

궤도평가 및 유지보수 장비개발 기획

(궤도·노반 상태평가기술 및 감축장비 개발)

2013. 06

주관연구기관 / 한국철도공사
공동연구기관 / 한국철도기술연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

궤도평가
및
유지보수
장비개발
기획

2013

국토교통과학기술진흥원

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 궤도평가 및 유지보수 장비개발 기획보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 궤도평가 및 유지보수 장비개발 기획 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원) 귀하

이 보고서를 『궤도평가 및 유지보수 장비개발 기획』 과제의 보고서로 제출합니다.

2013. 6.

주관연구기관명 : 한국철도공사

주관연구책임자 : 전 일 식

연 구 원 : 김광모, 임오진

최형수, 신승훈

우병구, 권순정

맹주철, 서충인

이영노, 김인철

이동훈, 전영식

이승열

공동연구기관명 : 한국철도기술연구원

공동연구책임자 : 최 일 윤

연 구 원 : 이동형, 권석진

이성진, 서정원

보고서 요약서

과제고유번호	12미래철도- 기획07	해 당 단 계 연 구 기 간	2012.12.26 ~ 2013.06.25	단 계 구 분	기획단계
연구사업명	중사업명				
	세부사업명	미래철도기술개발사업			
연구과제명	대과제명				
	세부과제명	궤도평가 및 유지보수 장비개발 기획			
연구책임자	전 일 식	해당단계 참 여 연구원수	총 : 19명 내부 : 19명 외부 : 명	해당단계 연 구 비	정부: 50,000천원 기업 : 천원 계 : 50,000천원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 19명 내부 : 19명 외부 : 명	해당단계 연 구 비	정부: 50,000천원 기업 : 천원 계 : 50,000천원
연구기관명 및 소속부서명	한국철도공사 연구원		참여기업명	-	
국제공동연구 위탁연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
	연구기관명 :		연구책임자 :		
요약				보고서면수	
<p>○ 본 연구는 철도시스템의 하부 구조인 궤도 및 노반에 대한 상태(성능)평가 및 관련 시스템 개발을 목표로 하며, 과학적 상태평가(Smart), 열차안전 및 승차감 향상(Safe), 유지보수 최적화(Economical)을 R&D목표로 설정하였으며, 이를 통해 “인프라 신뢰성 향상과 유지보수 최적화를 통한 안전성 강화” 를 비전으로 수립</p> <p>○ 철도 노반 및 궤도 개선을 위한 기술개발 항목을 다음과 같이 제시함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 궤도성능평가 기법 및 궤도강성(수직 및 횡강성) 측정 기술, - 장대레일 안정성(응력) 평가 기술, 레일체결장치 클립 응력감시 기술 - GPR 기반 도상 및 노반 결함 상태 평가 기술 - 궤도 원형보수를 위한 절대선형 측정 기술 <p>○ R&D 성과향상을 위해 사용자 중심 기술개발, 현장 적용을 위한 요구조건과 성능목표 설정, 기 개발 요소기술 적극 활용, 장비신뢰성 검증방안 수립, 실용화 로드맵 제시, 고품질 인프라 체계 구축을 5대 전략방향으로 설정하였음</p>					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	궤도상태, 궤도유지관리, 레일손상, 상태평가, 보수장비			
	영 어	Track Quality, Track Maintenance, Rail Defect, Quality Evaluation, Maintenance Equipment			

요 약 문

I. 기획연구 배경 및 목적

- 우리나라는 2004년 경부고속철도 개통을 비롯한 신설선 건설 등으로 선로연장이 증가하고 있어 선로 유지보수가 증가하고 있으며 기존선도 점차 고속화되고 고밀도 운전으로 인해 예전에 비하여 보수작업을 위한 충분한 시간을 확보하기 어려워지고 있는 실정임
- 궤도 및 노반시설물의 건정성을 확보하기 위해서 시설물의 상태변화를 모니터링하고 분석, 평가하여 주행안정성을 상시 확보하기 위해서는 궤도평가기술의 개발과 유지보수 장비개발이 시급한 실정임
- 철도 선진국에서는 주행안정성과 쾌적성을 지속적으로 확보하기 위하여 성능기반 궤도선형관리(PBTG : Performance Based Track Geometry)기술을 개발하고 있으며 이와 같은 선진 선형관리기술을 개발하기 위해서는 궤도의 선형변화에 미치는 모든 궤도 성능요소(궤도강성, 궤도틀림, 선형 등)에 대한 상시 검측기술의 개발과 적용이 필요함
- 본격적인 연구 과제의 추진에 앞서 예산 투입에 따른 예산 효율성과 성공 가능성을 높이기 위해서 예비 타당성 조사, 연구 과제 추진전략 및 실행 방안 등을 제시할 사전 기획 연구가 필요함

II. 기획연구 내용 및 범위

1) 기획 연구 목표

- 본 연구는 철도시스템의 하부 구조인 궤도 및 노반에 대한 상태평가 및 유지보수 장비를 개발 추진전략 수립을 위한 사전 기획연구로, 세부 연구목표는 아래와 같음.
 - 궤도 및 노반(토공) 손상현황 및 원인 분석 방안 제시
 - 궤도 및 노반(토공) 손상진전 특성 분석 방안 제시
 - 궤도 및 노반(토공) 손상평가 및 측정기술 개발 방안 제시

- 궤도 및 노반(토공) 손상에 대한 대책, 안전성향상 및 유지보수 장비 개발 방안 제시
- 세부 추진전략 및 기술개발 로드맵 제시

2) 기획 연구 추진 전략

- 본 기획연구는 기술개발전략 수립, 궤도/노반 개선 기술(방안) 제시, 세부 추진전략 수립 등의 단계로 추진



Ⅲ. 기획연구 결과

1. 연구개발 필요성

- 궤도는 레일, 침목, 도상, 체결구 등 서로 이질적인 재료들로 구성된 노반상의 구조체로서 반복적인 열차 하중에 의해 궤도의 점진적인 변형이 발생하게 됨.
- 열차통과 하중이 증가됨에 따라 발생하는 변형은 지속적으로 누적되게 되며 이는 열차 주행면을 불규칙하게 만들어 승차감을 악화시켜 열차운행 안전을 저해하게 됨.
- 이러한 궤도틀림의 진행은 궤도의 수명과 열차운행 안전과 직접적 관련이 있기 때문에 유기적이고 체계적인 유지관리를 필요로 함.
- 궤도 유지관리의 특성상 적정 유지보수 시기에 보수를 시행하지 않고 문제가 발생한 이후에 보수를 시행하는 정정보수(사후보수, Corrective Maintenance)는 투입되는 비용이 크게 증가하게 됨. 또한 정정보수는 보수개소가 필요한 다른 개소의 보수 우선순위를 뒤로 밀리게 하면서 잠재적으로 보수비용이 크게 증가하게 하는 문제를 야기함.
- 또한, 최근 급속히 증가하고 있는 콘크리트 궤도는 도상콘크리트의 미세균열은 시간이 갈수록 수분침투 및 동결, 융해와 같은 과정을 거치면서 균열폭등 결합상태가 진전할 가능성이 크고 이에 따른 궤도의 성능저감이 예상되므로 주기적이고 신속한 모니터링 및 성능평가가 필요하며 콘크리트 도상의 균열관리 및 지반침하 관리를 위해서는 균열과 침하의 원인 및 종류별로 진전패턴에 대한 지속적이고 공학적인 추적 관리 및 분석이 필요함.
- 유럽 및 일본과 같은 철도 선진국에서는 전체 궤도 유지관리를 위해 사후 보수의 개념에서 탈피하여 예방보수(Preventive Maintenance)의 개념에 입각한 유지관리를 시행 중임.
- 보수작업의 실행시기와 방법 등에 대한 이행여부를 인력 또는 파괴적인 방법에 의한 판단 하에 시행하는 것이 아니라 객관적인 데이터 및 비파괴적인 조사방법에 따라 궤도보수에 대한 의사결정을 함으로써 작업에 대한 객관성과 신뢰성 확보가 가능.

- 본 기술개발 기획연구의 목적은 약 100년 이상의 공용기간을 지나온 경부선 등과 최근 개량, 신설되어 열차의 속도향상에 큰 기여를 하고 있는 선구 등에 대하여 과학적이고 객관적이며 효율적인 궤도관리를 위한 상태 평가 기술과 이에 대한 궤도보수의 합리화를 위한 기술을 개발하는데 있음.

2. 국내외 동향 및 환경 분석

1) 정책동향

- 제2차 국가철도망 구축계획 (2011-2020, 국토해양부, 2011.4)에 의하면 전국 주요 거점을 1시간 30분대로 연결하는 목표를 수립
- 제2차 철도산업발전기본계획(2011~2015, 국토해양부, 2011.5)에 따르면 철도시설의 기능성과 안전성을 확보하면서, 비용 효율적인 유지보수체계 확립을 기본방향으로 시설자산 관리체계를 확립하고, 유지·보수 평가체계를 도입하여 시설 유지·보수·관리를 선진화를 추진하고 있으며, 유지보수의 정합성, 신속성을 획기적으로 제고하기 위해 GIS기반 유지보수 정보시스템 구축등을 추진 중이며, 시설의 안전·경제성을 동시에 달성하기 위해 시설의 특성(속도, 이력 등)을 고려한 유지·보수 기준 및 점검주기 개발을 추진하고 있으며 이를 위해 2015년까지 총 3조 4천억원을 투자할 계획으로 있음.
- 국제철도연맹(UIC)에서는 국가간 철도시설 생애비용(유지보수비+개량비)의 지속적인 비교를 목적으로 유럽 14개국의 철도시설관리자가 참여한 2003년부터 Lasting Infrastructure Cost Benchmarking(LICB) 프로젝트 수행
- 또한 UIC에서는 2006~2009년까지 철도건설비용과 유지관리 비용의 혁신적인 절감을 목표로 비용 효율이 높고 고성능인 궤도 구조물을 개발하는 프로젝트인 “Innotrack” 프로젝트를 수행하면서 하부구조에 대한 유지관리 혁신방안을 수립하고 프로젝트의 결과로서 인프라 검사 및 유지보수 장비가 개발됨

2) 시장동향

- 국내에서는 궤도/토목분야의 각종 검사 및 유지보수 장비의 국내 수요부족으로 품목의 소량생산 및 국내 시장성 한계에 따른 투자 대비 수익성 저하로 관련업체의 투자 한계가 있으며, 대부분 해외 원제작사의 장비를 국내에 소개하는 실정임
- SCI Verkehr는 현재 143조 유로에 달하는 철도기술 제품 세계 시장은 그 중 절반이 판매 후 시장(after-sales)에서 생산되며, 연간 3.3%씩 성장하여 2016년에는 168조 유로에 달할 것으로 예상함
- 궤도분야의 유지보수에 투입되는 장비를 제작하고 있는 회사는 전 세계적으로 약 60여개에 이르며, 이중 대부분이 유럽에 집중되어 있음.

3) 선로유지관리 현황

- 우리나라는 2012.1월을 기준으로 8,427km의 궤도가 부설되어 있으며, 이중 약 54%에 해당하는 4,542km는 장대레일구간이다. 또한 본 선레일 중 부설연수가 20년을 초과한 구간이 8.5% (542km)에 이룸
- 자갈도상궤도에서는 차량주행 및 다짐작업의 영향으로 자갈마모 및 파쇄 등의 기능저하와 노반 배수 불량 등으로 인한 분니 발생으로 본래 기능을 상실하거나 유지보수 증가 등의 문제 발생하며 자갈치환 작업 또는 노반개량을 통해 기능을 회복하고 있음
- 유지보수비의 지속적 증가(2001년대비 60% 이상 증가)
- 최근 콘크리트궤도의 부설확대에 따른 지금까지와는 다른 형태의 선로검사 및 평가 체계가 다소 미흡

4) 기술동향

- 궤도 안정성(강성) 측정 기술
 - 전 세계적으로 연구목적으로 정적인 상태에서의 궤도강성 측정은 오래전부터 수행되어 오고 있음. 1998년에서 2000년 초까지 프로토타입의 트로리에서 궤도강성을 측정하고자 하는 노력이 일부 성과를 거둠.

- 유럽의 INNTRACK 연구 프로젝트로부터 RSMV(Rolling Stiffness Measurement Vehicle), Portancemetre가 개발되었으며 미국의 TTCL, UNL(University of Nebraska at Lincoln), 중국 CARS(China Academy of Railway Sciences)에서 연구 개발 됨
- 스위스 철도의 SBB(Schweizerische Bundesbahnen)는 CARS와 TLV장비와 유사한 원리로 궤도 강성을 측정하는 장비로 두 개의 측정 시스템을 사용함.

○ 장대레일 안정성(응력) 측정 기술

- 장대레일의 안정성 확보라는 관점에서 레일 축력 추정법은 필요성이 극히 높은 기술과제로 다양한 시도가 이루어지고 있음,
- 현재까지의 주요 개발품은 다음과 같음
 - 영국의 Vortok사에서 장대레일 축력을 비파괴적인 방법으로 도출하기 위하여 레일축력측정기인 “VERSE”
 - 영국 철도운영기관인 Network Rail에서는 무선원격측정 전문기업 Radio-Tech에서 개발한 무선원격 레일온도 모니터링(RTM) 시스템
 - 미국 IntelliTrack사에서는 스트레인 게이지와 온도센서기술로 레일이 압축과 인장력에 의해 발생하는 응력과 레일온도와 중립온도를 무선으로 측정할 수 있는 무선 레일응력 모듈(RSM)을 개발
 - 호주 THERMIT(THERMIT AUSTRALIA PTY LTD)사에서 레일 중립온도의 비파괴적 측정 장비를 개발
- 이 외에 다수의 연구를 통한 개발품이 있으나 현재까지 충분한 성능을 가진 효과적인 추정법이 확립되어있지 않음.

○ 레일체결장치(코일스프링) 응력 평가 기술

- 국내 2012년 건설교통연구기획 사업 “고속화 인프라의 유지보수를 위한 고속종합검측차량 기술 기획”에서는 철도 검측 모듈 개발로 체결구의 결함을 탐지하는 모듈의 개발을 제안하고 있음. 이는 스캐닝 기술 기반으로 체결장치의 탈락, 표면 균열 감지 등에 적용되며 체결장치의 내부 결함/응력 상태를 평가하지 못함.

- 적외선 열화상 비파괴 검사 장비는 구조체의 온도를 이용하여 상태를 평가할 수 있음. 재료의 두께, 투과성, 열 확산성 등의 정량화, 표면뿐만 아닌 내부에 결함을 측정할 수 있으며, 매우 짧은 테스트 기간과 높은 검출 감도를 갖음.

○ 자갈도상 및 노반 결함 상태 평가 기술

- 현재까지 국내에서 도상 및 노반의 상태평가를 위한 기술개발 연구는 수행된 바가 거의 없으며 대부분 도상의 개량을 위한 기초 연구가 진행된 바 있음
- LFWD를 이용한 궤도지지강성과 간이 GPR시험, PBS시추를 이용하여 자갈궤도구조시스템의 층 두께 및 상태평가, 유지보수작업 및 궤도틀림 자료 분석을 실내시험과 경부선의 짧은 구간에서 시도한 실적이 있으나 실용적인 도상자갈 하부상태 평가를 위한 종합평가 시스템개발이 없었음
- 도상자갈의 열화는 주로 점검자의 육안조사와 PBS시추에 의한 관찰 및 실내 입도시험과 마모시험 등에 의해 파악하여 소요시간이 길고 관찰자 및 시험자의 정성적인 평가에 의존하고 있음
- 최근, 영국 및 미국을 중심으로, 운행 중인 선로에서의 도상 상태 평가를 위하여 GPR탐사법이 활용되고 있음. 원래 GPR은 지표면에 매설되어 있는 지뢰나 배수구의 탐지 등을 위해 사용된 기법으로서 철도분야에서는 자갈의 깊이, 입도분포, 습윤층 탐지 등에 적용되고 있음

(영국의 Zarr, 독일 Saferail, 러시아 OKO 등)

○ 콘크리트도상 침하 및 결함 상태 평가 기술

- 한국철도공사에서는 침목의 균열을 자동적으로 검사할 수 있는 기능이 있는 IVORE 시스템을 프랑스 Cybernetix 로부터 도입하여 유지보수에 활용하고 있음, 현재 도입된 장비의 기능은 레일좌면으로부터 좌우 40cm 까지의 영역에서 침목의 균열, 파손을 검지할 수 있음.

- 국내에서는 터널구조물의 균열, 백화 등과 같은 열화를 검출할 수 있는 영상기반 평가 장비를 개발하여 구조물 상태평가를 위해 활용 중임.
- 국내 2012년 건설교통연구기획 사업 “고속화 인프라의 유지보수를 위한 고속종합검측차량 기술 기획”에서는 철도 검측 모듈 개발로 콘크리트 침묵의 결함을 탐지하는 모듈의 개발을 제안하고 있음. 이 또한 스캐닝 기술 기반으로 콘크리트 표면 균열 감지 등에 적용되며 콘크리트 내부의 결함 상태를 평가하지 못함.

○ **궤도 원형보수를 위한 절대선형 측정 기술**

- 전세계적으로 활용되고 있는 궤도절대선형 관리시스템에서 대형보수장비에 부착하여 활용되고 있는 시스템 중에서 가장 두각을 나타내고 있는 것은 스위스 SERSA에서 개발된 PALAS 시스템임
- 스위스 PALAS : 유지보수 장비 전방에 레이저 부착, 기준점 레이저 반사 원리 이용
- 오스트리아 BACARA : PALAS와 동일한 원리, 장비에서 레이저 장치 분리하여 사용
- 스위스 GRP : 1대의 광파기와 2개 이상의 프리즘, 한세트의 GRP 장치로 구성
- 독일 Kinematic : 기지점의 GPS와 궤도검측장비의 조합
- 국내에서는 관련 기술개발이 진행되고 있지 않으며, 고속철도 유지관리부서에서는 열차운행 동특성에 맞는 최적 선형 구축과 유지보수 최적화를 위해 트로리 형태의 독일 “GEDO” 장비를 도입하여 유지보수에 활용 중이며 이 외에 2000년대 초반 디지털 카메라를 이용하여 짧은 곡선구간에서의 궤도선형을 관리하는 기술을 도입하여 적용한 바 있음

○ **레일 손상 평가 및 저감 기술**

- 영국, 유럽연합, 미국 등을 중심으로 “Integrated study of rolling contact fatigue“, “Rail rolling contact fatigue“, “Rail defect

management“, ” Whole Life Rail Model“ 등 다양한 프로젝트가 수행. 레일의 유지보수전략 수립에 적용할 수 있는 다양한 평가 모델들이 개발

- 영국에서는 RSSB, Seffield 대학을 중심으로 손상 저감기술 개발을 수행하고 있으며, 미국에서는 FRA, AAR을 중심으로 레일 균열진전 메커니즘 분석 및 레일 안전성 평가에 관한 연구 수행
- 일본 RTRI에서는 레일의 파상마모 저감, 차륜 플랜지부의 내마모성 향상 방안 연구 수행

○ 레일 손상 검출 및 평가 기술

- 영국,독일을 중심으로 레일 표면검사를 위한 전자기, 적외선 열화상 기술 적용에 관한 연구 진행되고 있음
- 국내에서는 고속카메라와 EMAT 적용한 레일 결합검출 연구 진행

5) 현황분석에 따른 주요 시사점

- 기술개발 동향 및 환경 분석결과 국내 뿐 아니라 일본과 독일, 영국을 비롯한 유럽 국가에서도 기존선의 속도향상과 유지보수 최적화를 중요한 정책 및 기술개발 목표로 설정하여 개발을 추진하고 있음
 - 철도 인프라 구축이 잘 되어 있는 국가일수록 기존 인프라의 활용도를 극대화하기 위한 기술개발에 적극적임
 - 유럽의 경우 UIC 중심으로 유지보수 최적화 등을 위한 기술개발과 기존선의 속도 향상을 주도하고 있음
- 현재 정부의 철도망 확충 계획과 더불어 기존 운영선에 대한 노후화와 장대레일 연장의 증대에 따라 시설물 유지보수 요구가 대폭 증대될 것으로 예상됨
 - 시설물 성능 및 상태에 대한 지속적 모니터링과 평가/진단을 통한 유지보수 최적화가 요구됨
 - 정부의 제2차 국가철도망 구축계획 및 2차 철도산업기본계획에 따른

열차운행속도 향상을 위한 인프라 성능 확보가 필요

- 국내의 경우 궤도평가와 가장 밀접한 관련이 있는 궤도검측 탐상 기술과 같은 모니터링, 레일용접기술 및 용접부관리기술에 대한 기술수준이 가장 떨어지는 것으로 분석되므로 이를 반영한 기술개발이 필요

6) 중점 추진 기술 도출

- 기술수요조사 및 공백기술 분석을 통한 중점 개발 추진 기술을 도출
 - 고속철도, 일반철도 또는 도시철도 구간에서 궤도 및 노반의 건전성을 확보하기 위하여 시설물의 상태변화를 모니터링하고 분석, 평가하는 기술



3. 연구개발 목표 및 과제 구성

1) 비전 및 목표

- 본 연구개발 사업의 비전을 “인프라 신뢰성 향상과 유지보수 최적화를 통한 안전성 강화” 로 설정하고 이에 따른 R&D 목표와 기술개발전략을 수립하였음



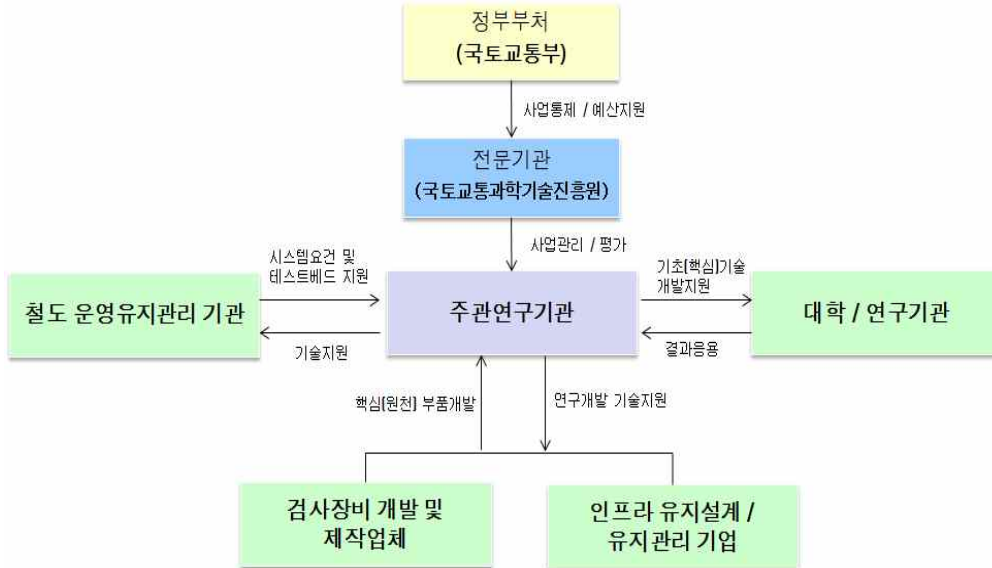
2) 기술개발에 따른 미래상

- 철도 노반 및 궤도 성능(상태) 평가 기술 개발을 통해 고속철도 및 일반철도/도시철도 구간에서 유지보수 최적화, 열차운행 안전성 향상, 열차속도 및 선로용량 증대 기여, 유지보수 고도화 및 국내 기술 발전을 통한 기술경쟁력 확보 및 해외시장 진출에 기여할 것으로 기대됨



3) 연구개발전략 및 효과

- 연구의 차질없는 수행과 창조적 기술개발을 위하여 산·학·연으로 공동연구 컨소시엄을 구성



- 기술개발을 통한 운행선 열차운행 속도 향상 기반마련과 궤도/노반 유지보수 최적화 및 열차운행 안전성 향상에 기여



기대효과 및 파급효과



4) 연구개발과제 구성



5) 세부 과제별 연구목표

- 1세부과제 : 궤도 성능평가 기법 및 궤도 강성 검측장비 개발
 - 연구목표
 - 철도 궤도시스템 성능평가 기법 및 테스트베드 구축
 - 궤도 강성 검측장비 개발
 - 연구목표 달성여부를 검증할 수 있는 성과지표 및 검증방안

성과목표	성과지표	검증방안
궤도시스템 성능평가 기법 및 테스트-베드 구축	시스템 성능목표 및 설계/성능 요구조건 목록	RFP요구성능과의 부합여부 전문가 검증
	테스트-베드 구축	테스트-베드 구축 여부
궤도 강성 검측 장비 개발	강성 평가 기술 정확도	기존 기술대비 대비 향상된 목표치 설정 및 비교평가
	측정 속도/시간	기존 기술의 측정 속도/시간 대비 향상된 목표 설정, 비교 평가

□ 2세부과제 : 비접촉식 레일/체결장치 상태평가 기술 및 장비개발

○ 연구목표

- 비접촉식 장대레일 중립온도 및 레일온도 측정장비 개발
- 레일체결장치 클립 응력 감시 장치 개발

성과목표	성과지표	검증방안
비접촉식 장대레일 중립온도 및 레일온도 측정장비 개발	·장대레일 중립온도 및 레일온도 측정 정확도	기존 기술대비 대비 향상된 목표치 설정 및 비교평가
	측정 속도/시간	기존 기술의 측정 속도/시간 대비 향상된 목표 설정, 비교 평가
레일체결장치 클립 응력 감시 개발	·레일체결구 응력 평가 기술 정확도	기존 기술대비 대비 향상된 목표치 설정 및 비교평가
	측정 속도/시간	기존 기술의 측정 속도/시간 대비 향상된 목표 설정, 비교 평가

□ 3세부과제 : 도상 및 노반 상태 평가 기술개발

- 연구목표
 - 자갈도상 및 노반 결함 상태평가 기술 개발
 - 콘크리트 도상침하 및 결함 상태평가 기술개발
- 연구목표 달성여부를 검증할 수 있는 성과지표 및 검증방안

성과목표	성과지표	검증방안
자갈도상 및 노반 결함 상태평가 기술개발	도상/노반 상태평가 기술 정확도	기존 기술대비 대비 향상된 목표치 설정 및 비교평가
	측정 속도/시간	기존 기술의 측정 속도/시간 대비 향상된 목표 설정, 비교 평가
콘크리트도상 침하 및 결함 상태평가 기술 개발	평가 기술 정확도	기존 기술대비 대비 향상된 목표치 설정 및 비교평가
	측정 속도/시간	기존 기술의 측정 속도/시간 대비 향상된 목표 설정, 비교 평가

□ 4세부과제 : 궤도 절대선형 측정 장비 개발

- 연구목표
 - 궤도 절대선형 측정기술 개발
- 연구목표 달성여부를 검증할 수 있는 성과지표 및 검증방안

성과목표	성과지표	검증방안
궤도원형보수를 위한 절대선형 측정 기술 개발	절대선형 측정 기술 정확도	기존 기술대비 대비 향상된 목표치 설정 및 비교평가
	측정 속도/시간	기존 기술의 측정 속도/시간 대비 향상된 목표 설정, 비교 평가

6) 연구내용

세부과제	공동과제	주요 연구내용
<p><1세부과제> 궤도성능평가 기법 및 궤도 상태평가 기 술개발</p>	<p><1-1> 궤도시스템 성능평가 기법 및 테스트 베드 구축</p>	<p>-측정 및 감시 데이터에 근거한 궤도시스템 성능평가 시스템 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> · 궤도시스템 계층구조상의 성능평가 알고리즘 설계 · 궤도, 궤도하부, 레일상태 측정 및 감시 장치와의 인터페이스 시스템 · 효율적 유지보수를 위한 이상개소 실시간 자기 판단 기술 · 기존 시스템과의 연계성 확보 <p>-각 상태 측정 및 감시 장치 요구사항 설정</p> <p>-테스트 베드 구축 및 개발</p> <p>시스템/장치 성능 검증</p> <ul style="list-style-type: none"> · 테스트베드 구축계획 수립 및 현장 성능검증 총괄 · 궤도시스템의 계층구조 상 Total system, Subsystem, Component별 성능 검증 방안 제시 및 검증체계 구축 · 기존 차량 및 유지보수 차량 탑재형 장치를 위한 차량설계 및 개조 · 위치인식 인터페이스
	<p><1-2> 궤도 상태 측정 장치 개발</p>	<p>-궤도강성(수직, 횡) 측정 기술 분석 (이론, 사양, 정밀도 등)</p> <p>-목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정</p> <p>-궤도강성 측정기술(이론 및 장치) 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> · 측정 및 해석 알고리즘 개발 · 영업차량/유지보수차량 탑재형 장비개발 · 측정용 실험 차량형 장비개발

		<ul style="list-style-type: none"> · 이상개소 자가진단 및 평가 · 위치인식 인터페이스 <p>-성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성</p> <p>-주요기술</p> <ul style="list-style-type: none"> · 종방향 레일응력 측정 · 비접촉 레일온도 측정 · 체결장치 코일스프링 응력 감시 <p>-각 기술별 기존 기술 분석 (이론, 사양, 정밀도 등)</p> <p>-목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정</p> <p>-종방향 레일응력 측정 이론 및 장치 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> · 비파괴 또는 준비파괴 방식 적용 · 측정 및 해석 알고리즘 개발 · 독립측정형 및 차량탐재형 · 이상개소 자가진단 및 평가 · 위치인식 인터페이스 <p>-비접촉 레일온도 측정 장치 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> · 차량탐재형 실시간/전구간 레일온도 측정 장비개발 · 위치인식 인터페이스 <p>-체결장치 코일스프링 응력 감시 장치 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> · 열화상 비파괴 검사기법 적용 · 독립측정형 및 차량탐재형 장비개발 · 이상개소 자가진단 및 평가 · 위치인식 인터페이스 <p>-성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성</p>
<p><2세부과제> 도상 및 노반 상태평가 기 술개발</p>	<p><2-1> 자갈도상 및 노반 결함 상태 평가 기술개발</p>	<p>-자갈도상 및 노반 결함 상태평가 기존 기술 분석(이론,사양,정밀도 등)</p> <p>-목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정</p> <p>-자갈도상 및 노반 결함 상태 평가 기술 개발</p>

		<ul style="list-style-type: none"> · 자갈도상 열화 평가 지표 개발 · 측정 및 해석 알고리즘 개발 · 독립측정형 및 차량탐재형 장비개발 · 이상개소 자가진단 및 평가 · 위치인식 인터페이스 <p>-성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성</p>
	<p><2-2> 콘크리트도상 침하 및 결함 상태평가 기술 개발</p>	<p>-콘크리트도상 침하 및 결함 평가 기존 기술 분석 (이론, 사양, 정밀도 등)</p> <p>-목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정</p> <ul style="list-style-type: none"> · 토노반/HSB층/TCL 침하 및 경계부 공극 검출 기술 · 침목 들뜸 검출 기술 <p>-콘크리트도상 침하 및 결함 상태평가 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> · 측정 및 해석 알고리즘 개발 · 독립측정형 및 차량탐재형 장비개발 · 이상개소 자가진단 및 평가 · 위치인식 인터페이스 <p>-성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성</p>
	<p><2-3> 궤도 원형보수를 위한 절대선형 측정 기술 개발</p>	<p>-궤도 절대선형 측정 기존 기술분석 (이론, 사양, 정밀도 등)</p> <p>-목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정</p> <ul style="list-style-type: none"> · 3차원 절대좌표를 통한 절대선형 측정기술 <p>-궤도 원형보수를 위한 절대선형 측정 장치 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> · 측정 알고리즘 개발 · 독립측정형 및 보수장비탐재형 장비개발 · 위치인식 인터페이스 <p>-성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성</p>
<3세부과제>	<3-1>	-레일 손상 메커니즘 분석

레일손상평가 및 저감기술 개발	레일손상 메커니즘 분석 및 손상모델 기술 개발	-레일 손상모델링 및 시뮬레이션 평가 S/W 개발 -레일의 실접촉 시험기를 이용한 레일 손상평가 기술
	<3-2> 레일손상 검출 및 평가기술 개발	-불감대 영역 탐상을 위한 초음파 어레이 기술(설계 및 시제품 제작 포함) -검출정확도 향상 레일 표면손상 탐상 기술(설계 및 시제품 제작 포함) -손상 검출 진단 평가 기술 (평가 S/W)
	<3-3> 레일 손상 저감 기술 개발	-레일피로/마모 저감을 위한 프로파일 최적화 기술 -피로/마모 저감을 위한 신재료 적용 기술 -손상 저감을 위한 운영 및 유지보수 최적화(운할, 조도, 잔류응력) 기술

7) 기술개발로드맵

- 연구기간은 크게 2단계로 구분하고 아래와 같이 기술개발을 위한 로드맵을 구성하였음

	1단계			2단계	
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
1. 궤도성능평가기법 및 궤도 강성 검측 장비 개발	기술분석 및 성능목표 설정 운영 및 시스팀 IF 기술요건 도출	테스트베드 구축계획 수립	시험구간 선정 및 자량설계 및 건조		
		궤도강성 검측장비 개발		성능검증 및 문제점 보완, 대우물 작성	
2. 비접촉식 레일/체결장치 상태평가 기술 및 장비개발	기존 기술분석 목표성능 도출, 측정 이론 및 사양 설정	비접촉식 레일/체결장치 상태평가 기술 및 장비개발		현장 성능 검증, 문제점 분석 및 보완	운용 대우물 작성
3. GPR기반 도상 및 노반결함 상태평가 기술개발	기존 기술분석 목표성능 도출, 측정 이론 및 사양 설정	도상 및 노반 상태평가 기술개발		현장 성능 검증, 문제점 분석 및 보완	운용 대우물 작성
4. 궤도 절대선형 측정장비 개발	기존 기술분석 목표성능 도출, 측정 이론 및 사양 설정	궤도 절대선형 측정장비 개발		현장 성능 검증, 문제점 분석 및 보완	운용 대우물 작성

8) 성과 활용방안

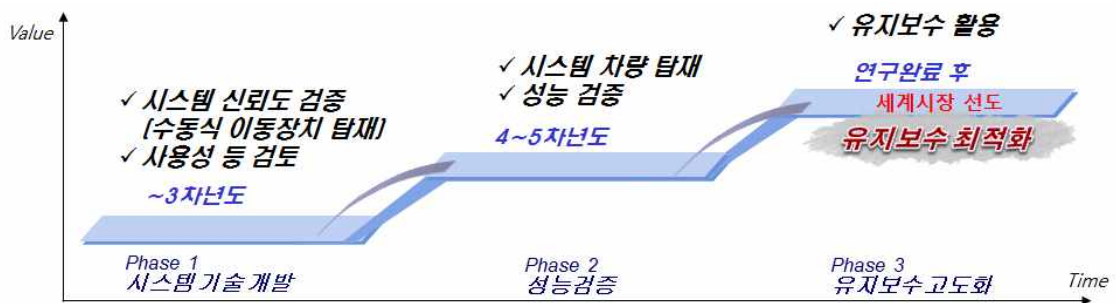
- 본 과제에서 기획하는 연구의 성과는 궤도/노반 유지보수 최적화와 열차운행 안전성 향상을 위하여 고속철도 및 일반철도, 도시철도구간에 즉시 활용이 가능함

구분	과제명	연구 소요기간 (착수시기)	최종 성과물	최종 수요처	활용방안	
1세부과제	궤도성능평가 기법 및 궤도강성 검측장비 개발	5년 (1차년도)	·성능목표 및 시스템 기술 요구사항 목록 ·테스트베드(시험구간 및 시험차) ·특허 등 지식재산권	<ul style="list-style-type: none"> •철도운영기관 및 유지관리 기관 •철도건설 및 유지관리 업체 	‘고속철도 및 일반철도, 도시철도 구간에 적용하여 유지보수 비용 절감 및 열차운행 안정성 향상에 기여	
	1-1 (공동)	철도 궤도시스템 성능평가 기법 및 테스트베드 구축	5년 (1차년도)			·성능검증절차 및 결과 보고서 ·시스템 설계보고서 및 도면 ·측정(평가) 시스템 시작품 ·운용매뉴얼
	1-2 (공동)	궤도강성 검측장비 개발	5년 (1차년도)			
2세부과제	비접촉 레일/체결장 치 상태평가 기술 및 장비개발	5년 (1차년도)	<ul style="list-style-type: none"> ·특허 등 지식재산권 ·성능검증절차 및 결과 보고서 ·시스템 설계보고서 및 도면 ·측정(평가) 시스템 시작품 ·운용매뉴얼 	<ul style="list-style-type: none"> •철도운영기관 및 유지관리 기관 •철도건설 및 유지관리 업체 	‘고속철도 및 일반철도, 도시철도 구간에 적용하여 유지보수 비용 절감 및 열차운행 안정성 향상에 기여	
	2-1 (공동)	장대레일 안전성 향상을 위한 비접촉 방식 중립온도 및 레일온도 측정장비 개발				5년 (1차년도)
	2-2 (공동)	레일체결장치 클립 응력상태 추정을 위한 감시 장치 개발				5년 (1차년도)

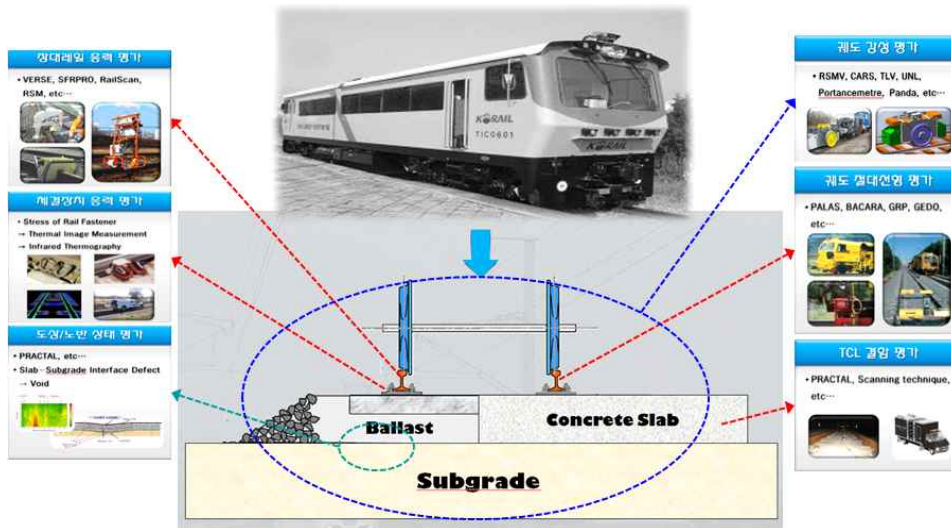
3세부과제	GPR 기반 도상 및 노반결합 상태평가 기술개발	5년 (1차년도)	<ul style="list-style-type: none"> ·특허 등 지식재산권 ·성능검증절차 및 결과 보고서 ·시스템 설계보고서 및 도면 ·추정(평가) 시스템 시작품 ·운용매뉴얼 	<ul style="list-style-type: none"> •철도운영기관 및 유지관리 기관 •철도건설 및 유지관리 업체 	<ul style="list-style-type: none"> ·고속철도 및 일반철도, 도시철도 구간에 적용하여 유지보수 비용 절감 및 열차운행 안정성 향상에 기여 	
	3-1 (공동)	자갈도상 및 노반 결합 상태평가 기술개발				5년 (1차년도)
	3-2 (공동)	콘크리트도상 침하 및 결합 상태평가 기술개발				5년 (1차년도)
4세부과제	궤도 절대선형 측정장비 개발	5년 (1차년도)	<ul style="list-style-type: none"> ·특허 등 지식재산권 ·성능검증절차 및 결과 보고서 ·시스템 설계보고서 및 도면 ·추정(평가) 시스템 시작품 ·운용매뉴얼 	<ul style="list-style-type: none"> •철도운영기관 및 유지관리 기관 •철도건설 및 유지관리 업체 	<ul style="list-style-type: none"> ·고속철도 및 일반철도, 도시철도 구간에 적용하여 유지보수 비용 절감 및 열차운행 안정성 향상에 기여 	

9) 테스트-베드 구축 계획

- 연구 성과의 효율적인 적용과 상용화를 위해 테스트 베드 및 시스템(시작품) 차량 탑재용 차량 구축을 통한 단계별 성능검증 방안 마련



- 시스템 차량 탑재를 위하여 축중 17톤 이하의 차량 설계 및 제작



4. 사전타당성 검토

1) 정책적 타당성

- 박근혜정부의 140대 국정과제의 4번째 국정목표인 “안전과 통합의 사회”의 15대 전략 “재난·재해 예방 및 체계적 관리”의 국정과제 93번 “항공, 해양 등 교통안전 선진화의 부합됨
- “제2차 국가철도망 구축계획 2011-2020(2011.4)”의 의하면 장래 지역간 총 목적 통행량은 1일 '07년 1,398만 통행에서 '36년 1,567만 통행으로 증가할 것으로 예상되기 때문에 이에 대응하기 위한 속도 향상이 요구되며, 이를 위한 시설물 안전성 확보는 필수적임.
- 제2차 철도산업기본계획의 6대 중점분야 중 “KTX 고속철도 중심의 국가철도망 구축” 분야의 기존선 고속화 및 철도시설 유지보수 효율화와 “세계 최고수준의 철도안전 확보” 분야의 철도시설의 안전성 제고에 부합되며, 수출 주도형 연구개발 추진, 미래 선도 기술개발 및 철도 인프라 기술수준 제고와 부합되고 있음

2) 기술적 타당성

- 기존 기술과의 차별성 및 연계성
 - 본 연구는 고속철도, 일반철도 및 도시철도 궤도 유지관리에 예방 보수 개념을 적용한 시설물 상태 평가 기술 개발을 목표로 함
 - 궤도의 구성요소인 레일, 체결장치, 도상과 궤도시스템 및 토반과 각 시스템과의 인터페이스에서 오는 문제들에 대하여 객관적이며 과학적인 평가 기술 개발을 추진
- 본 과제에서 개발하고자 하는 기술은 기존의 연구와 연구목표와 내용면에서 차별화 됨
- 각 기술별 중복성 검토
 - 1세부 : 궤도성능평가 기법 및 궤도강성 검측장비 개발

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관 (연구기간)	차별성	연계방안
철도 궤도시스 템 성능평가 기법 및 테스트베 드 구축	-측정 및 감시 데이터에 근거 한 궤도시스템 성능평가 시스 템 개발 -각 상태 측정 및 감시 장치 요구사항 설정 -테스트 베드 구축 및 개발 시스템/장 치 성능 검증	고속검 측시스 템 기술개 발	•300km/h급 고 속검측시스템 개발	한국철도기 술연구원 ('13.4~)	•궤도선형(검측) 이외의 시설물 상태 평가	-
궤도강성 검측장비 개발	- 궤도강성(수 직, 횡) 측정 기술 분석 (이론, 사양, 정밀도 등) -목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정 -궤도강성 측정 기술(이론 및 장치) 개발 -성능 검증 및 운영 매뉴얼 작성	선로구 축물 핵심기 술개발	•궤도 지지강성 평가를 위해 LFWD 활용	한국철도기 술연구원 ('07~'12)	•궤도보수 의사 결정을 위한 상 태평가에 중점	•기존의 기초 연구 결과를 연계

- 2세부 : 비접촉식 레일/체결장치 상태평가 기술 및 장비개발

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관 (연구기간)	차별성	연계방안
장대레일 안전성 향상을 위한 비접촉 방식 중립온도 및 레일온도 측정장비 개발	- 기존기술 분석 - 장대레일 중방향 레일응력 측정개 발 및 장치 개 발 - 비접촉 레일온도 측정장치 개발 운 - 성능검증 및 운 용 매뉴얼 작성	고속선 궤도관리 의사결정 지원시스 템개발	• 장대레일 상태 평가에 대한 기초연구	코레일 (‘06~‘10)	• 장대레일 상태 평가를 위한 시 스템(측정장비) 개발	• 기존 연구 결과를 연계
레일체결 장치 클립 응력상태 추정을 위한 감시 장치 개발	- 기존기술 분석 - 레일체결장치 클립 응력 감시 장 치 개발 - 성능검증 및 운 용 매뉴얼 작성	고속선 궤도관리 의사결정 지원시스 템개발	• 체결구 상태 평가에 대한 기초연구	코레일 (‘06~‘10)	• 체결장치 상태 평가를 위한 시 스템(측정장비) 개발	• 기존 연구 결과를 연계

- 3세부 : GPR기반 도상 및 노반결함 상태평가 기술개발

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관 (연구기간)	차별성	연계방안
자갈도상 및 노반 결함 상태평가 기술개발	- 자갈도상 및 노반 결함상태 평가 기존 기 술분석 - 목표성능 도출 및 측정이론, 사양설정 - 자갈도상 및 노반상태 평가 기술 개발 - 성능검증 및 운용 매뉴얼 작성	선로구축 물 핵심기술 개발	• 궤도하부(토 노반)구조 상 태평가 및 품 질등급결정을 위한 GPR기 술 분석 및 후 샘플링 장 비 제작	한국철도기 술연구원 (‘07~‘12)	• 궤도보수의사 결정을 위한 상태 평가에 중점	• 기존 의 기 초 연 구 결 과 를 연계
		고속철도 자갈궤도 유지보수 저감을 위한 궤도개량 기술개발	• 자갈궤도 개 량(생력화 궤 도)을 위한 노반성능 평 가	한국철도기 술연구원 (‘13~‘17)		
콘크리트 도상 침하 및 결함 상태평가 기술개발	- 콘크리트 도상 침하 및 결함 평가 기존 기 술분석 - 목표성능 도출 및 측정이론, 사양설정 - 자갈도상 및 노반상태 평가 기술 개발 - 성능검증 및 운용 매뉴얼 작성	콘크리트 궤도 유지보수 기준수립 연구	• 콘크리트 침 하 및 도상균 열 기준 제시	한국철도기 술연구원 (‘11~‘12)	• 콘크리트 도 상 침하 및 TCL 상태평가 에 중점	• 기존 의 기 초 연 구 결 과 를 연계

- 4세부 : 궤도 절대선형 측정장비 개발

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관 (연구기간)	차별성	연계방안
궤도 절대선형 측정 장비 개발	-궤도 절대선형 측정 기존 기술분석 -목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정 -궤도 원형보수를 위한 절대선형 측정 장치 개발 -성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성	-	-	-	-	-

- 기술개발계획의 적절성 및 우수성
 - 본 과제의 추진에 있어 궤도시설물 평가에 대한 공백기술을 도출하고, 궤도전체 거동을 고려한 요구기술을 분석하여 유지보수 최적화를 위한 상태평가 기술 개발과제를 도출하였으며, 사용자 요구사항을 면밀히 분석하여 정의하고 최단 기간내 기술을 개발하고 현장 적용을 통한 성능을 검증 방안 제시
 - 시설물 상태평가는 국내 기술수준이 매우 낮아 해외 기술의존도가 매우 높은 분야로 원천기술의 확보측면에서도 기술개발이 시급히 요구됨
 - 시설물의 건정성의 최대 확보를 위해서 본 과제 성과물 적용을 통한 유지보수 최적화와 열차 안전성 확보에 매우 유용하게 활용될 것으로 예상됨

3) 경제적 타당성

- 세부과제별 경제적 효과

(단위 : 백만원, 명/년)

세부과제명	유지비 절감	구매비 용절감	생산 유발 효과	부가 가치 효과	취업 유발 효과
(1세부) 궤도성능평가 기법 및 궤도강성 검측장비 개발	3,904	3,000	3,093	927	15.8
(2세부) 비접촉식 레일/체결장치 상태평가 기술 및 장비개발	2,859	2,500	2,265	679	11.6
(3세부) GPR 기반 도상 및 노반결함 상태평가 기술개발	3,424	6,500	2,713	430	13.9
(4세부) 궤도 절대선형 측정장비 개발	1,813	1,500	1,463	430	7.3
계	12,000	13,500	9,534	2,466	48.6

- 유지보수비 절감으로 인한 비용절감 효과
 - 향후 기술개발이 성공적으로 이루어지고 현장에 적용하여 유지보수 효율성 향상을 통한 유지보수 최적화가 이루어질 경우 연간 유지보수비가 약 120억 이상 절감될 것으로 예상됨
- 생산 및 부가가치 유발 효과
 - 한국은행의 산업연관표를 통한 생산, 부가가가치, 취업유발 효과 분석결과 (2010년 한국은행 산업연관표 기준, 정밀기기 분야)
 - 생산유발 효과는 연간 약 95억원
 - 부가가치 유발효과 약 24억원에 달함
 - 취업유발효과 연간 48명
- 해외기술 대비 수입대체 효과
 - 해외기술도입 대비 수입대체 효과 약 135억이상 발생 (1회성)
 - 노반/도상 성능평가 30억, 콘크리트궤도성능 평가 35억, 장대레

일 및 체결구 용력 평가 25억, 궤도절대선형 15억, 궤도강성평가 30억 추정

- 본 연구에서 개발하고자 하는 상태평가 기술(시스템)은 국내 뿐만 아니라 전 세계적으로 연구목적 이외에 상용화가 이루어진 것은 극소수에 불과한 실정으로 본 과제가 성공적으로 추진으로 생겨난 성과물의 적용은 무궁무진한 시장을 가지고 있을 것으로 추정됨

5. 인력투입계획 및 소요예산 산정

1) 연구일정에 따른 인력투입계획

(단위 : MM)

구분	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
총괄	148.8	258.0	258.0	201.6	148.8	1,015.2
1세부	57.6	96.0	96.0	76.8	57.6	384.0
1-1 (주관)	28.8	48.0	48.0	38.4	28.8	192
1-2 (공동)	28.8	48.0	48.0	38.4	28.8	192
2세부	28.8	60.0	60.0	43.2	28.8	220.8
2-1 (협동)	19.2	36.0	36.0	28.8	19.2	139.2
2-2 (공동)	9.6	24.0	24.0	14.4	9.6	81.6
3세부	38.4	60.0	60.0	48.0	38.4	244.8
3-1 (협동)	19.2	30.0	30.0	24.0	19.2	122.4
3-2 (공동)	19.2	30.0	30.0	24.0	19.2	122.4
4세부	24.0	42.0	42.0	33.6	24.0	165.6
4-1 (협동)	24.0	42.0	42.0	33.6	24.0	165.6

2) 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
총 계	1,287	3,488	4,401	10,167	3,565	22,908	100%	
1세부 계	493	941	1,821	3,153	1,044	7,452		
1.1 철도궤도시스템 성능 평가 기법 및 테스트 베드 구축	246	388	1,158	1,192	247	3,231	14%	
1.2 궤도강성 검증장비 개발	247	553	663	1,961	797	4,221	18%	
2세부 계	253	765	974	2,573	891	5,457		
2.1 비점측방식 장대레일 중립온도 및 레일온도 측정장비 개발	154	444	631	1,548	539	3,317	14%	
2.2 레일체결장치 클립 응력상태 추정을 위한 감시장치 개발	99	321	343	1,025	352	2,140	9%	
3세부 계	334	1,205	886	3,054	1,060	6,539		
3.1 자갈도상 및 노반 결함 상태평가 기술 개발	167	575	443	1,527	530	3,242	14%	
3.2 콘크리트도상 침하 및 결함 상태평가 기술	167	630	443	1,527	530	3,297	14%	
4세부 계	207	577	720	1,387	570	3,461		
4.1 궤도 절대선형 측정 장치 개발	207	577	720	1,387	570	3,461	15%	

목 차

1. 기술의 정의 및 필요성	1
1.1 기술의 정의	1
1.2 기획 배경 및 필요성	1
1.3 기획 목적 및 추진방향	6
1.3.1 연구목표	6
1.3.2 기획 추진방향	7
2. 국내외 동향 및 환경 분석	9
2.1 국내외 정책 동향	9
2.1.1 국내 정책 동향	9
2.1.2 국외 정책 동향	19
2.2 국내외 시장현황 및 전망	28
2.2.1 국내 시장 동향	28
2.2.2 국외 시장 동향	30
2.3 선로유지관리 현황	33
2.3.1 시설물 현황	33
2.4.2 유지관리 현황	39
2.4.3 유지보수비 현황	58
2.4 기술동향	61
2.4.1 관련 기술개발 동향	61
2.4.2 특허 분석	104
2.4.3 논문 분석	117
2.4.4 기술 경쟁력 분석	123
2.5. 종합분석	151
2.5.1 기술개발 동향 및 환경 분석에 따른 주요 시사점	151
2.5.2 기획자문위원회 결과	152
2.5.3 SWOT 분석을 통한 기술개발전략 수립	156

2.5.4	핵심 키워드 및 이슈 트리	158
2.5.5	중점 추진 후보기술 도출	159
2.5.6	중점 추진기술 우선순위 분석	163
3.	연구개발과제 구성 및 추진전략	168
3.1	비전 및 목표	168
3.2	기술개발에 따른 미래상	170
3.3	연구개발전략 및 효과	171
3.3.1	기술개발 전략	171
3.3.2	기술개발 효과	173
3.4	연구개발과제의 구성	174
3.4.1	과제 구성 체계	174
3.4.2	세부과제별 연구목표 및 연구내용	175
3.5	세부과제간 연계	182
3.6	기술개발로드맵	183
3.7	성과 활용방안 및 테스트베드 구축 계획	186
3.7.1	활용방안	186
3.7.2	테스트베드 구축 계획	188
4.	사전타당성 검토	190
4.1	정책적 타당성	190
4.1.1	국가 전략적 중요성	190
4.1.2	상위계획과의 부합성	191
4.2	기술적 타당성	197
4.2.1	기존 기술과의 차별성 및 연계성	197
4.2.2	기술개발계획의 적절성 및 우수성	199
4.2.3	기술수준 및 개발성공 가능성	199
4.3	경제적 타당성	201
4.3.1	경제적 파급효과	201
4.3.2	사회적 파급효과	203

4.3.3 기타 파급효과	204
5. 인력투입계획 및 소요예산 산정	205
5.1 연구일정에 따른 인력투입계획	205
5.2 소요예산	206
5.2.1 전체사업 소요예산	206
5.2.2 세부과제별 소요예산	207
6. 과제 제안요구서	210
6.1 과제 제안요구서(RFP)	210
6.2 평가기준 설정	222
참고문헌	223

<첨부> 제도평가 및 유지보수 장비개발 과제 우선순위 도출을 위한 설문조사

- <부록> 1. 기술수요조사 공모 과제제안서
2. 기존 국가 R&D 검토결과

표 목 차

표 2.2-1. 국내 주요장비의 국산화 비율(2009년)	28
표 2.2-2. 지역별 예측성장 규모	30
표 2.3-1. 고속철도 궤도검사주기	42
표 2.3-2. 구조물 점검종류 및 주기	46
표 2.3-3. 구조물 상태등급별 내용	47
표 2.4-1. 레일축력 추정법 및 문제점	79
표 2.4-2. 비파괴 레일검사기법	89
표 2.4-3. Potancemeter 주요사양	97
표 2.4-4. 궤도 및 토목시스템 세부 기술수준	124
표 2.4-5. 국가별 기술 분야별 기술수준 비교	126
표 2.4-6. 분야별 기술격차	126
표 2.4-7. 유지관리 분야 선진국대비 기술격차	127
표 2.4-8. 배재대학교 연구장비 보유 현황	145
표 2.4-9. 한국철도공사 연구원 인력현황(궤도/토목)	150
표 2.4-10. 한국철도기술연구원 인력현황(궤도그룹)	150
표 2.4-11. 한국철도시설공단 연구원 인력현황(궤도/토목)	150
표 2.5-1. 중점개발 필요기술의 정의	164
표 3.4-1. 1세부과제 성과목표 및 성과지표	175
표 3.4-2. 2세부과제 성과목표 및 성과지표	176
표 3.4-3. 3세부과제 성과목표 및 성과지표	177
표 3.4-4. 4세부과제 성과목표 및 성과지표	177
표 3.4-4. 세부과제별 연구내용	178
표 3.7-1. 테스트베드 후보지	188
표 4.1-1. 제2차 국가철도망 구축계획 주요 추진과제	193

그림 목 차

그림 1.2-1. 선로구성도	1
그림 1.2-2. 선로단면도	2
그림 1.2-3. 궤도틀림 진전모형	2
그림 1.2-4. 레일손상 진전모형	2
그림 1.2-5. 궤도 유지관리의 필요성	3
그림 1.2-6. 궤도에 발생하는 문제들(도상분니, 레일파상마모)	3
그림 1.2-7. 일반적인 궤도보수 모형	4
그림 1.2-8. 콘크리트궤도의 노반침하 및 균열발생 현상	4
그림 1.2-9. 횡단하수관 파손으로 인한 노반공동	5
그림 1.3-1. 기획연구목표 및 내용	6
그림 1.3-2. 연구추진 흐름도	7
그림 1.3-3. 연구 추진체계	8
그림 2.1-1. LICB 참여기관	19
그림 2.1-2. UIC 유지보수 관련 프로젝트 현황	20
그림 2.1-3. Innotrack Project 구성체계	20
그림 2.1-4. 일본 토목분야에 있어서의 신규 투자비용과 유지보수 비용 ...	21
그림 2.1-5. 유지관리 패러다임의 변화	23
그림 2.2-1. 노반/도상하부 통합검측 차량 개념도	29
그림 2.2-2. 현재시장과 2016년까지의 예측성장을	30
그림 2.2-3. 시장규모 10위권 국가	31
그림 2.3-1. 궤도연장	33
그림 2.3-2. 장대화율 및 선구별 장대현황	35
그림 2.3-3. 레일 노후화 현황 및 선구별 레일 부설현황	37
그림 2.3-4. 콘크리트도상 부설현황	37
그림 2.3-5. 궤도유지관리 프로세스	39
그림 2.3-6. 궤도검사 시행체계	40

그림 2.3-7. 유지관리 절차	41
그림 2.3-8. 도상자갈 마모/파쇄 매커니즘	43
그림 2.3-9. 분니발생 매커니즘	43
그림 2.3-10. 도상자갈 마모/파쇄(좌) 및 분니(우)	44
그림 2.3-11. 경부고속철도 도상자갈 치환 현황	44
그림 2.3-12. 도상자갈 치환작업	44
그림 2.3-13. 레일절손 및 손상(파상마모)	45
그림 2.3-14. 레일경과년도별 훼손현황/연장	45
그림 2.3-15. 경과년수별 훼손현황(연장대비)	45
그림 2.3-16. 구조물 점검 및 진단의 종류	46
그림 2.3-17. 콘크리트궤도 노반침하 추이(상,중) 및 계측관리(하)	48
그림 2.3-18. 콘크리트궤도 노반침하 유지보수 체계	49
그림 2.3-19. 콘크리트도상 전산관리	51
그림 2.3-20. 콘크리트도상 균열 발생 현황	52
그림 2.3-21. 중점대상개소 관리대장	53
그림 2.3-22. 경의선 가좌역 노반붕괴	53
그림 2.3-23. 경부선 천안역구내 전동열차 탈선	54
그림 2.3-24. 동해남부선 노반침하	54
그림 2.3-25. 경북선 횡단하수 붕괴로 인한 노반공동	55
그림 2.3-26. GRP 탐상 분석결과(노반침하)	56
그림 2.3-27. 경부고속2단계 도상균열 및 분리 관련 뉴스	56
그림 2.3-28. 신분당선 레일클리프 파손 관련 신문기사	57
그림 2.3-29. 일반철도 유지보수비 추이	58
그림 2.3-30. 고속철도 선로유지보수비 현황(인건비 포함)	59
그림 2.3-31. 고속철도 선로유지보수비 현황(인건비 제외)	60
그림 2.4-1. 궤도해석의 기본모델	62
그림 2.4-2. 포장두께 평가를 위한 GPR 작용원리	63
그림 2.4-3. 신호처리를 통해 재구성된 오염된 도상자갈층 분포	63
그림 2.4-4. 도로분야 GPR 측정차량의 다양한 설치사례	64
그림 2.4-5. 교면포장에 대한 GPR 시험결과 분석 사례	64

그림 2.4-6. GPR 기술을 활용한 포장체의 생애주기평가	65
그림 2.4-7. 배수불량에 의한 도상하부 차집수의 GPR 탐상기록	66
그림 2.4-8. GPR 활용 개요도	66
그림 2.4-9. GPR 결과를 분석한 도상깊이 및 상태 평가용 시스템	67
그림 2.4-10. GPR 장착 차량(위) 및 장치 개념도(아래)	67
그림 2.4-11. 도상자갈 시추(영국) 및 GPR 탐사 장면(네덜란드)	68
그림 2.4-12. 알프스 산악철도 GPR 탐사 장면(스위스)	68
그림 2.4-13. GPR 데이터 수집 시스템(호주)	69
그림 2.4-14. 지진파를 이용한 철도 하부노반의 진단(밀도, 탄성계수)	69
그림 2.4-15. 전기저항 측정 모식도	70
그림 2.4-16. 레일카트에 설치된 GPR을 이용한 철도 하부지반 평가	70
그림 2.4-17. 지반 중력의 변화 관찰	70
그림 2.4-18. SASW 작동원리 및 개념도	71
그림 2.4-19. 콘크리트궤도에서 수행한 Fractal 시험 장면	72
그림 2.4-20. Fractal 시험으로 측정된 Lamb파의 위상속도	72
그림 2.4-21. Fractal 시험으로 결정한 Lamb파 위상속도 2차 컨투어	72
그림 2.4-22. 선로점검차 침목균열 검사 기능	73
그림 2.4-23. 충격반향기법에 의한 콘크리트 슬래브 검사	74
그림 2.4-24. 충격응답기법 구성 개요도	75
그림 2.4-25. 충격응답기법의 궤도적용	75
그림 2.4-26. 구조물 영상기반 평가 시스템	76
그림 2.4-27. 스캐닝 기술을 이용한 철도시스템 프로파일 측정	77
그림 2.4-28. 스캐닝 기술을 이용한 터널/도로 프로파일 측정	77
그림 2.4-29. 스캐닝 기술을 이용한 침목 결함 평가	77
그림 2.4-30. Verse를 이용한 레일축력 추정	79
그림 2.4-31. 무선원격 레일온도 모니터링 시스템	80
그림 2.4-32. RSM을 이용한 응력, 레일온도, 중립온도 측정	81
그림 2.4-33. SFTPRO를 이용한 응력, 레일온도, 중립온도 측정	81
그림 2.4-34. RailScan을 이용한 중립온도 측정	82
그림 2.4-35. RailScan 장비	82

그림 2.4-36. 진동을 이용한 중립온도 측정	83
그림 2.4-37. Rail stress Test를 이용한 중립온도 측정	83
그림 2.4-38. 비선형 유도 초음파를 이용한 중립온도 측정	84
그림 2.4-39. 도상횡저항력 측정 개요도	84
그림 2.4-40. 도상횡저항력 측정기	85
그림 2.4-41. 와류탐상(좌)와 초음파탐상(우)	86
그림 2.4-42. 레일탐상차(와전류+초음파)	86
그림 2.4-43. 와전류 인력탐상기	87
그림 2.4-44. 레일손상평가 연구분야, 관련 프로젝트 및 연구기관 맵	89
그림 2.4-45. 스웨덴 TLV의 수직 및 측면 유압 작동기	91
그림 2.4-46. 중국 궤도강성 측정의 원리	91
그림 2.4-47. TLV 궤도강성 측정장치(TTCI)	92
그림 2.4-48. 레이저를 이용한 선로처짐 측정으로 산출한 현 값	92
그림 2.4-49. RSMV의 측정장치	93
그림 2.4-50. RSMV의 측정원리 (한쪽면 적용)	94
그림 2.4-51. UNL-강성장치의 선로처짐/센서측정	94
그림 2.4-52. 강성장치 센서의 기하학적 구조	95
그림 2.4-53. 스위스의 궤도강성 측정 차량	95
그림 2.4-54. Potancemetere를 이용한 궤도강성 측정개념	96
그림 2.4-55. Portancemetere 프로토타입	96
그림 2.4-56. 프로토타입 제1버전 구성 개념도	97
그림 2.4-57. 프로토타입 제2버전 구성 개념도	97
그림 2.4-58. 시스템을 활용한 궤도관리 개념	99
그림 2.4-59. 보수차량에 장착된 선형측정시스템	99
그림 2.4-60. 궤도절대선형 측정 장비	100
그림 2.4-61. GEDO 궤도절대선형 측정 장비	100
그림 2.4-62. GRP 궤도절대선형 측정 장비	101
그림 2.4-63. 스캐닝 기술을 이용한 궤도 상태 평가	101
그림 2.4-64. 스캐닝 기술을 이용한 체결장치 상태 평가	102
그림 2.4-65. 열화상 기술을 이용한 구조체의 상태평가	102

그림 2.4-66. 궤도평가 유지보수 분야 국가/연도별 특허동향	105
그림 2.4-67. 궤도평가/유지보수 분야 연도별 특허출원 추이	105
그림 2.4-68. 궤도평가 유지보수 분야 출원인 분석	106
그림 2.4-69. 궤도평가 유지보수 분야 출원인/연도별 특허출원 추이	106
그림 2.4-70. 궤도평가/유지보수 분야 국가별 특허 출원 동향	107
그림 2.4-71. 국가별 출원건수 및 시작확보지수	107
그림 2.4-72. 국가별 특허 인용도 지수	108
그림 2.4-73. 레일손상 평가분야 국가/연도별 특허 동향	111
그림 2.4-74. 레일손상 평가분야 연도별 특허 출원 추이	112
그림 2.4-75. 레일손상 평가분야 출원인 분석	112
그림 2.4-76. 레일손상 평가분야 출원인/연도별 특허출원 추이	113
그림 2.4-77. 세부 기술별 국가별 특허 출원 동향	114
그림 2.4-78. 국가별 출원건수 및 시장확보지수	115
그림 2.4-79. 국가별 특허 인용도 지수	115
그림 2.4-80. 궤도평가 및 유지보수 분야 논문현황	116
그림 2.4-81. 레일손상 평가분야 논문현황	120
그림 2.4-82. 고속철도 1차 분류별 기술수준	123
그림 2.4-83. 궤도/토목분야 기술수준	124
그림 2.4-84. 철도 기술트리	126
그림 2.4-85. 한국철도기술연구원 보유 시험장비	144
그림 2.4-86. 배재대학교 보유 시험장비	147
그림 2.4-87. 한국철도시설공단 보유 시험장비	149
그림 2.5-1. 이슈트리	158
그림 2.5-2. 유지보수 요인 도출	160
그림 2.5-3. 공백기술 도출	161
그림 2.5-4. 중점 추진과제	162
그림 2.5-5. 중점개발 추진기술 도출 맵	165
그림 3.1-1. 비전 및 목표	169
그림 3.2-1. 기술개발에 따른 미래상	170
그림 3.3-1. 연구개발 추진체계	171

그림 3.3-2. 기술개발에 따른 기대 및 과급효과	173
그림 3.4-1. 과제 구성 체계	174
그림 3.5-1. 세부 과제간 연계 관계도	182
그림 3.6-1. 기술개발로드맵(TRM)-총괄	183
그림 3.6-2. 기술개발로드맵(TRM)-1세부	184
그림 3.6-3. 기술개발로드맵(TRM)-2세부	184
그림 3.6-4. 기술개발로드맵(TRM)-3세부	185
그림 3.6-5. 기술개발로드맵(TRM)-4세부	185
그림 3.7-1. 테스트베드 구축을 통한 성능검증	188
그림 3.7-2. 시스템 차량탑재 구축(안)	189
그림 4.1-1. 국정목표 4.안전과 통합의 사회	192
그림 4.1-2. 정부의 철도 R&D 정책방향	196

제1장 기술의 정의 및 필요성

1.1 기술의 정의

- “궤도평가 및 유지보수 장비 기술”은 고속철도, 일반철도 및 도시철도 등에서 궤도 및 노반시설물의 건전성을 확보하기 위하여 시설물의 상태 변화를 모니터링하고 분석·평가하는 기술임

1.2 기획 배경 및 필요성

- 우리나라는 2004년 경부고속철도 개통을 비롯해 기존선 선형개량 및 신설선 건설 등으로 선로연장이 증가하고 있어 선로 유지보수가 증가하고 있으며 기존선도 점차 고속화되고 고밀도 운전으로 인해 예전에 비하여 보수작업을 위한 충분한 시간을 확보하기 어려워지고 있는 실정임
- 궤도는 레일, 침목, 도상, 체결구 등 서로 이질적인 재료들로 구성된 노반상의 구조체로서 반복적인 열차 하중에 의해 궤도의 점진적인 변형이 발생하게 됨

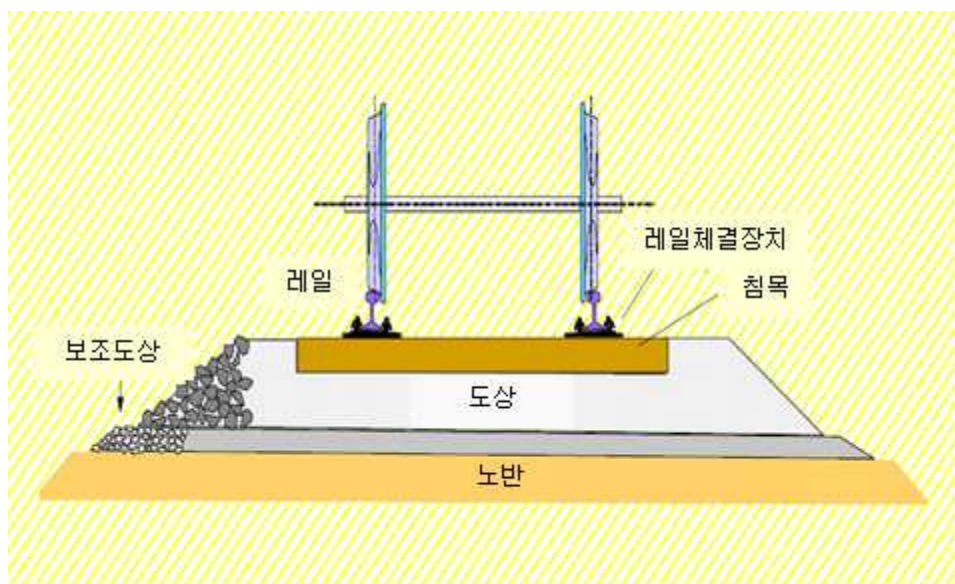


그림 1.2-1. 선로구성도



그림 1.2-2. 선로단면도

- 열차통과 하중이 증가됨에 따라 발생하는 변형은 지속적으로 누적되게 되며 이는 열차 주행면을 불규칙하게 만들어 승차감을 악화시켜 열차 운행 안전을 저해하게 됨. 또한 레일은 미세한 표면균열로 인해 균열이라는 파괴 단계에 이르게 됨



그림 1.2-3. 궤도틀림 진전모형

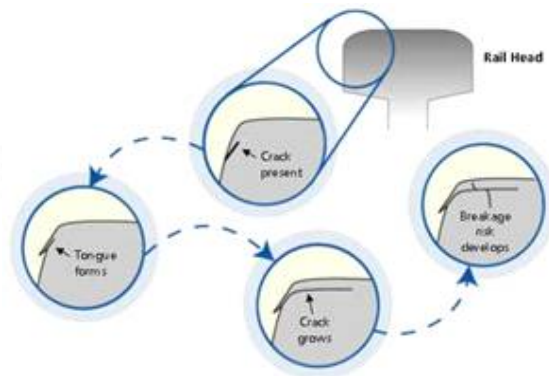


그림 1.2-4. 레일손상 진전모형

- 궤도틀림의 진행은 궤도의 수명과 열차운행 안전과 직접적 관련이 있기 때문에 유기적이고 체계적인 유지관리를 필요로 함

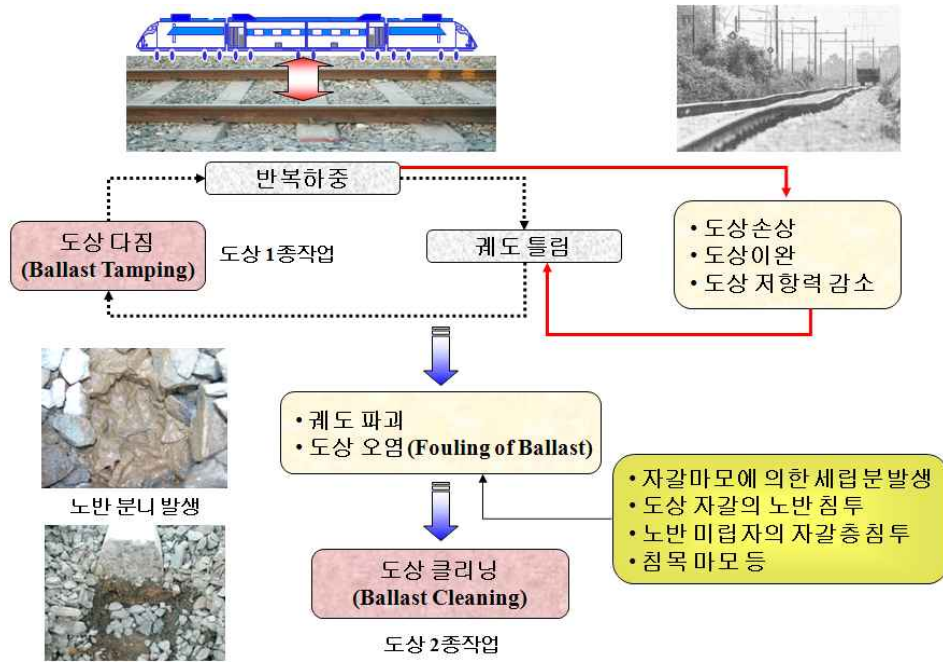


그림 1.2-5. 궤도 유지관리의 필요성

- 궤도 유지관리의 특성상 적정 유지보수 시기에 보수를 시행하지 않고 문제가 발생한 이후에 보수를 시행하는 정정보수(사후보수, Corrective Maintenance)는 투입되는 비용이 크게 증가하게 됨
- 또한 정정보수는 보수개소가 필요한 다른 개소의 보수 우선순위를 뒤로 밀리게 하면서 잠재적으로 보수비용이 크게 증가하게 하는 문제를 야기함



그림 1.2-6. 궤도에 발생하는 문제들(좌:도상분니, 우:레일파상마모)

- 유럽 및 일본과 같은 철도 선진국에서는 전체 궤도 유지관리를 위해 사후 보수의 개념에서 탈피하여 예방보수(Preventive Maintenance)의 개념에 입각한 유지관리를 시행 중

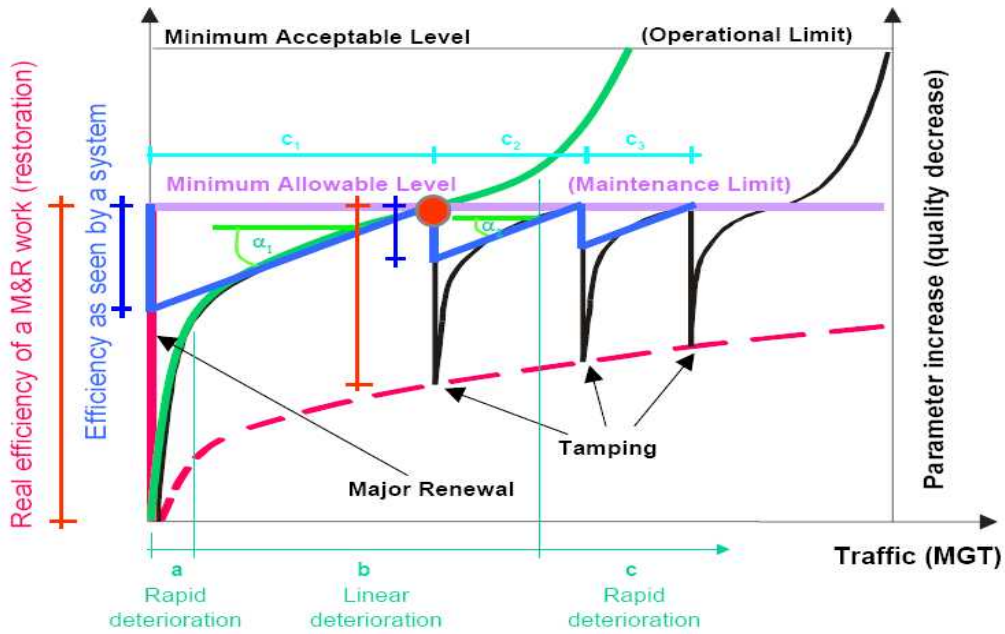


그림 1.2-7. 일반적인 궤도보수 모형

자료: S Jovanovic, SATC 2005. Modern Railway Infrastructure Asset Management

- 특히, 최근들어 콘크리트도상 궤도의 확대 보급에 따라 자갈도상궤도에 서와 같은 도상자갈의 이완 등에 의한 궤도틀림 보다는 노반침하 등 궤도 외적인 요소에 의한 보수대책 등 차별화된 접근전략 마련을 통해 안정적 관리가 요구됨

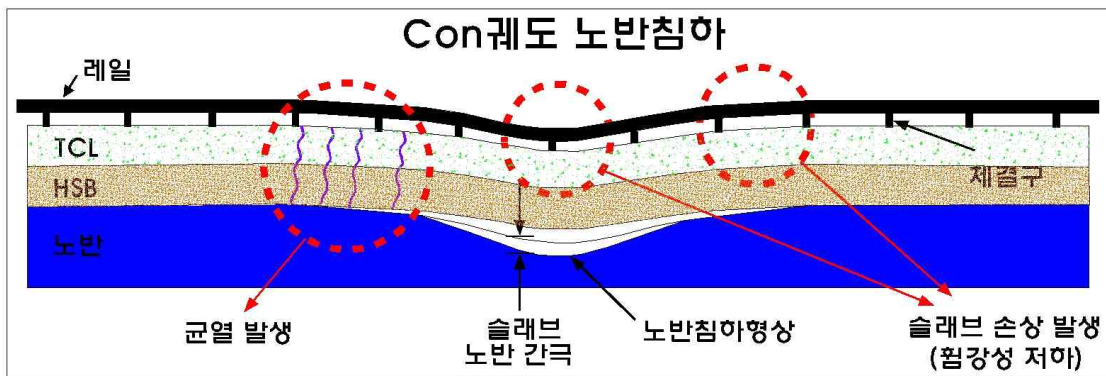


그림 1.2-8. 콘크리트 궤도의 노반 침하 및 균열발생 현상

- 또한, 궤도는 노반매설물의 파손, 노반의 잔류침하 등에 의해 열차 주행 면의 이상이 발생할 경우 대형사고로 발전할 개연성이 크므로 사전에 철저한 검사를 통해 궤도의 본래 기능을 유지하여 함

