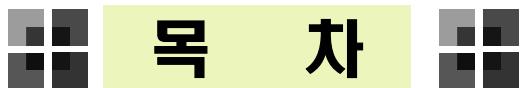


스마트
철도안전관리시스템
구축 기본계획 수립
연구용역 보고서
(요약보고서)

A Study on the Basic Plan of Smart
Railway Safety Management System
(Summary)

2017.12



목 차

I . 계획의 개요	1
II. 현황 및 전망	4
III. 스마트 철도안전관리의 비전과 목표	11
V. 분야별 추진계획	14
VI. 기대효과	34
VII. 계획의 추진체계	36

1. 추진배경

- 제4차 산업혁명은 기계의 지능화를 통한 기술·산업의 융복합으로 신제품·서비스를 빠르게 창출하여 산업·고용 등의 근본적 개편을 촉발
 - 변화에 대한 적기 대응이 개인·기업·국가 경쟁력에 중대한 영향을 미치므로 변화 요인·미래상 등을 예측·분석하여 전방위적 준비가 필요
- 해외 주요국가·선도기업들은 지능정보기술의 파괴적 영향력*에 앞서 주목하고 장기간에 걸쳐 대규모 연구와 투자를 체계적으로 진행
 - * 맥킨지는 '25년에 이르면 인공지능을 통한 지식노동 자동화의 파급효과가 연간 5.2조 달러~6.7조 달러에 이를 것으로 전망(Disruptive technologies, '13)
 - 해외 주요국은 지능정보기술 조기 개발을 통한 경쟁력 강화*를 추진하고, 주요 기업들도 대규모 투자와 M&A를 확대 중
 - * (미) 스마트아메리카 프로젝트, Brain Initiative, (독) 인더스트리 4.0전략, (일) 일본재통전략, 로봇신전략, (중) 중국제조2025, 인터넷플러스 전략 등
 - 철도안전 분야에서도 유럽, 일본 등 주요 선진국은 「안전」을 미래 철도의 최우선 가치 중 하나로 설정하여 첨단기술을 도입 중
 - * (미국) TRB가 'New IDEAS for Rail Safety' Project 통해 운행중 차축균열감지 등 추진
(일본) RTRI가 안전 DB 분석·의사결정 지원 시스템, VR 활용 안전교육 등을 추진
(유럽) 철도국(EUR)이 'Capacity4Rail' 프로젝트 통해 실시간 모니터링 기반 유지보수 등 추진
 - 전환기를 맞이한 현 시점에서 4차 산업혁명의 기술을 활용한 철도안전의 도약을 위한 미래상을 정립하고 신기술 활용의 기반을 구축할 필요
 - 철도는 토목·전기·기계·신호·통신 등 각종 기술이 복합 적용되므로 기술 융·복합에 따른 자동 데이터 수집·공유·활용이 기대
 - 이를 위해 철도안전관리를 첨단화·과학화하여 인적 과실을 저감하고 관리 효율성도 향상시켜 예방중심 안전관리 정착을 추진

2. 계획의 개요

- 계획의 성격 : 스마트 철도안전정책 방향을 제시하는 국가종합계획
 - 4차 산업혁명 기술의 철도안전관리 활용을 위한 기본방향 설정
 - 미래 철도안전의 청사진 제시를 위한 “기본구상” 성격의 계획(비법정계획)
 - 4차 산업혁명 기술이 개발 중에 있어 적용기술을 확정하기 어렵고, 관리방식 변경에 따른 고용 문제 등에 대해 추가 검토가 필요
 - 본 계획을 바탕으로 “실행 TF” 등 추진체계를 구성하여 지속 추진
 - 광역·기초 자치단체, 철도운영자등의 연구·개발 및 안전관리 방식 혁신을 위한 가이드라인 제시
 - 기술 개발 및 이와 연계한 제도 개선이 가시화되는 세부과제는 2018년부터 철도안전시행계획*에 반영하여 실행력 확보
 - * 「제3차 철도안전종합계획(2016~2020)」의 5.4 “철도안전 원천기술개발 및 검증인프라 확충”, 5.5 “철도안전고도화를 위한 R&D확대”에 관련 내용 일부 포함

□ 계획수립 경위

- ‘17.4~9월 : 연구용역(철도연) 및 TF 구성 및 운영(4.28)
- ‘17.9월 : 기본계획 시안 마련 및 의견조회
- ‘17.10월 : 스마트 철도안전기술 공모전* 시행 및 우수작 반영
 - * 일반 국민 대상으로 아이디어 공모하여 40건 접수, 국토교통부장관상등 우수작 6건 선정
- ‘17.11월 : 전문가 워크숍·중간보고회·철도운영자 의견 수렴
- ‘17.12월 : 최종보고회 개최 및 방침결정(확정)

□ 계획의 범위

- 시간적 범위 : 2018~2027년(10년)
 - 1단계 (2018~2022) / 2단계(2023~2027)
- 공간적 범위 : 전국
 - 사례 연구 등을 통해 국가·지자체·철도운영자·철도시설관리자·철도연구기관·대학교 등이 추진할 수 있는 세부과제를 최대한 도출

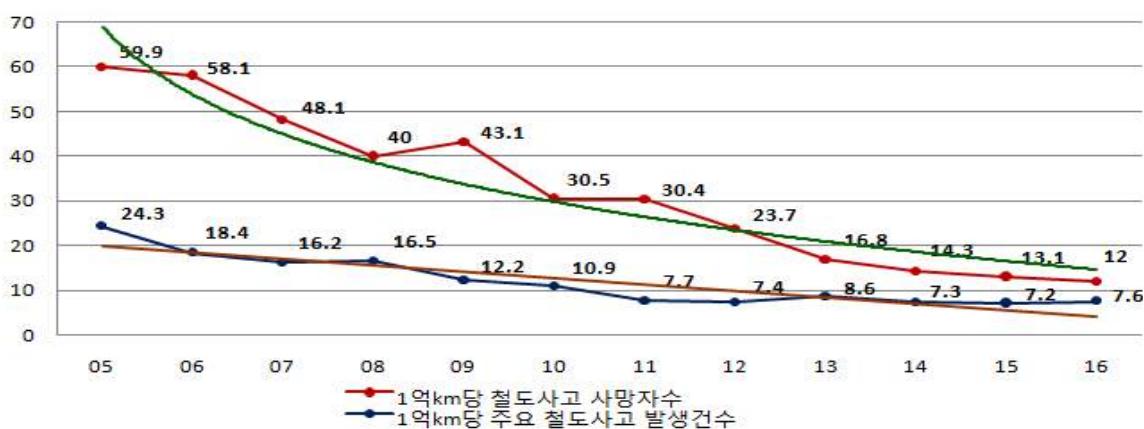
□ 계획의 주요 내용

- 스마트철도안전관리의 개념 및 목표 설정
- 4차 산업혁명으로 인한 변화상과 미래 철도에 대한 전망
- 스마트 팩토리 등 철도차량 관리의 스마트화
- IoT 기반 상태평가 등 철도시설 관리의 스마트화
- 피로기반 운행관리 등 철도종사자 관리의 스마트화
- 빅데이터 기반의 위험분석·사고예측 등 위험관리의 스마트화
- AI 기반 자동 관제 등 운행관리의 스마트화
- 지능형 CCTV 등을 활용한 철도보안의 스마트화

1. 현황

- 우리나라는 첨단기술을 각 분야에 활용·도입하고 있으나, 철도안전 분야는 여전히 인력과 경험에 기반한 방식이 주류를 이루고 있는 실정
 - 철도 안전분야의 사고·사망자 수는 감소하여 왔으나, 감소율이 한계에 도달하여 기술진보 없는 기존의 방식만으로는 개선효과가 미비
 - * 열차운행 1억 km 당 철도사고 사고 건수 추이 : '13년 8.6건(+16.5%) → '14년 7.4건(△14.6%) → '15년 7.2건(△2.7%) → '16년 7.6건(+5.8%)
 - ** 열차운행 1억 km 당 철도사고 사망자 수 추이 : '13년 16.8명(△29.1%) → '14년 14.3명(△14.9%) → '15년 13.1명(△8.4%) → '16년 12.0명(△8.4%)
- 특히, 국내 철도안전지표는 주요 선진국 수준*에 도달하였으나, 현재의 관리방식으로는 안전수준을 지속 향상시키는 데에는 한계
 - * 사고(건, '15년) : (한국) 7.2, (영국) 1.6, (프랑스) 17.6, (독일) 10.9, (이탈리아) 8.2
 - ** 사망(명, '15년) : (한국) 13.1, (영국) 4.0, (프랑스) 11.0, (독일) 12.5, (이탈리아) 13.5

<한국 : 1억km당 사고건수 및 사망자수>



2. 전망

- (산업) 데이터·지식이 산업의 새로운 경쟁원천으로 부각되고, 산업의 경쟁방식이 승자독식 플랫폼 및 생태계 경쟁 중심으로 변화
 - 지능정보기술은 대규모 데이터에 대한 자가 학습을 통해 지속적으로 알고리즘 성능을 강화함으로 데이터와 지식이 산업의 주요 경쟁 원천
 - * '16.8월 기준 전세계 시가총액 10대 기업 중 ICT 기업이 7개(애플, 구글, MS, 아마존, 페이스북, GE, 차이나모바일)로 이들 기업 모두 지능정보기술에 적극 투자 중
 - 지능정보기술 활용 산업은 보다 많은 사용자가 플랫폼 기반 생태계에 참여하여 데이터를 생성·활용하는 구조가 부가가치 창출의 핵심
 - * GE 등 ICT 플랫폼 기업들이 높은 생산성과 많은 가입자를 토대로 산업 생태계를 주도하면서 기존 기업들도 플랫폼 사업자로 변모, 경쟁 격화
- 철도 분야도 안전하고 편리한 철도로 도약을 위해 사고·고장 등 위험, 승객·화물 수요, 차량·시설 유지보수 등의 관리에 사용되는 데이터 플랫폼의 틀을 확정하고 분석·활용하는 생태계를 구축할 필요
- (고용) 자동화로 대체되는 업무가 확대되고 고부가가치·창의 직무 중심으로 업무가 재편성되면서 고용의 유연성이 증가(맥킨지, '16)
 - 총 노동시간 중 최대 49.7%가 자동화가 가능하고, 일자리 86%는 근로 시간 20% 이상이 자동화, 일자리 0.3%는 전체가 자동화될 것으로 예상
 - * 자동화 가능성이 높은 직종은 식품·담배 등급원, 미장공 등이며, 철도 기관사, 자동차 정비원도 근무시간의 40%~80%가 대체 가능
 - SW 엔지니어, 데이터 과학자 등 고부가가치·창의 직무 중심으로 약 80만명 규모의 신규 일자리 수요가 창출될 것으로 전망
- 철도 분야도 RAMS 등 데이터 기반 품질관리 기법, 데이터 마이닝을 활용한 수집·분석 및 SW 개선 분야 등의 전문가 수요 증가

- (철도) 열차속도 향상, ICT 기반의 철도 이용정보 제공, 무장애(Barrier-Free) 공간설계에 따른 철도의 접근성·편리성이 향상될 것으로 전망
 - 유니버설 철도시설 설계 도입, 승강설비의 발달, 저심도 열차 도입, 역사와 쇼핑몰 연계 등을 통한 접근성·환승 편의 향상
 - ICT를 활용한 실시간 열차운행 안내 서비스, 화물정보 원스톱 시스템 등을 통한 이용자 맞춤형 서비스 제공
 - 열차의 방음성능 향상으로 차내 소음이 저감되고 차량객실 및 지하 역사 내 미세먼지 저감을 통해 공기질을 개선
 - 차량·시설에 센서를 부착하고 이를 통합관리하는 IoT 기반 상태 관리를 통해 차량·인프라 관리의 효과를 향상
 - AI를 통해 관제 의사결정을 지원하여 열차 다이아 편성·운영, 사고·장애 발생 시 최적 사고 복구 및 열차운영 계획을 최적화

