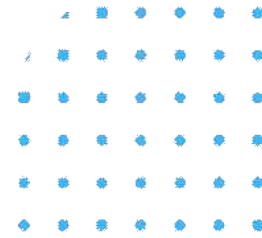


발간등록번호

11-B552989-000635-11

2021



Korea Agency for Infrastructure
Technology Advancement



국토교통 R&D 동향조사

- 철도교통 분야 -



국토교통부



국토교통
과학기술진흥원

CONTENTS

Korea Agency for Infrastructure
Technology Advancement

보고서 목차

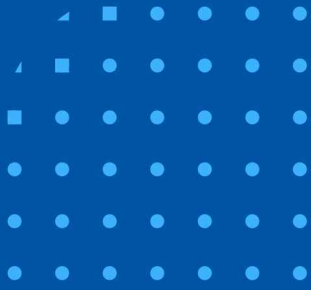
키워드로 보는 정책동향	1
국내외 동향요약	5
제1장 개요	11
01. 정의 및 분야	13
02. 조사의 필요성	16
제2장 정책동향	17
01. 미국	19
02. EU	22
03. 영국	26
04. 독일	28
05. 프랑스	30
06. 일본	32
07. 중국	34
08. 한국	36
제3장 시장동향	41
01. 철도차량	43
1-1. 세계시장	43
1-2. 국내시장	45
02. 철도교통 인프라	47
2-1. 세계시장	47
2-2. 국내시장	49
03. 철도교통 관리	52
3-1. 세계시장	52
3-2. 국내시장	54

CONTENTS

Korea Agency for Infrastructure
Technology Advancement

보고서 목차

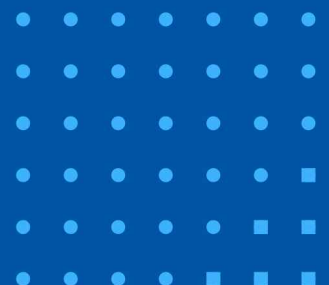
제4장 기술동향	55
01. 철도차량	57
1-1. 일반철도 차량	57
1-2. 고속철도 차량	60
1-3. 도시철도 차량	62
1-4. 철도차량 장비/개조/부품	63
02. 철도교통 인프라	69
2-1. 노반/궤도	69
2-2. 역사	71
2-3. 전철/전력	72
2-4. 신호/통신	75
03. 철도교통 관리	78
3-1. 철도교통 계획/운영	78
3-2. 철도교통 안전/편의	79
3-3. 철도교통 환경	83
3-4. 철도교통시스템 유지관리	85
제5장 사회동향	87
제6장 환경동향	93
제7장 주요 이슈 및 시사점	99
참고문헌	105

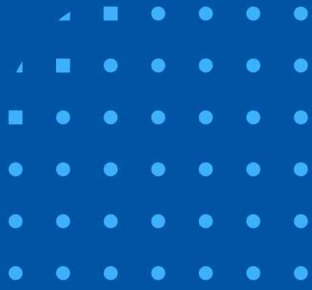


Korea Agency for Infrastructure
Technology Advancement



키워드로 보는 정책동향



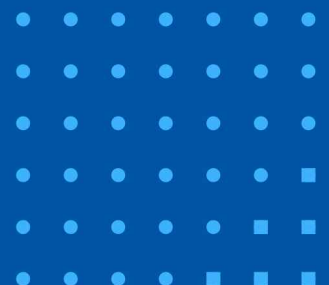


Korea Agency for Infrastructure
Technology Advancement



국내외 동향요약

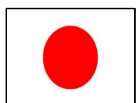
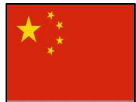
01. 정책동향	7
02. 시장동향	8
03. 기술동향	9
04. 사회동향	10
05. 환경동향	10



국내외 동향요약



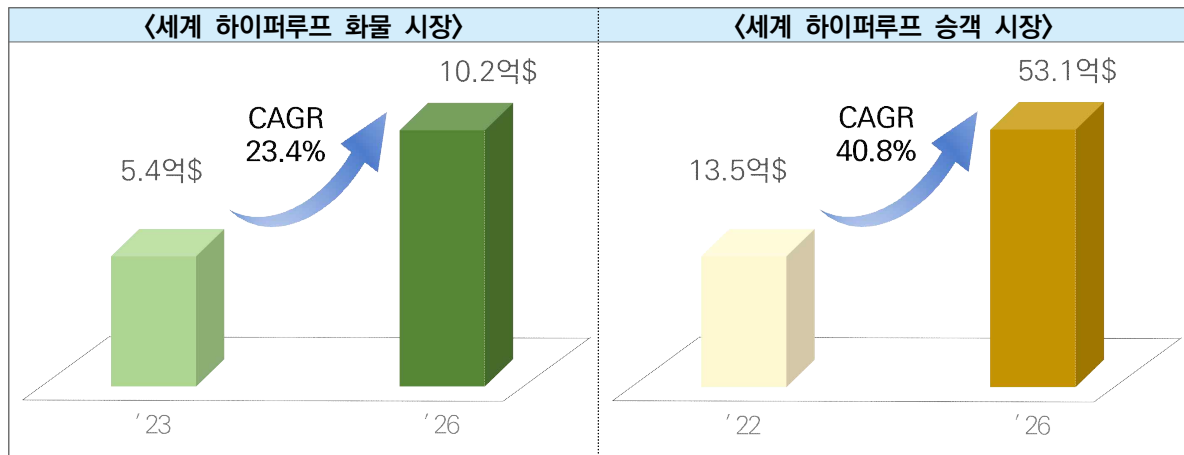
정책동향

구분	내용
 미국	□ 경제재건 및 국민의 안전 등을 목표로 철도 인프라에 투자할 계획 - 경제재건을 목표로 인적·물적 인프라 투자계획 발표 - 철도 인프라 및 안전 개선(CRISI) 보조금 프로그램을 통해 약 3억 6,200만 달러 지원
 EU	□ 온실가스 배출 감소와 혁신을 통한 효율적인 철도 운영을 위해 다양한 정책 추진 - 유럽의 녹색 교통시스템 확충을 위한 “지속가능한 스마트 모빌리티” 전략 발표 - 미래 철도시스템의 수용력, 접근성, 안전성, 지속성 등 9대 혁신방향 설정 및 추진
 영국	□ 철도망 신뢰성 확보, 용량 향상 등을 목표로 철도정책 추진 - '26년 개통을 목표로 런던과 버밍엄을 연결하는 2단계 고속철도 프로젝트 추진 - 철도의 6개 분야(명령제어 및 통신, 에너지, 인프라 등)의 기술개발을 위해 '40년까지 중장기 기술로드맵을 수립하여 철도교통의 경쟁력 강화를 도모
 독일	□ 노후화된 철도 보수 및 4차산업혁명을 접목한 디지털화 추진 - 철도망 및 대중교통 현대화에 1,000억 유로 이상 투자할 계획 - 4차산업혁명 기술을 접목하여 '25년까지 모든 철도망을 디지털화하는 미래철도 프로그램 추진
 프랑스	□ UN에서 채택된 지속가능한 개발 목표(SDG)를 기반으로 철도교통 부문 4개의 도전과제 달성을 위한 세부 전략 수립 - 육상교통 기술혁신정책 PREDIT 프로그램을 중심으로 지속가능한 운송, 안전향상, 환경보존 등을 목표로 기술개발 추진
 일본	□ 자연재해 대비 복원력을 포함한 안전성, 편의성 위주의 철도정책 마련 - 급변하는 기후환경에 대비하며, 4차 산업 기술을 철도에 접목 - 지진 재해로부터의 부흥, 재생을 실현하며 그린 이노베이션 및 라이프 이노베이션을 추진
 중국	□ 효과적인 교통 연결을 위해 CTCS 기술표준 체계 확립 및 신설 철도망 구축 - 자국 규격화를 추진한 CTCS 구축 경험을 기반으로 차세대 CTCS 추진 - 고속철도(7만 km) 및 일반철도(13만 km) 총 20만 km 확충 목표
 한국	□ 광역교통 개선을 위해 철도망 전반에 제도개선 및 방안 마련 - 광역철도 등 향후 5년간 광역교통 인프라 확충계획 '제4차 대도시권 광역교통시행계획('21~'25)' 마련 - 이용자가 실제 체감하는 서비스 수준에 부합하는 운임제도 개편방안 마련 계획

02

시장동향

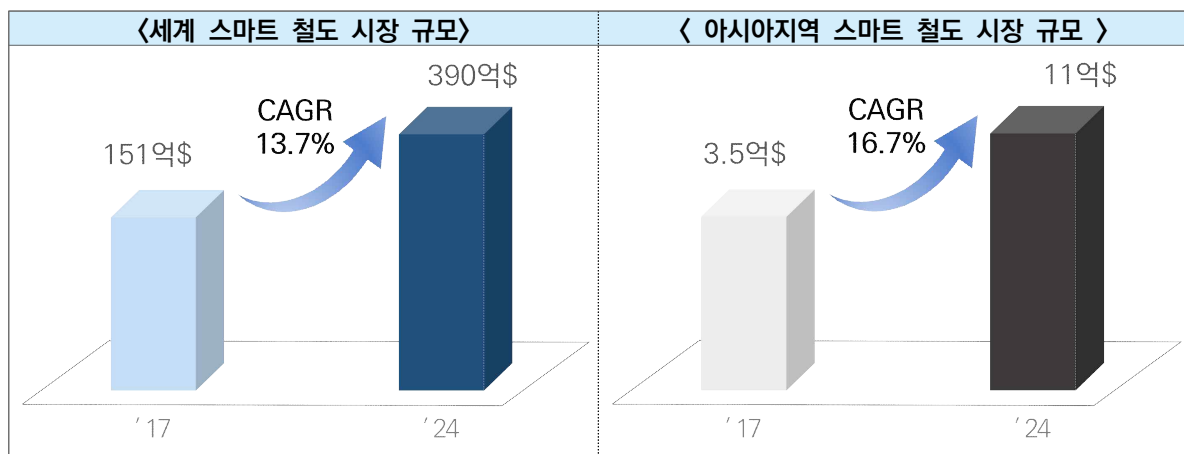
- (하이퍼루프) 하이퍼루프 관련하여 기술개발이 빠르게 진행되고 있어 가시적인 시스템으로 구현될 경우 빠른 속도로 시장 성장 예상



- (화물) 세계 하이퍼루프 화물 시장 규모는 '23년 5.4억 달러에서 '26년 10.2억 달러로 성장할 것으로 전망(23.4%↑)
- (승객) 세계 하이퍼루프 승객 시장 규모는 '22년 기준 13.5억 달러에서 '26년 53.1억 달러로 성장할 것으로 전망(40.8%↑)

※ 출처 : 국토교통부 국토교통과학기술진흥원, 국토교통 2050 미래기술 도출을 위한 조사분석 연구 최종보고서, 2020.06

- (철도시스템) 스마트 철도 시스템은 철도 인프라, 자동화, 최적화 등이 요구되는 신형시장 대두로 인해 시장 규모 증가 추세



- 세계 스마트 철도 시장 규모는 '17년 151억 달러에서 '24년 390억 달러로 증가 전망(13.7%↑)
- 아시아지역 스마트 철도 시장 규모는 '17년 3.5억 달러에서 '24년 11억 달러로 성장 전망(16.7%↑)

※ 출처 : 한국과학기술기획평가원, 데이터 기반 스마트 철도안전관리 기술개발사업, 2021.08

03

기술동향

분야	내용
일반철도차량	- 차량 주행 시 탈선 안전성을 향상시킬 수 있는 기술과 제동거리의 편차를 최소화하는 제동제어 기술 개발
고속철도차량	- 아진공 튜브안을 시속 1,000km/h 이상의 속도로 주행하고 핵심 거점을 연결하는 초고속 신개념 교통시스템인 HTX 개발 - 한국, 일본, 프랑스, 중국 등에서 KTX(시속 300km)보다 빠른 시속 400km 이상인 초고속 열차 기술 확보
도시철도차량	- 국내 철도신호시스템 기술은 국가연구개발 사업을 통한 시스템 국산화에 초점을 맞추어 기술 확보를 추진중이며, 경전철 및 트램 노선에 경전철용 무선급전시스템 기술을 적용할 수 있도록 운영처와 지속적으로 협의 중
철도차량 정비/개조/부품	- 국가 연구개발(R&D) 연계형 기술에 대한 국제인증 추진하여 연구개발(R&D) 성과를 극대화할 계획이며, 철도기술 국제인증 취득 수요가 지속 증가하고 있음에 따라 매년 지원사업 규모를 확대
노반/궤도	- 부유식 궤도의 가이드 레일, 철도차량의 탈선 방지부 등 철도차량이 안정적으로 진입 및 운행이 가능한 기술 개발을 추진 중
역사	- 계단의 경사 구간과 수평 구간이 동시에 존재하는 곳에서 어린이, 노약자 등 교통 약자가 편리하게 사용 가능한 이송 장치 기술 개발
전철/전력	- 전력 전송이 이루어지는 무선 전력 전송 시스템 및 전원을 공급하는 회로를 간소화하고 반도체 변압기의 운전 효율을 향상시키는 기술 개발
신호/통신	- 승객서비스, 영상정보 등의 고도화된 철도서비스가 필요하게 되어 새로운 철도 전용 무선통신망 연구가 활발히 진행 - 무인자동운행이 가능한 지능형 열차자율주행을 위하여 T2T와 T2I를 위한 직접통신 기술 개발 추진
철도교통 계획/운영	- 고속도 시속 150km, 한번 충전해서 1,000km 이상 운행하는 액화수소 기반 수소기관차 핵심기술을 개발 중이며, 독일, 프랑스, 일본 등 선진국을 중심으로 수소 부문 탄소 배출량 규제에 대응하여 친환경 수소 열차 개발
안전/편의	- 국내에서는 접근성이 떨어지는 급경사지, 비탈사면, 고가교량, 송전선로, 전차선 등의 일부 구간에 상용화된 드론 기술 및 영상정보 및 영상정보 기반 비접촉식 측정데이터에 의한 철도시스템 모니터링 기술 개발 추진
철도교통 환경	- 전동차 휠과 궤도와 마찰, 팬터그래프와 전차선과의 마찰에 의한 입자, 브레이크의 마모와 마찰에 의한 미세먼지 등이 터널에서 발생되어 초미세먼지 흡착 및 탈착 효율이 우수한 기술 개발
철도교통 시스템 유지관리	- 일본, 프랑스 등에서는 철도차량 원격진단 및 상태기반 유지보수 기술을 개발하여 운행 중
폐기물	- 브라질은 폐기물을 재생에너지로 만드는 화력발전소 3곳 가동 - 국내 포스코에너지, 두산중공업 등에서는 폐자원을 에너지화하는 고형연료산업 연구 진행

04

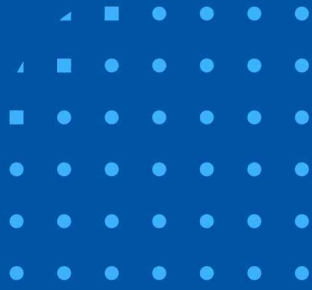
사회동향

- [인구구조 변화] 전 세계가 저출산으로 인해 인구감소 및 고령화 현상이 발생하고 있으며, 이에 따라 철도교통에 대한 인식 및 우선순위 변경
 - 세계 각국에서 인구구조 변화에 따른 문제가 발생하고 있으며, 우리나라 또한 '20년 이후로 인구 감소세로 전환됨에 따라 교통 약자의 수는 계속해서 증가
 - 교통 약자들은 안전하고 빠른 철도 대중교통을 선호하는 것으로 나타나며, 실제 최근 9년간('11~'19) 노령인구의 철도 이용은 약 40% 증가
- [국내 철도산업의 발전 수도권-지방 양극화가 심해지고 비수도권 지역의 경쟁력(일자리, 생활여건 등)이 감소하여 광역교통 네트워크 중심의 균형 발전을 통해 문제 해결 필요
 - 제5차 국토종합계획에서는 수도권 집중 및 지방소멸 위기 극복 수단으로 연계·협력을 통한 지방광역권 조성의 필요성을 강조하였으며, 보다 넓고 빠른 네트워크를 위해 광역철도망을 구축할 계획
 - 균형발전을 국토정책의 핵심으로 여기고 있는 프랑스에서도 최근 지방도시(광역) 철도투자가 증가하고 있으며, 우리나라보다 10년 앞서 인구가 감소하고 있는 일본의 경우에도 인구 감소에도 불구하고 철도 이용은 지속적으로 증가

05

환경동향

- [미세먼지 대응] 미세먼지를 사회적 재난으로 규정, 실내공기질 관리법 기준 강화 등에 대응하기 위해 미세먼지 관리 방안을 수립하고 쾌적한 이용 환경 조성
 - 전동차 객실 공기질 개선장치를 설치하여 객실 내 미세먼지를 저감하고 쾌적한 환경조성 및 이용자의 건강권 확보 추진
 - 안전성·내구성·사용성을 기반으로 하는 성능 중심 관리 체계로 전환하고, 시설 원인으로 발생한 철도 사고·장애 빈도 등 정밀 분석
 - '21년 미국의 '파리 기후협약 재가입'으로 기후변화가 다시 이슈화되며, 우리나라도 '50년까지 온실가스 배출 제로(Net-Zero) 달성을 선언했으며, 교통체계의 전환 필요
 - 높은 도로 의존도(지역간: 여객 88%, 화물 92%)로 교통물류부문 사회경제적 비용이 증가하고 있어 철도 수송분담률 제고 필요
 - 성능 중심 철도시설 관리 체계 구축을 통한 철도 안전 강화, 이용자가 편리한 철도 환경 조성을 위해 환경친화적인 철도건설 추진

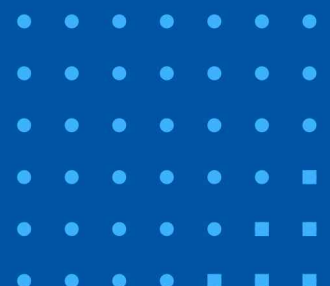


Korea Agency for Infrastructure
Technology Advancement

제1장

개요

01. 정의 및 분야	13
02. 조사의 필요성	16



제1장 개요

01

정의 및 분야

- 철도 산업법의 관점에서 철도는 여객 또는 화물을 운송하는 데 필요한 철도시설과 철도차량 및 이와 관련된 운영·지원체계가 유기적으로 구성된 운송체계를 의미
 - 철도차량이라 함은 선로를 운행할 목적으로 제작된 동력차·객차·화차 및 특수차를 의미
 - 철도시설은 철도차량 운행을 위한 인프라로써 차량 정비기지, 선로, 역사에서부터 철도전문 인력의 교육훈련 및 철도 기술 연구개발을 위한 시설까지 포함
 - 철도의 선로, 물류 시설·환승시설 및 편의시설 등을 포함한 역시설 및 철도 운영을 위한 건축물·건축설비, 철도의 전철 전력설비, 정보통신설비, 신호 및 열차제어설비
 - 선로 및 철도차량을 보수·정비하기 위한 선로 보수기지, 차량 정비기지 및 차량 유치시설, 철도 노선간 또는 다른 교통수단과의 연계운영에 필요한 시설
 - 철도 기술의 개발·시험 및 연구를 위한 시설, 철도 경영연수 및 철도 전문인력의 교육훈련을 위한 시설, 그 밖에 철도의 건설·유지보수 및 운영을 위한 시설로서 대통령령으로 정하는 시설
 - 철도운영이라 함은 철도 여객 및 화물 운송, 철도차량의 정비 및 열차의 운행관리 및 철도 시설·철도차량 및 철도부지 등을 활용한 부대사업개발 및 서비스를 포함
 - 철도시설의 건설이라 함은 철도시설의 신설과 기존 철도시설의 직선화·전철화·복선화 및 현대화 등 철도시설의 성능 및 기능향상을 위한 철도시설의 개량을 포함한 활동을 의미
 - 철도시설의 유지보수라 함은 기존 철도시설의 현상유지 및 성능향상을 위한 점검·보수·교체·개량 등 일상적인 활동을 의미
 - 철도산업이라 함은 철도운송·철도시설·철도차량 관련 산업과 철도기술개발 관련 산업 그 밖에 철도의 개발·이용·관리와 관련된 산업

□ **철도교통 분야는 시스템 구성요소에 따라 철도차량, 철도시설, 철도운영 및 지원체계 등으로 구분되며 각각의 역할과 범위를 고려하여 철도차량, 철도교통 인프라, 철도교통 관리로 구분**

- 철도차량 기술은 궤도 위를 주행할 수 있는 차량의 설계, 제작, 시험평가, 유지관리를 기반으로 일반철도, 고속철도, 도시철도 차량과 철도차량 정비/개조/부품을 포함
 - 일반철도 차량은 200Km/h 미만 최대 주행속도를 가지고 있으며 도시철도를 제외한 차량의 설계, 제작, 시험평가, 유지관리를 위한 기술
 - 고속철도 차량은 200Km/h 이상의 최대 주행속도를 가지고 있으며, 단수 또는 다수의 동력 장치를 가지는 차량의 설계, 제작, 시험평가, 유지관리를 위한 기술
 - 도시철도 차량은 도시 교통의 원활한 소통을 위하여 도시교통권역에서 운영하는 철도로서 지하철, 경량전철을 설계, 제작, 시험평가, 유지관리를 위한 기술
 - 철도차량 정비·개조·부품은 전기, 전자, 기계 등 다양한 분야의 설비, 부품 등이 서로 유기적으로 연동되어 작동되는 철도차량의 안전도 및 성능향상으로 운전장애 발생 감소 및 안전 확보를 위한 기술
- 철도교통 인프라는 차량정비기지, 선로, 역사에서부터 철도전문인력의 교육훈련 및 철도기술 연구개발을 위한 시설로 노반/궤도, 역사, 전철/전력, 신호/통신을 포함
 - 노반/궤도는 궤도를 지지하는 도상 및 노반에 대한 설계, 시공 및 유지관리에 필요한 관련 기술
 - 역사는 일반/고속/도시철도 등 철도역사의 이용객 편의성 향상 및 이동시스템 개선, 안전성 향상, 에너지 효율성 향상, 쾌적성 향상을 위한 첨단 융복합 기술
 - 전철/전력은 열차로 전기에너지를 공급하기 위하여 선로에 설치되는 전차선로, 급전, 배전 등 전력공급 설비와 역사 전력공급설비, 에너지 변환설비 등에 필요한 제반 기술
 - 신호/통신은 철도의 특성에 적합한 각종 통신설비를 효율적으로 사용하여 열차의 운행 간격, 열차 진로, 운전 보안 및 정보화 설비를 취급하는 종합적인 열차 제어 및 철도 통신 시스템 엔지니어링 기술
- 철도교통 관리 기술은 최단 시간 내에 원래의 기능 회복 및 사후관리할 수 있도록 하기 위한 체계, 절차, 기술로 철도교통 계획/운영, 철도교통 안전/편의, 철도교통 환경, 철도교통 시스템 유지관리를 포함
 - 철도교통 계획/운영은 차량과 시설물 그리고 전력설비와 신호 등의 대상을 효율적·친환경적으로 운영하여 철도를 이용하는 승객 및 화물의 운송 서비스 질을 향상하기 위한 교통계획, 운영기술

- 철도교통 안전/편의는 승객이 편리하고 안전하게 철도를 이용할 수 있도록 철도이용의 편의성 향상 및 철도 사고 예방 중심의 안전관리기술, 사고 발생 시 신속한 복구 및 대응기술
- 철도교통 환경은 철도가 환경에 미치는 부하의 정량화 및 최소화를 위해 철도의 계획/건설/운영 단계에서 자원사용과 배분을 최적화하고 철도건설/운영으로 인한 환경오염을 복원하기 위해 요구되는 기술
- 철도교통시스템 유지관리는 철도교통시스템의 수명주기 비용 최소화/최적화와 경제성/안전성 향상을 위해 차량, 시설물, 운영시스템의 상태를 상시 모니터링하고 최적으로 유지관리하기 위한 기술

〈표〉 철도교통 분야 중분류 기술 정의 및 범위

중분류명	기술정의 및 범위
철도차량	전용 궤도 주행 차량의 설계, 제작, 시험평가, 유지관리를 위한 기술
철도교통 인프라	철도의 선로, 역 시설, 철도 운영을 위한 건축물을 설계, 시공, 유지관리하는 제반 기술
철도교통 관리	차량 시설물 운영을 최적화하고 운영상의 이상 발생 시 경제적, 환경적 피해를 최소화하는 한편 최단 시간 내에 원래의 기능 회복 및 사후 관리를 위한 체계, 절차, 기술

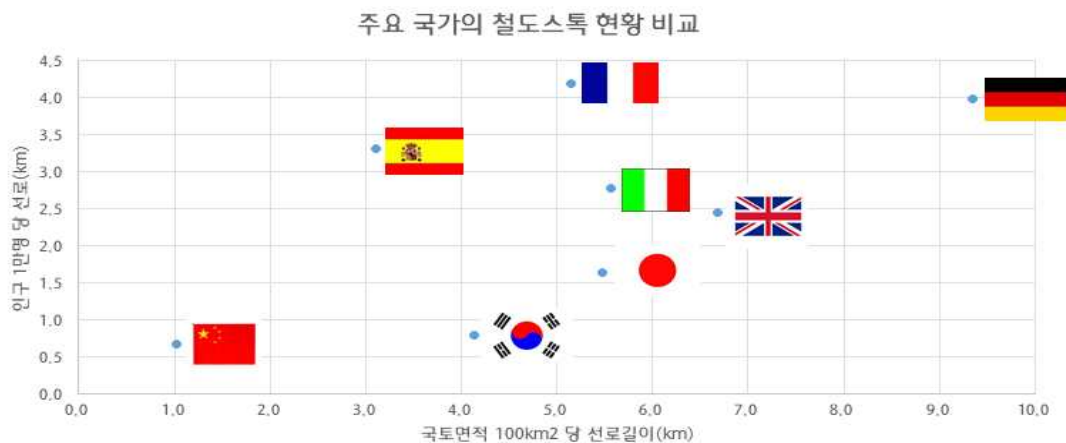
02

조사의 필요성

□ 지역 간 철도는 지속적으로 확충되고 있으나, 아직 선진국에 비해 현저히 낮은 수준으로 추가 확충 필요

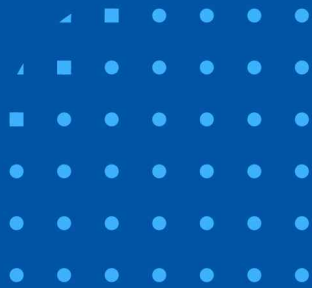
- 현재 노선은 수도권을 중심으로 한 종축 노선이 대부분이며, 횡축 노선은 상대적으로 부족
 - 면적 기준으로 프랑스·일본에 비해 25% 이상 부족(약 1,000km)하고, 인구 기준으로는 4,000km 이상 추가 확보 필요

[그림] 주요 국가의 국토면적 및 인구 대비 철도스톡 현황



※ 출처 : 국토교통부, 제4차 국가철도망 구축계획, 2021.06

- 철도의 높은 속도, 편리함 등을 주목하며, 철도 투자 시 신규 노선건설을 중점 고려 필요
- 수도권은 신도시 개발 등에 따라 광역철도 수요가 증가하고 있으나 해외 주요도시에 비해 연장이 부족하고, 교통혼잡 문제도 지속 발생
 - 비수도권은 대부분 기존선 개량방식의 광역철도 사업 추진 중으로, 지방 대도시를 중심으로 인접 지역을 연계하는 광역철도망 부족
- 주요 노선 축 단절 구간이 발생하고 있으며, 철도망의 효율성 및 완결성이 저하
 - 최첨단 고속 노선과 건설 후 수십 년 이상 경과한 기존선로가 병존하여 고속철도 등이 제 성능을 발휘하지 못하는 문제 발생
- 신규차량 등 테스트베드 역할을 하는 철도 종합시험선로가 구간이 짧아 시험성능 용량이 부족하여 차량기지 운용효율성 제고를 위한 기반시설 확보에는 상대적으로 미흡
 - '21년부터 동력분산식(EMU) 차량이 운행되어 새로운 차량기지 필요성 검토 필요



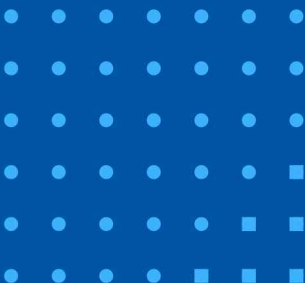
Korea Agency for Infrastructure
Technology Advancement



제2장

정책동향

01. 미국	19
02. EU	22
03. 영국	26
04. 독일	28
05. 프랑스	30
06. 일본	32
07. 중국	34
08. 한국	36



제2장 정책동향

01

미국

□ 제조업 부흥, 일자리 창출, 기후변화 대응 등 경제재건을 목표로 American Jobs Plan, American Families Plan 등 인적·물적 인프라 투자계획 발표¹⁾

- 미국 상원은 1.1조 달러 규모의 인프라 투자법안과 3.5조 달러 규모 투자법안의 예산결의안 가결
 - 공공 인프라 현대화와 제조업 경쟁력 강화 등 물적 인프라 확충을 통한 일자리 창출을 목표로 향후 10년간 2.25조 달러 투자
- 도로·교량·철도 등 노후화가 심한 물적 인프라를 보수·강화하고, 국민 삶의 질을 높여 고용 창출로 연결하는 것을 목표
 - 5년간 1조 2,000억 달러(기존 인프라 프로그램 재승인 + 신규 투자 5,500억 달러) 규모의 대규모 인프라 투자 진행 예상
 - 이는 역대 최대 규모의 인프라 투자이며, 미국의 도로와 교량, 철도재건, 초고속 통신망 확충, 기후변화 대응, 환경정의 향상, 소외 지역사회에 투자 기대
 - 교통·전력·상수도 등 사회 인프라 현대화에 5,500억 달러 신규 투자하였으며, 철도, 대중교통, 지역연결 인프라 개선에 1,060억 달러 투자

