

4cm

Land Transport and Maritime
R&D Report

(견고덕 25p)

미래철도기술개발사업 기획보고서



철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발 기획보고서

2012. 2. 2.

주관연구기관 / 한국철도기술연구원

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

제 출 문

국토해양부 장관 귀하

이 보고서를 "철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발 기획연구"과제의 보고서로 제출합니다.

2012 . 2. 2.

주관연구기관명 : 한국철도기술연구원

주관연구책임자 : 이지하

연구원 : 사공명

연구원 : 유재균

연구원 : 박준서

연구원 : 한문섭

연구원 : 이일화

연구원 : 고태훈

연구원 : 조현정

연구원 : 박혜중

위탁연구기관명 : (주)날리지웍스

위탁연구책임자 : 봉선학

보고서 요약서

과제고유번호		해 당 단 계 연 구 기 간	2011.8.3. - 2012.2.2	단 계 구 분	1단계/ 총1단계
연 구 사 업 명	중 사 업 명	건설교통기술연구개발 사업			
	세부사업명	미래철도기술개발사업			
연 구 과 제 명	대 과 제 명				
	세부과제명	철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발 기획연구			
연 구 책 임 자	이지하	해당단계 참 여 연구원수	총 : 13명 내부 : 8명 외부 : 5명	해당단계 연 구 비	정부 : 100,000천원 계 : 100,000천원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 13명 내부 : 8명 외부 : 5명	총연구비	정부 : 100,000천원 계 : 100,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한국철도기술연구원 신교통연구본부		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위 탁 연 구	연구기관명 : (주)날리지웍스		연구책임자 : 봉선학		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서면수	285
- 정부의 철도분야 투자확대를 위해서는 투자효율성을 높여야 하며 이를 위해서는 국내 철도 제반 기준에 대한 합리화 및 시공기술의 기술력 향상이 필요한 시점이다. 이러한 요구사항을 만족시키고자 본 과제를 기획하였음 - 본 사업의 핵심목표와 세부 연구개발 내용을 토대로 ‘한국형 철도 건설 제도, 기준, 설계, 시공 기술개발을 통한 경제적 철도인프라 구축’을 비전으로 설정하였으며 본 사업의 핵심 목표는 국내 철도인프라 건설 분야 제도 관리체계의 고도화, 설계기준 재정립, 저비용·고효율을 구조 및 공법 개발로 구성하였음 - 설계분야의 경우에는 철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화					

를 목표로 궤도,노반, 정거장, 차량기지 분야에 대한 연구내용이 도출되었다. 설계분야에 대한 과제수는 총 5개이며 요구되는 연구비는 80.5억원 수준임. 해당과제는 기존개정이 주목적이므로 정부출연금으로 진행되는 것이 타당할 것으로 판단됨.

- 고효율 신개념의 시공기술과 관련해서는 총 7개의 과제가 도출되었으며 요구되는 예산은 정부출연금 109.5억원, 민간 31억원으로 총 140.5억원이 예상됨. 도출된 내용으로는 궤도/교량 상호작용 완화궤도 구조, 프리캐스트 콘크리트 궤도 공법, 연약지반 침하억제를 위한 다목적 보강공법 등의 내용이 도출되었음.

색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	철도인프라, 설계, 건설비, 성능, 기반기술
	영 어	Railroad Infrastructure, Design, Construction Cost, Performance, Fundamental Technology

요 약 문

I. 제 목

- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발 기획연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

연구개발의 목적은 철도인프라의 성능을 향상하고 건설비를 저감하기 위하여 설계, 시공 분야의 기반기술을 개발하는 것으로 연구개발의 필요성은 아래와 같다.

- 저탄소 녹색성장 선언에 따른 국가 교통정책 패러다임 변화
 - 기후변화의 글로벌 이슈화, Post-Kyoto 체제 출범 등 세계적으로 기후변화에 대응이 강화되며 온실가스 감축 이슈 대두
- 녹색교통 추진전략에 따라 국내 철도망에 대한 대폭적인 확대 추진
 - 철도연장을 현재 3,557km에서 2020년까지 4,934km로 확충하고, 현재 49.6%인 철도 복선화율을 79.1%로, 60.4%인 전철화율을 85.0% 제고
 - 건설·운영 중인 철도노선의 고속화를 통해 철도 최고속도를 기존의 150km/h 수준에서 230km/h로 향상
 - 도시·광역철도망을 2012년까지 기존 831km에서 1.3배 수준인 1,054km로 확대하며, 운행방식도 점차 거점역 정차 또는 교차정차 중심의 급행위주로 개선
- 녹색교통 추진을 위하여 전체 교통 분야 SOC 투자 중 철도비율을 현재 29%에서 2020년 50%까지 확대하는 한편, 사업비 절감을 위한 새로운 설계기준 마련 추진 필요
 - 2020년까지 철도망 확충에 88조원의 투자가 필요하며, 부문별로는 고속철도 16조원, 일반철도 46조원, 광역철도 26조원이 소요 전망
 - 88조원의 소요재원 확보는 국비 59조원, 지방비 3조원, 민자 유치·공기업·기타 26조원 등으로 조달 예정
 - 교통부문 SOC 투자의 철도 분야 확대와 함께 투자재원의 효율적 집행을 위하여 철도 구축 사업비 절감을 위한 새로운 설계기준 마련 추진 필요
- ‘제3차 중기교통시설 투자계획’이 목표로 하는 저탄소 녹색성장을 견인 및 교통SOC의 적기확충을 통해 물류비용 등 사회경제적 비용 감축이라는 목표 달성을 위하여 본 사업의 추진 필요
- ‘제2차 국가철도망 구축계획’은 2020년에 KTX 고속철도망을 통해 전국 주요도시를 1시간 30분대로 연결하는 것을 목표로 하고 있으며, 본 사업을 통해 이의 조기 실현 및 소요예산 절감이 가능
 - ‘국가철도망 구축계획’은 국토해양부의 철도분야 10년 단위 중장기 투자계획으로 저탄

- 소 녹색성장, 5+2 광역경제권 발전전략 등에 대응하고, 「미래 녹색국토 구현을 위한 KTX 고속철도망 구축전략」의 실천계획으로서 ‘제2차 국가철도망 구축계획’을 수립
- 철도연장을 3,557km에서 4,934km로 확충되고, 복선화율은 49.6%에서 79.1%, 전철화율은 60.4%에서 85.0%로 제고

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

연구개발내용은 1세부과제의 궤도, 노반, 정거장, 차량기지 분야의 설계기준과 2세부과제의 궤도, 노반, 전력, 신호, 통신 분야의 시공기술 개발로 구성되어 있으며 내용 및 범위는 아래와 같다.

□ 1세부과제 : 철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화

- 총괄 및 인터페이스 기술 개발
 - 과제 총괄 및 조정, 연구수행 및 인터페이스 체계 수립
 - 연구결과의 법제화 및 실용화 지원
- 신뢰도 기반 설계법 도입을 위한 철도교량 신뢰성 데이터 구축 및 콘크리트 궤도 설계법 개발
 - 향후 신뢰도기반 설계법 도입을 위한 핵심요소 구축 및 철도인프라에 특화된 신뢰성 데이터 구축
 - 사용성 및 내구성 향상을 위한 신뢰성 기반 콘크리트궤도 설계법(토공/터널구간) 개발
- 궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계기준 개선
 - 철도 교량 장경간화 및 상·하부구조 슬림화, 궤도 유지보수 저감을 위한 궤도/교량 상호작용을 고려한 궤도/교량 인터페이스 설계기준 개선
- 철도 토공 노반 설계기준 선진화 연구
 - 일본 및 독일에서 도입한 토공노반 분야 설계기준에 대한 타당성 검토 국내여건을 반영한 선진화
 - 노반상태 평가 기법 및 품질관리 기술 개발
- 철도 정거장 최적화를 위한 건설기준 합리화 방안 연구
 - 철도 정거장의 건설비 저감을 위한 배선계획, 유효장, 승강장 형상 효율화 방안 도출
- 차량기지 건설 선진화 요소 개발
 - 국내 차량기지 건설 전반에 걸친 세부 취약사항에 보강방안 및 검증 대책 연구

□ 2세부과제 : 고효율 신개념 시공기술 개발

- 궤도·교량 상호작용 완화 궤도 구조 개발
 - 교량의 장대화 및 연속화를 위한 궤도/교량 상호작용 완화 궤도구조 개발

- 포스트텐션 프리스트레스 콘크리트 궤도공법 개발
 - 콘크리트 슬래브 궤도에 포스트텐션 프리스트레싱 기법을 도입하여 콘크리트 궤도 단면을 감소시켜 시멘트 사용에 따른 탄소배출을 저감
- 분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도공법 개발
 - 시공 정밀도 향상을 위한 분기기 구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 제작 및 시공 기술 개발
- 연약지반 구간 철도노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발
 - 연약지반 보강(pile, column) 및 성토부의 구조 안정화(경량 혼합, 개량토(Treated soil), 토목섬유 등) 공법 융합을 통해 연약지반의 잔류침하를 제어할 수 있는 다목적 고효율 저비용 시공기술 제안
 - 자갈도상 강성보강을 위한 폴리머계열 자갈도상 충전기술 개발
- 3권선 주변압기 및 탭형 몰드형 단권변압기 개발
 - 변전소 내 단권변압기 생략으로 기존변전소 건설비용 대비 15% 절감이 가능한 3권선 주변압기 개발
 - 급전전압 안정화를 통한 에너지효율향상과 기존설비 대비 설치면적 20% 저감이 가능한 탭형 몰드형 단권변압기 개발
- 제어 설비 단순화를 위한 통신제어 접속함 개발
 - 신호설비의 제어케이블을 집중화하는 신호 접속함을 통신제어가 가능하도록 설비를 개발
- 철도신호분야의 집중 감시설비 개발
 - 안전설비등의 감시기능을 통합하여 운영이 가능한 집중감시 시스템 개발

IV. 연구개발결과

본 연구를 통하여 개발될 세부과제별 결과물은 아래와 같다.

□ 1세부과제 : 철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화

- 신뢰도 기반 콘크리트궤도 설계지침
- 철도 하중 장기 모니터링 시스템 (HW)
- 철도 하중 지역별 DB
- 속도별/교량형식 별 목표신뢰성지수 제시 및 신뢰도기반 설계법 적용을 위한 데이터
- 궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계지침
- 선진화된 토공노반 설계기준 및 노반상태평가 기술
- 철도 정거장 최적화를 위한 건설기준 건설기준 및 설계안
- 차량기지 운용 및 동선 산정 Simulation program.

- 검수 주기를 고려한 차량통합관리 program.

□ 2세부과제 : 고효율 신개념 시공기술 개발

- 궤도/교량 상호작용 완화 궤도구조 및 장치(시작품 및 시공법), 설계기준
- 포스트텐션 콘크리트 슬래브궤도(PT-CST) 세부 요소 기술, 설계 및 시공 지침
- 분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 설계안 및 설계지침
- 저비용의 연약지반 보강기술
- 3권선 주변압기 최종 시제품
- 탭형 몰드형 단권변압기 최종 시제품 및 관련기술 특허
- 통신 제어 접속함축소형 Pilot 모델 탭형 몰드형 AT 시작품

V. 연구개발결과의 활용계획

- 수정된 국가기간교통망계획(2001-2020)의 효율적 추진을 위한 기반 확립
 - 수정된 국가 철도망 구축계획 및 운영계획을 효율적으로 추진, 달성할 수 있는 기술개발에 기여
- 주요 철도선진국과 경쟁할 수 있는 철도인프라 기술 확보에 기여
 - 기존 기술대비 투자 합리성 및 신뢰성이 확보된 기술개발을 통해 주요 철도선진국과 경쟁할 수 있는 철도인프라 관련 핵심기술 확보에 기여
- 향후 정부의 교통 SOC 투자비용 절감
 - 철도인프라 기반시설 제반기준 재정립 및 설계·시공비용 절감을 통해 정부의 교통 SOC 분야 예산지출 절감에 기여
- 고효율 저비용 철도 인프라의 건설비 절감 가능
 - 현행 철도 제반기준 및 건설기술에 대하여 이론적·공학적 분석을 수행하고 합리적인 철도 제반기준 및 설계·시공 기술을 마련하여 경제적인 철도건설 필요
 - 철도인프라 기반시설 제반기준 재정립 및 설계·시공비용 절감을 통해 정부의 교통 SCO 분야 예산지출 절감에 기여
- 주요 철도선진국과 경쟁할 수 있는 철도인프라 기술 확보 가능
 - 기존 기술대비 투자 합리성 및 신뢰성이 확보된 기술개발을 통해 주요 철도선진국과 경쟁할 수 있는 철도인프라 관련 핵심기술 확보에 기여
 - 국가 예산을 절감하고 해외 철도사업 수주 견인차 역할을 함과 동시에 신성장 동력으로 활용
- 철도인프라 제반 기준 재정립을 통한 기술 경쟁력 제고에 기여

- 철도시설의 신뢰성 확보를 위한 철도기술향상과 제반기준의 체계적 정립 필요
- 궤도, 노반, 정거장, 차량기지 등 4개 시설물 분야의 구조 및 설계 기준 재정립에 기여
- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업 투입예산과 동 사업의 철도인프라 분야 SOC 절감편익을 고려한 본 사업의 B/C ratio는 약 6.2로 경제성이 높음
- 동 사업을 통한 '철도인프라 분야 SOC 절감편익'을 2012년 현재 시점으로 환산한 현재가치는 총 1,025억원 규모로 산출
- 동 사업에 투입된 총 정부지원 사업비 190억원을 2012년 현재 시점으로 환산한 현재가치는 총 165.4억원 규모로 산출
- 현재가치로 환산된 동 사업의 비용과 편익에 근거한 동 사업의 B/C ratio는 6.2

목 차

제1장 서론

제1절 사업 추진배경 및 필요성	2
1. 추진배경	2
2. 추진 필요성	3
제2절 사업계획 수립체계 및 과정	7
1. 사업계획 수립체계	7
2. 사업계획 수립절차	9
3. 연구결과의 활용방안 및 기대성과	11

제2장 동향 및 환경 분석

제1절 정책 동향 및 환경 분석	14
제2절 국내외 경제 동향 및 환경 분석	19
1. 시장 환경	19
2. 산업구조 및 건설비 분석	24
제3절 국외 기술개발 동향 분석	27
제4절 철도인프라 분야 기술수준 분석	44
제5절 국내 기술개발 동향 및 환경 분석	53
1. 분야별 기술 및 산업 동향	53
2. 유사 과제 중복성 분석	93

제3장 기술수요조사 및 세부과제 도출

제1절 기술수요조사	103
------------------	-----

1. 전문기관 전문가 회의(2011. 8.11.)	103
2. 학회공지 및 외부전문가 과제 공모(2011.9.7. ~ 9.23.)	104
3. 전문가 자문위원회 개최 (2011.10.18.)	107
4. 중간평가회 개최 (2011.11.6.)	115
5. 공단/공사 자문위원회 개최 (2011.12.9.)	115
6. 분야별 전문가 장/단기자문 실시 (2011. 12 ~ 2012. 1)	119
7. 총괄 자문회의 개최 (2012. 1. 30)	127
8. 최종평가회의 개최 (2012. 2. 24)	127
제2절 세부과제 도출	128
제3절 사업의 구조	130

제4장 사업 비전 및 목표

제1절 비전, 목표 및 추진전략 수립을 위한 SWOT 분석	134
제2절 사업의 비전	135
제3절 사업의 목표	136
제4절 사업추진체계	136
제5절 추진 전략	138
제6절 성과관리방안	140
1. 성과평가 및 관리	140
2. 성과지표(안)	140

제5장 사업 상세기획

제1절 연구개발과제 주요내용	147
1. (연구단) 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발 과제	147
제2절 연구개발 과제 활용 및 실용화 방안	149
제3절 연구과제별 소요 예산	151

제4절 기대효과	152
1. 기획 연구결과의 활용방안	152
2. 기대성과	152
제5절 인력투입 계획 및 소요예산 산정	154
1. 인력 투입 계획	154
2. 세부 과제별 연구 인력(1차년도 기준)	154
3. 소요예산 산정	155
제6절 과제제안요구서 (RFP)	161

제6장 연구개발 타당성 검토

제1절 정책적 타당성	173
1. 국가 전략적 중요성	173
2. 상위계획과의 부합성	175
제2절 기술적 타당성	198
1. 기존 연구개발과의 중복성	198
2. 기술개발 계획의 우수성	206
제3절 경제적 타당성	208
1. 사업의 경제성 분석	208
제4절 타당성 분석 결과 요약	223
1. 정책적 타당성 분석 결과 요약	223
2. 기술적 타당성 분석 결과 요약	224
3. 경제적 타당성 분석 결과 요약	225

제7장 결론

제1절 결론	227
제2절 도출과제의 과제카드(RFP)	230

참고문헌

<표 차례>

표 1.1 사업의 추진절차	9
표 2.1 교통 SOC 투자비용 조정 계획(녹색성장추진)	18
표 2.2 2000년 세계 철도인프라 시장 규모	20
표 2.3 향후 세계 철도시장 전망	21
표 2.4 일본 철도종합연구소의 기술개발 방향	21
표 2.5 해외 열차제어시스템 관련 연구 활동	23
표 2.6 철도사업 표준 공사비	24
표 2.7 철도 건설비의 분야별 비율	26
표 2.8 궤도분야 기술구분 및 정의	54
표 2.9 노반분야 기술정의	61
표 2.10 교량분야 기술구분 및 정의	69
표 2.11 터널분야 기술정의	73
표 2.12 신호/통신 분야 기술구분 및 정의	82
표 2.13 철도환경영향평가 주요 검토항목	86
표 2.14 전력분야 기술구분 및 정의	88
표 3.1 분야별 공모과제 수	105
표 3.2 분야별 공모과제 제목	105
표 3.3 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업 세부과제	128
표 4.1 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업 성과지표(안)	140
표 5.1 연구과제별 소요예산	151
표 6.1 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획의 3대 전략 및 10대 정책방향	175
표 6.2 30대 미래핵심기술 “Green-up 30”	180
표 6.3 녹색교통 추진전략 주요 추진과제	183
표 6.4 국가기간교통망계획 제2차 수정계획의 5대 전략 및 11대 추진과제	186
표 6.5 제3차 중기교통시설 투자계획	189
표 6.6 제2차 국가철도망 구축계획 주요 추진과제	193
표 6.7 미래철도기술개발사업과 철도인프라 성능 및 건설비 최적화 사업 비교	198
표 6.8 미래철도기술개발사업 개요	199
표 6.9 미래철도 기반기술개발사업 개요	201
표 6.10 철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반연구와 철도인프라 성능 및 건설비 최적화 사업 비교	202
표 6.11 철도건설 경쟁력 확보 기술개발사업 개요	203
표 6.12 기타 과제와의 중복성 검토 결과	204

표 6.13 사양설계와 성능중심 설계 장단점 비교	206
표 6.14 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업 사업구조 및 과제구성	210
표 6.15 소요예산(안)	212
표 6.16 국가 철도분야 SOC 투자규모 예측(2016~2020)	216
표 6.17 국가 철도분야 SOC 투자 추이	216
표 6.18 국가 철도분야 SOC 투자규모 예측(2021~2025)	216
표 6.19 국가 철도분야 SOC 신규 건설 투자규모 예측(2016~2025)	217
표 6.20 국내 철도 건설비 구성 내역	217
표 6.21 철도 건설비 절감율 목표	218
표 6.22 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업의 편익 분석 결과	219
표 6.23 비용의 현재가치	221
표 6.24 편익의 현재가치	221
표 6.25 B/C ratio 분석 결과	222
표 6.26 B/C ratio 분석 결과	225

<그림 차례>

그림 1.1 국가별 고속철도 km당 건설비 비교	5
그림 1.2 사업 추진체계	7
그림 1.3 전문가 자문위원회 구성(안)	8
그림 2.1 국가철도망계획(2011~2020)	16
그림 2.2 수송분담구조 변화(자료 : 국토해양부)	17
그림 2.3 철도인프라 분야별 건설비 비율(고속철도)	25
그림 2.4 차량과 궤도의 상호작용 해석모형	56
그림 2.5 틸팅열차의 곡선부 속도향상을 위한 완화곡선 연신	56
그림 2.6 개발된 슬래브 궤도와 레일체결장치	57
그림 2.7 강화노반의 구조	63
그림 2.8 성토구축 중 지반 처리비 비중	64
그림 2.9 지반개량 단가 비교도	65
그림 2.10 침하복원 방안	67
그림 2.11 활동방지를 위한 성토지지말뚝	67
그림 2.12 MEMS 기술에 의한 소형 무선 계측기의 특징	79
그림 2.13 노후 철도터널 확장사례(독일)	80
그림 2.14 철도신호시스템의 구성도 및 기능	82
그림 3.1 전문가 자문위원회 개최	107
그림 4.1 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업 추진체계	137
그림 6.1 녹색성장 5개년 계획 비전체계	176

제1장 서론

제1장 서론

제1절 사업 추진배경 및 필요성

정부의 철도 분야 투자확대에 방침에 대하여 투자 효율성 제고를 위하여
국내 철도 제반기준 합리화 및 설계·시공기술의 기술력 향상을 기술개발 선행 필요

1. 추진배경

- 기후변화 심화에 따른 각국의 온실가스 배출감축 의무 강화에 따라 우리나라도 저탄소 녹색성장전략을 중심으로 기후변화 방지 노력 강화
 - 지구온난화에 따른 기후변화를 방지하기 위하여 선진국을 중심으로 각국의 온실가스 배출감축의무를 규정
 - 이에 따라 우리 정부는 2008년 8월, 새로운 60년 국가비전으로 '저탄소 녹색성장 (Low Carbon, Green Growth)'을 제시하여 국제적인 기후변화 방지 노력에 동참
 - '저탄소 녹색성장'은 온실가스와 환경오염을 줄이는 지속 가능한 성장으로서, 녹색 기술과 청정에너지로 신 성장 동력과 일자리를 창출하는 신국가 발전 패러다임
- '저탄소 녹색성장'의 국가성장 전략에 맞춰 국내 교통 분야도 녹색교통으로의 패러다임 전환 추진
 - 교통부문은 국가 전체 에너지 소비의 21%를 차지하고, 특히 대표적인 화석연료인 석유 사용량 중에서는 35.1%를 소비하며 국내 에너지 부문 온실가스 배출량의 20%를 차지
 - 국가 에너지 소비 : 산업부문(57%), 교통부문(21%), 가정·상업(20%)
 - 이러한 교통부문의 온실가스 배출량은 1990년 이후 연평균 약 5%씩 증가 하였으며, 향후 교통수요 확대에 따라 지속적으로 증가할 전망
 - 이에 따라 국토해양부와 지식경제부는 지난 2009년 저탄소 사회에 부합하는 교통체계

재편을 위하여 '녹색교통 추진전략'을 수립

- 에너지 다소비형 도로·자동차중심 교통체계에서 철도·해운·그린 카·사람중심 녹색교통체계 구축 확대
- 시설확충 위주의 양적팽창에서 교통수단간 연계강화 및 운영효율화 확대 추진

□ 국가 교통정책 패러다임이 녹색교통으로 전환되며, 녹색육상교통의 대표인 철도에 대한 투자 확대 전망

○ '제3차 중기교통시설 투자계획'을 통해 철도경쟁력 강화를 위한 전국 고속화철도망 구축 및 철도의 고속화를 통한 속도경쟁력 강화 추진

- 경부, 호남, 수도권 고속철도는 고속간선망(Hub)으로서 적기 완공, 일반철도는 고속화를 통한 연계수송 담당(Spoke) 기능 강화 추진
- 수도권 광역급행철도, 지하철 9호선 2단계 사업 등을 통해 수도권 교통난 해소 및 대중교통 부담률 제고 추진

○ '제2차 국가철도망 구축계획'은 국내 철도연장의 확충 및 고속화 및 2020년에 KTX 고속철도망 구축을 통해 전국 주요도시를 1시간 30분대로 연결 추진

- 철도연장이 3,557km에서 4,934km로 확충되고, 복선화율은 49.6%에서 79.1%, 전철화율은 60.4%에서 85%로 제고
- 현재 경부고속철도 368.5km에 불과한 230km/h급 이상 고속(화) 철도가 2020년 2,362.4km로 연장
- 이에 따라 1시간 30분대 고속철도 서비스범위가 인구의 60%에서 83%로 확대

2. 추진 필요성

□ 기존 국내의 철도망 투자는 복선화, 전철화 등 기존선 개량과 현대화에 치중되어 실제 철도연장은 부진

○ 우리나라 철도의 대부분은 1899년 경인선 개통이후 일제 강점기간 중에 건설(2,642km)되었으며, 지난 40년간 경부고속철도와 수도권 전철 이외에는 철도 연장이 정체 상태

○ 기존의 철도투자는 복선화, 전철화 등 기존선 개량과 현대화에 치중되어 2009년 기준

국내 철도 총연장은 3,414km로 일제 강점기 이후 연장거리는 772km에 불과한 반면, 철도연장 3,414km 중 복선구간은 전체의 59.5%, 전철화 구간은 58.5% 수준

□ 하지만 기존의 철도노선의 경우도 급곡선/급경사 구간이 많고 시설 설비가 낙후되어 속도 및 서비스 경쟁력이 취약

○ 최고속도 70km/h 이하구간이 총 628.5km로 철도총연장의 18.4% 수준에 불과하며, 이외에도 선로의 여유용량 부족, 철도구간별 시설수준 상이 등으로 철도의 효율적 운행 곤란

○ 또한 공항, 항만, 산업단지 등 주요시설에 대한 철도 연결이 미흡하고 교통망 연계 네트워크의 효율성이 부족하여 물류에서 차지하는 철도비율은 2008년 현재 6.4% 수준에 불과

○ 그 결과 우리나라 철도시설은 국토계수가 유사한 영국 스웨덴 등 4개국과 비교할 때 40% ~ 50% 수준으로 철도 수송비중 매우 저조

□ 이에 미래의 국내 철도경쟁력 향상 및 녹색교통 확대를 위하여 철도 투자 확대 예정

○ ‘녹색교통 추진전략(‘09. 11)’, ‘KTX 고속철도망 구축전략(‘10. 9)’에 따라 철도투자비율을 단계적으로 교통 SOC 내에서 50%까지 확대 추진

- 2010년 9월 1일 미래녹색국토 구현을 위한 KTX 고속철도망 구축전략회의에서 KTX 고속철도망을 통해 국토를 통합·다핵·개방형 구조를 재편하는 비전을 선포

- 이는 기존 경부 및 호남 고속철도의 적기 완공과 건설 또는 운영 중인 노선을 최고 230km/h급으로 고속화하려는 방침을 포함하고 있으며 향후, 계획 설계 중인 노선을 250km/h급으로의 고속화를 목표

○ 실제로 2011년 수립된 ‘제2차 국가철도망 구축계획(‘11~‘20)’에 따르면 2020년까지 국내 철도시설 확충에 총 88조원이 소요될 전망

- 부문별로는 경부고속철도 2단계, 호남고속철도 및 수도권 고속철도 구축 3개 사업, 총 332.8km 연장에 16조원, 일반철도의 기존선 개량, 복선전철화 및 신설 등 58개 사업에 46조원, 광역철도 기존선 복선전철화 및 신설 등 18개 사업에 26조원 소요 전망

□ 하지만 현재 국내 철도인프라 설계 기준 및 제도에 따른 철도인프라 건설비용은 주요국의 철도인프라 건설비에 비해 높은 수준

○ 우리나라 경부고속철도의 km당 건설비는 해외 주요 고속철도 건설 사례 12건 중 6번째로

높은 수준으로 가장 건설비가 작은 스페인의 4배 수준¹⁾

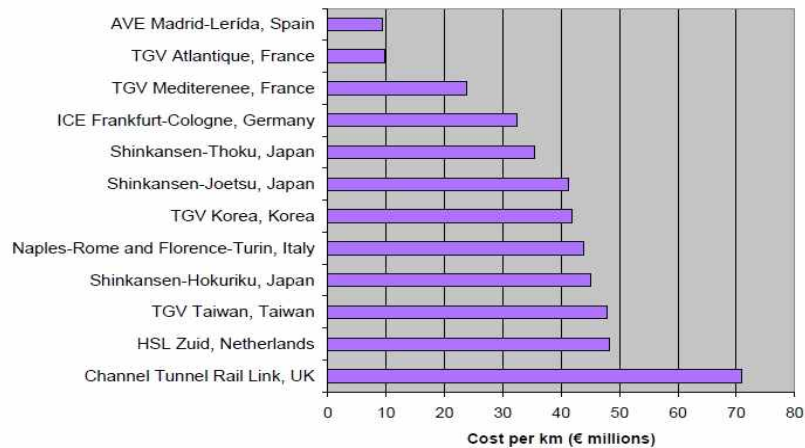


그림 1.1 국가별 고속철도 km당 건설비 비교

* 자료 : Steer Davies Gleave, High Speed Rail International Comparisons, 2004

○ 실제로 2012년 현재 국내 철도인프라 건설비용은 km당 395억원 수준으로, 미국과 일본의 철도인프라 km당 건설비의 각각 1.2배, 1.5배 규모

- 한국개발연구원(KDI)가 정한 국내 철도사업 표준공사비는 일반부가 km당 324억원, 도시부가 466억원 수준으로 평균적으로 km당 395억원이 소요되는 반면, 미국은 km당 330억원²⁾, 일본은 260억원³⁾ 수준
- 미국의 캘리포니아 남북 종단 철도 1구간 87km 연장에 약 430억달러 투자⁴⁾
- 일본의 홋카이도신칸센(北海道新幹線) 신아오모리~신하코다테(新青森~新函館)구간 148.6km 건설에 5,574억엔 투자⁵⁾

□ 이상과 같은 정부의 철도 분야 투자확대에 방침에 대하여 투자 효율성 제고를 위하여 국내 철도 제반기준 합리화 및 설계·시공기술의 기술력 향상을 기술개발 선행 필요

○ 향후 철도건설 투자비용 확대에도 불구하고 여전히 철도 건설비를 결정짓는 현행 국내 철도 제반기준(규정)이 외국 철도건설 기준보다 다소 안전측에 치중되어 필요이상의 건설비 지출이 발생

○ 이에 현행 국내 철도 제반기준(규정)에 대한 검증 및 개선을 통해 철도시설 투자에 대한

1) Steer Davies Gleave, High Speed Rail International Comparisons, 2004

2) 캘리포니아 남북 종단 철도 1구간의 km당 건설비를 PPP 환율을 적용하여 환산한 비용

3) 홋카이도신칸센(北海道新幹線)의 신아오모리~신하코다테(新青森~新函館)구간 km당 건설비를 PPP 환율을 적용하여 환산한 비용

* PPP(Purchasing Power Parties) 환율 : 한 나라의 화폐가 어느 나라에서나 동일한 구매력을 가져야 한다는 가정하에 구해지는 통화교환비율

4) 한국경제, 美캘리포니아 고속철도 건설 1구간 확정, 2010. 12. 04

5) 아사히신문, 2009. 2. 4

합리성과 신뢰성을 제고할 필요

- 또한 철도 건설비 절감이 가능한 설계·시공기술을 검토·개량·개발·적용함으로써 안전성 담보를 전제로 철도 건설 대외 경쟁력을 확보하고 효율적 설계·시공이 가능한 새로운 철도 설계·시공기술 개발이 필요
- 따라서 국가 철도정책의 효율적 추진을 지원하기 위하여 철도인프라 기반시설 제반기준 재정립 및 설계·시공비용 절감을 위한 신기술, 신공법 개발이 필요

제2절 사업계획 수립체계 및 과정

- 본 기획연구는 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발(제도, 설계, 시공) 방안 수립을 위한 연구전략 수립에 관한 것으로서, 국가 철도정책에 따른 철도건설비 절감을 위해서는 철도인프라 분야별 체계적인 기술개발전략 수립과 국내외 철도 건설 분야 기술수준 분석 등을 통한 철도건설비 절감요소도출, 중점 개발기술 발굴 등 세부 추진방안 제시하기 위해 수행함

1. 사업계획 수립체계

- 본 사업의 효과적이고 성공적인 추진을 위해 R&D에 관련된 다양한 이해관계자들의 유기적 협력이 요구됨

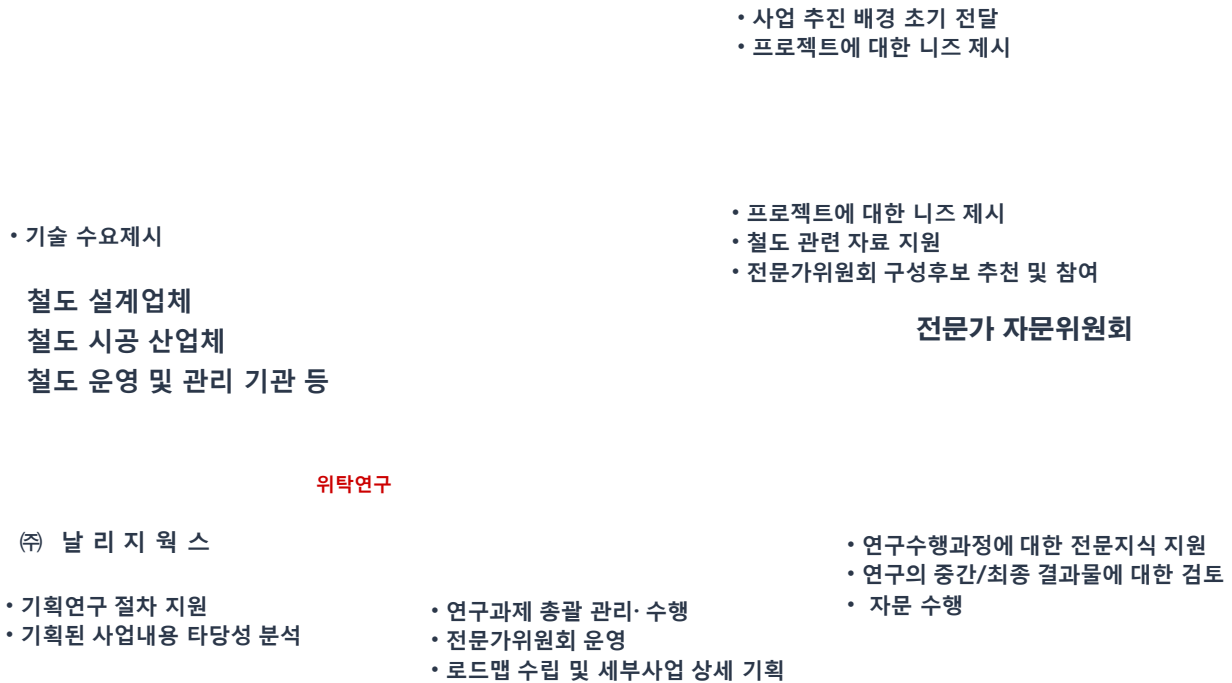


그림 1.2 사업 추진체계

- 국토해양부는 철도 분야 국가연구개발사업의 주관 부처로서 사업 초기 본 사업에 대한 국토해양부의 수요 제시 및 관련 전문가 추천 및 참여
- 한국건설교통기술평가원은 본 사업의 발주기관이자, 건설교통 분야 정부연구개발사업의 전문 관리 기관으로써 철도 분야의 기술 및 성과 등에 대한 자료 제공과 개선 방향에 대한 의견 제시, 기획 결과에 대한 검토의견 제시 등의 역할을 담당

-
- 전문가 위원회는 사업기획위원회, 기술분과위원회 등을 구성하여 연구수행과정에 대한 전문지식 지원 및 기획의 결과물에 대한 검토 및 자문 수행
 - 한국철도기술연구원은 주관연구기관으로 본 기획을 총괄적으로 관리·수행하며 '철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발(제도, 설계, 시공)'기획을 수행
 - (주)날리지웍스는 위탁연구기관으로 한국철도기술연구원과 협력하여 '철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발(제도, 설계, 시공)'기획 내용에 대한 사전타당성분석을 수행
- 특히 전문가 자문위원회는 총괄위원회, 기술분과위원회로 구성
- 기술분과위원회는 8개 기술분과(제도, 노반, 교량, 터널, 전력, 전기/신호, 환경, 정책/공통 등)별 5~7명의 전문가로 구성하여, 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발(제도, 설계, 시공)사업의 후보기술 도출, 평가 및 RFP 작성 등을 지원
 - 총괄위원회는 기술분과 위원회 위원장 8명으로 구성하며, 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발(제도, 설계, 시공)사업의 비전, 목표 수립 및 추진전략 수립 등을 지원

정책
/공통

그림 1.3 전문가 자문위원회 구성(안)

2. 사업계획 수립절차

- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발(제도, 설계, 시공)의 기획은 다음 그림과 같이 5단계 절차에 의해 수행

표 1.1 사업의 추진절차

추진 내용	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	
	국내외 문헌조사	SWOT 분석	후보기술 분류	세부과제 도출		
	전문가 Interview	비전 수립	후보기술 Pool List	기술중요 도 평가	투자우선 순위선정	사전타당성 분석
	기술수요 분석	목표 및 전략 수립			RFP 작성	
분야	1개월	2개월	3개월	4개월	5개월	6개월
정책/ 공통	- 문헌/특허조사 - 전문가 설문 - 선행연구조사	- 비전 수립 - SWOT 분석	- 기술 중요도 평가	- 투자 우선 순위 선정	- RFP 작성 - 평가기준 작성	- 사전타당성 분석
궤도	- 궤도분야 설계/시공 전문가 설문 - 운영기관 전문가 설문	- 후보기술 도출	- 후보기술 도출	- 세부과제도출 및 추진방안 수립	- 분야별 RFP 작성	- 통합 보고서 작성
노반	- 토목분야 전문가 설문 - 기술 수요 분석	- 후보기술 도출	- 후보기술 도출	- 세부과제도출 및 추진방안 수립	- 분야별 RFP 작성	
교량		- 후보기술 도출	- 후보기술 도출	- 세부과제도출 및 추진방안 수립	- 분야별 RFP 작성	
터널		- 후보기술 도출	- 후보기술 도출	- 세부과제도출 및 추진방안 수립	- 분야별 RFP 작성	
전력	- 전력 분야 전문가 설문	- 후보기술 도출	- 후보기술 도출	- 세부과제도출 및 추진방안 수립	- 분야별 RFP 작성	
전기/ 신호	- 전기/신호 분야 전문가 설문	- 후보기술 도출	- 후보기술 도출	- 세부과제도출 및 추진방안 수립	- 분야별 RFP 작성	
환경	- 환경 분야 전문가 설문	- 후보기술 도출	- 후보기술 도출	- 세부과제도출 및 추진방안 수립 - 환경부 협의	- 분야별 RFP 작성	

- 1단계 환경 분석 및 현황진단 단계에서는 국내외 문헌조사, 선행기술 및 연구 조사, 전문가 인터뷰 및 기술수요 조사를 통해 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 (제도, 설계, 시공) 관련 국내 현황을 진단
- 2단계 비전 및 목표 설정 단계에서는 환경 분석 및 현황진단 결과를 토대로 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발(제도, 설계, 시공)사업의 비전 및 목표를 설정
- 3단계 핵심기술 도출 단계에서는 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발(제도, 설계, 시공)사업 비전 및 목표 달성에 필요한 핵심기술 후보를 도출하고 기술 중요도 평가를 실시
- 4단계 상세기획 단계에서는 3단계에서 도출된 후보기술에 대한 투자우선순위를 선정하고, 우선 순위 상위 기술에 대한 RFP 작성을 실시
- 5단계 사전타당성 분석 단계에서는 3단계와 4단계에서 도출된 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발(제도, 설계, 시공)사업의 비전 및 목표, 세부과제 구성을 토대로 정책적, 기술적, 경제적 관점에서의 사업 추진의 타당성을 분석
- 환경 분석 및 현황진단 단계에서는 기존 철도인프라 구축을 위한 설계·시공기술 분야 현황 분석을 통해 문제점을 파악하고 개선사항을 도출함
- 국내외 철도인프라 구축 및 기술개발 관련 정책, 기술, 산업동향 분석
- 국내 철도인프라 구축 및 구축비용 현황 분석
- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발(제도, 설계, 시공)사업 비전 및 목표 설정
- 3단계 비전수립 과정을 적용하여 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발 (제도, 설계, 시공)사업 비전 수립
 - 1단계 : 비전의 정의 및 구성요소 파악
 - 2단계 : 비전 체계 분석
 - 3단계 : R&D사업 비전 수립
 - 비전 수립단계에서 비전 도출은 환경 분석 및 현황진단 자료를 토대로 Brainstorming을 통해 이루어짐
 - 비전은 목표시점에서 도달하고자 하는 모습을 담고 내/외부에서 정확히 인식할 수 있는

비전을 수립

- 수립된 비전 달성을 위하여 적절한 목표를 설정
 - 목표는 비전과 연계되어 설정되며, 목표 달성을 확인할 수 있는 정량적 목표를 제시

3. 연구결과의 활용방안 및 기대성과

가. 기획 연구결과의 활용방안

- 철도시설 투자의 합리성 확보를 위한 철도기술 개발의 투자 방향 및 우선순위 도출에 활용
 - 철도시설의 투자 합리성과 신뢰성 확보를 위해 필요한 기술수요를 발굴하고, 이에 대한 우선순위를 도출하여 향후 국토해양부의 철도분야 투자 방향 설정에 활용
- 국내 철도인프라 기술경쟁력 제고를 위한 전략 방향 수립에 활용
 - 국내외 주요 철도 선진국과의 철도인프라 구축의 투자 효율성 및 기술수준을 분석을 토대로 향후 국내 철도인프라 기술경쟁력 제고를 위한 R&D 전략 수립에 활용

나. 기대성과

(1) 정책적 성과

- 수정된 국가기간교통망계획(2001-2020)의 효율적 추진을 위한 기반 확립
 - 수정된 국가 철도망 구축계획 및 운영계획을 효율적으로 추진, 달성할 수 있는 기술개발에 기여

(2) 기술적 성과

- 주요 철도선진국과 경쟁할 수 있는 철도인프라 기술 확보에 기여
 - 기존 기술대비 투자 합리성 및 신뢰성이 확보된 기술개발을 통해 주요 철도선진국과 경쟁할 수 있는 철도인프라 관련 핵심기술 확보에 기여
- 철도인프라 제반 기준 재정립을 통한 기술 경쟁력 제고에 기여
 - 일반 및 고속철도기술 도입 시 적용된 국외 설계기준에 대한 검증 및 국산화를 통한 철도인프라 설계의 최적기반 조성

(3) 경제적 성과

○ 향후 정부의 교통 SOC 투자비용 절감

- 철도인프라 기반시설 제반기준 재정립 및 설계·시공비용 절감을 통해 정부의 교통 SOC 분야 예산지출 절감에 기여

제2장 기술동향 및 환경 분석

제2장

동향 및 환경 분석

제1절 정책 동향 및 환경 분석

- 과학기술기본계획에서는 국가 중점과학기술 개발을 위해 중점과학기술 90개 목록을 중점육성 기술 50개 항목과 중점육성후보기술 40개 항목을 정하였으며 중점육성후보기술에 차세대 철도시스템 기술이 포함되어 있음
- 국토해양부는 철도산업의 경쟁력을 높이고 발전기반을 조성함으로써 철도산업의 효율성과 수익성 향상을 위해 ‘철도산업발전기본법’ 개정하였으며, 철도기술 개발 계획분야에서의 비전을 “철도산업 경쟁력 강화를 위한 철도기술 선진화”로 정함
- 국토해양부에서는 2011년 1월 19일 국가통합교통체계효율화법 제4조 제5항의 규정에 의하여 국가기간교통망계획(2001~2020) 제2차 수정계획을 확정 고시하였음. 국가기간교통망계획에 따르면 철도분야에서는 X자형과 □자형의 국가 철도망을 구축할 계획으로 현재 건설·운영 중인 노선은 230km/h급으로 고속화, 계획·설계 중인 노선은 250km/h급으로 고속화 하는 간선철도 고속화를 통한 철도기능 효율화 관련 내용을 주요 내용으로 고시하였음.
- 국가철도망계획의 국가철도망 구축계획을 살펴보면
 - 경부·호남 고속철도 : 적기 완공(333km)
 - * (경부) 대전·대구 도심구간(41km) ‘14년 완공
 - * (호남) 오송~광주 구간(182km)은 ‘14년까지, 광주~목포 구간(49km)은 ‘17년까지 완공 추진
 - 수도권 강남 수서~평택 노선(61km)은 ‘14년까지 건설
 - 광주~목포 노선은 호남고속철도 기본계획 변경을 통해 기존 노선을 고속화하는 방안(함평~무안 직결선 포함)으로 추진
 - 건설 · 운영 중인 노선 : 최고 230km/h급으로 고속화
 - * 선로 직선화, 신호시스템, 전철화 등 일부 시설 개량을 통해 선형조건에 따라 180km~230km/h까지 고속화

- 건설비의 5%(1.2조원) 추가
- 경춘, 전라, 중앙, 장항, 동해, 경전, 서해선, 공항철도 등
- 설계중인 성남~충주 구간은 KTX 운행 고속화 타당성 여부 검토
- * 기존선과 고속선을 연결, KTX 서비스를 전국으로 확대
 - 경부선 연계 : 포항, 진주, 마산, 수원
 - 전라선 연계 : 전주, 순천, 여수
 - 인천공항철도 : 인천시, 인천공항
- 계획·설계중인 노선 : 250km/h급으로 고속화
 - * (동서축) 원주~강릉 노선 건설(111km)
 - 원주~강릉 노선은 150→230km/h 급으로 고속화시 사업비 12% 증가
 - 춘천~속초 구간(92km)은 민간투자자와 연계
 - * (내륙축) 중앙선 원주~신경주 노선 건설(212km)
 - * (수도권 연결) 서울~원주 구간(90km)은 건설 중인 노선 활용
 - 고속화를 위한 수서~용문 구간(44km)은 별도 구축방안 검토
- 남북·대륙철도, 해저터널 등 국제철도 시대에 대비



그림 2.1 국가철도망계획(2011~2020)

- 국가기간교통망계획 2차 수정계획에 따르면, 교통 분야에서 철도의 수송 분담률이 도로에 비해 크게 증가하는 구조 변화가 예상됨. 즉, <그림 2.2>에서 알 수 있듯이 여객의 경우 2008년 15.9%에서 2020년 27.3%, 화물의 경우 2008년 8.1%에서 18.5%로 급격히 증가함. 또한 녹색성장 위원회의 교통 SOC 투자비율 조정계획에 따르면 2009년 29.3%의 투자비율을 2020년에는 50%대까지 확대할 방침이며 이에 따라 도로 신규투자를 억제하는 대신 운영효율화에 주력하고자 하는 계획을 발표하였음

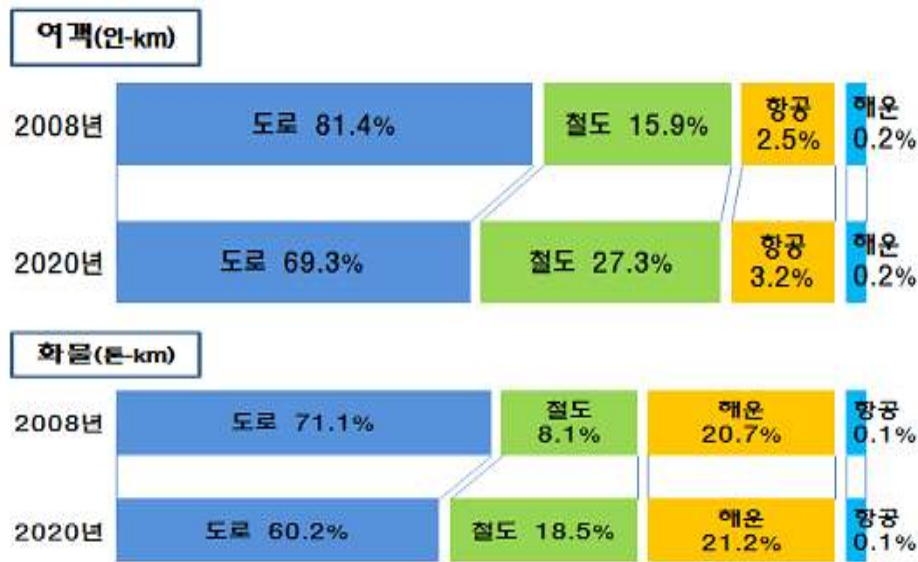


그림 2.2 수송 분담 구조 변화(자료 : 국토해양부)

○ 2010. 9. 1. 미래녹색국토 구현을 위한 KTX 고속철도망 구축전략회의에서 KTX 고속철도망을 통해 국토를 통합·다핵·개방형 구조로의 재편 비전을 선포하였으며 그 내용으로는

- 사업비 절감을 위하여 기존 선을 최대한 활용하며 신선은 단계적 건설, 전 구간 우선 용지보상 후 일괄시공, 사업비 절감형 설계기준 마련, 첨단 건설기술을 확보하여 공기단축 및 사업비 절감을 도모함

※ 현재 예상하는 투자소요는 134조원이며 이를 97조원(72%수준)으로 축소하며 국고규모도 124조원에서 59조원 수준으로 대폭절감 목표

○ 미래 녹색국토 구현을 위한 KTX 고속철도망 구축전략 보고회의(2010.9.1. 대통령 브리핑, 국토해양부, 국가경쟁력강화위원회, 미래기획위원회)

- 기존 경부, 호남 고속철도(333km) 적기 완공
- 건설 또는 운영 중인 노선을 최고 230km/h급으로 고속화 방침
- 경춘, 전라, 중앙, 장항, 동해, 경전, 서해, 공항철도 등
- 설계중인 성남 ~ 충주 구간은 KTX 운영을 위한 고속화 타당성 여부 검토
- 계획, 설계중인 노선을 250km/h급으로 고속화
- 동서축 : 원주~강릉 노선 건설(111km), 춘천~속초 구간(92km)

- 내륙축 : 원주~신경주 노선 건설(212km), 대전, 김천~거제 구간(200km)
- 수도권연결 : 서울~원주 구간(90km)은 건설 중인 노선활용, 수서~용문 구간(44km)
- 중점고려사항 : 시간단축, 수요창출, 사업비 절감
- 사업비 절감 : 기존노선 최대 활용, 신공법 도입
- 국가기간교통망계획(2001~2020) 수정 계획 확정 고시(2011년 1월 19일)
- (국가통합교통체계효율화법 제4조 제5항 규정에 의함)
- X자형과 □자형의 국가 철도망 구축 계획
- 건설 또는 운영 중인 노선을 180km/h~230km/h로 증속 방침
- 간선철도 고속화를 통한 철도기능 효율화를 목표로 함
- 정부의 교통 SOC 투자 계획
- 도로 신규철도투자를 현재 29%에서 50%(‘20년)까지 확대
- 투자 억제, 운영효율화에 주력
- 사업타당성 평가 시, 녹색가치 반영
- 철도연장 3,378km => 5,497km(+2,119km)

표 2.1 교통 SOC 투자비율 조정 계획(녹색성장위)

구 분	도 로	철 도	항 만	공 항
2009	57.2%	29.3%	13.1%	0.4%
2020	40%대	50%대	10%대	0.1%대

제2절 국내외 경제 동향 및 환경 분석

1. 시장 환경

- 2009년 말 EU에서는 ‘통합 기술지향의 사용자 지향적 지속가능형 미래 교통시스템’에 대한 의견을 각계로부터 취합한 바 있고, 지속가능한 미래교통의 목적을 교통이 환경에 미치는 영향의 개선, 안전성의 증대, 혼잡 감소, 화석연료 의존성 감소로 정의하였음. 이를 달성하기 위한 다음과 같은 기술개발 과제를 제시하였음.
 - 생애주기비용감소, 유연성 개선 및 열차의 공급력을 높이기 위한 철도구성품의 표준화수준 증대
 - 철도시스템의 공급력 증대 방안 모색
 - 좀 더 에너지 효율적인 운전(자동운전포함)
 - 장대화 및 열차용량 증대
 - 안전을 해치지 않으면서 통행밀도를 높이기 위한 신호기술 개선
 - 속도 증대
 - 승차율 증대(적재율 증대)
 - 비용절감, 온실가스 감소, 공급력 증대, 선로훼손 감소, 선로사용료 인하를 가능하게 하는 차량의 경량화
 - 복합재 이용
 - 교통용량, 속도의 최적 사용, 에너지 절약 및 온실가스 감소를 가능하게 하는 Telematic 응용의 강화
 - 통합된 통행량관리시스템 개발
 - 국경통과 시간 감소를 위한 상호운영가능성 및 Telematics 응용의 증대
 - 사전 공지 및 표준화된 문서 사용 등
 - 환경영향감소를 위한 기술개발
 - 디젤 연료 대체

- 전철화 증대

- 에너지 효율성 증대 - 회생전력 제동(브레이킹), 차상 에너지 저장, 계측기의 사용 등
- 녹색 디젤 기관차

- 차륜(Wheelsets), 제동기(브레이크) 등 안전에 중요한 차량 구성품에 대한 유지보수 기법의 개발
- 새로운 유지보수 기법의 개발

한편 EIM(European Rail Infrastructure Managers)의 견해에 따르면 고속화를 위해서는 신호 통신제어시스템, European Train Control System(ETCS), 전기에너지, 재생에너지의 이용, Telematics를 활용한 Intelligent infrastructure, Intelligent trains등의 개발이 필요하다고 하였고, 환경개선을 위한 연구로는 에너지 효율성 제고(연비개선), 온실가스배출 감소, 소음저감 등이 필요하다고 하였음

- 철도산업은 건설 · 운영 · 차량의 3부분으로 크게 구분할 수 있고, 건설과 관련된 2000년 세계 철도 인프라 시장의 규모는 다음과 같음

표 2.2 2000년 세계 철도인프라 시장 규모

		서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카/ 중동	CIS	오세아니아	계	
										(백만 EUR)	(조원)
궤도	신규/ 개량	3,170	500	710	310	3,250	570	470	220	9,200	14.2
	유지/ 관리	5,450	1,760	7,600	610	5,380	820	2,680	430	24,730	38.1
전철화	신규/ 개량	1,000	400	170	60	970	170	230	40	3,040	4.7
	유지/ 관리	1,180	390	30	10	410	15	470	10	2,515	3.9
소계	신규/ 개량	4,170	900	880	370	4,220	740	700	260	12,240	18.9
	유지/ 관리	6,630	2,150	7,630	620	5,790	835	3,150	440	27,245	42.0
계		10,800	3,050	8,510	990	10,010	1,575	3,850	700	39,485	60.9

철도 선진국으로 철도위주의 교통시스템을 확보하고 있는 서유럽은 신규/개량에서도 여전히 세계 철도 인프라 시장의 약 1/4을 점유하고 있으며, 최근 들어 중국을 위시한 아시아 지역의 성장이 두드러짐. 반면 노후 철도가 많은 동유럽과 북미, CIS 지역에서는 유지관리 시장규모가 철도 인프라 시장의 대부분을 차지하고 있으며, 향후 철도 건설 시장 전망은 다음과 같음

표 2.3 향후 세계 철도시장 전망 (통일)

	서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카/중동	CIS	오세아니아	계	
									(백만 EUR)	(조원)
‘14년까지	34,970	18,763	8,900	15,621	123,983	54,356	35,355	3,006.7	294,954.7	454.6
‘15년 이후	182,471	29,132	309,172	33,499	101,786	25,915	70,155	3,289.3	755,419.3	1164.3
계	217,441	47,895	318,072	49,120	225,769	80,271	105,510	6,296	1,050,374	1618.9

2014년까지 단기적으로는 중국의 고속철도망 구축에 따라 아시아 시장 규모가 클 것으로 보이고, 2015년 이후에는 온실가스 규제와 미국 국내 산업의 시장 개편으로 북미지역의 철도망 확충 사업이 철도건설 시장을 주도할 것으로 전망됨

이를 토대로 세계 철도시장은 고속철도 중심으로 유럽과 아시아를 기반으로 지속적으로 시장이 성장할 것으로 예상할 수 있음. 향후 북미 시장의 규모가 급속히 커질 것으로 예상되며, 이 때 서유럽과 일본 등 선발주자 및 한국, 중국 등 후발 주자까지 북미 철도시장 점유를 위한 치열한 경쟁이 예상됨

- 일본의 기술개발 방향은 크게 안정성, 친환경성, 저비용, 편리성의 큰 관심사항으로 나눌 수 있으며 향후 로드맵 분석(일본철도종합연구소, RTRI) 결과를 아래 표에 나타내었음

표 2.4 일본 철도종합연구소의 기술개발 방향

연구개발 목표	연구개발 항목	연구내용
안전성	• 자연재해에 강한 시스템	• 자연재해에 센싱 및 모니터링 • 재해 리스크 분석 및 평가 • 운전규제의 고도화 • 대규모 지진 시 피해 경감/조기복구
	• 사고·고장에 강한 시스템	• 철도 구성품의 신뢰성 향상 • 탈선하기 어려운 차량/궤도구조 • 차량 충돌시의 안정성 향상
	• 인간/기계 시스템 고도화	• 인적 요인에 기초한 안전성 향상
	• 열차제어의 지능화	• 열차제어 지능화에 의한 안정성 향상 • 실시간 재해발생/열차 운전정보 파악

친환경성	• 철도노선 환경 부하 저감	• 철도노선의 소음 예측 평가 기술 향상 및 저감대책 • 지반진동 평가대책 • 전자파 환경 평가
	• 저에너지	• 소비에너지의 계측평가 분석 • 기전계의 에너지 절감 • 차량의 에너지 절감 (경량화, 공기저항감소) • 에너지 저장재를 이용한 에너지 감소 • 교통네트워크의 에너지 평가
저비용	• 보수·건설의 효율화	• 자가진단 및 치유기술개발로 인한 보수량 저감 • 유지보수비용 절감 공법 • 신개념의 상태 평가 및 고장 발생 예측기술 • 저비용 인프라 건설 기술 • 마모에 의한 형상 변화가 어려운 차륜/레일 • 초전도 리니어 시스템 기술
편리성	• 고속화 • 정보처리기술에 의한 수송효율화	• 흔들리기 어려운 차량 및 궤도구조 • 고속선 실현을 위한 노선환경부하저감 • 브레이크 시스템의 기능향상 • 리니어 모터 제어 고도화
* 공통 기술 : 시뮬레이션 기술의 고도화(고기능 철도 시뮬레이터 개발)		

○ 궤도/교량/터널 등 구조물의 성능규정에 대한 세계적인 방향은 WTO(World Trade Organization)/TBT(Agreement on Technical Barriers to Trade)협정의 체결을 바탕으로 한 설계 지침류의 국제 표준화에 대응임

- 현재까지 토목과 건축에 관련된 대부분의 설계는 강제규정에 바탕을 둔 소위 “사양 설계법”에 바탕을 두고 있어 어떠한 구조물을 설계할 때는 구체적으로 명시한 코드나 시방서를 따라야 했지만, 최근 들어 토목과 건축분야에서 성능기반설계(Performance-Based Design, PBD)로의 전환이 시도되고 있음
- 성능기반설계는 합리적이고 측정가능 한 지표에 바탕을 두고 요구성능의 확보를 도모하는 결과 지향적인 접근법이라 할 수 있으며, 이미 철도선진국인 독일이나 일본에서는 성능설계를 철도에 적용하고 있으며 이러한 경향은 세계적 추세라 할 수 있음
- 예를 들어 독일에서는 신설선 콘크리트 궤도에 대해 속도 대역별로 대표단면을 구분하여 설정하고 있으며 각 요구 성능수준별로 강화노반을 포함한 상부노반 층두께, 사용 재료 및 품질관리 기준을 설정하고 있으며, 일본에서는 흙 구조물의 요구 성능 등급을 I~Ⅲ등급으로 구분하여 I 등급은 생력화궤도를 지지하는 흙 구조물, Ⅱ등급은 중요도가 높은 선구의 자갈 궤도를 지지하는 흙 구조물 그리고 Ⅲ등급은 일반적인 선구의 자갈 궤도를 지지하는 흙 구조물로 구분하여 성능

설계 또는 적합간주사양에 의한 설계를 하고 있음

- 이러한 국제적 경향을 따라가기 위하여 국내의 토목, 건축, 항만 등에서는 성능중심설계로의 전환이 이루어지고 있는 실정이지만 아직 철도, 특히 노반분야에서는 아직도 사양중심설계에 머물러 있음. 따라서 현재까지 사양중심의 설계를 하고 있는 국내 철도 노반분야에서도 이를 위한 기반구축이 필요함
- 신호/통신 분야에서 유럽에서는 일찍이 EU(European Union)를 중심으로 유럽 각국의 상이한 철도 신호통신시스템을 통합하고 있음. 현재까지 활발히 진행되고 있는 열차제어시스템의 통합은 상호 운전성(Interoperability)을 목적으로 하는 ETCS (European Train Control System)개발이며, 현재는 완성된 시스템의 기능사양서와 요구 사양서를 토대로 개발한 몇 개의 시스템에 대한 현장시험을 거쳐 여러 노선에 적용.

표 2.5 해외 열차제어시스템 관련 연구 활동

선도연구기관	주요 연구 활동
◦ 유럽철도신호회사 - Ansaldo - Alstom - Siemens - Bombardier - THALES	◦ 중·저속도용 열차제어시스템 : 각 회사별로 고유의 열차제어시스템을 개발·판매 중 : APM, 경량전철, 지하철, 통근형 열차를 고려한 다양한 모델을 확보하고 있음 : 무인자동운전 및 무선통신기술을 활용한 열차제어시스템의 공급에 집중하고 있음 ◦ 간선철도 및 고속철도용 열차제어시스템 : ETCS 사양서를 공동 개발하고, 장치 간 인터페이스구축 : ETCS Level2의 판매에 집중하고 있음
◦ 일본철도신호회사 - 일본신호 - 교산 - 대동	◦ 경량전철 : 패턴벨트방식의 무인자동운전이 가능한 열차제어시스템을 개발·판매하고 있음 : 무선통신기반 열차제어시스템개발을 개발을 완료했으며, 실용화준비를 진행 중 ◦ 도시철도 : 디지털 궤도회로를 이용한 ATP를 개발·판매 중 : 누설통신케이블통신 및 무선이동통신을 이용한 CARAT, ATACS 등을 개발하였으며, 이에 필요한 주파수 대역 확보를 진행 중 ◦ 고속철도 : 디지털 궤도회로를 이용한 ATP를 개발·판매 중

- 유럽에서의 철도 신호·통신 분야의 방향은 이미 오래전부터 차상신호시스템을 개발하여 사용하고

있으며, 유럽공동체의 일원화된 철도운송을 위하여 표준화된 철도신호시스템을 구축하는 방향으로 추진하고 있음. 이에 따라 철도제어기술 ETCS, 통신기술 GSM-R의 기술개발이 추진되고 있으며, 점차적으로 철도사업의 표준화 시스템으로 성장하고 있으므로 향후 시장성적인 측면으로 많은 수요를 예측할 수 있음.

2. 산업구조 및 건설비 분석

표 2.6 철도사업 표준 공사비

(기준단가 '09. 5월, 억원/km)

구분			단위	일반철도 200km/h	고속화철도 230km/h	고속철도		비고
						단선 350km/h	복선 350km/h	
1. 시설비			km	284	298	256	365	
노 반	토공	일반구간	km	99	99	89	108	
		연약구간	km	128	128	133	162	
	교량	과선교	km	34	34	73	104	
		일반구간	km	303	303	239	356	
		연약구간	km	374	374	257	425	
	터널	산악터널	km	195	195	168	240	
		도심터널	km	548	548	-	-	개착 BOX
	정거 장	토공부	개소	141	141	132	203	
		교량부	개소	687	687	1,218	2,030	2홈 4선
궤도			km	21	21	26	37	
건물			km	19	19	8	12	
전력			km	7	7	4	5	
신호			km	18	18	13	19	
통신			km	10	10	10	14	
전차선			km	21	21	15	21	
2. 부대비			%	24	24	21	30	시설비 8.1%
3. 용지보상비			km	38	38	27	39	

* 일반철도 표준공사비는 “철도투자평가 비용부문의 합리화방안 연구” (08.10, 철도공단)의 공사비 적용

- * 일반철도 교량부 정거장 폭 34.9m, 연장 1,050m, 고속철도 정거장 폭 41m, 연장 2,000m 적용
- * 고속철도는 “호남고속철도 실시설계”(건축시스템 기본설계 반영) 결과 반영(06.11~09.07)

- 철도인프라의 각 분야가 건설비에서 차지하는 비중을 알아보기 위하여 “철도사업표준공사비를 조사하였음. 일반철도와 고속화철도, 고속철도로 구분하여 km당 단가를 표시하고 있음
- 표 2.7에서 정거장은 km당 단가가 아니며, 개소 당 단가이므로 다른 분야와 직접적으로 비교할 수는 없어서, 호남고속철도의 평균 역간거리가 약 50km이므로 이를 반영하면 고속철도 복선 교량구간의 정거장인 경우 km당 40.6억원으로 궤도와 비슷함. 고속철도 정거장의 경우 건설비가 일반철도에 비하여 2배정도 되고 있음

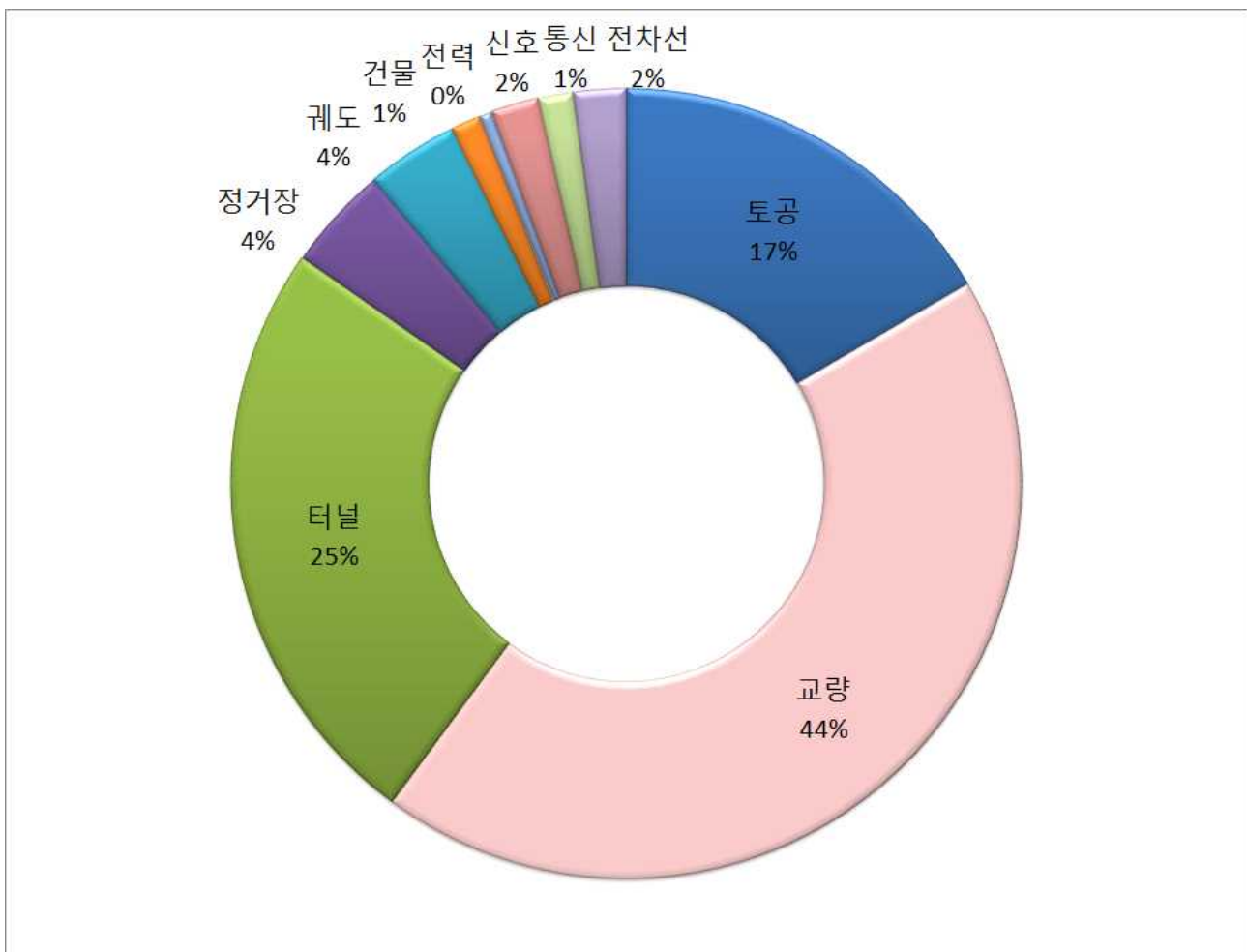


그림 2.3 철도인프라 분야별 건설비 비율 (고속철도)

표 2.7 철도 건설비의 분야별 비율

분야	토공	교량	터널	정거장	궤도	건물	전력	신호	통신	전차선
단가 (억원/km)	162	425	240	40.6	37	12	5	19	14	21
비율	16.6%	43.6%	24.6%	4.2%	3.8%	1.2%	0.5%	1.9%	1.4%	2.2%

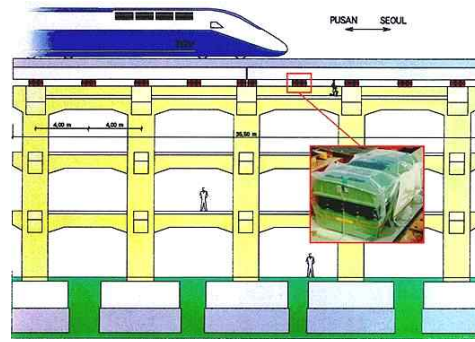
- 표 2.7과 그림 2.3은 철도사업 표준 공사비에서 복선 고속철도의 연약지반에서의 분야별 공사비를 비교한 것임. 교량이 전체의 43.6%를 차지하고 있으며 다음으로 터널, 토공 순이며 정거장, 궤도 등이 3%이상을 비율을 나타내고 있음
- 이외의 건축(건물), 전력, 전차선, 신호, 통신 등은 1% 수준의 비율을 차지하고 있음
- 건설비 저감의 효과는 교량, 터널, 토공, 정거장 등 노반공사비의 절감에서 가장 큰 효과가 있을 것으로 판단됨

제3절 국외 기술개발 동향 분석

■ 궤도분야

○ 독일

- 유럽에서는 독일에서 콘크리트궤도 관련 기술을 선도하고 있음. 1970년대 확립된 독일 뮌헨공대 아이젠만 교수의 설계법은 도로 포장의 CRCP(연속철근보강 콘크리트포장)의 허용응력 설계법(Eisenmann and Leykauf, 2000)에 근간을 두고 있으며(그림3 참조), 기층(비보강 린콘크리트)과 슬래브의 합성작용을 고려하고 있고 온도응력과 반복하중에 의한 피로한계를 고려하는 등 일본의 슬래브궤도에 비해 보다 합리적인 설계를 적용하고 있음.
- 독일의 연구는 뮌헨공대, 베를린 공대 등 대학 연구실에서 궤도 설계이론과 이를 바탕으로 한 설계에 대한 연구를 주도해 왔으며, 민간에서는 제품형태의 새로운 형태의 궤도구조(현장타설 슬래브궤도구조, 공장 제작식 슬래브궤도구조)의 개발을 활발하게 추진해 왔음. 현재까지 30여종에 이르는 슬래브궤도가 시험부설 되는 등 매우 활발한 연구 개발이 이루어져 왔음.
- 최근에도 뮌헨공대와 Rheda 2000 공법을 보유하고 있는 RailOne은 공동으로 연속 철근보강(CRC) 방식과 달리 다우웰 조인트로 분할되는 jointed concrete 궤도(무근 콘크리트 또는 철근량 절감)를 개발하여 시험하고 있음.
- 교량상 콘크리트궤도의 경우 일반 토목구조물과 동일한 강도설계법을 적용하고 있다(DIN 1045-1). 이 설계법은 최근 유럽에서 확립된 Euro-code(EN 1992-1 -1)와 거의 동일하며, 신뢰성에 기반을 두고 있는 설계코드로 현재로서 콘크리트궤도 설계에 가장 합리적인 설계법을 적용하고 있다.
- 독일은 탄성패드, 코일스프링 등 궤도 방진기술에 있어서도 세계 최고 수준의 기술을 보유하고 있음. 특히 독일 민간기업인 GERB, Getzner, Calennberg 등은 플로팅 슬래브궤도나 일반 궤도에 사용되는 방진재의 생산과 궤도 설계, 시공까지 제공하는 등 높은 기술수준에 이르고 있음.

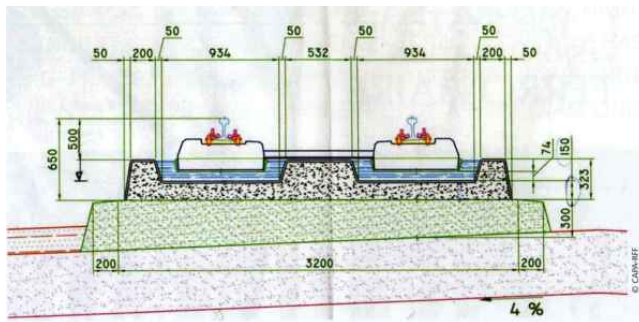


<플로팅 궤도시스템의 부설 및 경부고속철도에 설치된 플로팅 슬래브>

- 궤도시험선의 경우는 민간에서 부설 및 시험하고 있으며 독일 시멘스(Ciemens)사의 뷔텐라쓰(Widenrath)시험센터가 있으며 35ha의 부지에 5개의 시험선과 철도차량기지, 실험실, 연구실, 세미나실, 회의실을 갖춘 11,000m²의 건물로 구성된 이 시험센터는 AC와 DC (2400V/24KV) 모두에서 운용이 가능하도록 설계되었으며 각종 철도장비와 차량, 관련시스템 시험 가능

○ 프랑스

- 프랑스의 경우 Channel tunnel과 일부 터널구간에 부설한 STEDEF형 콘크리트궤도가 적용된 사례가 있으며(Pompee) Channel tunnel에 부설된 것에서 다소 개선된 형태의 궤도를 최근 개통된 동유럽선에서 1.8km 구간에 부설한 바 있다(그림4)(Thomas, 2007). 설계기준이나 설계법은 독일 콘크리트궤도 기준과 설계법을 도입하여 적용하고 있음.



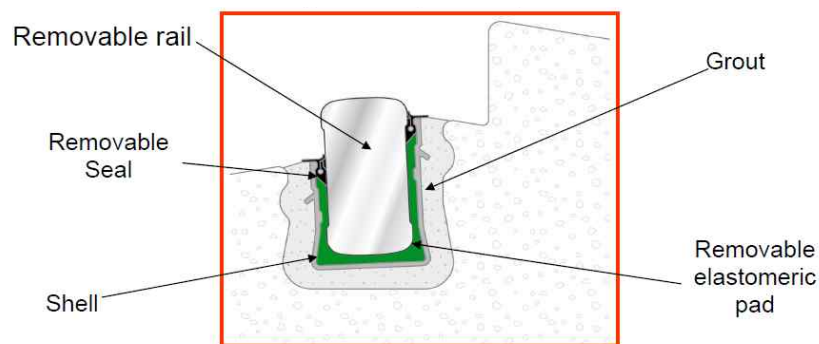
<프랑스 동부유럽선 고속철도에 시험 적용된 STEDEF 개량형 궤도구조>

- 시험차량, 차량과 선로의 접촉강도를 측정하는 2축 화물차, 다축 제어시스템을 갖춘 차량진

동시험노반과 반경 400m의 곡선시험선로와 분기기 등을 갖춘 실험정거장 등을 보유하고 있으며, 속도증가에 따른 궤도구조 동특성과 진동특성에 대한 연구와 탈선방지 연구 수행

○ 영국

- 영국에서도 BBEST(Balfour Beaty Embedded Slab Track)과 같은 콘크리트궤도 개발 사례가 있다(그림5)(Emmet and Robertshaw, 2003). 이 경우에도 설계기준과 설계법은 독일 콘크리트궤도 기준과 설계법을 도입하여 적용하고 있는 것으로 판단된다.



