17RTRP-B067918-05

보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( )
철도기술연구사업 최종보고서

R&D
/17RTRP-B067918-05

도시철도 역사 이용객 편의성 향상 기술 개발

최종보고서

2018. 12. 26

주관연구기관 / 한국철도기술연구원
협동연구기관 / 서울교통공사
한국철도공사

국토교통부

국토교통과학기술진흥원

도시철도 역사 이용객 편의성 향상기술 개발 최종보고서
국토교통부 국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통학기술진흥원 귀하

‘도시철도 역사 이용객 편의성 향상 기술 개발’(연구개발 기간 : 2013. 12. 26. ~ 2018. 12. 26) 과제의 최종보고서 15부를 제출합니다.

2018 . 12. 26.

주관연구기관명 :	한국철도기술연구원	(대표자) 나희승	(연구책임자) 김진호
협동연구기관명 :	서울교통공사	(대표자) 김태호	(연구책임자) 김영수
	한국철도공사	(대표자) 오영식	(연구책임자) 김현주
공동연구기관명 :	한국철도공사	(대표자) 오영식	(연구책임자) 김현주
	서울교통공사	(대표자) 김태호	(연구책임자) 최용호
	지씨엠코리아	(대표자) 변유숙	(연구책임자) 엄기호
	수림엘리베이터	(대표자) 박정우	(연구책임자) 박정우
	모어엔지니어링	(대표자) 문영삼	(연구책임자) 김희규
	㈜큐브인	(대표자) 황순기	(연구책임자) 이동현
	㈜매스코	(대표자) 김미성	(연구책임자) 강병주
	한국교통연구원	(대표자) 오재학	(연구책임자) 이 호
	한양대학교	(대표자) 성태현	(연구책임자) 조성호
	유진전기공업㈜	(대표자) 이재영	(연구책임자) 오재선
	㈜열림정보기술	(대표자) 고동민	(연구책임자) 고동민
	건국대학교	(대표자) 서정향	(연구책임자) 강병근
	㈜시트러스디자인	(대표자) 장연우	(연구책임자) 조정현
	한국종합건축사무소	(대표자) 전상백, 윤재일	(연구책임자) 유인근
	㈜아이엠티소프트	(대표자) 김성헌	(연구책임자) 양진

주관연구기관책임자: 김진호
협동연구기관책임자: 김영수, 김현주
공동연구기관책임자: 김현주, 최용호, 엄기호, 박정우, 김희규
이동현, 강병주, 이호, 조성호, 오재선
고동민, 강병근, 조정현, 유인근, 양진

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>17RTRP-B067918-05</td><td>해당 단계 연구 기간</td><td>2017.02.27.~ 2018.12.26. (22개월)</td><td>단계구분</td><td>5/5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>중사업명</td><td colspan="4">철도기술연구사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td>연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="4">도시철도 역사 이용객 편의성 향상 기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">김진호</td><td>해당단계 참여 연구원 수</td><td>총: 159 명
내부: 159 명
외부: 명</td><td>해당단계 연구개발비</td><td>정부: 2,094,000 천원
기업: 698,120 천원
정부외: -
계: 2,792,120 천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간 참여 연구원 수</td><td>총: 1054 명
내부: 1054 명
외부: 명</td><td>총연구 개발비</td><td>정부: 17,629,379 천원
기업: 5,930,816 천원
정부외: -
계: 23,560,195 천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소속 부서명</td><td colspan="2">한국철도기술연구원
첨단철도기술기획실</td><td colspan="3">참여기업명
한국철도공사, 서울교통공사, 지씨에스코리아, 수림엘리베이터
㈜모어엔지니어링 건축사무소, ㈜큐브인, ㈜매스코
㈜유진전기공업, 열림정보기술,
㈜시트러스디자인, ㈜한국종합건축사사무소, 아이엠티소프트</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">-</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="3">연구기관명: 한국산업기술시험원
연세대학교
남서울대학교</td><td colspan="2">연구책임자: 강인구
정진혁
김황배</td></tr>
<tr><td colspan="6">※ 국내・외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 갈음</td></tr>
<tr><td>연구개발성과의 보안등급 및 사유</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

9대 성과 등록・기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설・장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명정보	생물자원	정보	실물
등록・기탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설・장비 현황

구입기관	연구시설・장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

◦ 본 연구에서는 도시철도 이용객의 역사 내 이동·환승 시간(거리) 단축, 혼잡도 완화, 쾌적성 및 편의성 향상을 위한 인프라 개선기술을 개발하고, 이용객의 안전성 향상을 위한 안전교육센터 구축 및 도시철도 건설 관련 제도의 제·개정안 정립과 고시를 지원함

◦ (1세부)도시철도 이용객(교통약자 포함)의 역사 내 이동·환승 시간(거리) 20% 이상 단축을 위한 실시간 가변동선 유도시스템, 교통약자 겸용 ES, 수직·수평구간 연속이동시스템, 편의성 평가 SW 개발

◦ (2세부)도시철도 차량 실내 및 승강장의 혼잡도 완화를 위하여 혼잡도 측정 및 분석시스템, 혼잡도 예측시스템 및 혼잡도 정보제공 기술 개발

◦ (4세부) 도시철도 역사 내 이용객 편의성 향상을 위한 역사 유니버설 디자인 가이드라인 개발 및 이용객 대상 철도안전 교육센터 구축

◦ 도시철도 건설 관련하여 건설규칙 및 하위 기준에 대한 개정 및 제정안을 수립하고 고시를 지원함

보고서 면수
162

요약문

연구의 목적 및 내용	**■ 연구의 목적** ◦ 도시철도 이용객의 역사 내 이동·환승 시간(거리) 20%이상 단축, 열차 실내 및 승강장 체감 혼잡도 20% 완화, 역사내 이용객 편의성 30%이상 향상을 위한 인프라 개선기술을 개발하고, 이용객의 안전성 향상을 위한 안전교육센터 구축 및 도시철도 건설 관련 제도의 제·개정안 정립과 고시를 지원함 **■ 주요 연구내용** ◦ **(1세부)** 도시철도 역사 이동·환승 기술 개발 - 실시간 가변동선 유도시스템 개발: 역사 내 혼잡구간에서 동선 폭을 실시간 조절을 통하여 혼잡을 완화하여 이동시간을 단축 - 다구간 이동시스템 개발: 최단 운행로로 수직·수평구간을 연속 운행하여 이동·환승 거리(시간)을 단축 - 교통약자 겸용 이동시스템 개발: 일반인과 교통약자가 함께 탑승이 가능하여 교통약자의 이동시간을 단축할 수 있는 교통약자 겸용 ES - 도시철도 역사 평가 시뮬레이터 개발: 역사의 개선 또는 신설 시 이용객의 보행편의성의 사전예측을 통하여 개선효과를 검증할 수 있는 역사 편의성 평가 SW - 3D 실내지도 저작도구, 정적/동적DB 연계를 통한 평가 시뮬레이션 구현 등 핵심기술 개발, 시뮬레이터 개발 및 신뢰성검증 및 실용화 - 도시철도 시설물 관계 법령 제·개정(안) 작성 및 고시 지원 : 도시철도 건설 관련하여 건설규칙 및 하위 기준에 대한 개정 및 제정안을 수립하고 고시를 지원 ◦ **(2세부)** 도시철도 역사 혼잡관리 기술 개발 체감혼잡도를 측정, 수집, 분석·예측, 표출, 제어 및 시뮬레이팅 할 수 있는 혼잡정보관리 기술 및 시스템 연구개발 - 도시철도 전동차 및 역사의 체감혼잡도를 측정, 수집, 분석·예측, 표출, 제어 및 시뮬레이팅 할 수 있는 혼잡정보관리 기술 및 시스템 연구개발 - 이를 구현하기 위한 요소기술 개발로써 IR-UWB를 활용한 역사 혼잡도 측정용 센서 개발 및 네트워크 인프라 구축을 위한 정보 전송 인터페이스 개발 - 열차 객실의 승객 변화량에 따른 승객 혼잡 정보를 측정하기 위한 열차 응하중 센서 및 측정시스템 개발, “혼잡정보관리 센터시스템”에 데이터 전송을 위한 제어 장치 개발 - 도시철도의 실시간 교통카드자료(AFC)와 이력자료를 이용하여 역사 및 열차의 혼잡도를 분석 · 예측하는 알고리즘을 개발 - 개발된 도시철도 혼잡정보관리 기술 및 시스템의 성능, 기능, 품질 등을 측정, 시험, 검증할 수 있는 테스트베드 구축 및 운영 등 ◦ **(4세부)** 도시철도 역사 유니버설 디자인 기술 개발 - 유니버설 디자인 기술 개발: 유니버설 디자인 설계지침, 유니버설 디자인 안내표지 표준지침, 유니버설 디자인 시공가이드라인, 테스트베드 역사 설계안 개발 및 구축 - 철도 이용객 안전교육센터 구축 : 안전교육 프로그램 개발, 안전교육 시작품 개발, 안전교육센터 설계, 안전교육센터 구축
연구개발성과	**■(1세부)** 도시철도 역사 이동·환승 기술 개발 ◦ 이동시스템 핵심기술 및 설계/제작 기술 개발, 시제품 제작 4건 ◦ 현장구축 또는 적용 4건 - 실시간 가변동선 유도·분리시스템(실험실 프로토 타입 설치) - 다구간 이동시스템 실시설계(봉천역) - 교통약자 겸용 ES 실시설계(지축역) - 역사 편의성 평가 시뮬레이터 현장적용(사당역, 삼성역, GTX 용인역) ◦ 지적재산권(논문 게재 13건 (SCI 2건), 특허 등록 14건, 특허 출원 2건, SW 등록 11건, 기술이전 4건 및 상용화 1건) ◦ 정책 반영 5건 (도시철도 건설규칙 개정(안), 도시철도 건설에 관한 규정 제정(안), 도시철도 시설물 설계기준 제정(안), 도시철도 정거장 및 환승편의시설 설계지침 전면개정 고시(2018.03), 도시철도 내진설계기준 전면개정안 (2018. 12) 1건) **■ (2세부)** 도시철도 역사 혼잡관리 기술 개발 ◦ 혼잡도 관리기술 개발, 시제품 제작 3건(역사 혼잡관리센터 시스템, IR-UWB센서 이용한 역사 유동량 측정시스템, 전동차 객실 혼잡도 측정을 위한 압력센서, 승객량 측정장치 및 제어장치)

	◦ 현장구축 또는 적용 3건 - 역사 및 열차 혼잡정보 표출 및 혼잡관리 시스템 기능시험(2호선 신정지선 및 본선 5개역사) - 계단 및 환승통로에서의 유동량 측정을 위한 IR-UWB센서 설치(2호선 강남역 및 신정네거리역) - 전동차 객실 혼잡도 측정시스템 설치(2호선 구형/신형전동차 총7개 편성) ◦ 지적재산권(논문 게재 8건 (SCI 3건), 특허 등록 2건, 특허 출원 8건, SW 등록 24건) ◦ 정책 제안 2건(철도역 출입구 등 역사 보완 방안 마련, 이용자 관점의 도시철도 서비스 평가체계 구축) ■ **(4세부)** 도시철도 역사 유니버설 디자인 기술 개발 ◦ 도시철도 역사 유니버설 디자인 가이드라인 개발, 테스트베드 역사(수서역) 구축, 도시철도 역사 편의성 평가지침, 테스트베드 역사 개선효과 도출 ◦ 철도안전 교육프로그램 개발, 철도안전교육센터(송파안전체험교육관 내) 구축 ◦ 현장구축 또는 적용 4건 - 실시간 가변동선 유도·분리시스템(실험실 프로토 타입 설치) - 다구간 이동시스템 실시설계(봉천역) - 교통약자 겸용 ES 실시설계(지축역) - 역사 편의성 평가 시뮬레이터 현장적용(사당역, 삼성역, GTX 용인역) ◦ 지적재산권(논문 게재 24건, 논문발표 24건, 특허 등록 1건, 특허 출원 2건, 디자인 출원 및 등록(13건), 일반저작권 등록(2건), 프로그램(S/W) 등록(3건), 교육 콘텐츠 품질인증(1건) ◦ 도시철도 역사 유니버설 디자인 가이드라인 실용화 (신설노선 역사(원광선, 경강선), 기존역사(수서역) 개량사업에 적용) ◦ 철도안전교육 프로그램 실용화(교육청(서울시), 철도운영기관(부산교통공사, 한국철도공사) 관계기관 보급)
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	◦ 철도역사 이용객 이동·환승 거리(시간)단축 및 보행환경 향상 ◦ 기존 역사의 이동·환승시설 개선 및 신설역사의 설계에 반영 ◦ 공공시설, 일반건축물의 이동 및 동선 개선을 위한 시스템 기술 활용 ◦ 철도역사 개선 사업 시 사업비용 및 효율 예측 산정, 사업 우선순위 도출 ◦ 혼잡구간에 대한 정보를 미리 승객에게 제공하여 승객분산을 통한 혼잡도 완화로 승객 편의성 증대 및 안전사고 감소가 기대됨 ◦ 열차별 혼잡도를 승무원에게 제공함으로써 열차 운행간격 조정 등 효율적인 운전관제 업무 확보 ◦ 승객분산으로 인한 전동차 이용효율 증대 및 객차 하중의 분산으로 유지보수 비용 절감 ◦ 맞춤형 승객정보 제공을 통한 대국민 안전성 및 편의성 향상, 이로 인한 운영기관의 신뢰성 향상 ◦ 철도이용객 중심의 역사 환경 개선으로 편의성 향상 및 교통복지 제고 기반 마련 ◦ 송파안전체험교육관과의 연계로 유지관리 효율성 · 지속성 확보 및 체험교육의 질 향상을 통한 전문성 확보

국문핵심어 (5개 이내)	도시철도역사	환승이동기술	혼잡도 완화	편의성	유니버설디자인
영문핵심어 (5개 이내)	Metro station	Trip and transfer technology	Station congestion reduction	Passenger convenience	Universal design

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요 ····· 6

2. 연구수행내용 및 성과 ·····

1세부 ····· 11

2세부 ····· 66

4세부 ····· 115

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ·····

1세부 ····· 58

2세부 ····· 106

4세부 ····· 159

4. 연구개발성과의 활용 계획 등 ·····

1세부 ····· 63

2세부 ····· 112

4세부 ····· 162

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발 목적

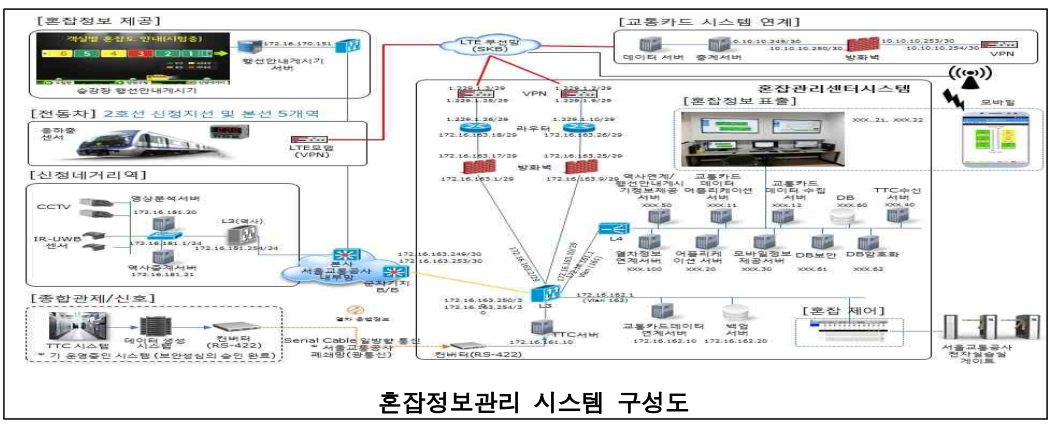
○ 도시철도 이용객의 역사내 이동·환승 시간(거리) 20% 이상 단축, 체감혼잡도 20% 이상 완화 및 이용객 편의성 30% 이상 향상을 위한 인프라 개선 기술 개발

○ **(1세부)**도시철도 이용객(교통약자 포함)의 역사내 이동·환승 시간(거리) 편의성 향상을 위한 인프라 개선기술 개발

- (실시간 가변동선 유도시스템) 역사 내 혼잡구간에서 충돌, 동선 충돌 및 혼잡을 완화하여 이동시간 20% 이상 향상
- (다구간 이동시스템) 긴 이동·환승거리에 대하여 최단 운행로를 통하여 수직·수평 구간을 연속운행 할 수 있는 이동시스템 개발을 통하여 거리·시간의 30% 단축
- (교통약자 겸용 ES) 일반인 이용객과 같이 교통약자가 탑승이 가능한 에스컬레이터를 개발하여 교통약자의 이동시간 30% 단축과 편의성 향상
- (역사 편의성 평가 시뮬레이터) 역사의 개선, 신설 시 이용객 편의성 평가의 사전 예측 및 개선 효과 검증
- (도시철도 건설 관련 기준 제·개정)다양한 도시철도의 건설에 따른 경제성, 안전성, 효율성 확보를 위한 기술기준 연구를 통하여 법령 및 설계기준 정립 및 고시 지원



○ **(2세부)**



도시철도를 이용하는 승객들이 느끼는 혼잡도, 즉 체감 혼잡도를 20%이상 개선을 목표로 역사 및 전동차의 혼잡도를 측정 및 분석하여, 도시철도 이용객들에게 혼잡정보를 제공, 요금정산게이트, 혼잡도분산 전용 승객유도 게이트 등을 제어하여 혼잡도가 높은 지역의 승객들을 상대적으로 혼잡도가 낮은 지역으로 이동하도록 유도하여 혼잡완화를 통한 도시철도의 편의성을 증진시키고, 역

사 및 열차 혼잡에 따른 열차 지연운행 및 안전사고 위험으로부터 보호할 수 있는 기술을 개발

○ **(4세부)** 도시철도 역사 이용객 편의성 30% 향상 및 이용객 안전교육센터 구축

- 도시철도 역사 유니버설 디자인 적용을 통한 이용객 편의성 향상 및 역사 환경 개선
- 철도 이용객 중심 체험형 철도안전교육센터 구축을 통한 안전사고 예방 및 안전문화 확산에 기여



나. 연구개발의 필요성

○ 출퇴근 시간 등 특정시간대 이용객의 집중화에 따른 혼잡도 증가 및 정거장 내 이동 불편을 해결하기 위한 구체적 방안 필요

○ 도시철도 환승역의 40% 이상이 환승시간 평균 10분 이상(종로 3가역의 경우 최대 17분 이상)되고 역사 개선비용은 과대 소요(신도림역 450억이상)됨에 따라 경제적·효율적 인프라 개선기술이 필요

* 철도설계기준(연계교통시설편) 4.1.5에 따라 기존역은 300m이내, 신설역은 180m 이내로 환승거리 제한을 규정함에 따라 이를 준수하기 위하여 막대한 비용소요

○ 교통약자(장애인, 노약자, 임산부 등)는 지속적 증가 추세이나, 동선 확보 및 이동편의시설의 미흡으로 타 교통수단 대비 이용률이 현저히 낮음

* 광화문에서 혜화역까지 일반인은 총 9분 소요, 장애인은 약 34분 이상 소요

**「교통약자의 이동편의 증진법」에 따라 교통약자의 이동권 확보 및 편의성 향상을 위한 시스템 개발 필요

○ 역사의 신설・개선 시 이용객 편의성 평가를 통하여 편의성·경제성 사전예측 및 개선효과 검증이 가능한 대책이 필요

○ 최근 다양한 도시철도 시스템(트램, 모노레일, 자기부상, AGT 경전철 등)의 개발 및 실용화와 철도 관련 제도의 제・개정의 따라, 도시철도 시설물 건설 관련 제도의 정비 및 관련 법규 제・개정

* 도시철도 차량, 시설과 관련된 안전기준, 표준규격, 성능시험기준 등이 폐지로 인하여 도시철도 시설물과 관련하여 건설규칙을 포함한 기술기준의 제,개정 요구

○ 수도권 도시철도 일부구간에서는 출·퇴근 시간대 및 특정일에 이용객의 집중화에 따라 극심한 혼잡이 발생하고 있음

- 차량 및 역사 내 혼잡도가 일부구간에서는 2011년 기준 최고 230%이상를 보이고 있음
- 특히 서울메트로가 운영하고 있는 4개 노선은 출·퇴근 이용승객이 가장 많으며, 그 중 서울 2호선은 순환선으로 17개 환승역, 2개 지선을 포함하고 있어 출·퇴근 혼잡지연 문제가 가장 심각한 노선이며, 그 외 일부노선에서도 심각한 혼잡이 발생하고 있음

○ 도시철도 역사의 유니버설 디자인 개념 도입 필요

- 철도 이용률 증가에 따른 철도 서비스 품질에 대한 이슈 대두
- 사회적 약자 증가에 따른 교통약자 편의성 요구 증대
- 도시철도의 다양한 특성을 고려한 토탈 디자인 기준 필요

○ 철도안전사고 예방 및 대처능력 향상을 위한 상황별·유형별 철도안전 교육 제공 필요

- 도시철도 안전사상사고 지속 발생
- 철도종사자 직무교육 위주의 이러닝(E-Learnig) 교육 콘텐츠 중심
- 이용자 중심의 철도안전에 특화된 교육 프로그램 및 시설 부족

다. 연구개발 범위

○ (1세부)

구분	내용
최종 목표	□ 실시간 가변 동선 유도·분리시스템 개발 (이동시간 10%이상 단축)
세부 목표	• 이용객의 역사 유형별 이용 및 이동 특성 분석 (평면계획과 IF 검토) • 실시간 가변 동선 분리 및 유도시스템의 요구조건 분석 및 사양도출 • 이용객의 유동 계측 및 DB 구축 • 이용객의 유동 예측 알고리즘 개발 • 실시간 가변 동선 및 유도분리기 연계 정보 및 신호전달 시스템 기술개발 • 가변 동선 분리기와 정보·신호네트워크 시스템의 연계운영기술 개발 • 실시간 가변 동선 분리 및 유도시스템 시제품 제작 • 시스템 최종제작 및 성능평가
최종 목표	□ 다구간 이동시스템 개발(이동·환승거리 20%이상 단축)
세부 목표	• 역사 유형별 환승 특성 분석 (평면계획과 IF 검토) • 다구간 이동시스템의 요구조건 분석 • 다구간 이동시스템의 핵심요소 기술 분석 및 도출 • 다구간 이동시스템의 구조설계 및 구동기술 개발 • 다구간 이동시스템 시제품 제작 • 다구간 이동시스템 현장구축 및 성능검증
최종 목표	□ 교통약자 겸용 이동시스템 개발(교통약자 이동·환승시간 20%이상 단축)
세부 목표	• 교통약자의 도시철도 역사 환승·이동 이용형태 분석 • 교통약자 겸용 이동시스템의 요구조건 분석 • 교통약자 겸용 이동시스템의 핵심요소기술 분석 및 도출 • 교통약자 겸용 이동시스템 구조설계 및 구동기술 개발 • 교통약자 겸용 이동시스템 시제품 제작 • 시스템 현장구축 및 성능검증
최종 목표	□ 도시철도 역사 이용객의 이동·환승시간 단축, 혼잡도 완화, 쾌적성·편의성 향상 등 역사 환경개선을 위한 도시철도 역사 관련 기술기준 검증프로그램 개발
세부 목표	• 도시철도역사 보행환경 및 편의성 검증을 위한 3D 실내지도 구축 플랫폼 기술 개발 • 도시철도역사 평가 시뮬레이터 개발 • 도시철도역사 쾌적성·편의성 개선기술의 사전 예측 및 개선효과 검증
최종 목표	□ 경제적·효율적인 도시철도 건설을 위한 관계 법령 제·개정(안) 도출 및 고시지원
세부 목표	• 도시철도 건설규칙 개정(안) 수립 • 도시철도 건설에 관한 규정 제정(안) 수립 • 도시철도(경전철 포함) 시설물 설계기준 제정(안) 수립 • 도시철도 정거장 및 환승편의시설 설계지치 전면개정(안) 수립 • 도시철도 내진설계기준 전면개정(안) 수립

○ (2세부)

구분	내용
최종 목표	혼잡도 측정/표출(역사) 및 정보관리 시스템 기술 개발
세부 목표	• 혼잡도 정보관리 시스템 기술 요소 연구 • 혼잡도 정보관리 시스템 개발 • 역사 혼잡도 측정 및 표출시스템 개발 • 모바일 정보제공 애플리케이션 개발 • 열차/역사 혼잡도 시뮬레이션 개발 • 혼잡도 정보관리 시스템 시범운영 • 역사 혼잡도 측정 및 표출시스템 시범운영

구분	내용
최종 목표	IR-UWB 및 IoT 센서 개발
세부 목표	• 관련기술자료 조사, 기술동향 분석, 현장조사 및 역사 혼잡도 측정방법 개발 • 역사 혼잡도 측정 알고리즘 개발, 혼잡도 측정 시스템으로 기본설계 및 상세설계 진행 • 역사 혼잡도 측정 시스템 시제품 (H/W 및 S/W) 측정, 기능시험 및 역사 혼잡도 측정시스템 구축 • 혼잡도 측정 시스템의 정확도 향상을 위한 IR-UWB 알고리즘 성능 개선 • 혼잡도 측정 시스템 측정 및 기능시험
최종 목표	전동차 객실 혼잡도 측정 시스템 개발
세부 목표	• 객실 승객 정보분석 응하중 센서 개발 • 객실 혼잡도 측정장치 개발 • 객실 혼잡도 정보를 타 장치와 인터페이스 하는 제어장치 개발 • 신조차량용 혼잡도 정보 인터페이스 장치 개발
최종 목표	혼잡도 분석 및 예측 기술 개발
세부 목표	• 역사 및 열차 혼잡도 산정 알고리즘 개발 • 역사 및 열차 혼잡도 예측 알고리즘 개발 • 역사 및 열차 혼잡도 제어 알고리즘 개발
최종 목표	혼잡도 관리기술 개발
세부 목표	• 혼잡도 제어시스템 개발 • 혼잡도 측정 센서 개발 • System Integration • 테스트베드 구축 및 종합시험 • 체감혼잡도 개선 검증

○ **(4세부)**

구분	연구 목표	주요 연구 내용
유니버설디자인 가이드라인	도시철도 역사 유니버설디자인 현황 조사	- 유니버설디자인 관련 법규 및 제도 - 도시철도 역사 유니버설디자인 수준 도출 - 도시철도 역사의 문제점 및 시사점 도출
	도시철도 역사 유니버설디자인 가이드라인 개발	- 도시철도 역사 유니버설디자인 개요 - 도시철도 역사 유니버설디자인 역사시설 설계지침 개발 - 도시철도 역사 유니버설디자인 안내표지 표준지침 개발 - 도시철도 역사 유니버설디자인 시공가이드라인 개발
	테스트베드 역사 설계(안) 개발 및 구축	- 테스트베드 역사 선정 - 테스트베드 역사 설계(안) 개발 - 테스트베드 역사 구축
	테스트베드 역사 개선효과 도출 및 이용객 편의성 30% 향상 도출	- 테스트베드 역사 개선 효과 도출 - 테스트베드 역사 편의성 평가지표 개발 - 이용객 편의성 30% 향상 - 도시철도 역사 유니버설디자인 가이드라인 적용 전략 수립
안전교육센터 구축	도시철도 안전사고 및 안전교육 콘텐츠 현황 조사	- 도시철도 안전사고 분석 및 예방 방안 - 철도안전 교육 현황 및 이용객 유형별 특성 분석 - 철도안전 교육 프로그램 개발 방안
	철도안전 교육 프로그램 제작 및 센터 구축 기획	- 철도안전교육 프로그램 시작품 개발 - 철도안전교육센터 구축 기획
	철도안전교육센터 설계(안) 개발	- 철도안전교육센터 입지선정 - 기본 및 실시설계 개발
	철도안전교육센터 구축	- 철도안전교육 체험·전시·영상 콘텐츠 제작·설치 - 관리운영 및 유지보수 방안 - 철도안전교육센터 활성화 방안

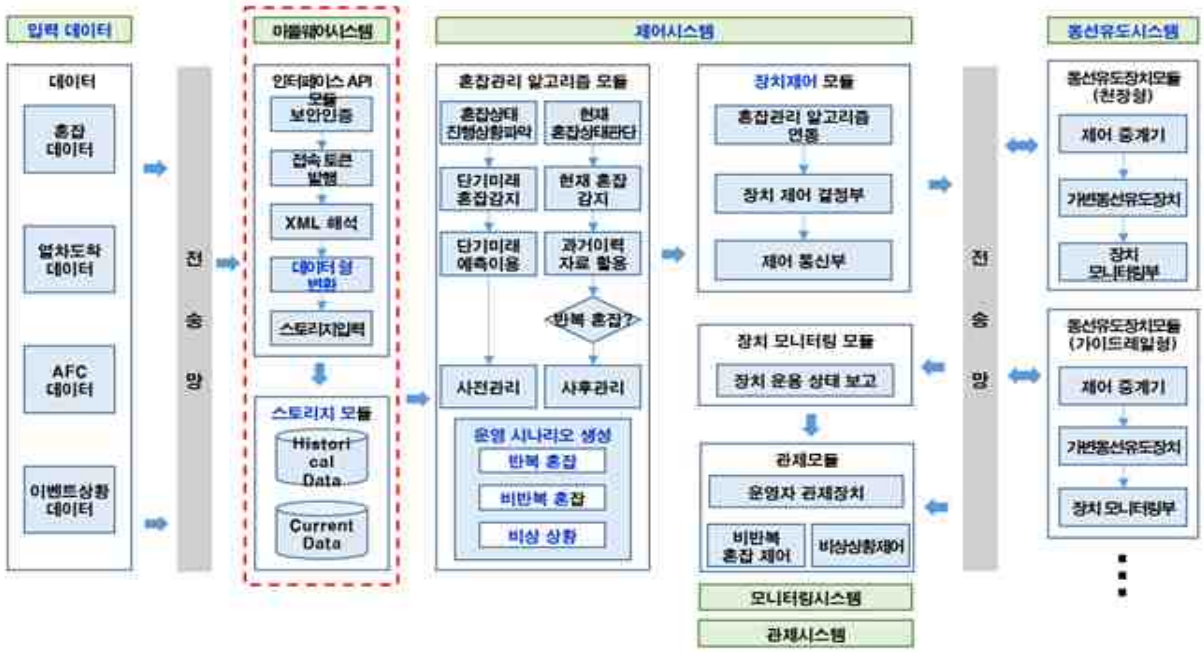
1세부

도시철도 역사 이동환승 기술개발

2. 연구수행내용 및 성과
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도
4. 연구개발성과의 활용계획 등

2. 연구수행내용 및 성과
2-1. 연구 수행내용

1. 가변동선 유도 통합시스템



<가변동선 유도 통합시스템 구성도>

가. 최적 동선 결정 알고리즘 및 가변 보행유동 개발

1) 최적 동선 결정 알고리즘 순서도



<최적 동선 결정 알고리즘 순서도>

① OD추정 알고리즘
- Input: 카드데이터, Output: 역사내 OD
- 이동거리를 통행저항함수로 하는 중력모형을 이용하여 추정

② 경로탐색 알고리즘
- Input: 역사 네트워크 자료, Output: 기종점별 경로 Set
- 이동거리 기반, K-path Algorithm을 이용하여 이동경로 추정
- 일반인경로, 교통약자경로 따로 추정

③ 경로선택 알고리즘
- Input: 기종점별 통행량 & 경로, Output: 링크별 통행량
- 이동거리 기반, K-path Algorithm을 이용하여 이동경로 추정
- 일반인경로, 교통약자경로 추정

④ 시설물별 통행량 배정 알고리즘
- Input: 링크별 통행량, Output: 시설물별 통행량
- 동일 링크내 여러 가지 시설물(계단, E/S 등)에 통행량 배정

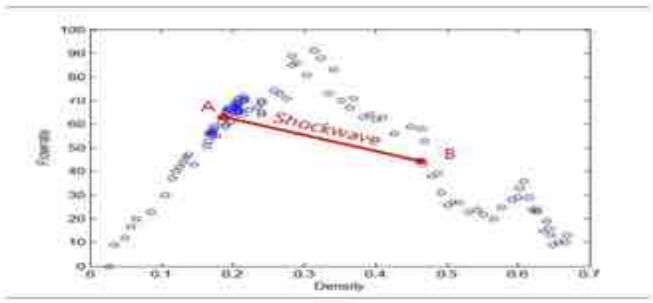
2) 보행류 모형 및 알고리즘 개발

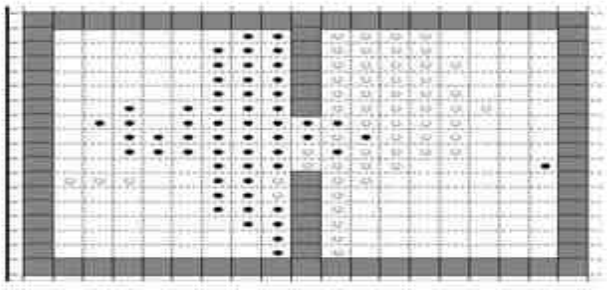
가) 보행류 모형

- 시뮬레이션 결과를 통해 보행시설별 보행류율-밀도 관계식의 도출이 이루어짐
- 보행교통류에서의 밀도의 변화 추이에 따라 충격파가 발생하며, 반원형 충격파 및 대기행렬 형성 등의 사례에 대한 분석이 수행됨

나) 보행알고리즘

- Microscopic 보행류 모형과 Macroscopic 보행류 모형을 통합 적용하여 보행 알고리즘을 개발함
- 알고리즘의 코딩은 MATLAB을 통해 작성되었음
- 평균 지체시간 연산, 병목 지점 분석 등을 통해 본 모형의 결과와 기존 연구에 대한 비교 분석이 수행됨

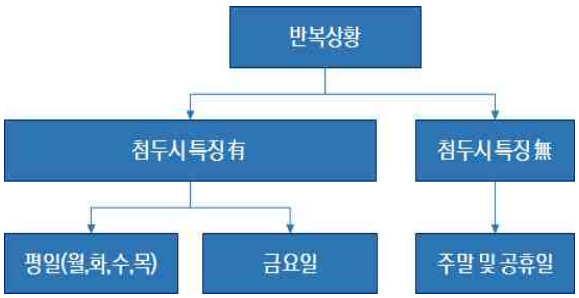




3) 실시간 동적가변 DB기반 알고리즘 개발

가) 반복상황의 유형화

- 실측데이터의 패턴분석을 통해 반복상황의 유형을 3가지로 분류

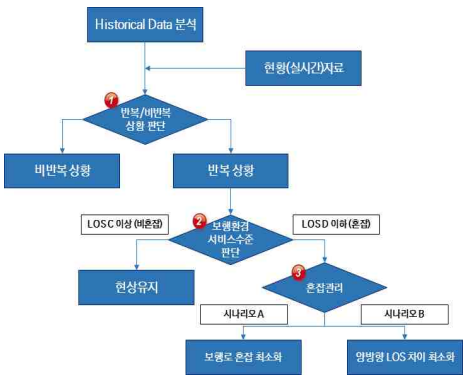


<반복상황 3가지 유형>



<반복상황 유형별 수요 비교>

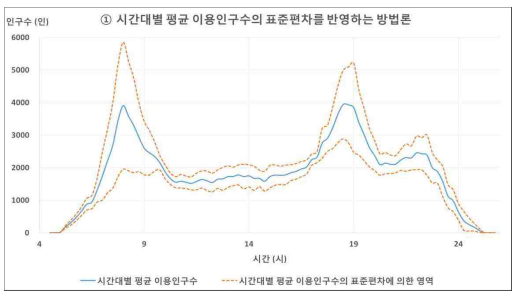
나) 알고리즘 순서도 (반복 혼잡관리)



<반복 혼잡관리 알고리즘 순서도>

① 반복/비반복 상황 판단

- 이력자료와 현황(실시간)자료 비교
- 표준편차, 최대값, 최소값 통한 판단 범위(Ragnge) 산정



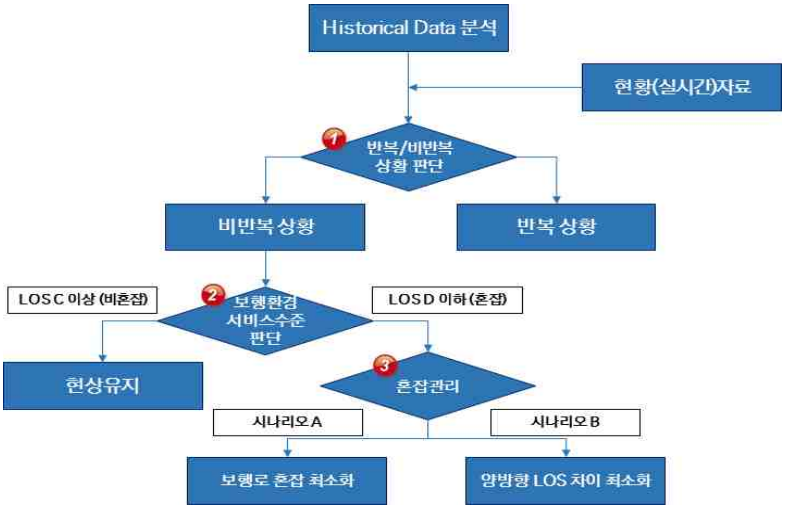
<예시-표준편차를 이용한 Range 산정>

②~③ 서비스수준 판단 & 혼잡관리

- 반복적으로 발생하는 통행패턴에 대응
- 시간대별 혼잡관리 시나리오 미리 구축&대응(이력자료기반, 현황자료 X)

4) 가변동선 유동예측 알고리즘 개발 (비반복 혼잡관리)

가) 비반복 혼잡관리 개념 및 알고리즘 개발



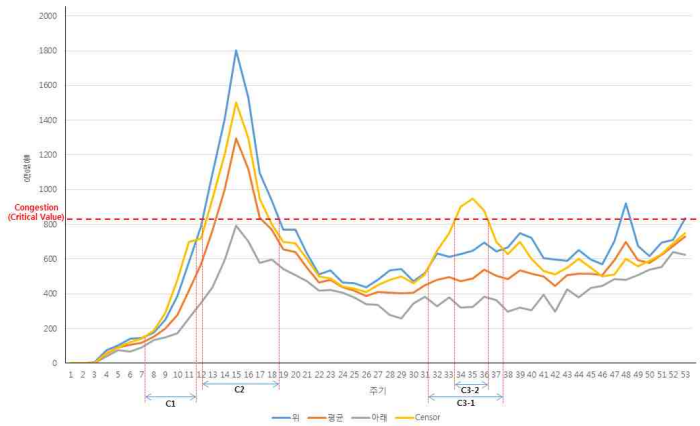
<비반복 혼잡관리 알고리즘 순서도>

① 반복/비반복 상황 판단
- 현황(실시간)자료가 이력자료 기반으로 설정된 Range 초과
  → 비반복상황 판단

② 보행환경 서비스수준 판단
- 현황자료 기반 서비스수준 판단
- LOS D 이하일 때 혼잡상황 판단

③ 혼잡관리
- 시나리오A: 보행로 혼잡 최소화
- 시나리오B : 양방향 LOS 차이 최소화

- 아래 그래프와 같이 통행량을 기준으로 반복과 비반복 혼잡 구간을 판단
- 실제 이력자료(카드 data)와 가상 데이터를 이용 알고리즘 수행



<데이터를 통한 비반복 혼잡 판단 예시>

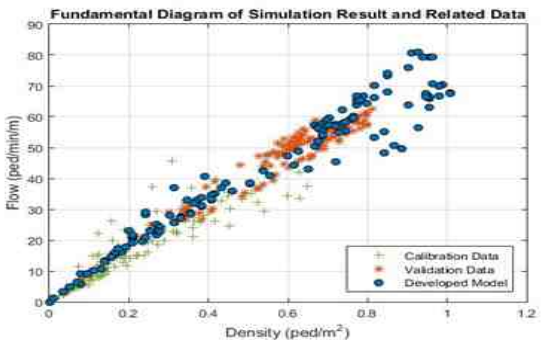
C1: 비반복 & 비혼잡
- 센서자료가 이력자료 Range 초과 (비반복)
- 센서자료 혼잡수준 이하 (비혼잡)

C2: 반복 & 혼잡
- 센서자료 이력자료 Range 이하 (반복)
- 혼잡수준 초과 (혼잡)

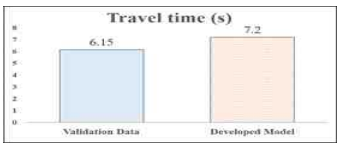
C3-1: 비반복 & 비혼잡
- 센서자료 이력자료 Range 초과 (비반복)
- 센서자료 혼잡수준 이하 (비혼잡)

C3-2: 비반복 & 혼잡
- 센서자료 이력자료 Range 초과 (비반복)
- 센서자료 혼잡수준 초과 (혼잡)

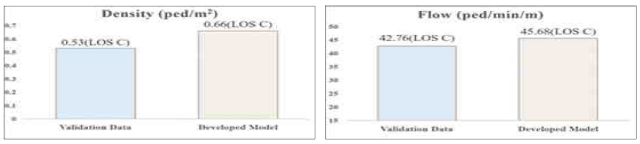
나) 보행모형 검증 및 평가지표 개발
- 밀도/교통류율 관계를 통행 통행특성 및 이동성 판단, 비교 검증
- 검증자료와 일부 오차(15% 이내), LOS C등급으로 일치



<밀도-교통량 관계를 통한 검증>



<통행시간 비교를 통한 검증>

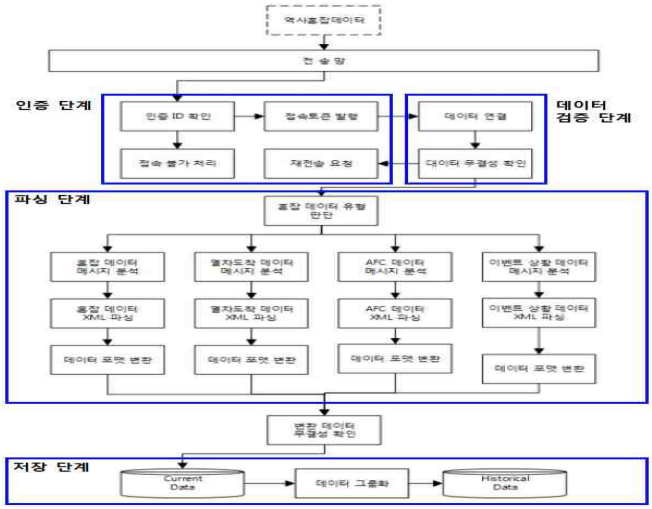


<LOS 비교를 통한 검증>

나. 정보·신호 전달시스템 및 제어장치 설계

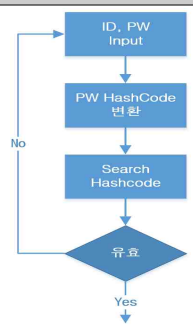
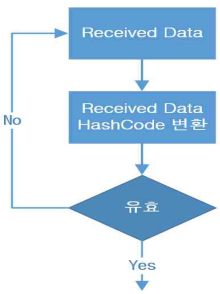
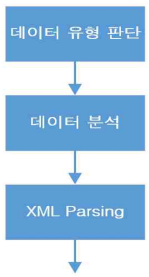
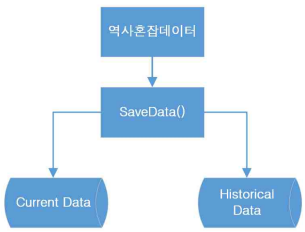
1) 미들웨어시스템 설계

- 미들웨어시스템이란 입력 받은 데이터(혼잡, 열차도착, AFC, 이벤트 상황 데이터 등)를 요구되는 형식에 맞게 데이터를 변환하여 주는 시스템을 말하며, 변환된 데이터는 Historical Data와 Current Data로 구분되어 스토리지 모듈에 기록됨.