〈표〉 주요 투자 분야별 배정예산 및 세부 내용

투자분야	배정예산(달러)	세부내용
철도	660억	전국 여객 및 화물철도 인프라 개보수, 고속철도 건설지원 : Amtrak 운영 효율화, Northeast Corridor 현대화, 철도 안전 강화
대중교통	390억	대중교통 인프라 현대화, 노약자·장애인 편의시설 확충 : 친환경버스 보급 확대, 버스·철도 정거장 현대화 (17.5억 달러)
지역연결	10억	고속도로 등 교통 인프라 확충 통해 교통 접근성 제고 : 교통 소외지역에 집중적으로 교통 인프라 확충

※ 출처 : 워싱턴무역관, 美 인프라 투자법안 주요 내용 및 시사점, 2021.08.20

1) 워싱턴무역관, 美 인프라 투자법안 주요 내용 및 시사점, 2021.08.20

□ 철도 인프라 및 안전 개선(CRISI)* 보조금 프로그램을 통해 약 3억 6,200만 달러 지원²⁾

* CRISI는 미국의 표면 운송 (FAST)법에 의해 도시 간 승객 및 화물 철도 운송 안전, 효율성 및 신뢰성을 향상시키는 프로젝트에 자금을 지원하기 위해 승인

- 혼잡 완화, 단거리 및 지역 철도 인프라 개선, 철도노선 이전, 다목적 연결을 강화하고, 철도 및 항구 또는 복합 시설과 같은 서비스 통합을 용이하게 하는 프로젝트에 자금 지원
 - 코로나19 이전에 매년 3,250만 명 이상의 승객이 탑승했으며, 화물철도는 매년 6,000억 달러 이상의 자재와 제품을 약 16억 톤 운송
- CRISI는 안전과 공평한 경제력을 육성하는 바이든 정부의 우선순위를 반영하는 프로젝트에 수여
 - 운송 인프라 개선 및 확장, 안전 위험 완화, 지역사회에 미치는 삶의 질 영향을 완화하며 다양한 철도산업을 육성할 수 있는 잠재력 보유
 - 자금조달 및 비용 분담 메커니즘을 제공하여 공공 및 민간기업이 필수적인 미국의 중요한 인프라 자산 유지에 도움 예상
 - 비(非) CRISI 자금을 통합하여 美 연방철도국이 추진하는 ‘철도 무단 침입 방지 전략’ 구현에 보조금 제공

〈표〉 자금조달 금액 및 목적

목적	내용
농촌 배정	최소 9,370만 달러(25%)를 농촌 프로젝트에 사용
도시 간 여객 철도 개발	기존 노선 정렬 포함, 도시 간 여객 철도서비스 신규 노선 개발 지원 프로젝트에 최소 7,500만 달러 지원
철도 무단 침입 방지 시설 개선	철도 무단 침입 방지를 목적으로 하는 시설 프로젝트 및 엔지니어링 솔루션에 최대 2,500만 달러 지원
철도 무단 침입 단속	철도 무단 침입 단속 활동을 수행하는 법 집행 기관 종사자의 급여 확보 보조금으로 약 2백만 달러 지원
철도 무단 침입 자살 예방	철도시설에 무단 침입 및 자살·사망자 수 감소를 위한 캠페인 기금에 약 20만 달러 지원

※ 출처 : 미국 교통부 연방철도국, FRA, 철도 개선 기회를 위한 보조금을 지원, 2021.08.27

2) 미국 교통부 연방철도국, FRA, 철도 개선 기회를 위한 보조금을 지원 2021.08.27

□ 미국 교통부(DOT)가 추진하는 연구(R)·개발(D)·기술(T) 활동의 전략적 계획으로 향후 5년간 연구개발의 4가지 목표 제시³⁾

- (목표) 안전성 향상, 인프라 투자, 혁신 기술, 책임성 강화
 - (안전성) 교통 관련 사고·사망 감소
 - (인프라) 인프라 투자를 통해 경제성장 및 일자리 창출
 - (혁신) 국가교통의 안전과 성능을 향상시키는 혁신 기술개발
 - (책임성) 규제 부담을 줄이고 효율성·책임성을 강화하여 국가에 환원

○ 목표 달성을 위한 DOT의 7대 전략적 목표 및 16개 RD&T의 전략제시

〈표〉 DOT의 7대 전략적 목표 및 RD&T의 전략

DOT의 전략적 목표	RD&T의 전략
시스템 안전 접근	- 데이터를 사용한 철도시스템의 안전 위험도 파악 - 공공 및 민간 파트너와 협업하여 안전 위험 식별 - 우선 연구 순위 지정 - 농촌지역 안전 위험 해결 - 철도산업의 리더로서 RD&T의 역할 확립
프로젝트 제공, 계획 환경, 재무	- 연방정부의 투자가 안전 개선을 달성할 수 있도록 보장하는 도구 제공
수명주기 및 예방 유지관리	- RD&T 시설 및 장비를 좋은상태로 유지
혁신 발전	- DOT 연구 및 개발 파트너와 협력 - 철도산업과 협력하여 혁신 추진 - 데이터 및 사이버 보안과 관련된 안전 문제 해결
혁신 전개	- 신기술 적용으로 철도 운영의 안전성 강화 - 기술이전 프로세스 강화
규제개혁	- 규제 개혁에 참여
효율성 및 지원	- 직원 지식 수준 및 업계도 향상 - 신중한 재무관리 및 조달 - 운영 효율성 향상

〈표〉 철도산업이 도입하고 있는 유망 과학 기술 및 전략

기술	적용 분야	전략
무인항공기 (UAV)	트랙	- 기존의 측정 및 검사기술 대체 및 향상 기능여부 판단
인공지능 (AI)	열차 제어 및 통신	- 의도하지 않은 안전 위험 여부 판단에 활용
증강현실 (AR) & 가상현실 (VR)	인적 요인	- AR 및 VR로 철도업무 종사자 건강·안전 개선 대책 파악
머신 러닝	인적 요인 트랙 롤링 스톱	- 기계학습을 통해 적시에 유지보수를 보장하는 방법 결정
PTC	열차 제어 및 통신	- 미래세대의 PTC 개발을 통해 의도하지 않은 안전 위험 확인

※ 출처 : FRA, Research, Development and Technology Strategic Plan 2020~2024, 2020

3) FRA, Research, Development and Technology Strategic Plan 2020~2024, 2020

02

EU

□ '30년과 '50년으로 구분하여 단계적으로 목표를 설정하고 유럽의 녹색 교통 시스템 확충을 위한 '지속 가능한 스마트 모빌리티 전략' 발표⁴⁾

- 그린딜 사업을 지원하기 위해 EU 전체 온실가스 배출량의 1/4을 차지하는 도로, 철도, 항공, 해운 등 교통 분야에서는 지속가능한 스마트 모빌리티 전략을 중점 추진
 - ('30년) 최소 3천만 대 Zero-emission 차량, 유럽 100개 도시 기후중립 달성, 고속철도 운항 '15년 대비 2배 증가, 500km 이내 이대 복합운송 수단 탄소중립, 자율주행 확대, 무배출 해상운송 출시 적극 추진
 - ('50년) 밴 버스 증장비 포함 대부분의 차량 무배출 달성, 철도 화물 운송 2배 증대, 복합 운송 가능한 유럽횡단 운송 네트워크(TEN-T) 완성 추진
- 지속가능한 스마트 모빌리티 전략을 효과적으로 추진하기 위해 10대 핵심 조치 시행
 - 지속가능한/스마트한 모빌리티 시스템 등 2개 카테고리 별 5개 세부 전략 마련

〈표〉 지속가능한 모빌리티 전략 10대 핵심 조치

카테고리	세부 전략
지속가능한 모빌리티 시스템	- Zero-emission 운송수단, 재생가능 저탄소 연료/교통 인프라 도입 - Zero-emission 공항, 항구 구축 - 도시 내외 모빌리티 간전성 및 지속가능성 달성 : 향후 도시철도 증대 및 자전거 인프라 구축 - 화물운송 녹색화 : '50년까지 철도 화물운송 2배 확충 - 탄소가격제 및 사용자에게 대한 인센티브 제공 개선 : 오염자 부담원칙 ('polluter pays' and 'user pays principles')에 입각한 시스템 마련
스마트한 모빌리티 시스템	- 복합운송의 연계성 및 자동화 실현(MaaS) : 여객 및 화물 운송의 복합여정 관련 연계 시스템 개선 - 혁신 및 데이터·AI 활용촉진 : 드론무인항공기 등을 활성화하여 배치하고, 유럽 공동 모빌리티 데이터 저장소 구축지원 등 - EU 단일시장 강화 : '30년까지 TEN-T 프로젝트 완성 및 투자확충 - 모두에게 공정한 모빌리티 구축 : 교통 약자 등에 대한 접근성을 보장하여 모빌리티의 공정성 강화 - 운송 안전성 개선 : '50년까지 사망자 수 '0' 달성

※ 출처 : 에너지경제연구원, 세계 에너지시장 인사이트, 2021.11.26

4) 에너지경제연구원, 세계 에너지시장 인사이트, 2021.11.26

□ EU 집행위원회(EC)는 '지속가능한 스마트 수송전략'을 통해 '50년까지 수송부문 온실가스 배출 90% 감축하기 위해 10년 단위 단계별 목표 달성 추진⁵⁾

- (철도수송) '30년까지 철도교통량을 2배까지 확대하며, TEN-T*에 포함된 철도운송을 전력화, 서비스품질과 비용 효율성 향상 기대

* TEN-T(Trans-European Transport Network, 유럽횡단네트워크) : 철도노선, 도로, 내륙 수로, 해로, 항구, 공항 및 철도 터미널 등 유럽 전역에 이르는 수송망의 구현 및 개발 계획, '50년까지 유럽 전역을 포괄하는 수송망 완성 계획

- 에너지 효율성과 관련하여 철도 분야에서 에너지 소비를 줄이기 위한 노력 방안 제시

〈표〉 EU '지속가능한 스마트 수송전략'의 연도별 주요 목표

목표연도	목표내용
'30년	- (도로수송) 유럽 내 온실가스 무배출 차량 300만 대 보급 - (철도수송) 고속 철도교통 현행 2배 - (해상수송) 온실가스 무배출 선박 상용화 - (기타) 100개 유럽도시 탄소중립화
'35년	- (항공수송) 온실가스 무배출 대형 항공기 상용화
'50년	- (도로수송) 대형차량 및 버스를 비롯한 대부분의 차량 온실가스 무배출화 - (철도수송) 철도 화물 운송 두 배 증가, 고속철도 교통량 3배 증가 - (기타) TEN-T 완공

※ 출처 : European Commission, Sustainable and Smart Mobility Strategy - putting European transport on track for the future, 2020.12.09

- '21년까지 장거리 및 국경 간 여객 철도서비스 활성화를 위한 실행계획 예고
- (온보드 에너지 미터의 사용) 실제 에너지 소비액을 측정하고 이를 에너지 절감에 투자
 - 열차가 항상 에너지소비를 최적화하도록 자동운전을 시행하며, 주행 및 유치 철도 차량의 에너지소비를 감소시키기 위한 교육프로그램 마련
 - (철도차량 에너지 효율화의 지속적 시행) LED 조명, 에너지 효율형 냉난방 시스템, 이층 객차의 도입으로 좌석당 무게 감소 노력
 - 일부 철도 인프라시설 관리기업들의 에너지 효율 센터 창조

□ 汎 유럽 차원의 장기적 철도기술 연구를 위해 'Rail Route 2050' 및 기술로드맵 수립

- (EU) 유럽연합 출범이래 지속적으로 철도안전에 대한 통일된 기준 설정 추진
- 미래교통 시스템 공급 전략 달성을 위해 '50년까지 안전·지속가능·환경친화적 교통 시스템 구축, 철도 중심의 도시 교통체계 확립 추진
 - 역내 철도 안전 향상과 철도수송 서비스 시장에서 액세스 개선 목적으로 유럽철도 안전법 제정, 유럽철도청(ERA)을 설립하여 철도 안전 강화

5) European Commission, Sustainable and Smart Mobility Strategy - putting European transport on track for the future, 2020.12.09

□ 국제철도연맹(UIC)*은 미래철도 시스템의 수용력·접근성·안전성·지속성·보안성·연결성 등 9대 혁신 방향을 설정 및 추진⁶⁾

* UIC : 철도기술의 국제적 표준 확립, 국제열차 운행 추진, 철도 운영에 관한 지원 등을 수행하는 국제기구

○ UIC는 ‘Challenge 2050’을 수립하여 철도 시스템의 기술적·정책적·서비스 분야의 비전 및 목표를 제시

- UIC 유럽 철도기술전략은 철도 시스템의 세부 요소로 철도 신호 제어(CCC), 인프라, 에너지 공급 및 소비, 정보관리, 철도인력, 보안, 안전의 7가지를 구성하고, 각각의 목표 및 세부 기술을 설정

〈표〉 유럽 철도기술전략 내 철도 시스템 요소별 목표

구분	목표
CCC	상호 운용이 가능한 실시간 교통 운영으로 수용력 증대 및 에너지 절감
철도 인프라	기술 및 운영혁신을 통한 타 운송수단 대비 경쟁력 강화
에너지 공급 및 소비	에코 디자인을 통한 에너지 효율 향상 및 온실가스 저감
정보 관리	효율적인 철도운영 및 승객 철도정보 제공
철도 인력	효율적인 철도운영을 위한 체계적이고 전문성을 갖춘 철도 종사자 육성
보안·안전	승객의 보안·안전보장

※ 출처 : 한국과학기술평가원, 데이터 기반 스마트 철도안전관리 기술개발사업, 예타조사보고서, 2021.08

□ EU는 철도 시스템 공급자·수요자 요구에 중점을 둔 유럽철도망 구축 및 경쟁력 강화를 위해 ‘30년까지 철도 부문 전략 로드맵 ‘Shift2Rail Strategic Master Plan’ 수립⁷⁾

○ Shift2Rail에서는 철도분야의 신기술 및 개선기술의 통합을 촉진하기 위한 다자간 대규모 연구 계획 수립 및 추진하고 있으며, 철도 시스템·관련 시스템의 통합 관리를 위해 5개 주요 혁신 프로그램 제시

- (혁신 프로그램) 열차 기술, 철도 운영 및 관리, 최적화된 인프라, 디지털 서비스, 철도화물
- 5대 혁신 프로그램 추진을 통해 철도운송의 수명주기 비용 절감, 열차 용량 두배 확충, 철도 신뢰도 50%까지 증가 등의 효과 예상

○ 다양한 철도시스템 및 관련 시스템의 통합 관리를 위한 작업 방식으로 교차절단 활동 (Cross cutting activity) 지원, Shift2Rail 마스터 플랜에 표시된 다음 영역의 목표를 달성하기 위한 CCA 프로젝트 구축

○ Shift2Rail 운영을 위해 주요 철도산업체 및 운영기관 간 MOU 체결 추진

6) 한국과학기술평가원, 데이터 기반 스마트 철도안전관리 기술개발사업 예타조사보고서, 2021.08

7) Shift2Rail 홈페이지, 2021.07.28

〈표〉 SHIFT2RAIL의 5대 혁신 프로그램 및 추진 과제

혁신 프로그램	추진 과제
대용량 및 고속열차를 위한 안정적·고효율 기술	- 견인 시스템 - 열차 제어 및 모니터링 시스템(TCMS) - 복합재 또는 기타 경량 소재를 사용하는 차세대 차체 쉘 - 러닝 기어 - 브레이크 속도가 높고 소음 배출이 낮은 새로운 제동 시스템 - 혁신적인 도어 - 열차 모듈화
최신 철도 운영 및 제어 시스템	- 새로운 통신 시스템 개발 - 자동 열차 작동(ATO) - 이동 블록 - 안전 열차 포지셔닝 - 열차 무결성 - 새로운 실험실 테스트 프레임워크 개발 - 표준화된 엔지니어링 및 운영 규칙 개발 - 가상 커플링 - 최적화된 교통 관리 시스템 - 스마트 무선 연결 올인원 오브젝트 - 사이버 보안
비용 효율적·안전한 고용량 인프라	- 향상된 스위치 및 크로싱 시스템 - 차세대 스위치 및 크로싱 시스템 - 최적화된 트랙 시스템 - 차세대 트랙 시스템 - 사전 교량 및 터널 평가, 수리 및 업그레이드 - 다이내믹 철도 정보 관리 시스템 - 철도 통합 측정 및 모니터링 시스템(RIMMS) - 지능형 자산 관리 전략(IAMS) - 스마트 전원 공급 장치 - 철도 분산 에너지자원 관리 시스템용 스마트 계량 - 미래 역
단절없는 철도를 위한 IT기술	- 상호 운용성 프레임워크 - 트래블 쇼핑 - 롤백활동을 활용한 예약 및 발권 - 트립트래커 지원 - 여행 동반자 어플 - 빅데이터를 활용한 비즈니스 분석
지속가능하고 매력적인 유럽 화물철도 기술	- 함대 디지털화 및 자동화 - 디지털 운송 관리 - 스마트 화물 열차 개념 - 시장 분석 및 구현 전략

※ 출처 : Shift2Rail 홈페이지, 2021.07.28

03

영국

- 영국 교통부는 5년 단위 ‘기술발전계획(HLOS, ‘19~‘24)’에서 시설 개선, 철도망 신뢰성 확보, 용량 향상 등 철도정책 방향 제시⁸⁾
 - ‘19~‘24년 자금조달계획(Statement of Funds Available)은 유지관리에 77억 파운드, 개량에 166억 파운드 등 480억 파운드 투자 예정
 - 철도 사업 재원은 시설관리에 가장 많이 지출되고 있으나, 고속철도(HS2) 및 런던권 급행철도(Cross Rail)에 투자 비중 증가 추세
 - (HS2) HS1에 이은 HS2는 영국의 두 번째 고속철도 사업이며 ‘35년 개통 예정
 - (Cross Rail) 런던권 교통난 해소를 위한 118km 연장 철도 사업, ‘22년 개통 예정
- ‘26년 개통을 목표로 런던과 버밍엄을 연결하는 2단계 고속철도 (HS2) 프로젝트 추진⁹⁾
 - 영국 내 주요 도시 간 이동성을 제고하고(최고속도 360km/h), 남부 지역에 비해 상대적으로 뒤떨어진 중부지역 경제 활성화 도모
 - 남부의 런던에서, 중부의 버밍엄·맨체스터·리즈까지 연결
 - 1단계 사업(Phase 1) : 영국-버밍엄 구간으로, ‘26년 말 개통 예정
 - 2단계 구간(Phase 2) : 버밍엄-맨체스터·리즈의 Y자형 구간으로, ‘33년 개통 예정
 - 개통 시 런던-버밍엄 구간의 소요 시간은 1시간 21분에서 52분으로, 런던-맨체스터 구간은 2시간 7분에서 1시간 7분으로 단축
 - 현재 과부하가 걸려있는 기존 지역 철도의 부담을 줄여 원활한 서비스가 가능하도록 하고, 도로에서 트럭 운행을 줄여 교통혼잡 해소 및 탄소배출 감소 기대

[그림] HS2 사업대상지 위치도



※ 출처 : BBC 뉴스, HS2 : 정부 검토 프로젝트, 2020.01.30

8) 국토교통부, 제4차 국가 철도망 구축계획(2021~2030), 2021.06

9) BBC 뉴스, HS2 : 정부 검토 프로젝트, 2020.01.30

□ 영국 교통부(DfT)는 철도의 6개 분야* 기술개발을 위한 중장기 기술로드맵을 수립하고 철도교통 경쟁력 강화 도모

* 6개 분야 : 명령제어 및 통신, 에너지, 인프라, 철도차량, 정보관리, 서비스

- 교통부(DfT), 철도도로국(ORR), 철도안전표준위원회(RSSB)가 참여하여 6개 주제에 대해 '40년까지의 단계별 기술개발 추진
 - 철도안전표준위원회(RSSB)는 네트워크레일(NetworkRail), 철도연구/혁신 네트워크(UKRRIN)와 협력하여 미래 첨단 철도교통 구현을 위한 연구개발 및 기술 적용
 - (첨단 철도 기술) 모바일 보고체계, 위험사건(near-miss) 보고시스템, 지리정보 시스템, 자산관리시스템, 운영시스템 등과 연계한 지능형 안전관리시스템(SMIS+) 운영
- '40년까지 디젤엔진 기관차 청정연료화를 위해 에코드라이빙, 관제기술 연구 추진
 - 신규 고속열차의 기관차를 Class-43 디젤기관차에서 전력-디젤 이중 연료 모드 Bi-Mode Class 800 기관차로 대체
 - 신규 화물용 기관차를 도입하여 대부분 전력 모드로 운행하되, 비전력화 구간에서만 디젤 엔진 기관을 이용하여 대기오염물질 배출 최소화
 - '20년부터 시행되는 PM 및 NOx 관련 신규 배출기준 Stage-5 준수를 위해 보다 강력한 친환경 철도운행 체계 마련
- '40년 비전 달성을 위해 5년마다 단기 전략 목표를 제시하고 있으며, '20년 새로운 단기 철도 기술 전략을 발표
 - Rail Technology Strategy 2020에서는 목표 달성을 위해 5대 중점 전략 및 17개 추진 과제 제시

〈표〉 Rail Technology Strategy 2020의 중점 전략 및 추진 과제

중점 전략	추진 과제
모두가 이용하기 쉬운 철도	- 정확성, 접근성, 이해성 높은 실시간 정보 - 스마트 요금 컬렉션 - 맞춤형 서비스
낮은 배기가스 배출	- 전기화 - 제로카본 자체 구동 차량 - 저탄소 화물
열차운영 최적화	- 유연하고 신뢰할 수 있는 열차 운영 - 실시간 운영 및 의사결정 개선
안정적인 유지보수	- 성능 저하 작업 개선 - 디지털 신호를 활용하여 차간거리 단축 및 수송 용량 증대
데이터 기반	- 안전하고 신속한 검사 및 수리 - 유지보수로 인해 열차 수명 비용 감소
	- 모든 사람 - Door-to-door 솔루션 - 안전하고 빠른 승차(on-board) 연결 - 에너지 효율 향상 - 오염 배출 감소 - 데이터 공유를 위한 비즈니스 사례 - 데이터 악용을 위한 기술

04

독일

□ 독일정부는 철도망 및 대중교통 현대화에 1,000억 유로 이상, 철도 인프라 구축에 860억 유로를 투자 계획

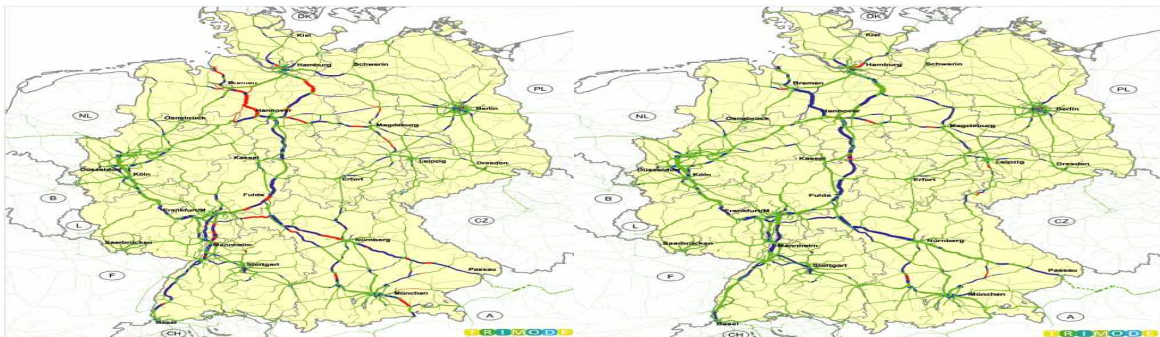
- 철도 다리 및 열차의 상태가 노후화되어 대체가 필요하여 '29년까지 2,000개의 교량 보수 추진
 - '30년까지 철도 이용자 수를 '19년 대비 2배로 확대
 - 대중교통의 투자 규모를 '20년 6억 6,510만 유로, '21~'24년 10억 유로, '25년부터 20억 유로로 투자액 지속 증가
- 유럽철도관제시스템(ETCS) 도입을 통해 디지털 관제와 디지털 신호를 바탕으로 선로 용량 20% 증대 전망
 - 혁신적인 기술을 철도에 접목하여 새로운 미래상을 '녹색디지털 철도'로 선언하였으며 이를 통해 선로 용량 증대, 친환경, 신뢰 제고 추진
 - 이산화탄소 배출 50% 저감, 재생에너지 활용 70%를 목표로 설정하였으며, 원격진단시스템 운영으로 철도시설의 신뢰성 제고 기대

□ 독일 정부는 86억 유로 규모의 철도서비스·인프라 개선 프로그램(LuFV III) 추진

- LuFV II 기간 중 투입되었던 비용의 54%가 증가한 철도시설 유지관리비 86억 유로(한화 약 113조 원) 투입 계획
 - 철도 교량 개량사업을 LuFV II에서 했던 168개보다 더 많은 철도시설 개량이 가능할 것으로 기대
 - 디지털 트윈(Digital Twin)을 구축하여 철도시설 및 속성자료의 디지털화를 통해 가상공간에서 유지보수 관련 계획을 검토 후, 현장에 신속히 적용할 수 있는 기술개발 목표

[그림] '30년 전망(투자 없을 경우)

[그림] '30년 전망(투자계획 실현 경우)



※ 출처 : 국토교통부, 제4차 국가철도망 구축계획, 2021.06

□ 독일의 연방교통디지털인프라부(BMVI)에서는 4차산업혁명 기술을 접목하여 2025년까지 모든 철도망을 디지털화하는 미래철도 프로그램 추진¹⁰⁾

○ 약 33,400km의 철도교통망에 열차관제신호시스템(ETCS) 및 디지털 신호 기술을 도입하여 안정성 향상, 비용 절감과 더불어 국가 경제 발전을 목표로 추진

- 디지털 신호기술은 수년동안 추적된 약 2,500개의 서로 다른 유형의 신호시스템을 점진적으로 대체하고 일원화하는 추세로, 디지털 신호기술과 열차관제신호시스템(ETCS)의 도입으로 병목현상 감소 및 철도 운송능력의 향상 도모

* 기존 대비 최대 20% 높은 용량 확보 가능

- 스마트 그리드 등의 기술 접목과 운행 지연의 최소화로 탄소배출량 감소 및 에너지 효율성 향상 기대
- 또한 유지보수 비용 및 운영 인력 수 감축으로 비용 절감과 유럽 철도시스템의 상호 운용성을 보장하여 원활한 국제철도 운송 촉진

10) Digital Rail for Germany, 2018

05

프랑스

□ 프랑스의 철도기술정책은 5년 단위 육상교통 기술혁신정책 'PREDIT' 프로그램을 중심으로 지속 가능한 운송, 안전향상, 환경보존을 목표로 기술개발 추진

〈표〉 PREDIT 3~4단계 프로그램 세부내용

단계	내용
PREDIT3	- (화물수송기술) 철도생산성 제고, 혁신적 교통기술 및 시스템의 실용화, 전동기·제동장치 기반기술, 철도차량, 차량-인프라 시스템 간의 정보화 기술 - (이동성 서비스) 단거리 운송, 인터모달 서비스, 도시 교통 및 도시간 교통의 정보화 기술 서비스, 멀티모달 정보화 - (에너지 및 환경) 깨끗하고 에너지 효율이 높은 철도차량 개발, 소음저감 및 전력 효율화 - (물류 및 화물운송) 경제와 물류시스템 관계 - (안전) 철도관제 및 제어시스템, 규제시스템, 노선 최적화 시스템 개발 - (이동성 및 지속가능한 발전) 이동성 결정요인, 교통 경제학
PREDIT4	- (에너지와 환경) 추진기술, 온실효과와 평가방법 - (수송 품질 및 안전) 철도안전, 교통관리, 편의성 및 접근성 연구 - (도시내 이동성) 새로운 교통시스템 및 서비스 연구 - (물류 및 화물운송) 서비스 품질, 화물추적기술, 인프라 최적화 등 - (교통분야 산업의 경쟁력) 운송 산업의 효율성 제고를 위한 연구고안 도구 및 프로세스, ICT 통합 등 연구 - (교통정책) 규제 목적, 방법 및 도구(자금조달 및 관세) 연구

○ 프랑스 국유철도는 UN의 지속가능한 개발목표(SDG)를 기반으로 철도교통 부문 4개 도전 과제 및 세부 추진전략 수립

- 승객 및 화물을 위한 지속가능한 이동성, 환경오염 저감, 지역사회 성장에 기여하는 커뮤니티, 인간 중심형 발전
- 수요가 낮은 노선은 폐선을 검토하고, 수요가 많은 노선은 집중 개량하는 등 철도운영 효율성 제고 정책 추진

○ 길이 2,600km의 고속선을 포함한 3만 km 노선건설, 철도 관제탑 8개소, 물류화물 운송을 위한 5개의 철도노선 등을 지역별로 추진

- 오베르 뉴 및 론 알프 지역의 프로젝트는 약 7억 5천 유로를 투자하고, 그 중 4억 유로 이상이 기존 철도망 재생에 사용될 예정
- 동부지역은 철도교통 인프라 현대화에 5억 5,500만 유로 투자
- 노르망디와 일드프랑스 지역은 접근성 향상 및 기존 철도망과 연결 추진, 세느강 주변 지역은 다양한 철도 및 도시 프로젝트와 연계