< 미래철도 2040, 국토교통과학기술진흥원 >



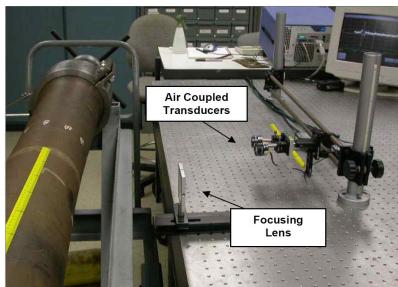
3. 국내외 정책 동향

□ 해외철도 동향

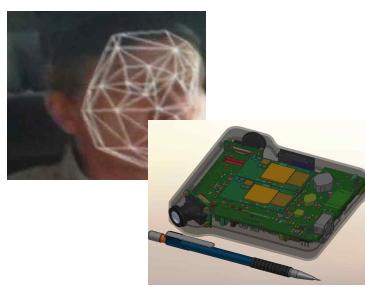
- (미국) 국립학술원 산하 교통연구위원회(TRB)는 'New IDEAS* for Rail Safety' Project를 통해 첨단기술을 활용한 안전성 제고를 추진

* IDEA(Innovation Deserving Exploratory Analysis Programs) : '16년 28개 과제 추진

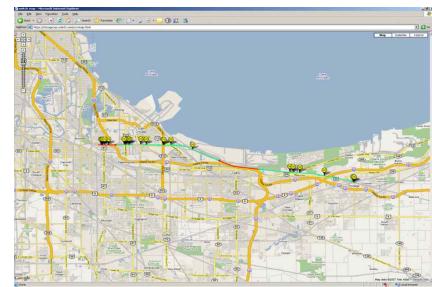
- 열차운행 중 차축균열 감지 시스템, 기관사의 부주의감지 시스템, 기관사 훈련 시뮬레이터, 비상 시 열차위치 모니터링 기술 등을 개발중



<운행 중 차축 균열감지 시스템>



<기관사 부주의감지 시스템>



<비상 시 열차 위치 모니터링>

- 미국철도협회 출자기업인 TTCI는 IntelRRIS라는 시스템을 이용, 진단 데이터를 네트워크로 철도운영자에 전송하여 유지보수에 활용하고, 자동화된 차량 검사시스템(FactIS)을 이용하여 차량의 안전성 향상

- (일본) 철도종합기술연구소(RTRI*)는 안전 DB를 실시간으로 분석하여 의사결정을 지원하는 철도종합 안전관리 지원시스템 구축을 추진

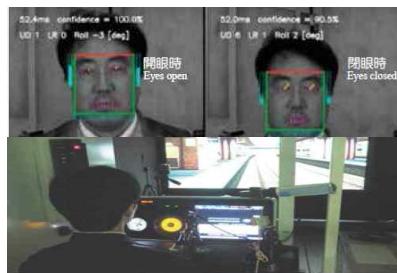
* 철도종합기술연구소(Railway Technical Research Institute) : 철도연과 유사

** 안전성 향상 주요과제: 탈선 메커니즘 및 예방기술, 사고 시 승객 안전성 평가기술, 인체요소 분석 및 기관사 보조 시스템, 자연재해 예방기술

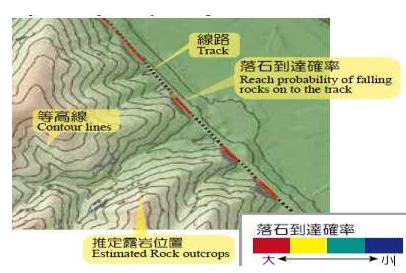
- 차량운행 기술 리뷰, 기관사 상태파악을 통한 운전보조, 자연재해 시 위험개소 및 피해 예측, 열차운전 시뮬레이터 기술 등을 개발중



<차량운행 기술 리뷰시스템>

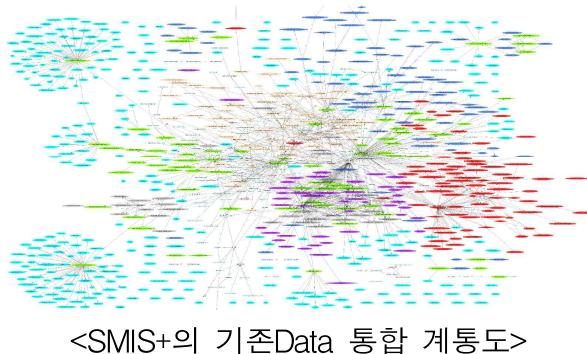


<기관사 보조시스템>



<홍수 시 산사태 위험분석>

- (유럽) EU 산하 유럽 철도국(ERA)은 ‘Capacity4Rail^{*}’ 프로젝트(‘13~‘17)를 통하여 첨단기술을 활용한 효율성·안전성 제고를 추진 중
 - * Capacity4Rail 주요과제 : 차량·운행관리, 시설 유지보수(선진 모니터링 포함), 실시간 데이터관리를 활용한 사고 복구 등
 - (프랑스) SNCF는 기존 분산된 철도안전관련 정보를 Big-Data 기반 모델을 통해 처리하여 위험도기반의 안전관리 시행
 - (독일) SIEMENS는 러시아 열차(Sapsan train)에 실시간 예방정비체계(PHM)을 적용하여 정비비 20% 이상 절감, 정시율 99.4% 실현
 - (영국) ‘Future Railway’ 프로젝트^{*}(‘12~‘40)를 통하여 관제·통신, 시설, 차량, 정보 등 6개 분야에 대한 첨단기술 개발 및 적용을 추진 중
 - * 교통부, ORR, RSSB, Transport Scotland, Transport for London, Network Rail, Crossrail, ALSTOM, Bombardier 등 16개 기관이 참여
- 철도안전표준위원회(RSSB)는 ’16년부터 모바일 보고체계, 위험 사건(near-miss) 보고시스템, 지리정보시스템, 자산관리시스템, 운영시스템 등과 연계한 지능형 안전관리시스템(SMIS+^{*})을 구축 중
- * SMIS+(Safety Management Intelligence System Plus) : 동 시스템을 활용하여 위험도를 감소시킬 수 있는 잠재성이 큰 12개 핵심 영역에 대한 관리를 강화해나갈 계획



- (중국) 중국철도 7대 핵심키워드에 철도안전·신호 기술 혁신을 포함
 - 철도안전은 운영 프로세스의 표준화, 안전관리 체계의 제도화, 보안 위협 대응, 안전목표 수립 등 제도 정비에 주력
 - 2009년 12월부터 무선통신기반 열차제어(CTCS L3 : ETCS L2호환)시스템을 적용하여 ‘17년 현재 2,700여대의 고속열차가 22,000km 구간에서 영업 중

□ 국내 타 분야 동향(4차 산업혁명위원회, 「4차 산업혁명 대응계획」)

- (지능화 기반 산업혁신) 지능화 기술과의 전면적 융합을 통해 전 산업의 경쟁력을 높이고 신산업·일자리를 창출
 - (의료) 보건의료 빅데이터 연계 활용시스템 구축, 정밀진단 치료 솔루션, AI 기반 신약 개발, 인공지능+바이오+로봇 융합의료기기 개발 등 추진
 - (제조업) 생산 자동화·지능형 유연생산 등 스마트공장 고도화, 제조 로봇 확대, 부품공급 효율화를 위한 3D 프린팅 등 추진

진료정보 전자교류 체계	개인 맞춤형 정밀의료	AI 기반 신약개발 혁신	스마트공장 고도화·확산	지능형 제조로봇 확대	제조 서비스화
<p>진료정보 온라인 교류 전국 확산 전체 시설 수준 전국 확대 2017 2022</p>	<p>맞춤형 건강관리 정밀진단사업 건강수명 3세 연장 73세 2015 76세 2022</p>	<p>신약개발 기관 활용도 후보물질 44개 신규 개발 85개 2015 129개 2022</p>	<p>생산 자동화·최적화 제조업 생산성 제고 생산이력 관리 기초 단계 최적화 단계 2016 2022</p>	<p>근로자 협동 자율화 로봇 공장 근로자의 역량 증강 장애인·여성 일자리 기회 확대 2017 2022</p>	<p>제품 생산 중심 → 가치사슬 전반 혁신 경쟁력 강화 리소어링 전략 마련 2017 2022</p>

- (이동체) 고속도로 준자율주행차·무인셔틀버스 도입, 미래형 드론·자율 비행항공기 기술 개발, 스마트 선박 조기도입 등 추진
- (금융·물류) 스마트폰 등을 활용한 금융거래인 펍테크 활성화, 인공지능·로봇 활용한 스마트 물류센터·스마트 항만 등 추진

자율차 시장 선도	드론 경쟁력 강화	자율운항선박 시장 선도	핀테크 활성화	스마트 물류센터 확산	스마트 항만 실현
<p>자율차 집중 육성 '20년 고속도로 준자율차 상용화 지원 운전자 지원 시스템 (차선이탈 경고 등) 2017 2020</p>	<p>산업용 드론 집중 육성 시장규모 20배 확대 704억원 2016 1.4조원 2022</p>	<p>'22년 최초 운항 성공 선박 운영비용 10% 절감 선박 운영비용 10%↓ 2017 2022</p>	<p>금융구제 테스트베드 운영 핀테크 시장 24배 확대 핀테크 업체수 208개 2017 400개 2022</p>	<p>A·로봇 기반 화물처리 자동화 화물 처리속도 33% 향상 1,500개/h 2016 2,000개/h 2022</p>	<p>항만장비 자동화 초대형 '퀸'선 처리시간 40% 이상 단축 40시간 이상 2017 24시간 이내 2022</p>

- (에너지) 원격검침·전력 소비 분석 통한 전력효율화를 위한 스마트 그리드, 온실가스 저감을 위한 신재생자원지도 개발 등 추진
- (농수산업) 생육정보·수확량 예측 등 스마트팜 단지 조성, 환경측정·자동급수 등 스마트 양식시스템 구축, 로봇을 통한 파종·어획, 실시간 수급관리 통한 스마트 유통, 재해예측지도·자동경보 통한 재해대응 등 추진

- (사회문제 해결) 교통·치안·안전 등 그간 해결하지 못했던 사회문제를 사회·공공 분야의 지능화 혁신을 통해 해결하고 혁신성장으로 연결
 - (스마트시티) 빅데이터 기반 도시운영 체계 구축을 통한 스마트시티·도시재생, 3D 가상설계·자동시공 등 스마트 건설 등 추진
 - (스마트교통) 자율주행을 위한 차세대 ITS 구축, 교통량에 실시간 대응하는 스마트 신호, 운전자 피로도 감지·경고 등 지능형 교통안전, IoT, AI 등을 활용한 공항이용 스마트화 등 추진

스마트시티 확산	스마트 건설 혁신	지능형 스마트홈 확산	차세대 지능형 교통체계 구축	스마트 신호시스템 확산	지능형 교통안전시설 구축
<p>스마트시티 통합플랫폼 80개 지자체 확산 추진</p> <p>2016 10개 2022 80개</p>	<p>3D 가상설계·건설·증비지능화 건설 생산성 40% 향상</p> <p>2015 \$13.6/시간 2022 \$19/시간</p>	<p>자율주행 음성제어 스마트홈 300만가구 보급</p> <p>2017 80만가구 2022 300만가구</p>	<p>차세대 지능형 교통체계 기반 스마트로드 구축 35% 달성을 2022년 목표</p> <p>2017 0.2% 2022 35%</p>	<p>교통신호 최적제어 신호기 도심지 교통혼잡 10% 개선 2022년 목표</p> <p>2016 30.3조원 2022 27조원</p>	<p>지능형 도로 표시판 교통사고 5% 감소 2022년 목표</p> <p>2016 220,917건 2022 209,870건</p>