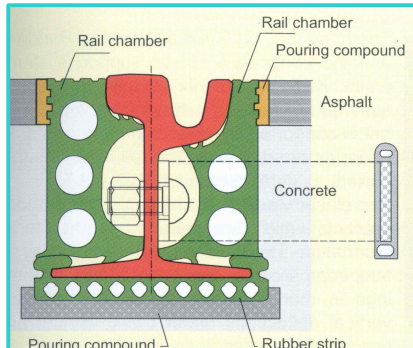
<영국 Balfour Beaty 콘크리트궤도>

- 해석기술에 있어서는 스웨덴 Chalmers 공과대학의 기계공학연구실, 네덜란드 Delft 공과대학 도로 및 철도공학연구실 등과 더불어 영국의 Southampton 소음진동연구실 이 동적 상호작용 해석분야에서 세계적인 수준을 선도, Adams Rail, Akusrail 등 차량-궤도 상호작용 해석이 가능한 상업용 해석프로그램의 개발되어 폭넓게 활용되고 있음.

○ 네덜란드

- 궤도에 대한 연구는 TU Delft(델프트 공과대학)의 철도 및 도로 구조연구실에서 주도적인 연구를 수행하고 있음. 철도궤도 및 차량/궤도 상호작용의 이론과 장대레일에 대한 연구가

대표적이며 분기기구조와 ERS Silent Track와 같은 신형식 궤도시스템에 대한 연구를 활발하게 수행 중

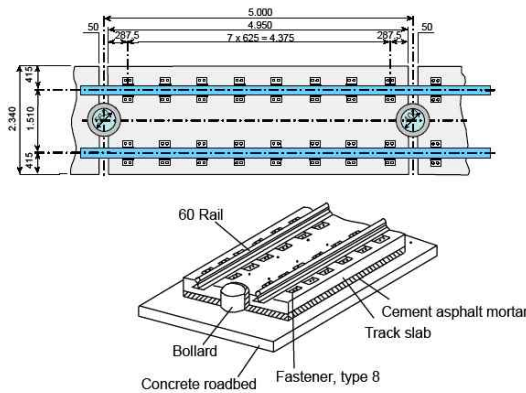


<ERS(Embedded Rail System) Silent Track>

- 최근에는 HSL-Zuid 프로젝트(시속 300km/h의 고속철도)에 따라 다음과 같은 연구가 활발하게 수행됨
 - 고속철도 안전설비에 대한 기술개발(Twin Track Policy 채택/안전펜스설치, 건널목 등 고속철도 부설시 선로구축물의 안전에 대한 연구를 수행함)
 - 궤도성능 강화(전구간 콘크리트 Slab Track설치에 따라 이에 대한 연구를 집중적으로 수행)

○ 일본

- 콘크리트궤도를 가장 먼저 도입한 바 있는 일본의 경우에는 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도의 설계를 1960년대에 확립된 허용응력 설계법에 근간을 두고 있음(표준형 A형 슬래브궤도). 2000년대초 노반콘크리트 설계에서 한계상태 설계법을 도입한 바 있으나, 아직 프리캐스트 콘크리트 슬래브의 설계는 허용응력설계로 이루어지고 있고, 대부분 표준화된 설계를 그대로 적용하고 있기 때문에 설계법에서 큰 변화가 없었음.



<일본 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도(J-Slab)>

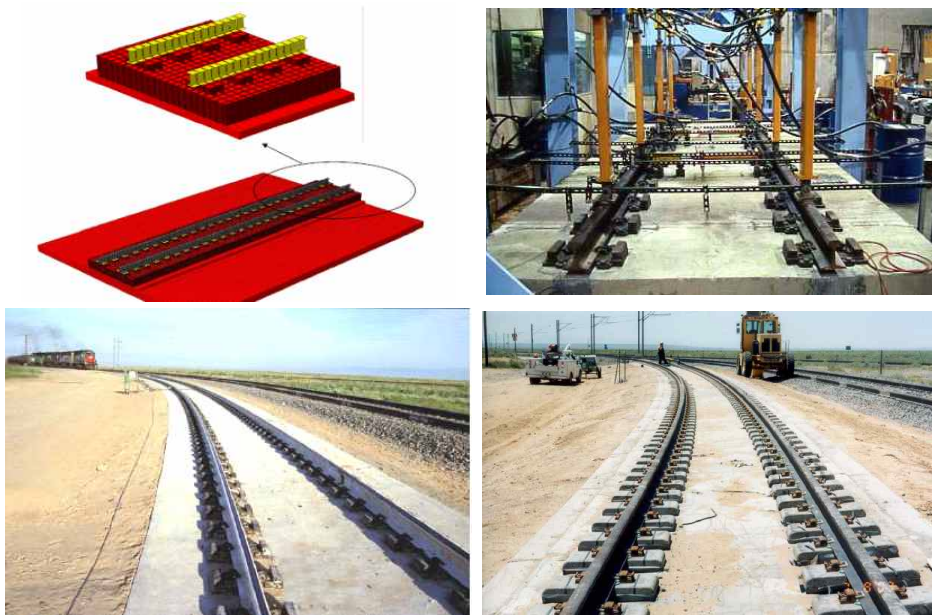
- 일본의 구조해석기술은 철도종합기술연구소(RTRI)를 중심으로 주파수 영역 해석기법(Sato, 1976)을 1960-70년대 확립하였고, 레일-차륜 접촉을 고려한 시계열 해석기법도 세계적인 수준에 이르고 있음(Ishida 등, 2001).
- 일본에서는 끊임없는 연구개발 투자를 시행하고 있으며, 재단법인 철도 종합기술연구소(RTRI)는 1986년 12월에 발족하고 1987년 4월 국철에서 분리와 민영화에 따라 철도기술 연구소, 철도노동과학연구소를 통합하여 본격적으로 연구개발을 시작, 현재까지 철도기술 연구개발을 주도하고 있음.

※ RTRI의 주요 연구테마

- 열차의 고속주행 시 레일의 용접부나 레일주름, 궤도틀림/선로선형 등과 같은 불규칙성으로 인한 동적해석연구
- 궤도와 차륜사이 동적거동을 고려한 궤도구조의 설계연구
- 상호작용에 의해 발생하는 차량주행 시 발생하는 진동과 소음저감 연구
- 선로에서는 보수작업의 감소와 선로 구성품의 내구성향상, 보수작업의 획기적인 생산성 향상, 속도증가에 따른 동적성능 향상, 환경친화재료의 선택연구
- 새로운 궤도구조에 대한 연구(슬래브궤도, 포장궤도, Ladder 침목을 비롯한 신형식 침목 연구, 차세대 분기기 개발 등)
- 강성변화구간에서의 궤도동적반응 연구
- 신칸센(新幹線) 궤도의 용접부의 휨피로에 의한 궤도강성의 영향
- 열차주행으로 야기된 지반진동에 의한 레일 연결부의 영향
- 차륜/레일 실물접촉시험기를 이용한 실제 현장에서 사용할 수 있는 기술분야, 즉 신소재개발, 삭정주기 및 깊이, 신윤활재 개발 등 연구

○ 미국

- 미국의 경우 철도보다는 도로교통 중심으로 개발이 이루어져 콘크리트포장에 대한 연구가 활발히 이루어져 왔음. 비록 콘크리트궤도의 실제 적용사례는 많지 않다고 하더라도 콘크리트궤도와 콘크리트포장의 설계이론이 거의 동일하므로 콘크리트궤도 설계에 필요한 기본적인 설계법이나 정적 구조해석기술 등은 세계적인 수준
- 1970년대에서 설계, 시공되어 1980년에 개통한 미국의 롱아일랜드 철도에서 최초로 콘크리트궤도를 도입한 바 있으며 콘크리트포장 설계를 준용하였고 현재까지 전혀 결함이 발견되지 않고 우수한 성능을 확보하고 있는 것으로 보고되고 있음(Tayabi and Bilow, 2001).
- 또한 최근 Heavy-haul 철도를 위한 현장타설 연속 철근보강 콘크리트궤도를 개발하여 미국 TTCI에서 장기간 성능시험을 수행한 바 있음(Lotfi and Oesterie, 2005).



<미국 콘크리트궤도 개발 사례>

- 최근 콘크리트포장 설계법은 역학적-경험적 설계법(Mechanistic-Empirical Pavement Design)이 도입되어 적용되고 있으며, 이 설계법의 근간이 되는 기본 이론과 데이터는 철도 콘크리트궤도에도 활용 가능한 것으로 판단됨. 반면 동적 상호작용 해석 분야에 있어서는 뚜렷한 연구사례가 없어 상대적으로 연구성과가 미비한 것으로 나타나고 있음.

■ 노반분야

- 일본에서는 응용기술위주의 실용화연구가 활발히 진행되어 새로운 재료, 노반구조 및 시공법

에 대한 연구실적이 많으며, 유럽에서는 궤도/노반/구조물에 대한 시스템연구가 활발히 진행되고 있음. 특히, 네덜란드에서는 노반재료의 역학특성연구가 활발. 또한 ERRI에서는 속도향상 및 여건변화에 따른 새로운 EU연합표준에 대한 개정작업이 활발히 진행 중임

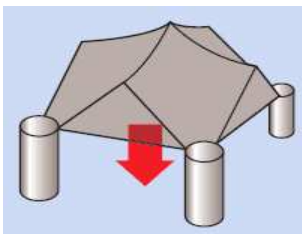
○ 미국 및 유럽에서 최근 Bio-treatment의 기술을 이용하여 친환경적인 지반안정화 공법이 시도되고 있음

○ 일본

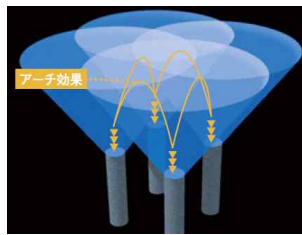
- 열차속도증가에 대응하고, 환경 친화적, Low-Maintenance의 노반설계기술
- 무도상궤도화에 따른 새로운 노반구조의 개발
- 보선 업무 중 가장 큰 비중을 차지하는 자갈도상에 대한 생력화기술개발
- 철도연변의 거주환경 및 승차감에 향상에 대한 환경성 확보 연구
- 열차의 속도증가에 따른 기존선 개량이 지속적으로 요구됨에 따라 효율적 노반유지관리기술개발
- 건설 및 유지보수 관점에서 경제성에 우선되어야 하지만 제한적인 시공조건 때문에 궤도노반분야에서는 시공성이 중요하게 대두됨
- 준설토를 활용하여 다양한 현장에 대해 적용성 연구를 진행하고 있으며 항만 및 도로, 철도시설의 지반안정화를 증진시키고 있음
- 연약지반구간에서 잔류침하를 억제하기 위해서 말뚝지지구조공법(칼럼슬래브)을 1978~1988년 동안 13.4km 시공

○ 중국

- 고속철도 건설에 따른 광범위한 설계 및 시공기술 확보
- 세계 최고수준의 특수구간용 신기술개발 활성화
- 광범위한 고속철도 현장에서 말뚝지지구조공법(칼럼슬래브) 약 200km이상 시공 실적



<Arch효과>



<중국고속철도>

○ 네덜란드

- 노반재료(도상, 보조도상, 노상, 강화노반)의 대한 비선형, 비균질, 점탄소성 역학거동특성 재정립 연구
- 새로운 노반구조 형식개발(궤도지지말뚝, 연약지반처리공법 등)

○ 미국

- 점성토 및 건설잔토를 고화재 및 기포 등을 혼입하여 지반을 안정화 시키고 있음
- 연약에 지반에 Lime을 혼입하여 연약한 지반의 강도를 증진시킴
- 말뚝지지구조공법(칼럼슬래브)을 도입이 시급한 급속시공공법으로 선정

○ 독일

- 각 노반구성품의 보강을 위한 복합보강재의 개발 (Geogrid, Geocontainer, Geocell, EPS, 진동흡차진제)

■ 교량분야

○ 철도교량 해석 및 설계 기술

- 유럽은 80년대부터의 꾸준한 준비를 통해 90년대 이미 신뢰성 기반 설계기법을 개발, 적용하고 있는 상황임. 이를 통해 VE, LCC 등에 있어 충분한 강점을 갖는 교량을 설계하고 있으며, 현재에는 기존, 신규 구조물 유지관리비용의 정확한 추정을 위한 assessment 기법의 개발 및 적용이 일반화되고 있음
- 일본 역시 유럽과 마찬가지로 90년대부터 신뢰성 기반 설계법인 한계상태설계법을 적용하고 있음. 2004년부터는 더욱 선진화된 기법인 성능기반 중심형 설계를 적용하기 시작하고 있음. 해석 분야에 있어서는 DIASTARSII라는 세계 최고 수준의 교량/열차 해석 소프트웨어를 개발 보유하고 있음. 핵심 연구자는 일본철도총합연구소(RTRI)의 Masamichi Sogabe 박사이며, 이 소프트웨어를 기반으로 안전성/사용성에 대한 변위 기준 등을 개발하여 설계기준에 반영하고 있음
- 중국의 경우 고속철도에서 유럽의 기준을 적용하고 있으나, 신뢰성기반 설계법 도입은 미흡한 상황임. 중국이 선진기술의 도입에 적극적인 것으로 미루어 볼 때 근시일내에 이러한 설계기법으로의 전환이 예상됨. 대만 대북대학교의 Y.B Yang, 담강대학교의 J.D Yau 교수 등은 90년대부터 교량-열차 상호작용해석 분야에서 가장 큰 학술적인 업적을 갖고 있으며 현재도 국제 저널 등에 활발한 연구결과 발표를 수행하고 있음. 중국의 해석기술 수준도 베이징교통대학교, 서남교통대학교, CARS 등에서 최근 고속철도의 개통과 더불어 이 분야 연구에서의 급격한 발전으로 일본, 대만 등 기존의 연구자와 동등한 수준의 연구결과가 도출되고 있음
- 국내의 경우 주요 기준 항목은 유럽의 기준을 도입하고 있으나 현재에도 허용응력, 강도설계법과 같은 결정론적 방법에 의거한 설계가 기본 골격으로서 적용되고 있음. 해석 분야에 있어서는 한국철도기술연구원, 한국건설기술연구원에서 세계 최고 수준에 근접한 성과들이 도출되고 있음. 철도교량이 도로교량과 가장 대별되는 부분이 일정간격으로 반복되는 열차의 동적하중에 의한 영향이며, 이를 통해 주행안전성과 승차감이 평가되므로 이에 대한 세계 최고수준의 기술력에 대한 지속적인 확보는 매우 중요함
- 설계기준 개발 및 적용은 철도교량에 대한 가장 기본적인 부분이며, 경제성, 기술성의 발전을 위해 가장 중요하고 근본적인 문제임. 설계기준 요소 하나하나에 대한 충분한 기술보유가 합리적 설계기준 개발로 연계된다는 측면에서 더욱 중요함. Eurocode 등 세계적으로 표

준화되어 적용되고 있는 기준을 받아들여 적용한다 하더라도 각 항목에 대한 충분한 설정 근거 등에 대한 이해가 필요하며, 글로벌 스탠다드에 대비하기 위해서도 신뢰성 기반 설계 기법의 도입이 절실함

○ 철도교량 시공기술

- 시공기술의 경우에는 유럽, 일본, 미국 등에 견주어 중국과 한국 모두 동등한 수준을 확보하고 있다고 판단되며, 자동화 시공을 위한 관련 중장비 개발 분야에서 한국이 중국을 포함한 유럽, 일본 등 선진국에 비하여 미흡한 부분이 일부 있다고 판단됨
- 급속시공을 위한 프리캐스트 시스템 개발은 미국과 일본 등에서 주도적으로 진행되고 있음. FRP 등 신재료를 이용한 합성형 교량 개발 및 새로운 개념인 모듈러 시스템 개발을 미국에서 주도하였으며, 일본 역시 다양한 프리캐스트 시스템에 대한 개발을 수행하고 있음. 최근 국내에서도 도로분야에서 모듈러 교량시스템에 대한 연구개발이 진행 중임

○ 철도교량 성능평가 및 성능향상 기술

- 미국 NEES: 미국은 NEES(Network for Earthquake Engineering Simulation)란 국가적 프로젝트를 통해 최첨단 시험 성능평가 시설을 전국에 그리드 형태로 구성하고 있음. 기존 실험의 한계점을 벗어나 부분 구조만으로 전체구조의 거동을 완벽히 예상하는 시험기법에 대한 HW/SW를 구축 개발하고 있음. 이와 같은 시험 성능평가 분야는 유럽, 일본에 비해 미국이 현재 압도적으로 발전해 나가고 있는 상황임
- 미국 도로교통국, Mott Macdonald 등 국제적 설계/컨설팅 회사: 유럽, 일본, 미국 등은 성능기반 중심의 설계 및 유지관리 체제를 꾸준한 준비를 통해 구축 활용하고 있음. 시설물 assessment에 대한 개념 확립 및 실무적용이 실제적으로 활용되고 있는 것으로 알려져 있으며, 시설물에 대한 지속가능 개념과도 연계성을 갖고 있는 것으로 보임. 미국의 도로교통국 등 국가기관과 세계적 설계회사들의 경우 이를 정립한 고유의 시스템을 갖고 있는 것으로 파악됨
- 이에 반하여 한국, 중국 등은 아직 유지관리에 대한 체계적 개념이 아직 미비한 것으로 파악되며, 실무적용성 및 활용성에 있어 개발품이 선진국에 비하여 취약하다고 판단됨. 기존에 유지관리 및 LCC 등과 관련하여 많은 연구가 수행되었으나, 실체적 결과물의 도출에 있어서는 미약한 상황임. 실무에 적용 가능한 체계적이고 선진화된 기술개발이 필요하며, 세계적 추세인 지속가능 개념과의 연계 등을 고려한 기술개발이 필요함. 즉, 신뢰도기반의 성능중심형 설계 및 유지관리 체제의 도입을 위해 체계적인 개발이 절실함. 실무에 적용될 수 있는 시스템 개발이 필요함
- 중국도 현재 많은 국가기관 및 대학을 중심으로 막대한 예산을 투입하여 다양한 시험 평가 시설을 유치하고 있는 상황임
- 국내 시험시설과 관련된 하드웨어의 경우에는 미국 NEES 프로젝트를 본 받은 KOCED 프로젝트 완료 및 한국철도기술연구원에 세계 최고 수준의 최첨단 시험 장비가 구축된 상황임. 실험적 성능평가 기술은 현재 전세계적으로 주목받고 있는 연구 아이টে임임. 또한 현장실험의 어려움이 큰 철도분야의 특성 상 적극적인 기술개발이 매우 중요함. 실제 시설물의

정확한 거동 예측 및 평가를 위해 제어기법 개발 등에 대한 과제가 남아있음

- 미국, 독일 등 선진국의 경우에는 부속장치의 성능평가 절차 및 방법이 매우 체계적으로 정리되어 있음. 국내에서도 KS기준에 의거하여 일부 시험이 수행되고 있으나, 교량 부속장치에 적합한 체계적인 평가 방법과 기준이 필요한 상황임

■ 터널분야

○ 중국

- 2005년, 상하이 지하철 터널을 위한 TBM(Tunnel Boring Machine) 자체 개발(Shanghai tunnel engineering社)에 성공함
- 2006년~현재, 상하이와 충밍섬(Chongming Island)을 연결하는 도로터널(연장 8km)을 Mixshield TBM(독일 Herrenknecht社, 직경 15.4m)으로 시공
- 2005~2010년, Xiamen섬과 중국본토를 연결하는 총 연장 9km(해저구간 연장 5.95km, 터널 최대심도 70m, 왕복 6차선 도로용, 공사비 32억 위안)의 해저터널(중국 최초)을 재래공법으로 시공함(Xiamen east tunnel)
- 대만과 중국본토 Fuzhou지방을 연결하는 총 연장 130~210km 해저터널이 계획 중임(Taiwan strait tunnel). 공사비 1조 4400억 위안, 건설기간 16년으로 추정됨

○ 일본

- 홋카이도와 혼슈를 연결(Tsugaru strait횡단)하는 총 연장 53.85km(해저구간 연장 23.3km, 터널최대심도 240m, 단선 철도용)의 해저터널을 재래공법(Drilling&Blasting)으로 시공함(Seikan tunnel). 공사기간 24년. 1988년에 운행개시함
- 홋카이도의 Uchiura bay(연장 27km, 수심 95m), 홋카이도와 혼슈 간 Tsugaru strait(연장 19km, 수심 300m), 혼슈의 Mutsu bay(연장 7km, 수심 80m)연결을 위한 수중부양터널(Submerged floating tunnel) 건설 검토 중

○ 말레이시아

- 2004~2007년, 홍수조절능력을 가진 연장 9.7km(복층 구조, 내경 11.8m) 도로터널 시공을 위해 Mixshield TBM(독일 Herrenknecht社, 직경 13.2m 길이 70m, 무게 2500톤)을 이용함(SMART 프로젝트)

○ 홍콩

- 1993~1997년, Victoria 항구를 연결하는 연장 1.36km(터널 바닥심도 33.4m, 왕복 6차선 도로용)의 해저 침매터널을 시공함(Western harbour crossing). 길이113.5m의 합체 12개 연결

○ 영국, 프랑스

- 영국 folkestone과 프랑스 Calais를 연결하는 총연장 50.5km(해저구간 연장37.9km, 터널최대심도 75m)의 복선병렬(Twin side-by-side) 해저터널이 시공됨(Channel tunnel). 1994년 고속열차(Eurostar)운행 개시

○ 스페인

- 2007년 마드리드 지하철 터널(Calle 30 프로젝트) 건설을 위해 세계최대(직경 15m, 길이 160m, 무게 4000톤) EPB(Earth Pressure Balance) shield TBM(독일 Herrenknecht社)을 사용함
- 유럽(스페인 Gibraltar)과 아프리카(모로코 Tangiers) 연결하는 총 연장 38.4 km(해저구간 연장 27.2km, 터널최대심도 420m, 철도용, 복선병렬)의 해저터널이 계획 중임(Gibraltar strait tunnel). 건설비용 30~100억 유로로 추정됨

○ 이탈리아

- 2003~2006년, Bologna의 Nodo di bologna 고속철도 프로젝트(연장 6.4km)에서 EPB shield TBM(캐나다 Lovat社, 직경 9.4m)을 이용함
- Sicily와 이탈리아 본토를 연결하는 연장 3.0km(수심 350m, 철도/도로 겸용) 수중부양터널 건설 검토 중(Messina strait tunnel)
- 유럽(이탈리아 Sicily)과 아프리카(Tunisia)를 연결하는 총 연장 155km 해저터널(인공섬 4개 포함)이 계획 중임(Sicily strait tunnel)

○ 스위스

- Zurich와 이탈리아 Milan을 연결하는 연장 57km(세계 최장) 고속철도용 터널건설을 위해 경암용 TBM(직경 8.8~9.58m, 길이 440m)을 사용함. 2009년 1월 현재 굴착 공정을 81%. 2016년 개통 예정(Gottard base tunnel)

○ 덴마크, 스웨덴

- 1995~1998년, 덴마크 Copenhagen과 스웨덴 Malmö를 연결하는 연장 3.52 km(터널바닥심도 22m, 철도/도로 겸용)의 해저 침매터널을 시공함(Øresund tunnel). 길이176m의 함체 20개 연결함. 공사비 4조 8천억 원 2000년 개통

○ 노르웨이

- Forsand와 Strand를 연결하는 연장 3.0km(수심 350m, 철도/도로 겸용) 수중부양터널 건설 검토 중(Høgsfjord crossing)

○ 캐나다

- Niagara 터널 프로젝트(연장 10.4km, 도수용)에서 세계최대 경암용 Gripper TBM(직경 14.44m, Power 4,725kW, Torque 18,670kNm 무게 1900톤)을 이용

○ 러시아, 미국

- 아시아(러시아 Chukota)와 북미(미국 Alaska)를 연결하는 총 연장 85km 해저터널(철도/도로 겸용 복층형식, 최대 수심 60m)이 계획 중임(Bering strait tunnel)

■ 신호/통신분야

- 해외 선진국의 철도수송분담률이 50~70%에 이르고 있는 상황에서, 철도운영기관은 철도운영효율향상을 위해서 궤도회로(track circuit)를 대신한 새로운 열차제어시스템을 개발·운영하였음. 초기에는 유도루프 또는 패턴벨트를 이용했으며, 1990년 초부터는 무선LAN을 이용한 무선통신(RF : Radio Frequency)기반의 열차제어시스템을 개발하고 실용화 중에 있음

구분	노선명	공급사	시스템명	무선통신 기술	비고
뉴욕	NYC Transit Canarsie line	Siemens	Meteor	RF	작업중
	JFK-Airport	Alcatel	Seltrac	유도루프	영업중
	Long Island철도	-	-	-	-
샌프란시스코	SF Muni	Alcatel	Seltrac	유도루프	영업중
	SF BART	GE	AATC	RF	작업중
	SFO 공항	Bombardier	CITYFLO650	RF	영업중
기타 북미	Detroit (APM)	Alcatel	Seltrac	유도루프	영업중
	Toronto Scarborough line	Alcatel	Seltrac	유도루프	영업중
	Vancouver Sky line	Alcatel	Seltrac	유도루프	영업중
	Las Vega Monorail	Alcatel	Seltrac	RF	영업중
	Philadelphia Surface line	Bombardier	CITYFLO650	RF	개통전
	Dallas Ft.-Worth 공항	Bombardier	CITYFLO650	RF	작업중
	Seattle 공항	Bombardier	CITYFLO650	RF	작업중
	Washington DC Dulles (APM)	Alcatel	Seltrac	RF	작업중
	West Virginia Morgantown	-	-	유도루프	영업중
유럽	프랑스 Lyon Line D	-	-	-	영업중
	프랑스 Paris 13호선	Alcatel	Seltrac	RF	작업중
	프랑스 Paris 14호선	Siemens	Meteor	RF	영업중

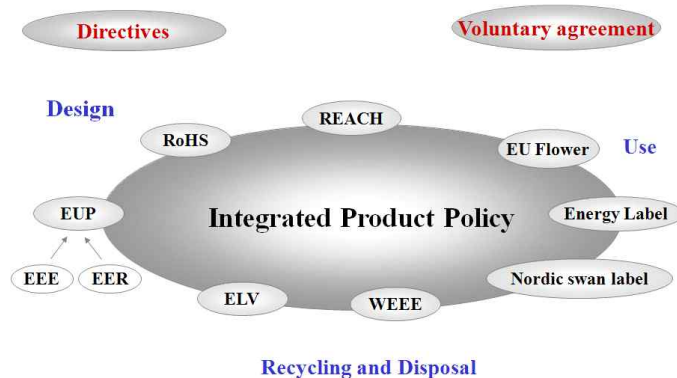
구분	노선명	공급사	시스템명	무선통신 기술	비고
	스페인 Barcelona	Siemens	Meteor	RF	작업중
	프랑스 Paris 3/4/9/10/12 lines	CSEE, Siemens	-	RF	협상중
	스페인 Madrid	Bombardier	CITYFLO650	RF	작업중
	헝가리 Budapest	Siemens	Meteor	RF	협상중
	스위스 Lausane	Alstom	URBALIS300	-	협상중
영국	London Docklands	Alcatel	Seltrac	유도루프	영업중
	London Jubilee	Alcatel	Seltrac	유도루프	작업중
	London Heathrow 공항	Bombardier	CITYFLO650	RF	협상중

(참조 : www.tsd.org/cbtc/index.com)

- 해외의 경우도 무선통신 링크는 크게 열차제어용 무선통신과 정보통신용 무선통신으로 구분되어질 수 있으며 무선통신기술을 이용한 열차제어시스템이 경전철 및 도시철도를 중심으로 CBTC 시스템이 개발되어 적용되고 있으며, 간선 및 고속철도에서는 철도만을 위한 통신표준인 GSM-R 무선통신을 이용한 ETCS-2 시스템이 적용되기 시작하고 있음

■ 환경분야

- EU 등 선진국에서는 자국의 환경문제나 산업보호를 위하여 기존의 공정중심에서 통합제품 중심으로 환경기준을 아래 그림과 같이 크게 강화하고 있음



<국제 환경규제 동향>

- 무선센서를 활용한 환경측정 및 분석기술의 대표적인 예로, 미국 UC 버클리 대학에서 극

소형의 센서들간의 ad hoc망인 PicoRadio에 대한 활발한 연구를 진행하고 있으며, UCLA에서는 초소형 환자감시용 영상센서 네트워크인 WINS (Wireless Integrated Network Sensors)에 대한 기반기술 및 인터넷 액세스 플랫폼에 대한 연구를 활발히 진행 중임

- 철도 선진국에서 대기환경 관련 연구는 쾌적성 평가, 쾌적지수 개발 (일본, RTRI), 철도차량 제작 시 유동해석을 통한 쾌적사양 해결 (프랑스, SNCF), 오염원인 규명 및 제거 (미국, EPA) 등과 같이 실내 쾌적성 향상과 환경오염을 오염원 측면에서 제거하려는 방향으로 연구가 진행되고 있음
- 스위스 SBB, 네덜란드 Dutch Railway 등 철도오염부지 정화사업 시행 중이며, 일본 JR Group은 철도 신규노선 건설에 따른 기존 오염토양 처리 및 확산 방지에 주력하고 있음
- 독일, 프랑스, 영국 등에서는 철도 환경 개선을 위하여 차량경량화, 에너지 절약, 물질교환, 유지보수시스템 향상, 소재재활용, 기술개선 등을 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, DSB (Danish State Railways)의 S-rail은 화차에 대한 신소재 및 재활용 소재를 사용하여 열차 중량을 30% 이상 줄였으며, 에너지 소비량을 30~50% 감소시켜 환경을 개선하고 에너지 소비를 절감 하였음
- 미국 EPA, AIA, NIST, ASTM 등에서는 그린 빌딩의 개념을 도입하고, 실내 환경 개선과 에너지 절약을 위한 각종 설계 지침과 관리지침을 제시하고 있어 이 분야의 발전은 한층 진보할 것으로 예상됨



<철도차량 환경성인증 사례>

- 유럽에서 친환경 소재 기술은 환경 에너지 분야에 널리 활용되고 있으며, 특히 나노 소재들은 대기질 및 수질 개선 등에 널리 활용되고, 촉매 소재들은 효율 향상을 통해 에너지 절감 및 환경보전 등에 활용되고 있음. 앞으로도 친환경 소재 기술에 대한 수요는 크게 증대될 것으로 보이며, 이 분야에 대한 집중적인 투자와 연구개발이 이루어질 것으로 예상됨
- 영국, 독일, 덴마크, 오스트리아 등 선진 유럽 국가에서는 고유가로 인한 에너지 위기 상황을 대비하고 극복하고자 1990년 초반부터 신재생에너지 기술사용을 꾸준히 증가시키고 있으며 조만간에 전체 사용 에너지의 30%에 달하는 부분을 기존의 화석 연료로부터 벗어나 신재생에너지를 이용한 에너지 공급을 계획 중에 있음. 또한 이를 위하여 정책적 지원을 하고 있으며, 필요한 경제적 지원을 하고 있음
- 유럽을 비롯한 철도 선진국의 경우 차량 및 인프라의 설계단계에서부터 저소음 방사를 실현하기 위해 주행 시의 전체소음과 각 소음원의 기여도를 전문적으로 예측하는 패키지 개발로 저소음 철도 연구를 체계화하고 있으며, 여러 가지 소음저감 방안(방음벽, 레일댐퍼 등)의 효과를 포함하는 철도소음 예측식 개발 및 철도소음 측정 규격 표준화 작업을 수행하고 있음. 또한 소음원 저감기술의 경우 직/곡선 구간 방음차륜 적용, composite 제륜자 적용, 주기적인 레일관리 및 삭정프로그램 등에 관한 기술을 개발, 적용 중에 있으며, 각각의 저감장치 검증 및 개발을 위한 전문 시험기를 보유하고 있다. 최근에는 미기압과 측정, 기준 연구를 통한 저감대안을 검토하고 있음
- 스위스 SBB, 네덜란드 Dutch Railway 등 철도오염부지 정화사업 시행 중이며, 일본 JR Group은 철도 신규노선 건설에 따른 기존 오염토양 처리 및 확산 방지에 주력하고 있음



<네덜란드 Dutch Railway 철도오염토양 복원현장 모습>

- 독일주관 하에 90년부터 7년간 선진 13개국이 참여한 IEA SHC Task 16 "Photovoltaics in Buildings"을 통해 건물 일체형 분야의 기술체계 수립됨



<독일의 건물일체형 태양전지 기술>

■ 전력분야

- 계통해석의 학문적 이론 정립되고 운영기관/연구기관 상호 협력 하에 꾸준한 시험 평가를 통해 적용 타당성 검토가 수행되고 있음
- 운영기관/연구기관 상호 협력 하에 설비 혹은 시스템의 개발, 문제점 해결 혹은 개선을 위한 시스템 차원의 심도 있는 계통 해석/ 개선 작업 수행
- 일본의 RTRI[전력기술연구부], 중국의 철도과학연구원(CARS)이 선도 기관임
- 철도 선진국인 프랑스, 독일, 일본 등은 자국의 시스템 특성을 반영한 급전계통 해석 시뮬레이터(RailSim 등)를 보유하고 있으며, 정상상태 뿐 아니라 과도상태 해석을 위하여 실시간 시뮬레이터의 도입도 이루어지고 있음
- 유럽의 경우 국가간 전기차의 연계운행을 위해 국가별로 각기 다른 급전시스템에 대하여 ESCARV(Electric System Compatibility for Advanced Rail Vehicle)를 중심으로 통합 모델을 구축하고 있음
- 보호계전기의 경우 선진국들은 자국의 급전계통의 특징을 고려하여 성능 및 기능을 발전시켜 오고 있음. 교류 보호계전기의 경우에는 일본, 독일, 프랑스 등의 보호계전기가 널리 적용 중이며, 직류 보호계전기의 경우에는 Secheron (스위스), Balfour Beatty(영국), SWARTZ(미국) 등이 국제기준에 맞춰 보호계전기의 기능 및 성능을 구현하고 있음
- 변전소 종합자동화 구현과 관련하여 해외 선진 제작사에서 IEC 61850기반의 보호시스템을 구현하고 관련 제품을 출시하고 있으며, 이에 대한 연구가 진행 중임. 특히 ABB에서는 철도용 변전소에 대한 IEC 61850 기반의 적용 사례가 있음

- 프랑스 SNCF에서는 Evron 교류변전소에 HVB (High Voltage Booster)를 설치 하였음. 이 변전소는 원래 90kV를 E.D.F로부터 수전 받는 변전소로써, 불평형율이 2%가 넘어 불평형율을 해결하기 위해서는 200kV이상으로 수전을 받아야 하지만 SNCF에서는 수전전압을 높이는 대신 HVB를 설치하여 예산절감에 성공한 예임. HVB는 ABB가 제작한 3상 SVC 장치로써 3상 수전단에 IGBT 컨버터와 콘덴서를 설치한 구조로 되어있음
- 동일본여객철도(주)에서는 교류 변전소에 RPC(Railway Static Power Con ditioner)를 설치 하였음. 이 변전소는 동북신간선을 96.6km 연장개통 했을 때 초고압을 수전하려 했으나 변전소예정지와 송전선의 거리가 멀어 초고압 수전이 어려웠음. 그래서 계통단락용량과 부하용량을 검토한 결과, 특별고압 154 [kV]으로 수전하여 변전소에 RPC를 설치함으로 3상 전력계통에 큰 영향을 주지 않고 수전할 수 있게 되었음
- 특히, 해외 선진 철도 운영 기관들은 전기차의 대용량화, 고속화에 따른 급전 선로의 전압강하에 대한 연구를 다수 수행하였으며, 이에 대한 해결 방안(SP-SVC 등)도 다양하게 제시하고 있음

제4절 철도인프라 분야 기술수준 분석

- 본 절은 해외기술 대비 국내 인프라 기술수준을 조사하고 이를 바탕으로 기술개발 방향을 정립하고자 함. 본 내용은 한국철도시설공단 제 2차 기술연구개발 기본계획의 내용을 일부 발췌하였음을 미리 알림

■ 궤도분야

- 고속철도 건설에 필요한 궤도분야 기술은 궤도해석 및 설계, 궤도 시스템 개발 및 개량, 궤도 LCC 및 VE, 궤도소음진동저감, 궤도유지관리기술, 궤도구성품(분기기, 체결구 등)개발, 궤도 시스템 및 구성품 시험평가, 궤도구조생력화기술 등 8개 분야에 대한 조사가 이루어졌음
- 해당 기술분야에 대한 기술개발 중요도에 대한 내용을 살펴보면 궤도해석 및 설계 분야가 가장 중요한 것으로 조사되었으며, 선진국 대비 기술수준에서는 궤도 유지관리 기술이 가장 높게 평가됨



- 기술개발중요도 -



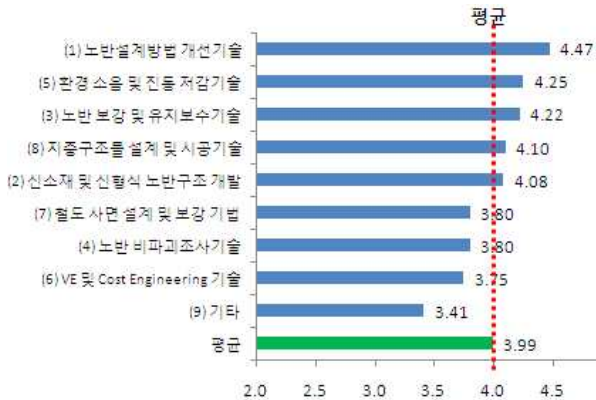
- 선진국대비 기술수준 -

<고속철도 건설을 위하여 필요한 궤도분야 기술조사[5점 척도]>

■ 노반분야

- 고속철도 건설에 필요한 노반분야 기술은 노반설계방법 개선기술, 신소재 및 신형식 노반구조 개발, 노반 보강 및 유지보수기술, 노반 비파괴조사기술, 환경 소음 및 진동 저감기술, VE 및 Cost Engineering 기술, 철도 사면 설계 및 보강 기법, 지중구조물 설계 및 시공기술 등 8개 분야에 대한 조사가 이루어졌음
- 해당 기술분야에 대한 기술개발 중요도에 대한 내용을 살펴보면 노반설계방법 개선기술 분야가 가장 중요한 것으로 조사되었으며, 선진국 대비 기술수준에서는 노반설계방법 개선

기술이 가장 높게 평가됨



- 기술개발중요도 -



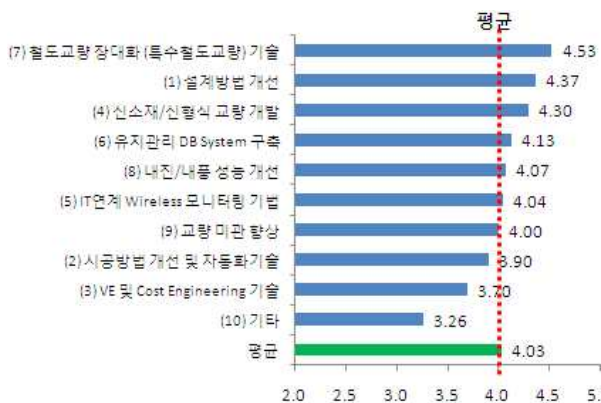
- 선진국대비 기술수준 -

<고속철도 건설을 위하여 필요한 철도노반분야 기술조사[5점 척도]>

교량분야

- 고속철도 건설에 필요한 교량분야 기술은 설계방법 개선, 시공방법 개선 및 자동화 기술, VE 및 Cost Engineering, 신소재/신형식 교량 개발, IT 연계 Wireless 모니터링 기법, 유지관리 DB System 구축, 철도교량 장대화 (특수철도교량) 기술, 내진/내풍 성능 개선, 교량미관 향상 등 9개 분야에 대한 조사가 이루어졌음

- 해당 기술분야에 대한 기술개발 중요도에 대한 내용을 살펴보면 철도교량 장대화(특수교량) 기술 분야가 가장 중요한 것으로 조사되었으며, 선진국 대비 기술수준에서는 내진/내풍 성능개선 기술이 가장 높게 평가됨



- 기술개발중요도 -



- 선진국대비 기술수준 -

<고속철도 건설을 위하여 필요한 철도교량분야 기술조사[5점 척도]>

터널분야

- 고속철도 건설에 필요한 터널분야 기술은 터널해석 및 설계기술, 급속굴착공법, 유지관리 및

보수보강, 초장대 터널 환기/방재 기술, 침단 지반조사 기술, 도심지 초근접 및 병렬터널 설계/시공기술, 신개념 터널 보강기술, 침단터널 유지보수 기술등 9개 분야에 대한 조사가 이루어졌음

- 기술개발의 중요도에서는 초장대 터널 환기/방재 기술이 그리고 선진국 대비 기술수준에서는 터널 해석 및 설계기술이 가장 높은 것으로 조사되었음



<고속철도 건설을 위하여 필요한 철도터널분야 기술조사[5점 척도]>

■ 환경분야

- 환경 분야에서는 환경평가기술, 환경개선기술로 구분하여 기술수준을 조사하였음
- 환경평가분야에는 철도건설단계에서의 환경부하량 평가 및 저감, 철도건설단계의 전과정 평가, 환경경영시스템, 환경소음진동 영향평가, 저개발 국가 환경기술지원등 5개 분야에 대한 조사가 이루어졌음
- 기술개발 중요도 측면에서는 환경소음 진동 영향평가(환경소음/진동 예측 기술, 모니터링 기술)가 가장 중요한 기술로 평가되며 선진국대비 기술수준도 환경소음 진동 영향평가 기술이 가장 높음



- 기술개발중요도 -



- 선진국대비 기술수준 -

<철도기술 발전을 위한 환경기술-환경평가분야[5점 척도]>

- 환경개선기술분야에는 지하역사 공기질 개선, 실내 환경 쾌적성 향상, 친환경 역사 건설 및 리모델링, 토양오염 정화, 환경소음 진동 저감 기술등 5개 분야에 대한 조사가 이루어 졌음



- 기술개발중요도 -



- 선진국대비 기술수준 -

<철도기술 발전을 위한 환경기술-환경개선분야[5점 척도]>

- 실내환경 쾌적성 향상기술이 가장 중요한 기술로 평가되며 선진국 대비 기술수준에서도 같은 기술이 높게 평가됨

■ 전철전력분야

- 전철전력분야는 급전시스템과 전차선로 및 집전기술로 구분하여 기술수준을 조사하였음
- 고속철도 건설을 위하여 필요한 전철전력 급전시스템 기술로는 철도변전소 최적화, 급전시스

템 운용, 급전시스템 전력품질 및 해석, 고장해석 및 보호시스템 운용, 신전력 기기 개발 및 적용, 신재생에너지 계통연계, 전력진단, 전기에너지저장, 급전시스템 주변전력기기 등 9개 분야에 대한 조사가 이루어졌음

- 해당 기술분야에 대한 기술개발 중요도에서는 급전시스템 기술이 가장 중요한 기술로 평가되며, 선진국 대비 기술수준에서는 철도변전소 최적화가 가장 높게 평가됨



- 기술개발중요도 -



- 선진국대비 기술수준 -

<고속철도 건설을 위하여 필요한 급전시스템분야 기술조사[5점 척도]>

- 고속철도 건설을 위하여 필요한 전차선로 및 집전기술로는 전차선로/팬터그래프 구조 건전성 평가, 전차선로/팬터그래프 부품제조, 동적/정적 상호작용 평가, 차상 및 지상 검측시스템, 전차선로 구조안전설계 기준, 전차선로 비파괴진단기술 및 사용 중 검사기준, 신기술 도입 및 적용 등 8개 분야에 대한 조사가 이루어졌음

- 해당 기술분야에 대한 기술개발 중요도에서는 차상 및 지상검측 시스템이 가장 중요한 기술로 평가되며, 선진국 대비 기술수준에서는 차상 및 지상검측 시스템 기술이 가장 높게 평가됨



- 기술개발중요도 -

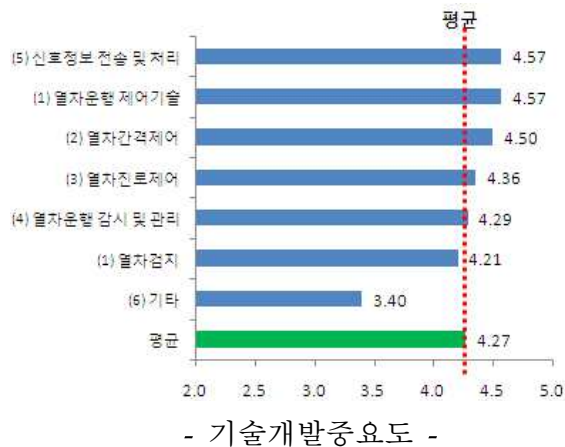


- 선진국대비 기술수준 -

<고속철도 건설을 위하여 필요한 전차선로 및 집전기술 조사[5점 척도]>

■ 신호통신분야

- 신호통신분야 분야에서는 열차운행 제어기술, 신호설비 제어기술, Vital S/W 기술, 통신시스템 구축, 통신설계 기술, 정보처리 기술로 구분하여 기술조사를 수행하였음
- 고속철도 건설을 위하여 필요한 열차운행 제어기술로는 열차검지, 열차간격제어, 열차진로제어, 열차운행 감시 및 관리, 신호정보 전송 및 처리 등 5개 분야에 대한 조사가 이루어졌음
- 해당 기술분야에 대한 기술개발 중요도에서는 신호정보 전송 및 처리 기술이 가장 중요한 기술로 평가되며, 선진국 대비 기술수준에서는 열차진로제어 기술이 가장 높게 평가됨



<고속철도 건설을 위하여 필요한 열차운행 제어기술 조사[5점 척도]>

- 고속철도 건설을 위하여 필요한 신호설비 제어기술로는 연동제어, 안전설비 제어, 기타 등 3개 분야에 대한 조사가 이루어졌음
- 해당 기술분야에 대한 기술개발 중요도에서는 연동제어 기술이 가장 중요한 기술로 평가되며, 선진국 대비 기술수준에서는 안전설비 제어 기술이 가장 높게 평가됨



- 기술개발중요도 -



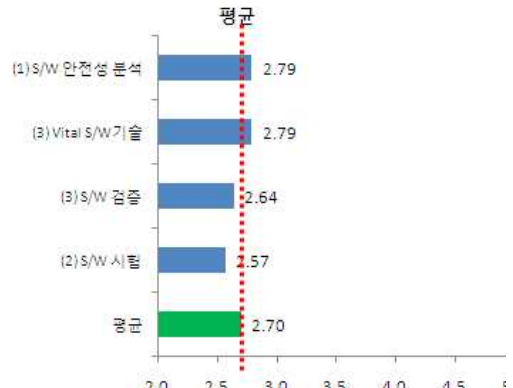
- 선진국대비 기술수준 -

<고속철도 건설을 위하여 필요한 신호설비 제어기술 조사[5점 척도]>

- 고속철도 건설을 위하여 필요한 Vital S/W 기술로는 S/W 안정성 분석, S/W 시험, S/W 검증 3개 분야에 대한 조사가 이루어졌음
- 해당 기술분야에 대한 기술개발 중요도에서는 S/W 검증 기술이 가장 중요한 기술로 평가되며, 선진국 대비 기술수준에서는 S/W 안정성 분석 기술이 가장 높게 평가됨



- 기술개발중요도 -



- 선진국대비 기술수준 -

<고속철도 건설을 위하여 필요한 Vital S/W 기술 조사[5점 척도]>

- 고속철도 건설을 위하여 필요한 통신시스템 구축 기술로는 열차유무선망 설계 및 구축, 전송망 구축, 비상통신망 구축, 신호정보 전송 및 처리 5개 분야에 대한 조사가 이루어졌음
- 해당 기술분야에 대한 기술개발 중요도에서는 신호정보 전송 및 처리가 가장 중요한 기술로 평가되며, 선진국 대비 기술수준에서도 신호정보 전송 및 처리가 가장 높게 평가됨



- 기술개발중요도 -



- 선진국대비 기술수준 -

<고속철도 건설을 위하여 필요한 통신시스템 구축 기술 조사[5점 척도]>

- 고속철도 건설을 위하여 필요한 통신 설계기술로는 열차이동 네트워크 설계, 철도 유비쿼터스 환경 설계, 화상전송을 위한 대용량 양방향 데이터 통신기술, 기타 4개 분야에 대한 조사가 이루어졌음
- 해당 기술분야에 대한 기술개발 중요도에서는 열차 유비쿼터스 환경 설계가 가장 중요한 기술로 평가되며, 선진국 대비 기술수준에서도 열차이동 네트워크 설계가 가장 높게 평가됨



- 기술개발중요도 -



- 선진국대비 기술수준 -

<고속철도 건설을 위하여 필요한 통신 설계기술 조사[5점 척도]>

- 고속철도 건설을 위하여 필요한 정보처리 기술로는 유지보수 정보화, 네트워크 관리 및 운영기술, 역무자동화 및 여객안내, 기타 4개 분야에 대한 조사가 이루어졌음
- 해당 기술분야에 대한 기술개발 중요도에서는 네트워크 관리 및 운영기술이 가장 중요한 기술로 평가되며, 선진국 대비 기술수준에서는 역무자동화 및 여객안내가 가장 높게 평가됨



- 기술개발중요도 -



- 선진국대비 기술수준 -

<고속철도 건설을 위하여 필요한 정보처리 기술 조사[5점 척도]>

■ 역사분야

- 고속철도 건설을 위한 역사기술로는 철도역사 쾌적성 향상 기술, 환승시스템 기획 및 설계 기술, 유동 피난/유도 동선 및 공간 설계기술, 철도역사 방재 성능 향상, 유지관리 및 보수보강 기술, 역사시설 표준화 및 편이성 향상기술, 대심도 역사, 스마트역사, 교통시스템 역사 설계기술 등 7개 분야에 대한 조사가 이루어짐
- 기술개발 중요도 평가에서는 환승시스템 기획 및 설계기술 분야가 가장 높게 평가되었으며 선진국대비 기술수준으로는 철도역사 방재 성능향상이 가장 높은 기술 수준임



- 기술개발중요도 -



- 선진국대비 기술수준 -

<고속철도 건설을 위하여 필요한 역사분야 기술 조사[5점 척도]>

제5절 국내 기술개발 동향 및 환경 분석

1. 분야별 기술 및 산업 동향

■ 궤도분야

- 궤도분야의 기술은 고속 및 고중량의 반복적인 열차하중을 장기간 직접적으로 받게 되는 특성상 피로와 동적하중에 대한 동적특성고려가 필수적이며, 이에 관한 경험과 동적해석 기술이 필요함
- 궤도는 일반 토목분야의 구조적 부재에 관한 기술 뿐 아니라 레일, 체결장치, 분기기와 같은 기계적인 기술을 추가로 필요로 하고 특히, 열차하중을 분산, 완화시키고, 소음/진동을 저감시키는 탄성재를 필요로 함으로 고무와 같은 화학적인 기술에 대한 지식도 필요하며, 궤도시공 및 유지관리측면에서는 토목시공분야에서는 사용하지 않는 특수한 기계화, 자동화 장비와 궤도의 수명기간 동안 지속적인 유지관리와 관련한 기술을 필요로 함
- 궤도기술 분야의 국내외 추세는 기준측면에서는 상호호환성을 위한 통합화와 표준화 추세이고, 설계측면에서는 기존의 자갈궤도에서 유지보수를 획기적으로 절감할 수 있는 콘크리트궤도화 추세이며, 시공측면에서는 기계화와 대형장비를 이용한 시공을 하고 있으며, 유지관리측면에서는 자동화, 기계화 및 유지관리 이력에 대한 전산정보화 추세로 나아가고 있음
- 궤도분야의 시장경쟁력은 세계시장을 고려하였을 때 국내 수준의 설계 및 시공부문은 약 70~80% 정도 수준의 경쟁력을 가지고 있으나, 기준정립, 장비분야 등에서는 아직까지 철도선진국에 비하여 미흡한 실정임. 이러한 특징은 기준정립의 분야와 같은 경우 철도선진국에 비교하여 연구역사가 길지 않은 영향이 있으며, 시공 및 유지보수 장비의 경우에는 국내 시장이 좁아 개발 후 판로가 한정적인 관계로 대규모 투자를 필요로 하는 대신 수익이 불투명한 사업에 기업이 투자하지 않으려는 영향이 강한 것으로 판단됨
- 기준정립 분야와 설계분야의 경우에는 연구결과에 따라 국내는 물론이고 해외시장 진출에도 경제적인 효과를 직접 달성할 수 있을 뿐 아니라 관련된 국내 기술 발전에도 즉각적으로 기여할 수 있을 것으로 판단됨. 기준정립 분야와 설계분야의 연구는 적은 예산으로도 건설비에서 큰 절감을 가져올 수 있는 성과를 도출 할 수 있음으로 이 분야의 연구비 투자는 충분한 가치가 있다고 판단됨. 특히, 이 분야의 연구결과로서 가장 경쟁력이 증대되는 분야는 해외 철도엔지니어링 분야로서 전 세계적으로 철도건설 붐을 이루고 있는 시점에서 국가경쟁력 증대 및 국가경제 성장에도 직/간접적인 효과를 기대할 수 있을 것으로 예상됨
- 고속철도 및 일반철도의 궤도 분야 설계 및 시공에 관한 핵심기술은 기준정립기술, 타 분야

인터페이스기술, 궤도구조설계기술, 궤도재료설계기술, 궤도부설공법기술, 궤도유지관리기술로 구성되어 있으며 각각의 정의는 다음 표와 같음

표 2.8 궤도분야 기술구분 및 정의

기술구분		정 의 내 용
기준	기준 정립 기술	- 기술과 경험, 재료를 근간으로 공학적 타당성을 제시하고 경제성, 시공성, 유지 관리성, 환경성 등을 고려한 최적의 설계기준과 시공기준을 도출하는 기술 및 시기적절한 보수주기와 보수방안을 도출하는 기술
설계	궤도 인터페이스 기술	- 차륜과 레일간의 접촉에 의해 발생하는 기술적 문제를 파악하고, 차량의 성능에 따라 궤도에 미치는 영향을 검토하는 궤도/차량 인터페이스 기술과 교량 등과 같은 하부구조물 변형에 의해 궤도에 미치는 영향을 검토하고 궤도를 안정적으로 확보하는 궤도/구조물(노반) 인터페이스 기술 및 궤도와 신호시스템 간의 인터페이스 기술
	궤도구조 설계기술	- 궤도부재의 안전성과 차량의 주행안정성 및 건설 및 유지관리비 저감을 위한 자갈궤도 및 콘크리트궤도 설계기술로서 선형설계기술 및 장대레일 해석기술등을 포함
시공	궤도재료기술	- 장기간의 통과열차하중에 안정적으로 지지하고 유도할 수 있는 궤도재료의 해석기술. 기술적, 경제적, 시공적, 유지관리측면 등을 고려하여 최적의 단면형태 설계기술, 궤도재료의 특성, 제조방법, 시험 및 검사 방법 등에 관한 자재제작구매시방 정립 기술
	궤도 부설공법기술	- 경제적으로 소요의 성능을 확보할 수 있도록 하는데 필요한 시공기술, 정밀한 궤도선형의 확보를 위한 3차원 선형측량 기술, 레일의 장대화를 위한 레일용접 및 검사기술, 시공성과 경제성 향상이 가능한 궤도의 기계화 시공을 위한 장비의 개발과 운용기술
	궤도 계측 기술	- 궤도 시공품질 확인을 위한 계측기술. 장/단파장 궤도틀림 측정 및 측량기술
유지 관리	궤도 유지관리기술	- 노반의 변형 또는 열차의 안전을 위하여 필요한 각종 모니터링장치의 제작 및 운용기술, 궤도틀림검사를 위한 장비의 제작 및 운용기술, 기계화 유지보수를 위한 대형장비의 제작 및 운용기술, 체계적인 유지보수 관리를 위한 전산정보화 관리시스템의 설계 및 운용기술

○ 기준 정립 기술

- 설계기준 정립기술은 철도건설규칙, 철도의 건설기준에 관한 규정, 철도설계지침(궤도편), 철도 설계편람(궤도편) 등을 정립하는 기술이며, 검토관점은 기준의 합리화, 건설비 절감, 설계기술의

개선 및 발전임

건설규칙개정을 위한 연구용역과 설계지침 및 설계편람 제정 연구용역이 시행되어 실용화 적용 중에 있음. 관련기술은 한국철도기술연구원과, 철도건설 및 운영주체, 설계용역사, 대학 연구소 등에서 보유하고 있음

- 시공기준 정립기술은 궤도공사전문시방서, 철도건설측량지침, 레일용접관리지침 등을 정립하는 기술이며 기준의 합리화, 시공 신기술 개발, 신기술의 국산화 등을 검토함. 궤도공사전문시방서 연구용역등을 시행하였음
- 유지관리기준 정립기술은 선로정비지침, 보선작업표준, 선로점검지침, 열차운행선로지장작업 업무지침, 보선장비 관리지침 등을 정립하는 기술로서 기준의 합리화 및 제고/기준의 한국화를 검토함

○ 궤도 인터페이스 기술

- 궤도/차량 인터페이스 기술은 궤도와 차량의 동적 상호작용을 해석적으로 검토하는 기술로서 설계기술의 개선 및 발전을 위하여 궤도와 노반 및 구조물의 인터페이스를 검토하는 도구가 됨. 또한 차륜/레일 기하학적 접촉 시뮬레이션 프로그램 등 차륜과 궤도의 접촉에 관한 다양한 연구도 수행하고 있음
- 궤도/구조물(노반) 상호작용 해석기술 : 국내에서는 궤도/구조물의 종방향 상호작용 해석기법, 궤도/구조물 연직변형에 따른 궤도 사용성 평가기법 개발, 저진동 궤도시스템 주행안전 및 방진효율성 평가기법 개발 등 다양한 궤도/구조물 상호작용 해석기법을 개발하고 철도설계지침(노반편), 고속철도설계지침(노반편), 설도설계편람(노반편), 철도설계지침(궤도편), 철도설계편람(궤도편) 등 관련 해석 및 설계지침(안)을 제시하였음. 검토의 관점은 기준의 합리화, 기준의 한국화, 신기술의 국산화 등이며, 콘크리트궤도 인터페이스 성능향상에 대한 연구와 설계지침 및 설계편람 제정 연구용역 등 다수의 궤도/구조물(노반) 인터페이스 연구용역이 시행되었음
- 궤도/신호 인터페이스 기술은 철도설계지침(궤도편), 철도설계편람(궤도편) 등에서 관련기술이 검토되고 있으며, 궤도회로 등의 지상신호와 분기기 등의 신호시스템과 궤도와의 인터페이스를 검토하고 있으며, 콘크리트궤도 인터페이스 성능향상에 대한 연구 등이 시행되었음

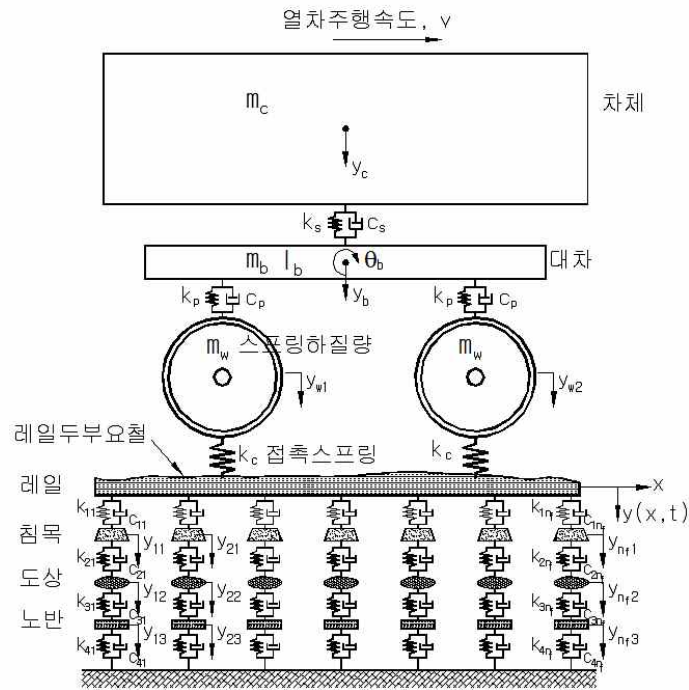


그림 2.4 차량과 궤도의 상호작용 해석모형

○ 궤도구조 설계 기술

- 선형설계기술은 차량의 주행안정성 및 승차감 확보와 건설 및 유지관리비 저감하기 위한 기술로서 철도건설규칙, 철도의 건설기준에 관한 규정, 설계지침(궤도편), 설계편람(궤도편)에 적용되고 있으며, 선형설계 프로그램의 개발 등 연구가 수행되고 있음. VAMPIRE나 ADAMS/Rail과 같은 해외의 철도차량 동적거동 해석 프로그램을 이용하여 해석 및 설계를 수행함. 건설규칙 개정 연구용역과 설계지침 및 설계편람 제정 연구용역 등이 시행되었음

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n m_i h_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = 1.344\text{m from the rail}$$

틸팅차량무게중심

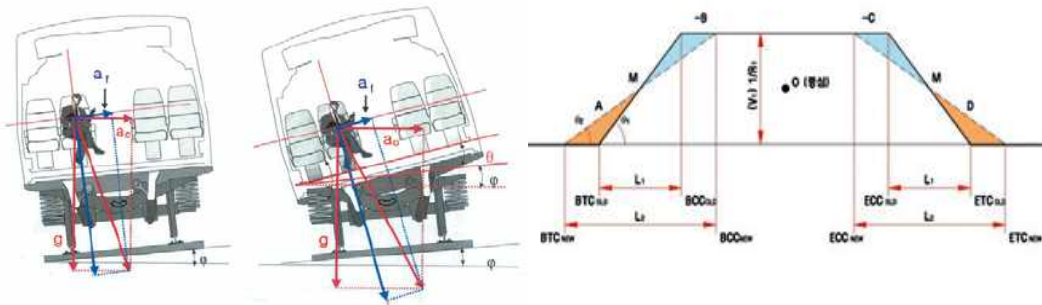


그림 2.5 틸팅열차의 곡선부 속도향상을 위한 완화곡선 연신

- 2001년부터 한국철도기술연구원에서 수행되고 있는 ‘한국형 틸팅열차 개발 및 선로인프라 성능 개선연구’과제에서 운행속도 180km/h급 틸팅차량의 곡선부 속도향상을 위해 현행 기준에 따른 소요 완화 곡선장 및 연신방법의 일부 연구가 수행되었음
- 궤도구조설계기술은 궤도부재의 안전성과 차량의 주행안정성 및 건설 및 유지관리비 저감을 위한 자갈궤도 및 콘크리트궤도 설계기술로서 총 생애주기를 고려한 LCC 및 RAMS 평가 기술을 포함하고 있음. 또한, 철도주변에 미치는 소음·진동을 기준치 이내로 저감할 수 있는 궤도분야 저감 대책 기술의 개발이 필요함. 콘크리트 슬래브궤도 등 궤도구조의 설계기술을 개발하여 실용화하고 철도건설규칙, 철도의 건설기준에 관한 규정과 설계지침(궤도편), 설계편람(궤도편) 등에 적용함
- 장대레일 해석기술은 도상횡저항력과 최저좌굴강도를 고려한 장대레일 안정성 해석 기술로서 교량 구조물의 신축으로 인하여 궤도에 부가로 작용하는 응력에 따른 장대레일 안정성 해석 및 상향력 검토 기술 등 레일의 장대화로 인한 축력의 영향을 검토하는 기술임. 궤도/구조물 인터페이스 기술에서도 고려됨

○ 궤도재료 설계 기술

- 궤도 재료 설계 기술은 장기간의 통과열차하중에 안정적으로 지지하고 유도할 수 있는 궤도 재료의 구조해석기술과 기술적, 경제적, 시공적, 유지관리측면 등을 고려하여 최적의 단면형태 설계기술, 궤도재료의 특성, 제조방법, 시험 및 검사 방법 등에 관한 자재제작구매시방 정립 기술 등으로 구분됨
- 국내에서는 한국형 레일체결장치 및 프리캐스트 슬래브궤도를 개발하고 시험부설 등 활발한 연구가 수행되고 있음

그림 2.6 개발된 슬래브궤도와 레일체결장치

○ 기술개발 현황

- 고속전철기술개발사업 : 철도 인프라기술은 경부고속철도의 건설과 더불어 수행된 'G7 Project'의 '고속전철기술개발사업'을 통하여 1996년부터 본격적으로 연구가 시작되었음. 총괄 주관연구기관인 한국철도기술연구원을 중심으로 한국건설기술연구원, 한국생산기술연구원 등 연구기관과 학교, 기업 등 산학연의 체계로 궤도와 교량, 터널 등 선로구축물에 대한 이론적 연구와 실험적 검증을 수행하였음

고속철도의 건설을 통하여 300km/h 속도대역의 고속철도 인프라 분야는 유럽의 UIC기준과 해외기술자문을 통하여 안전성과 사용성을 검증 받은 반면 기존선 철도의 경우는 최고속도 140km/h 수준의 기술수준을 유지하고 있는 등 급속한 기술발전에 비하여 확보된 핵심원천기술은 많지 않은 상황임

궤도분야의 경우 구성품 관련기술(궤도, 체결구, 분기기 등)이 많으며 이러한 기술은 현재에도 수입의존도가 상당히 높아서 국산화를 통한 비용절감이 요구됨

- 차세대 고속철도기술개발사업 : 열차의 운행속도 400km/h 이상 초고속화에 따라 궤도시스템, 궤도 구성품, 궤도선형, 궤도부설공법 등이 지금까지와는 전혀 다른 새로운 문제가 예상됨에 따라 이에 대한 기술개발을 추진하고 있으며, 구체적으로는 초고속 궤도시스템의 장파장 궤도틀림 관리기법 개발, 초고속 궤도재료 열화저감기술 및 유지보수지침 개발, 콘크리트 궤도의 급속보강기술 개발, 초고속 궤도의 선로선형 최적화기법 개발 등을 그 내용으로 하고 있음. 연구기간은 2007년부터 2012년까지 5개년임

- 철도 연구계, 학계의 연구 : 한국철도기술연구원 등 연구소에서 기본연구사업 및 수탁연구 사업을 통하여 다양한 연구를 수행하고 있으며, 한국철도대 등 학계에서도 관련 연구를 수행하고 있음

- 철도 공공분야의 연구 : 한국철도공사, 서울메트로 등 철도운영기관에서도 부설 연구소를 설립하여 현장기술지원 및 국가 연구 과제를 수행하고 있음

- 철도 민간분야의 연구 : 삼표 ENC등 슬래브 궤도개발, 고속분기기 개발 등을 연구기관과 공동으로 추진하고 있으나 국내의 철도연장이 짧아 내수시장이 외국에 비해 상대적으로 협소하고 기 개발된 구성품의 수입을 통해 치열하게 경쟁이 이루어지고 있는 실정임

- 신뢰고 기반 설계기법의 도입 필요성 증가

- 국내에서는 과거 국유철도 건설규칙에 의거 급선별(1~4급선)로 최고속도에 따른 곡선·구배 등을 선정하여 사양규정에 의한 설계를 하고 있으며 대부분이 2급선 이하로 구성되어 있었으나 고속철도를 비롯한 대부분의 신선은 1급선 이상의 수준으로 건설되고 있으나 요구성능 수준별의

대표단면 제시는 되어 있지 않음

- 경부고속철도 2단계(대구~부산)간에서의 콘크리트 궤도 도입을 계기로 생애주기비용 측면에서 호남고속철도 건설 시에도 콘크리트 궤도 도입이 예정되어 있고, 또한 현재 200km/h급 콘크리트 궤도 건설이 활발히 논의되고 있음
- 외국의 기준과 차별화된 한국의 철도환경에 부합하는 속도대역별, 선구의 중요도 및 열차 운행 횟수 등을 감안한 요구 성능 수준별 설계 인자 도출, 성능 지표 개발 등을 통한 요구 성능 수준을 고려한 신뢰도 기반 설계기준 제시가 요구됨

■ 노반 분야

- 최근의 철도 고속화 추이와 수송량의 증대 및 열차 통과톤수의 증가로 인한 궤도틀림의 진전 가속화로 강화된 노반 설계기준의 수립을 요구함.
- 노반을 포함한 궤도 하부구조는 예상되는 철도교통수요와 하중조건 및 설계속도에 맞추어 만족스러운 공용성을 일정기간 동안 사용자에게 제공하여야 함.
- 궤도하부구조의 설계는 경제적이면서 내구성이 보장되도록 궤도 구조체의 효율적 두께와 층 재료를 선정할 수 있어야 하며, 일정한 공용기간에 대해 소요의 궤도 공용성을 반드시 제공할 수 있어야 함.
- 국내에서 사용 중인 궤도 하부구조 설계법은 사양중심의 경험적인 방법을 사용하여 지반조건, 건설재료, 기후, 교통조건 등의 다양한 설계요소를 고려하지 못하는 한계성을 지니고 있음. 더욱이 도로분야 등에 비하여 설계기술 수준의 상대적인 낙후성은 보수적인 설계를 유도하여 경제적인 낭비가 심각함.
- 현장시공 시 설계 값의 일관성 있는 반영체계가 없고, 유지보수 시 하부구조 평가체계를 충분히 활용하지 못하여 궤도의 조기 열화를 촉진하거나 조기 보수의 남발로 인해 총체적 낭비가 심함. 특히, 중량의 저속 화차 등 일반철도와 고속철도의 각 속도대(고속대 : 300 km/h 이상, 중고속대 : 200 km/h ~ 300 km/h)에서 요구되는 궤도 하부구조는 선로의 사용용도, 기준 및 속도 등의 조건에 기반 하여 층 설계가 이루어질 필요가 있음
- 도상자갈 궤도나 콘크리트 궤도구조 등 궤도 상부구조형식의 차이와 토목섬유, 폴리머섬유 보강재 등의 보강재료, 재활용재료를 사용하여 궤도 하부구조를 설계, 시공하는 경우의 신개념 궤도구조와 다양한 생력화공법의 도입, 궤도 하부 층의 배수 층 설계 및 동상방지 층 설계를 포함하여 다양한 요구수준에 부합하는 설계가 개발될 필요가 있음. 이러한 설계를 위해서는 명확한 요구수준과 항목의 개발, 기준수립이 요구됨
- 강화된 노반 설계기준의 수립은 이와 연관된 설계법의 체계화, 하부재료의 엄밀한 선택, 시공법의 개선 및 신공법의 개발이 필요함
- 노반 분야의 설계 및 시공에 관한 핵심기술은 노반설계기준수립, 궤도하부구조설계기술, 노반 지지력 강화 기술, 노반상태평가기술, 연약지반처리기술, 성토지지말뚝기술, 하부재료시공기술, 콘크리트궤도 침하복원기술로 구성되어 있으며 각각의 정의는 다음 표와 같음

표 2.9 노반분야 기술정의

기술구분		정 의 내 용
기준	기준 정립기술	- 교통특성, 궤도구조 형식, 환경특성 및 재료물성을 근간으로 궤도하부구조의 공학적 최적 기준수립의 타당성을 제시하고 경제성, 시공성, 유지 관리성, 환경성 등을 고려한 최적의 공용성 기반 하부구조 설계기준과 시공기준을 도출하는 기술 및 시기적절한 보수주기와 보수방안을 도출하는 기술
설계	하부구조 설계기술	- 교통특성, 궤도구조 형식, 환경특성 및 하부재료의 재료물성에 기초하여 궤도하부구조의 경제적, 합리적 설계방법을 수립하는 것이며 차량속도, 통과톤수, 운중, 재료의 탄성계수 등의 성능설계인자를 고려할 수 방안을 수립하는 기술
	노반 지지력 강화기술	- 노반 지지력을 강화하기 위하여 기존 흙노반 위에 별도의 개질재, 쇄석 및 슬래그와 토목섬유 보강재 등을 사용하여 강화노반 또는 생력화 보강층을 설치하는 기술
	노반상태 평가기술	- 노반의 변형특성 측정에 기반 하여, 궤도의 안전성을 평가하기 위한 각종 모니터링 시스템의 제작 및 운용기술로서 실시간으로 하부 노반의 특성을 평가하여 사전에 사고를 미리 방지하고 예측하는 기술, 또한 노반설계정수로서 노반의 탄성계수를 신속하게 확보할 수 있는 진보된 기술
시공	연약지반 처리기술	- 철도노반의 연약 원지반에 대한 침하를 방지하기 위한 기술과 연약지반에 부설된 콘크리트 궤도의 절/성토 변화구간, 구조물접속구간, 박스와 같이 토공 내에 위치한 구조물연약원지반의 잔류침하를 제어할 수 있는 공법으로서 콘크리트 궤도의 부설시 반드시 필요
	성토지지 말뚝기술	- 성토의 활동을 방지하고 연약지반 상 성토체 및 궤도 하중을 지지하기 위한 목적으로 성토에 직접 말뚝을 시공하는 기술
	하부재료 시공기술	- 철도의 중량화, 고속화에 대응하여 흙노반의 성능을 강화하는 시공기술로서 고성능 신재료, 친환경, 미생물, 산업부산물 및 재활용재료 등을 사용하여 흙노반의 안정성을 확보하는 공법
유지 관리	궤도침하 복원기술	- 노반의 지지력이 감소하여 궤도가 침하하는 경우 이를 복원하는 기술, 운영 단계에서 발생하는 침하에 대해서는 급속보강기술이 필요함

○ 기준 정립 기술

- 노반을 포함한 궤도 하부구조 관련 모든 설계기준은 하부재료의 강성을 기반으로 구축되며 이에 따라 하부재료의 강성을 평가하는 기술, 설계입력요소로 변환하는 기술, 시공시의 평가기준을 수립하는 기술, 유지 관리 시 검측 된 하부강성을 분석하고 평가하는 기준수립을 포함함

-
- 궤도 하부구조에 대한 설계기준 정립기술은 철도건설규칙, 철도의 건설기준에 관한 규정, 철도 설계지침(궤도 편), 철도설계편람(궤도 편) 등을 정립하는 기술이며, 검토관점은 기준의 합리화, 건설비 절감, 설계기술의 개선 및 발전임

건설규칙개정을 위한 연구용역과 설계지침 및 설계편람 제정 연구용역이 시행되어 실용화 적용중에 있음. 관련기술은 한국철도기술연구원과, 철도건설 및 운영주체, 설계 용역사, 대학 연구소 등에서 보유하고 있음

- 시공기준 정립기술은 궤도공사전문시방서, 철도건설측량지침 등을 정립하는 기술이며 기준의 합리화, 시공 신기술 개발, 신기술의 국산화 등을 검토함. 궤도공사전문시방서 연구용역등을 시행하였음
- 유지관리기준 정립기술은 선로정비지침, 보선작업표준, 선로점검지침, 열차운행선로지장작업 업무지침, 보선장비 관리지침 등을 정립하는 기술로서 기준의 합리화 및 제고/기준의 한국화를 검토함
- 통합 궤도하부구조 설계기준은 설계에 필요한 입력물성치의 획득, 입력 물성치를 이용한 하부 구조 재료의 거동예측모델 수립, 시공 시 하부구조 재료의 관리기준 수립, 공용 시 궤도의 관리 기준을 모두 재료의 탄성계수에 입각하여 절차와 방법을 구성함으로써 일관된 시스템 공정 설계가 가능함

○ 노반 지지력강화 기술

- 노반 지지력을 강화하기 위하여 기존 노반위에 별도의 개질재, 쇄석 및 슬래그, 산업부산물 등의 재활용재 등을 사용하여 강화노반을 설치하는 기술로서 일부기술이 경부고속철도에 적용됨. 고속철도 도입 시 노반의 지지력을 증가시키는 효과는 있으나 성토노반 자체의 침하를 억제하지는 못함

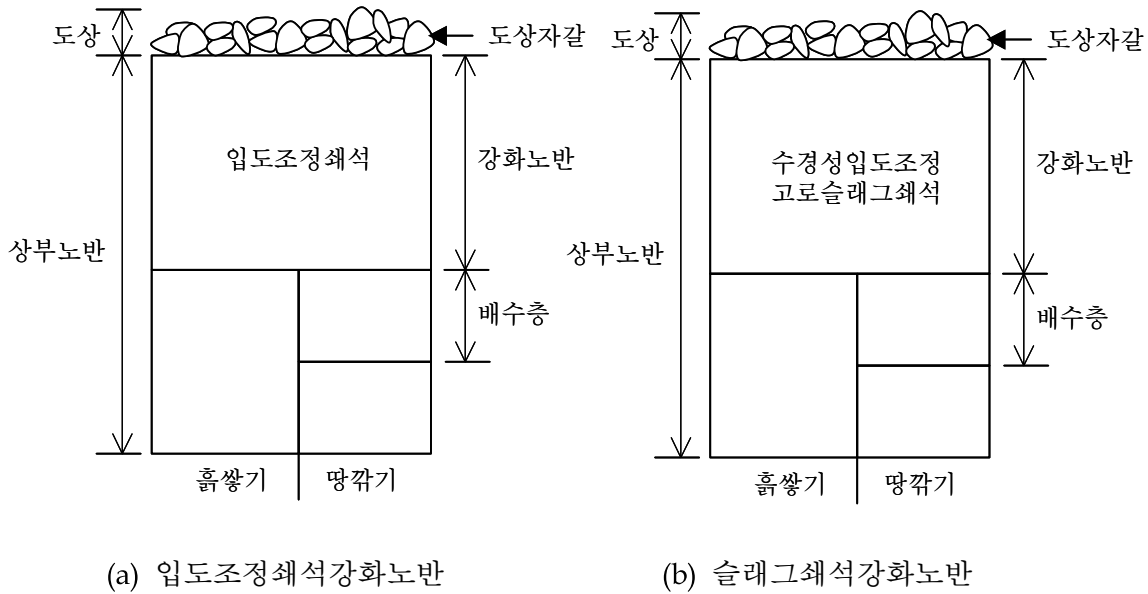


그림 2.7 강화노반의 구조

- 토목섬유 활용기술

지오그리드, 지오셀, 부직포 등 다양한 토목섬유를 활용하여 노반을 보강하는 방법이 있으나 국내 적용사례는 분리가 심한 개소에 대한 국부적인 토목섬유 보강사례가 있음

○ 노반상태평가기술

- 궤도상 이동하는 방식 또는 간단한 핸디형의 이동식 검측장비를 구축, 실시간으로 하부지반의 탄성특성변화를 측정하는 시스템으로 국부적인 영역의 노반지반 특성 및 일정 영역 내 상대적 변이를 분석함으로써 궤도의 안정성에 영향을 줄 수 있는 하부 노반의 거동변화를 사전에 예측, 평가하는 기술
- 노반의 지지력 및 강성을 평가하는 장비로서 노반설계정수를 추출하며 현장시공시의 강성기반 다짐도를 평가하여 설계치와의 등가성을 판별할 수 있는 시스템의 구성
- 노반의 상태는 도상에 포함된 세립분의 함량이나 파쇄된 자갈의 입경, 그리고 배수조건에 따라 변화하므로, 궤도의 유지 및 보수로 발생하는 비용과 과다설계로 인한 공사비를 최소화하기 위해서는 보다 정확한 노반상태의 평가가 필수적임
- 현재 궤도하부 노반을 평가하는 주된 방법은 도상샘플러 장비로 굴착을 실시하여 실험굴 (Test fit)을 이용하는 것이기 때문에 실제로 노반에 변위가 발생하였을 경우 신속한 측정 및 유지·보수 어려움. 또한, 이 방법은 해당지반에 대한 대단위의 파괴를 요하기 때문에 기 운영 중인 노반에 적용하기에는 많은 어려움이 있음

○ 연약지반처리기술

- 현재까지 철도노반의 연약지반처리기술 수준은 매우 낮은 상태인데, 그 이유는 과거 침하에 자유로운 자갈도상궤도를 건설하면서 연약지반에 대한 대책이 필요하지 않았기 때문임. 근래는 운행속도가 증가하고 침하에 대한 기준이 적용되면서 연약지반을 처리하고 있으나, 대부분 SCP공법이나 Drain공법 등 저효율의 공법이 적용되고 있음. 호남고속철도의 경우에는 연약지반 처리공법에 대한 기술부족으로 교량으로 대체되어 km당 100억 이상의 건설비가 추가 소요될 예정
- 그림 2.8은 지반처리비가 성토구축비의 단가 전체에서 차지하는 비율을 나타낸 것으로 노상개량의 경우만 보면 성토단가가 15% 증가했으나, 지지지반 개량을 동반하는 경우는 약 2배가 되어 지반개량의 채용 여부가 전체 공사비에 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있음

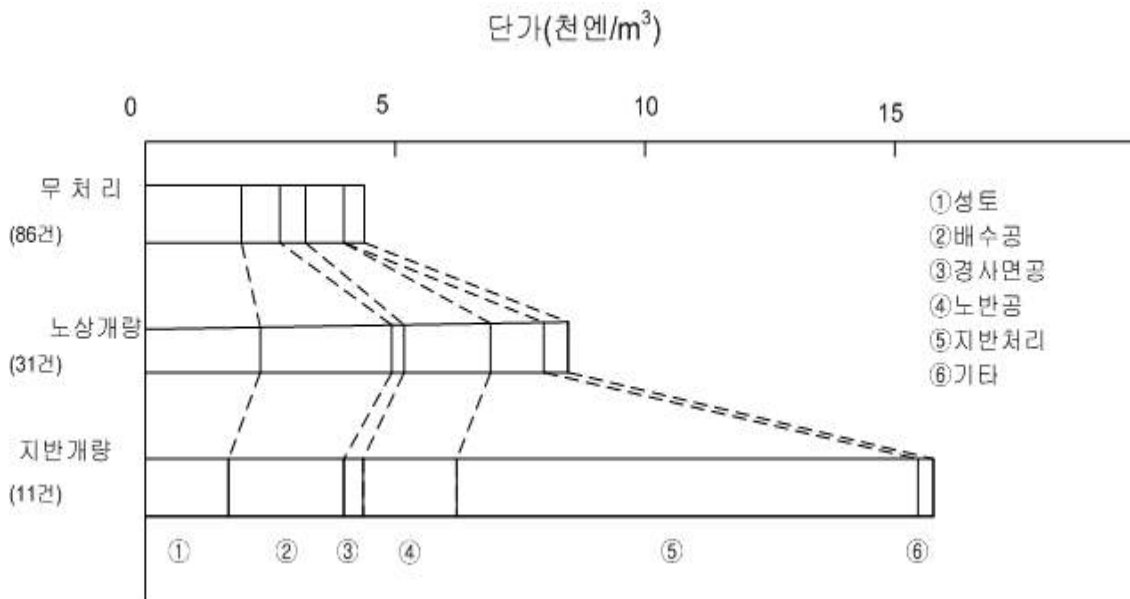


그림 2.8 성토구축 중 지반 처리비 비중

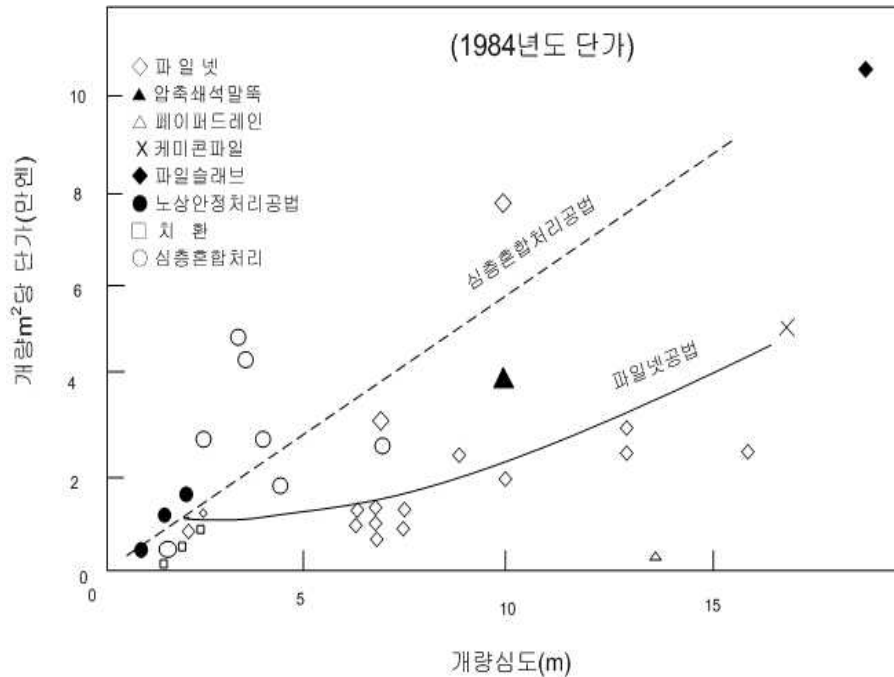


그림 2.9 지반개량 단가 비교도

- 그림 2.9는 각 지반처리공법의 개량 깊이별 단가 비교를 나타냄. 대부분이 혼합처리공법 또는 파일네트공법으로 이루어지고 있으며 파일네트공법이 단가측면에서 유리하고, 침하 억제효과에 대해서 시공후의 추적조사를 통해 충분한 효과가 확인되고 있으나, 지진시의 거동, 내구성 등 불명확한 점도 많음. 또한 파일네트공법, 교반혼합 모두 현행 설계법이 말뚝으로서 설계하고 있기 때문에 낮은 성토에서는 효율적으로 개량할 수 있으나, 성토 높이가 높아졌을 경우에는 말뚝 본수 또는 개량률이 많아져 효율적인 개량이 어려워질 것으로 상정됨.