□ 프랑스 국유철도(SNCF)는 UN에서 채택된 지속가능한 개발 목표(SDG)를 기반으로 철도교통 부문 4개의 도전과제 달성을 위한 세부 전략 수립¹¹⁾

- (승객·화물을 위한 지속가능한 이동성) 승객과 화물의 안전성 제고, 고객 만족도 향상, DOOR-TO-DOOR의 이동성 증진, 친환경 이동을 위한 솔루션 개발 추진
 - 철도교통 관련 기업이 열차를 안전하게 운행할 수 있도록 인프라를 최적화하고 인프라 이용에 대한 표준화된 가이드라인을 제공하여 안전한 환경 유지
 - 출발지 또는 목적지와 철도교통의 접근성 향상을 위해 P2P 렌터카 서비스인 OuiCar, 승객과 차량 운전자를 연결하는 탑승 공유 플랫폼 iDVROOM 등 추진
- (환경오염 저감) 기후 변화 대응, 친환경 에너지로의 전환, 순환경제를 위한 전략
 - '16년 채택하여 추진 중인 'Our energy: creating value for SNCF Group'을 통해 철도교통 관련 차량, 인프라, 건축물 등을 친환경적으로 전환
 - 특히, 열차 운전자에게 에너지 소비를 최적화하면서 정시에 도달할 수 있는 속도를 알려주는 Opti-conduite 시스템의 보급 확산에 주력
 - 신규 역사는 Grand Paris Express 계획에 따라 재생에너지 등의 친환경 기술을 적극적으로 반영 및 승객의 편의성을 고려하여 건설
- (지역사회 성장에 기여하는 커뮤니티) 철도교통 부문의 다양한 자원을 활용하여 지역 경제 발전 및 주민과의 공동 성장 추진
 - 프랑스 전체 역사에 대피소를 마련하고 역사 폐쇄에 따른 노숙자 거처 마련 등
 - 철도교통 부문의 인프라를 활용한 지역 간의 상생 전략 추진
- (인간 중심형 발전) 철도교통의 올바른 발전을 위해 디지털 기술을 접목한 미래 인재 양성, 철도운송의 실용성을 교육하는 프로그램 등 추진

11) SNCF, 2017 Corporate social engagement report

06

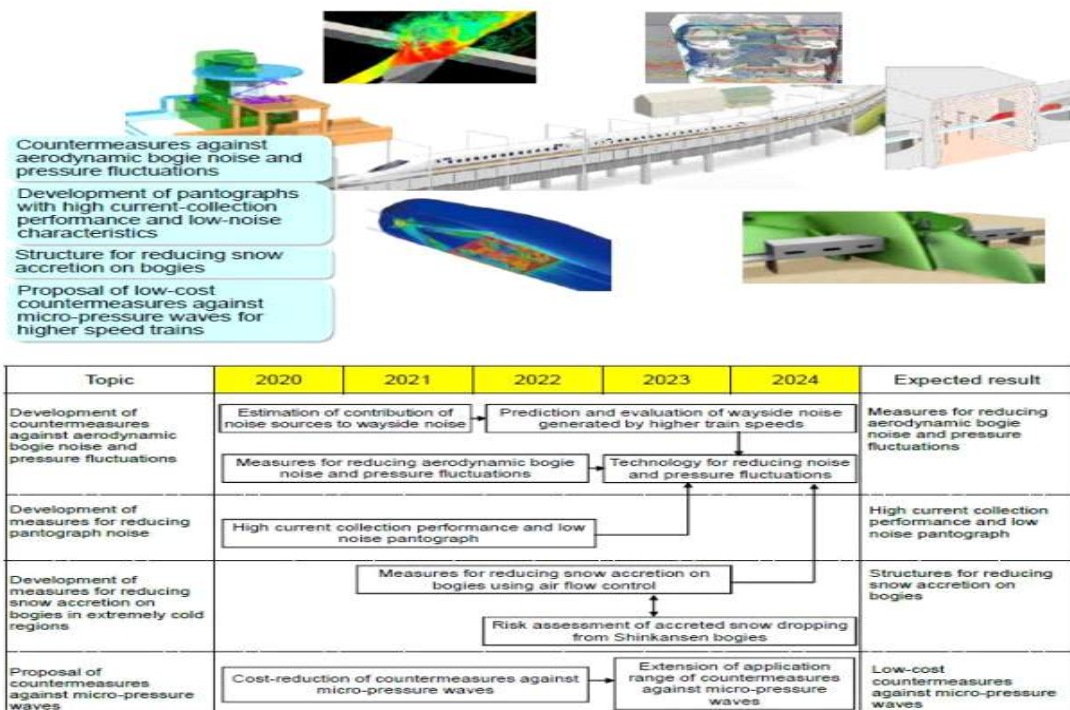
일본

□ 일본철도종합기술연구소(RTRI)는 급변하는 기후환경에 대비하며, 4차 산업 기술을 철도에 접목, 철도시스템 혁신을 위해 '중장기 연구개발 계획('21~'25)' 마련¹²⁾

○ 심각한 자연재해 대비 복원력을 포함한 '안정성 증진', 유지보수를 위한 노동절약 조치인 '비용 절감', 전력공급망 탄소 감축 등 '환경과의 조화, 가동 속도를 포함한 편의성 향상'을 목표로 제시

- (안정성 증진) 자연재해에 대한 철도 복원력을 높이는 데 기여하는 R&D에 중점을 두어 안전하고 신속한 열차 운행관리 및 조기복구를 위한 연구개발 기대
- (비용절감) 디지털 기술을 활용한 업무 효율성 향상과 데이터 분석을 기반으로 선로와 구조물의 상태 변화 예측을 위한 플랫폼 구축계획
- (환경과의 조화) 전력망 공동 제어를 통한 전기철도 시스템의 저 탄소화, 철도 시스템의 효과적인 에너지 절약을 위한 협력 제어기법 개발 및 운전방식 개발 예정
- (편의성 향상) 선로변 환경과 조화를 이루며 신칸센 열차 운행 속도 증가 계획

[그림] 미래철도 중장기 연구개발 계획



※ 출처 : 일본철도종합기술연구소, RTRI의 미래철도 중장기 연구개발 마스터플랜, 2021

12) 일본철도종합기술연구소, RTRI의 미래철도 중장기 연구개발 마스터플랜, 2021

□ 제4차 국토교통성기술기본계획은 지진 재해로부터의 부흥, 재생을 실현하며 그린 이노베이션 및 라이프 이노베이션을 추진

- 과학기술이노베이션 정책의 방향을 제시하고 ‘분야별’로부터 ‘과제 달성형’의 전환을 수행
- 후쿠시마 제1원자력 발전소의 사고를 계기로 정부의 위기관리에 미비가 있었던 점을 반성하며, 과학기술이노베이션 정책에 대해 국민의 이해와 신뢰와 지지를 얻는 대응을 진행
- '87년 민영화 이후, 국비 보조사업에 대해 철도운수기구(JRTT: Japan Railway Construction Transport and Technology Agency)가 위탁 수행
 - 고속철도(신칸센) 건설 외에도 역사 개량 및 방재 사업, 도시철도 편의증진 사업 등 간선·도시철도 개량을 위한 다양한 정책 추진
 - (도시·간선철도 정비) 도시철도, 민간철도의 연장 및 연결선 신설, 철도역 재구조화, 안전성 향상을 위한 노후철도 개량 등 추진
 - 철도노선간 연결선 신설 및 직결운행, 도시철도 연장, 하네다공항 접근성 향상 직결선 신설 등 소규모 네트워크 확장사업 등 추진
- 철도화물 수송의 수송력 강화를 위한 기반을 정비¹³⁾
 - 안전·안심 및 효율적인 수송 추진을 위해 수송 기자재 강화·갱신 등에 사용, 수송능력 확대, 20ft 컨테이너, 31ft 컨테이너, 40ft 컨테이너 등의 대형 컨테이너 취급, 철도화물역 E&S(착발선하역방식)화 등 역설비의 근대화를 추진
 - IT-FRENS(화물열차의 예약 관리와 신청의 최적화를 실시하는 시스템을 활용하여 각 수요에 따른 수송 범위를 조정하는 것 등으로 적재 비율의 향상을 도모

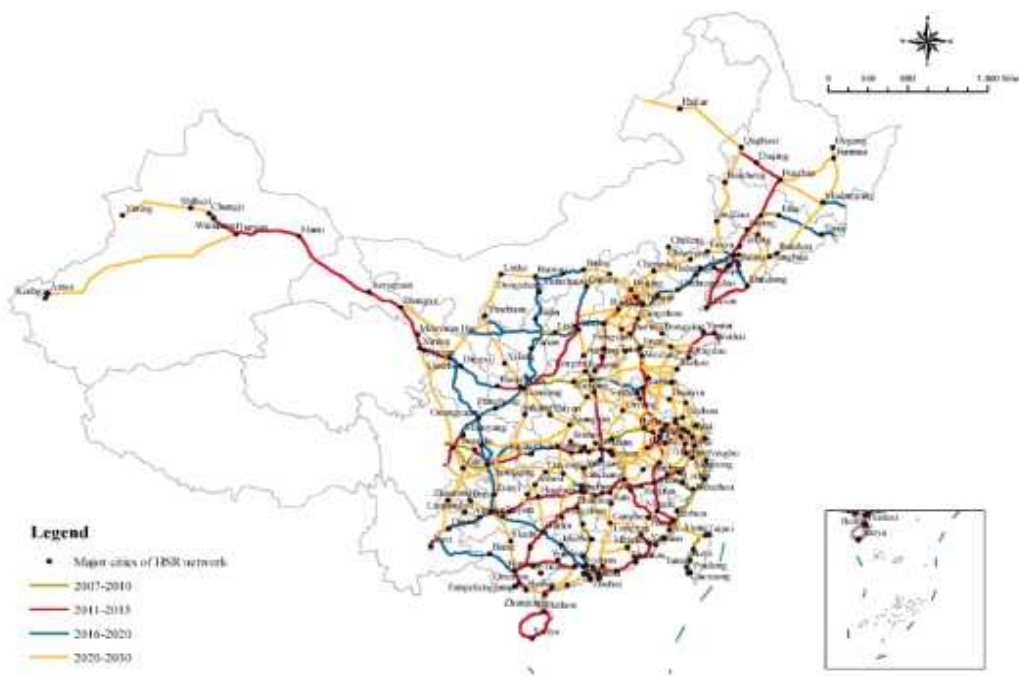
13) 종합 물류 시책 추진 회의, 종합 물류 시책 추진 프로그램, 2020.03

07

중국

- 세계 고속철도의 60%를 차지하고 있는 중국은 유럽방식을 수정하여 자국 규격화를 추진한 CTCS(Chinese Train Control System) 구축 경험을 기반으로 차세대 CTCS 추진¹⁴⁾
 - 도시 간 철도와 도시(교외) 철도 및 기타 철도 교통을 중심으로 하여 각종 ‘단선(断头路)’과 ‘좁은 도로(瓶颈路)’를 개방하고, 도시간 효과적인 교통 연결 및 철도 교통의 네 가지 네트워크 통합을 촉진
 - 중국은 철도운송능력의 부족을 경제발전의 제한요소로 인식하여 국가적 사업으로 고속 철도망을 확충하여, ‘25년까지 고속철도선 총연장이 ‘15년의 2배인 38,000km까지 증가할 것으로 전망

[그림] CTCS 기반 고속철도 구축 현황 및 계획('07년~'30년)



※ 출처 : 한국과학기술기획평가원, 철도신호시스템, 2021.10

- 중국은 고유의 CTCS 기술표준 체계를 확립하고 CTCS 기술표준기반의 국산화 기술을 육성하여 해외 신호기술로부터 중국내 철도신호시장을 보호하는 등 CTCS 기술표준을 기술장벽으로 활용
 - CTCS(Chinese Train Control System) 건설 경험을 기반으로 저밀도 운행 구간의 선로 변장비 간소화, 무인화 및 비용 절감 등을 목표로 제시하고, 지상시스템의 중계 없이 열차 간 직접 통신 방식의 ‘열차-열차 무선통신(CR-T2T)’ 기술개발을 추진

14) 한국과학기술기획평가원, 철도신호시스템, 2021.10

□ '21.3월, 중국 국가철로국은 고속철도(7만km) 및 일반철도(13만km) 총 20만km 확충 목표가 담긴 '국가교통계획('21~'35)' 발표

- '21년 신설 철도망 구축 목표를 3,700km 감소로 중국 국유철도그룹(CR)은 '20년 7,819억 위안을 투자하여 고속철도 2,521km를 포함한 4,933km의 신설 철도망 구축
- 중국 전역의 주요도시를 연결하고 인구 유동성을 향상시키기 위해 '8종 8형'의 간선 고속철도망을 추진하였으며, 8종 계획에는 베이징에서 상하이, 홍콩에서 대만을 잇는 노선을 포함
- 주요 간선망은 주요 간선망은 250km/h 이상으로 건설, 동남부 연안 인구 밀도가 높고 경제가 발달한 대도시 지역은 350km/h 이상 속도 목표

〈표〉 철도부문 5대 정책목표

순번	정책목표
1	미래 통신기술에 기반한 철도관련 제조업의 혁신
2	타 교통수단과의 연계 강화를 통한 교통허브화 및 환승장애 혁신
3	고속인프라를 활용한 철도물류 경쟁력 강화 및 냉장물류 서비스 강화
4	안전하고 친환경적이며, 탄소배출 없는 철도 구현
5	인접국가와의 연결을 통한 중국철도의 국제화 추진

※ 출처 : 국토교통부, 제4차 국가철도망 구축계획, 2021.06

08

한국

□ 국토부는 향후 10년간 ‘국민생활과 나란히, 누구나 누리는 철도’를 비전으로 ‘제4차 국가철도망 구축계획’ 마련

- ‘국민이 원하는 경쟁력 있는 철도, 국가 균형발전을 선도하는 철도, 그린 모빌리티의 중심이 되는 철도’를 목표로 제시
 - 국가철도망 운영의 효율성 향상과 지역 거점 간 이동속도 향상 계획 등을 위해 7대 추진 방향 수립

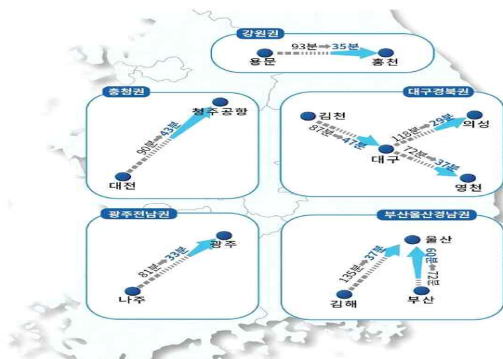
〈표〉 7대 추진 방향

추진 방향	내용
철도운영 효율성 제고	용량부족 해소 및 기존노선 급행화
주요 거점간 고속연결	비수도권 광역철도 확대
수도권 교통혼잡 해소	광역급행철도망 구축, 신규 광역철도망 구축, 지방 대도시권 등 활성화를 위한 신규 광역철도 건설
산업발전 기반 조성	철도를 통한 산업활동 지원, 철도산업 도약을 위한 기반시설 조성
안전하고 편리한 이용환경 조성	성능중심 철도시설 관리체계 구축을 통한 철도안전 강화, 이용자가 편리한 철도환경 조성, 환경친화적인 철도건설 추진
남북·대륙철도 연계 대비	통일시대에 대비한 남북철도 연결, 남북·대륙철도 연결 및 국제철도 운행 준비

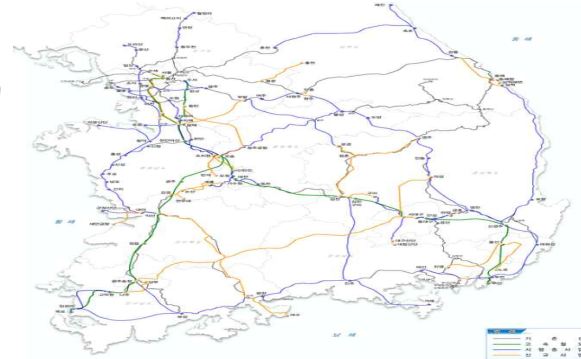
※ 출처 : 국토교통부, ‘제4차 국가철도망 구축 계획안’, 2021

- 고속·일반·광역 철도망이 전국적으로 확대되고 국가균형발전과 지방 대도시권 경쟁력 강화, 지역 거점 간 연결성 강화 등 정책효과와 47만 명의 고용 유발 효과, 255조 원의 경제적 파급효과 기대

[그림] 제4차 국가철도망 구축 비수도권 광역철도 도입효과



[그림] 4차 국가철도망 구축



※ 출처 : 국토교통부, 제4차 국가철도망 구축계획, 2021.06

□ 국토부는 광역철도 등 향후 5년간 광역교통 인프라 확충계획인 ‘제4차 대도시권 광역교통시행계획 (‘21~‘25)’ 마련¹⁵⁾

- 광역교통망 구축과 함께 국민이 체감할 수 있는 광역교통 개선을 위해 광역교통 운영 및 제도개선 과제를 선정·추진
 - (빠르고 편리한 환승체계 구축) 주요 철도역 등에 환승센터 구축, 수평 환승체계 확산 등 이용자 중심의 환승체계 마련
 - (합리적인 광역교통 요금체계 구축) 알뜰교통카드 전국 확대 및 모바일 알뜰카드 이용지역 확대, 통합요금제 지방 대도시권 확대, GTX 개통 등에 대응한 지속 가능한 광역교통요금 체계 마련(‘22~)
 - (친환경 미래교통 구현) 노선버스, BRT 등 대중교통 친환경 차량 전환 추진, 트램 등 신교통수단 적극 도입, 공유형 퍼스널 모빌리티와 광역교통 연계 강화

□ 국토부는 ‘21년 세계 일류 수준의 사고율 달성을 목표로 “21년 철도안전 시행계획” 마련¹⁶⁾

- 대형사고 발생으로 인한 국가품격 저하 및 철도의 신뢰도 하락을 방지하고, 주기적으로 발생하는 대형철도사고의 악순환* 제거 목적
 - * 사고의 악순환 : 사고 → 사후대책 → 환경변화 → 위험요인발생 → 사고발생
- 현장이행력 확보 등 철도안전 정책 및 제도개선, 철도종사자 안전역량 강화 등 5개의 중점 추진 분야와 33개의 수정계획 추진과제를 제시하여 대형철도사고의 Zero화와 인명피해 최소화 목표 수립
- 철도망 전반에 제도개선 및 개선 방안을 마련하기 위해 여러계획들을 제시
 - 광역철도 제도개선 연구는 국토균형발전 차원에서 광역철도 제도개선을 통한 지방 광역철도 활성화 방안을 마련할 계획
 - 코로나19 시대를 맞아 도시철도 이용자가 더 안전하고 편리하게 이용할 수 있는 도시철도 역사 공간 개선방안을 제시할 계획
 - 철도망 전반에 대한 수요 및 운영·시설현황을 분석하고, 중장기 철도 운행기준 및 개선 방안을 마련하는 것을 주요 내용으로 중장기 철도운영전략 세부 추진방안 연구
 - 열차종류별 운행범위, 정차역수, 표정속도 기준 등 중장기 운행기준을 마련하고, 선로 혼잡도, 차량 혼잡도, 역사 혼잡도 등 철도분야 세부 서비스 수준(LOS) 평가기준도 마련할 계획

15) 국토교통부, 2021년 철도안전 시행계획, 2021

16) 국토교통부, 광역철도 등 향후 5년간 광역교통 인프라 확충계획 마련, 2021.07

〈표〉 중점 추진과제 : 5개분야 33개과제

중점 추진분야	수정계획 추진과제
① 현장이행력 확보 등 철도 안전 정책 및 제도 개선	1.1 철도안전 투자 확대 및 효율화
	1.2 증거기반 철도안전 의사결정체계 구축
	1.3 지방자치단체 안전관리 책임성 강화
	1.4 철도안전관리 체계 감독 강화
	1.5 철도사고·장애에 대한 철도운영자 등 책임 강화
	1.6 철도 운영조직간 안전관리 사각지대 해소
	1.7 철도안전 위해행위 예방체계 및 처벌 강화
② 철도 종사자 안전역량 강화	2.1 철도운영기관의 안전관리 전문조직 역량 강화
	2.2 철도종사자 자격제도 고도화 및 지속적 개선
	2.3 철도종사자 안전확보 방안
	2.4 철도종사자 교육훈련 내실화
	2.5 철도종사자 비상대응 능력 향상
③ 철도차량 관리 체계화	3.1 철도차량 점검, 장비 체계화
	3.2 노후 철도차량 관리 강화
	3.3 철도차량 內 안전설비 개선
	3.4 화물차량, 특수차량 안전성 강화
④ 철도시설 및 안전설비의 확충·개량	4.1 철도건널목 사고예방 대책 지속 수행
	4.2 선로변 불법침입 사고 예방
	4.3 철도역사 內 안전설비 개선
	4.4 철도시설물 유지보수 체계화
	4.5 철도시설물 유지보수 방법·장비 개선
	4.6 지하 및 터널구간 화재안전성 확보
	4.7 안전성이 높은 신호시스템으로 개량
	4.8 철도시설물 안전성 검증 강화
	4.9 안전 중심의 철도교통관제 시스템 운영
	4.10 철도안전 핵심 S/W 안전성·보안성 강화
⑤ 철도 위기대응체계 개선 및 철도안전 연구개발 강화	5.1 철도안전 현안해결을 위한 규제기술 개발
	5.2 철도안전 원천기술 개발 및 검증인프라 구축
	5.3 철도사고 위기대응체계 운영
	5.4 위험물 운송 안전관리 강화
	5.5 철도안전 활동에 대한 국민 참여 확대

※ 출처 : 국토교통부, 광역철도 등 향후 5년간 광역교통 인프라 확충계획 마련, 2021.07

- 이용자 통행 목적별 편익, 사회적 가치를 요금체계 내에 내재화하는 방안을 검토하고, 자원의 효율적 배분 차원에서 요일별·시간대별 요금의 차별화 방안을 검토할 계획
- 선로 이용률 증가로 인해 초래되고 있는 열차 지연 운행 등과 관련하여 보상체계 관련 제도 정비방안을 마련하는 등 이용자 중심의 철도 요금체계 개편방안을 마련

□ **장래 철도망 구축 및 철도차량 도입계획, 중장기 철도운영전략 등을 종합적으로 고려하여 이용자가 실제 체감하는 서비스 수준에 부합하는 운임제도 개편방안을 마련할 계획**

※ '철도사업법'은 철도차량과 노선을 운행속도에 따라 고속/준고속/일반의 세 가지로 분류

- 철도운임은 운행 거리에 따라 운임이 증가하는 거리 비례제를 근간으로 하여 서비스 등급에 따른 임률에 운행 거리를 곱하여 결정하는 체계로 규정
- 철도분야 안전 정책은 철도시스템 요소별 안전관리가 아닌 시스템차원의 체계적인 관리 필요성을 제시하고 선제적 대응, 철도시스템의 생애주기적 안전관리 등의 방향을 수립하여 추진 중
 - 선제적 예방차원목적으로 유럽의 철도안전 관리기법인 철도안전관리체계 (SMS : Safety Management System) 제도를 도입하여 적용하고 있으나, 아직 시작 단계로 필요한 일부 정보 취합하는 수준
 - 철도 안전정보의 경우 교통안전공단에서 위탁관리하고 있으며, 철도사고 예방 및 철도 안전정책의 효율적 추진을 위하여 철도 안전 정보포털을 구축·운영 중
- 스마트기술의 급속한 변화와 성장 등을 고려하여 사업추진 중에도 대내외 환경변화 대응을 위한 철도 안전관리 체계(Plan-Do-Act-Check) 프로세스를 위한 사업단 구성하여 추진
 - 철도 구성 요소별 데이터 기반의 통합 안전관리 기술이란 사업 특성을 고려하여 세부 과제 간 연계, 전체적인 연구내용을 총괄
 - 종합적인 사업추진과 정책 방향에 맞춰 제도개선 등의 효율적인 연계추진이 가능하도록 철도 운영기관 협의체 활용
 - 성과 활용 확산이 효율적으로 이루어질 수 있도록 기획 단계에서 평가단계까지 성과 계획·관리를 수행하고 사업화 및 홍보, 후속지원 등 성과확산 체계 마련

□ ‘제4차 대도시권 광역교통시행계획(’21~’25)’은 ‘경계를 넘어 권역의 상생발전을 이끄는 빠르고 편리한 광역교통’을 비전으로 권역별 여건을 고려한 추진전략을 설정

- 권역별 광역교통시설 및 통행 현황, 장래 여건 진단에 기초한 권역별 추진전략, 광역교통망 구축·운영 계획을 제시

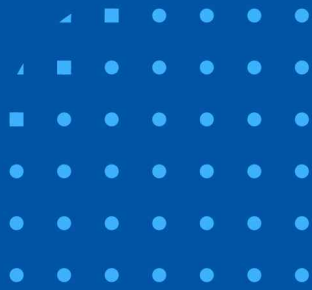
〈표〉 권역별 광역교통시설 추진전략

권역별	추진전략
수도권	- 광역급행철도 및 광역BRT 등 광역교통 인프라를 확충하고, 광역버스 준공영제 확대를 통해 대중교통 공공성을 강화 · 기존 및 신규 수도권 광역급행철도의 적기 추진, 인천2호선 고양연장, 동부BTX 및 서부BTX 등 신규 광역교통시설사업 선정 - 신도시 광역교통 개선대책을 적기에 추진하고, 광역급행철도와 연계하여 · 환승센터를 적기에 구축하는 한편, 합리적 광역교통 요금체계도 확립할 계획
부산·울산권	- 일반철도의 광역철도 활용 및 신규 광역철도 추진 등 대중교통 중심의 광역교통 네트워크를 확충 - 광역도로, 광역BRT 확충 등으로 권역내 연계를 강화하고, 광역환승 할인 확대 및 통합요금제 시행 추진
대구권	- 광역철도 확충 및 대중교통 환승연계체계 강화, 광역도로 신설·확장 등을 통한 소통애로 구간 개선을 추진 - 대구·경북 광역교통 거버넌스 구축 및 광역교통 모니터링 전담기관 도입도 검토할 계획
광주권	- 신규 광역철도 추진, 광역버스체계 및 통합요금제 도입 등을 통해 대중교통 중심의 광역교통 네트워크를 확충 - 광역교통 이용자의 환승 편의 증진을 위해 기존 도시철도역사 중심의 환승 및 연계교통망 구축 등 지역 간 이동성도 강화할 계획
대전권	- 광역철도, 광역도로, 광역BRT, 광역환승센터 등 전반적인 인프라 확충을 통해 원활한 광역교통체계를 구축할 계획 · 대전~세종 광역철도, 대전 대덕특구~세종 금남면 광역도로, 세종~공주 및 세종~청주 광역BRT 등 신규사업 추진 및 기존 충청권 광역철도 사업의 안정적 추진

※ 출처 : 국토교통부, 광역철도 등 향후 5년간 광역교통 인프라 확충계획 마련, 2021.07

□ 국내 철도차량부품산업의 시장경쟁력 제고 및 이를 통한 자생 가능한 철도차량부품 산업생태계 조성을 위해 연구개발 추진

- 수요가 많으나 외산 의존도가 높은 주요 부품의 국산화 및 시장선도형 고성능 부품 개발 추진
- 수요가 많으나 수입의존도가 높은 주요 10개 부품에 대한 국산화 개발 및 성능검증을 통해 신차 및 유지보수 시장진입, 안정적 부품 공급망 구축에 기여
 - 미래 시장선도가 가능하고 잠재 시장규모가 큰 선도형 부품에 대한 개발 및 부품단위 성능검증을 지원함으로써 국내 부품산업 시장 경쟁력 제고 및 세계시장 진출기반 마련

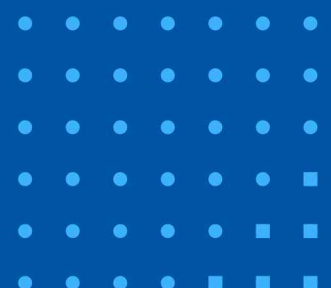


Korea Agency for Infrastructure
Technology Advancement

제3장

시장동향

01. 철도차량	43
02. 철도교통 인프라	47
03. 철도교통 관리	52



제3장 시장동향

01

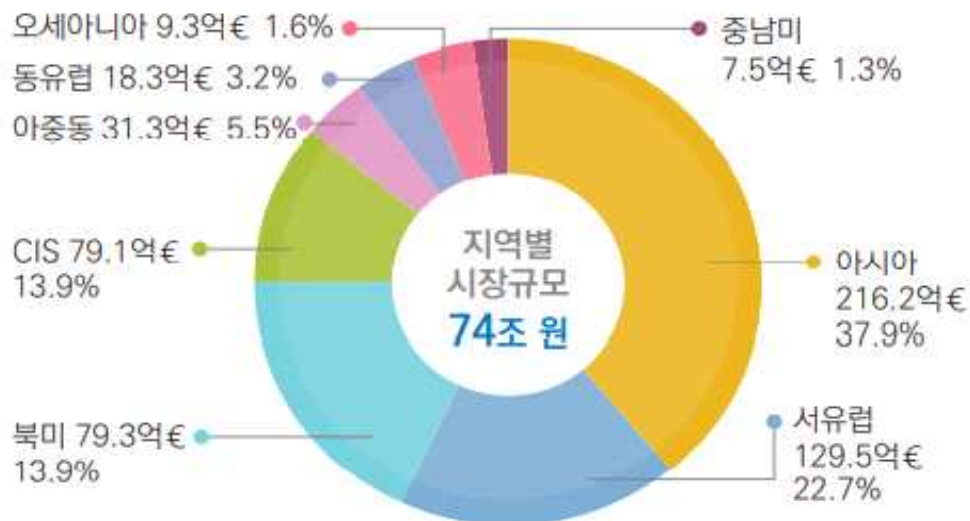
철도차량

1-1. 세계시장

□ 세계 철도시장 규모는 1,909억 유로이며, 그중 세계 철도차량 시장 규모는 571억 유로¹⁷⁾

- 철도 차종별 시장 규모는 화차가 136.2억 유로로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 메트로가 100유로, 고속전철이 97.8억 유로 순
- 지역별 시장 규모는 중국이 이끄는 아시아 시장이 216.2억 유로로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 서유럽 129.5억 유로, 북미 79.1억 유로 순

