

2012-연구
기획
-AB-01

고속철도용 국산분기기 설계기술 개발 기획보고서

국토해양부
한국건설교통기술평가원

High speed turnout of korean type R&d Report

건설교통연구기획사업 기획보고서

2012-연구기획-AB-01

고속철도용 국산분기기 설계기술 개발 기획보고서

2012. 9. 12

주관연구기관 / 삼표이앤씨(주)

협동연구기관 / 한국철도기술연구원

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 건설교통 연구기획사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

제 출 문

국토해양부장관 귀하

이 보고서를 “고속철도용 국산분기기 설계 기술 개발에 관한 연구” 기획 과제
의 보고서로 제출합니다.

2012. 09.

주관연구기관명 : 삼표이앤씨(주)

주관연구책임자 : 박 춘복

연 구 원 : 윤 병현

” : 백 인혁

” : 정 요운

” : 김 기환

협동연구기관명 : 한국철도기술연구원

협동연구책임자 : 김 만철

보고서 요약서

과제고유번호	2012-연구기획-AB-01	해 당 단 계 연구 기 간	5개월	단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단 계)
연구 사업 명	중 사 업 명	건설교통기술연구기획사업			
	세부사업명	건설교통 연구 기획사업			
연구 과 제 명	대 과 제 명				
	세부과제명	고속철도용 국산분기기 설계기술 개발 기획			
연구 책임 자	박춘복	해당단계 참 여 연구원수	총 : 10명 내부 : 10명 외부 : 명	해당단계 연구 비	정부 : 50,000천원 기업 : 천원 계 : 50,000천원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 10명 내부 : 10명 외부 : 명	총연구비	정부 : 50,000천원 기업 : 천원 계 : 50,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	주관 : 삼표이앤씨(주)		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위 탁 연 구	연구기관명 :한국철도기술연구원 연구책임자 : 김만철				
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서면수	130
분기기(Switch, Turnout)는 열차의 주행방향을 변경시키는 장치로 차량, 전기, 신호, 궤도, 토목 등의 기술이 결합하여 유기적으로 작동하는 궤도의 핵심 장치임. 국산 고속분기기의 경우 해외에서 기술이 이전되어 설계 및 제작기술과 차량/분기기의 상호작용에 대한 일부 해석기술은 확보하였으나, 철도선진국을 뛰어 넘는 독자적인 한국형 분기기를 개발하지 못함. 본 과제를 통하여 고속분기기와 선로전환기의 핵심기술, 원천기술 개발을 기획함. 고속분기기의 핵심기술 분석과 개발 전략을 수립하였으며, 본 연구과제의 기획을 수행하였음. 핵심기술 개발을 위하여 3개의 세부과제를 도출하였고 125억의 연구비를 책정하였으며, RFP를 도출하여 제시하였음. ○ 세부과제 1 : 고속철도용 분기기와 차량 및 선로전환기I/F를 고려한 해석 및 설계기술 ○ 세부과제 2 : 고속철도용 분기기 구성품 및 시스템 제작 기술 ○ 세부과제 3 : 고속철도용 분기기 성능평가 기술 개발					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	고속분기기, 고속철도, 설계기술, 동역학 해석, 차량분기기 상호작용			
	영 어	Swing nose Turnout, Movable crossing, High speed railway, Dynamic analysis, vehicle and switch interaction			

고속철도용 국산분기기 설계 기술 개발

1. 연구목적

- 한국형 고속철도용 분기기 시스템 핵심기술 개발을 통해, 고속열차(KTX, HEMU)의 속도경쟁에 대응하고 향후 국가 브랜드화하여 국가 철도기술 경쟁력 강화에 이바지 함

2. 연구내용(핵심기술) 및 범위

○ 선형설계 기술개발

- 원곡선의 반경, 완화곡선(클로소이드, 3차포물선 등)의 종류와 이들의 결합 방식에 따라 분기하는 차량의 통과속도와 충격량은 매우 다르게 나타남. 따라서 분기기의 최적선형 설계 기술은 분기기 통과속도 향상, 승객의 승차감을 좌우하는 분기기 핵심 기술임
- 원곡선, 원곡선+완화 곡선 구성 등 최적 곡선을 설계하는 기술 개발

○ 차량/분기기 인터페이스

- 텡레일, 노스레일의 단면형상 변화에 따른 차량 휠과의 상호 작용(Interaction)은 궤도분야에서 가장 중요하지만 기술적 한계로 인해 접근하기 어려운 기술이었으나 최근 다물체 동역학 프로그램, 컴퓨터 연산 속도가 급속도로 발전함으로써 궤도 차량간 상호거동을 예측할 수 있는 기반이 조성되었고 이를 통한 거동 모사가 가능하게 됨. 텡레일과 차량과의 접촉시 거동을 3D시뮬레이션이 가능하고 최초 접촉 시 접촉각, 공격각에 탈선계수를 고려한 텡레일, 노스레일의 최적단면을 설계하는 기술임
- 이에 레일분기기 주행안전성 평가, 설계 기술 및 증속에 따른 분기기 탈선안전도 평가, 충격량 산정과 안전성 보완장치 개발 및 보장 기술개발
- 분기기 텡레일은 높이가 일반레일(UIC60)보다 낮은 UIC60D 또는 UIC60B등이 사용됨. 이러한 특수 레일은 산업재산권(특허)이 등록된 제품으로 소재 수급이 원활치 않고, 수입에 의존하고 있는 실정임. 따라서 특수레일의 국산화는 해외업체로부터의 기술 중속을 탈피할 수 있고, 증속을 고려한 최적 레일을 개발하는 기술임

○ 하부강성 설계 기술개발

- 궤도 강성 설계 기술은 주행안전성 및 승차감 향상을 위해 레일의 합성강성과 상판접촉면적을 고려하여 분기기내 균일한 강성을 유지하기 위한 패드 최적 강성 설계 기술

○ 체결시스템

- 체결구는 차량이 레일 위를 주행할 수 있도록 레일을 침목에 고정하는 역할을 하는 지지장치로 레일에 발생하는 수직하중에 대한 적정 강성과 체결력, 열에 의한 레일신축에 저항하는 적정 종방향 저항력, 레일의 수직하중과 상향력을 제어하는 2중 탄성기능 등 체결구의 기준을 만족하고 궤도 안정성 및 유지보수성을 갖춘 최적 체결시스템 개발 기술

○ 분기기/신호 인터페이스(I/F)

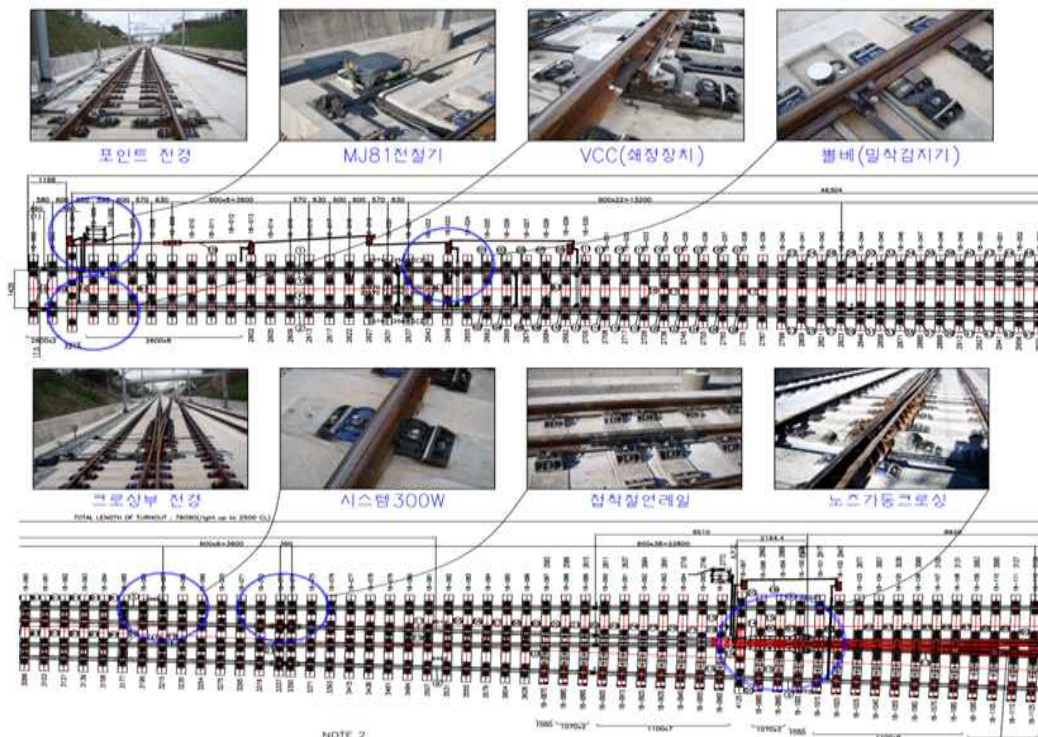
- 분기기는 궤도장치와 신호장치가 결합되어 유기적으로 작동 됨. “분기측 개방”신호를 받은 분기기(대향 우분기기 기준)는 곡선텩레일(좌측)이 좌측 기본레일에 밀착되고 직선(우측)텩레일은 우측 기본레일에서 분리되어 분기측으로 차량을 주행하도록 궤도 진로를 결정하여 개방함
- 주행코자하는 방향 개방요청 신호에 대하여 분기기는 이상 없이 진로를 확보하였는지를 신호를 통하여 관제실에 알려주게 되는데 부정확한 신호전송, 이상 신호 전송 시에는 탈선, 차량 충돌 등 대형 사고가 발생 할 수 있으므로 분기기와 신호장치간 인터페이스, 포인트와 노스레일, 건넌선간 신호 연동장치는 분기기 핵심기술임
- 분기기 레일에 장치되어 밀착검지 신호를 발생하는 디텍터, 밀착검지장치는 차량 주행 시 40Hz이상의 고주파 진동과 외부 설치에 따른 가혹한 환경에 노출됨에 따라 내구성, 내후성을 확보하고 정상적으로 작동하고 검지하는 기술 개발
- 전환 시 자갈 또는 이물질에 의해 전환이 불가하고 밀착이 되지 않을시 에러 신호를 전송하여야 하며, 밀착부족량의 크기, 다중 검지 시스템 상에서 몇 번째에 장애가 발생했는지에 대한 신호알림 등 분기기의 상태를 알리는 현시 기능 개발

○ 제작 및 시공기술

- 포인트부 텩레일과 기본레일간의 정밀한 밀착, 멈춤쇠에 기본레일간의 정밀한 밀착, 노스레일과 크래들간의 긴밀한 밀착을 유지하는 레일 가공, 단조 기술, 정밀 주조기술

○ 성능시험평가 및 기준 정립

- Test-Bed 구축 및 현장 부설, 분기기 시스템 통합 현장 성능 평가
- 분기기 성능 평가 기준 정립 및 측정기술
- 통합 모니터링 기법 개발



[분기기의 주요 구성품]

3. 시제품 성능 평가 계획

○ 호남고속철도 시험선 활용

- 부설 일자 : 2014년 05월까지 (2014.12 준공)
- 부설 노선 : 호남고속철도 400km/h Test-Bed내 익산 송정리간 F18.5번 건널선
- 시험 운행 : 2014.06 ~ 2014.11



[시험 부설 노선도]

[시험노선 적절성 분석]

구 분	내 용
연구개발 방향	· 핵심기술 개발 분기기 적용 제작 (선형, 최적 레일단면설계, 체결구) · 전기식 선로전환기 적용 분기기 현장 부설 (F26건널선)
	2014년 400km/h 호남고속철도 시험선로 적용
	모니터링 및 핵심기술 고도화 2016년 개량품 2차 현장 적용 성능평가 기법 및 기준 정립
장 점	“400km/h 고속철도 인프라 시범적용기술개발” 사업단과 연계를 통해 400km/h 차량주행 평가 가능
단 점	현장 부설까지 연구기간이 짧아 1차년도에 집중적인 연구 필요 개발 핵심기술의 빠른 실용화로 시제품 설계 적용 필요

- 주요 연구내용

단위 : 백만

구 분	주 요 내 용	예산
1세부 과제	고속철도용 분기기와 차량 및 선로전환기I/F를 고려한 해석 및 설계기술 개발	4,800
세부내용	· 분기기/차량 I/F를 고려한 분기기 설계 핵심기술 개발 · 분기기 선형 해석 및 설계기술 개발 · 텅레일 및 노스레일 단면 형상 해석 및 설계기술 개발 · 분기기 하부강성 해석 및 설계기술 개발 · 분기기/선로전환기 I/F를 고려한 선로전환기 최적화 설계기술 개발 · 전기식 및 유압식 선로전환기 최적 설계기술 · 전환력 전달메커니즘 최적 설계기술 · 선로전환시스템 모니터링 장치 개발 및 성능검증	
2세부 과제	고속철도용 국산분기기 구성품 및 시스템 제작기술 개발	5,200
세부내용	· 텅레일 및 노스레일 등 분기기 레일 소재 및 전장품 국산화 기술 개발 · 분기기용 체결시스템 국산화 기술 개발 · 노스가동 크로싱 최적화 기술 개발 · 궤도 품질 고정밀도를 위한 도상 설계 및 시공기술 개발 · 고속분기기 시제품 제작	
3세부 과제	고속철도용 국산분기기 성능평가 기술 개발 및 성능평가	2,500
세부내용	· 분기기 구성품 및 시스템 성능평가 기법 및 기준 정립 · 분기기 구성품 및 조립 성능검증 · Test-Bed 구축 및 현장 부설, 분기기 시스템 통합 현장성능 평가	
		12,500

- 년차별 연구비 책정

구분	1차년	2차년	3차년	4차년	합계
정부	3,175	5,175	1,225	1,625	11,200
민간	375	675	75	175	1,300
합계	3,550	5,850	1,300	1,800	12,500

4. 연구 필요성

- 고속철도용 분기기 및 선로전환기가 수입 공급됨에 따라 사고발생시 문제해결 및 대처가 어려우므로 핵심기술 개발을 통한 기술 확보 필요
- 경부고속철도 2단계 구간의 선로장애의 근본적인 문제해결

2011.06.09 (MBN)	2011.11.01 (MBC)
	
한 철도시설공단 관계자는 "문제가 된 선로 전환기(분기기)는 시속 250km 이하의 일반 철도에서만 사용됐을 뿐 시속 300km의 고속 운행 실적은 없는 제품"이라고 밝혔습니다. 코레일 측도 "KTX 2단계 구간은 선로전환기(분기기) 장애가 하루에 1.9건씩 발생했다"며 "검증되지 않은 제품을 무리하게 들여온 결과"라고 지적했습니다.	선로가 움직이다가 멈추기를 반복하고, 어떤 선로는 아예 작동을 멈춥니다. 선로를 움직이게 해주는 유압장치에선 기름이 새 바닥에 고입니다. 이런 결함 때문에 그동안 500여 건의 선로 전환기(분기기) 장애가 발생했고, 선로전환기(분기기) 8곳은 아예 사용이 중단됐습니다.

○ 정책적/사회적 측면

- 저탄소 녹색성장 선언에 따른 국가 교통정책 패러다임 변화
- 철도교통에 대한 대국민 신뢰 회복

○ 기술적 측면

- 국내 관련기술 연구개발 성과물의 활용을 통한 기술 고도화(궤도, 신호 등)
: 차량의 고속화에 맞춘 인프라 기술 확보
- 세계수준의 고속분기기 기술 확보
- 경부고속철도 2단계에 적용된 해외 유압식 선로전환기의 기술적 결함 극복

○ 경제적 측면

- 국내에 건설될 고속선에 적용을 통한 수입대체 효과
: 경부고속철 2단계 구간에 수입에 의존하여 510억원 외화 유출 발생
- 해외 수출을 통한 외화획득
: 정부차원에서 추진 중인 해외 고속철도사업에 적용 (미국, 브라질 등)
- 국가간 철도연결을 위한 러시아 중단(TKR), 중국 횡단(TCR), 시베리아 횡단(TSR)등의 잠재 시장 존재

5. 정부지원의 타당성

- 고속철도용 분기기 시스템 개발을 통해 고속열차의 주행안정성 및 승차감이 향상되어 철도교통에 대한 대국민 신뢰 회복
- 친환경적이며 안전한 철도중심의 교통체계가 구축되어 국가 녹색성장에 발판이 됨
- 고속철도차량의 속도경쟁에 맞춘 고속화된 인프라 개발의 일환으로 고속분기기 개발은 국가 브랜드화 하여 향후 국가 중추역할을 담당하고 있는 고속철도 속도향상에 기여할 수 있으며, 고도의 안전 및 기술을 요하는 고속철도 시장에서 취약부로 여겨지는 고속분기기의 국산화 개발은 철도인프라 시장의 기술선도 위치를 선점할 수 있는 계기를 마련할 수 있음
- 또한 국내 철도산업 기반이 취약하여, 장기간에 걸친 대규모 투자를 민간이 시행하기 힘들며, 고속철도용 분기기는 국가 주요 인프라 사업이므로 정부지원이 필요

6. 활용 계획

- 국내 분기기의 기술 표준화
- 개발된 원천기술과 기능을 국철용(저속)분기기에 확대 적용
- 기술 수출 및 엔지니어링
- 고속철도용 분기기를 KTX, HEMU처럼 국가 브랜드화하여, 국내시장을 벗어나 해외 고속철도 시장 진출 및 판매

목 차

1장. 기술의 정의 및 필요성	1
1절. 기술의 정의 및 필요성	1
1. 기술의 정의 및 필요성	1
2. 세부과제별 기술정의	6
2절. 기술 분류 및 내용	8
1. 기술 분류	8
2. 기술 내용	10
2장. 국내외 동향 및 환경 분석	18
1절. 국내외 정책동향	18
1. 국내 정책동향	18
2. 국외 정책동향	30
2절. 국내외 시장현황 및 전망	34
1. 국내 시장현황	34
2. 국외 시장현황	34
3절. 기술동향 분석	39
1. 기술 분류 및 정의	39
2. 특허동향분석	64
3. 논문동향분석	69
4절. 연구개발 인프라 분석	70
1. 국내 연구기관 및 대학의 주요 연구장비 현황	70
2. 국내 제도 기술 인력 현황	76
5절. 종합분석	78
1. 국내외 정책 및 시장분석	78
2. 기술개발 동향 및 인프라 분석	78
3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략	79
1절. 비전 및 목표	79
2절. 기술개발에 따른 미래상	80
1. 현황 및 미래상	80
2. 기술개발 전략 및 효과	81
3절. 연구개발과제 구성	82

4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략.....	83
1. 세부과제별 주요 내용.....	83
2. 추진전략.....	88
3. 추진계획(안).....	89
5절. 세부과제 간 연계관계.....	90
6절. 과제별 · 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵.....	91
1. 연차별 추진계획 1안.....	91
7절. 성과의 활용방안.....	95
1. 활용방안.....	95
8절. 연구수행체계 제안.....	96
 4장. 사전타당성 검토	97
1절. 정책적 타당성.....	97
1. 국가차원의 필요성.....	97
2절. 기술적 타당성.....	103
1. 기존 연구개발과의 중복성.....	103
2. 기존 기술과의 차별성.....	104
3절. 경제적 타당성.....	106
1. 산업발전의 기여도.....	106
4절. 타당성 검토 종합.....	109
1. 정책적 타당성 분석결과.....	109
2. 기술적 타당성 분석결과.....	109
3. 경제적 타당성 분석결과.....	109
 5장. 인력투입 계획 및 소요예산 산정	111
1절. 연구일정에 따른 인력투입계획.....	111
1. 전체사업 인력투입계획.....	111
2. 세부과제별 인력투입.....	111
2절. 소요예산 산정.....	113
1. 예산 산정방법.....	113
2. 전체사업 소요예산.....	113
3. 세부과제별 소요예산.....	114
 6장. 과제 제안요구서	118
1절. 과제 제안요구서(RFP).....	118
2절. 평가기준 설정(안).....	123
 7장. 참고문헌	126

[그림 목차]

그림 1-1. 분기기의 구성	1
그림 1-2. 분기기 전기 신호 회로 구성도	1
그림 1-3. 철도분야 시스템	3
그림 1-4. 국가별 철도속도 향상 기록	4
그림 1-5. 원곡선+완화곡선 (한국)(좌), 완화곡선+원곡선+완화곡선 (해외)(우)	10
그림 1-6. 차륜과 분기기간 상호 작용	11
그림 1-7. 텅레일과 차량 휠의 접촉점 계산	11
그림 1-8. 성공적으로 상용화된 체결시스템	13
그림 1-9. 경부고속철도에서 사용 중인 선로전환기(MJ81)	13
그림 1-10. 고속분기기 제작	15
그림 1-11. 분기기 시공	15
그림 1-12. 응답특성 예측(좌), 성능평가 현장조사(우)	16
그림 2-1. 철도의 동북아 및 유라시아 확장 구상	19
그림 2-2. 중국의 건설·계획 중 고속철도 현황	32
그림 2-3. 동일본 철도의 신칸센 노선도 및 차량	33
그림 2-4. 세계 고속철도 Network	35
그림 2-5. 국내 철도 노선 현황	40
그림 2-6. 국내 고속분기기 전경 (고속1단계)	41
그림 2-7. 국내 고속분기기 전경 (고속2단계)	41
그림 2-8. 해외 고속분기기	43
그림 2-9. 원곡선과 3차 포물선을 사용한 선형 설계 기술	45
그림 2-10. 다물체 동역학을 통한 분기기 차량 거동 분석	45
그림 2-11. 분기기 구간 최고속도(574.8km/h) 갱신	45
그림 2-12. 클로소이드완화곡선을 사용한 선형 설계 기술	46
그림 2-13. FAKOP KGO기술을 이용한 다이내믹 선형 설계 기술	48
그림 2-14. 분기기용 탄성 체결장치	49
그림 2-15. 일반적인 탄성베이스플레이트 체결시스템	49
그림 2-16. BWG 탄성베이스플레이트 체결시스템	49
그림 2-17. HRS 장금장치	50
그림 2-18. BWG Locking device	50
그림 2-19. 분기기 쇄정 장치	51
그림 2-20. System Brandenburg	52
그림 2-21. 롤러 상판	53
그림 2-22. single switch machine	54
그림 2-23. 하이드로스타 선로전환기(유압식 선로전환기)	56
그림 2-24. S700K 선로전환기	57
그림 2-25. MJ81 선로전환기	58
그림 2-26. S700K에 사용하는 ELP319 밀착검지기	60
그림 2-24. 하이드로스타에서 사용하는 IE2010 밀착검지기	61
그림 2-25. MJ81에서 사용하는 Paulve 밀착검지기	61

그림 2-29. 고속분기기용 밀착검지기 구성품	62
그림 2-30. 첨단부 설치도	62
그림 2-31. 크로싱부 설치도	63
그림 2-32. 고속분기기 국가별 · 연도별 특허동향	66
그림 2-33. 기술별 · 연도별 특허출원 현황	66
그림 2-34. 연도별 논문 현황	69
그림 2-35. 국가별 논문 현황	69
그림 2-36. 레일체결장치 다축피로시험기	70
그림 2-37. 고속 레일/차륜 접촉시험기	70
그림 2-38. 신태형 통합성능 시험기	71
그림 2-39. 6자유도 진동대	71
그림 2-40. 대형삼축 압축시험기	71
그림 2-41. 500ton UTM	71
그림 2-42. 하이브리드 구조실험 시설	71
그림 2-43. 피로시험기	72
그림 2-44. 공장전경	72
그림 2-45. 플래쉬버트 용접기	72
그림 2-46. 각종 레일 가공 장비	72
그림 2-47. 레일 굴곡 시험기	74
그림 2-48. 고무피로 시험기	74
그림 2-49. 용접부 교정	75
그림 2-50. 윤축낙하 시험기	75
그림 2-51. 동결융해 시험기	75
그림 2-52. 동탄성계수 측정기	75
그림 2-53. 만능재료 시험기	75
그림 2-54. Deval 시험기	75
그림 2-55. 한국철도기술연구원 연구인력 현황	76
그림 3-1. 비전 및 목표	79
그림 3-2. 기술발전에 따른 미래상 To-Be	80
그림 3-3. 분기기 주요 개발 구성품	83
그림 3-4. 연차별 추진계획	89
그림 3-5. 세부과제 연관 관계도	90
그림 3-6. 기술개발로드맵-총괄(TRM)	91
그림 3-7. 기술개발로드맵-1 세부과제(TRM)	92
그림 3-8. 기술개발로드맵-2 세부과제(TRM)	93
그림 3-9. 기술개발로드맵-3 세부과제(TRM)	94
그림 3-10. 연구수행체계	96
그림 4-1. 고속분기기 탈선사고	105
그림 4-2. High-Speed Rail Global Market Trends - SCI 2011	107
그림 6-1. 성능평가 예시	125

[표 목차]

표 2-1. 제 2차 국가철도망 구축계획 투자규모	18
표 2-2. 마르코 폴로 II 연도별 투자액	30
표 2-3. 중국 중장기 철도망계획 주요 조정사항	32
표 2-4. 국내분기기 시장규모 및 주요업체 현황	34
표 2-5. 완공기준 세계 350km/h이상 고속철도 계획	35
표 2-6. 주요 국가별 고속철도 계획	36
표 2-7. 전세계 주요 분기기 업체 현황	38
표 2-8. 국내 고속분기기 수량 및 속도	40
표 2-9. 국내 고속분기기 특징 및 수량	42
표 2-10. 고속분기기 국가별 분기 속도	44
표 2-11. 고속분기기와 선로전환기 사용 현황	55
표 2-12. MJ81 선로전환기 성능	58
표 2-13. MJ81 선로전환기 제원	59
표 2-14. MJ81 선로전환기 최장 전환시간	59
표 2-15. MJ81 선로전환기 최단 전환시간	59
표 2-16. 밀착검지기 특성	60
표 2-17. 검색 DB 및 검색범위	64
표 2-18. 분석대상 기술분류 기준	64
표 2-19. 기술별 · 국가별 유효특허 건수	64
표 2-20. 연도별 분석대상 특허 건수	65
표 2-21. 주요 기업별 · 기술별 특허출원 현황	67
표 2-22. 한국철도기술연구원 연구장비 보유 현황	70
표 2-23. 한국철도공사 연구원 연구장비 보유 현황	73
표 2-24. 한국철도시설공단 연구원 연구장비 보유 현황	74
표 2-25. 한국철도기술연구원 궤도기술 분야 인력현황 (한국철도기술연구원 궤도그룹)	76
표 2-26. 한국철도공사 궤도기술 분야 인력현황 (한국철도공사 기술연구원)	77
표 2-27. 한국철도시설공단 궤도기술 분야 인력현황 (녹색철도연구원 기술연구소 시설연구부)	77
표 2-28. 국내 분기기 생산기업 현황	78
표 3-1. 연구개발과제 구성 현황	82
표 3-2. 핵심 기술별 개발 목표	83
표 4-1. 저탄소 녹색성장을 위한 비전체계	97
표 4-2. 녹색교통 추진전략 비전체계	98
표 4-3. 국가기간교통망계획 Key Issue	98
표 4-4. 제2차 국가철도망 구축계획 비전	99
표 4-5. 제2차 철도산업발전 기본계획 비전	100
표 4-6. 분기기관련 국가 연구개발 사업현황	103
표 4-7. 기존 고속분기기 핵심기술	104
표 4-8. 경부고속철도 2단계(동대구-부산) 외국산 분기기 수입 비용	106
표 4-9. 해외 SOC 건설 사례	106
표 4-10. 완공기준 세계 350km/h이상 고속철도 계획	107

제 1장 기술의 정의 및 필요성

제 1 절 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의 및 필요성

가. 기술의 정의

(1) 분기기 구조 및 기능

분기기(Switch, Turnout)는 열차의 주행방향을 변환시켜주는 궤도상의 장치로써 전기, 신호, 궤도, 토목 등의 기술이 유기적으로 결합됨. 레일이음매부, 곡선부와 더불어 궤도의 3대 취약부로 설계, 제작, 시공에서 정밀성이 요구되는 장치임

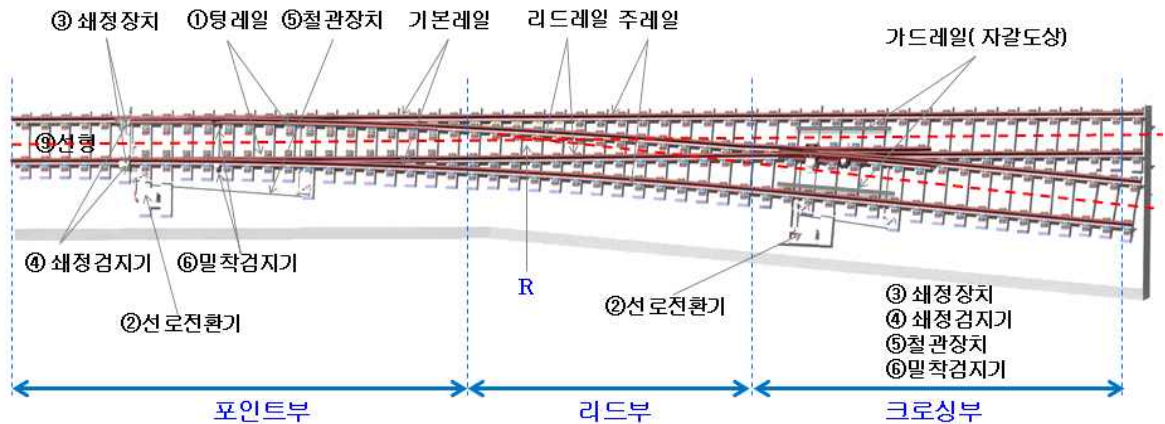


그림 1-1. 분기기의 구성

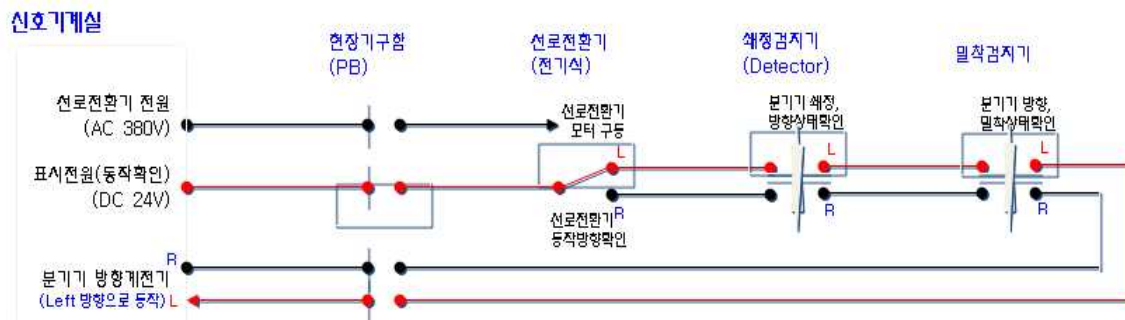


그림 1-2. 분기기 전기 신호 회로 구성도

(가) 포인트부(Switch part)

주행 중인 철도 차량을 어느 궤도로 진입시킬 것인지를 결정하는 부분임

- ① 텅레일(Tongue rail) : 비대칭 단면 레일을 날카롭게 절삭 가공하여 끝단을 기본레일에 밀착시켜 차량의 방향을 결정하는 역할을 하는 레일
- ② 선로전환기(전철기, Switch machine) : 진로를 바꾸기 위하여 침단선로(텅레일, 노스레일)를 좌우로 움직이는 구동력을 발생 시키는 장치 (전기식과 유압식으로 대별됨)
- ③ 쇄정장치(Locking device) : 분기기 포인트부의 침단부에서 텅레일이 전환 후 기본레일에서 떨어지는 것을 방지하고 밀착을 유지하도록 설치하는 신호 장치
- ④ 쇄정검지기(Detector) : 텅레일 및 노스레일 전환 후 레일 침단부의 밀착 정도를 검지하는 장치
- ⑤ 철관장치 : 분기기의 텅레일은 구속이 없이 자유롭게 움직일 수 있으므로 텅레일이 기본레일에 밀착되어 지지될 수 있도록 여러 지점에서 밀착력을 유도하기 위해 선로전환기의 전환력을 철관장치를 통해 여러 지점으로 분배시키는 장치
- ⑥ 밀착 검지기(Closing detector) : 텅레일이 기본레일 (노스레일이 크레들(윙레일))에 밀착되었는지를 감지하는 신호 장치

(나) 리드부

리드부는 분기 시스템의 곡선부에 해당하며, 움직이는 부분이 없음. 이 부분에서 차량은 리드레일을 따라 직선 또는 곡선주행을 함

(다) 크로싱부

직선레일과 분기선 레일이 교차하는 부위로써, 차량의 플랜지가 교차점(crossing)을 통과하도록 허용하는 부분

- ⑦ 가동크로싱 : 비대칭 단면 레일을 날카롭게 절삭 가공하여 끝단을 크레들(윙레일)에 밀착시켜 크로싱의 결선부를 없앤 고속용 크로싱 장치
- ⑧ 가동크로싱부 쇄정장치 : 가동크로싱의 침단부에서 가동레일(노스레일)이 전환 후 크레들에서 떨어지는 것을 방지하고 밀착을 유지시키는 장치로 쇄정장치내부에는 쇄정검지기가 되어 밀착과 쇄정 상태를 알림

(라) 가드레일

가드레일은 차량이 대향 분기를 통과할 때 크로싱의 결선부에서 차량의 플랜지가 다른 방향으로 진입하거나 노스의 단부를 손상시키는 것을 방지하며, 차량을 안전하게 유도하기 위하여 반대측 주레일에 부설함
크로싱 노스레일과 주레일 내측에 부설되어 있는 가드레일 외측과의 거리를 백게이지라고 하며, 1,390 ~ 1,396 mm를 유지하여야 함

(2) 핵심기술

고속분기기는 전기, 신호 제어, 궤도, 토목, 차량과의 인터페이스 기술이 집약된 장치로써 각 기술간 연계와 협력이 가장 중요한 궤도 용품임



그림 1-3. 철도분야 시스템

고속분기기 핵심기술은 분기기와 차량, 전기, 신호제어, 토목 등 타 시스템과의 인터페이스를 고려한 설계 및 제작, 성능 평가와 관련된 기술을 의미함

- 선형 설계기술
- 체결 시스템
- 차량/분기기 인터페이스 기술
- 분기기/신호 인터페이스 기술
- 하부강성 설계기술
- 노스가동 크로싱 최적화 기술
- 제작 및 시공 기술
- 성능시험 평가 및 기준

나. 기술의 필요성

- (1) 분기기(Switch, Turnout)는 궤도분야의 핵심장치로써 주행 안전성과 가장 밀접한 관계에 있으므로 차량개발과 더불어 반드시 검토되고 검증되어야할 핵심 장치임
- (2) 국내 고속분기기의 설계 및 제작기술은 프랑스 COGIFER社와 기술제휴를 통해 확보되었으나, 원천기술 부족으로 철도선진국을 뛰어 넘는 독자적인 분기기를 개발하지 못하고 있음. 이에 본 과제를 통하여 <고속분기기와 선로전환기의 핵심기술을 개발함으로써 국내·외의 기술적 한계를 뛰어넘어 원천기술을 확보하고 독자적인 한국형 고속분기기의 기술을 개발>하여 세계 철도시장에 진출하는데 교두보 역할을 할 수 있는 경쟁력을 갖춘 고속분기기 개발이 필요한 상황임
- (3) 고속 분기기는 세계적으로 속도 경쟁중인 고속철도의 전반적인 열차운영 효율성을 높이고 열차의 최고성능을 보장하기 위하여 지속적으로 연구개발 되어야 하는 분야임