○ 하부재료시공기술

- 철도의 중량화, 고속화에 대응하여 흙노반의 성능을 강화하는 시공기술개발이 요구되고 있으나 강화노반 두께 절감 등 문제의 해결을 위한 재료개발 및 시공기술에 대한 연구가 거의 전무한 실정. 강화노반 특성 분석 및 경제성, 내구성 등을 고려한 노반 재료에 대한 연구개발이 시급함.
- 노반재료로 활용할 경우 탁월한 배수성과 고강성, 동상방지 특성 등 고기능, 고품질을 가진 산업 부산물 (예 : 동 슬래그)을 활용하여 노반의 공학적 특성과 기능성을 제고할 수 있는 친환경, 저탄소 공법개발
- 흙노반 시공을 위한 현장 유용토의 확보가 용이하지 않거나 유용토의 품질관리가 어려운 현장에서 친환경적이고 풍부한 대체재를 이용한 흙노반 보강공법의 개발이 필요함

- 하부재료 시공기술과 관련된 유관기술은 Lime-treated soil 보강 노반, 석탄회 (비회, 저회) 등의 슬래그 재료 혼합 노반, 미생물을 이용한 노반 보강, 아스팔트 교반 노반(asphalt treated soil), soil cement, geogrid reinforced soil 등이 있음
- 자갈도상에 관한 연구는 역학적 연구와 석질학적 연구로 나눌 수 있으며, 1930년대 얻어진 성과가 현재까지도 사용되고 있음. 최근 들어 시험 장비의 발달로 대형 3축 압축시험기에 의한 자갈도상의 거동특성 연구가 캐나다를 비롯한 여러 국가에서 수행되고 있음. 석질학적 연구로는 사용되는 자갈의 입형과 입도 및 석질에 관한 실험적 연구가 주를 이루고 있음
- 자갈도상과 관련된 연구는 열차속도 향상에 따른 보수작업 형태의 변화가 큰 부분을 차지하며, 기계화 작업을 통한 신속한 보수와 자갈도상의 다짐도 향상을 추구하는 수준임
- 도상의 근본적 성능 향상을 위해 일본, 유럽 등 세계 각국의 대안은 초기 건설비용이 높으나 유지관리비용이 적은 콘크리트 도상을 적용하고 있으며, 최근 시공성과 품질관리 측면에서 많은 장점을 가지고 있는 공장 제작식 콘크리트 슬래브 궤도와 레일부유궤도 등에 관심이 높아지고 있음
- 기존 자갈 도상을 이용하여 최소한의 비용으로 도상의 지지력과 내구성을 향상시키기 위한 충전형 자갈 도상이 연구·적용되고 있으며, 일본의 경우 약 20년 전부터 다양한 도상 안정제를 개발하여 적용하고 있음, 유럽의 경우 영국, 독일 등의 다국적 화학회사에서 폴리머 충전형 자갈도상 충전제를 개발하여 적용하고 있는 실정임

○ 궤도 침하복원기술

- 콘크리트궤도의 침하를 완벽하게 방지할 수 없기 때문에 과도한 침하발생에 대비한 침하복원 기술을 개발 중. 개발은 2007년부터 고속화를 위한 선로구축물 핵심기술개발과제로 진행 중이며, 2010년 경부고속철도 2단계 개통이후 적용 가능하도록 추진 중
- 콘크리트궤도에서는 궤도틀림이 기준치 이상으로 발생하였을 경우, 체결장치 등을 이용하여 틀림조정이 가능하지만, 노반에서 문제가 발생할 경우 반복적인 현상이 지속될 가능성이 큼. 즉 이음매부의 단차, 국부적인 침하나 배수불량에 의한 노반 연약화 등이 발생하였을 경우에는 콘크리트궤도의 토공노반을 보수, 보강하여야만 하기 때문에 열차를 차단할 수 없는 영업선에서는 유지보수에 많은 어려움이 따름

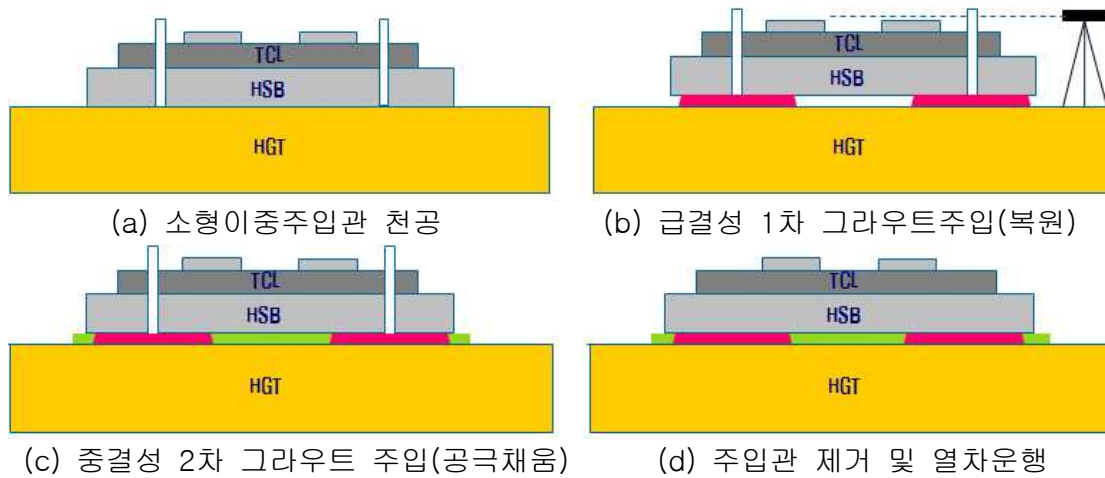


그림 2.10 침하복원 방안

- 기존 침하복원 기술개발은 콘크리트 궤도에서 급결성 그라우트 주입재를 이용하여 궤도 직하부를 보강하는 데에 초점이 맞추어져 있으나 장기침하 등에 대비하여 토공노반의 보수공법에 대한 기술개발이 요구됨

○ 성토지지말뚝기술

- 현재까지 국내에서 성토지지말뚝을 적용한 사례는 약 3건 정도 있는 것으로 조사됨. 도로분야에서 교대배면 성토부의 활동방지를 위한 목적으로 슬래브말뚝공법을 2개소에 적용하였고, 철도분야에서도 교대배면의 활동방지를 목적으로 자갈도상궤도 1개 구간에 적용된 사례가 있음. 3건 모두 잔류침하량기준이 콘크리트궤도보다 3배 이상 높은 100mm를 기준으로 적용하였음

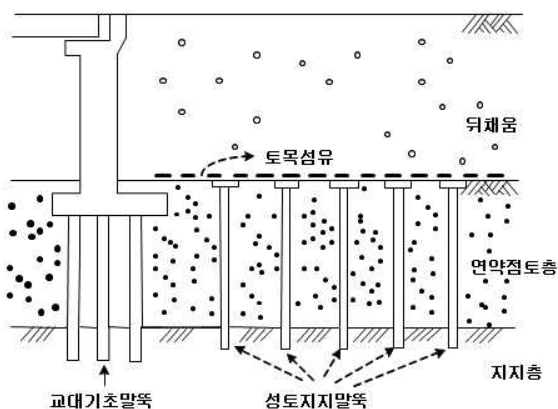


그림 2.11 활동방지를 위한 성토지지말뚝

- 현재까지의 모든 설계방법에서는 말뚝이 모든 성토하중을 부담한다는 가정을 토대로 말뚝의

지지력 측면에서 매우 보수적인 설계가 이루어지고 있음. 향후 경제적인 설계를 위해서는 말뚝에 전달되는 하중을 보다 정확히 산정하여 말뚝의 설치개수나 단면을 줄일 수 있는 방법의 개발이 필요

- 토목섬유보강 성토지지말뚝의 경우, 섬유보강 목적은 지반 아칭효과에 대한 불확실성 때문일 것임. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법은 실제 시공, 실물 크기 시험을 통해 지반 아칭효과를 확실히 확인하는 방법이 가장 확실한 방법으로 이에 대한 연구가 시급함. 최근 많이 적용되고 있는 3층 이상의 토목섬유와 선택된 양질의 재료를 이용하여 특정 두께 이상의 하중 전달 층을 조성하고 이 층을 슬래브로서 고려하여 성토체 자체의 아칭효과를 배제하고 설계하는 방법도 이러한 문제점에 대한 대안이 될 수 있음
- 현재까지 설계방법은 대부분 이론적으로 유도된 것으로 이에 대한 검증이 반드시 필요함. 지지말뚝 공법은 성토 완료 후에도 원지반의 압밀에 의한 근본적인 강도증가를 기대할 수 없으므로, 최대 높이 10m 이하의 성토에만 적용되어 왔으며, 주요 구조물에는 사용이 배제되어 왔음. 특히 철도의 콘크리트궤도와 같이 침하에 민감한 구조물에 대하여 이 공법을 적용하기 위해서는 실험대형 시험시공, 수치해석 등을 통한 상세한 검토가 반드시 필요할 것으로 판단됨

■ 교량 분야

- 교량분야의 핵심기술은 철도교량 해석 및 설계 기술, 철도교량 구성품 개발 기술, 철도교량 시공 기술, 철도교량 성능평가 및 성능향상기술로 구성되어 있으며 각각의 정의는 표 2.6과 같음

표 2.10 교량분야 기술구분 및 정의

기술구분		정 의 내 용
기준	기준 정립 기술	- 기술과 경험, 재료를 근간으로 공학적 타당성을 제시하고 경제성, 시공성, 유지 관리성, 환경성 등을 고려한 최적의 설계기준과 시공기준을 도출하는 기술 및 시기적절한 보수주기와 보수방안을 도출하는 기술
설계	철도교량 해석 및 설계 기술	- 철도교량의 정/동적 해석을 포함하여 외부하중 및 재료특성을 고려한 다양한 해석기술의 개발 및 보완 - 기존의 설계법 및 해석기술을 보완하여 안전성과 경제성을 확보할 수 있는 합리적인 설계법을 도출하고 확립하는 기술
시공	철도교량 구성품 개발 기술	- 철도교량 상부구조/하부구조에 대해 철도교량으로써의 안전성 및 경제성을 확보한 신형식 시스템의 개발 - 철도교량 성능향상을 위한 받침, 신축이음, 방호벽, 궤도구성품의 요구 성능을 정의하여 구성품 재료 및 구조시스템을 개발하고 성능을 향상시켜 표준화 하는 기술
	철도교량 시공기술	- 철도교량의 시공기술 현대화 및 급속시공을 위한 첨단 장비개발과 활용에 관련된 기술 - 시공 자동화를 통해 건설비를 저감하는 신공법의 개발
유지 관리	철도교량 성능평가 및 성능향상 기술	- 철도교량 요구 성능 평가절차를 확립하고 성능향상과 관련된 요소기술 개발, 보수보강 방안 기술 확립, 유지관리 자동화 방안과 관련된 기술

○ 철도교량 해석 및 설계 기술

- 경부고속철도 개통에 즈음하여 철도교량에 특화된 분야인 열차-교량 상호작용 기술 개발 관련 연구 활발히 진행되어 한국건설기술연구원, 한국철도기술연구원, 대학 등에서 기술 개발을 수행하였음
- 고속선 및 기존선의 동적안정성 검토를 위한 다양한 교량의 현장 계측데이터가 축적되었으나 아직은 실험에 의해 검증된 연구 성과 보다는 이론적인 수치 해석적 접근이 주종을 이루고 있

음

- 현재 고속철도교량의 형식이 PSC Box, 강합성형, 라멘교 등 극히 제한적인 유형으로 건설되어 있는 관계로 신공법 개발 및 설계기법과 관련한 다양한 연구의 철도분야 적용이 미흡한 실정임
- 요소 해석기술에 대해서는 국제적인 수준에 올라 있으나, 유럽, 일본 등과 같이 장경간 다양한 형식의 철도교량을 설계하여 적용하고 국제적 수준의 철도교량 설계기술을 확보하기 위해서는 궤도와 인터페이스를 고려한 체계적인 기술개발이 필요함
- 기존철도, 도시철도 등에 건설된 철도교량의 경우는 내용연수가 상당기간 지난 것들이 많이 있으며, 기존교량의 교체 및 신설교량의 설계 등에서 향후 기존선고속화, KTX 직결운행, 자기 부상열차개발, 초고속 튜브열차 개발 등의 열차운행환경변화가 계획되고 있음에도 불구하고 다양한 이론적, 실험적 연구가 미진함
- 1990년대 이후 미국, 유럽, 일본 등은 신궤도 기반 설계법을 도입 적용하고 있으므로, 이와 같은 국제적인 환경에 적극적으로 대응하기 위해 시급히 개발되어 실무에 적용되어야 할 필요성이 있음
- 구조물의 합리적인 설계, 생애주기, 사용성을 고려한 설계기법의 도입을 통한 건설비용 절감 및 생애주기 강화에 대한 원천적인 기술개발이 필요함

○ 철도교량 구성품 기술개발

- 기존 일반철도교량의 받침종류는 선받침, 면받침, 유지, 핀-롤러, 고력황동, 스페리칼 받침 등 다양한 형태로 존재함. 고속철도교량의 받침종류는 대부분 POT, PAD방식으로 구성되어 있음. 받침종류와 설치시기에 따라 내진성능을 보유유무가 달라짐. 기존 일반철도 교량의 받침부분 보수이력 및 예산투입 내용을 통해 각 받침형식별로 내구성에 관한 이력이 필요함
- 교량받침별로 압축하중, 진동수, 피로 및 마모, 환경적 요인에 의한 열화, 극한온도하중하의 동적 성능, 극한 정/동적성능, 종합적 내구성 등을 별도의 실내실험 및 기존 보수이력 자료와 비교하여 성능별 분류가 필요함
- 철도교량의 상부구조의 형식별, 지간별, 구속조건별 최적 교량받침의 형식을 분류, 제시할 필요가 있음
- 현재 국내의 교량받침기술은 우수하나 교량별 적용성 및 장기적 내구성 등에 대한 검토가 필요한 실정임. 국내에서 생산되는 교량받침의 형식은 EQS, HDB, POT, Spherical, DISK, PAD

등의 형식으로 다양한 제품을 생산함

- 신축이음은 주행성, 저소음을 최대한 유지하며, 고정방식에 따라 내구성 및 교체여부가 달라질 수 있음. 장대레일인 경우, 궤도부분의 연속성을 유지하는 부분과 교량의 신축이음부와의 상호관계를 정립할 필요가 있음. 국내에서 생산되는 신축이음 형식은 Monocell, Finger, Rail 형식으로 단일 혹은 복합형식이 다양하게 제품화되고 있음
- 댐퍼 및 내진부가장치는 Active형과 Passive형이 생산되고 적용되고 있음. 상부구조물의 콘크리트 크리프, 건조수축 및 온도변화에 의한 변위를 작은 반력으로 Passive하게 수용하거나, 지진과 같은 충격하중에 대해서는 순간적인 성상변화(Magnetic-Rheological Fluid)를 이용한 댐퍼를 교량에 설치하여 Active하게 제어할 수 있음. 적용성에 대해서는 다양한 실내실험 및 검토가 필요함

○ 철도교량 시공기술

- 국내에서 외국 건설장비의 도입에 의한 교량시공의 사례는 주로 가설부분의 특수공법을 예로 들 수 있으나 적용면에서 자동화의 개념보다는 기계화에 가까움. 교량 외에 적용된 건설 장비는 터널 숏크리트, 아스팔트 포장 마감작업, 레이저 부착 관로 바닥정지작업 등에 활용한 경험 있으나 여러 가지 문제로 활용되지 못한 것으로 파악되고 있음
- 현재 국내에서 개발 중인 건설로봇은 기존 장비에 센서 및 제어기기를 부착하여 개량한 건설용 로봇을 개발하고 있는 실정이며, 시공분야에서는 교량보다는 주로 터널 및 지반 쪽에 많이 적용되고 있으며 교량은 시공분야 보다는 유지보수 분야에 많이 도입하고 있음
- 철도교량 공사는 도심지에서 시행되는 경우도 있으나 때로는 산간오지, 오염지역, 해상 등 위험 지역에서 이루어지고 있어 많은 재해 발생 가능성을 내포하고 있어 근로 기피의 요인이 되고 있음. 이러한 작업환경의 개선을 위해서는 시공 자동화에 대한 지속적인 기술개발이 절실히 요구되고 있음
- 철도교량 종사자의 월평균 근로시간은 제조업에 비해 적게 나타나고 있으며 매년 감소하고 있는 반면에 임금은 상승하고 있어 경영의 어려움이 가중되고 있음. 이를 해소하기 위한 인력절감, 건설의 품질향상, 생산성 향상의 전략이 요구됨
- 최근 국내 건설업체가 개발한 (GS건설) ‘거더교량 시공 자동화 장치’는 자재운반, 철근의 자동 배출 및 배열, 크레인 및 콘크리트 면 고르기 등의 자동화를 통하여 교량시공을 혁신적으로 개선하여 거더 교량의 대표적 형식인 PSC(Prestressed Concrete) Beam교의 공사기간을 36%

단축시키고(45일→29일), 34%의 공사비 절감(4,400만원→2,900만원) 및 40%의 인력감축 효과(240명→145명)를 나타낸 바 있음

- 일반철도에 공용연수 50년 이상의 교량이 대다수이므로, 이에 대한 철도 정시성을 확보하고 안전하게 교체할 수 있는 교량 및 시공시스템에 대한 체계적인 접근이 필요함

○ 철도교량 성능평가 및 성능향상 기술

- 철도 교량의 성능평가를 위한 기준이 다소 획일적이며 성능기반공학에 기초한 성능단계 별 평가의 수준은 미흡
- 서로 다른 위험원에 대하여 각각 성능평가가 이루어지고 있으며 이를 동시에 고려하는 Multi-Hazard 평가는 아직 미흡한 수준임
- 실내 실험을 통한 성능평가 분야는 일부 구성품에 대해서는 체계적인 확립이 되어 있으나, 현장 실험을 대체할 수 있는 기법에 대해서는 현재 연구개발 중인 단계임. 실험 하드웨어와 관련해서는 세계적인 수준의 실험 하드웨어를 한국철도기술연구원 등에서 구축하고 있는 상황임
- 철도시설공단 발주로 한국건설기술연구원과, 한국철도기술연구원에서 수행중인 “철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반 연구”에서 주행안전성 및 승차감 확보를 고려한 동적응답기준 합리화, 궤도·교량의 상호작용을 고려한 교량설계기준 합리화, 공진소멸현상을 이용한 다양한 교량 도입방안 등이 연구되고 있음

■ 터널 분야

- 현재 국내의 터널은 거의 100% 국내의 기술로 설계 및 시공되고 있지만 국내에서 독창적으로 개발한 기술보다는 외국의 기술과 장비를 들여와서 사용하고 있으며, 이는 국내 실정에 적합한 터널기술로의 발전을 더디게 하며 아직도 시공분야를 제외하고는 선진외국의 터널기술과 상당한 격차가 있음

표 2.11 터널분야 기술정의

기술구분		정 의 내 용
기준	기준 정립 기술	- 기술과 경험, 재료를 근간으로 공학적 타당성을 제시하고 경제성, 시공성, 유지 관리성, 환경성 등을 고려한 최적의 설계기준과 시공기준을 도출하는 기술 및 시기 적절한 보수주기와 보수방안을 도출하는 기술
설계	지반 조사기술	- 지반의 지질학적 특성 및 공학적 특성을 알기위한 지반조사기술로서 수직시추를 통한 지반조사, 3차원 인공위성자료를 이용해 지질선 구조 및 지질 이상대를 파악하고 항공사진을 이용한 수계 영향평가, 건층의 추정 및 방향성 분석 등을 통한 환경평가 및 지형·지질 구조 평가, 탄성파 탐사, 전기비저항 탐사, PS 검층, 시추공 영상촬영 등의 광역적 물리탐사 기술들을 기반으로 보다 합리적인 지반특성을 파악할 수 있는 기술
	터널 해석 및 설계 기술	- 터널구조물의 거동을 현실적으로 예측해 설계에 반영키 위한 기술, 유한요소법, 유한차분법, 경계요소법 등의 수치해석기법들이 실질적인 설계 해석방법으로써 활발히 적용
시공	터널 굴착기술	- 터널 굴착은 크게 발파공법과 기계 굴착공법으로 구분하며, 친환경적 발파공법 개발, 여굴 및 주변 지반 손상 최소화 기술, 고효율 장공발파 기술, TBM 등 기계굴착공법, 워터젯, 마이트로 터널링 등 기타 공법기술의 개발, 고성능 지보재 및 싱글셀 터널공법
	터널 재료기술	- 터널의 라이닝 재료나 그라우팅 재료의 개선과 관련 시공기술 개발. 슛크리트 재료 및 관련공법 개발
	터널 계측기술	- 공사 중 터널구조물의 안정성 평가는 가장 중요한 항목, 3차원 계측기법, 무선 네트워크 개념의 계측시스템 등 기술 개발
유지 관리	터널유지 관리기술	- 효율적인 상태평가 기술을 접목한 통합된 유지·관리 기술이 요구, 변상 상태를 진단하고 평가하기 위한 기술과 변상 정도에 따른 보수·보강, 교통흐름이 유지된 터널 구조물의 단면 확대 및 보수·보강 기술 등

○ 기준 정립 기술

- 터널 설계기준 및 철도설계기준상에 터널에 대한 기준이 있으며 현재 터널설계 표준화 과제를 통하여 기준상의 문제점 및 국외 기준과의 상호비교를 통한 개선점 도출에 대한 연구가 진행 중임
- 특히 국내의 경우 TBM 활용에 소극적이었으며 그로인하여 기계화 시공과 관련한 기준의 보완이 필요한 실정임. 이러한 내용은 “TBM 핵심 설계부품기술 및 TBM 터널의 최적건설기술” 과제에서 수행 중임

○ 지반조사 기술

- 지반의 지질학적 특성 및 공학적 특성을 알기위한 지반조사는 터널의 설계, 시공 및 유지·관리에서 가장 중요하고 필수적인 요소임. 현재까지 불확실성을 내재한 지반조건을 가능한 한 보다 정확히 합리적으로 파악해 설계에 반영키 위한 노력이 지속되었음
- 전통적인 수직시추를 통한 지반조사와 더불어 3차원 인공위성자료를 이용해 지질선 구조 및 지질 이상대를 파악하고, 항공사진을 이용한 수계 영향평가, 건층(key bed)의 추정 및 방향성 분석 등을 통한 환경평가 및 지형·지질 구조 평가까지도 가능함
- 특히, 전기비저항 탐사 등을 이용해 터널이 시공될 지반의 기반암 매핑, 파쇄대 파악, 공동탐지 및 지하수 분포 파악 등이 이루어지고 있고, 이러한 제반 비저항 탐사자료를 이용해 터널 지하수 유입량을 예측하기도 함
- 하지만, 아직도 불확실한 지반정보를 충분히 파악해 설계에 반영한다고 하기는 힘들며, 보다 나은 지반정보 수집 및 양질의 분석데이터를 얻기 위한 초장대 수평·경사시추기술등의 첨단 조사기법이 지속적으로 개발되어야 할 것임

○ 터널 해석 및 설계 기술

- 터널구조물의 거동을 현실적으로 예측해 설계에 반영키 위한 노력들이 다양한 실험연구를 통한 다양한 경험식이 개발되거나 보완되고 있으며, 유한요소법, 유한차분법, 경계요소법 등의 수치해석기법들이 실질적인 설계 해석방법으로써 활발히 적용되고 있음
- 현실적인 지반구조물 시뮬레이션을 위한 수리-역학 커플링뿐만 아니라 FEM-DEM 커플링과 같은 해석 방법론적인 커플링까지도 시도되고 활용되고 있음. 이러한 해석방법들은 점차 다양

해지고 복잡한 거동특성을 갖는 터널 굴착과 보강공법들과 더불어 이들을 합리적으로 모델링할 수 있도록 지속적으로 개발되어야 할 것임

- 현재는 자동화 계측 등과 국부적인 영역에서만 IT 건설기술들이 적용되고 있으나, 향후에는 이러한 IT기술들이 확대되어 지반조사에서 설계, 시공·관리 및 유지·보수 단계에서 필요한 모든 정보와 작업내용들이 통합·관리되고 장소와 시간에 구애받지 않는 건설 환경이 이루어질 것임. 이러한 정보의 통합공유체계와 함께 보다 합리적인 설계 및 시공이 될 수 있도록 전문가들의 지식과 경험들을 시간과 장소에 관계없이 활용할 수 있을 것으로 전망됨
- 향후 터널이 장대화 되는 추세이고, 향후 해저터널 등과 같은 특수한 조건하에서의 터널 건설이 예측됨. 이에 따라 기존 터널 설계 개념으로는 적용하기 어려운 다양한 요소에 대한 기술 개발이 요구될 것임. 배수터널 설계 시에는 터널 지하수 침투해석, 콘크리트 라이닝에 작용하는 잔류수압과 터널의 초장대화에 따른 배수시스템 등이 요구될 것이며, 터널 내부의 수압, 공기압 등 유체를 고려한 터널 라이닝 해석과 설계기술 개발이 활발해질 것으로 예상됨

○ 터널굴착공법

1) 발파공법

- 일반적으로 터널 굴착은 크게 발파공법과 기계 굴착공법에 의해 이루어짐. 현재 발파는 NATM(New Austrian Tunnelling Method)의 주 굴착공법으로 널리 적용되고 있음. 최근 들어 기계화 시공 장비의 발달로 인해 주로 장대터널에서 암반의 경우에는 Open TBM, 토사 및 복합 지반조건의 경우에는 쉴드 TBM 공법이 적용되고 있음
- 그러나 발파공법은 기계화 시공과 비교해 저렴한 화약의 사용으로 인해 일반적으로 경제성이 높고, 터널의 크기와 형상에 크게 좌우되지 않으며, 부대설비가 적게 필요한 장점이 있음. 이러한 장점들로 인해 향후에도 발파공법은 터널의 주된 굴착공법으로 계속 활용될 것으로 기대됨

가. 친환경적 발파공법

- 현재 도심지 터널 공사 시 발파는 소음과 진동 등으로 민원을 야기하는 경우가 많음. 따라서 이러한 소음, 진동 등의 환경 유해 요소를 저감할 수 있는 친환경적 발파공법의 개발과 개선이 요구되고 있음. 이를 위해 최근 들어 미진동·미소음 또는 무진동·무소음 발파 굴착을 위한 기술 개발과 투자가 확대되고 있음

나. 여굴 및 주변 지반 손상 최소화 기술

- 굴착면을 매끈하게 하고 주변 지반의 손상을 줄이기 위해 smooth blasting과 pre-splitting 등으로 대변되는 controlled blasting 기법이 널리 적용됨. 그러나 아직까지 조절발파 기술의 적극적인 적용이 다소 미흡하고, 편리가 심한 편마암이 지배적인 국내의 암반조건에 기인해 때 선진 외국과 비교해 여굴이 다소 크게 발생하는 경우가 많음. 이러한 과대 여굴은 굴착량의 증대와 주변 지반의 과도한 손상으로 이어져 지보물량과 공사비를 증대시키는 주된 요인이 됨. 따라서 과대 여굴을 방지할 수 있는 초정밀 천공·발파기술과 관련 장비의 개발 및 실용화가 이루어져야 함

다. 고효율 장공발파 기술

- 현재 국내의 터널 발파 시 최대 굴진장의 길이는 일반적으로 3~4m 정도이나, 비교적 경암인 경우 노르웨이, 스웨덴 등의 선진 외국에서는 5m 이상까지 굴진장이 확보된 장공발파 기술을 확보하고 있음. 이러한 장공발파의 장점은 급속시공을 가능하게 해 공기와 공비의 절감을 적극적으로 도모할 수 있다는 점을 들 수 있음
- 장공발파의 정착을 위해서는 발파효율(blasting efficiency)이 높은 새로운 심발공법과 시공 중 막장전방의 지반조건을 사전에 예측할 수 있는 조사기법이 필요함. 국내에서도 발파효율을 증대시키기 위한 새로운 심발 공법이 개발되고 있음

2) 기계 굴착공법

- 최근 들어 도심지를 중심으로 전력구, 통신구 등의 소단면 터널뿐만 아니라 지하철터널 및 도로 터널 등에 TBM의 적용사례가 급증하고 있으며, 터널 연장의 장대화 추세와 기존 발파공법에 비해 소음·진동 등의 환경영향 요소가 작고 인건비를 절감할 수 있다는 점에서 TBM 공법의 국내 적용이 더욱 증가할 것으로 예측됨. 기계굴착에 있어 요구되는 연구 분야 및 내용으로는 다음과 같음

- TBM 면판설계 및 굴진성능 평가 기술
- TBM 선정기준 및 공정분석
- TBM 단면의 다양화 및 대단면화
- TBM 터널의 장대화 및 대심도화
- 쉘드 TBM의 세그먼트 신기술

- 도심지 TBM 터널의 근접시공기술
- 지반개량을 위한 보조공법의 개발
- 시공 중 막장 전방 정밀 탐사기법

○ 터널 재료 기술

- 터널의 라이닝 재료나 그라우팅 재료의 개선과 관련 시공기술을 개발하는 부분으로 다양한 연구가 진행되고 있음
- 고성능 숏크리트 개발 : 습식 숏크리트 중 알카리프리 계열의 급결제를 사용하는 것이 강도측면에서 유리한 것으로 확인되었으며 혼화재로는 실리카 흙을 사용하는 것이 강도측면에서 유리함
- 그라우팅 재료의 내해수성 평가 : 해수에 대한 그라우팅 재료의 내해수성 평가 결과 마이크로시멘트 사용 시 규산계 재료보다 아원계 급결제가 내해수성이 뛰어나
- 자동 주입장치를 이용한 콘크리트 균열보강 : 저압주입을 통하여 콘크리트 내 존재하는 크랙을 보강하여 최종적으로 콘크리트의 강도를 증가시키는 효과가 있음
- 점도변화와 폐색을 고려한 그라우트재 침투특성 연구: 기존 시멘트를 이용한 그라우트재의 경우 주입강도 증가 효과는 발생하나 경화에 시간이 요구되며 용수, 누수 등 차수목적에 부적합한 면이 있음. 이에 따라 초 미립 시멘트재료를 이용하여 침투능이 향상된 그라우트재의 개발이 수행되었음

○ 터널계측기술

- 터널 계측은 여러 가지 목적으로 적용되고 있으나, 그중에서 공사 중 터널구조물의 안정성 평가는 가장 중요한 항목임. 그러나 현행 2차원적인 터널 계측은 붕괴의 위험성이 상대적으로 낮은 막장 후방에서의 상대변위와 안정 상태로 들어선 응력 값을 측정하기 때문에, 굴착 중인 터널 막장의 거동을 정확하게 파악할 수 없음. 또한 막장 전방의 지질정보도 제공하지 못해 실질적인 터널 시공에 크게 기여하지 못하고 있음

가. 터널 계측의 문제점과 개선방향

- 설계단계에서는 지반조사의 한계성, 장비 선정의 제한성 그리고 관리 기준치의 부재 등으로 인해 계측설계에 많은 어려움이 있음. 현행 터널 계측의 설계상 문제점을 살펴보면 먼저 지반

조사가 충분히 이루어지지 못한 상태에서 획일적으로 A계측(일상계측)과 B계측(대표단면 계측)으로 구분하며, 일단 터널의 기하학적 특성, 지반 공학적 특성 등을 고려하지 않고 단순히 일정 간격으로만 계측단면을 설정하고 있다는 점임

- 또한 실제 터널구조물은 지반조건 및 하중조건에 변화로 인해 완전한 평면변형률 조건의 거동을 보이지 않으므로, 일정 간격의 횡단면에 대한 내공변위 및 응력측정뿐만 아니라 종단방향의 거동 계측도 설계단계에서 반영해야 할 필요가 있음
- 일반적으로 터널 계측은 터널 시공의 연속성을 저해하는 장애물로 인식되고 있음. 따라서 계측기 설치시기가 지연되고 초기치 측정시점을 놓치게 되어 정확한 초기거동을 파악할 수 없는 경우가 대부분임
- 또한 기존 2차원적인 터널 계측의 가장 큰 문제점은 터널 붕괴와 붕락이 가장 빈번하게 발생하는 막장면의 안정에 관한 사전 예보기능을 제공하지 못하고 단지 1차 지보 설치가 완료된 배후지역의 사후정보만 제공한다는 점임
- 즉, 1차 지보재가 설치되면 터널은 일반적으로 안정화 단계에 들어서기 때문에 이 구간에서의 계측은 안정화된 상태의 확인 이외에는 효과가 없음. 더욱이 계측 결과를 종합적으로 분석할 수 있는 기술자가 현장에 상주하지 않기 때문에 즉각적인 조치가 불가능한 현실임
- 따라서 당일의 계측 결과는 당일 내로 분석되어 시공에 반영될 수 있는 체계와 조직이 구비되어야 함. 마지막으로 필요하다면 완공 후에도 지속적인 유지·관리 계측이 이루어져야 함

나. 첨단 터널 계측기법

(1) 3차원 계측기법

- 현재 적용되고 있는 2차원적인 재래식 터널 계측방법에 의해서는 횡단면 방향의 상대변위를 기계식 또는 인력에 의해서 측정하고 있기 때문에 초기치 측정의 한계성, 측정방법의 불일치, 즉각적인 피드백의 곤란, 막장면 또는 막장 전방에 대한 예측기능의 부재 등으로 인해 터널 거동을 3차원적으로 정밀하게 파악하는데 한계가 있음
- 따라서 최근 들어 오스트리아 등지에서는 재래식 계측을 3차원 계측시스템으로 전환해 경제적으로 안전한 터널을 시공하고 있음. 이러한 3차원 계측은 막장 전방의 지반조건을 예측하는데 유용하게 사용될 수 있을 것임

(2) 무선네트워크 개념의 계측시스템

- 터널 시공이 완료된 후 터널 지보재에 대한 실질적인 거동 계측은 콘크리트 라이닝으로 인해 불가능하기 때문에, 시공 중에 고내구성·무선의 영구 계측기를 설치해 시공이 완료된 후에도 지반·지보재의 거동을 계속해서 계측할 수 있는 시스템이 개발되어야 함
- 이러한 노력의 일환으로 MEMS(Micro-Electro- Mechanical System) 기술을 활용한 소형 무선 계측기(그림 2.23)의 개발과 실용화에 대한 관심이 증대되고 있음

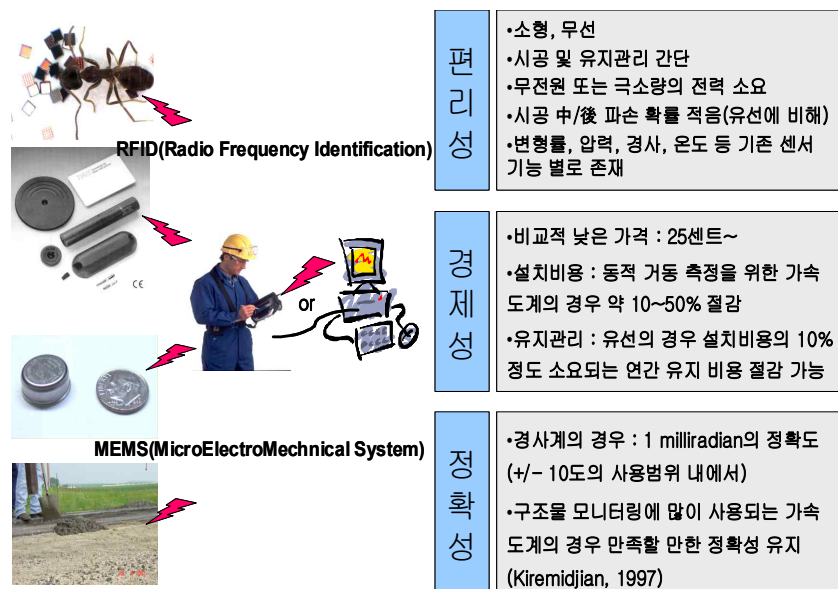


그림 2.12 MEMS 기술에 의한 소형 무선 계측기의 특징

○ 터널유지관리기술

가. 현행 터널 구조물 유지·관리의 문제점과 개선 방향

- 2004년 현재 국내 도로터널 총연장 339km 가운데 공용 30년 이상의 노후화 구간은 약 3.5%이며, 특히 철도터널은 242.7km중 공용 30년 이상의 노후화 구간이 약 75%에 해당함
- 또한 국내 지하철터널 구간 369.2km 가운데 2004년 현재 서울시지하철공사와 부산철도공단의 정밀 안전진단 물량은 각각 112km/년 및 62km/년에 달하고 있음. 따라서 노후터널에 대한 경제적이고 효율적인 보수·보강 기술 개발이 시급함
- 그러나 현재까지 터널에 대해 체계화되지 않은 안전진단과 보수·보강으로 인해 유지·관리에 대한 인원과 비용의 중복 투입에 따른 경제적 손실도 상당함

- 현재까지 터널의 유지·관리에 관한 기술은 점진, 진단, 평가 없이 부분적인 기술로 정립되어왔음. 따라서 기존에 부분적으로 구축된 안전진단 기술을 체계화하고 효율적인 상태평가 기술을 접목한 통합된 유지·관리 기술이 요구됨
- 또한 국내에서는 아직까지 터널 구조물 유지·관리에 필수적인 변상 상태를 진단하고 평가하기 위한 기술과 변상 정도에 따른 보수·보강 선정방법이 미흡함
- 따라서 신속한 터널 조사 장비의 개발, 터널 변상 발생 시 터널의 상태 평가 및 안정성 평가를 통해 터널 변상의 원인을 파악하고 최적의 보수·보강 기법을 적용하기 위한 기술적 노력이 요구되고 있음

나. 교통흐름이 유지된 터널 구조물의 단면 확대 및 보수·보강 기술

- 교통량 증대, 차량의 대형화 및 철도터널의 전철화 등에 대응하기 위해 기존 노후터널의 공용 중 터널단면 확대 기술과 보수·보강 기술에 대한 관심이 높아지고 있음
- 미국, 프랑스, 일본, 독일 등의 선진외국에서는 30년에서 100년 이상 된 노후터널의 기능 향상을 위해 단면 확대 시공이 이루어지고 있으나(그림 2.12), 터널 운영을 일정한 기간 동안 차단하고 작업자의 안전을 확보한 뒤에 단면 확대 시공을 실시하고 있어 시공기간 동안 차량 통행 금지로 인한 엄청난 사회간접적인 피해를 야기하고 있음

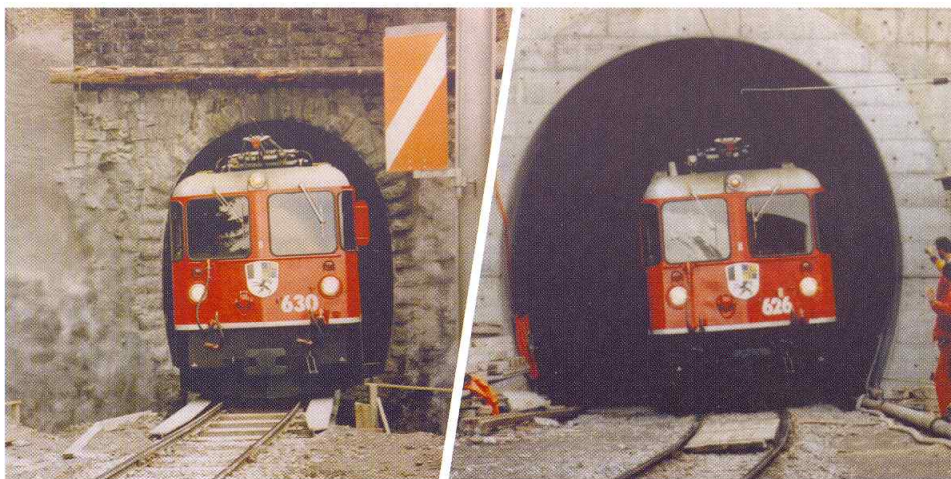


그림 2.13 노후 철도터널 확장사례(독일)

- 국내에서도 경부고속철도 대구-부산 기존선의 전철화 구간에서 기존 노후터널의 건축한계를 확보하기 위해 단면 확대 시공이 검토되는 등 철도터널을 중심으로 노후터널의 단면 확대에 대한 필요성이 증대되고 있으나, 도상 깊이를 조정하는 궤도내리기 방법을 제외하고는 기존 터널 주변을 추가 굴착해 터널의 내공단면을 확보한 실적과 관련 기술 개발이 전무한 실정임

■ 신호/통신 분야

- 철도 신호/통신 분야의 설계, 시공에 대한 기술은 궤도토목분야와 같이 정확히 설계, 시공관련 기술개발에 부합하는 내용보다는 철도 신호통신 분야를 구성하는 차상 및 지상시스템 설비 중 지상설비를 없애고 차상에서 열차를 효율적으로 제어할 수 있도록 변환되어 지상설비에 투자 되는 비용을 절감하는 방향으로 기술이 개발되는 현황에 초점을 맞춰서 다음과 같이 기술할 수 있음
- 국내 철도 신호/통신 분야는 과거 저속열차중심의 지상신호방식으로 건설되어 왔으나, 최근 세계적인 추세에 따라 철도 신호통신설비의 기술방향이 차상신호체계로 변화되는 과정에 있음. 따라서 국내의 고속화 사업의 추진에서도 차상신호시스템을 적용하도록 검토하고 있으며, 최근 국내의 철도 신호통신설비의 기술발전 동향에 대한 정책도 차상신호시스템의 국산화 방향을 제시하고 있음. 그러나 국내의 차상신호시스템의 기술력은 아직 시작단계이며, 경부선, 호남선, 경춘선에 차상신호설비 구축사업을 진행하면서 국내 몇 개의 기업이 기술을 습득하고 있는 상황임
- 철도 신호시스템의 제어방식은 크게 지상신호와 차상신호로 구분. 지상신호는 선로변에 상치 신호기를 설치하고 선행열차의 개통조건과 전방진로의 구성조건에 의해 형 또는 색으로 신호를 현시하여 기관사가 확인한 후 열차를 운행하는 방식임. 지상신호방식은 자동폐색장치를 운용하고 있으며, 우리나라 철도에서는 3현시, 4현시, 5현시 방식을 사용하고 있음. 차상신호는 레일을 정보전송매체로 이용하거나 양 선로 내측에 루프코일을 설치하여 선행열차의 운행에 따라 궤도회로조건과 선로데이터, 진로개통조건 및 신호현시에 필요한 여러 가지 조건 등 후속열차 운행에 필요한 정보를 코드화하여 차상으로 전송함. 차상신호방식은 연속제어 차상신호 방식인 ATC장치와 점 제어 차상신호방식인 ATP장치로 크게 나눌 수 있음
- 철도 신호시스템의 구성은 일반적으로 그림 2.23과 같으며, 열차자동운전기능을 고려할 경우는 ATO 기능을 추가함. 한 예로 경산시험선에 구축된 경량전철용 열차제어시스템의 지상설비는 열차의 무인자동운전기능을 지원함

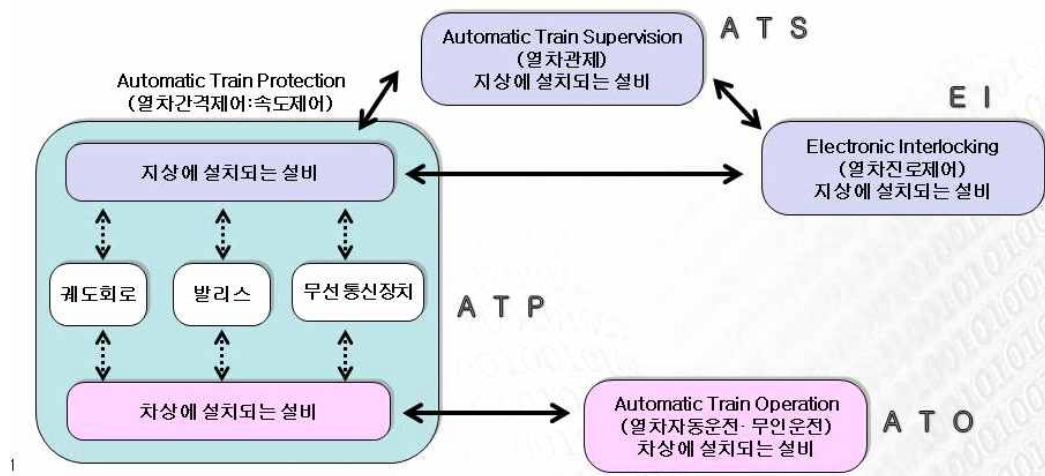


그림 2.14 철도신호시스템의 구성도 및 기능

○ 철도 신호시스템의 국내 기술현황은 다음과 같음

표 2.12 신호/통신 분야 기술구분 및 정의

기술구분		정의 내용
기준/설계	단계별 설계기술	- 구조물, 장치, system 등을 제작하기 위하여 구상을 하고, 계획을 책정하고 계산을 하여 제품의 시방을 시방서 혹은 도면 등의 문서에 의하여 명확하게 하는 일련의 활동임 [설계업무의 진전 step]
신호 방식	지상신호	- 지상신호는 선로변에 상치신호기를 설치하고 선행열차의 개통조건과 전방 진로의 구성조건에 의해 형 또는 색으로 신호를 현시하여 기관사가 확인한 후 열차를 운행하는 방식임. 지상신호방식은 자동폐색장치를 운용하고 있으며, 우리나라 철도에서는 3현시, 4현시, 5현시 방식을 사용함
	차상신호	- 차상신호는 레일을 정보전송매체로 이용하거나 양 선로 내측에 루프코일을 설치하여 선행열차의 운행에 따라 궤도회로조건과 선로데이터, 진로개통 조건 및 신호현시에 필요한 여러 가지 조건 등 후속열차 운행에 필요한 정보를 코드화하여 차상으로 전송함. 차상신호방식은 연속제어 차상신호 방식인 ATC장치와 점 제어 차상신호방식인 ATP장치로 크게 나눌 수 있음
제어	속도조사제어	- 신호기방식은 점 제어 방식으로서 신호기의 신호형식에 따라 승무원이 해당

방식	(신호기방식/ 속도코드방식)	구간에서의 열차의 가감속 및 제동 등의 열차운전을 행하는 방식임. 속도 코드방식은 궤도회로를 기반으로 하는 대표적인 방식으로 선형열차의 궤도회로 점유상태에 따라 지상설비는 사전에 설정한 여러 개의 속도코드 중에서 적절한 것을 선정하여 이를 궤도회로를 통하여 후속 열차로 전송하는 기술임
	거리중심제어 (고정폐색방식/ 이동폐색방식)	- 고정폐색방식은 궤도회로의 열차점유정보를 토대로 지상설비는 별도의 전송 매체를 통해 열차의 점유상태 및 적절한 정보를 열차에 전송함. 차상설비는 지상에서 전송된 정보를 토대로 목표지점까지 속도프로파일을 작성하는 기술임 - 이동폐색방식은 궤도회로를 전혀 사용하지 않고, 선형열차의 위치를 검출하여 후속열차의 열차종별, 제동성능 및 속도 등에 의하여 필요제동거리가 확보되는 최소열차간격을 갖도록 후속열차를 제어하는 방식임

- 신호·통신 분야의 설계 및 시공발주의 경우, 실제 토목분야의 설계 및 시공발주와 거의 유사한 시기에 발주가 되므로 토목분야의 설계 변경 및 시공변경이 발생할 경우 후속주자인 신호·통신 분야의 설계변경의 비용 발생 또는 시공변경에 따른 신호·통신 분야의 철거 및 재시공 사례가 발생하고 있음. 또한, 건축분야에서의 변경으로 인하여 신호·통신 분야의 신호기계실 면적의 미 확보로 시공 후 건축분야의 시공변경 또는 추가시공의 경우가 발생하는 문제점도 있음
- 철도건설의 설계 및 시공분야의 발주방법을 변경하여 토목분야 및 건축분야의 설계 및 시공이 일정 수준 완료가 진행되었을 때 발주하여 설계 및 시공의 오류로 발생하는 공사비를 절감하여야 함. 또한 시간적으로 분리 발주됨에 따라 신호분야의 선 시공을 위한 인터페이스 업무를 수행 할 수 있는 제도적인 방안을 수립하여야 할 것임
- 또한 현재 국내에서 시공되고 있는 기존선의 건설공사는 여러 단계를 통한 토목공사와 궤도 공사가 시행되고 있는데, 토목분야와 궤도분야는 각각의 분야 특색에 따라 여러 단계를 구분하여 안정적이고 시공이 용이하도록 업무를 수행하고 있는 실정임. 이에 따라 신호·통신 분야의 경우, 토목분야의 단계별 시공계획에 따라 여러 차례의 전선로공사(관로공사, 케이블 공사)를 수행하고, 이러한 단계에 따라 철거 및 재시공을 시행하고 있어 불필요하게 과다한 비용이 소모 되어 불합리한 측면이 있음
- 현재까지 분야 간 인터페이스 효율화를 위하여 추진된 연구과제는 없으며, 한국철도시설공단의 인터페이스 절차서가 작성되어 운영되고 있으나, 이는 한국철도시설공단에서 자체적으로 추진 하고 있으며, 사업의 발주기시에 맞게 조정회의 및 진행절차가 이루어지고 있지 않음. 또한, 감독자의 변경 및 발주시기의 차이에 따른 주관자의 선임이 늦어지므로 문제점이 발생되고 있으므로, 분야 간 인터페이스 효율화를 위하여 철도 안전법에 의하여 제정된 “철도 신호제

어설비 설계지침”와 철도 건설법에 의하여 제정된 “철도설계기준(시스템 편)”의 일부분에 내용을 추가하여 실용화가 가능하도록 법적 제정을 수행하는 것이 필요함. 또한 한국철도시설공단의 설계편람의 “제 18장 건설계획의 타 분야 인터페이스 검토”의 내용을 보다 구체적으로 보완하여 실현 가능성을 증진하므로 매몰비용 절감을 통한 효율적인 시공이 시행될 수 있음

- 철도 신호시스템의 기술발전 방향은 초기의 신호등 체계에 의한 지상신호방식에서 속도 코드를 이용한 차상신호 방식, 그리고 기존의 선로 의존 신호시스템에서 무선을 활용한 선로 변 신호 시스템으로의 변화와 함께 추진되었음. 이러한 신호시스템은 지상에서 차량의 운행을 감시 및 통제하는 사령 설비와 실제적인 열차의 간격 제어를 통해 열차 운행 속도를 자동으로 제어하는 열차제어장치, 열차의 운행 노선 및 방향을 결정하는 연동장치로 분류되며, 통신 기술의 발달은 지상에 고정된 폐색구간을 통해 열차 운행 간격을 제어할 것인가, 또는 가상적인 폐색구간을 선정한 후 열차 운행 간격을 제어하는 가상폐색 또는 이동 폐색의 적용을 가능하도록 하였음. 또한 열차제어장치의 경우에는 각각의 폐색 구간에 대한 속도 코드를 통해 열차의 속도를 제어하는 ATC 방식과 운행 열차간의 기본적인 안전 간격을 유지함으로서 열차 방호 기능을 활용한 ATP 방식으로 분류되며, 이러한 열차제어시스템 관련 기술은 국내의 모든 철도 현장에서 대부분 상업 운행 중에 있거나 건설을 추진 중에 있음
- 최근에 개발하여 적용되고 있는 열차제어시스템은 차상신호방식으로 지상설비의 최소화를 목적으로 많은 기술이 개발되고 있으므로, 현재 현장에 시공되고 있는 많은 지상설비를 감소할 수 있고 미래지향적으로 발전이 가능한 기술의 개발이 필요한 상황임. 즉, 현장의 신호기, 궤도회로 등의 시설물들이 최소화가 되어가고 더 나아가 신호기계실도 최소화 될 것이고, 이렇게 단계적으로 최소화되어가는 사항을 대처할 수 있고 원거리제어를 할 수 있는 기초 장치가 개발되어야 할 것임. 따라서 많은 제어설비가 구축되는 국내의 설비가 많은 비용이 소요되므로, 현장에는 전송장치만을 구축하여 원거리에 정보를 제공할 수 있는 기초적인 기술인 통신제어 접속함의 개발이 필요한 상황임

■ 환경 분야

- 환경 친화적인 철도건설을 위하여 철도설계자, 관련 행정기관 등이 계획·설계·시공 시 활용할 수 있고 현장 적용이 가능한 철도노선 선정방안과 항목별 적용방안 및 공사 중 환경관리 방안을 제시하기 위하여 2007.12.26에 환경부고시 제195호와 건설교통부고시 제167호로 환경 친화적 철도건설지침(안)이 제정되어 시행되고 있음. 이 지침은 '철도 건설법' 및 '도시철도법'에서 정하고 있는 철도건설 사업에 적용되는 것으로 환경 친화적인 철도노선 선정, 환경 친화적 철도건설 및 공사 중 환경관리로 구분되어 각 단계별로 고려해야 할 사항과 추진절차, 설치 기준을 제시하고 있으며, 제시된 방안은 해당 계획노선 및 지역특성에 따라 다양한 적용이 가능하도록 하고 있음.
- 최근 환경적으로 지속가능한 교통에 대한 관심의 증대와 함께 대량수송, 안전성, 경제성, 에너지 효율성 및 환경친화성 등에서 우수한 장점이 있는 철도의 위상강화와 정부의 정책 변화에 따른 경제적 투자의 가속화로 인해 철도건설이 증가되고 있으며, 이에 따라 도로건설과 비교하여 철도의 건설과 운영이 환경에 미치는 영향에 대한 연구의 필요성도 부각되고 있음. 철도는 환경성과 관련된 비용측면에서 도로에 비해 3~4배 우수한 것으로 알려져 있고, 향후 혼잡비용의 급격한 상승으로 인해 그 차이는 더욱 심화될 것으로 예상되며 이러한 철도의 경제적, 환경 친화적 특성을 반영한 철도 분야에 대한 정책적 재조명과 맞물려 철도사업이 환경에 미치는 영향이 부각되고 있음
- 환경영향평가 항목은 대기환경 분야, 수 환경 분야, 토지환경 분야, 자연생태 환경 분야, 생활 환경분야, 사회경제환경 분야 등 6개 분야에서 총 20개 항목으로 분류되어 있으며 2007년에 제정된 환경 친화적 철도건설지침에 따르면 철도건설사업의 환경영향평가에서 주로 다루어져야 하는 항목은 표 1에 보인 것과 같이 대기질, 수질, 지형·지질, 동·식물상, 자연환경자산, 소음·진동, 위락·경관의 7개항목이 중점평가항목으로 제시되었고, 이외의 항목은 지역특성 및 철도유형을 고려하여 선택적으로 반영하도록 하고 있음

표 2.13 철도환경영향평가 주요 검토항목

구 분	항 목	설 정
대기환경	기상	△
	대기질	○
	악취	△
수환경	수질(지표·지하)	○
	수리·수문	△
	해양환경	△
토지환경	토지이용	△
	토양	△
	지형·지질	○
자연생태 환경	동·식물상	○
	자연환경 자산	○
생활환경	친환경적 자원순환(폐기물)	△
	소음·진동	○
	위락·경관	○
	위생·보건	△
	전파장애	△
	일조장애	△
사회경제 환경	인구	△
	주거	△
	산업	△
주) ○ : 중점평가항목 △ : 지역특성 및 철도유형을 고려하여 선택적으로 반영할 항목		

- 철도건설 사업은 예비타당성 조사단계, 기본계획 및 기본설계단계, 그리고 실시설계단계를 거쳐 시공이 이루어짐. 철도노선 선정은 사업계획의 구상단계인 타당성 조사단계에서 시작하여 기본설계 단계에서 대부분 확정되며, 이때의 중요한 선정기준은 경제성, 기술성, 안전성, 환경성

등이 있음. 그러나 타당성 조사단계에서는 경제적 편익, 교통소통 효과, 이용자의 편익위주로 검토되기 때문에 단기적으로 경제성 분석이 어려운 환경보전에 대한 편익의 검토는 자료의 부족으로 이루어지지 않고 있음

- 일반적인 철도노선 선정과정에는 여러 개의 대안 노선을 선정하며 노선별로 평가기준이 다른 다수의 환경 항목이 존재함. 따라서 노선별 환경 항목을 종합 비교하여 경제성, 환경성이 우월한 최적노선을 선정해야 함. 철도건설공사에서의 철도의 노선선정은 대부분 예비타당성 조사 및 기본계획 과정에서 선정되고 기본설계에서 보완하고 있는 실정임. 이에 따라 한국개발연구원은 ‘도로 철도부문사업의 예비타당성조사 표준지침’에서 환경비용 절감 편익을 검토하도록 하고 있으나 실제 검토범위는 도로와 비교되는 대기질과 소음·진동 등 환경영향평가 항목중 극히 일부분만 비교·검토하고 있는 실정임

- 해외의 경우 철도건설사업과 같이 투자규모가 크고 환경훼손이 큰 사업은 계획단계에서부터 환경성 검토가 중요시되고 있으며, 철도계획 및 건설 그리고 운영 시에 걸쳐 모든 단계에서 환경영향평가를 반드시 수행하도록 법적으로 제도화되어 있음

미국, 독일, 일본 등에서는 사업자가 시행한 환경영향평가 결과보고서(환경영향평가서)는 사업 승인에 관계된 부처 또는 지방자치단체에서 검토하도록 하고 있으며, 환경영향평가항목과 범위의 확정방법은 해당 철도사업에 따라 중점적으로 평가하는 항목과 범위를 스코핑을 통하여 자율적으로 결정할 수 있도록 하고 있음

■ 전력 분야

- 산업발전에 따른 수도권 지역의 밀집현상과 물류량의 빠른 증가는 도로교통의 혼잡을 초래하였고 산업규모의 확대와 경제발전에 부응하기 위한 빠르고 정확한 운송수단의 필요성에 의해 대량수송개체로서 철도가 빠르게 확산되고 있음. 이러한 철도 수요증가에 대응하기 위하여 전기철도의 도입이 이루어 졌으며, 현재 국내철도의 전철화는 66.5%(2011년 기준)로 절반을 넘긴 상태이며 2015년에는 73.1%를 계획하고 있어 향후 지속적으로 전철화는 빠르게 진행 될 것임.

표 2.14 전력분야 기술구분 및 정의

기술구분		정 의 내 용
기준	기준 정립 기술	- 기술과 경험, 재료를 근간으로 공학적 타당성을 제시하고 경제성, 시공성, 유지 관리성, 환경성 등을 고려한 최적의 설계기준과 시공기준을 도출하는 기술 및 시기적절한 보수주기와 보수방안을 도출하는 기술
설계	변전소설계 기술	- 전기차량의 운영을 근간으로 하는 전기부하를 산출하여 변전소의 위치 선정 및 각 설비의 용량 결정 최적화하는 기술
	설비설계기술	- 전력공급의 안정성과 친환경성을 고려한 변전소 내 각 설비의 설계 및 개량기술
시공	-	-
유지 관리	변전유지관리 기술	- 열차의 안정된 운행과 안전을 위하여 필요한 각종 모니터링장치의 제작 및 운용기술, 체계적인 유지보수 관리를 위한 전산정보화 관리시스템의 설계 및 운용기술

○ 기준정립기술

- IEC, KS 등의 국내외 관련 규격을 바탕으로 변전소 내 각 설비의 제작 및 시험 등의 기준을 정립하여 설비의 안정성을 높이고, 송전 및 변전 시공 시에 최적의 시공기법을 선정하고 지침화하여 시공에 따른 안정적인 전력공급과 함께 시공비 절감을 고려하는 기술임.

○ 변전소 설계기술

- 전기 사고 시 인적 및 설비의 안전을 유지하기 위하여 대지저항을 측정하고 접지설계를 통하

여 시공하고 최종적으로 접지저항 측정을 통하여 확인하는 접지기술임.

○ 설비설계기술

- 교류 154kV에서 27.5kV로 전압을 감압하거나 전압강하와 통신유도저감을 위해 사용되는 주변압기와 단권변압기 등의 설계기술이 있으며 주변압기는 스코트변압기를 사용하고 있어 변전소에서 서로 다른 위상을 갖는 두 개의 전원을 방면별로 공급하여 변전소 앞에는 절연구간을 두어 전기차는 전원을 차단하고 타력으로 운전함. 현재 이 문제를 극복하기 위해 국토해양부 과제로 전기차의 전원을 차단하지 않고 지상에서 싸이리스터로 급속 스위칭을 하여 전기차를 운행하게 하는 연구가 수행중임.
- 사고 시 즉각적으로 전기를 차단하여 인적 물적 안전을 보장하도록 하는 보호시스템은 보호계전기와 차단기로 나뉨. 보호계전기는 보호알고리즘을 이용하여 사고를 감지하여 GIS 차단기 (Gas Insulated Switchgear)가 고속으로 차단하도록 함. 또한 정확한 사고위치를 복구자에게 전달하여 신속한 복구가 가능하도록 하는 고장점표정장치가 있음. 특히 GIS 차단기는 절연을 유지하기 위해 가스를 SF6를 쓰고 있어 환경에 해로운 가스이어서 최근 고체절연으로 바꾸는 움직임이 있음.