- (스마트복지) 노인·장애인 돌보미 로봇·신체활동지원 웨어러블 슈트 등 개발, VR·AR 활용 치매 예방, 웨어러블 기기 활용 맞춤형 재활 등 추진
 - (스마트환경) 미세먼지 실시간 감지 및 예보, IoT 기반 상하수도 운영 효율화, 드론·로봇을 활용한 환경감시 및 단속 등 추진
 - (스마트안전) IoT 기반 노후시설물 이상검지·신속대처, 지능형 CCTV·3D 얼굴인식 활용 치안 강화, 해상 내비게이션 서비스 제공, 생활화학물질 유해성 실시간 확인 기술개발, 위성·드론 활용 지능형 산림관리 등 추진
- 또한 VR·AR 활용 소방대원 비상대응 역량 제고, 지진에 대한 위험감지 및 지능형 의사결정지원, AI 기반 위험관리 표준플랫폼 구축도 추진



<3D 재난훈련>



<AR/VR 지하철 재난 시뮬레이션>

- (스마트국방) 지능형 경계감시 시스템, 빅데이터 분석 통한 작전지휘 의사결정지원, VR·AR 활용 전투훈련, 무인화 무기개발 등 추진

1. 개념

- (개요) 4차 산업혁명은 인공지능, 빅데이터 등 디지털 기술로 촉발되는 초연결 기반의 지능화로 인한 사회 전반에 걸친 혁명적 변화를 의미

- 네트워크(IoT, 5G)에 많은 人·物이 연결되어, 데이터(Cloud, Big Data)가 급증하고, 인공지능 SW가 이를 스스로 학습하여 생산성 향상에 기여

<미래부, 4차산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책, 2016>



- (철도안전) 스마트 철도안전관리는 IoT, Big Data 등 첨단기술을 활용, 위험원을 실시간으로 분석·감시하고 선제적으로 대응함으로써,

- 철도사고 및 장애가 발생하지 않도록 하기 위한 관리기술 및 관리 프로세스와 관련 정보시스템들의 집합

* S.M.A.R.T 시스템 : Smart & Safe Management System for Advanced Rail Transport
<스마트철도안전 개념 및 특징>



2. 비전

◆ 차량·시설·인력 등 철도의 각 분야에서 센서를 통한 자동 이상 감지와 실시간 능동 관리 등을 통해 결함·틈새 없는 안전 구현

- (1단계 : '18~'22) 기본계획을 수립('17)하여 필요기술·우선순위를 도출하고, 핵심 R&D·표준화^{*}를 통해 체계적인 철도안전 기반을 마련(~'22)
 - * 능동형 차량관리, 차량·시설 유지관리를 위한 RAMS, 위험도 관리 시스템 등
 - 현존 기술을 활용한 가시적 성과^{*}의 적기 도출을 통한 추진동력 확보
 - * 낙석위험개소 지능형 CCTV, 고속 시설 검측시스템, 이력관리시스템 등
- (2단계 : '23~'27) 기존 도입한 R&D 기술에 대한 성과평가와 표준화를 바탕으로 차량·시설관리 등 분야별로 기술개발을 확산
 - AI와 Machine Learning을 활용하여 철도안전기술을 고도화시킴으로써 무결성을 지닌 사전적·예방적 안전관리체계 완성

3. 목표

- (사고 감축) 4차 산업혁명 기술을 활용한 실시간 위험관리를 통해 사고·사망자 발생을 절반수준으로 절감, 세계 최고수준^{*}의 안전달성을
- 사고건수를 절반으로 감축[(현행) 7.2 → ('22) 5.0 → ('27) 3.5]하고, 사망자수도 절반으로 감축[(현행) 13.1 → ('22) 9.2→ ('27) 6.4]
 - * 사고(건, '15년) : (한국) 7.2, (영국) 1.6, (프랑스) 17.6, (독일) 10.9, (이탈리아) 8.2
 - 사망(명, '15년) : (한국) 13.0, (영국) 4.0, (프랑스) 11.0, (독일) 12.5, (이탈리아) 13.5
- (운행장애 감축) 차량 및 시설물의 주요장치 스마트 센싱과 고장 정보 통합관리를 통해 정시율을 상향('16년, 97%→'22년, 99%)
 - * 현재 철도차량서비스고장 품질기준(MKBSF 40,000km/편성)과 신호장치 품질 기준(20,000시간/장치)을 10%이상 상향하고 전분야로 확대하여 정시율 제고

- (사고복구시간 단축) 사고보고와 대응체계의 지능화, 복구장비의 첨단화를 통해 복구시간*을 단축(1단계 9시간, 2단계 5시간이내)

* 신탄진 열차탈선사고('16.3) 시 12시간, 울촌역 충돌사고('16.4) 시 25시간 소요

- (산업 활성화) 스마트팩토리 기술, 운행관리 기술, 사고복구 기술 등의 R&D투자를 통해 철도산업 경쟁력 확보 및 5,465명 규모의 고용 창출

* 2단계 10년간 총 5,306억원 규모의 R&D투자 기준

- (보안검색 실효성 강화) 승객 친화형 스마트 보안검색으로 실효성 제고

- 기존 0.02%의 보안검색률을 1단계 5%, 2단계 50%로 상향

* 현재('17)기준 연간 철도승객 12억명 중 24만명에 대해 선별적 보안검색

<스마트 철도안전관리를 통한 국정과제 달성>



비 전

자기진단과 실시간 능동 관리로 결함·틈새 없는 안전 구현

- 운행거리 1억km당 사고(건) : (현행) 7.2 → ('22) 5.0 → ('27) 3.5
- 운행거리 1억km당 사망자(명) : (현행) 13.1 → ('22) 9.2 → ('27) 6.4

단계별 목표

- (1단계 : '18~'22) 기본계획 수립('17), 핵심 R&D·표준화
- (2단계 : '23~'27) 성과평가·표준화 및 차량·시설 등 분야별 R&D 확산

분야별 세부목표 및 중점 추진과제

차량관리	차량고장으로 인한 운행장애(건) : ('17)151(예상)→('22)105→('27)74	<ul style="list-style-type: none"> ① 주요부품 실시간 고장검지·예측 ② 철도차량 고안전 제어시스템 플랫폼 개발 ③ 차량정비의 스마트팩토리 도입 ④ 스마트 차량이력관리를 통한 상태기반 유지보수
시설관리	시설고장으로 인한 운행장애(건) : ('17)31(예상)→('22)22→('27)15	<ul style="list-style-type: none"> ① IoT, 드론 등 첨단 검측장비 확보 ② 철도시설 유지보수 작업의 기계화 ③ 철도시설 이력관리시스템 구축 ④ 철도시설 인프라 고도화 기반 구축
인적관리	인적오류로 인한 철도사고(건) : ('06~15평균)5.4→('22) 4→('27) 3	<ul style="list-style-type: none"> ① 종사자 모니터링, 교육에 따른 인적오류 예방 ② VR·AR 활용 비상대응 역량강화 ③ 평가·교육 등을 통한 종사자 역량 강화 ④ 4차 산업혁명 시대 전문인력 양성
위험관리	안전현황 실시간 관리 및 위험 원인 사전예방	<ul style="list-style-type: none"> ① 빅데이터 기반의 안전관리 ② 과학적 유지관리체계 도입 ③ 체계적 위험도 평가 도입 ④ 감독지원시스템 구축
운행관리	작업자 사망자 수(명/1억km) : ('16)2.2→('22)0.5	<ul style="list-style-type: none"> ① 실시간 철도안전관제 구축 ② 실시간 운행안전 모니터링 ③ 스마트 열차운행제어 ④ 운행사건 비상대응체계 개선
보안관리	철도테러 원천 방지 및 철도 보안 사고 제로화	<ul style="list-style-type: none"> ① 스마트 철도보안체계 구축 ② 철도보안관리체계 기반 마련 ③ 철도시설 보안 확보 ④ 사이버 보안체계 강화

1. 차량관리 분야

□ 현황 및 문제점

- (개요) 매년 철도차량 고장으로 인한 운행장애가 100건 이상 발생*하고 있어 고장저감을 위한 철도차량 안전관리를 개선할 필요
 - * ('11) 211건→ ('13) 185건→ ('15) 142건→ ('17.10) 126건(예상)
- (고장관리) 철도운영자별 정비주기와 정비항목에 맞추어 인력의 육안점검 및 장비 등으로 시험·검사 실시
 - 현행 고장이 발생하기 전 사전적·예방적으로 예측할 수 있는 수단 부족
 - 차륜의 균열여부 파악 시 청각에 의존한 타격검사 등 인력중심의 비과학적 검사로 고장검지의 신뢰도를 확보하는데 한계
- (정비관리) 고가의 핵심부품 등을 재고운용비용 등을 고려하여 고장이 발생한 후에 공급요청 및 유지보수 시행
 - 정확한 교체주기를 기반으로 한 재고관리가 되지 않아 부품 확보 지연 등으로 인한 정비기간 증가 등 안전저해 우려
- (이력관리) 철도차량 및 부품의 이력관리는 운영자 자체적으로 체계화한 부품분류를 기준으로 이력관리시스템 운영
 - 이력관리의 대상·항목, 목표 및 방법 등을 자체적으로 설정하여 일부 운영자는 이력관리망조차 구축되지 않는 등 전반적인 수준은 미비

□ 비전

- (실시간 고장예측) 부품의 상태를 실시간 감시하여 이상 징후 발견 시 관리자에게 자동통보하는 스마트 고장예측시스템 운영
- (자동정비) 고장예측 정보를 기반으로 유지보수품의 적기 준비 및 정비에 필요한 공정 설계 등을 자동화하는 스마트팩토리 구축
- (스마트이력관리시스템) 국가적인 철도차량이력관리 가이드라인 제시 및 상시 모니터링 인프라 마련 등 스마트이력관리시스템 구축

□ 추진방안

① (실시간 고장검지·예측) 제동장치·전장품 등 주요부품에 센서를 부착, 균열·마모 등 이상을 상시 감지하여 교체·보수 시기 제시

- 우선, 고속차량 하부 균열·마모 등을 측정할 수 있는 외부의 모니터링 설비를 구축('17.12.) 하여 성과평가 후 확대('19.上)

* 한국철도공사는 '17.12부터 대전역에 열차하부 모니터링 기술을 시범설치



<고속선 열차하부 모니터링 설비>

<실시간 장애감시 기술>

- 중기적으로 철도 안전핵심장치*로 모니터링 범위를 확대하고, 자가진단이 가능한 부품을 개발(~'26) 및 고신뢰성 센서 개발(~'27)

* 고속/도시/일반철도차량의 대차프레임, 윤축, 추진시스템, 동력전달장치, 제동장치, 승객안전장치, 전자제어기, 선로전환기, 레일, 변압기, ATC/ATO 등



Battery Free Camera



Temperature Sensor



<센서내장형 차량부품>

<No power wireless sensor>

② (철도차량 고안전 제어 플랫폼) 국제 철도안전표준에 부합하는 내장형시스템(Embedded System)을 고안전 공통 플랫폼으로 개발

* 지멘스, 알스톰, 봄바디아, 중국중차, 히다찌 등 메이저 철도차량 제작사들은 SIL(Safety Integrity Level) 4 플랫폼을 철도용으로 자체개발하여 철도차량 디지털화 추진

- 핵심전장품 등은 제작·도입단계부터 최소 RAMS 목표를 설정하고 운영단계에서는 안전관리체계로 RAMS 데이터를 지속관리('18.12)

* 제품의 구매·사용·대체 등 생애주기 동안 신뢰성(Reliability), 가용성(Availability), 보전성(Maintainability), 안전성(Safety)에 대해 평가하고 목표치에 따라 관리하는 절차

- 자율주행 등 철도차량 전자화 비중증가에 대비한 고안전 내장형 제어기 및 소프트웨어 운영체제도 개발(~'25)