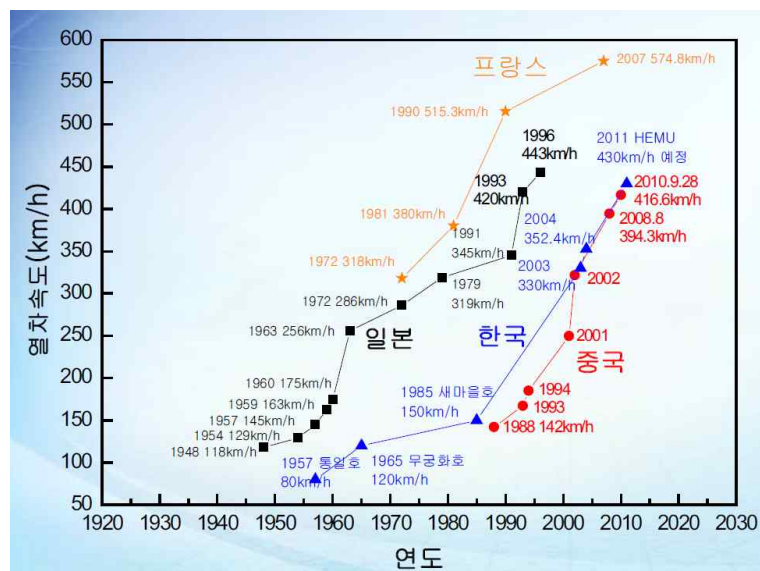


그림 1-4. 국가별 철도속도 향상 기록

- (4) 콘크리트 궤도용 고속분기기/선로전환기의 경우 국내 기술표준 및 성능검증 절차가 없는 상황에서 외국제품이 수입되어 신호장애 등의 문제가 발생하고 있으며 장애발생시 조기대처가 어려워, 철도의 정시성, 안전성에 심각한 문제를 초래함
- (5) 최근 400km/h급 고속철도 인프라시스템 기술개발이 활발하고, 호남고속철도에 400km/h급 Test-bed를 설치하는 등 철도분야의 기술개발이 가속화 되는 시점에서 한국형 고속분기기의 개발로 지속적인 속도향상에 대응할 수 있는 궤도 기술 확보가 필요 상황임

- (6) 특히 전국 주요거점을 1시간 30분대로 연결하는 목표(제2차 국제철도망 구축 계획 2011~2020, 국토부 2011.4)의 달성 및 중국횡단철도(Trans Chinese Railway), 시베리아횡단철도(Trans Siberian Railway) 등을 포함한 장거리·대용량 아시아 대륙 철도망(Trans Asian Railway)의 구축을 대비하기 위해서는 향후 추가적인 철도인프라 속도향상 요구가 발생할 것이며, 이에 한국형 고속철도용 분기기/선로전환기 개발이 필요함
- (7) 본 연구를 통해 한국형 고속철도용 분기기 핵심기술을 개발하고, 이를 KTX-산천, HEMU(Highspeed Electric Multiple Unit)430X 같이 국가 브랜드화 하여 향후 해외 철도건설사업 참여시 기술력부분의 경쟁력을 높이고, 철도 선진국으로써 위상을 확립할 수 있음
- (8) 현재 경부고속철도에 사용되고 있는 고속분기기의 기술적 한계를 극복하기 위하여 최적의 선형설계, 열차주행 안전성 및 승차감 확보, 분기기 구성요소에 대한 분석, 선로전환기와의 연계성, 각 부품들의 국산화, 국내 설계기준의 정립 등 기술적 접근이 필요 함
- (9) 분기기 국산화 기술개발과 함께 안정화 및 최적화를 이루기 위해 분기기와 인터페이스가 요구되는 선로전환기 및 연동장치와의 연계 Sequence 기술 연구 필요. 또한, 실제 전환력에 영향을 미치는 선로전환기의 동력 전달 계통 기술 개발 필요

2. 세부과제별 기술 정의

가. 선형 설계기술 개발

- (1) 선형(Geometric curve) : 분기기의 선형은 직선과 분기선이 그리는 궤도 중심선을 의미함. 분기선의 곡률은 분기 통과속도와 밀접한 관련이 있으며, 직선과 곡선이 접하는 접선각은 차량 입사시 충격율(Jerk)로 나타나 승차감과 궤도 수명에 영향을 미치게 됨. 분기기 변수별 선형과 차량 통과 속도(직선, 곡선)와의 상관관계를 규명하는 기술 개발
- (2) 차량의 운행속도와 승객의 승차감을 좌우하는 분기기의 최적 선형 설계 기술 개발
- (3) 원곡선, 원+완화 곡선, 완화+원+완화 곡선 구성 등 최적 곡선을 설계하는 기술 개발

나. 차량/분기기 인터페이스

- (1) 물체가 받는 힘은 질량과 가속도의 곱으로 진동 가속도가 크게 되면 차량, 궤도를 구성하는 각 부재에 작용하는 힘이 크게 되므로 파손에 이를 수 있음. 각 구성품에 대한 차량동역학을 기반한 최적화 기술 개발
- (2) 텅레일(노스레일)과 차륜과의 접촉 거동 3차원 시뮬레이션 기술
- (3) 속도 증속에 따른 궤도의 충격량(Impact force) 산정
- (4) 차륜과 분기기 레일간의 상호 역학 관계의 규명은 동역학 해석 분야에서도 매우 난해하고 변수가 많은 부분으로 시뮬레이션과 부설후 시험 검측 결과의 비교와 경향성의 분석과 추적은 매우 중요한 핵심 기술임
- (5) 텅레일, 노스레일용 비대칭 특수 레일 개발
- (6) 레일 중량화 및 레일 결함 분석 및 방안
- (7) 변화부는 텅레일에서 기본레일, 기본레일에서 노스레일, 윙레일(크레들)에서 노스레일로 차륜 하중 접촉지점이 변화되는 Transition point를 의미

다. 하부강성 설계 기술

- (1) 분기기내 하부지지점 강성이 균일하지 않을 경우 과대충격 및 분기기 구성품 손상, 승차감 저하를 유발
- (2) 분기기는 기본레일, 텅레일 및 크로싱 등 복잡한 구조로 레일이 구성되어 있고, 이에 따라 힐상판과 크레들 등 다양한 크기의 상판이 존재하여 분기기내 하부지지점 강성을 균일하게 하는데 어려운 구조임
- (3) 분기기 위치별로 레일의 합성강성과 상판의 접촉면적의 크기를 고려하여 분기기내 하부지지점 강성을 균일하게 되도록 최적 패드 강성 설계기술 개발

라. 체결시스템

- (1) 체결구는 차량이 레일 위를 주행할 수 있도록 레일을 침목에 고정하는 역할을 하는 지지 장치로 레일에 발생하는 수직하중에 대한 적정 강성과 체결력, 레일 신축과 제동력에 저항하는 적정 종방향 저항력, 레일의 수직하중과 상향력을

- 제어하는 2중 탄성기능을 가진 체결구 개발
- (2) 체결구 기준을 충족시키고 증속대비 궤도 안정성 및 유지보수성이 우수한 최적 체결 시스템 개발

마. 분기기/신호 인터페이스(I/F)

- (1) 침단 밀착정도를 검지하는 디텍터 보완 기술
- (2) 밀착검지장치의 성능 보완 및 향상
- (3) 전기식 선로 전환기 최적화 기술
- (4) 유압식 선로 전환기 최적화 기술

바. 노스가동 크로싱 최적화 설계 기술

- (1) 노스가동 크로싱부 구성품의 구조적 안전성 분석 및 최적화 기술
- (2) 충격량 산정, 축력 산정 및 최적화 기술

사. 제작 및 시공 기술

- (1) 텅레일과 기본레일, 노스레일과 크래들(윙레일), 멈춤쇠의 밀착을 유지하도록 레일을 밴딩하고 절삭하는 가공 기술
- (2) 미끄럼상판, 망간크래들 등 주조품에 주조기술 개발
- (4) 현장 타설 궤도 품질과 정밀성을 확보할 수 있는 분기기 시공 기술 개발
- (5) 궤도 중량화를 위한 텅레일 국산화 및 단조 기술 개발
- (6) 침목 설계 및 정밀 제작 기술 개발
- (7) 분기기 유지보수 기법 개발

아. 성능시험 평가 및 기준 정립

- (1) Test-Bed 구축을 위한 현장 샘플 부설
- (2) 분기기 시스템 통합 현장 성능 평가, 현차시험
- (3) 성능 평가 기준 정립 및 고정밀, 고신뢰성 측정 기술 개발

2절 기술 분류 및 내용

1. 기술 분류

가. 선형 설계 기술

- (1) Geometrical curve의 차량동역학 해석에 의한 최적 선형 설계 (공격각과 Jerk 최소화, 승차감, 주행안전성)
- (2) 기하학적 선형 설계 기술 (원곡선, 원+완화 곡선, 완화+원+완화 곡선의 구성)
- (3) 분기기 변수별 선형과 차량 통과 속도(직선, 곡선)와의 상관관계 분석

나. 차량/분기기 인터페이스

- (1) 텡레일, 노스 레일 형상과 차량 휠과의 상호 Interaction에 대한 차량동역학적 검토를 통한 궤도에 발생하는 충격 메커니즘 분석 및 접촉각(탈선계수)을 고려한 텡레일, 노스레일의 최적 단면 설계 기술 개발
- (2) 분기기 주행안전성(승차감) 평가
- (3) 속도 증속에 따른 분기기 탈선안전도 평가
- (4) 변화부 충격량(Impact force)산정과 안전성 보완, 보강 장치 기술 개발
- (5) 텡레일, 노스레일용 비대칭 특수 레일 중량화 및 개량 개발 (국산화 개발)

다. 하부 강성 설계 기술

- (1) 분기기 위치별 레일의 합성강성과 상판의 접촉면적을 고려한 분기기내 균일한 하부강성 유지를 위한 패드 최적 강성 설계기술

라. 체결시스템

- (1) 설계속도에 따른 체결구 최적 성능 기준 작성
- (2) 궤도 안정성 및 유지보수성을 고려한 분기부 체결시스템 개발 기술

마. 분기기/신호 인터페이스(I/F)

- (1) 분기기/선로전환기간 인터페이스를 고려한 전환력 전달메커니즘 최적화 기술
- (2) 전기식 선로전환기의 최적화 기술
- (3) 유압식 선로전환기의 최적화 기술
- (4) 쇄정장치 최적화 기술 개발
- (5) 침단 밀착 검지장치(디텍터) 기술 개발
- (6) 밀착검지장치 등 전장품 기술 개발
- (7) 철관장치(Back drive system) 최적화 기술 개발
- (8) 히팅장치 최적화 기술 개발

바. 노스가동 크로싱 최적화 설계 기술

- (1) 크래들 최적화 기술 개발
- (2) 노스레일과 크래들간 저부 틈새 발생 시 노스레일 충격력 분석, 레일 수명 평가
- (3) 왕레일의 최적화(수입 A74레일의 사용 제한과 대체 레일 규격 제시)
- (4) 분기기 별 축력 발생량 산정과 궤도 안전성 평가
- (5) 노스레일 길이에 따른 신축레일 고정 볼트 작용력 분석과 강도 평가 기술

사. 제작 및 시공기술

- (1) 포인트부 텅레일과 기본레일간의 정밀한 밀착, 멈춤쇠와 텅레일간의 정밀한 밀착을 유지하도록 레일을 밴딩하고 절삭하는 가공 기술
- (2) 노스레일과 크래들(왕레일)간의 정확한 밀착을 유지하도록 절삭하는 가공 기술
- (3) 정밀 주조 기술 개발
- (4) 분기기 정밀 시공 기술 개발
- (5) 정밀 단조 기술 개발
- (6) 구성품 수명 예측 기술개발

아. 성능시험 평가 및 기준 정립

- (1) Test-Bed 구축 및 현장 부설, 분기기 시스템 통합 현장성능 평가
- (2) 전기 신호장치의 안전성 검증, 장애물 검지 기능, 내구성 검증
- (3) 선로전환기의 정상 작동과 전환시간, 전환력 성능 검증
- (4) 선형의 정밀도 유지와 이상 마모, 도상 이상 유무 검증
- (5) 쇄정장치, 히팅장치의 내구성 검증과 성능 검증
- (6) 유지보수 기준 정립
- (7) 통합 모니터링 기술 개발

2. 기술 내용

가. 선형 설계기술 개발

(1) 선형 설계(Geometrical curve design) 최적화

- (가) 최적 원곡선 또는 완화+원+완화곡선(클로소이드, 3차포물선 등) 선정과 차량 주행을 가정한 다물체 동역학 해석을 통한 최적 선형 설계 기술
- (나) 분기기 크기(종류)별 최적 선형 설계 기술

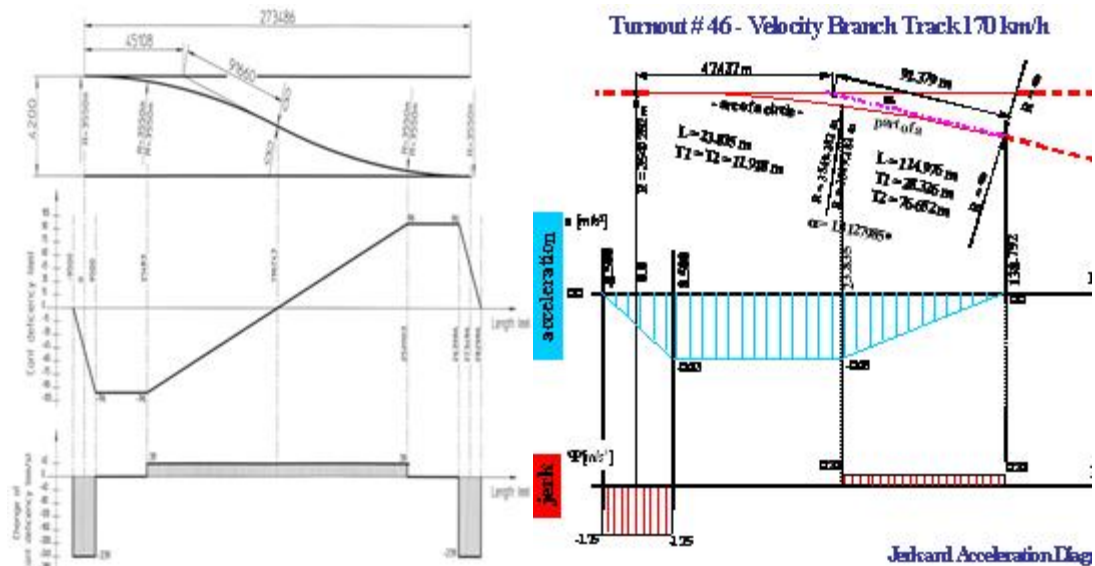


그림 1-5. 원곡선+완화곡선 (한국)(좌), 완화곡선+원곡선+완화곡선 (해외)(우)

(2) 기하학적 선형 설계기술

- (가) 부족칸트 105mm이하 목표 사양 설계
- (나) 부족칸트 변화율 90%이하 목표 사양 설계
- (다) $C = 11.8 \times V / R$ 목표 사양 설계

(3) 차량동력학을 이용한 최적 선형 설계 기술 (접선각과 Jerk최소화, 승차감, 주행 안전성)

- (가) 직선과 곡선이 만나는 지점에서 발생하는 충격량(Jerk m/s³)의 최소화 설계 기술 개발
- (나) 대차 횡방향 가속도, 차체 횡방향 가속도, 차체 수직 방향 가속도 해석 기술
- (다) 차륜 텅레일, 차륜 노스레일 공격각 1°이하 설계

(4) 분기기 변수별 선형과 차량 통과 속도(직선, 곡선)와의 상관관계 분석

- (가) 차량 통과 속도에 따른 분기기 변수별 입사각에 의한 충격량 등 상관관계 분석 기술

나. 차량/분기기 인터페이스

- (1) 텡레일, 노스 레일 형상과 차량 휠과의 상호 Interaction에 대한 동역학적 검토를 통한 궤도에 발생하는 충격 메커니즘 분석 및 접촉각(탈선계수)을 고려한 텡레일, 노스레일의 최적 단면 설계 기술 개발
 - (가) 차량 거동과 텡레일 거동에 따른 최적 단면 설계 기술
 - (나) 차량 거동과 노스레일 거동에 따른 최적 단면 설계 기술

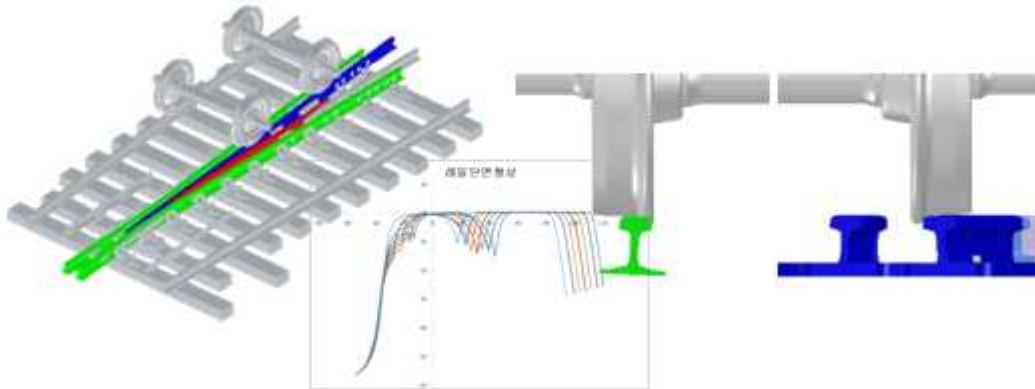


그림 1-6. 차량과 분기기간 상호 작용

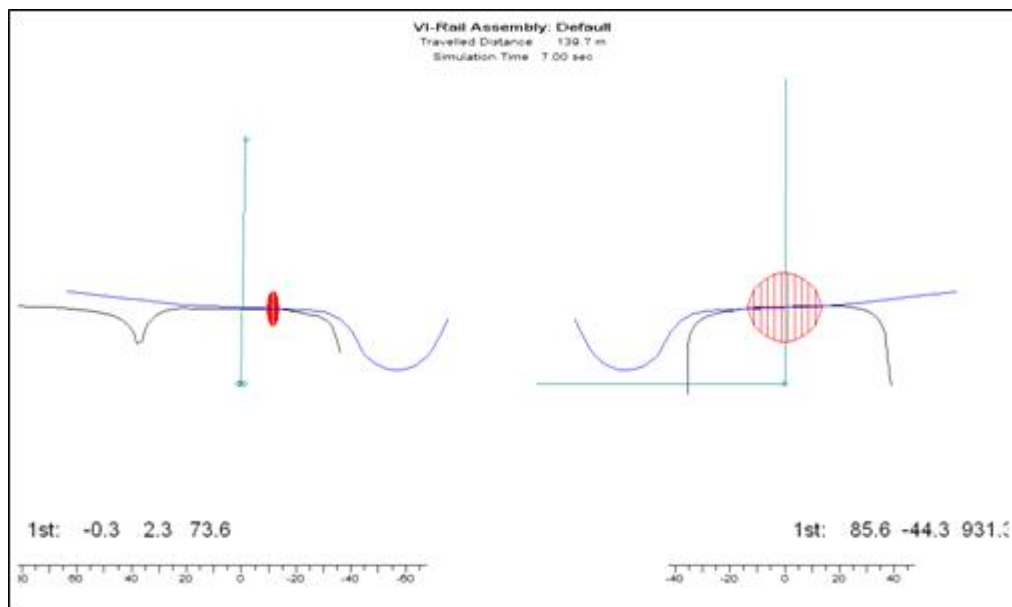


그림 1-7. 텡레일과 차량 휠의 접촉점 계산

- (2) 분기기 주행안전성(승차감) 평가
 - (가) 분기기 구간별 레일 저부 응력, 처짐량 해석 기술
 - 고정단 130MPa, 가동부(단부) 157MPa이하
 - (나) 사행운동 거동 모사 및 분기기 승차감 평가 기술

- (3) 속도 증속에 따른 분기기 탈선안전도 평가
 - (가) 수직하중: 횡하중에 의한 탈선비 0.8이하
 - (나) 윤중, 횡하중의 측정 기술과 속도별 윤중, 횡하중비 평가
- (4) 변화부 충격량(Impact force)산정과 안전성 보완, 보강 장치 기술 개발
 - (400km/h대역을 기본으로 500km/h급에 대한 경향 분석)
 - (가) 속도 증속시 윤중 변화구간 충격지점의 충격량 산정 및 충격분산 장치 기술 개발
- (5) 텅레일, 노스레일용 비대칭 특수 레일 중량화 및 개량 개발 (국산화 개발)
- (6) 접착 절연 레일의 개량으로 이음매 충격 저감 기술 개발 (경사식 개발)

다. 하부강성 설계 기술

- (1) 분기기내 체결구 최적 강성 설계 기술
 - (가) 분기기내 상판크기 변화, 크래들등 다양한 궤도 강성을 탄성패드를 이용하여 동일하게 조정하는 최적 강성 설계 기술
 - (나) 궤도 강성 변화에 따른 승차감 및 궤도 부담력 평가 기술

라. 체결시스템

- (1) 설계속도에 따른 체결구 최적 성능 기준 작성
 - (가) 증속시 체결력 기준(16kN이상)의 적합성 검증
 - (나) 증속시 종저항력 7kN(250km/h미만), 9kN(250km/h이상)의 적합성 검증
 - (다) 전기 전열저항 향상 기술
- (2) 체결시스템 기술 개발
 - (가) 검증된 체결시스템의 속도 증속을 고려한 문제점 분석 및 개량
 - (나) 탄성패드 모듈화를 통한 최적화 기술 개발
 - (다) 유지보수성 향상을 위한 부품 개량 및 단순화
 - (라) 클립 국산화와 고유 클립 개발
- (3) 국산 체결시스템 기술 개발
 - (가) 좌·우 조절 기능, 상·하 조절기능을 갖춘 체결 시스템 개발 또는 개량
 - (나) 내구성이 우수하고, 유지보수가 우수한 체결 시스템 개발 또는 개량

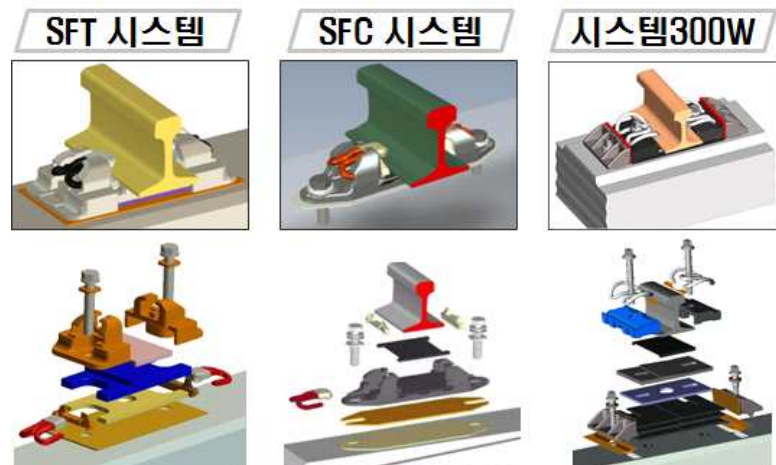


그림 1-8. 성공적으로 상용화된 체결시스템

마. 분기기/신호 인터페이스(I/F)



그림 1-9. 경부고속철도에서 사용 중인 선로전환기(MJ81)

- (1) 분기기/선로전환기간 인터페이스를 고려한 시스템 최적화 기술
 - (가) 분기기와 선로전환기간의 연계와 작동성 최적화 기술
 - (나) 연동장치와 선로전환기간 최적화 인터페이스 기술 개발
- (2) 전기식 선로전환기의 최적화 기술
 - (가) 전기식 선로전환기 성능 향상과 형상 개량
 - (나) 전환력 기준 400kgf의 적정성과 최적 전환력 선정
 - (다) 전기식 선로전환기의 동력 전달 계통(클러치 개량) 최적화 기술 개발
- (3) 유압식 선로 전환기 최적화 기술 개발
 - (가) 유압 제어 기술 개발, 온도 변화시 점성 유지 기술 개발
 - (나) 유압 회로 구성과 제어 기법 개발

(다) 유압식 선로전환기 개량시스템 개발

(4) 쇄정장치 최적화 기술 개발

(가) 최적 쇄정력 선정 기술

(나) 쇄정장치 구조의 적정성 및 구성품의 최적화 및 형상 개량

(다) Locking Sequence 최적 기술 개발

(5) 침단 밀착 검지장치(디텍터) 기술 개발

(가) 성능 향상 기술 개발 (방오, 방습, 낙뢰, 침수 방지, 접점노화방지)

(나) 구조 최적화 기술 개발

(6) 밀착검지장치 기술 개발

(가) 장애 발생 위치를 정확히 알 수 있게 하는 현시 기능 추가 개발

(회로 변경 및 추가, LED장치 부착으로 정상작동 유·무확인등)

(나) 장애물 검지 능력 향상

(다) 성능 향상 기술 개발 (방오, 방습, 낙뢰, 침수 방지, 접점 노화방지등)

(라) 형상 최적화 개량

(7) 철타관장치(Back drive system) 최적화 기술 개발

(가) 온도 변화에 따른 파이프로드의 신축과 밀착력과의 관계 규명

(열영향 최소화 기술 개발)

(나) 전환 역학을 고려한 최적 철타관 시스템 개발

(인터케넥터 설치 위치 최적화, 스퀘어 값 최적화, 설치구조 개선)

(다) 부설공차를 고려한 파이프로드, 스퀘어 조절기능 강화

(라) 간격간의 조절기능 추가 설계

(8) 히팅장치 최적화 기술 개발

(가) 최적 열량, 길이 산정 기술 및 전기적 특성 분석

(나) 내구성 향상 및 좌·우 호환성 강화

(다) 히팅 엘리먼트와 레일, 상판간 열전달 해석

(라) 유지보수성 향상

바. 노스가동 크로싱 최적화 설계 기술

(1) 크래들 최적화 기술 개발

(가) 노스가동크로싱부 충격과 크래들 처짐 등을 고려한 최적 형상 설계

(나) 구조해석을 통한 응력 집중부 분석 및 구조 보완

(2) 노스레일과 크래들간 저부 틈새 발생시 노스레일 충격력 분석, 레일 수명 평가

(3) 텡레일의 최적화 (수입 A74레일의 사용 제한과 대체 레일 규격 제시)

(가) 크레들과 연결되는 텡레일 소재 (A74 수입레일) 다변화 및 축력을 고려한 최적화

(4) 분기기 별 축력 발생량 산정과 궤도 안전성 평가

(5) 노스레일 길이에 따른 신축레일 고정 볼트 작용력 분석과 강도 평가 기술

사. 제작 및 시공 기술

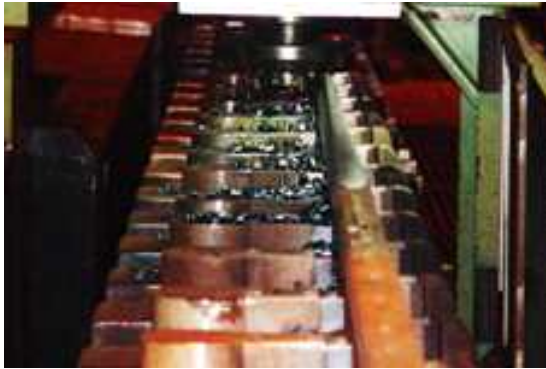


그림 1-10. 고속 분기기 제작



그림 1-11. 분기기 시공

(1) 포인트부 텡레일과 기본레일간의 정밀한 밀착, 멈춤쇠와 텡레일간의 정밀한 밀착을 유지하도록 레일을 밴딩하고 절삭하는 가공 기술

(가) 텡레일 정밀 3차원 가공기술 개발

(나) 롤러상판의 높이 조절기능 향상 (편심축형)

(2) 노스레일과 크레들(텡레일)간의 정확한 밀착을 유지하도록 절삭하는 가공 기술

(가) 노스레일 정밀 3차원 가공기술 개발

(3) 정밀 주조 기술 개발

(가) 무도유 미끄럼상판, 망간크레들등 주조품에 대한 정밀 주조 기술 개발

(나) 노스레일과 크레들간의 틈새 제거 및 고른 접촉성 확보를 위한 주조, 정밀 가공 기술 개발

(4) 분기기 정밀 시공 기술 개발

(가) 시공 정밀도 향상을 위한 측량법 및 측정 기술 고도화

(나) 타설 전·후 시공 정밀도 유지 및 시간 비용 절감 공법 기술 개발

(5) 정밀 단조 기술 개발

(가) 특수레일-일반레일 단조 기술 고도화

(6) 침목 정밀 제작 기술 개발

아. 성능시험 평가 및 기준 정립



그림 1-12. 응답특성 계측(좌), 성능평가 현장조사(우)

(1) Test-Bed 구축 및 현장 부설, 분기기 시스템 통합 현장성능 평가

(가) 신호, 궤도, 시공 등의 첨단 기술이 집적된 고속분기기 현장 부설

(나) 차량 주행 시 발생하는 승차감(차량 가속도) 측정

(다) 텅레일, 노스레일 등 레일에 발생하는 응력, 변위, 가속도 측정

(라) 정기 점검 및 반기 점검 검측 시트 작성 및 확인 평가

(마) 시험 검증 및 성능 평가 기법 개발

(바) 증속시 진동, 소음 측정 및 기준 정립

(2) 전기 신호장치의 안전성 검증, 장애물 감지 기능, 내구성 검증

(가) 신호장치의 장애물 시험 및 장애 발생 등 이상 유무 확인

(3) 선로전환기의 정상 작동과 전환시간, 전환력 성능 평가

(가) 선로 전환기의 원활한 작동과 이상 마모, 파손, 소음 등 확인

(4) 선형의 정밀도 유지와 이상 마모 및 도상 이상 유무 검증

(가) 통과톤수 증가에 따른 선형 변화와 안전성 측정

(나) 이상 마모 및 도상 균열 등 이상 유무 평가

- (5) 쇄정장치, 히팅장치의 내구성 검증과 성능 검증
 - (가) 쇄정장치의 정상적 작동과 내구성 평가
 - (나) 히팅장치의 전기적 절연성 및 발열성, 내구성 평가
- (6) 유지보수 기준 정립
 - (가) 증속시 궤간, 고저, 줄맞춤 기준의 강화 및 기준 정립
 - (나) 선로 검사 규정의 강화 및 기준 정립 (궤간 목표치, 경계치, 보수치 기준)
- (7) 통합 모니터링 기술 개발
 - (가) 효율적 운영 및 유지보수를 위한 통합형 모니터링 방안 구현

제 2장 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책 동향

1. 국내 정책 동향

다양한 교통 분야 정책이 추진되고 있으며, 핵심 내용은 교통 분야 중 친환경 교통 수단인 철도의 수송분담율 향상을 위해 시설확충 및 투자부분과 표정속도 (schedule-speed)향상을 통한 빠른 주요 거점 간 연결이 주된 정책으로 궤도시설물에 대한 속도향상 기술이 요구되는 상황임

가. 제2차 국가교통기술개발계획 2009 ~ 2013 (2010.03, 국토해양부)

- (1) 여객수송분담율 15.4%('04) → 22.0%('13) → 26.0%('19)
- (2) 화물수송분담율 7.7%('04) → 12.3%('13) → 15.8%('19)
- (3) 차세대 고속열차 개발 350km/h → 400km/h
- (4) 기존 간선철도망 고속화 180 ~ 200km/h
- (5) 선진국 대비 철도기술 수준목표 76.2%('07) → 90%('13)
- (6) 대도시간 2시간 이내 이동

나. 국가기간교통망계획 2차 수정계획 2001 ~ 2020 (2010.12)

- (1) 철도 SOC 투자계획 72조 (2010년 ~ 2020년)
- (2) 간선철도 3,378km → 4,955km (2020년까지)

다. 제2차 국가철도망 구축계획 (2011.04, 국토해양부)

- (1) 철도망 확충을 위해 88조원 투입
- (2) 전국 주요거점 1시간 30분대 연결
- (3) 철도연장 3,557km → 4,934km (2020년까지)
- (4) 고속(화)철도 368.5km → 2,362km (2020년까지)
- (5) 투자규모

표 2-1. 제 2차 국가철도망 구축계획 투자규모

총 사업비	'10년까지	'11 ~ '20	'21 이후
135조	27조	88조 '11~'15 : 43조 '16~'20 : 45조	20조

라. 제4차 국토종합계획 수정계획 2011 ~ 2020 (2011.01)

- (1) 철도중심의 녹색 교통체계 구축
- (2) 초고속열차 개발(최고 430km/h급)등을 통해 이동시간 단축
- (3) KTX 연결효과의 주변지역 확산을 위해 거점도시권 30분대 광역·급행교통망정비

- (4) 수도권 광역급행철도(GTX) 도입 추진
- (5) 한반도를 중심으로 TCR, TSR과 연결되어 아시아·유럽 대륙으로 진출을 확대할 수 있도록 국제철도의 수송 기반 구축

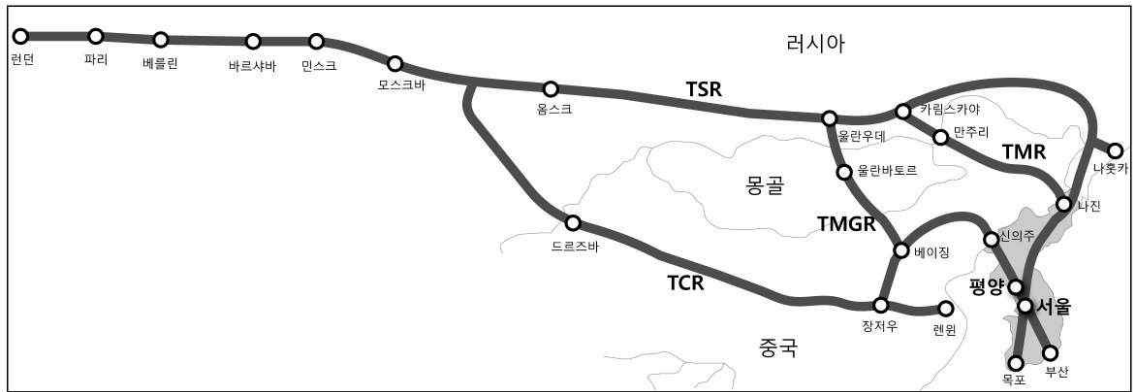


그림 2-1. 철도의 동북아 및 유라시아 확장 구상

마. 제2차 철도산업발전 기본계획 (2011.05)

- (1) 철도산업발전에 48.6조원 투입

바. 제3차 중기교통시설 투자계획 (2011.09)

- (1) 철도망 확충을 위해 30.9조원 투입
- (2) 간선철도 3,378km → 4,093km (2015년까지)

사. 이상의 교통정책을 통해 2007년 8% 수준인 철도수송 분담률을 2015년 15%, 2020년 20% 수준으로 제고

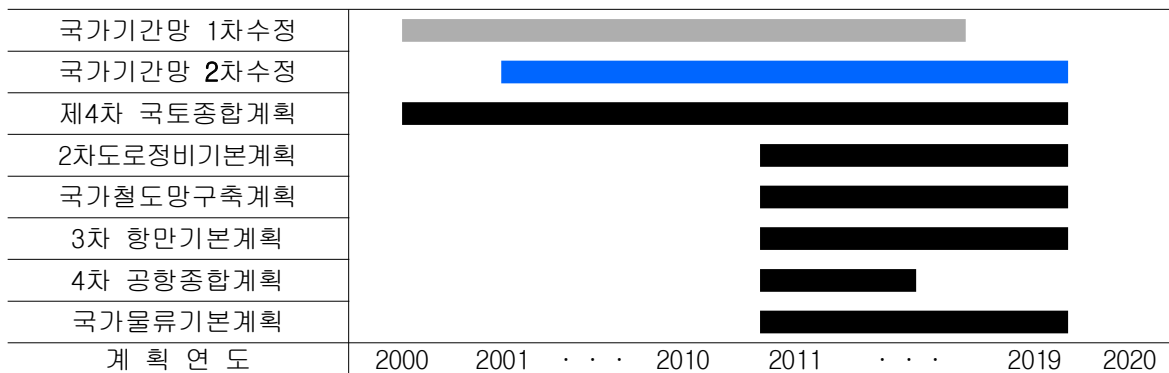
- (1) 여객수송 분담률 2008년 15.9%에서 2020년 27.3%로 증가
- (2) 화물수송 분담률 2008년 8%에서 2020년 18.5%로 증가

□ 국가기간교통망계획 2차 수정 배경

- 국가기간교통망계획은 교통분야 최상위 계획이지만, 개별 교통수단에 대한 마스터플랜으로서의 역할이 미흡하고, 세부계획간 계획기간 불일치에 따른 정합성-일관성 확보가 어려워 인터모달리즘 강화를 위해 수정계획 발표