[그림] 지역별 시장규모



※ 출처 : 한국철도차량산업협회, 철도차량 제17호, 2021.01

□ 코로나19로 철도산업은 위기를 맞았지만, 백신과 치료제 개발 등에 따라 철도산업 전반에 걸쳐 장밋빛 전망

- 유럽철도산업연맹(UNIFE)에서 발간한 'World Rail Market Study 2020'에 따르면 철도 차량 시장은 '23년부터 '25년까지 연 2.6%의 성장을 보일 것으로 전망
 - 독일의 현격한 발주 증가와 중국의 안정적이고 높은 발주량에 기인하며, 미국, 인도, 멕시코를 비롯한 비전통적인 초고속 열차 시장에서 초고속 철도차량에 대한 투자 예상

17) 한국철도차량산업협회, 철도차량 제17호, 2021.01

□ 하이퍼루프 관련하여 기술개발이 빠르게 진행되고 있어 가시적인 시스템으로 구현될 경우 빠른 속도로 시장 성장 예상¹⁸⁾

○ Markets and Markets의 하이퍼루프의 수송 타입별 (승객/화물) 예상 시장규모 전망은 화물의 경우 '26년까지 약 24%, 승객의 경우 41% 증가 전망

- '21년, 두바이, 슬로바키아, 체코의 하이퍼루프 시스템이 성공적으로 안착될 경우 전체 하이퍼루프 기술시장은 '22년부터 '26년 사이에 연평균 17.2% 성장 예상

- 하이퍼루프 수익 창출은 '22년에 1,350백만 달러(약 1조 5천억 원)가 예상되며 '26년까지 6,337백만 달러(약 7조 3천억 원)로 성장 전망

* '22년의 약 5배로 성장 예상

〈표〉 하이퍼루프 시장

(단위 : 백만 달러)

수송타입	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	연평균성장률('22~'26)
화물	-	545.4	667.5	817.0	1023.6	23.35%
승객	1,350.0	2,250.0	3,358.5	4,141.1	5,314.1	40.86%
합계	1,350.0	2,795.4	4,026	4,958.1	6,337.7	47.20%

※ 출처 : 국토교통부 국토교통과학기술진흥원, 국토교통 2050 미래기술 도출을 위한 조사분석 연구 최종보고서, 2020.06

□ '35년까지 중국은 현대화 철도망 구축 및 인구 50만 명 이상의 도시까지 7만km가량의 고속 철도망을 개통할 계획¹⁹⁾

○ 철도는 국가전략 및 핵심인프라로 경제의 대동맥 및 종합 교통 운수 체계의 핵심이며 경제 사회발전에서 중요한 역할이라고 강조

- '35년까지 건설될 현대 철도망은 내외부 네트워크, 성(省), 시(市) 및 현(縣)을 연결하고, 전국 20만 km 철도망 중 고속철도망을 7만 km 개통할 예정

○ 철도계획에서는 또한 운송 서비스 공급의 품질, 철도운송 안전 등이 목표이며, '35년까지 철도에 관한 산업 체인의 기술, 핵심기술 장비의 자체적인 제어 능력 및 고효율의 서비스 체계 등을 향상시키고 제품 공급 체계 또한 더욱 보완할 예정

○ 스마트 철도 시스템 시장은 철도 인프라 운영 최적화, 자동화 수요 증가에 따라 ICT 기반의 다양한 신규시장 형성

- 선진국의 경우 기존철도 인프라 활용을 극대화하기 위하여 비용효율 분석시스템을 적용하여 대규모 신시장 창출 전망

18) 국토교통과학기술진흥원, 국토교통 2050 미래기술 도출을 위한 조사분석 연구 최종보고서, 2020.06

19) 한국무역협회, 한국무역협회 해외지부가 제공하는 시장정보, 2020.08.14

1-2. 국내시장

□ 우리나라의 철도차량부품 시장 점유율은 0.9조 원으로 세계 철도차량부품 시장의 1.3%에 불과²⁰⁾

- 캐나다, 중국 등 부품시장 선도국가의 점유율이 10% 이상인 것에 비춰보면 매우 미미한 수준
- 철도차량의 대부분의 부품을 수입품에 의존하고 있는 실정이며, 국내 철도차량 부품업체의 대다수가 영세한 중소기업으로서 철도 선진국과의 상당한 기술격차가 존재
- 최근 코로나 사태 장기화로 중소기업 등 국내 산업계의 경기 침체가 우려되고 있으며, 중소기업 중심의 철도차량 부품 관련 기술 및 산업 혁신이 중요한 상황
 - 미래선도형 부품개발에 따라 부품 수출 등 해외 철도부품시장에서의 점유율을 확대
 - 매출 극대화 및 국제적인 기술경쟁력을 갖춘 국가대표 기업으로 성장할 수 있는 발판이 마련될 것으로 기대
 - 국내 수요처에 대한 안정적인 납품으로 매출이 신장되어 산업경쟁력이 강화될 것으로 기대

〈표〉 철도차량산업 수출입 현황

(단위 : 천 달러)

구분	'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년
수출	401,833	699,339	458,001	197,922	186,204	355,042	589,129
수입	162,173	119,262	85,232	77,282	142,740	180,240	203,926
무역수지	239,660	580,076	372,769	120,640	43,464	174,820	385,203

※ 출처 : 한국철도차량산업협회, 철도차량, 2021.01

□ 초연결 사회와 4차 산업혁명에 부합하는 항공기 이상의 속도를 가지고 접근이 쉬우면서 수요 대응이 가능한 신개념 교통수단에 대한 요구 증대

- 수도권 집중 심화 및 비도시권 쇠퇴로 인해 지역간 격차가 벌어지고 이로 인한 사회적 비용 손실 지속적 발생
 - 수도권 집중으로 인한 환경문제, 인프라 부족 및 혼잡비용 증가 등 사회적 비용 손실이 증가하고, 지역 경제침체 및 계층 간 갈등 등 유·무형의 손실과 부작용 증가
- 최근 내수 불황과 경제성장 동력 부재로 인한 경기 침체의 장기화 우려 심화
 - 기존 선진국의 기술을 빠르게 따라잡아 우위를 점하는 기술 모방 전략은 지속 성장의 한계가 존재하며, 선진국과 차별화되고 세계를 선도하는 철도 신기술 필요
 - '04년 개통 이래 국토의 균형 발전에 큰 역할을 담당해온 고속철도의 여객 이용율은 '19년 기준으로 KTX 101%, SRT 126%로 이미 포화상태이며, 이를 보완하기 위한 노선 신설의 필요성 제기
 - 1,000km/h 이상의 아음속 이동을 통해 전국 30분 생활권 혁신을 달성하면 국토균형 발전과 함께 고속화·정보화를 통한 경제성 제고 가능

20) 국토교통부, 철도차량부품 연구개발(R&D) 사업을 본격 추진하여 해외 철도시장에서의 국제적 경쟁력을 강화하겠습니다. 2020.04

□ 국내 운영기관 철도차량 구매는 증가하고 있으나, 유지보수품 구매는 감소하는 추세이며, 철도차량 및 부품생산은 점차 증가추세를 보이다가 '20년 최고치 기록

- 국내 운영기관 철도 발주물량은 '20년 13,794억 원으로 전년도에 비해 3.5% 증가하였으며, 철도 유지보수품은 '19년에 비해 '20년 3,094억 원으로 13% 감소
- 국내 철도차량 생산은 '20년 952억 원을 기록하며 전년 대비 2.4배, 부품생산은 '20년 3,863억 원을 기록하며 전년 대비 1.05배 증가

□ 우리나라 철도 차량산업 수출·입 실적은 감소추세에서 최근 상승추세로 전환되었으며, 철도차량 부품의 수입은 '18년 증가세로 전환하였으나 수출 실적은 '20년 다시 감소 상황 ²¹⁾

- '20년 국내 철도차량 수입은 46,755천 달러로 전년 대비 53% 증가로 '17년 이후 지속적인 증가 추세
 - 철도차량 수출 실적은 '18년부터 다시 증가 추세를 보이며 '20년 509,427천 달러로 전년 실적 대비 115% 수준 상회
- 철도차량부품의 수입 실적은 '17년 이후 증가세로 전환하여 '20년 157,171천 달러로 최고 수준에 도달
 - 철도차량부품의 수출 실적은 '19년에 전년 대비 23% 증가세로 전환하였으나, '20년 79,702천 달러 수준으로 전년 대비 -32.6%로 다시 감소세

〈표〉 철도차량 및 철도차량 부품 수출입 현황

(단위 : 천 달러, %)

품목	구분	'17년	'18년	'19년	'20년
철도차량	수출	64,330 (-71.1)	90,155 (40.1)	236,993 (162.9)	509,427 (115.0)
	수입	5,394 (-36.5)	29,525 (447.4)	30,496 (3.3)	46,755 (53.3)
	수지	58,936	60,630	206,496	462,672
철도차량부품	수출	133,594 (-24.5)	96,049 (-28.1)	118,187 (23.0)	79,702 (-32.6)
	수입	71,888 (-6.3)	113,215 (57.5)	149,855 (32.3)	157,171 (4.9)
	수지	61,702	-17,166	-31,668	-77,469

※ 출처 : 한국철도차량산업협회, 철도차량 및 부품 수출입 통계, 2020

- 우리나라 철도차량부품 시장 점유율은 0.9조 원으로 세계 철도차량부품 시장의 1.3%에 불과하며, 국내 철도차량 부품업체의 대다수가 영세한 중소기업으로 철도 선진국과 기술 격차 존재

21) 한국철도차량산업협회, 철도차량 및 부품 수출입 통계, 2020

02

철도교통 인프라

2-1. 세계시장

□ 세계 철도신호시스템 시장은 '18년 24.1조 원에서 '23년 27.6조 원으로 증가할 것으로 전망

- 신규 및 업그레이드 시장이 45%를 차지하며, 연간 3.0% 증가할 것으로 예상
- 유지보수 시장은 이보다 높은 55% 비중을 보이며, 2.5%의 연평균증가율을 보일 것으로 전망

〈표〉 철도신호시스템 시장

(단위 : 억 원)

구분	'18년	'19년	'20년	'21년	'22년	'23년
World Market for Control Command and Signaling	241,390	247,968	254,725	261,666	268,796	276,121
Maintenance and renewal(A)	276,121	136,084	139,486	142,973	146,547	150,211
New development and upgrade(B)	108,625	111,884	115,241	118,698	122,259	125,927

※ 출처 : 한국과학기술기획평가원, 철도신호시스템, 2021.10

□ 미국의 도로 인프라는 철도 서비스 12위로 인프라 시설은 전반적으로 낙후되어 있다고 평가받고 있으며, 프랑스는 열차제어 시스템 기술 개발 중²²⁾

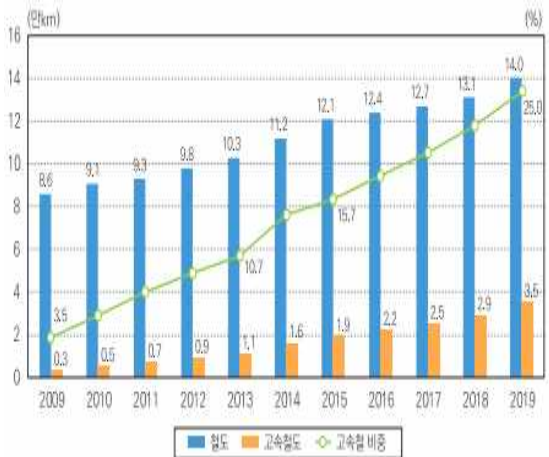
- 미국 도로 인프라 투자계획은 크게 운송 인프라 부문에 가장 많은 자금이 투입될 예정
 - 철도여객공사의 지연된 유지보수 공사, 교통량이 많은 북동부 지역의 철도 현대화, 기존철도 개선 및 새로운 도시철도 연결, 철도안전 및 효율성 증진을 위한 보조금 및 대출 프로그램 강화를 위해 800억 달러 투자
- (프랑스 Alstom) 기존의 CBTC와 같은 지상 중심 무선통신 기반 열차 제어 시스템의 한계를 극복하기 위해 차세대 Train-centric CBTC (열차중심 무선통신기반 열차 제어 방식) 솔루션인 Urbalis Fluence를 개발
 - Urbalis Fluence는 T2T(Train-to-Train) 기반으로 열차 스스로 열차 간 간격을 제어하고 자신의 분기 방향을 제어하는 기술이며, 수송력 30% 및 시스템 신뢰도 20% 향상 가능
 - 프랑스 Lille Metropole(LMCU) 신호 시스템 개량사업 (revamping)에 첫 적용을 위해 시험 운영을 진행하였으며, '19년에 체결한 13개 노선의 계약 중 6개 노선에 차세대 Train-centric CBTC를 적용 예정

22) 대외경제정책연구원, 미국 인프라 투자 계획의 주요 내용과 전망, 2021.04

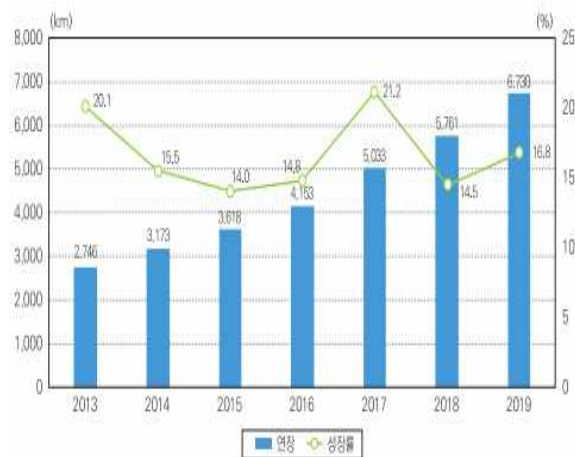
□ '20년 중국은 코로나19 이후 경기 회복과 성장잠재력 확충을 위해 신형 인프라 투자를 추진²³⁾

- 중국에서 운영 중인 철도 길이는 '09년 8만 6,000km에서 '19년 14만km로 증가하고, 고속 철도는 3,000km에서 3만 5,000km로 증가
 - 철도 대비 고속철도의 연장은 '09년 3.5%에서 '19년 25%로 증가하여 고속철도의 건설과 운영이 지난 10년간 급증
- 도시 간 고속철도나 도시철도가 신형 인프라에 포함된 것은 일련의 선진 기술을 흡수하고 융합
 - 철도의 동력 장치에서 에너지 저장, 실시간 전력 공급, 충전 패턴, 휠 레일의 신소재 등을, 열차 운행에서 자동 운행, 제어 시스템 등에 IT 기술을 접목하는 등 기술혁신이 발생
 - 도시 간 고속철도와 도시철도는 징진지(京津冀), 창장삼각주, 주장삼각주, 청위지역(成渝地区, 청두-충칭) 등 대도시군 교통 인프라에 중요 역할
- 도시 간 고속철도와 도시철도에 대한 '17~'19년간 평균 투자 금액은 1,600억 위안, 국영 기업이 75%, 민영기업이 25% 차지

[그림] 중국 철도 및 고속철도 연장



[그림] 중국 도시철도 연장 및 성장률



※ 출처 : KIET 산업연구원, 2020년 중국의 신형 인프라 투자 7대 분야, 2020.05

- '20~'30년 연간 투자금액은 지금의 2배인 3,200억 위안으로 증가하고, 민간기업의 투자 비중도 50%로 2배 증가 전망

23) 산업연구원, 2020년 중국의 신형 인프라 투자 7대 분야, 2020.05

2-2. 국내시장

- 역대 최고 규모의 철도 예산이 편성되면서 철도 SOC분야는 총 8조 5,684억 원이 책정돼 '21년 대비 약 4,700억 원 증가했으며, 이 중 약 2,200억 원이 철도 건설 예산으로 철도 건설 및 개량 인프라사업에 탄력이 붙을 것으로 기대²⁴⁾
- 광주-목포 간 호남고속철도 및 남부내륙철도 건설에 3,566억 원, GTX 및 신분당선 등 광역 거점 철도 인프라사업에 1조 9,278억 원 편성
- 평택-오송 2복선화 및 대구산업선 철도 등도 본격 추진

〈표〉 철도별 시설개량사업 주요 예산

(단위 : 억 원)

구분	주요 항목	확정예산
일반철도	LTE-R	1,299
	전기설비 IoT	1,043
	스마트SOC	2,046
	전기설비 개량	1,397
	역 시설개량	1,032
	광역철도 집중개량	970
	승강안전시설	916
	구로역 노후시설개량	5
	KTCS-2 구축사업	25
고속철도	스마트SOC	799
	전기설비 개량	839
	구조물 개량	225
	KTCS-2 구축사업	88

※ 출처 : 철도경제 뉴스, 정부 철도예산 8조 6000억 시대, 개량사업 1조 3천억 달해, 2021.12.08

□ '20년 기준 고속·준고속·일반·도시철도 등 총 연장 5,013.5km 운영 중²⁵⁾

- '16~'20년간 고속철도 61.1km, 일반철도(준고속 포함) 268.2km, 도시철도 91.3km가 증가하는 등 철도 총 연장 420.6km 증가
- 복선화 구간은 561.9km 증가(복선화율 65.2% → 71.0%)하였으며 전철화 구간은 454.8km 증가(전철화율 75.0% → 77.8%)

24) 철도경제 뉴스, 정부 철도예산 8조 6000억 시대, 개량사업 1조 3천억 달해, 2021.12.08

25) 국토교통부, 제4차 철도산업발전 기본계획('21~'25), 2022.04

〈표〉 연도별 철도연장 변화

(단위 : km, %)

구분	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	증감	증감율
합계	4,592.9	4,744.7	4,931.4	4,964.1	5,000.2	5,013.5	420.6	9.1%
고속	596.3	657.4	657.4	657.4	657.4	657.4	61.1	10.2%
준고속	-	-	120.7	120.7	122.6	281.0	281.0	-
일반	3,355.5	3,413.6	3,460.8	3,483.0	3,494.2	3,342.7	△12.8	△0.4%
도시	641.1	673.7	692.5	703.0	726.0	732.4	91.3	14.2%

* 철도거리 기준(단, 도시철도는 영업거리 기준) / 일반은 광역철도 포함

※ 출처 : 국토교통부, 제4차 철도산업발전 기본계획, 2022.04

□ 강릉선('17.12) 등 신규 철도노선 개통으로 철도 수혜지역이 확대되고 열차 운행 여건 개선 등 전반적인 철도서비스 질 제고

〈표〉 '16~'20년 철도 노선 주요 개통 실적

사업명	구간	종류	연장(km)	개통일
수도권고속철도 건설	수서~평택	고속	61.1	'16.12
강릉선 철도건설	원주~강릉	일반	120.7	'17.12
동해선 개통	포항~영덕	일반	44.1	'18.91
호남고속철도 2단계	광주송정~고막원	고속	26.4	'19.06
중앙선 개통	원주~제천/도담~단촌	일반	44.1/87.9	'21.01

※ 출처 : 국토교통부, 제4차 철도산업발전 기본계획, 2022.04

□ 현재 국내 철도신호시스템은 고속철도, 도시철도, 일반철도로 구분되어 적용 중이며, 대부분 국외에서 도입한 신호시스템을 사용

- (고속철도용 신호제어시스템) 경부고속철도 건설 당시 고속차량과 함께 프랑스에서 ATC 방식의 신호시스템을 도입하여 운영
- (도시철도용 신호제어시스템) 철도의 고속화 및 자동화 추세에 따라 최신의 외산시스템(ATC, ATP, CBTC 등)을 도입하여 철도사업자 및 철도노선 마다 상이하게 적용
- (일반철도용 신호제어시스템) 과거('69~) ATS 방식을 전 노선에 적용하여 운영하였고 '04년부터 Distance-to-Go 방식의 유럽표준형 열차제어시스템(ETCS) Level 1 차상 제어 연산방식의 신호를 도입하여 운영
- 일반적으로 국내 철도신호시스템 구축 사업의 추진 형태는 해외 철도 신호 기업과의 기술 협력을 통해 이루어지고 있는 추세
 - 기술협력 시, ATP 등 핵심 장치 공급은 외국 기업이 담당하며, 국내기업은 RFP에 제시된 국산화율을 충족하기 위해 제작, 설치, 시험 등을 담당하는 형태

□ 신규 인프라 기반의 안정된 철도산업 환경은 철도산업 성장을 통한 신규 투자 등 선순환 유도

○ 제4차 국가철도망 구축계획('21~'30)을 통해 철도망 확충에 총 119.8조 원 소요 전망

- 계획기간('21~'30) 동안 총 92.1조 원 소요, 계획기간 후('31~)에도 27.7조 원 투자 계획

※ 계속사업: 61.0조 원, 신규사업: 31.1조 원 투자

○ 국고뿐만 아니라 민간투자 및 지방비 확대 등을 통해 사업 적기 추진

- 국고 72.4조 원, 지방비 10.4조 원, 민자유치 22.7조 원, 공단채권 등 기타 14.4조 원 투자 계획

〈표〉 철도망 확충 투자규모

(단위 : 억 원)

구분	총 사업비	'21~'25	'26~'30	계획기간 내	계획기간 후
국고	723,761	292,543	276,514	569,057	154,705
지방비	103,735	35,328	45,397	80,725	23,010
민자	226,520	57,720	105,978	163,699	62,822
공단채권, 광역교통개선부담금 등	143,671	49,127	57,990	107,117	36,554
소계	1,197,688	434,718	485,879	920,597	277,091

※ 출처 : 국토교통부, 제4차 국가철도망 구축계획, 2021.06

○ 각 부문별로는 고속철도 15.3조 원, 일반철도 47.0조 원, 광역철도 57.4조 원 소요 전망

※ 계획기간('21~'30) 내에는 고속철도 11.7조 원, 일반철도 38조 원, 광역철도 42.3조 원

〈표〉 철도 부문별 투자규모

(단위 : 억 원)

구분		총 사업비	’21~’25	’26~’30	계획기간 내	계획기간 후
고속철도	소계	152,974	70,396	46,793	117,189	35,785
	국고	75,831	34,541	23,396	57,938	17,893
	민자	-	-	-	-	-
	기타	77,145	35,855	23,396	59,252	17,893
일반철도	소계	470,281	199,901	180,360	380,261	90,021
	국고	463,307	195,299	177,986	373,286	90,021
	지방비	5,106	2,733	2,374	5,106	-
	민자	1,912	1,912	-	-	-
광역철도	소계	574,431	164,479	258,667	423,146	151,285
	국고	184,668	62,745	75,131	137,876	46,792
	지방비	98,629	32,595	43,023	75,619	23,010
	민자	224,608	55,809	105,978	161,787	62,822
	기타	66,527	13,272	34,594	47,865	18,662

※ 출처 : 국토교통부, 제4차 국가철도망 구축계획, 2021.06

03

철도교통 관리

3-1. 세계시장

□ '20년 예상되는 글로벌 철도차량 시장규모 중 유지관리 시장은 53%로 신규개발 시장(47%)보다 6% 클 것으로 전망

- 철도차량 유지보수 등 차량 판매 후 서비스(After-Sales Services)에 대한 세계 시장 규모는 '15년 기준 890억 유로 수준으로, '20년까지 연평균 3.2% 성장할 것으로 예측되며, 신차 시장의 규모 초과
- 시장의 예상 연평균 성장률 역시 유지관리 시장이 3.2%, 신규개발 시장이 1.3%로 유지관리 시장이 높은 추세
 - 철도운영기관이 소유하는 차량의 유지보수는 시장규모가 60~70%를 차지하고 있으나, 철도 차량 제작사나 공급자를 통해 유지보수하는 시장비율이 점차 증가 추세
- 유지보수 유형별로 살펴보면 차량 운영 중의 경정비 시장규모가 290억 유로(59%)로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 중정비 및 대수선 시장규모는 각각 160억 유로(32%)와 45억 유로(9%)로 나타나는 추세
 - 국가별 유지관리시장의 규모는 화물수송 비중이 높은 미국의 시장규모가 가장 크게 나타나고 있으며, 러시아, 중국 순
 - 중국은 미국, 러시아와 비교해 시장규모의 약 50%가 여객 및 도시철도 차량에 의해 형성되고 있으며, 고속철도 및 도시철도 차량의 경우 연 15% 이상의 성장률을 예상
 - 일본은 약 95%가 고속철도 및 도시철도 차량으로 시장 형성
- 유지보수 작업 시장은 '16년 2조 9천억 원에서 '21년 4조 6천억 원으로 성장이 예측되며, 소규모 유지보수 장비시장은 '16년 8천억 원에서 '21년 1조 2천억 원으로 성장 예측

□ 스마트 철도시스템은 철도선진국에서 철도인프라, 자동화, 최적화 등이 요구되는 신흥시장으로 대두

- 스마트 철도안전 시장은 '19년 205억 4,000만 달러에서 '24년 390억 4,000만 달러로 성장 전망
- 유럽, 일본 등 주요 선진국은 '안전'을 미래철도의 최우선 가치 중 하나로 설정하여 4차 산업혁명의 첨단기술을 도입
 - (미국) TRB는 'New IDEAS for Rail Safety' Project 통해 운행 중 차축균열감지 등 추진
 - (일본) RTRI가 안전 DB 분석 의사결정 지원 시스템, VR 활용 안전교육 추진
 - (유럽) ERA는 'Capacity4Rail' 프로젝트 통해 실시간 모니터링 기반 유지보수 등 추진

〈표〉 스마트 철도 시장규모 ('17~'24)

(단위 : 백만 달러)

구분	'17년	'18년	'19년-e	'24년-p	연평균성장률('19~'24)
Solutions	10,534	12,212	14,048	25,597	12.7%
Services	4,566	5,468	6,492	13,443	15.7%
합계	15,100	17,680	20,540	39,040	13.7%

※ 출처 : 한국과학기술기획평가원, 데이터 기반 스마트 철도안전관리 기술개발사업, 2021.08

〈표〉 스마트 철도안전산업 주요국가 시장규모 ('17~'24)

(단위 : 백만 달러)

주요국가	'17년	'18년	'19년-e	'24년-p	연평균성장률('19~'24)
Europe	514	588	666	1,121	11.0%
APAC	351	424	508	1,099	16.7%
North America	348	414	488	988	15.1%
MEA	142	164	188	335	12.3%
Latin America	82	97	113	220	14.3%
합계	1,437	1,687	1,963	3,763	13.9%

* e: estimated, p: projected

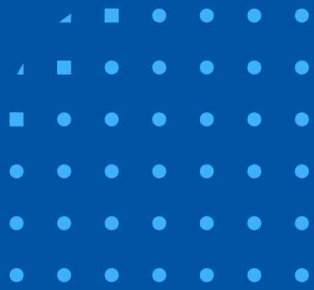
※ 출처 : 한국과학기술기획평가원, 데이터 기반 스마트 철도안전관리 기술개발사업, 2021.08

- 시설 상태 기반 모니터링 부문은 시장 규모가 216만 달러로 가장 크며, '19년에는 백만 달러, '24년에는 시장 규모 3억 4,300만 달러 전망
 - 유럽은 '19년 2억 9,500만 달러, '24년 4억 5,300만 달러로 전망 기간 중 연평균성장률 8.9%로 시장규모가 가장 클 것으로 예상
- 철도차량 유지관리 솔루션의 전체 시장은 '19년 21억 1,600만 달러에서 '24년 34억 8,500만 달러로 성장 전망
 - 유럽은 '19년 7억 4,100만 달러, '24년 10억 7,800만 달러로 전망 기간 중 연평균성장률 7.8%로 시장규모가 가장 클 것으로 예상

3-2. 국내시장

□ 철도 교통안전부문을 살펴보면, 철도보안 재난대응 역량 강화와 철도인프라 확충에 대한 예산이 증가

- '20년 철도안전 관련 정부 예산은 전년도 대비 49.6% 증가한 15,501억 원
- 국내 철도차량 유지보수 시장은 약 9.2억 유로(약 1조 1,000억 원)이며, 전동차 유지보수 시장이 약 46% 차지
 - 국내 전동차 유지보수 시장은 약 4.2억 유로 (약 5,000억 원)이며, 경쟁비는 약 3,500억 원이며 전체 전동차 유지보수 시장의 약 70% 차지
 - 철도차량 총 22,775량 중 7,477량(32.8%)이 20년을 경과 한 노후 차량으로 잦은 고장 등 국민 불편 초래
 - 도시철도 차량 8,320량 중 2,989량(36%), 일반철도 차량 1,183량 중 392량(33.6%), 화물차량 11,101량 중 3,866량(35%) 등 총 22,775량 중 7,477량(32.8%)이 노후 차량
 - 25년 이상 경과 차량도 1,355량(도시 729량, 일반 62량, 화물 1,225량, 특수차 등 84량)로 전체의 9.22%를 차지
 - 운영사의 만성적자 등 경영악화와 차량 교체에 대한 막대한 예산 소요로 인해 교체계획 수립도 어려운 실정
 - 철도공사의 누적 부채는 152,677억 원, 서울교통공사는 29,532억 원, 부산교통공사는 8,885억 원
 - 철도공사의 교체 소요 비용은 10,864억 원, 서울교통공사는 16,680억 원, 부산교통공사는 4,500억 원

