조제5항 관련) 적용, "국토교통부소관 연구개발사업 운영규정", "국토교통기술 연구개발사업 관리지침", "국토교통기술연구개발사업 연구비 관리 및 정산매뉴얼" 등 참조

○ 전체 소요예산

< 전체 연구개발비 소요예산 >

(단위 : 백만원)

구분	구분	계	'18	'19	'20	'21	'22
고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 적합성검증 지원 연구	정부	6,400	400	1,200	1,600	1,600	1,600
	민간	2,140	135	400	535	535	535
동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 패드 및 슈 기술개발	정부	4,400	200	1,000	1,500	900	800
	민간	1,470	68	334	500	300	268
동력분산식 고속철도용 고내구성 감속시스템 기술개발	정부	5,400	200	1,000	1,900	1,300	1,000
	민간	1,800	67	334	633	433	333
고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서 시스템 기술개발	정부	3,300	200	800	1,000	700	600
	민간	1,100	67	267	333	233	200
총 계	정부	**19,500**	**1,000**	**4,000**	**6,000**	**4,500**	**4,000**
	민간	**6,510**	**337**	**1,335**	**2,001**	**1,501**	**1,336**

○ 기술개발 연구내용 대비 상세 연구비 소요

< 기술개발 연구내용 대비 상세 연구비 산정 >

연구개발 내용	연구 내용	세부 연구비					
		2018	2019	2020	2021	2022	계
고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 적합성검증 지원 연구	연구개발 수행체계 통합관리 지원체계 구축 연구	80	150	160	200	250	840
	개발대상 부품장치 관련 국내외 검·인증 법/제도/표준규격 조사 분석 연구	100	80	-	-	-	180
	적합성 검증 통합 프로세스 구축 연구	167	320	150	-	-	637
	개발대상 부품장치의 고신뢰도 생산 유도 전략 연구	188	600	878	560	440	2,666
	개발대상 부품장치의 설계적합성검증, 설계합치성검증 및 시험검증 공동 연구	-	250	567	658	648	2,123
	인증 프로세스 구축 및 인증 획득 지원 연구	-	150	200	250	250	850
	개발대상 부품장치의 현차/현장 적용 TEST-BED 설계 및 종합시험선로 연계 시험수행방안 연구	-	-	100	367	347	814
	개발대상 부품·장치의 국내외 시장진출 및 확산 전략 모델 적용방안 연구	-	50	80	100	200	430
	소 계	535	1,600	2,135	2,135	2,135	8,540
동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 디스크 및 슈 기술개발	고속철도용 제동 패드 및 슈 국내외 동향 조사 분석	50	50	-	-	-	100
	선진 고속철도용 제동 패드 및 슈 벤치마킹 적용 및 개발대상 재질 DB 구축	130	150	120	-	-	400
	고속철도용 제동 패드 및 슈 소음평가 및 저감기술 개발	50	100	150	200	150	650
	고속철도용 제동 패드 및 슈 설계 연구	38	500	250	-	-	788
	고속철도용 제동 패드 및 슈 제작 연구	-	134	850	380	298	1,662
	고속철도용 제동 패드, 슈 시험평가 및 현차 시험	-	400	400	400	400	1,600
	고속철도용 제동 패드 및 슈 최적 공정 개발 연구	-	-	150	120	120	390
	고속철도용 제동 패드 및 슈 국내외 시장 진출 기반 구축 연구	-	-	80	100	100	280
	소 계	268	1334	2000	1200	1068	5,870

연구개발 내용	연구 내용	세부 연구비					
		2018	2019	2020	2021	2022	계
동력분산식 고속철도용 고내구성 감속시스템 기술개발	고속철도용 감속시스템 국내외 동향 조사 분석	50	50	-	-	-	50
	고속철도용 감속시스템 설계 연구	217	500	250	-	-	750
	고속철도용 감속시스템 제작 연구	-	484	1350	900	400	3,134
	고속철도용 감속시스템 시험평가 및 현차 시험	-	300	703	613	713	2,329
	고속철도용 감속시스템 최적 공정 개발 연구	-	-	150	120	120	390
	고속철도용 감속시스템 국내외 시장 진출 기반 구축	-	-	80	100	100	280
	소 계	267	1334	2533	1733	1333	7,200
고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서 시스템 기술개발	고속철도용 능동형 밸런서 시스템 국내외 동향 조사 분석	50	50	-	-	-	100
	고속철도용 불평형 개선 기술 및 제어 토폴로지 개발	117	100	60	-	-	277
	고속철도용 능동형 밸런서 시스템 설계 연구	100	400	193	-	-	693
	고속철도용 능동형 밸런서 시스템 제작 연구	-	317	600	463	400	-
	고속철도용 능동형 밸런서 시스템 시험평가 및 현장 시험	-	200	250	250	200	900
	고속철도용 능동형 밸런서 시스템 최적 공정 개발 연구	-	-	150	120	100	-
	고속철도용 능동형 밸런서 시스템 국내외 시장 진출 기반 구축 연구	-	-	80	100	100	280
	소 계	267	1067	1333	933	800	4,400
합 계		1,337	5,335	8,001	6,001	5,336	26,010

Ⅶ. 과제공모 방안

○ 해당 연구개발과제는 각 세부과제별 분리공모를 통해 선정함

- 국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 및 국토교통 연구개발사업 관리지침에 준함

○ 과제 주요 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 “과제제안요구서(RFP)”를 참조하여 작성

- 제작 개발 세부과제(2~4세부)는 연구개발 지원 세부과제(1세부)와의 연계·협동·융합 연구수행 방안을 연구개발계획서에 제시
- 과제의 성공적인 목적 달성을 위해 필요 시 세부연구내용을 일부 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시

○ 연구성과의 실용화 및 사업화 추진계획 제시

- 과제 신청자는 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거 제시
- 과제 신청자는 파일럿 테스트 또는 TEST-BED 등을 통한 연구성과의 실용성 검증 및 사업화 추진계획을 제시

○ 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 제시

- 단계별 연구개발 성과목표·지표별 달성 목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안 제시해야 함

※ 각 세부별 과제 신청자는 개발대상에 대한 '국토교통 R&D 유형별 기술성숙도(TRL)' 8단계를 이룰 수 있는 방안을 구체적으로 제시

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 과제 신청기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진 시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며, 특히 제작 개발 세부과제(2~4세부)에 신청하는 기업은 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업이 주관함

○ 제작 개발 세부과제(2~4세부) 신청기업은 국토교통 R&D 철도기술연구사업 시행공고에서 제시하는 신청서류 외 재무상황 및 기업의 신용도를 증빙하는 서류를 필히 제시

목 차

1장 기술의 정의 및 필요성 ····· 1

1절 기술의 정의 ····· 1
1. 기술의 개요 ····· 1
2. 기술의 정의 ····· 2
2절 연구개발의 배경 및 필요성 ····· 3
1. 연구개발 배경 ····· 3
2. 연구개발 필요성 ····· 3

2장 국내외 동향 및 환경 분석 ····· 18

1절 국내외 정책동향 ····· 18
1. 국외 정책 동향 ····· 18
2. 국내 정책 동향 ····· 21
2절 국내외 시장현황 및 전망 ····· 26
1. 국외 철도시장 일반현황 ····· 26
2. 국내 철도시장 일반현황 ····· 30
3. 국내외 개발대상 부품장치 시장 현황 ····· 33
3절 국내외 기술동향 ····· 35
1. 국내외 철도분야 검·인증 동향 ····· 35
2. 국내외 제동 패드 및 슈 기술동향 ····· 49
3. 국내외 감속시스템 기술동향 ····· 52
4. 국내외 전기철도시설 전력부하 불평형 개선 기술동향 ····· 66
4절 논문 및 특허 분석 ····· 72
1. 국내외 논문 및 특허 현황 ····· 72

5절 연구개발 인프라 현황 ····· 99
1. 제동 성능시험기 ····· 99
2. 드라이빙기어 시험기 ····· 100
3. EMI/EMC 챔버 ····· 100
4. 피로시험기(250KN) ····· 101
5. 공기제동시험기 ····· 101
6. 3차원측정기 ····· 102
7. 그 밖의 공인시험장치 ····· 102

3장 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 148

1절 비전 및 목표 ····· 148
1. 비 전 ····· 149
2. 연구개발 목적 ····· 149
3. 연구개발 목표 ····· 149
4. 세부목표 ····· 149
2절 연구개발 과제 구성 ····· 151
1. 과제명 : 고속철도 해외의존 부품장치 국산화 기술개발 ····· 151
2. 연구개발 과제 구성 ····· 151
3. 연구기간 및 예산 ····· 153
3절 추진전략 및 세부과제별 주요내용 ····· 154
1. 추진전략 ····· 154
2. 세부과제별 주요내용 ····· 155

4장 사전타당성 검토 ····· 174

1절 논리모형 ····· 174
1. 개발대상 도출 논리모형 ····· 174

2. 개발대상 목표선정 논리모형 ····· 175
2절 정책적 타당성 ····· 182
1. 국내 상위 정책 현황 ····· 182
2. 상위 정책과의 부합성 ····· 186
3절 기술적 타당성 ····· 187
1. 기술적 타당성 검토 항목 ····· 187
2. 기획과정의 적절성 ····· 187
3. 기존 연구와의 중복성 ····· 198
4. 기술개발 성공가능성 ····· 199
4절 경제적 타당성 ····· 201
1. 경제적 타당성 검토 ····· 201
5장 소요예산 산정 ····· 204
1절 소요예산 산정 ····· 204
1. 예산 산정 방법 ····· 204
2. 전체 소요예산 ····· 205
3. 기술개발 연구내용 대비 상세 연구비 소요 ····· 205
2절 인력투입 계획 ····· 207
1. 연구일정에 따른 인력투입계획 ····· 207
2. 과제세부별 상세 인력투입 계획 ····· 207
6장 과제공모방안 ····· 209
1절 과제제안 요구서(RFP) ····· 209
1. (1세부) 고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 적합성검증 지원 연구 ·· 209

2. (2세부) 동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 패드 및 슈 기술개발 ·· 219
3. (3세부) 동력분산식 고속철도용 고기능성 감속시스템 기술개발 ····· 229
4. (4세부) 고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서시스템 기술개발 ···· 243
2절 과제공모 방안 ····· 252
1. 과제공모 일반사항 ····· 252
2. 유의사항 ····· 253
3. 선정평가 방법 ····· 254

참고문헌 ····· 257

[부록 1] 철도 핵심부품장치 기술개발 과제기획 기술수요조사서 ····· 259
[부록 2] 기술수요조사 및 우선순위 도출 자문회의 결과 ····· 327

표 목 차

표 1-1 철도차량 부품의 대륙별 수입현황(2011년) ····· 4
표 1-2 철도차량 교체 및 구매계획(안) [국토교통부, 2016] ····· 7
표 1-3 고속철도 제동패드와 제동슈의 장단기 시장수요예측 및 가능한 시장 창출 ···13
표 2-1 제3차 철도산업발전기본계획 내 철도차량 부품장치 관련 과제 ····· 24
표 2-2 철도부품 강소기업 육성방안 내 핵심부품장치 관련 분야 ····· 25
표 2-3 전 세계 지역별 철도 시장규모 ····· 27
표 2-4 분야별 철도시장 규모 ····· 27
표 2-5 철도차량별 철도시장 규모 ····· 27
표 2-6 세계 철도차량부품 업체 분석 ····· 29
표 2-7 동력집중식 고속철도 제동 패드 및 슈 국내 시장 현황 ····· 33
표 2-8 동력집중식 고속철도 제동패드 국외 시장 현황 ····· 33
표 2-9 동력분산식 고속철도 감속시스템 국내 시장 현황 ····· 34
표 2-10 동력분산식 고속철도차량 구매 계획 ····· 34
표 2-11 고속철도용 부하밸런서 국내 시장 현황 ····· 34
표 2-12 TSI 인증 체계 ····· 37
표 2-13 IRIS 인증 획득 업체 수('18. 02월 기준) ····· 42
표 2-14 특허종류별 국가별 검색건수 ····· 50
표 2-15 고속철도용 감속기 MRU 및 ARU 현황 ····· 55
표 2-16 국내 고속차량 감속장치 적용 현황 ····· 62
표 2-17 국내 철도차량분야 논문 활동 추이 ····· 72
표 2-18 최근 10년간 철도차량분야 국내 기관별 논문활용 추이 ····· 72
표 2-19 철도차량분야 기술 경쟁력 ····· 73
표 2-20 국내 철도시설분야 논문 활동 추이 ····· 73
표 2-21 최근 10년간 철도시설분야 국내 기관별 논문활용 추이 ····· 73

표 2-22 철도시설분야 특허 기술 경쟁력 ····· 74
표 2-23 특허 정량분석 결과(중분류) ····· 74
표 2-24 특허 정량 분석결과(소분류) ····· 75
표 2-25 주행장치 분야의 경쟁자 Land Scape ····· 84
표 2-26 주행장치 분야의 최근구간 출원증가율 ····· 85
표 2-27 주행장치 분야의 최근구간 출원점유율 ····· 85
표 2-28 주행장치 분야의 특허시장확보력 ····· 86
표 2-29 IP 부상도 판단 결과 ····· 86
표 2-30 IP 부상도 항목별 판단기준표 ····· 86
표 2-31 제동장치 분야의 경쟁자 Land Scape ····· 95
표 2-32 제동장치 분야의 최근구간 출원증가율 ····· 96
표 2-33 제동장치 분야의 최근구간 출원점유율 ····· 96
표 2-34 제동장치분야의 특허시장확보력 ····· 97
표 2-35 IP 부상도 판단 결과 ····· 97
표 2-36 IP 부상도 항목별 판단기준표 ····· 98
표 3-1 연도별 소요예산 ····· 153
표 3-2 고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 개발지원 연구 전략 로드맵 ···· 158
표 3-3 동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 패드 및 슈 기술개발 전략 로드맵 ····· 163
표 3-4 동력분산식 고속철도용 고내구성 감속시스템 기술개발 전략 로드맵 ····· 168
표 3-5 고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서시스템 기술개발 전략 로드맵 ····· 172
표 4-1 국가 상위 정책과의 정책적 타당성 검토 결과 요약 ····· 186
표 4-2 철도차량 부품·장치의 기술중요도, 안전도, 시장규모 등 분석 결과 ····· 188
표 4-3 기술 수요조사서 양식 및 설명서 ····· 193
표 4-4 개발대상 부품장치별 우선순위 선정 ····· 197
표 4-5 각 부품장치별 기존 연구와의 중복성 검토 결과 ····· 198

표 4-6 동력집중식 고속철도 제동 패드 및 슈 국내시장 수요예측 및 예상 시장 ···· 201
표 4-7 동력집중식 고속철도 제동패드 장단기 유럽시장 수요예측 및 예상 시장 ···· 201
표 4-8 동력분산식 고속철도 감속시스템 국내시장 수요예측 및 예상 시장 ····· 202
표 4-9 동력분산식 고속철도차량 구매 계획 ····· 202
표 4-10 고속철도용 부하밸런서 국내시장 수요예측 및 예상 시장 ····· 203
표 5-1 전체 연구개발비 소요예산 ····· 204
표 5-2 기술개발 연구내용 대비 상세 연구비 산정 ····· 205
표 5-3 전체사업 인력투입계획 ····· 207
표 5-4 연구개발 내용별 상세 인력투입 계획 ····· 207

그 림 목 차

그림 1-1 국내 고속철도차량 부품 가격상승율과 단종가능 부품 수 ····· 4
그림 1-2 수출입대비 철도선진국이 차지하는 부품 비율 현황 ····· 4
그림 1-3 기술 국산화에 따른 가격 인하효과 ····· 5
그림 1-4 2013~2017 건설교통 R&D 중장기 계획의 철도기술연구 개요 ····· 6
그림 1-5 2013~2017 건설교통 R&D 중장기 계획의 철도기술연구 이슈트리 ····· 6
그림 1-6 철도차량용 부품회사 종사자(임직원) 현황 ····· 8
그림 1-7 철도차량 부품산업 특성 ····· 8
그림 1-8 유럽 시험인증기관의 제품개발 전주기적 적합성 검증 지원 프로세스 ····· 11
그림 1-9 기존 및 현 수행 부품장치 R&D 수행 현황 평가 및 향후 사업화 성공 지원 방향 ·· 11
그림 2-1 유럽 철도 발전 기술 및 혁신 로드맵 ····· 19
그림 2-2 전 세계 철도 시장 전망 ····· 26
그림 2-3 세계철도운송망 전망 ····· 28
그림 2-4 국내 철도산업 현황 ····· 31
그림 2-5 국내 철도차량 부품업체 현황 ····· 31
그림 2-6 국내 중소기업 주요 거래처 현황 ····· 32
그림 2-7 범 유럽의 철도인증체계 ····· 35
그림 2-8 범 유럽 정부주도 인증체계 개념 ····· 36
그림 2-9 범 유럽의 철도인증체계 ····· 36
그림 2-10 통합 유럽의 철도 상호운영을 위한 규정체계 변화 ····· 38
그림 2-11 유럽연합의 철도 하부시스템 TSI의 검증 및 승인 체계 ····· 38
그림 2-12 미국철도협회(AAR) 기술기준 체계 ····· 39
그림 2-13 IRIS 인증서 교부 현황 ····· 41
그림 2-14 대륙별 인증서 교부 현황 ····· 41
그림 2-15 대륙별 인증 획득 국가 수 ····· 41
그림 2-16 국가별 IRIS 인증 현황 ····· 42

그림 2-17 철도안전법 개정에 따른 인증체계 변화 ····· 43
그림 2-18 철도 형식승인제도 관련 주요내용 ····· 43
그림 2-19 철도용품 형식승인 우선대상(안) 용품 ····· 44
그림 2-20 철도용품 형식승인 후순위 대상(안) 용품 ····· 45
그림 2-21 철도안전법에 따른 기술기준의 체계 ····· 46
그림 2-22 철도차량 기술기준 및 시험규격의 대상 ····· 46
그림 2-23 철도차량 기술기준 및 시험규격 대상 ····· 48
그림 2-24 국내 IRIS 인증 철도 기업 ····· 49
그림 2-25 유럽 고속철도차량에 적용되는 고 마찰계수 제동패드 ····· 50
그림 2-26 제동디스크의 열크랙 ····· 51
그림 2-27 손상된 차축과 차륜 ····· 51
그림 2-28 Helical gear drives(Single, Two stage) ····· 53
그림 2-29 Bevel gear drives(Single, Two stage) ····· 53
그림 2-30 Helical gear drives - not sprung ····· 54
그림 2-31 ICE 및 Velaro 고속전철용 감속장치의 설계 목표 ····· 54
그림 2-32 Motor Gear Unit ····· 55
그림 2-33 베어링 기술 동향 : 1~3세대 진화 ····· 56
그림 2-34 저토크 베어링 기술 동향 - 1 ····· 57
그림 2-35 저토크 베어링 기술 동향 - 2 ····· 57
그림 2-36 저토크 베어링 기술 동향 - 3 ····· 57
그림 2-37 유리섬유 소재 및 Polymer 리테이너 ····· 58
그림 2-38 열처리 기술 개발과 베어링 수명의 관계 ····· 58
그림 2-39 롤러 최적화 crowning 설계 ····· 59
그림 2-40 Application 적합 해석 기법 ····· 59
그림 2-41 국내 일반전동차에 적용된 감속장치 모델 ····· 60
그림 2-42 틸팅전동차에 적용된 감속장치 모델 ····· 60
그림 2-43 ITX-새마을에 적용된 감속장치 모델 ····· 61

그림 2-44 KTX-산천에 적용된 감속장치 모델과 개념도 ····· 61
그림 2-45 HEMU-430X에 적용된 감속장치 모델 ····· 62
그림 2-46 기어 케이스의 구조 방사 소음 검토 ····· 63
그림 2-47 테이퍼 롤러 베어링 ····· 64
그림 2-48 고속 차량용 모터 감속기 ····· 64
그림 2-49 고속 열차 3D 모델 ····· 65
그림 2-50 제주도 신제주 변전소에 설치된 효성의 50Mvar 스태콤의 인버터룸 ····· 66
그림 2-51 100 MVar/ 132 kV RAB 구성도 ····· 67
그림 2-52 RAB Container 내부 구성 ····· 67
그림 2-53 35 Mvar RAB layout ····· 68
그림 2-54 밸런서 설치 전후의 전압불평형률 비교 ····· 68
그림 2-55 국외 SVC 전력 흐름도 ····· 69
그림 2-56 국외 SVC 설치 현황 ····· 69
그림 2-57 RPC 설치 전후의 전력흐름도 ····· 70
그림 2-58 RPC 상세구성도 ····· 71
그림 2-59 RPC 제어반, 인버터반 및 RPC용 변압기 사진 ····· 71
그림 2-60 RPC용 Inverter Unit ····· 71
그림 2-61 전체 연도별 동향 ····· 76
그림 2-62 주요시장국의 연도별 동향 ····· 77
그림 2-63 주요시장국의 내·외국인 특허출원현황 ····· 78
그림 2-64 주요시장국의 연도별 내·외국인 특허동향 ····· 79
그림 2-65 IP 포트폴리오로 파악한 기술시장 성장단계 ····· 79
그림 2-66 IP 포트폴리오로 파악한 주요시장국의 ····· 80
그림 2-67 주행장치 분야 주요출원인 현황 ····· 81
그림 2-68 주행장치 분야 주요출원인의 연도별 동향 ····· 82
그림 2-69 주행장치 분야의 연도별 출원동향 ····· 84
그림 2-70 주행장치 분야의 주요시장국 내·외국인 특허출원현황 ····· 85

그림 2-71 전체 연도별 동향 ····· 87
그림 2-72 주요시장국의 연도별 동향 ····· 88
그림 2-73 주요시장국의 내·외국인 특허출원현황 ····· 89
그림 2-74 주요시장국의 연도별 내·외국인 특허동향 ····· 90
그림 2-75 IP 포트폴리오로 파악한 기술시장 성장단계 ····· 90
그림 2-76 IP 포트폴리오로 파악한 기술시장 성장단계 ····· 91
그림 2-77 제동장치 분야의 주요출원인 현황 ····· 92
그림 2-78 제동장치 분야 주요출원인의 연도별 동향 ····· 93
그림 2-79 제동장치 분야의 연도별 출원동향 ····· 96
그림 2-80 제동장치 분야 주요시장국의 내·외국인 특허출원현황 ····· 97
그림 2-81 제동 성능시험기 ····· 99
그림 2-82 드라이빙 기어 시험기 ····· 100
그림 2-83 EMI/EMC 챔버 ····· 101
그림 3-1 연구개발 비전 및 목표 ····· 148
그림 3-2 연구개발 과제 구성도 ····· 151
그림 3-3 연구개발 연차별 추진전략 로드맵 ····· 154
그림 4-1 개발대상 부품장치 도출 논리모형 ····· 174
그림 4-2 개발대상 부품장치 도출 및 선정 프로세스 ····· 174
그림 4-3 KTX-산천 제동디스크 열크랙 현상 ····· 175
그림 4-4 KTX-산천 수입 제동패드의 마찰재 파손 현상 ····· 175
그림 4-5 제동디스크 열손상으로 탈거된 윤축 ····· 175
그림 4-6 손상된 차축과 차륜(박리, 찰상 열마모) ····· 176
그림 4-7 ICE 및 Velaro 고속전철용 감속장치의 설계 목표 ····· 178
그림 4-8 개발대상 부품장치 선정 프로세스 ····· 187
그림 4-9 2차 Top-Down 기술수요조사 통합 현황 분석 ····· 194
그림 4-10 2차 Top-Down 기술수요조사 차량부문 현황 분석 ····· 194
그림 4-11 2차 Top-Down 기술수요조사 시설부문 현황 분석 ····· 194

그림 4-12 Bottom-Up 기술수요조사 통합 현황 분석 ····· 195
그림 4-13 Bottom-up 기술수요조사 차량부문 현황 분석 ····· 195
그림 4-14 Bottom-up 기술수요조사 시설부문 현황 분석 ····· 196
그림 4-15 개발대상 부품장치 선정을 위한 2차 선정 절차 매트릭스 ····· 196
그림 4-16 연구개발 추진전략 및 성과 로드맵 ····· 199

1장 기술의 정의 및 필요성

1절 기술의 정의

1. 기술의 개요

○ 철도산업은 철도산업발전 기본법에 따라 철도운송, 철도시설, 철도차량 등의 산업으로 구분할 수 있으며, 철도산업은 막대한 자본과 기술이 요구되는 기간산업으로 주요 목적은 인명과 재산을 안전하게 수송하기 위한 수단의 개념임[1].

○ 고속철도란 개량된 선로에서 200 km/h 초과 또는 새로 건설된 선로에서 250 km/h 이상을 내도록 설계된 차량과 시설을 일컬으며(국제철도연맹 정의, UIC), 보편적으로는 철제 차륜을 통해 주행하는 고속철도 차량은 동력집중식 철도차량과 동력분산식 철도차량으로 나눌 수 있음

- 동력집중식 철도차량은 동력을 가진 기관차가 동력이 없는 여러대의 객차(여객차)를 끄는 형식임(동력을 갖는 기관차가 한 대는 선두에서 끌고 한 대는 후미에서 미는 형식은 Push-Pull형 이라고도 함)

※ 국내에서는 KTX, KTX-산천, SR에 대한 철도차량으로 현재 경부선, 호남선, 원강선 등 고속선로에 운행되고 있는 철도차량임('17. 12. 기준)

- 동력분산식 철도차량은 철도차량 1개 편성 내 M-car(Motor가 차량전동기에 붙어 있어 여객을 실으면서 동력을 내는 차량)와 T-car(Trailer라는 의미로 동력원이 없는 객차)가 분산 배치되어 있는 철도차량 형식임

※ 국내에서 국내형 동력분산식 고속철도차량(HEMU-430X) 개발 후 2015년까지 200회 이상의 시운전시험을 거쳐 세계에서 4번째로 빠른 속도인 421.4 km/h를 기록하였으며[2], 현재 국내 상용화 대상인 EMU-250, 300 등 국내 운행 및 해외 수출형을 목적으로 설계검토단계가 진행 중임('17. 12. 기준)

---

1) 2010 지식경제백서
2) 한국철도기술연구원 보도자료, 2016. 6. 29.

○ 철도 부품장치는 철도안전법 내에 정의된 철도용품 용어에 포함되어 사용되며, 철도용품은 철도시설 및 철도차량 등에 사용되는 부품·기기·장치 등을 일컬음[3]. 그 중 고속철도 부품장치는 고속철도 시설 및 차량 등에 사용되는 부품·기기·장치 등을 말함

○ 국내 고속철도차량의 부품장치 제조기업의 조달/납품 현황을 살펴볼 시 기술력이 요구되는 부품장치에 대해 국내 제조기업에서 외국 기술과 제품을 도입하여 조합제작 또는 납품하는 형식인 경우가 많으며, 핵심 부품장치에 대해서는 국내 기술력의 부재로 100% 해외 부품장치를 의존하는 경향을 보임

○ 고속철도 해외의존 부품장치는 국내 고속철도 부품장치 제조기업의 핵심 기술력 부재 또는 부족으로 인해 해외 선진기술보유 부품장치를 수입하며 해외 기술력에 의존하고 있는 부품장치를 일컬음

2. 기술의 정의

○ 고속철도 해외의존 부품장치 국산화 기술개발은 앞서 기술의 개요에서 정의한 고속철도 해외의존 부품장치를 대상으로 해외의존성이 강하고 국내 기술 적용에 대한 시급성이 요구된 부품장치에 대해 해외 선진기술보유 부품장치 성능의 동등이상 수준으로 기술력을 확보하는 국산화 개발을 의미함

- (**핵심가치**) 고속철도 부품장치 핵심기술 세계 동등이상 수준 국산화 개발, 대상 제조기업의 기술역량 확대 및 철도산업의 경제적 가치 실현

- (**목적물**) 고속철도차량 부품장치 산업육성 및 강소기업 육성, 해외의존 부품장치 고장 및 운행장애 개선, 세계 수준 품질확보를 통한 기술자립화

3) 철도안전법 제2조 정의

2절 연구개발의 배경 및 필요성

1. 연구개발 배경

○ 現 문재인 정부에서 5대 목표, 20대 국정전략, 100대 국정과제를 제시하며 '국가기간 교통망 공공성 강화 및 국토교통산업 경쟁력 강화'와 함께 '중소기업의 튼튼한 성장 환경 구축'을 국가 주요 정책방향으로 제시

○ 국가 국토교통 상위 정책인 '제4차 국토종합계획', '국가기간교통망계획' 등에서 철도 산업 확산 및 거점도시 고속화, 고속철도 교통연계거점 활성화 등을 목표로 고속철도 산업의 발전 방향을 제시하고 있으며, , '제3차 국가교통기술개발계획', '제3차 철도산업발전기본계획', '국토교통 R&D 중장기 전략', '철도차량산업 육성방안', '철도부품 강소기업 육성방안' 등에서는 철도 선진국 대비 교통기술수준 역량강화, 부품산업 경쟁력 강화, 시장개척 지원, 글로벌 강소기업 육성, 중소기업 R&D 확대 등의 정책적 방향을 제시하고 있음

2. 연구개발 필요성

가. 고속철도 부품장치 연구개발 필요성

○ 국내 고속철도차량인 KTX의 경우는 프랑스 Alstom 社로부터 국내 첫 수입 도입된(2004.04.) 해외 수입 철도차량이지만, 현재 해외 차량제작사에서 동종차량 생산 중단 및 물량축소 등의 상황이 발생됨에 따라 관련 부품의 단종 등의 문제로 부품장치 수입비용 증가의 문제가 발생하고 도입된 국내 고속철도의 사용 내구연한(20~30년)까지의 안전 운행을 위해 안정적이고 지속적인 부품장치의 수급이 절실히 필요함

○ 국산화개발 완료된 고속철도차량인 KTX-산천 이후의 모델을 기준으로 부품장치 국산화율이 약 90% 수준임. 하지만 국내 고속철도차량의 부품장치 제조기업의 기술력을 살펴볼 시 기술력이 요구되는 부품장치에 대해서는 자체 기술력확보 보다 외국 기술/제품을 도입하여 조합 제작 또는 납품하는 형식이며, 핵심 부품장치는 기술력의 부재로 100% 해외 부품장치를 의존하는 것을 고려할 시 총 차량 부품

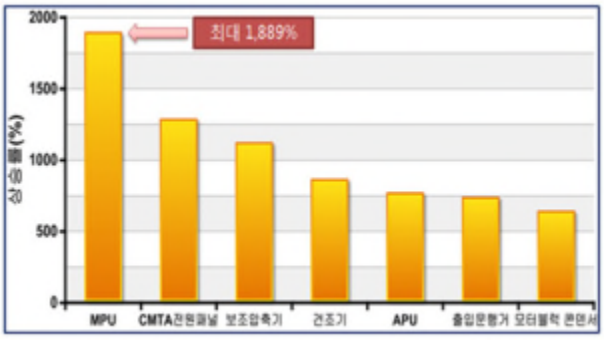
장치 개수대비 국산화율의 산정량 보다는 해외 의존적인 핵심 부품장치에 대한 국산화를 고려할시 국산화가 시급한 실정임

표 1-1 철도차량 부품의 대륙별 수입현황(2011년)

구분	금액	증가율
총계	271,588	46.9
아시아	63,490	28.6
중동	11	376.0
유럽	154,671	57.9
북미	50,027	51.3
중남미	140	
아프리카	-	-100.0
대양주	3,249	-20.1
기타지역	-	-

연도별	금액	중량
2004	113,065	19,140,463
2005	125,718	21,032,668
2006	90,727	16,137,331
2007	158,776	17,054,816
2008	220,828	23,655,987
2009	208,343	24,379,314
2010	184,867	18,274,747
2011	271,588	21,084,451

※ 자료 : KITA(HS86 품목분류코드 기준)



구분	주요 부품			단종가능 부품		
	계	국내 생산	해외 생산	계	국내 생산	해외 생산
품목	154	83 (54%)	71 (46%)	67	28 (42%)	39 (58%)

자료 : KORAIL(2012)

그림 1-1 국내 고속철도차량 부품 가격상승율과 단종가능 부품 수

○ 국내 철도차량부품 총 수출 대비 철도선진국이 차지하는 비율은 13.07%, 수입대비 철도선진국이 차지하는 비율은 79.04% 수준임

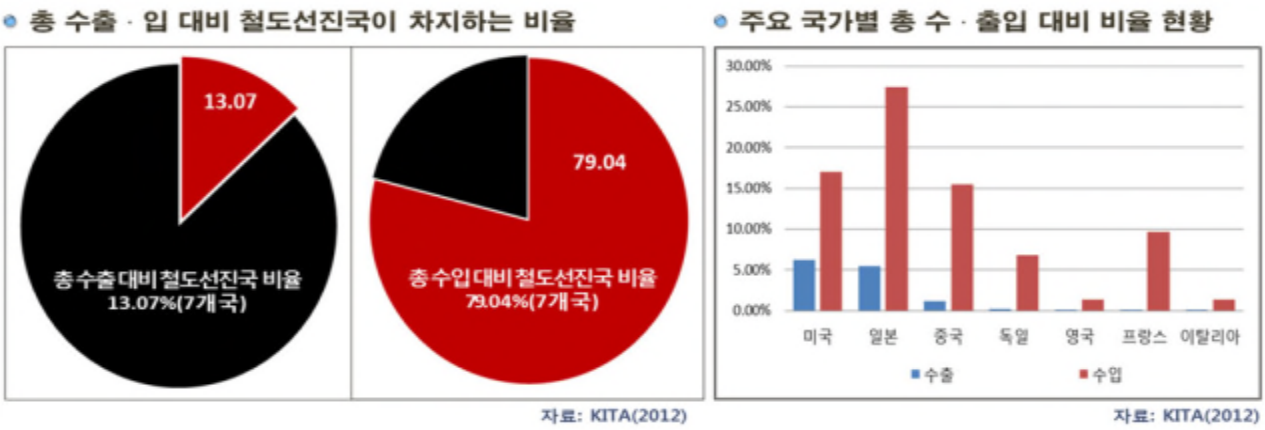


그림 1-2 수출입대비 철도선진국이 차지하는 부품 비율 현황

○ 고속철도차량 국산화 개발을 통한 차량 도입가격 인하는 아래와 같으며, 해외의존 핵심 부품장치의 국산기술 자립화 성공 시 도입가격뿐만 아니라 유지보수품 구매 비용 또한 인하될 것으로 예상

- 국산화 완료된 KTX-산천 고속철도차량은 KTX(프랑스 Alstom 社) 대비 약 6% 저렴하게 도입하여 총 920억원의 구입비용 절감

※ KTX : 31억/량(물가상승률 고려), KTX-산천 : 29억/량]



그림 1-3 기술 국산화에 따른 가격 인하효과

○ 2013~2017 건설교통 R&D 중장기 계획'에서는 외국기술 의존 심화, 고장원인분석 및 해결지연으로 인한 운행차질 초래 등 장기적 관점에서 핵심기술 국산화와 인증 등 국내 기술자립의 필요성을 제시하였으며, 비전 및 추진전략에서도 철도부품 국산화를 니즈기술로 명시

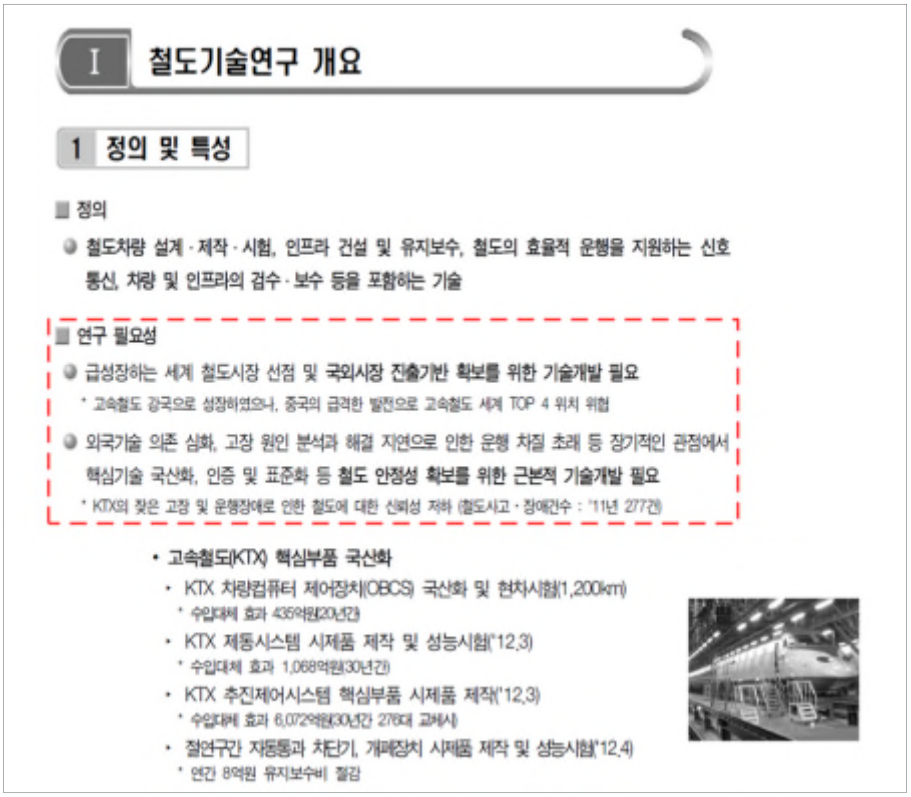


그림 1-4 2013~2017 건설교통 R&D 중장기 계획의 철도기술연구 개요



그림 1-5 2013~2017 건설교통 R&D 중장기 계획의 철도기술연구 이슈트리

○ KTX의 경우 1,380량이 운영 중으로 그 중 핵심부품의 국산화율은 30% 수준이며, 수출차량 국산부품 적용률은 50% 이하의 수준임[4)5)]

4) 코레일 기술수준 측정 및 모형개발 기획연구(한국철도공사, 2013.)
5) 철도차량 부품기업 육성 기본계획(기획보고서)(경상북도.자동차부품연구원, 2015.04.)

※ KTX 차량부품은 외자부품이 많아, 고장 시 부품 교체로 인한 시간 및 비용이 많이 들거나 부품 단종으로 비용이 저렴한 국외 유사 부품으로 교체하는 등 호환성 문제가 발생함에 따라 사고유발 가능성이 높아져, 철도운행 안전성 확보를 위해 핵심부품의 안정적 공급망 확보가 필요

○ 세계 고속철도시장은 2019년경 1,334억달러 (약150조원)에 이를 것으로 전망되며, 특히 고속열차의 75%이상이 운영효율성과 경제성이 뛰어난 동력분산식 시스템으로 형성될 전망임[6)]

- 국내 상용화개발 예정인 동력집중식 고속철도차량(EMU-250)을 대상으로 핵심 부품 장치에 대한 국산화 기술개발을 통해 국내/외 시장진입 기회를 마련함이 절실히 필요

- 향후 국내 도입될 동력집중식 고속철도차량(EMU-250)을 예상하여 해외의존 핵심 부품에 대한 국산화 개발 시 해외유출 구매비용 절약 가능

표 1-2 철도차량 교체 및 구매계획(안) [국토교통부, 2016]

종류	차종	운영노선	구분	2020년			2021년		
				량수	구매 금액	단가	량수	구매 금액	단가
고속	KTX-산천 등	원강선 등	신규구매	-	-	-	400	13,528	34
	소 계			-	-	-	400	13,528	34
준고속	**EMU-250**	**경전선 등**	**신규구매**	**114**	**3,853**	**34**	-	-	-
	소 계			**114**	**3,853**	**34**	-	-	-

○ 국내 철도차량부품 및 관련 장치 제조업체는 2007년 이후로 2010년까지 지속적으로 사업체 수와 종사자 수가 증가하고 있지만 주요 철도차량 부품제작 업체를 제외하고 대부분 임직원 수 50인 이하의 중소 영세업체임(통계청, 2010). 국내 부품기업의 영세성과 국내 내수기반의 취약성으로 인하여 경영 불안을 초래하고 이에 따른 기술개발 부족과 인력양성의 어려움으로 철도부품의 기술발전에 대한 악순환이 이어지고 있음

6) 한국철도기술연구원 보도자료. 2016.06.29.

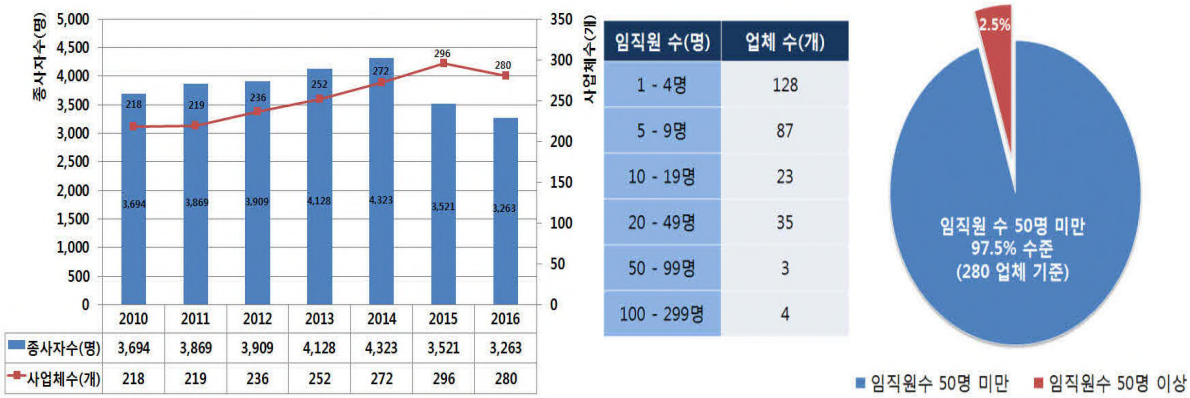


그림 1-6 철도차량용 부품회사 종사자(임직원) 현황

○ 철도차량 기술은 세계 선진국에 비하여 뒤처지지는 않으나 철도 선진국의 부품에 의존하는 환경에서 국내 철도부품 산업이 활성화되지 못하고 영세함을 면하지 못하는 상황임. 이는 철도의 운영 및 안전에 그 영향이 미치고 있을 뿐만 아니라 향후 철도 산업의 해외 진출에도 발목을 잡는 요소가 되고 있음

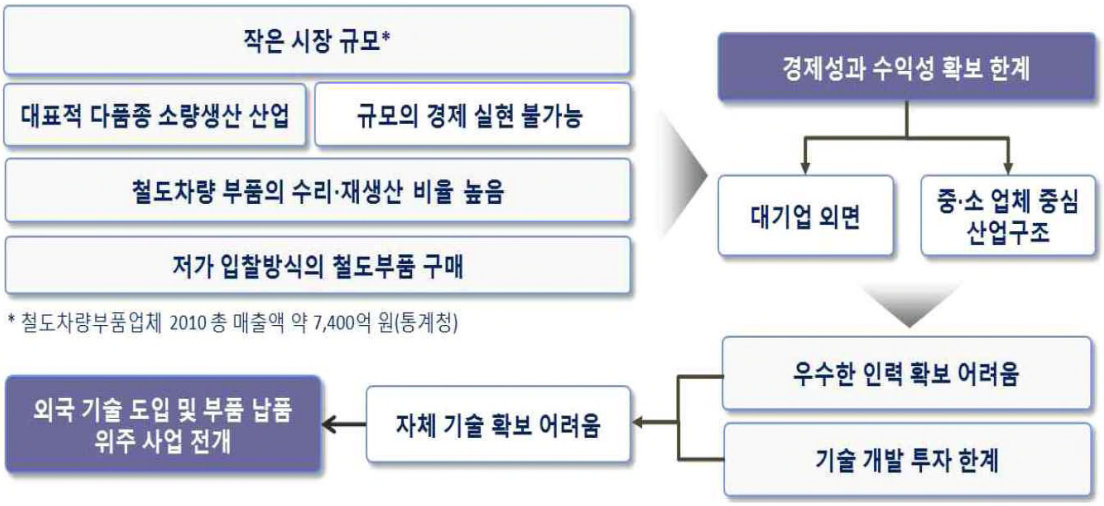


그림 1-7 철도차량 부품산업 특성

○ 국내 전동차 부품의 90 ~ 95%가 국내 부품 기업 제품이며 KTX-산천의 국산화율은 90% 정도임. 그러나 해외 수출 철도차량의 국산 부품 비율은 20~30%에 불과하고 핵심부품은 외국 제품을 대부분 사용하고 있음[7)]

○ 국내 철도차량 부품업체의 경우 독자적인 설계능력은 선진국의 20~30% 수준[8)]으로

7) 도시철도 부품호환 및 표준모듈 기술 개발 기획 연구보고서(국토부, 2014.06.)

가장 낙후되어 있으며 부품산업의 취약점으로 지적되고 있는 상황임. 이러한 철도부품 산업의 영세성 및 기술력 부족으로 해외 수출을 위해 필수적으로 획득해야 하는 국제 수준의 검증, 인증 획득에 어려움이 있음(유럽은 TSI, 북미는 AAR 인증 등 국가별·지역별로 차량, 부품 등에 대한 인증 제도를 운영 중이며 해당 인증을 획득해야만 납품 가능)

나. 개발대상 고속철도용 부품장치 연구개발 필요성

○ 기업지원의 필요성

- 철도차량 부문 매출액이 60%이상 차지하는 업체는 50개에 불과하고 세계적인 수준의 기술력을 확보한 메이저급 기업이 거의 전무함

- 부품기업의 해외시장 진출도 국내 완성차 제작사에 납품 형태로 이루어지고 있어 해외진출 역시 차량 제작사에 의존하는 구조임

- 주요 핵심부품[9]은 대부분 수입품을 사용하고, 외국 수출차량에도 발주기관의 부품 지정 등을 이유로 국산품 비중은 20~30% 불과함

- '13년 이후에는 철도부품 강소기업 육성방안('13.11) 및 철도차량산업 육성대책('16.7) 수립 등을 통해 약 750억원을 투입하여 21개 부품 개발 중임

- 차량 및 부품의 국산화하는 소기의 성과를 달성하였으나, 체계적인 전략 부재로 사업화 성과가 미흡함

- 장기적·체계적인 전략 및 마케팅 전략의 부재로 연구자나 공급자 중심의 개발로 해외 수출 등 실적도 미흡할 뿐만 아니라, R&D 소요기간이 길어 개발 완료 후 시장의 요구수준이 변경되면서 부품개발의 수요와 공급이 불일치한 상황 발생함

- 부품업체의 영세성과 운영사의 실적 요구 등으로 인해 부품 개발 후 사업화가

8) 일반/고속철도차량 검·인증 및 품질관리체계 연구개발계획서(한국철도공사, 2016.01.)
9) 주변압기, 연결기 및 전두부 해치커버, 차축감속기, 제동패드 등

어려운 측면이 있음

- 현재 국내에서 운영되고 있는 철도차량은 매우 다양한 제작사가 납품하였으며, 구성품의 제작사도 매우 다양함. 이로 인하여 운영기관 차량 간의 구성품과 부품에 대한 호환성이 거의 없음. 따라서 운영사에서 차량제작 발주할 때 기존 생산된 차량과 호환성을 맞추도록 차량간 인터페이스 호환성을 고려하여 설계 및 제작이 이루어지도록 요구하고 있음

- 철도부품은 신뢰성이 중시되는 산업으로 부품 발주 시 수요처인 운영기관은 부품의 사용실적, 실차적용을 통한 검증을 필수적으로 요구하고 있음

- 최근 운영기관에서는 철도의 장기 운행을 통해 나타나는 특징인 RAMS[10]를 필수적으로 요구하고 있음. RAMS는 철도차량시스템의 전체 수명주기에 걸쳐 기존 엔지니어링 개념, 방법, 기술 등을 통해 얻어지며 이를 위해서는 실차에 적용하여 얻은 운영 데이터가 필수적임. 따라서 철도부품 제작사는 부품의 신뢰성 확보를 위해 실차 운행을 통한 검증이 필요함

- 해외에서는 철도차량 부품장치 수·출입 시 대부분 검증 및 인증이 확보된 철도부품·장치가 필수 요구사항임에도 불구하고 국내 부품·장치 산업에서는 아직 국내외에서 강제적으로 요구하는 검·인증 체계를 자발적으로 도입하여 시행하기는 어려운 현실로써 산업발전 차원에서 국가적 지원이 절실함

- 유럽의 경우 개발 제품의 적합성 검증과 관련하여 시험인증기관인 Element Materials Technology(舊 TRaC Global)에서는 시험평가 및 인증업무를 수행하면서 아래 그림과 같이 기업의 제품개발에 대한 전주기적 기업지원(ESQ : Early Stage Quality)을 7단계에 걸쳐서 실시하고 있음

10) 신뢰성(Reliability), 가용성(Availability), 유지보수성(Maintainability), 안전성(Safety)

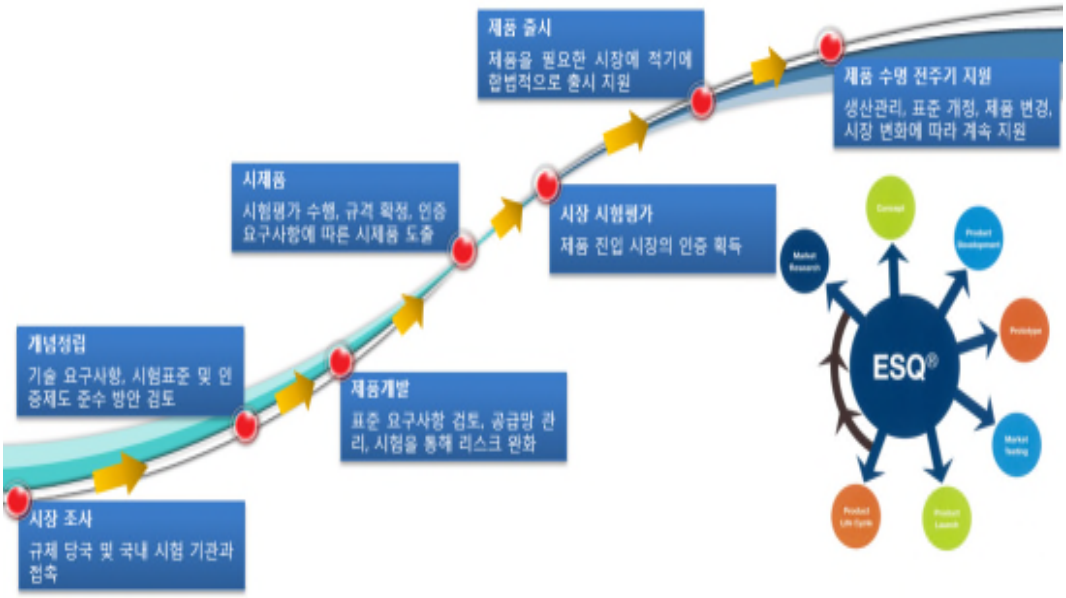


그림 1-8 유럽 시험인증기관의 제품개발 전주기적 적합성 검증 지원 프로세스

- 국내 철도산업의 총체적 발전 및 철도부품 기업의 육성과 강소기업으로의 성장 로드맵을 선행 수립하고 개발되는 부품 및 모듈이 국내외 시장에 적용 및 경쟁력을 확보하기 위해서는 연구개발 기획단계에서부터 설계, 제작, 시험평가, 인증, 상품화 등의 제품개발 전주기에 걸친 적합성 검증 연구가 제품 개발과 동시에 이루어져야 함

< 기술개발 현황 평가 >	< 지원방향 >
· 중·장기적 전략체계 부족으로 R&D 수행 장기간 소요 및 개발요구사항 준수 미흡	· 체계적 개발 마일스톤 관리 및 통합관리지원 전략 수립 · 부품별 특성에 맞는 융·복합 컨소시엄 구성 R&D 유형화로 개발기간 단축
· 운영사 요구성능 준수 미흡 및 사용실적 요구로 사업화 성과 미흡	· 수요자 중심 요구사항 지원 등의 체계적 개발 전략 수립 · 국제수준 성능검증 방안 기술지원 및 현차/현장 검증 수행 지원 · 국내외 인증제도 프로세스 지원 등 인증획득 지원
· 철도 중소기업 시장진입 마케팅 능력 부족	· 공인시험검증서 및 인증서 획득 지원 · 국내외 시장진입 최적화 전략 모델 제시
· 제조 중심의 산업으로 수출위한 현지생산, 기술이전 등 취약	· 최적 설계/제작/공정 기술향상 지원

그림 1-9 기존 및 현 수행 부품장치 R&D 수행 현황 평가 및 향후 사업화 성공 지원 방향

○ 제동 패드 및 슈 연구개발 필요성

- 현재 국내에서 개발 완료된 고속철도용 제동 패드는 마모수명 저하, 소음으로 인한 민원 발생 등의 문제로 해외 선진기술보유 기업 제품에 시장이 잠식되어 있는 상황이며, 제동 슈는 100% 해외 제품을 수입하여 사용하고 있는 실정으로 국내 고속철도 제동 성능 기술경쟁력 향상을 위해서는 해외 선진기술 대비 동등이상 수준의 국산화 마찰재 개발이 시급한 상황임

- 협소한 국내 시장 현황과 불규칙적인 발주 상황으로 인한 불확실한 수요 예측으로 장기적인 계획 생산이 어려운 상황임. 그러므로 국내뿐만 아니라 해외에도 인정받는 성능 및 품질로써 부품장치 자체 수출을 목적으로 개발이 이뤄져야 함. 제동 패드 및 제동 슈의 경우 국제적으로 재질, 성능, 품질 등에 대해 표준규격에서 요구하는 사항을 준수하도록 권고하고 있으며, 관련 해외 인증을 획득한 후 해외 납품이 가능함

- 고속철도차량 제동마찰재는 300 km/h의 고속으로 운행 중인 철도차량을 기계적인 마찰을 이용하여 정차시기키 위한 부품으로써 제동 패드와 슈는 차량을 정차시키는 타 제동방식에 비해 중요한 기술이 필요함. 하지만 국내 운행 중인 KTX, KTX-산천, 호남선, 원강선 등의 고속철도차량 제동시스템 제원이 각각 상이하여 제동 에너지 및 열적부담 등이 차량별로 상이하게 작용되고 있음. 그러므로 국내 고속철도차량에 통합적으로 적용가능한 표준형 제동 패드 및 슈 개발이 필요함

- 해당 기술은 철도부품 산업뿐 아니라 자동차/조선/항공 등의 국가 기간산업 전반에 적용될 수 있는 대표적인 산업 기반 부품장치로써 기술경쟁력 향상 및 산업 안전성 인증 등에 국가가 지원하여 산업발전에 기여할 필요가 있음

- 국내 철도 부품산업의 영세한 구조로 인해 자체 기술개발의 한계를 갖고 있으며, 국내 철도차량 제작사에 종속적인 구조로 인해 자발적인 역량발전을 할 수 있는 환경이 어려우므로 부품장치개발 정부지원 R&D를 통해 고속철도 부품장치 제조기업이 선진기술보유 기업 대비 동등이상 수준의 기술력 보유로 크게는 국내 고속철도의 산업발전과 함께 철도차량 제작사에 종속되지 않고 자체적으로 수출이 이루어질 수 있는 시장진출 확산 기회 제공 필요

- 고속철도 제동패드와 제동슈의 장단기 시장수요예측 및 가능한 시장창출은 아래의 표와 같음. 중국시장(2015년기준, 8,800억원 규모)을 제외하고 유럽시장만을 고려할 시 단기적으로 년 85억원의 시장창출이 예측되고 장기적으로 유럽시장의 30% 점유를 가정할 때 155억원 시장창출이 예측됨

표 1-3 고속철도 제동패드와 제동슈의 장단기 시장수요예측 및 가능한 시장 창출

판매처	국가명	단가 (천원)	예상 판매량(개)	년 시장규모 (억원)	단기목표 (억원)	중장기목표 (억원)
**KORAIL	한국	160	제동패드: 32,000	50	50	50
		140	제동슈: 2,800	5	5	5
*SNCF	프랑스	180	제동패드: 91,000	164	30	100
*DB	독일	200	제동패드: 50,400	100		
*TRENITALIA	이태리	180	제동패드: 26,000	47		

- 고속철도차량 제동장치부품 중 제동패드와 제동슈는 소모성 부품으로 주기적으로 교체해야 하는 대체 보수품으로 유지보수 지출비용 중 상당부분을 차지하며 대부분 수입(제동패드 75% 수준, 제동슈 100% 수준)에 의존중임

- 국내 자체 기술력이 부족하여 개발하지 못하고 기술이 해외에 종속될 경우 해외 부품제작사에 독점 환경으로 인하여 지속적인 단가 상승 시 유지보수비용이 증가할 수 있음

- 그러므로 현재 국내에서 해외 수입에 의존하고 있는 고속철도차량 제동 패드 및 슈에 대해 국내 고속철도차량에 최적화된 표준형 국산화 개발을 수행하여 국내 기술력 상승 및 장기적 유지보수 비용 절감 측면에서 절실히 필요함

○ 감속시스템 연구개발 필요성

- 고속차량의 핵심부품들에 대해서는 '96년 "G7 고속전철기술개발사업"을 시작으로 하여 꾸준하게 국가 R&D 기술개발사업이 진행되어 왔으며, '08년 국내 고속철도

기술의 경쟁력 제고를 통한 국내/외 고속철도 시장의 능동적 대응과 지속가능한 미래 성장동력산업의 기반기술 확보를 위한 대안으로 400 km/h 급 “동력분산형 고속철도시스템 및 핵심기술개발” 연구개발 사업이 성공적으로 수행되어 실용화 진행 중에 있으나, 감속장치는 400 km/h 급 “동력분산형 고속철도시스템 및 핵심기술개발” 연구개발 사업에서는 개발 범위에서 제외되었음

- ‘04년 04월 고속철도차량의 국내 영업 운행이 시작된 이래 약 14년이 경과하였으나 아직까지 고속 차량용 감속기 베어링은 전량 해외 업체의 부품을 수입하여 사용하고 있으며, 독자적 기술 확보가 아닌 해외 업체 의존도가 매우 큼

- 국내 적용되고 있는 감속기용 베어링의 경우, 현재 고속철도차량에 최적화된 베어링이 아닌 일반적인 철도차량 감속시스템에 호환 가능한 베어링을 납품함으로써 핵심 요소 부품인 베어링 솔루션은 전적으로 해외 업체에게 예속되어 있는 실정이며, 베어링의 납품이 100일 이상 지연되는 사례가 빈번하게 발생함에 따라 적기에 부품이 공급되지 않는 문제로 인해 유지 보수 등의 손실이 매년 증가하고 있는 추세임

- 감속기 등 구동 장치의 고장은 차량 운행 정지 및 지연 등에 따른 막대한 손실뿐만 아니라 고객의 안정성과도 밀접한 관련이 있기 때문에 한국형 고속철도차량에 적합한 베어링 기술 솔루션이 필요함

- 차량이 고속화되면서 차량의 운동에너지는 증가하게 되고 휠의 회전수도 증가하게 되며, 회전수 증가에 따라 감속장치에 작용하는 충격력도 커지게 되어 운행조건에 따른 감속장치의 수명을 예측할 수 있는 해석 기술은 꼭 필요한 핵심 기술임

- 고속철도차량용 감속기의 핵심 구성 부품으로는 베어링과 기어가 해당되며, 핵심 기술은 기어 설계 기술과 기어 케이스 및 행거 등의 소재에 대하여 수명, 피로, 열 해석 기술을 적용하여 양질의 품질을 확보할 수 있어야 함

- 철도차량용 감속장치의 해석 접근방식은 국내에서는 100 km/h 급 이하의 차량에 적용되는 감속장치 개발 과제 등에서 연구가 진행되었으며, 중고속 차량에 적용되는 감속장치에 대해서도 수행한 이력이 있으나, 동력분산형 고속차량용 감속장치 기술 개발에 대해서는 수행한 이력이 없음

- 이러한 감속장치에 대한 해석 기술 확보는 국내 소재산업의 기반기술이 미약한 상태이기 때문에 국가 연구개발 사업을 통해 성장 가능성이 있는 부품기업과 전문성을 확보하고 있는 철도차량 운영사/제작사와 산/학/연 추진체계를 구축하여 체계적인 연구가 수행되어야 함

- 고속철도차량용 감속장치는 차량의 주행과 관련되어 안전성과 직결된 제품으로 개발 단계에서 신뢰성 있는 요소 기술에 대한 평가가 요구 됨

- 신뢰성 평가를 위해서는 실제 차량의 운영조건과 동일한 조건에 대하여 다이나모 시험을 통한 성능 평가를 수행하고, 실제 고속철도차량의 부하조건 및 운영환경에서도 장시간 성능을 평가 할 수 있어야 함. 그러므로 이와 같은 모든 조건을 최적의 환경에서 체계적인 성능검증이 이루어질 수 있는 개발 지원이 필요함

- 감속장치의 핵심 부품인 베어링은 철도산업 뿐만 아니라 자동차/조선/자동화시스템/방위산업 등에도 널리 쓰일 수 있는 핵심 부품이며, 국산화 개발을 통하여 해외업체로부터의 베어링 솔루션 예속 문제를 해결하고 나아가 철도 선진국으로 갈 수 있는 기술 개발의 발판을 마련할 수 있음

- '04년 고속철도차량 운행 이후 꾸준한 정부지원 사업을 통해 주요 핵심 부품들이 국산화되어 공급되어 지고 있으나 고속차량 감속장치는 국내 기반 기술의 부족으로 아직도 수입에 의존하고 있는 실정으로 철도 부품산업의 기반을 조성하기 위하여 정부의 지원이 필요함

- 철도차량의 핵심 부품 중 하나인 베어링은 정부 정책상 보호되어야 할 기술 분야 중 하나이나, 현재 국산화 제품이 없는 이유로 부품 산업의 보호에서 제외되어 있음

- 철도 차량용 베어링의 경우 국산화 개발을 위해 도시철도형 차축 베어링 개발과 일반철도 차축 베어링의 과제가 수행된 사례가 있으며, 감속기용 베어링 역시 핵심 요소 중 하나이기 때문에 국가 지원 프로젝트성 국산화 기술개발이 필요함

- 국내 철도시장은 국책사업으로 추진되고 있는 고속철도망의 증가로 더욱 성장할 것으로 예상되며, '11년 04월 정부가 총 사업비 88조원 규모의 '제2차 국가철도망

구축 계획('11~'20)'을 확정· 발표하면서 '20년까지 주요도시가 KTX 고속철도망에 연결돼 전국이 '90분대', 광역· 철도망(GTX)이 구축되는 수도권은 '30분대' 생활권으로 계획 될 전망이어서 향후 철도 투자가 활발해 질 것으로 예상됨

○ 급전선로 부하불평형 개선 밸런서 연구개발 필요성

- 전기철도는 급전거리가 길고 부하 용량도 매우 큰 특징을 가지고 있기 때문에 차량이 운행되는 구간과 운행하지 않는 구간 사이에는 큰 부하불평형이 나타나는 본질적인 문제를 가지고 있음

- 유럽에서는 독일의 Siemens 社와 스위스의 ABB 社, 아시아에서는 일본의 MEIDENSHA 社와 HITACHI 社가 부하 밸런스 시장을 선점하고 있음

- '20년까지 고속철도기반시설(infrastructure)에 대한 투자는 전 세계적으로 지속적 확대 추세에 있으며, 전체 시장은 9.1조 달러 규모임[11)]

- 전 세계의 전기철도 구간은 278,370 km(국내 전기철도 : 2,535 km)이며, 이는 국내외적으로 부하 밸런스의 수요가 지속적으로 증가할 것을 의미함[12)]

- 전 세계적으로 급격히 확대되고 있는 전기철도 기반시설에서 국내 기술개발을 통한 국내 시장의 진출이 시급하며, 국내 시장 점유를 기반으로 세계 시장의 진출이 필요함

- 전력에너지 시장의 변화에 따라서 전기철도전력에서 불평형개선장치, 전력제어장치 산업은 매우 매력적인 산업이지만 초기 투자개발비가 산업체 단독으로 감당하기에 무리가 있고, 선진사 대비 국내 업체의 내부 역량이 다소 열세에 있기 때문에 국내 철도 운영기관 중심의 국산화를 통한 글로벌 경쟁 가능 수준으로 적극 육성함으로써 전기철도전력 산업 경쟁력을 강화하기 위해서 정부지원이 매우 절실함

- 매우 급속한 발전 및 확대 중인 고속철도 시장을 대비하여 해외 전력기기 선진기

11) Strategic Insight on Global Rail Market Trends and Opportunities Across Key Regions for Rail, Frost & Sullivan Report, 2012.
12) UIC Railway Statistics 2015 Synopsis, 2015.

업들은 전기철도 전력기술을 개발하여 보유하고 있지만, 국내의 경우 전기철도전력기술은 차량이나 전차선 기술에 비해 덜 부각되어 있으며 기술 수준이 미약한 수준임한 기술력확보는 가격상승 억제 등 간접적인 효과가 있음

- 전 세계적으로 전압불평형을 적극 규제하고 있으며 IEC 규격에서는 10분 평균 전압불평형율을 1% 이내로 제한하고 있으나, 국내의 경우 2시간 평균 3%이하로 국제수준에 미치지 못함

- 세계 전력기술 경쟁에서 글로벌 시장 진입까지는 신기술 확보 및 납품실적 보유를 위해서 정부 차원의 실증시험 설비 투자 및 인력투자가 우선적으로 선행되어야 함

2장 국내외 동향 및 환경 분석

1절 국내외 정책동향

1. 국외 정책 동향

가. 유럽연합(EU)

○ ERRAC "Strategic Rail research agenda 2020[13] & road map 2050"[14]

- (**비전**) 효율적인 도시교통, 끊김 없고 통합된 고속여객 서비스, Door-to-door 화물 서비스 제공을 통한 유럽교통시스템에서의 철도역할 증대
- (**추진분야**) 지능형 이동수단, 에너지 및 환경, 개인안전, 안전과 표준화(시험인증), 경쟁력 있는 실행기술, 전략 및 경제성, 인프라 등
- 철도부품 관련하여 유럽 인증절차 확산을 통에너지 감시, 전력손실 최소화하기 위한 고효율, 고안전성 희토류 저감형 고속철도 영구자석 동기전동기 개발, 고효율 외장 코어형 컴팩트 주변압기 등 부품 개발 필요한 제품의 빠른 승인에 대한 내용 제시
- 7대 분야 (지능형 이동수단, 에너지 및 환경, 개인 안전, 안전과 표준화, 경쟁력 기술, 전략 및 경제성, 인프라) 에 대한 기술개발 로드맵 수립
  - ('15년 ~ '35년) 철도산업 전반적인 연구개발 로드맵을 구축한 후 세부 부품장치에 대해서도 선진적인 개발목표를 담고 있는 범국가적 R&D 지원 체계를 구축

○ 유럽철도연합/국제철도연맹(CER/UIC) 철도 2030~2050 전략[15][16]

- (**목적**) 2030년 이후 지속가능한 이동성(Sustainable mobility) 지향
- (**목표**) 이산화탄소 배출량 50% 감소를 위해 Carbon-free 열차운영, 에너지 소비량 30~50% 감소, 질소산화물 및 PM10 배출량 감소, 환경적으로 수용 가능한 소음 수준 유지 등
- (**추진전략**) 에너지 효율성 향상, 노선 전철화 확충 및 저탄소 기술개발

13) Strategic rail research and innovaton agenda(ERRAC, 2014.10.)
14) Rail route 2050: the sustainable backbone of the single european transport area(ERRAC, 2012.)
15) Challenge 2050(CER·UIC·EIM, 2013.02.)
16) A global vision for railway development(UIC, 2015.)

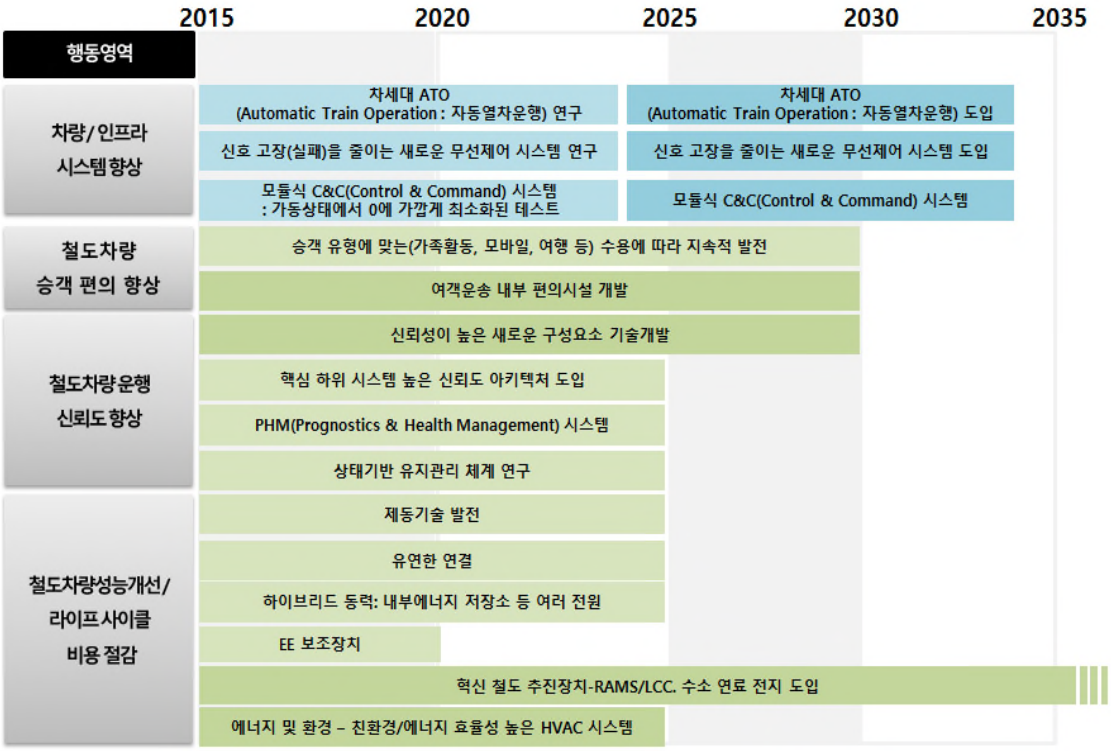


그림 2-1 유럽 철도 발전 기술 및 혁신 로드맵

* 출처: Research and Innovation-advancing the european railway(ERRAC, 2016.)

○ 유럽위원회(EC) 교통관리 정책-철도 네트워크와 교통관리[17)18)]

- 신뢰성 높은 유럽 통합철도시스템 구축을 위한 관리측면 강조
- 통합철도교통관리(감독 및 제조적 측면), 기술적 상호 운영성 개선(유지보수, 안전 측면)에 대한 내용을 제시

나. 프랑스

○ PREDIT 4 - 교통분야 연구프로그램 (2012)[19)]

- (**목표**) 수송기술개발 강화, 수송관련 서비스 강화, 공공정책을 위한 지속과 도구 강화
- (**연구분야**) 에너지 및 환경, 철도 수송품질 및 안전, 새로운 교통시스템 및 서비스, 물류 및 화물운송, ICT 통합 등을 통한 수송산업 경쟁력 확보, 수송정책 관련 연구

17) Europe 2020(European commission, 2010.03.)
18) Horizon 2020 in brief(European commission, 2014.)
19) Programme de travail 2008 - 2012(PREDIT 4, 2012.)

다. 영국

○ 철도기술발전계획(HLOS; High level output specification)- CP5 (2014~2019)[20]

- (**목표**) 주요노선의 승객화물 노선의 고용량 전철화, 주요 도시 간 수용용량 증가 및 여정시간 감소, 노동자의 더 넓은 일터로의 접근이 가능하도록 주요도시지역으로의 통근 실현, 항구와 공항으로의 철도연결 개선

라. 독일

○ 독일연방교육부 "이동성과 수송(Mobility and transport) (2003)"[21]

- (**목표**) 지속가능성, 효율화/안전/고객지향, 교통 분야 국제경쟁력 향상
- (**연구분야**) 지능형 교통 네트워크, 철도 및 수로를 통한 화물 수송 증대, 빠르고 안락하며, 환경 친화적인 철도서비스, 지속가능형 교통시스템을 위한 건강, 환경, 자원보호, 안전과 보안 및 이동성에 대한 연구프로그램

○ Hightech strategy(HTS) 2020 (2010)[22]

- (**연구분야**) 기후변화 및 에너지, 보건 및 영양공급, 이동성, 보안, 정보통신

마. 일본

○ RTRI Research map 2009 (2015~2019)[23]

- (**추진방향**) 고속화와 수송력 증강을 위해 안전하고 친환경적이며, 고효율 에너지형 저비용의 철도 개발
- (**추진분야**) 안전하고 신뢰성 높은 철도, 차량 제작부터 폐기가지 전 과정 환경성 평가를 통한 자원 리사이클, 고효율 에너지형 저비용 철도, 무가선 및 소음진동 저감과 승하차가 편리한 철도개발

20) RAILWAYS ACT 2005 STATEMENT(Department for transport, 2014.)
21) Mobility and transport(Akademie Rheinland GmbH, 2003.)
22) 독일 첨단기술전략HTS 2020(보고자료)
23) Railway technology newsletter No.53(JR, 2015.12.)

바. 중국

- **(추진방향)** 중국은 철도네트워크를 '12년 68,000마일에서 '20년까지 75,000마일로 연장하고, 새로운 여객 전용 고속철도 노선 건설을 계획 중이며 중장기 철도네트워크 구축 계획에 따르면 '20년에는 총 7,500마일에 달하는 고속철도 노선을 확보할 전망임
  ※ '20년 고속철도 건설목표 달성을 위해 3,000억 달러의 투자 계획과 '20년까지 약 5조 위안 투입하여 8종 8횡의 주간선을 강화하고, 4종 4횡 여객전용 고속철도를 건설 예정임

- (**추진분야**) 철도망 확충을 바탕으로 철도 제조업체의 세계 진출 확대
  ※ 중국 철도차량 회사(CRRC)은 2015년 기준 세계 1위권 수준으로 성장

사. 미국

○ PRIIA, ARRA
- (**추진방향**) '30년까지 교통부문 온실가스 배출 40% 감축을 목표로 플로리다 고속철도사업 등 총 10개 노선의 고속철도 건설 추진을 위해 여객철도 투자 및 개선에 관한 법령(PRIIA)을 제정하여 지역간 여객철도 구축 활성화 추진
  ※ 경기회복 및 재투자에 관한 법(ARRA)을 통해 고속철도 예산 $80억 확보

- (**추진분야**) 제1차 장기 국가철도계획 주요내용으로 핵심 고속교통축으로서 시속 125~250마일의 고속열차를 통해 500마일 이상 떨어진 대도시를 2~3시간 이내로 연결하고 지역교통축으로서 지역내 도심구간 연결 공용노선 열차속도를 시속 90마일까지 제고

2. 국내 정책 동향

가. 문재인 정부 100대 국정과제[24)]

○ 국민의 나라 정의로운 대한민국을 국정비전으로 국민이 주인인 정부, 더불어 잘사는 경제, 내 삶을 책임지는 국가, 고르게 발전하는 지역, 평화와 번영의 한반도 등 5대 국가 추진 중점 목표 제시

24) 문재인정부 국정운영 5개년 계획(국정기획자문위원회, 2017.)

○ “더불어 잘사는 경제”에서 20대 국정전략 중 ‘서민과 중산층을 위한 민생경제’에서 국가기간교통망 공공성 강화 및 국토교통산업 경쟁력 강화와 ‘중소벤처가 주도하는 창업과 혁신성장’에서 중소기업의 튼튼한 성장 환경 구축 제시

나. 제4차 국토종합계획 수정계획 (2011～2020)[25)]

○ 국토기본법 제6조, 제19조에 근거하며, 국토 이용개발 및 보전에 관한 최상위 계획으로써 추진전략으로 국토경쟁력 제고를 위한 지역특화 및 광역적 협력강화, 자연친화적이고 안전한 국토 공간 조성

○ 철도네트워크 확충, 거점도시 내 광역급행 교통망 정비 등의 계획으로 장기적 철도산업 확산과 거점도시 이동 고속화 등을 제시

다. 국가기간교통망계획(2001～2020) 2차 수정계획[26)]

○ 국가종합교통체계의 효율적인 구축방향을 제시하는 국가계획으로, 도로, 철도, 공항, 항만 등 교통시설에 관한 최상위 계획

○ 철도관련 추진전략으로는 간선철도망 고속화, KTX 역세권 교통연계거점 활성화, 철도 중심 물류네트워크 구축, 남북 교통망 구축 등을 제시

라. 제3차 국가교통기술개발계획(2014～2018)[27)]

○ 정부의 교통기술 관련 정책을 종합화하고 체계화하는 법정계획

○ 국가교통기술개발 과제와 투자규모 등이 제시됨에 따라 이를 효과적으로 달성하기 위한 구체적인 개발계획을 수립하여 특히, 철도는 선진국 대비 교통기술수준을 95% 달성, 열차운행 100만 km당 사고건수 10% 저감, 철도 수송용량 20% 확대 등의 목표가 설정된 상위 정책 계획

25) 제4차 국토종합계획 수정계획(2011-2020)(대한민국정부, 2011.)
26) 국가기간교통망계획 제2차 수정계획(2001~2020)(국토해양부, 2010.)
27) 제3차 국가교통기술개발계획(2014~2018)(국토교통부, 2014.07.)

○ 추진분야 중 “정확하고 경제적인 철도”에 부합하여 철도 핵심부품 기술개발을 진행해 오고 있으며 현재까지 ‘도시철도 핵심부품 국산화 및 장치 고도화 개발 1단계’ 등 계획에 따라 순차적으로 수행되고 있음

마. 제3차 국가교통기술개발계획(2014～2018)[28)]

○ 정부의 교통기술 관련 정책을 종합화하고 체계화하는 법정계획

○ 국가교통기술개발 과제와 투자규모 등이 제시됨에 따라 이를 효과적으로 달성하기 위한 구체적인 개발계획을 수립하여 특히, 철도는 선진국 대비 교통기술수준을 95% 달성, 열차운행 100만 km당 사고건수 10% 저감, 철도 수송용량 20% 확대 등의 목표가 설정된 상위 정책 계획

○ 추진분야 중 “정확하고 경제적인 철도”에 부합하여 철도 핵심부품 기술개발을 진행해 오고 있으며 현재까지 ‘도시철도 핵심부품 국산화 및 장치 고도화 개발 1단계’ 등 계획에 따라 순차적으로 수행되고 있음

바. 제3차 철도산업발전기본계획(2016～2020)[29)]

○ 철도산업발전기본법 제5조에 근거하며, 철도교통과 철도산업 관련 정책을 종합하고 체계화하는 국가종합계획

○ 해당 상위 정책계획에서 “철도산업 생태계”분야 내 주요 추진과제로 ‘부품산업 경쟁력 강화’에서 핵심부품개발, 부품강소기업 육성, 시장개척 지원, 표준화 모듈화 추진과 ‘철도차량 After Market 조성’에서 정비시장 조성을 위해 차량 제작사, 부품업체에게 안정적 수익구조를 제공하고 차량, 부품, 정비 연계수출을 위해 정비시장 조성 추진을 전략화

28) 제3차 국가교통기술개발계획(2014~2018)(국토교통부, 2014.07.)
29) 제3차 철도산업발전기본계획(2016~2020)(국토교통부, 2017.02.)

표 2-1 제3차 철도산업발전기본계획 내 철도차량 부품장치 관련 과제

분야	주요 추진과제	철도차량 핵심부품 장치 관련 분야
철도 산업 생태계	부품산업 경쟁력 강화	- (**핵심부품개발**) 시장성, 중요도 등이 높은 핵심부품의 국산화 및 고도화를 위한 연구개발 지속적 확대(現 12개 → 20년 22개) * 고속·일반철도 베어링, 도시철도 베어링, 댐퍼, 표준형 연결기, 강체 전차선로, LED 전조등, 모듈형 IGBT, 보호계전기, RPSD, 부품 표준모듈, 전력변환장치, 절연애자 등 - (**부품강소기업 육성**) 핵심부품 개발에 중견중소 부품업체를 참여시켜 기술경쟁력을 갖춘 강소기업 육성(現 7개 → 20년 12개) - (**시장개척 지원**) 세계적 기준에 적합한 연구개발을 추진하고, 유럽 TSI 인증 등 국제인증도 사전에 획득하여 국외진출 지원 - (**표준화 모듈화 추진**) 다품종 소량생산의 비효율을 해소하기 위해 차종별 공통 활용 가능한 표준부품·모듈 개발 및 국가표준 제정
	철도차량 After Market 조성	- (**정비시장 조성**) 차량 제작자, 부품업체에게 안정적 수익구조를 제공하고, 차량, 부품, 정비 연계수출을 위해 정비시장 조성 추진
	신호시스템 국산화 및 경쟁력 제고	- (**한국형 신호시스템 개발**) 차량/부품/신호 패키지 국외진출을 위해 LTE기반 한국형 신호시스템을 개발하여 국내 적용 - (**국가경쟁력 확보**) 국외진출 시 경쟁력을 확보하기 위해 표준화해 국제인증을 획득하고, 신호시스템용 LTE 기술은 국제표준으로 추진

* 출처: 2016~2020년도 제3차 철도산업발전기본계획(국토교통부, 2017.02.)

사. 국토교통 R&D 중장기 전략(2014~2023)[30)]

○ 국토교통 기술을 통한 국민행복 및 글로벌 가치를 창조하기 위해 2023년까지 7만 5천개 일자리 창출, 11개 세계 선도기술 및 8개 글로벌 기업 육성, 재해 및 사고 20% 저감 등을 목표로 설정

아. 철도차량산업 육성방안(16년)[31)]

○ 철도차량산업의 실태를 진단하여, 중장기 비전과 목표 하에 철도차량산업 육성대책을 수립하고, 신성장동력 산업으로 발굴육성 추진

30) 국토교통 R&D 중장기 전략(2014~2023)(국토교통부, 2014.07.)
31) 철도차량산업 육성방안(국토교통부, 2016.06.)

○ 글로벌 철도차량 제작사 육성, 부품강소기업 육성 및 공급망 관리, 글로벌 선도형 R&D 경쟁력 강화, 국내 시장 창출 및 국외수주 확대, 제도적 지원 강화

○ 철도부품관련 핵심과제로 부품 강소기업 육성을 제안하였으며, 부품의 경우 차량의 성능품질을 좌우하므로 부품강소기업을 지정하여 세계 일류기업으로 육성하고 양질의 일자리 창출을 목표로 설정

자. 철도부품 강소기업 육성방안(16년)[32)]

○ '13년부터 장기적 예산을 지원하여 부품을 대상으로 상용화 전제로 개발 중이며, 중소기업 R&D 지원비율을 확대하고 운영기관의 R&D 공동참여를 적극 유도

○ 체계적인 강소기업 육성, 연구성과의 사업화 지원, 안정적 부품시장 조성을 강소기업 육성 추진과제로 제시

표 2-2 철도부품 강소기업 육성방안 내 핵심부품장치 관련 분야

추진과제	철도차량 부품 장치 관련 분야
체계적인 강소기업 육성	- (**부품개발 Master plan수립**) 시장성, 필요성, 시급성, 개발가능성을 고려하여 핵심부품을 선정하고, 부품개발 Master plan수립하며, 강소기업 전문성 강화를 위해 핵심부품을 지정하여, 선택과 집중을 통한 특화된 업체군 형성 - (**중소기업 R&D 별도사업화**) 철도R&D 사업체계 개편시, '철도소재품장치 고도화'를 독립사업화하여 차별화된 R&D 기획 및 지원 추진
연구성과의 사업화 지원	- (**부품 After market 조성**) 노후철도차량 개조개량 등 리모델링 허용을 통해 부품 수요도 증대
안정적 부품시장 조성	- (**부품 수급정보 공유**) 부품업체의 경영여건 개선, 운영사-부품업체간 협의체 구성

* 출처: 철도부품 강소기업 육성방안(국토교통부, 2016.06.)

32) 철도부품 강소기업 육성방안 (국토교통부, 2016.06.)

2절 국내외 시장현황 및 전망

1. 국외 철도시장 일반현황

○ 세계 철도시장 규모는 2015년 기준 총 203조이며, 2021년까지 연간 2.6% 성장하여 약 236조원까지 확대될 전망[33)]

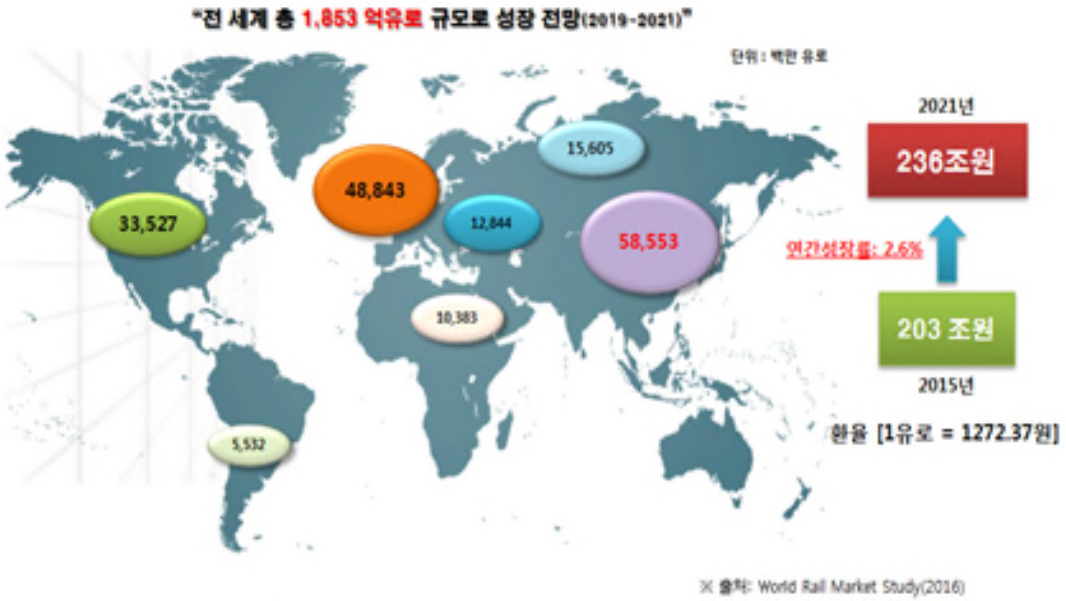


그림 2-2 전 세계 철도 시장 전망(2021년)

* 출처: Worldwide rail market study(2016.)

○ 지역별 시장규모를 살펴보면, 아시아(31%), 서유럽(26.3%), 북미(15.2%) 순이며, 연간 성장률은 아프리카/중동(7.1%), 서유럽(3.2%), 아시아(2.6%) 순[34)]의 규모를 형성

33) World rail market study(2014~2019)(UNIFE, 2016.)
34) Worldwide market for railway industries(SCI, 2014.)

표 2-3 전 세계 지역별 철도 시장규모

	전세계	아시아	서유럽	북미	CIS	동유럽	아프리카/중동
시장규모 (비중)	226조 (100%)	69.5조 (31%)	59.4조 (26.3%)	34.4조 (15.2%)	27.6조 (12.2%)	15.2조 (6.7%)	9.5조 (4.2%)
성장률	2.3%	2.6%	3.2%	1.4%	0.8%	0.6%	7.1%
변동성	1.8%	3.4%	4.0%	9.7%	5.6%	8.5%	11.6%
※ 변동성: 성장전망률의 표준편차 개념으로, 변동성이 클수록 불확실성이 높음							

* 출처: World rail market study(2014~2019)(UNIFE, 2016.)

○ 분야별 시장규모는 차량이 127조원으로 60%를 차지하고, 인프라가 60.8조원으로 29%, 시스템이 23조원으로 11%를 차지[35)]

표 2-4 분야별 철도시장 규모

구 분	합 계	철도차량	시스템	인프라
시장규모 (비중)	211조 (100%)	127.0조 (60%)	23.0조 (11%)	60.8조 (29%)
성장 전망률	3.4%	3.5%	3.3%	3.1%

* 출처: World rail market study(2014~2019)(UNIFE, 2016.)

○ 또한, 철도차량 중에는 일반철도가 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타남 차종별 시장규모는 일반철도(70.7%), 도시철도(13.7%), 고속철도(14.0%) 순으로 나타났으며, 연간 성장률은 도시철도(7%), 일반철도(3%), 고속철도(13%) 순의[29)] 시장규모를 차지

표 2-5 철도차량별 철도시장 규모

구 분	총 합	일반철도	도시철도	고속철도	기 타
시장규모 (비중)	226조 (100%)	159.9조 (70.7%)	31.0조 (13.7%)	31.4조 (14%)	3.9조 (1.7%)
성장 전망률	2.3%	1.9%	4.1%	2.6%	2.7%

* 출처: World rail market study(2014~2019)(UNIFE, 2016.)

○ 세계철도 운송량 전망을 살펴보면, 인도는 아시아 내에서 가장 빠르게 성장하는 철도시장으로 예상

35) World rail market study(2014~2019)(UNIFE, 2016.)

○ 중동 철도교통 성장은 GCC 철도 프로젝트가 지연됨에 따라 늦춰지고 있으며, APAC는 여객 및 화물 철도 운송량이 늘어날 전망[30)31)]

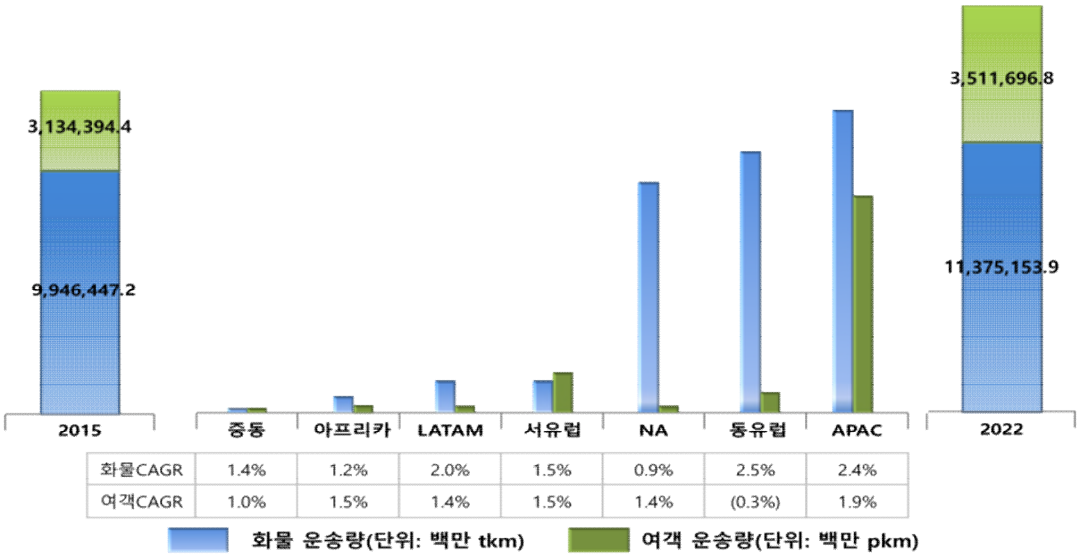


그림 2-3 세계철도운송망 전망(2015~2022)

* 출처: Global rail market outlook(Frost&sullivan, 2016.)

○ 세계 고속철도시장은 19년경 1,334억달러 (약150조원)에 이를 것으로 전망되며, 특히 고속열차의 75%이상이 운영효율성과 경제성이 뛰어난 동력분산식 시스템으로 형성[32)]

○ 유럽의 중요업체가 부품기술을 주도하고 있으며, 관련 전후방산업이 발달한 일본도 전장품 등 핵심부품 공급 중

○ 세계 철도차량부품 산업현황을 살펴보면, 유럽철도차량공업협회(UNIFE) 중심의 품질관리체계(IRIS) 등록업체 분석 시, 특정 품목(추진, 제동, 신호/정보, 출입문, 연결기 등)의 독점현상 도래[33)]

30) 제2차 철도차량산업 발전 협의회(발표자료)(국토교통과학기술진흥원, 2016.12.)
31) Global rail market outlook(Frost&sullivan, 2016.)
32) 한국철도기술연구원 보도자료. 2016.06.29.
33) 국외철도동향자료160호. 2015.

표 2-6 세계 철도차량부품 업체 분석

구분	등록업체 비율
Car body	3.9%
Carbody fittings	19.5%
Guidance	5.4%
Power system	5.7%
Propulsion	3.5%
Auxiliary systems	5.3%
Braking system	3.5%
Interiors	9.3%
On board vehicle control	4.4%
Passenger information system	2.1%
Communication system	2.0%
Cabling and cabinets	5.2%
Door system	2.2%
HVAC	2.5%
Tilt system	0.4%
Lighting	1.2%
Coupler	1.5%
Rolling stock	4.9%
Infrastructure	2.8%
Single railway components	14.9%

* 출처 : 제2차 철도차량산업 발전 협의회(발표자료)(토교통과학기술진흥원. 2016.12.)

○ 기술력 및 품질안전 요구에 따라 전문성이 있는 부품업체의 중요성이 증대되고 있으며, 전장품 등 핵심부품의 고부가가치화 추세

- 세계 부품업체 상위 3개사(Knorr, Wabtec, Faiveley)의 14년 매출액은 12조원으로 현대로템 매출액의 10배 수준

- 프랑스는 부품업체의 집중 육성 등을 위해 철도 Cluster transalley를 구축(2004)하였으며, 매년 프랑스 철도부품의 약 40%를 생산하며, 부품기업 100여개 및 종사자 1만 명이 입주
- 기술발전 속도가 빠르며 차량의 성능을 좌우하는 전장품은 15~20년마다 교체가 필요하여 안정적인 After market 수요를 형성

※ 전장품은 전체 차량 가액 중 30~50% 차지(고속차량 30%, 전동차 49%)

○ 세계 After market 확대에 따라 글로벌 업체들은 적극 시장에 참여

- 차량제작사, 전문정비업체의 정비시장 점유율이 높아지고 있으며, 특히 차량제작사는 수익구조 다변화를 위해 정비시장에 적극 참여

- 아시아 개발도상국을 중심으로 노후차량의 리모델링이 증가하며, 소형 및 틈새시장으로 국내 업체 진출 중

- 운행거리 등에 따른 차량단위 정비에서 부품교체주기 설정 등 부품단위 정비로 이행하는 추세로 After market 수요 증대될 전망

2. 국내 철도시장 일반현황

○ 철도산업은 제조, 건설, 운영이 복합적으로 결합된 거대장치 산업으로, 특히 철도 제조업(철도차량, 철도시스템, 부품)은 전후방효과가 높은 분야

○ 국내 철도산업은 연간 약 11.6조원으로, 철도 제조업 2.7조원, 철도 운영업 3.2조원, 철도건설업 5.7조원으로 규모를 형성[34)]

- 현재 국내 철도차량 산업의 경우에는 국내 발주 및 외국 OEM에 의존하고 있어 국내 차량 산업에서의 세계시장 점유율은 2% 이하의 수준

- 또한, 철도제조업은 2016년 기준 293개 사업체에 5,707명이 고용되어 있고, 2014년 기준 총 2.7조원(차량 2조원, 부품 0.7조원)의 매출이 발생

- 특히, 완성차 제작사는 독과점 구조인 반면, 부품업체는 대부분이 중소기업(16년, 전체 부품업체 중 97.5%가 50인 미만)으로 구성

34) 통계청. 2015 기준

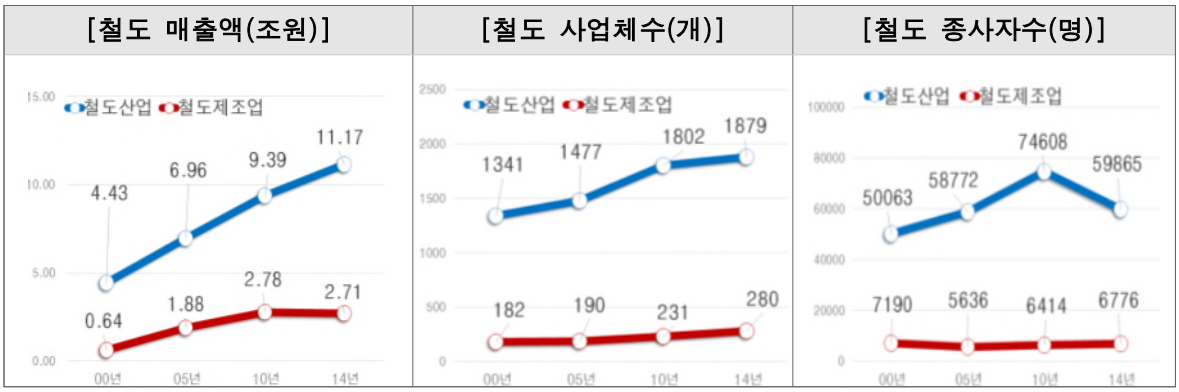


그림 2-4 국내 철도산업 현황

자동차 산업규모('14년): 매출액 97조원, 사업체수 4,340개, 종사자수 247,262명

* 출처: 철도산업 해외수출 지원방안(국토부, 2016.11.)