③ (스마트팩토리 구축) 센싱, 인공지능 기반으로 차량이 정비고에 입고 시 정비·교체 품목을 판단하여 자동정비 및 부품 교체 시행

- 기지 내에 차량입고 시 각 장치별로 수집된 정보를 인공지능이 탑재된 서버에 전송하고 유지보수 대상, 시점 및 수준 등을 도출('18~)
- 정비지침에 따라 유지보수품을 준비하고 작업을 자동진행하는 공정관리 시스템 구축하며 중량물 운반 등의 작업에 로봇 자동제어설비 적용('18~)



<철도공사 철도차량 정비창 로봇화>



KUKA omniMove at Siemens
<독일 중량물 운송로봇>

- 3D 프린팅 기술을 적용한 단종 및 긴급 보수품 제조기술도 개발('18~)



<3D 프린팅 기술 접목 가능분야(예시)>

④ (스마트 차량이력관리) 차량·부품 단위로 고장·장애 이력을 기록·관리하여 점검·교체 주기 및 방법 관리, 제품 성능 개선 등에 활용

- 데이터 관리를 위한 분류체계를 구축하고 이력관리를 의무화('18.上)
 - * 서울교통공사는 신정차량기지에 스마트 차량이력관리 시범사업 시행('17.12~)
- 부품·장치 구성도, 고장유형 및 위험도 분석 등에 기반한 부품 분류체계와 이력관리 대상·항목 등에 대한 가이드라인 마련('20)
- 운영자별·차종·구성품 등 단위별 고장발생 빈도를 정량적으로 평가·분석하여 교체주기 변경 등 최적 의사결정을 지원(~'22)

2. 시설관리 분야

□ 현황 및 문제점

- (인력위주 점검·보수 한계) 작업자가 선로를 순회하며 육안으로 철도시설과 재해우려개소 등을 점검함에 따라 작업 효율성·안전성 저하
 - 비용·인력·시간이 과다 소요되며, 점검자의 주관적인 판단으로 시설물의 정확한 상태 분석이 제한되고 작업자의 안전도 위협
 - 現 보수장비는 대부분 대형장비 위주로 소규모의 선로작업은 인력으로 시행하여 작업효율성이 저하되고, 품질확보도 곤란
- (예방적 시설관리 미흡) 시설물별 상태 및 노후도 등을 고려한 예방적 관리체계의 부재로 시설관리의 효율성·안전성 확보에 한계
 - 철도 시설물별 상태를 고려하고 성능과 수명을 극대화하기 위한 적정 유지보수 및 개량사업 시행의 의사결정체계가 부재
 - 또한, 철도공간정보의 부재로 고정밀 열차위치검지, 시설물 이력 관리, 재난상황 발생 시 정확한 위치정보 제공 등이 제한

□ 비전

- (점검·보수의 첨단화·기계화) IoT, 첨단 검측설비 등 인력의존도가 높은 작업의 첨단화·기계화를 통한 작업 효율성·안전성 향상
- (지능형 철도시설 관리) Big Data 분석을 통해 유지관리 최적화를 위한 의사결정을 지원하여 예방적 유지관리 및 안전관리 수행



□ 추진방안

① (검측장비 첨단화) 기존 검측차량의 성능을 개선하고 고속검측차, 드론, IoT 등 첨단장비를 추가로 도입하여 시설물의 상태정보 수집

- (IoT 기반 원격감시시스템 도입) 시설물의 안전성 향상 등을 위해 사물인터넷(IoT)을 활용하여 시설물 상태를 원격감시하는 체계 구축

<IoT 기반 감지 도입 사례>

- ① 인력위주로 점검하던 교량, 터널, 옹벽 등에 센서를 설치하여 균열, 손상, 침하 및 파손 등의 상태정보를 실시간으로 검지
- ② 변압기, 장력조정장치 등 전기설비는 원격진단 및 제어가 가능한 설비를 설치하여 실시간으로 데이터를 측정·분석·진단 실시
- ③ 지진 발생 시 초기대응·복구를 위한 철도지진 초기대응시스템, 지진피해 손상 진단 및 급속복구 기술 및 유해·유독가스의 사전감지기술 등도 개발

- (드론 도입) 인력접근이 어려운 급경사지, 고가교량, 송전철탑 등의 시설물 점검 활동에 드론을 활용하고, 영상정보 분석 기술도 개발*

* 드론 영상을 토대로 시설관리 과학화 시스템 구축('18 기획연구, 79백만원)

- (검측차량 성능개선) 국가 R&D를 통해 개발된 최신 전차선 검측장비(전차선 브래킷 마모 분석, 정밀검측 등)를 기존 검측차량*에 설치

* KTX-36, Roger-1000k, Em-140, 전철시험차, 선로점검차

- (최신장비 도입) 선로점검차(2대) 및 휴대용 검측장비(74대), 고속선 전용의 고속종합검측차량(1대) 도입 추진('18~'22)



선로점검차



휴대용검측장비



고가교량 드론 촬영

② (보수장비 기계화) 인력위주로 시행하던 선로보수 작업을 대체하기 위해 최신 보수장비를 도입하고 노후장비도 현대화

- 소규모 구간의 궤도정정을 위한 소형다짐장비와 자갈치환 작업을 위한 흡입식크리너, 살수차 및 레일연마장비 등 도입을 추진(~'22)하고,
- 내구연한(20~30년)이 도래한 노후 유지보수 장비는 성능이 향상된 최신 복합장비 등으로 단계적으로 교체(총 524대 중 327대) 추진(~'27)



③ (이력관리시스템 구축) 시설 유지보수·개량 이력, 점검결과 등의 정보를 관리하고, 보수계획 수립 등 의사결정을 지원하는 시스템 구축('20)

- (정보관리) 시설물에 대한 속성정보(도면·위치·사양 등) 및 유지관리 이력정보(보수, 개량 내역), 시설물 검측결과 등 상태정보를 저장·관리
- (의사결정 지원) 철도시설의 상태정보를 바탕으로 예방 유지보수 등 철도시설의 효율적 유지관리를 위한 시설관리자의 의사결정을 지원
 - * 철도시설 고장·유지보수 이력정보를 바탕으로 철도시설별 생애주기비용을 분석하여 최적의 유지보수·개량 시기 및 방법을 제시



④ (스마트시설관리기반 마련) 시설관리의 효율성·안전성을 높이고, 다양한 철도서비스 제공을 위해 철도공간정보체계 및 철도무선통신망 구축

- (공간정보체계 구축) 철도시설의 이력·상태정보 등을 효율적으로 저장·분석·관리 할 수 있도록 철도공간정보체계* 구축(~'25)

* 철도시설물의 지형·형상·위치·도면 등의 정보를 디지털화된 공간정보로 구현

<철도공간정보체계 추진 방안>



- (철도무선통신망 구축) 첨단 시설관리, 열차운행제어, 재난안전관리 등을 위해 고속·대용량의 데이터 전송이 가능한 철도무선통신망 구축

* 열차제어용 데이터·음성통신 외에 고속에서 영상정보 제공이 가능한 4세대 통신방식인 LTE 기반의 통신시스템 개발('14.12~'17.10)

- 노선 간 연계운행이 가능하도록 차상장치부터 우선 개량하고, 지상장치는 신규 및 개량시기가 도래하는 노선에 단계적 설치(~'27)

<LTE-R을 활용한 다양한 스마트 철도서비스>



3. 인적관리 분야

□ 현황 및 문제점

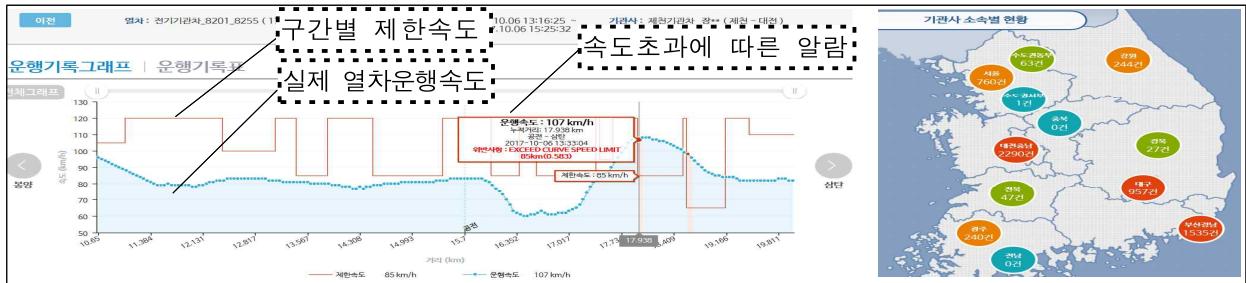
- (개요) 열차사고는 기관사, 관제사 등의 인적과실^{*}로 주로 발생하나, 차량·시설 투자에 비해 인적과실에 대한 관리는 상대적으로 미흡
 - * '16년 울촌역 무궁화호 탈선(16.4, 사망 1명) 등 열차사고(8건)의 50%가 인적과실로 발생
- (인적오류 예방연구) 인적오류로 인한 철도사고가 지속 발생하고 있으나, 인적요소(Human Factors)에 관한 체계적인 기초연구가 부족
- (비상대응역량 관리) 종사자 안전교육 및 비상대응훈련 등을 실시하고 있으나, 비상상황에 대비한 종사자별 맞춤형 합동훈련시스템은 미흡
- (직무별 관리체계) 최근 인적과실에 의한 열차사고가 지속 발생하고 있으나, 인적과실 발생 요인에 대한 심도 있는 평가·검증이 미흡
- (안전전문인력 양성기반) 철도기술의 발전 및 제4차 산업혁명 등에 따른 최신 기술분야 전문가^{*} 및 다기능보유인력^{**} 등의 수요가 증가하고 있으나, 이에 대응하는 전문가 양성체계는 아직 미흡한 실정
 - * (최신 기술분야) Big Data 분석, 사이버 보안, 검수·계측장비 운용·분석 전문가 등
 - ** (다기능인력) 안전관리, 위험도분석, RAMS 관리, SE 전문가, 철도사고조사자 등

□ 비전

- (인적오류 예방기술) 4차 산업 기술을 활용한 인적오류 예방기술을 개발·보급하여 열차사고의 주요 원인인 인적오류를 저감
- (비상대응역량 강화) 가상 현실 등의 기술을 활용한 체험형 교육 인프라를 구축하여 비상상황에 대비한 철도종사자의 역량을 강화
- (종사자 업무역량 확보) 철도 종사자의 업무수행 및 안전관리 능력에 대한 과학적 평가·검사를 통해 업무 효율성·안전성을 제고
- (전문인력 확보) 4차 산업혁명, 철도기술의 발전 등에 따른 최신 기술 분야 전문가 및 다기능 보유인력 확보를 통해 세계철도산업 선도

□ 추진방안

- ① (인적오류 예방) Big Data 기반 인적과실 분석, 인체신호 모니터링 등을 통해 기관사 등의 이상상태·잘못된 습관 등을 감지하여 사전에 관리
- 구간별 제한속도와 열차의 실제 운행속도의 비교·분석을 통해 기관사 위험습관, 위험개소 등을 도출하여 사전에 위험요소를 제거(‘17.12~)

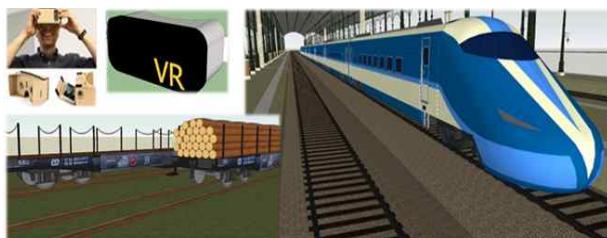


- 종사자들의 업무수행, 종사자 간 상호작용 등을 분석, 위험요인을 사전도출하여 교육, 제도 개선 등을 통해 안전문화를 확산(‘18~)
- Man-Machine 인터페이스 등을 활용, 운전자의 생체신호를 인지하여 졸음·피로에 따른 위험을 사전 확인 및 경고(‘23~)