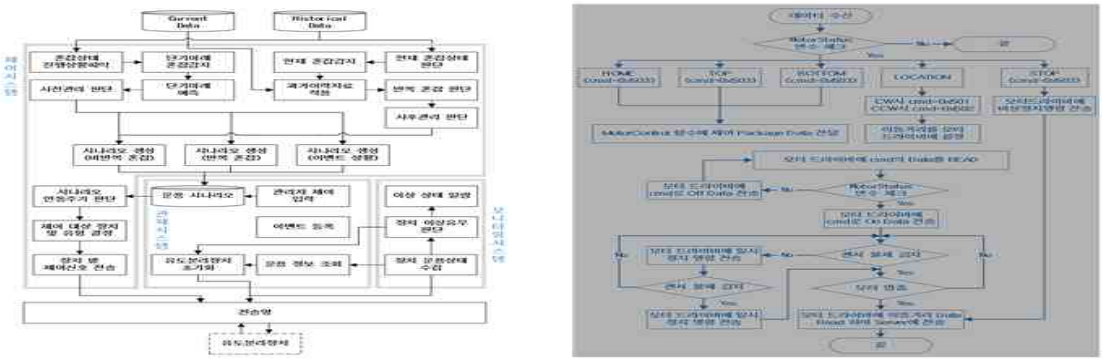
<미들웨어 시스템 구성도>

- 인증 단계 : 프로그램 접속이 허용된 사용자만이 사용가능하도록 인증 하는 단계
- 데이터 검증 단계 : 역사 혼잡 데이터가 손실 없이 전송 되었는지 검증하는 단계
- 파싱 단계 : 검증된 데이터를 유형별로 사용자가 요구 하는 형태(XML)로 데이터 포맷을 변환하는 단계
- 저장 단계 : 변환된 데이터를 Current 데이터와 Historical 데이터로 구별하여 저장하는 단계
- 단계별 flowchart는 아래 표와 같음

Auth Class	DataIntrgrity Class	XMLParse Class	SaveData Class
			
가변동선 통합 플랫폼에 접속하기 위한 사용자 인증 모듈	입력 데이터 무결성 검증 모듈	입력 데이터 유형 분석 및 Parsing 모듈	변환된 데이터 저장 모듈

2) 동선 유도분리시스템 설계

- 동선 유도분리시스템 : 제어시스템, 모니터링시스템, 관제시스템으로 구성
  - · 제어시스템 : 동선 유도분리시스템을 제어하는 부분으로 혼잡도 알고리즘 모듈을 통해 얻어진 데이터를 바탕으로 판단
  - · 모니터링시스템 : 동선 유도분리시스템의 장비 결함이나 시스템 오류 등을 주기적으로 점검하여 이상 유무를 관제시스템으로 보고하는 일을 담당
  - · 관제시스템 : 해당 동적제어 시스템의 모든 상태를 총괄하여 관리함



<동선 유도분리시스템 및 제어시스템 구성도>

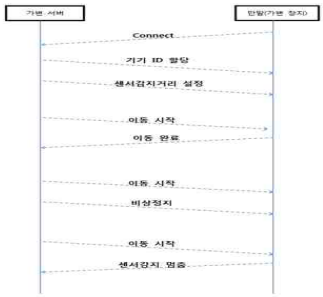
3) 제어시스템 설계

- 제어시스템이란 관제서버에서 가변장치 구조물을 제어하기 위한 시스템을 말함
- 분리·유도장치와 정보·신호전달 인터페이스는 하드웨어 인터페이스로서 가변장치 구조물을 제어하기 위한 정보 및 신호의 전달을 의미함

가) 프로토콜 설계

구 분	설 명
통신 회선	TCP / IP Socket
통신 방식	Non-Blocking
포트 번호	8012 (송/수신 동일)
소켓 서버	서버

정의	타입명	크기	비고
B	BYTE	1 Byte	Unsigned char
W	WORD	2 Bytes	Unsigned short
DW	DWORD	4 Bytes	Unsigned long
S	SHORT	2 Bytes	Short
US	USHORT	2 Bytes	Unsigned short
I	INT	4 Bytes	Int
UI	UNIT	4 Bytes	Unsigned int
L	LONG	4 Bytes	Long
UL	ULONG	4 Bytes	Unsigned long
LL	LONGLONG	8 Bytes	
ULL	ULONGLONG	8 Bytes	
C	CHAR	1 Byte	Char
UC	UCHAR	1 Byte	Unsigned char
T	Struct Type	Variable	Typedef struct
F	BOOL	4 Bytes	Int
BCD	Binary Coded Decimal	Variable	2진화 10진법
HEX	Hex	Variable	장비와의 통신 시 사용
ST	SYSTEMTIME	16 Bytes	
AN	Alphanumeric		
N	Numeric		



<프로토콜 설계 항목>

- 단말(가변장치 구조물)이 서버에게 접속 신호를 전송하면, 서버는 ID 및 센서 감지거리를 설정하여 단말에게 전송함
- 알고리즘을 통해 단말 이동거리가 산출되면 해당 값을 단말에 전송함
- 단말은 이동이 완료되면 완료 신호를 서버에게 전송함
- 서버의 비상 정지 명령 시 단말은 그 즉시 이동을 멈춤
- 단말 센서에 물체가 감지되면 단말은 그 즉시 이동을 멈추고 서버에 결과를 전송함



No	워드명	타입	길이	설명
1	dwTotalSize	W	2	Packet의 전체 길이 (20 + N)
2	wCmd	W	2	명령 0x0003 : 연결 체크
3	wParam	W	2	명령에 따른 파라미터 0x0000
4	Reserved	B		추후 사용을 위한 필드 (모두 0x00으로 채움)
합계			20	

No	워드명	타입	길이	설명
1	dwTotalSize	W	2	Packet의 전체 길이 (20 + N)
2	wCmd	W	2	명령 0x0003 : 연결 체크
3	wParam	W	2	명령에 따른 파라미터 0x0000
4	wStopDist	W	2	cm 단위 : 센서가 해당 거리 내의 물체를 감지하면 가변 장치가 멈춤 (기본 값 100 = 1m)
5	Reserved	B		추후 사용을 위한 필드 (모두 0x00으로 채움)
합계			20	

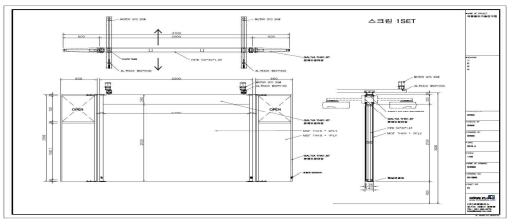
<Header 정의>

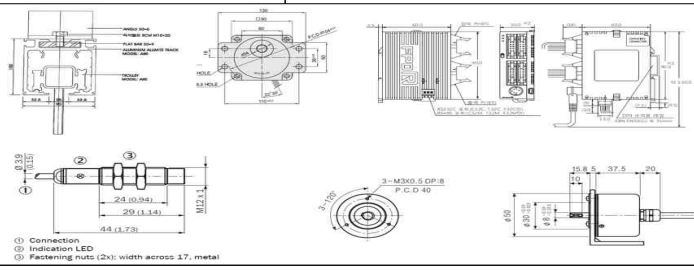
- 모든 Header는 20 bytes로 고정함

4) 가변구조물 설계

가) 천장형 가변동선 분리유도장치

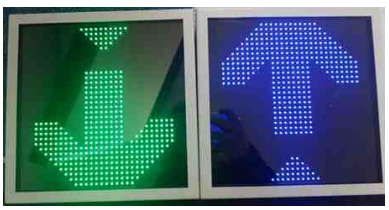


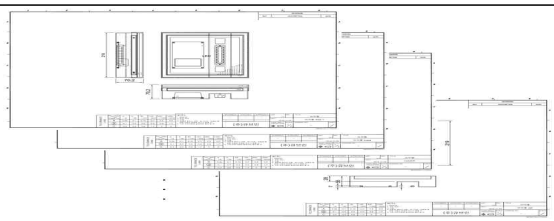




- 상단의 레일을 따라 물리적으로 동선을 분리 시키는 장치로 LED 모니터 타입과 빔 프로젝터 타입으로 나뉨
- 혼잡도에 따른 보행폭이 산출되면 그에 맞는 동선 비율로 장치가 이동함
- 보행자의 안전을 고려하여 이동 전후 안내 멘트 표출 및 센서 감지를 통한 비상 정지 기능을 가지고 있음

나) 바닥형 LED 동선 유도 장치

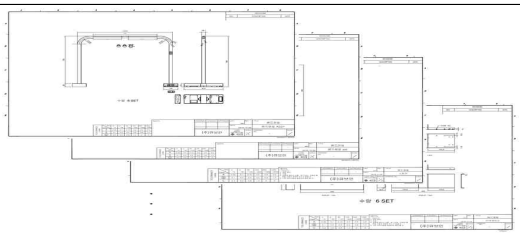




- 표출 되는 화살표 이미지는 현재 이용객의 진행 방향을 의미하고, 화살표의 색상은 호선별 색상을 의미(수도권 역사 기준)함
- 혼잡도에 따라 보행폭이 산출되면 그에 맞는 동선 비율을 표출하여 이용객의 동선을 유도하는 역할을 함
- 비상 상황 발생 시에는 이동 가능한 대피 방향을 안내하여, 이용객들이 신속하고 안전하게 대피할 수 있도록 정보를 제공함

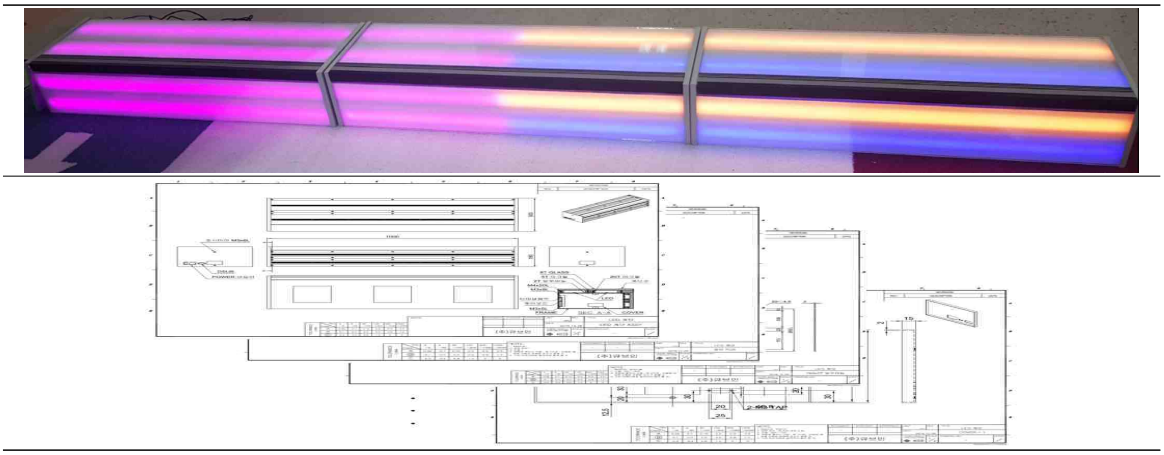
다) 핸드레일형 LED 동선 유도 장치





- LED의 진행 방향이 현재 이용객의 진행 방향을 의미하고, LED의 색상은 호선별 색상을 의미(수도권 역사 기준)함
- 혼잡도에 따라 보행폭이 산출되면 그에 맞는 동선 비율을 표출하여 이용객의 동선을 유도하는 역할을 하고, 보통 계단 부에 설치하게 됨
- 비상 상황 발생 시에는 계단의 파악이 어려우므로 레이저를 조사하여 이용객들에게 단차를 느끼게 해주어 대피 시 보다 안전하고 신속하게 대피할 수 있도록 동선을 유도함

라) 계단형 LED 동선 유도 장치



- LED의 색상은 호선별 색상을 의미(수도권 역사 기준)함
- 혼잡도에 따라 보행폭이 산출되면 그에 맞는 동선 비율을 표출하여 이용객의 동선을 유도하는 역할을 함
- 비상 상황 발생 시에는 녹색 LED를 점등하여 비상 상황이라는 것을 이용객들에게 인지시켜 주어 대피 시 보다 안전하고 신속하게 대피할 수 있도록 동선을 유도함

마. 시작품/시제품 제작 및 설치

1) 2단계 시작품 제작 및 시험

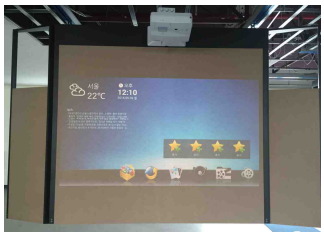
가) 천장형 가변동선 분리유도장치 시작품



<천장형 가변동선 분리유도장치 시작품>

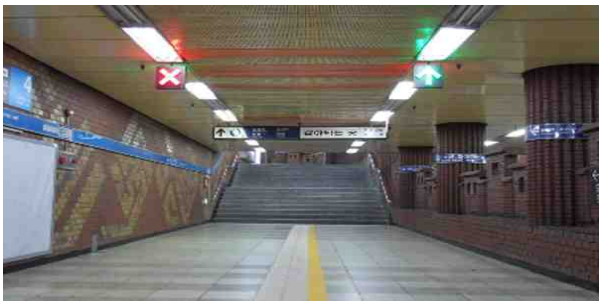


<LED 모니터 SET>



<빔프로젝터 SET>

나) 2단계 개선사항



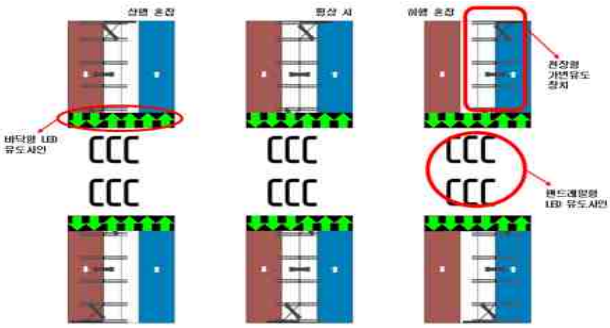
<지하철 1, 4호선 서울역 환승 통로>



<1단계 시작품 구성 예시>

- 1단계 시작품의 동선 유도 방식 문제점은 동선 유도에 강제성이 없음
- 혼잡도가 낮은 시간대에는 대체로 동선을 유도한 방향으로 보행객이 이동을 하지만 혼잡도가 높은 시간대에는 보행 흐름이 엉켜 유도한 방향으로 이동이 어려움 상황
- 2단계는 이를 보완하기 위하여 동선을 물리적으로 나누는 방안을 시작폼 개발에 적용함

다) 성능시험 구성안 및 시험결과



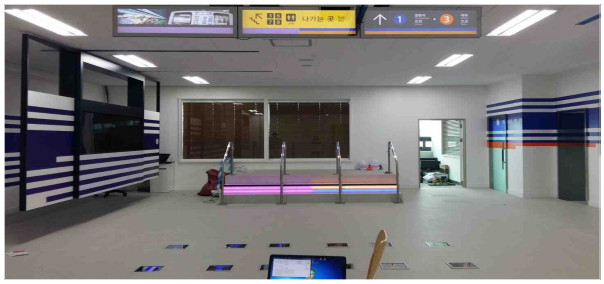
장치명	판정기준	측정치
천장형 동선유도장치	패킷 캡쳐 프로그램으로 이동정보데이터가 1초 내 수신	0.7초
	장치가 30초 내 이동완료 여부	28초
바닥형 LED 동선유도장치	표시되는 기호가 5초 내 방향전환 가능 여부	2.5초
계단형 LED 동선유도장치	표시되는 기호가 5초 내 색상전환 가능 여부	2.5초
핸드레일형 LED 동선유도장치	표시되는 기호가 5초 내 방향전환 가능 여부	2.5초

2) 3단계 시제품 제작 및 시험

가) 가변동선 분리유도 통합시스템



<프로토타입 최종 구축안>

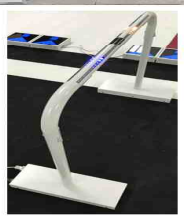


<가변동선 분리유도 통합시스템 적용 모습>

나) 3단계 개선사항

- 핸드레일형 LED 동선 유도 장치 개선





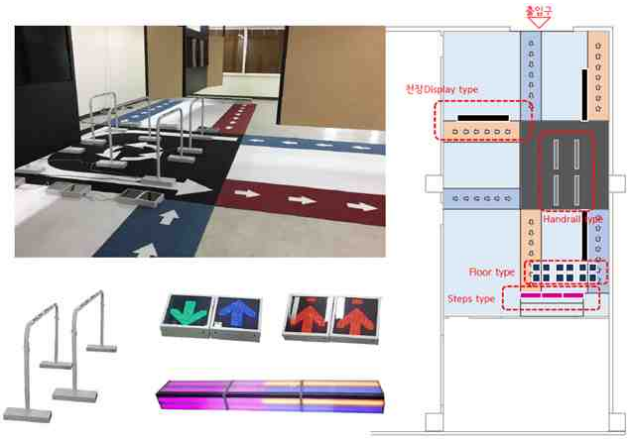


<개선된 핸드레일형 LED 동선 유도 장치>

· 4차년도에 제작된 유도 장치의 경우, 이용객이 핸드레일에 몸을 지지하는 상황 발생 시 무게를 지탱하지 못하는 문제점 발견됨

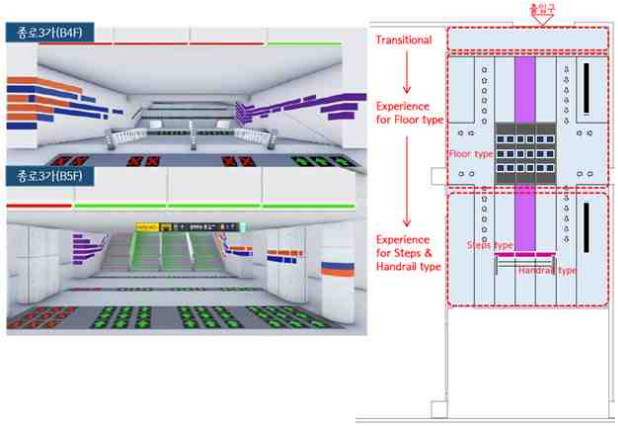
· 5차년도 시제품에서는 이를 보완하기 위해 소재를 스테인리스로 변경하여 제작함

- 테스트 베드 디자인 개선



<4차년도 시작품>

· 공간 분절 없이 전체적으로 산만함
· 천장형 가변동선 분리유도장치에 의한 시각적 차단
· 유형별 장치의 실질적 미흡



<5차년도 시작품>

· 공간 Hierarchy 정의
· 시각적 개방감 부여
· 벽면을 활용한 보행자 공간 지각력(Spatial Perception) 강화

2. 다구간 이동시스템 개발



<연구 흐름도>

가. 다구간 이동시스템 주요구성부 기술 도출

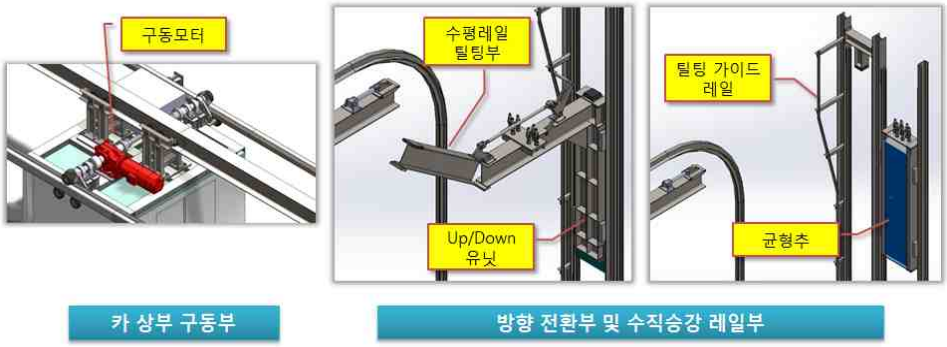
1) 이동시스템의 주요구성 기술별 분석

가) 구동부

- 랙&피니언 구동방식, 수직 승강부에 균형추를 이용하여 구동모터의 부하를 경감

나) 방향 전환부

- 승강통로 최소화를 위하여 수직승하강시 수평용 레일 일부가 상부로 접힘
- Up/Down 유닛에 균형추를 와이어로 연결: 승하강시 구동 부하 감소 및 카 흔들림 감소



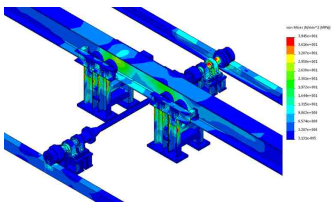
다) 수직승강 레일부

- 틸팅 가이드레일: 틸팅 레일이 젖혀질 수 있도록 가이드 역할

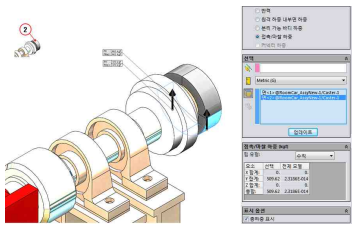
라) 정밀착상부, 수평유지부, 제동부, 동력 보조부

마) 제어・신호부 등의 기술분석

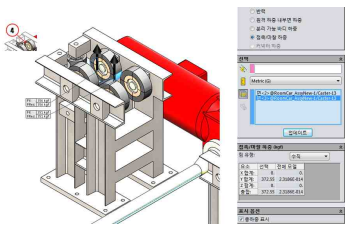
바) 주요구성부의 성능 시뮬레이션 및 분석을 통한 안전성 예측



[구동부 응력해석]



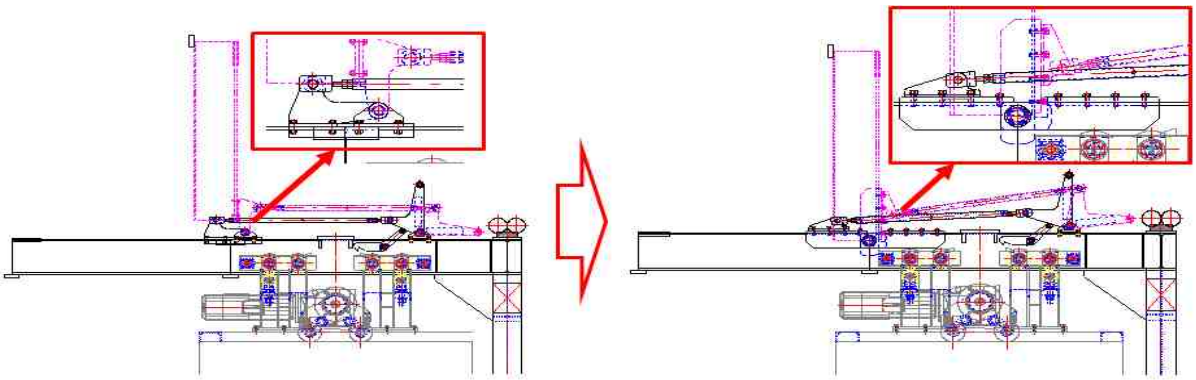
[사이드롤러 하중검토]



[주행롤러 하중검토]

2) 이동시스템의 주요구성부의 기술 개선

가) 틸팅 레일 안전성 검토를 통한 개선



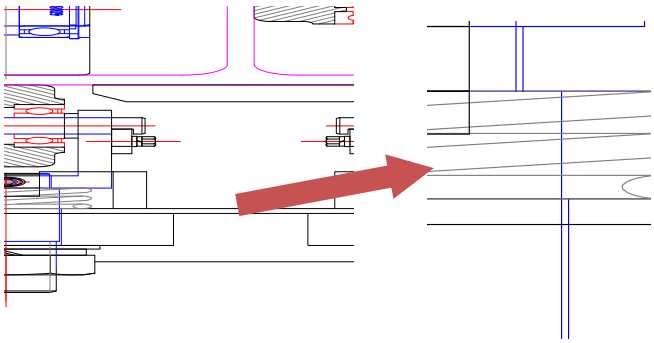
- TILTING RAIL 변경 전

- TILTING RAIL 변경 후

- 1개 Pivot을 레일 좌우 2개로 변경, 레일의 비틀림 방지를 위해 브라켓을 설치

- Pivot핀은 oiless bush를 사용하여 작동 가능토록하고 필요 시 베어링으로 교체 가능

나) 사이드 롤러 흔들림 방지 검토를 통한 개선



[사이드롤러 검토 설계개선]

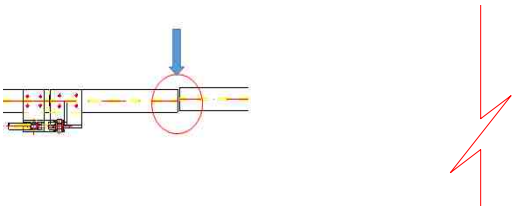
- 주행 시 롤러와 레일간 간극발생 방지 위해 사이드롤러에 스프링 장치 추가, 주행 시 사행과 흔들림 방지

다) 주행레일과 틸팅레일간의 정위치 결합 및 틀림 발생 검토

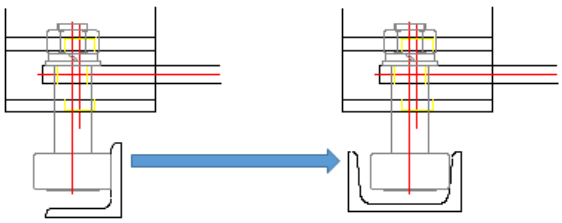
- 레일접속부 위치고정 pin 설치, 연결레일부에 경사를 주어 레일간 벌어짐을 보완

라) 틸팅가이드 레일, 가이드 롤러 들림 현상 검토를 통한 개선

- 틸팅 가이드레일이 앵글형태로 롤러가 들리는 현상, 수직 무게중심이 뒤로 쏠림 발생
- 틸팅 가이드레일을 찬넬타입으로 변경 롤러자체에 강제성을 부여



[주행레일과 틸팅레일의 틀림현상 보완]



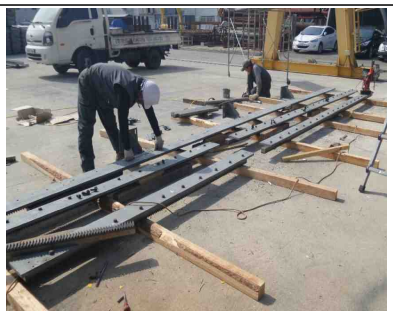
[틸팅가이드 레일 보완 검토]

나. 주요장치 단품제작 및 성능시험

1) 주요 장치의 구성품 제작

가) 렉기어 & 피니언, 안전장치 제작





[피니언 기어 및 랙기어]





[안전장치 및 승강기 부품]

나) 구동부 제작



[롤러 및 사이드블록]



[모터 및 제어반]

다) 곡선부 및 틸팅레일부 제작



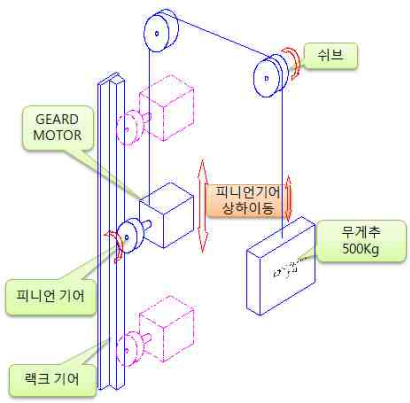
[곡선랙기어]



[승하강운반기 및 틸팅가이드레일]

2) 성능 시험 및 시험성적서 (한국산업기술시험원)

가) 랙&피니언 성능시험



[랙&피니언기어 개념설계]

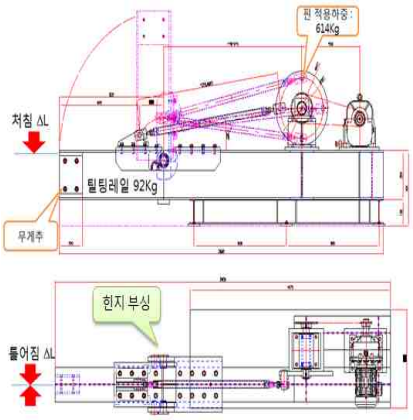


[랙&피니언기어 시험기]

랙& 피니언 시험 기준안		
	내 용	기 준
마모	왕복 150만 사이클 내구성시험.	마모도측정기준(KC) ASME A17.1
	1분 6~4회 왕복 , 최대속도 45m/min	PINION 1사이클 기준
경도	HRC55 경도 측정 방법 KS참조	경도측정기준 (KC)
치수	측정 (4급)	
재질	재질 분석 (KS 규격)	

- 부품에 대한 성능시험을 위해 시험기기를 제작.
- 한국산업기술시험원(KTL) 성능평가기준안에 맞추어 시험
- 동작방법 : 피니언 기어가 회전하여 상하로 이동.
- 측정방법 : 시험 전과 후 랙 & 피니언기어를 다이얼게이지를 이용하여 치수를 확인한다. (측정 지그는 KTL에서 제작)
- 시험기는 1분 6회 왕복으로 설계하였으나 Stroke 대비 속도가 빨라 정지 위치에 정지하지 못하여 정확한 4cycle 위치에 맞게 정지하기 위해 속도를 낮춤.
- 마모도 테스트 기간 :
  27,428회/일 = 24h x 60min x 60초 x 5회/63초 x 4cycle
  55일 = 150만회 ÷ 27,428회/일

나) 틸팅레일 내구성시험



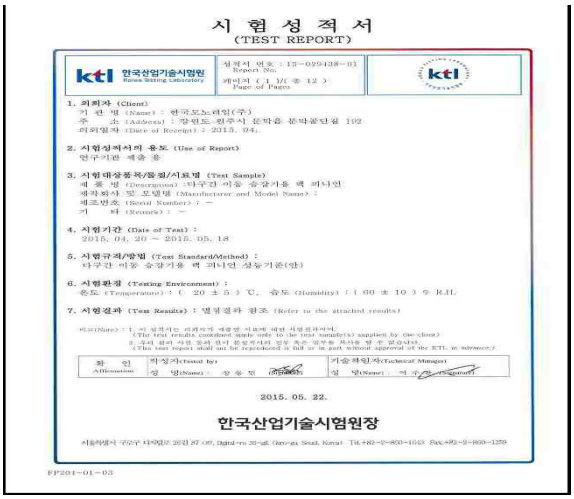
[틸팅레일 시험기 개념설계]



[틸팅레일 시험기]

틸팅레일 시험 기준안		
	내 용	기 준
내구성	왕복 150만 사이클 내구성시험.	마모도측정기준(KC) ASME A17.1
	1분 17회 왕복	시스템 방향전환 속도기준
변경량	수평도 및 얼라인먼트 측정	반복시험 후 처짐량 ±5mm를 기준으로 한다. (KS B ISO 7465 6.2.8 기하학적 허용오차에 따름)

- 부품에 대한 성능시험을 위해 시험기기를 제작.
- 측정방법 : 시험 전과 후 측정된 초기값과 반복시험 후 값을 비교하여 그 차를 마모량으로 측정한다.
- 한국산업기술시험원(KTL) 성능평가기준안에 맞추어 시험
- 마모도 테스트 기간 :
  24,480회/일 = 24h x 60min x 17회/분
  61일 = 150만회 ÷ 24,480회/일
- 최대 회전속도는 21회/분 이나 시작품 틸팅레일 16.6회/분 감안하여 시험속도는 17회/분으로 조정.



시 험 성 적 서
(TEST REPORT)

2015. 05. 22.

한국산업기술시험원장



시 험 성 적 서
(TEST REPORT)

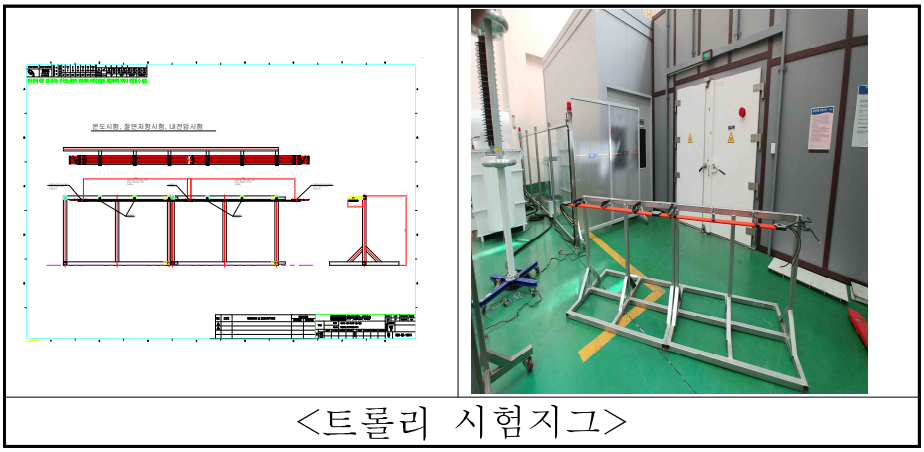
2017. 09. 28.

한국산업기술시험원장

[랙&피니언기어 및 틸팅레일 시험성적서]

다) 트롤리 성능시험

- 다구간이동시스템 대체검사기준에 맞는 전원공급장치 시험인증 실시.
- 측정방법 : 한국전기연구원에 의뢰하여 KS C 3134 규격의 온도시험, 절연저항시험, 내전압시험, 충격시험을 실시함.

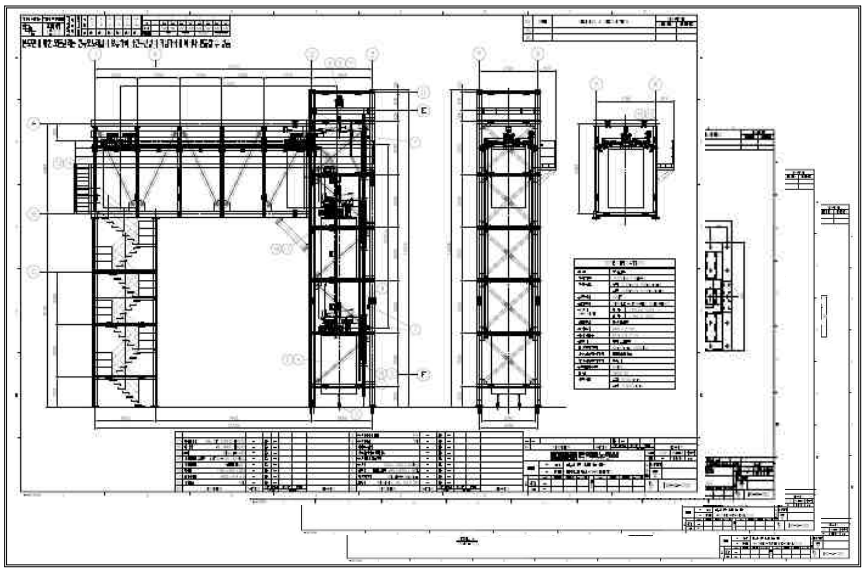


<트롤리 시험지그>



다. 시작품 제작 및 성능시험

1) 시작품 제작도 작성



- 5인승 VVVF 구동방식, 수직속도 0.75m/s (45m/min), 수평속도 1.85m/s (110m/min)

2) 시작품 제작

- 목업 제작을 위한 적용성 및 사용성 검토 수행 (승강기안전관리원, KTL)



품명	구분	사 양	비 고
조속장치	속도	45m/min	
	크기	ø10, P.C.D 305	
	제품	KTL 인증	
비상정지장치	속도	60m/min	
	크기	18K, 3000Kg이상	
	제품	KTL 인증	
유압완충장치	하중	3000Kg이상	
	크기	80st	
	제품	승강기 표준	
승강카	하중	15인(1000Kg)	
	크기	내부 : 1600x1500 외부 : 1660x1655	
	제품	승강기 표준	
도어잠금장치	방식	중앙개폐형	
	크기	내부 : 900x2100	
	제품	KTL 인증	

품명	구분	사 양	비 고
제어반	속도	45m/min	
	크기	ø8, P.C.D 305	
	제품	KTL 인증	
레일, 가이드 슈	강도	45m/min	
	크기	레일(18k) 슈(18용)	
	제품	승강기 표준	
가이드롤러	크기	ø288, 160, 135, 100	
	재질	우레탄 Hs95	
	제품	KTL 인증	
구동모터	용량	24kW,	
	감속비	i=13.85	
	방식	VVVF	
	전원	380V	
-와이어 쉬브 (로프) : KTL 인증			
- 리미트 스위치 : KTL 인증			

3) 시작품 성능시험

- 구동시험 : 수직구동, 방향전환, 수평이송부의 구동속도 점검
- 동작테스트를 통해 수직, 방향전환부, 수평 이송부분의 유효한 구동속도 점검.

	수직속도	곡선속도	수평속도	시험횟수	비 고
저속	10m/min	5m/min	10m/min	100회	
중속	25m/min	15m/min	25m/min	100회	
고속	45m/min	30m/min	45m/min	100회	

- 부하테스트, 무부하테스트를 통한 성능시험.