○ 변전소유지관리기술

- 변전소에서는 운영을 위하여 원격 조작이 가능하도록 되어 있으며 각 설비의 유지보수를 위해 상태진단하고 있고 관제시스템을 도입하여 관제소에서 국내 변전소를 통합 운영관리하고 있음

■ 정거장/역사분야

- 대부분 정거장이 기존 도심지 중앙에 위치하고 있어 용지비가 높고, 도시 간 상호 단절을 방지하고 도로교통 분야의 지장을 최소화를 위해 건설비가 높은 교량구조물로의 계획을 요구하고 있으며, 교량구조물 형식 또한 정거장 구내의 분기기 설치 조건을 만족하기 위하여 건설비가 높은 연속교 또는, 라멘교 형식을 반영하고 있어 정거장은 철도건설비에 높은 비중을 차지하고 있음
- 철도건설에 있어서 기존의 정거장을 이용하거나 완전히 신설하는 경우 기존에 운영 중인 정거장의 기능(화물, 여객, 조차)과 효율을 정확하게 파악하여 규모를 산정하여야 함이 우선적으로 선행되어야 하나, 지금까지의 우리나라 철도건설 사례를 보면 기존의 정거장 기능에서 이미 다른 곳으로 완전히 이동한 경우에도 원래의 기능에다 추가기능을 복합적으로 반영하는 것이 현실이며, 이로 인하여 시설물의 과다로 건설 사업비와 유지보수비가 상대적으로 증가하는 실정임
- 승강장의 경우 저상홈에 따른 영향으로 승/하차 시간이 장시간 소요됨을 극복하고자 분기기의 번수를 고변화로 상향 계획하고 있으며, 열차운행 제어와 시계운전 측면에서 정거장내 안전한 열차 정차를 위하여 선로별 과주여유거리(출발신호기~차량접촉 한계표 까지 이격거리 $L=200m$)를 설치하거나, 여객과 화물을 동시에 취급하는 정거장에서 화물열차의 통과선로를 별도로 조성한 여건에서도 여객열차 홈으로 화물차량을 정차하거나, 유치할 경우를 감안한 선로배선계획을 반영함으로써 정거장 규모를 과다 산정하여 철도사업비 증가를 초래하고 있음
- 선로 유효장(차량접촉 한계표 간의 이격거리) 부족으로 후속열차의 동일한 정거장 홈 유치에 지장을 초래할 경우 열차탈선안전설비(탈선분기기 등)를 반영하여야 하는 운전취급규정으로 인하여 실질적으로 정거장 선로 유효장 길이를 단축할 수 없으며, 이는 건설 사업비 증가를 초래하는 주요인이 되고 있음
- 차량성능의 향상으로 시동/ 제동 성능이 개선 및 노스가동 분기기 채택으로 속도향상 및 충격소음저감, 신호분야에서도 열차자동제어설비(ATS), ATP 등이 설치로 성능과 기능이 향상되고 있는 상황에서도 운전취급에 따른 제약조건으로 정거장배선계획과 승강장 홈 모양을 개선하지 못하고 종전의 건설규정을 계속적으로 답습하고 있는 실정은 철도건설사업의 효율성을 저하시키는 주요한 원인이므로, 효율적 배선계획 수립, 고상홈 적용에 따른 승/하차 시간축소를 통한 분기기 번수 합리화, 승강장의 시/종점 부 반타원형 홈 설계 및 열차운행제어설비 및 운행취급 개선으로 과주여유거리 축소 등을 통한 선로 유효장 축소 및 이에 따른 교량구조물 규모 개선 등을 통하여 철도건설 사업비 증가요인을 획기적으로 줄일 수 있는 방안 수립 필요

- 역사분야의 기술은 차량과의 인터페이스 등 철도시스템의 특성에 대한 고려가 필요하며, 공공 시설로서의 안전성 및 편이성 향상을 위한 설계 및 시공기술이 필요함
- 현재 우리나라 역사 설계와 관련된 직접적인 지침이나 관련연구는 매우 미비한 실정이며, 그 중 역사의 규모산정에 관한 기준은 John J Fruin의 Pedestrian Planning and Design, Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, Inc., (1971) 서비스 수준에 따라 D~F로 설계하고 있음. 또한 폭원산정에 관해서는 영국 SPSPG의 기준을 따르고 있는 실정임. 이러한 해외 기준의 차용은 역사 건설비 합리화의 장애요소임
- 최근 다양한 형태의 역사가 건설되고 있으며, 이에 각 철도시스템 특성을 고려한 역사시설 최적화를 위한 적정규모 산정 및 설계 기술 개발이 필요함
- 현재 지하역사는 대부분 개착식 박스 구조로 승강장의 크기에 따라 역사 규모가 결정되는 형태이므로 경제적, 효율적으로 모듈화 된 역사구조 개발이 필요하며 역사 프리캐스트 모듈 개발을 위한 설계 및 시공 기술 개발이 필요한 실정임
- 현재까지 기존 역사의 노후시설에 대한 유지관리 기술은 체계적인 진단 및 평가 없이 부분적인 보수로 이루어져 체계화되지 않은 보수·보강으로 인해 유지관리에 대한 인원과 비용의 중복 투입에 따른 경제적 손실이 상당함. 이에 안전진단 기술을 체계화하고 효율적인 평가 기술을 접목한 통합된 유지관리 기술 개발이 요구됨
- 설계기준 정립기술은 철도건설규칙, 도시철도건설규칙, 도시철도 정거장 및 환승·편의시설 보완설계지침, 철도설계지침(건축 편) 등을 정립하는 기술이며, 검토관점은 기준의 합리화, 건설비 절감, 설계기술의 개선 및 발전임

■ 제도/관리 분야

- 제도/관리 분야는 철도건설 산업의 경쟁력(생산성) 향상 및 선진화, 글로벌 스탠다드화를 위한 다양한 정책적 활동들과 관리적 활동들을 포함하는 분야로서 크게 보면 건설 산업의 선진화, 제도개선활동과 중복되는 부분이 있으므로 본 검토에서는 철도산업과 관련한 분야로만 초점을 맞추어 기술함
- 일반적으로 현재 국내 철도건설 산업은 다양한 법령체계가 다기하게 얹혀있는 산업으로 하나의 사업을 수행하는 과정에서 다양한 규제와 기준 들이 중복적으로 적용되는 문제를 안고 있음. 또한 철도건설사업 수행과정에서 통합적인 관리체계 없이 각종 법령상에서 요구되는 분절적인 관리활동과 비용 중심의 관리활동만을 전개함에 따라 사업수행의 효율성을 상실하게 됨. 그리고 국내 시장 경쟁으로만은 한계가 있는 상황에서 해외시장 진출을 위한 다양한 노력이 전개되어야 하나, 현재까지 주목할 만한 성과도출은 없는 상황임
- 제도/관리 분야를 하드웨어적인 기술 분야와 다르게 철도산업의 소프트웨어적 영역을 다루는 것으로 철도건설사업 관련 제도/프로세스 혁신, 기술 융합 형 철도사업 관리체계 구현, 철도산업 글로벌 경쟁력 확보의 세 가지 기술 분야로 세분할 수 있음
- 먼저 철도건설사업 관련 제도/프로세스 혁신 분야는 현재 철도 건설법, 건설기술 관리법, 건설 산업 기본법 등 다양한 분야와 영역으로 다기화 되어 있는 철도산업의 법령체계의 정비, 영역체계의 일원화 등 산업 기반시스템의 정비와 관련한 제도개선활동과 철도사업 투자계획의 신뢰성 확보 및 성과관리체계 구축, 철도사업 수행프로세스상의 비효율성을 개선하고 표준화되고 시스템화 된 프로세스 구현을 통해 궁극적으로 사업시행 속도를 극적으로 개선하고 비용을 절감하며, 발주자, 수요자에게 최대한의 투자효율성(Value for money)을 제공할 수 있는 기반을 제공하는 활동분야임
- 기술 융합형 철도사업 관리체계 구현은 철도건설 사업이 효과적으로 수행할 수 있도록 관리체계를 개선해나가는 활동을 말함. 기존 철도사업 관리활동이 비용 중심의 관리활동이라고 한다면, 미래의 철도사업 관리활동은 비용 뿐 만 아니라 사업기간의 단축, 품질 혁신, 건설사업 참여자간 통합적인 사업관리, 다양한 정보기술, R&D 기술들이 사업관리기술과 융합하여 최대한의 성과를 도출, 시설물 유지관리체계의 선진화를 통한 서비스 제공수준 향상 등의 활동분야임
- 철도산업 글로벌 경쟁력 확보 분야는 철도산업의 분야별, 기술별 기술수준 비교, 국가별 철도산업 경쟁력 비교, 해외 철도 건설시장 진출방안 마련, 철도 전문기업의 육성 및 해외진출 지원 등을 꾀하는 활동 분야임

2. 유사 과제 중복성 분석

■ 철도건설 경쟁력 확보를 위한 기획 연구

○ 과제 개요

- 완료시기 : 2010. 3
- 발주기관 : 국토해양부
- 수행기관 : 한국건설기술연구원

○ 기획 연구 목적

- 철도시설 투자의 합리성과 신뢰성 확보를 위한 철도기술 향상 및 제반 기준의 합리적 재정립
- 현행 철도 제반기준 및 건설기술에 대한 검토를 통해 사업비 절감 가능 분야 분석, 관련규정의 개선가능성 검토

○ 주요 연구내용

- 선형/궤도, 노반, 교량, 터널, 방재 등 5개 분야에 대한 기준 및 기술개선방안 도출

연구 분야	핵심연구과제	소요 예산 (억원)		연구 기간 (개월)	과제 성격
총괄	· 과제 관리, 연계 및 조정 · 워크샵, 공청회, 해외 전문가 초청, 회의, 대외홍보 업무 추진 등	3.0		18	과제 총괄
선형 궤도 분야	· 선로선형(기울기 및 곡선)이 열차의 운행 성능에 미치는 영향 분석 · 구배저항 및 제동성능 분석을 위한 휠/레일 점착계수 도출 · 구배저항, 제동성능, 곡선저항 분석 · 선로 연장별 최적기울기 및 정거장 구내 최적 기울기 산정 및 기준 정립 · 동일 기울기 최소 선로연장 산정 및 기준 정립 · 곡선선형요소 타당성 검토 및 보완 방안 마련 · 속도별 선로 중심 간격 최적화 및 관련 세부기준 정립 · 교행풍압, 터널 내 압력 변동, 미기압파 변동 영향 분석 · 이명감 최소화를 위한 차량 기밀설계 방안 연구 · 환경소음 규제 측면에서의 미기압파 저감방안 연구 · 터널구조 및 시설물 등에 의한 터널내 공기압 저감방안 연구 · 차량-공기압-시설물 시스템 인터페이스 연구	13.5		18	기준개선
노반 분야	· 철도노반구조물 요구 성능수준 결정 · 성능수준별 철도노반 재료 및 품질관리 기준 정립(침하관리측면) · 성능 수준별 최적단면 결정 및 성능수준 검증 · 성능 수준별 설계기준 제시	7.0	28.0	18	기준개선

	· 콘크리트케도용 강성보강 노반구조의 설계기술 개발 · 콘크리트케도용 강성보강 노반구조의 시공기술 개발 · 콘크리트케도용 강성보강 노반구조의 설계기준 및 시방서 개발 · 콘크리트케도용 강성보강 노반구조의 Testbed 구축 및 성능평가	14.0		36	신기술 신공법 개발
	· 침하억제형 콘크리트케도용 신형식 노반구조 선정 · 말뚝지구조공법의 설계, 시공 방법의 유효성 검증 · 말뚝지구조공 설계기준 작성	7.0		24	신기술 신공법 개발
교량 분야	· 주행안전성 및 승차감확보를 고려한 동적응답(가속도, 처짐, 단부회전각 등) 기준 합리화 · 궤도-교량 상호작용을 고려한 교량설계 기준 합리화(고정점간 거리 제한기준 완화 및 주행안정성 검토방법 표준화) · 진동 및 소음 기준 합리화 · 하중조합 적정성 검토 및 관련기준 합리화 · 추가 감쇠비 관련 기준 정립 · 공진소멸현상을 이용한 저진동 구조물 설계 방안 · 중공단면교각 소성설계 기준 정립	19.0	30.0	18	기준개선
	· 내진설계 시나리오 정립 · 내진설계·해석 방법 표준화 및 관련 지침 정립 · 표준 배근상세 제시를 통한 물량절감 방안 · 교량 교각 및 교대 하부 기초형식 최적화 · 신형식 말뚝기초 적용 방안 및 관련 기준 정립 · 모범설계 사례 작성	11.0			기준개선 연계기술 및 설계·시공 개선
터널 분야	· 터널 기본 설계 시 지반조사 효율화 방안 도출 · 철도터널 기본설계 관련 지침 개정 · 터널라이닝 설계개념 재정립 · 발파진동 규제 기준의 합리화 방안 도출 · 굴착효율 증대를 통한 시공성 향상 방안 도출 · 지반조건별 굴진장 증대시 안정성 평가 및 경제성 검토 · 기계화 시공을 위한 터널 발주체계 및 제도 개선	7.0		18	기준개선
	· 열차속도, 차량성능, 터널연장 변화 등에 따른 적정 내공 단면적 도출 및 관련 기준 재정 · 전차선로 구조변경에 대한 연구 · TBM 적용 시 단면 활용성 극대화 방안 연구 · 공사비 절감을 위한 고성능 그라우팅 시공관리 기술 개발 · 철도터널 배수시스템 등 구성요소 최적화 방안 연구	8.5			기준개선 연계기술 및 설계·시공 개선
방재 분야	· 터널위험도 평가기법 개발 및 평가를 통한 방재시설의 적정규모 도출 · 터널 화재사고 발생 표준 시나리오 제시 · 화재해석기법/대피해석기법/사망자수 추정기법에 대한 분석 및 표준안 작성 · 사회적 위험도 평가기준에 대한 분석 및 국내 기준제시 · 철도터널 방재기준 분석 및 제시 · 방재설비별 비용대비 위험도 저감효과 분석을 통한 우선순위 제시 · QRA 기법을 통한 방재설비 설치 우선순위 분석	2.0	4.0	18	기준개정
	· 수치해석을 위한 고속 철도차량 내장재의 연소특성 DB 작성 · 철도차량의 화재강도 예측 기법의 신뢰성 확보 · 고속철도 차량의 화원 규모별 화재강도 분석 · 중규모 실물화재시험을 통한 수치해석 결과 검증 및 해석 기법 고도화 · 고속철도 터널 방재설비 지침 제정을 위한 적정 화재강도 제시	2.0			기준개선 연계기술 및 설계·시공 개선

○ 본 과제 도출 및 반영 현황

- 연구과제 개요

- 과제명 : 철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반 연구
- 발주기관 : 한국철도시설공단
- 연구기관 : 한국건설기술연구원, 한국철도기술연구원, 토목학회
- 연구기간 : 2010.9.14 ~ 2012.3.13 (18개월)

- 연구과제 반영 내용

수행분야	주요 수행 내용
총괄분야	과제관리, 분야별 연계 및 조정, 국내외 세미나 및 공청회 등 행사추진
선형·궤도 분야	선로선형(기울기 및 곡선) 최적화, 선로 중심 간격, 공기압 및 미기압 검토
노반분야	노반의 최적 요구 성능 수준 결정, 성능수준별 최적단면 및 설계기준 제시
교량분야	주행안전성, 승차감, 내진, 진동 및 소음 등 교량 구조물 전반의 기준 정립
터널분야	라이닝, 발파기준, 기계화 시공, 터널 내 인터페이스 조정 등 터널 구조물 전반의 기준 정립
방재분야	터널안전성 분석에 필요한 제반 기준 및 해석방안 제시
안전설비 분야	안전설비 안전성 분석, 안전계획 및 안전설비 설치기준 정립 및 비용분석

○ 중복성 검토 및 활용방안

- 연구목적의 중복성

- 선형, 노반, 교량, 터널, 방재, 안전설비 등 6개 시설물 분야의 건설 사업비 절감 및 기준개선을 통한 경제성 확보를 목적으로 검토대상 연구과제가 진행되고 있어서 목적 면에서 유사성이 있으나, 다수의 과제가 기준개선에 초점이 맞추어져 있으며 조기실용화가 가능한 중/단기 과제를 주로 추진하고 있음

=> 본 기획과제와의 차이점은 기준/제도, 설계, 시공 등 철도건설 전 분야에 대한 건설비 최적화 방안을 도출할 것이며 “철도건설 경쟁력 확보를 위한 기획연구”과제보다 폭 넓은 범위와 장기간 연구개발이 필요한 내용까지 포함함.

- 기획과제에 활용방안

- “철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반 연구”과제와의 중복성이 발생하지 않도록 기획할 것이며, 기존 타 기획연구내용을 포함하여 과제화 되지 않은 부분에 대해서는 활용방안을 검토하도록 함.

■ 고속열차 증속을 고려한 철도인프라 보강 및 기반기술개발

○ 과제 개요

- 완료시기 : 2008. 11
- 발주기관 : 국토해양부
- 수행기관 : 한국철도공사, 고려대

○ 기획 연구 목적

- 건설시장 개방 및 세계화에 대응하여 고속열차 속도향상과 차세대 고속열차에 대비한 고속열차 증속을 고려한 철도인프라 관련 핵심 보강 및 기반 기술 개발
- 차세대 고속열차에 대한 기존 철도의 인프라 보강 기술과 표정속도 향상을 위한 설비 업그레이드 방법에 대한 연구(고속열차 증속을 위한 보강기술개발)
- 고속열차의 증속으로 인한 안전성, 사용성, 환경성, 경제성에 대한 분석 및 진단
- 고속열차의 경우 한 번의 사고가 대형 참사를 초래할 수 있으므로 고속열차 증속을 위한 현 단계의 철도인프라 평가 검증
- 고속철도의 해외진출 및 속도향상을 위한 기술적 토대 구축
- 고속열차 증속을 위한 기존 철도인프라 보강 및 기반 기술 정립

○ 주요 연구내용

- 선로구조물, 환경부하 저감시설, 신호제어인프라, 전기시스템에 대한 보강 및 기반기술 개발

연구 분야	핵심 연구 과제	소요 예산 (억원)	연구 기간 (개월)	과제 성격
토목 분야	☐ 고속철도 속도향상에 따른 선로구조물 보강 및 기반 기술 개발	46	48	유지관리 기술 개발

	· 고속열차 속도향상에 따른 선로구조물 유지관리 및 성능 평가 체계 개발 · 고속열차 속도향상에 따른 선로구조물 보강 및 유지관리 기술 개발			
환경 분야	□ 고속철도 속도향상에 따른 환경부하 저감시설 보강 및 기반 기술 개발	23	48	보강 기술 개발
	· 고속열차 속도향상에 따른 소음 저감시설 보강 및 기반 기술 개발			
신호 분야	□ 고속철도 속도향상에 따른 신호제어인프라 보강 및 기반 기술 개발	42.9	48	보강 기술 개발
	· 고속열차 속도향상을 위한 신호제어인프라 분석 · 고속열차 속도향상을 위한 궤도회로의 개발 · 열차제어시스템 인터페이스 방안 제시			
전기 분야	□ 고속철도 속도향상에 따른 전기시스템 보강 및 기반 기술 개발	42	48	보강 기술 개발
	· 고속열차 속도향상을 위한 전차선로의 업그레이드 방안 제시 및 관련 기술 개발 · 고속열차 속도향상을 위한 전력공급 측면의 검토			

○ 본 과제 도출 및 반영 현황

- 기획에 의한 본 연구과제는 현재까지 도출되지 않았으며 연구주제별 과제추진

○ 중복성 검토 및 활용방안

- 연구목적의 중복성

- 검토대상 과제는 고속열차 증속을 고려한 철도인프라 관련 핵심 보강 및 기반 기술 개발을 위한 기획

=> 본 기획과제의 목적은 건설비 최적화에 있으며, 검토대상과제는 증속을 고려한 보강 및 유지보수 내용을 목적으로 하고 있어서 과제의 목적이 상이하며, 도출된 과제들도 건설비 저감과 관련성이 적음.

- 기획과제에 활용방안

- 검토대상과제에서 도출된 과제들의 활용가능성을 재검토하여 기획과제에 반영하도록 함.

■ 미래철도기반기술개발기획 (인프라 분야)

○ 과제 개요

- 완료시기 : 2009. 10

- 발주기관 : 국토해양부

- 수행기관 : 한국철도기술연구원, 서울메트로

○ 기획 연구 목적

- 미래의 철도환경에 능동적이고 신속하게 대응하며, 국제경쟁력을 향상시킬 수 있는 철도시설 분야의 고유한 핵심기술 개발
- 고성능 저비용 신형식 철도 인프라 실용화 연구 및 고성능 철도 인프라 요소기술 개발
- 철도 인프라 분야의 새로운 기술수요 변화를 사전에 분석하고 연구할 필요가 있으며, 외국기술에 의존하고 있는 분야의 첨단 기술개발을 통하여 국내 철도 산업의 국제경쟁력을 향상하고 이를 기반으로 해외진출도 추진할 수 있음. 따라서 철도인프라 분야에서 고성능, 저비용, 친환경적인 핵심기술 및 원천기술의 개발과 실용화 연구가 필수적임.

○ 주요 연구내용

- 궤도, 터널, 교량, 시공 분야에 대한 신형식 구조 및 설계/시공/관리, 보강기술 개발

연구 분야	핵심연구과제	소요 예산 (억원)	연구 기간 (개월)	과제 성격
궤도 분야	☐ Silent Track System 개발	25	48	시스템 개발
	· Silent Track System의 각 구간별(교량, 분기기) 설계 및 시공 기술 개발			
	· 개발 시스템 궤도의 실내시험 평가			
	· Silent Track System의 신뢰성 확보 및 고도화			
	· Silent Track System의 현장시험시공			
	· 상태평가 및 모니터링 기술 확보			
궤도 분야	☐ 콘크리트궤도용 신형식 강성보강노반 기술개발	25	48	보강기술 개발
	· 고성능 신형식 강성보강노반 설계 및 시공기술 개발			
	· 고성능 강성보강노반 Testbed 구축 및 성능평가			
	· 고성능 강성보강노반 실용성 향상을 위한 프리캐스트 벽체 개발			
	· 고성능 강성보강노반 설계기준(안) 개발			
궤도 분야	☐ 콘크리트궤도 침하억제를 위한 말뚝지지형 궤도/노반 구조개발	28.5	36	보강기술 개발
	· 콘크리트궤도 침하억제를 위한 말뚝지지형구조의 기반기술 연구			
	· 급속시공이 가능한 말뚝지지형 구조 개발			
	· 궤도 및 성토 말뚝지지구조의 설계/시공/검증 기술개발			
터널 분야	☐ 철도터널 콘크리트 라이닝 건전도 평가 기술 개발	19.5	48	평가 기술
	· 진동 기반의 터널라이닝의 건전도 모니터링 시스템 구축			

	· 진동 기반의 철도터널 콘크리트 라이닝의 건전도 평가 기준 제시 · 동기화된 다채널 진동 계측 시스템 개발			개발
교량 분야	□ 공간이용 효율성 향상을 위한 철도교량 입체화기술 개발	25	48	설계/시공 기술 개발
	· 철도교 복층화에 따른 공간 및 에너지 효율성 분석 · 복층 철도교량 상부구조 형식 개발 · 복층 철도교량 시공방법 및 적용성 향상방안 개발			
시공 분야	□ 친환경 및 정보화 기반 철도시설 첨단 공사 관리 시스템 개발	42	48	관리 기술 개발
	· 철도시설의 설계·시공연계 다차원 공사관리 시각화시스템 개발 · IT기반 다차원정보의 현장적용체계 개발 · 철도시설 LCC/LCA기반 친환경 평가시스템 개발 · 공정정보와 환경성평가 정보의 통합시각화시스템 구축 · 임의기간 실제 철도공사현장 시스템 운영을 통한 상용화시스템 구축			

○ 본 과제 도출 및 반영 현황

- 기획에 의한 본 연구과제는 현재까지 도출되지 않았으며 연구주제별 별도 과제추진 중

○ 중복성 검토 및 활용방안

- 연구목적의 중복성
- 검토대상 과제는 신형식 철도 인프라 및 요소기술을 개발하기 위한 기획
=> 본 기획과제의 목적은 건설비 최적화에 있으며, 검토대상과제는 새로운 기술을 적용하기 위한 신기술 위주로 기획되었으므로 본 기획과제와 목적이 상이하며, 도출된 과제들도 건설비 저감과 관련성이 적음.
- 기획과제에 활용방안
- 검토대상과제에서 도출된 과제들의 활용가능성을 재검토하여 기획과제에 반영하도록 함.

■ 고속선 운행속도 향상을 위한 인프라 보강방안 수립기획 연구

○ 과제 개요

- 완료시기 : 2011. 1
- 발주기관 : 한국철도기술연구원 자체연구사업
- 수행기관 : 한국철도기술연구원

○ 기획 연구 목적

- 정부 및 호남고속철도의 최고운행속도를 370km/h 혹은 그 이상인 400km/h로 가정하였을 경우에 추가적으로 요구되는 인프라 측면에서의 보강 내용 및 범위, 이를 위한 비용 산정에 대한 기초적인 검토를 수행
- TPS 해석을 통한 동 구간에 대한 속도향상에 따른 시간 단축효과 및 필요 연구항목을 개략적인 수준에서 검토

○ 주요 연구내용

- 증속에 대한 철도인프라의 보강 방안 수립 및 성능검증 설계안 도출

연구 분야	핵심 연구 과제	소요 예산 (억원)	연구 기간 (개월)	과제 성격
설계 / 기준 연구	☐ 속도에 민감한 파라미터 결정 · 열차하중의 확률분포특성 및 동적증가계수 변화(궤도, 노반 및 구조물) · 구조물 탄성변형한계(연직 처짐 등) · 궤도틀림 관리기준 · 접속부 포함 노반 침하허용기준 등 · 열차하중의 확률분포특성 및 동적증가계수 변화(궤도, 노반 및 구조물) · 구조물 탄성변형한계(연직 처짐 등) · 궤도틀림 관리기준 · 접속부 포함 노반 침하허용기준 연구		48	기준 연구
	☐ 고속선 구간 설계기준 리뷰		48	기준 연구
	☐ 모니터링 시스템 설치 및 검증		36	검증
	☐ 첨단 모니터링을 통한 검증 및 설계기준 제시			기준 연구
	· 속도 민감 파라미터에 대한 모니터링을 통한 검증(터널 미기압 포함) · 궤도틀림 관리기준(접속부 노반침하 포함) 검증 및 보완 · 속도 민감 파라미터에 대한 모니터링을 통한 검증(터널 미기압 포함) · 궤도틀림 관리기준(접속부 노반침하 포함) 검증 및 보완			
최적설계안 도출	☐ 열차속도와 궤도노반/PCL 층 두께 상관성 분석		48	설계안 도출

○ 본 과제 도출 및 반영 현황

- 기획에 의한 본 연구과제는 한국철도기술연구원에서 수행하고 있음

○ 중복성 검토 및 활용방안

- 연구목적의 중복성
 - 검토대상 과제는 경부 및 호남고속철도의 최고운행속도를 370km/h 혹은 그 이상인 400km/h로 가정하였을 경우에 추가적으로 요구되는 인프라 측면에서의 보강 내용 및 범위, 이를 위한 비용 산정에 대한 기초적인 검토를 수행한 것으로 건설비 최적화를 위한 본 기획 과제와 목적이 상이함
- 기획과제에 활용방안
 - 진행인 과제는 지속적인 모니터링으로 중복성이 발생하지 않도록 함

제3장 기술수요조사 및 세부과제 도출

제3장 기술수요조사 및 세부과제 도출

제1절 기술수요조사

1. 전문기관 전문가 회의(2011. 8.11.)

가. 기획방향 검토

☐ 설계/기준분야

- 설계기준의 합리화 및 최적화를 목표로 추진
- 설계기준이 도로교통에 비하여 지나치게 안전측임
- 재해, 재난(폭우, 폭설 등)에 대한 기준 검토 필요

☐ 기초연구분야

- 기초연구분야의 R&D과제도 일부 포함하여 추진
 - 중간보고 시 대외수요에 대응하는(건설비 저감 등)과제와 기초연구 대상과제를 구분하여 제안하는 전략 필요
- 철도토목의 기본적인 연구소요 도출 필요

☐ 기타

- 공청회 실시 전 실무자 위주의 의견수렴 필요
- 기획연구 수행 시 시설공단 등 철도건설 발주기관과 협의 필요

나. 분야별 추진방향 검토

☐ 신호/통신 분야

- 연구수행체계 중 신호분야를 신호와 통신 분야로 분리추진 검토
- 신호통신 분야의 연구를 위해서는 차량분야 전문가 포함 필요
- 신호통신시스템의 장애에 대비하여 아날로그 방식도 유지 필요
- 콘크리트 궤도에서 신호/통신 분야와 공동구 설치방안 검토

☐ 환경분야

- 400km/h 연구단의 소음/진동분야 연구내용 검토 후 반영

☐ 제도/기준 분야

- 1~2년내 과제수행 완료 후 국토부 법제화 지원 필요

☐ 전기분야

- 전기분야 주요구성품은 수입에 의존하고 있어 에너지 절감을 위한 기술적한계가 발생하므로 국산화를 통한 기술자립 필요
- 전기시설 노후 시 수입에 의존하므로 기술종속 우려, 신형 팬터그래프 사례 등

☐ 궤도분야

- 콘크리트 궤도에서 독일의 기준을 준용하고 있으나 토질과 지반의 특성을 고려하고 있지 않으므로 허용오차에 대한 백업 필요
- 콘크리트 접속구간에서 파괴의 우려가 있어 지반/흙에 대한 부분 검토 필요

☐ 교량분야

- 특수교량에 대한 연구필요(장경간, 아치교 등)

☐ 노반분야

- 노반분야 동결심도, 동상방지층 축소방안 등 검토 필요
- 콘크리트/ 포장 궤도에서 동결심도에 대한 문제 검토 필요

2. 학회공지 및 외부전문가 과제 공모(2011.9.7. ~ 9.23.)

☐ 공지학회 목록

- 한국철도학회
- 대한토목학회
- 전산구조공학회
- 콘크리트학회
- 터널학회
- 지반공학회
- 한국철도학회 학술대회 설문조사

표 3.1 분야별 공모과제 수

합계	궤도	노반	교량	터널	신호	전력	환경	제도
49	4	16	7	11	2	2	4	3

표 3.2 분야별 공모과제 제목

분야	제 목
궤도	궤도구조 개량비용 저감을 위한 강함성 콘크리트 침목 궤도 개발
	궤도열화 예측모델 정립 및 유지보수비용 분석
	기존선 고속화를 위한 궤도구조 정밀안전진단 표준화 기술 개발
	다양한 형식의 철도교량 연속교에 대한 궤도/교량 상호작용해석 및 설계 기술 개발
	궤도하부구조 배수설계법 개발
	한국형 궤도 하부구조 설계법 개발
노반	철도노반의 경제적인 동상방지층 설계
	철도노반 하부통과구간의 동상관리방안 연구
	암반에서 확공이 가능한 굴착 비트 개발 및 이를 이용한 시행방법
	철도용 신형식 강성보강노반 개발
	노반 흙을 재사용한 친환경 stabilization treated base 강화 공법
	고속철도 노반 강화를 위한 Crumb-Rubber Modified 아스팔트 콘크리트 적용 연구
	폴리머 수지계열을 활용한 충전형 자갈도상의 개발
	이동식 철도 노반 평가 시스템 개발
	토질 제정수 분류기준 정립
	현행 성토재료 분류 재정립
	철도 허용/잔류 침하량 산정
	노반 허용압력 산정 연구
	다짐관리 기준 재정립
교량	동결 깊이 추정 식 개발
	성토 지진해석 기준 정립
	철도 고속화 및 교량 장대화 실현을 위한 온도조절용 축력저감장치 개발
	성능중심 설계법과 기존 사용중심(강도설계) 설계법의 장단점 정량적 분석
	강철도교의 피로설계용 충격계수에 관한 연구
	교량 하부 구조물의 안전성 평가 시스템 개발
	철도용 조립식 복합단면 교각 시스템의 설계 및 시공기술 개발
	CFT(Concrete Filled Tuular)를 이용한 주행속도 증가에 따른 기존교량의 강성보강 공법 연구
	기존선 철도교의 급속 보강 및 교체기술 개발

터널	초고속 철도 터널의 공기압 및 미기압 저감 기술
	섬유보강재를 이용한 터널 라이닝의 최적화
	철도 터널에서의 라이닝 설치 기준 개선
	인버트 단면 적용지반의 합리적인 평가 방법 개발
	장래 복선타널 계획을 고려한 단선 터널단면 최적화 연구
	공용중인 철도 터널 확폭 시공
	배수 유로흐름을 이용한 수압 저감 및 슬림형(Slim-Type) 쉘드 세그먼트 터널 기술 개발
	경제성 향상 및 누수 저감이 가능한 쉘드 세그먼트의 강선 체결 기술 개발
	철도 구조물에 대한 세라믹 인서트 및 앵커의 적용방안
	강관다단보강그라우팅공법의 주입방식 및 주입재 개선을 통한 공기단축 및 공사비 절감기법연구
신호	신호설비 설계의 범위, 개선 및 기법 개발에 관한 연구
	ATS 성능최적화를 위한 시스템 아키텍처 개선방안 연구
환경	철도역사의 방진시스템을 통한 건설비 최적의 소음저감 기법개발
	녹색환경·경제성 통합평가 및 관리시스템 기술 개발
	저탄소 녹색 철도인프라 구축을 위한 통합 경제성 및 환경성평가 시스템 개발
	지속가능한 철도인프라 구축을 위한 전과정 관리(LCM) 시스템 개발
제도	철도물류거점 운영효율성 향상을 위한 표준모델 구축
	안전한 운영을 고려한 철도시스템 통합 설계시공 제도개선 연구
	안전성능 확보와 효율적 유지관리를 고려한 단계별 품질관리 방안 연구
	사업수행 단계별 가용정보 기반 철도 시설물 공사비 산정모델 개발
	철도사업의 완성 공사비 조사 및 DB구축 연구
	철도사업 기반의 교통망 네트워크 계획기법 개발
	철도의 적정 stock 산정 연구
	경부고속철도사업 분석을 통한 공사비 절감방안 도출 연구
전력	3권선 변압기 AT 생략기술
	3권선 변압기 EMC 관리 프로세스 개발

3. 전문가 자문위원회 개최 (2011.10.18.)

가. 개요

- 일시 : 10.18 13:00~17:00
- 장소 : 한국과총회관 국제회의실
- 수행내용: 연구과제 도출 및 과제적합성 평가, 우선순위 도출



그림 3.1 전문가 자문위원회 개최

나. 평가기준

평가항목	정의	배점
정책적 지원 타당성	국가 정책과의 부합성, 동 사업 철학과의 부합성, 수요 측면에서 기술개발의 시급성, 선진국 대비 해당 분야 투자 부족, 기존 과제와 낮은 중복성 등으로 인해 해당 과제를 국가	0, X

	연구개발 사업으로 지원해야 할 필요성이 매우 높음	
개발 기술의 우수성	기술적 목표가 도전적이며 기술개발 성공시 기존 기술 대비 개선 효과가 매우 높거나 기술의 신규성이 높아 선진국 대비 우리나라의 기술 수준을 크게 향상시킬 수 있음	1~10
기술적 목표 달성 가능성	우리나라의 해당 분야 기술수준으로 판단할 때 전략적 기술개발투자를 통해 기술적 목표를 충분히 달성할 수 있음	1~10
경제적 기대 효과의 우수성	해당 기술을 적용하는 국내외 시장이 충분히 크거나 미래 성장 가능성이 매우 높아 기술개발 성공 시 높은 경제성과를 창출할 수 있음	1~10

다. 도출과제 개요

□ 궤도분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
A1	궤도구조 개량비용 저감을 위한 강합성 콘크리트 침목 궤도 개발	강합성 콘크리트침목 궤도 개발(구조 계산서, 시방서, 성능평가서), 시제품 제작 및 실내시험, 현장적용및계측, 성능평가
A2	궤도열화 예측모델 정립 및 유지보수비용 분석	고속화에 따른 궤도형식별 선로 부담력 모델링, 궤도형식별 궤도구성품의선로부담력분석,궤도열화예측모델식산정
A3	기존선고속화를 위한 궤도구조 정밀안전진단 표준화기술 개발	고속선 콘크리트궤도 및 구성품의 점검 및 진단지침(안)수립 /궤도시스템별 점검 및 진단체계 제시
A4	다양한 형식의 철도교량 연속교에 대한 궤도/교량 상호작용 해석 및 설계 기술 개발	(교량이관)
A5	궤도 하부구조 배수 설계법 개발	(노반이관)
A6	한국형 궤도 하부구조 설계법 개발	(노반이관)
A7	철도 승강장 건설기준 합리화 방안 연구	저상홈, 고상홈 승강장에 대한 승강장 높이 표준화/과주거리, 출발신호 주시거리 등 고려한 적정 선로 유효장 산정 기준
A8	교량단부에서의 유지보수저감 및 사용성 향상을 위한교량 및 궤도 구조설계기준수립	종방향 및 수직방향 궤도/교량상호작용을 고려한 교량단부에서의 사용성 검토기준 수립 및 사용성 향상방안 연구
A9	노스가동 분기기의 적용 기준 수립	망간크로싱 탄성분기기 구간 속도향상에 따른 충격하중 규명 및 구조안전성, 주행안전성 검토, 적용 기준 수립
A10	궤도-교량 상호작용완화를 위한 교량구간 궤도구조 개발	궤도-교량상호작용완화를 위한sliding방식의 궤도구조설계 재료 및 구성요소 개발, 실내 및 현장 시험부설/ 성능검증
A11	장대레일 안전성 향상을 위한 REJ 설치기준 체계화 연구	자갈/콘크리트 도상의 궤도안전성/유지보수성 고려한 REJ 설치기준 확립, 열차속도별 레일 파단 시 개구량 한도 정립
A12	균열 저감 및 내구성 향상, 탄소 배출 저감을 위한 포스트텐션 프리스트레스트 콘크리트궤도 공법 개발	포스트텐션 콘크리트궤도의 구조형식 개발 해석기법, 요소기술개발, 조인트시스템 및 긴장기법개발

A13	철도 고속화 및 교량 장대화 실현을 위한 온도조절용 축력저감 장치 개발	장대레일 축력이 기준치를 초과할 경우 설치해야 하는 신축이음매나 경간조정을 하지 않는 축력저감장치 개발
A14	철도시설물의 철도케도 슬라브 구조물의 보수보강 공법	진동이나 지진에 대비하여 토목섬유와 세라믹 계역의 재료를 이용한 친환경적인 보수보강공법 개발
A15	분기기구간 프리캐스트 콘크리트 케도 공법 개발	분기기구간 프리캐스트 콘크리트 케도 및 구성요소 개발 후 성능 검증, 분기기설치 정밀도 및 레일선형 정밀검측기법 개발
A16	사용성 및 내구성을 고려한 신뢰도 기반 콘크리트 케도 설계법 개발	신뢰도 기반 콘크리트 케도 설계법 개발 파괴메커니즘 분석 및 하중계수 및 강도감소계수 확립 외
A17	신뢰도 기반 콘크리트 케도 설계 하중 정립	장기 모니터링으로 철도교통하중/환경하중의 선구별, 지역별 확률특성 분석/DB 구축, 신뢰도 기반 케도 설계 하중 모델 개발

□ 노반분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
B1	철도노반의 경제적인 동상방지층 설계	지역별 동결지수 및 온도에 따른 동결심도 측정/국내의 철도노반 단면에 대한 유한요소해석을 통한 동결심도 결정
B2	철도노반 하부통과구간의 동상관리 방안 연구	철도 하부통과구간의 동결심도 산정방법, 동상구간의 배수설계 기법, 분니 제거 기법, 제토사 치환 깊이 및 기법 제시
B3	암반에서 확공이 가능한 굴착비트 개발 및 이를 이용한 시행방법	기존의 확공비트에 대한 장단점을 분석하여 이를 개선한 확공비트 개발 및 성능검증
B4	철도용 신형식 강성보강노반 개발	철도용 신형식 강성보강노반 설계, 시공 기술개발/시험시공 및 현장 적용성 향상
B5	노반 흙을 재사용한 친환경 stabilization treated base 강화 공법	흙 안정화 처리기술 개발, 신설시공 및 유지보수 시 노반 흙을 재사용할 수 있는 방안 제시/현장시험시공 및 모니터링
B6	고속철도 노반 강화를 위한 Crumb-Rubber Modified 아스팔트 콘크리트 적용 연구	페타이어 분말을 이용한 CRM 아스팔트 콘크리트를 강화노반의 개발 및 적용성 검토
B7	폴리머수지 계열을 활용한 충전형 자갈도상의 개발	폴리머수지계열을 활용한 충전형 자갈도상 개발 현장시험시공 및 모니터링 분석, 적용지침 작성
B8	토질 제정수 분류기준 정립	지반조사 및 설계에 필요한 토질 제정수 분류기준 정립
B9	현행 성토재료 분류 재정립	설계기준 및 선로조건별 사용 성토재료의 분류
B10	철도 허용/잔류 침하량 산정	콘크리트케도의 허용/잔류 침하량 산정
B11	노반 허용압력 산정 연구	케도구조형식별 노반의 압력분포연구 및 압력 식 제시
B12	다짐관리 기준 재정립	비파괴조사장비를 이용하여 탄성계수를 통한 다짐도 평가 기법 개발
B13	동결 깊이 추정 식 개발	지역별 동결깊이에 대한 조사를 통한 한국형 추정 식 개발

B14	이동식 철도노반 평가시스템 개발	빠른 시간 내에 노선을 따라 이동하면서 실시간으로 전기적 특성을 측정하는 이동식 탐사장비 구축 및 시스템개발
B15	궤도 하부구조 배수 설계법 개발	다양한 배수관련 설계세부항목(유공관, 토목 섬유, 투수층 관련)설정. 궤도하부 배수 층 설계법/프로그램 및 지침서개발
B16	한국형 궤도 하부구조 설계법 개발	배수설계,동상방지설계,성능개선재료적용 설계로직 개발 설계입력변수 정량화 : 궤도 하부재료물성의 정량화

□ 교량분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
C1	철도 고속화 및 교량 장대화 실현을 위한 온도조절용 축력저감 장치 개발	(궤도이관)
C2	성능중심 설계법과 기존 사용중심(강도설계) 설계법의 장단점 정량적 분석	철도교 설계기준에서 제시하고 있는 강도설계법 대신 유로코드2에서 제시하고 있는 성능중심설계법의 적용성 검토
C3	강철도교의 피로설계용 충격계수에 관한 연구	기존에 사용하고 있는 미국AREA 기반의 기준 대신, 우리나라 실정에 맞는 적절한 피로설계용 충격계수 도출
C4	교량 하부구조물의 안전성 평가 시스템 개발	교량 하부구조물에 규칙적인 진동을 인위적으로 가진 후 진동파를 측정, 안전성 평가시스템 개발
C5	철도용 조립식 복합단면 교각 시스템의 설계 및 시공기술 개발	조립식 교각시스템에 복합단면을 적용하여 최적의 단면력 저항메커니즘을 지닌 조립식 복합단면 교각의 개발
C6	CFT(Concrete Filled Tular)를 이용한 주행속도 증가에 따른 기존 교량의 강성보강 공법 연구	고속화에 따른 기존교량의 유용가능성 검증. 교량 유용 시 (강성보강이필요한경우)강성보강방안에 대한 연구
C7	기존선 철도교의 급속 보강 및 교체기술 개발	기존의 LS-18로 설계된 노후교량을 LS-22수준으로 보강 / 교체필요. 철도교량 급속보강 및 교체를 위한 교량상부구조개발
C8	철도 교량의 성능향상을 위한 부속장치(받침, 신축이음 등) 개발 및 성능평가기준 연구	철도 교량용 고기능성 받침, 신형식 신축이음장치의 개발 철도 교량 부속장치의 성능평가방법 및 기준 제시
C9	교량 장경간화 및 연속교 적용을 위한 궤도/교량 인터페이스 해결 기술 개발	철도교량 장경간화 및 연속화를 위한 하드웨어장치에 대한 분석 및 개발. 교량장경간화방안 제시 및 정량적 효과 분석
C10	급속 시공을 고려한 철도교량 프리캐스트 구조시스템 개발	하프 슬래브 거더 형식 프리캐스트 철도교량상부 구조시스템설계/개발, 프리캐스트 거더 기술 개발
C11	신뢰도기반 설계를 위한 철도교량 신뢰성 분석 데이터 구축 연구	국내외 신뢰도기반 설계기준 분석. 하중 연구 자료의 DB구축. 철도노후구조물에 대한 신뢰성 평가기법의 개발/DB구축
C12	다양한 형식의 철도교량 연속교에 대한 궤도/교량 상호작용 해석 및 설계 기술 개발	국내여건을 고려한 철도교량연속교와 장대레일상호작용을 고려한 설계기준 개발(다양한 교량형식 고려)

□ 터널분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
D1	강관 다단 보강 그라우팅 공법의 주입 방식 및 주입재 개선을 통한 공기 단축 및 공사비 절감 기법 연구	주입재 개선을 통한 양생기간 단축으로 공기절감 및 주입 공정 중 실링과 패커를 이용 일괄주입방식으로 주입방법 개선
D2	경제성 향상 및 누수 저감이 가능한 쉴드 세그먼트의 강선 체결 기술 개발	강선으로 쉴드세그먼트를 순차적으로 정착 및 반복 고정하여 기존 볼트 체결방식에 비해 구조 및 작업이 간편함
D3	공용중인 철도 터널 확폭 시공	기존 노선의 운영을 유지한 채로 기존터널을 굴착하여 확폭할 수 있는 공법 개발
D4	배수 유로흐름을 이용한 수압 저감 및 슬림형 쉴드 세그먼트 터널 기술 개발	쉴드터널 설계방식을 현실적인배수개념으로 변경/배수유로흐름 적용 및 수압저감을 통한 쉴드세그먼트 슬림화
D5	섬유보강재를 이용한 터널 라이닝의 최적화	강섬유 보강재와 합성섬유 보강재를 이용하여 고성능 터널 콘크리트 라이닝의 적용성 검토
D6	인버트 단면 적용지반의 합리적인 평가 방법 개발	인버트 적용대상 지반 및 단면의 최적화를 통해 시공성 및 경제성 향상
D7	장래 복선터널 계획을 고려한 단선 터널단면 최적화 연구	장래 확장공사가 가능하면서 경제성, 구조적 안정성이 확보된 단선터널 단면의 연구 개발
D8	철도구조물에 대한 세라믹인서트 및 앵커의 적용방안	세라믹인서트 및 앵커의 매립전 성능기준 연구 국내기준을 만족하는 최적의 세라믹인서트 규격 결정
D9	철도 터널에서의 라이닝 설치 기준 개선	국내의 지반 조건, 터널 단면 및 지보패턴 등을 고려한 라이닝 설치 기준 제시
D10	초고속 철도 터널의 공기압 및 미기압 저감 기술	초고속 철도 터널 내의 기류 해석 및 검증/공기압 및 미기압 저감 기술 방안 도출/압력 릴리프 덕트

□ 전철/전력분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
E1	AT 급전방식의 문제점을 고려한 3권선 주변압기 및 탭형·물드형 단권변압기 개발	기존의 변전소 내 급전용 주변압기 및 AT를 일체형 3권선 변압기로 대체, 단권변압기를 생략하여 비용절감
E2	철도 시설 및 시스템의 전자파 안정성 연구 및 기술개발	철도설비 및 시스템의 전자파설계 및 S/W기술 확보 고속이동전자파원에 대한 실시간 전자파 측정시스템 개발
E3	교류철도 변전소 최적화 연구	변전소 용량 및 규격 표준화 변전소 및 구분소 설계를 옥내용에서 옥외용으로 설계

□ 신호/통신 분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
F1	신호설비 설계의 범위, 개선 및 기법 개발에 관한 연구	신호설비의 설계 업무에 대한 명확한 정의로 설계업무의 품질과 효율성 향상을 위한 합리적 설계기법 개발
F2	제어설비 단순화를 위한 통신 제어 접속함 개발연구	통신제어 접속함 개선으로 현장케이블을 최소화하고 관로 설비를 줄여서 시공비의 절감 및 공사기간의 단축
F3	ATS 성능 최적화를 위한 시스템 아키텍처 개선방안 연구	국내외 ATS 및 통합관제시스템 설계,구축,발주,운영사례,관련규정,제도검토/시스템 Core부분제작 및 Demo시스템구축

□ 환경분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
G1	저탄소 녹색 철도인프라 구축을 위한 통합 경제성 및 환경성 평가시스템 개발	철도인프라 전반(차량, 시설)에 대한 경제성/환경성 동시평가시스템 개발/시공기술별 경제성/환경성 평가 개선방안
G2	지속가능한 철도인프라 구축을 위한 전과정 관리(LCM) 시스템 개발	철도인프라 전반에 대한 종합 전과정관리 시스템 개발 시공기술별 LCM을 통한 개선방안 도출
G3	철도 건설비 저감을 위한 환경 영향평가 제도 개선	철도정책수립 단계의 환경영향을 평가하기 위한 SEA 기법 개발/철도건설에 따른 사후 환경영향 모니터링 기술 개발

□ 제도/정책 분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
H1	안전한 운영을 고려한 철도시스템 통합 설계시공 제도개선 연구	분야별 사업시행에 따른 문제점 조사 분석 시스템 통합 가능성 검토 및 통합효과 분석
H2	안전성능 확보와 효율적 유지관리를 고려한 단계별 품질관리 방안 연구	철도안전과 운영효율화를 고려한 합리적 품질관리방안 제시/세부 법령별 품질 및 안전성능 요구사항 조사 분석
H3	철도물류거점 운영효율성 향상을 위한 표준모델 구축	철도물류거점(CY, 철송장, 화물역)의 효율적인 화물처리를 위한 선로배선 및 하차장 등의 표준모델을 구축
H4	철도사업의 완성 공사비 조사 및 DB구축 연구	공사비 산정의 정확성을 높이는 DB 기본골격 마련 철도사업 완성공사비 산정시스템 개발(DB 구축)
H5	철도사업 기반의 교통망 네트워크 계획기법 개발	기존 교통망 계획 기법 현황 파악 및 지역 교통망 네트워크 계획기법 현황 파악 및 계획 기법/시스템 개발
H6	철도의 적정 stock 산정 연구	국내 stock과 해외 stock 산정 기법 간 차이 분석 철도의 적정 stock 산정기법 개발
H7	경부고속철도사업 분석을 통한 공사비 절감방안 도출 연구	경부고속철도사업 모니터링/사업수행 단계별 공사비 증가 요인 등 개선사항 발굴/국내외 고속철도사업 안 비교

H8	사업수행 단계별 가용정보 기반 철도 시설물 공사비 산정모델 개발	철도 궤도 및 철도시설물 특성 및 설계단계별 가용정보 수준을 반영한 신속한 공사비 산정지원을 위한 모델 최적화
----	-------------------------------------	---

☐ 역사분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
I1	철도역사의 방진시스템을 통한 건설비 최적의 소음저감 기법 개발	방진시스템의 방음효과를 정확히 판별하는 기법 개발 방음/방진 동시평가 기법 개발
I2	역사 표준화 및 간소화	현장티켓 기능을 없애고 역사의 기능을 축소하는 방안 검토, 냉난방비 절약 설계/선택/선상역사에 대한 기준정립

라. 도출과제 우선순위 평가

☐ 궤도분야

우선순위	연번	과제명
1	A 17	신뢰도 기반 콘크리트 궤도 설계하중 정립
2	A 16	사용성 및 내구성을 고려한 신뢰도 기반 콘크리트 궤도 설계법 개발
3	A 15	분기기 구간 프리캐스트 콘크리트 궤도 공법 개발
4	A 10	궤도-교량 상호작용 완화를 위한 교량구간 궤도구조 개발
5	A 12	균열 저감 및 내구성 향상, 탄소배출 저감을 위한 포스트텐션 프리스트레스트 콘크리트 궤도 공법 개발
6	A 9	노스 가동 분기기의 적용 기준 수립
7	A 11	장대레일 안전성 향상을 위한 REJ 설치기준 체계화 연구
8	A 8	교량 단부에서의 유지보수 저감 및 사용성 향상을 위한 교량 및 궤도구조 설계기준 수립
9	A 7	철도 승강장 건설기준 합리화 방안 연구
10	A 4	다양한 형식의 철도교량 연속교에 대한 궤도/교량 상호작용해석 및 설계 기술 개발
11	A 3	기존선 고속화를 위한 궤도구조 정밀안전진단 표준화 기술 개발
12	A 1	궤도구조 개량비용 저감을 위한 강합성 콘크리트 침목 궤도 개발
13	A 6	한국형 궤도 하부구조 설계법 개발
14	A 5	궤도하부구조 배수 설계법 개발
15	A 2	궤도열화 예측모델 정립 및 유지보수비용 분석

☐ 노반분야

우선순위	연번	과제명
1	B 14	이동식 철도 노반 평가 시스템 개발

2	B	5	노반 흙을 재사용한 친환경 stabilization treated base 강화 공법
3	B	7	폴리머 수지계열을 활용한 충전형 자갈도상의 개발
4	B	2	철도노반 하부통과구간의 동상관리방안 연구
5	B	4	철도용 신형식 강성보강노반 개발
6	B	3	암반에서 확공이 가능한 굴착비트 개발 및 이를 이용한 시행방법
7	B	1	철도노반의 경제적인 동상방지층 설계
8	B	6	고속철도 노반 강화를 위한 Crumb-Rubber Modified 아스팔트 콘크리트 적용 연구

☐ 교량분야

우선 순위	연번		과제명
1	C	9	교량 장경간화 및 연속교 적용을 위한 궤도/교량 인터페이스 해결 기술 개발
2	C	11	신뢰도기반 설계를 위한 철도교량 신뢰성 분석 데이터 구축 연구
3	C	10	급속 시공을 고려한 철도교량 프리캐스트 구조시스템 개발
4	C	8	철도교량의 성능향상을 위한 부속장치(받침, 신축이음 등) 개발 및 성능평가기준 연구

☐ 터널분야

우선 순위	연번		과제명
1	D	17	설계 패턴 최적화 - 갱구부 설치 기준 재정립
2	D	3	공용중인 철도 터널 확폭 시공
3	D	13	터널 안전시공을 위한 안전장치 개발
4	D	14	굴착장비 성능 최적화
5	D	10	초고속 철도 터널의 공기압 및 미기압 저감 기술
6	D		터널단면 최적화 - 배수체계 최적화를 통한 단면 최적화
7	D	11	터널단면 최적화 - 미기압파 기준 검토
8	D	9	철도 터널에서의 라이닝 설치 기준 개선
9	D	5	섬유보강재를 이용한 터널 라이닝의 최적화
10	D	8	철도구조물에대한세라믹인서트및앵커의적용방안
11	D	7	장래 복선타널 계획을 고려한 단선 터널단면 최적화 연구
12	D	4	배수 유로흐름을 이용한 수압 저감 및 슬림형(Slim-Type) 쉘드 세그먼트 터널 기술 개발
13	D	2	경제성 향상 및 누수 저감이 가능한 쉘드 세그먼트의 강선 체결 기술 개발
14	D	1	강관다단보강그라우팅공법의 주입방식 및 주입재 개선을 통한 공기단축 및 공사비 절감기법 연구
15	D	6	인버트 단면 적용지반의 합리적인 평가 방법 개발

☐ 전철/전력분야

우선순위	연번		과제명
1	E	1	교류 전철 변전소 3권선 변압기 개발
2	E		전기 에너지 절감을 위한 급전망 구축 연구
3	E	2	철도 시스템 전자파 안전성 연구
4	E		전차선로 가선 구조물에 필요한 터널 표준화
5	E	3	전철 변전소 최적화

☐ 제도/정책 분야

우선순위	연번		과제명
1	H	5	철도사업 기반의 교통망 네트워크 계획기법 개발
2	H	4	철도사업의 완성 공사비 조사 및 DB구축 연구
3	H	7	경부고속철도사업 분석을 통한 공사비 절감방안 도출 연구
4	H	6	철도의 적정 stock 산정 연구
5	H	3	철도물류거점 운영효율성 향상을 위한 표준모델 구축
6	H	2	안전성능 확보와 효율적 유지관리를 고려한 단계별 품질관리 방안 연구
7	H	1	안전한 운영을 고려한 철도시스템 통합 설계시공 제도개선 연구

4. 중간평가회 개최 (2011.11.6.)

가. 개요

- 일시 : 2011. 11. 6.
- 장소 : 한국건설교통기술평가원 회의실
- 참석인원 : 한국철도시설공단, 한국철도공사 분야별 자문위원

나. 내용 : 제안과제 비전 부합 및 R&D 요소 검토, 중복성 검토

5. 공단/공사 자문위원회 개최 (2011.12.9.)

가. 개요

- 일시 : 2011. 12. 9.
- 장소 : 한국철도시설공단 회의실
- 참석인원 : 한국철도시설공단, 한국철도공사 분야별 자문위원

나. 내용 : 제안과제의 필요성 및 중복성 검토, 신규과제 제안

다. 신규 도출과제 개요

☐ 제도분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
A18	궤도 상부구조 시스템(자갈궤도-슬래브궤도) 결정 및 평가모델의 객관화를 위한 기술개발	궤도시스템을 결정을 위한 체계적 평가모델 개발/궤도의 신설, 개량 시 의사결정을 객관화 시킬 수 있는 시스템을 개발
A19	속도향상을 고려한 궤도구조/선형 개량 방안	속도향상을 고려한 궤도구조/선형 개량 방안
A20	운행속도와 유지보수와의 연관성 비교 연구	속도대역별 유지보수비, 역간 거리에 따른 속도 가·감속에 따른 경제적 속도, 속도대역별 연료소모량 등 비교연구
A21	궤도재료 신뢰성 확보방안 연구	사용연한, 신뢰성검증, 품질규격 및 보장 방안 연구
A22	축소단면 콘크리트 궤도구조 개발	콘크리트궤도의 중앙부와 양 외측부의 콘크리트 단면을 축소하여 건설비 저감방안 도출
A23	부분선 및 장비유치선 등 설치 적정 기준 정립	부분선 및 장비유치선 등 설치 적정 기준 정립
A24	승강장 규모 축소방안 검토	해외철도 사례연구를 통한 승강장 폭 등 축소방안 검토
A25	시공기면 폭 축소 검토	선로 중심 간격을 줄이는 것은 향후 속도향을 고려하면 지양하고 시공기면 폭을 줄이는 방안 검토 필요
A26	슬래그 도상재료 및 시공기술 개발	도상재료로서 슬래그의 적정성(물리, 역학, 화학, 환경 특성) 평가/슬래그 도상궤도의 실험을 통한 궤도안전성 평가
A27	저탄소 중온 폼드 아스팔트(Foamed asphalt)를 이용한 기존선 자갈도상 무궤환 보강공법 및 설계, 시공지침 개발	재료개발, 시공 장비의 개조 또는 개발, 시공기술 개발, 설계와 해석기술 개발/유지관리를 위한 가이드라인 제시

□ 노반분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
B17	연약지반 강성 동질화 방안 개발	연약지반에 부설된 콘크리트 궤도에서 절/성토 변화구간, 구조물접속구간, 박스 등 토공 내에 위치한 구조물 강성변화를 최소화하여 궤도틀림 및 침하를 억제
B18	콘크리트 궤도노반 영구 침하량 측정 시스템 개선	침하량 정밀 측정, 추세 분석/ 궤도 타설 시기를 엄격히 판단/컴퓨터화 된 장비,S/W개발/설계상 존치기간 확인방안 수립
B19	콘크리트궤도 연약노반구간 침하억제를 위한 건설기술 체계화 연구	콘크리트궤도 건설증가에 따른 경제적 연약지반 통과 기술 확보/연약원지반의 잔류침하를 제어할 수 있는 공법 개발
B20	노반상태평가기법 개발	개선된 설계정수(탄성계수 등)도출 및 실무적인노반상태정수(상대밀도, 전단강도정수, 지반반력계수 등) 시험기법 제안

B21	노반상태평가기법 개발-PFWD	PFWD(Portable Falling Weight Deflectometers)/TDR(Time Domain Reflectometry)사용하여 노반설계정수인 동탄성 계수/현장다짐도 측정
B22	노반재료 및 시공기술 개발	노반의 성능(지지력 및 강성)을 강화할 수 있는 경제적인 신 재료(예: Lime-treated soil) 및 그에 따른 시공기술 제안

□ 교량분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
C13	하이브리드교각/밀실형 교각 개발	철도 교량은 하중조건이 도로 등과 상당히 다르므로 탄성 중공식 교각검토 필요
C14	설계기준 보완	중로 및 상로아치형과 같이 부정정보인 경우 계도틀림기준을 고려한 수직방향 변위(온도영향) 허용기준
C15	하중계수 보완	고속철도에 HL25하중 필요성 재검토/ 호남 85% 적용/향후 하중의 경량화 대비/중국의 하중 검토/한국형 하중 개발

□ 터널분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
D11	터널단면 최적화를 위한 공기압 영향 연구	EMU차량의 공기압(이명감, 압축파 및 미기압파) 영향을 터널 및 열차 조건별로 최적화된 터널 단면 도출
D12	합리적인 이완하중 형상 도출에 관한 연구	NATM 터널의 콘크리트라이닝 설계 시 지반이완하중의 분포형상에 대한 연구를 통하여 합리적인 설계기준 확립
D13	터널 안전시공을 위한 안전장치 개발	록 볼트 또는 앵커를 강지보에 연결한 신개념 고성능 강지보재의 현장 적용성 평가/유비쿼터스 계측시스템 개발
D14	터널 건설장비 최적화 - 굴착장비 성능 최적화	터널 단면크기 등 현장여건에 따른 굴착 및 버력처리 장비 최적화 연구(협소한 공간에서의 최적 시공 장비의 개발)
D15	터널단면 최적화	철도터널 공동구 바닥 부 여굴이나 면정리 등 설계기준 명확화 / 변압기굴의 단면 형상, 시설한계 등 고려 최적화
D16	터널설계 최적화 - 터널콘크리트 라이닝 이완하중 산정방법 연구	터널 콘크리트라이닝의 이완하중 산정방법 연구/발파설계 기준 및 시공사례의 분석을 통한 장약량 최적화 연구
D17	터널설계 최적화 - 갱구부 설치 기준 재정립	갱구부 설계시 토피고, 재해위험도에 따른 과다보강을 배제한 합리적인 갱구부 설계 최적화 선정방안 연구
D18	현장에서 터널패턴 설계변경 절차 개선	현장에서 터널패턴 설계변경 절차 개선

D19	터널공사 개념의 재검토	제어발파 공사비보다 주민소개 후 발파하면 비용 절감/터널 굴착 시 공법선정에 대한 방안 검토
D20	지반조건 불량구간 세부 지반분류 기준 및 지보패턴 세분화 연구	지반불량구간 지반등급 세분화 분류기준 작성 및 이에 대응하는 표준 지보패턴 분류기준 작성
D21	터널 굴착 중 보조공법 및 보강공법 시공관리 매뉴얼 작성 연구	표준화된 절차서에 따라 적절한 보조공법을 선정하여 적용할 수 있는 시공관리매뉴얼 작성

□ 신호/통신 분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
F4	차량기지 검수고 궤도 회로화 연구	차량기지의 검수고에 전자연동장치프로그램을 이용하여 기존의 궤도회로방식의 설치에 비하여 비용절감
F5	현장 신호시스템 감시 방안 연구	이상전압에 의한 신호장애 발생에 대비하여 전류값을 이용한 현장시설물 감시방안/전원장치 적용방안/궤도회로 감시방안 연구

□ 제도/정책 분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
H9	설계 시 지반조사 제도 개선	현행 지반조사의 발주처 → 설계사 → 전문 업체 → 시행업체의 다단계 구조개선
H10	사전타당성 조사방법 개선	B/C 기준 사업성 평가에 따라 수송수요 과다산정 등에 따라 적정 시설규모 산정 오류 발생 감소를 위한 개선 방안
H11	안전시설물에 대한 설계반영을 법적으로 추진	사망사고가 나면 막대한 현장손해액이 발생하므로, 이비용을 안전에 대한 설계에 반영방안 검토
H12	철도 건설기준 변경 및 적용 시스템 구축	기준 변경관련 연구과제의 결과물이 사용자에게 전달되고 피드백 되는 부분까지 연구과제에 포함(기준변경지원기간 필요)
H13	철도 표준도 관리시스템 개발	표준도 업데이트 등 유지관리 시스템 개발/공통적 재료의 표준도 사용으로 설계비 저감/현 표준도의 적절성 검토
H14	일반철도/고속철도 설계기준의 개선	고속철도 속도기준 상향/속도대역별 설계기준 구분 필요/지침/편람/표준도 등 체계 확립/code화, numbering체계 개선
H15	철도 시설물 인터페이스 설계기준 개선	철도시설물 간의 인터페이스를 고려한 상세 설계기준 작성 / 현장여건을 고려한 상세설계 기준 작성
H16	철도 시설물 인터페이스 효율화 연구	공중 간 인터페이스항목 발체 후 기준과 도면을 만들고 관리방안 수립. 노반에서 운영/차량/신호와 협의하여 효율화
H17	타 분야 건설을 고려하여 설계 및 시공	노반을 다 부설하고 전주, 통신케이블 등 설치를 위하여 재 굴착하는 것은 비경제적임

H18	RAMS등 신뢰성설계 도입기반 구축	검수분야에 도입중인 RAMS를 설계분야로 확대
-----	---------------------	---------------------------

□ 역사분야

연번	도출 과제명	도출과제 정의
I3	역사시설 BIM (Building Information Modeling) 적용 지침 연구	BIM 기법 도입을 위한 신뢰도 확보의 DB 구축/철도역사의 BIM 지침 연구
I4	승강 인원 밀도 분석을 통한 역사 적정 규모 산정으로 설계지침 보완 연구	철도역사 규모 산정 시 승강 인원에 따른 밀도 산출용 DB 구축 및 기술적 근거 정립/승강 인원에 따른 대·중·소역 구분 방법 재정립

6. 분야별 전문가 장/단기자문 실시 (2011. 12 ~ 2012. 1)

가. 개요

- 일시 : 2011. 12. ~ 2012. 1
- 실시분야 : 궤도, 노반, 터널, 교량, 신호/통신, 전철/전력, 환경, 제도의 총 8개 분야 8인

나. 내용

- 분야별 산업계 및 학계 전문가의 1개월 장기 및 단기자문 실시
- 분야별 기술동향 조사 및 신규과제 도출, 도출과제 검토후 후보과제 설정 (내·외부 전문가 검토)

연번	도출 과제명	검토의견	보완사항	후보 과제
A1	궤도구조 개량비용 저감을 위한 강합성 콘크리트 침목 궤도 개발	기획목적과 상이		
A2	궤도열화 예측모델 정립 및 유지보수비용 분석	기획목적과 상이		
A3	기존선고속화를 위한 궤도구조 정밀안전진단 표준화기술 개발	기획목적과 상이		
A4	다양한 형식의 철도교량 연속교에 대한 궤도/교량 상호작용 해석 및 설계 기술 개발	(교량이관)		
A5	궤도 하부구조 배수 설계법 개발	(노반이관)		
A6	한국형 궤도 하부구조 설계법 개발	(노반이관)		
A7	철도 승강장 건설기준 합리화 방안 연구	분기기 고변화 및 승강장 직사각형 설계로 건설비 증가	내용반영	14

연번	도출 과제명	검토의견	보완사항	후보 과제
A8	교량단부에서의 유지보수저감 및 사용성 향상을 위한 교량 및 궤도구조설계기준수립	유지보수내용 제외	궤도·교량 인터페이스 설계기준 포함	6
A9	노스 가동 분기기의 적용 기준 수립		궤도·교량 인터페이스 설계기준 포함	6
A10	궤도-교량 상호작용완화를 위한 교량구간 궤도구조 개발	제품개발 지양	유사과제 통합	16
A11	장대레일 안전성 향상을 위한 REJ 설치기준 체계화 연구	공단 용역 진행 중	궤도·교량 인터페이스 설계기준 포함	6
A12	균열 저감 및 내구성 향상, 탄소 배출 저감을 위한 포스트텐션 프리스트레스트 콘크리트궤도 공법 개발	제품개발 지양		17
A13	철도 고속화 및 교량 장대화 실현을 위한 온도조절용 축력저감장치 개발	제품개발 지양	유사과제 통합	16
A14	철도시설물의 철도궤도 슬라브 구조물의 보수보강 공법	기획목적과 상이		
A15	분기기구간 프리캐스트 콘크리트궤도 공법 개발	제품개발 지양		18
A16	사용성 및 내구성을 고려한 신뢰도기반 콘크리트궤도 설계법 개발		유사과제 통합	5
A17	신뢰도 기반 콘크리트궤도 설계 하중 정립		유사과제 통합	5
A18	궤도 상부구조 시스템(자갈궤도-슬래브궤도) 결정 및 평가모델의 객관화를 위한 기술개발			6
A19	속도향상을 고려한 궤도구조/선형 개량 방안	용역성		
A20	운행속도와 유지보수와의 연관성 비교 연구	용역성		
A21	궤도재료 신뢰성 확보방안 연구	결과물 불확실, 중복성		
A22	축소단면 콘크리트 궤도구조 개발		유사과제 통합	17
A23	부분선 및 장비유치선 등 설치 적정 기준 정립		정거장 건설기준에 포함	14
A24	승강장 규모 축소방안 검토		역사 표준화에 포함	13
A25	시공기면 폭 축소 검토	R&D요소 부족		
A26	슬래그 도상재료 및 시공기술 개발	기획목적과 상이		

연번	도출 과제명	검토의견	보완사항	후보 과제
A27	저탄소 중온 폼드 아스팔트(Foamed asphalt)를 이용한 기존선 자갈도상 무경환 보강공법 및 설계, 시공지침 개발		유사과제 통합	19
B1	철도노반의 경제적인 동상방지층 설계	중복성		
B2	철도노반 하부통과구간의 동상관리방안 연구	중복성		
B3	암반에서 확공이 가능한 굴착비트 개발 및 이를 이용한 시행방법	기획목적과 상이		
B4	철도용 신형식 강성보강노반 개발	별도사업으로 추진		
B5	노반 흙을 재사용한 친환경 Stabilization Treated Base 강화 공법		유사과제 통합	19
B6	고속철도 노반 강화를 위한 Crumb-Rubber Modified 아스팔트 콘크리트 적용 연구	기획목적과 상이		
B7	폴리머수지 계열을 활용한 충전형 자갈도상의 개발	기획목적과 상이		19
B8	토질 제정수 분류기준 정립		B16 포함	
B9	현행 성토재료 분류 재정립		B16 포함	
B10	철도 허용/잔류 침하량 산정		B16 포함	
B11	노반 허용압력 산정 연구		B16 포함	
B12	다짐관리 기준 재정립		B16 포함	
B13	동결 깊이 추정 식 개발	중복성		
B14	이동식 철도노반 평가시스템 개발			8
B15	궤도 하부구조 배수 설계법 개발		B16 포함	
B16	한국형 궤도 하부구조 설계법 개발		노반 설계법 통합	7
B17	연약지반 강성 동질화 방안 개발			20
B18	콘크리트 궤도 노반 영구 침하량 측정 시스템 개선			7
B19	콘크리트궤도 연약노반구간 침하억제를 위한 건설 기술 체계화 연구			20
B20	철도노반의 상태평가를 위한 콘 관입기술			8
B21	노반상태평가기법 개발-PFWD			8
B22	노반재료 및 시공기술 개발			19

연번	도출 과제명	검토의견	보완사항	후보 과제
C1	철도 고속화 및 교량 장대화 실현을 위한 온도조절용 축력저감장치 개발	(궤도이관)		
C2	성능중심 설계법과 기존 사용중심(강도설계) 설계법의 장단점 정량적 분석			9
C3	강철도교의 피로설계용 충격계수에 관한 연구	중복성		
C4	교량 하부구조물의 안전성 평가 시스템 개발	기획목적과 상이		
C5	철도용 조립식 복합단면 교각 시스템의 설계 및 시공기술 개발			22
C6	CFT(Concrete Filled Tular)를 이용한 주행속도 증가에 따른 기존교량의 강성보강 공법 연구	기획목적과 상이		
C7	기존선 철도교의 급속 보강 및 교체기술 개발	중복성		
C8	철도 교량의 성능향상을 위한 부속장치(받침, 신축이음 등) 개발 및 성능평가기준 연구	대상을 구체적으로	내용 보완	23
C9	교량 장경간화 및 연속교 적용을 위한 궤도/교량 인터페이스 해결 기술 개발		유사과제 통합	10
C10	급속 시공을 고려한 철도교량 프리캐스트 구조 시스템 개발	하부구조(교각)의 프리캐스트 시공가능성 검토	중복성 검토	21
C11	신뢰도기반 설계를 위한 철도교량 신뢰성 분석 데이터 구축 연구	개발 중인 열차 등 장애 열차표준하중도 같이 연구		9
C12	다양한 형식의 철도교량 연속교에 대한 궤도/교량 상호작용 해석 및 설계 기술 개발		유사과제 통합	10
C13	하이브리드교각 / 밀실형 교각 개발		C5 포함	22
C14	설계기준 보완		유사과제 통합	10
C15	하중계수 보완	중복성		
D1	강관 다단 보강 그라우팅 공법의 주입 방식 및 주입재 개선을 통한 공기 단축 및 공사비 절감 기법 연구	중복성		
D2	경제성 향상 및 누수 저감이 가능한 쉘드 세그먼트의 강선 체결 기술 개발	중복성		
D3	공용중인 철도 터널 확폭 시공	전차선 간섭 확인	내용 보완	24

연번	도출 과제명	검토의견	보완사항	후보 과제
D4	배수 유로홈을 이용한 수압 저감 및 슬림형 셴드 세그먼트 터널 기술 개발	기획목적과 상이		
D5	섬유보강재를 이용한 터널 라이닝의 최적화	비용절감효과 재검토	내용 보완	25
D6	인버트 단면적용 지반의 합리적인 평가 방법 개발	기획목적과 상이		
D7	장래 복선티널 계획을 고려한 단선 터널단면 최적화 연구		D3와 통합	24
D8	철도구조물에대한세라믹인서트및앵커의적용 방안	진동에 취약 확인기획목적과 상이		
D9	철도 터널에서의 라이닝 설치 기준 개선	기획목적과 상이		
D10	초고속 철도 터널의 공기압 및 미기압 저감 기술	중복성		
D11	터널단면 최적화를 위한 공기압 영향 연구	일부 중복성	내용 조정	11
D12	합리적인 이완하중 형상 도출에 관한 연구		유사과제 통합	11
D13	터널 안전시공을 위한 안전장치 개발	기획목적과 상이		
D14	터널 건설장비 최적화 - 굴착장비 성능 최적화	R&D요소 부족		
D15	터널단면 최적화	수정보완	유사과제 통합	11
D16	터널설계 최적화 - 터널콘크리트 라이닝 이 완하중 산정방법 연구		유사과제 통합	11
D17	터널설계 최적화 - 갱구부 설치 기준 재정립	R&D요소 부족		
D18	현장에서 터널패턴 설계변경 절차 개선		유사과제 통합	12
D19	터널공사 개념의 재검토	R&D요소 부족		
D20	지반조건 불량구간 세부 지반분류기준 및 지보 패턴 세분화 연구		유사과제 통합	12
D21	터널 굴착 중 보조공법 및 보강공법 시공관리 매뉴얼 작성 연구	중복성		
E1	AT 급전방식의 문제점을 고려한 3권선 주변 압기 및 탭형 몰드형 단권변압기 개발			26
E2	철도 시설 및 시스템의 전자파 안정성 연구 및 기술개발	중복성, 기획목적과 상이		

연번	도출 과제명	검토의견	보완사항	후보 과제
E3	교류철도 변전소 최적화 연구	기획목적과 상이		
F1	신호설비 설계의 범위, 개선 및 기법 개발에 관한 연구			15
F2	제어설비 단순화를 위한 통신제어 접속함 개 발연구			27
F3	ATS 성능 최적화를 위한 시스템 아키텍처 개 선방안 연구			15
F4	차량기지 검수고 궤도 회로화 연구	기획목적과 상이		
F5	현장 신호시스템 감시 방안 연구	기획목적과 상이		
G1	저탄소 녹색 철도인프라 구축을 위한 통합 경제성 및 환경성 평가시스템 개발	기획목적과 상이		
G2	지속가능한 철도인프라 구축을 위한 전 과정 관리(LCM) 시스템 개발	기획목적과 상이		
G3	철도 건설비 저감을 위한 환경 영향평가 제 도 개선			2
H1	안전한 운영을 고려한 철도시스템 통합 설계 시공 제도개선 연구			1
H2	안전성능 확보와 효율적 유지관리를 고려한 단계 별 품질관리 방안 연구	기획목적과 상이		
H3	철도물류거점 운영효율성 향상을 위한 표준 모델 구축	기획목적과 상이		
H4	철도사업의 완성 공사비 조사 및 DB구축 연구	철도단가산출서 /실질공사비와 연계 설계 변경 단가로 해야함		3
H5	철도사업 기반의 교통망 네트워크 계획기법 개발	기획목적과 상이		
H6	철도의 적정 stock 산정 연구	기획목적과 상이		
H7	경부고속철도사업 분석을 통한 공사비 절감 방안 도출 연구			3
H8	사업수행 단계별 가용정보 기반 철도 시설물 공 사비 산정모델 개발			4
H9	설계 시 지반조사 제도 개선	용역성		
H10	사전타당성 조사방법 개선	철도만 바꾸기 어려움		
H11	안전시설물에 대한 설계반영을 법적으로 추진	R&D요소 부족		

연번	도출 과제명	검토의견	보완사항	후보 과제
H12	철도 건설기준 변경 및 적용 시스템 구축	R&D요소 부족		
H13	철도 표준도 관리시스템 개발	R&D요소 부족		
H14	일반철도/고속철도 설계기준의 개선	R&D요소 부족		
H15	철도 시설물 인터페이스 설계기준 개선	R&D요소 부족		
H16	철도 시설물 인터페이스 효율화 연구			6
H17	타 분야 건설을 고려하여 설계 및 시공			1
H18	RAMS등 신뢰성설계 도입기반 구축		일부내용 반영	9
I1	철도역사의 방진시스템을 통한 건설비 최적의 소음저감 기법 개발	기획목적과 상이		
I2	역사 표준화 및 간소화			13
I3	역사시설 BIM (Building Information Modeling) 적용 지침 연구	별도 과제로 추진		
I4	승강 인원 밀도 분석을 통한 역사 적정 규모 산정으로 설계지침 보완 연구			13

- 도출과제를 검토/보완하여 후보과제 선정

연 번	후보과제명	후보과제 정의	관련 과제
1	철도시스템 통합 발주 설계 · 시공 제도개선 연구	분야별 사업시행에 따른 문제점 조사 분석/시스템 통합 가능성 검토 및 통합효과 분석 및 관련제도 개선방안 검토	H1 H17
2	철도 건설비 저감을 위한 환경 영향 평가제도 개선	철도정책수립 단계의 환경영향을 평가하기 위한 SEA 기법 개발/철 도건설에 따른 사후 환경영향 모니터링 기술 개발	G3
3	철도사업 공사비 분석 및 절감방안 도출 연구	경부고속철도사업 모니터링/사업수행 단계별 공사비 증가요인 등 개 선사항 발굴/국내외 고속철도사업 안 비교	H7 H4
4	사업수행단계별 가용 정보 기반 철도시설물 공사비 산정모델 개발	철도 궤도 및 철도시설물 특성 및 설계단계별 가용정보 수준을 반영 한 신속한 공사비 산정지원을 위한 모델 최적화	H8
5	신뢰도 기반 콘크리트궤도 설계법 개발	신뢰도기반 콘크리트궤도 설계법 개발 파괴메커니즘 분석 및 하중계수 및 강도감소계수 확립 외	A16 A17

6	궤도 · 교량 인터페이스 설계기준 수립	궤도/교량상호작용을 고려한 교량단부 사용성 검토기준, 노스가동 분기기의 적용 기준, REJ 설치기준 수립 궤도시스템을 결정을 위한 체계적 평가모델 개발	A8 A9 A11 A18 H16
7	한국형 궤도 하부 구조 설계법 개발	국내 지형/지질 및 하중조건을 고려한 궤도노반 설계기준 및 설계법 개발	B16 B18
8	철도 노반 상태평가 시스템 개발	비파괴이동식 평가시스템 도입을 통한 설계정수(탄성계수 등)도출 및 실무적인노반상태정수(상대밀도, 전단강도정수, 지반반력계수 등) 시험기법 제안	B14 B20 B21
9	신뢰성 설계 도입기반 구축 연구	국내외 신뢰도기반 설계기준 분석, 하중 연구 자료의 DB구축, 철도 노후구조물에 대한 신뢰성 평가기법의 개발/DB구축	C2 C11 H18
10	장경간화 교량 · 궤도 인터페이스 기술 개발	철도교량 장경간화 및 연속화를 위한 하드웨어장치에 대한분석 및 개발, 교량장경간화방안 제시 및 정량적 효과 분석	C9 C12 C14
11	터널 단면 설계 최적화 연구	철도터널 공동구 바닥부 여굴이나 면 정리 등 설계기준 명확화/변압 기굴의 단면형상, 시설한계 등 고려 최적화 (공기압, 이완하중, 갱구부, 패턴 변경)	D11 D12 D15 D16
12	지반분류기준 및 지보패턴 세분화 연구	지반불량구간 지반등급 세분화 분류기준 작성 및 이에 대응하는 표준 지보패턴 분류기준 작성	D20 D18
13	철도역사 표준화 및 간소화 연구	현장티켓 기능을 없애고 역사의 기능을 축소하는 방안 검토, 냉난방 비 절약 설계/선하/선상역사에 대한 기준정립	I2 I4 A24
14	철도 정거장 건설기준 개선 연구	저상홈, 고상홈 승강장에 대한 승강장 높이 표준화/과주거리, 출발신호 주시거리 등 고려한 적정 선로 유효장 산정 기준	A7 A23
15	신호설비 설계기술 개선 및 기법 개발	신호설비의 설계 업무에 대한 명확한 정의로 설계업무의 품질과 효율성 향상을 위한 합리적 설계기법 개발	F1 F3
16	궤도 · 교량 상호작용 완화 궤도 구조 개발	궤도-교량상호작용완화를 위한 궤도구조 및 장치설계 재료 및 구성요소 개발, 실내 및 현장 시험부설/ 성능검증	A10 A13
17	포스트텐션 콘크리트궤도 공법 개발	포스트텐션 콘크리트궤도의 구조형식 개발 해석기법, 요소기술개발, 조인트시스템 및 긴장기법개발	A12 A22
18	분기기구간 프리캐스트콘크리트 궤도공법 개발	분기기구간 프리캐스트콘크리트궤도 및 구성요소 개발 후 성능 검증, 분기기설치 정밀도 및 레일선형 정밀검측기법개발	A15
19	노반 재료 및 시공 기술 개발	노반의 성능(지지력 및 강성)을 강화할 수 있는 경제적인 신재료 (예: Lime-treated soil) 및 그에 따른 시공기술 제안	B22 B5 A27 B7
20	콘크리트궤도 연약노반구간에서의 침하억제를 위한 성토지지말뚝형식 개발	콘크리트궤도 건설증가에 따른 성토지지말뚝형식 적용을 통한 경제적 연약지반 통과 기술 확보	B17 B19
21	급속 시공을 고려한 철도교량 프리캐스트 구조시스템 개발	하프 슬래브 거더 형식 프리캐스트 철도교량상부 구조시스템설계/개발, 프리캐스트 거더 기술 개발	C10
22	철도용 조립식 복합단면 교각 시스템의 설계 및 시공기술 개발	조립식 교각시스템에 복합단면을 적용하여 최적의 단면력 저항메커니즘을 지닌 조립식 복합단면 교각의 개발	C5 C13

23	철도 교량의 성능향상을 위한 부속장치 개발 및 성능평가 기준 연구	철도 교량용 고기능성 받침, 신형식 신축이음장치의 개발 철도 교량 부속장치의 성능평가방법 및 기준 제시	C8
24	공용중인 철도 터널 확폭 시공	기존 노선의 운영을 유지한 채로 기존터널을 굴착하여 확폭 할 수 있는 공법 개발	D3 D7
25	섬유 보강재를 이용한 터널 라이닝의 최적화	강섬유 보강재와 합성섬유 보강재를 이용하여 고성능 터널 콘크리트 라이닝의 적용성 검토	D5
26	AT 급전방식의 문제점을 고려한 3권선 주변압기 및 탭형 물드형 단권변압기 개발	기존의 변전소 내 급전용 주변압기 및 AT를 일체형 3권선변압기로 대체, 단권변압기를 생략하여 비용절감	E1
27	제어 설비 단순화를 위한 통신 제어 접속함 개발	통신제어 접속함 개선으로 현장케이블을 최소화하고 관로설비를 줄 여서 시공비의 절감 및 공사기간의 단축	F2

7. 총괄 자문회의 개최 (2012. 1. 30)

가. 개요

- 일시 : 2012.1.30.
- 장소 : 한국철도시설공단 회의실
- 참석인원 : 분야별 자문위원 6인 및 담당연구원

나. 내용 : 최종도출과제의 기술적/정책적 타당성 및 R&D 필요성 검토

8. 최종평가회의 개최 (2012. 2. 24)

가. 개요

- 일시 : 2012.2.24.
- 장소 : 한국건설교통기술평가원 회의실
- 참석인원 : 분야별 자문위원

나. 내용 : 최종도출과제의 기술적/정책적 타당성 및 R&D 필요성 검토

제2절 세부과제 도출

- 도출된 과제는 본 기획에서 제시한 비전에 따라 철도인프라 건설 제도 합리화, 철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화, 고효율 신개념 시공기술 개발의 3개 세부과제로 도출하였음. 각 세부과제는 과제수행의 효율성을 위하여 궤도, 노반, 교량, 터널 등 분야별로 공동과제를 포함하고 있으며, 제도부분의 경우는 제도와 관리에 대한 공동과제를 구성하였음

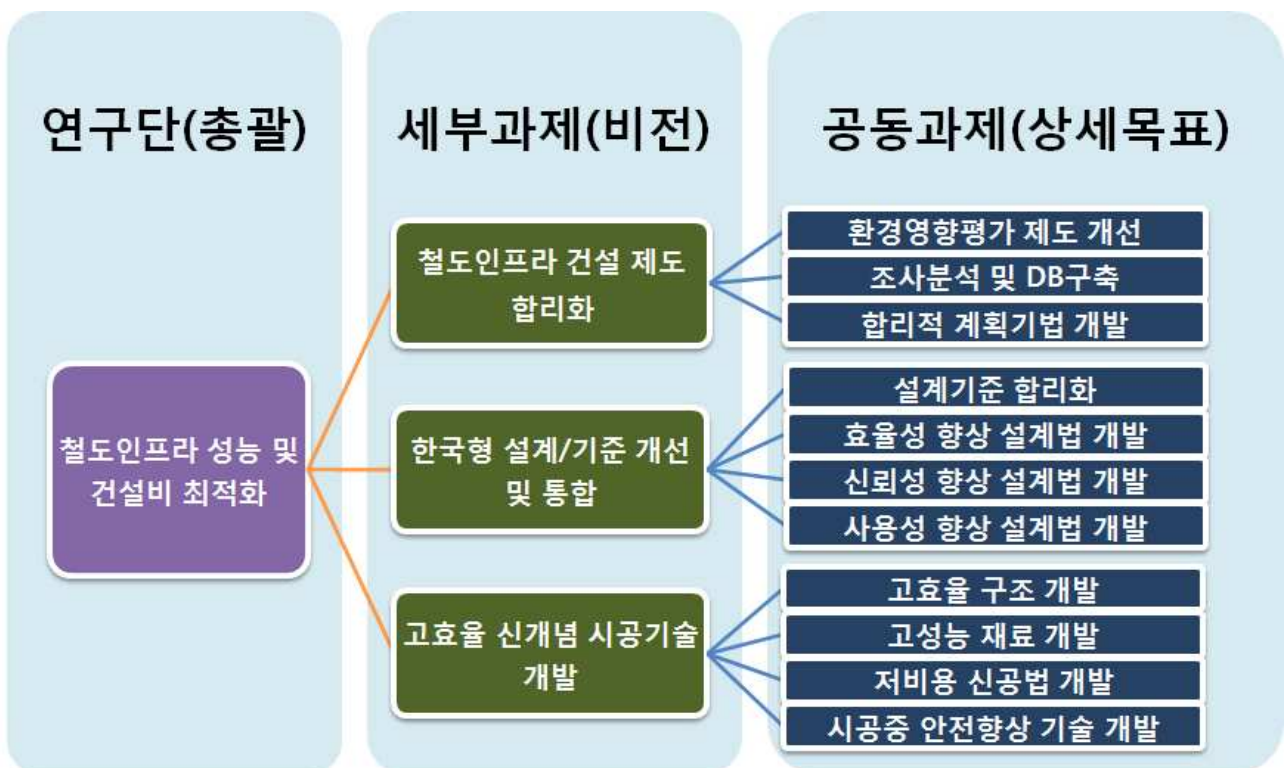
표 3.3 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업 세부과제

세부과제	분야	공동과제
철도인프라 건설 제도 합리화	제도	철도건설비 저감을 위한 환경영향평가제도 개선
	관리	철도사업의 사업비 절감방안 마련 및 개략공사비 산정시스템 개발
		궤도 상부구조 시스템 결정 및 평가모델의 객관화를 위한 기술개발
철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화	궤도	신뢰도 기반 콘크리트 궤도 설계법 개발
		자갈궤도 성능확보를 위한 도상자갈 관리기준 재정립
		궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계기준 개선
	노반	토공 노반 설계기준 선진화 연구
		토공 노반 상태평가 시스템 개발
	교량	신뢰도기반 철도교량 설계법 도출을 위한 하중 및 저항모델 연구
	터널	지반 및 현장여건을 고려한 최적 발파패턴 연구
		철도터널 지보패턴 설계 최적화 연구
	역사	철도 역사시설 설계 표준지침 최적화 연구
		철도 정거장 최적화를 위한 건설기준 합리화 방안 연구
	신호	신호설비 설계의 범위, 개선 및 기법 개발에 관한 연구
고효율 신개념 시공기술 개발	궤도	차량기지 건설 선진화 요소 개발
		궤도/교량 상호작용 완화 궤도 구조 개발
		포스트텐션 프리스트레스트 콘크리트 궤도 공법 개발
		분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도공법 개발
	노반	폴리머 수지계열을 활용한 충전형 자갈도상의 개발
		도상 및 노반재료 성능향상 기술 개발
		연약지반 구간 철도노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발
	교량	급속 시공을 고려한 철도교량 및 역사 프리캐스트 구조시스템 개발
		철도교량의 성능향상을 위한 부속장치(받침, 신축이음 등) 개발 및 성능평가기준 연구

		철도 교량의 성능향상을 위한 부속장치 개발 및 성능평가 기준 연구
	터널	섬유보강재를 이용한 터널 라이닝의 최적화
	역사	철도 역사시설 최적화를 위한 하프 프리캐스트 공법 개발
	전력	3권선 주변압기 및 탭형 몰드형 단권변압기 개발
	통신	제어설비 단순화를 위한 통신 제어 접속함 개발
	신호	철도신호 분야의 집중감시설비 개발

제3절 사업의 구조

- 본 기획의 방향은 단위·요소기술의 유기적 연계를 통하여 패키지화된 기술을 개발하는 과제로서 200억원 이상의 정부출연금과 3~5년의 연구기간이 소요되므로 연구단의 형태로 추진하는 것을 제안하였으며, 연구단 내에는 3개의 세부과제와 27개 공동과제로 구성
- 1세부과제는 ‘철도인프라 건설 제도 합리화’과제로 철도건설의 경험을 활용하여 건설비를 저감할 수 있는 제도의 개선방안을 찾고 하는 것이 목표임
- 2세부과제는 ‘철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화’과제로 철도인프라의 설계기준 및 설계법을 개선하여 건설비를 저감하는 것이 목표임. 국외의 건설기준을 준용하여 국내의 철도환경에 맞지 않는 기준을 한국화하거나 합리화하여 효율성, 신뢰성, 사용성을 향상하고자 함.
- 3세부과제는 ‘고효율 신개념 시공기술 개발’과제로 건설비 저감을 위한 효율적 구조와 시공법을 개발하는 것이 목표임. 고효율 구조와 고성능 재료 및 저비용 시공법 개발을 포함하고 있음.