○ 국내 철도차량 부품업체는 총 280개 업체 중 97.5%인 273개 업체가 종업원 수 50명 미만, 85%인 238개 업체가 20명 미만 사업장('16년 기준)으로 영세하여 안정적 부품 공급망 형성에 한계점을 발생

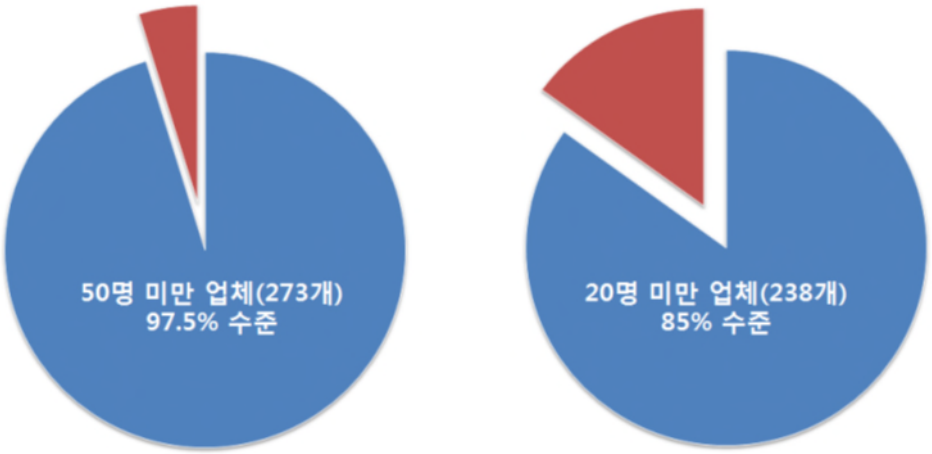


그림 2-5 국내 철도차량 부품업체 현황(2016)

* 출처: 전국사업체 조사(2016년 통계청)

○ 국내 부품장치 중소기업의 주요 거래처는 현대로템, 코레일, 메트로 ,한국철도시설공단, 우진산전 등으로 이곳에 약 66%를 납품하는 것으로 나타났으며, 1순위기업과 매출 50% 이상 거래하는 비중이 전체 업체의 70% 수준[35)]

35) 국외철도동향자료160호. 2015.

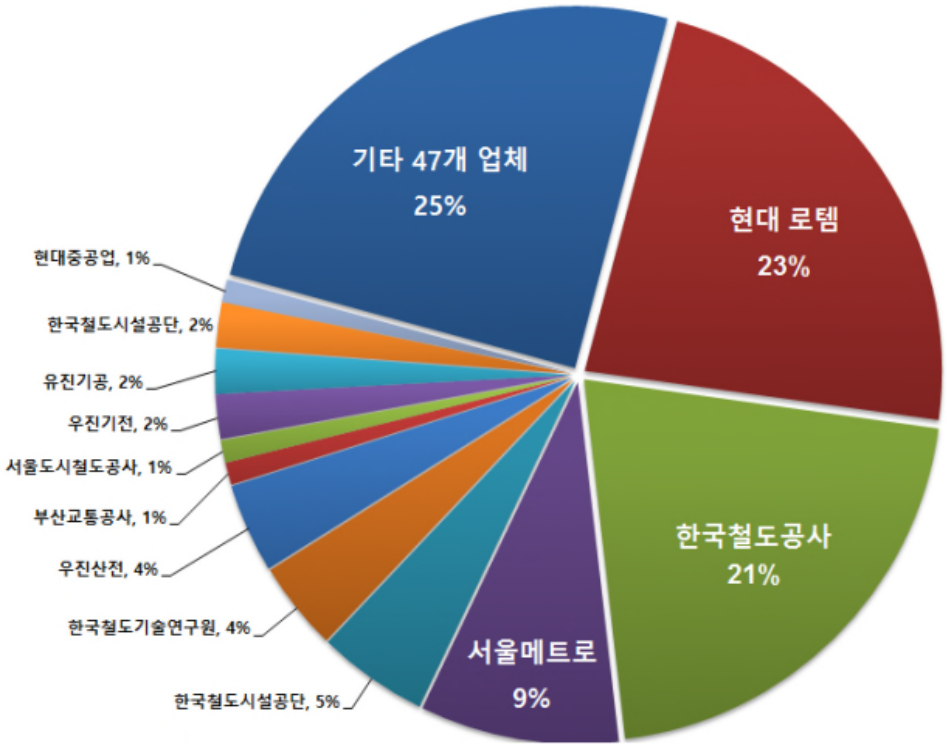


그림 2-6 국내 중소기업 주요 거래처 현황

* 출처: 철도부품 강소기업 육성방안 정책실행 계획수립 기획보고서(국토교통부, 2016.08.)

○ 현대로템과 한국철도기술연구원은 터키 고속철도 사업 수주 및 수행을 위한 MOU를 체결하여 신규노선에 640량 고속철도가 투입될 예정(사업규모 : 약 3조원)[36]

- 국내 운영 중 및 운영예정인 동력집중형 고속열차 대체 수요가 1,304량, 호남고속철도 및 준고속철도 노선 신규수요가 282량으로 국내 차량공급비용만 국내 약 6조원(1,586량 X 40억), 국외 약 3조원(40억유로 X 1,000원/유로 X 2.7%* X 20년)으로 이로 인한 생산유발효과는 약 17조원, 부가가치 유발효과 약 5조원 등의 파급효과 기대[37]

36) "현대로템, 철도연과 3조원 터키 고속철 수주 나선다"(머니투데이, 2016.02.17.)
37) 430KM급 고속열차 실용화 기술개발 총괄요약보고서(국토교통부, 2015.12.)

3. 국내외 개발대상 부품장치 시장 현황

가. 고속철도용 제동 패드 및 슈

○ 동력집중식 고속철도용 제동 패드 및 슈의 국내 시장 현황은 다음과 같음

표 2-7 동력집중식 고속철도 제동 패드 및 슈 국내 시장 현황

(단위 : 백만원)

순번	부품	수입 단가	개발 단가	연간 수량	연간 수입액	비고
1	제동패드	0.16	0.14	20,720	3,315	272SET/편성(KTX) 108SET/편성(KTX-산천) 144SET/편성(KTX-경강)
2	제동슈	0.16	0.14	2,808	449	24SET/편성(KTX) 24SET/편성(KTX-산천) 24SET/편성(KTX-경강)

○ 동력집중식 고속철도용 제동 패드의 경우 프랑스에서 연간 164억원, 독일이 연간 100억원, 이탈리아가 연간 47억원 정도의 시장 규모임

표 2-8 동력집중식 고속철도 제동패드 국외 시장 현황

판매처	국가명	단가 (천원)	예상 판매량(개)	년 시장규모 (억원)
SNCF	프랑스	180	제동패드: 91,000	164
DB	독일	200	제동패드: 50,400	100
TRENITALIA	이태리	180	제동패드: 26,000	47

나. 고속철도용 감속시스템

○ 동력분산식 고속철도용 감속시스템의 국내 시장 현황 및 동력 분산식 고속철도차량 구매 계획은 다음과 같음

표 2-9 동력분산식 고속철도 감속시스템 국내 시장 현황

(단위 : 백만원)

부품	수입 단가	개발 단가	5년간 수량*	5년간 수입액	비고
감속 시스템	20	18	1,122	22,440	EMU250 기준 16SET/편성(EMU)

표 2-10 동력분산식 고속철도차량 구매 계획 (참조 : 국토교통부 공문 철도운행안전과-3214)

구분	보유수량	감속시스템 적용 수량	적용노선
EMU-180	5편성(40량)	60 SET	삼성동탄선
EMU-300	32편성(192량)	256 SET	경전선
EMU-250	19편성(114량)	152 SET	경강선, 동해선
EMU-150	54.5편성(436량)	654 SET	대체(새마을, 무궁화)
합 계		1,122 SET	-

○ 2021년 기준 전 세계 고속철도차량 시장규모는 112.06억 유로로 예측[38]되며, 이를 원화로 환산 시 14.3조원임(2017년 1월 2일 환율 기준). 그 중 75% 수준이 동력분산식 고속철도차량 시장규모로 책정되어 약 10.7조원 시장규모임

다. 고속철도용 부하밸런서 시스템

○ 고속철도용 부하밸런서의 국내 시장 현황은 다음과 같음

표 2-11 고속철도용 부하밸런서 국내 시장 현황

(단위 : 백만원)

부품	수입 단가	개발 단가	연간 수량	연간 수입액	비고
부하 밸런서	1,500	1,050	5	-	용량 5 MVA 기준

38) World Rail Market(UNIFE, 2016)

3절 국내외 기술동향

1. 국내외 철도분야 검·인증 동향

가. 국외 철도분야 검·인증 동향

(1) 유럽 TSI 인증

○ 유럽연합의 경우 TSI 인증체계를 도입하여 유럽회원국이 준수해야 하는 범국가적 규제력을 가지며, 철도시스템과 핵심요건에 관한 의무적인 상호운영성을 보장하도록 TSI(상호운영 기술사양)를 수립할 것을 요구하고 있음



그림 2-7 범 유럽의 철도인증체계

○ EU의 정책지침 하에 유럽 각국의 상이한 철도노선 상에서의 기술 운영성 및 상호 호환성 확보를 최우선으로 인증을 수행하고 있으며, EU에서는 이를 위해 상호 운영성 확보를 위한 기술사양서(Technical Specifications for Interoperability : TSI)를 법령의 형태로 규정하였고, TSI에 대한 개별용품/하부시스템(차량 등)의 적합성평가를 수행하고 있음. 또한 범유럽의 통합 표준규격인 EN 규격을 제정, 적용하고 있음

○ TSI 기술사양이 강제화된 규정인 반면 EN은 권고규격이나, 범유럽 철도시장의 규모가 세계 철도시장의 상당부분을 차지하고 있으므로 국제 표준규격처럼 인식되어 적용되고 있는 상황임

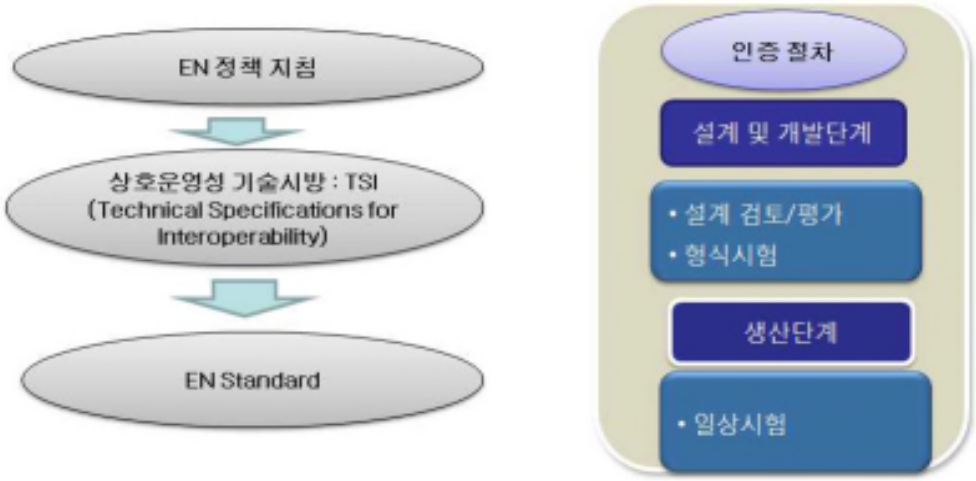


그림 2-8 범 유럽 정부주도 인증체계 개념



그림 2-9 범 유럽의 철도인증체계

○ TSI 인증체계는 2008년 공표되고 2010년 7월까지 유럽회원국내 국가법령으로 이전되어야 하는 철도시스템 상호운영 지침(Directive 2008/57/EC on the interoperability of the rail system within the Community-the Interoperability Directive.1)은 고속철도(HS) 상호운영 Directive(96/48/EC)와 기존철도(CR) 상호운영 Directive (2001/16/EC)의 개정으로서, 철도시스템과 핵심 요건에 관한 의무적인 상호운영성을 보장하도록 TSI(상호운영 기술사양)를 수립할 것을 요구하고 있음

○ 유럽 각국은 상호운용성(TSI) 규정 이외에 자국 내 운용을 목적으로 하는 철도차량에 대하여 국가 규정을 별도로 두고 있으며, 국가기준 및 성능인증체계를 갖고 있음. 국가별 철도차량 인증체계는 자국 특성을 반영하여 다소 상이할 수 있으나 근본적으로 제조사 - 인증기관 - 운영자의 3개 주체별로 독립된 역할을 수행하도록

유도함으로써 인증을 수행함에 있어서 전체적인 책임이 분산되도록 체계가 구성되어 있음

표 2-12 TSI 인증 체계

인증 대상		기술기준	인증 / 승인 절차		
			개발단계	생산단계	서비스 도입
TSI 하부 시스템	• 철도차량 • 철도시설 • 에너지 • 제어, 명령 및 신호 (CCS) - 차상/지상	• 분야별 TSI • 유럽표준 - CEN (유럽철도표준) - Cenelec (전기전자표준) - ETSI (통신표준)	**NoBo 인증** • 설계검증 • 형식시험 - 제품검증 • 제작공정 - QMS 검증 • 형식승인변경	**NoBo 인증** • 형식적합성 검증 - 전수시험 • QMS 감시 - 변경관리	**국가권한부처** • 운영허가 - 물리적특성/안전요건 - 시스템적합성/인터페이스 - 허용위험도 • 사후관리
TSI 상호운영 구성품	• 철도시설 - 레일, 침목, 분기기 등 • 에너지 - 전차선 • 철도차량 - 차륜/차축, 연결기, 집전장치, 전조등 등	• 분야별 TSI • 유럽표준	**NoBo 인증** • 설계검증 • 형식시험 - 제품검증 • 제작공정 - QMS 검증 • 형식승인변경	**NoBo 인증** • 형식적합성 검증 - 샘플링시험 - 전수시험 • 사용적절성 검증 - 시스템 통합 - 서비스 경험	**국가권한부처** • 사후관리 **NoBo** • QMS 감시 - 정기 감사 - 변경 관리

○ TSI 체계는 과거 유럽국가가 통제해온 철도시스템 규정이 공동 EU규정에 의해 통제되는 공유된 유럽 철도시스템으로 전이되는 것을 촉진하며, 다음과 같은 새로운 접근법의 원칙을 따름

- 법제적인 통합은 EU공동체 시장에서 주어진 제품들이 반드시 만족해야 하는 핵심 요건으로만 제한되며, 이는 만일 그들이 EU공동체 내부 자유로운 이동으로부터 이익을 얻는 경우임

- Directive에 설정된 핵심 요건을 만족하는 제품의 기술사양은 통합된 표준규격(standard)으로 정해짐

- 통합된 또는 기타 표준규격의 적용은 자발적 선택사항이며, 제작자는 언제든지 해당 요건을 만족하기 위하여 다른 기술사양을 적용할 수 있음

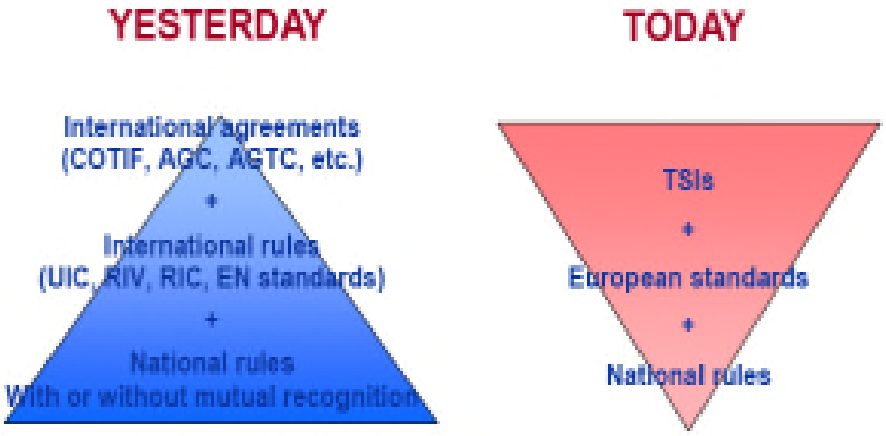


그림 2-10 통합 유럽의 철도 상호운영을 위한 규정체계 변화

○ TSI 구성체계는 철도시스템을 5가지의 구조적 하부시스템과 3가지 기능적 하부시스템으로 구분하고 있으며, 이들 구조 및 기능적 하부시스템별로 TSI(상호운영 기술사양) 문서가 수립되어 있음

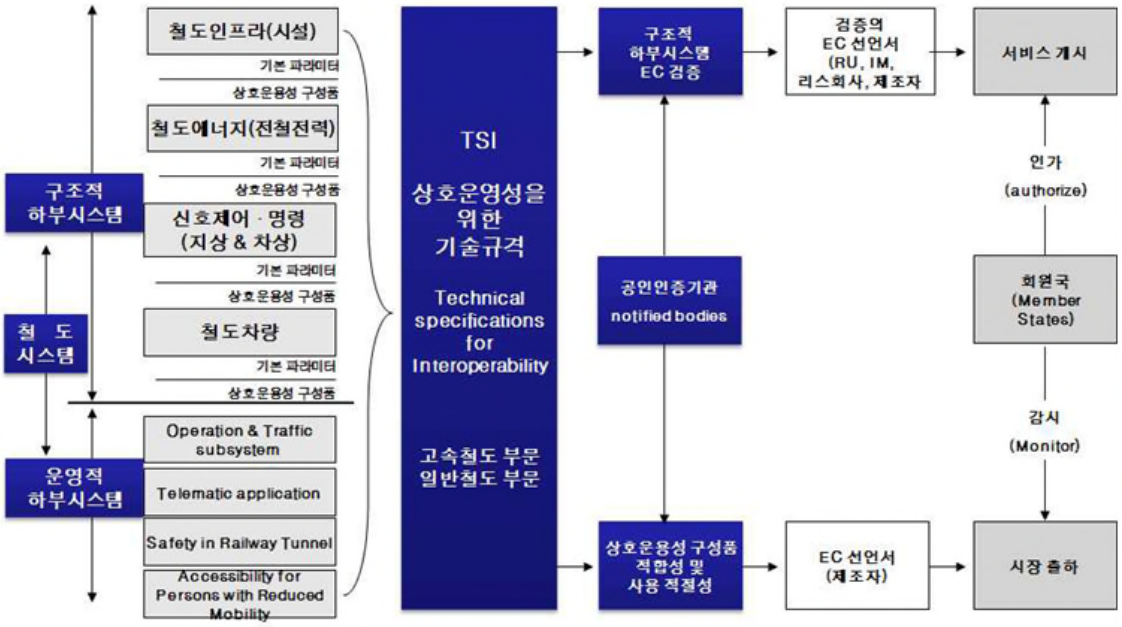


그림 2-11 유럽연합의 철도 하부시스템 TSI의 검증 및 승인 체계

(2) 미국 AAR 인증

○ AAR인증은 미국철도협회(Association of American Railroads)에서 발행하는 인증으로서 바퀴, 휠 베어링, 제동자 등 철로운송설비에 이용되는 제품의 시험 및 품질보장서비스를 제공하고 있음. AAR인증에 대한 신청서 접수, 시험 등 전반적인 관련 업무는 Transportation Technology Center, Inc.(TTCI)에서 수행하고 있음

○ AAR의 업무는 DOT(Department of Transportation)의 산하정부기관인 FRA 같은 연방 정부기구와 밀접한 관련이 있음. AAR의 자회사인 동시에 FRA의 산하기관이며 FRA에서 지원하고 관리하는 TTCI에서 AAR의 제품인증업무 외에 AAR의 규범 및 규격의 사법기능을 수행하고 있음

○ TTCI에서는 기술기준인 "The Manual of Standards and Recommended Practices"를 다음과 같이 제시하고 있음

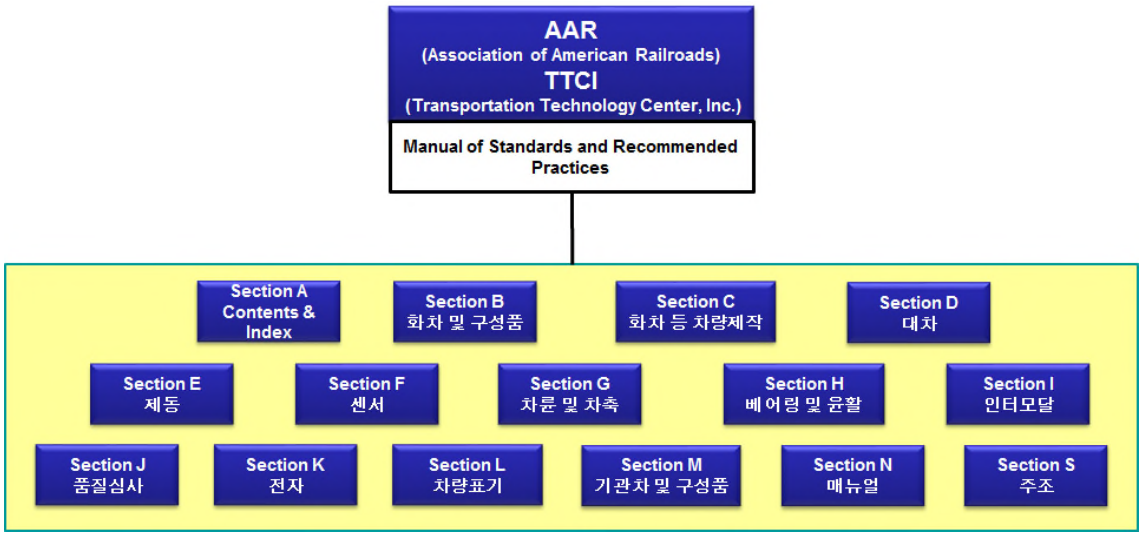


그림 2-12 미국철도협회(AAR) 기술기준 체계

○ AAR은 철로산업의 효율, 안전, 서비스의 개선을 위하여 해당산업의 인터체인지 규범(Interchange Rule; AAR에서 정기적으로 발행하는 규범으로서 인터체인지와 터미널에 관한 규범)과 설비(예를 들어, 기관차 총괄 제어 같은) 사양(specification) 관련 업무를 담당 하고 있음. 또한 해당산업의 인터체인지 규범, 기술적 규격, 기계적 선로에 대한 품질보증, 기반시설안전 및 안보계획을 감독하며

해당산업에 영향을 미치는 관련규제에 관하여 사법 기구와 긴밀하게 협조하고 있음

○ AAR은 산업규격을 제정하고 매뉴얼을 발행하며 FRA(Federal Railroad Administration)및 기타 연방기구와 협력하고 있음. 최근 AAR 인증의 기술규격 제정업무는 AAR의 Technical Service Division에서 TTCI로 이관되어 AAR의 관리 아래 TTCI는 미국, 캐나다, 멕시코 전역의 철로산업에서 통용되는 기술규격의 제정 업무를 담당하고 있음

○ AAR 인증의 적용품목은 차륜, 휠 베어링, 제륜자, ECP 브레이크 부품, 브레이크 빔 슬랙 조정자, 수동식 브레이크, 중앙 판 라이너, 볼스터, 커플러 캐리어 웨어 판, 화물 자동차의 철도 전장품, 철도 시설물의 전기부품, 신호장비, 객차와 화차, 철도 시설장비 등이 있음

(3) IRIS 인증

○ IRIS는 국제철도산업표준(International Railway Industry Standard)의 약자로 그 영문 알파벳 첫 글자이며, 이는 철도산업 업계의 품질경영시스템 국제 표준임. IRIS는 2017년 05월에 국제 표준인 철도 품질경영시스템 ISO/TS 22163로 제정이 되었음

○ IRIS는 철도 분야 기업이 철도 제품 및/또는 유지 보수 활동에 대해 국제적으로 인정받는 수준의 품질을 충족하여 경쟁력을 강화할 수 있도록 함. 철도 공급망 전체에 걸쳐 더 높은 수준의 투명성을 확보하기 위해서 언어, 평가 지침 및 심사에서 전 세계적인 균일성을 달성하는 것을 목표로 함

○ IRIS는 세계적인 철도 산업 주자가 요구하는 경쟁력 있는 품질경영시스템 인증으로, 독립적인 인증기관에 의해 공정하게 평가됨. 요구 사항을 충족시키는 것은 조직의 관리 시스템이 철도 산업에서 가장 높은 표준을 준수한다는 것을 입증하는 것이며, 이를 통해 철도 산업 부문의 국제적 인지도 획득을 가능하게 함

○ IRIS는 2017년 4월 기준으로 5개 대륙(Europe, Asia, Oceania, Africa, America)에서 1500개 이상의 인증서가 교부되었으며, 그 중에서 유럽이 가장 많은 인증서(약 29개 국가, 약 800개 인증서)가 교부되었음. 아래 그림들은 IRIS 인증서 교부 현황과 대륙별 인증서 교부 현황, 대륙별 인증을 획득한 국가 수를 보여줌

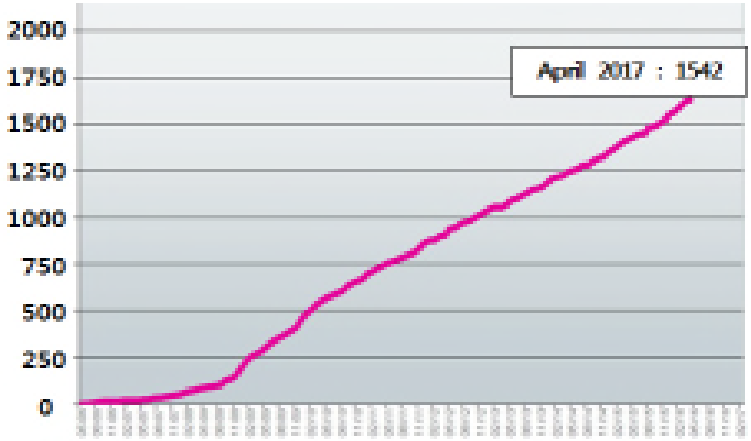


그림 2-13 IRIS 인증서 교부 현황

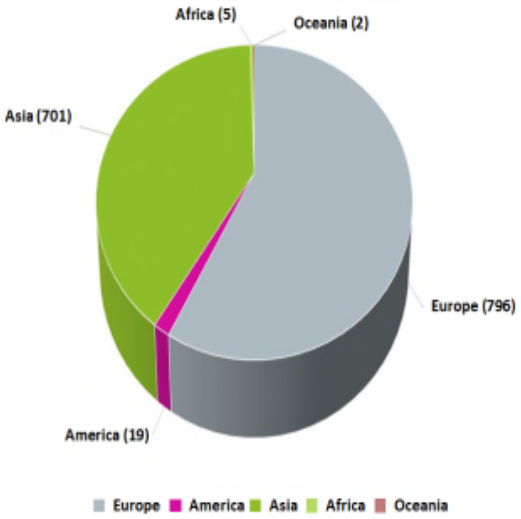


그림 2-14 대륙별 인증서 교부 현황

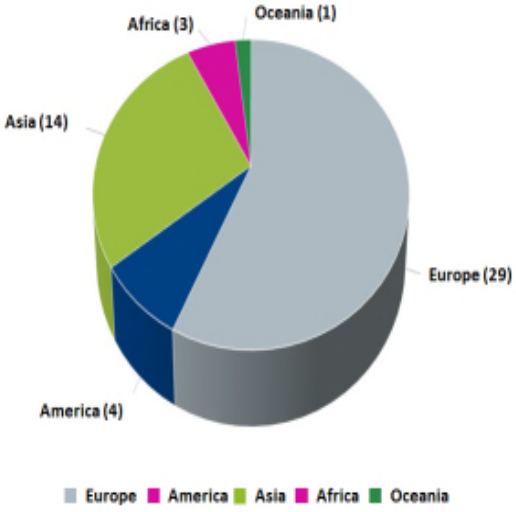


그림 2-15 대륙별 인증 획득 국가 수

○ IRIS 인증은 현재 약 16개의 인증기관(Certification Bodies), 약 260명 이상의 심사관이 전 세계적으로 약 26개의 언어를 사용하여 IRIS 인증을 위한 심사를 수행 중에 있으며, 다음은 국가별 IRIS 인증 획득 현황과 IRIS 인증 대상별 인증 획득 기관 현황임



그림 2-16 국가별 IRIS 인증 현황

표 2-13 IRIS 인증 획득 업체 수('18. 02월 기준)

IRIS 인증 대상	인증 획득 업체 수	IRIS 인증 대상	인증 획득 업체 수
차체 (Car Body)	151	통신 계통 (Communication Systems)	74
차체 피팅 (Car Body fittings)	159	배선 및 캐비닛 (Cabling and Cabinets)	181
안내(대차, 주행 장치) [Guidance(Bogies and running gear)]	161	도어 계통 (Door System)	74
전력 계통 (Power System)	161	HVAC	94
추진 (Propulsion)	136	틸트 계통 (Tilt System)	1
보조 계통 (Auxiliary system)	202	조명 계통 (Lighying)	31
제동 계통 (Braking system)	107	연결장치 (Coupler)	46
내장 (Interiors)	218	철도 차량 (Rolling Sock)	166
탑재차량 제어장치 (On broad vehicie control)	121	신호 (Signalling)	106
승객정보 계통 (Passenger Information Systems)	83	철도용 단품 (Single railway components)	659

나. 국내 철도분야 검·인증 동향

○ 철도 차량/용품 형식승인

- 철도안전법이 개정('14년 03월)되면서 철도차량 및 용품에 대한 형식승인 인증제도가 도입되었음

- 형식승인 제도는 아래 그림과 같이 기존의 성능시험, 제작검사, 품질인증(권고) 제도에서 형식승인제도로 변경되었음. 도입 이후에는 해당 차량 및 용품은 형식승인을 득한 제품만이 판매 및 사용이 가능토록 되어 있음

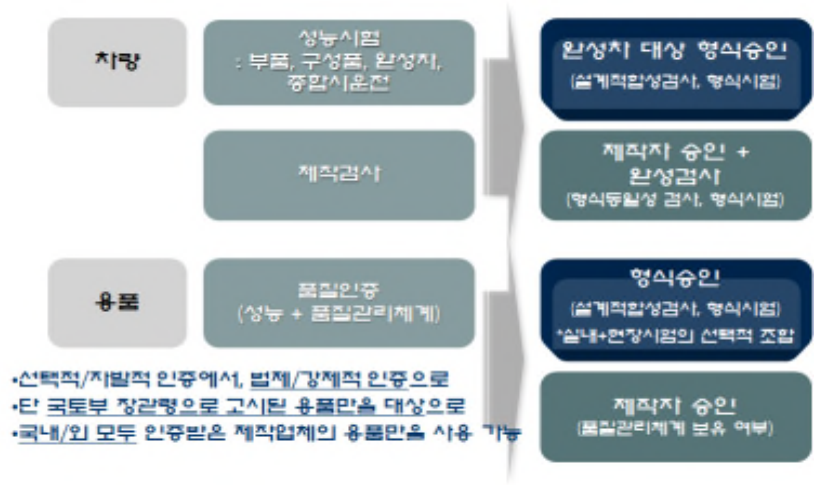


그림 2-17 철도안전법 개정에 따른 인증체계 변화

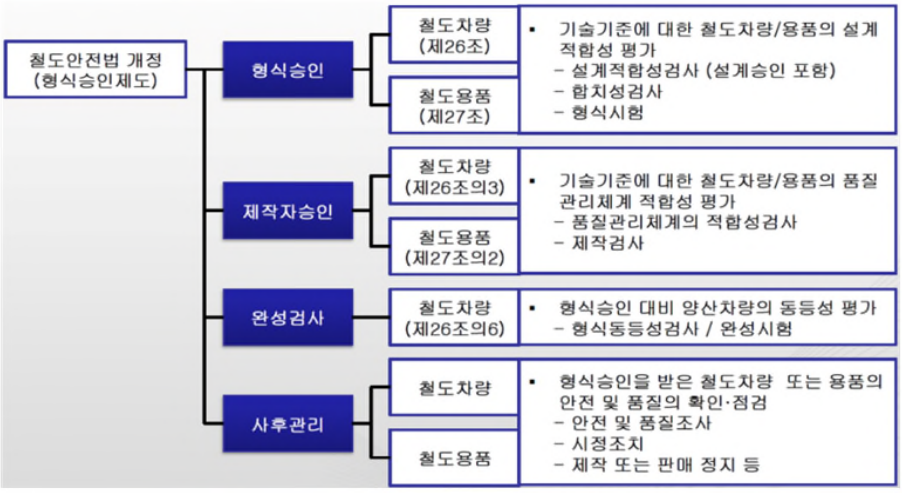


그림 2-18 철도 형식승인제도 관련 주요내용

- 철도용품 형식승인을 위한 기술기준 및 시험규격이 '16년 03월 1차적으로 3건의 고시가 완료되었으며, 2차 고시는 대상 용품 40여개를 대상으로 '16년 04월에 공청회 실시, '16년 05월 심의위원회를 거쳐 우선적으로 10여개 용품에 대해 '16년 08월 30일 제정 고시되었음

- '17년 12월에는 철도안전법 제27조에 따라 철도용품의 설계 검증과 제작자의 품질관리능력을 검증하는 철도용품 형식승인 대상 확대하였음. (활주방지장치, 제동실린더, 제동디스크, 제동패드, 장력조정장치, 고분자 애자 등 6개 용품의 형식승인 기준 신설)

- 형식승인 대상용품은 형식승인제도 취지에 적합하고 시험인프라, 시장여건, 업체 기술여건 등 시행여건이 성숙된 용품으로 선정하였음

- '17년 12월에 5개 용품이 추가 고시된 이후에도 후순위로 지정된 용품형식승인 대상에 대해서는 지속적인 제정 고시를 위해 협의를 추진 중임

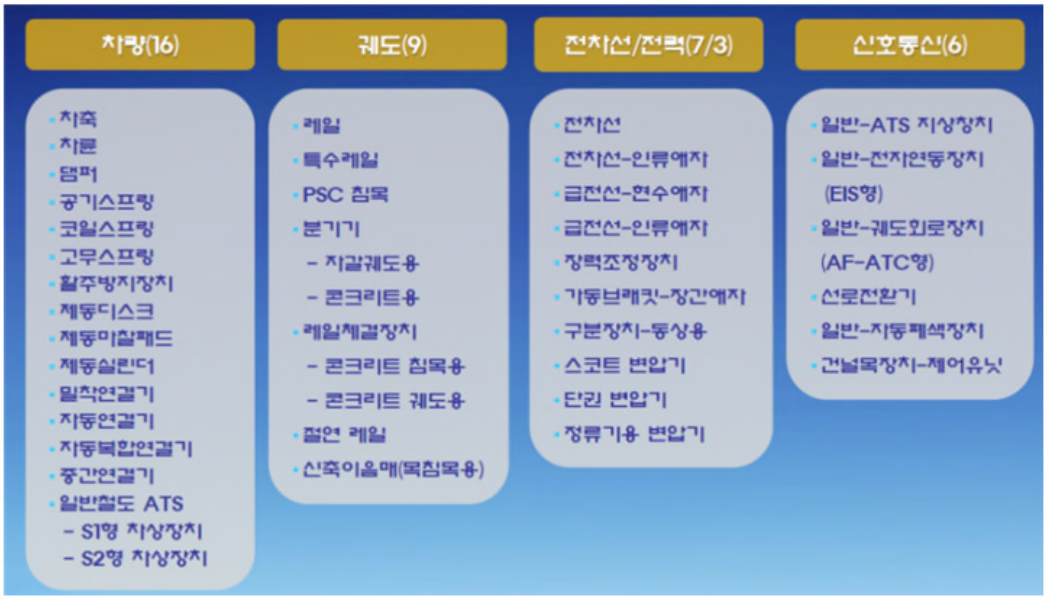


그림 2-19 철도용품 형식승인 우선대상(안) 용품

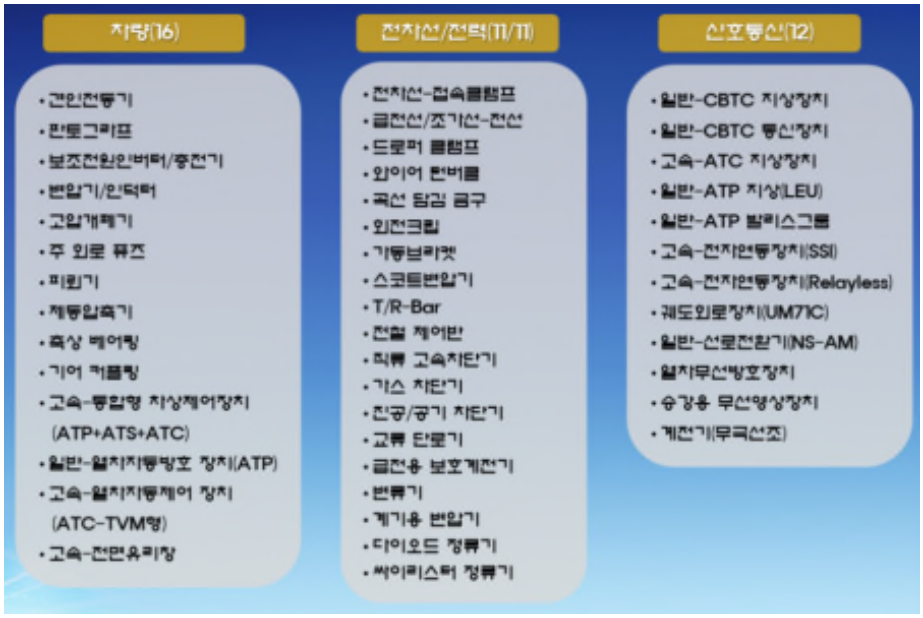


그림 2-20 철도용품 형식승인 후순위 대상(안) 용품

- 철도차량의 주행안전에 밀접한 제어기기 및 소프트웨어의 경우, RAMS 체계에 따른 SIL 인증 등 강제 인증 대상이 아니더라도 운영사 요구에 따라 인증을 획득해야만 철도시스템에 적용될 수 있음

- 이 밖에 운영사, 제조사 등이 요구하는 부품·장치에 대한 기능, 안전, 성능, 신뢰성을 입증하고, 이에 준하는 인증을 획득해야만 개발이 종료된 이후 비로소 시장에 진출 할 수 있음

○ 차량/용품 형식승인 기술기준

- 철도안전법은 철도차량 기술기준이 기술동향, 안전사고 및 고장방지 대책 등을 신속히 반영하여 개정·고시될 수 있도록 국토교통부장관이 고시하도록 개정되었음

- 2012년도에 개정된 철도안전법에서 철도차량 기술기준은 철도안전법 제26조제3항, 제26조의3제2항, 제27조제2항 및 제27조의2제2항에서 철도차량·철도용품의 형식승인, 제작자승인을 위한 기술기준은 국토교통부장관이 정하여 고시하도록 규정하고 있음

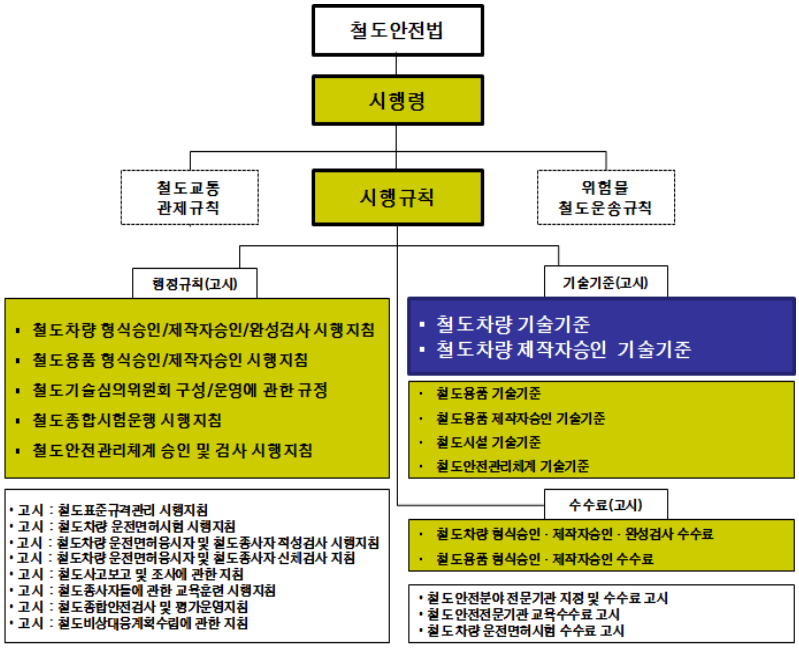


그림 2-21 철도안전법에 따른 기술기준의 체계

- 철도차량 기술기준의 대상은 고속철도(동력집중식, 동력분산식), 일반철도(디젤기관차, 디젤동차, 전기기관차, 전기동차, 객차, 화차), 도시철도(DC전동차, AC전동차, AC/DC 겸용전동차별 대형 및 중형전동차), 경량전철(고무차륜형식, 철제차륜형식, 노면전차, 모노레일, LIM 형식, 도시형자기부상) 등 총 17개 차종임

- 기술기준의 효율적인 관리, 차종별 기술적 차이점에 따라 별도고시 또는 통합고시되고 있으며, 제작자승인 기술기준은 17개 차종의 제작(양산)을 위한 품질유지 및 제작관리를 규정하므로 1종이 제정·고시되었음

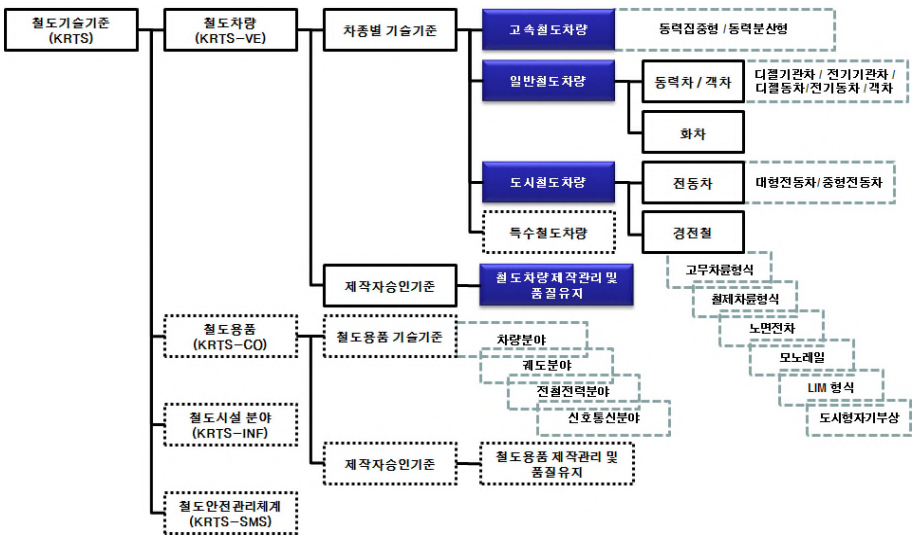


그림 2-22 철도차량 기술기준 및 시험규격의 대상

- 철도차량 기술기준 및 시험규격은 총칙, 기술기준의 적용, 고속철도차량, 일반철도차량, 도시철도차량, 제작자승인 기술기준, 안전품목검사기준 등으로 구성되어 있음

- 총칙(Part 1)은 철도차량 기술기준 및 시험규격에 대한 적용기준, 일반사항, 사용된 용어의 정의, 유효기간, 철도차량의 분류를 규정하고 있음

- 기술기준 적용(Part 21)은 형식승인·제작자승인 및 변경승인·변경신고에 따른 기술기준의 적용기준을 규정하고 있음

- Part 31 ~ Part 61은 차종별 기술기준 및 시험규격으로서 고속철도 차량(Part 31), 일반철도 차량(Part 40 시리즈), 도시철도 차량(Part 50 시리지)이 이에 해당되며 차종별 기술기준 및 시험규격은 개요, 적합성평가, 필수요구사항, 주요장치별 기준, 시험규격서로 구성되어 있음.

- 적합성평가에서는 기술기준 세부항목별 입증방법(기술검토, 도면, 해석, 계산) 및 시험항목이 제안되어 있으며, 필수요구사항은 차량시스템 레벨에서 요구되는 안전(차량한계, 주행안전, 충돌안전, 화재안전, 전기안전, 위험도분석, 철도소프트웨어), 성능(운행조건, 운행성능), 차량-인프라 인터페이스(차량-전력, 차량-신호, 차량-통신, 차량-궤도, 차량-기관사), 운영 및 유지관리(유지보수기준, 유지보수성(고속철도), 유지보수자료), 운용한계(신뢰성/가용성(고속철도), 보건, 소음, 구원운전, 공기역학) 요구사항이 규정되어 있음

- 주요장치별 기준은 차체 및 설비, 주행장치(대차), 제동장치, 추진장치, 보조전원장치, 차상신호장치, 종합제어장치, 연결장치 등에 대한 설계 및 구조 요구사항을 정의하고 있으며 시험규격서는 부품시험, 구성품시험, 완성차시험, 시운전시험으로 구분되어 적용범위, 참고표준규격, 시험방법, 결과분석, 판단기준 등을 규정하고 있음

- 제작자승인기준(Part 71)은 형식승인을 받은 철도차량을 양산하는데 필요한 제작자의 품질시스템, 품질관리 및 제작관리 책임, 제작·생산·품질유지, 불만족사항관리, 품질시스템의 운영 등을 규정하고 있음

- 안전품목검사기준(Part 81)은 철도차량 운행 중 분리, 탈선, 전복, 화재 등 중대한 안전사고와 직결되는 34개 품목에 대한 검사기준을 규정하고 있음

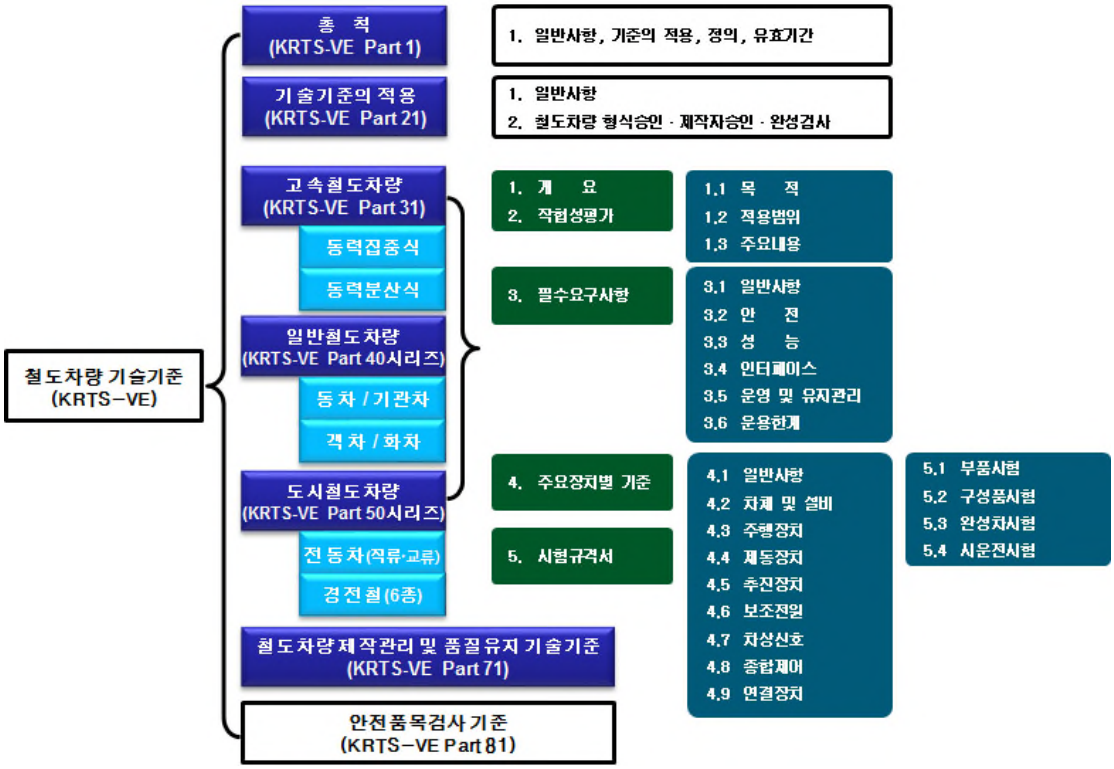


그림 2-23 철도차량 기술기준 및 시험규격 대상

○ 국내 IRIS 인증 획득동향

- IRIS는 2017년 4월 기준으로 전 세계적으로 1,500개 이상의 인증서가 교부되었으며 국내의 경우 총 8개 업체가 IRIS 인증을 획득하였음

· 암페놀 대신(Amphenol Deashin)
· 베어링 아트(Bearing ART)
· 대원강업(Deawon)
· 현대로템(Hyundai Rotem)
· ㈜제이케이에이
· 랍코리아(LAPP Korea)
· 세안정기(SE-AN Precision Machinery)
· 유진기공산업

	Performance Level	Headquarter	Company	Country	Product Scopes	Activities	IRIS revision	Certificate valid until	Last day of certification audit	Last day of surveillance audit
✔			Amphenol Daeshin 14724 Bucheon-Si	Korea, Republic of	20	Design Manufacturing	IRIS Rev 02, V2.4	30.03.2020	31.03.2017	-
✔			BEARING ART Corporation ASI|KR|KS010|YEONGJU Yeongju	Korea, Republic of	20	Design Manufacturing	IRIS Rev 02, V2.4	-	-	15.02.2017
					20	Design Manufacturing	IRIS Rev 02, V2.3	20.03.2018	21.03.2015	-
✔			Daewon Kang Up Co.,Ltd. Seonghwan plant 331-804 Cheonan-SI	Korea, Republic of	8	Design Manufacturing	IRIS Rev 02, V2.4	-	-	15.12.2017
					8	Design Manufacturing	IRIS Rev 02, V2.4	-	-	30.11.2016
					8	Design Manufacturing	IRIS Rev 02, V2.4	22.12.2018	-	-
✔			Hyundai Rotem Company 51407 Changwon-si, Gyeongsangnam-do	Korea, Republic of	3, 5, 18, 19	Design Manufacturing Maintenance	IRIS Rev 02, V2.4	-	-	19.01.2017
					3, 5, 18	Design Manufacturing Maintenance	IRIS Rev 02, V2.3	26.02.2018	27.02.2015	-
✔			JKA CORPORATION 415821 Gimpo	Korea, Republic of	4, 16	Design Manufacturing	IRIS Rev 02, V2.4	29.06.2020	30.06.2017	-
✔			LAPP KOREA LLC 18579 Jangan-myeon, Hwasung-si	Korea, Republic of	12	Design Manufacturing	IRIS Rev 02, V2.4	-	-	04.08.2017
					12	Design Manufacturing	IRIS Rev 02, V2.3	18.08.2018	19.08.2015	-
✔			SE-AN PRECISION MACHINERY CO.,LTD 712-825 Gyeongsan-si, Gyeongsangbuk-do	Korea, Republic of	3	Manufacturing	IRIS Rev 02, V2.4	-	-	18.05.2017
					3	Manufacturing	IRIS Rev 02, V2.3	04.06.2018	05.06.2015	-
✔			Yujin Machinery Ltd. 425-090 Ansan-si	Korea, Republic of	4, 5, 6, 7, 17	Design Manufacturing	IRIS Rev 02, V2.4	16.10.2020	-	-

그림 2-24 국내 IRIS 인증 철도 기업

[출처 : IRIS-Portal]

2. 국내외 제동 패드 및 슈 기술동향

가. 국외 제동 패드 및 슈 기술동향

○ 해외 고속철도차량 선진기술보유국인 독일, 프랑스, 일본의 경우는 각 국의 고속철도 차량 제동장치 시스템에 인터페이스 호환성을 고려하여 디스크 제동장치의 제동 패드와 답면 제동장치의 제동슈를 함께 개발하여 생산/납품하고 있는 실정으로 제품의 최적화된 성능을 보유하기 위해 인터페이스 호환성을 유지하려고 노력함

○ 선진기술업체는 제동시스템의 구성과 요소부품의 적절한 설계 및 정확한 성능평가 등 복합적인 고도기술을 장악하고 있으며 자국의 이익을 위하여 국가적인 차원에서 철저한 기술 장벽과 높은 기술료 등을 요구하며 기술을 보호하고 있음

○ 전 세계적으로 철도의 고속화에 대한 투자가 적극 진행되는 상황에서 마찰부품의 소모가 급격히 증가되고 있고 선진업체는 마찰재의 상대재 보호측면에서 열 발산이 용이하면서 고속에서 고 마찰계수를 유지하는 방향으로 지속적인 기술개발 및 상용화 생산이 진행중임

○ 구체적인 연구는 마찰·마모 경계면에서 발생하는 마찰현상에 관하여 많은 연구가 진행되고 있으며 이를 통해 '디스크와 차륜의 보호'와 'Total Cost 저감' 측면에서 개발을 하고 UIC규격화 및 해외인증을 통한 철도기술의 선진국으로서 지위를 유지하고 후발업체들의 기술종속화를 강력하게 추진하고 있음

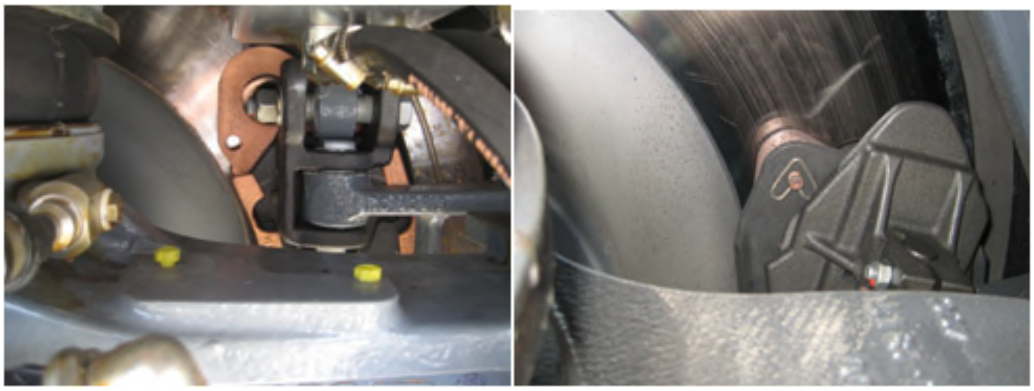


그림 2-25 유럽 고속철도차량에 적용되는 고 마찰계수 제동패드(왼쪽 : DB, 오른쪽 : ETR)

○ 또한 해외 선진기술보유 기업은 제동디스크의 열손상을 최소화하기 위해 최적화 설계를 수행하여 제동 패드와 제동 슈의 공격성을 최소화하며 유지보수비를 감소시키는 시스템 접근 기술을 도입하고 있으며, 마찰 및 마모에 대한 기초연구성과는 공개되지 않고 있지만 제동성능 향상을 위한 많은 연구가 이루어지고 있음

표 2-14 특허종류별 국가별 검색건수

분류	국가별 검색건수						TOTAL
	KR	US	JP	EP	PCT	CN	
구조	4	7	10	10	4	40	76
기타구조 조립체	16	25	25	24	22	29	141
마찰재	3	2	4	7	1	1	18
TOTAL	**23**	**34**	**39**	**41**	**28**	**70**	**235**

나. 국내 제동 패드 및 슈 기술동향

○ 국내 고속철도차량인 KTX를 프랑스에서 도입한 이후 고속철도차량 국산화 개발을 통해 KTX-산천, 호남선, 원강선 차량 등이 현재 운행 중이지만, 제동 시스템 제원이 각각 상이하고 제동 에너지는 KTX 차량 대비 약 1.5배 정도 증가되어 제동디스크의 열적 부담이 가혹해져 크랙이 발생함[39)]

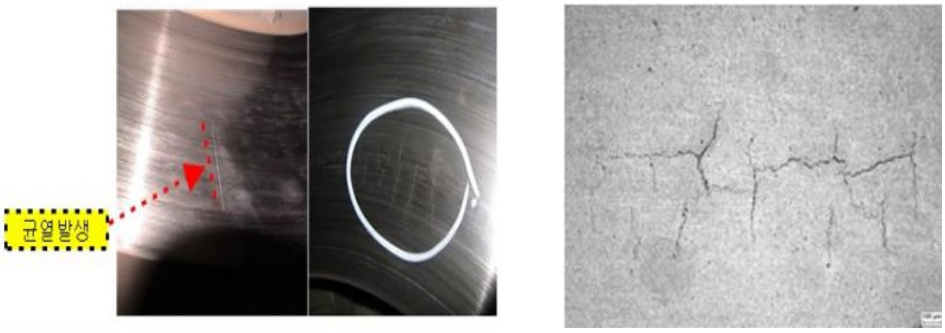


그림 2-26 제동디스크의 열크랙(왼쪽 : 제동디스크의 열크랙, 오른쪽 열크랙부 조직)

○ 철도차량의 고속화, 고부하에 따라 마찰·마모부품이 분담해야 하는 제동에너지(KTX, 원강: Max 17MJ, KTX-산천, 호남: 23MJ, 400km/h급 차세대(46.3MJ)는 갈수록 증폭되고 있는 실정으로 제동조건은 가혹해지고 있음

○ 마찰·마모 부품 중 제동패드와 제동슈는 소모성이 많은 유지보수용 부품이고, 상대재인 제동디스크와 차륜은 차량의 제동장치로 반영구적인 부품으로 차량 수명주기(25년) 동안 열손상(디스크, 차륜), 찰상(차륜), 박리(차륜)등 발생시 부품의 상태에 따라 수리(삭정)를 실시하고, 사용마모한계에 도달시 교체를 함

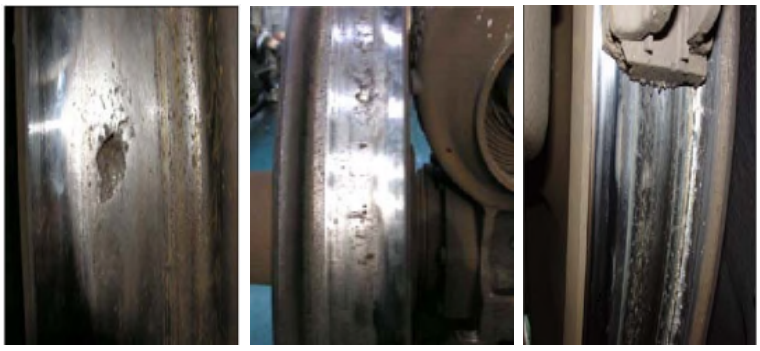


그림 2-27 손상된 차축과 차륜

39) KTX 제동에너지 : 14 MJ, KTX-산천 : 23 MJ

○ 제동패드의 개발은 그동안 제동 성능향상 위주로 진행되어 왔으나, 최근 해외선진업체를 필두로 제동디스크의 열손상을 최소화하기 위해 최적화 설계에 기초한 엔지니어링 및 시스템적 접근이 이루어지고 있음. 그 이유는 차축과 차륜에 비하여 가격이 저렴한 제동패드 및 제동슈의 공격성을 최소화하는 방향으로 유지보수비를 감소하고자 함

○ 제동 슈의 경우 국내에서 국산화 개발을 수행하였으나 상용화 단계에서 품질문제로 인해 납품이 중단되어 현재까지 전량 해외에서 수입하고 있는 실정임

3. 국내외 감속시스템 기술동향

가. 국외 감속시스템 기술동향

(1) 국외 감속장치 기술 동향

- 일반적인 감속장치는 배치 형식에 따라 분류가 되며, 모터를 대차에 장착하는 형식으로 모터대차 장착방식이라 부른다. 또한 이것을 모터로 부터 차륜에 동력을 전달하는 기구에 의해서 모터 부착식(조괘식), 카단식, Quill 식, 1대차 1모터식, 기어 대체 방식의 종류가 있으며, 주로 과거에는 모터 부착식(조괘식)을 이용하여 왔으며, 차량의 고속화로 카단식을 이용하여 감속장치를 설계 및 제작하고 있음

○ 독일 Voith 社

- 독일 Voith 社는 철도차량용 감속장치 및 동력전달장치 분야에서 선두적인 역할을 하고 있으며 시장 점유율이 통계적으로 나와 있지는 않지만 지배적인 점유율을 확보 하고 있음. 독일 Voith 社는 독보적인 기술력을 기반으로 마케팅을 하고 있으며 디젤 차량용 파워 팩, 철도차량용 연결기분야에서 세계시장을 선두하고 있음

- 모터 부착식(조괘식)은 모터의 한쪽 끝을 플레인베어링에 의해 차축상에, 다른쪽 끝을 대차프레임 크로스빔에 고정하는 것으로 구조가 간단하고 취급이 용이한 구동장치임

- 그러나 차량이 고속화됨에 따라 주행 시 차축으로 부터의 진동, 충격이 직접 모터에 가해지는 것에 대한 단점이 있음. 카단식은 모터를 완전히 대차에 장착하고, 스프링 하중 질량인 차축과의 결합부에 축이음을 이용하도록 고안된 방식으로 대차 전체의 무게중심을 낮출 수 있어 차량의 안전성을 제고하는 효과를 보임

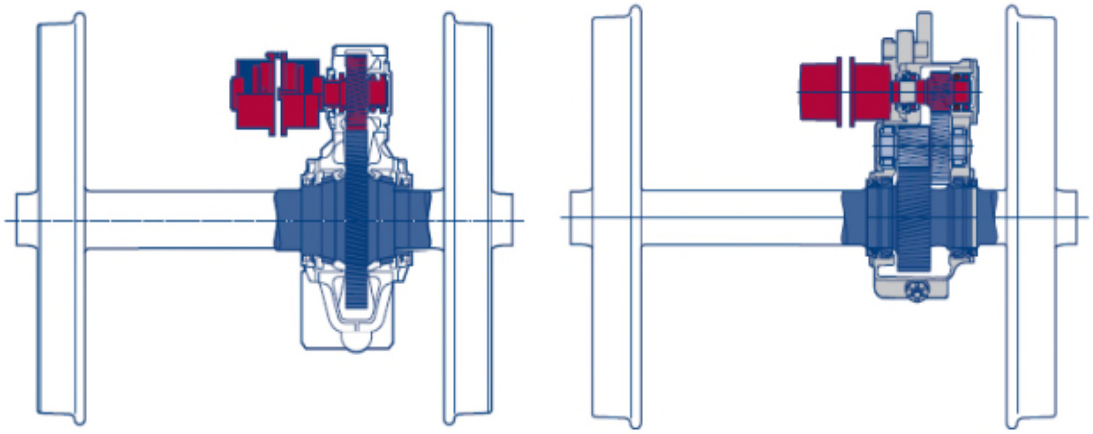


그림 2-28 Helical gear drives(Single, Two stage)

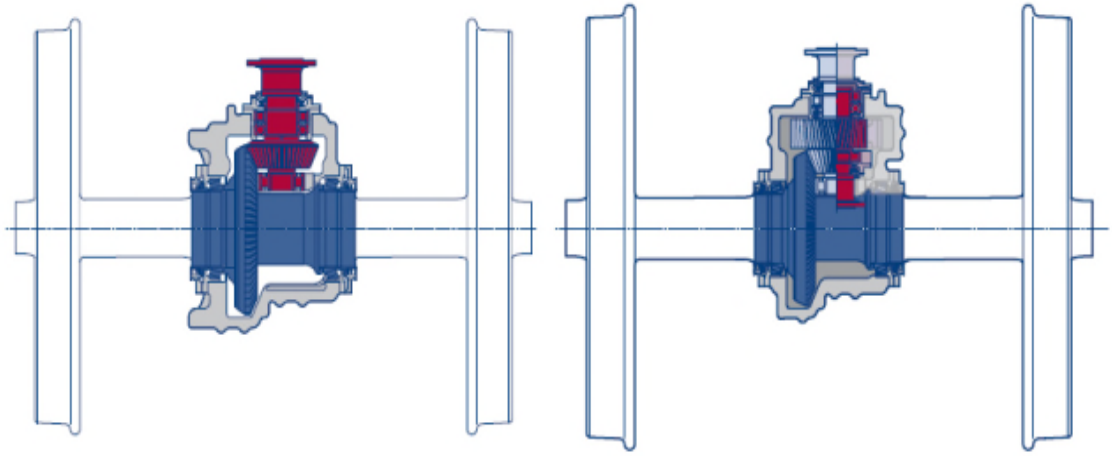


그림 2-29 Bevel gear drives(Single, Two stage)

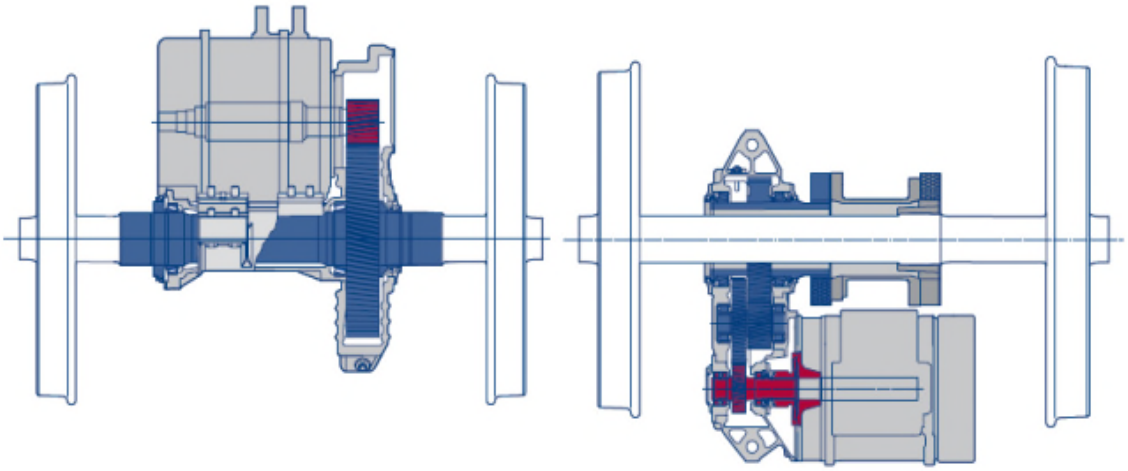


그림 2-30 Helical gear drives - not sprung

- Voith 社는 ICE3 및 Velaro 고속전철에 적용되는 감속장치에 대한 성능 평가 및 디자인 목표를 다음과 같이 선정하고 개발을 진행함

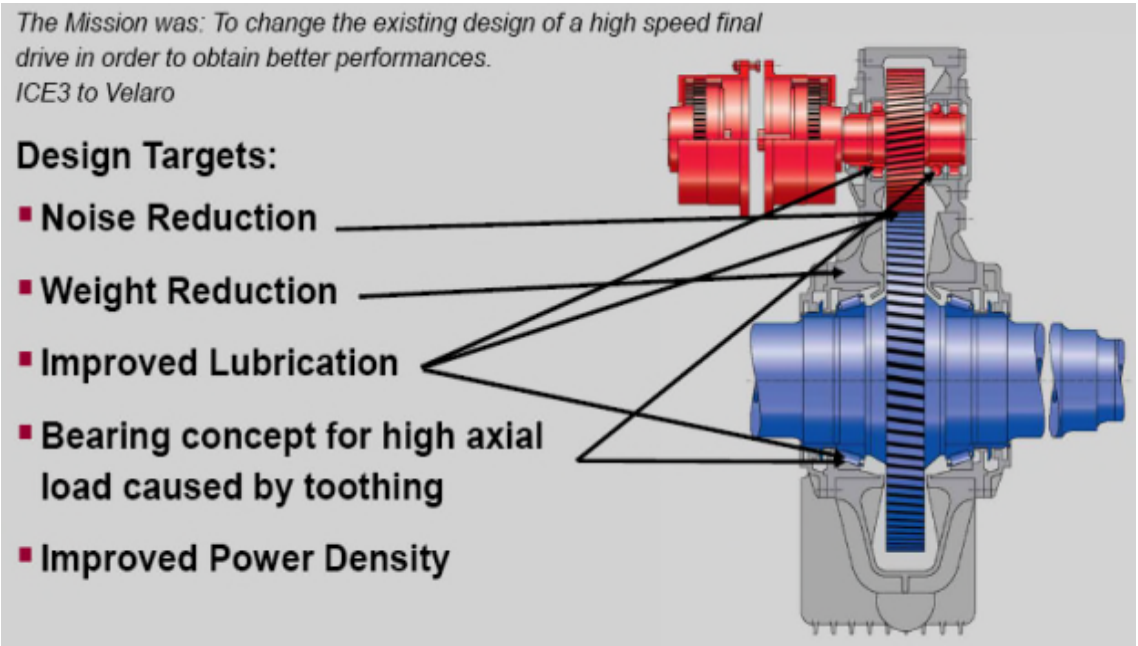


그림 2-31 ICE 및 Velaro 고속전철용 감속장치의 설계 목표

- 감속장치뿐만 아니라 Wheel & Axle 및 Motor-Gear-Unit을 조립하여 차량사에 공급함으로써 시장 확보에 주력하고 있음

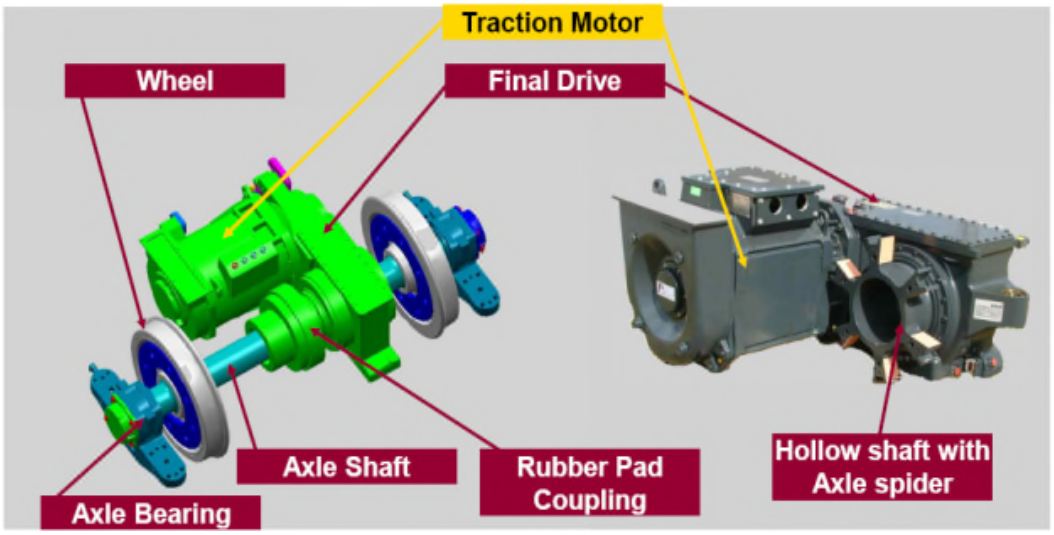


그림 2-32 Motor Gear Unit

(2) 국외 베어링 기술 동향

- 고속철도용 감속기 MRU 및 ARU의 경우 아래 표와 같이 스웨덴의 SKF社와 유럽과 일본의 합작사인 SNR社, 미국의 TIMKEN社가 국내 감속기 베어링의 시장을 독점하고 있음

표 2-15 고속철도용 감속기 MRU 및 ARU 현황

구분		KTX-1		원강선 150량		기존 KTX-1과 원강선 적용 베어링 동일 여부	비고
		업체	업체품번	업체	업체품번		
MRU	중간기어 베어링	SKF	NUP 2314 ECML/CAVA390	SKF	NUP 2314 ECML/CAVA390	동일	외측
		SNR	NUP-2314ES03	SNR	NUP-2314ES03	동일	내측 (TM측)
		SKF	NUP 2315 ECML/CAVA305	SKF	NUP 2315 ECML/CAVA305	동일	
		SNR	NU-2315ES03	SNR	NU-2315ES03	동일	
	출력기어 베어링	TIMKEN	LL450748A-902A2	TIMKEN	LL450748A-902A2	동일	
		SNR	EC-12514S01	SNR	EC-12514S01	동일	
ARU	입력기어 베어링	TIMKEN	LL450748A-902A2	TIMKEN	LL450748A-902A2	동일	
		SNR	EC-12514S01	SNR	EC-12514S01	동일	
	출력기어 베어링	TIMKEN	LM742747-904B7	TIMKEN	LM742747-904B7	동일	
		SNR	LM-7420747/710	SNR	LM-7420747/710	동일	

- 감속기에 장착되는 원통형 롤러 베어링과 테이퍼 롤러 베어링의 경우 Input과 Output, 기어의 내측과 외측에 따라서 적용부의 특성 상 사용 베어링 유형이 정해지게 되며 원통형 롤러 베어링의 경우 롤러와 궤도가 선접촉을 하는 단순한 형상이기 때문에 부하 능력이 크며(경방향), 전동체와 궤도륜턱의 마찰이 적기 때문에 고속 회전에 적합하게 됨. 테이퍼 롤러 베어링의 경우 원추형의 롤러를 갖기 때문에 경방향 하중과 축방향 하중을 함께 받을 수 있고 부하 용량이 큼

- 베어링의 현재 기술 동향은 저토크, 장수명화를 목표로 전 세계적인 기술 대응이 이루어지고 있으며 1세대 베어링의 경우 단순한 형상 및 거칠기의 최소화를 토대로 개발 진행 되었다면, 2세대를 거쳐 베어링의 크기 축소, 3세대(현재)를 오며 수명과 강성이 고려된 베어링 설계로 기술 발전을 꾀하고 있음

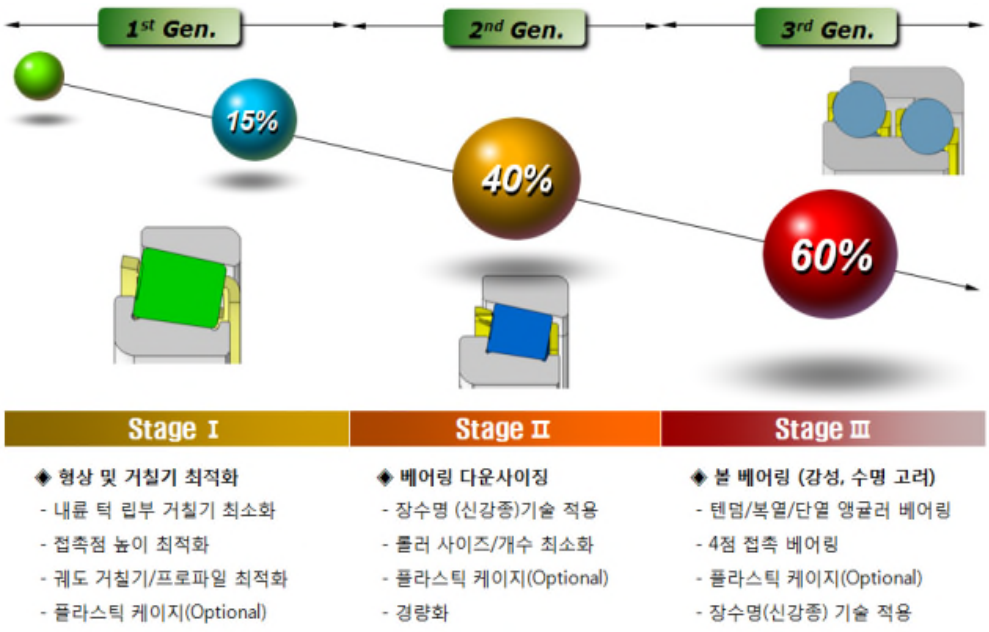


그림 2-33 베어링 기술 동향 : 1~3세대 진화

- 3세대로 넘어오는 과정에서의 현재 베어링은 저토크 장수명화의 실현이며 토크의 경우 회전축을 중심으로 회전시키는 힘을 뜻하기 때문에 베어링 장수명화에 가장 밀접한 관계를 가지고 있음

- 저토크 베어링의 경우 슈퍼 피니싱 (정밀 가공)을 통한 표면 거칠기의 최소화와 내륜 Rib 각도의 최적화 기술, 베어링의 크기 축소를 통한 토크 저감 기술이 개발되고 있음

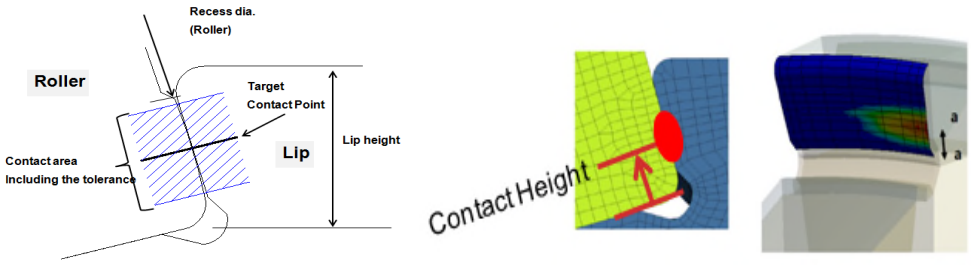


그림 2-34 저토크 베어링 기술 동향 - 1

- 또한, 내/외륜과 롤러(전동체) 사이의 유막에 의한 점성 저항을 줄임으로서 저토크를 실현하려는 기술 개발도 진행 중임. 즉, 이에 해당하는 최적화 설계는 롤러 길이의 감소, 롤러 개수의 감소, 크라우닝 등의 최적화 기술 개발을 통한 것이며 최근의 베어링 설계에서는 고려되고 있음

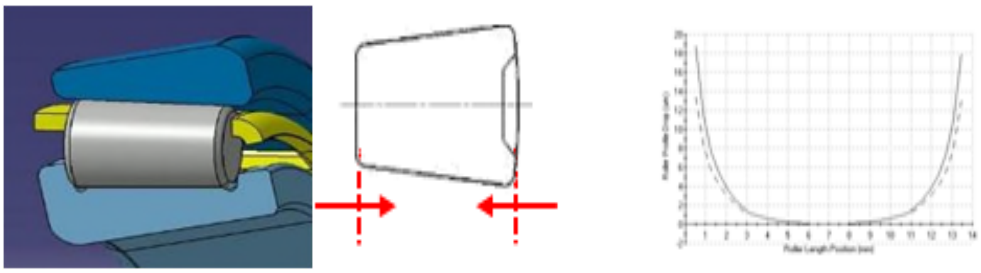


그림 2-35 저토크 베어링 기술 동향 - 2

- 베어링의 윤활로 인한 교반 저항을 감소하기 위한 움직임도 부각되고 있음. 윤활에 의한 교반 저항 감소 기술은 리테이너와 내륜 소턱 사이 Oil 유입량 및 내부 체류 시간에 따라 저항이 발생함으로서 토크 값이 올라가게 되는 역할을 하는 것을 방지할 수 있는 최적화 기술 개발을 의미함



그림 2-36 저토크 베어링 기술 동향 - 3

- 최근 합성 소재 산업의 발달로 인하여 베어링 리테이너의 소재가 유리섬유가 합성된 Polymer 소재로 발전하고 있음. Polymer란 Poly + Mer(개체) 의 합성어로서 고분자를 뜻하며, 같은 종류의 분자개체가 반복적으로 많은 수가 연결되어 이루어진 크기가 큰 분자를 일컬음. 이 중, 유리섬유 합성을 통한 Polymer 소재를 리테이너에 적용하여 기존 강의 소재에 비해 진동을 저감하고, 유체의 작동 온도를 증가시키는 고품질 성능으로 변화하는 추세에 있음

- 유리섬유는(Glass fiber)는 말 그대로 유리를 섬유처럼 가늘게 뽑은 물질로서 단열이 뛰어나고 녹슬지 않는데다가 가공이 쉬워 각광받고 있는 소재임

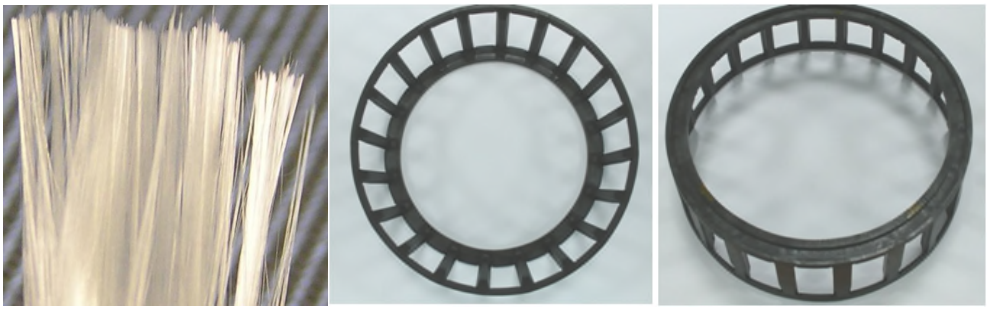


그림 2-37 유리섬유 소재 및 Polymer 리테이너

- 베어링강의 경우 원소재의 고청정도화를 통하여 최대 전단 응력 부근의 비금속 개재물 등의 재료 결함에 의한 응력 집중 현상 Crack 발생을 최소화하여 내부 기점형 박리 발생을 막기 위한 재료 기술이 지속 개발 중

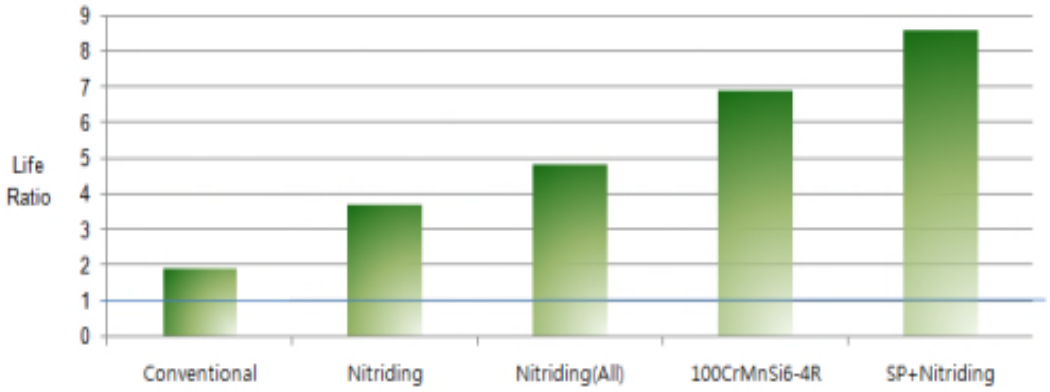


그림 2-38 열처리 기술 개발과 베어링 수명의 관계

- 적용 부의(Application) 고속화, 축소화로 제품의 크기가 줄어들고 있는 현상으로 인하여 베어링 크기 역시 그에 대등하게 축소화 되고 있는 단계 베어링의 설계 단위는 1mm의 1/1000 단위인 미크론(micron)에 해당하는 만큼 고정밀의 설계가 요구되기 때문에, 내/외륜의 축소에 맞춰 고도의 롤러 crowning 정밀 축소 설계 기술력이 요구되고 있음

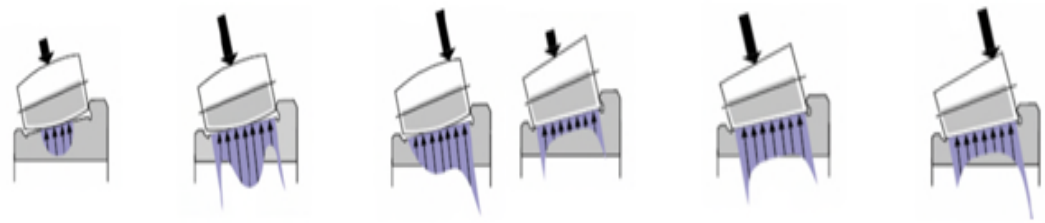


그림 2-39 롤러 최적화 crowning 설계

- 베어링 해석 기술의 경우 적용부에 걸맞는 베어링 내구 수명 이론과 면압 해석 기술이 지속적으로 발전하고 있음. 즉, 베어링 해석 기법은 내구 수명 및 부하 하중, 최대 면압, 롤러의 부하 하중에 대하여 해당 적용부에 적합한 최적화 해석을 통하여 수명 계산이 가능해지게 개발되고 있으며 그에 걸맞는 S/W로 연결되어 개발되고 있음

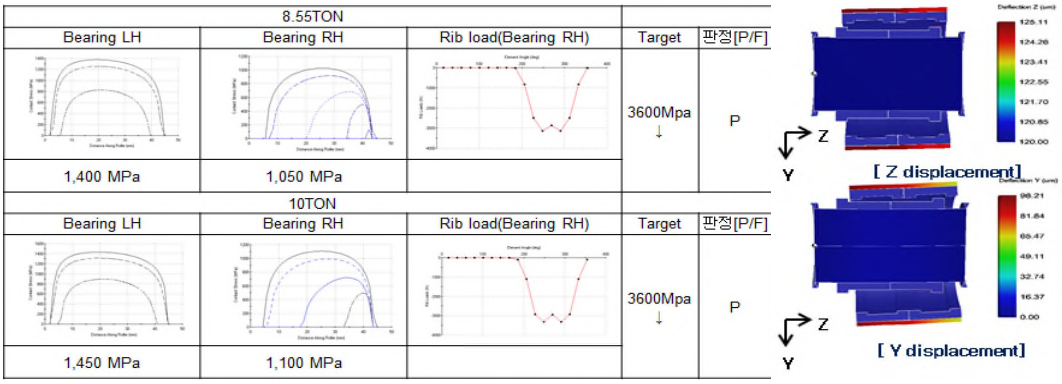


그림 2-40 Application 적합 해석 기법

나. 국내 감속시스템 기술동향

(1) 국내 감속장치 기술 동향

○ 일반전동차 감속장치 동향

- 국내에서 110 km/h 급 전동차에 적용되고 있는 감속장치는 거의 표준화 되었으며, 일반적으로 코레일이나 서울메트로에서 사용하는 감속장치의 모델은 다음 그림과 같음. 감속비는 7.07, 기어의 경우 SCM 계열의 소재를, 기어 케이스는 GCD 계열을 사용

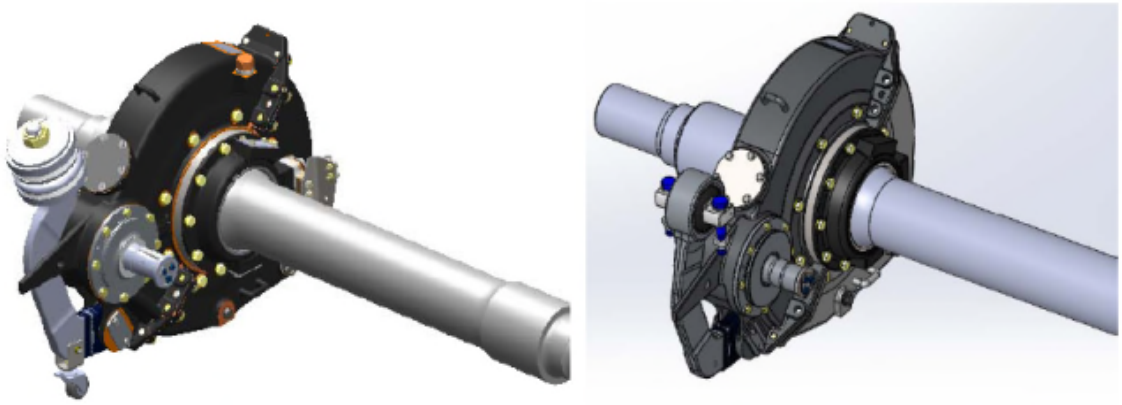


그림 2-41 국내 일반전동차에 적용된 감속장치 모델

○ 준 고속열차 감속장치 동향

- '04년 기존선 고속화 사업 목적으로 추진된 틸팅 전동차는 최고속도 200 km/h 급으로 준 고속 차량의 범주에 속하게 되며 이후 새마을호를 대체하는 ITX-청춘열차 및 ITX-새마을 차량으로 실용화가 진행 되었음

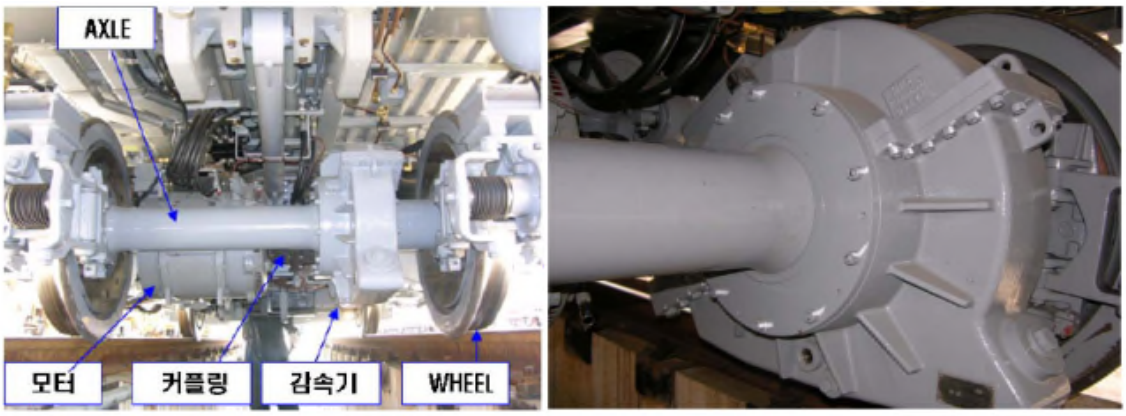


그림 2-42 틸팅전동차에 적용된 감속장치 모델

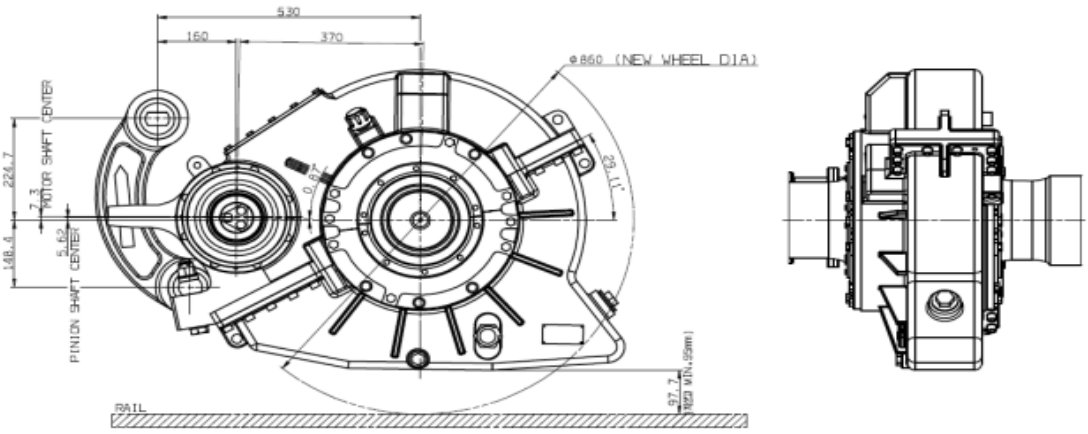


그림 2-43 ITX-새마을에 적용된 감속장치 모델

○ KTX-산천 고속열차 감속장치 동향

- 300 km/h 급의 고속차량인 KTX-산천 차량에는 KTX와 같이 외국사의 제품이 적용되어 있음. 고속철도용 감속기는 그림과 같이 1차 감속장치(Motor Reduction Unit)와 2차 차속장치(Axle Gear Box Reduction Unit), 그리고 두 감속장치의 동력 전달 역할을 수행하는 동력전달축(tripod joint shaft) 으로 구성되어 있음

- 고속철도 운행 시 감속구동장치에 가해지는 부하가 매우 크기 때문에 기어의 안전성 및 내구성, 각 부품의 신뢰성 등은 매우 중요함. 감속기에 결함이 발생할 경우 차량 운행을 중지해야 하기 때문에, 감속기 결함에 의한 사고를 예방하기 위하여 매일 정비를 하고 있고, 3년 주기로 부품을 완전 분해하여 유지보수를 실시하고 있음

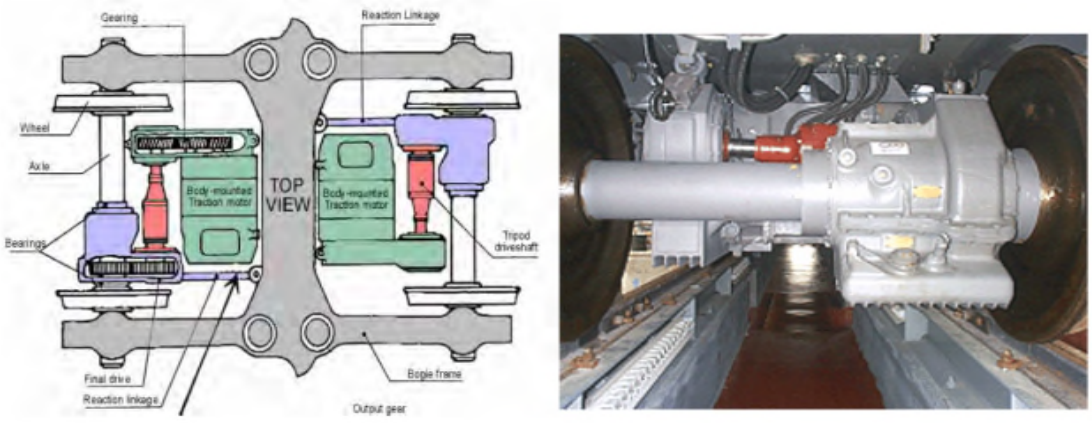


그림 2-44 KTX-산천에 적용된 감속장치 모델과 개념도

○ HEMU-430X 고속차량

- 국내 최초 동력 분산 식 차량으로 개발 된 HEMU-430X 고속차량은 기존의 동력 집중식 차량과 다르게 4량의 동력차량과 2량의 부수차량으로 구성이 되어 있으며, 동력차량에는 2개의 대차가 적용되고 각각의 동력대차에는 2개씩 외국사의 감속장치가 적용되어 있음

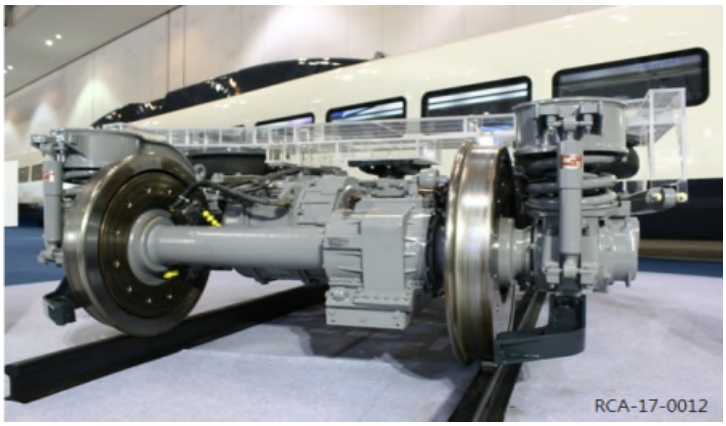


그림 2-45 HEMU-430X에 적용된 감속장치 모델

○ 국내 고속차량 감속장치 적용 현황

- 국내 고속차량에 적용된 감속장치를 정리하면 아래와 같음

표 2-16 국내 고속차량 감속장치 적용 현황

항 목	KTX	KTX-산천	HEMU-430X	EMU-250
차량형태	동력집중식	동력집중식	동력분산식	동력분산식
최대속도	300 km/h	300 km/h	430 km/h	250 km/h
감속장치 공급사	Alstom(프랑스)	Voith(독일)	Voith(독일)	Voith(독일)

○ 일반전동차 감속장치 기술 동향

- 110 km/h 급 이하 차량에 적용되는 감속장치의 소재는 SCM 계열을 사용하며, 감속비는 7~9 수준을 요구하고 있음. 일반전동차에 적용되는 감속장치는 국산화

개발 전에 해외업체를 위주로 경쟁관계에 있다가 국산화 개발('00년대) 이후에는 국내업체에서 독점 공급하고 있으며, 최근 소음저감형 감속장치에 대한 개발 이후 일반전동차의 감속장치는 이미 기술이 안정화 된 상태로 재질이나 형상에 있어 향후 큰 변화 없이 동일 모델이 지속적으로 적용될 것으로 예상됨



그림 2-46 기어 케이스의 구조 방사 소음 검토

○ 준 고속차량 감속장치 기술 동향

- 200 km/h 급 이하 차량에 적용되는 감속장치는 틸팅전동차에서 국산화 개발을 진행하였으며, 이후 ITX-청춘, ITX-새마을 프로젝트를 진행하면서 국산화 실적을 확보하였으나, 오일 누유, 수분 침투, 베어링 파손등의 문제가 발생하여 좀 더 시간을 두고 안전성을 검증할 필요하가 있음

○ 고속차량 감속장치 기술동향

- KTX 고속차량 감속장치는 표 1에서와 같이 대부분 외국사 제품을 사용하고 있으며, 전술한 것과 같이 '96년 "G7 고속전철기술개발사업"에서 동력전달장치 국산화를 시도하였으나 KTX-산천에 적용되지 못하다가 최근 진행된 KTX-원강선(동력집중식, 250 km/h 급)에 적용되기 시작하였음.