: 부하 : 0Kg, 1000Kg , 무부하 : 500Kg 상태의 모터 토르크 체크

라. 운행로 (환승동선) 설계 운행로 구조물 목표사양 및 설계

1) 환승동선 설계

- 다구간 이동시스템 선정 프로세스 정립
- 역사와 구조물, 설비 등과의 인터페이스 성능 분석
- 환승역사 이동현황 및 동선 인터페이스 분석

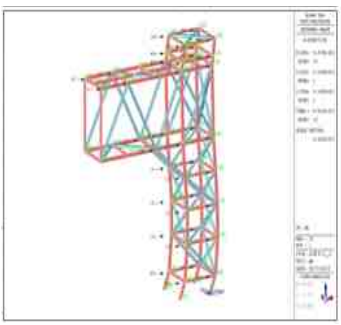


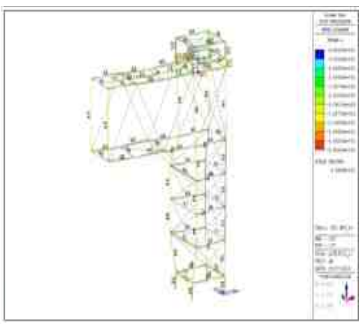


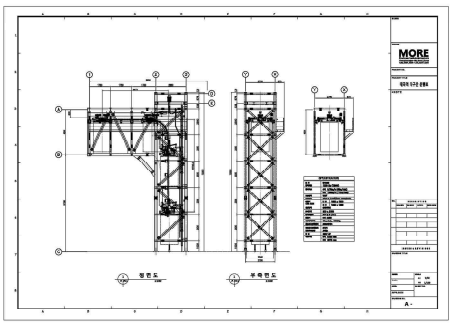
- 이동 및 출구동선을 고려한 기존역사출구 및 시스템 DB구축(76개 환승역, 299개 역)
- 다구간 이동시스템 설치 후보역사 현장조사 및 적용성 분석

2) 운행로 구조물 안전성 검토

- 운행로 구조형식 강구조 선정 : 단위면적당 강도 및 인성이 크고, 변형에 유리하고, 소성변형 능력이 우수하며, 재료가 균질하고, 세장한 부재가 가능하며, 조립구조로 공사기간이 빠르므로 단시간에 설치해야하는 도시철도 역사의 특성을 고려하여 선정함
- 대곡역 다구간 이동시스템 구조설계 및 기본설계도 작성
- 하중 조건 : 시스템 골조하중, 영구설비, 건축마감 고려, 시스템 수평 및 수직이동 동적해석 결과 적용, 풍하중(고양시 30m/s, I=0.95), 지진하중(s=0.176, Sd, I=1.0, R=3.25)







마. 1차 시제품 제작 및 운행 시험

1) 1차 시제품 제작

- 목표사양을 만족하는 최종 성과물 제작을 위한 시제품을 제작



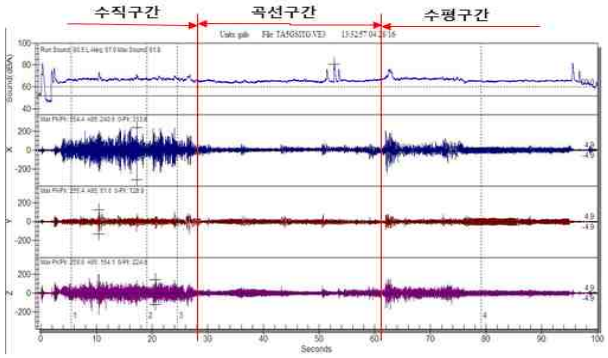
< 다구간 이동시스템 1차 시제품 구축, 문막현장>

		사 양
용도		시제품 현장설치용
정격하중		1000Kg (15인승)
정격속도		수직 0.75m/s(45m/min)
		수평 1.85m/s(110m/min)
구동방식		VVVF (variable voltage variable frequency)
운전방식		single automatic operation
승강기 CAR SIZE	내 부	1600 x 1500
	외 부	1660 x 1655
열 림 방 식		중앙개폐형
도 어 크 기		900 x 2100
와이어 본수		Φ14 x 6 (1:1)
구동모터용량		24 kW
전 원		380V 3P
구동 거리		수직 : 7.9m
		수평 : 19.3m

2) 운행시험 및 문제점 보완

가) 운행안전성, 소음·진동 시험

- 진동, 소음 측정 장치 (EVA-625)를 사용하여 측정



< 진동 및 소음 측정 그래프 >

○ 진동, 소음 원인분석 및 결과

- X-축(정면방향) 진동 : 좌우가이드레일의 조정으로 진동 감소.
- Y-축(좌우방향) 진동 : 좌우 랙기어 배열 불량조정으로 진동 감소.
- Z-축(상하방향) 진동 : 모터 가감속 불량으로 인한 진동 및 수평 진행 롤링현상.

나) 1차 시제품 진동, 소음 정밀검사

- 진동, 소음 측정 장치 (EVA-625)를 사용하여 측정

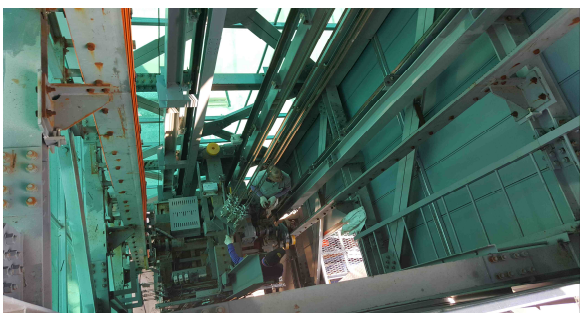
다구간이동시스템 X,Y,Z 방향 진동 및 소음 측정

부하테스트 동시 진행 (1000Kg, 500Kg, 0Kg)

테스트 속도 상향조성 (0.33m/s -> 0.66 m/s)



<부하테스트 진행>



<가이드레일 수평작업>

◦ 소음, 진동 원인분석 및 해결방안.

① 랙기어 연결부 간격불량으로 인한 진동, 소음

-양측 랙기어의 간격 조정을 통해 보완

② 틸팅레일과 주행레일의 단차로 인한 충격 소음

- 레일 잠금장치 추가 설치를 통해 단차 해결.

③ 보조롤러와 레일고정 플레이트와의 간섭으로 인한 진동 소음

- 보조롤러의 고정블럭 교체 및 플레이트 용접부위 수정

④ 틸팅레일의 튕김현상으로 인한 충격 소음

- 틸팅가이드레일의 경사도를 수정하여 보완.

⑤ 승강기 내부 제어반의 소음

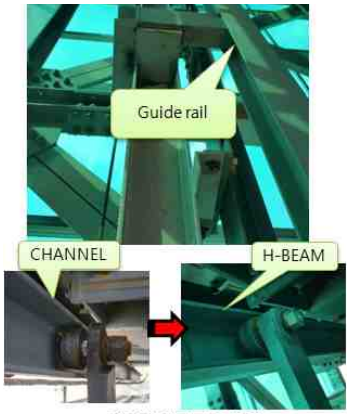
- 시제품 제작 시 승강기 외부로 이동 설치

⑥ 구동모터의 팬 소음

- 모터 커버 설치하여 소음 방지

다) 1차 시제품 문제점 보완

- 랙기어 연결부, 틸팅레일 및 주행레일 등 개선점 도출하여 최종제품 설계에 반영



[틸팅가이드롤러 수정]


< 승강기 케이스 외부 폼 삽입 보완 >

① 틸팅가이드레일 급감속으로 인한 틸팅가이드롤러의 들림 현상을 보완하여 각도를 80도에서 45도로 변경 설계.

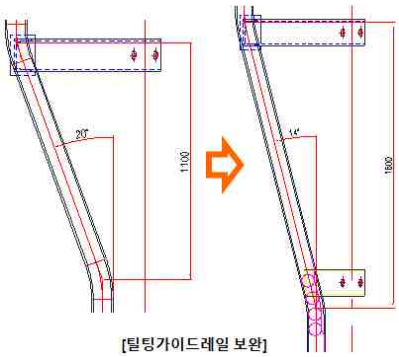
② 틸팅레일 튕김 현상 보완을 위하여 틸팅가이드레일 경사각도를 21도에서 14도로 변경 설치.

③ 구동부와 승강기 사이에 진동패드를 삽입하여 진동이 승강기에 전달되는 것을 차단.

④ 수평방향 이동 중 롤링현상차단을 위해 주행레일 하부 보조롤러 교체.

⑤ 승강기 소음 차단을 위해 승강기 외부에 우레탄폼을 삽입하여 승강기 소음보완.


< 구동부 하부 진동 패드 삽입 보완 >



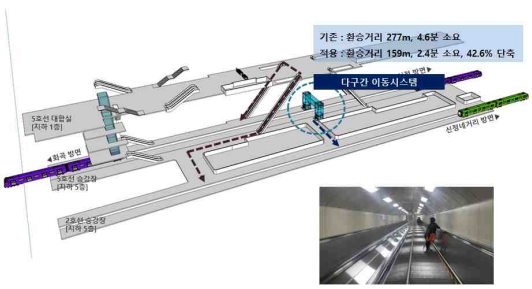
[틸팅가이드레일 보완]

바. 현장구축 및 성능시험

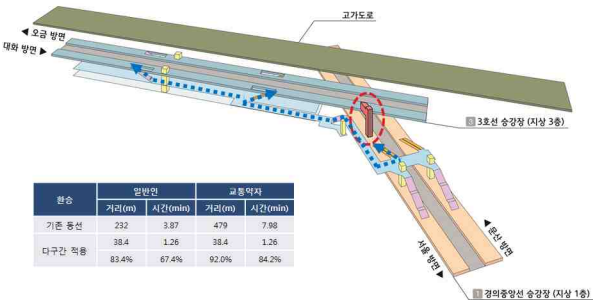
1) 현장구축 후보역사 인터페이스 분석

- 현장구축 후보역사 도출 및 적용성 분석

역명	기존 환승거리	다구간 적용시 환승거리	단축효과
까치산역	277m, 4.6분	159m, 2.4분	42.6%
대곡역	232m, 3.8분	38.4m, 1.3분	83.4%
봉천역	137m, 2.9분	89.3m, 1.5분	34.8%



<까치산역>



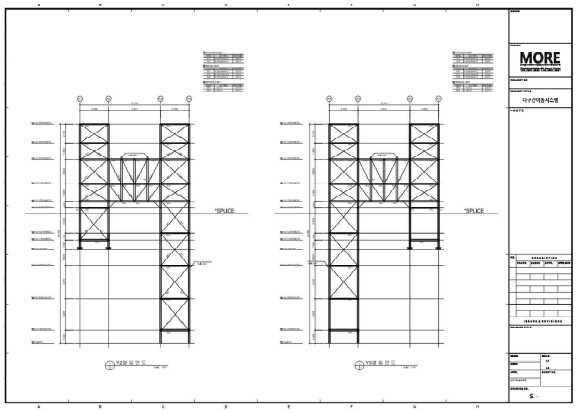
<대곡역>

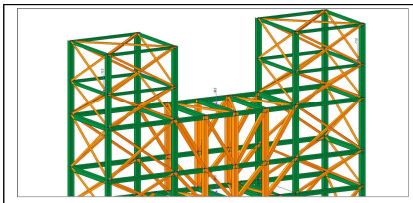
2) 봉천역 현장구축 개요 및 운행로 구조물 안전성 검토

- 봉천역 : 전라북도 임실군 위치, 선하역사, 무배치간이역, 2면 2선
- 설치위치 : 승강장 ↔ 외부출구
- 기존 동선 : 계단으로 이동, 교통약자 이용 불가
- 다구간이동시스템 왕복 2분 소요, 시간당 약 450명 수송 가능, 기존 이동시간 대비 약 34.8% 개선 가능
- 시범역사 내 다구간 이동시스템 설치를 위한 동선 및 구조 인터페이스 성능분석

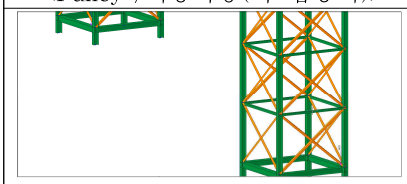
- 다구간 이동시스템 운행로 구조물 목표사양 도출 및 최적형태 설계
- 다구간이동시스템 현장 구축용 구조물 실시설계도 작성



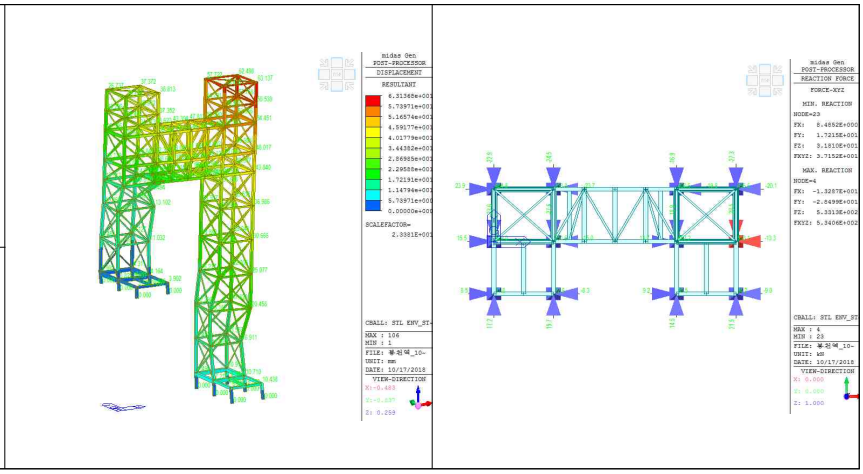




<Pulley /이동하중(카+탑승객)>



<이동 추 검토>



4) 다구간 이동시스템 현장 성능 시험

- 부하시험 : 부하(0Kg, 1000Kg), 무부하(500Kg)의 시스템 부하시험
- 시스템 속도시험 : 수직 45m/min, 수평 110m/min 의 목표속도 시험
- 주행성능 시험 및 검증, 운영
- 특수승강기 적합성 검토 확인 (한국승강기안전공단), 대체검사기준 자체성능시험









다구간이동시스템 구조물 조립 및 완성



- 진동, 소음 시험 : 승강기관리원기준에 부합하는 진동, 소음 기준 시험

구분	속도	진동(gal)			소음(dB, L_{Aeq})
수평	0.33m/s	37.2	54.4	58.1	62.3
수직	0.66m/s	22.9	13.1	73.7	66.9

3. 교통약자 겸용 에스컬레이터(ES) 개발



<연구 진행도>

가. 교통약자 ES 핵심기술 도출 및 요구조건 분석

1) 요구 조건 분석 및 요구사양 도출

항목	사양	근거
경사각도 (°)	30	-승강기 검사기준 5.2.2.1: 에스컬레이터의 경사도는 30°를 초과하지 않아야 한다. 다만, 높이가 6m 이하이고 공칭속도가 0.5㎧이하인 경우에는 경사도를 35°까지 증가시킬수 있다. -높이가 6m이하, 공칭속도가 0.5㎧이하인 경우라도 안전을 위하여 경사도가 상대적으로 완만한 30° 적용필요
수평 스텝수	3.5	-KS P 6114(전동휠체어)에 의료용 스쿠터는 바퀴간 거리가 1,400㎜이하 -바퀴간 거리 1,350㎜를 수용 가능하기 위해서는 4스텝이 필ㅇㅅ하나 이는 전동스쿠터가 핸드레일 높이보다 초과하고 보조 역무원 키높이 중심위에 위치 안전하지 못함

		-4스텝보다 안전하고 전동 스쿠터의 바퀴간 거리 1,350㎜이 수용 가능하도록 3스텝과 경사스텝인 0.5스텝을 합한구조인 3.5스텝을 적용함
스텝폭 (㎜)	1,000	-장애인, 노인, 임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 시행규칙의 제 2조 10, 가, (1) : 장애인용 에스컬레이터의 유효 폭은 0.9m 이상으로 하여야 한다. -장애인 전동보장구 급여품목의 전동스쿠터가 27개 제품 중 폭이 제일 큰 제품은 710㎜로 폭을 800㎜로 하여도 되나 전동스쿠터 진출입시 여유공간 확보 필요
운전방식	장애인 운전, 속도 가변운전	-장애인 운전: 장애인 겸용 에스컬레이터 이므로 일반운전 이외 장애인 운전 필요 -속도, 가변 운전: 일본 기술현황 현장 조사 결과 속도 가변 운전을 적용하고 있고 휠체어 리프트 (속도9m/min)보다 빠른 속도 요구
정격속도 (m/min)	30	-장애인, 노인, 임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 시행규칙의 제 2조 10, 가, (2) (장애인용 에스컬레이터)속도는 분당 30m 이내로 하여야 한다.
난간재질	스테인리스	-도시철도 역사 난간 표준 재질 적용
스템재질	알루미늄	-도시철도 역사 난간 표준 재질 적용
1단스텝	경사스텝	-3스텝은 전동스쿠터 수용 공간이 부족하고 4스텝은 안전에 취약하므로 안전하고 전동스쿠터 수용 공간 확보를 위해 경사 스텝 적용
3단스텝	상승높이 200㎜	-승강기 검사기준 5.3.2.2.1:스텝높이는 0.25m이하 이어야한다. -제조사 표준 스텝 높이인 200㎜ 적용
4단스텝	상승높이 400㎜	-승강기 검사기준 5.3.2.2.1:스텝높이는 0.25m이하 이어야한다. -제조사 표준 스텝 높이인 400㎜(200㎜*2단)적용
안전장치	추락방지 스토퍼, 중간부 비상정지버튼	-일본 사례 등을 참고하여 도출 -추후 추가연구 필요

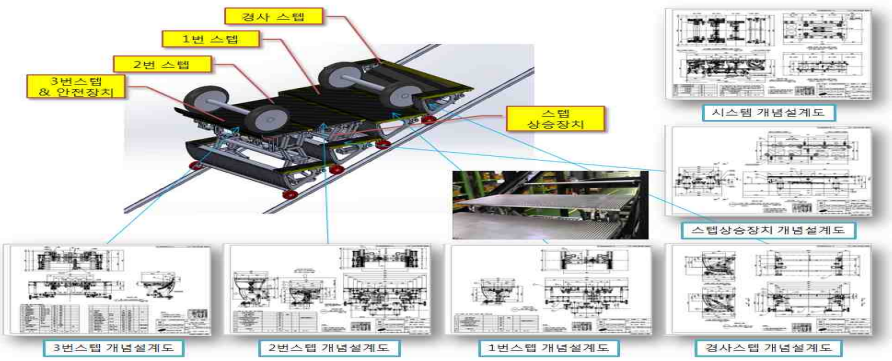
나. 교통약자 ES 주요 구성부 기술분석 및 개념설계

1) 시스템 구성 및 주요 구성 부분

- 수평스텝 방식 : 수평스텝 수 증가, 상승장치를 트러스에 설치 구조적으로 안정
- 잠금 장치 : 록킹핀을 가이드하우징 내에 결합하여 록킹 강도 향상
- 링크 장치 : 솔레노이드 안전핀에 의한 링크 고정으로 안전성 향상



2) 개념설계



3) 주요구성부 기술별 분석 및 개선

가) 수평스텝 구동 방식 개선

- 탑승공간 추가 확보, 하중분산 구조, 리프팅, 스텝구동 개선



다. 주요장치 단품제작 및 성능시험

1) 주요 장치의 구성품 제작



2) 핵심부품 및 시험기준(안) 도출 (한국산업기술시험원 성능평가기준)

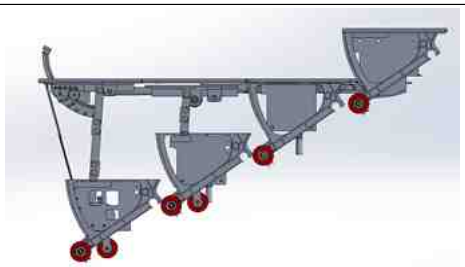
3) 시험성적서 (한국산업기술시험원)

- 스텝 : ① 정하중 시험, ② 동하중 시험, ③ 비틀림 시험
- 스토퍼: ① 정하중 시험, ② 충격 시험

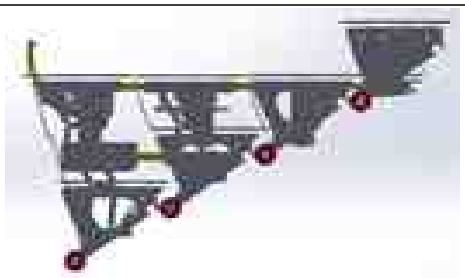
나) 2차년도

	● 2차년도 - #0.5 스텝의 구조는 발판의 1/2이 수평을 이뤄 탑승공간 1250mm 확보는 하였으나, 0.5스텝의 작동에 문제점이 발견되어 제품개선을 하여야 하는 문제 발생. - #2, #3 스텝은 가이드 구조를 랙 잭 방식을 적용하여, 하중을 분산 지지할 수 있으나,핸드레일 스프라켓과 하부 측 트라스 지지구조물과 간섭발생으로 작동 불가능한 구조.

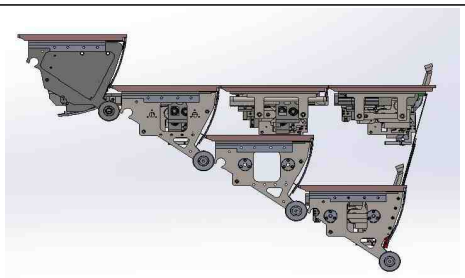
다) 3차년도

	● 3차년도 - 단일링크방식에서 초기 기동 시에 수평스텝 초기 처짐을 흡수하지 못하여 단일링크가 펴지지 않음으로 인하여 처짐을 방지할 수 없는 상태의 문제점이 발생되어 부적합 구조. - 단일링크가 정상작동하지 않아서 3.5스텝 수평구조를 충족할 수 없는 상태 발생. - 스텝 들림 방지 장치, 스텝 정위치 고정 장치가 반영되지 않은 방식으로 인하여 적용 불가능한 구조.

라) 4차년도

	● 4차년도 - 이중링크가 수평스텝의 초기 처짐을 방지하지 못하는 구조로 인하여 적용 불가능한 구조. - 스텝 들림 방지 장치가 반영되지 않는 구조로 인하여 적용 불가능 한 구조. - 수평스텝으로 연결하는 각 스텝별 서포트 레일을 사각형 으로 적용하였으나,3.5 수평스텝 체결이 원활하게 작동하지 않음으로 인하여 적용 불가능한 구조.

마) 5차년도

	● 5차년도 - 1, 2, 3번 스텝에 랙 기어 업다운 장치를 적용하였으며, 기어비에 의해서 스텝 들림 방지 장치, 스텝 정위치 고정 장치가 작동하는 방식 적용. - 수평스텝을 체결하는 샤프트를 사각형 타입에서 원형타입으로 개선하여 적용. - 상하부 승 하강 장치는 서보모터를 적용하여 3.5수평 스텝을 구현하는 시스템으로 제작.

2) 시작품 성능시험

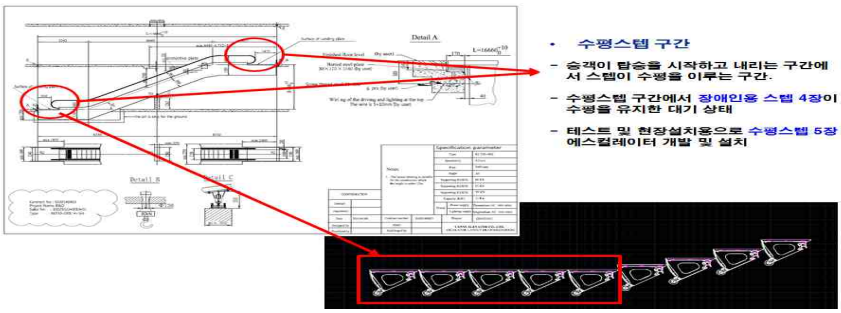
- 시제품에 대하여 무게 추(300kg 분동)을 이용하여 실제와 같은 하중조건을 형성하여 동작 테스트



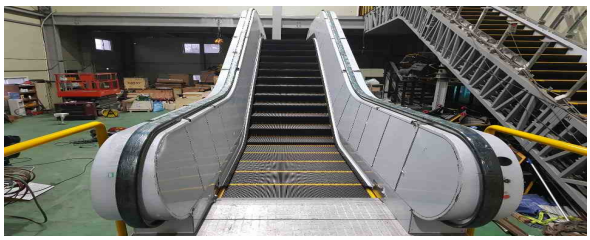

- 시제품 분동 테스트 : 수평 스텝 형성 및 동작에 대한 측정 수행

3) 현장구축용 시제품 제작(5차년도)

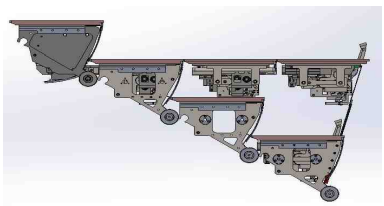
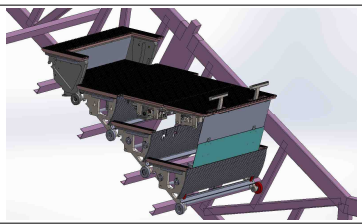
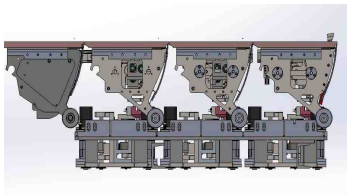
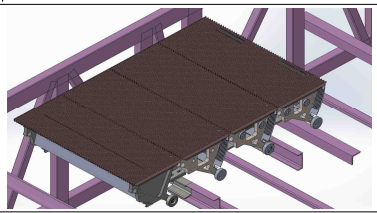
가) 목표사양을 만족하는 최종 성과물 제작을 위한 시제품 제작

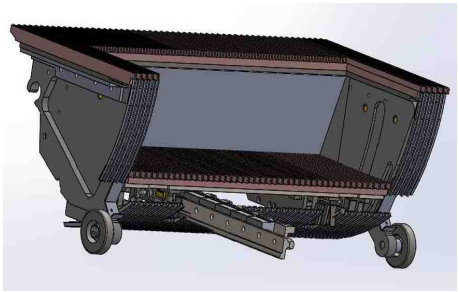
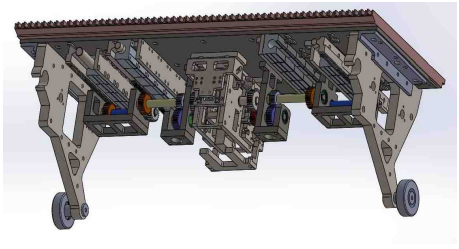
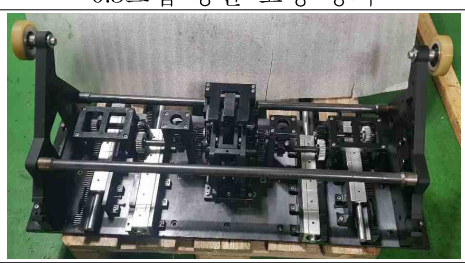


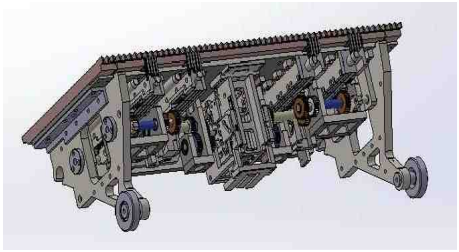
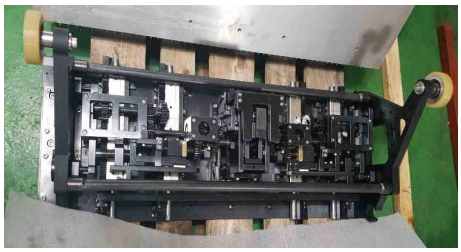
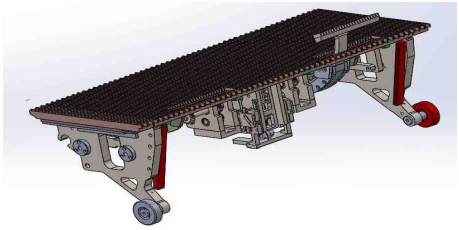
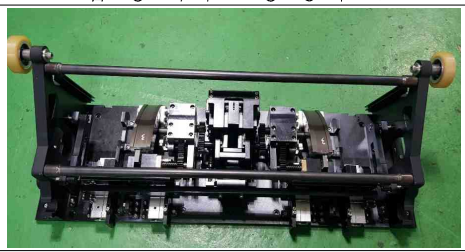


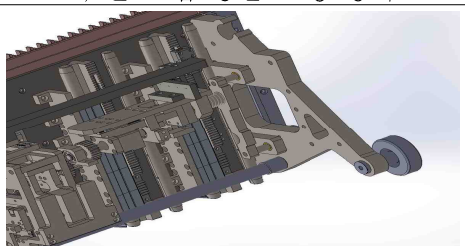
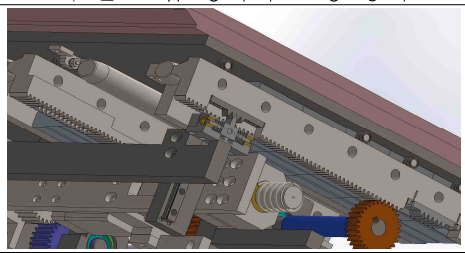


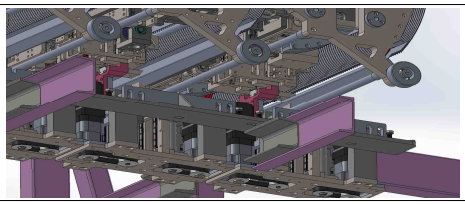
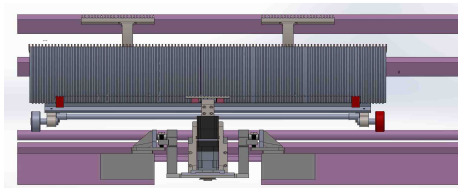
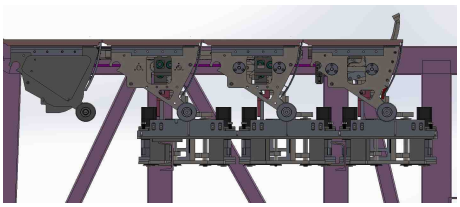
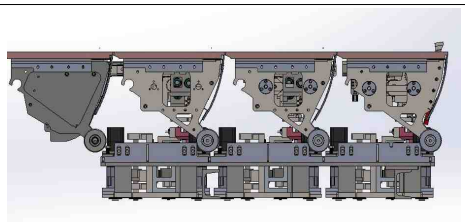
[수평스텝 3.5스텝 전체 조립도]

구분	측면도	정면도
3.5스텝 조립도		
	경사면 운전 시	
		
	수평면 대기 시	

구분	정면도	제작제품
0.5스텝		
설계형식	원형타입 랙 기어 적용	0.5스텝 상판 고정 장치
1번 스텝		
설계형식	랙 기어 장치 적용	랙 기어 작동, 0.5스텝 과 2번 스텝 체결

2번 스텝		
설계형식	랙 기어 업다운 장치, 상판 고정 장치, 스텝 정위치 고정 장치 적용	랙 기어 업다운 장치가 작동하여 1번 스텝과 3번 스텝 체결되고서 상판 고정 장치, 스텝 정 위치 고정 장치 작동
3번 스텝		
설계형식	랙 기어 업다운 장치, 상판 고정 장치, 스텝 정위치 고정 장치 적용	랙 기어 업다운 장치가 작동하여 2번 스텝과 스톱바 작동하고서 상판 고정 장치, 스텝 정 위치 고정 장치 작동

구분	2,3번 스텝 상판 고정 장치	2,3번 스텝 정위치 고정 장치
안전장치 적용		
설계형식	랙 기어 업다운 장치 작동하여 스텝 삼각부의 홀에 상판 고정 장치가 작동	랙 기어 업다운 장치 작동하여 원형 스포트 가이드의 랙 기어 부위에 스텝 정위치를 고정 장치가 작동하는 방식

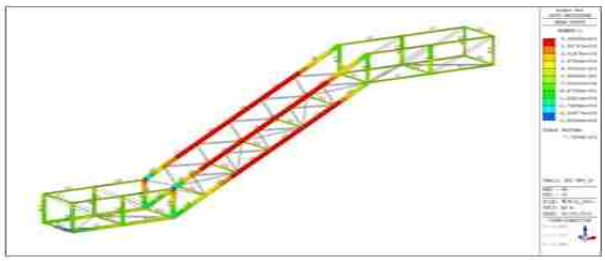
구분	수평부 업다운 장치 작동	서보모터 작동하여 1,2,3번 스텝 랙 기어장치 작동
상하부 승하강 장치		
		

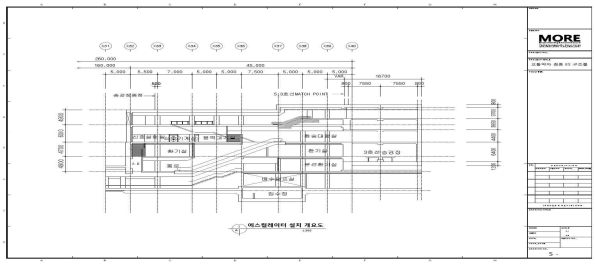
마. 교통약자 겸용 ES와 역사 시설물의 설계

1) 구조물 안전성 검토

- 운행로 구조형식 강구조 선정 : 단위면적당 강도 및 인성이 크고, 변형에 유리하고, 소성변형 능력이 우수하며, 재료가 균질하고, 세장한 부재가 가능하며, 조립구조로 공사기간이 빠르므로 단시간에 설치해야하는 도시철도 역사의 특성을 고려하여 선정함
- 종로3가역 교통약자 겸용 ES 구조물 안전성 검토 및 기본설계도 작성

- 하중 조건 : 자중 + 5kN/㎡(정격하중), 전동휠체어 무게 고려, 골조하중 및 모든 영구설비와 건축마감 등 고려





바. 현장구축 및 성능시험

1) 지축역 현장구축 개요 및 구조물 안전성 검토

- 3호선 지축역 : 고양시 위치, 지상 2층 고가역사, 1면 2선 섬식 승강장
- 설치위치 : 승강장에서 차량사업소 연결 직원전용 외부계단 옆 이동식으로 병행 설치
- 정격속도 30m/min, 기존 계단 이동시간 대비 약 20% 이상 개선 가능



3) 현장 성능시험

- 0.5스텝,1번,2번,3번스텝 무부하시 및 부하시 처짐량 측정
- 18년 8월 ~ 12월 10회 자체 성능 시험 진행

4. 평가시뮬레이터

가. 시뮬레이터 개요

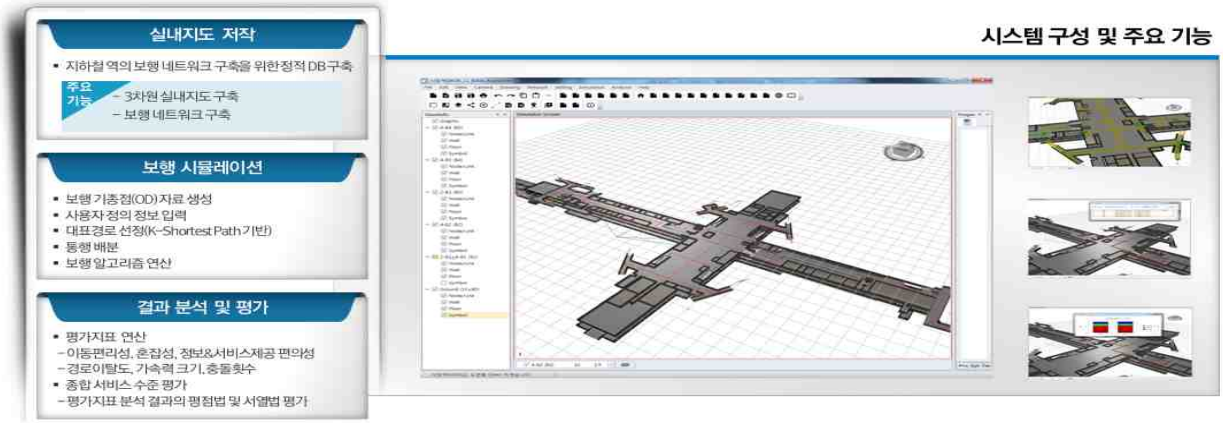
(1) 본 시뮬레이터 (PATS: Pedestrian movement based Assessment Toolkit for Simulation)는 도시철도 역사 이용객 측면의 이동・환승 편의성 향상을 보행 통행량 등 환경 요소를 고려하여 과학적이고 객관적으로 철도역사 인프라 설계 적정성 평가를 위한 종합 분석체계를 포함한 Toolkit임

(2) PATS의 주요 기능은 도시철도 역사 분석에 필요한 실내 공간 데이터를 구축할 수 있는 3차원 실내지도 제작 기능, 연산을 위해 필요한 보행 네트워크 기능, 보행 시뮬레이션을 위한 OD(Origin Destination) 매트릭스 생성 기능, 보행 알고리즘을 적용한 동적 DB 구축 기능과 최종적으로 보행 환경에 대한 종합서비스 수준을 평가하는 기능으로 구성됨

(3) PATS 활용 분야

- 철도역사의 설계 도면을 3D로 시각화하여, 문제 요소에 대한 직관적 판단 가능

- 철도역사내 이동거리, 구간별 혼잡 수준 등 문제 요소에 대한 정량적 비교 분석 가능
- 철도역사의 다양한 분석 요소에 대한 종합적 판단 및 평가



나. 보행 류 모형 개발

(1) 보행 류 모델 개요

- 보행 류 모듈은 기종점 자료 생성, 경로선정, 보행 알고리즘, 서비스 평가 모듈로 구성됨
- 3D 실내지도 저작 모듈에서 구축된 정적DB(노드-링크 기반의 보행 네트워크)와 기·종점 자료, 보행 시설물의 속도 정보를 기초 입력 자료로 사용함
- Hybrid 보행 알고리즘을 통해 경로별 통행시간, 통행거리 등을 구축하고 와 링크별 속도, 통행시간, 혼잡도, 보행 류 율을 도출함
- 보행 알고리즘 결과를 이용하여 종합 서비스 수준 및 보행행태 기반 서비스 평가를 수행함
- 보행 시뮬레이션 모듈의 분석 및 평가 결과를 동적DB로 구축하고 3D 실내 지도 저작 모듈에 연계하여 3D 그래픽, 표, 그래프 등으로 표출함

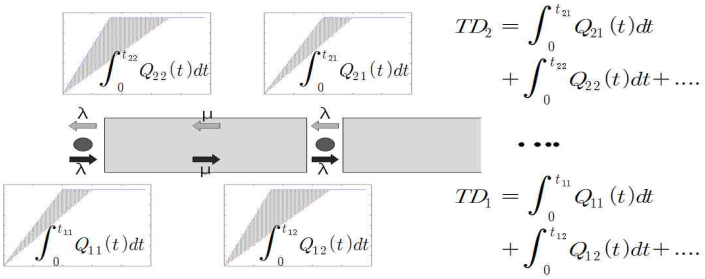
(2) 보행 류 알고리즘 모듈 구현

(가) 개요

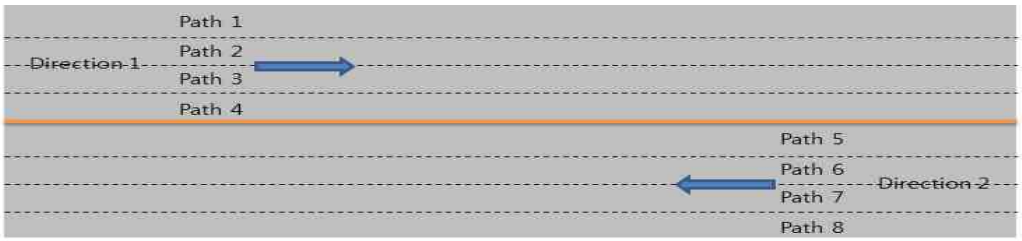
- 미시적인 Microscopic 보행류 모형식은 보행교통류에 대한 세밀한 분석이 가능한 반면 연산이 복잡하며 분석 시간이 오래 걸리는 단점을 갖고 있음
- 거시적인 분석은 보행교통류의 세밀한 운동 특성의 묘사는 힘드나 연산이 간편하며 교통류율 및 대기행렬 형성 등 거시적인 유동 특성을 포함하여 두 모형을 함께 적용해 보행류 모형을 구성함
- 본 연구에서는 대기행렬 이론(Queuing Theory)에 기반한 거시적 보행류 모형을 구현함