연구단	세부과제	공동과제
철도인프라 성능 및 건설비 최적화	세부과제명 철도인프라 건설제도 합리화	철도건설비 저감을 위한 환경영향평가제도 개선 철도사업의 사업비 절감방안 마련 및 개략공사비 산정시스템 개발 궤도 상부구조 시스템 결정 및 평가모델의 객관화를 위한 기술개발
	세부과제명 철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화	신뢰도 기반 콘크리트 궤도 설계법 개발 자갈궤도 성능확보를 위한 도상자갈 관리기준 재정립 궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계기준 개선 토공 노반 설계기준 선진화 연구 토공 노반 상태평가 시스템 개발 신뢰도기반 철도교량 설계법 도출을 위한 하중 및 저항모델 연구 지반 및 현장여건을 고려한 최적 발파패턴 연구 철도터널 지보패턴 설계 최적화 연구 철도 역사시설 설계 표준지침 최적화 연구 철도 정거장 최적화를 위한 건설기준 합리화 방안 연구 신호설비 설계의 범위, 개선 및 기법 개발에 관한 연구 차량기지 건설 선진화 요소 개발 궤도/교량 상호작용 완화 궤도 구조 개발 포스트텐션 프리스트레스트 콘크리트 궤도 공법 개발

세부와제명

고효율 신개념
시공기술 개발

분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도공법 개발

폴리머 수지계열을 활용한 충전형 자갈도상의 개발

도상 및 노반재료 성능향상 기술 개발

연약지반 구간 철도노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율
보강공법 개발

급속 시공을 고려한 철도교량 프리캐스트 구조시스템 개발

철도교량의 성능향상을 위한 부속장치(받침, 신축이음 등) 개발 및
성능평가기준 연구

섬유보강재를 이용한 터널 라이닝의 최적화

철도 역사시설 최적화를 위한 하프 프리캐스트 공법 개발

3권선 주변압기 및 탭형, 몰드형 단권변압기 개발

제어설비 단순화를 위한 통신제어 접속함 개발

철도신호분야의 집중감시 설비 개발

제4장 사업 비전 및 목표

제4장

사업 비전 및 목표

제1절 비전, 목표 및 추진전략 수립을 위한 SWOT 분석

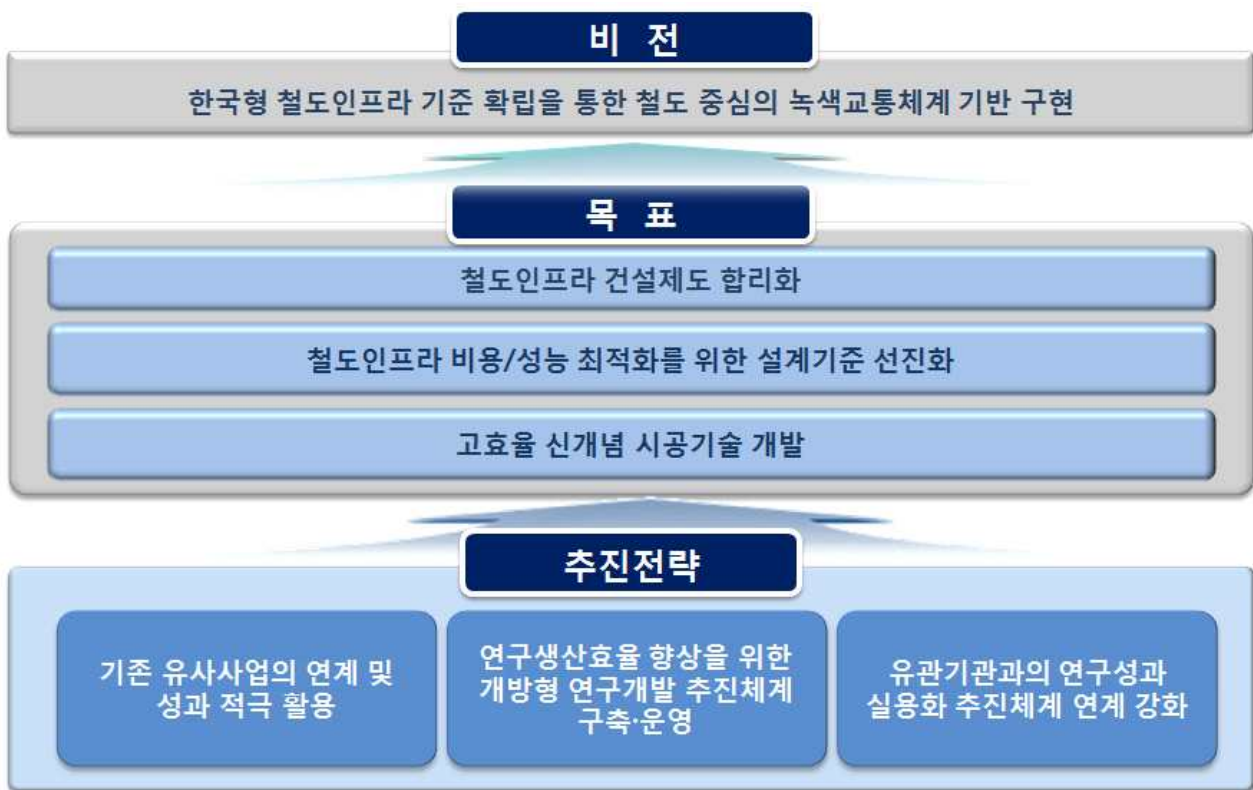
- 사업의 비전, 목표 및 추진전략 수립을 위하여 외부 환경 분석 및 내부 역량분석 결과를 토대로 SWOT 분석을 실시하고 이에 대한 대응전략을 도출

【 강 점(S) 】 ■ 고속철도의 전국 확대, 일반철도의 고속화/복선화 추진을 통해 철도 인프라 분야에서 충분한 경험 및 기술력 보유	【 약 점(W) 】 ■ 연구 전문기관으로 연구 성과를 토대로 국내 철도인프라 설계 및 시공 관련 제도 및 기준 재·개정 경험 및 관련 역량 부족
【 기 회(O) 】 ■ 국가 교통정책 패러다임이 녹색교통으로 전환되며, 녹색육상교통의 대표인 철도에 대한 투자 확대 전망	【 위 험(T) 】 ■ 기존에 유사한 목적의 과제단위 및 소규모 사업이 지원된 바가 있어 기술개발의 차별성 부족 우려

SO 전략	■ 정책적 사회적 교통패러다임의 변화에 선제적으로 대응하기 위하여 국가차원에서 국내 철도 인프라 설계 및 시공 관련 제도 및 기준 검토 및 재정립 추진	WO 전략	■ 국내 철도인프라 설계·시공 관련 제도 및 기준 재·개정 담당 기관과의 연계를 통한 실질적인 성과활용방안 수립
ST 전략	■ 과제기획단계에서 기존 유사 연구 성과의 연계 고려 ■ 도출된 기술수요에 대한 사전 중복성 검토를 통해 기존 과제와는 차별화된 과제 도출	WT 전략	■ 철도인프라 관련 산·학·연 전문가 의견 수렴을 통해 기존 과제들과 차별화된 기술수요 도출 및 기술개발 협력 체계 구축

제2절 사업의 비전

- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반 기술개발사업의 정의 및 사업 목적에 맞추어 동 사업의 비전, 목표 및 추진전략을 다음과 같이 설정



- 본 사업의 핵심목표와 세부 연구개발 내용을 토대로 ‘한국형 철도인프라 기준 확립을 통한 철도 중심의 녹색교통체계 기반 구현’을 비전으로 설정
- 본 사업의 핵심 목표는 국내 철도인프라 건설 분야 제도 관리체계의 고도화, 설계기준 재정립, 저비용·고효율을 구조 및 공법 개발로 구성
- 이상의 목표는 공통적으로 국내 철도인프라 건설비 저감을 통한 국내 철도인프라 확대의 정책 목표 달성 지원 및 이에 대한 SOC 투자 효율성 제고를 목적으로 도출
- 이에 저비용·고효율 철도인프라 기반기술 확보를 통한 국내 철도 중심 교통체계 구축을 위하여 ‘한국형 철도 건설 제도, 기준, 설계, 시공 기술개발을 통한 경제적 철도인프라 구축’을 본 사업의 비전으로 설정

제3절 사업의 목표

- ☐ 목표 1 : 국내 철도인프라 건설 분야 제도 및 관리체계 고도화
- ☐ 목표 2 : 한국형 철도인프라 설계 기준 재정립 및 설계기법 선진화
- ☐ 목표 3 : 한국형 설계기준과 연계한 저비용, 고효율 철도인프라 구조 및 신공법 개발

제4절 사업추진체계

- ☐ 국토해양부
 - 사업총괄기관으로서 연구사업 기획·관리·감독을 총괄하고 기술개발 촉진 및 성과 보급을 위한 법·제도 개선 업무 지원
- ☐ 전문기관(한국건설교통기술기획평가원)
 - 사업관리 전문기관으로서 연구사업 기획·평가·관리 등의 업무를 수행하고, 연구단 기획, 진도점검, 단계(중간)평가, 기술확산 등을 중점 관리
- ☐ 연구단장
 - 연구단을 구성하여 연구단과제의 상세기획, 세부과제 공모·선정·진도·성과관리 및 결과물의 활용 등을 위한 업무를 총괄적으로 수행
 - 연구단에서 개발된 기술의 국내외 표준 제·개정·법제도 개선 시범지역 선정, 정책 반영 등 실용화를 위한 상설조직 운영
- ☐ 연구단 위원회 구성
 - 평가위원회
 - 연구단 과제의 선정평가, 단계(중간)평가, 최종평가를 수행하여 과제의 계속 추진 여부 판정 및 연구단장에 대한 업무평가
- ☐ 사무국

○ 연구단장을 보조하며 연구단 운영에 필요한 제반 행정지원 업무

□ 추진체계도

○ 이상의 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업의 추진체계를 도식화하면 다음 그림과 같음



그림 4.1 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업 추진체계

제5절 추진 전략

□ 기존 유사사업과의 연계 및 성과 적극 활용

- 중복성이 있는 기존 국가 R&D사업 연구결과와의 차별성 또는 구체적인 활용 방안 및 연계전략 수립을 RFP에 명확히 기술
 - 기존에 시범적으로 진행되었던 유사사업 성과를 효과적으로 활용하기 위해 연구 범위 및 방향을 상호 조율하고 그에 따른 지속적인 연구개발 및 성과도출이 가능하도록 지원 분야 및 대상과제 선정
 - 효과적이고 합리적인 사업관리를 통해 연구비의 중복투자를 배제하고 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업의 투자 효율성 제고
 - 본 사업의 궁극적인 목적달성을 위해 필수적인 현장 적용 가능 기술의 개발에 대한 집중 투자

□ 연구생산효율 향상을 위한 개방형 연구개발 추진체계 구축·운영

- 개발된 기술의 실용화를 고려하여 성과관리와 평가를 추진하는 한편, 연구단 체제의 발족과 함께 정량화된 성과관리 체계 도입
- 산·학·연·정 전문가와 협력체계 구축 및 역할 분담으로 연구의 효율성 극대화
 - 국토해양부는 기술 예측 및 기획 강화 수요자 중심의 표준화 기술개발 체제 구축
 - 대학은 창의적 기초연구확대 및 구성원들 교수 대학생 등의 적극적인 표준 기술 개발 여건 조성
 - 연구소는 사전 조사와 사전 기획의 지속적인 실시로 선도적인 연구체제 구축
 - 참여기업은 연구개발 네트워크를 구축하여 산·학·연 공동연구체제 활성화 유도 및 연구 성과의 실용화 촉진

□ 국토해양부·한국철도시설공단 등 유관기관과의 연구 성과 실용화 추진체계 연계 강화

- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발 착수와 동시에 한국철도시설공단과 연계하여 '철도 설계기준 및 제도 제·개정위원회' 구성 및 상설운영

- ‘철도 설계기준 및 제도 제·개정위원회’를 통해 본 사업의 연구 성과가 바로 국내 철도 설계기준 및 제도에 반영될 수 있도록 지원
- ‘철도 설계기준 및 제도 제·개정위원회’의 구성은 추후 국토해양부 및 한국철도관리공단과 협의하여 결정

제6절 성과관리방안

1. 성과평가 및 관리

- 본 사업은 국가연구 개발사업 조사·분석·평가의 성과지표를 참조하여 기본지표로 설정
 - 공통적인 성과부분을 평가하고, 각 세부사업별 특성화된 성과부분을 추가지표로 설정하여 성과를 효과적으로 측정
 - 세부사업별로 지표에 가중치를 차등 부여하여 성과측정의 실효성을 제고

2. 성과지표(안)

- 도출된 성과지표는 고정된 것이 아니며, 추후 지속적인 검토 및 시범적용을 통해 더 효율적이고 적합한 성과지표로 수정·보완

표 4.1 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업 성과지표(안)

성과항목	성과지표	
1. 지식재산권	1-1	특허 출원 건수
	1-2	특허 등록 건수
	1-3	특허 등록률
	1-4	연구비 1억원 당 특허 출원 건수
	1-5	연구비 1억원 당 특허 등록 건수
2. 논문	2-1	학술지 게재 논문 건수
	2-2	SCI급 학술지 게재 논문 건수
	2-3	연구비 1억원당 학술지 게재 논문 건수
	2-4	연구비 1억원 당 SCI급 학술지 게재 논문 건수
3. 표준 및 기준	3-1	표준 제안 건수
	3-2	표준 제정/개정 건수
	3-4	기준의 법제화 건수
	3-5	국제 표준화 회의 유치/개최 건수
4. 매뉴얼	4-1	매뉴얼 작성 건수
	4-2	매뉴얼 활용 실적
5. 기술이전/거래	5.1	기술이전 건수
	5.2	기술료 수입액

가. 지식재산권

☐ 특허 출원 건수 : 사업 수행기간 및 사후 평가기간 동안 출원된 특허건수

○ 측정방법

- (과제) 해당 과제 통해 출원된 특허출원 건수
- (사업) 세부과제들의 특허 출원건수의 합

○ 근거자료 : 특허 출원증 사본

- 출원 특허명, 출원인, 출원등록번호, 출원일 등

☐ 특허 등록 건수 : 사업 수행기간 및 사후 평가기간 동안 등록된 특허건수

○ 측정방법

- (과제) 해당 과제 통해 등록된 특허출원 건수
- (사업) 세부과제들의 특허 등록건수의 합

○ 근거자료 : 특허 등록증 사본

- 특허명, 출원인, 등록번호, 등록일 등

☐ 특허 등록률 : 해당 사업으로부터 얻은 특허의 출원 건수 대비 등록 건수의 비율

○ 측정방법

- 해당 사업에서 지원된 과제들의 특허등록률의 평균 : $(\text{출원한 특허 가운데 통계 마감일까지 등록된 건수} / \text{출원한 특허건수}) \times 100$

○ 근거자료 : : 특허 출원·등록증 사본

- 특허명, 출원인, 출원등록번호, 출원일, 등록번호, 등록일 등

☐ 연구비 1억원 당 특허 출원 건수

○ 측정방법 : 연구비 1억원 당 사업 수행기간 및 사후 평가기간 동안 출원된 특허건수

-
- 총 특허출원 건수/총 연구 사업비(단위: 1억원)

○ 근거자료 : 특허 출원증 사본 및 투입 연구비 DB

- 출원 특허명, 출원인, 출원등록번호, 출원일 등

□ 연구비 1억원 당 특허 등록 건수

○ 측정방법 : 연구비 1억원 당 사업 수행기간 및 사후 평가기간 동안 등록된 특허건수

- 총 특허등록 건수/총 연구 사업비(단위: 1억원)

○ 근거자료 : 특허 등록증 사본 및 투입 연구비 DB

- 특허명, 출원인, 등록번호, 등록일 등

나. 전문학술지

□ 학술지 게재 논문 편수 : 국내 및 국외 학술지에 게재된 논문 건수

○ 측정방법

- (과제) 국내/국외, SCI급/비SCI급 학술지를 구분하여 논문 게재 편수 평가
- (사업) 동 사업 세부과제들의 학술지 게재 논문편수의 합

○ 근거자료 : 학술지 표지, 목차 사본

- 저자, abstract, SCI(E)에 등재된 학술지 명칭, 게재연월일, Vol(No)&시작·끝페이지, acknowledgement(동 사업 지원 사실 포함) 등

□ SCI급 학술지 게재 논문 편수 : SCI급 학술지 게재 논문편수

○ 측정방법

- (과제) 국내외 SCI급 학술지 게재 논문편수
- (사업) 동 사업 세부과제들의 SCI급 학술지 게재 논문편수의 합

○ 근거자료 : 학술지 표지, 목차 사본

- 저자, abstract, SCI(E)에 등재된 학술지 명칭, 게재연월일, Vol(No)&시작·끝 페이지, acknowledgement(동 사업 지원 사실 포함) 등

□ 연구비 1억원 당 학술지 게재 논문 편수 : 연구비 1억원 당 평균 국내 및 국외 학술지에 게재된 논문 편수

○ 측정방법

- 국내/국외, SCI급/비SCI급 학술지를 구분하여 논문 게재 건수와 함께 연구비당 논문 편수

○ 근거자료 : 학술지 표지, 목차 사본 및 투입 연구비 DB

- 저자, abstract, SCI(E)에 등재된 학술지 명칭, 게재연월일, Vol(No)&시작·끝 페이지, acknowledgement(동 사업 지원 사실 포함) 등

□ 연구비 1억원 당 SCI급 학술지 게재 논문 편수 : 연구비 1억원당 평균 SCI급 학술지에 게재된 논문 편수

○ 측정방법

- SCI급 학술지에 게재된 논문 편수와 함께 연구비당 논문 편수

○ 근거자료 : 학술지 표지, 목차 사본 및 투입 연구비 DB

- 저자, abstract, SCI(E)에 등재된 학술지 명칭, 게재연월일, Vol(No)&시작·끝페이지, acknowledgement(동 사업 지원 사실 포함) 등

다. 표준 및 기준

□ 표준 제안 건수 : 해당 사업을 통해 발생한 연구 성과에 대해 국내/국제 표준화기구에 표준안을 제안하고 제안한 표준안이 채택된 건수

○ 측정방법

- 해당 사업에서 지원된 과제들의 국내/국제 표준 제안/채택 건수의 합

○ 근거자료 : 표준 제안서 및 증빙서류

- 제안 표준명, 표준화 기구명, 표준번호, 채택일 등을 확인할 수 있는 증빙서류

□ 표준 제정/개정 건수 : 해당 사업을 통해 획득한 연구결과를 체계적이고 계획적인 표준화 활동을 통해 표준 제정/개정된 건수

○ 측정방법

- 해당 사업에서 지원된 과제들의 국내/국제 표준 제정/개정 건수의 합

○ 근거자료 : 표준 제/개정서 및 증빙서류

- 제정/개정 제안 표준명, 표준화 기구명, 표준번호, 제정/개정일 등을 확인할 수 있는 증빙서류

□ 기준의 법제화 건수 : 해당 사업을 통해 획득한 연구결과를 정부 및 국내표준화기구에서 표준/기준으로 법제화한 건수

○ 측정방법

- 해당 사업에서 지원된 과제들의 국내/국제 표준/기준 법제화 건수의 합

○ 근거자료

- 표준/기준명, 표준화 기구명, 표준번호 등을 확인할 수 있는 증빙서류

라. 매뉴얼

□ 매뉴얼 작성 건수 : 해당과제의 개발결과가 매뉴얼로 작성된 건수

○ 측정방법

- (과제) 관리 매뉴얼 개발 건수

- (사업) 세부과제들의 관리 매뉴얼 개발 건수 합

○ 근거자료 : 매뉴얼 첨부

□ 매뉴얼 활용 실적 : 사업을 통해 개발된 매뉴얼의 실제로 현장에서 활용된 정도

○ 측정방법

- 해당 과제에서 산출된 매뉴얼을 특정 웹사이트에 등록하고 매뉴얼의 다운로드 건수 측정

○ 근거자료 : 특정웹사이트를 통해 매뉴얼을 다운로드 건수

마. 기술이전/거래

□ 기술이전 건수 : 기술개발 결과물을 공개, 기술이전의 형태로 타 기관(대학, 연구소, 기업 등)에 유/무상으로 이전하는 건수

○ 측정방법

- (과제) 기술공개나 기술이전이 유/무상으로 행해진 건수
- (사업) 세부과제들의 기술공개 및 기술이전(유/무상)건수의 합

○ 근거자료

- 기술 소유권 이전 계약서 사본 첨부
- 특허 사용 허가서 사본 첨부
- 기술을 활용 제품 판권 계약서 사본 첨부
- 기타 기술 이전 사실을 증명할 수 있는 증빙 서류 사본 첨부

□ 기술료 수입액 : 과제의 수행 결과 발생하는 총 기술료 수입액

○ 측정방법

- (과제) 기술료 수입액 실적
- (사업) 세부과제들의 기술료 수입액의 합

○ 근거자료

- 기술료 입금 증명 서류 사본 첨부
- 기술료 수익에 대한 세금 내역서 사본 첨부

제5장 사업 상세기획

제5장 사업 상세기획

제1절 연구개발과제 주요내용

1. (연구단) 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발 과제

구분	과제명	주요내용	절감 목표치 (%)
연구단 총괄	철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발		
1세부과제	철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화		
1-1	총괄 및 인터페이스 기술 개발	과제 총괄 및 조정, 효율적 연구수행 체계 수립 및 과제 인터페이스 조정 업무	
1-2	신뢰도 기반 설계법 도입을 위한 철도교량 신뢰성 데이터 구축 및 콘크리트 궤도 설계법 개발	신뢰도기반 콘크리트궤도 설계법 개발 파괴메커니즘 분석 및 하중계수 및 강도감소계수 확립 외	5%
1-3	궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계기준 개선	궤도/교량상호작용을 고려한 교량단부 사용성 검토기준, 노스 가동 분기기의 적용 기준, REJ 설치기준 수립, 궤도시스템을 결정을 위한 체계적 평가모델 개발	10%
1-4	철도 토공 노반 설계기준 선진화 연구	토공노반재료, 품질기준, 허용장기 침하량, 배수구조 및 침하판정 기준 등에 대한 기준 개선	5%
1-5	철도 정거장 최적화를 위한 건설기준 합리화 방안 연구	저상홈, 고상홈 승강장에 대한 승강장 높이 표준화/과주거리, 출발신호 주시거리 등 고려한 적정선로 유효장 산정 기준	10% (LCC 포함)
1-6	차량기지 건설 선진화 요소 개발	국내 차량기지 설계, 시공, 운영등 건설 전반의 최적화 및 신뢰도 확보를 위한요소기술 연구	3%
2세부과제	고효율 신개념 시공기술 개발		
2-1	궤도·교량 상호작용 완화 궤도 구조 개발	궤도-교량상호작용완화를 위한 궤도구조 및 장치 설계 재료 및 구성요소 개발, 실내 및 현장 시험부설/성능검증	7%
2-2	포스트텐션 프리스트레스 콘크리트 궤도공법 개발	포스트텐션 콘크리트궤도의 구조형식 개발 해석기법, 요소기술개발, 조인트시스템 및 긴장기법개발	20% (LCC 포함)

2-3	분기기구간 프리캐스트 콘크리트 궤도공법 개발	분기기구간 프리캐스트 콘크리트궤도 및 구성요소 개발 후 성능 검증. 분기기설치 정밀도 및 레일선형 정밀검측기법개발	3%
2-4	연약지반 구간 철도노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발	연약지반 통과구간에 대한 다양한 시공법 도출 및 검증(슬래브 궤도와 칼럼 간 조합, 칼럼 슬래브와 성토체 재료혼합 기술 등)	15% (pile slab 대비)
2-5	3권선 주변압기 및 탭형 몰드형 단권변압기 개발	기존의 변전소 내 급전용 주변압기 및 AT를 일체형 3권선변압기로 대체, 단권변압기를 생략하여 비용절감	15%
2-6	제어 설비 단순화를 위한 통신제어 접속함 개발	통신제어 접속함 개선으로 현장케이블을 최소화하고 관로설비를 줄여서 시공비의 절감 및 공사기간의 단축	3%
2-7	철도신호분야의 집중감시 설비 개발	철도신호분야의 감시설비의 복잡한 구조체계를 간소화하기 위해 집중감시장치 개발, 운영소프트웨어 개발, 각종장비의 입출력장치 개발	1%

제2절 연구개발 과제 활용 및 실용화 방안

구분	과제명	최종 성과물	활용방안
연구단 총괄	철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발		
1세부과제	철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화		
1-1	총괄 및 인터페이스 기술개발		
1-2	신뢰도 기반 설계법 도입을 위한 철도교량 신뢰성 데이터 구축 및 콘크리트 궤도 설계법 개발	•신뢰성 기반 콘크리트궤도 설계지침 •철도 하중 장기 모니터링 시스템(HW) •궤도 하중 지역별 DB •궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계지침 •설계 예제집	•콘크리트궤도 표준 설계지침으로 활용 •구축된 하중 DB는 설계 시 기초 데이터로 활용될 수 있음 •신규 노선의 교량 및 교량상 궤도 설계에 활용 •저비용·고효율 철도인프라 구축을 위한 궤도시스템 결정방법 및 체계적인 평가모델을 궤도의 신설선, 성능향상 및 갱신할 경우 실무자가 용이하게 다룰 수 있도록 객관화 시킨 시스템 보급 •효율적으로 수행하여 시설물 관리수준을 향상하여 안전도를 높임 •철도 설계, 운영 및 유지보수 기관에서 일관된 반영이 가능하도록 함으로 경제성 설계, 시공 및 유지보수를 수행하도록 유도 •발주청 및 시공회사에서 구매하여 노반상태평가를 효율적으로 수행하여 철도노반의 품질을 향상하여 안전도를 높임 •유지 보수 업체에 기술이전을 하거나 혹은 업체에게 구매하여 시설물 관리수준을 향상하여 안전도를 높임 •철도교량 형식별 신뢰도기반 설계 기준 및 지침서 개발 •국내외 교량기술 발전과 국제적인 국내설계기술의 적용확대 •신규노선 및 연구기간 중 설계변경 구간 •철도 정거장 건설 최적 설계 및 시공 •차량기지 사업계획 및 승인기관에서 사업 발주 및 설계/시공 단계에서 적용
1-3	궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계기준 개선	•신설, 성능향상 및 궤도갱신을 위한 궤도시스템 결정 및 체계적인 평가모델 제출	
1-4	토공노반 설계기준 선진화	•선진화된 궤도 하부구조 설계기준 및 사양서 •PFWD와 TDR을 이용한 노반상태평가 기법 개발 •도상 하부 노반의 거동을 예측 평가하는 다양한 시스템	
1-5	철도 정거장 건설기준 합리화 연구	•배선, 승강장 설계 기준 및 운전관련 규정 정비	
1-6	차량기지 건설 선진화 요소 개발	•차량기지 운용 및 동선 산정 프로그램 •검수 주기를 고려한 차량통합관리 프로그램	

2세부과제		고효율 신개념 시공기술 개발	
2-1	궤도 · 교량 상호작용 완화 궤도 구조 개발	• 궤도/교량 상호작용 완화 궤도시스템 (시작품) 및 기술보고서 • 장대 교량 상 궤도/교량 상호작용 완화 궤도시스템 적용 예제 및 설계 편람	• 신규노선 및 연구기간 중 설계변경 구간 • 균열방지, 두께감소, 무게감소 등이 필요한 구간에 PTCST를 우선적으로 적용하여 고내구성 철도 궤도를 제공함 • 고속철도 및 일반철도 분기기 구간 적용 • 철도 노반 설계 및 시방서 및 지침상의 철도 노반재료로서 산업부산물 활용 • 발주청 및 시공회사에서 구매하여 노반시공을 효율적으로 수행하여 철도노반의 품질을 향상하여 안전도를 높임 • 궤도/노반 설계 및 유지보수기술 • 신규노선 및 노후교량 급속교체 • 연구 성과를 바탕으로, 다양한 교각 높이의 철도 교량에 시험적용 • 시험적용 성과를 바탕으로, 다양한 교량 건설 현장의 교각에 적극 적용될 수 있도록 홍보 • 개발기술의 타당성 확보를 위한 연구문제출 및 특허 출원 • 3권선 주변압기 및 탭형 몰드형 단권변압기 최종 시제품은 철도시설공단(또는 코레일)에 인계하여 선로에 시사용 후 이상이 없을 경우 선로 설치 운전 • 축소형 Pilot 모델은 연구개발 업체에 보관하여 전시용 및 추가기술 개발에 활용
2-2	포스트텐션 콘크리트 궤도공법 개발	• PTCST 세부 요소 기술 및 설계 및 시공 지침 • PTCST 세부 요소 기술, 설계 및 시공 지침 • 균열방지, 두께감소, 무게감소 등이 필요한 구간에 PTCST를 우선적으로 적용하여 고내구성 철도 궤도를 제공함	
2-3	분기기구간 프리캐스트 콘크리트 궤도공법 개발	• 분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 설계안 및 설계지침 • 슬래브 제작 설비 및 시공 장비, 슬래브 제작 및 시공지침서 • Test track 및 성능평가 보고서	
2-4	연약지반 구간 철도노반 침하 억제 위한 다목적 고효율 보강공법 개발	• 콘크리트궤도 연약노반구간 건설관리 지침 • 연약지반구간 통과용 토공노반건설공법(침하억제형) • 흙 노반의 성능(지지력 및 강성)을 강화할 수 있는 경제적인 신재료 (예: Lime-treated soil) 및 그에 따른 시공 기술	
2-5	3권선 주변압기 및 탭형 몰드형 단권변압기 개발	• 3권선 주변압기 - 3권선 주변압기 최종 시제품 1대 - 공인기관 성능확인 시험성적서 1부 - 관련기술에 대한 특허 1건 • 탭형 몰드형 단권변압기 - 축소형 Pilot 모델 탭형 몰드형 AT 시제품 1대 - 탭형 몰드형 단권변압기 최종 시제품 1대 - 공인기관 성능확인 시험성적서 1부	
2-6	제어 설비 단순화를 위한 통신 제어 접속함 개발	• 통신제어 접속함	
2-7	철도신호분야의 집 중 감 시 설 비 개발	• 철도신호분야 집중감시설비 1식	

제3절 연구과제별 소요 예산

표 5.1 연구과제별 소요예산

(단위:억원)

분야	세부분야	연구과제	1차년		2차년		3차년		4차년		5차년		합계		총계		
			정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간			
			24.0	3.55	46.63	7.88	46.04	7.49	38.87	6.48	34.45	5.60	190.0	31.0			
설계	1. 철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화		12.50		18.50		19.60		15.65		14.25		80.50		80.50		
	총괄	1	총괄 및 인터페이스 기술 개발		0.90		1.00		1.00		1.15		5.05		5.05		
	궤도	2	신뢰도 기반 설계법 도입을 위한 철도교량 신뢰성 데이터 구축 및 콘크리트 궤도 설계법 개발		3.50		5.00		5.00		5.10		23.60		23.60		
		3	궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계기준 개선		2.50		3.30		3.30		3.00		15.10		15.10		
	노반	4	철도 토공 노반 설계기준 선진화 연구		3.60		5.00		6.00		5.50		25.10		25.10		
	정거장	5	철도 정거장 최적화를 위한 건설기준 합리화 방안 연구		1.30		2.60		3.10				7.00		7.00		
	차량기지	6	차량기지 건설 선진화 요소 개발		0.70		1.60		1.20		1.15		4.65		4.65		
시공	2. 고효율 신개념 시공기술		11.50	3.55	28.13	7.88	26.44	7.49	23.23	6.48	20.20	5.60	109.5	31.0	140.5		
	궤도	1	궤도/교량 상호작용 완화 궤도 구조 개발		2.50	0.60	5.16	1.26	5.17	1.27	5.16	1.26	3.70	0.90	21.70	5.30	27.00
		2	포스트텐션 프리스트레스 콘크리트 궤도 공법 개발		1.50	0.50	2.40	0.80	2.40	0.80	2.40	0.80	2.90	0.90	11.60	3.80	15.40
		3	분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도공법 개발		1.00	0.30	1.87	0.60	1.87	0.60	1.87	0.60	3.90	1.30	10.50	3.40	13.90
	노반	4	연약지반 구간 철도노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발		3.50	0.90	4.93	1.22	4.93	1.22	4.93	1.22	8.90	2.20	27.20	6.75	33.95
	전력	5	3권선 주변압기 및 탭형 물드형 단권변압기 개발		0.60	0.15	8.87	2.60	8.87	2.60	8.87	2.60	0.80	0.30	28.00	8.25	36.25
	통신	6	제어설비 단순화를 위한 통신제어 접속함 개발		1.20	0.60	2.60	0.70	1.60	0.50				5.40	1.80	7.20	
	신호	7	철도신호분야의 집중감시설비 개발		1.20	0.50	2.30	0.70	1.60	0.50				5.10	1.70	6.80	

제4절 기대효과

1. 기획 연구결과의 활용방안

- 철도시설 투자의 합리성 확보를 위한 철도기술 개발의 투자 방향 및 우선순위 도출에 활용
 - 철도시설의 투자 합리성과 신뢰성 확보를 위해 필요한 기술수요를 발굴하고, 이에 대한 우선순위를 도출하여 향후 국토해양부의 철도분야 투자 방향 설정에 활용
- 국내 철도인프라 기술경쟁력 제고를 위한 전략 방향 수립에 활용
 - 국내외 주요 철도 선진국과의 철도인프라 구축의 투자 효율성 및 기술수준을 분석을 토대로 향후 국내 철도인프라 기술경쟁력 제고를 위한 R&D 전략 수립에 활용

2. 기대성과

가. 정책적 성과

- 수정된 국가기간교통망계획(2001-2020)의 효율적 추진을 위한 기반 확립
 - 수정된 국가 철도망 구축계획 및 운영계획을 효율적으로 추진, 달성할 수 있는 기술개발에 기여

나. 기술적 성과

- 주요 철도선진국과 경쟁할 수 있는 철도인프라 기술 확보에 기여
 - 기존 기술대비 투자 합리성 및 신뢰성이 확보된 기술개발을 통해 주요 철도선진국과 경쟁할 수 있는 철도인프라 관련 핵심기술 확보에 기여
- 철도인프라 제반 기준 재정립을 통한 기술 경쟁력 제고에 기여
 - 선형, 노반, 교량, 터널, 방재, 안전설비 등 6개 시설물 분야의 구조 및 설계 기준 재정립에 기여

다. 경제적 성과

- 향후 정부의 교통 SOC 투자비용 절감
 - 철도인프라 기반시설 제반기준 재정립 및 설계·시공비용 절감을 통해 정부의 교통 SOC 분야 예산지출 절감에 기여

제5절 인력투입 계획 및 소요예산 산정

1. 인력 투입 계획

- 철도인프라의 성능 및 건설비 최적화를 위한 연구 개발의 목표를 달성하기 위하여 핵심 기술을 바탕으로 선별한 세부과제의 연구 내용에 따라 전문 인력을 배치하여 연구 추진
- 각 세부 과제별로 주관기관에서 수행할 업무와 참여기관과 협력할 연구 내용을 구분하여 참여 연구인력의 전문 분야에 따라 연구 업무를 구분하여 배치
- 주관기관의 주요 연구 추진을 중점으로 인력을 배치하고, 참여기관과 공동연구를 추진하는 연구에 대해서도 전담 연구인력을 선정하여 참여기관과의 원활한 협력이 될 수 있도록 추진
- 연구 사업 초기에는 연구소와 대학에서 연구인력을 주로 투입하여 기 확보된 원천 및 핵심 기술을 바탕으로 실용/표준 시제품 개발을 위한 기술 요소 검토 및 선정, 세부 과제별 추진 연구 방향 설정
- 산업체의 연구인력을 통해 각 세부 분야의 연구 결과가 실용화 될 수 있도록 추진

2. 세부 과제별 연구 인력(1차년도 기준)

가. 철도인프라 비용 및 성능 최적화를 위한 설계기준 선진화

직 급 별 참여연구원		소속기관별 참여연구원	
책임급	30명	출연(연)	23명
선임급	28명	국공립(연)	0명
원급	5명	대학	16명
기타	10명	산업계	23명
계	73명	기타	11명
		계	73명

나. 고효율 신개념 시공기술

직 급 별 참여연구원		소속기관별 참여연구원	
책임급	36명	출연(연)	26명
선임급	30명	국공립(연)	0명
원급	11명	대학	18명
기타	15명	산업계	35명
계	92명	기타	13명
		계	92명

3. 소요예산 산정

가. 철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화

○ 1차년도

구분	세부 연구 내용	예산 연구비 (억원)
총괄	과제 총괄 및 조정, 효율적 연구수행 체계 수립	0.90
궤도/교량	콘크리트궤도 파괴 메커니즘 분석/예측 기술	3.50
	철도교량 상/하부구조의 신뢰성 모형 개발	
	궤도/교량의 종방향 및 연직방향 상호작용 해석기법 개발	2.50
노반	토공 노반 재료 분류법 타당성 검토 및 최적 분류 안 제시	3.60
	노반상태 평가를 위한 장비 개발	
정거장	철도 정거장 종합 배선계획 수립, 선로유효장 기준 재정립	1.30
차량기지	사업대상 선구 및 인접선구 운행차량의 운영예측을 위한 Simulation	0.70
	소계	12.5

○ 2차년도

구분	세부 연구 내용	예산 연구비 (억원)
총괄	과제 총괄 및 인터페이스 체계 확립	1.00
궤도/교량	환경 하중 및 열차 하중 장기 모니터링 시스템 개발 및 현장 적용	5.00
	교량형식에 따른 계측실험5	
	열차하중 및 온도변화 등에 따른 궤도 응답(레일 축력 변화, 궤도/교량 상대변위, 레일 uplift 및 compression 등) 측정을 통한 해석기술의 검증	3.30
노반	노반재료 물성정량화 및 품질기준 정립	5.00
	토공 노반 상태평가 시스템 현장적용성 평가시험	
정거장	승강장 형상 개선 및 승강장 높이 표준화 방안 도출	2.60
차량기지	차량기지 내 근무인원에 따른 소요근무면적 및 근무자의 효율적 동선 계획 수립	1.60
소계		18.5

○ 3차년도

구분	세부 연구 내용	예산 연구비 (억원)
총괄	과제 총괄 및 인터페이스 체계 확립	1.00
궤도/교량	궤도 설계하중 모델 정	5.00
	하중 저항모델 분석기법 개발	
	콘크리트 교량 장기변형 예측 모델 개발 및 검증	3.30
노반	허용 장기 침하량 적절성 검토	6.00
	노반상태 평가를 위한 TDR 및 하이브리드 콘 장비 개발 및 노반설계/품질관리 기술 개발	
정거장	운전보안설비(ATS, 탈선분기기 등) 적정화 방안 도출	3.10
차량기지	기지 내 검수장비의 집중화, 자동화 시스템 개발 및 현장 적용(검수주기 고려)	1.20
소계		19.6

○ 4차년도

구분	세부 연구 내용	예상 연구비 (억원)
총괄	과제 총괄 및 인터페이스 기술 개발 및 기준개정 지원	1.00
궤도/교량	콘크리트궤도 해석 기법 개발 및 검증	5.00
	신뢰성기반에 의한 하중 평가방법 체계화 구축	
	궤도/교량 인터페이스 설계 지침 작성	3.00
노반	깎기 및 쌓기 비탈면 타당성 검토	5.50
	기존 노반 평가기법과의 상호 비교 연구	
차량기지	혐오시설의 이미지를 탈피한 에너지 절약형 녹색시설로서의 시설계획 수립	1.15
소계		15.65

○ 5차년도

구분	세부 연구 내용	예상 연구비 (억원)
총괄	과제 총괄 및 인터페이스 기술 개발 및 실용화 지원	1.15
궤도/교량	하중과 재료 확률모델 및 신뢰성 이론에 기초한 설계절차 및 설계법 정립 및 타당성 검토	5.10
	성능요구 수준별 목표신뢰성지수결정에 따른 설계기법 개발을 위한 핵심 데이터 구축	
	다양한 형식의 장경간 철도교량 및 교량상 궤도 시설계 및 적용성 평가, 설계 예제집 작성	3.00
노반	방치기간 후 노반 사용승인을 위한 침하판정기준 및 기법 개발	5.00
	토공 노반 상태평가 시스템을 이용한 노반의 품질 관리기법 정립	
소계		14.25

나. 고효율 신개념 시공기술

○ 1차년도

구분	세부 연구 내용	예상 연구비 (억원)
궤도	궤도/교량 상호작용에 의한 레일 축력저감 궤도구조 형식 개발	3.10
	포스트텐션 프리스트레스 콘크리트 궤도 구조 형식 개발	2.00
	분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브 layout 및 구조 설계기술 개발	1.30
노반	연약지반 구간의 기존 문제점 발생원인 및 대책 적용 사례 조사	4.40
	폴리머 수지 개발/ 충전 깊이 및 특성 평가	
전력	전기적 측정 및 절연설계기술 개발	0.75
통신	제어설비 단순화를 위한 통신제어 접속함 개발	1.80
신호	집중감시장치 개발	1.70
소계		15.05

○ 2차년도

구분	세부 연구 내용	예상 연구비 (억원)
궤도	궤도/교량 상호작용 완화 궤도재료 및 구성요소 개발 및 시제품 제작	6.42
	PTCST 세부 요소 기술 개발/ PTCST 해석 기법 개발	3.20
	분기기 선형 정밀 반영 슬래브 제작기술 개발	2.47
노반	수치해석 적 방법에 의한 모의 설계 시뮬레이션을 통해 공법별 적용 가능성 분석	6.15
	폴리머수지 충전형 자갈도상의 거동 특성 분석	
전력	외부로의 열 발산을 위한 냉각구조 설계기술 개발	11.47
통신	연동장치 인터페이스장치 개발	3.30
신호	운영소프트웨어 개발	3.00
소계		36.01

○ 3차년도

구분	세부 연구 내용	예산 연구비 (억원)
궤도	궤도/교량 상호작용 완화 궤도 구조 장기 계측을 통한 적합성 및 사용성 검증	6.44
	PTCST 시공 기술 개발	3.20
	프리캐스트 콘크리트 슬래브 설치 및 시공기술 개발	2.47
노반	모형실험을 통한 침하억제 메카니즘 파악 및 경제성 분석	6.15
	충전에 따른 도상의 물성변화인자를 사용하여 궤도의 거동 특성 분석	
전력	3권선 주변압기 개발	11.47
통신	정보 송수신용 소프트웨어 개발	2.10
신호	각종 장비의 입출력장치 개발	2.10
소계		33.93

○ 4차년도

구분	세부 연구 내용	예산 연구비 (억원)
궤도	현장 시험시공을 통한 시공성 검증	6.42
	PTCST 시험 시공	3.20
	실내/현장 시험시공을 통한 시공성 및 정밀도 검증	2.47
노반	모형실험을 통한 침하억제 메카니즘 파악 및 경제성 분석	6.15
	폴리머 수지계열을 활용한 충전형 자갈도상의 시험시공 및 모니터링	
전력	탭인출 및 고압측 단자인출기술 개발	11.47
소계		29.71

○ 5차년도

구분	세부 연구 내용	예상 연구비 (억원)
궤도	궤도/교량 상호작용 완화 궤도 구조 시공지침 및 자재 제작시방 작성	4.60
	PTCST 공법 지침 작성	3.80
	실내 실험 및 현장 성능평가를 통한 성능검증	5.20
노반	용지 및 연약지반 보강 물량을 최소화할 수 있는 칼럼과 성토부 구조용 보강 블록 공법 융합을 통한 성능 검토	11.10
전력	탭형 몰드형 단권변압기 개발	1.10
	소계	25.8

제6절 과제제안요구서 (RFP)

연구과제명	철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발
1. 연구개발 목표	○ 철도인프라의 성능을 향상하고 건설비를 저감하기 위한 설계, 시공의 기반기술 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□연구개발의 필요성	○ 저탄소 녹색성장 선언에 따른 국가 교통정책 패러다임 변화 - 기후변화의 글로벌 이슈화, Post-Kyoto 체제 출범 등 세계적으로 기후변화에 대응이 강화되며 온실가스 감축 이슈 대두 ○ 녹색교통 추진전략에 따라 국내 철도망에 대한 대폭적인 확대 추진 - 철도연장을 현재 3,557km에서 2020년까지 4,934km로 확충하고, 현재 49.6%인 철도 복선화율을 79.1%로, 60.4%인 전철화율을 85.0% 제고 - 건설·운영 중인 철도노선의 고속화를 통해 철도 최고속도를 기존의 150km/h 수준에서 230km/h로 향상 - 도시·광역철도망을 2012년까지 기존 831km에서 1.3배 수준인 1,054km로 확대하며, 운행방식도 점차 거점역 정차 또는 교차정차 중심의 급행위주로 개선 ○ 녹색교통 추진을 위하여 전체 교통 분야 SOC 투자 중 철도비율을 현재 29%에서 2020년 50%까지 확대하는 한편, 사업비 절감을 위한 새로운 설계기준 마련 추진 필요 - 2020년까지 철도망 확충에 88조원의 투자가 필요하며, 부문별로는 고속철도 16조원, 일반철도 46조원, 광역철도 26조원이 소요 전망 - 88조원의 소요재원 확보는 국비 59조원, 지방비 3조원, 민자 유치·공기업·기타 26조원 등으로 조달 예정 - 교통부문 SOC 투자의 철도 분야 확대와 함께 투자재원의 효율적 집행을 위하여 철도 구축 사업비 절감을 위한 새로운 설계기준 마련 추진 필요 ○ ‘제3차 중기교통시설 투자계획’이 목표로 하는 저탄소 녹색성장을 견인 및 교통SOC의 적기확충을 통해 물류비용 등 사회경제적 비용 감축이라는 목표 달성을 위하여 본 사업의 추진 필요 ○ ‘제2차 국가철도망 구축계획’은 2020년에 KTX 고속철도망을 통해 전

- 국 주요도시를 1시간 30분대로 연결하는 것을 목표로 하고 있으며, 본 사업을 통해 이의 조기 실현 및 소요예산 절감이 가능
- ‘국가철도망 구축계획’은 국토해양부의 철도분야 10년 단위 중장기 투자계획으로 저탄소 녹색성장, 5+2 광역경제권 발전전략 등에 대응하고, 「미래 녹색국토 구현을 위한 KTX 고속철도망 구축전략」의 실천 계획으로서 ‘제2차 국가철도망 구축계획’을 수립
 - 철도연장을 3,557km에서 4,934km로 확충되고, 복선화율은 49.6%에서 79.1%, 전철화율은 60.4%에서 85.0%로 제고

□ 1세부과제 : 철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화

- 총괄 및 인터페이스 기술 개발
 - 연구단 과제의 총괄 및 조정을 통한 과제수행 효율화 필요
 - 연구결과의 법제화 및 실용화를 위한 체계적인 지원 필요
- 신뢰도 기반 설계법 도입을 위한 철도교량 신뢰성 데이터 구축 및 콘크리트 궤도 설계법 개발
 - 해외설계기준과의 통일성과 교량 타입별 신뢰성설계에 대한 원천기술 확보로 국내 철도 교량 기술 수준 향상
 - 현재 우리나라는 데이터의 부족 등으로 콘크리트 궤도의 설계는 국외 기준에 의존하고 있으며, 경험적으로 확립된 설계방법을 적용하고 있으므로 하중 및 재료 변동성을 고려한 신뢰성 기반 설계법 확립을 통해 정량적인 파괴확률을 토대로 한 궤도구조 설계 필요
- 궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계기준 개선
 - 궤도/교량 인터페이스 설계 기술 부족으로 장경간 교량 설계 시 국외 기술에 의존하고 있으므로 철도 교량 장경간화 및 상·하부구조 슬림화, 궤도 유지보수 저감을 위한 궤도/교량 상호작용을 고려한 궤도/교량 인터페이스 설계기준 개선 필요
- 철도 토공 노반 설계기준 선진화 연구
 - 해외 설계기준 차용으로 인한 설계미숙으로 과설계 유도, 시공비용 증가, 적정규모 이상 유지보수 비용 지속적으로 소요되어 국내여건을 반영한 선진화 필요
- 철도 정거장 최적화를 위한 건설기준 합리화 방안 연구
 - 정거장은 도심에 위치하여 용지비가 높고, 교량구조물이 요구되며, 구내 분기기 설치 요구 조건에 의해 건설비가 높은 연속교 또는, 라멘교 형식을 반영하여 정거장은 철도건설비에 높은 비중을 차지하고 있

어 저감을 위한 기술개발 필요

- 차량기지 건설 선진화 요소 개발
 - 전체 선구의 운영을 고려한 가시적 검증을 수행하여 기지 내 소요시설의 구비에 대한 확신을 갖고 불필요한 시설을 배제하는 등 국내 차량기지 건설 전반에 걸친 세부 취약사항에 보강방안 및 검증 필요

□ 2세부과제 : 고효율 신개념 시공기술 개발

- 궤도·교량 상호작용 완화 궤도 구조 개발
 - 도로, 하천, 산악 지형이 많은 국내 지형 여건을 고려할 때 교량의 장대화 및 연속화는 철도 중심의 물류체계 확충을 위해서는 선결되어야 할 핵심 기술로 요구되고 있음
- 포스트텐션 프리스트레스 콘크리트 궤도공법 개발
 - 시멘트 사용량 감소에 따른 탄소배출량 저감으로 국가 정책에 부응하고, 고내구성 철도 시스템 구축에 따른 사용자 만족도 증가 필요
- 분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도공법 개발
 - 국내 콘크리트궤도는 대부분 국외 현장타설 콘크리트궤도 방식을 적용하고 있으나, 현장에서 복잡한 시공여건으로 인해 정밀도 유지가 어렵고, 최근 경부고속철도 2단계 구간에서 동작오류가 빈번히 발생하였으나 국외 기술에 의존함으로써 신속한 대처가 어려움. 시공 정밀도 향상을 위한 분기기 구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 제작 및 시공기술 개발 필요
- 연약지반 구간 철도노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발
 - 콘크리트궤도 건설 증가에 따른 경제적 연약지반 개량 공법 확보 요구 및 친환경 시공 기술 개발에 따른 시공 부지 최소화 필요
- 3권선 주변압기 및 탭형 몰드형 단권변압기 개발
 - 전압강하에 의한 차량운전의 저해 및 비효율적인 변전시스템의 개선 필요
 - 급전전압 안정화를 통한 에너지효율향상과 기존설비 대비 설치면적 20% 저감이 가능한 탭형 몰드형 단권변압기 개발
- 제어 설비 단순화를 위한 통신제어 접속함 개발
 - 현장의 제어케이블 감소를 통한 현장의 케이블공사 및 관로공사의 사업비 절감 효과를 위해서 통신 제어 접속함 개발이 필요
- 철도신호분야의 집중 감시설비 개발

- 철도신호분야의 다양한 설비의 감시기능을 확충하고 이를 집중 제어하는 기술을 확보하므로 열차운전을 보다 안전하게 수행하고 사고를 예방할 수 있는 기술의 확보 필요

□ 기술동향

- 유럽에서는 독일에서 콘크리트케도 관련 기술을 선도하고 있음. 1970년대 독일 뮌헨공대 아이젠만 교수의 설계법은 도로 포장의 CRCP(연속철근보강 콘크리트포장)의 허용응력 설계법 (Eisenmann and Leykauf, 2000)에 근간을 두고 있으며, 기층(비보강 린콘크리트)과 슬래브의 합성작용을 고려하고 있고 온도응력과 반복하중에 의한 피로한계를 고려하는 등 합리적인 설계를 적용하고 있음.
- 철도 노반분야의 경우 일본에서는 응용기술위주의 실용화연구가 활발히 진행되어 새로운 재료, 노반구조 및 시공법에 대한 연구실적이 많으며, 유럽에서는 케도/노반/구조물에 대한 시스템연구가 활발히 진행되고 있음. 특히, 네델란드에서는 노반재료의 역학특성연구가 활발. 또한 ERRI에서는 속도향상 및 여건변화에 따른 새로운 EU연합표준에 대한 개정작업이 활발히 진행 중임, 미국 및 유럽에서 최근 Bio-treatment의 기술을 이용하여 친환경적인 지반안정화 공법이 시도되고 있음
- 유럽은 80년대부터의 꾸준한 준비를 통해 90년대 이미 신뢰성 기반 설계기법을 개발, 적용하고 있는 상황임. 이를 통해 VE, LCC 등에 있어 충분한 강점을 갖는 교량을 설계하고 있으며, 현재에는 기존, 신규 구조물 유지관리비용의 정확한 추정을 위한 assessment 기법의 개발 및 적용이 일반화되고 있음
- 일본 역시 유럽과 마찬가지로 90년대부터 신뢰성 기반 설계법인 한계상태설계법을 적용하고 있음. 2004년부터는 더욱 선진화된 기법인 성능기반 중심형 설계를 적용하기 시작하고 있음. 해석 분야에 있어서는 DIASTARSII라는 세계 최고 수준의 교량/열차 해석 소프트웨어를 개발 보유하고 있음. 핵심 연구자는 일본철도종합연구소(RTRI)의 Masamichi Sogabe 박사이며, 이 소프트웨어를 기반으로 안전성/사용성에 대한 변위 기준 등을 개발하여 설계기준에 반영하고 있음
- 국외 차량기지는 건설계획 초기시부터 차량기지의 운영 및 공장시설에 대한 검증을 수행한 후 작업계획을 수립하고 장비용량을 산정하고 있음
- 프랑스는 1970년대 현장타설 콘크리트 슬래브에 포스트텐션 기법을 도입한 콘크리트 케도(1개 슬래브 연장: 100m)를 시험 시공하였으며,

독일, 영국, 일본, 러시아도 1950년대 이후부터 프리캐스트 콘크리트 슬래브에 프리스트레싱 기법을 도입한 궤도를 시험 적용하였음. 한국의 경우는 철도궤도에 포스트텐션 기법을 도입한 경험은 없으나 도로 포장에 포스트텐션 기법을 도입한 공법이 최근에 개발되어 사용되고 있음

- 독일은 2008년 중국 Beijing-Tanjin간 고속철도 분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도(Max-Bögl FFB TS system)를 적용하였음. 일본은 1974년 Sanyo 신간선, 1977년 신간선 시험구간에 시험 적용(Resin-filled J-slab), 이후 Tohoku 신간선 및 Joetsu 신간선에 다수 적용사례 있음
- 연약지반 구간의 철도노반 침하를 억제하기 위하여 다목적 고효율 보강공법이 개발되고 있음. 미국에서는 점성토 및 건설잔토를 고화재 및 기포 등을 혼입하여 지반을 안정화 시키고 있으며, 일본에서는 준설토를 활용하여 다양한 현장에 대해 적용성 연구를 진행하고 있으며, 항만 및 도로, 철도 시설의 지반안정화를 증진시키고 있음
- 말뚝지지구조공법(칼럼슬래브)은 연약지반에서 신속하게 잔류침하를 억제하기 위한 가장 적합한 공법으로써 활발하게 적용되고 있고 유럽 및 일본의 경우, 1980년대부터 철도용으로 적용되고 있음
 - 일본 : 1978-1988년 동안 13.4km 시공 (JR시공분)
 - 프랑스 : 2005-2009년 동안 2.4백만유로 투입하여 국제공동연구 수행
 - 미국(FHWA) : 도입이 시급한 급속시공공법으로 선정
 - 중국 : 광범위한 고속철도 현장에서 약 200km이상 시공 실적

3. 연구개발내용

□ 1세부과제 : 철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화

- 총괄 및 인터페이스 기술 개발
 - 과제 총괄 및 조정, 연구수행 및 인터페이스 체계 수립
 - 연구결과의 법제화 및 실용화 지원
- 신뢰도 기반 설계법 도입을 위한 철도교량 신뢰성 데이터 구축 및 콘크리트 궤도 설계법 개발
 - 향후 신뢰도기반 설계법 도입을 위한 핵심요소 구축 및 철도인프라에 특화된 신뢰성 데이터 구축
 - 사용성 및 내구성 향상을 위한 신뢰성 기반 콘크리트궤도 설계법(토

공/터널구간) 개발

- 궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계기준 개선
 - 철도 교량 장경간화 및 상·하부구조 슬림화, 궤도 유지보수 저감을 위한 궤도/교량 상호작용을 고려한 궤도/교량 인터페이스 설계기준 개선
- 철도 토공 노반 설계기준 선진화 연구
 - 일본 및 독일에서 도입한 토공노반 분야 설계기준에 대한 타당성 검토 국내여건을 반영한 선진화
 - 노반상태 평가 기법 및 품질관리 기술 개발
- 철도 정거장 최적화를 위한 건설기준 합리화 방안 연구
 - 철도 정거장의 건설비 저감을 위한 배선계획, 유효장, 승강장 형상 효율화 방안 도출
- 차량기지 건설 선진화 요소 개발
 - 국내 차량기지 건설 전반에 걸친 세부 취약사항에 보강방안 및 검증 대책 연구

□ 2세부과제 : 고효율 신개념 시공기술 개발

- 궤도·교량 상호작용 완화 궤도 구조 개발
 - 교량의 장대화 및 연속화를 위한 궤도/교량 상호작용 완화 궤도구조 개발
- 포스트텐션 프리스트레스 콘크리트 궤도공법 개발
 - 콘크리트 슬래브 궤도에 포스트텐션 프리스트레싱 기법을 도입하여 콘크리트 궤도 단면을 감소시켜 시멘트 사용에 따른 탄소배출을 저감
- 분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도공법 개발
 - 시공 정밀도 향상을 위한 분기기 구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 제작 및 시공기술 개발
- 연약지반 구간 철도노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발
 - 연약지반 보강(pile, column) 및 성토부의 구조 안정화(경량 혼합, 개량토(Treated soil), 토목섬유 등) 공법 융합을 통해 연약지반의 잔류 침하를 제어할 수 있는 다목적 고효율 저비용 시공기술 제안
 - 자갈도상 강성보강을 위한 폴리머계열 자갈도상 충전기술 개발
- 3권선 주변압기 및 탭형 몰드형 단권변압기 개발
 - 변전소 내 단권변압기 생략으로 기존변전소 건설비용 대비 15% 절감

이 가능한 3권선 주변압기 개발

- 급전전압 안정화를 통한 에너지효율향상과 기존설비 대비 설치면적 20% 저감이 가능한 탭형 몰드형 단권변압기 개발

○ 제어 설비 단순화를 위한 통신제어 접속함 개발

- 신호설비의 제어케이블을 집중화하는 신호 접속함을 통신제어가 가능하도록 설비를 개발

○ 철도신호분야의 집중 감시설비 개발

- 안전설비등의 감시기능을 통합하여 운영이 가능한 집중감시 시스템 개발

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립

- 1단계(1-3차년도, 36개월) : 핵심요소기술 개발
 - 국내·외 기술현황 분석 및 핵심기술 개발방향 정립
 - 세부과제별 핵심요소기술 개발 및 검증
- 2단계(4, 5차년도, 24개월) : 실증연구 및 실용화
 - 세부과제별 핵심요소기술의 통합 및 연계
 - 핵심개발기술의 현장 적용성 평가
 - 핵심개발기술의 실용화 기반 마련
 - 개발기술의 실용화 및 기술이전 추진

○ 정부 및 관련 기업·공사 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축

- 연구성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴
- 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영

○ 관련분야 전문가 자문

- 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사
- 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴

○ 기 수행(종료과제, 중단과제) 및 현재 수행중인 동 과제 관련 연구개발결과와의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
(www.kictep.re.kr 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr> 참조)

□ 추진체계

○ 국토해양부·한국철도시설공단 등 유관기관과의 연구 성과 실용화 추진체계 연계 강화

- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발 착수와 동시에 한국철도시설공단과 연계하여 ‘철도 설계기준 및 제도 제·개정위원회’ 구성 및 상설운영

- ‘철도 설계기준 및 제도 제·개정위원회’를 통해 본 사업의 연구 성과가 바로 국내 철도 설계기준 및 제도에 반영될 수 있도록 지원
- ‘철도 설계기준 및 제도 제·개정위원회’의 구성은 추후 국토해양부 및 한국철도시설공단과 협의하여 결정
- 필요시 외국 전문가 또는 외국기관 활용
- 연구신청자는 과도한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진 체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것
- 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요

5. 최종성과물

- | | |
|-----------------------------------|---|
| ☐ 주요 최종성과물 | ☐ 1세부과제 : 철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화 <ul style="list-style-type: none"> • 신뢰도 기반 콘크리트궤도 설계지침 • 철도 하중 장기 모니터링 시스템 (HW) • 철도 하중 지역별 DB • 속도별/교량형식 별 목표신뢰성지수 제시 및 신뢰도기반 설계법 적용을 위한 데이터 • 궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계지침 • 선진화된 토공노반 설계기준 및 노반상태평가 기술 • 철도 정거장 최적화를 위한 건설기준 건설기준 및 설계안 • 차량기지 운용 및 동선 산정 Simulation program. • 검수 주기를 고려한 차량통합관리 program. ☐ 2세부과제 : 고효율 신개념 시공기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> • 궤도/교량 상호작용 완화 궤도구조 및 장치(시작품 및 시공법), 설계 기준 • 포스트텐션 콘크리트 슬래브궤도(PT-CST) 세부 요소 기술, 설계 및 시공 지침 • 분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 설계안 및 설계지침 • 저비용의 연약지반 보강기술 • 3권선 주변압기 최종 시제품 • 축소형 Pilot 모델 탭형 몰드형 AT 시작품 • 탭형 몰드형 단권변압기 최종 시제품 및 관련기술 특허 • 통신 제어 접속함 |
|-----------------------------------|---|

6. 기대효과 및 파급효과

- 수정된 국가기간교통망계획(2001-2020)의 효율적 추진을 위한 기반 확립
 - 수정된 국가 철도망 구축계획 및 운영계획을 효율적으로 추진, 달성할 수 있는 기술개발에 기여
- 주요 철도선진국과 경쟁할 수 있는 철도인프라 기술 확보에 기여
 - 기존 기술대비 투자 합리성 및 신뢰성이 확보된 기술개발을 통해 주요 철도선진국과 경쟁할 수 있는 철도인프라 관련 핵심기술 확보에 기여
- 향후 정부의 교통 SOC 투자비용 절감
 - 철도인프라 기반시설 제반기준 재정립 및 설계·시공비용 절감을 통해 정부의 교통 SOC 분야 예산지출 절감에 기여
- 고효율 저비용 철도 인프라의 건설비 절감 가능
 - 현행 철도 제반기준 및 건설기술에 대하여 이론적·공학적 분석을 수행하고 합리적인 철도 제반기준 및 설계·시공 기술을 마련하여 경제적인 철도건설 필요
 - 철도인프라 기반시설 제반기준 재정립 및 설계·시공비용 절감을 통해 정부의 교통 SCO 분야 예산지출 절감에 기여
- 주요 철도선진국과 경쟁할 수 있는 철도인프라 기술 확보 가능
 - 기존 기술대비 투자 합리성 및 신뢰성이 확보된 기술개발을 통해 주요 철도선진국과 경쟁할 수 있는 철도인프라 관련 핵심기술 확보에 기여
 - 국가 예산을 절감하고 해외 철도사업 수주 견인차 역할을 함과 동시에 신성장 동력으로 활용
- 철도인프라 제반 기준 재정립을 통한 기술 경쟁력 제고에 기여
 - 철도시설의 신뢰성 확보를 위한 철도기술향상과 제반기준의 체계적 정립 필요
 - 궤도, 노반, 정거장, 차량기지 등 4개 시설물 분야의 구조 및 설계 기준 재정립에 기여
- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업 투입예산과 동 사업의 철도인프라 분야 SOC 절감편익을 고려한 본 사업의 B/C ratio는 약 6.2로 경제성이 높음
 - 동 사업을 통한 '철도인프라 분야 SOC 절감편익'을 2012년 현재 시점으로 환산한 현재가치는 총 1,025억원 규모로 산출
 - 동 사업에 투입된 총 정부지원 사업비 190억원을 2012년 현재 시점

으로 환산한 현재가치는 총 165.4억원 규모로 산출 - 현재가치로 환산된 동 사업의 비용과 편익에 근거한 동 사업의 B/C ratio는 6.2	
7. 연구개발기간 및 소요예산	
○ 총 연구기간 : 2013. 1 ~ 2017. 12 (5년) - 1차년도 연구기간 : 2013. 1 ~ 2013.12(12개월) ○ 총 정부출연금 : 190억원 이내 - 1차년도 정부출연금 : 24억원 이내 ※ 연구시작 시기는 변경될 수 있음 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능	
8. 기 타	
○ 1차년도 연구성과에 대한 중간평가 결과에 따라 2차년도 계속지원여부 결정 ○ 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성 - 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 세부연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시 ○ 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발계획서에 제시 - 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제시 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적인 방안을 제시해야 함 - 제시한 성과지표에 건설기술혁신사업의 공통성과지표가 없거나 부족하다고 판단될 경우, 협약시 조정(추가) 가능 ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용 - 연구성과의 실용화(정책제안)로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급 효과 및 산출근거 제시 - 연구성과의 실용성 검증 계획을 반드시 제시해야 함 ○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장	

제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 기 수행되었거나 현재 수행중인 공모과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kictep.re.kr 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제목록 참조

- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화 되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