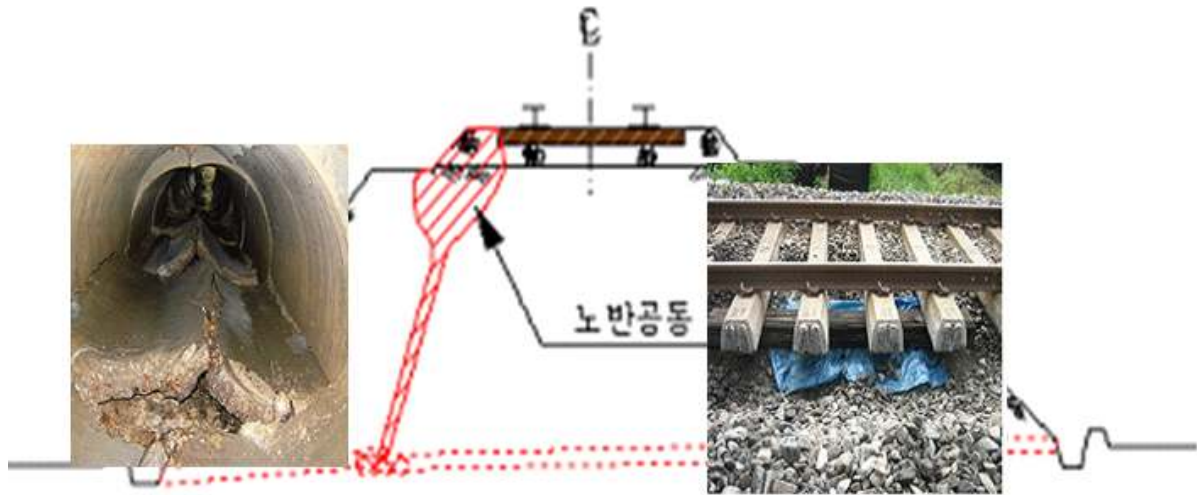


그림 1.2-9. 횡단하수관 파손으로 인한 노반공동

- 보수작업의 실행시기와 방법 등에 대한 이행여부를 인력 또는 파괴적인 방법에 의한 판단하에 시행하는 것이 아니라 객관적인 데이터 및 비파괴적인 조사방법에 따라 궤도보수에 대한 의사결정을 함으로써 작업에 대한 객관성과 신뢰성 확보가 가능

- 본 기술개발 기획연구의 목적은 약 100년 이상의 공용기간을 지나온 경부선 등과 최근 개량, 신설되어 열차의 속도향상에 큰 기여를 하고 있는 선구 등에 대하여 과학적이고 객관적이며 효율적인 궤도관리를 위한 상태 평가 기술과 이에 대한 궤도보수의 합리화를 위한 기술을 개발하는데 있음

1.3 기획 목적 및 추진방향

1.3.1 연구목표

- 본 연구는 철도시스템의 하부 구조인 궤도 및 노반에 대한 상태평가 및 유지보수 장비를 개발 추진전략 수립을 위한 사전 기획연구로, 세부 연구목표는 아래와 같음.
- 궤도 및 노반(토공) 손상현황 및 원인 분석 방안 제시
- 궤도 및 노반(토공) 손상진전 특성 분석 방안 제시
- 궤도 및 노반(토공) 손상평가 및 측정기술 개발 방안 제시
- 궤도 및 노반(토공) 손상에 대한 대책, 안전성향상 및 유지보수 장비 개발 방안 제시
- 세부 추진전략 및 기술개발 로드맵 제시

연구목표 철도 궤도 유지보수 최적화를 위한 상태평가 기술개발 기획 및 추진전략 수립

세부연구목표

사업요건 분석 및 기술개발전략 수립	<ul style="list-style-type: none"> • 기술개발 동향 및 환경분석 • 기술개발 전략 수립
궤도/노반 손상현황 및 원인 분석 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 자갈궤도 및 콘크리트궤도 손상 현황 조사 • 손상 발생 원인 분석 (레일마모, 파단, 궤도틀림, 침하 등)
궤도/노반 손상진전 특성분석 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 레일 및 도상의 손상에 의한 궤도부담력 증가 특성 조사 • 손상에 의한 열화진전 매커니즘 분석 (영향인자별 열화진전특성)
궤도/노반 손상평가 및 측정기술 개발 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 레일 및 도상 손상 평가 기법 (레일마모, 균열, 콘도상 균열) • 궤도 안정도(강성) 평가 기법 • 노반침하 평가 기술(GPR 등) • 장대레일 안전성 평가기술 (좌굴, 축력평가, 도상휨저항력 등)
궤도/노반 손상 대책 기술과 안전성 향상기술 개발 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 레일손상 대책 및 저감기술 / 궤도틀림 저감 기술 • 자갈도상 마모 및 침하 저감/보수보강 기술 • 궤도선형 절대좌표 원형보수 기술(시스템)
세부추진전략 및 로드맵 제시	<ul style="list-style-type: none"> • 연구목표 및 범위설정 • 연구목표 달성을 위한 추진전략 및 추진체계 수립 • 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시 • 연구개발 과제별 인력투입 계획 및 소요예산 산정 • 연구개발 타당성 검토 • 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정

그림 1.3-1. 기획연구목표 및 내용

1.3.2 기획 추진방향

- 본 기획연구는 기술개발전략 수립, 궤도/노반 개선 기술(방안) 제시, 세부 추진전략 수립 등의 단계로 추진

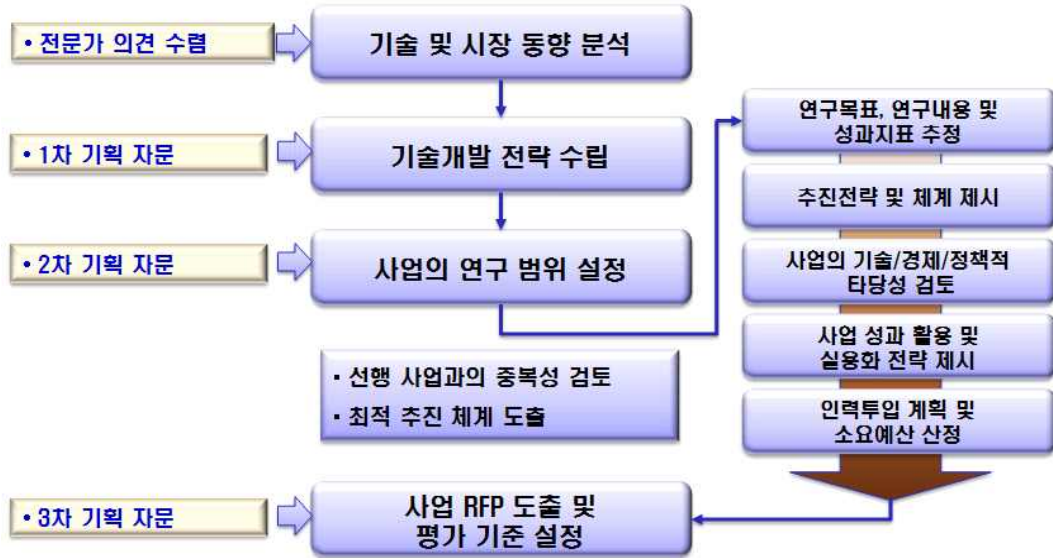


그림 1.3-2. 연구추진 흐름도

- 추진체계

- 경부고속철도를 비롯한 간선철도의 운영기관인 한국철도공사와 철도 R&D에 대표적인 연구기관인 한국철도기술연구원이 공동연구 수행
- 한국철도시설공단, 대학, 산업계 전문가로 구성된 기획자문위원회 운영을 통해 기획 추진방향의 설정, 후보기술 평가, 기획 결과에 대한 타당성 검토 등 시행

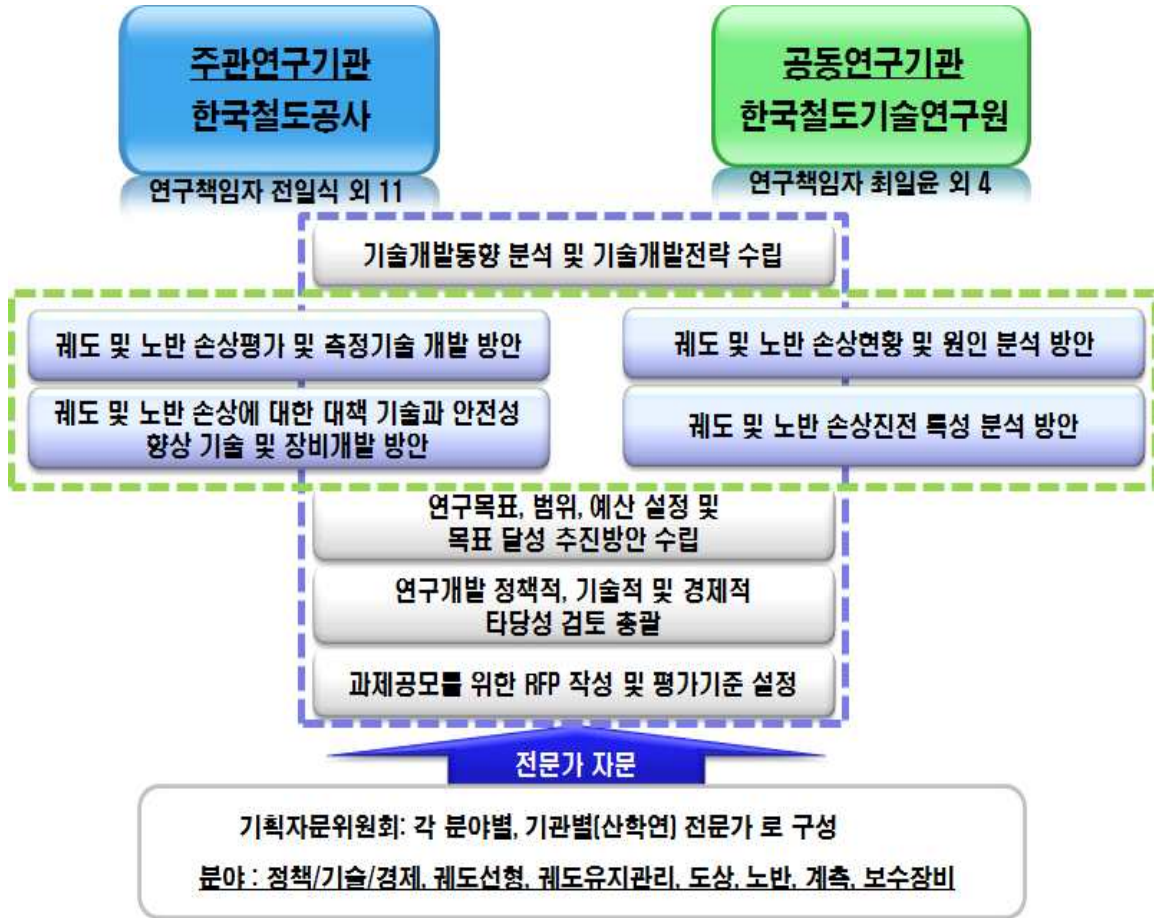


그림 1.3-3. 연구 추진체계

제2장 국내외 동향 및 환경 분석

2.1 국내외 정책 동향

2.1.1 국내 정책 동향

- 제2차 국가철도망 구축계획 (2011-2020, 국토해양부, 2011.4)에 의하면 전국 주요 거점을 1시간 30분대로 연결하는 목표 달성을 위해서는 철도 교통망의 핵심축인 주요간선의 운영속도의 향상이 필수적이므로 현재의 인프라에 대한 상태평가와 보수의 과학화에 대한 기술개발은 국가교통 정책차원에서 우선적으로 추진해야할 필요가 있음.
- 또한 제2차 철도산업발전기본계획(2011~2015, 국토해양부, 2011.5)에 따르면 철도시설의 기능성과 안전성을 확보하면서, 비용 효율적인 유지보수체계 확립을 기본방향으로 시설자산 관리체계를 확립하고, 유지·보수 평가체계를 도입하여 시설 유지·보수·관리를 선진화를 추진하고 있으며, 유지보수의 정합성, 신속성을 획기적으로 제고하기 위해 GIS기반 유지보수 정보시스템 구축등을 추진 중이며, 시설의 안전·경제성을 동시에 달성하기 위해 시설의 특성(속도, 이력 등)을 고려한 유지·보수 기준 및 점검주기 개발을 추진하고 있으며 이를 위해 2015년까지 총 3조 4천억원을 투자할 계획으로 있음.
- 한편, 고속철도 및 일반철도, 광역철도 시설물 유지보수를 담당하고 있는 한국철도공사에서는 국민체감형, 산업발전형 국가 R&D를 통한 철도 산업 공동발전 도모 및 철도운영 및 유지보수 기술력과 생산성 향상을 통한 국제경쟁력 강화를 목적으로 국가 R&D 마스터플랜 기획단을 구성 ('13. 1.)하여 사용자 중심의 철도기술개발을 통한 기술경쟁력 강화에 역량을 집중하고 있음

- 현재 국내에서는 궤도하부 및 레일의 손상진전 예측과 같은 상태평가 기술개발 및 적용이 초기단계에 있으나, 궤도노후도가 가속화되면서 그 필요성이 크게 증가하고 있음. 100년 이상의 공용기간을 지나온 경부선 등과 최근 개량, 신설되어 열차의 속도향상에 큰 기여를 하고 있는 선구 등에 대하여 과학적이고 객관적이며 효율적인 궤도관리를 위한 상태 평가 기술개발과 이를 통한 유지보수의 합리화는 향후 속도향상, 유지보수 절감 등을 목적을 달성하기 위한 필수 기술로서 국가정책으로도 확대 적용될 전망이다.
- 제2차 국가철도망 구축계획의 실현, 철도시설물 유지보수의 효율화, 간선철도의 고속화 등의 목표를 달성하기 위해서는 반드시 궤도평가에 대한 정책적 지원이 수반되어야 함. 특히 궤도평가 및 관련 기술개발은 장기적인 계획하에 수행되므로 현 단계에서 적용이 미비하더라도 향후 미래국가철도 기술발전을 위해서는 선제적인 기술개발에 대한 정책적 지원이 필요함.
- 국토해양부와 한국철도공사가 발표한 “특별종합안전강화대책”의 내용으로 철도시설에 대한 안정성 향상을 목표로 2011년 고속철도 안전관련 예산 2,304억원의 집행을 통하여 유지보수, 차량정비, 차량개량 등의 안정성 향상을 도모하고, 2015년까지 추가 안전예산을 확보하여 고속철도 철도시설물에 대한 상시 모니터링 및 보수·보강을 시행하도록 함.

[참고] 제2차 국가철도망 구축계획 2011~2020 (2011.4)

□ 제2차 국가철도망 구축계획 추진배경

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

□ 주요내용

○ 전국 주요거점을 고속 KTX망으로 연결

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

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

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

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

→ 초광역권 구상에 부합하는 해안권 □자형 네트워크 구축

-경부-호남 등 추진 중인 고속철도 사업 적기완공

→ (경부) 대전-대구 도심구간(41km) '14년 완공 추진

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

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

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

○ 대도시권 30분대광역-급행철도망 구축

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

-광역철도의 운영체계를 급행위주로 재편

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

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

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

-대도시 교통난 해소를 위한 광역철도망 지속 확충

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

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

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

○ 녹색 철도물류체계 구축

: 산업-물류거점간 대량-고속 철도 물류네트워크 구축

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

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

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

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

-핵심 물류거점인 항만 · 산업단지 · 내륙화물기지를 간선 철도망과 연결하는 인입철도의 지속 확충

-KTX 화물전용칸 등을 통해 고부가가치 소량화물 운송

-대량수송체계 도입을 통해 철도운송의 경쟁력 제고

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

→ 유효장 확장 등 시설개선을 통해 장대열차 도입

○ 편리한 철도이용환경 조성

: 고속철도 및 일반철도역의 접근성을 개선하고, 이용 편의시설 지속 확충

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

-철도-대중교통 연계를 위해 택시베이, 버스베이 등 교통광장 설치

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

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

-역사 내 자전거 보관시설, 경사로 설치 등 지속 추진

□ 투자규모

○ '11 ~ '20년까지 철도시설 확충에 총 88조원 소요 전망

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

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

□ 투자 효과

○ 광역경제권간 주요 거점이 녹색 철도망으로 연결

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

○ 철도중심의 교통 - 물류체계로 전환되어, 저탄소 녹색성장 기반 마련

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

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

○ 교통부문 온실가스 및 에너지 소비 저감에 기여

-온실가스(CO2) 배출 감소 : 연간 약 774만톤

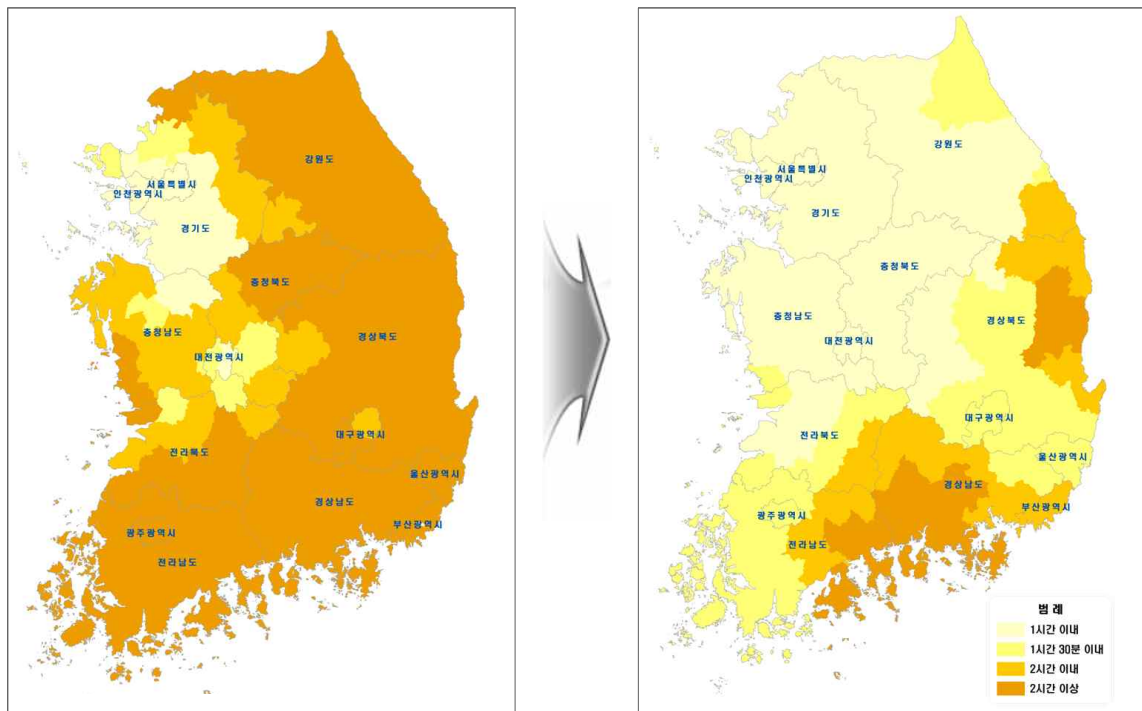
-에너지 소비 감소 : 연간 약 259만 TOE톤

○ 경부-호남-수도권 고속철도 개통과 주요 일반철도 노선의 고속화를 통해 전국 주요도시가 1시간 30분대로 연결

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

-2시간대 : 인구 74% → 96%, 면적 55% → 90%

[철도 통행시간 분포변화(서울기점, 차내시간 기준)]



[참고] 철도산업발전 기본계획 2011~2015 (2011.5)

□ 철도산업발전 기본계획 추진배경

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

□ 주요내용

○ KTX 고속철도 중심의 국가철도망 구축

-전국 고속철도망 확충

- 경부고속철도 대전-대구 도심구간(40.9km)을 '14년까지 완공
- 호남고속철도 오송~광주 구간은 '14년까지, 광주~목포 구간은 최적노선 결정 후 '17년까지 완공
- 수도권 고속철도 수서~평택 노선은 '14년까지 완공

-기존선 고속화 및 일반철도 신선 건설

- 기존선 복선전철화 및 230km/h급 고속화 사업

-광역철도 급행화 및 신선 건설

- 현재 추진 중인 경의선 용산-문산 복선전철화사업 등 '15년 이내 완공
- 신분당선 강남-용산 복선전철 등 '20년 이내 완공
- 수도권 광역급행철도 3개 노선을 신규사업으로 추진

-궤도-전기-신호 등 철도시설 개량

- 철도 안전시설(설비) 및 재해예방시설 등의 보강과 구축물-역시설 등 노후화된 철도시설 개량 지속 추진
- 속도향상을 위해 시설 개량 및 차상신호시스템 도입을 추진하고 방음시설 등 친환경 철도시설도 설치

-철도시설 유지-보수 효율화

- 시설자산 관리 표준화-정보화-선진화('11~'15)
- 시설 유지-보수제도 개선 및 외주화 확대('11~'15)

○ 철도운영부문의 경쟁력 제고

-고객 지향적 수송서비스 제공

- (광역 급행화) 광역 일반열차 급행화를 위해 2역 정차 및 1역 통과하는 skip & stop 운행방식 도입
- (운행 다양화) 열차 편성량 수 조정(편당 8량 → 4~6량)을 통한 운행횟수 확대 및 2층 열차 도입 등 운행패턴 다양화
- (열차환경 개선) 쾌적한 열차환경 조성을 위해 임산부 배려석 확대, 여성 전용칸 운영, 화장실 환경 개선 등 추진

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

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

○ 세계 최고수준의 철도안전 확보

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

○ 철도 제조업 육성 및 기술개발 촉진

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

-수출 주도형 연구개발 추진

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

-미래 선도 기술개발

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

-철도 인프라 기술수준 제고

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

○ 해외 철도시장 진출 확대

-해외진출 지원체계 공고화

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

-해외진출 기반 및 활동 강화

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

-철도 국제협력 강화

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

○ 철도분야 핵심 전문인력 양성

-철도 핵심인력 양성 마스터플랜 수립-시행

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

□ 투자규모

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

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

-재원조달 : 국고조달 및 민자유치 외

□ 투자 효과

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

2.1.2 국외 정책 동향

가. 유럽

- 국제철도연맹(UIC)에서는 국가간 철도시설 생애비용(유지보수비+개량비)의 지속적인 비교를 목적으로 유럽 14개국의 철도시설관리자가 참여한 2003년부터 Lasting Infrastructure Cost Benchmarking(LICB) 프로젝트 수행



그림 2.1-1. LICB 참여기관

- 오스트리아 OBB, 벨기에 Infrabel, 프랑스 RFF/SNCF, 이탈리아 RFI, 네덜란드 ProRail, 영국 Networkrail 등으로 구성된 UIC Asset Management 그룹에서는 유지관리 비용절감을 위한 다양한 시도와 Fact based Decisions (사실기반 의사결정)을 통해 비용과 성능 통제에 대한 연구 수행



그림 2.1.-2. UIC 유지보수 관련 프로젝트 추진현황

- 또한 UIC에서는 2006~2009년까지 철도건설비용과 유지관리 비용의 혁신적인 절감을 목표로 비용 효율이 높고 고성능인 궤도 구조물을 개발하는 프로젝트인 “Innotrack” 프로젝트를 수행하면서 하부구조에 대한 유지관리 혁신방안을 수립하고 프로젝트의 결과로서 인프라 검사 및 유지보수 장비가 개발됨

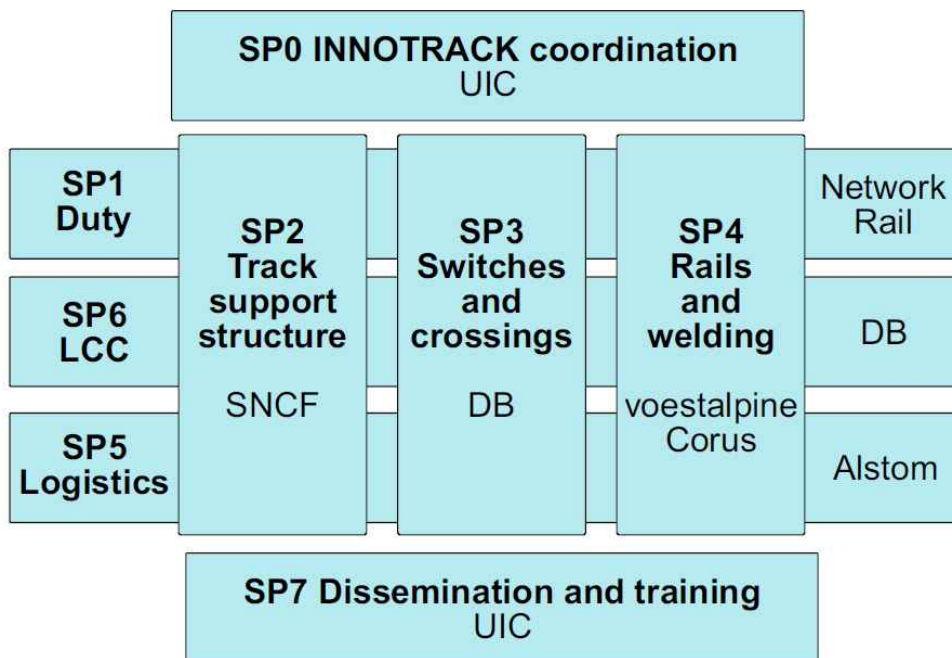


그림 2.1-3. Innotrack Project 구성체계

나. 미 국

- 미국에서는 사회기반시설의 유지관리가 소홀한 동안 시설의 안전도는 개선되지 않고 있으며 보수, 개량을 위해 5년간 2.2억달러의 천문학적 자금이 요구됨을 진단 (ASCE)

다. 일 본

- 일본의 경제는 근래에 들어 성숙기로 접어들었음. 이제까지 형성해온 거대한 교통, 통신 및 도시시설 등의 사회 기반시설은 21세기에는 품질 및 기능의 현저한 저하로 유지보수비용이 신규투자비용을 앞지르게 되었음. 그림2.1-1과 같이 일본 건설성의 집계에 의하면, 민간 토목을 제외한 정부 관련 건설투자에서 유지보수 비용이 차지하는 비율은 급속히 확대되고 있으며, 이러한 추세로 1990년에 25%이던 유지보수의 비율은 2010년에는 전체투자의 60%를 차지하게 될 것으로 예상됨.

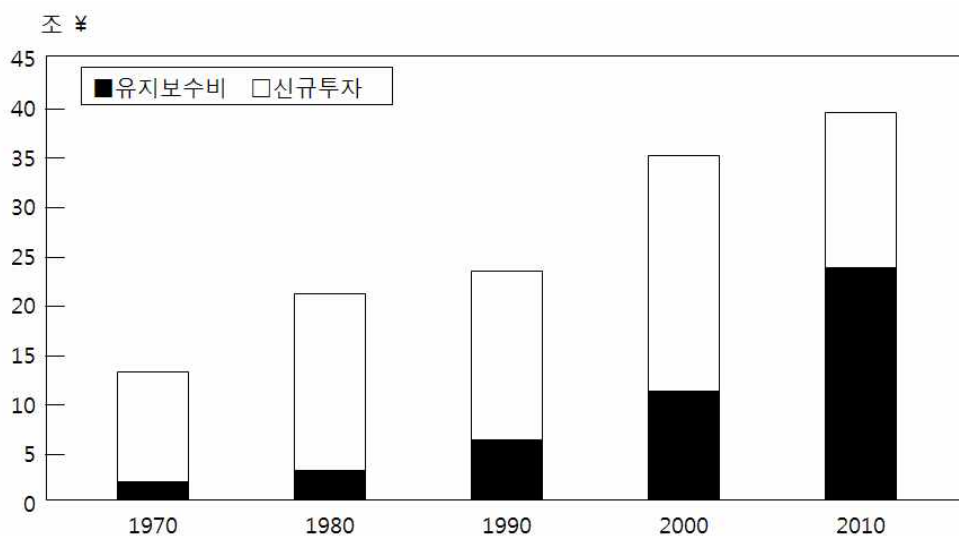


그림 2.1-4. 일본 토목분야에 있어서의 신규 투자비용과 유지보수의 비용

- JR 동일본의 경우에는 유지보수의 대상이 되는 사회 기반시설이 많고, 1872년의 신바시~요코하마 간 철도가 개통된 이래 현재에 이르기까지 축적되어온 유지보수의 대상물도 새로이 만들어진 것에서부터 오래된

것까지의 여러 가지가 혼재하고 있으며, 이에 따라 다양한 유지보수의 형태를 필요로 하고 있음. 또한 유지보수비가 전체 경비 중에서 차지하는 비율도 증가하게 되어, JR 동일본에서는 유지보수비가 인건비를 포함하여 철도 운행에 소요되는 비용의 30%를 차지하고 있으며, 이것은 약 5,000억 엔에 달하고 있음.

- 그 다음으로 대두되는 문제가 인구분포의 고령화인데 철도 승객의 감소로도 이어지고, 또한 유지보수 종사하는 작업원의 감소가 예측되었음. JR 동일본에 있어서의 유지보수 업무의 환경을 고려해보면 노동 생산인구의 감소에 따르는 유지보수 인원의 확보에 어려움이 생기는 한편, 이미 노후가 진행된 인프라 설비의 유지 갱신에 관한 업무가 발생하게 됨.
- 따라서 최신 기술을 적극적으로 도입하면서 노동 집약적인 산업형태로부터의 탈피를 도모하여 한층 더 나아간 소수정예에 의한 효율적인 작업방법 등의 시스템을 구축하고자 하였음. 철도의 저가격성의 확보는 자동차나 비행기와의 경쟁에서 앞서갈 수 있는 철도의 우위성에 있어서 매우 중요한 요소임. 가격을 저렴하게 하기 위해서는 철도에 있어서의 유지보수 비용을 고려할 필요가 있으며, 현상의 서비스 수준(안전성, 안정성, 쾌적성, 신속성 등)의 향상을 도모하면서, 비용 상승을 막는 것은 물론 나아가 비용의 절감을 어떻게 도모하는가가 그 과제임.
- 따라서 유지보수의 요구를 정확하게 파악하고, LCC 등의 관점에서 유지보수의 현상을 평가하고 과제를 도출하고 유지보수의 혁신을 도모한 기술개발을 추진하였음.

라. 유지보수 패러다임의 변화

- 1940년대 이전까지는 고장나면 고치는 유지보수전략(corrective maintenance, curative maintenance). 즉 사후보수 다시 말해 사전에 계획된 예방유지보수(preventive maintenance)는 없었음

- 1950년대 이후 사전에 계획된 예방유지보수를 하기 시작. 제품의 신뢰성을 나타내는 모형(설계 의사결정). 즉 제품의 사용연한에 기초하여 최적 예방유지보수를 이끌어내고자 하였음. 시간에 기초한 유지보수전략(time-based maintenance, TBM)임
- 1970년대 이후 제품의 기능 상실이 영업에 미치는 영향을 고려하는 제품의 신뢰성기반 유지보수(reliability centered maintenance, RCM), 유지보수의 생산성을 높이고자 하는 총생산성유지보수(total productive maintenance) 개념이 등장. 또한 시설의 상태 측정에 관한 정보(상태진단)를 기반으로 사전에 정한 임계값과 유지보수 시기를 결정하는 상태기반유지보수(condition based maintenance, CBM)가 등장
- 1990년대 이후에는 유지보수와 시설의 사용(생산활동)을 동시에 고려하는 유지보수 의사결정이 이루어지고 있음.
- 2010년에 발표된 자료에 의하면 CBM에서 한 걸음 더 나아가 유지보수 작업 시점을 추정하는 하나 또는 몇 개의 매개변수 진행 모형에 기초하여 유지보수 작업시간 계획을 권고하는 예측 유지보수(Predictive Maintenance)를 논하고 있음. (Pietro Pace and Franco Carpanese(2010), Innovative systems and methods for a deep understanding of railway assets, CETRA).

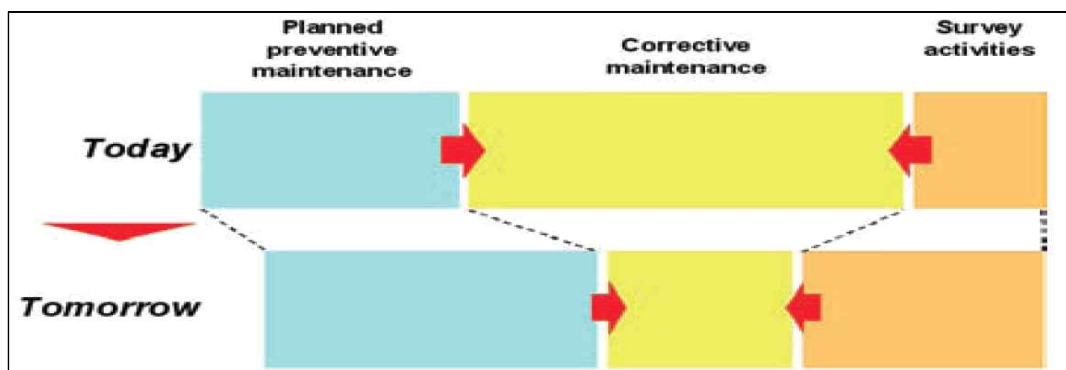


그림 2.1-5. 유지관리 패더라임의 변화

자료: Pietro Pace et.al. 2008. Condition-based Maintenance Using an Integrated Track Maintenance Management System, RTSA

[참고] 국외의 주요 정책동향

□ EU

- Marco polo Programme II (2007~2013) 계획
 - 2,000억 ton-km의 도로 수송화물 물동량을 철도나 근해 수송으로 전환 1,200만ton의 CO2 배출량 감소 추진
 - EU에 근접한 해안선에 인접한 인접국가의 참여를 통한 지리적 영역 확대
 - 운송수단 전환에 따른 재정지원 비율을 상향 (30% → 35%)
 - 마르코 폴로 1단계 사업대비 2단계 사업의 경우 4배 증가

표. 마르코 폴로 II 연도별 투자액

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

- 철도중심 범유럽 교통네트워크(TEN-T) 계획
 - 총 30개 프로젝트 중 22개가 철도관련 프로젝트이며, 이 중 14개 노선은 일부 또는 전체를 고속철도 수준으로 계획
 - 14개 노선 사업비('96 ~ '20) : 2,690억 유로 투입 예상
 - 고속철도망 : 2,300km('95) → 22,140km('20) → 30,750km('30)
: 약 800km/년 증가

- EU FP7(Framework Programme) 협력 프로그램 운영
 - 지속가능한 지상(철도, 도로, 수로) 수송
 - ① 지상운송의 환경보호
 - ② 지속적인 도심 이동성 보장
 - ③ 안전성과 보안성 개선
 - ④ 디자인, Power-train등 교통기술 개선을 통한 경쟁력 강화

□ 프랑스

- 교통분야 연구프로그램(PREDIT3) 운영
 - PREDIT3의 3가지 주요 목표는 화물과 사람을 지속가능한 운송, 교통시스템의 안전향상, 환경영향저감 및 온실효과 감소
 - 11가지 주제 중 철도관련 주제는 6가지 포함
 - ① 화물수송기술: 철도생산성 제고, 혁신적 교통기술 및 시스템의 실용화, 기반 기술(전동기, 제동장치), 철도차량, 차량-인프라-시스템 간의 정보화 기술
 - ② 이동성 서비스: 단거리 운송, 인터모달 서비스, 도시교통 및 도시 간 교통의 정보화 기술 및 서비스
 - ③ 에너지 및 환경 : 깨끗하고 에너지 효율이 높은 철도차량개발
 - ④ 물류 및 화물운송 : 경제와 물류시스템관계
 - ⑤ 안전 : 제어시스템, 규제시스템, 노선 최적화 시스템 개발
 - ⑥ 이동성 및 지속가능한 발전 (이동성 결정요인, 교통경제학)

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

□ 독일

- “이동성과 교통 “ 연구프로그램 운영
 - 교통분야 3대 목표
 - ① 지속가능성
 - ② 성취도 제고, 효율화, 안전, 고객지향
 - ③ 교통분야 국제 경쟁력 향상
- “Research Initiative Rail 2010“ 프로그램 운영
 - 철도전략, 철도 운영사를 위한 조직 모델, 명령 및 제어기술, 인프라, 철도차량기술 및 플랫폼 개념설계, 서비스지향적인 혁신, 교육 및 연수분야 혁신 포함
- 도로위주 교통 발전에 한계점에 도달 후 대책으로 고속철도 건설
 - 급속한 자동차 증가에 따른 환경보호 대책으로 철도 수송 필요
 - 독일 주요도시와 인접 유럽의 고속연계 교통수단으로 고속철도 건설

□ 영국

- Delivering a Sustainable Railway (2007)
 - 2009년 4월~2014년 3월까지 5년 동안의 투자액을 제시
- 기술발전계획(HLOS: High Level Output Specification)
 - 1백억 파운드 예산을 투입한 중·단기 계획 ('09 ~ '14년)
 - ① 규모의 성장 : 수송량 성장에 대응한 용량증대, 철도망 확대, 전철화 추진
 - ② 신뢰성 향상 : 지연사례 감축, 사상사고 감소
 - ③ 효율성 향상 : 운임시스템, 철도역시설, 접근성, 보안문제
- 철도수요의 증가예측 및 다양한 대책 마련 중
 - 2004년 1,088백만명 → 1,300백만명(20년안)
- A Greener Future“(’09.7.15 영국 교통부장관 발표)
 - '20년까지 교통부문 온실가스 배출 1,500만톤 감축 추진

□ 중국

- 중장기 철도망 계획 수정

표. 중국 중장기 철도망계획 주요 조정사항

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

- 20년까지 약 1,000조원 투입, 철도 길이 41,000km 이상 연장
- 20년 철도 운영노선 : 120,000km
- 모든 성과 인구 50만이상 도시 연결 고속철도망 구축
- ‘25년까지 아시아중단 / 유라시아 횡단 철도망 구축 추진
- 고속철도 기술개발
 - ① 철제 차량방식 500km/h 시제차량 공개 (‘11.12)
 - ② CRH380AL 최고시험속도 486.1km/h 돌파 (‘10.12)
 - ③ CSR Qingdao Sifang 사 500km/h급 차량개발 (‘11.1)



그림. 중국의 건설·계획 중 고속철도 현황

□ 일본

- 간선철도 고속화 및 도심교통의 철도 역할 강화
 - 간선철도 고속화 추진
 - ① 신칸센 건설 및 재래선 고속화
 - ㉠ ‘15년까지 5대 도시권(도쿄, 나고야, 오사카, 삿포르, 후쿠오카)을 3시간대로 연

결 목표 : 신칸센 약 600km 계획·건설

- ② 고속선 수요 적어도 국토 균형발전 및 지역개발 차원에서 신칸센 건설 지속추진
- ③ 자기부상열차 실용화 계획
 - ㉠ 3대도시인 도쿄, 오사카, 나고야를 연결하는 700km ~ 800km 연장의 초고속 자기부상철도를 계획 중
- 대도시 교통의 철도 역할 증대
 - ① 간선철도의 고속화와 함께 대도시권의 철도 정비 진행
 - ② 도쿄권 : '15년 목표로 233km 노선 정비 예정, 15년 내 426km 노선 정비 예정
- 에코레일 마크제도 및 철도전환 보조금 등을 통해 녹색물류 활성화 추진



그림. 동일본 철도의 신칸센 노선도 및 차량

□ 미국

- 2030년까지 교통부문 온실가스 배출 40% 감축 목표
 - 플로리다 고속철도사업 등 10개 노선의 고속철도 건설 추진 (오바마대통령)
 - 여객철도 투자 및 개선에 관한 법령(PRIIA)을 제정하여 지역간 여객철도 구축 활성화 방안을 추진함

2.2 국내외 시장현황 및 전망

2.2.1 국내 시장 동향

- 고속철도 기술 도입 시 코어기술(차량, 전차선, 신호 등) 위주의 부분적 기술이전으로 인해 궤도/토목 분야의 적극적인 투자가 거의 없었음에도 불구하고
- 궤도/토목분야의 각종 검사 및 유지보수 장비의 국내 수요부족으로 품목의 소량생산 및 국내 시장성 한계에 따른 투자대비 수익성 저하로 관련 업체의 투자 한계가 있으며, 대부분 해외 원제작사의 장비를 국내에 소개하는 실정임

※ 일본의 경우 내수시장으로 수익창출 가능 ⇒ 환경의 차이

- 보선장비분야의 경우 약 44%는 국산화 되어 있으나, 내용을 보면 단순 기능을 가진 모터카(작업운반차량)의 국산화에 불과함

표 2.2-1. 국내 주요장비의 국산화 비율 (2009년)

구 분	주요 부품	국산화 품목		
		수량(대)	국산화	비율(%)
계		297	131	44
1,2종장비	멀티플타이템퍼, 스위치타이템퍼, 벨러스트크리너, 모터카, 등	290	130	44
검측장비	궤도검측차(TI), 레일탐상차(RDC),선로점검차(TIC) 등	7	1	14

- 궤도검사 및 보수용 장비는 각 장비의 목적에 맞도록 원천기술 및 소프트웨어가 사용되고 있으나 이 부분은 해외의 원제작사의 기술이전 대상에서 제외되고 있어 세부 설계기술 및 검사 방법등에 대한 접근이 거의 전무한 실정임

- 서울메트로는 1998년부터 자갈도상의 노후화 및 각종 체결구의 훼손, 침목의 부패, 레일의 절손 등의 유지 보수상 문제점이 심하게 도출이 되어, 이를 해결하고자 궤도시설 전반에 대한 개량작업을 시행하고 있는 중이며, 현재까지 33km의 실적으로 추진 중에 있음. 아울러 기술축적의 노하우(know how)로 새로운 개량공법 등을 자체 개발하여 공기단축의 효과를 거두고 있음.
- 국토해양부에서 기획하고 있는 “도로침수 및 붕괴예방을 위한 도로포장하부 시스템 기술 개발(2012.6)”에 의하면 도로붕괴 위험도 탐지 및 평가에 대하여 지표투과레이더(Ground Penetrating Radar, GPR), Rolling Weight Deflectometer(RWD), Falling Weight Deflectometer(FWD), Acoustic Emission 등의 다양한 종류의 비파괴시험을 이용하여 도심지 도로포장 하부에 발생한 공동이나 지반의 처짐 및 지지력 등을 평가하여 도로 붕괴 위험도를 평가할 수 있는 물리탐지 및 분석 시스템을 개발을 진행 중임. 이와 같은 통합검측 차량을 개발한다면 철도노반/도상(자갈 및 콘크리트)의 정확한 검측과 더불어 유지보수 기술의 업그레이드가 예상된다

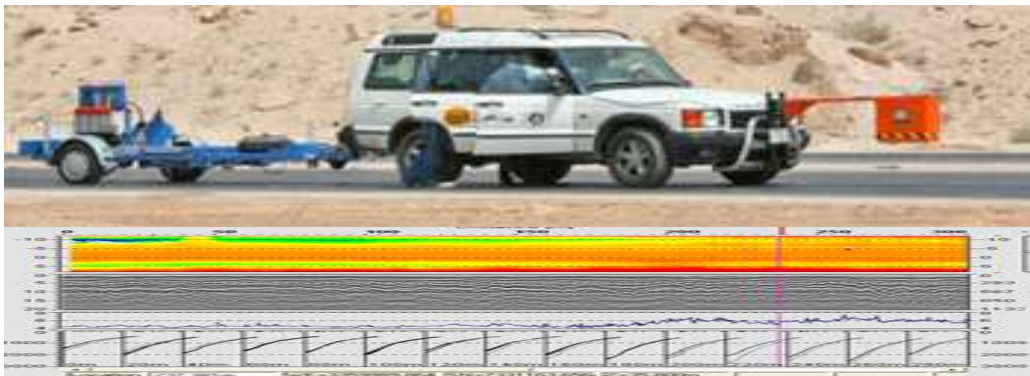


그림 2.2-1. 노반/도상하부 통합검측 차량 개념도

2.2.2 국외 시장 동향

- SCI Verkehr는 현재 143조 유로에 달하는 철도기술 제품 세계 시장은 그 중 절반이 판매 후 시장(after-sales)에서 생산되며, 연간 3.3%씩 성장하여 2016년에는 168조 유로에 달할 것으로 예상함

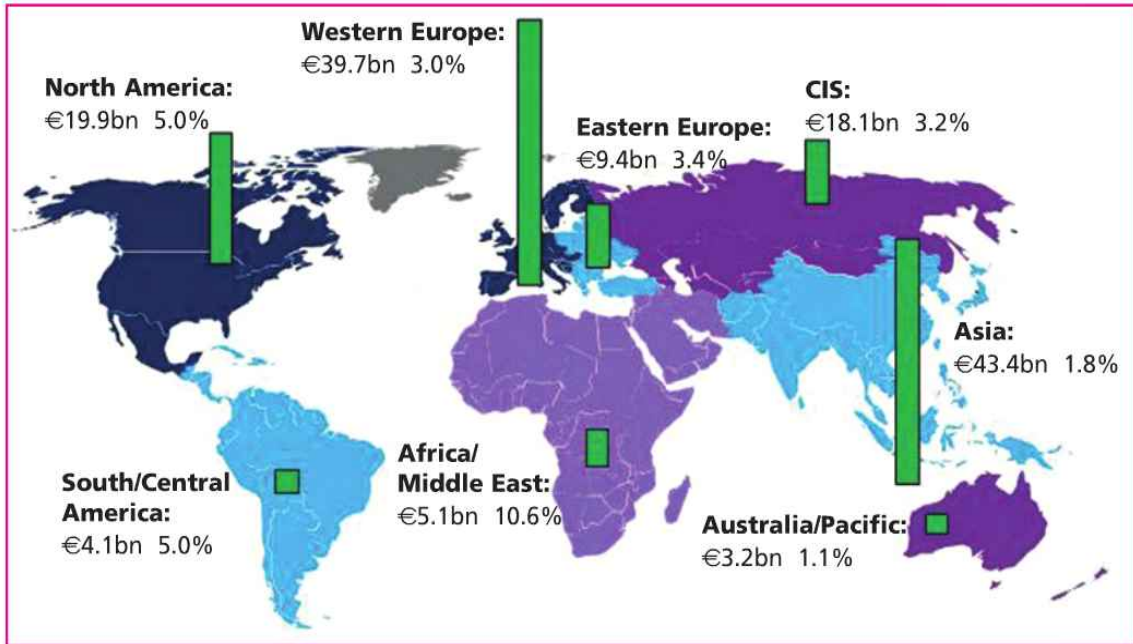


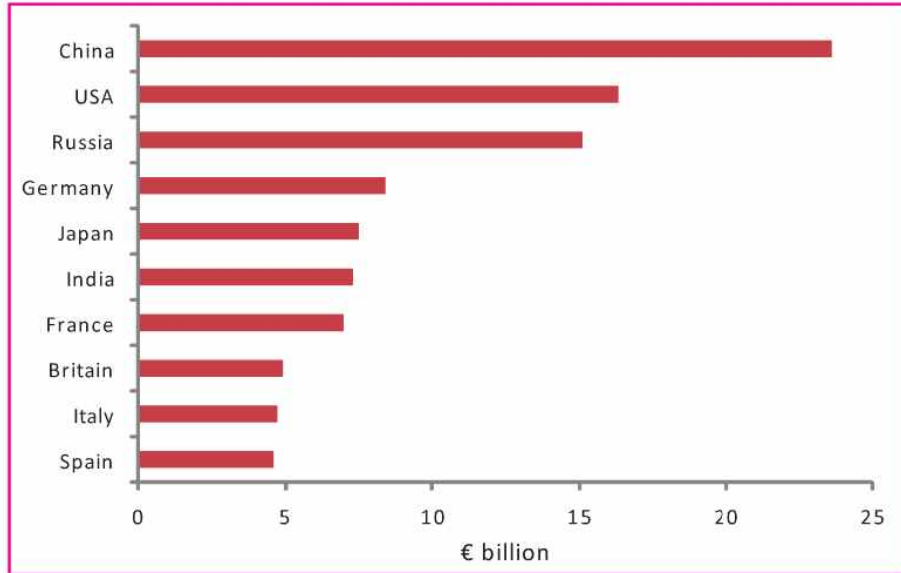
그림 2.2-2. 현재시장과 2016년까지의 예측성장율

- 현재 시장규모는 중국으로 대표되는 아시아가 가장 크나, 2016년까지의 성장예측을 측면에서는 상대적으로 철도기반 조성이 열악한 아프리카 및 중동이 높은 성장이 예상되는 것으로 분석됨.

표 2.2-2. 지역별 예측성장 규모

지역	현재(유로)	예측성장(%)	지역	현재(유로)	예측성장(%)
북미	19.9조	5%	중남미	4.1조	5%
서유럽	39.7조	3%	아프리카/중동	5.1조	10.6%
동유럽	9.4조	3.4%	독립국가연합	18.1조	3.2%
아시아	43.4조	1.8%	호주/태평양	3.2조	1.1%

- 철도시장 규모가 상위 10위에 있는 국가들의 2010~2020까지 연평균 시장규모는 중국과 미국, 러시아가 주도적으로 이끌고 있으며 뒤를 이어 독일, 일본 등이 뒤따르고 있는 추세임



Top 10 countries by market volume in € billion (annual average 2010-2012).

그림 2.2-3. 시장규모 10위권 국가

(출처 : IRJ September 2012, Volume52 issues 9, Global Rail market set to grow by 17.5% by 2016)

- 2010년~2012년의 궤도시스템 분야의 제품 및 서비스에 대한 전세계적 시장은 약 346억 가량이었으며 2015~2017년까지 약 418억 유로로 연간 약 4%의 성장률을 기록할 것으로 예상
- * SCI Verkehr Cologne 2012, RAILWAY TRACK SYSTEMS-GLOBAL MARKET TRENDS
- 궤도분야의 유지보수에 투입되는 장비를 제작하고 있는 회사는 전 세계적으로 약 60여개에 이르며, 이중 대부분이 유럽에 집중되어 있음.
- 대형유지보수장비로는 멀티플타이탬퍼, 스위치타이탬퍼, 발라스트크리너 등을 제작 업체로 오스트리아의 Plasser&Theurer社와 스위스의 Matisa社가 세계시장을 장악하고 있으며, 레일연마 장비로는 스위스의 Speno, 미국의 Loram, 독일 Linsinger, Vossloh가 대표적인 기업임

- 소형 보선장비와 각종 측정기기는 프랑스의 Geismar, 독일 Robel 등이 대표적임
- 궤도검측분야에서는 자주식 검측차를 제작하는 업체로 이탈리아 Mermec과 오스트리아 Plasser&Theurer가 대표적이며, 궤도재료검사 장비로는 프랑스의 Cybernetix, 레일탐상은 스위스 Speno, 미국 Sperry, Ensco, 일본 Tokimec 등이 있음

2.3 선로유지관리 현황

2.3.1 시설물 현황

우리나라는 2012.1월을 기준으로 8,427km의 궤도가 부설되어 있으며, 이중 약 54%에 해당하는 4,542km는 장대레일구간이다. 또한 본선레일 중 부설연수가 20년을 초과한 구간이 8.5% (542km)에 이른다.

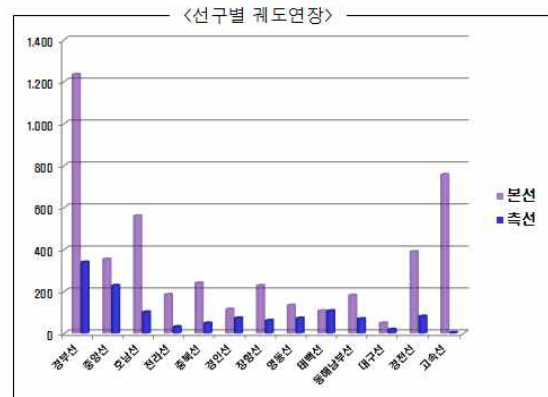
□ 궤도연장 (총괄)

(단위 : km)

구 분		'08년	'09년	'10년	'11년	'12년
선 별	합계	7,950.0	7,980.8	7,990.8	8,426.0	8,427.5
	본선	5,675.0	5,720.1	5,784.0	6,285.9	6,325.8
	측선	2,275.0	2,260.7	2,206.8	2,140.1	2,101.7
중량별	합계	7,950.0	7,980.8	7,990.8	8,426.0	8,427.5
	60kg	1,480.2	1,700.0	1,790.5	2,385.3	2,675.4
	50kg	6,155.3	5,984.8	5,967.5	5,833.8	5,607.7
	기타	314.5	296.0	232.8	206.9	144.4

☞ 궤도연장 : 모든 선별(본선, 부분선, 측선 등) 길이의 합(복선, 복복선 구간은 각각 단선의 2배, 4배로 계상)

※ 콘크리트궤도 : 335.9km (고속선-147.4km, 일반선 188.5km), 코레일관리구간



➢ 2008년 대비 궤도연장 6% 증가

그림 2.3-1. 궤도연장

□ 선별 궤도연장

(단위 : km)

노 선	본 . 측선			중 량 별		
	계	본선	측선	60Kg	50Kg	기타
합 계	8,427,581	6,325,797	2,101,784	2,675,484	5,607,699	144,398
경부선	1,573,280	1,233,991	339,289	321,111	1,228,151	24,018
중앙선	581,918	353,758	228,160	212,984	364,439	4,495
호남선	661,764	560,065	101,699	111,801	549,628	335
전라선	217,092	185,326	31,766	167,824	49,268	
충북선	288,562	239,689	48,873	3,400	284,939	223
경인선	188,381	115,118	73,263	97,011	86,257	5,113
장항선	289,188	227,832	61,356	176,766	112,422	
영동선	206,430	133,974	72,456	885	195,588	9,957
태백선	214,479	107,484	106,995	24,144	188,670	1,665
동해남부선	251,384	181,757	69,627	8,903	240,774	1,707
대구선	67,943	49,035	18,908	9,931	58,012	
경전선	470,893	389,274	81,619	124,578	344,933	1,382
고속선	761,185	757,292	3,893	758,852	2,333	
기타선	2,655,082	1,791,202	863,880	657,294	1,902,285	95,503

□ 장대레일부설 현황 (총괄)

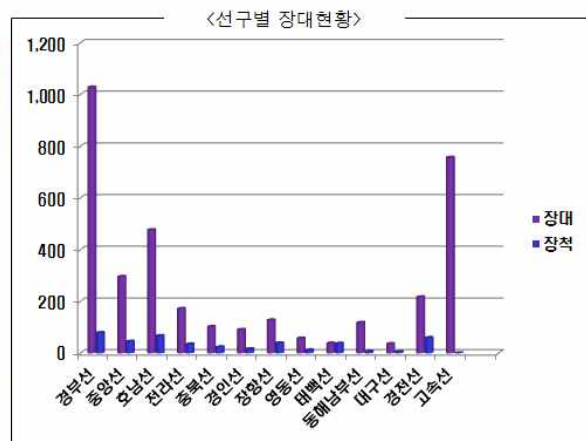
(단위 : km)

구 분	'08년	'09년	'10년	'11년	'12년
합 계	3,458.2	3,545.9	3,707.3	4,165.8	4,542.5
고속선	486.1	486.1	486.1	755.3	757.3
일반선	2,972.1	3,059.8	3,221.2	3,410.5	3,785.2
장대화율	43.5%	44.4%	46.3%	49.4%	53.9%

□ 선별 장대레일부설 현황

(단위 : 개소, km)

노 선	장 대		장 척	
	개 소	연 장	개 소	연 장
합 계	3,847	4,542,451	1,981	748,723
경부선	1,254	1,029,250	302	79,239
중앙선	329	296,462	135	45,725
호남선	483	477,064	134	67,730
전라선	100	172,710	152	35,342
충북선	142	103,013	44	24,182
경인선	117	91,663	35	16,708
장항선	29	128,192	48	39,522
영동선	87	57,935	40	12,622
태백선	45	38,722	55	37,820
동해남부선	181	118,636	15	7,047
대구선	54	37,197	12	4,762
경전선	204	217,642	135	60,121
고속선	30	757,292	18	864
기타선	792	1,016,673	856	317,039



➢ 2008년 대비 장대레일 31% 증가, 장대화율 10% 증가

그림 2.3-2. 장대화율 및 선구별 장대현황

□ 레일부설 경과년수별 현황 (총괄, 본선)

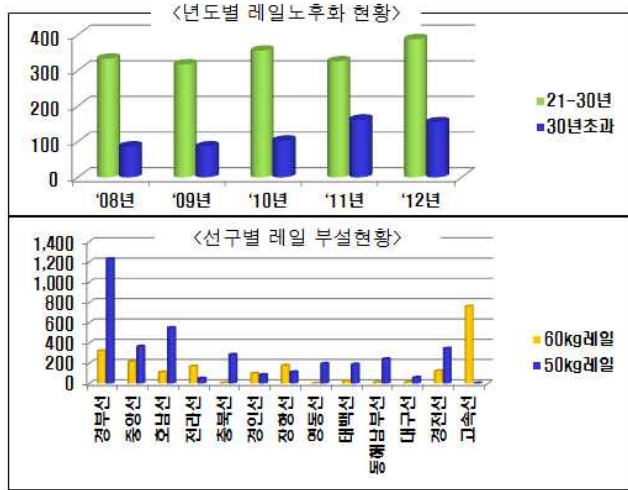
(단위 : km)

구 분		'08년	'09년	'10년	'11년	'12년
합 계		5,674.9	5,720.1	5,784.0	6,285.9	6,325.8
일 반 선	10년이하	3,702.9	4,210.8	3,762.6	3,940.9	3,785.7
	11-20년	1,065.9	1,105.1	1,076.3	1,101.7	1,240.0
	21-30년	333.3	317.3	355.8	325.8	388.0
	30년초과	86.7	86.8	103.2	162.2	154.8
고 속 선	10년이하	486.1	486.1	486.1	755.3	757.3

□ 레일부설 경과년수별 현황 (선구별, 본선)

(단위 : km)

노 선	합 계	10년 이하	11 - 20년	21 - 30년	30년 초과
합 계	6,325,797	4,542,952	1,240,046	387,982	154,817
경부선	1,233,991	927,480	206,051	79,136	21,324
중앙선	353,758	280,364	52,005	20,036	1,353
호남선	560,065	287,944	206,578	63,364	2,179
전라선	394,495	297,003	92,228	5,264	
충북선	239,689	86,255	43,741	59,268	50,425
경인선	115,118	106,025	6,823	2,270	
장항선	227,832	198,169	11,692	10,413	7,558
영동선	133,974	69,105	54,152	10,717	
태백선	107,484	87,032	17,802	2,650	
동해선	181,757	116,107	55,983	7,211	2,456
대구선	49,035	26,173		22,336	526
경전선	389,274	270,850	81,962	34,488	1,974
고속선	757,292	757,292			
기타선	1,582,033	1,033,153	411,029	70,829	67,022

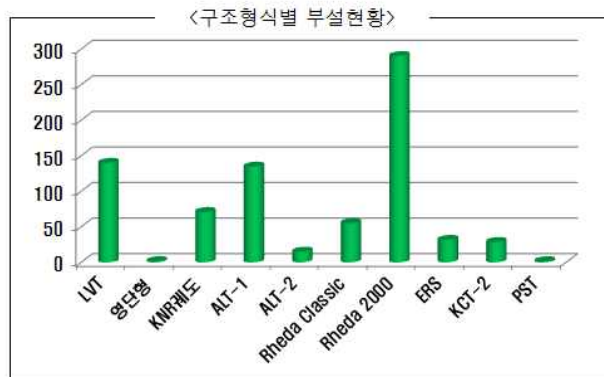


➢ 2008년 대비 20년이상 경과된 레일이 30% 증가, 레일노후화도 빠름

그림 2.3-3. 레일 노후화 현황 및 선구별 레일 부설현황

□ 콘크리트도상궤도 부설현황

✓ 콘크리트도상 : 771km (본선)



➢ 2008년 대비 콘크리트도상궤도 급속히 증가, 신설선은 콘크리트도상궤도 추세

그림 2.3-4. 콘크리트도상 부설현황

□ 구조물 현황

(단위 : 개소, m)

노 선	교량		터널		용벽	
	개소	연장	개소	연장	개소	연장
합 계	3,013	410,893	672	526,263	5,880	728,168
경부선	512	36,392	61	26,262	628	117,607
중앙선	307	22,802	105	55,641	786	67,598
호남선	305	25,734	27	17,421	556	89,472
전라선	239	26,839	50	52,590	321	39,692
충북선	123	7,097	13	9,123	238	41,929
경인선	21	2,084			80	19,904
장항선	170	39,572	19	16,378	178	15,867
영동선	157	6,721	89	21,421	581	52,671
태백선	71	4,001	54	17,996	380	28,069
동해선	105	7,501	10	2,212	266	32,269
대구선	25	5,989			14	2,442
경전선	186	20,475	47	27,578	706	69,107
고속선	157	112,438	89	151,159	106	6,165
기타선	635	93,248	108	128,482	1,040	145,376
노 선	구교		하수		승강장	
	개소	연장	개소	연장	개소	연장
합 계	3,662	10,287	8,813	165,788	1,102	268,364
경부선	753	1,849	1,134	22,301	223	62,990
중앙선	383	915	1,309	27,045	103	23,762
호남선	365	1,116	627	15,214	84	26,986
전라선	186	571	555	10,597	57	16,060
충북선	122	331	464	10,627	40	9,351
경인선	22	57	37	981	45	9,941
장항선	158	411	295	6,426	55	12,706
영동선	142	358	419	7,647	36	7,192
태백선	78	201	188	3,133	19	3,998
동해선	222	547	712	8,174	35	9,257
대구선	15	41	68	702	6	1,244
경전선	324	689	1,252	17,194	55	12,406
고속선	262	1,471	181	9,663	12	4,820
기타선	630	1,730	1,572	26,084	332	67,651

※ 최장터널

- 일반선 : 전라선 죽림온천 ~ 관촌간 슬치터널 6,128m ('99.5.18 개통)
- 고속선 : 경부고속선 울산 ~ 부산 금정터널 20,323m ('10.11.1 개통)

※ 최장교량

- 일반선 : 경원선 동두천중앙 ~ 동두천간 동두천고가교 5,041m ('07. 2.28 개통)
- 고속선 : 경부고속선 천안아산 ~ 대전간 풍세교 6,845m ('99.12.31 개통)

2.3.2 유지관리 현황

가. 궤도관리

- 궤도 유지관리는 검측차와 탐상차의 선로 검측 및 탐상 결과 그리고 선로 점검을 통한 궤도 점검 결과로 문제가 되는 곳이 발견되면 궤도의 상태를 정밀하게 조사하여 작업여부를 결정하게 되며 작업량은 궤도의 상태(열화정도)에 따라 결정되며 필요시 대형 장비 작업이 이뤄지게 됨

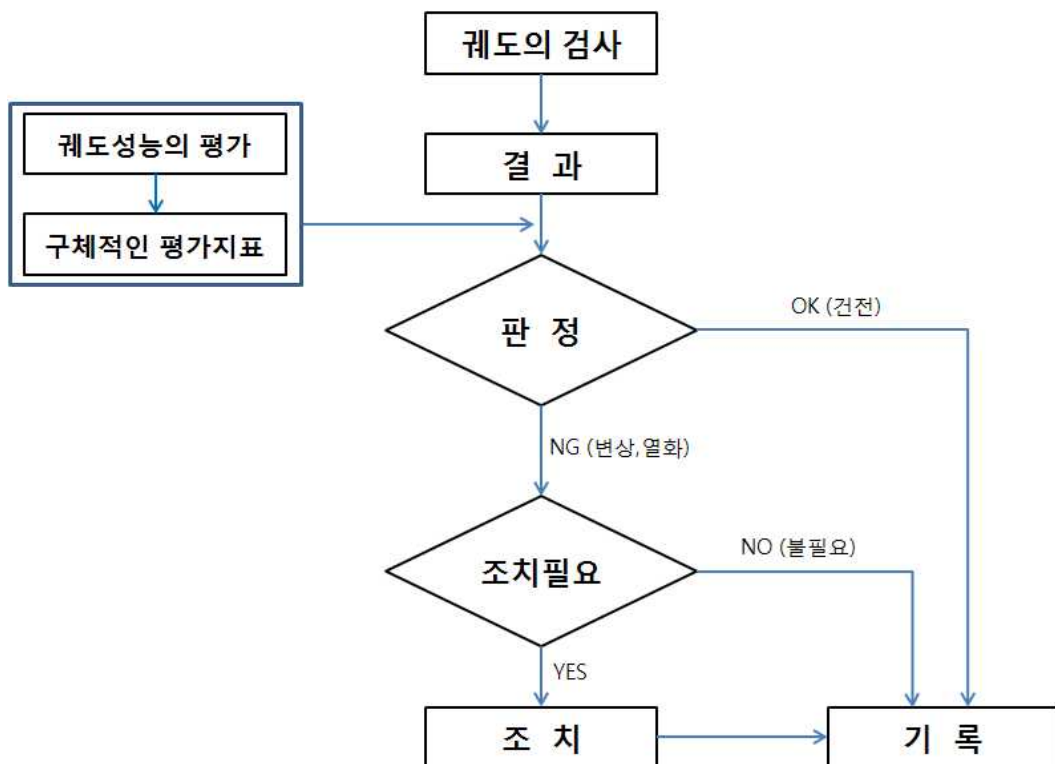


그림 2.3-5. 궤도유지관리 프로세스

- 궤도관리는 열차의 운전상황에 적응하는 선로상태를 유지하려는 일련의 활동으로 불량상태가 급진전할 우려가 있는 개소에 대해서는 예방에 대하여 노력하여야 하며 불량이 발생하기 시작하면 시기를 늦추지 말고 적절한 조치를 취해야만 함. 아울러 재료 손상방지에 노력하고 내구연한 연장을 도모하여야 함

- 궤도관리는 경제성과 내구연한 연장도모 및 열차운전의 안전을 위한 최적의 관리를 위하여 선로유지관리기준(한국철도공사, 2011.08)에서 항목별 관리단계를 구분하고 종류별 관리단계 기준치를 설정하여 관리
- 고속선에서는 각종 점검 및 검사를 시행하여 궤도상태를 분석하고 각종 정보를 궤도관리시스템에 입력하여 보수시기, 보수수준, 보수방법을 결정하여 유지보수를 시행토록 하고 있으며 작업결과의 피드백을 통하여 작업결과를 주의 관찰하고 있음

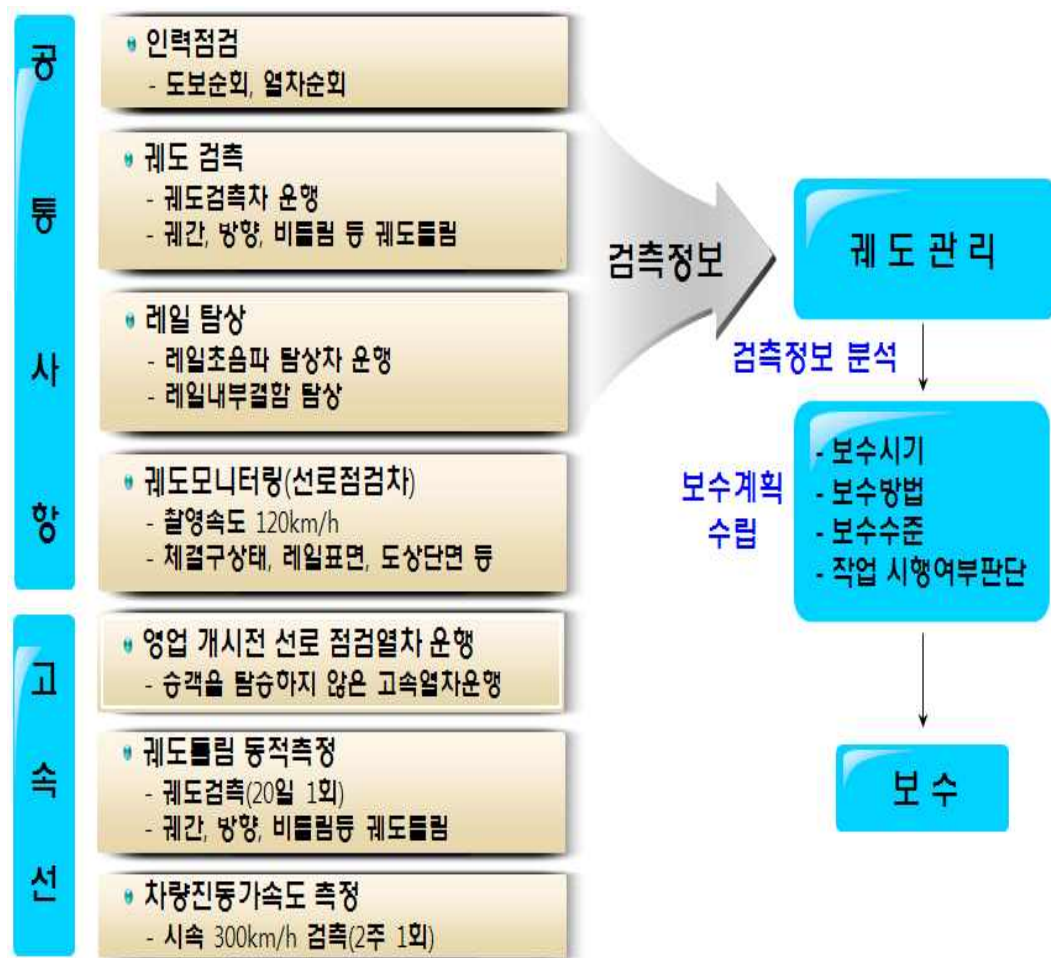


그림 2.3-6. 궤도검사 시행체계

- 고속철도의 자갈궤도 구간의 작업 일정계획 수립은 궤도검측차 운행결과 자료를 기본으로 궤도관리시스템(KTMSYS)에서 제공하는 작업계획을 기반으로 유지보수자가 최종판단하여 시행하고 있음

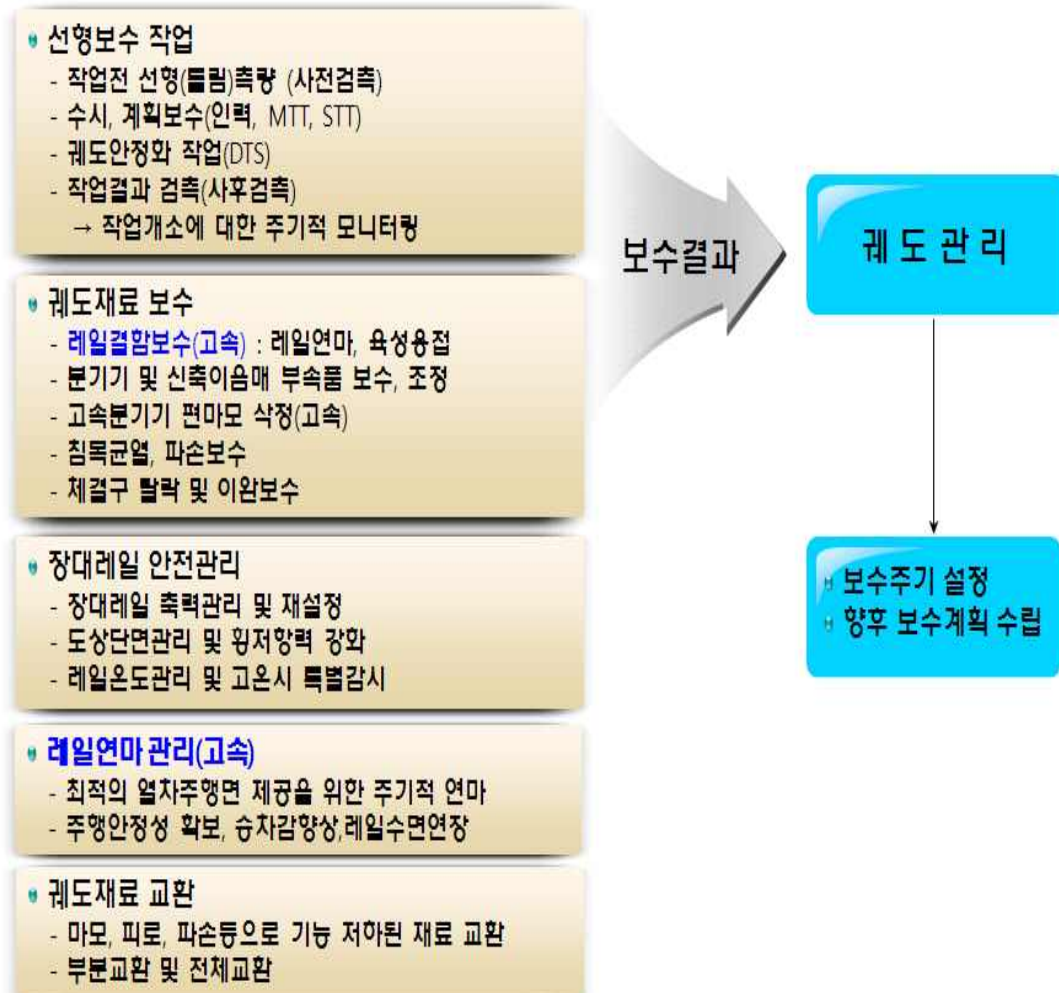


그림 2.3-7. 유지관리 절차

- 궤도상태 파악을 위한 선로의 검사 방법은 장비와 인력에 의한 방법으로 구성되는데 각각의 검사내용 및 주기를 보면 아래의 표와 같음

표 2.3-1. 고속철도 궤도검사주기

구분	검 측 방 법		검 사 내 용	검사주기	
선로	장비	궤도 검측차	.궤도선형검측(고저,방향,수평,궤간등) .레일검사(단면, 파상마모, 표면결함)	1회/20일	
		레일 탐상차	.초음파에 의한 레일내부 결함 탐상	1회/3개월	
		차량가속도 측정점검	.차상과 대차에 대하여 수직, 수평방향 가속도 측정	1회/2주	
	순회	도보순회	.궤도 및 시설물의 이상유무 확인	1회/10주	
		열차순회	.열차에 탑승하여 동적 틀림 및 승차감 확인	1회/15일	
	인력	선로점검	.분기기 점검	일반점검	1회/월
				정밀점검	1회/년
		선로점검	.신축이음매장치	일반점검	1회/월
				정밀점검	1회/년
		선로점검	.침목 및 콘크리트도상 점검		1회/년
선로점검		.레일체결장치 점검		1회/년	
선로점검		.도상자갈 점검		1회/년	

- 특히 자갈도상궤도에서는 차량주행 및 다짐작업의 영향으로 자갈마모 및 파쇄 등의 기능저하와 노반 배수 불량 등으로 인한 분니 발생으로 본래 기능을 상실하거나 유지보수 증가 등의 문제 발생하며 자갈치환 작업 또는 노반개량을 통해 기능을 회복하고 있음

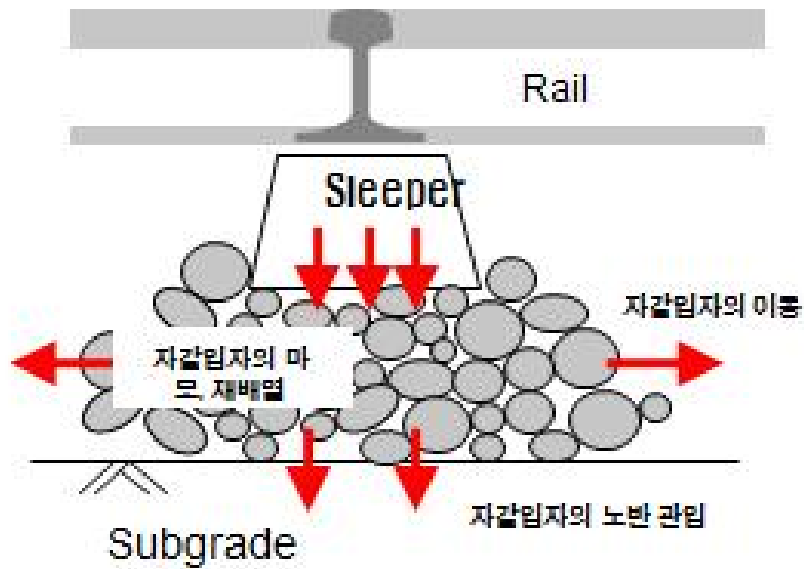


그림 2.3-8. 도상자갈 마모/파쇄 매커니즘

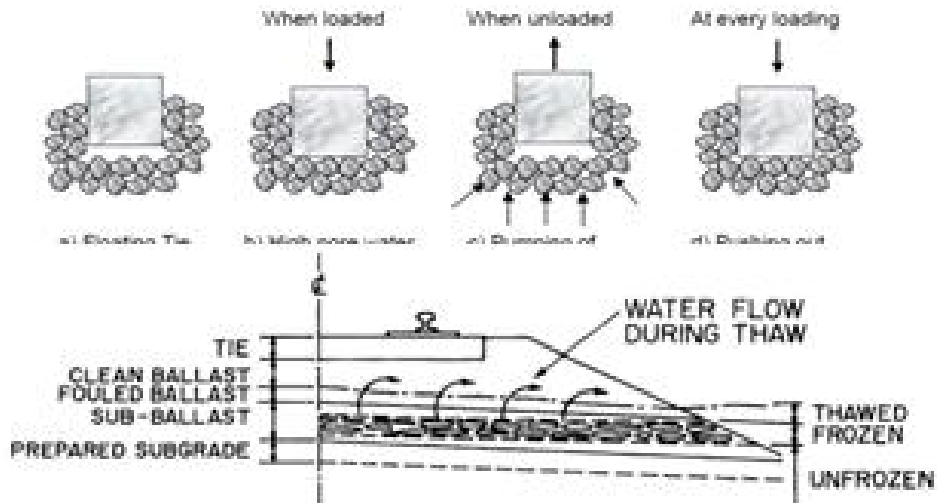


그림 2.3-9. 분니발생 매커니즘



그림 2.3-10. 도상자갈 마모/파쇄(좌) 및 분니(우)

- 특히, 열차가 고속으로 주행하는 구간에서는 고주파 진동의 발생으로 도상자갈의 마모를 촉진시키게 됨. 경부고속철도 구간에서도 이러한 기능이 저하된 자갈의 치환 작업이 최근 많이 이루어지고 있는 실정임