(나) 대기행렬 이론에 기반한 거시적 보행류 모형 개발

- 지하철 역사는 다양한 시설물이 서로 연결되어 연속적으로 배치되어 있으므로 각 시설물별로 대기행렬 이론이 다르게 적용될 뿐 아니라 각 시설물간의 상호 영향에 따라 대기행렬과 지체시간이 형성되는 특성을 가짐
- 따라서 각 시설물별로 서로 다른 평균도착률과 평균서비스율이 적용되며 연결되어진 시설물의 평균도착률은 직전 시설물의 평균서비스율을 활용하여 연산함
- 시설물별 대기행렬 이론 적용 개념도



- 지하철 역사의 보행교통류는 양방향으로 존재하여 대기행렬 이론도 양방향 적용이 필요하며 각 방향별로 보행폭을 어떻게 분할할 것인지에 대한 변수가 필요하며 같은 방향에서도 경로에 따라 서로 성질이 다른 보행류가 존재하기 때문에 경로별 보행폭의 분할에 대해서도 변수가 필요함
- 본 연구에서는 각 방향 및 경로별 보행폭의 분할을 결정하는 변수로 교통량의 비율을 활용함
- 링크 내에서의 방향 및 경로 구분 예시



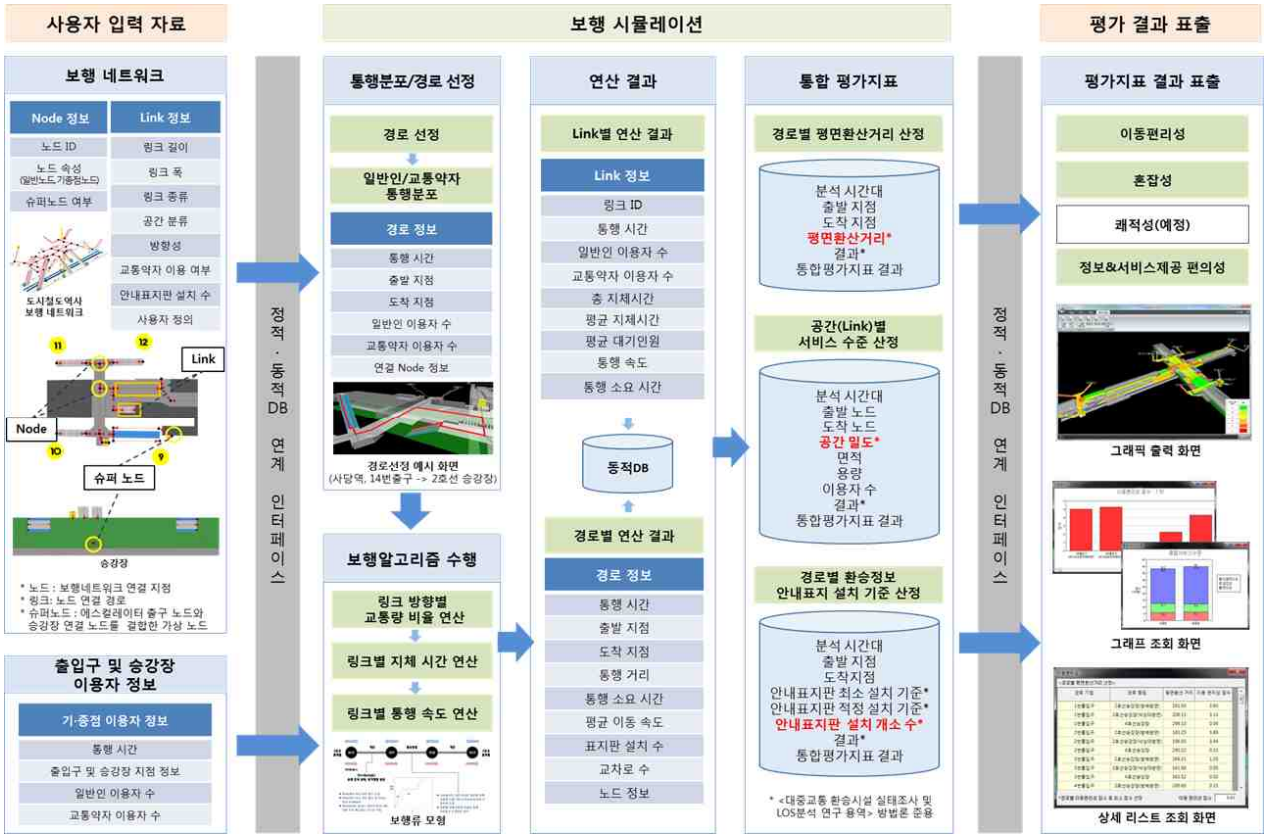
- Link의 연결이 아래 그림과 같을 때 방향별로는 총 2가지 방향의 Link가 존재할 수 있으며 같은 방향 내에서도 각각 4개의 경로가 존재함
- 각 방향과 경로별 교통량 비율에 따라 보행폭을 분할한 뒤 각 경로 별로 개별적으로 Macroscopic 보행류 모형을 적용하여 대기행렬 길이와 지체시간에 대한 분석을 수행함
- 동일한 Link별로 대기행렬 길이와 지체시간을 합산하여 주어진 Link에 대한 대기행렬 길이와 지체시간의 총합에 대한 연산을 수행함

다. 소프트웨어 연산 구성도 및 흐름도



라. 상세 설계도

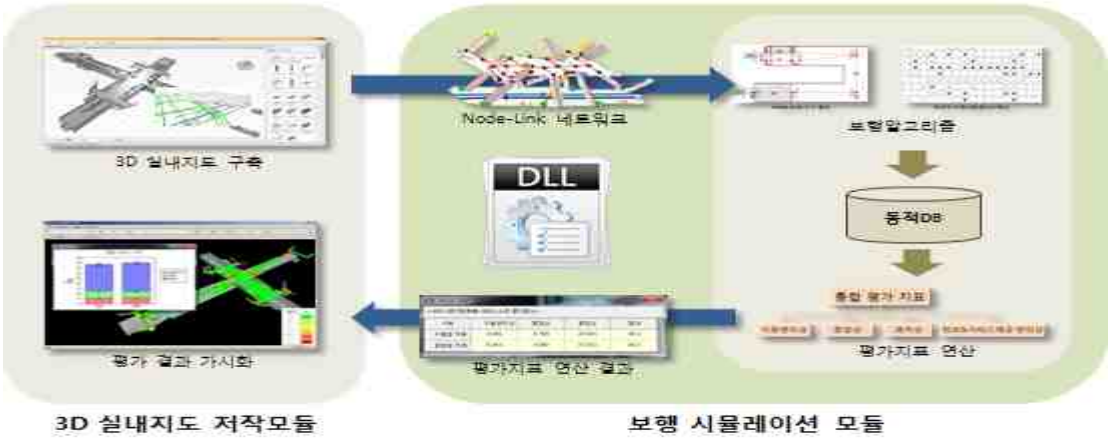
- 보행시뮬레이션 모형 구성 요소(상세설계도)



마. 정적-동적 DB 및 인터페이스 구현

(1) 정적DB 및 동적DB 연계 인터페이스 구성도

- 3D 실내지도 저작 모듈에서 구축된 정적DB를 보행 시뮬레이션의 입력 자료로 연계하고 보행 시뮬레이션 모듈의 분석 및 평가 결과인 동적DB를 3D 실내지도 저작모듈에 연계하여 3D 실내지도 공간에 그래픽, 표, 그래프로 출력하기 위해 XML 파일 포맷을 사용하는 DB를 구축하여 정적-동적DB를 연계함
- 정적-동적 연계 인터페이스 구성도



바. 보행 기종점 파라미터 및 자료 구축

(1) 보행 네트워크 DB 설계

(가) 보행 네트워크 노드 분류

지점 분류	지점명
기·종점	출입구
	승강장
연결지점	계단
	에스컬레이터
	엘리베이터
교차로	교차로
개찰구	개찰구

(나) 보행 네트워크 링크 분류

- 도시철도역사의 보행이동 시설물인 보행통로, 계단, 에스컬레이터, 엘리베이터 등을 링크로 분류함
- 보행네트워크 링크 분류

(2) 연계 인터페이스 설계

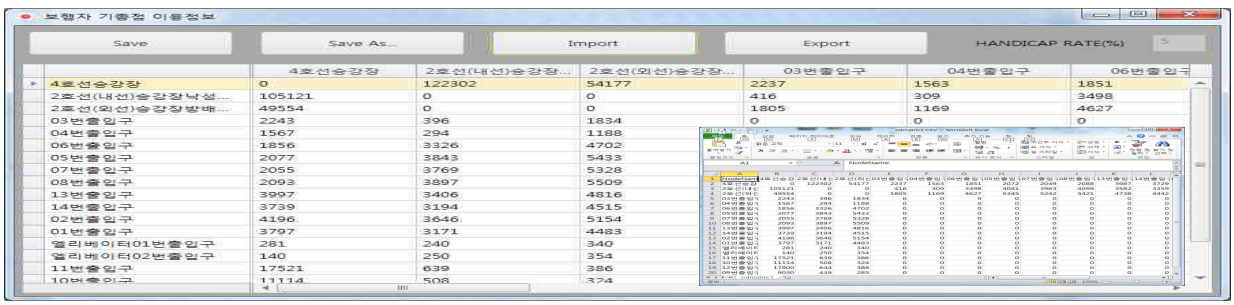
(가) 정적 및 동적DB, 연계DB 설계

데이터	연계 데이터 테이블 목록	모듈
정적 DB	보행 네트워크 노드	3D 실내지도 저작 모듈
	보행 네트워크 링크	3D 실내지도 저작 모듈
파라미터	보행 이동 시설물별 속도	UI
	파라미터(OD간격, 유효율, 교통약자 비율, 임계거리)	UI
	역사코드 및 역간 OD 자료 파일 경로	UI
	열차 방향별 유입/유출/환승 이용량	UI
	기·종점 유입/유출 비율	UI
	기·종점 OD Matrix	UI
동적 DB	동적 노드(노드별 지체시간)	보행 시뮬레이션 모듈
	동적 링크(이용인원, 대기시간, 이동속도, 교통류율)	보행 시뮬레이션 모듈
	대표 경로(경로별 기·종점 및 연결 노드정보)	보행 시뮬레이션 모듈
	평가지표 연산 결과 (이동편리성, 혼잡성, 편의성, 쾌적성, 종합서비스수준)	보행 시뮬레이션 모듈
	보행행태기반 평가지표 연산 결과 (경로 이탈도, 가속도 크기, 출돌 횟수)	보행 시뮬레이션 모듈
	경제성 분석용 시간가치 연산 결과	보행 시뮬레이션 모듈

(3) 보행 기·종점 자료 구축

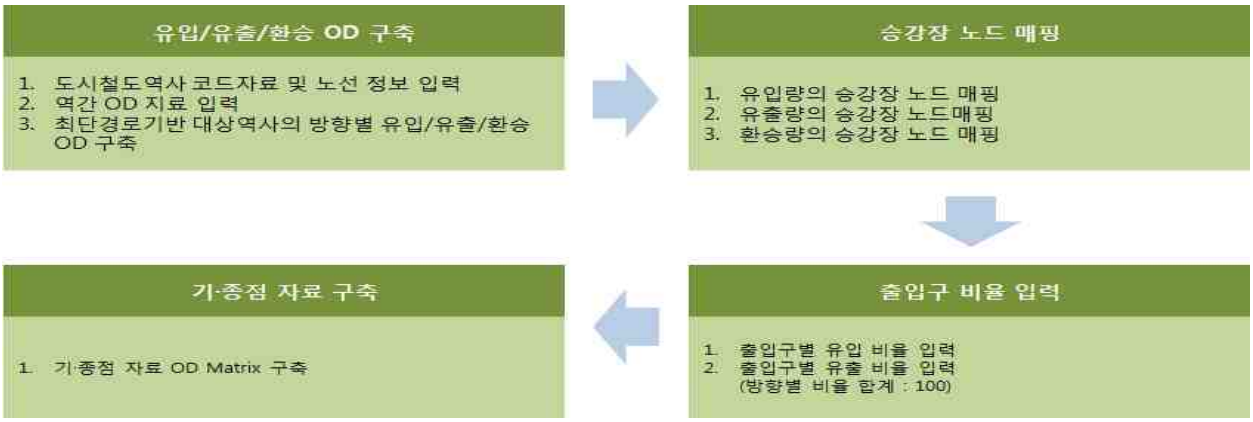
(가) 사용자 구축

- 정적DB 노드 자료의 출입구와 승강장을 기·종점으로 하는 OD Matrix 테이블을 생성하여 사용자가 기·종점별 이용량을 직업 입력하거나 외부 파일로 Export 및 Import하여 기·종점 자료를 작성 할 수 있는 기능을 구현함
- 도시철도 역사 유입/유출/환승 OD 구축 기능 프로세스



(나) 교통카드 데이터 기반 구축

- 도시철도 역사 유입/유출/환승 OD 구축 기능 프로세스



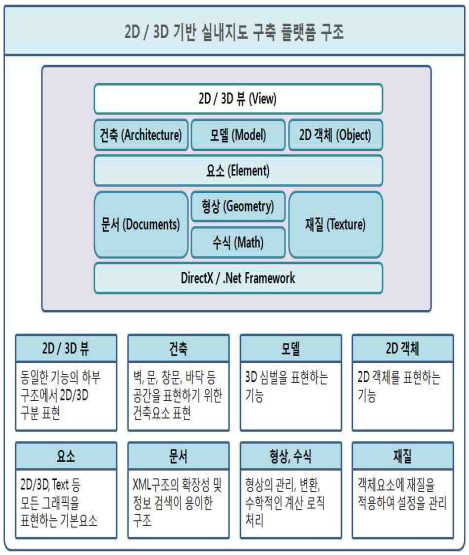
- 대상 역사의 승하차인원 및 환승인원 구축을 위한 기초 입력 자료로 사용될 지하철 노선도 네트워크 자료와 대중교통카드자료 기반의 역간 기·종점 입력 자료를 텍스트 파일 포맷으로 설계함

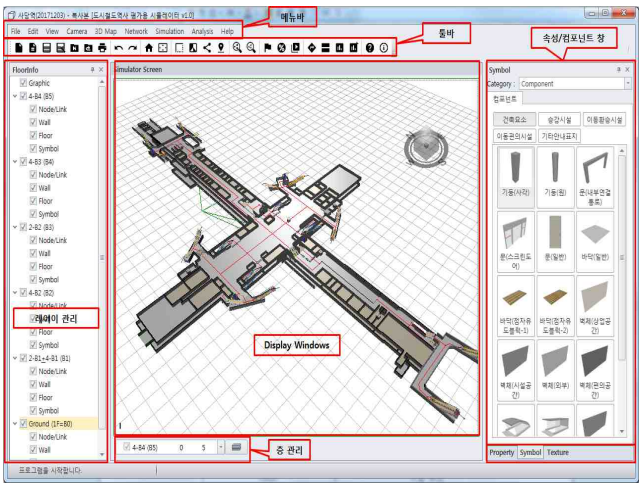
사. 3D 실내지도 구축 플랫폼 개발

(1) 3D 실내지도 구축 플랫폼 설계 및 기능 정의

(가) 3D 실내지도 구축 플랫폼 구조

- 3D 기반 실내지도 구축 플랫폼 구조 및 기능





- 3D 실내지도 구축 플랫폼 화면 구성

아. 종합서비스 수준 평가

(1) 종합서비스 수준 평가 모듈 구현

- 보행시뮬레이션의 동적DB를 기반으로 대표경로별 평면 환산거리를 기준으로 하는 이동편리성, 공간별 혼잡성, 경로별 안내표지판 설치수를 기준으로 하는 정보&서비스제공 편의성과 평가지표별 연산결과를 서열법과 평점법으로 종합 결과를 도출하는 종합서비스수준 평가 모듈을 구축함

(가) 이동편리성

- 경로별 보행 시설물 거리를 복합환승센터 설계 및 배치기준(2011, 국토해양부)에 따라 평면환산거리 기반으로 평가하는 모듈을 구현함

- 경로별 평면환산거리 산정식

$$\text{이동편리성점수} = -1/30 \times \text{평면환산거리}(m) + 10 (\text{평면환산거리가} 300m \text{이내})$$

$$\text{여기서, 평면환산거리가} 300m \text{이상일 경우 : 이동편리성점수} = 0$$

- 이동편리성 평가 결과를 3D 실내지도 저작 모듈에 연계하여 표로 제공함
- 이동편리성 평가 결과를 3D 실내지도 저작 모듈에 연계하여 표로 제공함

항목	내용	비고
A Node ID	출발지 노드ID	
B Node ID	도착지 노드ID	
RANK of Path Choice	동일 기·종점간 경로 순위	
Flatland Equivalent Distance	경로의 평면환산거리	m
Flow-weighted Travel Time	경로 이동 시간	sec
SCORE	이동편리성 점수	0~100

(나) 혼잡성

- 보행이동 공간을 이동통로와 대기공간으로 분류하여 링크별 교통류율과 속도를 기반으로 밀도를 연산하여 혼잡도를 평가하는 모듈을 구현함
- 링크별 밀도 산정식

$$\text{밀도} = \text{교통류율}(\text{인}/\text{분}/m) / \text{속도}(\text{sec})$$

- 이동편리성 평가 결과를 3D 실내지도 저작 모듈에 연계하여 표로 제공함
- 혼잡성 평가 결과 제공 항목

항목	내용	비고
Link ID	링크 ID	
A Node ID	링크 시작 노드	
B Node ID	링크 끝 노드	
DENSITY	링크별 밀도	ped/m^2
SCORE	혼잡성 점수	0~100

(다) 정보 & 서비스 제공 편의성

- 환승정보안내 표지판 최소 설치 기준을 복합환승센터 설계 및 배치기준(2011, 국토해양부)에 따라 경로별 안내 표지판 설치 수 기반으로 평가하는 모듈을 구현함
- 정보제공 점수 산정식

$$\text{최소설치기준} : N_{gu}^{\min} = \frac{S}{100} + P$$

$$\text{적정설치기준} : N_{gu}^{opt} = \frac{S}{30} + P$$

$$\text{여기서, } N_{gu} = \text{안내표지판의설치개소수}, S = \text{환승거리}, P = \text{교차통행지점수}$$

$$\text{정보제공점수} = \frac{10}{N_{gu}^{opt} - N_{gu}^{\min}} \times \text{안내표지판 설치개소 수} - 10 \times N_{gu}^{\min}$$

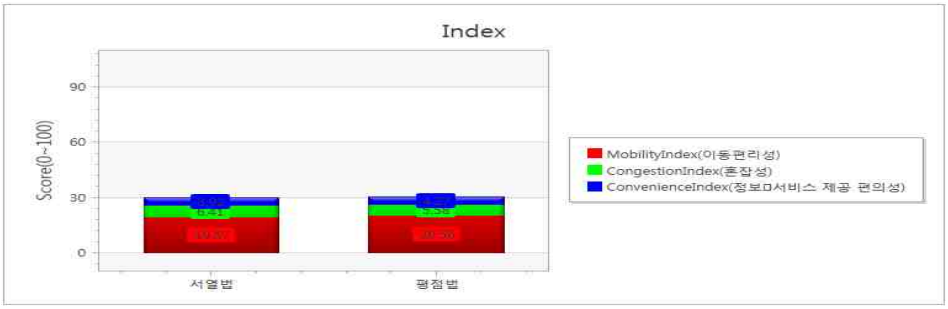
$$\text{여기서, 안내표지판설치개소수가최소기준보다작을경우} = 0,$$
$$\text{안내표지판설치개소수가적정기준보다클경우} = 100$$

- 정보&서비스제공 편의성 평가 결과를 3D 실내지도 저작 모듈에 연계하여 표로 제공함
- 정보&서비스 제공 편의성 평가 결과 제공 항목

항목	내용	비고
A Node ID	출발지 노드ID	
B Node ID	도착지 노드ID	
RANK	동일 기·종점간 경로 순위	
Minimum Requirement of Sinage Installation	안내표지판 최소 설치 수	
Optimum number of Sinage Installation	안내표지판 최적 설치 수	
Number of Installed Sinage	경로 표지판 설치 수	
SCORE	정보&서비스제공 편의성 점수	0~100

(라) 종합 서비스 수준 평가

- 환승정보안내 표지판 최소 설치 기준을 복합환승센터 설계 및 배치기준(2011, 국토해양부)에 따라 경로별 안내 표지판 설치 수 기반으로 평가하는 모듈을 구현함
- 종합서비스수준 평가 결과를 3D 실내지도 저작 모듈에 연계하여 그래프로 제공함

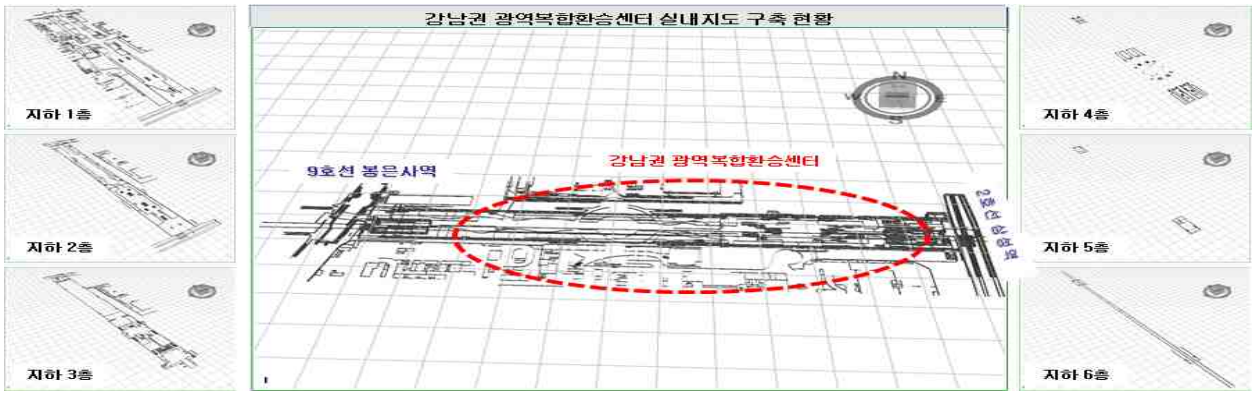


자. 시범역사 구축 및 평가 결과

(1) 삼성역 강남권 복합환승센터 (기본 계획 사업, 2017.5) 분석 결과

(가) 분석 대상 범위 및 현황

- 삼성역 일대 통합역사 및 지하공간개발 기본 계획 사업을 대상으로 하여 평가 시뮬레이터를 활용한 강남권 광역복합환승센터 설계(안)을 분석함 - 서울시 삼성역 일대 통합개발 설계(안) 분석을 위해 사용되었으며 설계(안)의 분석 범위는 구분의 편의를 위해 3개의 공간으로 나누어서 진행하였으며 대상은 2호선 삼성역, 강남권 광역복합환승센터, 9호선 봉은사역으로 구성(지하 6층 규모로 설계)
- 강남권 광역복합환승센터는 GTX A, GTX C, KTX 등 신규 철도, 위례신사선 등 도시철도 노선 및 버스환승센터를 포함하는 대규모 공간으로 본 설계(안)의 핵심 공간임
- 강남권 광역복합환승센터 실내지도 구축 현황



- 강남권 광역복합환승센터 보행네트워크 구축을 위해서 정의된 기종점은 복합환승역사 내 보행 통행량이 유입/유출되는 지점(출입구, 승강장)을 포함하며 1차 설계(안)은 기종점 총 48개(출입구 32개, 승강장 16개), 2차 설계(안)은 47개 노드와 1,081개 링크로 구성됨

(나) 주요 분석 내용 및 결과

① 경로별 환승거리 분석 및 기준 부합 여부

- 보행 편의성 분석을 위해 평면 환승 거리를 기준으로 해서 경로별 최단 환승 경로를 분석하여 기준에 대한 부합 여부를 검토 함
- 경로별 환승거리 분석 결과

환승거리 구간	경로 개수
0~50m	0
51~100m	20
101~150m	32
151~200m	2
201~250m	1
251~300m	1
합 계	56



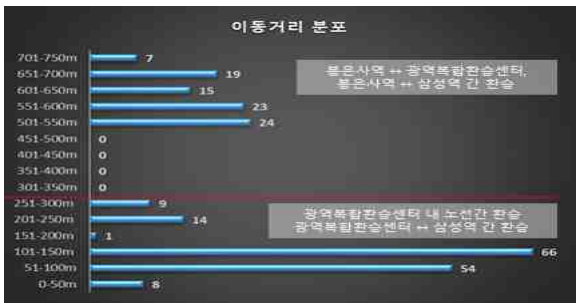
② 환승 시 요금징수시스템 통과 횟수 분석

- 환승 시 운영 기관이 상이함에 따라 발생하는 요금징수시스템의 통과 횟수를 분석하여 불필요한 요금징수시스템 이동에 따른 보행자 편의 분석
- 요금징수시스템 통과 횟수 분석



③ 강남권 광역복합환승센터 영향권 이동거리 분석

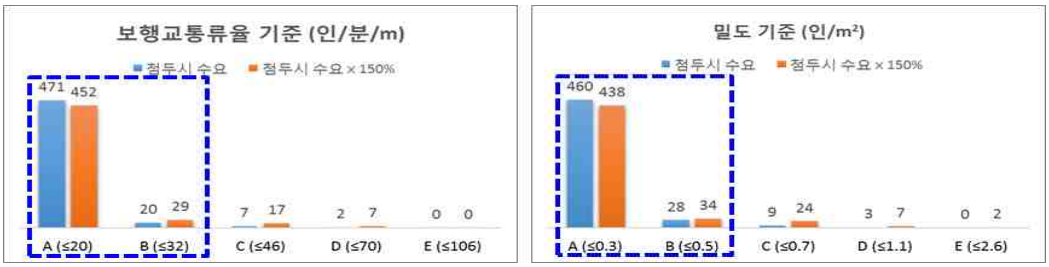
- 2호선 삼성역, 9호선 봉은사역, 강남권 광역복합환승센터(위례신사선)은 도시철도역사 기준으로 볼 때 서로 다른 3개의 역사이나 버스 환승 및 고속철도 및 광역철도 기준으로 볼 때 같은 환승영향권으로 간주될 여지가 높은 구간임
- 일반적으로 도시철도 역 설정을 위한 도보 영향권이 300m ~ 500m 수준인 것을 감안하면 이용자의 역사 외 실외 도보거리는 포함되지 않은 상태에서 도보 영향권 이상의 거리를 실내 공간에서 이동해야 하는 것으로 판단됨



④ 보행 통행량 기반 서비스 수준 분석

- 서비스 수준 분석 기준을 살펴보면, 지침에서 제시하는 판단기준은 계단부에서 LOS D 단계이며 환승통로에서 LOS E 단계 이상으로 도출되면 지침을 만족하는 설계로 판단함
- 이러한 기준은 첨두시 수요를 바탕으로 하며 복합환승역사는 열차 운행스케줄에 따라 비첨두시에는 일반적으로 현저히 낮은 보행 밀도를 유지하고 있다는 점을 근거로 하고 있음
- 강남권 광역복합환승센터 2차 설계 (안) 분석결과에 따르면 준공년도 기준으로 전체 분석구간 중 98.2%가 서비스 수준 B이상으로 양호한 수준으로 나타났으며 이는 국내 지침뿐만 아니라 국내

외 보행 연구 분야에서 제시하는 서비스 수준 C이상의 권장 수준보다 높은 것으로 나타남



- 주요 경로 및 주요 혼잡 예상 구간 요약도

위치 (슬라이드 13 참조)	링크 위치	분석 년도 기준		분석 년도 대비 50% 수요 증가	
		서비스 수준	보행교통류율 (인/분/m)	서비스 수준	보행교통류율 (인/분/m)
1	지하3층→지하1층 하부 에스컬레이터 탑승	C	37.30	D	47.67
	지하3층→지하1층 하부 에스컬레이터 하차	B	26.20	C	32.60
2	삼성역 2호선 출입구 방면 (에스컬레이터 하차)	B	22.17	C	32.93
	삼성역 2호선 출입구 방면 (에스컬레이터 탑승)	B	22.17	C	32.93
3	광역복합환승센터 게이트 연결 (유입)	C	39.95	D	51.11
	광역복합환승센터 게이트 연결 (유출)	B	30.77	C	38.63
	광역복합환승센터 게이트 연결 (유입)	B	27.96	C	35.77
4	광역복합환승센터 GTX-C 게이트 연결 (유입)	B	26.94	C	40.71
	광역복합환승센터 KTX 수서방면 승강장 (유입)	B	24.36	C	35.19
5	삼성역 2호선 선릉방면 (승강장 유출)	C	39.58	C	45.36
	삼성역 2호선 선릉방면 (승강장 유출)	C	41.48	D	53.00
전체평균	-	-	4.60	-	6.59

⑤ 강남권 광역복합환승센터 서비스 평가 지표 비교 분석

- 2012년 대중교통현황조사 결과(TS교통안전공단)와 서비스 평가 지표 산정 방식을 활용하여 강남권 광역복합환승센터의 평가 지표 산정 결과와 조사된 타 역사와의 평가지표 결과를 비교함
- GTX A-C 노선의 운영사가 상이하여 요금징수시스템 설치가 불가피 할 경우 사업구간의 이동편리성은 67.7점 수준으로 서울역과 사당역 중간 수준으로 나타남
- 강남권 광역복합환승센터 서비스 평가지표 비교분석 (GTX A-C 승강장 환승 不可시)



☞ 이동편리성: 이동거리 관련 지표
(영향권의 경우, 봉은사역-삼성역, 광역복합환승센터 구간의 보행거리 증가로 인해 상대적으로 낮은 수준으로 나타남)
☞ 쾌적성: 밀도 기반 지표로, 혼잡도가 높은 경우 쾌적성이 낮은 수준으로 나타남

- GTX A-C 노선의 운영사가 같거나 요금징수시스템 설치 없이 이용자가 승강장 환승이 가능하도록 건설하여 운영 시 이동편리성은 75점 수준으로 향상되는 것으로 분석됨
- 강남권 광역복합환승센터 서비스 평가지표 비교분석 (GTX A-C 승강장 환승 가능 시)



☞ 이동편리성 : 이동거리 관련 지표
(영향권의 경우, 봉은사역-삼성역, 광역복합환승센터 구간의 보행거리 증가로 인해 상대적으로 낮은 수준으로 나타남)
☞ 쾌적성 : 밀도 기반 지표로, 혼잡도가 높은 경우 쾌적성이 낮은 수준으로 나타남

- 이는 수치상 사당역 보다 낮은 수준이나 2개의 도시철도 노선이 환승하는 사당역과 KTX 및 광역철도 등이 환승하는 강남권 광역복합환승센터와 단순 비교에 다소 무리가 있다는 점에서 강남권 광역복합환승센터의 이동편리성 지표는 비교적 양호하다고 판단됨
- 강남권 광역복합환승센터 쾌적성 지표는 평상시 첨두시 기준으로 분석한 결과 전반적인 수치는 양호한 수준으로 나타났으며 앞서 언급한 바와 같이 주요 혼잡 발생 예상 구간 및 수요 증가 등에 대한 지속적인 모니터링과 대응이 필요할 것으로 판단됨

5. 도시철도 건설 관련 법령, 기준 제.개정

가. 도시철도 건설규칙 개정(안) 작성

- 도시철도건설규칙이 국토교통부령임을 감안하여 건설표준을 정하고 안전을 향상하면서도 기술발전에 저해가 되지 아니하도록 수치 등은 하위규정에 위임하고 적절치 아니한 조문 및 용어를 체계적으로 정비함. 또한 건설규칙의 세부항목을 총칙, 선로, 정거장 및 구조물, 전철전력, 신호 및 통신, 기전 및 안전설비 등 6개 분야별로 구분하여 개정안 마련
- 국토부령인 「도시철도 건설규칙」에 경전철을 포함한 다양한 도시철도시설의 건설관련 조항 정비, 세부기술기준(정거장 및 환승편의시설, 내진설계기준 등)에 대한 근거조항신설

1) 주요 개정내용

- 용어 정리 및 조문 정비, 궤간의 치수 등 선로관련 기준 개정
- 승강장의 너비 등 정거장및구조물관련 기준 개정
- 전기방식 등 전철전력관련 기준 개정, 선로전환기 등 신호및통신관련 기준 개정
- 제연설비 등 기전 및 안전관련 기준 개정, 승강장안전시설(승장안전문 용어, 재질) 개정
- 특별피난계난(3층이하 또는 심도가 20m초과) 개정
- 환기구시설, 유도등 개정, 위임조항 신설

나. 도시철도 건설기준에 관한 규정 제정(안)

- 도시철도건설규칙에서 정하지 아니한 사항을 정함으로써 안전을 관한 기준을 강화하면서도 변화하는 도시철도 기술환경에 대응하도록 건설표준 등에 관한 수치를 새로이 규정함

1) 선로(궤간)

- 기존「도시철도 건설규칙」에서 삭제된 건설표준 및 안전에 관한 수치 규정

·궤간의 치수, 확대궤간 치수, 확대궤간의 체감거리, 궤간의 공차에 대한 치수 규정

· (선로의곡선반경) - 곡선반경에 대한 치수 규정

· 캔트에 대한 산술식, 캔트의 체감거리에 대한 수치 규정

· 곡선반경(800mm이하)에 완화곡선의 삽입에 대한 규정

· (측선의 기울기) - 측선의 기울기 수치 규정

· (종곡선) - 종곡선 삽입에 대한 규정

· (궤도의 중심간격) - 충분한 궤도간의 간격을 두도록 규정

· (곡선인 궤도의 중심간격) - 곡선인 궤도의 중심간격 치수 규정

2) 정거장 및 구조물

- 정거장의시설·설비, 승강장, 승강장의 너비,승강장의 편의·안전설비, 정거장의 설치, 정거장 안의 선로배선, 노면출입구 및 지상보행로 등 건설규칙에서 정한 사항에 대한 세부적인 기준 규정
- 안전공간, 에스컬레이터와 무빙워크,등 건설안전 및 승객편의시설에 대한 세부적인 기준을 신규로 규정
- 자기부상열차의승강장,노면전차의승강장 등 차량의 특성에 따른 정거장 및 승강장에 대한 세부적인 기준을 신규로 규정

3) 전철전력

- 건설규칙에서 정한 사항에 대한 세부적인 기준 규정

· (공칭전압 및 전기방식) - 전차선로에 대한 공칭전압 및 전기방식을 수치로 규정

· (정류설비 계통구성) -정류설비 계통의 단위정격용량을 수치로 규정

· (전선로) -고압배전선로를 2회선 이상으로 하도록 규정

· (예비전원설비) - 예비전원설비 또는 이중계이상 의 전원공급선로를 설치하도록 규정

· (전차선로의 가선방식) - 지상구간, 지하구간 및 경량전철에 대한 전차선로의 가선 방식을 규정

· (전차선로의 높이 및 편위 등) - 전차선로의 높이 및 편위를 수치로 규정

· (전차선의 기울기) - 전차선의 기울기를 수치로 규정

· (유도등)- 일정용량의 유도등을 설치하도록 규정

· (비상조명등)- 일정용량의 비상조명등을 설치하도록 규정

3) 신호 및 통신

- 노면전차 등 혼용선을 운행하는 열차에 대한 예외조항 규정
- 신호표지 설치를 최소화 하도록 조항 규정
- 선로전환기 설치에 대하여 현장여건을 반영하여 설치할 수 있도록 규정
- 기술발전추이에 따른 열차위치검지 수단의 다양화를 반영하도록 조항 규정
- 노면전차 등과 같이 특수한 경우에 연동장치의 규격을 완화하도록 규정
- 노면전차 등과 같이 특수한 경우에 열차제어시스템의 규격을 완화하도록 규정
- 열차자동보호장치의 기술발전 반영 및 노면전차 특수성 반영하도록 규정
- 도시철도 폐색방식의 변화추이를 반영하도록 규정
- 신호기기 보호를 위한 조항을 규정
- 신호설비용 전원 중요성을 강조하기 위한 기준을 규정
- 통신기반열차제어장치의 통신 안전성을 강조하기 위한 기준을 규정
- 노면전차의 경우 통신설비를 간략하게 설치할 수 있도록 규정

다. 도시철도 시설물 설계기준 고시(안) 작성

- 도시철도 시설물 분야별(궤도토목, 구조물, 정거장, 전철전력, 신호통신) 설계기준(안) 도출

1) 궤도토목 분야

- 철도선형편에서는 대상차량,속도별(중량전철, 철제차륜 AGT, 고무차륜 AGT, 선형유도전동기(LIM), 모노레일, 자기부상열차, 노면전차)로 각각 산재되어 있던 궤간, 직선과 원곡선 최소길이, 선로기울기, 종곡선 삽입조건 부문을 하나로 통합하여 설계기준을 신규로 제시
- 기존의 자갈도상,콘크리트도상과 별도로 "기타 선로구조물" 편을 신설하여 고무차륜 AGT 주행로, 모노레일 궤도구조에 대한 기준을 신규로 제시함
- "궤도재료편"에서 분기기, 고무차륜 AGT 시설물 관련내용을 제시
- 도시철도 궤도시설물의 "소음 및 진동"기준을 제시

2) 구조물 분야

- 도시철도 건설 및 개량에 따라 도시철도선로 상에 건설하는 경간 150m 이하의 교량에 대한 세부사항을 제시

·중전철, 고무차륜, 철제차륜 및 선형유도전동기 방식의 경전철, 모노레일, 자기부상열차 등에 대한 열차하중을 제시

·강재와 콘크리트 교량에 대한 설계사항을 제시

·피로와 균열 등 사용성과 내구성 사항을 제시

·교량 받침부 및 부속설비 그리고 교량하부 및 기초설계에 대한 사항을 제시

·주행안전성과 승차감을 확보하기 위한 운행 한계조건을 제시

·내진설계에 대한 일반사항을 제시

- 지반을 개착하지 않고 굴착(Mined)하여 시공하는 도시철도터널 공사의 계획, 설계에 대한 기준을 제시

·터널의 일반사항, 계획과 설계 일반사항을 제시

·터널지보재와 콘크리트라이닝 설계사항을 제시

·터널 안정성 해석방법에 대한 사항을 제시

·갱구부, 단면 확폭부 및 접속부, 연직갱 및 경사갱 등에 대한 사항을 제시

·환기 및 조명설비, 방재설비 등에 대한 사항을 제시

3) 정거장 분야

- 「철도시설안전기준에관한규칙」폐지 및 하위규정 개정, 「국가통합교통체계효율화법」 및 하위 규정 개정 등을 반영하여 기준내용 조정
- 도시철도 정거장 및 환승 편의시설 설계지침에 대한 최근 3년간의 민원 27건 중 11건 반영
- 외국인 도시철도 정거장 이용시 불편사항 조사를 통해 승강장, 환승통로 등 주요공간과 편의시설 등 에 대한 다국어 안내표기, 안내센터운영, 여행용가방 보관 가능한 물품보관소 설치 항목, 승강장 비상대피시설에 외국어 표기 등의 항목 신설
- 도시철도 정거장 설계 시 친환경성 관련 지침의 조정과 최근 사회적 현안 반영하여, LED 조명 사용 등에 내용 추가 및 환기구 설계 등에 관련된 내용 반영
- 기존 정거장 지침에서 분리되어 있는 중량전철 및 경량전철 관련 기준의 각 항목별 통합

4) 전철전력 분야

- 도시철도 건설 및 개량에 따라 시설되는 교류 25kV 및 직류 1500V 중전철과 경전철에 대한 용어 및 기호를 통일
- 송변전, 정거장 전기설비, 전차선설비의 설계부문 설계기준을 교류 25kV 및 직류 1500V 중전철을 하나로 통합하여 신규로 제시하고 설계기준에서 표시가 어려운 부분은 해설서에 명시
- 원격감시제어설비의 구성과 접지방식에 대한 설계기준을 통합하여 설계기준 제시

- 교류 25kV전기철도와 직류1500V 도시철도 및 경량전철 전차선로 급전계통 구성과 강체전차선 방식의 설계기준을 통합하여 설계기준을 제시

5) 신호통신 분야

- 신호설비의 제작과 설치를 위한 안전성, 신뢰성, 호환성, 확장성 등 요구사항기준 제시
- 차상신호방식을 적용함에 있어 설치가 필요한 신호기 및 표지류에 대한 세부적인 기준 제시
- 선로전환기, 분기기 및 분기기 제어장치의 선정 및 설치에 필요한 기준 제시
- 무궤도회로방식의 열차위치검지치장치의 선정 및 설치조건 제시
- 폐색분할을 위한 반영사항 제시
- 열차제어시스템(연동장치, 연동장치, 열차자동방호장치, 열차자동운전장치, 열차자동감시장치)의 구성 및 기능 제시
- 신호전원의 공급, 수전, 구성, 무정전공급장치의 구성 제시
- 신호용 전선로, 보호설비, 안전설비의 구성과 설치 제시
- 통신설비의 분계점(경계), 접속기준, 전자파 장애 등 일반적인 요구사항 제시
- 통신선로설비의 구성, 통신관로의 설계, 통신케이블 보호, 연선전화설비 설치 등 기준제시
- 전송방설비의 설계, 전송망 설비의 구성, 전송망 보호, 광전송설비 등 기준제시
- 철도통합무선망(LTE-R)을 포함한 열차무선설비 분류, 설비계획, 설비설계를 위한 요구사항 규정
- 역무용 통신설비인 교환설비, 관제전화설비, 영상감시설비, 여객안내설비, 전기시계설비, 정보통신망설비의 설계고려사항 제시
- 역무자동화설비 설치 및 구성에 대해서 기준제시
- 정보통신설비 구성, 접지설비 및 유도대책에 대한 요구사항 기준제시
- 역사 및 사무소의 통신설비의 경계, 배관, 배선, 안내방송설비, 방송공동수신설비, 교통약자 편의시설, 통신기기실 보호를 위한 요구사항 기준제시

라. 도시철도 정거장 및 환승편의시설 설계지침 전면개정 고시



국토교통부 공고 제2017-1312호

「도시철도 정거장 및 환승편의시설 설계 지침」을 전부개정 함에 있어 국민에게 미리 알려 이에 대한 의견을 수렴하고자 그 취지와 주요내용을 행정절차법 제46조의 규정에 의하여 다음과 같이 공고합니다.