□ 주요내용

- 계획시기 일치를 통한 정합성-일관성 확보
 - : 국가기간 교통망 계획 : '2000 ~ '2019 → '2001 ~ '2020
 - : 국가기간 철도망 구축계획 : '2006 ~ '2015 → '2011 ~ '2020
 - : 항만기본계획 : '2012 ~ '2021 → '2011 ~ '2020



○ 교통수단별 추진계획

- 철도 : 국토 최단 연결 X자형과 해안권 연결 □자형을 결합한 국가철도망 구축을 중심으로, 고속철도의 적기완공과 간선철도의 고속화-전철화를 통하여 속도경쟁력 확보
- 도로 : 지-정체 혼잡구간 개선 및 공사 중인 사업의 완공, 교통 결절점의 연계도로망 정비 중심 투자
ITS 등을 통해 기존도로 운영효율화 및 수요관리 병행
- 공항 : 중추 - 거점 - 일반공항의 구분을 유지하되, 도서지역등의 항공수요를 처리하는 소형공항 개념 도입 추진
중추-거점공항은 국제적 경쟁력 강화를 위해 시설확충, 국제선 유치등을 추진하되 일반공항은 신규투자 최소화
- 항만 : 부산항, 광양항, 울산항을 동북아 허브항으로 집중 개발하고, 인천항 등 지역별 거점항만을 특화하여 수출입 경쟁력 제고
- 물류 : 철도, 연안해운 중심 수송체계를 활성화하고 내륙물류기지 기능을 재정비하여 비용절감형 물류체계 확립

□ 미래형 교통기술 개발 및 구현

- R&D : 바이모달트램, 430km급 고속열차 등 녹색교통수단의 개발 및 상용화를 촉진하여 해외시장 진출 지원
- ITS : 세계 3대 ITS 기술강국을 목표로 ITS 기술 개발을 촉진하고 구축범위를 지속적으로 확대하여 교통편의 증진

□ 투자규모

- '11 ~ '20년까지 총 교통SOC 투자규모는 185조원 예상
 - 도로 70조(37.9%), 철도 72조(38.9%)로 철도에 대한 투자 증가

□ 투자 효과

- 교통시설 확충
 - (간선도로) 17,596km → 19,854km로 총 연장 2,258km 증가
 - (간선철도) 3,378km → 4,955km로 총 연장 1,577km 증가
 - (공항) 운항횟수 498천 → 825천회/년으로 총 327천회 증가
 - (항만) 하역능력 2,186만 → 3,412만 TEU/년으로 총 1,226만 TEU 증가
- 수송분담율 변화
 - 철도의 수송분담율 증가(인-톤-KM 기준)
 - 여객: 16%('08) → 27%('20), 화물: 8%('08) → 18.5%('20)
 - 차량운행비용-통행시간-환경비용 등 절감편익 연간 20조원 및 생산유발 효과 393조원, 고용유발 효과 350만명 발생

□ 제2차 국가철도망 구축계획 추진배경

- 기후변화, 5+2 광역경제권 발전전략 등 여건 변화에 대응하고, 철도 중심의 녹색 국가교통체계를 구축하고 철도투자를 효율적·체계적으로 수행하기 위하여 중장기(10년 단위) 국가철도망 구축계획을 수립

□ 주요내용

○ 전국 주요거점을 고속 KTX망으로 연결

: 국토 최단 연결 X자형과 해안권 연결 □자형을 결합한 국가철도망 구축

-경부-호남-수도권 고속철도를 중심으로 X자형의 국가 철도망 대골격 구성

→ 고속철도망 보완을 위해 충북선, 중앙선, 원주~강릉선, 남부내륙선을 통해 기능 분담

-서해선, 동해선, 경춘선, 춘천~속초선, 경전선을 통해 □자형 연결

→ 초광역권 구상에 부합하는 해안권 □자형 네트워크 구축

-경부-호남 등 추진 중인 고속철도 사업 적기완공

→ (경부) 대전-대구 도심구간(41km) '14년 완공 추진

→ (호남) 오송~광주 구간(182km)은 '14년까지, 광주~목포 구간은 '17년까지 완공 추진

-일반철도 경쟁력 확보를 위한 기존 건설선 고속화를 추진하고, 고속철도와 연계운행을 통해 KTX 서비스지역 확대

→ 일반철도를 시설 개량을 통해 선형조건에 따라 230km/h 또는 250km/h 내외로 고속화

○ 대도시권 30분대광역-급행철도망 구축

: 광역철도 운영체계를 급행위주로 재편, 시설확충 등을 통해 도심 접근 30분대 광역철도망 구축

-광역철도의 운영체계를 급행위주로 재편

→ 거점역 정차, Skip & Stop 등 운행방식 다양화를 통해 기존 운영노선 고속화 추진

→ 이용편의 제고를 위해 운행간격이 긴 노선은 수요맞춤형 열차(8량 → 4~6량)운행을 통해 급행열차 운행 확대

→ 중장기적으로 고속화 차량(110→150~180km/h) 도입, 대피선 설치 등 시설개선을 통해 대부분의 광역철도를 급행화

-대도시 교통난 해소를 위한 광역철도망 지속 확충

→ 경춘선, 경의선, 분당선 등 진행 중인 광역철도 사업을 적기 완공

→ 월곶~판교, 인덕원~수원 등 5+2 광역경제권 특성화 발전 지원을 위한 광역교통기능 철도망 확충

-도심 접근 30분대 광역철도망 구축을 목표로 수도권 광역급행철도 사업추진 본격화

○ 녹색 철도물류체계 구축

： 산업-물류거점간 대량-고속 철도 물류네트워크 구축

-경부 및 호남고속철도 개통 이후 기존 경부선-호남선을 주요 화물 발생 거점과 연계한 화물 중심 노선으로 전환

→ 경부선은 충청권, 대경권, 동남권과 연계, 호남선은 충청권, 호남권과 연계 운영

-화물수송비용이 높은 주요 선로-구간의 선로용량 증대를 통해 철도의 수송능력 확충

→ 컨테이너, 양회 등 철도의 주 수송품목을 대상으로 수송능력 증대 사업 추진

-핵심 물류거점인 항만 · 산업단지 · 내륙화물기지를 간선 철도망과 연결하는

인입철도의 지속 확충

-KTX 화물전용칸 등을 통해 고부가가치 소량화물 운송

-대량수송체계 도입을 통해 철도운송의 경쟁력 제고

→ 수송효율이 높은 2단 적재열차를 경전선에 도입하고, 이후 성과에 따라 단계적으로 확대

→ 유효장 확장 등 시설개선을 통해 장대열차 도입

○ 편리한 철도이용환경 조성

： 고속철도 및 일반철도역의 접근성을 개선하고, 이용 편의시설 지속 확충

-KTX역, 전철역, 터미널 등에 상업-문화-업무 등이 결합된 복합환승센터 본격 개발

-철도-대중교통 연계를 위해 택시베이, 버스베이 등 교통광장 설치

-고속철도역 접근 편의를 위해 광역직행버스, 리무진 버스, 셔틀버스 도입 및 확대

-엘리베이터 등 편의시설 확충, barrier free 역사 지정 등 교통약자의 이용편의 제고

-역사 내 자전거 보관시설, 경사로 설치 등 지속 추진

□ 투자규모

○ '11 ~ '20년까지 철도시설 확충에 총 88조원 소요 전망

-부문별 투자 : 고속철도 16조원, 일반철도 46조원, 광역철도 26조원

-재원조달 : 국고 59조원, 지방비 3조원, 민자-공기업-기타 등 26조원

□ 투자 효과

○ 광역경제권간 주요 거점이 녹색 철도망으로 연결

비 고	2010년	2020년	비고 (B/A)
영업거리(km)	3,557.3	4,934.1	1.39
복선화율(%)	49.6	79.1	1.60
전철화율(%)	60.4	85.0	1.41

○ 철도중심의 교통 - 물류체계로 전환되어, 저탄소 녹색성장 기반 마련

구 분	2008년	2020년
도로	81.4	69.3
철도	15.9	27.3
항공	2.5	3.2
해운	0.2	0.2
계	100.0	100.0

-철도 화물 수송 분담률은 8.0%('08) → 18.5%('20)로 확대를 목표로 Modal-Shift
보조금 지급, 운영효율화 등 추진

○ 교통부문 온실가스 및 에너지 소비 저감에 기여

-온실가스(CO2) 배출 감소 : 연간 약 774만톤

-에너지 소비 감소 : 연간 약 259만 TOE톤

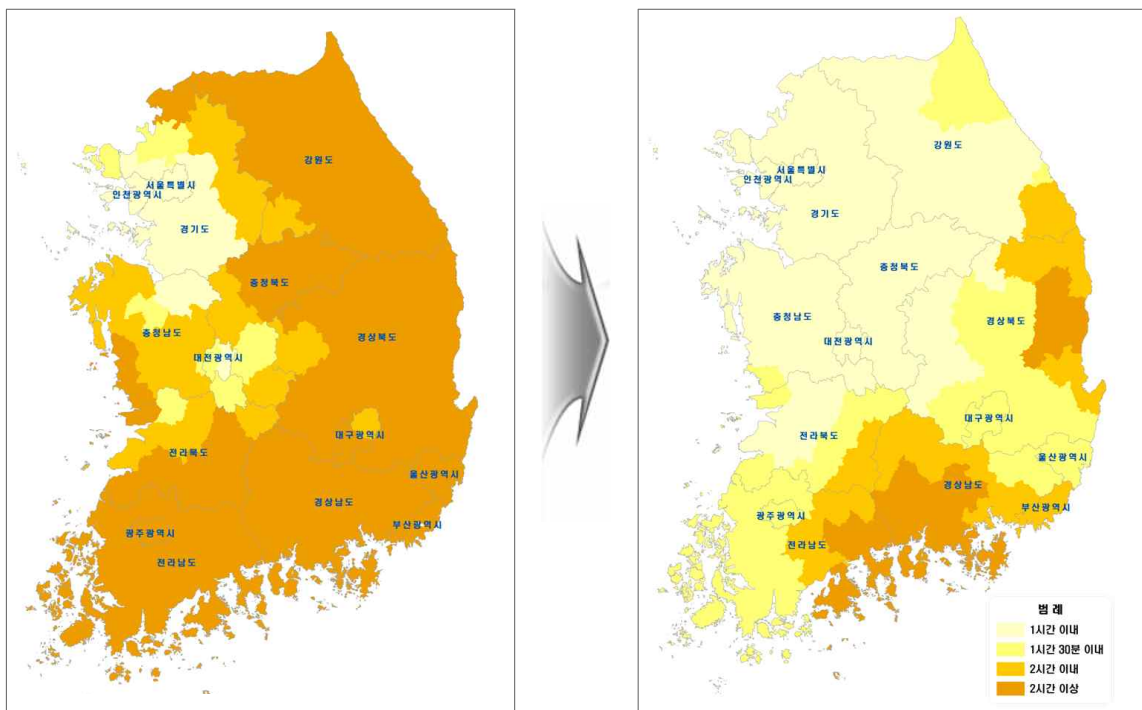
○ 경부-호남-수도권 고속철도 개통과 주요 일반철도 노선의 고속화를 통해

전국 주요도시가 1시간 30분대로 연결

-1시간 30분대 : 인구 60% → 83%, 면적 30% → 76%

-2시간대 : 인구 74% → 96%, 면적 55% → 90%

[철도 통행시간 분포변화(서울기점, 차내시간 기준)]



□ 철도산업발전 기본계획 추진배경

- 국가기간 교통망계획 제2차 수정계획 및 제2차 국가철도망 구축계획의 하위계획으로 1차 기본계획('06~'10)이 종료됨에 따라 정책여건 변화 등을 반영하여 철도시설 투자, 철도 운영 개선, 철도 안전관리 및 기술개발, 해외진출, 철도인력 양성 등에 관한 중장기 철도 종합계획 수립

□ 주요내용

- KTX 고속철도 중심의 국가철도망 구축
 - 전국 고속철도망 확충
 - 경부고속철도 대전-대구 도심구간(40.9km)을 '14년까지 완공
 - 호남고속철도 오송~광주 구간은 '14년까지, 광주~목포 구간은 최적노선 결정 후 '17년까지 완공
 - 수도권 고속철도 수서~평택 노선은 '14년까지 완공
 - 기존선 고속화 및 일반철도 신선 건설
 - 기존선 복선전철화 및 230km/h급 고속화 사업
 - 광역철도 급행화 및 신선 건설
 - 현재 추진 중인 경의선 용산-문산 복선전철화사업 등 '15년 이내 완공
 - 신분당선 강남-용산 복선전철 등 '20년 이내 완공
 - 수도권 광역급행철도 3개 노선을 신규사업으로 추진
 - 궤도-전기-신호 등 철도시설 개량
 - 철도 안전시설(설비) 및 재해예방시설 등의 보강과 구축물-역시설 등 노후화된 철도시설 개량 지속 추진
 - 속도향상을 위해 시설 개량 및 차상신호시스템 도입을 추진하고 방음시설 등 친환경 철도시설도 설치
 - 철도시설 유지-보수 효율화
 - 시설자산 관리 표준화-정보화-선진화('11~'15)
 - 시설 유지-보수제도 개선 및 외주화 확대('11~'15)
- 철도운영부문의 경쟁력 제고
 - 고객 지향적 수송서비스 제공
 - (광역 급행화) 광역 일반열차 급행화를 위해 2역 정차 및 1역 통과하는 skip & stop 운행방식 도입
 - (운행 다양화) 열차 편성량 수 조정(편당 8량 → 4~6량)을 통한 운행횟수 확대 및 2층 열차 도입 등 운행패턴 다양화
 - (열차환경 개선) 쾌적한 열차환경 조성을 위해 임산부 배려석 확대, 여성 전용칸 운영, 화장실 환경 개선 등 추진

- (발권시스템 개선) Smart폰 승차권 구매 어플리케이션 개발 및 자가 발권 시스템 이용 활성화 등 발권시스템 개선
- (KTX 서비스 확대) 수요증가에 맞춰 KTX 운행을 '10년말 218회(1일)에서 '15년까지 282회(1일)로 확대 (64회 증가)
- 철도 지능형 교통체계 확대
 - 「철도 지능형 교통체계 기본계획」 수립 ('11)
 - 「고객 중심의 철도이용 정보체계」 구축 ('11 ~ '15)
 - 지능형 IT를 접목하여 철도운영체계를 효율화 ('11 ~ '15)
- 철도 중심의 연계교통체계 강화
 - 사업여건 등을 감안 복합환승센터를 단계적으로 개발
 - 철도역 교통광장화 사업 지속 추진
 - 자전거 보관대 및 주차장 확충사업 지속 확대
- 녹색 철도물류 경쟁력 강화
 - 핵심 물류거점인 항만-산업단지에 철도인입선 7개 노선 추가 건설 ('10 ~)
 - 화물수송 효율 향상을 위한 열차 운영시스템 개선
 - 환적비용과 환적시간 단축을 위한 새로운 시스템 개발
 - 화물열차 서비스를 제고하고 화물유치 영업을 강화
 - 전환교통 보조금을 활용한 철도로의 수단 전환 가속화
- 철도운송시장 경쟁 환경 조성
 - 수요가 있는 고속(화)철도-광역급행철도는 BTO 방식으로 민간에서 건설-운영, 신규 BTL 사업도 민간운영자 공모
 - 기존노선은 현행의 선로사용계약을 내실화하여 노선별로 운영계약제를 도입하는 등 경쟁체제 도입방안 검토
- 철도공사의 경영 효율성 제고
 - 차량기지 거점화로 검수시설 유지-운영비를 절감하고, 간접(지원)조직을 최소화하여 차량 유지-보수 효율성 향상
 - 철도시설 유지-보수 효율화 방안 마련-시행 (11.6~)
 - 출자회사 지분(부천-롯데) 매각 및 용산역세권 개발사업 정상추진 등으로 재무건전성 개선
 - 공사의 인건비 구조개선 등을 통해 자립경영 기반을 마련 ('15년까지 인원 단계적 감축)
- 수익사업 다원화로 경쟁력 강화
 - (역세권 개발) 지자체 도시개발과의 연계성을 고려한 5개소 중점(용산, 서울역북부, 성북, 수색, 동대구) 개발
 - (역사 개발) 복합-민자역사 개발로 수익형 생활문화공간 창조
 - (철도 연변부지 개발) 철도연변 및 폐선부지 7개소 개발
 - (차량기지 개발) 차량기지 유치선을 입체화 및 재배치하여 상업-주거지역 등으로 특성화 개발

- (사내벤처 활성화) 다지형 침묵 상업화, 캐릭터-철도모형사업 유통망 확충 및 신규 고수익 벤처사업 발굴
- 철도 교통카드 (GLORY카드) 사업 착수 ('11년~)
- 경전철, 민자(BTL)철도, GTX 등의 운영, 유지-보수 시장 참여 확대
- 對고객 서비스 강화로 계열사의 경쟁력 강화
- 중장기 철도운영계획 수립-시행
 - 국가철도망계획과 연계한 중장기 열차운행계획 수립 ('11.3)
 - KTX는 장거리 수송, 일반열차는 중·단거리 수송을 담당
- 철도운영제도 합리적 개선 추진
 - (건설-운영간 인터페이스) 고객과 철도운영자의 요구를 처음 설계단계부터 반영하는 Total Design으로 접근
 - (선로사용료) 열차운행 실적에 따라 사용료를 납부하는 단위 선로사용료 제도를 단계적으로 도입
 - (열차운임) KTX는 정차역 수, 속도, 시간개념 등을 고려한 운임체계를 마련-시행

○ 세계 최고수준의 철도안전 확보

- 철도안전관리 효율화 및 제도개선
 - 위험도 기반의 안전관리체계 구축
 - 철도 불법행위에 대한 대응체계 강화
- 철도안전업무 종사자 역량 강화
 - 안전문화 조성 및 교육환경 개선
 - 종사자 역량강화를 위한 기반 개선
- 철도시설의 안전성 제고
 - 역사내/선로변 사상사고 예방
 - 대형 철도사고 예방 강화
- 철도차량의 유지-보수 선진화
 - 유지-보수의 효과성 제고를 위한 평가체계 마련 ('12~)
 - 유지-보수성이 향상된 철도차량 개발 추진 ('12~)
 - 스마트 차량 유지-보수 기술을 적극 개발 ('12~)
- 철도안전 홍보 및 연구개발 확대
 - 다양한 대국민 홍보 확대
 - 철도안전 연구기반시설 확충 및 안전성 향상 연구

○ 철도 제조업 육성 및 기술개발 촉진

- 철도 제조업 육성방안 수립-시행
 - 철도 핵심부품 기술개발 지원 ('12~'15)
 - 철도 제조업 활성화를 위한 제도개선 추진 ('11~'15)
 - 철도제품의 상용화 촉진을 위한 기반 마련 ('11~'15)

-수출 주도형 연구개발 추진

- 「차세대 고속철도 기술개발」 추진 ('07~'12)
- 430km/h급 고속철도 인프라 기술개발 ('10~'14)
- 「차세대 고속철도 기술개발」 후속과제 추진 ('13~'15)
- 「도시형 자기부상열차 실용화」 추진 ('06~'12)
- 「무가선 저상트램 기술개발」 추진 ('09~'13)

-미래 선도 기술개발

- 「EMS 기반 초고속 철도시스템 원천기술개발」 추진 ('11~'14)
- 「무선통신기반 열차제어시스템 개발」 추진 ('10~'14)
- 접촉식 급전방식의 한계를 극복하기 위해 비접촉식 급전방식인 「유도급전 시스템 핵심기술 개발」 추진 ('10~'12)

-철도 인프라 기술수준 제고

- 「철도건설·유지보수비 저감기술 개발」 추진 ('11~'15)
- 「IT 융합 철도시스템 유지·관리 기술」 개발 ('14~'19)
- 「도시철도 터널 및 차량 공기질 개선」 추진 ('09~'14)

○ 해외 철도시장 진출 확대

-해외진출 지원체계 공고화

- 사업별로 민-관 합동 사업단을 선제적으로 구성-운영
- 국제철도 수주지원 기관을 설립-운영 ('11~)

-해외진출 기반 및 활동 강화

- 해외진출 촉진을 위한 금융지원 확대
- 합리적인 리스크 관리를 통해 안정적 투자 여건 마련
- 참신한 수주전략 개발 및 수주활동 강화
- 해외철도 수요자를 고려한 철도기술 개발 추진
- 글로벌 경쟁력을 갖춘 고급 철도인력 양성시스템 구축

-철도 국제협력 강화

- UIC, CCTST, OTIF, UN ESCAP, OSJD 등 국제기구에 참여하여 해외협력-진출방안 모색하고, 국익을 적극 대변
- 국제회의 및 행사 등을 개최하여 국내 철도산업의 우수성을 홍보하고, 철도기술 국제 표준화 등을 선도하는 계기로 활용

○ 철도분야 핵심 전문인력 양성

-철도 핵심인력 양성 마스터플랜 수립-시행

- 산-학-연 협력을 통해 고급 철도기술인력 양성
- 전문 교육기관 육성을 통해 분야별 맞춤형 인재 육성
- 철도 인턴십을 활용하여 미래 철도인재 적극 유치

□ 투자규모

- '11 ~ '15년까지 철도산업에 총 **48.6조원** 투자 계획
- 부문별 투자

구 분	계	철도건설	시설개량 등	철도안전	철도기술	철도인력
투자비	48.59	43.00	4.66	0.46	0.46	0.01

-재원조달 : 국고조달 및 민자유치 외

□ 투자 효과

- 전국 주요도시를 1시간 30분대로 연결
 - 1시간 30분대 : 인구 60% → 83%, 면적 30% → 76%
 - 2시간대 : 인구 74% → 96%, 면적 55% → 90%
 - ※ 제2차 국가철도망구축계획에 따른 '20까지의 효과임
- 철도의 여객 수송분담률 15.9%('08년) → 24%('15년)로 증가
- 철도를 고부가가치 수출 전략산업으로 발전
 - 철도기술 수준을 선진국의 74%('09) → 95%('15)로 제고
 - 세계 철도차량 시장 점유율을 2%('09) → 4%('15)로 제고
- 대형 철도사고 “제로화”로 가장 안전한 교통서비스 제공
 - 철도 운전사고(열차운행 1억km당)를 10.8건('10) → 10건('15)로 감소
 - 철도사고 사망자 수(열차운행 1억km당)을 69명('10) → 38명('15)로 감소

2. 국외 정책동향

가. EU

(1) Marco polo Programme II (2007~2013) 계획

- (가) 2,000억 ton-km의 도로 수송화물 물동량을 철도나 근해 수송으로 전환
1,200만ton의 CO2 배출량 감소 추진
- (나) EU에 근접한 해안선에 인접한 인접국가의 참여를 통한 지리적 영역 확대
- (다) 운송수단 전환에 따른 재정지원 비율을 상향 (30% → 35%)
- (라) 마르코 폴로 1단계 사업대비 2단계 사업의 경우 4배 증가

표 2-2. 마르코 폴로 II 연도별 투자액

년 도	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
금액 (백만유로)	30	50	100	130	130	150	150

(2) 철도중심 범유럽 교통네트워크(TEN-T) 계획

- (가) 총 30개 프로젝트 중 22개가 철도관련 프로젝트이며, 이 중 14개 노선은 일부 또는 전체를 고속철도 수준으로 계획
- (나) 14개 노선 사업비('96 ~ '20) : 2,690억 유로 투입 예상
- (다) 고속철도망 : 2,300km('95) → 22,140km('20) → 30,750km('30)
: 약 800km/년 증가

(3) EU FP7(Framework Programme) 협력 프로그램 운영

- (가) 지속가능한 지상(철도, 도로, 수로) 수송
 - ① 지상운송의 환경보호
 - ② 지속적인 도심 이동성 보장
 - ③ 안전성과 보안성 개선
 - ④ 디자인, Power-train등 교통기술 개선을 통한 경쟁력 강화

나. 프랑스

(1) 교통분야 연구프로그램(PREDIT3) 운영

- (가) PREDIT3의 3가지 주요 목표는 화물과 사람을 지속가능한 운송, 교통시스템의 안전향상, 환경영향저감 및 온실효과 감소
- (나) 11가지 주제 중 철도관련 주제는 6가지 포함
 - ① 화물수송기술: 철도생산성 제고, 혁신적 교통기술 및 시스템의 실용화, 기반 기술(전동기, 제동장치), 철도차량, 차량-인프라-시스템 간의 정보화 기술
 - ② 이동성 서비스: 단거리 운송, 인터모달 서비스, 도시교통 및 도시 간 교통의 정보화 기술 및 서비스
 - ③ 에너지 및 환경 : 깨끗하고 에너지 효율이 높은 철도차량개발

- ④ 물류 및 화물운송 : 경제와 물류시스템관계
- ⑤ 안전 : 제어시스템, 규제시스템, 노선 최적화 시스템 개발
- ⑥ 이동성 및 지속가능한 발전 (이동성 결정요인, 교통경제학)

(2) SNCF(프랑스 국영철도) 계획

- (가) '08년 ~ '14년까지 300량 전후의 고속철도 열차 구매 진행 중
- (나) '20년까지 TGV 파리 ~ 남동부 열차 현대화 계획
- (다) 철도 수송이 타 교통수단에 비해 경쟁력과 경제적 타당성 갖도록 고속철도 추진

다. 독일

(1) “이동성과 교통“ 연구프로그램 운영

- (가) 교통분야 3대 목표
 - ① 지속가능성
 - ② 성취도 제고, 효율화, 안전, 고객지향
 - ③ 교통분야 국제 경쟁력 향상

(2) “Research Initiative Rail 2010” 프로그램 운영

- (가) 철도전략, 철도 운영사를 위한 조직 모델, 명령 및 제어기술, 인프라, 철도차량 기술 및 플랫폼 개념설계, 서비스지향적인 혁신, 교육 및 연수분야 혁신 포함

(3) 도로위주 교통 발전에 한계점에 도달 후 대책으로 고속철도 건설

- (가) 급속한 자동차 증가에 따른 환경보호 대책으로 철도 수송 필요
- (나) 독일 주요도시와 인접 유럽의 고속연계 교통수단으로 고속철도 건설

라. 영국

(1) Delivering a Sustainable Railway (2007)

- (가) 2009년 4월~2014년 3월까지 5년 동안의 투자액을 제시

(2) 기술발전계획(HLOS: High Level Output Specification)

- (가) 1백억 파운드 예산을 투입한 중·단기 계획 ('09~'14년)
 - ① 규모의 성장 : 수송량 성장에 대응한 용량증대, 철도망 확대, 전철화 추진
 - ② 신뢰성 향상 : 지연사례 감축, 사상사고 감소
 - ③ 효율성 향상 : 운임시스템, 철도역시설, 접근성, 보안문제

(3) 철도수요의 증가예측 및 다양한 대책 마련 중

- (가) 2004년 1,088백만명 → 1,300백만명(20년간)

(4) A Greener Future”(‘09.7.15 영국 교통부장관 발표)

- (가) '20년까지 교통부문 온실가스 배출 1,500만톤 감축 추진

마. 중국

(1) 중장기 철도망 계획 수정

표 2-3. 중국 중장기 철도망계획 주요 조정사항

구 분	2004년 중장기 계획	2008년 중장기 계획
비준일자	2004년 1월 7일	2008년 10월 31일
2010년 영업길이	8.5만km	-
2020년 영업길이	10만km	12만km이상
여객전용철도 (장거리 고속철도)	1.2만km	1.6만km
철도망 정비 및 서부국토개발용 신설철도	1.6만km	4.1만km
기존선 개량	복선화율 및 전철화율 50% 기존선 복선화 1.3만km 기존선 전철화 1.6만km	복선화율 50%, 전철화율 60% 기존선 복선화 1.9만km 기존선 전철화 2.5만km

(가) '20년까지 약 1,000조원 투입, 철도 길이 41,000km 이상 연장

(나) '20년 철도 운영노선 : 120,000km

(다) 모든 성과 인구 50만이상 도시 연결 고속철도망 구축

(라) '25년까지 아시아중단 / 유라시아 횡단 철도망 구축 추진

(마) 고속철도 기술개발

- ① 철제 차량방식 500km/h 시제차량 공개 ('11.12)
- ② CRH380AL 최고시험속도 486.1km/h 돌파 ('10.12)
- ③ CSR Qingdao Sifang 사 500km/h급 차량개발 ('11.1)



그림 2-2. 중국의 건설·계획 중 고속철도 현황

바. 일본

(1) 간선철도 고속화 및 도심교통의 철도 역할 강화

(가) 간선철도 고속화 추진

① 신칸센 건설 및 재래선 고속화

㉠ '15년까지 5대 도시권(도쿄, 나고야, 오사카, 삿포르, 후쿠오카)을 3시간대로 연결 목표 : 신칸센 약 600km 계획·건설

② 고속선 수요 적어도 국토 균형발전 및 지역개발 차원에서 신칸센 건설 지속추진

③ 자기부상열차 실용화 계획

㉠ 3대도시인 도쿄, 오사카, 나고야를 연결하는 700km~800km 연장의 초고속 자기부상철도를 계획 중

(나) 대도시 교통의 철도 역할 증대

① 간선철도의 고속화와 함께 대도시권의 철도 정비 진행

② 도쿄권 : '15년 목표로 233km 노선 정비 예정, 15년 내 426km 노선 정비 예정

(다) 에코레일 마크제도 및 철도전환 보조금 등을 통해 녹색물류 활성화 추진



그림 2-3. 동일본 철도의 신칸센 노선도 및 차량

사. 미국

(1) 2030년까지 교통부문 온실가스 배출 40% 감축 목표

(가) 플로리다 고속철도사업 등 10개 노선의 고속철도 건설 추진 (오바마대통령)

(나) 여객철도 투자 및 개선에 관한 법령(PRIIA)을 제정하여 지역간 여객철도 구축 활성화 방안을 추진함

2절. 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장현황

가. 국내 분기기 시장규모는 800억수준이며, 호남고속철도건설, 수도권광역급행철도 및 향후 전국 주요 거점을 1시간 30분대로 연결하는 “제2차 국가철도망 구축계획 2011~2020, 국토부”등 지속적인 수요 증가가 예상됨

나. 국내 분기기 생산 기업은 경부고속철도 1단계 건설시 프랑스 Vossloh Cogifer와 기술제휴를 통해 고속분기기 기술을 확보한 삼표이앤씨(주)와 유지보수용 구형 분기기를 생산하고 있는 철도공사가 있음

표 2-4. 국내분기기 시장규모 및 주요업체 현황

구 분		내 용
시장규모		• 한국 분기기 시장규모 800억 수준 ('10년 기준)
주요업체	삼표이앤씨	• 매출 : 1,600억 • 분야 : 철도시스템, 철도궤도공사 외
	철도공사	• 분야 : 철도운영, 철도유지보수 외

2. 국외 시장현황

가. 유럽 : 지난 10년간 고속철도 중심으로 교통수송체계가 변화됨

- (1) 네트워크 70% 증가
- (2) 여객수송량 170% 증가
- (3) 영업거리 300~500km 이내
- (4) 여객 수송 50% 분담

나. 중국 : 사회 및 경제 통합을 위하여 고속철도 네트워크 구축

- (1) 네트워크 8,358km(2011) → 16,000km(2015)
- (2) 주요 도시의 여객 수송 90% 분담 예정

다. 세계 : 2009년부터 고속철도 네트워크 급속히 증가

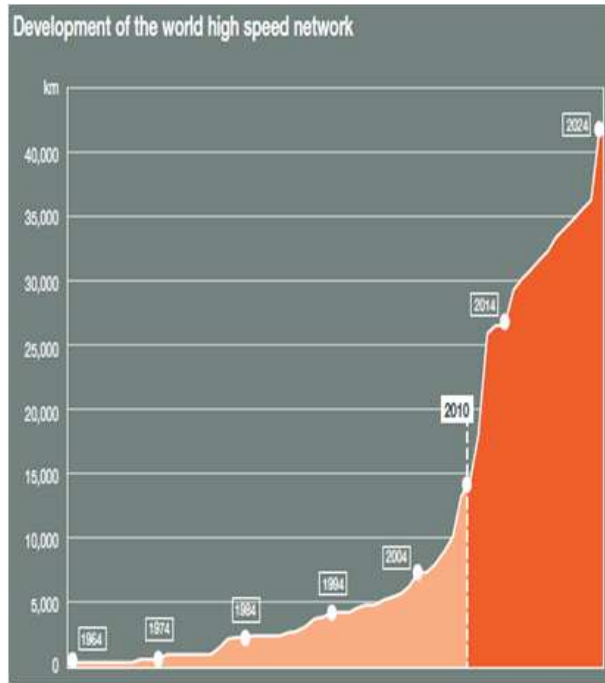


그림 2-4. 세계 고속철도 Network

라. 상기와 같이 고속철도 네트워크의 급속한 증가에 따라 글로벌 고속분기기 (350km/h) 시장규모는 2014년 이후 약 14,748km가 예상되며, 경부고속철도 2단계 구간에 설치된 해외분기기의 가격을 비교해 봤을 경우, 전 세계적으로 약 4.4조원의 고속분기기 시장이 예상됨

표 2-5. 완공기준 세계 350km/h이상 고속철도 계획

단위 : km

구분	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21~'25	'26~'30	'31~	total
350km/h	3,264	478	629	1,020	366	450	135	1,941	720	618	9,621
360km/h			667				480	2,791	345	-	4,283
400km/h							654	190	-	-	844
소계	3,264	478	1,296	1,020	366	450	1,269	4,922	1,065	618	14,748

※ High-Speed Rail Global Market Trends - SCI/VERKEHR Cologne 2011

마. 주요 국가별 계획은 아래와 같음

표 2-6. 주요 국가별 고속철도 계획

구 분	Route section	Length [km]	Current Status	Speed [km/h]	(Estimated) Completion
France	Auxonne - Bourg - en - Bresse	140	Shovel-ready	350	2015
France	Le Mans (Connerre) - Rennes	182	Shovel-ready	350	2016
France	Tours - Agouleme	215	Shovel-ready	350	2016
France	Agouleme - Bordeaux	126	Shovel-ready	350	2016
France	Baudrecourt - Strasbourg / Vendenheim	106	Construction	350	2016
France	Lille - Valenciennes - Aulnoye	70	Planning	350	2017
France	Dijon - Turcey (Aisy)	86	Planning	350	2018
France	Paris Austerlitz - Orleans - Bourges - Clermont - Lyon	480	Shovel-ready	360	2020
France 소계		1,405			
Spain	Albacete - Alicante	119	Construction	350	2014
Spain	(Madrid -) Villalba - Avila	80	Planning	350	2015
Spain	Vlanencia - Castellon de la Plana	64	Planning	350	2015
Spain	(Albacete) Monforte del Cid - Murcia / Cartagena	134	Construction	350	2015
Spain	Gijon - Oviedo - Aviles	60	Planning	350	2015
Spain	Puertollano - Merida (- Badjoz)	280	Proposal	350	2018
Spain 소계		737			
United Kingdom	London - Birmingham	190	Planning	400	2025
United Kingdom	Birmingham - Manchester	155	Proposal	360	2026
United Kingdom	Birmingham - Leeds	190	Proposal	360	2026
United Kingdom	Londo - Cambridge	96	Proposal	350	after 2020
United Kingdom	Sheffield - Manchester	64	Proposal	350	after 2020
United Kingdom 소계		695			
Qatar	Qatar - Bahrain	180	Planning	350	2017
Qatar 소계		180			
Morocco	Casablanca - Oujda	720	Planning	350	2030
Morocco 소계		720			
Russia	Moscow -St.Petersburg(new route)	654	Planning	400	2020
Russia 소계		654			
Brazil	Campinas - Sao Paulo - Rio de Janeiro	518	Shovel-ready	360	2016

Brazil	Sao Paulo – Curitiba	410	Planning	360	after 2020
Brazil	Campinas – Uberlandia	540	Planning	360	after 2020
Brazil	Campinas – Belo Horizonte	530	Planning	360	after 2020
Brazil	Curitiba – Porto Alegre	600	Proposal	360	after 2020
Brazil	Uberlandia – Brasilia	500	Proposal	360	after 2020
Brazil 소계		3,098			
USA	Merced – San Jose – San Francisco	211	Shovel-ready	350	2025
USA	Washington – NY	618	Planning	350	2040
USA 소계		829			
India	Howrah – Haldia	135	Planning	350	2020
India	Delhi – Agra – Lucknow – Varanasi – Patna	1050	Planning	350	2022
India	Ahmedabad – Rajkot – Dwarka	340	Proposal	350	2023
India	Rajkot – Junagadh – Veraval	180	Proposal	350	2023
India 소계		1,705			
South Korea	Suseo – Dongtan	61	Shovel-ready	350	2014
South Korea 소계		61			
China	Beijing – Chengde – Fuxi – Chaoyang – Shenyang	684	Construction	350	2014
China	Chongqing – Chengdu	305	Construction	350	2014
China	Changsha – Kunming	1,175	Construction	350	2014
China	Baoji – Lanzhou	401	Planning	350	2014
China	Chengdu – Yibin – Bijie – Guiyang	519	Construction	350	2014
China	Shangqiu – Hefei – Wuhu – Hangzhou	770	Construction	350	2017
China 소계		3,854			
Japan	Hakodate – Aomori	149	Construction	360	2016
Japan	Sapporo – Hakodate	211	Shovel-ready	360	2021
Japan 소계		360			
Poland	Warsaw – Lodz	110	Planning	350	2019
Poland	Lodz – Kalisz	100	Planning	350	2019
Poland	Kalisz – Poznan	120	Planning	350	2019
Poland	Kalisz – Wroclaw	120	Planning	350	2019
Poland 소계		450			
총 합계		14,748			

※ High-Speed Rail Global Market Trends – SCI/VERKEHR Cologne 2011

바. 글로벌 고속분기기 시장 중 과거에는 유럽의 비중이 높았으나, 향후 계획되고 있는 350km/h 고속철도시장은 아시아와 남미위주의 시장이 형성될 것으로 전망됨

사. 또한 세계 주요 분기기 회사로는 오스트리아의 VAE BWG, 프랑스의 Vossloh Cogifer, 중국의 CRBBG & CRSBG가 있으며, 전 세계 분기기시장의 약 70%를 공급하고 있는 상황임

표 2-7. 전 세계 주요 분기기 업체 현황

구 분		내 용
시장규모		- Global 분기기 시장규모 2~3조 수준 - 독일의 철도통계 전문기관인 SCI/VERKEHR GmbH 2015년 세계 철도시장 규모는 1600억 유로(약 250조원) 전망 - 유럽 등 선진국은 안정세 유지 - 아시아시장은 현재 고성장 지속
주요업체 (2011년)	VAE BWG	- 국가 : 오스트리아 - 매출 : 17.5조 (철도시스템 : 2조) - 분야 : Steel, Special Steel, Metal Engineering Profilform, Automotive
	Vossloh Cogifer	- 국가 : 프랑스 - 매출 : 1.7조 (분기기 : 6천억 / 2,273명) - 분야 : Fastening systems, Rail service, Transportation system, Electrical system 外
	CRBBG & CRSBG	- 국가 : 중국 - 분야 : 철도 인프라 外

3절. 기술 동향 분석

1. 기술 분류 및 정의

가. 고속분기기 기술 개발

(1) 국내분기기 개발 수준

· 고속 1단계 (서울 - 대구, 232km)

국내 고속철도는 정부에서 1989년 5월 경부고속철도 건설방침을 확립하고 1990년 기본 계획을 확정하였다. 1999년 12월 시험선을 완공하고 오송기지를 중심으로 시험 운전을 시작하였다. 2004년 4월 사업기간 11년 10개월, 총 노선 232km 운행 속도 300km/h로 정상 개통되었다. 프랑스 알스톰 TGV를 기반한 축중 17톤, 20량 1편성이 388m KTX차량과 E Clip체결시스템을 사용하는 Cogifer사의 분기기시스템, 궤도회로 방식을 사용하는 TVM430 신호시스템, 자갈도상 PCT Fast클립을 적용한 궤도 시스템이 사용되었다. 분기기 수량은 총 100여틀이며 노스가동을 사용하는 18.5번이상 고속분기기는 91틀이 적용되었다. 그 중 F26은 한국의 지형 조건에 맞춘 한국형으로 설계 제작된 고유모델로써 총 16틀이 적용되었다. 1단계에서 도입된 해외 기술은 국내 기술이전을 조건으로 도입되었기 때문에 KTX는 G7고속철도, HEMU430X, 500X의 기초기술이 되었으며, 자갈도상용 고속분기기 설계, 제작 기술이 국산화 완료되었다.