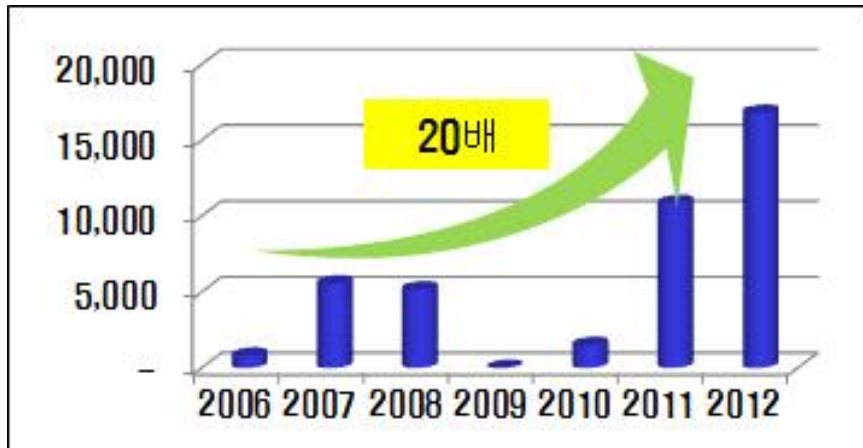


그림 2.3-11. 경부고속철도 도상자갈 치환 현황



그림 2.3-12. 도상자갈 치환작업

- 차량을 직접 지지하고 있는 레일은 손상이 균열, 절손과 같은 파괴로 이어지게 되는 특징을 가지고 있음. 최근 3년간 국철구간에서 발생한 레일 훼손(절손)은 약 800건에 이르며 이는 월평균 22건에 해당됨



그림 2.3-13. 레일절손 및 손상(파상마모)

- 훼손부위별로는 용접부, 이음매부, 분기부, 일반구간 순이며, 특히 테르릿용접부와 크로싱부에서의 발생비율이 높음

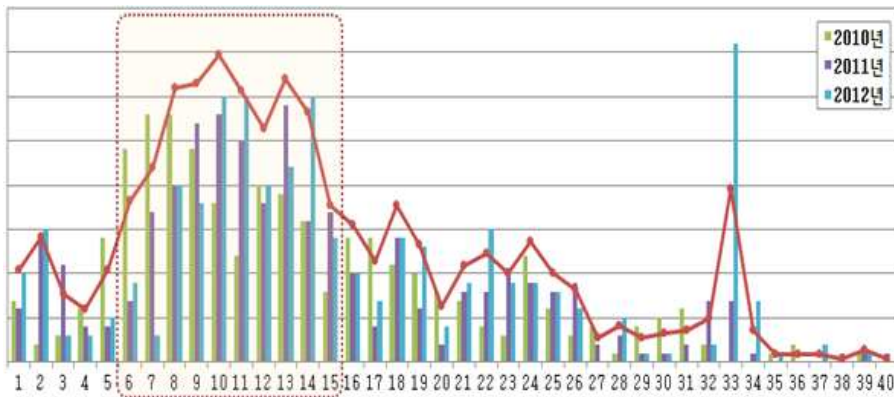


그림 2.3-14. 레일경과년도별 훼손현황/연장

- 경과년수가 오래될수록 훼손비율이 높음



그림 2.3-15. 경과년수별 훼손현황(연장대비)

나. 구조물 관리

- 많은 구조물에 대해 상대 평가를 위해 정기점검 및 정밀점검과 정밀안전진단을 수행하고 있음

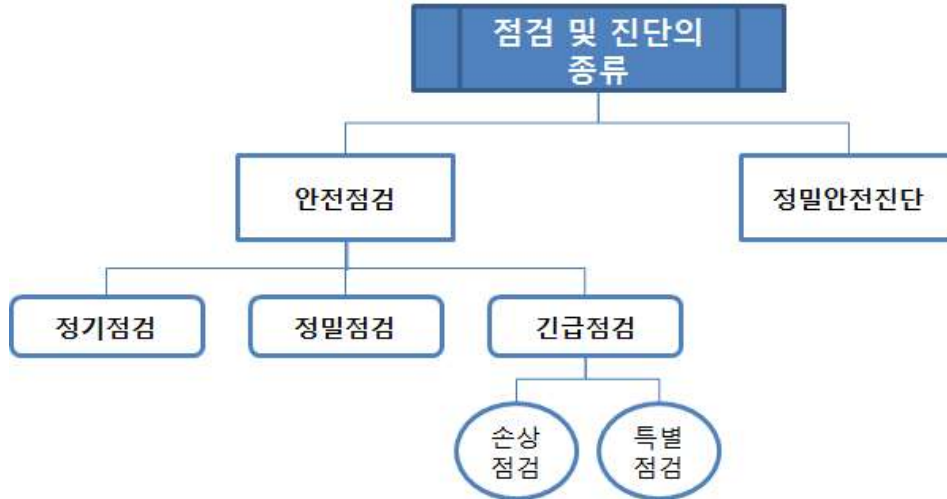


그림 2.3-16. 구조물 점검 및 진단의 종류

- 구조물의 성능평가를 위한 검사는 주기 및 검사목적에 따라 정기점검, 정밀점검, 긴급점검, 정밀진단으로 구분하여 시행함

표 2.3-2. 구조물 점검종류 및 주기

구조물	검사종류 및 주기	
구조물	정기점검	6개월
	정밀점검	2-3년
	긴급점검	필요시
	정밀진단	4-6년(시설안전공단), 필요시(정밀안전진단업체)

- 검사결과 각 부재로부터 발견된 결함을 근거로 하여 결함의 범위 및 정도에 따라 상태등급을 평가관리하고 필요한 조치를 취하고 있음
- 조사 방법과 안전등급 계산절차는 한국시설안전공단에서 발간하는 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”에 제시되어 있음

표 2.3-3. 구조물 상태등급별 내용

등급	내용
A	문제점이 없는 최상의 상태
B	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며 주요부재에 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요
D	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E	주요부재에 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축이 필요한 상태

다. 콘크리트도상관리

○ 콘크리트제도 노반침하 관리

- 토공구간에서는 성토 직후부터 침하가 진행하여 개통이후 5년 후에는 대부분 침하가 안정화 되는 것으로 알려져 있음
- 초기침하량에 비하여 유지보수 단계에서의 침하량은 미소하지만, 취약 개소인 경우에는 침하량이 과다할 수 있음
- 침하에 대한 안정성을 확보하고 효율적인 유지보수를 위해서는 개통이후 유지보수 단계에서도 침하 예측자료를 확보하는 것이 중요

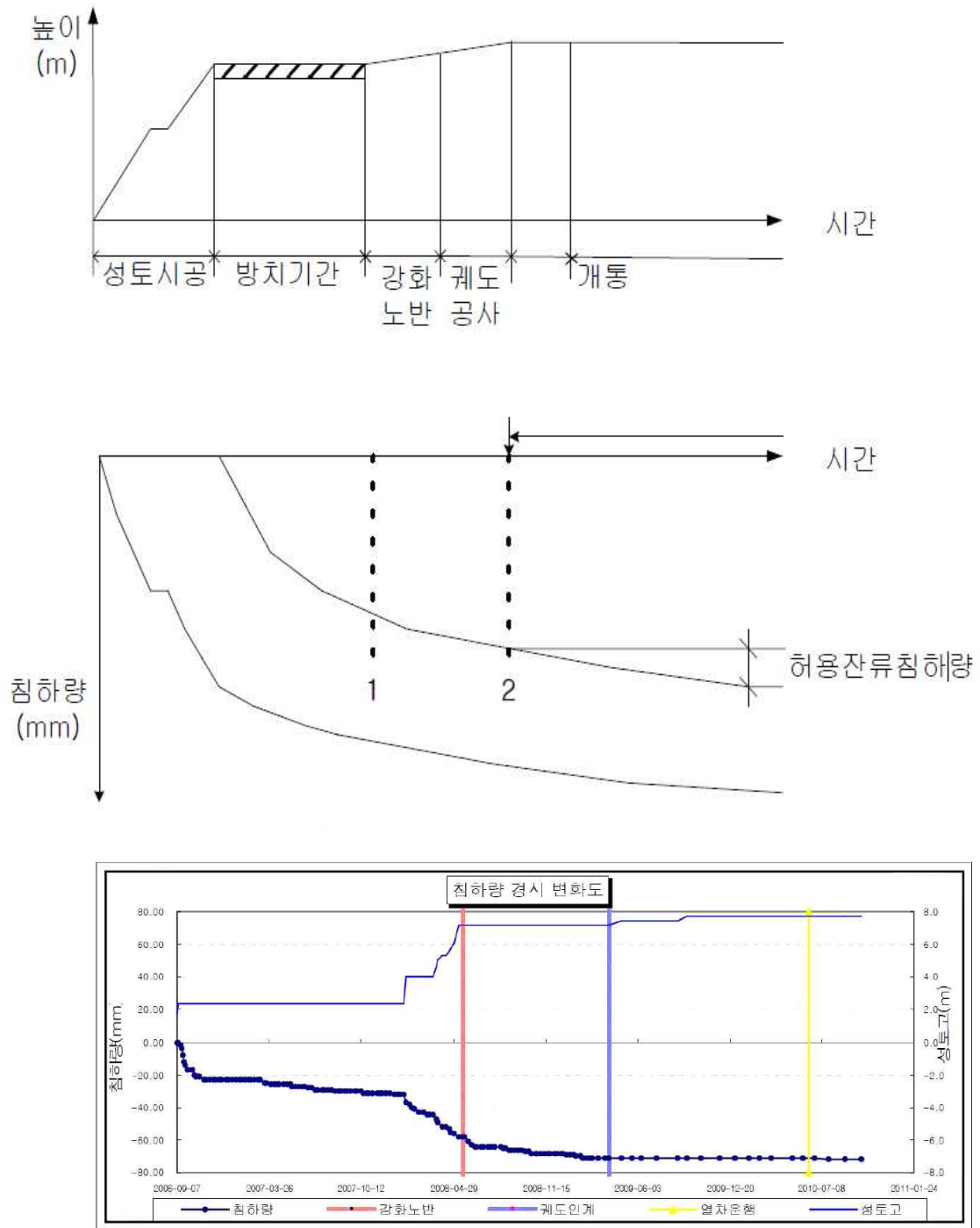


그림 2.3-17. 콘크리트궤도 노반침하 추이(상,중) 및 계속관리(하)

- 콘크리트궤도 구간에서 노반침하에 대한 유지보수 체계는 아래 그림과 같음

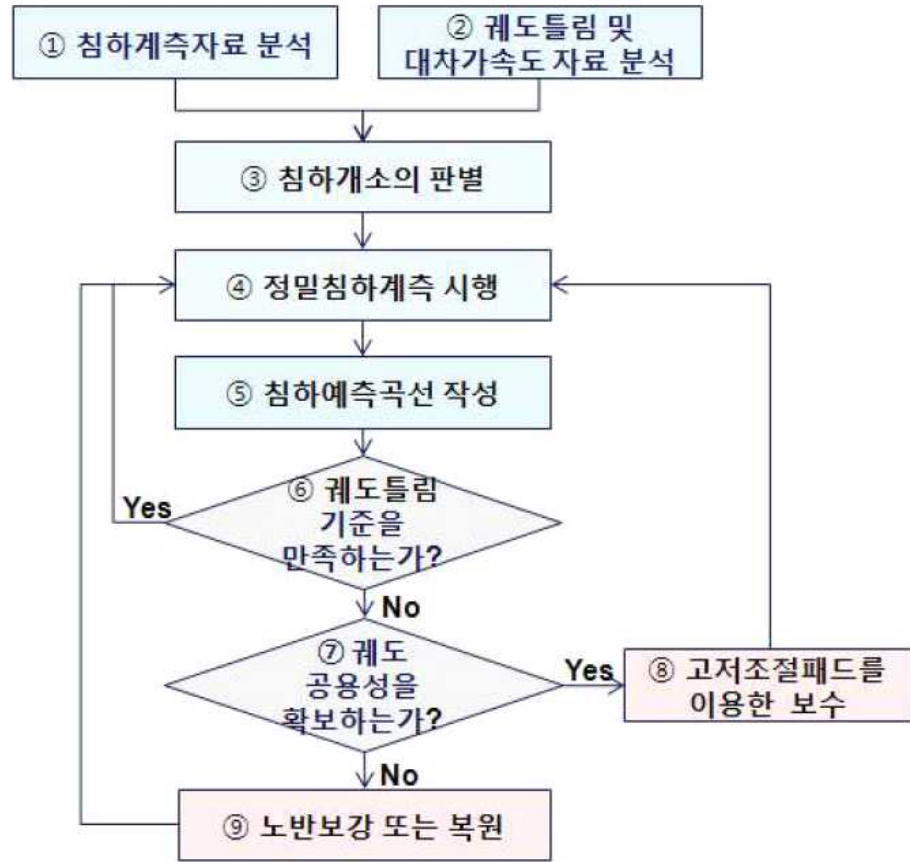


그림 2.3-18. 콘크리트궤도 노반침하 유지보수 체계

① 침하계측자료 분석

침하계측자료는 노반에서 인수받은 지표 및 원지반침하계를 기본적으로 활용하고 개통이후 유지보수단계에서 별도로 정한 계측지점에서의 침하량 값을 분석한다. 별도의 개소에서는 각 선로 중심에 침하핀을 설치하여 계측시 오차발생을 최소화하여야 한다. 측정위치는 궤도중심을 표준으로 하며, 상선과 하선을 별도로 계측하여야 한다.

② 궤도틀림(고저)자료 분석

궤도틀림자료의 분석은 선로유지관리지침 제165조를 참조하여 침하에 민감한 장파장 고저틀림값과 차량의 수직진동가속도 측정값을 이용한다.

③ 침하개소의 판별

침하계측자료와 궤도틀림자료를 바탕으로 침하가 진행중이거나 과도한 침하가 발생하였는지는 판단한다.

④ 정밀침하계측 시행

침하개소에 대한 정밀계측의 계측시기는 월 1회, 계측연장은 2m이내 단위로 계측을 시행하고 콘크리트 슬래브에 유해한 영향을 미치는지에 대한 지속적인 관찰을 수행하여야 한다. 계측의 정밀도는 $\pm 1\text{mm}$ 이내여야 한다.

⑤ 침하예측곡선 작성

운영기간별 계측결과와 예측결과를 바탕으로 침하예측곡선을 작성한다. 침하예측곡선은 허용잔류침하량의 초과여부를 판단하여 향후 유지보수 또는 하자보수요청에 필요하다. 기준 기간은 개통 후 60년을 기준으로 한다.

⑥ 궤도틀림기준의 만족여부

고저틀림을 기준으로 보수관리 기준치를 만족하는가를 확인한다. 기준치를 만족할 경우에는 별도의 보수조치를 시행하지 않는다.

⑦ 궤도공용성의 확보 여부

궤도틀림 유지보수기준을 초과하지만, 공용성이 확보되는 경우에는 고저정정패드를 이용하여 선형을 정정한다. 그러나 공용성이 저해되는 경우에는 노반보강 또는 복원공법을 적용하여 보수를 실시하여야 한다. 궤도공용성의 판단은 열차주행안정성, 승차감, 사용성 등의 해석적 방법을 적용하거나 유해한 응력이나 균열의 진행 유무 등에 대하여 경험적 방법으로 판단한다.

○ 콘크리트제도 균열 관리

- 국내에서는 선로정비지침에서 균열폭 0.5mm 이상인 경우 보수를 시행하도록 규정하고 있으며 우수의 영향을 받는 구간은 0.3mm 이상이고 철근 피복 위치까지 균열이 발달된 경우에 보수를 시행하도록 하고 있어 다소 엄격한 규정을 적용하고 있음
- Rheda2000 제도를 설계한 독일에서는 모든 연속 철근보강 콘크리트제도의 설계 시 균열폭 목표치를 0.5mm 이하로 정하고 있고(AKFF, 4th ed), 이를 근거로 보수목표도 0.5mm를 초과하는 균열에 대해 시행하도록 하고 있음
- 교량구간 콘크리트제도의 경우에는 Eurocode(EC2)의 설계기준을 따라 균열폭 제어를 위한 철근량을 정하고 있는데 이 때 목표 균열폭은 0.3mm 이하임(EN-1992-1)
- 경부고속철도 2단계구간의 콘크리트도상의 효율적인 유지관리를 위하여 IT기술을 시설물유지관리기술에 접목시켜 관리 중

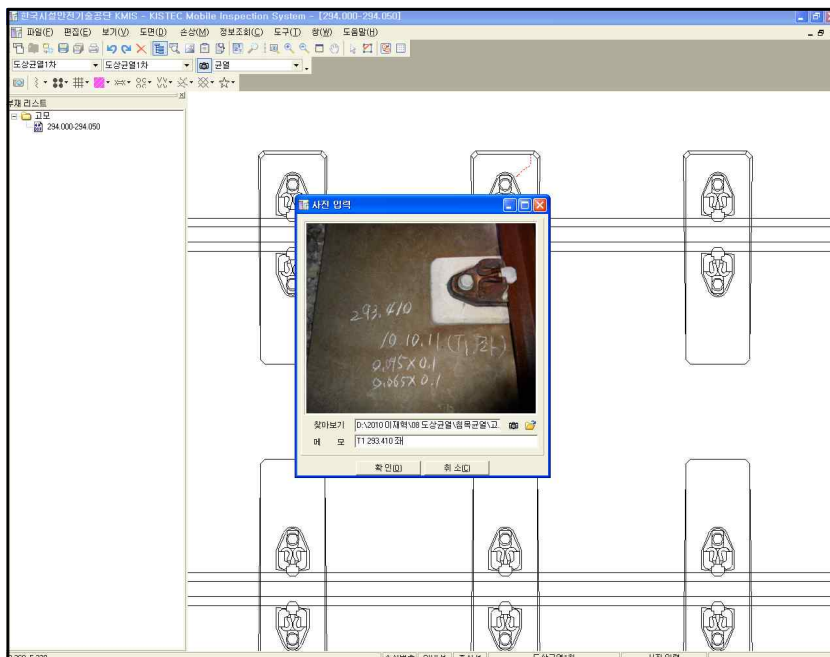


그림 2.3-19. 콘크리트도상 전산관리

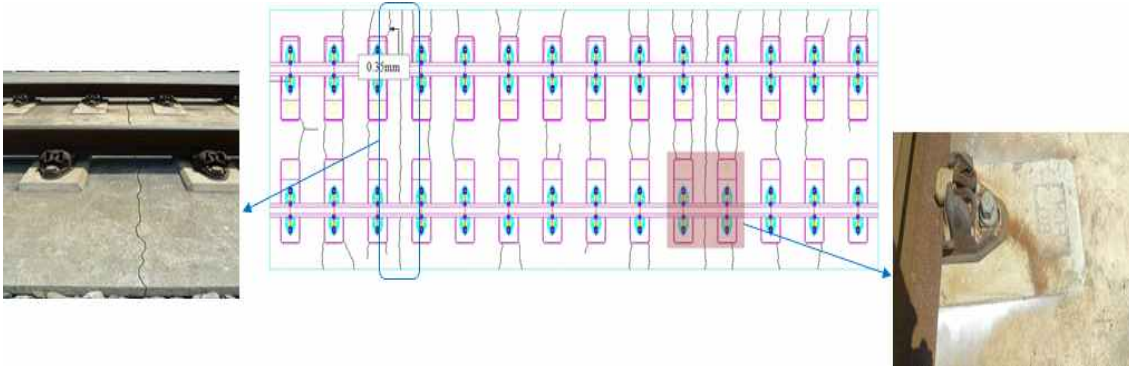


그림 2.3-20. 콘크리트도상 균열 발생 현황

라. 중점대상개소 관리

- 철도산업기본법에 따라 시설물의 유지보수 업무를 대행하고 있는 한국철도공사에서는 시설물의 취약요인을 18개로 구분한 중점관리대상개소를 선정하여 특별 관리하고 있음
- 중점관리대상개소는 분기기 특성에 따른 요인(분기기 연속구간, 분기기 간 직선거리 부족, 곡선분기기, 특수분기기 등), 장대레일 안정성 부족개소, 급구배 구간, 궤도재료 취약개소(37kg 레일부설, 레일마모, 베이스플레이트 미부설, 부패침목 다수구간, PC침목 손상구간), 노반취약개소(분니, 동상) 등 사고 및 장애발생이 우려되는 734개소(2012.12월 기준)를 선정하여 관리하고 있음
- 중점관리대상개소로 지정된 개소는 주의(취약)내용 및 발생하기 쉬운 장애(사고)에 대한 분석과 관리방안 및 해소방안이 도출되어 있으며, 최종적으로 보수 조치후에 관리목록에서 제외시키는 프로세스를 취하고 있음

연번	취안요인	관리번호	KOVIS			관리소속		시절면	선별	구간	위치(Km) (구로출입)	주요(취안)내용	발생기후사	문명적인 내용	관리방안	해소방안	비고
			가능위치	유지보수 계획	일정계획 시점일	분부	사업소 (시절20)										
351	도 정대리철 리굴무래	02-F-1	R-01-0105116-TR2	2000039505	2011-09-15	수도권 서울	수도 (경원)	오산	경부선	경정-오산	53.000	정대리철 리굴무래(가소 (수행크기))	레이아웃	특정시 실시할 바 지	레이아웃 토목도중		
352	도 정대리철 리굴무래	03-F-0	R-13-130503A-TR0-MM201	2000039508	2011-09-15	수도권 충주	충주 (충주)	충주	경원선	충주-충주 충주-충주	52.500	정대리철 리굴무래(가소 (수행크기))	레이아웃	레이아웃 및 운영 시 운영중	신설가설		
353	도 정대리철 리굴무래	08-F-1	R-38-380045B-TR0-MM001	2000039514	2011-09-15	경부	경부	경부	경부선	곡학간-경 주	81.859 -104.123	정대리철 리굴무래(가소 (수행크기))	레이아웃	특정시 실시할 바 지	차량노출 방지		
354	도 정대리철 리굴무래	10-F-1	R-02-023047B-TR1-MM001	2000039515	2011-09-15	경부	수도	수도	경부선	수도-안 동	308.760- 303.454	-반향구 선 통풍구 설	레이아웃	신설가설 및 운영 중	2009년도 발거구간 실시 일거구로 2011년도 시공	추가	
355	도 정대리철 리굴무래	11-F-1	R-75-751058B-TR2-MM001	2000039516	2011-09-15	대구	경부	경부	경부선	대구-경부	108.200	R=300구간으로 특정시 통풍 구	레이아웃	특정시 실시할 바 지	신설가설		
356	도 정대리철 리굴무래	11-F-2	R-75-751174B-TR0-MM001	2000039517	2011-09-15	대구	경부	내부	경부선	내부-내부	117.800	R=300구간으로 특정시 통풍 구	레이아웃	특정시 실시할 바 지	신설가설		
362	H. 국산구간철 리굴무 래	01-44-1-1	R-01-010000A-SW0-P16A	2000039555	2011-09-15	서울	서울	서울	경부선	서울구내	P16A	형의 철 아프웨어 설하여 중점 관리 가 필요 한 구	차량발진 (25km/h)	운영중 철거 수시 보 유 할 것	분기 가 설	60kg 12#	
363	H. 국산구간철 리굴무 래	01-44-1-2	R-01-010000A-SW0-P16B	2000039556	2011-09-15	서울	서울	서울	경부선	서울구내	P16B	형의 철 아프웨어 설하여 중점 관리 가 필요 한 구	차량발진 (25km/h)	운영중 철거 수시 보 유 할 것	분기 가 설	60kg 12#	
364	H. 국산구간철 리굴무 래	01-44-2-1	R-01-010032A-SW0-P28A	2000039557	2011-09-15	서울	서울	충산	경부선	충산-충산	P28A	형의 철 아프웨어 설하여 중점 관리 가 필요 한 구	차량발진 (25km/h)	운영중 철거 수시 보 유 할 것	분기 가 설	60kg 10#	
365	H. 국산구간철 리굴무 래	01-44-2-2	R-01-010032A-SW0-P28B	2000039558	2011-09-15	서울	서울	충산	경부선	충산구내	P28B	형의 철 아프웨어 설하여 중점 관리 가 필요 한 구	차량발진 (25km/h)	운영중 철거 수시 보 유 할 것	분기 가 설	60kg 10#	
366	H. 국산구간철 리굴무 래	01-44-3-1	R-01-010032A-SW0-P37A	2000039559	2011-09-15	서울	서울	충산	경부선	충산구내	P37A	형의 철 아프웨어 설하여 중점 관리 가 필요 한 구	차량발진 (25km/h)	운영중 철거 수시 보 유 할 것	분기 가 설	50kg 8#	
367	H. 국산구간철 리굴무 래	01-44-4-1	R-01-010032A-SW0-P34	2000039560	2011-09-15	서울	서울	충산	경부선	충산구내	P34	형의 철 아프웨어 설하여 중점 관리 가 필요 한 구	차량발진 (25km/h)	운영중 철거 수시 보 유 할 것	분기 가 설	60kg 10#	
368	H. 국산구간철 리굴무 래	01-44-5-1	R-24-240017B-TR0-MM101			서울	일산	대곡	일산선 (일선)	일산-일산	6.100- 6.200	R=200의 국산 구간 으로 레이 아웃 및 마 크 가 설 할 것	차량발진	운영중 철거 수시 보 유 할 것	레이아웃 및 토 목	외 중 50kg H4370	
369	H. 국산구간철 리굴무 래	01-44-6-1	R-24-240017B-TR0-MM001			서울	일산	대곡	일산선 (일선)	일산-일산	6.100- 6.200	R=200의 국산 구간 으로 레이 아웃 및 마 크 가 설 할 것	차량발진	운영중 철거 수시 보 유 할 것	레이아웃 및 토 목	외 중 50kg H4370	
400	H. 국산구간철 리굴무 래	05-44-2	R-05-050881B-TR1-MM101	2000039570	2011-09-15	충북	충북	충북	충북선	충북 충북	91.200(우)	레이 아웃 및 마 크 가 설 할 것 가 필 요 한 구	레이아웃	정 리 정 리 및 수 시 보 유	레이아웃		
401	H. 국산구간철 리굴무 래	05-44-3	R-61-610226B-TR1-MM001	2000039571	2011-09-15	충북	인공산	정선	정선선	정선 정선	23	레이 아웃 및 마 크 가 설 할 것 가 필 요 한 구	레이아웃	부 분 정 리 정 리	레이아웃		
402	H. 국산구간철 리굴무 래	06-44-1	R-01-011403B-TR1-MM001	2000039572	2011-09-15	대전충남	대전충남	대전충남	경부선	대전충남 대전충남	142.699 (북향타 설)	레이 아웃 및 마 크 가 설 할 것 (양 장 200m 이 상 이 고 마 크 가 설 할 것)	국 산 구 간 으로 정 리 정 리 및 수 시 보 유 할 것	분기 가 설 정 리 정 리 및 수 시 보 유 할 것	신 설 가 설 정 리 정 리	정 리	
403	H. 국산구간철 리굴무 래	06-44-7	R-03-030254B-TR1-MM001	2000039578	2011-09-15	대전충남	연산	계룡사	포남선	계룡사 계룡사	314.580	레이 아웃 및 마 크 가 설 할 것 (양 장 200m 이 상 이 고 마 크 가 설 할 것)	국 산 구 간 으로 정 리 정 리 및 수 시 보 유 할 것	분기 가 설 정 리 정 리 및 수 시 보 유 할 것	유 지 가 설 정 리 정 리 (노 출 레 이 아웃 및 토 목)	정 리	

그림 2.3-21. 중점대상개소 관리대장

마. 주요 이슈사례

○ 경의선 가좌역 공사현장 노반붕괴로 인한 열차운행중지

- 2007. 6. 3 경의선 가좌역구내 가좌역사 신설공사 현장에서 흙막이 벽체가 붕괴되면서 노반유실이 발생, 열차운행이 중지



그림 2.3-22. 경의선 가좌역 노반붕괴

○ 경부선 천안역구내 노반침하로 인한 열차탈선

- 경부선 천안역구내 지하차도 공사개소에서 노반침하로 인한 궤도틀림 발생으로 전동열차 부상탈선



그림 2.3-23. 경부선 천안역 구내 전동열차 탈선

○ 동해남부선 노반침하로 인한 열차지장

- 2012. 6. 24 동해남부선 덕하~남창역 사에서 선로침하 발생으로 열차운행 지장 초래



그림 2.3-24. 동해남부선 노반침하

○ 경북선 어등~영주간 횡단하수 붕괴로 인한 열차지장

- 2012. 8. 16 경북선 어등~영주역 사이에서 횡단하수 붕괴 구간에서 집중 호우 발생에 따른 노반 함몰 발생

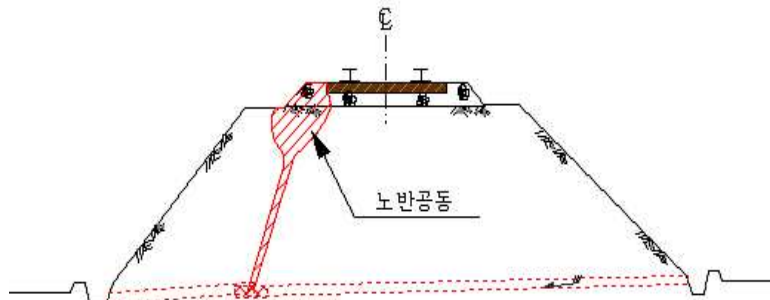


그림 2.3-25. 경북선 횡단하수 붕괴로 인한 노반공동

○ 경부고속철도 노반침하로 인한 궤도틀림

- 감사원에서는 경부고속철도 2단계 건설사업 추진실태 감사(2007년)에서 1 단계 자갈궤도 구간에 대한 유지보수 현황을 분석한 결과 노반침하로 인한 선로변형이 발생한 구간에 대하여 자갈채움과 궤도틀림 보수 등 임시 방편적 조치한 것을 지적
- 궤도틀림 발생구간과 궤도틀림 없는 구간을 표본으로 GPR 탐상을 실시하여 노반침하를 확인

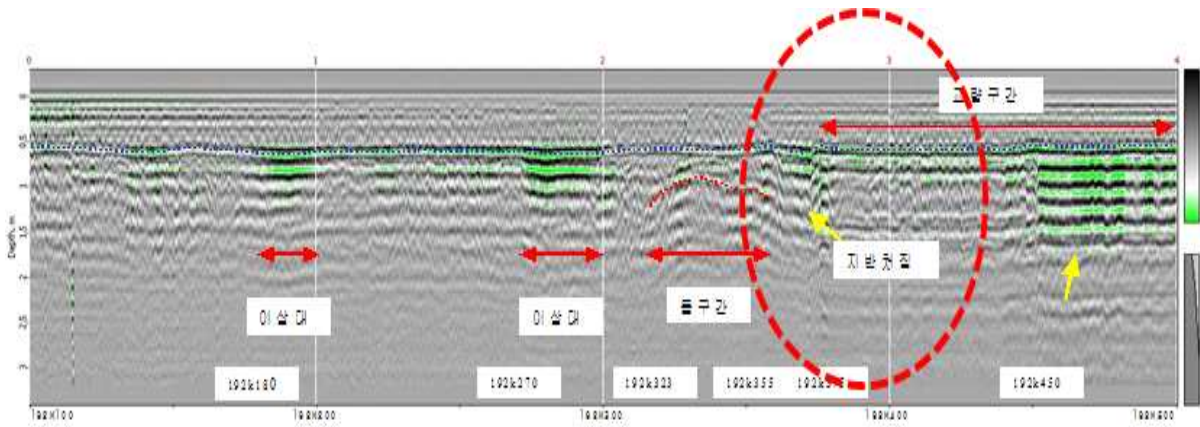


그림 2.3-26. GPR 탐상 분석결과 (노반침하)

- 경부고속철도 콘크리트 도상 균열 등 하자발생(SBS 뉴스, '13.4.22)
 - 경부고속철도 2단계구간 콘크리트궤도에서 하자보수 기준(0.5mm)를 넘어선 균열 및 침목과 도상의 분리로 인한 백화현상 발생으로 열차운행이 안전우려 지적



그림 2.3-27. 경부고속 2단계 도상균열 및 분리 관련 뉴스

- 신분당선 레일클립 파손 (중앙일보, '13.4.15)
 - 신분당선의 레일 체결장치의 클립(텐션클램프)가 약 400개 파손되어 열차 안전운행에 지장을 초래한다고 지적

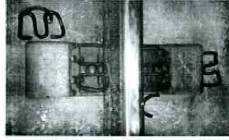
신분당선 ‘레일 클립’ 400개 파손

(레일·침목 연결 핵심부품)

탐사기획

**“2개 연속 고장 땀 열차 세워야”
개통 1년6개월밖에 안 돼
민·관 합동 정밀진단 시급**

개통된 지 1년6개월밖에 안 된 신분당선(서울 강남역~분당 정자역)의 레일 체결장치에 심각한 결함이 발견됐다. 본지가 입수한 신분당선 부품 보수 내역 문건(신분당선 운영사 작성)에는 지난해 4월부터 올 1월 사이에 레일 체결장치 핵심 부품인 ‘텐션 클립’ 347개가 파손된 것으로 나타났다. 또 2~3월에 이 부품이 50여 개 더 부러진 것으로 추계 결과 확인돼 현재까지 파손된 부품은 모두 400여 개에 달한다. 한국철도공사(코레일) 시선 담당자는 “텐션 클립은 2개



신분당선 레일 체결장치의 핵심 부품인 ‘텐션 클립(레일 클립)’ 400여 개가 파손됐다. 부러진 채 발견된 텐션 클립.

이상 연속적으로 부러지면 열차 운행 중단을 고려하고 원인 조사에 들어가야 할 정도로 안전에 중요한 부품”이라고 말했다.

보통 레일 클립으로 불리는 텐션 클립은 레일과 침목(枕木)을 결합하는 레일 체결장치의 한 부품이다. 레일이 넘어지지 않게 좌우에서 잡아 줌으로써 열차 달선을 방지하는 역할을 한다. 코레일 관계자는 “이 부품

은 열차 운행 시와 동일한 진동·충격을 가해 200만 회 이상 피로시험을 거친다”며 “수백 개나 부러진 것은 비정상적인 상황”이라고 말했다.

문제의 부품은 독일 B사 제품으로 국내 수입업체인 C사가 납품했다. 인도 델리 공항철도에서도 이 제품에 같은 문제가 발생해 지난해 7월부터 6개월 동안 철도 운행이 중단됐다. 현재 시공 중인 호남고속철도에도 이 제품 100만여 개가 납품될 예정이다.

텐션 클립 파손에 대해 철도 운영사인 신분당선주식회사의 대처가 안일했다는 지적도 있다. 처음 문제가 발생한 것은 개통 6개월 만인 지난해 4월 말. 하행선 12km 지점에서 부품 1개가 파손됐다. 이후 5월 4개, 8월 5개, 10월 9개이면 파손 부품 수가 11월 116개, 12월 119개로 급격히 늘어나며 상황은 심각해졌다. 회사 측은 올 3월 말에 돼서야 설계·시공·

감리·부품수입업체 등 관계자들을 모아 첫 공식 대책회의를 열었다. 문제가 발생한 지 1년여 만이었다.

운영사 측은 “400여 개 부품이 파손된 걸 맞지만 전체 중 극히 일부여서 안전문제는 없다”며 “원인 조사를 연구기관에 의뢰했다”고 밝혔다. 개도 전문가인 강보순 배재대 건설환경철도공학과 교수는 “부품 교체는 근본 처방이 아니다”며 “심각한 사안인 만큼 독립된 조사팀이 원인 규명을 해야 한다”고 말했다. 국회 국토교통위원회 김관영(민주당) 의원도 “공신력을 담보할 수 있는 민·관합동 조사팀을 꾸려 객관적 조사가 이뤄져야 시민 불만을 없앨 수 있다”고 지적했다. 2011년 10월 개통된 신분당선은 하루 10만여 명의 시민을 실어 나른다. 탐사팀-고성표·김소현 기자. 세종=주정원 기자 deep@joongang.co.kr >> 관계기사 8면

195 X 120 mm

그림 2.3-28. 신분당선 레일클립 파손 관련 신문기사

2.3.3 유지보수비 현황

가. 일반철도 유지보수비 현황

○ 일반철도 유지보수 추세

- 연도별 일반철도 유지보수 및 개량비 현황으로서 일반철도 유지보수 비용은 2001년 대비 2010년까지 398%증가를 보였음
- 일반철도 개량비의 경우 -307%의 감소율
- 유지보수비와 개량비를 합한 총 유지보수 비용은 2001년에 비해 63% 증가

*) 일반철도 유지보수비 및 개량비 증가 추이

(단위 : 백만원)

년도	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
일반철도 유지보수비	124,360	125,147	127,664	265,859	294,317	437,076	640,640	592,353	593,161	619,428
일반철도 개량비	298,626	322,641	351,050	379,088	209,712	183,768	57,800	54,700	102,118	73,369
합 계	422,986	447,788	478,714	644,947	504,029	620,844	698,440	647,053	695,939	692,797

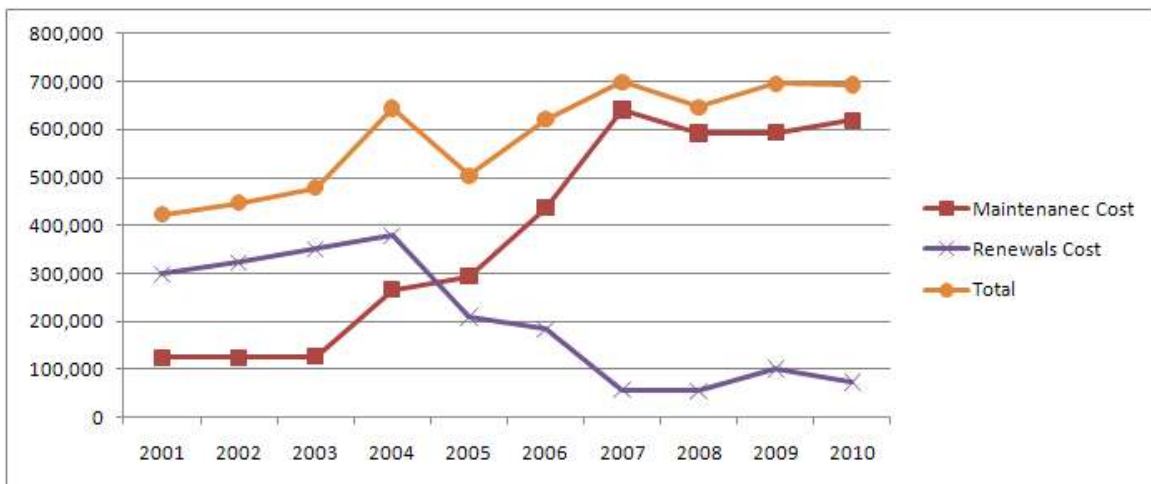


그림 2.3-29. 일반철도 유지보수비 추이

○ 현황분석

- 중앙선 및 장항선, 경전선 등 주요노선이 복선전철화 공사를 통해 개량되고 있는 상황으로 큰 틀에서는 시설물의 건전성이 향상된 것으로 판단되나,
- 경부선, 호남선 등 주요 간선철도는 2004년 고속철도 개통시 부분적인 개량만 시행되어 이후 개량에 투입된 비용이 급속히 감소하고 있는 것으로 파악됨
- 유지보수비는 철도청에서 공사로의 구조개혁과정에서 근로기준법 적용에 따른 보수인력 및 인건비 증가에 기인하여 상승된 것으로 분석됨

나. 고속철도 유지보수비 현황

- 고속철도 궤도분야에 투입된 유지보수비는 2005년을 기준으로 하여 2010년까지는 유지보수비의 변동이 거의 없었으나, 경부고속철도 2단계 구간 (동대구~부산)이 개통된 이후 유지보수비가 증가한 것으로 분석됨

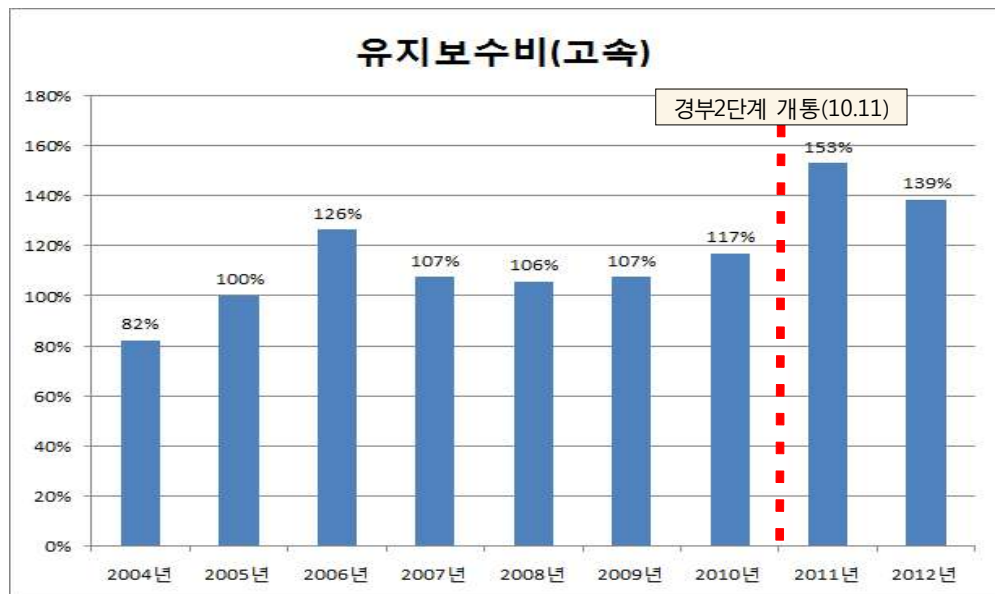


그림 2.3-30. 고속철도 선로유지보수비 현황(인건비 포함)

- 위의 그래프에서 인건비를 제외한 순수 유지보수비를 보면 2005년 대비 하여 2012년 증가가 없는 것으로 분석되며, 이는 물가상승율을 고려할 때 실질 유지보수비는 감소된 것으로 판단됨.

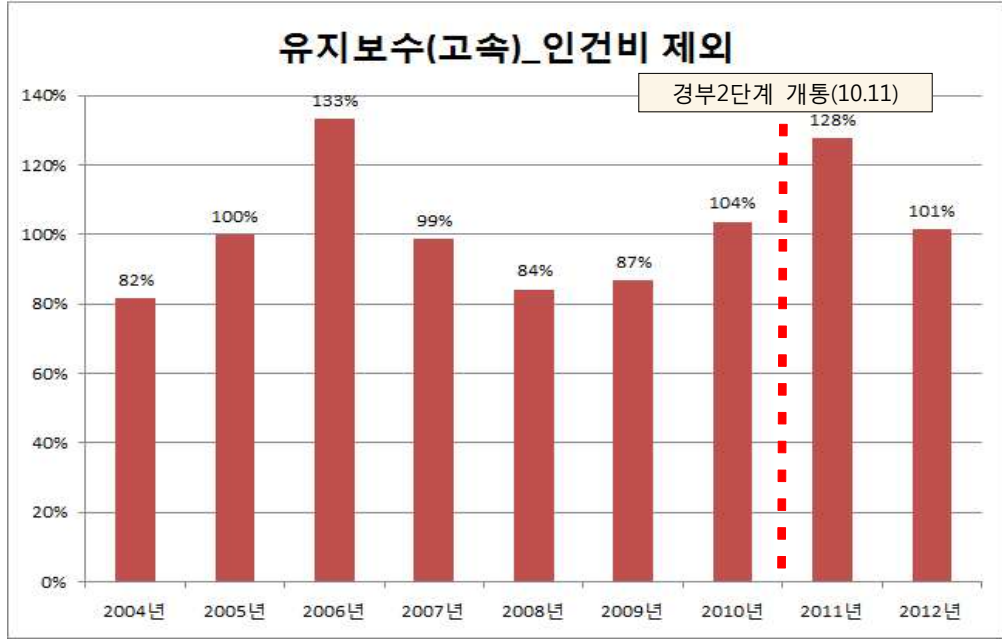


그림 2.3-31. 고속철도 선로유지보수비 현황(인건비 제외)

2.4 기술동향

2.4.1 관련 기술개발 동향

가. 궤도틀림 영향 인자 분석

초기침하량을 제외한 나머지 변수에서 궤도틀림진전을 유발시키는 인자로 동적하중과 진동가속도로 나타낼 수 있음. 이러한 동적하중과 진동가속도를 주요인자로 하여 궤도틀림의 진전을 예측하고 있으나, 보다 효율적으로 궤도틀림을 예측하기 위하여 레일이나 도상자갈, 궤도패드 등의 궤도재료열화 및 노반상태가 궤도틀림진전 및 보수작업에 의한 궤도틀림 잔존량에 미치는 영향이나 작업방법 등에 따른 불확정성을 고려한 실제에 가까운 예측모델의 구체화가 요구되고 있음

○ 열차속도

차량으로부터 궤도에 전달되는 가진주파수는 침목의 간격과 차량의 주행속도에 대한 영향이 가장 크게 작용하게 되는데 침목의 간격이 좁을수록, 차량의 주행속도가 빠를수록 가진주파수가 증가하게 되며 특히 스프링하질량 시스템의 고유주파수와 가진주파수가 근접하게 되면 공진현상이 발생하게 되어 동적하중과 가속도에 영향을 주게 됨

○ 레일패드강성

궤도시스템의 동특성은 궤도를 구성하는 요소들의 동적 특성에 따라 변화하게 되는데 패드의 강성변화 역시 궤도시스템의 동특성에 영향을 미치게 됨. 패드의 강성이 증가하게 되면 궤도시스템의 강성이 증가하게 되고 이에 따라 궤도시스템의 고유주파수가 증가

○ 노반강성

레일패드 강성과 마찬가지로 노반강성변화에 따른 궤도강성 변화로 인해 궤도시스템의 동특성에 영향을 미쳐 동적하중 및 가속도에 영향을 줌

○ 도상두께

도상두께 변화를 통해 궤도강성이 변화함에 따라 궤도시스템의 동특성에 영향을 미치며, 도상두께의 변화는 자갈의 자체질량을 변화시켜 진동가속도에 영향을 미침

○ 레일요철

궤도의 거동에 크게 영향을 미칠 수 있는 손상은 파상마모에 의한 요철과 용접부에서의 요철로 생각할 수 있는데, 레일요철은 레일요철부에서의 충격하중으로 인하여 궤도시스템 동특성에 영향을 줌

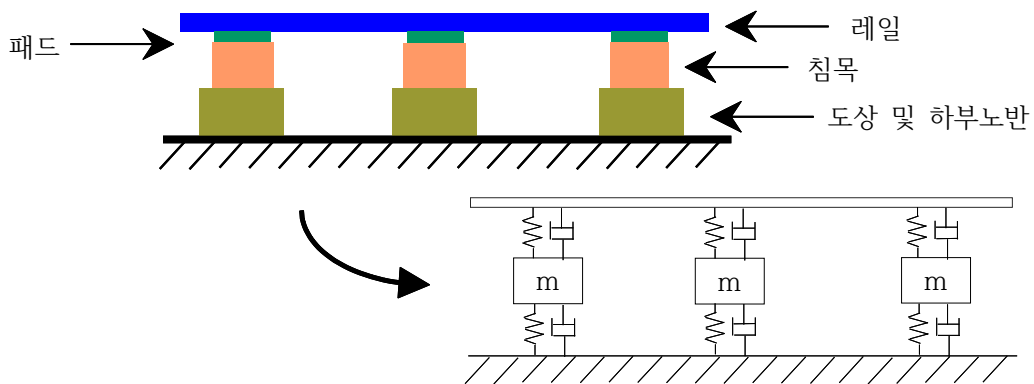


그림 2.4-1. 궤도해석의 기본모델

- 궤도 기하학적 특성의 측정은 철도 궤도의 상태 평가를 위한 핵심 매개 변수 중 하나임. 하부 구조의 문제는 종종 궤도의 이상에 의해 가장 먼저 발견되며 대규모 이상은 열차의 승차감 저하와 함께 더욱 급격한 약화로 귀결되는 선로와 차륜 사이의 더 높은 동적 항력을 발생시킴. 심지어 대규모 이상 문제는 탈선 위험으로 인한 안전 문제가 되기도 함

나. 도상 및 노반상태평가 기술

- GPR(Ground Penetrating Radar)은 상이한 유전체적 특성을 가진 재료의 접점으로부터 반사되는 극단파 전자기 충격의 전송에 기반함.
 - 전송된 충격은 높은 주파수(10 - 2000 MHz)를 가지며 최대 10ns 동안 유지됨.

- GPR의 도움을 통해 상이한 계층과 그 깊이에 관한 정보를 얻을 수 있으며 방해가 되는 계층(2개의 계층 혼합)을 검출할 수 있음.
- GRP의 사용은 측정을 방해하는 상부 구조(선로 및 콘크리트 침목)에서 강재으로 인해 주로 발생하는 문제 때문에 제한되고 있음.
- 하지만 지난 수 년 동안 이 문제가 해결되어 지금은 이런 측정을 실시하는 기업이 다수 존재함.
- 철도용 GPR 에 대한 최근의 연구 중 일부는 전자기 응답의 주파수 분석으로부터 일정하지 않은 도상자갈 검출을 포함하고 있음

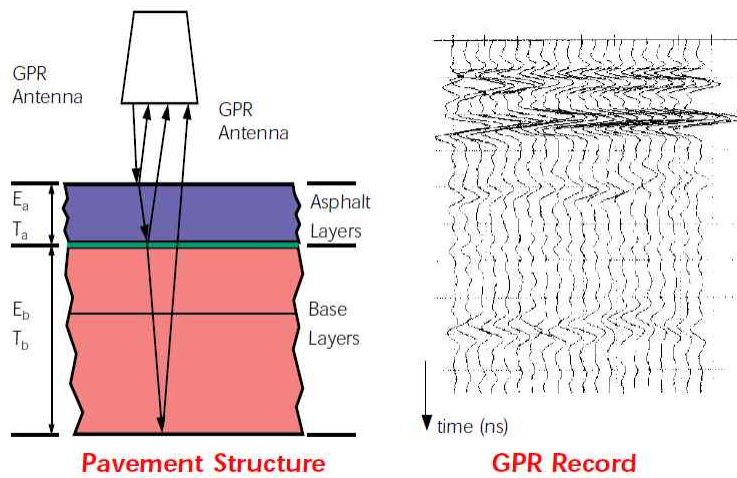


그림 2.4-2. 포장두께 평가를 위한 GPR 작용원리

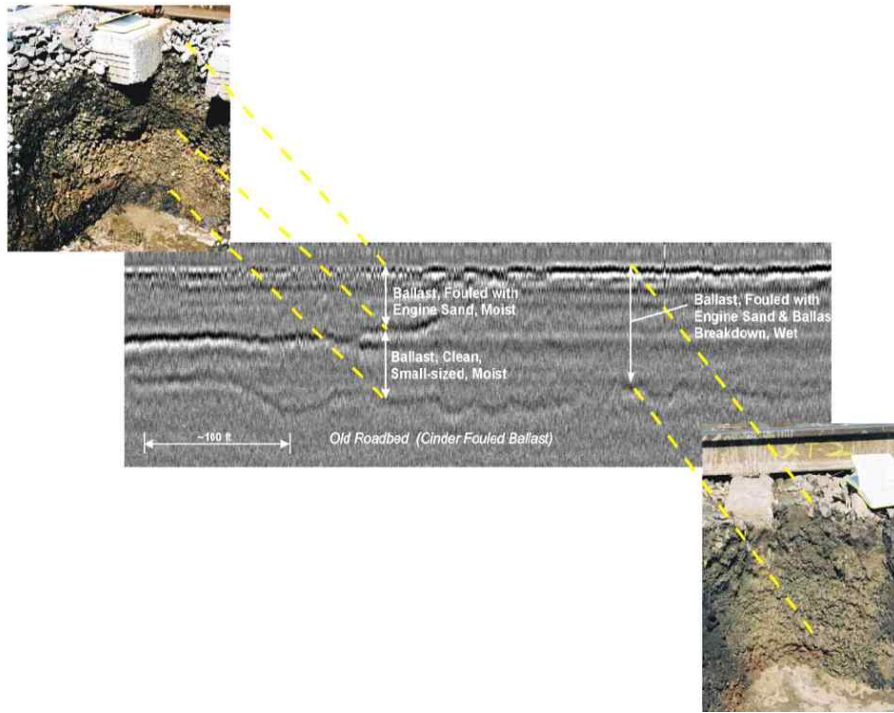


그림 2.4-3. 신호처리를 통해 재구성된 오염된 도상자갈층 분포

○ 국내 GPR 의 활용

- 도로분야에서는 약 10년 전부터 비파괴검사를 이용한 도로포장 상태분석을 실시하여 왔음. 한국도로공사 도로교통기술원의 경우, 60km/h 이상의 속도로 주행하며 아스팔트 콘크리트 포장의 두께를평가함으로써, 개통 후 발생하는 잔류침하량을 측정하는데 GPR탐사법을 활용
- 현재 도로교통기술원이 보유하고 있는 차량 탑재형 GPR 장비를 아래 그림에 나타내었으며, 이 장비는 정상속도로 주행하면서 1회당 폭 2m를 검측할 수 있고 별도의 차량통제가 필요 없는 장점을 지니고 있음



그림 2.4-4. 도로분야 GPR 측정 차량의 다양한 설치사례

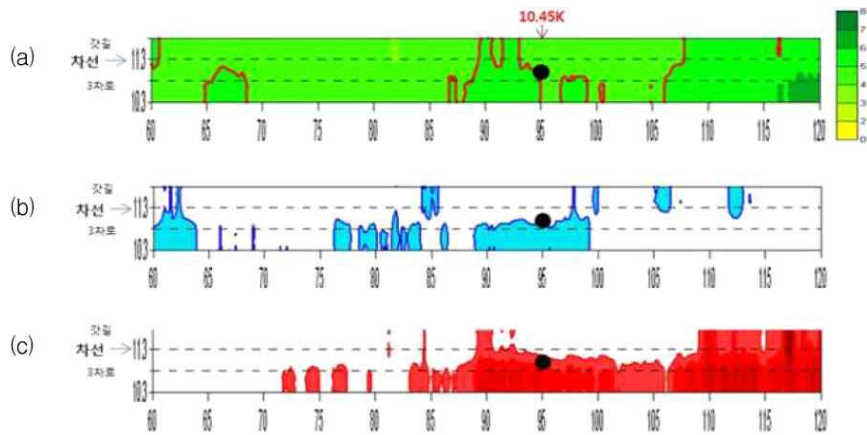


그림 2.4-5. 교면포장에 대한 GPR 시험 결과 분석 사례

(a) 교면포장두께, (b) 체류수, (c) 열화도

- GPR을 활용한 도로포장 상태평가기술은 최근 도로포장체의 시공 QC관리, 포장 각층의 상태평가(monitoring)에 기반한 생애주기분석까지 발전하고 있음. 아스팔트 포장의 경우 시공단계에서 가열아스팔트층의 품질관리(두께, 공극률, 다짐도 등)와 하부쇄석층(기층 및 보조기층)의 두께 등을 검측하기 위하여 사용할 수 있고 교통개방후에는 손상부 위치파악 및 상태평가, 포장파손예측, 함수상태, 미세립분의 축적부 등을 파악할 수 있음. 또한 포장체에 덧씌우기를 실시할 경우 층상구조의 두께 및 상태평가와 도로하부 매설관 등의 구조물 위치파악 등에 활용할 수 있음.

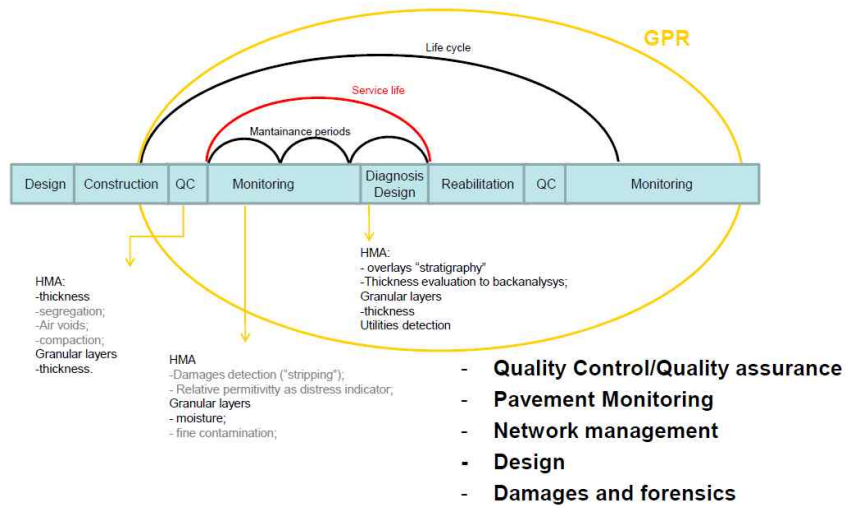


그림 2.4-6. GPR 기술을 활용한 포장체의 생애주기평가

- 구조물 안전진단 분야에서는 GPR을 활용하여 제방 배수통문의 철근부식 정도와 배면 공동·균열 정도를 파악하였으며, 지질자원 분야에서는 지하의 유전을 해석을 위한 기초연구로서 주파수 영역에서의 1차원 GPR모델링 알고리즘을 완성
- 최근, 영국을 중심으로, 운행 중인 선로에서의 도상 상태평가를 위하여 GPR탐사법이 활용되고 있음. 원래 GPR은 지표면에 매설되어 있는 지뢰나 배수구의 탐지 등을 위해 사용된 기법으로서 철도분야에서는 자갈의 깊이, 입도분포, 습윤층 탐지 등에 적용되고 있음

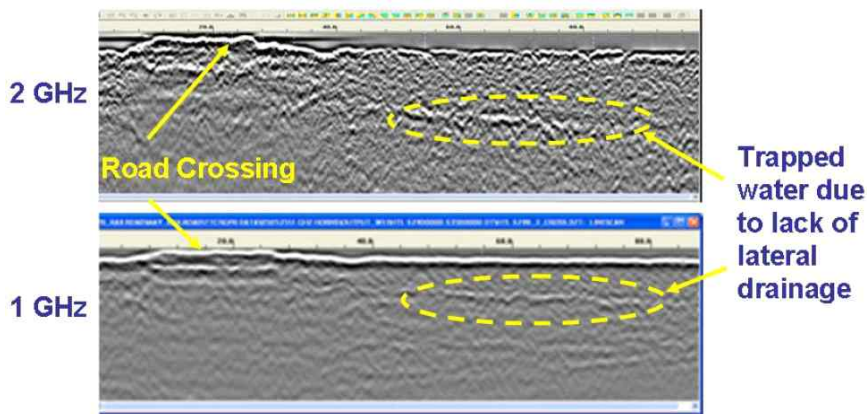


그림 2.4-7. 배수불량에 의한 도상하부 차집수의 GPR 탐상기록

- 대표적인 시스템으로 영국의 Zarr, 독일 Saferail, 러시아 OKO 등이 있음

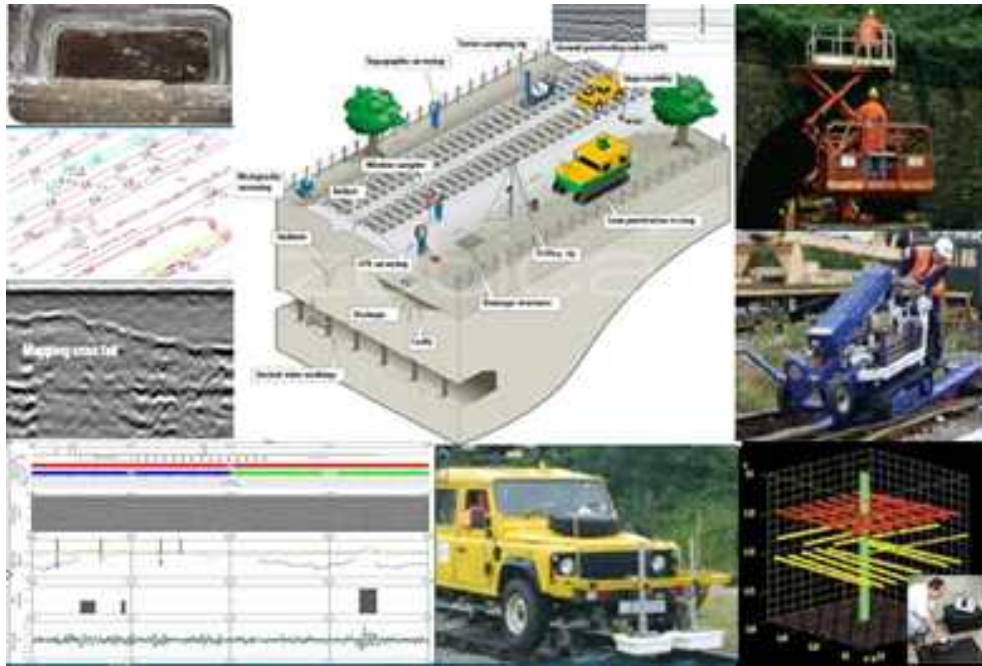


그림 2.4-8. GPR 활용 개요도

- GPR 활용점검 결과 문제 개소에 대해서는 실제 샘플 채취 가능한 PBS(Portable Ballast Sampling)을 도입하여 보다 정확한 진단이 가능함

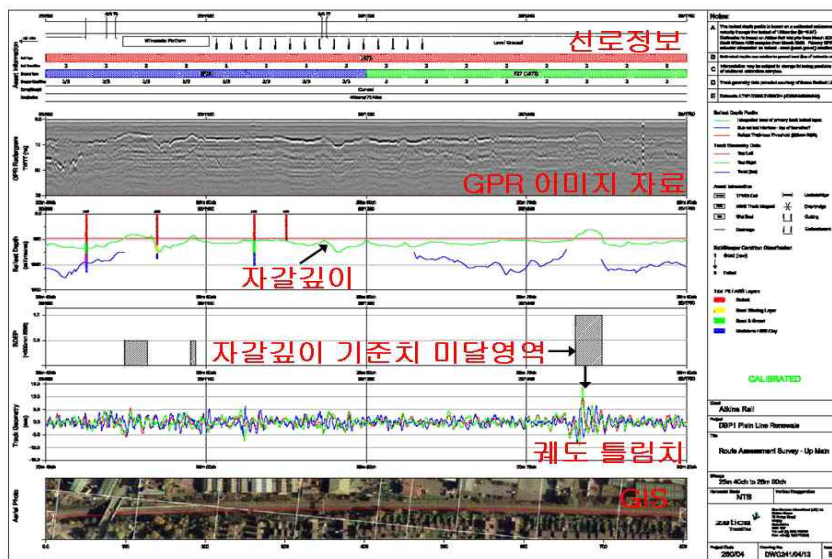


그림 2.4-9. GPR 결과를 분석한 도상깊이 및 상태 평가용 시스템

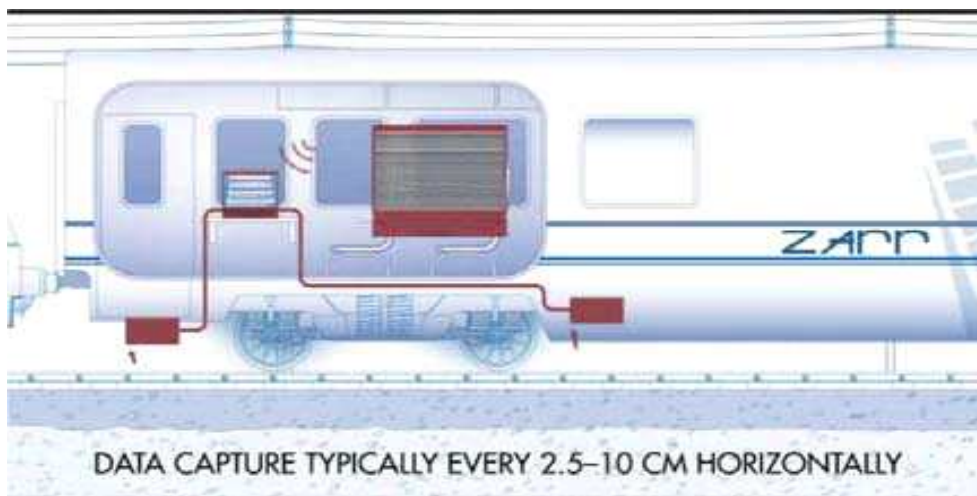


그림 2.4-10. GPR 장착 차량(위) 및 장치 개념도(아래)

- 일본은 도상의 세립화 및 상태평가에 대한 연구를 JR(Japan Railway)사를 중심으로 1996년 도상에서 탄성과 탐사 및 공진시험을 통하여 도상의 세립화에 대한 평가가 효과적이었음을 발표한 바 있음.
- 네덜란드의 경우 ABS(Automatic Ballast Sampler)를 개발. 유압식 시추 장비로 굴진속도 면에서는 장점이 있으나 도상자갈이 파쇄 되는 단점이 있음. 현재 유럽의 몇몇 대학에서 GPR분야에 대하여 심도있는 기초 연구를 수행하고 있음.



그림 2.4-11. 도상자갈 시추(영국) 및 GPR 탐사 장면(네덜란드)

- 스위스 연방철도국에서도 GPR을 이용한 도상 탐사법에 대해 기초연구를 수행, 도상두께와 도상 관입부에 대한 연구 결과를 발표한 바 있음.

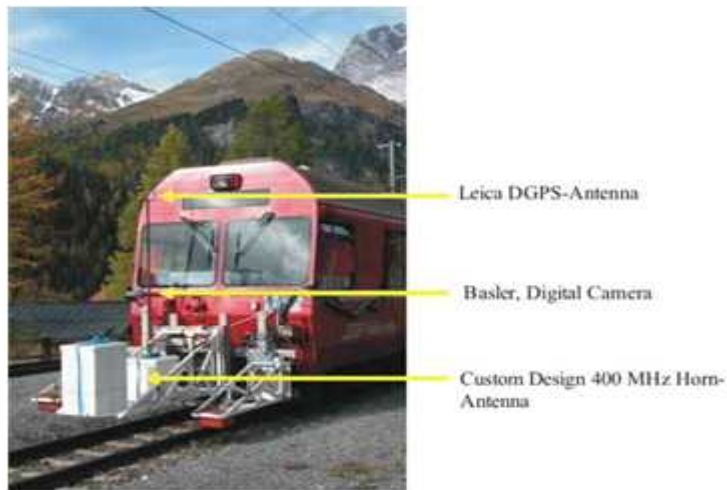


그림 2.4-12. 알프스 산악철도 GPR 탐사 장면(스위스)

- 2011년 호주의 Wollongong대학에서는 GPR을 이용한 철도 노반/도상의 비파괴 검측 기술을 제시하였음. 제안된 시스템은 스펙트럼 진폭 분석과 벡터량을 기반으로 GPR 신호처리 및 해석을 자동화 하였음. 실험 결과 도달 스펙트럼 속도를 통해 노반 및 도상의 지반상태가 97%예측 가능하며 시간-주파수 특징을 연구하여 시스템 성능을 향상시킬 계획임.



그림 2.4-13. GPR 데이터 수집 시스템(호주)

- 세계철도연맹(UIC) 주관으로 수행한 INNOTRACK 프로젝트 중에서 궤도 및 궤도하부 노반에 대한 유지보수 최적화를 위해 하부노반의 조사/진단 및 보강과 특별한 형태의 궤도에 대한 기술개발 내용이 소개되었음(철도인프라 투자 및 유지보수 최적화 방안, 2012).
 - 철도교통 전체 유지보수 비용의 50% 이상을 차지하고 있는 레일, 분기기 등 궤도구조물의 유지보수 최적화 방안 제안

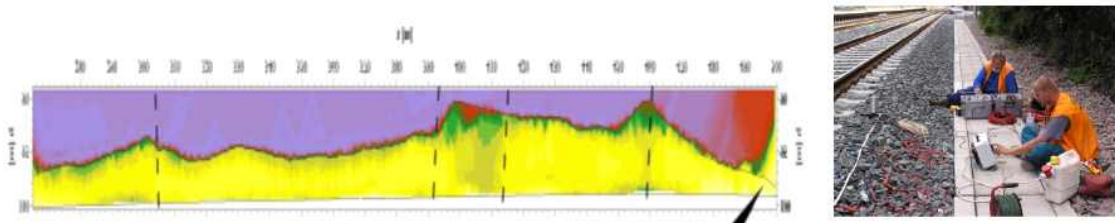


그림 2.4-14. 지진파를 이용한 철도 하부노반의 진단(밀도 및 탄성계수 측정)

- 암반 저항 단층 촬영은 전극을 수십~수백개의 배선으로 상호 연결 및 제어 가능한 컴퓨터를 사용하여 측정된 데이터를 기록하고, 발생한 저항 측정값의 데이터베이스를 구축하기 위함. GPR, SRP, CRP방법을 사용하는 경우보다 정보 획득량이 많고 산사태 및 지하공동과 같은 지반 하부 흐름 분석 및 상세한 진단이 가능함.

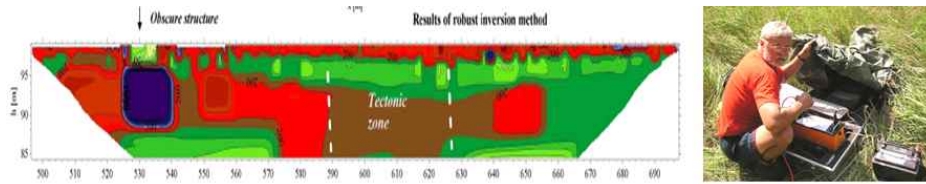


그림 2.4-15. 전기저항 측정 모식도

- 일부 국가에서는 GPR을 철도 트랙 생성시 표준방법으로 사용됨. 공동 현상 및 산사태 징후 수준을 식별 가능함. 체코의 경우 궤도의 재건축을 위한 최종 승인 절차에 GPR방식을 의무적으로 규정하게 되어 있음.

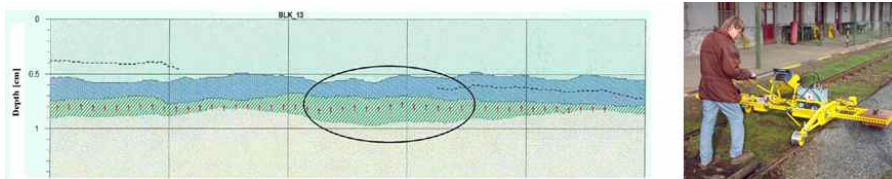


그림 2.4-16. 레일 카트에 설치된 GPR을 이용한 철도하부지반 평가

- 중력 변화를 이용하여 단단한 물체가 존재하거나, 상단에 돌출된 암석을 측정. 측정 결과는 검측 하려는 지반의 밀도와 직접적인 관계가 있으며, 평가하고자 하는 주변의 지형 및 최종 판단이 가능한 중력 데이터가 필요함.

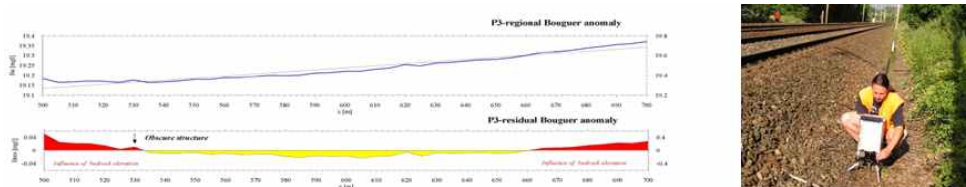


그림 2.4-17. 지반 중력의 변화 관찰

- SASW(Spectral Analysis of Surface Waves) 등 비파괴적 지구 물리학적 방법부터 전통적인 지질 공학적 조사와 연구실 시험까지 다양한 조사 기법이 있음
- 모든 조사 기법은 층밀림 세기전단 강도, 계수, 공극 수압, 수분 함량, 전단파 속도 등 하부 구조의 물리적 매개변수 결정을 목표로 하고 있음
- 연속적인 방법과 비교했을 때 주된 장점은 매우 자세한 지식을 획득할

수 있다는 것이며, 주된 단점은 해당 지식이 매우 국지적이며 현장 조사에 시간이 많이 소요되는 단점이 있음

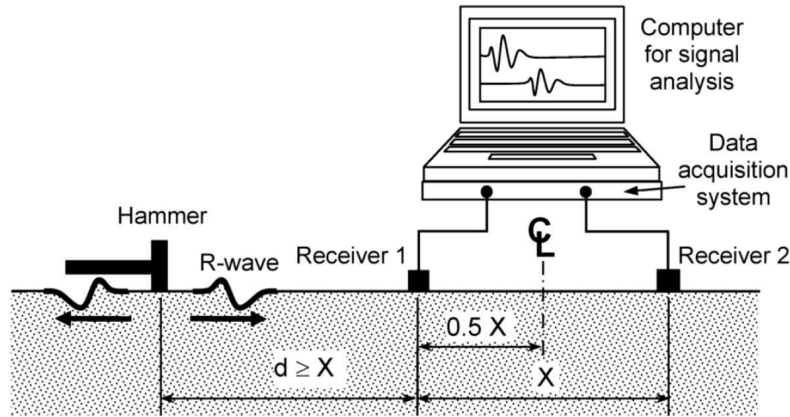


그림 2.4-18. SASW 작동 원리 및 개념도

- Fractal 시험을 통한 평가방법
 - FRACTAL(Flexural Rigidity Assessment of Concrete Tracks by Antisymmetric Lamb Waves) 기법은 콘크리트 슬래브의 상대강성 평가를 위해 활용되는 비파괴 Lamb파 기법임
 - FRACTAL 시험에서는 Lamb파의 전파특성을 이용하여 비파괴적으로 콘크리트궤도의 휨강성을 평가하고 Lamb파 속도의 2차원 분포도를 통해 결함 가능성을 시각적으로 확인
 - 침하가 발생한 부위를 포함한 인근 콘크리트 슬래브의 Lamb파 속도를 연속적으로 측정하여 횡방향 변이성 또는 국부적 연약부 등을 찾아내어 노반의 횡방향 변이성 또는 국부적 연약부는 슬래브 처짐과의 관계로 평가. 궁극적으로 가장 유력하게 대두되는 슬래브궤도 처짐 원인으로서는 지반강성을 평가
 - 연속적인 방법과 비교했을 때 주된 장점은 매우 자세한 지식을 획득할 수 있다는 것이며, 주된 단점은 해당 지식이 매우 국지적이며 현장 조사에 시간이 많이 소요되는 단점이 있음



그림 2.4-19. 콘크리트궤도에서 수행한 Fractal 시험 장면

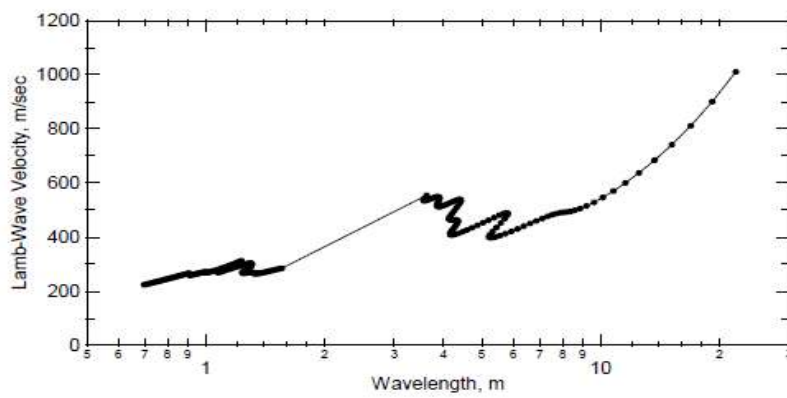


그림 2.4-20. Fractal 시험으로 측정된 Lamb 파의 위상속도

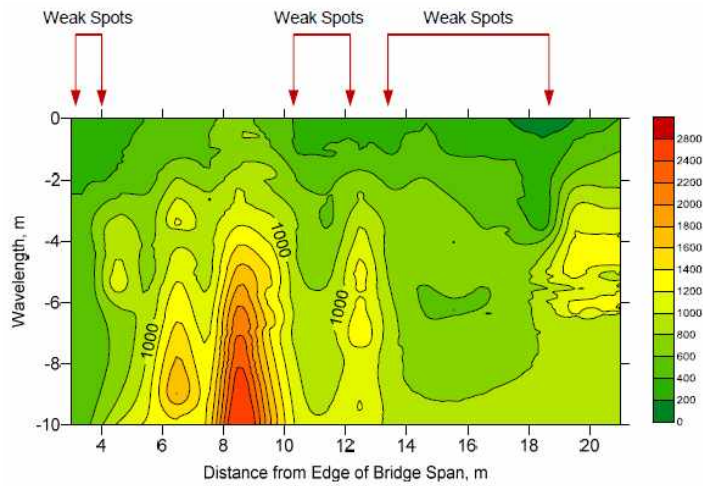


그림 2.4-21. Fractal 시험으로 결정한 Lamb파 위상속도 2차 컨투어

나. 콘크리트도상 상태 평가기술

○ 콘크리트도상궤도 관리

- 콘크리트도상궤도는 부담력 및 저항력이 자갈도상궤도에 비하여 매우 크기 때문에 궤도틀림이 거의 발생되지 않아 궤도보수비용을 대폭 절감시킬 수 있는 궤도구조임
 - 또한 양호한 선형을 지속적으로 유지함으로써 고속, 고밀도의 운행선로에서도 차량의 주행안정성이 높고 이용승객에게 좋은 승차감을 제공할 수 있는 장점이 있음
 - 반면 기존 자갈도상궤도와 달리 침하와 균열이 발생하였을 경우, 궤도의 사용성 저하가 크고 대처 방안이 매우 제한적이기 때문에 토공구간에 부설하기 위해서는 침하와 균열을 엄격히 관리할 필요가 있음
- 한국철도공사에서는 침목의 균열을 자동적으로 검사할 수 있는 기능이 있는 IVORE 시스템을 프랑스 Cybernetix 로부터 도입하여 유지보수에 활용하고 있음, 현재 도입된 장비의 기능은 레일좌면으로부터 좌우 40cm까지의 영역에서 침목의 균열, 파손을 검지할 수 있음



그림 2.4-22. 선로점검차 침목균열 검사 기능

- 최근 이탈리아의 Mermec France에서는 도시철도 콘크리트도상의 균열을 검출하는 기능을 가진 장비를 선보이기도 함
- 충격반향기법(Impact echo test)은 시험체 표면에 충격을 가한 후, 이때 발생한 탄성파와 이들이 불연속면이나 이질 매질층 간의 경계면에서 반사되어 돌아오는 반사파를 측정하고, 이에 대한 파형분석을 통해 구조체의 품질 판정, 두께 측정, 균열 및 공동 등을 밝혀내는 시험법임.
 - 충격반향기법을 이용하여 얻은 데이터의 신호처리는 시간영역(time domain)이나 주파수 영역(frequency domain)에서 수행함
 - 충격반향기법(Impact echo test)에 의해 콘크리트 슬래브의 두께, 균열 및 공극 등의 위치를 파악할 수 있음. 콘크리트 슬래브나 아스팔트 포장재 하단 노반부에 발생하는 공극을 파악할 수도 있으며 장점으로는 슬래브에 매입되어 있는 철근에 의해 영향을 받지 않는 것을 들 수 있음.