- '08년 국내 고속철도 기술의 경쟁력 제고를 통한 국내/외 고속철도 시장의 능동적 대응과 지속가능한 미래 성장동력산업의 기반기술 확보를 위한 대안으로 400 km/h 급 "동력분산형 고속철도시스템 및 핵심기술개발" 연구개발 사업에서는 기술력 부족으로 연구개발 범위에서 제외되었음

(2) 국내 베어링 기술 동향

- 베어링은(Bearing : 축받치개) 원하는 움직임에 대한 상대 운동을 제한하고 움직이는 부분 사이의 마찰을 줄여주는 기계 요소의 하나로, 회전이나 왕복 운동하는 상대 부품에 접해 하중을 받아 축 등을 지지하는 부품임

- 베어링의 설계는 선형 가동부의 움직임과 고정 축을 중심으로 하는 회전을 자유롭게 제공하며, 벡터의 수직력을 제한함으로써 움직임 부담을 예방하도록 함



그림 2-47 테이퍼 롤러 베어링

- 베어링은 하중 방향에 따라 그 구조가 많이 달라지며, 축과 수직으로 하중이 걸리는 경우에 사용 하는 것을 레이디얼 베어링(Radial), 축방향으로 하중이 작용하는 경우에 쓰이는 것을 스러스트 베어링이(Thrust)라 칭함

- 감속기는 동력 발생기의 회전 속도를 제어하기 위한 장치이며, 철도 차량용에 사용되는 모터 감속기의 경우 구동 모터에서 나오는 회전력을 트리포드를 통하여 차륜에 전달하는 역할을 수행하고, 고속 운행을 위한 필수 장치에 해당함



그림 2-48 고속 차량용 모터 감속기

- 한국형 고속열차(KTX)에는 동력축 당 1개의 모터 감속기가 장착되어 1편성 당 총 12개의 모터 감속기가 조립됨



그림 2-49 고속 열차 3D 모델

- Mcar와 M'car는 동력대차로서 1대당 모터가 2대, 차축이 2EA씩 장착됨. Mcar와 M'car의 1량은 대차 2대 분량으로서, 모터 4대와 차축 4EA가 장착되게 되며, 모터측 감속기 4대와 차축측 감속기 4대가 장착됨

- 현재 감속기에 들어가는 베어링은 전량 수입 품으로서, 테이퍼 롤러 베어링과 원통형 롤러 베어링의 형태로 장착되고 있으며 감속기 모듈 1대당 베어링은 총 8개가 장착되고 있음

- 국내외 적으로 베어링 기술은 지속적으로 고품질, 저토크, 장수명에 맞추어 발전하고 있으며 국내 베어링 기술은 선진국과 현재 대등한 수준으로 기술 개발 진행되고 있음

- 다만, 철도차량에 장착되는 베어링의 경우 국내 업체에서 기술 개발과 납품을 진행하고 있는 업체가 없으며 이에 따라 기술 격차 해소가 필요함

- 최근 철도차량에 들어가는 차축 베어링의 경우 베어링아트 社에서 국내 최초로 개발에 성공한 사례가 있으며, 선진국 경쟁사 제품들에 비하여 장수명화 개발에 성공함

4. 국내외 전기철도시설 전력부하 불평형 개선 기술동향

가. 국내 기술 동향

○ 국내에서는 전기철도용 불평형개선장치는 개발된 사례가 없는 실정임

○ 전기철도 외에 송배전 계통에서 안정적인 전력 운용을 위해 효성이 '90년대 말부터 STATCOM 기술의 R&D를 진행하여 상용화 기술을 보유

- 수도권의 안정적 송배전을 위해 미금변전소에 100Mvar[40] 규모('09년), 풍력발전의 전압유지를 위해 제주성산변전소에 20Mvar 규모('11년)의 스태콤을 설치한 사례가 있음



그림 2-50 제주도 신제주 변전소에 설치된 효성의 50 Mvar 스태콤의 인버터룸

○ 인도 전력청(100 Mvar) 및 파나마 송전청(240 Mvar) 등에 총 3천만달러(약 353억원) 규모의 스태콤 공급계약을 체결한 바 있음(전 세계 스태콤 시장은 연간 약 10억달러로 추산)

40) Mvar : 스태콤의 용량단위로, 무효전력의 양을 나타내는 단위임

나. 국외 기술 동향

○ Siemens SVC Plus(RAB)

- 독일의 Siemens 社는 전기철도 운행으로 인한 전압불평형을 보상하기 위해 100 MVar/ 132 kV의 전력보상장치(RAB, railway active balancer)를 개발하여 '12년에 호주 Queensland 3개의 사이트(Wycarbah, Duringa, Bluff)에 적용 중에 있음

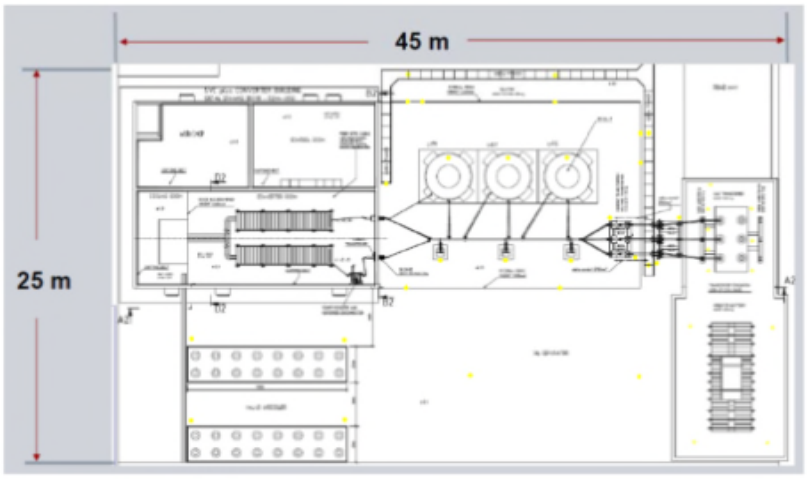


그림 2-51 100 MVar/ 132 kV RAB 구성도

- '13년 호주 남부 Adelaide에 Balancer를 설치하여 운영하고 있으며 사양은 RAB plus S, ±25 MVAr SVC PLUS 66 kV/7.5 kV Container로 구성

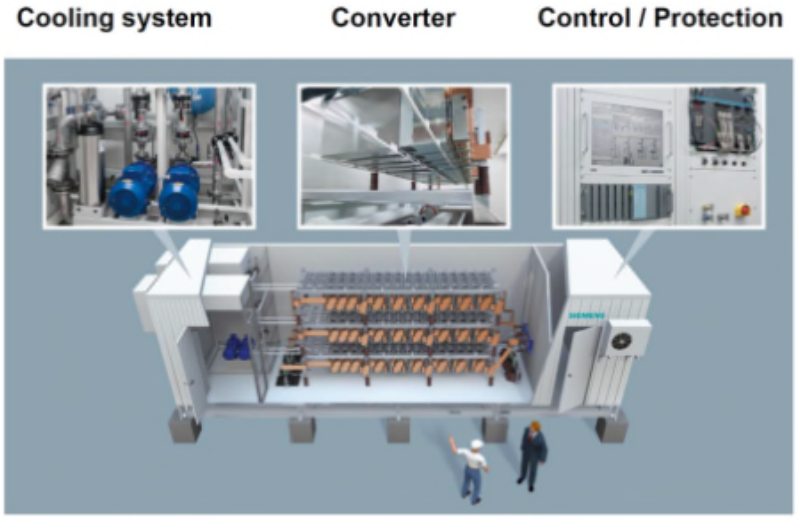


그림 2-52 RAB Container 내부 구성

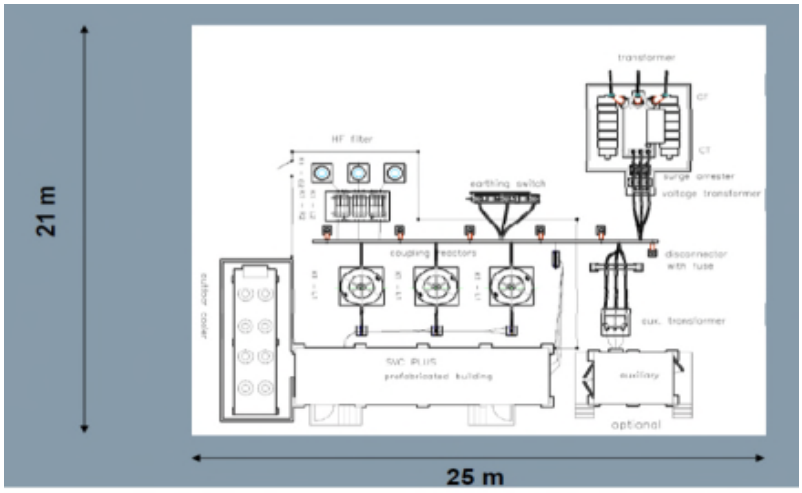


그림 2-53 35 Mvar RAB layout

- 밸런서 설치 전 전압불평형률이 10분 평균 기준으로 최대 2%를 초과했지만, 밸런서 설치 후 전압불평형률이 1%미만으로 감소된 것을 운영 결과 확인함

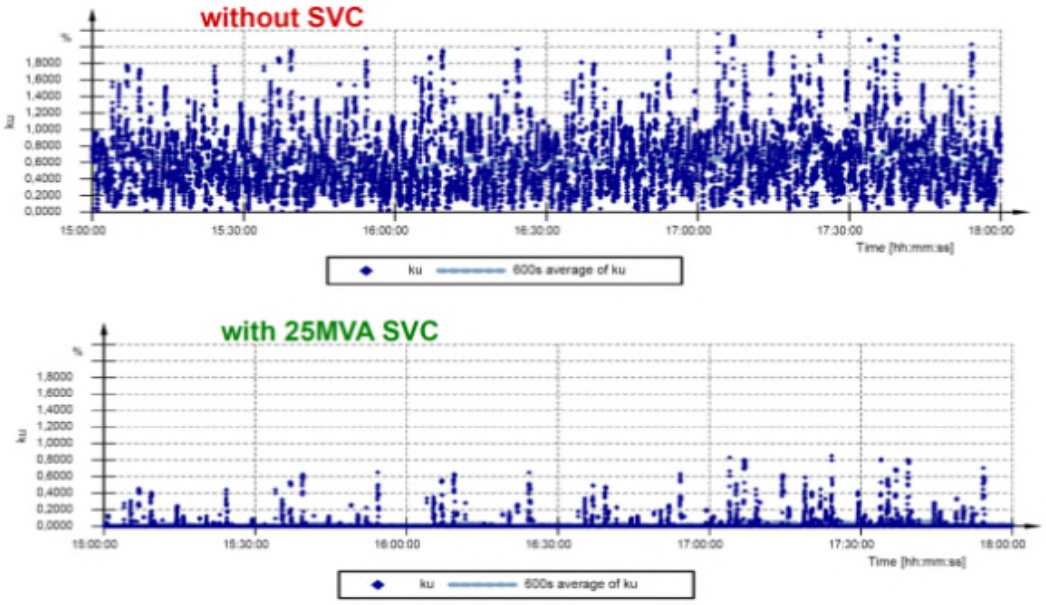
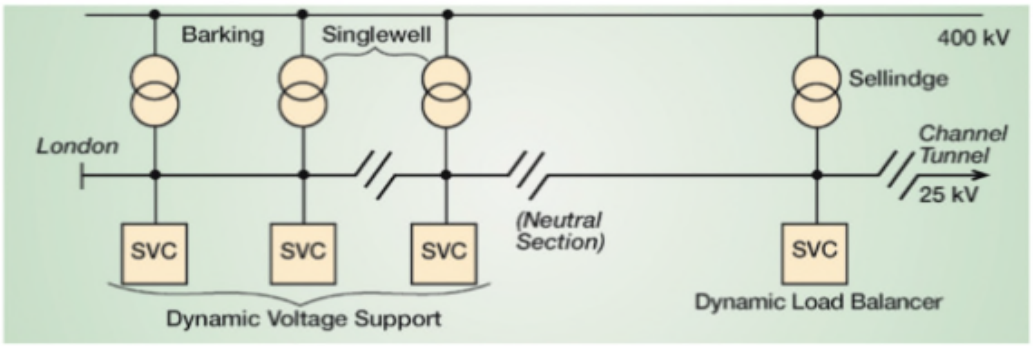


그림 2-54 밸런서 설치 전후의 전압불평형률 비교

○ ABB SVC

- 스위스의 ABB 社는 기존 보유하고 있던 무효전력보상 기기(SVC, Static Var Compensators) 기술을 전기철도전력 계통에 적용하여 전력불평형 개선장치(Load balancer)를 개발함

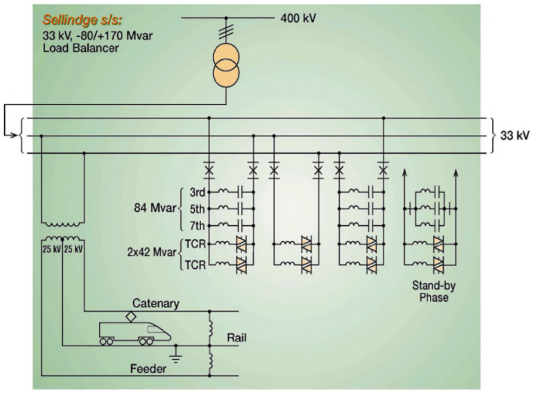
- 영국 런던 중심지의 Dover역과 St. Pancras역 사이의 Channel Tunnel의 고속철도 전력 불평형 개선 및 전압 보상을 위해 설치 운영하고 있음



Channel Tunnel Rail Link: feeding points along the route, with SVCs.

그림 2-55 국외 SVC 전력 흐름도


SVC at Singlewell.



Dynamic load balancer: principal configuration.

그림 2-56 국외 SVC 설치 현황

- 철도변전소의 극심한 전압 불평형을 해소하기 위해 3 kV, -80/+170 Mvar 사양의 개선장치를 설치하여 불평형율을 2% 미만으로 유지하고 있음

○ 일본 RPC

- '02년에 일본철도건설공단(現 일본철도건설·운수시설정비지원기구)에 의해 도호쿠 신칸센의 모리오카(岡)-하치노헤(八戸) 구간이 개통되면서 동일본여객철도주식회사(JR동일본)에 의해 운영함

- 이 구간에서는 궤전용 변전소와 초고압 송전선 간의 거리가 멀어 연락 송전선의 건설에 시간과 비용이 든다는 것을 확인하였는데 이러한 상황을 검토한 결과 변전소에 RPC를 설치하면 특별고압 송전망에서도 3상 평형을 유지하면서 수전이 가능하다는 것을 입증함

- 이에 따라 신설된 신누마쿠나이·신하치노헤의 변전소 2개소에 각각 총 용량 20MVA의 RPC를 설치

- 개업 전의 필드시험 결과, 동일부하 조건에서 2.5%였던 3상 상간 전압변동률이 RPC 운전에 의 해 1.1%로 억제되는 것을 확인

- ′08년 이후에는 도카이도 신칸센에도 복수의 RPC 가동이 개시 및 기설 변전소에 도입함으로써 기존의 설비용량을 늘리지 않고 경량화 실현과 가속성능을 향상시킨 신형(N700계) 차량으로 교체, 증편에 따른 피크부하 증가에 대응할 수 있도록 하고, 수송 인원당 소비전력 절감 및 증편에 따른 서비스 향상을 도모

- 현재 7개 변전소에 추가적으로 RPC가 설치 공사 중에 있고 확대 적용 추세임

- 급전구분소(SP)에 RPC를 설치하여 회생제동에너지를 활용하고 있으며 1대를 설치하여 월 220 MWh의 전력사용량을 절감하고 있음

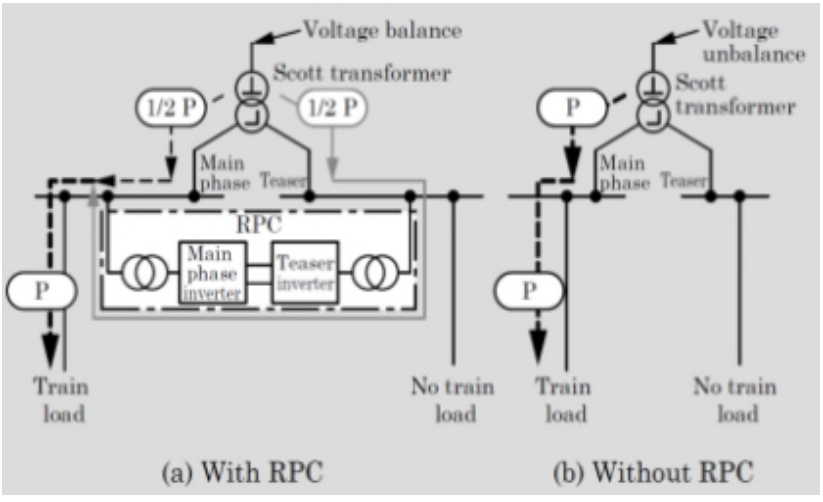


그림 2-57 RPC 설치 전후의 전력흐름도

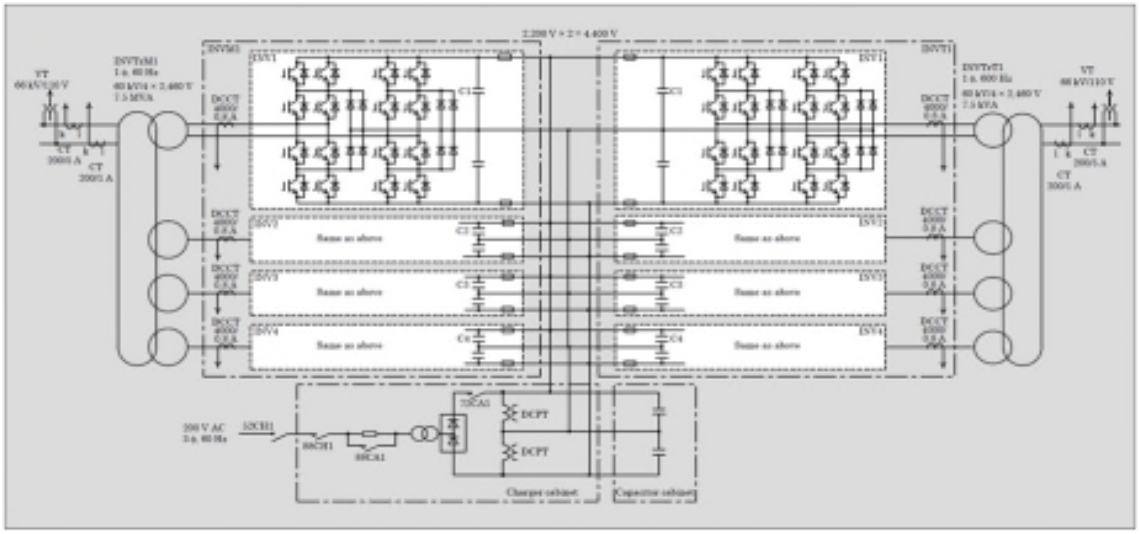


그림 2-58 RPC 상세구성도



그림 2-59 RPC 제어반, 인버터반(좌) 및 RPC용 변압기 사진(우)

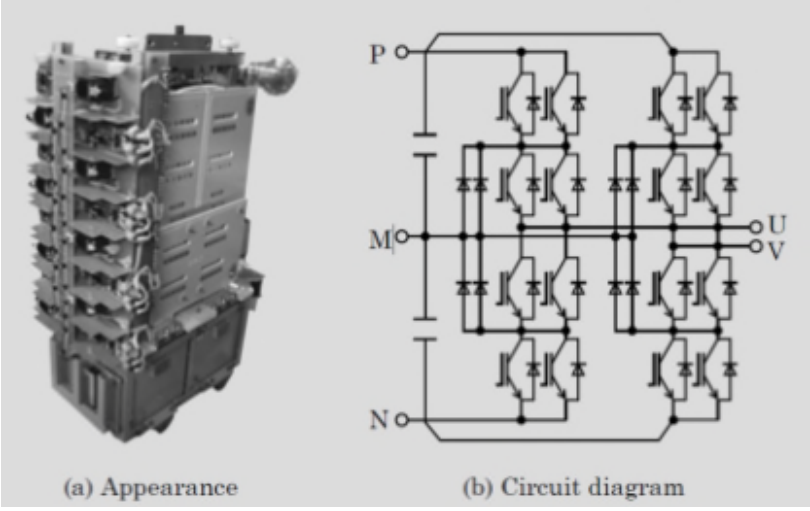


그림 2-60 RPC용 Inverter Unit

4절 논문 및 특허 분석

1. 국내외 논문 및 특허 현황

가. 철도차량 분야

○ 최근 10년간 국내기관들의 국내외 논문 활동(SCI와 비SCI 포함)은 증가하는 '05년 23건에서 '14년 49건으로 증가하는 추세

- 논문인용도 또한 '14년 소폭 하락하였으나 논문수 증가와 함께 증가하는 추세를 보임

표 2-17 국내 철도차량분야 논문 활동 추이

	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	계
논문수	23	25	13	27	31	33	29	30	42	49	302
논문인용수	1	9	26	59	99	140	168	282	295	278	1,357

○ 최근 10년간 최다 논문 게재 국내 기관은 한양대학교(42건), 한국철도기술연구원(22건), 서울대학교(22건) 순으로 나타남

표 2-18 최근 10년간 철도차량분야 국내 기관별 논문활용 추이

기관명	논문수	순위	기관명	논문수	순위
한양대학교	42	1	부산대학교	21	6
한국철도기술연구원	22	2	현대로템	19	7
서울대학교	22	3	서울과학기술대학교	19	8
인하대학교	21	4	아주대학교	17	9
한국기계연구원	21	5	충남대학교	14	10

○ '15년 기준 철도차량분야 논문 경쟁력 최상위 국가인 미국 대비 우리나라 논문 경쟁력은 55.6%로 조사 대상 국가 중 4위로 다소 높음

- 최상위 국가대비 우리나라 논문 기술경쟁력은 '13년 대비 '15년 8.1%p 하락

  * 철도차량분야 국내 논문 기술경쟁력 추이 : '13년(64.7%) → '15년(55.6%)

  * 철도차량분야 논문 기술경쟁력의 선도기관은 중국의 SOUTHWEST JIAOTONG UNIV.

표 2-19 철도차량분야 기술 경쟁력

(단위: %)

구분		한국	일본	미국	중국	독일	프랑스	영국
특허 경쟁력	'13년	62.0	85.7	100.0	87.9	87.4	65.1	14.2
	'15년	29.1	67.6	100.0	32.2	54.3	40.5	38.7
논문 경쟁력	'13년	64.7	46.3	58.4	100.0	31.0	34.4	40.5
	'15년	55.6	47.5	100.0	32.2	66.7	6.5	64.7

※ 출처:KAIA(2016a), 「2015 국토교통기술수준분석」

나. 철도시설 분야

○ 국내기관들의 국내외 논문 활동(SCI와 비 SCI 포함)은 증가하는 '05년 6건에서 '14년 82건으로 증가하는 추세

- 논문인용도 또한 논문수 증가와 함께 증가하는 추세를 보임

표 2-20 국내 철도시설분야 논문 활동 추이

	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	계
논문수	6	7	17	21	22	14	19	30	73	82	291
논문인용수	0	7	7	30	77	55	115	147	180	241	859

○ 최근 10년간 최다 논문 게재 국내 기관은 한국철도기술연구원(99건), 서울대학교(36건), 경희대학교(16건), 연세대학교(16건) 순으로 나타남

표 2-21 최근 10년간 철도시설분야 국내 기관별 논문활용 추이

기관명	논문수	순위	기관명	논문수	순위
한국철도기술연구원	99	1	국민대학교	11	6
서울대학교	36	2	한국교통대학교	11	7
경희대학교	16	3	중앙대학교	9	8
연세대학교	16	4	한국기술교육대학교	9	9
한양대학교	15	5	한국기계연구원	8	10

○ '15년 기준 철도시설분야 논문 기술경쟁력 최상위 국가인 영국 대비 우리나라 논문 기술경쟁력은 14.7%로 조사 국가 중 최하위

- '13년 대비 '15년 철도시설분야 논문 기술 경쟁력 최상위 국가 대비 우리나라 경

쟁력은 10.5%p 하락

* 철도시설분야 국내 논문 기술경쟁력 추이 : '13년(24.2%) → '15년(14.7%)

* 철도시설분야 논문 기술경쟁력의 선도기관은 중국의 BEIJIN JIAOTONG UNIV.

표 2-22 철도시설분야 특허 기술 경쟁력

(단위: %)

구분		한국	일본	미국	중국	독일	프랑스	영국
특허 경쟁력	'13년	34.9	99.3	100.0	75.9	81.3	92.8	88.0
	'15년	29.0	88.8	100.0	69.7	42.9	30.2	48.3
논문 경쟁력	'13년	24.2	29.6	64.5	66.7	79.8	22.8	100.0
	'15년	14.7	24.7	74.0	65.9	97.5	98.8	100.0

※ 출처:KAIA(2016a),「2015 국토교통기술수준분석」

다. 특허분석

(1) 특허 정량분석 결과(중분류)

표 2-23 특허 정량분석 결과(중분류)

중분류	유효특허	주요출원국	주요출원인	성장단계	IP 부상도
차체 및 설비(AA)	12,646	일본: 37% 한국: 27%	Hitachi, Siemens	전체: 성숙기 한국: 성숙기	보통
주행장치(AB)	12,824	일본: 34% 미국: 30%	Hitachi, 한국철도기술연구원	전체: 성장기 한국: 성장기	보통
제동장치(AC)	6,585	미국: 39% 유럽: 26%	Knorr-Bremse Systeme, Hitachi	전체: 성장기 한국: 성장기	낮음
추진장치(AD)	2,561	미국: 45% 유럽: 24%	General Electric, Hitachi	전체: 성장기 한국: 성장기	보통
보조전원장치(AE)	1,994	일본: 36% 미국: 30%	Toshiba, Hitachi	전체: 성장기 한국: 성장기	보통
신호통신 및 운전자 보안장치(AF)	8,296	미국: 40% 일본: 30%	Hitachi, Mitsubishi Electric	전체: 성장기 한국: 성장기	낮음
종합제어장치(AG)	8,136	미국: 49% 일본: 24%	Hitachi, General Electric	전체: 성숙기 한국: 성숙기	낮음
연결장치(AH)	5,819	미국: 42% 유럽: 34%	Siemens, Bombardier Transportation	전체: 성장기 한국: 성장기	보통
궤도구조시스템(BA)	12,554	일본: 27% 한국: 26%	Nippon Signal, 한국철도기술연구원	전체: 성장기 한국: 성장기	보통
전차선로(CA)	4,015	미국: 36% 유럽: 34%	Siemens, Pandrol	전체: 성장기 한국: 성장기	낮음

중분류	유효특허	주요출원국	주요출원인	성장단계	IP 부상도
전력설비(CB)	6,150	미국: 42% 유럽: 25%	Siemens, General Electric	전체: 성장기 한국: 성장기	높음
일반철도신호시스템(DA)	9,209	미국: 32% 일본: 28%	Hitachi, Nippon Signal	전체: 성장기 한국: 성장기	보통
고속철도신호시스템(DB)	8,003	일본: 35% 미국: 27%	Hitachi, 한국철도기술연구원	전체: 성장기 한구: 성장기	보통
관제시스템(DC)	3,989	미국: 44% 유럽: 19%	Hitachi, Siemens	전체: 성장기 한국: 성장기	보통

(2) 특허 정량분석 결과(소분류)

표 2-24 특허 정량 분석결과(소분류)

소분류	유효특허	주요출원국	주요출원인	성장단계	IP 부상도	HOT ISSUE KEYWORD
냉난방 환기설비(AAA)	1,958	일본: 48% 미국: 21%	HITACHI, Mitsubishi Electric	전체: 성숙기 한국: 성숙기	보통	시스템, 제어부, 실내온도 / HEATING AIR, AIR CONDITIONER/VEHECLE AIR
현가장치(ABA)	3,116	일본: 50% 유럽: 20%	HITACHI, KYB Corp	전체: 성장기 한국: 성장기	높음	베어링, 대차프레임, 회방향 / LATERALLY SPACED, SIDEFRAME, LONGITUDINALLY SPACED
기어박스(ABB)	429	일본: 38% 미국: 26%	Bombardier, SIEMENS	전체: 성장기 한국: 성장기	높음	베어링, 스프링, 기어박스 / RAILWAY CAR, LONGITUNIAL AXIS, MEMBER DISPOSED
기초제동장비(ACA)	2,724	일본: 40% 미국: 31%	KNORR BREMSE SYSTEME, Akebono Brake IND	전체: 성장기 한국: 성장기	보통	제동장치, 실린더, 스프링 / BARAKE CONTROL, BRAKE CYLINDER, BRAKE PIPE
유공압장치(ACB)	498	유럽: 33% 미국: 30%	KNORR BREMSE SYSTEME, Westinghouse Air brake	전체: 성장기 한국: 성장기	높음	시스템, 스위치, 공기압축기 / CONTROL VALVE, AIR PRESSURE, CHECK VALVE
견인전동기(ADA)	616	일본: 44% 미국: 31%	Toshiba, Mitsubishi Electric	전체: 성장기 한국: 성장기	보통	전동차, 영구자석, 자성체 / TRACTION MOTOR, PROPULSION SYSTEM, ELECTRIC MOTOR
보조전원인버터(AEA)	334	일본: 52% 한국: 21%	Toshiba, HITACHI	전체: 성장기 한국: 성장기	높음	제어부, 철도차량, 전동차 / ENERGY STORAGE, CONTROL SIGNAL, POWER SOURCE
차상신호장치(AFA)	1,607	유럽: 47% 미국: 19%	Nippon Signal, HITACHI	전체: 성장기 한국: 성장기	높음	제어신호, 인터페이스, 지상자 / TRAIN CONTROL SYSTEM, TRACK CIRCUIT, WAYSIDE
자동복합연결기(AHA)	230	유럽: 33% 미국: 30%	KNORR BREMSE SYSTEME, Westinghouse Air brake	전체: 성장기 한국: 성장기	보통	하우징, 커플러, 연결장치 / BUFF, OUTER SURFACE, DRAFT GEAR ASSEMBLY

소분류	유효특허	주요출원국	주요출원인	성장단계	IP 부상도	HOT ISSUE KEYWORD
레일체결장치 (BAA)	1,328	한국: 33% 일본: 27%	Pandrol Ltd, Vossloh Werke	전체: 성숙기 한국: 성숙기	낮음	체결장치, 철도레일, 플레이트 / RAIL CLIP, RAILWAY RAIL, OPPOSITE SIDES
침목 및 지지체 (BAB)	1,033	일본: 41% 한국: 24%	SEKISUI CHEM, Railway Technical Research	전체: 쇠퇴기 한국: 성숙기	낮음	중앙부, 내구성, 횡방향 / RAILROAD TIE, SLEEPER, UPPER SURFACE
변압기 (CBA)	354	일본: 34% 미국: 32%	Mitsubishi Electric, Toshiba	전체: 성숙기 한국: 성장기	낮음	인버터, 전동차, 제어부 / ELECTRICAL POWER, OUTPUT VOLTAGE, SUPPLY VOLTAGE
원격제어설비 (CBB)	406	미국: 41% 일본: 33%	HITACHI, General Electric	전체: 성장기 한국: 성장기	보통	원격제어, 모니터링, 디지털 / SIGNAL INDICATIVE, CONTROL SYSTEM, REMOTE CONTROL
개폐장치 (CBC)	304	미국: 32% 일본: 31%	Toshiba, Mitsubishi Electric	전체: 성장기 한국: 성장기	보통	컨버터, 전차선, 변압기/ENERGY STORAGE, ELECTRICAL ENERGY, POWER SOURCE
통합형 차상제어 장치 (DBA)	677	미국: 29% 유럽: 25%	Nippon Signal, General Electric	전체: 성장기 한국: 성장기	높음	송수신, 차상장치, 제어신호 / RADIO FREQUENCY, CONTROL UNIT, TRAIN CONTROL SYSTEM

(3) 주행장치(AB) 특허동향분석

○ 국가별 Land Scape

- 주요시장국 연도별 특허출원 현황



그림 2-61 전체 연도별 동향

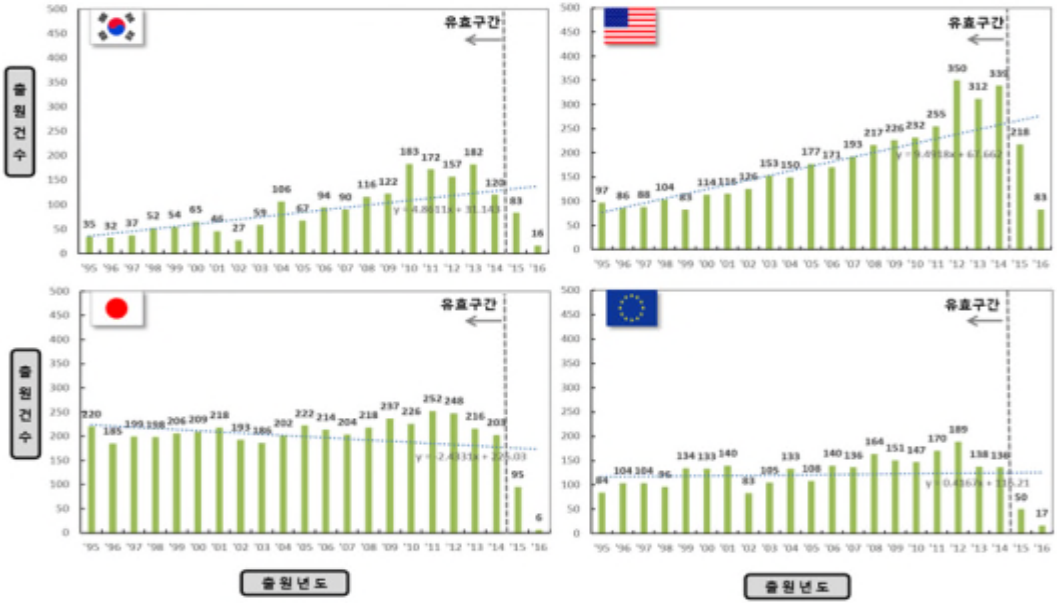


그림 2-62 주요시장국의 연도별 동향

- 철도차량시스템의 주행장치의 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, '95년부터 점진적으로 출원이 증가하여 전반적으로 증가하는 추세임. '11년도에 관련분야의 출원이 가장 많았으며 '13년부터 최근까지 출원이 소폭 감소하고 있는데, 이는 일본 및 유럽에서 기술시장 성숙기에 있어 출원이 감소한 것과 관련함

- 한국은 '95년부터 관련 기술에 대한 출원활동이 지속적으로 이루어졌으나 상대적으로 출원활동이 미약하며, 전반적으로 출원 증가 추세에 있음
- 미국은 '95년부터 관련 기술의 출원활동이 지속적으로 증가하고 있으며, 최근 출원활동이 가장 활발함. 일본은 출원활동이 활발하며, 연도별로 출원 증감이 있으나 변동폭이 크지 않으며, 유럽은 상대적으로 출원활동이 활발하지 않으나 출원 증감의 변동폭도 작은 것으로 나타남

○ 주요시장국 내·외국인 특허출원 현황

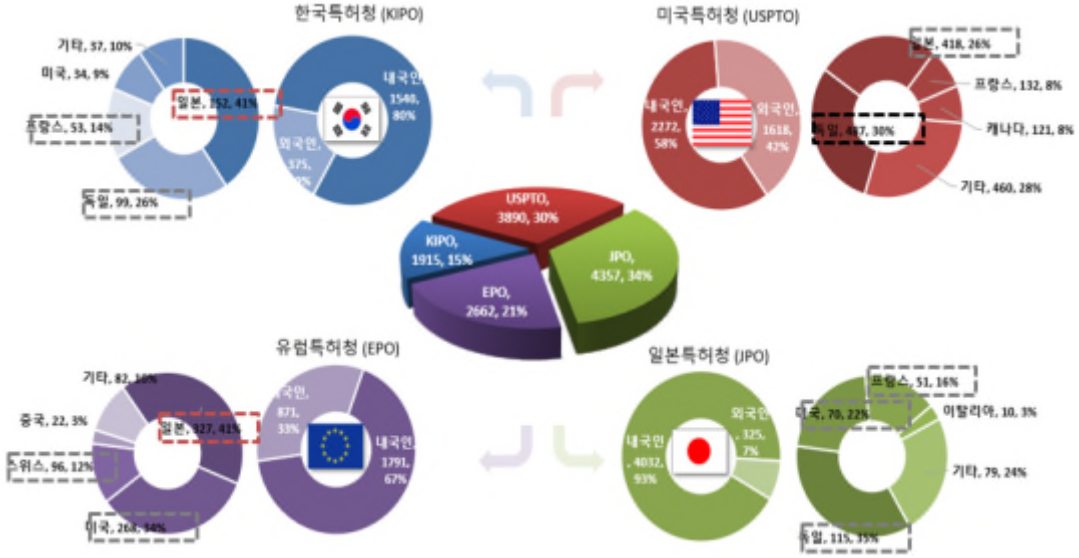


그림 2-63 주요시장국의 내·외국인 특허출원현황

- 철도차량시스템의 주행장치 분야의 국가별 특허동향을 살펴보면, 일본과 미국에서의 출원이 전체 분석대상 국가 출원의 34%, 30%를 각각 차지하는 것으로 나타나, 관련 기술 분야의 연구개발은 주로 일본과 미국이 주도하고 있는 것으로 파악됨. 미국의 뒤를 이어 유럽과 한국이 전체 분석대상 국가 출원규모의 21% 및 15%를 각각 차지하고 있는 것으로 나타남

- 또한 국적별 특허동향을 살펴보면, 미국에서 외국인 출원 점유율은 42%로 외국인 출원활동이 가장 활발하며, 독일 국적의 출원인이 42%의 외국인 점유율을 기록하여 가장 활발한 특허활동을 하고 있으며, 다음으로 일본 국적의 출원인이 각각 26%의 외국인 점유율을 보이고 있음
- 유럽에서 외국인 출원 점유율은 33%로 외국인 출원활동이 미국 다음으로 활발하며, 일본과 미국 국적의 출원인이 각각 41%, 34%의 외국인 점유율을 보이고 있음

- 한국과 일본에서 외국인 출원 점유율은 각각 9%, 7%로 외국인 출원활동이 상대적으로 미약하고, 대부분 내국인 주도의 출원이 이루어지고 있음

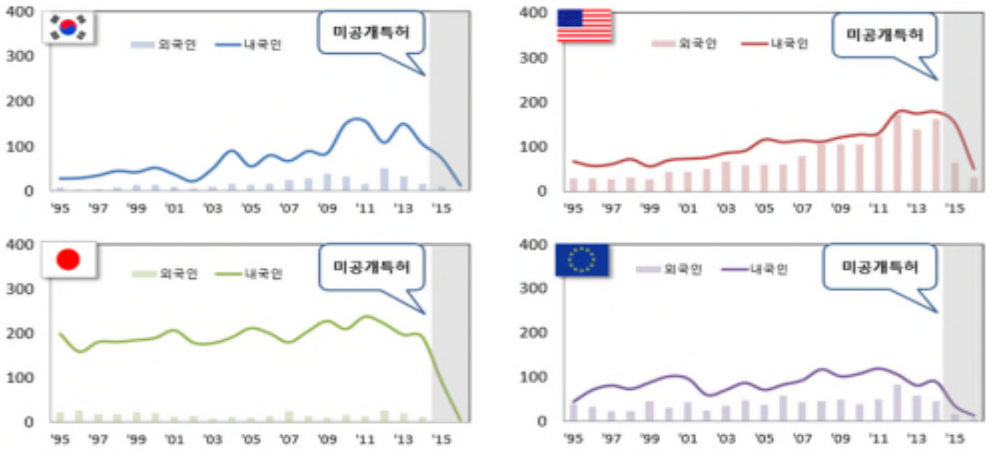


그림 2-64 주요시장국의 연도별 내·외국인 특허동향

- 주요 시장국의 연도별 내·외국인 특허동향을 살펴보면, 한국, 일본 및 유럽에서의 외국인 국적의 출원활동이 상대적으로 미약하고 출원 증감의 변동폭도 크지 않음. 이와 달리 미국에서의 외국인 출원활동은 '95년부터 꾸준히 증가하여 '10년도에 들어서 외국인 국적의 출원이 내국인 출원과 비슷한 양상으로 증가하고 있어 관련분야에서 외국인의 관심이 크게 고조된 것으로 보이며, 최근까지 지속되고 있음

○ 기술시장 성장단계 분석

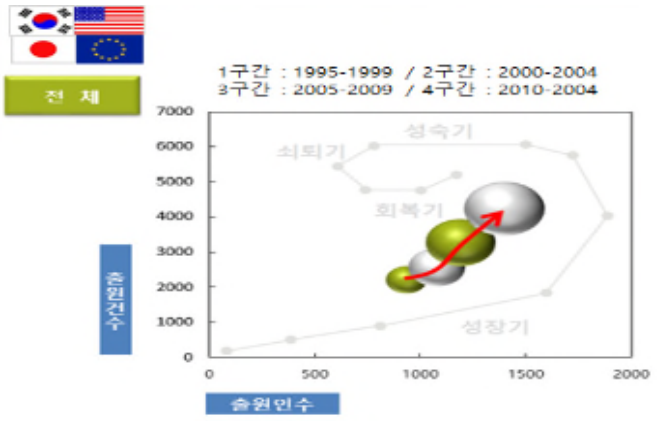


그림 2-65 IP 포트폴리오로 파악한 기술시장 성장단계

- 철도차량시스템의 주행장치 분야 전체의 기술 위치를 포트폴리오로 나타낸 것으로, 전체 출원 중 최근의 출원 동향을 4개의 구간으로 나누어 각각의 구간별 특허 출원인 수 및 출원건수를 나타내어 특허 출원 동향을 통한 기술의 위치를 살펴볼 수 있음. 각 구간은 1구간(1995년~1999년), 2구간(2000년~2004년), 3구간(2005년~2009년), 4구간(2010년~2014년)으로 나누었음

- 포트폴리오로 나타낸 전체특허의 기술 위치는 1구간(1995년~1999년)부터 4구간(2010년~2014년)까지 계속하여 출원 건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 성장기의 단계에 있음. 1구간(1995년~1999년)부터 4구간(2010년~2014년)까지 지속적으로 출원 건수와 출원인수가 증가하고 있어 전반적으로 관련 분야의 기술 개발이 지속적으로 확대되고 있는 것으로 분석됨

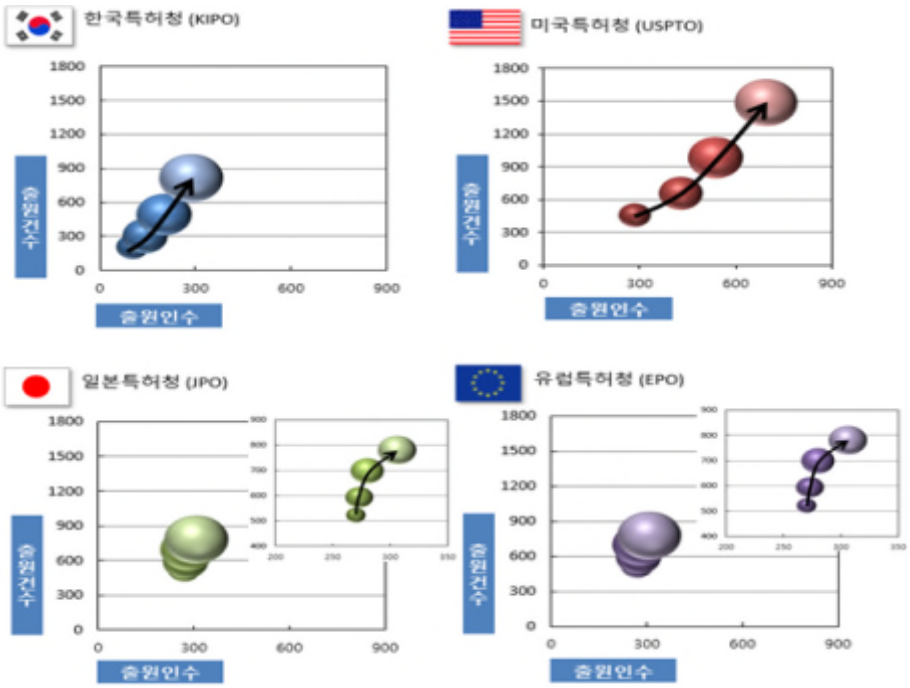


그림 2-66 IP 포트폴리오로 파악한 주요시장국의
기술시장 성장단계

- [KIPO] 포트폴리오로 나타낸 한국특허의 기술위치는 1구간(1995년~1999년)부터 4구간(2010년~2014년)에 이르기까지 출원건수와 출원인수가 증가하고 있어 성장기 단계에 있는 것으로 분석됨. 1구간(1995년~1999년)부터 4구간(2010년~2014년)에 걸쳐 지속적으로 출원 건수 및 출원인 수가 증가하고 있어 관련분야의 기술개발이 지속적으로 확대되고 있는 것으로 분석됨
- [USPTO] 포트폴리오로 나타낸 미국특허의 기술위치는 1구간(1995년~1999년)부터 4구간(2010년~2014년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 성장기의 단계에 있음. 1구간(1995년~1999년)부터 4구간(2010년~2014년)에 걸쳐 지속적으로 출원 건수 및 출원인 수가 증가하고 있어 관련분야의 기술개발이 계속 확대되고 있는 것으로 분석됨

- [JPO] 포트폴리오로 나타낸 일본특허의 기술위치는 1구간(1995년~1999년)부터 4구간(2010년~2014년)에서 출원 건수의 증가폭이 크나 출원인수의 증가가 크지 않아 점진적인 성장세를 보여주고 있으며 기술시장은 성장기의 단계에 있는 것으로 분석됨
- [EPO] 포트폴리오로 나타낸 유럽특허의 기술위치는 1구간(1995년~1999년)부터 4구간(2010년~2014년)에서 출원 건수의 증가폭이 크나 출원인수의 증가가 크지 않아 점진적인 성장세를 보여주고 있으며 기술시장은 성장기의 단계에 있는 것으로 분석됨

○ 경쟁자 Land Scape

- 철도차량시스템의 주행장치 분야의 주요출원인 Top10을 추출한 결과, 일본의 HITACHI가 전체 다출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤를 이어 한국의 한국철도기술연구원과 독일의 SIEMENS 등이 이 분야에서 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남. 이 분야의 HITACHI, SIEMENS, BOMBARDIER, GENERAL ELECTRIC, MITSUBISHI ELECTRIC은 관련 분야에서 자국 출원 외에도 해외 출원을 병행하고 있어 해외 시장 진출을 고려한 연구개발이 이루어지고 있는 것으로 여겨지나 기타 주요 출원인은 자국 출원에 집중하고 있음

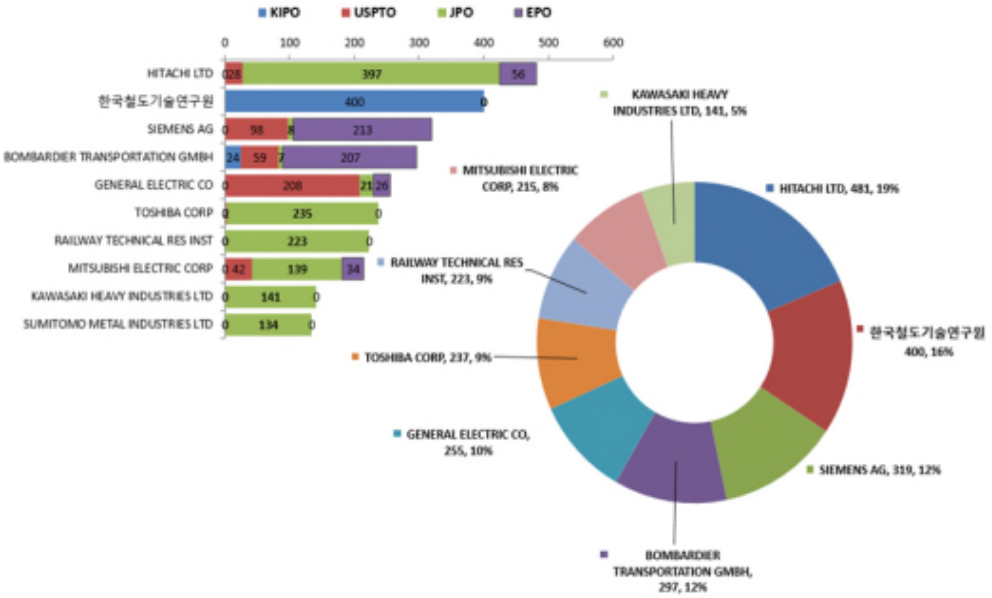


그림 2-67 주행장치 분야 주요출원인 현황

○ 주요출원인의 연도별 동향

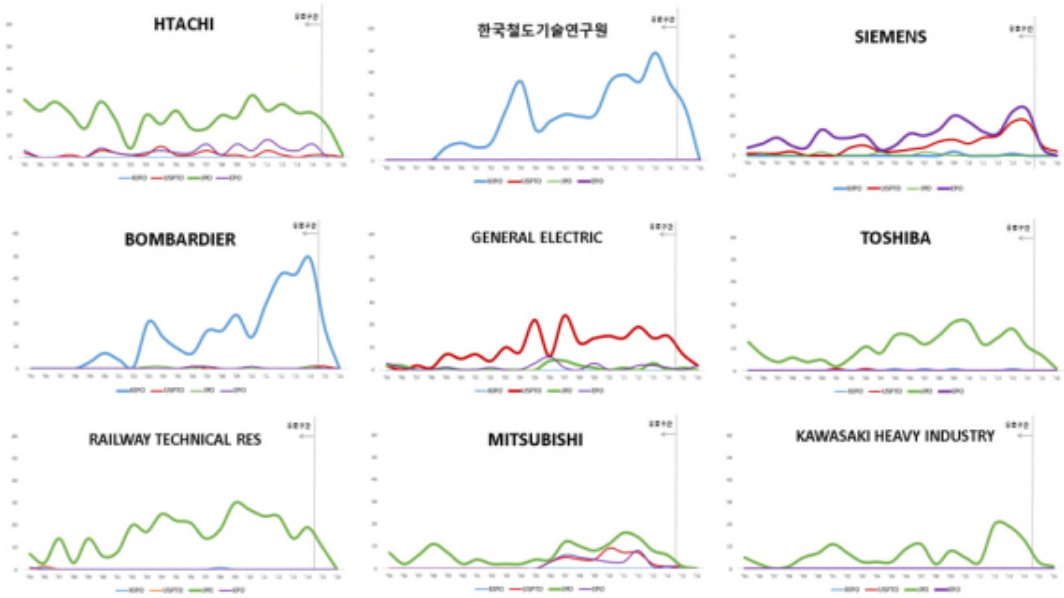


그림 2-68 주행장치 분야 주요출원인의 연도별 동향

- 철도차량시스템의 주행장치 분야의 주요출원인의 최근 연구활동을 파악하기 위해 연도별 동향을 살펴보면, 주요출원인은 전반적으로 출원이 꾸준히 이루어지고 있으며, 최근 출원이 증가하고 있는 주요출원인은 한국철도기술연구원, BOMBARDIER, SIEMENS로 나타남. 한국 철도기술연구원과 BOMBARDIER는 '00년 들어 출원이 급증하고 있으나 자국 출원에 집중하고 있는 반면, SIEMENS는 자국 출원 외에도 미국으로의 해외출원을 병행하고 있어 미국 시장 진입을 고려한 연구개발을 집중하고 있는 것으로 분석됨

- 일본의 HITACHI, MITUBISHI의 출원이 증가하고 있는데, 특히 자국출원 뿐만 아니라 미국과 유럽 등에 해외 출원을 병행하고 있어 해외에서의 경쟁력 강화를 위해 연구개발을 지속적으로 하고 있는 것으로 여겨지며, 향후 관련 분야에서 유럽의 BIG 3 기업과 일본의 기업들의 치열한 경쟁이 예상됨

- 한국의 주요출원인으로 한국철도기술연구원이 포함되어 있는데, 일본의 주요 출원인과 달리 자국 출원을 집중하고 있고 해외에서의 출원활동이 저조한 것으로 보아 자국 내 경쟁력 강화에 집중하고 있으며, 해외의 시장 진출에 소극적인 것으로

분석됨. 외국의 선도기업들과의 경쟁을 위해서는 자국 내 출원 뿐만 아니라 해외 시장 개척을 위한 교두보로서 연구개발을 병행하고 그 결과물에 대해 보다 적극적으로 주요 시장국으로의 해외출원을 병행하는 것이 바람직함

○ 주요출원인의 IP시장국은 아래의 표와 같음

- 철도차량시스템의 주행장치 분야의 주요출원인의 주요 시장국과 연구활동 및 기술력의 파악을 위하여, 주요 시장국별 출원건수, 최근 5년간의 특허출원 증가율을 비교하면, 주요출원인 Top10 중 일본 국적의 출원인이 6개 업체로 나타나 철도차량시스템의 주행장치 분야에서 일본이 두각을 보이는 것으로 나타남

- 한편, 이 분야에서 일본의 주요출원인들이 관련 분야의 연구개발에 다수 참여하고 있으나 주요 시장국으로의 해외출원이 다소 저조하고, 오히려 SIEMENS 社, BOMBARDIER 社등의 업체가 주요 시장국으로의 해외출원을 보다 활발히 하고 있어 실질적으로 국내외 경쟁력 강화를 위한 연구개발은 SIEMENS 社 BOMBARDIER 社가 보다 적극적으로 하고 있는 것으로 분석됨

- 특허출원증가율(5년 구간)을 살펴보면, 이전구간('05년~'09년) 보다 최근구간('10년~'14년)의 특허출원이 증가한 기업으로 한국철도기술연구원, KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES 社, SIEMENS 社가 각각 107%, 82%, 69% 증가한 것으로 나타나 최근 관련 기술 개발을 활발히 진행하고 있는 것으로 분석됨

표 2-25 주행장치 분야의 경쟁자 Land Scape

분석항목 / 출원인	출원인 국적	주요IP시장국(건수,%)				IP시장국 종합	특허출원 증가율 (최근5년)
							
HITACHI	일본	0 (0%)	28 (6%)	397 (82%)	56 (12%)	일본	31%
한국철도기술연구원	한국	400 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	한국	107%
SIEMENS	독일	0 (0%)	98 (31%)	8 (2%)	213 (67%)	미국	69%
BOMBARDIER	캐나다 (독일)	24 (8%)	59 (20%)	7 (2%)	207 (70%)	유럽	17%
GENERAL ELECTRIC	미국	0 (0%)	208 (82%)	21 (8%)	26 (10%)	미국	-16%
TOSHIBA	일본	0 (0%)	2 (1%)	235 (99%)	0 (35%)	일본	-4%
RAILWAY TECHNICAL RES	일본	0 (0%)	0 (0%)	223 (100%)	0 (35%)	일본	-99%
MITSUBISHI ELECTRIC	일본	0 (0%)	42 (19%)	139 (65%)	34 (16%)	일본	33%
KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES	일본	0 (0%)	0 (0%)	141 (100%)	0 (0%)	일본	82%
SUMITOMO METAL	일본	0 (0%)	0 (0%)	134 (100%)	0 (0%)	일본	-90%

○ IP 부상도 분석

- 출원증가율 분석

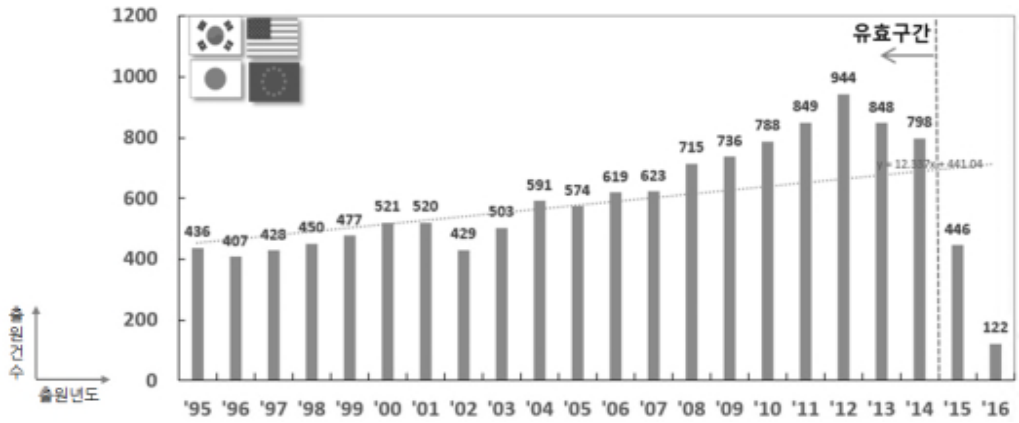


그림 2-69 주행장치 분야의 연도별 출원동향

· 철도차량시스템의 주행장치 분야는 분석구간 초기부터 전반적으로 꾸준한 증가세를 나타냄. TCT값을 기준으로 최근구간과 이전구간으로 구분하여 최근구간의 출원증가율을 살펴보면 최근구간의 출원증가율은 29.4%로 성장세에 있음

표 2-26 주행장치 분야의 최근구간 출원증가율

구분	출원건수	출원증가율(%)
최근구간 ('10-'14)	4,227	29.4 %
이전구간 ('05-'09)	3,267	

- 최근구간 출원점유율 분석

· 철도차량시스템의 주행장치 분야는 전반적으로 출원 증가 경향에 있으며, 분석구간('95~'14)을 4개 구간으로 구분하여 전체구간('95~'14) 대비 최근구간('10~'14)의 출원점유율을 살펴보면, 최근구간 출원점유율은 34.5%임

표 2-27 주행장치 분야의 최근구간 출원점유율

구분	출원건수	출원점유율(%)
전체구간 ('95-'14)	12,256	34.5 %
최근구간 ('10-'14)	4,227	

- 특허시장 확보력 분석

· 주요 시장국의 내외국인 출원점유율 변화를 통하여 특허시장확보력으로 관련 분야의 연구개발 및 시장 매력도를 분석함

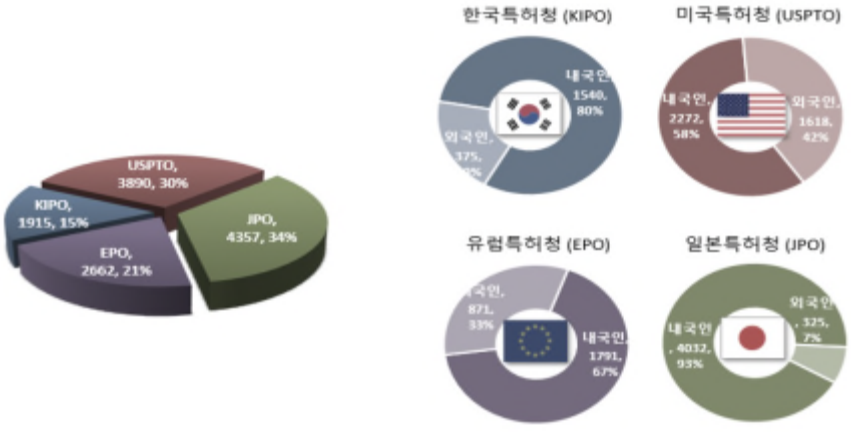


그림 2-70 주행장치 분야의 주요시장국 내·외국인 특허출원현황

· 철도차량시스템의 주행장치 분야에서 미국과 유럽에서 외국인 출원 비중이 높으며, 한국과 일본의 외국인 비중은 상대적으로 낮음. 이 분야에 대하여 주요 시장국의 외국인 출원 동향을 TCT값을 기준으로 최근구간과 이전구간으로 구분하여 최근구간의 외국인 출원증가율을 살펴보면, 특허시장확보력은 45.4%로 전반적으로 외국인 출원이 증가 추세에 있음

표 2-28 주행장치 분야의 특허시장확보력

구분	외국인 출원건수	특허시장확보력(%)
최근구간 ('10-'14)	1,211	45.4 %
이전구간 ('05-'09)	833	

○ IP 부상도 종합 결론

표 2-29 IP 부상도 판단 결과

특허평가지표	평가점수					비고
평가기준 및 정의	1	2	3	4	5	
IP 부상도 - 정량적분석 (유효특허대상)	매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음	기대성과와 비례관계

표 2-30 IP 부상도 항목별 판단기준표

출원증가율 <이전구간대비증가율> *		출원 점유율 (최근구간점유율)		특허 시장확보력 국가별 외국인 출원증가율 <이전구간대비증가율>		IP 부상도 종합결론 T= (X+Y+Z) / 3
(X)		(Y)		(Z)		
5	증가율 80% 이상	5	점유율 80% 이상	5	증가율 80% 이상	5
4	증가율 51% ~ 79%	4	점유율 51% ~ 79%	4	증가율 51% ~ 79%	4
3	증가율 21% ~ 50%	3	점유율 21% ~ 50%	3	증가율 21% ~ 50%	3
2	증가율 1% ~ 20%	2	점유율 1% ~ 20%	2	증가율 1% ~ 20%	2
1	증가율 0% 이하	1	점유율 0% 이하	1	증가율 0% 이하	1

- 출원증가율(X)

$$= \left(\frac{\text{최근구간 특허출원건수} - \text{이전구간 특허출원건수}}{\text{이전구간 특허출원건수}} \right) \times 100 \quad (\%)$$

- 출원 점유율(Y)

$$= \left(\frac{\text{해당기술 건(최근구간)}}{\text{대분류상 전체 건(전체년도)}} \right) \times 100\ (\%)$$

- 특허 시장확보력 (Z)

$$= \left(\frac{\text{최근구간 외국인 특허출원건수} - \text{이전구간 외국인 특허출원건수}}{\text{이전구간 외국인 특허출원건수}} \right) \times 100\ (\%)$$

(4) 제동장치(AC) 특허동향분석

○ 국가별 Land Scape

- 주요시장국의 연도별 특허출원 현황

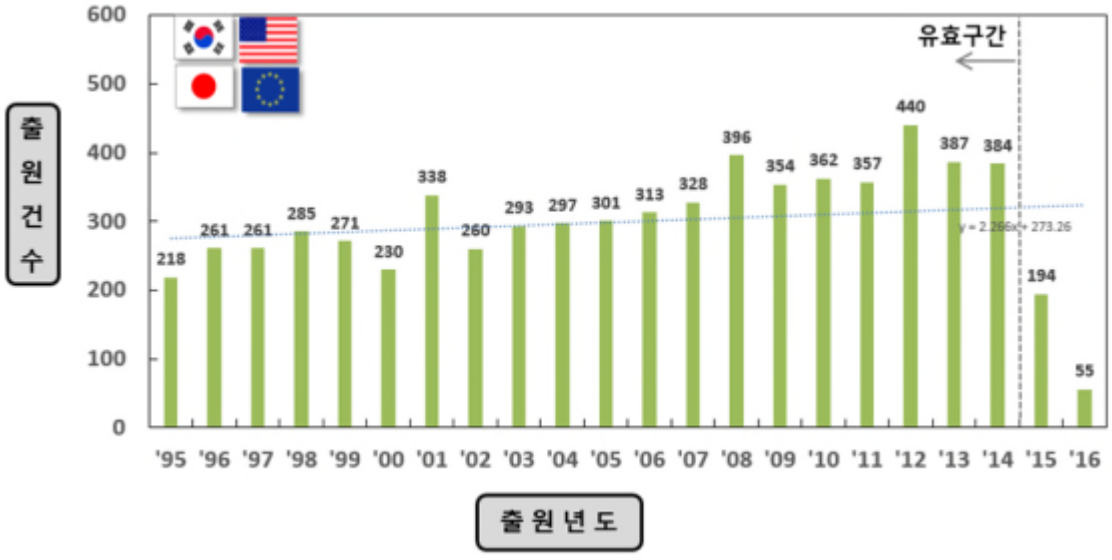


그림 2-71 전체 연도별 동향

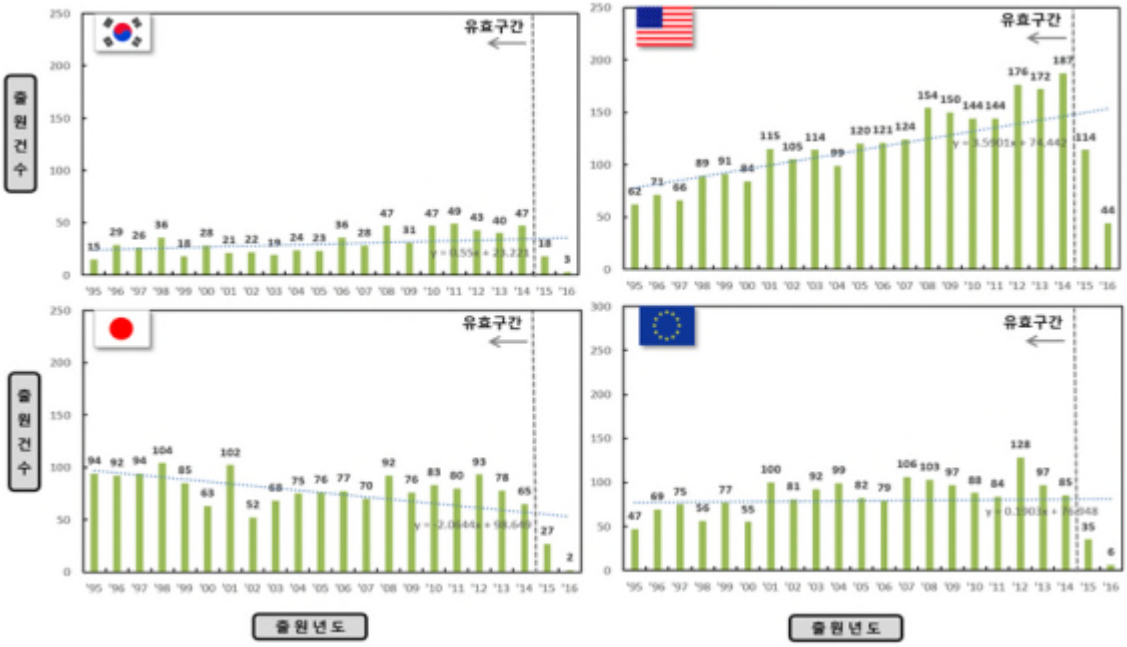


그림 2-72 주요시장국의 연도별 동향

- 철도차량시스템의 제동장치의 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, '95년부터 점진적으로 출원이 증가하여 전반적으로 증가하는 추세임. '12년도에 관련분야의 출원이 가장 많았으며 '13년부터 최근까지 출원이 소폭 감소하고 있는데, 이는 일본에서 기술시장 성숙기에 있어 출원이 감소한 것과 관련함

- 한국은 '95년부터 관련 기술에 대한 출원이 지속적으로 이루어졌으나 상대적으로 출원활동이 미약하며, 출원 증감의 변동폭이 상대적으로 적음

- 미국은 '95년부터 관련 기술의 출원활동이 지속적으로 증가하고 있으며, 최근 출원활동이 가장 활발함. 일본은 연도별로 출원 증감이 있으나 점진적으로 감소 추세에 있으며, 유럽은 출원 증감이 있으나 전반적으로 큰 변동이 없는 것으로 나타남

○ 주요시장국의 내외국인 특허출원 현황

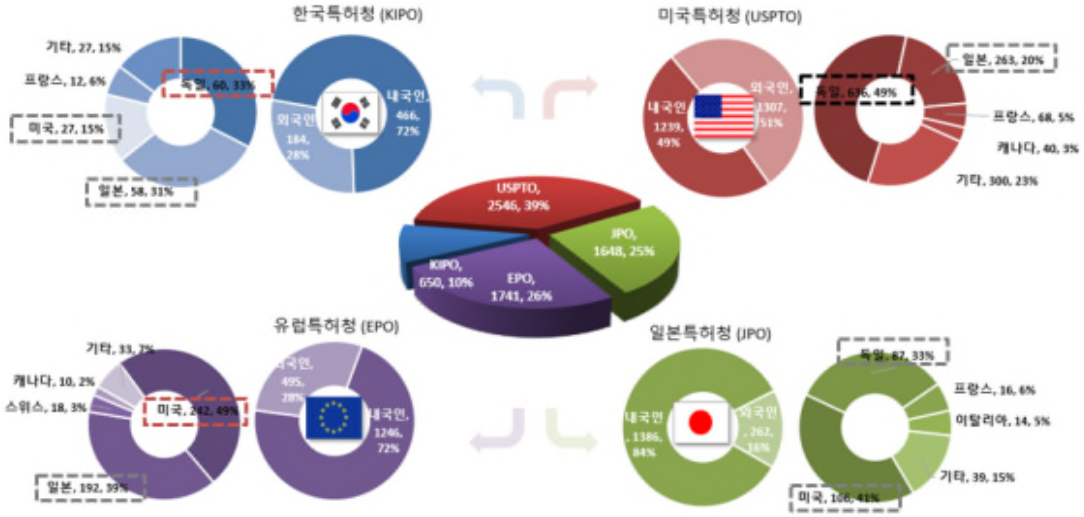


그림 2-73 주요시장국의 내·외국인 특허출원현황

- 철도차량시스템의 제동장치 분야의 국가별 특허동향을 살펴보면, 미국과 유럽에서의 출원이 전체 분석대상 국가 출원의 39%, 26%를 각각 차지하는 것으로 나타나, 관련 기술 분야의 연구개발은 주로 미국이 주도하고 있는 것으로 파악됨. 미국과 유럽의 뒤를 이어 일본과 한국이 전체 분석대상 국가 출원규모의 25% 및 10%를 각각 차지하고 있는 것으로 나타남
- 또한, 국적별 특허동향을 살펴보면, 미국에서 외국인 출원 점유율은 51%로 외국인 출원활동이 가장 활발하며, 독일 국적의 출원인이 49%의 외국인 점유율을 기록하여 가장 활발한 특허활동을 하고 있으며, 다음으로 일본 국적의 출원인이 각각 20%의 외국인 점유율을 보이고 있음

- 유럽에서 외국인 출원 점유율은 28%로 외국인 출원활동이 미국 다음으로 활발하며, 미국과 일본 국적의 출원인이 각각 49%, 39%의 외국인 점유율을 보이고 있음

- 한국에서 외국인 출원 점유율은 28%로 외국인 출원활동이 미국 다음으로 활발하며, 독일과 일본 국적의 출원인이 각각 33%, 31%의 외국인 점유율을 보이고 있음

- 일본은 상대적으로 외국인 출원 점유율이 16%로 외국인 출원활동이 상대적으로 미약하고, 대부분 내국인 주도의 출원이 이루어지고 있음

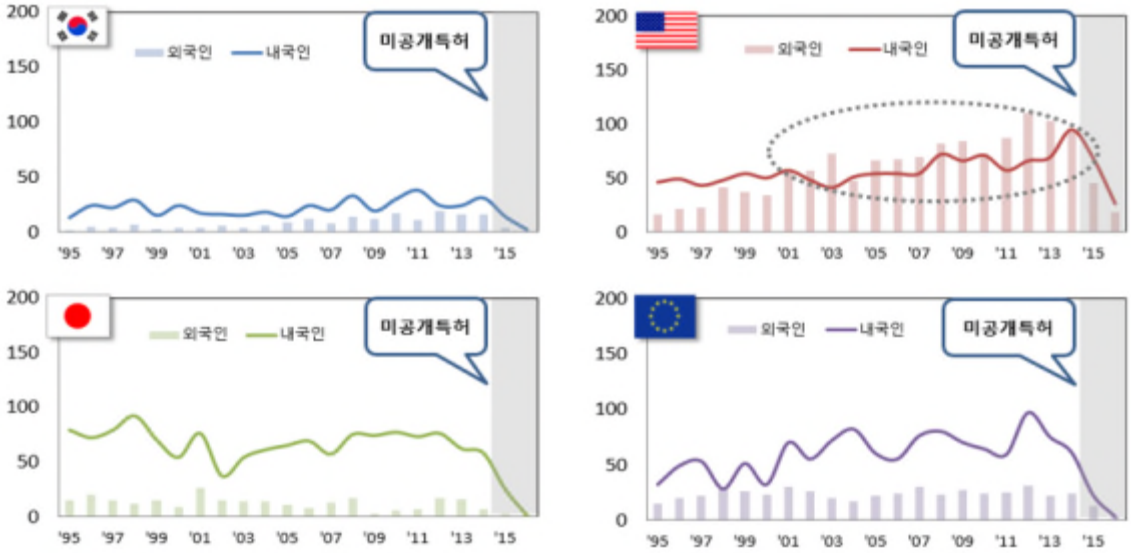


그림 2-74 주요시장국의 연도별 내·외국인 특허동향

- 주요 시장국의 연도별 내·외국인 특허동향을 살펴보면, 한국, 일본 및 유럽에서의 외국인 국적의 출원활동이 상대적으로 미약하고 출원 증감의 변동폭도 크지 않음. 이와 달리 미국에서의 외국인 출원활동은 '95년부터 꾸준히 증가하여 '00년도에 들어서 외국인 국적의 출원이 내국인 출원을 앞서고 있어 관련분야에서 외국인의 관심이 크게 고조된 것으로 보이며, 최근까지 지속되고 있음

○ 기술시장 성장단계 분석

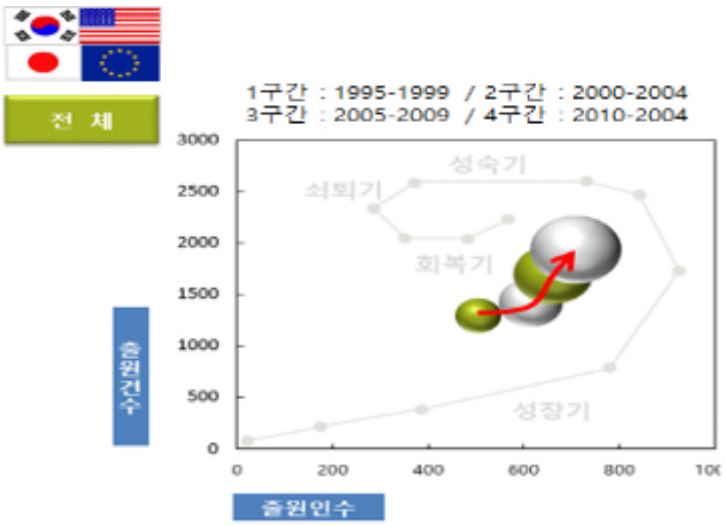


그림 2-75 IP 포트폴리오로 파악한 기술시장 성장단계

- 철도차량시스템의 제동장치 분야 전체의 기술 위치를 포트폴리오로 나타낸 것으로, 전체 출원 중 최근의 출원 동향을 4개의 구간으로 나누어 각각의 구간별 특허 출원인 수 및 출원건수를 나타내어 특허 출원 동향을 통한 기술의 위치를 살펴볼 수 있음. 각 구간은 1구간(1995년~1999년), 2구간(2000년~2004년), 3구간(2005년~2009년), 4구간(2010년~2014년)으로 나누었음

- 포트폴리오로 나타낸 전체특허의 기술 위치는 1구간(1995년~1999년)부터 4구간(2010년~2014년)까지 계속하여 출원 건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 성장기의 단계에 있음. 1구간(1995년~1999년)부터 4구간(2010년~2014년)까지 지속적으로 출원 건수와 출원인수가 증가하고 있어 전반적으로 관련 분야의 기술 개발이 지속적으로 확대되고 있는 것으로 분석됨

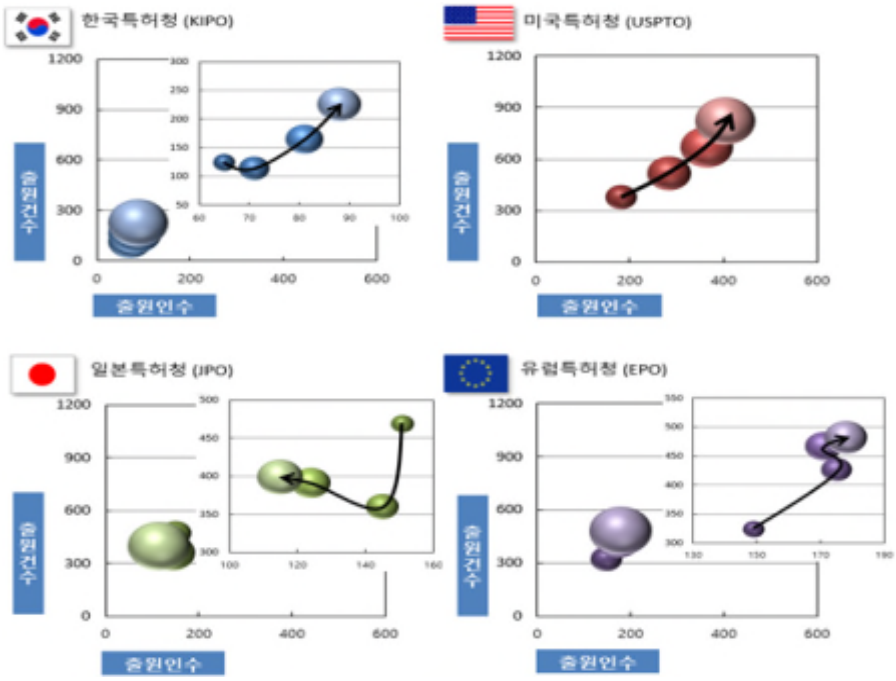


그림 2-76 IP 포트폴리오로 파악한 기술시장 성장단계

- [KIPO] 포트폴리오로 나타낸 한국특허의 기술위치는 1구간(1995년~1999년)부터 4구간(2010년~2014년)에 이르기까지 출원건수와 출원인수가 증가하고 있어 성장기 단계에 있는 것으로 분석됨. 2구간(2000년~2004년)부터 4구간(2010년~2014년)에 걸쳐 지속적으로 출원 건수 및 출원인 수가 증가하고 있어 2000년대 들어서 관련 분야의 기술개발이 본격적으로 이루어진 것으로 분석됨

- [USPTO] 포트폴리오로 나타낸 미국특허의 기술위치는 1구간(1995년~1999년)부터 4구간(2010년~2014년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 성장기의 단계에 있음. 1구간(1995년~1999년)부터 4구간(2010년~2014년)에 걸쳐 지속적으로 출원 건수 및 출원인 수가 증가하고 있어 관련분야의 기술개발이 확대되고 있는 것으로 분석됨

- [JPO] 포트폴리오로 나타낸 일본특허의 기술위치는 1구간(1995년~1999년)부터 2구간(2000년~2004년)에서 출원건수와 출원인수가 감소하였으나, 3구간(2005년~2009년) 및 4구간(2010년~2014년)에서 출원 건수가 증가하지만 출원인수가 감소하여 기술시장은 성숙기의 단계에 있는 것으로 분석됨

- [EPO] 포트폴리오로 나타낸 유럽특허의 기술위치는 1구간(1995년~1999년)과 2구간(2010년~2014년)에서 출원건수와 출원인수가 모두 증가하였으나 3구간(2005년~2009년)에서 출원인수가 감소하고 출원건수의 증가폭이 둔화되었으나 4구간(2010년~2014년)에서 다시 출원건수와 출원인수가 모두 증가하여 기술시장은 성장기의 단계에 있는 것으로 분석됨

○ 경쟁자 LandScape

- 주요출원인 현황

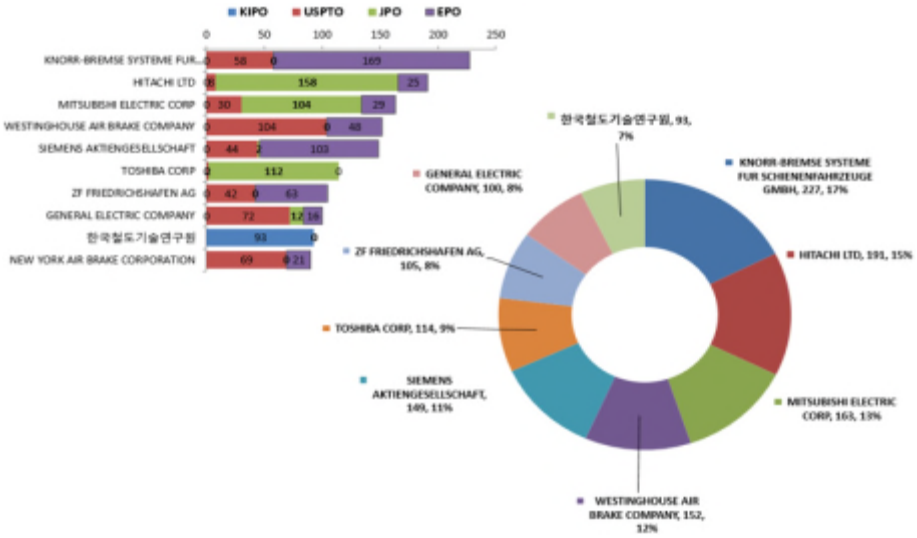


그림 2-77 제동장치 분야의 주요출원인 현황

- 철도차량시스템의 제동장치 분야의 주요출원인 Top10을 추출한 결과, 독일의 KNORR BREMSE 社가 전체 다출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤를 이어 HITACHI 社, MITSUBISHI ELECTRIC 社, WESTINGHOUSE AIR BRAKE 社 등이 이 분야에서 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남. 이 분야의 주요출원인은 대부분 관련 분야에서 자국 출원 외에도 해외출원을 병행하고 있어 해외 시장 진출을 고려한 연구개발이 이루어지고 있는 것으로 분석됨

○ 주요출원인의 연도별 동향은 다음 그림과 같다.

- 철도차량시스템의 제동장치 분야의 주요출원인의 최근 연구활동을 파악하기 위해 연도별 동향을 살펴보면, WESTINGHOUSE AIR BRAKE 社를 제외하고 주요출원인은 전반적으로 출원이 꾸준히 이루어지고 있으며, 최근 출원이 증가하고 있는 주요출원인은 KNORR BREMSE 社, HITACHI 社, MITSUBISHI ELECTRIC 社, SIEMENS 社, 한국철도기술연구원으로 나타남. 한국 철도기술연구원은 2000년 들어 출원이 급증하고 있으나 자국 출원에 집중하고 있는 반면, SIEMENS 社, KNORR BREMSE 社, HITACHI 社, MITSUBISHI ELECTRIC 社는 자국 출원 외에도 주요시장국으로 해외출원을 병행하고 있어 해외 시장 진출을 고려한 연구개발을 집중하고 있는 것으로 분석됨

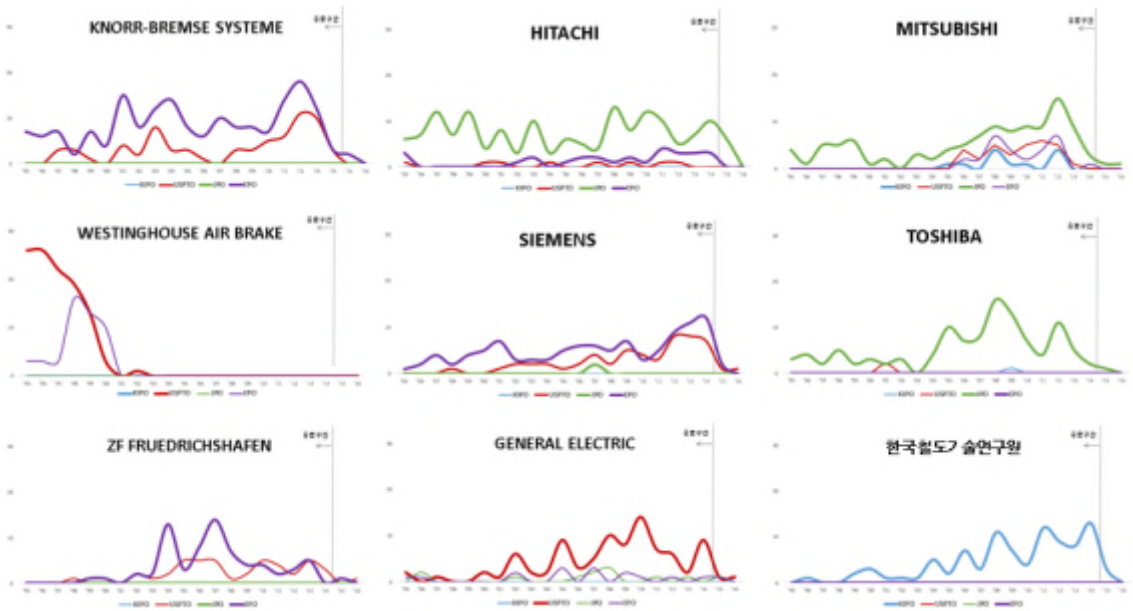


그림 2-78 제동장치 분야 주요출원인의 연도별 동향

- 일본의 HITACHI 社, MITUBISHI 社의 출원이 증가하고 있는데, 특히 자국출원 뿐만 아니라 미국과 유럽 등에 해외 출원을 병행하고 있어 해외에서의 경쟁력 강화를 위해 연구개발을 지속적으로 하고 있는 것으로 여겨지며, 향후 관련 분야에서 유럽의 BIG 3 기업과 일본의 기업들의 치열한 경쟁이 예상됨

- 한국의 주요출원인으로 한국철도기술연구원이 포함되어 있는데, 일본의 주요 출원인과 달리 자국 출원을 집중하고 있고 해외에서의 출원활동이 저조한 것으로 보아 자국내 경쟁력 강화에 집중하고 있으며, 해외의 시장 진출에 소극적인 것으로 분석됨. 외국의 선도기업들과의 경쟁을 위해서는 자국내 출원 뿐만 아니라 해외시장 개척을 위한 교두보로서 연구개발을 병행하고 그 결과물에 대해 보다 적극적으로 주요 시장국으로의 해외출원을 병행하는 것이 바람직함

○ 주요출원인의 IP시장국은 다음 표와 같음

- 철도차량시스템의 제동장치 분야의 주요출원인의 주요 시장국과 연구활동 및 기술력의 파악을 위하여, 주요 시장국별 출원건수, 최근 5년간의 특허출원 증가율을 비교하면, 주요출원인 Top10 중 독일, 일본 국적의 출원인이 각각 3개 업체로 나타나 철도차량시스템의 제동장치 분야에서 독일, 일본이 경쟁적으로 연구개발을 하는 것으로 분석됨

표 2-31 제동장치 분야의 경쟁자 Land Scape

분석항목 / 출원인	출원인 국적	주요IP시장국(건수,%)				IP시장국 종합	특허출원 증가율 (최근5년)
							
KNORR-BREMSE SYSTEME	독일	0 (0%)	69 (28%)	0 (0%)	178 (72%)	유럽	5%
HITACHI	일본	0 (0%)	8 (4%)	158 (81%)	28 (14%)	일본	7%
MITSUBISHI ELECTRIC	일본	12 (7%)	31 (17%)	109 (60%)	29 (16%)	일본	-9%
WESTINGHOUSE AIR BRAKE	미국	0 (0%)	110 (70%)	0 (0%)	48 (30%)	미국	-
SIEMENS	독일	0 (0%)	54 (34%)	2 (1%)	105 (65%)	유럽	19%
TOSHIBA	일본	1 (1%)	2 (2%)	112 (97%)	0 (0%)	일본	-6%
ZF FRIEDRICHSHAFEN	독일	0 (0%)	44 (39%)	0 (0%)	70 (61%)	유럽	6%
GENERAL ELECTRIC	미국	0 (0%)	91 (76%)	12 (10%)	16 (13%)	미국	33%
한국철도기술연구원	한국	93 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	한국	37%
NEW YORK AIR BRAKE	미국	0 (0%)	97 (81%)	0 (0%)	23 (19%)	미국	-

- 한편 이 분야에서 주요출원인들은 대부분 자국 출원에 집중하고 있으나, KNORR-BREMSE 社, MITUBISHI ELECTRIC 社, SIEMENS 社, ZF FRIEDRICHSHAFEN 社 등의 업체는 자국출원 외에도 미국으로의 해외출원을 병행하고 있어 향후 미국에서의 경쟁이 예상됨

- 특허출원증가율(5년 구간)을 살펴보면, 이전구간('05년~'09년) 보다 최근구간('10년~'14년)의 특허출원이 증가한 기업으로 한국철도기술연구원과 GENERAL ELECTRIC 社가 각각 37%, 33% 증가한 것으로 나타나 최근 관련분야에 대한 관심이 커진 것으로 분석됨

○ IP 부상도 분석

- 출원증가율 분석

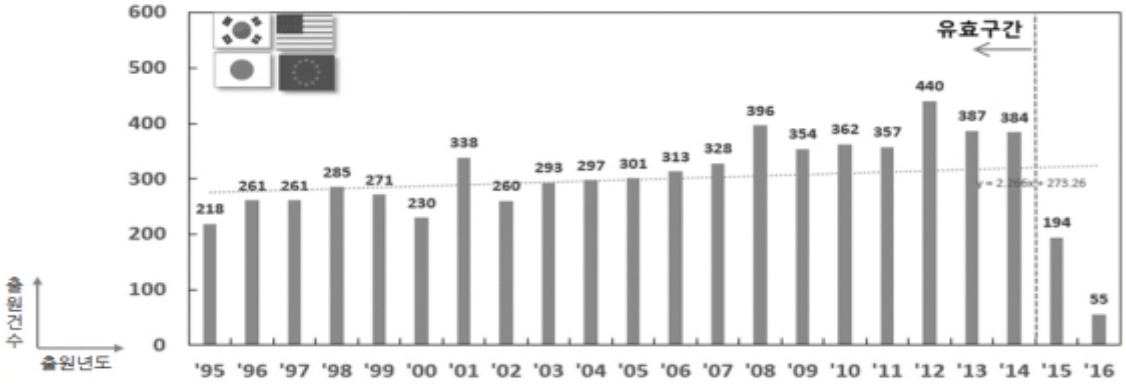


그림 2-79 제동장치 분야의 연도별 출원동향

· 철도차량시스템의 제동장치 분야는 분석구간 초기부터 전반적으로 꾸준한 증가세를 나타냄. TCT값을 기준으로 최근구간과 이전구간으로 구분하여 최근구간의 출원증가율을 살펴보면, 최근구간의 출원증가율은 14.1%로 성장세에 있음

표 2-32 제동장치 분야의 최근구간 출원증가율

구분	출원건수	출원증가율(%)
최근구간 ('10-'14)	1930	14.1 %
이전구간 ('05-'09)	1692	

- 최근구간 점유율 분석

· 철도차량시스템의 제동장치 분야는 전반적으로 출원 증가 경향에 있으며, 분석구간('95~'14)을 4개 구간으로 구분하여 전체구간('95~'14) 대비 최근구간('10~'14)의 출원점유율을 살펴보면, 최근구간 출원점유율은 30.5%임

표 2-33 제동장치 분야의 최근구간 출원점유율

구분	출원건수	출원점유율(%)
전체구간 ('95-'14)	6336	30.5 %
최근구간 ('10-'14)	1930	

- 특허시장 확보력 분석

· 주요 시장국의 내외국인 출원점유율 변화를 통하여 특허시장 확보력으로 관련 분야의 연구개발 및 시장 매력도를 분석함

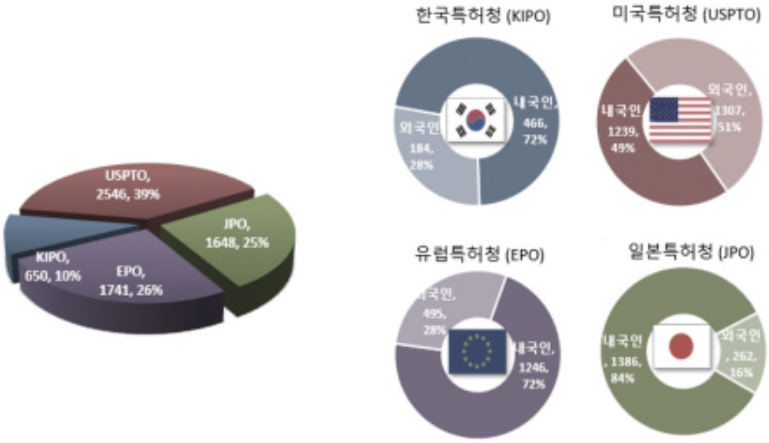


그림 2-80 제동장치 분야 주요시장국의 내·외국인 특허출원현황

· 철도차량시스템의 제동장치 분야는 미국에서 외국인 출원 비중이 높으며, 일본의 외국인 비중은 상대적으로 낮음. 이 분야에 대하여 주요 시장국의 외국인 출원 동향을 TCT값[41]을 기준으로 최근구간과 이전구간으로 구분하여 최근구간의 외국인 출원증가율을 살펴보면, 특허시장확보력은 20.4%로 전반적으로 외국인 출원이 증가 추세에 있음

표 2-34 제동장치분야의 특허시장확보력

구분	외국인 출원건수	특허시장확보력(%)
최근구간 ('10-'14)	723	20.3 %
이전구간 (2005-'09)	601	

○ IP 부상도 종합 결론

표 2-35 IP 부상도 판단 결과

특허평가지표	평가점수					비고
평가기준 및 정의	1	2	3	4	5	
IP 부상도 - 정량적분석 (유효특허대상)	매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음	기대성과와 비례관계

41) 2014년 산업분야별 도출된 TCT(Technology Cycle Time. 기술분야 인용특허의 중간값을 계산하여 기술분야의 기술 순환 주기 측정)값을 5년으로 적용하며, 2010년부터 2014년까지를 최근구간으로 하며, 2005년부터 2009년까지를 이전구간으로 설정함.