· 고속 2단계 (대구 - 부산, 129km)

고속2단계는 2002년부터 건설되어 2010년 11월 총 노선 128.6km 운행속도 300km/h로 정상 개통되었으며 이로써 경부고속철도가 완공되었다. 궤도는 LCC 측면에서 우수한 레다2000(SFC체결시스템)을 적용한 콘크리트궤도로 건설되었다. 궤도 기술의 핵심인 분기기는 독일계 BWG사의 유압식 하이드로스타 분기기시스템을 수입하여 총56틀이 적용되었고 노스가동을 사용하는 18번이상 고속분기기는 37틀이 적용되었다. 또한 국내기술로 고속1단계에서 획득한 기술을 발전시켜 콘크리트궤도용 고속분기기를 개발하여 고속2단계 본선 연양 천전건널선에 F18.5번 건널선을 샘플 부설하여 성능을 모니터링한 결과 신호장애, 분기기 안전성면에서 수입품보다 우수한 성능이 입증되었다. 이로써 국내 기술은 설계속도 350k/h까지의 자갈도상, 콘크리트 도상 고속분기기에 대한 설계, 제작, 유지보수 기술을 확보한 것으로 분석된다.

· 호남고속철도 (오송 - 목포, 129km)

호남고속철도는 오송~익산~광주~목포(230.9km) 1단계는 오송 ~ 광주 송정 182.3km와 2단계 광주송정 ~목포(임성리) 48.6km으로 1단계는 2014년 개통을 목표로 하고 있다. 콘크리트궤도이며 고속 분기기는 약 50틀이 배선되었다. 2014년 1단계 개통을 목표로 토목공사가 진행 중이며 궤도 공사는 2013년부터 본격적으로

진행될 예정이며, 일부 노선을 고속철도 기술 발전을 위하여 400km/h급 시험선 시공을 계획하고 있다. 국내 고속분기기는 현재 350km/h로 설계되고 검증되었으므로 초고속 분기기에 대한 궤도, 차량 인터페이스, 상호작용, 분기기 안전성, 소음, 진동, 충격 값이 속도 향상에 따라 어떤 변수로 작용하는지에 대한 파라메트릭 스터디 연구가 선행되어야 할 것으로 분석되었다.

표 2-8. 국내 고속분기기 수량 및 속도

구 분		고속1단계	고속 2단계		설계 속도 (km/h)		비고
		국산화	국산화	수입	직선	곡선	
분기 기 명칭	F18.5	원곡선	좌동	좌동	350	100	가장 많이 사용
		53톨	2톨	29톨			
	F26	원곡선	-	-	"	130	한국고유 모델
		16톨	-	-			
	F46	원곡선+완화	좌동	완화+원곡선 +완화	"	170	고속분기
		22톨	-	8톨			
	합계	91톨	2톨	37톨	-	-	-

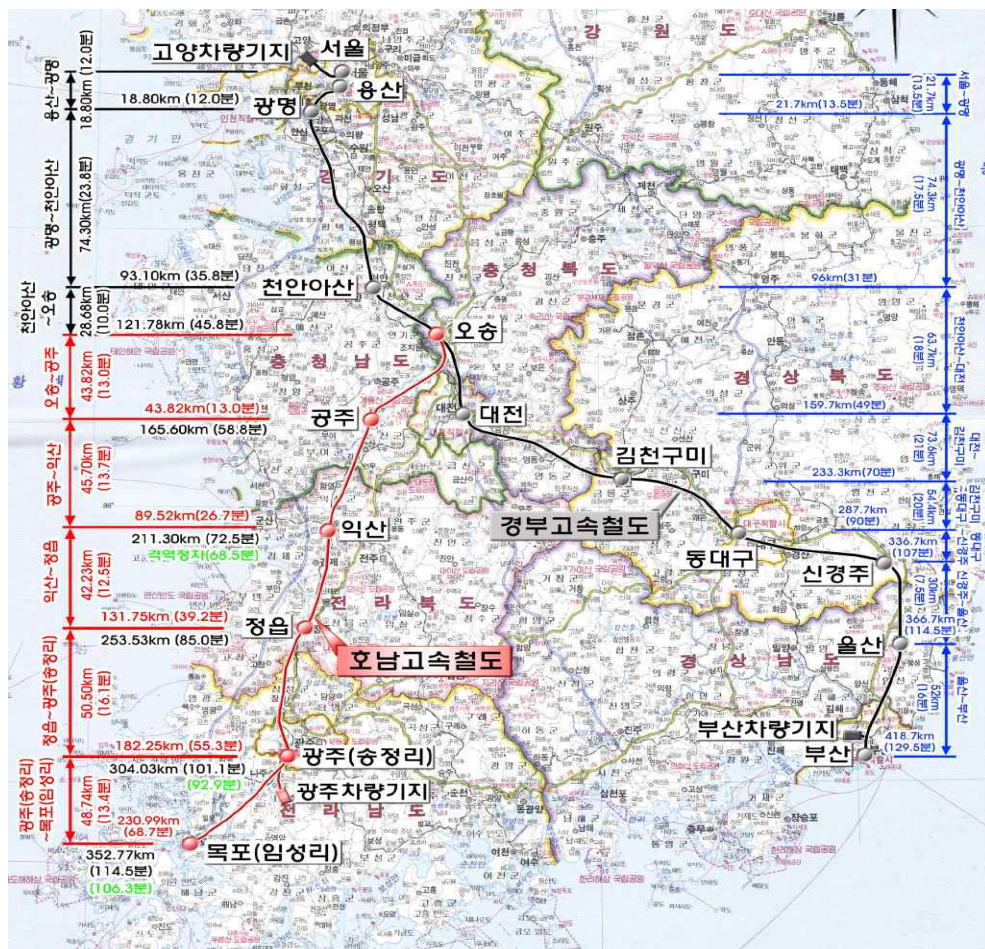


그림 2-5. 국내 철도 노선 현황



그림 2-6. 국내 고속분기기 전경 (고속1단계)



그림 2-7. 국내 고속분기기 전경 (고속 2단계)

표 2-9. 국내 고속분기기 특징 및 수량

구 분		고속1단계	고속 2단계		비고
		국산화	국산화	수입	
전 경	포인트				-
	크로싱				-
총수량		91톨	2톨	37톨	130톨
주요 특징	궤도	자갈도상용	콘크리트도상용	좌동	-
	레일	UIC60	좌동	좌동	-
	팅레일	UIC60D	좌동	UIC60B	-
	체결구	E Clip	시스템300W	Fast clip시스템	-
	전철기	MJ81	좌동	유압시스템 (Hydro Star)	-
	밀착검 지기	기계식 뿔베, M80디텍터	좌동	전자식 EPD	-
	기타	철관장치	좌동	다중 유압실린더	-
	패드 강성 조정	(자갈도상)	P.20-95kN 31kN/mm (접촉면적변경 방식)	P.18-68kN 22.5kN/mm (다중패드조합 방식)	-

(2) 해외분기기 개발 수준

- 철도 선진국인 프랑스, 독일, 일본 등은 고속분기기에 대한 지속적인 연구개발을 통하여 분기기 안전성 향상과 차량과 레일간의 인터페이스 및 주행속도 증가에 따른 사행동 시뮬레이션과 궤도 상호 응답특성을 예측할 수 있는 수준까지 발전하였음
- 이를 기반으로 글로벌 세계 경제체제 속에서 철도에 대한 영향력을 확장하여 국내 및 중국 등 글로벌 시장에 고속분기기를 포함한 유관 기술을 수출하고 있음

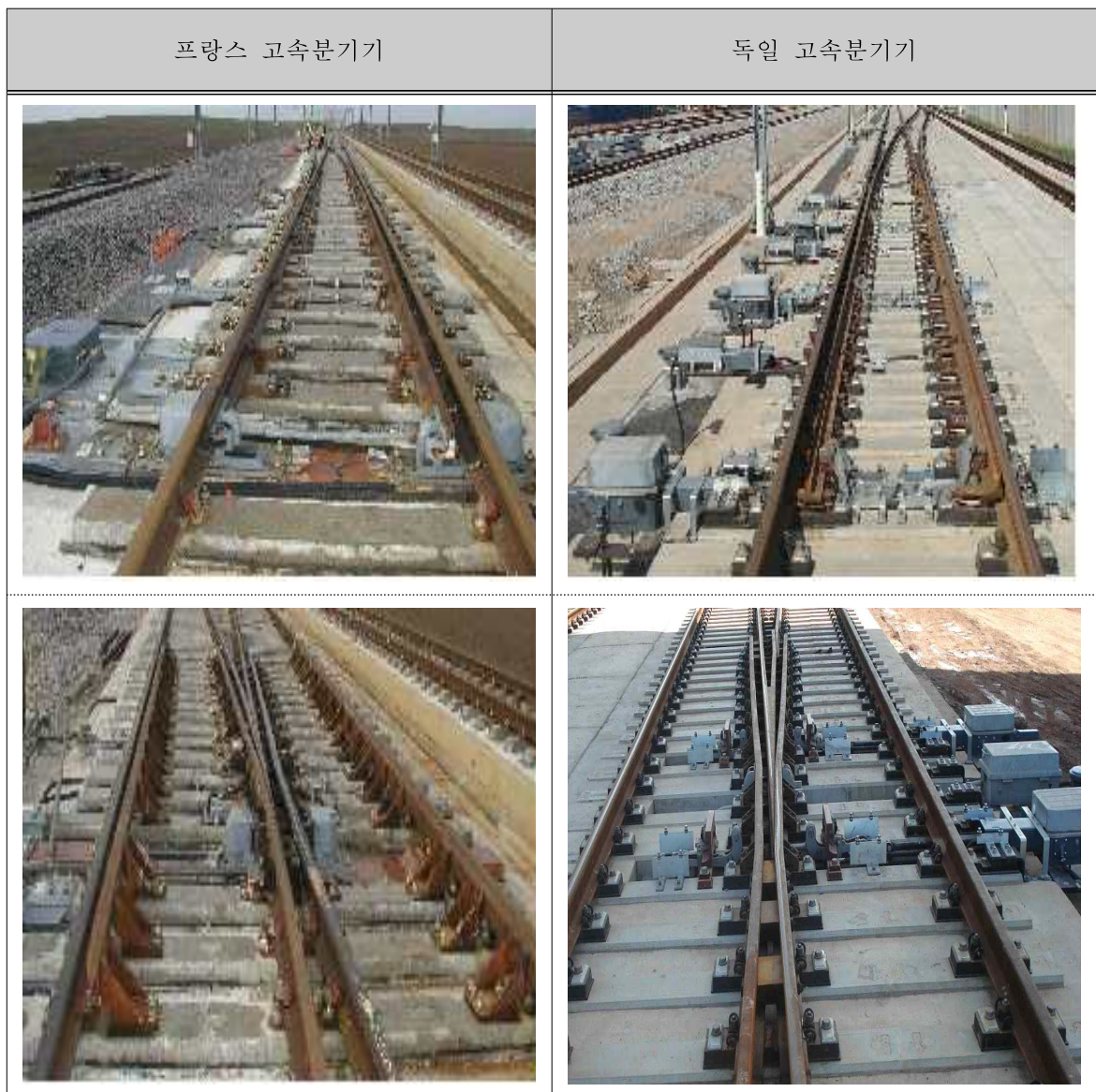


그림 2-8. 해외 고속분기기

표 2-10. 고속분기기 국가별 분기 속도

구 분	분기번호	분기 선형 형식	분기속도(km/hr)	비고
프랑스	F15	원곡선	80	측선에서 사용
	F46	원곡선+3차포물선	160	고속선의 건넘선에서 사용
	F65	원곡선+3차포물선	220	타방향 고속선으로의 분기시 사용
독 일	F37	완화+원곡선+완화	160	고속선의 건넘선에서 사용
	F46	완화+원곡선+완화	220	타방향 고속선으로의 분기시 사용
일 본	F18	원곡선	80	본선/부분선 분기시 사용
	F38	(복심곡선) 완화+원곡선+완화	160	고속선 사용

(가) 프랑스

- ① 분기기 설계 및 제작 전문업체로 세계적으로 유명한 프랑스의 Vossloh-Cogifer사는 분기기 상의 고속열차 주행을 위한 여러 형식의 고속분기기를 자체적으로 설계·제작하고 있는데, 고속분기기의 수십 m의 긴 텡레일을 생산할 수 있는 기술과 설비를 가지고 있을 뿐만 아니라 복잡한 형상의 크로싱 크래들(crossing cradle)을 직접 설계·제작할 수 있는 기술을 보유하고 있음
- ② 한편, 고속분기기에는 저속분기기와는 달리 내구성과 저항력이 강한 PC 분기침목을 사용하고 있는데, 프랑스의 ABETONG사는 PC 분기침목을 포함한 PC 침목생산 전문업체로서, 각 침목마다 레일과의 체결을 위한 베이스플레이트 인서트 홀을 정밀하게 산정하여 설계·제작하는 PC분기침목설계의 핵심기술을 확보하고 있음
- ③ 차량/분기기와의 상호작용 해석기술은 차량이 분기기를 통과할 시에 분기기 각 구간 즉, 포인트부, 리드부, 그리고 크로싱부에 발생하는 응력, 진동, 가속도 등의 해석을 통한 차량과 분기기간의 인터페이스 동역학적 해석을 통하여 차량이 분기기를 통과하면서 분기기에 어떤 영향을 미치는지 분석함으로써 차량이 안전하게 운행될 수 있는지, 어떤 부분에 어떤 결함을 야기하는지 자체 검토할 수 있음. 이를 토대 분기기 설계 구조를 변경하거나 분기기 재료를 강화시켜 완벽한 분기기가 설계·제작됨. 프랑스의 Vossloh - Cogifer사에서 시행하고 있는 차량/분기기 동역학 시뮬레이션은 분기기상 차량 통과 시 차량과 고속분기기와의 상호작용 해석기술을 자체적으로 확보하여 분기기 설계 시에 반영함으로써, 안전하고 정밀한 분기기와 텡레일, 노스레일 쉐정장치 및 밀착검지장치 등을 설계·제작하고 있음

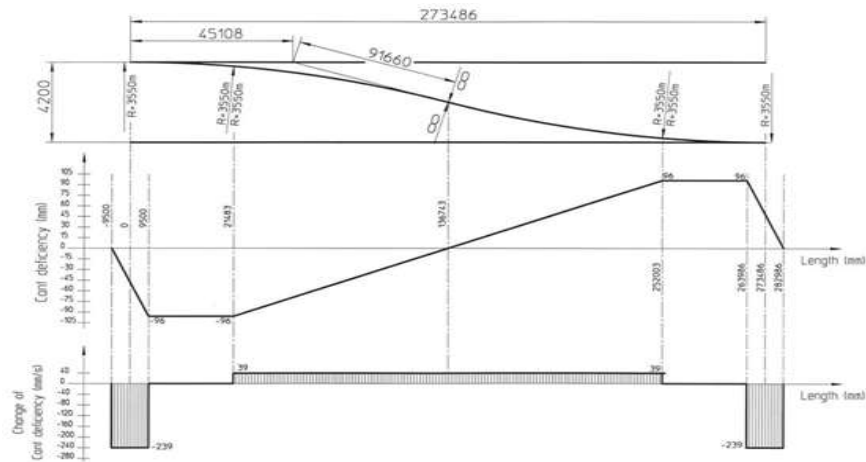


그림 2-9. 원곡선과 3차 포물선을 사용한 선형 설계 기술

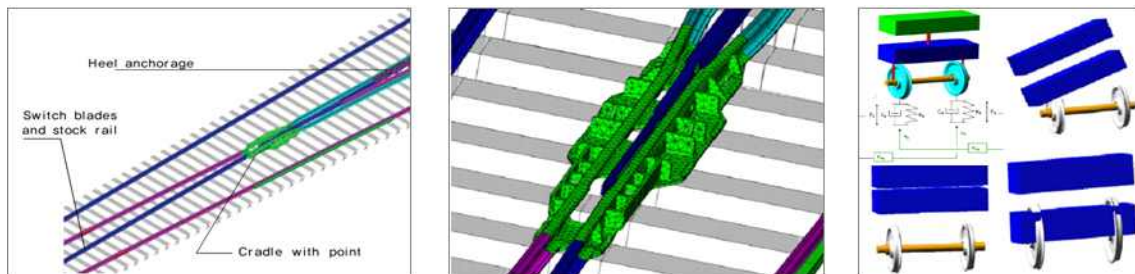


그림 2-10. 다물체 동역학을 통한 분기기 차량 거동 분석



그림 2-11. 분기기 구간 최고속도(574.8km/h) 갱신

(나) 독일

- ① 대표적인 분기기 기업인 BWG는 독자적인 선형 개발과 체결시스템, 분기기 구성품 안전성 향상 제품을 개발하여 사용하고 있음. 특히 콘크리트 궤도용 고속분기기 개발을 리드함으로써 전세계 시장을 선점하여 콘도상분기기 분야 에서 기술적 절대 우위를 차지하고 있음. 이러한 실적을 기반으로 대만, 중국, 한국 콘크리트궤도용 고속분기기를 납품하였고 슬래브패널을 적용한 분기기 시스템 등 다양한 궤도시스템에 사용가능한 분기기 개발을 진행중임

② 클로소이드 분기기 형상

- ㉠ BWG 고속 분기기는 분기기 시점부에서 기하학적인 요소의 클로소이드 구간을 갖도록 설계되었음. 시점부의 휨을 크게 갖도록 설계된 클로소이드 구간은 차량이 분기궤도에 진입할 때 열차의 횡 흔들림을 최소화하고 있음. 이는 승차감을 향상시킬 뿐만 아니라 상당한 긴장력을 저감시켜주며 또한, 작은 단면적으로 인해 최소 응력에만 저항할 수 있는 포인트부의 마모를 상당히 감소시켜줌. 클로소이드 구간의 굴곡부는 길이방향을 선형을 증가시키며 횡가속도 또한 증가시켜줌. 요구되어지는 최대 분기 속도에 클로소이드 구간을 최적화함으로서, 최대 횡가속도는 안전 및 마모를 고려한 값으로 제한되어짐
- ㉡ 클로소이드 구간에서 곡선 선형은 규정되는 분기기 통과 속도 내에서 최대 횡가속력이 요구되어지는 곡선반경에 따름
- ㉢ 포인트 구간에 일정한 곡선반경을 갖는 곡선 선형은 분기기 구간을 지나 기존선까지 계속 유지되어 동적선형구간 변경으로 인한 열차 흔들림이 발생하지 않음
- ㉣ 건널선의 경우, 포인트 전단에서 따르던 곡선 선형은 분기선의 곡선반경으로 점차 전환되며 이 구간의 클로소이드 반경은 분기선의 곡선반경이 시작되는 지점이며 점차 길이방향을 선형이 증대되며 곡선반경이 거의 선형에 가깝게 전환됨. 이러한 직선 선형은 다음 건널선의 클로소이드 구간의 선형구간 또는 건널선 중앙에 위치한 중간 직선 선형과 직접 연결되어짐
- ㉤ 이러한 클로소이드 구간의 매개변수는 열차의 흔들림, 횡가속도, 분기기 통과 속도 및 궤도거리와 관련 요구조건에 따라 결정되어짐
- ㉥ BWG에 개발 사용되어지는 클로소이드 분기기 시스템은 기존 궤도 시스템들과의 뛰어난 호환성을 유지하며 열차 탑승자의 승차감 향상 및 마모 등에 대한 이점을 가지고 있음

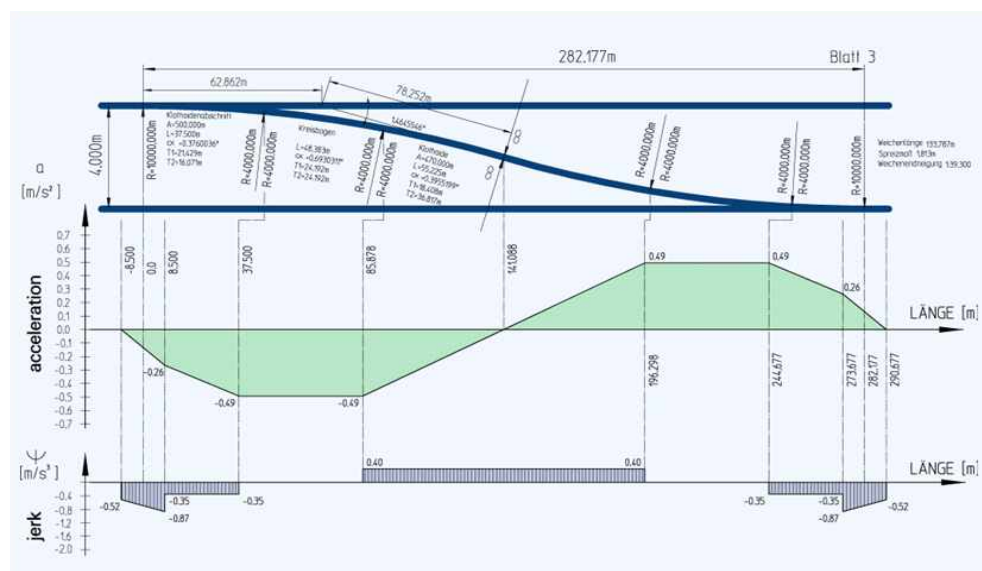


그림 2-12. 클로소이드완화곡선을 사용한 선형 설계 기술

③ FAKOP

- ㉔ 차륜담면이 테이퍼형상으로 되어 있는 것은 주행의 안정성이란 특면에서 보면 아주 좋으나 이러한 테이퍼형상 차륜의 문제점은 윤축이 한쪽으로 쏠렸다가 반대쪽으로 쏠리는 현상의 반복으로 인해 열차가 꾸불꾸불 전진하는 사행동이 일어나기 쉬운 문제점이 있음. 이 때문에 차체도 횡 방향으로 흔들려 요잉(Yawing), 롤링(Rolling) 현상이 나타나게 되고 차륜의 플랜지가 레일과 충돌하게 되어 마모 또는 파손되거나 심지어는 탈선하는 경우도 있음
- 이 사행동은 싸인(Sine)파 형상으로 나타나는데 이론상 파장 L 는 차륜담면의 기하학적 형상에 따라 파장(S)를 구할 수 있음

$$\text{사행동 파장} : S = 2\pi \frac{b r}{\gamma}$$

$$\text{사행동 거리} : L = S + 1 + \frac{l^2}{a}$$

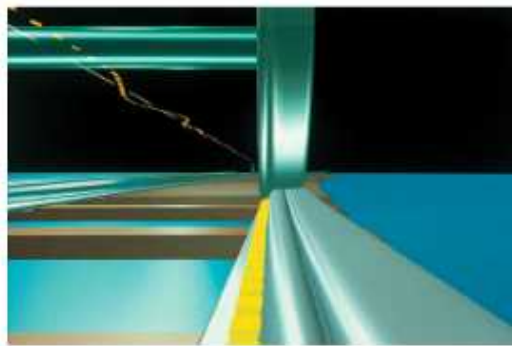
여기서, $2b$: 궤간, $2r$: 차륜직경, γ : 차륜 담면구배
 $2l$: 고정 축거

차량에는 롤링이나 요잉등의 고유의 진동이 있고, 이것이 헌팅에 의한 진동과 주파수가 일치되면 공진(Resonance)을 일으키고, 대차가 불안정 해져서 주행 안정성을 해치게 됨. 처음에는 승차감을 악화시키고 더 진전되면 차륜이 레일에 주는 충격이 커지게 됨. 사행동은 기하학으로 정해지고 속도와는 무관하지만 속도를 높이면 진동 관성력에 의해 더욱 악화됨. 이러한 사행동을 방지하는 방법은 파장을 구하는 식에서도 알 수 있듯이 차륜담면 테이퍼의 수직성분을 수평성분으로 나눈 값인 담면 기울기를 작게 하여 경사를 완만하게 하여 사행동 파장을 크게 함으로써 일정 주행속도에서의 사행동 진동수를 감소시키는 방법이 있음.

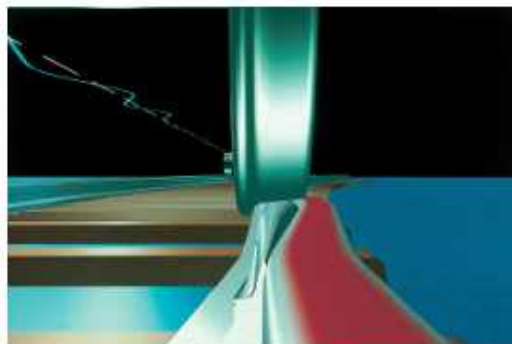
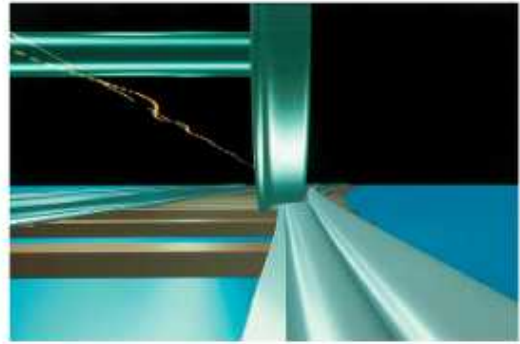
동역학적 방법으로 분기기 구간에서 궤간을 확대시켜 최적화시킨 Switching system은 분기기 진입 시 분기기의 기능 향상 및 운영의 안전성을 증가시킬 수 있으며, 텅레일 형상(침단 두께 보강)은 포인트 전단에 있는 텅레일이 측면으로 심하게 충돌하지 않게 함으로서 레일의 마모를 줄이며 사행동 파장을 길게 하여 차량 주행 안정성을 높일 수 있음

- ㉕ BWG 분기기에서 동역학적으로 최적화된 Switching system은 직선궤도뿐 아니라 분기궤도에 있는 분기기 진입 시 분기기의 기능 향상 및 운영의 안전성을 증가시킴. FAKOP의 형상은 포인트 전단에 있는 텅레일이 측면으로 심하게 충돌하지 않게 함으로서 레일의 마모를 줄이며 표준설계와 비교하여 두껍게 설계하여 사용 수명을 연장시킴

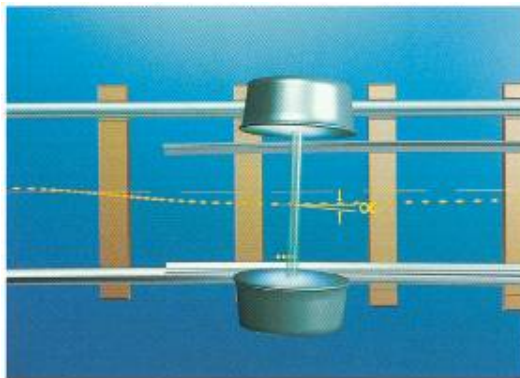
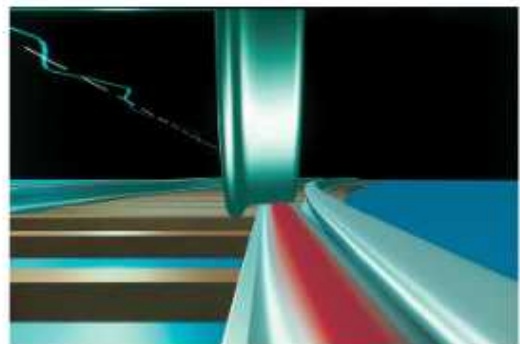
- ㉔ FAKOP 형상은 차륜 형상, 허용되는 궤간 등과 같이 규정된 제반 조건을 고려하여 차륜/레일 시스템의 운행조건과 일체화시킴



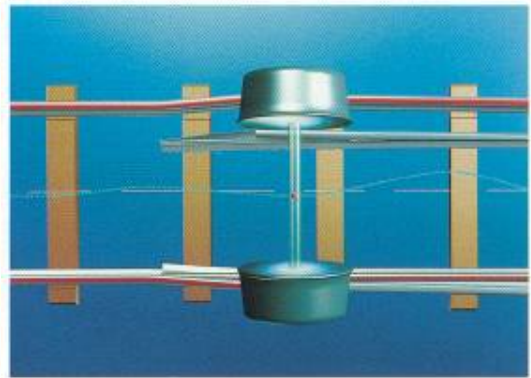
Without KGO® – low travelling comfort



With KGO® – smooth run, high travelling comfort



Without FAKOP® – high wear



With FAKOP® – no wear at all

그림 2-13. FAKOP KGO기술을 이용한 다이내믹 선형 설계 기술

④ 분기기용 탄성체결시스템

- ㉓ 열차의 운행속도가 증가함에 따라 차륜/레일 시스템에 의해 궤도 상부구조에 전해지는 동적 하중은 불균형하게 증가함. 따라서 차륜, 레일, 침목 및 상부구조와 같이, 관련된 모든 구성요소의 마모가 증가됨. 이러한 동적 하중의 마이너스적 효과를 감소시키기 위하여 유연한 탄성 체결구 시스템을 적용하고 있음



그림 2-14. 분기기용 탄성 체결장치

- ㉔ 분기기 구간에서 사용되는 탄성체결구는 여러 가지 다른 레일의 단면에 따른 강성의 차이와 일부 구간에서는 2 또는 3개의 레일이 하나의 상판에 고정되고, 분기기 구간에서는 일반 궤도구간에서보다 큰 횡력이 발생하기 때문에, 이로 인한 레일의 횡좌굴 및 비틀림 등이 발생하지 않도록 탄성체결구 시스템에 의해 제어되어야함

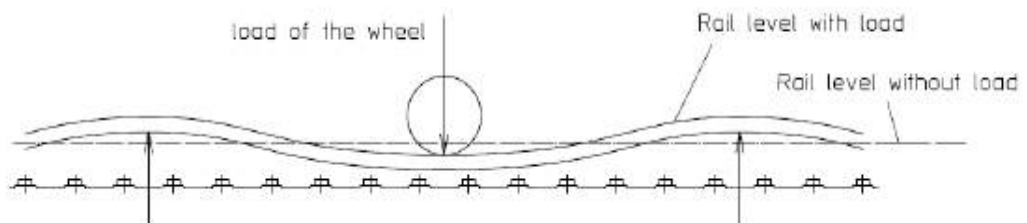


그림 2-15. 일반적인 탄성베이스플레이트 체결시스템

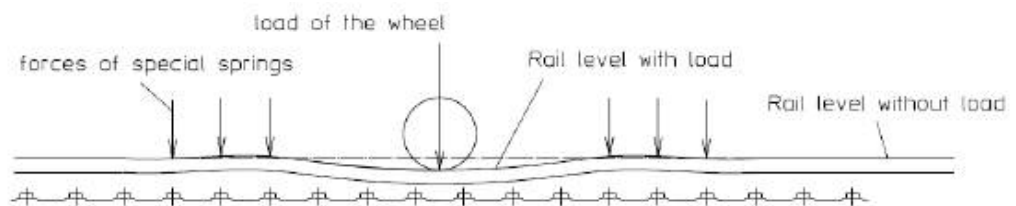


그림 2-16. BWG 탄성베이스플레이트 체결시스템

- ㉕ BWG에서 사용하는 시스템은 베이스플레이트의 형태 및 위치, 강성, 지지하는 레일 수량과 관계없이 탄성체결구의 일정한 처짐량을 유지하고 있음. 탄성체결구에 사용되는 탄성층의 탄성 값과 강재 플레이트의 크기 등의 적절한 조절을 통해 레일의 횡 변형과 좌굴은 강성이 적은 탄성재를 사용하는 경우보다 최소화 시키고 있음

이에 BWG에서는 콘크리트레도 분기기 내의 탄성체결구를 4~50kN/mm의 유연한 값을 갖도록 설계하여 차륜/레일 시스템 간 동적 상호작용을 감소 하도록 하고 있음.