- 연구관리 전문기관(한국건설교통기술평가원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음

제6장 연구개발 타당성 검토

제6장 연구개발 타당성 검토

제1절 정책적 타당성

1. 국가 전략적 중요성

- 저탄소 녹색성장 선언에 따른 국가 교통정책 패러다임 변화
 - 기후변화의 글로벌 이슈화, Post-Kyoto 체제 출범 등 세계적으로 기후변화에 대응이 강화되며 온실가스 감축 이슈 대두
 - 이러한 상황 속에서 2008년 8월 정부의 저탄소 녹색성장 선언이 공표되며 교통부문 온실가스 배출량에 대한 이슈 대두
 - 국가 전체 에너지 소비량의 20%이상이 교통 부문에서 소비되며, 교통부문이 국내 주요 온실가스 배출원으로 작용
 - 실제 2009~2007년 동안 교통부문의 온실가스 배출량은 연평균 약 5%⁶⁾씩 증가하였으며, 향후 지속적으로 증가 예상
 - 이에 국토해양부와 지식경제부는 지난 2009년 기존 교통정책의 한계를 극복하고 저탄소 녹색성장에 부합하는 교통체계 구축을 위하여 '녹색교통 추진전략'을 수립
 - 정부의 저탄소 녹색성장 방침에 따라 교통부문에서의 온실가스 저감을 목표로 저탄소 녹색교통 실현을 추진
 - 이에 국토해양부와 지식경제부는 2020년까지 교통부문 온실가스 배출량을 배출 전망치 대비 33~37% 감축을 목표로 '녹색교통 추진전략'을 수립
- 저탄소 녹색교통 실현을 위하여 교통부문에서 철도의 수송 분담률 제고를 위한 교통정책 수립
 - 정부는 녹색교통 추진을 위하여 철도 및 저탄소 녹색교통 확대 및 교통수요 관리 강화 등 다양한 추진 전략을 수립

6) 국토해양부·지식경제부, 녹색교통 추진전략, 2009

○ 녹색교통 추진전략에 따라 국내 철도망에 대한 대폭적인 확대 추진

- 철도연장을 현재 3,557km에서 2020년까지 4,934km로 확충하고, 현재 49.6%인 철도 복선화율을 79.1%로, 60.4%인 전철화율을 85.0% 제고
- 건설·운영 중인 철도노선의 고속화를 통해 철도 최고속도를 기존의 150km/h 수준에서 230km/h로 향상
- 도시·광역철도망을 2012년까지 기존 831km에서 1.3배 수준인 1,054km로 확대 하며, 운행방식도 점차 거점역 정차 또는 교차정차 중심의 급행위주로 개선

○ 이를 통해 2007년 8% 수준인 철도의 수송 분담률을 2013년 15%, 2020년 20%로 제고

- 여객수송 분담률은 2008년 현재 15.9%에서 2020년 27.3%로 증가
- 화물수송 분담률은 2008년 현재 8.0%에서 2020년 18.5%로 확대

□ 이상의 녹색교통 추진을 위하여 전체 교통 분야 SOC 투자 중 철도비율을 현재 29%에서 2020년 50%까지 확대하는 한편, 사업비 절감을 위한 새로운 설계기준 마련 추진 필요

○ 2020년까지 철도망 확충에 88조원⁷⁾의 투자가 필요하며, 부문별로는 고속철도 16조원, 일반철도 46조원, 광역철도 26조원이 소요 전망

- 88조원의 소요재원 확보는 국비 59조원, 지방비 3조원, 민자 유치·공기업·기타 26조원 등으로 조달 예정

○ 교통부문 SOC 투자의 철도 분야 확대와 함께 투자재원의 효율적 집행을 위하여 철도 구축 사업비 절감을 위한 새로운 설계기준 마련 추진 필요

- 국토해양부는 '녹색교통 추진전략'을 통해 철도 건설비를 현행보다 20% 절감하는 것을 목표로 사업비 절감형 '고속(화)철도 설계기준' 마련을 추진

7) 국토해양부, '제2차 국가철도망 구축계획('11~'20)', 2011

2. 상위계획과의 부합성

- 현 정부의 ‘녹색성장 국가전략 및 5개년 계획’에 따라 변화된 국가 녹색교통정책에 부합
 - 이명박 정부의 저탄소 녹색성장 정책에 따라 국가의 저탄소 녹색성장을 위한 정책목표 · 추진전략 · 중점추진과제 등을 포함하는 국가전략으로서 ‘녹색성장 국가전략 및 5개년 계획’을 수립
 - ‘녹색성장 국가전략 및 5개년 계획’은 이러한 정부의 정책 목표를 실현하기 위한 ‘3대 전략, 10대 정책방향’을 수립

표 7.1 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획의 3대 전략 및 10대 정책방향

3대 전략	10대 정책방향
Ⅰ. 기후변화 적응 및 에너지 자립	1. 효율적 온실가스 감축
	2. 탈석유·에너지자립 강화
	3. 기후변화 적응역량 강화
Ⅱ. 신성장 동력 창출	4. 녹색기술개발 및 성장동력화
	5. 산업의 녹색화 및 녹색산업 육성
	6. 산업구조의 고도화
	7. 녹색경제 기반 조성
Ⅲ. 삶의 질 개선과 국가위상 강화	8. 녹색국토·교통의 조성
	9. 생활의 녹색혁명
	10. 세계적인 녹색성장 모범국가 구현

- ‘철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업’은 ‘녹색성장 국가전략 및 5개년 계획’의 10대 정책방향 중 6개 정책방향에 밀접하게 부합
 - 철도인프라의 설계 기준 합리화 및 철도 운행의 고속화를 통해 ‘효율적 온실가스 감축’이 가능
 - 저비용 · 고효율 철도인프라 구축을 통해 정부의 철도망 확충 목표를 조기에 달성하여 자동차 중심의 교통체제에서 철도망 중심의 교통체제로 전환함으로써 ‘탈석유 · 에너지자립 강화’ 촉진

- 자동차 대비 온실가스 배출량이 1/6에 불과한 철도망 확충 및 수송분담률 확대를 통한 저탄소 교통체제 구축으로 '기후변화 적응역량 강화' 가능
- 국내 철도물류망 확충 및 고속화를 통해 국내 수출주력산업의 녹색화에 기여함으로써 '산업의 녹색화 및 녹색산업 육성'에 기여
- 철도망 확충에 소요되는 비용 절감 및 운영 효율성 제고를 통해 녹색교통수단으로서 철도의 기능을 강화함으로써 '녹색국토·교통의 조성'에 기여
- 자동차 중심의 교통 체제를 철도 시스템으로 대체함으로써 녹색생활의 실천에 기여함으로써 '생활의 녹색혁명' 촉진
- 철도망 확충을 통해 교통분야 온실가스 배출을 저감하여 기후변화대응에 기여하여 '세계적인 녹색성장 모범국가 구현'을 지원

[참고] '녹색성장 국가전략 및 5개년 계획' 개요

□ 2050년까지 세계 5위 녹색강국 진입을 위하여 '녹색성장 5개년 계획'을 수립

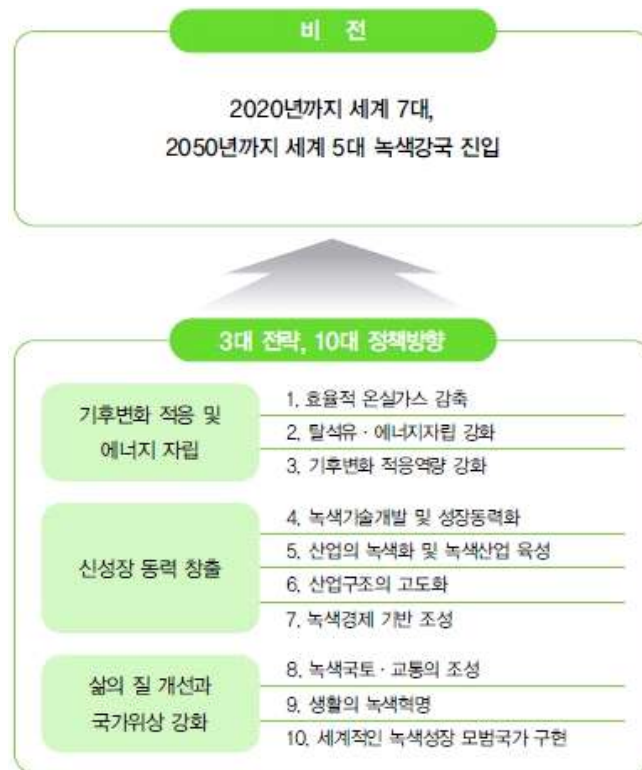


그림 6.1 녹색성장 5개년 계획 비전체계

□ 10대 정책방향별 추진계획

○ 효율적 온실가스 감축

- 중장기 온실가스 감축 목표 설정 및 부문별 감축전략 추진 등을 통해 탄소를 줄여가는 사회 구현
- 탄소정보 공개 확대 등을 통해 탄소가 보이는 사회 구현
- 탄소순환운동과 탄소 흡수원 확대를 통해 탄소를 순환 흡수하는 사회 구현
- 북한 산림복구 지원 등을 통해 그린한반도 구현

○ 탈석유·에너지자립 강화

- 에너지 효율화 기술혁신과 부문별 에너지 수요관리 혁신을 통해 에너지 저소비·고효율 사회 구축
- 신재생에너지 산업화 촉진 및 청정에너지 보급 확대
- 원자력 역할 강화 및 원전 수출 강국으로의 도약
- 해외 자원 개발 역량 확충

○ 기후변화 적응역량 강화

- 기후감시 기후변화예측 기법 및 시나리오 확보 등 조기대응 체계 구축
- 기후변화 대응 국민 건강관리 강화
- 안정적 식량수급 체계 구축
- 4대강 살리기 사업 등을 통한 깨끗한 물의 안정적 공급
- 통합 연안관리 등을 통해 기후 친화적인 해양이용 및 관리
- 재해 사전예방을 위한 기준 및 시스템 구축
- 산림생태계 건전성 제고 등 지속가능한 산림경영 추진

○ 녹색기술 개발 및 성장동력화

- 기술·시장변화를 반영한 능동적(Moving Target) 전략수립을 통해 녹색 기술개발 투자의 전략적 확대
- 녹색기술 R&D 종합 조정 체계 구축 거점조성(Green Core) 등 녹색기술개발 체계 강화
- 녹색 신기술 실용화를 통한 녹색기술이전 및 사업화 촉진
- 녹색기술 시험·인증·시스템 등 녹색기술·산업인프라 구축
- 전략적 파트너쉽을 기초로 녹색기술개발 국제협력 활성화
- 신재생에너지 등 6대 중점 녹색기술 산업의 성장 동력화

○ 산업의 녹색화 및 녹색산업 육성

- 주력산업 녹색전환 촉진 및 녹색경영 체제 확산
- 자원 순환형 경제·산업구조 구축
- 녹색 중소·벤처기업 육성을 통한 중소기업 녹색역량 강화
- 지식주도형 녹색 클러스터 구축

○ 산업구조의 고도화

- 첨단 융합산업 육성
- 고부가 서비스산업 육성

○ 녹색 경제기반 조성

- 배출권 거래제도 도입 및 탄소시장 활성화 추진
- 녹색기술·산업에 대한 정책자금 지원 확대
- 녹색경영·산업 주가지수를 개발 녹색기업 투자 촉진
- 기업 녹색경영 정보를 공개 금융기관 정보 활용 유도
- One-Stop 종합 녹색은행 설립 검토

- 친환경적 세제 개편
- 저소득층 주택 에너지 효율 개선 고효율 조명기기 도입 등 기초에너지 안정적 사용 지원
- 녹색기술·산업 육성을 통한 적극적 녹색일자리 창출 및 녹색 기술 자격제 도입

○ 녹색국토·교통의 조성

- 저탄소 녹색성장 지향형 新 그랜드 녹색 국토 공간 구축
- 보호지역 관리기반 마련 도시 내 다기능 생태 공간 확충 등 생태공간의 양적·질적 향상 도모
- 인증·등급 체계 개선 및 건물용도별 활성화 방안 마련 등을 통한 녹색 건축물 확대
- 철도 해운등 녹색교통 수단으로의 전환 및 대중교통 이용 활성화로 녹색교통 체계 구축
- 생활 속 녹색교통수단인 자전거 이용 활성화

○ 생활의 녹색혁명

- 녹색성장 교육 및 녹색 시민양성 기반 구축
- 녹색 생활의 실천 확산
- 녹색 소비 활성화
- 녹색마을 조성 및 운동 전개
- 생태관광 활성화

○ 세계적인 녹색성장 모범국가 구현

- 글로벌 녹색성장 실현에 협력하는 국가
- 녹색 성장모범으로 인정받는 국가
- 개도국의 녹색성장을 도와주는 국가
- 녹색성장 모델을 보여 주는 국가

- 국토해양부는 국가성장전략에 따라 R&D 거버넌스·프로세스 개선 및 미래핵심기술 등 국토해양 R&D의 미래 발전방향에 대한 「국토해양 R&D 발전전략」을 수립·추진
- 국토해양부는 국토해양 R&D 발전전략 수립을 통해 국토해양 R&D의 비전·목표를 재설정하고, '저탄소 녹색성장'에 부합하는 발전전략을 마련하여 제2의 도약 추구
- 국토해양 R&D 발전전략은 R&D 거버넌스·사업구조·프로세스·성과창출 등 4개 분야 12개 추진전략을 마련하여 국토해양 R&D의 종합적인 추진전략을 제시
- 특히, 차세대 국토해양 기술발전을 이끌 30대 미래핵심기술 "Green-up 30"을 선정하여 지원

표 7.2 30대 미래핵심기술 "Green-up 30"

분야	에너지 고효율 CO2 저감	공공 및 성장동력 창출
건설 (12)	▪ 탄소저감형 건설재료 ▪ 첨단 무탄소도시(Smart Green City) 조성 기술 ▪ 순환 형 도시자원 복합 플랜트 ▪ 능동형 녹색빌딩(Active Green Building) 기술 ▪ 하이브리드 담수화플랜트 기술 ▪ 하천관리 선진화 기술	▪ 네트워크 기반 SOC시설물 관리기술 ▪ 지능형 친환경 교량(Intelligent Green Bridge) ▪ 첨단 수자원 관리 기술 ▪ 해저터널 기술 ▪ 해상 부유식 LNG플랜트(LNG-FPSO)기술 ▪ 차세대 국토해양 공간정보 기술
교통 (9)	▪ 차세대 녹색도로 교통 운영 기술 ▪ 그린 카(Green Car) 인프라 기술 ▪ 철도운영 효율화를 위한 차량개발 및 친환경 인프라구축 기술 ▪ 탄소중립형도로(Carbon Neutral Road)	▪ 미래형 개인용항공기(PAV) 종합운용체계 기술 ▪ 친환경 화물운송수단 ▪ 도심도 교통물류 네트워크 구축 기술 ▪ 차세대 항공시스템 친환경 선도 기술 ▪ 에너지 절감형 물류시설/장비 및 운영기술
해양 (9)	▪ 친환경 해양장비 및 기반기술 ▪ 그린 쉽(Green Ship) 기술 ▪ 해양바이오(Ocean Bio) 기술 ▪ 해양 녹색 금속자원(Ocean Green Metal) 추출 기술 ▪ 해상에너지 복합단지(Ocean Energy Farm) 조성 기술	▪ 해양재난재해 대응기술 ▪ 자원 순환 형 항만 기술 ▪ 항만물류 시설/장비 고도화 ▪ 극한지 탐사로봇 및 장비개발(탐사로봇)

[참고] 국토해양 R&D 발전전략 개요

□ 발전전략 수립 배경

- R&D 프로세스를 진단·개선하여 R&D 투자효율성 제고
- 「저탄소 녹색성장」 패러다임에 맞는 사업체계 개편 및 미래핵심기술 발굴 추진

□ '국토해양 R&D 발전전략' 비전체계



□ 세부 추진전략

○ 국토해양 R&D 거버넌스 개선

- (국토부 R&D 관리기능 고도화) 연구 개발 담당관실 전문성 강화를 위해 조직을 확대·개편하고 미래 기술 위 기능을 강화하는 한편, 체계적 사업추진을 위해 규정 재정비
- (공공기술협의체 구성·운영) R&D 성과공유를 위한 유관기관 협의채널로서 국토해양공공기술협의체 구성·운영
- (전문기관 역량 강화) R&D 사업전략 등 각종 기획을 전문기관에서 직접 수행토록 예산·조직을 확충하고, 기술 분야 별 최고 전문가를 PD로 채용하여 전문성 제고

○ 국토해양 R&D 사업구조 개선

- (사업체계 개편) 미래중점분야 육성 등 방향으로 사업체계를 개편(23→19개)하고, 녹색·공공, 기초·원천기술 투자 확대
- (미래핵심기술) 미래 국토해양 분야의 녹색성장 견인, 신성장 동력 창출을 위해 미래핵심기술 "Green-up 30" 도출

○ R&D 관리 프로세스 혁신

- (R&D 기획의 질적 수준 제고) 과제기획 내실화를 위해 경쟁기획 도입, 기획결과 검토절차 신설, 기획비용 증액(과제비 0.8%→3%) 등 추진하고, 위계별 기획체계를 마련
- (R&D 과제평가 고도화) 평가 실효성 확보를 위해 성과부진 과제 10% 탈락 등을 추진하고, 평가의 공정성 강화, 맞춤형 평가모델 도입, 추적평가 고도화 등 대책 마련
- (연구몰입 환경 조성) 성실실패를 용인하는 기초·원천 연구과제(창조형 모험 연구과제)를 도입하고, 연구행정 간소화, 연구자 인센티브 강화 등 연구몰입 환경 조성추진
- (사업단 관리체계 정비) 사업단 점검 정례화, 사업단장 권한·책임 강화, 국토부내 사업단 관리체계 일원화 등 사업단 관리 시스템을 정비

○ R&D 성과창출 및 인프라 구축

- (성과활용 및 사업화 지원체계 구축) 사업화 지원예산을 확대하고 기술 인벤토리, 종료과제 사후관리, 이노베이션 코칭, 기술 마케팅 등 성과활용 촉진을 위한 대책 추진
- (R&D 인프라 구축 및 국제협력) 테크노파크 등 기술검증 인프라를 확충하고, 인력양성 및 국제공동연구를 확대

- 국토해양부와 지식경제부가 공동으로 수립한 '녹색교통 추진전략'의 비전인 철도·해운·그린 카·사람중심의 저탄소 녹색교통 실현에 부합
- 국토해양부와 지식경제부는 현 정부의 저탄소 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획에 맞춰 교통 분야의 녹색성장을 위하여 '녹색교통 추진전략'을 수립
- '녹색교통 추진전략'은 2020년 교통부문 온실가스 배출량을 2005년 대비 20~24% 감축을 목표로 5개 추진과제를 도출

표 7.3 녹색교통 추진전략 주요 추진과제

추진과제	주요 내용
I. 교통수요 관리정책 강화	▪ 녹색에 기반을 둔 교통수요관리를 강화하여 제5의 에너지(절약)를 확보 · 교통수요 관리강화 · 저탄소형 스마트 교통시스템 구축 · 녹색교통 권역 조성
II. 생활밀착형 자전거·보행 활성화	▪ 자전거와 보행환경을 개선하여 단거리 교통수요 흡수 · 대중교통과 자전거 연계 강화 · 안전한 자전거 도로망 구축 · 사람중심으로 보행환경 개선
III. 승용차보다 빠르고 편리한 대중교통 구현	▪ 대중교통체계를 '고속화'하여 대중교통 활성화 · 버스의 서비스 경쟁력 확보 · 도시·광역철도 서비스 확대 · 전국 고속화 철도망 구축
IV. 철도, 연안 해운 위주 녹색물류체계 구축	▪ 철도·해운 등 녹색물류네트워크 구축과 경쟁력 강화를 통해 녹색교통의 수송 분담률 확대 · 컨테이너 2단 적재 열차(DST) 운행 추진 · 철도 복합일관수송 확대 · 녹색교통수단으로 전환 촉진 · 연안 해운 활성화 지원 · 경인 아라 뱃길 수운 활성화 · 탄소배출 저감형 물류체계 구축
V. 녹색교통기술 개발 및 보급	▪ 첨단교통기술을 개발하여 녹색성장 동력으로 육성 · 그린 카 개발 및 보급 활성화 · 첨단 녹색교통수단 개발

○ 본 사업은 '녹색교통 추진전략' 5대 추진과제 중 3개 추진과제에 부합

- 철도망의 조기 확충 및 효율화, 기타 대중교통과의 연계 강화를 통해 '교통수요 관리정책 강화' 과제의 녹색교통 권역 조성 및 연계 가능
- 도시·광역철도망 확대, 운행방식 개선 및 고속화 등을 통해 '승용차보다 빠르고 편리한 대중교통 구현' 과제의 도시·광역철도 서비스 확대와 전국 고속화 철도망 구축에 기여
- 철도망 조기 확충 및 기존 철도망의 고속화 달성을 통해 기존 도로수송 화물을 철도 전환을 촉진함으로써 '철도·연안 해운 위주의 녹색물류체계 구축'의 녹색교통수단으로의 전환 촉진과 연계 가능

[참고] '녹색교통 추진전략' 개요

□ '녹색교통 추진전략' 비전체계



□ 5대 추진과제별 세부 내용

○ 교통수요 관리정책 강화

- 교통수요 관리 강화
- 저탄소형 스마트 교통시스템 구축
- 녹색교통 권역 조성

○ 생활밀착형 자전거·보행 활성화

- 대중교통과 자전거 연계 강화
- 안전한 자전거 도로망 구축
- 사람중심으로 보행환경 개선

○ 승용차보다 빠르고, 편리한 대중교통 구현

- 버스의 서비스 경쟁력 확보
- 도시·광역철도 서비스 확대
- 전국 고속화 철도망 구축

○ 철도, 연안 해운 위주 녹색물류체계 구축

- 컨테이너 2단 적재 열차(DST) 운행 추진
- 철도 복합일관수송 확대
- 녹색교통수단으로 전환 촉진
- 연안 해운 활성화 지원
- 경인 아라뱃길 수운 활성화
- 탄소배출 저감형 물류체계 구축

○ 녹색 교통 기술 개발 및 보급

- 그린 카 개발 및 보급 활성화
- 첨단 녹색교통수단 개발

- ‘국가기간교통망계획 제2차 수정계획’이 목표하고 있는 21세기 글로벌 교통물류 강국도약을 위한 교통기반시설 확충, 국가경쟁력 강화를 위한 교통물류활동으로 사회·경제적 비용의 감축, 미래사회 대비 지속가능한 녹색성장 구현을 위하여 본 사업 추진 필요
- 교통 분야 최상위 계획인 ‘국가기간교통망계획 제2차 수정계획’은 도로·철도 등 개별 교통수단에 대한 마스터플랜으로서 교통수단간 효율적인 연계성 및 상호보완성을 제고할 목적으로 수립

표 7.4 국가기간교통망계획 제2차 수정계획의 5대 전략 및 11대 추진과제

5대 전략	11대 추진과제
Ⅰ. 부문 간 효율적 스톡조정을 통한 국가경쟁력 강화	1. 국가교통체계의 종합조정 및 효율성 강화
	2. KTX 중심 철도고속화 및 도로기능 효율화
	3. 항공·해운·물류 경쟁력 강화
Ⅱ. 교통연계성 강화를 위한 인터모달리즘 구현	4. 교통수단간 연계환승체계 강화
	5. 인터모달리즘 실현을 위한 물류거점 연계 교통체계 구축
Ⅲ. 21세기 글로벌 교통· 물류 강국 실현	6. 육·해·공 통합연계 국제교통망 구축
	7. 국제 교통·물류시장 통합 대응
Ⅳ. 저탄소 녹색 성장형 교통체계 구축	8. 녹색 성장형 교통체계 전환
	9. 미래형 교통기술 개발 및 구현
Ⅴ. 선진국 수준의 교통서비스 제공	10. 교통안전 및 재난대응, 보안검색 체계 강화
	11. 교통서비스의 사회적 형평성 강화

- 이를 위하여 ‘국가기간교통망계획 제2차 수정계획’은 5대 전략, 11대 추진과제를 설정 하였으며, 동 사업은 이중 4개 전략, 5개 추진과제와 부합
- 철도망 확충을 통해 권역 연계, 중장거리 대량 수요에 대응하기 위한 철도 수송 분담 역량 강화의 관점에서 ‘국가교통체계의 종합조정 및 효율성 강화’에 부합
 - 본 사업을 통한 고속철도의 적기완공과 간선철도의 고속화·전철화를 통하여 속도 경쟁력 확보 관점에서 ‘KTX 중심 철도 고속화 및 도로 기능 효율화’와 연계 가능

- 철도망 확충 및 고속화를 통한 철도 수송체계 활성화 및 비용절감형 물류체계 확립 관점에서 '항공·해운·물류 경쟁력 강화'에 부합
- 교통물류 거점 중심 연계교통망의 구축을 위한 철도 노선 정비 관점에서 '인터모달리즘 실현을 위한 물류거점 연계 교통체계 구축'과 연계 가능
- 자동차·도로 중심에서 철도·해운·그린 카·사람 중심 교통 SOC 투자 패러다임 전환 및 철도·연안 해운 화물 운송량 증대 및 철도 수송력 증강을 위한 시설개량 관점에서 '녹색 성장형 교통체계 전환'에 부합
- 交通安全수준을 '20년 OECD 10위권으로 진입하기 위하여交通安全시설을 지속 확충하고 안전기준 강화한다는 관점에서 '交通安全, 재난대응 및 보안검색 체계 강화'에 부합

[참고] '국가기간교통망계획 제2차 수정계획' 개요

□ 수정배경

- 「저탄소 녹색성장」을 견인할 수 있도록 교통SOC 투자패러다임을 전환하고, 국토종합계획 및 부문별 교통계획과 계획기간을 일치시켜 계획간 정합성·일관성 제고

□ 주요 수정방향 및 내용

- 계획기간 수정 : '00~'19 → '01~'20
- 「저탄소 녹색성장」을 위한 교통SOC 투자 방향 전환
 - 철도 투자확대, 대중교통 활성화 및 녹색교통 기술 개발 촉진
- 도로·철도 등 국가교통체계의 종합 조정
 - (철도) 고속철도의 적기완공과 간선철도의 고속화·전철화를 추진하여 전국 고속화 철도망 구축 및 속도 경쟁력 확보
 - (도로) 완공 및 지·정체 혼잡구간 정비에 우선 투자, 신규 사업은 가능한 억제, 기존도로 운영효율화 및 수요관리 강화
 - (공항) 중추·거점공항은 국제적 경쟁력 강화를 위해 시설확충, 국제선 유치 등을 추진하되 일반 공항은 신규투자 최소화

- (항만) 부산항, 광양항, 울산항을 동북아 허브항으로 집중 개발하고, 지역별 거점항만을 특화하여 수출입 경쟁력 제고
- (물류) 철도, 연안 해운 중심의 수송체계를 활성화하고 내륙물류기지 기능을 재정비하여 비용절감형 물류체계 확립

○ 교통수단의 특성에 따른 투자로 수송효율성 강화

- 통행거리별 수송수단의 역할을 분담하여 상호보완
- (기능분담) 장거리: 철도, 해운(대량화물), 항공(긴급화물) / 중거리: 도로와 철도 분담/ 단거리: 광역급행철도, BRT 등

○ 교통 네트워크의 이동성·접근성·연계성 강화

- 주요 교통거점을 중심으로 연계교통망 구축 등 인터모달리즘 실현

□ 투자 규모

○ '11~'20년까지 총 교통SOC 투자규모는 185조원 예상

- 도로 70조(37.9%), 철도 72조(38.9%)로 철도에 대한 투자 증대

□ 교통시설 확충

○ (간선도로) 17,596km → 19,854km로 총 연장 2,258km 증가

○ (철도) 3,378km → 4,955km로 총 연장 1,577km 증가

○ (항만) 하역능력 2,186만 → 3,412만 TEU/년으로 총 1,226만 TEU 증가

○ (공항) 운항횟수 498천 → 825천 회/년으로 총 327천회 증가

□ 수송 분담률 변화

○ 철도의 수송 분담률 증가(인·톤·KM 기준)

- (철도) 여객: 16%('08) → 27%('20), 화물: 8%('08) → 18.5%('20)
- (도로) 여객: 81%('08) → 69%('20), 화물: 71%('08) → 60.2%('20)

- ‘제3차 중기교통시설 투자계획’이 목표로 하는 저탄소 녹색성장을 견인 및 교통SOC의 적기확충을 통해 물류비용 등 사회경제적 비용 감축이라는 목표 달성을 위하여 본 사업의 추진 필요
- ‘중기교통시설 투자계획’은 국가기간교통망계획을 토대로 도로, 철도, 항만, 공항 등 부문별 교통시설의 투자계획을 수립하는 5년 단위 교통계획
- ‘제3차 중기교통시설 투자계획’은 국가기간교통망계획 제2차 수정계획을 토대로 저탄소 녹색성장을 견인하고 교통수단간 효율성·연계성·통합성을 강화할 수 있는 교통체계 구축을 목적으로 수립
- 이를 위하여 ‘제3차 중기교통시설 투자계획’은 5대 분야에 대해 9개 투자전략을 수립 하였으며, 본 사업은 이중 철도 분야 투자 전략에 부합
- 철도의 고속화를 통한 속도경쟁력 강화를 위해, 경부, 호남, 수도권 고속철도는 고속 주간선망 적기 완공하고, 일반철도 고속화와 연계 가능

표 7.5 제3차 중기교통시설 투자계획

분야	주요 내용
1. 도로	투자효율 중심의 간선도로망 구축
2. 철도	- 철도경쟁력 강화를 위한 전국 고속화철도망 구축 : 철도의 고속화를 통한 속도경쟁력 강화 - 경부, 호남, 수도권 고속철도는 고속간선망(Hub) 으로서 적기 완공, 일반철도는 고속화를 통한 연계수송 담당(Spoke) - 수도권 광역급행철도, 지하철 9호선 2단계 사업 등을 통해 수도권 교통난 해소 및 대중교통 분담률 제고
3. 공항	글로벌 항공강국 실현을 위한 항공교통 서비스 구현
4. 항만	물류와 레저, 문화가 함께하는 고부가가치 항만 구축
5. 물류 및 연계 체제	- 고효율·녹색 물류체계 구축 - 대도시권 광역교통체계 구축 - ITS를 활용한 교통체계 효율성 향상 - 복합 환승센터 본격 추진 - 신성장 동력 창출을 위한 교통기술 개발

[참고] 제3차 중기교통시설 투자계획 개요

□ '제3차 중기교통시설 투자계획'의 목표

- 저탄소 녹색성장을 견인하고 교통수단간 효율성·연계성·통합성을 강화할 수 있는 교통체계 구축
- 국가경쟁력 제고를 위한 교통SOC의 적기확충을 통해 물류비용 등 사회경제적 비용 감축

□ '제3차 중기교통시설 투자계획'의 투자전략

○ 도로 : 투자효율 중심의 간선도로망 구축

- 완공 및 혼잡개선 위주의 투자로 투자효율성 제고
 - 전주~광양 고속도로, 둔포~성안 확장사업 등 계속사업의 완공과 도시부 혼잡개선에 중점 투자
 - 신규 사업은 국가정책(30대 선도 사업, 국제행사 등) 및 산업경제 활성화에 필요한 사업 위주로 적기 추진
 - 장래 교통수요 및 국토공간구조 변화, 철도 등 타 교통시설과의 연계성 등을 고려한 간선도로망을 확충
- 기존도로 용량보강, 2+1도로, 회전교차로, 지하도로 등 기존 교통시설의 운영효율화도 병행 추진

○ 철도 : 철도경쟁력 강화를 위한 전국 고속화철도망 구축

- 철도의 고속화를 통한 속도경쟁력 강화를 위해, 경부, 호남, 수도권 고속철도는 고속 주간선망(Hub)으로서 적기 완공하고, 일반철도는 고속화를 통한 연계수송 담당(Spoke)
 - 경부 대전·대구 도심구간, 호남고속철도, 수도권고속철도 사업과 중앙선, 경전선, 서해선 구간의 복선전철화에 중점 투자
- 수도권 광역급행철도, 지하철 9호선 2단계 사업 등을 통해 수도권 교통난 해소 및 대중교통 분담률 제고

○ 공항 : 글로벌 항공강국 실현을 위한 항공교통 서비스 구현

- 중추-거점공항은 적기 시설확충을 통해 국제 경쟁력을 확보하고, 일반 공항은 신규투자를 최소화하고 안전시설 개선에 중점
- 중추공항인 인천공항은 제2여객터미널 등 3단계 사업을 추진하고, 거점공항은 6개로 축소하여 선택과 집중 투자
- 도서지역 신규수요 창출 및 이동 편의를 위해 소형공항 개발

○ 항만 : 물류와 레저, 문화가 함께하는 고부가가치 항만 구축

- 물류허브로서 부산항 등을 중점 개발하고 배후권역의 특성에 맞게 권역별 거점항만을 개발하여 지역경제 활성화 중심으로 육성
- 부산항은 컨허브, 울산항은 오일환적허브 개발
- 포항항, 평택 당진항은 제철산업 지원, 제주항, 인천항 등은 해양관광거점, 동해묵호항, 삼척항 등은 시멘트산업 거점으로 개발
- 크루즈부두 확충, 마리나 항만 개발 등을 통해 해양관광산업 발전을 지원하고 낙후지역 생활개선을 위해 도서항만 확충

○ 고효율·녹색 물류체계 구축

- 주요 운송거점의 배후물류시설 확충 및 기능 재정비 등을 통한 대량복합일관 수송체계 강화
- 전국 단위의 통합적 물류네트워크 구축을 위하여 5대 권역 내륙물류기지에 대한 확충 및 기능 재정비
- 공항·항만 등의 배후단지 활성화, 하역시설 및 장비의 선진화와 국가 물류정보화 및 네트워크화 추진

○ 대도시권 광역교통체계 구축

- 교통 혼잡 완화, 대중교통 중심의 교통체계 구축을 핵심으로 6개 권역(수도권, 대전권, 대구권, 울산권, 광주권, 부산권) 별로 광역교통체계 구축

○ ITS를 활용한 교통체계 효율성 향상

- ITS 구축범위를 지속 확대하여 실시간 교통정보 제공을 통해 기존 도로의 활용도 제고 및 교통안전 확보

- 고속국도↔일반국도↔도시부도로 간 교통정보 연계성 강화 및 단절구간 해소로 교통정보 활용효과 극대화

○ 복합 환승센터 본격 추진

- 주요 교통 결절점에 IT를 접목한 첨단 환승시스템을 구축하여 복합 환승센터를 개발함으로써 One-Stop Living 생활공간 창출
- 유형별·권역별 기능 및 특성이 반영되고 공공성과 사업의 수익성이 조화될 수 있도록 다양한 방식으로 추진

○ 신성장 동력 창출을 위한 교통기술 개발

- 지속가능성, 녹색성장, 인터모달리즘, 안전, 편의 등 국가 교통정책 목표를 종합적으로 달성할 수 있는 신기술 개발 지원
- 자동차, 철도, 항공기, 해운·항만 각 분야의 경쟁력 확보를 위한 차세대 신기술 교통수단 개발 및 실용화에 중점 지원

□ 투자 배분

○ 계획기간 동안 146조원의 투자재원이 소요될 전망

- 부문별로는 도로가 49.3조, 철도가 49.4조로 유사하나 국비투자규모는 도로 34.3조, 철도 30.9조 수준으로 도로가 조금 큼

□ 투자 효과

○ 교통시설 확충

- (간선도로) 17,596km → 18,651km로 총 연장 1,055km 증가
- (간선철도) 3,378km → 4,093km로 총 연장 715km 증가
- (항만) 컨 하역능력 94,125만→ 113,812만 톤/년으로 총 19,696만톤/년 증가
- (공항) 여객수용능력 1.37억인/년→ 1.5억인/년으로 13백만인/년 증가

○ 수송 분담률 변화

- 철도의 수송 분담률 증가(인·톤-KM 기준) : 여객 16%('08) → 21%('15), 화물 : 8%('08) → 12.4%('15)

- '제2차 국가철도망 구축계획'은 2020년에 KTX 고속철도망을 통해 전국 주요도시를 1시간 30분대로 연결하는 것을 목표로 하고 있으며, 본 사업을 통해 이의 조기 실현 및 소요예산 절감이 가능
- '국가철도망 구축계획'은 국토해양부의 철도분야 10년 단위 중장기 투자계획으로 저탄소 녹색성장, 5+2 광역경제권 발전전략 등에 대응하고, 「미래 녹색국토 구현을 위한 KTX 고속철도망 구축전략」의 실천계획으로서 '제2차 국가철도망 구축계획'을 수립
- '제2차 국가철도망 구축계획'은 국내 철도연장의 확충 및 고속화 추진을 포함
- 철도연장을 3,557km에서 4,934km로 확충되고, 복선화율은 49.6%에서 79.1%, 전철화율은 60.4%에서 85.0%로 제고
 - 현재 경부고속철도 368.5km에 불과한 230km/h급 이상 고속(화) 철도가 2020년 2,362.4km로 연장
 - 이에 따라 1시간 30분대 고속철도 서비스범위가 인구의 60%에서 83%로 확대
- 이를 위하여 '제2차 국가철도망 구축계획'은 4개의 추진과제를 도출하였으며, 본 사업은 4개 모든 추진과제 수행에 연계 가능

표 6.6 제2차 국가철도망 구축계획 주요 추진과제

추진과제	주요 내용
I. 전국 주요거점을 고속 KTX망으로 연결	▪ 국토 최단 연결 X자형과 해안권 연결 □자형을 결합한 국가철도망 구축 · 경부·호남·수도권 고속철도를 중심으로 X자형의 국가철도망 대 골격 구성 · 서해선, 동해선, 경춘선, 춘천~속초선, 경전선을 통해 □자형 연결
II. 대도시권 30분대 광역·급행철도망 구축	▪ 광역철도 운영체계를 급행위주로 재편, 시설확충 등을 통해 도심 접근 30분대 광역철도망 구축
III. 녹색 철도물류체계 구축	▪ 산업·물류 거점 간 대량·고속 철도 물류네트워크 구축
IV. 편리한 철도이용환경 조성	▪ 고속철도 및 일반철도역의 접근성을 개선하고, 이용 편의시설 지속 확충

[참고] '제2차 국가철도망 구축계획' 개요

□ '제2차 국가철도망 구축계획'의 비전체계

비 전

철도망을 통해 국토를 통합 · 다핵 · 개방형 구조로 재편

목 표

**전국 주요거점을 일상 통근시간대인 1시간 30분대로
연결하여, 하나의 도시권으로 통합**

차별 111가 2013년 12월

추진과제

1. 전국 주요거점을 고속 KTX망으로 연결
2. 대도시권 30분대 광역·급행 철도망 구축
3. 녹색 철도물류체계 구축
4. 편리한 철도 이용환경 조성

□ 세부추진과제

○ 전국 주요거점을 고속 KTX망으로 연결

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

· 고속철도망 보완을 위해 충북선, 중앙선, 원주~강릉선, 남부 내륙선을 통해
기능 분담

- 서해선, 동해선, 경춘선, 춘천~속초선, 경전선을 통해 □자형 연결
- 초 광역권 구상에 부합하는 해안권 □자형 네트워크 구축
- 일반철도 경쟁력 확보를 위한 기존 건설선 고속화를 추진하고, 고속철도와 연계 운행을 통해 KTX 서비스지역 확대
- 일반철도를 신호, 전차선 등 일부 시설 개량을 통해 선형조건에 따라 230km/h* 또는 250km/h**내외로 고속화

○ 대도시권 30분대광역·급행철도망 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 시설 개선을 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 광역 교통기능 철도망 확충
- 도심 접근 30분대 광역철도망 구축을 목표로 수도권 광역급행철도 사업추진 본격화

○ 녹색 철도물류체계 구축

- 경부 및 호남고속철도 개통 이후 기존 경부선·호남선을 주요 화물 발생 거점과 연계한 화물 중심 노선으로 전환
- 화물수송비율이 높은 주요 선로·구간의 선로용량 증대를 통해 철도의 수송능력 확충

- 핵심 물류거점인 항만 · 산업단지 · 내륙 화물기지를 간선 철도망과 연결하는 인입철도의 지속 확충
- KTX 화물 전용칸 등을 통해 고부가가치 소량화물 운송
- 대량수송체계 도입을 통해 철송의 경쟁력 제고

○ 편리한 철도이용환경 조성

- KTX역, 전철역, 터미널 등에 상업 · 문화 · 업무 등이 결합된 복합환승센터 본격 개발
- 철도 · 대중교통 연계를 위해 택시 베이, 버스 베이 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

□ 국가철도망 구축계획

○ 고속철도

- 경부고속철도 대전 · 대구 도심구간은 '14년 완공을 목표로 차질 없이 추진
- 호남고속철도 오송~광주 구간은 '14년까지 완공하고, 광주~목포 구간은 '17년까지 완공 예정
- 서울~시흥간 용량부족 해소를 위한 수도권 고속철도를 '14년까지 완공 추진

○ 일반철도 : 기존선 개량, 복선전철화 및 신설 등 58개 사업 추진

- 기존선 복선전철화 및 고속화 사업
 - 경춘선 금곡~춘천(64.2km) 복선전철화, 중앙선 덕소~원주(90.4km) 복선전철화, 전라선 익산~순천(154.2km), 경전선 삼랑진~진주(95.5km) 복선전철화 등
- 기존선 개량 사업
 - 영동선 동백산~도계(17.8km) 철도이설, 장항선 2단계 개량(33.1km) 사업 등
- 신설 건설사업

- 소사~원시(23.1km) 복선전철, 성남~여주(57.0km) 복선전철, 서해선(98.3km) 복선전철, 원주~강릉 복선전철(111.2km) 사업 등

- 신규 착수사업

- 수서~용문(44.1km) 복선전철, 장항선 신창~대야(122.1km) 복선전철화, 월곶~판교(35.8km) 복선전철 사업 등

○ 광역철도

- 기존선 복선전철화, 신설 등 18개 사업 추진

- 신규사업

- 수도권 광역급행철도 3개 노선(일산~수서(동탄) 46.2km, 송도~청량리 48.7km, 의정부~금정 45.8km) 등

- 시행중인 사업

- 경의선 용산~문산(48.6km) 복선전철화, 경춘선 망우~금곡(17.9km) 복선전철, 분당선 왕십리~선릉(6.8km) 복선전철, 신분당선 강남~용산(7.5km) 복선전철, 신안산선 안산~여의도(31.7km) 복선전철 등 지속 추진

○ 추가 검토대상 사업

- 20개 사업, 1,081.8km

□ 투자 전략 및 투자 효율화 방안

○ 제2차 국가철도망 구축계획(11~20) 기간 동안 철도시설 확충에 총 88조원이 소요될 전망

- 부문별로는 고속철도 16조원, 일반철도 46조원, 광역철도 26조원이 소요될 전망

○ 철도 투자 비율 확대

- 「녹색교통 추진전략(09. 11)」, 「KTX 고속철도망 구축전략(10. 9)」에 따라 철도 투자비율을 단계적으로 교통 SOC 내에서 50%까지 확대 추진

○ 철도건설 사업비 절감 기술개발

- 현재 진행 중인 「사업비 절감 기술연구」(10~11)를 통해 사업비를 최대 20%까지 절감

제2절 기술적 타당성

1. 기존 연구개발과의 중복성

가. 미래철도기술개발사업과의 차별성

- ☐ ‘철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업’은 철도 건설비 저감을 위하여 기존 철도인프라 건설 관련 설계 기준 개선 및 고성능 시공기술 개발을 지원
 - 현재 국내 철도 인프라 설계기준은 해외 철도기준을 그대로 채용하고 있어, 필요 이상으로 건설비가 낭비되는 부분이 존재
 - 이에 동 사업을 통해 낭비 요소가 많은 국내의 철도 인프라 설계기준 및 제도적 요소들에 대한 평가를 통해 철도 인프라 설계 기준 최적화를 추구
- ☐ 반면, 미래철도기술개발사업은 미래철도기술개발 및 기존 철도의 안정성, 친환경성 제고를 위한 기술개발을 지원
 - 미래 400km/h 동력 분산형 고속열차 개발을 위한 핵심기술, 고속철도 관련 부품 국산화 및 운영효율 제고를 위한 기술 개발을 지원
 - 틸팅열차 시스템의 안정화, 성능향상 및 환경 친화적 철도시스템 구현을 위한 기술개발
- ☐ ‘철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업’은 ‘미래철도기술개발사업’과 목표 및 연구내용 면에서 분명한 차별성이 존재

표 6.7 미래철도기술개발사업과 철도인프라 성능 및 건설비 최적화 사업 비교

구분	미래철도기술개발사업	철도인프라 성능 및 건설비 최적화 사업
목표	▪ 고속 친환경적 철도구현을 위한 최첨단 미래철도시스템 개발	▪ 철도 건설비 저감을 위한 철도 설계·시공 기반기술 개발
연구 내용	▪ 미래철도 핵심기술 개발 ▪ 철도 부품 국산화 및 운영효율 제고를 위한 기술 개발	▪ 철도인프라 관련 설계 기준 개선을 위한 연구 ▪ 저비용의 고성능 신형식 철도구조 개발

표 6.8 미래철도기술개발사업 개요

구분	내용
사업목표	- 철도 시스템의 고효율·고속화, 접근성 제고, 친환경적 철도구현을 위해 최첨단 미래철도시스템 개발 - 안전성과 친환경성을 갖춘 세계 일류 수준의 철도기술을 확보, 국내·외 철도 시장의 능동적 대응과 지속 가능한 미래 성장 동력산업의 기술기반 조성
사업기간	2002년 ~ 계속
사업추진 방향 및 전략	- 고속철도 400km/h 동력 분산형 고속열차 및 핵심기술 개발 - 고속철도 관련 부품 국산화 및 운영효율 제고를 위한 기술 개발 등 - 일반철도 - 틸팅열차 시스템의 안정화 및 성능향상 - 환경 친화적 철도시스템 구현을 위한 기술개발 - 균형 잡힌 철도네트워크 교통시스템 구축 - 세계수준의 철도안전기술을 확보하여 범국가적 철도 종합 안전체계 구축 - 철도 종합시험 연구 인프라 구축 - 남북 및 대륙횡단 철도의 성공적인 연계운행을 위한 기술개발 등
사업내용	- 고속철도 - 향후 국내의 고속철도 수요증가에 대비선진국과의 대등한 기술경쟁 가능하여 해외 고속철도 시장의 능동적 대응 - 해외수출기반 확보 및 수출경쟁력 강화 - 일반철도 - 틸팅 시스템을 통한 기존선의 속도향상으로 영업수익 증가 및 국가 물류비용 절감(약 1조원 이상 예상) - 고속철도를 포함한 철도네트워크를 구성하여 21세기 국가 교통 체계망 구축 달성 - 고속전철 비 수해 지역의 속도향상으로 지역개발에 대한 불균형 및 지역갈등 해소 - 대형철도사고 예방으로 인명, 재산피해 및 복구비용 절감 - 철도안전제도규정에 대한 기술적 근거 마련 및 국가안전관리체계 확립 - 국제적 규모의 철도시험평가 및 성능인증국가로서의 위상 획득 - 국내 개발기술의 실질적인 자립기반 확보

나. 미래철도 기반기술개발사업과의 차별성

- ‘철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업’은 철도 건설비 저감 및 철도 설계·시공 효율성 제고를 위한 기반기술의 개발을 지원
 - 동 사업은 이상의 목적을 위하여 철도인프라 건설비 저감을 위한 설계기준 개선 연구, 한국형 설계기술개발, 고성능 신형식 철도구조 개발 등을 수행
- 반면, ‘미래철도 기반기술개발사업’은 철도시스템에 대한 신재생 에너지 응용기술과 미래철도의 운영 효율성 제고를 위한 핵심기술 개발을 지원
 - 철도시스템 적용 신재생에너지 기반기술, 에너지 절약형 친환경 철도역사/시설기반 기술, 열차풍, 압전소자, 태양광 등 철도에 적용 가능한 발전기술 개발
 - 철도의 친환경성 제고를 위한 풍력, 태양광발전 등 신재생에너지의 철도 적용기술 개발 지원
 - 신재생에너지 적용 철도 역사 구축, 시운전 및 보강기술 개발
 - 철도 건설 및 운영의 효율성 제고를 위한 고성능 저비용 신형식 철도 인프라 기술개발
 - Silent Track System 등 미래철도기술의 설계·시공기술 및 신뢰성 확보 및 고도화를 위한 기술개발을 지원
 - 콘크리트궤도용 신형식 강성보강노반 기술개발 및 설계기준(안) 개발
- ‘철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업’은 ‘미래철도 기반기술개발사업’과 사업 목표 및 기술개발 내용에서 차별성을 보유
 - ‘철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업’은 철도 인프라 건설비 저감을 위한 설계 기준 개선 및 설계법 개발, 저비용·고성능 시공기술 개발을 집중 지원
 - ‘미래철도 기반기술개발사업’은 철도시스템의 친환경성 제고를 위한 신재생에너지 적용 기술 및 철도 건설 및 운영의 효율성 제고를 위한 기술개발을 지원

표 6.9 미래철도 기반기술개발사업 개요

구분	내용
사업목표	■ 환경친화적인 신재생에너지를 철도시스템에 적용할 수 있는 응용기술 개발 ■ 미래의 철도환경에 능동적이고 신속하게 대응하며, 국제경쟁력을 향상시킬 수 있는 철도시설 분야의 고유한 핵심기술 개발
사업추진 방향 및 전략	■ 신재생에너지를 활용한 철도역사 시스템 구축 및 기존 역사 리모델링 기술 개발 ■ 고성능 저비용 신형식 철도 인프라 실용화 연구 ■ 고성능 철도 인프라 요소기술 개발
사업내용	■ 신재생에너지를 활용한 철도 역사 구축 시스템 엔지니어링 (SE) · 신재생에너지 철도역사 구축 시스템 엔지니어링 ■ 신재생에너지 적용 철도 역사 시스템 구축 · 국내·외 신재생에너지 역사 적용 현황 조사 분석 · 신재생에너지 적용 모델 철도 역사 설계 기술 개발 · 신재생에너지 적용 모델 철도 역사 구축 기술 개발 · 신재생에너지 적용 모델 철도 역사 구축 완료 ■ 신재생에너지 철도 시스템 적용 요소 기술 개발 · 국내·외 신재생에너지 철도 시스템 적용 현황 조사 분석 · 신재생에너지 철도 시스템 적용 요소 기술 개발 · 기존 철도 시스템/역사 신재생에너지 적용 리모델링 기술 개발 · 기존 철도 시스템/역사 신재생에너지 적용 리모델링 기술 개발 ■ 고성능 저비용 신형식 철도 인프라 실용화 (연구단) · Silent Track System 개발 · 콘크리트궤도용 신형식 강성보강노반 기술개발 · 콘크리트궤도 침하억제를 위한 말뚝 지지형 궤도/노반 구조개발 ■ 고성능 철도 인프라 요소기술 개발 · 철도터널 콘크리트 라이닝 건전도 평가 기술 개발 · 공간이용 효율성 향상을 위한 철도교량 입체화 기술 개발 · 친환경 및 정보화기반 철도시설 첨단 공사 관리 시스템 개발

다. 철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반연구와의 차별성

- ‘철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업’과 ‘철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반연구’는 동일하게 철도 건설비 저감을 위한 기반기술의 개발을 지원
 - ‘철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업’은 철도 인프라 건설비 저감을 위하여 철도인프라 건설 관련 설계기준 개선 연구, 한국형 설계기술개발, 고성능 신형식 철도구조 개발 등을 수행
 - ‘철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반연구’는 철도 투자의 합리성을 제고하고 철도건설의 경쟁력을 확보하기 위해 선형·궤도, 노반, 교량, 터널, 방재 등의 5개 분야에 대한 기준 및 기술개선 연구를 지원
- 하지만 ‘철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업’은 ‘철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반연구’와 달리 중장기적인 철도 인프라 건설비 저감을 위한 중장기적인 기술 개발을 지원
 - ‘철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반연구’는 직접적인 기준개선을 통한 사업비 절감을 목표로 하여 단기연구를 중심으로 제한적으로 추진
 - 그 결과, 철도인프라 건설비 저감 효과는 클 것으로 기대되지만 중장기 연구가 필요한 주요 기술요소는 사업 범위에서 제외
 - 이에 ‘철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업’은 ‘철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반연구’와 연계하여 설계기준 및 시공법 개발의 범위에서 벗어나 철도 인프라 건설비 저감에 필요한 제도 개선까지를 포함하여 사업을 추진

표 6.10 철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반연구와 철도인프라 성능 및 건설비 최적화 사업 비교

구분	철도건설 경쟁력 확보	철도인프라 성능 및 건설비 최적화 사업
목표	안전성 담보를 전제로 철도건설비 절감이 가능한 설계·시공기술 개발	철도 건설비 저감을 위한 철도 설계·시공 기반기술 개발
연구 내용	- 고속철도선형·궤도구조 최적화 - 철도노반 단면 최적화를 위한 노반 설계법 정비 - 교량 분 설계기준의 합리적인 재검토	- 철도인프라 관련 설계 기준 개선을 위한 연구 - 저비용의 고성능 신형식 철도구조 개발
연구기간	2년 이내	5년

표 6.11 철도건설 경쟁력 확보 기술개발사업 개요

구분	내용
사업목표	철도투자의 합리성을 제고하고 철도건설의 경쟁력을 확보하기 위해 선형, 궤도, 노반, 교량, 터널, 방재 등의 5개 분야에 대한 기준 및 기술 개선
사업기간	2010년 ~ 2012년 (1.5년)
사업추진 방향 및 전략	- 분야별 문제기술을 분석하고, 문제기술을 중심으로 국내외 건설규칙 및 설계기준 현황, 설계 및 시공기술 현황, 연구 및 기술개발 동향 분석 - 도출된 문제기술 해결을 위한 분야별 핵심과제를 도출 및 기술개발 지원
주요 사업내용	- 선형·궤도 분야는 고속철도선형·궤도구조 최적화를 반영한 철도건설 규칙 개정 및 경제성 확보 - 선형·궤도분야에서는 열차성능 향상과 선로 고속화를 대비하여 선로 최급기울기 관련 기준 재검토 및 속도 대역별 선로중심 간격 및 시공기면 폭의 기준을 완화 또는 다변화 - 곡선 선형 설계 요소의 각 제한치에 대한 재검토를 통하여 공학적 근거에 기초한 보완 방안을 마련하고 이를 철도건설규칙 및 철도 의 건설기준에 관한 규정에 반영 - 노반 분야는 철도노반 단면 최적화를 위하여 차량 성능 및 궤도구조 다양화를 고려한 요구 성능 중심의 노반 설계법 정비 - 다양한 속도 대역별로 철도노반 구조물의 요구 성능수준을 분석하고, 총 두께 최적화 및 노반구조 단면 최적화를 통한 단면저감 방안을 마련 - 철도노반 단면구조 개선 및 연약지반 처리를 위하여 장기연구를 통한 신공법 개발 - 교량 분야는 현행 설계기준의 보수적 규정에 대한 합리적인 재검토 - 동적 안전성 확보 관련 기준, 레일·교량 상호작용 검토 기준, 하중 조합 및 안전율 설정 및 관련 규정의 재검토를 통한 설계기준의 합리적 근거와 개선방안 마련 - 교량구조 최적화·합리화를 위하여 상부구조 형식의 다양화와 중공단면교각 소성 설계 및 군말뚝 기초 최적설계 방안 마련 - 기초-하부구조-상부구조-궤도구조 상호작용을 고려한 통합 관점의 최적 구조시스템 도출 - 터널 분야 - 관련 규정 개선과 연계한 터널 내공단면적 축소 가능성을 고려하여 주행속도 및 터널 연장별 터널 단면적 및 터널 라이닝·배수 시스템 등의 최적화, 굴착공법 개선 - 제도 측면에서 발파진동 허용기준 개선 연구 - 방재 분야 - 적정 화재강도 평가기법과 재난 시나리오에 대한 시뮬레이션 기법을 개발 및 이를 통한 대피통로 및 구난시설 등의 방재설비에 대해서 설치 기준 및 규모 최적화 방안 마련 - 철도시설 안전기준에 관한 규칙 및 철도시설 안전 세부기준에 대한 재검토 및 개정(안) 마련

- 세부적으로 제반연구(노반분야)는 성능설계 요소 검토로 일부 중복성이 일부 있으나, 기존 과제의 연구를 통해 개발된 설계요소를 적극 반영하여 통합 설계법에 반영하는 형식으로 연계 가능
- 교량분야의 경우 기존 연구를 통해 교각 설계 등에서 소성설계를 일부 반영하였으며, 현재 설계법인 허용응력/강도설계를 기반으로 한 경쟁력 확보 수행하였으나, 성능(performance)과 레벨(performance level)에 대한 접근 방식을 적용 신뢰성에 기초한 성능기반 설계로의 연구로 발전시킬 필요가 있음
- 마지막으로 심발 공법 및 사용화약 선정 부분에서는 기존 연구 성과를 체계화, 정밀화 하는 한편, 기존 성과와 연계하여 터널 발파 굴착효율 최적화를 위한 후속 연구 수행

마. 기타 세부과제별 기존과제와의 차별성

- 이상의 주요 사업 외에 기타 세부과제와의 중복성 검토를 실시하였으며, 그 결과는 다음 표와 같음

표 6.12 기타 과제와의 중복성 검토 결과

대상 사업	중복성 검토 결과
고속철도 기술개발 사업(G7)	▪ 궤도검측분야 활용기술 분야에서는 일부 중복이 존재하나, 기존 연구에서는 계측용 받침만을 대상으로 연구 수행 ▪ 이에 본 사업에서는 궤도 검측 시스템의 일부 모듈을 적극 활용하여 연구를 수행하는 것을 전제로 하고 있기 때문에 기존 사업과는 차별화된 연구내용을 보유
고속철도 선로구축물 시스템 안정화 기술 개발 (2003-2007)	▪ 기존의 포스트텐션 공법개발과는 차별성 존재 ▪ 고속철도용 프리캐스트 콘크리트궤도 개발은 일부 중복이 존재하나 일반 토공구간에 한정되어, 분기기 구간 시공법 연구와는 차별성 존재 ▪ 더욱이 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 구조 설계 및 시험 시공 데이터를 연계 활용하여 본 사업의 연구기간 단축에 적극 활용 가능
도시철도 선로시스템 표준화 연구 (2002-2006)	
철도강화노반재료 및 지지력 강화방안에 관한 연구 (1998.1~2001.12)	▪ ‘철도강화노반재료 및 지지력 강화방안에 관한 연구’는 철도강화노반의 설계 및 안정성 검토를 주요 내용으로 하고 있으며, 소재 분야에서도 기존에 사용되고 있는 노반재료만으로 구성되어 있기 때문에 본 사업과 차별화

대상 사업	중복성 검토 결과
차세대 고속철도 기술개발 사업 (2005.11~2012.8)	▪ ‘차세대 고속철도 기술개발 사업’은 선로구축물의 성능향상 및 차량/교량 상호작용 해석기술 개발에 집중된 연구개발 본 사업과 중복성은 존재하지 않음 ▪ 하지만 본 사업 수행과정에서 차세대 고속철도에 적합한 궤도 하부구조 설계요소 반영하여 개발이 진행되어야 하며, 본 연구로 개발된 궤도/교량 상호작용 완화 궤도시스템 기술 적합성 검토 및 성능검증과 연계가 가능
고속화를 위한 선로구축물 핵심기술개발 (2007.7~2012.8)	▪ 현재 추진중인 ‘고속화를 위한 선로구축물 핵심기술개발 사업’은 특수교량에 대한 주행안전성 및 승차감 확보를 위한 평가기법 개발을 위한 사업으로 동사업과는 연구 영역이 상이 ▪ 단, 교량 및 궤도 해석기술 연계가 가능하며 장경간화를 완성하기 위한 동적거동 검토 방법을 활용이 가능
철도 구성품 환경성 향상 기술 (2009~2011)	▪ 본 사업은 기존에 개발된 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 구조의 적용 범위를 고속철도 교량, 터널구간까지 확대하는 연구로써 분기기 구간 시공법 연구 및 포스트텐션 공법 개발과는 차별성 존재.
콘크리트궤도 인터페이스 성능향상 연구 (2005.5~2008.4)	▪ ‘콘크리트궤도 인터페이스 성능향상 연구’는 궤도/교량 상호작용, 콘크리트궤도 사용성에 대한 해석기법 개발 및 설계 기준 도출로 궤도구조에 집중된 연구개발 수행 ▪ 콘크리트궤도 사용성 해석기술 및 검토에 대해 기술 연계하여 본 연구로 개발된 궤도/교량 상호작용 완화 궤도시스템 기술 적합성 검토 및 성능검증에 활용
포스트텐션 콘크리트 포장 공법의 실용화 기술개발 및 현장검증에 관한 연구 (2009.11.~2010.5.)	▪ 도로 포장에 대한 연구 개발로 중복성은 없으며, 본 사업 수행과정에서 기존에 개발된 시공과 관련된 내용을 검토하여 활용 가능
교량 상 장대레일 축력저감 및 궤도안정성 향상 연구 (2006.11~2008.8)	▪ 교량 상 장대레일에 대한 해석적 기법 정립, 설계기준 도출로서 궤도구조에 집중된 연구개발로 중복성은 존재하지 않으며, 궤도 해석 및 축력저감 기술에 연계가 가능
건설공사 적정 공사비 산정 및 관리시스템 구축 연구 (2006~ 2011)	▪ 도로 및 건축을 대상으로 수행되었으며, 철도 시설물에 대한 연구는 제외되었음 ▪ 이에 본 사업 추진과정에서 기존 사업에 적용된 방법론의 활용성 검토 필요
고속선 증속을 고려한 설계기준 및 성능평가 핵심연구	▪ 기존 사업은 측정을 통한 데이터 확보 중심으로 본 사업과 중복성이 존재하지 않으며, 검측시스템의 활용방안 검토 시 연계 활용 검토 가능

2. 기술개발 계획의 우수성

- ‘철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업’은 철도 건설비 저감 및 철도 설계·시공 효율성 제고를 위한 기반기술의 개발을 지원
- 대표적인 시스템엔지니어링산업인 철도산업의 비용 절감을 위해서는 차량, 철도교량, 궤도, 노반, 전철·전력, 신호·통신, 환경 등 요소기술별 국내·외 기술수준 분석을 통해 적합한 인프라 요구수준 제시가 필요
 - 철도 분야의 적합한 요구수준이라 함은 개별 요소간의 인터페이스를 고려한 설계기준이나 설치지침을 의미
- 또한 기준 측면에서 고효율 저비용 철도인프라를 달성하기 위해서는 철도 인프라의 설계 기법에 현재 우리나라에서 적용되고 있는 기존 설계에서 탈피하여 신뢰성을 고려한 설계법의 도입이 필요
 - 외국의 경우 1990년대 이후 미국, 유럽, 일본 등에서 신뢰도 기반 설계법을 도입하여 적용하고 있는 추세
 - 특히 일본의 경우 철도교량 설계에 있어 신뢰도 기반 설계법인 한계상태 설계법을 1980년대부터 본격적으로 적용한 후, 2000년대 들어 성능중심 설계기법을 도입
 - 유럽에서는 확률론적 설계법을 미국에서는 하중저항계수(LRFD)설계법등 신뢰성 기반 설계법을 도입

표 6.13 사양설계와 성능중심 설계 장단점 비교

구분	장점	단점
사양 설계	▪ 설계 용이 ▪ 발주자가 빠르고 쉽게 결과물에 대한 검토 수행 ▪ 법률적인 판단용이	▪ 신기술, 신공법 반영 곤란 ▪ 설계자의 기술개발 한계 ▪ 최적 공사비 설계 곤란 ▪ 국제시장 장벽으로 작용하여 문제 발생 소지 존재
성능 중심 설계	▪ 요구 성능과 결합 가능한 설계를 통한 설계기술력향상 ▪ 조속한 신기술의 적용가능 ▪ 최적설계 및 생애주기 비용 절감 ▪ 국제건설시장의 흐름에 맞는 기준	▪ 설계자의 위험부담 증가 ▪ 설계에 대한 상세한 실험 및 검토 등 전문적인 접근 필요 ▪ 설계에 소요되는 시간증가 ▪ 법률적 판단 복잡

- 이에 우리나라도 신뢰도 및 성능에 기반한 선진 설계기법을 도입하여 합리적이고 경제적인 구조물 설계 기준 마련이 필요하며, 철도인프라 성능 및 건설비 최적화 기반기술 개발 사업은 국내 철도건설비 절감요소 도출하고 이를 위한 기술개발사업을 기획
- 그 결과, 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발 사업은 글로벌 수준의 철도인프라 기술경쟁력 확보를 위한 핵심 사업임
- 고효율 저비용 철도 인프라의 건설비 절감 가능
 - 현행 철도 제반기준 및 건설기술에 대하여 이론적·공학적 분석을 수행하고 합리적인 철도 제반기준 및 설계·시공 기술을 마련하여 경제적인 철도건설 필요
 - 철도인프라 기반시설 제반기준 재정립 및 설계·시공비용 절감을 통해 정부의 교통 SCO 분야 예산지출 절감에 기여
- 주요 철도선진국과 경쟁할 수 있는 철도인프라 기술 확보 가능
 - 기존 기술대비 투자 합리성 및 신뢰성이 확보된 기술개발을 통해 주요 철도선진국과 경쟁할 수 있는 철도인프라 관련 핵심기술 확보에 기여
 - 국가 예산을 절감하고 해외 철도사업 수주 견인차 역할을 함과 동시에 신성장 동력으로 활용
- 철도인프라 제반 기준 재정립을 통한 기술 경쟁력 제고에 기여
 - 철도시설의 신뢰성 확보를 위한 철도기술향상과 제반기준의 체계적 정립 필요
 - 선형, 노반, 교량, 터널, 방재, 안전설비 등 6개 시설물 분야의 구조 및 설계 기준 재정립에 기여

제3절 경제적 타당성

1. 사업의 경제성 분석

가. 경제성 분석 개요

- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업의 경제성 분석을 위하여 본 사업을 통해 발생할 수 있는 직접적인 편익을 산출하여 투입비용 대비 발생 편익의 경제적 가치를 비교
 - 직접 편익이란 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업의 성과로 발생하는 경제적 혜택으로 연구개발의 성과의 사업화를 통해 발생하는 매출 또는 비용 절감효과 등을 의미
- 본 사업의 경우 사업 목적 자체가 ‘철도인프라 건설비 저감’을 목표로 하고 있기 때문에 동 사업을 통해 개발된 한국형 철도 설계기준 및 시공기술의 현장 적용을 통한 철도인프라 건설비 저감 효과를 편익으로 산정

나. 경제성 분석 방법론

- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업의 경제성을 ‘사업내용 분석’, ‘편익 항목 도출’, ‘편익의 경제적 가치 분석 방법론 정립’, ‘편익 분석’의 4단계를 통해 실시
- 1단계 : 사업내용 분석
 - 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업의 목표 및 연구내용을 분석하여 본 사업의 성과활용 가능 분야 및 방법 등을 검토
- 2단계 : 비용 및 편익 항목 도출
 - 1단계 ‘사업내용 분석’ 결과를 토대로, 동 사업에 소요되는 비용과 동 사업의 성과활용을 통해 발생할 수 있는 직·간접 편익 항목을 도출

□ 3단계 : 비용·편익의 경제적 가치 분석 방법론 정립

- 2단계에서 도출된 비용·편익항목에 대하여 경제적 가치 환산 가능 여부를 판단하고, 경제적 가치 환산이 가능한 비용·편익 항목에 대하여 환산 방법론을 정립

□ 4단계 : 비용·편익 분석

- 경제적 가치 환산이 가능한 비용·편익 항목에 대하여 경제적 가치 분석을 실시

다. 경제성 분석

(1) 사업내용 분석

- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발 사업은 국가 철도정책에 따른 건설비 절감을 위해 철도인프라 분야별로 기준 개선 및 설계·시공기술의 개발을 지원

- 이를 위하여 철도인프라 건설 관련 기준 측면에서 비용절감을 위한 개선 방안 연구 수행

- 궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계기준 개선
- 토공구간 노반개량 기준 재정립을 통한 토공 비용절감

- 또한 철도인프라(궤도/노반/정거장/차량기지/전력/통신/신호 등) 설계·시공 분야 비용절감을 위한 요소기술 개발 지원

- 포스트텐션 프리스트레스 콘크리트 궤도 공법 개발
- 3권선 변압기 개발을 통한 변전소 AT 생략 기술

- 이상의 사업내용을 토대로 '철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업'의 1차적인 목표로 '철도 건설 비용절감'으로 정의

- 대부분의 연구개발 내용이 기존 철도인프라 설계·시공 분야의 최적화 및 개량을 통한 비용절감으로 직접적인 매출 발생 보다는 기존 기술대비 비용절감에 집중

표 6.14 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업 사업구조 및 과제구성

세부과제	분야	공동과제
철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화	궤도	신뢰도 기반 설계법 도입을 위한 철도교량 신뢰성 데이터 구축 및 콘크리트 궤도 설계법 개발
		궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계기준 개선
	노반	철도 토공 노반 설계기준 선진화 연구
	정거장	철도 정거장 최적화를 위한 건설기준 합리화 방안 연구
	차량기지	차량기지 건설 선진화 요소 개발
고효율 신개념 시공기술 개발	궤도	궤도/교량 상호작용 완화 궤도구조 개발
		포스트텐션 프리스트레스 콘크리트 궤도 공법 개발
		분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도공법 개발
	노반	연약지반 구간 철도노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발
	전력	3권선 주변압기 및 탭형몰드형 단권변압기 개발
	통신	제어설비 단순화를 위한 통신제어 접속함 개발
	신호	철도 신호분야의 집중 감시설비 개발

(2) 비용 및 편익항목 도출

- 동 사업의 비용으로 연구개발에 소요되는 사업예산을 비용으로 도출
- 또한 동 사업의 대표적 편익으로는 ‘사업내용 분석’ 결과를 토대로 정부의 ‘철도분야 SOC 투자비(건설비) 절감효과’를 도출
 - 국내외 철도 분야 설계·시공 기준을 검토하여 이론적 배경과 설계의 타당성을 확보하여 보다 합리적인 기준을 제시
 - 이를 통해 철도 설계·시공기술의 표준화와 지침 정립을 통해 기초 설계 시 물량 낭비요소를 최소화하는 것으로 철도 건설비를 절감하여 정부의 SOC 투자비용을 절감

(3) 비용·편익의 경제적 가치 분석 방법론 정립

- 도출된 동 사업의 비용인 ‘사업예산’은 화폐가치로 산출이 가능하기 때문에 별도의 분석 없이 동 사업의 소요예산을 그대로 활용
- 반면 편익 항목인 ‘철도분야 SOC 투자비용 절감효과’는 동 사업의 무형의 연구개발 성과를 경제적 가치로 정량화하기 위하여 필요한 분석 방법론을 도출
 - ‘철도분야 SOC 투자비용 절감효과’는 정부의 철도분야 SOC 투자비용 규모, 동 사업을 통한 철도 분야 SOC 투자비용 절감율, R&D 기여율, 제도 및 기준 반영 성공률, 사업 기여도 등을 고려하여 분석
 - 정부의 ‘철도분야 SOC 투자비용 규모’는 국토해양부가 발표한 ‘제2차 국가철도망 구축계획’을 토대로 추정
 - ‘동 사업을 통한 철도 분야 SOC 투자비용 절감율’은 동 사업의 세부기술들이 개발되어 적용되었을 경우의 분야별 비용 절감율을 산정하고, 전체 철도인프라 건설 비중 분야별 비중을 고려한 가중평균을 통해 전체 비용의 절감율을 산출
 - R&D 기여율은 전체 비용 절감효과 중 R&D의 기여 분을 도출하기 위한 변수로 본 사업의 성과 활용을 통해 국가 철도분야 SOC 투자비용이 절감된 것은 R&D 뿐만이 아닌 제도 개선 및 기준 개정 등 다양한 요소가 복합적으로 작용한 결과이기 때문에 이중 R&D를 통한 성과만을 산출하기 위해 적용

- 제도 및 기준 반영 성공률은 본 사업이 편익을 발생시키기 위해서는 본 사업의 연구결과를 토대로 새로운 철도 설계기준 및 시공법이 표준화되어 제도화되어야 하기 때문에 본 사업의 성과가 정책에 반영될 수 있는 가능성을 고려하기 위하여 적용

(4) 비용·편익 분석

(가) 비용 분석

- ☐ 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업의 비용 분석은 동 사업에 투입된 연구개발 예산을 토대로 분석
- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발 사업은 향후 4년간 총 190억 (민간포함 총221억)원의 예산을 투입할 예정
 - 1차년도 24억원 규모로 시작하여 2차년도 63.9억원, 3차년도 63.5억원으로 증가하며, 이후 투자규모가 감소하여 마지막 4차년도 38.6억원을 투입

표 6.15 소요예산(안)

(단위 : 억원, %)

구분	2013년	2014년	2015년	2016년	합계
소요예산	24	63.9	63.5	38.6	190
비중	13%	34%	33%	20%	100%

(나) 편익 분석

- ☐ 편익 분석에 앞서 미래 철도 분야 SOC 투자 규모를 예측
- 미래 철도 분야 SOC 투자 규모 예측은 국토해양부의 '제2차 국가철도망 구축계획 (2011 ~ 2020)'을 토대로 예측

[참고] '제2차 국가철도망 구축계획(2011-2020)' 개요

□ 계획의 목적

- 철도투자를 효율적·체계적으로 수행하기 위하여 중장기(10년 단위) 국가철도망구축계획을 수립

□ 계획의 성격

- 「철도건설법」 제4조의 규정에 의한 법정계획
- 국가기간교통망 계획, 교통시설투자계획 및 대도시권광역교통계획과 연계 계획
- 계획 수립일로부터 5년마다 타당성을 검토하여 변경 가능

□ 계획의 주요 내용

- 철도의 중장기 건설계획
- 다른 교통수단과의 연계교통체계 구축
- 소요재원의 조달방안
- 환경 친화적인 철도 건설방안

- 국토해양부의 '제2차 국가철도망 구축계획(2011-2020)'에 따르면 2016년부터 2020년까지 국가 철도망 구축과 관련하여 총연장 1,697km에 48.2조원이 투입될 예정

- 2016년 이후 신규 사업으로 일반철도 연장 9개 사업에 13.4조원(615km 연장)과 20개 추가검토대상 사업을 통해 34.9조원(1,837km 연장)을 투자 예정

- 이 중 28.2조원은 2016~2020년 사이에 투자되며, 나머지 20조원은 2021년 이후 투자 예정

- 2016~2020년 총 투자 규모 45.1조원 중 신규 건설에 투자되는 비용은 28.2조원으로 전체 철도 분야 SOC 투자규모 중 신규 건설비 비중은 62.6% 수준

[참고] 2016년 이후 국가 철도 분야 신규 건설 계획

□ 일반철도 신규 사업계획 : 9개 사업, 614.9km

○ '16 ~ '20년 착수사업 : 김천~진주&진주~거제(186.3km), 논산~청주공항(106.9km), 조치원~봉양(115.0km), 광주송정~순천(113.0km), 능곡~의정부(35.9km), 합덕~아산 산단(32.6km), 마산~마산 신항(14.2km), 사곡~구미 산단(11.0km) 등

<일반철도 신규 건설 사업('16~'20)>

노선명	사업구간	사업내용	연장 (km)	총사업비 (억원)
남부내륙선	김천 ~ 진주 진주 ~ 거제	복선전철 단선전철	186.3	67,907
충청권 철도	논산 ~ 청주공항	2복선전철화	106.9	11,708
충북선	조치원 ~ 봉양	고속화	115.0	1,474
교외선	능곡 ~ 의정부	단선전철	35.9	8,886
경전선	광주송정 ~ 순천	단선전철	113.0	29,515
마산신항 인입철도	마산 ~ 마산신항	단선철도	14.2	3,106
구미산단 인입철도	사곡 ~ 구미산단	단선철도	11.0	4,061
아산산단 인입철도	합덕 ~ 아산산단	단선철도	32.6	7,058
합계			614.9	133,715