표 2-36 IP 부상도 항목별 판단기준표

출원증가율 <이전구간대비증가율> *		출원 점유율 (최근구간점유율)		특허 시장확보력 국가별 외국인 출원증가율 <이전구간대비증가율>		IP 부상도 종합결론 T= (X+Y+Z) / 3
(X)		(Y)		(Z)		
5	증가율 80% 이상	5	점유율 80% 이상	5	증가율 80% 이상	5
4	증가율 51% ~ 79%	4	점유율 51% ~ 79%	4	증가율 51% ~ 79%	4
3	증가율 21% ~ 50%	3	점유율 21% ~ 50%	3	증가율 21% ~ 50%	3
2	증가율 1% ~ 20%	2	점유율 1% ~ 20%	2	증가율 1% ~ 20%	2
1	증가율 0% 이하	1	점유율 0% 이하	1	증가율 0% 이하	1

- 출원증가율(X)

$$= \left(\frac{\text{최근구간 특허출원건수} - \text{이전구간 특허출원건수}}{\text{이전구간 특허출원건수}} \right) \times 100 \quad (\%)$$

- 출원 점유율(Y)

$$= \left(\frac{\text{해당기술 건(최근구간)}}{\text{대분류상 전체 건(전체년도)}} \right) \times 100 \quad (\%)$$

- 특허시장 확보력 (Z)

$$= \left(\frac{\text{최근구간 외국인 특허출원건수} - \text{이전구간 외국인 특허출원건수}}{\text{이전구간 외국인 특허출원건수}} \right) \times 100 \ (\%)$$

5절 연구개발 인프라 현황

1. 제동 성능시험기

○ 고속철도차량용 제동 성능시험기는 한국철도기술연구원이 보유하고 있으며, 열차 주행 중 비상제동 및 상용제동 시 열차를 정지할 수 있도록 하는 각종 제동장치 부품(제동디스크, 제륜자 등)의 성능을 평가하기 위한 장비

○ 실차의 기계 제동 마찰특성을 정량적으로 모의할 수 있으며, 재현계측이 가능하므로 시험대상물의 분석이 쉽고 비교검토가 용이하여 시험평가 및 철도차량 제동시스템의 연구개발을 위한 장비



그림 2-81 제동 성능시험기

주요사양	• 최대 구동토크 : 2,527Nm • 최대 구동속도 : 2500RPM(400km/hr, Φ860mm 기준) • 최대 제동토크 : 25,000Nm • 디스크 제륜자 압부력 : 30kN×2 • 답면 제륜자 압부력 : 60kN×2

2. 드라이빙기어 시험기

○ 고속철도차량용 드라이빙기어 시험기는 한국철도기술연구원이 보유하고 있으며, 열차 주행 중 비상제동 및 상용제동 시 열차를 정지할 수 있도록 하는 각종 제동장치 부품(제동디스크, 제륜자 등)의 성능을 평가하기 위한 장비

○ 실차의 기계 제동 마찰특성을 정량적으로 모의할 수 있으며, 재현계측이 가능하므로 시험대상물의 분석이 쉽고 비교검토가 용이하여 시험평가 및 철도차량 제동시스템의 연구개발을 위한 장비



그림 2-82 드라이빙 기어 시험기

주요사양	• 입출력모터 : 1300kW(690V) • 입출력 모터 : 1300kW(690V) • 토크 : 57,000Nm

3. EMI/EMC 챔버

○ 전자파 적합성(EMC) 시험을 위해 주변 전자파의 영향을 받지 않는 전자파 차폐실 및 균일한 전자계를 형성하기 위한 장비

※ 전자파 무반사실을 설치하고 전자파 장해(EMI) 측정 시스템 및 전자파 내성(EMS) 시험 시스템을 구성하여 철도 차량 용품의 전자파 적합성 시험에 관한 국제 규격(IEC 62236-3-2/ EN 50121-3-2)의 시험 가능



그림 2-83 EMI/EMC 챔버

주요사양	• CISPR 11, IEC 61000-4-3 • 전자파 반무반사실, 전자파 차폐실 • Radiated Emission(3m), Conducted Emission 측정 시스템 • 방사 내성 시험, 전도 내성 시험 시스템 • 정전기 방전 시험 시스템 • 전원 설비 용량 : DC 150V/ 40A, AC 단상 300V/ 50A

4. 피로시험기(250KN)

○ 각종 재료 및 철도용품의 물리적 특성 및 철도차량 부품의 피로시험, 철도 관련 금속, 고무 등의 피로시험 및 하중시험 스프링계수시험, 수직수평하중시험 등

주요사양	• Hydrostatic bearing type 엑츄에이터 - 정적하중 :± 300kN(동 : ± 250kN) • 정밀도 : ± 0.05% 이상, 과하중 : ±150% 이상 • 유압서보밸브 및 분배기, 유압공급장치 및 유압공급분배기 - 사용압력 21Mpa(3,000psi, 210bar)이상

5. 공기제동시험기

○ Brake Shoe 및 제동 디스크 라이닝의 실물 제동시험

주요사양	• UIC 541-3, UIC 541-4 • KRS BR 0007 (비석면 디스크 브레이크 라이닝) • KRCS B242-02 (철계 제동라이닝) • KRCS B244-02 (합성제륜자) • KRS BR 0005 (철도차량용 주철제 제륜자) • KRCS B006 (레진제륜자)

6. 3차원측정기

○ 철도용품의 품질인증, 성능시험, 일반시험에서의 외관 및 치수검사

주요사양	• 터치 시그널 프로브를 이용 치수 측정 가능 • 컴팩트형 다목적 스캐닝 프로브를 이용하여 치수 측정 가능 • 프로브 자동 교환 • 정밀도 : 0.0002mm

7. 그 밖의 공인시험장비

○ 한국산업기술시험원이 보유한 공인시험장비 현황 및 주요사양

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
1	전원공급장치	110 V, 220 V, 380 V, 440 V
2	직각삼각위어	(0.11 ~ 2.9) m^3/min
3	압력계	WOOJIN, (0 ~ 3.4) MPa
4	압력계	KONICS, (0 ~ 0.29) MPa
5	전력측정장치	(0 ~ 600) V, 200 A
6	챔버타입 풍량측정장치	3 000 m^3/h
7	제트팬 벨마우스타입 풍량측정장치	150 000 m^3/h
8	회전수 측정센서	(0 ~ 10 000) min^{-1} ±1 min^{-1}

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
9	챔버차압센서	(0 ~ 785) Pa
10	노즐차압센서	(0 ~ 785) Pa
11	인버터	(1 ~ 60) Hz
12	파워미터	(0 ~ 500) V, ±1 V
13	액주 manometer	(0 ~ 1 960) Pa
14	Vibration meter	(0.1 ~ 500) mm/s
15	온도센서	(0 ~ 100) ℃
16	소음계	(0 ~ 120) dBA
17	digital manometer	(-980 ~ 3 726) Pa
18	가스크로마토그라피/질량분석계(GC/MS)	SHIMADZU QP5050A, SHIMADZU QP2010
19	고성능액체크로마토그래프(HPLC)	HP Series 1100
20	열탈착장치(TD)	MARKERS, UNITY
21	건축자재시험용 소형챔버	G.A.Hi-Tech, 20L
22	전자제품시험용 대형챔버	ECOPRO, 5 m^3
23	항온항습 챔버	G.A.Hi-Tech, 25℃, 50% Hum.
24	Film Flow Meter	HORIBA STEC, SF VP-3U
25	건조기	Memmert, ULE500, Max. 310℃
26	Sampling Pump	SIBATA, MP-Σ30, Max. 300ml/min
27	전기식 지시저울	Model : LIBROR/EB-480HL
28	Measuring Microscope	2.5 x 1.5, 5, 10, 50
29	Super megohm meter	1 000 V, 100 GΩ
30	High megohm Meter	1 000 V, 20 MΩ, 20 uA

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
31	AC Dielectric Test Set	20 kVA
32	Universal Testing Machine	1 Ton, 500 ㎏
33	Stopwatch	-
34	Oil tester	-
35	Thermal Stability	Φ 4.0～5.0, PH 1～10
36	Heat resistance Tester	Φ 5, 1 000 g
37	Vernier Calipers	(0 ~ 150) mm, 0.001 mm
38	Dial Gauge	(0.01 ~ 10) mm
39	Digimatic Indicator	(0 ~ 12) mm, 0.001 mm
40	Digital Micrometer	(0 ~ 25) mm. 0.001 mm
41	DC Power Supply	(0 ~ 60) V / (0 ~ 50) A. 1 000 W
42	Double Bridge	5 uV / 50 mV, 5 nA / 50 uA
43	Electronic Galvanometer	50 mV / uA ~ 5 uV / nA
44	Geer Aging Oven/Oven	R.T ~ 250 ℃, (3 ~ 20) h^{-1}
45	Cord Bendng Test Set	(0 ~ 40) min^{-1} / (0 ~ 180) °
46	Heat Distortion Tester	(0 ~ 300) ℃ / 2 kVA
47	Flexing Tester	0.33 s^{-1}, 230 V / 400 V
48	Brittleness Temperature Tester	RT ~ 0 ℃, (0 ~ -70) ℃
49	Flammability Tester	930 x 670 x 1 115 및 300 x 450 x 1 200
50	Electronic Analytical balance	(0 ~ 200) g
51	Indentation Device	0.7 mm, (0.01 ~ 5) N
52	Hot-set Tester	(0.1 ~ 5) N

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
53	Stopwatch	분해능: 1/100 S
54	충방전 시험기	20 V, 10 A (Accuracy : 0.1 %), Smart Battery&Monitoring Function
55	과충방전 시험기	40 V, 40 A, Accuracy: 0.1 %
56	방폭 챔버	방폭 및 샘플 저장 용도
57	Amp-meter suitable for the current and waveform	950 Vpeak, 40 Apeak, ± 1% full scale
58	Test Tool	Test finger, Test pin, Test probe
59	Variable resistive load	60 Vdc, 120 A 용 저항기 280 Vac, 15 A(250 Vac, 30 A) 용 저항기
60	Stopwatch	분해능: 0.01 s
61	항온 항습 챔버	Temperature Range : (-50 ~ 180) ℃ Humidity Range : (10 ~ 98) %R.H. ± 1 ℃, 3 % R.H. 이하
62	Digital Multimeter	Max. 1 000 V(분해능 : Min. 0.001 V)
63	압착 시험기	시험 하중 : (100 ~ 2000) kg, 거리조절 : Min. 1 mm, 시험속도제어 : (15 ~ 150) mm/min
64	단락시험기	Temperature range : RT ~ +200 ℃, Accuracy: ± 0.5 ℃, Thermocouple : K-Type, 단락 배선: 80 mΩ 이하
65	고온 오븐	Temperature range : RT ~ +300 ℃, Accuracy : ± 0.5 ℃, 공기순환식
66	Temperature recorder	20 ch, 직류전압(±20 mV ~ ±50 V), 열전대(R, S, B, K, E, J, T, N, W, L, U),측온저항체), GP-IB, RS-232C, RS422A/485
67	Temperature Meter (Portable)	K-type : (-200 ~ 1 370) °C, J-type : (-200 ~ 7 600) °C, ± 0.5 ℃
68	Vernier calipers	측정범위:(0 ~ 150) mm 분해능: 0.01 mm
69	Micrometer	측정범위: (0 ~ 25) mm, 분해능: 0.01 mm
70	DC Power Supply	5 A at 6 V range, 1 A at 25V range, Voltage: 0.01%, Current: 0.01%

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
71	Stop Watch	0.01 s
72	진동시험기	Max force output:98 000 N(sine), Max displacement : Min, 51 mm p-p (5 ~ 2 200) Hz with Vertical Tabl
73	Low pressure chamber	Vacuum Range:(0.1 ~ 100) kPa, Vacuum sensor (0.5 ~ 266) Pa
74	오실로스코프	Bandwidth: 500 MHz ~ 2 GHz, Time base : 500 ps - 10 s
75	방폭 챔버	방폭 및 저장 기능
76	Temperature recorder	20 CH, K-type
77	유도 결합 플라즈마 발광 광도기(ICP)	40.68 MHz,Stability : 0.01 % Simultaneous, Free running, Radial or Axial, Dual view
78	Test equipment for tracking	PTL
79	Scratch test device with steel pin	---
80	Cathode ray tube test equipment	CRT test system
81	Temperature recorder (multi-channel)	60 channel
82	multimeter	다수
83	Impulse test generator	10/700 S
84	항온 항습 챔버	(-70 ~ 180) ℃, (10 ~ 98) % R.H.
85	Digital Multimeter	Max. 1000 V, 분해능:Min. 0.001 V basic DC accuracy 0.06 %, basic AC accuracy 0.01 %
86	압착시험기	시험 하중 : (100 ~ 2 000) kg, 거리조절 : Min. 1 mm, 시험속도제어 : (15 ~ 150) mm/min
87	충방전 시험기	20 V, 10 A, Accuracy : 0.1 %, Smart Battery&Monitoring Function
88	과충방전 시험기	40 V, 40 A, Accuracy: 0.1 %
89	단락시험기	Temperature range :RT ~ +200 ℃ Accuracy: ± 0.5 ℃ Thermocouple : K-Type 단락 배선:

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
		80 mΩ 이하
90	고온 오븐	Temperature range :RT ~ +300 ℃ Accuracy : ± 0.5 ℃ 공기순환식
91	Temperature Meter (Portable)	K-type : (-200 ~ 1370) °C, J-type : (-200 ~ 7600) °C
92	Vernier calipers	150 mm, 정확도 0.05 mm
93	Micrometer	25 mm, 정확도 0.01 mm
94	DC Power Supply	(0 ~ 6) V 5 A, (0 ~ 25) V 1 A
95	Stop Watch	0.01 S
96	원자흡광도기	Wavelength : (180 ~ 480) nm Resolution : 0.1 nm
97	Amp-meter suitable for the current and waveform	950 Vpeak, 40 Apeak
98	Variable resistive load	60 Vdc, 120 A 280 Vac, 15 A 250 Vac, 30 A Resistance load
99	오실로스코프	100 MW, 3.0 pF, 다수
100	Pink noise generator	Frequency: 20 Hz ~ 20 KHz
101	High current source	(0 ~ 60) A
102	Chamber	(-70 ~ 180) °C, 1°C (10 ~ 98) %
103	Dial gauge	0.01 mm
104	Micrometer	0.001 mm
105	High voltage meter (probe)	40 kV Peak Max.
106	insulation resistance	DC 250, 500, 1 000 V IR range: (0 ~ 200) MΩ
107	항온조	상온 ~ 500 ℃, ±5 ℃
108	Thermal shock chamber	(-65 ~ 200) ℃, ±1 ℃
109	Soldering tester	solder bath, solder graph method

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
110	Bump	20 G(11 ㎳), 40 G(6 ㎳), ±10%, ±1 ㎳
111	Shock	17 000 G
112	Impedance gain analyzer	100 ㎐ ~ 400 ㎒
113	Pulse generator	250 ㎒ / 4 ㎱ ~ 1 ㎳
114	내압시험기	AC 및 DC : 5 ㎸, (0.5 ~ 100) ㎃
115	Impulse Tester	peak : 8 kV
116	Active Flammability	AC source: 500 VAC, pulse : 5 kV
117	Breaking capacity tester	6 channel(ChungAng Electronics)
118	부하전류역률조작반	2 device(ChungAng Electronics)
119	R-L Load	ChungAng Electronics
120	Thermostat test system	5 channel(K.M.Engineering)
121	접촉저항측정기	I.T.C.
122	Withdrawl force tester	ChungAng Electronics
123	하중시험기	ChungAng Electronics
124	유지력시험기	ChungAng Electronics
125	Digital micro-ohmmeter	4300B(Valhalla Scientific)
126	암모니아가스 내구성시험기	H.S.
127	Flammability tester	UL-94(진성정밀)
128	Insulation tester	500 V / 1 000 ㏁(Yokogawa)
129	Tumbling barrel tester	Daekyung
130	Cord bending tester	대경정밀
131	Cord anchorage tester	Daekyung

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
132	Heating tester	Daekyung
133	RLC Load	ChungAng Electronics
134	Coupler JIG set	KAITECH
135	DC power source	태성엔지니어링
136	power source	PPS-300I, 4 channel 태일자동제어
137	Slide Resistor	세진교역
138	Load Bank	세진교역
139	Endurance tester	대경정밀
140	가열변형시험기	Wintree Corporation
141	Impact test apparatus	대경정밀
142	Glow wire tester	QWT200 Yokogawa
143	W/I auto tester	TOS8850 KIKUSUI
144	Go (Not-Go) gauge	Daekyung
145	Pressure tester	Daekyung
146	Ball pressure tester	Daekyung
147	Flexing tester	Daekyung
148	Pulling tester	Daekyung
149	Nonsolid pin tester	Daekyung
150	Oven	Jisico
151	Test finger & pin	Daekyung
152	Temperature recorder	Yokogawa
153	Ground bond tester	Extech electronics

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
154	Plug pin abrasion tester	PTL
155	Impact tester	Daekyung
156	Low temp. impacter	Daekyung
157	Compression tester	Daekyung
158	High temp. press tester	PTL
159	Switch endurance tester	(125/250) V 25 A, PF: 0.60 ± 0.05
160	Measuring Microscope	2.5 x 1.5, 5, 10, 50
161	Stopwatch	-
162	항온항습조	(-80 ~ 180) ℃, ±2 ℃, ±5 % R.H.
163	Vibration test system	6 000 N, (5 ~ 200) ㎐
164	Micrometer	0.001 ㎜ Mitutoyo
165	Vernier Caliperse	0.001 ㎜ Mitutoyo
166	Push pull gauge	(0.1 ~ 5) MPa IMADA
167	Torque gauge	(0.1 ~ 3) MPa KANON
168	Universial Testing Machine	1446(Zwick) : 1 000 kg, 500 kg
169	Heat distortion tester	RT ~ 300 ℃ Yasuda
170	Dial gauge	(0.01 ~ 10) mm Mitutoyo
171	Electronic balance	(0 ~ 200) g, (0 ~ 100) kg
172	Flammability Tester	930 x 670 x 1 115
173	Hybrid Recoder	(-200 ~ 400) ℃
174	진동시험기	98 000 N, Sine/Shock
175	Low pressure chamber	(RT ~ 150) °C, (13 ~ 100) kPa

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
176	전원공급기 / GOOSE Generator	전류 : 6개 12.5 A, 3개 25 A, 1개 75 A(error < 0.015 %rd. + 0.005 % rg. at 12.5 A), 전압 : 4개 300 V, 3개 300
177	이더넷 스위치	RS8000H: 4-100BaseFX ports, Multi Mode, ST connector, 4-10/100BaseTX Port, RJ45 Connector RS8000T : 6-10/100BaseTx Port, MTRJ 2-100BaseFXLCConnector
178	타임 서버	NTP Time server for 2 10/100 Mbit Ethernet(RJ45) 3 ch programble pulse output
179	IEC 61850 Test Tools	Multi IED Simulator, Client / GOOSE simulator and analyzer, UniCAscl Checker SimFlex, IEC 61850 Virtual Server, IEC 61850 Client Conformance Verifier
180	기준전력량계	단상, 삼상 (정밀도 0.05 %)
181	외부자계영향 시험기	자화코일: 지름 1 m, 기자력: 400 A/turn
182	오실로스코프	100 MHz 까지의 파형 관측 가능
183	충격시험기	300 m/s^2 및 500 m/s^2 시험 가능
184	고주파전자계시험기	차폐실: (8.2 × 5.1 × 4.1) m (L×W×H), 측정 주파수: 30 MHz ~ 18 GHz
185	홀수고조파 및 부조파 시험기	전류 위상각 90° 및 270° 에서 점호되어 홀수 고조파 전류 시험 가능, 매 4주기마다 전류위상각 0°에서 점호되어 2주기 통전하여 부조파 시험 가능
186	직류 및 짝수고조파 시험기	반파정류된 전류로 직류 및 짝수고조파시험 가능
187	DC Power Supply	DC (0 ~ 250) V, 30 A
188	온도기록계	(-200 ~ 1 370) ℃, 20 channel
189	내전압시험기	0 to 5 kV, 100 mA
190	절연저항계	DC 500 V, 1 000 MΩ
191	소음계	(40 ~ 120) dB

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
192	오실로스코프	500 ㎒, 500 m/s
193	부하시험기	(0 ~ 300) V, 30 kVA, RL 부하
194	항온항습조	(-20 ℃ ~ 120) ℃, 95 %
195	Digital Ohmmeter	40 mΩ ~ 4 kΩ
196	Surge Tester	6 kV, 3 kA, 1.2 ㎲
197	버니어 캘리퍼스	(0 ~ 150) mm, 0.05 mm
198	마이크로미터	(0 ~ 25) mm, 0.01 mm
199	볼프레셔시험기	50 ℃, 125 ℃, Φ: 5 ㎜,
200	현미경두께측정기	0.001 mm, X3.75, X12.5, X25, X125
201	전기동력계	5 Nm, 10 Nm, 30 Nm, 50 Nm
202	유도전압조정기	(0 ~ 400) V, 50 kVA
203	전동공구 고정용 지그	전기톱 및 그라인더용외 다수
204	AC Power Source(9028)	270 Vrms
205	AC Power Source(6843A)	300 Vrms
206	Power Analyzer(PM3000A)	2 000 V, 2 000 A
207	Power Analyzer(2500)	600 V, 20 A
208	Power Analyzer(2551)	950 Vpeak, 40 Apeak
209	Temperature recorder(HR1300)	20 CH
210	Temperature recorder(HR-2300)	30 CH
211	Temperature recorder(DR-130)	20 CH
212	Temperature recorder(NetDAQ 2645A)	20 CH
213	Temperature recorder(DAQ)	20 CH

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
214	Temperature Meter	K: (-200 - 1 370) ℃, J: (-200 - 7 600) ℃
215	Digital Multimeter(8060A)	750 VAC, 1 000 VDC
216	Digital Multimeter(3466A)	AC/DC 1 200 V/2 A
217	Digital Multimeter(2030)	AC/DC 1 000 V
218	Digital Multimer(34401A)	-
219	Digital Multimer(87III)	AC/DC 1 000 V
220	True RMS Volt Meter(8920A)	AC/DC 700 V
221	Oscilloscope(2232)	100 MHz
222	Oscilloscope(97)	50 MHz
223	Oscilloscope(TDS380)	300 MHz/2 GS
224	Oscilloscope(TDS520D)	500 MHz
225	Oscilloscope(TDS3052B)	500 MHz/5 GS
226	Dielectric strength tester(TOS8850)	AC/DC 5kV, 100 mA
227	Dielectric strength tester(RMG500)	5 kV, 100 mA
228	Dielectric strength tester(TOS5051A)	5 kV., 100 mA
229	High Voltage DC supply	50 kV/80 mA
230	Digital DC VA meter	max. 19 A, max. 19 V
231	Tel Line Simulator	DD-5220
232	ISDN Line Simulator	ILS-2000
233	AC Load(3230)	15 Arms, 280 Vrms
234	DC Electronics Load(HP6050A)	240 V/10 A
235	LCR meter(4263B)	L, C, R

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
236	Stop Watch(HS-3)	1 s, 100 s
237	Hybrid Recorder	- Input channel : 20
238	IP Test Equip. Water Drop Tester	IEC 60529 규격전용
239	Dust test Equip.	IEC 60529 규격전용 size:1000mm
240	Digital Microscope	-Range: 0.7 x ~ 9 x (Zooming)
241	FE-SEM	HITACHI / S - 4700 -Resolution1.5nmat15kV 2.1nm at 1kV
242	ICP (Inductively Coupled Plasma Spectrometer)	Perkin Elmer / Optima4300
243	OE Spectrometer (Spark emission Spectrometer)	Thermo ARL / ARL 4460 -Wavelength170~500nm
244	Explosion Test Equip. ExplosionChamber(1)	IEC 60079-1 - Inside diameter : 1200mm
245	Explosion Test Equip. ExplosionChamber(2)	IEC 60079-1 - Inside diameter : 600mm
246	Explosion Test Equip. ControlPanel	IEC 60079-1 규격전용
247	Explosion Test Equip. Gas Analyzer	SIEMENS / OXYMAT5F
248	Explosion Test Equip. MFCSystem	Bronkhorst -F203AC-F112AC-F201AC

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
249	Explosion Test Equip. TrackingIndexTester	IEC 60112 규격전용
250	Explosion Test Equip. SparkIgnitionTester	IEC60079-11 AnnexB 규격전용
251	Explosion Test Equip. TungstenWireFusingEquip	IEC60079-11 AnnexB 규격전용
252	Step Charge Test Equip. ForGasDetectionInstrument	IEC 61779 규격전용
253	Air Velocity Test Equip. ForGasDetectionInstrument	IEC 61779 규격전용
254	Battery Hi Tester	Range : 30m~ 30kΩ
255	LCR Meter	Range : 10Ω ~ 10MΩ
256	Electric Safety Tester	Range : 0 ~ 200Ω
257	AC/DC Voltage/ Insulationtester	-AC:1~5kV-DC:1~6kV -Range:1~9999MΩ
258	Dual Output DC Power Supply	- Output : 0~35V, 1.4A 0~60V, 0.8A
259	Digital Multimeter	- DC Voltage range : 200mV ~ 1000V -ACVoltagerange: 200mA ~ 700A
260	Digital Oscilloscope	Range : 2mV ~ 10V
261	Milli-Ohm Hightester	- Range : 30mΩ ~ 30KΩ -MaxtestVoltage: 3.5mV ~ 350mV

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
262	Surface Resistance Tester	'-Range:1~600V,7Ω~3TΩ -Range:25V~1000V,0.01MΩ~5000MΩ
263	Automatic Voltage Regulator(AVR)	-Range:20KVA-Input:220V60Hz -Output:0~300VAC
264	High Current PowerSupply	- Input : 0~15V, 0~500A -Output:0~10V,500A
265	Voltage Frequency Converter	- Input : 220V, 60Hz -Output: 0 ~ 500V, 45~65Hz
266	Digital Force Tester	-Range:~±50kg& ~ ±5kg
267	Digital Manometer	- 0 ~ 25mbar
268	Impact Test Equip.	IEC 60079-0 -Range:600N.cm-CharpyandIzod TiniusOlsen/892 -Hammerweight:30kg -CharpyandIzod
269	Balance	OHAUS / ExplorerBalances
270	Height Master	Mitutoyo / Series 515
271	Cable Tensile TestEquip.	Max Load : 1200 kN 인장시험기 활용
272	Torque Driver & TorqueWreches	Torque Wreches : 392.3 N.cm. ~ 420 N.m TorqueDriver:8826N.cm~1569N.cm
273	Lamp Holder TorqueTestEquip.	Best Tech Co. DaeKyungEng.
274	Universal Measuring M/C	Carlzeiss / 51465 -1div:0.1~1㎛

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
275	3D Measuring M/C	SIP / MU-314 -1div:0.5μm
276	Vibration Test Equip.	LDS / T32RC - 5Hz~3000Hz-50.8mm (peaktopeak)-75g(max) ETS/ETS-3000 -5Hz~3000Hz-100mm (peaktopeak)-75g(max)
277	Surface Roughness Tester	Range : 200 μm to 150 μm
278	Gas Corrosion TestEquip.	'-Gas:H2S,SO2.. -Range: -40 ~ 180℃ 10%R.H ~ 98%R.H
279	AC/DC Digital Clamp Meter	-Range : 200A ~ 2000A
280	True RMS Multimeter	Range : 600 mV ~ 6V 600V ~ 1000 V
281	복사온도계	Range : 0 ~ 400℃
282	오차검사장치	전압단상(0 ~ 300) V, 3상(0 ~ 600) V, 전류(0 ~ 150) A, 위상(0 ~ 360) °, 주파수 (45~75) ㎐, 20대 걸이
283	정전압 정주파공급기	전압(0 ~ 300) V, 주파수(45 ~ 75) ㎐
284	항온 항습기	(-30 ~ 80) ± 2 ℃, (40 ~ 85) ± 5 % R.H.
285	정전기 방전 시험기	접촉방전, 대기방전 : (0.2 ~ 30) kV
286	과전류 시험기	전류 7 000 A 이상, 간격 0.5 s
287	순간전압 강하시험기	전압조정:0 ~ 250 V, 지속기간:100 ㎲ ~ 990 ㎳, 반 복 률: 0.01 ~ 99 s
288	진동시험기	(10 ~ 150) Hz, Sweep사이클 10(75 min)
289	충격파 내전압시험기	개방회로전압: 최대 6.6 ㎸ ± 10 %, 펄스파형:

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
		1.2 ㎲ ± 30 %, 50 ㎲ ± 20 %, 위상동기: (0 ~ 360) °
290	열 충격시험기	온도범위: (0 ~ 300) ℃ ± 3 ℃
291	글로우와이어 시험기	온도측정범위: (0 ~ 1 000) ℃, 측정시간 : (0 ~ 60) 초, 측정부하 : (1 ± 0.2) N
292	주수시험기	IPX1 ~ IPX8 까지 시험 가능
293	온도계	(-10 ~ 100) ℃ ± 0.1 ℃
294	전력 분석기	역률 ± 1.0 (1P2W ~ 3P4W 측정 가능), 정확도 0.1 % 이내
295	절연저항계	직류 500 V, 100 MΩ 이상 측정 가능
296	내전압시험기	교류 4 000 V 이상 시험 가능
297	염수분무시험기	분무실: (30 ~ 40) ℃, 포화조: (30 ~ 70) ℃
298	스프링해머시험기	(0.22 ± 0.005) N·m
299	급과도버스트시험기	최대 5.5 ㎸ ± 10 %, 펄스파형: 5/50 ㎱ ± 30 %, 위상동기: (0 ~ 360) °
300	감쇠진동파시험기	인가전압: (250 ~ 2 500) V ± 10 %, 주파수 : 100 kHz, 1 MHz ± 10 %
301	전도성고주파 장해 시험기	인가전압(rms): (1 ~ 30) V, 주파수범위: 9 kHz ~ 250 MHz
302	고주파장해 측정기	측정주파수: 9 kHz~3 000 MHz(측정불확도: 1 dB 이내)
303	시험검사실(60 ㎡ 전용)	온도 (23 ± 1) ℃, 습도 (40 ~ 70) % R.H.
304	Digital Power Meter	(0.2 ~ 2 000) Vpk, 200 Apk, DC 1 ㎒
305	누설전류계	(0 ~ 10) mA(AC+DC)
306	난연성시험장치	(0.01 ~ 10) mm 외
307	테스트핑거	IEC 60745-1 규격
308	테스트핀	IEC 60745-1 규격

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
309	충격시험기	(0.5 ± 0.05) N·m
310	전자파측정설비	(4.5 x 4.6 x 2.8) m, EMI 및 EMS 측정설비
311	코드구부림시험기	90 °, 60 min^{-1}
312	코드릴시험기	30 min^{-1}
313	분젠버너 및 후드	관경:(9.5 ± 0.5) mm, 관길이:(100 ± 10) mm
314	전동공구 내구성시험장치	IEC 60745-1 규격
315	염수분무시험기	(90 x 90) cm
316	주수시험기	IEC 60529(IP Code) 규격
317	자동전압조정기	(220/380) V, 75 kVA
318	AC Power Source	(50/60) Hz, 500 V, 30 kVA
319	AC Power Source(FCS)	(0 ~ 400) Vrms
320	Winding Resistance (DAC-HR450)	(0 ~ 20) kΩ, 450 Vmax.
321	Winding Resistance (DAC-HR300E)	(0 ~ 20) kΩ, 500 Vmax.
322	X-radiation meter(440RF/D)	(0.01 ~ 1 000) mR/h
323	Laser radiation meter(3292)	(400 ~ 1 150) nm
324	Laser radiation meter(AQ-2140)	(750 ~ 1 800) nm
325	AC Ground Bond tester(7316)	(1 ~ 60) A
326	Current Probe Amplifier(FLUKE)	1 A ~ 1 kA, 1 mV/A
327	Vernier calipers	(0 ~ 150) mm/0.01 mm
328	Micrometer(Analog)	(0 ~ 25) mm/0.01 mm
329	Micrometer(Digital)	(0 ~ 25) mm/0.001 mm
330	Push-pull gauge(9500)	(0 ~ 20) kg

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
331	Push-pull gauge(Imada)	(0 ~ 980) N
332	Push-pull gauge(Imada)	(0 ~ 490) N
333	Balance(CAS)	(0 ~ 60) kg
334	Balance(PB3001-S)	(5 ~ 3 100) g
335	High-Voltage Probe(80K)	40 kV
336	Clamp on Power Meter(CW 140)	(0 ~ 50) A
337	Climatic Test Chamber(WEISS)	(-70 ~ 180) ℃, (10 ~ 98) %
338	Sine wave Generator(LAG-120)	1 MHz
339	Sine wave Generator(FG-2002C)	1 MHz
340	Audio Precision	-
341	Video pattern Generator(LCG-406P)	PAL-TV
342	Video pattern Generator(408)	NTSC, PAL, SECAN-TV
343	Video pattern Generator(408NPS)	-
344	Video pattern Generator(901)	87 MHz
345	Video pattern Generator(801)	150 MHz
346	Touch Current Tester(3156)	50 uA ~ 25 mA
347	Surge Tester(NSS-843EG097)	12 kV, (0.001 ~0.1) uF
348	Surge Tester(NSS-843EG189)	12 kV, (0.001 ~ 0.1) uF
349	Insulation Resistance tester(MY40-01)	500 V/1 kV,(0-2 000) MΩ
350	Torque Gauge(Tohnichi)	60 N.cm
351	Dual Channel Programmabel Filter	0.01 Hz-159.9 kHz, 24 dB
352	Weight	-

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
353	Spring Hammer	-
354	Bump Tester	-
355	Pink Noise Generator	-
356	Test Probe	-
357	Automatic Distortion Meter(E-2001B)	100 ㎶rms ~ 10 Vrms full scale
358	Digital Power Meter	(0.2 ~ 2 000) Vpk, 200 Apk, DC ~ 1 ㎒
359	DC Power Supply	DC (0 ~ 250) V, 30 A
360	온도기록계	(-200 ~ 1 370) ℃, 20 channel
361	내전압시험기	(0 ~ 5) kV, 100 ㎃
362	절연저항계	DC 500 V, 1 000 ㏁
363	AC Power Source	60 kVA, 30 kVA
364	오실로스코프	500 ㎒, 500 m/s
365	Digital Ohmmeter	40 mΩ ~ 4 kΩ
366	Surge Tester	6 kV, 3 kA, 1.2 ㎲
367	버니어 캘리퍼스	(0 ~ 150) mm, 0.05 mm
368	마이크로미터	(0 ~ 25) mm, 0.01 mm
369	볼프레셔시험기	50 ℃, 125 ℃, Φ: 5 ㎜,
370	충격시험기	(0.5 ± 0.05) N·m 외 1
371	개폐시험장치	X, Y, Z축 설정(속도 및 회수)
372	활선권선저항측정기	0 ~ 20 kΩ
373	압력(수압)시험장치	(0 ~ 20) MPa
374	가정용전기기기 지그 등	IEC(K)60335 규격

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
375	White noise generator(1405)	(0 ~ 100) kHz
376	Pro-logic Generator(8904A)	(DC ~ 600) kHz
377	Torque Driver(20LTDK)	200 N
378	Sound Level Meter(6226)	Measuring range: (28 ~ 130) dB(A), (33 ~ 130) dB(C), (38 ~ 130) dB(F)
379	부하시험기	(0 ~ 300) V, 30 kVA, RL 부하
380	항온항습실	(0 ~ 100) ℃, 95 % R.H.
381	누설전류계	(0 ~ 10) mA(AC/DC)
382	난연성시험장치	IEC(K) 60335-1
383	테스트핑거	IEC 60335-1 규격
384	테스트핀	IEC 60335-1 규격
385	코드구부림시험기	90 °, 60 min^{-1}
386	코드릴시험기	30 min^{-1}
387	기울임 시험기	(0 ~ 45) °
388	호스시험장치	IEC(K) 60335-1 규격
389	테스트프로브	IEC(K) 60335-1 규격
390	활선권선저항측정기	(0 ~ 20) kΩ
391	주수시험기	IEC(K) 60529(IP Code) 규격
392	테스트코너	IEC(K) 60335-1 규격
393	전자렌지 도어 개폐기	IEC(K) 60335-2-25 규격
394	자동전압조정기	(220 / 380) V, 75 kVA
395	Universal Radio Communication Tester	GSM/GPRS/EGPRS 850/900/1 800/1 900, FDD 1/2/3/4/5/6

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
396	Spectrum Analyzer	Frequency : 9 kHz ~ 7 GHz, Resolution Bandwidth: 1 Hz ~ 10 MHz
397	WLAN Protocol Tester	IEEE 802.11 a/b/g Support, Frequency : (2 400 ~ 2 500) MHz, (5 150 ~ 5 825) MHz
398	Sleeve Dipole Antenna	Frequency : (736 ~ 936) MHz, Max Gain : < 2 dBi
399	Sleeve Dipole Antenna	Frequency : (1 730 ~ 2 030) MHz, Max Gain : < 2 dBi
400	Sleeve Dipole Antenna	Frequency : (780 ~ 980) MHz, Max Gain : < 2 dBi
401	Sleeve Dipole Antenna	Frequency : (1 695 ~ 1 995) MHz, Max Gain : < 2 dBi
402	Sleeve Dipole Antenna	Frequency : (1 950 ~ 2 250) MHz, Max Gain : < 2 dBi
403	Sleeve Dipole Antenna	Frequency : (2 300 ~ 2 600) MHz, Max Gain : < 2 dBi
404	Sleeve Dipole Antenna	Frequency : (1 400 ~ 1 700) MHz, Max Gain : < 2 dBi
405	Sleeve Dipole Antenna	Frequency : (5 350 ~ 5 650) MHz, Max Gain : < 2 dBi
406	Center-Fed Loop Antenna	Frequency : 736 MHz ~ 936 MHz, Max Gain : < 2 dBi
407	Center-Fed Loop Antenna	Frequency : (1 730 ~ 2 030) MHz, Max Gain : < 2 dBi
408	Center-Fed Loop Antenna	Frequency : (2 300 ~ 2 600) MHz, Max Gain : < 2 dBi
409	Center-Fed Loop Antenna	Frequency : (1 425 ~ 1 725) MHz, Max Gain : < 2 dBi
410	Center-Fed Loop Antenna	Frequency : (1 582 ~ 1 882) MHz, Max Gain : < 2 dBi
411	Center-Fed Loop Antenna	Frequency : (1 982 ~ 2 282) MHz, Max Gain : < 2 dBi

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
412	Fading Simulator	- 8 channels max. (MIMO), - 1×1 SISO, 1×2 SIMO, 2×1 MISO, 2×2 MIMO(2 cells max.), - 4×1 MISO, 4×2 MI
413	WIDEBAND POWER METER	Power-Added Efficiency (PAE) measurements., Return Loss Measurements, Frequency Sweep and Power Swee
414	Fully Anechoic Chamber	(8.0 × 5.0 × 4.3) m Frequency Range : 700 MHz ~ 6 GHz
415	Vector Network Analyzer	Frequency : 10 MHz ~ 20 GHz, Dynamic Range : >85 dB, Out Power (5 ~ -85) dBm
416	Vector Signal Generator	Frequency : 100 kHz ~ 3 GHz, Range : (-145 ~ +13) dBm
417	Signalling Tester	LTE for FDD covering (350 ~ 3 000) MHz frequency band - 100 MB (DL): 50 MB (UL), - 4 RF supports 2x2
418	RF INTERFACE UNIT	Frequency range : 9 kHz ~ 13 GHz, Maximum input level : - Antenna*1 Input +33 dBm (2 W) +37 dBm (5
419	RF Interface Unit for Diversity	Frequency range : 9 kHz ~ 12.75 GHz, Loss and VSWR : (1) Rx Antenna*->RTC Signal Output Insertion l
420	FILTER UNIT	Frequency Range : 1 MHz ~ 8 GHz, Maximum input power, Carrier Rejection From MN7462A Input +30 dBm,
421	RF COMBINER UNIT	Frequency Range : 450 MHz ~ 5.0 GHz, Maximum input power, Uplink +20 dBm, LTE DL +20 dBm (LTE DL1,
422	Power Sensor	Frequency Range : 10 MHz ~ 18 GHz, Power Range : (-30 ~ 20) dBm
423	LTE Signaling Tester	LTE for FDD covering (350 ~ 3 000) MHz, frequency band - 100 MB (DL): 50 MB (UL), - 4 RF supports 2x
424	USAT Test System	GCF Work item 35 test
425	연소시험기	(930 x 670 x 11) mm

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
426	항온조	300 ℃
427	Digital multimeter	DC, AC 1 000 V, DC, AC 3 A, 100 MΩ
428	Universal power analyzer	1 kV, 30 A, CT 600 A
429	W/I auto tester	5 000 V, 100 mA, 200 GΩ
430	Electrical safety tester	5 000 V, 100 mA, 200 GΩ, ± 1.5 %
431	Digital Oscilloscope	10 mV, 1 ns ~ 5 s, 350 MHz, 1 Vp-p
432	Toque, Load tester	10 N·m
433	LCR meter	120 Hz ~ 1 kHz
434	Hot Line Coil Meter	(0 ~ 20) kΩ, (-100 ~ 999.9) ℃, ± 0.1 %
435	Vernier calipers	150 mm 외 다수, 정확도 0.05 mm
436	Measuring Microscope	배율 2.5 x 1.5, 5, 10, 50
437	Glow wire tester	(550 ~ 960) ℃
438	Tracking tester	(0 ~ 1 000) Vrms, 0.5 A
439	항온습조	(-40 ~ 100) ℃, (30 ~ 95) %
440	High volt impulse tester	2 kV 이상
441	광속 측정설비	200 μA, (350 ~ 780) nm
442	Spectroradiometer	0.01 - 99,000 cd/㎡
443	Illuminance meter	0.01 - 299,900 lx
444	Intermediate Pulse Generator	3.0 kV max, positive only, 10 Ω
445	Charge Line Pulser	(0.2 ~ 25) kV positive only, 50 Ω
446	Inductive coupling device	500 kHz ~ 30 MHz
447	Capacitive coupling device to power line	230 Vac or 60 Vdc

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
448	Capacitive coupling device to signal line	230 Vac or 60 Vdc
449	Termiantion load	(0.2, 0.5, 2, 50) Ω
450	Digital oscilloscope	2 GHz, 4 channel
451	Network Analyzer	5 Hz ~ 3 GHz
452	RF Power Amplifier	10 kHz ~ 250 MHz
453	RF Power Amplifier	(80 ~ 1 000) MHz
454	Monopole Antenna	1 kHz ~ 30 MHz
455	Loop Antenna	1 kHz ~ 30 MHz
456	Biconical Antenna	(20 ~ 300) MHz
457	Log periodic Antenna	(200 ~ 2 000) MHz
458	Preamplifier	9 kHz ~ 1 GHz
459	Hi-gain Preamplifier	100 kHz ~ 400 MHz
460	Current Sensor	0.5 Hz ~ 500 MHz, 100 kHz ~ 1 GHz
461	Free-field sensor(magnetic)	B-Dot(magnetic)
462	Free-field sensor(electric)	D-Dot(electric)
463	Surface current sensor	B-Dot(magnetic)
464	Charged Density sensor	D-Dot(electric)
465	Shielded Enclosure Leak Detector System	1 Arms, 95 kHz
466	안테나 키트	(20 ~ 2 000) MHz
467	스탠더드 게인 혼 안테나	(1.12 ~ 18.0) GHz
468	Network Analyzer (E5071B)	300 kHz ~ 8.5 GHz
469	Attenuator (8491B)	DC ~ 18 GHz, 10 dB

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
470	Far Field Test Fixture(B-01-N)	30 MHz ~ 1.5 GHz
471	Field Sensor (ELT-400)	Frequency : 1 Hz ~ 400 kHz
472	Magnetic Field HiTESTER (3470)	Frequency : 10 Hz ~ 400 kHz
473	Simulator For Conducted, Common-mode Disturbance	Freq. : DC, 16 2/3 Hz, 50 Hz, 60 Hz Signal Level : (0.1 ~ 30) Vrms Test Level : Max 300 V
474	Short Pulse Generator #1	≤ (5 ~ 80) kV, positive only, 60 Ω
475	Short Pulse Generator #2	(50 ~ 350) kV, positive only, 60 Ω
476	Test Receiver(ESI7)	20 Hz ~ 7 GHz
477	Test Receiver(ESCI3)	9 kHz ~ 3 GHz
478	Test Receiver(ESCS30)	9 kHz ~ 2.75 GHz
479	Test Receiver(ESU)	20 Hz ~ 8 GHz
480	Spectrum Analyzer(8563A)	9 kHz ~ 26.5 GHz
481	RF Amplifier(310N)	9 kHz ~ 1 GHz
482	RF Amplifier(8347A)	100 kHz ~ 3 GHz
483	Dipole Antenna(UHA9105)	300 MHz ~ 1 GHz
484	Large Loop Antenna(MF-15)	9 kHz ~ 30MHz
485	Active Rod Antenna(3301B)	30 Hz ~ 50 MHz
486	Passive Rod Antenna(3303)	1 kHz ~ 30 MHz
487	Active Loop Antenna(6502)	9 kHz ~ 30 MHz
488	Log Periodic Antenna (3148)	200 MHz ~ 2 GHz
489	Biconilog Antenna(VULB9168)	25 MHz ~ 2 GHz
490	Double-Ridged Wave(3106)	200 MHz ~ 2 GHz
491	Magnetic Field Pick-up Coil(HZ-10)	5 Hz ~ 10 MHz

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
492	Open Area Test Site(OATS1, OATS2)	3 m/10 m, DC ~ 18 GHz, SA ± 4 dB 이내
493	Open Area Test Site(OATS1)	30 m, DC ~ 18 GHz, SA ± 4 dB 이내
494	Test Receiver(ESI7)	20 Hz ~ 7 GHz
495	Test Receiver(ESCI3)	9 kHz ~ 3 GHz
496	Test Receiver(ESCS30)	9 kHz ~ 2.75 GHz
497	Test Receiver(ESU)	20 Hz ~ 8GHz
498	LISN(ESH3-Z5)	9 kHz ~ 30 MHz, V-Net, 50 µH/50 Ω
499	LISN(NSLK8128)	10 kHz ~ 300 MHz, V-Net, 50 µH/50 Ω
500	LISN(9117-5-TS-50-N)	100 kHz ~ 1 GHz, V-Net, 5 µH/50 Ω
501	LISN(LT32)	32A
502	LISN(NDTV 8160)	Universal Delta, T, V, 100 A, (50 ~ 150) Ω, 9 kHz ~ 30 MHz
503	Discontinuous Analyzer(CL55C)	150 kHz ~ 30 MHz
504	Current Probe(EZ-17)	5 Hz ~ 2 MHz
505	Current Probe(F-33-3)	1 kHz ~ 150 MHz
506	Current Probe(F-65A)	10 kHz ~ 1 000 MHz
507	Passive Voltage Probe(ESH2-Z3)	9 kHz ~ 30 MHz
508	Test Receiver(ESI7)	20 Hz ~ 7 GHz
509	Test Receiver(ESCI3)	9 kHz ~ 3 GHz
510	RF Amplifier(310N)	9 kHz ~ 1 GHz
511	RF Amplifier(8347A)	100 kHz ~ 3 GHz
512	Absorbing Clamp(MDS-21)	30 MHz ~ 1000 MHz
513	Basic EMC System(EMV D 15000/PAS)	단/삼상 DC ~ 100 kHz

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
514	Analyzer Reference System(ARS 16/3)	-
515	4-Quardrant Amplifiers(PAS 5000)	AC 5 kVA / DC 7.7 kW
516	Additional Impedance(AIP 32/3)	-
517	Analyzer & Synthesizer(SyCore)	-
518	Power waveform source(EP72)	단상 240 V 16 A
519	Reference Impedance module(ERI1)	-
520	AC Power supply(PCR4000L)	단상 240 V 16 A
521	Signal Generator(SMT02)	5 kHz ~ 1.5 GHz
522	Signal Generator(SMX)	10 kHz ~ 1 GHz
523	Signal Generator(8648C)	9 kHz ~ 3 GHz
524	Signal Generator(APN04)	1 Hz ~ 260 kHz
525	Signal Generator(SML03)	9 kHz ~ 3.3 GHz
526	DVG	DVG
527	TV Signal Generator(SGMF)	PAL
528	TV Signal Generator(SGPF)	NTSC
529	Audio Analyzer(UPL)	DC ~ 110 kHz
530	Function/Arbitrary Waveform generator(33120A)	-
531	Synthesized Sweeper(83620A)	10 MHz ~ 20 GHz
532	RF Power Amplifier(250L)	9 kHz ~ 220 MHz
533	RF Power Amplifier(100W1000M)	80 MHz ~ 1 GHz
534	RF Power Amplifier(200W1000M7)	80 MHz ~ 1 GHz
535	RF Power Amplifier(HVV20)	9 kHz ~ 30 MHz

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
536	RF Power Amplifier(BSA1515-25)	150 kHz ~ 150 MHz
537	BLWA 0310.1	25 MHz ~ 1 GHz
538	Audio Power Amp.(7BST)	20 Hz ~ 20 kHz
539	Directional Coupler(DC2500)	9 kHz ~ 230 MHz
540	Directional Coupler(DC6180)	80 MHz ~ 1 GHz
541	Directional Coupler(DC20dB)	9 kHz ~ 230 MHz
542	Harmonic Filter(ATS-OW)	2 MHz ~ 10 GHz
543	Millivolt Meter(URV5,URV3)	9 kHz ~ 18 GHz,10 kHz ~ 18 GHz
544	RMS Voltmeter(URE2)	10 Hz ~ 25 MHz
545	E-field Generator(AT3000)	10 kHz ~ 30 MHz
546	Log-Periodic Antenna(3146)	200 MHz ~ 1 GHz
547	Log-Periodic Antenna(3148)	200 MHz ~ 2 GHz
548	Hybrid log periodic Antenna(HLP-2603)	26 MHz ~ 3 GHz
549	Radiation Loop Ant.(9230-1)	30 Hz ~ 100 kHz
550	Loop Sensor(9229-1)	30 Hz ~ 100 kHz
551	Isotropic Field Probe(FP2000)	10 kHz ~ 10 GHz
552	Isotropic Field Monitor(FM2000)	10 kHz ~ 1 GHz
553	Insertion Unit(URV5-Z2)	9 kHz ~ 2 GHz
554	Insertion Unit(NRV-Z5)	100 kHz ~ 6 GHz
555	TEM Cell(3116)	18 GHz ~ 40 GHz
556	TEM Cell(EMF-RS01)	DC ~ 300 MHz
557	Signal Generator(SMT02)	5 kHz ~ 1.5 GHz

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
558	Signal Generator(SMX)	10 MHz ~ 1 GHz
559	Signal Generator(8648C)	9 kHz ~ 3 GHz
560	Signal Generator(APN04)	1 Hz ~ 260 kHz
561	Signal Generator(SML03)	9 kHz ~ 3.3 GHz
562	TV Signal Generator(SGMF)	PAL
563	TV Signal Generator(SGPF)	NTSC
564	Audio Analyzer(UPL)	DC ~ 110 kHz
565	RF Power Amplifier(250L)	9 kHz ~ 220 MHz
566	RF Power Amplifier(100W1000M)	80 MHz ~ 1 GHz
567	RF Power Amplifier(200W1000M7)	80 MHz ~ 1 GHz
568	RF Power Amplifier(HVV20)	9 kHz ~ 30 MHz
569	RF Power Amplifier(BSA1515-25)	150 kHz ~ 150 MHz
570	Audio Analyzer(UPL)	DC ~ 110 kHz
571	RF Power Amplifier(250L)	9 kHz ~ 220 MHz
572	RF Power Amplifier(100W1000M)	80 MHz ~ 1 GHz
573	RF Power Amplifier(200W1000M7)	80 MHz ~ 1 GHz
574	RF Power Amplifier(HVV20)	9 kHz ~ 30 MHz
575	RF Power Amplifier(BSA1515-25)	150 kHz ~ 150 MHz
576	Audio Power Amp.(7BST)	20 Hz ~ 20 kHz
577	Directional Coupler(DC2500)	9 kHz ~ 230 MHz
578	Directional Coupler(DC6180)	80 MHz ~ 1 GHz
579	Directional Coupler(DC20dB)	9 kHz ~ 230 MHz

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
580	Millivoltmeter(URV5)	9 kHz ~ 18 GHz
581	Millivolt Meter(URV3)	10 kHz ~ 2 GHz
582	Continuous Wave Simulator(CWS500)	9 kHz ~ 230 MHz,(1~30) V
583	CDN(M1,M2,M3,M4)	150 kHz ~ 230 MHz/25A
584	CDN(T2,T4)	150 kHz ~ 230 MHz
585	CDN(AF2,AF3,AF4)	150 kHz ~ 230 MHz
586	CDN(AF7)	150 kHz ~ 230 MHz
587	CDN(AF8)	150 kHz ~ 230 MHz
588	CDN(S9,S15,S25)	150 kHz ~ 230 MHz
589	Insertion Unit(URV5-Z2)	9 kHz ~ 2 GHz
590	Insertion Unit(NRV-Z5)	100 kHz ~ 6 GHz
591	Harmonic Filter(ATS-OW)	2 MHz ~ 10GHz
592	EM Clamp(FCC-250A)	10 kHz ~ 1 GHz
593	Attenuator(ATT6/75)	6 dB / 75 W
594	Attenuator(AT50-6-250)	6 dB / 250 W
595	RF Capacitor(6512-106R)	10 μF ± 10 %
596	Current Clamp(F-140A Part1)	10 kHz ~ 200 MHz
597	Current Clamp(F-140A Part2)	500 kHz ~ 1 GHz
598	Audio Isolation Transformer(622D-1A)	30 Hz ~ 250 kHz / 100 W
599	Modular Impulse Gen.(MIG2000-6)	0 ~ 6.0 kV
600	Modular Impulse Gen.(Injection Coupler)	10 kHz ~ 10 MHz
601	Modular Impulse Gen.(CN-MIG-BT)	-

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
602	Modular Impulse Gen.(Plug-in CS116)	10 kHz ~ 10 MHz
603	Modular Impulse Gen.(Plug-in CS115REC)	Rectangular
604	Modular Impulse Gen.(Plug-in Fx-MIL)	10 kHz ~ 100 MHz
605	ESD Simulator(MZ-15EC)	Max ± 15 kV
606	ESD Simulator(ESD-Mouse)	(0.7 ~ 1) ns
607	ESD Simulator(NSG435)	CD 8 kV / AD 15 kV
608	Burst Generator(UCS500)	±125 V ~ 4.4 kV,5 ns/50 ns
609	Burst Generator(E433)	±125 V ~ 6.6 kV,5 ns/50 ns
610	CDN(CNI503)	삼상 480 V, 32 A
611	CDN(E433)	삼상 480 V, 16 A
612	CDN(UCS500M4)	AC/DC 240 V, 16A
613	Capacitive Clamp(CCL-4/s)	Max ~ 6.6 kV
614	Capacitive Clamp(HFK)	Max ~ 4.4 kV
615	Capacitive Clamp(CNEFT1000)	Max ~ 4.0 kV
616	CDN(CNI503)	삼상 480 V, 32 A
617	CDN(E553)	삼상 480 V, 16 A
618	CDN(E573)	CCITT Line
619	CDN(UCS500M4)	AC/DC 240 V, 16 A
620	CDN(CM-TELCD)	Max 4.4 kV
621	Magnetic field Tester(LPF6.1)	280 V, DC ~ 20 kHz
622	Magnetic Field Probe(EMFP2000)	10 Hz ~ 1 MHz
623	Basic EMC System(EMV D 15000/P)	단/삼상 DC ~ 100 kHz

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
624	Analyzer Reference System(ARS 16/3)	-
625	4-Quardrant Amplfiers(PAS 5000)	AC 5 kVA / DC 7.5 kW
626	Additional Impedance(AIP 32/3)	-
627	Analyzer & Synthesizer(SyCore)	-
628	Simulator(MV2616)	단상 250 V, 16 A
629	V-dip/Interruption Variation(EP61)	단상 250 V, 16 A
630	Pulse Transient Source(UCS 500)	±(125 V ~ 4.4 kV), 1.2 μs/50 μs
631	Magnetic Field Probe(EMFP2000)	10 Hz ~ 1 MHz
632	Oscilloscope(TDS3052B)	500 MHz, 5 GS/s
633	Audio Tester(LAV-190)	-
634	DC Power Supply(6206B)	60 V/0.5 A, 30 V/1 A
635	DC Power Supply(E3645A)	35 V/2.2 A, 60 V/1.3 A
636	DC Power Supply(6633B)	50 V/2A
637	TV Pattern Genrator(PM5418)	PM5418
638	RF Amplifier(8449B)	(1 ~ 26.5) GHz
639	Dipole Antenna(VHA9103)	(30 ~ 300) MHz
640	Biconical Antenna(BBA9106)	(30 ~ 300) MHz
641	Guide Horn Antenna(3115)	(1 ~ 18) GHz
642	Anechoic Chamber(AC1, 3 m)	DC ~ 18 GHz, SA ± 4 dB 이내, SE 100 dB 이상, (8.2 x 6.0 x 6.7) m
643	Shielded Room(SR-1)	(5.3 x 4.0 x 2.4) m , SE 100 dB 이상
644	Shielded Room(SR-2)	(5.0 x 3.8 x 2.4) m, SE 100 dB 이상
645	Shielded Room(SR-3)	(6.5 x 3.0 x 2.5) m, SE 100 dB 이상

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
646	Compact Chamber(CC-1)	(7.0 x 5.0 x 2.8) m, SE 100 dB 이상
647	Anechoic Chamber(AC1, 3 m)	DC ~ 18 GHz, SA ± 4 dB 이내, SE 100 dB 이상, (8.2 x 6.0 x 6.7) m
648	Shielded Room(SR1)	(5.3 x 4.0 x 2.4) m
649	Biconical Antenna(BBA9160)	(30 ~ 300) MHz
650	Horn Antenna(3115)	(1 ~ 18) GHz
651	RF Power Amplifier(BLWA 0310.1)	(25 ~ 1 000) MHz
652	RF Power Amplifier(BLWA 0310.1)	(25 ~ 1 000) MHz
653	Precision Resistor(9226-0.5)	0.5 Ω ± 1 % / 50 W
654	Modular Impulse Gen.(Injection Coupler)	(10 ~ 100) MHz
655	Modular Impulse Gen.(Plug-in CS116)	(30 ~ 100) MHz
656	Shielded Room(SR1)	(5.3 x 4.0 x 2.4) m
657	Shielded Room(SR2)	(5.0 x 3.8 x 2.4) m
658	Shielded Room(SR3)	(6.5 x 3.0 x 2.5) m
659	Shielded Room(SR4)	(3.7 x 4.0 x 2.4) m, SE 100 dB 이상
660	Compact Chamber(CC1)	(7.0 x 5.0 x 2.8) m, SE 100 dB 이상
661	VCP(VCP-1)	(0.5 x 0.5) m
662	HCP(HCP-1)	(0.8 x 1.6) m
663	Shielded Room(SR1)	(5.3 x 4.0 x 2.4) m
664	Compact Chamber(CC1)	(7.0 x 5.0 x 2.8) m, SE 100 dB 이상
665	Shielded Room(SR1)	(5.3 x 4.0 x 2.4) m
666	Compact Chamber(CC1)	(7.0 x 5.0 x 2.8) m, SE 100 dB 이상
667	Surge Generator(UCS500)	125 V ~ 6.0 kV, 1.2 μs/50 μs

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
668	Surge Generator(E501)	125 V ~ 6.6 kV, 1.2 ㎲/50 ㎲
669	Surge Generator(E502A)	125 V ~ 6.6 kV, 0.5㎲/0.7 ㎲
670	Shielded Room(SR1)	(5.3 x 4.0 x 2.4) m
671	Compact Chamber(CC1)	(7.0 x 5.0 x 2.8) m, SE 100 dB 이상
672	Square Coil(244)	(1 x 1) m 50 Hz/60 Hz
673	Shielded Room(SR1)	(5.3 x 4.0 x 2.4) m
674	Compact Chamber(CC1)	(7.0 x 5.0 x 2.8) m, SE 100 dB 이상
675	Shielded Room(SR1)	(5.3 x 4.0 x 2.4) m
676	Compact Chamber(CC1)	(7.0 x 5.0 x 2.8) m, SE 100 dB 이상
677	Square Coil(244)	(1 x 1) m, 50 Hz/60 Hz
678	Helmholtz Coil(MF-RS01)	(1.5 × 1.5) m, 50 Hz/60 Hz
679	Power Analyzer(PA2200)	1.44 kVpeak,125 Apeak
680	Temperature recorder(HR1300)	20 CH or 30 CH
681	Temperature recorder(HR-2300)	20 CH or 30 CH
682	Temperature recorder(DR-130)	(-200 ~ 400) ℃, ± 0.15 ℃, Resolution: 0.1 ℃)
683	Temperature recorder(NetDAQ 2645A)	(-200 ~ 400) ℃, ± 0.15 ℃, Resolution: 0.1 ℃)
684	Temperature recorder(DAQ)	(-200 ~ 400) ℃, ± 0.15 ℃, Resolution: 0.1 ℃)
685	True RMS Volt Meter(8920A)	AC/DC 700 V, 1% full scale
686	Winding Resistance meter(DAC-HR300E)	Accuracy : ±0.01% digits Response time : 4sec
687	Vernier calipers	측정범위: 150 mm, 분해능: 각 0.05 mm, 0.01 mm

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
688	Measuring Microscope	배율 2.5 x 1.5, 5, 10, 50 X:100mm, Y:50mm, Z:35mm 최소독해:X,Y,Z(와)과도 0.5u/1u 측장정도: 실측치로 최대 3u
689	연소시험기	930 x 670 x 11mm
690	Rectifying effecttester	정류기능
691	충전부감전보호시험기구	시험막대 및 핀
692	High volt impulse tester	Min. 2 kV (IEC 60065)
693	W/I auto tester	5 000 V, 100 mA, 200 GΩ, ± 1.5 %
694	Electrical safety tester	5 000 V, 100 mA, 200 GΩ, ± 1.5 %
695	Digital Oscilloscope	10 ㎷, 1 ㎱ ~ 5 s, 350 ㎒, 1 Vp-p
696	광속측정설비	200 ㎂, 350 nm ~ 780 nm
697	Lamp Life tester	약 300개 수용 및 거치
698	유량계	GPI Electronic digital meter, Model : A104LMN100IA1, Range : 0.5 L/s Max
699	흡입률 시험장치	IEC 60312 부합 : 오리피스형, 밸브형, 진공도 : 49 kPa ± 0.2 %
700	Hybrid Recorder	Thermocouple: (-50 ~ 100) ℃, RTD : (-20 ~ 80) ℃, Resolution : 0.1 ℃ / 0.1 %R.H.
701	Digital Power Meter(WT210)	600 V, 20 A, 3 kW
702	Digital Power Meter(WT230)	100 kHz, 26 A, 0.1 %
703	압력전송기	max 4.9 MPa
704	저항온도계	PT100, (-20 ~ 80) ℃
705	디지털온습도계	testo 608, 온도 : (0 ~ 50) ℃, 습도 : (10 ~ 95) %R.H.
706	전자저울	HW60KB : 최대 60 kg ± 0.005 kg
707	AC Power Source(9028)	270 Vrms

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
708	AC Power Source(6843A)	300 Vrms
709	AC Power Source(FCS)	(0 ~ 400) Vrms
710	Power Analyzer(PM3000A)	2 000 V, 2 000 A
711	Power Analyzer(2500)	600 V, 20 A
712	Power Analyzer(2551)	950 Vpeak, 40 Apeak
713	Power Analyzer(PA2200)	1.44 kVpeak, 125 Apeak
714	Digital Multimeter(8060A)	750 VAC, 1 000 VDC
715	Digital Multimeter(3466A)	AC/DC 1 200 V/2 A
716	Digital Multimeter(2030)	AC/DC 1 000 V
717	Digital Multimeter(34401A)	-
718	Digital Multimeter(87III)	AC/DC 1 000 V
719	Oscilloscope(2232)	100 MHz
720	Oscilloscope(97)	50 MHz
721	Oscilloscope(TDS380)	300 MHz/2 GS
722	Oscilloscope(TDS520D)	500 MHz
723	Oscilloscope(TDS3052B)	500 MHz/5 GS
724	항온조	300 ℃
725	항온습조	(-40 ~ 100) °C, (30 ~ 95) %R.H.
726	시스템 멀티 칼로리 미터(실내기룸 2실, 실외기룸 1실)	냉방능력 (2.9 ~ 87.2) kW, 난방능력 (2.9 ~ 98.8) kW
727	시스템 멀티 칼로리 미터(온습도 센서)	(-20 ~ 80) ℃, ± 0.1 ℃ 이내
728	시스템 멀티 칼로리 미터(Cord tester)	(3~250) m3/h, ± 3 % 이내
729	시스템 멀티 칼로리 미터(전력측정장치(HIOKI	(6 ~ 1 000) V, 200 mA ~ 50 A, ± 2.0 % 이내

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
	3193))	
730	Temperature Meter	K-type : (-200 ~ 1 370) °C, J-type : (-200 ~ 7 600) °C, ± 0.5 ℃
731	Winding Resistance meter(DAC-HR450)	(0 ~ 20) kΩ, 450 or 500 Vmax.
732	Ball pressure tester	weight: 20 N ± 0.2 N, R=2.5 mm
733	Glow wire tester	AC 220 V 60 Hz 2.5 A Max.1 000 ℃
734	Tracking tester	AC(210 ~ 240) V 6.3 A (48 ~ 63) Hz (0 ~ 1 000) Vrms, 1 A
735	Temperature recorder	30 CH, ±20 mV ~ ±20 V, K-type, 20 poin/2 S
736	항온조	AC 100 V 1-P 32A 50/60Hz Max.300 ℃, Air change rate (3 ~ 60) h^{-1}
737	항온습조	(-40 ~ 100) °C, (30 ~ 95) % R.H.
738	AC power source	AC (0 ~ 270) V (16 ~ 500) Hz 10 kVA Frequency accuracy : 0.01 %
739	Digital multimeter	Maximum 1 000 V, 10 A, 500 MΩ 1 Mhz, 50 000 uF Accuracy ± (0.025 %+5) Max. Resolution 1 μV
740	Universal power analyzer	Max. 2 000 Vpk(1 400 Vrms), 30 A, 1 Mhz Accuracy ± 0.05 %
741	Toque, Load tester	Torque: 10 N·m
742	LCR meter	5 Hz ~ 13 MHz, 0.1 % reading, Display 4-1/2 digit
743	Hot Line Coil Meter	(0 ~ 20) kΩ, (-100 ~ 999.9) ℃, ± 0.1 %
744	Spectroradiometer	(0.01 ~ 8 000 000) cd/㎡(표준광원 A) (380 ~ 780) nm 5 %이하(400 ~ 780) nm
745	배광시험기	Automated horizontal range(Θ) : (-180 ~ 180) ° Minimum axial range(Φ) : (0 ~ 360) °
746	조도계	조도 : (0.01 ~ 299 900) lx 적산조도:(0.01 ~ 999 900 × 103) lx·h (0.001 ~ 9 999) h 지시값의± 2 %± 1digit

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
747	Hybrid Recorder	Thermocouple: (-200 ~ 2 315) ℃, RTD : (-200 ~ 600) ℃, Resolution : 0.1 ℃ / 0.1 % R.H.
748	Digital Power Meter(WT210)	(0.5 ~ 100) kHz, 20 A, 0.1 %
749	Digital Power Meter(WT230)	(0.5 ~ 100) kHz, 26 A, 0.1 %
750	압력전송기	max. 665 Pa
751	저항온도계	Tolerance : ±0.15, (0 ~ 350) ℃
752	액주형압력계	MM400, (0 ~ 2 000) Pa
753	디지털온습도계	608-H1, (10 ~ 95) % R.H., (0 ~ 50) ℃
754	전자저울	NT1112 : 최대 (60 ± 0.010) kg
755	표준세탁기	속 도 : 50 ㎜, Electroux 8 kg Power Meter : 4 000 W
756	풍속계	(분해능 : 0.01 m/s, 0.1 ℃, 1 Pa), (0 ~ 50) m/s (±0.15 m/s)
757	광조명도계	(0.01 ~ 99 000) lx
758	진동계	VM-82, (0.1 ~ 500) mm/s
759	Fan tester	(1.2 ~ 65) CMh, ±3 % 이내
760	항온수조	냉방능력 (2 500 ~ 75 000) kcal/h 난방능력 (2 500 ~ 85 000) kcal/h
761	항온수조	(-20 ~ 80) ℃, ±0.1 ℃,
762	항온수조	유량계, (5 ~ 300) ℓ/min
763	Environmental chamber(WT230)	0.5 Hz ~100 kHz, 0.1 %
764	Environmental chamber(HIOKI 3191)	(6 ~ 1 000) V, 200 mA ~ 50 A, ±2.0 %
765	Environmental chamber(온도기록계)	60 Ch, ±0.05 %
766	소음 시험실(무향실)	암소음 18 dB(A) 이하, Cut-off freqency 100 Hz

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
767	소음 시험실(잔향실)	암소음 18 dB(A) 이하, Cut-off frequency 10 Hz
768	소음 시험실(소음측정 주파수)	◦ 크기:12.7 mm, 감도:12.5 mV/Pa, ◦ 극전압:200 V ◦ 주파수 범위: 3 Hz ~ 20 kHz ◦ 동작온도: (-30 ~ 150) ℃
769	Ball pressure tester	20 N
770	Measuring Microscope	배율 2.5 x 1.5, 5, 10, 50
771	연소시험기	930 x 670 x 11
772	항온조	300 ℃
773	AC power source	AC 300 V 900 ㎐
774	Digital multimeter	DC, AC 1 000 V, DC, AC 3 A, 100 ㏁
775	Universal power analyzer	1 kV, 30 A, CT 600 A
776	충전부감전보호시험기구(시험막대,핀등)	다수
777	W/I auto tester	5 000 V, 100 mA, 200 GΩ
778	Electrical safety tester	5 000 V, 100 mA, 200 GΩ, ± 1.5 %
779	Digital Oscilloscope	10 ㎷, 1 ㎱ ~ 5 s, 350 ㎒, 1 Vp-p
780	LCR meter	120 Hz ~ 1 kHz
781	Hot Line Coil Meter	0 ~ 20 ㏀, (-100 ~ 999.9) ℃, ± 0.1 %
782	Spectroradiometer	CS 1000
783	Vernier calipers	150 mm 외 다수, 정확도 0.05 mm
784	Tracking tester	(0 ~ 1 000) Vrms, 0.5 A, 1 kV
785	항온습조	(-40 ~ 100) °C, (30 ~ 95) % R.H.
786	High volt impulse tester	2 kV 이상
787	광속측정설비	200 ㎂, (350 ~ 780) nm

번호	기기 또는 설비명칭	사양・분해능 또는 정밀・정확도
788	Lamp Life tester	약 300 개 수용가능
789	Toque, Load tester	10 N·m
790	조도계	(0.01 ~ 299 900) lx
791	배광시험기	-
792	6D.O.F Seismic Simulation System	- 최대하중 : 3ton -테이블치수:2.5m×2.5m -최대변위:수평방향:±200mm, 수직방향 : ±200mm -최대속도:수평방향:2m/s,수직방향:2m/s -최대가속도:수평방향:10g,수직방향:10g -주파수범위:0～100Hz -유압용량:1,000lpm
793	Signal Conditioning Module	주파수범위 : 5KHz
794	Accelerometer(MSI Type 4000A-050)	주파수범위 : 1.0Hz～800Hz
795	Accelerometer(JCT200-A)	주파수범위 : 1.0Hz~300Hz
796	Vibration Calibrator	- 가진주파수 : 159.2Hz -가진가속도:10m/s2,rms -가진속도:10mm/s,rms -가진변위:10μm,rms
797	Sine/Noise Generator	주파수범위 : 0.01Hz~2.54MHz
798	DAT Recorder	주파수범위:10KHz(8ch)
799	인장시험기	(0 ~ 49 000) N
800	인장시험기	(0 ~ 245 000) N
801	인장시험기	(0 ~ 480 000) N
802	인장시험기	(0 ~ 980 000) N
803	경도기	HB, HR, HV
804	충격시험기	샤르피

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
805	인장시험기	Max Load : 1200 kN 상온 시험만 가능
806	인장시험기	Max Load : 33 kN
807	인장시험기	Max Load : 250 kN Temperature : (-129 ~ 315) ℃
808	로크웰경도계	Vertical space 170㎜ Horizontal space (from centre-line) 165㎜
809	Electric oven	250℃ 까지 승온, Resolution 1 ℃
810	디지털온습도계	0 ~ 99 ℃
811	킬달 증류 장치	-
812	Fume Hood	(1 800 x 800 x 2,350) mm
813	Box Furnace	1 200 ℃ 까지 승온 , Resolution 1 ℃
814	전자저울	0.000 1 g
815	유도결합플라스마(ICP)	Simultaneous type, Resolution 0.001 nm, (160 ~ 850) nm
816	원자흡수분광기 (AAS)	(180 ~ 480) nm, Resolution 0.1 nm
817	탈이온수기	18.2 MΩ
818	광전분광분석기 (UV/VIS)	(190 ~ 900) nm
819	수은분석기 (DMA)	0.001 5 ng
820	Hydride generation kit	Detection limit 0.1 ng/mL
821	전자저울	0.000 1 g
822	탈이온수기	18.2 MΩ
823	흄후드(Hume hood)	(1,200 x 800 x 2,350) mm
824	회전증발농축기(Rotary evaporator)	Max. 100 ℃
825	기체크로마토그래프-질량분석기	(25 ~ 1,000) amu

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
826	DSC	상온 ~ 600 ℃
827	TGA	상온 ~ 1,500 ℃
828	회전증발농축기	Model : Buchi Labortechnik AG Type : R-200, B-490(water bath)
829	GC/MS	Agilent 6890N(GC) 및 Agilent 5973(MS)
830	이온크로마토그래피 (IC)	Eluent Generator : (0.1 ~ 100) mM
831	전자저울	0.01 g
832	건조기(Dry Oven)	Max. 200 ℃
833	항온수욕조	Max. 100 ℃
834	가열혼합기(Hot plate stirrer)	Max. 300 ℃
835	여과장치세트	Pore size : 0.2 μm
836	진공펌프	Max. 60 psi
837	수소이온농도(pH)측정기	Resolution : 0.01
838	잔류염소측정기	Resulution : 0.02 mg/L
839	색도,탁도계	색도 : Min. 0.1 도 탁도:Min.0.02NTU
840	퍼지-트랩장치	Purging : Max 400 mL/min. Temp:Max.300℃
841	자동수질분석기(분할흐름분석기;SFA)	Min. 0.001 mg/L
842	액체크로마토그래프	Max. 15,000 psi TUVDetector:(190~700)nm
843	광전분광분석기 (UV/VIS)	(190 ~ 900) nm
844	진탕기(Shaker)	Max. 300 min^{-1}
845	Unix(HP:UX)	CPU 1.0 GHz * 2, 메모리 4 GB, HDD 146GB * 2

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
846	UNIX(IBM:pSeries)	CPU 1.5GHz * 2, 메모리 4GB, HDD 500 * 2
847	API Tester	API 프로그램 테스트(C, C++, JAVA 지원)
848	CodeScroll Concurrency Tester	동시작업 프로그램 테스트(C, C++, JAVA 지원)
849	TestQuest Pro Software	기능성 측정도구
850	CodeScroll Performance Tester S/W	Linux App. Performance Test
851	Interface for Windows CE S/W	Windows CE 용 인터페이스
852	CodeScroll API Tester Language Pack C++	Language Pack
853	Mercury Quality Center	소프트웨어 단위품질 테스트
854	QACenter S/W	소프트웨어 통합품질 테스트
855	Rational Robot	회귀 및 기능테스트
857	TPMS(Testing Project Management System)	테스팅 프로젝트 자동화 관리
858	IBM Rational Performance Test(RPT)	웹 어플리케이션 테스트, 부하 테스트
859	ThreatEx	1G(Fiber) port 2EA, 네트워크 취약성 검출
860	Surveyor	1G(10/100/100) port 4EA, 1G(Fiber) port 8EA, 시스템 네트워크 성능테스트
861	SmartBits	1G(10/100/100) port 2EA, 1G(Fiber) port 2EA, 네트워크 throughput 및 delay 테스트
862	NileSoft NSE_SSE	네트워크 보안 취약성 점검
863	Notebook	아톰 1.6GHz, 메모리 2GB, HDD 60GB
864	LDRA Test Suite for C/C++	C MISRA coding rule 위배 검출, Cyclomaticcomplexity연산,Knots연산, DR/DU/DD검출, SWDynamicTestExecutionInterface
865	Power Amplifier	B&K 2706

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
866	Dual Microphone Supply	B&K 5935
867	Data Recording System	SONY PC-216A : 16CH, 0.1Hz~5kHz
868	Power Amplifier	B&K 2706
869	Charge Amplifier	B&K 2635
870	Power Amplifier	LDS PA1000L(43149)
871	Conditioning Amplifier	B&K(NEXUS)
872	Multichannel Analysis System.(B&K 3560C)	Source : (0 ~ 1.4) V, (0 ~ 25.6) kHz Range : 7.071 mV ~ 22.4 V
873	Multichannel Analysis System(B&K 3560D)	Source : (0 ~ 1.4) V, 16CH, (0 ~ 25.6) kHz, Range : 7.071 mV ~ 22.4 V
874	Dual Channel Signal Analyzer (B&K 2144)	2CH, (0 ~ 25.6) kHz Range : 7.071 mV ~ 22.4 V
875	Dual Channel Signal Analyzer (B&K 2034)	2CH, (0 ~ 25.6) kHz Range : 7.071 mV ~ 22.4 V
876	Sine/Noise Generator(B&K 1054)	(0 ~ 25.6) kHz Source : (0 ~ 3) V
877	Multifunction Acoustic Calibrator (B&K 4226)	31.5 Hz ~ 12.5 kHz 94 dB, 104 dB, 114 dB
878	Pistonphone(Norsonic)	250 Hz, 124 dB
879	Pistonphone(B&K 4228)	250 Hz, 124 dB
880	Microphone(B&K 4190)	3.15 Hz ~ 20 kHz, 50 mV/pa
881	Microphone(B&K 4189)	3.15 Hz ~ 20 kHz, 50 mV/pa
882	정밀소음계(NA-29E)	31.5 Hz ~ 8 kHz, (20 ~ 130) dB
883	정밀소음계(B&K 2231)	31.5 Hz ~ 12.5 kHz, (20 ~ 130) dB
884	정밀소음계(NA-27)	31.5 Hz ~ 12.5 kHz, (20 ~ 130) dB
885	스피커(Norsonic(811L/012))	31.5 Hz ~ 12.5 kHz, (20 ~ 120) dB

번호	기기 또는 설비명칭	사양·분해능 또는 정밀·정확도
886	무지향성 스피커(B&K 4296)	31.5 Hz ~ 12.5 kHz, (20 ~ 120) dB
887	Audio Generator(LEADER)	0.1 Hz ~ 25.6 kHz
888	Sound Intensity Probe(B&K 3548)	11.2 mV/pa, 5 Hz ~ 20 kHz
889	Anechoic Chamber	Size:(6 × 6 × 4) m, Cut Off Freq.: 125 Hz
890	Two Microphone Impedance Measurement Tube(B&K 4206	50 Hz ~ 6.4 kHz Absorption : 0 ~ 1
891	Data Recording System	SONY PC-208A : 8CH, 0.1 Hz ~ 5 kHz
892	Data Recording System	SONY PC-216A : 16CH, 0.1 Hz ~ 5 kHz
893	Accelerometer(B&K 8305)	0.12 pC/g, (0.2 ~ 5 300) Hz
894	Vibration Exciter[B&K 4809]	12 N/mm, Disp.:8 mm, 10 Hz ~ 20 kHz
895	Vibration Exciter(LDS V455)	Sine 490 N, 117.0g pk
896	Accelerometer(B&K 4384)	0.1 Hz ~ 12.6 kHz, 100 pC/g
897	Accelerometer(B&K 4374)	0.1 Hz ~ 26 kHz, 1.5 pC/g
898	Accelerometer(B&K 4321)	3축, 0.1 Hz ~ 12 kHz, 10 pC/g
899	Impact Hammer(B&K 8202)	1 000 pC/g, 0.1 Hz ~ 21 kHz

3장 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절 비전 및 목표

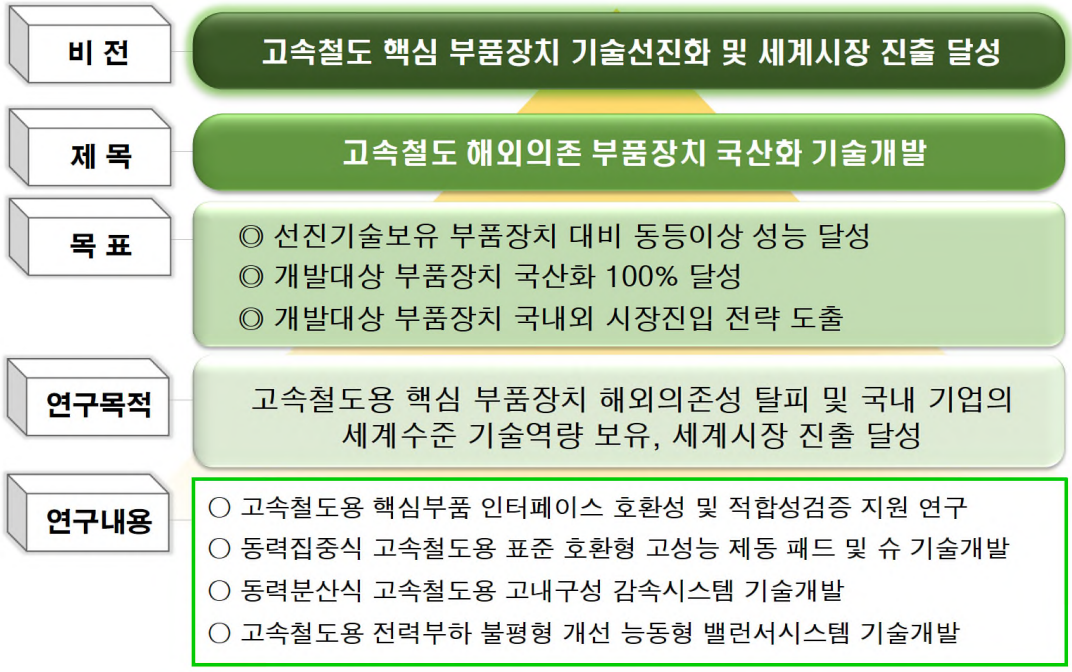


그림 3-1 연구개발 비전 및 목표

○ 국내 고속철도용 부품장치 기술수준은 선진기술 보유국 대비 60~70% 수준으로 국내 기술수준이 정체되어 있는 실정이며, 국내에서 이미 국산화 차량개발이 완료되어 다년간 운영하고 있음에도 불구하고 핵심적인 부품장치는 아직까지 해외 선진 부품장치에 의존하고 있어 국내 철도 부품장치 산업발전에 저해되는 요소로 작용되고 있음

○ 향후 세계 철도 부품장치 시장 성장세뿐만 아니라 국내에도 철도망 구축계획에 따라 장기적 고속철도차량 발주와 함께 지속적인 수요확대가 예상되므로 고속철도 부품장치의 해외의존 탈피와 국내 부품장치 기업의 역량 향상으로 해외 진출 시도가 필요한 시기임

○ 본 연구과제는 국내 영세한 철도 부품장치 산업의 경쟁력을 향상시켜 국내 철도 부품장치 산업분야 강소기업 육성에 일조하고, 특히 국내 고속철도용 핵심 부품장치를 선진기술과의 기능, 품질, 신뢰성 등 동등이상 수준으로 개발하여 관련 인증획득과 더불어 개발대상 부품장치에 대해 해외진출을 위한 최적화 전략을 도출하기 위한 목표와 전략을 제시함

1. 비 전

○ 고속철도용 부품장치 기술선진화 및 세계시장 진출 달성

2. 연구개발 목적

○ 고속철도용 핵심 부품장치 해외의존성 탈피 및 국내 기업의 세계수준 기술역량을 보유하여 세계시장 진출 달성

3. 연구개발 목표

○ 선진기술보유 부품장치 대비 동등이상 성능 달성
○ 개발대상 부품장치 국산화 100% 달성
○ 개발대상 부품장치 국내외 시장진입 전략 도출

4. 세부목표

○ 고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 적합성검증 지원 연구
- 국내 고속철도 해외의존 부품장치를 국산화 개발하기 위한 기술성장 지원체계 구축
- 기술개발 대상 부품장치의 검증 및 인증 획득을 위한 개발 전주기 적합성 검증 지원
- 개발대상 부품장치 국내외 시장진출 확산 전략 모델 도출

○ 동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 패드 및 슈 기술개발
- 국내 동력집중식 고속철도차량에 인터페이스 호환이 가능한 고성능 제동 패드 및 슈 국산화 개발
- 공인시험검증 및 인증획득을 통한 국내외 시장진출 기반 마련

※ 개발 주요 사양
- (평균마찰계수) 제동 패드 0.30~0.45(UIC 2017 기준) / 제동 슈 0.25±15% 수준 개발
- (전단강도) 제동 패드 6 MPa 이상, 제동 슈 15 kN 이상 수준 개발
- (마모량) 제동 패드 0.35 cm^3/MJ 이내, 제동 슈 700($\times 10^{-2}$ mm)cm^3/MJ 이내 수준 개발
- (디스크온도편차) 2.0 이하 수준 개발
- (제동패드 차량정차 소음) 107 dB(A) 이하 수준 개발(차량 진입 속도 77 km/h 기준)

○ 동력분산식 고속철도용 고내구성 감속시스템 기술개발

- 선진기술 동등이상의 고내구성 동력분산식 고속철도차량 차축감속기 및 감속기용 베어링 개발
- 공인시험검증 및 인증획득을 통한 국내외 시장진출 기반 마련

※ 개발 주요 사양

- (부하온도) 구동장치 조립체 무부하 및 부하구동 시 베어링부 온도 140 ℃ 이하 / 오일부 온도 120 ℃ 이하 수준 개발
- (진동) 모든 방향 진동 레벨이 120 dB 이하 수준 개발
- (소음) 모든 방향 3,616 rpm에서 음향파워레벨 107 dB(A) 이하, 4,173 rpm에서 음향파워레벨 109 dB(A) 이하 수준 개발
- (베어링 흔들림) 구동장치 기어 축 회전 시 베어링 하우징부 좌우 움직임에 대해 입력측 베어링 0.14 ~ 0.21 mm, 축력측 베어링 0.1 ~ 0.8 mm 수준 개발
- (베어링 고장율) 고장율 L_{10} 15년(1년 마일리지 180,000 km 기준) 이상 수준 개발

○ 고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서시스템 기술개발

- 급전선로 전력부하 불평형 개선을 위한 5 MVA급 능동형 밸런서 개발
- 공인시험검증 및 인증획득을 통한 국내외 시장진출 기반 마련

※ 개발 주요 사양

- (불평형율) 스코트 변압기 사용으로 인한 M상, T상의 부하 불평형율 2% 이하 수준 능동형 밸런서 시스템 개발
- (정격용량) 변전소용 5 MVA급 정격용량 수준 개발
- (냉각장치) 수냉식+공냉식 냉각방식 개발
- (정격주파수 및 정격전압) 정격주파수 60 Hz / 정격전압 55 kV 밸런서 시스템 발
- (DC전압) 2,200 V DC전압용 개발

2절 연구개발 과제 구성

1. 과제명 : 고속철도 해외의존 부품장치 국산화 기술개발

2. 연구개발 과제 구성

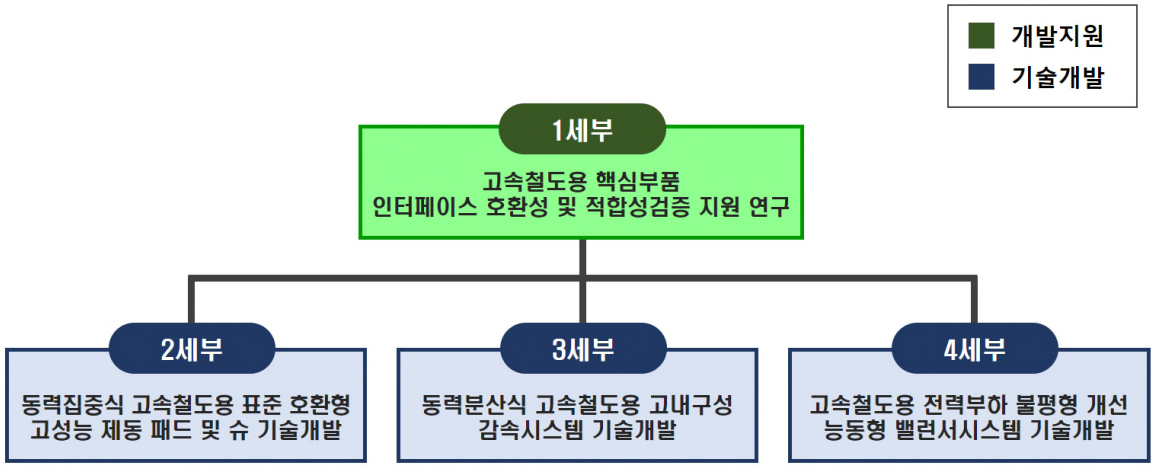


그림 3-2 연구개발 과제 구성도

가. (1세부) 고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 적합성검증 지원 연구

○ 국내 고속철도용 해외의존 부품장치를 국산화 개발함에 있어 국내 고속철도시스템에 최적화되어 개발이 이루어질 수 있는 인터페이스 호환 가이드 수행

○ 고신뢰도 부품장치 생산 유도를 위해 국제수준의 설계-제작-검증 전주기 적합성검증 수행을 통한 선진기술 동등이상의 부품장치 성능 신뢰성 확보 및 인증획득 지원 프로세스 구축을 통한 국내외 시장진출 기반 마련

○ 개발대상 부품장치의 원활한 해외 진출을 위한 대상기업 최적화 해외 시장진입 전략 모델 구축

나. (2세부) 동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 패드 및 슈 기술개발

○ 국내 운영중인 동력집중식 고속철도차량(KTX, KTX-산천 등)에 인터페이스 호환이 가능하고 제동성능을 만족할 수 있는 표준형 제동 패드 및 제동 슈의 국산화 개발 수행

○ 선진기술 보유 부품 동등이상의 성능 및 신뢰성을 확보하기 위해 전문 연구기관-운영기관-공인시험기관과의 유기적인 협력을 통해 설계-제작-검증-인증까지 개발 전 주기에 적합한 설계/제작/공정 기술개발

○ 국내외 인증획득을 통한 기술경쟁력 확보 및 품질관리체계 구축을 통한 국내외 시장진출 기반 구축

다. (3세부) 동력분산식 고속철도용 고내구성 감속시스템 기술개발

○ 국내 도입예정인 고속철도차량에 최적화되어 적용 가능한 차축감속기 및 감속기 베어링 국산화 개발 수행

○ 선진기술 보유 부품장치 동등이상의 성능 및 신뢰성을 확보하기 위해 전문 연구기관-운영기관-공인시험기관과의 유기적인 협력을 통해 설계-제작-검증-인증까지 개발 전 주기에 적합한 설계/제작/공정 기술개발

○ 국내외 인증획득을 통한 기술경쟁력 확보 및 품질관리체계 구축을 통한 국내외 시장진출 기반 구축

라. (4세부) 고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서 시스템 기술개발

○ 전기철도 시설 내 변전단의 전압불평형율을 국제 수준으로 맞추기 위해 국내 고속철도 시설에 최적화되어 적용 가능한 불평형 개선 제어 토폴로지 기술개발 및 능동형 밸런서 시스템 개발 수행

○ 선진기술 보유 부품장치 동등이상의 성능 및 신뢰성을 확보하기 위해 전문 연구기관-운영기관-공인시험기관과의 유기적인 협력을 통해 설계-제작-검증-인증까지 개발 전 주기에 적합한 설계/제작/공정 기술개발

○ 국제 인증획득을 통한 기술경쟁력 확보 및 품질관리체계 구축을 통한 국내외 시장진출 기반 구축

3. 연구기간 및 예산

가. 연구기간

○ 2018. 06. ~ 2022. 12. (총 55개월)

나. 연구예산

○ 총 26,010 백만원

- 정부출연금 : 19,500 백만원
- 민간지원금 : 6,510 백만원

다. 연도별 소요예산

표 3-1 연도별 소요예산

(단위 : 백만원)

연도	정부출연금	기업부담금	정부 외 출연금	합계
1차 연도	1,000	337	-	1,337
2차 연도	4,000	1,335	-	5,335
3차 연도	6,000	2,001	-	8,001
4차 연도	4,500	1,501	-	6,001
5차 연도	4,000	1,336	-	5,336
합 계	**19,500**	**6,510**	-	**26,010**

3절 추진전략 및 세부과제별 주요내용

1. 추진전략

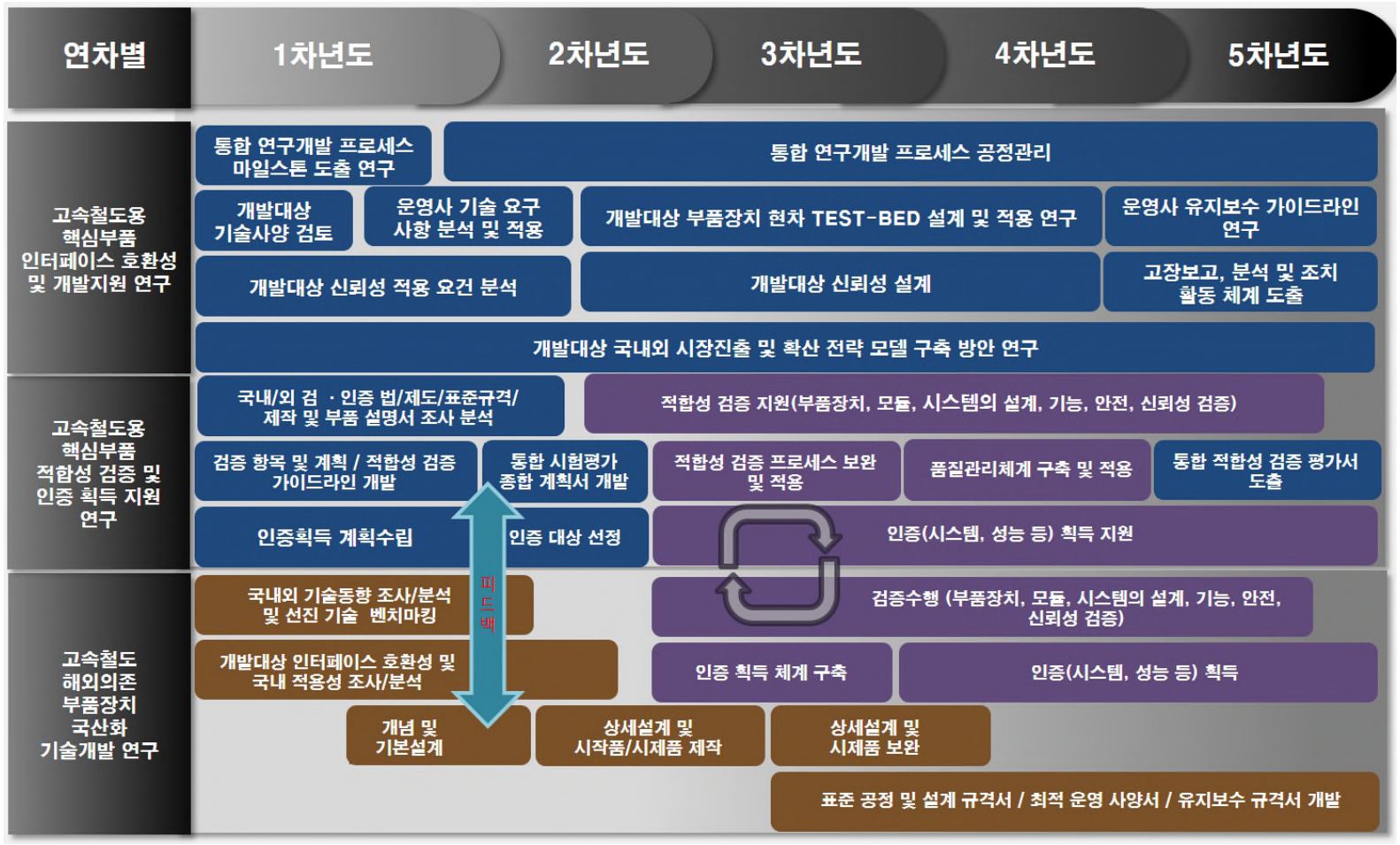


그림 3-3 연구개발 연차별 추진전략 로드맵

2. 세부과제별 주요내용

가. (1세부) 고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 적합성검증 지원 연구

(1) 연구내용

○ 연구개발 수행프로세스 통합관리 지원체계 구축 연구
- 개발대상 부품장치 통합 개발 프로세스 공정관리 및 마일스톤 관리 체계 구축
- 개발대상 부품장치 공정수행, 기술사양 검토 및 기술 지원

○ 개발대상 부품장치 관련 국내외 검·인증 법/제도/표준규격 조사 분석 연구
- 개발대상 부품장치 국내외 검·인증 법/제도/표준규격 조사 분석
- 개발대상 부품장치 관련 국내외 차량 제작설명서 및 부품설명서 조사 분석

○ 적합성 검증 통합 프로세스 구축 연구
- 연구개발 단계별 적합성 검증항목 도출
- 개발대상 부품장치 관련 검증 획득 계획 수립
- 개발대상 부품장치의 시험검증 종합계획 개발 및 고도화 수행

○ 개발대상 부품장치의 고신뢰도 생산 유도 전략 연구
- 개발대상 부품장치의 운영사 요구사항 도출
- 개발대상 부품장치 신뢰성 적용 요건 및 요구사항 분석
- 개발대상 부품장치의 고장보고, 분석 및 조치 활동 체계 구축
- 개발대상 부품장치의 운영사 유지보수 가이드라인 연구
- 품질관리체계 프로세스 구축

○ 개발대상 부품장치의 설계적합성검증, 설계합치성검증 및 시험검증 공동 연구
- 개발대상 부품장치 성능검증관련 규격서 및 운영사 요구사항 적용 검토
- 개발대상 부품장치 설계적합성 및 설계합치성검증 수행
- 개발대상 부품장치 모듈, 시스템 및 인터페이스 연계 시험검증 공동 수행

○ 인증 프로세스 구축 및 인증 획득 지원 연구

- 개발대상 부품장치의 국외 선진 부품장치 인증획득 현황 조사 분석
- 개발대상 부품장치의 인증획득 프로세스 계획 연구
- 제작자 품질관리체계 인증획득 지원
- 개발대상 부품장치 제품인증 획득 지원

○ 개발대상 부품장치의 현차/현장 적용 TEST-BED 설계 및 종합시험선로 연계 시험수행방안 연구

- 현차/현장 적용 TEST-BED 설계 및 종합시험선로 연계 검증계획 수립
- 현차/적용 TEST-BED 적용 및 종합시험선로 연계 시험 공동 수행

○ 개발대상 부품·장치의 국내외 시장진출 및 확산 전략 모델 적용방안 연구

- 국내외 개발대상 부품・장치 기업현황/시장/환경 조사 분석
- 국내외 시장 진출을 위한 법/제도 장애여건 조사 분석
- 국내외 개발대상 부품・장치 수·출입 현황 조사 분석
- 국내외 타 산업 부품・장치 시장 진출/확대 모델 적용방안 연구