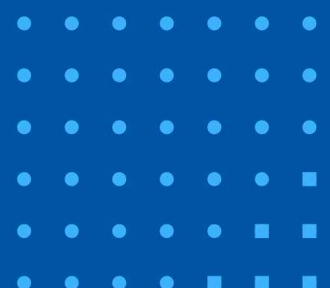


Korea Agency for Infrastructure
Technology Advancement

제4장

기술동향

01. 철도차량	57
02. 철도교통 인프라	69
03. 철도교통 관리	78



제4장 기술동향

01

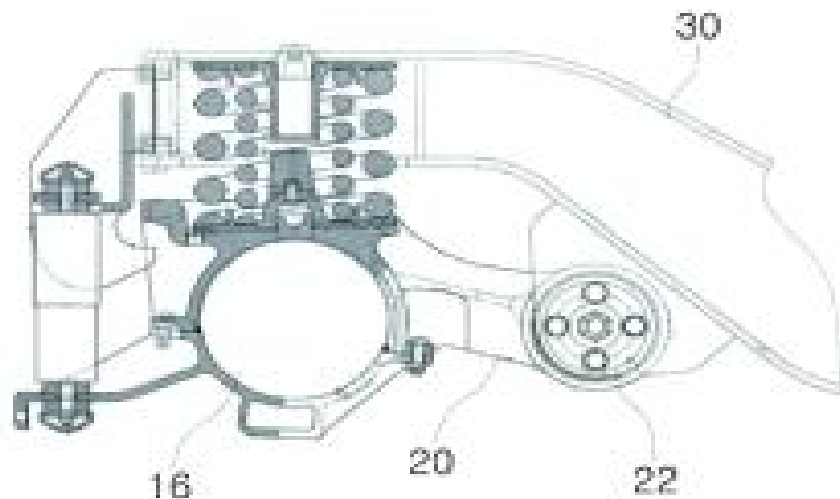
철도차량

1-1. 일반철도차량

□ 철도차량이 급 곡선 천이구간을 주행하는 경우 발생하는 윤중 감소를 저감하여 주행시, 탈선 안전성을 향상시킬 수 있는 철도차량용 대차 구조에 관한 기술²⁶⁾

- 윤축 조립체가 대차프레임에 대하여 롤링 운동 및 요잉 운동이 가능한 기술
 - 철도차량용 대차 구조는 윤축 조립체와 대차프레임, 크로스 빔, 링크 암을 포함하고 하나의 대차프레임에 두 개의 트랜섬과 윤축 조립체가 연결 설치되어 지지될 수 있도록 크로스 빔 설치
 - 크로스 빔은 대차프레임의 트랜섬 전방에 간격을 두고 수평방향으로 설치되고, 피봇에 의해 트랜섬의 중심부에 연결됨으로써 롤링 구동이 가능하며, 피봇이 결합되는 피봇 결합부는 힌 지핀에 의해 크로스 빔의 관통 홀 내부에 결합되어 요잉 구동 가능

[그림] 종래 링크 암 방식 대차 구조

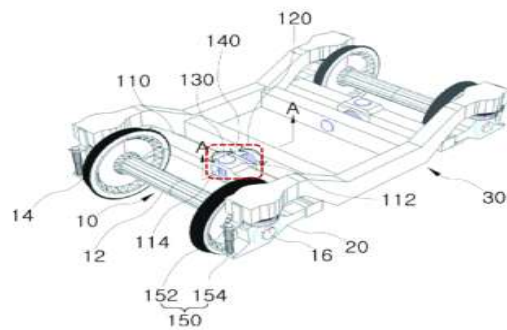


※ 출처 : 한국철도기술연구원, 2020 우수기술모음집, 2020.08

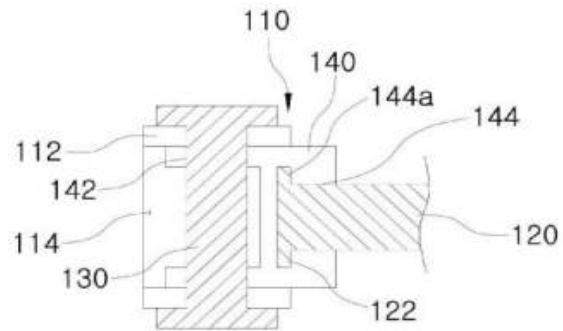
- 윤축 조립체가 대차프레임에 대하여 롤링 운동 및 요잉 운동이 가능하도록 설치되어 철도차량이 천이구간을 주행하는 경우 발생하는 윤중 감소와 차륜 횡압 저감
 - 급 곡선 구간에서의 탈선 안전도를 향상시킬 수 있고, 철도차량의 탈선 사고 예방 가능

26) 한국철도기술연구원, 2020 우수기술모음집, 2020.08

[그림] 윤중 감소 저감을 위한 철도차량용 대차 구조



[그림] 피봇 결합부 단면도



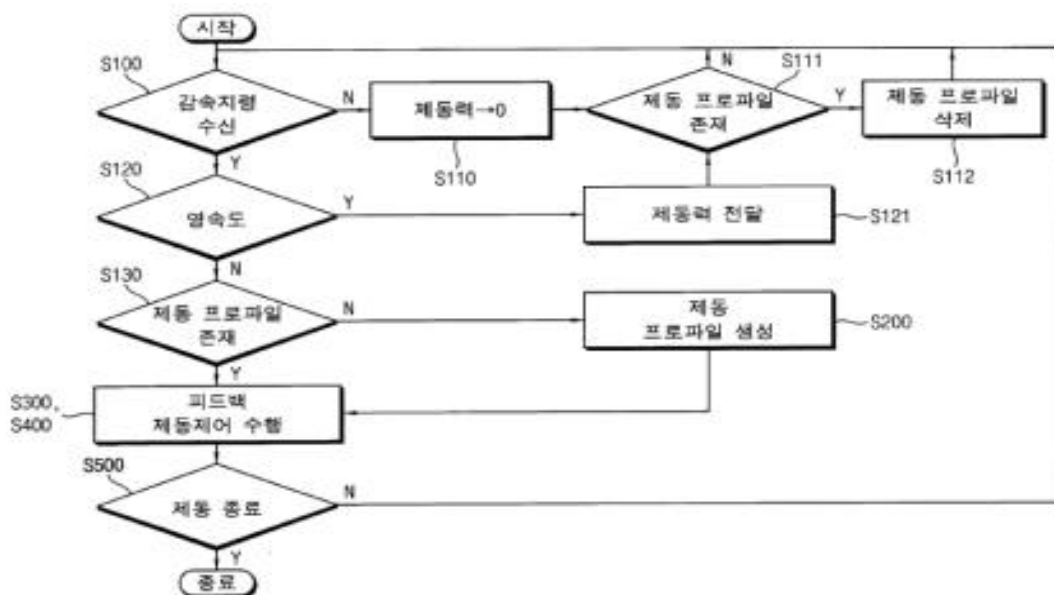
※ 출처 : 한국철도기술연구원, 2020 우수기술모음집, 2020.08

□ 철도차량의 제동 시, 실제 위치와 제동프로파일 상의 프로파일 위치 사이의 차이에 기초한 보정 신호를 생성함으로써 제동거리의 편차를 최소화하는 제동제어 방법

○ 제동거리 편차를 최소화하는 철도차량의 제동제어 방법

- 피드백 제동제어를 통해, 철도차량의 제동성능의 불확실성을 감소하여 정확성 및 안전성을 향상시킬 수 있으며 이를 통해 열차간의 근접주행 구현 가능
- 주행거리계의 주행거리를 피드백 받아 제동 프로파일과 비교하여 오차에 따라 제동력을 보상함으로써 제동력 조절
- 제동력의 무작위성을 보정하여 제동거리의 오차를 감소시킬 수 있고, 정확도가 높은 제동 시스템 구현 가능

[그림] 철도차량의 제동제어 방법 상세도



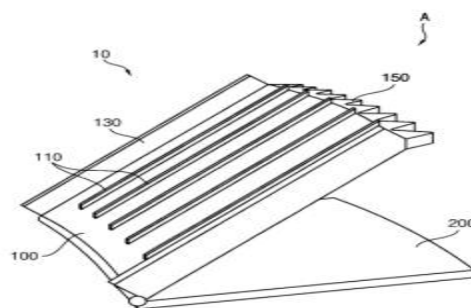
※ 출처 : 한국철도기술연구원, 2020 우수기술모음집, 2020.08

- 열차의 속도를 제어하는 구성은 기준이 되는 감속도가 차륜 회전속도의 미분으로 도출되는데, 이는 순간적인 변동이 발생 되어 상당한 저크(jerk)를 발생시킬 수 있는 문제 존재
 - 철도차량의 주행 시, 수신된 감속지령에 따라 철도차량의 제동 프로파일을 생성하여 철도차량의 제동 시 제동 편차를 최소화하고 제동 성능의 불확실성 감소
 - 운행의 정확성 및 안전성을 향상시키고, 보다높은 정확도의 제동 시스템 구축
 - 간결한 제동장치의 구성이 가능하고, 승차감의 저하를 감소시킬 수 있는 철도차량의 제동, 제어 방법

□ **공력소음 발생을 최소화하며, 철도 차량의 진행 방향에 따라 공력제동장치의 작동방향을 가변할 수 있는 철도 차량용 공력 제동 장치를 제공**

- 작동방향 가변 가능한 철도 차량용 공력 제동 장치
 - 공력제동장치는 고정부, 회전부, 제동부를 포함하며, 철도차량이 운행되는 경우, 제동부는 매립되어 있고, 제동되는 경우, 회전부를 축으로 하여 제동부가 루프의 외측에 경사지도록 회전
 - 제동부의 회전 방향을 조정하는 회전 조정부 포함
 - 제동부의 상면에는 핀부재들, 고정부와 연결되지 않은 단면에는 톱니부, 측면에는 펜스부 형성

[그림] 공력 제동 장치



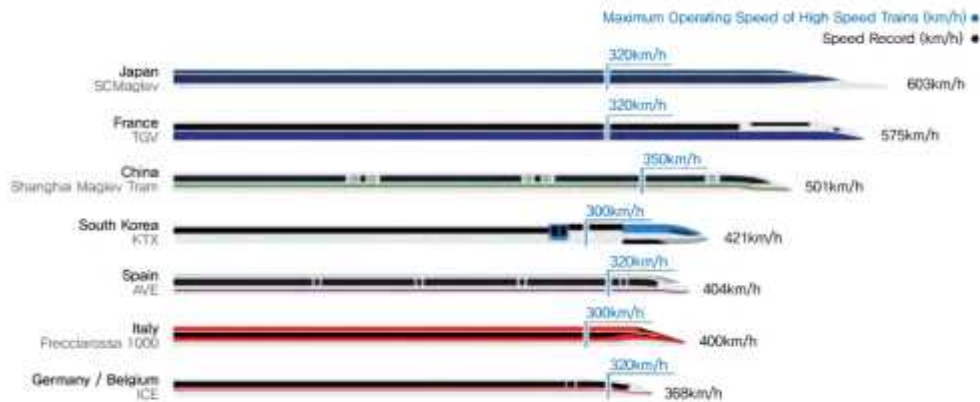
※ 출처 : 한국철도기술연구원, 2020 우수기술모음집, 2020.08

- 공력제동장치는 설치된 철도차량의 진행방향과 무관하게 한 방향으로 전개되며, 역방향으로 운행할 경우, 제동 특성이 변화하고 제동장치 내부로 이물질 유입되는 등의 고장 발생
 - 회전 조정부를 통해 철도 차량의 진행방향에 따라 제동부의 회전 방향이 조정되어 방향에 따른 최적의 공력 제동 효과 발현
- 제동부가 단순히 평판 형태로 만들어지는 경우, 난류 발생으로 인한 공력 소음 증가
 - 제동부에 형성된 핀부재, 톱니부 및 펜스부를 통해 철도 차량 주변의 공기흐름을 변화시켜 공기저항을 줄이고, 공기 유동 박리를 억제시켜 공력소음 발생 감소

1-2. 고속철도차량

- **아진공 튜브 안에서 시속 1,000km/h 이상의 속도로 주행하여 핵심 거점 사이(Point to Point)를 연결하는 초고속 신개념 교통 시스템 HTX(Hyper Tube Xpress) 개발**
 - (정성적 목표) First Mover로서 미래 4차 산업혁명 시대를 선도하며 국토의 효율적 발전을 가능하게 하는 초고속 미래 교통수단 개발
 - (정량적 목표) 항공기 수준 이상의 안정성을 지니며 1,000km/h 이상의 속도로 아진공 튜브 가이드웨이를 주행하는 초고속 신개념 육상교통 기술인 HTX 개발
 - 설계최고속도: 1,200km/h, 운행최고속도: 1,000km/h
- **한국, 일본, 프랑스, 중국 등에서 KTX(시속 300km)보다 빠른 시속 400km 이상 초고속 열차 기술 확보**
 - (미국) '제2차 장기 국가철도계획('10~'35)' 수립을 통해 '20년 고속철도 건설 목표 달성을 위해 3,000억 달러를 투자하고 대도시 간 연결, 도심구간 열차속도 향상, 타 교통수단과 연계 정책 추진
 - (독일) 독일 국유철도(GERMAN Rail : DB)는 지속적으로 고속열차를 개발하고 있으며, '19.12 독일과 스위스 간에 새로운 고속철도 ICE4* 투입
 - * ICE4(InterCityExpress4호): 최고시속 300km, 구형(ICE1, 2) 고속열차보다 좌석 수가 많으며 자전거도 함께 실을 수 있음
 - (프랑스) 장거리 고속철도를 위한 투자를 지속하고 있으며, 국제선, 간선 확대를 '21년까지 2,478km의 고속철도 노선 개통을 목표로 하고 중장기적으로 철도를 활용한 복합운송 활성화 정책 추진
 - (일본) 리니어신칸센은 초전도 전자석에 의한 리니어 모터로 주행하며 공사 중인 도쿄-오사카간 사업비(93조 원) 중앙 신칸센 사업 완공 후 운영 예정
 - '14년 '교통정책기본계획('14~'20)' 수립을 통해 LRT와 BRT의 도입, 공항 및 철도 접근성 향상, 철도 인프라의 안전성 강화를 위한 정책 추진, 국토교통성 중심으로 초고속 열차와 자기부상 철도시스템 개발 추진
 - (국내) 최고속도 시속 430km 운행이 가능한 동력 분산식 해무(HEMU-430X)를 개발하였고 약 10만 km의 시운전 성공
 - 제2차 철도망 구축계획 ('11~'20)에서는 철도노선 3,378km를 '20년까지 4,934km로 연장 계획 제시

[그림] 초고속 열차 기술개발 동향



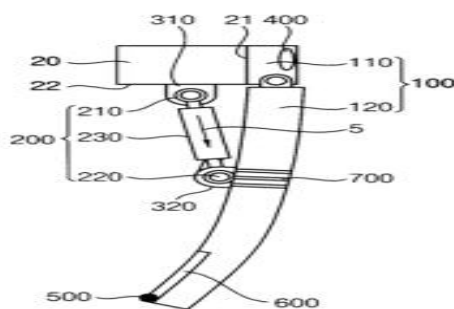
※ 출처 : 국토교통부, 국토교통 2050 미래기술 도출을 위한 조사분석 연구 최종보고서, 2020.06

□ 고속열차의 대차부를 커버하여 부품 손상, 공기저항 및 주행소음을 저감시키며, 자동 개폐가 가능하여 유지 보수 시간에 영향을 주지 않는 고속열차용 자동 개폐형 대차페어링 기술

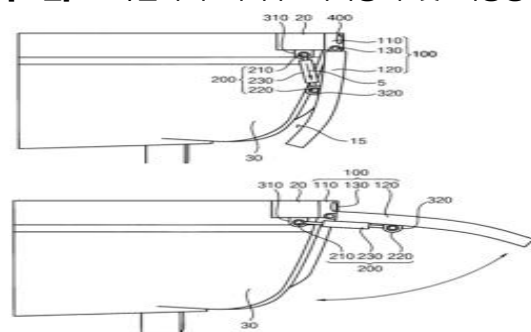
○ 고속열차용 자동 개폐형 대차 페어링

- 대차 페어링은 대차 커버부 및 커버부를 회전시키는 개폐 조정부를 포함하며, 개폐 조절부는 길이를 확장하거나 축소하는 리니어부 포함
- 개폐조절부와 차체는 제1결합부를 통해 회전이 가능하게 결합
- 사용자가 작동부를 통해 리니어부가 길이를 확장, 축소함에 따라 제1결합부가 회전되어 대차부를 개방 및 폐쇄

[그림] 차체에 결합된 대차페어링



[그림] 고속열차의 대차부 커버상태 및 개방상태



※ 출처 : 한국철도기술연구원, 2020 우수기술 모음집, 2020.08

- 고속열차의 대차부를 커버함으로써 대차부의 주요 부품들을 보호하고 자갈의 비산 가능성을 낮추며 운영비를 절감하고 주행소음 및 공기저항을 줄이는 것이 가능
- 리니어부의 길이 확장 및 축소를 통해 고속열차의 대차부를 자동으로 개폐가능
- 리니어부의 길이를 조절하는 작동부가 고장이 난 경우에도 수동으로 커버부를 회전시켜 개방 가능

1-3. 도시철도차량

□ 국내 철도신호시스템 기술은 국가연구개발 사업을 통한 시스템 국산화에 초점을 맞추어 기술 확보 추진

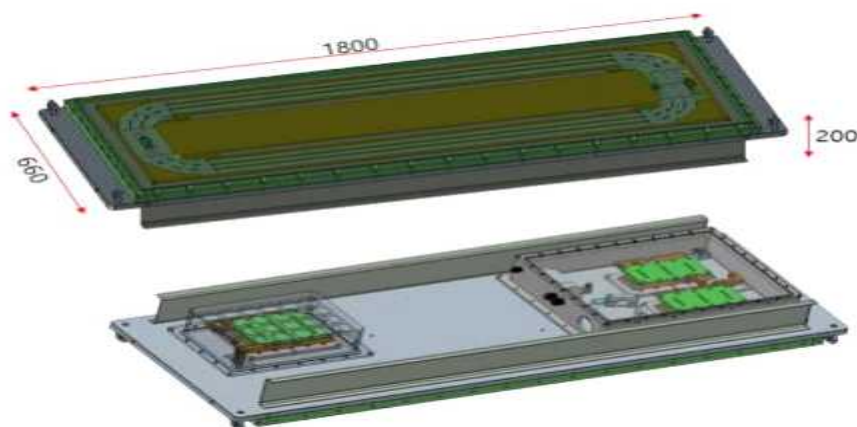
- '10년부터 CBTC(통신기반 열차제어시스템) 기술의 국산화를 위해 정부 주도 연구 개발 사업을 진행하여, KTCS-M을 개발한 후 '20년에 시범사업 추진
 - 열차제어시스템 개발 또는 시스템 도입 타당성 연구와 관련하여 다수의 국가연구개발 사업 진행
 - 열차제어시스템의 경우 개발차량의 성능시험을 목적으로 차상 장치에 국한하여 개발
- 국토부가 차세대 열차 신호시스템 국산화 방향을 무선통신을 이용한 CBTC 방식으로 선정하고 KRTCS(Korean Radio-based Train Control System)를 개발
 - KRTCS는 150km/h 이하인 도시철도에서만 사용이 가능한 기술로 신규 노선인 신림선('22년)과 동북선('26년)에 적용 예정이고, 기존 도시철도는 일산선 시범적용 이후 확대 적용 예정

* '22년까지 일산선 대화~백석 6.6km 구간에 적용하여 시범사업 추진

□ 현재 국내에서 계획 중인 경전철 및 트램 노선에 경전철용 무선급전시스템 기술을 적용할 수 있도록 운영처와 지속적 협의²⁷⁾

- 무선급전 시스템은 현재 1MW 급(급전인버터 1.2MW, 집전장치 1MW)으로 개발되어 경산 경전철 시험선에서 4만 km 주행시험을 완료
 - 현재 트램차량에 취부가능한 225kW급으로 개발 완료
 - 무선 급전 차량의 급전 시스템 이중화를 위해 225kW급 2개를 트램 차량 하부에 취부

[그림] 트램차량용 급전장치 (지상장치)



※ 출처 : 국토교통부 국토교통과학기술진흥원, 경전철용 무선급전시스템 적용기술개발 최종보고서, 2020.09

27) 국토교통과학기술진흥원, 경전철용 무선급전시스템 적용기술개발 최종보고서, 2020.09

1-4. 철도차량 정비/개조/부품

□ 글로벌 경쟁력을 갖춘 국내 철도기술 14건을 선정하고 국제 인증 취득을 지원하며, 국가 연구개발 (R&D) 연계형 기술에 대한 국제 인증 취득 및 성과 극대화 추진²⁸⁾

- 국산 철도기술은 연구개발 투자 등에 힘입어 빠르게 성장 중이나, 국내 철도기업들은 해외 발주처가 요구하는 안전성 인증 등 국제 인증을 취득하는 데 막대한 비용과 시간이 소요
- '16년 2건, '17년 5건에 불과했던 국내 철도기술의 국제인증취득 건수는 '18년 17건, '19년 16건, '20년 11건 등으로 단기간 내 급속도로 증가

〈표〉 철도용품 관련 주요 국제인증 현황 SIL(Safety Integrity Level)

철도용품	내용
SIL(Safety Integrity Level)	- 철도용품의 안전성에 대한 국제표준으로 제품에 대한 · 안전성 평가를 하여 품질, 안전성, 신뢰성을 검증, 2가지 인증 - 범용성 인증인 GA(Generic Application) 인증과 특정 현장용 인증인 SA(Specific Application) 인증으로 분류, 장애발생 빈도에 따라 최고 4등급(SIL4)까지 부여 · 장애발생 빈도가 1억분의 1~10억분의 1인 경우 최고등급 SIL4 부여
TSI(Technical Specifications for Interoperability)	- 유럽회원국 간의 상호 운용성을 보장하기 위한 철도 기술 기준(차량, 신호, 터널 등)
IRIS(International Railway Industry Standard)	- ISO 9001의 품질규격을 기반으로 철도산업에 특화된 품질 인증, 현재 ISO 22163 국제규격으로 전환

※ 출처 : 국토교통부, 국내 철도기술, 국제인증 취득으로 해외 진입장벽 낮춘다, 2021.05

□ 국토교통부는 철도기술 국제인증 취득 수요 증가에 따라 매년 지원사업 규모를 확대

- '18년 4건, '19년 9건, '20년 14건에 이어 올해 상반기에는 14건의 철도기술을 국제인증 취득 지원사업으로 선정
- (R&D 연계형) 폐색정보 전송장치는 국가 연구개발사업으로 개발된 일반·고속철도용 한국형 신호시스템(KTCS-2)을 전라선 등 실제 현장에 구현하기 위한 안전정보 전송장치로서, 국제 안전성 최고등급인 SIL4 GA 취득 추진
 - 한국형 신호시스템 구현을 위한 신호기술인 폐색정보 전송장치가 최고 수준 안전성을 인정 받을 경우, 한국형 신호 시스템의 해외진출 경쟁력 강화 기대
 - '철도차량부품 개발사업' 등을 통해 국산화를 추진 중인 저상트램 관절장치와 고속철도 제동슈에 대해서도 기존 국가 연구개발 사업과 연계하여 해외진출에 필수적인 국제 품질규격인증(IRIS)을 속도감 있게 취득할 수 있도록 지원 예정

28) 국토교통부, 국내 철도기술, 국제인증 취득으로 해외 진입장벽 낮춘다, 2021.05

○ (해외진출형) 해외사업의 차질 없는 수행을 지원하기 위해 해외사업 납품 또는 수주가 예정된 철도기술의 국제인증 취득도 지원

- 열차집중제어장치는 SIL2 GA를 취득하여 우리기업이 수주한 몽골 준바얀~타반톨고이 신호 통신시스템 구축사업*에 도입될 예정

* 414.6km, 약 491억 원, 철도공단·벽산파워 컨소시엄 우선계약대상자 선정('20.11월)

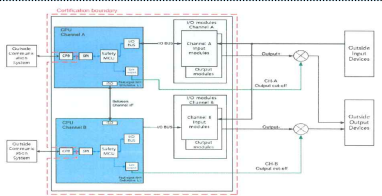
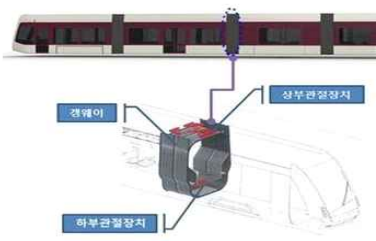
- 싱가포르 및 대만 전동차*에 적용될 철도차량 알루미늄 차체도 발주처가 요구하는 용접인증을 취득하여 최종 납품을 추진

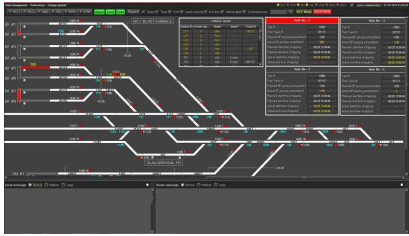
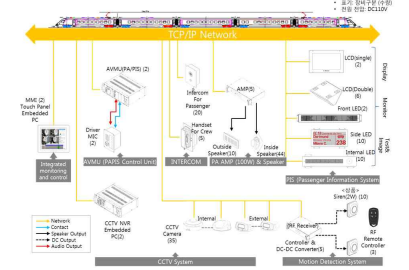
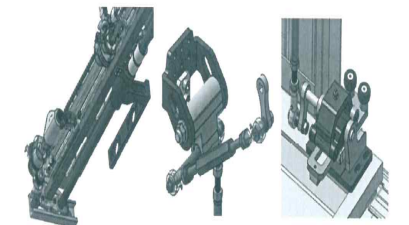
* 싱가포르 전동차 186량, 대만 타오위안시 그린라인 무인경전철 80량 등

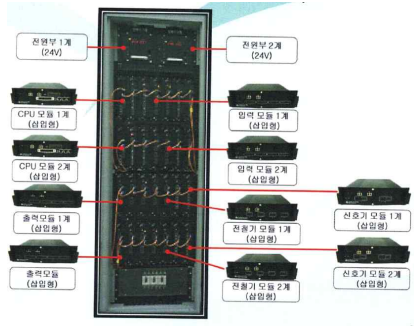
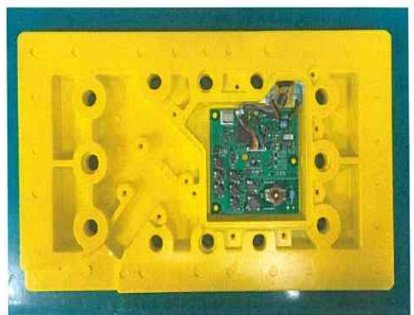
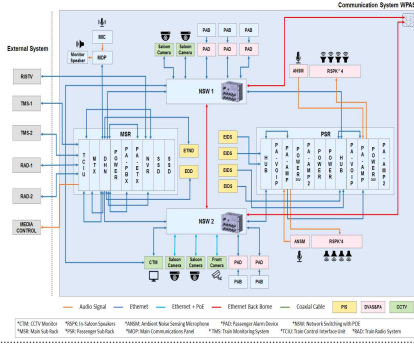
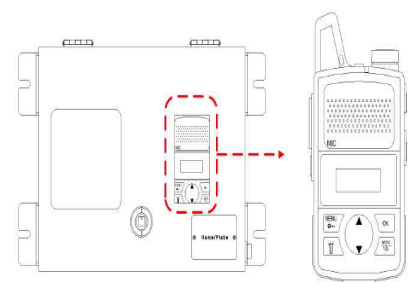
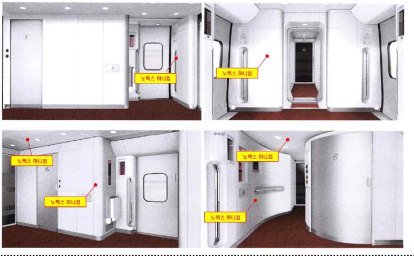
- 차량용 방송표시기 및 CCTV 시스템도 IRIS를 취득하여 '23년까지 450량 규모의 터키 철도시장 진출을 추진할 예정

- 스크린도어 기술에 대해서도 범용 최고등급 안전성 인증인 SIL4 GA 취득을 지원하여, 카타르, 사우디아라비아 등 매년 약 8천억 원 규모의 스크린도어 해외시장 진출을 도모

〈표〉 '21년 국제인증 취득지원 용품

연번	제품사진 제품명, 기업명	제품설명	특이사항
1	 폐색정보 전송장치, 대아티아이(주)	- 검색구간 내 열차 위치를 검지하여 RBC로 열차 운행위치를 전송하는 장치	- 향후 이집트, 태국, 방글라데시, 인니 등 진출 기대 - 전라선 한국형 열차제어시스템 (KTCS-2) 시범사업 적용 예정
2	 저상트램 관절장치, 현우시스템	- 도로에 부설된 레일 위를 주행하는 교통수단인 트램의 각 모듈을 연결하는 장치 - 현재 국내에는 핵심기술이 없어 수입에 의존하고 있으며, 국산 기술 개발이 진행중	- 국토부 R&D (철도차량부품개발사업) 참여중
3	 고속철도 제동슈, (주)홍성브레이크	- 열차 제동장치의 핵심부품으로 공기 압으로 차륜 답면에 제동슈를 압착시켜 차량 운동에너지를 열에너지로 전환하여 제동하는 장치	- 국토부 R&D (철도기술연구개발사업) 참여중 - KTX-산천 수입품 국산화 대체 효과 연간 30억, 철도차량수명 25년 기준 시 750억 원의 외화절감 효과 기대