- ② (비상대응역량 강화) VR과 AR 등 체험형 교육인프라를 개발·보완하고 훈련을 강화하여 철도종사자의 비상대응역량과 협업능력을 강화
- 가상현실(VR)과 증강현실(AR) 등 첨단기술을 활용한 철도종사자 이상대응 체험형 통합훈련 시스템*을 개발(‘17.12) 및 시범사업(‘18)

* 비상대응종합훈련, 고장조치방법, 불안전요인 검지, 지적확인환호응답 등



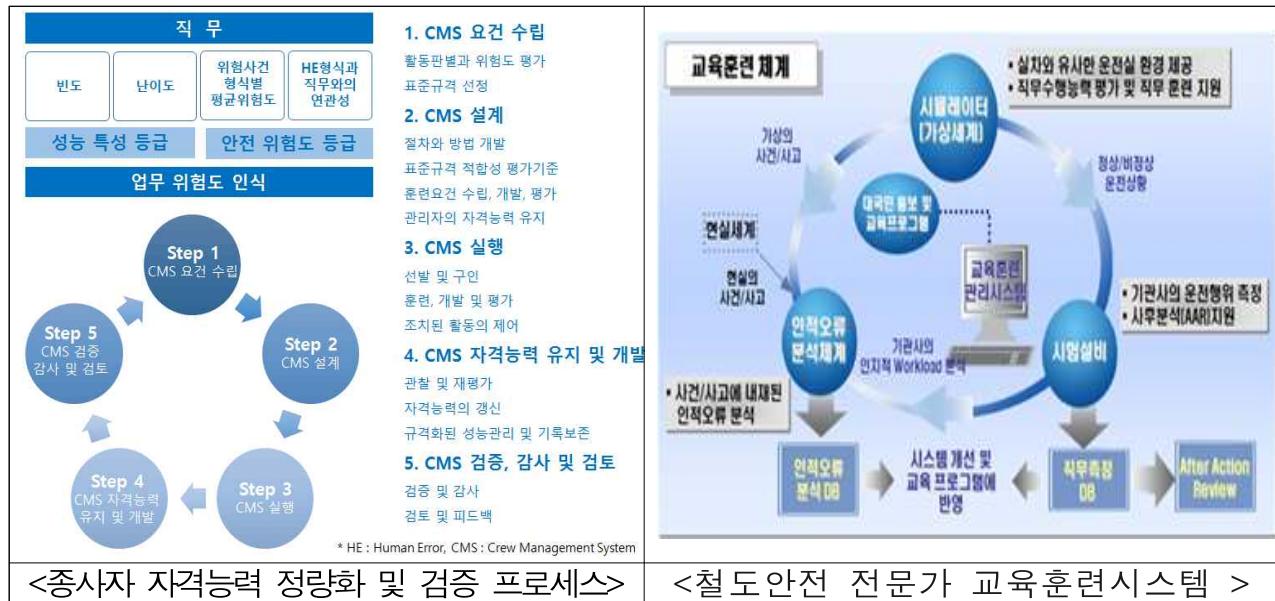
<VR 기술을 활용한 철도안전 교육>



<AR/VR 기반 지하철 재난 시뮬레이션>

③ (종사자 업무역량 강화) 철도 종사자의 업무수행 및 안전관리 능력의 과학적 평가·검사를 할 수 있는 자격능력 관리시스템을 구축

- Big Data, 인공지능 등 첨단 분석기술을 활용한 위험도기반 종사자 자격능력 검증관리(CMS, Crew Management System) 시스템 개발(~'20)
- 직종별 업무와 위험특성을 고려하여 주기적 평가 및 교육과정(선발/ 배치/정기점검/특별점검)에 대한 평가·검증 기술을 과학화(~'19)



④ (전문인력 양성) 철도기술의 발전에 따른 최신 기술분야 전문가 및 다기능보유인력 확보를 위해 철도안전 전문가 프로그램 구축

- 철도안전업무 종사자의 자격능력 개발·향상을 위한 철도안전 전문가 교육훈련 프로그램 개발 및 상설 안전교육센터 구축 검토('18)
- 기술·환경변화에 대응하여 운영자별 수요에 따라 최신 기술분야 전문가를 확보하여 Big Data 기반 위험분석·관리, 철도차량·시설 고장분석 고도화 등에 활용(운영자)하도록 유도('18~)
- 철도차량 및 시설의 위험도 평가, 철도운영기관 안전관리(SMS), 철도사고조사 및 인적오류관리, 인적자원관리, RAMS 관리 분야 등 철도안전 전문가 교육훈련 과정 운영(교통안전공단, '18~)

4. 위험관리 분야

□ 현황 및 문제점

- (개요) 「철도안전법」 개정('14)을 통해 위험관리 기반의 안전관리체계 제도를 도입하였으나, 사고에 따른 사후관리 위주의 정책이 지속
- (안전관리 미흡) 법령을 통해 사후적인 사고·장애 통제를 관리하고 있으나, 근본원인 분석 및 사고예방에 이르지 못하여 재발방지에 한계
- (경험적 유지관리체계 유지) RAMS 제도는 도입('14)되었으나, 관리 해야 할 데이터의 종류 및 분석의 틀 등을 정립하지 못하고 있어,
 - 경험에 의해 수립된 기존 유지관리 주기를 관습적으로 활용
- (위험도 평가 미정착) 안전관리체계 도입('14)에 따라 위험도 평가는 시행하고 있으나, 운영자가 적용을 어려워하여 실효성이 부족
- (안전감독의 체계성 부족) 철도안전감독 활동이 데이터 분석·관리 없이 개별 감독관 활동에 의지함에 따라 감독 데이터의 체계적 활용 부족

□ 비전

- (실시간 진단) 원인분석 및 데이터 추세분석에 근거한 실시간 안전 관리를 통해 사고 위험요인 예측 및 예방 최적 솔루션 제공
- (안전효과적 의사결정) 위험도 기반의 ALARP^{*}(As Low As Reasonably Practicable) 적용으로 적재적소에 가장 필요한 안전투자를 시행
 - * ERA가 위험도 평가를 통해 허용위험도 초과하는 경우의 안전투자를 의무화한 제도 및 이론
- (감독활동 과학화·체계화) 실시간 위험도 관리를 바탕으로 감독활동을 시행하고, 조치사항의 빅데이터 분석을 통한 최적 안전대책^{*} 도출
 - * Deep Learning을 통해 조치사항 별 최적의 안전결과를 가져온 패턴을 인지·적용
- (자율적 위험관리) 운영자의 자발적인 위험도 관리 활성화·내실화를 통해 사고가 발생하기 전 대응하는 예방적 안전관리체계 구축

□ 추진방안

① (빅데이터 기반의 안전관리) 사고·장애·위험사건 등의 원인을 데이터의 체계적 관리·분석을 통해 위험요인 예측 및 예방대책 제시

- (데이터 관리) 국가-운영자(본부)-운영자(지역본부 또는 분야) 별로 관리할 데이터 관리표준을 만들고 데이터를 입력·관리할 수 있는 시스템 마련('18)

- (데이터 수집) 센서·빅데이터 기술의 상용화에 따라 차량, 부품, 시설물 등의 고장, 유지관리 이력정보가 자동으로 수집되도록 연계('18~)

* 초기에는 안전업무 담당자가 직접 판단·입력하면서 점진적으로 자동화

- (위험 예측·관리) 데이터분석을 통해 위험요인을 식별하고, 수용 불가 영역에 있는 사안에 대해서는 예방대책을 수립하도록 통보('19~)

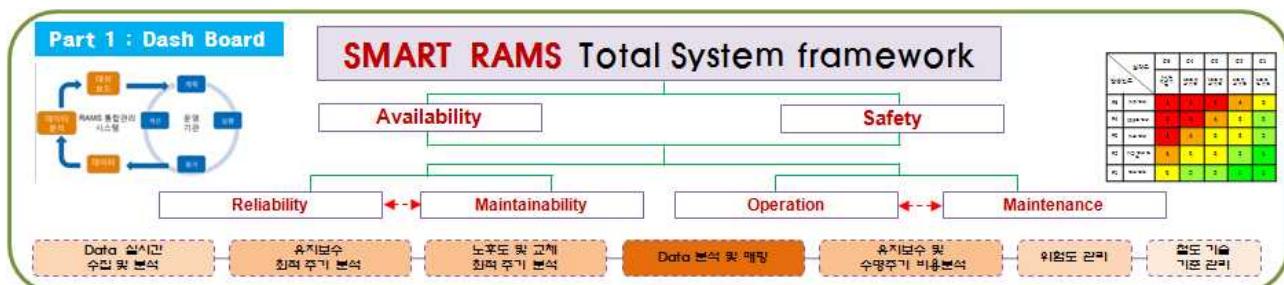


② (과학적 유지관리체계) 차량·부품·설비의 제작-유지보수-개량·폐기 등 전 단계 데이터를 활용·분석하여 개량·유지보수의 주기·방법 등을 관리

- (가이드라인 마련) RAMS 적용을 위한 세부 가이드라인을 마련·보급하여 RAMS의 적용범위, 분석·평가 기준을 도출('18)

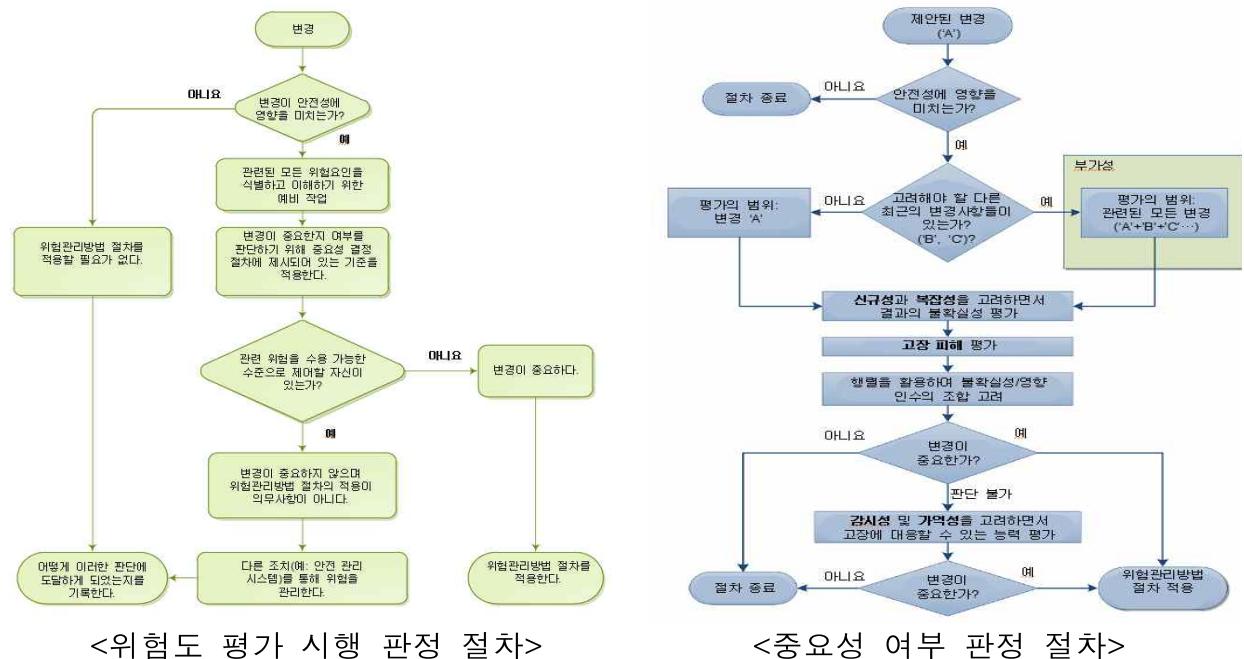
- (RAMS 시스템 구축) RAMS^{*}의 적용범위, 분석·평가 기준을 도출하고, 이를 관리하기 위한 정보분류 체계와 활용 시스템을 구축('19)