(2) 연차별 연구내용

○ 1차 연도

- 개발 프로세스 통합관리지원체계 구축
- 국내외 개발대상 부품장치 기업현황 및 시장 조사 연구
- 국내외 개발대상 부품장치 검·인증 법/제도/표준규격 조사 및 분석
- 개발대상 부품장치 검·인증 법/제도/표준규격 조사 및 분석
- 국내외 시장 진출을 위한 법/제도 장애여건 조사 분석
- 국내외 개발대상 부품장치적용 차량제작설명서 및 부품설명서 조사
- 개발대상 부품장치 국내 적용 인터페이스 호환성을 고려한 운영기관 요구사항 도출
- 개발대상 부품장치 적합성 검증항목 도출
- 개발대상 부품장치 신뢰성 적용방안 기초 연구

○ 2차 연도

- 국내외 개발대상 부품장치 기업현황 및 시장 분석 연구
- 국내외 개발대상 부품장치 수·출입 현황 조사 분석 연구
- 국내외 타 산업의 부품장치 시장 진출/확대 선행모델 벤치마킹
- 개발대상 부품장치 신뢰성 지표 도출 및 신뢰성 수행체계 개발
- 개발대상 부품장치의 신뢰성 요건 분석 및 적용
- 개발대상 부품장치의 적합성 검증 종합계획서 개발
- 개발대상 부품장치 인증획득 프로세스 계획 연구
- 개발대상 부품장치 설계적합성 검증 연구
- 제작자 품질관리체계 프로세스 연구

○ 3차 연도

- 개발대상 부품장치 미래수요 예측 분석
- 개발대상 부품장치 신뢰성 분석
- 개발대상 부품장치 적합성 검증 종합계획서 고도화 연구
- 개발대상 부품장치 설계적합성 검증 및 설계합치성 연구
- 개발대상 부품장치 시험검증 공동 수행
- 개발대상 부품장치 국외 시장 진출 최적 모델(안) 개발 방안 도출 연구
- 현차/현장 적용 TEST-BED 수행 기초 설계 및 종합시험선로 연계방안 연구
- 제작자 품질관리체계 인증획득 계획 수립

○ 4차 연도

- 개발대상 부품·장치의 신뢰성 적용 연구
- 개발대상 부품장치 시험검증 공동 수행
- 개발대상 부품장치 설계적합성검증 및 설계합치성검증 확정 연구
- 현차/현장 적용 TEST-BED 체계 구축 및 종합시험선로 적용 공동 시험 수행
- 개발대상 부품·장치의 운영사 유지보수 가이드라인 연구
- 개발대상 부품·장치 국외 시장 진출 모델 적용방안 연구
- 개발대상 부품·장치 제품인증획득 프로세스 수립 연구

○ 5차 연도

- 개발대상 부품·장치 신뢰성 관리체계 구축 연구
- 개발대상 부품장치 적합성 검증 / 통합시험 성적 종합 분석 연구
- 현차시험 적용 검증 결과에 대한 운영사 적용성 종합분석
- 제작자 품질관리체계 및 제품인증 획득 지원
- 개발대상 부품·장치 국내외 홍보전략 수립 연구

(3) 연구수행 로드맵

표 3-2 고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 적합성검증 지원 연구 전략 로드맵

<table>
<tr><th>구분</th><th>세부과제</th><th>'18년</th><th>'19년</th><th>'20년</th><th>'21년</th><th>'22년</th></tr>
<tr><td rowspan="6">연구개발지원</td><td rowspan="6">고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 적합성검증 지원 연구</td><td colspan="2">국내/외 환경동향 조사 분석</td><td colspan="3">연구개발 통합 관리 지원 체계 구축 및 지원</td></tr>
<tr><td colspan="5">개발대상 부품장치 적합성검증 기술지원 및 시험평가 공동수행 연구</td></tr>
<tr><td colspan="2">신뢰성 체계 구축 연구</td><td colspan="2">고신뢰도 생산유도 전략 및 신뢰성 적용 연구</td><td>유지보수 가이드라인 연구</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">현차/현장 적용 TEST-BED 체계구축 및 종합시험선로 적용 연구</td></tr>
<tr><td colspan="5">개발대상 부품장치 인증획득 지원</td></tr>
<tr><td colspan="5">국외 시장진출 및 확산 모델 구축 및 적용방안 연구</td></tr>
</table>

(4) 최종 성과물

○ 연구개발 통합관리 지원체계 보고서
○ 개발 대상 부품·장치 신뢰성 분석서
○ 개발 대상 부품·장치의 고신뢰도 생산 유도 전략 보고서
○ 개발 대상 부품·장치 현차/현장 TEST-BED 설계 적용 보고서
○ 개발대상 부품·장치 국내외 시장진출 및 확산 전략 모델 적용방안 보고서
○ 국내외 검·인증 법/제도/표준규격 조사 분석 보고서
○ 개발대상 부품장치의 시험평가 종합계획서
○ 개발대상 부품장치 통합 성능검증 평가보고서
○ 제작자 품질관리체계 구축 보고서
○ 개발대상 부품장치 인증획득 프로세스 계획서

(5) 활용방안

○ 전략적 연구개발 통합 추진관리 기본수행체계로 활용
○ 대상 부품장치 신뢰성 검증 및 적용 타당성 자료 활용
○ 대상 부품장치에 대한 운영기관 운영 및 유지보수 체계 활용
○ 대상 부품장치 현차 및 현장 적용 TEST-BED 체계 활용
○ 현차/현장 시험 및 운영실적 등을 기반으로 한 국내 상용화 후 해외시장 진입 전략에 활용
○ 각 대상 부품장치에 최적화된 해외 시장진입 전략에 활용
○ 시험평가 종합계획서 및 성능검증 표준규격서, 평가보고서는 대상 부품장치의 체계적인 적합성검증을 위한 자료로 활용할 수 있으며, 인증획득을 위한 제출자료로 활용
○ 제작자 품질관리체계 구축 보고서 및 인증획득 프로세스 계획서는 국내 철도용품 형식승인 및 국외 관련 인증 등 국내외 시장 진입을 위한 강제인증을 포함하여 각각의 개발품 경쟁력 확보를 위한 성능 임의인증 등 획득에 활용

나. (2세부) 동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 패드 및 슈 기술개발

(1) 연구내용

(가) 제동패드

○ 고속철도용 제동 패드 국내외 동향 조사 분석
- 국내외 기술개발 동향 및 논문, 특허 조사 분석
- 국외 벤치마킹 대상 조사 분석
- 국내 운영 및 유지보수 문제점(애로사항) 조사 분석

○ 선진 고속철도용 제동 패드 벤치마킹 적용 및 개발대상 재질 DB 구축
- 국외 벤치마킹 대상 국내 개발 설계 및 구조 적용성 분석
- 구조적 재질의 열/성분 특성 해석 수행 및 DB 구축

○ 고속철도용 제동 패드 소음 저감기술 개발
- 국내 적용중인 고속철도용 제동 패드 소음 수준 및 현황 분석
- 소음해석기법을 적용한 소음저감 방안 수립
- 다이나모 및 실차환경 소음 특성 분석

○ 고속철도용 제동 패드 설계 연구
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항 등에 준하는 개념 및 기본 설계 수행
- 기본설계 및 정적/동적 해석검토 사항을 반영한 상세 설계 수행

○ 고속철도용 제동 패드 제작 연구
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항이 반영된 부품 및 구성품 시작품 제작
- 시작품 검토사항이 반영된 부품 및 구성품 시제품 제작
- 최종 설계가 반영된 완성품 제작

○ 고속철도용 제동 패드 시험평가 및 현차시험 수행
- 부품 및 구성품 단위 재질, 정적/동적 특성 시험 수행
- 인터페이스 호환성 특성 시험 수행
- 4계절 현차 적용 시험 수행

○ 개발대상 고속철도용 제동 패드 최적 공정 개발 연구
- 고속철도용 제동 패드 최적 운영 및 유지보수 규격서 개발
- 제동 시스템 분석, 해석 기술 도입 및 프로세스 정립
- 국내 동력집중식 고속철도용 제동 패드 표준 공정 규격서 개발

○ 국내외 시장 진출 기반 구축 연구
- 해외 선진 제동 패드 대비 개발 제동 패드 성능 비교분석서 도출
- 시장 입찰 정보 및 법령 분석을 통한 시장 진출 기반 마련
- 국내외 인증 획득

(나) 제동 슈

○ 고속철도용 제동 슈 국내외 동향 조사 분석
- 국내외 기술개발 동향 및 논문, 특허 조사 분석
- 국외 벤치마킹 대상 조사
- 국내 운영 및 유지보수 문제점(애로사항) 조사 분석

○ 선진 고속철도용 제동 슈 벤치마킹 적용 및 개발대상 재질 기술 연구
- 국외 벤치마킹 대상 국내 개발 설계 및 구조 적용성 분석
- 구조적 재질의 열/성분 특성 해석 수행

○ 고속철도용 제동 슈 설계 연구
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항 등에 준하는 개념 및 기본 설계 수행
- 기본설계 및 정적/동적 해석검토 사항을 반영한 상세 설계 수행

○ 고속철도용 제동 슈 제작 연구
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항이 반영된 부품 및 구성품 시작품 제작
- 시작품 검토사항이 반영된 부품 및 구성품 시제품 제작
- 최종 설계가 반영된 완성품 제작
○ 고속철도용 제동 슈 시험평가 및 현차시험 수행
- 부품 및 구성품 단위 재질, 정적/동적 특성 시험 수행
- 인터페이스 호환성 특성 시험 수행
- 4계절 현차 적용 시험 수행

○ 고속철도용 제동 슈 최적 공정 개발
- 고속철도용 제동 슈 최적 운영 및 유지보수 규격서 개발
- 국내 동력집중식 고속철도용 제동 슈 표준 공정 규격서 개발

○ 국내외 시장 진출 기반 구축
- 해외 선진 제동 슈 대비 개발 제동 슈 성능 비교분석서 도출
- 시장 입찰 정보 및 법령 분석을 통한 시장 진출 기반 마련
- 국내외 인증 획득

(2) 연차별 연구내용

○ 1차 연도

- 국외 선진 기술 동향 조사 및 설계/제작 요구사항 벤치마킹
- 국내 운영 및 유지보수 문제점(애로사항) 조사 분석
- 국내 적용 요구사항을 기반으로한 재질 및 구조 해석 연구
- 시작품 개념설계 연구

○ 2차 연도

- 국내 적용 최적화 기본설계 연구
- 시작품 제작 연구
- 구조 및 재질 특성시험 수행
- 시험결과를 반영한 상세설계 연구

○ 3차 연도

- 상세설계를 반영한 시제품 제작 연구
- 국내외 표준규격, 운영사규격, 인증요구사항 등에 따른 정적/동적 특성 시험검증 수행
- 시험결과를 반영한 설계보완 연구
- 표준 공정규격서 기초 연구

○ 4차 연도

- 고속철도차량 인터페이스 호환성 특성 검증
- 현차 적용 시험
- 설계보완 연구
- 표준 공정규격서 고도화 연구
- 최적 운영 및 유지보수 규격서 기초 연구

○ 5차 연도

- 현차 적용 시험
- 현차시험 결과를 반영한 설계보완 및 확정 연구
- 완성품 제작
- 표준 공정규격서 개발
- 최적 운영 및 유지보수 규격서 개발

- 선진기술 보유 부품대비 성능 비교 분석 연구
- 국내외 인증 획득
- 시장진출 기반 구축 연구

(3) 연구수행 로드맵

표 3-3 동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 패드 및 슈 기술개발 전략 로드맵

<table>
<tr><th>구분</th><th>세부과제</th><th>'18년</th><th>'19년</th><th>'20년</th><th>'21년</th><th>'22년</th></tr>
<tr><td rowspan="4">기술
개발
연구</td><td rowspan="4">동력집중식
고속철도용
표준 호환형
고성능
제동 패드 및
슈 기술개발</td><td>국외 선진기술
벤치마킹 /
요구사항 조사</td><td colspan="2">기본 및 상세 설계</td><td colspan="2">최적 공정 개발 연구</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">시작품 및 시제품 제작</td><td colspan="2">최적운영 유지보수
규격서 개발</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">부품, 인터페이스 시스템 시험평가 수행</td></tr>
<tr><td></td><td>인증대상
선정</td><td colspan="2">국내외 시장진출 기반 구축</td><td>인증획득</td></tr>
</table>

(4) 최정 성과물

○ 개발대상 부품 국내외 표준규격, 기술기준, 운영 요구사항이 반영된 표준 설계서
○ 개발대상 부품 성능검증용 공인시험성적서
○ 개발대상 부품 해외 선진 기술 대비 개발대상 성능 비교 분석서
○ 개발대상 부품 국내외 표준규격, 기술기준, 운영 요구사항, 성능검증 사항이 반영된 완성품
○ 개발대상 부품 인증획득 증명서
○ 개발대상 부품 표준 공정 규격서
○ 개발대상 부품 최적 운영 및 유지보수 규격서
○ 국내외 시장 진출 기반 구축 보고서

(5) 활용방안

○ 표준 설계서는 개발 기업의 상용화 및 사업화를 위한 용도 활용
○ 표준 설계서, 공인시험성적서, 성능 비교 분석서, 표준 공정 규격서, 완성품은 제작자 품질관리시스템 인증 및 제품 인증 획득 시 활용
○ 공인시험성적서, 성능 비교 분석서, 인증획득 증명서는 해외 시장진입 시 기업역량 홍보에 활용
○ 표준 설계서, 운영 및 유지보수 규격서는 운영기관 최적 운영 및 유지보수지침에 활용
○ 완성품 및 성능 비교 분석서는 국내외 전시 및 기술 홍보 활용
○ 시장 진출 기반 구축 보고서는 해외 최적 시장진입 활동에 활용

다. (3세부) 동력분산식 고속철도용 고내구성 감속시스템 기술개발

(1) 연구내용

(가) 차축감속기

○ 차축 감속기 국내외 동향 조사 분석
- 국내외 기술개발 동향 및 논문, 특허 조사 분석
- 국외 벤치마킹 대상 조사 및 선진 기술 적용 가능성 분석

○ 고속철도용 감속시스템 설계 연구
- 국내외 표준규격, 기술기준, 대차시스템 인터페이스 요구사항 등에 준하는 개념 및 기본 설계 수행
- 기어 케이스 및 소재 기계적 및 화학적 특성 해석 수행
- 기어 제원 및 표준형 구조 설계 기술 개발
- 베어링 특성 및 지지방식 연구
- 기본설계 및 해석검토 사항을 반영한 상세 설계 수행

○ 고속철도용 감속시스템 제작 연구
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항이 반영된 부품 및 구성품 시작품 제작
- 시작품 검토사항이 반영된 부품, 구성품(모듈), 시스템 시제품 제작
- 최종 설계가 반영된 부품, 구성품(모듈), 시스템 완성품 제작

○ 고속철도용 감속시스템 시험평가 및 현차시험 수행
- 부품 및 구성품 단위 재질, 정적/동적 특성 시험 수행
- 모듈 및 시스템의 기능, 안전, 신뢰성 시험 수행
- 대차 인터페이스 호환성 검증 수행
- 4계절 현차 적용 시험 수행

○ 고속철도용 차축 감속기 최적 공정 개발
- 고속철도용 차축 감속기 최적 운영 및 유지보수 규격서 개발
- 국내 동력분산식 차축 감속기 표준 공정 규격서 개발
○ 고속철도용 감속시스템 국내외 시장 진출 기반 구축
- 해외 선진 고속철도용 감속시스템 대비 개발 감속시스템 성능 비교분석서 도출
- 시장 입찰 정보 및 법령 분석을 통한 시장 진출 기반 마련
- 국내외 인증 획득
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항 등에 준하는 개념 및 기본 설계 수행
- 기본설계 및 정적/동적 해석검토 사항을 반영한 상세 설계 수행

○ 고속철도용 제동 패드 제작 연구
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항이 반영된 부품 및 구성품 시작품 제작
- 시작품 검토사항이 반영된 부품 및 구성품 시제품 제작
- 최종 설계가 반영된 완성품 제작

○ 고속철도용 제동 패드 시험평가 및 현차시험 수행
- 부품 및 구성품 단위 재질, 정적/동적 특성 시험 수행
- 인터페이스 호환성 특성 시험 수행
- 4계절 현차 적용 시험 수행

○ 개발대상 고속철도용 제동 패드 최적 공정 개발 연구
- 고속철도용 제동 패드 최적 운영 및 유지보수 규격서 개발
- 제동 시스템 분석, 해석 기술 도입 및 프로세스 정립
- 국내 동력집중식 고속철도용 제동 패드 표준 공정 규격서 개발

○ 국내외 시장 진출 기반 구축 연구

- 해외 선진 제동 패드 대비 개발 제동 패드 성능 비교분석서 도출
- 시장 입찰 정보 및 법령 분석을 통한 시장 진출 기반 마련
- 국내외 인증 획득

(나) 감속기 베어링

○ 고속철도 감속기용 베어링 국내외 동향 조사 분석

- 국내외 기술개발 동향 및 논문, 특허 조사 분석
- 국외 벤치마킹 대상 조사 및 선진 기술 적용 가능성 분석

○ 개발대상 고속철도 감속기용 베어링 설계 연구

- 고속/고하중에 적합한 원통형 롤러 및 테이퍼 롤러 베어링 설계 기술 개발
- 고속철도 감속기용 베어링 열처리 기술 개발
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항 등에 준하는 개념 및 기본 설계 수행
- 기본설계 및 구조/재질 특성을 반영한 상세 설계 수행

○ 고속철도 감속기용 베어링 제작 연구

- 고속철도 감속기용 베어링 정밀 가공 기술 개발
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항이 반영된 시작품 제작
- 시작품 검토사항이 반영된 시제품 제작
- 최종 설계가 반영된 완성품 제작

○ 고속철도 감속기용 베어링 시험평가 및 현차 시험 공동 수행

- 구조/재질 시험 및 동적 특성(내구성능) 시험
- 감속시스템 4계절 현차 적용 시험 공동 수행

○ 개발대상 고속철도 감속기용 베어링 최적 공정 개발

- 고속철도 감속기용 베어링 최적 운영 규격서 개발
- 고속철도 감속기용 베어링 표준 공정 규격서 개발

○ 개발대상 고속철도 감속기용 베어링 국내외 시장 진출 기반 구축

- 해외 선진 고속철도 감속기용 베어링 대비 개발 베어링 성능 비교분석서 도출

- 시장 입찰 정보 및 법령 분석을 통한 시장 진출 기반 마련
- 국내외 인증 획득

(2) 연차별 연구내용

○ 1차 연도
- 국외 선진 기술 동향 조사 및 설계/제작 요구사항 벤치마킹
- 국내 적용 요구사항을 기반으로한 정적/동적 특성 해석 연구
- 시작품 개념설계 연구

○ 2차 연도
- 국내 적용 최적화 기본설계 연구
- 시작품 제작 연구
- 구조 및 재질 특성시험 수행
- 시험결과를 반영한 상세설계 연구

○ 3차 연도
- 상세설계를 반영한 시제품 제작 연구
- 국내외 표준규격, 운영사규격, 인증요구사항 등에 따른 정적/동적 특성 시험검증 수행
- 시험결과를 반영한 설계보완 연구
- 표준 공정규격서 기초 연구
- 최적 운영 및 유지보수 규격서 기초 연구

○ 4차 연도
- 고속철도차량 인터페이스 호환성 특성 검증
- 현차 적용 시험
- 설계보완 연구
- 표준 공정규격서 고도화 연구
- 최적 운영 및 유지보수 규격서 개발 기초 연구

○ 5차 연도
- 현차 적용 시험

- 현차시험 결과를 반영한 설계보완 및 확정 연구
- 완성품 제작
- 표준 공정규격서 개발
- 최적 운영 및 유지보수 규격서 개발
- 선진기술 보유 부품대비 성능 비교 분석 연구
- 국내외 인증 획득
- 시장진출 기반 구축 연구

(3) 연구수행 로드맵

표 3-4 동력분산식 고속철도용 고내구성 감속시스템 기술개발 전략 로드맵

<table>
<tr><th>구분</th><th>세부과제</th><th>'18년</th><th>'19년</th><th>'20년</th><th>'21년</th><th>'22년</th></tr>
<tr><td rowspan="4">기술
개발
연구</td><td rowspan="4">동력분산식
고속철도용
고내구성
감속시스템
기술개발</td><td>국외 선진기술
벤치마킹 /
요구사항 조사</td><td colspan="2">기본 및 상세 설계</td><td colspan="2">최적 공정 개발 연구</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">시작품 및 시제품 제작</td><td colspan="2">최적운영 유지보수
규격서 개발</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">부품, 구성품(모듈), 시스템 시험평가 수행</td></tr>
<tr><td></td><td>인증대상
선정</td><td colspan="2">국내외 시장진출 기반 구축</td><td>인증획득</td></tr>
</table>

(4) 최종 성과물

○ 개발대상 부품장치 국내외 표준규격, 기술기준, 운영 요구사항이 반영된 표준 설계서
○ 개발대상 부품장치 성능검증용 공인시험성적서
○ 개발대상 부품장치 해외 선진 기술 대비 개발대상 성능 비교 분석서
○ 개발대상 부품장치 국내외 표준규격, 기술기준, 운영 요구사항, 성능검증 사항이 반영된 완성품
○ 개발대상 부품장치 인증획득 증명서
○ 개발대상 부품장치 표준 공정 규격서
○ 개발대상 부품장치 최적 운영 및 유지보수 규격서
○ 국내외 시장 진출 기반 구축 보고서

(5) 활용방안

○ 표준 설계서는 개발 기업의 상용화 및 사업화를 위한 용도 활용
○ 표준 설계서, 공인시험성적서, 성능 비교 분석서, 표준 공정 규격서, 완성품은 제작자 품질관리시스템 인증 및 제품 인증 획득 시 활용
○ 공인시험성적서, 성능 비교 분석서, 인증획득 증명서는 해외 시장진입 시 기업역량 홍보에 활용
○ 표준 설계서, 운영 및 유지보수 규격서는 운영기관 최적 운영 및 유지보수지침에 활용
○ 완성품 및 성능 비교 분석서는 국내외 전시 및 기술 홍보 활용
○ 시장 진출 기반 구축 보고서는 해외 최적 시장진입 활동에 활용

라. (4세부) 고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서시스템 기술개발

(1) 연구내용

○ 고속철도용 능동형 밸런서 시스템 국내외 동향 조사 분석
- 국내외 기술개발 동향 및 논문, 특허 조사 분석
- 국외 벤치마킹 대상 조사 및 적용 기술 분석
- 전력반도체 기술사양 조사 분석

○ 고속철도용 불평형 개선 기술 및 제어 토폴로지 개발
- 국외 선진 벤치마킹 국내 적용 체계 구축
- 전력공급사 및 운영사 운영 부합성 검토 및 국내 적용 밸런서 토폴로지 개발

○ 고속철도용 능동형 밸런서 시스템 설계 연구
- 능동형 전력제어 알고리즘 개발
- 국내 철도 급전선 연결 가능 변압기 설계
- 능동형 밸런서 전용 IGBT 인버터 설계
- 각 구성품(모듈) 및 시스템의 상세 설계 수행

○ 고속철도용 능동형 밸런서 시스템 제작 연구

- 국내 철도 급전선 연결 가능 변압기 시작품 제작
- 능동형 밸런서 전용 IGBT 인버터 시작품 제작
- 각 구성품(모듈) 및 시스템의 시작품 검토사항이 반영된 시제품 제작
- 최종 설계가 반영된 완성품 제작

○ 개발대상 고속철도용 능동형 밸런서 시스템 시험평가 및 현장시험 수행

- 국제규격에 준하는 IGBT 인버터 시험 수행
- 교류전기철도 시스템과의 불평형 개선 성능 검증 수행
- 회생제동전력제어 알고리즘 검증 수행
- 4계절 현장 적용 시험 수행

○ 개발대상 고속철도용 능동형 밸런서 시스템 최적 공정 개발

- 고속철도용 능동형 밸런서 최적 운영 및 유지보수 규격서 개발
- 고속철도용 능동형 밸런서 표준 공정 규격서 개발

○ 국내외 시장 진출 기반 구축

- 해외 선진 능동형 밸런서 대비 개발 능동형 밸런서 성능 비교분석서 도출
- 시장 입찰 정보 및 법령 분석을 통한 시장 진출 기반 마련
- 국내외 인증 획득

(2) 연차별 연구내용

○ 1차 연도

- 국외 선진 기술 동향 조사 및 설계/제작 요구사항 벤치마킹
- 국내 적용 요구사항을 기반으로한 전력반도체 기술사양 조사 분석
- 전력공급사 및 운영기관 운영 부합성 연구

○ 2차 연도

- 국내 적용 최적화 밸런서 토폴로지 기본설계 연구
- 능동형 전력제어 알고리즘 설계 연구
- 국내 철도 급전선 연결 가능 변압기 설계 연구
- 능동형 밸런서 전용 IGBT 인버터 설계 연구
- 시작품 제작 연구

○ 3차 연도

- 국내 철도 급전선 연결 변압기 시작품 제작
- 능동형 밸런서 전용 IGBT 인버터 시작품 제작
- 국내외 표준규격, 운영사규격, 인증요구사항 등에 따른 정적/동적 특성 시험검증 수행
- 시험결과를 반영한 설계보완 및 시제품 제작
- 표준 공정규격서 기초 연구
- 최적 운영 및 유지보수 규격서 기초 연구

○ 4차 연도

- 고속철도차량 및 급전선로 인터페이스 호환성 특성 검증
- 현장 적용 시험
- 설계보완 연구
- 표준 공정규격서 고도화 연구
- 최적 운영 및 유지보수 규격서 개발 기초 연구

○ 5차 연도

- 현장 적용 시험
- 현장시험 결과를 반영한 설계보완 및 확정 연구
- 완성품 제작
- 표준 공정규격서 개발
- 최적 운영 및 유지보수 규격서 개발
- 선진기술 보유 부품대비 성능 비교 분석 연구
- 국내외 인증 획득
- 시장진출 기반 구축 연구

(3) 연구수행 로드맵

표 3-5 고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서시스템 기술개발 전략 로드맵

<table>
<tr><th>구분</th><th>세부과제</th><th>'18년</th><th>'19년</th><th>'20년</th><th>'21년</th><th>'22년</th></tr>
<tr><td rowspan="4">기술
개발
연구</td><td rowspan="4">고속철도용
전력부하
불평형 개선
능동형
밸런서시스템
기술개발</td><td>국외 선진기술
벤치마킹 /
요구사항 조사</td><td colspan="2">기본 및 상세 설계</td><td colspan="2">최적 공정 개발 연구</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">시작품 및 시제품 제작</td><td colspan="2">최적운영 유지보수
규격서 개발</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">부품, 구성품(모듈), 시스템 시험평가 수행</td></tr>
<tr><td></td><td>인증대상
선정</td><td colspan="2">국내외 시장진출 기반 구축</td><td>인증획득</td></tr>
</table>

(4) 최종 성과물

○ 개발대상 부품장치 국내외 표준규격, 기술기준, 운영 요구사항이 반영된 표준 설계서
○ 개발대상 부품장치 성능검증용 공인시험성적서
○ 개발대상 부품장치 해외 선진 기술 대비 개발대상 성능 비교 분석서
○ 개발대상 부품장치 국내외 표준규격, 기술기준, 운영 요구사항, 성능검증 사항이 반영된 완성품
○ 개발대상 부품장치 인증획득 증명서
○ 개발대상 부품장치 표준 공정 규격서
○ 개발대상 부품장치 최적 운영 및 유지보수 규격서
○ 국내외 시장 진출 기반 구축 보고서

(5) 활용방안

○ 표준 설계서는 개발 기업의 상용화 및 사업화를 위한 용도 활용
○ 표준 설계서, 공인시험성적서, 성능 비교 분석서, 표준 공정 규격서, 완성품은 제작자 품질관리시스템 인증 및 제품 인증 획득 시 활용

○ 공인시험성적서, 성능 비교 분석서, 인증획득 증명서는 해외 시장진입 시 기업역량 홍보에 활용

○ 표준 설계서, 운영 및 유지보수 규격서는 운영기관 최적 운영 및 유지보수지침에 활용

○ 완성품 및 성능 비교 분석서는 국내외 전시 및 기술 홍보 활용

○ 시장 진출 기반 구축 보고서는 해외 최적 시장진입 활동에 활용

4장 사전타당성 검토

1절 논리모형

1. 개발대상 도출 논리모형

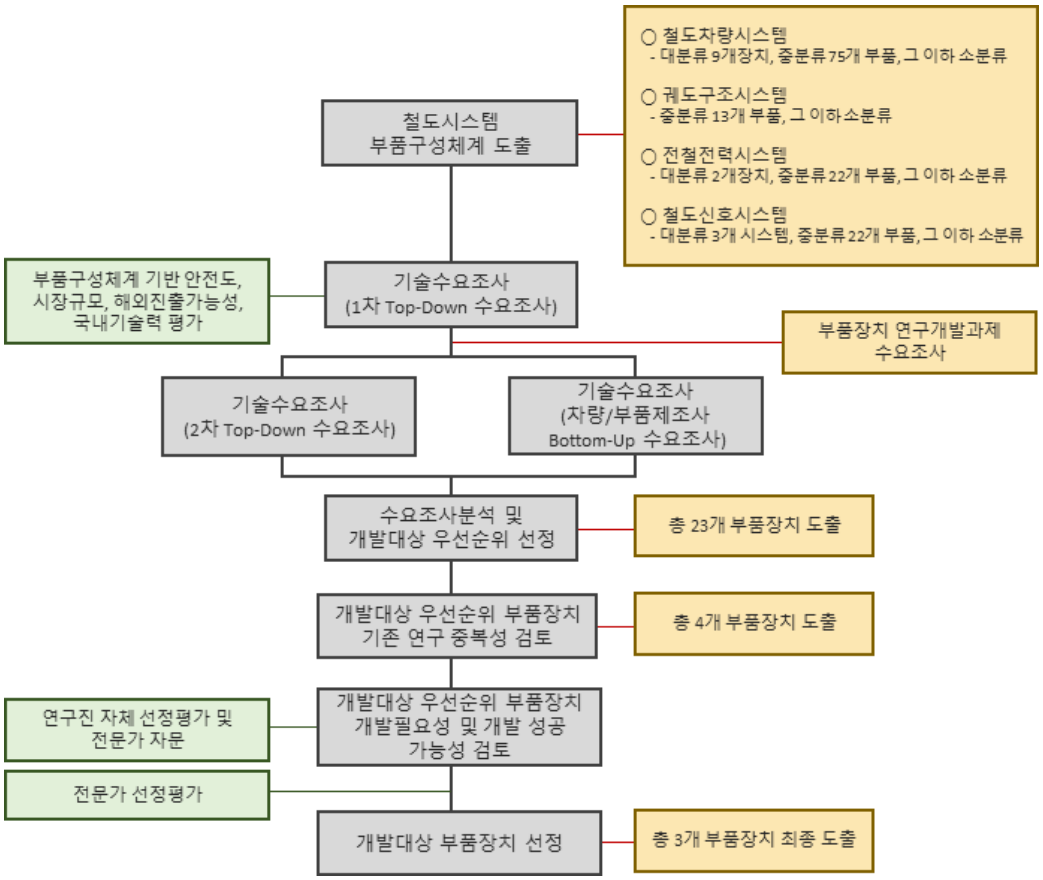


그림 4-1 개발대상 부품장치 도출 논리모형

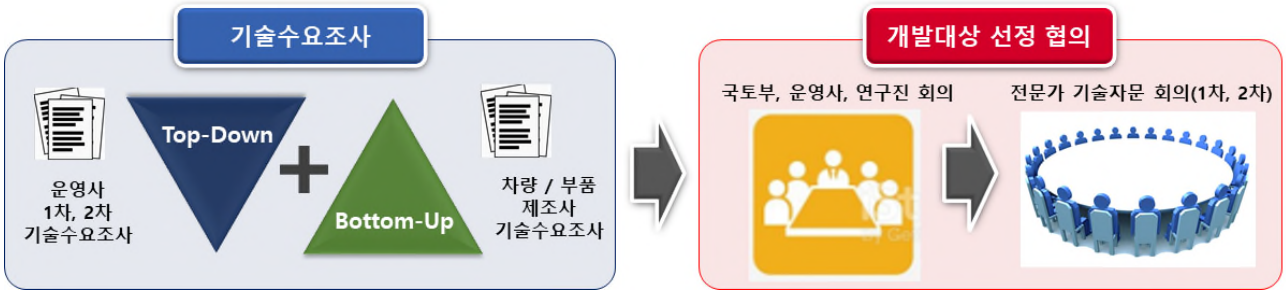


그림 4-2 개발대상 부품장치 도출 및 선정 프로세스

2. 개발대상 목표선정 논리모형

가. 동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 패드 및 슈 기술개발

①	이슈/문제점

○ 고속철도차량의 제동패드 및 제동슈 파손 시 제동디스크 및 차륜 손상으로 이어져 철도차량 운행 안전성 확보에 치명적인 문제가 발생됨

○ 현재 국내 고속철도용 제동패드의 경우 소음, 마모수명, 디스크 열손상 등 품질 문제로 전량 수입에 의존하고 있음(제품 수명: 약 1년)

○ 해외 수입품에서 제품하자가 발생해도 제품개선은 잘 이루어지지 않음

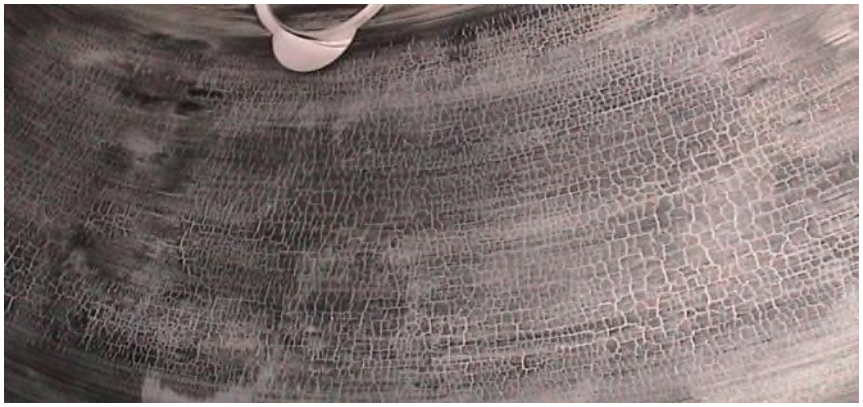


그림 4-3 KTX-산천 제동디스크 열크랙 현상



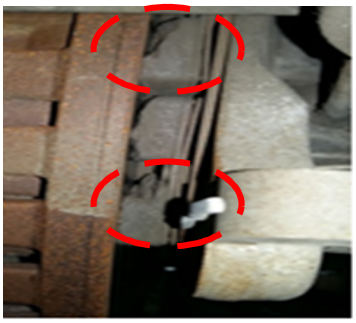


그림 4-4 KTX-산천 수입 제동패드의 마찰재 파손 현상



그림 4-5 제동디스크 열손상으로 탈거된 윤축



그림 4-6 손상된 차축과 차륜(박리, 찰상 열마모)

* KTX-산천 제동패드는 Cofren社(이탈리아) 제품, 연간 약 22,000개 수입 중임 (KTX의 경우 국산 연간 약 13,000개 사용 중임)
* KTX, KTX-산천의 경우 제동슈는 Becorit(독일) 제품, 연간 약 2,200개 수입 중임(S&T중공업 생산 중단함)

② 가정 및 기대효과

○ 시장경제적
- 국내시장: 연간 약 36억원 (제동패드: 32억원/년, 제동슈 : 4억원/년)
  * 제동패드: 총 20,720조, (KTX(46편성): 272조/편성, KTX-산천(56편성): 108조/편성, KTX-경강선(15편성), 144조/편성)
  * 제동슈 : 총 2,808EA, (KTX(46편성): 24EA/편성, KTX-산천(56편성): 24조/편성, KTX-경강선(15편성), 24조/편성)
  * 사용량 : 제동패드 연간 23,060조(KTX: 13,000조, KTX-산천: 7,900조, KTX-경강선: 2,160조), 제동슈 연간 2,808EA(KTX 117편성)
  * 제동패드 단가 : 수입단가 35만원(2006년 수입기준), 수입단가 약 16만원, 제동슈 수입단가 : 약 14만원
- 해외시장: 총 18,620억원 중 연간 150억원(0.8%) 점유예정

○ 과학기술적
- 독자적인 설계/제작 기술력 확보 및 해외 선진기술보유 기업과의 동등수준 기술력 확보

○ 사회문화적
- 고속철도차량의 운행안전에 대한 신뢰도 향상
- 고속철도차량의 제동 소음 및 분진 저감을 통한 환경 개선

③ 수혜자

○ 개발관련 기업
○ 철도차량 운영기관
○ 철도차량 제조사
○ 국가 및 국민

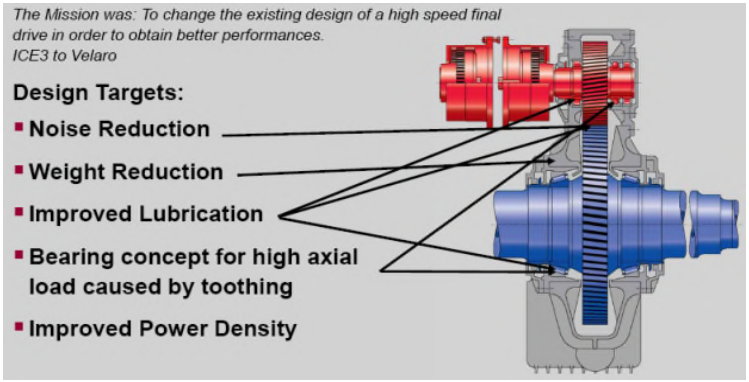
④ As-IS / To-Be

세부내용	As-Is		To-Be
	국내	국외	
기술성숙도(TRL) 단계	TRL 4	TRL 9	TRL 8

평균 마찰 계수	제동패드	1) KTX 기준 • 0.37±0.07 (제동속도:200 km/h 이하) • 0.34±0.07 (제동속도:250, 300 km/h) 2) KTX-산천 • 0.38~0.54 (제동속도:200 km/h 이하) • 0.43±0.08 (제동속도 : 300 km/h)	• 0.38~0.54 (제동속도: 200 km/h이하) • 0.43 ± 0.08 (제동속도:300 km/h) * UIC 541-3 2010 기준	• 0.300~0.450 * UIC 541-3 2017 기준
	제동슈	0.25±15%	0.25±15%	0.25±15%
마모량 (cm^3/MJ)	제동패드	0.35 이내	0.35 이내	0.35 이내
	제동슈	-	700(x10-2mm)	700(x10-2mm)
디스크 온도편차		2.5 수준	2.0 수준	2.0 이하
제동패드정차소음		115 (95 ~ 120 dB(A)) (진입 속도:77 km/h)	107 (92 ~ 117 dB(A)) (진입 속도:77 km/h)	* 해외제품 동등수준

⑤	개발목표	○ 국외제품 성능수준에 부합한 제동 패드 및 슈 개발 - 평균마찰계수: 제동패드 0.300~0.450(UIC 2017년 기준), 제동슈 0.25±15% - 전단강도: 제동패드 6 MPa 이상, 제동슈 15 KN 이상 - 마모량 : 제동패드 0.35 cm^3/MJ 이내, 제동슈 700(x10-2mm) cm^3/MJ 이내 - 디스크온도편차(ΔT=TMAX/TAVG) : 2.0 이하 - 제동패드 해외수입품 대비 동등수준의 소음만족[107dB(A)] ○ 실차 시험을 통한 4계절 운행안전성 검증 ○ 국내외 인증 획득 ○ 기술개발성숙도(TRL) 8단계 달성

나. 동력분산식 고속철도용 고내구성 감속시스템 기술개발

①	이슈/문제점	○ 동력분산식 고속철도차량용 차축감속기 및 감속기용 베어링은 국내기술 부재로 향후 도입예정인 동력분산식 고속철도차량(EMU-250, EMU-300 등)에 전량 해외 부품장치를 수입해야하는 실정임 ○ 감속시스템은 고장 시 차량 운행 정지/지연 및 승객의 안전과도 직결되는 주요 장치로 철도차량 주행장치 중 핵심부품장치에 속함 ○ 동력분산식 고속철도차량용 차축감속기 및 감속기용 베어링의 국내 기술력 부재는 장기적 측면에서 지속적인 외화유출 및 국내 철도산업 기술수준측면에 악영향을 미칠 것으로 예상됨 ○ 독일 Voith 社는 철도차량용 감속장치 및 동력전달장치 분야에서 선두적인 역할을 하고 있으며, 독보적인 기술력을 기반으로 세계적인 시장점유율을 갖고 있음 - Voith 社는 감속시스템의 기능/성능의 질을 높이기 위하여 다음과 같이 설계 단계부터 기능향상 목표를 두고 발전하고 있음  그림 4-7 ICE 및 Velaro 고속전철용 감속장치의 설계 목표 ○ 국내에서는 위의 선진기술보유기업과 같이 설계단계부터 고성능/고내구성을 고려한 설계가 이루어지도록 기술개발이 이루어져야 하며, 국제수준의 검·인증을 수행 및 획득하여 해외 의존성을 탈피할 필요성이 있음
②	가정 및 기대효과	○ 시장경제적 - 국내시장 : 해외 수입예상 단가로 5년간 약 2,224억원 수준의 수입대체효과를 얻을 수 있으며, 추가적으로 해외 수입대비 90% 수준의 단가로 개발 시 5년간 약 22.4억원의 추가 구매비용 절감효과를 얻을 수 있을것으로 예상됨 * EMU-250 16 SET/편성 기준 및 동력분산식 고속철도차량 구매 계획 참고기준[42] - 해외시장 : 2021년 기준 전 세계 동력분산식 고속철도차량 시장규모 약 10.7조원 시장[43]에서 세계시장 3% 진입 시 약 482억원의 시장 확보 예상 ○ 과학기술적 - 국내 최적화된 독자적인 설계/제작 기술력 확보 및 해외 선진기술보유 기업과의 동등수준 기술력 확보 ○ 사회문화적 - 고속철도차량의 주행안전에 대한 신뢰도 향상

③	수혜자	○ 개발관련 기업 ○ 철도차량 운영기관 ○ 철도차량 제조사 ○ 국가 및 국민

④ As-IS / To-Be

세부내용	As-Is		To-Be
	국내	국외	
기술성숙도(TRL) 단계	TRL 3	TRL 9	TRL 8
부하온도 ℃	없음	- 베어링부 온도 140℃ 이하 (조립체 무부하/부하 구동 시) - 오일 부 온도 120℃ 이하 (조립체 무부하/부하 구동 시)	해외동등 수준
최대 회전수		- 4,679 rpm	해외동등 수준
최대 입력토크		- 5,938 Nm	해외동등 수준
진동 dB		모든 방향 진동레벨 120 dB이하	해외동등 수준
소음 dB		- 음향파워레벨 107 dB(A) 이하 (모든 방향 3,616 rpm 구동 시) - 음향파워레벨 109 dB(A) 이하 (모든 방향 4,173 rpm 구동 시)	해외동등 수준
베어링 흔들림		- 입력측 베어링 0.14 ~ 0.21 mm (기어 축 회전 시 베어링 하우징부 움직임) - 출력측 베어링 0.1 ~ 0.8 mm (기어 축 회전 시 베어링 하우징부 움직임)	해외동등 수준
베어링 고장율		- 고장율 L_{10} 15년(1년 마일리지 180,000 km 기준)	해외이상 수준

⑤ 개발목표

○ 국외제품 성능수준에 부합한 제동 패드 및 슈 개발
- 부하온도 : 구동장치 조립체 무부하 및 부하구동 시 베어링부 온도 140 ℃ 이하 / 오일부 온도 120 ℃ 이하 수준 개발
- 진동 : 모든 방향 진동 레벨이 120 dB 이하 수준 개발
- 소음 : 모든 방향 3,616 rpm에서 음향파워레벨 107 dB(A) 이하, 4,173 rpm에서 음향파워레벨 109 dB(A) 이하 수준 개발
- 베어링 흔들림 : 구동장치 기어 축 회전 시 베어링 하우징부 좌우 움직임에 대해 입력측 베어링 0.14 ~ 0.21 mm, 축력측 베어링 0.1 ~ 0.8 mm 수준 개발
- 베어링 고장율 : 고장율 L_{10} 15년(1년 마일리지 180,000 km 기준) 이상 수준 개발

○ 실차 시험을 통한 4계절 운행안전성 검증

○ 국내외 인증 획득

○ 기술개발성숙도(TRL) 8단계 달성

42) 동력분산식 고속철도차량 구매 계획, 국토교통부 공문 철도운행안전과-3214
43) World Rail Market, UNIFE, 2016.

다. 고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서시스템 기술개발

①	이슈/문제점	○ 전기철도는 급전거리가 길고 부하 용량도 매우 큰 특징을 가지고 있기 때문에 차량이 운행되는 구간과 운행하지 않는 구간 사이에는 큰 부하불평형이 나타나는 본질적인 문제를 가지고 있음 ○ 부하불평형은 송전단 및 전원단의 전압불평형 원인이 되어 발전단의 발전용량을 감소시키고, 변전단의 설비이용률을 감소시키고, 절연열화를 촉진시키며 설비의 수명을 단축시킴[44] ○ 전세계적으로 전압불평형을 적극 규제하고 있으며 IEC 규격에서는 10분 평균 전압불평형율을 1% 이내로 제한하고 있으나, 국내의 경우 2시간 평균 3% 이하로 국제 수준에 미치지 못함[45][46] ○ 국내 전기설비 이용 규정도 IEC 규격에 부합하게 개정되고 있는 상황으로 전압불평형 개선에 대한 해결 방안이 마련되어야 할 필요가 있음 ○ 유럽, 일본 등의 철도선진국들은 철도계통의 고질적인 전압불평형 문제를 해결하기 위해 2000년대 초반부터 기술개발 및 설비 적용 중에 있으며 최근 들어 확대 적용 추세에 있음 ○ 전기철도가 회생제동(regenerative braking)하는 에너지량은 전체 사용 에너지량의 7~18% 정도로 국내에서는 회생제동 에너지 활용을 못하고 있는 실정임[47][48] ○ 영국과 스페인의 경우 에너지저장장치(ESS)를 설치하여 회생제동에너지의 1.7~2.6%를 활용하고 있으며, 일본의 경우 일부구간에 RPC(railway power conditioner)를 설치하여 회생제동에너지의 40% 정도를 활용하고 있음[42][43] ○ 국내 교류전기철도계통에서는 전압불평형 개선 및 회생제동에너지를 활용하기 위한 전력장비가 없는 상황임
②	가정 및 기대효과	○ 시장경제적 - 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서 시스템 기술개발로 7억원/년(5대 설치 적용 시)의 전기요금 절감 ○ 과학기술적 - 독자적인 설계/제작 기술력 확보 및 해외 선진기술보유 기업과의 동등수준 기술력 확보 ○ 사회문화적 - 전력부하 불평형률을 2%이하로 감소하고 전력설비의 이용율 향상시켜 전력난 문제 개선 - 해외인증 획득을 통한 국내기업 해외진출 기회 마련
③	수혜자	○ 개발관련 기업 ○ 철도 차량 및 시설 운영기관 ○ 국가 및 국민

④	As-IS / To-Be	

세부내용	As-Is			To-Be
	국내	국외		
		일본 Meidensha[7]	일본 Fuji[8]	
기술성숙도 (TRL)단계	TRL 4	TRL 9	TRL 9	TRL 8
정격용량	없음	4 ~ 20 MVA	15[MVA]	5 [MVA]
정격주파수		-	60 [Hz]	60 [Hz]
정격전압		0.9 ~ 1.8 kV	60[kV]	55 [kV]
DC전압		1,700 ~ 3,400[V]	2200[V]	2200[V]
냉각장치		수냉식+공냉식	수냉식+공냉식	수냉식+공냉식
국제인증		국제전기기술위원회표준 인증 (IEC 인증)		국제전기기술위원회 표준 인증 (IEC 인증)

⑤	개발목표	○ 국외제품 성능수준에 부합한 능동형 벨런서 개발 - 정격용량 : 5 MVA - 정격주파수 : 60 Hz - 정격 전압 : 55 kV - DC전압 : 2200 V - 냉각장치 : 수냉식+공냉식 - M상, T상의 부하 불평형율 2% 이하 ○ 현장 시험을 통한 4계절 운행안전성 검증 ○ 국제 공인인증 획득

44) Voltage unbalance power quality issues, EPRI, 2018.
45) Assessment of emission limits for the connection of unbalanced installations to MV, HV and EHV power systems, IEC TR 61000-3-13, 2008.
46) 전기설비기술기준의판단기준개정전문(251page), 2017.
47) Regenerative braking and the different traction systems, UIC, 2015.
48) Energy efficiency in electric traction supply, UIC, 2014.

2절 정책적 타당성

1. 국내 상위 정책 현황

가. 문재인 정부 100대 국정과제[49)]

○ 국민의 나라 정의로운 대한민국을 국정비전으로 국민이 주인인 정부, 더불어 잘사는 경제, 내 삶을 책임지는 국가, 고르게 발전하는 지역, 평화와 번영의 한반도 등 5대 목표 제시

○ 이 중 "더불어 잘사는 경제"에서 20대 국정전략 중 '서민과 중산층을 위한 민생경제'에서 국가기간교통망 공공성 강화 및 국토교통산업 경쟁력 강화와 '중소벤처가 주도하는 창업과 혁신성장'에서 중소기업의 튼튼한 성장 환경 구축 제시

* 국토교통산업 경쟁력을 강화하기 위해 철도산업 발전 예상 * 철도 부품산업은 중소기업 위주 산업구조이므로 중소기업 성장 환경 구축 시 역량강화 예상

나. 제4차 국토종합계획 수정계획 (2011~2020)[50)]

○ 국토기본법 제6조, 제19조에 근거하며, 국토 이용개발 및 보전에 관한 최상위 계획으로써 추진전략으로 국토경쟁력 제고를 위한 지역특화 및 광역적 협력강화, 자연친화적이고 안전한 국토 공간 조성

○ 철도네트워크 확충, 거점도시 내 광역급행 교통망 정비 등의 계획으로 장기적 철도산업 확산과 거점도시 이동 고속화 등을 제시

* 장기적 철도산업 확산에 따른 철도산업 발전방향 제시 * 거점도시 이동 고속화는 결국 철도의 고속화이며 고속철도산업의 발전을 의미

49) 문재인정부 국정운영 5개년 계획(국정기획자문위원회, 2017.)
50) 제4차 국토종합계획 수정계획(2011-2020)(대한민국정부, 2011.)

다. 국가기간교통망계획(2001~2020) 2차 수정계획[51)]

○ 국가종합교통체계의 효율적인 구축방향을 제시하는 국가계획으로, 도로, 철도, 공항, 항만 등 교통시설에 관한 최상위 계획

○ 철도관련 추진전략으로는 간선철도망 고속화, KTX 역세권 교통연계거점 활성화, 철도 중심 물류네트워크 구축, 남북 교통망 구축 등을 제시

* 간선철도망 고속화, KTX 교통연계거점 활성화에 따른 고속철도산업 발전 예상 * 철도 중심 물류네트워크 및 납축 교통망 구축 또한 고속철도산업 발전 예상

라. 제3차 국가교통기술개발계획(2014~2018)[52)]

○ 정부의 교통기술 관련 정책을 종합화하고 체계화하는 법정계획

○ 국가교통기술개발 과제와 투자규모 등이 제시됨에 따라 이를 효과적으로 달성하기 위한 구체적인 개발계획을 수립하여 특히, 철도는 선진국 대비 교통기술수준을 95% 달성, 열차운행 100만 km당 사고건수 10% 저감, 철도 수송용량 20% 확대 등의 목표가 설정된 상위 정책 계획

○ 추진분야 중 "정확하고 경제적인 철도"에 부합하여 철도 핵심부품 기술개발을 진행해 오고 있으며 현재까지 '도시철도 핵심부품 국산화 및 장치 고도화 개발 1단계' 등 계획에 따라 순차적으로 수행되고 있음

* 교통기술수준 향상 목적과 안전사고 건수 절감을 위한 국내 철도산업 기술력 향상 목표 의미 * 철도 핵심부품 개발의 단계적 발전방향 지향

51) 국가기간교통망계획 제2차 수정계획(2001~2020)(국토해양부, 2010.)
52) 제3차 국가교통기술개발계획(2014~2018)(국토교통부, 2014.07.)

마. 제3차 철도산업발전기본계획(2016~2020)[53]

○ 철도산업발전기본법 제5조에 근거하며, 철도교통과 철도산업 관련 정책을 종합하고 체계화하는 국가종합계획

○ 해당 상위 정책계획에서 "철도산업 생태계"분야 내 주요 추진과제로 '부품산업 경쟁력 강화'에서 핵심부품개발, 부품강소기업 육성, 시장개척 지원, 표준화 모듈화 추진과 '철도차량 After Market 조성'에서 정비시장 조성을 위해 차량 제작사, 부품업체에게 안정적 수익구조를 제공하고 차량, 부품, 정비 연계수출을 위해 정비시장 조성 추진을 전략화

* 철도 핵심부품 개발로 인한 부품산업 기술경쟁력 강화 및 강소기업 육성 연계 방향 제시 * 국내 철도부품의 안정적인 공급망 유지 및 After Service 활성화 목표 제시

바. 국토교통 R&D 중장기 전략(2014~2023)[54]

○ 국토교통 기술을 통한 국민행복 및 글로벌 가치를 창조하기 위해 2023년까지 7만 5천개 일자리 창출, 11개 세계 선도기술 및 8개 글로벌 기업 육성, 재해 및 사고 20% 저감 등을 목표로 설정

* 철도기술력 세계선진 기술력 대비 동등이상 목표 제시 * 국내 철도 기업의 세계선진화 목표 제시

사. 철도차량산업 육성방안(2016)[55]

○ 철도차량산업의 실태를 진단하여, 중장기 비전과 목표 하에 철도차량산업 육성대책을 수립하고, 신성장동력 산업으로 발굴육성 추진

53) 제3차 철도산업발전기본계획(2016~2020)(국토교통부, 2017.02.)
54) 국토교통 R&D 중장기 전략(2014~2023)(국토교통부, 2014.07.)
55) 철도차량산업 육성방안(국토교통부, 2016.06.)

○ 글로벌 철도차량 제작사 육성, 부품강소기업 육성 및 공급망 관리, 글로벌 선도형 R&D 경쟁력 강화, 국내 시장 창출 및 국외수주 확대, 제도적 지원 강화

○ 철도부품관련 핵심과제로 부품 강소기업 육성을 제안하였으며, 부품의 경우 차량의 성능품질을 좌우하므로 부품강소기업을 지정하여 세계 일류기업으로 육성하고 양질의 일자리 창출을 목표로 설정

* 철도부품기업의 역량 강화 및 부품 수급 확대 목표 제시 * 국내외 시장진입 활성화 및 자체 해외시장 진입 목표 제시

아. 철도부품 강소기업 육성방안(2016)[56)]

○ '13년부터 장기적 예산을 지원하여 부품을 대상으로 상용화 전제로 개발 중이며, 중소기업 R&D 지원비율을 확대하고 운영기관의 R&D 공동참여를 적극 유도

○ 체계적인 강소기업 육성, 연구성과의 사업화 지원, 안정적 부품시장 조성을 강소기업 육성 추진과제로 제시

* 중소기업위주의 산업구조인 철도부품기업의 R&D 참여 활성화 및 기술지원 필요성 제시 * 철도부품기업의 역량강화 목표 제시

56) 철도부품 강소기업 육성방안 (국토교통부, 2016.06.)

2. 상위 정책과의 부합성

가. 상위 정책과의 부합성 검토 지표

○ 본 과제기획의 의도가 국가 정책을 실현하기 위해 일관성을 가지고 추진되었는지

○ 본 과제기획에서 기획된 전체적인 연구목표를 성공적으로 달성할 시 상위 정책적 측면에 부합되는지

나. 정책적 타당성 검토 결과

○ 본 검토대상 과제기획인 "고속철도 해외의존 부품장치 국산화 기술개발" 기획의 정책적 타당성을 검토한 결과 철도산업 추진계획 및 발전방향, 전략 등의 국가 상위 정책의 부합성 측면에서 부합성이 높은 것으로 판단됨

표 4-1 국가 상위 정책과의 정책적 타당성 검토 결과 요약

구 분	"고속철도 해외의존 부품장치 국산화 기술개발" 과제 기획과의 정책적 타당성 주요 검토 사항	검토 결과
문제인 정부 100대 국정과제	국가기간교통망 공공성 강화, 국토교통산업 경쟁력 강화 중소기업의 튼튼한 성장 환경 구축	국가추진 정책과의 **'부합성 높음'**
제4차 국토종합계획 수정계획	장기적 철도산업 확산과 거점도시 고속화	
국가기간교통망계획	고속(간선철도, KTX) 역세권 교통연계거점 활성화	
제3차 국가교통기술개발계획	선진 교통기술수준 대비 95% 달성, 사고건수 10% 저감	
제3차 철도산업발전기본계획	부품산업 경쟁력강화 및 부품강소기업 육성 시장개척 지원	
국토교통 R&D 중장기 전략	세계 선도기술 및 글로벌 기업 육성	
철도차량산업 육성방안	부품강소기업 육성(세계 일류기업 육성) 국내외 시장 창출 제도적 지원 강화	
철도부품 강소기업 육성방안	중소기업 R&D 지원비율 확대 / R&D 공동참여 유도 체계적인 강소기업 육성 / 연구성과의 사업화 지원	

3절 기술적 타당성

1. 기술적 타당성 검토 항목

○ 기술적 타당성 검토항목은 「'16년 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 [제2-1판]」의 기재된 사항을 참고하여 검토 수행하였으며, 상세 검토항목은 다음과 같음

- 기획과정의 적절성
- 기존 연구와의 중복성
- 기술개발 성공가능성

○ 기획과정의 적절성은 개발대상을 선정함에 있어 선정 절차의 당위성을 검토함

○ 기존 연구와의 중복성은 기존 및 現 진행 중인 연구과제 현황과의 비교 또는 미래 타 R&D 사업을 통해 계획되어 있는 사항을 검토함

○ 기술개발 성공가능성은 R&D 투자 예산 / 개발기간 대비 現 기술개발 인프라 및 연구개발 인력 현황 등을 기반으로 기획목표의 성공가능성을 검토함

2. 기획과정의 적절성

○ 개발대상 부품장치를 선정하기 위하여 Top-Down 기술수요조사방식과 Bottom-Up 기술수요조사방식을 병행하여 수요조사를 진행한 후 전문가 검토를 통해 개발대상을 선정하였음



그림 4-8 개발대상 부품장치 선정 프로세스

○ 1차 Top-Down 기술수요조사는 철도차량 운영사를 대상으로 수행하였으며, 수요조사 대상은 철도차량시스템(대분류 9개 장치, 중분류 75개 부품, 그 이하 소분류 부품 대상), 궤도구조시스템(중분류 13개 부품, 그 이하 소분류 부품 대상), 전철전력시스템(대분류 2개 장치, 32개 부품, 그 이하 소분류 부품 대상), 철도신호시스템(대분류 3개 시스템, 중분류 22개 부품, 그 이하 소분류 부품대상)을 수요조사 대상으로 선정하여, “안전도”, “시장규모”, “해외진출 가능성”, “국내 기술력”의 키워드를 기반으로 수행하였음

* 안전도 : 조사대상 부품장치의 파손/고장발생 시 차량사고(운행장애) 및 인명피해로 이어질 수 있는 가능성
* 시장규모 : 조사대상 부품장치의 국내/외 적용가능한 시장성 정도
* 해외진출 가능성 : 조사대상 부품장치의 개발완료(검증/인증 획득) 시 해외수출 가능 정도
* 국내 기술력 : 조사대상 부품장치별 해외 선진기술보유 기업 대비 국내 해당 부품장치 제조기업의 인프라 및 기술 인력 등의 기술성 정도

표 4-2 철도차량 부품・장치의 기술중요도, 안전도, 시장규모 등 분석 결과

1단계	2단계	안전도	시장규모 (1~5)	해외진출 가능성 (1~5)	국내 기술력 (1~5점)
① 차체	차체완성 조립	4	4	1	5
	차체 소조립	4	4	1	5
	알루미늄 압출재	5	3	3	4
② 승객설비	승강문 (도어엔진포함)	5	5	5	2
	객실출입문 (도어엔진포함)	3	1	3	4
	냉방장치, 옥상취부형 (HVAC)	3	5	5	2
	갱웨이, 내장판형 (Gangway)	4	2	5	3
	단열재	1	2	1	5

1단계	2단계	안전도	시장규모 (1~5)	해외진출 가능성 (1~5)	국내 기술력 (1~5점)
	객실 의자, 일반실 (Passenger Seat, 2nd Class)	3	4	2	4
	객실 의자, 특실 (Passenger Seat, 1st Class)				
	바닥재 (Floor Covering)	3	1	3	4
	바닥판 (Floor Board)	2	1	1	4
	바닥구조용 고무 (실리콘고무,패팅고무)	2	1	4	2
	오물처리 및 급수장치 (제어기포함)	2	1	1	4
	화장실 모듈 (Toilet)	2	2	1	4
	객실 측창(Window)	4	2	1	1
	내장판 (Interior Panel)	2	3	1	5
	선반 (Laggage Rack)	2	1	1	5
	공기덕트 (Air Duct)	1	1	1	3
③ 운전실설비	Desk 모듈 (Cab Desk Module)	1	1	1	4
	전두부 마스크(커버) (Cab Mask)	2	1	1	5
	전두부 자동형 해치커버	5	2	3	2
	전두부 자동형 해치커버 제어기				
	윤전실 전면창 (Windshield)	5	1	1	1
	창닦이 장치 (Wiper)	4	1	2	2
	기적 (Horn)	4	1	1	4
	운전실 의자 (Driver's Seat)	3	1	1	5

1단계	2단계	안전도	시장규모 (1~5)	해외진출 가능성 (1~5)	국내 기술력 (1~5점)
④ 추진제어장치	주전력변환장치 (C/I,모터블럭) 완성품	5	5	3	4
	주변압기 (Main Transformer)	5	3	3	2
	견인전동기 (Traction Motor)	5	3	3	5
	주회로차단기 (VCB)	5	2	2	1
	접지스위치	5	1	1	4
	주간제어기 (MasterController)	5	1	1	4
⑤ 보조전원장치	보조전원공급장치 (APU)	3	2	4	4
	축전지 충전기 (Battery Charger)	3	1	4	4
	축전지 (Battery)	5	1	3	5
	추전지 박스 (Battery Box)	2	1	1	4
⑥ 제동	제동장치 (Brake System)	5	5	2	4
	주공기압축기 (Air Compressor)	5	5	2	3
	보조공기압축기	5	5	2	4
	활주방지장치	5	5	2	2
	기초제동장치 (제동실린더, 캘리퍼)	5	5	2	4
	제동디스크	5	5	2	2
	제동 패드	5	5	2	3
	배관 및 배관 모듈	4	1	1	5
⑦ 대차(주행장치)	대차프레임, 객차대차 (Bogie Frame)	5	2	1	5
	대차프레임, 동력대차 (Bogie Frame)	5	2	1	5
	차축감속기 (Axle Driving Gear)	5	5	3	2
	공기스프링 (Air Spring)	5	1	3	2

1단계	2단계	안전도	시장규모 (1~5)	해외진출 가능성 (1~5)	국내 기술력 (1~5점)
	코일스프링 (Coil Spring)	2	1	1	5
	레벨링밸브	4	1	1	5
	차축 (Axle)	5	1	1	1
	차륜 (Wheel)	5	2	1	1
	댐퍼 (Damper)	4	2	4	2
	방진 고무류 (Resilient Rubber)	3	2	3	2
	저널박스 (Journal Box)	3	1	1	4
	차축베어링 (Axle Bearing)	5	2	2	2
	액체도유기	3	1	3	3
	센터피봇	4	1	1	4
⑧ 연결기	자동연결기, 전두부 (Automatic Coupler)	5	5	4	2
	중간연결기, 차량간 (Semi-permanent Coupler)	5	2	4	2
⑨ 전기설비	케이블 (Cable)	4	2	3	4
	동력차 배전반 (Electric Distribution Board)	3	3	1	5
	객차 배전반 (Electric Distribution Board)				
	Cable Harness & Duct	3	1	1	5
	등구류. 실내등 LED (Passenger Room Lighting)	2	2	4	5
	등구류. 독서등 (Reading Lamp)	2	2	4	5
	등구류.전조등 (Head Lighting)	5	2	4	5
	등구류.후미등 (Tail Lighting)	5	2	4	5
	등구류. 운전실등 (Lighting)	2	2	4	5
	열차화재감지장치	5	1	3	4

1단계	2단계	안전도	시장규모 (1~5)	해외진출 가능성 (1~5)	국내 기술력 (1~5점)
	화재감지기				
	열차운행정보저장장치 (Event Record)	5	1	3	4
	열차운행정보전송장치 (RTD)	3	1	1	4
	견인전동기 냉각팬	3	1	4	2
	접지브러쉬 (Earth, Ground Brush)	4	2	3	4
	판토그래프 (Pantograph)	4	2	4	2
	AC 피뢰기 (AC Arrestor)	5	1	1	2
⑩ 방송표시기	방송장치	4	4	4	5
	객실모니터	1	4	4	4
	표시기 (행선지, 열차번호, 승무원)	2	4	4	4
⑪ 차상신호통신	열차방호장치	5	1	1	5
	차상신호장치 ATC(TVM430)	5	5	1	1
	차상신호장치 ATP(ERTMSLevel1)	5	5	1	1
	차상신호장치 화면장치 MMI	5	1	1	4
⑫ 열차종합제어장치 TCMS	중앙제어장치	5	5	4	5
	단말제어장치	4	5	4	5
	운전자 화면장치	4	5	4	5
⑬ 기타	도료 (Paint)	1	1	4	5

○ 2차 Top-Down 기술수요조사는 철도차량 운영사를 대상으로 실제 개발에 필요한 부품장치의 연구대상, 개발목표, 정부지원 타당성, 과제규모 등에 대해 상세한 내용의 수요조사를 수행하였음

표 4-3 기술 수요조사서 양식 및 설명서

<table>
<tr><td>1. 과제명</td><td colspan="7">- 연구목표 및 내용이 함축된 과제명 기재</td></tr>
<tr><td>2. 연구개발목표</td><td colspan="7">- 연구개발과제의 수준·성능 및 품질에 대한 달성목표를 가능한 정량적으로 기재</td></tr>
<tr><td>3. 기술개발 및 산업/시장 동향</td><td colspan="7">- 연구개발과제의 기술개발 동향 및 산업/시장 동향, 규모, 기술격차 등에 대해 기재</td></tr>
<tr><td>4. 기존기술 활용방안</td><td colspan="7">- 기존에 수행된 국가연구개발사업, 민간에서 기개발된 기술 등과의 활용 및 연계가 필요한 경우 이를 위한 방안 기재</td></tr>
<tr><td>5. 기술개발 필요성</td><td colspan="7">- 기술개발의 시의성 및 적정성을 중심으로 기술개발의 필요성 기재</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td colspan="7">- 연구목표 달성을 위한 세부개발 내용
· 연구개발 결과(제품, 프로세스, 시스템, 핵심기술 등)에 대한 구체적인 기재</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="7">- 연구개발과제의 경제·산업·정책적인 중요도 및 기술개발 성공을 위한 정부의 역할에 대한 요구사항 기술</td></tr>
<tr><td>8. 기술확보 전략</td><td colspan="7">- 기술 개발(확보)에 대한 구체적 전략 기술
· 연구개발 추진 시 문제점 해결방안, 국내외 공동연구, 산·학·연 협력, 융복합기술개발 등</td></tr>
<tr><td rowspan="2">9. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="5">- 최종성과물의 형태</td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="5">- 최종성과물의 개발자 및 수요자 활용 방안</td></tr>
<tr><td rowspan="6">10. 연구개발 과제의 규모
* 가급적 총 연구비 50억원, 연구기간 5년 이내로 제안
* 50억원 이상과제는 기획연구대상과제로 분류하여 기획연구 수요조사 시 반영 예정</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>민간</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2"></td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2"></td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>11. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- 연구개발과제의 성공적 수행을 통한 활용성 및 경제적·기술적·정책적 파급효과 등 기재</td></tr>
</table>

- 총 18건의 수요조사 응답을 하였으며, 그 중 차량 부품장치 7건, 시설 부품장치 10건에 대한 수요를 확인하였음

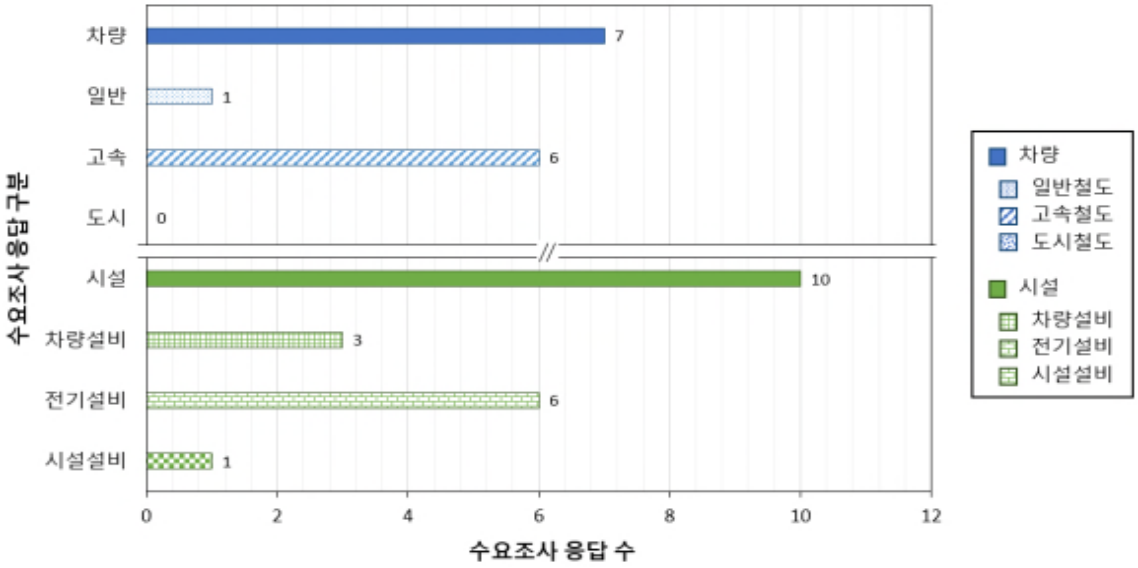


그림 4-9 2차 Top-Down 기술수요조사 통합 현황 분석

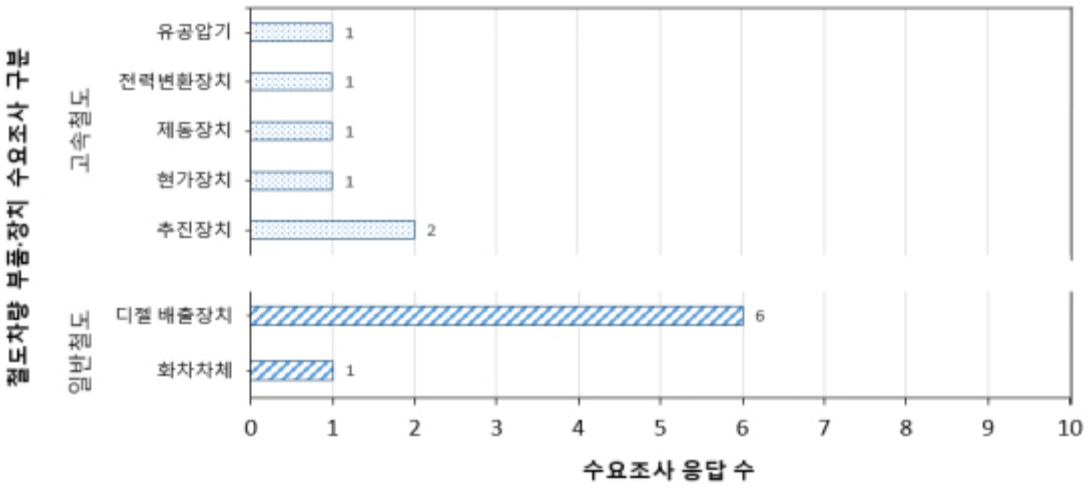


그림 4-10 2차 Top-Down 기술수요조사 차량부문 현황 분석

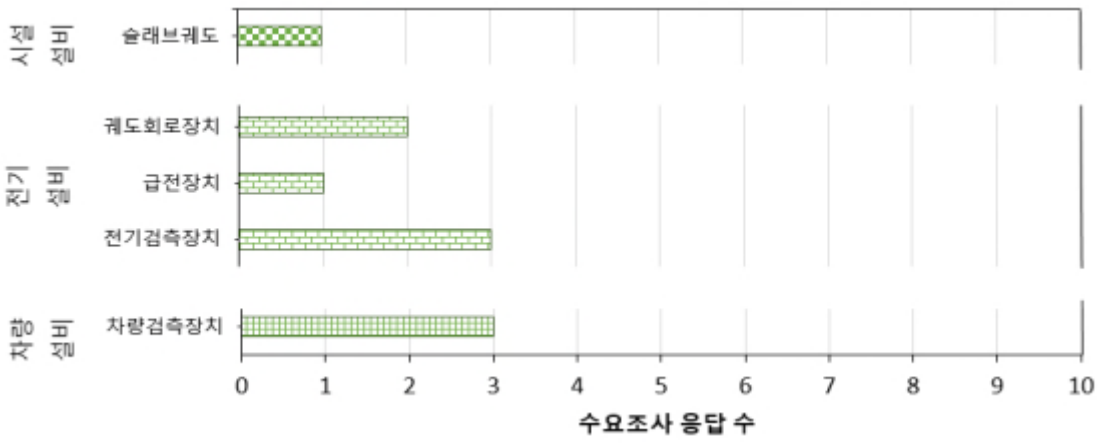


그림 4-11 2차 Top-Down 기술수요조사 시설부문 현황 분석

○ Bottom-Up 기술수요조사는 2차 Top-Down 기술수요조사 동일 양식을 활용하여 철도차량 제조사, 부품장치 제조사를 대상으로 실제 개발에 필요한 부품장치의 연구대상, 개발목표, 정부지원 타당성, 과제규모 등에 대해 상세한 내용의 수요조사를 수행하였음

- 총 59건의 수요조사 응답을 하였으며, 그 중 차량 부품장치 30건, 시설 부품장치 29건에 대한 수요를 확인하였음

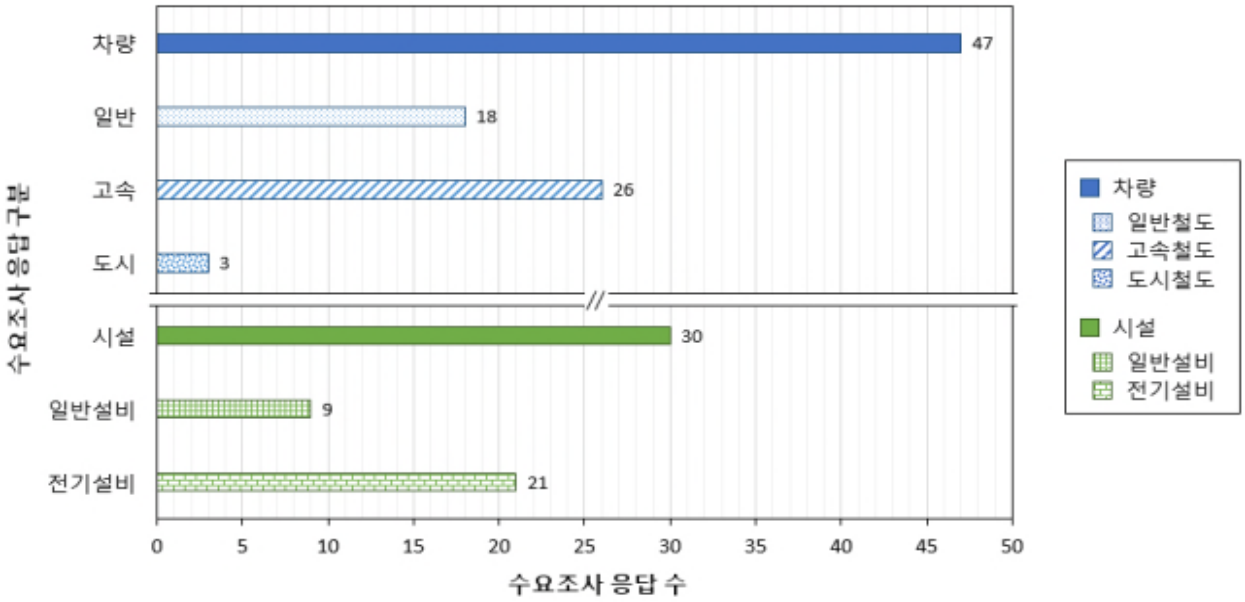


그림 4-12 Bottom-Up 기술수요조사 통합 현황 분석

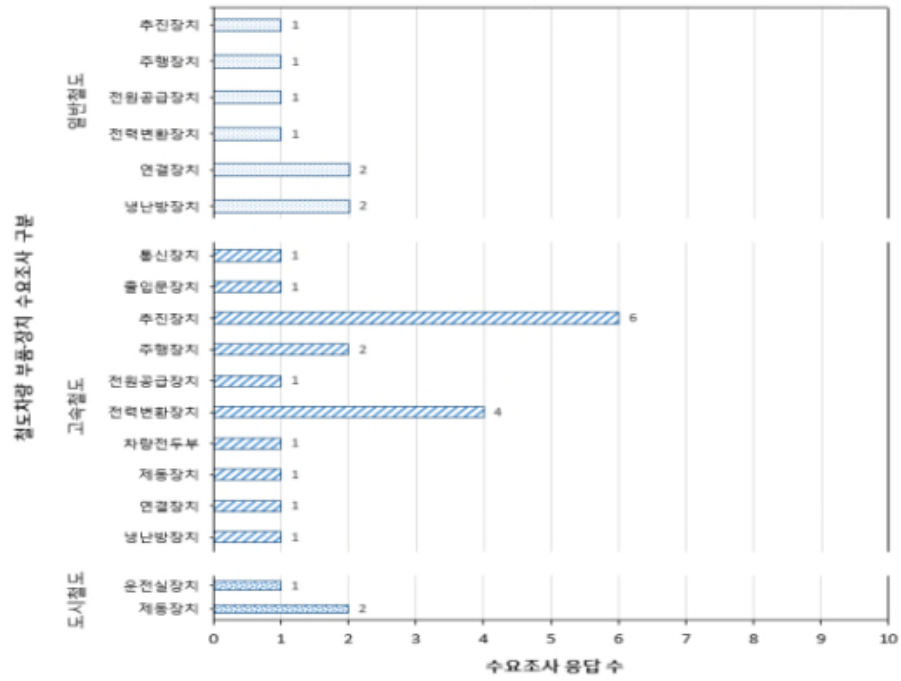


그림 4-13 Bottom-up 기술수요조사 차량부문 현황 분석

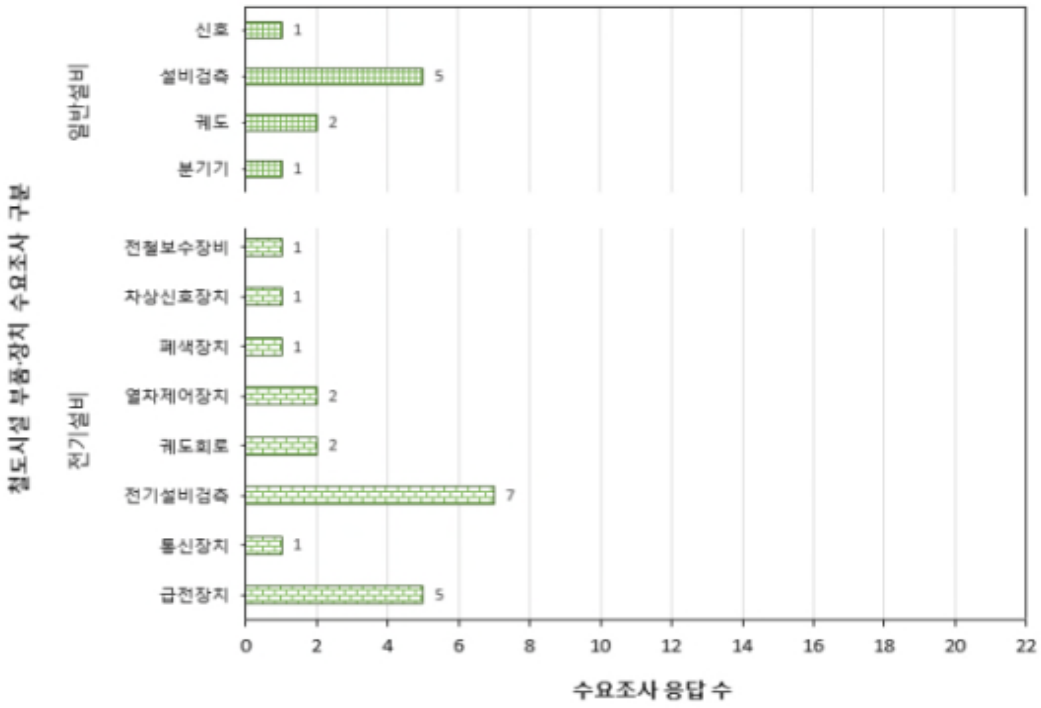


그림 4-14 Bottom-up 기술수요조사 시설부문 현황 분석

○ 개발대상 부품장치 1차 선정 절차는 Top-Down 기술수요조사와 Bottom-Up 기술수요조사의 일치성 및 전문가 검토 등을 통한 부품장치 중복성 등을 검토하여 선정

※ 평가지표 중 안전도(가중치: 4)와 해외진출가능성(가중치: 6) 점수를 합산하여 6할 이상을 개발대상품으로 선정(안전도 2점 이하는 제외)

- 개발대상 부품장치 2차 선정 절차는 국내기술력과 해외진출가능성을 고려하여 네 가지 타입으로 유형화한 후 총 23개 부품장치 도출

※ 국내기술력이 높다고 평가된 수출형을 제외하고 나머지 타입에서 개발대상 우선순위 선정

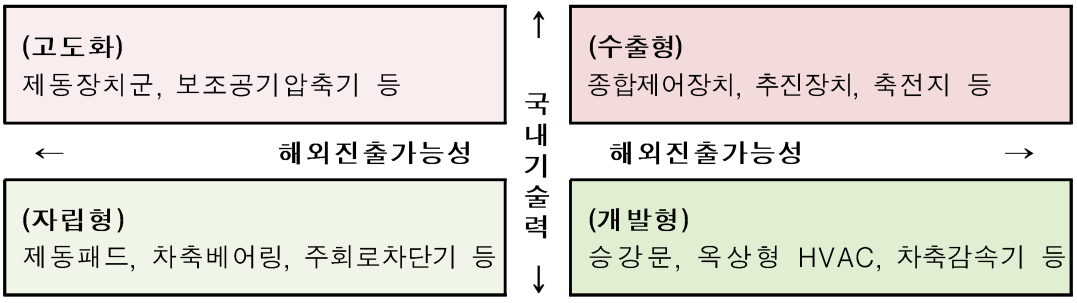


그림 4-15 개발대상 부품장치 선정을 위한 2차 선정 절차 매트릭스

표 4-4 개발대상 부품장치별 우선순위 선정

구분	부품명	국내 시장규모	해외진출 가능성	합계	비고
1	승강문	5	5	10	
2	옥상형 HVAC	5	5	10	
3	자동연결기	5	4	9	
4	차축감속기(베어링포함)	5	3	8	
5	갱웨이 내장판형	2	5	7	
6	댐퍼	2	4	6	
7	중간연결기	2	4	6	
8	판토그래프	2	4	6	
9	와이퍼시스템	2	3	5	
10	주변압기	3	2	5	
11	선로급전장치 (부하불평형 개선 밸런서)	4	2	6	
12	견인전동기 냉각팬	1	4	5	
13	전두부 자동형 해치커버 및 제어기	2	3	5	
14	공기스프링	1	3	4	
15	제동 패드(제동 슈 포함)	5	2	7	
16	차축베어링	2	2	4	
17	주회로차단기	2	2	4	
18	제동디스크	5	2	7	
19	활주방지장치	5	2	7	
20	주공기압축기	5	2	7	
21	제동장치	5	2	7	
22	기초제동장치 (제동실린더, 캘리퍼)	5	2	7	
23	보조공기압축기	5	2	7	

3. 기존 연구와의 중복성

○ 본 과제기획의 최종 개발대상 선정을 위해 우선순위 개발대상 목록에서 기존 연구와의 중복성 검토를 수행하였음

○ 우선순위 개발대상에 대해 기존 및 現 진행 R&D, 그리고 향후 타 R&D 사업에 계획이 되어 있는 개발대상을 검토하였음

○ 최종 개발대상 부품장치로 중복성 검토에서 제외된 총 4개의 부품장치 중 1~3순위를 최종 개발대상 부품장치로 선정

표 4-5 각 부품장치별 기존 연구와의 중복성 검토 결과

구분	부품명	국내 시장규모	해외진출 가능성	합계	순위	중복성 검토결과
1	승강문	5	5	10	-	(도시) R&D 완료 (고속) 타 사업 추진
2	옥상형 HVAC	5	5	10	-	(고속) 타 사업 추진
3	자동연결기	5	4	9	-	R&D 개발 중
4	**차축감속기(베어링포함)**	**5**	**3**	**8**	**1**	**(고속) 중복 없음**
5	갱웨이 내장판형	2	5	7	-	장기과제고려
6	댐퍼	2	4	6	-	R&D 개발 중
7	중간연결기	2	4	6	-	R&D 개발 중
8	판토그래프	2	4	6	-	R&D 완료
9	와이퍼시스템	2	3	5	4	중복 없음
10	주변압기	3	2	5	-	타 사업 추진
11	**선로급전장치 (부하불평형 개선 밸런서)**	**4**	**2**	**6**	**3**	**중복 없음**
12	견인전동기 냉각팬	1	4	5	-	타 사업 추진
13	전두부 자동형 해치커버 및 제어기	2	3	5	-	타 사업 추진
14	공기스프링	1	3	4	-	타 사업 추진
15	**제동 패드(제동 슈 포함)**	**5**	**2**	**7**	**2**	**중복 없음**

구분	부품명	국내 시장규모	해외진출 가능성	합계	순위	중복성 검토결과
16	차축베어링	2	2	4	-	R&D 개발 중
17	주회로차단기	2	2	4	-	타 사업 추진
18	제동디스크	5	2	7	-	타 사업 추진
19	활주방지장치	5	2	7	-	R&D 개발 중
20	주공기압축기	5	2	7	-	R&D 개발 중
21	제동장치	5	2	7	-	R&D 개발 중
22	기초제동장치 (제동실린더, 캘리퍼)	5	2	7	-	R&D 개발 중
23	보조공기압축기	5	2	7	-	R&D 개발 중

※ 차종별 R&D 수행 내역 일부 상이할 수 있음

4. 기술개발 성공가능성

○ 기획목표의 성공가능성

- 본 과제기획의 주요 목적은 기존의 R&D 국산화 개발단계 / 검증 및 실용화 단계의 별개의 관점으로 수행하는 기존 방식의 틀에서 벗어나 “설계-제작-검증-인증-실용화” 전 단계를 본 과제를 통해 완수함

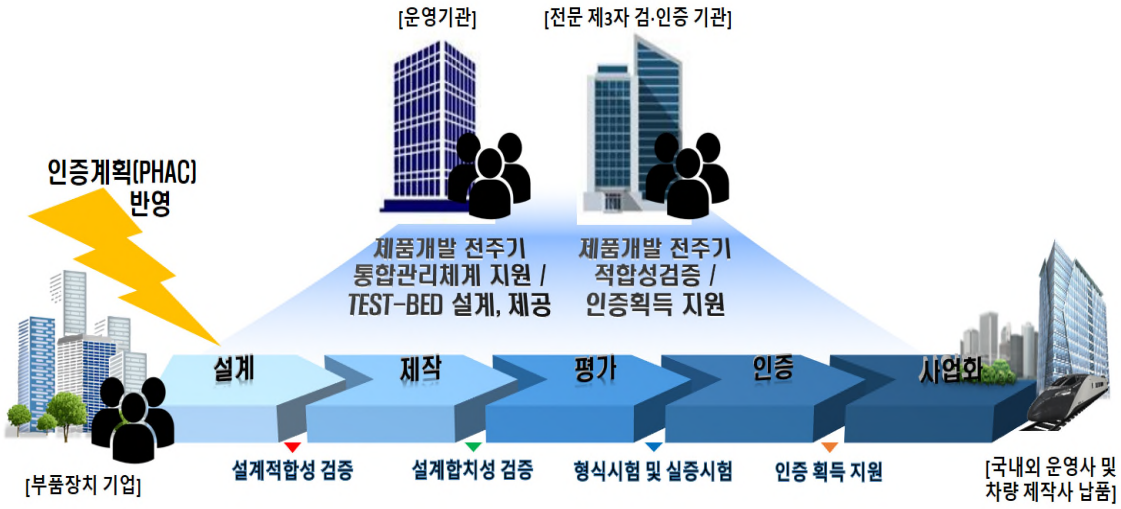


그림 4-16 연구개발 추진전략 및 성과 로드맵

- 이와 같이 개발 전 단계를 철도 운영기관, 전문 연구기관, 공인시험인증기관, 차량 제조사, 부품 제조사가 유기적인 컨소시엄을 구성하여 "실용화 연구개발 지원"과 "부품장치 기술개발"의 융·복합 R&D 체계를 유지하며 수행함

  - (**실용화 연구개발 지원**) 개발대상 부품장치에 대한 개발 통합관리, 신뢰성 설계 및 분석 적용, 적합성 검증 통합 프로세스 지원, 인증획득 지원, 시장진출 전략 모델 적용방안 지원 등
  - (**부품장치 기술개발**) 선진기술 벤치마킹 및 적용, 설계/제작 기술개발, 최적 공정 및 유지보수 규격서 개발, 성능 검증 및 인증 획득, 시장진출 전략구성 연구 등

- 위와 같은 구성을 기반으로 연구개발 성공 시 다음의 목표 달성 가능 판단

  - 개발대상 선진기술보유 부품장치 대비 성능 동등이상 달성
  - 개발대상 부품장치 국산화 및 상용화 100% 달성
  - 개발대상 부품장치 해외 시장진출 전략 도출

4절 경제적 타당성

1. 경제적 타당성 검토

가. 동력집중식 고속철도용 제동 패드 및 슈

○ 동력집중식 고속철도용 제동 패드 및 제동 슈의 국산화 개발 후 해외 수입 수준 단가로 연간 약 37억원 수준의 수입대체효과를 얻을 수 있으며, 추가적으로 해외 수입대비 80% 단가로 개발 시 연간 유지보수품 수입대체로 약 4.7억원의 추가 구매비용 절감효과를 얻을 수 있을 것으로 예상됨

표 4-6 동력집중식 고속철도 제동 패드 및 슈 국내시장 수요예측 및 예상 시장

(단위 : 백만원)

순번	부품	수입 단가	개발 단가	연간 수량	연간 수입액	연간 유지보수 수입대체*	비고
1	제동패드	0.16	0.14	20,720	3,315	414	272SET/편성(KTX) 108SET/편성(KTX-산천) 144SET/편성(KTX-경강)
2	제동슈	0.16	0.14	2,808	449	56	24SET/편성(KTX) 24SET/편성(KTX-산천) 24SET/편성(KTX-경강)

* 연간 유지보수 수입대체액은 부품별 교체주기를 고려한 연평균 유지보수용 부품 조달로 인한 절감액

- 동력집중식 고속철도용 제동 패드의 유럽시장 진입 예상 수요는 단기적으로 약 연 30억원 시장창출이 예측되고, 장기적 측면에서 유럽시장의 30% 점유를 목표로 가정할 시 약 100억원의 시장창출이 예상됨

표 4-7 동력집중식 고속철도 제동패드 장단기 유럽시장 수요예측 및 예상 시장

판매처	국가명	단가 (천원)	예상 판매량(개)	년 시장규모 (억원)	단기목표 (억원)	장기목표 (억원)
SNCF	프랑스	180	제동패드: 91,000	164	30	100
DB	독일	200	제동패드: 50,400	100		
TRENITALIA	이태리	180	제동패드: 26,000	47		

나. 동력분산식 고속철도용 감속시스템

○ 동력분산식 고속철도용 감속시스템의 국산화 개발 후 해외 수입 수준 단가로 5년간 약 2,224억원 수준의 수입대체효과를 얻을 수 있으며, 추가적으로 해외 수입대비 90% 수준 단가 개발 시 5년간 수입대체로 약 22.4억원의 추가 구매비용 절감효과를 얻을 수 있을 것으로 예상됨

표 4-8 동력분산식 고속철도 감속시스템 국내시장 수요예측 및 예상 시장

(단위 : 백만원)

순번	부품	수입 단가	개발 단가	5년간 수량*	5년간 수입액	5년간 수입대체**	비고
3	감속 시스템	20	18	1,122	22,440	20,196	EMU250 기준 16SET/편성(EMU)

* 5년간 수량은 다음 표의 중장기 구매계획을 기반으로 함

표 4-9 동력분산식 고속철도차량 구매 계획 (참조 : 국토교통부 공문 철도운행안전과-3214)

구분	보유수량	감속시스템 적용 수량	적용노선
EMU-180	5편성(40량)	60 SET	삼성동탄선
EMU-300	32편성(192량)	256 SET	경전선
EMU-250	19편성(114량)	152 SET	경강선, 동해선
EMU-150	54.5편성(436량)	654 SET	대체(새마을, 무궁화)
합 계		1,122 SET	-

** 5년간 수입대체 수량은 개발완료 시 수입단가 대비 10% 수준 절감 단가 적용 수입대체 금액

- 동력분산식 고속철도용 감속시스템의 전 세계 해외시장 3% 진입 목표로 예상할 시 482억원*의 시장창출이 예상됨

* World Rail Market(UNIFE, 2016)의 자료를 참고하여 2021년 기준 전 세계 고속철도차량 시장규모는 112.06억 유로로 예측되며, 이를 원화로 환산 시 14.3조원임(2017년 1월 2일 환율 기준). 그 중 75% 수준이 동력분산식 고속철도차량 시장규모로 책정되어 약 10.7조원 시장규모이며, 1편성 당 감속시스템 16SET 기준으로 1편성 가격의 약 15%를 차지하는 금액으로 가정하고 국산화 개발품으로 향후 세계시장 약 3% 진입 시 약 482억원의 시장규모 형성

다. 고속철도용 부하밸런서 시스템

○ 고속철도용 부하밸런서를 국내 53대 설치 시 수입단가 15억 기준에서 국산화 완료 후 795억원 수입대체효과를 얻을 수 있으며, 수입단가 기준 80% 수준 개발완료 시 추가적으로 159억원의 구매비용 절감효과를 얻을 수 있음

- 또한, 연간 유지보수 전기요금절약 금액은 약 1.3억원(1대 설치의 경우) 규모의 절감효과가 나타나는 것으로 예상됨

표 4-10 고속철도용 부하밸런서 국내시장 수요예측 및 예상 시장

(단위 : 백만원)

순번	부품	수입 단가	개발 단가	연간 수량	연간 수입액	연간 유지보수 수입대체*	비고
4	부하 밸런서	1,500	1,050	5	-	700 (전기요금절약)	용량 5 MVAR 기준

* 밸런서 전력절감량은 1000 MWh/대(설치예상개수: 5대), 연간절감액: 약 5,671백만원 = 1000 MWh/대 × 5대 × 140원(전기요금: 140원/kWh) * 차량운행 조건에 따라 다를 수 있음

※ 5 MVA 용량의 밸런서 1대 설치시 1,000 [MWh/year] (3MWh/day × 365day ≒ 1,000 [MWh/year]) 이상의 회생전력 활용 가능

* 년 1억원 이상의 전기요금 절감 가능(kWh 당 140원 기준, 2016년 철도통계 노선별 연료소비량의 KTX 전력요금 기준)[57]

※ 산정 기준(일본의 사례_UIC 자료 참고) : RPC 설치 후 아래 그림과 같은 차량 및 운행 조건으로 하루 평균 7.6MWh의 회생전력을 활용[54]

* 국내 차량 운행 조건이 아래 조건 보다 적은 것을 고려하여 하루 평균 3MWh의 회생전력량 활용으로 산정

57) Energy efficiency in electric traction supply, UIC, 2014.