4	 열차집중 제어장치, (주)혁신전공사	- 열차집중제어장치는 현장 설비의 정보를 특정 장소로 집중화하여 감시하고 원격 제어하는 장치	- 몽골 신호통신 제조 설치 사업 납품을 위한 계약체결 ('23년 상반기 까지 SIL 인증 제출 필수) - 인도 철도청 및 메트로 사업 납품 목표
5	 철도차량 알루미늄 차체, (주)에스제이스틸	- 철도차량 뼈대를 이루는 알루미늄 차체	- 싱가포르 수출용 전동차 납품을 위해 용접인증 필수
6	 방송표시기 및 CCTV시스템, (주)인터엠	- 승객 안내방송 서비스를 지원하며, 자동 및 수동 방송이 가능 - 고객의 요구에 맞는 화질의 영상을 실시간으로 촬영하여 승객의 안전 감시를 고려한 통합 솔루션 제공	- 터키 국유철도 사업에 참여하기 위한 기본조건으로 IRIS 인증 필수
7	 승강장 스크린도어, (주)우리기술	- 승강장 승객의 안전 및 보호를 위한 장치	- 카타르, 브라질, 사우디 등 다수 해외프로젝트 진출 추진 중
8	 철도전원공급장치, (주)에스에이치에이치	- 철도차량용 컨버터 및 인버터, 유무선 충전장치로 구성되어 있으며 차량 전력 공급을 제어하는 시스템으로 구성됨	- 중국 고객사 요구에 따라 해외수출을 위해 IRIS 인증 취득 필수
9	 고속차량 승강문, 인터콘시스템스(주)	- 고속철도차량 승객출입문은 100% 수입에 의존하고 있으며, 그로 인해 구매 비용의 증가, 부품조달의 어려움, 기술지원이 원활하지 않다는 어려움이 있음	- 최초 국산기술

10	 전자연동장치, 금호아이티(주)	- 전기적 또는 컴퓨터(소프트웨어에 의한 프로그램 로직)로 신호 제어 설비를 상호 연쇄하여 동작시키는 장치	- 코스타리카, 방글라데시, 파라과이 등 진출 추진 중
11	 ATP 발리스, (주)아한피앤이	- ERTMS/ETCS를 기반으로 한 열차제어시스템인 ATP 지상장치의 핵심 구성품으로, 선로상에 설치되어 발리스를 통과하는 차량의 ATP 차상장치에 지상 신호정보를 전송하는 장치	- 국내 ATP 시스템의 교체사업 대비 대만 해외사업 부품공급 추진 중
12	 일반 방송시스템, (주)우진산전	- 방송장치(PA), 표시장치(PIS), 영상기록장치(CCTV)로 구성되어 있음 - 열차 운영 정보 및 비상시 승객들의 안전 확보를 위해 승객에 대한 모니터링 정보를 실시간 제공	- 미국 워싱턴 교통국 및 일본 철도차량사에 공급 추진
13	 무정전 무선방송 조명장치, (주)피렌티	- 열차의 비상 상황과 전원 공급이 차단된 상황에서, 승객 피해 최소화를 위한 객실 비상방송과 비상조명 제공을 목적을 가진 전장품	- 해외 적용사례가 없어 최초 해외진출 추진 중
14	 철도차량 내장재, (주)한국카본	- 기존 철도차량용 수지를 업그레이드한 고품질의 철도차량용 수지를 개발하여 적용 중	- 해당 분야 국내 최초 인증 취득 추진

※ 출처 : 국토교통부, 국내 철도기술, 국제인증 취득으로 해외 진입장벽 낮춘다, 2021.05

□ 철도차량부품 제작 기술 및 산업의 국내 자생력을 높이고, 해외 철도시장에서의 국제적 경쟁력을 강화하기 위하여 철도차량부품 연구개발사업을 본격적으로 착수²⁹⁾

* (사업개요) 부품 국산화 등을 위해 15종류의 핵심 철도차량부품 연구개발 /
(사업기간/금액) 6년('20.04~'25.12) / 국비 1,270억 원

- 2개의 중점분야는 각각 수요는 많으나 해외의존도가 높은 부품 10종에 대한 국산화 개발과 해외 시장진출에서의 경쟁력 확보를 위한 미래선도형 부품 5종 개발로 구성
- 이번 연구개발을 통해 KTX 및 KTX-산천을 대체하여 한국철도차량의 차세대 주력 고속열차로 운행될 EMU-250 및 EMU-320의 핵심부품 10종을 비롯하여 도시철도차량용 부품 3종, 트램용 1종 및 물류차량용 1종 등 총 15종의 철도차량 부품을 '25년까지 개발
- 우리나라의 철도차량부품 시장 점유율은 0.9조 원으로 세계 철도차량부품 시장의 1.3%에 불과하여 캐나다, 중국 등 부품시장 선도국가의 점유율이 10% 이상인 것에 비춰보면 매우 미미한 수준
 - 국내 철도차량부품업계의 대다수가 영세한 중소기업으로서 철도 선진국과의 상당한 기술격차가 존재하기 때문이며, 이에 따라 철도차량의 대부분의 부품을 수입품에 의존하고 있는 실정
 - 더욱이 최근 코로나 사태 장기화로 중소기업 등 국내 산업계의 경기침체가 우려되는 상황
- 착수하는 연구개발사업을 통해 중소기업 등 부품업계는 부품생산 국산화 기술력을 확보하게 되고, 국내 수요처에 대한 안정적인 납품으로 매출이 신장되어 산업경쟁력이 강화될 것으로 기대
 - 미래선도형 부품개발에 따라 부품 수출 등 해외 철도부품시장 점유율을 확대하여 매출 극대화 및 국제적 기술경쟁력을 갖춘 국가대표 기업으로 성장 발판 마련 기대

〈표〉 '20년 개발 추진 부품 3종

구분	부품	주요기능	예상 성과물
시장진입형 부품 국산화	1. 고속철도용 제동디스크 및 제동패드	차량의 운동에너지를 마찰열로 변화·소산시켜 차량을 감속시키거나 목표위치에 정지	
	2. 고속철도용 모듈형 주회로 차단시스템	단락/지락 사고 및 주변압기 회로 이상으로 발생하는 과전류를 신속하게 차단하여 차량보호 및 사고 확대 방지	
	3. 고속철도용 공조시스템	차량의 상부 혹은 하부에 설치되어 객실 및 복도의 온도에 따라 온도 조절	

※ 출처 : 국토교통부, 저탄소·친환경 고속철도차량 핵심부품 독자기술 연구개발로 국산화·국제경쟁력 높인다, 2021.05

29) 국토교통부, 저탄소·친환경 고속철도차량 핵심부품 독자기술 연구개발로 국산화·국제경쟁력 높인다, 2021.05

〈표〉 '22년 개발 추진 예정

구분	부품	주요기능	예상 성과물
시장진입형 부품 국산화	1. 고속철도용 전두부 해치시스템	고속차량 동력차 전두부에 위치하여 해치 커버의 개폐 동작과 함께 중련연결 운행 제어 기능 수행	
	2. 도시철도용 모듈형 출입문 표준화	승객의 안전한 승하차를 위해 설치된 시스템 장치로 기관사·승무원이 개폐 조작	

※ 출처 : 국토교통부, 저탄소·친환경 고속철도차량 핵심부품 독자기술 연구개발로 국산화·국제경쟁력 높인다, 2021.05

02

철도교통 인프라

2-1. 노반/궤도

□ (방호벽 시공/적용 현황) 국내 고속철도 교량구간에 방호벽 약 180km 설치 완료³⁰⁾

- 국내 고속철도가 도입 이후 자갈궤도인 경부고속철도 1단계 교량구간에 방호벽이 약 83.078km 처음 설치되었으며, 이후 콘크리트 궤도인 경부고속철도 2단계 교량구간 약 22.138km, 호남고속철도 교량구간 약 72.681km 설치
- 현재 설계 또는 시공 중인 200 km/h 이상 구간 교량에도 설계/설치 중에 있으며, 183개소로 예상
- 유럽은 열차탈선 이후, 일탈방호 시설 또는 대책을 DCP(Derailment Containment Provision)로 지칭하고 3가지 기준으로 분류

[그림] DCP Type 분류



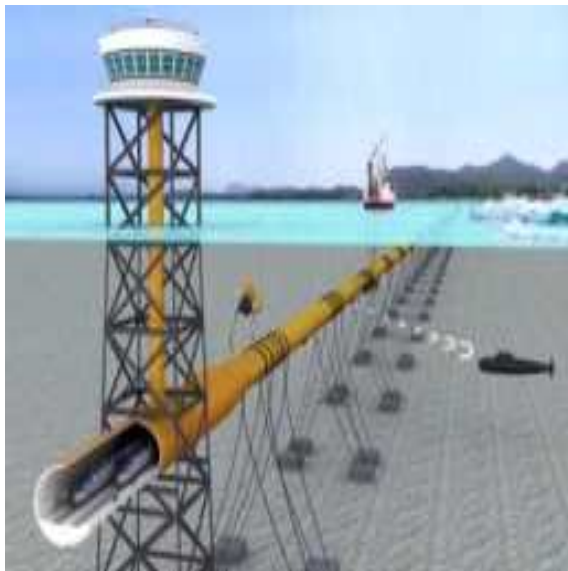
※ 출처 : 충남대학교, 열차 일탈/침범사고 피해 최소화 및 위험도 저감 기술 개발 과제 기획, 2020.09

30) 충남대학교, 열차 일탈/침범사고 피해 최소화 및 위험도 저감 기술 개발 과제 기획, 2020.09

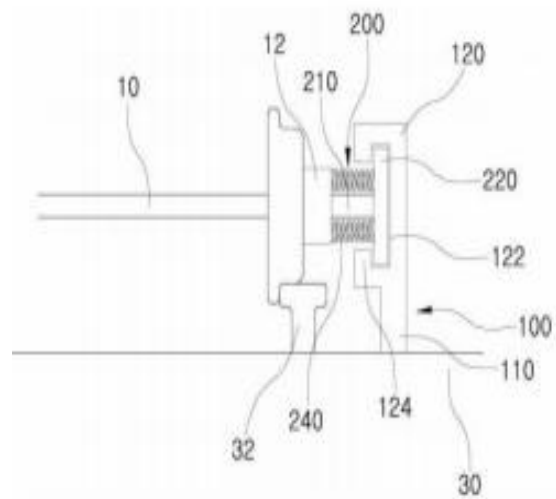
□ 부유식 궤도의 가이드 레일, 가이드 디스크를 포함하는 철도차량의 탈선 방지부를 포함하여 철도차량의 진입을 용이하게 함으로써 안정적인 운행이 가능한 기술

- 고속 운행의 경우 탈선의 위험이 높아지며, 해수면의 변경에 의한 부유식 궤도의 움직임으로 인해 주행 안정성에 대한 연구 필요
 - 부유식 궤도에 구비되는 가이드 레일, 가이드 레일에 대응되는 차량 탈선 방지부 포함
 - 탈선 방지부는 수직부, 수평부로 이루어진 설치축 및 수평부의 단부에 가이드 디스크 포함
 - 가이드 디스크가 가이드 레일의 홈 부 안쪽에 위치하여 철도차량 보조적지지 및 탈선 방지

[그림] 장거리 부유식 해중철도 개념도



[그림] 부유식 궤도용 탈선방지 시스템



※ 출처 : 한국철도기술연구원 철도산업지원센터, 2020 한국철도기술연구원 우수기술 모음집, 2020.08

〈표〉 개발 기술 특성

기존 기술 한계	개발 기술 특성
- 철도 차량이 고속으로 운행하는 경우, 곡선 구간에서 원심력과 관성으로 인해 탈선 위험도 증가 - 해양 공간에서도 부유식 궤도를 통한 철도차량 운행이 필요하며, 부유식 궤도 움직임에 따라 안전하게 주행할 수 있는 기술 필요	- 탈선 방지부의 가이드 디스크가 가이드 레일의 홈 부 안쪽에 위치하여 철도차량을 보조적으로 지지하여 탈선 방지 - 탈선 방지부 설치 축의 수직부 회전을 통해, 부유식 궤도에서는 탈선 방지부가 가이드레일을 따라 이동하고, 일반 궤도에서는 탈선 방지부가 전/후방으로 회전하여 안전하게 주행

※ 출처 : 한국철도기술연구원 철도산업지원센터, 2020 한국철도기술연구원 우수기술 모음집, 2020.08

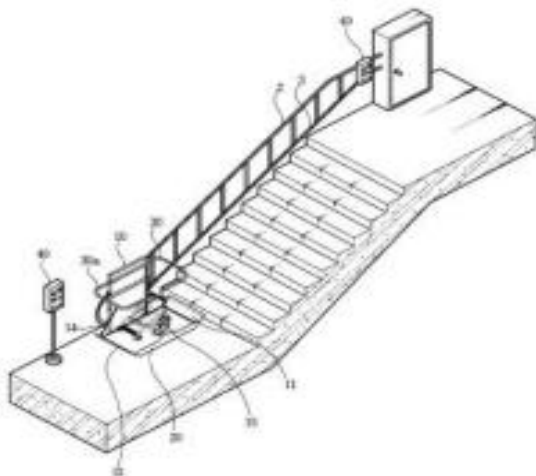
2-2. 역사

□ 계단의 경사 구간과 수평 구간이 동시에 존재하는 곳에서 이용 가능한 계단 이송 장치 및 어린이, 노약자 등 교통 약자가 용이하게 사용 가능한 이송 장치를 제공

○ 교통 약자를 위한 계단 이송 장치 기술

- 계단 측면의 레일, 레일을 따라 이동하는 이동장치, 탑승부를 포함하는 구성
- 탑승부는 수평을 유지하기 위한 수평 조절 장치가 포함되며, 수평 조절 장치는 이동장치의 기울기를 감지하는 자이로 센서 포함
- 탑승부 후부의 승강, 하강을 위한 조절 로드 및 기울기에 따라 조절 로드를 제어하여 수평 상태를 유지 시키는 제어부를 포함

[그림] 장거리 부유식 해중철도 개념도



[그림] 부유식 궤도용 탈선방지 시스템



※ 출처 : 한국철도기술연구원, 2020 우수기술 모음집, 2020.08

○ 휠체어 사용자가 아닌 교통 약자는 활용에 제약이 있어 이동장치의 속도는 일반인이 계단을 이동하는 속도에 대응되도록 조절

- 수평조절장치가 포함되어 경사 구간과 수평 구간이 혼용된 계단에서도 수평상태 유지되어 교통약자가 편안한 상태로 사용 가능
- 레일을 따라 이동함으로써, 계단 점유를 최소화하여 이동 속도를 일반인이 계단 이동하는 속도와 대응되게 설정할 수 있어 일반 이용자들의 불편을 최소화
- 어린이나 노약자와 같은 교통약자도 탑승할 수 있는 탑승부가 포함

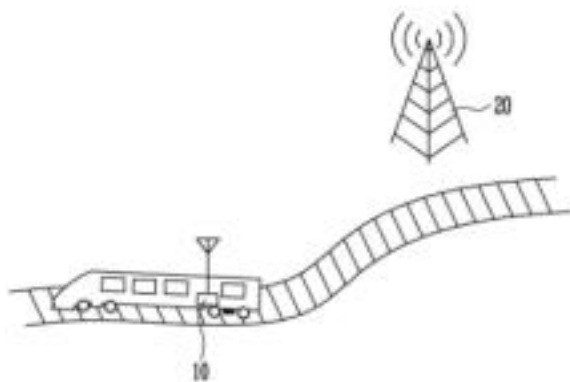
2-3. 전철/전력

□ 고속으로 이동하는 단말 환경에서 동적 안테나를 재배열하여 대규모 다중 안테나 시스템의 성능 저하 없이 통신 가능 기술

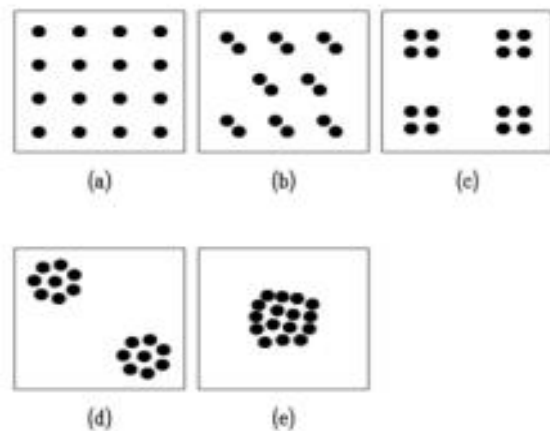
○ 이동 속도에 따른 동적 안테나 재배열을 통한 대규모 다중 안테나 시스템

- 단말(고속 열차)의 이동 속도를 측정하여 이동 속도에 대응하는 복수의 안테나를 하나의 안테나 그룹으로 재배열
- 재배열된 안테나를 통해 채널을 측정하고 데이터를 통신 가능
- 이동 속도가 증가할수록, 안테나 그룹 내에서 상관관계가 높은 안테나 수가 증가하도록 재배열

[그림] 고속 열차의 무선 통신 시스템



[그림] 안테나 동적 재배열 예시



※ 출처 : 한국철도기술연구원, 2020 우수기술 모음집, 2020.08

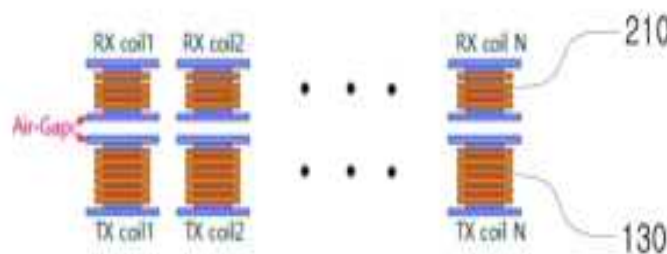
- 고속열차의 단말은 이동속도를 측정, 복수의 안테나는 이동속도에 대응하도록 물리적으로 재배열하여 채널 측정 및 데이터 통신
 - 상관관계가 높은 복수의 안테나를 동일 그룹으로 재배열하며, 대표 안테나의 채널 측정한 결과를 나머지 안테나의 채널을 측정하는데 이용 가능
- ### □ 전력 전송이 이루어지는 무선 전력 전송 시스템을 이용한 차량용 반도체 변압기와 그 반도체 변압기에 이용할 수 있는 무선 전력 전송 코일에 관한 기술

○ 무선 전력 전송 코일을 구비한 차량용 반도체 변압기

- 차량용 반도체 변압기에 적용되는 기존의 코어 타입(Core-type)이나 셸 타입(Shell-type) 변압기 대신, 1차측과 2차측이 수~수십 cm 이격되어, 전력 전송이 이루어지는 무선 전력 전송 시스템을 이용한 차량용 반도체 변압기와 해당 무선 전력 전송코일을 제공
- 일반적으로 전기철도 차량의 주 전력 변환 시스템은 주 변압기, AC/DC 컨버터, 모터 구동용 인버터인 DC/AC 3상 인버터로 구성

- 주 변압기와 AC/DC 컨버터는 차량 내 전장품 중 가장 많은 하중을 차지하며, 경량화 필요성이 큰 부품
- 기존의 변압기 구조는 고효율 시스템에 적합하지만 1차측과 2차측 권선 사이의 절연 문제 존재
 - 반도체 변압기의 1차측과 2차측이 물리적으로 이격되어 있어 1차측의 고압과 2차측의 저압 사이의 절연이 용이
- 기존 변압기의 1차측이 모두 동일한 코어에 감기게 되어 고주파 변압기의 모듈화는 불가능
 - 병렬 운전시 멀티-와인딩이라 하더라도 와인딩 사이의 상호 자속 쇄교수가 작아 각각의 와인딩을 모듈화가 가능해 고장시 유지 보수 및 핫 스왑에 유리

[그림] 무선 전력 전송 코일 예시

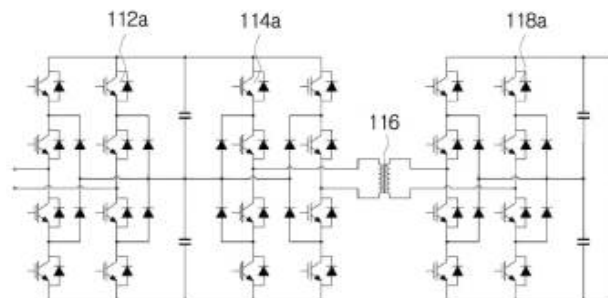


※ 출처 : 한국철도기술연구원, 2020 우수기술 모음집, 2020.08

□ 견인부하 및 보조부하 등에 전원을 공급하는 회로를 간소화하고 부하 상태에 따라 출력 컨버터의 운전을 조절하여 반도체 변압기의 운전 효율을 향상

- 다권선 고주파 변압기를 이용한 철도차량용 반도체 변압기
 - 전차선의 교류 전원이 입력되면 직류 전원으로 변환하여 출력하도록, 다권선의 고주파 변압기가 구비되는 복수의 모듈 컨버터의 입력단이 서로 직렬 연결되어 전차선으로부터 공급되는 교류 전원의 전압을 분담하여 입력
 - 복수의 모듈 컨버터의 출력단은 서로 병렬 연결되어 전력을 분담하여 전원 모선으로 출력하는 것이 특징

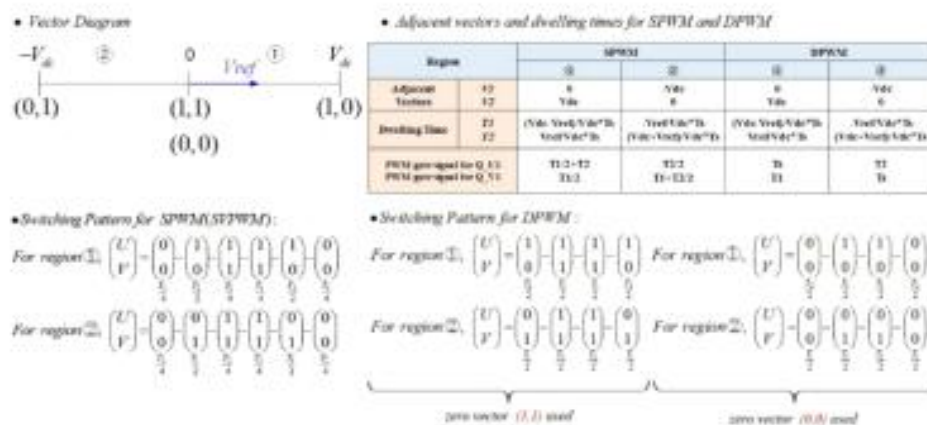
[그림] 철도차량용 반도체 변압기의 모듈 컨버터 상세구성도



※ 출처 : 한국철도기술연구원, 2020 우수기술 모음집, 2020.08

- 전인부하 및 보조부하 등에 전원을 공급하는 회로의 간소화를 통해 철도차량의 중량을 경감시킬 수 있어, 에너지 효율 개선과 철도차량의 운행 성능 및 운송 능력의 향상 효과
- NPC(Neutral-Point-Clamped) 구조의 스위칭 구조를 구성함으로써, 반도체 소자에 가해지는 전압 스트레스를 낮추어주어 안정성 및 신뢰성을 높임과 동시에 스위칭 주파수를 높게 사용할 수 있는 효과
- 불연속 변조 기법을 단상 PWM 컨버터에 적용하여 스위칭 손실을 줄임으로써, 고속철도 추진제어 신호의 주파수 대역을 증가시켜 보다 안정적으로 전압 제어
 - 고속철도 추진제어 장치용 단상 PWM 컨버터 기술
 - 단상 PWM 컨버터는 컨버터 입력 지령 전압, 오프셋 전압 발생기, 컨버터 입력 지령 전압 및 오프셋 전압에 기초하여 게이트 지령 전압을 생성하는 게이트 지령 전압 발생기, 게이트 지령 전압 및 송파에 기초하여 회로를 제어하기 위한 PWM 신호발생기를 포함
 - 게이트 지령 전압은 불연속 변조 파형으로 생성됨을 특징

[그림] 종래 연속 변조 및 불연속 변조의 스위칭 패턴 비교



※ 출처 : 한국철도기술연구원, 2020 우수기술 모음집, 2020.08

2-4. 신호/통신

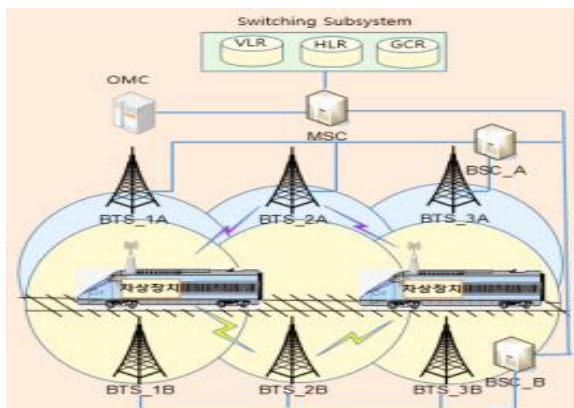
□ 철도 영역에 이동통신 기술이 접목된 열차 제어 무선통신 연구가 활발히 진행되며, 국내 철도는 VHF, TRS-AS-TRO, TRS-TETRA 무선방식으로 구축³¹⁾

○ 국내외 프로젝트에서 열차 간 직접통신 기술과 열차와 선로변 설비 간 직접통신 기술을 활용하여 지능형 열차자율주행 위한 열차통신 기술을 연구

- GSM-R은 GSM에 기반을 둔 철도전용 무선통신 기술이며, TDMA 방식으로 보안기능이 강화된 철도 전용 음성 통화 기능과 열차제어의 신뢰성 향상을 위해서 이중화된 무선망 구현
- 이중화된 무선망은 주 장비에서 장애 발생 시 예비 설치된 장비를 통하여 중단없이 열차 제어 수행

○ 열차무선통신을 위한 네트워크는 MSC,VLR,HLR과 GCR로 구성되고 각각의 모듈들은 호체어 기능, 가입자 정보 관리 기능, 그룹콜 기능을 담당

[그림] GSM-R 망 구조



[그림] GSM-R 주요사항

분류	설명
주파수 대역	UL: 876~880MHz DL: 921~925MHz
채널 대역폭	200kHz
변조 방식	GMSK
다중화 방식	TDMA
전송 속도	22kbps(채널당)

※ 출처 : 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석 제36권 제4호 철도전용 무선통신 기술 동향, 2021.08

○ 철도 음성통화 기능이 추가된 GSM-R은 '07년 스코틀랜드 North Clyde Line에서 운행 중인 독일 고속열차인 ICE에 최초로 적용

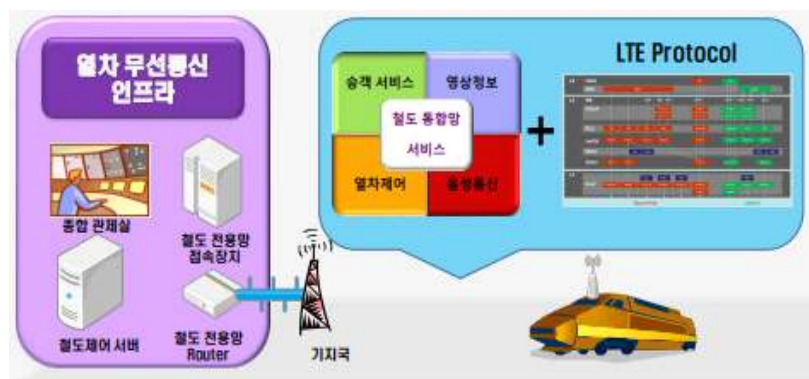
- GSM-R이 최초의 상업철도로 적용된 것은 프랑스 파리 동역과 스트라스부르를 연결하는 노선
- 영국 GSM-R 네트워크는 '15년에 MSC 2개와 기지국 3,000개로 15,000km의 철도 통신망을 구축 완료하여 운영되고 있으며, 2030년까지 GSM-R을 지원 추진
- 중국은 '02년 GSM-R을 무선통신 기술로 채택하여 '05년에 장비 구축
- 호주는 66개의 터널을 포함한 1,455km의 철도 네트워크에 GSM-R로 디지털 열차 무선 시스템을 설치

31) 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석 제36권 제4호 철도전용 무선통신 기술 동향, 2021.08

□ 철도산업이 발달하며 승객 서비스, 영상정보 등의 고도화된 철도서비스가 필요하게 되어 새로운 철도 전용 무선통신망 개발 추진

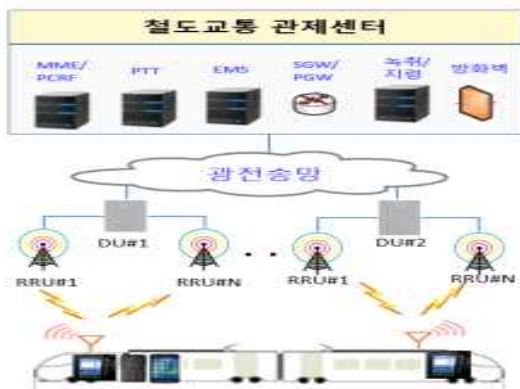
- 새로운 LTE-R 철도 통합 무선망은 추가된 승객 서비스와 영상정보에 필요한 데이터 전송 속도를 제공하고 고속의 열차 이동속도에도 데이터 전송 가능
 - 3GPP SA1은 철도통신에 필요한 요구사항을 정의하고, SA6에서 철도망에 필요한 구조, 기능들을 추가하여 규격화
 - 국내에서는 LTE-R 철도통합무선시스템을 위하여 공공안전 통신망용으로 할당된 700MHz 대역을 할당