* 「철도안전관리체계 기술기준('15.12.30. 국토부 고시)」 12.5.2



③ (체계적인 위험도 평가) 철도운영자등이 사고·장애·위험사건 등의 원인을 종합적으로 분석하여 위험을 저감할 수 있는 체계를 구축

- 사전준비, 위험요인 식별, 위험도 분석, 위험도 평가, 위험도 감소대책, 기록·검증 등 평가단계 별 구체적 실행방안*을 제시('17)
- * 위험도 감소대책을 통해 실현하려는 안전목표를 분야별로 구체화하여 제시, 안전투자에 대한 성과평가 및 향후 투자계획 수립을 지원
- 위험도평가를 수행할 수 있는 프로그램을 개발하여 철도운영자가 안정적으로 위험도 평가할 수 있는 표준 시스템을 보급('19)



④ (감독지원시스템 구축) 사고-감독-후속조치를 통합관리하는 시스템을 구축하고, 데이터 분석을 통해 집중관리 대상, 최적 조치명령 등을 제시

- 철도운영자가 보고한 위험사건 등의 분석을 통해 운영자 별 안전 취약분야를 발굴하여 집중 안전감독 추진('18~)
- 시스템 고도화를 통해 분야별·운영자별 취약사항, 보고된 사고 및 감독 조치에 대한 보완조치가 제대로 이루어지는지 실시간 모니터링('18)
- 감독관의 RAMS 국제표준 이해 및 정량정보기반 위험도 관리 전문성 강화를 위한 전문기관 교육프로그램 구축·운영('20)

5. 운행관리 분야

□ 현황 및 문제점

- (시설·차량 운행시스템 상태관리) 차량·시설·신호 등 분야별 점검을 통한 유지보수는 시행하나 실시간 이상상태 확인 및 대응은 부족
 - 특히, 차량관리장치(TCMS), 신호장치 등 일부 센서가 있는 장치도 개별 분야별로 조치함에 따라 체계적이고 종합적인 대응에는 한계
- (선로상황 모니터링) 운행선 인접공사 시 현장 관리 미흡, 선로 작업정보 공유 부족 등으로 인한 사고^{*}의 재발을 방지할 필요
 - * 전라선 율촌역 탈선사고('16.4.22), 경부선 선로작업자 사망사고('16.9.13) 등
- (열차운행 제어) ATP 등 최신 신호시스템은 보급되고 있으나, 기존 신호설비와 종사자 인지 중심의 환경으로 인해 지속적으로 사고^{*} 발생
 - * 2016년 운전·관제 종사자 등의 신호시스템 취급부주의로 인한 사고가 전체의 30.6%
- (비상 시 대응체계) 사고·장애 발생 시 단전 등 상황에서 여객에 대한 안내 부족으로 대피 및 사고 복구에 혼선 발생
 - * 한성대입구역 열차고장('16.1) 시, 단전으로 인해 안내방송 미송출

□ 비전

- (스마트 통합안전관제) IoT, LTE 기반으로 선로·차량·설비 등의 상태를 실시간으로 감지하여 긴급복구, 경로변경 등의 의사결정을 지원
- (실시간 정보공유) 열차운행 관련 위험·현장정보를 관제사·기관사·작업자 등이 스마트폰 등으로 실시간 공유·확인하여 사전에 위험예방
- (자율 열차운행 제어) 열차 스스로 안전한 주행을 위한 분리·결합 등을 수행할 수 있는 자율주행시스템을 통한 효율성·안전성 제고
- (비상대응체계) 단전 등의 상황에 구애받지 않는 효율적 비상안내 시스템을 구축과 탈출 지원시스템 등을 통한 재난대응 효율화

□ 추진방안

① (실시간 철도안전관제) 차량·선로·신호장치 등 각 장치에서 관제 센터로 고장·이상 전조 등을 전송하여 실시간으로 운행시스템을 관리

- 차축 등 차량 주요 부품과 선로 하부에 설치된 IoT기반 센서를 통해 열차발열, 열차하부 끌림 등 이상상황을 관제 전송·관리(~'22)

* 테스트베드 마련('18) 및 시범사업 성과평가('19)를 통해 확대

- 레일 온도 등 선로상태, 선로 무단침입, 지진 발생, 터널 무단침입 등의 상황을 감지하여 이상상황을 관제 전송·관리(~'22)

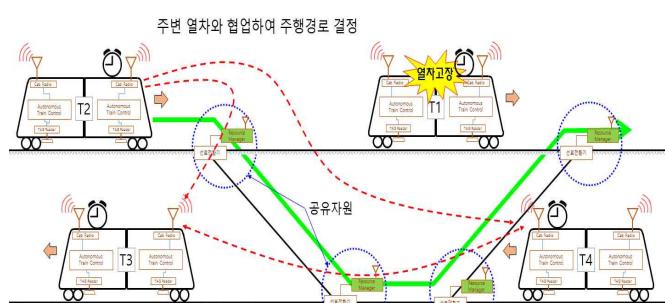
<통합관제로 전송되는 정보 사례>



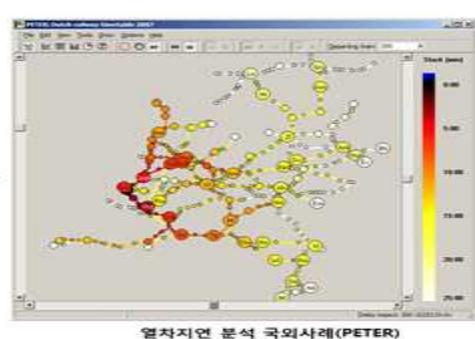
② (실시간 운행안전 모니터링) 차량·신호·작업 등 안전정보를 통합관리하여 기관사·관제사·작업자 등이 실시간 접근·공유 가능한 시스템을 구축

- 열차운행정보·작업자 정보를 앱서비스 등을 통해 관제사·기관사·작업자 등이 실시간 공유하여 위험을 사전에 방지('18)

- 전국 차량운행 정보를 국민에게도 실시간 공유하고 Big Data분석을 통해 지역 영향·복구시간 등을 예측하여 국민불편 최소화(~'22)



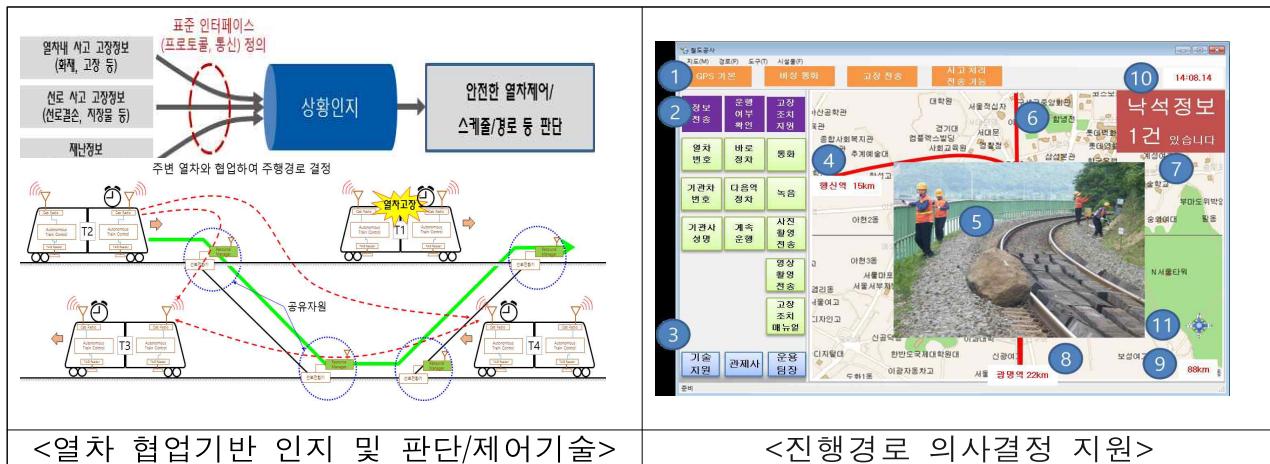
<열차 협업·판단·제어기술>



<열차운행 지역 및 사고확산 예측>

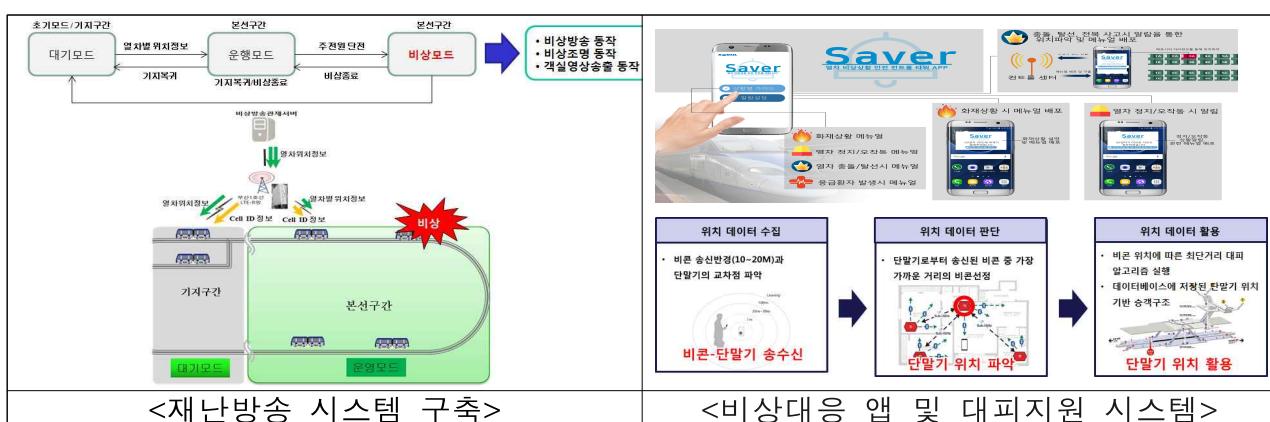
③ (스마트 열차운행제어) 열차가 자율적으로 열차 간 간격을 조정하고 진행경로 의사결정을 지원하여 열차운영의 안전성·효율성을 확보

- 지능화된 열차 스스로 전방열차와의 안전한 간격을 유지하고 분기 구간의 선로전환기 동작을 제어할 수 있는 시스템 개발(~'25)
- Big Data, AI기술을 활용, 안전성·효율성을 최적화하는 열차거리·최적 경로 등을 도출하여 열차를 편성('26~)



④ (비상안내체계 개선) 사고발생시 신속하고 체계적인 사고복구 대응을 위한 의사결정 지원 및 비상시 의사소통 시스템 개선

- LTE 무선통신을 활용하여 관제사, 기관사, 승무원, 승객 등이 사고 발생시 의사소통할 수 있는 재난방송시스템 구축('18)
- 사고 발생시 각 비상탈출로 등을 신속·명확하게 제공하는 비상대응 앱을 구축하고, GIS·비콘 기술 기반 대피지원시스템 도입 검토('19~)