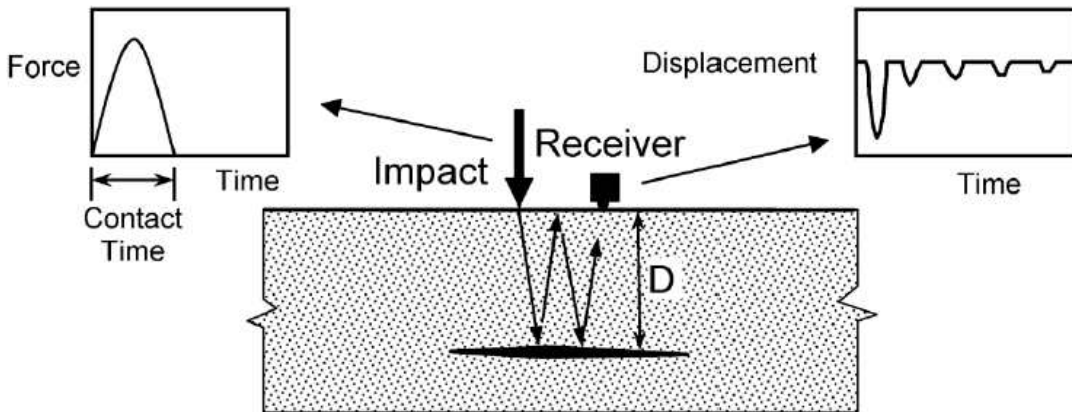


그림 2.4-23. 충격반향기법에 의한 콘크리트 슬래브 검사

- 충격응답기법(Impact response)은 검사대상 구조체를 해머로 타격하여 해머에 부착된 가속도계와 구조체에 부착된 속도계 혹은 가속도계를 이요양여 타격력과 응답파를 측정함. 타격력에 의해 발생하는 탄성파는 불연속면이나 이질 매질층 간의 경계면에서 반사되어 표면으로 돌아옴으로 이들 응답파를 주파수 영역에서 분석하여 구조체의 강성이나 결함의 위치 등을 추정하는 방법임.

- 이 시험법은 비용이 저렴하고 간편하나 가속도계 부착상태 및 주변에서 복잡하게 반사되는 파들의 간섭으로 결과분석이 어려운 경우가 있고, 에너지 감쇠가 클 경우 적용에 제약이 따른다는 단점이 있음.

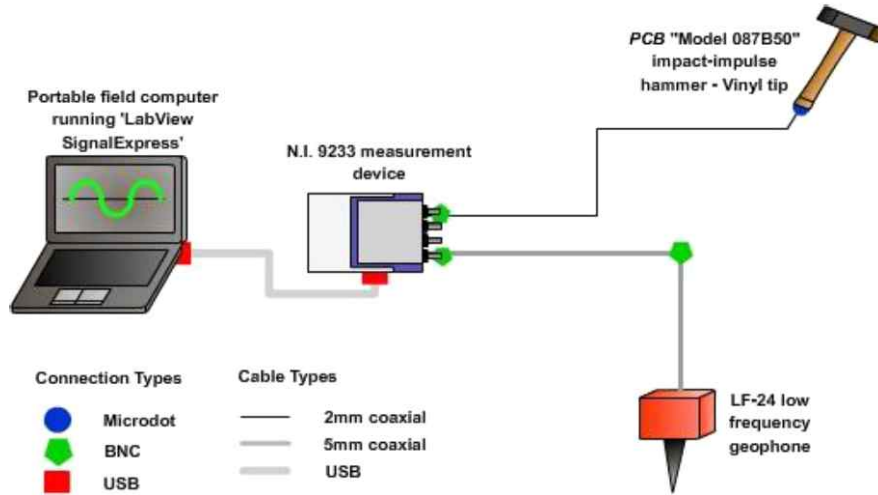


그림 2.4-24. 충격응답기법(Impact response) 구성 개요도

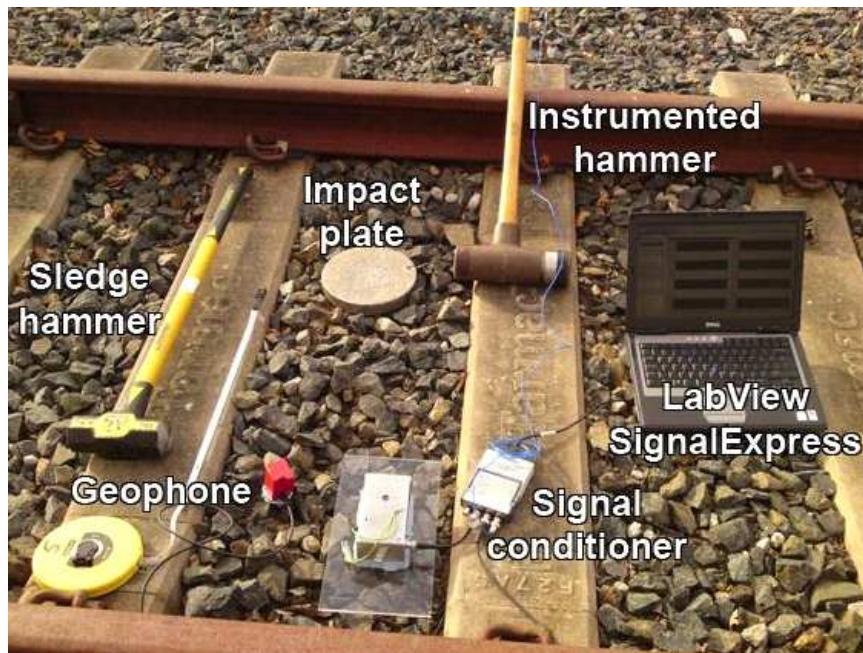


그림 2.4-25. 충격응답기법(Impact response) 궤도적용

- 국내에서는 터널구조물의 균열, 백화 등과 같은 열화를 검출할 수 있는 영상기반 평가 장비를 개발하여 구조물 상태평가를 위해 활용 중

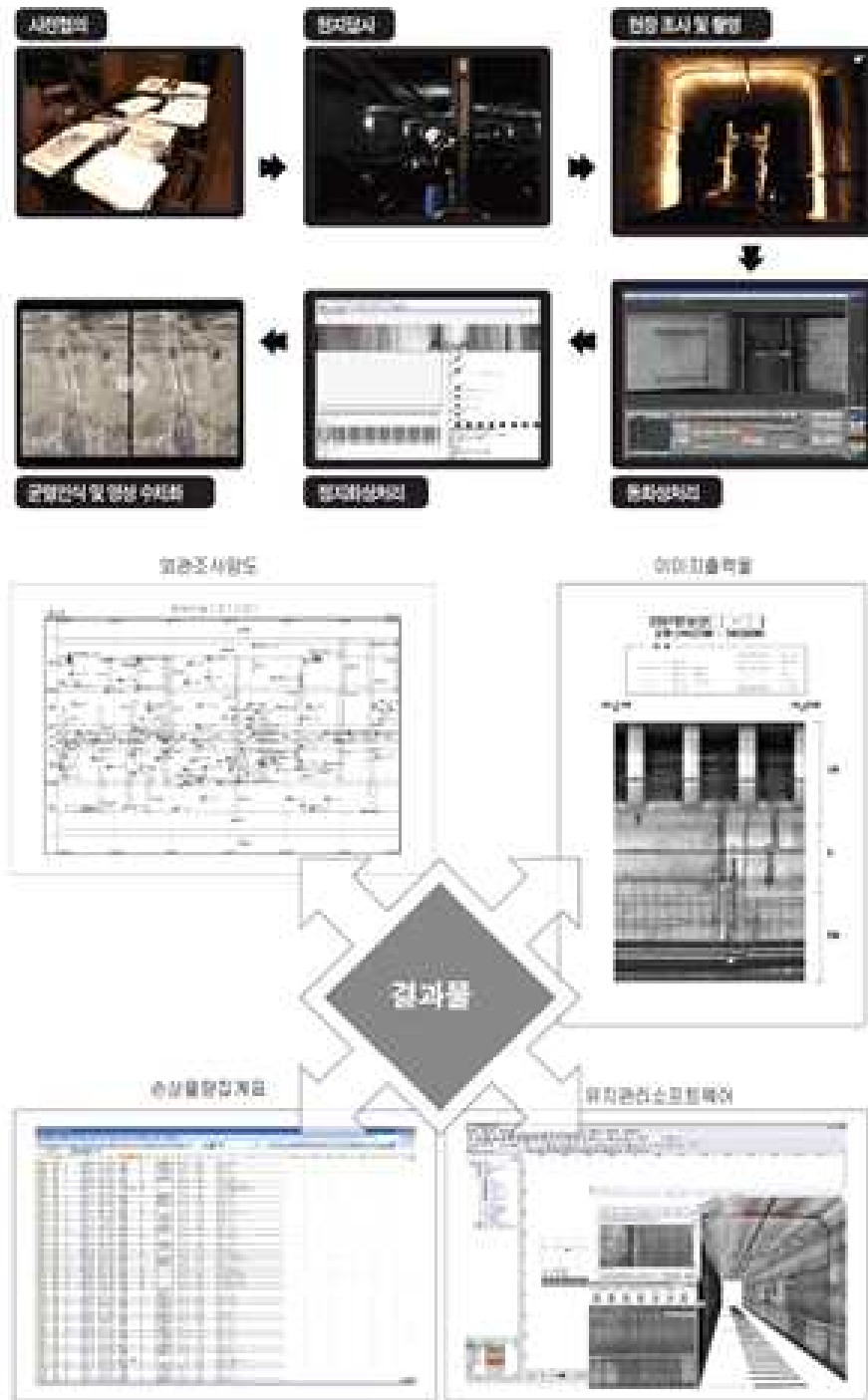


그림 2.4-26. 구조물 영상기반 평가 시스템

- 스위스 AMBERG의 GRP-5000 장비는 철도시스템 전체를 스캐닝하여 결함/균열 등을 평가함. 최근 국내에서도 스캐닝 기술을 이용하여 터널, 도로 등의 프로파일 측정하는 시스템이 많이 활용되고 있음. 그러나, 스캐닝 기술은 콘크리트 표면 균열 감지 등에 적용되며 콘크리트 내부의 결함 상태를 평가하지 못함.

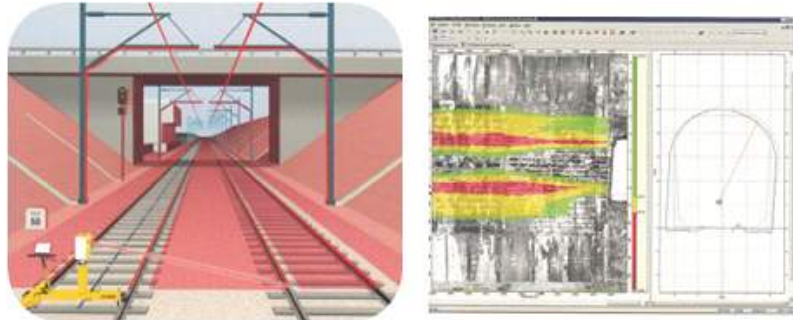


그림 2.4-27. 스캐닝 기술을 이용한 철도시스템 프로파일 측정



그림 2.4-28. 스캐닝 기술을 이용한 터널/도로 프로파일 측정

- 국내 2012년 건설교통연구기획 사업 “고속화 인프라의 유지보수를 위한 고속종합검측차량 기술 기획”에서는 철도 검측 모듈 개발로 콘크리트 침목의 결함을 탐지하는 모듈의 개발을 제안하고 있음. 이 또한 스캐닝 기술 기반으로 콘크리트 표면 균열 감지 등에 적용되며 콘크리트 내부의 결함 상태를 평가하지 못함.



그림 2.4-29. 스캐닝 기술을 이용한 침목 결함 평가

다. 장대레일 안전성 평가기술

- 열차의 고속주행을 위하여 기본적으로 요구되는 궤도조건 중 하나가 레일의 연속화를 들 수 있음. 공장에서 생산되는 레일은 운반 등을 위하여 일정한 길이로 제작되며 이를 현장 또는 공장(기지)에서 용접하여 일체화된 레일로 만들게 되는데 이를 장대레일(CWR, Continuous Welded Rail)이라하며, 일반철도에서는 200m, 고속철도에서는 300m 이상이 이에 해당됨
- 장대레일은 대기온도의 변화에 의해 강도의 특성의 수축, 이완을 반복하게 되며 이때 레일 축방향으로 발생하는 힘인 축력이 불균형 할 때 장대레일의 장출이 발생하며, 차량탈선 등 대형사고의 원인이 되기도 함
- 장대레일의 안정성 확보라는 관점에서 레일 축력 추정법은 필요성이 극히 높은 기술과제로 다양한 시도가 이루어지고 있지만, 현재까지 충분한 성능을 가진 효과적인 추정법이 확립되어있지 않음. 아래에 현재 주로 쓰이고 있는 대표적인 레일 축력 추정법에 대해 간단히 기술하였고, 여러 가지의 축력 추정법 및 문제점을 나타낸 것으로써 모두 체결장치 및 침목, 도상 등의 다른 복합적인 요소의 영향을 배제하기 어려운 문제점을 갖고 있음.

표 2.4-1. 레일축력 추정법 및 문제점

추정법	문제점
직접 스트레인 측정법	·고정도의 레일 신축량의 측정치가 요구됨 ·레일을 체결하지 않고 축력해방의 상태를 기준으로 하여야 함 ·한정된 지점에서의 측정밖에 할 수 없음
음향 탄성 측정법	·금속재로 조직이나 형상, 온도 등의 영향을 받으므로 측정 부위 선택에 주의해야 함
투자율 측정법	·레일을 체결하지 않은 축력 개방의 상태를 기준으로 함 ·상대적인 응력 변화를 추정하는 방법
자기적 아코스틱 에믹션 방법	·응력의 의존도가 비선형임 ·재료의 마이크로 구조 등의 영향이 큼
마크하우젠법	·표면 응력의 측정이 주체이며, 레일 전체의 축력 측정에는 적합하지 않다.
X선법	·표면 응력의 측정이 주체이며, 레일 전체의 축력 측정에는 적합하지 않음
레일 진동모드 법	·레일 지지조건 등의 영향을 받음

- 영국의 Vortok 사에서 장대레일 축력을 비파괴적인 방법으로 도출하기 위하여 레일축력측정기인 “VERSE” 를 개발. 이는 탄성보이론을 기초로 장대레일의 축력을 계산하여 중위온도를 산출.
- 일정구간의 체결장치를 풀어 레일에 상향력을 중앙부에 재하하여, 축력과 상향력에 의해 발생하는 레일의 수직변위의 관계식으로부터 레일에 축력을 추정함. 이 방법은 일정구간(약 30m)의 체결장치를 풀어야하므로 작업의 번거로움 및 복구시 설치 변수들이 변하게 되는 문제가 있으며, 레일이 인장응력 상태일 때만 가능하므로 주로 레일온도가 중립온도(Neutral/Stress Free Temperature)보다 낮은 야간에 작업이 이루어짐.
- 한국철도공사에는 연구목적으로 2008년 도입하였으며, 최근 프랑스의 철도운영기관인 SNCF 에서는 공식적으로 활용 중

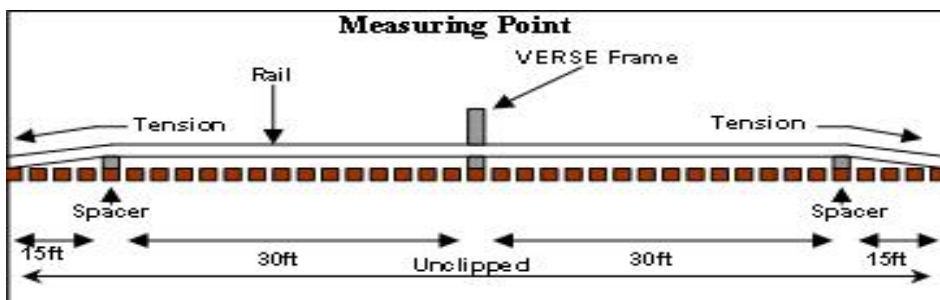


그림 2.4-30. Verse를 이용한 레일축력 추정

- 2006년 영국 철도운영기관인 Network Rail에서는 무선원격측정 전문기업 Radio-Tech에서 개발한 무선원격 레일온도 모니터링(Wireless Rail Temperature Monitoring, RTM) 시스템을 채택하여, 레일 축력으로 인한 좌굴위험이 우려되는 선로 구간의 온도감시를 수행하고 있음. RTM 시스템은 레일온도를 감시하는 레일부착형 측정시험기가 탈락되지 않도록 부착하는 방법을 개발하였으며, 어느 곳의 온도든 상태감시를 하고 데이터를 기록할 수 있음. 또한 서버를 인터넷, 인트라넷 또는 SMS 문자메시지와 연계하여 데이터를 외부로 보낼 수 있고, 개인적으로 모든 정보를 원격으로 접근하는 것을 가능하게 하여 철도현장의 애로점인 계측의 어려움을 극복함.



그림 2.74-31. 무선원격 레일온도 모니터링(RTM) 시스템

- 2005년 미국 IntelliTrack사에서는 스트레인 게이지와 온도센서기술로 레일이 압축과 인장력에 의해 발생하는 응력과 레일온도와 중립온도를 무선으로 측정할 수 있는 무선 레일응력 모듈(Wireless RailStress Module, RSM)을 개발하였으며, 2009년 NORTRAK사에서는 마찬가지로 레일의 응력과 레일온도를 무선으로 측정하고, 중립온도 또한 측정할 수 있는 무선 중립온도 모니터링(Wireless Stress Free Temperature Monitoring, SFTPRO) 시스템을 개발하였음.

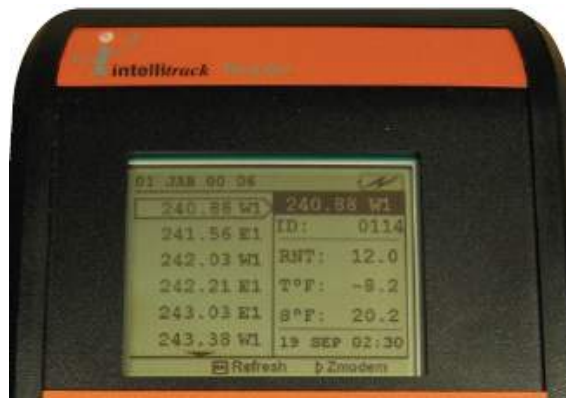
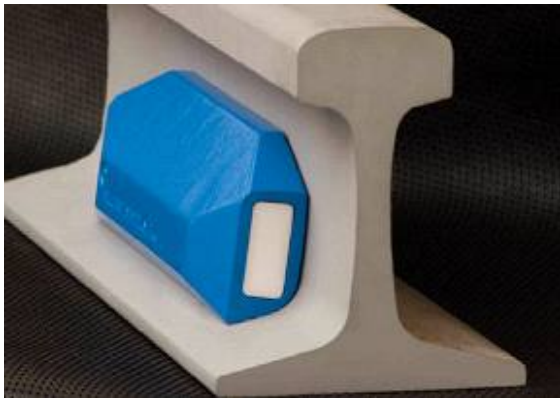


그림 2.4-32. RSM를 이용한 응력, 레일온도, 중립온도 측정



그림 2.4-33. SFTPRO를 이용한 응력, 레일온도, 중립온도 측정

○ RailScan

- 호주 THERMIT(THERMIT AUSTRALIA PTY LTD)사에서 레일 중립온도의 비파괴적 측정 장비를 개발함. 이 방법은 자기 탄성(Magneto elastic) 원리를 기반으로, 레일의 자기특성과 응력상태의 상관관계를 이용하여 레일 중립온도를 측정함.
- 시간과 역학적 응력상태에 따라 변하는 이 상관관계는 잔류응력에 큰 영향을 받기 때문에 이 기술에서는 레일의 미세한 부분에서 안정적인 품질의 재료임을 전제하고 처리과정에서 잔류응력을 제거함. 그러나 레일 마모가 심한 경우(측면의 표면에서 하부로 16 mm) 측정이 불가하며, 레일온도의 차이가 7~10 °C 이상인 다른 온도에서 2번 측정해야함.

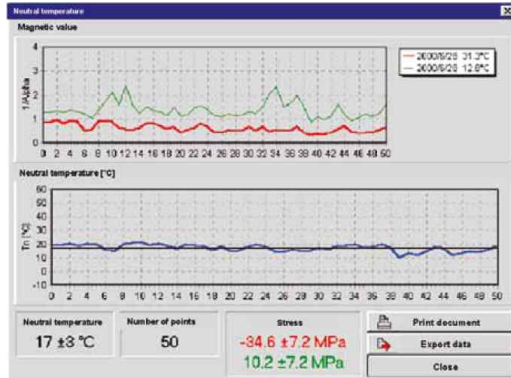


그림 2.4-34. RailScan을 이용한 중립온도 측정



그림 2.4-35. RailScan 장비

- A Vibration Technique for Estimation of Neutral Temperature
 - 2005년에 미국의 University of Illinois at Urbana-Champaign에서 개발된 고정된 주파수에서 인장력은 파장을 증가시키는 반면 압축력은 파장을 감소시키는 진동 기반 기술을 이용하여 장대레일의 중립온도를 추정하는 기술을 개발하였음.
 - 현재 현장 실험을 수행하여 결과값의 신뢰성을 확보하고 있는 단계에 있음. 마모된 레일에서 신뢰성이 저하됨. 또한, 진동을 이용할시 레일 체결장치에 의한 지지조건에 영향을 많이 받으며, 탄성체결 직선궤도에서는 압축력에 대한 측정이 매우 어려운 단점이 있음.



그림 2.4-36. 진동을 이용한 중립온도 측정

○ Rail Stress Test

- 네덜란드에서 개발된 길이 방향의 응력을 받을 때 일어나는 자기 유도 변화(Villari Effect)를 이용하여, 레일 응력에 의한 자기장 크기 차이 측정을 통한 레일 중립온도를 계산함. 혹독한 날씨 조건에 영향을 받지 않는 장점이 있으나, Accuracy는 $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 로 정확도는 다소 떨어짐.

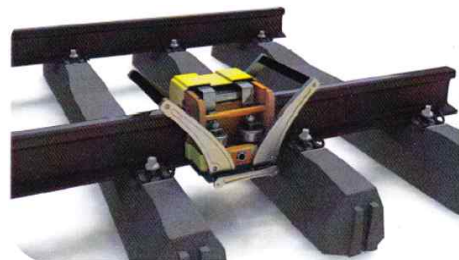


그림 2.4-37. Rail Stress Test를 이용한 중립온도 측정

○ Rail Neutral Temperature Measurement

- 2012년 미국에서 개발된 비선형 유도초음파를 이용한 중립온도 측정 장비로, reference 응력값이 필요하지 않으며, 레일 체결장치에 의한 지지 조건의 변동에 영향을 적게 받고, 레일 사이즈에 따른 보정이 필요 없는 장점이 있으나, Accuracy $\pm 2.78^{\circ}\text{C}$ 로 정확도는 다소 떨어짐.
- 테스트베드 실험수행을 통해 결과값 검증(Accuracy $\pm 1.11^{\circ}\text{C}$)을 하였음. 다양한 조건의 측정실험이 요구됨.

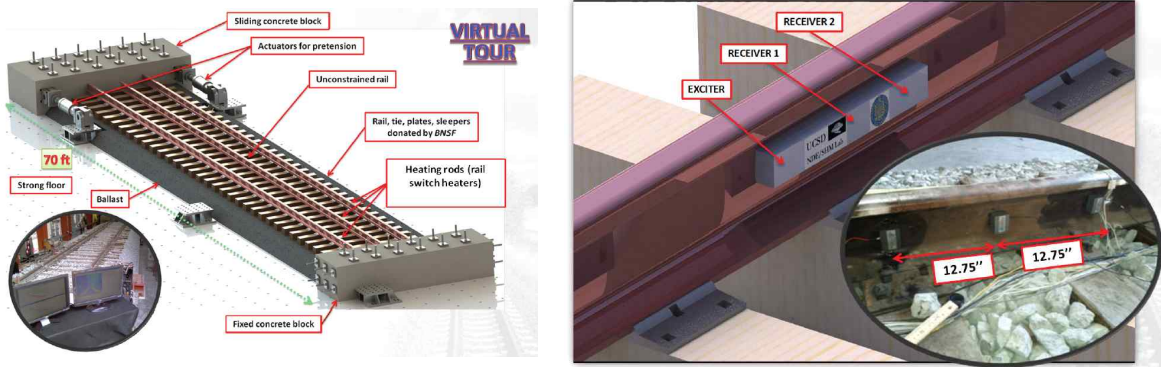


그림 2.4-38. 비선형 유도 초음파를 이용한 증립온도 측정

○ 도상저항력 측정

- 도상횡 변위에 대한 저항력은 레일장출을 견뎌낼 수 있는 궤도선형의 안정성을 위해 매우 필요한 요소로서, 다음 요소의 영향을 받음
 - 침목의 유형, 무게, 치수, 간격
 - 자갈 도상궤도의 입자 구성
 - 침목사이(Crib)과 침목 단부에서의 도상자갈의 양
 - 자갈도상의 다짐
- 도상횡저항력을 측정하는 방법들로서, 궤광 변위 방법, 단일 침목 변위 측정방법, 기계적 궤도변위 측정, 탈선화차를 이용한 방법, 횡 변위에 대한 저항력의 동적 연속 측정이 있음

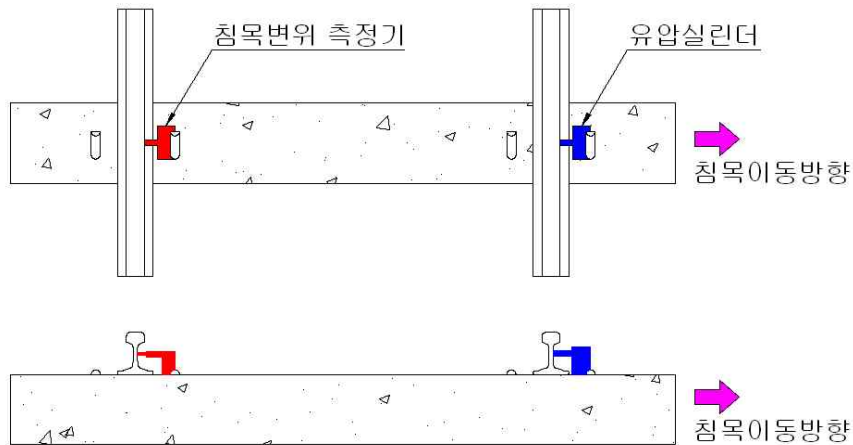


그림 2.4-39. 도상 횡저항력 측정 개요도



그림 2.4-40. 도상횡저항력 측정기

라. 레일손상 평가 기술

- 2000년 10월 영국 Hatfield에서 발생한 레일결함으로 인한 탈선사고가 발생하여 이 사고 이후 레일손상에 대한 탐상 기술 발전에 주요한 역할을 하게 되었고 최근에 매우 각광을 받고 있는 분야임
- 레일탐상은 미국의 철도산업에서 1920년대 후반부터 시작되었으며 1950년대에 초음파를 이용한 연구가 전세계적으로 실시되었음. 미국에서는 보완적인 기술로서 발전되게 되었으며 러시아에서는 자기 유도기술이 적용되었음
 - 초음파 기술은 기본적으로 초음파를 레일에 보내어 그 반사되는 파형으로 레일결함을 탐지하는 기술임. 변환기에 따라 각도 조절에 의해 어떤 파형의 진폭은 레일의 건전성을 알려줄 수 있지만 레일에 존재하는 결함을 전부 감지할 수 없음.
 - 전자기 유도장치의 경우 높은 전류량을 레일에 보내어 만약 전류가 결함과 만나게 되면 그 전류를 결함주위에 맴돌게 되는데 전류흐름의 변형에 의하여 자기장의 형성으로 결함을 검출할 수 있는 기본원리임
- 과거에는 레일에 대하여 초음파 기술만이 적용되어져 레일의 전단방향과 길이 방향으로만 검사할 수 있었음. 그러나 표면과 표면직하 결함의 증가는 Head Check과 같은 결함을 기존의 검사기술만으로 그 요구에 부응할 수 없고 과거의 적용 기술보다 발생되고 있는 결함을 보다 정확하고 형상을 알 수 있는 기술이 필요하게 되었으며 검사차량의 속도 또한 주요한 고려 대상이 되었음

- 위와 같은 해결책에 가장 근접한 기술로 평가 받고 있는 것이 와전류 방식을 통한 레일표면검사 기법임
- 독일 DB에서는 레일케이저코너에 발생되고 있는 헤드체크 결함을 와전류를 이용하여 탐상속도 76km/h에서 탐상하고 있음

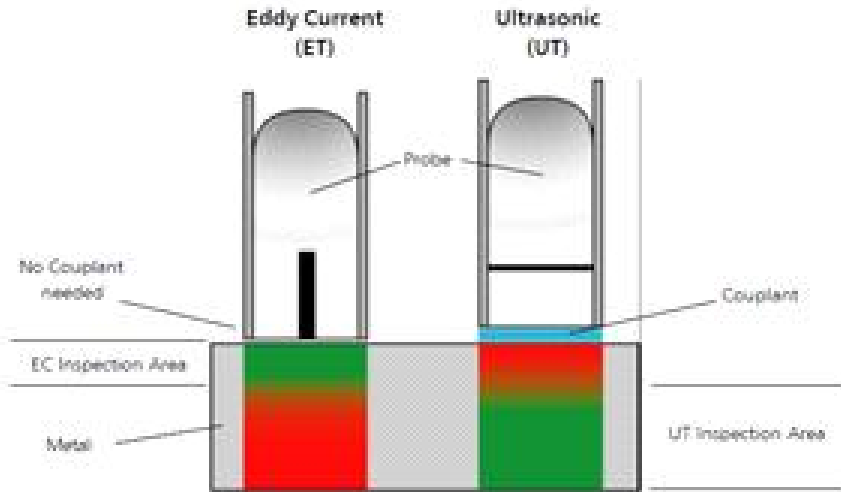


그림 2.4-41. 와류탐상(좌)와 초음파탐상(우)

- 현재 레일의 탐상은 레일탐상차 또는 수동탐상기를 이용하여 결함을 조기에 발견하고 발견된 결함에 대해서는 연마를 실시하고 있음. 일반적으로 레일탐상방식은 초음파를 이용하여 레일의 결함을 발견하는 시스템을 구성되어 있으며 내부균열 탐상을 목적으로 도입되고 있음



그림 2.4-42. 레일 탐상차(와전류+초음파), 독일



그림 2.4-43. 와전류 인력탐상기

- 초음파를 통한 레일탐상에 있어 탐상이 불가능한 수직균열 등의 경우가 있으며 탐촉자를 피검측체에 접촉시킬 때 야기되는 문제점이 있음
 - 탐상영역 : 접촉방식 탐촉자의 경우 레일두부에서 저부까지 레일 중심 축을 중심으로 10mm 범위의 결함을 탐상하고 있어, 특정부분의 결함을 탐상할 수 없는 사각지대가 있음
 - 검출불가능 결함용접부에 있는 용접재의 용입 부족 등의 용접결함은 결함의 면이 평평하고 수직이기 때문에 반사된 초음파가 탐촉자의 반향으로 돌아오지 못해 결함을 검출할 수 없음
 - 탐상속도 : 탐상속도와 탐상의 정확도를 향상시켜야 함
 - 탐촉자의 위치제어 : 탐촉자가 레일의 중심에서 벗어나거나 접촉각도의 경사에 의해 레일의 저부에 초음파가 입사되지 않는 경우, 결함을 검출할 수 없음
 - 검출위치 정도 : 검출위치 정보는 엔코더 차륜의 회전수와 지상자의 신호검지에 의해 보정되어 산출되지만 운전조건에 의해 바르게 차륜회전

수에서 얻어지지 않거나 지상자 신호의 오작동에 의해 큰 오차가 발생할 가능성이 있음

표 2.4-2. 비파괴 레일검사기법

검사기법	검측속도	결함탐상 범위
초음파법	인력용 및 검측차(70km/h)	표면, 두부내부, 복부, 저부결함
누설자분법	검측차(35km/h)	표면, 두부표면 근처 내부 결함
펄스와전류법	인력용 및 고속검측차(70km/h)	표면, 표면 근처 내부 결함
자동영상법	인력용 및 검측차(320km/h)	레일두부 형상, 파상마모, 절손, 도상 결함
방사선법	인력용	용접부 및 인식된 결함
전자자분 음향법	저속검측차(<10km.h)	표면결함, 두부, 복부 및 저부 내부 결함
원거리 초음파법	인력용 및 저속검측차(<10km.h)	표면결함, 두부내부, 복부 및 저부 결함
레이저 초음파법	인력용 및 저속검측차(<15km.h)	두부, 복부, 저부 결함
교류장 측정법	인력용 및 고속검측차 개발 중	표면 제동 결함
다중주파수 와전류 센서	인력용	표면 및 표면근접부 결함
MAPS	인력용	잔류응력

- 레일의 손상평가에 관한 연구는 유럽을 중심으로 하여 활발하게 이루어지고 있으며 최근에는 일본, 중국 등에서도 연구가 수행되고 있음. 유럽의 연구는 ERRI, RSSB 등의 예산지원으로 학계, 연구소, 산업체 등의 컨소시엄의 형태를 이루어 수행되고 있으며, 지속적인 연구개발에 대한 투자로 꾸준한 연구가 수행될 수 있도록 하고 있음.
- 유럽에서는 UIC/WEC를 중심으로 1997년 “Rail Defect Management“ 프로젝트를 시작하였고, 1997년 FRA, Volpe가 참여하였으며 현재에는 AAR, TTCI, China Railways, China Academy of Railway Science, East Japan Railways, ERRI, India Railway Research Designs and Standards Organization, Queensland Rail(Australia), RTRI, Russian Railway

Research Institute, Spoornet(South Africa), FRA, Volpe 등이 참여하고 있어 레일손상에 관한 심도 있는 연구가 수행되고 있음. Chalmers 대학에서는 “Charmec research” 프로젝트로 차륜/레일 접촉피로, 레일의 파상마모, 비원형 차륜 등에 대한 연구를 1995년부터 체계적으로 수행하고 있음.

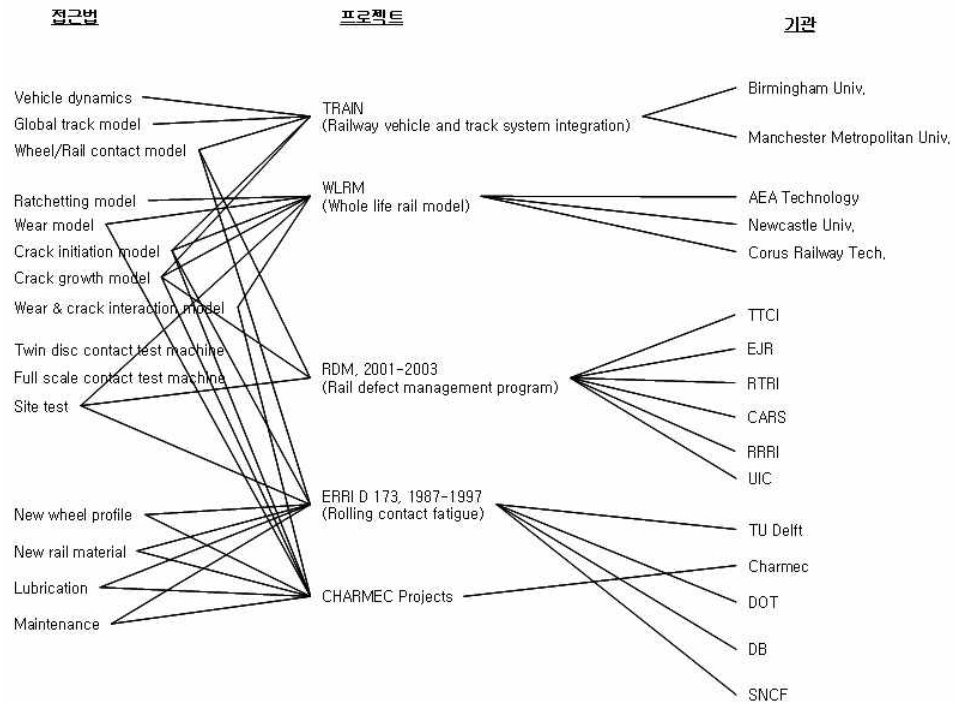


그림 2.4-44. 레일 손상평가 연구분야, 관련 프로젝트 및 연구기관 맵

- 미국에서는 FRA, AAR을 중심으로 하여 연구를 수행하고 있으며, 균열발생보다는 균열진전 메커니즘 분석 및 레일 안전성 평가에 관한 연구를 수행하였음. 1980년대 TTCI에서 균열이 발생된 레일로 이루어진 시험노선에 시험차량을 지속적으로 운행함으로써 누적통과톤수에 따른 균열성장량 및 성장패턴을 측정하고 있으며, 또한 비파괴장비를 통한 균열탐지성을 평가함으로써 미처 발견되지 않은 균열에 의한 레일파괴가능성도 평가하였다. 이러한 결과를 바탕으로 하여 균열발생 및 성장에 관한 시뮬레이션 모델을 개발함.
- 일본 RTRI에서는 Ishida 등이 Roller rig 시험기를 이용하여 윤활, 표면조도, 잔류응력 등이 레일손상에 미치는 영향을 분석, 레일의 손상을 저감하기 위하여 마찰완화재를 사용하는 방안 연구, Shot peening 법에 의한 차륜 플랜지부의 내마모성 향상 방안 연구를 수행한 바 있음.

마. 궤도강성 평가 기술

- 철도 궤도의 강성(수직 궤도 하중/궤도처짐)은 지지력, 통과하는 차량의 동적 행태, 특히 궤도 구성요소의 궤도 기하학적 특성과 그 수명에 영향을 끼치는 궤도 설계의 기본적인 매개변수임
- 전세계적으로 연구목적으로 정적인 상태에서의 궤도강성 측정은 오래전부터 수행되어 오고 있음. 1998년에서 2000년 초까지 프로토타입의 트로리에서 궤도강성을 측정하고자 하는 노력이 일부 성과를 거둠
- 궤도의 강성을 측정하기 위해서는 충격 해머, FWD, 궤도 하중 차량 등 간단한 장치를 사용됨
 - 궤도의 강성을 측정하는 매우 간단한 방법으로 변위 변환기 또는 가속도계를 침목 그리고 선로에서 사용하여 열차가 통과하는 동안에 그 반응을 측정하는 방법이 있음.
 - 충격 해머는 손바닥 크기의 장치로 선로 또는 침목을 때리기 위해서 사용. 해머의 두부에는 항력 변환기가 장착되어 있어 충격을 측정하고, 선로의 두부 또는 침목에는 가속도계가 장착되어 해머의 충격력과 선로의 가속도 사이의 전달 함수를 계산.
 - FWD(Falling Weight Deflectometer)는 선로를 제외한 궤도 구조물의 강성을 측정하기 위해 가장 자주 사용되는 장치임. 표준 FWD 장치는 발판에 장착된 고무 완충장치에 일정높이에서 떨어뜨린 추로 인한 충격은 해당 판의 중간에 위치한 로드 셀 (Load Cell) 을 이용해 측정
 - TLV (Track Loading Vehicle)는 자체적인 중량을 사용해 유압 잭의 도움으로 궤도에 하중을 가함.

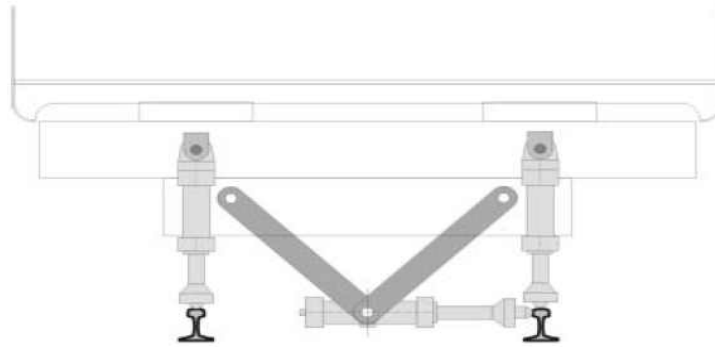


그림 2.4-45. 스웨덴 TLV 의 수직 및 측면 유압 작동기

○ CARS (China Academy of Railway Sciences)

- CARS (China Academy of Railway Sciences) 는 연속적인 궤도 강성 측정을 위한 장치를 개발한 최초의 기관들 중 하나임
- 최대 60 km/h 의 속도로 운행하는 그들의 장치는 각각의 측정 차축에 상이한 하중을 적용하는 2개의 궤도 기하학적 현 측정 장치를 사용하고 있음

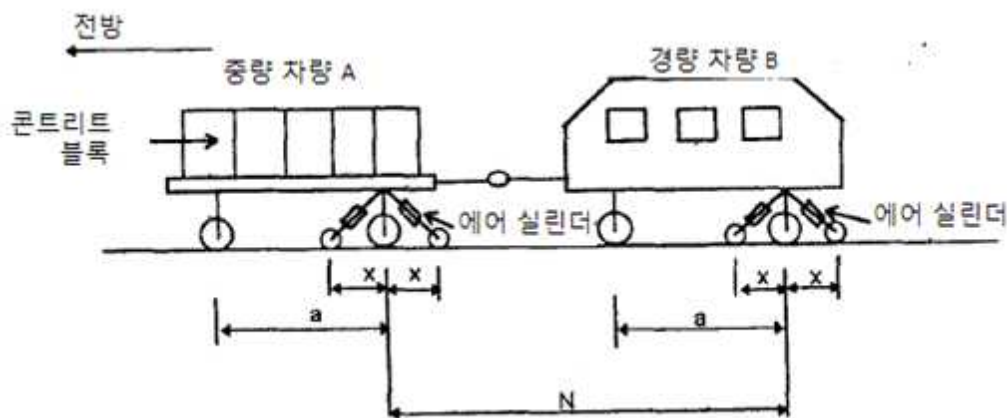


그림 2.4-46. 중국 궤도 강성 측정의 원리

- 경량 차량의 무게는 40kN으로 중량 차량이 기록하는 강성 측정값에 대한 궤도 기하학적 구조 이상의 효과를 감소시키기 위해서 사용됨
- 중량 차량의 축 하중은 80~250kN 까지 변경하여 서로 다른 하중으로 측정을 반복함으로써 궤도의 동일한 구간에 대하여 비선형적 특성을 조사할 수 있음

○ TTCI, 미국

- TTCI의 TLV(Track Loading Vehicle)은 정지된 상태와 최대 16 km/h 의 속도로 운행할 때 측방 및 수직 방향의 강성을 측정하기 위해서 개발.



그림 2.4-47. TLV 궤도 강성 측정 장비 (TTCI)

- 운행 중 수직 강성 측정의 경우, 정지 상태의 측정을 위한 TLV를 비어 있는 조차와 연결. 이 TLV는 차량 중심부의 아래쪽에 하중재하 보기가 위치하고 있으며, 유압으로 4~267kN 의 수직 하중을 (수직 및 측방향으로) 가할 수 있음.
- 처짐은 레이저 센서를 활용하여 측정하여 선로 굽힘 처짐의 현 측정 결과를 도출

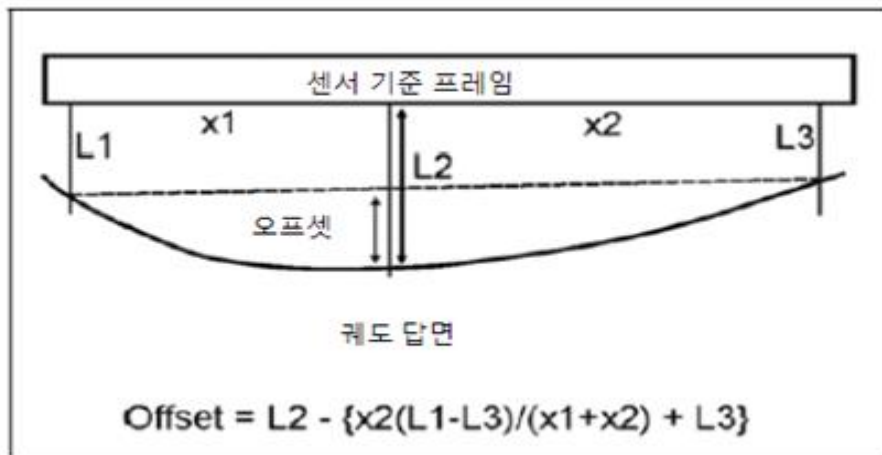


그림 2.4-48. 레이저를 이용한 선로처짐 측정으로 산출한 현 값

- 9kN의 하중을 적용할 수 있는 공압 작동기로 중심부에 하중재하 보기가 장착된 빈 차량에서도 측정. 낮은 하중에서 측정한 처짐은 궤도의 이상을 나타내며, 높은 하중과 낮은 하중에서 측정한 처짐 사이의 차이를 취하면 궤도의 탄성이 산출됨

○ **밴버켓, 스웨덴**

- 스웨덴의 TLV 와 함께 운행 중 강성 측정을 위해 사용할 수 있는 프로토타입의 트로리가 1998 - 2000 년에 Eurobalt 2 프로젝트 진행 중 개발.
- * Eurobalt 2(European Research for an Optimised BALlasted Track)은 다양한 철도 관리국 및 철도 기업과 프랑스, 독일, 영국, 스웨덴의 대학들이 공동으로 진행한 연구 프로젝트임
- 2003~2004년에 새로이 개발된 RSMV(Rolling Stiffness Measurement Vehicle) 이라 불리는 이 차량은 재 개발된 이중 차축 화차이다. 궤도는 일반적인 차륜 축 중 하나 위에 위치한 2 개의 추를 통해 동적으로 움직이며, 궤도의 강성은 측정된 항력과 가속도를 이용해 계산.



그림 2.4-49. RSMV 의 측정 장치
(철제 우리 안의 측정 차축 위에 위치한 수직으로 움직이는 추)

- 정적 축 하중은 180kN 이며 최대 동적 축 하중 진폭은 60 kN임. 이

RSMV는 최대 50 Hz까지의 동적 궤도 강성을 측정할 수 있으며 동시적인 고속 (최대 50 km/h) 에서의 전반적인 측정 또는 소음 자극을 통한 저속 (10 km/h 미만) 에서의 세부적인 조사 모두 수행할 수 있음.

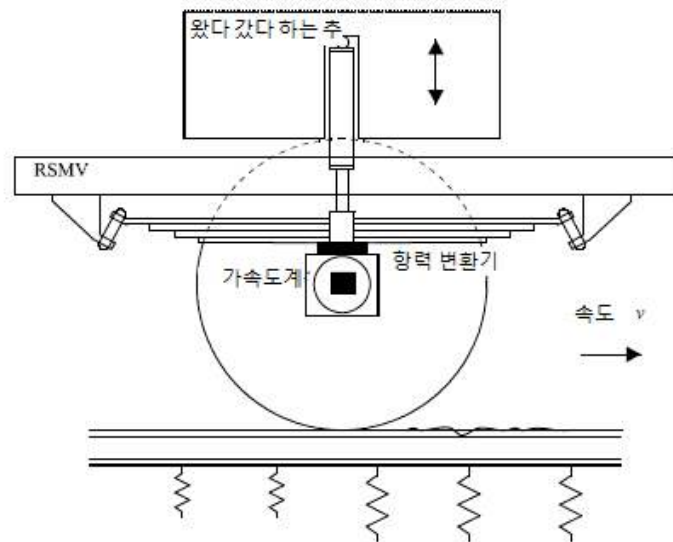


그림 2.4-50. RSMV 의 측정 원리 (한쪽 면 전용)

○ 네브라스카대학 (University of Nebraska), 미국

- 네브라스카 대학에서는 선형 레이저를 이용하여 보기와 선로 사이에서 상대적인 선로의 처짐을 측정

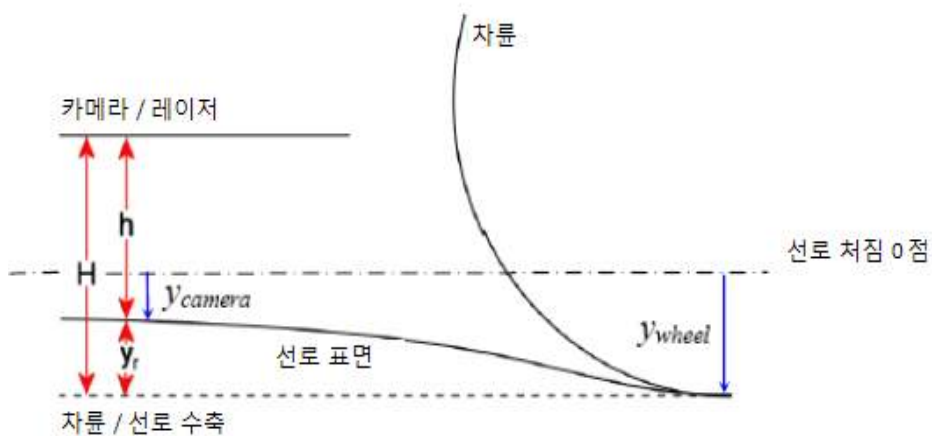


그림 2.4-51. UNL - 강성 장치의 선로 처짐 / 센서 측정]

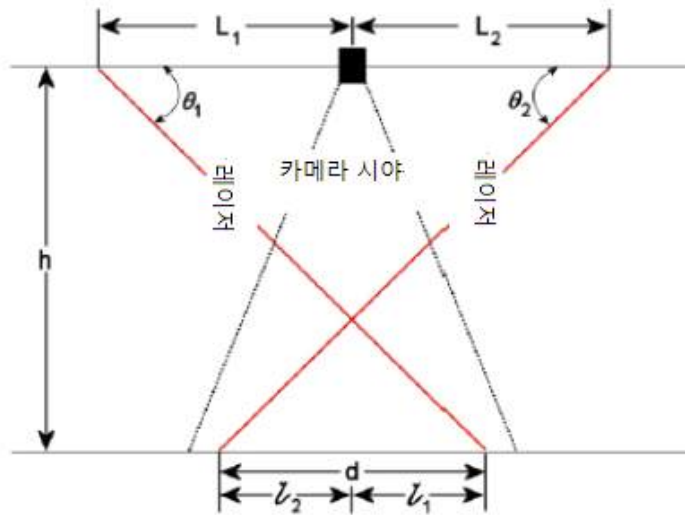


그림 2.4-52. 강성 장치 센서의 기하학적 구조

○ SBB, 스위스

- 스위스 철도 SBB (Schweizerische Bundesbahnen)은 중국과 TTCI 의 장치와 유사한 장치를 개발했으며, 2 개의 기하학적 구조 측정 장치를 사용



그림 2.4-53. 스위스의 궤도 강성 측정 차량

- Potacemeter를 이용하여 궤도강성을 레일을 따라 연속적으로 측정하는 기술을 프랑스 Caen대학(University of Caen and CETE-NC)에서 최근 시작하였음
- Potancemeter는 궤도상을 주행하는 차량(진동하며 회전하는 차륜)의 반복적인 차륜 회전력을 이용하여 연속적인 궤도강성을 측정할 수 있어 동적 궤도강성을 측정할 수 있는 장점이 있으며 하루에 약 15km연장의 선로를 주행하며 데이터의 수집과 분석이 가능함. 프로토타입 시험기는 INNTRACK 프로젝트에서 개발한 바 있음

표 2.4-3. Potancemeter 주요사양

항목	사양	비고
궤도노반에 대한 구름 차량 질량	1000 kg	M1
궤도노반에 가하는 재하중	수배 × (M1*g)	플랫폼의 강성에 따라 다름
진동의 폭	0.5mm	
진동주파수	35 Hz	
탐침깊이	0.6m	
차륜회전속도	1m/sec	3.6km/hr

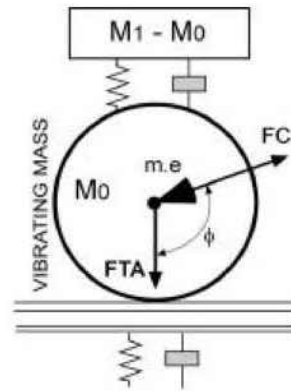


그림 2.4-54. Potancemeter를 이용한 궤도강성 측정개념



그림 2.4-55. Potancemeter 프로토타입

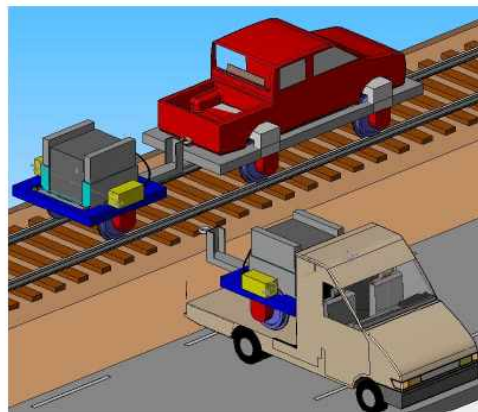
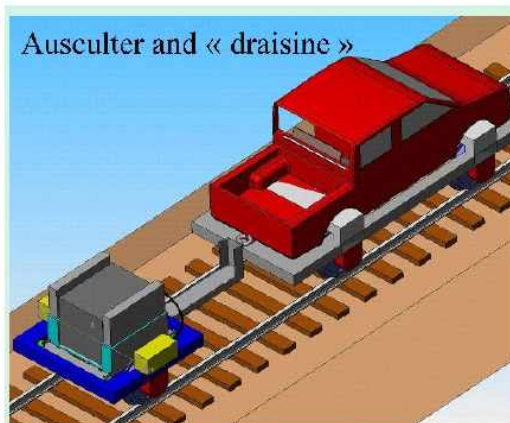
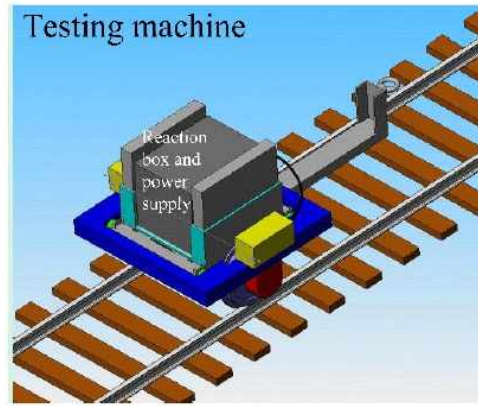
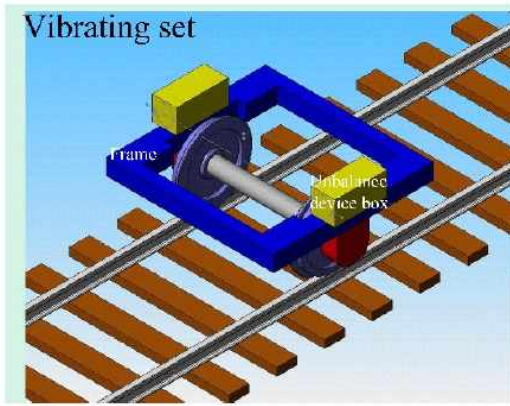


그림 2.4-56. 프로토타입 제1버전 구성 개념도

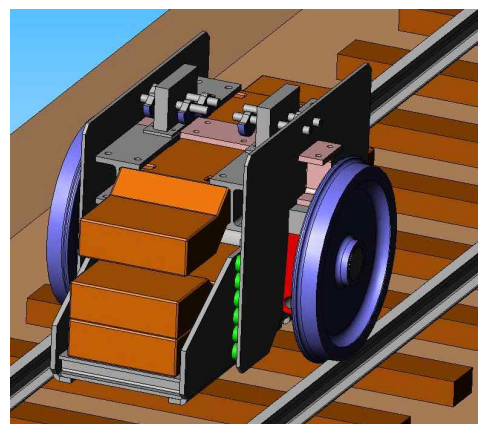
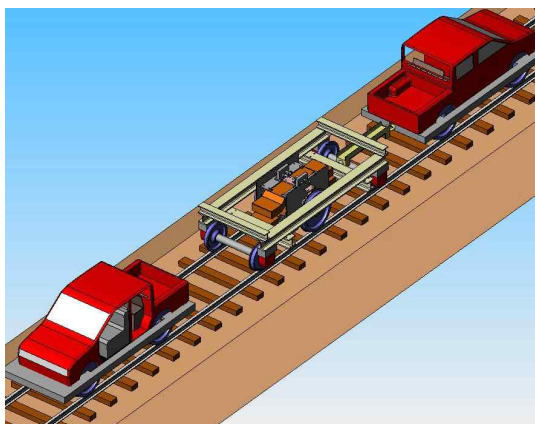


그림 2.4-57. 프로토타입 제2버전 구성 개념도

바. 궤도절대선형 평가 기술

- 전세계적으로 활용되고 있는 궤도절대선형관리시스템에서 대형보수장비에 부착하여 활용되고 있는 시스템 중에서 가장 두각을 나타내고 있는 것은 스위스 SERSA에서 개발된 PALAS 시스템임
 - 스위스 PALAS : 유지보수 장비 전방에 레이저 부착, 기준점 레이저 반사 원리 이용
 - 오스트리아 BACARA : PALAS와 동일한 원리, 장비에서 레이저 장치 분리하여 사용
 - 스위스 GRP : 1대의 광파기와 2개 이상의 프리즘, 한세트의 GRP장치로 구성
 - 독일 Kinematic : 기지점의 GPS와 궤도검측장비의 조합

* SERSA 개요

- 스위스에 본사를 두고 있으며 철도 궤도 건설 및 유지관리 전문회사임. SBB등 스위스 뿐만 아니라 독일 등 유럽 및 캐나다에 유지보수 관련 용역을 수행하고 있음.
 - 주요 사업영역은 자갈도상 궤도 및 콘크리트 궤도의 시공, 전차선 시공, 사업관리, 자갈치기, 도상다짐, 레일탐상, 레일용접 및 밀링, MTT, 크레인, 연마차, 발라스트크리너 등의 보선장비 운영 및 대여이고, 현재 SBB와 도상다짐, 레일연마, 레일용접 및 유지보수 인력공급에 대한 용역을 수행중임
- PALAS는 절대좌표를 이용한 궤도검측 시스템, SBB의 DB인 DFA시스템에 연동됨, 도상다짐 장비(MTT)에 부착하여 절대좌표에 의한 장파장 궤도틀림 정정작업이 가능함. 곡선반경 40m 미만의 미터 궤간 급곡선부에서의 도상다짐도 가능함
- 본 시스템의 설치 목적은 다음과 같음
 - 고속선 선형을 양질로 복원하기 위함
 - 선로상에서 운행되는 작업차량의 비용을 최소화하기 위함
 - 궤도보수의 양로량을 최소화하기 위함
 - 하부 구조물(infrastructure)의 지속성을 개선하기 위함

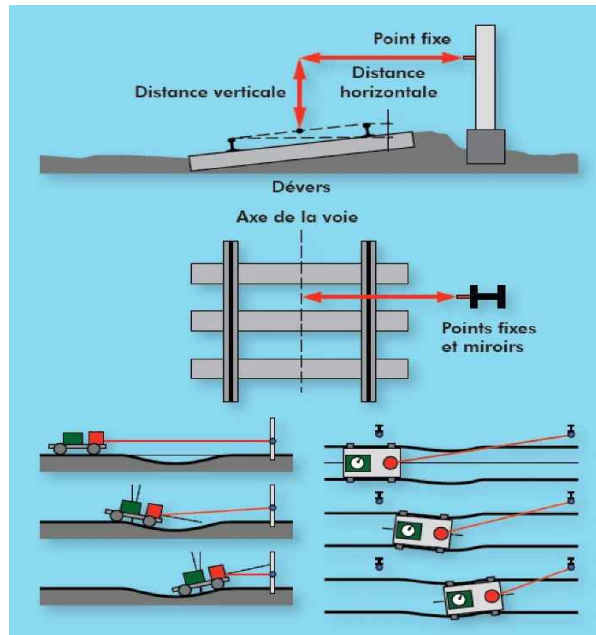
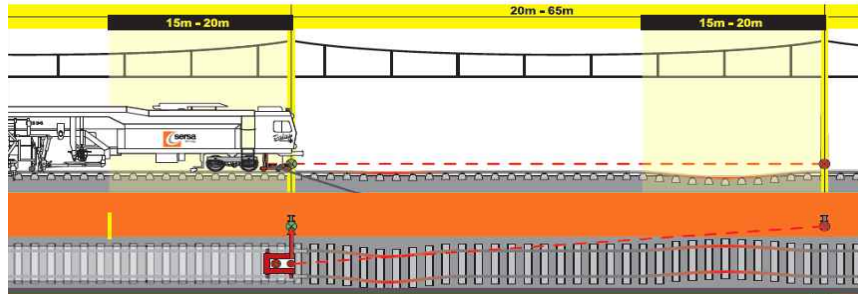


그림 2.4-58. 시스템을 활용한 궤도관리 개념

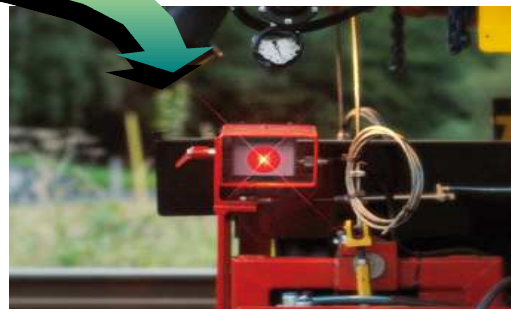


그림 2.4-59. 보수차량에 장착된 선형측정시스템

- 국내에서는 관련 기술개발이 진행되고 있지 않으며, 고속철도 유지관리 소속에서는 열차운행 동특성에 맞는 최적 선형 구축과 유지보수 최적화를 위해 트롤리 형태의 독일 “GEDO” 장비를 도입하여 유지보수에 활용 중

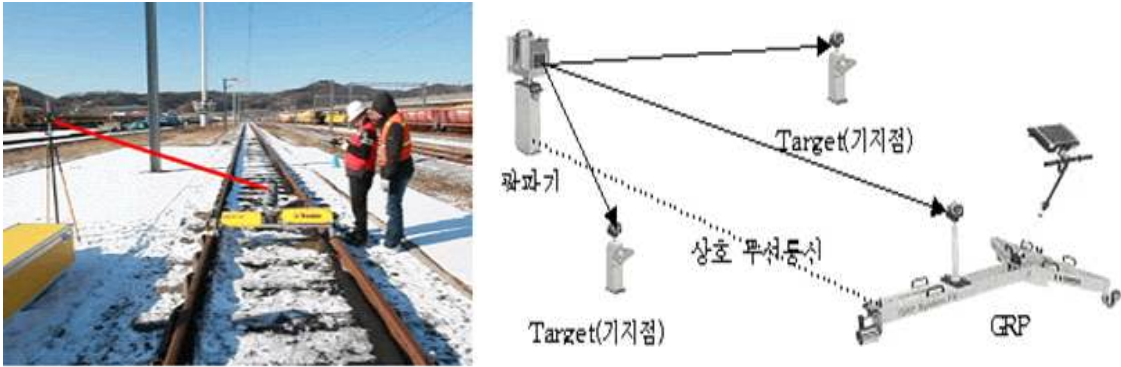


그림 2.4-60. 궤도절대선형 측정 장비

- GEDO장비는 궤도상 트롤리와 토탈스테이션을 사용하여 디지털처리된 선형데이터를 획득할 수 있으며 2-3명의 인력을 장비의 설치와 운용이 가능하고 선로당 2mm정도의 정밀도로 시간당 600m의 선로선형관리가 가능함



그림 2.4-61. GEDO 궤도절대선형 측정 장비

- 경부고속철도 2단계 구간 등을 비롯한 콘크리트궤도 시공구간에 궤도부설 정밀도 확보를 위하여 GRP시스템을 도입하여 사용



그림 2.4-62. GRP 궤도절대선형 측정 장비

사. 레일체결장치 응력 평가 기술

○ Aurora

- 미국 GREX에서 스캐닝 기술을 이용하여 레일, 침목, 체결장치의 상태를 평가함. 그러나, 스캐닝 기술은 표면에 나타난 균열, 파괴여부 판단에만 적용될 수 있으며, 체결장치의 내부 응력 상태를 평가하지는 못함.



그림 2.4-63. 스캐닝 기술을 이용한 궤도 상태 평가

- 국내 2012년 건설교통연구기획 사업 “고속화 인프라의 유지보수를 위한 고속종합검측차량 기술 기획”에서는 철도 검측 모듈 개발로 체결구의 결함을 탐지하는 모듈의 개발을 제안하고 있음. 이는 스캐닝 기술 기반으로 체결장치의 탈락, 표면 균열 감지 등에 적용되며 체결장치의 내부 결함/응력 상태를 평가하지 못함.

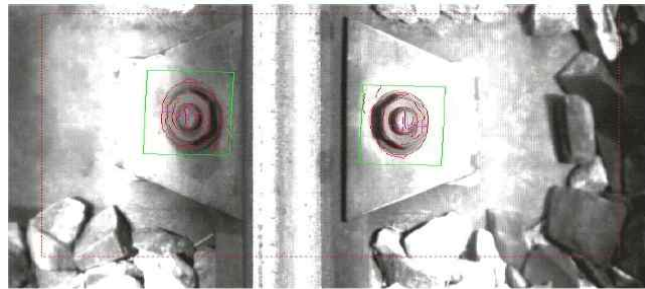


그림 2.4-64. 스캐닝 기술을 이용한 체결장치 상태 평가

- 열화상 비파괴 검사
 - 적외선 열화상 비파괴 검사 장비는 구조체의 온도를 이용하여 상태를 평가할 수 있음. 재료의 두께, 투과성, 열 확산성 등의 정량화, 표면뿐만 아닌 내부에 결함을 측정할 수 있으며, 매우 짧은 테스트 기간과 높은 검출 감도를 갖음.
 - 최근 여러 분야에서 응용되고 있는 기술이며, 레일 체결장치의 내부 응력 평가에도 활용 가능함.

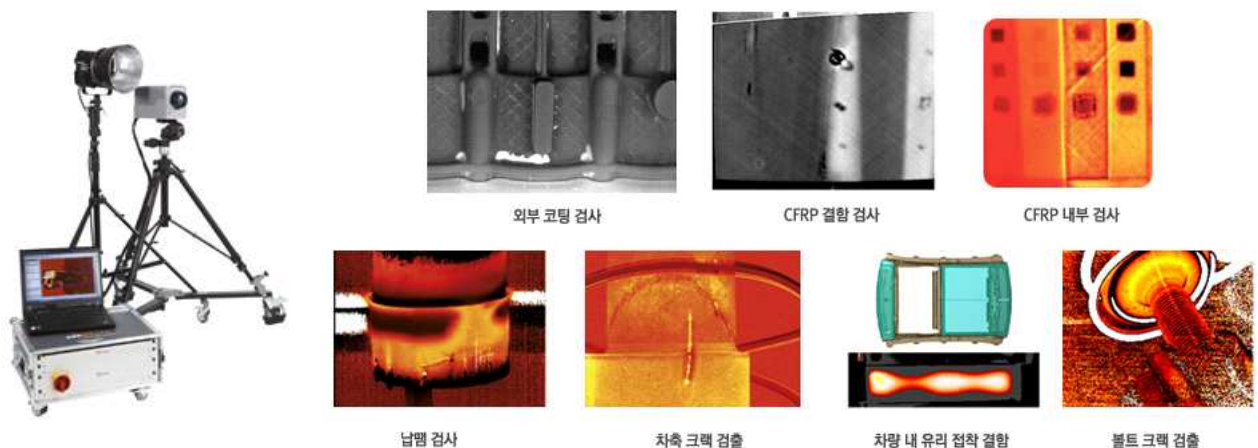


그림 2.4-65. 열화상 기술을 이용한 구조체의 상태 평가

2.4.2 특허동향 분석

- 미래형 철도기반기술 인프라분야 기술개발 특허동향조사(2009년, 특허청)에 따르면 인프라 분야의 특허동향조사 결과는 다음과 같이 요약됨
 - 전세적으로 인프라 관련 특허 점유율은 일본 특허가 1위를 차지하고 있음.
 - 미래형 철도기반기술 인프라분야 관련 특허 점유율에서 한국은 17.6%, 일본 48.6%, 미국 24.8%, 유럽 9.1%의 분포로 일본에서 관련 기술개발이 활발하게 이루어짐
 - 1980년대 후반부터 출원건수가 급속히 증가하고 있으며 현재까지도 지속적으로 활발한 출원이 이루어지고 있음
 - 철도 인프라 분야 중 한국은 노반분야 관련 출원이 중점적으로 이루어짐
 - 궤도, 노반, 교량, 터널분야를 포함하는 인프라 분야 관련 특허 706건 출원(2009년 기준)되었으며 이중 노반관련이 392건 차지
 - 궤도분야 관련 특허는 상위 4국의 평균의 38% 수준으로 상대적인 경쟁력이 떨어지는 분야임
 - 궤도분야의 공백기술은 “친환경 공법 및 저탄소 녹색” 기술이며, 노반분야의 공백기술은 “생물학적 보수/보강”, “저탄소/녹색 재료 및 친환경 공법” 기술임
 - 국내 특허증가율 분석을 통한 각광기술 조사결과 궤도위치확인기술, 노반침하보상/교정기술, 교량최적설계기술, 터널 친환경 공법 기술임

○ 궤도/노반평가 및 유지관리 분야

- 특허 분석 범위

구 분	분석 기준				
특허검색 DB	Thomson Innovation				
검색국가	미국	유럽	일본	한국	중국
	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록
분석구간	1990.01.01.~2013.02.08				
검색범위	Title, Abstract, Claim				
검색식	CTB=((Subgrade or road*bed or roadbed or track or track*bed or trackbed) and (ballast* or (concrete adj slab)) and (resistan* or gap or subsurface or performance or Deteriorat* or deformat* or displace* or degrad* or irregular* or damage or stiffness or modulus or crack or settlement or geometry) and (test or Inspect* or monitor* or evaluat* or detect* or appraisal or assessment or estimat* or assess or apprais*));				

- 궤도/노반 평가 및 유지보수 관련 분야의 전체적인 특허동향의 경우 1990년부터 현재까지 검색한 5개 지역 및 국가에서 총 236건의 특허가 출원되었으며, 최근 23년동안 매년 국가별 평균 2-3건의 특허가 지속적으로 출원되고 있음
- 국가별 출원추이를 보면 일본, 미국이 지난 23년동안 지속적인 관련 특허를 보유하고 있는 반면, 유럽 지역에서는 1990년대 중반부터 특허기술을 보유하고 있음
- 일본은 주요 관련기술의 우선권을 가장 많이 보유하고 있으며, 한국, 중국은 2005년부터 기술의 성장세가 높게 나타나고 있음

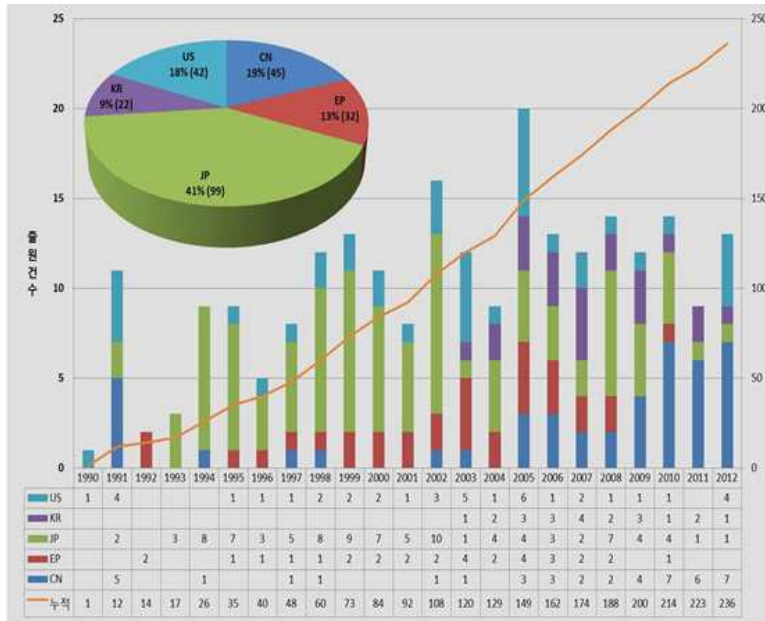


그림 2.4-66. 궤도평가 유지 보수 분야 국가/연도별 특허 동향

- 궤도유지보수기술(E기술)은 1990년 이후 지속적으로 특허가 출원되고 있으며, 특허 건수도 궤도상태평가기술(D기술)에 비해 상대적으로 많은 것으로 조사되고 있음.

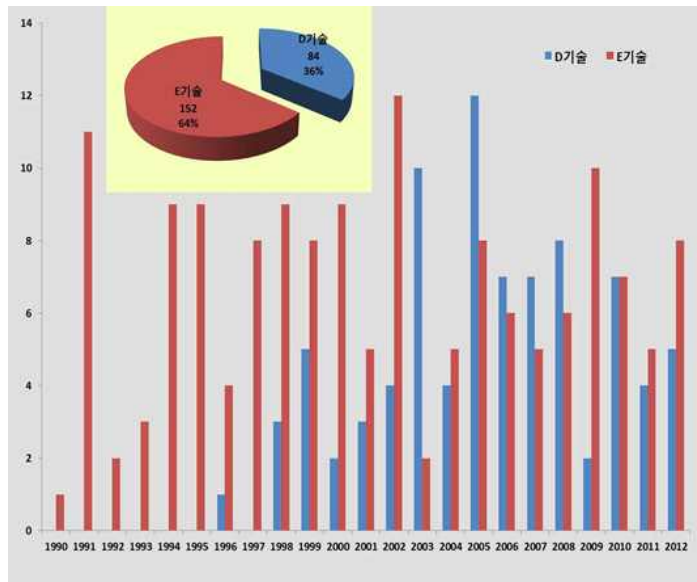


그림 2.4-67. 궤도평가/유지보수분야 연도별 특허 출원 추이

- 궤도상태평가 및 유지보수기술의 분야에서 FRANZ PLASSER BAHNBAUMAS IND GMBH, RTRI, GE, KRRI, EAST JAPAN RAILWAY,

MITSUBISHI HEAVY CO. 등이 특허출원 및 기술을 주도하고 있음. 다만 오스트리아 FRANZ PLASSER BAHNBAUMAS IND GMBH와 미국의 GE는 여러 국가에서 특허를 출원하고 있는 반면, 일본과 한국의 경우 자국에서만 특허를 출원하는 경향이 있음

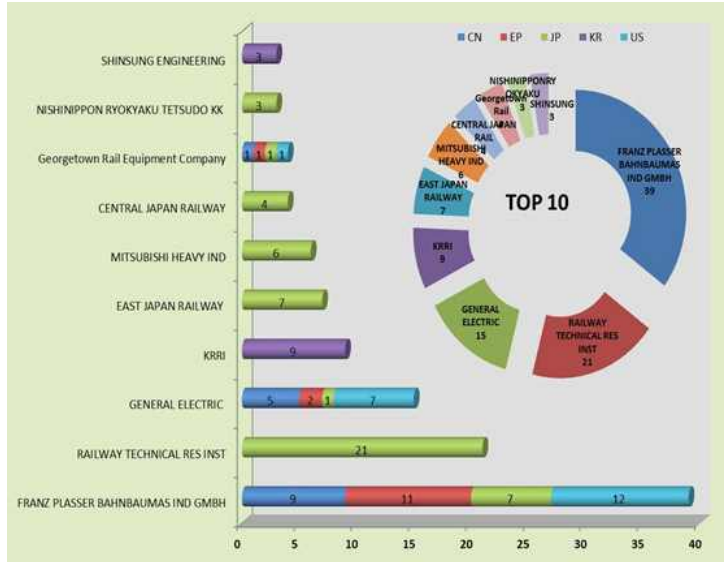


그림 2.4-68. 궤도평가 유지 보수 분야 출원인 분석

- 특허 검색을 수행한 23년동안 이 분야에서 특허를 가장 많이 출원/보유하고 있는 오스트리아 FRANZ PLASSER BAHNBAUMAS IND GMBH는 2005년 이후 더 이상의 특허출원이 없는 반면, GE, KRRI, RTRI, SHINSUNG ENG 등이 지속적으로 특허 출원을 계속하고 있음

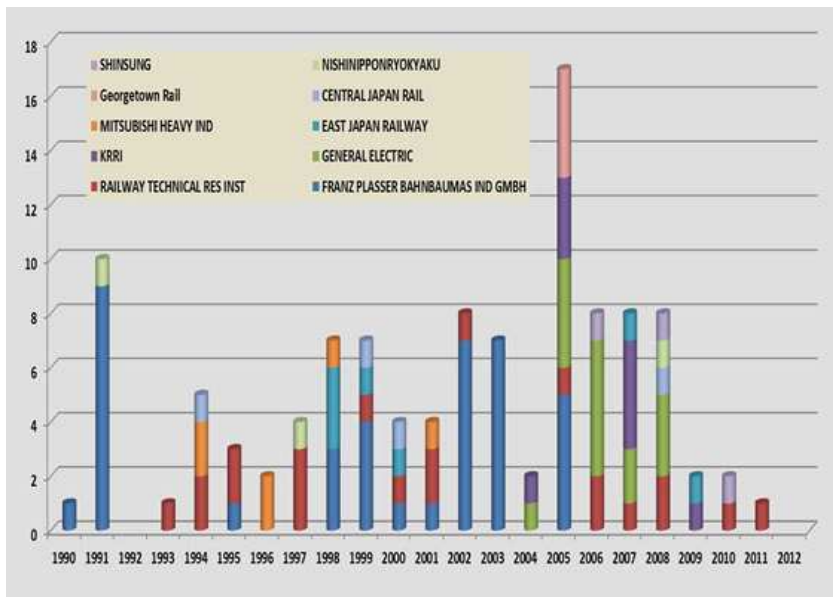


그림 2.4-69. 궤도평가 유지 보수 분야 출원인/연도별 특허출원 추이

- 기술분야별 특허확보 현황에서는 유럽은 궤도상태평가기술(D기술)에 보다 비중을 두고 기술개발이 이루어지고 있는 반면, 그 외 한국, 중국, 일본, 미국 등은 궤도유지보수기술(E기술) 분야에서 보다 활발한 기술개발이 이루어지고 있음을 확인할 수 있음.