2017년 9월 5일
국토교통부장관

「도시철도 정거장 및 환승편의시설 설계 지침」 전부개정(안)행정예고

1. 개정 이유

○ '13.12월 개정 이후, 설계지침에 대한 해석의뢰, 변경 제안 등 민원사항과 관련 법령 및 기준의 변경사항을 반영하여 현행화하고자 함.

○ 또한, 외국인의 도시철도 정거장 이용 시 불편사항을 조사하고 결과를 설계지침에 반영하여 이용객 편의를 증진하고자 함.

- 주요 내용

ㅇ 설계지침에 대한 민원사항과 관련 법령·기준의 변경사항 반영

- 환승구역 내 공용화장실을 설치(안 2.2.2.)
- 공중전화 이용률 저하를 감안하여 통합(안 3.2.5.)
- PSD 출입문에 점자 안내판을 설치하고, 집·개표구 카드단말기를 양쪽에 설치(안 3.6.)
- 장애인 탑승위치에 승강장과 차량의 간격이 50㎜ 이상인 경우 경고설비 설치, PSD와 승강장 연단 사이가 10㎝ 이상인 경우 안전시설 설치(안 3.2.1.)

ㅇ 제로에너지 건축 및 환기구 안전사항 반영

- 정거장의 조명을 LED등 사용(안 2.1.3.)
- 지상 노출 환기구의 보행자 접근 차단(안 3.5.4.)

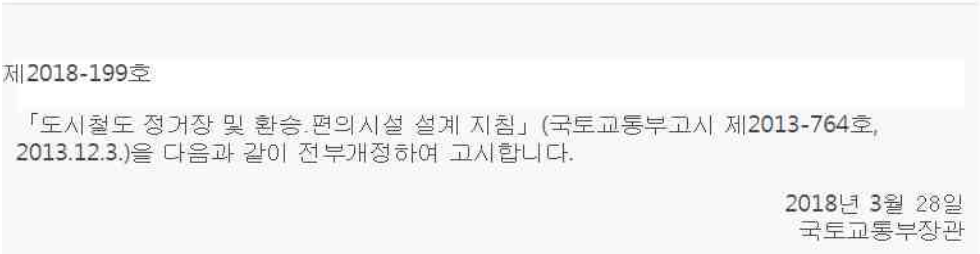
ㅇ 외국인 도시철도 정거장 이용 불편사항 개선

- 환승통로 주요공간과 편의시설에 대한 다국어 표기의 안내 표지판 설치(안 2.1.2., 안3.4.1.)

ㅇ 지침의 구성체계 변경 및 중복내용 정리

- 기존의 일반사항, 권고사항, 기준사항을 통합하여 기준사항으로 통일하고 중복 내용을 조정하여 지침을 간소화(총 5장, 번호체계 5단계)

- 전부개정 고시 (2018년 3월 28일)



제2018-199호

「도시철도 정거장 및 환승·편의시설 설계 지침」(국토교통부고시 제2013-764호, 2013.12.3.)을 다음과 같이 전부개정하여 고시합니다.

2018년 3월 28일
국토교통부장관

마. 도시철도 내진설계기준 전면개정 (2018년 12월 고시 예정)

- 주요 내용

개정사유

ㅇ '17년 3월「지진·화산재해대책법」제14조(내진설계기준의 설정) 및 동법 시행령 제10조에 따른 시설별 내진설계기준의 일관성유지를 위하여「내진설계기준 공통적용사항」을 개정 및 활용하도록 함에 따라 현행「도시철도 내진설계기준」개정

가.「내진설계기준 공통적용사항」을 반영한 내진설계 일반사항 변경

ㅇ내진등급 분류 : 시설의 중요도 및 난이도를 고려한 내진 특등급 추가

ㅇ내진성능수준, 설계지반운동 수준, 지반분류, 지반 별 표준설계응답스펙트럼 등의 내용 전면 보완

나.「내진설계기준 공통적용사항」을 고려한 세부설계기준 개정

ㅇ내진설계 대상의 확대를 검토하여 지중구조물 외 옹벽, 건축물, 설비 의 내진설계조항 추가

ㅇ설계 규정 및 해석기법의 요구조건 최소화 및 최신 해석기법 반영

ㅇ최신 해석기법 추가 및 동적해석의 세부사항 추가

ㅇ지반조사 및 액상화 평가, 내진해석 및 설계 규정, 추가된 시설의 해석 및 설계사항 추가 등

다. 지침의 구성체계 변경 및 중복내용 정리

ㅇ내진설계 흐름을 반영하여 설계기준 조항 체계 조정

2-2. 연구 개발 성과

가. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/특허/기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	특허	다구간(수직수평) 이송용 엘리베이터 장치	한국철도 기술연구원	주관	대한민국		2016.01.04		등록 : 10-1583706
2	특허	상부 복합방식의 다구간 이송용 엘리베이터 장치	한국철도 기술연구원	주관	대한민국		2016.01.04		등록 : 10-1583708
3	특허	하부 복합방식의 다구간 이송용 엘리베이터 장치	한국철도 기술연구원	주관	대한민국		2016.04.15		등록 : 10-1614474
4	특허	3.5 스텝구조의 장애인 탑승구조의 에스컬레이터 장치	한국철도 기술연구원	주관	대한민국		2016.07.26		등록 : 10-1644622
5	특허	에스컬레이터의 장애인 탑승모드 전환장치	한국철도 기술연구원	주관	대한민국		2016.07.26		등록 : 10-1644625
6	특허	에스컬레이터의 휠체어 스토퍼 장치	한국철도 기술연구원	주관	대한민국		2016.08.02		등록: 10-1646652
7	특허	상황정보 기반 도시철도 역사 가변동선 유도방법	한국철도 기술연구원	주관	대한민국		2016.03.28		등록: 10-1608308
8	특허	양방향 동선안내 표시장치	한국철도 기술연구원	주관	대한민국		2017.03.06		등록: 10-1715113
9	특허	가변동선을 위한 유도표시 장치 및 동선 폭 조절 장치	한국철도 기술연구원	주관	대한민국		2017.05.10		등록: 10-1736127
10	특허	엘리베이터용 레일 틸팅 시험 장치	한국철도 기술연구원	주관	대한민국		2017.07.27		등록 : 10-1764194
11	특허	가변 동선을 위한 통로 폭 조절 장치	한국철도 기술연구원	주관	대한민국		2018.02.27		등록: 10-1834863
12	특허	장애인용 에스컬레이터의 스텝 지지구조	한국철도 기술연구원	주관	대한민국		2018.05.25		등록: 10-1863339
13	특허	기어마모 측정장치	한국철도 기술연구원	주관	대한민국		2018.05.31		등록: 10-1862212
14	특허	엘리베이터 방향 전환장치	한국철도 기술연구원	주관	대한민국		2018.07.23		등록: 10-1882900
15	특허	이송시스템의 유동방지장치	(주)지씨에스코리아	공동	대한민국		2015.03.27		출원번호 : 10-2015-0043582
16	특허	수직 및 수평 엘리베이터용 이송구조의	(주)지씨에스코리아	공동	대한민국		2015.05.19		출원번호 : 10-2015-0069928

		틸팅장치							
17	특허	엘리베이터용 케이지 도킹장치	한국모노레일(주)	공동	대한민국		2015.05.19		출원번호 : 10-2015-0069940
18	특허	에스컬레이터휠체어탑재구간의0.5스텝장치	수림엘리베이터주식회사	공동	대한민국		2017.04.27		출원번호 : 10-2015-0018031
19	특허	상황정보 기반 역사의 통행로 분리 장치 및 방법	한국철도기술연구원	주관	대한민국		2015.05.08		출원번호 : 10-2015-0064245
20	특허	듀얼부 디스플레이를 이용하는 동선안내 표시 장치	한국철도기술연구원	주관	대한민국		2015.05.08		출원번호 : 10-2015-0064244
21	특허	엘리베이터 곡선구간 주행장치	한국철도기술연구원	주관	대한민국		2016.08.05		출원번호 : 10-2016-0100162
22	특허	장애인용 에스컬레이터의 스텝 연결장치	한국철도기술연구원	주관	대한민국		2016.10.27		출원번호 : 10-2016-0141005
23	S/W	엘이디(LED)제어 프로토콜전송시리얼프로그램	한국철도기술연구원	주관	대한민국		2015.05		등록번호 : C-2015-011663
24	S/W	이미지 픽셀 추출 및 변환 프로그램	한국철도기술연구원	주관	대한민국		2015.05		등록번호 : C-2015-011664
25	S/W	도시철도역사3차원(3D)시설물컴포넌트라이브러리	한국철도기술연구원	주관	대한민국		2015.05		등록번호 : C-2015-011661
26	S/W	도시철도역사3차원 경로조회	한국철도기술연구원	주관	대한민국		2015.05		등록번호 : C-2015-011662
27	S/W	보행 시뮬레이션 라이브러리	한국철도기술연구원	주관	대한민국		2016.03		등록번호 : C-2016-007903
28	S/W	가변 구조물의 이동 제어 및 보행자 충돌 방지를 위한 프로그램	한국철도기술연구원	주관	대한민국		2016.05		등록번호 : C-2016-012162
29	S/W	보행 시뮬레이터	한국철도기술연구원	주관	대한민국		2016.05		등록번호 : C-2016-012161
30	S/W	역사 내 통행배정 소프트웨어	한국철도기술연구원	주관	대한민국		2017.01		등록번호 : C-2017-001607
31	S/W	도시철도역사 보행 기종점 자료 구축	한국철도기술연구원	주관	대한민국		2017.01		등록번호 : C-2017-001605
32	S/W	도시철도역사 경제성 분석	한국철도기술연구원	주관	대한민국		2017.01		등록번호 : C-2017-001606
33	S/W	보행 시뮬레이터	한국철도기술연구원	주관	대한민국		2017.01		등록번호 : C-2017-001608
34	S/W	도시철도역사 보행	한국철도	주관	대한민국		2018.12.04		등록번호

		편의성 평가 시뮬레이터	기술연구원						C-2018-036307
35	논문	혼잡관리 모형을 이용한 도시철도 이용객 동선유도시스템 기본설계	한국철도기술연구원	주관	한국산학기술학회논문지		2015.05	단독	비SCI
36	논문	지하철 역사내 동선 분리 시스템을 활용한 보행편의 및 이동성 증진	중앙대	위탁	대한교통학회		2015.03	단독	비SCI
37	논문	유전 알고리즘을 이용한 지하철 역사 동선 분리 시스템의 효과 분석	한국철도기술연구원	주관	대한토목학회		2015.04	단독	비SCI
38	논문	도시철도 환승시설의 안전 및 편의성 향상을 위한 통로 폭 산정에 관한 연구	한국철도기술연구원	주관	한국방재학회	0.44 (KCI 2015)	2015.04	단독	비SCI
39	논문	혼잡관리 모형을 이용한 도시철도 이용객 동선유도 시스템 기본설계	한국철도기술연구원	주관	한국산학기술학회		2015.05	단독	비SCI
40	논문	지하철역사내경로 선택에관한연구:보행거리를중심으로	연세대	위탁	국토연구		2015.06	단독	비SCI
41	논문	Reinterpretation of Likert Scale for Public TransportationUser Satisfaction	연세대	위탁	Transportation Research Record:Journal of theTransportation Research Board		2016.01	단독	SCI
42	논문	보행류 기반 도시철도역사 평가 시뮬레이터를 활용한 대피 시나리오 분석	한국철도기술연구원	주관	한국ITS학회		2016.06	단독	비SCI
43	논문	Modeling Lane Formation in Pedestrian Counter Flow and Its Effect on Capacity	중앙대	위탁	KSCE Journal of Civil Engineering		2016.04	단독	SCI
44	논문	A Study on the Analysis of Space and Structural Interface for Improvement of	㈜모어엔지니어링 건축사사무소	공동	IJCSEIERD Vol.6, No.2		2016.11.	단독	비SCI

		the Transfer Path in a Metro Station							
45	논문	보행교통류 시뮬레이션 모형을 활용한 보행편의성 지표의 개발 및 분석	중앙대	위탁	대한교통학회		2016.12	단독	비SCI
46	논문	Improvement of the transfer path using a moving flow separation system and a transportation vulnerable escalator system	㈜모어엔지니어링 건축사사무소	공동	International Journal of GEOMATE		2017.09	단독	비SCI
47	논문	보행편의성분석을 위한3차원실내지도 기반의시뮬레이션 기술개발	㈜ 매스코	공동	한국지리정보학회지		2017.09	단독	비SCI
48	논문	도시철도 및 광역철도 승강장 면적산정식의 개선방안 연구	한국철도기술연구원	주관	대한토목학회		2018.12	단독	비SCI
49	논문	소규모 지역 커뮤니티 활성화를 위한 환승체계 기능제고방안 연구	㈜모어엔지니어링 건축사사무소	공동	한국철도학회춘계학술대회 논문집		2014.05	단독	발표지
50	논문	도시철도 승객 혼잡완화를 위한 탄력적 요금제도 도입 분석	한국철도기술연구원	주관	한국철도학회춘계학술대회 논문집		2014.05	단독	발표지
51	논문	지하철 역사내 동선 분리 시스템을 통한 보행편의 및 이동성 증진에 관한 연구	중앙대	위탁	대한교통학회학술대회지		2014.09.	단독	발표지
52	논문	도시철도 이용자 유형별 환승 경로 분석	한국철도기술연구원	주관	한국철도학회추계학술대회 논문집		2014.1	단독	발표지
53	논문	A Study on analyzing the transfer path for passengers of the Metro Station	㈜모어엔지니어링 건축사사무소	공동	Structures, Materials and Construction Engineering Conference	5.9234 (JCC 2015)	2014.11.	단독	발표지
54	논문	단일방향과 양방향	중앙대	위탁	대한교통학회		2015.02.	단독	발표지

		보행교통류의 통행특성 및 보행행태 분석			학술대회지				
55	논문	지하철 역사 내 동선 분리 시스템을 통한 보행자의 지체 감소효과 분석	중앙대	위탁	대한교통학회 학술대회지		2015.02.	단독	발표지
56	논문	지하철 역사 내 양방향 보행교통류의 혼잡 및 통행 특성	중앙대	위탁	대한토목학회 학술대회지		2015.10.	단독	발표지
57	논문	보행류 기반 도시철도역사 평가 시뮬레이터 개발에 관한 연구	한국철도기술연구원	주관	한국철도학회추계학술대회논문집		2015.1	단독	발표지
58	논문	영상분석기법을활용한도시철도환승통로의LOS등급별 보행특성분석	㈜모어엔지니어링 건축사사무소	공동	한국철도학회추계학술대회 논문집		2016.10.	단독	발표지
59	논문	Development of Comfort Level Assessment Measures for Pedestrian Traffic Flow	중앙대	위탁	2017 TRB 96th Annual Meeting		2016.12.	단독	발표지
60	논문	도시철도 역사 건축계획의 동선설계 영향요인 분석	㈜모어엔지니어링 건축사사무소	공동	한국철도학회춘계학술대회 논문집		2017.05.	단독	발표지
61	논문	An Analysis of Topological Interfaces in the Transfer Path of the Urban Railway Station	㈜모어엔지니어링 건축사사무소	공동	International Institute of Engineers and Researchers		2017.10.	단독	발표지
62	논문	복합환승센터 스마트 인프라시스템 적용을 위한 국내외 기술동향 분석	㈜모어엔지니어링 건축사사무소	공동	한국철도학회춘계학술대회 논문집		2018.05.	단독	발표지

나. 관련분야 기여도

(1) 기술적 측면

1) 실시간 가변동선 유도시스템

○ 역사동선 최적화 설계 기술 및 가변동선에 따른 보행자 통행모형 및 예측 프로그램 개발

○ 역사 환승·이동 편의성 향상을 위한 인프라 개선 설계기술 확보

○ 가변 최적동선의 정보·신호 동적제어 네트워크 전달시스템 기술 확보

○ 가변 동선 정보제공시스템 및 분리장치 기술 확보

○ 동선 보행자 안전성 기술 확보

2) 다구간 이동시스템

○ 연구성과의 구체성과 합리성

- 랙&피니언기어를 활용하여 엘리베이터의 연속적인 방향전환장치를 개발

○ 개발된 기술의 성능수준

- 최대 15인승(1000Kg), 수직이동 45m/min, 수평이동 110m/min

○ 기술적 파급효과

- 수직이동 승강기의 단조로운 운행조건을 수직.수평이동이 가능하도록 한 승강기 기술개발.

○ 환승시간 및 거리 단축으로 도시철도 이용객의 수 증대

3) 교통약자 겸용 에스컬레이터

○ 교통약자의 도시철도 역사의 환승, 이동 편의성 향상을 위하여 교통약자의 이동특성에 대한 고찰 및 동선의 건축적 고려, 장애인 체형을 고려한 인체학적 이동설비의 설계 및 제작 등에 관한 기술개발이 필요하나, 국내외에서 이에 대한 실질적 방안 및 연구는 미진하므로 본 연구개발을 통하여 국내외적으로 선도적 기술점유가 가능한 것으로 판단됨.

○ 국내 도시철도에 설치된 제품의 대다수가 상하부터미널 수평스텝 3스텝 적용(일부는 2스텝 또는 1.5스텝 적용한 제품)하여 설치된 상태이며, 일본의 경우도 우리나라와 동일하게 상하부터미널 기어 3스텝 제품에 수평스텝 3장을 구현하는 것은 불가능(최대 2,5스텝 부분만 수평구간을 형성하는 조건)한 구조로 이에 대한 문제점을 근원적으로 해결하기 위해서 상하부터미널기어 3.5스텝용 적용기술 확보

○ 3.5스텝용 에스컬레이터를 개발하기 위해, 부하하중 증가로 인한 구조체의 안전성 확보(1㎡ 당 612kg 부하 하중), 세이프티 브레이크, 스텝체인 파단 시 방어용 스텝레일 개발, 전후방부 스토퍼 등의 핵심기술의 개선/개발 확보

4) 도시철도 역사 편의성 평가 시뮬레이터

○ 도시철도 역사 이용객의 만족도 향상과 편의 제공을 위한 역사 내 시설물 구조/위치의 시공설계 변경 등에 대한 사전 시뮬레이션과 사후 효과 예측 등 추가 요구사항으로서의 기술 수준 평가와 정적·동적 분석 요소에 대한 유기적 결합을 통한 개선 방안 도출

- XML 기반 사용자 친화적 자료 구조와 정적·동적 DB의 이원적 연계성 확보
- 보행 알고리즘 기반 역사 내 보행 형태 및 특성 분석 기능 확보
- GUI 기반 보행 알고리즘 적용을 통한 시뮬레이션 분석 기능 확보
- CAD 도면을 이용한 자동 벽체 모델링 생성으로 실내 저작 기능 확장성 및 사용성 확보
- 보행자 통행 분석 형태를 Network DB 기반 그래픽 시각화 표출 기능 확보
- 국내 친화적 보행 시뮬레이터 보급 및 활용으로 도시 철도 역사 환경 개선 의사결정 체계지원

5) 도시철도 건설 관련 법령, 기준의 제·개정 및 고시지원

○ 다양한 도시철도 시스템(트램, 모노레일, 자기부상, 경전철 AGT 등)의 건설에 따른 경제성, 안전성, 효율성 확보를 위한 기술적 사항 도출 및 근거자료 제시

○ 최신 시스템에 따른 인프라의 기술향상 반영

○ 도시철도 건설비용 절감을 위한 신기술, 신공법 검토

○ 도시철도 시설물의 표준을 통한 호환성 확보

(2) 경제적·산업적 측면

1) 실시간 가변동선 유도시스템

○ 도시철도 역사 내 보행환경 개선 비용 30% 이상 절감 (평균 역사개선사업비 186억원/역)

○ 환승역사 기준으로 이동 시간 10% 감소 시 연간 약 1,360억원(평균 1.7억/역)의 통행시간절감편익 발생 예상 (예비타당성조사지침에 따라 VOTS 비교하여 절감편익 예상)

○ 이용객의 이동 알고리즘 기술 확보로 피난 및 비상대응 체계 기술의 확보

○ 타 교통시설의 혼잡도 완화를 위한 기술적용 확대 가능

○ 도시철도 이동·환승 편의성 향상으로 업그레이드된 철도교통 활성화

○ 건설・운영 기관의 편의시설 향상을 위한 전략 수립 및 경제적・효율적 수행 가능

2) 다구간 이동시스템

○ 철도역사 환승동선 개선사업비 30% 이상 절감 효과

- 향후 10년간 77개 역사 약 1,600억원 소요 (21억원/역사개소)

○ 전국 지자체 교통약자 편의시설 사업비 절감효과(육교포함)

○ 역사 개선사업에 일관되게 추진해온 구조물 개선에 소요되는 천문학비용에 대하여 저비용 고효율의 개선방안 활성화

3) 교통약자 겸용 에스컬레이터

○ 철도역사 교통약자의 이동서비스 향상을 위한 비용의 30% 이상 절감

○ 국내 철도 역사 내 에스컬레이터 시장규모 : 연간 1,640억원 이상

- 코레일, 서울메트로를 포함한 도시철도 운영기관의 교체 및 신규증설로 인한 연간 500여대의 시장 형성, 500대 x 2억원(1기/개소)= 1,000억원

- 휠체어 리프트 대체 수요 : 휠체어 리프트 시장 규모는 연 200대로 교통약자 겸용 E/S 대체가 가능, 200대 x 2억원(1기/개소)= 400억원

○ 최근 수도권 광역급행철도, 대곡~소사 구간 등 신설노선의 경우 기존노선과의 경합으로 대부분 대심도화 함에 따라 이동·환승에 대한 편의성 개선 요구는 증가할 것으로 판단되며, 따라서 신선 설계시 개발시스템의 반영으로 건설비 절감 가능

(3) 사회적 측면

1) 실시간 가변동선 유도시스템

○ 역사 이용 시 가장 우선순위 현안인 이동・환승 편의성 향상으로 이용객 중심의 철도서비스 만족도 증대

○ 편의시설 향상을 통한 이용률 증가로 교통혼잡 완화 및 사회적비용 절감

2) 다구간 이동시스템

○ 이동.환승 편의성 향상으로 이용객 중심의 철도 서비스 만족도 증대

○ 도시철도 이용객의 만족도 증가로 국민의 교통 행복지수 상승

○ 교통약자의 도시철도 이용 편의성 및 이동 편의성 향상을 통하여 사회약자 배려 문화 정착 및 교통복지 실현 가능

○ 교통약자 및 노약자의 이동·환승 시 불편 해소

○ 도시철도 역사 이용자의 이동수준 향상

3) 교통약자 겸용 에스컬레이터

○ 도시철도 신설노선의 증설, 기존선 개량, 속도 향상 등 시장변화에 적극적으로 대응하고 이용객 편의성, 안전성, 친환경성 향상과 유지관리비용 절감 등 경영개선을 통해 대중교통의 중추적 역할 증대와 교통난 해소를 위하여 국가차원의 도시철도 역사 이동·환승 기술 개발이 반드시 추진되어야 함

○ 도시철도 역사시설은 공공시설로서 단기간 성과 위주의 기업 투자가 어려우며, 대국민 서비스 향상을 위하여 국가주도의 연구개발사업으로 추진하는 것이 바람직함

○ 교통약자의 도시철도 역사 이용 시 민원의 대상이 되고 있는 환승・이동과 관련하여 정부주도의 연구를 통하여 새정부의 정책기조 중 하나인 “국민의 보편적 복지 실현” 가능

4) 도시철도 역사 편의성 평가 시뮬레이터

○ 일반・고속철도 및 공항, 버스터미널, 백화점 등 타 교통수단과 환승이 가능한 복합환승센터의 실내지도 구축 사업에도 본 연구에서 구축 대상으로 하는 도시철도 환승역사와 유사한 시설 구조물과 특화된 컴포넌트 등의 추가를 통해 연계하여 적용이 가능함

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 목표

목표	달성도(%)	내용
실시간 가변동선 유도 통합시스템 제작 및 성능시험	100	- 시스템 최종제작 - 시스템 성능시험 - 시스템 신기술 인증 신청
다구간이동시스템 현장구축 및 성능시험	100	- 시스템 최종제작 - 현장구축 - 운영 및 성능시험 - 신기술 인증 신청
교통약자 겸용 이동시스템 현장구축 및 성능시험	100	- 시스템 최종제작 - 현장구축 - 운영 및 성능시험 - 신기술 인증 신청
시뮬레이터 사용자 테스트수행 및 성능개선	100	- 프로토타입 시연 및 개선항목 도출 - 시뮬레이터 성능 개선 및 안정화 - 비용 및 편익산출을 위한 경제성 검토
도시철도 시설물의 분야별 설계기준 고시 지원	100	- 도시철도 시설물 설계기준 고시지원 - 도시철도 시설물 설계기준 해설서 작성

나. 목표 달성여부

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	달성치
1차 (1단계)	역사 유형별 이동 특성 분석 및 계측 DB 구축	역사 유형별 보행 유동 계측 및 DB구축	계측보고서 및 DB구축	1건	3.0%	1건
		동선 이동속도, 밀도 평가 지표 개발	평가지표 평가(도시철도 운영위원회)	1건	3.0	1건
		가변동선 이동 특성 분석	보고서	1건	2.0	1건
	가변분리동선 유도시스템 사양 도출	실시간 정보 신호 전달 및 제어 알고리즘 분석	분석보고서	1건	8.0	1건
		시스템 목표사항 및 개념 설계	목표사양서 및 개념설계도	1건	9.0	1건
	역사 유형별 환승 특성 분석	환승 유형별 분류 및 특성 분석	분석 보고서 평가	1건	3.0	1건
		환승 동선 및 평면계획의 환승설비 영향 요인분석	분석 보고서 평가	1건	3.0	1건
	다구간 이동시스템 주요 구성부 기술 도출	주요 구성부 (수직, 수평, 모드전환부, 정밀착상부, 제동부, 제어부 등) 개념 설계도 작성	보고서 및 설계도 평가	1건	15.0	1건
		주요 구성부 목표성능 작성	개념설계도	1건	5.0	1건
	교통약자환승・이동 특성 분석 및 설계 요소 도출	교통약자 역시설 이용 특성 보고서	보고서	1건	3.0	1건
		교통약자 동선 인프라 개선 설계요소 도출	인프라 개선설계 지침 평가(도시철도운영 위원회)	1건	3.0	1건
	교통약자 겸용 ES 목표사양서 및 개념설계	교통약자 겸용 ES핵심 기술 분석 및 목표사양 도출	겸용 ES 목표사양 확인(도시철도운영 위원회)	1건	3.0	1건
		교통약자겸용ES개념 설계	교통약자 겸용 ES 개념설계도	1건	15.0	1건
	도시철도 역사 평가용 시뮬레이터 개념설계	3D 실내지도 기초설계	3D 실내지도 기초/개념설계도	1건	6.0	1건
		시뮬레이션 모형기초 설계	시뮬레이션 모형 기초/개념설계도	1건	9.0	1건
	도시철도 건설규칙 개정방안 수립	국내외 철도관련 기준 조사 분석	분석보고서 평가	1건	5.0	1건
		도시철도 건설규칙 항목체계 수립	보고서	1건	5.0	1건

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	달성치
	소 계				100%	
2차 (2단계)	가변 동선 유동예측 모형개발	최적 동선 결정 알고리즘 및 설계기술	보고서	1건	5.0	1건
		평면/공간별 가변보행 유동 알고리즘	알고리즘 도출 확인	1건	5.0	1건
	가변 동선 유도시스템 기본설계	최적 가변동선 결정 알고리즘	알고리즘 도출 확인	1건	5.0	1건
		가변장치 및 정보·신호 전달시스템 기본설계도	기본설계도 작성 확인	1건	5.0	1건
	시스템 주요 구성부 시작품 제작	주요구성부(가변분리기, 제어부 등) 시작품 제작, 성능시험	시작품 제작 확인 및 성능시험	1건	6.0	1건
	다구간 이동시스템 기본설계	시스템 기본설계도 작성	기본설계도 작성 확인	1건	6.0	1건
		주요장치 단품 제작, 성능시험	시작품 제작 확인 및 성능 시험	1건	6.0	1건
	다구간 이동시스템 운행로 구조물 기본설계	최적 환승 동선 설계 지침	설계지침평가	1건	5.0	1건
		운행로 구조물 목표사양 및 기본설계도 작성	기본설계도 작성 확인	1건	6.0	1건
	교통약자 겸용 ES와 역사 인터페이스 검토 및 구조물 설계	역사 평면계획 인터페이스 검토 및 설계	교통약자 겸용 ES 역사 설계도	1건	5.0	1건
		시스템 설치 구조물 안전성 검토	구조검토서	1건	5.0	1건
	교통약자 겸용 ES 기본설계	교통약자 겸용 ES 기본설계도	교통약자 겸용 ES 설계도 작성 확인	1건	6.0	1건
	교통약자 겸용 ES 주요구성부 시작품 제작	교통약자 겸용 ES 주요 구성부 기술 개선/개발 도출	보고서 평가	1건	5.0	1건
		교통약자 겸용 ES 주요구성부(스텝, 리프팅부 등) 시작품 제작	주요 구성부 시작품 제작 및 성능시험	1건	5.0	1건
	도시철도역사 평가용 시뮬레이터 상세설계 및 시범역사 구축	3D 실내지도 구축 플랫폼 개발	시범역사 구축	1건	5.0	1건
		시뮬레이터 핵심기술 개발	보행시뮬레이션 모형 상세 설계도	1건	5.0	1건
	도시철도 시설물 설계기준 고시 지원	도시철도 건설규칙 체계 수립	도시철도건설규칙 개정최종(안)	1건	5.0	1건
		도시철도 건설기준 항목체계 수립	보고서	1건	5.0	1건
		도시철도 설계기준 항목체계 수립	보고서	1건	5.0	1건
	소 계				100%	
3차	시뮬레이션을 통한	가변동선 유동예측	알고리즘 보고서	100	5.0	100

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	달성치
(3단계)	제어알고리즘 검증	알고리즘 개발	확인			
		보행 알고리즘 검증 성과지표 개발 및 분석모듈 고도화	검증 및 고도화 보고서	1건	5.0	1건
	실시간가변동선분리·유도시스템상세설계	가변장치 및 정보·신호 전달시스템 세설계도	설계보고서 확인	1건	5.0	1건
		가변동선 구조물 상세설계	설계보고서 확인	1건	5.0	1건
		가변장치 시작품 제작	시작품 사진 및 구동영상	1건	5.0	1건
	다구간 이동시스템 시스템 시제품 제작	다구간이동시스템 상세설계	설계보고서 확인	1건	10.0	1건
		다구간이동시스템 시제품 제작 및 성능시험	시제품사진구동영상, 성능시험성적서	1건	10.0	1건
	다구간 이동시스템 운행로 구조물 상세설계	다구간이동시스템 운행로 구조물 상세설계도	구조물 설계보고서 확인	1건	5.0	1건
	교통약자겸용 이동시스템 시제품 제작	교통약자겸용 이동시스템 상세설계도	시스템 설계보고서 확인	1건	10.0	1건
		교통약자겸용 이동시스템 시제품 제작 및 성능시험	시제품사진구동영상, 성능시험성적서	1건	10.0	1건
	교통약자겸용 이동시스템 구조물 상세설계	교통약자겸용 이동시스템 구조물 상세설계도	구조물 설계보고서 확인	1건	5.0	1건
	도시철도역사 평가용 시뮬레이터 프로토타입	실내지도 저작기능 확장 구현	기능설명보고서, 구동영상	1건	5.0	1건
		보행 시뮬레이션기능 프로토타입 완성	시뮬레이션 보고서	1건	10.0	1건
		평가 시뮬레이터 프로토타입 완성	구동영상, 보고서	1건	5.0	1건
	도시철도 건설규칙 하위 항목 체계수립	도시철도 건설규칙 개정	건설규칙개정안 도시철도 시설물 5개분야 설계기준초안	1건	10.0	1건
	소 계				100%	
4차 (4단계)	가변동선 제어알고리즘 검증	가변동선 제어알고리즘 검증	알고리즘 보고서 확인	100	5.0	100
	가변동선 유도 통합시스템 현장 구축용 실시설계	시제품 최적화 및 고도화, 성능시험	설계보고서확인, 성능시험 보고서 확인	1건	10.0	1건
		현장구축용 시스템 실시설계	설계보고서 확인	1건	5.0	1건

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	달성치
	다구간이동시스템 현장 구축 실시설계	시제품 최적화 및 성능시험	성능시험기준(안) 마련, 공인시험성적서	1건	10.0	1건
		현장구축용 시스템 실시설계	시스템 설계도 확인	1건	10.0	1건
	다구간이동시스템 운행로 구조물 현장구축	운행로 구조물 현장구축용 실시설계	실시설계도 확인	1건	5.0	1건
	교통약자 겸용 이동시스템 구조물 현장구축 실시설계	시제품 최적화 및 성능시험	성능시험기준(안) 마련, 공인시험성적서	1건	10.0	1건
		현장구축용 시스템 실시설계	시스템 설계도 확인	1건	10.0	1건
	교통약자겸용 이동시스템 구조물 현장구축	현장구축용 구조물 실시설계	실시설계도 확인	1건	5.0	1건
	시뮬레이터 프로토타입 최적화 및 성능시험	시뮬레이터 기능 고도화	기능 설명 보고서, 구동영상	1건	5.0	1건
		시뮬레이터 성능시험 및 검증	시뮬레이션 보고서	1건	5.0	1건
		시뮬레이터를 이용한 시범역사 구축	시범역사 구축 보고서	1건	5.0	1건
	도시철도 건설기준에 관한 규정 최종안 작성	도시철도 건설기준에 관한 규정 최종안 작성	규정최종(안)	1건	5.0	1건
	도시철도 시설물 설계기준 고시안 작성	도시철도 시설물 설계기준 고시(안) 작성	기준고시(안)	1건	5.0	1건
		도시철도 정거장 및 환승편의시설 설계지침 개정고시(안) 작성	개정고시(안)	1건	5.0	1건
	소 계				100%	
5차 (5단계)	실시간 가변동선 유도 통합시스템 제작	시스템 최종 제작	설계도서 및 실물사진	1건	10.0	1건
	가변동선 유도 통합시스템 현장 성능 시험	시스템 운영을 통한 성능 시험	시험성적서	1건	5.0	1건
		신기술 인증 신청	인증 신청서	1건	5.0	1건
	다구간이동시스템 현장 구축	시스템 최종제작	제작품 사진	1건	5.0	1건
		시스템 현장 구축	현장 사진	1건	10.0	1건
	다구간이동시스템 현장 성능 시험	현장 운영을 통한 성능 시험	평가보고서	1건	5.0	1건

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	달성치
		신기술 인증 신청	인증 신청서	1건	5.0	1건
	교통약자 겸용 ES 현장 구축	시스템 최종 제작	제작품 사진	1건	5.0	1건
		시스템현장구축	현장 사진	1건	10.0	1건
	교통약자겸용 ES현장 성능시험	현장운영을 통한 성능시험	평가보고서	1건	5.0	1건
		신기술 인증 신청	인증 신청서	1건	5.0	1건
	사용자 검증 및 성능개선	프로토타입 시연 및 개선항목 도출	보고서	1건	10.0	1건
		시뮬레이터 성능 개선 및 안정화	평가보고서	1건	5.0	1건
	연구개발 결과물에 대한 경제성 분석	개발 아이템별 비용 및 편익 산출을 통한 경제성 검토	보고서	1건	5.0	1건
	도시철도 시설물 설계기준 고시 지원	도시철도 시설물 설계기준 고시 지원	고시문	1건	5.0	1건
		해설서 작성	보고서	1건	5.0	1건
	소 계				100%	

다. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

4. 연구개발성과의 활용 계획 등

가. 기술수요처

○ 서울교통공사 / 인천교통공사 / 부산교통공사 / 대구도시철도공사 / 광주도시철도공사 / 대전도시철도공사 / 코레일 / 민간철도운영기관 / 지방자치단체

○ 국내 철도 운영기관 활용 :

- 신규역사 건립 시 계획된 다구간이동시스템 통로를 구축할 수 있으므로 지하토목 공사에 필요한 막대한 비용을 절감하고, 교통약자의 이동환승 환경개선에 큰 역할을 할 수 있다.
- 기존역사 교통약자 이동환경 개선 시 내, 외부를 비교적 적은 면적으로 설치가 가능한 시스템으로 활용이 가능하다.

○ 전국 지자체, 각종 관광시설의 활용 :

- 노약자, 장애인등 교통약자의 이동편의를 위해 설치할 수 있다.
- 다구간이동시스템은 계단과 비교하여 적은 공간을 차지하여 공간의 이점을 살린 편의 시설로 이용할 수 있다.

○ 개발제품의 안전성 검증 근거자료로 활용

나. 실용화 계획

○ 환승구간이 상대적으로 긴 구간에 설치하여 환승거리 및 시간 단축을 할 수 있음

○ 철도역사 동선상의 혼잡도 완화를 위한 시설물 개선

○ 철도역사의 환승거리 단축을 위한 시설물 개선

○ 환승역사 이동·환승시스템 설치를 위한 건축 및 인터페이스 설계 참여

○ 역사 이동·환승시설 시공관리 및 유지관리(안) 적용

○ 한국산업기술시험원에서 시행하는 주요부품에 대해서 KC인증시험을 완료하고서, 한국승강기안전공단에서 시행하는 시스템 전체에 대한 KC인증을 취득하고서 실용화 하고자 함

○ 도시철도 역사의 신축 및 변경에 사전 타당성 검토

○ 도시철도역사 평가시뮬레이터

- 도시철도역사 평가시뮬레이터의 활용 절차는 아래와 같이 정리될 수 있으며, 본 기술은 기술이전이 완료 (2017.12)

- 도시철도 역사 개선 사업의 사전 계획 및 사업 검토를 위해 시설 이용자 관점의 공동 인터넷 서비스 및 모바일 서비스 용도가 아닌, 이동・환승 기술 개발과 편의성 개선효과의 사전 시뮬레이션 및 평가지표를 검증할 수 있는 시설 관리처나 철도 시설공단 등 철도사업 시설관리처의 요구와 철도 건축물 설계사업자 등을 대상으로 다양한 형태의 결과물 활용이 기대되며, 특히 교통투자 개선사업에 대한 사전 시뮬레이션과 사후 효과 예측, 비용 산정 시 효율적으로 활용될 것으로 기대됨

- 관련 기술 확산 성과 현황

  • 서울시 동남권 사업단, 강남권 광역환승역사 설계(안) 검토 (2017.6.29.)