5장 소요예산 산정

1절 소요예산 산정

1. 예산 산정 방법

○ 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 [시행 2013.3.23.] [대통령령 제24474호, 2013.3.23., 타법개정]의 [별표 2] 연구개발비 비목별 계상기준(제12조제5항 관련) 적용, “국토교통부소관 연구개발사업 운영규정”, “국토교통기술 연구개발사업 관리지침”, “국토교통기술연구개발사업 연구비 관리 및 정산매뉴얼” 등 참조

2. 전체 소요예산

표 5-1 전체 연구개발비 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	구분	계	'18	'19	'20	'21	'22
고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 적합성검증 지원 연구	정부	6,400	400	1,200	1,600	1,600	1,600
	민간	2,140	135	400	535	535	535
동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 패드 및 슈 기술개발	정부	4,400	200	1,000	1,500	900	800
	민간	1,470	68	334	500	300	268
동력분산식 고속철도용 고내구성 감속시스템 기술개발	정부	5,400	200	1,000	1,900	1,300	1,000
	민간	1,800	67	334	633	433	333
고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서 시스템 기술개발	정부	3,300	200	800	1,000	700	600
	민간	1,100	67	267	333	233	200
총 계	정부	**19,500**	**1,000**	**4,000**	**6,000**	**4,500**	**4,000**
	민간	**6,510**	**337**	**1,335**	**2,001**	**1,501**	**1,336**

3. 기술개발 연구내용 대비 상세 연구비 소요

표 5-2 기술개발 연구내용 대비 상세 연구비 산정

연구개발 내용	연구 내용	세부 연구비					
		2018	2019	2020	2021	2022	계
고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 적합성검증 지원 연구	연구개발 수행체계 통합관리 지원체계 구축 연구	80	150	160	200	250	840
	개발대상 부품장치 관련 국내외 검·인증 법/제도/표준규격 조사 분석 연구	100	80	-	-	-	180
	적합성 검증 통합 프로세스 구축 연구	167	320	150	-	-	637
	개발대상 부품장치의 고신뢰도 생산 유도 전략 연구	188	600	878	560	440	2,666
	개발대상 부품장치의 설계적합성검증, 설계합치성검증 및 시험검증 공동 연구	-	250	567	658	648	2,123
	인증 프로세스 구축 및 인증 획득 지원 연구	-	150	200	250	250	850
	개발대상 부품장치의 현차/현장 적용 TEST-BED 설계 및 종합시험선로 연계 시험수행방안 연구	-	-	100	367	347	814
	개발대상 부품·장치의 국내외 시장진출 및 확산 전략 모델 적용방안 연구	-	50	80	100	200	430
	소 계	535	1,600	2,135	2,135	2,135	8,540
동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 디스크 및 슈 기술개발	고속철도용 제동 패드 및 슈 국내외 동향 조사 분석	50	50	-	-	-	100
	선진 고속철도용 제동 패드 및 슈 벤치마킹 적용 및 개발대상 재질 DB 구축	130	150	120	-	-	400
	고속철도용 제동 패드 및 슈 소음평가 및 저감기술 개발	50	100	150	200	150	650
	고속철도용 제동 패드 및 슈 설계 연구	38	500	250	-	-	788
	고속철도용 제동 패드 및 슈 제작 연구	-	134	850	380	298	1,662
	고속철도용 제동 패드, 슈 시험평가 및 현차 시험	-	400	400	400	400	1,600
	고속철도용 제동 패드 및 슈 최적 공정 개발 연구	-	-	150	120	120	390
	고속철도용 제동 패드 및 슈 국내외 시장 진출 기반 구축 연구	-	-	80	100	100	280
	소 계	268	1334	2000	1200	1068	5,870

연구개발 내용	연구 내용	세부 연구비					
		2018	2019	2020	2021	2022	계
동력분산식 고속철도용 고내구성 감속시스템 기술개발	고속철도용 감속시스템 국내외 동향 조사 분석	50	50	-	-	-	50
	고속철도용 감속시스템 설계 연구	217	500	250	-	-	750
	고속철도용 감속시스템 제작 연구	-	484	1350	900	400	3,134
	고속철도용 감속시스템 시험평가 및 현차 시험	-	300	703	613	713	2,329
	고속철도용 감속시스템 최적 공정 개발 연구	-	-	150	120	120	390
	고속철도용 감속시스템 국내외 시장 진출 기반 구축	-	-	80	100	100	280
	소 계	267	1334	2533	1733	1333	7,200
고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서 시스템 기술개발	고속철도용 능동형 밸런서 시스템 국내외 동향 조사 분석	50	50	-	-	-	100
	고속철도용 불평형 개선 기술 및 제어 토폴로지 개발	117	100	60	-	-	277
	고속철도용 능동형 밸런서 시스템 설계 연구	100	400	193	-	-	693
	고속철도용 능동형 밸런서 시스템 제작 연구	-	317	600	463	400	-
	고속철도용 능동형 밸런서 시스템 시험평가 및 현장 시험	-	200	250	250	200	900
	고속철도용 능동형 밸런서 시스템 최적 공정 개발 연구	-	-	150	120	100	-
	고속철도용 능동형 밸런서 시스템 국내외 시장 진출 기반 구축 연구	-	-	80	100	100	280
	소 계	267	1067	1333	933	800	4,400
합 계		1,337	5,335	8,001	6,001	5,336	26,010

2절 인력투입 계획

1. 연구일정에 따른 인력투입계획

표 5-3 전체사업 인력투입계획

(단위 : 명)

세부 항목	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	소계
책임연구원	23	35	47	47	40	192
연구원	55	91	101	101	91	439
연구보조원	47	62	71	71	63	314
보조원	14	30	36	36	32	148
합 계	139	218	255	255	226	1,093

2. 과제세부별 상세 인력투입 계획

표 5-4 연구개발 내용별 상세 인력투입 계획

(단위 : 명)

연구개발 내용	구분	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	계
고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 적합성검증 지원 연구	책임연구원	11	16	24	24	19	94
	연구원	11	30	35	35	31	142
	연구보조원	15	20	25	25	22	107
	보조원	6	8	10	10	8	42
동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 패드 및 슈 기술개발	책임연구원	3	5	6	6	6	26
	연구원	11	15	16	16	15	73
	연구보조원	8	10	11	11	10	50
	보조원	2	6	7	7	6	28
동력분산식 고속철도용 고내구성 감속시스템 기술개발	책임연구원	3	5	6	6	5	25
	연구원	11	18	19	19	18	85
	연구보조원	8	12	12	12	11	55
	보조원	2	6	7	7	7	29

(단위 : 명)

연구개발 내용	구분	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	계
고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서 시스템 기술개발	책임연구원	3	4	5	5	4	21
	연구원	11	13	15	15	12	66
	연구보조원	8	10	12	12	10	52
	보조원	2	4	5	5	5	21
총 계	책임연구원	20	30	41	41	34	166
	연구원	44	76	85	85	76	366
	연구보조원	39	52	60	60	53	264
	보조원	12	24	29	29	26	120

6장 과제공모방안

1절 과제제안 요구서(RFP)

1. (1세부) 고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 적합성검증 지원 연구

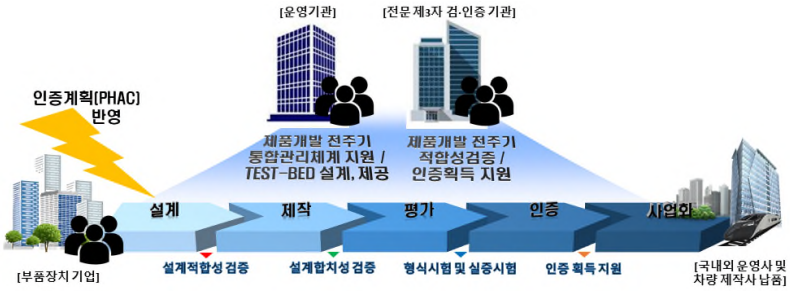
연구과제명	고속철도용 핵심부품 인터페이스 호환성 및 적합성검증 지원 연구
1. 연구개발 목표	
	○ 국내 고속철도 해외의존 부품장치를 국산화 개발하기 위한 기술성장 지원체계 구축 ○ 기술개발 대상 부품장치의 검증 및 인증 획득을 위한 개발 전주기 적합성 검증 지원 ○ 개발대상 부품장치 국내외 시장진출 확산 전략 모델 도출
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ (**정부개입에 의한 철도 부품산업 육성지원**) 국가 국토교통방향과 관련하여 상위 정책계획 및 추진방향에 부합하여 고속철도 산업확장 및 부품산업 육성지원 연구개발 필요 - 現 정부 100대 국정과제의 대단위 추진방향에서 국가기간교통망 공공성 강화 및 국토교통산업 경쟁력 강화, 중소기업의 튼튼한 성장 환경 구축 제시 - 이 밖에 제3차 철도산업발전기본계획, 국가교통 R&D 중장기 전략, 철도부품 강소기업 육성방안 등의 상위 정책추진 방향에서 고속철도산업 확장과 철도부품 강소기업 육성 강조 ○ (**국산화 기술 확보 필요**) KTX-산천 개발을 통해 국내기술 고속철도차량이 도입되어 운영 중에 있으나, 아직까지 주요 핵심부품은 국내 기술의 부재 또는 기능저하 문제로 대부분 선진기술 보유 수입품에 의존하고 있는 실정 - 국내 철도산업의 장기적인 측면에서도 외화유출로 인한 경제적 손실 - 장기적인 기술력 부재 및 저하 현상으로 철도산업 발전의 큰 저해요소로 작용

○ (**철도 부품장치 연구개발 전략 미흡**) 국내에서 기존철도부품 강소기업 육성 방안('13. 11.) 및 철도차량산업 육성대책('16. 07.) 수립 등을 통해 약 750억원을 투입하여 21개 부품 개발 중(3개 완료, 18개 진행 중)이며, 부품의 국산화 개발은 일부 성과를 달성하였으나, 체계적인 개발 전략 부재로 사업화 성과가 미흡한 실정임(사업화율 21.2%)

- 기존 국산화 연구개발은 설계/제작 완료 후 단품 성능검증 단계와 그 이후 실용화 단계를 별도로 추진하여 상용화까지의 소요기간이 길어져 개발 완료 후 시장 요구수준 변경 또는 수요와 공급의 불일치 상황 등의 발생으로 상용화 실패 발생
- 부품개발이 완료되더라도 운영사의 인터페이스 호환성 요구 및 현차 적용 실적 요구 등으로 인해 개발 후 사업화가 어려운 실정이었음
- 또한 개발 당시 장기적·체계적인 전략 또는 마케팅 전략의 부재로 단편적인 성능향상의 연구자 중심의 개발로 인해 국내/외 시장진입 방안이 고려되지 않았음

○ (**수요자 중심의 핵심 부품장치 개발 및 전략적 기술자립화 연구개발 수행**) 핵심부품 국산화를 위해 전략적인 운영기관 수요를 반영하여 연구개발기간 이내 설계-제작-검증-인증-상용화의 전 단계를 체계적으로 수행한 연구 프로세스 필요

- 운영기관 수요를 적극 반영한 개발대상 선정을 기반으로 현차 및 현장 적용 요구사항 반영 및 TEST-BED 적용 검증을 통한 상용화 가능성 확보 필요
- 국내/외 의무적으로 수행 및 확보해야할 검·인증항목을 개발 전주기에 체계적으로 반영하여 제품의 기능 및 신뢰성 확보 필요



< 개발 전주기 연구개발 지원 프로세스 >

□ 기술동향

○ 국내

- 수요자중심 국가 연구개발 지원사업으로 단계적인 핵심부품 국산화 개발 진행
  · 철도 핵심 부품국산화 개발 1단계

· 철도 핵심 부품국산화 개발 2단계
· 철도차량 부품호환 및 표준모듈 연구
· 실용화 문턱지원 연구개발 등

- 연구지원 프로세스 R&D 수행

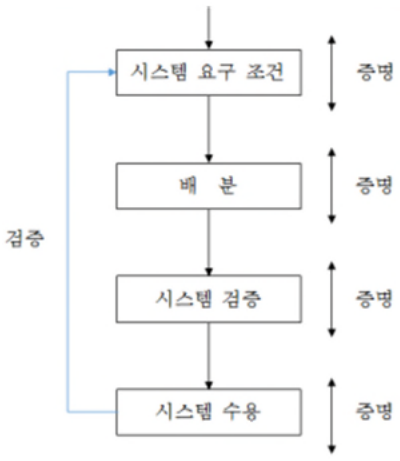
·「철도차량 부품호환 및 표준모듈 연구」 주요연구내용 중 하나로 개발대상 부품 도출, 개발요구사항 도출, 가이드라인 제시, 중장기 발전방안 수립의 주요 세부 연구개발 내용으로 연구 수행 중

- 국내 철도 부품모듈의 신뢰성 체계 및 검증 연구

· 철도 부품모듈의 시스템 운영에 대한 신뢰성 체계수립 정보
· 시스템이 수행하여야 할 업무 및 그 업무가 수행 조건정립 정보
· 운영 환경에서의 승객. 화물. 요원 및 시스템의 혼재에 대한 정보
· 시스템 평균 수명을 포함한 시스템 수명 요구 조건‘ 서비스 강도 및 수명 주기 비용 요구 조건
· 철도 부품모듈의 시스템 운영에 대한 신뢰성 적용 조건
· 기존 인프라와 시스템에 의해 새로운 시스템에 부과되는 제한조건
· 수명 주기 업무 중 철도 서비스를 유지할 필요 조건
· 시운전과 운영 중의 기존 시스템과 새로운 시스템의 결합 조건

- 국내 철도 부품모듈의 시스템 수명 주기

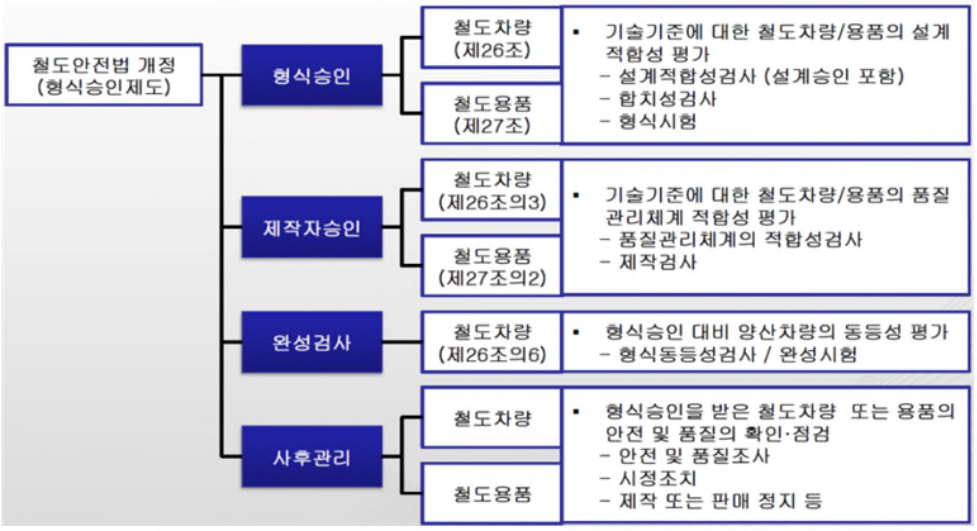
· 시스템 수명 주기에서 증명은 신뢰성 관점에서 시스템 보증에 관계되지만, 증명 및 검증(V&V) 업무는 시스템 보증의 중인 전반적인 입증을 위한 체계를 구성함



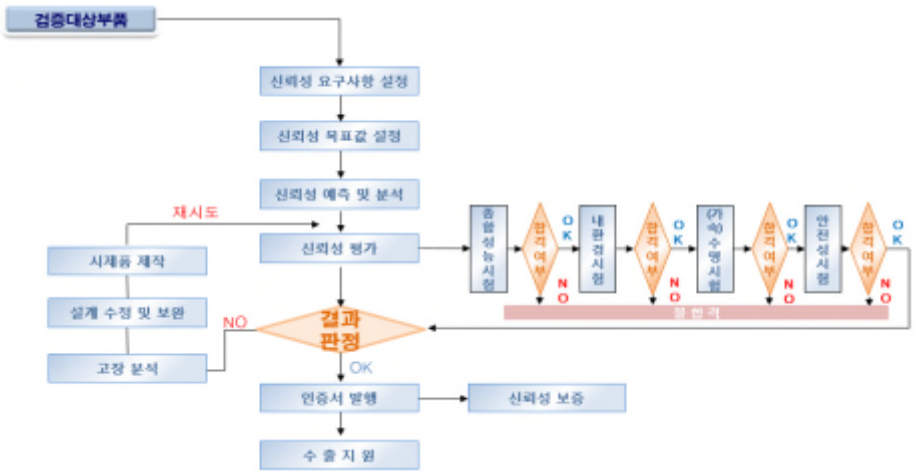
<수명주기 검증 체계>

- 국내 철도 형식승인 제도 정착으로 인한 시장진입 의무 요건 반영

· 차량 및 용품에 대한 형식승인 제도가 도입됨에 따라 설계/제작의 적합성 검증 및 기능, 안전, 신뢰성 등의 형식시험을 체계적으로 수행해야 함



<철도 형식승인제도 관련 주요 내용>



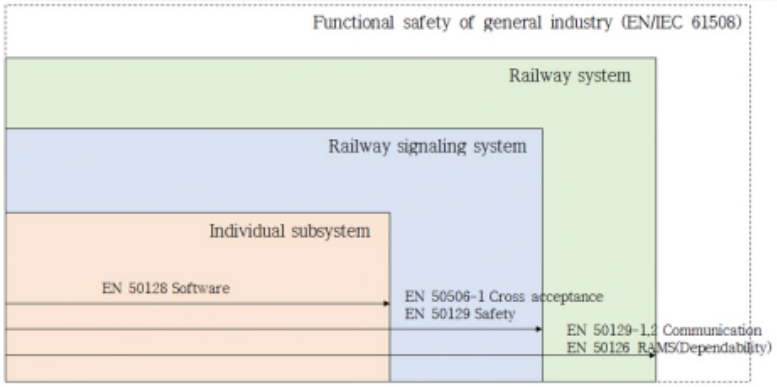
<신뢰성 검증 체계>

○ 국외

– 유럽 표준규격에서 요구하는 철도 신뢰성 검증 체계화

· 유럽표준규격인 EN규격에서 요구하는 철도의 소프트웨어, 하부시스템, 신호, 전기시스템 등 인터페이스 및 안전에 대한 통합적 검증 체계 제/개정 진행 중

· 기존 EN규격의 국제규격화를 진행하며 철도 RAMS 적용범위 고도화 진행



<유럽표준규격에서 요구하는 통합 철도 신뢰성 검증 체계>

- 국외 철도부품 신뢰성 요구사항 및 인증 정보

  · 해외의 경우 국가 기술기준 및 인증획득 프로세스 내에 부품장치에 대한 요구사항을 준수하도록 권고하고 있음



< 국외 신뢰성 요구사항 및 인증 정보 >

3. 연구개발내용

○ 연구개발 수행프로세스 통합관리 지원체계 구축 연구

- 개발대상 부품장치 통합 개발 프로세스 공정관리 및 마일스톤 관리 체계 구축
- 개발대상 부품장치 공정수행, 기술사양 검토 및 기술 지원

○ 개발대상 부품장치 관련 국내외 검·인증 법/제도/표준규격 조사 분석 연구

- 개발대상 부품장치 국내외 검·인증 법/제도/표준규격 조사 분석
- 개발대상 부품장치 관련 국내외 차량 제작설명서 및 부품설명서 조사 분석

○ 적합성 검증 통합 프로세스 구축 연구
- 연구개발 단계별 적합성 검증항목 도출
- 개발대상 부품장치 관련 검증 획득 계획 수립
- 개발대상 부품장치의 시험검증 종합계획 개발 및 고도화 수행

○ 개발대상 부품장치의 고신뢰도 생산 유도 전략 연구
- 개발대상 부품장치의 운영사 요구사항 도출
- 개발대상 부품장치 신뢰성 적용 요건 및 요구사항 분석
- 개발대상 부품장치의 고장보고, 분석 및 조치 활동 체계 구축
- 개발대상 부품장치의 운영사 유지보수 가이드라인 연구
- 품질관리체계 프로세스 구축

○ 개발대상 부품장치의 설계적합성검증, 설계합치성검증 및 시험검증 공동 연구
- 개발대상 부품장치 성능검증관련 규격서 및 운영사 요구사항 적용 검토
- 개발대상 부품장치 설계적합성 및 설계합치성검증 수행
- 개발대상 부품장치 모듈, 시스템 및 인터페이스 연계 시험검증 공동 수행

○ 인증 프로세스 구축 및 인증 획득 지원 연구
- 개발대상 부품장치의 국외 선진 부품장치 인증획득 현황 조사 분석
- 개발대상 부품장치의 인증획득 프로세스 계획 연구
- 제작자 품질관리체계 인증획득 지원
- 개발대상 부품장치 제품인증 획득 지원

○ 개발대상 부품장치의 현차/현장 적용 TEST-BED 설계 및 종합시험선로 연계 시험수행방안 연구
- 현차/현장 적용 TEST-BED 설계 및 종합시험선로 연계 검증계획 수립
- 현차/적용 TEST-BED 적용 및 종합시험선로 연계 시험 공동 수행

○ 개발대상 부품·장치의 국내외 시장진출 및 확산 전략 모델 적용방안 연구
- 국내외 개발대상 부품·장치 기업현황/시장/환경 조사 분석
- 국내외 시장 진출을 위한 법/제도 장애여건 조사 분석
- 국내외 개발대상 부품·장치 수·출입 현황 조사 분석
- 국내외 타 산업 부품·장치 시장 진출/확대 모델 적용방안 연구

4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립 ○ 산·학·연 공동연구 수행을 통한 기술 개발전략·목표성능수준 제안 필요 - 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사·분석 결과 반영 ○정부 및 기술수요기관과의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보 - 관련 정부부처 및 전문기관과 협의 수행 - 관련 업계 전문가 의견 등을 수렴하여 요구조건 및 주요 기술개발 대상 파악 ○ 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 검증시험 등을 수행. 평가단을 구성하여, 공정하고 신뢰성이 있는 결과 도출 ○ 수요자·사용자 지향적 기술 개발 추진체계 수립 ○ 국제적인 연구교류 활성화 검토 필요 ○ 연구개발계획서에는 구체적인 개발연구 지원방안, 인증획득 지원방안, 실용화지원 계획이 반드시 제시되어야 함 ○ 성공적인 기술개발을 위해 연구특성에 부합한 단계별 양적/질적 성과 지표를 연구개발계획서에 반영
□ 추진체계	○ 본 연구성과의 실용화 및 사업화를 위해 실수요처 및 실시기업 참여 권장 ○ 관련 전문 연구기관·운영사·시험인증기관·관련 기업 등 유기적 협조체제 구축 ○ 단계적 연구성과를 개발 기업의 단계별 개발 시기에 맞추어 적용할 수 있도록 개발 관련 기업과의 협조체계 구축 ○ 필요시 외국 전문가 또는 외국 선진 기관 활용 ○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요 ○ 산·학·연 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력 체계 및 관련 전문가 의견 활용방안 구축 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모

5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 연구개발 통합관리 지원체계 보고서 ○ 개발 대상 부품·장치 신뢰성 분석서 ○ 개발 대상 부품·장치의 고신뢰도 생산 유도 전략 보고서 ○ 개발 대상 부품·장치 현차/현장 TEST-BED 설계 적용 보고서 ○ 개발대상 부품·장치 국내외 시장진출 및 확산 전략 모델 적용방안 보고서 ○ 국내외 검·인증 법/제도/표준규격 조사 분석 보고서 ○ 개발대상 부품장치의 시험평가 종합계획서 ○ 개발대상 부품장치 통합 성능검증 평가보고서 ○ 제작자 품질관리체계 구축 보고서 ○ 개발대상 부품장치 인증획득 프로세스 계획서
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 전략적 연구개발 통합 추진관리 기본수행체계로 활용 ○ 대상 부품장치 신뢰성 검증 및 적용 타당성 자료 활용 ○ 대상 부품장치에 대한 운영기관 운영 및 유지보수 체계 활용 ○ 대상 부품장치 현차 및 현장 적용 TEST-BED 체계 활용 ○ 현차/현장 시험 및 운영실적 등을 기반으로 한 국내 상용화 후 해외시장 진입 전략에 활용 ○ 각 대상 부품장치에 최적화된 해외 시장진입 전략에 활용 ○ 시험평가 종합계획서 및 성능검증 표준규격서, 평가보고서는 대상 부품장치의 체계적인 적합성검증을 위한 자료로 활용할 수 있으며, 인증획득을 위한 제출자료로 활용 ○ 제작자 품질관리체계 구축 보고서 및 인증획득 프로세스 계획서는 국내 철도용품 형식승인 및 국외 관련 인증 등 국내외 시장 진입을 위한 강제인증을 포함하여 각각의 개발품 경쟁력 확보를 위한 성능 임의인증 등 획득에 활용
□ 기대효과	○ 수요자 요구사항에 최적으로 부합하는 국산화 개발방향으로 연구개발의 주요목적을 달성하기 위한 선진체계 구축 가능 ○ 최적화된 개발자 직접 주관 연구수행체계 구축으로 중소기업의 역량 강화 극대화와 철도 부품장치산업 경쟁력 제고 ○ 해외의존 대상 부품장치 개발에 따른 경제효과 - 개발대상 부품장치 총 연간수입대체 효과 약 3,000억 이상 경제효과(국토교통과학기술진흥원 제공자료)

○ 현차 및 현장 적용 TEST-BED 구축으로 개발과 함께 실용화 가능성 증대

○ 국산화 부품장치 사용증대 및 해외시장 진출 최적화 전략 구축

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : '18. 06. ~ '22. 12.(55개월)

- 1차년도 연구기간 : '18. 06 ~ '18. 12.(7개월)

○ 총 정부출연금 : 6,400백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 400백만원 이내

연도	연구기간	정부출연금
1차	2018.6.1. ~ 2018.12.31. (7개월)	400백만원 이내
2차	2019.1.1. ~ 2019.12.31. (12개월)	1,200백만원 이내
3차	2020.1.1. ~ 2020.12.31. (12개월)	1,600백만원 이내
4차	2021.1.1. ~ 2021.12.31. (12개월)	1,600백만원 이내
5차	2022.1.1. ~ 2022.12.31. (12개월)	1,600백만원 이내
합 계		6,400백만원 이내

※ 연구개발비는 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성

※ 정부출연금 및 연구기간은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

8. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임

○ 필요시 연구개발 기간내 진도점검 및 실용화 점검 등 실시 예정

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 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

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 As-Is와 To-Be를 구체화/가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성 제시

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

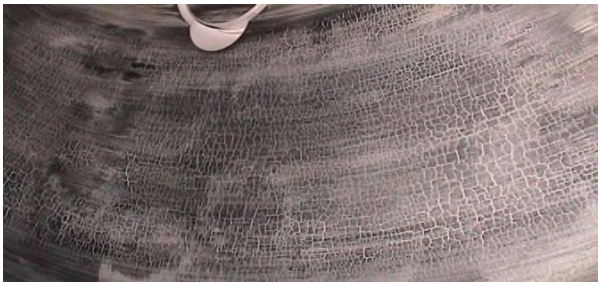
○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
- 신청자는 연구를 통해 도출되는 최종성과(핵심성과물)를 유형별(공법, 장비/장치, 소프트웨어, 시스템, 정책제도 등)로 나열하고, 세부 설명 제시
- 성과지표는 '철도기술연구사업'의 성과지표를 고려하여 관련 성과지표*를 우선적으로 반영하고, 이에 대한 고려 및 반영 미흡시 협약시 조정(추가) 가능

※ 진도점검·관리 및 선정·중간·최종평가 등의 근거자료로 활용

2. (2세부) 동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 패드 및 슈 기술개발

연구과제명	동력집중식 고속철도용 표준 호환형 고성능 제동 패드 및 슈 기술개발
1. 연구개발 목표	
○ (평균마찰계수) 제동 패드 0.30~0.45(UIC 2017 기준) / 제동 슈 0.25±15% 수준 개발 ○ 국내 동력집중식 고속철도차량에 인터페이스 호환이 가능한 고성능 제동 패드 및 슈 국산화 개발 ○ 공인시험검증 및 인증획득을 통한 국내외 시장진출 기반 마련 ※ 개발 주요 사양 - (평균마찰계수) 제동 패드 0.30~0.45(UIC 2017 기준) / 제동 슈 0.25±15% 수준 개발 - (전단강도) 제동 패드 6 MPa 이상, 제동 슈 15 kN 이상 수준 개발 - (마모량) 제동 패드 0.35 cm^3/MJ 이내, 제동 슈 700($\times 10^{-2}$ mm)cm^3/MJ 이내 수준 개발 - (디스크온도편차) 2.0 이하 수준 개발 - (제동패드 차량정차 소음) 107 dB(A) 이하 수준 개발(차량 진입 속도 : 77 km/h 기준)	
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ (**고속철도차량 안전 주요 부품**) 제동 마찰재 및 디스크는 고속철도 차량의 주행 안전성에 영향을 미치는 주요 소모품으로 국내 운영기관에서 수요가 매년 지속적으로 증가하고 있으나 국내의 영세한 산업 구조에 따른 품질 불안으로 수입품이 지속적으로 증가 하고 있는 상황임 ○ (**국산화 기술 부재**) 현재 국내에서 개발 완료된 고속철도용 마찰재 및 디스크는 마모수명 저하, 소음에 따른 민원 발생 등으로 해외 선진기술 보유기업 제품에 의존하고 있는 상황이며, 국내 산업 활성화 및 국내 고속철도 완성업체 기술경쟁력 향상을 위해서는 해외 선진 부품 기술 대비 동등이상 수준의 국산화 개발이 시급한 상황임 ○ (**해외 제품 결함 발생**) 국내 수입사용되고 있는 패드의 마찰재가 국내 철도차량운영 환경에 최적화가 되어 있지 않아 제동디스크의 열크랙, 마찰재 파손 등의 문제가 발생하고 있으나 개선이 어려움	



< KTX-산천 제동디스크 열크랙 현상 >



< KTX-산천 수입 제동패드의 마찰재 파손 현상 >

○ (**부품수급의 어려움**) 제동 마찰재의 경우는 소모품으로 주기적인 교체가 원활이 이루어져야하지만 해외의존 부품이기 때문에 적재의 물품조달의 어려움이 발생하고 있음

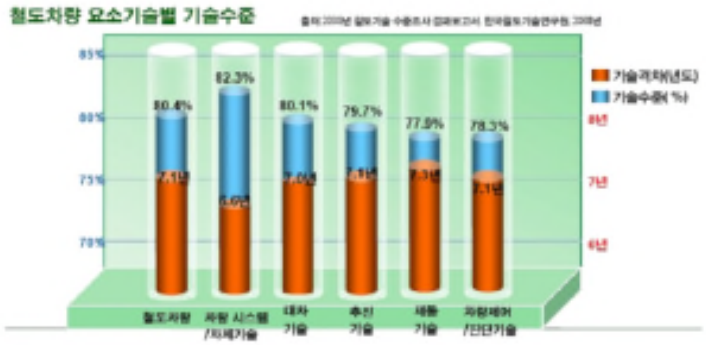
○ (**철도 부품산업의 해외 진출을 위한 국외 표준 기반 기술 확보 필요**) 협소한 국내 시장 현황과 표준화 미비, 간헐적 발주로 인한 불확실한 수요예측으로 장기적인 계획 생산이 어려운 상황이며 다품종 소량 생산에 의한 기술개발 여력(인력, 자본력) 문제로 제조비용은 지속적으로 증가하고 있어, 해외 시장 진출 위주의 제품개발이 필요하며 또한, 세계적으로 마찰재 및 디스크 업체 수요에 대한 경쟁 증가로 인해 국내 및 국제 법률 요건을 충족하는 운송 시스템에 대한 필요성이 전 세계적으로 확대되고 있고 세계 고속철도 운영 기관에서 부품 공급 업체들에게 특별히 높은 수준의 품질기준을 반드시 충족 하도록 요청하고 있어 UIC(국제철도연맹), IRIS(국제철도산업표준) 인증획득을 요구하고 있음

□ 기술동향

○ 국내

(1) 제동 패드

▪ 국내 철도 부품 요소 기술별 기술수준



< 선진기술 대비 국내기술 현황 >

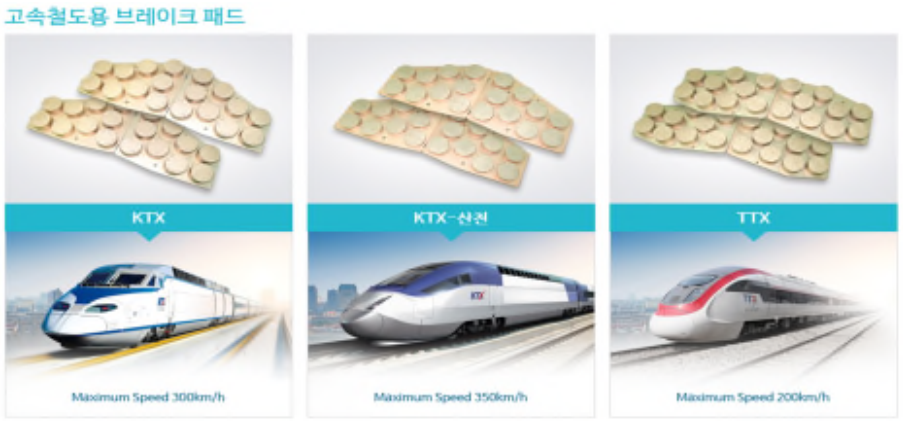
- 철도차량 요소기술은 선진국과 비교할 경우 약21% 정도 낮은 것으로 나타나고 있으며, 원인은 투자 부족과 장기적 전략 부재로 예상됨
- 특히 제동기술은 선진국과 기술수준은 78% 수준이며 기술격차는 7.3년 정도 낮은 것으로 파악됨

▪ 국내 고속철도차량용 제동패드 개발 현황

- 새마을 철도차량을 대상으로 '95년 철도산업기술연구원과 국내업체 D社가 국내 최초 로 소결 브레이크 패드를 공동 개발함
- 마찰디스크 표면의 열 크랙 개선을 위한 열발산이 우수한 소결 브레이크 개발 추진
- 구성성분 : Cu-10Sn 기지부에 Mo, Sio2, Fe 등이 마찰조절제로 20~40% 첨가
- Graphite 윤활제 10~20% 첨가 후 850℃ 가압소결하여 경도 HRR 100 수준

▪ 국내 고속철도용 제동패드 기술 수준

- 국내업체 D社는 국내최초(세계 5번째)로 고속철도용 소결 브레이크 패드 개발 및 상용화에 성공함
- 금속계 마찰재 개발과 패드 형상 설계 및 소음 감소 추진 함
- 한국기계연구원, 한국철도기술연구원, 한국철도공사의 시험을 수행함
- 고속철도 KTX 및 산천에 적용되었으나 현재 열 크랙 및 소음문제로 납품이 중단된 상태로 국내 개발업체는 전무한 실정임



< 고속철도 브레이크 패드 >

(2) 제동 슈

- 제동슈는 국내업체에 의해 국산화 개발되었으나, 상용화 단계에 품질문제로 인하여 납품이 중단되어 전량 해외에서 수입하고 있음

○ 국외

▪ 해외 고속철도차량 선진기술보유국인 독일, 프랑스, 일본의 경우는 각 국의 고속철도차량 제동장치 시스템에 인터페이스 호환성을 고려하여 디스크 제동장치의 제동패드와 답면 제동장치의 제동슈를 함께 개발하여 생산/납품하고 있는 실정으로 제품의 최적화된 성능을 보유하기 위해 인터페이스 호환성을 유지하려고 노력함

▪ 전 세계적으로 철도의 고속화에 대한 투자가 적극 진행되는 상황에서 마찰부품의 소모가 급격히 증가되고 있고 선진업체는 마찰재의 상대재 보호측면에서 열 발산이 용이하면서 고속에서 고 마찰계수를 유지하는 방향으로 지속적인 기술개발 및 상용화 생산이 진행 중임

▪ 구체적인 연구는 마찰·마모 경계면에서 발생하는 마찰현상에 관하여 많은 연구가 진행되고 있으며 이를 통해 '디스크와 차륜의 보호'와 'Total Cost 저감' 측면에서 개발을 하고 UIC규격화 및 해외인증을 통한 철도기술의 선진국으로서 지위를 유지하고 후발업체들의 기술종속화를 강력하게 추진하고 있음



< 유럽 고속철도차량에 적용되는 고 마찰계수 제동패드(왼쪽 : DB, 오른쪽 : ETR) >

3. 연구개발내용

(1) 제동 패드

○ 고속철도용 제동 패드 국내외 동향 조사 분석

- 국내외 기술개발 동향 및 논문, 특허 조사 분석
- 국외 벤치마킹 대상 조사 분석
- 국내 운영 및 유지보수 문제점(애로사항) 조사 분석

○ 선진 고속철도용 제동 패드 벤치마킹 적용 및 개발대상 재질 DB 구축

- 국외 벤치마킹 대상 국내 개발 설계 및 구조 적용성 분석
- 구조적 재질의 열/성분 특성 해석 수행 및 DB 구축

○ 고속철도용 제동 패드 소음 저감기술 개발

- 국내 적용중인 고속철도용 제동 패드 소음 수준 및 현황 분석
- 소음해석기법을 적용한 소음저감 방안 수립
- 다이나모 및 실차환경 소음 특성 분석

○ 고속철도용 제동 패드 설계 연구

- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항 등에 준하는 개념 및 기본 설계 수행
- 기본설계 및 정적/동적 해석검토 사항을 반영한 상세 설계 수행

○ 고속철도용 제동 패드 제작 연구

- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항이 반영된 부품 및 구성품 시작품 제작
- 시작품 검토사항이 반영된 부품 및 구성품 시제품 제작
- 최종 설계가 반영된 완성품 제작

○ 고속철도용 제동 패드 시험평가 및 현차시험 수행
- 부품 및 구성품 단위 재질, 정적/동적 특성 시험 수행
- 인터페이스 호환성 특성 시험 수행
- 4계절 현차 적용 시험 수행

○ 개발대상 고속철도용 제동 패드 최적 공정 개발 연구
- 고속철도용 제동 패드 최적 운영 및 유지보수 규격서 개발
- 제동 시스템 분석, 해석 기술 도입 및 프로세스 정립
- 국내 동력집중식 고속철도용 제동 패드 표준 공정 규격서 개발

○ 국내외 시장 진출 기반 구축 연구
- 해외 선진 제동 패드 대비 개발 제동 패드 성능 비교분석서 도출
- 시장 입찰 정보 및 법령 분석을 통한 시장 진출 기반 마련
- 국내외 인증 획득

(2) 제동 슈
○ 고속철도용 제동 슈 국내외 동향 조사 분석
- 국내외 기술개발 동향 및 논문, 특허 조사 분석
- 국외 벤치마킹 대상 조사
- 국내 운영 및 유지보수 문제점(애로사항) 조사 분석

○ 선진 고속철도용 제동 슈 벤치마킹 적용 및 개발대상 재질 기술 연구
- 국외 벤치마킹 대상 국내 개발 설계 및 구조 적용성 분석
- 구조적 재질의 열/성분 특성 해석 수행

○ 고속철도용 제동 슈 설계 연구
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항 등에 준하는 개념 및 기본 설계 수행
- 기본설계 및 정적/동적 해석검토 사항을 반영한 상세 설계 수행

○ 고속철도용 제동 슈 제작 연구
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항이 반영된 부품 및 구성품 시작품 제작
- 시작품 검토사항이 반영된 부품 및 구성품 시제품 제작
- 최종 설계가 반영된 완성품 제작

○ 고속철도용 제동 슈 시험평가 및 현차시험 수행
- 부품 및 구성품 단위 재질, 정적/동적 특성 시험 수행
- 인터페이스 호환성 특성 시험 수행
- 4계절 현차 적용 시험 수행

○ 고속철도용 제동 슈 최적 공정 개발
- 고속철도용 제동 슈 최적 운영 및 유지보수 규격서 개발
- 국내 동력집중식 고속철도용 제동 슈 표준 공정 규격서 개발

○ 국내외 시장 진출 기반 구축
- 해외 선진 제동 슈 대비 개발 제동 슈 성능 비교분석서 도출
- 시장 입찰 정보 및 법령 분석을 통한 시장 진출 기반 마련
- 국내외 인증 획득

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ TRL 단계별 수행 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립

○ 산·학·연 공동연구 수행을 통한 기술 개발전략·목표성능수준 제안 필요
- 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사·분석 결과 반영

○정부 및 기술수요기관과의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
- 관련 정부부처 및 전문기관과 협의 수행
- 관련 업계 전문가 의견 등을 수렴하여 요구조건 및 주요 기술개발 대상 파악

○ 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 검증시험 등을 수행. 평가단을 구성하여, 공정하고 신뢰성이 있는 결과 도출

○ 수요자·사용자 지향적 기술 개발 추진체계 수립

○ 국제적인 연구교류 활성화 검토 필요

○ 연구개발계획서에는 구체적인 개발연구 지원방안, 인증획득 지원방안, 실용화지원 계획이 반드시 제시되어야 함

○ 성공적인 기술개발을 위해 연구특성에 부합한 단계별 양적/질적 성과지표를 연구개발계획서에 반영

□ 추진체계

○ 본 연구성과의 실용화 및 사업화를 위해 실수요처 및 실시기업 참여 권장

○ 관련 전문 연구기관·운영사·시험인증기관·관련 기업 등 유기적 협조체제 구축

○ 단계적 연구성과를 개발 기업의 단계별 개발 시기에 맞추어 적용할 수 있도록 개발 관련 기업과의 협조체계 구축

○ 필요시 외국 전문가 또는 외국 선진 기관 활용

○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요

○ 산·학·연 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력 체계 및 관련 전문가 의견 활용방안 구축

○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

○ 개발대상 부품 국내외 표준규격, 기술기준, 운영 요구사항이 반영된 표준 설계서
○ 개발대상 부품 성능검증용 공인시험성적서
○ 개발대상 부품 해외 선진 기술 대비 개발대상 성능 비교 분석서
○ 개발대상 부품 국내외 표준규격, 기술기준, 운영 요구사항, 성능검증 사항이 반영된 완성품
○ 개발대상 부품 인증획득 증명서
○ 개발대상 부품 표준 공정 규격서
○ 개발대상 부품 최적 운영 및 유지보수 규격서
○ 국내외 시장 진출 기반 구축 보고서

6. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

○ 표준 설계서는 개발 기업의 상용화 및 사업화를 위한 용도 활용
○ 표준 설계서, 공인시험성적서, 성능 비교 분석서, 표준 공정 규격서, 완성품은 제작자 품질관리시스템 인증 및 제품 인증 획득 시 활용
○ 공인시험성적서, 성능 비교 분석서, 인증획득 증명서는 해외 시장진입 시 기업역량 홍보에 활용
○ 표준 설계서, 운영 및 유지보수 규격서는 운영기관 최적 운영 및 유지보수지침에 활용
○ 완성품 및 성능 비교 분석서는 국내외 전시 및 기술 홍보 활용
○ 시장 진출 기반 구축 보고서는 해외 최적 시장진입 활동에 활용

□ 기대효과

○ 수요자 요구사항에 최적으로 부합하는 국산화 개발방향으로 연구개발의 주요목적을 달성하기 위한 선진체계 구축 가능

○ 최적화된 개발자 직접 주관 연구수행체계 구축으로 중소기업의 역량 강화 극대화와 철도 부품장치산업 경쟁력 제고

○ 해외의존 대상 부품장치 개발에 따른 경제효과

- 개발대상 부품 연간 약 41억 수준의 수입대체 경제효과 및 유럽시장 30% 점유 목표 시 약 100억원 수준의 경제효과(국토교통과학기술진흥원 제공자료)

○ 국산화 부품장치 사용증대 및 해외시장 진출 최적화 전략 구축

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : '18. 06. ~ '22. 12.(55개월)

- 1차년도 연구기간 : '18. 06 ~ '18. 12.(7개월)

○ 총 정부출연금 : 4,400백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 200백만원 이내

연도	연구기간	정부출연금
1차	2018.6.1. ~ 2018.12.31. (7개월)	200백만원 이내
2차	2019.1.1. ~ 2019.12.31. (12개월)	1,000백만원 이내
3차	2020.1.1. ~ 2020.12.31. (12개월)	1,500백만원 이내
4차	2021.1.1. ~ 2021.12.31. (12개월)	900백만원 이내
5차	2022.1.1. ~ 2022.12.31. (12개월)	800백만원 이내
합 계		4,400백만원 이내

※ 연구개발비는 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성

※ 정부출연금 및 연구기간은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

8. 기 타	

○ 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임

○ 필요시 연구개발 기간내 진도점검 및 실용화 점검 등 실시 예정

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 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

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 As-Is와 To-Be를 구체화/가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성 제시

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
- 신청자는 연구를 통해 도출되는 최종성과(핵심성과물)를 유형별(공법, 장비/장치, 소프트웨어, 시스템, 정책제도 등)로 나열하고, 세부 설명 제시
- 성과지표는 ‘철도기술연구사업’의 성과지표를 고려하여 관련 성과지표*를 우선적으로 반영하고, 이에 대한 고려 및 반영 미흡시 협약시 조정(추가) 가능

※ 진도점검·관리 및 선정·중간·최종평가 등의 근거자료로 활용

3. (3세부) 동력분산식 고속철도용 고기능성 감속시스템 기술개발

연구과제명	동력분산식 고속철도용 고내구성 감속시스템 기술개발
1. 연구개발 목표	
	○ 선진기술 동등이상의 고내구성 동력분산식 고속철도차량 차축감속기 및 감속기용 베어링 개발 ○ 공인시험검증 및 인증획득을 통한 국내외 시장진출 기반 마련 ※ 개발 주요 사양 - (부하온도) 구동장치 조립체 무부하 및 부하구동 시 베어링부 온도 140 ℃ 이하 / 오일부 온도 120 ℃ 이하 수준 개발 - (진동) 모든 방향 진동 레벨이 120 dB 이하 수준 개발 - (소음) 모든 방향 3,616 rpm에서 음향파워레벨 107 dB(A) 이하, 4,173 rpm에서 음향파워레벨 109 dB(A) 이하 수준 개발 - (베어링 흔들림) 구동장치 기어 축 회전 시 베어링 하우징부 좌우 움직임에 대해 입력측 베어링 0.14 ~ 0.21 mm, 축력측 베어링 0.1 ~ 0.8 mm 수준 개발 - (베어링 고장율) 고장율 L_{10} 15년(1년 마일리지 180,000 km 기준) 이상 수준 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ (**동력분산형 고속철도용 감속시스템 기술의 부재**) 국내 100km/h 전동차 및 동력집중형 고속철도차량에 적용되는 감속시스템의 경우는 선행개발 및 기존 연구개발과제 수행 등으로 국내 기술보유이력이 있으나 동력분산형 고속철도차량에 적용되는 감속시스템의 기술개발은 수행이 되지 않은 실정임 ○ 또한, 「제2차 국가 철도망 구축 계획('11~'20)」에 따라 국내 주요도시 고속철도망 확장 및 연계, 광역철도(GTX) 구축 예정에 따라 향후에는 동력분산식 고속철도차량의 발주가 지속적으로 발생할 전망이므로 핵심 부품장치의 국산화 기술력 부재로 장기적인 해외의존 가능성 예측 ○ (**국내 기술수준 부진**) 해외 선진기술보유 기업은 고속철도차량 설계단계에서 제동시스템에 요구되는 제동에너지를 다양하게 평가하고 궁극적으로는 제동 가능 횟수를 제한하여 안전측면의 상위 기술수준을 보유하며 세계적인 기술 우위를 확보하고 있음

○ (**유지보수 애로사항 지속 발생**) 감속시스템에 주요 부품에 해당되는 베어링의 경우 해외 의존성이 강하고 국내 독자기술이 미흡한 실정으로 베어링의 유지보수를 위한 베어링 대체품 보유량 미흡 및 長 기간조달 기한으로 유지보수 문제가 빈번하게 발생하는 추세임

○ (**철도 차량 안전 중요 부품장치 국산화 기술 확보 필요**) 감속시스템은 철도차량 추진시스템의 핵심 부품장치이자 철도 안전에 직접적인 영향이 있는 부품장치로써 국내 기술력 향상이 시급한 실정임. 그리고 국내 고속철도차량이 동력분산형으로 대체됨에 따라 국산화 개발 및 국외 선진기술 보유기업의 동등수준의 연구가 필요함

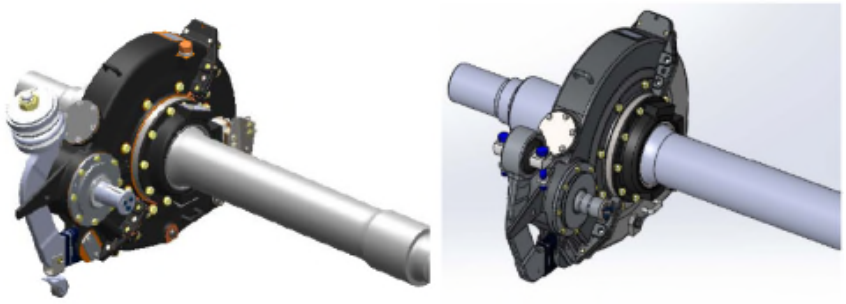
□ **기술동향**

○ 국내

(1) 구동기어

▪ 국일반전동차 구동기어 동향

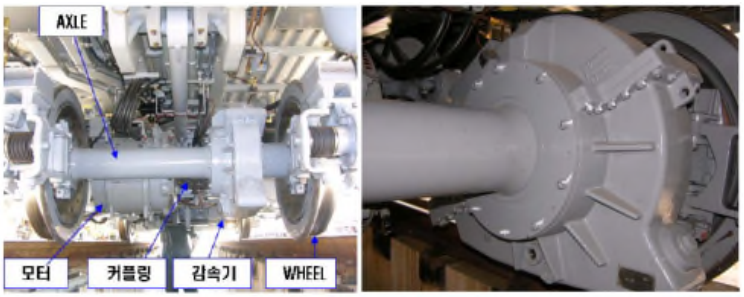
- 국내에서 110 km/h 급 전동차에 적용되고 있는 구동기어는 거의 표준화 되있는 실정임
- 일반적으로 코레일이나 서울메트로에서 사용하는 구동기어의 모델은 감속비 7.07, 기어소재는 SCM, 기어 케이스는 GDC 계열을 사용함



< 국내 일반전동차에 적용된 구동기어 모델 >

▪ 준 고속철도 구동기어 동향

- '04년 기존선 고속화 사업 목적으로 추진된 틸팅 전동차는 최고속도 200 km/h 급으로 준 고속 차량의 범주에 속하게 되며 이후 새마을호를 대체하는 ITX-청춘열차 및 ITX-새마을 차량으로 실용화가 진행 되었음



< 틸팅전동차에 적용된 구동기어 모델 >

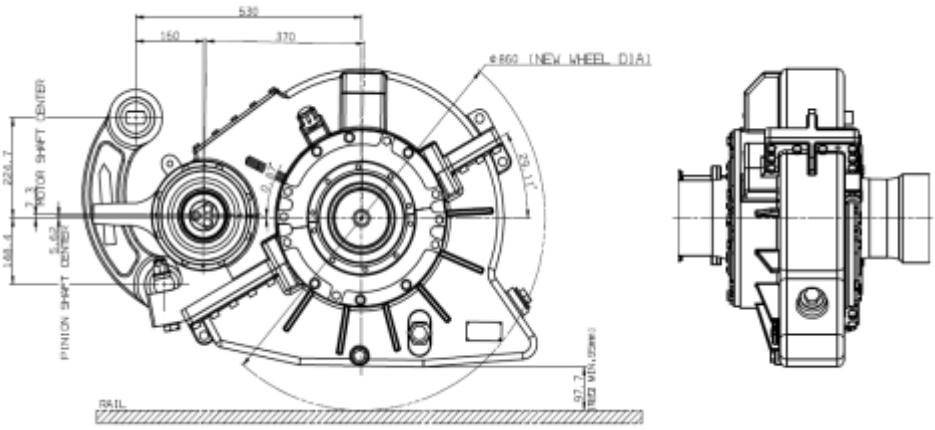


그림 272 ITX-새마을에 적용된 구동기어 모델

▪ 고속철도(KTX-산천) 구동기어 동향

- 300 km/h 급의 고속차량인 KTX-산천 차량에는 KTX와 같이 해외 제품이 적용되어 있음
- 고속철도용 감속기는 1차 감속장치(Motor Reduction Unit)와 2차 감속장치(Axle Gear Box Reduction Unit), 그리고 두 감속장치의 동력 전달 역할을 수행하는 동력전달축(tripod joint shaft) 으로 구성되어 있음
- 고속철도 운행 시 감속구동장치에 가해지는 부하가 매우 크기 때문에 기어의 안전성 및 내구성, 각 부품의 신뢰성 검증이 매우 중요함
- 고속철도 감속기는 결함에 의한 사고를 예방하기 위하여 매일 정비를 하며 3년 주기로 부품을 완전 분해하여 유지보수를 수행함

▪ 차세대 고속철도(HEMU-430X) 구동기어 동향

- 국내 최초 동력 분산 식 차량으로 개발 된 HEMU-430X 고속차량은 기존의 동력 집중 식 차량과 다르게 4량의 동력차량과 2량의 부수차

량으로 구성이 되어 있으며, 동력차량에는 2개의 대차가 적용되고 각각의 동력대차에는 2개씩 해외 구동기어 제품이 적용되어 있음



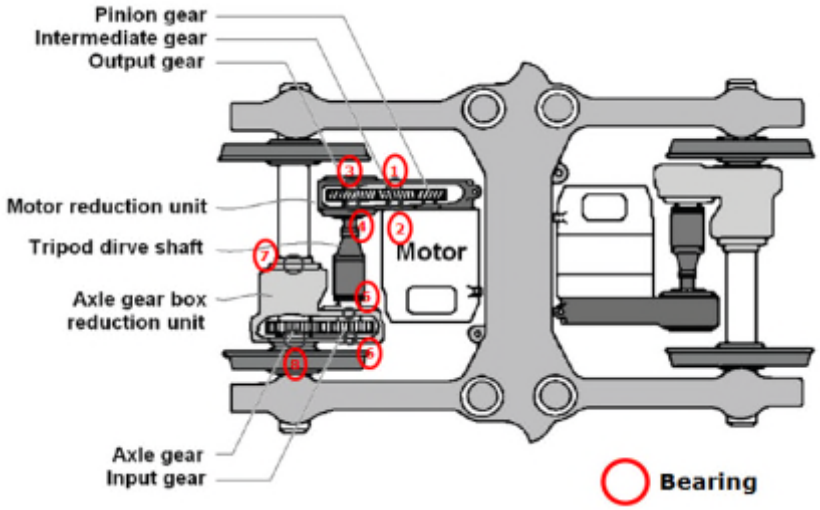
< HEMU-430X에 적용된 구동기어 모델 >

< 국내 고속철도차량 구동기어 적용 현황 >

항 목	KTX	KTX-산천	HEMU-430X	EMU-250
차량형태	동력분산식	동력분산식	동력분산식	동력집중식
최대속도	300 km/h	300 km/h	430 km/h	250 km/h
구동기어 공급사	Alstom (프랑스)	Voith(독일)	Voith(독일)	Voith(독일)

(2) 감속기 베어링

- KTX 감속기의 핵심 부품인 베어링은 현재 SNR社 , SKF社 , TIMKEN社가 장악하고 있으며 이들 모두 원통형 롤러 베어링과 테이퍼 롤러 베어링을 적용하고 있음

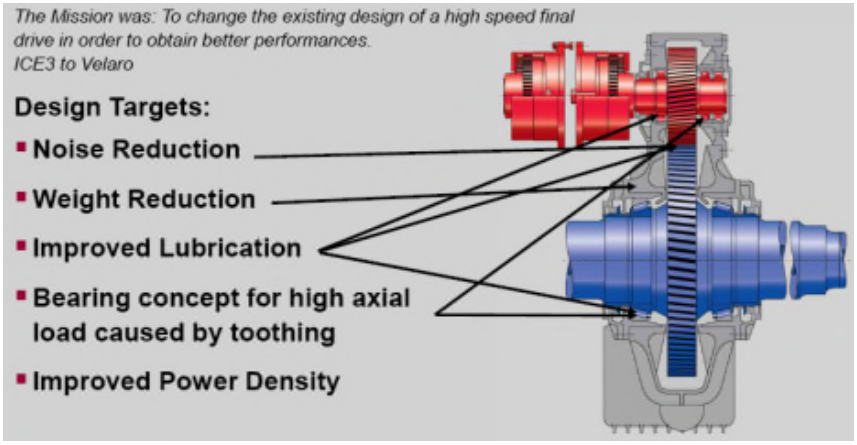


< 철도차량 대차 적용 베어링 현황 >

○ 국외

▪ 독일 VOITH社

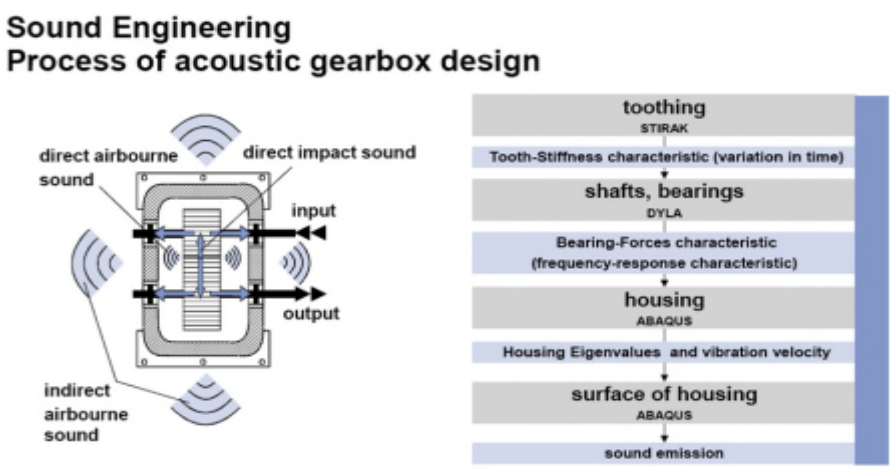
- 독일 Voith社는 철도차량용 구동기어 및 동력전달장치 분야에서 선두적인 역할을 하고 있으며 세계적으로 가장 높은 시장 점유율을 확보하고 있음
- 모터 부착식(조괘식)은 모터의 한쪽 끝을 플레인베어링에 의해 차축상에, 다른쪽 끝을 대차프레임 크로스빔에 고정하는 것으로 구조가 간단하고 취급이 용이한 구동장치임. 그러나 차량이 고속화됨에 따라 주행시 차축으로 부터의 진동, 충격이 직접 모터에 가해지는 것에 대한 단점이 있음
- 카르단식은 모터를 완전히 대차에 장착하고, 스프링하 질량인 차축과의 결합부에 가요성 축이음을 이용하도록 고안된 방식으로 대차 전체의 무게중심을 낮출 수 있어 차량의 안전성을 제고하는 효과를 갖음



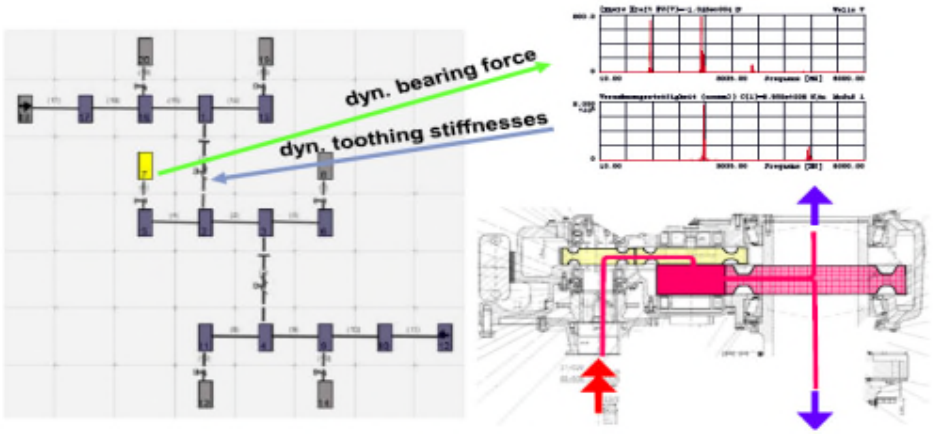
< VOITH社의 ICE 및 Velaro 고속전철용 구동기어의 설계 목표 >

▪ 국외 선행기술

- 평행 카르단 방식을 적용한 해외 사례의 구동기어는 차축에 휠 기어를 지지하기 위하여 휠 기어의 양쪽으로 테이퍼 롤러 베어링을 지지하는 양측 지지구조 방식으로 되어있음
- 이 방식은 휠 기어를 양측으로 잡아서 지지하여 줌으로써 휠 기어가 안정적으로 고정되어 회전함
- 기어 케이스 설계는 강도 확인과 가진에 의한 기어 케이스의 공진 가능성 여부도 시스템적으로 접근하고 있음



< 구동기어 설계 및 검증 절차 >

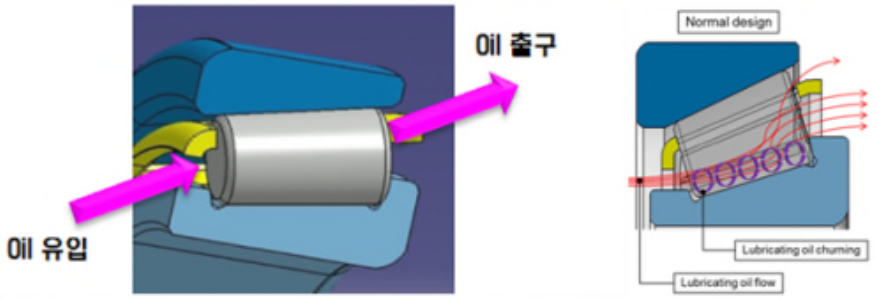


< 전용 프로그램을 사용한 구동기어 소음 및 동특성 해석 >

- 해외 전동차의 피니언에 적용되고 있는 베어링은 한 축은 롤러 베어링을 적용하고, 다른 한 축은 롤러 베어링과 볼 베어링을 조합하여 사용
- 베어링 배열 방식은 코레일 전동차와는 다른 고정측 배열방식으로 경방향과 축방향으로 고정된 배열방식이며, 롤러 베어링과 볼 베어링이 조합된 고정측 배열은 고속회전에서는 경방향 하중이 크고, 또 축 방향 하중도 걸리는 용도에 적합함
- 저토크 베어링의 경우 슈퍼 피니싱 (정밀 가공)을 통한 표면 거칠기의 최소화와 내륜 Rib 각도의 최적화 기술, 베어링의 크기 축소를 통한 토크 저감 기술이 개발되고 있음
- 내/외륜과 롤러(전동체) 사이의 유막에 의한 점성 저항을 줄임으로서 저토크를 실현하려는 기술 개발도 진행 중임. 이에 해당하는 최적화

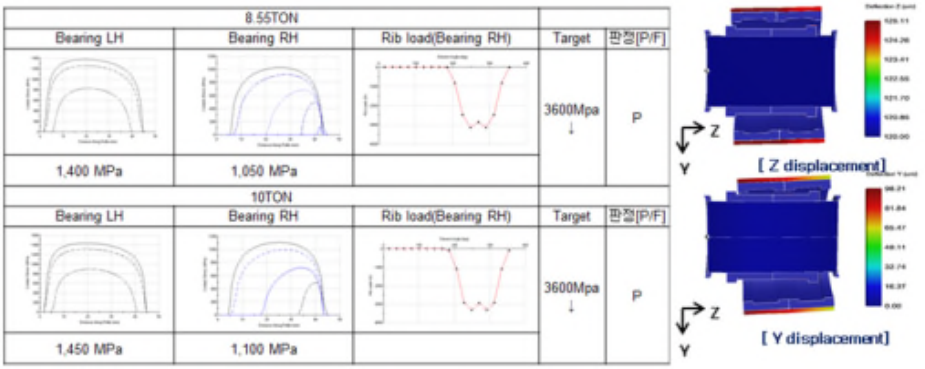
설계는 롤러 길이의 감소, 롤러 개수의 감소, 크라우닝 등의 최적화 기술 개발을 통한 것이며 최근의 베어링 설계에서는 고려되고 있음

- 베어링의 윤활로 인한 교반 저항을 감소하기 위한 움직임도 부각되고 있으며, 윤활에 의한 교반 저항 감소 기술은 리테이너와 내륜 소턱 사이 Oil 유입량 및 내부 체류 시간에 따라 저항이 발생함으로서 토크 값이 올라가게 되는 역할을 하는 것을 방지할 수 있는 최적화 기술임



< 해외 적용 베어링 윤활기술 >

- 최근 합성 소재 산업의 발달로 인하여 베어링 리테이너의 소재가 유리섬유가 합성된 Polymer 소재로 발전하고 있으며, 그 중, 유리섬유 합성을 통한 Polymer 소재를 리테이너에 적용하여 기존 강의 소재에 비해 진동을 저감하고, 유체의 작동 온도를 증가시키는 고품질 성능으로 변화하는 추세임
- 베어링 해석 기술의 경우 적용부에 맞는 베어링 내구 수명 이론과 면압 해석 기술이 지속적으로 발전하고 있으며, 해석기법은 내구 수명 및 부하 하중, 최대 면압, 롤러의 부하 하중에 대하여 해당 적용부에 적합한 최적화 해석을 통하여 수명 계산이 가능해지게 개발되고 있음



< Application 적합성 해석 기법 >

3. 연구개발내용	

(1) 차축감속기

○ 차축 감속기 국내외 동향 조사 분석
- 국내외 기술개발 동향 및 논문, 특허 조사 분석
- 국외 벤치마킹 대상 조사 및 선진 기술 적용 가능성 분석

○ 고속철도용 감속시스템 설계 연구
- 국내외 표준규격, 기술기준, 대차시스템 인터페이스 요구사항 등에 준하는 개념 및 기본 설계 수행
- 기어 케이스 및 소재 기계적 및 화학적 특성 해석 수행
- 기어 제원 및 표준형 구조 설계 기술 개발
- 베어링 특성 및 지지방식 연구
- 기본설계 및 해석검토 사항을 반영한 상세 설계 수행

○ 고속철도용 감속시스템 제작 연구
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항이 반영된 부품 및 구성품 시작품 제작
- 시작품 검토사항이 반영된 부품, 구성품(모듈), 시스템 시제품 제작
- 최종 설계가 반영된 부품, 구성품(모듈), 시스템 완성품 제작

○ 고속철도용 감속시스템 시험평가 및 현차시험 수행
- 부품 및 구성품 단위 재질, 정적/동적 특성 시험 수행
- 모듈 및 시스템의 기능, 안전, 신뢰성 시험 수행
- 대차 인터페이스 호환성 검증 수행
- 4계절 현차 적용 시험 수행

○ 고속철도용 차축 감속기 최적 공정 개발
- 고속철도용 차축 감속기 최적 운영 및 유지보수 규격서 개발
- 국내 동력분산식 차축 감속기 표준 공정 규격서 개발

○ 고속철도용 감속시스템 국내외 시장 진출 기반 구축
- 해외 선진 고속철도용 감속시스템 대비 개발 감속시스템 성능 비교 분석서 도출
- 시장 입찰 정보 및 법령 분석을 통한 시장 진출 기반 마련

- 국내외 인증 획득
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항 등에 준하는 개념 및 기본 설계 수행
- 기본설계 및 정적/동적 해석검토 사항을 반영한 상세 설계 수행

○ 고속철도용 제동 패드 제작 연구
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항이 반영된 부품 및 구성품 시작품 제작
- 시작품 검토사항이 반영된 부품 및 구성품 시제품 제작
- 최종 설계가 반영된 완성품 제작

○ 고속철도용 제동 패드 시험평가 및 현차시험 수행
- 부품 및 구성품 단위 재질, 정적/동적 특성 시험 수행
- 인터페이스 호환성 특성 시험 수행
- 4계절 현차 적용 시험 수행

○ 개발대상 고속철도용 제동 패드 최적 공정 개발 연구
- 고속철도용 제동 패드 최적 운영 및 유지보수 규격서 개발
- 제동 시스템 분석, 해석 기술 도입 및 프로세스 정립
- 국내 동력집중식 고속철도용 제동 패드 표준 공정 규격서 개발

○ 국내외 시장 진출 기반 구축 연구
- 해외 선진 제동 패드 대비 개발 제동 패드 성능 비교분석서 도출
- 시장 입찰 정보 및 법령 분석을 통한 시장 진출 기반 마련
- 국내외 인증 획득

(2) 감속기 베어링

○ 고속철도 감속기용 베어링 국내외 동향 조사 분석
- 국내외 기술개발 동향 및 논문, 특허 조사 분석
- 국외 벤치마킹 대상 조사 및 선진 기술 적용 가능성 분석

○ 개발대상 고속철도 감속기용 베어링 설계 연구
- 고속/고하중에 적합한 원통형 롤러 및 테이퍼 롤러 베어링 설계 기술 개발

- 고속철도 감속기용 베어링 열처리 기술 개발
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항 등에 준하는 개념 및 기본 설계 수행
- 기본설계 및 구조/재질 특성을 반영한 상세 설계 수행

○ 고속철도 감속기용 베어링 제작 연구
- 고속철도 감속기용 베어링 정밀 가공 기술 개발
- 국내외 표준규격, 기술기준, 운영사 요구사항이 반영된 시작품 제작
- 시작품 검토사항이 반영된 시제품 제작
- 최종 설계가 반영된 완성품 제작

○ 고속철도 감속기용 베어링 시험평가 및 현차 시험 공동 수행
- 구조/재질 시험 및 동적 특성(내구성능) 시험
- 감속시스템 4계절 현차 적용 시험 공동 수행

○ 개발대상 고속철도 감속기용 베어링 최적 공정 개발
- 고속철도 감속기용 베어링 최적 운영 규격서 개발
- 고속철도 감속기용 베어링 표준 공정 규격서 개발

○ 개발대상 고속철도 감속기용 베어링 국내외 시장 진출 기반 구축
- 해외 선진 고속철도 감속기용 베어링 대비 개발 베어링 성능 비교 분석서 도출
- 시장 입찰 정보 및 법령 분석을 통한 시장 진출 기반 마련
- 국내외 인증 획득

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ TRL 단계별 수행 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립

○ 산·학·연 공동연구 수행을 통한 기술 개발전략·목표성능수준 제안 필요
- 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사·분석 결과 반영

○정부 및 기술수요기관과의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
- 관련 정부부처 및 전문기관과 협의 수행
- 관련 업계 전문가 의견 등을 수렴하여 요구조건 및 주요 기술개발 대상 파악

○ 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 검증시험 등을 수행. 평가단을

	구성하여, 공정하고 신뢰성이 있는 결과 도출 ○ 수요자·사용자 지향적 기술 개발 추진체계 수립 ○ 국제적인 연구교류 활성화 검토 필요 ○ 연구개발계획서에는 구체적인 개발연구 지원방안, 인증획득 지원방안, 실용화지원 계획이 반드시 제시되어야 함 ○ 성공적인 기술개발을 위해 연구특성에 부합한 단계별 양적/질적 성과지표를 연구개발계획서에 반영
□ 추진체계	○ 본 연구성과의 실용화 및 사업화를 위해 실수요처 및 실시기업 참여 권장 ○ 관련 전문 연구기관·운영사·시험인증기관·관련 기업 등 유기적 협조체제 구축 ○ 단계적 연구성과를 개발 기업의 단계별 개발 시기에 맞추어 적용할 수 있도록 개발 관련 기업과의 협조체계 구축 ○ 필요시 외국 전문가 또는 외국 선진 기관 활용 ○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요 ○ 산·학·연 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력 체계 및 관련 전문가 의견 활용방안 구축 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 개발대상 부품장치 국내외 표준규격, 기술기준, 운영 요구사항이 반영된 표준 설계서 ○ 개발대상 부품장치 성능검증용 공인시험성적서 ○ 개발대상 부품장치 해외 선진 기술 대비 개발대상 성능 비교 분석서 ○ 개발대상 부품장치 국내외 표준규격, 기술기준, 운영 요구사항, 성능검증 사항이 반영된 완성품

	○ 개발대상 부품장치 인증획득 증명서 ○ 개발대상 부품장치 표준 공정 규격서 ○ 개발대상 부품장치 최적 운영 및 유지보수 규격서 ○ 국내외 시장 진출 기반 구축 보고서
6. 활용방안 및 기대효과	
□ **활용방안**	○ 표준 설계서는 개발 기업의 상용화 및 사업화를 위한 용도 활용 ○ 표준 설계서, 공인시험성적서, 성능 비교 분석서, 표준 공정 규격서, 완성품은 제작자 품질관리시스템 인증 및 제품 인증 획득 시 활용 ○ 공인시험성적서, 성능 비교 분석서, 인증획득 증명서는 해외 시장진입 시 기업역량 홍보에 활용 ○ 표준 설계서, 운영 및 유지보수 규격서는 운영기관 최적 운영 및 유지보수지침에 활용 ○ 완성품 및 성능 비교 분석서는 국내외 전시 및 기술 홍보 활용 ○ 시장 진출 기반 구축 보고서는 해외 최적 시장진입 활동에 활용
□ **기대효과**	○ 수요자 요구사항에 최적으로 부합하는 국산화 개발방향으로 연구개발의 주요 목적을 달성하기 위한 선진체계 구축 가능 ○ 최적화된 개발자 직접 주관 연구수행체계 구축으로 중소기업의 역량 강화 극대화와 철도 부품장치산업 경쟁력 제고 ○ 해외의존 대상 부품장치 개발에 따른 경제효과 - 개발대상 부품장치 약 2,200억 수준의 수입대체 경제효과 및 세계시장 3% 진입 목표 시 약 480억원 수준의 경제효과(국토교통과학기술진흥원 제공자료) ○ 국산화 부품장치 사용증대 및 해외시장 진출 최적화 전략 구축
7. 연구개발기간 및 소요예산	
	○ 총 연구기간 : '18. 06. ~ '22. 12.(55개월) - 1차년도 연구기간 : '18. 06 ~ '18. 12.(7개월)

○ 총 정부출연금 : 5,400백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 200백만원 이내

연도	연구기간	정부출연금
1차	2018.6.1. ~ 2018.12.31. (7개월)	200백만원 이내
2차	2019.1.1. ~ 2019.12.31. (12개월)	1,000백만원 이내
3차	2020.1.1. ~ 2020.12.31. (12개월)	1,900백만원 이내
4차	2021.1.1. ~ 2021.12.31. (12개월)	1,300백만원 이내
5차	2022.1.1. ~ 2022.12.31. (12개월)	1,000백만원 이내
합 계		5,400백만원 이내

※ 연구개발비는 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성

※ 정부출연금 및 연구기간은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

8. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임

○ 필요시 연구개발 기간내 진도점검 및 실용화 점검 등 실시 예정

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 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

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 As-Is와 To-Be를 구체화/가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
- 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시
※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성 제시
- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
- 신청자는 연구를 통해 도출되는 최종성과(핵심성과물)를 유형별(공법, 장비/장치, 소프트웨어, 시스템, 정책제도 등)로 나열하고, 세부 설명 제시
- 성과지표는 '철도기술연구사업'의 성과지표를 고려하여 관련 성과지표*를 우선적으로 반영하고, 이에 대한 고려 및 반영 미흡시 협약시 조정(추가) 가능
※ 진도점검·관리 및 선정·중간·최종평가 등의 근거자료로 활용

4. (4세부) 고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서시스템 기술

연구과제명	고속철도용 전력부하 불평형 개선 능동형 밸런서시스템 기술개발
1. 연구개발 목표	
	○ 급전선로 전력부하 불평형 개선을 위한 5 MVA급 능동형 밸런서 개발 ○ 공인시험검증 및 인증획득을 통한 국내외 시장진출 기반 마련 ※ 개발 주요 사양 - (불평형율) 스코트 변압기 사용으로 인한 M상, T상의 부하 불평형율 2% 이하 수준 능동형 밸런서 시스템 개발 - (정격용량) 변전소용 5 MVA급 정격용량 수준 개발 - (냉각장치) 수냉식+공냉식 냉각방식 개발 - (정격주파수 및 정격전압) 정격주파수 60 Hz / 정격전압 55 kV 밸런서 시스템 발 - (DC전압) 2,200 V DC전압용 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ (**국내 교류전기철도전력의 부하불평형 기술 부재**) 철도 선진기술 보유국인 유럽, 일본 등은 철도계통의 고질적인 전압불평형 문제를 해결하기 위해 '00년대 초반부터 기술개발 및 설비적용 추세에 있으나, 국내에는 핵심 기술의 부재로 연구개발 되어있지 않은 실정임 * 부하불평형으로 인해 전력계통에 역상전류를 흐르게 하여 회전기기 전반에 심각한 악영향을 미치며, 절연열화를 촉진시키고 설비의 수명을 단축시킴 ○ (**국제표준규격 미적용 및 허용수준 미달**) 국제전기기술위원회에서 규정한 국제표준규격 IEC에서는 10분 평균 전압불평형율을 1% 이내로 제한하고 있으나, 국내의 경우 2시간 평균 3% 이하로 국제 수준에 미치지 못함 ○ (**급전용량 및 전압보상효과 상승효과**) 전력불평형개선 시 비동기계통(M상, T상)의 인위적인 조류제어가 가능하며, 급전용량 및 전압보상에 대한 상승효과가 있고 급전손실, 전압불평형률, 피크전력은 저감되는 효과가 있음 ○ **정부지원 필요성** - (**철도 회생제동에너지 활용을 통한 에너지 절감**) 일반적으로 전기철도가

회생제동하는 에너지량은 전체 사용 에너지량의 7~9% 정도로 알려져 있으나, 국내에서는 이를 활용하지 못하고 있는 실정으로 차량회생제동으로 반대구간의 차량에 전력을 공급하여 에너지 절감기술 국내도입 필요

* 5MVA 용량의 밸런서 1대 설치시 1,000 [MWh/year] (3MWh/day × 365day ≒ 1,000 [MWh/year]) 이상의 회생전력 활용 가능

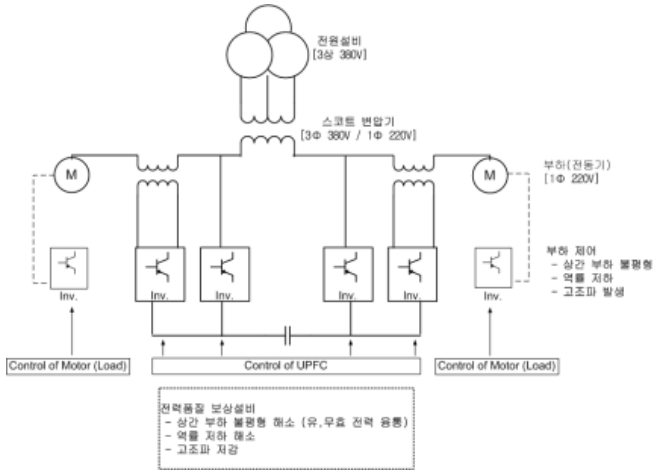
※ 년 1억원 이상의 전기요금 절감 가능(kWh 당 140원 기준, 2016년 철도통계 노선별 연료소비량의 KTX 전력요금 기준)

□ 기술동향

○ 국내

- 국내에 현재 도입되어 사용하지 않는 실정임
- 국내 타 산업에서 송배전 계통에서 안정적인 전력 운용을 위해 효성社 에서 '90년대 말부터 STATCOM 기술의 R&D를 진행하여 상용화 기술을 보유하였으며, '09년에 수도권의 안정적 송배전을 위해 미금변전소에 100 Mvar* 규모의 스태콤을, '11년에는 풍력발전의 전압유지를 위해 제주성산변전소에 20 Mvar 규모의 스태콤을 설치한 바 있음

  * Mvar : 스태콤의 용량단위로 무효전력의 양을 나타내는 단위
- 국내 선행연구기술수행으로 '07년 한국철도기술연구원에서 축소형 부하불평형 보상장치를 개발한 이력이 있으며, 축소형 시스템으로 3상 수전부 전압 정격을 3ϕ 380V, 스코트 변압기 정격을 공칭 전압 1차측 전압 3ϕ 380V, 2차측 전압 1ϕ 220V × 2, 정격 용량을 3kVA로 제작함
- 인버터 용량 1kVA, DC-캐패시터 정격 450Vdc(용량 3300㎌)로 개발 제작하여 시험 검증함. 단, 국내 상용화 및 설비적용을 위한 연구개발이 수행되지 않음



< 축소형 부하불평형 보상장치 구성도 >

○ 국외

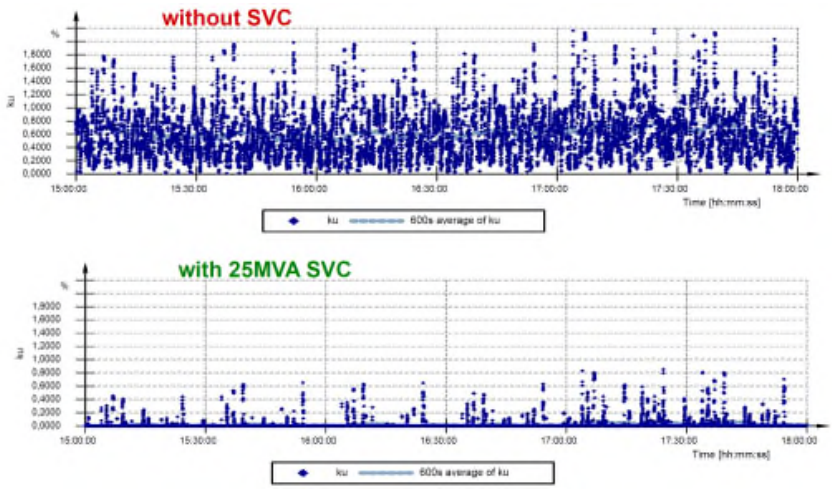
- 전력불평형 개선을 위한 밸런서는 해외 선진기술보유 기업인 Siemens 社, ABB 社가 시장을 선점하고 있으며, 아시아권역에서는 일본의 MEIDENSHA 社와 HITACHI 社가 선점하고 있음
- 세계적으로 '20년까지 고속철도 기반시설(Infrastructure)에 대한 투자는 지속적으로 확대 추세에 있으며, 전체 9.1조원 달러시장으로 예측하고 있음

* Strategic Insight on Global Rail Market Trends and Opportunities Across Key Regions for Rail, Frost & Sullivan Report, '12)

- 세계적으로 전압불평형에 대해 IEC 표준규격을 준수하여 규제하도록 권장하고 있음

* 10분 평균 전압불평형율을 1% 이내로 제한

- 영국과 스페인의 경우 에너지저장장치(ESS)를 설치하여 회생제동 에너지의 1.7~2.6%를 활용하고 있으며, 일본의 경우 일부구간에 RPC(railway power conditioner)를 설치하여 회생제동에너지의 2% 정도를 활용하고 있음
- 독일 Siemens 社의 경우 전기철도 운행으로 인한 전압불평형을 보상하기 위해 100MVar/132kV의 전력보상장치(RAB, railway active balancer)를 개발하여 '12년도에 호주 Queensland 3개의 사이트(Wycarbah, Duringa, Bluff)에 적용 중에 있음
- 독일 Siemens 社에서 밸런서 설치 전 전압불평형률이 10분 평균 기준으로 최대 2%를 초과하지만, 밸런서 설치 후 전압불평형률이 1%미만으로 감소된 것을 운영 결과로 검증하고 있음



< 밸런서 설치 전후의 전압불평형률 비교 >

- 스위스의 ABB 社는 기존 보유하고 있던 무효전력보상 기기(SVC, Static Var Compensators) 기술을 전기철도전력 계통에 적용하여 전력불평형 개선장치(Load balancer)를 개발함
- 영국 런던 중심지의 Dover역과 St. Pancras역 사이의 Channel Tunnel의 고속철도 전력 불평형 개선 및 전압 보상을 위해 설치 운영 중
- 일본에서는 '02년에 일본철도건설공단(현재 일본철도건설·운수시설정비지원기구)에 의해 도호쿠 신칸센의 모리오카(岡)-하치노헤(八戸) 구간이 개통되면서 해당 구간의 궤전용 변전소와 초고압 송전선간 거리가 멀어 연락 송전선의 건설에 시간과 비용이 든다는 것을 확인하였는데 이러한 상황을 검토한 결과 변전소에 RPC를 설치하면 특별고압 송전망에서도 3상 평형을 유지하면서 수전이 가능하다는 것을 입증함
- 일본에서 개업 전의 필드시험 결과, 동일부하 조건에서 2.5%였던 3상 상간 전압변동률이 RPC 운전에 의 해 1.1%로 억제되는 것을 확인
- 또한 일본에서 급전구분소(SP)에 RPC를 설치하여 회생제동에너지를 활용하고 있으며 1대를 설치하여 월 220MWh의 전력사용량을 감소하고 있음

3. 연구개발내용

○ 고속철도용 능동형 밸런서 시스템 국내외 동향 조사 분석
- 국내외 기술개발 동향 및 논문, 특허 조사 분석
- 국외 벤치마킹 대상 조사 및 적용 기술 분석
- 전력반도체 기술사양 조사 분석

○ 고속철도용 불평형 개선 기술 및 제어 토폴로지 개발
- 국외 선진 벤치마킹 국내 적용 체계 구축
- 전력공급사 및 운영사 운영 부합성 검토 및 국내 적용 밸런서 토폴로지 개발

○ 고속철도용 능동형 밸런서 시스템 설계 연구
- 능동형 전력제어 알고리즘 개발
- 국내 철도 급전선 연결 가능 변압기 설계
- 능동형 밸런서 전용 IGBT 인버터 설계
- 각 구성품(모듈) 및 시스템의 상세 설계 수행

○ 고속철도용 능동형 밸런서 시스템 제작 연구
- 국내 철도 급전선 연결 가능 변압기 시작품 제작
- 능동형 밸런서 전용 IGBT 인버터 시작품 제작
- 각 구성품(모듈) 및 시스템의 시작품 검토사항이 반영된 시제품 제작
- 최종 설계가 반영된 완성품 제작

○ 개발대상 고속철도용 능동형 밸런서 시스템 시험평가 및 현장시험 수행
- 국제규격에 준하는 IGBT 인버터 시험 수행
- 교류전기철도 시스템과의 불평형 개선 성능 검증 수행
- 회생제동전력제어 알고리즘 검증 수행
- 4계절 현장 적용 시험 수행

○ 개발대상 고속철도용 능동형 밸런서 시스템 최적 공정 개발
- 고속철도용 능동형 밸런서 최적 운영 및 유지보수 규격서 개발
- 고속철도용 능동형 밸런서 표준 공정 규격서 개발

○ 국내외 시장 진출 기반 구축
- 해외 선진 능동형 밸런서 대비 개발 능동형 밸런서 성능 비교분석서 도출
- 시장 입찰 정보 및 법령 분석을 통한 시장 진출 기반 마련
- 국내외 인증 획득

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ TRL 단계별 수행 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립

○ 산·학·연 공동연구 수행을 통한 기술 개발전략·목표성능수준 제안 필요
- 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사·분석 결과 반영

○정부 및 기술수요기관과의 충분한 의견수렴을 통한 실용성 확보
- 관련 정부부처 및 전문기관과 협의 수행
- 관련 업계 전문가 의견 등을 수렴하여 요구조건 및 주요 기술개발 대상 파악

○ 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 검증시험 등을 수행. 평가단을 구성하여, 공정하고 신뢰성이 있는 결과 도출

	○ 수요자·사용자 지향적 기술 개발 추진체계 수립 ○ 국제적인 연구교류 활성화 검토 필요 ○ 연구개발계획서에는 구체적인 개발연구 지원방안, 인증획득 지원방안, 실용화지원 계획이 반드시 제시되어야 함 ○ 성공적인 기술개발을 위해 연구특성에 부합한 단계별 양적/질적 성과지표를 연구개발계획서에 반영
□ 추진체계	○ 본 연구성과의 실용화 및 사업화를 위해 실수요처 및 실시기업 참여 권장 ○ 관련 전문 연구기관·운영사·시험인증기관·관련 기업 등 유기적 협조체제 구축 ○ 단계적 연구성과를 개발 기업의 단계별 개발 시기에 맞추어 적용할 수 있도록 개발 관련 기업과의 협조체계 구축 ○ 필요시 외국 전문가 또는 외국 선진 기관 활용 ○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요 ○ 산·학·연 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력 체계 및 관련 전문가 의견 활용방안 구축 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 개발대상 부품장치 국내외 표준규격, 기술기준, 운영 요구사항이 반영된 표준 설계서 ○ 개발대상 부품장치 성능검증용 공인시험성적서 ○ 개발대상 부품장치 해외 선진 기술 대비 개발대상 성능 비교 분석서 ○ 개발대상 부품장치 국내외 표준규격, 기술기준, 운영 요구사항, 성능검증 사항이 반영된 완성품

	○ 개발대상 부품장치 인증획득 증명서 ○ 개발대상 부품장치 표준 공정 규격서 ○ 개발대상 부품장치 최적 운영 및 유지보수 규격서 ○ 국내외 시장 진출 기반 구축 보고서
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 표준 설계서는 개발 기업의 상용화 및 사업화를 위한 용도 활용 ○ 표준 설계서, 공인시험성적서, 성능 비교 분석서, 표준 공정 규격서, 완성품은 제작자 품질관리시스템 인증 및 제품 인증 획득 시 활용 ○ 공인시험성적서, 성능 비교 분석서, 인증획득 증명서는 해외 시장진입 시 기업역량 홍보에 활용 ○ 표준 설계서, 운영 및 유지보수 규격서는 운영기관 최적 운영 및 유지보수지침에 활용 ○ 완성품 및 성능 비교 분석서는 국내외 전시 및 기술 홍보 활용 ○ 시장 진출 기반 구축 보고서는 해외 최적 시장진입 활동에 활용
□ 기대효과	○ 수요자 요구사항에 최적으로 부합하는 국산화 개발방향으로 연구개발의 주요 목적을 달성하기 위한 선진체계 구축 가능 ○ 최적화된 개발자 직접 주관 연구수행체계 구축으로 중소기업의 역량 강화 극대화와 철도 부품장치산업 경쟁력 제고 ○ 해외의존 대상 부품장치 개발에 따른 경제효과 - 개발대상 부품장치 약 950억 수준의 수입대체 경제효과(국토교통과학기술진흥원 제공자료) ○ 국산화 부품장치 사용증대 및 해외시장 진출 최적화 전략 구축

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : '18. 06. ~ '22. 12.(55개월)

- 1차년도 연구기간 : '18. 06 ~ '18. 12.(7개월)

○ 총 정부출연금 : 3,300백만원 이내

- 1차년도 정부출연금 : 200백만원 이내

연도	연구기간	정부출연금
1차	2018.6.1. ~ 2018.12.31. (7개월)	200백만원 이내
2차	2019.1.1. ~ 2019.12.31. (12개월)	800백만원 이내
3차	2020.1.1. ~ 2020.12.31. (12개월)	1,000백만원 이내
4차	2021.1.1. ~ 2021.12.31. (12개월)	700백만원 이내
5차	2022.1.1. ~ 2022.12.31. (12개월)	600백만원 이내
합 계		3,300백만원 이내

※ 연구개발비는 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성

※ 정부출연금 및 연구기간은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수

※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

8. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임

○ 필요시 연구개발 기간내 진도점검 및 실용화 점검 등 실시 예정

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함

- 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

○ 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 As-Is와 To-Be를 구체화/가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 세부과제간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성 제시

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

○ 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
- 신청자는 연구를 통해 도출되는 최종성과(핵심성과물)를 유형별(공법, 장비/장치, 소프트웨어, 시스템, 정책제도 등)로 나열하고, 세부 설명 제시
- 성과지표는 '철도기술연구사업'의 성과지표를 고려하여 관련 성과지표*를 우선적으로 반영하고, 이에 대한 고려 및 반영 미흡시 협약시 조정(추가) 가능

※ 진도점검·관리 및 선정·중간·최종평가 등의 근거자료로 활용

2절 과제공모 방안

1. 과제공모 일반사항

○ 해당 연구개발과제는 각 세부과제별 분리공모를 통해 선정함
- 국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 및 국토교통 연구개발사업 관리지침에 준함

○ 과제 주요 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 “과제제안요구서(RFP)”를 참조하여 작성
- 제작 개발 세부과제(2~4세부)는 연구개발 지원 세부과제(1세부)와의 연계·협동·융합 연구수행 방안을 연구개발계획서에 제시
- 과제의 성공적인 목적 달성을 위해 필요 시 세부연구내용을 일부 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시

○ 연구성과의 실용화 및 사업화 추진계획 제시
- 과제 신청자는 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거 제시
- 과제 신청자는 파일럿 테스트 또는 TEST-BED 등을 통한 연구성과의 실용성 검증 및 사업화 추진계획을 제시

○ 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 제시
- 단계별 연구개발 성과목표·지표별 달성 목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안 제시해야 함
  ※ 각 세부별 과제 신청자는 개발대상에 대한 ‘국토교통 R&D 유형별 기술성숙도(TRL)’ 8단계를 이룰 수 있는 방안을 구체적으로 제시

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
- 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 과제 신청기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진 시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며, 특히 제작 개발 세부과제(2~4세부)에 신청하는 기업은 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업이 주관함

○ 제작 개발 세부과제(2~4세부) 신청기업은 국토교통 R&D 철도기술연구사업 시행 공고에서 제시하는 신청서류 외 재무상황 및 기업의 신용도를 증빙하는 서류를 필히 제시

2. 유의사항

○ (해당시) 기업이 참여할 경우 공동규정에 따라 연구개발비 중 정부출연금 이외의 비용을 부담

- 연구개발서비스업자가 시험·분석 등 연구개발서비스 제공만을 목적으로 공동연구기관으로 참여하는 경우 참여기업 수에 포함은 시키되, 연구개발비는 부담하지 않음 (공동규정 제4절 제12조)

○ (해당시) 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행 실적이 있고 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한하며, 과제 추진시 역할(자료・기술 조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 함

○ 국토교통과학기술진흥원 업무매뉴얼에 의거, 중소, 중견기업의 국토교통부 소관 동시 수행과제수 적정성 검토기준이 초과하는 경우 참여제한 조치될 수 있음

지원기관유형	정상기업	한계기업*
중견기업	5	4
중소기업	3	2

* 한계기업 : 최근 3개 회계연도 및 결산 재무제표상 이자보상비율이 연속으로 1 미만인 기업

※ 단, 다음의 어느 하나에 해당하는 과제는 동시 수행과제수에서 제외

가. 연구개발과제 신청 마감일로부터 4개월 이내에 종료되는 과제

나. 사전조사 및 기획연구에 관한 과제

다.「기업 활력 제고를 위한 특별법」 제10조에 따른 사업재편 계획 승인을 받은 기업 이 사업재편 계획이 종료되기 전에 과제를 신청하는 경우

3. 선정평가 방법

평가절차	평가방법 및 내용
신청서류 접수 및 사전 검토・보완조치	○ 신청기관 : 연구개발계획서 등 신청서류 접수 ○ 전문기관 : RFP와의 부합성, 신청자격 및 신청서류 적합성 등 검토
평가위원회 평가 (발표평가)	○ 발표평가 : 연구제안의 충실도, 추진전략의 구체성 등에 대한 평가 (100점 만점)
평가결과 통보 및 협약체결	○ 신청기관에 선정평가 결과 통보 ○ 선정된 주관연구기관과 협약체결

○ 선정평가 항목 및 항목별 점수

기준항목	세부평가항목	점수
연구개발목표 (20점)	최종 연구목표/성과목표의 명확성, 타당성, 창의성	10
	단계/연차별 연구목표/성과목표(지표) 설정의 명확성, 구체성	10
연구개발 내용 (20점)	최신 기술동향 분석 및 사전계획의 충실성	5
	목표달성을 위한 연구내용, 예상성과의 적절성 및 실현가능성	5
	세부과제 구성의 타당성 및 연계성	5
	연구기간 및 연구개발비 편성의 적절성	5
추진전략 및 계획 (20점)	연구개발 추진전략 및 방법의 적정성, 구체성, 타당성	10
	연구수행체계 구성의 타당성(적정기관수, 산학연 구성 등) 및 연구진의 전문성	5
	연구기관의 연구인프라 및 연구지원시스템의 적절성	5
활용방안 및 실용화(정책제안) 가능성 (20점)	연구성과 활용 시나리오의 적절성 및 구체성	5
	연구성과 실용화 및 정책제안 가능성	10
	개발 기술의 기대성과(기술적/경제적) 및 파급효과	5
연구단장의 연구수행역량 (20점)	해당분야 연구 및 프로젝트 수행 실적	5
	연구과제 기획 경험 및 능력	5
	연구과제 관리 경험 및 능력	5
	연구윤리 수준	5
소계		100

○ 선정 시 가·감점 기준

구분	내 용
평가결과 등에 따른 가·감점	◦ 최종평가 결과, 최우수등급(상대평가시 최상위 10%, 절대평가시 만점의 90% 이상)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후 2년간 선정평가점수의 2% 가점 ◦ 최종평가결과 최하위등급(상대평가 시 하위 10% 등급, 절대평가시 만점의 50% 이하)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후(연구개발참여제한에 해당되는 경우에는 참여제한 기간 만료 후) 2년간 선정평가점수의 2% 감점 ◦ 최종평가결과 하위등급(상대평가 시 하위 30% 등급, 절대평가시 만점의 60% 이하)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후 2년간 선정평가점수의 1% 감점
	◦ 추적평가 결과, 최우수등급(상대평가 시 만점의 80%이상으로서 최상위 10%, 절대평가시 만점의 90% 이상)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 추적평가 후 2년간 선정평가점수의 2% 가점
논문실적에 따른 가점	**◦ 최근 3년 이내에 국내외 과학기술논문색인지수(Science Citation Index) 논문에 기고한 실적이 있는 자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 선정평가점수의 1% 가점**
보안과제 수행에 따른 가점	**◦ 최근 3년 이내에 협약한 연구개발과제로서 협약 시 보안과제로 분류된 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 선정평가점수의 1% 가점**
국제공동연구에 따른 가점	**◦ 국제공동연구 중 외국의 정부·법인·단체 또는 개인이 연구개발비의 일부를 부담하는 경우, 선정 평가점수의 1% 가점**
기술실적에 따른 가점	**◦ 최근 3년 이내에 기술실시계약을 체결하여 징수한 기술료 총액이 2천만원 이상이거나, 같은 기간 내에 2건 이상의 기술이전 실적이 있는 연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 선정평가점수의 1% 가점**
연구성과 포상에 따른 가점	◦ 최근 3년 이내에 공동관리규정 제17조제9항에 따라 포상을 받은 자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 선정평가점수의 1% 가점 ◦ 최근 3년 이내에 과학기술 분야의 훈장, 포장, 대통령 표창 또는 대통령상을 수상한 연구자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우, 선정 평가점수의 1퍼센트 가점
신기술 또는 녹색인증에 따른 가점	◦ 최근 2년 이내에 「건설기술 진흥법」 제14조에 따른 건설신기술 또는 「국가통합교통체계 효율화법」 제102조에 따른 교통신기술을 받은 중소·중견기업이 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 선정평가점수의 1% 가점 ◦ 최근 2년 이내에 국토교통부장관으로부터 녹색인증 및 확인을 받은 실적이 있는 연구자 및 연구기관이 관련 녹색기술로 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 선정평가점수의 1% 가점
연구부정행위에 따른 감점	◦ 최근 3년 이내에 공동관리규정 제31조제3항에 따라 연구부정행위로 판단되어 협약이 해약된 연구개발과제의 연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 선정평가점수의 4% 감점

구분	내 용
협약 또는 연구 포기에 따른 감점	◦ **연구개발과제 선정 후 정당한 사유없이 협약을 포기하거나, 연구수행 도중 연구를 포기한 경력이 있는 연구책임자나 기업이 협약 또는 연구 포기 후 3년내 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 선정평가점수의 2% 감점**
기업의 연구참여에 따른 가점	◦ 중소기업이 연구기관(주관, 협동, 공동)으로 참여하는 경우로서 - 중소기업의 참여율이 1% 이상 ~ 20% 미만 : 선정평가점수의 2% - 중소기업의 참여율이 20% 이상 ~ 50% 미만 : 선정평가점수의 2.5% - 중소기업의 참여율이 50% 이상 : 선정평가점수의 3% * 참여율 = $\frac{\text{해당 제안과제의 중소기업 배정 정부출연금 합계}}{\text{해당과제 총정부출연금}} \times 100\%$ ◦ 중소기업이 연구기관(주관, 협동, 공동)으로 참여하지 않고, - 중견기업이 연구기관(주관, 협동, 공동)으로 참여하는 경우 : 선정평가점수의 1.5% - 대기업이 연구기관(주관, 협동, 공동)으로 참여하는 경우 : 선정평가점수의 1%
산업기술연구조합에 대한 가점	◦ 산업기술연구조합이 연구기관(주관, 협동, 공동)으로 참여하는 경우 : 선정평가점수의 1%
기 타	◦「하도급거래 공정화에 관한 법률」을 최근 3년 이내에 상습적으로 위반한 기업이 연구개발과제를 신청한 경우에 그러한 위반 사실이 같은 법 제26조에 따른 공정거래위원회로부터 관계 행정기관의 장에의 통보 등을 통하여 확인될 경우 ,선정평가점수의 2% 감점

참고문헌

1. 미래철도 전망 2040 (부제: 한국철도의 발전적 전망), 국토과학기술진흥원, 2016. 08.