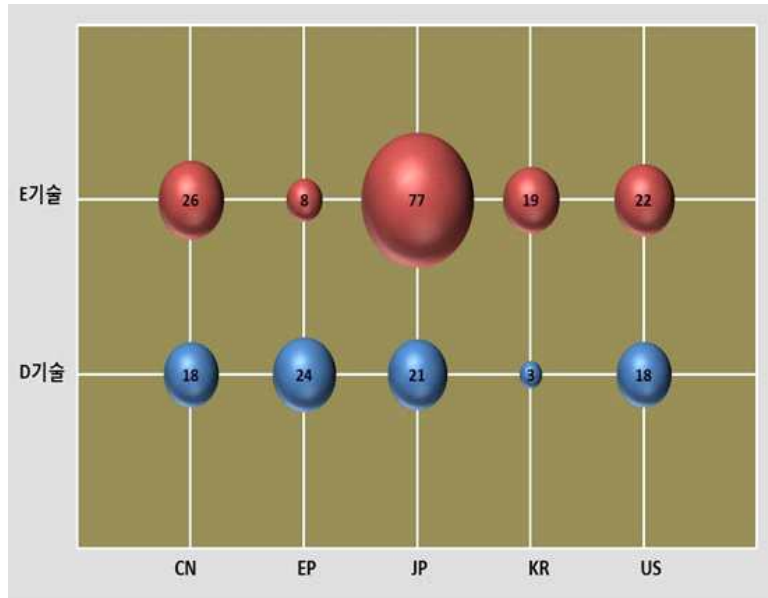


그림 2.4-70. 궤도평가/유지보수 분야 국가별 특허 출원 동향

- 특정국가에서 상업적인 이익 또는 기술경쟁 관계에 있을 때 해외에 특허를 출원하게 된다. 따라서 Family Patent 수가 많을 때 특허를 통한 시장성이 크다고 판단할 수 있으며, 이를 시장확보력의 지표로 사용할 수 있음

*국가별 시장확보지수(PFS)=(∑ 해당국가 특허별 패밀리)/해당국가 특허건수

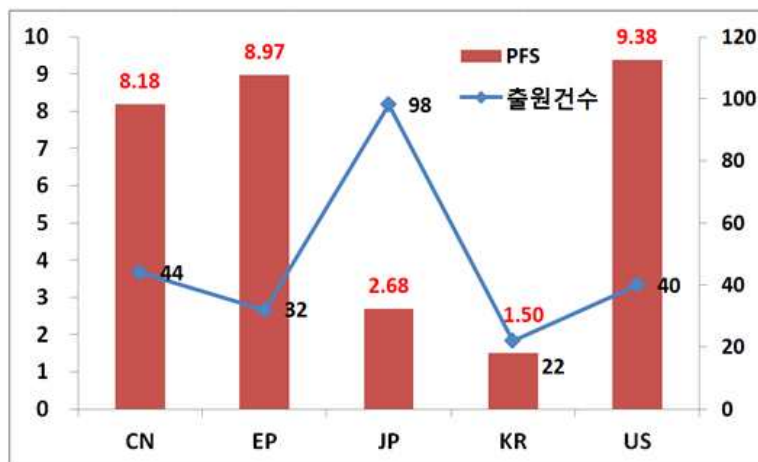


그림 2.4-71. 국가별 출원건수 및 시장확보지수

- 미국의 시장확보지수가 9.38로 가장 높게 나타났지만 일본의 경우 가장 많은 특허건수(98건)에도 시장확보지수가 2.68로 매우 낮게 나타나고 있어 기술 시장성에서는 상대적으로 낮게 평가될 수 있음.
- 원천기술 및 핵심 특허를 많이 보유한 정도를 나타내는 지표로 인용도 지수(CPP, Cites per patent)를 사용하는데 이는 특정국가의 특허들이 이후 등록되는 특허들에 의해 인용되는 횟수를 의미한다.

* 국가별 인용도 지수(CPP)=(∑ 해당국가 특허별 피인용수)/해당국가 특허건수

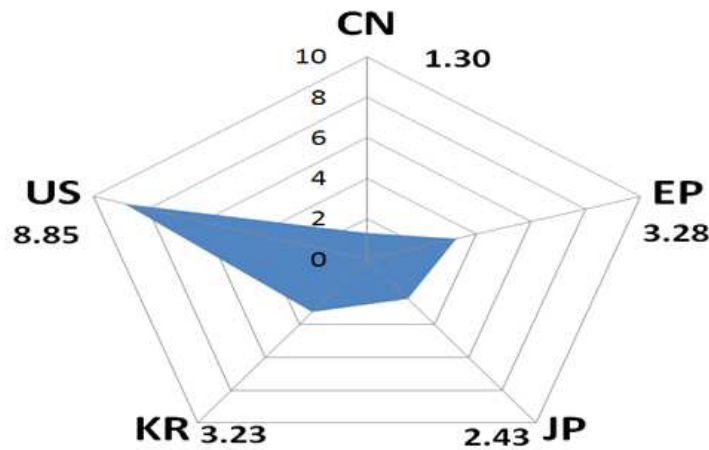


그림 2.4-72. 국가별 특허 인용도 지수

- 인용도 지수에서도 미국이 8.85로 가장 높게 나타내고 있지만 중국, 일본, 한국, 유럽 등은 상대적으로 낮은 지수를 보이고 있다.
- 자갈궤도구조에서는 발라스트의 유지보수에 관련된 다짐장비, 탬핑장비, 클리너 장비, 궤도 선형 복원에 관련된 장치, 부품 등에 관련된 특허가 주로 발표되었으며, 자갈궤도 상에서의 침묵의 종횡방향 저항력을 향상시킬 수 있는 방법 등에 대한 특허도 확인할 수 있었다. 상대적으로 역사가 짧은 슬래브궤도에서는 슬래브 궤도 자체 결함을 모니터링하고 보강하는 방법에 대한 특허가 최근 10년 이내에 출원되고 있다. 궤도의 상태 평가를 위한 방법들은 주로 원위치에서 수행하는 방법들이 주를 이루고 있으며, 이동식으로는 주로 표면을 영상에 기반한 평가방법에 대한 특허가 출원되고 있다.

- 주요 관련 특허

특허명	System and method for inspecting railroad track
출원인	Georgetown Rail Equipment Company
등록일	2005. 06. 30
핵심내용	이 시스템은 레이저, 카메라, 프로세서, GPS수신기나 위치정보 결정 장치를 포함하고 있으며, 침목간 거리, Tie 표면 결함, 체결장치 부품 결함, 레일마모, 발라스트 높이 및 자갈 크기, 레일 파손 및 분리 등을 검사

특허명	Instant vibration detecting method for soundness of ballastless track
출원인	Chengdu Chengyun Science & Technology Co. Ltd.,CN
등록일	2010. 04. 16
핵심내용	무도상궤도에서 침목의 균열정도와 무도상궤도의 건전도를 평가하는 방법

특허명	Method and machinery of tracking a track geometry
출원인	PLASSER BAHNBAUMASCHINEN IND GMBH FRANZ
등록일	2005. 09. 22
핵심내용	발라스트 클리닝 장비에서 사용을 위한 궤도의 선형 tracing 방법

특허명	Maintaining device for ballastless slab track
출원인	Beijing Jiaotong University,CN
등록일	2011. 04. 29
핵심내용	무도상 슬래브 궤도를 위한 유지보수 장비로써 슬래브궤도의 균열등을 보수하기에 적합한 방법이다.

특허명	A kind of high-speed railway board type ballastless track filling layer repairing method
출원인	Southwest Jiaotong University,CN
등록일	2011. 11. 07
핵심내용	High-speed railway ballastless track calcium aluminate mortar filling layer repairing method, involves excavating hole filling layer, and inserting thin-wall grouting sleeve into grouting hole 고속철도 슬래브궤도의 보수방법으로 calcium aluminate 모르타르 충전재를 사용하는 방법이다. 충전층에는 구멍을 포함하고 있으며 Thin-wall의 그라우팅 슬리브를 그라우팅 홀에 집어 넣어서 충전하는 방식

특허명	The conversion/repair construction method of an existing railway track orbit
출원인	TOGAWA Y,JP
등록일	2002. 11. 19
핵심내용	<p>시멘트밀크를 압입해서 노반 상부의 발라스트에 umbrella 형식의 디스크 형태 구조물을 만들어 줌으로 해서 궤도를 보수하는 방법</p>

특허명	Method for maintaining geometry of ballasted railroad track
출원인	KLAUDER JR LOUIS T
등록일	2006. 10. 23
핵심내용	<p>자갈도상궤도에서 선형을 유지보수하는 방법으로 아크와 접선에 따라 궤도를 조절하기 위해 궤도선형장치를 제어하는 계산 방법 등을 포함</p>

○ 레일 손상 평가 분야

- 특허 분석 범위

구분	분석 기준				
특허검색 DB	Thomson Innovation				
검색국가	미국	유럽	일본	한국	중국
	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록	출원, 등록
분석구간	1990.01.01~2013.02.08				
검색범위	Title, Abstract, Claim				
검색식	ctb=((Ultrasonic or (Eddy ADJ Current*) or (Infrared ADJ Thermography) or (Magnetic ADJ flux ADJ leakage) or (Crack or flaw or damage*) or (non adj destruct*) or nondestruct*) near4 (test or Inspect* or monitor* or evaluat* or detect*) near4 (rail*1 or rail)));				

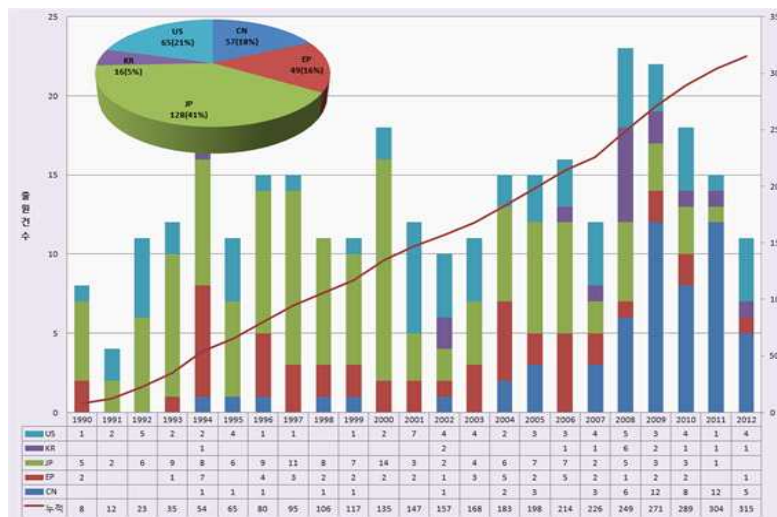


그림 2.4-73. 레일 손상 평가 분야 국가/연도별 특허 동향

- 국가별 출원추이를 보면 일본, 미국이 지난 23년 동안 지속적인 관련특허를 보유하고 있는 반면, 유럽 지역에서는 1990년대 중반부터 특허기술을 보유하고 있음
- 일본은 주요 관련기술 우선권을 가장 많이 보유하고 있으며, 중국은 전체 특허의 80%이상이 2007년부터 출원되고 있어 기술 성장세가 높게 나타남

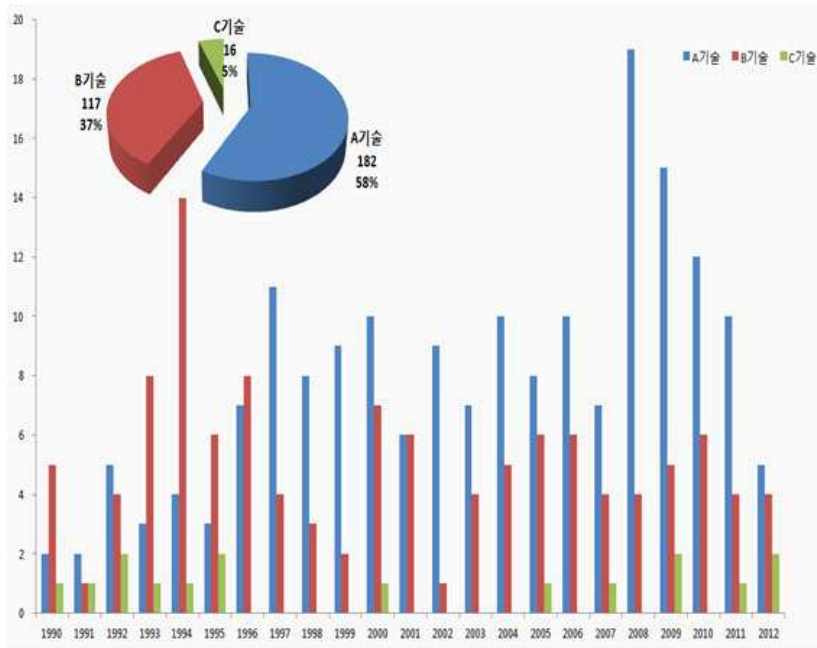


그림 2.4-74. 레일 손상 평가 분야 연도별 특허 출원 추이

- 비파괴 검사 및 평가기술(A기술) 분야에 대한 특허를 분석한 결과, 2008년을 정점으로 특허 출원이 다소 감소하고 있지만, 여전히 높은 기술비율을 차지하고 있음을 볼 수 있음
- 손상 평가기술 및 저감기술(B기술) 특허군은 비파괴 검사 및 평가기술 detecting, Hypereutectoid steel, Lubricating rail head 분야 특허가 최근 높은 성장추세에 있음

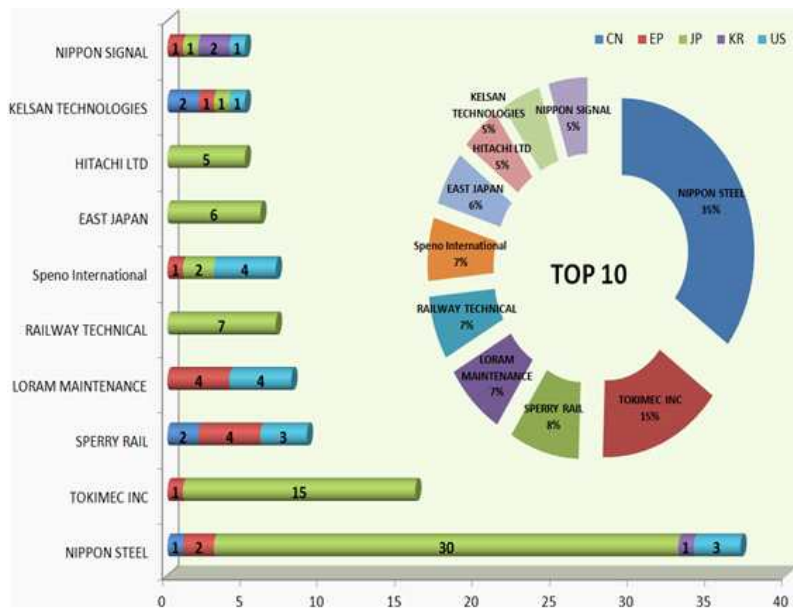


그림 2.4-75. 레일 손상 평가 분야 출원인 분석

- 철도레일 손상 기술분야 전반에 걸쳐 많은 특허를 출원한 상위 10개의 출원인을 분석한 결과, NIPPON STEEL이 37건으로 최다 출원인이며, TOKIMEC INC, SPERRY RAIL, LORAM MAINTENANCE, RTRI, Speno International, EAST JAPAN, HITACHI LTD, KELSAN TECHNOLOGIES, NIPPON SIGNAL 가 이 분야 기술을 주도하고 있음

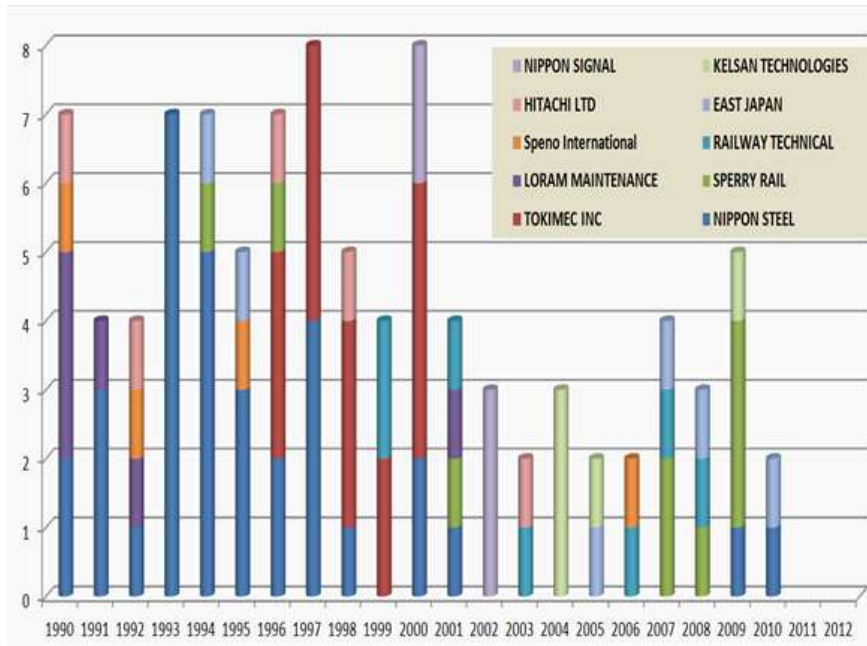


그림 2.4-76. 레일 손상 평가 분야 출원인/연도별 특허출원 추이

- 주요 출원인의 연도별 특허분석 결과, 이 분야 최다 출원인 NIPPON STEEL은 1990년대 까지 활발한 출원을 하다 주춤하고 있는 반면, SPERRY RAIL, RTRI, EAST JAPAN 등이 2000년 중반 이후 철도레일 손상평가 관련 기술을 선도하고 있음
- 출원국가별 세부기술 특허분포를 살펴본 결과, 미국, 한국, 일본, 중국, 유럽 특허는 모두 공통적으로 비파괴 검사 및 평가기술(A기술), 손상 평가기술 및 저감기술(B기술)에 집중하고 있음
- 특히 방사형 그래프 전체 모양에서, 일본이 비파괴 검사 및 평가기술(A기술), 손상 평가기술 및 저감기술(B기술)에서 가장 집중하는 것이 특징적임.

- 이것은 일본이 방사선, 초음파 등 비파괴 검사분야 전반에 대한 기술발달로 철도레일에 대해서도 적용을 확대하고 있는 것으로 보임. 한국은 2006년 이후부터 지속적으로 특허 확보를 하고 있으나, 선진국보다 낮은 수준임
- 기술분야별(중분류 기준) 특허 확보 현황을 살펴보면, 일본, 중국, 미국 등 대부분 국가에서 비파괴 검사 및 평가기술(A 기술), 손상 평가기술 및 저감기술(B 기술)에 역점을 두고있음. 유럽은 상대적으로 손상 평가 기술 및 저감기술(B 기술)에 대한 집중도가 높은 것이 특징적임
- 우리나라도 비파괴 검사 및 평가기술(A 기술) 분야에 중점을 두고 있지만 아직 저조한 수준임. 향후 손상 평가기술 및 저감기술(B 기술)에도 집중할 필요가 있음

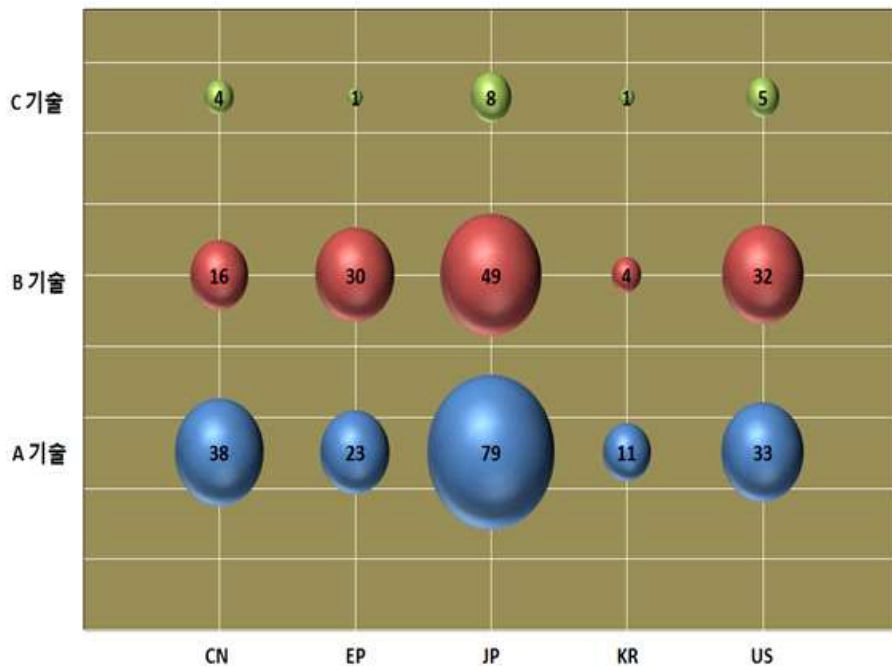


그림 2.4-77. 세부 기술별 국가별 특허 출원 동향

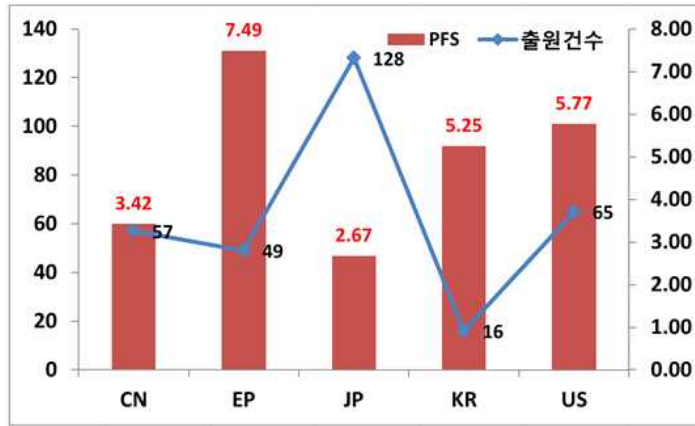


그림 2.4-78. 국가별 출원 건수 및 시장확보지수

- 유럽의 시장확보지수(PFS)가 7.49로 가장 높게 나타남. 유럽의 시장확보력이 상대적으로 높은것 으로 추정되며,
- 일본은 특허건수는 가장 많은 128건이지만, 시장확보지수(PFS)가 2.67로 가장 낮게 나타나고 있어, 기술시장성에서는 상대적으로 낮게 평가됨

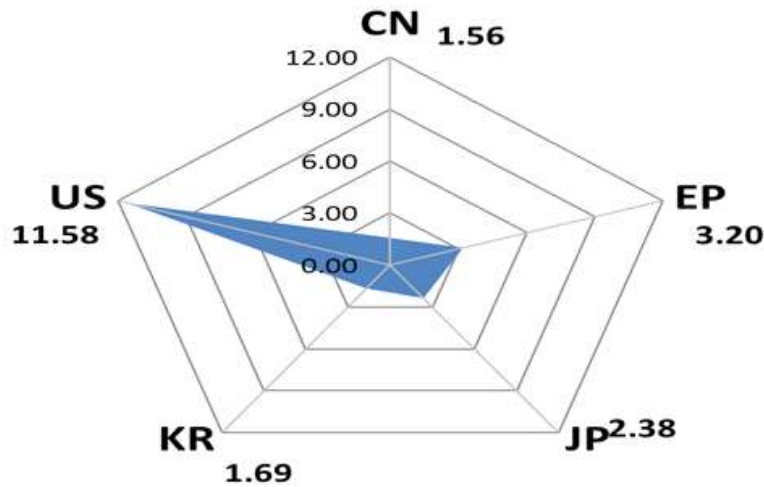


그림 2.4-79. 국가별 특허 인용도 지수

- 미국의 인용도 지수(CPP)가 11.58로 가장 높게 나타남. 유럽, 일본 등 경쟁국가보다 월등하게 높은 인용도로서, Portec Rail 및 Racine Railroad 등의 미국회사가 원천특허를 많이 보유한 것으로 추정됨
- 일본은 특허건수는 가장 많은 128건이지만, 인용도지수(CPP)에서도 2.38로 낮은 수준을 나타나고 있음

2.4.3 논문동향 분석

○ 궤도 평가 유지관리 분야

- 논문 검색 범위

구분	분석 기준
논문검색 DB	Thomson Innovation
분석구간	1990.01.01.~2013.02.08
검색범위	Title, Abstract, Claim
검색식	CTB=((Subgrade or road*bed or roadbed or track or track*bed or trackbed) and (ballast* or (concrete adj slab)) and (resistan* or gap or subsurface or performance or Deteriorat* or deformat* or displace* or degrad* or irregular* or damage or stiffness or modulus or crack or settlement or geometry) and (test or Inspect* or monitor* or evaluat* or detect* or appraisal or assessment or estimat* or assess or apprais*));

- 궤도 평가 및 유지관리 분야에 관련된 과거 20년 동안의 논문을 조사한 결과, 약 140여 건의 논문이 조사되었으며, 주로 호주 Wollongong, Iran 대, SW Jiaotong대, 미국 Illinois대, 영국 Southampton대, 영국 Nottingham대 등에서 이 분야의 연구 논문을 선도하고 있는 것을 확인할 수 있음.

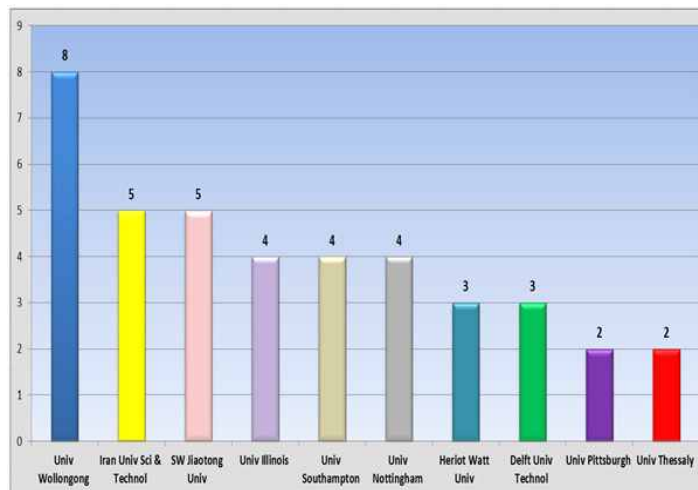


그림 2.4-80. 궤도평가 및 유지보수 분야 논문현황

- 궤도평가방법에 대한 연구논문은 자갈도상궤도 및 노반의 열화 등을 이 동식으로 평가하는 방법으로 표면과시험법과 GPR(Ground Penetrating Radar)를 이용한 장비 개발과 연구가 이루어지고 있으나, 주로 GPR에 대한 연구가 보다 간편한 방법으로 빠르게 수행된다는 장점으로 보다 실용적인 측면에서 보다 많은 연구가 이루어지고 있음.
- GPR에 대한 연구 내용으로는 열차 신호로 인한 간섭 및 레일의 반사 등을 제거하는 등의 Data 분석법에 대한 연구와 GPR을 이용해서 열화 등급을 평가하기 위한 새로운 시도들과 이를 활용한 예방보수로 유지보 수비용절감을 위한 노력의 연구가 계속되고 있음.
- 이 외에도 정지상태에서 궤도 하부구조의 탄성계수를 산정하기 위한 FWD시험법에 대한 연구와 이를 활용한 역해석 등의 연구가 수행되고 있다.
- 자갈도상궤도의 유지보수비용 절감을 위한 방법으로 토목섬유 (Geotextile, Geogrid 등)를 활용하여 자갈도상궤도를 최적보강하는 분야 에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있음.
- 대표적인 유지보수 방법인 탬핑방법을 보다 효과적으로 수행하려는 연 구와 이 과정에서 궤도의 횡저항력을 측정하는 등의 연구가 수행되고 있음.
- 주요 관련 논문

논문명	Integer Programming to Optimize Tamping in Railway Tracks as Preventive Maintenance
저자	Vale, C Ribeiro, IM Calcada, R
발표년도	2012
핵심내용	발라스트 궤도에서 탬핑작업을 최적화하기 위해 설계된 모델을 설명하고 있다. 탬핑을 계획하고 예측하기 위해서 4가지(시간에 따른 궤도 열화의 진전, 궤도 레이아웃, 유지보수작업 시점에서 궤도품질에 대한 궤도 품질 회복의 의존성, 최대로 허용 가능한 열차속도에 의존하는 궤도 품질 한계) 를 고려하였다.

논문명	Model track studies on fouled ballast using ground penetrating radar and multichannel analysis of surface wave
저자	Anbazhagan, P Su, LJ Buddhima, I Cholachat, R
발표년도	2011
핵심내용	발라스트 fouling의 재료와 정도에 따라 궤도가 상당히 영향을 받으며, 열화될 수 있다. 그러나 지금까지 다른 종류의 fouling재료에 대한 fouling의 critical 정도를 확인할 수 있는 종합적인 가이드라인이 없었다. 이 논문에서는 비파괴시험법, 즉 표면파시험법과 GPR기법을 이용해서 fouling 종류와 정도를 확인하는 방법을 설명하고 있다. 탄성과 탐사기법이 GPR에 비해 상대적으로 느리지만 보다 양질의 결과를 준다. 반대로 GPR은 fouling의 깊이를 평가하는 데에 보다 빠르고 좋은 결과를 주는 것으로 평가되고 있다.

논문명	Tests on lateral resistance in railway tracks during the operation of a tamping machine
저자	Koc, W Wilk, A Chrostowski, P Grulkowski, S
발표년도	2011
핵심내용	탬핑머신을 이용해서 track alignment 과정에서 횡저항력 시험을 수행하는 개념에 대한 설명하고 있다.

논문명	Vertical Track Stiffness as a New Parameter Involved in Designing High-Speed Railway Infrastructure
저자	Gallego, I Munoz, J Rivas, A Sanchez-Cambronero, S
발표년도	2011
핵심내용	자갈도상궤도에서 설계에 이용되는 기준은 상부구조요소, 교통영향인자, 노반지지력 등이 고려된다. 상부구조요소는 상대적으로 잘 정의된다. 교통영향인자는 축갯수, 축당 하중, 속도 등에 따른 변수이다. 마지막으로 노반은 변형과 침하 등 궤도의 거동에 상당한 영향을 준다. 이것은 노반의 퀄리티와 수직궤도강성 사이의 관계에 기인한다. 이 논문은 수직궤도강성을 다른 종류의 하부구조의 함수로써 다루고 인프라 설계에 사용될 수 있는 그래프와 수식을 제시하였다.

논문명	Data Analysis Techniques for GPR Used for Assessing Railroad Ballast in High Radio-Frequency Environment
저자	Al-Qadi, IL Xie, W Roberts, R Leng, Z
발표년도	2010
핵심내용	GPR은 철도 궤도 하부구조 특히 발라스트의 상태를 평가하기 위한 빠르고 효과적이고 연속적인 방법이다. 그러나 GPR 시스템은 현장조사에서 무선고주파의 간섭과 레일에서의 강한 반사를 포함한 몇가지 어려움을 접하게 된다. 이 연구에서는 이러한 간섭과 반사파를 제거하고 깨끗한 GPR 데이터를 얻기 위해 적절한 기법이 사용되었다.

논문명	An inspection of railway ballast quality using ground penetrating radar in Finland
저자	Silvast, M Nurmikolu, A Wiljanen, B Levomaki, M,
발표년도	2010
핵심내용	본 논문에서는 예방보수계획시스템을 개발하고 발라스트 열화 등급을 GPR 베이스로 하기 위한 목적의 연구 프로그램 결과를 제시하고 있다. GPR-based classification 방법을 개발하기 위해 샘플링과 실내시험 분석이 이루어졌다. GPR 신호로부터 계산된 fouling index에 의해 classification이 만들어지고, 이는 undercutting 프로그램의 계획에 사용될 수 있다.

논문명	1. Railway track maintenance using the stoneblower
저자	2. Fair, PI Anderson, WF
발표년도	2003
핵심내용	Stoneblowing법은 잘 다져진 발라스트층의 교란을 최소화하기 위한 유지관리 기법이다. 이 논문은 Stoneblowing 이전, 도중, 그리고 이후의 궤도 퀄리티 데이터를 비교했다. 결과, Stoneblower의 개발과 과정을 최적화하기 위한 guidance를 제공하고 이에 대한 보다 좋은 이해의 자료를 제공했다.

○ 레일 손상 평가 분야

- 논문 검색 범위

구분	분석 기준
논문검색 DB	Thomson Innovation
분석구간	1990.01.01.~2013.02.08
검색범위	Title, Abstract, Claim
검색식	ctb=((Ultrasonic or (Eddy ADJ Current*) or (Infrared ADJ Thermography) or (Magnetic ADJ flux ADJ leakage) or (Crack or flaw or damage*) or (non adj destruct*) or nondestruct*) near4 (test or Inspect* or monitor* or evaluat* or detect*) near4 (rail*1 or rail));

- ERRAC(The European Rail Research Advisory Council)에서는 2020 시나리오를 현재와 비교하여 레일 손상 분야에 유지보수 비용의 10 % 절감을 목표로 연구를 진행하고 있으며 UIC의 비유럽국가(특히 일본)들 간의 공동연구프로젝트(JRP)를 통하여 1998년부터 지속적으로 레일 접촉 문제에 관한 연구를 수행해 오고 있으며, 이 연구에서는 차륜과 레일의 손상도 분석을 위한 접촉역학, 피로, 마모 등에 연구를 지속적으로 수행해 오고 있음.

- 스웨덴에서는 Charmec Univ.를 중심으로 차륜마모손상 및 레일파상마모, 프로파일 최적화에 대한 연구를 집중적으로 수행하고 있음. 영국의 RSSB에서는 Strategic Vehicle-Track Interaction 모델내에 마모 및 RCF를 예측할 수 있는 Whole Life Rail Model을 개발하고 있음.

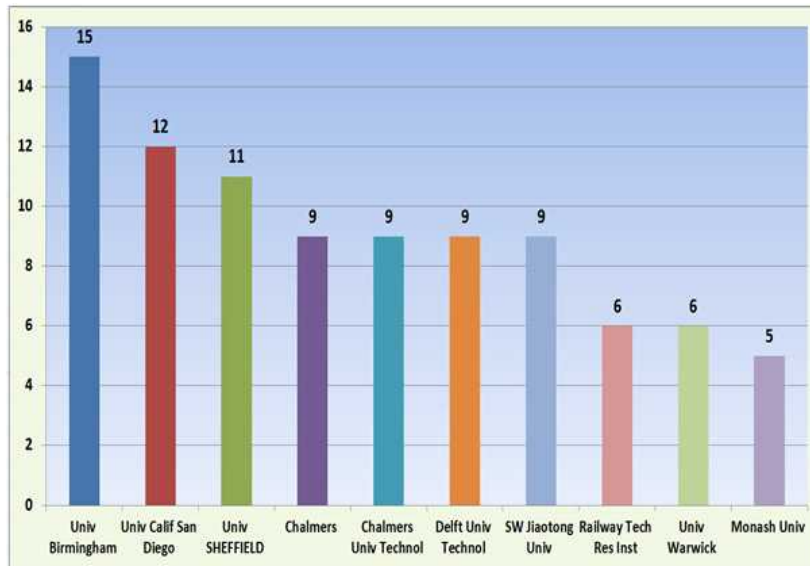


그림 2.4-81. 레일손상평가분야 논문현황

- 미국에서는 FRA, AAR을 중심으로 하여 연구를 수행하고 있으며, 균열 발생보다는 균열진전 메커니즘 분석 및 레일 안전성 평가에 관한 연구를 수행하였음. 미국에서는 1980년대 TTCI에서 균열이 발생된 레일로 이루어진 시험노선에 시험차량을 지속적으로 운행함으로써 누적통과톤수에 따른 균열성장량 및 성장패턴을 측정하고 있으며, 또한 비파괴장비를 통한 균열탐지성을 평가함으로써 미처 발견되지 않은 균열에 의한 레일파괴가능성도 평가하였다. 이러한 결과를 바탕으로 하여 균열발생 및 성장에 관한 시뮬레이션 모델을 개발함. AAR의 자금지원으로 TTCI에서는 레일의 마모한도에 관한 연구 진행하고 있음.
- 레일 손상에 관한 연구는 유럽을 중심으로 하여 활발하게 이루어지고 있으며 최근에는 일본, 중국 등에서도 연구가 수행되고 있음. 유럽의 연구는 ERRI, RSSB 등의 예산지원으로 학계, 연구소, 산업체 등의 컨소시엄의 형태를 이루어 수행되고 있으며, 지속적인 연구개발에 대한 투자

로 꾸준한 연구가 수행될 수 있도록 하고 있음. 레일 손상 분야에 대표적인 연구기관으로는 스웨덴의 Charmec, 네델란드 TU Delft, 영국 Birmingham, Manchester metropolitan, Newcastle, Sheffield 대학이 있으며, 산업체 및 연구기관으로는 AEA Technology, Corus Railway Technology, DB, SNCF 등이 있음. 미국에서는 Volpe 센터를 중심으로 TTCI 등에서 연구를 수행하고 있으며, 아시아에서는 CARS, RTRI 등에서 연구를 수행하고 있음.

- 유럽에서는 UIC/WEC를 중심으로 1997년 “Rail Defect Management“ 프로젝트를 시작하였고, 1997년 FRA, Volpe가 참여하였으며 현재에는 AAR, TTCI, China Railways, China Academy of Railway Science, East Japan Railways, ERRI, India Railway Research Designs and Standards Organization, Queensland Rail(Australia), RTRI, Russian Railway Research Institute, Spoornet(South Africa), FRA, Volpe 등이 참여하고 있어 레일손상에 관한 심도 있는 연구가 수행되고 있음.
- 일본 RTRI에서는 Ishida 등이 Roller rig 시험기를 이용하여 윤활, 표면 조도, 잔류응력 등이 레일손상에 미치는 영향을 분석, 레일의 파상마모를 줄이기 위하여 마찰완화재를 사용하는 방안 연구, Shot peening 법에 의한 차륜 플랜지부의 내마모성 향상 방안 연구를 수행한 바 있음.

2.4.4 기술경쟁력 분석

가. 철도기술 수준 분석

- 2012년 말 기준으로 국내 고속철도 기술수준은 최고기술보유국(100%)대비 78.83% 수준으로 나타남

* 고속철도 기술수준 분석연구 분기보고서(2013.03), 한국철도기술연구원



그림 2.4-82. 고속철도 1차분류별 기술수준

- 각 분야별로 운영(88.33%) > 환경(85.45%) > 신호/제어(85.00%) > 급전/전차선(84.00%) > 차량(80.00%) > 궤도/토목(72.22%)의 수준을 나타냄
- 궤도/토목 분야는 고속철도 1차분류 중 유일하게 전체 고속철도 기술수준에 미치지 못하는 것으로 나타남
- 궤도/토목분야의 기술별로 구분해 보면 궤도구성품 기술, 궤도해석기술, 궤도유지보수 기술, 구조물해석 및 설계기술, 구조물 시공기술, 구조물 성능평가 및 성능향상 기술 등과 같이 크게 6가지로 구분됨
- 철도구조물 성능평가 및 성능향상기술, 철도구조물 해석 및 설계기술, 궤도 유지보수기술은 궤도/토목분야의 기술수준 평균에 미치지 못하는 것으로 나타남

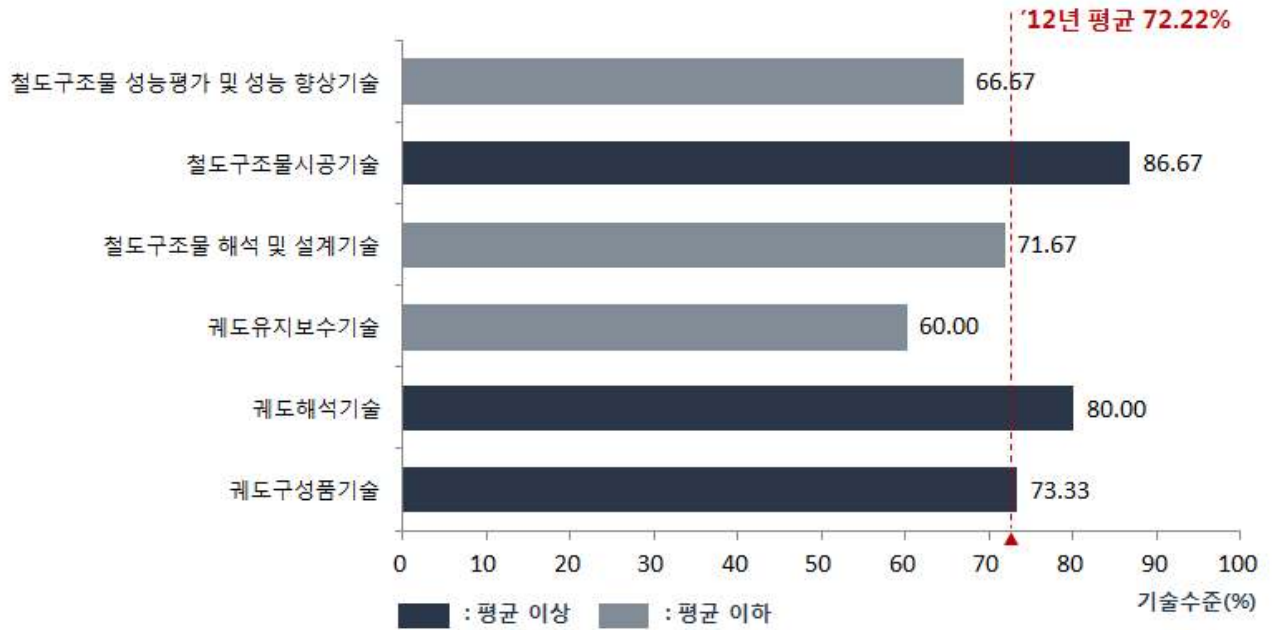


그림 2.4-83. 궤도/토목분야 기술수준

- 각 카테고리별 세부기술로별 분류하여 세계최고 국가 수준과 비교한 결과는 다음과 같음

표 2.4-4. 궤도 및 토목시스템 세부기술수준

1차 분류	2차 분류	3차 분류	세계최고 기술보유 국가 및 기관	한국 기술수준 (%)	기술 개발 중요성	기술 개발 시급성
궤도 / 토목	궤도 구성품 기술	체결장치	영국, 독일	80	4	4
		방진장치	영국, 미국, 일본, 독일, 오스트리아	80	3	4
		침목	독일, 오스트리아, 영국, 일본	80	4	4
		콘크리트궤도	독일, 미국, 프랑스, 일본	60	5	5
		분기기	독일 BWG, 프랑스 Cogifer, 일본	80	5	5
		레일신축이음매	독일 BWG, 프랑스 Cogifer	60	3	2
	궤도 해석 기술	차량-궤도-하부구조 상호작용해석기술	일본 RTRI, 호주 Queensland, 대만대, 네덜란드 Delft	80	4	4
		궤도-교량중방향상호 작용해석기술	유럽 ERRI, 한국 KRRI, 일본	100	4	2
		선형 설계 기술	영국 BR, UIC, 스웨덴 VTI, 일본 RTRI	60	4	4
	궤도 유지 보수 기술	궤도검측 및 탐상기술	이탈리아 MERMEC, 오스트리아 Plasser&Theurer, 독일 BvSys, 프랑스 Cybernetix, 일본 JR-East	60	4	4
궤도틀림 관리기술		이탈리아 MERMEC, 일본RTRI, 영국 Railtrack, 미국 HascoTrackTechnology,	80	4	4	

			오스트리아 Linsinger			
		레일 용접기술 및 용접부 관리 기술	우크라이나 EOPaton, 프랑스솔레터社, 프랑스 Railtech사, 독일 골드슈미츠社, 미국 Holland社	40	3	3
철도 구조물 해석 및 설계 기술		철도 교량 설계기준 개발 및 적용	유럽, 일본	70	5	5
		철도교량 해석기술	일본 RTRI, 대만 대북대학교, 중국 북경교통대학교, 스페인 마드리드대학	90	5	4
		철도노반 해석기술	미국, 네델란드 Delft공대	80	4	4
		철도노반 설계기술	유럽 UIC, 일본 RTRI, 미국 AREMA	70	5	5
		철도터널 설계기술	Lovat, Herrenknecht, NFMtechnology, Wirth, Robbinscompany 등	60	4	4
		철도터널 해석기술	영국 Cambridge university, 프랑스 LCPC, 네델란드 GeoDelft	60	4	4
철도 구조물 시공 기술		철도 교량 시공기술 현대화 및 자동화	유럽, 일본, 미국	100	4	3
		철도 노반 시공기술 현대화 및 자동화	유럽, 일본, 미국	100	3	3
		철도터널 시공기술	유럽	60	4	4
철도 구조물 성능 평가 및 성능 향상 기술		철도교량 유지관리 자동화	미국 도로교통국, 영국 MottMacdonal	60	5	5
		철도교량 성능평가 기술	미국 NEES	80	4	4
		철도노반 유지관리	일본	70	4	4
		철도노반 성능평가 기술	미국, 유럽, 일본	70	4	4
		철도터널 유지관리	스위스 Ambergmeasuring technique.ltd	60	4	4
		철도터널 성능평가 기술	Maccaferri 社	60	4	4

* 중요성 및 시급성 평가는 5점 척도로 함 : 5점 (매우 높음) / 4점 (높음) / 3점 (보통) / 2점 (낮음) / 1점 (매우 낮음)

- 코레일에서는 철도운영자 중심의 국민체감형 연구개발 및 기술력 향상을 위한 기술전략 방향과 목표를 설정하기 위해 기술수준을 측정 ('12.11)
- 철도기술의 평가항목들 간 상대적 중요도를 평가하기 위하여 철도기술을 기능, 시스템, 요소별 분류기준에 의한 1차 분류 3개, 2차 분류 17개, 3차 분류 61개로 하여 핵심적인 기술 분야별 항목들을 도출



그림 2.4-84. 철도기술트리

- 철도 기술 트리를 기준으로 철도기술은 크게 개발, 유지관리, 지원으로 구분. 최고기술 100점 만점을 기준으로 개발 분야 83.1, 유지관리 분야 83.5, 지원 분야 81.5점이며 프랑스 대비 평균 6.2, 일본과는 8.0의 점수 격차를 보였음

표 2.4-5. 국가별 기술 분야별 기술수준 비교

구 분	기술수준(100점 만점)			선진국 대비	
	한국	프랑스	일본	프랑스	일본
평균	82.7	88.9	90.7	6.2	8.0
개발 분야	83.1	89.7	91.4	6.6	8.3
유지관리 분야	83.5	89.6	90.9	6.1	7.4
지원 분야	81.5	87.5	89.9	6.0	8.4

- 최고기술보유국과의 기술격차를 조사한 결과, 개발 분야는 7.6년, 유지관리 분야는 7.2년, 지원 분야는 6.4년의 기술격차를 보여, 평균 7.1년의 기술격차가 있는 것으로 분석

표 2.4-6. 분야별 기술격차

구 분	평균	개발 분야	유지관리 분야	지원 분야
기술격차(년)	7.1	7.6	7.2	6.4

- 유지관리 분야의 철도 기술을 프랑스, 일본과 비교한 결과 기술격차가 크며 선로와 신호/통신의 유지관리 기준 분야에서 기술격차가 큰 것으로 나타남

표 2.4-7. 유지관리 분야 선진국대비 기술격차

대분류	소분류	기술수준(100점 만점)			최고기술포유국	기술격차(년)
		한국	프랑스	일본	국가명	
전력	유지관리 기준	91.0	92.5	93.5	-	-
	검측 / 측정 / 평가	90.0	92.5	93.5	-	-
	유지관리 공법	90.0	93.0	93.0	-	-
차량	유지관리 자동화	84.5	88.8	92.3	일본	6.7
	모니터링	84.4	89.6	90.9	일본	5.8
	유지관리 장비	82.3	90.7	92.4	일본	6.7
	기지 구축	84.2	91.1	93.1	프랑스	5.5
선로	궤도토목 유지관리 기준	80.3	89.3	90.9	프랑스	12.3
	궤도토목 유지관리 재료	79.7	87.6	90.8	일본	9.6
	궤도토목 유지관리 공법	80.4	88.0	90.8	일본	10.0
	궤도토목 모니터링	77.2	88.2	90.1	일본	11.0
신호/통신	열차제어 유지관리 기준	86.5	90.4	91.2	-	5.0
	절도통신 유지관리 기준	81.5	89.9	91.1	-	12.5

- 이상의 철도기술수준 분석결과를 종합해 보면 국내에서는 궤도평가와 가장 밀접한 관련이 있는 궤도검측 탐상 기술과 같은 모니터링, 레일용 접기술 및 용접부관리기술에 대한 기술수준이 가장 떨어지는 것으로 분석되므로 이를 반영한 기술개발이 필요할 것으로 판단됨.

나. 국내 인프라 및 기술 인력 현황

(1) 궤도검사 및 유지보수 장비 현황

- 각 기관의 유지보수 특성에 맞는 궤도 검사 및 유지보수 장비를 보유하고 있음
 - * 대부분 유지관리절차에 따라 궤도상태 파악을 위한 궤도검측차 및 레일탐상차와 유지보수용 장비를 보유하고 있음
- 한국철도공사에서는 궤도검사 및 유지보수를 위한 대형장비 298대를 보유하고 있으며, 검사 및 정밀한 보수 작업을 필요로 하는 고가의 장비는 대부분 해외에서 수입됨.
- 선진철도 운영국에서 활용하고 있는 비파괴 형식의 궤도평가 장비 중 궤도선형검사 및 레일결합을 위한 장비만 보유하고 있음
 - * 대부분의 장비는 현상을 파악하기 위한 장비로 시설물의 성능향상 및 유지보수 저감을 위한 근본적인 상태평가 장비로서 기능은 부족함
(예, 궤도강성, 노반침하, 자갈열화, RCF의 검출 등을 위한 장비가 없음)
- 소형보수장비는 레일보수, 도상보수, 장대레일 재설정 등과 관련된 장비가 주를 이루고 있음
- 소형검사장비로는 궤도선형검측기 및 레일초음파탐상기와 같이 장비에 한해 다수를 보유하여 선로검사 시 주로 활용
 - * 분기기검사기, 레일축력측정기, 궤도선형측량기 등의 장비는 연구, 시험 목적으로 도입하여 국내 적용성 등을 검토하는 단계에 있음

※ [참고] 주요검사장비 설명

□ 유지보수 장비 보유현황

○ 한국철도공사 (KORAIL)

장 비 명	보유수	중량 (Ton)	용 도
합 계			
멀티폴타이탬퍼 Multiple Tie Tamper	42	50.5 58.7	총다지기 및 궤도틀림상태 (줄맞춤, 면맞춤, 수평, 비틀림 등) 정정작업.
멀티폴타이탬퍼(SMTT) Multiple Tie Tamper	2	50	국부다짐 및 궤도틀림상태 (줄맞춤, 면맞춤, 수평, 비틀림 등) 정정작업.
밸러스트콤팩터 Ballast Compactor	24	19	도상자갈표면및 어깨달고 다지기작업.
밸러스트클리너 ballast Cleaner	10	70	일반 및 분기부 도상 전단면 자갈치기 작업
밸러스트클리너(흡입식) ballast Cleaner	1	110	일반 및 분기부 도상 전단면 자갈치기 작업
분기기클리너 switch Cleaner	1	22	분기부 도상 전단면 자갈치기
밸러스트레귤레이터 Ballast Regulator	30	29	도상 자갈 정리 및 단면 형성
스위치타이탬퍼 Switch Tie Tamper	19	65	분기부 침목 다지기 및 궤도틀림 정정 작업
궤도 안정기 Track Stabilizer	19	58	궤도 안정 작업
궤도 검측차 Track Inspection Car	1	40	궤도 틀림 상태 검측
선로점검차 Track Inspection Car	3	40	궤도 변형 상태 검측
레일 탐상차 Rail Detection Car	2	17 40	레일내부 균열 및 기공 등 결함상태 검사
호 퍼 차 Conveyor Hopper Car	11	60	자갈, 토사적재 운반 하화
분진흡입차 Track Cleaning Vehicle	1	27	궤도 미세자갈 제거
모 터 카 Motor Car	131	25 45	궤도보수용 재료 운반작업
터널점검차 Tunnel Inspection Car	1	16	터널점검 및 보수

○ 한국철도시설공단

구분	장비명	보유수량	운용수량	용도
궤도 장비	궤도다짐기	6	6	궤도다짐 및 선형조정
	분기기다짐기	6	6	분기다짐 및 선형조정
	자갈정리기	6	6	궤도자갈 정리
	궤도안정기	6	6	궤도 안정화
	콘베이어호퍼차	10	9	자갈수송, 살포
	다목적 모터카	1	1	작업원, 재료 수송
	계	35	34	
공사 차량	디젤전기기관차	7		화차 견인
	자갈화차	322	77	궤도자갈 수송
	평판차	45	10	궤도 및 전차선 자재 수송
	계	374	87	

○ 서울메트로

용도	장비명	보유 수량	1일 작업능력
궤도보수장비	멀티플타이탬퍼	1	450 ~ 550m
	바라스트콤팩터	1	450 ~ 550m
레일관리장비	레일연마차	2	1호 : 200 ~ 300m 2호 : 500 ~ 600m
	레일밀링차	1	0.9 ~ 1.2 km/h
궤도검측장비	궤도검측차	1	5 ~ 35 km/h
	레일탐상차	2	3 ~ 10 km
환경개선장비	고압살수차	2	4km/h ~ 7km/h
	분진흡입차	1	2 ~ 4 km
궤도운반장비	궤도모타카	24	최대견인 80ton
궤도개량공사용 특수장비 (B2S 공법)	자갈흡입차	2	12m ³ /h
	B2S 트랙머신	4	13set/h
	콘크리트믹서 트레일러	6	6m ³ ~ 10m ³ 타설

□ 유지보수 장비 보유현황

구 분	현 황	사 진
궤도검측차 EM-120 (코레일)	-제작사 : Plasser&Theurer (오스트리아) -보유대수 : 1대 -최고속도 : 120km/h -주요기능 · 궤도틀림검측 (궤간, 고저, 방향, 수평, 뒤틀림 등)	
종합검측차 Roger-1000K (철도공단)	-제작사 : Mermec (이탈리아) -보유대수 : 1대 -최고속도 : 160km/h -주요기능 · 궤도:궤도틀림, 레일파상마모 · 전차선, 신호, 통신 검측	
선로점검차 (코레일)	-제작사 : Cybernetix (프랑스) -보유대수 : 3대 -최고속도 : 120km/h -주요기능 · 선로변 모니터링(영상촬영) · 레일표면결함검사 · 체결구 검사 및 침목검사 · 도상높이측정	
종합검측차 Dr.Find (서울메트로)	-제작사 : Mermec (이탈리아) -보유대수 : 1대 -최고속도 : 80km/h -주요기능 · 궤도:궤도틀림, 레일파상마모 · 토목:터널건축한계 · 전차선, 신호, 통신 검측	
레일탐상차 US2 (코레일)	-제작사 : Speno (스위스) -보유대수 : 1대 -최고속도 : 70km/h (탐상) -주요기능 · 레일결함 검사 (균열, 기포 등)	

[참고 : 보선장비 종별]

■ 멀티플 타이탐퍼 (Multiple Tie Tamper)



용 도	궤도정정 (면맞춤, 줄맞춤, 수평)	작업능력	1200 m/h
보유대수	42 대	조작인원	3 명
단 가	2,991백만원	도입년도	1990년 ~
제작사	PLASSER & THEURER (AUSTRIA)		

■ 멀티플 타이탐퍼 (Spot Multiple Tie Tamper)



용 도	국부틀림개소 궤도정정 (면맞춤, 줄맞춤, 수평)	작업능력	600 m/h
보유대수	2 대	조작인원	2 명
단 가	3,500백만원	도입년도	2010년 ~
제작사	PLASSER & THEURER (AUSTRIA)		

■ 밸러스트 콤팩터 (Ballast Compactor)



용 도	자갈다짐	작업능력	600 m/h
보유대수	24대	조작인원	1 명
단 가	662백만원	도입년도	1995년 ~
제작사	PLASSER & THEURER (AUSTRIA)		

■ 밸러스트 클리너 (Ballast Cleaner)



용 도	자갈치기	작업능력	120 m/h
보유대수	12 대	조작인원	6 명
단 가	3,183백만원	도입년도	1994년 ~
제작사	PLASSER & THEURER (AUSTRIA)		

■ 밸러스트 클리너(흡입식) (Vacumm Cleaner)



용 도	도상 전단면 자갈치기	작업능력	20 m ³ /h
보유대수	1 대	조작인원	3 명
단 가	3,423백만원	도입년도	1998년
제작사	PLASSER & THEURER (AUSTRIA)		

■ 분기기 클리너 (Switch Cleaner)



용 도	분기기 도상 자갈치기	작업능력	45m ³ /h
보유대수	1 대	조작인원	3 명
단 가	887백만원	도입년도	2002년
제작사	KERSHAW (U.S.A)		

■ 밸러스트 레귤레이터 (Ballast Regulator)



용 도	도상자갈정리 및 단면형성	작업능력	1100 m/h
보유대수	30 대	조작인원	2 명
단 가	699백만원	도입년도	1993년 ~
제작사	PLASSER & THEURER (AUSTRIA)		

■ 스위치타이탐퍼 (Switch Tie Tamper)



용 도	분기부 궤도정정	작업능력	350 m/h
보유대수	19 대	조작인원	4 명
단 가	2,300백만원	도입년도	1997년 ~
제작사	PLASSER & THEURER (AUSTRIA)		

■ 궤도안정기 (Dynamic Track Stabilizer)



용 도	궤도안정	작업능력	1500 m/h
보유대수	19 대	조작인원	2 명
단 가	1,987백만원	도입년도	1992년 ~
제작사	PLASSER & THEURER (AUSTRIA)		

■ 분진흡입차 (Track Cleaning Vehicle)



용 도	궤도내 미세자갈 제거	작업능력	5km/h
보유대수	1 대	조작인원	1 명
단 가	2,200백만원	도입년도	2007년
제작사	ZWEIWEG International GmbH & Co. KG사 (독일)		

■ 궤도검측차 (Track Inspection Car)



용 도	궤도틀림 상태 검측	작업능력	120 m/h
보유대수	1 대	조작인원	4 명
단 가	2,520백만원	도입년도	1992년 ~
제작사	PLASSER & THEURER (AUSTRIA)		

■ 레일탐상차 (Rail Ultrasonic Machine)



용 도	레일결함 상태 검사	작업능력	70 km/h
보유대수	2 대	조작인원	4 명
단 가	4,000백만원	도입년도	1996년 ~
제작사	SPENO (SWISS)		

■ 선로점검차 (Track Inspection Car)



용 도	궤도결함 상태 검사	작업능력	120 m/h
보유대수	3 대	조작인원	5 명
단 가	3,293백만원	도입년도	2006년 ~
제작사	차량 : 성신산업 (한국), 점검시스템 : Cybernetix (France)		

■ 고소점검차 (Tunnel Inspection Car)



용 도	터널 점검	작업능력	10 km/h
보유대수	1 대	조작인원	2 명
단 가	320백만원	도입년도	2002년
제작사	세기설비사 (한국)		

■ 모터카 (MC:Motor Car Crane)(MSB:Motor Super Big)



용 도	자재운반	작업능력	15, 25, 45ton
보유대수	131대	조작인원	1 명
단 가	390백만원	도입년도	1993년 ~
제작사	성신산업 (한국) 등		

■ 호퍼카 (Conveyor Hopper Car)



용 도	자갈, 토사 적재 운반차	작업능력	60 m ³
보유대수	11 대	조작인원	1 명
단 가	1,192백만원	도입년도	2000년 ~
제작사	PLASSER & THEURER (AUSTRIA)		

[참고 : 작업종별 장비 편성]

□ 1종 기계작업 : 침목다지기, 궤도들기, 궤도틀림정정

침목다지기, 궤도정정 (멀티플 타이탬퍼)	자갈 고르기 (밸러스트레귤레이터)	궤도안정 (궤도안정기)
		
		

□ 2종 기계작업 : 자갈치기 및 다지기

자갈치기 (밸러스트클리너)	토사제거 (호퍼차)	자갈살포 (모터카)
		
		
자갈 고르기 (밸러스트레귤레이터)	침목다지기, 궤도정정 (멀티플 타이탬퍼)	궤도안정 (궤도안정기)
		
		

□ 소형 유지보수 장비 현황

○ 주요 보수용 장비

(단위 : 대)






장비명	보유량	용도	사진
레일절단기	863	레일절단	
레일천공기	504	레일복부 볼트구멍뚫기	
휴대용타이탬퍼	35	자갈궤도 침목다짐	
후로우삭정기	19	분기기연마	
레일타격기	14	장대레일 응력해소	

<p>레일인장기</p>		<p>장대레일 재설정 시 레일인장</p>	
<p>유압식재크</p>		<p>레일인양</p>	
<p>레일수동연마기</p>		<p>레일두부연마</p>	
<p>분기기수동연마기</p>		<p>분기기 텅레일연마</p>	
<p>체결구 체결해체기</p>		<p>체결장치 체결 및 해체</p>	
<p>파워렌치</p>		<p>볼트류 조임,풀음</p>	

<p>임팩트렌치</p>		<p>볼트류 조임, 풀음</p>	
<p>아크용접기</p>	<p>5</p>	<p>레일두부 아크용접기</p>	
<p>테르밋용접기</p>		<p>레일현장용접</p>	
<p>레일가열기</p>		<p>장대레일 재설정시 레일가열</p>	
<p>레일자동연마기</p>	<p>5</p>	<p>레일 용접부 자동연마</p>	

○ 주요 검사용 장비

(단위 : 대)

장비명	보유량	용도	사진
레일수동탐상기	31	레일균열 및 내부	
궤도선형검측기		궤도틀림측정	
레일직진도검사기	5	레일두부 요철(직진성) 검사	
레일축력측정기	1	장대레일 축력측정	
분기기마모측정기	1	분기기마모 및 선형측정	

레벨측량기		높낮이 측정	
궤도절대 선형측량기	1	궤도선형 절대좌표(X,Y,Z) 측량	

(2) 국내 연구기관 및 대학의 주요 연구장비 현황

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

- 한국철도기술연구원 연구장비 보유 현황

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



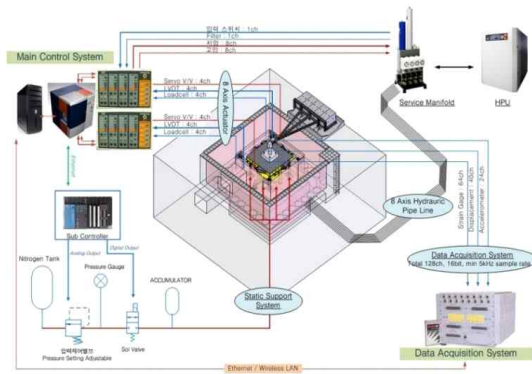
(a) 레일체결장치 다축피로시험기



(b) 고속 레일/차륜 접촉시험기



(c) 실대형 통합성능 시험 시스템



(d) 6자유도 진동대



(e) 대형삼축압축시험기



(f) 500ton UTM

그림 2.4-85. 한국철도기술연구원 보유 시험장비

표 2.4-8. 배재대학교 연구장비 보유 현황

장 비 명	규격	수량	용 도
중형 공진주(RC)시험기	식	1	• 재료 시험
IPC 반복삼축시험기	식	1	• 재료 시험
실내모형토조	식	2	• 실내모형 시험
동적평판재하시험기(LWDT)	식	1	• 다짐도 및 강성 평가
전자식 슈미트햄머	식	1	• 비파괴시험
가속도계	식	2	• 가속도 측정
초음파 측정장치	식	1	• 비파괴 시험
정•동적 Data Logger	식	2	• 데이터 측정
공내재하시험기	식	1	• 다짐도 및 강성 평가
정•동적 액츄에이터	식	1	• 피로 시험
비저항 탐사 시험기	식	1	• 비파괴 물리탐사
동적신호 분석기	식	1	• 동적데이터 측정
충격해머	식	1	• 충격시험
삼축압축 시험기	식	1	• 재료 시험
중형서버	식	1	• 3D 유한요소 해석
평판재하시험기	식	1	• 다짐도 및 강성 평가
광파측량기	식	1	• 정밀 및 미세변위 측량
전기저항식 철근부식도측정기	식	1	• 철근부식 측정



(a) 중형공진주 시험기



(b) IPC 반복삼축시험기



(c) 실내모형토조



(d) 동적평판재하시험기



(e) 전자식 슈미트해머



(f) 가속도계



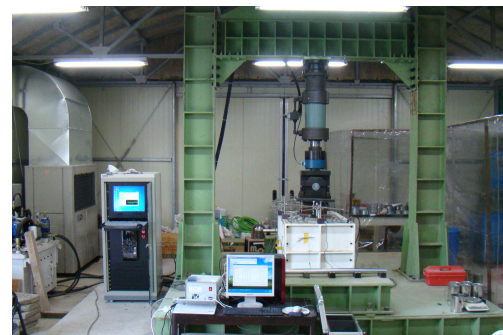
(g) 초음파 측정장치



(h) 정·동적 Data Logger



(i) 공내재하시험기(PMT)



(j) 정·동적 액츄에이터



(k) 비저항 탐사 시험기



(l) 동적신호 분석기



(m) 충격해머



(n) 삼축압축시험기



(o) 중형서버



(p) 평판재하시험기



(q) 광파측정기



(r) 전기저항식 철근부식도 측정기

그림 2.4-86. 배재대학교 보유 시험장비

- 한국철도공사 연구장비 보유 현황

장비명	보유 대수	용 도	주요규격	설치장소	비 고
LFT 측정장비	2	수평력 분산장치측정	-	"	"
터널내공변위 측정기	28	표준테이프길이 20M용	표준테이프길이 20M용	"	"
광파측거기	3	거리, 수준측량	-	"	"
수준의	28	구조물 고저측정	핸드레벨 200m/m 5X	"	"
구조물점검차	3	구조물점검용		"	"
궤도점검차	1	궤도틀림상태 점검용	EM-120	시설장비소 비치	궤도점검용 (92년 도입)
레일탐상차	1	레일균열,결합 등 훼손상태 점검용	US 2	"	레일점검용 (05년 도입)
초음파탐상기	2	차축상태 탐상용	20-200HZ	"	차축점검용
도상저항측정기	3	궤도 도상저항력 측정용		시설관리 사무소 비치	도상점검용

- 한국철도시설공단 연구장비 보유 현황

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



(a) 레일 굴곡 시험기



(b) 고무피로시험기



(c) 용접부 교정기



(d) 운축낙하시험기



(e) 동결용해시험기



(f) 동탄성계수측정기



(g) 만능재료시험기



(h) Deval 시험기

그림 2.4-87. 한국철도시설공단 보유 시험장비

(3) 국내 궤도 기술 인력 현황

- 한국철도공사와 한국철도시설공단 등 철도유관기관에서도 연구조직을 운영하고 있으며, 한국철도기술연구원과 대학에서 석박사급 연구 인력을 보유하고 있어 역할 분담이 가능할 것으로 판단됨.
- 한국철도공사 연구인력 현황

표 2.4-9. 한국철도공사 연구원 인력현황(궤도/토목분야)

직종별 인력현황		직급별 인력현황		연구직 전공현황		연구직 학위현황	
연구직	10	처장	1	토목	3	박사	1
		부장	3	궤도	7	석사	7
		차장	5			학사	2
		대리	1				

- 한국철도기술연구원 연구인력 현황

표 2.4-10. 한국철도기술연구원 인력현황 (궤도그룹)

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

- 한국철도시설공단 연구인력 현황

표 2.4-11. 한국철도시설공단 연구원 인력현황(궤도/토목분야)

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

2.5 종합분석

2.5.1 기술개발 동향 및 환경분석에 따른 주요 시사점

- 기술개발 동향 및 환경 분석결과 국내 뿐 아니라 일본과 독일, 영국을 비롯한 유럽 국가에서도 기존선의 속도향상과 유지보수 최적화를 중요한 정책 및 기술개발 목표로 설정하여 개발을 추진하고 있음
 - 철도 인프라 구축이 잘 되어 있는 국가일수록 기존 인프라의 활용도를 극대화하기 위한 기술개발에 적극적임
 - 유럽의 경우 UIC 중심으로 유지보수 최적화 등을 위한 기술개발과 기존선의 속도 향상을 주도하고 있음

- 현재 정부의 철도망 확충 계획과 더불어 기존 운영선에 대한 노후화와 장대레일 연장의 증대에 따라 시설물 유지보수 요구가 대폭 증대될 것으로 예상됨
 - 시설물 성능 및 상태에 대한 지속적 모니터링과 평가/진단을 통한 유지보수 최적화가 요구됨
 - 정부의 제2차 국가철도망 구축계획 및 2차 철도산업기본계획에 따른 열차운행속도 향상을 위한 인프라 성능 확보가 필요

- 국내의 경우 궤도평가와 가장 밀접한 관련이 있는 궤도검측 탐상 기술과 같은 모니터링, 레일용접기술 및 용접부관리기술에 대한 기술수준이 가장 떨어지는 것으로 분석되므로 이를 반영한 기술개발이 필요

2.5.2 기획자문위원회 결과

□ 기획 자문위원회 개최 현황

- 일 시 : 2013. 2. 14(목) 13:00~15:00
- 장 소 : 한국철도공사 7층 회의실 (705호)
- 자문위원
 - 강기동 박사 (한국철도시설협회 회장, 유지보수 정책분야)
 - 김운현 위원 (한국철도시설공단 궤도팀장, 궤도보수장비 분야)
 - 임유진 교수 (배재대학교, 노반평가 분야)
 - 임남형 교수 (충남대학교, 궤도도상평가 분야)
 - 서상철 위원 (서영엔지니어링 전무이사 / 궤도유지관리 분야)
 - 지기환 위원 (한국계측기술연구소 기술이사 / 콘크리트계측 분야)
- 주요자문안건
 - 연구 추진방향 및 궤도평가 기술 선정의 적정성
 - 주요 기술개발 시 고려사항
 - 특허분석을 위한 키워드, 검색식에 대한 의견, 토의
 - 기타 과제 추진에 대한 토의 등

□ 기획 자문위원회 주요 의견

- 기획연구 추진방향 및 궤도평가 기술선정의 적합성 등에 대한 주요 토의결과 궤도평가 기술 선정 시 연구범위 등에 대하여 긍정적 견해와 부정적 견해가 각각 제기 되었음

구 분	주요 자문 의견
<p style="text-align: center;">연구 추진방향</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 궤도 유지보수 비용절감 및 궤도기술발전을 위해 적절함 - 본 기획과제는 자갈궤도와 콘크리트궤도를 총망라하는 총체적인 과제라 판단되며, 자갈궤도에 대한 성능평가 및 유지관리 기술에 대한 총체적인 연구로 기획하는 것이 타당하다 판단됨 - 자갈궤도와 콘크리트궤도에 대한 기존 R&D 연구결과를 면밀히 분석하여 미비점, 보완점, 개선점 등을 제안하고 연구방향을 제시 - 공사에서 자갈궤도를 유지관리하면서 경험한 최대의 문제점, 개선점 등을 최대한 적용하여 연구의 필요성을 부각시켜야 함 - 중저속에 연구개발의 초점을 맞추어 기초기술 개발 및 원천 기술개발을 획득한 연후에 고속궤도에 적합한 고도기술 개발로 전환하는 것이 좋을 듯함 - 고속철도를 근간으로 하는 기존철도 고속화 국가철도정책에 대비한 시설,궤도 유지보수 기술개발은 적절함 - 주요 검토과제와 후속 연구에 대한 연관성 등을 고려 연구범위에 대한 조정, 한계 명시 필요 - 궤도/노반의 상태모니터링 및 평가라는 큰 틀을 마련할 필요 있으며 과제 범위가 자갈도상과 콘크리트도상으로 구별하고 일반철도와 고속철도에 모두 적용될 수 있도록 하여야 함
<p style="text-align: center;">기술선정 적정성</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 기술내용을 명확하게 정의 필요 <ul style="list-style-type: none"> → 궤도분야는 선형틀림의 모니터링과 분석기술 → 토목시설물은 노반상태, 구조물의 균열 등에 대한 파악과 관련기술 - 하부구조 보수장비에 대한 것으로 특화시키는 것이 좋을 듯하며 레일용접 등에 대한 것까지 확대하는 것은 개발기술 내용을 너무 확대하여 기술개발 집중도가 떨어질 것임 - 레일파괴 예측, 선형품질 저하, 궤도자재 교체주기 예측 등 궤도의 전반적인 상태평가 기술선정은 적절함 - 연구추진과정에서 유지보수의 모든 분야를 대상으로 하지 말고 중요한 몇가지만 선정

구 분	주요 자문 의견
기술선정 적정성	<ul style="list-style-type: none"> - 레일파괴 예측, 선형품질 저하, 궤도자재 교체주기 예측 등 궤도의 전반적인 상태평가 기술선정은 적정함 - 중저속에 연구개발의 초점을 맞추어 기초기술 개발 및 원천 기술개발을 획득한 연후에 고속궤도에 적합한 고도기술 개발로 전환하는 것이 좋을 듯함 - 개발하고자 하는 기술개발 내용에 대한 구체적 적시가 필요함. 특히 유지보수 장비개발 계획분야는 기존 DTS 등과의 차별성을 분명히 할 필요가 있음 - 하부구조 보수장비에 대한 것으로 특화시키는 것이 좋을 듯하며 레일용접 등에 대한 것까지 확대하는 것은 개발기술 내용을 너무 확대하여 기술개발 집중도가 떨어질 것임 - 본 기획과제는 현재의 상태를 측정하는 것이 목적이 아니므로 측정된 상태를 근거로 하여 현재의 궤도성능을 정량적으로 평가하는 기술에 대한 개발 내용이 포함되어야 함 - 예측/예방보수 시스템 운용을 감한한 궤도원형보수 기술개발 필요 - 6개 도출기술에 대해 크게 장비개발(H/W) + 상태모니터링 및 평가 기술(S/W)을 구분하여 개발하려는 기술과 기존기술 사용 여부에 대한 전체적인 구별 필요
기술개발시 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> - 유지보수 측면에서 보수작업의 합리적 시행을 위해서는 검측, 조사 등 모니터링 기술이 가장 중요하며 이에 대한 연구개발에 중점을 두어야 할 것임 - 궤도선형관리 장비(MTT 등)는 대부분 대형화, 고성능화된 장비이므로 연구과제에서 신규사업으로 채택하기는 부적합함 - 궤도파괴(레일 등) 검측 등 국부적인 분야에 적용되는 장비 개발필요 (예, 레일초음파 탐상 → 와전류 검사 방식 등) - 개발하고자 하는 기술의 내용이 매우 광범위한 것으로 판단됨. 보다 구체적인 기술로 축소하는 것이 좋을 듯함 - 궤도강성 평가기술의 경우, 주행 중 동적재하 및 이에 상응하는 스펙트럼 분석기술로 특화하는 것을 고려해 볼 만함. - 하부구조 종합검측차량은 레일 및 슬래브 등에서 프로파일의 검측, 영상처리 기술에 의한 슬래브 균열검측/분석/평가기술, 궤도하부구조에 대한 강성평가기술 등을 종합하는 기술임

구 분	주요 자문 의견
기술개발시 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> - 궤도의 열화를 예측할 수 있는 알고리즘을 개발하고 궤도상태의 측정 결과를 근거로 해서 시간 경과에 따른 궤도의 성능을 정량적으로 예측하는 기술의 개발이 포함되어야 함
기술개발 적합성	<ul style="list-style-type: none"> - 장비개발은 기본적으로 상업적 측면(수익성)에서 추진되어야 성공할 수 있음 - 선로유지보수용 장비와 탐상, 검측, 검사 장비의 대부분 선진국에서 개발되어 있어 우리에게 꼭 필요한 장비에 국한하여 추진 - 궤도선형정정 장비 등 대형장비는 개발 대상 부적합하며, 궤도모니터링 장비 개발을 추천함 - 하부강성 평가 기술 등은 궤도하부에 영향을 미치는 다양한 요소와의 연계성을 파악할 필요가 있음 - 주행하는 열차의 안전성/안정성과 승차감은 궤도를 구성하는 각 구성요소들의 복합적인 상호작용에 의한 전체거동으로 평가할 수 있으며, 전체거동에 대한 문제점을 파악하여 평가하고 보수/보강하기 위해서는 궤도를 구성하는 구성요소들의 거동에 대한 평가 및 분석 필요 - 유지보수 장비개발 시 기존 유지보수 장비 활용성 및 장비개발 명분, 실용화를 고려한 계획 필요 - 장비개발에 있어서 자갈도상에는 GPR이 맞지만 콘크리트도상에는 균열 등 변상관리가 더 효율적임
특허분석	<ul style="list-style-type: none"> - 도출된 많은 연구과제들을 대상으로 3P 분석을 실시하여 우선순위를 결정할 필요가 있음
기타	<ul style="list-style-type: none"> - 유지보수의 가장 애로사항 파악과 해결방법 등 원론적인 관점에서 논의 필요 - GPS를 이용한 궤도선형 관리 시스템 개발 및 레일 용접부 최적화 연구개발 필요 - “상태평가” 라는 용어보다는 “성능(Performance)평가” 가 적절하다고 판단됨 - “유지보수 장비” 라는 용어는 MTT, DTS 등 대규모의 장비를 연상시킬 수 있으므로 소규모 및 이동식 성능평가 장비 등과 같이 연구를 통해 실제 개발될 장비를 대표하는 용어로 수정하는 것이 타당