⑤ HRS 잠금장치(Locking device) 기술

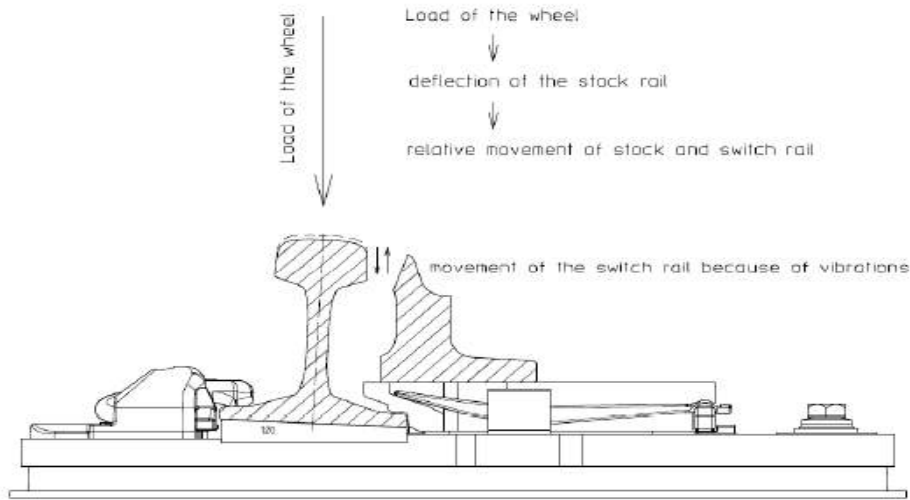


그림 2-17. HRS 잠금장치

- ㉔ 고속의 윤중 하에서 탄성체결구로 지지되는 기본레일(Stock rail)은 처짐으로 인해 텅 레일에서는 관성력이 발생함. 이러한 관성력은 기본레일(Stock rail)과 접합되는 텅레일이 기본레일(Stock rail)의 수직 하향 이동을 따르지 않게 함. 또한 텅레일은 차륜이 통과하는 동안 기본레일(Stock rail)보다 높은 위치에 놓이게 되며 그 결과, 텅레일은 더 일찍 윤중을 받게 될 것이며 이로 인해 마모도 심해 짐. 더욱이, 차륜이 갑자기 기본레일(Stock rail)보다 높게 올라와 있는 텅레일을 미끄럼판 쪽으로 횡력이 작용하면 큰 소음의 발생뿐만 아니라 미끄럼판의 마모 증가와 텅레일 저부 또한 손상을 받게 됨. 이러한 부분을 BWG에서는 HRS 잠금장치(Locking device)를 사용함으로써 해결하고 있음

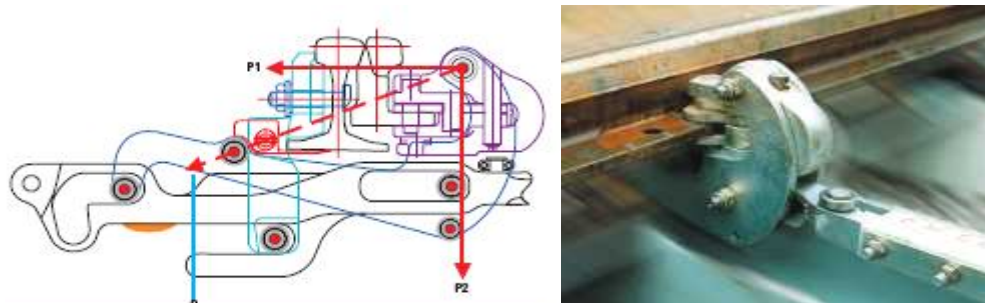


그림 2-18. BWG Locking device



그림 2-19. 분기기 쇄정 장치

- ㉞ HRS 잠금장치(Locking device)에 의해 탄성체결구조로 지지되는 기본레일 (Stock rail)과 텅레일을 수평방향 및 수직방향으로 당길 수 있도록 하였 음. 이러한 장치는 열차의 고속운행 시 기본레일(Stock rail)의 탄성 처짐 하에서도 텅레일 높이와 기본레일(Stock rail)이 같은 높이를 유지할 수 있 도록 하여 텅레일 두부를 보호하며 충격을 받지 않도록 함

HRS 잠금장치(Locking device)의 시공적 특징으로서, Pin point(텅레일 부 속물)의 제품 설계는 텅레일의 수평변위를 기본레일(Stock rail)쪽으로 $\pm 40\text{mm}$ 까지 이동 가능케 하고. 이것은 잠금장치(Locking device)의 들 러붙음과 고속분기기의 매우 긴 텅레일과 동절기와 하절기 사이의 심한 온도 차이에서 발생될 수 있는 운영적 오류 등을 안전하게 제거시키고 있 음. 분기기가 작동되는 동안 HRS 잠금장치(Locking device)는 텅레일을 들어 올리게 되며 이 때 사용된 롤러상판로 하중이 전달됨. 모든 분기기 구간의 이동은 유지보수가 적은 롤러를 사용하며 미끄러짐과 높은 유지보 수를 요하는 구성요소는 사용하지 않고 있음

⑥ 크로싱을 위한 Holding-down 장치

- ㉞ 탄성 지지되는 가동 크로싱에서 또한 포인트부와 같은 관성력이 발생됨 그 결과 크로싱과 웅레일 간의 단차가 발생되며 차륜이 크로싱에 먼저 접 축함으로서 결과적으로 표면 압력 및 마모가 증가함. 더욱이 탄성적으로 처짐이 발생된 미끄럼판 상부로 크로싱을 충돌시키게 되어 높은 동적하중 을 발생시키며 이러한 현상은 미끄럼판 표면과 크로싱의 마모와 소음을 증가시킴

BWG의 크로싱용 Holding-down 장치는 고속운행 시 크로싱부의 관성 결과로 발생된 가동 크로싱과 탄성체결구조로 지지된 웅레일간 수직이동을 막아줌.

HRS 잠금장치(Locking device)와 비교하여 크로싱부의 Holding-down 장치는 크로싱을 미끄럼판으로 끌어내림. Holding-down 장치의 기계적 스프링 패키지에 의해 약 70kN의 힘으로 크로싱을 잡아 당기고, 기계적 인장은 설치 전에는 사용해서는 안됨. 이를 위해서, Holding-down 장치 내에 있는 유압 실린더에서 기계적 인장력에 준하는 힘을 발생시킴

이것은 holding-down 장치 drive로 조종됨. Holding-down 장치의 drive는 분기기 전단의 포인트가 작동하기 전에 전자 조종으로 작동되며 잠금장치와 포인트가 닫힌 후에 분기기의 작동을 중지시키는 역할을 함

⑦ 탄성체결구를 갖는 내측 기본레일 체결장치 “System Brandenburg”

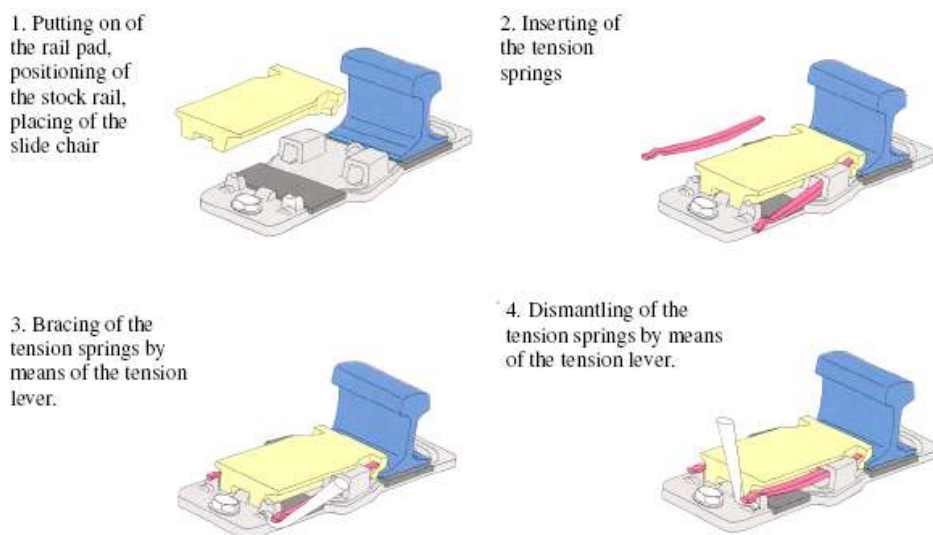


그림 2-20. System Brandenburg

- ㉠ 탄성체결구로 결합된 기본레일(Stock rail) 체결장치 “System Brandenburg”는 변형에 적응하고 기능이 확대된 설계를 의미하며, 특징은 베이스플레이트와 미끄럼판의 분리에 있음. 베이스플레이트와 미끄럼판을 분리함으로써 복잡한 캔트설정 없이 기본레일(Stock rail)을 쉽게 고정시킬 수 있으며 예비부품의 설치와 교체 시 동일한 시간이 소요되며 비용 절감 면에서도 우수함. 2개의 독립적인 스프링에 의해 별도로 배치된 slide chair는 통상적인 레일 체결구와 같이 최소 10kN으로 베이스 플레이트 위에 있는 기본레일의 저부를 받치고, 또한 그 아래에 설치된 중간층 때문에 기본레일(Stock rail)의 크리프 저항력은 일반 궤도구간 레일과 비교하여 뛰어남
- 베이스 플레이트의 동질 단면은 피로강도의 감소를 유발하는 집중 인장력을 발생하지 않고 있음

⑧ 롤러상판



그림 2-21. 롤러 상판

- ㉠ 롤러상판 장치는 통상적인 미끄럼 이동이 아닌 회전이동을 함으로서 텅레일의 이동을 용이하게 하고 있음. 롤링 장치의 롤러는 영구적으로 윤활 처리되어져 유지보수가 필요 없는 시스템임. 본 장치는 분기기 전환에 필요한 하중 및 분기기 Drive의 응력을 감소시켜주며 이로 인해 분기기의 유용성을 증가 시킴

BWG의 롤러 상판은 미끄럼판과 같이 조립되나 롤러 자체는 콘크리트 침목 위에서 지탱됨으로서 베이스 플레이트와 미끄럼판의 탄성 변위가 롤링 장치에 전달되지 않음. 롤러상판 장치에 의해 지지되어 작동되는 텅레일은 진동을 유발하지 않으며 이로 인해 열차 통과 시 발생하는 소음의 전파를 피할 수 있게 함. 수직 및 수평방향으로 조정이 가능함

⑨ Point Machines

- ㉠ single switch machine 시스템은 제어적 시스템이 갖는 수준의 추가적인 안전성 및 개개의 Locking device 상의 detector rod와 같은 추가적인 잠금 장치를 제공하며, 필요한 탄성베이스플레이트의 수량을 감소시킬 수 있음. HRS locking device 본 장치는 열차가 분기기 구간을 통과 시 체결구와 플레이트로 열차 윤증이 전달됨으로 발생하는 레일의 처짐 발생 시에도 단단하게 밀착시켜주는 역할을 함

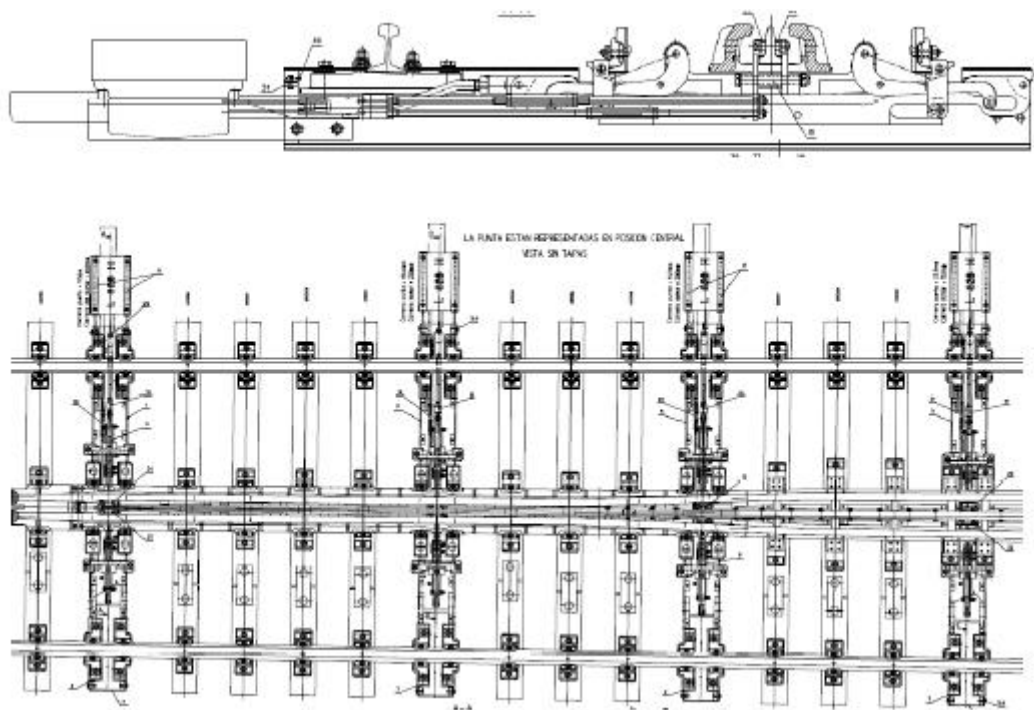


그림 2-22. single switch machine

나. 고속분기기용 신호시스템 (선로전환기, 밀착검지기 外)

- 고속분기기는 주로 프랑스와 독일을 중심으로 유럽에서 사용되고 있으며, 이들 고속철도 선도국의 국외 진출에 따라 관련 설비가 확장되고 있는 추세임. 유럽 철도의 특징은 대부분의 국가가 국경없이 연결됨으로서 상호운영성이 중시되고 있으며, 운영 및 유지보수 효율을 위해 고속철도 운영 이전부터 양방향 운행을 실시함. 양방향 운행은 속도 제한없이 열차의 운행 방향을 변경하기 위해 선로에 영향을 주지 않고 열차의 운행 속도를 최대한 유지할 수 있는 방안으로서 고변 분기기에 대한 연구 개발을 시도하였음. 고변 분기기에 대한 기술은 고속선의 출현과 함께 더욱 진전되었으며, 현재 F65번까지 고속선에서 사용되고 있음
- 아시아에서는 일본이 처음으로 고속철도에 대한 기술 경쟁력을 가지고 이러한 분야에 대한 개발을 추진하였지만, 일본 철도는 양방향 운행을 실행하지 않는 것을 기본원칙으로 하며, 또한 고속에서의 안전성을 문제로 고변 분기기에 대한 개발보다는 분기기는 단지 플랫폼 진출입 및 적절한 장소에서의 차량 운행 방향 변경을 위한 개념으로 축소 사용함으로서 실제로 고변 분기기에 대한 적용은 미미한 것으로 조사됨
- 고속선에 사용되는 분기기는 독일의 BWG에서 제작된 노스가동분기기와 프랑스의 Cogifer에서 제작한 노스가동분기기가 대부분 사용되고 있음. 이들 분기기를 전환시키는 선로전환기의 경우에는 Siemens사의 S700K 전기선로전환기, VAEE사의 하이드로스타 선로전환기가 BWG사의 분기기에, Alstom의 MJ81 전기선로전환기는 Cogifer사의 분기기에 결합되어 사용되고 있음.
- 하이드로스타 선로전환기와 MJ81 전기선로전환기는 침단부와 크로싱부에 1개의 선로전환장치만을 설치하여 제어를 실행함으로서 분기기를 전환시키는 반면, S700K 전기선로전환기는 다수의 선로전환장치를 설치하여 제어를 실행함으로서 분기기를 전환시키는 특성을 가지며, 콘크리트 궤도의 안전성을 위해 크로싱부에는 추가적으로 유압 모터 시스템을 사용하고 있음.

표 2-11. 고속분기기와 선로전환기 사용 현황

국가명	분기기 유형	기타
France	Cogifer	MJ81
Germany	BWG	S700K
Belgium	Cogifer	MJ81
Italy	Cogifer	MJ81
Spain	Cogifer	MJ81
Netherlands	BWG	S700K
United Kingdom	Cogifer	MJ81
Korea	Cogifer, BWG	1 단계 : Cogifer (MJ81) 2 단계 : BWG (Hydrostar)
China	BWG, Cogifer	S700K
Taiwan	BWG	S700K

(1) 선로전환기

(가) 하이드로스타 선로전환기

- ① 하이드로스타 선로전환기는 독일의 BWG 분기기와 결합되어 주로 오스트리아의 기존선 자갈궤도에서 사용되고 있는 선로전환기로, 고속선에서는 경부2단계 동대구-부산 구간에서 최초로 적용되었음. 특히 F46의 경우에는 기존선 250km/h 노선의 자갈도상에서 2개가 설치된 실적이 있으며, 콘크리트 도상에 설치된 선로전환기는 기존선 200km/h 노선의 F18이 가장 큰 선로전환기 형태로 사용되고 있음. 하이드로스타 선로전환기는 기존에 전기 모터를 사용한 전기 선로전환기를 유압으로 대체한 유압 선로전환기 유형으로 변경하여 선로에 적용하였다는 것이 가장 큰 특징임



그림 2-23. 하이드로스타 선로전환기(유압식 선로전환기)

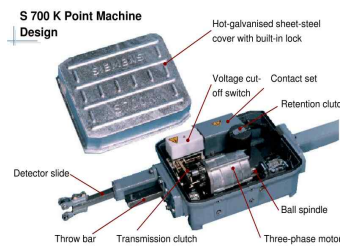
(나) S700K 전기선로전환기

- ① S700K는 BWG의 분기기와 결합되어 독일을 비롯한 다양한 국가의 기존선 및 고속선에서 사용중에 있으며, 특히 고속선 콘크리트 도상 궤도에 최초 적용된 선로전환기로 조사되었다. S700K 전기선로전환기를 사용하는 독일 고속분기기의 밀착쇄정장치의 운동은 이동 → 고정 → 밀착 검사의 순서로 진행됨으로서 전기선로전환기 관련 장치는 분기기의 텡레일을 이동시켜 고정 레일에 단순히 밀착시키는 역할(밀착 기능)을 실행하며, 이에 대한 밀착 검지는 기계적으로 완전히 독립된 ELP319 밀착검지기에 의해 구현됨



(a) 첨단부

(b) 크로싱부



(c) S700K 전기선로전환기 구조

그림 2-24. S700K 선로전환기

- ② 국내 동대구-부산 고속선 2단계 구간의 신호기계설에 설치된 열차제어시스템인 TVM430은 TFM-PM을 통해 분기기와의 인터페이스를 실행함. 한 예로 F46 분기기에 S700K 전기식 선로전환기를 적용할 경우, 국내에서 사용하는 MJ81 전기식 선로전환기에 비해 약 6배의 선로변 설비가 추가됨. 따라서, MJ81 전기식 선로전환기를 사용할 경우에는 TVM430 시스템의 TFM-PM 모듈 1개는 다수의 분기기를 제어할 수 있지만, S700K 선로전환기를 사용하는 경우에는 제어해야 할 모터수가 6배 가량 증가함으로서 TFM-PM 모듈 1개는 단지 1개의 분기기에 대한 제어 및 표시 기능을 수행할 수 있음
- ③ 이러한 경우, S700K 전기식 선로전환기는 다량의 TFM-PM 모듈을 필요로 하며, 그 결과 신호기계설의 확장 및 추가적인 TFM-PM 모듈의 설치가 요구됨. 이를 해결하기 위해 S700K 전기식 선로전환기의 공급사인 Siemens는 MJ81 전기식 선로전환기와 같이 제어단자를 분기기의 첨단부와 크로싱부 각각 1개씩으로 축소할 수 있는 기능을 갖는 SIWES를 제안하였음
- ④ 이는 선로변에 설치되어 TFM-PM과 분기기간의 인터페이스를 구현함. SIWES는 SIWES 1, SIWES 1-2, SIWES 2로 구분되며, 분기기의 크기에 따라 유형이 다르게 제공되며, SIWES 설비는 각각의 분기기에 대해 TFM-PM과의 인터페이스를 위해 설치됨. 현재 중국 및 대만 고속선에서 설치, 운영중에 있으며, 가장 큰 장점은 MJ81과 같이 제어 포인트가 최소화됨으로서 연동장치의 TFM 모듈 증가 또는 수정 없이 연동장치와 분기기간의 순차제어를 실현할 수 있음

(다) MJ81 전기식 선로전환기

- ① 이는 선로변에 설치되어 TFM-PM과 분기기간의 인터페이스를 구현함. SIWES는 SIWES 1, SIWES 1-2, SIWES 2로 구분되며, 분기기의 크기에 따라 유형이 다르게 제공되며, SIWES 설비는 각각의 분기기에 대해 TFM-PM과의 인터페이스를 위해 설치됨. 현재 중국 및 대만 고속선에서 설치, 운영중에 있으며, 가장 큰 장점은 MJ81과 같이 제어 포인트가 최소화됨으로서 연동장치의 TFM 모듈 증가 또는 수정 없이 연동장치와 분기기간의 순차제어를 실현할 수 있음
- ② 관련 분기기의 밀착쇄정장치의 운동은 이동 → 회전 → 이동을 실행함으로서 텅레일이 고정레일에 완전히 밀착한 후 자물쇠로 잠그는 형태의 기계적 쇄정과 이를 전기적으로 보완하는 형태의 전기적 쇄정이 체결(밀착 및 쇄정 기능을 동시에 실현)되며, 이에 대한 밀착 및 쇄정 검지는 전기 센서와 기계 센서의 이중 검지 기능에 의해 안전이 확인(첨단부의 VCC 또는 크로싱부의 VPM)됨. 관련 분기기의 구조는 철관장치와 벨 크랭크에 의해 분기기 각각의 구성부로 동력이 전달되며, 400kgf이상의 큰 전환력을 필요로 하지 않음
- ③ 국내의 MJ81 전기식 선로전환기 유형은 F46번 까지, 국외에서는 F65번까지 채용하여 운영중에 있으며, 첨단부와 크로싱부에 각각 1 개의 MJ81 전기선로 전환기를 설치하여 분기기를 전환함. 분기기의 텅 레일과 기본 레일간의 밀착 검지는 뿔베(Paulve) 밀착 검지장치에 의해 실행되며, 좌·우 한 쌍으로 구성됨



그림 2-25. MJ81 선로전환기

표 2-12. MJ81 선로전환기 성능

주위온도	사 용 전 원	동 정
-30℃ ~ 70℃	3상 60Hz 220/380V±10%	110-260mm(조절가능)
	단상 60Hz 220V±10%	

표 2-13. MJ81 선로전환기 제원

치 수	하 중 (리버포함)	부 하 (최대동정260mm)			정격전류 (부하 200kgf시)	내전압
		구 분	정 격	최 대		
길이 : 700mm 폭 : 476mm 높이 : 215mm	91kgf ±5%	3상용	200kgf 이상	400kgf 이상	220V시 3.0A이하 380V시 2.0A이하	2000V 60Hz 1분간
		단상용	200kgf 이상	360kgf 이상	220V시 7.0A이하	

표 2-14. MJ81 선로전환기 최장 전환시간

구 분	시 험 조 건	전환시간
3상용	공급전원 200V, 회선저항 3Ω, 부하 200kgf, 동정 260mm일 때,	3.8초 이내
	공급전원 200V, 회선저항 3Ω, 부하 400kgf, 동정 260mm일 때	4.3초 이내
단상용	공급전원 207V, 회선저항 4Ω, 부하 200kgf, 동정 260mm일 때	3.8초 이내
	공급전원 207V, 회선저항 4Ω, 부하 360kgf, 동정 260mm일 때	4.3초 이내

표 2-15. MJ81 선로전환기 최단 전환시간

구 분	시 험 조 건	전환시간
3 상용	공급전원 240V, 회선저항 0Ω, 부하 0kgf, 동정 260mm일 때	3초 이내
단상용	공급전원 253V, 회선저항 0Ω, 부하 0kgf, 동정 260mm일 때	3초 이내

(2) 밀착검지기 기술 개발

(가) 분기기의 텅레일과 기본레일간의 밀착 특성을 통해 분기기의 동작에 대한 안전성 확보 및 실제적인 분기기의 감시 역할을 하는 센서는 밀착 검지기로 명명되며, 이는 주로 기본레일과 분기기의 텅레일간의 밀착 간격을 검지하는 역할을 한다. 밀착검지기의 역할은 기본레일과 텅레일간의 이물질 삼입, 또는 기본레일과 텅레일간의 밀착 등을 통해 분기기의 안전측 동작 및 신뢰성 등을 보장하기 위한 감시 및 경보 수단으로 사용됨. 텅레일과 기본레일간의 밀착 특성에 따라 사령실에서 가장 많이 발생하는 밀착 불일치와 같은 선로전환기 장애 유무가 표시되며, 이를 통해 열차의 운행 정지, 임시 유지보수 조치 및 장애 유지보수 조치 등을 유지보수 요원에게 통보함. 밀착 검지기 관련 대

부분의 장애는 밀착 검지기의 기계적 결함 또는 성능저하와 같은 자체 결함과 운영 및 유지보수 시에 발생하는 밀착 불일치와 같은 분기기와 선로전환기간의 인터페이스에 따른 기계적 결함으로 분류됨

(나) 밀착검지기는 고속선에서 사용하는 선로전환기에 따라 프랑스의 Alstom에서 제작한 MJ81 전기선로전환기에 사용하는 Alstom의 Paulve 밀착검지기, 독일의 Siemens에서 제작한 S700K 전기선로전환기에 사용하는 Siemens의 ELP319와 VAEE의 하이드로스타 선로전환기에서 사용하는 IE2010로 분류되며, 이들 각각의 밀착검지기에 대한 특성 비교는 아래의 표와 같음

표 2-16. 밀착검지기 특성

특 성	S700K용 Siemens ELP319	MJ81용 Alstom Paulve	Hydrostar용 VAE IE2010
Slide stroke	30 ~ 190mm	-	50 ~ 145mm
사용 전압	230V AC 50Hz	30V or 115V AC	60V DC 이하
최대 전환 전류	≤16A	3A for 30V AC 0.58~0.5A for 115V AC	-
중 량	27.4 kg	9.2kg	50kg
온 도	-40 ~ 70℃	-40 ~ 70℃	-35 ~ 70℃

(다) Siemens의 ELP319 또는 VAEE의 IE2010은 기계적인 Strobe 간격 변화를 검지한 후, 전기적으로 단일 접점을 구성하여 밀착 검지 결과에 대해 5mm에서 On, 6mm에서 Off 동작을 실행한다. 이들 밀착검지기의 특징은 아래 그림에서와 같이 기본레일과 텅레일로부터 일정한 거리를 유지(ELP319는 선로외부에서 일정 거리를 유지, IE2010은 선로 내부에서 일정거리를 유지) 함으로서 Slide stroke를 가지며, 이는 실제적으로 선로변 환경(진동, 온도, 기후 등)의 영향과 함께 설치 및 시공 상에 있어서도 공간적인 제한(선로 내부 또는 선로 외부)을 받는 불리한 특성을 갖는다. 그리고 밀착 검지를 위한 Strobe 간격 변화 검지도 단일 접점으로 구성됨으로서 최근 안전설비에 대한 이중화 구축 및 신뢰성 확보 방안 등의 추진 방향과 상이한 특징이 있음

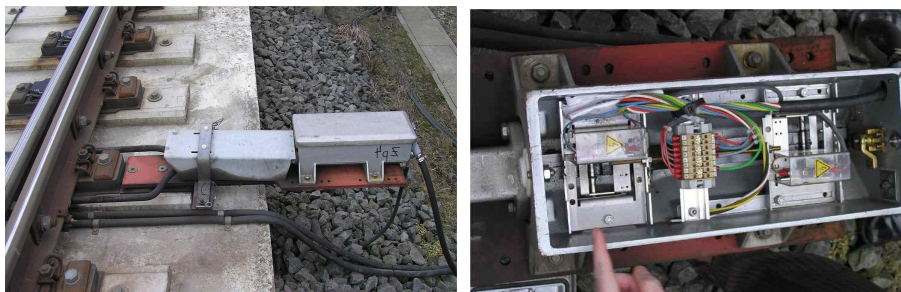


그림 2-26. S700K에 사용하는 ELP319 밀착검지기



그림 2-27. 하이드로스타에서 사용하는 IE2010 밀착검지기



그림 2-28. MJ81에서 사용하는 Paulve 밀착검지기

(라) MJ81 전기선로전환기에서 사용하는 Alstom의 Paulve는 실제로 텅레일의 이동에 따른 변위 측정을 텅레일과 기본레일에 최대한 근접한 영역에서 실행하도록 구성되어 있으며, 밀착 검지 결과에 대해 7mm에서 On, 8mm에서 Off로 동작하도록 설정되어 있다. 이러한 밀착검지기의 특징은 텅레일과 기본레일에 최대한 근접하도록 설치함으로서 주변 환경의 영향을 최소화함과 동시에, 밀착검지기의 접점이 2중화 시스템으로 구성됨으로서 밀착 검지 Error를 최소화하는 구조로 설계되어 있음

(마) 국내 고속분기기용 센서형 밀착검지기는 KTX의 개통으로 기존에 설치되었던 Paulve를 국산화한 제품으로 침단부, 크로싱부의 밀착상태와 활출상태를 검지하고 궤도절연수지의 강화로 간격간, 침단간 장애 예방 및 원가절감에 기여한 장치로서, 다음의 특징이 있음

- ① 정전압 회로 구성
- ② 전기적 절연수지
- ③ 서어지 보호소자 부착
- ④ One Chip Microprocessor 부착으로 고장검지 및 자동 복구 기능 내장
- ⑤ 스큐류조로 간격간 거리조절



그림 2-29. 고속분기기용 밀착검지기 구성품

(바) 첨단부

- ① 첨단부 첨단간 : 각 쇄정간에 전달하기 위하여 기계적 쇄정을 위해
첨단부에 설치
- ② 첨단부 간격간 : 각 쇄정간 레일의 유동을 동일하게 하기 위함

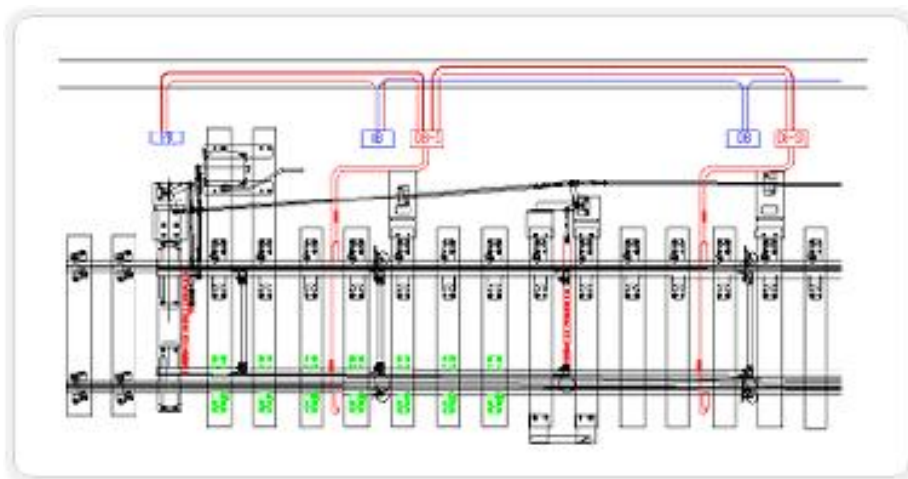


그림 2-30. 첨단부 설치도

(사) 크로싱부

- ① 크로싱부 센서 취부대 : 크로싱부 센서 고정시켜 레일의 밀착 여부를 검지
- ② 크로싱부 간격간 : 분기기를 구성하는 궤간선에 교차하는 부분의 유동을 동일하게 하기 위함

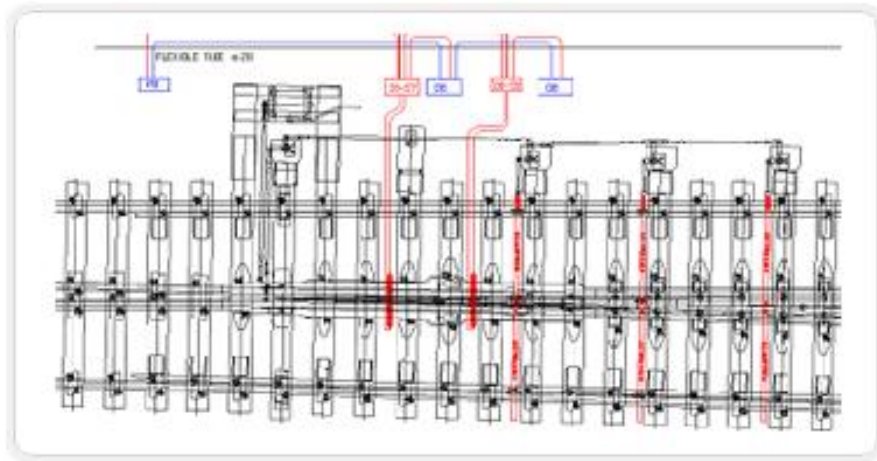


그림 2-31. 크로싱부 설치도

2. 특허동향 분석

본 분석에서는 출원일을 기준으로 2012년 9월까지 한국, 일본, 유럽 및 미국에 출원(등록) 공개된 특허를 대상으로 WIPS DB를 이용하여 검색한 공개특허를 분석 대상으로 함

가. 분석 대상특허

(1) 분석 대상 및 범위

표 2-17. 검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개·등록특허 (공개·등록일 기준)	한국	WIPS DB THOMSON DB	1980 ~ 2012.09	특허공개 및 등록 전체문서
	일본	WIPS DB THOMSON DB		특허공개 및 등록 전체문서
	미국	WIPS DB THOMSON DB		특허공개, 특허공개(공표), 특허공개(재공표) 전체문서
	유럽	WIPS DB THOMSON DB		EP-A(Applications) 및 EP-B(Granted) 전체문서

웍스 및 톰슨 데이터베이스를 활용하였으며, 상기 표에서와 같은 검색식을 이용하여 검색을 수행하였다. 세계 고속철도의 상용화시점과 WIPS에서의 정확한 정보 제공시점을 고려하여 검색기준을 1980년으로 하였다.