2. 철도차량산업 육성 대책, 국토교통부, 2016. 6

3. 2014년 철도 소재부품기업 동향 및 수요기술조사 보고서, 한국철도협회, 2015. 2

4. 제 2차 철도차량산업 발전협의회, 국토교통과학기술진흥원, 2016. 12

5. 2015년 국토교통 R&D 동향조사, 국토교통과학기술진흥원, 2016.

6. 2013년 철도 기업 실태조사 보고서, 한국철도기술연구원, 2014. 7

7. 철도부품 강소기업 육성방안 수립, 국토교통부, 2016.5.31

8. 제3차 철도산업발전기본계획(안), 국토교통부, 2016.9

9. 철도산업 해외수출 지원방안, 국토교통부, 2016.11.17

10. ERP2020 PROGRAM, 국토해양부, 2009

11. 제2차 국가교통기술개발계획, 국토해양부, 2010

12. 제2차 철도산업발전기본계획(2011~2015), 국토해양부, 2011.5

13. 철도기술연구사업 개편(안), 국토교통과학기술진흥원, 2016.6

14. 철도 핵심부품 및 장치 고도화개발 기획보고서, 한국철도공사, 2011.8

15. 고속철도운영효율화 기획 최종보고서, 한국철도공사, 2008

16. Global Rail Market Outlook 2016, Global Automotive & Transportation Research Team at Frost & Sullivan, 2016. 3

17. Rail Outlook Study 2013-2022, Global Automotive & Transportation Research Team at Frost & Sullivan, 2013. 5

18. World Rail Market Study-status quo and outlook, UNIFE, 2016

19. 2010 지식경제백서

20. 코레일 기술수준 측정 및 모형개발 기획연구(한국철도공사, 2013.)

21. 철도차량 부품기업 육성 기본계획(기획보고서)(경상북도・자동차부품연구원, 2015.04.)

22. 도시철도 부품호환 및 표준모듈 기술 개발 기획 연구보고서(국토부, 2014.06.)

23. 일반/고속철도차량 검·인증 및 품질관리체계 연구개발계획서(한국철도공사, 2016.01.)

24. Strategic Insight on Global Rail Market Trends and Opportunities Across Key Regions for Rail, Frost & Sullivan Report, 2012.

25. UIC Railway Statistics 2015 Synopsis, 2015.

26. Strategic rail research and innovaton agenda(ERRAC, 2014.10.)

27. Rail route 2050: the sustainable backbone of the single european transport area(ERRAC, 2012.)

28. Challenge 2050(CER·UIC·EIM, 2013.02.)

29. A global vision for railway development(UIC, 2015.)

30. Europe 2020(European commission, 2010.03.)

31. Horizon 2020 in brief(European commission, 2014.)

32. Programme de travail 2008 - 2012(PREDIT 4, 2012.)

33 .RAILWAYS ACT 2005 STATEMENT(Department for transport, 2014.)

34. Mobility and transport(Akademie Rheinland GmbH, 2003.)

35. World rail market study(2014~2019)(UNIFE, 2016.)

36. Worldwide market for railway industries(SCI, 2014.)

37. Global rail market outlook(Frost&sullivan, 2016.)

38. 430KM급 고속열차 실용화 기술개발 총괄요약보고서(국토교통부, 2015.12.)

39. 전기설비기술기준의 판단기준 개정전문(251page), 2017.

[부록 1]

「철도 핵심부품장치 기술개발 과제기획」
기술수요조사서

기술수요조사	
1. 과제명	**고속차량 디스크의 제조공정 기술개발 및 신뢰성 평가 기술 연구**
2. 연구개발목표	고속차량에 사용되는 제동디스크의 수입 의존도를 줄이고 국산화를 위하여 고속차량용 제동디스크를 위한 제조 공정 기술개발과 제동디스크의 사용 환경조건에 대한 신뢰성 평가를 위한 열해석 및 다이나모시험 평가 기술을 확보
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	**■ 국내 기술 동향** **(1) 국내 제동디스크 적용 현황** **[일반전동차 제동디스크 동향]** 국내에서 300km/h급 고속철도가 영업운행을 시작한 것은 '04년부터이며 이전까지는 150 km/h급 새마을호와 100 km/h급 일반전동차가 주종을 이루었다. 150 km/h급 이하의 철도차량에서는 디스크의 제동에너지가 높지 않기 때문에 회주철 계열의 디스크가 널리 사용 되었으며 제작 및 설계기술은 보편화 되어 있는 수준임   그림 26 일반 전동차용 제동디스크 **[준 고속열차 제동디스크 동향]** '04년 기존선 고속화 사업 목적으로 추진된 틸팅 전동차는 최고속도 200 km/h급으로 준 고속 차량의 범주에 속하게 되며 디스크에 요구되는 최대 에너지는 11.6MJ로 2.9MJ 수준의 100 km/h급보다 4배 수준의 높은 제동에너지를 요구하게 되어 일반주철에 합금원소인 니켈, 크롬, 몰리브덴이 추가된 합금주철 디스크가 적용되었음. 틸팅 전동차는 이후 새마을호를 대체하는 ITX-청춘열차 및 ITX-새마을 차량으로 실용화가 되었음. 준 고속열차에는 동력차에는 차축디스크를 적용 할 수 없기 때문에 차륜에 디스크를 장착하는 차륜디스크가 적용되었으며 부수차에는 차축 디스크가 적용되어 있음



그림 27 ITX 새마을 적용 차축 디스크 및 차륜디스크

[KTX 고속열차 제동디스크 동향]

300 km/h급의 고속차량인 KTX 차량에는 차축디스크가 적용되어 있으며 차량의 제동에너지를 분산하기 위하여 한축에 4개의 디스크가 적용되어 있으며 단강 디스크가 적용되어 있으며 프랑스의 Faiveley 사에서 전량 공급하였음. KTX의 제동디스크는 구매조건부사업으로 국산화를 추진하고 시제품까지 제작하였으나 신뢰성 평가가 미흡하여 현재 영업운행 중인 차량에는 적용 되어 있지 않음

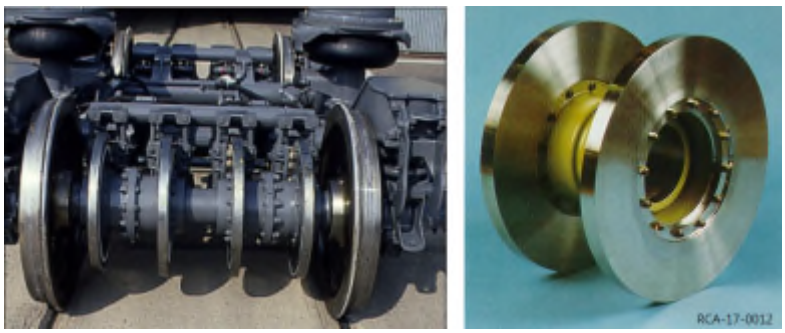


그림 28 KTX 제동디스크

[KTX-산천 고속열차 제동디스크 동향]

300 km/h급의 고속차량인 KTX-산찬 차량에도 차축디스크가 적용되어 있으며 Ventilated 형식의 이태리 POLI사의 주강 디스크가 적용되어 있음. KTX-산천 디스크의 특징은 분할형 디스크로서 5조각으로 분할되어 있으며 열 특성이 우수하여 KTX가 한축에 4개 적용되는 대신 KTX-산천은 한축에 3개의 디스크가 적용 되어 있음

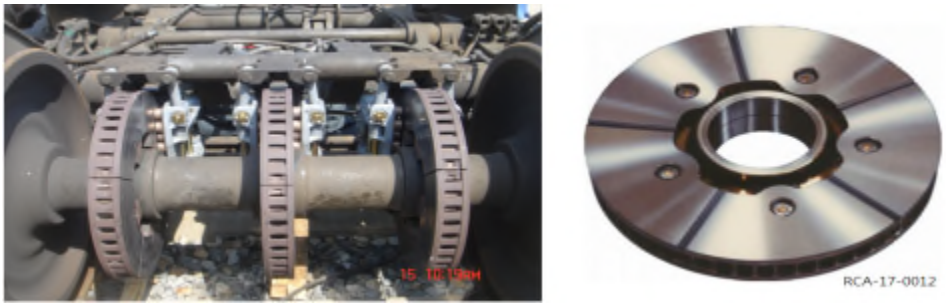


그림 29 KTX-산천 제동디스크

■ 국외 기술동향

(1) 국외 제동디스크 적용 현황

[독일 KNORR사]

독일 KNORR사는 고속차량 디스크에 있어 선두적인 역할을 하고 있으며 시장 점유율이 통계적으로 나와 있지는 않지만 지배적인 점유율을 확보 하고 있음. 독일 KNORR사는 독보적인 기술력을 기반으로 마케팅을 하고 있으며 제동디스크의 온도 발생과 밀접한 제동패드도 자사 상품으로 하여 시장을 선두하고 있음



그림 30 KNORR사의 차축 디스크 특징

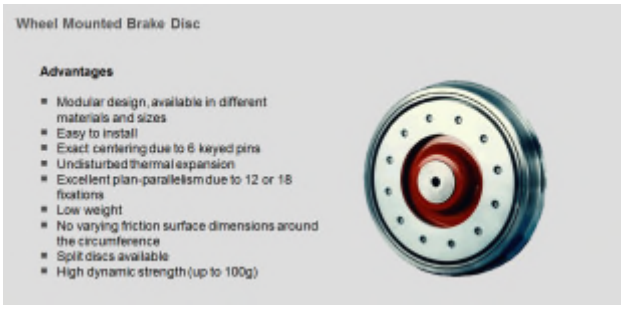


그림 31 KNORR사의 차륜 디스크 특징

독일 KNORR사의 제동디스크 맵을 살펴보면 300 km/h급까지는 Nodular cast iron을 적용, 400 km/h까지는 Cast steel을 적용하고 400 km/h 이상은 세라믹 디스크를 적용하는 것으로 제품을 구성 함.
Nodular cast iron의 경우 차량측면에서 전기제동을 보증해주고 유기계 패드(Organic brake pad)를 적용하는 경우에만 주철 디스크를 적요하고 있음. KNORR사의 제동디스크 제품 구성 맵 에서 특징적인 것은 Cast steel의 한계를 400 km/h급으로 제안하고 있으며 이후 속도대역에서는 세라믹디스크를 제안하고 있음

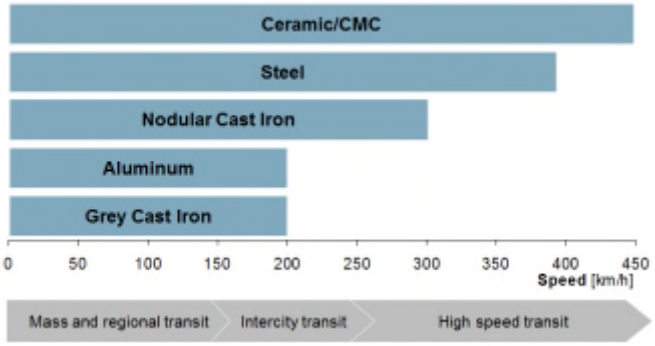


그림 32 독일 KNORR사의 제동디스크 제품구성 맵

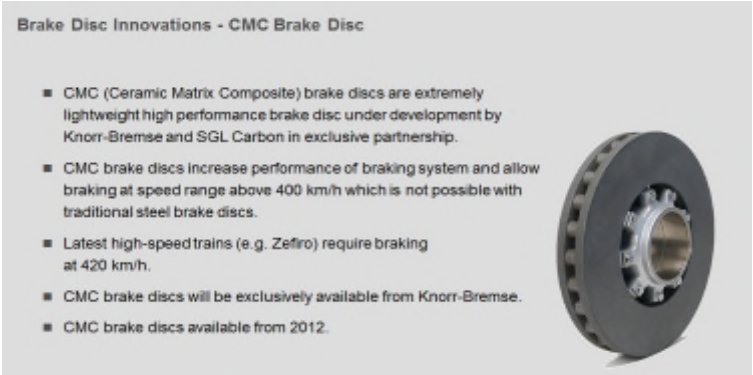


그림 33 독일 KNORR사 세라믹 제동디스크 특징

4. 기존기술 활용방안	◦ 국내 고속철도 차량이 2004년 개통 이래 주요 부품들의 국산화가 추진되어 왔고 실용화 차량에 적용되어 왔으나 고속차량의 제동시스템에서 가장 핵심적인 제동디스크에 대해서는 현재까지 수입에 의존하고 있음. 정부지원 연구사업으로 디스크 형상 설계에 대해서는 부분적으로 국산기술 확보가 되었으나 제동디스크 소재 관련되서는 국내 기술 기반이 미약한 것이 현실임 ◦ KTX, KTX-산천 차량에 적용된 제동디스크는 전량 수입에 의존하고 있고 KTX-산천 기준 시 약 3,024개의 제동디스크가 적용되어 있으며 현재 약 8년 정도 운용되고 있으며 현재 상태로 판단 시 5년~ 10년 이내 교체가 되어야 할 것으로 판단되고 있음. 더욱이, 해외 선진 공급사들이 독점하고 있는 상황에서 제동디스크 교체품의 경우 신품보다 2,3배 높은 가격으로 공급이 될 수 있으며 제동디스크는 고속차량의 교체 부품 중 수량이 가장 많고 가격적으로도 높기 때문에 조기 기술개발이 이루어져 유지/보수비용의 절감은 물론 외화 지출 비용을 낮추어야 됨 ◦ 국외 기술동향 중 독일 KNORR사의 제품 맵을 살펴보면 400 km/h 이상의 차량은 세라믹 디스크만 가능한 것으로 설명하고 있음. 최근 EU 국가에서 진행되고 있는 2020년 철도차량 기술개발 항목 중 "New generation brake system" 항목을 Knorr사가 주도하고 있으며 향후 개발되어야 할 제품 중 세라믹 제동디스크를 선정하여 개발을 진행하고 있음. 시장을 주도하고 있는 선진업체가 주도하는 제품군에 대해서는 예의 주시 할 필요가 있다고 판단됨

5. 기술개발 필요성	□ **고속차량용 제동디스크 제조 공정 기술 개발** ◦ 본 과제는 영세한 철도부품 산업의 경쟁력을 향상시켜 철도부품분야를 신성장동력으로 부품전문 강소기업을 육성할 수 있는 호환성, 모듈화, 소프트웨어화 기반을 구축하는 비전을 설정하고 이에 따른 목표와 전략을 제시하였음 ◦ 철도차량 기술은 세계 선진국에 비하여 뒤처지지는 않으나 철도 선진국의 부품에 의존하는 환경에서 국내 철도부품 산업이 활성화되지 못하고 영세함을 면하지 못하는 상태에서 철도의 운영 및 안전에 그 영향이 미치고 있을 뿐아니라 향후 철도산업의 세계 진출에도 발목을 잡는 요소가 되고 있음 ◦ 이에 다음과 같은 철도차량부품의 세계 경쟁력을 향상시키기 위한 전략을 제시함 획을 제시하고 있어 고속차량의 수요는 지속적이고 꾸준하게 있을 것으로 판단됨 ◦ 고속차량의 핵심부품들에 대해서는 1996년 “G7 고속전철기술개발사업”을 시작으로 하여 꾸준하게 기술개발사업이 국가 주도로 하여 진행이 되어 왔으며 2008년 국내 고속철도 기술의 경쟁력 제고를 통한 국내/외 고속철도 시장의 능동적 대응과 지속가능한 미래 성장동력산업의 기반기술 확보를 위한 대안으로 400km/h급 “동력분산형 고속철도시스템 및 핵심기술개발” 연구개발 사업이 성공적으로 수행되어 실용화 진행 중에 있음 ◦ 고속차량의 제동디스크에 대해서는 초기 차량 개발과제부터 최근에 추진된 과제까지 해외 선진 기술에 의해 진행이 되어 왔으나 2012년 국토과학기술진흥원의 “고속차량용 내열 합금 주강 디스크 개발” 에 의해 일부 국산화가 진행되어 시제품이 HEMU 차량에 적용되었음 ◦ 고속차량용 제동디스크의 핵심 기술은 소재기술 및 양질의 소재 품질을 확보하기 위한 제조공정 기술 개발이나 현재까지 진행된 기술 수준은 시작품 제작 단계의 수준임 ◦ 고속차량용 제동디스크의 양질의 품질을 확보하고 지속 생산 가능하게 하기 위해서는 철도차량의 소품종 생산 특성에 맞는 강소기업을 발굴하고 현실에 맞는 고속차량용 제동디스크 제조공정 기술 개발이 필요하며 개발된 기술이 지속 생산 가능하고 보호 될 수 있는 규모의 경제 수준이 확보되어야 함
6. 주요연구 개발내용	○ 고속차량용 제동디스크 제조 공정 기술 개발 - 고속차량용 제동디스크 선행 기술 조사 . 고속차량용 제동디스크 해외 선진 기술 조사 . 고속차량용 제동디스크 국내 / 국외 특허 조사 - 고속차량용 제동디스크 제조 공정 기술 개발 . 해외 선진기술 제작품 분석 및 벤치마킹 . 고속차량용 제동디스크 기계적 물성 및 화학적 물성 기술 연구 . 주강 유동 및 응고 해석을 통한 주조방안 기술 개발 . 고속차량용 제동디스크 열처리 기술 개발 . 고속차량용 제동디스크 제작사양서 작성 ○ 고속차량용 제동디스크 열해석 기술 개발 - 고속차량용 제동디스크 열해석 사례 연구

	- 열해석을 위한 제동디스크 기초 열물성 시험 평가 기술 개발 - 열해석을 위한 제동모드 시나리오 평가 연구 - 고속차량용 제동디스크 열적거동 및 응력 특성에 관한 연구 - 고속차량용 제동디스크 크랙 예측 연구 - 고속차량용 제동디스크 수명 예측 연구 ○ 고속차량용 제동디스크 신뢰성 평가 기술 개발 - 온도 변화에 따른 제동디스크 물성치 변화에 관한 연구 - 제동디스크 열섬(hot spot)온도 측정 평가 기술에 관한 연구 - 다이나모 시험 후 디스크 물성치 변화에 관한 연구 - EN14535-3에 의한 고속차량용 제동디스크 신뢰성평가 기술 연구 - 고속차량용 제동디스크 내구성 평가 시험방법 기술 연구 - 고속전철 제동디스크 검/인중 추진 연구 ○ 고속차량용 제동디스크 실차시험 - 제동디스크 신뢰성 평가를 위한 실차 시험방법 연구 - 실차환경에서 제동디스크의 마모 및 크랙 수명 변화 연구 - 실차환경에서 제동디스크 온도측정 방법 연구 - 실차 운행 후 제동디스크 신뢰성 평가 연구
7. 정부지원의 타당성	◦ '04년 KTX 고속차량 운행 이후 꾸준한 정부지원 사업을 통해 주요 핵심 부품들이 국산화되어 공급되어 지고 있으며 고속차량 디스크 역시 설계 기술은 확보하고 있으나 국내 기반 기술의 부족으로 고속차량의 디스크 소재는 수입하고 있는 실정으로 철도 부품산업의 기반을 조성하기 위하여 정부의 지원이 필요 ◦ 제동디스크는 고속차량 제동시스템의 핵심 부품으로 국산화를 위한 제조 기술이 확보되지 않으면 현재와 같이 수입에 의존 할 수밖에 없는 상황으로 해외 시장에서 경쟁력이 저하 될 수밖에 없기 때문에 적극적인 정부의 지원이 필요 ◦ 아울러, 철도산업의 해외 진출에 필요한 철도부품의 신뢰성 확보하기 위한 연구로 현재까지의 고비용 구조가 아닌 기관 간의 융합에 의하여 저비용 인증 구조를 구축하는 것으로 체계의 구축을 국가가 제공하여야 함
8. 기술확보 전략	◦ 본 과제에서는 철도 전문 연구기관, 학계, 철도제작사, 운영기관 등의 융합/협력이 필요한 개발사업으로 각 분야의 전문가들로 구성된 연구단으로 추진 ◦ 운영/유지보수의 효율성과 대량소품종 생산형 중소기업으로 성장을 목적으로 하는 부품/모듈 표준화 방향과 향후 국내 철도부품산업에서 강소형 중소기업 육성과 철도산업의 선진고도화를 위한 선진기술기반 구축 방향 등 두 개의 큰 연구 전략으로 추진함 ◦ 본 과제의 성과품은 중소기업의 부품설계 및 생산에 활용되는 기반 기술 및 도구로서 해외 기술을 대체하여 보급하는 정책적 방안 연구가 필요함 ◦ 국내에 이미 개발되어 있는 기술을 바탕으로 철도 분야에 최적화 연구로 진행하며 각 기술이나 상용화 제품 간의 인터페이스 및 기준, 표준 등을 개발함 ◦ 철도부품 산업 및 소프트웨어화 설계 기술 등의 국내 산업과 중소기업의 해외 진출을 위한 신 성장동력 기반 기술을 개발

<table>
<tr><td rowspan="2">9. 기술개발
최종성과물 및
활용방안</td><td>최종성과물</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="6">10. 연구개발
과제의 규모
* 가급적 총 연구비 50억원, 연구기간 5년 이내로 제안
* 50억원 이상과제는 기획연구대상과제로 분류하여 기획연구 수요조사 시 반영 예정</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별
연구비
(백만원)</td><td>정부</td><td>380</td><td>760</td><td>570</td><td>190</td><td>1,400</td></tr>
<tr><td>민간</td><td>120</td><td>240</td><td>180</td><td>60</td><td>700</td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총
연구비
(백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">1,900</td><td>총
연구기간</td><td colspan="2">5 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">600</td><td rowspan="2">연도별
평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">22 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>11. 기대효과 및
파급효과</td><td colspan="6">◦ 사회·경제적 기대효과

- 고속차량 제동디스크의 제조공정 기술개발은 물론 철도차량의 소량생산 체제에 맞는 공정개발도 병행이 되어 고속차량 제동디스크 기술력 확보는 물론 철도부품 강소기업이 접근 가능한 구조로 전환
· 철도부품 전문 강소기업의 성장 기대

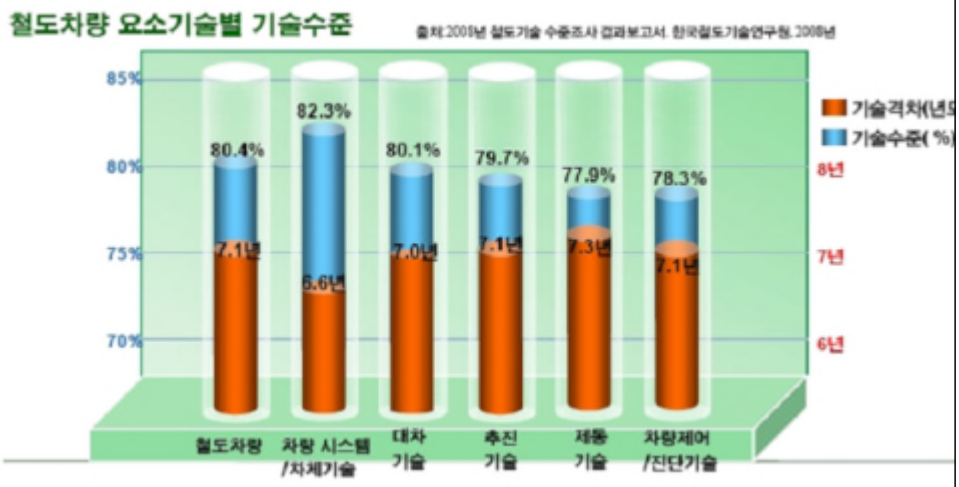
- 고속차량 제동디스크 국산화에 따른 제동시스템 완전 국산화
• 제동시스템 국산 자립화로 국내 및 해외 시장에서 기술 경쟁력 향상
• 제동디스크를 포함한 제동시스템으로 홍보 및 기술제안 가능
• 철도차량 부품의 수출 경쟁력 확대
• 제동디스크 국산화 시 향후 '25년까지 국내시장 150억 규모를 국산 공급 가능하고 세계시장 2000억 규모에서 경쟁력 있는 기술 제안 가능

- 제동디스크 국산화로 철도 운영기관의 점진적인 유지보수성 개선 기대
• 기존 수입품 대비 가격 인하 기대
• 부품 및 제품 수급의 용이성 및 편리성 기대
• 연간 200개 제동디스크 교체 시 수입품 대비 약 3억원의 부품 교체 비용 절감

◦ 기술적 기대효과

- 고속차량의 제동시스템은 독일의 Knorr, 프랑스의 Faiveley, 일본의 Nabtesco사만 공급이 가능하며 이중 제동디스크까지 포함한 제동시스템은 Knorr 와 Faiveley사만 공급이 가능함

- 제동디스크를 포함한 제동시스템을 순수 국내 기술로 공급 가능하게 되면 세계적으로 Knorr, Faively에 이어 3번째로 공급 가능하게 되어 국내 부품 산업의 기술을 국제 수준으로 끌어올려 양분화 되어 있는 해외 시장에서 가격적인 경쟁력을 가지고 우위를 가질 수 있음</td></tr>
</table>

기술수요조사	
1. 과제명	고속 철도 고성능 제동패드 개발
2. 연구개발목표	○ 국내외 고속철도 표준 시험규격(UIC 541-3) 및 현차 단위 시험규격을 만족하고 해외선진사(Cofren社, T30S)제품 대비 마모성능 및 제동소음 동등이상의 성능이 확보된 고속철도 (EMU250/EMU300)에 적용되는 제동패드 국산화 개발(TRL: [시작] 3단계 - 응용연구 ~ [종료] 8단계 - 시제품 인증)을 추진하고 개발 제품의 국내외 인증(UIC인증, IRIS인증)을 획득하여 국내외 시장 진출 기반이 마련된 고속철도 용 고성능 제동패드 개발
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	■ 국내 기술 동향 ○ 국내 철도 부품 요소 기술별 기술수준  그림 34 선진기술 대비 국내기술 현황 - 철도차량 요소기술은 선진국과 비교할 경우 약21% 정도 낮은 것으로 나타나고 있으며, 원인은 투자 부족과 장기적 전략 부재로 예상됨 - 특히 제동기술은 선진국과 기술수준은 78% 수준이며 기술격차는 7.3년 정도 낮은것으로 파악됨 ○ 국내 고속철도차량용 제동패드 개발 현황 - 새마을 철도차량을 대상으로 '95년 철도산업기술연구원과 국내업체 D社가 국내 최초 로 소결 브레이크 패드를 공동 개발함 - 마찰디스크 표면의 열 크랙 개선을 위한 열발산이 우수한 소결 브레이크 개발 추진 - 구성성분 : Cu-10Sn 기지부에 Mo, Sio2, Fe 등이 마찰조절제로 20~40% 첨가 Graphite 윤활제 10~20% 첨가 후 850℃ 가압소결하여 경도 HRR100 수준 ○ 국내 고속철도용 제동패드 기술 수준 - 국내업체 D社는 국내최초(세계 5번째)로 고속철도용 소결 브레이크 패드

개발 및 상용화에 성공함

- 금속계 마찰재 개발과 패드 형상 설계 및 소음 감소 추진 함
- 한국기계연구원, 한국철도기술연구원, 한국철도공사의 시험을 수행함
- 고속철도 KTX 및 산천에 적용되었으나 현재 열 크랙 및 소음문제로 납품이 중단된 상태로 국내 개발업체는 전무한 실정임



그림 35 국내 고속철도 브레이크 패드

■ 국외 기술동향

○ 고속철도용 제동 패드 관련한 기술 보유는 독일, 프랑스, 일본 등 한정적이며, 최근 중국에서 고속철도 관련 기술력 및 인프라 향상으로 저가형 소결 브레이크 패드 개발 및 성장에 두각을 나타내고 있음

○ 고속철도용 제동 패드 기술현황을 살펴보면 현재 고속철도용 패드를 생산하고 있는 주요 업체에서는 고속철도 연료효율 등의 경제성을 높이기 위해 경량화된 소재 적용에 많은 노력을 기울이고 있으며, 이를 위해 더욱 진보된 소재로서 섬유소재에 대한 관심이 증가하고 있으며 탄소섬유 소재는 가장 낮은 밀도(무게)를 나타내는 물질이지만, 고속철도에 적용하기 위한 비용대비 효율성에서는 유리섬유 소재가 선호되고 있음

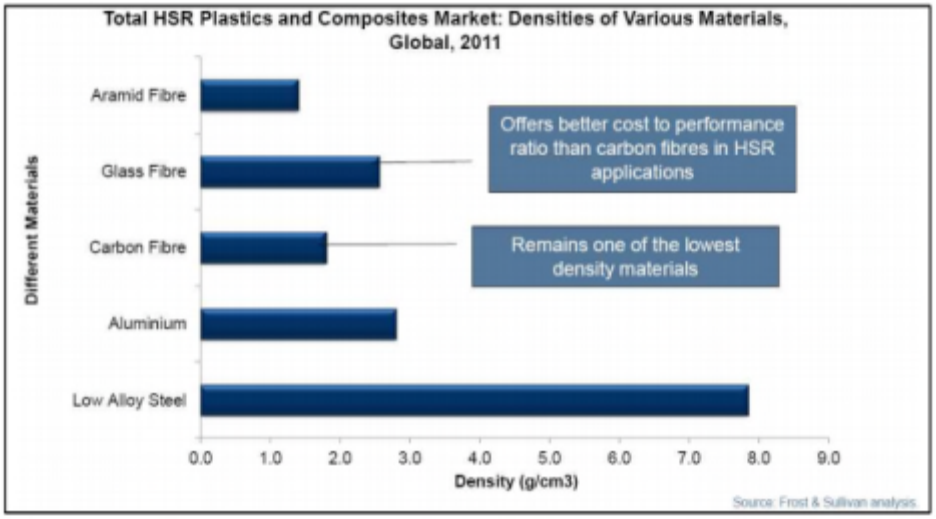


그림 36 고속철도 소재별 밀도 현황

- 탄소섬유와 유리섬유 소재는 철이나 알루미늄과 같은 금속소재보다 더 높은 인장강도를 갖고 있으며, 고속철도 적용 시 안전성에서 높은 장점을 가질 수 있음

○ 제동시스템의 단위기술로는 BSI社, Becorit社, Jurid社가 마찰재를 생산하고 있으며 KNORR社가 제동시스템 전문기업으로 세계 시장을 독점하고 있고, SAB社, WABCO社, 카본 로렌이 고속철도에서 경량철도에 이르기까지 제동시스템 및 부품기술을 확보 하고 있음

- Becorit社는 높은 응력에 대한 소결 마찰재를 개발 하여 BM40, BM41의 마찰재를 생산 하고 있으며 350km/h속도와 900℃까지 높은 온도 범위에서 사용 할 수 있음

표 125 고속철도 브레이크 및 소결 마찰재 주요 업체 현황

구분	브레이크 시스템	소결 마찰재
유럽 및 북미	Knorr Bremse SAB WABCO	BSI Becorit CoFren Cobra Jurid Freno Plast
아시아	HUAWU CARS	Puran TYSJ

4. 기존기술 활용방안	

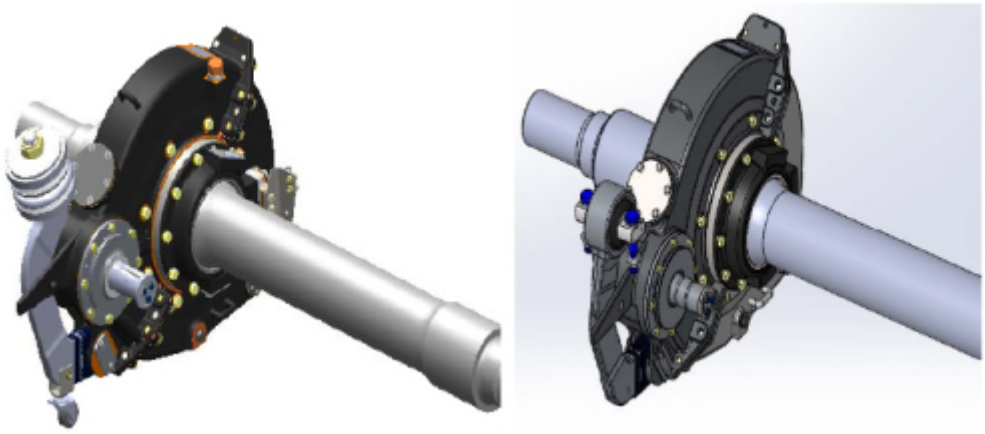
5. 기술개발 필요성	○ **(철도 차량 안전의 중요 부품)** 제동 마찰재는 고속철도 차량의 주행 안전성에 영향을 미치는 주요 소모품으로 국내 운영기관에서 수요가 매년 지속적으로 증가하고 있으나 국내의 영세한 산업 구조에 따른 품질 불안으로 수입품이 지속적으로 증가 하고 있는 상황임 ○ **(국산화 기술 확보 필요)** 현재 국내에서 개발 완료된 고속철도용 마찰재는 마모수명 저하, 소음에 따른 민원 발생 등으로 해외선진사 제품에 시장이 잠식되어 있는 상황이며, 국내 산업 활성화 및 국내 고속철도 완성업체 기술경쟁력 향상을 위해서는 해외선진사 기술 대비 동등이상 수준의 국산화 마찰재 개발이 시급한 상황임 ○ **(철도 부품산업의 해외 진출을 위한 국외 표준 기반 기술 확보 필요)** 협소한 국내 시장 현황과 표준화 미비, 비정규적인 발주 상황으로 인한 불확실한 수요 예측으로 장기적인 계획 생산이 어려운 상황이며 다품종 소량 생산에 의한 기술개발 여력(인력, 자본력) 문제로 제조비용은 지속적으로 증가하고 있어, 해외 시장 진출 위주의 제품개발이 필요하며 또한, 세계 마찰재 업체 수요에 대한 경쟁의 증가로 인해 국내 및 국제 법률 요건을 충족하는 운송 시스템에 대한 필요성이 전 세계적으로 확대되고 있고 세계 고속철도 운영 기관에서 부품 공급 업체들에게 특별히 높은 수준의 품질기준을 반드시 충족 하도록 요청하고 있어 IRIS(국제철도산업표준) 인증이 필요한 상황임
6. 주요연구 개발내용	○ 국내외 기술개발 동향 및 특허 조사 - 국내외 기술개발 동향 및 특허 조사 - 국내외 관련 논문 조사 ○ 경쟁사 제품 벤치마킹 및 재질별 DB 구축 - 벤치마킹 대상 해외 마찰재 조사 - 조직, 열분석 및 성분분석 : SEM-EDS, TG-DTA, XRF - 각 단품별 치수 정밀도 분석 : 3차원 측정기 - 기본물성 및 Scale 다이나모 평가 ○ 국내 고속철도 차량용 마찰재 상세 설계 및 시제품 개발 - 국내 KRS 규격 및 해외 UIC 기준을 만족하는 시제품 개발 - 소결 마찰재 최적 공정 개발 - 4계절 현차 평가를 통한 개발품 제동 안정성 및 신뢰성 확보 - 국내 운영기관 유지보수 애로 사항 및 실사용 마찰재 문제점 개선 - 제동 시스템 분석, 해석 기술 도입 및 프로세스 정립 ○ 국내외 표준 시험 규격 검토 및 표준규격서 도출 - 국내외 표준규격 검토 및 결과 반영 - 벤치 시험 및 현차시험 항목 선정 및 평가 결과 반영 ○ 고속철도 사양 별 국내외 마찰재 사양 확보 및 해외 시장 진출 기반 마련 - 고속철도 사양 별 국내외 마찰재 개발 - 해외 시장 동향 분석 및 선진 기술 분석을 통한 표준화 마찰재 개발

<table>
<tr><td></td><td colspan="8">- 시장 입찰 정보 및 법령 분석을 통한 해외시장 진출 기반 마련
- 해외시장 진출을 위한 IRIS(철도차량산업표준) 및 제품 인증 획득
○ 고속철도 마찰재 소음평가 및 저감기술 개발
- 국내 적용중인 고속철도용 마찰재 소음 수준 및 현황 파악
- 소음해석 기술 개발
- 소음 저감 구조 및 마찰재 배합 개발
- 다이나모 및 실차환경 소음 측정 기술 개발</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="8">○ (철도 차량 안전 중요 부품의 국산화 기술 확보) 국내 시장환경에서 기술적인 한계로 인한 마모수명 감소로 고속철도 운영기관의 유지비용 증가 및 고속철도 완성업체의 기술경쟁력 저하 개선 필요하며, 제동소음 증대에 따른 민원 증가로 사회적 비용 증가 부분의 개선이 필요 함
○ (철도 부품 기업의 해외 진출 지원 기술) 기술력 및 영업력을 보유한 중견기업의 관련 산업 참여를 촉진하기 위한 해외인증 및 기술개발 지원으로 철도산업 품질, 기술경쟁력 향상 및 시장 확대에 필요한 기술임</td></tr>
<tr><td>8. 기술확보 전략</td><td colspan="8"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">9. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</td><td colspan="2">최종성과물</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2">활용방안</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="6">10. 연구개발 과제의 규모

* 가급적 총 연구비 50억원, 연구기간 5년 이내로 제안
* 50억원 이상과제는 기획연구대상과제로 분류하여 기획연구 수요조사 시 반영 예정</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>800</td><td>800</td><td>800</td><td>800</td><td>300</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>민간</td><td>267</td><td>267</td><td>267</td><td>267</td><td>130</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">3,500</td><td>총 연구기간</td><td colspan="3">5 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2"></td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="3" rowspan="2">15 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>11. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="8">- 가격 경쟁력이 있는 국산화 마찰재 개발을 통한 수입 대체 효과와 국내외 산업 경쟁력 강화
- 신제품 개발을 통한 매출 증대와 관련 산업의 제조 기술력 향상으로 기업 경쟁력 강화
- 국내외 환경규격 만족 및 국내외 인증 획득을 통한 안정적인 수요시장 확보와 세계 시장 진출을 통한 수출 증대
- 표준화 제품 개발 및 소음개선 기술 개발로 국내외 시장을 확보하는 한편 세계적 규모의 철도 마찰재 제조업체로 발돋움하여 국내 고속철도 운영기관 및 고속철도 제조업체들의 수출 경쟁력을 제고하는 동시에 국내 산업 발전, 고용 창출 등 국가 산업 구조 고도화에 크게 기여 할 것으로 기대 됨</td></tr>
</table>

	- 고속철도 차량의 제동 안전성 확보를 통해 미연의 사고를 방지하여 경제적 손실을 절감할 것으로 기대 됨 - 해외 선진업체 의존하고 있는 고속철도용 마찰재 기술의 국산화 및 표준화 개발을 통한 기술 자립화 및 상품 경쟁력 확보 - 철도 마찰재 설계 및 평가, 제조 등의 신기술 분야의 기반기술 확보를 통한 풍력발전기 마찰재 및 산업용 마찰재 신기술 개발로의 확장 전개 - 수입 부품의 선진국 기술 의존력 저감이 가능 하며 수입대체 품목의 국내생산에 따른 국부유출 감소효과와 과제 종료 및 사업화 이후 국내외150억 이상 매출 신장이 기대됨

기술수요조사

1. 과제명	**고속차량 구동기어 기술 개발 및 신뢰성 평가**
2. 연구개발목표	고속차량에 사용되는 구동기어의 수입 의존도를 줄이고 국산화를 위하여 고속차량용 구동기어 개발을 추진하며 제품의 신뢰성을 확보할 수 있는 방안 개발
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	**■ 국내 기술 동향** **(1) 국내 구동기어 적용 현황** **[일반전동차 구동기어 동향]** 국내에서 110 km/h 급 전동차에 적용되고 있는 구동기어는 거의 표준화 되었으며, 일반적으로 코레일이나 서울메트로에서 사용하는 구동기어의 모델은 [그림 293] 과 같다. 감속비는 7.07, 기어의 경우 SCM 계열의 소재를, 기어 케이스는 GCD 계열을 사용한다.  그림 37 국내 일반전동차에 적용된 구동기어 모델 **[준 고속열차 구동기어 동향]**

'04년 기존선 고속화 사업 목적으로 추진된 틸팅 전동차는 최고속도 200 km/h 급으로 준 고속 차량의 범주에 속하게 되며 이후 새마을호를 대체하는 ITX-청춘열차 및 ITX-새마을 차량으로 실용화가 진행 되었음

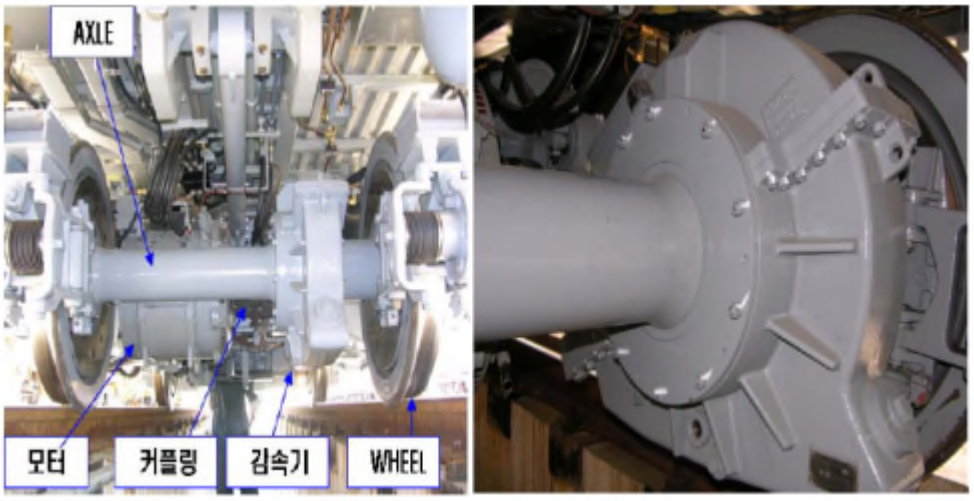


그림 38 틸팅전동차에 적용된 구동기어 모델

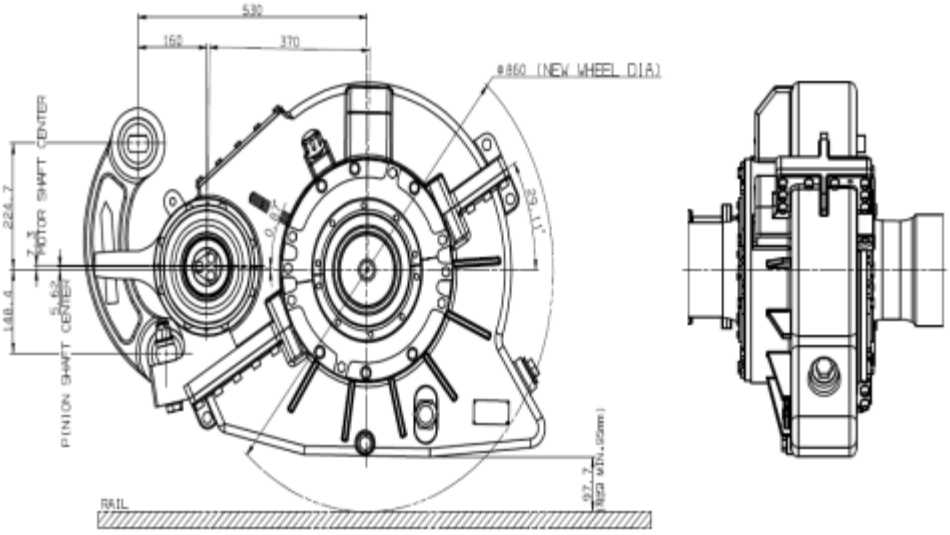


그림 39 ITX-새마을에 적용된 구동기어 모델

[KTX-산천 고속열차 구동기어 동향]

300 km/h 급의 고속차량인 KTX-산천 차량에는 KTX와 같이 외국사의 제품이 적용되어 있다. 고속철도용 감속기는 그림과 같이 1차 감속장치(Motor Reduction Unit)와 2차 차속장치(Axle Gear Box Reduction Unit), 그리고 두 감속장치의 동력 전달 역할을 수행하는 동력전달축(tripod joint shaft)으로 구성되어 있다. 고속철도 운행시 감속구동장치에 가해지는 부하가 매우

크기 때문에 기어의 안전성 및 내구성,각 부품의 신뢰성 등은 매우 중요하다. 감속기에 결함이 발생 할 경우 차량 운행을 중지해야 하기 때문에, 감속기 결함에 의한 사고를 예방하기 위하여 매일 정비를 하고 있고,

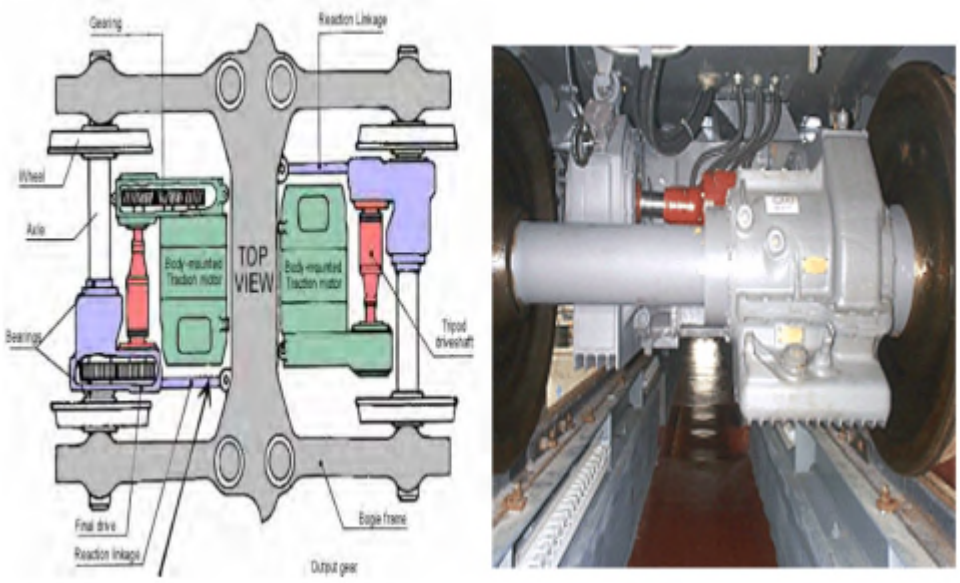


그림 40 KTX-산천에 적용된 구동기어 모델과 개념도

3년 주기로 부품을 완전 분해하여 유지보수를 실시하고 있다.

[HEMU-430 고속차량]

국내 최초 동력 분산 식 차량으로 개발 된 HEMU-430 고속차량은 기존의 동력 집중 식 차량과 다르게 4량의 동력차량과 2량의 부수차량으로 구성이 되어 있으며, 동력차량에는 2개의 대차가 적용되고 각각의 동력대차에는 2개씩 외국사의 구동기어가 적용되어 있음

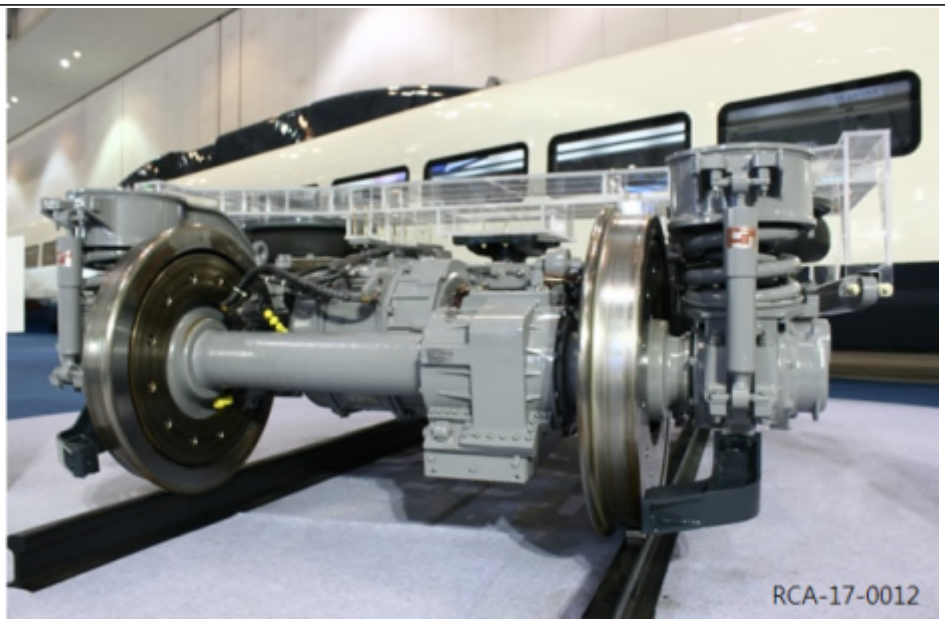


그림 41 HEMU-430에 적용된 구동기어 모델

[국내 고속차량 구동기어 적용 현황]

국내 고속차량에 적용된 구동기어를 정리하면 아래와 같음

표 15 국내 고속차량 구동기어 적용 현황

항 목	KTX	KTX-산천	HEMU-430
차량형태	동력분산식	동력분산식	동력분산식
최대속도	300 km/h	300 km/h	430 km/h
구동기어 공급사	Alstom(프랑스)	Voith(독일)	Voith(독일)

(2) 국내 구동기어 기술 동향

[일반전동차 구동기어 기술 동향]

110 km/h 급 이하 차량에 적용되는 구동기어의 소재는 SCM 계열을 사용하며, 감속비는 7~9 수준을 요구한다. 일반전동차에 적용되는 구동기어는 국산화 개발전에 해외업체를 위주로 경쟁관계에 있다가 국산화 개발('00년대) 이후에는 국내업체에서 독점 공급하고 있으며, 최근 소음저감형 구동기어에 대한 개발 이후 일반전동차의 구동기어는 이미 기술이 안정화 된

상태로 재질이나 형상에 있어 향후 큰 변화 없이 동일 모델이 지속적으로 적용될 것으로 예상됨



그림 42 기어 케이스의 구조 방사 소음 검토

[준 고속차량 구동기어 기술 동향]

200 km/h 급 이하 차량에 적용되는 구동기어는 틸팅전동차에서 국산화 개발을 진행하였으며, 이후 ITX-청춘, ITX-새마을 프로젝트를 진행하면서 국산화 실적을 확보하였으나, 오일 누유, 수분 침투, 베어링 파손등의 문제가 발생하여 좀더 시간을 두고 안전성을 검증할 필요하가 있음

[고속차량 구동기어 기술동향]

KTX 고속차량 구동기어는 표 1에서와 같이 대부분 외국사 제품을 사용하고 있으며, 전술한것과 같이 '96년 “G7 고속전철기술개발사업”에서 동력전달 장치 국산화를 시도하였으나 KTX-산천에 적용되지 못하다가 최근 진행된 KTX-원강선(동력집중식, 250 km/h 급)에 적용되기 시작하였음. 또한, '08년 국내 고속철도 기술의 경쟁력 제고를 통한 국내/외 고속철도 시장의 능동적 대응과 지속가능한 미래 성장동력산업의 기반기술 확보를 위한 대안으로 400 km/h 급 “동력분산형 고속철도시스템 및 핵심기술개발” 연구개발 사업에서는 기술력 부족으로 연구개발 범위에서 제외 되었음

■ 국외 기술동향

일반적인 구동기어는 배치 형식에 따라 분류가 되며, 모터를 대차에 장착하는 형식으로 모터대차 장착방식이라 부른다. 또한 이것을 모터로 부터 차륜에

동력을 전달하는 기구에 의해서 모터 부착식(조괘식), 카단식, Quill 식, 1대차 1모터식, 기어 대체 방식의 종류가 있으며, 주로 과거에는 모터 부착식(조괘식)을 이용하여왔으며, 차량의 고속화로 카단식을 이용하여 구동기어를 설계 및 제작하고 있다.

(1) 국외 구동기어 적용 현황

[독일 Voith사]

독일 Voith사는 철도차량용 구동기어 및 동력전달장치 분야에서 선두적인 역할을 하고 있으며 시장 점유율이 통계적으로 나와 있지는 않지만 지배적인 점유율을 확보 하고 있음. 독일 Voith사는 독보적인 기술력을 기반으로 마케팅을 하고 있으며 디젤 차량용 파워 팩, 철도차량용 연결기분야에서 세계시장을 선두하고 있음

모터 부착식(조괘식)은 모터의 한쪽 끝을 플레인베어링에 의해 차축상에, 다른쪽 끝을 대차프레임 크로스빔에 고정하는 것으로 구조가 간단하고 취급이 용이한 구동장치이다. 그러나 차량이 고속화됨에 따라 주행시 차축으로 부터의 진동, 충격이 직접 모터에 가해지는 것에 대한 단점이 있다. 카단식은 모터를 완전히 대차에 장착하고, 스프링하 질량인 차축과의 결합부에 가요성 축이음을 이용하도록 고안된 방식으로 대차 전체의 무게중심을 낮출 수 있어 차량의 안전성을 제고하는 효과를 갖는다.

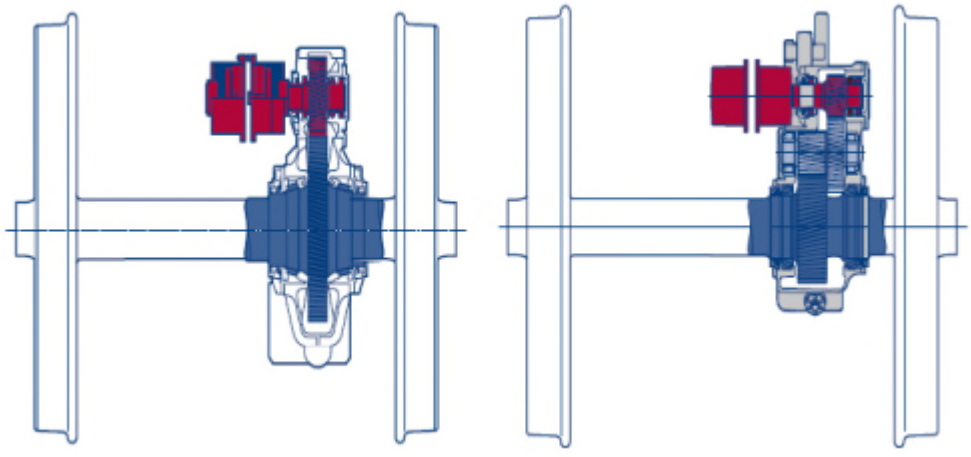


그림 43 Helical gear drives(Single, Two stage)

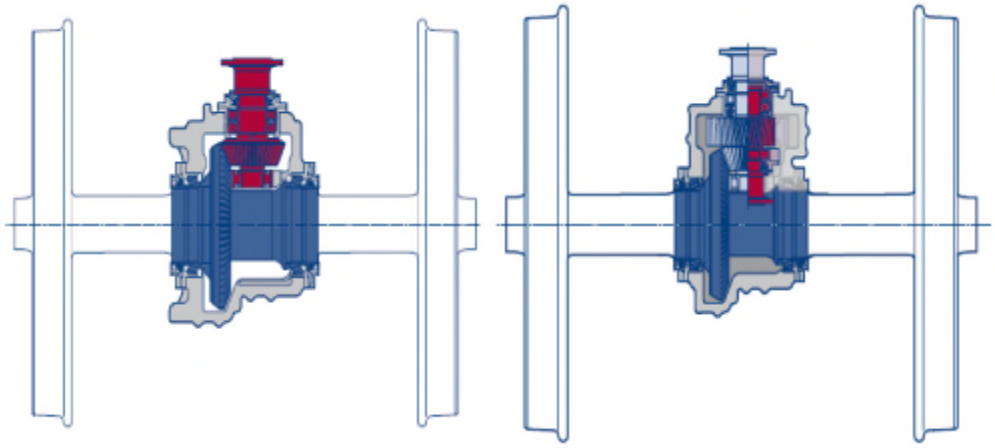


그림 44 Bevel gear dtives(Single, Two stage)

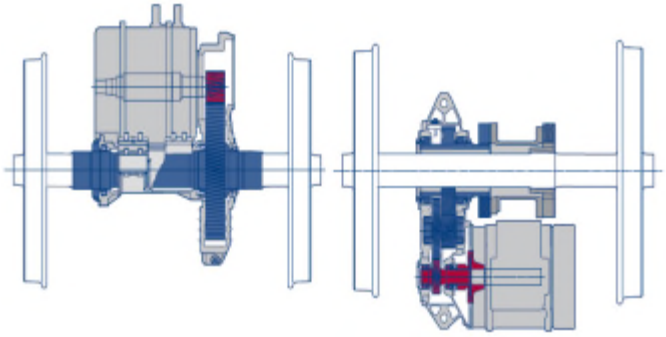


그림 45 Helical gear dtives - not sprung

Voith사는 ICE3 및 Velaro 고속전철에 적용되는 구동기어에 대한 성능 평가 및 디자인 목표를 다음과 같이 선정하고 개발을 진행함

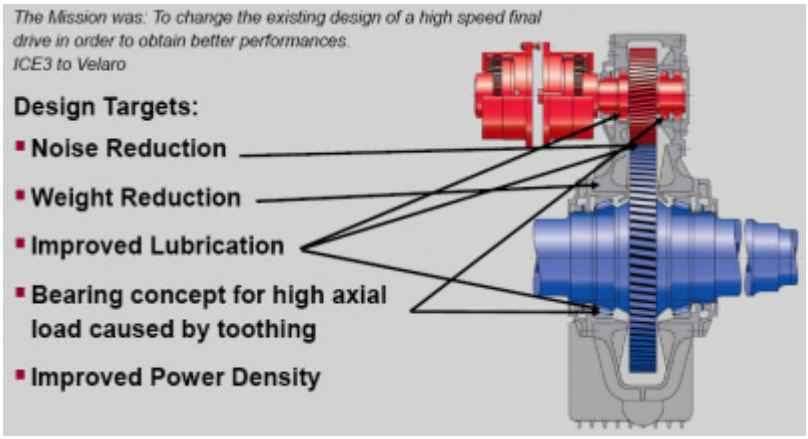
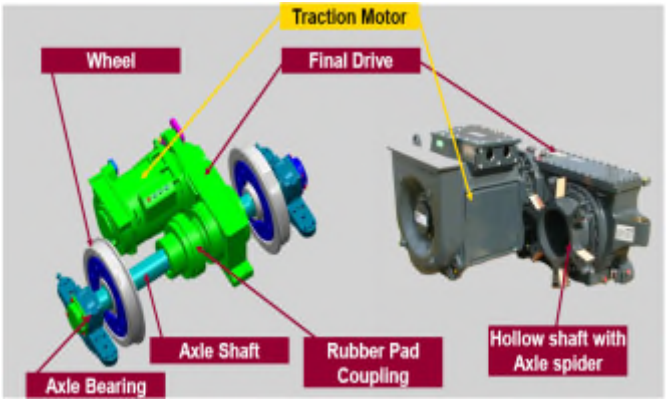


그림 46 ICE 및 Velaro 고속전철용 구동기어의 설계 목표

구동기어 뿐만아니라 Wheel & Axle 및 Motor-Gear-Unit을 조립하여 차량사에 공급함으로써 시장 확보에 주력하고 있음.

	 그림 47 Motor-Gear-Unit
4. 기존기술 활용방안	
5. 기술개발 필요성	□ **고속차량용 구동기어 기술 개발** ◦ 본 과제는 영세한 철도부품 산업의 경쟁력을 향상시켜 철도부품분야를 신성장동력으로 부품전문 강소기업을 육성할 수 있는 호환성, 모듈화, 소프트웨어화 기반을 구축하는 비전을 설정하고 이에 따른 목표와 전략을 제시하였음 ◦ 철도차량 기술은 세계 선진국에 비하여 뒤처지지는 않으나 철도 선진국의 부품에 의존하는 환경에서 국내 철도부품 산업이 활성화되지 못하고 영세함을 면하지 못하는 상태에서 철도의 운영 및 안전에 그 영향이 미치고 있을 뿐아니라 향후 철도산업의 세계 진출에도 발목을 잡는 요소가 되고 있음 ◦ 고속차량의 핵심부품들에 대해서는 '96년 “G7 고속전철기술개발사업”을 시작으로 하여 꾸준하게 기술개발사업이 국가 주도로 하여 진행이 되어 왔으며 '08년 국내 고속철도 기술의 경쟁력 제고를 통한 국내/외 고속철도 시장의 능동적 대응과 지속가능한 미래 성장동력산업의 기반기술 확보를 위한 대안으로 400 km/h 급 “동력분산형 고속철도시스템 및 핵심기술개발” 연구개발 사업이 성공적으로 수행되어 실용화 진행 중에 있으나, 구동기어는 400 km/h 급 “동력분산형 고속철도시스템 및 핵심기술개발” 연구개발 사업에서는 개발 범위에서 제외 되었음 ◦ 고속차량용 구동기어의 핵심 기술은 기어 설계 기술과 기어 케이스 및 행거등의 소재에 대한 양질의 품질을 확보할 수 있어야 함
6. 주요연구 개발내용	○ **고속차량용 구동기어 기술 개발** **- 고속차량용 구동기어 선행 기술 조사** . 고속차량용 구동기어/기어 커플링 해외 선진 기술 조사 . 고속차량용 구동기어 특허 조사

	- 고속차량용 구동기어 설계 기술 개발 . 베어링 선정 및 지지방식 연구 . 기어 케이스 기계적 물성 및 화학적 물성 요구사항 연구 . 기어 제원 및 최적 설계 기술 개발 . 기어 소재 선정 및 기계적 물성 및 화학적 물성 요구사항 연구 . 소음 저감 방안 연구 . 오일 누유 개선방안 및 최적의 냉각 방안 연구 **○ 고속차량용 구동기어 해석 기술 개발** - 고속차량용 구동기어에 대한 수명 예측 연구 - 고속차량용 구동기어 열적거동 및 응력 특성에 관한 연구 - 구동기어용 행거 및 스페리컬 베어링 강성 평가 **○ 고속차량용 구동기어 신뢰성 평가 기술 개발** - 고속차량용 구동기어 적합성 평가 - 기술기준에 따른 구동기어 성능 평가 - 속차량용 구동기어 내구성 평가 시험방법 기술 연구 - 고속전철 구동기어 성능 인증 추진 연구 **○ 고속차량용 구동기어 실차시험** - 구동기어 신뢰성 평가를 위한 실차 시험방법 연구 - 실차환경에서 구동기어의 수명 변화 연구 - 실차환경에서 구동기어 온도측정 방법 연구 - 실차 운행 후 구동기어 신뢰성 평가 연구
7. 정부지원의 타당성	◦ '04년 KTX 고속차량 운행 이후 꾸준한 정부지원 사업을 통해 주요 핵심 부품들이 국산화되어 공급되어 지고 있으나 고속차량 구동기어는 국내 기반 기술의 부족으로 아직도 수입에 의존하고 있는 실정으로 철도 부품 산업의 기반을 조성하기 위하여 정부의 지원이 필요함. ◦ 구동기어는 고속차량 추진시스템의 핵심 부품으로 국산화를 통한 수입 대체가 되지 않으면 현재와 같이 지속적으로 수입에 의존 할 수밖에 없는 상황으로 해외 시장에서 경쟁력이 저하 될 수밖에 없기 때문에 적극적인 정부의 지원이 필요함 ◦ 아울러, 철도산업의 해외 진출에 필요한 철도부품의 신뢰성 확보하기 위한 연구로 검인증과 관련하여 현재까지의 고비용 구조가 아닌 기관 간의 융합에 의하여 저비용 인증 구조를 구축하고 경쟁력을 확보할 수 있는 환경 구축을 국가가 제공하여야 함

<table>
<tr><td></td><td colspan="7">◦ 국내 철도시장은 국책사업으로 추진되고 있는 고속철도망의 증가로 더욱 성장 할 것으로 예상되며, '11년 04월 정부가 총 사업비 88조원 규모의 ‘제2차 국가철도망 구축 계획('11~'20)’을 확정· 발표하면서 '20년까지 주요도시가 KTX 고속철도망에 연결돼 전국이 ‘90분대’, 광역· 철도망(GTX)이 구축되는 수도권은 ‘30분대’ 생활권으로 계획 될 전망이어서 향후 철도 투자가 활발해 질 것으로 예상됨</td></tr>
<tr><td>8. 기술확보 전략</td><td colspan="7">◦ 본 과제에서는 철도 전문 연구기관, 학계, 철도제작사, 운영기관 등의 융합/협력이 필요한 개발사업으로 각 분야의 전문가들로 구성된 연구단으로 추진
◦ 운영/유지보수의 효율성과 대량소품종 생산형 중소기업으로 성장을 목적으로 하는 부품/모듈 표준화 방향과 향후 국내 철도부품산업에서 강소형 중소기업 육성과 철도산업의 선진고도화를 위한 선진기술기반 구축 방향 등 두 개의 큰 연구 전략으로 추진함
◦ 본 과제의 성과품은 중소기업의 부품설계 및 생산에 활용되는 기반 기술 및 도구로서 해외 기술을 대체하여 보급하는 정책적 방안 연구가 필요함
◦ 국내에 이미 개발되어 있는 기술을 바탕으로 철도 분야에 최적화 연구로 진행하며 각 기술이나 상용화 제품 간의 인터페이스 및 기준, 표준 등을 개발함
◦ 철도부품 산업 해외진출을 위한 신 성장동력 기반 기술을 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">9. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="6">10. 연구개발 과제의 규모

* 가급적 총 연구비 50억원, 연구기간 5년 이내로 제안
* 50억원 이상과제는 기획연구대상과제로 분류하여 기획연구 수요조사 시 반영 예정</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>750</td><td>900</td><td>750</td><td>600</td><td>300</td></tr>
<tr><td>민간</td><td>250</td><td>300</td><td>250</td><td>200</td><td>100</td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">3,300</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">5 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">1,100</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">17 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>11. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- 고속차량용 구동기어의 설계 기술, 제조 공정 기술 개발 및 신뢰성 평가 기술에 의한 성과물인 구동기어의 기계적 물성, 요구되는 성능, 시험절차, 신뢰성 평가 방법, 부하시험 절차등에 대해서는 철도안전법의 기술기준에 반영 될 수 있도록 추진하여 개발된 기술의 성과물이 활용 될 수 있도록 발전시킴</td></tr>
</table>

	· 철도부품 전문 강소기업의 성장 기대 – 고속차량용 구동기어 국산화 • 국산 자립화로 국내 및 해외 시장에서 기술 경쟁력 향상 • 고속전철용 구동기어에 대한 홍보 및 기술제안 가능 • 철도차량 부품의 수출 경쟁력 확대

기술수요조사	
1. 과제명	**고속차량(KTX) 차축감속기용 베어링 국산화 개발**
2. 연구개발목표	**○ 고속차량 감속기용 베어링 개발** - 고속차량(KTX-I,II)에 사용되는 감속기 베어링 국산화 개발을 통하여, 국내 철도차량 업체의 베어링 솔루션 보강으로 수출 국제 경쟁력을 강화하고, 전량 수입에 의한 해외 업체의 베어링 가격 인상과 담합, 납품 지연으로 인한 유지 보수 지연 사례 등에 의하여 발생 하는 손실을 방지 1) 고속차량용 감속기 테이퍼 롤러 베어링 국산화 개발 2) 고속차량용 감속기 원통령 롤러 베어링 국산화 개발 3) 성능 향상 현 적용품 대비 동정격 하중 증대, L10 베어링 수명 5% 이상 증가
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	**■ 국내외 기술 동향** ◦ 베어링은(Bearing : 축받치개) 원하는 움직임에 대한 상대 운동을 제한하고 움직이는 부분 사이의 마찰을 줄여주는 기계 요소의 하나로, 회전이나 왕복 운동하는 상대 부품에 접해 하중을 받아 축 등을 지지하는 부품 ◦ 베어링의 설계는 선형 가동부의 움직임과 고정 축을 중심으로 하는 회전을 자유롭게 제공하며, 벡터의 수직력을 제한함으로써 움직임 부담을 예방하도록 함  그림 48 테이퍼 롤러 베어링 ◦ 베어링은 하중 방향에 따라 그 구조가 많이 달라지며, 축과 수직으로 하중이 걸리는 경우에 사용 하는 것을 레이디얼 베어링(Radial), 축방향으로 하중이 작용하는 경우에 쓰이는 것을 스러스트 베어링이(Thrust)라 칭함

◦ 감속기는 동력 발생기의 회전 속도를 제어하기 위한 장치이며, 철도 차량용에 사용되는 모터 감속기의 경우 구동 모터에서 나오는 회전력을 트리포드를 통하여 차륜에 전달하는 역할을 수행하고, 고속 운행을 위한 필수 장치에 해당함



그림 49 고속 차량용 모터 감속기

◦ 한국형 고속열차(KTX)에는 동력축 당 1개의 모터 감속기가 장착되어 1편성 당 총 12개의 모터 감속기가 조립됨



그림 50 고속 열차 3D 모델

◦ Mcar와 M'car는 동력대차로서 1대당 모터가 2대, 차축이 2EA씩 장착됨. Mcar와 M'car의 1량은 대차 2대 분량으로서, 모터 4대와 차축 4EA가 장착되게 되며, 모터측 감속기 4대와 차축측 감속기 4대가 장착됨. 현재 감속기에 들어가는 베어링은 전량 수입 품으로서, 테이퍼 롤러 베어링과 원통형 롤러 베어링의 형태로 장착되고 있으며 감속기 모듈 1대당 베어링은 총 8개가 장착되고 있음

구분		KTX-1		원강선 150량		기존 KTX-I과 원강선 적용 베어링 동일 여부	비고
		업체	업체 품번	업체	업체 품번		
MRU	중간기어 베어링	SKF	NUP 2314 ECML/C4VA390	SKF	NUP 2314 ECML/C4VA390	동일	외측
		SNR	NUP-2314ES03	SNR	NUP-2314ES03		
		SKF	NU 2315 ECML/C4VA305	SKF	NU 2315 ECML/C4VA305	동일	내측(TM 측)
		SNR	NU-2315ES03	SNR	NU-2315ES03		
	출력기어 베어링	TIMKEN	LL450748A-902A2	TIMKEN	LL450748A-902A2	동일	
		SNR	EC-12514S01	SNR	EC-12514S01		
ARU	입력기어 베어링	TIMKEN	LL450748A-902A2	TIMKEN	LL450748A-902A2	동일	
		SNR	EC-12514S01	SNR	EC-12514S01		
	출력기어 베어링	TIMKEN	LM742747-904B7	TIMKEN	LM742747-904B7	동일	
		SNR	LM-742747/710	SNR	LM-742747/710		

그림 51 고속철도용 감속기 MRU 및 ARU 현황

◦ 고속철도용 감속기 MRU 및 ARU의 경우 위 표와 같이 스웨덴의 SKF社와 유럽과 일본의 합작사인 SNR社, 미국의 TIMKEN社가 국내 감속기 베어링의 시장을 독점하고 있음

◦ 감속기에 장착되는 원통형 롤러 베어링과 테이퍼 롤러 베어링의 경우 Input과 Output, 기어의 내측과 외측에 따라서 적용부의 특성 상 사용 베어링 유형이 정해지게 되며 원통형 롤러 베어링의 경우 롤러와 궤도가 선접촉을 하는 단순한 형상이기 때문에 부하 능력이 크며(경방향), 전동체와 궤도륜턱의 마찰이 적기 때문에 고속 회전에 적합하게 됨. 테이퍼 롤러 베어링의 경우 원추형의 롤러를 갖기 때문에 경방향 하중과 축방향 하중을 함께 받을 수 있고 부하 용량이 큼

◦ 베어링의 현재 기술 동향은 저토크, 장수명화를 목표로 전 세계적인 기술 대응이 이루어지고 있으며 1세대 베어링의 경우 단순한 형상 및 거칠기의 최소화를 토대로 개발 진행 되었다면, 2세대를 거쳐 베어링의 크기 축소, 3세대(현재)를 오며 수명과 강성이 고려된 베어링 설계로 기술 발전을 꾀하고 있음

◦ 3세대로 넘어오는 과정에서의 현재 베어링은 저토크 장수명화의 실현이며 토크의 경우 회전축을 중심으로 회전시키는 힘을 뜻하기 때문에 베어링 장수명화에 가장 밀접한 관계를 가지고 있음

◦ 저토크 베어링의 경우 슈퍼 피니싱 (정밀 가공)을 통한 표면 거칠기의 최소화와 내륜 Rib 각도의 최적화 기술, 베어링의 크기 축소를 통한 토크 저감 기술이 개발되고 있음

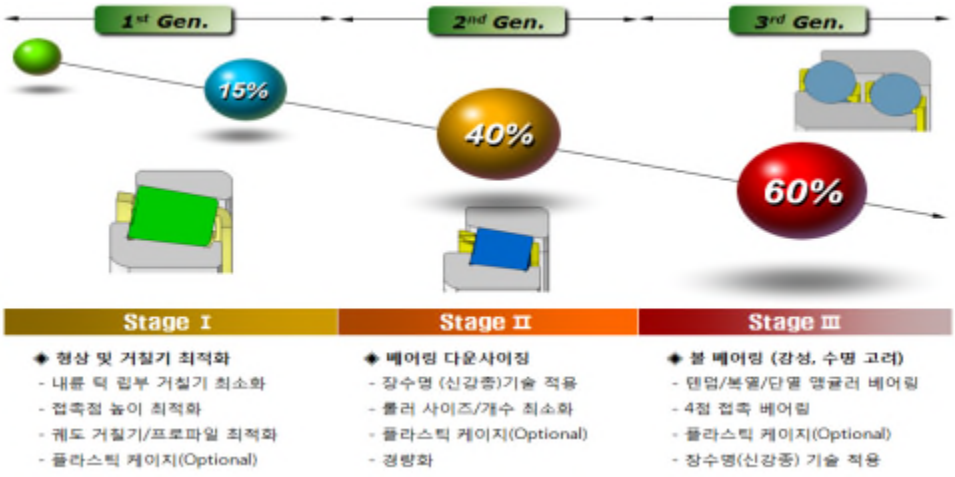


그림 52 베어링 기술 동향 : 1~3세대 진화

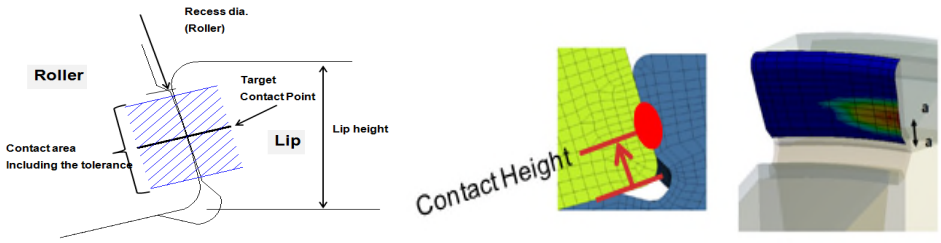


그림 53 저토크 베어링 기술 동향 -①

◦ 또한, 내/외륜과 롤러(전동체) 사이의 유막에 의한 점성 저항을 줄임으로서 저토크를 실현하려는 기술 개발도 진행 중임, 즉, 이에 해당하는 최적화 설계는 롤러 길이의 감소, 롤러 개수의 감소, 크라우닝 등의 최적화 기술 개발을 통한 것이며 최근의 베어링 설계에서는 고려되고 있음

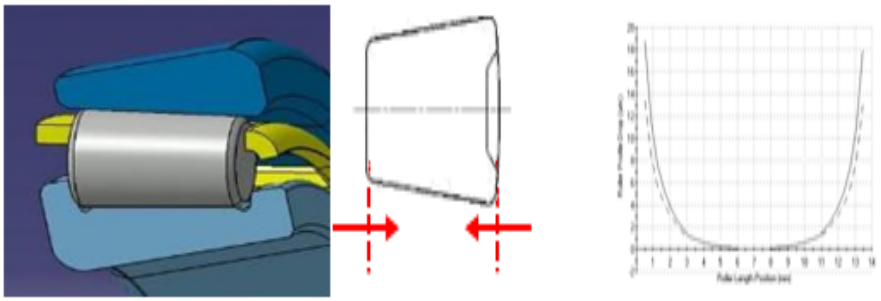


그림 54 저토크 베어링 기술 동향 -②

◦ 베어링의 윤활로 인한 교반 저항을 감소하기 위한 움직임도 부각되고 있음 윤활에 의한 교반 저항 감소 기술은 리테이너와 내륜 소턱 사이 Oil 유입량 및 내부 체류 시간에 따라 저항이 발생함으로서 토크 값이 올라가게 되는 역할을 하는 것을 방지할 수 있는 최적화 기술 개발을 의미함

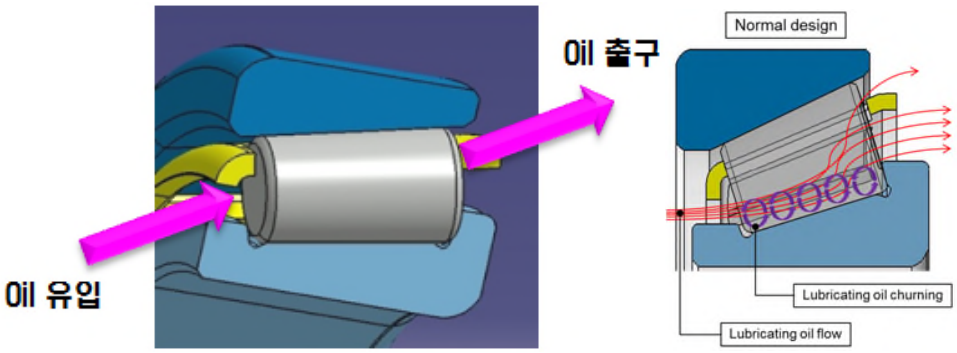


그림 55 저토크 베어링 기술 동향 -③

◦ 최근 합성 소재 산업의 발달로 인하여 베어링 리테이너의 소재가 유리섬유가 합성된 Polymer 소재로 발전하고 있음. Polymer란 Poly + Mer (개체) 의 합성어로서 고분자를 뜻하며, 같은 종류의 분자개체가 반복적으로 많은 수가 연결되어 이루어진 크기가 큰 분자를 일컬음. 이 중, 유리섬유 합성을 통한 Polymer 소재를 리테이너에 적용하여 기존 강의 소재에 비해 진동을 저감하고, 유체의 작동 온도를 증가시키는 고품질 성능으로 변화하는 추세에 있음. 유리섬유는(Glass fiber)는 말 그대로 유리를 섬유처럼 가늘게 뽑은 물질로서 단열성이 뛰어나고 녹술지 않는데다가 가공이 쉬워 각광받고 있는 소재임



그림 56 유리섬유

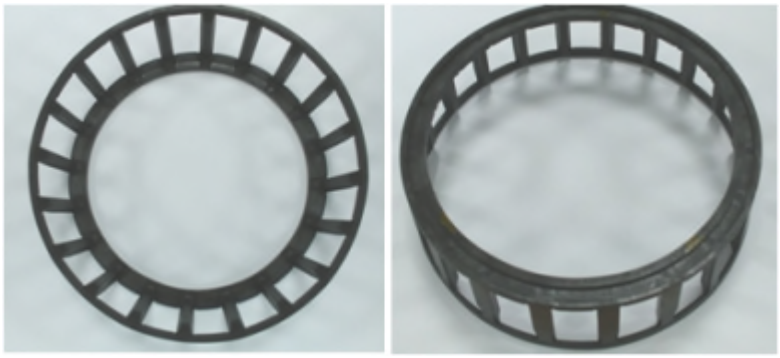


그림 57 Polymer 리테이너

◦ 베어링강의 경우 원소재의 고청정도화를 통하여 최대 전단 응력 부근의 비금속 개재물 등의 재료 결함에 의한 응력 집중 현상 Crack 발생을 최소화 하여 내부기점형 박리 발생을 막기 위한 재료 기술이 지속 개발 중

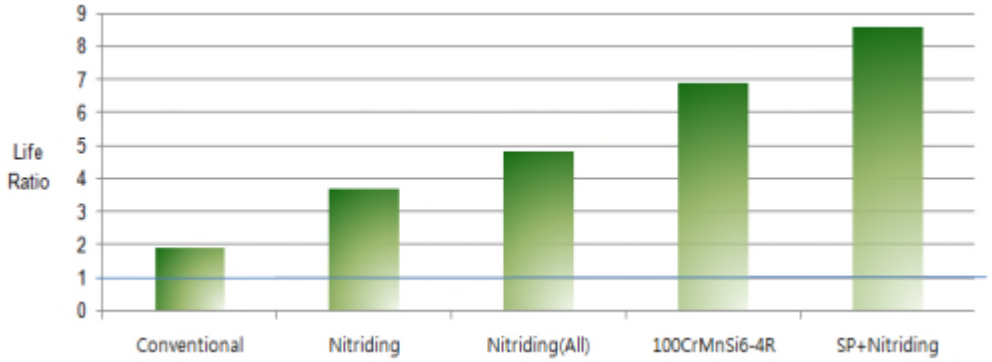


그림 58 열처리 기술 개발과 베어링 수명의 관계

◦ 적용 부의(Application) 고속화, 축소화로 제품의 크기가 줄어들고 있는 현상으로 인하여 베어링 크기 역시 그에 대등하게 축소화 되고 있는 단계 베어링의 설계 단위는 1mm의 1/1000 단위인 미크론(micron)에 해당하는 만큼 고정밀의 설계가 요구되기 때문에, 내/외륜의 축소에 맞춰 고도의 롤러 crowning 정밀 축소 설계 기술력이 요구되고 있음

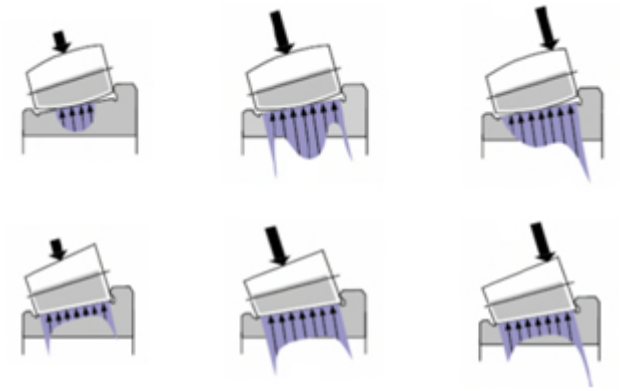
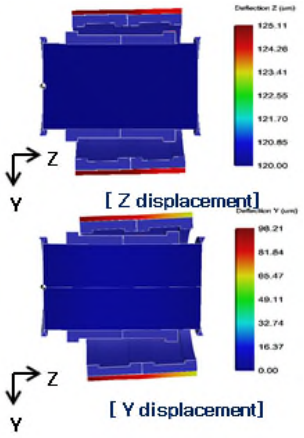


그림 59 롤러 최적화 crowning 설계

◦ 베어링 해석 기술의 경우 적용부에 걸맞는 베어링 내구 수명 이론과 면압 해석 기술이 지속적으로 발전하고 있음. 즉, 베어링 해석 기법은 내구 수명 및 부하 하중, 최대 면압, 롤러의 부하 하중에 대하여 해당 적용부에 적합한 최적화 해석을 통하여 수명 계산이 가능해지게 개발 되고 있으며 그에 걸맞는 S/W로 연결되어 개발되고 있음

	8.55TON Bearing LH / Bearing RH / Rib load(Bearing RH) / Target / 판정[P/F] 1,400 MPa / 1,050 MPa / 3600Mpa ↓ / P 10TON Bearing LH / Bearing RH / Rib load(Bearing RH) / Target / 판정[P/F] 1,450 MPa / 1,100 MPa / 3600Mpa ↓ / P  그림 60 Application 적합 해석 기법 ◦ 국내외 적으로 베어링 기술은 지속적으로 고품질, 저토크, 장수명에 맞추어 발전하고 있으며 국내 베어링 기술은 선진국과 현재 대등한 수준으로 기술 개발 진행되고 있음 ◦ 다만, 철도차량에 장착되는 베어링의 경우 국내 업체에서 기술 개발과 납품을 진행하고 있는 업체가 없으며 이에 따라 기술 격차 해소가 필요함 ◦ 최근 철도차량에 들어가는 차축 베어링의 경우 베어링아트에서 국내 최초로 개발에 성공한 사례가 있으며, 선진국 경쟁사 제품들에 비하여 장수명화 개발에 성공함
4. 기존기술 활용방안	
5. 기술개발 필요성	□ **고속 차량용 감속기 베어링 국산화 기술 개발** ◦ 세계 철도 차량은 고속화, 경량화로 인하여 승객의 안전 및 정숙성을 위한 기술이 더욱 요구 되고 있으며, 도시의 광역화로 인한 전철 및 고속철도의 수요가 증가하는 추세임

	◦ 또한 유라시아 철도 구축 정책에 따라 철도 차량의 수요가 증가할 것으로 예상됨 ◦ 고속 차량용 감속기는 견인 전동기와 연결된 1차 감속기, 차축과 연결된 2차 감속기로 구성되어 있으며, 감속기의 핵심 부품으로는 베어링과 기어가 해당됨 ◦ 현재 고속 차량용 감속기 베어링은 전량 해외 업체의 시제품을 수입하여 사용하고 있으며, 이에 따라 독자적 기술 확보가 아닌 해외 업체 의존도가 매우 큼 ◦ 국내 철도 차량 부품 산업이 성장하기 위해서는 차량 제작 부품들의 독자적인 기술 개발이 필요하기 때문에 감속기 베어링 등의 국산화 개발을 통하여 철도 산업 보호를 꾀할 수 있음 ◦ '04년 04월 KTX 국내 영업 운행이 시작된 이래 약 14년이 경과하였으나, 아직까지 철도 차량에 사용되는 베어링은 전량 수입에 의존하고 있는 실정임 ◦ KTX 도입 이후 승객 안전과 직결되는 주요 부품 중 하나인 베어링의 납품이 100일 이상 지연되는 사례가 빈번하게 발생함에 따라 적기에 부품이 공급되지 않는 문제로 인해 유지 보수 등의 손실이 매년 증가하고 있는 추세임 ◦ 현 적용품을 납품하는 해외 업체들의 경우, KTX에 최적화된 베어링이 아닌 호환 가능한 베어링을 납품함으로서 핵심 요소 부품인 베어링 솔루션은 전적으로 해외 업체에게 예속되어 있는 실정 ◦ 즉, 현재 현대로템 등의 국내 전문 철도 차량 제작사들이 철도 차량을 생산하여 내수는 물론 남아공, 인도네시아 등지에 수출도 하고 있으나, 핵심 요소 부품인 베어링은 전적으로 외국 업체에게 예속되어 있기 때문에 일방적인 규격 설정 등의 피해를 보고 있음 ◦ 감속기 등 구동 장치의 고장은 차량 운행 정지 및 지연 등에 따른 막대한 손실뿐만 아니라 고객의 안정성과도 밀접한 관련이 있기 때문에 한국형 고속차량에 적합한 베어링을 통한 솔루션이 필요함 ◦ 앞으로 철도 유지 보수 시장은 점차 증가될 것이기 때문에 중국, 동남아 등의 해외 시장 진출을 통한 국익 창출과 베어링 국산화 개발에 성공할 경우 수입 대체의 효과도 매우 크기 때문에 철도 차량용 부품 산업의 보호와 고속 차량 유지 보수 기간단축 및 정상 운행에 긍정적 영향을 미칠 것으로 판단됨 ◦ 또한 해외 업체 베어링의 경우 신기술 적용 시 고비용을 요구하고 있어

	철도 차량 기술의 현대화를 능동적으로 대처하기 위한 독자 개발 베어링 사용이 부품 산업의 보호와 운영사의 제작, 유지 보수에 필수적임
6. 주요연구 개발내용	○ 300km/h급 이상의 고속차량 감속기용 베어링 기술 개발 - 고속차량용 감속기 베어링 성능 요구 조건 사양 검토 - 국내외 감속기 베어링의 기술 동향 조사 및 분석 - 고속/고하중에 적합한 원통령 롤러 베어링 설계 기술 개발 - 고속/고하중에 적합한 테이퍼 롤러 베어링 설계 기술 개발 - 한국형 고속열차에 적합한 감속기 베어링 구성 부품 및 완제품 규격서 개발 - 중대형 베어링 제작 공정 기술 개발 - 효율성 향상을 위한 저토크 베어링 기술 개발 - 장수명 베어링 소재 및 열처리 기술 개발 - 고속 내구 성능 평가 기술 개발 - 한국형 고속열차에 걸맞는 독자적인 시제품 품질 평가 기술 개발   그림 61 테이퍼롤러베어링 원통령롤러베어링 ○ 고속용 내구 수명 해석 기술 개발 - 국내 주행 조건을 재 산정하여 감속기에 적용되는 주요 부품인 베어링에 대한 설계 수명 재 산정 및 검증을 통한 장수명, 고내구성 베어링 개발 - 내구 수명 관련 인자 파악 및 기여도 평가 - 감속기 어플리케이션에 적합한 해석 알고리즘 개발 - 감속기 어플리케이션에 적합한 베어링 면압에 대비한 수명 해석 기술 개발 - 감속기 베어링 해석 및 설계 조건 확립 - 곡률 반경에 따른 접촉 응력 해석 기술 개발 - 접촉 시 응력 분포 해석 기술 개발

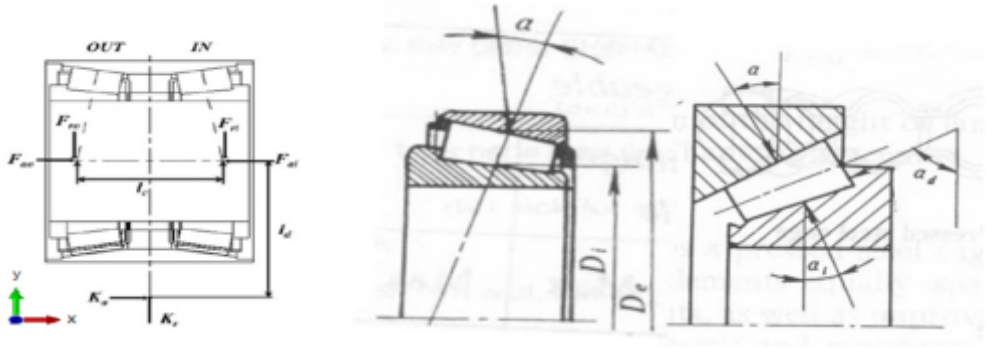


그림 62 분포 해석 기술 개발

○ 고속차량 감속기 베어링 제작 공정 기술 개발

- 고속 차량용 감속기 베어링의 구성 부품 및 완제품 규격서 개발
- 고속 차량용 감속기 베어링의 소재 특성 분석 및 적합 소재 선정 기술 개발
- 물성 평가, 소재 수명 평가, 소재 기계적 성질 평가 기술 수립
- 베어링 정밀 가공 기술 개발



그림 63 베어링 정밀 가공 기술

(베어링 가공은 μm 단위로 진행되므로 정밀 가공 기술이 필요)

○ 베어링 내구 성능 시험

- 중대형 베어링 규격에 적합한 내구 성능 시험기 제작
- 테이퍼 롤러 베어링의 내구 성능 시험 기술 개발
- 원통형 롤러 베어링의 내구 성능 시험 기술 개발
- 고속차량 감속기용 베어링에 적합한 내구성능 시험 조건 확립
- 베어링 온도 및 진동 최적화 기술 개발
- 내구 성능 시험 공인 인증 취득
  (정부출연연구소 성적서 취득 및 유럽 규격 공인 성적서 확보)

○ 감속기용 베어링 열처리 기술 개발

- 감속기용 베어링 내/외륜, 롤러 전용 열처리 치공구 개발
- 열처리 및 시험 분석 기술 개발

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">- 열처리 최적화 방안 수립
- 분석 데이터 활용 열처리 방안 수정 및 보완

○ 베어링 특허 회피 전략 수립
- 현 적용품 베어링 Tear down 분석
- 국내외 경쟁사 기술 동향 조사 및 분석
- 베어링 특허 회피 전략 수립
- 특허 출원

○ 감속기 베어링 실차 적용 시험
- 성능 요구 조건 사양 검토
- 실차 시험 계획(안) 준비
- 실차 검증 시험 준비
- 실차 적용 시험을 통한 감속기 베어링 신뢰성 확보</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td colspan="2">◦ 철도 핵심 부품 기술 개발은 국가와 공공 기관 민간 기업의 연결고리에 의하여 개발, 제작 되었을 때 가장 효율성을 띌 수 있음

◦ 철도 차량용 베어링의 경우 현재 국산화 개발을 이루기 위해서 도시철도형 차축 베어링의 개발과 일반철도 차축 베어링의 개발로 과제가 수행된 사례가 있으며 감속기 베어링 역시 핵심 요소 중 하나이기 때문에 프로젝트성 개발이 필요함

◦ 철도산업 핵심 부품의 신뢰성을 확보하기 위한 연구는 고비용의 개발 비용이 투자되며 민간 기업들간의 협업이 아닌 국가와 기관 간의 융합이 필요한 개발이기 때문에 체계 구축을 위하여 정부 지원이 필요함

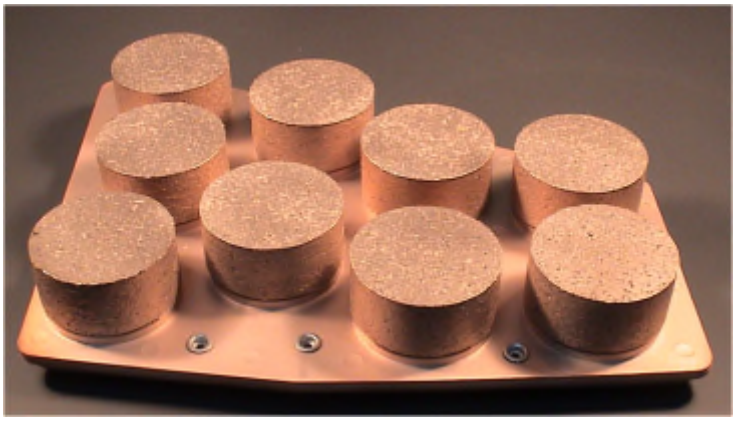
◦ 철도 산업의 경우 국내 역시 보호 산업중의 한 분야이기 때문에 국산화 개발을 통한 성과가 철도 부품 산업 기술의 증진과 기반 조성을 위하여 정부의 지원이 필요함

◦ 철도차량의 핵심 부품 중 하나인 베어링은 정부 정책상 보호되어야 할 기술 분야 중 하나이나, 현재 국산화 제품이 없는 까닭에 부품 산업의 보호에서 제외되어 있음, 정부 지원을 통한 연구 개발이 이루어지면 즉각적이고 자동적인 베어링 산업의 보호를 야기할 수 있음</td></tr>
<tr><td>8. 기술확보 전략</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">9. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td></td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td rowspan="6">10. 연구개발 과제의 규모

* 가급적 총 연구비 50억원, 연구기간 5년 이내로 제안
* 50억원 이상과제는 기획연구대상과제로 분류하여 기획연구 수요조사 시 반영 예정</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>2,000</td><td>2,000</td><td>2,000</td><td>1,500</td><td></td></tr>
<tr><td>민간</td><td>500</td><td>500</td><td>500</td><td>500</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">7,500</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2"></td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">15 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>11. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">· 철도산업 부품 전문 강소기업의 성장 기대
· 철도 운영기관의 부품관리의 효율성 향상으로 점진적인 유지보수성 개선 기대
· 국산화 기술 개발을 통한 가격 경쟁
· 국산 베어링을 통한 전문 부품의 수급 편리성 증대
· 긴급한 상황 발생 시 국내 업체로부터의 빠른 공급 가능
· 베어링의 지속적인 국내 시장 환경 조성으로 타 부품 국산화율 유도
· 철도 해외부품의 가격 인하 효과 기대
· 철도 전용부품의 수출 경쟁력 확대
· 철도운영기관의 점진적인 유지보수성 개선 기대</td></tr>
</table>

기술수요조사

1. 과제명	동력분산형(EMU) 철도차량 소결브레이크패드 개발
2. 연구개발목표	EMU-320(250) 철도차량에서 요구하고 있는 제동성능을 만족할 수 있는 소결 마찰재 및 구조 설계 기술 확보
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	■ 기술 동향 지금까지 국내에서는 브레이크 패드 개발은 마찰재 개발을 통한 제동성능 향상 위주로 진행되어 왔고, 해외선진업체는 마찰재개발과 병행하여 패드 구조 연구개발를 통해 제동디스크의 열손상을 최소화하면서 제동소음을 저감시키는 패드를 개발하여 상용화하고 있다. ■ 국내 기술 동향 고속철도에 적용되는 소결마찰재 브레이크 패드에 대한 연구는 (주)다윈프릭션에서 실용화를 위한 연구를 수행하여 현재 KTX 차량에 적용하고 있다(그림 320).  그림 64 리지드(Rigid)결속모델 대표형상_ KTX적용 최근에 이슈화되고 있는 제동소음과 디스크 크랙방지를 최소화하기 위한 실질적인 방안으로 제동환경에 영향을 받지 않으면서 브레이크 패드와 디스크간의 균일한 접촉이 이루어질 수 있도록 하는 브레이크 패드의 기초기술에 대한 연구가 다윈프릭션에서 진행되고 있다. 해외선진업체에서 주로 연구되고 있는 패드구조 연구개발은 제동시 제동패드에 인가된 제동압력이 제동디스크에 전달시 마찰재와 디스크간 압력분포가 얼마나 균일하게 발생하도록 하는가에 대한 연구이다. 마찰재와 디스크가 접촉 시 마찰열이 발생하고 발생된 마찰열은 디스크에 유입되어 디스크의 변형(그림 321)을 유발하며 이에 따라 마찰재와 디스크의 접촉도 불균일하게 된

다(그림322, 323).