2.5.3 SWOT 분석을 통한 기술개발전략 수립

□ 주요 시사점과 기획자문위원회 토의 결과에 따라 SWOT 분석 실시

<강점>

- 고속철도 도입과 더불어 인프라 상태평가 기술 다수 도입
- 유지보수 장비 및 운영 기술의 지속적 고도화
- 지속적 R&D 사업 육성을 통한 연구개발 역량 강화

<약점>

- 원천기술에 대한 해외 의존도가 높음
- 유지보수 장비 소요량이 적어 국내 개발업체가 전무
- 궤도/토목분야 장비개발에 대한 연구개발 투자 미흡 및 관심 저조
- 다국적 기업의 독과점 체제에 따른 기술종속

<기회요인>

- 철도의 친환경 교통수단 이미지로 국내외 철도시장 지속 확대
- 안전관리에 대한 의식수준 향상과 공감대 형성
- 국내기술에 대한 인식 및 신뢰도 향상
- 기존선 속도향상에 따른 인프라의 상태평가 과학화 요구

<위협요인>

- 선진철도 운영국 등을 중심으로 첨단 기술의 지속적 개발
- 장비 및 시스템 성능에 대한 국제공인인증 체계 미흡
- 내수시장 협소로 인한 투자금 환수의 어려움

□ SWOT 분석 결과를 바탕으로 아래와 같이 기술개발전략 수립

<p style="text-align: center;">SWOT 분석을 통한 전략방향 도출</p>	<p style="text-align: center;">강점(S)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 고속철도 도입과 더불어 인프라 상태평가 기술 다수 도입 ○ 유지보수 장비 및 운영 기술의 지속적 고도화 ○ 지속적 R&D 사업 육성을 통한 연구개발 역량 강화 	<p style="text-align: center;">약점(W)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 원천기술에 대한 해외 의존도가 높음 ○ 유지보수 장비 소요량이 적어 국내 개발업체가 전무 ○ 궤도/토목분야 장비개발에 대한 연구개발 투자 미흡 및 관심 저조 ○ 다국적 기업의 독과점 체제에 따른 기술종속
	<p style="text-align: center;">기회(O)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내외 철도시장 지속 확대 ○ 안전관리 의식수준 향상, 공감대 형성 ○ 국내기술 인식/신뢰도 향상 ○ 기존선 속도향상에 따른 인프라의 상태평가 과학화 요구 	<p style="text-align: center;">SO전략(시너지 창출 전략)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 운영자 Needs를 반영 ○ 해외 사전 개발품에 대한 벤치마킹
<p style="text-align: center;">위협(T)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 선진철도 운영국 등을 중심으로 첨단 기술의 지속적 개발 ○ 장비 및 시스템 성능에 대한 국제공인인증 체계 미흡 ○ 내수시장 협소로 인한 투자금 환수의 어려움 	<p style="text-align: center;">ST전략(위험 최소화 전략)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 개발기술 신뢰성(성능) 검증 및 시범 적용 등 단계적인 검증 방안, 실용화 로드맵 제시 	<p style="text-align: center;">WT전략(위험극복전략)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내기업 또는 필요 시 국외 기업과도 공동 연구 또는 전략적 제휴 모색 필요

2.5.4 핵심 키워드 및 이슈 트리

- 핵심 키워드(keywords)는 속도 향상, 운행선 열차안전 확보 및 승차감 향상, 유지보수 최적화, 정확한 상태(성능)평가, 상태평가 효율성 향상, 핵심기술 국산화 등으로 요약할 수 있음.
- 궤도평가 및 유지보수 장비개발을 위한 R&D 니즈를 정리하면 아래와 같음
 - 속도향상에 따른 안전성/승차감 향상
 - 기존선 고속화 등 속도향상에 따른 시설물 상태평가 및 개선기술 개발
 - 차량 주행안전 및 승차감 확보를 위한 우수한 궤도/노반 개선기술
 - 유지보수 최적화
 - 예방보수 시스템 정착을 위한 정확하고 과학적인 시설물 상태평가
 - 시설물 검사결과 평가의 자동화
 - 정확한 상태평가 및 검사효율성 향상
 - 열차운행선에서 신속한 측정이 가능한 차량탑재형 검사기술
 - 육안으로 점검이 어려운 시설물의 상태평가
 - 핵심기술의 국산화

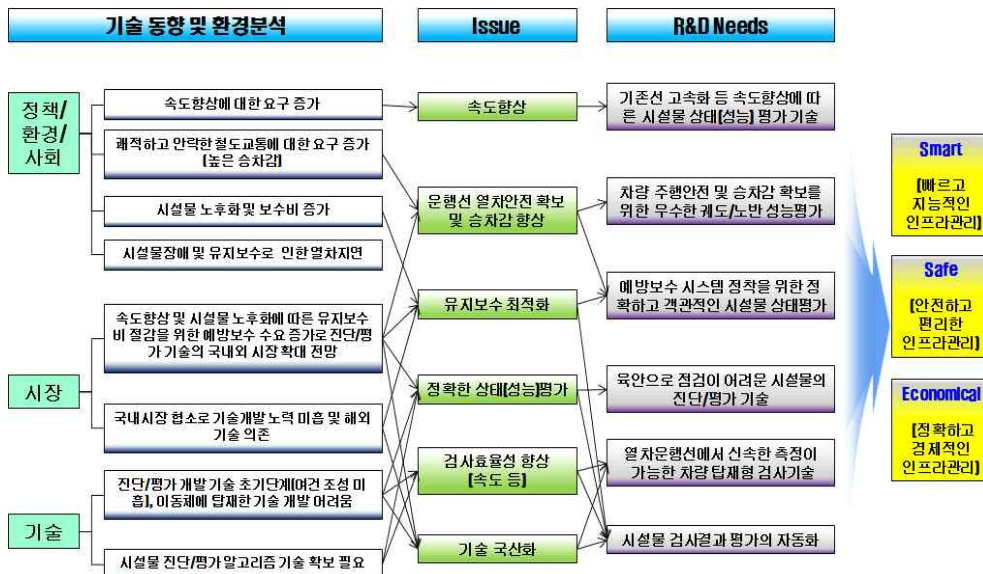


그림 2.5-1. 이슈트리

2.5.5 중점 추진 후보기술 도출

- “궤도평가 및 유지보수 기술개발” 을 위한 기술수요조사를 위한 연구과제 공모 실시
- 유지관리상 필요기술 도출을 위한 기술수요 공모를 실시하여 총 29 과제가 응모하였으며, 본 기획과제와 연관성이 있는 과제 14개를 도출

순번	과제명	과제 연관성	비고
1	야생동물 침입방지 울타리 하부 능동형 관절 휨스	×	
2	도상자갈 다짐범위 향상장비 개발	○	
3	분기기 검측장비	○	
4	레일탐상장비	○	
5	백호우(0.2급)를 활용한 분니제거 장비	○	
6	진동가속도계 개발	○	
7	레일 직진도 검측장비 개발	○	
8	레일통과톤수 측정장비 개발	○	
9	흡입식 도상자갈 치환장비 국산화 개발	○	
10	콘크리트궤도 유지관리 시스템 개발	○	
11	선로내 토질 및 터널 공동 조사를 위한 코어드릴장비 국산화 개발	○	
12	철도시설물의 생애기간 예측에 관한 연구	×	
13	철도시설물의 방재성능 향상에 관한 연구	×	
14	인접시설 공사에 따른 철도시설물의 효율적인 계측기 성능 향상에 관한 연구	×	
15	철도터널 노후화 저감 방안 연구	×	
16	철도시설 하부통과 공사 영향 저감화 방안 연구	×	
17	노후화된 철도시설 효율적 유지관리 방안 연구	×	
18	생애주기를 고려한 철도교량 시스템 개발 및 데이터베이스 구축연구	○	
19	EPDM 기술을 이용한 강철도 교량 모니터링시스템 개발	○	
20	재해우려개소 급속시공 공법 및 시스템 개발	×	
21	도상 침하복원을 위한 보수보강그라우팅 공법 개발	○	
22	철도 시설물 피해에 따른 응급복구 기술 개발	×	
23	레일보강공 성능개량 기술개발	×	
24	와류탐상법을 이용한 레일 균열검출 기술개발	○	
25	철도인접공간에서 급속시공이 가능한 친환경 기초기술 개발	×	
26	200km/h이상 기존선 고속화를 위한 판형교 궤도개량과 마찰감쇠보강기구를 조합한 판형교 보강시스템 개발	×	
27	200km/h이상 기존선 고속화와 기존 침목 재사용을 통한 유지보수비 절감용 침목탄성패드 기술개발	×	
28	고내구성의 폴리우레탄 레일패드 개발	×	
29	합성수지 침목의 국산화 기술개발	×	

□ 중점 추진과제 도출을 위하여 선로기술분류에서 궤도/노반에 관련된 유지보수 요인을 분석 도출하고 성능평가 기술 트리를 작성 후 공백 기술을 도출

- 궤도/토공부/선형과 관련된 유지보수 요인을 도출
- 유지보수 요인을 발견(inspection) 또는 측정(Measurement)하는 검사(평가)기술을 연결하고 유지보수 요인과 연계하여 사용중인기술과 공백(개선)기술을 도출, 사용기술은 유지보수 Activity와 연계

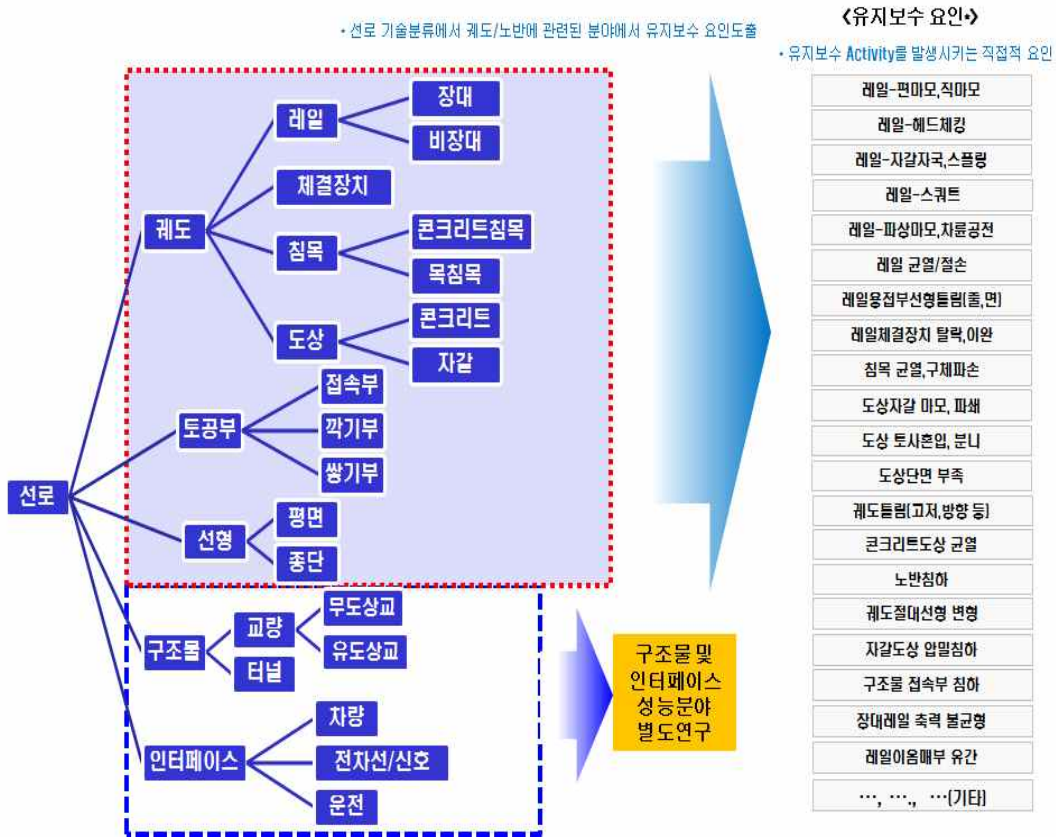


그림 2.5-2. 유지보수 요인 도출

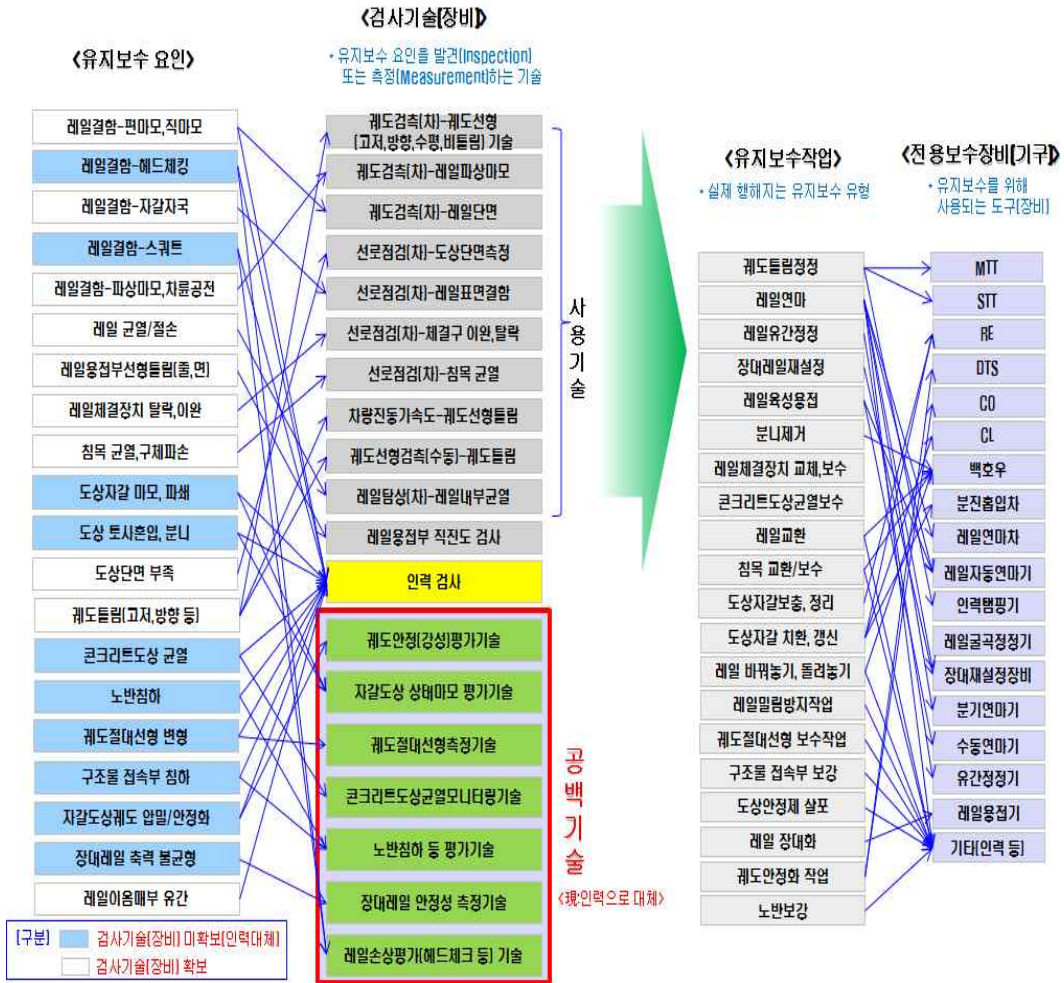


그림 2.5-3. 공백기술 도출

□ 중점 추진 후보과제

- 고속철도, 일반철도 또는 도시철도 구간에서 궤도 및 노반의 건전성을 확보하기 위하여 시설물의 상태변화를 모니터링하고 분석, 평가하는 기술



그림 2.5-4. 중점 추진과제

2.5.6 중점추진 후보기술 중요도 분석

□ 웨도평가 및 유지보수 장비 개발을 위한 본 기획연구에서는 중점추진 과제 도출을 위하여

- 기술동향 및 환경분석을 통한 이슈도출과 R&D Needs를 분석
- 선로 기술분류에서 웨도/노반에 관련된 유지보수 요인을 도출하고 유지보수 Activity를 일으키는 직접적 요인을 분석하였음.
- 여기서 유지보수 요인에 대한 성능 및 평가 기술에 대한 실태 분석을 통하여 중점 개발 필요 기술을 선정하였으며,

□ 선정된 기술에 대한 수요기관(운영기관) 및 연구기관의 전문가들로 하여금 설문조사를 시행하여 중점개발 필요기술에 대한 우선순위를 분석하였음

- 국가개발사업의 개발환경에 대한 중요도 등 평가 설문지를 개발
 - 국가 개발사업의 개발환경에 대한 중요도 평가를 위해 필요성, 경제성, 개발효과에 대한 상호설문
 - 우선순위 도출을 위한 개발항목에 필요성, 경제성, 개발효과에 대한 항목별 비교설문
 - 추가개발 항목에 대한 비교

- 각 중점개발 필요기술에 대한 정의는 다음과 같음

표 2.5-1. 중점개발 필요기술의 정의

순번	중점개발 필요기술	기술 정의
1	궤도하부(노반 및 도상) 상태평가기술	궤도의 구성요소 중 하나인 도상 및 도상을 지지하고 있는 토노반에 대한 침하 및 재료의 성능(상태) 등을 모니터링하고 평가하는 기술
2	궤도 상태(강성) 평가 기술	궤도의 외력(열차하중)에 대한 안정성 및 강성을 측정하는 기술
3	레일 손상평가 및 저감기술	레일의 성능을 저하시키는 손상을 모니터링하고 평가하며, 성능저하를 일으키는 요인을 저감시키는 기술
4	콘크리트도상 상태(성능)평가 기술	콘크리트도상의 성능을 저하시키는 각종 열화를 모니터링하고 상태(성능)을 평가하는 기술
5	궤광(장대레일 및 체결구) 상태평가 및 감시기술	장대레일의 축력 및 도상저항력 측정 등 장대레일의 좌굴안정성 및 체결구 응력을 모니터링하고 상태를 평가하는 기술
6	궤도선형 절대좌표 원형보수 평가기술	궤도 각 구간에 대한 3차원 지리정보(절대좌표)를 통해 궤도의 선형을 평가하고 최적보수하는 기술

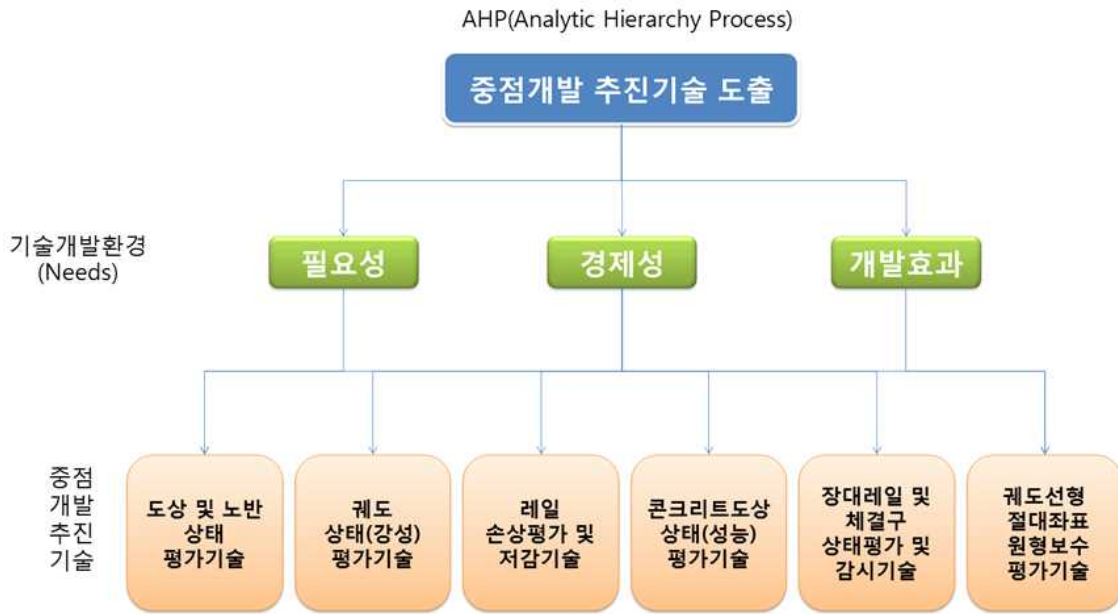


그림 2.5-5. 중점개발 추진기술 도출 맵

- 중점개발 필요기술 간 소위 AHP(Analytic Hierarchy Process)로 알려진 계층분석 방법을 통해 각 기술의 중요도 평가

※ AHP의 주요특징

- 정성적인 문제를 정량적인 방법으로 해석함으로써 의사결정을 체계적으로 할 수 있음
- 복잡하고 불명확한 문제를 여러 계층으로 정리하고 부분적인 관계는 일대일 비교(Pairwise Comparison : 쌍대비교)를 통해 각각의 중요성이나 성취도를 평가함으로써 의사 결정자는 좀 더 정확한 의사결정을 할 수 있음
- 다수 관계자들의 의견과 관계자들의 비중을 반영함으로써 보다 객관적인 평가를 할 수 있음

○ 개발환경 분석

개발환경	필요성	경제성	개발효과	기하평균	가중치
필요성	1	3.590708279	1.183838	1.61991	0.494796
경제성	0.278497	1	0.661229	0.568928	0.173777
개발효과	0.84471	1.512334611	1	1.085055	0.331427
			계	3.273893	λ

- 개발환경은 필요성, 경제성, 개발효과에 대한 설문조사하였으며, 분석결과 필요성>개발효과>경제성 순으로 중요도가 분석되었음

○ 세부항목에 대한 가중치 분석

- 필요성

필요성 (0.495)	노반도상	궤도강성	레일손상	콘도상	절대좌표	장대레일	기하평균	가중치
노반도상	1	1.6982	1.137496	1.640553	1.985495	1.775115	1.495102	0.235546
궤도강성	0.588859	1	0.987915	1.237832	2.087922	1.559839	1.152651	0.181594
레일손상	0.879124	1.012233	1	1.629993	2.77637	2.59305	1.47843	0.232919
콘도상	0.609551	0.807864	0.6135	1	1.359616	1.180827	0.886395	0.139647
절대좌표	0.503653	0.478945	0.360183	0.735502	1	0.855175	0.616022	0.097051
장대레일	0.563344	0.641092	0.385646	0.846864	1.169352	1	0.718798	0.113243
						계	6.347398	λ

- 경제성

경제성 (0.174)	노반도상	궤도강성	레일손상	콘도상	절대좌표	장대레일	기하평균	가중치
노반도상	1	1.677928	0.930465	1.470242	1.871449	1.955324	1.425749	0.22548
궤도강성	0.595973	1	0.830868	0.876622	1.354721	1.162357	0.938556	0.148431
레일손상	1.074731	1.20356	1	2.458078	2.560159	2.41201	1.642486	0.259756
콘도상	0.68016	1.140743	0.406822	1	1.084782	1.261092	0.869391	0.137493
절대좌표	0.534345	0.73816	0.390601	0.921845	1	0.921845	0.712585	0.112694
장대레일	0.511424	0.860321	0.414592	0.792964	1.084782	1	0.734418	0.116147
						계	6.323185	λ

- 개발효과

개발효과 (0.331)	노반도상	궤도강성	레일손상	콘도상	절대좌표	장대레일	기하평균	가중치
노반도상	1	2.147698	1.176751	2.035908	1.906907	1.746818	1.605704	0.252735
궤도강성	0.465615	1	0.82527	1.252594	1.559366	1.06094	0.962747	0.151535
레일손상	0.849797	1.211725	1	1.883001	2.344877	2.709267	1.519697	0.239198
콘도상	0.491181	0.798343	0.531067	1	1.249787	1.281328	0.832747	0.131073
절대좌표	0.524409	0.641286	0.426462	0.800136	1	0.815914	0.673858	0.106064
장대레일	0.572469	0.94256	0.369104	0.78044	1.22562	1	0.75855	0.119395
						계	6.353302	λ

○ 전체 요소별 가중치 분석

중요순위	중점개발 필요기술	가중치
1	레일 손상평가 및 저감기술	0.2397
2	노반 및 도상 상태(성능) 평가기술	0.2395
3	궤도안정성(강성) 평가 기술	0.1658
4	콘크리트도상 상태(성능)평가 기술	0.1364
5	장대레일 안정성 평가기술	0.1158
6	궤도선형 절대좌표 원형보수 평가기술	0.1028

- 전체 요소별 가중치 분석결과 레일손상평가 및 저감기술과 노반 및 도상 상태(성능)평가 기술이 거의 동일한 가중치를 차지하고 있음
- 다음으로 궤도안정성 평가기술, 콘크리트도상 상태평가 기술, 장대레일 안정성 평가기술, 궤도선형 절대좌표 원형보수 평가기술 순으로 중요도가 분석되었음

제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략

3.1 비전 및 목표

- 본 연구개발 사업의 비전을 “인프라 신뢰성 향상과 유지보수 최적화를 통한 안전성 강화” 로 설정하고 이에 따른 R&D 목표와 기술개발전략을 수립하였음
 - “철도 궤도/노반 상태평가 기술 및 검측장비 개발” 을 위하여 다음과 같이 R&D 3대 목표 설정
 - (Smart) 과학적 상태(성능)평가를 위한 기술 개발
 - (Safe) 열차안전 및 승차감 향상을 위한 기술 개발
 - (Economical) 유지보수 최적화를 위한 기술 개발
 - 4대 기술개발 전략으로는
 - 운영자(사용자)의 요구사항을 반영하고, 선진 철도 운영국의 기술에 대한 벤치마킹을 통한 기술개발의 리스크를 줄이고, 실용화 기간을 단축시킴으로써 기술 수요에 대응 (시너지창출전략)
 - 기존의 궤도 및 노반 평가 기술의 현장 적용을 위한 체계적인 요구조건과 성능목표 설정 (보완전략)
 - 개발기술 신뢰성(성능) 검증 및 시범적용 등 단계적인 검증방안, 실용화 로드맵 제시 (위험 최소화 전략)
 - 국내 유지보수 환경을 고려하여, 국내기업 또는 필요시 핵심기술 보유 기업과 공동연구 등을 통한 전략적 제휴 모색(위험극복 전략)



그림 3.1-1. 비전 및 목표

3.2 기술개발에 따른 미래상

- 철도 노반 및 궤도 성능(상태) 평가 기술 개발을 통해 고속철도 및 일반철도/도시철도 구간에서 유지보수 최적화, 열차운행 안전성 향상, 열차속도 및 선로용량 증대 기여, 유지보수 고도화 및 국내 기술 발전을 통한 기술경쟁력 확보 및 해외시장 진출에 기여할 것으로 기대됨
- 연구개발사업기간을 5년으로 하고, 2014년 착수하는 것으로 가정하면, 2018년 기술개발 완료
- 제2차 국가철도망 구축계획 (2011-2020, 국토해양부, 2011.4) 따른 전국 주요 거점을 1시간 30분대 운영을 위해 기존 인프라 성능(상태)평가 및 보수의 과학화에 기여
- 철도시설의 기능성과 안전성을 확보하면서, 비용 효율적인 유지보수체계 확립, 시설자산 관리체계를 확립하고, 유지·보수 평가체계를 도입을 통한 시설 유지·보수·관리를 선진화



그림 3.2-1. 기술개발에 따른 미래상

3.3 연구개발전략 및 효과

3.3.1 기술개발 전략

- 궤도유지보수 최적화를 위한 성능평가 기술개발은 열차 운행속도의 지속적 향상 및 고밀도 운전으로 인한 시설물의 지속가능한 사용성 확보(내부)과 열차운행안전 및 쾌적성(외부)이 요구되는 상황에서 반드시 개발을 추진하여야 핵심 인프라 성능 평가기술임
- 연구의 차질없는 수행과 창조적 기술개발을 위하여 산·학·연으로 공동연구 컨소시엄을 구성

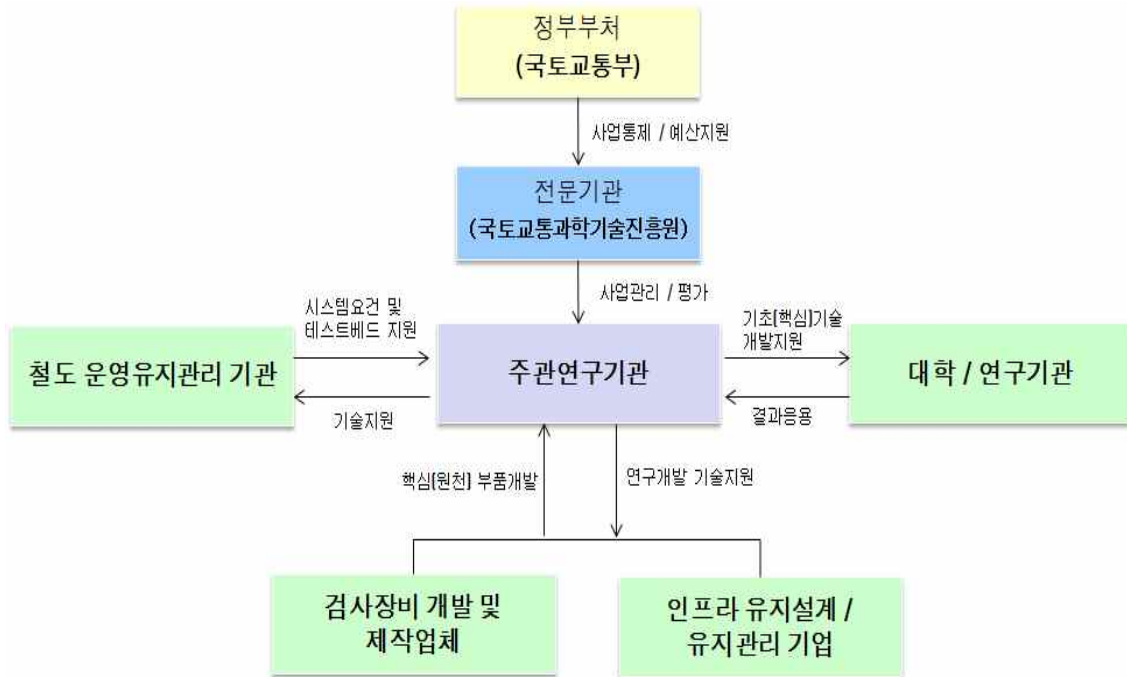


그림 3.3-1. 연구개발 추진체계

- 토목분야 및 계측, 장비 전문가 네트워크를 통하여 연구수행의 적절성 및 방향성에 대하여 주기적인 점검 및 검토와 연구참여기관 간 유기적 의사소통채널 확보
- 핵심기술 개발, 성능평가 지침 작성, 현장 검증을 통하여 개발품의 성능검증을 수행하며, 개발된 시스템이 유지보수 현장에 적용할 수 있도록 철도 운영 유지관리 기관과의 유기적 연계를 통하여 기술개발 성과 향상
- 연구결과 검증을 위하여 다양한 분야의 전문가를 활용하고 유관기관의 연구 참여를 통한 조기 실용화를 유도하며, 적극적인 상용화를 통한 국가 R&D 가치 창출

3.3.2 기술개발 효과

- 기술개발을 통한 운행선 열차운행 속도 향상 기반마련과 궤도/노반 유지보수 최적화 및 열차운행 안전성 향상에 기여
 - 유지보수 생산성 약 6%이상 향상 기여
 - 연간 유지보수비 약 120억원(3% 비용절감 예상 시) 절감 기대
 - 선로고장을 획기적 감소(10% 이상)를 통한 안전성 향상

- 국내 철도환경을 고려한 시설물 성능(상태)평가 기술개발을 통한 기술자립과 국부유출 차단 및 해외시장 진입 가능성 제고
 - 해외기술 도입 대비 수입대체 효과 발생



그림 3.3-2. 기술개발에 따른 기대 및 파급효과

3.4 연구개발과제의 구성

3.4.1 과제 구성 체계

□ R&D 목표 달성을 위해 현재 기술 대비 확보되어야 할 기술요소를 바탕으로 4개의 세부과제와 7개의 공동과제로 구성하였음

- 1세부 : 궤도성능평가 기법 및 궤도 강성 검측장비 개발
- 2세부 : 비접촉식 레일/체결장치 상태평가 기술 및 장비개발
- 3세부 : GPR 기반 도상 및 노반결합 상태평가 기술개발
- 4세부 : 궤도 절대선형 측정장비 개발



그림 3.4-1. 과제 구성 체계

3.4.2 세부과제별 연구목표 및 연구내용

가. 세부과제별 연구목표

□ 1세부과제 : 궤도 성능평가 기법 및 궤도 강성 검측장비 개발

○ 연구목표

- 철도 궤도시스템 성능평가 기법 및 테스트베드 구축
- 궤도 강성 검측장비 개발

○ 연구목표 달성여부를 검증할 수 있는 성과지표 및 검증방안

표 3.4-1. 1세부과제 성과목표 및 성과지표

성과목표	성과지표	검증방안
궤도시스템 성능평가 기법 및 테스트-베드 구축	시스템 성능목표 및 설계/성능 요구조건 목록	RFP요구성능과의 부합여부 전문가 검증
	테스트-베드 구축	테스트-베드 구축 여부
궤도 강성 검측 장비 개발	강성 평가 기술 정확도	기존 기술대비 대비 향상된 목표치 설정 및 비교평가
	측정 속도/시간	기존 기술의 측정 속도/시간 대비 향상된 목표 설정, 비교 평가

□ 2세부과제 : 비접촉식 레일/체결장치 상태평가 기술 및 장비개발

○ 연구목표

- 비접촉식 장대레일 중립온도 및 레일온도 측정장비 개발
- 레일체결장치 클립 응력 감시 장치 개발

표 3.4-2. 2세부과제 성과목표 및 성과지표

성과목표	성과지표	검증방안
비접촉식 장대레일 중립온도 및 레일온도 측정장비 개발	·장대레일 중립온도 및 레일온도 측정 정확도	기존 기술대비 대비 향상된 목표치 설정 및 비교평가
	측정 속도/시간	기존 기술의 측정 속도/시간 대비 향상된 목표 설정, 비교 평가
레일체결장치 클립 응력 감시 개발	·레일체결구 응력 평가 기술 정확도	기존 기술대비 대비 향상된 목표치 설정 및 비교평가
	측정 속도/시간	기존 기술의 측정 속도/시간 대비 향상된 목표 설정, 비교 평가

□ 3세부과제 : 도상 및 노반 상태 평가 기술개발

○ 연구목표

- 자갈도상 및 노반 결함 상태평가 기술 개발
- 콘크리트 도상침하 및 결함 상태평가 기술개발

○ 연구목표 달성여부를 검증할 수 있는 성과지표 및 검증방안

표 3.4-3. 3부과제 성과목표 및 성과지표

성과목표	성과지표	검증방안
자갈도상 및 노반 결합 상태평가 기술개발	도상/노반 상태평가 기술 정확도	기존 기술대비 대비 향상된 목표치 설정 및 비교평가
	측정 속도/시간	기존 기술의 측정 속도/시간 대비 향상된 목표 설정, 비교 평가
콘크리트도상 침하 및 결합 상태평가 기술 개발	평가 기술 정확도	기존 기술대비 대비 향상된 목표치 설정 및 비교평가
	측정 속도/시간	기존 기술의 측정 속도/시간 대비 향상된 목표 설정, 비교 평가

□ 4세부과제 : 궤도 절대선형 측정 장비 개발

○ 연구목표

- 궤도 절대선형 측정기술 개발

○ 연구목표 달성여부를 검증할 수 있는 성과지표 및 검증방안

표 3.4-4. 4세부과제 성과목표 및 성과지표

성과목표	성과지표	검증방안
궤도원형보수를 위한 절대선형 측정 기술 개발	절대선형 측정 기술 정확도	기존 기술대비 대비 향상된 목표치 설정 및 비교평가
	측정 속도/시간	기존 기술의 측정 속도/시간 대비 향상된 목표 설정, 비교 평가

나. 연구내용

표 3.4-5. 세부과제별 연구내용

세부과제	공동과제	주요 연구내용
<p><1세부과제> 궤도성능평가 기법 및 궤도 강성 검측장 비 개발</p>	<p><1-1> 철도 궤도시스템 성능평가 기법 및 테스트 베드 구축</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 측정 및 감시 데이터에 근거한 궤도시스템 성능평가 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 궤도시스템 계층구조상의 성능평가 알고리즘 설계 - 궤도, 궤도하부, 레일상태 측정 및 감시 장치와의 인터페이스 시스템 - 효율적 유지보수를 위한 이상개소 실시간 자기 판단 기술 - 기존 시스템과의 연계성 확보 ○ 각 상태 측정 및 감시 장치 요구사항 설정 ○ 테스트 베드 구축 및 개발 시스템/장치 성능 검증 <ul style="list-style-type: none"> - 테스트베드 구축계획 수립 및 현장 성능검증 총괄 - 궤도시스템의 계층구조 상 Total system, Subsystem, Component별 성능 검증 방안 제시 및 검증체계 구축 - 기존 차량 및 유지보수 차량 탑재형 장치를 위한 차량설계 및 개조 - 위치인식 인터페이스
	<p><1-2> 궤도 강성 검측장비 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 궤도강성(수직, 횡) 측정 기술 분석 (이론, 사양, 정밀도 등) ○ 목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정 <ul style="list-style-type: none"> - 차량 대차와 레일의 상대변위 측정 방식 또는 작용하중과 변형, 지반진동과 댐핑의 관계에 의한 위상과 크기에 따른 산출 방식 등

		<ul style="list-style-type: none"> - 열차 종류, 속도 등 다양한 운행 조건 및 궤도조건을 고려한 궤도 강성평가 개발 방안 마련 및 정확도, 정밀도가 보장되는 평가방법 및 사양 도출 ○ 궤도강성 측정기술(이론 및 장치) 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 측정 및 해석 알고리즘 개발 - 영업차량/유지보수차량 탑재형 장비개발 (목표속도 60km/h) - 측정용 실험 차량형 장비개발 - 이상개소 자가진단 및 평가 - 위치인식 인터페이스 ○ 성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성
<p><2세부과제> 비접촉식 레일/체결장치 상태평가 기술 및 장비개발</p>	<p><2-1> 비접촉식 장대레일 중립온도 및 레일온도 측정장비 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 기술 분석 (이론, 사양, 정밀도 등) ○ 장대레일 종방향 레일응력 측정 이론 및 장치 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 비파괴 또는 준비파괴 방식 - 자기탄성(Magneto elastic) 또는 비선형 유도초음파 방식 등 - 중립온도 측정 (정확도 $\pm 1^{\circ}\text{C}$) - 측정 및 해석 알고리즘 개발 - 독립측정형(목표속도 3.6km/h) 및 차량탑재형(목표속도 70km/h) 장비개발 - 이상개소 자가진단 및 평가 - 위치인식 인터페이스 ○ 비접촉 레일온도 측정 장치 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 레이저/열화상 카메라를 이용한 레일온도 측정 방식 등(정확도 $\pm 1^{\circ}\text{C}$) - 차량탑재형 실시간/전구간 레일온도 측정(목표속도 70km/h) - 이상개소 자가진단 및 평가 - 측정데이터 및 진단자료 무선전송

	<p><2-2> 레일체결장치 클립 응력 감시 장치 개발</p>	<p>시스템</p> <ul style="list-style-type: none"> - 위치인식 인터페이스 <p>○ 성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성</p> <p>○ 기존 기술 분석 (이론, 사양, 정밀도 등)</p> <p>○ 레일체결장치 코일스프링 응력 감시 장치 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 적외선 열화상 비파괴 검사기법 등 - 구조체 온도를 이용하여 코일스프링 응력 상태 추정 (정성적) - 독립측정형(목표속도 3.6km/h) 및 차량탑재형(목표속도 70km/h) 장비개발 - 위치인식 인터페이스 <p>○ 성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성</p>
<p><3세부과제> 도상 및 노반 상태평가 기 술개발</p>	<p><2-1> 자갈도상 및 노반 결함 상태 평가 기술개발</p>	<p>○ 자갈도상 및 노반 결함상태평가 기존 기술 분석(이론, 사양, 정밀도 등)</p> <p>○ 목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자주이동식 탑재형 GPR 기반 상태 평가 기법 등 - 도상자갈 마모/토사혼입율 측정(정확도 $\pm 5\%$), 노반결함(침하상태 등) 측정/평가(정확도 1cm) <p>○ 자갈도상 및 노반상태 평가 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자갈도상 성능(열화) 평가 지표 개발 · 자갈도상재료 성능 항목 및 성능 수준, 평가방법 등 개발 제시 · 자갈도상 재료특성별 열화 진전 상태에 따른 물성 평가 - 측정 및 해석 알고리즘 개발

		<ul style="list-style-type: none"> - 독립측정형(목표속도 3.6km/h) 및 차량탐재형(목표속도 70km/h) 장비개발 - 이상개소 자가진단 및 평가 - 위치인식 인터페이스기술 분석(이론, 사양, 정밀도 등)
	<p><2-2> 콘크리트도상 침하 및 결함 상태평가 기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성 ○ 콘크리트도상 침하 및 결함 평가 기준 기술 분석(이론, 사양, 정밀도 등) ○ 목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정 <ul style="list-style-type: none"> - 토노반/HSB층/TCL 침하 및 경계부 공극 검출 기술 - 침목 들뜸 검출 기술 ○ 콘크리트도상 침하 및 결함 상태평가 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 측정 및 해석 알고리즘 개발 - 독립측정형(목표속도 3.6km/h) 및 차량탐재형(목표속도 50km/h) 장비개발 - 이상개소 자가진단 및 평가 - 위치인식 인터페이스
<p><4세부과제> 궤도 절대선형 측정장비 개발</p>	<p><4-1> 궤도 절대선형 측정 장비 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 궤도 절대선형 측정 기준 기술분석(이론, 사양, 정밀도 등) ○ 목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정 <ul style="list-style-type: none"> · 3차원 절대좌표를 이용한 절대선형 측정기술(정확도 $\pm 2\text{mm}$) ○ 궤도 원형보수를 위한 절대선형 측정 장치 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 측정 알고리즘 개발 · 독립측정형 및 보수장비 탑재형 장비개발(목표속도 3.6km/h) · 위치인식 인터페이스

3.5 세부과제 간 연계

□ 각 세부과제간 연계

- 1세부과제에서는 성능평가 기법 및 궤도 강성 검측장비 개발을 담당하고, 2, 3, 4 세부과제에서는 장대레일 및 체결장치 클립, 도상 및 노반 상태평가, 궤도 절대선형 측정기술개발을 위한 요구조건 도출, 설계, 제작 및 실내외 성능 평가 등을 수행
- 시스템 구성요소 중 1, 2, 3, 4세부과제의 측정 및 평가 시스템 중 차량탑재를 위한 차량 설계 및 제작 또는 개수에서 요구되는 사항은 1세부과제에서 제시 및 실행은 과제별로 수행



그림 3.5-1. 세부 과제간 연계 관계도

3.6 기술개발로드맵

□ 연구기간은 크게 2단계로 구분하고 아래와 같이 기술개발을 위한 로드맵을 구성하였음

- 1단계(1~3차년도) : 기술개발
 - 성능목표 설정 및 요구조건 정립
 - 개념설계 (궤도 성능평가 시스템 구성)
 - 제반 기술검토 및 상세설계
 - 각 구성요소(평가기술)별 시작품 제작 및 실내 성능평가
 - 시험대상구간 선정 및 차량탑재를 위한 차량설계 및 개조
- 2단계(4~5차년도) : 현장 성능검증 및 보완
 - 각 시스템 별 실외 성능평가(1차)
 - 시스템 통합
 - 차량탑재 및 현차 시험
 - 현차 성능검증 및 보완
 - 각 시스템별 운용 매뉴얼 작성

	1단계			2단계	
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
1. 궤도성능평가기법 및 궤도 강성 검증 장비 개발	기술분석 및 성능목표 설정 운영 및 시스템 IF 기술요건 도출	테스트베드 구축계획 수립	시험구간 선정 및 차량설계 및 개조	궤도 강성 검증장비 개발 성능검증 및 문제점 보완. 매뉴얼 작성	
2. 비접촉식 레일/체결장치 상태평가 기술 및 장비개발	기존 기술분석 목표성능 도출, 측정 이혼 및 사양 설정	비접촉식 레일/체결장치 상태평가 기술 및 장비개발		현장 성능 검증, 문제점 분석 및 보완 운용 매뉴얼 작성	
3. GPR기반 도상 및 노반결함 상태평가 기술개발	기존 기술분석 목표성능 도출, 측정 이혼 및 사양 설정	도상 및 노반 상태평가 기술개발		현장 성능 검증, 문제점 분석 및 보완 운용 매뉴얼 작성	
4. 궤도 절대선형 측정장비 개발	기존 기술분석 목표성능 도출, 측정 이혼 및 사양 설정	궤도 절대선형 측정장비 개발		현장 성능 검증, 문제점 분석 및 보완 운용 매뉴얼 작성	

그림 3.6-1. 기술개발로드맵(TRM)- 총괄

□ 세부과제별 기술로드맵

○ 1세부과제

	1단계			2단계	
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
1.1 궤도시스템 성능평가 기법 및 테스트 베드 구축	궤도시스템 성능평가 알고리즘설계	측정 및 감시 데이터에 근거한 궤도시스템 성능 평가 시스템 개발			
	측정 및 감시장치 요구사항 도출	테스트베드 구축 계획 수립	자랑합재형 장치를 위한 자랑설계 및 개조		
		성능검증방안 제시 및 검증체계 구축		현장성능 검증, 문제점 분석 및 보완	
1.2 궤도 강성 검측장비 개발	기존 기술분석	궤도 수직방향 강성 측정이론 및 장치 개발			
	목표성능 도출, 측정 이론 및 사양 설정	궤도 횡방향 강성 측정이론 및 장치 개발		현장 성능 검증, 문제점 분석 및 보완	
				유용 매뉴얼 작성	

그림 3.6-2. 기술개발로드맵(TRM)-1세부과제

○ 2세부과제

	1단계			2단계	
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
2.1 비접촉식 장대레일 중립온도 및 레일 온도 측정장비 개발	기존 기술분석	중방향 레일온력(중립온도) 측정이론 및 장비개발			
	목표성능 도출, 측정 이론 및 사양 설정	비접촉 레일온도 측정장치 개발		현장 성능 검증, 문제점 분석 및 보완	
				유용 매뉴얼 작성	
2.2 레일체결장치 클립 응력 감시 장치 개발	기존 기술분석				
	목표성능 도출, 측정 이론 및 사양 설정	체결장치 코일 스트링 응력 감시장치 개발		현장 성능 검증, 문제점 분석 및 보완	
				유용 매뉴얼 작성	

그림 3.6-3. 기술개발로드맵(TRM)-2세부과제

○ 3세 부과제

	1단계			2단계	
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
3.1 자갈도상 및 노반 결함 상태 평가 기술 개발	기존 기술분석 목표성능 드롭률 측정 이론 및 사양 설정	자갈도상 오판 및 노반 상태평가 기술개발		현장 성능 검증, 문제점 해소 및 보완	
		자갈도상 오판 평가 지표 개발			운용 매뉴얼 작성
3.2 콘크리트도상 침하 및 결함 상태 평가 기술 개발	기존 기술분석 목표성능 드롭률 측정 이론 및 사양 설정	콘크리트도상 침하 및 결함 상태평가 기술개발		현장 성능 검증, 문제점 해소 및 보완	
					운용 매뉴얼 작성

그림 3.6-3. 기술개발로드맵(TRM)-3세부과제

○ 4세 부과제

	1단계			2단계	
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
4.1 궤도절대선형 측정기술 개발	목표성능 드롭률 측정 이론 및 사양 설정	궤도 안정보수를 위한 절대선형 측정기술개발		현장 성능 검증, 문제점 해소 및 보완	
		위치검지 시스템과의 인터페이스			운용 매뉴얼 작성

그림 3.6-4. 기술개발로드맵(TRM)-4세부과제

3.7 성과 활용방안 및 테스트-베드 구축 계획

3.7.1 활용방안

□ 본 과제에서 기획하는 연구의 성과는 궤도/노반 유지보수 최적화와 열차운행 안전성 향상을 위하여 고속철도 및 일반철도, 도시철도구간에 즉시 활용이 가능함

구분	과제명	연구 소요기간 (착수시기)	최종 성과물	최종 수요처	활용방안	
1세부과제	궤도성능평가 기법 및 궤도강성 검측장비 개발	5년 (1차년도)	·성능목표 및 시스템 기술 요구사항 목록 ·테스트베드(시험구간 및 시험차)	<ul style="list-style-type: none"> •철도운영기관 및 유지관리 기관 •철도건설 및 유지관리 업체 	‘고속철도 및 일반철도, 도시철도 구간에 적용하여 유지보수 비용 절감 및 열차운행 안전성 향상에 기여	
	1-1 (공동)	궤도시스템 성능평가 기법 및 테스트베드 구축	5년 (1차년도)			·특허 등 지식재산권 ·성능검증절차 및 결과 보고서 ·시스템 설계보고서 및 도면 ·측정(평가) 시스템 시작품 ·운용매뉴얼
	1-2 (공동)	궤도강성 검측장비 개발	5년 (1차년도)			·특허 등 지식재산권 ·성능검증절차 및 결과 보고서 ·시스템 설계보고서 및 도면 ·측정(평가) 시스템 시작품 ·운용매뉴얼
2세부과제	비접촉 레일/체결장 치 상태평가 기술 및 장비개발	5년 (1차년도)	·특허 등 지식재산권 ·성능검증절차 및 결과 보고서 ·시스템 설계보고서 및 도면	<ul style="list-style-type: none"> •철도운영기관 및 유지관리 기관 •철도건설 및 유지관리 업체 	‘고속철도 및 일반철도, 도시철도 구간에 적용하여 유지보수 비용 절감 및 열차운행 안전성 향상에 기여	
	2-1 (공동)	장대레일 안전성 향상을 위한 비접촉 방식 중립온도 및 레일온도 측정장비 개발	5년 (1차년도)			·측정(평가) 시스템 시작품 ·운용매뉴얼
	2-2	레일체결장치	5년			

	(공동)	클립 응력상태 추정을 위한 감시 장치 개발	(1차년도)			
3세부과제		GPR 기반 도상 및 노반결합 상태평가 기술개발	5년 (1차년도)	<ul style="list-style-type: none"> ·특허 등 지식재산권 ·성능검증절차 및 결과 보고서 ·시스템 설계보고서 및 도면 ·측정(평가) 시스템 시작품 ·운용매뉴얼 	<ul style="list-style-type: none"> •철도운영기관 및 유지관리 기관 •철도건설 및 업체 	<ul style="list-style-type: none"> ·고속철도 및 일반철도, 도시철도 구간에 적용하여 유지보수 비용 절감 및 열차운행 안정성 향상에 기여
	3-1 (공동)	자갈도상 및 노반 결합 상태평가 기술개발	5년 (1차년도)			
	3-2 (공동)	콘크리트도상 침하 및 결합 상태평가 기술개발	5년 (1차년도)			
4세부과제		궤도 절대선형 측정장비 개발	5년 (1차년도)	<ul style="list-style-type: none"> ·특허 등 지식재산권 ·성능검증절차 및 결과 보고서 ·시스템 설계보고서 및 도면 ·측정(평가) 시스템 시작품 ·운용매뉴얼 	<ul style="list-style-type: none"> •철도운영기관 및 유지관리 기관 •철도건설 및 업체 	<ul style="list-style-type: none"> ·고속철도 및 일반철도, 도시철도 구간에 적용하여 유지보수 비용 절감 및 열차운행 안정성 향상에 기여

3.7.2 테스트베드(시험구간 및 시스템 탑재차량) 구축 계획

□ 연구 성과의 효율적인 적용과 상용화를 위해 테스트 베드 및 시스템 (시작품) 차량 탑재용 차량 구축을 통한 단계별 성능검증 방안 마련

- 1단계(3차년도) : 개발 시스템별 간이이동장치(트로리)에 탑재하여 측정(평가) 신뢰도를 검증하고, 시작품의 내구성 및 사용성 등의 기술적 사항 검토(검증)
- 2단계(4-5차년도) : 자주식 모터카에 탑재 및 주행속도별 시스템 안정성 검증



그림 3.7-1. 테스트베드 구축을 통한 성능검증

- 각 단계별로 시스템 사용 목적에 맞는 테스트 베드 후보지 6개소를 다음과 같이 제시

표 3.7-1. 테스트 베드 후보지

순위	선별	역간		운행차종	궤도조건
1	경부고속선	신경주	울산	KTX	콘크리트
2	경부고속선	대전	김천	KTX	자갈/콘크리트
3	경부선	대전	옥천	KTX, 일반여객, 화물	자갈
4	장항선	군산	익산	일반여객, 화물	자갈
5	장항선	천안	온양온천	일반여객, 화물, 전동	자갈
6	전라선	전주	신리	KTX, 일반여객, 화물	자갈/콘크리트

- 시스템 차량 탑재를 위하여 축중 17톤 이하의 차량 설계 및 제작 (개수 또는 구매)
 - 2006년부터 고속철도 및 일반철도의 과학적 궤도점검 효율화를 위하여 도입한 선로점검차 형태의 자주식 차량 설계/제작
 - * 선로점검차 차량은 국내에서 제작, 검사시스템은 수입하여 장착함

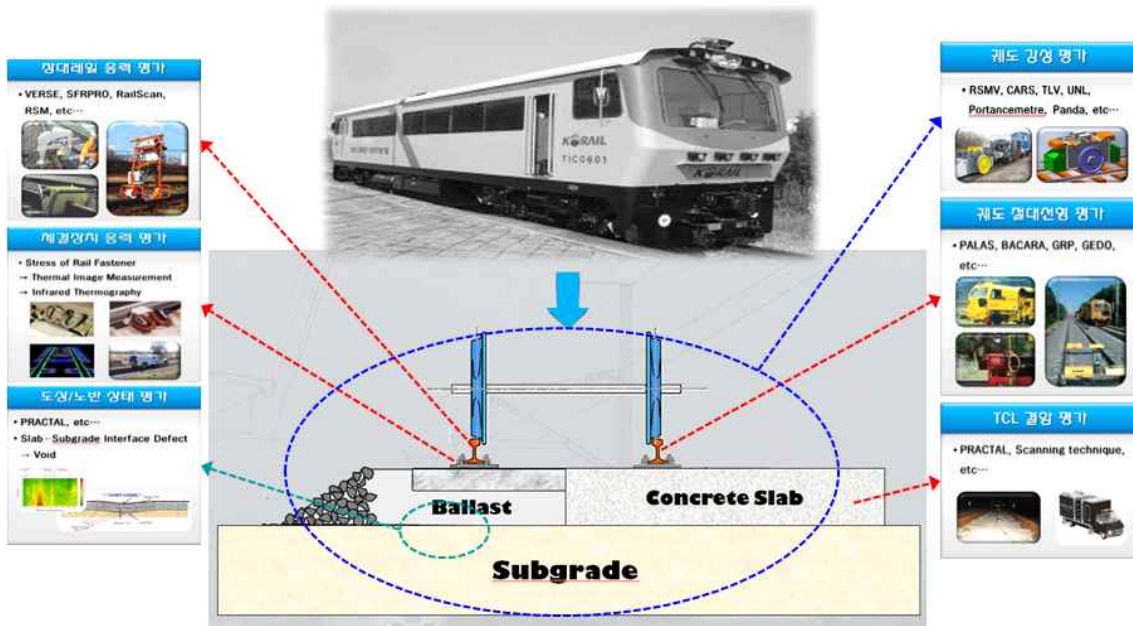


그림 3.7-2. 테스트베드(시스템 차량탑재) 구축(안)

제4장 사전 타당성 검토

4.1 정책적 타당성

4.1.1 국가 전략적 중요성

- “교통안전 선진화”를 위한 국가 교통정책(국정과제 93)에 따른 창조경제 및 교통복지 실현을 위하여
 - 철도노후 취약시설을 꾸준히 개량하고, 안전대책 추진 체계 보강, 안전인증체계 개편과 전문자격제도 확대 등을 추진

- 철도 수송 분담율 증대를 위한 KTX 중심의 고속철도망을 전국으로 확대하기 위한 정책을 추진하고 있음
 - 이를 위해 경부고속철도를 비롯한 전국 간선철도의 속도 향상이 요구되고 있으며, 기존 철도 노후화에 따른 유지보수비의 증가 및 승차감과 주행안전성이 저하될 우려가 있음
 - 따라서, 과학적이고 체계적인 상태평가 시스템 개발을 통해 유지보수를 최적화하고 시설물의 안전성을 향상 필요

- 세계 일류 철도국가로의 도약을 위하여 빠르고 편리하며, 안전한 철도구현을 위한 제2차 철도산업발전 기본계획에 따라
 - ‘시설개량의 지속추진 및 유지보수 효율화’ 전략 수립
 - 승차감 향상 및 안전성 확보를 위해 시설개량 사업 지속 추진
 - 철도시설의 기능을 정상적으로 유지하고 안전성을 확보하기 위해 비용 효율적인 유지보수체계를 구축 운영

- 이를 위해 시설자산 관리체계를 확립하고, 유지보수 평가체계를 도입하여 시설유지보수 관리 선진화를 추진하고 있음
 - 또한 시설의 안전·경제성을 동시에 달성하기 위해 시설의 특성(속도, 이력 등)을 고려한 유지보수 기준 및 점검주기를 개발
- 과학기술을 기반으로 한 국민행복, 중소기업 육성, 일자리 창출 등을 주요 국정과제로 하는 현 정부의 창조경제 패러다임 변화에 따라 철도 R&D 비전을 제시
- 철도차량 개발 중심의 R&D에서 창조경제 패러다임에 부응할 수 있도록 **기술수요자 중심, 국민체감형 R&D 추진**
 - 과시적인 대형 프로젝트보다 **이용 편의성 향상, 운영비용 절감** 등 상용화를 통해 검증된 성과를 기반으로 시장을 개척하는 R&D 필요

4.1.2 상위계획과의 부합성

- 본 과제는 “박근혜정부 국정과제”의 정책방향과 부합됨
- 현 정부에서는 5대 국정목표를 “일자리 중심의 창조경제”, “맞춤형 고용복지”, “창의교육과 문화가 있는 사람”, “안전과 통합의 사회, 행복한 통일시대의 기반구축”로 정하고 140대 국정과제를 제시

국정목표 4

안전과 통합의 사회

전략	국정과제
<p>14 범죄로부터 안전한 사회 구현</p>	83 성 폭력으로부터 안전한 사회
	84 가정폭력 방지 및 피해자 보호 강화
	85 먹을거리 관리로 식품안전 강국 구현
	86 학교폭력 및 학생위험 제로환경 조성
	87 아동인권 보호강화 및 건강한 성장·발달지원
	88 범죄피해자 보호 및 지원 강화
	89 법과 질서를 존중하는 문화구현
	90 민생치안 역량강화 기반 조성
	91 생활 안전 관련 공익신고 범위확대 및 신고자 보호 강화
	92 총체적인 국가재난관리 체계 강화
<p>15 재난·재해 예방 및 체계적 관리</p>	93 항공, 해양 등 교통안전 선진화
	94 환경유해물질 관리 및 환경 피해구제 강화
	95 원자력 안전관리체계 구축
	96 에너지공급 시설의 안전관리 강화
	97 안전하고 쾌적한 일터조성 및 근로자 건강증진

그림 4.1-1. 국정목표 4. 안전과 통합의 사회

- 박근혜정부의 140대 국정과제의 4번째 국정목표인 “안전과 통합의 사회” 의 15대 전략 “재난·재해 예방 및 체계적 관리” 의 국정과제 93번 “항공, 해양 등 교통안전 선진화의 부합됨

□ 본 과제는 “제2차 국가철도망 구축계획 2011-2020(2011.4)” 에서 전국 주요 거점을 1시간 30분대로 연결한다는 구상을 발표한 바 있으며 본 사업은 이러한 목표 달성을 위해 반드시 추진이 필요함.

- “제2차 국가철도망 구축계획 2011-2020(2011.4)” 의 의하면 장래 지역간 총 목적 통행량은 1일 '07년 1,398만 통행에서 '36년 1,567만 통행으로 증가할 것으로 예상되기 때문에 이에 대응하기 위한 속도 향상이 요구되며, 이를 위한 시설물 안전성 확보는 필수적임.

표 4.1-1. 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 국가 철도망 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

□ 본 과제는 제2차 철도산업발전 기본계획에 따른 세계일류 철도국가로의 도약을 위한 빠르고 편리하며, 안전한 선진철도 구현 정책에 부합됨

- 철도산업발전기본법 제5조에 의거 철도산업 관련 정책을 종합하고 체계화하는 법정 기본계획인 '제2차 철도산업발전 기본계획'은 세계일류 철도국가로의 도약이라는 비전을 수립하고 4대 목표, 6대 중점분야, 27개 추진과제를 수립

[7대 전략 및 32개 추진과제]

6대 중점분야	27개 추진과제
<p>KTX 고속철도 중심의 국가철도망 구축</p>	1. 전국 고속철도망 확충
	2. 기존선 고속화 및 일반철도 신선 건설
	3. 광역철도 급행화 및 신선 건설
	4. 궤도-전기-신호 등 철도시설 개량
	5. 철도시설 유지-보수 효율화
<p>철도운영 부문의 경쟁력 제고</p>	6. 고객 지향적 수송서비스 제공
	7. 철도 지능형 교통체계 확대
	8. 철도 중심의 연계교통체계 강화
	9. 녹색 철도물류 경쟁력 강화
	10. 철도운송시장 경쟁 환경 조성
	11. 철도공사의 경영 효율성 제고
	12. 수익사업 다원화로 경쟁력 강화
	13. 중장기 철도운영계획 수립-시행
	14. 철도운송제도 합리적 개선 추진

세계 최고수준의 철도안전 확보	15. 철도안전관리 효율화 및 제도개선
	16. 철도안전업무 종사자 안전역량 강화
	17. 철도시설의 안전성 제고
	18. 철도차량의 유지-보수 선진화
	19. 철도안전 홍보 및 연구개발 확대
철도 제조업 육성 및 기술개발 촉진	20. 철도 제조업 육성방안 수립-시행
	21. 수출 주도형 연구개발 추진
	22. 미래 선도 기술개발
	23. 철도 인프라 기술수준 제고
해외 철도시장 진출 확대	24. 해외진출 지원체계 공고화
	25. 해외진출 기반 및 활동 강화
	26. 국제 철도협력 활성화
철도분야 핵심 전문 인력 양성	27. 철도 핵심인력 양성 마스터플랜 수립-시행

- 본 과제는 6대 중점분야 중 “KTX 고속철도 중심의 국가철도망 구축” 분야의 기존선 고속화 및 철도시설 유지보수효율화와 “세계 최고수준의 철도안전 확보” 분야의 철도시설의 안전성 제고에 부합되며, 수출 주도형 연구개발 추진, 미래 선도 기술개발 및 철도 인프라 기술수준 제고와 부합되고 있음

□ 본 과제는 정부에서는 국민행복을 위한 빠르고 안전하고 경제적인 철도 개발과 철도산업을 고부가가치 창조형 신성장 동력으로 육성하기 위한 정책에 부합함

- 빠르고 지능적인 철도 (SMART)
 - (빠른 철도) 전 국토를 90분에 연결하는 철도 고속화 및 수송효율 향상
 - (지능적인 철도) 무인운영이 가능한 차량, 선로, 전력, 신호시스템 개발

- 안전하고 편리한 철도 (SAFE)
 - (안전한 철도) 철도중대사고 ZERO의 철도안전 기술
 - (편리한 철도) 여객불만 ZERO의 차량역사 승객편의 기술
- 정확하고 경제적인 철도 (ECONOMICAL)
 - (정확한 철도) 운행지연 ZERO의 철도운영 기술
 - (경제적인 철도) 건설비, 전력비, 운영비, 승차요금 50% 저감 기술



그림 4.1-2. 정부의 철도 R&D 정책방향

4.2 기술적 타당성

4.2.1 기존 기술(연구)과의 차별성 및 연계성

- “철도 궤도 유지보수 최적화를 위한 상태평가 기술개발” 연구는 고속철도, 일반철도 및 도시철도 궤도 유지관리에 예방보수 개념을 적용한 시설물 상태 평가 기술 개발을 목표로 함
 - 궤도의 구성요소인 레일, 체결장치, 도상과 궤도시스템 및 토노반과 각 시스템과의 인터페이스에서 오는 문제들에 대하여 객관적이며 과학적인 평가 기술 개발을 추진
 - 각 구성요소에 대한 정확한 상태를 평가하고 이를 통해 시설물의 성능(상태)을 확인하고, 유지보수 최적화를 위한 연구를 중점적으로 연구하고자 함

- 본 과제에서 개발하고자 하는 기술은 기존의 연구와 연구목표와 내용면에서 차별화 됨
 - 각 기술별 중복성 검토결과
 - 1세부 : 궤도성능평가 기법 및 궤도강성 검측장비 개발

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관 (연구기간)	차별성	연계방안
철도 궤도시스 템 성능평가 기법 및 테스트베 드 구축	-측정 및 감시 데이터에 근거 한 궤도시스템 성능평가 시스 템 개발 -각 상태 측정 및 감시 장치 요구사항 설정 -테스트 베드 구축 및 개발 시스템/장치 성능 검증	고속검 측시스 템 기술개 발	•300km/h급 고 속검측시스템 개발	한국철도기 술연구원 ('13.4~)	•궤도선형(검측) 이외의 시설물 상태 평가	-
궤도강성	-궤도강성(수	선로구	•궤도지지강성	한국철도기	•궤도보수 의사	•기존의 기초

검측장비 개발	직, 횡) 측정 기술 분석 (이론, 사양, 정밀도 등) -목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정 -궤도강성 측정 기술(이론 및 장치) 개발 -성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성	측물 핵심기술개발	평가를 위해 LFWD 활용	술연구원 ('07~'12)	결정을 위한 상태평가에 중점	연구 결과를 연계
---------	---	-----------	----------------	----------------	-----------------	-----------

- 2세부 : 비접촉식 레일/체결장치 상태평가 기술 및 장비개발

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관 (연구기간)	차별성	연계방안
장대레일 안전성 향상을 위한 비접촉 측정 방식 중립온도 및 레일온도 측정장비 개발	-기존기술분석 -장대레일 종방향 레일응력 측정 이론 및 장치 개발 -비접촉 레일온도 측정장치 개발 -성능검증 및 운용 매뉴얼 작성	고속선 궤도관리 의사 결정 지원시스템개발	•장대레일 상태 대한 기초연구	코레일 ('06~'10)	•장대레일 상태 평가를 위한 시스템(측정장비) 개발	•기존의 기초연구 결과를 연계
레일체결장치 클립 응력상태 추정을 위한 감시 장치 개발	-기존기술분석 -레일체결장치 클립 응력 감시 장치 개발 -성능검증 및 운용 매뉴얼 작성	고속선 궤도관리 의사 결정 지원시스템개발	•체결구 상태평가에 대한 기초연구	코레일 ('06~'10)	•체결장치 상태 평가를 위한 시스템(측정장비) 개발	•기존의 기초연구 결과를 연계

- 3세부 : GPR기반 도상 및 노반결합 상태평가 기술개발

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관 (연구기간)	차별성	연계방안
자갈도상 및 노반 결함 상태평가 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> -자갈도상 및 노반 결함상태 평가 기존 기술분석 -목표성능 도출 및 측정이론, 사양설정 -자갈도상 및 노반상태 평가 기술 개발 -성능검증 및 운용 매뉴얼 작성 	선로구 축물 핵심기 술개발	<ul style="list-style-type: none"> •케도하부(토노반)구조 상태 평가 및 품질 등급결정을 위한 GPR기술 분석 및 흙샘플링 장비 제작 	한국철도기 술연구원 (‘07~’12)	<ul style="list-style-type: none"> •케도보수의사결정을 위한 상태 평가에 중점 	<ul style="list-style-type: none"> •기존의 기초연구결과를 연계
		고속철 도 자갈케 도 유지보 수 저감을 위한 케도개 량 기술개 발	<ul style="list-style-type: none"> •자갈케도 개량(생력화 케도)을 위한 노반 성능 평가 	한국철도기 술연구원 (‘13~’17)		
콘크리트 도상 침하 및 결함 상태평가 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> -콘크리트 도상 침하 및 결함 평가 기존 기술분석 -목표성능 도출 및 측정이론, 사양설정 -자갈도상 및 노반상태 평가 기술 개발 -성능검증 및 운용 매뉴얼 작성 	콘크리 트케도 유지보 수 기준수 립 연구	<ul style="list-style-type: none"> •콘크리트 침하 및 도상균열 기준 제시 	한국철도기 술연구원 (‘11~’12)	<ul style="list-style-type: none"> •콘크리트 도상 침하 및 TCL 상태평가에 중점 	<ul style="list-style-type: none"> •기존의 기초연구결과를 연계

- 4세부 : 케도 절대선형 측정장비 개발

세부과제명		기존 연구과제(최상위 과제명)			검토결과	
과제명	주요내용	과제명	주요내용	연구기관 (연구기간)	차별성	연계방안
케도 절대선형 측정 장비 개발	<ul style="list-style-type: none"> -케도 절대선형 측정 기존 기술분석 -목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정 -케도 원형보수를 위한 절대선형 측정 장치 개발 -성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성 	-	-	-	-	-

4.2.2 기술개발계획의 적절성 및 우수성

- 본 과제의 추진에 있어 궤도시설물 평가에 대한 공백기술을 도출하고, 궤도전체 거동을 고려한 요구기술을 분석하여 유지보수 최적화를 위한 상태평가 기술 개발과제를 도출하였으며, 사용자 요구사항을 면밀히 분석하여 정의하고 최단 기간내 기술을 개발하고 현장 적용을 통한 성능을 검증 방안 제시

- 시설물 상태평가는 국내 기술수준이 매우 낮아 해외 기술의존도가 매우 높은 분야로 원천기술의 확보측면에서도 기술개발이 시급히 요구됨

- 시설물의 건전성의 최대 확보를 위해서 본 과제 성과물 적용을 통한 유지보수 최적화와 열차 안전성 확보에 매우 유용하게 활용될 것으로 예상됨

4.2.3 기술수준 및 개발성공 가능성

- 연구개발 기반
 - 국내에서 궤도분야의 상태(성능) 평가시스템 개발에 대한 연구는 매우 미진한 것으로 평가되나, 고속철도 운영기술의 축적 및 국내 IT 기술의 강점을 살린다면 세계 최고수준의 궤도분야 상태(성능)평가 시스템 개발이 가능할 것으로 사료됨.