(2) 분석대상 기술 분류

표 2-18. 분석대상 기술분류 기준

중분류	소분류	검색개요 (기술범위)
고속분기기	선로전환	고속분기기에 적용된 선로전환 장치, 방법
	밀착검지	고속분기기에 적용된 밀착검지 장치, 방법
	쇄정장치	고속분기기에 적용된 쇄정 장치, 방법
	체결구	고속분기기에 적용된 체결 장치, 방법

(3) 유효특허 선별 결과

표 2-19. 기술별·국가별 유효특허 건수

중분류	유효데이터 건수				
	한국	미국	일본	유럽	계
선로전환	60	26	57	95	238
밀착검지	24	0	15	58	97
쇄정장치	6	14	20	8	48
체결구	28	24	29	79	160

나. 정량적 분석

(1) 연도별 출원현황

표 2-20. 연도별 분석대상 특허 건수

출원연도	KR	JP	US	EP	계
1980		1	3	4	8
1981			4	6	10
1982			1	2	3
1983				1	1
1984				9	9
1985				6	6
1986			1	5	6
1987				2	2
1988		1	1	8	10
1989		1		7	8
1990		2	4	1	7
1991			3	4	7
1992		1	2	0	3
1993			1	5	6
1994		1	4	11	16
1995		4	2	9	15
1996			1	10	11
1997		2	1	5	8
1998		1	2	9	12
1999		2	3	8	13
2000			1	13	14
2001		3	4	12	19
2002	2	2	4	10	18
2003	2			13	15
2004	3	3	3	5	14
2005	1	1	2	14	18
2006	3	2	2	6	13
2007	1		1	11	13
2008	11		4	11	26
2009	2	1	6	3	12
2010	5	1	2	5	13
2011	1		2	1	4
총합계	31	29	64	216	340

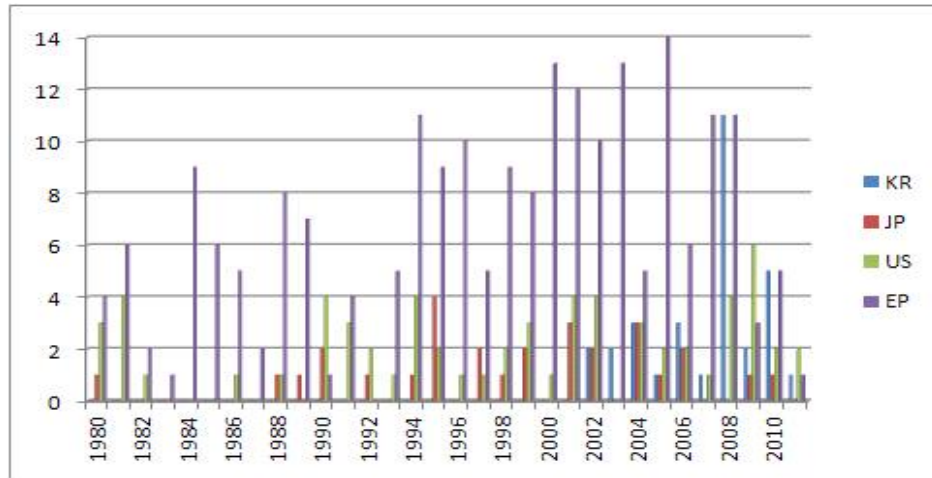


그림 2-32. 고속분기기 국가별 · 연도별 특허동향

고속분기기 기술 분야의 각 국별 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, 한국의 경우 2002년부터 고속분기기 분야에 연구개발을 시작하여 점차 출원이 증가세를 나타내다가 2008년 출원이 급증세를 나타내다가 현재 출원이 주춤하고 있음

일본과 미국은 조사기간의 최초 시점인 1980년부터 고속분기기 관련 출원을 하고 있으며 1990년 중반에 출원이 급증세를 나타내다가 현재까지 점차적으로 감소세를 나타내고 있음. 미국 출원의 경우 일본이나 유럽 출원인에 의한 출원에 의한 것이 대부분임

유럽의 경우, 한국, 일본, 미국에 비해 상대적으로 많은 출원을 하고 있으며, 조사기간의 최초 시점인 1980년부터 현재까지 출원이 활발히 이루어지고 있음 (2010년 이후는 비공개 기간임을 고려함)

따라서 고속분기기 기술 분야는 유럽에 의해 기술 및 시장이 주도되고 있는 것으로 파악됨

(2) 기술 분류 및 연도별 출원현황

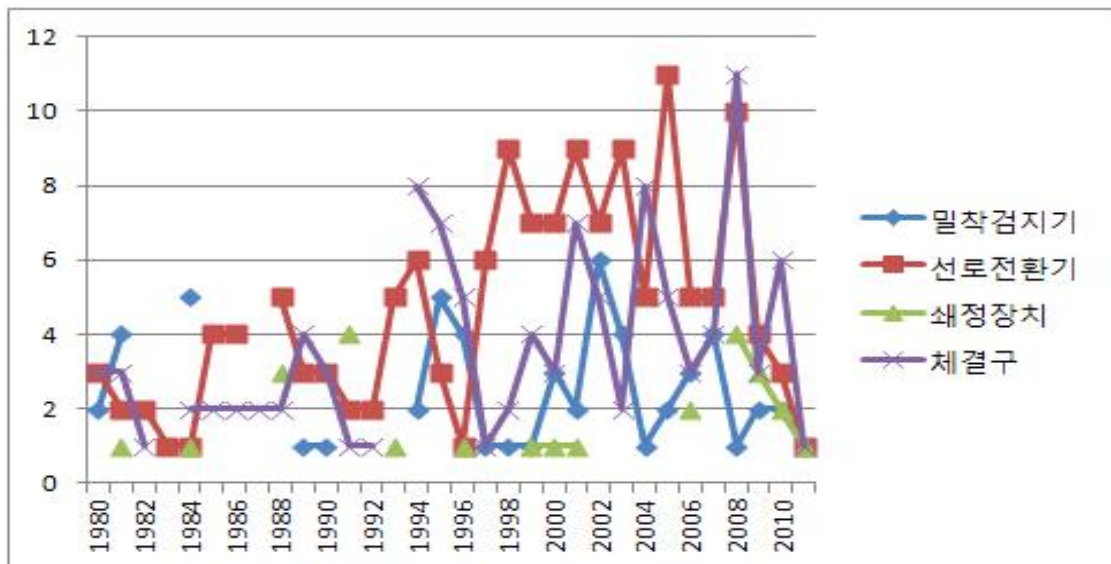


그림 2-33. 기술별 · 연도별 특허출원 현황

고속분기기 기술 분야의 기술 분류별 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, 쇄정장치 기술 분야는 타 기술 분야에 비해 상대적으로 출원이 미비하나, 2008년 이후 들어 연구개발이 활발히 이루어지고 있는 것으로 파악됨

선로전환기 기술 분야는 조사기간의 최초 시점인 1980년부터 현재까지 출원이 계속적으로 증가세를 나타내고 있으므로, 해당 분야에서의 연구개발이 최근까지 활발히 이루어지고 있는 것으로 파악됨

체결구(체결장치) 기술 분야는 1990년 중반까지 출원이 미비하다가 2000년 초부터 현재까지 출원이 증가하는 양상을 나타내고 있으며, 특히 최근 들어 출원이 급증세를 나타내고 있음. 이에 따라 체결구 기술 분야는 최근 연구개발이 활발히 이루어지고 있는 것으로 파악됨

밀착검지기 기술 분야는 1990년 들어 출원이 증가한 후 잠시 주춤하다가 2000년 초에 급증세를 나타낸 후 현재까지 점차 감소세를 나타내고 있음. 밀착검지기 기술분야는 최근 들어 타 분야에 비해 연구개발이 다소 주춤한 경향을 나타냄

(3) 주요출원인 현황

표 2-21. 주요 기업별 · 기술별 특허출원 현황

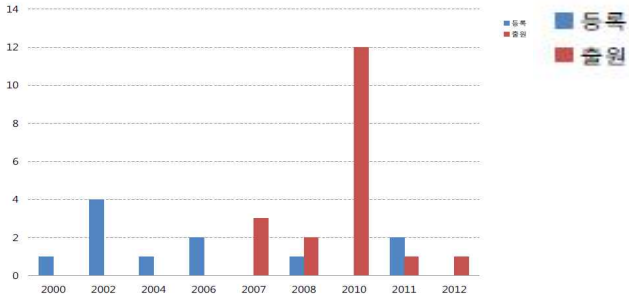
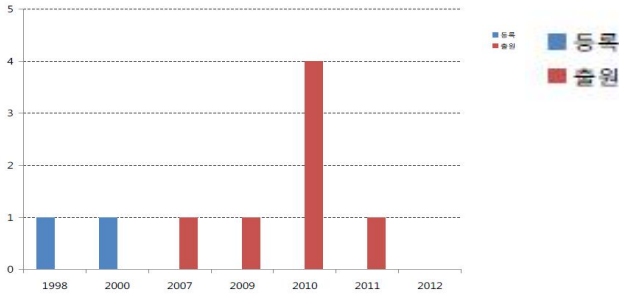
출원인 (국적)	밀착검지기	선로전환기	쇄정장치	체결구	총합계
VOSSLOH COGIFER (DE)		4		14	18
PANDROL (GB)				14	14
ALSTOM (FR)	2	6			8
BUTZBACHER WEICHENBAU (DE)			2	6	8
PROCTER & GAMBLE (US)	7				7
SIEMENS AG (DE)		5	2		7
GEN ELECTRIC (US)		6			6
KERR MC GEE CHEM (US)				6	6
SAMPYO ENG & CONSTRUCTION (KR)	1		1	20	22
ABETONG TEKNIK AB (SE)		4		1	5
SCHWIBAG AG (DE)		1		4	5
UNION SWITCH & SIGNAL INC (US)		5			5

[참고] 글로벌 주요 분기기 기업의 국내특허 현황

□ 해외 주요 고속분기기 제작 업체의 특허 동향을 분석하였다.

2010년도부터 콘크리트케도용 고속분기기의 특허 출원이 급격히 증가하고 있음을 알 수 있다.

[BWG / Vossloh 년도별 국내 특허 출원 및 등록현황]

구분	년도 항목	98	00	02	04	06	07	08	09	10	11	12	계	
BWG	등록	-	1	4	1	2	-	1	-	-	2	-	11	
	출원 (공개)	-	-	-	-	-	3	2	-	12	1	1	19	
	계												30	
														
Vossloh Cogifer	등록	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3	
	출원 (공개)	-	-	-	-	-	1	-	1	4	1	-	7	
	계												10	
														
년도별 등록 건		1	2	4	1	2	1	1	-	-	2	-	14	
년도별 출원 (공개) 건		-	-	-	-	-	4	2	1	16	2	1	26	
전체		계												40

3. 논문 동향 분석

철도분야의 분기기 및 선로전환기 기술관련 논문을 검색한 결과를 연도별, 국가별로 정리하면 다음 그림과 같고, 그 중 선로전환기 인터페이스 최적화 기술과 연관된 대표적인 논문을 표로 정리해 보았음

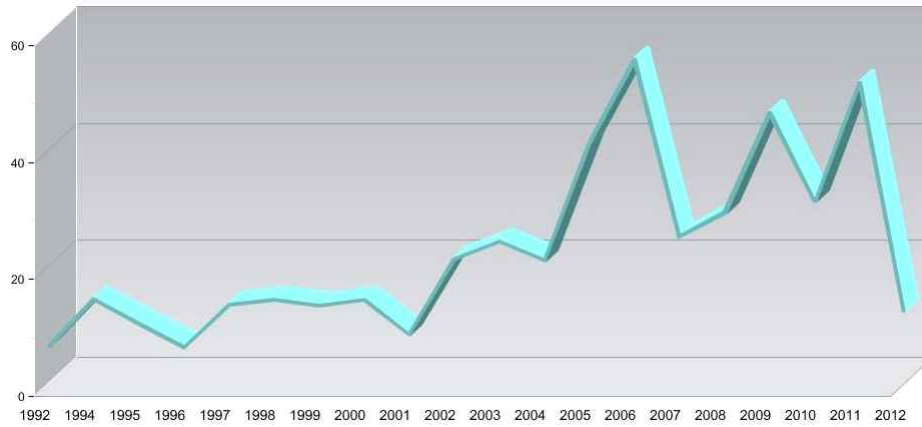


그림 2-34. 연도별 논문 현황

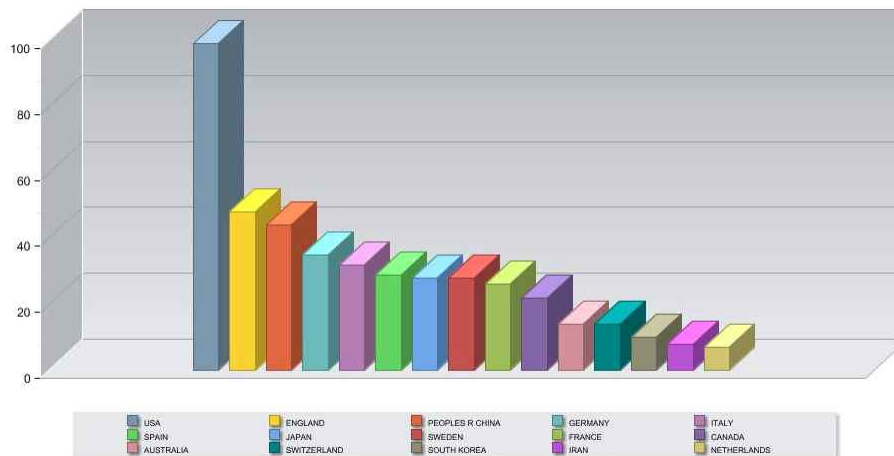


그림 2-35. 국가별 논문 현황

4절. 연구개발 인프라 분석

1. 국내 연구기관 및 대학의 주요 연구장비 현황

- 국내 연구기관 및 대학, 철도유관기관에서 대형 구조시험동을 비롯하여 다수의 연구장비를 보유하고 있어 궤도구조 개량기술 개발에 활용 가능

가. 한국철도기술연구원

표 2-22. 한국철도기술연구원 연구장비 보유 현황

장 비 명	용 도
레일체결장치 다축피로시험기	레일체결장치 등 궤도구성품 성능평가
고속 레일/차륜 접촉시험기	차륜 및 레일의 접촉성능평가, 레일과 차륜의 피로수명 산정, 직곡선부 레일 마모현상 규명, 레일과 차륜의 점착특성 규명, 레일과 차륜의 마찰특성 규명
실대형 통합 성능시험기	철도교량, 궤도구조, 건축구조, 철도차량 등 실물크기 실험체에 대한 정/동적 시험 수행
6자유도 진동대	토목/건축구조물 및 기계 구성품의 진동실험 및 지진과 모사장비
500ton UTM	철도교량, 궤도구조, 건축구조, 철도차량 등 실물크기 실험체에 대한 정/동적 시험 수행
대형 삼축압축시험기	도상자갈, 암성토재료와 같은 조립재료의 정적강도, 동적물성, 탄성계수 등 정, 동적 물성획득을 목적으로 하는 요소시험장비



그림 2-36. 레일체결장치 다축피로시험기



그림 2-37. 고속 레일/차륜 접촉시험기



그림 2-38. 실대형 통합성능 시험기

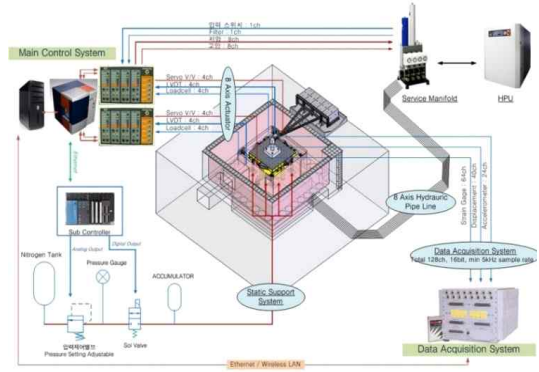


그림 2-39. 6자유도 진동대



그림 2-40. 대형삼축 압축시험기



그림 2-41. 500ton UTM

나. 명지대학교 하이브리드 구조실험시설

다자유도 구조물에 대한 실시간 하이브리드 실험을 수행하기 위한 시설



그림 2-42. 하이브리드 구조실험 시설

다. 삼표이앤씨 오송공장

분기기 생산을 위한 각종 생산장비와 성능시험을 수행하기 위한 실험장비 보유



그림 2-43. 피로시험기



그림 2-44. 공장전경

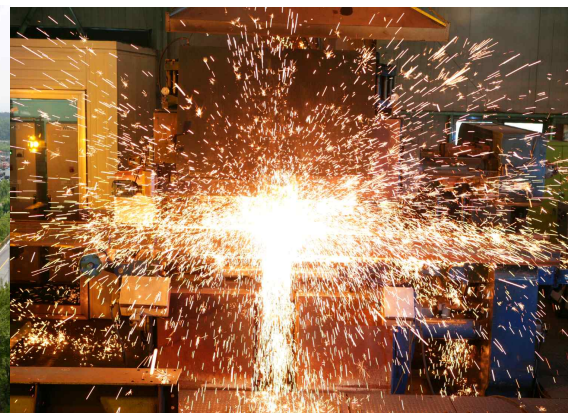


그림 2-45. 플래쉬버트 용접기



그림 2-46. 각종 레일 가공 장비

라. 한국철도공사

표 2-23. 한국철도공사 연구원 연구장비 보유 현황

장비명	보유 대수	용 도	주요규격	설치장소	비 고
구조물온도계	2	구조물 온도 측정	-	오송시설소	구조물검사장비
LFT 측정장비	2	수평력 분산장치측정	-	"	"
교량진동 가속도계	7	교량진동측정	CHE74-DAS 범위50G	시설관리 사무소 비치	"
교량진동 가속도계(간이)	22	교량진동간이측정	진동주파수 0.3-300HZ	"	"
터널내공변위 측정기	28	표준테이프길이 20M용	표준테이프길이 20M용	"	"
광파측거기	3	거리, 수준측량	-	"	"
소음측정기	8	현장소음측정	측정범위 30-130dB	"	"
슈미트햄머	28	콘크리트구조물 현장압축강도시험	자동기록장치 포함	"	"
수준의	28	구조물 고저측정	핸드레벨 200m/m 5X	"	"
균열측정기	29	구조물 균열측정	배율:40	"	"
코아보링기	5	구조물 공시체 채취용	보링머신40,100, 150MM	"	"
압축강도측정기 (파괴)	5	콘크리트공시체 압축강도측정	100톤용	"	"
철근탐지기	5	구조물 철근탐사용	자기감응식 철근직경 (0-50mm)	"	"
정밀다측점 진동측정기 (증폭기)	2	판형교량 진동측정	변환기연결 배율500~4000, 필터20~160	"	"
콘크리트 중성화시험기	28	콘크리트구조물 중성화시험		"	"
구조물점검차	3	구조물점검용		"	"
궤도점검차	1	궤도틀림상태 검측용	EM-120	시설장비소 비치	궤도점검용 (92년 도입)
레일탐상차	1	레일균열,결함 등 훼손상태 점검용	US 1-3	"	레일점검용 (96년 도입)
초음파탐상기	2	차측상태 탐상용	20-200HZ	"	차측점검용
ATS종합시험기	1	ATS장치 종합시험기		"	
ATS간이시험기	5	ATS장치 간이시험기		"	
레일탐상기	38	레일균열,결함 등 훼손상태 수동점검용	각종	시설관리 사무소비치	레일점검용
도상저항측정기	3	궤도 도상저항력 측정용		시설관리 사무소비치	도상점검용

마. 한국철도시설공단

표 2-24. 한국철도시설공단 연구원 연구장비 보유 현황

장 비 명	용 도	비 고
레일 굴곡 시험기	레일 용접부를 굴곡하여 휨 강도 및 변형량 측정	
고무피로시험기	고무재료(레일패드, 바ラスト매트)의 정적, 동적 상태에서 피로시험을 축방향으로 행하여 시험재료의 격차율과 전단변형, 스프링정수 측정	
용접부 교정기	레일 용접후 용접부위 굴곡부분을 직선으로 교정, 용접부의 덧살을 자동제거	
윤축낙하시험기	철도노반구조물에 대한 진동특성을 열차가 주행하지 않는 상태에서 구조물의 진동특성을 평가하는 시험	
동결융해시험기	콘크리트의 동결융해에 대한 저항성을 측정하기 위하여 -18℃에서 +4℃까지 동결과 융해를 급속으로 300회 반복하여 콘크리트 내구성을 측정하는 장비	
동탄성계수측정기	동결융해 작용을 받는 콘크리트 시험체에 대한 내구성을 평가하기 위한 상대 동탄성계수 비를 측정하는 장비	
Deval 시험기	열차의 고속주행으로 반복되는 반복하중에 의한 궤도 자갈의 내마모성능을 판정하기 위한 시험	



그림 2-47. 레일 굴곡 시험기



그림 2-48. 고무피로 시험기



그림 2-49. 용접부 교정



그림 2-50. 윤축낙하 시험기



그림 2-51. 동결융해 시험기



그림 2-52. 동탄성계수 측정기



그림 2-53. 만능재료 시험기



그림 2-54. Deval 시험기

2. 국내 궤도 기술 인력 현황

가. 한국철도기술연구원과 대학에서 석박사급 연구 인력을 보유하고 있어 주도적인 연구 수행 가능하며, 한국철도공사와 한국철도시설공단 등 철도유관기관에서도 연구조직을 운영하고 있어 역할 분담이 가능할 것으로 판단됨

나. 한국철도기술연구원

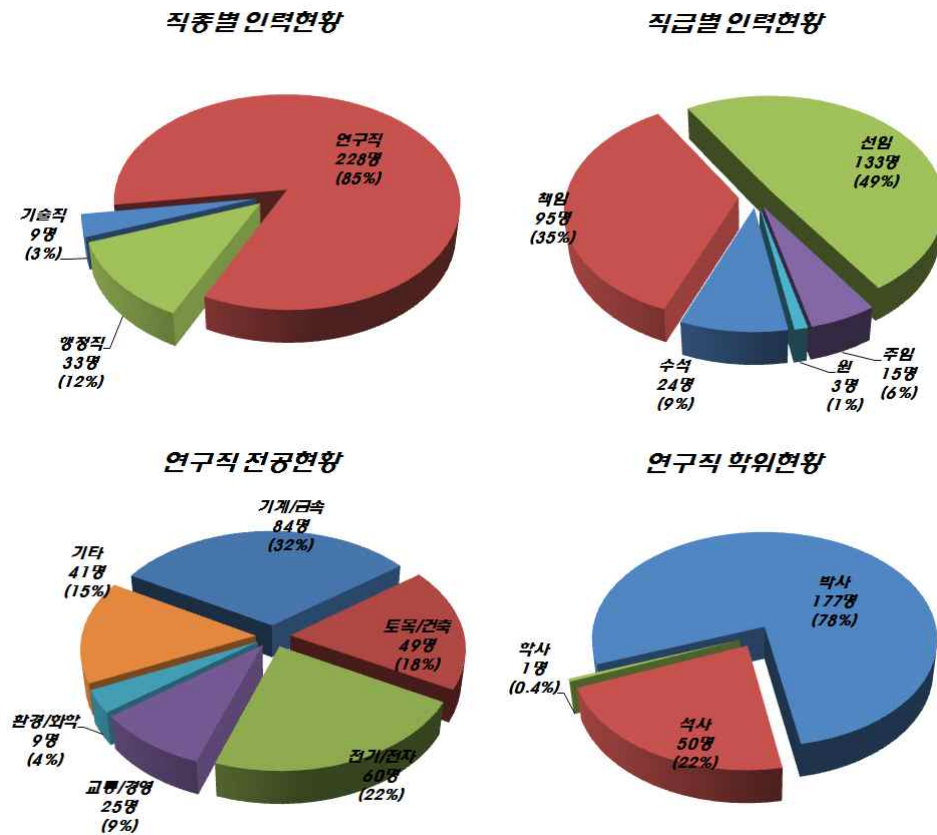


그림 2-55. 한국철도기술연구원 연구인력 현황

표 2-25. 한국철도기술연구원 궤도기술 분야 인력현황 (한국철도기술연구원 궤도그룹)

직종별 인력현황		직급별 인력현황		연구직 전공현황		연구직 학위현황	
연구직	14	수석	1	토목	14	박사	10
		책임	4			석사	4
		선임	9				

다. 한국철도공사

표 2-26. 한국철도공사 궤도기술 분야 인력현황 (한국철도공사 기술연구원)

직종별 인력현황		직급별 인력현황		연구직 전공현황		연구직 학위현황	
연구직	10	부장	3	토목	9	박사	1
		차장	5	철도건설	1	석사	5
		대리	2			학사	3
						전문학사	1

라. 한국철도시설공단

표 2-27. 한국철도시설공단 궤도기술 분야 인력현황(녹색철도연구원 기술연구소 시설연구부)

직종별 인력현황		직급별 인력현황		연구직 전공현황		연구직 학위현황	
연구직	5	부장	1	토목	5	학사	4
		과장	4			전문학사	1

5절. 종합분석

1. 국내외 정책 및 시장분석

가. 국내 분기기 시장규모는 800억수준이며, 호남고속철도건설, 수도권광역급행철도 및 향후 전국 주요 거점을 1시간 30분대로 연결하는 “제2차 국가철도망 구축계획 2011~2020, 국토부”등 지속적인 수요 증가가 예상됨

나. 국내 분기기 생산 기업은 경부고속철도 1단계 건설시, 프랑스 Vossloh Cogifer와 기술제휴를 통해 고속분기기 기술을 확보한 삼표이앤씨(주)와 유지보수용 구형 분기기를 생산하고 있는 철도공사가 있음

표 2-28. 국내 분기기 생산기업 현황

구 분		내 용
시장규모		한국 분기기 시장규모 800억 수준 (‘10년 기준)
주요업체	삼표이앤씨	- 매출 : 1,600억 - 분야 : 철도시스템, 철도궤도공사 外
	철도공사	분야 : 철도운영, 철도유지보수 外

2. 기술개발 동향 및 인프라 분석

가. 국내는 고속철도 기술 개발을 위한 국가 주도하의 많은 연구가 진행이며 이러한 과제를 통하여 시험장비 및 성능평가 기술 등 개발 환경이 구축되어가고 있어 한국형 고속분기기 개발에 필요한 인프라 구축은 상당부분 개발 환경을 갖추고 있다고 할 수 있음. 그러나 초고속선에 대한 성능평가 노선에 대한 시험선등의 인프라 구축이 절실한 상황임

제 3장 연구개발과제 구성 및 추진 전략

1절 비전 및 목표

- 본 연구개발 과제를 통하여 차세대 고속철도용 분기기 시스템 기술의 **핵심기술** 확보와 시제품의 설치, 현장 성능검증을 목표로 하고 있음

비 전	미래 철도를 지향하고, 글로벌 수준의 철도기술 확보를 통해 국가 발전에 기여하고, 국민의 삶의 질 개선 추구		
목 표	고속분기기 핵심기술 개발 및 국산화 · 전국 주요거점 1시간 30분대 고속철도망 구축에 대응하는 인프라 기술 확보 · 설계 및 제품제작, 성능검증기술 확보를 통해 100% 자립 추진		
추진 전략	· 400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발 연구단과 연계 · 연구기관, 철도건설/운영기관, 산업체, 학계와 연계된 R&D 수행 · 호남고속철도 400km Test-bed 적용을 통한 성능검증		
추진 방향	설계기술 개발	시스템 제작기술	성능평가 기술
	· 분기기/차량 I/F설계 기술(선형, 단면, 하부강성) · 분기기 선로전환기 I/F설계 기술(선로전환기, 밀착검지기, 전환력 전달 메커니즘 등)	· 텅레일, 전장품국산화 · 체결시스템국산화 · 정밀시공기술개발 및 시제품 제작	· 성능평가기법정립 · 모니터링 및 현장 성능평가



그림 3-1. 비전 및 목표

2절 기술개발에 따른 미래상

1. 현황 및 미래상

현재 국내에서 보유한 고속분기기는 설계속도 350km/h로 설계 제작되었으며, 93%의 국산화가 진행됨

본 과제의 기술 개발을 통하여 개발코자 하는 차세대 고속분기기 시스템은 향후 개발되는 차량의 고속화에 대응이 가능하고, 설계기술 확보 및 핵심 구성품 국산화를 달성한 한국형 고속분기기 개발을 통해 해외진출을 모색하여 향후 국내 주요 철도 수출품으로 육성하고자 함

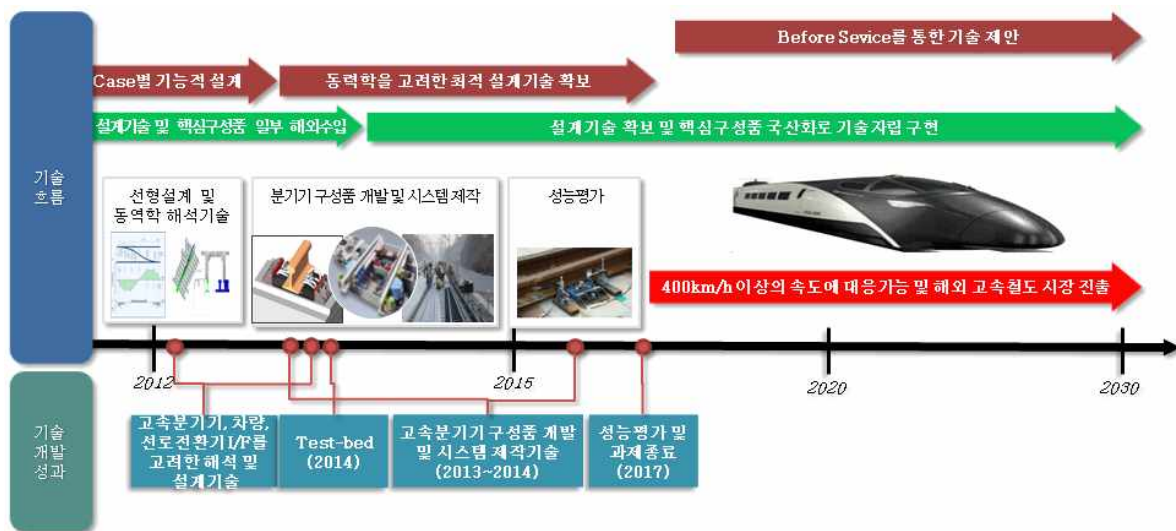


그림 3-2. 기술발전에 따른 미래상 To-Be

2. 기술개발 전략 및 효과

가. 기술개발 전략

- (1) 고속분기기 제작은 경부고속철도 1단계 자갈도상 고속분기기 납품실적을 보유하고 있으며, 경부고속철도 2단계에서 콘크리트도상 고속분기기 성능검증을 받은 국내 분기기 생산기업과 협력
- (2) 레일 소재개발은 국내에서 레일을 생산하고 있는 제철관련 기업과 협력하여 개발 추진
- (3) Test-bed 적용 및 성능검증은 호남고속철도 건설 및 국내 철도시설물 성능검증을 담당하고 있는 한국철도시설공단과 협력하여 진행
- (4) 설계기술 확보를 위해서 학계 및 연구원등을 활용하여 기술 확보 추진

나. 기술개발 효과

- (1) 주요 예상 성과를 통하여 다음과 같은 효과가 예상됨
 - (가) 기존 철도차량 속도 증가에 따른 필수 인프라 기술 확보
 - (나) 국내 고속분기기 기술 확보를 통한 향후 발생 가능한 외화유출 방지
 - (다) 국가 차원으로 추진 중에 있는 해외 고속철도 건설사업 참여를 통한 국가 경쟁력 제고
 - (라) “국가기간 교통망계획 제2차 수정계획”에 명시된 전국 주요도시 1시간30분 연결에 이바지

3절. 연구개발 과제 구성

연구개발 과제는 3파트로 구성 추진한다. 첫째, 고속철도용 분기기와 차량, 차량 및 선로전환기 I/F를 고려한 해석 및 설계기술 개발, 둘째, 고속철도용 국산분기기 구성품 및 시스템 제작기술 개발, 셋째, 고속철도용 국산분기기 성능평가 기술 개발 및 성능 평가임. 주요 기술에 대한 세부 핵심 기술을 아래에 상세히 기술함

표 3-1. 연구개발과제 구성 현황

세부과제	핵심기술
1. 고속분기기와 차량 및 선로전환기 I/F를 고려한 해석 및 설계기술 개발	· 분기기/차량 I/F를 고려한 분기기 설계 핵심기술 개발 · 분기기 선형 해석 및 설계기술 개발 · 텅레일 및 노스레일 단면 형상 해석 및 설계기술 개발 · 분기기 하부강성 해석 및 설계기술 개발 · 분기기/선로전환기 I/F를 고려한 선로전환기 최적화 설계기술 개발 · 국내 고속분기기에 적용된 전기식 및 유압식 선로전환기 및 밀착검지기 개량 시스템 개발 · 전환력 전달 매커니즘 최적 설계기술 개발 · 연동장치 I/F모듈 설계기술 개발 · 선로전환시스템 모니터링 장치 개발 및 성능검증
2. 고속분기기 구성품 및 시스템 제작기술 개발	· 텅레일 및 노스레일 등 분기기 레일 소재 및 전장품 국산화 기술개발 · 분기기용 체결시스템 국산화 기술 개발 · 노스가동 크로싱 최적화 기술 개발 · 궤도 품질 고정밀도를 위한 도상 설계 및 시공기술 개발 · 시제품 제작
3. 고속분기기 성능평가 기술 개발 및 성능평가	· 분기기 구성품 및 시스템 성능평가 기법 및 기준 정립 · 분기기 구성품 및 조립 성능검증 · Test-Bed 구축 및 현장 부설, 분기기 시스템 통합 현장성능 평가

4절. 세부과제별 주요 내용 및 추진 전략

1. 세부 과제별 주요 내용

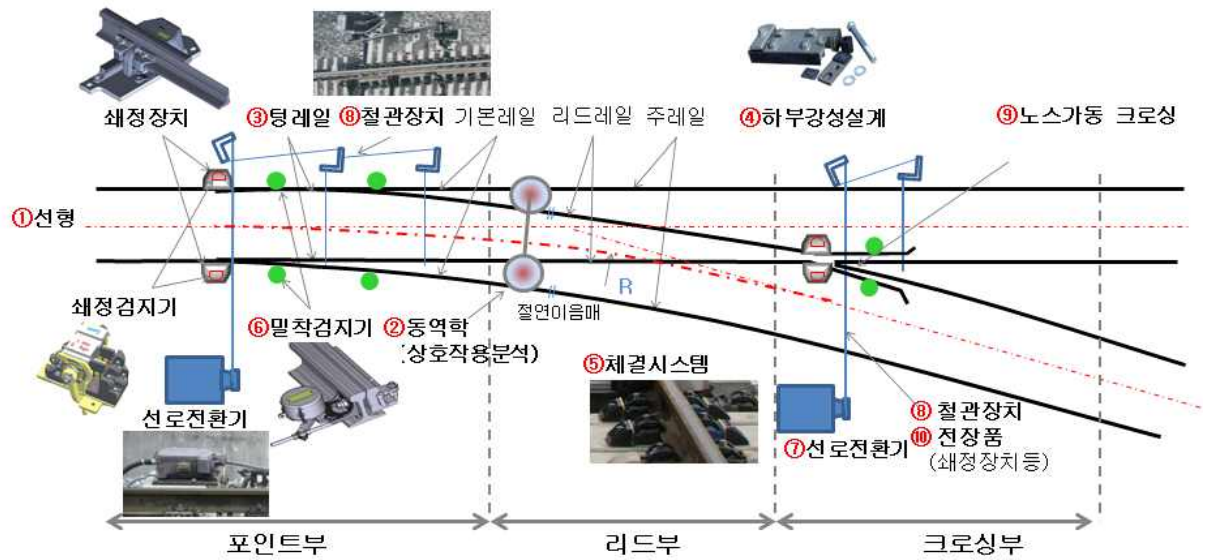


그림 3-3. 분기기 주요 개발 구성품

위 분기기 주요 구성품 그림을 참고하여 현재 국내기술 수준 및 향후 개발 완료시 기술수준을 아래에 간략히 기술함

표 3-2. 핵심 기술별 개발 목표

핵심 기술명	현재 국내 기술 수준		개발 완료시 기술 수준		비고
	기술 설명	수준	기술 설명	수준	
① 선형설계기술	2차원 수준의 정적 설계 - 프랑스 선형 사용 : F8~F26: 원곡선 : F46: 원곡선 + 3차 포물선	중	- 차량동역학을 이용한 3차원 동적 설계 - 분기별 최적 선형 설계 : 원곡선 : 원곡선+완화 : 완화+원곡선+완화 : 캔트 급변화율(Jerk) 최소 곡선 설계 : 공격각 분석 선형 설계	상	
차량/분기기 인터페이스	- 설계속도: 350km/h - 차량 휠, 레일간 상호작용 일부검토 : 분기기 동역학 도입기 - 팅레일:수입	중	- 직선통과속도: 400km/h ② 차량 휠, 레일간 상호작용 완벽 분석 : 차량동역학 해석 : 속도대역별 텅레일,노스레일 충격량 계산 - 성숙기 진입 ③ 텅레일:국산화	상	분석 범위 (~500km/h)

하부강성 설계 기술	• 레일 강성 미고려 (패드-수입)	하	④ 레일 강성을 고려한 최적 패드 설계 기술 개발 (패드-국산화)	상	
⑤ 체결시스템	• 다양한 체결시스템 적용 (체결시스템-수입) : SFC, 시스템300W : 국외제작사에 종속	하	• 체결시스템 최적화 및 개량 (체결시스템-국산화) : 기존 체결구 개선 개량 : 구조 및 소재 개량 : 국외제작사에 독립	상	
분기기/신호 인터페이스 (I/F)	• 밀착검지기:수입 • 선로전환기 : 전기식-국산제작 : 유압식-수입 • 철관장치: 국산제작	중	⑥ 밀착검지기:국산화 ⑦ 선로전환기(전기식 및 유압식) : 개량시스템 개발 및 신뢰성 향상 ⑧ 철관장치: 전환력 전달 매커니즘 최적 설계기술 및 개량시스템 개발	상	
⑨ 노스가동 크로싱 최적화 설계 기술	• 크래들: 국산제작 • 워레일: A74수입 • 기술수준-성장기	중	• 크래들 설계: 최적화 개량 • 워레일: 국산레일 적용방안 개발 • 기술수준 - 성숙기	상	
제작 및 시공기술	• 시공기술: 국산화 - 현장시공(국산화율 93%) • 전장품(쇄정장치,쇄정 검지장치 등)-수입	중	• 국산화율: 100% • 시공기술: 정밀시공법 국산화 개발 ⑩ 전장품(쇄정장치, 쇄정검지 장치 등)-국산화	상	
성능시험 평가 및 기준 정립	• 성능평가 항목 : 출력, 가속도, 처짐 • 기준정립: ~350km/h	중	• 성능평가 항목 : 출력, 가속도, 처짐, 온도, 소음, 진동 • 기준정립: ~400km/h : 레간등 관기기준 정립 • 통합모니터링 기술 적용	상	해석 범위 (~500km/h)