  • 한국지방행정연구원, 영동대로 지하공간 복합개발 타당성 조사 검토 (2017.12)

  • 한국철도시설공단, 평가 시스템 관련 교육 실시 (2018.02.23.)

  • ㈜ 매스코 (기술이전사), GTX A 노선 민자사업 컨설팅 (2018.5.31.)

2세부

도시철도 역사 혼잡관리 기술개발

2. 연구수행내용 및 성과
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도
4. 연구개발성과의 활용계획 등

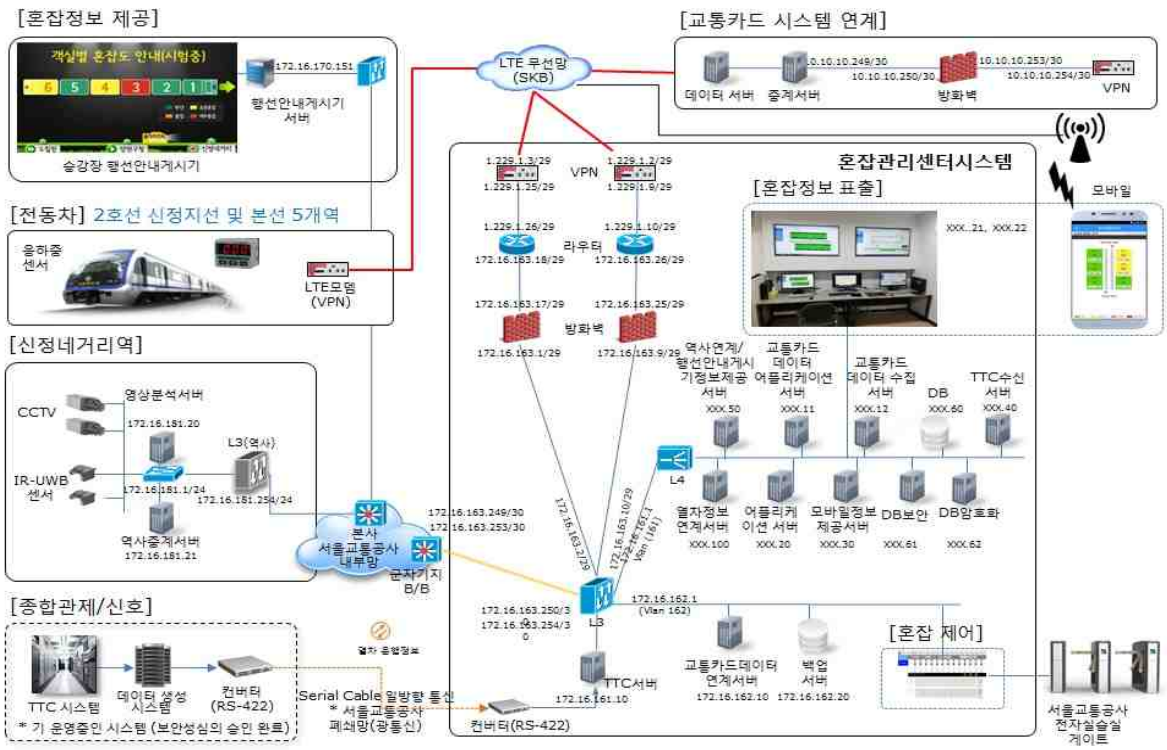
2. 연구수행내용 및 성과

2-1. 연구 수행내용

1. 혼잡도 측정/표출(역사) 및 정보관리시스템 기술 개발

가. 혼잡정보관리 시스템 구축

(1) 구성도



<그림 207> 혼잡관리시스템 상세구성도

(1) 시스템 구성내용

(가) 혼잡정보관리 시스템 (서울교통공사 도시철도연구원)
(가) 열차 및 객차 혼잡도 측정
(가) 승강장 혼잡도 측정
(가) 행선안내게시기/모바일 정보단말 앱 혼잡정보 제공
(가) 혼잡도 게이트 제어
(가) 승강장/열차 혼잡도 예측(신정지선 구간)
(가) 열차 혼잡도 시뮬레이션

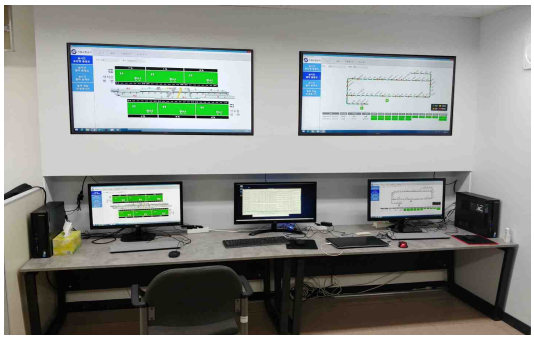
(1) 시스템 역할

혼잡관리센터(서울교통공사 도시철도연구원)에서는 각 열차 및 승강장에서 측정된 혼잡정보를 수집, 가공하여 승강장/열차/객차 혼잡도를 산출하고 행선안내게시기 및 모바일 앱을 통해 혼잡정보를 제공한다. 승강장 혼잡정보에 기반한 게이트 제어를 통해 역사 내 승객들의 이동을 조절할 수 있으며, 교통카드 정보 이력을 이용하여 혼잡정보를 예측함으로써 고객이 열차 이용 전에 혼잡도를 참고할 수 있고 운영기관에서는 혼잡도를 시뮬레이션하여 보다 나은 서비스를 제공한다.



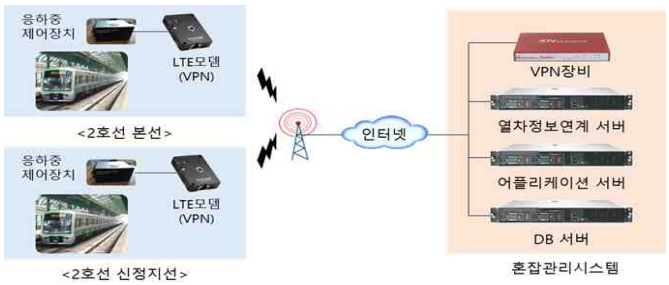
<그림 208> 혼잡관리시스템 S/W 구성도





<그림 209> 혼잡관리센터시스템 구축 <그림 210> 혼잡관리 모니터링시스템 구축

(1) 혼잡관리센터시스템과 테스트베드 열차 연계

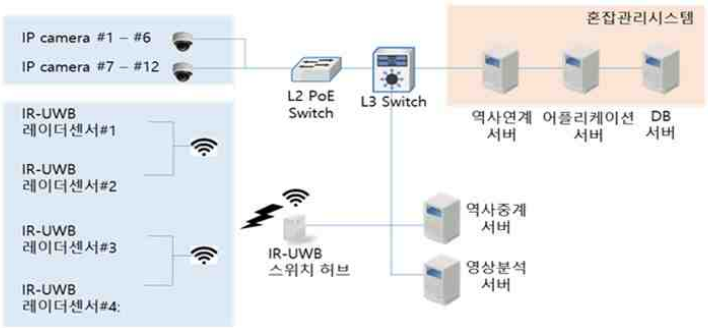


- 외부망 연계를 위한 VPN 장비, 라우터 설치
- 외부망 연계를 위한 방화벽 설치, 라우팅 테이블 및 포트 설정
- 개발서버 내 방화벽 설정

<그림 211> 혼잡관리시스템 열차 연계 네트워크 구성도

(1) 혼잡정보관리 센터 시스템과 신정네거리 역사 연계

(가) 구성도



<그림 212> 2호선 신정네거리역 역사 혼잡도 측정시스템 네트워크 구성도

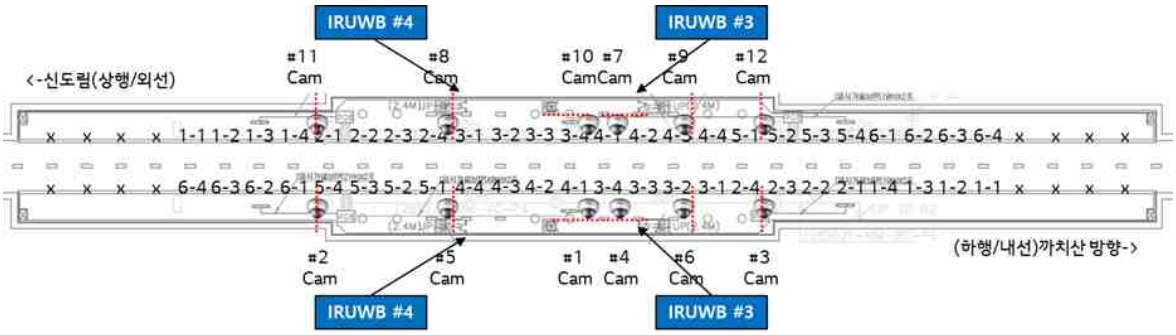
(가) 장비 설치

① IP카메라 기반의 승강장 혼잡도 측정

- 승강장내에 12개의 돔형 IP카메라 및 영상분석서버 설치
- IP카메라에서 동영상을 영상분석서버로 전송
- 영상분석서버는 가상의 감지선에서 사람의 이동에 따른 진출입 이벤트를 발생하여 혼잡정보관리 시스템 내 “역사연계서버”로 전송
- 서버관리를 위하여 KVM스위치와 모니터를 설치

① IR-UWB 레이더 기반의 승강장 혼잡도 측정

- 승장강으로 내려가는 좌/우측 계단 각각에 총 4대의 IR-UWB 레이더 설치
- IR-UWB 스위치허브, 역사중계서버 설치
- IR-UWB 레이더에서 감지된 데이터는 IR-UWB 스위치허브를 거쳐 “역사중계서버”로 전송
- IR-UWB데이터는 역사중계서버에서 혼잡정보관리시스템의 “역사연계서버”로 전송



<그림 213> 2호선 신정네거리역 승강장 혼잡도 측정 장치 설치 위치 및 감지선

가. 혼잡도 표출

(1) 행선안내게시기 표출

(가) 화면구성

① 열차 혼잡도 표출 (신정지선 및 본선 5개역)



<그림 214> 승강장 행선안내게시기 열차 및 객실 혼잡도 표출

① 승강장 혼잡도(신정네거리역 대합실)



<그림 215> 대합실 행선안내게시기 승강장 혼잡도 표출

(가) 시범운영



<그림 216> 2호선 신정지선 및 본선 승강장 행선안내게시기 표출 시범운영

(1) 객실안내표시기

① 열차 내에 객실의 혼잡도를 표시하여 승객이 혼잡도가 낮은 객실로 유도

① 승객은 빨강색 “위치표시”로 자신이 탑승한 객실번호를 알 수 있음



<그림 217> 객실안내게시기 객실별 혼잡 정보표출

① 상단의 그림에서 고객은 3호차에 탑승을 하고 있으며 객실안내표시기를 참고하여 상대적으로 한산한 다른 차량으로 이동할 수 있음

(1) 모바일 어플리케이션

(가) 내용

사용자 휴대단말에 앱을 설치하면 휴대단말을 이용하여 혼잡 정보를 조회할 수 있다. 승강장 혼잡도는 신정네거리 역사의 내/외선 승강장내 섹터별 혼잡도를 조회할 수 있고 열차 혼잡도는 신정지선 전체 열차와 본선구간 일부 열차의 현재 위치와 열차 및 객차 혼잡도를 조회할 수 있다. 혼잡도 예측정보를 제공하여 고객은 혼잡이 심한 경우 탑승시간을 선택할 수 있다.

(가) 화면구성



<그림 218> 모바일 어플리케이션 열차/객차/승강장 혼잡도

(1) 관리콘솔

- 혼잡관리센터에서 열차 및 승강장 혼잡도를 일괄적으로 확인 및 관리



<그림 219> 실시간 열차/객차 혼잡도(관리콘솔 모니터링)



<그림 220> 실시간 승강장 혼잡도(관리콘솔 모니터링)

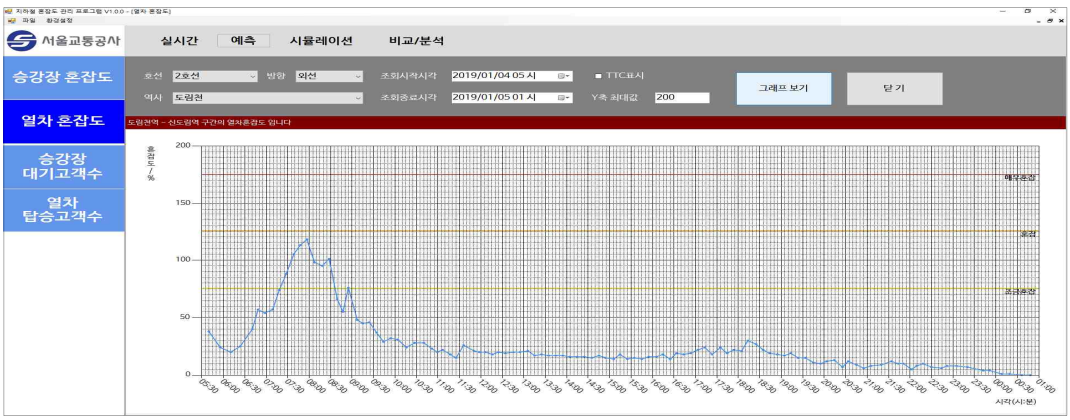
가. 혼잡도 예측

(1) 혼잡도 예측정보 조회

(가) 관리콘솔

① 열차 혼잡도 예측

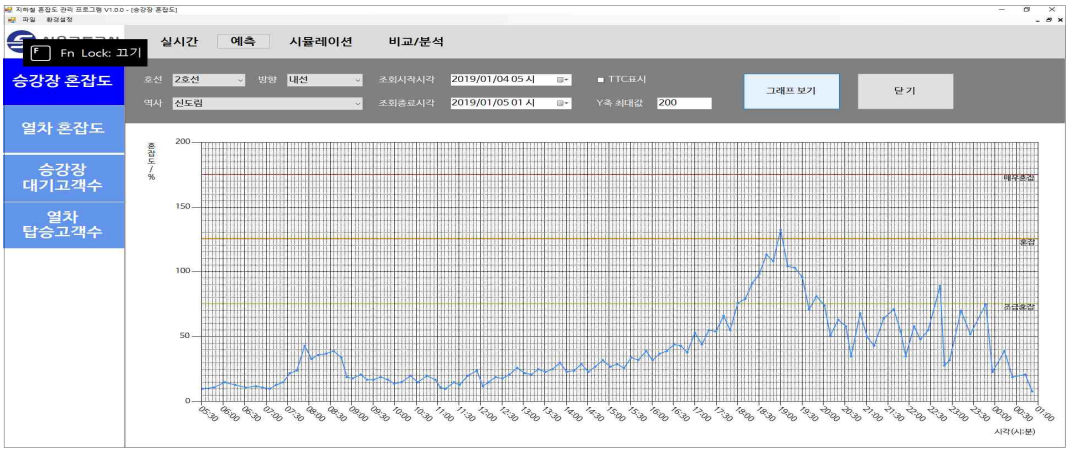
- 호선, 역사, 승강장 방향, 예측 날짜를 입력 한 후 [그래프보기]버튼을 누르면 시간대별로 열차 혼잡도 예측값을 그래프로 표시한다.



<그림 221> 열차 혼잡도 예측(관리콘솔 모니터링)

① 승강장 혼잡도 예측

- 호선, 역사, 승강장 방향, 예측 날짜를 입력 한 후 [그래프보기]버튼을 누르면 시간대별로 열차 혼잡도 예측값을 그래프로 표시한다.



<그림 222> 승강장 혼잡도 예측(관리콘솔 모니터링)

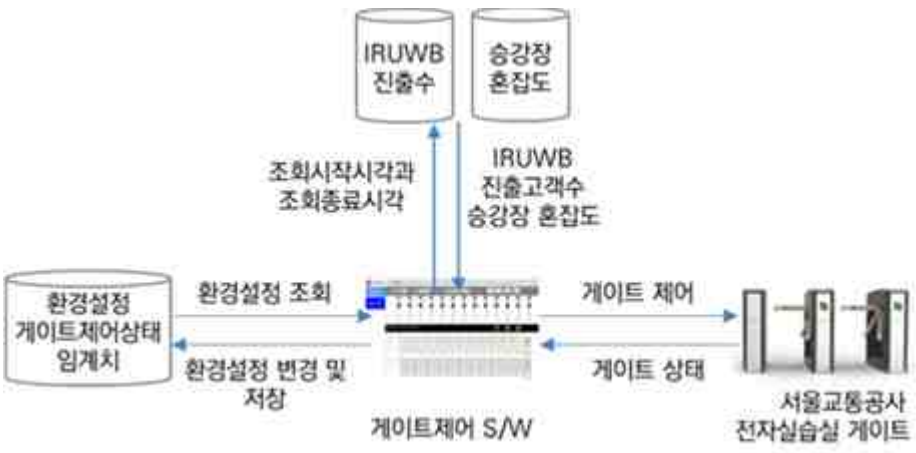
(1) 모바일 어플리케이션을 이용한 혼잡도 예측정보 제공



<그림 223> 모바일 어플리케이션 혼잡도 예측메뉴 및 예측정보

가. 혼잡도 게이트 제어

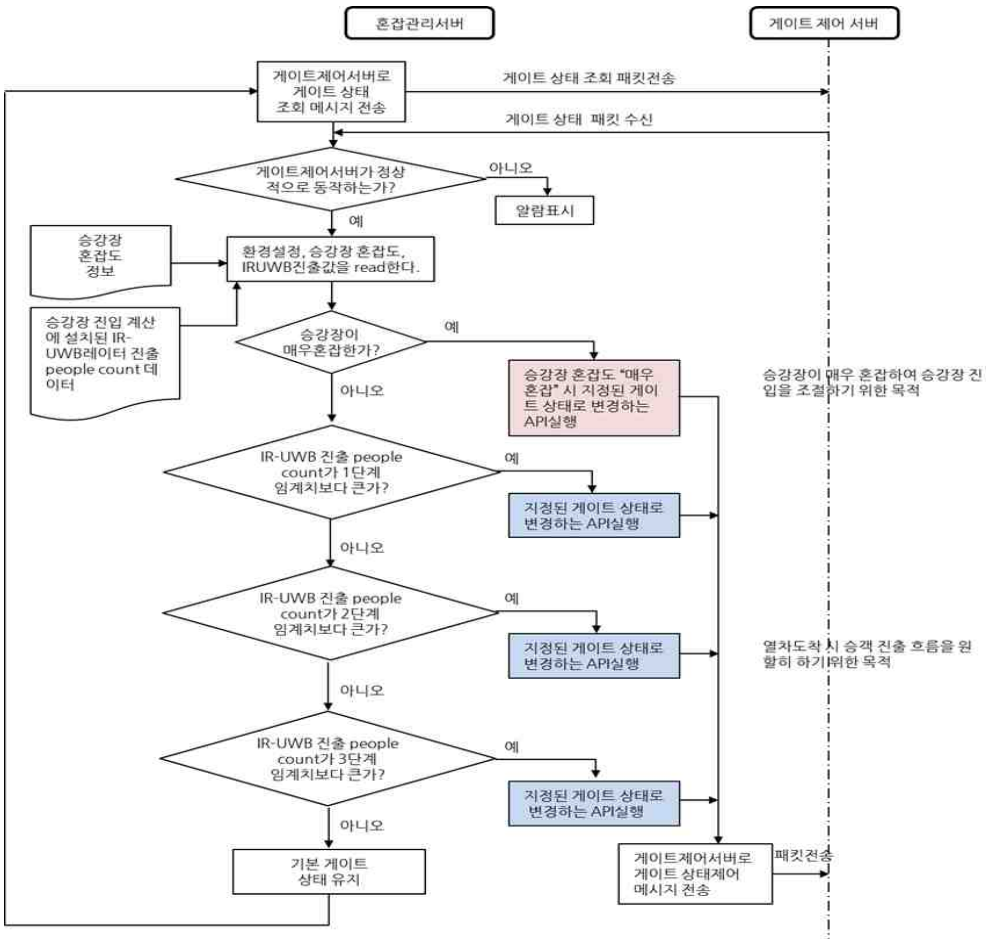
(1) 구성도



<그림 224> 게이트 제어시스템 구성도

- 혼잡관리시스템과 서울교통공사 전자실습실 게이트가 동일망으로 구성되어 있지 않음
- 망이 다른 문제점을 해결하기 위하여 IR-UWB DB와 승강장 혼잡도 DB를 게이트제어 S/W가 설치되어 있는 PC로 import함
- 게이트제어 S/W가 설치된 PC를 게이트제어 시스템과 동일한 망으로 연결하여 IRUWB 진출입 수와 승강장 혼잡도에 근거하여 게이트를 제어하도록 구현

(1) 알고리즘



<그림 225> 게이트 제어시스템 알고리즘

가. 혼잡도 시뮬레이터 개발

(1) 기술개요

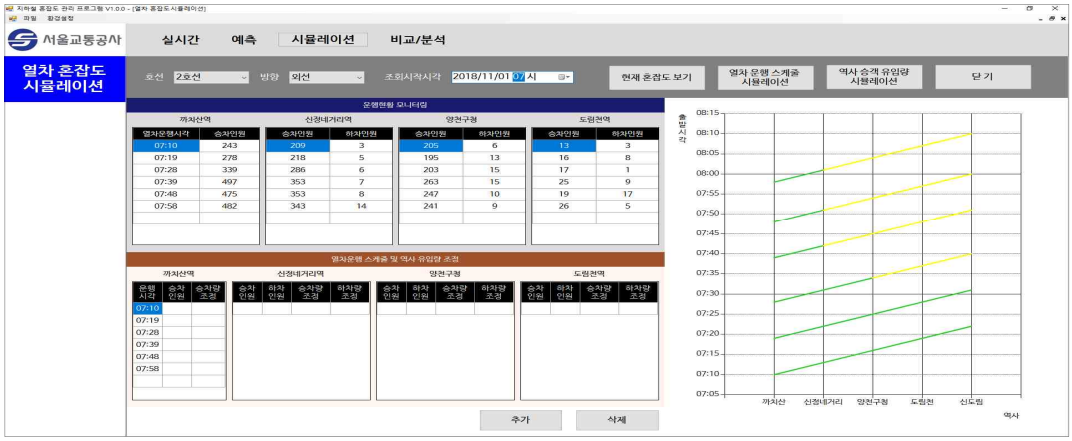
- 열차운행스케줄 관리 및 고객서비스 향상을 위해 열차운행 횟수 조정을 하거나 이벤트 발생에 따른 이용고객이 급증하는 상황에 대처하기 위한 방안 모색을 위해 활용

(1) 시뮬레이션 동작방법

(가) 열차운행 스케줄 시뮬레이션

① 초기화면

㉮ 현재 상태의 혼잡도 표시



<그림 226> 열차운행 스케줄 시뮬레이션 프로그램(초기화면)

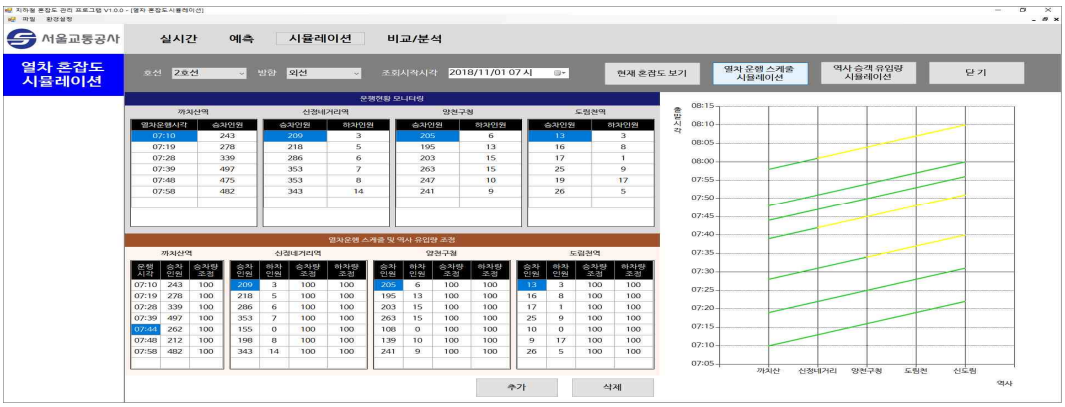
② 열차 1대를 투입하는 경우

㉮ 상단의 그림에서 양천구청역, 도림천역, 신도림역에서 열차 혼잡도가 높으므로 해당 시간대에 열차를 1대 추가 투입한다.

㉯ 하단의 열차 운행 스케줄에서 열차를 추가한다. [추가]버튼을 선택하면 열차 운행 시각을 입력할 수 있다.

㉰ 열차운행스케줄에 “07:44”를 추가한다. [열차운행스케줄 시뮬레이션]을 선택한다.

㉱ 아래 그림과 같이 혼잡도가 완화되는 것을 확인할 수 있다.



<그림 227> 열차운행 스케줄 시뮬레이션 프로그램(열차 1대 투입 시)

③ 열차 1대를 제거하는 경우

㉮ 열차 운행을 삭제하기 위하여 “07:48” 열차를 [삭제] 버튼을 이용하여 열차운행 스케줄에서 삭제한다.

㉯ [열차운행스케줄 시뮬레이션]버튼을 선택한다.

㉰ 하단의 그림과 같이 07:48분 열차가 없는 경우에 대한 혼잡도를 화면에 표시 한다.



<그림 228> 열차운행 스케줄 시뮬레이션 프로그램(열차 1대 삭제 시)

(가) 역사 승객 유입량 시뮬레이션

① 이벤트가 발행하여 역사 유입량이 늘어난 경우

㉮ 하단의 표에서 [승차량 조정] 필드값을 수정한다. 기존값과 동일한 경우 100이다. 승차량이 늘어난 경우 100보다 큰 값을 입력하고 승차량이 줄어든 경우 100보다 적은 값을 입력한다.

㉯ [역사승객 유입량 시뮬레이션]버튼을 선택한다.

㉰ “07:48”에 운행되는 열차에 대해 양천구청역에 승차인원이 5배 늘어난 경우 해당 열차의 혼잡도가 “조금혼잡”에서 “매우 혼잡”으로 변환된 것을 확인할 수 있다.



<그림 229> 열차운행 스케줄 시뮬레이션 프로그램(역사 승객 유입량 5배 증가 시)

2. IR-UWB 및 IoT 센서개발

가. 혼잡도 측정 장치 및 알고리즘 개발

(1) Congestion Monitoring Radar System

(가) Congestion Monitoring Radar 장치 구성

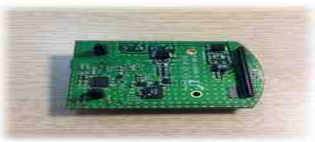
레이더 모듈 구성은 안테나 일체형 임베디드 모듈과 통신을 위한 통신 인터페이스 보드로 구성된 Radar Sensor 2개와 수신 Data를 처리해 주는 Raspberry Pi 2, 전원 공급 및 통신을 위한 Power over Ethernet(POE) Splitter 그리고 무선 데이터 전송을 위한 WiFi LAN Card 로 구성되어 있음.



안테나 일체형 임베디드 모듈

구성	구분	Spec
송/수신 안테나	각도	수평: 10° 수직: 90°
	사이즈	210mm×50mm
레이더 칩	Novelda X2	-
MCU	Atmel ARM Cortex-M4	Clock: 120 MHz Memory: 2MB

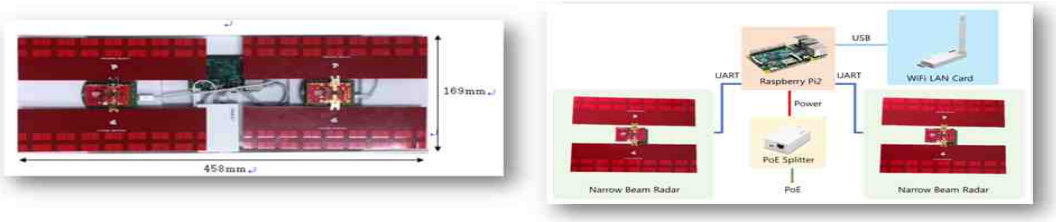
<그림 230> IR-UWB 레이더 안테나 일체형 임베디드 모듈



전원, 통신 인터페이스 보드

구성	구분
전원	5V
통신	UART
포트	Micro 5pin – USB 포트

<그림 231> IR-UWB 레이더 인터페이스 보드



구성	수량	구분
Radar Sensor	2	신호 송수신
Raspberry Pi 2	1	수신 Data 처리
Power over Ethernet (PoE) Splitter	1	전원 공급 및 통신
WiFi LAN Card	-	무선 데이터 전송

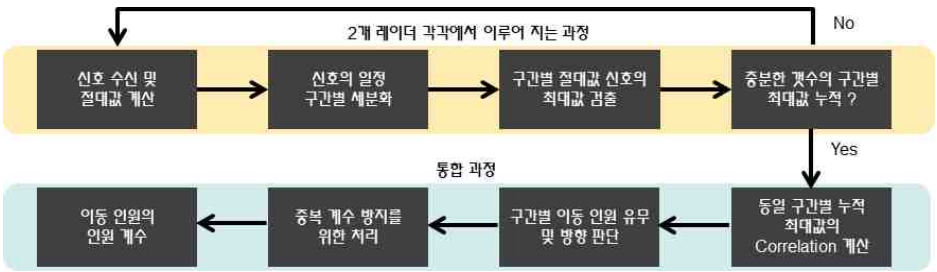
<그림 232> Congestion Monitoring Radar 장치 구성도



<그림 233> Congestion Monitoring Radar System

(나) 혼잡도 측정 알고리즘

- 혼잡도 측정 알고리즘은 Correlation을 이용하여 설계되었음.
- 첫 번째로는 일정 거리 구간에서 2개 레이더 신호의 세기를 활용하고 두 번째 로 구간별 각 레이더 신호의 최대값 간 Correlation을 이용하여 사람의 이동 방향을 판단함.



<그림 234> IR-UWB 혼잡도 측정 알고리즘 순서도

나. 시제품 설치 및 성능 검증

(1) 시작품/시제품 제작 및 설치

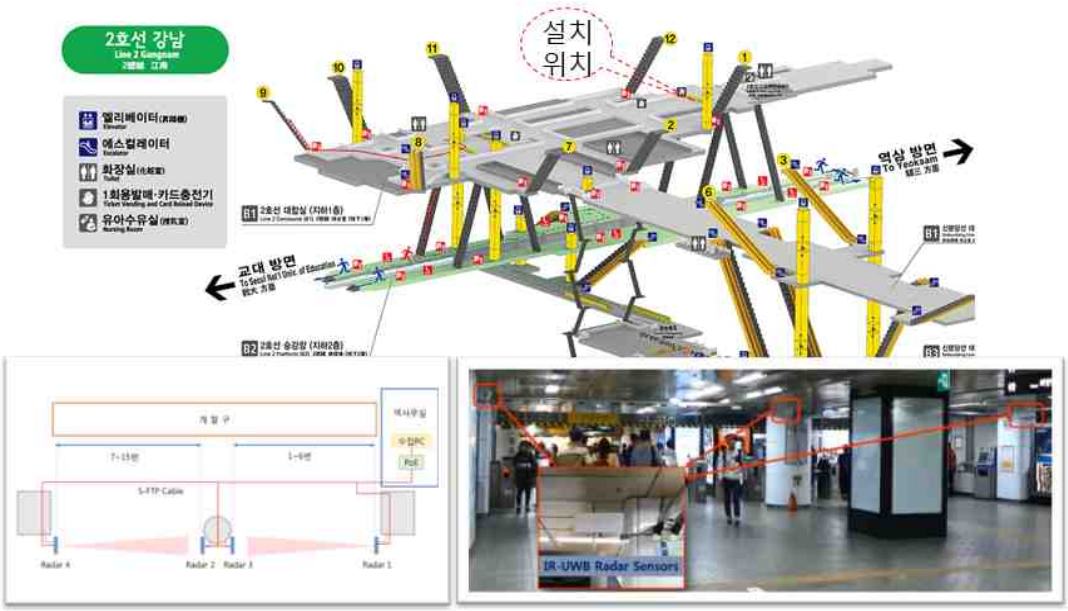
(가) 강남역

① 다음 그림은 강남역에 설치된 혼잡도 측정 센서임. 그림 중 빨간색을 표시된 것은 역사에 설치 된 혼잡도 측정 센서임.

② 강남역에 설치되어 있는 혼잡도 센서를 대상으로 AFC 데이터와 혼잡도 측정 센서의 결과를 비교 분석해 보았음.

③ 혼잡도 측정 센서는 양쪽에 2세트 설치되어 있음

④ 통로길이는 총 12m 이고 현재 각 혼잡도 측정센서 당 6m를 측정하고 있음.



<그림 235> 2호선 강남역 성능 검증을 위한 IR-UWB 센서 설치

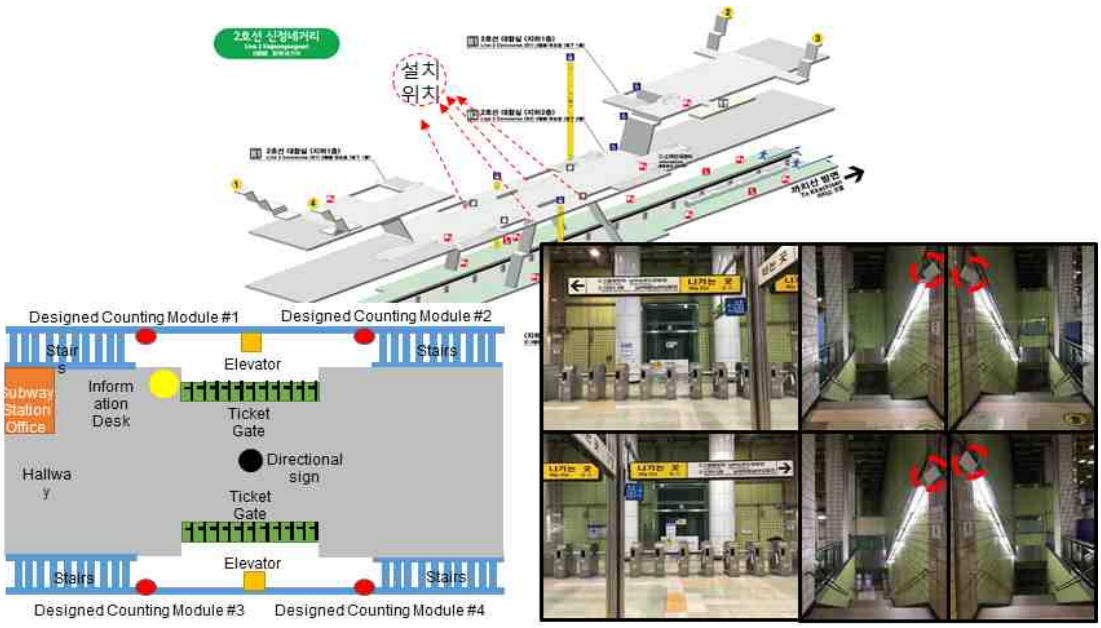
(나) 신정네거리역

① 신정네거리역에 설치되어 있는 혼잡도 센서를 대상으로 수일간의 AFC 데이터와 혼잡도 측정센서의 결과를 비교 분석함.

② 다음 그림은 신정네거리역의 혼잡도 측정센서 설치도임. 그림에서 Designed Counting Module #1 과 Designed Counting Module #2는 까치산행 방향에 설치되어 있고, Designed Counting Module #3 과 Designed Counting Module #4는 신도림행 방향에 설치되어 있음.

③ 설치위치 상 엘리베이터를 이용하여 승하차를 하는 고객은 센서에 측정되지 않아 측정상 오차가 존재할 수 있음.

④ 설치위치 상 개찰구와 측정센서 사이의 거리로 인하여 측정시간에 지연시간이 발생할 수 있음. 이로 인하여 혼잡도 측정 센서의 결과와 AFC데이터 사이에 오차가 존재할 수 있음.



<그림 236> 2호선 신정네거리역 성능 검증을 위한 IR-UWB 센서 설치

(2) 현장 운영을 통한 알고리즘 성능 검증

(가) 환승통로에서의 센서 성능 검증(강남역)

① 측정거리 3m 이상

㉮ 다음 그림은 강남역에 설치된 혼잡도 측정센서로 혼잡도 측정센서 2세트로 총 12미터 통로를 커버하고 있음.

㉯ 각 혼잡도 측정센서 당 6m를 커버하고 있어, 혼잡도 측정센서의 측정 범위가 3m 이상인 것을 확인할 수 있음.



<그림 237> 2호선 강남역 혼잡도 측정센서 측정범위

② 측정 횟수 초당 3회 이상

㉮ 다음 표는 2017년 9월 14일 13시 6분 21초부터 13시 6분 22초까지 강남역에 설치해 놓은 컴퓨터에 저장된 데이터 임.

㉯ 초당 18개의 데이터가 수신되므로 목표치 초당 3회 이상을 달성함.

연번	시간						데이터			
	년	월	일	시	분	초	Data1	Data2	…	Data78
1	2017	9	14	13	6	20.994	1.09E-06	4.57E-08	…	4.31E-09
2	2017	9	14	13	6	21.109	1.06E-06	5.44E-08	…	1.57E-09
3	2017	9	14	13	6	21.142	3.57E-06	2.25E-07	…	1.26E-09
4	2017	9	14	13	6	21.179	4.37E-06	3.40E-07	…	1.35E-09
5	2017	9	14	13	6	21.215	6.50E-06	5.92E-07	…	1.42E-09
6	2017	9	14	13	6	21.306	4.80E-06	4.20E-07	…	1.53E-09
7	2017	9	14	13	6	21.326	3.73E-06	4.62E-07	…	1.62E-09
8	2017	9	14	13	6	21.383	3.96E-06	5.00E-07	…	1.77E-09
9	2017	9	14	13	6	21.433	4.08E-06	5.11E-07	…	3.84E-09
10	2017	9	14	13	6	21.548	5.15E-06	5.93E-07	…	2.06E-09
11	2017	9	14	13	6	21.586	6.95E-06	9.46E-07	…	1.58E-09
12	2017	9	14	13	6	21.656	9.30E-06	1.46E-06	…	1.46E-09
13	2017	9	14	13	6	21.707	1.21E-05	1.76E-06	…	1.58E-09
14	2017	9	14	13	6	21.739	7.20E-06	9.34E-07	…	2.04E-09
15	2017	9	14	13	6	21.808	2.65E-06	4.57E-07	…	3.23E-09
16	2017	9	14	13	6	21.884	2.13E-06	4.15E-07	…	1.80E-09
17	2017	9	14	13	6	21.9	2.06E-06	3.52E-07	…	1.74E-09
18	2017	9	14	13	6	21.956	1.89E-06	3.60E-07	…	3.34E-09

<표 76> 2호선 강남역 IR-UWB 측정데이터(2017년 9월 14일)

③ 정확도 85%이상

㉮ 2017년 8월 30일 오후에 강남역에 가서 혼잡도 측정센서가 설치되어 있는 통로를

통과하는 사람을 카운팅하고 그 결과값과 혼잡도 측정센서의 결과값을 비교함

㉯ 5분마다 그 해당 5분내에 통로를 통과하는 사람 수를 비교함.

㉰ 총 14세트의 데이터가 있는데, 각각의 데이터는 5분의 통행량에 대한 결과임. 그 결과 하루 누적 정확도가 목표인 85%이상인 것을 확인할 수 있음.