⑥ 보안관리 분야

□ 현황 및 문제점

- (개요) 최근 철도역사 등 개방성이 높은 다중이용시설을 대상으로 하는 해외의 철도테러^{*}가 계속적으로 발생
 - * 마드리드 통근열차('04), 런던 지하철('05), 상트페테르부르크 고속열차('09), 모스크바 지하철('10), 브뤼셀 지하철('16), 상트페테르부르크 지하철 및 브뤼셀 중앙역('17)
- (철도보안 검색) CCTV, 보안검색대, 폭발물 탐지기 등 인력에 의한 단순 감시 및 주요 철도역 등에서 보안검색을 시행중에 있으나,
 - 효율적인 인력활용이 저하되고 전부검색이 아닌 선별적 검색으로 감시범위가 제한되고 피검사자의 선정 등 불편 초래
- (철도시설 보호) 차량기지 등에서 그라피티^{*} 등 보안사고가 발생하고 있어, 이에 대한 처벌 및 시설·차량 확인을 강화할 필요
 - * 철도시설에 무단침입하여 철도차량에 낙서하는 행위('14년 17건, '15년 18건, '16년 9건)
- (사이버 테러) 폐쇄망으로 구성된 철도전용망을 활용, 물리적 통신연계를 차단하는 방식으로 방호중이나,
 - IP통신, ICT기술 적용 확대로 보안취약점이 증가하고 스피어피싱, 랜섬웨어 등 폐쇄망을 대상으로 하는 新 유형의 사이버공격 증가

□ 비전

- (스마트 철도보안체계 확립) 인원·수하물·시설물·사이버 등 전 방위 보안 확보를 위한 첨단장비 도입 및 관련 규정 정비
- (철도시설 보안 확보) 역사, 차량기지 등 주요 시설물에 사물인터넷 기술을 활용하여 무단침입 등을 방지 등을 통해 철도시설·차량 보호
- (사이버보안 강화) 사이버보안 통합시스템을 구축하여 해킹 등 사이버 공격에 영향 받지 않는 철도보안망을 확보

□ 추진방안

① (스마트 철도보안체계 구축) 지능형 CCTV, 순찰·보안 로봇, 위해 물품 자동판독 시스템 등을 통해 스마트 보안검색을 구현

- 360° 회전·추적 CCTV와 지능형 소프트웨어를 결합한 지능형 CCTV*를 확충**하여 위험인물·이상행동 등을 파악하고 선제적으로 대응('18~)

* 침입, 불꽃, 연기, 폭력, 쓰러짐 등 이상패턴을 CCTV가 스스로 탐지하여 경보

** '17년 10대(서울4, 오송1, 부산4, 익산1) '19년 30대, '20년 60대, '21년 80대, '22년 100대

- 인적오류 최소화, 여객 수용성 제고 등을 위해 지능형 CCTV 등 첨단 기술을 적용한 순찰·보안 로봇을 도입('19~)



- 검색시간·인원 축소, 인적 탐지오류 최소화 등을 위해 테러헤르츠, AI 기반 자동판독 시스템*을 도입('20~)

* 여객 동선을 고려하여 탑승구에 터널식 검색대를 설치하여 여객이 수하물을 휴대하고 터널을 통과하면 자동으로 판독이 이루어지는 검색 방법



② (보안관리체계 기반 마련) 법령 정비, 플랫폼 구축, 모니터링 시스템 구축 등을 통해 스마트 철도보안을 위한 제도적·기술적 기반 마련

- 주요역의 공간정보 3D 지도를 제작하여 보안인력, 탐지견 등의 위치를 표시하고 철도보안정보센터*에서 모니터링하여 실시간으로 대응('18)

* 역사 방법 CCTV(78개역, 1,105대), 국가중요시설 열화상카메라(3개소, 3대) 등의 영상정보를 실시간 모니터링하고 현장대응을 지령하는 보안·치안관제센터

- 보안데이터 통합관리, 의사결정 지원을 위한 통합정보플랫폼도 구축('18~)
- 지능형 CCTV활용, 철도운영자의 보안계획 수립·시행, 보안평가제 등의 시행을 위해 「철도보안법」 제정 또는 「철도안전법」 개정(~19)



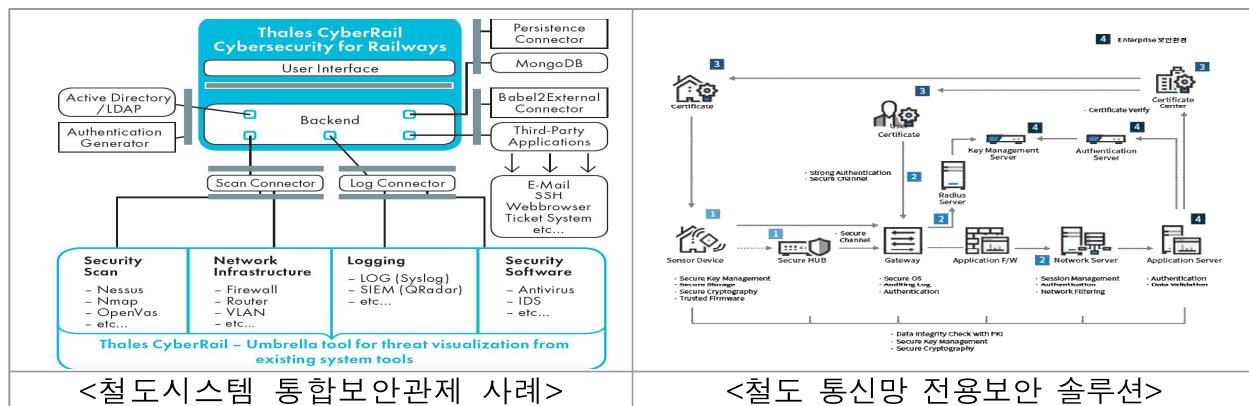
- ③ (철도시설 보안 확보) 차량기지, 전기·통신·신호시설 등에 대해 CCTV와 사물센서 등을 활용한 보안설비 기준*을 마련하고 관리를 강화('18~)

- * CCTV, 침입감지센서 등 보안설비 기준을 '철도시설의 기술기준'에 포함
- 방호·방폭 성능을 평가하고, 구조물 강화기술 및 2차 피해(매몰) 방지를 위한 대피 기술을 개발하여 인적·물적 피해를 최소화('23~)



- ④ (사이버보안체계 강화) 사이버 공격에 대비, 보안시스템을 강화하여 전용망을 암호화하고, 물리적·네트워크적으로 관제 등을 분리·보호

- 주요시스템은 DDOS 공격, 비인가 접근 차단 등 사이버보안 대응 체계를 강화하고, 국정원 등 관계기관과 상시 연락채널을 구축('18)



1. 차량관리 분야

- 차량고장으로 인한 운행장애 건수^{*}를 각 단계별로 30%씩 감축하여 2027년 시스템 구축완료 시 절반 수준으로 감축

* ('17. 현행) 151건(예상) → ('22. 1단계) 105건 → ('27. 2단계) 74건

- 실시간 차량상태 확인과 스마트 팩토리 구축을 통해 차량정비 시간을 단축하고 차량정비 중 안전사고를 최소화

2. 시설관리 분야

- 시설고장으로 인한 운행장애 건수^{*}를 각 단계별로 30%씩 감축하여 2027년 시스템 구축완료 시 절반 수준으로 감축

* ('17. 현행) 31건(예상) → ('22. 1단계) 22건 → ('27. 2단계) 15건

- IoT 기반의 시설관리시스템을 구축하고 첨단 유지보수장비를 도입하여 유지보수를 효율화하고 위험개소 작업을 최소화

3. 인적관리 분야

- 인적오류로 인한 철도사고^{*}를 각 단계별로 30%씩 감축하여 2027년 시스템 구축완료 시 절반 수준으로 감축하고 대형철도사고를 제로화

* ('06~'15) 5.4건 → ('22. 1단계) 4건 → ('27. 2단계) 3건

- 4차 산업혁명 기술을 철도안전관리에 적용하는 양질의 일자리를 확보하고 관련 기술 등을 해외 전파

4. 위험관리 분야

- 철도운영자 별 분야별·노선별 안전현황의 실시간 표출, 주기적 현황 점검 및 사고예방 회의 등을 통해 위험원인을 사전에 감지하여 방지
- 정보 시스템 구축, 가이드라인 마련 등을 통해 위험도평가 및 RAMS 등 '14년 도입한 선진제도를 현장에 정착시켜 안전수준을 도약

5. 운행관리 분야

- 실시간 철도안전관제 및 운행안전 모니터링을 통해 선로작업 등으로 발생하는 철도작업자 사망자 수^{*}를 선진국 수준^{**}으로 감축
 - * 열차운행거리 1억km 당 사망자 수 : ('16) 2.2명 → ('22) 0.5명
 - ** (해외 사례, '15년) 영국 0, 프랑스 0.4, 독일 1.1, 오스트리아 3.2, 스페인 0.5
- 스마트열차운행제어 및 비상안내체계 향상 등을 통해 비상복구 시간을 단축^{*}하여 사고 발생 시에도 국민불편을 최소화
 - * ('16. 현행) 12시간(예상) → ('22. 1단계) 9시간 → ('27. 2단계) 5시간

6. 보안관리 분야

- 지능형 CCTV, 순찰·보안 로봇 등을 활용한 스마트 철도보안체계 확립을 통해 철도테러를 원천 방지
- 해킹 등 사이버 공격과 철도시설에 대한 그래피티·선로 무단침입 등으로 인한 철도사고를 제로화

1. 관련 주체간 역할 분담

□ 정부(국토부)

- 상태기반 관리·이력관리 의무화, 위험도 평가 강화 등을 위한 제도정비
- 첨단장비·IoT 시스템 등의 R&D 및 도입·확산을 위한 예산 지원
- 국가 수준의 위험관리 및 관리감독 활동 수행 등

□ 철도운영자

- 첨단기술을 적용하여 차량·시설·인적 등 분야별 안전관리 고도화
- 새로운 관리기법 개발·구매 등을 위한 안전투자 확대
- 기관별 특성에 맞는 스마트 철도안전관리를 위한 로드맵 작성·실행

□ 철도연구기관

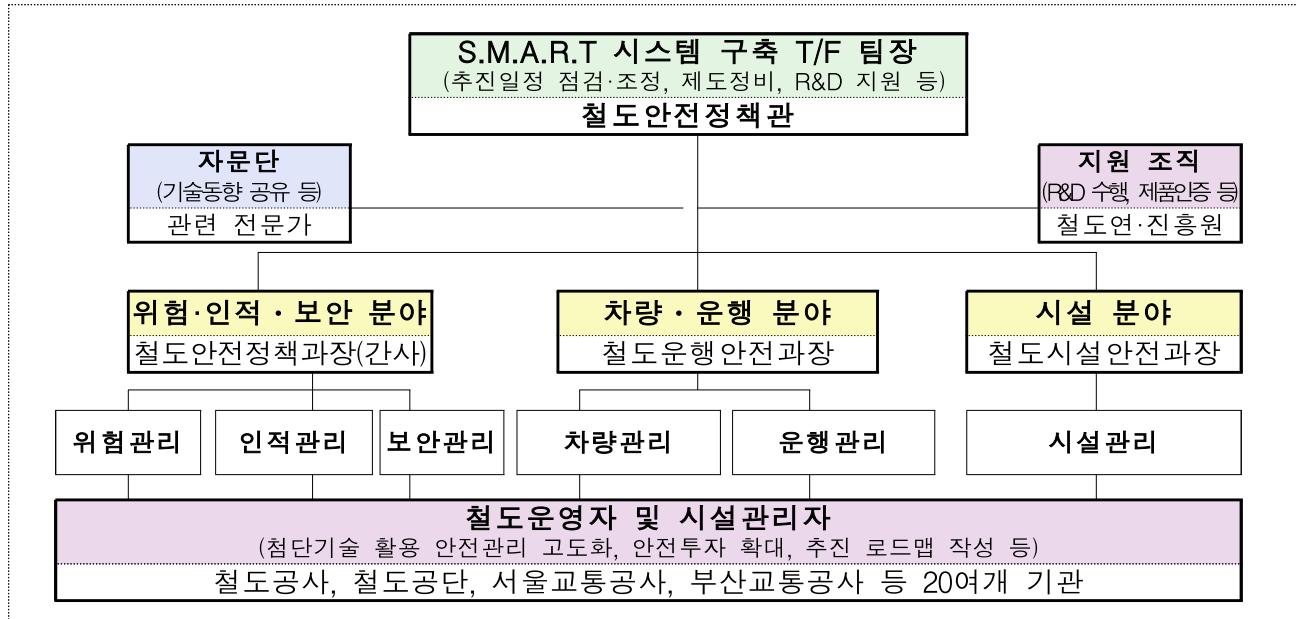
- 차량·시설·인적 등 분야별 R&D 및 기술 고도화
- 철도운영자의 스마트 철도안전관리 구축 지원
- 시험인프라 운영 및 안전성 인증 등