가. 선형 설계기술 개발

- (1) 분기기의 선형(layout)은 레일을 한 개의 선(궤간선)으로 표현했을 때 직선, 분기선으로 구성되며 직선과 분기선(곡선)이 만나는 라인은 원곡선, 완화곡선으로 구성하여 최적의 분기기 길이 선정 기술 개발
- (2) 원곡선의 반경, 완화곡선(클로소이드, 3차포물선 등)의 종류와 이들의 결합 방식에 따라 분기하는 차량의 통과속도와 승차감은 매우 다르게 나타남. 따라서 분기기의 최적선형 설계 기술은 차량의 운행속도와 승객의 승차감을 좌우하는 분기기 핵심 기술
- (3) 다물체 차량동역학을 이용한 원곡선, 원곡선+완화 곡선 구성 등 최적 곡선을 설계하는 기술 개발

나. 차량/분기기 인터페이스

- (1) 텡레일, 노스레일 단면형상과 차량 휠과의 상호 작용(Interaction)은 궤도분야에서 가장 중요하지만 기술적 한계로 인해 접근하기 어려운 기술이었으나 최근 다물체 차량동역학 프로그램, 컴퓨터 연산 속도가 급속도로 발전함으로써 궤도 차량간 상호거동을 예측할 수 있는 기반이 조성되었고 이를 통한 거동 모사가 가능하게 됨. 텡레일과 차륜과의 접촉 시 거동을 3D시뮬레이션이 가능하고 최초 접촉 시 접촉각, 공격각에 탈선계수를 고려한 텡레일, 노스레일의 최적단면을 설계하는 기술
- (2) 다물체 차량동역학을 이용한 분기기 주행안전성 평가 및 설계 기술
- (3) 증속에 따른 분기기 탈선안전도 평가, 충격량 산정과 안전성 보완장치 개발 및 보강 기술개발
- (4) 분기기는 다양한 레일들로 구성되어 있음, 레일 명칭은 주로 1m당의 중량으로 사용하는데 고속철도용 일반 레일은 UIC60임
- (5) 분기기 텡레일은 높이가 일반레일(UIC60)보다 낮은 UIC60D 또는 UIC60B등이 사용됨. 이러한 특수 레일은 산업재산권(특허)이 등록된 제품으로 소재 수급이 원활치 않고, 수입에 의존하고 있는 실정임. 따라서 **특수레일의 국산화는 해외 업체로부터의 기술 종속을 탈피할 수 있고, 국내 차량에 적합한 최적 레일을 개발하는 기술임.**

다. 하부강성 설계기술 개발

- (1) 분기기 강성은 주행안전 및 승차감뿐만 아니라 레일마모, 궤도틀림과 소음·진동, 열차 주행저항에 따른 열차 운행 등에 영향을 주는 주요 설계변수임
- (2) 분기기는 일반 구간과는 달리 기본레일 및 텡레일, 크로싱 등 복잡한 구조로 구성되어 있기 때문에 분기기 레일의 합성 강성 및 접촉면적의 크기가 위치에 따라 상이함. 분기기 전체 구간에 대해서 균일한 분포의 강성을 가지게 하기 위해서는 위치별로 레일의 합성 강성과 접촉면적의 크기를 고려하여 패드의 강성이 설계되어야 함
- (3) 분기기 위치별로 레일의 합성 강성과 접촉면적의 크기를 고려한 최적 패드 강성 설계 기술

라. 체결시스템

- (1) 체결구는 차량이 레일 위를 주행할 수 있도록 레일을 침목에 고정하는 역할을 하는 지지 장치임. 고정하는 볼트(침목 매립된 솔더), 상판, 패드, 스프링클립으로 구성됨
- (2) 레일에 발생하는 수직하중에 대한 적정 강성과 체결력, 열에 의해 레일의 팽창량을 제어하는 적정 종방향 저항력, 레일의 상향력을 제어하는 2중 탄성기능 등 체결구의 기준을 만족하고 궤도 안정성 및 유지보수성을 갖춘 최적 체결시스템 개발 기술

마. 분기기/신호 인터페이스(I/F)

- (1) 분기기는 궤도장치와 신호장치가 결합되어 유기적으로 작동 됨. “분기측 개방” 신호를 받은 분기기(대향 우분기기 기준)는 곡선텩레일(좌측)이 좌측 기본레일에 밀착되고 직선(우측)텩레일은 우측 기본레일에서 분리되어 분기측으로 차량을 주행하도록 궤도 진로를 결정하여 개방함
- (2) 주행하고자하는 방향 개방요청 신호에 대하여 분기기는 이상 없이 진로를 확보하였는지를 신호를 통하여 관제실에 알려주게 되는데 부정확한 신호전송, 이상 신호 전송시에는 탈선, 차량 충돌 등 대형 사고가 발생 할 수 있으므로 분기기와 신호장치간 인터페이스는 분기기 핵심기술임
- (3) 경부고속철도 2단계에 적용된 유압식 선로전환기의 시스템 안정화 및 텩레일 소재 국산화와 텩레일 및 노스레일 단면설계를 통해 개발되는 분기기와의 I/F를 고려하고 또한 400km/h 운영환경에 대해 내구성을 갖도록 국내 경부고속철도 1, 2단계에 적용된 전기식과 유압식 선로전환기에 대한 개량 시스템 개발 기술
- (4) 분기기 레일에 장치되어 밀착검지 신호를 발생하는 국내 경부고속철도 1, 2단계에 적용된 밀착검지기에 대해 400km/h 운영환경에 대해 내구성을 갖도록 개량 시스템 개발 기술
- (5) 선로전환기에 의해서 발생하는 전환력을 텩레일 및 노스레일에 분배하여 원활하게 밀착되게 하므로써 차량의 운행 안정성을 확보할 수 있도록 전환력 전달 매커니즘 분석을 통한 철관장치 또는 유압 노드 최적 설계 기술
- (6) 연동장치 I/F 모듈 설계기술
- (7) 선로전환시스템 모니터링 장치 개발 기술

바. 제작 및 시공기술

- (1) 포인트부 텩레일과 기본레일간의 정밀한 밀착, 멈춤쇠에 기본레일간의 정밀한 밀착, 노스레일과 크래들간의 정밀한 밀착을 유지하도록 레일을 가공하고 구조하는 기술
- (2) 분기기 전구간 레일 고저, 방향, 캔트 등의 정밀 부설과 타설 전, 후 선형유지성 확보 등 정밀 시공 공법 기술 개발
- (3) 철관장치 및 전장품 국산화 기술 개발
(전장품 - 쇄정장치, 쇄정검지장치(디텍터) 등)

사. 성능시험평가

- (1) Test-Bed 구축 및 현장 부설, 분기기 시스템 통합 현장성능 평가
- (2) 전기 신호장치의 안전성 검증, 장애물 검지 기능, 내구성 검증
- (3) 선로전환기의 정상 작동과 전환시간, 전환력 성능 평가
- (4) 선형의 정밀도 유지와 이상 마모, 도상 이상 유무 검증
- (5) 쇄정장치, 히팅장치의 내구성 검증과 성능 검증 기술

2. 추진전략

가. 고속분기기 시스템 핵심기술 개발은 철도차량의 속도경쟁이 가속화 되는 상황에서 반드시 조기 개발이 필요한 핵심 인프라 기술임

나. 산·학·연 협동 및 단계별 기술개발 추진

- (1) 산학연 역할분담 및 관련전문가 자문그룹 형성
- (2) 기존기술의 검증을 통한 원천기술 확장
- (3) 핵심장치 설계 및 기존제품 성능향상
- (4) Test-Bed 적용을 통한 성능검증

다. 산·학·연 공동연구 참여를 통한 기관간 역할분담 및 최적 역량 도출을 유도할 예정이며, 원천설계기술에 관한 사항은 연구원 및 학계에서 주도적으로 연구를 진행하며, 시제품 제작 및 성능시험은 산업체를 참여시키고, 철도운영기관을 참여 시킴으로 Test-Bed구축 추진 예정

라. 주간연구기관에서 정기적인 공정회의를 통하여 세부 과제간 I/F 협의사항을 확인·조정함으로써 연구의 지속성 및 호환성 확보

마. 국내외 전문가를 활용함으로써 아이디어 도출 및 연구결과 검증 등을 시행할 예정임

바. 기존 연구가 진행 중인 “400km/h 고속철도 인프라 시범적용 기술개발” 연구단과의 성능검증 연계 추진 및 “분기기 관리 운영 시스템”의 모니터링 데이터 연계 등 기존 연구와 시너지 확보

사. 연구성과 홍보를 통해 기술의 확산에 노력

3. 추진 계획(안)

가. 연차별 추진계획 : Test-Bed 2차년도 구축

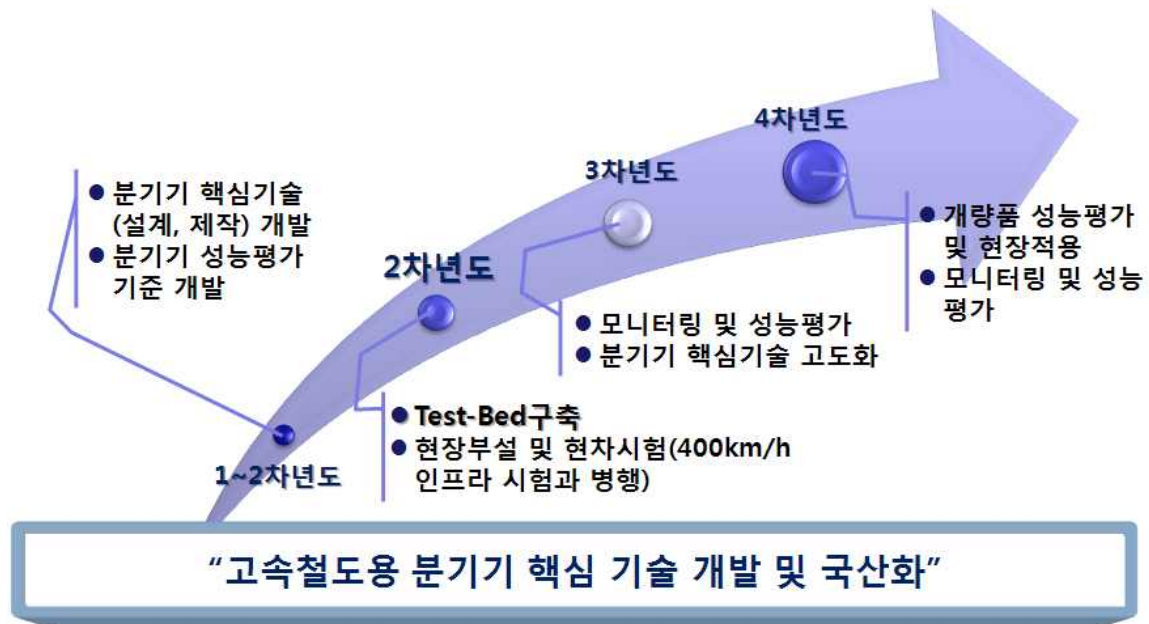


그림 3-4. 연차별 추진계획

5절. 세부과제 간 연계 관계

- 세부과제별 연관관계를 도표화 하였다. 1세부와 3세부는 연구원 및 철도운영기관이 주관하며, 2세부 과제는 부품의 개량과 시제품 제작은 민간이 담당토록 구성하였음
- 분기기 관리 운영시스템과 연계를 통해 감시 시스템 개발



그림 3-5. 세부과제 연관 관계도

- 주관기관에서는 세부과제 간 연계가 될 수 있도록 정기적으로 공정회의를 개최하여 I/F 협의 필요

6절. 과제별 · 연차별 기술로드맵 및 성과 로드맵

1. 연차별 추진계획



그림 3-6. 기술개발로드맵-총괄(TRM)

가. 1세부과제

세 부 과 제	1차년도('13)	2차년도('14)	3차년도('15)	4차년도 ('16)
분기기/차량 I/F를 고려한 분기기 선형 해석 및 설계기술	차량동역학 선형 해석기법 개발	선형 설계기술 개발 및 시제품설계	차량동역학 선형 설계기술 검증	선형 설계기술 고도화
분기기/차량 I/F를 고려한 분기기 텅레일 및 노즈레일 형상 해석 및 설계기술	차량동역학 단면 해석기법 개발	단면 설계기술 개발 및 시제품설계	차량동역학 단면 설계기술 검증	단면 설계기술 고도화
분기기/차량 I/F를 고려한 분기기 하부강성 해석 및 설계기술	차량동역학 하부 강성 해석기법 개발	하부 강성 설계기술 개발 및 시제품설계	차량동역학 하부 강성 설계기술 검증	하부 강성 설계기술 고도화
분기기와 선로전환기간 인터페이스를 고려한 선로전환 시스템 최적화 기술	선로전환기(전기식,유압 식) 및 밀착검지기 요구 사항 분석/개량방안 도출	선로전환기(전기식, 유압식) 및 밀착검지기 개량시스템 설계	선로전환기(전기식, 유압식) 및 밀착검지기 설계기술 검증	선로전환 시스템 기술 고도화
	전환력 민감도 분석	전환력 전달 매커니즘 최적화 기술 개발 및 시제품 적용/적합성 검증	전환력 전달 매커니즘 최적화 기술 검증	
	전자연동장치와 선로 전환기간 I/F 기술분석	I/F장치 최적설계 및 시제품 제작/적합성 검증	I/F장치 최적 설계기술 검증	
	선로전환시스템 분석 및 모니터링 요소검토/정립	모니터링 장치설계 및 시제품 제작/적합성 검증	모니터링 장치 설계기술 검증	

그림 3-7. 기술개발로드맵-1 세부과제(TRM)

나. 2세부과제

세 부 과 제	1차년도('13)	2차년도('14)	3차년도('15)	4차년도 ('16)
팅레일 및 노스레일 소재, 전 장품 국산화 기술 개발	최적 단면 검토 및 소재 국산화 개발 정밀 가공기술 개발 전장품국산화 기술개발		분기기 레일 정밀 가공기술 검증	분기기 레일 가공기술 고도화
분기기용 체결시스템 국산화 기술 개발	체결구조 개발 탄성패드 개발		체결시스템 제작기술 검증	체결시스템 성능 고도화
노스가동 크로싱 최적화 기술 개발	노스가동 크로싱 최적화 기법 개발 노스가동 크로싱 최적 단면 개발		노스가동 크로싱 최적화 기술 검증	노스가동 크로싱 최적 단면 고도화
조립성능시험 및 현장부설용 시제품 제작	절연이음매 개량	시제품 제작		보완 시제품 제작
궤도품질 고정밀도를 위한 도상 설계 및 시공기술 개발	고정밀도 시공법 조사분석	도상 설계 및 시공 기술 개발		

그림 3-8. 기술개발로드맵-2 세부과제(TRM)

다. 3세부과제

세 부 과 제	1차년도('13)	2차년도('14)	3차년도('15)	4차년도 ('16)
분기기 구성품 및 시스템 성능평가 기준 및 기법 정립	구성품 및 시스템 성능평가 기준 개발 시스템 성능평가 기법 정립			
분기기 시제품용 구성품 성능평가		분기기 구성품 성능평가		성능 평가
분기기 시제품용 조립체 성능평가		조립 평가		
Test-Bed 구축 및 시제품 현장부설		Test-Bed 구축/부설		현장 적용
분기기 시스템 통합 현장성능 평가			모니터링 및 현장성능 평가	시스템 현장 성능 평가

그림 3-9. 기술개발로드맵-3 세부과제(TRM)

7절. 성과의 활용 방안

1. 활용 방안

가. 해외 분기기 시장 진출

- : 초고속 분기기 독자적 원천 기술 확보로 기술 경쟁력 확보
- : 차량/궤도 상호작용, 인터페이스 해석 ➔ 궤도 핵심 기술 획득
- : 고성능 분기기 국가 브랜드화 ➔ 한국의 철도 기술 위상 고취
- : 해외 대형프로젝트 참여 ➔ 인도, 미국 등 (분기기 시장 6조원)
- : 국가간 철도 연결을 위한 '국제철도기구 교류 협력'지속적 증가로 러시아 종단 (TKR), 중국 횡단(TCR),시베리아 횡단철도(TSR)등 고속철도 사업 참여

나. 국내 고속분기기 활용

- : 기존 고속분기기, 초고속 분기기 국산화 ➔ 국가 예산 절감 (국부 유출 방지)
- : 초고속 실현으로 전 국토 반나절 생활권화 실현 ➔사회 간접비 절감
- : 안전하고 쾌적한 철도 여행 보장, 철도 신뢰성 향상
- : 친환경 교통 문화 창출, 저탄소 성장에 기여 ➔ 탄소배출 감소

8절. 연구수행체계 제안

세부과제의 성격에 따라 1세부 연구기관 및 학계, 2세부는 산업계, 3세부는 철도건설 및 운영기관이 담당하도록 체계 설정

주관기관에서는 세부과제 간 연계가 될 수 있도록 정기적으로 공정회의를 개최하여 I/F 협의 수행

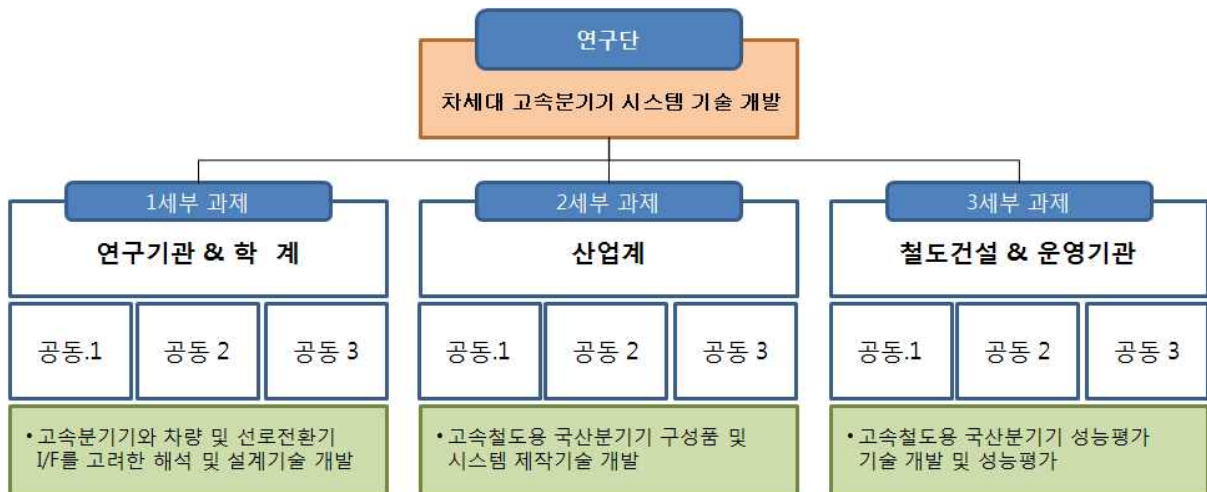


그림 3-10. 연구수행체계

제 4장. 사전타당성 검토

1절. 정책적 타당성

1. 국가 차원의 필요성

가. 본 사업은 녹색성장 국가전략 5개년 계획 및 녹색교통 추진전략에 따른 국가 정책에 부합됨

- (1) 정부는 국가의 저탄소 녹색성장을 위한 정책목표-추진전략-중점추진과제 등을 포함하는 국가전략을 수립-시행

표 4-1. 저탄소 녹색성장을 위한 비전체계

2020년까지 세계 7대, 2050년까지 세계 5대 녹색강국 진입	
[3대전략 및 10개 정책방향]	
3대전략	10개 정책방향
기후변화 적응 및 에너지 자립	1. 효율적 온실가스 감축
	2. 탈석유-에너지자립 강화
	3. 기후변화 적응역량 강화
신성장 동력 창출	4. 녹색기술개발 및 성장 동력화
	5. 산업의 녹색화 및 녹색산업 육성
	6. 산업구조의 고도화
	7. 녹색경제 기반 조성
삶의 질 개선과 국가위상 강화	8. 녹색국토-교통의 조성
	9. 생활의 녹색혁명
	10. 세계적인 녹색성장 모범국가 구현

- (2) 고속분기기 개발을 통해 친환경 교통수단인 철도의 속도향상을 도모함으로 녹색기술개발 및 산업의 녹색화, 산업구조의 고도화, 녹색국토-교통의 조성 등 녹색기술의 선도적 위치에 나아가는 정책과 부합함

- (3) 정부는 교통부문에 저탄소 실현을 위해 녹색교통 추진전략 비전 및 목표, 5대 추진과제를 수립-시행

표 4-2. 녹색교통 추진전략 비전체계

비전	철도-해운-그린카-사람중심 '저탄소 녹색교통' 실현
목표	'20년 교통부문 온실가스 배출량 BAU대비 온실가스 33~37% 감축 (2005년 대비 20~24% 감축)
추진과제	1. 교통수요 관리정책 강화
	2. 생활밀착형 자전거-보행 활성화
	3. 승용차보다 빠르고 편리한 대중교통 구현
	4. 철도, 연안해운 위주 녹색물류체계 구축
	5. 녹색교통기술 개발 및 보급

(4) 본 과제를 통해 철도 위주 녹색물류체계 구축 및 녹색교통기술 개발 및 보급 등 추진과제와 부합함

나. 본 사업은 국가기간교통망계획 제2차 수정계획, 제2차 국가철도망 구축계획, 및 제2차 철도산업발전 기본계획에 따른 국가 정책에 부합됨

(1) 국가통합교통체계효율화법 제4조에 의거 수립된 '국가기간교통망계획'은 육상-해상-항공교통 등 교통수단의 상호연계 연계성 및 보완성을 목적으로 수립되었으며, 5대 전략과 11개 추진과제를 수립-시행

표 4-3. 국가기간교통망계획 Key Issue

미래사회 대비, 국가경쟁력 강화, 교통기본권 확보, 국가교통체계 효율화	
[5대전략 및 11개 추진과제]	
5대전략	11개 추진과제
부문간 효율적 스톡조정을 통한 국가경쟁력 강화	1. 국가교통체계의 종합조정 및 효율성 강화
	2. KTX 중심 철도고속화 및 도로기능 효율화
	3. 항공, 해운, 물류 경쟁력 강화
교통연계성 강화를 위한 인터모달리즘 구현	4. 교통수단간 연계 환승체계 강화
	5. 물류거점 연계 교통체계 구축

21세기 글로벌 교통-물류강국 실현	6. 육,해,공 통합 연계 국제교통망 구축
	7. 국제교통, 물류시장 통합대응
저탄소 녹색성장형 교통체계 구축	8. 녹색성장 교통체계 전환
	9. 미래형 교통기술개발 및 구현
선진국 수준의 교통서비스제공	10. 교통안전 및 보안 체계강화
	11. 교통서비스의 사회적 형평성 강화

- (2) 미래형 고속분기기 개발을 통해 철도분야의 미래사회를 대비한 국가경쟁력 강화를 도모하는 Key Issue와 부합되며, 철도고속화에 따른 속도경쟁력 강화 인프라 기술 확보와 녹색성장 교통체계전환, 미래형 교통기술개발 이라는 추진과제와 부합함
- (3) 철도투자를 효율적-체계적으로 수행하기 위하여 수립된 '제2차 국가철도망 구축 계획'은 고속 KTX망으로 연결 및 대도시권 30분대 광역-급행 철도망을 구축함으로써 전국 주요거점을 일상 통근시간대인 1시간 30분대의 하나의 도시권으로 통합하고자 비전 및 4대 추진과제를 수립-시행

표 4-4. 제2차 국가철도망 구축계획 비전

철도망을 통해 국토를 통합-다핵-개방형 구조로 재편	
[목 표]	
전국 주요거점을 일상 통근시간대인 1시간 30분대로 연결하여, 하나의 도시권으로 통합	
[4대 추진과제]	
4대 추진과제	주 요 내 용
전국 주요거점을 고속 KTX망으로 연결	국토 최단 연결 X자형과 해안권 연결 □자형을 결합한 국가철도망 구축
대도시권 30분대 광역-급행철도망 구축	광역철도 운영체계를 급행위주로 재편, 시설확충 등을 통해 도심 접근 30분대 광역철도망 구축
녹색 철도물류체계 구축	산업-물류거점간 대량-고속 철도 물류네트워크 구축

편리한 철도이용환경 조성	고속철도 및 일반철도역의 접근성을 개선하고, 이용 편의시설 지속 확충
---------------	--

- (4) 차량의 고속화는 신속하게 이루어지는 시점에 궤도분야 인프라기술의 확보는 필수적이며, 이에 차량의 속도에 맞는 고속분기기의 개발은 '제2차 국가철도망 구축계획'에서 요구하는 전국 주요거점 1시간 30분 연결을 위한 필수 요구사항임
- (5) 철도산업발전기본법 제5조에 의거 철도산업 관련 정책을 종합하고 체계화하는 법정 기본계획인 '제2차 철도산업발전 기본계획'은 세계 일류 철도국가로의 도약이라는 비전을 수립하고 4대 목표, 6대 중점분야, 27개 추진과제를 수립-시행

표 4-5. 제2차 철도산업발전 기본계획 비전

세계 일류 철도국가로의 도약 - 빠르고 편리하며, 안전한 선진철도 구현 - 국민경제를 이끄는 미래 성장동력 산업으로 육성
--

[목 표]

☐ 철도 수송분당물의 획기적 제고 (여객) 지역간 수송인km 기준 : 15.9%('08) ⇨ 24%('15) (화물) 철도화물 수송톤km 기준 : 8.1%('08) ⇨ 15%('15)
☐ 세계 최고수준의 철도안전 확보 대형사고 발생 건 수 : Zero(0) 열차운행 백만km 당 운전사고 : 0.10.8건('10) ⇨ 0.100건('15) 열차운행 백만km 당 사망자 : 0.69인('10) ⇨ 0.38인('15)
☐ 철도 선진국 수준으로 철도기술력 제고 선진국 대비 철도기술 수준 : 74%('09) ⇨ 95%('15) 고속열차 최고속도 향상 : 350km/h('09) ⇨ 430km/h('15)
☐ 해외 철도시장 진출 확대 철도 차량시장 점유율 증대 : 2%('09) ⇨ 4%('15)

[7대 전략 및 32개 추진과제]

6대 중점분야	27개 추진과제
---------	----------

KTX 고속철도 중심의 국가철도망 구축	1. 전국 고속철도망 확충
	2. 기존선 고속화 및 일반철도 신선 건설
	3. 광역철도 급행화 및 신선 건설
	4. 궤도-전기-신호 등 철도시설 개량
	5. 철도시설 유지-보수 효율화
철도운영 부문의 경쟁력 제고	6. 고객 지향적 수송서비스 제공
	7. 철도 지능형 교통체계 확대
	8. 철도 중심의 연계교통체계 강화
	9. 녹색 철도물류 경쟁력 강화
	10. 철도운송시장 경쟁 환경 조성
	11. 철도공사의 경영 효율성 제고
	12. 수익사업 다원화로 경쟁력 강화
	13. 중장기 철도운영계획 수립-시행
	14. 철도운송제도 합리적 개선 추진
세계 최고수준의 철도안전 확보	15. 철도안전관리 효율화 및 제도개선
	16. 철도안전업무 종사자 안전역량 강화
	17. 철도시설의 안전성 제고
	18. 철도차량의 유지-보수 선진화
	19. 철도안전 홍보 및 연구개발 확대
철도 제조업 육성 및 기술개발 촉진	20. 철도 제조업 육성방안 수립-시행
	21. 수출 주도형 연구개발 추진
	22. 미래 선도 기술개발
	23. 철도 인프라 기술수준 제고
해외 철도시장 진출 확대	24. 해외진출 지원체계 공고화
	25. 해외진출 기반 및 활동 강화
	26. 국제 철도협력 활성화
철도분야 핵심 전문 인력 양성	27. 철도 핵심인력 양성 마스터플랜 수립-시행

- (6) 본 과제는 6대 중점분야 중 '철도 제조업 육성 및 기술개발 촉진' 분야와 부합되며, 수출 주도형 연구개발 추진, 미래 선도 기술개발 및 철도 인프라 기술수준 제고와 부합되고 있음
- (7) 현재 '430km/h급 고속철도 인프라 기술개발('10~'14)'이 이루어지고 있고, '차세대 고속철도개발('13~'15)' 후속과제가 추진 중인 상황에서 철도의 최대 취약부인 고속분기기 기술개발은 필수 요구사항임

2절. 기술적 타당성

1. 기존 연구개발과의 중복성

가. 고속전철 기술개발사업(G-7)과의 차별성

- (1) 1996년부터 시작된 고속철도용 분기기 설계기술 개발 과제는 경부고속철도 1단계를 목표로 설계기술 개발을 진행하였음
- (가) 경부고속1단계 건설시 고속철도용 분기기 개발은 민간 기업이 해외기술도입을 통해 설계기술을 확보하였으며, 적용대상은 자갈도상궤도용 설계기술임
- (나) 확보된 설계기술은 해외에서 적용되는 기술의 습득이며, 한국에 맞는 고속철도용 분기기 설계기술 개발관련 연구개발은 전무한 상황임
- (다) 또한 적용대상에 차이가 있어 본 과제에서 적용하고자하는 콘크리트궤도에 적용되는 고속철도용 국산분기기 설계기술과는 차별성이 존재함

나. 기존선 속도향상 기술개발사업과의 차별성

- (1) 2001년부터 시작된 분기기 성능개선 연구과제는 기존 일반선에 적용되는 분기기의 개량수준의 연구개발과제이며, 고속분기기 개발과제와는 차별성이 있음

다. 경량전철 기술개발사업

- (1) 중량전철이외에 경량전철에 대한 수요증가가 예상됨에 따라 경량전철용 분기기 기술개발 연구과제가 수행되었으며, 고무차륜 및 철재차륜/LIM방식의 경량전철용 분기기 연구가 수행되었음
- (2) 경량전철 특성상 중량전철과는 속도 및 선형에서 차이가 존재하며, 고속철도용 분기기와 차별성이 있음

표 4-6. 분기기관련 국가 연구개발 사업현황

구 분	고속철도 기술개발사업 (G-7)	기존선 속도향상 기술개발사업	경량전철 기술개발사업
기 간	1996 ~ 2005	2002 ~ 2005	1999 ~ 2004
발 주 처	건설교통부	철도청	건설교통부
적용대상	자갈도상용 고속분기기 경부고속철도 1단계	일반철도	고무차륜 경전철 철재차륜/LIM
개발수준	해외기술 도입	자체개발	자체개발
최종결과	경부고속 1단계 적용	일반선 적용	신기술 획득

2. 기존 기술과의 차별성

가. 기존 핵심기술의 현주소

- (1) 국내 고속철도 기술개발은 1992년 경부고속철도 1단계 시작을 시점으로 프랑스 TGV기술이 이전되면서 시작되었으며, 민간기업에서 프랑스 Vossloh Cogifer社와 기술협약을 통해 10년동안 설계, 제작 기술이 이전되었음
- (2) 현재 자갈도상용 고속분기기의 설계, 제작기술은 100% 이전되어 응용이 가능한 단계까지 도달하였으며, 개통 이후 분기기 관리와 유지보수를 통한 노하우 축적으로 고속2단계 구간 콘크리트궤도용 분기기를 자체 제작 설계 부설하였으며 이는 국제 특허품인 체결구 등 일부제품을 제외하고 90%수준의 국산화율을 보임

표 4-7. 기존 고속분기기 핵심기술

핵심 기술	설 명	현 수준 (기술 보유)
선형 설계 기술	·차량 주행 궤적에 적합하여 충격 및 쓸림이 없는 선형	·원곡선, 완화 곡선 설계 기술
체결구 설계 제작 기술	·E클립-자갈도상 ·시스템300W-콘도상 (탄성패드)	·350km/h 시 · 제동하중, 수직, 수평하중, 횡하중 설계 기술 ·탄성패드 설계 기술 (신기술획득)
팅레일 설계 제작 기술	·UIC60, UIC60D 설계 ·3차원 정밀가공	·350km/h 응력, 변위 설계 기술 ·팅레일 제작, 가공, 단조 기술
노스가동크로싱 설계 제작 기술	·고망간 크래들 ·UIC60D 노스레일	·350km/h 응력, 변위설계 기술 ·350km/h 충격량 산정 설계기술
침목설계 제작	·자갈도상용 PC침목 ·콘도상용 매립형 침목	·자갈용, 콘도상용: 350km/h설계 기술
온도변화 적용 설계	·기온변화를 고려한 제품 설계 (팅레일 기본레일, 노스레일 크래들 밀착과 긴밀한 관계)	· $\pm 45(-30\sim 65)^{\circ}\text{C}$ 설계 기술
전장품 설계 기술	·밀착검지장치(디텍터, 뿔베) ·쇄정장치	·고속1단계용 제품 국산화(프랑스와 동일품)

나. 개발 예정인 핵심기술

- (1) 국내 고속철도는 350km/h로 설계 제작 되었으며, 향후 증속을 고려해서 개발되는 모든 제품은 열차 운행 조건에 따른 궤도 및 구조물 각부에 발생하는 응력과 변위, 가속도와 충격력 산정과 주행 시뮬레이션에 기반한 설계가 이루어졌을 때

고속차량의 주행 안전성을 확보할 수 있음

- (2) 특히, 분기기는 포인트 및 크로싱부에 레일의 불연속선이 존재하므로 속도 향상에 기인한 동적 충격 하중이 급격히 상승하며 이로 인한 텅레일과 노스레일의 마모가 증가하고 이는 레일파손으로 이어져 차량의 주행 안전성에 치명적인 영향을 미칠 수 있음
- (3) 따라서 금번 개발코자 기획하는 분기기는 속도향상에 따른 구조적 안전성과 평가, 주행 안전성 예측, 탈선안전도 평가, 충격 저감방안, 밀착검지장치 및 충격 분산장치, 신축, 체결장치 등 2000년대 급속히 발전한 컴퓨터 시뮬레이션 설계 기술을 적극 활용하고, 기존 350km/h급 고속분기기의 기술을 기반하여 진일보된 신기술이 개발 적용되어 설계 제작 될 계획임

다. 기술개발의 적절성

- (1) 분기기(선로전환장치, Switch, Turnout)는 철도차량의 방향을 전환시키는 기계장치로써 철도궤도에서 구조적으로 가장 복잡하고 불안전 요소가 많아 이음부, 곡선부와 함께 궤도의 3대 취약부로 분류됨
- (2) 근래에 발생한 광명역 KTX탈선 사고 등 열차 탈선 사고 중 30%이상이 분기기에서 발생하고 있을 정도로 분기기에 대한 연구와 기술 개발은 매우 시급하다고 할 수 있음



그림 4-1. 고속분기기 탈선사고

- (3) 고속분기기는 궤도, 신호, 차량이 유기적으로 결합되어 작동하는 첨단 기술의 융합체인 시스템 기술로써 체계적인 기술 개발이 필요함. 이러한 기술개발을 통해서 고속분기기의 주행 안전성과 경제성이 확보 가능함
- (4) 또한 고속철도용 차량의 고속화(430km)와 400km급 고속철도 인프라시스템 개발이 진행되는 가운데 이에 상응하는 고속철도용 국산분기기 개발은 필수적인 개발 항목임

3절. 경제적 타당성

1. 산업발전의 기여도

가. 국내 수입대체 효과

- (1) KTX건설의 경우 2단계 구간(대구~부산)에서는 고속철도 분기기의 95%를 수입에 의존하여 약 510억원의 외화 유출사례 발생

표 4-8. 경부고속철도 2단계(동대구-부산) 외국산 분기기 수입 비용

(단위 : 백만원)