- 추진 과정에서 예상되는 기술적 위험요소와 대안
 - 연구개발시 많은 예산과 시간이 소요될 것으로 판단되어 예산 및 개발기간에 대한 외국사례조사를 통해 적정한지를 면밀하게 검토가 요구됨

- 각 기술에 대한 평가모델과 알고리즘 개발 및 관련 S/W와 H/W 개발에 기초연구 수행을 통한 원천기술 확보 요구됨
- 연구적인 측면도 중요하나 업체들의 지속적인 이윤을 발생시킬수 있는 실용적인 측면역시 강조해야 할 것으로 판단됨
- 유지보수 측면에서 지속적인 부품 등 관리문제가 발생하지 않도록 하며, 최대한 호환이 잘 이루어 질 수 있도록 개발 단계부터 신중히 검토해야 함
- 개발 시행 단계부터 홍보 전략도 수립하여 개발전부터 사후 관리에 대한 부분을 면밀하게 검토해 사장되는 일이 없도록 주의해야 할 것으로 사료됨
- 사업의 성공가능성을 높이기 위하여 각 시스템의 구성요소 중 범용성을 지니고 있는 부품은 개발에서 제외, 구매로 추진함이 타당할 것으로 판단됨

□ 효과적인 성과관리 체계

- 개발된 기술(평가 시스템 등)은 각 시스템별로 트로리 또는 포터블한 형태로 성능을 검증하고 보완하는 절차를 거쳐 최종적으로 선로 점검차 형식의 모터카차량에 설치하는 추진체계 마련 필요

4.3 경제적 타당성

4.3.1 경제적 파급효과

□ KTX가 도입된 2004년 이후의 주요 유지보수인 레일관리, 자갈관리, 선형관리 비용이 증가하였으며 철도는 점점 고속화 될 전망이고 고속화가 진행될수록 선로시설물의 안정적인 유지관리가 필요함

□ ‘국가기간교통망계획 제2차 수정계획’에 따라 전국의 철도연장은 약 1,577km 증가(2011년 3,378km→2020년 4,955km)가 예상되는 등 인프라가 점점 증가할 것이며 이에 걸맞은 유지보수를 하기 위한 상태평가 기술 개발이 필요함

□ 경제적 파급효과 총괄표

○ 세부과제별 경제적 효과

(단위 : 백만원, 명/년)

세부과제명	유지비 절감	구매비 용절감	생산 유발 효과	부가 가치 효과	취업 유발 효과
(1세부) 궤도성능평가 기법 및 궤도강성 검측장비 개발	3,904	3,000	3,093	927	15.8
(2세부) 비접촉식 레일/체결장치 상태평가 기술 및 장비개발	2,859	2,500	2,265	679	11.6
(3세부) GPR 기반 도상 및 노반결함 상태평가 기술개발	3,424	6,500	2,713	430	13.9
(4세부) 궤도 절대선형 측정장비 개발	1,813	1,500	1,463	430	7.3
계	12,000	13,500	9,534	2,466	48.6

- 본 사업을 통해 개발된 기술의 현장적용을 통해 연간 120억원 이상의 유지보수비 절감, 생산유발효과 95억원, 부가가치효과 24억원 등 총 240억원의 직간접적 편익이 발생되며, 또한 각종 개발품의 해외 구매 대체에 따른 비용 135억원이상의 효과 발생 예상

□ 유지보수비 절감으로 인한 비용절감 효과

- 향후 기술개발이 성공적으로 이루어지고 현장에 적용하여 유지보수 효율성 향상을 통한 유지보수 최적화가 이루어질 경우 연간 유지보수비가 약 120억 이상 절감될 것으로 예상됨
 - 고속철도 및 일반철도 연간 유지보수비 4,000억원(2013년 유지보수비)의 3% 절감 시 **연간 120억원의 유지보수비 절감**에 기여할 수 있을 것으로 판단

□ 생산 및 부가가치 유발 효과

- 궤도상태를 모니터링하고 평가하는 기술은 특성상 부품과 같이 대량생산을 통한 판로가 넓은 시장구조가 아니기 때문에 다양한 산업의 생산 증대효과를 판단할 수 없으나 관련 산업 부흥에 이바지 할 수 있음
- 신사업 분야 특성상 부가가치를 정확히 예측을 할 수 없으나 원천 기술이기 때문에 일정부분의 기술료 수입이 예상됨
- 한국은행의 산업연관표를 통한 생산, 부가가치, 취업유발 효과분석결과 (2010년 한국은행 산업연관표 기준, 정밀기기 분야)
 - 생산유발 효과는 **연간 약 95억원**
 - 부가가치 유발효과 **약 24억원에 달함**
 - 취업유발효과 **연간 48명**

□ 해외기술 대비 수입대체 효과

- 해외기술도입 대비 **수입대체 효과 약 135억이상** 발생 (1회성)
 - 노반/도상 성능평가 30억, 콘크리트궤도성능 평가 35억, 장대레일 및 체결구 응력 평가 25억, 궤도절대선형 15억, 궤도강성평가 30억 추정

- 영국에서 개발된 도상 및 노반상태 평가 시스템(ZARR)을 통한 현
장상태 평가 시 km@ 5,000천원의 평가비 제시(2007년)하였으며, 15
년간 상태평가 시 약 2,000억원의 비용 절감 효과 발생 (년간 130억
원 절감 효과)

- 1회 전구간 평가 시 : 궤도연장 8,000km × 5,000천원/km = 40,000백만원

- 3년 주기로 15년간(검측기기 내구년한) 평가 시 5회 시행

400억원/회 × 5회 = 2,000억원

- 프랑스 대서양선에 적용된 “궤도절대선형관리시스템”을 국내에 적
용 시 약 900,000유로 비용 발생 (다짐장비에 설치 시 비용), 국내
에서 기술개발 시 13.5억원의 해외도입 비용 절감 예상 (현장 기준
점 설치 비용 등 용역비 제외, 2005년 프랑스 기술자문 보고서)

- 본 연구에서 개발하고자 하는 상태평가 기술(시스템)은 국내 뿐만 아
니라 전 세계적으로 연구목적 이외에 상용화가 이루어진 것은 극소
수에 불과한 실정으로 본 과제가 성공적으로 추진으로 생겨난 성과
물의 적용은 무궁무진한 시장을 가지고 있을 것으로 추정됨

4.3.2 사회적 파급효과

- 열차운행안전성 및 편의성 향상을 통한 교통복지 실현에 기여

- 궤도 유지보수 최적화를 위한 상태평가 기술 개발로 차량의 주행안
정성 및 승차감과 안전성이 향상되고 철도교통에 대한 대국민 신뢰
향상이 기대됨

- 저탄소 녹색교통인 철도교통의 중요성을 부각시킬 수 있으며 친환경적이고 안전한 철도중심의 교통체계가 구축될 것이라 예상됨

4.3.3 기타 파급효과

- 궤도상태 모니터링 및 평가 시스템을 개발하면 기존에 인력에 의해 주관적으로 판단하는 부분에 대하여 과학적이고 객관적인 평가가 가능함에 따라 철도 시설물 관리에 대한 신뢰성 향상
- 또한, 현재 검사에 투입되는 인력을 본 개발기술로 대부분 대체됨에 따라 효과적인 인력 운용을 가능케 함

제5장 인력투입계획 및 소요예산 산정

5.1 연구일정에 따른 인력투입계획

(단위 : MM)

구분	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	합계
총괄	148.8	258.0	258.0	201.6	148.8	1,015.2
1세부	57.6	96.0	96.0	76.8	57.6	384.0
1-1 (주관)	28.8	48.0	48.0	38.4	28.8	192
1-2 (공동)	28.8	48.0	48.0	38.4	28.8	192
2세부	28.8	60.0	60.0	43.2	28.8	220.8
2-1 (협동)	19.2	36.0	36.0	28.8	19.2	139.2
2-2 (공동)	9.6	24.0	24.0	14.4	9.6	81.6
3세부	38.4	60.0	60.0	48.0	38.4	244.8
3-1 (협동)	19.2	30.0	30.0	24.0	19.2	122.4
3-2 (공동)	19.2	30.0	30.0	24.0	19.2	122.4
4세부	24.0	42.0	42.0	33.6	24.0	165.6
4-1 (협동)	24.0	42.0	42.0	33.6	24.0	165.6

5.2 소요예산

5.2.1 전체사업 소요예산

(단위 : 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	비 고
총 계	1,287	3,488	4,401	10,167	3,565	22,908	100%	
1세부 계	493	941	1,821	3,153	1,044	7,452		
1.1 철도궤도시스템 성능 평가 기법 및 테스트 베드 구축	246	388	1,158	1,192	247	3,231	14%	
1.2 궤도강성 검증장비 개발	247	553	663	1,961	797	4,221	18%	
2세부 계	253	765	974	2,573	891	5,457		
2.1 비점측방식 장대레일 중립온도 및 레일온도 측정장비 개발	154	444	631	1,548	539	3,317	14%	
2.2 레일체결장치 클립 응력상태 추정을 위한 감시장치 개발	99	321	343	1,025	352	2,140	9%	
3세부 계	334	1,205	886	3,054	1,060	6,539		
3.1 자갈도상 및 노반 결함 상태평가 기술 개발	167	575	443	1,527	530	3,242	14%	
3.2 콘크리트도상 침하 및 결함 상태평가 기술	167	630	443	1,527	530	3,297	14%	
4세부 계	207	577	720	1,387	570	3,461		
4.1 궤도 절대선형 측정 장치 개발	207	577	720	1,387	570	3,461	15%	

5.2.2 세부과제별 소요예산

□ 1세부과제

(단위 : 백만원)

비목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	구성비 (%)	비고	
1) 인건비	내외부 인건비	297,216,000	495,360,000	495,360,000	396,288,000	297,216,000	1,981,440,000	27%		
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재및시설편비	0	150,000,000	150,000,000	1,500,000,000	400,000,000	2,200,000,000	30%	
		시작품 제작비	0	0	800,000,000	800,000,000	100,000,000	1,700,000,000	23%	
		재료비	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	60,000,000	1%	
	연구활동비	여비	29,721,600	39,628,800	39,628,800	31,703,040	29,721,600	170,403,840	2%	
		수용비및수수료	26,749,440	29,721,600	29,721,600	23,777,280	26,749,440	136,719,360	2%	
		기술정보활동비	38,638,080	54,489,600	54,489,600	43,591,680	38,638,080	229,847,040	3%	
		연구수당	44,582,400	74,304,000	74,304,000	59,443,200	44,582,400	297,216,000	4%	
3) 간접비		44,890,752	85,550,400	165,550,400	286,680,320	94,890,752	677,562,624	9%		
4)	합계	493,798,272	941,054,400	1,821,054,400	3,153,483,520	1,043,798,272	7,453,188,864	100%	1)+2)+3)	

□ 2세부과제

(단위 : 원)

비목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	구성비 (%)	비고	
1)	인건비	148,608,000	309,600,000	309,600,000	222,912,000	148,608,000	1,139,328,000	21%		
2)	연구장비재료비	연구기자재및시설편비	0	250,000,000	400,000,000	2,000,000,000	500,000,000	3,150,000,000	58%	
		시작품 제작비	0	0	40,000,000	0	80,000,000	120,000,000	2%	
		재료비	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	60,000,000	1%	
	연구활동비	여비	14,860,800	24,768,000	24,768,000	22,291,200	14,860,800	101,548,800	2%	
		수용비및수수료	13,374,720	18,576,000	18,576,000	20,082,080	13,374,720	83,963,520	2%	
		기술정보활동비	19,319,040	34,056,000	34,056,000	28,978,560	19,319,040	136,728,640	2%	
		연구수당	22,291,200	46,440,000	46,440,000	33,436,800	22,291,200	170,899,200	3%	
3)	간접비	23,045,376	69,544,000	88,544,000	233,968,064	81,045,376	496,146,816	9%		
4)	합계	253,499,136	764,984,000	973,984,000	2,573,648,704	891,499,136	5,457,614,976	100%	1)+2)+3)	

□ 3세 부과제

(단위 : 원)

비목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계	구성비 (%)	비고	
1) 인건비	내/외부 인건비	198,144,000	309,600,000	309,600,000	247,680,000	198,144,000	1,263,168,000	19%		
2) 직접비	연구장비재료비	연구기자재및시설비	0	650,000,000	300,000,000	2,400,000,000	600,000,000	3,950,000,000	60%	
		시작품 제작비	0	0	60,000,000	0	60,000,000	120,000,000	2%	
		재료비	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	60,000,000	1%	
	연구활동비	여비	19,814,400	24,768,000	24,768,000	24,768,000	19,814,400	113,932,800	2%	
		수용비및수수료	17,832,960	18,576,000	18,576,000	22,291,200	17,832,960	95,109,120	1%	
		기술정보활동비	25,758,720	34,056,000	34,056,000	32,198,400	25,758,720	151,827,840	2%	
		연구수당	29,721,600	46,440,000	46,440,000	37,152,000	29,721,600	189,475,200	3%	
3) 간접비		30,327,168	109,544,000	80,544,000	277,608,960	96,327,168	594,351,296	9%		
4)	합계	333,598,848	1,204,984,000	885,984,000	3,053,698,560	1,059,598,848	6,537,864,256	100%	1)+2)+3)	

□ 4세부과제

(단위 : 원)

비 목		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)	비 고	
1)	인건비	123,840,000	216,720,000	216,720,000	173,376,000	123,840,000	854,496,000	25%		
2)	직접비	연구기자재및시 설비	0	200,000,000	300,000,000	1,000,000,000	300,000,000	1,800,000,000	52%	
		연구 장비 재료비	0	0	30,000,000	0	30,000,000	60,000,000	2%	
		재료비	6,000,000	6,000,000	6,000,000	6,000,000	6,000,000	30,000,000	1%	
	연구 활동비	여비	12,384,000	21,672,000	21,672,000	17,337,600	12,384,000	85,449,600	2%	
		수용비및수수료	11,145,600	19,504,800	19,504,800	15,603,840	11,145,600	76,904,640	2%	
		기술정보활동비	16,099,200	28,173,600	28,173,600	22,538,880	16,099,200	111,084,480	3%	
		연구수당	18,576,000	32,508,000	32,508,000	26,006,400	18,576,000	128,174,400	4%	
3)	간접비	18,804,480	52,457,840	65,457,840	126,086,272	51,804,480	314,610,912	9%		
4)	합 계	206,849,280	577,036,240	720,036,240	1,386,948,992	569,849,280	3,460,720,032	100%	1)+2)+3)	

제6장 과제 제안요구서

6.1 과제 제안요구서(RFP)

연구과제명	(1세부) 궤도성능평가 기법 및 궤도강성 검측장비 개발
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-bottom: 10px;">○ 차량 주행 시 발생하는 하중과 궤도 시설물의 변형과의 상관관계를 추정을 위한 차량탑재용 궤도강성(수직,횡) 측정장비 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	<div style="margin-bottom: 10px;"> <input type="checkbox"/> 연구개발의 필요성 <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-bottom: 10px;">○ 궤도는 레일, 침목, 도상, 체결구 등 서로 이질적인 재료들로 구성된 노반상의 구조체로서 반복적인 열차 하중에 의해 궤도의 점진적인 변형이 발생하게 됨. <li style="margin-bottom: 10px;">○ 열차통과 하중이 증가됨에 따라 발생하는 변형은 지속적으로 누적되게 되며 이는 열차 주행면을 불규칙하게 만들어 승차감을 악화시켜 열차운행 안전을 저해하게 됨. <li style="margin-bottom: 10px;">○ 또한, 구간마다 각기 다른 강성으로 인하여 강성이 변하는 구간 등에서 궤도침하(수직) 및 방향틀림(수평)가 발생 <li style="margin-bottom: 10px;">○ 유럽 및 일본과 같은 철도 선진국에서는 전체 궤도 유지관리를 위해 사후 보수의 개념에서 탈피하여 예방보수(Preventive Maintenance)의 개념에 입각한 유지관리를 시행 중임. <li style="margin-bottom: 10px;">○ 보수작업의 실행시기와 방법 등에 대한 이행여부를 인력 또는 파괴적인 방법에 의한 판단 하에 시행하는 것이 아니라 객관적인 데이터 및 비파괴적인 조사방법에 따라 궤도보수에 대한 의사결정을 함으로써 작업에 대한 객관성과 신뢰성 확보가 가능. <li style="margin-bottom: 10px;">○ 본 기술개발의 목적은 약 100년 이상의 공용기간을 지나온 경부선 등과 최근 개량, 신설되어 열차의 속도향상에 큰 기여를 하고 있는 선구 등에 대하여 외력(열차하중)에 대한 궤도시스템이 안정성 평가 등을 통해 운행 안전성을 향상시키기 위한 기술을 개발하는데 있음. </div> <div> <input type="checkbox"/> 기술동향 <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-bottom: 10px;">○ 전 세계적으로 연구목적으로 정적인 상태에서의 궤도강성 측정은 오래전부터 수행되어 오고 있음. 1998년에서 2000년 초까지 프로 </div>

토 타입의 트로리에서 궤도강성을 측정하고자 하는 노력이 일부 성과를 거둠.

- RSMV(Rolling Stiffness Measurement Vehicle): 2004년 유럽의 INNORACK 연구 프로젝트로부터 개발된 궤도 강성 측정 장비로 작용하중과 변형, 지반진동과 댐핑의 관계에 의한 위상과 그 크기에 따라 궤도의 수직 강성을 계산함.
- Portancemetre : 2006년 INNORACK 연구 프로젝트로부터 개발된 궤도 강성 측정 장비로 RSMV와 유사한 방법을 이용하여 궤도의 강성을 측정함.
- TLV(Track Loading Vehicle): 미국 TTCI의 TLV은 정지된 상태와 최대 16 km/h 의 속도로 운행할 때 측방 및 수직 방향의 강성을 측정하기 위해서 개발.
- CARS(China Academy of Railway Sciences) : CARS는 중국에서 연속적인 궤도 강성 측정을 위한 장치를 개발한 기관으로, 최대 60 km/h 의 속도로 운행하는 그들의 장치는 각각의 측정 차축에 상이한 하중을 적용하는 2개의 궤도 기하학적 현 측정 장치를 사용하고 있음.
- Panda : Penetrometer Panda는 INNORACK 연구 프로젝트에서 개발된 궤도 강성 측정 장비로, 콘 관입시험기(CPT)와 내시경으로 결합된 장치로, 국부적인 장소에서 신속한 측정이 가능함.
- UNL(University of Nebraska at Lincoln): 미국의 네브라스카 대학교에서 궤도 강성을 측정할 수 있는 시스템을 개발. 이 기술은 대차 사이의 레일의 상대 변위를 측정하기 위해 line-laser를 사용함.
- SBB(Schweizerische BundesBahnen) : 스위스 철도의 SBB(Schweizerische Bundesbahnen)는 CARS와 TLV장비와 유사한 원리로 궤도 강성을 측정하는 장비로 두 개의 측정 시스템을 사용함.

3. 연구개발 내용

- 궤도강성(수직, 횡) 측정 기술 분석 (이론, 사양, 정밀도 등)
- 목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정
 - 차량 대차와 레일의 상대변위 측정 방식 또는 작용하중과 변형, 지반진동과 댐핑의 관계에 의한 위상과 크기에 따른 산출 방식 등
 - 열차 종류, 속도 등 다양한 운행 조건 및 궤도조건을 고려한 궤도 강성평가 개발 방안 마련 및 정확도, 정밀도가 보장되는 평가방법 및 사양 도출
- 궤도강성 측정기술(이론 및 장치) 개발

- 측정 및 해석 알고리즘 개발
- 영업차량/유지보수차량 탑재형 장비개발 (목표속도 60km/h)
- 측정용 실험 차량형 장비개발
- 이상개소 자가진단 및 평가
- 위치인식 인터페이스
- 성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성
- 철도 궤도시스템 성능 평가 기법 및 테스트 베드 구축
 - 측정 및 감시 데이터에 근거한 궤도시스템 성능평가 시스템 개발
 - 궤도시스템 계층구조상의 성능평가 알고리즘 설계
 - 궤도, 궤도하부, 레일상태 측정 및 감시 장치와의 인터페이스 시스템
 - 효율적 유지보수를 위한 이상개소 실시간 자기 판단 기술
 - 기존 시스템과의 연계성 확보
 - 각 상태 측정 및 감시 장치 요구사항 설정
 - 테스트 베드 구축 및 개발 시스템/장치 성능 검증
 - 테스트베드 구축계획 수립 및 현장 성능검증 총괄
 - 궤도시스템의 계층구조 상 Total system, Subsystem, Component별 성능 검증 방안 제시 및 검증체계 구축
 - 기존 차량 및 유지보수 차량 탑재형 장치를 위한 차량설계 및 개조
 - 위치인식 인터페이스

4. 연구개발 추진방법

- 추진전략
 - 착수 후 6개월 이내에 각 측정 및 감시 장치에 대한 목표 성능과 측정이론 및 최종 사양을 설정하고 관련분야 전문가 자문을 거쳐 확정
 - 연구성과 제고를 위한 개발항목의 선택과 집중
 - 범용성 센서 및 부품은 구매
 - 국내 독자모델 측정 장치 설계 및 제작
 - 개발기술(장비, 장치)의 가용성 향상 도모
 - 측정 전용차량 및 보수장비 등에도 부착, 사용 가능하도록 개발, 상태평가 시스템(장비, 장치) 활용의 유연성 확보
 - 일정계획
 - 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립
 - 5년 이내에 개발 완료 (성능검증 2년 포함)
 - 차량개조 및 측정 장치의 실용화 시제품 개발을 병행 수행
 - 기존 연구성과 활용 및 전문가 자문
 - 기존에 국토교통 R&D 사업으로 수행되었던 연구성과를 최대한 활용하여 적용

	- 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 국내외 전문가 의견 수렴
□ 추진체계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구단은 개발기술의 실용화 및 사업화를 위해 운영기관을 참여시켜 공동연구를 수행해야 함 <ul style="list-style-type: none"> ※ 관련 기술을 확보한 연구기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도 ○ 관련 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과의 연계를 통한 실용화 등의 협력체계 구축 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 산·학·연·관 역할분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진
5. 최종성과물	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 운행차량 또는 보수차량의 고유기능을 이용 또는 측정기능 탑재를 통한 궤도 강성 측정장비 <ul style="list-style-type: none"> - 궤도 수직방향 강성(Vertical Stiffness) 측정 - 궤도 횡방향 강성(Lateral Stiffness) 측정 ○ 측정 및 감시 데이터에 근거한 궤도시스템 성능평가시스템 ○ 기존 차량 및 유지보수 차량 탑재형 장치를 위한 차량설계 및 개조 ○ 차량탑재형 궤도 검측장비 성능평가보고서
6. 기대효과 및 파급효과	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술개발을 통한 운행선 열차운행 속도 향상 기반마련과 궤도/노반 유지보수 최적화 및 열차운행 안전성 향상에 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 궤도 전체시스템에 대한 안정화 상태 파악을 통한 성능개선 필요여부 및 합리적 열차운행 통제 가능 - 궤도보수 작업종별 열차제한, 제한기간 범위 설정의 명확한 기준 마련 <ul style="list-style-type: none"> * 유지보수 효율성 향상 기대 (보수비 15억원/년 절감효과) ○ 국내 철도환경을 고려한 시설물 성능(상태)평가 기술개발을 통한 기술 자립과 국부유출 차단 및 해외시장 진입 가능성 제고 <ul style="list-style-type: none"> * 2009년 기준 1일 측정비용 약 4,000~7,000유로(Innotrack Project No. TIP5-CT-2006-031415, UIC, 순수비용만)
7. 연구기간 및 소요예산	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간 : 2015. 1 ~ 2020. 1 (5년 / 60개월) <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 연구기간 : 2015.1 ~ 2016. 1(12개월)

- 총 정부출연금 : 75억원 이내
 - 1차년도 정부출연금 : 5억원 이내
- ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정에 따라 조정될 수 있음
- ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

8. 기타

- 연구신청자는 제안요청서에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발 계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 충분한 관련근거를 제시하고, 수정하여 제안할 수 있음
- 연구수행기관으로 선정 이후 필수 이행사항
 - 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치, 가중치 및 개발된 기술·성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 성과점검기준표 작성 및 제출
 - ※ 성과점검기준표는 향후 진도점검관리 및 평가 등의 근거자료로 활용
 - 주기적 특허 및 시장 동향 조사 실시
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업수행 실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함
- 기 수행되었거나 현재 수행중인 공모과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 연구성과의 정량적·정성적 파급효과 제시
 - 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출 근거
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제 목록 참조
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발

목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할
필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

연구과제명	(2세부) 비접촉식 레일/체결장치 상태평가 기술 및 장비 개발
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 열차안전 확보 및 승차감 향상 그리고 유지보수 최적화를 위한 장대 레일 및 레일체결장치 상태평가 기술 및 장비개발 <ul style="list-style-type: none"> - 장대레일 안전성 향상을 위한 비접촉 방식 중립온도 및 레일온도 측정 장비 개발 - 레일체결장치 클립 응력상태 추정을 위한 감시 장치 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 2. 연구개발 필요성 및 기술동향 </div> <p><input type="checkbox"/> 연구개발의 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 궤도는 레일, 침목, 도상, 체결구 등 서로 이질적인 재료들로 구성된 노반상의 구조체로서 반복적인 열차 하중에 의해 궤도의 점진적인 변형이 발생하게 됨. ○ 장대레일은 대기온도의 변화에 의해 강의 특성상 수축 및 이완을 반복하게 되며 이때 레일 축방향으로 발생하는 힘인 축력이 불균형 할 때 장대레일의 장출이 발생되며, 차량탈선 등 대형사고의 원인이 되기도 함. ○ 레일체결장치는 레일을 침목에 고정시키는 역할을 하는 장치로서 충분한 탄성을 가지고 있어야 하며, 그 기능을 제대로 발휘하지 못할 경우 열차탈선에 직접적인 영향을 주게 됨 ○ 안전성 확보 관점에서 장대레일축력 추정 및 레일체결장치 클립의 상태평가는 필요성이 극히 높은 기술분야로 다양한 시도가 이루어지고 있지만, 현재까지 충분한 성능을 가진 효과적인 기술개발이 미진한 실정임 ○ 궤도 유지관리의 특성상 적정 유지보수 시기에 보수를 시행하지 않고 문제가 발생한 이후에 보수를 시행하는 정정보수(사후보수, Corrective Maintenance)는 투입되는 비용이 크게 증가하게 됨. 또한 정정보수는 보수개소가 필요한 다른 개소의 보수 우선순위를 뒤로 밀리게 하면서 잠재적으로 보수비용이 크게 증가하게 하는 문제를 야기함. ○ 유럽 및 일본과 같은 철도 선진국에서는 전체 궤도 유지관리를 위해 사후 보수의 개념에서 탈피하여 예방보수(Preventive Maintenance)의 개념에 입각한 유지관리를 시행 중임. ○ 본 기술개발의 목적은 장대레일의 안정성 여부 판단 및 레일체결장치의 응력분포 상태 대한 정량적인 평가를 통한 과학적이고 객관적이며 효율적인 궤도관리를 위한 상태 평가 기술과 이에 대한

궤도보수의 합리화를 위한 기술을 개발하는데 있음.

□ 기술동향

○ 장대레일 안정성(응력) 측정 및 평가 기술

- 장대레일의 안정성 확보라는 관점에서 레일 축력 추정법은 필요성이 극히 높은 기술과제로 다양한 시도가 이루어지고 있지만, 현재까지 충분한 성능을 가진 효과적인 추정법이 확립되어있지 않음. 아래에 현재 주로 쓰이고 있는 대표적인 레일 축력 추정법에 대해 간단히 기술하였고, 여러 가지의 축력 추정법 및 문제점을 나타낸 것으로써 모두 체결장치 및 침목, 도상 등의 다른 복합적인 요소의 영향을 배제하기 어려운 문제점을 갖고 있음.
- VERSE : 영국의 Vortok 사에서 장대레일 축력을 비파괴적인 방법으로 도출하기 위하여 레일축력측정기인 “VERSE”를 개발. 이는 Beam-Column이론을 기초로 장대레일의 축력을 계산하여 중립온도를 산출.
- RTM(Wireless Rail Temperature Monitoring) : 2006년 영국 철도운영기관인 Network Rail에서는 무선원격측정 전문기업 Radio-Tech에서 개발한 무선원격 레일온도 모니터링(RTM) 시스템을 채택하여, 레일 축력으로 인한 좌굴위험이 우려되는 선로 구간의 온도감시를 수행하고 있음.
- RSM(Wireless RailStress Module), SFTPRO(Wireless Stress Free Temperature Monitoring) : 2005년 미국 IntelliTrack사에서는 스트레인 게이지와 온도센서기술로 레일이 압축과 인장력에 의해 발생하는 응력과 레일온도와 중립온도를 무선으로 측정할 수 있는 무선 레일응력 모듈(RSM)을 개발하였음.
- RailScan : 호주 THERMIT(THERMIT AUSTRALIA PTY LTD)사에서 레일 중립온도의 비파괴적 측정 장비를 개발함. 이 방법은 자기 탄성(Magneto elastic) 원리를 기반으로, 레일의 자기특성과 응력상태의 상관관계를 이용하여 레일 중립온도를 측정함.
- A Vibration Technique for Estimation of Neutral Temperature : 2005년에 미국의 University of Illinois at Urbana-Champaign에서 개발된 고정된 주파수에서 인장력은 파장을 증가시키는 반면 압축력은 파장을 감소시키는 진동 기반 기술을 이용하여 장대레일의 중립온도를 추정하는 기술을 개발하였음.
- 네덜란드에서 개발된 길이 방향의 응력을 받을 때 일어나는 자기 유도 변화(Villari Effect)를 이용하여, 레일 응력에 의한 자기장 크기 차이 측정을 통한 레일 중립온도를 계산함.
- 2012년 미국에서 개발된 비선형 유도초음파를 이용한 중립온도 측

정 장비로, reference 응력값이 필요하지 않으며, 레일 체결장치에 의한 지지조건의 변동에 영향을 적게 받고, 레일 사이즈에 따른 보정이 필요 없는 장점이 있으나, Accuracy $\pm 2.78^{\circ}\text{C}$ 로 정확도는 다소 떨어짐.

○ 레일체결장치(코일스프링) 응력 평가 기술

- 국내 2012년 건설교통연구기획 사업 “고속화 인프라의 유지보수를 위한 고속종합검측차량 기술 기획”에서는 철도 검측 모듈 개발로 체결구의 결함을 탐지하는 모듈의 개발을 제안하고 있음. 이는 스캐닝 기술 기반으로 체결장치의 탈락, 표면 균열 감지 등에 적용되며 체결장치의 내부 결함/응력 상태를 평가하지 못함.
- Aurora : 미국 GREX에서 스캐닝 기술을 이용하여 레일, 침목, 체결장치의 상태를 평가함. 그러나, 스캐닝 기술은 표면에 나타난 균열, 파괴여부 판단에만 적용될 수 있으며, 체결장치의 내부 응력 상태를 평가하지는 못함.
- 열화상 비파괴 검사 : 적외선 열화상 비파괴 검사 장비는 구조체의 온도를 이용하여 상태를 평가할 수 있음. 재료의 두께, 투과성, 열확산성 등의 정량화, 표면뿐만 아닌 내부에 결함을 측정할 수 있으며, 매우 짧은 테스트 기간과 높은 검출 감도를 갖음.
최근 여러 분야에서 응용되고 있는 기술이며, 레일 체결장치의 내부 응력 평가에도 활용 가능함.

3. 연구개발 내용

- 주요기술
 - 장대레일 종방향 레일응력(중립온도) 측정
 - 비접촉 레일온도 측정
 - 체결장치 코일스프링 응력 감시
- 각 기술별 기존 기술 분석 (이론, 사양, 정밀도 등)
- 장대레일 종방향 레일응력 측정 이론 및 장치 개발
 - 비파괴 또는 준비파괴 방식
 - 자기탄성(Magneto elastic) 또는 비선형 유도초음파 방식 등
 - 중립온도 측정 (정확도 $\pm 1^{\circ}\text{C}$)
 - 측정 및 해석 알고리즘 개발
 - 독립측정형(목표속도 3.6km/h) 및 차량탑재형(목표속도 70km/h) 장비개발
 - 이상개소 자가진단 및 평가
 - 위치인식 인터페이스

- 비접촉 레일온도 측정 장치 개발
 - 레이저/열화상 카메라를 이용한 레일온도 측정 방식 등(정확도 $\pm 1^{\circ}\text{C}$)
 - 차량탐재형 실시간/전구간 레일온도 측정(목표속도 70km/h)
 - 이상개소 자가진단 및 평가
 - 측정데이터 및 진단자료 무선전송 시스템
 - 위치인식 인터페이스
- 레일체결장치 코일스프링 응력 감시 장치 개발
 - 적외선 열화상 비파괴 검사기법 등
 - 구조체 온도를 이용하여 코일스프링 응력 상태 추정 (정성적)
 - 독립측정형(목표속도 3.6km/h) 및 차량탐재형(목표속도 70km/h) 장비개발
 - 위치인식 인터페이스
- 성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

- 착수 후 6개월 이내에 각 측정 및 감시 장치에 대한 목표 성능과 측정이론 및 사양을 설정하고 관련분야 전문가 자문을 거쳐 확정
- 연구성과 제고를 위한 개발항목의 선택과 집중
 - 범용성 센서 및 부품은 구매
 - 국내 독자모델 측정 장치 설계 및 제작
- 개발기술(장비, 장치)의 가용성 향상 도모
 - 수동측정식 뿐만 아니라 측정 전용차량 등에도 부착, 사용 가능하도록 개발, 상태평가 시스템(장비, 장치) 활용의 유연성 확보
- 일정계획
 - 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립
 - 5년 이내에 개발 완료 (성능검증 2년 포함)
 - 차량개조 및 측정 장치의 실용화 시제품 개발을 병행 수행
- 기존 연구성과 활용 및 전문가 자문
 - 기존에 국토교통 R&D 사업으로 수행되었던 연구성과를 최대한 활용하여 적용
 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 국내외 전문가 의견 수렴

□ 추진체계

- 본 연구단은 개발기술의 실용화 및 사업화를 위해 운영기관을 참여시켜 공동연구를 수행해야 함
 - ※ 관련 기술을 확보한 연구기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도
- 관련 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과의 연계를 통한 실용화 등의 협력체계 구축

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진 체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 산·학·연·관 역할분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진
5. 최종성과물	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 장대레일 부동구간 종방향 레일응력(Longitudinal Stress of Rail in Unmovable Zone) 추정을 통한 중립온도 측정 장치 ○ 비접촉 레일온도(Non-contact Rail Temperature) 측정 장치 ○ 레일체결장치의 코일 스프링 응력(Stress of Tension Clamp) 감시 장치
6. 기대효과 및 파급효과	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술개발을 통한 운행선 열차운행 속도 향상 기반마련과 궤도/노반 유지보수 최적화 및 열차운행 안전성 향상에 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 레일체결장치의 해체 없이(열차지장 없이) 장대레일의 중립온도를 평가하여 장대레일 안정여부(좌굴/파단 등)을 판단, 보수계획 수립 <ul style="list-style-type: none"> * 선로고장율 감소 (10%이상)을 통한 안전성 향상 - 레일체결장치의 응력분포 상태에 대한 정성적(상대적) 평가를 통한 보수 필요성 제시 등 <ul style="list-style-type: none"> * 유지보수 효율성 향상 기대 (보수비 15억원/년 절감효과) ○ 국내 철도환경을 고려한 시설물 성능(상태)평가 기술개발을 통한 기술 자립과 국부유출 차단 및 해외시장 진입 가능성 제고 <ul style="list-style-type: none"> - 장비 해외 도입시 약 25억원의 구매비용 발생 예상
7. 연구기간 및 소요예산	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간 : 2015. 1 ~ 2020. 1 (5년 / 60개월) <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 연구기간 : 2015.1 ~ 2016. 1(12개월) ○ 총 정부출연금 : 55억 원 이내 <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 정부출연금 : 5억 원 이내 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

8. 기타

- 연구신청자는 제안요청서에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발 계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 충분한 관련근거를 제시하고, 수정하여 제안할 수 있음
- 연구수행기관으로 선정 이후 필수 이행사항
 - 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치, 가중치 및 개발된 기술·성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 성과점검기준표 작성 및 제출
 - ※ 성과점검기준표는 향후 진도점검관리 및 평가 등의 근거자료로 활용
 - 주기적 특허 및 시장 동향 조사 실시
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업수행 실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함
- 기 수행되었거나 현재 수행중인 공모과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 연구성과의 정량적·정성적 파급효과 제시
 - 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출 근거
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제 목록 참조
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발 목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

연구과제명	(3세부) GPR기반 도상 및 노반결함 상태평가 기술개발
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 열차안전 확보 및 승차감 향상 그리고 유지보수 최적화를 위한 도상 및 노반결함 상태평가 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - GPR 기반 도상자갈 상태(마모, 청결도) 측정 및 1CM 정확도 노반 결함 측정/평가 기술 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	<p>□ 연구개발의 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 우리나라는 2004년 경부고속철도 개통을 비롯해 신설선 건설 등으로 선로연장이 증가하고 있어 선로 유지보수가 증가하고 있으며 기존선도 점차 고속화되고 고밀도 운전으로 인해 예전에 비하여 보수작업을 위한 충분한 시간을 확보하기 어려워지고 있는 실정임. ○ 궤도는 레일, 침목, 도상, 체결구 등 서로 이질적인 재료들로 구성된 노반상의 구조체로서 반복적인 열차 하중에 의해 궤도의 점진적인 변형이 발생하게 됨. ○ 열차통과 하중이 증가됨에 따라 발생하는 변형은 지속적으로 누적되게 되며 이는 열차 주행면을 불규칙하게 만들어 승차감을 악화시켜 열차운행 안전을 저해하게 됨. ○ 특히, 자갈도상궤도를 구성하는 재료 중 도상자갈은 열차하중의 반복적 작용과 유지보수 작업으로 인하여 자갈의 마모/파쇄, 노반이 압밀침하가 일어나게 되며, 이는 궤도선형틀림을 일으키는 원인으로 작용함 ○ 이러한 궤도틀림의 진행은 궤도의 수명과 열차운행 안전과 직접적 관련이 있기 때문에 유기적이고 체계적인 유지관리를 필요로 함. ○ 유럽 및 일본과 같은 철도 선진국에서는 전체 궤도 유지관리를 위해 사후 보수의 개념에서 탈피하여 예방보수(Preventive Maintenance)의 개념에 입각한 유지관리를 시행 중임. ○ 보수작업의 실행시기와 방법 등에 대한 이행여부를 인력 또는 파괴적인 방법에 의한 판단 하에 시행하는 것이 아니라 객관적인 데이터 및 비파괴적인 조사방법에 따라 궤도보수에 대한 의사결정을 함으로써 작업에 대한 객관성과 신뢰성 확보가 가능. ○ 본 기술개발의 목적은 약 100년 이상의 공용기간을 지나온 경부선 등과 최근 개량, 신설되어 열차의 속도향상에 큰 기여를 하고 있는 선구 등에 대하여 기존이 검사방법과 차별화하여 궤도시스템이

내부 구성요성(자갈도상 및 노반)에 대한 상태 평가 기술을 통하여 과학적이고 객관적이며 효율적인 궤도관리를 시행하는데 있음

- 기술동향
- 현재까지 국내에서 도상 및 노반의 상태평가를 위한 기술개발 연구는 수행된 바가 거의 없으며 대부분 도상의 개량을 위한 기초 연구가 진행된 바 있음
 - LFWD를 이용한 궤도지지강성과 간이 GPR시험, PBS시추를 이용하여 자갈궤도구조시스템의 층 두께 및 상태평가, 유지보수작업 및 궤도틀림 자료 분석을 실내시험과 경부선의 짧은 구간에서 시도한 실적이 있으나 실용적인 도상자갈 하부상태 평가를 위한 종합평가시스템개발이 없었음
 - 도상자갈의 열화는 주로 점검자의 육안조사와 PBS시추에 의한 관찰 및 실내 입도시험과 마모시험 등에 의해 파악하여 소요시간이 길고 관찰자 및 시험자의 정성적인 평가에 의존하고 있음
 - 최근, 영국 및 미국을 중심으로, 운행 중인 선로에서의 도상 상태 평가를 위하여 GPR탐사법이 활용되고 있음. 원래 GPR은 지표면에 매설되어 있는 지뢰나 배수구의 탐지 등을 위해 사용된 기법으로서 철도분야에서는 자갈의 깊이, 입도분포, 습윤층 탐지 등에 적용되고 있음
 - 대표적인 GPR 탐상시스템으로 영국의 Zarr, 독일 Saferail, 러시아 OKO 등이 있음
 - 일본은 도상의 세립화 및 상태평가에 대한 연구를 JR(Japan Railway)을 중심으로 진행하였으며 도상에서 탄성과 탐사 및 공진시험을 통하여 도상의 세립화에 대한 GPR 탐상평가가 효과적임을 확인하였음
 - 최근 호주의 Wollongong 대학에서는 철도 노반/도상에 적용할 수 있는 GPR을 이용한 비파괴 검측 시스템을 개발하였음. 개발된 시스템은 스펙트럼 진폭 분석과 벡터량을 기반으로 GPR 신호처리 및 해석을 자동화 하였음

3. 연구개발 내용

- 자갈도상 및 노반 결함상태평가 기존 기술 분석(이론, 사양, 정밀도 등)
- 목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정
 - 자주이동식 탑재형 GPR 기반 상태 평가 기법 등
 - 도상자갈 마모/토사혼입율 측정(정확도 ±5%), 노반결함(침하상태 등) 측정/평가 (정확도 1cm)
- 자갈도상 및 노반상태 평가 기술 개발
 - 자갈도상 성능(열화) 평가 지표 개발

- 자갈도상재료 성능 항목 및 성능 수준, 평가방법 등 개발 제시
- 자갈도상 재료특성별 열화 진전 상태에 따른 물성 평가
- 측정 및 해석 알고리즘 개발
- 독립측정형(목표속도 3.6km/h) 및 차량탐재형(목표속도 70km/h) 장비개발
- 이상개소 자가진단 및 평가
- 위치인식 인터페이스
- 콘크리트도상 침하 및 결함 상태평가 기술 개발
 - 콘크리트도상 침하 및 결함 평가 기존 기술 분석(이론, 사양, 정밀도 등)
 - 목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정
 - 토노반/HSB층/TCL 침하 및 경계부 공극 검출 기술
 - 침목 들뜸 검출 기술
 - 콘크리트도상 침하 및 결함 상태평가 기술 개발
 - 측정 및 해석 알고리즘 개발
 - 독립측정형(목표속도 3.6km/h) 및 차량탐재형(목표속도 50km/h) 장비개발
 - 이상개소 자가진단 및 평가
 - 위치인식 인터페이스
 - 성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성
- 성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성

4. 연구개발 추진방법

- 추진전략
 - 착수 후 6개월 이내에 각 측정 및 감시 장치에 대한 목표 성능과 측정이론 및 사양을 설정하고 관련분야 전문가 자문을 거쳐 확정
 - 연구성과 제고를 위한 개발항목의 선택과 집중
 - 범용성 센서 및 부품은 구매
 - 국내 독자모델 측정 장치 설계 및 제작
 - 개발기술(장비, 장치)의 가용성 향상 도모
 - 수동측정식 뿐만 아니라 측정 전용차량 등에도 부착, 사용 가능하도록 개발, 상태평가 시스템(장비, 장치) 활용의 유연성 확보
 - 일정계획
 - 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립
 - 5년 이내에 개발 완료 (성능검증 2년 포함)
 - 차량개조 및 측정 장치의 실용화 시제품 개발을 병행 수행
 - 기존 연구성과 활용 및 전문가 자문
 - 기존에 국토교통 R&D 사업으로 수행되었던 연구성과를 최대한

	<p>활용하여 적용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 국내외 전문가 의견 수렴
<p>□ 추진체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구단은 개발기술의 실용화 및 사업화를 위해 운영기관을 참여시켜 공동연구를 수행해야 함 <ul style="list-style-type: none"> ※ 관련 기술을 확보한 연구기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도 ○ 관련 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과의 연계를 통한 실용화 등의 협력체계 구축 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진 체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 산·학·연·관 역할분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진
<p>5. 최종성과물</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자갈도상 및 노반 결함 상태평가 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - GPR기반 도상자갈 상태(마모, 청결도) 측정/평가 기술 - 1cm 정확도 노반결함 측정/평가 기술
<p>6. 기대효과 및 파급효과</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술개발을 통한 운행선 도상자갈의 마모/토사흔입률 등을 측정 평가 및 유지보수 최적화 및 열차운행 안전성 향상에 기여 <ul style="list-style-type: none"> * 유지보수 최적화를 통한 효율성 5% 향상 기대 (보수비 6억원/년이상 절감효과) ○ 노반결함 상태평가를 통한 궤도/노반 인터페이스 성능 향상 기대 ○ 국내 철도환경을 고려한 시설물 성능(상태)평가 기술개발을 통한 기술 자립과 국부유출 차단 및 해외시장 진입 가능성 제고 <ul style="list-style-type: none"> - 관련 장비 해외 구매 시 약 30억원 - 영국 ZARR를 통한 현장 측정/평가 시 km@5백만원 제시(2007년) <ul style="list-style-type: none"> * 전구간 평가 시 약 400억원
<p>7. 연구기간 및 소요예산</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간 : 2015. 1 ~ 2020. 1 (5년 / 60개월) <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 연구기간 : 2015.1 ~ 2016. 1(12개월) ○ 총 정부출연금 : 65억원 이내 <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 정부출연금 : 5억원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

8. 기타

- 연구신청자는 제안요청서에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발 계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 충분한 관련근거를 제시하고, 수정하여 제안할 수 있음
- 연구수행기관으로 선정 이후 필수 이행사항
 - 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치, 가중치 및 개발된 기술·성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 성과점검기준표 작성 및 제출
 - ※ 성과점검기준표는 향후 진도점검·관리 및 평가 등의 근거자료로 활용
 - 주기적 특허 및 시장 동향 조사 실시
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업수행 실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함
- 기 수행되었거나 현재 수행중인 공모과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 연구성과의 정량적·정성적 파급효과 제시
 - 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출 근거
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제 목록 참조
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발 목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

연구과제명	(4세부) 궤도 절대선형 측정장비 개발
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 절대좌표를 기반으로 한 최적 궤도선형 관리 및 보수장비와의 인터페이스 향상을 통한 열차안전 확보 및 승차감 향상 그리고 유지보수 최적화를 위한 궤도 절대선형 측정장비 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 선로보수는 제한된 시간에 시행하는 특수성을 감안하여 현장 설치와 장비조작 프로세스를 단순화할 수 있는 로직을 개발하여 장비에 내장하여 사용자의 편의성을 추구 - 개발된 장비에서 취득한 데이터가 즉시 보수장비(MTT)에 전송될 수 있도록 하고, 이 데이터를 장비 조작자가 확인이 가능하도록 하여 보수장비와의 연계로 보수작업의 효율을 높이도록 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <input type="checkbox"/> 연구개발의 필요성 </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ 열차의 안전성 확보와 승객이 느끼는 안락한 승차감을 확보하기 위해서는 무엇보다 선로의 품질이 잘 유지·관리되어야 함. 열차의 운행 빈도와 속도가 향상됨에 따라 선로에 가중되는 충격하중으로 인해 궤도는 틀림이 발생할 요인이 증가함. 특히 고속열차의 안정성을 확보하기 위해서는 한층 강화된 궤도품질 관리 규정으로 선로유지보수를 시행하여야 함 ○ 열차가 고속으로 주행하는 선구에서 궤도틀림이 발생할 경우 장파장 검측에 의한 궤도선형 원형 보수가 필요하나 현재와 같은 시스템으로는 한계가 있음. 즉 궤도보수장비(MTT, Multiple Tie Tamper)를 활용할 때 장비에 의한 검측결과로 궤도정정작업을 하거나 사전(주간점검)에 검측한 결과를 장비에 입력하여 보수작업을 시행. ○ 궤도선형 정밀측정 기술은 궤도 건설 및 유지보수의 핵심기술이라 할 수 있으며, 이에 대한 국내 기술자립을 통하여 기반기술을 확보할 경우 보다 발전된 새로운 기술의 도입이 용이할 수 있음. 또한 검측장비의 유지보수 효율성을 감안할 때 국내개발이 필요. 현재 고속선 선로 보수 선형관리에 대한 정밀계측이 이루어지지 않고 유지보수에 어려움 발생. 특히 경부고속선 2단계(동대구-부산)은 일체형 콘크리트 궤도로 부설되어 있으며, 궤도틀림이 발생할 경우 정밀 3차원 측량에 의한 원형 복원이 필수적 사항임 ○ 현재 궤도 선형의 원형을 확인할 수 있는 방법은 20m마다 체인을 두어 광파기로 측량하는 방식이 유일하다고 볼 수 있으며 이는 철도의 특성이라고 할 수 있는 선형의 연속성이 결여될 뿐만 아니라 측정과

유지보수의 상호작용이 연속적으로 시행되기 어려운 문제를 지님

□ 기술동향

- 전세계적으로 활용되고 있는 궤도절대선형 관리시스템에서 대형보수장비에 부착하여 활용되고 있는 시스템 중에서 가장 두각을 나타내고 있는 것은 스위스 SERSA에서 개발된 PALAS 시스템
 - 스위스 PALAS : 유지보수 장비 전방에 레이저 부착, 기준점 레이저 반사 원리 이용
 - 오스트리아 BACARA : PALAS와 동일한 원리, 장비에서 레이저 장치 분리하여 사용
 - 스위스 GRP : 1대의 광파기와 2개 이상의 프리즘, 한세트의 GRP장치로 구성
 - 독일 Kinematic : 기지점의 GPS와 궤도검측장비의 조합
- PALAS는 절대좌표를 이용한 궤도검측 시스템, SBB의 DB인 DFA 시스템에 연동됨, 도상다짐 장비(MTT)에 부착하여 절대좌표에 의한 장파장 궤도틀림 정정작업이 가능함. 곡선반경 40m 미만의 미터 구간 급 곡선부에서의 도상다짐도 가능함. GPS기능을 더하여 완벽한 궤도선형데이터의 송수신을 이용한 유지보수가 가능하도록 기능개선이 이루어지고 있음
- 국내에서는 관련 기술개발이 진행되고 있지 않으며, 고속철도 유지관리부서에서는 열차운행 동특성에 맞는 최적 선형 구축과 유지보수 최적화를 위해 트로리 형태의 독일 “GEDO”장비를 도입하여 유지보수에 활용 중이며 이 외에 2000년대 초반 디지털 카메라를 이용하여 짧은 곡선구간에서의 궤도선형을 관리하는 기술을 도입하여 적용한 바 있음

3. 연구개발 내용

- 궤도 절대선형 측정 기존 기술분석 (이론, 사양, 정밀도 등)
- 목표성능 도출 및 측정이론, 사양 설정
 - 3차원 절대좌표를 이용한 절대선형 측정기술(정확도 ±2mm)
- 궤도 원형보수를 위한 절대선형 측정 장치 개발
 - 측정 알고리즘 개발
 - 독립측정형 및 보수장비 탑재형 장비개발(목표속도 3.6km/h)
 - 위치인식 인터페이스
- 성능 검증 및 운용 매뉴얼 작성

4. 연구개발 추진방법

<p>□ 추진전략</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 착수 후 6개월 이내에 각 측정 및 감시 장치에 대한 목표 성능과 측정이론 및 사양을 설정하고 관련분야 전문가 자문을 거쳐 확정 ○ 연구성과 제고를 위한 개발항목의 선택과 집중 <ul style="list-style-type: none"> - 범용성 센서 및 부품은 구매 - 국내 독자모델 측정 장치 설계 및 제작 ○ 개발기술(장비, 장치)의 가용성 향상 도모 <ul style="list-style-type: none"> - 수동측정식 뿐만 아니라 측정 전용차량 등에도 부착, 사용 가능하도록 개발, 상태평가 시스템(장비, 장치) 활용의 유연성 확보 ○ 일정계획 <ul style="list-style-type: none"> - 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립 - 5년 이내에 개발 완료 (성능검증 2년 포함) - 차량개조 및 측정 장치의 실용화 시제품 개발을 병행 수행 ○ 기존 연구성과 활용 및 전문가 자문 <ul style="list-style-type: none"> - 기존에 국토교통 R&D 사업으로 수행되었던 연구성과를 최대한 활용하여 적용 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 국내외 전문가 의견 수렴
<p>□ 추진체계</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구단은 개발기술의 실용화 및 사업화를 위해 운영기관을 참여시켜 공동연구를 수행해야 함 <ul style="list-style-type: none"> ※ 관련 기술을 확보한 연구기관 및 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도 ○ 관련 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과의 연계를 통한 실용화 등의 협력체계 구축 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것 ○ 산·학·연·관 역할분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진
<p>5. 최종성과물</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 궤도 원형보수를 위한 절대선형 측정 장비 및 시스템 <ul style="list-style-type: none"> - 궤도선형 원형보수 측정장비와 보수장비에 연계된 시스템 및 S/W
<p>6. 기대효과 및 파급효과</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술개발을 통한 궤도건설 및 유지보수 최적화 및 열차운행 안전성 향상에 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 궤도건설 및 유지보수시 정밀건설 및 원형보수에 활용

- 열차주행의 근간이 되는 궤도 시스템에서 궤도선형의 원형상태 유지보수는 궤도품질의 향상과 차량주행의 안정성 확보와 승차감향상에 직접적으로 연관되어 있음.
- * 유지보수 효율성 3% 향상 기대
- 국내 철도환경을 고려한 시설물 성능(상태)평가 기술개발을 통한 기술 자립과 국부유출 차단 및 해외시장 진입 가능성 제고
 - 토목시공 및 유지보수 현장에서 쓰이고 있는 광학기(레벨, 광파기 등)은 전량 해외 수입
 - 인력견인식 측정장비(GRP) 구매 가격 약 3억원(현장 측정 구축비용 제외)
 - * 프랑스 대서양선에 적용된 “궤도절대선형관리시스템” 국내 적용하여 보수장비 부착 시 약 900천유로 (13.5억원) 비용 발생 (2005년 프랑스 기술자문보고, 코레일)

7. 연구기간 및 소요예산

- 총 연구기간 : 2015. 1 ~ 2020. 1 (5년 / 60개월)
 - 1차년도 연구기간 : 2015.1 ~ 2016. 1(12개월)
- 총 정부출연금 : 35억원 이내
 - 1차년도 정부출연금 : 5억원 이내
- ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정에 따라 조정될 수 있음
- ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

8. 기타

- 연구신청자는 제안요청서에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발 계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 충분한 관련근거를 제시하고, 수정하여 제안할 수 있음
- 연구수행기관으로 선정 이후 필수 이행사항
 - 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치, 가중치 및 개발된 기술·성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 성과점검기준표 작성 및 제출
 - ※ 성과점검기준표는 향후 진도점검관리 및 평가 등의 근거자료로 활용
 - 주기적 특허 및 시장 동향 조사 실시
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업수행 실적이

있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

- 기 수행되었거나 현재 수행중인 공모과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 연구성과의 정량적·정성적 파급효과 제시
 - 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출 근거
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제 목록 참조
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발 목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

6.2 평가기준 설정

가. 제안요청과제의 목적과 제안과제의 연구목표의 일치도 : 배점 20점

세부항목	평가내용	배 점				
		우수	양호	보통	미흡	불량
과제목적의 적합성	○연구과제 요청된 과제의 목적에 적합한 과제인가?	20	15	10	5	1

나. 연구목표 달성을 위한 전문성 및 추진체계 : 배점 40점

세부항목	평가내용	배 점				
		우수	양호	보통	미흡	불량
최종목표	○연구개발 최종목표의 적절성(핵심기술도출의 정확성)	10	8	6	4	2
단계별 목표	○단계별 및 연차별 목표설정 및 내용의 적절성	10	8	6	4	2
연구추진 전문성	○목표달성을 위한 기술 전문성 보유?	10	8	6	4	2
연구추진체계	○목표달성을 위한 전체적인 추진체계가 잘 갖 추어져 있는가?	10	8	6	4	2
소 계						

다. 자체설정목표 달성 가능성 : 배점 30점

세부항목	평가내용	평가점수				
		우수	양호	보통	미흡	불량
연구성과	○정량적 연구목표는 적절한가?	10	8	6	4	2
결과활용	○기대성과 및 활용방안의 적절성은?	10	8	6	4	2
목표달성가능성	○자체설정목표의 달성가능성은 높은가?	10	8	6	4	2
소 계						

라. 목표 달성시 파급효과 : 배점 10점

세부항목	평가내용	평가점수				
		우수	양호	보통	미흡	불량
목표달성에 의한 파급효과	○기술적 파급효과?	5	4	3	2	1
	○경제적 파급효과?	5	4	3	2	1
소 계						

참고문헌

1. 한국철도공사, 2012년도 시설업무현황, 2012
2. 한국철도공사, 선로유지관리기준, 2011
3. 한국철도시설공단, 선로유지관리지침, 2012
4. 북궤러리, 선로공학, 2012
5. 국토해양부, 제2차 국가철도망 구축계획(2011-2020), 2011
6. 국토해양부, 제2차 철도산업발전기본계획(2011-2015), 2011
7. 국토해양부, 일반철도 시설유지보수 효율화 방안 연구, 2011
8. 국토해양부, 해외고속철도 기술동향 및 우리나라 발전방향 연구, 2010
9. 한국건설교통기술평가원, 고속선 궤도관리 의사결정 지원시스템 개발
10. 한국건설교통기술평가원, 철도 핵심부품 및 장치 고도화 개발 기획보고서, 2011
11. 한국철도공사, 시설유지관리 적정성 및 합리적 산정에 관한 연구, 2011
12. 한국철도공사, 코레일 기술수준 측정, 2012
13. 한국철도시설공단, 콘크리트궤도 유지보수 기준 정립방안 연구, 2012
14. 한국철도기술연구원, 선로구축물 성능향상 기술개발,차량-궤도 상호작용을 고려한 연직궤도틀림 추정기법 개발, 2008
15. 한국철도기술연구원, 선로구축물 시스템 핵심기술 연구, 궤도하부구조 상태평가 및 품질등급 결정에 관한 연구, 2004
16. 한국철도기술연구원, 고속철도 기술수준 분석연구 분기보고서, 2013.03
17. Eurail Press, Track Compendium, 2011
18. KTH Engineering Sciences, Railway Stiffness, 2009
19. INNOTRACK, Rail Inspection Technologies ,Project no. TIP5-CT-2006-031415, 2008
20. INNOTRACK, Results of continuous RSMV stiffness measurements on switches at DB,Project no. TIP5-CT-2006-031415, 2010
21. INNOTRACK, Method of track stiffness measurements,Project No. TIP5-CT-2006-031415

22. Asger Eriksen, Benefits of high speed GPR to manage trackbed, PWI Conference, 19th June 2006, Brisbane, Australia assets and renewal strategies
23. SCI Verkkkehr, THE WORLDWIDE MARKET FOR RAILWAY TECHNOLOGY 2012, 2012
24. SCI Verkkkehr, RAILWAY TRACK SYSTEMS -GLOBAL MARKET TRENDS, 2012
25. HOCKING, RAIL INSPECTION-The Eddy Current Solution
26. <http://www.tvema.com>
27. <http://www.innotrack.eu>
28. <http://www.arema.org>
29. <http://www.zeticarail.com>
30. <http://www.mermec.com>
31. <http://www.plassertheurer.at>
32. <http://www.railjournal.com>
33. <http://www.sersa.com>
34. <http://www.speno.ch>
35. <http://www.vossloh.com>
36. <http://www.tokimec.jp.kr>

<첨부 1>

궤도평가 및 유지보수 장비개발 기획

- 설문조사 -

2013

한국철도공사 연구원

기술연구처

□ 개 요

귀하의 귀중한 시간을 내어주셔서 본 설문에 응해 주심에 감사드립니다. 귀하께서 작성하신 정보는 순수 연구목적에 달성하는데 귀중한 자료가 될 것입니다.

본 설문조사의 주 목적은 국가 연구개발사업인 『궤도평가 및 유지보수 장비개발 기획』 연구의 핵심 내용인 기술개발 항목에 대한 우선순위를 선정하고자 산·학·연 분야의 여러 전문가분들의 의견을 수렴하고자 합니다.

본 설문은 옳고 그른 답이 정해져 있는 것은 아닙니다. 본 설문에는 귀하를 식별할 수 있는 항목이 없으므로 편한 마음으로 솔직하게 답변해 주시기 바랍니다.

설문지 작성 전 다음에 게시되는 항목들을 반드시 읽어보시고 작성하여 주시기 바랍니다.

<설문지 작성예시>

문) 국가연구개발에 있어서 장비 및 시스템 개발시 “필요성”과 “경제성” 상호비교 시 어느 항목이 더 중요하다고 생각하십니까?

필요성					경제성			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요
✓								

※ “필요성”이 “경제성”보다 극히 중요하다고 판단한 경우 상기와 같이 표시하시면 됩니다.

□ 국가 개발사업의 개발환경에 대한 중요도 평가

본 항목은 국가 R&D 사업의 개발환경에 중점을 둔 설문으로 필요성, 경제성, 개발 효과에 대한 상호 비교설문입니다. 국가 연구개발에서 장비 및 시스템을 개발에 있어 각각 요인에 대한 상호비교시에 중요도가 높은 곳에 체크(✓)해 주시면 됩니다.

필요성					경제성			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

필요성					개발효과			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

경제성					개발효과			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

□ 개발 항목에 대한 개요

본 항목은 본과제에서 추구하고자 하는 개발항목에 대한 내용입니다.

항목명과 내용을 숙지하시고 다음 설문에 임해주시기 바랍니다.

- ① 철도 노반 및 도상 상태평가 기술
 - 노반과 궤도의 구성요소인 도상(자갈 및 콘크리트)의 상태를 평가하는 기술
- ② 궤도강성 평가 기술
 - 외력(열차하중)에 대한 궤도의 강성을 측정하는 기술
- ③ 레일손상평가 및 저감기술
 - 탐상, 프로파일 측정 등을 통한 손상평가와 연마, 밀링 등을 통한 손상저감 기술
- ④ 콘크리트 도상 균열평가 기술
 - 콘크리트 도상 균열별 상태평가 및 보수기술
- ⑤ 궤도선형 절대좌표 원형보수 기술
 - 궤도원형보수를 위한 절대 좌표를 활용한 궤도선형 보수 기술
- ⑥ 장대레일 안전성 평가 기술
 - 레일축력 측정기술 및 도상횡저항력 측정기술

<설문지 작성예시>

문) 연구개발 필요성에 대한 개발 항목별 상호 중요도를 체크(✓)해주세요

필요성								
궤도선형 절대좌표 원형보수 기술					장대레일 안전성 평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요
							✓	

※ “필요성”에 있어서 『장대레일 안전성 평가기술』이 『궤도선형 절대좌표 원형보수 기술』보다 “매우중요”한 경우 상기와 같이 체크(✓)하시면 됩니다.

□ 필요성에 대한 개발 항목별 비교

연구개발 필요성에 대한 개발 항목별 상호 중요도를 체크(✓)해 주세요

필요성								
노반 및 도상 상태평가 기술					궤도강성 평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

필요성								
노반 및 도상 상태평가 기술					레일손상평가 및 저감기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

필요성								
노반 및 도상 상태평가 기술					콘크리트 도상 균열평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

필요성								
노반 및 도상 상태평가 기술					궤도선형 절대좌표 원형보수 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

필요성								
노반 및 도상 상태평가 기술					장대레일 안전성 평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

필요성

궤도강성 평가 기술					레일손상평가 및 저감기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

필요성

궤도강성 평가 기술					콘크리트 도상 균열평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

필요성

궤도강성 평가 기술					궤도선형 절대좌표 원형보수 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

필요성

궤도강성 평가 기술					장대레일 안전성 평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

필요성

레일손상평가 및 저감기술					콘크리트 도상 균열평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

필요성

레일손상평가 및 저감기술

궤도선형 절대좌표 원형보수 기술

극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

필요성

레일손상평가 및 저감기술

장대레일 안전성 평가 기술

극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

필요성

콘크리트 도상 균열평가 기술

궤도선형 절대좌표 원형보수 기술

극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

필요성

콘크리트 도상 균열평가 기술

장대레일 안전성 평가 기술

극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

필요성

궤도선형 절대좌표 원형보수 기술

장대레일 안전성 평가 기술

극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

□ **경제성에 대한 개발 항목별 비교**

연구개발 경제성에 대한 개발 항목별 상호 중요도를 체크(✓)해 주세요

경제성								
노반 및 도상 상태평가 기술					궤도강성 평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

경제성								
노반 및 도상 상태평가 기술					레일손상평가 및 저감기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

경제성								
노반 및 도상 상태평가 기술					콘크리트 도상 균열평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

경제성								
노반 및 도상 상태평가 기술					궤도선형 절대좌표 원형보수 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

경제성								
노반 및 도상 상태평가 기술					장대레일 안전성 평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

경제성

궤도강성 평가 기술					레일손상평가 및 저감기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

경제성

궤도강성 평가 기술					콘크리트 도상 균열평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

경제성

궤도강성 평가 기술					궤도선형 절대좌표 원형보수 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

경제성

궤도강성 평가 기술					장대레일 안전성 평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

경제성

레일손상평가 및 저감기술					콘크리트 도상 균열평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

경제성

레일손상평가 및 저감기술

궤도선형 절대좌표 원형보수 기술

극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

경제성

레일손상평가 및 저감기술

장대레일 안전성 평가 기술

극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

경제성

콘크리트 도상 균열평가 기술

궤도선형 절대좌표 원형보수 기술

극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

경제성

콘크리트 도상 균열평가 기술

장대레일 안전성 평가 기술

극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

경제성

궤도선형 절대좌표 원형보수 기술

장대레일 안전성 평가 기술

극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

□ 개발효과에 대한 개발 항목별 비교

연구개발 개발효과에 대한 개발 항목별 상호 중요도를 체크(✓)해 주세요

개발효과								
노반 및 도상 상태평가 기술					궤도강성 평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

개발효과								
노반 및 도상 상태평가 기술					레일손상평가 및 저감기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

개발효과								
노반 및 도상 상태평가 기술					콘크리트 도상 균열평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

개발효과								
노반 및 도상 상태평가 기술					궤도선형 절대좌표 원형보수 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

개발효과								
노반 및 도상 상태평가 기술					장대레일 안전성 평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

개발효과

궤도강성 평가 기술					레일손상평가 및 저감기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

개발효과

궤도강성 평가 기술					콘크리트 도상 균열평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

개발효과

궤도강성 평가 기술					궤도선형 절대좌표 원형보수 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

개발효과

궤도강성 평가 기술					장대레일 안전성 평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

개발효과

레일손상평가 및 저감기술					콘크리트 도상 균열평가 기술			
극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

개발효과

레일손상평가 및 저감기술

궤도선형 절대좌표 원형보수 기술

극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

개발효과

레일손상평가 및 저감기술

장대레일 안전성 평가 기술

극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

개발효과

콘크리트 도상 균열평가 기술

궤도선형 절대좌표 원형보수 기술

극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

개발효과

콘크리트 도상 균열평가 기술

장대레일 안전성 평가 기술

극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

개발효과

궤도선형 절대좌표 원형보수 기술

장대레일 안전성 평가 기술

극히중요	매우중요	중요	약간중요	동등함	약간중요	중요	매우중요	극히중요

□ 추가개발 항목에 대한 비교

본 항목은 본 과제 이외의 개발항목에 대한 내용입니다.

항목명과 내용을 숙지하시고 다음 설문에 임해주시기 바랍니다.

① 레일 직진도 검사기 개발

-

② 레일 탐상기

-

③ 인력 탐핑기

-

④ 선형검측기(트랙마스터)

- 빈 페이지 -

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(1)

① 과제명	야생동물 침입방지 울타리 하부 능동형 관절 휨스			
② 제안자	소 속	경주고속시설사무소	성 명	김 창 훈
	E-mail	magmaman@korail.com	사무실	945-8083
			휴대폰	010-2548-7056
③ 필요성	<p>○ 현황</p> <p>현재 전국의 고속선, 일반선 등에서 운행열차의 야생 조수의 접촉으로 기관고장, 열차운행지연, 시설물 훼손 등의 물질적인 피해와 더불어 언론의 지탄과 고객들의 불신을 야기시키고 있다.</p> <p>특히 고속선의 경우(참고1) 열차탈선 등의 대형사고로 이어질 수 있어 시급한 대책이 필요하다.</p> <p>○ 문제점</p> <ul style="list-style-type: none"> - 접촉 열차의 기관고장, 열차운행지연, 열차 탈선등의 대형사고 우려 - 접촉 동물 사체에 육식동물 등이 모여 2차 사고로 이어질 우려 - 환경생태계의 파괴 우려 - 언론과 고객들의 철도 안전성 신뢰도 폄하 			
④ 목표 및 내용	<p>○ 도로 현장과 같이 생태이동통로와 안전울타리를 병행 설치하는 것이 가장 안전한 방법일 것이나, 기존 열차운행선 구간에 생태이동통로를 설치하는 것이 현실적으로 쉽지가 않다.</p> <p>○ 그 대안이 기 설치된 안전울타리를 이용하는 것인데,</p> <ul style="list-style-type: none"> - 울타리 하부 막음 공사 시에 ‘一’형 강결 휨스를 설치하다 보니, - 부지 정지작업등의 사전 공정이 필요하는 등 작업의 시공성 저하 - 공사 후 울타리 하부 이격 거리가 일정치 않아 신뢰성 저하 - 사면 토사 국부유실 발생 시 하부 막음 공사 재시공 <p>○ 그런 이유로 능동형 관절휨스를 설치하여</p> <ul style="list-style-type: none"> - 작업의 시공성을 높이고 - 울타리 하부 관절의 능동성으로 품질의 신뢰성을 높이고 - 토사 유실에 의한 재공사의 우려를 미연에 방지한다. 			
⑤ 기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	<ul style="list-style-type: none"> - 특허출원 : 야생동물 침입방지 울타리 하부 능동형 관절 휨스 - 특허번호 : 10-2012-0099803 		
	국외			

※ 기타 서식 및 매수에 관계없이 자유 제안 및 참고자료를 별지로 제출 가능

<p>⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)</p>	<p>○ 능동형 관절웁스의 가장 큰 특징은 관절웁스의 선단을 지면의 토사에 매립되게 설치하고, 보호울타리의 하단에 설치된 수평연결대를 중심으로 관절웁스가 회동할 수 있도록 설치함으로써, 토사가 유실될 때 관절웁스 선단이 유실되는 토사와 함께 거동하므로 어떤 상황에서도 보호울타리 하부와 지면 사이에 개방된 공간(틈새)이 생기지 않아야 한다는 것이다.</p> <p>○ 또한 '—'자형 강결웁스 설치 시 수반되는 부지 정지작업이 필요 없고 시공성이 용이하도록 관절웁스의 체결고리는 반원형상이 주대보다 돌출되도록 형성하고 체결고리의 설치가 용이하여야 한다.</p>											
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="383 683 742 750">개발항목(성능지표)</th> <th data-bbox="742 683 933 750">규격/단위</th> <th data-bbox="933 683 1125 750">개발목표</th> <th data-bbox="1125 683 1412 750">객관적 측정방법</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="383 750 742 840">1. 시공 후(4주 후) 울타리 하부 틈새 간격</td> <td data-bbox="742 750 933 840">mm</td> <td data-bbox="933 750 1125 840">30mm 이내</td> <td data-bbox="1125 750 1412 840">시공 개소 무작위 현장 실측</td> </tr> <tr> <td data-bbox="383 840 742 1041">신뢰성 인증방법</td> <td colspan="3" data-bbox="742 840 1412 1041">기 특허출원 제품의 상용화</td> </tr> </tbody> </table>	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법	1. 시공 후(4주 후) 울타리 하부 틈새 간격	mm	30mm 이내	시공 개소 무작위 현장 실측	신뢰성 인증방법	기 특허출원 제품의 상용화		
개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법									
1. 시공 후(4주 후) 울타리 하부 틈새 간격	mm	30mm 이내	시공 개소 무작위 현장 실측									
신뢰성 인증방법	기 특허출원 제품의 상용화											
<p>⑦기대효과</p>	<p>○ 경부고속선 2단계 구간 울타리 하부 막음 필요개소 57km650</p> <p>- 기존 '—'형 웁스 설치 단가(1M) : 재료비(10,000원)×설치비(17,000원) = 1,557백만원</p> <p>- 능동형 관절 웁스 설치 단가(1M) : 재료비(10,000원)×설치비(8,500원) = 1,067백만원</p> <p>- 재료 : 크립프 철망(아연도금), #10, 3.0∅</p> <p>- 설치비 : 정지작업 및 마무리 작업 포함</p> <p>○ 경부고속선 2단계 구간 울타리 하부 공사 시 약500백만원의 예산 절감</p> <p>○ 작업의 시공성 향상</p> <p>○ 품질의 신뢰도 증진</p> <p>○ 토사 유실에 의한 재시공의 우려가 없음</p>											
<p>⑧예상개발비 및 개발기간</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="383 1668 638 1736">총 개발비</td> <td data-bbox="638 1668 893 1736">20,000천원</td> <td data-bbox="893 1668 1149 1736">시험평가소요비</td> <td data-bbox="1149 1668 1412 1736">천원</td> </tr> <tr> <td colspan="4" data-bbox="383 1736 1412 1848"> <input checked="" type="checkbox"/>6개월, <input type="checkbox"/>12개월, <input type="checkbox"/>18개월, <input type="checkbox"/>24개월, <input type="checkbox"/> ()개월 / (시험평가소요기간 : 1월) </td> </tr> </table>	총 개발비	20,000천원	시험평가소요비	천원	<input checked="" type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input type="checkbox"/> 24개월, <input type="checkbox"/> ()개월 / (시험평가소요기간 : 1월)						
총 개발비	20,000천원	시험평가소요비	천원									
<input checked="" type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input type="checkbox"/> 24개월, <input type="checkbox"/> ()개월 / (시험평가소요기간 : 1월)												
<p>⑨비고</p>	<p>※ 제품 개발(3개월) → 자체 시험설치 100m(2개월) → 결과물 평가(1개월 후)</p>											

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(2)

① 과제명	초음파 레일탐상장비			
② 제안자	소 속	시설기술단 선로관리처	성 명	김 지 은
	E-mail	kje0223@korail.com	사무실	042-615-4487
			휴대폰	010-4627-8867
③ 필요성	년 1회이상 초음파 레일탐상을 시행하고 있으나 초음파레일탐상기가 모두 해외장비로 조작기술이 부족하고 검측이 되지않는 부분이 있어 활용도가 낮음			
④ 목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 정밀탐상이 가능하도록 핸드스캐너 형태 - 중량이 가벼워 순회, 점검시 휴대가 간편 - 탐상데이터 저장 및 출력이 될 수 있는 장비 			
⑤ 기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	초음파탐상기는 있으나 레일탐상용 장비는 별도로 없는 것으로 추정		
	국외	여러형태의 장비가 있음		
⑥ 개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	<ul style="list-style-type: none"> - 레일두부, 저부, 복부 부위별 탐상이 가능하고 사각지대가 없어야 함 (경사지거나 곡선이 있는 부분도 탐상) 			
	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
	1.			
	2.			
	3.			
	4.			
	5.			
신뢰성 인증방법				
<ul style="list-style-type: none"> ※ 핵심항목을 작성하되, 추가 필요시에는 칸을 추가하여 작성 ※ 신뢰성 인증방법은 객관적 신뢰성 확보방법을 선택하여 기재 				
⑦ 기대효과	레일탐상차, 레일탐상기와 병행하여 정밀탐상시행, 상레용접후 검사시 사용 레일결함 사전발견으로 레일훼손으로 인한 열차지연 등 예방			
⑧ 예상개발비 및 개발기간	총 개발비	천원	시험평가소요비	천원
	<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input type="checkbox"/> 24개월, <input type="checkbox"/> (개월) / (시험평가소요기간 : 월) <ul style="list-style-type: none"> ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함기재 			
⑨ 비고				

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(3)

① 과제명	레일통과톤수 측정장비 개발			
② 제안자	소 속	시설기술단 선로관리처	성 명	김인철
	E-mail	ic272@korail.com	사무실	042-615-4488
			휴대폰	010-8667-2722
③ 필요성	현재 한국철도공사에서 유지보수하고 있는 선로에 대한 열차통과톤수는 정보기술단에서 차중에 대한 운행횟수, 운행량수 등에 대한 수치적 계산방법으로 실제측정치와는 차이가 있어 이에 대한 정확한 통과톤수 측정장비가 필요함			
④ 목표 및 내용	열차통과톤수를 자동으로 측정할 수 있는 장비의 개발			
⑤ 기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	없음		
	국외	실측장비 있음		
⑥ 개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	열차종별에 따른 실제 통과톤수 측정 - 측정된 통과톤수를 산출 및 분석, 저장할 수 있는 프로그램			
	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
	1. 예) 속도	km/h	500Km/h이상	EPC 인증
	2.			
	3.			
	4.			
5.				
신뢰성 인증방법	예) EPC(성능인증), NEP, NET, GS, 우수조달제품, 수요처 요구 공인성적서 등			
※ 핵심항목을 작성하되, 추가 필요시에는 칸을 추가하여 작성 ※ 신뢰성 인증방법은 객관적 신뢰성 확보방법을 선택하여 기재				
⑦ 기대효과	정확한 통과톤수 자료를 활용하여 선로시설 유지보수 및 관련지침 개정 시 활용			
⑧ 예상개발비 및 개발기간	총 개발비	천원	시험평가소요비	천원
	<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input type="checkbox"/> 24개월, <input type="checkbox"/> () 개월) / (시험평가소요기간 :) 월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함기재			
⑨ 비고	※ 해외인증, 시험테스트 요건, 적용시기, 개발요건 등 추가요구사항			

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(4)

①과제명	분기기 검측장비			
②제안자	소속	시설기술단 선로관리처	성명	김지은
	E-mail	kje0223@korail.com	사무실	042-615-4487
			휴대폰	010-4627-8867
③필요성	현재 년2~4회 인력으로 분기기검측을 하고 있으나, 인력검측시 많은 시간과 인력이 소요되고(1틀 30여분, 3인 이상) 점검기술이나 방법에 따라 검측값의 신뢰도 부족			
④목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 1명이 검측할 수 있도록 가볍고 조작이 용이한 장비(트로리 형태) - 해외 검측장비(TRACK MASTER, KRAB)의 기능 중 분기기 검측 - 프로그램이 단순하여 누구나 조작할 수 있어야 하며, 데이터를 저장,출력될 수 있어야 함 			
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	없는 것으로 추정		
	국외	궤도선형검측기, 분기기검측기 등		
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	분기기 종류별 기준값 입력 후 틀림량 계산 (궤간, 수평, 면틀림, 줄틀림, 비틀림)			
	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
	1.			
	2.			
	3.			
	4.			
	5.			
신뢰성 인증방법				
※ 핵심항목을 작성하되, 추가 필요시에는 칸을 추가하여 작성 ※ 신뢰성 인증방법은 객관적 신뢰성 확보방법을 선택하여 기재				
⑦기대효과	분기기 검측 소요시간 및 인력 절감 해외 궤도검측장비는 70,000천원 정도			
⑧예상개발비 및 개발기간	총 개발비	천원	시험평가소요비	천원
	<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input type="checkbox"/> 24개월, <input type="checkbox"/> (개월) / (시험평가소요기간 : 월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함기재			
⑨비고				

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(5)

① 과제명	백호우(0.2)를 활용한 분니제거 장비			
② 제안자	소 속	시설기술단 선로관리처	성 명	이 영 노
	E-mail	yn7788@korail.com	사무실	042-615-4489
			휴대폰	010-9326-7789
③ 필요성	<p>일반선 궤도 분니발생으로 열차운행시 상하진동을 초래하여 승차감을 저하 시키고 도상부담력이 반복되는 열차하중 레일축력 발생으로 레일절손 원인을 제공함.</p> <p>* 분니발생 -> 궤도틀림 및 틀림의 진행 -> 궤도보수량 증대, 승차감악화, 서행운전</p>			
④ 목표 및 내용	<p>이에 대한 보수방법으로 대규모의 2종기계장비를 활용한 교체작업을 실시하고 있으나, 이 과정에서 정상적인 구간의 도상자갈도 연속하여 교체될 수 밖에 없으며 사전 준비 및 철거가 어렵고 대규모의 인력이 소모되는 작업이므로 이를 대체할 수 있는 소규모의 장비(장치) 개발 필요</p> <p>백호우 버켓부분에 개발되는 장치를 장착한 후 백호우의 유압동력을 활용하여 분니개소 궤도 측면에서 도상자갈을 캐내며 교체시킬수 있는 장치</p>			
⑤ 기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내			
	국외			
⑥ 개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	※ 개발제품의 세부성능, 규격 등			
	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
	1. 예) 속도	km/h	500Km/h이상	EPC 인증
	2.			
	3.			
	4.			
5.				
신뢰성 인증방법	예) EPC(성능인증), NEP, NET, GS, 우수조달제품, 수요처 요구 공인성적서 등			
※ 핵심항목을 작성하되, 추가 필요시에는 칸을 추가하여 작성				
※ 신뢰성 인증방법은 객관적 신뢰성 확보방법을 선택하여 기재				
⑦ 기대효과	<p style="color: red;">※ 정량적 효과(금액이나 수량 등으로 계량화하여 수치로 표기)를 기록하고, 부득이 계량화가 어려운 과제는 정성적 효과를 기재</p> <p style="color: red;">※ 외자의 국산화개발은 현재 수입규모와 대체효과 기재</p> <p style="color: red;">※ 신제품개발은 원가절감 예상규모를 기재 등</p>			
⑧ 예상개발비 및 개발기간	총 개발비	천원	시험평가소요비	천원
	<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input type="checkbox"/> 24개월, <input type="checkbox"/> () 개월 / (시험평가소요기간 :) 월)			
※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함기재				
⑨ 비고	※ 해외인증, 시험테스트 요건, 적용시기, 개발요건 등 추가요구사항			

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(6)

①과제명	하부도상 안정화 장비 개발			
②제안자	소속	시설기술단	성명	양존희
	E-mail	johnf@korail.com	사무실	042-615-4483
			휴대폰	010-3459-5690
③필요성	<p>○ 현재 일반선 및 고속선의 도상자갈두께는 약 300mm이상으로 부설되어 있으나, 현재 인력 및 장비에 의한 유지보수 도상두께 범위는 최대 150mm이내로서 보수범위 하부 150mm이하(도상두께 150~300mm사이)에 대한 선로안정화(선로유지보수) 유지보수장비 부재</p> <p>- 현실적으로 가능한 방법은 안정화 대상구간에 대해 장기적인 서행을 시행하면 가능하지만 열차운전에 지장을 초래하는 방법으로 사실상 불가능 함</p> <p>- 고속선의 경우 도상두께 150mm하부의 틀림이 발생할 경우 상부에 대한 보수를 시행하여도 하부틀림의 영향으로 상부까지 틀림을 유발하여 틀림이 진전되며, 보수작업으로 인한 도상자갈 마모 발생</p>			
<p>The diagram illustrates a cross-section of a track bed. A grey rectangular block labeled '침목' (Sleepers) is positioned above a layer of circular stones representing the track bed. A vertical line indicates the '도상두께 300mm' (Track bed thickness 300mm). To the right, a vertical scale shows two 150mm segments: the upper one is labeled '150mm(유지보수 범위 내)' (150mm within maintenance range) and the lower one is '150mm(유지보수 범위 외)' (150mm outside maintenance range). The ground surface is labeled '시공기면' (Construction surface).</p>				
④목표 및 내용	현재의 보수범위 한도를 벗어난 하부(도상두께 150~300mm사이)에 대한 선로안정화 장비(유지보수 방법 포함) 개발이 필요함			
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내			
	국외			
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	※ 개발제품의 세부성능, 규격 등			
	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
	1.			
	2.			
	3.			
	4.			
5.				
신뢰성 인증방법		예) EPC(성능인증), NEP, NET, GS, 우수조달제품, 수요처 요구 공인성적서 등		
※ 핵심항목을 작성하되, 추가 필요시에는 칸을 추가하여 작성				
※ 신뢰성 인증방법은 객관적 신뢰성 확보방법을 선택하여 기재				
⑦기대효과	※ 정량적 효과(금액이나 수량 등으로 계량화하여 수치로 표기)를 기록하고, 부득이 계량화가 어려운 과제는 정성적 효과를 기재 ※ 외자의 국산화개발은 현재 수입규모와 대체효과 기재 ※ 신제품개발은 원가절감 예상규모를 기재 등			
⑧예상개발비 및 개발기간	총 개발비	천원	시험평가소요비	천원
	□6개월, □12개월, □18개월, □24개월, □()개월 / (시험평가소요기간 :)월			
⑨비고	※ 해외인증, 시험테스트 요건, 적용시기, 개발요건 등 추가요구사항			

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(7)

① 과제명	진동가속도계 개발				
② 제안자	소 속	시설기술단 선로관리처	성 명	금영태	
	E-mail	ytkkor6903@korail.com	사무실	900-4491	
③ 필요성	- 고속운행하는 ktx차량에 진동가속도계를 설치하여 열차운용시 발생하는 진동을 감지하여 유지보수에 반영함으로써 궤도품질 향상				
④ 목표 및 내용	- 진동가속도계를 설치하여 선로유지보수에 반영함으로써 궤도품질 향상				
⑤ 기술동향/수준 (기개발실적 등)	국내	- ktx36호 및 12호차에 설치하여 운용하였으나, 잦은 고장 등으로 사용하지 못하고 있음			
	국외	- 고속열차를 운용하고 있는 국가에서는 진동가속도 측정을 시행하여 유지보수에 반영하고 있음			
⑥ 개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)					
	개발항목(성능지표)		규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
	1.				
	2.				
	3.				
	4.				
	5.				
신뢰성 인증방법					
⑦ 기대효과	- ktx차량에 진동가속도계 설치 및 측정으로 선로유지보수업무에 반영함으로써 궤도품질 향상 기여				
⑧ 예상개발비 및 개발기간	총 개발비	천원	시험평가소요비	천원	
	□6개월, <input checked="" type="checkbox"/> 12개월, □18개월, □24개월, □(개월) / (시험평가소요기간 : 3월)				
⑨ 비고					