2. 추진체계 마련 및 이행관리

□ (TF 구성·운영) 첨단기술 적용의 성과공유 및 확산을 위해 우리 부, 운영자, 연구기관, 전문가 등이 참여하는 TF를 구성·운영('18.1~)

- (구성) 우리부(단장: 철도안전정책관), 20개 철도운영기관(철도공사·철도공단·서울교통공사 등), 철도관련 연구기관(철도기술연구원·진흥원), 전문가 그룹 등
- (주기) 매분기 별 정기회의를 통해 분야별 안전관리 개선 상황을 공유
- (안전) 기술동향 분석, R&D 성과 공유, 주체별 추진일정 점검·조정 등

< 스마트 철도안전관리시스템 T/F 구성(안) >



3. 연구개발(R&D) 추진

- (R&D 실용화 병행추진) 위험작업 제거, 효율성 제고 등 첨단기술의 순기능을 극대화하고, 고용급감 및 비인간적 의사결정 등의 역기능을 최소화하기 위해 구축 단계부터 사회적 협의기구를 운용할 필요
 - 이를 위해 연구기관 뿐 아니라 기술 수요자인 철도공사 등 운영자들과 협의체를 구성하여 주기적으로 기술 적용 분야와 실용화 가능성을 검토
- (R&D 추진) 관련 기업·운영자·자치단체 등의 개별 사업은 자체 R&D를 권장하고, 범용성이 크고 공공성이 높은 사업에 한해 국가 R&D를 지원
 - 적용기술이 상용화되고 고용에 영향이 적은 기술개발*은 우선적으로 주체별 안전투자를 통해 가시적 성과를 도출하고,
 - * 2018년 진흥원, 철도연, 철도공사, 철도공단 등에서 182억 투자
 - 기타 R&D는 현재 진행 중인 「철도유지·관리 자동화 기술개발」 기획 연구(1.9억원, '17.7~'19.1)에 포함, 예비타당성 검토('18.上)·R&D 등 추진

<2018년 중점추진 R&D 목록(안)>

분야	연구개발내용	예산 (억원)	기관	비고
합계		182.1		
차량관리 (20.9억원)	자기진단 및 고장예측형 핵심장치	5 1.9	진흥원 진흥원	계속과제 기획
	스마트 이력관리 기획	1.9	국토부	용역
	자기진단형 고안전 플랫폼 개발	3.5	철도연	자체연구사업
	열차하부 모니터링	6.9	철도공사	시범설치(대전역)
	스마트 차량이력관리	1.7	서울교통공사	시범사업(신정기지)
	시설 관리 과학화 기술 개발 (드론, IoT, 이력 관리 등)	10 50	철도공단 철도공단	IoT 융합 이력 관리 구축
시설관리 (80억원)	공간정보기반 시설관리 기술	20	철도공단	공간정보구축
	열차운행 기록 관리	4.5	철도공사	신규
	철도안전 전문가 교육과정 개발	0.6	교통공단	신규
인적관리 (5.7억원)	VR/AR 적용 체험형 통합훈련시스템	0.6	철도연	자체 연구사업
	Big-Data 및 AI기반 위험도 평가기술	14	철도연	자체 연구사업
	도시철도 RAMS 통합관리 구축 연구	8	진흥원	'19년 종료
운행관리 (53억원)	실시간 안전관제 기술개발	48	진흥원	'18년 종료
	도시철도차량용 비상방송 및 비상조명	5	진흥원	'20년 종료
보안관리 (0.5억원)	철도방범영상 빅데이터 분석시스템	0.5	국토부	정책 연구용역

4. 스마트 안전관리시스템 구축 총괄 로드맵

구분	1단계('18~'22)					2단계('23~'27)					비고
	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	
차량 관리	실시간 고장검지·예측	핵심장치 고장예지 기획 (진흥원)								고장예측기술의 기술기준 반영 (국토부)	
		열차하부 모니터링 서비스 구축 (철도공사)				결합허용 및 예지수명기반 유지보수 플랫폼 개발(진흥원)					
									철도차량 실시간 감시시스템 고도화 (철도공사)		
	철도차량 고안전 제어 플랫폼	핵심장치 RMAS 목표관리 (국토부)							자율주행 및 차량전자화 대응형 적합성 평가체계화 (국토부)		
		자기진단 및 고장예측형 핵심장치와 운영체제(OS) 기술개발(철도연+진흥원)									
	스마트팩 토리 구축	스마트 팩토리를 위한 AI기반 정비판단기술 개발 및 시범사업(철도공사)									
	스마트 차량이력 관리	스마트 이력관리 기획 및 가이드 마련(국토부)	스마트 철도차량 이력관리 핵심기술 개발 및 구축 (철도공사)								
		시범사업 (서울교통공사)	국가적 이력관리 전산망 구축 (진흥원)								
		시설 관리 과학화 기술개발 (드론, IoT 등)(진흥원)									
시설 관리	검측장비 첨단화	IoT시범사업 (철도공단)				유해물질 검출 및 여객환경 개선 기술개발(진흥원)					
		검측장비 현대화(철도공단)									
	보수장비 기계화	보수장비 국산화 및 자동화 (철도공단)									
	이력관리시스템 구축	이력관리시범사업 (철도공단)	지진조기대응 기술개발 및 구축(진흥원+철도공단)								
	스마트시설관리 기반마련		공간정보기반 스마트 시설관리 기술개발 (진흥원)								
			철도무선통신망 및 상호운영체계 구축 (철도공단)								
인적 관리	인적오류 예방		철도안전 전문가 교육훈련 프로그램 개발 및 인프라 구축(진흥원)								
		열차운행 기록관리 (철도공사)	정량적 인적오류 정보수집 제도화 (국토부)	증사자별 인지 행동공학 요건도출(안전공단)							
	비상대응역량 강화	통합훈련구축 (철도연)				VR 및 AR기반 위기상황 학동훈련 기술개발 및 인프라 구축(진흥원)					
									비상대응 역량강화 제도화(국토부)		
	종사자 업무역량 강화	종사자 인적오류 Big-Data 구축(안전공단)			종사자별 자격능력 관리체계 고도화 (국토부)						
	전문인력 양성	프로그램 개발 (안전공단)				Big-Data기반 역량평가 및 인적오류 최소화 기술개발(진흥원)					

■ 제도개선 ■ 추진주체 R&D ■ 범용 R&D

구분		1단계('18~'22)					2단계('23~'27)					비고
		'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	
위험 관리	빅데이터 기반 안전 관리											
	과학적 유지 관리 체계	Big-Data 및 AI기반 위험도 평가기술 개발(철도연+진흥원)										
	체계적 위험도 평가	RAMS 가이드 및 시스템구축 (철도연+안전공단)	RAMS기반 정량적 안전관리 가이드(진흥원)									
	감독지원시스템 구축	도시철도 RMAS관리 (진흥원)										
운행 관리	실시간 안전 관제	위험도평가 표준 시스템 (안전공단)					위험도기반 안전통계 관리 정책지원 프로세스 개발(진흥원)					
	운행 안전 모니터링	김독지원시스템 구축 (국토부)										
	스마트 열차 운행 제어	기준설비 안전 관제 (진흥원)	기준설비 안전 관제 확대 설치 (철도공단)				실시간 안전 관리 플랫폼 고도화 기술개발(진흥원)					
	비상 안내 체계 개선	지연영향 및 복구시간 예측 시스템 구축 (철도공사)					운행사고 회피, 스마트 점검보수 플랫폼 개발(진흥원)					
보안 관리	스마트 철도 보안 체계 구축	방법영상 분석 (국토부)	보안위험도 분석 평가기술 개발(진흥원)	방호·방폭성능 대피시설 설계기준 개발(진흥원)								
	보안 관리 체계 기반 마련		보안로봇, 드론 및 관제기술 개발(진흥원)									
	철도 시설 보안 확보	지능형 CCTV 확충 (국토부)					보안감시·검색 소형화 및 통합화 기술 개발(진흥원)					
	사이버 보안 강화	철도 사이버보안 위험도 평가체계 마련(진흥원)					철도보안 분야 기술기준 정비 및 운영기관 협의체 구성(국토부)					

제도개선 추진주체 R&D 범용 R&D

5. 추진과제 목록

분야	연구개발내용	예산 (억원)	기관	기간 (년)	착수
합계		5,306			
차량관리 (1,700억원)	자기진단 및 고장예측형 핵심장치 기술개발	100	철도연 진흥원	8	'18
	스마트 이력관리 기획	5	국토부	3	'18
	스마트 팩토리를 위한 시기반 장비판단기술 개발 및 사업사업	400	철도공사	7	'19
	국가적 이력관리 전산망 구축	95	진흥원	3	'20
	결합허용 및 예지수명기반 유지보수 플랫폼 구축	200	진흥원	5	'23
	스마트 철도차량 이력관리 핵심기술 개발	500	철도공사	7	'21
시설관리 (1,240억원)	철도차량 실시간 감시시스템 고도화	400	철도공사	3	'25
	시설관리 과학화 기술 개발(드론, IoT, 이력관리 등)	400	진흥원	6	'18
	공간정보기반 스마트 시설관리 기술개발	240	철도공단	6	'20
	지진조기대응 기술개발	300	진흥원 철도공단	7	'21
인적관리 (550억원)	유해물질 검출 및 여객환경 개선 기술개발	300	진흥원	5	'23
	철도안전 전문가 교육훈련 프로그램 개발 및 인프라 구축	300	진흥원	8	'20
	VR 및 AR기반 위기상황 학동훈련 기술개발 및 인프라 구축	150	진흥원	5	'23
위험관리 (350억원)	Big-Data기반 역량평가 및 인적오류 최소화 기술개발	100	진흥원	5	'23
	Big-Data 및 AI기반 위험도 평가기술 개발	80	철도연 진흥원	3	'18
	RAMS기반 정량적 안전관리 가이드	50	철도연 안전공단	3	'20
운행관리 (1,016억원)	위험도기반 안전통계 관리 정책지원 프로세스 개발	220	진흥원	7	'21
	기존안전설비 실시간 안전관제 기술개발(진행과제)	48	진흥원	1	'18
	운행사고 회피, 스마트 점검보수 플랫폼 개발	260	진흥원	5	'23
	자율주행 스마트 운행관제 기술개발	300	진흥원	5	'23
보안관리 (450억원)	실시간 안전관리 플랫폼 고도화 기술개발	408	진흥원	6	'22
	보안위험도 분석평가기술 개발	50	진흥원	4	'19
	범죄예방환경설계 및 철도인프라 방호·방폭등급기준 연구	50	국토부	5	'23
	방범영상·보안검색 자동화 및 고도화기술 개발	50	진흥원	5	'23
	철도 사이버보안 위험도 평가체계 마련	50	진흥원	4	'19
	철도보안 로봇, 드론 및 관제기술 개발	50	진흥원	4	'20
	철도사이버보안관제 및 철도 전용망 사이버보안 기술 개발	30	진흥원	5	'23
	철도보안 CPS 플랫폼 개발	20	진흥원	3	'23
	보안감시·검색 소형화 및 통합화기술 개발	80	진흥원	5	'23
	철도보안 CPS 통합 및 확장 개발	70	진흥원	3	'25