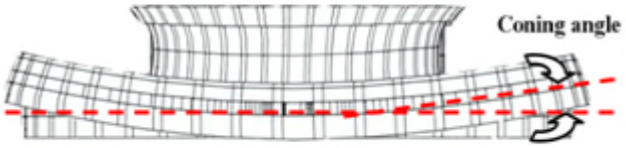


그림 226 Coning angle

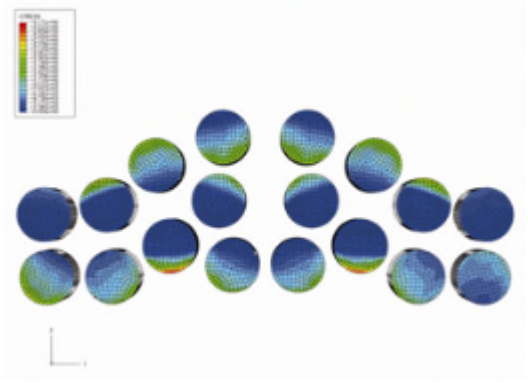


그림 227 제동압력분포해석

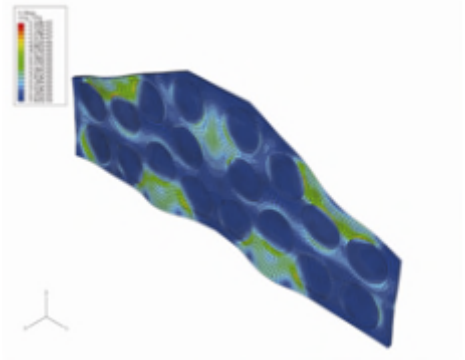


그림 228 백플레이트 변형

제동디스크와 제동패드의 불균일한 접촉에 따라 디스크 면에서 열 집중을 발생시키고 이는 디스크의 열 손상과 함께 열차의 안전운행을 저해할 우려가 있다.

이러한 제동디스크의 열 손상을 최소화하기 위해 제동디스크와 제동패드 간 압력분포 최적화, 즉 제동압력전달의 균일성은 브레이크시스템의 핵심기술이다. 제동디스크와 제동패드의 제동압력 차이를 최소화하는 Flexibility구현 기술이 절대적으로 필요하게 되었다. 제동패드의 Flexibility구현을 위해 백플레이트와 마찰재간의 결속방법을 달리한다.

제동패드의 백플레이트와 마찰재의 결속형태에 따라 리지드(Rigid)결속모델(그림 229)과 플렉서블(Flexible)결속모델(그림 230)이 있다.

리지드(Rigid)결속모델은 백플레이트에 각각의 마찰재가 금속학적 결합(접합,

용접 등)방법에 따라 완전 결속되어 Flexibility가 없다. 현재 이 모델은 E당사가 국산화 개발하여 KTX에 적용하고 있다(그림 5). 따라서 제동 시 각각의 단위 마찰재와 제동디스크 간 상대적인 압부력 차가 발생하고 국부적인 압력 집중을 일으켜 제동디스크의 열적손상(열섬-Hot spot, 열띠-Hot band)을 발생한다.

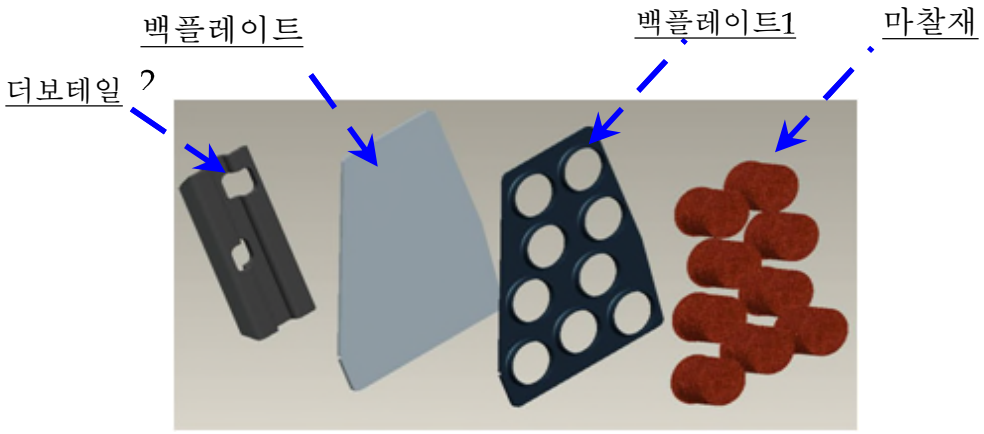


그림 229 리지드(Rigid)결속모델 대표적 구조의 예

플렉서블(Flexible)결속모델은 제동 시 디스크와 마찰재가 접촉할 때 압부력이 각각의 단위 마찰재에 고르게 전달되고 반력을 갖도록 유동성을 갖는 구조로 결속되어 상대적인 압력의 차이가 최소화하도록 설계되어 제동패드와 제동디스크간의 접촉 압력분포를 균일하게 만든다.

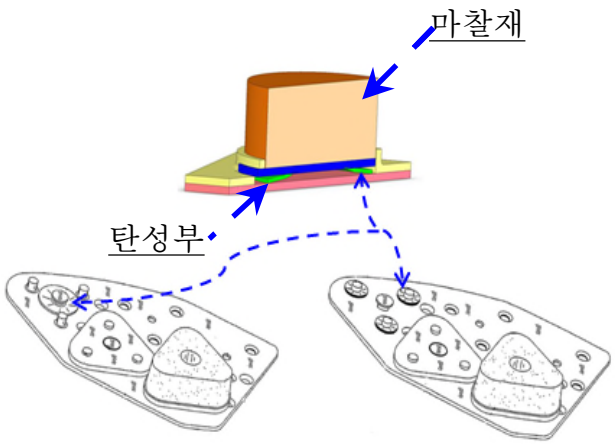


그림 230 Flexible결속모델 대표적 구조의 예

국내에서 제동 스퀼 소음과 제동디스크의 열 손상을 최소화 할 수 있는 플렉서블 구조의 브레이크 패드가 개발되어야 한다. 국내에서는 플렉서블(Flexible) 결속모델의 브레이크 패드는 개발되지 않은 상태이며 적용사례가 아직 없다. 현재, 고속철도차량에 국산화 적용되고 있는 패드는 리지드(Rigid) 브레이크 패드로 플렉서블(Flexible)브레이크 패드로 국산화가 시급한 상황이다.

동력 집중형 고속철도차량(KTX)에 적용되는 소결마찰재 브레이크 패드는 주)다원프릭션에서 “구매조건부 신제품개발사업”를 통하여 '07년 국산화 개발 완료하여 '08년 12월 이후 현재까지 양산적용하고 있으나, 동력 분산용 차량의 소결마찰재 브레이크 패드는 국산화 개발되지 않았다. 따라서 EMU-320(250) 철도차량의 요구성능에 맞추어 디스크공격성 최소화 및 스퀼 제동소음 저감을 만족하는 소결마찰재 브레이크 패드의 국산화개발이 시급한 실정이다.

또한 디스크도 KTX 디스크와 다른 주강디스크가 채택되었으므로, 디스크/패드를 쌍(PAIR)으로 연동하여 동시 개발이 필요하다. 패드의 마찰./마모/소음/열등 모든 특성이 디스크에 의존되므로디스크/패드는 동시에 개발하는 것이 원칙이다.

■ 국외 기술동향

철도 선진국(유럽)의 경우, (준)고속철도차량에는 소결마찰재 유연(플렉서블) 브레이크 패드를 사용하고 있고(그림7), 일부 국내고속차량에서 수입하여 사용하고 있다.

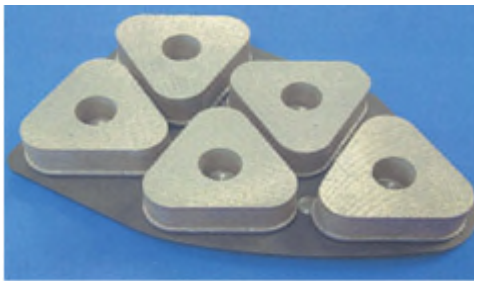
유럽의 SNCF(프랑스, TGV 300km/h), DE AG(독일, ICE 300km/h), RENFE(스페인,250/300/350km/h), ETR(이탈리아,250km/h) 등 200km/h 이상 고속철도 브레이크 패드는 소결마찰재 플렉서블(Flexible) 브레이크 패드를 대부분 적용하고 있다.



(a) DB_300km/h급_ 플렉서블



(b) ETR_200km/h급_ 플렉서블



(c) Ferodo_ 300km/h급



(d) Cofren_200km/h급

그림 231 해외 고속철도 브레이크 패드

4. 기존기술	

활용방안	
5. 기술개발 필요성	◦ (EMU-320(250) 차량의 도입) 「철도산업발전기본법」 제5조의 규정에 따라 수립된 '제3차 철도산업발전 기본계획('16~'20)'에서 고시한 속도경쟁력 향상을 위한 200km/h 이상 철도망 건설과 고속화 개량사업에 따라 EMU-320(250) 차량이 도입될 예정이다. EMU-320(250)차량은 HEMU-430X 차량 제작기술을 기반으로 국내에서 제작할 예정이며 본 차량은 해외 수출을 계획하고 있으므로 핵심 부품 및 유지보수품에 대한 국내기술 개발한 국산화가 반드시 필요하다. ◦ (주요 유지 보수품인 브레이크 패드의 맞춤형 개발) 속도 중심의 국가 간선철도망 운영을 목적으로 고속철도 차량의 정차 횟수를 줄여 운행시간 단축을 꾀하고 있으며 EMU-320(250) 차량은 주요 고속철도 정차역과 주변 지역을 연결하는 간선 철도망에 도입될 예정이다. 이에 EMU-320(250) 차량은 비교적 정차 횟수가 많아 가감속에 효과적이어야 하므로 동력 분산형을 채택하였다. 따라서 EMU-320(250) 차량용 브레이크 패드는 기존 동력 집중형 고속철도 차량인 KTX와 KTX-산천 등과 비교할 때 요구성능의 차이가 있다. 특히 비상제동시 공기제동(마찰제동)만을 이용하여 제동거리를 만족해야 하는 등 수요자의 다양한 요구 조건에도 부합해야 한다. 이와 같은 브레이크 패드를 국내에서 개발하는 경우 수요자의 요구에 신속하고 유연한 대응이 가능할 것으로 판단되며 부품 교체시 안정적인 공급과 비용 저감 효과가 기대된다.
6. 주요연구 개발내용	가. 벤치마킹_마찰재질 및 구조 1) 선진업체 소결재 브레이크 패드 입수분석 2) 국내외특허분석 나. 소결 마찰재 조성(Formulation) 및 공정 설계 및 개발 1) 마찰재 조성 및 공정 설계 2) LAB SCALE DYNAMO IEST:마찰특성평가 3) 마찰재 조성 및 공정 개발 다. 형상구조해석 및 설계개발 1) 구조 및 열·유동 해석, 모달을 통한 설계검증 2) 브레이크 패드 구조 개발 라. Proto금형 및 제품제작_형상기술개발 마. 재료 및 다이나모 상대비교 시험평가_공인기관(입회) 1) 재료시험_마찰재 전단강도, 접합강도 등 2) 다이나모시험평가:마찰계수, 마모량, 소음, 온도, 열손상 등 바. Pilot금형제작 및 제품제작 사. 현차 승인시험 1) 대차단위 예비시험(6개월) 2) 편성단위 본시험(12개월) 3) 현차 승인시험 평가 4) 최종보고서 작성
7. 정부지원의 타당성	◦ (철도 부품 기업의 해외 진출 지원 기술) -고속철도 선진국들의 해외진출 사례에서 고속철도의 해외진출에는 기술력 뿐만 아니라 사회, 문화를 비롯하여 정치, 외교적인 면도 깊게 관여하고 있음을 알 수 있다. 해외에서의 고속철도시장들은 거대 국책사업의 형태로 추진되는 특색과 차관이나 기술이전, 혹은 사업운영의 노하우까지도 요구하는 경향을 나타내고 있다. 국내 고속도기술의 해외진출은 직접적으로 연관된

<table>
<tr><td></td><td colspan="7">민간기업, 관련부처 및 학계가 독립적으로 추진하기 보다는 각각의 주체들이 긴밀한 공조 하에 Turn-Key Base의 종합적인 진출체계의 구축이 필요하다 할 수 있다. 해외에서의 사례와 같이 전문적인 전담기구의 구축을 통하여 철도 산업 진출 달성을 위한 국내 관련 역량을 초대한 집중화시키는 것이 그 어느 때보다도 절실한 시점이라 생각된다.</td></tr>
<tr><td>8. 기술확보 전략</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">9. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td rowspan="6">10. 연구개발 과제의 규모

* 가급적 총 연구비 50억원, 연구기간 5년 이내로 제안
* 50억원 이상과제는 기획연구대상과제로 분류하여 기획연구 수요조사 시 반영 예정</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>300</td><td>500</td><td>600</td><td>600</td><td>-</td></tr>
<tr><td>민간</td><td>75</td><td>125</td><td>150</td><td>150</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">2,000</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">4 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2"></td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">15 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>11. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">고속철도의 경제사회적인 효과와 해외진출을 같이 논의하는 것이 조금은 어색하게 보일 수 도 있으나 우리나라 고속철도 도입의 목표를 생각해 보면 꼭 그렇지 만도 않다. 당초 우리나라 고속철도 사업의 목표는 크게 2가지였다. 그 첫 번째는 교통서비스 제공이었고, 두 번째는 기술이전을 통한 철도기술의 발전이었다. 교통서비스측면은 고속철도의 운행이 우리나라의 교통체계에 어떠한 영향을 미쳤는가를 개괄하면 평가가 가능하며, 기술이전의 효과는 한국형 고속철도 독자기술의 개발과 그러한 기술의 해외진출 가능성을 고려해 보면 평가가 가능하다.
본 과제를 통해 EMU-320(250) 차량용 브레이크 패드 개발에 성공하게 되면 현재 국산화 개발된 KTX를 제외한 (준)고속차량의 외산품을 대체 적용할 경우, '22년 기준으로 패드 연간 소모량은 37,763조이다. 철도차량의 사용수명 25년을 기준, 패드단가 20만원을 적용할 경우 약 1,900억원의 외화절감효과를 기대할수 있다. 뿐만 아니라 표 8에 의거하여 볼 때, 추후 EMU-320(250) 차량이 해외시장의 10%를 진입한다고 가정한다면 매년 약 100억원의 외화획득이 예상된다.</td></tr>
</table>

기술수요조사

1. 과제명	교류전기철도전력의 부하불평형 개선을 위한 능동형 밸런서(불평형개선장치) 개발
2. 연구개발목표	- 교류전기철도의 스코트 변압기 사용으로 인한 M상, T상의 부하 불평형을 2% 이하로 단축 - 고조파 감축을 통한 전력품질 향상 및 전력 수전설비의 설비이용률 향상 - 년 1,000[MWh] 이상의 회생전력(Regenerative power) 활용 가능
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	- 우리나라와 같이 스코트변압기를 사용하는 일본의 경우, 2002년 TOHOKU SHINKANSEN Line에 2대의 RPC(Railway Static Power Conditioner)를 설치하여 운영 중 - 최근 도카이여객철도(Central Japan Railway Company)에서 나고야, 교토 등 추가로 7대의 RPC를 설치 중 - 독일 Siemens의 경우, '12~'13년 호주에 4대의 RAB(Rail Active Balancer)를 설치하여 운용 중 - ABB의 경우, '10~'11년 프랑스 서부의 Evron 변전소에 SVC Light 제품을 설치하여 운용 중 - 국내의 경우, 부하 불평형으로 인해 발생하는 불평형을 제어, 감소시킬 수 있는 기술 및 장치가 없는 상황임
4. 기존기술 활용방안	-
5. 기술개발 필요성	- 전기철도는 급전거리가 길고 부하 용량도 매우 큰 특징을 가지고 있기 때문에 차량이 운행되는 구간과 운행하지 않는 구간 사이에는 큰 부하불평형이 나타나는 본질적인 문제를 가지고 있음 - 이러한 부하불평형은 송전단 및 전원단의 전압불평형 원인이 되어 발전단의 발전용량을 감소시키고, 변전단의 설비이용률을 감소시킴 - 전세계적으로 이러한 문제를 해결하기 위한 장치를 개발 및 적용 중에 있으며 최근 들어 확대 적용 추세에 있음 - 부하불평형율 감소 및 설비이용률 향상을 위해 국내 철도시스템에 적합한 능동형 밸런서의 기술 개발이 필요함 - 또한 회생제동으로 발생하는 전력을 즉각적으로 반대구간의 차량에 공급하여 에너지의 절감이 가능한 기술 개발이 필요함 ※ 밸런서 1대 설치시 1,000 [MWh]의 회생전력 활용 가능 = 년 1억원 이상의 전기요금 절감 가능(kWh 당 107원 기준, '15년 산업전기요금 기준) - 교류전기철도 변전반의 보호기기인 변압기비율차동보호계전기를 운용하는 중 불평형전류 및 고조파 전류로 인해 보호계전기오동작이 발생하는 문제가

	있음 - 변압기보호계전기의 원활한 운용을 위해 불평형 및 고조파 감축을 위한 능동형 밸런서의 기술 개발이 필요함	
6. 주요연구 개발내용	- 해외 RPC(Railway Static Power Conditioner), RAB(Rail Active Balancer), Railway SVC Light 등의 기술 및 제품 조사 - 국내 교류전기철도 시스템에 적합한 불평형 개선 기술 및 제어 토폴로지 개발 - 국내 교류전기철도 전력시스템 모델링 및 시뮬레이션을 통한 불평형 개선 기술 검증 - 기술 및 제품의 기능 검증을 위한 시뮬레이터 제작 - 능동형 밸런서 시작품(prototype) 제작 및 자체 시험 - 능동형 밸런서 시제품 제작 및 공인인증시험 - 시뮬레이터, 시제품의 연동시험을 통한 기술 및 제품 검증 - 실제 현장에 설비 구축 및 실증 시험	
7. 정부지원의 타당성	- 세계적으로 전력반도체 기술이 급격히 강화되고 전력반도체 가격이 하락함에 따라 최근 산업 전반적인 영역에 반도체 활용 기술 및 제품의 시장이 확대하고 있음 - 이제 맞춰 철도전력산업에도 전력반도체 응용 기술이 지속적으로 개발되고 있으며 Siemens, ABB 등의 글로벌 전력산업체들이 철도전력산업을 선도하고 있음 - 국내 전력반도체 활용 관련한 전력전자 기술은 세계적인 수준에 있지만, 철도차량 제어기술이나 고조파 제거 필터 기술에만 국한되어 오고 있음 - 높은 수준의 전력전자기술을 전철전력분야에 적용하여 선진국 수준의 전철전력기술력을 하여 국내 적용 및 해외 시장에 진출할 수 있도록 - 국내 철도전력산업부문의 경쟁력 강화 및 기술수준의 제고를 위해 전략적이고 체계적인 기술연구개발의 필요성이 커짐 - 우리나라도 철도전력산업부문의 경쟁력 강화 및 기술수준의 제고를 위해 정부주도 하에 전략적이고 체계적인 기술연구개발이 필요함	
8. 기술확보 전략	- 산업계·학계·연구기관의 협력을 통해, 기업의 기술력/제작능력과 연구기관의 연구역량, 대학의 기초연구, 운영기관의 운영 경험 등 총체적인 기술 개발의 추진체계를 확립하여 기술, 제품 및 실제적용에서 발생하는 문제나 위기상황에 대응할 예정임	
9. 기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	- 교류전기철도용 능동형 밸런서 - PSCAD/EMTDC를 활용한 교류전기철도 전력시스템 모델링 및 시뮬레이션 분석 - 능동형 밸런서 검증을 위한 실시간 시뮬레이터

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td>- 능동형 밸런서를 통하여 전력품질 측정 및 설비이용률 측정하는데 활용
- 능동형 밸런서를 SP(급전구분소)에 설치하여 회생에너지량 측정 및 분석에 활용
- 실시간 시뮬레이터는 능동형 밸런서 외에도 전철전력설비(보호계전기, RC 필터, 차단기, 단로기 등)의 성능검증 및 신규 장비의 설치 타당성 검토에 활용</td></tr>
<tr><td rowspan="6">10. 연구개발 과제의 규모

* 가급적 총 연구비 50억원, 연구기간 5년 이내로 제안
* 50억원 이상과제는 기획연구대상과제로 분류하여 기획연구 수요조사 시 반영 예정</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>450</td><td>600</td><td>975</td><td>1,012</td><td>450</td></tr>
<tr><td>민간</td><td>250</td><td>375</td><td>375</td><td>150</td><td>250</td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>700</td><td>975</td><td>1,350</td><td>1,162</td><td>700</td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">3,487</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">5 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">1,150</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">20 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">4,637</td></tr>
<tr><td>11. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="6">- 최신 전력전자기술을 전기철도시스템에 적용함으로써 국내 철도전력기술력 제고
- 성공적인 개발을 통한 국내 적용 후, 국내 경험 및 성공 이력을 가지고 해외 시장 진출 가능
- 전기철도시스템 외에도 일반 배전계통의 대용량 부하 운용 구간에 본 제품을 활용하여 전력 품질 향상 도모
- 기존 사용 중인 에너지 저장장치와의 연동 및 회생 전력의 효율적 사용을 통한 전력사용량 감소</td></tr>
</table>

기술수요조사

1. 과제명	도시철도차량용 유압제동시스템 개발
2. 연구개발목표	EN13452 요구조건에 부합되는 도시철도차량용 유압제동시스템 개발.
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	◦ 국내외 기술개발 동향 의정부 경전철, 용인 경전철, 무가선 저상 트램등에 외국사의 유압제동시스템이 적용되고 있으며, 자기부상 성능 향상 과제에서 일부 공유압변환장치를 이용한 유압제동시스템이 적용되고 있다. ◦ 국내외 관련 시장 동향 국내의 경우 경전철 및 트램, 자기부상열차에 대한 양산 프로젝트가 지연되고 있으나, 해외의 경우 경전철 차량은 기본적으로 유압제동시스템이 적용되고 있으며, 2 ~ 3개의 회사(독일의 K사, H사)에서 기술을 독점하고 있다. 또한, 최근 동구권에 위치한 경전철 차량제작사(Newag, Pesa, Solaris)의 경우 기존 업체 이외의 새로운 부품업체를 발굴하려는 노력을 기울이고 있다. ◦ 국내외 관련 산업동향 철도차량 기술을 선도하는 유럽의 차량제작사들은 이미 경전철을 중요시장으로 인지하고 있고, 차량 제작 빅 3 회사가 85% 이상의 시장을 점유하고 있으며, 약 30,000량의 차량이 운행중인 것으로 보고되고 있다. 또한, 경전철에 적용되는 제동시스템은 주로 유압제동시스템을 사용하고 있으며, 국내에 도입된 용인 경전철과 의정부 경전철 또한 유압제동시스템을 사용하고 있다. 철도차량용 유압제동시스템을 제작 및 공급하는 업체의 경쟁관계 및 시장 점유율은 독일의 Hanning & Kahl 과 Knorr-Bremse 가 양분하고 있으며, 최근 현대로템이 수주한 터키 이즈미르 트램의 경우도 제동장치는 실적문제로 인하여 독일의 Knorr-Bremse 제품을 적용하고 있다. ◦ 국내 기업 및 연구기관 기술수준 철도차량용 제동시스템은 전공제동시스템과 유압제동시스템으로 구분되며, 국내에서 는 당사가 개발한 전공제동시스템을 전동차 및 ITX-청춘, ITX-새마을, KTX 산천등에 적용하고 있으나 유압제동시스템은 최근 기술개발을 준비하고 있는 상황이다.



그림 232 제동시스템 비교(공기제동/유압제동)

구분	용인경전철	의정부경전철
차량제작사	Bombardier	Siemens
편성수량	30량	15량
차량 형식	철제차륜(660mm), MKⅡ 형식	AGT, VAL 208, 고무차륜
구동방식	LIM 구동방식	안내 레일에 의한 측방 유도방식
제동장치	유압제동(독일 Knorr-bremse)	유압제동(독일 Hanning & Kahl)
차량 외형		

그림 233 국내 경전철 제동시스템 적용현황

* 부산 반송선, 대구 3호선은 공유압제동시스템 적용(일본 Sumitomo, Akebono등)

◦ 중국의 성장

* 중국의 경우 위와 같이 해외 철도차량 제작사와 기술제휴를 통하여 유압제동시스템이 적용되고 있는 경전철 차량을 제작하고 있다.

Firm	Chinese partner	Cars	Type	City	Notes
Alstom	SRTED	30	Citadis	Shanghai-Sonjjang	
AnsaldoBreda	CNR Dalian	10	Sirio 5 module	Zhuhai	
Bombardier	CSR Nanjing	33	Flexity 2	Suzhou and Nanjing	
Siemens	CSR Zhuzhou	7	n/a	Guanghzou	
Skoda	CSR Quingdao Sifang	7	15T	Quingdao-Chengyang	
Voith Turbo	CNR Changchun	30	n/a	Shenyang	

Table Ⅷ, Trams built in China under licence from Western suppliers
*Metro Report International | September 2015, pp 41

그림 234 중국의 유압제동시스템 적용 현황

4. 기존기술 활용방안

유압제동시스템은 무가선 저상 트램 과제에서 독일의 Knorr-Bremse 와 협력하여 진행하였으나, 국내외 사업전망 및 경쟁관계에 놓여있는 특성상 현재는 일방적으로 기술제휴가 파기되어 있는 상황으로서 독자적인 유압제동시스템 개발이 시급하다고 할 수 있다.

또한, 당사의 경우 무가선 저상 트램 과제를 통하여 유압제동시스템 구성 및 완성차 시험등에 대한 경험을 확보하고 있으므로 본 기술개발을 통하여 유압제동시스템을 구성하는 구성품(하드웨어 및 소프트웨어) 확보가 필요하다.

5. 기술개발 필요성

◦ 철도 차량 관련 시장에서 경전철 시장은 지속적으로 성장하고 있으며, Bombardier, Alstom, Siemens, Stadler, Skoda, Newag, Pesa 등의 차량사는 경전철에 유압제동시스템을 적용하고 있음

Light Rail Vehicles : New Vehicles			
Region	Currunt market volume new vehicles p.a. (EUR millions)	Average market development 2010–2015 (in % p.a.)	Volatility of market development 2010–2015 (in % total)
Western Europe	970	+5.6	7.0
Eastern Europe	400	–1.4	50
North America	180	+22	70
South/Central America	15	+30	190
Asia	70	+20	60
Africa/Middle East	170	–18	35
CIS	240	–17	38
Australia/Pacific	15	+38	110
Total	2,060	+3.2	9.3

*출처 : SCI Verkehr GmbH

그림 235 세계 경전철 신규 생산 추이

◦ 경전철의 경우 프로젝트 특성상 소량, 단납기등의 요구조건과 함께 가격 경쟁력에 대한 제3의 공급업체를 필요로 하고 있음

◦ 동일한 제동시스템을 구성하는데 유압제동시스템을 사용할 경우 중량은

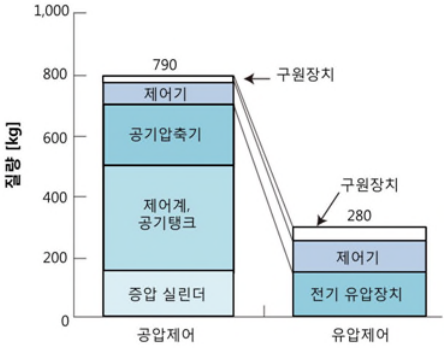
<table>
<tr><td></td><td>
최소 70% 에서 최대 35% 수준까지 절감할 수 있음
<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th>공기압제동장치</th><th>유압제동장치</th></tr>
<tr><td rowspan="3">소형화</td><td>제어유니트[mm]</td><td>786×460×651</td><td>724×450×578</td></tr>
<tr><td>구동원 [mm]</td><td>컴프레서
300×500×800</td><td>유압펌프
100×100×200</td></tr>
<tr><td>탱크 [l]</td><td>공기탱크
100</td><td>오일탱크
7</td></tr>
<tr><td>경량화</td><td>장치중량 [kgf/량]</td><td>790</td><td>280</td></tr>
<tr><td>고속화</td><td>상승시간 [s]</td><td>1.5</td><td>0.2</td></tr>
</table>


그림 236 유압제동장치 비교

◦ 유압제동시스템이 갖는 빠른 응답특성은 기존 공기제동시스템에 비해 고효율 및 고감속(상용 1.2 m/s^2, 비상 2.8 m/s^2) 제동 성능을 달성할 수 있음
◦ 철도 부품 강소기업 육성 전략에 따른 강소기업 육성 필요
</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구 개발내용</td><td>
◦ 국내 경전철(용인 경전철, 의정부 경전철) Benchmarking 진행
◦ Bombardier 의 Flexity, Alstom 의 Citadis, Siemens 의 Combino Platform 에 대한 Benchmarking 진행
◦ 개발 후 무가선 저상 트램에 설치하여 시운전을 통한 신뢰성 확보할 수 있도록 인터페이스 고려하여 개발
◦ Bostrab(German Federal Regulations on the construction and operation of light rail transit systems, 경전철 시스템에 대한 건설과 운용에 관한 독일연방규정), EN13452 – Railway application – Braking – Mass transit brake systems (Part 1 : Performance requirements, Part 2 : Methods of test) 요구조건에 부합되도록 유압제동시스템 설계
</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td>
◦ 철도산업발전기본계획에 따라 철도관련 용품에 대한 제조업 지원이 필요하며, 특히 핵심부품에 대한 기술개발은 시장진입 시점이 중요하므로 적극적인 지원이 필요하다. 또한, 부품소재전문기업 육성(강소기업)을 위해서도 핵심기술을 개발할 수 있는 기업에 대한 정부지원이 필요하다.
</td></tr>
<tr><td>8. 기술확보 전략</td><td>
ㅇ 산학연 컨소시엄 구성
ㅇ 산업계 : 유압제동시스템 구성품에 대한 제품설계/제작/검증/사업화 추진.
ㅇ 학 계 : 유압제동시스템 내부에 대한 유압손실분석, 유압장치에 대한 유압 동특성 해석등 해석 기반의 관련 기술 지원
ㅇ 출연연 : Bostrab, EN15342 에 대한 적합성 검증 및 개발 결과물에 대한 평가
</td></tr>
</table>

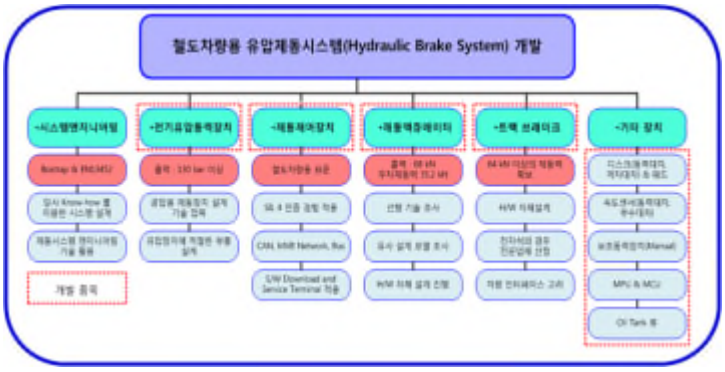
<table>
<tr><td rowspan="2">9. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td>○ 도시철도차량에 적용 가능한 유압제동시스템 개발
 

그림 237 도시철도차량용 유압제동시스템의 구성 요소</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td>○ 현대로템을 통한 국내외 프로젝트에 지속적으로 시스템 제안(터키 이즈미르, 안탈리아 프로젝트는 현대로템 수주하였으나 납품실적 문제로 국내 기업이 참여하지 못하고 있음)
○ 대만 담해, 그리스 피레우스, 터키 카이세리, 브라질등에 시스템 제안 진행
○ 스페인 CAF, 폴란드 Newag, Pesa, Solaris 등에 지속적으로 시스템 소개 및 제안
○ 해외 경전철 차종의 경우 유압제동시스템이 기본적으로 적용됨
○ 국내의 경우 대전 2호선, 저심도, 트램등도 유압제동 시스템 적용 예정임</td></tr>
<tr><td rowspan="6">10. 연구개발 과제의 규모
* 가급적 총 연구비 50억원, 연구기간 5년 이내로 제안
* 50억원 이상과제는 기획연구대상과제로 분류하여 기획연구 수요조사 시 반영 예정</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>800</td><td>1200</td><td>1200</td><td>600</td><td>200</td></tr>
<tr><td>민간</td><td>200</td><td>300</td><td>300</td><td>150</td><td>50</td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>1,000</td><td>1,500</td><td>1,500</td><td>750</td><td>250</td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">4,000</td><td>총 연구기간</td><td colspan="2">5 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">1,000</td><td rowspan="2">연도별 평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">25 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">5,000</td></tr>
<tr><td>11. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">◦ 기대효과
- 경제적 효과
・경전철 시장 규모는 연간 약 1조 4천억 원 수준이며 매년 6% 정도의 성장률을 보이고 있음
・경제적 기대효과로는 '22년까지 약 3조 3천억원의 시장창출, 수입대체 3천 6백억원, 고용창출 16만 8천명 등 추가적인 파급효과 기대(출처 :</td></tr>
</table>

‘11년 건설 교통 R&D 성과조사 분석 보고서(한국건설교통기술평가원))

(단위 : 억원, 명)

구분		고속·일반철도	경전철·도시철도	합계
시장창출	인프라	40,198	61,908	142,148
	차량 등	6,487	33,555	
수입대체		15,819	3,620	19,439
고용창출		39,200	16,8600	207,800

그림 238 제동시스템 시장 현황

- 제동시스템이 차량가격의 10% 선을 차지할 경우 약 3천 3백억원의 시장이 형성됨

- 기술적 효과

- 유압제동시스템이 갖는 빠른 응답특성은 기존 공기제동시스템에 비해 고효율 및 고감속(상용 1.2 m/s^2, 비상 2.8 m/s^2) 제동 성능을 달성할 수 있음
- 개발된 유압제동시스템이 기존 공기제동시스템을 대체할 수 있음을 의미하며, 이를 통해 신규 수요 창출이 가능함
- 본 기술개발을 통하여 유압제동시스템 분야에서도 외국의 제작사와 경쟁할 수 있는 기술/가격 경쟁력 확보

- 정책적 효과

- 서울 도시철도 종합발전방안등에서 논의되고 있는 기존 노선 계획이나 신규 노선 계획으로 검토되고 있는 사업등을 고려할 경우, 차량의 중요한 핵심부품기술인 유압제동시스템의 개발을 통하여 외국의 제작사와 경쟁할 수 있는 기술 경쟁력을 확보할 수 있다.

◦ 파급효과

- 직접적 파급효과

- 유압제동시스템 개발을 통하여 세계 시장에 진입
- 국내 철도차량 제작사에 경쟁력 있는 유압제동시스템 제안을 통하여 국가 경쟁력 향상 도모
- 신규 시장 진입을 통하여 수익 창출

- 간접적 파급효과

- 유압제동시스템에 대한 관심 확산 및 신규 사업 영역 확보를 통한 고용 창출 기대

기술수요조사

1. 과제명	고속차량 송풍전동기 상태감시장치 및 초경량 송풍팬 개발
2. 연구개발목표	체계적예방유지보수를 대신할 수 있는 실시간 상태감시를 통한 조건적예방유지보수로 전환을 위한 상태감시장치 개발 및 송풍전동기 수명연장을 위한 초경량 카본 송풍팬 개발
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	□ (상태감시) TBO(3.0Mkm) 주기마다 분해정비 시행 □ (조립체) 중소기업청 주관 구매조건부 국산화과제를 통해 알루미늄 소재의 송풍전동기는 상용화되어 신조고속차량에 납품 중 □ (상태감시) 2005년 이후부터 LI 이상의 검수마다 가속도 센서를 이용한 조건적예방유지보수 시행 중이나, 상태감시는 미 시행 중 □ (송풍팬) 프랑스 철도 SNCF에서 카본소재의 견인전동기 송풍기를 개발하여 현차시험을 완료하고, TGV 시리즈에 상용화하여 8년 이상의 기간 동안 별도의 고장 및 정비 없이 사용 중 □ 시장동향 및 규모 1) 장착수량
4. 기존기술 활용방안	
5. 기술개발 필요성	□ **검토배경** ○ 고속차량의 전력변환장치(MB, Aux B, MTF) 및 견인전동기에 사용되는 송풍전동기와 팬은 고장 및 손상으로 인한 차량장애가 빈번하게 발생함에도 TBO정비를 제외하고는 고장을 사전에 방지할 수 있는 유지보수 기법 없음 * 고장원인 : 운영환경에 의한 벤딩 및 고 중량체의 회전으로 인한 반복피로손상 ○ 비용절감과 목표신뢰율을 만족할 수 있도록 실시간 상태감시장치를 개발하여 기존의 TBO 정비체계를 상태감시를 통한 조건적예방유지보수로 전환하고, 경량의 팬을 개발하여 전동기와 팬의 수명개선 필요 □ **(Cost Down, Availability Up)** 실시간 상태감시장치를 통해 TBO 정비체계 ⇒

표 127 장착수량

구 분	KTX(46편성)	산천(24편성)	산천2(32편성)	원강(15편성)	합 계
견인전동기	552개 (@12개/편성)	192개 (@8개/편성)	256개 (@8개/편성)	120개 (@8개/편성)	1,120
모터블럭	552개 (@12개/편성)	192개 (@8개/편성)	256개 (@8개/편성)	120개 (@8개/편성)	1,120
보조블럭	184개 (@4개/편성)	96개 (@4개/편성)	128개 (@4개/편성)	60개 (@4개/편성)	468
주변압기	276개 (@6개/편성)	144개 (@6개/편성)	192개 (@6개/편성)	90개 (@6개/편성)	702
합 계	1,564	624	832	390	3,410

2) 소요량

- 단 가 : 약 20,000천원 내외
- 소요량 : 전체 소요비용 약 600억 소요

<table>
<tr><td></td><td>조건적예방유지보수로 전환
□ (Safety Up, Quality Up) 스틸 또는 알루미늄 재질 ⇒ 초경량 카본 재질
○ 팬의 손상을 원천적으로 차단하고, 전동기 베어링의 부하를 경감하여 수명을 연장
□ (시장점유) 국내 기술수준을 선진국 수준으로 향상하고 국제시장 선도</td></tr>
<tr><td>6. 주요연구
개발내용</td><td>□ 개발대상
○ 견인전동기, 모터블럭, 보조블럭, 주변압기 송풍전동기
○ 공통적용 상태감시장치
○ 초경량화 카본 송풍팬

□ 송풍전동기 4종 : 기존제품 사양

□ 상태감시장치
○ 가속도센서와 필터로 구성된 상태감시장치로 특정 주파수 대역 감시
* 특정 주파수 대역을 벗어난 가속도가 일정시간 이상 발생 시 고장코드를 TDCS로 전송
○ 자체 상태표시기 및 TDCS와의 통신 프로토콜
○ 운영 소프트웨어
○ 2중화 설계로 오동작 및 운영장애 방지
○ 기존 전동기에 키트(Kit)형태로 장착할 수 있도록 개발

□ 송풍팬 4종 개발
○ 카본 화이버 소재의 초경량(기존 제품대비 50% 이상 중량감소)
○ 기존 송풍전동기에 설치할 수 있도록 Kit화
○ 송풍량 및 형상 : 제품사양서에 따라 제작
○ 형상 : 기존 제품사양</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의
타당성</td><td></td></tr>
<tr><td>8. 기술확보 전략</td><td></td></tr>
<tr><td>9. 기술개발
최종성과물 및
활용방안</td><td>최종성과물</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>활용방안</td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="6">10. 연구개발
과제의 규모

* 기급적 총 연구비 50억원, 연구기간 5년 이내로 제안
* 50억원 이상과제는 기획연구대상과제로 분류하여 기획연구 수요조사 시 반영 예정</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별
연구비
(백만원)</td><td>정부</td><td>400</td><td>1,500</td><td>900</td><td>200</td><td></td></tr>
<tr><td>민간</td><td>400</td><td>600</td><td>800</td><td>1,000</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총
연구비
(백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">3,000</td><td>총
연구기간</td><td colspan="2">4 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2"></td><td rowspan="2">연도별
평균소요인력</td><td colspan="2" rowspan="2">15 명</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

11. 기대효과 및 파급효과	- 실시간 상태감시로 인한 고장방지 효과, TBO에 소요되는 재료비 및 인건비 절감, 세계최초 개발되는 경량 팬으로 인한 전동기의 수명증가 등을 고려한다면 선진 고속철도 시장에 충분히 접근가능 판단 - 유지보수비용절감 : 기존 TBO주기(3.0Mkm) ⇒ 상태감시로 전환, 경량화에 의한 수명증가로 현 제품대비 년간 2,435백만원 이상 절감 * 2,345백만원 = 전체수량 3,410개 × 수리비용 5백만원 / 7년

기술수요조사

1. 과제명	SiC 전력반도체 기반 차세대 전력변환모듈장치 개발
2. 연구개발목표	- SiC 전력반도체 기반 열차 전력변환모듈 설계 및 효과성 검증 시뮬레이션 기술 개발 - 열차 전력변환모듈용 SiC 반도체 소자 규격 수립 및 성능 검증 - 열차 전력변환모듈 경량화 : 20% - 에너지 효율 개선 : 5% - 시제품 제작 및 동작/신뢰성 평가
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	- 전력반도체로서 Si 반도체 소자(IGBT)와 비교할 때, SiC 반도체는 200도의 고온에서도 동작이 가능하고, 열전도도가 3배 높아 방열에 유리하고, 고주파수 동작(10kHz 이상)이 가능하며, 높은 절연파괴 저압 특성에 의해 전력 손실이 적은 특성으로 전기차량용 및 차세대열차용 전력변환모듈장치 등을 위한 연구가 일본을 비롯한 선진국에서 활발히 진행 - SiC 전력반도체는 연평균 20%의 성장률을 기록하여 2020년 약 20억$ 이상의 수준의 시장을 형성할 것으로 전망되고 있으며 (프랑스 Yole development 보고서, 2012), 신재생 에너지용 전력변환, 전기자동차 인버터 등 그린 에너지 산업의 구현에 필수적인 부품으로 신 성장 분야로 각광받고 있다. - 일본 미쓰비시 전기 철도 차량에 1.7 kV/1.2 kA 모듈 출품 ('12)을 통해 인버터부 손실 30%, 모터부 손실 40% 및 전력 회생 브레이크 에너지 손실 저감 통해 총 30% 에너지 절약 실현 예상하였으며, JR 토카이 신형 신칸센 N700S에 SiC 소자 구동 시스템 도입 예정 ('20)으로 경량화 및 주행 저항의 저감에 의해 N700A 대비 7% 소비 전력 저감을 목표로 한다. - 일본 동경지하철에서 2012년에는 600V 가선용 Si-IGBT와 SiC 다이오드의 하이브리드형 인버터가, 2014년에는 1500V 가선용 Full-SiC 반도체 인버터가 영업 투입되어 장기 사용에 따른 내구성 확인이 시행되고 있다. - 한국철도연구원 “철도차량 안정성 향상 및 경량화를 위한 추진시스템 기술개발 기획” 보고서('16)에서 첨단 추진장치 분야 과제 분야에서 높은 사전 타당성이 조사되었음 - 한국전기연구원은 1200V 10A, 40A SiC power MOSFET을 개발하여 메이플세미컨덕터(주)에 기술이전하였으며, 내수 및 해외시장을 개척하여 2016년 매출 200억 원을 목표로 개발진행하고 있음 (MOSFET: Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor. 금속 산화막 반도체 전계 효과 트랜지스터) - 한국전기연구원은 1700V 20A급 SiC 다이오드를 개발하여, 이 분야 선두기업인 미국의 크리(Cree)의 상용 제품 대비 전력소모를 20%로 낮춘 제품을 메이플세미컨덕터(주)에 기술이전을 하여 ('15) 양산화를 추진하고 있음

4. 기존기술 활용방안	- “최신 반도체 소자를 이용한 고속철도 차량용 추진제어 기술개발”('12) 및 전동차동력제어용모듈형IGBT개발 (2016) 과제로 개발된 전력변환모듈 기술을 바탕으로 신규 SiC 반도체 소자에 최적화된 모듈 설계 및 제작 평가를 진행할 수 있다. - SiC를 이용한 철도용 전력변환모듈장치를 설계 연구를 수행하고, 여기서 도출된 SiC 반도체 소자의 필요 규격 및 사양을 수립하여 기존 한국전기연구원과 메이플세미컨덕터(주)에서 개발된 SiC 반도체 소자의 기술(미래창조과학부, '16년 우수 R&D 최우수성과 지정)을 활용하여 달성한다. 이를 통해 SiC 반도체 원천 기술부터 국산화 개발을 하여 기술 경쟁력뿐만 아니라 가격 경쟁력을 확보할 수 있다.
5. 기술개발 필요성	(1) 정책적 중요도 - 도시철도 핵심 부품 국산화 및 장치 고도화 정책으로 선진국에서 개발 중인 차세대 전력 모듈 개발을 위한 선행 기초 연구 필요 * 국도 교통부 철도 기술 수준 95% 달성 목표 - 해외 선진 기업의 차세대 철도 기술에 대한 지속적 연구 추진으로 기술 개발 격차 확대 시 해외 기술 도입의 역순환 및 기술 종속 심화 (2) 기술적 중요도 - 차세대 전력 반도체인 SiC 는 기존 Si계열 전력 반도체인 IGBT와 비교하여 200도 이상 고온 동작이 가능하고, 열전도도가 3배 높아 냉각 장치의 간소화가 가능하다. 또한 고주파수 동작 (10kHz) 및 높은 절연 파괴전압 특성에 의해 전력 손실이 작고, 신뢰성이 우수한 특징이 있다. - 일본/미국에서 SiC 전력 반도체 소자 제작 및 상용화에 성공하였고, 특히 일본의 경우 SiC 반도체 소자의 경쟁력을 바탕으로 철도용 전력변환장치 설계 및 제작 기술을 확보하여 인버터부 손실 30% 및 모터부 손실 40% 저감을 발표 하고 '20년 신규 차량 도입을 계획하는 등 지속적인 연구 개발이 진행되고 있다. - 국내는 한국전기연구원에서 고전압용 SiC 전력반도체를 개발하여 메이플 세미컨덕터(주) 에 기술이전('15) 하였으나, 철도용 전력변환장치에 요구사항에 부합하는 반도체 개발이 필요하며 또한 SiC 전력 반도체를 이용한 전력변환장치의 설계 및 제작 연구는 아직 이루어지지 못하고 있다. * 한국철도기술 연구원 기술 격차 6년 산정 (“철도차량 안정성 향상 및 경량화를 위한 추진시스템 기술개발 기획” 보고서('16))

<table>
<tr><td>6. 주요연구
개발내용</td><td colspan="2">- 열차 전력변환장치 모듈용 SiC 전력반도체 소자의 개발 방향 수립 (1차년도)
. 기술 동향 및 특허 기술 개발 동향 검토
. 선진국 소자 및 모듈 벤치마킹
. 인버터, 컨버터, 동력추진장치 等 적용 모듈 가능성 검토
. 전력변환모듈에 대한 필요 SiC 반도체 규격 달성 가능성 검토
- SiC 반도체 이용한 열차용 전력변환모듈 설계 (2차년도)
. 전력변환모듈 종류별 효과성 검증 시뮬레이션 연구
. 우선순위 선정 모듈 설계안 확보
. 필요 SiC 반도체 규격 수립 및 설계 기초 연구
- 전력변환모듈 시제품 제작 및 평가 (3~4차년도)
. 시뮬레이션 통한 에너지 효율 및 발열 성능 효과성 연구
. SiC 반도체 설계 및 제작 평가
- 전력변환모듈 시제품 제작 및 평가 (5차년도)
. 에너지 효율 개선 설계/시제품 제작 (>5%)
. 냉각장치 최적화 통한 모듈 경량화 개발 (>20%)
. 동작 및 신뢰성 평가</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의
타당성</td><td colspan="2">- 해외의 경우 '02년부터 차세대 전력변환모듈을 제작해왔으며, 우리나라와 약 6년 수준의 기술력 격차를 보이고 있으나, 국내 열차 산업 시장 규모의 한계로 기업 자체적인 연구 개발의 부담이 큰 현실이다. 차세대 전력변환모듈 기술력 확보 및 기술 자립화를 위해서는 정부 차원의 지원이 필요하다.
- 차세대 열차용 전력변환모듈 기술은 다른 태양전지, 풍력, 건설/산업 기계 등으로의 활용성이 매우 높은 기술로 파급력이 크므로 정부 차원의 육성이 필요하다.</td></tr>
<tr><td>8. 기술확보 전략</td><td colspan="2">- 차세대 전력변환모듈 개발 관련 산/학 협동연구를 통한 설계 최적화 및 모듈 시제품 제작 추진
- 열차용 전력변환모듈 장치에 필요한 SiC 전력반도체 사양을 수립하고 (산학연계) 이를 국내 주요 연구소 및 산업체와 연계하여 기초 반도체 구조 설계는 학연에서 수행하고, 소자 제작은 산업체에서 진행하여 기술 확보한다.
- 모듈 개발 및 반도체 소자 개발의 두 가지 연구를 기본 축으로 하여, 상호 협력하에 필요에 맞는 반도체 소자를 개발하고, 이를 이용한 최적의 전력변환모듈을 설계 제작한다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">9. 기술개발
최종성과물 및
활용방안</td><td>최종성과물</td><td>- SiC 전력반도체 기반 차세대 전력변환모듈 설계안
- 열차용 SiC 전력반도체 규격안
- 열차용 SiC 전력반도체 시제품 2종 (Diode, MOSFET)
- SiC 전력반도체 전력변환모듈 1종(이상) 시제품 제작</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td>- 차세대 전력변환모듈 개발을 통해 도시철도, 광역일반철도에 우선 적용할 수 있으며, 일본의 사례와 같이 고속철도까지 활용이 가능한 핵심 기술로 차세대 열차에 활용 가능하다.
- 열차용 전력변환모듈 개발 기술은 태양전지, 풍력발전 등 신재생 에너지용 및 전기자동차, 산업/건설기계 등으로의 응용이 가능하다.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="7">10. 연구개발 과제의 규모
* 가급적 총 연구비 50억원, 연구기간 5년 이내로 제안
* 50억원 이상과제는 기획연구대상과제로 분류하여 기획연구 수요조사 시 반영 예정</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>300</td><td>500</td><td>500</td><td>600</td><td>500</td></tr>
<tr><td>민간</td><td>300</td><td>500</td><td>500</td><td>600</td><td>500</td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>600</td><td>1,000</td><td>1,000</td><td>1,200</td><td>1,000</td></tr>
<tr><td rowspan="3">총 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td colspan="2">2,400</td><td rowspan="2">총 연구기간</td><td colspan="2" rowspan="2">5 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">2,400</td></tr>
<tr><td>총합계</td><td colspan="2">4,800</td><td>연도별 평균소요인력</td><td colspan="2">40 명</td></tr>
<tr><td>11. 기대효과 및 파급효과</td><td colspan="7">- 고효율, 경량화 차세대 전력변환장치 개발을 통하여 도시철도 뿐만 아니라 광역일반, 차세대 고속철도에 까지 파급이 가능한 핵심 부품 기술로 향후 열차 분야에 있어 성장성이 높은 기술이다.
- 대용량 전력변환모듈 개발 기술은 기존의 태양전지, 풍력, 수력 발전 등의 신재생 에너지용 전력모듈 뿐만 아니라, 대용량 전기 자동차, 건설/산업 기계 등의 전력 모듈로의 응용이 가능하다. 전력변환모듈 뿐만 아니라 이에 맞는 대용량 SiC 반도체 소자를 함께 개발함으로써 원천 소자 기술을 확보하고 이를 바탕으로 독자적인 전력변환모듈 설계 및 제작 기술을 확보할 수 있다.
- 향후 차세대 열차의 전력변환장치 및 전자기기모듈의 유지보수 관련 기술 국산화 및 지적 재산권 확보를 통하여 도입 비용 및 유지 보수비용 절감에 기여 가능하다.</td></tr>
</table>

기술수요조사

1. 과제명	철도차량 운행안전성 향상을 위한 지능형 주회로차단기 기술개발
2. 연구개발목표	투입 위상각 제어가 가능한 주회로차단기(MCB) 개발
3. 기술개발 및 산업/시장 동향	가. 시장동향 및 규모 - 국제유가의 불안감과 자동차의 환경오염 문제가 부각되면서 친환경 교통수단으로 부상하고 있는 철도산업은 100년 만에 르네상스를 맞고 있다. 1830년 영국에서 최초로 철도운행이 시작된 이후 지속적인 발전을 통해 '64년 일본의 신간선 고속열차를 통해 고속철도가 처음으로 탄생하였다. 우리나라도 '04년 KTX의 개통과 함께 본격적인 고속철도 시대를 열게 되었으며, 현재 KTX-II를 통한 국산 고속철도의 상용화가 실현되었다. 중국, 러시아, 남미, 아시아 지역 등 세계적으로 고속철도노선망은 확대될 전망이며, 특히 프랑스, 일본, 독일, 이탈리아 등 선발 고속철도 국가들이 건설 중이거나 계획 중인 노선이 기존의 고속철도 노선 못지않게 많은 비중을 차지하고 있어 세계적으로 고속철도가 각국의 국가적, 사회적 요구에 부응할 수 있는 경쟁력 있는 교통수단으로 확고하게 자리 잡고 있다. 고속철도의 시스템 기술과 차량의 고속화를 위한 지속적인 기술의 발전은 세계적인 고속철도망의 확대 및 이용객의 증가를 불러올 것이다. □ 중국 중국 철도부는 '09년 중국 열차를 대량 구매해 중국 내수시장을 일으키는데 일조할 것이라고 예상하고 있으며, 베이징은 '20년까지 2480억 달러를 투자 해 7만 5000마일의 화물 및 여객운송 고속철도를 건설할 계획이며, 이 계획이 실현된다면 중국이 세계 최대 여객운송 철도망을 가진 나라가 될 것이라고 전망하고 있다. 이에 중국의 철도산업에 대한 투자는 중국기업 뿐만 아니라 철도 선진국인 유럽, 미국, 일본을 비롯한 세계 각국의 관심이 되고 있다. □ 러시아 러시아는 세계적으로 영토가 넓은 국가로 지역과 지역을 연결하는 철도교통의 네트워크가 발달되어 있고, 과거 소비에트 연방에서 독립한 10여개의 공화국과도 철도로 연결되어 있다는 점에서 철도분야는 다른 육상 운송수단에 비해 더 발전할 가능성이 크다. □ 기타 주요국 인도는 뭄바이~아마다바드 간 500 km 등 4개 고속철도 노선을 만들 계획이며, 베트남은 뭄바이~호찌민 간 남북 170 km에 시속 350 km급 고속철도 건설을 위해 총 사업비 40조원의 고속철도 개발사업의 타당성 조사에 착수했다. 나. 수출·입 효과 - 철도차량용 주회로차단기는 SECHERON, ABB, ALSTOM, BBC등의 해외

	선진업체에서 기술을 확보하고 있으며, 국내에서는 KTX-II를 통해 본격적으로 상용화되고 있는 단계이다. 차량의 안전한 운행을 위해 항상 최상의 상태를 유지하고자 일정 기간을 두고 유지보수를 한다. 지금 차량의 유지보수를 위한 소모품이나 교환부품은 전량 수입하여 사용하기 때문에 현재와 같이 국제적 경제위기 상황에서 환율이 급등하여 그 비용이 상당히 증가하게 되었다. 이런 이유로 본 제품을 국산화하게 되면 문제발생 시 빠른 대처가 가능하며 수입품 가격보다 아주 저렴한 비용으로 처리가 가능하기에 상당한 원가 개선을 이룰 수 있을 것으로 사료된다. 또한 국내외적으로 환경에 대한 높은 관심과 에너지 효율성 등으로 철도건설에 대한 많은 투자가 진행되고 있다. 특히 해외의 철도시스템은 지속적인 기술개발과 철도망의 확장을 통해 향후에도 성장을 거듭할 것으로 예상된다. 본 연구개발을 통해 지능형 주회로차단기의 독자적인 국내 기술력을 확보하여 해외시장에 진출할 수 있는 좋은 기회로 삼을 수 있을 것이다. 본 연구개발을 통한 기술완성 및 검증으로 실용화 실적 확보가 가능하게 될 경우 기술 및 가격경쟁력을 갖게 되어 향후 국내외 시장을 선점할 수 있을 것이며, 철도차량용 차단기에 대한 완전한 독자기술력 확보와 사업화가 가능하게 된다.
4. 기존기술 활용방안	- 고차단용량 주회로차단기 설계 및 국산화 - 고속철도용 자기진단형 주회로차단기에 차량 문제 발생 시 자동으로 회로를 정지시키는 기술 적용 - 전자식 구조를 사용하여 공기누설로 인한 오작동을 배제하고 유지보수가 용이하도록 한 전자식 구동 구조의 주회로차단기 기술 - 도시철도/고속철도/전기기관차용 주회로차단기 제작 가능 - 기존 공압구동방식의 주회로차단기에 투입 위상제어기술을 적용하여 철도차량 운행안전성을 제고하고 더 나아가서는 전자식 구동방식을 개발/적용하여 연구개발 성과물의 상용화까지 진행
5. 기술개발 필요성	- 교류전원을 사용하는 전기철도차량의 경우 주회로차단기(MCB)를 통하여 차량에 가선전압을 공급하는데, 이 주회로차단기(MCB)는 기관사의 취급 신호와 투입/차단 가능 조건 만족 여부를 확인하는 논리부에 의하여 투입/차단되는 수동 부품임 - 주회로차단기(MCB)의 동작 시점에 따라 투입 전원 위상각의 차이가 나타나고, 이 위상각의 차이는 돌입전류, 서지전압 등의 형태로 전원을 공급받는 차량에 의도하지 않은 전자기적 외란을 인가하게 됨 - 주회로차단기(MCB)를 이용하여 고속철도차량의 전원을 공급/차단하는 KTX-산천 및 호남고속차량의 주변압기가 전자기적 스트레스 등의 외란에 의하여 절연파괴 고장이 발생한 사례가 있음 - 주회로차단기(MCB) 동작에 의한 영향이 차량의 부하에 인가되지 않도록 투입 전원 위상각을 제어함으로써 차량에 인가되는 전자기적 외란을 저감하여 철도차량의 운행 안정성을 향상함.
6. 주요연구	□ 기존 주회로차단기 하드웨어 개선

<table>
<tr><td>개발내용</td><td>- 기존 제품 사양, 성능, 인터페이스 및 차량제어 시퀀스 분석
- 전기/기계부품 성능 향상을 통한 동작 개선
□ 지능형 주회로차단기 제어기 개발
- 철도차량 시스템 보호를 위한 주회로차단기 제어방법 개발
- 투입 전원 위상각 검출 알고리즘 개발
- 주회로차단기 동작 지연시간 연산 및 학습 알고리즘 개발
- 주회로차단기 구동부 동작시간 변동 요인 분석
- 돌입전류 검지 및 하드웨어 보호동작 알고리즘 개발
□ 시작품 사양 선정 및 설계
- 시작품 사양 선정
- 제어부/센서부/입출력 인터페이스 하드웨어 설계
- 지능형 주회로차단기 알고리즘 구현
□ 시작품 성능검증 및 보완
- 구성품시험/조합시험/현차시험을 통한 성능검증
- 성능시험을 통한 설계 보완
- 신뢰성 평가
□ 철도안전법 철도용품 형식승인
- 철도용품 형식승인을 위한 시제품 제작
- 철도용품 형식승인을 위한 설계적합성검사/용품형식시험</td></tr>
<tr><td>7. 정부지원의 타당성</td><td>- 본 연구개발에 따른 결과로 철도차량의 운행 안전성을 향상시킬 수 있으며, 국내 관련 중소기업의 참여로 자체 설계 및 검증을 통하여 국내 제품 품질수준 및 신뢰성을 향상시키며, 국제인증 추진으로 해외시장 진출 교두보가 마련될 뿐만 아니라 수입 대체 효과를 누릴 수 있다.</td></tr>
<tr><td>8. 기술확보 전략</td><td>- 본 연구를 수행함에 있어 필요한 전문지식을 갖춘 분야별 연구 인력으로 구성하며, 필요시 일부 연구내용은 전담그룹을 구성하여 수행함
- 외부 전문가의 지원이 필요한 부문에는 산·학·연의 해당분야 기술 전문가의 기술자문을 수행하며, 기존 차량에 전장품을 납품한 제작사뿐만 아니라 차량제작사, 운영사 등과의 협력을 통하여 연구의 실용성을 강화함
- 국내외 참고자료, 기존 연구자료 및 해외 철도 선진국 기준 등을 수집, 검토하여 목적된 연구를 원활히 수행할 수 있도록 추진함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">9. 기술개발 최종성과물 및 활용방안</td><td>최종성과물</td><td>투입/차단 위상각 제어가 가능한 지능형 주회로차단기</td></tr>
<tr><td>활용방안</td><td>- 고속철도차량 주회로차단기 적용(주회로차단기 동작에 의하여 발생하는 돌입전류 및 차단전류에 의한 시스템 영향 최소화 가능)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="6">10. 연구개발 과제의 규모
* 가급적 총 연구비 50억원, 연구기간 5년 이내로 제안
* 50억원 이상과제는 기획연구대상과제로 분류하여 기획연구 수요조사 시 반영 예정</td><td colspan="2">구분</td><td>1차연도</td><td>2차연도</td><td>3차연도</td><td>4차연도</td><td>5차연도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연차별 연구비 (백만원)</td><td>정부</td><td>500</td><td>500</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>민간</td><td>50</td><td>50</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">합 계</td><td>550</td><td>550</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">총 연구비</td><td>정부</td><td colspan="2">1,000</td><td rowspan="2">총 연구기간</td><td colspan="2" rowspan="2">2 년</td></tr>
<tr><td>민간</td><td colspan="2">100</td></tr>
</table>

	(백만원)	총합계	1,100	연도별 평균소요인력	25 명
11. 기대효과 및 파급효과	- 주회로차단기 동작 개선에 의한 철도차량 운행 안정성 향상으로 정시성 제고 - 국내 관련 중소기업의 참여를 통해 국내 제품 품질수준 향상 - 자체 설계 및 검증 평가로 인해 신뢰성 구축을 통해 해외시장 진출 및 수입대체 효과				

기술수요조사

객실 블라인더 모듈화 부품 기술 개발

□ 부품 선정의 동기 및 현황

*** 기술적 관점 : 국내기술 한계, 해외기술 종속성, 풀어야할 기초기술 등**

*** 경제적 관점: 수량 / 단가 / 교체주기를 고려한 정부지원의 필요성 등**

1. 기술적 관점

- 현재 KTX에 사용되고 있는 객실 블라인더는 KTX 도입 당시 프랑스에서 사용하고 있는 방식이 그대로 적용되고 있음
- 특히 와이어를 사용함에 따라 와이어 고정추 절손 및 이탈, 와이어 안내롤러 파손 등 기초적인 고장이 빈발하여 운행중 민원 발생
- 안내롤러 조립체 불량 시 운행 중 떨림에 의한 소음 발생

2. 경제적 관점

- 1편성당 수량 : 230개소(대형-214개소, 소형-16개소), 46편성 수량 : 10,580 개소

□ 선정한 부품의 적용차종 (적용가능한 차종에 check, 중복가능)

집중식	**KTX**
분산식	

□ 선정한 부품의 표준/모듈 개발을 위한 요구사항(규격, 시험기준, 사양서 등)

1. 개선방안(규격 및 사양)

- 규격 : 차종별 창문의 크기에 따라 변경 및 모듈화 가능
- 사양 : 시중에 판매되는 에어릴 작동 방식과 같이 1회 당기면 멈춤, 2회째 당기면 멈춤 해제 되는 방식으로 객실 블라인더 조립체를 모듈화 제작, 가장자리 끝부분에는 안내가이드 내부에서 이동을 좋게하기 위하여 플라스틱 마찰패드를 부착하여 운행 중 진동에 따른 소음 발생 차단
- 창문 블라인드의 최대 왕복거리는 612mm이다.
- 창문 블라인드는 정상적인 사용 조건에서 승객에게 상처를 입히기 쉬운 요소나 구성품을 포함하지 말아야 한다.
- 창문 블라인드를 내리기 위해 필요한 힘은 2 ~ 3 daN.m이다.
- 블라인드 크기는 1600mm 와 600mm 2종류 이다.

□ 선정 부품의 경제적/정책적/기술적 파급효과

1. 경제성

- 기존 방식은 와이어를 사용하므로 인해 안내 고무패킹, 안내 롤러, 와이어 고정추 등 세부 부품이 필요 하였지만,
- 개선 방식은 회전의 멈춤/해제 방식만 도입하므로 인해 위의 부품들이 필요 없으며,
  위의 부품들에 의한 잦은 고장 또한 감소되리라 사료됨

2. 기술성

- 고장 발생 시 모듈화 된 조립체만 교체하면 되므로 고장조치 방법도 간단하고 신속한 고장조치 가능

기술수요조사

차간 케이블 조립체 표준화 기술 개발

□ 부품 선정의 동기 및 현황

*** 기술적 관점 : 국내기술 한계, 해외기술 종속성, 풀어야할 기초기술 등**

*** 경제적 관점: 수량 / 단가 / 교체주기를 고려한 정부지원의 필요성 등**

(기술적 관점)

- ㅇ 고속차량의 차간 케이블 조립체는 케넥터 및 케이블 제작사에 따라 제품사양이 상이하여 서로 호환이 되지 않음. 따라서 KTX1, KTX-산천 240량, KTX-산천(호남) 220량, KTX-산천(원강) 150량의 예비품을 각각 확보해야 함으로 보수품 확보 비용이 증가함.
- ㅇ 차간 케이블 조립체의 수명은 약 10년으로 제작사의 생산중단 및 사양변경 등으로 유지보수에 어려움이 있음. 따라서 고속차량(KTX, 산천, 호남, 원강) 차간 케이블 조립체의 국산화 및 표준화(호환사용) 개발이 필요함

(경제적 관점)

- ㅇ 고속차량의 차간 케이블 조립체의 국산화 및 표준화를 통하여 구매 비용절감 및 조달기간 단축과 유지보수(제작 및 교체) 적기시행으로 도중고장 예방에 기여

□ 선정한 부품의 표준/모듈 개발을 위한 요구사항(규격, 시험기준, 사양서 등)

- KS D 5101 : 동 및 동합금 봉
- KS C 2620 : 동선용 압착단자
- KS V 8011 : 선박용 전기 기구의 방수 검사 통칙
- JIS E 4202 : 일본 전기연결기 (온도상승시험)
- IEC 60332-3-24 : 화재 조건에서의 전기 케이블 난연성 시험
- BS 6853 Annex B.1 : 여객 열차의 화재예방 설계 및 제작 실행 지침
- 절연저항, 호환성시험, 통전시험, 체결력시험, 비틀림 시험
- 케이블 관련 규격 포함
  - · EN 50306(2002) : 철도 차량용 - 차량의 내 화재성 전선
  - · BS 6853 Annex B.1 : 독성지수 등..

□ 선정 부품의 경제적/정책적/기술적 파급효과

- ㅇ 고속차량의 차간 케이블 조립체 부품은 대부분 외국업체에 의존하고 있음. 이에 따른 국산화 및 표준화를 통하여 예비품 확보 비용 절감, 구매 비용절감 및 조달기간 단축, 유지보수(제작 및 교체) 적기시행으로 도중고장 예방에 기여

□ 기타사항(표준/모듈 대상부품을 위한 의견제시)

- 대상부품의 기술보유업체 현황 (국내/국외)
  - · SOURIAU(社), CBK(社), 암페놀(社), 대양전기공업(주), 우진기전

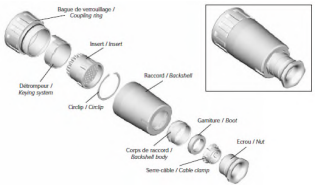
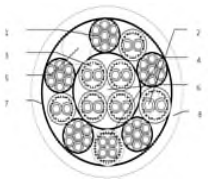
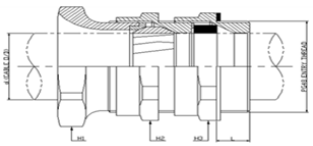
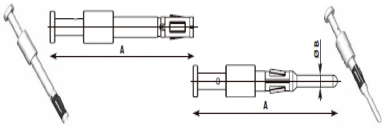
- 대상부품의 핵심기술 보유업체 (철도분야/타 분야)
  · SOURIAU(社), CBK(社), 암페놀(社), 대양전기공업(주), 우진기전

- 대상부품의 실용화를 위한 방안 (공인인증, 내구성 시험, 현차시험 등)
  · 기존 고속차량의 차간 케이블 조립체 사양조사
  · 헤드 커넥터, 케이블 등 부품의 호환성/신뢰성 검토 및 부품업체 선정
  · 시험설비 보유 및 조립체 제작 실적 업체 선정
  · KTX 반수명정비(HLO) 차량에 취부하여 신뢰성 검증

- 기술개발을 위한 건의 사항 (상위부품과의 호환성 등)

  KTX 개통 후 약 14년 경과에 따라 차간 케이블의 노후로 인한 불량증가 및 잠재적인 불량발생 예상에 대한 대책 마련이 시급하여 운용부서에서 현재 검토중임

- 참고자료 : 차간 케이블 조립체 주요 구성품

		
차간 케이블 커넥터 사진	차간 케이블 커넥터 플러그	차간 케이블
		
차간 케이블 커넥터 글랜드	차간 케이블 커넥터 핀	차간 케이블 숄더 슬리브

기술수요조사

방송장치 모니터 표준화 기술 개발

□ 부품 선정의 동기 및 현황

*** 기술적 관점 : 국내기술 한계, 해외기술 종속성, 풀어야할 기초기술 등**

*** 경제적 관점: 수량 / 단가 / 교체주기를 고려한 정부지원의 필요성 등**

- KTX 산천의 모니터는 총 4종이 있다.
- 19인치 모델과 15.4인치 모델 각각 2종이 있으나 부품단위별 호환성이 되지 않는 문제점이 있다.
- 고정브라켓의 취부 불량, 동일 규격의 액정모니터의 호환불가에 따라 자재번호가 분류되고 있다.

□ 선정한 부품의 표준/모듈 개발을 위한 요구사항(규격, 시험기준, 사양서 등)

- 기능이 같은 모니터에 대한 표준화는 산천-호남-수서-원강 등의 차량에서 쓰이는 모니터들과 호환성 및 표준화가 안될 경우 각각의 자재관리에 어려움이 발생하고 이는 유지보수자의 작업부하와 연관된다.
- 모니터의 제작 수율이 짧은 특징이 있어 차량의 제작시 마다 액정의 크기와 비율이 다르다.
- 모니터 액정에 대한 크기와 비율에 대한 기준을 정한다.
- Tx보드에 대한 호환성과 크기를 취부대에 동일 적용하도록 기준을 정한다.
- 각종 부품에 대한 동일규격을 정하고 차종별 표준부품을 적용한다.

□ 선정 부품의 경제적/정책적/기술적 파급효과

- 차종별 모니터 유지보수에 대한 동일 규격적용
- 모니터 재고 및 관리에 효율
- 유지보수시 표준화된 모델을 적용에 따른 신속성과 인공절감
- 제작사의 동일 모델에 따른 규격화된 생산라인 및 성능 유지 가능

기술수요조사

대차헌팅센서 표준화 기술 개발

☐ **부품 선정의 동기 및 현황**

*** 기술적 관점 : 국내기술 한계, 해외기술 종속성, 풀어야할 기초기술 등**

*** 경제적 관점: 수량 / 단가 / 교체주기를 고려한 정부지원의 필요성 등**

- 대차헌팅센서는 고속차량의 불안전한 흔들림을 감지하는 장치로 동작 및 기준이 모두 동일하다.
- 대차헌팅센서는 센서의 기능은 모두 동일하며 센서부는 모든 차종에서 동일한 성능을 가진다.
- 그러나 KTX, KTX-산천, 원강, 호남, 수서 등 케이블과 커넥터의 차이로 각각 다른 자제번호와 취부 위치를 가진다.
- 케이블의 표준화 및 구분만으로 동일한 자재번호를 가진 대차헌팅센서 적용이 가능하다.

- 올해 KTX 대차헌팅센서가 기계식에서 전자식으로 변경되며 이러한 표준화는 전차종에 가능하다 판단된다.

☐ **선정한 부품의 표준/모듈 개발을 위한 요구사항(규격, 시험기준, 사양서 등)**

- 대차헌팅센서 내 CIB board, 전자식 가속도계에 대한 규격은 비슷하거나 동일하며
- 대차헌팅센서와 차상컴퓨터 장치와 연결하는 커넥터와 케이블은 차종에 따라 모두 다르다.
- 또한 커넥터와 케이블은 산천의 경우 제작시기에 따라 다르게 적용된 사례가 있어
- 케이블과 커넥터의 표준화되어 개별 자재번호로 관리하고
- 대차헌팅센서가 모듈화 되어 모든 차종에 적용되도록 한다.

☐ **선정 부품의 경제적/정책적/기술적 파급효과**

- 관절형 대차에 하나씩 장착되어 KTX 기준 1편성에 23개(46편성=1058개)가 취부 된다.
- 분산식 차량에 해당 대차에 적용
- 대차헌팅센서의 표준화와 케이블의 표준화를 통해 자재관리 및 유지보수의 편리성과 작업시간의 단축과 작업에 따른 착오를 예방할 수 있다.

기술수요조사

전조등 및 후미등 표준화 기술 개발

□ 부품 선정의 동기 및 현황

*** 기술적 관점 : 국내기술 한계, 해외기술 종속성, 풀어야할 기초기술 등**

*** 경제적 관점: 수량 / 단가 / 교체주기를 고려한 정부지원의 필요성 등**

- 국내 철도차량의 전조등/후미등은 지금까지 대부분 일원화된 디자인과 방식으로 제작되어 왔다. 최근에서야 HID에서 LED로 바뀌고 있는 추세이긴 하나 내부 발광 모듈의 type만 바뀐 것으로 취부성, 유지보수성, 제작 방식은 대부분 동일하다. 또한, 전조등 내부와 전면에 취부되는 PCB 모듈, 유리 또는 PC 재질의 커버 제작 보유 기술에 한계가 있어 다양한 전조등을 제작하기 어렵다. 하지만 해외 철도차량에선 전조등/후미등 뿐만아니라 내부 객실 등구류 까지도 다양한 디자인으로 제작되고 있으며 그에 따른 탑승객들의 만족감을 이끌어 내고 있는 현황이다. 이렇게 차이가 나는 이유는 첫 번째 국내 철도차량 관련 제품의 제작 업체가 다양하지 않아 일부 업체가 독점을 하고 그에 따른 경쟁이 일어나지 않기 때문이다. 경쟁이 없으면 기술의 발전도 더딜 수밖에 없다. 또한, 국내 생산되는 철도차량의 수량이 적어 대량으로 생산되는 해외 차종들에 비해 제품의 단가가 높고 그에 따라 철도차량 제작 업체들도 선뜻 신규 제품을 개발하기가 어려운 것이 두 번째 이유이다. 따라서, 전조등/후미등의 모듈화를 통해 전조등, 후미등 각각 제작되는 데 필요한 부품의 수량을 줄여 단가를 낮추고 기술개발을 함께 도모하여 국내 및 해외 철도시장으로 진출하기 위해 전조등/후미등 모듈화를 추진하려한다.

□ 선정한 부품의 표준/모듈 개발을 위한 요구사항(규격, 시험기준, 사양서 등)

- 적용규격

1) KS R 5020 : 자동차용 전조등 실드빔형 전구
2) KS S IEC 62031 : 일반 조명용 LED 모듈 – 안전요구사항
3) KS R 9159 : 철도차량의 조도기준 및 측정 방법

- 시험기준

1) 환경시험 : IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2, IEC 60068-2-14, IEC 60068-2-30
2) 진동시험 : IEC 61373
3) 전자파시험 : EN 50121-3-2, IEC 61000-4-2~6

□ 선정 부품의 경제적/정책적/기술적 파급효과

전조등/후미등을 모듈화 함으로써 여러 가지 파급효과를 가져올 수 있다. 첫 번째로 취부성의 용이성이다. 기존 차량의 경우 전조등과 후미등이 분리되어 있어 각각 취부해야 하는 번거로움이 있었으나, 모듈화를 할 경우 전조등/후미등 모듈을 취부 한 후 뒤에 전원선만 연결하는 것으로 설치를 완료할 수 있다. 취부성이 용이해짐으로써 그에 대한 작업 시간을 절약할 수 있어 기존 1편성에 1시간정도 설치하던 MH를 0.5시간으로 줄일 수 있어 경제적이다. 두 번째로 유지보수의 용이성이다.

전조등이나 후미등에 문제가 발생하였을 경우 해치 뒤 비좁은 공간을 이용하여 탈거 후 작업하는 번거로움이 있으나, 모듈화를 할 경우 전조등/후미등 모듈을 한 번에 손쉽게 탈거하여 작업이 가능하다. 세 번째로 자유로운 디자인이 가능하다. 모듈화를 하지 않을 경우 전조등, 후미등의 취부 공간이 한정되어 있어 신규 차종이라 하더라도 디자인이 한정적일 수 밖에 없으나 모듈화를 하게 될 경우 모듈 내에서 자유자재로 디자인이 가능하기 때문에 철도차량 미관을향상 시킬 수 있다.

[부록 2]

「철도 핵심부품장치 기술개발 과제기획」
기술수요조사 및 우선순위 도출
자문회의 결과

「차세대 철도핵심부품·장치 기술개발 과제기획」

자문회의 결과보고서

□ 자문회의 결과보고서(1차)

회 의 록

과 제 명	차세대 철도 핵심 부품/장치 기술개발 과제기획
회 의 명	철도 핵심부품장치 기술개발 기획과제 자문회의
일 시	2017.03.29.(수), 14:00~17:00
장 소	오송역 회의실
회의목적	철도 핵심부품장치 기술개발 우선순위 도출 및 의견 청취
회의내용	□ 전문가 자문 의견 ○ 서울메트로 이석홍 부장 - 철도 핵심부품장치 기술개발 우선순위 도출 검토 및 의견제시 · 기술개발 우선순위 도출은 기존의 유형분류 체계를 따르되 우선순위 선정에 있어 가격과 수량을 고려하고 해외진출을 중시하여 가중치를 추가적으로 더 부여하는 방안 검토 필요 · 도시철도분야에서는 신형전동차는 국산화보다는 성능개선의 관점에서 부품 및 장치의 모듈화와 표준화를 중점적으로 추진할 필요가 있으며, 구형전동차의 경우는 부품 및 장치들의 단종으로 수급의 필요성이 있어 R&D가 가능하다면 구매조건부 과제로의 추진 검토 필요 - 기획과제 도출 기술 검토 및 의견제시 - 기획과제에 있어서 실용화 문턱지원 항목과 혁신기반 기술개발 홍목에 있어 겹치는 부분을 정리할 필요가 있으며 선정되는 주요 부품 및 장치들에 센싱기술을 접목시켜 부품의 상태를 진단하고 데이터를 송신할 수 있도록 추진하는 것도 필요할 것으로 사료됨 ○ 한국교통대학교 김철수 교수 - 부품의 분류시 유사레벨에 대한 검증, 즉 BOM에서 볼 때 유사 계층인지 확인이 필요 - 경제성 측면에서(원가×개수) 측면에서도 고려 항목 추가 필요 - 향후 계획에서 아이템의 비전을 평가할 수 있는 지표관리가 필요

	- 해외 수출 전략은 완성차를 통한 방법과 보수품 납품에 의한 방법이므로 수요시장에 기술적인 사양에 대한 경쟁력을 확인할 수 있는 전략방안이 필요함 - 완성차에서 수요 및 기술적 차원에서 보다 많은 아이템과 전략을 제시해 주시길 바람 - S/W의 SIL인증에 대한 약점, 작종 전기류장치/부품의 제어장치에 대한 S/W에 대한 고려할 아이템임 - 중점 추진 분야에 대한 조정이 필요함 → 매트릭스 분류를 활용하고 인증센터 역할이 재조명 필요 ○ 한밭대학교 신광복 교수 - 유형별 핵심부품 선정 시 국내외 특허 동향, 기술의 단계(도입기 인지 성숙기 인지), 수요처의 요구 방향등을 고려하여 분류 할 필요가 있음 - 또한, 우선순위 선정 시 항목별 가중치를 두어 매겨야 함 - 기술개발 완료 시점 후 철도차량 브랜드, 기술개발 수준 등을 조사 분석하여 부품개발 아이템선정에 반영해야 함 - 관련 시험 평가 기술에 대한 확보 조사 필요함 - 고용창출, 부품별 인터페이스 호환기술, 국내 개발 가능 업체 유무 등도 고려해야 함 - 개발전략이 기업의 지원(기술, 매출, 고용 등)인지 국가의 철도부품 기술향상인지에 대한 명확한 방향성을 선정한 후 아이템을 분류하는 것도 좋을 듯함 - 부품개발 후 지속적인 시장 확보 등을 위한 제도적 뒷받침 필요 ○ ㈜우진산전 전병진 연구소장 - 수요의 예측이 필요하다고 판단됨 · 개발가능 업체가 얼마가 있는지? (중소기업, 소기업, 중견기업 등 구분이 필요) · 또한 연간 수요가 있어야 지속적 개발, 생산을 추진 가능 할 것 · 가능하면 세계시장에 대한 경쟁력, 시장성에 정보 및 구분이 필요함 - 기계구성의 부품에서 H/W, S/W 기능 구성별 및 탑재 구성에 따른 구분 내용 추가 필요. · 해외시장 진입을 위한 공동 전략이 필요하고, 5년 뒤의 시장현황에 대한 정보 수집 및 목표선정이 필요함 · 현재의 기술개발과 미래 기술에 대한 구성 및 목표 선정 - 국내기술력과 해외 진출 가능성에 대한 분석은 적적히 잘 되어있

	으나 위 항목을 보충바람 ○ 다원시스 이은규 연구소장 - 각 구분별 항목과 부품에서 중·장기 부분중에서 목표를 정해서 구분할 필요가 있으며, 장기부분의 달성 목표들을 정리 한 후 선정해야만 오랜기간 개발과 제품화를 달성할 수 있음 - 부품의 기능경쟁력 및 가격경쟁력이 지표에 더해져야 하며, 기능 및 가격경쟁력이 이루어져야만이 해외수출 가능 ·해외수출형을 위해서는 기본적으로 국제표준은 따라가면서 각 부품에 IT(ICT)기술 도입, 컴팩트형 등의 기능경쟁력이 있고 가격적으로도 강점이 있는 전략 필요 ·센서활용을 통한 선제적 모니터링 또는 사고대응 시스템 등 투자 필요 - 도시철도는 유지보수 전략으로 부품개발 구성을 수행하는 것이 이점 ○ 한국철도공사 한재진 선임연구원 - 국내 기술력과 해외진출 가능성을 고려한 유형화 분류는 잘 되어 있으나, 현재 수준의 기술력 외에 마스터플랜의 효과 output이 나오는 5년, 10년 후의 기술력을 예측하여 부품 유형분석이 이루어질 필요가 있음. 따라서 향후 부가가치 창출성등을 고려하여 현재 기술 트렌드를 면밀히 분석하여 계획에 반영할 필요가 있음 - EMU 고속차량의 경우 유형별 분류 부품이 현재 설계 진행중인 EMU-250/300의 상용화를 고려한 부품이 선정되어 있는 것으로 보임. 추진전략의 취지를 고려하고 세부 하위부품이 아닌 상위부품단위로 하되 시스템적 연관성이 있는 장치 개념으로 접근 필요 - 고속차량용으로 개발한 부품은 성능 검증 시 EMU-250이 아닌 320km/h 운행속도를 고려하여 시행 필요. (왜냐하면 EMU 고속차량은 공용 설계 필요) - 승강문은 제어장치(DCU)와 고·저상 겸용 승강문 시스템 개발이 필요하며, 구동방식은 공기식 외에 전기식도 검토 필요 - 핵심부품 기술개발은 신조차량 외에도 기존 운용차량의 부품 원제작사 생산 공급 중단 등의 사유 발생 시 또는 개조·개량·노후차량등의 After-Market에서도 활용 가능함을 제시할 필요가 있음 - 기술개발품에 안전·성능 등 RAMS요구사항 만족 외에 개발시부터 O&M 매뉴얼 작성도 함께 진행되면 좋을 것으로 판단됨 ○ 현대로템 김필환 수석

	- “추진장치 개발” - 에너지 절감형 고효율 추진시스템 개발 · 대상품목 : 추진장치(인버터), 견인전동기, 구동기어 · 현상 : 국내 표준전동차 사양으로 전장품 용량이 규격화. ex①) 견인전동기 정격용량 200kw/EA ② 구동기어 비는 고정 · 방향 : PMSM 도입시 전장품용량 최적화를 통해 추진장치 용량, 중량 최적화 · PMSM(영구자석동기견인전동기) 도입시 정격용량↓, 중량은 일반형동등 수준 · 추진 인버터 용량(정격용량)↓, 중량↓ · 구동기어 기어비 최적화 · PMSM 추진인버터와 함께 최적화 · 보완 : 추진장치 외 회생성능 최대화(견인전동기 용량 최적화) - 유지보수 및 사고방지를 위한 Smart 열차 Predict maintenance · 대상품목: 열차중앙제어장치(TCMS), 주요장치 감지센서 및 고장감지 · 현상 : TCMS가 운전자 지원중심. S/W · 방향 : TCMS를 운전자 지원중심+실시간 상태 모니터링을 통한 유지보수, 사고방지(예지정비)지원 · TCMS를 활용해 기기 고장전 상태를 지속적으로 모니터링하면서 고장 전 상태인지까지 포함. · 비고 : Smart Traim 과제 내 승객·운전자·운영자(유지보수)종합지원으로 보완 ○ 한국교통대 김철수 교수 - 시스템단위 개발 필요 · (와이퍼시스템 + 전면창), (보조전원장치+축전지+축전지 충전기) 등 ○ 우진산전 전병진 연구소장 - 지속경제성을 검토하여 평가기준에 삽입하는 것이 필요 - 표준형 부품장치 개발 확보가 더욱 현실적이고 내실있는 개발이 될 것 ○ 국립한밭대학교 신광복 교수 - 도시철도차량 부품 및 장치의 경우 유지보수 편이성 위주 부품장치 개발 필요 · 부품 표준화 및 모듈화 또한 비슷한 맥락으로 추진 중이며 유사한 내용으로 지속성 유지 필요 - 인증요구사항 성능평가 대상품인지 추가지표 반영 필요

- 객관성있는 우선순위 가중치 부여 필요

○ 서울메트로 이석홍 부장
- 부품개발 시 센서를 활용한 빅데이터 취급을 통한 선진기술도입 필요
- 도시철도 부품의 경우 유지보수 편이성이 강조된 부품개발 필요

○ 한국철도공사 한재진 선임연구원
- EMU 250과 320을 타겟으로 했다면 둘 다 인터페이스 호환이 가능해야 할 것이며, 성능검증 기준을 320으로 맞추어야 함

○ 한국철도공사 정승섭 선임연구원
- 부품개발아이템을 선정한다면 세부 부품단위 보다는 한단위 올려서 추진장치, 제어장치 등으로 R&D할 것을 분석해보는 것도 필요
- 도시철도의 경우 거의 국산화가 이루어졌으므로 해외 부품과의 검증결과 차이확인 및 기능의 업그레이드 전략으로 R&D를 수행할 필요가 있음

○ 한국철도기술연구원 조봉관 책임
- 5년 후 해외 철도시장의 구매수요를 예측해야함
- 부품 1개를 제조하는 기업이 개발을 하는 구조가 아닌 시스템 또는 장치 개발로 기관협업을 수행하여 동반 해외진출을 하는 방향도 필요
- 국내/외에 차량에서 개발된 부품을 사용해도 괜찮은 제도적 지원 필요
- 단일 부품의 개발을 완료해도 차량시스템에 인터페이스 호환성의 검증이 어려운 현실임.(초기-장기 사용 검증)

○ 자문위원 명단

	<table><tr><th>번호</th><th>성명</th><th>소속</th><th>직위</th></tr><tr><td>1</td><td>김철수</td><td>한국교통대학교</td><td>교수</td></tr><tr><td>2</td><td>신광복</td><td>한밭대학교</td><td>교수</td></tr><tr><td>3</td><td>김필환</td><td>현대로템㈜</td><td>수석연구원</td></tr><tr><td>4</td><td>이은규</td><td>㈜다원시스</td><td>연구소장</td></tr><tr><td>5</td><td>전병진</td><td>㈜우진산전</td><td>연구소장</td></tr><tr><td>6</td><td>이석홍</td><td>서울메트로</td><td>부장</td></tr><tr><td>7</td><td>한재진</td><td>한국철도공사</td><td>선임연구원</td></tr><tr><td>8</td><td>정승섭</td><td>한국철도공사</td><td>선임연구원</td></tr><tr><td>9</td><td>조봉관</td><td>한국철도기술연구원</td><td>책임연구원</td></tr></table>
비 고	

KORAIL

A4(210× 297)

□ 자문회의 결과보고서(2차)

회 의 록

과 제 명	차세대 철도 핵심 부품/장치 기술개발 과제기획
회 의 명	철도 핵심부품장치 기술개발 기획과제 자문회의
일 시	2017.04.07.(금), 10:00~12:00
장 소	서울역 회의실
회의목적	철도 핵심부품장치 기술개발 부품 의견 청취
회의내용	□ 전문가 자문 의견 ○ 우진산전 전병진 연구소장 - 철도 핵심부품장치 기술개발 과제관련 의견제시 · 철도 부품 개발은 시스템단위로 개발 필요(추진장치, 제동장치, 주행장치 등 관련되어 있는 부품을 통합으로 개발하여 인터페이스 기술을 극대화 하고 향후 수출까지 고려 가능

○ 한국교통대학교 김철수 교수
- 부품 개발 시 과제명도 매우 중요함(최근 4차 산업혁명을 주도하고 있는 기술들을 포함 할 필요)
- 부품개발 시 향후 시장진출이 가능한 사항들도 같이 고려해야 하며, 품질관리도 가능한 업체들이 개발에 참여할 필요
- 미래기술도 고려해서 개발내용에 추가할 필요

○ 유진기공산업 김기남 이사
- 개발 부품리스트가 고속철도용인지 도시철도용인지 확인 필요
- 고속철도용은 현재 세계적으로 트랜드인 EMU-고속차량의 부품개발이 필요하며, 해당 부품들도 시스템화 하여 개발 필요

○ 한국철도공사 양정무 연구단장
- 개발부품을 테스트하기 위해 시스템별로 개발된 아이템을 부착할 수 있는 차체를 구매하여 시험차량으로 대용 필요

○ 자문위원 명단

번호	성명	소속	직위
1	김철수	한국교통대학교	교수
2	김기남	유진기공산업	이사
3	전병진	㈜우진산전	연구소장
4	양정무	한국철도공사	연구단장

비 고	

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기획연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통기획연구사업의 연구성과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

비매품

93550
9 791185 999135
ISBN 979-11-85999-13-5