Data Set (5분 결과)	In				Out			
	참값	측정값	오차	오차율	참값	측정값	오차	오차율
Set#1	99	98	1	1.01%	185	180	5	2.7%
Set#2	119	110	9	7.56%	80	67	13	16.25%
Set#3	111	118	-7	-6.31%	-	-	-	-
Set#4	133	123	10	7.52%	170	150	20	11.76%
Set#5	104	91	13	12.5%	170	169	1	0.59%
Set#6	107	98	9	8.41%	162	173	-11	-6.79%
Set#7	-	-	-	-	170	161	9	5.29%
Set#8	-	-	-	-	188	220	-32	-17.02%
Set#9	-	-	-	-	170	161	9	5.29%
Set#10	93	88	5	5.38%	-	-	-	-
Set#11	119	135	-16	-13.45%	-	-	-	-
Set#12	160	154	6	3.75%	-	-	-	-
Set#13	177	162	15	8.47%	198	170	28	14.14%
Set#14	132	143	-11	-8.33%	-	-	-	-

<표 77> 2호선 강남역 IR-UWB 성능 시험결과(2017년 8월 30일)

④ 전송오류 1%이하

㉮ 전송오류 분석은 강남역 PC에 수신된 데이터와 데이터가 수신 되었을 때 저장된 시간을 기반으로 진행하였음.

㉯ 데이터 손실은 데이터 저장된 시간 분석을 통해 알 수 있으며, 저장된 데이터 중 4시부터 23시까지의 수신데이터를 분석해본 결과 무작위 10개 데이터를 추출하였을 때 손실된 데이터가 없음을 확인하였음.

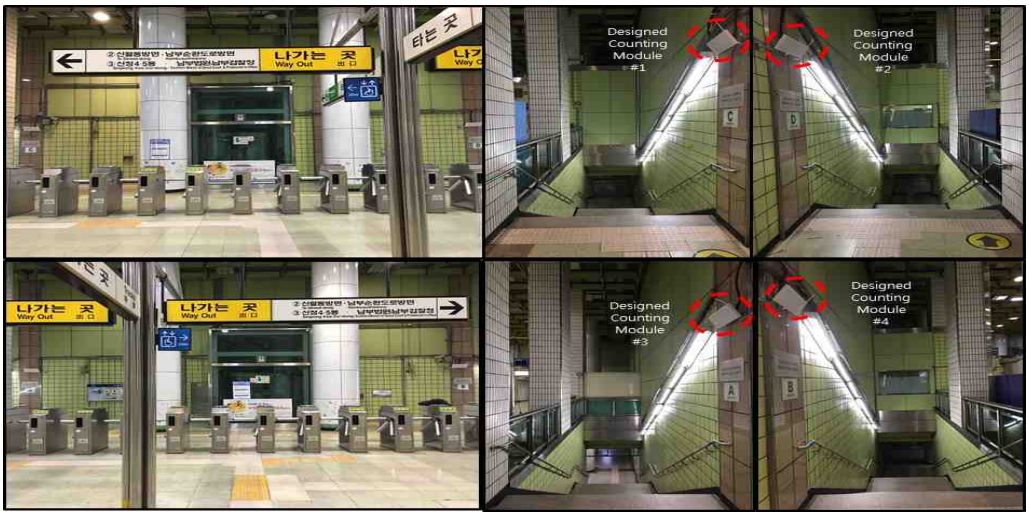
연번	시간						데이터			
	년	월	일	시	분	초	Data1	Data2	…	Data78
1	2017	9	13	10	20	17.145	4.92E-08	9.40E-08	…	3.85E-09
2	2017	9	13	10	20	17.194	1.52E-07	1.11E-07	…	1.25E-08
3	2017	9	13	10	20	17.211	2.67E-07	1.51E-07	…	1.28E-08
4	2017	9	13	10	20	17.293	1.56E-07	8.05E-08	…	2.01E-08
5	2017	9	13	10	20	17.375	1.37E-07	8.30E-08	…	1.11E-08
6	2017	9	13	10	20	17.391	1.27E-07	8.50E-08	…	1.26E-08
7	2017	9	13	10	20	17.473	1.46E-07	9.89E-08	…	1.23E-08
8	2017	9	13	10	20	17.546	1.10E-07	1.02E-07	…	1.43E-08
9	2017	9	13	10	20	17.619	1.11E-07	8.86E-08	…	1.39E-08
10	2017	9	13	10	20	17.693	1.11E-07	8.21E-08	…	1.34E-08

<표 78> 2호선 강남역 무작위 추출 IR-UWB 측정데이터(2017년 9월 13일)

(나) 계단에서의 센서 성능 검증(신정네거리역)

① 측정거리 3m 이상

㉮ 신정네거리역의 계단에 혼잡도 측정센서를 설치하여 설치환경 상 2m 내외의 거리를 측정하지만, 6m 거리를 커버하는 강남역에 설치된 혼잡도 측정센서와 동일센서를 설치하였기에 측정 범위가 3m이상인 것을 확인할 수 있음.



<그림 238> 2호선 신정네거리역 혼잡도 측정 센서 검증

② 측정 횟수 초당 3회 이상

㉮ 다음 표는 2017년 10월 19일 12시 25분 25초부터 12시 25분 26초까지 저장된 데이터임

㉯ 초당 18개의 데이터가 수신었으므로 목표치 초당 3회 이상을 달성함.

연번	시간						데이터			
	년	월	일	시	분	초	Data1	Data2	…	Data38
1	2017	10	19	12	25	25.05	1.01E-09	7.05E-11	…	9.95E-09
2	2017	10	19	12	25	25.115	1.04E-09	3.07E-11	…	8.12E-09
3	2017	10	19	12	25	25.135	8.27E-10	3.13E-11	…	1.22E-08
4	2017	10	19	12	25	25.171	2.36E-10	5.64E-11	…	1.09E-08
5	2017	10	19	12	25	25.263	1.77E-10	1.85E-11	…	1.42E-08
6	2017	10	19	12	25	25.328	1.48E-10	1.72E-11	…	9.62E-09
7	2017	10	19	12	25	25.344	4.98E-10	2.83E-11	…	5.16E-09
8	2017	10	19	12	25	25.416	3.56E-10	6.10E-11	…	4.42E-09
9	2017	10	19	12	25	25.449	2.13E-10	1.88E-11	…	2.30E-09
10	2017	10	19	12	25	25.544	1.65E-10	4.22E-11	…	2.03E-09
11	2017	10	19	12	25	25.573	1.12E-10	1.01E-11	…	3.62E-09
12	2017	10	19	12	25	25.623	1.13E-10	8.44E-12	…	4.77E-09
13	2017	10	19	12	25	25.747	1.27E-10	2.28E-11	…	4.70E-09
14	2017	10	19	12	25	25.762	1.17E-10	1.70E-11	…	2.20E-08
15	2017	10	19	12	25	25.829	1.13E-10	1.63E-11	…	3.82E-09
16	2017	10	19	12	25	25.848	2.89E-10	1.82E-11	…	3.48E-09
17	2017	10	19	12	25	25.901	1.14E-10	2.28E-11	…	2.78E-09
18	2017	10	19	12	25	25.955	7.17E-11	3.72E-11	…	5.75E-09

<표 79> 2호선 신정네거리역 IR-UWB 측정데이터(2017년 10월 19일)

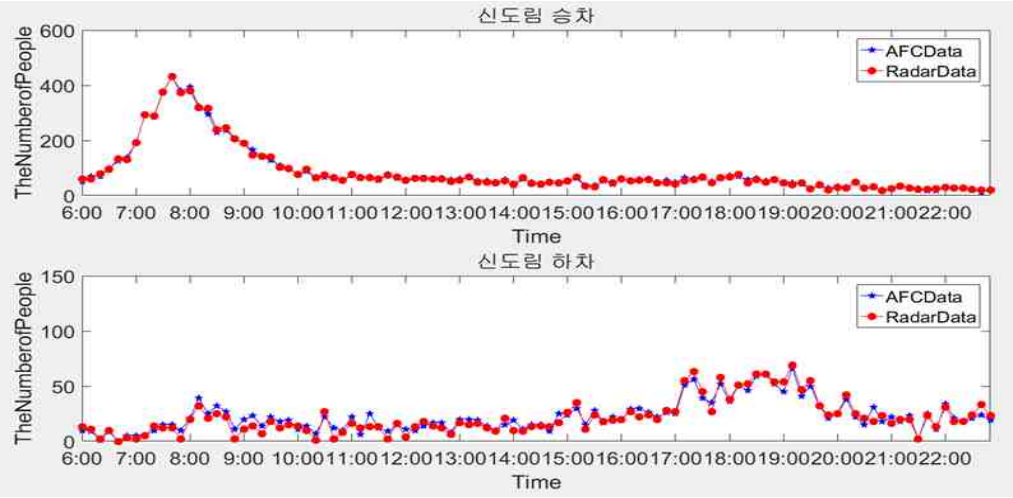
③ 정확도 85%이상

㉮ 다음 그림은 2016년 11월 22일에 대한 10분단위(열차운행간격: 10분) 측정 결과임.

㉯ 그림에서 빨간색 동그라미 모양은 혼잡도 측정센서 측정값이고 파란색 별 모양은 AFC 데이터임.

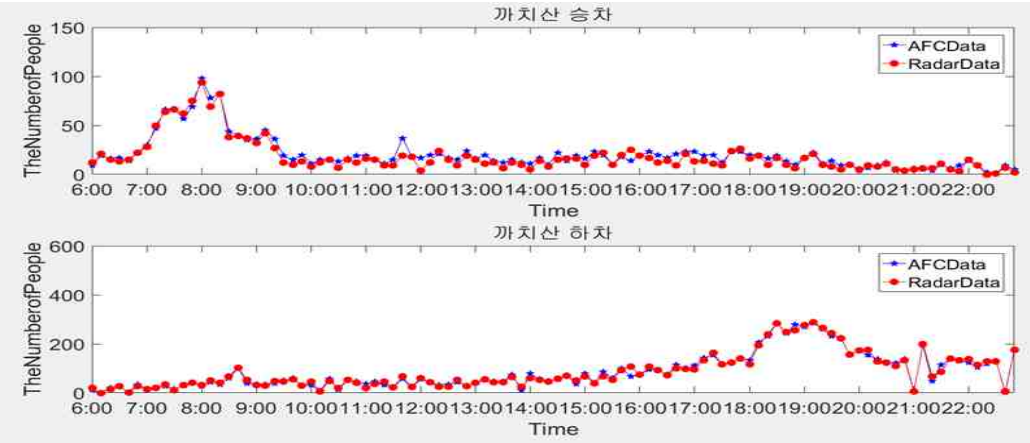
㉰ 그림 중 같은 날짜로 된 그림이 2개 있는데 그중 하나는 신도림행 열차 승하차 승객에 대한 데이터이고 다른 하나는 까치산행 열차 승하차에 대한 데이터 임.

㉱ 혼잡도 측정센서로 측정된 값은 AFC 데이터와 비슷한 결과를 나타나는 것을 볼 수 있으며, 이는 설계된 혼잡도 측정 센서가 신뢰성이 있다는 것을 증명함.



<그림 239> 2호선 신정네거리역 외선 승하차 승객수 10분 단위 비교

* 측정일: 2016년 11월 22일



<그림 240> 2호선 신정네거리역 내선 승하차 승객수 10분 단위 비교

* 측정일: 2016년 11월 22일

㈐ 다음 표는 승차, 하차의 데이터 중 출퇴근 시간 가장 유동량이 많을 시간대를 추출하여 표로 정리한 결과 임. 승차는 오전 7시 ~ 9시, 하차는 오후 6시 ~ 8시를 추출하였고 2시간의 Data를 10분간격으로 총 12세트의 데이터로 만들었으며, 하루 누적 정확도가 목표인 85%이상인 것을 확인할 수 있음.

Data Set	시간	AFC(명)	Radar(명)	오차율(%)	비고
Set #1	07:00 - 07:10	191	192	-0.52	누적오차율: (07:00 - 09:00) AFC: 8816명 Radar: 8817명 오차율: -0.01%
Set #2	07:10 - 07:20	292	292	0	
Set #3	07:20 - 07:30	287	288	-0.35	
Set #4	07:30 - 07:40	374	376	-0.53	
Set #5	07:40 - 07:50	431	431	0	
Set #6	07:50 - 08:00	379	372	1.85	
Set #7	08:00 - 08:10	394	380	3.55	
Set #8	08:10 - 08:20	324	318	1.85	
Set #9	08:20 - 08:30	296	316	-6.76	
Set #10	08:30 - 08:40	229	240	-4.80	
Set #11	08:40 - 08:50	237	247	-4.22	
Set #12	08:50 - 09:00	205	207	-0.98	

<표 80> 2호선 신정네거리역 외선승강장 IR-UWB 승차데이터 정확도

* 측정일시: 2016년 11월 22일, 07:00~09:00

Data Set	시간	AFC(명)	Radar(명)	오차율(%)	비고
Set #1	18:00 - 18:10	133	117	12.03	누적오차율: (18:00 - 20:00) AFC: 8782명 Radar: 8817명 오차율: -0.40%
Set #2	18:10 - 18:20	205	195	4.88	
Set #3	18:20 - 18:30	232	240	-3.45	
Set #4	18:30 - 18:40	285	284	0.35	
Set #5	18:40 - 18:50	244	248	-1.64	
Set #6	18:50 - 19:00	279	255	8.60	
Set #7	18:00 - 19:10	270	277	-2.59	
Set #8	19:10 - 19:20	287	288	-0.35	
Set #9	19:20 - 19:30	260	265	-1.92	
Set #10	19:30 - 19:40	232	244	-5.17	
Set #11	19:40 - 19:50	224	222	0.89	
Set #12	19:50 - 20:00	155	156	-0.65	

<표 81> 2호선 신정네거리역 내선승강장 IR-UWB 하차데이터 정확도

* 측정일시: 2016년 11월 22일, 18:00~20:00

④ 전송오류 1%이하

㉮ 전송오류 분석은 신정네거리역 PC에 수신된 데이터와 데이터가 수신 되었을 때 저장된 시간 기반으로 진행하였음.

㉯ 데이터 손실은 데이터 저장된 시간 분석을 통해 알 수 있으며, 저장된 데이터 중 4시부터 21시까지의 수신데이터를 분석해본 결과 무작위 10개 데이터를 추출하였을 때 손실된 데이터가 없음을 확인하였음.

연번	시간						데이터			
	년	월	일	시	분	초	Data1	Data2	…	Data38
1	2017	10	19	10	17	23.821	3.54E-07	1.99E-09	…	2.28E-08
2	2017	10	19	10	17	23.888	3.81E-07	1.94E-09	…	4.37E-08
3	2017	10	19	10	17	23.925	5.62E-07	1.76E-09	…	2.19E-08
4	2017	10	19	10	17	23.978	1.54E-07	1.12E-09	…	5.11E-09
5	2017	10	19	10	17	24.055	1.56E-07	1.11E-09	…	6.45E-09
6	2017	10	19	10	17	24.149	1.23E-07	1.21E-09	…	6.85E-09
7	2017	10	19	10	17	24.165	1.02E-07	1.15E-09	…	5.68E-09
8	2017	10	19	10	17	24.208	9.67E-08	9.57E-10	…	3.48E-09
9	2017	10	19	10	17	24.276	9.45E-08	8.53E-10	…	9.43E-09
10	2017	10	19	10	17	24.322	4.14E-08	6.03E-10	…	1.06E-08

<표 82> 2호선 신정네거리역 IR-UWB 수신데이터(2017년 10월 19일)

(다) 신기술(NET : New Excellent Technology) 인증

㉮ 본'IR-UWB 레이더를 활용하여 역사 혼잡도를 측정하는 시스템 개발'연구를 진행하며 개발한 혼잡도 측정 알고리즘을 바탕으로 국가기술표준원과 한국산업기술진흥협회 주관 하에 신기술(NET) 인증을 받음.

㉯ 이는 본 기술이 혼잡도 측정에 있어 신뢰성 및 유효성을 갖춘 기술임을 의미함.



<그림 241> 「IR-UWB 레이더 활용 혼잡도 측정」 신기술 인증서

3. 객실 혼잡도 측정 시스템 개발

가. 전동차 객실 혼잡도 측정시스템의 개발

(1) 연구목표

- 시스템 상세 설계
- 응하중 압력센서 설계 및 제작
- 응하중 측정장치 설계 및 제작
- 응하중 제어장치 설계 및 제작
- 성능 확인을 위한 시험기 제작
- 환경 및 기능 시험

(2) 핵심성과

(가) 시스템 상세 설계

○ 시스템은 승객량 제어장치를 차량내의 압력센서와 기타 센서를 인터페이스화 하여 연결되도록 설계

○ 차량의 정보를 수집하기 위한 장치 및 CAN통신 라인 등 여러 종류의 신호와 연결될 수 있도록 설계

(나) 응하중 압력센서의 상세설계 및 제작

○ 제작 상 고려된 요소

- 센서의 성능 개선을 위한 Offset & Gain Control 기능 적용
- 프로그램에 의한 Offset & Gain Control 기능 제어방식
- 프로그램에 의한 미세전압 조정 가능 기능 (튜닝 가능)
- 사용 센서의 대한 철도차량의 신뢰성 시험을 통해 내구성 확인 및 Data 확보
- 진동 1종 1B : 환경시험을 통해 압력센서의 내구성 Data를 확보하여, 이를 통해 승객량 조사 프로젝트의 신뢰성 확보
- Calibration 편의성 고려
- 내구성 시험 고려 (온도/진동시험 실시)



형 식			YPET1
공기압력 감지 시스템			반도체 센서에 의한 공기압력 감지
투입 공기 압력(성능보증)			0~6bar
선간전압	정격		DC 24V
	성능보증		DC 24V ±10%
	작용보증		DC 15V ±10%
출력신호	공기스프링 압력신호 (AS)	1선 및 4선	* 아날로그 전압신호 * 전원: 24V±10%(20℃에서) * 스케일링: 1.0±0.1V(0bar) 5.0±0.1V(6bar) * 부하임피던스: 1KΩ 또는 그 이상(DC 500V)
절연저항			도전부와 케이스간 10MΩ 이상(DC500V)
주위온도 범위(℃)	성능보증		-25℃ ~ +45℃
	작용보증		-25℃ ~ +55℃
	저장		-25℃ ~ +70℃
주위습도 범위(%RH)	성능보증		45℃에서 95%이하 (이슬형상이 발견되지 않는 조건)
	작용보증		
	저장		

<그림 242> 압력센서의 형상 및 사양

(다) 응하중 측정장치의 개발의 상세설계 및 제작

① 제작 상 고려된 요소

- 개발 방향의 설정 수립 및 개발 방향 구체화를 통한 실제품 개발
- CAN 통신 방식 설계
- 압력센서와의 인터페이스 설계
- CAN통신 데이터 구조 (프로토콜) 설계
- 기기와의 외부 인터페이스 설계
- 하드웨어의 아날로그 및 디지털 입/출력 설계
- 정밀 응하중 측정 및 보정을 위한 알고리즘 개발
- 차량의 정밀한 승객량 측정 및 정보전송의 목표 달성
- 환경시험을 통해 측정장치의 내구성 Data를 확보하여, 이를 통해 승객량 조사 프로젝트의 신뢰성 확보
- 4개 편성용 총 16set 제작



형 식			응하중 측정장치
작용 시스템			반도체 IC들로 구성된 마이크로 컴퓨터 시스템
선간전압	정격		DC 24V
	성능보증		DC 24V ±10%~-30%
	공급 전원용량		최대 18W
입력신호	공기스프링 압력신호 (AS)	1선 및 4선	* 아날로그 전압신호 * 전원공급: 12~24V(제어기로부터) * 압력센서규격(출력전압) - 0bar: 1±0.04V - 6bar: 5±0.04V
통신			CAN통신
절연저항			DC500V MΩ으로 저항 측정, 10MΩ이상
주위온도 범위(℃)	성능보증		-25℃ ~ +45℃
	작용보증		-25℃ ~ +55℃
	저장		-25℃ ~ +70℃

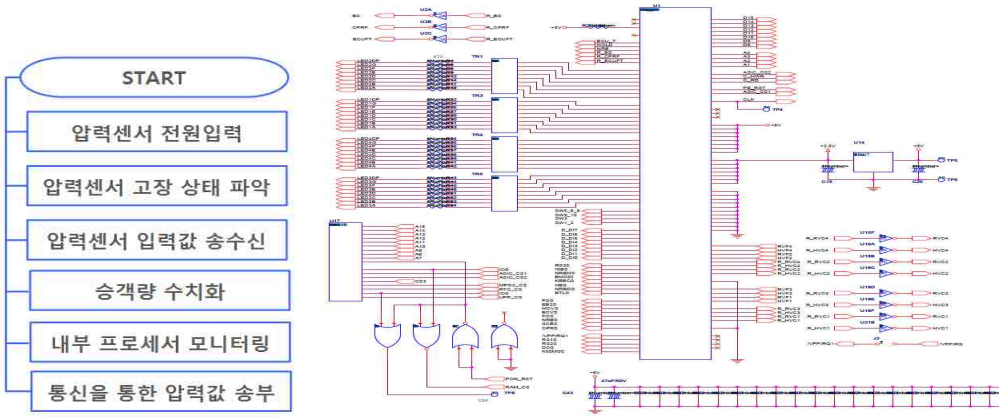
<그림 243> 응하중 측정장치의 형상 및 제원

② 응하중 측정장치 구성요소 및 기능

- CPU보드

a. 20개의 디지털 입/출력 및 6개의 안정적인 아날로그 입/출력 기능

b. 통신기능 : 내부 통신 메모리 데이터를 CAN통신으로 변환하여 출력, RS234/485 통신가능



<그림 244> 응하중 측정장치 프로세서 및 CPU 회로도

- POWER 보드

a. DC24, 5V, 12V 전압 생성

b. Noise 감쇄 및 전기적 충격 완화를 위한 노이즈 저감회로 장착

(라) 응하중 제어장치의 개발의 상세설계 및 제작

① 제작 상 고려된 요소

- 기기들간의 CAN통신 방식 설계
- CAN통신 데이터 구조 (프로토콜) 설계
- TCP/IP 통신 데이터 구조 (프로토콜) 설계
- 기기와의 외부 인터페이스 설계
- 하드웨어의 아날로그 및 디지털 입/출력 설계
- 정밀 응하중 측정 및 보정을 위한 알고리즘 설계
- 차량의 정밀한 승객량 측정 및 정보전송의 목표 달성
- 환경시험을 통해 측정장치의 내구성 Data를 확보하여, 이를 통해 승객량 조사 프로젝트의 신뢰성 확보
- 4개 편성용 제어장치 8set 제작
- 적용 커넥터 IP등급 65



형 식			응하중 제어장치
작용 시스템			반도체 IC들로 구성된 마이크로 컴퓨터 시스템
선간전압	정격		DC 100V
	성능보증		DC 100V ±10%~-30%
	작용보증		DC 70V~110V
	공급 전원용량		최대 100W
입력신호	공기스프링 압력신호 (AS)	1선 및 4선	* 아날로그 전압신호 * 전원공급: 12~24V(제어기로부터) * 압력센서규격(출력전압) - 0bar: 1±0.04V - 6bar: 5±0.04V
LTE장비 전원공급신호		1선	* 전원공급: DC24
통신			RS232C
			CAN통신
			TCP/IP
절연저항			DC500V MΩ으로 저항 측정, 10MΩ이상
주위온도 범위(℃)	성능보증		-25℃ ~ +45℃
	작용보증		-25℃ ~ +55℃
	저장		-25℃ ~ +70℃

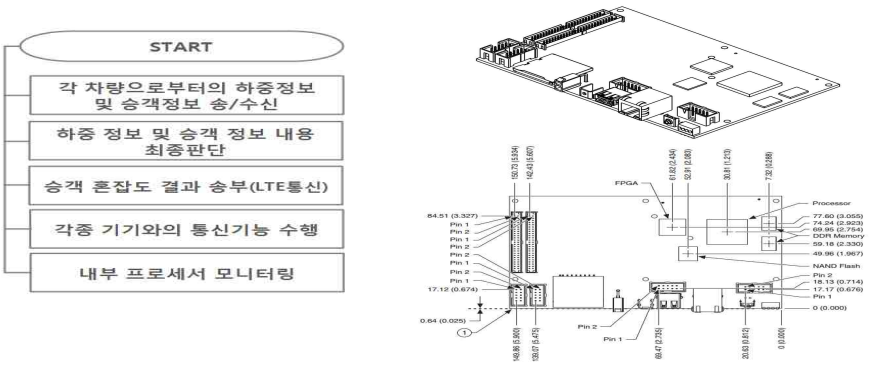
<그림 245> 응하중 제어장치 형상 및 제원

① 응하중 제어장치의 구성요소 및 기능

- CPU 보드

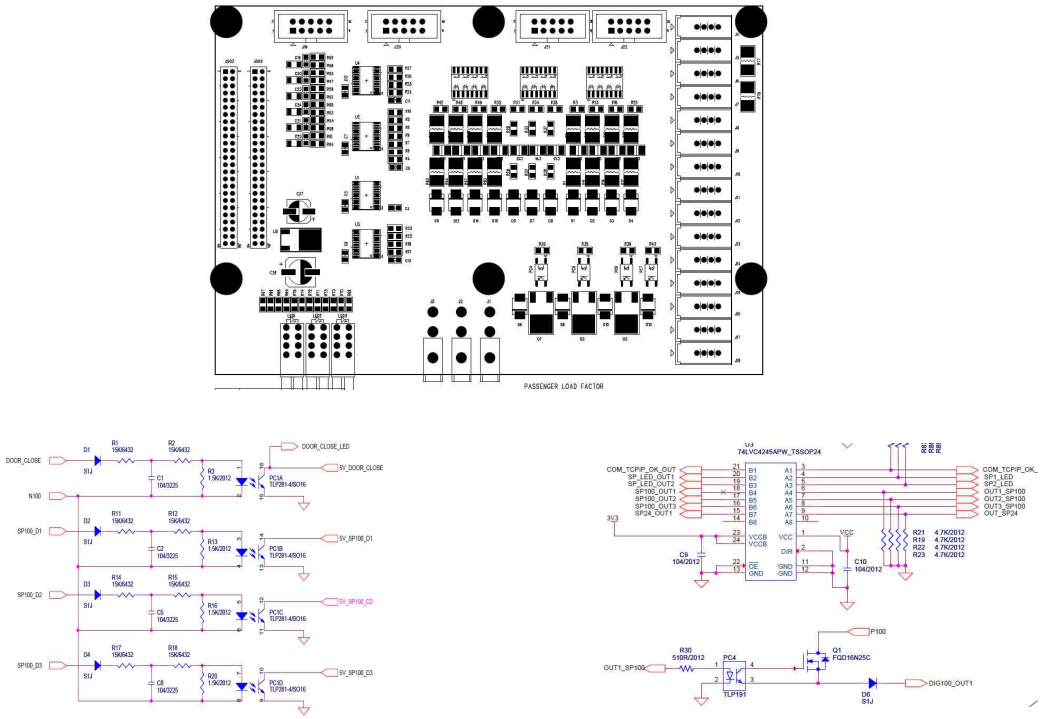
a. 각종 디지털 입/출력 및 아날로그 입/출력 기능 지원

b. 통신기능 지원 (RS232통신, RS485통신, CAN통신, TCP/IP통신)
c. 400MHZ processor, 128MB DRAM 적용
d. FPGA이용 디지털 입/출력 호환 가능
e. 16CH 12bits 아날로그 입력채널, 4개의 아날로그 출력, 28개의 3.3V DIO라인 구성



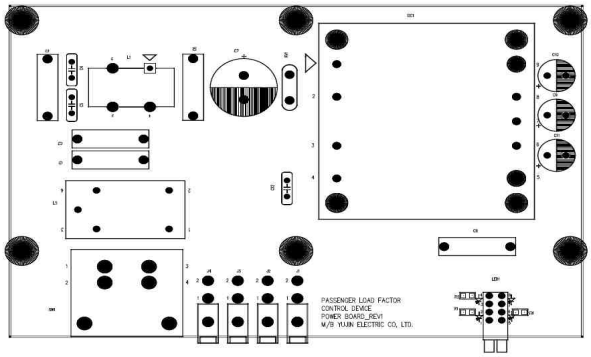
<그림 246> 응하중 제어장치 프로세서 다이어그램 및 CPU 형상

- Interface 보드 : 외부 입력 신호 CPU보드로 전송하는 기능
a. 외부 DC24V 또는 DC100V 신호레벨을 각종 입력회로를 통해 3.3V 입력으로 변환
b. 내부 3.3V 신호레벨을 TR소자에 의해 외부 DC24V 또는 DC100V 레벨로 출력
c. Analogue 입력회로의 경우, 노이즈 내성을 위해 적절한 노이즈 제거 회로 기능 적용



<그림 247> 응하중 제어장치 인터페이스 보드 형상 및 회로도

- 파워 보드
a. 차량 공급 전압을 받아 DC24V 및 3.3V 전압생성
b. DC24V를 변환하여 Interface보드에 DC5V 전압 인가
c. 전압 노이즈 리플 감쇄, 노이즈 저감회로 적용



<그림 248> 응하중 제어장치 파워보드 형상

(마) 전동차 혼잡도 제어시스템의 통신 구조

① 내부 통신 (CAN 통신)

측정장치는 제어장치와의 통신은 CAN통신의 구조로 제작

- 통신 규격

a. 프로토콜 : CAN 2.0A

b. 통신 속도 : 250KBPS

c. Data format : Word data는 Intel(little-endian) 방식

d. AS 전압이 0.95미만 또는 6V이상일 경우 고장으로 판단 (각각의 센서에 적용)

ID(전송주기)	Index	Data								Rx 수신현황	비고
		7	6	5	4	3	2	1	0		
0x100 (10mSec)	0	-	-	-	-	AS4 고장	AS3 고장	AS2 고장	AS1 고장	측정장치 및 제어장치	
	1	AS1 압력(0~510kPa) / 00H ~ FFH(2kPa/bit)									
	2	AS2 압력(0~510kPa) / 00H ~ FFH(2kPa/bit)									
	3	AS3 압력(0~510kPa) / 00H ~ FFH(2kPa/bit)									
	4	AS4 압력(0~510kPa) / 00H ~ FFH(2kPa/bit)									
	5	온도정보(Blank)									
	6	습도정보(Blank)									
	7	HEARTBIT (0~255)									

<표 83> 전동차 혼잡도 측정장치와 제어장치 간 내부통신 방식(CAN통신)

① 서버와의 통신 (TCP/IP 통신)

- 서버와의 TCP/IP통신을 위한 IP번호, 포트번호 및 통신 프로토콜을 수립
- 서버는 데이터를 수신하여 저장
- 승객량 제어장치는 현재 열차 상태 데이터를 송신하는 클라이언트 역할 담당
- Connection은 TCP방식으로 제어장치에서 요청을 하고 서버는 이에 응답하여 확립
- 특별한 상황이 없는 한 Connection은 계속 유지
- 각 장비는 15초마다 데이터를 송신한다. (이 주기는 추후 수정될 수 있음)
- 서버는 데이터 송신에 대해 응답코드를 장비에 송신
- 서버는 장비로부터 18초 내 (정상주기 15초, 여유3초) 데이터 미수신 시, 해당 장비의 접속 차단
- 승객량 제어장치에서는 데이터를 보낸 후 서버로부터 응답이 3초 이내 없을 경우, 장비가 해당 Connection을 끊고 재접속
- Connection수는 MAX 100개
- 네트워크 바이트 오더 (Big Endian)을 따름

나. 객실 혼잡도 시스템의 현차적용 및 시험

(1) 연구목표

- 승객량 측정장치에 대한 성능시험
- 승객량 측정장치에 대한 환경시험
- 장치의 현차 적용 및 최종시험

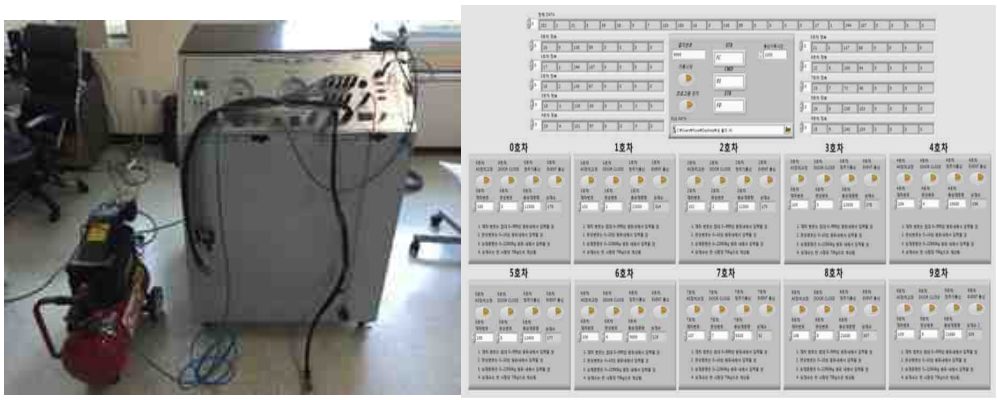
(2) 핵심성과

(가) 객실 혼잡도 측정시스템에 대한 성능시험

○ 성능시험

※ 환경시험 전 제작기기의 목표 성능 달성 여부 확인

- 성능 및 기능 검증을 위한 전용시험기 및 프로그램 개발 적용
- 제어장치와 측정장치 및 압력센서의 개별 시험 및 조합시험 가능
- 시험기 내부 압력센서 적용, 현차 압력을 조성하여 각 장치 기능.성능 시험
- TCP/IP 통신 및 CAN 통신 시뮬레이터가 내장되어 개별 통신 및 통신 종합시험 가능
- 환경 시험 전, 목표치 달성 여부 확인



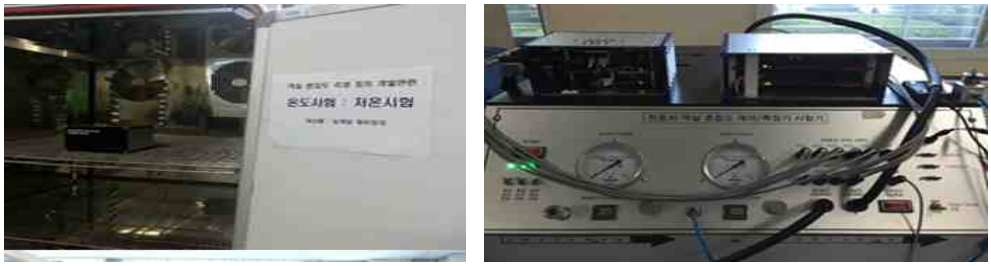
<그림 249> 객실 혼잡도 측정시스템 전용 시험기 및 프로그램

○ 환경시험

- 온도시험 : -25℃ 70분 유지 / 저온시험, +45℃ 70분 유지 / 고온시험
- 진동시험

1. 공진시험				**2. 진동내구시험**				KS R 9133(1-B종)
항목 / 조건	주파수 범위	온진폭 가속도	판정기준	항목 / 조건	진동수 (Hz)	가속도 (G)	시험시간	판정기준
수평(전후)	1~5Hz	5mm	기계적 공진점	수평(전후)	4.65	0.7	0.5	구조적 결함 및 크랙확인
수평(좌우)					10	0.7	1.5	
수직(상하)				수평(좌우)	4.54	0.7	0.5	
수평(전후)	5~30Hz	0.5G	기계적 공진점		10	0.7	1.5	
수평(좌우)				수직(상하)	6.30	0.7	1	
수직(상하)					10	0.7	3	

<표 84> 공진시험 및 진동내구시험 판정기준



<그림 250> 객실 혼잡도 측정시스템 환경시험 및 성능시험

(나) 장치의 현차 적용

① 설치대상

- 2호선 신정지선 및 본선 전동차 7개 편성
- 테스트베드 차종을 다양화함으로써 혼잡 측정시스템의 범용성과 객관성을 확보

적용차종	대상편성	운행노선	객차수	특징	설치내역
저항전동차	245~248편성 (4개 편성)	2호선 신정지선	6량	저항 제어방식	압력센서 측정장치 제어장치 VPN모뎀
VWF전동차	201,215,216 편성 (3개 편성)	2호선 본선	10량	속도주파수 제어방식	제어장치 VPN모뎀

<표 85> 객실 혼잡도 측정시스템 테스트베드 전동차

① 장치의 현차적용(설치)

- 현차의 설치 환경을 사전 조사하여 사전 설치 계획 수립
- 설치 계획에 따라 각종 브라켓 설계 및 기초 전기/공압/통신공사 실시
- 기초 공사에 따른 배선라인/CAN통신라인/AS압력센서라인 및 공압라인의 설치
- 압력센서 설치: 4선 방식(248편성), 1선 방식(245, 246, 247편성)

→ 공기스프링별 압력센서 각1대(총4대) 설치방법에서 공기스프링 최종단 1대 설치 방식으로 변경함으로써 배관 설치 간소화

→ 응하중값 취득에 따른 승객량 정확도 동일





<그림 251> 구형전동차 객실 혼잡도 측정 시스템 현차 적용

※ 신형전동차의 경우 0호차 또는 9호차 내 제어장치 및 VPN장비 설치로 간소화

① 장치의 최종보완

- Sofeware의 최종 보완

a. 서버와의 통신을 위한 TCP/IP 통신 프로토콜 수정

b. 측정장치와의 통신을 위한 CAN 프로토콜 수립



<그림 252> 차량 간 CAN통신 및 TCP/IP 통신 구조

- AS 압력센서 로직 최종 보완

a. AS 압력센서 이상 표기 Logic 적용:

→ AS압력 < 100kPa 또는 AS압력>490kPa 시

b. 응하중 센서 압력값 초기화 Logic 적용

→ 전 원 입력 후, 0.1초당 1번씩 5초간의 Data를 수집하여, 전체를 평균하여 초기 AS 압력으로 인식

→ 각 차량별로 별도의 AS압력 초기와 logic 적용. 개별 AS압력 캘리브레이션 기능

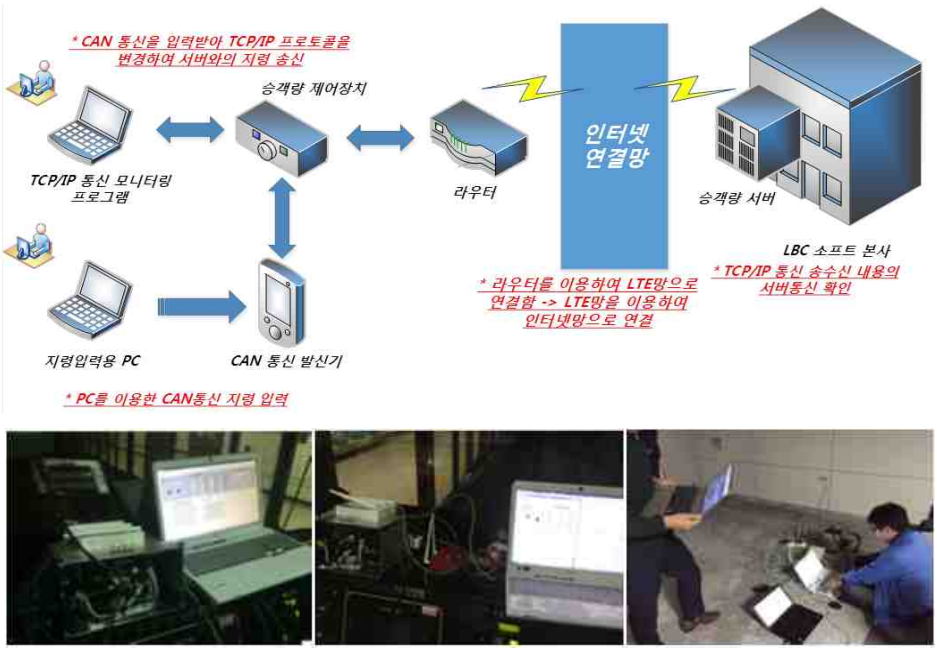
c. 응하중 센서의 압력값 입력에 의한 승객수 환산 Logic 적용

→ 차량 하중에서 대차하중을 제외한 나머지의 무게를 이용하여 AS압력으로 환산

→ 추가되는 무게는 65kgf 당 1인으로 계산하여 최종 승객수를 연산

① 객실 혼잡도 측정시스템 통신 시뮬레이션

- 현차 적용 전, 객실 혼잡도 측정장치의 Ethernet을 통한 서버와의 통신 연결 시험을 통해 TCP/IP 통신 확인 (모니터링 프로그램 개발, 적용) 및 LTE통신 정상상태 확인
- 단계적 시험을 통하여 통신정상 확인



<그림 253> 통신시험 개략도 및 전동차/역사 시뮬레이션

(라) 현차 시험 및 시험결과

- 현차시험 실 계수 인원을 투입하여 승객수 측정
- 체크 시트를 작성하여 실 인원과 프로그램의 인원수 비교 분석
- 전 편성 및 각 차량 시험 실시