[그림] LTE-R 철도 통합 서비스



※ 출처 : 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석 제36권 제4호 철도전용 무선통신 기술 동향, 2021.08

[그림] 국내 LTE-R 시스템 구조



[그림] LTE-R 주요사항

구분	내용
주파수 대역	718~728MHz/ 773~83MHz
채널 대역폭	10MHz
변조 방식	BPSK/QPSK/16QAM /64QAM
다중화 방식	DL: OFDMA UL: SC-FDMA
프레임길이	10ms
RRU 간격	1km
데이터 전송지연	≤ 600ms
네트워크 attach time	≤ 500ms
핸드오버 성공률	Open area ≥ 99% Tunnel ≥ 99%

※ 출처 : 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석 제36권 제4호 철도전용 무선통신 기술 동향, 2021.08

- 국내 철도통합무선망(LTE-R) 시스템은 철도교통 관제센터, 광 전송망, DU, RRU, 차상 단말 장치와 승무원 휴대 단말기 등으로 구성
 - 철도교통 관제센터는 단말의 이동성을 관리하는 MME, HSS, PTT 서버와 EPC와 외부망 패킷 전달을 담당하는 P-GW, 보안을 위한 방화벽으로 구성
 - 국내 LTE-R 철도통합 무선시스템은 3GPP SA1TR22.889 서비스 및 시스템 요구 사항을 적용

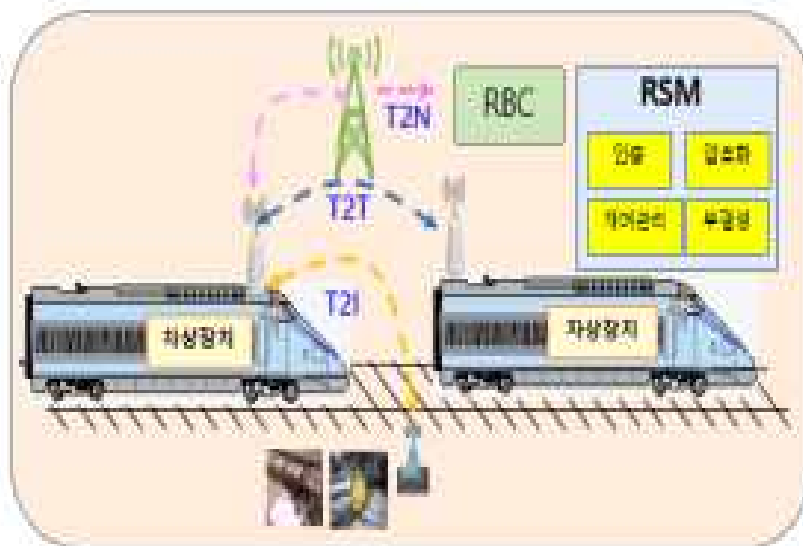
□ LTE-R 시스템 개발 및 구축 현황

- 국내에서는 구축 중인 LTE-R 철도통합무선망을 이용하여 새로운 국내 철도 장치 개발의 인프라로 활용할 예정
 - '16년 부산지하철에 처음으로 구축된 LTE-R시스템은 '16년도 5개 노선을 구축하였고, '17년에 원주-강릉 노선을 노키아 장비로 구축
 - '18년에 대구선 복선전철을 시작으로 3개의 노선을 '20년까지 구축하였고, '20년에 동해선, 경부선, 평택선 구축을 시작
 - '21년에 호남고속선의 LTE-R 철도통신무선망 시스템 구축을 시작으로 신규 노선과 개량 시기의 일반·고속철도의 모든 노선을 '27년까지 단계적으로 구축할 예정

□ 무인자동운행이 가능한 지능형 열차자율주행을 위하여 T2T와 T2I를 위한 직접통신 기술 개발의 필요성이 대두

- 열차자율주행에서 열차제어를 위한 무선통신 기술은 T2I, T2T와 RSM으로 구성
 - RSM 통신 기술은 열차와 선로 주변의 인프라 장치들이 정보전달 시 데이터 암호화, 데이터 무결성 및 기밀성 확보를 위한 장치 인증 및 암호화하는 기술
 - T2T 통신 기술은 열차 정보를 선행 열차가 직접 후행 열차에게 전달하여, 후행 열차가 안전한 간격과 분기를 제어하게 하는 기술
 - T2I 통신 기술은 선로 주변의 인프라 장치들이 지상 연동장치를 통하여 열차무선 통신망을 통하여 열차들에게 열차제어에 필요한 정보를 직접 안전하게 전달

[그림] 열차자율주행 무선통신 기술 정의



※ 출처 : 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석 제36권 제4호 철도전용 무선통신 기술 동향, 2021.08

03

철도교통 관리

3-1. 철도교통 계획/운영

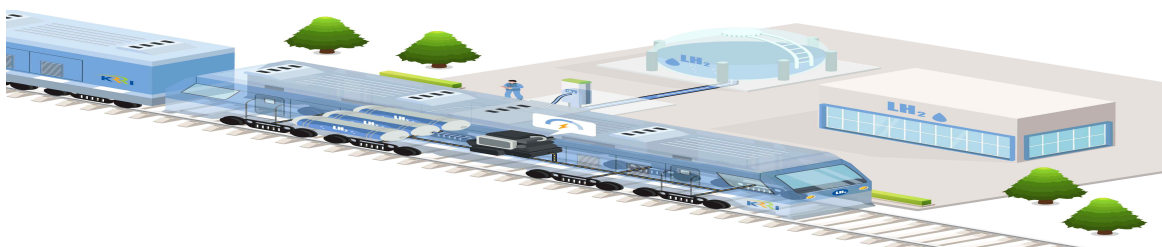
□ 최고속도 시속 150km, 한번 충전해서 1,000km 이상 운행하는 액화수소 기반 수소기관차 핵심 기술 개발 진행³²⁾

- 디젤기관차를 대체할 기술로 이 기술이 완성되면 세계최초 액화수소 기반의 수소기관차 예상 전망
 - 개발 중인 액화수소 열차는 외국의 700bar 기체수소 열차 대비 운행거리 1.6배 향상, 충전시간 20% 단축을 목표
 - 액화수소 하이브리드 추진시스템, 고단열 극저온 액화수소 저장기술 및 고속 충전기술 등을 개발하여 '22년 하반기 트램에 장착하여 시험할 계획
- 독일, 프랑스 등 선진국을 중심으로 수송부문 탄소 배출량 규제에 대응하여 친환경 수소 열차가 개발 중

〈표〉 해외 수소 철도차량 개발 및 실용화 현황

구분	연료방식	내용	최고 설계속도	연료전지 용량	기타
한국	액화수소	액화수소 기반 수소기관차 핵심기술 개발 ('21~'24년) 상용화사업 ('25년~)	150km/h	300kW ×6모듈	탱크 압력 2~3bar 1회 충전 1,000km 주행
	기체수소	수소연료전지 하이브리드 철도차량 개발 ('18~'22년)	110km/h	1.2MW	1회 충전 600km 주행
일본	기체수소	수소연료전지 하이브리드 철도차량 개발 ('07년, 세계 최초)	100km/h	120kW	탱크 압력 350bar
프랑스 ·독일	기체수소	수소연료전지 철도차량 (Coradia iLint) 영업시작 ('18년 9월)	140km/h	125kW ×2	탱크 압력 350bar 1회 충전 800km 주행
중국	기체수소	상업용 수소트램 출시('16년) 루저우·타이저우에서 운행예정	70km/h	150kW ×2	탱크 압력 350bar 1회 충전 100km 주행

[그림] 액화수소 충전 인프라와 액화수소 기관차



※ 출처 : 한국철도기술연구원, 탄소중립 실현할 액화수소열차 개발 시작, 2021.04

32) 한국철도기술연구원, 탄소중립 실현할 액화수소열차 개발 시작, 2021.04

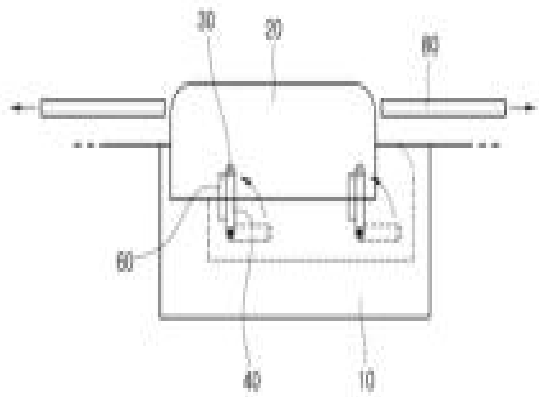
3-2. 철도교통 안전/편의

□ 회동 구조가 간단하게 이루어진 승강장 안전발판으로서 승강장 안전사고 방지 및 간단한 수리 보수가 가능하며 안전발판의 고장/오작동시에도 열차나 발판의 파손이 발생하지 않도록 Fail-safe 기능

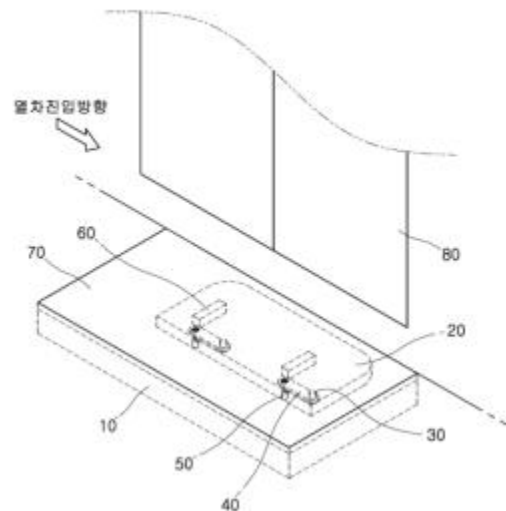
○ 회동 구조가 간단한 승강장 안전 발판

- 안전 발판 프레임, 프레임 하부에 원동형의 힌지돌기부, 힌지돌기부를 회동 가능하게 연결된 회동부, 및 회동부를 구동시키는 모터부를 포함한 구성
- 열차와 충돌 시 발생하는 충격으로 안전 발판이 자동 복귀하는 구조로서 오작동·고장 발생 시에도 열차의 파손을 유발하지 않음

[그림] 승강장 안전 발판 동작 개요



[그림] 승강장의 안전발판 장치



※ 출처 : 한국철도기술연구원, 2020 우수기술모음집, 2020.08

○ 승강장 안전 발판은 승강장에 설치된 프레임으로부터 안전발판이 자동으로 인출되는 스윙 타입이나 실린더 경첩타입 등으로 주로 설계

- 회동부가 모터로부터 전달되는 동력에 의해 회동되어 되면서 프레임이 승강장에 돌출되며, 프레임이 승강장 사이의 틈새를 커버하여 물체나 사람이 빠지는 것을 방지

○ 안전발판의 오작동되거나 고장 시, 열차와의 충돌로 인해 안전발판이 파손되는 사고가 발생

- 회동 구조 및 구현이 간단하게 이루어져 수리 및 보수가 용이

○ 사고 예방을 위해 안전 발판이 설치되고 있으나 안전 발판 오작동, 고장 시 열차와의 충돌이 발생 하며 이에 대한 대비책 개발 필요

□ IoT 기반 철도 위험요인 감지 기술과 빅데이터 구축 기술

○ 인적 요인에 대한 실시간 감지 기술

- (국내) ‘지능형 철도 건널목 상황 감지 및 정보전송기술 및 건널목 지장물 감지장치’를 개발
 - 철도건널목에서 열차 기관사가 인지하여 철도를 제어가능 하도록 모니터링하고, 열차 접근정보를 도로교통 이용자에게 제공하는 기술 개발
- (미국) PROTRAN Technology에서는 휴대용 열차감지시스템을 휴대용 열차감지기, 휴대용 경고 및 중계기, 작업자 개인정보장치, 관리자 장치로 구성하여 2단계에 걸쳐 열차접근을 경고
 - 휴대용 열차감지기는 레일웍에 부착하여 열차가 지나감에 따라 센서가 활성화 되어, 다른 장치에 경고신호 전송
- (영국) Network Rail은 작업자 휴대용 단말기 플랫폼인 Sentinel을 의무화하여 열차 감시와 작업관리의 단순화 및 스마트화

○ 철도차량에 대한 실시간 원격모니터링 시스템

- (국내) 철도차량에 부착되어 계측된 데이터는 각 장치로부터 취합되어 TCMS 또는 OBCS에 저장된 후 차량기지에 도착하면 자동으로 중앙관리센터에 데이터를 전송하여, 고장진단 및 유지보수 등에 활용
- (미국) 국립학술원 산하 교통연구위원회는 ‘New IDEAS(Innovation Deserving Exploratory Analysis Programs) for Rail Safety’ 프로젝트를 통해 열차운행 중 차축 균열 감지 시스템, 기관사의 부주의감지 시스템, 비상시 열차위치 모니터링 기술 등 개발 중

□ (드론 활용 원격감시) 국내에서는 접근성이 떨어지는 급경사지, 비탈사면, 고가교량, 송전선로, 전차선 등의 일부 구간에 상용화된 드론을 활용하여 모니터링 시도

- 국토교통부는 첨단기술과 결합하여 새로운 경제 성장 동력이 될 국토교통 7대 혁신기술로 드론을 선정하여, 철도시설 유지관리 사업에 드론을 적극적 활용을 추진
- 국외에서는 철도 유지관리 시스템 구축 및 철도시설물 안전관 리용, 인명구조용으로 적극적으로 활용
 - (영국) Network Rail은 드론을 활용한 전차선 검사 및 자동화된 유지관리를 수행하고 있으며, 전용 자산관리 SW와 연동하여 데이터 획득-검사-보고 매트릭스 생성-뷰어-유지관리 단계로 구성하는 솔루션을 활용
 - 점검시간 단축 뿐 아니라, 선로상 작업이 불필요해짐에 따라 철도 종사자의 안전 위험 최소화

□ (영상정보 기반 감시시스템) 영상정보 및 영상정보 기반 비접촉식 측정기술을 활용한 철도 시스템 모니터링을 국내에서 다방면으로 시도

- 국외에서는 머신러닝과 딥러닝 기술을 바탕으로 영상장비와 사람의 행동 및 시설물의 거동을 모니터링하고 있으며, 영상정보에 비접촉식 측정기술을 접목하여 획득하는 데이터의 정확성 향상
- 영상기반의 초음파, 탄성파 등의 파향을 활용한 비파괴 모니터링 시스템
 - (호주) Wolongong 대학에서는 철도 노반/도상에 적용할 수 있는 스펙트럼 진폭 분석과 벡터량을 기반으로 GPR 신호처리 및 해석을 자동화한 비파괴 검측 시스템 개발
 - (미국) TTCI社は 비접촉식 공기결합 초음파 탐촉자를 이용한 탐상 시스템을 구축, 레이저-초음파 탐상 장치를 활용하여 TTCI 시험선의 레일 결합 탐상에 사용

□ (철도 사고/장애 예방 및 조기대응 종사자 훈련 시뮬레이터) 국내는 운영기관별로 자체 안전교육을 산발적으로 시행하고 있으므로, 체계화된 철도안전 전문가 교육훈련 프로그램을 통해 인적오류 발생 최소화 필요

- 인적과실에 의한 열차사고가 지속적으로 발생하고 있어 인적오류를 유발하는 요소에 대해 철도종사자의 인간행동 심리, 조직 문화 등을 고려한 인적오류 예방 기술 개발

[그림] 고속철도(KTX) 운전 시뮬레이션



※ 출처 : 한국과학기술기획평가원, 데이터 기반 스마트 철도안전관리 기술개발사업, 2021.08

- ‘도로주행 시뮬레이터 실험센터’는 가상현실(Virtual-Reality) 기법을 이용하여 실제 운전상황을 모의하는 가상주행 실험시설로, ‘15년 국가 연구개발(R&D) 사업으로 시작하여 실시간 운전자 생체신호 측정을 통해 운전자의 불안감, 주행 안전성, 주시 행태 등을 분석
 - (영국) Network Rail(철도시설관리자)과 RSSB (Rail Safety and Standards Board)는 대학 연구소, 정부기관 등이 참여하는 인간공학에 관련된 대형 프로젝트 수행하여 인적공학 기초연구 및 응용기술 개발

□ 철도 차량/시설 정비훈련 및 정비지원 AR/VR 기술 개발

- (국내) 인적오류에 의한 열차사고가 지속적으로 발생하고 있어 인적오류를 유발하는 인적 요소에 대해 철도 종사자의 인간행동 심리, 조직 문화 등을 고려한 체계적인 인적오류 예방기술 개발
 - 가상현실/증강현실 기술은 게임, 영상 엔터테인먼트 분야에서 활성화되고, 점차 교육 콘텐츠 제작과 국방, 의료, 제조업 분야로 확대 추세
- (미국) 최근 엔지니어링 기반의 제조업에서는 현실세계를 바탕으로 정보를 시각화하는 증강 현실 기술이 주목받고 있으며 생산성과 업무 효율을 높이기 위하여 작업자에게 정비지원을 위한 데이터를 제공하는 기술이 정비 및 교육 분야에 활용
 - 마이크로소프트사의 홀로렌즈는 HMD(Head Mounted Display) 반투명 디스플레이를 이용해 증강현실 영상을 사용자 환경과 상호작용하여 재생 및 이용자의 손동작을 통해 증강현실 영상 조작 가능
 - 구글 글래스는 한쪽 눈에 정보를 제공하는 단안식 프로젝션 디스플레이를 탑재하여 농업용 장비, 물류, 자동차, 방위산업 등 다양한 산업체에 활용

3-3. 철도교통 환경

□ 열차 풍에 의해 유도된 초미세먼지의 흡착 및 탈착 효율이 우수한 전동차 열차 풍 차단벽 구조체에 관한 기술

- 전동차 휠과 궤도와의 마찰, 팬터그래프와 전차선과의 마찰에 의한 입자, 브레이크의 마모와 마찰에 의한 미세먼지 등이 터널에서 발생
- 미세먼지는 창문 틈이나 연결부위 등 다양한 곳을 통해 전동차로 유입되어 승객의 건강을 위협하거나, 스크린도어의 틈으로 승강장으로 유입되어 전동차를 기다리는 승객의 호흡을 통해 인체로 유입

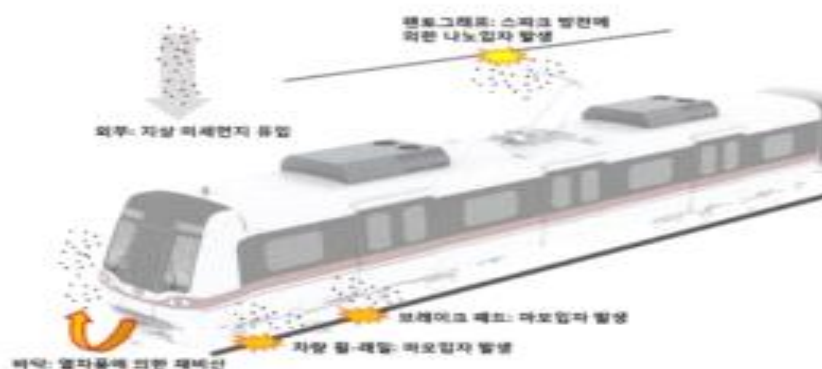
〈표〉 개발 기술 특성

기존 기술 한계	개발 기술 특성
· 종래 기술의 흡입 가능한 공기량은 공기 세정기의 크기와 용량에 의하여 제한될 수밖에 없으므로, 열차가 승강장으로 진입하여 열차 풍에 의해 발생한 다량의 미세먼지가 일시에 플랫폼으로 유입되는 경우에는 별다른 미세먼지 제거 기능을 얻을 수 없는 문제점이 있음	· 열차 풍의 차단과 동시에 열차 풍에 함유된 미세먼지를 흡착하여 열차 이동 공간의 공기질을 개선하는 효과가 있음 · 열차풍 내에 함유된 미세먼지의 흡착력 뿐만 아니라 물 분사에 의한 세척 시 물에 대한 흡착제의 젖음성이 낮아 포집된 미세먼지만을 효율적으로 탈착하는 효과가 있음

※ 출처 : 한국철도연구원, 2020 우수기술모음집, 2020.08

- 적은 기공을 갖는 비극성 또는 소수성 흡착제를 코팅한 흡착제 층을 이용하여 미세먼지를 흡착하는 기술
 - 열차 풍 차단벽 구조체는 기재에 20mm 이상의 메조기공을 갖는 비극성 또는 소수성 흡착제를 코팅하여 흡착제 층을 형성하여 열차 풍을 차단하고, 미세먼지를 흡착

[그림] 지하철 운행에 의한 미세먼지 발생

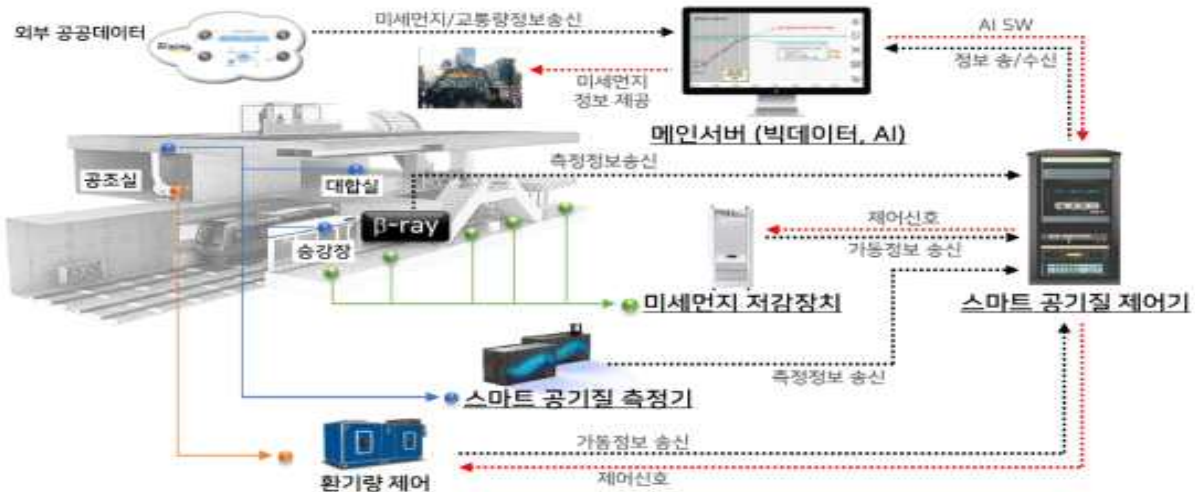


※ 출처 : 한국철도연구원, 2020 우수기술모음집, 2020.08

□ 지하역사 공기질 데이터와 공조환기설비 운영데이터를 인공지능으로 분석하여 실내 공기질 관리를 지능화함으로써 미세먼지 $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 관리³³⁾

- 환기구와 출입구를 통해 도로 오염물질이 지하로 유입되고, 터널 미세먼지의 유입과 이용객의 이동으로 발생하는 승강장 미세먼지는 지하철 공기질 저하

[그림] 지하역사 공조시스템 지능화 개념도



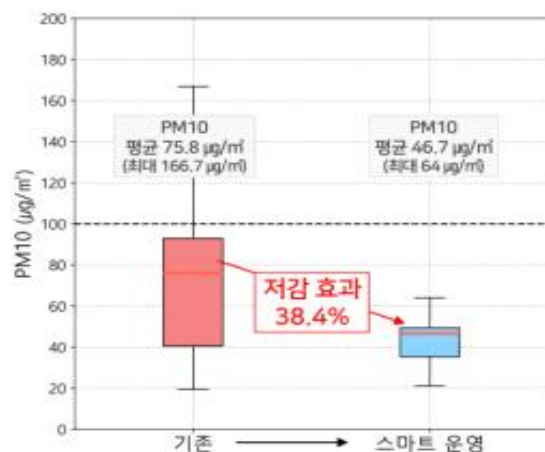
※ 출처 : 국가기후환경회의, 국가기술제안 인사이트, 2021.02

- (분석·진단) IoT 공기질 측정기를 지하역사 특성(지하철 운행, 공기흐름)을 고려하여 승강장, 대합실, 공조실에 6대 설치해 실시간으로 측정
- 유동해석 결과 승강장 열차 진입 시 승강장 계단 방향을 통해서 미세먼지의 대합실 및 상가로 유입 가능성을 확인
 - 대합실 및 상가 중앙부에 미세먼지 고농도 발생이 예측됨에 따른 공기질 관리 필요성 확인

[그림] 지하역사 스마트 운영 (미세먼지 나쁨)



[그림] 스마트 운영 결과 (미세먼지 나쁨)



※ 출처 : 국가기후환경회의, 국가기술제안 인사이트, 2021.02

33) 국가기후환경회의, 국가기술제안 인사이트, 2021.02

3-4. 철도교통시스템 유지관리

□ 예측유지보수는 글로벌 철도 운영기관 및 차량업계의 주요 니즈기술

- 대표적으로 동일본철도의 'INTEROS', 프랑스 SNCF의 철도차량 원격진단 및 상태기반 유지보수, 이탈리아 국영철도 TRENITALIA의 DMMS, 독일 DB의 GE APM, 캐나다 Bombardier의 AVIS 등

[그림] 해외 철도차량 유지보수 관리시스템 사례

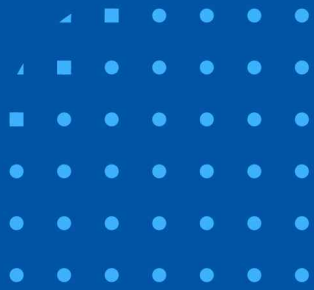
	SNCF - 고장/상태 코드, 카운터 및 GPS 위치, 날짜 시간 또는 운영 관련 자료의 최적화 - 체계적인 예방 유지보수 - 신뢰성 중심 유지보수 관리(RCM)와 상태진단 유지보수(CBM)를 혼합한 유지보수 체계를 구축
	Bombardier, AVIS - 차량에 대한 CBM 접근법을 제시 - 레이저, 열 및 광학 영상 기술 등을 사용하여 실시간 열차 데이터를 수집 - 차량당면 클로핑 여부, 교체 여부 및 지속 사용여부 등을 판단 - 적절한 유지보수를 제안
	Alstom, HealthHub - 센서를 부착하여 상태 데이터를 측정하고, 고장상황을 예측한 CBM - 모니터링 시스템과 상태를 예측하고 관리하는 예지 유지보수 시스템 - 정비/교체 작업이 필요한 대상 차량의 시기를 정확하게 감지, 예지정비 가능
	TRENITALIA - CBM 적용으로 안전성 향상과 유지보수 비용 절감 - DMMS 전략을 통해 공압 시스템에 대한 상태 및 수명 지표의 적용 - 공기압축기 위치에 따른 계층화로 오작동을 식별
	DB의 상태기반 유지보수 - 이벤트 코드에 대한 데이터 분석 결과를 이용 고장예지 - 유사성 샘플링의 개념을 기반 - 현재 상태에 대한 검출과 전망 예측이 포함된 PDF 형태의 보고서를 자동 생성하여 전송
	동일본철도 INTEROS - 이더넷(WiMax)을 이용한 차세대열차정보관리 시스템 '제어계 네트워크', '상태감시계 네트워크', '정보계 네트워크'의 3가지로 구성 - 많은 데이터를 실시간으로 유지보수 거점으로 송신

※ 출처 : 한국철도차량산업협회, 철도차량, 2021.01

〈표〉 유럽 철도기술전략의 요소별 세부기술

철도 시스템 요소	세부 기술
철도 신호 제어 (CCC)	- 열차 위치검지를 위한 위성기반 서비스 - 글로벌 적용 시스템을 위한 CCC요소의 표준화 - CCC서브 시스템을 위한 인터페이스 향상 - IoT 기반 스마트 네트워크 - 유지보수비용 및 운영비용 절감을 위한 장거리 장애물 검지기 기술 표준화
인프라	- 스마트한 철도 운영, 유지보수, 승객지원을 위한 무선통신 기술 및 운영방식 최적화 - 기능성과 쾌적성을 갖춘 통합 환승 기반시설 - 혁신적인 자갈 및 비자갈 선로 설계 - 모듈화된 플러그 앤 플레이 시스템 - 최적화된 소음·진동 저감
에너지공급 및 소비	- 재생 및 대체에너지 기반 지속가능한 에너지 공급 기술 - 스마트그리드 에너지 저장 기술 - 통합 전력공급 운영 인프라 - 에너지 소모 절감을 위한 green driving 기술 - 높은 수준의 재활용을 위한 closed cycle waste system - 전자기파 침입 감소 기술
정보관리	- 정보 플랫폼과 IT 톨 공유를 통해 철도서비스 제공자와 타 운송 수단 간의 실시간 정보교환 - 지속적인 높은 속도의 데이터 제공으로 승객 서비스 향상 - 대기 없는 발권 시스템
철도 인력	- 전문가 양성 프로그램 제공을 위한 유럽 전역에 걸친 훈련플랫폼 구축 - 철도정보 제공 및 협업 구성을 위한 IT 기반 지식 매니지먼트
보안	- IoT기반 응급상황 대처 시스템 - 테러 및 사이버 공격 대비 지속적인 경계 시스템
안전	- 운영효율 향상, 안전, 승객 만족을 위한 CCC요소의 지속적인 성능 향상 및 자동화 - 안전 인증을 위한 유럽 간 동의 절차 - 철도 중요 요소들의 노후화에 대비한 지속적인 안전 대비책