구 분	F18.5(29틀)		F46(8틀)	
	단 가	금 액	단 가	금 액
분기기	736	21,344	1,330	10,640
신호전장품	241	6,989	241	1,928
운반비등	234	6,787	423	3,384
소 계	1,102	35,120	1,994	15,952
총 계	51,072			

- (2) 국내 분기기 시장의 수입대체효과는 2020년까지 약 7천3백억 이상이며, 이는 2,041km에 해당하는 고속철도 및 국가철도망 계획노선이 약 6천억, 수도권 광역철도(GTX)가 1천3백억 수준임 (철도건설비용의 1% 산정)
- (3) 국가예산 절감 효과 (SOC 건설에 자국기술 사용 시 약 40% 예산절감)
- (가) 과거 싱가포르와 대만은 동일한 경전철을 각각 부설하였으나, 턴키방식으로 해외기술에 의존했던 대만은 자국의 기술로 건설한 싱가포르에 비해 km당 부설비가 2.7배 소요

표 4-9. 해외 SOC 건설 사례

구 분		싱가포르	대 만	비고
사업 개요	노선길이	8km	10.5km	
	역사 수	13개	12개	
	차량	AGT (동일차량)		
시스템 기술 보유정도 및 사업 추진 형태		- 자국내 시스템 기술 보유 - 범국가적으로 기술확보 노력 - 자국 기술 활용	- 자국내 시스템 기술 없음 - 민간기업의 기술 기반 취약 - 턴키 방식 : 외국기술 도입	
총사업비		2,092억원	7,374억원	
1km당 건설비		262억원	702억원	2.7배

나. 해외 수출효과

- (1) 해외 고속철도 시장은 미국(68조), 중국, 브라질 등 2015년까지 646조원의 노선 계획을 갖고 있으며, 분기기시장은 약 6조원 수준으로 예상됨

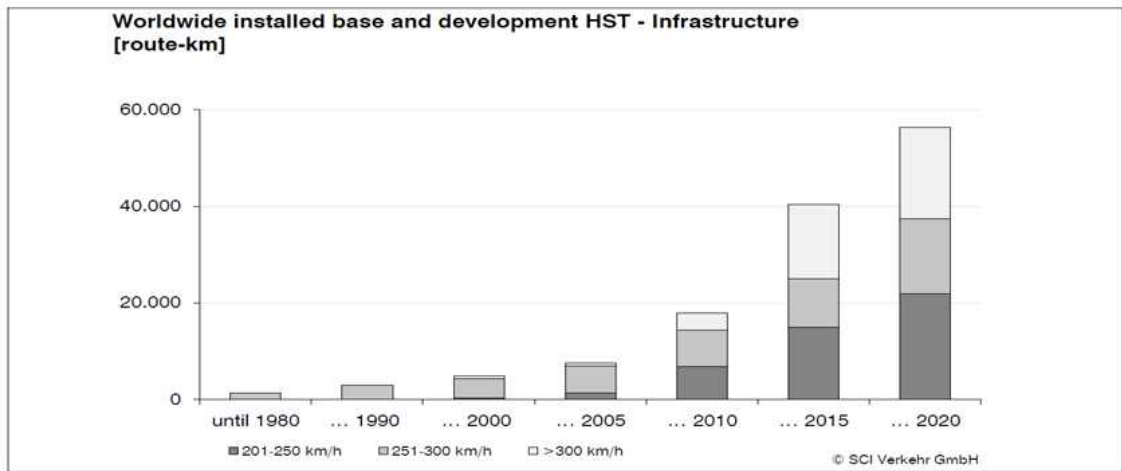


그림 4-2. High-Speed Rail Global Market Trends - SCI 2011

- (2) 고속철도 네트워크의 급속한 증가에 따라 글로벌 고속분기기(350km/h) 시장규모는 2014년 이후 약 14,748km가 예상되며, 경부고속철도 2단계 구간에 설치된 해외 분기기의 가격을 비교해 봤을 경우, 전 세계적으로 약 4.4조원의 고속분기기 시장이 예상됨

표 4-10. 완공기준 세계 350km/h이상 고속철도 계획

단위 : km

구분	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21~'25	'26~'30	'31~	total
350km/h	3,264	478	629	1,020	366	450	135	1,941	720	618	9,621
360km/h			667				480	2,791	345	-	4,283
400km/h							654	190	-	-	844
소계	3,264	478	1,296	1,020	366	450	1,269	4,922	1,065	618	14,748

※ High-Speed Rail Global Market Trends - SCI/VERKEHR Cologne 2011

- (3) 국가간 철도 연결을 위한 러시아 종단(TKR), 중국 횡단(TCR), 시베리아 횡단(TSR)등은 잠재적인 시장도 존재함
- (4) 국내 분기기관련 민간기업은 현재 보유한 기술을 통해 해외시장으로 진출하고 있으며, 2008년에는 5백만불 수출탑을 수상한 바 있음
- (5) 또한 국내 주요건설사들의 해외철도시장 진출을 추진하는 상황에 고속철도용 국산분기기의 개발은 경제적 및 기술적 시너지 효과를 발휘할 것으로 예상됨

4절. 타당성 검토 종합

1. 정책적 타당성 분석결과

가. 저탄소 녹색성장이라는 국가 교통정책 패러다임 변화

(1) 국가 전체 에너지 소비량의 20%수준인 교통분야에 친환경 교통수단인 철도의 비중 확대를 위해 “제1차 지속가능 국가교통물류발전 기본계획(2011~2020)수립”

나. 저탄소 녹색교통 실현을 위한 교통부문 철도 수송 분담률 향상을 위한 정책 수립

(1) 여객수송 분담률 2008년 15.9% → 2020년 27.3%

(2) 화물수송 분담률 2008년 8.0% → 2020년 18.5%

다. 전국 주요거점을 일상 통근시간대인 1시간 30분 연결

(1) 230km/h급 이상 고속(화) 철도 확대 368.5km → 2,362.4km

저탄소 녹색성장이라는 국가 교통정책 패러다임 변화는 친환경 철도의 수송 분담률 향상을 유도하고 고객 편의성 향상을 위해 고속화 철도의 확대시킴
이에 고속철도용 국산분기기 개발과제는 정책적 타당성과 부합함

2. 기술적 타당성 분석결과

가. 분기기관련 국가 연구개발 사업 중 콘크리트도상에 적용되는 고속철도용 국산분기기 개발에 관해 중복되는 과제는 없음

(1) 고속전철 기술개발사업(G-7)

(2) 기존선 속도향상 기술개발사업

(3) 경량전철 기술개발사업

나. 해외기술 이전을 통해 확보된 기존 고속분기기 기술을 기반으로 100%국산화된 제품과 독창적인 한국형 분기기 개발을 통해 국내 기술표준화 유도

다. 고속분기기는 궤도, 신호, 차량이 유기적으로 결합되어 작동하는 융합기술로써 단일기업의 기술개발로는 진입하기 힘든 구조로 국가 R&D를 통해서만 기술확보 가능

기존 고속철도용 국산분기기 관련 국가 R&D 연구개발 과제는 없었으며, 궤도, 신호, 차량의 유기적인 융합기술 확보 차원에서 본 과제는 국가 R&D과제를 통해 연구개발이 이루어져야하므로 기술적 타당성과 부합함

3. 경제적 타당성 분석결과

가. 국내 분기기 시장은 2020년까지 7천3백억 수준이며, 국내 기술자립이 이루어지지 않으면 해외 다국적 기업에 의해 기술종속 및 외화유출이 발생됨

(1) 정부고속철도 2단계구간 수입에 따른 510억 외화 유출

나. 저탄소 녹색성장에 맞추어 해외 철도시장이 지속적으로 확대되는 가운데 국내 고속철도용 분기기 개발은 국가 경쟁력 확보의 기틀 마련

(1) 해외 분기기 시장은 2015년까지 약 6조원 수준 예상

다. 국산화가 100%가 이루어지지 않은 상황에서 국내 분기기의 해외 진출 시 해외 기업의 자재공급 제한 조치 발생시 납품이 불가능한 상황이 발생할 수 있음

(1) 현재 분기기의 소재 및 체결구등의 국산화가 이루어지지 않아 기술 종속 가능성 대두

국내 철도시장의 보호 뿐 아니라 해외 철도시장 진출을 위해서는 고속철도용 국산 분기기 기술개발이 시급이 이루어져야 하며, 이는 국가 경쟁력과 연계되어 있으므로 경제적 타당성과 부합함

제 5장 인력투입계획 및 소요예산 산정

1절. 연구일정에 따른 인력투입 계획

1. 전체사업 인력투입 계획

가. 전체 인력투입 계획

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	소계
책임 연구원	16.8	16.8	8.1	7.8	49.5
연구원	22.4	22.4	10.8	10.4	66.0
연구보조 (박사과정)	11.2	11.2	5.4	5.2	33.0
연구보조 (석사과정)	5.6	5.6	2.7	2.6	16.5
합 계	56.0	56.0	26.9	26.1	165.0
	165명				

2. 세부과제별 인력 투입

가. 세부과제별 인력투입 계획

(1) 제 1세부 참여 인원

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	소계
책임 연구원	10.0	11.3	4.5	3.2	29.0
연구원	13.4	15.1	6.0	4.3	38.8
연구보조 (박사과정)	6.7	7.5	3.0	2.2	19.4
연구보조 (석사과정)	3.3	3.8	1.5	1.1	9.7
합 계	33.4	37.7	15.0	10.8	96.9
	97명				

(2) 제 2세부 참여 인원

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	소계
책임 연구원	4.4	4.2	2.2	2.2	13
연구원	5.8	5.6	2.9	2.9	17.2
연구보조 (박사과정)	2.9	2.8	1.5	1.5	8.7
연구보조 (석사과정)	1.5	1.4	0.7	0.7	4.3
합 계	14.6	14.0	7.3	7.3	43.2
	43명				

(3) 제 3세부 참여 인원

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	소계
책임 연구원	2.4	1.3	1.4	2.4	7.5
연구원	3.2	1.7	1.8	3.2	10.0
연구보조 (박사과정)	1.6	0.9	0.9	1.6	5.0
연구보조 (석사과정)	0.8	0.4	0.5	0.8	2.5
합 계	8.1	4.3	4.6	8.1	25.0
	25명				

2절. 소요예산 산정

1. 예산 산정 방법

소요 예산은 국토해양기술연구개발 사업 연구비 관리 및 정산 매뉴얼에 따라 세부 과제별 비용을 산정하였음

2. 전체사업 소요 예산

총 소요 예산은 125억이며 1세부에 45억, 2세부에 52억, 3세부에 28억원으로 구성 되어 있음

가. 전체 소요예산

주요 연구내용		1차년('13)	2차년('14)	3차년('15)	4차년('16)	연구비	
						소계	합계
1 세부	선형해석 및 설계기술 개발	2	2	1	1	6	48
	단면해석 및 설계기술 개발	2	2	1	1	6	
	하부강성 해석 및 설계기술 개발	2	2	1	1	6	
	선로전환시스템 최적화 기술개발	9.5	14.5	4	2	30	
	소 계	15.5	20.5	7	5		
2 세부	팅레일 및 노스레일 등 분기기 레일 소재 및 전장품 국산화 기술 개발	9		1	1	11	52
	분기기용 체결시스템 개발	4		1	1	6	
	노즈가동 크로싱 최적화 기술 개발	2		1	1	4	
	도상설계 및 시공기술 개발		2			2	
	시제품 제작		25		4	29	
	소 계	15	27	3	7		
3 세부	분기기 성능평가 기준 및 기법 정립	3				3	25
	시제품용 구성품 및 조립체 성능검증	2	2		1	5	
	Test-Bed 구축 및 현장부설		9		2	11	
	모니터링 및 현장성능 평가			3	3	6	
	소 계	5	11	3	6		
합 계		35.5	58.5	13	18	125	
		총 125억 (정부 112억, 민간 13억)					

3. 세부과제별 소요 예산

가. 전체 소요예산

(단위 : 천원)

구분	1차년		2차년		3차년		4차년		합계	
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간
총괄	3,175,000	375,000	5,175,000	675,000	1,225,000	75,000	1,625,000	175,000	12,500,000	
									11,200,000	1,300,000
1세부										
인건비	620,000		700,000		280,000		200,000		1,800,000	0
직접비	789,091		1,163,636		356,364		254,545		2,563,636	0
위탁비	0		0		0		0		0	0
간접비	140,909		186,364		63,636		45,455		436,364	0
2세부										
인건비	7,500	262,500	0	260,000	82,500	52,500	12,500	122,500	102,500	697,500
직접비	981,136	112,500	1,779,545	415,000	115,227	22,500	448,864	52,500	3,324,772	602,500
위탁비									0	0
간접비	136,364		245,455		27,273		63,636		472,728	0
3세부										
인건비	150,000		80,000		85,000		150,000		465,000	0
직접비	304,545		920,000		187,728		395,455		1,807,728	0
위탁비	0		0		0		0		0	0
간접비	45,455		100,000		27,272		54,545		227,272	0

(1) 1세부

(단위 : 천원)

예 산 항 목	세부 항목	예 산 항 목							비율 (%)
		단가 (연급여)	연평균인원/ 참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	소계	
인 건 비	책임연구원	74,304	7.27/ (25%)	186,000	210,000	84,000	60,000	540,000	
	연구원	74,304	9.69/ (25%)	248,000	280,000	112,000	80,000	720,000	
	연구보조 (박사과정)	74,304	4.84/ (25%)	124,000	140,000	56,000	40,000	360,000	
	연구보조 (석사과정)	74,304	2.42/ (25%)	62,000	70,000	28,000	20,000	180,000	
	소 계			620,000	700,000	280,000	200,000	1,800,000	
직 접 비	연구장비 재료비			500,000	650,000	220,000	130,000	1,500,000	
	연구활동비			196,091	408,636	94,364	94,545	793,636	
	연구수당			93,000	105,000	42,000	30,000	270,000	
	소 계			789,091	1,163,636	356,364	254,545	2,563,636	
위탁연구개발비				0	0	0	0	0	
간접비				140,909	186,364	63,636	45,455	436,364	
합 계				1,550,000	2,050,000	700,000	500,000	4,800,000	

(2) 2세부

(단위 : 천원)

예 산 항 목	세 부 항 목	예 산 항 목							비 율 (%)
		단가 (연급여)	연평균인원/ 참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	소계	
인 건 비	책임연구원	74,304	4.31/ (25%)	81,000	78,000	40,500	40,500	240,000	
	연구원	74,304	5.74/ (25%)	108,000	104,000	54,000	54,000	320,000	
	연구보조 (박사과정)	74,304	2.87/ (25%)	54,000	52,000	27,000	27,000	160,000	
	연구보조 (석사과정)	74,304	1.44/ (25%)	27,000	26,000	13,500	13,500	80,000	
	소 계			270,000	260,000	135,000	135,000	800,000	
직 접 비	연구장비 재료비			950,000	2,050,000	50,000	430,000	3,480,000	
	연구활동비			103,136	105,545	67,477	51,114	327,272	
	연구수당			40,500	39,000	20,250	20,250	120,000	
	소 계			1,093,636	2,194,545	137,727	501,364	3,927,272	
위탁연구개발비				0	0	0	0	0	
간접비				136,364	245,455	27,273	63,636	472,728	
합 계				1,500,000	2,700,000	300,000	700,000	5,200,000	

(3) 3세부

(단위 : 천원)

예 산 항 목	세 부 항 목	예 산 항 목							비 율 (%)
		단가 (연급여)	연평균인원/ 참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	소계	
인 건 비	책임연구원	74,304	1.84/ (25%)	45,000	24,000	25,500	45,000	139,500	
	연구원	74,304	2.45/ (25%)	60,000	32,000	34,000	60,000	186,000	
	연구보조 (박사과정)	74,304	1.23/ (25%)	30,000	16,000	17,000	30,000	93,000	
	연구보조 (석사과정)	74,304	0.61/ (25%)	15,000	8,000	8,500	15,000	46,500	
	소 계			150,000	80,000	85,000	150,000	465,000	
직 접 비	연구장비 재료비			200,000	850,000	90,000	250,000	1,390,000	
	연구활동비			82,045	58,000	84,978	122,955	347,978	
	연구수당			22,500	12,000	12,750	22,500	69,750	
	소 계			304,545	920,000	187,728	395,455	1,807,728	
위탁연구개발비				0	0	0	0	0	
간접비				45,455	100,000	27,272	54,545	227,272	
합 계				500,000	1,100,000	300,000	600,000	2,500,000	

6장. 과제 제안 요구서

1절. 과제 제안요구서(RFP)

연구과제명	고속분기기 시스템 핵심기술 개발
1. 연구 목표	○ 고속분기기 핵심기술 개발 및 국산화 설계 및 제품제작, 성능검증기술 확보를 통한 400km/h 고속 분기기 핵심기술 확보 및 국산화
2. 연구 필요성	○ 고속철도용 분기기 설계기술은 차량, 궤도, 노반, 신호시스템을 포함하는 융합설계 기술로 고속철도시스템의 안전성과 직접적으로 연계된 중요 기술임 ○ 경부고속철도 2단계 구간에서의 국외 수입된 고속분기기의 장애발생사례와 같이 고속철도용 분기기에 대해 국내 설계 원천기술 없이 외국기술에 의존하고 있기 때문에 신규노선 적용 및 장애 발생 시 조기대처에 어려움이 많으며, 노하우 축적과 기술개발에 한계 봉착 ○ 철도선진국들은 철도기술의 해외진출 및 기술적 선점을 위해서 고속철도 속도경쟁을 치열하게 벌이고 있으며, 국내에서도 500km/h급으로의 고속철도 속도향상을 통한 철도의 경쟁력 확보를 위해 철도차량기술개발에 노력하고 있음. 따라서, 이와 병행하여 인프라 핵심 요소인 고속분기기에 대한 기술적 난제 해결 필요 ○ 상기와 같이 고속철도 운영 안정화 및 국가적인 철도경쟁력 확보를 위해서는 조속히 고속분기기 핵심 기술개발이 절실히 요구됨
3. 연구 중점분야	○ 고속철도용 분기기와 차량 및 선로전환기 I/F를 고려한 해석 및 설계기술 ○ 고속철도용 국산분기기 구성품 및 시스템 제작기술 ○ 고속철도용 국산분기기 성능평가 기술 개발 및 성능평가
4. 연구 내용	○ 제1세부 : 고속철도용 분기기와 차량 및 선로전환기 I/F를 고려한 설계 핵심 기술 개발 - 분기기/차량 I/F를 고려한 분기기 설계 핵심기술 개발 · 분기기 선형 해석 및 설계기술 개발

	· 텅레일 및 노스레일 단면 형상 해석 및 설계기술 개발 · 분기기 하부강성 해석 및 설계기술 개발 - 분기기/선로전환기 I/F를 고려한 선로전환기 최적화 설계기술 개발 · 국내 고속분기기에 적용된 전기식 및 유압식 선로전환기 및 밀착검지기 개량 시스템 개발 · 전환력 전달 매커니즘 최적 설계기술 개발 · 연동장치 I/F 모듈 설계기술 개발 · 선로전환시스템 모니터링 장치 개발 및 성능검증 ○ 제2세부 : 고속철도용 국산분기기 구성품 및 시스템 제작기술 - 텅레일 및 노스레일 등 분기기 레일 소재 및 전장품 국산화 기술 개발 (쇄정장치, 쇄정검지기 등) - 분기기용 체결시스템 국산화 기술 개발 - 노스가동 크로싱 최적화 기술 개발 - 조립성능시험 및 현장부설용 시제품 제작 - 궤도 품질 고정밀도를 위한 도상 설계 및 시공기술 개발 ○ 제3세부 : 고속철도용 국산분기기 성능평가 기술 개발 및 성능평가 - 분기기 구성품 및 시스템 성능평가 기준 및 기법 정립 - 분기기 시제품용 구성품 성능평가 - 분기기 시제품용 조립체 성능평가 - Test-Bed 구축 및 시제품 현장부설 - 분기기 시스템 통합 현장성능평가
□ 주요 산출물	○ 제1세부 : 고속철도용 분기기와 차량 및 선로전환기 I/F를 고려한 해석 및 설계기술 - 동역학적 해석을 통한 고속분기기 변수에 따른 선형 해석 및 설계기술 - 고속분기기 변수에 따른 최적 텅레일 및 노스레일 형상 및 설계기술 - 분기기 하부강성 해석방안 및 설계기술 - 한국에 맞는 선로전환기(전기식, 유압식) 및 밀착검지기 개량품 - 전환력 전달 매커니즘 최적 설계기술 - 연동장치 I/F 모듈 - 선로전환기 모니터링 장치

- 제2세부 : 고속철도용 국산분기기 구성품 및 시스템 제작기술
 - 텅레일 및 노스레일 등 분기기 레일 소재 및 가공기술
 - 전장품(쇄정장치, 쇄정검지기 등) 국산화 기술
 - 분기기용 체결시스템
 - 노스가동 크로싱 최적 형상 및 설계방안 제시
 - 현장부설용 시제품
 - 도상 설계 및 시공기술
- 제3세부 : 고속철도용 국산분기기 성능평가 기술 개발 및 성능평가
 - 분기기 구성품 및 시스템 성능목표 및 기술요구사항 목록
 - 성능평가 시험기준 및 절차서
 - Test-Bed
 - 성능검증 결과보고서

5. 연구 추진방법

- 추진전략
- 유관기관 기획 TFT 구성
 - 정부 및 관련 기업·공단 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축
 - 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴
 - 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영
- 단계별 목표를 명확히 설정하고, 그에 맞는 전략 및 일정계획 수립
 - 1단계(1차년도) : 성과를 활용하여 시제품 개발
 - 2단계(2차년도) : 시험부설 및 모니터링
 - 3단계(3차년도) : 시제품의 검증 및 기술의 고도화
 - 4단계(4차년도) : 성능평가를 통한 고속분기기 시스템 핵심기술 확보
- 기존 연구성과 활용 및 전문가 자문
 - 기존에 수행되었던 연구성과를 최대한 활용하여 적용
 - 관련분야 전문가 자문
 - 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사
 - 과제성공을 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴
 - 해외 선진기술에 대한 지속적인 벤치마킹을 위한 외국기업체 및 연구기관과의 협력 추진
- 성과물의 운영·관리방안 마련 및 시행

□ 추진 체계

- 본 연구단은 개발기술의 실용화 및 사업화를 위해 산업체, 연구기관 및 학계 컨소시엄으로 구성하여 공동연구를 수행해야 함
- ※ 관련 기술을 확보한 연구기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도
- 관련 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과의 연계를 통한 실용화 등의 협력 체계 구축
- 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것
- 주관연구기관에서는 정기적인 공정회의를 개최하여 세부과제간 I/F 협의사항을 확인·조정하여 연구의 호환성을 확보할 것
- 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요
- 산·학·연·관 역할분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진

6. 사업기간 및 소요 예산

- 총 연구기간 : 협약일로부터 4년
 - 1차년도 연구기간 : 2013. 1 ~ 2013. 12
- 연구예산 : 12,500백만원 (정부 11,200백만원, 민간 1,300백만원)
 - 1차년도 정부출연금 : 31.7억

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산사정에 따라 조정될 수 있음.
 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능.

7. 기타

- 1차년도 연구성과에 대한 중간평가 결과에 따라 2차년도 계속지원 여부결정.
- 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제 제안요구서(RFP)를 참조하여 작성.
 - 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시.
- 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발 계획서에 제시
 - 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발 계획서에 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함.

- 연구성과의 실용화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거 제시.
- 연구성과의 실용성 검증 계획을 반드시 제시해야 함.
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제 추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며, 국내에서 생산인프라를 보유하고 있고 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함.
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용 계획을 연구계획에 포함.
- 기 수행되었거나 현재 수행중인 공모과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함.
- 기 수행되었거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발 계획서를 작성하여야 함.
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함.
- 연구관리전문기관(한국건설교통기술평가원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구 목표, 내용 및 범위 등을 구체화 명확화)할 수 있음.

2절. 평가기준 설정

1. 제안요청 과제의 목적과 제안과제의 연구목표의 일치도 : 배점 25점

세부항목	평가 내용	배점				
		우수	양호	보통	미흡	불량
과제 제안서의 적합성 (25점)	과제 목적과의 적합성(5점)	5	4	3	2	1
	개발기술의 기존기술대비 차별성(5점)	5	4	3	2	1
	성과지표 설정의 명확성 및 적절성(5점)	5	4	3	2	1
	RFP와의 적합성(5점)	5	4	3	2	1
	연구비 내역의 적절성(5점)	5	4	3	2	1
소 계						

2. 연구목표 달성을 위한 전문성 및 추진체계 : 배점 35점

세부항목	평가내용	배점				
		우수	양호	보통	미흡	불량
최종 목표 (5점)	연구개발 최종 목표의 적절성 및 타당성(5점)	5	4	3	2	1
단계별 목표 (15점)	단계별 목표의 적절성 및 부합성(5점)	5	4	3	2	1
	세부과제별 목표의 구체성 및 타당성(5점)	5	4	3	2	1
	연구절차, 추진전략 및 시나리오의 적절성(5점)	5	4	3	2	1
연구 추진체계 (15점)	연구 책임자의 전문성(5점)	5	4	3	2	1
	연구수행체계의 적절성 및 연구진 전문성(5점)	5	4	3	2	1
	연구시설 및 제작가능 인프라 보유의 여부(5점)	5	4	3	2	1
소 계						

3. 자체설정 목표 달성 가능성 : 배점 40점

세부항목	평가내용	배점				
		우 수	양 호	보 통	미 흡	불 량
실용성 (15점)	전장품 및 소재의 국산화(5점)	5	4	3	2	1
	시공 및 현장 적용성(5점)	5	4	3	2	1
	유지보수의 적절성(5점)	5	4	3	2	1
성과 검증 (15점)	Test-Bed 선정의 적절성(5점)	5	4	3	2	1
	연구 성과 성능검증계획의 적절성(10점)	10	8	6	4	2
연구성과 및 결과 활용 (10점)	개발기술의 실용성 및 사업성(5점)	5	4	3	2	1
	개발기술의 사회/경제적 기대효과(5점)	5	4	3	2	1
소 계						

4. 평가의 구체적 제안

가. 기술평가 RFP 작성 방향

국내에서 사용 중인 고속분기기를 기본으로 열차 최고운행속도, 동특성을 고려한 승차감, 분기기 선형, 경제성을 고려한 속도, 국산화율, 유지보수성 등을 향상시키도록 개발목표를 설정하여 RFP에 반영토록 함

나. 성능평가 (예시- A, B, C, D타입 분기기에 대한 평가)

기존 분기기를 100%로 운행속도, 승차감, 경제성, 유지보수성 등을 백분율로 평가

구 분	기 준	A	B	C	D	비 고
속도 (km/h)	350	300	300	300	350	400, 500
	100%	85%	85%	85%	100%	
승차감 (Jerk변화)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.40	
	100%	100%	100%	100%	47%	
경 제 성 (수급효율성)	국산화율	90	75	80	100	
	100%	90%	75%	80%	100%	
유지보수성 (횡 압)	15.6	14.4	14.2	15.6	7.2	
	100%	92%	91%	100%	46%	

그림 6-1. 성능평가 예시

제 7장 참고문헌

1. 박재영, ‘철도신호공학’, 통일출판사, 2012
2. 서사범, ‘선로의 설계와 관리’, 삼표이앤씨(주) 기술연구소, 2010
3. 서사범, ‘궤도역학’, BG북갤러리, 2009
4. 홍용기, ‘철도차량시스템 기술’, 화남출판사, 2011
5. V.A. PROFILLIDIS, ‘Railway Management and Engineering’
6. <http://www.ntis.go.kr>
7. <http://www.ndsl.kr>
8. <http://www.codil.or.kr>
9. <http://library.krri.re.kr>
10. <http://www.landmark.re.kr>
11. <http://www.koti.re.kr>
12. <http://www.voestalpine.com>
13. <http://www.vossloh-cogifer.com>
14. 김시철(외), ‘콘크리트궤도용 고속분기기 성능평가’, 2010, 한국철도학회 춘계학술대회
15. 김시철(외), ‘콘크리트궤도용 고속분기기 성능평가(2)’, 2011, 한국철도학회 춘계학술대회
16. 노명수, ‘콘크리트도상 고속분기기 국산화 성공’, 2011, 철도저널
17. High-Speed Rail Global Market Trends - SCI/VERKEHR Cologne 2011
18. 철도청, ‘기존선의 고속화를 위한 시스템에 관한 연구’, 1997, 한국철도기술연구원
19. 건설교통부, ‘분기기 성능개선을 통한 기존선 속도향상 방안 연구’, 2007, 한국철도기술연구원
20. 국토연구원, ‘해외 철도정책 동향과 시사점’, 2008, 국토정책 제 181호
21. Systra, ‘Survey on Standards and Cases of Performance Evaluation of Swing-Nose Crossings’, 2009,
22. 이종우(외), ‘분기기 관리운영시스템 개발 기획연구’, 2011, 서울과학기술대학교 산학협력단

첨부1.

기획자문위원회 토의 결과

□ 기획 자문내용 및 일정

- 자문 기간 : 2012. 08. 23 ~ 09. 10
- 자문 내용 : 고속분기기 개발 방향과 핵심기술 과제 선정 등 포괄적 기술 자문
- 자문 방법
 - : 기술보고서 검토 - 기획과제 보고서 검토 (PT, 보고서 등 관련자료 이메일, 우편 발송)
 - : 자문 회의
 - 일 시 : 2012. 08. 29(수) 14:00 ~ 17:30
 - 장 소 : 한국철도기술연구원 5동 중회의실(3F)
- 자문 위원(내/외부) :
 - 김인재 박사 (한국철도시설공단 前 궤도처장, 궤도 I/F)
 - 강태구 소장 (한국철도공사 오송 경부고속철도 시설관리사무소장/궤도 유지보수 분야)
 - 김재학 위원 (KRTC 궤도사업본부장/궤도 토목 분야)
 - 최경일 위원 (한국철도공사 처장, 전기/신호 분야)
 - 정상국 위원 (한국철도시설공단 부장, 전기/신호 분야)
 - 이광모 위원 (대구 지하철 부장, 궤도 토목 분야))
 - 이종우 교수 (서울과학기술대학교, 모니터링 시스템 분야)
 - 이희성 교수 (서울과학기술대학교, 차량 분야)

1차 자문위원회 토의 결과

주요 토의안건	구 분	긍정적 견해	부정적 견해
본 과제 제목	적절한 용어 결정	- 과제 제목에는 국산화라고 명시하는게 적합해 보임 - 한국형 고속분기기라는 제목이 적합해 보임	“고속분기기 국산화”는 철도시설공단에서 호남선 고속철도 용품 국산화 방침에 따라 국산화가 완료되었다고 공표하였으므로 350km/h영역대는 개발 완료하여 부적절함
설계기술	선형설계기술	- Jerk가 낮은 완화곡선 선형을 적용하여 충격, 진동 저감 및 분기기 통과속도 향상 - FAKOP 형상으로 텅레일 마모 저감 및 수명 연장 - 분기기 변수별 최적 선형 설계는 핵심기술	FAKOP이 300km/h에서 적용되었다고는 하나 400km/h~500km/h에 적용 시 안전성여부의 검증이 필요함
	분기기 텅레일 및 노스레일 단면 형상 해석 및 설계 기술	- 차륜과의 접선각, 탈선계수 등의 적용은 신품 차륜 형상보다는 실제 차륜(운행 중인 차륜의 평균 접선각 등)의 형상을 분석하여 적용하여야 함. ※ 운행선의 차륜은 신품 상태보다는 자연스럽게 마모된 상태에서 운행되는 기간 4~5배 더 김. - 공격각에 따라 분기기 입사충격은 다르며 선형 틀림이 발생함. 공격각에 따른 속도별 Case 스터디 필요하며 동역학 시뮬레이션 예측과 실제와의 상사기법 개발은 최고 핵심기술임	- 해석만을 통해서는 형상설계가 어려우며, 구조해석은 기존설계에 대한 동특성 등 추적하는 역할을 수행하는 것이므로, 실질적인 실험을 통해 데이터 축적이 필요하다. - 텅레일과 노스레일의 마모 저감을 위해 원소재의 강성(경도) 증가해야 하나, 텅레일을 massive하게 가져가지 못하면, 파손위험 있음

주요 토의안건	구 분	긍정적 견해	부정적 견해
제품 국산화	레일소재	• 계획 중이거나 건설 중인 고속철도를 한국 실정에 가장 적합하도록 건설하기 위해서는 한국형 고속분기기 개발이 절실하며, 특히 분기기 유지관리 단계에서 궤도재료를 원활하게 조달하기 위해서는 체결구 등 모든 재료가 국산화 되어야 함	• 텅레일 등 분기기용 특수레일 소재의 국산화는 필요한 실정이나, 수요부족, 연구미흡, 생산업체 영세화 등으로 현재 UIC 특수레일 수준 이상의 고품질 소재를 생산할 수 없다면 수입 UIC 특수레일 사용 유지
	선로전환기 신규 개발	• 선로전환기에 작동에 악영향을 주는것은 밀착 후 열차 운행시 텅레일 휨과 진동에 의한 떨림으로 이를 최소화하는 방안 연구 필요 (진동의 모드 분석 및 회피 방안) • 분기기 전환 시 텅레일과 상판과의 마찰계수 분석 후 선로전환기의 전환력 설정 및 마찰력 최소화 방안 연구 필요 • 선로전환기 관리방안에 대한 연구 필요 - 전환력 등 원격감시시스템 필요성 - 분기기의 마찰력 등 변화에 대한 분석 관리방안 필요 - 시공 후 및 운영 중 단계별 관리방안	• 새로운 모델의 선로전환기를 만들 경우에는 400km/h에 바로 적용하는 것 보다, 200km/h를 먼저 적용하고, 400km/h에 적용하는게 적절함 • 시기적으로 '13년 개발 후 '14년 적용은 완전히 새로운 선로전환기 개발은 어려움 있음 그러므로 분기기 시험부설 시 기존 제품을 설치하여 시공 후 추후에 개량형을 교체하는 방향이 바람직함 • 완전히 새로운 선로전환기를 개발 시 기존제품(MJ81, 하이드로스타)과 완벽한 호환이 이루어지지 않을 수 있음 • 선로전환기의 경우는 우선적으로 상용화 되어있는 제품을 우선적으로 사용하겠다는 방침을 정할 필요 있으며, 한국형 고속분기기 개발에 있어 리스크를 최대로 줄일 수 있음

주요 토의안건	구 분	긍정적 견해	부정적 견해
제품국산화	분기용 체결시스템 개발	국내 체결구 성능시방기준에 적합하고, 조립/설치가 용이하며, 상하좌우 조절능력 및 조절이 용이한 독자적인 체결시스템 개발 필요	기존 고속철도용 체결구의 보완과 개량도 거시적관점에서 개발이며 리스크를 최소화 할 수 있음
성능검증	Test-Bed	400km/h까지 차량주행 평가가 가능한 호남고속철도에 적용하는 것이 최적이라고 판단됨 - 현재 호남선 배선도의 부설 예정지는 F18.5변 건널선이므로 초고속용 검증을 위해서는 F26 이상이 바람직함, 설계 변경 필요 - 호남선과 오송 test-bed연계방안 검토 필요	- Test-Bed 선정에 있어 호남고속철도 오송~공주 구간 26번 분기기는 터널 안에 있어 실제 환경의 환경조건과 맞지 않다고 판단됨 - 수도권고속철도(수서~평택)의 경우 350km/h 속도까지 차량주행 평가는 가능하나, 연구기간이 촉박하고, 특히 지하구간으로 모니터링 및 성능평가가 곤란하므로 Test-Bed로는 부적합하다고 판단됨
기 타		- 분기기, 차량의 인터페이스를 고려한 동특성 연구는 성능평가를 위해 필요 - 전기식 및 유압식 선로전환기 중 한가지로 선택 후 본 연구 진행 필요 - 연구기간은 4~5년이 적절 - 차량 입사시 분기기의 선형을 틀림 방지하고 선형을 고정하는 쇄정장치 개발 필요 (팅레일, 노스레일이 차량 충격에 의해 변형이 발생하는 보고 있음)	