□ 추가 검토대상 사업 : 20개 사업, 1,081.8km

○ '16 ~ '20년 착수사업 : 대구~광주(191.6km), 포항~동해(173.8km), 강릉~제진(110.2km), 김천~전주(108.1km), 인주~안흥(78.3km), 평택~부발(58.7km) 등

<추가 검토대상 사업('16~'20)>

노선명	사업구간	사업내용	연장 (km)	총사업비 (억원)
경부고속선	평택 ~ 오송	2복선전철화	47.5	30,604
용문-춘천선	용문 ~ 춘천	복선전철	49.0	16,633
동해선	강릉 ~ 제진	단선전철	110.2	27,675
문경선	문경 ~ 점촌	단선전철	17.4	1,393
평택-부발선	평택 ~ 부발	복선전철	58.7	19,321
새만금-대야선	새만금 ~ 대야	복선전철	45.4	11,183
동해선	동해 ~ 강릉	복선전철화	49.2	15,493
동해선	포항 ~ 동해	복선전철화	173.8	33,051
신분당선	호매실 ~ 향남	복선전철	17.3	12,704
의정부-철원선	의정부 ~ 철원(포천)	복선전철	54.2	26,571
경원선	용산 ~ 청량리	2복선전철	12.7	8,486
김천-전주선	김천 ~ 전주	복선전철	108.1	27,541
서해산업선	인주 ~ 안흥	단선전철	78.3	20,567
대구-광주선	대구 ~ 광주	단선전철	191.6	48,987
수도권고속선	수색 ~ 서울 ~ 시흥	복선전철	31.3	18,211
제2공항철도	인천공항 ~ 인천	복선전철	14.1	20,805
대산항 인입철도	당진 ~ 대산항	단선철도	18.5	7,572
인천남외항 인입철도	시흥차량기지 내	단선철도	1.5	536
녹산산단 인입철도	녹산역 구내	단선철도	1.5	560
반월산단 인입철도	안산역 구내	단선철도	1.5	635
합계			1,081.8	348,528

- 2016년부터 2020년까지 철도분야 SOC 투자비용 45.1조원을 2006~2010년 국가 철도 분야 SOC 투자규모 CAGR을 적용하여 연도별 투자비용을 추정
 - 2006~2010년 국가 철도분야 SOC 투자규모는 총 20.1조원, 이 중 2006년 투자 규모는 3.3조원, 2010년 투자 규모는 4.2조원으로 동기간 동안의 CAGR은 6.3%
 - 2016~2020년 사이에도 이와 동일한 CAGR이 적용될 것으로 가정하여 동기간의 철도분야 SOC 총 투자비용 45.1조원을 연차별로 배분

표 6.16 국가 철도분야 SOC 투자규모 예측(2016~2020)

(단위 : 억원, %)

구분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	합계
투자전망	79,573	84,586	89,915	95,580	101,601	451,256
투자비중	17.6%	18.7%	19.9%	21.2%	22.5%	100.0%

- 추가적으로 2011~2020년 기간 동안의 국가 철도분야 SOC 투자 추이를 토대로 2021~2025년간의 국가 철도분야 SOC 투자규모를 추정
 - 2011년 이후 중기 철도분야 SOC 투자규모는 5년 단위로 4.9%씩 증가

표 6.17 국가 철도분야 SOC 투자 추이

(단위 : 억원, %)

구분	2011~2015년	2016~2020년	증가율
투자규모	429,973	451,256	4.9%

- 이를 토대로 2021~2025년간의 철도 분야 SOC 투자 규모를 47.4조원으로 추정하고 이를 토대로 동기간 동안의 연도별 투자규모를 다음과 같이 추정

표 6.18 국가 철도분야 SOC 투자규모 예측(2021~2025)

(단위 : 억원, %)

구분	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	합계
투자전망	83,512	88,773	94,366	100,311	106,631	477,592
투자비중	17.6%	18.7%	19.9%	21.2%	22.5%	100.0%

- 2016~2025년 기간 동안의 철도 분야 SOC 투자비 92.5조원 중 신규 건설 투자비는 57.9조원으로 추정
- 앞서 추정된 동 기간 동안의 철도 분야 SOC 투자비 전체 추정액에 2016~2020년의 철도 분야 SOC 총 투자비 중 신규 건설 투자비 비중 62.6%를 적용하여 전체 철도 분야 SOC 투자비 중에 신규 건설 투자비를 추정

표 6.19 국가 철도분야 SOC 신규 건설 투자규모 예측(2016~2025)

(단위 : 억원)

구분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
투자 규모	49,813	52,951	56,287	59,833	63,602
구분	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
투자규모	52,278	55,572	59,073	62,795	66,751

- 철도 건설비 구성 내역과 동 사업의 상세기획 내용 및 분야별 절감목표를 토대로 철도 분야 SOC 투자비용 절감율을 추정하여 적용
- 한국철도관리공단의 기존 철도 건설비 실적 DB를 토대로 분야별 건설비 비중을 산출
 - 한국철도관리공단의 2009년 철도 건설비 실적 DB를 토대로 '덕소~원주 복선전철화 사업'외 25개 사업의 철도 건설비 투입 실적을 분석
 - 총 철도 건설비 중 노반 분야가 전체 사업비의 59.0%를 차지하며 가장 큰 비중을 차지, 그 다음으로는 보상비가 총 사업비의 10.6%를 차지

표 6.20 국내 철도 건설비 구성 내역

(단위 : 억원, %)

구분	합계	노반	궤도	건물	전력	전차선	신호	통신	차량기지	보상비	부대비
금액	344,241	203,105	16,077	19,716	19,271	257	10,982	8,497	12,818	36,364	17,154
비중	100%	59.0%	4.7%	5.7%	5.6%	0.1%	3.2%	2.5%	3.7%	10.6%	5.0%

○ 동 사업의 연구개발 목표 및 내용을 토대로 분야별 건설비 절감율 3.3%을 추정

- 동 사업의 분야별 철도인프라 건설비 절감 목표는 세부과제별 개발목표를 토대로 다음과 같이 설정

표 6.21 철도 건설비 절감율 목표 (전체공사비 기준)

(단위 : %)

구분	노반 (토공,터널,교량)	궤도	신호/통신	전력	차량기지	정거장
비중	1%	1.4%	0.1%	0.1%	0.1%	0.6%

- 철도 총 건설비 대비 분야별 비중과 분야별 절감율 목표를 토대로 철도 건설비 절감율을 산출한 결과, 전체 건설비의 3.3%감이 가능한 것으로 분석

□ R&D기여율은 KISTEP이 예비타당성분석에서 활용하는 28.1%⁸⁾을 동일하게 적용

○ R&D기여율은 R&D 투자가 직접적으로 경제적 편익 발생에 기여한 기여도를 의미하나 이에 대한 정확한 산출이 불가능하기 때문에 본 분석에서는 기존 관련 분야 선행연구를 바탕으로 연구개발의 경제성장 기여도 28.1%를 적용

□ 기준개선 성공률은 철도 분야의 설계 기준 및 제도 개선 사례가 존재하지 않아 타분야 유사 사례를 토대로 30%로 가정

○ 기준개선 성공률은 과거 철도인프라 분야에서 연구개발을 통해 산출된 성과가 국내 철도인프라 분야 설계 기준 및 시공법 개선에 반영된 사례분석을 통해 산출 가능

○ 하지만 철도인프라 분야의 기준개선 사례 분석을 통한 실제 성공률 산출이 불가능하여 타 산업에서의 연구개발 성과의 정책 및 제도 제·개정 반영률로 대체하여 적용

○ 본 분석에서는 환경부의 대표적인 연구개발사업인 '차세대 핵심환경기술개발사업'에서 환경 분야 연구개발 성과를 통한 환경 분야 규제 및 제도 개선에 반영된 성공률 30%를 동일하게 적용

□ 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업의 편익 분석 결과, 동 사업을 통해 2016년부터 2025년까지 10년간 총 3,075억원의 철도인프라 분야 SOC 투자비 절감효과가 발생하는 것으로 추정

○ 동 기간(2016~2025년) 동안의 철도 분야 SOC 투자비는 총 92.5조원 규모로 예상되며,

8) 신태영, 연구개발투자의 경제성장에 대한 기여도, STEPI, 2004

이 중 신규 철도건설 분야의 투자규모는 57.9조원 규모로 추정

- 신규 철도건설 분야 총 투자 규모 중 동 사업을 통해 제·개정된 설계 기준 및 시공법 적용으로 총 3.6조원을 절감할 수 있을 것으로 분석
- 신규 철도건설의 SOC 투자비 절감액 2조원 중 순수한 R&D 기여율과 동 사업성과의 기준 및 제도 개선 성공률을 고려한 순수한 기여효과는 3,075억원 규모로 추정

표 6.22 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업의 편익 분석 결과
(단위 : 억원, %)

연도	철도SOC 투자전망	신규건설 투자비중	신규 건설투자	건설비 절감율	절감효과	R&D 기여율	R&D기여 효과	기준개선 성공률	기준개선 효과
2016	79,573	62.6%	49,813	3.3%	1,644	28.1%	462	30%	139
2017	84,586		52,951		1,747		491		147
2018	89,915		56,287		1,857		522		157
2019	95,580		59,833		1,974		555		166
2020	101,601		63,602		2,099		590		177
2021	83,512		52,278		1,725		485		145
2022	88,773		55,572		1,834		515		155
2023	94,366		59,073		1,949		548		164
2024	100,311		62,795		2,072		582		175
2025	106,631		66,751		2,203		619		186
합계	924,848		578,955		19,106		5,369		1,611

라. 경제성 분석 결과

- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업의 경제성 분석에 필요한 분석기간 및 할인율에 대한 기본적 가정은 아래와 같이 정의
- 비용/편익 분석기간은 비용 분석기간은 동 사업의 수행기간으로 정의하고, 편익 분석기간은 2016년부터 10년간으로 가정
 - 편익 분석기간은 사업 착수 후, 1차년도 성과가 부분적으로 국내 철도 설계 기준 및 시공기술에 반영되는 시점을 고려하여 2016년부터 점진적으로 발생하는 것으로 가정
- 본 분석에서의 할인율 또한 국가 연구 개발 사업 예비 타당성 분석 시 적용하는 할인율 5.5%를 동일하게 사용
 - 경제성 분석의 대상이 되는 비용과 편익은 동일 시점에서만 발생하는 것이 아니라 경제성 분석의 분석기간 동안 계속 발생하고 이러한 비용과 편익의 가치는 할인율과 발생시점에 따라 변동
 - 따라서 서로 다른 시점에서 발생하는 비용과 편익의 가치를 화폐의 시간적 가치를 고려하여 동일시점의 가치로 환산한 후 이들의 크기를 비교하여야만 각 대안의 정확한 경제성 평가가 가능
 - 할인율 책정은 투입비용의 기회비용이 되는 이자율에 위험이율(risk-premium)을 더하여 산정하는 것이 원칙이지만, 본 분석에서는 국가연구개발사업의 특성상 국가 연구 개발 사업 예비타당성분석에 적용되는 할인율 5.5%를 그대로 적용

[참고] 현재가치 계산 방법

$$PV = \sum_{i=1}^n (X_i \times (1+r)^{2012-y})$$

PV = 현재가치

X_i = 발생 비용 또는 혜택

r = 할인율

y = X_i 발생년도

- 앞서 분석한 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업의 비용과 편익을 5.5% 할인율을 적용하여 2012년 현재가치로 전환
- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업의 전체 사업비 190억원(정부를 2012년 현재가치로 환산하면 165.4억원

표 6.23 비용의 현재가치

(단위 : 억원, %)

구분	2013년	2014년	2015년	2016년	합계
예산	24	63.9	63.5	38.6	190
할인율	5.5%				
현재가치	22.7	57.4	54.1	31.2	165.4

- 발생 편익을 2012년 현재 시점으로 환산한 현재가치는 총 1,025억원 규모로 산출

표 6.24 편익의 현재가치

(단위 : 억원, %)

구분	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
철도 SOC 투자 절감편익	139	147	157	166	177
할인율	5.5%				
현재가치	112	113	114	114	115
구분	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
철도 SOC 투자 절감편익	145	155	164	175	186
할인율	5.5%				
현재가치	90	91	91	92	93

- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업 투입예산과 동 사업의 철도 인프라 분야 SOC 절감편익을 고려한 본 사업의 B/C ratio는 6.2로 경제성이 있음
- 동 사업을 통한 '철도인프라 분야 SOC 절감편익'을 2012년 현재 시점으로 환산한 현재가치는 총 1,025억원 규모로 산출

- 동 사업에 투입된 총 사업비 190억원을 2012년 현재 시점으로 환산한 현재가치는 총 165.4억원 규모로 산출
- 현재가치로 환산된 동 사업의 비용과 편익에 근거한 동 사업의 B/C ratio는 6.2

표 6.25 B/C ratio 분석 결과

(단위 : 억원)

구분	편익의 현재가치	비용의 현재가치	B/C ratio
경제성 분석 결과	1,025	165.4	6.2

제4절 타당성 분석 결과 요약

- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업은 정책적, 기술적, 경제적 측면 모두에서 사업추진의 타당성이 높은 것으로 분석됨

1. 정책적 타당성 분석 결과 요약

가. 국가 전략적 중요성

- 현 정부는 저탄소 녹색성장 선언에 따른 국가 교통정책 패러다임 변화에 따라 저탄소 녹색교통 실현을 위하여 교통부문에서 철도의 수송 분담률 제고를 위한 교통정책 수립 추진
- 이러한 녹색교통 추진전략에 따라 국내 철도망을 대폭적으로 확대하여 2007년 8% 수준인 철도의 수송 분담률 목표를 2013년 15%, 2020년 20%로 설정
- 철도의 수송 분담률 제고를 위하여 철도인프라에 대한 투자가 확대될 전망이며, 실제로 전체 교통 분야 SOC 투자 중 철도비율을 현재 29%에서 2020년 50%까지 확대 예정
- 이러한 상황에서 확대된 철도인프라 분야의 SOC 투자를 효율적으로 집행하기 위하여 투자 확대에 동시에 사업비 절감을 위한 새로운 설계기준 마련 추진 필요하기 때문에 현시점에서 동 사업은 현 정부의 녹색성장 전략 및 하위 교통정책과의 부합성이 매우 높음

나. 상위계획과의 부합성

- 동 사업과 현 정부의 성장전략 및 교통 분야 주요 정책과의 부합성을 분석한 결과, 정책적으로 동 사업의 지원 필요성이 매우 높은 것으로 분석
- 현 정부의 '녹색성장 국가전략 및 5개년 계획'의 '철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업'은 '녹색성장 국가전략 및 5개년 계획'의 10대 정책방향 중 6개 정책방향에 밀접하게 부합

- 국토해양부와 지식경제부가 공동으로 수립한 ‘녹색교통 추진전략’의 5대 추진과제 중 ‘교통수요 관리정책 강화’, ‘승용차보다 빠르고 편리한 대중교통 구현’, ‘철도·연안 해운 위주의 녹색물류체계 구축’ 등 3개 추진과제에 부합
- ‘국가기간교통망계획 제2차 수정계획’이 목표하고 있는 21세기 글로벌 교통물류 강국 도약을 위한 교통기반시설 확충, 국가경쟁력 강화를 위한 교통물류활동으로 사회·경제적 비용의 감축, 미래사회 대비 지속가능한 녹색성장 구현을 위하여 본 사업 추진 필요
- ‘제3차 중기교통시설 투자계획’ 중 철도 분야 전략인 ‘철도의 고속화를 통한 속도경쟁력 강화를 위해, 경부, 호남, 수도권 고속철도는 고속 주간선망 적기 완공하고, 일반철도 고속화’ 달성을 위하여 동 사업의 추진이 필요
- ‘제2차 국가철도망 구축계획’상의 ‘제2차 국가철도망 구축계획’은 국내 철도연장의 확충 및 고속화 추진과 관련하여 본 사업을 통해 이의 조기 실현 및 소요예산 절감이 가능

2. 기술적 타당성 분석 결과 요약

가. 기존 연구개발과의 중복성

- ‘철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업’은 ‘미래철도기술개발사업’과 목표 및 연구내용 면에서 분명한 차별성이 존재
- ‘철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업’은 철도 건설비 저감을 위하여 기존 철도인프라 건설 관련 제도 및 설계 기준 개선, 고성능 시공기술 개발을 지원
- 반면, 미래철도기술개발사업은 미래철도기술개발 및 기존 철도의 안정성, 친환경성 제고를 위한 기술개발을 지원
- ‘철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업’은 ‘미래철도 기반기술개발사업’과 사업 목표 및 기술개발 내용에서 차별성을 보유
- ‘철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업’은 철도 건설비 저감 및 철도 설계·시공 효율성 제고를 위한 기반기술의 개발을 지원

- 반면, '미래철도 기반기술개발사업'은 철도시스템에 대한 신재생 에너지 응용기술과 미래철도의 운영 효율성 제고를 위한 핵심기술 개발을 지원
- '철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업'은 '철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반연구'와 달리 중장기적인 철도 인프라 건설비 저감을 위한 중장기적인 기술개발을 지원한다는 측면에서 차별성이 존재
- '철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반연구'는 철도 투자의 합리성을 제고하고 철도건설의 경쟁력을 확보하기 위해 선형·궤도, 노반, 교량, 터널, 방재 등의 5개 분야에 대한 기준 및 기술개선 연구를 지원
- 해당과제에서는 단기적인 연구 수행을 통해서 기준개정을 시도하고 있으며 중장기적인 연구요소는 배제하였음
- 또한 단위 기준에 대한 개정을 목표로 진행되므로 철도설계기준 전반에 대한 융합적인 선진화에는 한계가 있으며 시공요소에 대한 고려가 제한적임

3. 경제적 타당성 분석 결과 요약

- 철도인프라 성능 및 건설비 최적화를 위한 기반기술 개발사업 투입예산과 동 사업의 철도 인프라 분야 SOC 절감편익을 고려한 본 사업의 B/C ratio는 6.2로 경제성이 있음
- 동 사업을 통한 '철도인프라 분야 SOC 절감편익'을 2012년 현재 시점으로 환산한 현재가치는 총 1,025억원 규모로 산출
- 동 사업에 투입된 총 사업비 190억원을 2012년 현재 시점으로 환산한 현재가치는 총 165.4억원 규모로 산출
- 현재가치로 환산된 동 사업의 비용과 편익에 근거한 동 사업의 B/C ratio는 6.2

표 6.26 B/C ratio 분석 결과

(단위 : 억원)

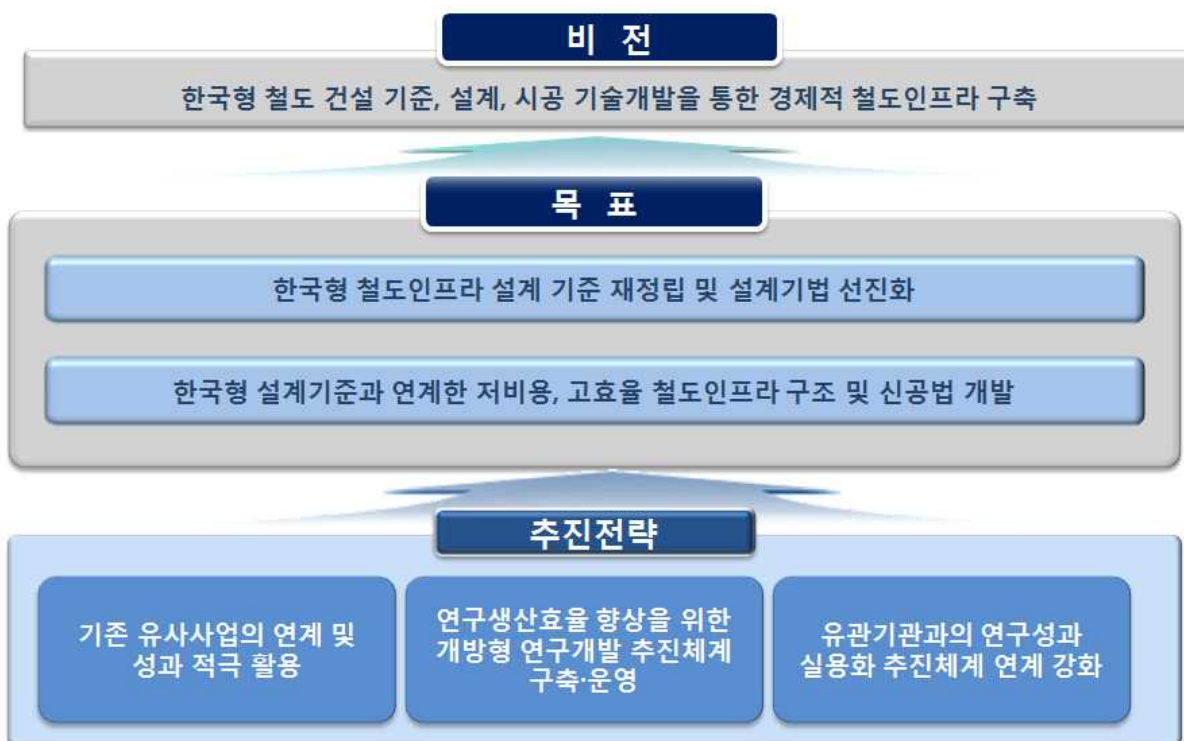
구분	편익의 현재가치	비용의 현재가치	B/C ratio
경제성 분석 결과	1,025	165.4	6.2

제7장 결 론

제7장 결론

제1절 결론

- 정부의 철도분야 투자확대를 위해서는 투자효율성을 높여야 하며 이를 위해서는 국내 철도 제반 기준에 대한 합리화 및 시공기술의 기술력 향상이 필요한 시점이다. 이러한 요구사항을 만족시키고자 본 과제를 기획하였다



- 본 사업의 핵심목표와 세부 연구개발 내용을 토대로 ‘한국형 철도 건설 기준, 설계, 시공 기술 개발을 통한 경제적 철도인프라 구축’을 비전으로 설정하였으며 본 사업의 핵심 목표는 한국형 철도인프라 설계기준 재정립, 저비용·고효율을 구조 및 공법 개발로 구성하였다.
- 이상의 목표는 달성을 위하여 전체 11개의 과제(총괄과제 제외)가 도출되었으며 각 분야별 도출과제의 현황은 다음과 같다.

-
- 설계분야의 경우에는 철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화를 목표로 궤도, 노반, 정거장, 차량기지 분야에 대한 연구내용이 도출되었다. 설계분야에 대한 과제수는 총 5개이며 요구되는 연구비는 80.5억원 수준이다. 해당과제는 기존개정이 주목적이므로 정부출연금으로 진행되는 것이 타당할 것으로 판단된다.
 - 고효율 신개념의 시공기술과 관련해서는 총 7개의 과제가 도출되었으며 요구되는 예산은 정부출연금 109.5억원, 민간 31억원으로 총 140.5억원이 예상된다. 도출된 내용으로는 궤도/교량 상호작용 완화궤도 구조, 프리캐스트 콘크리트 궤도 공법, 연약지반 침하억제를 위한 다목적 보강공법 등의 내용이 도출되었다.
 - 이상 도출된 연구내용이 성공적으로 수행될 경우 2016년에서 2020년까지의 철도건설에 있어 3,075억원의 건설비 저감이 가능하며 이러한 절감액의 도출은 각 분야별 평균 절감목표를 기준으로 산정되었다. 각 분야별 목표는 전체공사비 기준으로 노반 1%, 궤도 1.4%, 신호 0.1%, 전력 0.1%, 차량기지 0.1%, 정거장 0.6% 수준이다. 이상의 목표치는 LCC를 고려한 비용이며 최종적으로 투입대비 B/C 분석결과 6.2 수준으로 도출되었다. 도출된 과제의 제목 및 년차별 연구비 편성은 다음 표와 같다.

분야	세부분야	연구과제	1차년		2차년		3차년		4차년		5차년		합계		총계	
			정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간		
			24.0	3.55	46.63	7.88	46.04	7.49	38.87	6.48	34.45	5.60	190.0	31.0		
설계	1. 철도인프라 비용/성능 최적화를 위한 설계기준 선진화		12.50		18.50		19.60		15.65		14.25		80.50		80.50	
	총괄	1	총괄 및 인터페이스 기술 개발	0.90		1.00		1.00		1.00		1.15		5.05	5.05	
	궤도	2	신뢰도 기반 설계법 도입을 위한 철도교량 신뢰성 데이터 구축 및 콘크리트 궤도 설계법 개발	3.50		5.00		5.00		5.00		5.10		23.60	23.60	
		3	궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계기준 개선	2.50		3.30		3.30		3.00		3.00		15.10	15.10	
	노반	4	철도 토공 노반 설계기준 선진화 연구	3.60		5.00		6.00		5.50		5.00		25.10	25.10	
	정거장	5	철도 정거장 최적화를 위한 건설기준 합리화 방안 연구	1.30		2.60		3.10						7.00	7.00	
	차량기지	6	차량기지 건설 선진화 요소 개발	0.70		1.60		1.20		1.15				4.65	4.65	
시공	2. 고효율 신개념 시공기술		11.50	3.55	28.13	7.88	26.44	7.49	23.23	6.48	20.20	5.60	109.5	31.0	140.5	
	궤도	1	궤도/교량 상호작용 완화 궤도 구조 개발	2.50	0.60	5.16	1.26	5.17	1.27	5.16	1.26	3.70	0.90	21.70	5.30	27.00
		2	포스트텐션 프리스트레스 콘크리트 궤도 공법 개발	1.50	0.50	2.40	0.80	2.40	0.80	2.40	0.80	2.90	0.90	11.60	3.80	15.40
		3	분기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도공법 개발	1.00	0.30	1.87	0.60	1.87	0.60	1.87	0.60	3.90	1.30	10.50	3.40	13.90
	노반	4	연약지반 구간 철도노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발	3.50	0.90	4.93	1.22	4.93	1.22	4.93	1.22	8.90	2.20	27.20	6.75	33.95
	전력	5	3권선 주변압기 및 탭형 몰드형 단권변압기 개발	0.60	0.15	8.87	2.60	8.87	2.60	8.87	2.60	0.80	0.30	28.00	8.25	36.25
	통신	6	제어설비 단순화를 위한 통신제어 접속함 개발	1.20	0.60	2.60	0.70	1.60	0.50					5.40	1.80	7.20
	신호	7	철도신호분야의 집중감시설비 개발	1.20	0.50	2.30	0.70	1.60	0.50					5.10	1.70	6.80

제2절 도출과제의 과제카드(RFP)

과제번호1-2	신뢰도 기반 설계법 도입을 위한 철도교량 신뢰성 데이터 구축 및 콘크리트 궤도 설계법 개발			
연구개발 목표	■ 사용성 및 내구성 향상을 위한 신뢰성 기반 콘크리트궤도 설계법(토공/터널구간) 개발 ■ 향후 신뢰도기반 설계법 도입을 위한 핵심요소 구축 및 철도인프라에 특화된 신뢰성 데이터 구축			
기술개발 및 산업/시장 동향	동향	1) 신뢰성 기반 콘크리트 궤도설계법 개발 ■ 독일 : Eisenmann-Leykauf 설계법(다층 구조를 갖는 연속 슬래브의 피로한계를 고려한 허용응력 설계법) ■ 일본 : A형 슬래브궤도 설계요령에 따라 철근콘크리트 허용응력설계법 적용 ■ 미국 : 도로 포장설계에서 Mechanistic-Empirical 설계법 개발 적용(1999년) 2) 신뢰성 데이터 구축 ■ 유럽 : *Eurocode에 의한 한계상태설계법에 의한 철도설계 기준 *성능중심설계법에 의한 기준 수립연구 ■ 미국 : Calibration of LRFD 설계법에 의한 교량설계 ■ 한국 : 성능중심설계법 기초 연구단계		
		최고기술보유국	독일, 일본, 미국 등	현재 보유한 기술의 수준 독일 대비 60%
기존기술 활용방안	1) 신뢰성 기반 콘크리트 궤도설계법 개발 ■ 궤도 콘크리트궤도 해석, 설계 및 시험평가 기술의 활용 - 콘크리트궤도 해석 및 성능평가 기술 : “고속철도 콘크리트궤도 유지보수기준정립 연구(2010~2012)”, 한국철도시설공단, 한국철도기술연구원 - 콘크리트궤도 설계 기술 : · “도시철도 선로시스템 표준화 연구(2002-2006) - 공장제작 /현장조립식 콘크리트궤도 개발”, 건설교통부, 한국철도기술연구원 · “고속철도 선로구축물 시스템 안정화 기술 개발(2003-2007)”, 건설교통부, 한국철도기술연구원 2) 신뢰성 데이터 구축 ■ 한국: 교량 해석 및 설계 선진화 연구 ■ 영국: 1998년, GC/RC5510, RISK/Reliability based Design ■ 미국 : * 2011년, Mid-America Transportation Center 철도교량 신뢰성설계 기준 연구(Reliability-Based Bridge Evaluation Criteria for Railway Bridges) * Calibration of LRFD bridge design code ■ 독일 등 유럽 자료수집 활용 ■ 중국 : 2010년, 교량설계에서의 신뢰성 기준 적용연구 및 적용			
기술개발 필요성	1) 신뢰성 기반 콘크리트 궤도설계법 개발 ■ 경제적 측면 - 최적화된 설계 적용으로 콘크리트궤도 건설비 절감 - 사용성 및 내구성 향상을 통한 유지보수 절감 ■ 기술적 측면 - 현재 우리나라는 콘크리트 궤도의 운영 경험이 부족하고, 열차 하중 및 환경 하중(온도 및 습도)에 대한 데이터의 부족 등으로 콘크리트 궤도의 설계는 국외 기준에 의존하고 있으며, 경험적으로 확립된 설계방법을 적용하고 있음 - 하중 및 재료 변동성을 고려한 신뢰성 기반 설계법 확립을 통해 정량적인 파괴확률을			

과제번호1-2	신뢰도 기반 설계법 도입을 위한 철도교량 신뢰성 데이터 구축 및 콘크리트 궤도 설계법 개발																			
	토대로 한 궤도구조 설계 가능 - 철도 고속화 및 고밀도화에 대응하여 선구별, 설계속도별 최적 설계 가능 ■ 사회적 측면 - 콘크리트 궤도의 균열, 파손 등 조기열화로 인한 교통 지연 감소 - 단면 최적화를 통해 시멘트 사용량을 절감함으로써 CO₂ 배출량 감소에 기여 ■ 국산화 요구 사례 - 궤도 설계 시 적용되는 환경 하중과 열차 충격하중 등은 지역적 특성을 반영하여 결정해야 하나 국내에서는 체계적인 데이터의 부족으로 설계기준의 제시가 어려움 2) 신뢰성 데이터 구축 경제적 측면 - 해외설계기준과의 통일성과 국내기술개발로 인한 비용절감 - 고속철도 교량설계기술발전을 통한 경쟁력 확보 - 교량 타입별 신뢰성설계에 대한 원천기술 확보로 인한 기술료 수입 - 교량 안전 팩터의 합리적 적용을 통한 공사비 절감 ■ 기술적 측면 - 관련기술 연구개발 성과물의 활용을 통한 교량설계 기술 고도화 - 맞춤형 설계구성으로 교량의 과설계를 예방하고 장시간화 가능 - 국내 철도 교량 기술 수준 향상 - 향후 기술적 확장성 증대 - 세계 최고수준의 철도 교량설계기술수준 확보(한국 신뢰성 기반 설계기준 제시) ■ 사회적 측면 - 철도교량에 대한 대국민 신뢰 회복. - 안전하고 세계적 수준의 교량 설계기술 확보 ■ 국산화 요구 사례 - 교량형식별 안전 및 경제적 설계의 필요성이 제시가 필요																			
주요연구 개발내용	1) 신뢰성 기반 콘크리트 궤도설계법 개발 <table border="1" data-bbox="327 1283 1348 1827"> <thead> <tr> <th>필요기술</th><th>내용</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">콘크리트궤도 파괴 메커니즘 분석/예측 기술</td><td>콘크리트궤도 파괴 메커니즘 분석 및 한계상태 정의</td></tr> <tr> <td>콘크리트 피로 파괴 모델 정립 (재료 및 부재실험)</td></tr> <tr> <td rowspan="3">궤도 설계하중 모델</td><td>환경 하중 및 열차 하중 장기 모니터링 시스템 개발 및 현장 적용</td></tr> <tr> <td>선구별, 지역별 하중 데이터 분석 및 DB 구축</td></tr> <tr> <td>궤도 설계하중 모델 정립</td></tr> <tr> <td rowspan="2">콘크리트궤도 해석 기술</td><td>환경 하중(온/습도변화) 및 콘크리트 부피 변화에 의한 콘크리트 슬래브 균열예측 해석기법 개발 및 검증</td></tr> <tr> <td>환경 하중 및 열차 하중을 받는 콘크리트궤도의 해석 기법 개발 및 검증</td></tr> <tr> <td rowspan="2">확률론에 근거한 설계법</td><td>하중과 재료 확률모델 및 신뢰성 이론에 기초한 설계절차 및 설계법 정립</td></tr> <tr> <td>개발된 설계법을 적용한 시설계를 통한 타당성 검토</td></tr> </tbody> </table> 2) 신뢰성 데이터 구축 <table border="1" data-bbox="327 1888 1348 1995"> <thead> <tr> <th>필요기술</th><th>내용</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>하중모델 모형개발</td><td>상부구조의 신뢰성 모형 개발</td></tr> </tbody> </table>	필요기술	내용	콘크리트궤도 파괴 메커니즘 분석/예측 기술	콘크리트궤도 파괴 메커니즘 분석 및 한계상태 정의	콘크리트 피로 파괴 모델 정립 (재료 및 부재실험)	궤도 설계하중 모델	환경 하중 및 열차 하중 장기 모니터링 시스템 개발 및 현장 적용	선구별, 지역별 하중 데이터 분석 및 DB 구축	궤도 설계하중 모델 정립	콘크리트궤도 해석 기술	환경 하중(온/습도변화) 및 콘크리트 부피 변화에 의한 콘크리트 슬래브 균열예측 해석기법 개발 및 검증	환경 하중 및 열차 하중을 받는 콘크리트궤도의 해석 기법 개발 및 검증	확률론에 근거한 설계법	하중과 재료 확률모델 및 신뢰성 이론에 기초한 설계절차 및 설계법 정립	개발된 설계법을 적용한 시설계를 통한 타당성 검토	필요기술	내용	하중모델 모형개발	상부구조의 신뢰성 모형 개발
필요기술	내용																			
콘크리트궤도 파괴 메커니즘 분석/예측 기술	콘크리트궤도 파괴 메커니즘 분석 및 한계상태 정의																			
	콘크리트 피로 파괴 모델 정립 (재료 및 부재실험)																			
궤도 설계하중 모델	환경 하중 및 열차 하중 장기 모니터링 시스템 개발 및 현장 적용																			
	선구별, 지역별 하중 데이터 분석 및 DB 구축																			
	궤도 설계하중 모델 정립																			
콘크리트궤도 해석 기술	환경 하중(온/습도변화) 및 콘크리트 부피 변화에 의한 콘크리트 슬래브 균열예측 해석기법 개발 및 검증																			
	환경 하중 및 열차 하중을 받는 콘크리트궤도의 해석 기법 개발 및 검증																			
확률론에 근거한 설계법	하중과 재료 확률모델 및 신뢰성 이론에 기초한 설계절차 및 설계법 정립																			
	개발된 설계법을 적용한 시설계를 통한 타당성 검토																			
필요기술	내용																			
하중모델 모형개발	상부구조의 신뢰성 모형 개발																			

과제번호1-2	신뢰도 기반 설계법 도입을 위한 철도교량 신뢰성 데이터 구축 및 콘크리트 궤도 설계법 개발	
		하부구조의 신뢰성 모형 개발 철도특성에 따른 각종 하중에 대한 편심계수와 변동계수 자료 수집 저항모형 분석기법 개발 교량형식에 따른 계측실험 시뮬레이션을 통한 재료, 제작 & 해석요소에 대한 편심계수와 변동계수의 통계적 자료 분석 신뢰성기법 연구 신뢰성기반에 의한 평가방법 체계화 구축 신뢰성에 의한 비용 최적화 프로그램 개발 기존교량의 노후, 손상도를 고려한 신뢰성 평가를 통한 유지관리의 data base 구축 성능중심설계법 도입기반 구축 연구 성능설계 주요인자 및 기존설계법의 비교분석 자료마련 철도교량의 속도대역별, 교량형식별 성능요구 수준 결정 성능요구 수준별 목표신뢰성지수결정에 따른 설계기법 개발을 위한 핵심 데이터 구축
정부지원의 타당성	■ 최적화된 설계법 도입으로 건설비 절감 및 콘크리트궤도 사용성 및 내구성 향상으로 유지 보수 부담 감소 등 국가 재정 부담 감소 ■ 안전성 향상 및 교통 지연 감소로 철도 신뢰도 제고 ■ 콘크리트 궤도 단면 최적화를 통해 시멘트 사용량 절감은 국가 저탄소 정책과 부합됨 ■ 교량구조물의 신뢰성 설계연구를 통해 경제적이고 안전한 교량설계기술개발로 주행안정성 및 승차감과 경제성이 향상되어 철도교량설계에 대외적인 기술인정 ■ 신뢰성 있고 안전한 철도교량설계기술이 확보되어 국가 교량기술파급 및 수출 가능 ■ 속도대역별 고속철도 교량의 설계기술개발 및 설계 경험으로 철도선진국으로 도약 ■ 국가 성장 동력으로서의 철도교량산업발전에 토대가 되나, 국내 산업기반이 미약하여 국가의 지원을 통한 관련 시장형성 및 기반기술 육성 필요	
기술확보 전략	1) 신뢰성 기반 콘크리트 궤도설계법 개발 ■ 산학연 공동연구체제 구축을 통한 효율적 업무분담 및 성과 향상 - 산 : 철도 하중 모니터링 시스템 개발 - 학 : 피로 파괴 모델 개발, 콘크리트궤도 해석 기술 개발 - 연 : 콘크리트궤도 파괴 메커니즘 분석 - 철도 하중 모니터링 시스템의 구축, 운용 및 데이터 분석 - 철도 하중 DB 구축 및 하중모델 정립 - 하중과 재료 확률모델 및 신뢰성 이론에 기초한 설계절차 및 설계법 정립 ■ 기존 연구 성과 활용 - 기존 콘크리트궤도 해석 연구 및 현장 계측 데이터 등 분석 활용 ■ 기존 설계이론 및 도로포장 최신 설계이론 분석 활용 - 국외 설계법 문제점 및 개선방안 도출 - 국내외 도로포장 설계이론 분석 및 적용 ■ 교량 등 기존 토목구조물의 신뢰성 설계이론 활용 - 기존 토목구조물의 신뢰성 설계이론 분석 - 관련 전문가의 연구진 참여 또는 외부 전문가 활용 적극 추진	

과제번호1-2		신뢰도 기반 설계법 도입을 위한 철도교량 신뢰성 데이터 구축 및 콘크리트 궤도 설계법 개발					
		■ 현장조사를 통한 데이터 수집 및 분석 - 기존 일반철도 및 고속철도 콘크리트궤도 현장에서 실측을 통한 데이터 분석 활용 2) 신뢰성 데이터 구축 ■ 조기 실용화 추진 - 현행설계기준에서 부분 안전계수 연구 및 기존 교량에 대한 데이터분석을 하여 선별적으로 먼저 연구수행을 추진 - 5년 이내에 기술개발 완료 (시범적용대상설계기간 6개월 포함) - 선행연구와 지속연구과정의 병행이 필요 - 신뢰성기반 설계의 지속적인 연구를 통해 속도대역별 안정적이고 경제적인 교량설계기술의 발전 도모 ■ 기존 연구 성과 활용 - 기존 도로교량 수행 연구 성과를 최대한 활용하여 적용 - (하중특성 및 재료특성별, 운행특성별 등) ■ 개발항목의 선택과 집중 - 합리적 결정을 통한 개발항목을 설정하고 우선순위에 의한 집중개발 ■ 성과물의 운영·관리방안 마련 및 시행 - 부분적인 설계기준의 추가 및 해석자료 구축 - 설계기술에 대한 대외적인 교육 및 가이드라인 제시 - 지속적인 관련·법 규정 개정 검토 및 매뉴얼 및 교육시스템 마련					
기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	1) 신뢰성 기반 콘크리트 궤도설계법 개발 ■ 신뢰성 기반 콘크리트궤도 설계지침 ■ 철도 하중 장기 모니터링 시스템(HW) ■ 철도 하중 지역별 DB 2) 신뢰성 데이터 구축 ■ 속도별 및 교량형식별 목표신뢰성지수 제시 및 신뢰도기반 설계법 적용을 위한 철도분야 데이터					
	활용방안	1) 신뢰성 기반 콘크리트 궤도설계법 개발 ■ 콘크리트궤도 표준 설계지침으로 활용 ■ 구축된 하중 DB는 설계 시 기초 데이터로 활용될 수 있음 2) 신뢰성 데이터 구축 ■ 철도교량 형식별 신뢰도기반 설계 기준 및 지침서 개발 ■ 국내외 교량기술 발전과 국제적인 국내설계기술의 적용확대					
연구개발과제 의 규모 (50억원 이내) (연구기간 5년 이내)	구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
	연차별 연구비 (백만원)	정부	350	500	500	500	510
		민간 (추정)	-	-	-	-	-
	합 계		350	500	500	500	510
	총 연구비 (백만원)	정부	2,360			총 연구기간	5 년
민간		-			연도별		40 명

과제번호1-2		신뢰도 기반 설계법 도입을 위한 철도교량 신뢰성 데이터 구축 및 콘크리트 궤도 설계법 개발										
		총합계	2,360	평균소요인력								
기대효과 및 파급효과	1) 신뢰성 기반 콘크리트 궤도설계법 개발 ■ 기술발전 측면 - 콘크리트궤도 해석기술 및 피로수명 평가기술 향상 - 신뢰성 기반 설계법 확립을 통해 궤도 설계기술 경쟁력 향상 - 국내 철도 엔지니어링 기술의 대외 경쟁력 제고 ■ 활용 및 유지보수 측면 - 철도 건설비 절감 → 궤도 두께 10cm 감소 시 km당 4,000만원 절감(복선기준, 공사원가의 약 2.4%) → 터널 단면적 감소 및 교량상 자중 감소로 인한 2차적인 건설비 절감 기대 - 콘크리트궤도의 사용성 및 내구성 향상, 조기 파손 방지 및 유지보수비 절감(20% 이상) 2) 신뢰성 데이터 구축 ■ 경제적 측면 - 대상 구조물에 최적화된 저항모델 설정 및 하중의 변동성을 확률론적 기법에 의해 고려하는 설계로 LCC 비용 극대화 - 건설비 및 유지관리비를 총합한 생애주기 비용 약 10% 이상 절감 가능 ■ 기술발전 측면 - 국내 기존 연구개발 성과 활용 및 고도화 - 국내 연구개발 동기부여로 국가 철도 교량(고속포함) 기술경쟁력 향상 - 기술이전 및 파급효과가 커서 철도교량설계의 수출 - 향후 타 분야 연구 개발 시에 활용 가능 ■ 활용 및 유지보수 측면 - 성능기반 경제적 설계 유도 - 환경적 운영특성별 요구사항 반영이 용이함											
중복 및 연계가능성 검토	후보과제 간의 연계성	1) 신뢰성 기반 콘크리트 궤도설계법 개발 - “포스트 텐션 콘크리트궤도 공법 개발” 및 “분기기구간 프리캐스트 콘크리트궤도 공법 개발”의 콘크리트궤도 설계에 연계 활용 2) 신뢰성 데이터 구축 - 타 후보과제와 연계성 없음										
	기존과제 와의 차별성	1) 신뢰성 기반 콘크리트 궤도설계법 개발 <table><tr><th>제목</th><th>중복성 검토</th><th>연계성 검토</th></tr><tr><td>도시철도 선로시스템 표준화 연구 (2002-2006)</td><td>도시철도 설계기준 정립 연구로 유사성이 있으나 국외 설계기준을 준용하고 있으므로 신뢰성 기반 설계법 개발과는 중복성 없음</td><td>기존 해석기법 분석결과 연계 활용 가능</td></tr></table>				제목	중복성 검토	연계성 검토	도시철도 선로시스템 표준화 연구 (2002-2006)	도시철도 설계기준 정립 연구로 유사성이 있으나 국외 설계기준을 준용하고 있으므로 신뢰성 기반 설계법 개발과는 중복성 없음	기존 해석기법 분석결과 연계 활용 가능	
		제목	중복성 검토	연계성 검토								
도시철도 선로시스템 표준화 연구 (2002-2006)		도시철도 설계기준 정립 연구로 유사성이 있으나 국외 설계기준을 준용하고 있으므로 신뢰성 기반 설계법 개발과는 중복성 없음	기존 해석기법 분석결과 연계 활용 가능									
2) 신뢰성 데이터 구축 <table><tr><th>제목</th><th>중복성 검토</th><th>연계성 검토</th></tr><tr><td>교량 해석 및 설계 선진화 연구</td><td> - 도로교에 국한 - 성능설계의 필요성 - 해외수준을 검토 - LRFD설계에 대한 소개 </td><td>철도하중특성 및 신뢰성기 반 설계개념연구 무시</td></tr><tr><td>철도 경쟁력 확보를</td><td>교각 설계 등에서 소성설계를</td><td>성능(performance)과 레벨</td></tr></table>				제목	중복성 검토	연계성 검토	교량 해석 및 설계 선진화 연구	- 도로교에 국한 - 성능설계의 필요성 - 해외수준을 검토 - LRFD설계에 대한 소개	철도하중특성 및 신뢰성기 반 설계개념연구 무시	철도 경쟁력 확보를	교각 설계 등에서 소성설계를	성능(performance)과 레벨
제목	중복성 검토	연계성 검토										
교량 해석 및 설계 선진화 연구	- 도로교에 국한 - 성능설계의 필요성 - 해외수준을 검토 - LRFD설계에 대한 소개	철도하중특성 및 신뢰성기 반 설계개념연구 무시										
철도 경쟁력 확보를	교각 설계 등에서 소성설계를	성능(performance)과 레벨										

과제번호1-2		신뢰도 기반 설계법 도입을 위한 철도교량 신뢰성 데이터 구축 및 콘크리트 궤도 설계법 개발		
		위한 교량 연구 (2010.9~2012.3)	일부 반영하였으며, 현재 설계법인 허용응력/강도설계를 기반으로 한 경쟁력 확보 수행	(performance level)에 대한 접근 방식을 적용 신뢰성에 기초한 성능기반 설계로의 연구로 발전시킬 필요가 있음
		철도 설계하중 체계 연구 용역 (2008.11~2010.11)	표준열차하중 개발 시 확률론적 분석을 위한 데이터 구축	하중과 관련된 데이터 구축 자료를 활용 가능

과제번호1-3	궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계기준 개선			
연구개발 목표	철도 교량 장경간화 및 상.하부구조 슬림화, 궤도 유지보수 저감을 위한 궤도/교량 상호작용을 고려한 궤도/교량 인터페이스 설계기준 개선			
기술개발 및 산업/시장 동향	동향	- 스페인 : 마드리드-발렌시아 구간 Contreras교(중앙경간 261m 상로아치), Sobre el Tajo교(중앙경간 324m 상로아치) 등 장경간 교량 시공 - 일 본 : 동북신간선, 중앙경간 150m Extrados 케이블 교량 적용 - 한 국 : 궤도/교량 상호작용을 감안한 교량 설계 경험 부족 등으로 장경간 교량의 적용이 활발하지 못함. 고속철도 교량으로 100m 이상 장경간 교량의 적용 사례로는 모암고가(경간장 125m, 하로아치)가 유일함.		
		최고기술보유국	일본, 스페인, 프랑스	현재 보유한 기술의 수준 스페인 대비 50%
기존기술 활용방안	- 궤도-교량 상호작용 관련 궤도분야 연구 성과 활용 “교량 상 장대레일 축력저감 및 궤도안정성 향상연구(2006~2008)”, “콘크리트궤도 인터페이스 성능향상 연구용역 (2005~2008)”, 한국철도기술연구원 - 교량 및 궤도 해석 기술 활용 400km/h급 동력 분산형 고속열차(HEMU): “차세대 고속철도 기술개발사업 (2007~2012)”, 고속화를 위한 선로구축물 기술개발, 한국철도기술연구원 - 교량 및 궤도 설계기준 경쟁력 확보 관련 연구 성과 활용 “철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반 연구(2010~2012)”, 한국건설기술연구원, 한국철도기술연구원			
기술개발 필요성	경제적 측면 - 교량 장경간화를 통한 선로 선형 최적화로 공사비 절감 - 교량 지정부 연속화에 의한 공사비 절감 - 궤도/교량 상호작용에 의한 인터페이스 문제 해소를 궤도 유지보수비 절감 - 해외시장 진출 시 원천기술 확보로 인한 기술료 수입 증대 기술적 측면 - 국내 고속철도 교량은 경간 30~45m의 PSC 박스 거더 형식으로 획일화 되어 있으며, 장경간 교량은 일부 아치교와 케이블 교량 등 매우 제한된 숫자가 적용되었음. - 반면 국외의 경우에는 주경간 100m 이상의 케이블교량과 다양한 콘크리트 아치교량이 적용되고 있음. 스페인의 경우 최근 경간장 324m까지 적용된 바 있음. - 도로, 하천 횡단 등에 대한 설계 자유도를 높이기 위한 장경간 철도교량 설계기술 개발이 절실함. - 현재 궤도/교량 상호작용을 고려한 설계는 유럽 설계기준(UIC 774-3, DS 804 등)을 적용하고 있으나 하중 등에서 보수적인 기준을 적용하고 있어 교량 장경간화 및 상.하부구조 슬림화, 궤도 유지보수 절감을 위해 보다 합리적인 방향으로 개선이 필요함. 사회적 측면 - 철도 기술력에 대한 대국민 신뢰 재고 - 장경간 교량 적용에 의한 교량 하부 공간 활용 및 민원 최소화 국산화 요구 사례 - 궤도/교량 인터페이스 설계 기술 부족으로 장경간 교량 설계 시 해외 기술에 의존			

과제번호1-3	궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계기준 개선	
주요연구 개발내용	필요기술	내용
	궤도/교량 종방향 및 연직방향 상호작용 해석기술	비선형 궤도/교량 종방향 및 연직방향 상호작용 해석 기법 개발
		레일체결장치, 레일신축이음매, 교량 받침 등 궤도/교량 구성요소 물성 실험
		온도 및 계절 변화에 따른 궤도구조별 궤도 종저항력 변화 측정
		열차 시제동하중 및 궤도/교량 온도변화 계측을 통한 설계하중 개선
		열차하중 및 온도변화 등에 따른 궤도 응답(레일 축력 변화, 궤 도/교량 상대변위, 레일 uplift 및 compression 등) 측정을 통한 해석기술의 검증
		궤도/교량 종방향 및 연직방향 상호작용 해석지침 작성
	콘크리트 교량 장기변형 예측기술	콘크리트 크리프 및 수축 예측모델 개선방안 연구
		콘크리트 교량 장기변형 예측모델 개발 및 검증
	궤도/교량 인터페이스 설계 기술	궤도/교량 상호작용에 따른 극한한계 및 사용성 한계상태 평가 기준(레일 축력, 레일-교량 상대변위, 레일 파단 시 개구량, 레일 uplift/compression 한계 등)의 이론적 분석 및 보완
		레일신축이음매 설치 지침 작성
		교량 상 콘크리트궤도 및 교면 보호층 설계 지침 작성
	시설계를 통한 적용성 평가	다양한 형식의 장경간 철도교량 및 교량상 궤도 시설계 및 적 용성 평가, 설계 예제집 작성
정부지원의 타당성	■ 국내 철도교량의 장경간화를 통해 도로, 강 횡단 등에 대한 설계 자유도를 높임으로써 철도 선형 최적화로 철도 건설비 절감에 기여 ■ 궤도 유지보수비 절감으로 철도 유지비용 절감 ■ 해외시장 진출에 대비하여 궤도 및 교량 설계기술의 선진 경쟁력 확보	
기술확보 전략	■ 산학연 공동연구체계 구축 - 연구기관, 대학, 설계사 등 산학연 공동연구체계 구축으로 효율적 업무분담 및 연구 성과 도출 ■ 기존 연구 성과 활용 - 기존에 수행되었던 궤도 및 교량 관련 연구 성과를 최대한 활용 ■ 국외 전문가 적극 활용 - 국외 전문가 혹은 전문 설계사를 연구진에 포함하거나 외부 전문가로 활용하여 해외 설계기술 습득 ■ 성과물의 운영·관리방안 마련 및 시행 - 설계 사례 등에 대한 실무진 배포 및 공청회 등을 통한 기술정보 전파	

과제번호1-3		궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계기준 개선						
기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	■ 궤도/교량 상호작용을 고려한 인터페이스 설계지침 ■ 설계 예제집						
	활용방안	■ 신규 노선의 교량 및 교량 상 궤도 설계에 활용						
연구개발과제 의 규모 (50억원 이내) (연구기간 5년 이내)	구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
	연차별 연구비 (백만원)	정부	250	330	330	300	300	
		민간 (추정)	-	-	-	-	-	
	합 계		250	330	330	300	300	
	총 연구비 (백만원)	정부	1,510			총 연구기간	5 년	
		민간	-					
총합계		1,510			연도별 평균소요인력	16 명		
기대효과 및 파급효과	■ 기술발전 측면 - 국내 기존 연구개발 성과 활용 및 고도화 - 철도 교량 및 교량 상 궤도구조의 핵심 설계기술의 선진화로 국가 철도기술 경쟁력 향상 - 교량 상 궤도구조 및 교량 기술 개발 촉진 ■ 활용 및 유지보수 측면 - 신규 노선 및 설계 변경예정인 기존 노선에 반영 - 도로, 하천 횡단 구간에 적용 - 경관이 우수한 경제적인 철도 건설에 기여(건설비 10% 이상 절감) - 교각 감소로 교량 하부구조에 대한 유지보수 감소							
중복 및 연계가능성 검토	후보과제 간의 연계성	- “궤도/교량 상호작용 완화 궤도구조 개발” 연구에 연계 활용						
	기존과제 와의 차별성	제목		중복성 검토		연계성 검토		
		교량 상 장대레일 축력저감 및 궤도안정성 향상 연구 (2006.11~2008.8)		교량 상 장대레일에 대한 해 석적 기법 정립, 설계기준 도출로서 궤도구조에 집중된 연구개발로 중복성 없음		궤도 해석 및 축력 저감 기술에 연계		
		콘크리트궤도 인터페이스 성능향상 연구용역 (2005.5~2008.4)		콘크리트궤도 사용성에 대한 해석적 기법 정립, 설계기준 도출로서 궤도구조에 집중된 연구개발로 중복성 없음		콘크리트궤도 사용성 해석기술 및 검토에 대해 기술 연계		
		고속화를 위한 선로구축물 핵심기술개발 (2007.7~2012.8)		특수교량에 대한 주행안전성 및 승차감 확보를 위한 평가 기법 개발로서 중복성 없음		장경간화를 완성하기 위한 동적거동 검 토 방법을 활용		

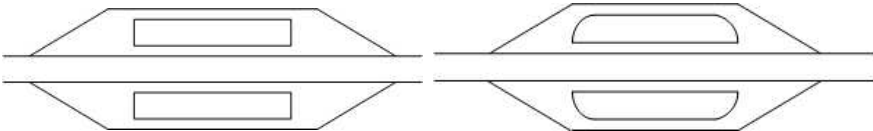
과제번호1-4		철도 토공 노반 설계기준 선진화 연구			
연구개발 목표	■ 일본 및 독일에서 도입한 토공노반 분야 설계기준에 대한 타당성 검토 국내여건을 반영한 선진화				
기술개발 및 산업/시장 동향	동향	■ 독일 : 선로등급, 사용용도, 속도에 대응하는 설계법 개발 및 사용 ■ 일본 : 통과톤수, 흙 구조물 등급에 대응하는 설계법 개발 및 사용 ■ 유럽 : UIC 719에 의해 다양한 설계고려 요소 반영 ■ 미국 : TDR 및 하이브리드 콘 도입에 의한 철도노반 상태 평가법 개발 및 사용			
		최고기술보유국	독일, 일본, 프랑스, 미국	현재 보유한 기술의 수준	독일 대비 40%
기존기술 활용방안	■ 강화노반 성능(통과톤수, 속도 등)중심 설계기술 도입 타당성 검토 진행 중 - 성능향목의 도입 가능성 분석 : “철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반연구-노반분야 (2010~2012)”, 한국철도기술연구원 ■ 토공노반 노반두께 설계기술 연구 - 토공노반 최적두께 산정 설계표준기술 개발 : “토공노반 최적두께산정을 위한 설계표준 기술 연구 (2005~2008)”, 한국철도기술연구원 ■ 틸팅부 궤도노반 틸팅부 궤도노반 성능평가 연구 - 틸팅부 축중 및 선형고려 요소기술 개발 : “한국형 틸팅열차 곡선부 궤도노반 성능평가 연구 (2009~2010)”, 한국철도기술연구원 ■ 동상 도상궤도 동상영향 최적화 기획연구 - 동상방지 연구를 위한 요소항목개발 : “국내 콘크리트 도상궤도에서의 동상영향에 따른 노반구조의 최적화 기획연구 (2009~2010)”, 한국철도기술연구원 ■ TDR(Time domain Reflectometry) 장비 개발 연구 - 철도노반 상태 평가기술 개발 : “TDR 방법을 이용한 건조밀도 및 함수비 측정”(2005~2010)”, 미국 퍼듀대학교, (2011~2012), 조선대학교 ■ 관입형 하이브리드 장비 개발 연구 - 연약지반 평가용 관입기술 개발 : “비교란 현장 지반정수획득을 위한 탄성파 및 전자기파 측정 하이브리드 장비 개발 (2008~2010)”, 고려대학교				
기술개발 필요성	■ 경제적 측면 - 과다설계 방지, 경제적 시공, 유지보수비용 절감, 유지보수 기간 연장 - 현 시행 중인 평판재하시험 및 반복평판재하시험에 비해 품질관리 비용 절감 ■ 기술적 측면 - 세계적 수준의 토공노반 기준 확보 - 국내 철도노반 설계, 시공 및 유지보수 기술의 발전 - 간편하고, 정밀한 노반상태 평가기술의 수요 증대 - 기존의 방법에 비해 장비의 이동성 확보로 실용성이 증대 ■ 사회적 측면 - 철도교통에 대한 대국민 신뢰 회복 - 철도중심의 안전한 교통체계 구축 - 고품질/고성능 철도노반 확보를 통한 대국민 신뢰 회복 ■ 국산화 요구 사례 - 해외 설계기준 차용으로 인한 설계미숙으로 과설계 유도, 시공비용 증가, 적정규모 이상 유지보수 비용 지속소요				
주요연구 개발내용	필요기술		내용		
	토공노반 재료 물성 정량화	토공 노반 재료 분류법 타당성 검토 및 최적 분류 안 제시			
		허용 장기 침하량 적절성 검토			

과제번호1-4	철도 토공 노반 설계기준 선진화 연구	
		탄성계수와 다짐관리 기준간의 상관성 도출
		노반상태 평가를 위한 TDR 및 하이브리드 콘 장비 개발 및 노반설계/품질관리 기술 개발
	토공노반의 구조개선	깎기 및 쌓기 비탈면 기준 타당성 검토
	시공관리 및 모니터링	방치기간 후 노반 사용승인을 위한 침하판정기준 및 기법 개발
정부지원의 타당성	■ 차세대 고속차량 및 고속철도 시스템 엔지니어링의 개발, 고속철도의 건설을 위해 소요되는 토공노반 핵심 설계기술 공급으로 확고한 철도선진국으로 도약 ■ 세계 최고수준의 노반 품질관리 기술 확보로 명실상부한 철도선진국으로 도약 ■ 최고수준의 한국형 철도 궤도 하부구조 설계법 개발을 위한 기초 작업으로써 향후 성능 중심의 설계기법 적용을 위한 DB 구축 단계임 ■ 국가 기간 교통망으로서의 철도발전에 필요하나, 국내 소요 설계기술기반이 부족하여 국가의 지원을 통한 고급 관련 기반기술 육성 필요 ■ 안전한 철도중심의 교통체계 구축으로 녹색성장의 구현 ■ 고품질/장수명 철도노반 확보를 통한 주행안정성 및 승차감과 안전성이 향상되어 철도교통에 대한 대국민 신뢰 회복	
기술확보 전략	■ 선진 외국기술 및 미래형 기술의 선택적 수용 및 개선 - 국외 선진설계기술의 선택적 수용과 단점개선 - 고유의 창의적 설계기술 개발 ■ 연계기술 실용화 추진 - 노반보강, 상부궤도 구조, 접속부, 재료, 배수 및 동상 등과 연관된 설계 요소기술의 실용화 - 노반상태 평가시스템 개발 분야와의 유관 설계기술 도출 - 기존선 보강, 보완 기술의 잠정설계방안 마련 ■ 기존 유관 연구 성과 총괄 활용 - 기존에 수행되었던 유관분야 연구 성과를 최대한 활용하여 적용 - 장비개발 및 시스템 구축 시 발생할 수 있는 타 분야의 기술적인 문제는 각 분야 전문가의 활용 및 초청 세미나를 통하여 해결 ■ 제도 개선에 적극 대응 - 설계법 개발에 필요한 제도개선에 적극 대응, 협조 ■ 성과물의 운용·지침 마련 및 시행 - 개발 설계법을 이용하여 국내 신설선의 설계에 반영 - 철도시설공단/철도 공사와 연계하여 현장소요기술의 설계반영도 제고 - 관련·법 규정 개정 검토와 지침, 매뉴얼 및 교육 프로그램 마련 - 노반 설계법 및 품질관리 기준개발의 성과물이 품질관리에 활발하게 적용될 수 있는 시스템 마련	
기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	■ 선진화 된 철도노반 기준 ■ TDR 및 하이브리드 콘을 이용한 노반상태평가기법 개발
	활용방안	■ 설계기준과 지침 및 설계프로그램을 배포, 유관기관 담당자를 교육하여 철도 설계, 운영 및 유지보수 기관에서 일관된 반영이 가능하도록 함으로서 경제적 설계, 시공 및 유지보수를 수행하도록 유도하여 철도시스템의 안전도를 높이고 국민 만족도를 향상

과제번호1-4		철도 토공 노반 설계기준 선진화 연구					
		■ 철도 운영 및 유지보수 기관에서 구매하여 철도노반의 상태평가를 효율적으로 수행하여 철도궤도의 관리수준을 향상하여 안전도를 높임					
연구개발과제의 규모 (50억원 이내) (연구기간 5년 이내)	구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
	연차별 연구비 (백만원)	정부	360	500	600	550	500
		민간 (추정)					
	합 계		360	500	600	550	500
	총 연구비 (백만원)	정부	2,510		총 연구기간	5 년	
		민간					
		총합계	2,510		연도별 평균소요인력	38 명	
기대효과 및 파급효과	■ 기술발전 측면 - 한국 고유의 토공 노반 기준 확보 - 국내 기존 연구개발 성과 활용 및 고도화 - 선진형 기준 개발로 국가 철도기술경쟁력 향상 - 일관된 해석, 설계, 시공 및 유지관리를 위한 토공노반 기초 확보 - TDR 및 하이브리드 콘을 통해 노반의 다짐도를 확인하여 노반의 연약화와 과도한 침하 를 사전에 방지하여 궤도의 비틀림을 방지하며 열차의 주행안전성을 확보 - 국내 · 외적인 특허 출원 및 등록을 통하여 국내 철도기술력 향상 ■ 설계, 시공 및 유지보수 측면 - 신뢰도 높은 정확한 설계기준 및 설계로직의 확립 - 설계와 시공 및 유지관리 기준 사이의 통일성 확보 ■ 경제적 측면 - 선진화된 토공노반 기준을 이용하여 설계, 시공 및 유지관리 사이의 신뢰도 높은 상호유관 지수 확보로 소요비용절감 - 유지보수 비용절감 및 기간단축 - 국내 유지관리 기준의 적합성 향상						
중복 및 연계가능성 검토	후보과제 간의 연계성	- “노반상태 평가 기법 개발” 및 “노반재료 및 시공기술 개발”의 내용을 반영할 수 있는 부분은 검토하여 기준화 할 수 있도록 하겠음					

과제번호1-4		철도 토공 노반 설계기준 선진화 연구		
기존과제와의 차별성		제목	중복성 검토	연계성 검토
		차세대 고속철도 기술개발 사업 (2005.11~2012.8)	선로구축물 성능향상 연구로서 중복성 없음	차세대 고속철도에 적합한 궤도 하부구조 설계요소 반영하여 개발
		신설선용 생력화궤도 하부구조에 관한 기초연구 (2004.10~2005.9)	생력화궤도의 하부구조 공법개발에 대한 기초연구로서 중복성 없음	생력화 하부구조의 설계요소 항목발굴에 대한 고려사항을 활용
		한국형 틸팅열차 곡선부 궤도노반 성능평가 연구	틸팅시 선형개량 및 하중에 관한 연구로 중복성 없음	틸팅열차 곡선부의 노반 설계로직 개발 시 결과 활용
		철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반연구(노반분야)	성능설계 요소검토로 일부 중복성 있음	개발된 설계요소를 적극 반영하여 통합 설계법에 반영
		토공노반 최적두께산정을 위한 설계표준 기술연구	강화노반 설계두께 결정항목 중복	개발된 결과는 외국의 설계개념 도입, 중량화, 고속화 대응 부족하나 개념 활용 검토
		국내 콘크리트 도상궤도에서의 동상영향에 따른 노반구조의 최적화 기획연구	기획단계 연구로 중복 사항 없음	기획단계에서 고려된 설계 요소를 참조

과제번호 1-5	철도 정거장 최적화를 위한 건설기준 합리화 방안 연구			
연구개발 목표	철도 정거장의 건설비 저감을 위한 배선계획, 유효장, 승강장 형상 효율화 방안 도출			
기술개발 및 산업/시장 동향	동향	- 프랑스 : TGV 고속철도 정거장 건설 - 일본 : 신간선 고속철도 정거장 건설 등		
	최고기술보유국	프랑스, 일본	현재 보유한 기술의 수준	프랑스 대비 60%
기존기술 활용방안	- 국내 다양한 고속철도 및 일반철도 정거장 건설 경험 보유 - 경부고속철도 정거장 건설 경험을 활용한 효율화 방안 도출 - 경부고속철도 1단계 기존선 전철화 경험을 통한 일반철도 정거장 개량기술 활용			
기술개발 필요성	경제적 측면 - 정거장은 도심에 위치하여 용지비가 높고, 교량구조물이 요구되며, 구내 분기기 설치 요구 조건에 의해 건설비가 높은 연속교 또는, 라멘교 형식을 반영하여 정거장은 철도건설비에 높은 비중을 차지하고 있어 저감을 위한 기술개발 필요 - 기존의 정거장의 개량 또는 신설시 기존에 운영중인 정거장의 기능(화물, 여객, 조차)과 효율을 정확하게 파악하여 규모를 산정하여야 함이 우선적으로 선행되어야 하나, 기존의 정거장 기능에서 이미 다른 곳으로 완전히 이동한 경우에도 원래의 기능에다 추가기능을 복합적으로 반영하는 등의 현실적인 문제로 시설물이 과다 설계되어 건설/유지보수비 증가 기술적 측면 - 승강장 저상 홈 적용 시 승/하차에 장시간 소요되어 분기기의 변수를 고변화로 상향 계획하고 있으며, 열차 운행 제어와 시계운전 측면에서 정거장내 안전한 열차 정차를 위하여 선로별 과주여유거리(출발신호기 ~ 차량 접촉 한계표 까지 이격거리 $L=200m$)를 설치하거나, 여객과 화물을 동시에 취급하는 정거장에서 화물열차의 통과선로를 별도로 조성한 여건에서도 여객열차 홈으로 화물차량을 정차하거나, 유지할 경우를 감안한 선로배선계획을 반영함으로써 정거장 규모 과다 산정사례 있음. - 선로 유효장(차량 접촉 한계표 간의 이격거리) 부족으로 후속열차의 동일한 정거장 홈 유치에 지장을 초래할 경우 열차탈선안전설비(탈선분기기 등)를 반영하여야 하는 운전취급규정으로 인하여 실질적으로 정거장 선로 유효장 길이를 단축할 수 없어 건설 사업비 증가 요인 - 차량성능의 향상으로 시/제동 성능 개선, 노스 가동 분기기 채택으로 속도향상 및 충격 소음 저감, 열차자동제어설비(ATS), ATP 등이 설치로 신호 성능이 향상되고 있는 상황이나, 운전취급에 따른 제약조건으로 정거장배선계획과 승강장 홈 모양을 개선하지 못하고 종전의 건설규정을 계속적용하고 있는 실정으로 철도건설사업의 효율성 저하 - 효율적 배선계획 수립, 고상홈 적용에 따른 승/하차 시간 축소를 통한 분기기 변수 합리화, 승강장의 시/중점부 반타원형 홈 설계 및 열차운행제어 설비 및 운행취급 개선으로 과주여유거리 축소 등을 통한 선로 유효장 축소 및 이에 따른 교량구조물 규모 개선 등을 통하여 철도 건설 사업비 증가요인을 획기적으로 줄일 수 있는 방안 수립 필요			
주요연구 개발내용	필요기술	내용		
	배선계획	정거장 종합 배선계획 수립		
		선로유효장 기준 재정립		
	승강장 설계	승강장 높이 표준화 방안 도출		

과제번호 1-5	철도 정거장 최적화를 위한 건설기준 합리화 방안 연구							
			승강장 형상 개선					
	운전관련규정 정비	운전보안설비(ATS, 탈선분기기 등) 적정화 방안 도출						
		열차운전규정 정비						
 (a) 개선 전 (b) 개선 후 <철도승강장 개선 안>								
정부지원의 타당성	■ 정거장의 건설비가 전체 인프라건설비 중에서 차지하는 비중이 높아서 정거장의 건설비 저감방안이 수립되면 전체 철도인프라 건설비를 효과적으로 저감 가능. ■ 연구내용이 정거장 건설과 관련된 기준 및 규정의 정비, 설계 표준화 등 건설비 저감에 파급효과가 크지만, 민간기업의 참여가 어려운 내용으로 정부의 지원이 필요함. ■ 한국형 승강장 시스템의 구축으로 유사한 규모나 경제수준의 국가에 대한 철도인프라 해외 수출이 유리함. ■ 고속차량의 개발, 고속철도의 건설, 철도의 운영 및 유지관리 경험과 함께 철도인프라 건설비 저감 기술의 핵심인 철도정거장 관련 기준정비 및 설계표준화를 통하여 명실상부한 철도선진국으로 도약							
기술확보 전략	■ 유관기관 TFT 구성 - 철도 정거장의 건설에는 시설분야 뿐만 아니라 차량, 신호, 운영 등 다양한 분야가 연계되어 있어서 상호 인터페이스를 고려하여 종합적인 검토와 대안의 수립이 필요하므로 연구 초기에 관련 유관기관의 전문가로 구성된 TFT를 구성하여 주요 의사 결정 ■ 연구 조기 완료 후 관련 부처 지원 - 관련기준의 법제화를 위하여 연구는 2년 내에 완료하고 관련 기관 및 부처에 대한 기술 지원							
기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	■ 철도정거장 건설관련 기준 및 규정과 표준화 설계안						
	활용방안	■ 법제화하여 철도정거장 건설에 적용, 건설비 저감						
연구개발과제 의 규모 (50억원 이내) (연구기간 5년 이내)	구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
	연차별 연구비 (억만원)	정부	130	260	310			
		민간 (추정)	-	-				
	합 계		130	260	310			
	총 연구비 (억만원)	정부	700			총 연구기간	3 년	
		민간	-					
총합계		700			연도별 평균소요인력	5 명		

과제번호 1-5	철도 정거장 최적화를 위한 건설기준 합리화 방안 연구	
기대효과 및 파급효과	■ 경제적 측면 - 철도인프라 건설비중 비중이 높은 정거장 건설비용을 절감하여 경제적인 철도인프라 구축 - 기존의 정거장의 개량 또는 신설시 기존에 운영중인 정거장의 기능(화물, 여객, 조차)과 효율을 정확하게 파악하여 규모를 산정하여 건설/유지보수비 감소 - 정거장 규모 축소로 정거장 건설비의 5% 이상 절감 가능 ■ 기술적 측면 - 정거장을 운영측면을 감안한 선로배선계획을 반영하므로써 정거장 규모 과다 산정우려 배제 - 선로 유효장 길이를 단축하여 건설 사업비 절감 - 차량, 궤도, 신호, 운영 분야의 성능 향상을 반영하여 철도건설사업의 효율성 증대	
중복 및 연계가능성 검토	후보과제 간의 연계성	- 타 후보과제와 연계성 없음
	기존과제 와의 차별성	- 없음

과제번호 1-6	차량기지건설 선진화 요소 개발													
연구개발 목표	■ 국내 차량기지 설계, 시공, 운영등 건설 전반의 신뢰도 확보를 위한 요소기술의 연구개발													
기술개발 및 산업/시장 동향	동향	■ 국외 차량기지는 건설계획 초기시부터 차량기지의 운영 및 공장시설에 대한 검증을 수행한 후 작업계획을 수립하고 장비용량을 산정												
	최고기술보유국	일 본	현재 보유한 기술의 수준	일본 대비 80%										
기존기술 활용방안	■ 노반 및 시스템(전기, 전차선, 신호, 통신)분야 - 기존 기술 및 향상되어지는 개발기술의 준용. ■ 궤도, 운영, 검수 분야 - 선로의 주행 안정성 및 효율성에 관한 TPS, Vampire등 활용 - 포스코건설 개발 진행 중 "Pos-rail" program 활용 - 검수 장비의 자동화 검증 simulation 활용													
기술개발 필요성	■ 경제적 측면 - 최적의 설계 및 시공, 유지관리를 구현할 수 있어 건설비 및 장기적 유지관리비 절감 ■ 기술적 측면 - 전체 선구의 운영을 고려한 가시적 검증을 수행하여 기지내 소요시설의 구비에 대한 확신을 갖고 불필요한 시설을 배제하여 LCC측면의 장기적 유지관리에 유리. - 최적의 기지면적과 배선, 시설배치등을 도모하여 효율적 예산 집행 가능 ■ 사회적 측면 - 차량기지의 지역 단절 및 도시형성 장애등 부정적 이미지를 해소하여 부지 위치 선정시 민원에 의한 사회적 비용을 감소하고, 친환경 녹색기지화 함으로서 발생 CO2를 최소화토록 유도													
주요연구 개발내용	<table><tr><th>필요기술</th><th>내 용</th></tr><tr><td>차량기지 유지 및 검수 용량 검증</td><td>사업대상 선구 및 인접선구 운행차량의 운영예측을 위한 Simulation (소요량 산정)</td></tr><tr><td>차량기지내 동선 효율성 검증</td><td>차량기지내 근무인원에 따른 소요근무면적 및 근무자의 효율적 동선 계획 수립</td></tr><tr><td>핵심분야인 검수 능력의 향상</td><td>기지내 검수장비의 집중화, 자동화 시스템 개발 및 현장 적용(검수주기 고려)</td></tr><tr><td>친환경 녹색기지 이미지 제고</td><td>혐오시설의 이미지를 탈피하여 에너지 절약형 녹색시설로서의 시설계획 수립</td></tr></table>				필요기술	내 용	차량기지 유지 및 검수 용량 검증	사업대상 선구 및 인접선구 운행차량의 운영예측을 위한 Simulation (소요량 산정)	차량기지내 동선 효율성 검증	차량기지내 근무인원에 따른 소요근무면적 및 근무자의 효율적 동선 계획 수립	핵심분야인 검수 능력의 향상	기지내 검수장비의 집중화, 자동화 시스템 개발 및 현장 적용(검수주기 고려)	친환경 녹색기지 이미지 제고	혐오시설의 이미지를 탈피하여 에너지 절약형 녹색시설로서의 시설계획 수립
필요기술	내 용													
차량기지 유지 및 검수 용량 검증	사업대상 선구 및 인접선구 운행차량의 운영예측을 위한 Simulation (소요량 산정)													
차량기지내 동선 효율성 검증	차량기지내 근무인원에 따른 소요근무면적 및 근무자의 효율적 동선 계획 수립													
핵심분야인 검수 능력의 향상	기지내 검수장비의 집중화, 자동화 시스템 개발 및 현장 적용(검수주기 고려)													
친환경 녹색기지 이미지 제고	혐오시설의 이미지를 탈피하여 에너지 절약형 녹색시설로서의 시설계획 수립													
정부지원의 타당성	■ 차량기지건설의 최적화를 도모하여 건설비 및 유지관리비등 국가 예산의 절감을 기대. ■ 친환경, 자동화 기술개발로 혐오시설인 차량기지의 환경성 개선. ■ 국가적 이슈인 저탄소 녹색성장의 저비용, 고효율 기조에 부합.													
기술확보 전략	■ 발주처 및 운영기관을 통한 데이터 수집 및 분석 - 일반철도의 차량종류별 운영 Data 및 수립계획 분석 ■ 기존 기술 활용 방안 검토													