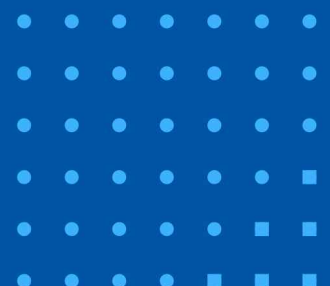
※ 출처 : KISTEP 한국과학기술평가원, 데이터 기반 스마트 철도안전관리 기술개발사업, 2021.08



Korea Agency for Infrastructure
Technology Advancement

제5장

사회동향



제5장 사회동향

□ **코로나19 사태 이후 캐나다의 인프라 시장(공공·민간)은 감소세를 보였지만, 경기 부양책의 일환으로 정부 주도의 공공 인프라 투자 확대 예상³⁴⁾**

- '20년 기준 816억 캐나다 달러로 전년 대비 6.6%의 감소율
- 캐나다는 철도(지하철) 부문 향후 5년 이상 현지 인프라 시장의 성장 견인 전망
 - 캐나다 철도 부문은 공공 투자 보다는 민간 투자가 더 활발하며 이는 대부분의 철도(지하철) 인프라 프로젝트가 민관협력(PPP) 방식으로 진행
 - 코로나19 이후 정부의 예산 부담이 커진 만큼 향후 추진 예정인 후속 경전철 프로젝트들은 대부분 정부 예산 절감이 가능한 PPP 방식으로 진행 예상
- 퀘벡, 온타리오, 대형 경전철 인프라 확충 프로젝트 추진 활발
 - 현재 건설 중인 퀘벡 REM 프로젝트는 '21년에서 '23년 사이에 단계적으로 완료되며 연속하여 후속 사업 추진 예정
 - 33억 캐나다 달러 규모의 퀘벡 트램웨이 네트워크 프로젝트는 이미 퀘벡 주정부와 연방정부로부터 총 12억 캐나다 달러 규모의 예산 지원 확보
 - 온타리오 Hurontario LRT 프로젝트는 Port Credit-Brampton Gateway Terminal 지역 18km 구간 경전철 건설 사업으로 '19년 10월 Mobilinx 컨소시엄과 46억 캐나다 달러의 설계-금융조달-건설-운영(DBFOM) 계약 체결

□ **세계철도연맹은 코로나19가 단기적으로 철도 수요에 큰 영향을 주지만, 중장기적으로 철도 수요 회복 전망**

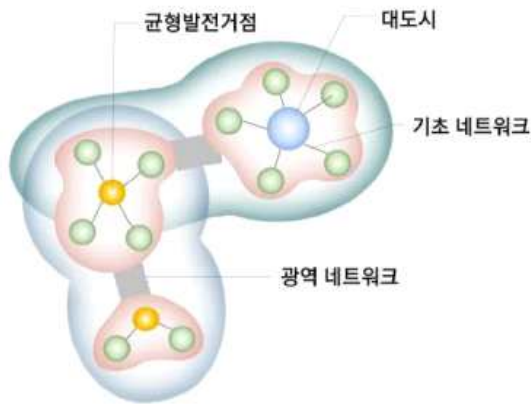
- '20년 철도 여객 수입이 유럽은 '19년의 57% 수준, 아시아는 61% 수준으로 하락하지만, '21년은 80% 수준으로 회복 전망(UIC)

□ **지방 광역권의 중요성을 부각하기 위해 제5차 국토종합계획은 수도권 집중 및 지방소멸 위기 극복 수단으로 연계·협력을 통한 지방광역권 조성 필요성 강조**

- 광역교통 네트워크를 중심으로 균형발전거점 확보 필요 언급하였으며, 지방 4대 광역권 (부·울·경, 대구·경북, 광주·전남, 충청권) 모두 메가시티로가기 위한 연대·협력 진행
 - 균형발전을 국토정책의 핵심으로 여기고 있는 프랑스에서도 최근 지방도시(광역) 철도투자 증가 추세

34) 해외철도정보, 2021년 캐나다 인프라 산업 동향 및 전망, 2021.12

[그림] 광역 교통 네트워크



[그림] 프랑스 파리권 및 지방 광역권의 철도 연장비교

프랑스 파리권 및 지방 광역권의 철도 연장 비교

(단위: 연장 km)

구분	1998	2003	2008	2013	2018
지하철, 급행철도, 트램	536	665	909	1,616	1,805
- 파리(Paris)권	339	338	356	871	922
- 지방 도시	198	327	553	745	883

※ 출처 : 한국교통연구원, 국가철도망 구축계획 수립 연구, 2021.04.22

□ 코로나 19가 사회 전반에 큰 영향을 끼쳐 KTX, 도시철도 승객 수 변화 발생³⁵⁾

- KTX 이용객 수는 '20년 3월 117만여 명을 기록해 전년 대비 71.3%까지 감소
 - 4월부터 회복되기 시작해 5월에는 250만여 명까지 늘어나 '19년 비해 44.0% 낮은 수준
 - 서울 도시철도 이용객 수는 3월 1주 4,035만여 명을 기록해 전년 대비 42.7% 줄어들었지만, 5월 2주부터 크게 늘어나기 시작해 5월 4주에는 전년 대비 -26.4% 수준인 5,216만여 명까지 증가

□ 인구구조의 변화

- 우리나라 인구는 '30년까지 증가하고 이후 감소세로 전환될 것으로 예측되었으나, '20년 인구 최초 감소('19년 대비 약 2만 명 감소)
 - 인구감소에도 불구하고 고령자 교통사고 증가에 따라 비교적 안전한 철도 등 대중교통 선호도가 증가하고 있는 것으로 분석
 - * 고령자 교통사고 건수 증가 : '08년 10,155건 → '17년에는 26,713건으로 10년간 163% 급증 (한국교통안전공단)
 - * 노령인구 철도 이용객('11~'19년) : (광역철도) 1.5억 명 → 2.3억 명(51%↑) (도시철도) 3.6억 명 → 5억 명(39%↑)
 - 소득수준 향상 및 시간가치 증시에 따라 서비스의 질을 강조하고 신속성에 대한 선호가 증가하여 철도이용 증가 추세

□ 국내 철도이용객은 코로나19로 인한 사회적 거리두기 등으로 '20년 2월 기준 전년 대비 30% 이상 큰 폭 감소한 후, 증감을 반복하는 추세

- * 철도이용객 감소로 철도공사, 도시철도 공사 등 철도운영기관의 재무여건 악화
- 세계철도연맹(UIC)은 코로나19가 단기적으로 철도수요에 큰 영향을 주지만, 중장기적으로 철도수요 회복 전망*

35) 통계청, 한국의 사회동향 2020, 2020.12

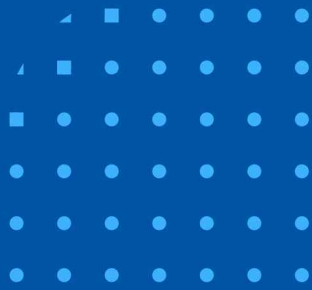
* '20년 철도여객수입이 유럽은 '19년의 57% 수준, 아시아는 61% 수준으로 하락하지만, '21년은 80% 수준으로 회복 전망(UIC)

○ 코로나19 등 전염병 확산을 방지하기 위해 철도시설 및 차량 내 환기설비 및 방역시설을 확충하고, 관련 기준도 마련 필요

□ **공유교통의 활성화로 도로혼잡이 완화되면 철도건설의 명분이 약해질 우려가 있으며, 자율주행 자동차의 등장은 자동차에 대한 선호도 증가 예상**

○ 철도 분야도 기술의 발전에 따라 동력분산식 고속 열차가 개발되고 초고속열차의 개발 등이 시도되고 있으나, 도로 교통수단보다 변화의 정도가 작아 철도의 경쟁력을 최소한 현 수준으로 유지 노력 필요

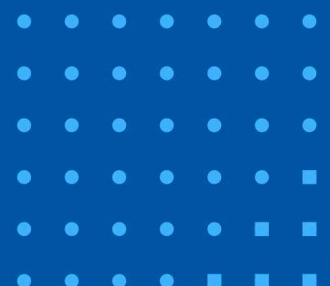
- 철도교통연구본부는 '21년에도 이용자 친화적 철도서비스 제고를 위한 다양한 정책 방안 마련 예정
- 국내 철도안전은 철도차량, 철도시설, 운행 등에 관한 안전 관리체계에 따라 자발적 안전 관리로 제도 강화 추세
- 국내 철도 안전분야는 안전한 철도환경을 위해 지능형기술융합 기반의 예방적 기술개발을 주요 방향으로 설정하고 사고예측, 예방적 유지관리, 안전성능제고 등 추진



Korea Agency for Infrastructure
Technology Advancement

제6장

환경동향



제6장 환경동향

□ 미세먼지의 사회적 재난규정, 실내공기질 관리법 기준 강화등에 대응하기 위해 미세먼지관리 방안을 수립하여 쾌적한 이용환경조성³⁶⁾

○ 실내 공기질 관리법 제5조(실내공기질유지기준등)기준강화('20.04.03)

〈표〉 실내 공기질 관리법 제5조(실내공기질유지기준 등) 기준 강화

구분	항목	개정(전)	개정(후)	비고
유지기준(1년)	미세먼지(PM-10)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	150 이하	100 이하	변경
	초미세먼지(PM-2.5)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	50 이하	신규
권고기준(2년)	이산화질소	0.05 이하	0.1 이하	변경

○ 설치개수 : 측정기 12대, 전광판 36대, 데이터 전송 장비 1대, 전광판 추가 설치 24대 (지하역사 12개소 승강장 상·하선)

○ 환경부 국고 보조금 신청: 288백만 원(40%, '20.05.08)

- '20.04.13 : 환경부 국고 보조금 1차 신청(240백만 원, 33%)
- '20.05.08 : 환경부 국고 보조금 2차 신청(전광판 추가, 48백만 원, 7%)

○ 국토교통부 국고보조금 신청 예정: 432백만 원(60%, '20.8월중)

- 국토교통부 국고보조금 신청금액변경(360백만 원-) 432백만 원)
- 환경부 실내공기질 관리 매뉴얼에 따른 전광판 설치 비용추가(72백만 원)

○ 국토교통부 측정기 유지보수 비용 별도 요청 : 891백만 원

* 연 54백만 원 × 16.5년 = 891백만 원

○ 초미세먼지측정기 설치예정('21.3월)

□ 전동차 객실 공기질 개선장치 제작 설치로 객실 내 미세먼지 저감으로 쾌적한 환경조성 및 시민고객의 건강권 확보

* 사업규모 : 총 1,560칸/6,240대 (22,916 백만 원, 국비/시비 매칭사업)

〈표〉 공기질 개선장치 사업규모

분류	사업기간	설치물량	사업비(백만 원)		비고
			총 금액	국/시비	
1차년도	'19.12~'20.06	140칸(560대)	2,400	720/1,680	설치완료
2차년도	'20.05~'21.04	1,076칸(4,304대)	15,576	7,780/7,796	계약완료
3차년도	예정사항('21)	344칸(1,376대)	4,940	2,470/2,470	-

* 신조전동차(1,914칸)는 도입 시 공기질개선장치(7,256대) 포함설치('17~'27년)

※ 출처 : 서울교통공사, 주요업무보고, 2020.09

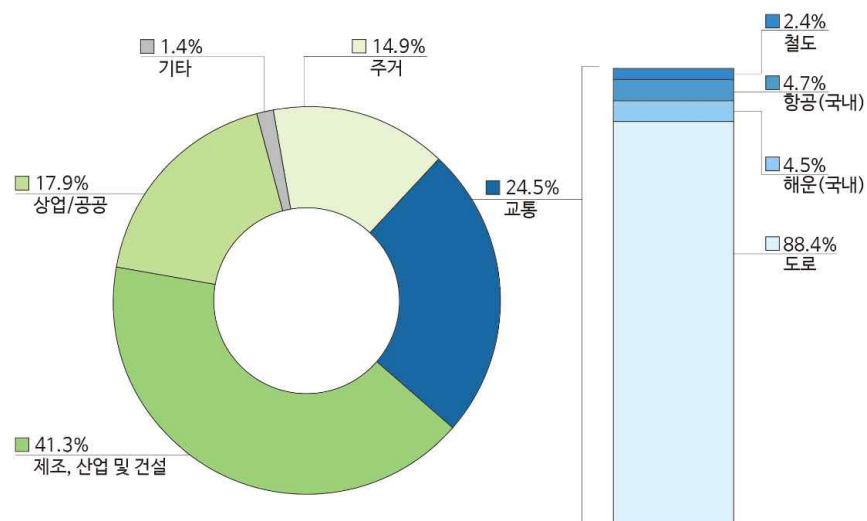
36) 서울교통공사, 주요업무보고, 2020.09

□ '21년 미국의 '파리 기후협약 재가입'으로 기후변화가 재이슈화 되고 있으며, 우리나라도 '50년 온실가스 배출 제로(Net-Zero) 선언

* '50년까지 온실가스 배출량(+)과 제거량(-)을 합산하여 순 배출량 '0' 달성

- 교통부문도 친환경차 보급과 함께 환경친화적인 철도(승용차 대비 온실가스 배출: 17.7%)로 교통 체계 전환 필요
- 일본의 경우 여객부문 철도 수송분담률이 30.2%로 높은 수준이나, 온실가스 배출량은 전체 교통부문의 2.4%에 불과

[그림] 일본의 이산화탄소 배출 원인별 현황



※ 출처 : 서울교통공사, 주요업무보고, 2020.09

- 높은 도로 의존도(지역간: 여객 88%, 화물 92%)로 교통물류부문 사회경제적 비용이 증가하고 있어 철도 수송분담률 제고 필요

□ 성능중심 철도시설 관리체계 구축을 통한 철도 안전 강화, 이용자가 편리한 철도 환경 조성을 위해 환경친화적인 철도건설 추진

- 안전성·내구성·사용성을 기반으로 하는 성능 중심 관리체계로 전환하고, 시설 원인으로 발생한 철도 사고·장애 빈도 등 정밀 분석
 - 고장 빈도가 높고 사고·장애 시 피해가 큰 철도시설에 우선 투자
- 무장애(Barrier Free) 역사시설 및 신속한 승하차를 위한 고상홈을 설치하고, 철도역을 중심으로 버스, 택시 등 교통수단을 연계하여 환승편의 제고
 - 코로나19 등 감염병 확산에 대비한 비접촉 게이트 등을 확충하고, 역사·차량 내 쾌적한 환경을 조성하기 위한 공조설비 등 확충

○ 계획, 설계, 건설 등 철도사업 추진 전 단계에서 대기질, 수질, 지형·지질, 동·식물, 소음·진동, 위락·경관 등 영향을 적극 고려

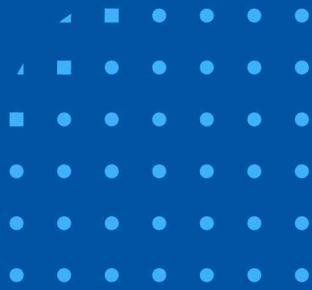
- 사업초기 단계부터 환경분야 전문가 참여, 주민 및 관계기관 등 의견수렴을 통해 노선을 선정하고, 환경영향 저감대책 마련

* 「환경친화적 철도건설지침(국토교통부, 환경부)」등 관련 규정 적극 준수

□ 철도이용 증가에 따른 환경오염물질 배출 저감

○ 수도권 광역철도 이용객(110만명 ↑) 및 고속·일반·지방 광역철도 이용객증가(62만명 ↑)에 따라 연간 미세먼지(PM2.5) 204톤 이상 감소 예상

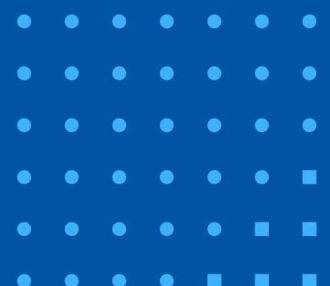
- 이 밖에도 CO, NO_x, VOC도 각각 매년 6,781톤, 3,657톤, 536톤 이상 감소 추정



Korea Agency for Infrastructure
Technology Advancement

제7장

주요 이슈 및
시사점



제7장 주요 이슈 및 시사점

- 철도는 물류화물 운송과 같은 대량운송도 가능한 교통수단으로 지역간 이동, 글로벌화에 따른 철도교통 인프라 개선을 위해 지속적으로 투자 및 확충
 - 미국은 5년간 1조 2,000억 달러 대규모 인프라 투자계획을 발표하여 노후화가 심한 인프라를 보수·강화하고, 국민 삶의 질을 높여 고용창출로 연결 추진
 - 역대 최대 규모의 인프라 투자이며, 미국의 도로와 교량, 철도재건, 초고속 통신망 확충, 기후 변화 대응, 환경정의 향상, 소외 지역사회에 투자 기대
 - 교통·전력·상수도 등 사회인프라 현대화에 5,500억 달러 신규 투자하였으며, 철도, 대중교통, 지역연결 인프라 개선에 1,060억 달러 투자
 - 프랑스는 물류화물 운송을 위한 5개의 철도노선 등을 지역별로 추진하고 있으며 동부지역은 철도교통 인프라 현대화에 5억 5,500만 유로 투자할 예정
 - 독일은 철도망 및 대중교통 현대화에 1,000억 유로 이상 투자계획이며, '30년까지 철도 이용자 수를 '19년 대비 2배로 확대 추진
- 전 세계적으로 에너지 위기 등 환경문제에 대해 정부가 철도교통 분야에 대응하여 저탄소화, 에너지 저감, 지속가능한 에너지에 관한 정책 및 기술개발 추진
 - 유럽은 '지속가능한 스마트 수송전략'을 통해 '50년까지 온실가스 배출 90% 감축을 목표로 제시하고 10년 단위로 단계별 목표치 제시
 - '30년까지 철도교통량을 2배까지 늘리며, TEN-T에 포함된 철도운송을 전력화, 서비스 품질과 비용 효율성 향상 기대
 - 영국은 런던과 버밍엄을 연결하는 HS2 프로젝트를 추진함으로써 기존 지역철도의 부담을 줄여 원활한 서비스가 가능하도록 하고, 도로에서 트럭 운행을 줄여 교통혼잡 해소 및 탄소 배출 감소 기대
 - 프랑스는 승객 및 화물을 위한 지속가능한 이동성, 환경오염 저감, 지역사회 성장에 기여하는 커뮤니티, 인간 중심형 발전 추진
 - 독일은 혁신적인 기술을 철도에 접목하여 '녹색디지털 철도'로 선언하였고 이산화탄소 배출 50% 저감, 재생에너지 활용 70% 달성 추진

□ **코로나19가 전세계 사회 전반에 큰 영향을 끼쳐 KTX, 도시철도 승객 수 변화 발생하였으며, 철도 이용객이 증감을 반복하는 추세**

○ 국내에서는 KTX 이용객 수는 '20년 3월 117만여 명을 기록해 전년 대비 71.3%까지 감소하였고, 4월부터 회복되기 시작해 5월에는 250만여 명까지 늘어나 '19년 비해 44.0% 낮은 수준

- 코로나19 등 감염병 확산에 대비한 비접촉 게이트 등을 확충하고, 역사·차량 내 쾌적한 환경을 조성하기 위한 공조설비 등 확충

○ 세계철도연맹(UIC)은 코로나19가 단기적으로 철도수요에 큰 영향을 주지만, 중장기적으로 철도 수요 회복 전망

□ **경제성장으로 1인당 국민총소득의 증가, 삶의 질 향상 등으로 철도서비스에 대한 국민의 눈높이도 높아지는 추세**

○ 단순 교통수단으로서 철도의 역할뿐 아니라, 부가적 편의 확대* 등 다양한 요구가 지속적 증가

* 역사 내 편의시설 확충, 승차권 제휴상품의 다양화, 연계교통 정보 제공, 열차 내 공기질 개선

- 철도 이용시 음식점, 카페, 관광 및 타 교통수단 등의 이용에 제공하는 혜택을 강화하고, 지속적인 피드백을 통해 서비스 개선 고도화

○ 다양한 고객의 수요에 맞는 서비스 개선으로 철도 중심의 대중교통 활성화 및 철도수송 분담률 제고 전망

□ **지속적인 출산율 감소로 유소년 인구, 생산연령 인구는 감소하는 반면 고령인구는 증가하며 이동·환승 등 철도 이용 편의 제고 요구 증가**

○ 생산연령인구 감소로 인한 노동력 부족이 예상되어 철도산업 전반에 대한 지능화·자동화 기술 도입 검토 필요

- AI, IoT, Big-data, 증강현실 등 최신 기술을 활용하여 철도 차량, 기술, 안전, 운영 등 전 분야에 대한 혁신적인 변화 기대

○ AI 등 4차 산업혁명 기술을 활용한 철도안전 고도화를 통해 철도운영 안전성 확보와 안전한 열차 이용환경 조성 전망

□ 인구·가구 구조의 변화에 따라 총통행량은 감소할 것으로 전망되나 광역통행 수요는 증가 예정

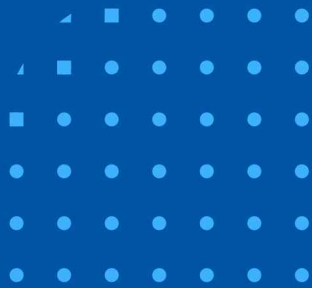
- 인구감소와 함께 가구 구조 또한 크게 바뀌며 통행 목적별 정기적인 통근·통학 통행의 비율이 감소하고, 여가 쇼핑·통행의 비율 증가
- 코로나19 발생으로 대중교통의 선호도와 수요가 낮아진다는 부정적인 해외의 견해도 있지만 인구감소로 인한 고령자 증가에 따라 중·장거리 철도 통행 증가 예정

□ 단거리 통행은 PM 등 다양한 수단으로 전환되고, 중장거리 통행은 도시철도의 수요 증가 전망³⁷⁾

- 버스의 경우 도시철도 이용의 신속성을 높이고 효율적인 광역 통행 처리를 위해 모빌리티 허브에서 다양한 환승시설의 확대 및 개선 필요
- 지속적인 인프라 구축을 위한 차내/외 쾌적성, 환승 편리성 등을 편익으로 반영한 시설투자 등 서비스 부분의 개선 필요
 - DRT*는 자율주행 버스 등 도시철도 보조 수단 재정립을 통해 서비스를 제공하여 소득수준 향상에 따른 경쟁력 제고

* 수요응답형교통체계 : 버스도 택시처럼 부르면 오도록 설계된 운영 체계

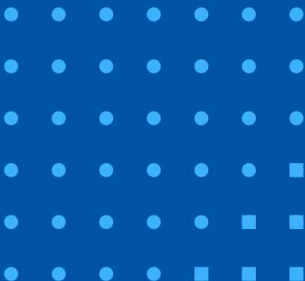
37) 서울연구원, 뉴노멀 시대 준비하는 서울의 교통정책 방향, 2021.12



Korea Agency for Infrastructure
Technology Advancement



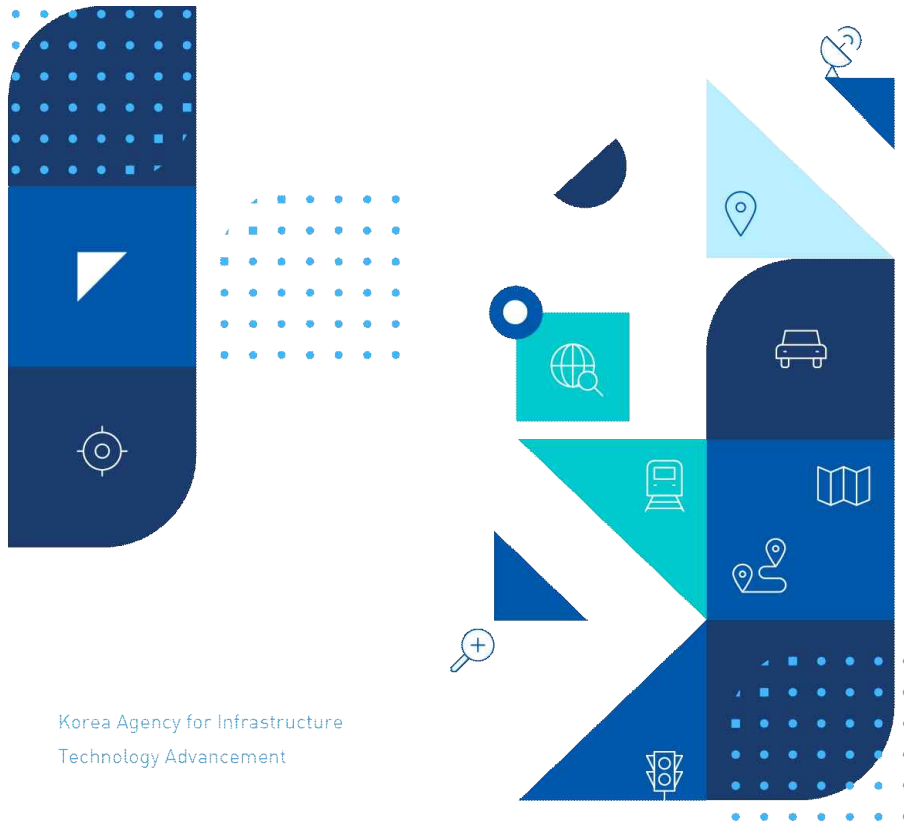
참고문헌



참고문헌

1. 1위싱턴무역관, 美 인프라 투자법안 주요 내용 및 시사점, 2021.08.20
2. 미국 교통부 연방철도국, FRA, 철도 개선 기회를 위한 보조금을 지원, 2021.08.27
3. FRA, Research, Development and Technology Strategic Plan 2020~2024, 2020
4. 에너지경제연구원, 세계 에너지시장 인사이트, 2021.11.26
5. European Commission, Sustainable and Smart Mobility Strategy - putting European transport on track for the future, 2020.12.09
6. 한국과학기술평가원, 데이터 기반 스마트 철도안전관리 기술개발사업 예타조사보고서, 2021.08
7. Shift2Rail 홈페이지, 2021.07.28
8. 국토교통부, 제4차 국가 철도망 구축계획, 2021.06
9. BBC 뉴스, HS2 : 정부 검토 프로젝트, 2020.01.30
10. Digital Rail for Germany, 2018
11. SNCF, 2017 Corporate social engagement report
12. 일본철도종합기술연구소, RTRI의 미래철도 중장기 연구개발 마스터플랜, 2021
13. 종합 물류 시책 추진 회의, 종합 물류 시책 추진 프로그램, 2020.03
14. 한국과학기술기획평가원, 철도신호시스템, 2021.10
15. 국토교통부, 2021년 철도안전 시행계획, 2021
16. 국토교통부, 광역철도 등 향후 5년간 광역교통 인프라 확충계획 마련, 2021.07
17. 한국철도차량산업협회, 철도차량 제17호, 2021.01
18. 국토교통과학기술진흥원, 국토교통 2050 미래기술 도출을 위한 조사분석 연구 최종 보고서, 2020.06
19. 한국무역협회, 한국무역협회 해외지부가 제공하는 시장정보, 2020.08.14
20. 국토교통부, 철도차량부품 연구개발(R&D) 사업을 본격 추진하여 해외 철도시장에서의 국제적 경쟁력을 강화하겠습니다. 2020.04
21. 한국철도차량산업협회, 철도차량 및 부품 수출입 통계, 2020
22. 대외경제정책연구원, 미국 인프라 투자 계획의 주요 내용과 전망, 2021.04
23. 산업연구원, 2020년 중국의 신형 인프라 투자 7대 분야, 2020.05
24. 철도경제 뉴스, 정부 철도예산 8조 6000억 시대, 개량사업 1조 3천억 달해, 2021.12.08
25. 국토교통부, 제4차 철도산업발전 기본계획('21~'25), 2022.04.03
26. 한국철도기술연구원, 2020 우수기술모음집, 2020.08
27. 국토교통과학기술진흥원, 경전철용 무선급전시스템 적용기술개발 최종보고서, 2020.09
28. 국토교통부, 국내 철도기술, 국제인증 취득으로 해외 진입장벽 낮춘다, 2021.05
29. 국토교통부, 저탄소·친환경 고속철도차량 핵심부품 독자기술 연구개발로 국산화·국제 경쟁력 높인다, 2021.05
30. 충남대학교, 열차 일탈/침범사고 피해 최소화 및 위험도 저감 기술 개발 과제 기획, 2020.09
31. 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석 제36권 제4호 철도전용 무선통신 기술 동향, 2021.08

- 32. 한국철도기술연구원, 탄소중립 실현할 액화수소열차 개발 시작, 2021.04
- 33. 국가기후환경회의, 국가기술제안 인사이드, 2021.02
- 34. 해외철도정보, 2021년 캐나다 인프라 산업 동향 및 전망, 2021.12
- 35. 통계청, 한국의 사회동향 2020, 2020.12
- 36. 서울교통공사, 주요업무보고, 2020.09
- 37. 서울연구원, 뉴노멀 시대 준비하는 서울의 교통정책 방향, 2021.12



Korea Agency for Infrastructure
Technology Advancement

2021 국토교통 R&D 동향조사

- 철도교통 분야 -

Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement



발 행 인 박승기

발 행 처 국토교통과학기술진흥원

발 행 일 2022년 10월

문 의 처 경기도 안양시 동안구 시민대로 286(관양동 1600) 송백빌딩 2~7F, 9F / TEL. 031-389-6313

이 책의 판권은 국토교통과학기술진흥원에 있습니다.

이 곳에 담긴 모든 내용 및 자료는 허가 없이 어떠한 형태로든

무단으로 복사, 전재하거나 변형하여 사용할 수 없습니다.

이 책의 내용은 우리원 홈페이지 조사/분석 보고서에서 보실 수 있습니다



ISBN 979-11-980225-8-5
ISBN 979-11-980225-0-9 (세트)