※ 기타 서식 및 매수에 관계없이 자유 제안 및 참고자료를 별지로 제출 가능

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(8)

① 과제명	직진도 검측장비 개발			
② 제안자	소 속	시설기술단 선로관리처	성 명	금영태
	E-mail	ytkkor6903@korail.com	사무실	900-4491
			휴대폰	010-3547-6903
③ 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 레일정밀관리를 위하여 현장에서 이루어지는 용접(테르밋, 가스압접, 후레쉬빔)후 검측하여 정밀연마를 하여야 하나, 현재에는 직자 등으로 검측하여 연마를 시행하고 있음. - 이로 인하여 장대레일의 용접부가 불량한 개소가 많아 유지보수를 많이 시행하고 있으며, 향후 정밀 레일관리를 위하여 검측장비 국산화 필요 			
④ 목표 및 내용	- 레일 정밀보수를 통한 궤도품질 향상			
⑤ 기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	- 현재 수입에 의존하여 사용하고 있음 (고장발생시 보수비용이 고가)		
	국외	-		
⑥ 개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	- 용접 및 일반구간에 대한 검측이 가능한 구조이어야 한다.			
	-			
	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
	1.			
	2.			
	3.			
4.				
5.				
신뢰성 인증방법				
⑦ 기대효과	- 정밀 레일관리를 통한 궤도품질 향상 (현재 일반철도 25m마다 연결된 용접부에서 뜯침목 발생 및 마모가 많이 발생하고 있음)			
⑧ 예상개발비 및 개발기간	총 개발비	천원	시험평가소요비	천원
□6개월, <input checked="" type="checkbox"/> 12개월, □18개월, □24개월, □()개월 / (시험평가소요기간 : 3월)				
⑨ 비고				

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(9)

①과제명	궤도 자갈도상 궤도 유지보수비 저감 기술개발																															
②제안자	소속	시설기술단 선로관리처	성명	강태구																												
	E-mail	ktk891@korail.com	사무실	042, 615-4481																												
			휴대폰	010-5591-3382																												
③필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 철도선로의 자갈도상 궤도는 열차의 반복 하중과 충격으로 인하여 궤도틀림이 발생하는 구조로서 이를 원상 복원시키기 위하여 인력 또는 장비에 의한 보수작업을 반복적으로 시행하여야 함 ○ 따라서 자갈도상궤도에 투입되는 인력 및 장비, 재료 교체 비용 등을 저감하기 위하여 유지보수 노력이 저감될 수 있는 다양한 방안에 대한 연구가 필요함 ○ 특히, 기존선의 보수작업 조건이 열악한 장대터널구간의 생력화가 필요함 																															
④목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자갈도상 궤도 생력화(콘크리트도상화, 고결화, 안정화 등) 방안 도출 ○ 개량 또는 보강 공법 개발 ○ 공법에 적절한 장비 개발 																															
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	<ul style="list-style-type: none"> ○ 서울메트로 BtoS 공법(자갈도상을 콘크리트 도상으로 변경공법) ○ 시멘트풀 주입에 의한 도상자갈 고결화 : 철도연에서 연구개발, 도시철도구간에 일부 시범 적용 ○ 도상안정제 도포 : 고속철도에서 적용 중 																														
	국외	<ul style="list-style-type: none"> ○ 에폭시에 의한 도상 고결화(독일) ○ 시멘트풀 주입에 의한 고결화(일본) 																														
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>개발항목(성능지표)</th> <th>규격/단위</th> <th>개발목표</th> <th>객관적 측정방법</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">신뢰성 인증방법</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>				개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법	1.				2.				3.				4.				5.				신뢰성 인증방법			
	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법																												
	1.																															
	2.																															
	3.																															
	4.																															
5.																																
신뢰성 인증방법																																
⑦기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유지보수 노력 저감에 따른 비용 절감 ○ 재료열화 지연에 따른 재료비 절감 ○ 궤도 안정성 확보에 의한 열차운행 안전성 향상 																															
⑧예상개발비 및 개발기간	총 개발비	천원	시험평가소요비	천원																												
	<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input checked="" type="checkbox"/> 24개월, (<input type="checkbox"/> 48개월) / (시험평가소요기간 :4개월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함 기재																															
⑨비고																																

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(10)

①과 제 명	보선장비 국산화(흡입식 도상자갈 치환 장비 개발)			
②제 안 자	소 속	시설기술단 선로관리처	성 명	강 태 구
	E-mail	ktk891@korail.com	사무실	042, 615-4481
			휴대폰	010-5591-3382
③필 요 성	<ul style="list-style-type: none"> 고속철도 및 일반철도의 자갈도상 궤도에서 자갈마모 및 토사혼입, 분니개소 등으로 국부적 궤도틀림이 반복되고 있는 개소에 짧은 차단작업 시간내 효과적으로 자갈치환하기 위하여 흡입식 자갈치환 장비 확대 도입 필요성 증대 해외에 의존하고 있는 보선장비에 대하여 단계별 국산화하여 장비구입비 절감 및 국내산업 활성화, 중소기업 육성, 일자리 창출 			
④목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> 흡입식 자갈 치환 장비 개발 			
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내			
	국외	o 프라사에서 도입한 흡입식 장비 사용 중		
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
	1.			
	2.			
	3.			
	4.			
	5.			
	신뢰성 인증방법			
⑦기대효과	o			
⑧예상개발비 및 개발기간	총 개발비	천원	시험평가소요비	천원
	<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input checked="" type="checkbox"/> 24개월, (<input type="checkbox"/> 48개월) / (시험평가소요기간 :4개월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함기재			
⑨비고				

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(11)

①과 제 명	콘크리트궤도 유지관리시스템 개발			
②제 안 자	소 속	시설기술단 선로관리처	성 명	강 태 구
	E-mail	ktk891@korail.com	사무실	042, 615-4481
			휴대폰	010-5591-3382
③필 요 성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 경부고속철도 2단계구간 및 호남고속철도를 비롯한 원주-강릉, 서해선, 기타 일반철도에서도 확산되고있는 콘크리트 궤도로 선로가 부설되는 추세에 있음 ○ 콘크리트 궤도는 자갈궤도에서의 궤도틀림에 의한 선형 및 도상관리 위주의 관리와는 달리 레일 및 체결구 상태관리, 침목 및 도상균열관리, 침하관리, 점검 실적관리 등 관리특성이 많이 달라 자갈궤도에서 적용하고 있는 궤도관리시스템(KTMSYS)를 적용하기에는 적합하지 않을뿐 아니라 비효율적인 측면이 있는 바, ○ 콘크리트 궤도 특성을 반영한 적정 관리시스템 구축이 필요함 			
④목표 및 내용	○ 콘크리트궤도 유지관리;시스템 구축			
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	○ 고속철도 1단계에서 자갈궤도에 적합한 궤도유지관리시스템 (KTMSTS) 운용 중		
	국외	○ 유럽(Ecotrack), 일본, 미국 등 궤도유지관리 시스템에 의한 궤도관리 (주로 자갈궤도 위주)		
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
	1.			
	2.			
	3.			
	4.			
	5.			
신뢰성 인증방법				
⑦기대효과	○ 콘크리트 궤도의 효과적인 유지관리로 궤도품질 및 열차안전운행 확보			
⑧예상개발비 및 개발기간	총 개발비	천원	시험평가소요비	천원
	<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input checked="" type="checkbox"/> 24개월, (<input type="checkbox"/> 48개월) / (시험평가소요기간 :4개월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함 기재			
⑨비고				

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(12)

①과 제 명	철도시설물의 생애기간 예측에 관한 연구																															
②제 안 자	소 속	시설물기술관리팀	성 명	탁 대 호																												
	E-mail	dhtac@koraril.com	사무실	042-615-4540																												
			휴대폰	010-2547-2536																												
③필 요 성	<ul style="list-style-type: none"> - 시설물 시공기간 대비 사용기간 장기화 - 유지보수비용 증대 - 시설물의 지속가능한 사용 판단을 위해 생애기간 예측 필요 																															
④목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 노후시설물의 사용가능기간 판단 - 효율적인 예산관리 																															
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	1.한국건설기술연구원, 생애주기를 고려한 교량통합관리시스템 구축연구, 2012																														
	국외	1. Freyermuth, C. L. (2001), "Life-Cycle Cost Analysis for Large Bridges," Concrete International, ACI, Vol.23, No. 2 2. Nishikawa, K. (1997), "A Concept of Minimized Maintenance Bridges," 橋□と基□, 97-8□号, pp. 64-72 3. Piringer, S. (1993), "Whole-Life Costing of Steel Bridges," Bridge Management 2, Thomas Telford, London, pp. 584-593 4. Tilly, G. P. (1997), "Principles of Whole Life Cycle Costing," The Safety of Bridges, the Institution of Civil Engineers and Highway Agency, Thomas Telford, pp. 138-144																														
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>개발항목(성능지표)</th> <th>규격/단위</th> <th>개발목표</th> <th>객관적 측정방법</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 철도시설물 DB 구축</td> <td>DB갯수</td> <td>DB 구축</td> <td>기존 DB 비교 및 통계적 적절성</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">신뢰성 인증방법</td> </tr> </tbody> </table>				개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법	1. 철도시설물 DB 구축	DB갯수	DB 구축	기존 DB 비교 및 통계적 적절성	2.				3.				4.				5.				신뢰성 인증방법			
	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법																												
	1. 철도시설물 DB 구축	DB갯수	DB 구축	기존 DB 비교 및 통계적 적절성																												
	2.																															
	3.																															
	4.																															
5.																																
신뢰성 인증방법																																
⑦기대효과	<ul style="list-style-type: none"> - 노후시설물 사용기간 판단 - 노후시설물에 대한 유지관리비 예측 																															
⑧예상개발비 및 개발기간	총 개발비	천원	시험평가소요비	천원																												
	<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input checked="" type="checkbox"/> 24개월, (<input type="checkbox"/> 48개월) / (시험평가소요기간 :4개월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함 기재																															
⑨비고	<ul style="list-style-type: none"> - 개발예상기간은 24개월 정도 - 시스템개발 및 시험평가 소요기간 1년 																															

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(13)

①과 제 명	노후화된 철도시설 효율적 유지관리 기술 개발			
②제 안 자	소 속	시설물기술관리팀	성 명	조 명 진
	E-mail	jmj2751@koraril.com	사무실	042-615-4535
			휴대폰	010-2045-7839
③필 요 성	<ul style="list-style-type: none"> - 현재 철도시설물의 대부분의 경우는 오래된 시설물로 인해 설계도서, 시공자료 전무인 상태임 - 이로 인해, 변상의 근본적인 원인에 대한 처방이 이루어지기 힘들 - 노후화로 인해 시설물의 보수·보강작업이 많이 이루어지며, 이로 인해 비용이 많이 드는 실태임 - 또한, 보수·보강이 이루어지더라도 위험요소는 상시 존재함 - 따라서, 노후화된 시설물의 정확한 원인분석, 평가, 보수보강이 이루어 질수 있도록 하는 방안 및 기술개발이 필요함 			
④목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 제한적 시·공간에서 주변 지반상태, 지하수, 환경등을 파악 할 수 있는 기술 개발 - 철도시설물 특성(궤도궤도영향)에 따른 시설물 평가 기술개발 - 시설물 변상에 따른 최적의 보수·보강 공법 개발 - 시설물 노후화(사용성·구조적 붕괴확률)를 예측 할 수 있는 시스템개발 			
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내			
	국외			
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
	1.			
	2.			
	3.			
	4.			
	5.			
	신뢰성 인증방법			
⑦기대효과				
⑧예상개발비 및 개발기간	총 개발비	천원	시험평가소요비	천원
	<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input checked="" type="checkbox"/> 24개월, (<input type="checkbox"/> 48개월) / (시험평가소요기간 :4개월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함 기재			
⑨비고	<ul style="list-style-type: none"> - 개발예상기간은 24개월 정도 - 시스템개발 및 시험평가 소요기간 1년 			

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(14)

①과제명	생애주기를 고려한 철도교량관리 시스템 개발 및 데이터베이스 구축연구																															
②제안자	소속	기술본부 시설기술단 시설물기술관리팀	성명	김정훈																												
	E-mail	jhkim133@korail.com	사무실	900-4541																												
③필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 철도교량 개소·수명 증가로 유지관리 소요비용 대폭증가 예상 - 교량관리 소요비용 향후 10년 내 약 2배 증가예상 ○ 저비용·고효율의 철도교량 유지관리체계 구축 필요 - 교량상태에 최적화된 보수·투자관리시스템, 우선순위선정, 일관성확보 필요 																															
④목표 및 내용	<ol style="list-style-type: none"> (1) 철도교량 생애주기 상태 및 비용 DB 구축 (2) 철도교량 생애주기 상태 및 성능 평가 모델 수립 및 모듈 개발 (3) 철도교량 생애주기 비용 평가 모델 수립 및 모듈 개발 (3) 철도교량 우선순위선정 알고리즘 및 모듈 개발 (4) 철도교량통합관리시스템 설계 및 DB구조 설계 																															
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	<ul style="list-style-type: none"> ○ KOBMS(1995), CALS(2005)으로 기본정보관리 수준의 시스템이 구축 되었음. ○ 2012년 국도교량에 대한 성능, 비용 및 의사결정 모듈이 구축된 교량관리시스템 구축 연구 수행. 																														
	국외	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미국은 교량관리시스템 Pontis5.1을 2008년에 구축하고 2011년에 시설물에 대한 자산관리 가이드 개발. ○ 일본은 2002년에 교량 자산관리시스템 구축 착수하고 2002~2004년에 건전도예측 모델 검토 함. 2005년부터 모든 사무소 교량관리 시스템 운용 개시. 																														
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>개발항목(성능지표)</th> <th>규격/단위</th> <th>개발목표</th> <th>객관적 측정방법</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 철도교량 상태 및 비용 DB</td> <td>DB갯수</td> <td>DB 구축</td> <td>기존 DB 비교 및 통계적 적절성</td> </tr> <tr> <td>2. 상태 및 성능평가 모듈</td> <td>코드</td> <td>모듈 개발</td> <td>개발 여부 및 적절성</td> </tr> <tr> <td>3. 비용평가모듈</td> <td>코드</td> <td>모듈 개발</td> <td>개발 여부 및 적절성</td> </tr> <tr> <td>4. 우선순위선정 모듈</td> <td>코드</td> <td>모듈 개발</td> <td>개발 여부 및 적절성</td> </tr> <tr> <td>5. 철도교량통합관리시스템</td> <td>시스템</td> <td>시스템 개발</td> <td>개발 여부 및 적절성</td> </tr> <tr> <td colspan="4">신뢰성 인증방법</td> </tr> </tbody> </table>				개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법	1. 철도교량 상태 및 비용 DB	DB갯수	DB 구축	기존 DB 비교 및 통계적 적절성	2. 상태 및 성능평가 모듈	코드	모듈 개발	개발 여부 및 적절성	3. 비용평가모듈	코드	모듈 개발	개발 여부 및 적절성	4. 우선순위선정 모듈	코드	모듈 개발	개발 여부 및 적절성	5. 철도교량통합관리시스템	시스템	시스템 개발	개발 여부 및 적절성	신뢰성 인증방법			
	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법																												
	1. 철도교량 상태 및 비용 DB	DB갯수	DB 구축	기존 DB 비교 및 통계적 적절성																												
	2. 상태 및 성능평가 모듈	코드	모듈 개발	개발 여부 및 적절성																												
	3. 비용평가모듈	코드	모듈 개발	개발 여부 및 적절성																												
	4. 우선순위선정 모듈	코드	모듈 개발	개발 여부 및 적절성																												
	5. 철도교량통합관리시스템	시스템	시스템 개발	개발 여부 및 적절성																												
신뢰성 인증방법																																
<ul style="list-style-type: none"> ○ 관리주체측면 - 교량관리 관련 예산요구의 신뢰성 확보 - 관리예산의 산정, 예측, 분배 등 업무의 효율화 - 교량 자산관리 업무 절차의 활용을 통한 관리예산 절감 ○ 운영주체측면 - 교량 관리 효율성 증대 - 교량 관리 기술의 선진화 - 교량 관리체계의 합리화 및 과학화 ○ 정보활용측면 - 사회기반시설 회계처리규정 대응 - 생애주기 효율적인 교량 설계 기술 발전 - 교량 유지관리 데이터 제공으로 VE/LCC의 신뢰도 제고 																																
⑦기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관리주체측면 - 교량관리 관련 예산요구의 신뢰성 확보 - 관리예산의 산정, 예측, 분배 등 업무의 효율화 - 교량 자산관리 업무 절차의 활용을 통한 관리예산 절감 ○ 운영주체측면 - 교량 관리 효율성 증대 - 교량 관리 기술의 선진화 - 교량 관리체계의 합리화 및 과학화 ○ 정보활용측면 - 사회기반시설 회계처리규정 대응 - 생애주기 효율적인 교량 설계 기술 발전 - 교량 유지관리 데이터 제공으로 VE/LCC의 신뢰도 제고 																															

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이용자 측면 - 안전한 교량 구조물 이용 - 사회기반시설물 관리예산의 급격한 증가를 방지하여 세납 절감 				
⑧예상개발비 및 개발기간	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">총 개발비</td> <td style="text-align: center;">5,000,000천원</td> <td style="background-color: #90EE90;">시험평가소요비</td> <td style="text-align: center;">50,000천원</td> </tr> </table>	총 개발비	5,000,000천원	시험평가소요비	50,000천원
	총 개발비	5,000,000천원	시험평가소요비	50,000천원	
<p style="margin: 0;"> <input type="checkbox"/>6개월, <input type="checkbox"/>12개월, <input type="checkbox"/>18개월, <input type="checkbox"/>24개월, <input checked="" type="checkbox"/>48개월 / (시험평가소요기간 :6개월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함 기재 </p>					
⑨비고					

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(15)

①과 제 명	EPDM 기술을 이용한 강철도 교량 모니터링시스템 개발			
②제 안 자	소 속	시설물 기술관리팀	성 명	박 현 찬
	E-mail	struc21@korail.com	사무실	042)615-4538
			휴대폰	010-4273-8307
③필 요 성	<ul style="list-style-type: none"> - 철도 강교량은 노후화 및 환경적 요인에 의해서 균열 및 부식 발생 - 초기 결함을 조기에 인지하지 못함으로써 적절한 보수·보강 대책이 이루어 지지 않아 보수·보강 비용 증대 초래 - 기존의 기술은 구조물 전체에 대한 균열 및 부식 모니터링 불가 - 철도 강교량 전체에 적용하여 한번에 실시간 원격 자동 모니터링 가능한 효율적인 모니터링 시스템의 필요 			
④목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 철도 강교량에 대한 실시간 원격 자동 모니터링 가능한 효율적인 모니터링 시스템의 개발 - 한강철교와 같은 대형 노후 철도 강교량에 적용 			
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	- 해수 담수화 플랜트 사업(두산중공업), 성산대교(서울시)에 적용		
	국외	- 일본 전력업계를 시작으로 석유 업계, 건설업계, 일반 기계에 적용		
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
	1. 스마트센서			
	2. 콘트롤러			
	3. 균열해석프로그램			
	4. 원격자동모니터링시스템			
	5.			
	신뢰성 인증방법			
⑦기대효과	<ul style="list-style-type: none"> - 강교량에 대한 보수·보강 비용 및 불필요한 주기적 점검 비용을 절감 - 실시간 원격 자동 모니터링이 가능하여 효율적인 모니터링 시스템을 구축 가능 			
⑧예상개발비 및 개발기간	총 개발비	500,000천원	시험평가소요비	300,000천원
	<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input checked="" type="checkbox"/> 24개월, (<input type="checkbox"/> 48개월) / (시험평가소요기간 :4개월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함 기재			
⑨비고				

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(16)

①과 제 명	철도시설물의 방재성능 향상에 관한 연구																															
②제 안 자	소 속	시설물기술관리팀	성 명	탁 대 호																												
	E-mail	dhtac@koraril.com	사무실	042-615-4540																												
			휴대폰	010-2547-2536																												
③필 요 성	<ul style="list-style-type: none"> - 집중 호우 등 재해 발생시 - 강우와 사면 활동의 상관성을 분석 후 - 위험구간 통과에 따른 열차의 안전운행 필요 																															
④목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 집중 호우와 같은 재해 발생시 - 기존선 열차를 서행할 수 있는 기준 제시 																															
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	1. 소방방재청, “기후변화로 인한 도시홍수 피해실태 분석 및 새로운 방재패러다임 설정을 위한 연구” 소방 방재청, 2010 2. 소방방재청, “기후변화를 고려한 도시방재성능 목표 설정 방안” 소방방재청, 2010																														
	국외																															
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>개발항목(성능지표)</th> <th>규격/단위</th> <th>개발목표</th> <th>객관적 측정방법</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 속도규제 지표 개발</td> <td></td> <td>속도규제</td> <td>강우 및 사면 통계분석</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">신뢰성 인증방법</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>				개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법	1. 속도규제 지표 개발		속도규제	강우 및 사면 통계분석	2.				3.				4.				5.				신뢰성 인증방법			
	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법																												
	1. 속도규제 지표 개발		속도규제	강우 및 사면 통계분석																												
	2.																															
	3.																															
	4.																															
5.																																
신뢰성 인증방법																																
⑦기대효과	<ul style="list-style-type: none"> - 기존선 속도규제에 대한 지표 개발 - 취약구간 통과시 속도규제를 통한 안전운행에 기여 																															
⑧예상개발비 및 개발기간	총 개발비		천원	시험평가소요비																												
			천원																													
<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input checked="" type="checkbox"/> 24개월, (<input type="checkbox"/> 48개월) / (시험평가소요기간 :4개월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함 기재																																
⑨비고	- 개발예상기간은 12개월 정도																															

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(17)

①과 제 명	인접시설 공사에 따른 철도시설물의 효율적인 계측기 성능 향상 기술개발																															
②제 안 자	소 속	시설물기술관리팀	성 명	탁 대 호																												
	E-mail	dhtac@koraril.com	사무실	042-615-4540																												
			휴대폰	010-2547-2536																												
③필 요 성	<ul style="list-style-type: none"> - 철도와 인접한 시설물 공사시 - 노반 침하로 인한 사고발생하나 - 철도에 적합 계측기 부재 																															
④목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 인접시설물 공사에 따른 철도 안전운행성 향상을 위한 - 철도에 적합한 계측기 개발 																															
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	<ol style="list-style-type: none"> 1.가속도계 비교교정의 표준교정절차, 한국계량측정협회, 1999,12 2. 건설 공사 및 유지관리계측표준시방서(안),건설교통부, 2008.2 3. 급경사지 관리기준 연구,소방방재청,2008 4. 급경사지 관리 및 보수·보강 매뉴얼,소방방재청,2011.12 5. 급경사지 재해예방에 관한 법률,법률 제11495호,일부개정 2012.10.22. 6. 급경사지 재해예방에 관한 법률 시행령,시행령 7. 제23369호,일부개정 2011.12.13. 7. 급경사지 재해예방에 관한 법률 시행규칙,시행규칙 제297호,일부개정 2012.05.31 8. 변위계의 표준교정절차,한국계량측정협회,2006,11 																														
	국외	<ol style="list-style-type: none"> 1. "Standard Calibration Facility and Procedure for Rain Gauges.", Gang-Wook Shin, Sung-Taek Hong and Dong-Keun Lee,JointInternationalIMEKO TCI+TC7 Symposium, 2005 2. "ProcedureforCalibratingDialIndicators."United StatesDepartmentoftheInteriorBureau ofReclamation,1989 																														
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>개발항목(성능지표)</th> <th>규격/단위</th> <th>개발목표</th> <th>객관적 측정방법</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 계측기</td> <td>개소</td> <td>계측기 개발</td> <td>실험측정</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">신뢰성 인증방법</td> </tr> </tbody> </table>				개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법	1. 계측기	개소	계측기 개발	실험측정	2.				3.				4.				5.				신뢰성 인증방법			
	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법																												
	1. 계측기	개소	계측기 개발	실험측정																												
	2.																															
	3.																															
	4.																															
5.																																
신뢰성 인증방법																																
⑦기대효과	<ul style="list-style-type: none"> - 철도 횡단 시 변위를 측정할 수 있는 - 철도에 최적화된 계측기 개발로 - 인접공사에 대한 효율적인 공사관리 																															
⑧예상개발비 및 개발기간	총 개발비		천원	시험평가소요비																												
	천원 <input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input checked="" type="checkbox"/> 24개월, (<input type="checkbox"/> 48개월) / (시험평가소요기간 :4개월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함 기재																															
⑨비고	- 개발예상기간은 24개월 정도																															

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(18)

①과 제 명	철도터널 노후화 저감 기술 개발			
②제 안 자	소 속	시설물기술관리팀	성 명	조 명 진
	E-mail	jmj2751@koraril.com	사무실	042-615-4535
			휴대폰	010-2045-7839
③필 요 성	<ul style="list-style-type: none"> - 터널은 누수로 인한 겨울철 결빙, 균열이 가장 빈번하고 이로 인한 유지관리비가 과다함 - 누수 및 빈번한 터널내 결빙제거작업으로 인한 터널 라이닝 손상이 큼 - 노후터널 빈번한 보수·보강으로 건축한계 부족현상 초래함 - 천정부의 고드름 제거작업 및 낙하로 궤도훼손 및 열차 안전의 위험 초래함 - 제한적인 시·공간의 작업(열차중단시간, 터널내부)으로 정밀한 유지관리가 난이 			
④목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 철도터널 수명연장 및 열차 터널내 통과 시 안정성 향상 - 철도터널 유지관리 비용 절감 - 터널라이닝 내 누수 및 결빙 방지 기술 개발 - 주변 환경 변화로 인한 누수의 원인을 정확히 파악하고 이를 제거하는 시스템개발 			
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	-		
	국외			
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
	1.			
	2.			
	3.			
	4.			
	5.			
	신뢰성 인증방법			
⑦기대효과	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트폰 등을 이용한 시설물에 대한 실시간 정보 입력 가능 - 보수·보강에 대한 정보공유를 통한 사업에 대한 합리적인 공법 도입으로 예산절감 			
⑧예상개발비 및 개발기간	총 개발비	천원	시험평가소요비	천원
	<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input checked="" type="checkbox"/> 24개월, (<input type="checkbox"/> 48개월) / (시험평가소요기간 :4개월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함 기재			
⑨비고	<ul style="list-style-type: none"> - 개발예상기간은 36개월 정도 - 시스템개발 및 시험평가 소요기간 1년 			

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(19)

①과 제 명	궤도시설 하부통과 공사 영향 저감화 기술 개발			
②제 안 자	소 속	시설물기술관리팀	성 명	조 명 진
	E-mail	jmj2751@koraril.com	사무실	042-615-4535
			휴대폰	010-2045-7839
③필 요 성	<ul style="list-style-type: none"> - 철도 주변 공사 시 철도 지반 침하 및 변형으로 사고위험 상시 존재 - 열차운행으로 인한 철도 조사 불가로 하부통과 공사 위험성이 매우 높음 - 하부통과구간 공사로 인한 지반교란 및 지하수 저하로 궤도시설물에 경중은 다르나 반드시 영향을 미침 - 하부공사의 위험성을 미리 예측하여 공사 및 궤도시설물 사고 미연에 방지 			
④목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 공사 전 열차운행에 영향을 미치지 않는 지반조사 기술 개발 - 공사로 인한 주변 환경(지반,지하수,인접구조물) 변화를 파악 할 수 있는 통합 예측시스템 구축 - 하부공사 다음 단계 주변환경 예측 시스템 개발 			
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내			
	국외			
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
	1.			
	2.			
	3.			
	4.			
	5.			
	신뢰성 인증방법			
⑦기대효과				
⑧예상개발비 및 개발기간	총 개발비	천원	시험평가소요비	천원
	<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input checked="" type="checkbox"/> 24개월, (<input type="checkbox"/> 48개월) / (시험평가소요기간 :4개월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함 기재			
⑨비고	<ul style="list-style-type: none"> - 개발예상기간은 24개월 정도 - 시스템개발 및 시험평가 소요기간 1년 			

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(20)

①과 제 명	재해우려개소 급속시공 공법 및 시스템 개발			
②제 안 자	소 속	시설물 기술관리팀	성 명	정혁상
	E-mail	yoricom@korail.com	사무실	042)615-4539
			휴대 폰	010-6390-9909
③필 요 성	<ul style="list-style-type: none"> - 재해는 갑작스럽게 예고 없이 발생하며 철도의 경우 대형사고로 확대될 가능성이 큼 - 사전에 재해우려개소에 대한 현황 파악 및 유형별 분류 등 사전 대책마련이 필요 - 신속한 응급 복구 시스템 및 열차 운행 방안 마련 필요 - 붕괴사면 및 노반침하개소 등 재해우려개소에 대한 급속시공 공법 및 시스템 개발 필요 			
④목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 재해우려개소에 대한 유형별 분류 파악 - 신속한 응급 복구 시스템 개발 - 재해우려개소에 대한 급속시공 공법 및 시스템 개발 			
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	<ul style="list-style-type: none"> - 조기고강도 재료를 이용한 연약지반 보강공사에 활발하게 적용 - 사면 및 기존 철도선로 보강에는 적용되고 있지 않음 		
	국외	<ul style="list-style-type: none"> - 조기강도 발현을 위한 다양한 재료가 일본에서 개발됨 - 급속시공이 요구되는 건설현장에 활발하게 적용되고 있음 		
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
	1. 재해우려개소에 대한 유형별 분류 파악			
	2. 신속한 응급 복구 시스템 개발			
	3. 재해우려개소에 대한 급속시공 공법 및 시스템 개발			
	신뢰성 인증방법			
⑦기대효과				
⑧예상개발비 및 개발기간	총 개발비	천원	시험평가소요비	천원
	<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input checked="" type="checkbox"/> 24개월, (<input type="checkbox"/> 48개월) / (시험평가소요기간 :4개월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함 기재			
⑨비고				

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(21)

①과제명	도상 침하복원을 위한 보수·보강그라우팅공법 개발																															
②제안자	소속	시설물 기술관리팀	성명	정혁상																												
	E-mail	yoricom@korail.com	사무실	042)615-4539																												
			휴대폰	010-6390-9909																												
③필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트 슬래브 도상 고속의 과대한 중량과 하중반복에 대해서 주행안전성 및 내구성면에서 최상의 효과를 나타냄 - 콘크리트 슬래브 도상의 허용 잔류침하량기준은 자갈 도상에 비해 엄격하게 제한 - 콘크리트 슬래브 궤도의 유지보수·보강 특성분석을 통해 콘크리트 슬래브 도상의 침하 및 도상하부 보수·보강 복원 기술 및 주입재, 장비개발이 필요 																															
④목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 침하된 노반 복원 및 하부노반 강성 증대 - 주행안전성 및 사용성 증대 																															
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	<ul style="list-style-type: none"> - 고기능 유동성 슬래브 보강 충전 재료 개발 완료 - 기능성 뒤채움충진재 시공장비 및 시공관리 시스템 개발 완료 - 급속 보수재료 및 시공기술 개발 완료 																														
	국외	<ul style="list-style-type: none"> - 궤도슬래브 하부 성능개량에 의한 침하저감 - 궤도슬래브 손상부 급속복구 																														
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>개발항목(성능지표)</th> <th>규격/단위</th> <th>개발목표</th> <th>객관적 측정방법</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 철도 침하복원용 그라우트 재료 개발</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. 기능성 그라우트 충전재 주입콘트롤러 및 제어시스템 개발</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. 침하/단차발생시 급속 복구 기술 개발</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4. 궤도 충전재 충전도/강성 비파괴 평가기술 개발</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5. 궤도단차~평탄성 평가기술 개발</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">신뢰성 인증방법</td> </tr> </tbody> </table>				개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법	1. 철도 침하복원용 그라우트 재료 개발				2. 기능성 그라우트 충전재 주입콘트롤러 및 제어시스템 개발				3. 침하/단차발생시 급속 복구 기술 개발				4. 궤도 충전재 충전도/강성 비파괴 평가기술 개발				5. 궤도단차~평탄성 평가기술 개발				신뢰성 인증방법			
	개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법																												
	1. 철도 침하복원용 그라우트 재료 개발																															
	2. 기능성 그라우트 충전재 주입콘트롤러 및 제어시스템 개발																															
	3. 침하/단차발생시 급속 복구 기술 개발																															
	4. 궤도 충전재 충전도/강성 비파괴 평가기술 개발																															
5. 궤도단차~평탄성 평가기술 개발																																
신뢰성 인증방법																																
⑦기대효과	<ul style="list-style-type: none"> - 고속의 철도주행환경에 적합한 슬래브 하부 보강 기법 개발 - 슬래브 도상의 보강후 평탄성, 최적주입을 위한 주입기술 기준정립 및 평가방법 개발을 통한 최적 성능 발휘 가능 																															
⑧예상개발비 및 개발기간	총 개발비	500,000천원	시험평가소요비	300,000천원																												
	<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input checked="" type="checkbox"/> 24개월, (<input type="checkbox"/> 48개월) / (시험평가소요기간 :12개월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함 기재																															
⑨비고																																

「궤도평가 및 유지보수 장비개발기획」과제제안서(22)

①과 제 명	철도 시설물 피해에 따른 응급복구 기술 개발				
②제 안 자	소 속	시설물 기술관리팀TF	성 명	박순웅	
	E-mail	plastic2@korail.com	사무실	042-615-4537	
			휴대폰	010-3514-0830	
③필 요 성	<ul style="list-style-type: none"> - 구조물 손상에 따른 주요 구조부재의 응력 분담 경감을 위한 기술 필요. - 철로의 국부적인 손상으로 인한 철도 시스템의 전체적인 사용 제한 가능. - 열차 사고에 따른 철도 시설물의 응급 및 긴급 복구 필요. - 시설물 피해 시나리오에 따른 효율적 응급복구기술 필요. - 철거 및 보수·보강 이전 구조물의 안전성 확보. - 철도시스템의 변화를 고려한 재해관리기술의 구축 필요. 				
④목표 및 내용	<p>철도 시설물 복구에 관한 전반적인 기술 현황 파악. 철도 시설물의 피해관리 기술 구축 및 개발. 철도 시설물 응급복구를 위한 제품 및 시공기술 개발. 철도 시스템의 응급복구 시공 가이드라인 구축.</p>				
⑤기술동향/수준 (既개발실적 등)	국내	<p>고속선로상 긴급상황지원을 위한 GIS 기반 정보제공시스템 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 긴급상황 발생시 현장상황의 신속한 파악과 효과적인 구조투입 <p>자연재해에 대한 철도시설물 피해복구기술 개발방안 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> - IT/ST 융합기반의 모니터링 시스템, 시설물별 건전도 평가 <p>재난시 응급 및 긴급 복구 관련 기술 개발은 전무한 형편임.</p>			
	국외	<p>건축 구조물에 대한 몇가지 응급 복구 기술이 개발 시도가 있음.</p>			
⑥개발품의 세부요구수준 (성능, 규격 등)	개발항목(성능지표)		규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
	1. 피해평가 기준		식	1	
	2. 응급복구 기술		식	1	
	3. 응급복구 가이드라인		식	1	
	4. 응급복구 시공 가이드라인		식	1	
	5.				
신뢰성 인증방법					
⑦기대효과	<p>철도시설물의 피해평가 기준 확보 철도시설물의 피해관리 기술 확보 철도시설물의 응급복구 기술 및 시공기술 확보 철도 시스템의 응급복구 시공 가이드라인 확보</p>				
⑧예상개발비 및 개발기간	총 개발비	500,000천원	시험평가소요비	200,000천원	
	<input type="checkbox"/> 6개월, <input type="checkbox"/> 12개월, <input type="checkbox"/> 18개월, <input checked="" type="checkbox"/> 24개월, (<input type="checkbox"/> 48개월) / (시험평가소요기간 :4개월) ※ 예상개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함 기재				
⑨비고					

- 빈 페이지 -

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	고속철도용 분기기 국산화 및 성능개량 기술 개발			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2013.03 ~ 2017.03	연구비 규모 (백만원)	4,800	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 고속철도용 분기기는 차량, 궤도, 노반, 신호시스템을 포함하는 융합 기술로, 고속철도시스템의 안전성과 직접적으로 연계된 중요 기술임 - 고속철도용 분기기의 운영 안전성 향상을 위해 분기기 국산화 기술, 성능개량 기술 및 관리운영시스템 개발 필요 			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 고속철도용 분기기 설계 · 제작기술 개발 - 고속철도용 분기기 관리운영 시스템 개발 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 고속선 1단계구간 선로안정화 추진 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 고속철도 자갈구간궤도 개량기술 개발에 따른 고속선 1단계구간 선로안정화 추진 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 : 직 급:	성명 :
과 제 명	고속철도 자갈궤도구간 유지보수저감을 위한 궤도개량 기술개발			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2013.03 ~ 2018.02	연구비 규모 (백만원)		
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 경부고속철도 1단계(광명~대구) 자갈궤도 구간은 도상자갈의 불안정으로 인한 궤도틀림이 빈번하게 발생함에 따라 궤도의 유지보수에 많은 시간 및 비용이 소요되고 있음 - 또한 잦은 선로 유지보수작업으로 인해 여러 구간에서 열차 서행이 이루어짐에 따라 열차 운행에 상당한 부담을 주고, 유지보수비 이외에 막대한 사회적 비용이 소요되고 있음 - 고속운행구간에서 궤도구조를 개량하는 것은 고도의 안전 확보와 짧은 차단시간 내의 공사 시행이라는 엄격한 제한조건이 전제되므로 짧은 시간 내에 편리하게 시공하기 위한 자동화 시공장비의 개발 등 다각도의 중장기 연구추진이 필요함 			
연구목표 및 내 용	<ul style="list-style-type: none"> - 고속철도 자갈궤도구간 궤도구조 개량기술개발 <ul style="list-style-type: none"> • 궤도구조 개량 설계, 유지보수지침서 • 자갈궤도 개량용 침목 개발 및 시공장비 개발 - 고속철도 자갈궤도구간 금속경화기술 개발 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 고속선 1단계구간 선로안정화 추진 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 고속철도 자갈궤도구간 개량기술 개발에 따른 고속선 1단계구간 선로안정화 추진 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 : 직 급:	성명 :
과 제 명	400km/h급 고속철도인프라 시범적용 기술개발			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2010.12.29. ~ 2014.10.28.	연구비 규모 (백만원)	28,617	
연구배경 및 필요성	고속철도 인프라기술은 신호제어, 궤도/토목, 전차선, 환경 등 복합적으로 결합되어야 하며, 이를 위해서는 각 분야별로 진행되는 기술개발이 일관된 목표로 지향할 수 있도록 세부개발과제를 유기적으로 통합하여야 궁극적으로 전체적인 사업의 성공을 기대할 수 있으며, 국내 고속열차 운행구간의 열차의 표정속도 향상을 위해 신호, 전차선(절연구간), 구배, 곡선 등 종합적인 분석을 통한 인프라 개선방안 수립을 통하여 400km/h급 고속열차의 인프라 안정성 및 경제성을 확보하기 위한 융복합기술 개발			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 고속철도 인프라 선진화 기술개발의 통합 및 운영관리체계 구축 - 400km/h 고속철도 운행에 대한 최적방음 설계기술 개발 - 첨단 모니터링을 통한 인프라 성능검증 및 핵심설계 기준연구 - 400km/h급 전차선 설계기술개발 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 최상의 유지보수 체계 구축 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 400km/h 고속철도 운행에 따른 소음저감을 위한 선로변 방음 기술개발 및 모니터링 시스템 설치에 따라 최상의 유지보수 체계 구축 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	지능형 철도선형계획 기술개발			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2012.03.29 ~ 2014.03.28	연구비 규모 (백만원)	375	
연구배경 및 필요성	지역간 중장거리 철도건설사업의 계획단계에서 수치지도 등을 이용하여 최적의 노선을 도출하고, 이에 소요되는 건설비용을 자동적으로 산출하는 소프트웨어의 개발 과제			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 철도설계 기준 검토 및 공사비 산정 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> • 철도 노선 공사비(토공, 배수공, 부대공, 정거장, 설비 등), 교량 - 터널 형식별 철도노선 최적화 기술 및 선정프로그램 개발 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 국민체감 서비스 개선 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 철도노선 최적화 기술선정에 따른 노선 운행속도 증가로 국민 체감 서비스 개선 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 : 직 급:	성명 :
과 제 명	도포형 세라믹 코팅제를 이용한 레일마모 및 소음저감 기술개발			
연구기관	서울과학기술대학교 산학협력단			
연구기간(年)	2009.12.23. ~ 2011.12.22	연구비 규모 (백만원)	980	
연구배경 및 필요성	<p>레일/차륜간 인터페이스에서 기인한 레일마모와 소음 문제는 철도가 부설되어 있는 모든 나라에게 가장 중요한 해결과제 중에 하나임에도 불구하고 뚜렷한 해결방안이 없는 실정이다. 문제의 해결방안으로 도유기 설치와 레일연마를 시행하고 있으나, 도유기 설치의 경우 값비싼 외국의 도유장치와 환경오염을 유발하는 도유기름을 수입해서 사용하고 있는 실정이며, 레일연마의 경우, 레일연마차의 작업거리는 일일 약 300~600m로 매우 짧으며, 국내 대부분의 철도운영기관에서는 레일연마차 및 밀링차를 보유하고 있지 않아 이에 대한 예산지출이 예상된다.</p>			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 도포형 세라믹계 코팅재 및 보수재 개발 - 시제품 성능검증 시험 및 분석 - 도포작업을 위한 시공장비 및 시공시스템 개발 - 코팅레일 현장적용성 평가 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 선로고장장애 감축 노력 - 레일표면 특별관리 방안 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 경제성, 실용성 없음 - 점착력 저하에 따른 열차운행 지장 우려 등으로 활용 가능성 없음 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 레일 사용수명 연장, 속도 증속에 따른 주행안전성 확보 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 : 직 급:	성명 :
과 제 명	고속철도 선로구축물시스템 안정화 기술개발			
연구기관	한국건설기술연구원			
연구기간(年)	2002.12.01. ~ 2007.10.30.	연구비 규모 (백만원)	3,388	
연구배경 및 필요성	고속철도 선로 구축물 분야에서 기존에 도출된 성공적인 연구 성과물의 신뢰성 확보 및 성능개선과 더불어 한국형 고속전철 차량의 성공적인 개발 및 상용화를 위해서는 구조물의 안전성확보를 위한 고속철도 교량에 관한 연구는 필수적이라고 할 수 있다.			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 각 개발품(체결구, 방진침목, 슬래브케도)의 신뢰성 분석 - 개발 S/W를 이용한 설계자동화 프로그램 기본모듈 개발 - 궤도강성 변화구간 차량동적해석기법 및 승차감확보 관리기준 개발 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 선로고장장애 감축 노력 - 고속선 레일 및 분기기 특별 관리 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 고속철도 운영중 발생 문제해결 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 효율적인 환경소음, 진동저감 대책방안에 활용 가능 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	고속선 궤도관리 의사결정 지원시스템 개발			
연구기관	한국철도공사			
연구기간(年)	2006.10.01. ~ 2010.07.31.	연구비 규모 (백만원)	5,892	
연구배경 및 필요성	국내의 궤도 유지관리는 검측차와 같은 검측장비들을 이용해 취득된 궤도검측데이터들이 관리기준을 초과하는 경우 해당 개소에 대해 보수를 실시하는 사후 보수에 의존하고 있다. 경제적인 측면과 기술적인 측면을 고려했을 때, 한정된 예산내에서 전체 궤도에 대한 최적의 유지보수 방안 도출을 위해서는 기존의 현장 작업자의 경험에 의존하여 오던 유지보수 방식을 탈피하여 보다 체계적이고 진보된 형태의 예방보수개념의 궤도 유지관리 시스템 개발이 절실하다.			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 궤도틀림 실시간 감시 시스템 개발 - KTMSYS 검측데이터 관리시스템 개발 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 선로고장장애 감축 노력 - 고속선 레일 및 분기기 특별 관리 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 고속선 시험적용 후 실용화 방안 마련 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 고속선 건설 및 궤도 유지관리 의사결정 시스템 패키지 모색 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	고정밀(1mm) 철도 위치검지 기술개발 (2세부 : 철도선로 및 시설물 기반정보 구축 플랫폼 기술 개발)			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2013.03 ~ 2016.02	연구비 규모 (백만원)	11,900	
연구배경 및 필요성	기존 철도노선에 대한 선로 시설물의 기반정보 획득을 위해 항공 측량방식을 적용할 경우 터널구간 및 선로변 소형 시설물의 정확한 파악이 어려워 토탈스테이션 등의 지상측량방식을 적용할 경우 측량작업자와 운행열차간의 안전상 문제로 작업 비효율성 문제 발생함으로 선로 및 시설물 기반정보의 이동 검측 및 시설물 형상 인식 기능을 포함하는 구축 자동화 및 효율화 기술개발이 필요			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 철도선로 및 시설물 기반정보 구축 플랫폼 기술개발 - 철도선로 및 시설물 기반정보 운영관리시스템 개발 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 최상의 유지보수 체계 구축 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 현장작업용 철도선로 및 시설물 기반정보 검색시스템 활용을 통한 선로시설물 검측 유지보수 최적화 기술 구축 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	콘크리트케도가 부설된 철도교량상 장대레일 축력저감 및 단부 사용성 확보를 위한 한국형 횡단케도시스템 개발			
연구기관	서울과학기술대학교 산학협력단			
연구기간(年)	2011.09.30 ~ 2014.02.30	연구비 규모 (백만원)	600	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 단부케도 상호작용력 해소를 통한 케도시스템의 구조적 안정성 및 결함 최소화 - 교량상 장대레일 축력문제 해소 및 효율적인 교량설계 및 시공 - 철도교량 및 교량상 케도설계 시 일반구간과의 설계 일관성 확보 			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 횡단케도시스템 현장 성능검증 시험 및 평가 • 콘크리트케도 구간 철도교량상 장대레일 축력저감 및 단부 사용성 확보 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 최상의 유지보수 체계 구축 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트케도 구간 철도교량상 장대레일 축력저감 및 단부 사용성 확보를 통한 선로시설물 최상 유지보수 체계 구축 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 : 직 급:	성명 :
과 제 명	고속철도용 국산분기기 설계기술 개발 기획			
연구기관	삼표이앤씨 주식회사			
연구기간(年)	2012.04.13. ~ 2012.09.12	연구비 규모 (백만원)	50	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 수입 고속분기기의 장애발생 사례와 같이 분기기와 신호시스템과의 interface 절차 및 관련기술 부족 시 조기대처에 어려움이 많으며, 노하우 축적과 기술개발에 한계 봉착 - 철도선진국들은 철도기술의 해외진출 및 기술 선점을 위해서 고속철도 속도경쟁을 치열하게 벌이고 있으며, 국내에서도 철도의 경쟁력 확보를 위해 철도차량기술개발에 노력하고 있음 - 따라서, 이와 병행하여 인프라 핵심 요소인 고속분기기에 대한 기술적 난제 해결 필요 			
연구목표 및 내용	고속철도용 국산분기기/선로전환기 설계기술 개발을 위한 연구기획			
검토결과	<p>공사 정책과의 부합성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 선로고장장애 감축 노력 - 고속선 레일 및 분기기 특별 관리 <p>공사 활용 가능성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고속분기기 설계 원천기술 개발 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	차량/궤도/환경분야 철도용품 인증을 위한 실내/현장시험규격 정비 및 인증체계 개선방안 연구			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2011.09.08 ~ 2014.09.07	연구비 규모 (백만원)	1,218	
연구배경 및 필요성	더 다양한 차종과 개선된 철도용품이 등장할 경우 기존 인증체계 적용이 어려운 용품들은 더욱 많은 규격화되지 않은 운영기관별 시험 인증규격을 필요로 할 것이며 이는 철도용품의 시험인증 규격을 더욱 복잡하게 만들고 다양한 철도용품 유관기관들의 혼란을 가중시킬 가능성이 있다.			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 철도용품 인증체계 개선방안 제시 - 철도용품 인증대상 설정 - 차량/궤도/환경 분야 형식인증 용품 대상 시험규격 정비 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 최상의 유지보수 체계 구축 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 현재 강제성이 없는 철도용품 품질인증제도가 철도안전에 중요한 철도용품에 대하여 강제형태의 형식승인제로로 도입 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 : 직 급:	성명 :
과 제 명	궤도평가 및 유지보수 장비개발 기획			
연구기관	한국철도공사			
연구기간(年)	2012.12.26 ~ 2013.06.25	연구비 규모 (백만원)	50	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 우리나라는 2004년 경부고속철도 개통을 비롯해 기존선 선형개량 및 신설선 건설 등으로 선로연장이 증가하고 있어 선로 유지보수가 증가하고 있으며 기존선도 점차 고속화되고 고밀도 운전으로 인해 예전에 비하여 보수작업을 위한 충분한 시간을 확보하기 어려워지고 있는 실정임 - 약 100년 이상의 공용기간을 지나온 경부선 등과 최근 개량, 신설되어 열차의 속도향상에 큰 기여를 하고 있는 선구 등에 대하여 과학적이고 객관적이며 효율적인 궤도관리를 위한 상태평가 기술개발과 이에 대한 궤도보수의 합리화를 위한 기술개발필요 			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 궤도/노반 상태평가 분석 방안 - 궤도/노반 손상 대책 - 안정성향상 기술 관련 장비 개발 방안 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 최상의 유지보수 체계 구축 - 지속성장 기반 확립 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 궤도평가 분석방안 및 유지보수 장비개발 기획을 통한 지속성장 기반 확립 및 최상의 유지보수 체계 구축 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 공사 운영 유지보수 계획 반영 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	철도구조물의 동해방지공법 및 설계, 시공, 유지관리 지침 개발			
연구기관	한국건설기술연구원			
연구기간(年)	2011.09.30 ~ 2014.07.30	연구비 규모 (백만원)	733	
연구배경 및 필요성	2018년 평창 동계 올림픽을 위한 원주-강릉 고속철도 건설 대비 및 기존 자갈 도상 철도의 동상피해를 줄이기 위한 기술을 연구한다.			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 자갈도상, 콘크리트 도상 등 철도시설물용 동결깊이 산정식 개발 - XPS, PE골재를 이용한 토피 두께 낮 등 시설물위 노반 동상방지 기술 개발 - 한랭지 철도 시설물 동해방지 설계, 시공 기준 작성 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 최상의 유지보수 체계 구축 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 철도 시설물의 동해방지 설계, 시공, 유지관리 지침을 활용한 최상의 유지보수 체계 구축 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	온도 및 열차하중을 고려한 장대레일 영향분석 프로그램 개발			
연구기관	고려대학교 산학협력단			
연구기간(年)	2012.10.26 ~ 2014.10.25	연구비 규모 (백만원)	100	
연구배경 및 필요성	<p>장대레일궤도 해석기술들은 대부분 레일에 발생하는 온도하중만을 고려하였다. 그러나 실제 장대레일궤도는 윤중에 의한 영향을 받고 있으므로 윤중을 고려한 장대레일궤도의 거동을 분석하는 것은 정말 중요하다. 국내외적으로 해석의 난이도 때문에 개발되지 못한 과도한 온도하중과 윤중을 동시에 고려하면서 장대레일궤도의 재료 및 기하비선형 해석이 가능한 3차원 전용해석 프로그램을 개발하고 매개변수 해석을 통하여 가장 정확한 장대레일궤도의 거동을 분석하고자 한다.</p>			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 온도하중 열차하중에 따른 도상횡저항력 재산정 - 장대레일 궤도의 기하 · 재료비선형 해석 가능 프로그램 개발 - 궤도구성품 변화에 따른 장대레일 궤도 거동 분석 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 최상의 유지보수 체계 구축 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 궤도구성품 변화에 따른 궤도 거동 분석 및 장대레일 해석 프로그램 개발로 최상의 유지보수 체계 구축 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 : 직 급:	성명 :
과 제 명	철도노반하부 통과구간의 지지강성차 저감방안			
연구기관	서울과학기술대학교 산학협력단			
연구기간(年)	2011.09.30. ~ 2014.07.30.	연구비 규모 (백만원)	700	
연구배경 및 필요성	<p>새로이 선로가 시공되는 경우와 기존선 하부에 비개착공법으로 구조물이 시공되는 경우 모두 선로 하부에 구조물의 존재로 인한 급격한 지지강성 변화를 방지하여야 함에도 불구하고 기존선 하부를 통과하는 경우에는 이를 간과하고 있다. 따라서 기존선 하부에 지하구조물이 부설되면 주변지반과의 지지강성차로 인하여 궤도틀림 및 노반침하로 열차의 주행 안정성에 큰 문제를 발생시킬 가능성이 크게 된다. 또한 현재 계획 중이거나 시공되고 있는 도상구조는 자갈도상이 아니라 콘크리트 도상으로, 이러한 도상의 하부에 지하구조물이 시공되면 콘크리트 도상의 균열 등이 발생할 것으로 예상되며, 자갈도상과 달리 심각한 문제가 발생할 수도 있게 된다.</p>			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 지하구조물 시공 후 주변노반의 응력이완 범위 상부 토피고에 따른 노반 영향 분석 - XPS, PE골재를 이용한 토피 두께 낮등 시설물위 노반 동상방지 기술 개발 - 한랭지 철도 시설물 동해방지 설계, 시공 기준 작성 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 최상의 유지보수 체계 구축 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 철도 시설물의 동해방지 설계, 시공, 유지관리 지침을 활용한 최상의 유지보수 체계 구축 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로	검토자	소속 : 직 급:	성명 :
과 제 명	일반철도 레일 교체 및 유지보수 기준 마련			
연구기관	서울과학기술대학교 산학협력단			
연구기간(年)	2012.10.26 ~ 2015.10.25	연구비 규모 (백만원)	250	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 철도사고 예방을 위한 레일관리의 중요성 부각 및 경영합리화, 궤도유지관리비용 저감 방안 필요 - 일반철도 곡선부 레일 관리 및 마모저감을 위한 방안 수립 필요 - 일반철도 레일교체기준의 타당성 및 과학적 근거 수립필요 - 일반철도 레일교체기준을 상회하는 장기 사용레일의 안전성 평가 필요 			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 일반철도 레일 요철관리기준(안) 및 교체기준(안) 제시 - 일반철도 곡선부 레일마모 한계치(안) 및 마모예측모델 검증 - 일반철도 레일교체기준 개정에 따른 경제성 분석 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 최상의 유지보수 체계 구축 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 일반철도 직선, 곡선부 레일 교체기준 개정 및 경제성 분석을 통한 최상의 레일 유지보수 체계 구축 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	토목	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	철도인프라 내진기술 선진화 체계 구축 기획연구			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2011.08.03. ~ 2012.02.02.	연구비 규모 (백만원)	100	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 철도 인프라 내진설계 및 보강 관련 기준체계 재정비 - 철도 인프라 적용 내진기술의 현황 정리 및 자료 구축 - 구조/비구조 시스템을 포함한 철도 인프라의 지진 취약부 규명 및 대책 방안 제시 			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 철도인프라 내진설계 통합 기준 및 지침의 선진화 - 철도인프라 내진성능 향상 기술 개발 - 지진 발생 후 철도인프라 손상평가 및 급속복구 기술 개발 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 최상의 유지보수 체계 구축 - 재해우려개소 안전시스템 구축 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 철도인프라 내진성능 향상 기술 개발에 따른 재해발생 예방대책 수립 - 지진 발생 후 철도인프라 복구 기술 개발에 따른 재해우려개소 안전 강화 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	토목	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	교량.가시설 표준도 개발 및 시공상세도 표준화			
연구기관	(주)평화엔지니어링			
연구기간(年)	2007.07.23. ~ 2010.05.22.	연구비 규모 (백만원)	1,531	
연구배경 및 필요성	본 사업은 건설기술의 눈부신 발전과 글로벌화하고 있는 건설시장의 세계적인 추세에 따라 해외 건설엔지니어링 시장 진출을 위한 기반 구축 및 건설엔지니어링산업의 국제경쟁력 확보를 위해 교량 및 가시설의 표준도를 개발하여 설계업무의 효율성과 생산성을 도모하고, 시공상세도작성 지침을 적용 시범사업을 통한 성과분석 및 활용성을 위한 모니터링 실시로 표준화를 도모하고자 하는 기반구축 사업임			
연구목표 및 내 용	<ul style="list-style-type: none"> - 교량 및 가시설 표준도 개발 - 시공상세도 적용 시범사업을 통한 개선방안 도출 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 최적의 설계 표준도 작성 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 건설공사의 국제경쟁력 확보 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	토목	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	철도판형교 환경소음저감을 위한 레일장대화 및 성능향상 기술개발			
연구기관	(주)철도안전연구소			
연구기간(年)	2009.09.30. ~ 2011.02.12.	연구비 규모 (백만원)	335	
연구배경 및 필요성	PC-Slab에 대한 표준화 연구로 경쟁력을 제고시키고자 하며 거더 연속화 기술을 개발하고자 한다. 이 개발기술은 판형교의 현안을 해결하기 위하여 궤도와 교량분야에서 각각의 목적에 의하여 개발된 기술로 판형교량의 문제를 획기적으로 해소시킬수 있으며 공사비도 유사공법에 비하여 1/2 이하로 저감된다. 이 개발기술은 슬래브궤도로서 궤도 유지 보수비의 절감효과와 거더강성 증가 및 레일 장대화에 따른 충격, 처짐 및 진동의 개선으로 환경소음의 저감은 물론 판형교의 동적 성능향상으로 기존선 속도와 승차감향상에도 크게 기여할 것이다. 이는 틸팅차량 운행선에서도 유용하게 사용될 것이다.			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 철도 판형교상 레일장대화 적용 기피 문제 해결 - 제품화를 위한 성능개선 공법 및 개발 모델 정립 - 현장시험부설 합성 전후 성능 측정 비교분석 및 소음 진동 계측 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 판형교는 현재 점차적으로 유도상화 교량으로 개량사업 추진 중으로 공사 방침과 차이가 있음 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 트러스교량은 관리상 어려움으로 건설사업에서 가급적 지양되어 활용가능성이 없음 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 철도 후진국에 부설되어있는 판형교의 성능개선 참여는 현실적인 어려움 예상(투자비 회수 등) 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	토목	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	경량전철 선로구축물 기술개발			
연구기관	포항산업과학연구원			
연구기간(年)	1999.07.01. ~ 2004.12.31.	연구비 규모 (백만원)	1,673	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 합리화 구조형식을 채택하여 경제성 및 유지관리성을 향상한 합리화/간결화 구조물 설계 및 시공기술 - 교통장애를 최소화하고 공기를 단축하여 사회간접비용을 최소화하고, 미관을 향상시킬 수 있는 구조 설계 및 시공기술 - 구조물 자체의 미관을 향상시켜 도시 이미지와의 조화 및 경관을 향상시킬 수 있는 교량용 외장재 적용 기술 - 강구조 활용의 기본 요소기술 향상을 위한 고성능강 교량적용 기술 - 소음과 진동을 저감시키고, 경량전철의 안전성, 쾌적성, 경제성에 지대한 영향을 미치는 최적의 궤도 설계기술과 궤도 구성품 개발 			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 경량전철 궤도구조 및 구성품 개발 - 경량전철 교량과 부대시설물의 설계/제작 및 유지관리기술/시공 기술개발 - 경량전철 토목설계기준 정립 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 수익증대(다원수익) ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 경량전철 운영비용 절감방안 보완 활용 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 향후 국내 경량전철 사업에 직접 활용 가능 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	토목	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	기존 철도판형교의 급속교체기술 개발 및 시공			
연구기관	홍익대학교 산학협력단			
연구기간(年)	2011.07.28. ~ 2014.05.27.	연구비 규모 (백만원)	1,600	
연구배경 및 필요성	<p>철도 판형교는 한반도에 철도가 개통될 당시부터 건설되었고, 공용 연수가 상당히 경과하였으나 현재에도 사용되고 있는 철도교의 대표적인 형식으로 상부구조의 형식이 두 개의 강주형과 이에 직결된 침목으로 구성되어 있다. 하부의 교각은 대부분이 무보강 콘크리트 구체이며 기초말뚝이 없어 내진성능이 취약한 것으로 평가되고 있다. 또한, 교량받침은 철재의 선받침을 주로 사용되었으며, 현대적인 교량받침에 비해서 성능이 저조한 것으로 평가되고 있다. 이러한 특징으로 차량 주행 시, 교량에 전달되는 충격이 크고 소음이 발생하여 환경문제를 유발할 가능성이 제기되고 있다. 따라서 기존의 판형교를 유도상화하여 차량의 주행안정성 확보, 차량주행 속도증대 및 진동,소음 특성의 개선은 철도분야의 중요 관심사로 부상되고 있다.</p>			
연구목표 및 내용	<p>- 기존 철도판형교를 신속하게 교체할 수 있는 기술개발을 통하여 철도의 주행안정성 및 속도 향상과 철도소음 감소 등 철도교 전반의 사용성 향상</p>			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 노후 교량시설 개량으로 인한 철도 안전성 확보 - 열차안전운행 확보로 인한 대·내외 신뢰성 제고 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 운행선상에서의 철도 판형교 교체 시 시공안정성 향상 - 단경간에 대한 급속교체 기술개발 후 장경간에 대한 활용(적용) 검토 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 교량개량 시 열차운행 지장 최소화로 인한 철도서비스 향상 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	토목	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	철도인프라 내진기술 선진화 체계 구축 기획연구			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2011.08.03. ~ 2012.02.02.	연구비 규모 (백만원)	100	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 최근 한반도 주변을 포함한 여러 지역에서 강진의 발생 빈도가 높아지는 추세에 있으며, 규모 또는 시기 등도 예측 불가적 상황으로 전개되고 있음 - 향후 대규모 지진발생에 대비하여 인프라에 대한 내진설계기준의 검토 및 내진성능향상 등의 상세 대책이 요구됨 - 국내 대부분의 내진설계기준은 일본, 미국 등의 설계기준을 도입함으로 인하여 국내환경에 적합하지 않거나, 불합리한 경우 등이 발생하고 있으며 이에 국내에 적합한 기준 연구의 필요성이 증가하고 있음 			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 철도인프라 내진설계 통합 기준 및 지침의 선진화 - 철도인프라 내진성능 향상 기술 개발 - 지진 발생 후 철도인프라 손상평가 및 급속복구 기술 개발 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 최상의 유지보수 체계 구축 - 재해우려개수 안전시스템 구축 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 철도인프라 내진성능 향상 기술 개발에 따른 재해발생 예방대책 수립 - 지진 발생 후 철도인프라 복구 기술 개발에 따른 재해우려개소 안전 강화 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로/토목	검토자	소속 : 직 급:	성명 :
과 제 명	도시철도건설계획수립을 위한 GIS활용의 의사결정지원기술 개발연구			
연구기관	한국건설기술연구원			
연구기간(年)	2000.05.14. ~ 2001.05.16.	연구비 규모 (백만원)	150	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 수도권 도시철도망의 경우 향후 연장길이 확충은 물론 경량 전철 등 다양한 유형의 도시철도를 도입할 계획임. 이러한 계획의 성공적 수행을 위하여 도시철도 자체의 특성과 도시철도가 건설되는 도시의 지역적, 지형적, 사회·경제적, 환경적 특성 등을 종합 고려한 건설계획의 수립이 필요 - GIS는 지리공간정보와 같은 다양한 정보의 제공은 물론 기타 통계정보 등과 통합 분석할 수 있는 기능을 제공함으로써 도시철도 계획을 합리화할 수 있는 강력한 지원도구가 될 수 있다. 이러한 GIS의 정보제공 및 공간분석 기능에 부가하여 계획 결과를 실 상황과 같이 모사할 수 있는 3차원 시뮬레이션 시스템 개발로 과학적, 객관적 의사결정을 지원하여 기존 도시철도 건설계획 수립과정을 개선하고자 함. 			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 도시철도 관련 업무 및 국내외 사례분석 - 의사결정지원기술 분석 - GIS기반의 도시철도 수요예측, 노선선정 및 입지분석 방안 연구 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 신설선 건설계획 수립에 활용 가능 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 효과적인 대안검토를 통해 최적의 계획 결과 작성가능 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	토목/건축	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	철도터널 화재감지 기준 및 지하역사 안전구역 구축기술 개발			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2012.10.26 ~ 2015.10.25	연구비 규모 (백만원)	360	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 철도터널 화재감지기 기준을 설정 및 검증을 위하여 오작동 기준 설정 규정을 위한 철도터널 환경측정시험 및 철도터널 실험시험을 필요 - 수치해석 및 주요시스템의 동작시험 등의 절차를 통해 지하역사 Safety-Zone(안전구역) 구축기술 개발 필요 - 또한 지하역사 Safety-Zone(안전구역)의 제품개발 및 현장적용을 위한 기준 및 매뉴얼 필요 			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 철도터널 화재감지기 기준 개발 및 실험시험을 통한 검증 - 지하역사 및 터널 수직구, 터널 구간대피소 등에 대한 적용방안 검토 및 수립 - 지능형 급기 네트워크 시스템 효용성 검증 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 재해방지 예방대책 수립 - 재해우려개소 안전시스템 구축 및 운영 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 철도터널 화재감지기준 개발 및 지능형 급기 네트워크 시스템 검증에 따른 터널 지하역사 재해 안전시스템 구축 및 예비대책 수립 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	토목/건축	검토자	소속 : 직 급:	성명 :
과 제 명	이상기후에 대비한 시설기준 강화			
연구기관	한국건설기술연구원			
연구기간(年)	2005.06.30. ~ 2010.06.29.	연구비 규모 (백만원)	6,870	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 최근 이상기후에 의한 풍수해가 급격하게 증가하고 있으며 그 발생 빈도가 높아지고 있다. 이러한 이상기후는 그 예측이 곤란하고 시설물 및 인명에 막대한 피해를 유발하여 국가적 대응책이 절실하다. 현행 시설기준은 이상기후에 대응하는데 있어서 한계점을 갖고 있으며 이상기후에 대비한 각종 시설물의 설계 기준 강화가 요구되고 있지만 설계기준 강화에 필요한 근거 및 다양한 재해저감 대책 수립의 근거가 미약한 실정임. - 따라서 구조물의 설계기준들과 이상기후에 대한 다양한 대응전략들을 개발, 개선하여 이상기후에 의한 국가적 재난, 재해를 예방하고 피해를 절감하기 위함 			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 이상홍수 대응기법의 국내외 사례조사 및 대응전략 수립 - 이상기후에 대비한 시설기준 정비 - 건축물의 풍하중 및 풍진동 설계기준 정비 및 개발 - 교량 및 도로부속시설물의 내풍설계기준 정비 및 개발 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 재해발생 예방대책 수립 - 재해우려개소 안전시스템 구축 및 운영 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 철도 강우자동경보 시스템 보완 활용 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 극치수문사상 변화특성 분석 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	선로/토목/건축	검토자	소속 : 직 급:	성명 :
과 제 명	설계생산성 향상을 위한 개방형 BIM기반 설계환경 개발 기획			
연구기관	사단법인 빌딩스마트협회			
연구기간(年)	2012.05.01. ~ 2012.09.30.	연구비 규모 (백만원)	65	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 개방형 BIM기반 설계환경 개발을 주제로 하며, 기존 설계도서 자료 정보의 불합리요인 개선에 의한 정보화 사전기반을 정비하고, 정보표준 확보 및 중복투자요인 제거로 산업차원의 실무정보화 기반을 마련하며, 개방형BIM기술을 활용하여 실무계 전체가 참여하는 설계생산성 향상을 추구하고자 함 - 이에 기획연구를 통하여 연구사업의 필요성과 타당성을 확인하고 구체적인 개발계획 수립이 필요 			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 설계도서 자료정보의 불합리요인 개선 - 정보화표준 확보 및 중복투자요인 제거 - 개방형 BIM기술을 활용한 설계생산성 향상 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 첨단 정보화에 의한 설계환경 개선에 반영 - 3차원 GIS 등 시스템 구축에 BIM정보 연계기술 활용 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 국가 전자정부 표준프레임워크 사업에 활용 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	총괄	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	철도차량 탈선 안전성능 평가 및 사고방지 기술 개발			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2005.09.28. ~ 2011.06.30.	연구비 규모 (백만원)	3,164	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 탈선은 위험도가 매우 높은 사고이며, 이를 야기하는 주요인자로는 차량 및 궤도의 이상뿐만 아니라 지진, 강우, 강풍 등 다양한 자연재해가 존재함. - 이에 따라 탈선안전성을 극대화하기 위해 탈선요인별 평가방법과 방지대책을 국내의 환경에 가장 적합하도록 체계적인 기술을 개발하고 평가장비를 확보하기 위함 			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 철도차량, 궤도, 재해 등에 따른 탈선 안전성 극대화 위한 탈선요인별 평가방법과 방지대책 기술 및 평가장비 개발 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 탈선사고 예방 및 선로고장 장애 감축 - 재해예방 사업 및 안전관리 고도화 실현 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 철도차량, 궤도, 재해에 따른 탈선위험 대책 수립 - 탈선 요인 데이터 확보 및 관리 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	총괄	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	철도시스템 통합성능평가 시험장비 개발 기획			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2012.12.26. ~ 2013.06.25.	연구비 규모 (백만원)	50	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 2000년대 이후, 정부투자를 통해 선진국 수준의 실대형 시험장비를 구축한 이래 현재 운영중이나, 기술발전 가속화 및 철도기술의 국가적 중요성으로 인해 철도기술 연구개발 및 성능평가 기반을 확보하기 위한 분야별 대형 시험장비의 구축 기획이 요구됨 - 현재 종합시험선로 구축대상 지역인 오송 지역을 중심으로, 철도기술 연구개발 및 산업체 기술역량의 혁신적 함양을 위한 가칭 “녹색교통과학연구단지” 조성이 추진 중인 바, 현장시험 인프라인 종합시험선로 및 신설 연구단지와 연계하여, 철도기술의 연구개발 및 시험인증을 위한 핵심 시험장비들을 집적 배치하여, 연구개발-실내시험-현장시험의 시너지효과를 도모할 필요가 있음 			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 국내/국외 실대형 철도시스템 통합성능 시험평가장비 현황 파악 - 향후 개발/구축 필요한 실대형 철도시험평가장비 수요조사 및 개념설계 - 장비활용 프로세스 정립 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 최상의 유지보수 체계 구축 - 지속성장 기반 확립 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 실대형 철도시스템 통합 시험평가장비 개발/구축으로 철도차량/인프라의 최상 유지보수 체계 구축 및 철도 지속성장 기반 확립 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	총괄	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	철도운영 및 유지보수 효율화 기술개발 기획			
연구기관	한국철도공사			
연구기간(年)	2012.12.26. ~ 2013.06.25.	연구비 규모 (백만원)	100,000	
연구배경 및 필요성	철도운영기관 현황분석을 통해 철도운영 및 유지보수 분야의 효율화 기술개발로 철도 운영비를 절감하고 이용료를 저감하며, 세계 시장 진출 기반을 조성할 수 있는 철도 운영 및 유지보수 기술경쟁력 강화하기 위한 연구과제를 발굴하여 위함			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 간이역과 경전철역 등 역사관리 표준화 및 자동화 기술개발 - 운영효율화에 대한 기술개발 로드맵 작성 및 추진과제 발굴 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 지속성장 기반 확립 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 운영효율화에 대한 기술개발 로드맵 작성 및 추진과제 발굴을 통한 철도 지속성장 기반 확립 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 철도 운영 및 유지보수 계획 반영 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	총괄	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	철도시설 안전기준 및 체계 구축(시설물화재 및 건물목 안전기준 포함)			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2005.08.08. ~ 2008.08.07.	연구비 규모 (백만원)	1,440	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 철도산업 구조개편 및 고속화에 따른 운영여건의 변화와 철도 안전법 제정에 따른 세부시행기준이 필요 - 철도시설에 대한 안전관련 규정을 정비하고, 안전기준을 국제 수준으로 강화하는 동시에 우리실정에 적합한 기준 마련 			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 체계적인 철도시설(시설물화재 및 건물목 포함) 안전관리체계 구축 - 철도시설 안전기준 작성(선로구조물, 건물목, 전기신호, 인터페이스 및 시설분야 종합시험운행 절차서 개발) 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 철도 시설분야 안전기준, 규정 제시로 시설안정성 향상 - 시설고장 장애 예방 및 감축에 따른 열차안전운행 확보 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 운행선 철도시설 안전기준, 체계구축 및 종합시험운행 절차서 제시에 따른 철도시설 안전성 향상방안 수립 및 실행 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 열차운행 지장 최소화로 인한 철도서비스 향상 및 신뢰성 향상 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	총괄	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	기존선 속도향상 실용기술개발			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2001.08.01. ~ 2007.07.31.	연구비 규모 (백만원)	9,791	
연구배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 사업 총괄조정관리 및 추진일정 관리 - 기존선 속도향상에 필요한 기술과 제품개발, 틸팅차량개발 및 인프라 성능개선 - 지역간 균형발전 도모필요 고속열차의 효율적 운영을 위해 기존선 속도향상 시급 - 고속철도 비수혜 지역에 대한 지역간 균형 발전 및 고속열차의 효율적 운영을 위한 기존선 속도 향상 			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 기존선 속도향상에 필요한 기술과 제품개발, 틸팅 차량개발 및 인프라 성능개선 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 노후 및 재해우려 시설 개량 및 신규시스템 차량 도입 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 기존선 속도향상을 위한 대체차량 도입 및 선로구축물 설비 개량 - 기존선 인프라 성능개선(선형개량, 각종 설비시스템 개량 등) ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 기존선 속도향상으로 철도서비스 향상 및 이미지 제고 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	총괄	검토자	소속 : 직 급:	성명 :
과 제 명	철도화재 안전성능 평가 및 사고방지 기술개발			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2005.11.11. ~ 2011.06.30.	연구비 규모 (백만원)	2,566	
연구배경 및 필요성	차량, 터널 및 지하역사의 안전설비 등이 표준화 되어 있지 않아 대형화재 사고가 재발될 경우에 대한 우려의 목소리도 높다. 특히, 장대터널에서 화재는 연기와 열의 축적에 따라 소화 활동상 어려움이 크며 외부 또는 지상에서 상황 파악이 어려워 방어 행동을 취하는데 큰 어려움이 있다. 본 연구에서는 지하 구난역을 건설하여 승객들을 안전하고 신속하게 대피 시키는 방법인 구난역에 대한 체계적인 연구를 수행과 철도차량 및 터널/역에 대한 화재안전성을 평가 할 수 있는 방법 및 실대형 화재시험설비를 구축하여 철도 시스템의 화재안전도를 국제적인 수준으로 확보 하고자 함.			
연구목표 및 내용	- 철도화재 안전 예측, 시험평가 시스템 구축 및 안전성 향상 핵심 기술 및 철도 장대터널 내에서의 구난역 설계 및 안전도 분석 기술개발			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 재해우려개소 안전관리 시스템 구축 및 운영 - 재해예방 사업 및 안전관리 고도화 실현 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 철도차량, 시스템, 터널 내 화재위험도 평가 및 관리를 위한 안전 및 방재 기준마련 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 철도재해 발생 우려개소에 대한 안전도 평가 및 설비개선에도움 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	총괄	검토자	소속 : 직 급:	성명 :
과 제 명	철도 소음/진동 저감 원천기술 개발 기획			
연구기관	홍익대학교 산학협력단			
연구기간(年)	2012.04.13. ~ 2012.12.31.	연구비 규모 (백만원)	95	
연구배경 및 필요성	철도 소음/진동 저감을 위해서 종합적인 철도 소음/진동 저감 원천 기술을 개발하기 위한 연구사업 추진에 앞서 연구사업의 명확한 목표 및 범위 설정과 합리적인 연구사업비 및 투입인력을 산정함과 동시에 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립 및 연구성과물에 대한 활용 방안 및 실용화 추진방안 제시하기 위함			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 차량/궤도/환경분야의 종합적 소음/진동 원천기술 개발 기획 - 속도향상에 따른 종합적 소음/진동 저감기술 개발 기획 - 소음/진동 저감 소요기술 조사, 분석 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 철도 소음/진동 저감을 위한 각종 예방활동에 적합 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 소음/진동 저감 대책을 위한 원인파악 등에 활용 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 실정에 적합한 철도 소음/진동 평가방법 개발 계획 수립 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	총괄	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	도시철도 유지보수체계 표준화 정보화 연구			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2001.01.01. ~ 2006.12.31.	연구비 규모 (백만원)		
연구배경 및 필요성	국내 도시철도분야를 세계적인 경쟁력을 가진 분야로 육성하고 수명주기비용(LCC)을 최소화 및 최적화하여 경제성을 극대화시킨 도시철도 유지보수체계 표준화/정보화 시스템의 개발 및 시범적용을 통한 도시철도의 안전성 확보 및 경쟁력 제고하기 위함			
연구목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 유지보수 표준화 정보체계 구축 - 유지보수체계 정보화시스템 및 실용화를 위한 통합시스템 개발 			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 수익증대(다원수익) ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 도시철도 운영에 활용 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 유지보수체계 정보화시스템 실용화를 위한 단위시스템 패키지 개발 			

기존 국가R&D 검토 결과

연구분야	총괄	검토자	소속 :	
			직 급:	성명 :
과 제 명	도시철도 시스템 표준화 및 총괄연구			
연구기관	한국철도기술연구원			
연구기간(年)	2001.03.01. ~ 2006.12.31.	연구비 규모 (백만원)	27,943	
연구배경 및 필요성	도시철도 인프라의 성능 및 안전성을 확보하고 효율적인 도시철도 건설 및 운영을 위한 도시철도 인프라 표준화 및 핵심장치 기술개발 - 도시철도 인프라(신호, 전력, 선로분야)의 표준사양, 안전기준, 성능시험기준 및 품질인증기준 등 표준화기준 제정 및 고시 - 도시철도 인프라(신호, 전력, 선로분야)의 핵심장치 기술개발			
연구목표 및 내용	- 도시철도 선로시스템 제반 기준의 표준화 - 핵심 선로구성품 제반기술의 국산화(핵심기술 개발)			
검토결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공사 정책과의 부합성 <ul style="list-style-type: none"> - 시설장비사무소 선로용품공장 경영효율화 ○ 공사 활용 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 도시철도 건설시 표준지침으로 활용 ○ 기타 검토결과 <ul style="list-style-type: none"> - 도시철도 공장제작/현장조립식 콘크리트 슬래브 궤도 개발 가능 			