과제번호 1-6		차량기지건설 선진화 요소 개발					
		－ 현 사용되는 기존 기술을 분석하여 적용성 및 보완계획 수립 ■ 해외 관련 기술 습득 － 선진화를 추진중인 국가의 특장적 기술을 확보하여 적용 ■ 공동 연구체계 구성하여 활용이 가능한 실무적 기술 개발 추구 － 산: 운영 Data 및 현황, 장비별 적용사례 분석 － 학: 각종 검증을 위한 Simulation 시스템 개발 － 연: 운영 및 Data 분석, 안정성 검증, DB구축					
기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	■ 차량기지 운용 및 동선 산정 Simulation program. ■ 검수 주기를 고려한 차량통합관리 program. ■ 녹색기지를 위한 에너지 절약형 장비 및 시스템 선정.					
	활용방안	■ 사업 전반에 걸쳐 발주처와 민간업자 활용.					
연구개발과제 의 규모 (50억원 이내) (연구기간 5년 이내)	구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
	연차별 연구비 (억만원)	정부	70	160	120	115	
		민간 (추정)	-	-	-	-	
	합 계		70	160	120	115	
	총 연구비 (억만원)	정부	465		총 연구기간	4년	
		민간	-				
		총합계	465		연도별 평균소요인력	4명	
기대효과 및 파급효과		■ 기술발전 측면 － 최적 기지 용량 검증 및 시설배치 도모하여 기지 효율성 향상 － 검수 자동화 및 효율적 설비구축으로 기지경쟁력 강화 － 차량기지 입지측면의 친환경성 증진 ■ 건설 및 유지보수 측면 － 차량기지 건설비 절감: 효율적 기지건설에 따른 예산절감. － 장기적 유지보수비의 절감: 국가예산 낭비요소 삭감.					
중복 및 연계가능성 검토	후보과제 간의 연계성	선로의 주행 안정성 및 효율성에 관한 TPS, Vampire 및 포스코건설에서 개발 진행 중인 "Pos-rail" program 연계 및 활용					
	기존과제 와의 차별성						
		제목	중복성 검토		연계성 검토		
		도시철도 선로 시스템 표준화 연구 (2002-2006)	도시철도 선로시스템 표준화 연구 중 일부 설계기준이 정립되어 유사성이 있으나, 국내 차량기지 설계, 시공, 운영 등 건설 전반의 신뢰도 확보를 위한 요소기술의 연구개발과는 중복성이 없음.		선로의 주행 안정성 및 효율성에 관한 TPS, Vampire 및 검수 장비의 자동화 검증 simulation 활용 및 연계		

과제번호2-1	궤도/교량 상호작용 완화 궤도 구조 개발			
연구개발 목표	궤도의 장대화 및 연속화를 위한 궤도/교량 상호작용 완화 궤도구조 개발			
기술개발 및 산업/시장 동향	동향	SSDI(Railways Survey & Design Institute, 독일) : 중국 Beijing-Tianjing Line의 Beibei Jialing 장대 교량(교량 길이 : 450.7m, 최대 경간 : 168m)에 Geotextile sliding layer를 적용 프리캐스트 콘크리트 궤도(Bögl) 시공		
		최고기술보유국	독일	현재 보유한 기술의 수준 30%
기존기술 활용방안	■프리캐스트 콘크리트 궤도 개발 -“도시철도 선로시스템 표준화 연구(2002-2006) - 공장제작 /현장조립식 콘크리트궤도 개발”, 건설교통부, 한국철도기술연구원 -“고속철도 선로구축물 시스템 안정화 기술 개발(2003-2007)”, 건설교통부, 한국철도기술연구원 -“철도 구성품 환경성 향상 기술(2009-2011) - 교량 및 터널구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 개발”, 한국철도기술연구원 ■궤도/교량 상호작용 해석기술 -교량 상 장대레일 축력 저감 및 궤도안정성 향상연구(2006~2008), “콘크리트궤도 인터페이스 성능향상 연구용역 (2005~2008)”, 한국철도기술연구원 ■교량 및 궤도해석 기술 확보 -400km/h급 동력 분산형 고속열차(HEMU) : “차세대 고속철도 기술개발사업 (2007~2012)”, 고속화를 위한 선로구축물 기술개발, 한국철도기술연구원			
기술개발 필요성	■경제적 측면 -개발된 궤도시스템 적용을 통한 교량의 장대화 및 연속화가 가능케 됨으로써 공사비 및 궤도 유지보수 비용 저감 -해외시장 진출 시 원천기술 확보로 인한 국익 재고 ■기술적 측면 -국내 철도 교량은 궤도/교량 상호작용에 의한 장대레일 축력 및 사-제동에 대한 안정성 확보를 위하여 일반적으로 고정점간 거리를 약 80m 이내로 하는 경간 30~40m의 단경간/단순교와 같은 획일화된 형식이 적용되고 있음 -건설비 저감을 위해서는 단경간/단순교와 같은 획일화된 형식이 아닌 교량의 장대화 및 연속화가 필요하며, 이를 위해서는 궤도/교량 상호작용에 의한 축력을 완화시킬 수 있는 궤도구조 개발이 필요 -현재까지 궤도/교량 상호작용 저감을 위해서 레일 신축이음매, 중저항력 저감 체결장치, 활동 체결장치 등 다양한 방법이 시도되어 왔으나, 유지보수 상 문제점이 도출되는 등, 충분한 해결책이 되지 못하고 있기 때문에 교량의 장대화 및 연속화가 매우 제한적으로만 적용되고 있음 -반면 중국에서는 SSDI(Railways Survey & Design Institute, 독일)의 기술 검토를 통해 Beijing-Tianjing Line의 Beibei Jialing 교량(교량 길이 : 450.7m, 최대 경간 : 168m)에 궤도/교량 상호작용력 완화를 위한 Geotextile sliding layer을 이용한 프리캐스트 콘크리트 궤도구조(Bögl)를 개발하여 적용함으로써 교량의 장대화 및 연속화 실현 ■사회적 측면 -철도교통에 대한 대국민 신뢰 회복			

과제번호2-1	궤도/교량 상호작용 완화 궤도 구조 개발																		
	-친환경적이며 안전한 철도중심의 교통체계가 구축 ■국산화 요구 사례 -도로, 하천, 산악 지형이 많은 국내 지형 여건을 고려할 때 교량의 장대화 및 연속화는 철도 중심의 물류체계 확충을 위해서는 선결되어야할 핵심 기술로 요구되고 있음																		
주요연구 개발내용	<table><tr><th>필요기술</th><th>내용</th></tr><tr><td rowspan="3">설계기술</td><td>국외 교량상 레일 축력 저감 기법 및 적용 사례 분석</td></tr><tr><td>궤도/교량 상호작용에 의한 레일 축력 저감 궤도구조 형식 개발 (개념설계)</td></tr><tr><td>궤도-교량 상호작용 해석 및 시스템 상세 설계</td></tr><tr><td rowspan="3">재료 및 구성요소 기술</td><td>시스템 재료 및 구성요소 요구 성능 정의</td></tr><tr><td>재료 및 구성요소 개발 및 시제품 제작</td></tr><tr><td>실내 물성실험 및 적합성 검토</td></tr><tr><td rowspan="3">성능평가 기술</td><td>실내 Mock-up 제작 및 성능 실험</td></tr><tr><td>현장 시험시공을 통한 시공성 검증</td></tr><tr><td>장기 계측을 통한 적합성 및 사용성 검증</td></tr><tr><td rowspan="2">지침 및 시방</td><td>설계 세부지침 작성</td></tr><tr><td>시공지침 및 자재 제작시방 작성</td></tr></table>		필요기술	내용	설계기술	국외 교량상 레일 축력 저감 기법 및 적용 사례 분석	궤도/교량 상호작용에 의한 레일 축력 저감 궤도구조 형식 개발 (개념설계)	궤도-교량 상호작용 해석 및 시스템 상세 설계	재료 및 구성요소 기술	시스템 재료 및 구성요소 요구 성능 정의	재료 및 구성요소 개발 및 시제품 제작	실내 물성실험 및 적합성 검토	성능평가 기술	실내 Mock-up 제작 및 성능 실험	현장 시험시공을 통한 시공성 검증	장기 계측을 통한 적합성 및 사용성 검증	지침 및 시방	설계 세부지침 작성	시공지침 및 자재 제작시방 작성
필요기술	내용																		
설계기술	국외 교량상 레일 축력 저감 기법 및 적용 사례 분석																		
	궤도/교량 상호작용에 의한 레일 축력 저감 궤도구조 형식 개발 (개념설계)																		
	궤도-교량 상호작용 해석 및 시스템 상세 설계																		
재료 및 구성요소 기술	시스템 재료 및 구성요소 요구 성능 정의																		
	재료 및 구성요소 개발 및 시제품 제작																		
	실내 물성실험 및 적합성 검토																		
성능평가 기술	실내 Mock-up 제작 및 성능 실험																		
	현장 시험시공을 통한 시공성 검증																		
	장기 계측을 통한 적합성 및 사용성 검증																		
지침 및 시방	설계 세부지침 작성																		
	시공지침 및 자재 제작시방 작성																		
정부지원의 타당성	■단경간/단순교 일색인 국내 철도교량의 장경간화를 위한 궤도/교량 상호작용 완화 궤도시스템 핵심기술 확보 ■국내 신규노선에 적용하여 도로, 강 횡단 등에 대한 설계자유도를 높이고 환경 보호 및 민원 발생 등을 최소화하기 위한 지원 필요 ■선진 궤도시스템 핵심기술 확보를 통한 해외시장 진출을 위한 경쟁력 구축 ■국가 성장 동력으로써 철도산업발전에 토대가 되나, 국내 산업기반이 미약하여 국가의 지원을 통한 관련 시장형성 및 기반기술 육성 필요																		
기술확보 전략	■유관기관 기획 TFT 구성 -연구기관, 대학, 설계사, 업체로 구성하여 해석/설계/장치를 통합한 연계기술이 중요하므로 연구기획 초기에 관련 유관기관의 전문가로 구성된 TFT를 구성하여 주요 의사 결정 -본 과제 수행 시 국외 전문가 혹은 전문설계사를 연구진에 포함시켜 해외 선진기술을 습득 및 확보 예정 ■조기 실용화 추진 -4년 이내 개발 완료 -실내·외 시험 및 현장부설 시험을 통한 성능검증 -종료 후 신규노선 설계에 반영 -연구 기간 중 기존 시공 노선에 설계변경 발생 시 적용할 수 있도록 지속적으로 실무 적용성 검증 ■기존 연구 성과 활용 -기존에 수행되었던 궤도 및 교량 관련 연구 성과를 최대한 활용하여 적용 ■개발항목의 선택과 집중 -재료 및 구성요소 기술 개발에 대하여는 국내·외 기존 개발품의 적극적인 검토 -설계/기준 및 해석 기술에 대한 연구 개발을 주도적으로 수행 ■성과물의 운영·관리방안 마련 및 시행																		

과제번호2-1		궤도/교량 상호작용 완화 궤도 구조 개발					
		-설계 편람 등 구체적 실무 적용방안 마련 -설계 사례 등에 대한 실무진 배포 및 공청회 등을 통한 기술정보 전파					
기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	■궤도/교량 상호작용 완화 궤도시스템(시작품) 및 기술보고서 ■장대 교량 상 궤도/교량 상호작용 완화 궤도시스템 적용 예제 및 설계 편람					
	활용방안	■신규노선 및 연구기간 중 설계변경 구간					
연구개발과제 의 규모 (50억원 이내) (연구기간 5년 이내)	구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
	연차별 연구비 (백만원)	정부	250	516	517	516	370
		민간 (추정)	60	126	127	126	90
	합 계		310	642	644	642	460
	총 연구비 (백만원)	정부	2,169		총 연구기간	5 년	
		민간	529				
		총합계	2,699		연도별 평균소요인력	34 명	
기대효과 및 파급효과	■경제적 측면 -교량 장경간화에 따른 상/하부구조 총 공사비 7% 이상 절감 가능 -교량 연속화에 따른 교량 받침 비용 절감 및 유지보수가 많은 교량 받침에 대한 유지보수 비용 절감 -교량 장경간화에 따른 하부구조 공간 활용 극대화에 따른 사회비용 절감 ■기술발전 측면 -국내 기존 연구개발 성과 활용 및 고도화 -국내 연구개발 동기부여로 국가 철도기술경쟁력 향상 -향후 타 교량기술개발 연구에 활용 가능 -철도교량 핵심설계기술 선진화 ■활용 및 유지보수 측면 -신규노선 및 설계변경 기존 노선에 반영 -도로, 하천 횡단 구간에 적용 -경관적 장점 및 민원 최소화 -해외시장 진출 시 선진기술력에 대한 경쟁력 확보 -교량상 장대레일 축력 저감 및 교각 감소로 궤도 및 교량 하부구조에 대한 유지보수비 감소						
	후보과제 간의 연계성	- “궤도-교량 인터페이스 설계기준 개선” 연구의 결과와 연계					
	중복 및 연계가능성 검토	기존과제 와의 차별성	제목		중복성 검토		연계성 검토
프리캐스트 콘크리트 궤도(PST) 개발 과제			프리캐스트 콘크리트 궤도 설계 기술개발에 집중된 연구개발로 중복성 없음		본 연구에서 개발 예정인 궤도/교량 상호작용 완화 궤도시스템의 설계와 연계		

과제번호2-1	궤도/교량 상호작용 완화 궤도 구조 개발			
		콘크리트궤도 인터페이스 성능향상 연구용역	궤도/교량 상호작용 해석 기법 개발에 집중된 연구 개발로 중복성 없음	본 연구로 개발된 궤도/교량 상호작용 완화 궤도시스템 기술 적합성 검토 및 성능 검증과 연계
		차세대 고속철도 기술개발사업	차량/교량 상호작용 해석기술 개발에 집중된 연구개발로 중복성 없음	본 연구로 개발된 궤도/교량 상호작용 완화 궤도시스템 기술 적합성 검토 및 성능 검증과 연계

과제번호2-2	포스트텐션 프리스트레스트 콘크리트 궤도 공법 개발			
연구개발 목표	■ 콘크리트 슬래브 궤도에 포스트텐션 프리스트레싱 기법을 도입하여 콘크리트 궤도 단면을 감소시켜 시멘트 사용에 따른 탄소배출을 저감하고, 균열의 발생을 방지하여 유지보수가 필요 없는 고내구성 장수명 포스트텐션 콘크리트 슬래브 궤도(PTCST: Post-Tensioned Concrete Slab Track) 공법 개발			
기술개발 및 산업/시장 동향	동향	■ 프랑스: 1970년대 현장타설 콘크리트 슬래브에 포스트텐션 기법을 도입한 콘크리트 궤도 시험 시공(1개 슬래브 연장: 100m) ■ 독일, 영국, 일본, 러시아: 1950년대 이후부터 프리캐스트 콘크리트 슬래브에 프리스트레싱 기법을 도입한 궤도 시험 적용 ■ 미국: 포스트텐션 콘크리트 슬래브를 이용한 도로 포장을 1970년대 이후부터 꾸준히 건설해 오고 있음 ■ 한국: 철도궤도에 포스트텐션 기법을 도입한 경험은 없으나 도로 포장에 포스트텐션 기법을 도입한 공법이 최근에 개발되어 사용되고 있음		
		최고기술보유국	프랑스, 독일, 미국	현재 보유한 기술의 수준 미국 대비 20%
기존기술 활용방안	■ 포스트텐션 콘크리트 포장 공법 확보 - 도로 콘크리트 포장 슬래브에 프리스트레스트를 도입하고 갭슬래브 및 아모조인트를 이용한 포스트텐션 콘크리트 포장(PTCP) 공법(신기술 607호, 2010년 6월), 경희대학교, 강원대학교, 삼우아이엠씨 - 도로 포장에 프리스트레싱 기법을 도입한 PTCP 공법의 연구개발 내용을 기초로 하여 철도 궤도 시스템에 적합한 공법을 개발하는데 활용			
기술개발 필요성	■ 경제적 측면 - 균열 발생을 억제하는 새로운 개념의 궤도 시스템 도입에 따른 균열 유지보수비용 절감 - 콘크리트 단면 축소에 따른 콘크리트 재료비 절감 - 고내구성 장수명 시스템 도입에 따른 생애주기비용 감소 - 원천기술 확보로 인한 기술료 수입 ■ 기술적 측면 - 콘크리트 슬래브 궤도에 프리스트레싱을 통한 압축력을 도입하여 인장응력을 감소시켜 균열의 발생을 억제함 - 균열이 없는 콘크리트 궤도는 강성의 연속성을 보장하기 때문에 궤도의 내구성 향상에 기여함 - 프리스트레싱에 의해 콘크리트 슬래브에 압축력이 도입되므로 콘크리트 슬래브의 단면적을 감소시킬 수 있음 - 콘크리트 슬래브 궤도의 두께 및 무게를 감소시킴으로 인해 터널 또는 교량 등에 사용이 용이함 - 국내 관련기술 연구개발 성과물의 활용을 통한 기술 고도화(도로 포장, 교량 등) - 공항, 항만, 광장 등 타 분야에 기술파급 효과 있음 - 국내 철도 궤도 공법 다양화를 통한 철도 기술 수준 향상 ■ 사회적 측면 - 시멘트 사용량 감소에 따른 탄소배출량 저감으로 국가 정책에 부응 - 고내구성 철도 시스템 구축에 따른 사용자 만족도 증가			
주요연구				

과제번호2-2	포스트텐션 프리스트레스트 콘크리트 궤도 공법 개발	
개발내용	필요기술	내용
	PTCST 구조 형식 개발	슬래브 스패ن 최대 가능 길이 및 적정 길이 산정
		슬래브 최소 두께 산정
		프리스트레싱 기법 개발
		중형방향 스톱퍼 개발
	PTCST 세부 요소 기술 개발	조인트 시스템 개발
		앵커러그 시스템 개발
	PTCST 해석 기법 개발	구조해석 모델 정립
		열차하중에 대한 응력 분포 분석
		환경하중에 대한 응력 분포 분석
		프리스트레싱 손실에 대한 분석
	PTCST 시공 기술 개발	거푸집 구조 개발
		시공 장비 조합
	PTCST 시험 시공	시험시공을 통한 시공성 분석
		계측을 통한 거동 분석
		추적조사를 통한 공용성 분석
	PTCST 공법 지침 작성	설계법 개발
		설계지침 작성
		시공지침 작성
정부지원의 타당성	■ 철도 궤도에 대한 유지보수 비용 감소로 국가 예산 절감 ■ 생애주기비용 감소로 인한 국가 예산 절감 ■ 저탄소배출 공법으로 국제적 추세에 부응 ■ 고내구성 철도 궤도 개발로 인한 철도 안전성 및 신뢰도 증가 ■ 한국형 고성능 철도 궤도의 개발로 인해 해외 수출 가능 및 국가 경쟁력 향상	
기술확보 전략	■ 국내외 전문가 그룹 구성 - 국내외의 관련 분야 전문가로 구성된 자문위원회를 운영하여 주요 의사 결정 - 국내외 관련 기술 개발자의 세미나 개최로 연구 수행의 효율화 증진 ■ 유사분야 연구 성과 활용 - 도로 포장 분야에서 기존에 수행되었던 유사 연구의 내용 및 성과를 최대한 활용 ■ 지적재산권 및 신기술 획득 추진 - 4년 이내에 개발 및 시험시공 완료 - 건설신기술 - 관련 요소 기술에 대한 특허 ■ 개발 공법의 적용방안 마련 - 설계 및 시공 지침 개발 - 세미나 및 학술발표회를 통한 개발 공법 홍보	

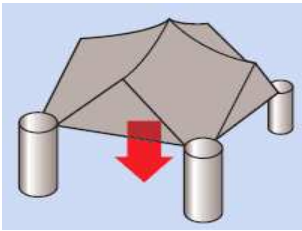
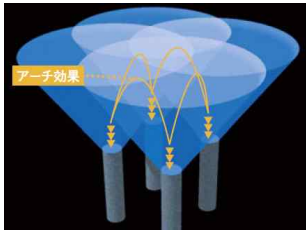
과제번호2-2		포스트텐션 프리스트레스트 콘크리트 궤도 공법 개발					
		- 설계 및 시공에 대한 교육시스템 마련					
기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	■ PTCST 세부 요소 기술, 설계 및 시공 지침					
	활용방안	■ 균열방지, 두께감소, 무게감소 등이 필요한 구간에 PTCST를 우선적으로 적용하여 고내구성 철도 궤도를 제공함					
연구개발과제 의 규모 (50억원 이내) (연구기간 5년 이내)	구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
	연차별 연구비 (백만원)	정부	150	240	240	240	290
		민간 (추정)	50	80	80	80	90
	합 계		200	320	320	320	380
	총 연구비 (백만원)	정부	1,160		총 연구기간	5 년	
		민간	380				
총합계		1,540		연도별 평균소요인력	23 명		
기대효과 및 파급효과		■ 기술발전 측면 - 국내 유사분야 연구개발 성과 활용 및 고도화 - 고성능 궤도 공법 개발로 인한 국가 철도기술경쟁력 향상 - 기술이전 및 타 분야로의 파급효과가 커서 토목기술 저변 확대가 기대됨 ■ 활용 측면 - 궤도 사용수명 증대(목표 내구수명 100년) 및 유지보수 비용 절감에 따라 생애주기비용 절감(50% 이상) - 균열방지가 필요한 구간에서의 활용도 극대화 - 터널구간 적용 시 궤도 높이 감소로 인한 터널굴착 높이 감소에 따른 경제성 증가					
중복 및 연계가능성 검토	후보과제 간의 연계성	- “신뢰성 기반 콘크리트궤도 설계법 개발” 연구의 설계하중 및 설계법 개발과 연계					
	기존과제 와의 차별성	제목		중복성 검토		연계성 검토	
		고기능 및 고내구성 프리스트레스트 콘크리트 포장 기술 및 제품 개발 (중소기업청) (2008.7.-2010.6.)		도로 포장에 대한 연구 개발로 중복성 없음		프리스트레싱 기법을 콘크리트 포장 슬래브에 도입한 공법의 개발 과정 및 결과를 활용	
		포스트텐션 콘크리트 포장 공법의 실용화 기술개발 및 현장검증에 관한 연구 (건설교통기술평가원) (2009.11.~2010.5.)		도로 포장에 대한 연구 개발로 중복성 없음		시공과 관련된 내용을 검토하여 활용	
		도시철도 선로시스템 표준화 연구 (2002-2006)		도시철도용 프리캐스트 콘크리트궤도 개발로 포스트텐션 공법 개발과는 중복성 없음		프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 구조 설계 및 시험 시공 데이터 연계 활용 가능	
		고속철도 선로구축물		고속철도용 프리캐스트		프리캐스트 콘크리트	

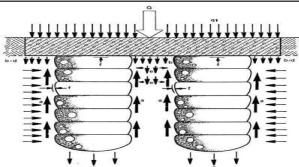
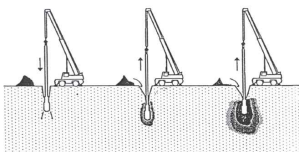
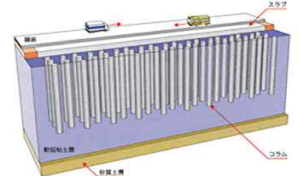
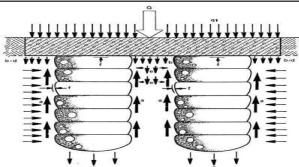
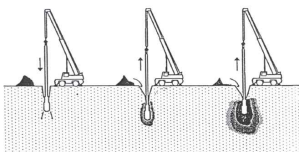
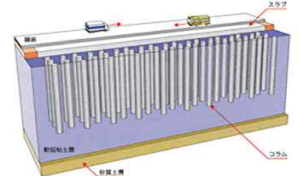
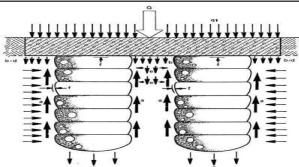
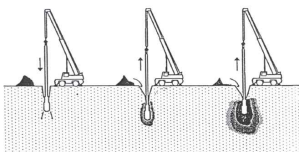
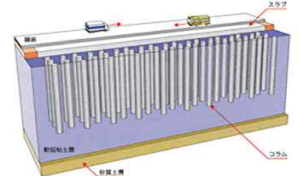
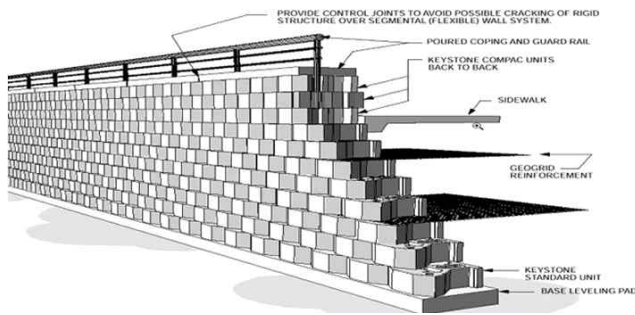
과제번호2-2	포스트텐션 프리스트레스트 콘크리트 궤도 공법 개발			
		시스템 안정화 기술 개발 (2003-2007)	콘크리트궤도 개발로 포 스트텐션 공법 개발과는 중복성 없음	슬래브궤도 구조 설계 및 시험 시공 데이터 연계 활용 가능
		철도구성품 환경성 향상 기술 (2009-2011)	기존에 개발된 프리캐스 트 콘크리트 슬래브궤도 구조의 적용 범위를 고 속철도 교량, 터널구간 까지 확대하는 연구로써 포스트텐션 공법개발과 는 중복성 없음	시험시공 데이터 연계 활용 가능

과제번호2-3		분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도공법 개발			
연구개발 목표	■ 시공 정밀도 향상을 위한 분기기 구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 제작 및 시공기술 개발				
기술개발 및 산업/시장 동향	동향	■ 독일 : 2008년 중국 Beijing-Tanjin간 고속철도 분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 적용(Max-Bögl FFB TS system) ■ 일본 : 1974년 Sanyo 신간선, 1977년 신간선 시험구간에 시험 적용 (Resin-filled J-slab), 이후 Tohoku 신간선 및 Joetsu 신간선에 다수 적용			
	최고기술보유국	독일, 일본	현재 보유한 기술의 수준		독일 대비 30%
기존기술 활용방안	■ 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 기존 기술 활용 - “도시철도 선로시스템 표준화 연구(2002-2006) - 공장제작 / 현장조립식 콘크리트궤도 개발”, 건설교통부, 한국철도기술연구원 - “고속철도 선로구축물 시스템 안정화 기술 개발(2003-2007)”, 건설교통부, 한국철도기술연구원 - “철도 구성품 환경성 향상 기술(2009-2011) - 교량 및 터널구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브 궤도 개발”, 한국철도기술연구원				
기술개발 필요성	■ 경제적 측면 - 프리캐스트 콘크리트 궤도 시공기술의 국산화를 통한 기술료 지출 절감 - 기계화 시공, 기후 영향 최소화로 인한 공기 단축 - 정밀 시공으로 분기기 구간 유지보수 부담 경감 ■ 기술적 측면 - 분기기는 열차의 주행 안전과 직결되는 중요 부품이기 때문에 설치 정밀도에 대한 요구 수준이 매우 높으며, 만약 시공 시 설치 정밀도를 만족하지 못할 경우 작동 이상으로 안전에 심각한 위협이 될 수 있음. - 특히 콘크리트궤도는 자갈궤도와 달리 시공 후 조정이 거의 불가능하기 때문에 더욱 정밀한 시공이 이루어져야 함. - 프리캐스트 콘크리트 슬래브를 활용함으로써 정밀한 품질관리를 통한 고품질 시공이 가능하며, 정밀한 분기기 선형 확보 가능 ■ 사회적 측면 - 정밀한 분기기 선형 확보를 통해 분기기 동작 장애로 인한 교통 지연 최소화 - 철도 사고 위험 감소, 신뢰성 및 안전성 향상 ■ 국산화 요구 사례 - 국내 콘크리트궤도는 대부분 국외 현장타설 콘크리트궤도 방식을 적용하고 있으나, 현장에서 복잡한 시공여건으로 인해 정밀도 유지가 어려워 최근 경부고속철도 2단계 구간에서 동작오류가 빈번히 발생하였으나, 국외 기술에 의존함으로써 신속한 대처가 어려움.				
주요연구 개발내용	필요기술		내용		
	분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브 layout 및 구조 설계기술		분기기 선형을 반영한 슬래브 layout 설계		
			슬래브 및 구성요소 구조설계		
			설계지침 작성		
	슬래브 정밀제작기술		분기기 선형을 정밀하게 반영할 수 있는 슬래브 제작 기술 개발		
			슬래브 제작오차 기준 정립 및 제작지침 작성		

과제번호2-3		분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도공법 개발						
	시공기술	프리캐스트 콘크리트 슬래브 설치 및 시공기술 개발						
		실내/현장 시험시공을 통한 시공성 및 정밀도 검증						
		시공지침 작성						
	성능평가기술	실내 실험 및 현장 성능평가를 통한 성능검증						
정부지원의 타당성	■ 정밀한 분기기 선형 확보, 분기기 동작 장애 등으로 인한 교통 지연을 최소화함으로써 신뢰성 및 안전성 향상, 철도 신뢰도 제고							
기술확보 전략	■ 산학연 공동연구체계 구축을 통한 효율적 업무분담 및 성과 향상 - 산 : 슬래브 제작 및 시공기술 개발 - 학 : 구성요소 상세 해석 - 연 : 슬래브 layout 및 구조설계, 성능평가 ■ 기존 연구 성과 활용 - 기존 연구를 통해 개발된 프리캐스트 콘크리트궤도 구조 적용 - 해석 및 현장 계측 데이터 활용 ■ 국외 사례 분석을 통한 문제점 도출 - 국외 프리캐스트 콘크리트궤도 분기기 부설사례 조사 및 문제점 분석 ■ 실내 및 현장 시험시공을 통한 성능검증 - 실내 조립체 성능실험, 현장 시험시공 등 단계별 성능검증, 조기 실용화 토대 구축 ■ 신기술 및 특허 등 지적재산권 확보 - 관련 요소기술 특허 확보 - 시험 시공 완료 후 교통 신기술 인증 추진							
기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	■ 분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 설계안 및 설계지침 ■ 슬래브 제작 설비 및 시공 장비, 슬래브 제작 및 시공지침서 ■ Test track 및 성능평가 보고서						
	활용방안	■ 고속철도 및 일반철도 분기기 구간 적용						
연구개발과제의 규모 (50억원 이내) (연구기간 5년 이내)	구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
	연차별 연구비 (백만원)	정부	100	187	187	187	390	
		민간 (추정)	30	60	60	60	130	
	합 계		130	247	247	247	520	
	총 연구비 (백만원)	정부	1,050			총 연구기간	5 년	
		민간	340					
총합계		1,390			연도별 평균소요인력	14 명		
기대효과 및 파급효과	■ 기술발전 측면 - 고품질 시공 및 정밀한 분기기 선형 확보가 가능한 시공법 개발을 통해 국내 궤도 시공 기술 수준 향상 및 대외 경쟁력 제고 ■ 활용 및 유지보수 측면 - 정밀 시공으로 분기기 구간 유지보수 부담 경감 및 신뢰성 향상(고장율 0.01%)							

과제번호2-3		분기기구간 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도공법 개발		
	- 분기기 동작 장애로 인한 교통 지연을 최소화하고, 철도 사고 위험을 감소함으로써 신뢰성 및 안전성 향상			
중복 및 연계가능성 검토	후보과제 간의 연계성	- “신뢰성 기반 콘크리트궤도 설계법 개발” 연구의 설계하중 및 설계법 개발과 연계		
	기존과제 와의 차별성	제목	중복성 검토	연계성 검토
		도시철도 선로시스템 표준화 연구 (2002-2006)	도시철도용 프리캐스트 콘크리트궤도 개발은 일부 중복되나 일반 터널구간에 한정되어, 분기기 구간 시공법 연구 와는 중복성 없음.	프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 구조 설계 및 시험시공 데이터 연 계 활용 가능
		고속철도 선로구축물 시스템 안정화 기술 개발 (2003-2007)	고속철도용 프리캐스트 콘크리트궤도 개발은 일부 중복되나 일반 토공구 간에 한정되어, 분기기 구간 시공법 연구와는 중복성 없음.	프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 구조 설계 및 시험시공 데이터 연 계 활용 가능
		철도구성품 환경성 향상 기술 (2009-2011)	기존에 개발된 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 구조의 적용 범위를 고 속철도 교량, 터널구간까지 확대하는 연구로써 분기기 구간 시공법 연구 와는 중복성 없음.	프리캐스트 콘크리트궤 도 구조 적용, 시험시공 데이터 연계 활용 가능

과제번호2-4	철도 연약지반 구간 노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발			
연구개발 목표	■ 연약지반 보강(pile, column) 및 성토부의 구조 안정화(경량 혼합, 개량토(Treated soil), 토목섬유 등) 공법 융합을 통해 연약지반의 잔류침하를 제어할 수 있는 다목적 고효율 저비용 시공기술 개발 및 자갈도상의 강성 증진을 위하여 폴리머 수지계 충전형 자갈 도상의 개발 및 현장 적용을 목표로 함			
기술개발 및 산업/시장 동향	동향 ■ 미국(건설잔토를 활용하여 지반안정화) : 미국에서는 점성토 및 건설잔토를 고화재 및 기포 등을 혼입하여 지반을 안정화 시키고 있음 ■ 일본(준설토 및 건설잔토를 활용하여 지반안정화) : 일본에서는 준설토를 활용하여 다양한 현장에 대해 적용성 연구를 진행하고 있으며, 항만 및 도로, 철도 시설의 지반안정화를 증진시키고 있음 ■ 미국 (연약한 흙의 Treated soil에 의한 안정화) : 미국 에서는 연약한 지반에 Lime을 혼입하여 연약한 지반의 강도를 증진시킴 ■ 말뚝지지구조공법(칼럼슬래브)은 연약지반에서 신속하게 잔류침하를 억제하기 위한 가장 적합한 공법으로써 활발하게 적용되고 있고 유럽 및 일본의 경우, 1980년 대부터 철도용으로 적용되고 있음 - 일본 : 1978-1988년 동안 13.4km 시공 (JR시공분) - 프랑스 : 2005년~2009년 2.4백만유로 투입하여 국제공동연구 수행 - 미국(FHWA) : 도입이 시급한 급속시공공법으로 선정 - 중국 : 광범위한 고속철도 현장에서 약 200km이상 시공 실적  <중국고속철도>  <이탈리아고속철도> ■ 지반 개량체 및 미개량 지반에 발생하는 응력은 실제로 Arching 효과에 의해 분배된다. 개량체의 강도와 배치간격을 적절하게 조절함으로써, 과도한 침하의 발생을 억제할 수 있다.   <Arch효과>			
	최고기술보유국	일본, 미국, 중국	현재 보유한 기술의 수준	일본대비 60%
기존기술 활용방안				

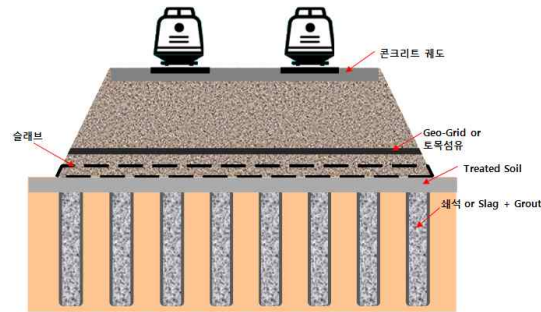
과제번호2-4	철도 연약지반 구간 노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발													
■ 기존 Column형 공법														
<table><tr><th>공법 명칭</th><th>공법 개요</th><th>비고</th></tr><tr><td>GEOPIER</td><td>원지반 및 높은 다짐에너지에 의해 구축된 쇄석 Pier가 상부하중에 저항하는 공법</td><td></td></tr><tr><td>Stone Column</td><td>바이브레이터의 진동을 이용하여 치환재를 연약지반에 주입하여 석주를 형성</td><td></td></tr><tr><td>칼럼슬라브공법</td><td>연약한 도로노반에 신속한 잔류침하 억제를 위해 적용된 공법</td><td></td></tr></table>			공법 명칭	공법 개요	비고	GEOPIER	원지반 및 높은 다짐에너지에 의해 구축된 쇄석 Pier가 상부하중에 저항하는 공법		Stone Column	바이브레이터의 진동을 이용하여 치환재를 연약지반에 주입하여 석주를 형성		칼럼슬라브공법	연약한 도로노반에 신속한 잔류침하 억제를 위해 적용된 공법	
공법 명칭	공법 개요	비고												
GEOPIER	원지반 및 높은 다짐에너지에 의해 구축된 쇄석 Pier가 상부하중에 저항하는 공법													
Stone Column	바이브레이터의 진동을 이용하여 치환재를 연약지반에 주입하여 석주를 형성													
칼럼슬라브공법	연약한 도로노반에 신속한 잔류침하 억제를 위해 적용된 공법													
■ 보강토 공법														
														
■ 혼합토 재료배합기술 확보														
- 일본 Penta-Ocean Construction, Port & Airport Research Institute 등														
■ 혼합토 시공기술 확보														
- 일본 Penta-Ocean Construction, Port & Airport Research Institute 등														
■ 개량토(Treated soil) 재료혼합기술 확보														
- 개량토(Treated soil) 재료혼합기술 : 미국 퍼듀대학교, 미국 Indiana Department of Transportation(INDOT) 등														
■ 개량토(Treated soil) 시공기술 확보														
- 개량토(Treated soil) 재료혼합기술 : 미국 Indiana Department of Transportation (INDOT) 등														
■ 자갈도상 충전기술 선행 연구														
- 다양한 자갈도상 충전 재료의 적용 사례 및 연구를 바탕으로 충전형 자갈도상의 개발에 기초 자료 활용														
: "철도도상용 프리팩트 콘크리트의 적용에 관한 연구(2007)", 한국콘크리트학회 학술발표회, 쌍용양회공업(주)														
: "도상안정제 성능특성에 관한 실험적 연구(2010)", 한국철도학회 학술발표회, 한국철도공사														
■ 폴리머 수지 요소기술 연구														

과제번호2-4	철도 연약지반 구간 노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발
	- 기존 폴리머 수지 충전제 특성 및 장단점 분석을 통한 재료 개발 연구 : “현장 궤도 동특성 추정에 관한 연구 (2001)”, 한국철도학회 논문집 ■ 도상 거동 특성 평가 - 열차 하중 재하 시 도상의 거동 특성 분석 및 평가를 위한 기초 자료 활용 및 충전형 자갈 도상의 시뮬레이션 자료 활용 - : “열차 하중 재하시의 도상 자갈의 거동에 대한 연구”, 한국철도공사 - “3-Dimensional Finite Element Modelling of Railway Transitions(2007)”, International Conference on Railway Engineering, XiTRACK
기술개발 필요성	■ 경제적 측면 - 연약지반 및 성토부 용지 최소화에 따른 용지 보상 및 민원 최소화 - 고가의 교량 건설 대체 기술 필요 - 연약지반 개량을 위한 친환경 저비용의 신재료 확보를 통한 공사비 절감 - 연약지반 구간 시공중 및 시공 완료 후 장기적인 침하에 따른 궤도틀림, 침목의 들뜸 억제에 따른 유지보수비용 절감 - 장기적인 노반 침하 문제를 근본적으로 해결할 수 있는 공법으로써 시공비뿐만 아니라 LCC 비용 절감 - 자갈도상의 강성증진을 통한 차량하중 지지력 증가 및 상부 노반에 작용하는 하중 감소 - 자갈도상 내구성 증가로 인한 유지보수 비용 절감 - 3~4년 주기로 산정된 자갈치기 유지보수 비용 110,473,000원/km - 폴리머 수지 충전형 자갈도상 적용 시 유지보수주기의 증가로 자갈치기 비용이 절감되어 생애주기비용(Life Cycle Cost) 측면에서 경제적인 ■ 기술적 측면 - 칼럼과 구조용 보강 블록을 조합시킴으로서, 잔류침하량 임의 설정 가능 - 칼럼 선단 지반 개량부 전체의 강성이 높아지고, 진동소음 억제 가능 - 말뚝 기초 상부 콘크리트 슬래브 대체 기술 필요 - 연약지반 및 성토부 용지 최소화를 통한 환경 파괴 최소화 - 연약지반 구간 공사 시 안정적인 지반 안정화 공법 개발 필요 - 원지반과 성토부 간의 강성 차이로 인한 부등침하 억제 시공 기술 개발 - 국내철도노반에 사용되지 않고 있는 재료(개량토, Treated soil)의 적용기술개발을 통한 철도노반의 성능 검증 및 시공 기술 확보 - 향후 국내외 철도 건설 기술 확장성 증대 - 세계 최고수준의 철도노반 재료배합기술 및 시공기술수준 확보 - 자갈 도상 내에 3차원 에너지 흡수형(압축과 인장저항 강화) 폴리머 네트워크 형성으로 보다 안정적인 자갈 도상 성능 향상 - 철도 고속화에 적합한 도상 구조 구축 ■ 사회적 측면 - 콘크리트궤도 건설 증가에 따른 경제적 연약지반 개량 공법 확보 요구 - 친환경 시공 기술 개발에 따른 시공 부지 최소화 가능 - 재료 개발에 따른 환경 파괴 억제로 국민적 신뢰 향상 - 콘크리트 등 외부 재료 반입에 따른 민원 문제 최소화로 국민적 신뢰감 회복 - 고품질/고성능 철도노반 확보를 통한 대국민 신뢰 회복 - 친환경/경제적인 노반재료 및 시공기술을 통한 건설공사의 긍정적 인식제고

과제번호2-4	철도 연약지반 구간 노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발
	■ 국산화 요구 사례 - 혼합기술 및 강도 증진, 시공성 향상을 위한 재료의 개발과 시공 기술의 국산화 필요 - 경제적인 신재료 제안(예: 개량토, Treated soil) 및 그에 따른 시공기술 시스템의 국산화 필요 - 국내 실정을 감안한 폴리머 수지 개발 - 경제성 제고를 위한 국산화 필요
주요연구 개발내용	■ 연약 지반에 철도구조물 설치 시 시공 중 및 시공 후 공용기간에 따른 장기 안정성, 특히 침하억제에 필요한 기준 및 기존 문제점 발생 원인 및 대책 적용 사례 조사(국내외, 철도 분야, 철도 외 분야) ■ 수치해석 적 방법에 의한 모의 설계 시뮬레이션을 통해 공법별 적용 가능성 분석 ■ 관련 기술 자료를 통한 국내 적용가능방법 분석 ■ 결정된 보강 공법 적용계획안에 따른 설계 시뮬레이션 ■ 철도 운행에 따른 조건별 하중, 정적인 하중, 지진 하중 등 상부 구조물 하중조건에 따른 구조물-보강체-지반 상호작용 해석 표준화방안 수립 ■ 수치해석 적 방법에 의한 모의 설계 시뮬레이션을 통해, 적용성 분석 ■ 수치해석 적 방법에 의한 분석을 통해, 경제성 분석 ■ 기타 적용 시 문제점 및 개선안 연구 ■ 모형실험을 통한 침하억제 메카니즘 파악 / 경제성 분석 ■ 용지 및 연약지반 보강 물량을 최소화할 수 있는 칼럼과 성토부 구조용 보강 블록 공법 융합을 통한 성능 검토 <칼럼과 구조용 보강 블록 융합 공법> - 콘크리트 슬래브형 궤도와 칼럼 간 조합 검토 <콘크리트 궤도와 칼럼 혼합 공법> - 칼럼슬래브와 성토체 재료혼합기술(개량토, Treated soil) 조합방법검토

과제번호2-4

철도 연약지반 구간 노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발



<칼럼슬래브와 성토체 재료혼합 공법>

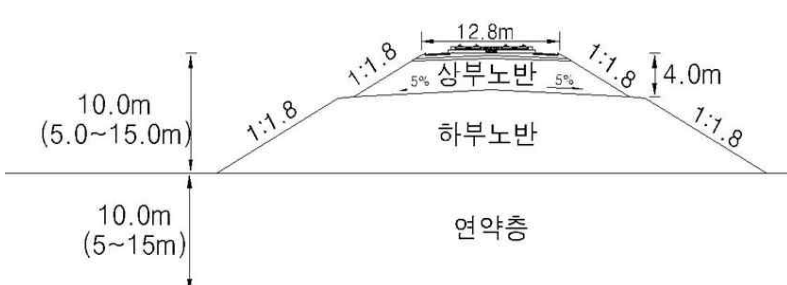
- 장기 모니터링 시스템 도입으로 장기적인 침하억제 효과 검증
- 구조물-보강체-지반 상호작용 해석방법 표준화
- 실무 적용 시 설계방법 및 적용기술(시공기술) 습득 / 경제성 분석
- 현장 시험시공을 통한 적용성 검증
- 현장 실적용 시 장기 모니터링 시스템 도입으로 장기적인 침하억제 효과 검증
- 경제성 분석을 통한 저비용 고효율 침하억제공법 제안
- 공법 최적화 및 표준화

필요기술	내용
폴리머 수지 개발	폴리머 수지계 재료 특성 검토
	폴리머 수지의 접착성능, 강도, 인장특성 평가
	충전을 위한 유동성 및 경화시간 등을 통해 현장적용성 검토
	반복하중에 따른 거동 특성 분석 (Mock-Up Test)
	적용 확대를 위한 경제성 및 시공성 확보 방안 검토
충진 깊이 및 특성 평가	점도 및 살포량에 따른 충전 깊이 조절
	충진 깊이에 따른 거동 특성 평가 및 경제성 확보
폴리머수지 충전형 자갈도상의 거동 특성 분석	유한요소해석을 통한 성능 검토
	충전에 따른 도상의 물성변화인자를 사용하여 궤도의 거동 특성 분석
	Mock-Up Test와 비교하여 설계 인자 도출
시험시공 및 모니터링	현장적용 방안 검토
	Test Bed 적용
	모니터링 및 분석
현장적용 지침작성	설계기준 및 시공방법 정립
	현장적용을 위한 지침 마련

정부지원의

- 친환경적인 신재료 및 시공기술이 확보되어 국가 녹색성장에 발판이 됨

과제번호2-4		철도 연약지반 구간 노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발						
타당성		■ 시멘트 사용 절감 공법 개발로 인한 Co₂ 배출 억제에 따른 국제 사회에서의 국가 위상 제고 ■ 연약지반 개량 신기술 확보에 따른 해외 기술 이전 및 수출 효과 증대 ■ 준설토 및 해양 매립 문제가 국제적 문제로 대두되고 있는데, 선도적인 기술 개발로 국가 위상 고취 및 선진 철도 이미지 구축 ■ 국가 성장 동력으로써 철도산업발전에 토대가 되나, 국내 산업기반이 미약하여 국가의 지원을 통한 관련 시장형성 및 기반기술 육성 필요 ■ 고품질/고성능 철도노반 확보를 통한 주행안정성 및 승차감과 안전성이 향상되어 철도교통에 대한 대국민 신뢰 회복 ■ 세계 최고수준의 노반시공 기술 확보로 명실상부한 철도선진국으로 도약 ■ 세계 최고수준의 노반 신재료 개발 및 시공기술 및 품질관리 기술수준 확보로 유사한 규모나 경제수준의 국가에 대한 해외수출이 유리함						
기술확보 전략		■ 관련 기관 전문가 TFT 구성 - 시공기술, 재료 및 장비개발 등 각계 전문가들로 구성된 TFT 구성하여 활발하고 신속한 연구진행 ■ 국외관련 전문가활용 - 선진국(일본, 미국 등)의 유관기관과 공동연구를 통해 상용화 핵심기술의 조기 도입을 추진하고 기술의 글로벌화 및 국가경쟁력 확보 및 선진국의 유효 기술에 대해서는 연속성을 고려하여 중점적인 기술 개발을 달성 ■ 개발된 연구 성과 발전 - 기존 연구 성과를 국내 현실에 맞는 기술로 발전할 수 있도록 연구 개발 ■ 성과물의 운영·관리방안 마련 및 시행 - 성과물이 철도노반 및 기타 토목공사에 사용될 수 있는 유기적인 시스템 마련 - 관련·법 규정 개정 검토 및 매뉴얼 및 교육시스템 마련						
기술개발 최종성과물 및 활용방안		최종성과물	■ 칼럼과 구조용 보강 블록을 융합한 친환경 저비용 시공 기술 ■ 흙 노반의 성능(지지력 및 강성)을 강화할 수 있는 저비용 고효율의 신재료 (예: 개량토, Treated soil) 및 시공 기술 ■ 관련 기술의 설계 기준 및 시방서 ■ 자갈 도상 충전용 폴리머 수지 재료 및 적용 공법 개발					
		활용방안	■ 연약지반 시공 안정성 확보 및 공사비 절감을 목적으로 하는 현장 활용 ■ 연약지반 분포가 많은 해외 철도 시장 진출 및 기술 이전 ■ 기존 및 자갈 도상궤도에 적용하여, 강성 증진을 통한 지반 침하량 절감 및 내구성 향상을 통한 유지보수 비용의 절감으로 철도고속화를 위한 기반 시설의 확보					
연구개발과제의 규모 (50억원 이내) (연구기간 4년 이내)		구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
		연차별 연구비 (백만원)	정부	350	493	493	493	890
			민간 (추정)	90	122	122	122	220
		합 계		440	615	615	615	1,110
		총 연구비 (백만원)	정부	2,720			총 연구기간	5 년
민간	675							

과제번호2-4	철도 연약지반 구간 노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발														
	총합계	3,395	연도별 평균소요인력	32 명											
기대효과 및 파급효과	■ 경제적 측면														
	- PHC 말뚝 대체에 따른 공사비 절감														
		PHC(Ø500) 항타	다짐 쇄석(Ø500)	다짐 Slag(Ø500)											
	시공비(만원/m)	1.3	1.3	1.3											
	자재비(만원/m)	3.2	0.6	0.45											
	총 액	4.3	1.9 (PHC항타 대비 56% 비용절감)	1.75 (PHC항타 대비 59% 비용절감)											
	※ 다짐 쇄석 및 Slag Grout시 시공시 상승 가능														
	- 시공부지 최소화 따른 용지 보상 및 민원 최소화														
															
		<table><tr><td></td><td colspan="2">면적(m²)</td></tr><tr><td></td><td>칼럼슬래브</td><td>칼럼과 구조용 보강 블록 융합 공법</td></tr><tr><td>성토고(10m)</td><td rowspan="2">156.6</td><td>138</td></tr><tr><td>기울기(1:1.8)</td><td>(칼럼슬래브 대비 12% 비용절감)</td></tr></table>					면적(m²)			칼럼슬래브	칼럼과 구조용 보강 블록 융합 공법	성토고(10m)	156.6	138	기울기(1:1.8)
	면적(m²)														
	칼럼슬래브	칼럼과 구조용 보강 블록 융합 공법													
성토고(10m)	156.6	138													
기울기(1:1.8)		(칼럼슬래브 대비 12% 비용절감)													
※ 단면은 철도설계기준(2011, 한국철도시설공단)을 참조															
- 연약지반 개량을 위한 사토 및 성토 최소화에 따른 공사비 절감 효과															
- 기존 연약지반 교량 건설 대체 가능에 따른 공사비 절감															
- 연약지반 잔류 침하 억제를 통한 보수 보강 등 유지관리 비용 절감															
- 시멘트 대체 가능한 산업부산물(Slag 등) 활용에 따른 공사비 절감 및 CO ₂ 저감 효과															
- 토목, 기계 등 다양한 분야의 고용 창출 효과															
- 유지보수 주기의 획기적 증대를 통해 유지보수비용의 절감															
- 기존 자갈 도상의 교체 없이 사용이 가능하여 적용 비용 최소화															
■ 기술발전 측면															
- 신 시공기술 및 신재료 적용하여 노반의 연약화 및 과도한 침하를 방지하여 궤도 틀림 방지에 따른 열차의 주행안전성 확보															
- 국내 혼합토 배합 기술의 기술적 향상															
- 강도 및 시공성 향상을 위한 고화재 및 혼화재 개발에 따른 콘크리트 재료 대체 효과															

과제번호2-4	철도 연약지반 구간 노반 침하 억제를 위한 다목적 고효율 보강공법 개발	
	증대 - 철도의 고속화로 인해 연약지반뿐만 아니라 일반노반의 성능 또한 강화할 수 있는 친환경적이고 경제적인 신재료 확보 - 혼합토 관련 장비의 자동화 및 효율 향상 - 연약지반으로 대표되는 제3세계 국가에 기술이전 및 수출 효과 증대 ■ 활용 및 유지보수 측면 - 연약지반 및 성토부 최소화를 통한 공기 단축 및 공사비 절감 - 시공 현장에 요구에 맞는 맞춤형 시공 가능 - 잔류침하 억제 및 최소화를 통한 유지 관리 비용 절감 - 철도노반 뿐만 아니라 도로노반, 토목공사 전반에 걸쳐 파급효과가 큼 - 유지보수 비용절감 및 기간단축 - 소음과 진동의 감소로 승객 만족도 증가와 주변 환경 영향 최소화	
중복 및 연계가능성 검토	후보과제 간의 연계성	- 타 후보과제와 연계성 없음

과제번호 2-5	3권선 주변압기 및 탭형 몰드형 단권변압기 개발			
연구개발 목표	- 변전소 내 단권변압기 생략으로 기존변전소 건설비용 대비 15% 절감이 가능한 3권선 주변압기 개발 - 급전전압 안정화를 통한 에너지효율향상과 기존설비 대비 설치면적 20% 저감이 가능한 탭형 몰드형 단권변압기 개발			
기술개발 및 산업/시장 동향	동향	- 프랑스 : 단상 3권선 주변압기 - 일본 : 3상 1권선과 3권선 주변압기 - 스웨덴 : 탭형 몰드형 단권변압기		
	최고기술보유국	프랑스, 일본/스웨덴	현재 보유한 기술의 수준	프랑스 대비 60% 스웨덴대비 70%
기존기술 활용방안	3권선 주변압기 및 탭전압 조정방식의 단권변압기의 기술은 전무 - 탭전압 조정에 의한 단권변압기 - 해석적 접근 연구수행 : “철도에너지효율화연구(2009)”, 한국철도기술연구원			
기술개발 필요성	경제적 측면 - 변전소당 7~10억의 변압기 설치비 절감 - 주변압기 2차측 전압저감에 따른 개폐기 등의 구성품 전압레벨 하향에 따른 변전소당 40억의 비용 절감 - 원천기술 확보로 인한 기술료 수입 기술적 측면 154급 3권선 변압기 설계, 제조 및 시험기술 확보 - 탭을 구비한 55kV급 고체절연 몰드형 단권변압기 설계, 제조 및 시험기술 확보 - 동종의 산업발전의 기여 사회적 측면 - 철도교통에 대한 대국민 신뢰 회복 - 운전효율 향상과 안전성 확보로 철도이미지 개선 국산화 요구 사례 - 전압강하에 의한 차량운전의 저해 및 비효율적인 변전시스템 개선			
주요연구 개발내용	분류	필요기술	내용	
	3권선 주변압기	전기적 측정 및 절연설계기술	전기적 특성 설계기술	
			철심형상 및 최적 절연협조가 가능한 권선설계기술	
		방열 및 냉각 설계기술	내부 발생열 산출기술	
			외부로 열 발산을 위한 냉각구조설계기술	
		3권선형 구현방식비교기술	3권선형 주변압기 장단점 비교	
			최적방안 도출	
	탭형 몰드형 단권 변압기	전기적 특성 및 절연설계기술	전기적 특성설계기술	
			권선, 철심 및 지지물설계기술	
		구조 및 냉각설계기술	권선 및 철심의 열 계산	
			열 외부방출을 위한 방열설계기술	
		탭인출 및 고압측 단자인출기술	탭 인출부 및 고압단자 인출을 위한 형상 설계기술	
			절연구조설계기술	

과제번호 2-5	3권선 주변압기 및 탭형 몰드형 단권변압기 개발							
		탭전압 상승으로 인한 영향평가	전력시뮬레이션과 실사용 상태 비교 검토 단자전압상승에 의한 부속설비의 영향평가					
정부지원의 타당성	- 철도변전소 건설비용이 15% 이상 절감되어 날로 수요가 증가하는 국가철도 전철화 사업비용 경감효과 - 변전소 내 사용전압을 낮추어 이원화된 유지보수 체계의 일원화를 통한 운전 및 유지보수 비용 절감 등 직·간접적인 경제적 효과 기대 - 전기철도의 효율 향상으로 고비용 해소와 안정적인 철도운송에 일조하여 전기철도 운송수단 및 공기업에 대한 신뢰도 향상에 기여 - 안정적인 급전전압 공급에 따른 견인효율 상승과 에너지 절감으로 저탄소 녹색성장에 기여 - 철도용 전력설비에 사용되는 변압기는 사용처가 전기철도에 국한되므로 개인기업의 독자개발 시 수요 보장 불확실 - 전기철도용 변압기는 국가기반산업으로 경제적 비용절감 및 사회적 신뢰도 향상 효과를 감안하여 정부지원 과제로 수행함이 바람직							
기술확보 전략	3권선 주변압기에 대한 해외 선진국 사례 견학 및 자료수집 분석 - 국내·외 몰드형 단권변압기 제조기술 보유기업과 협조하여 문제점 해결 - 대학 및 전문 연구기관과 협력하여 산·학·연 공동연구체 구성 - 원천기술 및 시험평가에 대한 관련기술 보유 대학 및 정부투자 연구기관과 연계하여 원활한 연구개발 진행							
기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	3권선 주변압기 3권선 주변압기 최종 시제품 1대 - 공인기관 성능확인 시험성적서 1부 - 관련기술에 대한 특허 1건 - 탭형 몰드형 단권변압기 - 축소형 Pilot 모델 탭형 몰드형 AT 시제품 1대 - 탭형 몰드형 단권변압기 최종 시제품 1대 - 공인기관 성능확인 시험성적서 1부						
	활용방안	3권선 주변압기 및 탭형 몰드변압기 최종 시제품은 철도시설공단(또는 코레일)에 인계하여 선로에 시사용 후 이상이 없을 경우 선로 설치 운전 - 축소형 Pilot 모델은 연구개발 업체에 보관하여 전시용 및 추가기술 개발에 활용						
연구개발과제 의 규모 (50억원 이내) (연구기간 5년 이내)	구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도	
	연차별 연구비 (백만원)	정부	60	887	887	887	80	
		민간 (추정)	15	260	260	260	30	
	합 계		75	1,147	1,147	1,147	110	
	총 연구비 (백만원)	정부	2,800			총 연구기간	5 년	
		민간	825					
		총합계	3,625			연도별 평균소요인력	15 명	

과제번호 2-5	3권선 주변압기 및 탭형 몰드형 단권변압기 개발		
기대효과 및 파급효과	■ 기술발전 측면 - 154kV급 일체형 3권선 주변압기에 대한 설계, 제조 및 시험기술 확보 - 탭을 구비한 55kV급 고체절연 몰드형 단권변압기에 대한 설계, 제조 및 시험기술 확보 - 신규 발생 기술에 대한 동종업계의 참여의식 고취 및 연계기술 발전 도모를 통한 산업 발전에 기여 ■ 활용 및 유지보수 측면 - 3권선 주변압기 개발이 성공하여 변전소에 설치할 경우 변전소내 단권변압기 4~5기 감소가 가능하므로 변전소당 7~10억 정도의 변압기 설비비용 절감 - 주변압기의 2차측 전압이 55kV에서 27.5kV로 낮아짐에 따른 개폐기 등 모든 구성품의 절연등급 하향으로 변전소당 40억의 비용 절감 - 변전소 건설비를 약 250억으로 가정하면 20% 절감가능 - 단권변압기 생략에 따른 유지보수비 절감		
중복 및 연계가능성 검토	후보과제 간의 연계성	- 타 후보과제와 연계성 없음	
	기존과제 와의 차별성	제목	중복성 검토
		철도 에너지 효율 향상 연구 2009.1~2009.12	해당사항 없음
			연계성 검토
			탭형 단권변압기 활용에 따른 경제성 평가

과제번호 2-6	제어설비 단순화를 위한 통신제어접속함 개발			
연구개발 목표	- 현장의 많은 신호설비의 제어케이블을 집중화하는 신호 접속함을 통신제어가 가능하도록 설비 개발 - 현장에서 집중화되어진 많은 신호정보를 통신정보로 변환하여 신호기계실로 전송하여 주는 장치의 개발 및 신호기계실에서 이를 접수하여 연동장치와 연계하여주는 장비의 개발과 이들 장치에서 운용될 소프트웨어의 개발			
기술개발 및 산업/시장 동향	동향	- 접속함 - 현재 케이블의 결함을 통한 제어케이블을 접속하여 사용하고 있음.		
	최고기술보유국	-	현재 보유한 기술의 수준	-
기존기술 활용방안	현재 철도신호분야에서 사용되고 있는 기술이 없으며, 통신제어에 사용되는 기술을 활용하고 S/W를 개발하여 구성하여야함.			
기술개발 필요성	기술적 측면 - 현재 추진되고 있는 기술들이 차상신호방식의 열차제어시스템으로 발전하고 있음. 따라서 현장의 시설물을 최소화하고 또한 원거리의 제어기술을 개발하므로 향후 집중제어설비의 간소화 전략에 기초적인 기술로 활용이 가능함 - 한 개의 제어설비로 많은 시설물을 제어하기 기술을 적용하기 위해서는 집중화하여 원거리로 정보를 제공하는 철도신호용 기술의 개발이 필요한 시기임 경제적 측면 - 현장의 제어케이블 감소를 통한 현장의 케이블공사 및 관로공사의 사업비 절감 효과를 위해서 통신 제어 접속함 개발이 필요함			
주요연구 개발내용	현재 사용하고 있는 현장의 신호 접속함은 단순히 케이블을 집중화하여 간소화된 케이블을 이용하여 신호기계실까지 연결하여주는 기능을 수행하였음. 그러나 통신 제어 접속함은 현장의 제어케이블을 일대일 접속하여 통신정보로 변환하여 신호기계실로 통신케이블을 이용하여 전송하는 장비로써 개발되어야 하는 기술임. 통신 제어 접속함 개발 현장의 제어케이블을 집중화하여 접속함 내부에 Programmable Logic Controller 또는 시퀀스 컨트롤러(SC)을 설치하여 현장의 실제어 정보(전원정보)를 PLC를 통하여 미리 구성되어진 전자정보로 변환하고 이를 통신케이블을 이용하여 신호기계실의 연동장치 인터페이스 장치로 전송하는 기능을 수행함. 연동장치 인터페이스장치 개발 현장에서 제공되는 정보를 연동장치와 연계하여 정보를 송수신하는 장치 정보 송수신용 소프트웨어 개발 정보의 송수신을 위한 현장의 통신 제어 접속함과 연동장치와 정보송수신이 가능한 TCP/IP가 정의되어진 소프트웨어의 개발이 필요함.			
정부지원의 타당성	- 현재 시점에서 복잡한 정거장 또는 차량기지에서 현장의 많은 케이블을 간소화 및 관로설비의 최소화를 통하여 시공경비의 절감효과를 기대 - 국가철도사업의 건설비 절감을 위하여 국가적인 차원의 기술개발 필요			
기술확보 전략	- 기존 자료 활용 - 현재 국내에는 아직 적용되어진 기술은 없으며 이와 유사하게 개발되는 것이 역간에 사용이 가능한 전자폐색장치임. 전자폐색의 경우 폐색장치, 궤도회로장치, LEU(현장 제어			

과제번호 2-6		제어설비 단순화를 위한 통신제어접속함 개발					
		유니트) 등의 설비를 포함하여 제어되는 설비이므로 개념적인 자원에서는 다르나, 정보를 전송한다는 개념에서는 유사하다고 볼 수 있음.					
기술개발 최종성과물 및 활용방안	최종성과물	■ 통신 제어 접속함 1식					
	활용방안	■ 통신제어접속함의 기술은 가장 기본적으로는 현장의 많은 케이블을 최소화 하고 관로설비를 줄여서 시공하므로 현장시공비의 절감 및 시공이 용이하므로 공사기간의 단축효과					
연구개발과제 의 규모 (50억원 이내) (연구기간 5년 이내)	구분		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
	연차별 연구비 (백만원)	정부	120	260	160		
		민간 (추정)	60	70	50		
	합 계		180	330	210		
	총 연구비 (백만원)	정부	540		총 연구기간	3 년	
		민간	180				
		총합계	720		연도별 평균소요인력	8 명	
기대효과 및 파급효과	■ 기술발전 측면 - 현장의 시설물을 최소화하고 또한 원거리의 제어기술을 개발하므로 향후 집중제어설비의 간소화 전략에 기초적인 기술로 활용이 가능 - 정거장 또는 차량기지에서의 현장의 많은 케이블의 간소화 및 관로설비의 최소화를 통하여 시공경비의 절감효과 ■ 활용 및 유지보수 측면 - 신호기계실과 통신제어를 수행하므로 원거리에서도 운영이 가능하므로 신호제어설비의 설계기술에도 혁신적인 변화 기대 ■ 경제적 효과 - 정거장의 규모에 따라 상이하나 개략적으로 1개소의 정거장에 제어케이블 F-CVV 2.5mm ² 30C를 1000m시공하는 데 24,000,000원 정도 소요된다고 할 경우 통신 제어 접속함을 적용하며, 통신케이블을 28P를 적용하여 500m정도로 시공하여 10,000,000원 정도로 소요되므로 역당 14,000,000원정도의 절감 예상						
중복 및 연계가능성 검토	후보과제 간의 연계성	- 타 후보과제와 연계성 없음					
	기존과제 와의 차별성	- 타 기존과제와의 차별성 없음					

과제번호 2-7	철도신호분야의 집중감시설비 개발			
연구개발 목표	현재 철도의 신호분야에서 운영하고 있는 설비들의 감시기능을 통합하여 운영이 가능한 집중감시시스템 개발 (운영경비의 절감 및 효율적인 관리를 수행하기 위한 설비개발)			
기술개발 및 산업/시장 동향	동향	선로전환가 장치, 신호기장치, 궤도회로장치, 전원장치 등의 설비별 감시시스템을 운영하고 각각 운영하고 있음.		
	최고기술보유국	-	현재 보유한 기술의 수준	-
기존기술 활용방안	현재 안전설비의 집중제어설비는 해외에서 운영하고 있으며, 국내에서는 경부고속철도에서 운영하고 있으므로 현재 운영하는 집중제어설비의 운영범위를 확대하여 신호설비의 전반적인 감시기능을 확보하도록 함.			
기술개발 필요성	기술적 측면 - 철도신호분야의 다양한 설비의 감시기능을 확충하고 이를 집중 제어하는 기술을 확보하므로 열차운전을 보다 안전하게 수행하고 사고를 예방할 수 있는 기술을 확보. 경제적 측면 - 감시설비의 집중화를 통한 감시제어설비의 간소화 및 운영측면의 경비를 절감하므로 경제적인 효과를 기대할 수 있음.			
주요연구 개발내용	현재 철도신호분야의 감시설비는 선로전환기의 밀착검지, 분기기용설장치, 신호기의 담심검지, 궤도회로 기능감시장치, 전원설비의 감시장치, 축전지 셀 감시장치와 각종 안전설비의 감시장치 등으로 구성되어 있어 복잡한 구조를 운영되고 있으므로 이를 간소화하기 위한 집중감시장치의 개발이 필요함. 집중감시장치 개발 다양한 설비의 감시기능을 집중화하여 감시할 수 있도록 감시설비의 구조와 필요한 기능을 분석하여 이를 수용할 수 있는 장치의 개발이 필요함. 운영소프트웨어 개발 분산되어 있는 소프트웨어들의 프로토콜을 분석하여 이를 체계적으로 정리하고 표준화된 정의를 수립하여 소프트웨어를 개발하여야 함, 각종 장비의 입출력장치 개발 다양한 종류의 입력정보를 집중하여 입력할 수 있는 장비의 개발이 필요함.			
정부지원의 타당성	- 현재 운영중인 철도신호분야의 다양한 감시설비를 간소화하여 신설되는 철도건설사업에 반영하므로 경제적인 철도건설이 가능하며, - 표준화된 감시설비를 구축하므로 국가경쟁력의 확보가 예상됨			
기술확보 전략	다양하게 운영되고 있는 철도신호분야의 감시설비에 적용되고 있는 감시기술을 접목하고 이를 통합감시가 가능하도록 소프트웨어를 개발하고 또한 현장의 다양한 정보전송 기능을 통합적으로 수용할 수 있는 입출력장치를 개발하기위하여 국내에서 사용되는 장비를 응용하도록 함.			
기술개발	최종성과물	철도신호분야 집중감시설비 1식		

과제번호 2-7		철도신호분야의 집중감시설비 개발						
최종성과물 및 활용방안		활용방안	■ 현재 운영되고 있는 철도신호설비의 감시장비를 집중화 시키며, 신설되는 철도건설노선에도 적용이 가능함.					
연구개발과제 의 규모 (50억원 이내) (연구기간 5년 이내)		구분		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	5차연도
		연차별 연구비 (백만원)	정부	120	230	160		
			민간 (추정)	50	70	50		
		합 계		170	300	210		
		총 연구비 (백만원)	정부	510		총 연구기간	3 년	
			민간	170				
			총합계	680		연도별 평균소요인력	8 명	
기대효과 및 파급효과		■ 기술발전 측면 - 여러 곳에 산재되어 있는 신호설비들의 동작상태 및 이상발생 유무를 감시하는 기능이 다양하게 개발되어 적용되고 있다. 따라서 많은 감시장치들이 운영되고 있는 실정이다. - 이를 집중화하기 위해서는 통합 솔루션과 같은 기술개발이 필요한 실정이어서 기술은 또한 다양한 분야에서 적용이 가능 ■ 활용 및 유지보수 측면 - 현재 운영하고 있는 철도분야 및 새로 건설되고 있는 현장에 적용이 가능하며, 기술적용에 따른 감시인원의 효율적인 운영이 가능 ■ 경제적 효과 - 현재 운영되는 다양한 감시설비를 일원화할 수 있으므로 철도신호분야의 감시설비의 감시기능에 대한 것만으로 약 30%정도의 절감 예상						
중복 및 연계가능성 검토		후보과제 간의 연계성	- 타 후보과제와 연계성 없음					
		기존과제 와의 차별성	- 타 기존과제와의 차별성 없음					

참고문헌

- 이재호(2006), "토목섬유 보강 성토지지말뚝시스템에서의 지반아칭", 중앙대학교대학원, 박사학위논문.
- 홍원표, 이광우 (2002), "성토지지말뚝의 연직하중 분담효과에 관한 연구", 한국지반공학 회논문집, 제18권, 제4호, pp.285-294.
- 건설교통부(2005), "철도건설규칙", 건설교통부
- 한국철도시설공단(2004), " 철도설계기준(철도교편)", 한국철도시설공단
- 한국 BIM 학회(2011), "한국 BIM 학회 정기학술대회 논문집", 1권1호, 한국 BIM 학회
- 한국건설교통기술평가원, '미래도시철도기술개발사업 철도분야 신호시스템 상세기획 연구 보고서', 2010.
- 건설교통부, '경량전철 신호제어시스템기술개발 연구결과보고서', 2004.
- 한국철도기술연구원, '통신기술 기반으로 하는 열차제어시스템 기술동향', 철도기술동향, 2003.
- 김영태, '철도 신호제어시스템', 테크미디어, 2006.
- '신호업무자료', 한국철도공사, 2005.
- Aubeny, C.P., LI, Y. & BriAud, J.L.(2002), " Geosynthetic reinforced pile supported embankments: numerical simulation and design needs ", 7th ICG, pp365-372.
- Barchard, J.M.(2002), "Centrifuge Modelling of Piled Embankments on Soft Soils", M.ScE Thesis, Dept. of Civil Engineering, University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick, Canada.
- British Standard Institution (1995), "BS 8006. Code of Practice for Strengthened/reinforced soils and other fills", London.
- B. Yuichi, T. Yukiya, M. Kenji, A. Shigeharu, T. Kiyoshi, S. Shinya, S. Yasuaki, W.

- Takashi, 'Radio Train Control System(ATACS)', JR EAST Technical Review. no3, pp.2291-2299, 2002.
- Flodin, N.O. and Broms, B.B. (1977), "Historical development of civil engineering in soft clay", Preprint, International Symposium on Soft Clay, Bangkok, July, 1977.
- Han, J., & Gabr, M.A.(2002), "Numerical Analysis of Geosynthetic-Reinforced and Pile-Supported Earth Platforms over Soft Soil", Journal of Geotechnical Engineering, ASCE., Vol.128., No.1, pp.44-53.
- Hewlett W. J. and Randolph, M.F.(1988), "Analysis of piled embankments" Ground Engineering, London England, 21(3), pp.12-18.
- Horgan, G.J. and Sarsby, R.W. (2002), "The Arching Effect of Soils over Voids and Piles incorporating Geosynthetics Reinforcement", Proc. of the 7th Inter. Conf. on Geosynthetics, Nice, France, pp.373-378.
- Ito, T. & Matsui, T. (1975), "Methods to estimate lateral force acting on stabilizing piles", Soils and Foundations, Vol. 15, No. 4, pp.43-59.
- Low, B.K. Tang, S.K. and Choa, V. (1994), "Arching in piled embankments", Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 120, No. 11, pp.1917-1937.
- Jonnes, C.J.F.P., Lawson, C.R. & Ayres, D.J.(1990), "Geotextile reinforced piled embankment", Geotextile, Geomembranes and Related Products, Balkema, Rotterdam. ISBN 90 5410 8339, pp. 155-160.
- Laurent Y. and Simon B.(2003), "A 3D finite difference analysis of pavements over pile-reinforced soft soil"BGA(The British Geotechnical Association) Foundations, pp473-482
- Muller-Rochholz(2005), "Geokunststoffe im erd - und strassenbau", Werner verlag.
- Peck, R.B., Hanson, W.E. & Thornburn, T.H.(1974), "Foundation Engineering", John Wiley & Sons, New York, pp.301-302.
- Reid, W.M., and Buchannan, N.W. (1983), "Bridge approach support piling." Proc., International Conference on Advances in Piling and Ground Treatment, ICE, London, pp.267-274.

Russell, D. & Pierpoint, N.(1997), "An assessment of design methods for piled embankments", Ground Engineering, London, England, November, pp 39-44.

Terzaghi, K.(1943), "Theoretical soil mechanics", John Wiley & Sons, New York. pp.66-75.

Zanziner, H., & Gartung, E.(2002), " Performance of a geogrid reinforced railway embankment on piles", 7th ICG, pp381-386.

SYSTRA(1995), " Bridge Design Manual (BRDM) Final Report", Korea High Speed Rail Construction Authority(KHRC)

SCI Verkehr GmbH(2006), "The Worldwide Market for Railway Technology 2007-2011", SCI Verkehr GmbH

Yoshifumi Mochinaga, Yosio Koyama and Takeji Takeuchi(2008), "Insulation Level Reduction of Three-winding Scott-connected Transformer on Shinkansen AT Feeder Circ it"

주 의

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