① 2호선 신정지선 열차 혼잡정보 정확도 측정 시험

- 대상차량: 245~248편성(4개 편성)
- 일시: 2018년 8월 16, 17일 10:00 ~ 16:00

- 장소: 2호선 신정지선 운행열차 및 서울교통공사 서버실
- 오차율 산출 시 고려사항: 대차무게와 압력센서의 특성이 5명 이상의 승객변화가 있어야만 유효한 데이터 변화(0.1bar) 값이 발생하므로 탑승객 10명 이하의 데이터는 의미가 없는 값으로 판단하여 오차율 산출 시 제외시킴

편성번호	호차별 오차율(승객수 기준)						편성별 오차율	혼잡도표출 오차율 (4단계기준)
	0호차	1호차	2호차	3호차	4호차	5호차		
245편성	9.3%	17.8%	7.0%	10.0%	19.6%	10.5%	12.37%	3.09%
246편성	9.3%	12.9%	15.3%	13.7%	17.8%	22.8%	15.31%	3.83%
247편성	9.7%	5.2%	12.7%	19.9%	19.4%	20.3%	14.52%	3.63%
248편성	9.2%	9.7%	14.6%	12.6%	10.9%	14.5%	11.92%	2.98%
구형전동차 혼잡도 표출 평균 오차율								3.38%

<표 86> 2호선 신정지선(구형전동차) 열차 혼잡도 측정결과

- 혼잡도를 4단계(한산, 조금혼잡, 혼잡, 매우혼잡)로 표출함에 따라 혼잡도 표출 기준 정확도 96.6%를 달성하였음

② 2호선 본선 열차 혼잡정보 정확도 측정 시험

- 대상차량: 201, 215, 216편성(3개 편성)
- 일시: 2018년 11월 20일 10:00 ~ 16:00
- 장소: 2호선 본선 운행열차 및 서울교통공사 서버실

편성번호	호차별 오차율										편성별 오차율	혼잡도표출 오차율 (4단계기준)
	0호차	1호차	2호차	3호차	4호차	5호차	6호차	7호차	8호차	9호차		
201편성	7.4%	3.5%	3.8%	3.6%	2.0%	6.0%	3.9%	3.4%	6.6%	7.2%	4.73%	1.18%
215편성	9.3%	6.2%	7.4%	7.0%	5.1%	2.4%	6.2%	7.2%	6.0%	6.4%	6.32%	1.58%
216편성	12.2%	5.0%	3.9%	5.7%	3.6%	2.4%	6.5%	5.3%	3.8%	6.8%	5.52%	1.38%
신형전동차 혼잡도 표출 평균 오차율												1.38%

<표 87> 2호선 본선(신형전동차) 열차 혼잡도 측정결과

- 혼잡도 표출 기준 정확도 98.6%를 달성하였음



<그림 254> 2호선 신정지선 및 본선 신형/구형전동차 승객수 측정

③ 시험결과

- 지선차량(245, 246, 247, 248편성)의 경우 시험결과 3.38% 오차율(정확도 96.6%), 본선차량(201, 215, 216편성)의 경우 시험결과 1.38% 오차율(정확도 98.6%)을 확인하였으며 최종적으로 평균 정확도 97.6%로 목표 정확도 95%이상을 달성함으로써 혼잡정보 제공을 위한 전동차 객실 혼잡도 측정기술 개발을 성공적으로 완료하였음

4. 혼잡도 분석 및 예측 기술 개발

가. 혼잡도 측정 알고리즘 개발

(가) 승강장 혼잡도 분석 알고리즘 적용 및 검증

① 알고리즘 적용

- 승강장 혼잡도 분석을 위하여 열차도착시간은 승강장 혼잡도에 큰 영향을 미치는 요인임
  - 보다 정확한 분석을 위하여 열차출발시간은 열차운행제어컴퓨터(TTC)자료를 활용하도록 하며, 도시철도 혼잡정보시스템에서도 정확한 열차 출·도착시간을 확보하기 위하여 TTC 자료 연계가 필요함
- AFC 자료와 TTC로부터 취득한 열차시간 자료를 바탕으로 역별 승강장 대기인원 계산
- 계상된 승강장 대기인원 바탕으로 승강장 혼잡도를 산정하기 위하여 승강장 대기공간 수용가능인원이 제시되어야 함

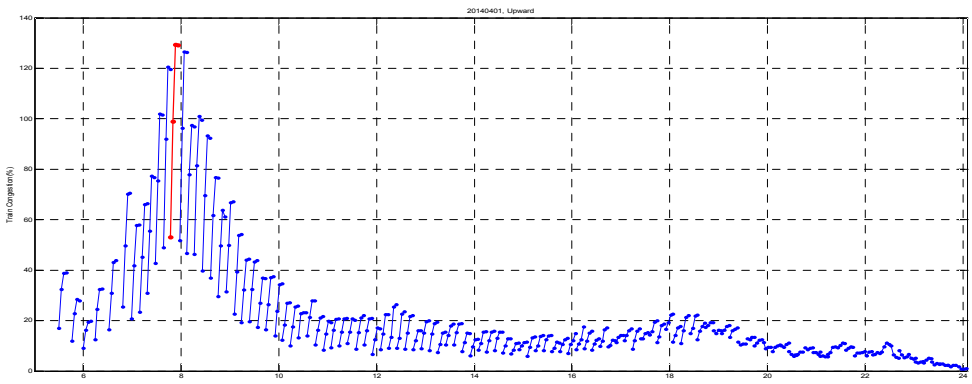
① 알고리즘 검증

- 본 연구에서 개발된 승강장 혼잡도 추정 알고리즘에 대한 검증은 추정된 승강장 대기인원과 동일한 시간에 현장에서 조사된 승강장 대기인원을 비교하여 수행하도록 함
- 승강장 혼잡도를 분석하였을 때 오차의 범위는 -1.3% ~ 1.7%로 나타났으며 실측치와 추정치간의 큰 차이가 없음을 확인할 수 있음

(가) 열차 혼잡도 분석 알고리즘 적용 및 검증

① 알고리즘 적용

- 열차 혼잡도는 열차가 지나가는 연속된 역에서 승객 승하차에 따른 열차 공간혼잡도를 나타냄
- 앞서 개발된 열차 혼잡도 분석 알고리즘을 신정지선에 적용하도록 함
- 열차혼잡도 산정을 위해서 진입량에 대해서는 열차별 승강장 대기인원을 산정, 진출량에 대해서는 열차별 도착정보를 기준으로 열차별 하차인원을 산정하는데 활용하도록 함
  - 최대 열차혼잡도는 8시경 양천구청→도림천 구간에서 129%를 보여주고 있음(빨간색)



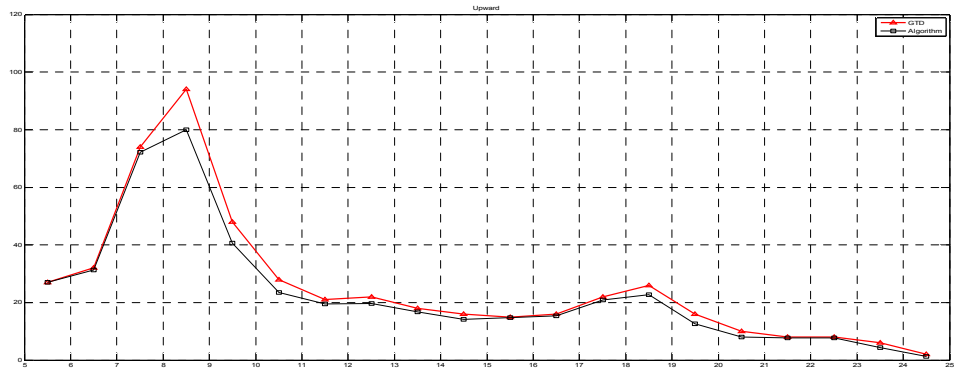
<그림 255> 2호선 신정지선 외선 편성별 열차구간 혼잡도 변화

① 알고리즘 검증

- 본 연구에서 개발된 열차혼잡도 알고리즘의 정확도 검증을 위하여 본 연구에서 산

출된 결과치와 운영회사가 정기적으로 발표하는 내용을 비교하도록 함

- 시간대별 열차혼잡도(운영회사 제공)와 열차별 열차혼잡도(알고리즘) 비교를 위하여 열차별 열차혼잡도를 시간대별로 구분하여 시간대별 열차혼잡도(알고리즘)로 변환하였음
- 아래 그림은 신정지선 상행방향(까치산발 신도림역행) 시간대별 혼잡도 비교결과를 제시하고 있음
  - 가장 오차가 큰 구간은 도림천역에서 신도림역 구간이며, 알고리즘의 결과가 운영회사조사 결과에 비해서 약간 작은 값이 제시되고 있음
  - 최대 혼잡도 차이는 오전 8시대에 14%차이를 보이고 있으며, 전체적 혼잡도 차이 절대값 평균은 약 2.4%로 나타남



<그림 256> 2호선 도림천역→신도림역 구간 열차 혼잡도 비교

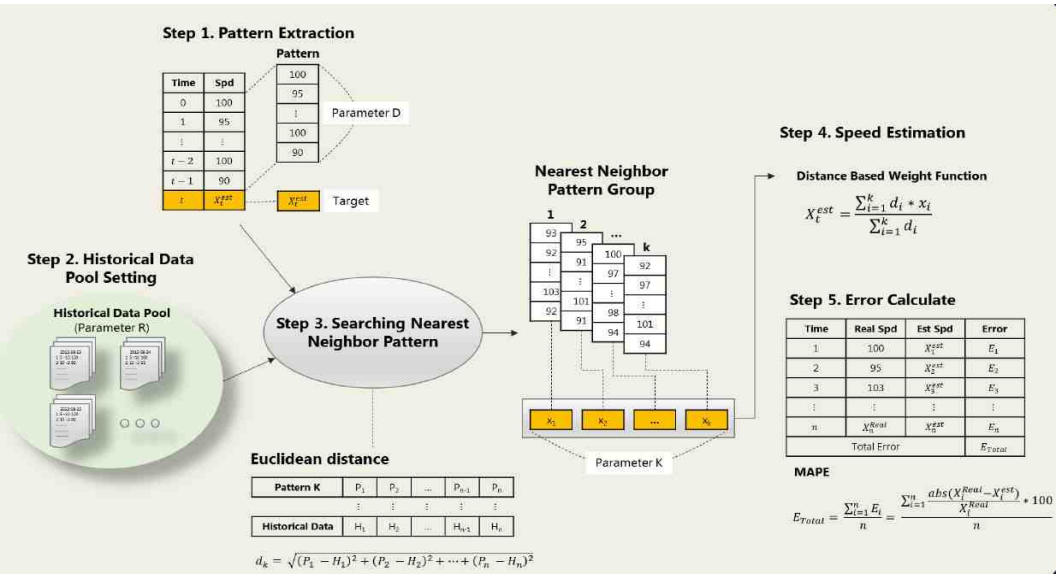
나. 혼잡도 예측 알고리즘 개발

(1) 예측 방법론

- AFC 자료를 활용하여 승강장 혼잡도 및 열차 혼잡도를 예측하는 알고리즘을 개발하도록 함
- 예측을 위하여 먼저 AFC 자료를 활용한 승강장 및 열차 혼잡도 도출이 선행되어야 하며, 이를 바탕으로 공간별 시간별 이력 혼잡 DB구축 하여, 현재 혼잡정보의 변동패턴에 유사한 패턴을 이력 혼잡DB 속에서 추출하여 예측에 활용함
- 혼잡도 예측을 위하여 실시간 혼잡도 정보와 과거 혼잡도 이력정보를 이용하여 역사 및 열차 혼잡도 정보를 예측하는 알고리즘을 개발하도록 함
  - 혼잡도 예측을 위하여 이력 혼잡DB로부터 예측하는 시점과 유사한 패턴자료를 추출 하여 예측하는 K-최근접 이웃(K Nearest Neighbors, 이하 KNN) 방법론을 적용함

(가) KNN 기법 적용 시 주요 고려사항

- 이력자료의 1차 가공 및 범위 설정
- 패턴분석을 위한 시간적 범위 설정 및 패턴 매칭을 위한 거리계산법 선택
- K값 결정(K가 2개 이상일 경우 가중치 적용방안 정립) 및 혼잡도 예측 범위 결정



<그림 257> 혼잡도 예측을 위한 KNN 기법 적용 방안

(1) 혼잡도 예측 알고리즘

(가) KNN 기법을 적용한 열차 혼잡도 예측 순서

- 사용자가 원하는 정보(역, 시간, 진행방향)들을 선택하도록 함
- KNN 기법을 이용하여 해당열차가 통과할 시점의 역사 진입/진출 인원자료를 예측
- 방향별 열차누적탑승/하차 인원, 역별 열차도착정보를 이용하여 방향별 시간대별 열차 탑승/하차 인원을 계산
- 시간대별 열차 탑승/하차 인원과 전역기준의 열차 재차인원 이용하여 열차 재차인원 계산
- 열차 정원대비 재차인원을 이용하여 열차혼잡도 계산
- 예측을 위해서 지정한 시점의 날짜별 특성을 고려하여 추출된 유사한 패턴자료를 바탕으로 지정한 시점의 혼잡도 예측

예측범위(T)	유사패턴 수(K)	패턴길이(L)	이력범위(R)	오차율(MAPE%)
30분	9개	30분	270일	11.55%
1시간	9개	45분	270일	12.09%
3시간	9개	60분	270일	13.53%
5시간	9개	60분	270일	14.09%
7시간	9개	60분	270일	14.52%

<표 88> 혼잡도 예측 시간범위별 KNN 최적변수 값

5. 혼잡도 관리기술 개발

가. 승강장 혼잡도와 차량 혼잡도 간의 관계

(1) 열차 탑승위치를 선택하는 경우 고려하는 사항

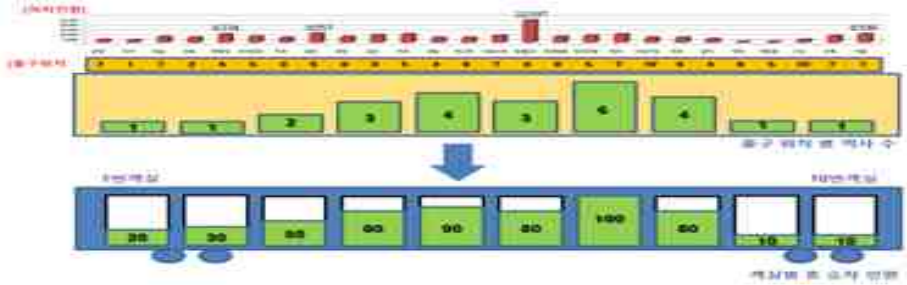
- 승차하기 편한 위치
- 하차(환승)하기 편한 위치
- 열차 내 쾌적성(혼잡정도)

(2) 승강장 혼잡도와 차량 혼잡도 간의 관계

- 열차 탑승 후 이동하기보다 탑승 전 선호 차량 앞에서 대기를 하므로 승강장 혼잡도와

차량 혼잡도 간에 상관관계가 있음

- 규칙적 통행(출퇴근, 등하교) 시 승강장에 대한 물리적 구조 인식이 특정 차량을 선택하는데 있어 보행거리를 최소화하는 동기를 부여하는 중요사항으로 작용

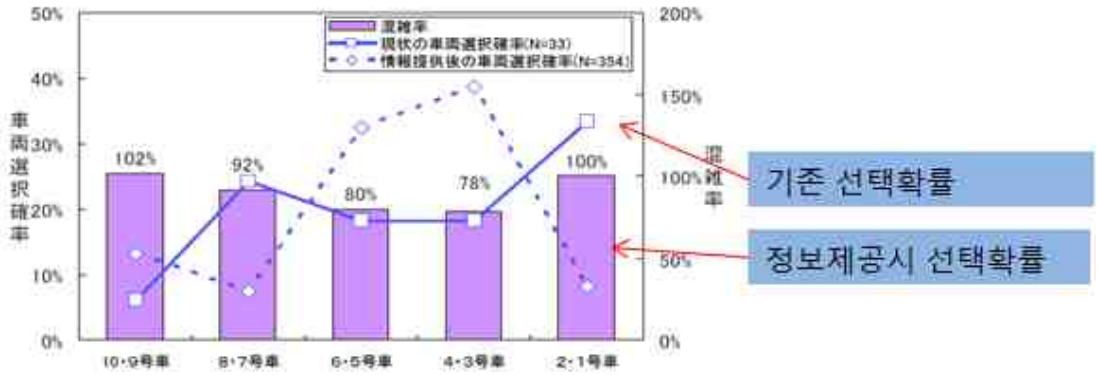


<그림 258> 승강장 혼잡도와 차량 혼잡도 간의 상관관계

*서울메트로 기술연구원 현장실측 (2014.05)

(3) 혼잡해소 방안

- 일부승객의 경우 차량 선택없이 열차를 이용하고 정보제공 시 최대 24% 혼잡하지 않은 객실로 이동 또는 다음 열차를 기다릴 의사 있다고 조사되었음



<그림 259> 혼잡정보 제공 시 열차이용 변화에 대한 연구결과, Matsuda(2009)

- 열차 이용시간이 길어질수록 덜 혼잡한 차량을 선택하게 되는 경향이 있으므로 정보제공을 통해 혼잡도 개선 가능성이 있음
- 강제적인 승객제어가 아닌 승객의 심리적 고유 특성을 이용한 운영차원의 개선으로 열차 전체의 부하 균형을 달성 할 수 있음

나. 혼잡도 개선률 20% 산출 내역

- 도시철도 혼잡도 정보제공을 통한 도시철도 체감혼잡도 개선

(1) 객실 간 혼잡도 편차 해소: 10%

(가) 객실 간 탑승객 수 편차: 평균 48%

(나) 혼잡도 100%의 경우 객실 간 탑승객 수 편차: 76.8명

(다) 혼잡도 정보 제공시 예상 이동승차 인원 수: 18.43명

- Matsuda(2009) 연구결과 최대 24%이동

(라) 혼잡도 개선 효과: 최대 11.52%(= 18.43명 /160명)

- 혼잡도 100% 객실정원 160명

(2) 열차 간 혼잡도 편차 해소: 10%

(가) 첨두시 최대 열차 지연 시간: 1분 41초(2호선 외선의 경우)

(나) 혼잡도 100%의 경우 수송인원 감소: 최대 1077명(=101초/150초×1600명)

- 혼잡도 100% 열차정원 1600명, 열차시격 2.5분

(다) 혼잡도 정보 제공시 예상 이동승차 인원 수: 최대 258.5명

- Matsuda(2009) 연구결과 최대 24%이동

(라) 혼잡도 개선 효과: 최대 16.15%

다. 혼잡도 20% 개선 검증 방안

(1) 개요

- 혼잡관리시스템 적용 전·후 혼잡도를 비교하여 목표 달성 여부를 검토하도록 함

(2) 객실 간 혼잡도 편차 해소 검증

- 승강장 행선안내게시기 모니터를 통해 제공되는 전동차 객실 혼잡도 정보를 이용하여 덜 혼잡한 객실을 이용가능
- 혼잡관리시스템 도입 전·후에 대해 1편성 최대 혼잡객차와 최저 혼잡객차 간의 혼잡도 차이를 비교분석하여 효과를 검증토록 함
- 열차 혼잡도 검증식을 적용한 예시는 아래와 같음

구분	객차별 혼잡도(%)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	편차
도입전	111	140	134	186	179	174	157	119	135	121	75
도입후	118	136	126	166	179	174	164	114	120	131	65

<표 89> 객실 간 혼잡도 개선 검증예시

[1단계] 시스템 적용 전 객차 혼잡도 차이

- 10량 중 가장 혼잡도가 높은 객차 : ④ (혼잡도 = 186%)
- 10량 중 가장 혼잡도가 낮은 객차 : ① (혼잡도 = 111%)
- ④, ① 객차의 혼잡도 차이 : 186% - 111% = 75% …… (1)

[2단계] 시스템 적용 후 객차 혼잡도 차이

- 10량 중 가장 혼잡도가 높은 객차 : ⑤ (혼잡도 = 179%)
- 10량 중 가장 혼잡도가 낮은 객차 : ⑧ (혼잡도 = 114%)
- ⑤, ⑧ 객차의 혼잡도 차이 : 179% - 114% = 65% …… (2)

[3단계] 시스템 적용 전.후 객차 혼잡도 차이 상대 비교

- 시스템 적용 전 혼잡도 차이 : 75%
- 시스템 적용 후 혼잡도 차이 : 65%
- 시스템 적용전과 후의 혼잡도 차이 : 75% - 65% = 10% ……(3)

∴ (3) = 시스템 적용 후 객차 간 혼잡도 편차가 10% 개선되었음

(3) 열차 간 혼잡도 편차 해소 검증

- 승강장 행선안내게시기 모니터를 통해 제공되는 열차 혼잡정보를 이용하여 덜 혼잡한 열차이용이 가능함
- 혼잡관리시스템 도입 전·후에 대해 운행열차 간 혼잡도 편차를 비교하여 열차 간 혼잡도 편차 개선을 분석하여 효과를 검증토록 함

열차번호	열차 혼잡도(%)		비고
	도입전	도입후	
A열차	134	118	- 평균 혼잡도 동일 - 혼잡도 편차 10%개선
B열차	115	100	
C열차	90	85	
D열차	78	114	
평균 열차혼잡도(%)	104	104	
열차혼잡도 편차(%)	25	15	

<표 90> 열차 간 혼잡도 개선 검증예시

- 위 열차별 혼잡도 개선 검증 예시를 보면, 시스템 적용 전후 열차 혼잡도는 동일하나 열차 간 혼잡도 편차가 10% 개선되었음을 확인가능

라. 혼잡도 제공 시범운영

(1) 열차 혼잡정보제공

○ 8개역 승강장 행선안내게시기, 7개 편성

- 2호선 신정지선 (도림천~신정네거리) 3개역 승강장, 4개 편성
- 2호선 본선 (신림~사당) 5개역 승강장, 3개 편성

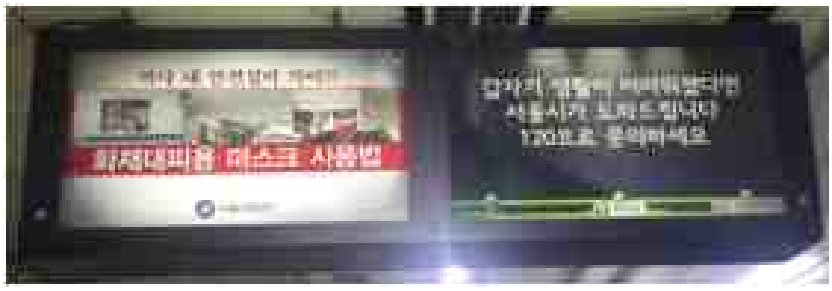
(2) 역사 혼잡정보제공 : 1개역 대합실 행선안내게시기

- 2호선 신정지선 신정네거리역

(3) 시범운영기간 : 2018.12.10.~12.23

(4) 혼잡정보 이용 증대방안

(가) 행선안내게시기 홍보 문안 표출



<그림 260> 역사 행선안내게시기 활용 혼잡정보제공 시범운영 홍보

(나) 역사 내 홍보 안내방송 실시

(다) 홍보물 제작 및 비치



<그림 261> 양천구청/신정네거리역 대합실배너 홍보물 비치

바. 도시철도 혼잡도 정보제공 효과 검증

(1) 혼잡도 정보제공 시범운영 전·후 자료수집

- 자료내용: 2호선 신정지선 및 본선 구간별 열차 및 객실 혼잡도 측정자료
- 자료수집 기간
  - ·시범운영전: 2018.11.12.~12.09.
  - ·시범운영후: 2018.12.10.~12.23.
- 측정시간
  - ·신정지선: 평일 출근시간(오전7시~9시)
  - ·본선: 평일 출퇴근시간(오전7시~10시, 오후 17시~20시)

(2) 객실 간 혼잡도 편차 해소

- 적용구간: 2호선 신정지선 외선(까치산~신도림)
- 신정네거리역~신도림역 구간에 대한 구간별 시간별 사전사후 객실간 혼잡도 편차가 줄어드는 것으로 분석됨
- 예를 들어 양천구청역~도림천역 구간에서 사전자료에서는 객실간 최대·최소 편차의 평균이 시간별로 각각 79%, 135%, 140%, 107%로 분석됨
- 동일구간에 대해 사후자료에서는 객차별 최대최소 편차의 평균이 시간대별로 73%, 115%, 120%, 100%로 조사되어, 동일 시간에 대해서 사전사후 편차에 대한 차이는 각각 5%, 20%, 20%, 7% 감소하는 것으로 나왔음
- 이에 반하여, 시점역을 포함하고 있는 까치산역~신정네거리역 구간에 대해 혼잡도 편차가 늘어나는 것으로 분석이 되었으나, 까치산역이 시점역이기에 출발열차의 객차별 혼잡도는 제공되지 않고 있기에, 까치산역~신정네거리역 구간과 타 구간을 비교하는 것은 무리가 있음
- 신정네거리역~신도림역 구간별 시간대별 혼잡도 편차개선효과는 -3%~-20% 나타나고 있으며, 특히 승객이 몰리는 07:30~08:30 시간대에는 편차의 개선효과가 높은 것으로 분석됨

구간	자료구분	구간시간대별 객차별 최대 · 최소 혼잡도 차이				평균
		07:00~07:30	07:30~08:00	08:00~08:30	08:30~09:00	
까치산→신정네거리	사전	30	49	58	41	45
	사후	31	48	61	44	46
편차개선 효과(%)		1	-1	3	3	1
신정네거리→양천구청	사전	49	98	107	78	83
	사후	46	82	94	75	74
편차개선 효과(%)		-3	-16	-13	-3	-9
양천구청→도림천	사전	79	135	140	107	115
	사후	73	115	120	100	102
편차개선 효과(%)		-5	-20	-20	-7	-13
도림천→신도림	사전	88	135	143	121	122
	사후	76	122	126	110	109
편차개선 효과(%)		-12	-13	-17	-11	-13

<표 91> 객실 간 혼잡도 편차 개선결과(2호선 신정지선 외선 출근시간)

(3) 열차 간 혼잡도 편차 해소

- 적용구간: 2호선 본선 내외선(사당~신림)

- 출근시간대 외선(신림~사당) 열차 간 혼잡도 편차가 사전 34.2%에서 사후 25.5%로 8.7%개선이 되었고, 퇴근시간대 내선(사당~신림) 열차 간 혼잡도 편차가 사전 36.1%에서 사후 29.9%로 6.2%개선이 되었음.
- 2호선 내외선 사당~신림 구간의 사전사후 평균 열차 혼잡도는 115%로 동일한 반면, 열차 간 혼잡도 편차는 평균 7.4%개선이 되었음.

구분	외선 (출근시간)		내선 (퇴근시간)		평균		편차개선효과(%)
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	
평균 혼잡도(%)	105.3	109.4	124.9	120.6	115.1	115.0	- 평균혼잡도동일
혼잡도 편차(%)	34.2	25.5	36.1	29.9	35.1	27.7	- 혼잡도편차7.4%개선

<표 92> 열차 간 혼잡도 편차 개선결과(2호선 본선 내외선(사당~신림) 출퇴근시간)

마. 체감혼잡도 개선결과

- 체감혼잡도 개선은 혼잡시간대 혼잡구간에서 효과가 발생하며, 열차 및 객실 혼잡정보 제공을 통해 출근시간대 2호선 신정지선 외선 중 양천구청~도림천 구간에서 객실 간 혼잡도 편차가 최대20% 개선됨을 확인하였음.
- 또한 출근시간대 2호선 외선과 퇴근시간대 2호선 내선 혼잡구간(사당~신림)에서는 열차 간 혼잡도 편차가 평균 7.4%개선되었음.
- 최종적으로 도시철도 혼잡도 정보제공을 통해 체감혼잡도 27.4% 개선 달성하였음.

바. 기타 운영기관 혼잡도 관리노력

- 본 연구의 소기의 성과 향상을 위하여 열차 간 간격조정이 필수적으로 요구되었으나 연구범위와 연구개발비 등의 한계로 운영기관(서울교통공사) 자체적으로 년간 884백만원 예산을 확보하여 기관사가 능동적으로 열차간격을 조정할 수 있는 테블릿(Tablet)을 활용한 열차위치정보서비스를 개발하여 병행실시하고 있음

2-2. 연구 개발성과

1. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/ 기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	논문	도시철도 이용승객의 승차위치결정요인 분석연구	서울메트로	저자	대한민국	-	2014.05.22.-24		학술대회 발표
2	논문	A Crowdedness Measurement Algorithm Using an IR-UWB Radar Sensor	한양대학교산학협력단,서울메트로	저자	2014 International Conference on Future Communication, Information and Computer Science(FCICS 2014)	-	2014.05.22-23		학술대회 발표
3	논문	An Equidistance Multi-human Detection Algorithm Based on Noise Level Using Mono-static IR-UWB Radar System	한양대학교산학협력단,서울메트로	저자	2014 International Conference on Future Communication, Information and Computer Science(FCICS 2014)	-	2014.05.22-23		학술대회 발표
4	S/W	도시철도 혼잡도 표출 모듈	서울메트로	등록자	대한민국	-	2014.05.26		등록번호: C-2014-012449
5	특허	정위치정차가구현되는철도네비게이션	서울메트로	발명자	대한민국	-	2014.05.28		출원번호: 제10-2014-0064230
6	논문	Development Technonlogy of Urban Railway Congestion Management	㈜엘비씨소프트	저자	미국	-	2014.07.31		학술대회 발표

7	논문	Direction Recognition of Moving Targets Using an IR-UWB Radar System	한양대학교산학협력단,서울메트로	저자	International Conference on Network Infrastructure and Digital Content (IC-NIDC 2014)	-	2014.10.19-21		학술대회 발표
8	논문	도시철도 이용 정보 전달을 위한 시각화 구현 방안에 대한 고찰	서울메트로	저자	대한민국	-	2014.10.30.-11.01		학술대회 발표
9	논문	대중교통카드 자료를 활용한 실시간 도시철도 승강장 혼잡도 분석 알고리즘 개발	한국교통연구원	저자	대한민국	-	2014.10.30.-11.01		학술대회 발표
10	논문	Cell-Based Maximum Likelihood Localization Algorithm Using IR-UWB Radar Sensors	한양대학교산학협력단,서울메트로	저자	2014 2nd International Conference on Sensors, Mechatronics and Automation (ICSMA 2014)	-	2014.12.28-29		학술대회 발표
11	특허	출입 게이트의 자동 방향 절환 제어 시스템	유진전기공업주식회사	발명자	대한민국	-	2015.01.26		출원번호: 제10-2015-0012052
12	특허	도시철도 운행 스케줄에 따른 승강장 대기인원 산정방법	한국교통연구원	발명자	대한민국	-	2015.01.30		출원번호: 제10-2015-0015017
13	특허	열차응하중센서를기반으로한객차/열차혼잡도 관리시스템	㈜엘비씨소프트	발명자	대한민국	-	2015.05.07		출원번호: 제10-2015-0064055
14	특허	움직이는 대상의 방향 판단 및 계수 측정 장치 및 그 방법	한양대학교산학협력단,서울메트로	발명자	대한민국	-	2015.05.15		출원번호: 제10-2015-0068233

15	S/W	역사 승강장 혼잡도 자동 측정 수집/전송 프로그램	㈜엘비씨소프트	등록자	대한민국	-	2015.05.18		등록번호: C-2015-012 5501
16	S/W	역사 혼잡도 행선안내기 표출 프로그램	㈜엘비씨소프트	등록자	대한민국	-	2015.05.18		등록번호: C-2015-012 5502
17	S/W	역사 혼잡도 및 제어정보 안내기 표출 프로그램	㈜엘비씨소프트	등록자	대한민국	-	2015.05.18		등록번호: C-2015-012 5503
18	S/W	혼잡도 정보 관리시스템(수집 모듈)	㈜엘비씨소프트	등록자	대한민국	-	2ㅅ015.05.18		등록번호: C-2015-012 5504
19	논문	A rapid multi-device wireless power transfer scheme using an intermediate energy storage	한양대학교산학협력단,서울메트로	저자	International Journal of Electronics	0.939	2015.05.18		SCI
20	논문	멜버른,싱가폴,홍콩의도시철도 혼잡관리(얼리버드제도)와정부의역할연구	서울메트로	저자	대한민국	-	2015.05.18.-19		학술대회 발표
21	S/W	객실 혼잡도 측정장치	유진전기공업(주)	등록자	대한민국	-	2015.05.20		등록번호: C-2015-013 057
22	S/W	전동차 객실 혼잡측정 시스템 제어장치	유진전기공업(주)	등록자	대한민국	-	2015.05.20		등록번호: C-2016-011 032
23	논문	대중교통카드 자료를 활용한 도시철도 승강장 혼잡도 추정 알고리즘 개발	한국교통연구원	저자	대한민국	-	2015.06.19		
24	논문	IEEE802.15.4a 기반실내위치인식시스템의다수태그수용을위한 알고리즘	한양대학교산학협력단,서울메트로	저자	우리춤과과학기술	-	2015.08.01		

25	논문	A Pairing Algorithm of Range Information Between Multiple IR-UWB Radar Sensor	한양대학교산학협력단,서울메트로	저자	2016 13th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)	-	2016.1.9-12		학술대회 발표
26	논문	Algorithm for Gesture Recognition Using an IR-UWB Radar Sensor	한양대학교산학협력단,서울메트로	저자	Journal of Computer and Communications	-	2016.03.02		
27	특허	도시철도 혼잡도 관리 시스템	서울메트로	발명자	대한민국	-	2016.04.04		출원번호: 제10-2016-0040956
28	특허	전동차 승객하중 계산방법	유진전기공업㈜	발명자	대한민국	-	2016.04.04		출원번호: 제10-2016-0041118
29	S/W	제어장치 모의 시뮬레이터	유진전기공업㈜	등록자	대한민국	-	2016.04.20		등록번호: C-2016-011032
30	논문	A Counting Sensor for Inbound and Outbound People Using IR-UWB Radar Sensors	한양대학교산학협력단,서울메트로	저자	2016 IEEE Sensors Applications	-	2016.4.22		학술대회 발표
31	S/W	혼잡도 제어시스템 표출 프로그램	㈜엘비씨소프트	등록자	대한민국	-	2016.05.04		등록번호: C-2016-013918
32	S/W	승강장 혼잡도 연계 프로그램	㈜엘비씨소프트	등록자	대한민국	-	2016.05.04		등록번호: C-2016-013919
33	S/W	객실 혼잡도 시험기 모니터링 프로그램	유진전기공업(주)	등록자	대한민국	-	2016.05.09		등록번호: C-2016-011031
34	특허	도시철도 역사 및 승강장 혼잡도 관리 시스템	㈜엘비씨소프트	발명자	대한민국	-	2016.05.16		출원번호: 제10-2016-0059489
35	S/W	적외선 센서 이용 도시철도 역사	서울메트로	등록자	대한민국	-	2016.05.17		등록번호: C-2016-013271
36	논문	철도역 외부출입구 적정성 평가에 관한 연구	한국교통연구원	저자	대한민국	-	2016.05.19.-21		학술대회 발표

37	특허	UWB Radar Sensor를이용한움직이는대상의방향판단시스템및이를이용한계수방법	한양대학교산학협력단,서울메트로	발명자	대한민국	-	2016.05.23		출원번호:제10-2016-0062884
38	S/W	행선안내기 표출 프로그램	㈜엘비씨소프트	등록자	대한민국	-	2016.05.30		등록번호:C-2016-014149
39	S/W	열차 및 승강장 혼잡정보 수집모듈 SW	㈜엘비씨소프트	등록자	대한민국	-	2016.05.30		등록번호:C-2016-013920
40	S/W	열차 및 승강장 혼잡정보 분석모듈 SW	㈜엘비씨소프트	등록자	대한민국	-	2016.05.30		등록번호:C-2016-013921
41	S/W	열차 및 승강장 혼잡정보 제공모듈 SW	㈜엘비씨소프트	등록자	대한민국	-	2016.05.30		등록번호:C-2016-013922
42	S/W	도시철도 역사 혼잡관리시스템 통합DB	㈜엘비씨소프트	등록자	대한민국	-	2016.05.30		등록번호:C-2016-013923
43	논문	Performande enhancement of multi-human detection using an IR-UWB radar by an adaptive thresholding algorithm	한양대학교산학협력단,서울메트로	저자	2016 5th International Conference on Network Infrastructure and Digital Content (IC-NIDC 2016)	-	2016.09.25		학술대회 발표
44	S/W	통신변환 프로그램	유진전기공업(주)	등록자	대한민국	-	2016.10.10		등록번호:C-2017-001030
45	S/W	서버 프로그램	유진전기공업(주)	등록자	대한민국	-	2016.10.11		등록번호:C-2017-001031
46	논문	An Algorithm for Forecasting Subway Platform Congestion Using Public Transportation Card Data	한국교통연구원	저자	대한민국	-	2016.10.19		학술대회 발표
47	논문	도시철도역사 승강장 실용대기공간면적 산정연구	한국교통연구원	저자	대한민국	-	2016.11.09		
48	특허	출입 게이트의 자동 방향 절환 제어 시스템	유진전기공업(주)	등록자	대한민국	-	2016.12.23		등록번호:10-1690967

49	논문	Vital Sign Monitoring and Mobile Phone Usage Detection Using IR-UWB Radar for Intended Use in Car Crash Prevention	한양대학교산학협력단,서울메트로	저자	Sensors	2.475	2017.05.30		SCIE
50	논문	Bi-Directional Passing People Counting System based on IR-UWB Radar Sensors	한양대학교산학협력단,서울메트로	저자	IEEE Internet of Things Journal	7.596	2017.06.09		SCIE
51	신기술지정	IR-UWB Dual Radar의 구간별 상관성을 이용한 6m 이내의 통로 내 보행자들의 이동 방향 탐지 및 계수기술	한양대학교 산학협력단	등록자	대합민국	-	2017.12.21		인증번호: 제1112호
52	S/W	철도차량 승객하중 통신변환 프로그램	유진전기공업(주)	등록자	대한민국	-	2018.02.01		등록번호: C-2018-009707
53	S/W	철도차량 승객하중 측정장치 프로그램	유진전기공업(주)	등록자	대한민국	-	2018.02.01		등록번호: C-2018-009706
54	S/W	혼잡도 표출 모바일 정보단말앱	㈜열림정보기술	등록자	대한민국	-	2018.11.01		등록번호: C-2018-029914
55	S/W	혼잡도 측정/표출(역사) 및 정보관리시스템	㈜열림정보기술	등록자	대한민국	-	2018.11.01		등록번호: C-2018-029913
56	S/W	역사 혼잡정보를 이용한 게이트 제어	㈜열림정보기술	등록자	대한민국	-	2018.11.01		등록번호: C-2018-029915
57	특허	UWB Radar Sensor를 이용한 움직이는 대상의 방향 판단시스템 및 이를 이용한 계수방법	한양대학교 산학협력단	등록자	대한민국	-	2018.12.06		등록번호: 10-1928417

58	논문	철도역 외부출입구 적정성 평가에 관한 연구	한국교통연구원	등록자	대한민국	-			

2. 관련분야 기여도

(1) 기술적 측면

○ 혼잡도 구간에 대한 정보를 미리 승객에게 제공하여 승객분산을 위한 혼잡도를 측정함으로써 승객의 편의성 증대 및 안전사고 위험감소 기대됨.

○ 승객분산으로 인한 객차 하중의 분산으로 인한 차량운영비 및 유지보수비용 절감이 기대됨.

○ 국내,외 도시철도 분야의 혼잡도 관련 기술 선점

○ IoT를 이용한 통신 네트워크 인터페이스 개발은 향후 개발된 다양한 센서들에 편리한 통신 방법을 제공함으로써 개발의 유용성이 향상될 것으로 기대됨.

○ 영상 및 센서 기술이 접목되는 타 산업 분야의 연계 및 협력 유도

○ 시스템을 현장 적용하고 실용화 및 제품화하여 세계시장에 수출하며 지속적 투자를 통한 원천기술 개발로 미래 산업으로 육성함

○ 카메라를 이용한 혼잡도 측정 솔루션의 단점을 보완할 수 있는 혼잡도 측정 솔루션이 될 것을 기대됨.

(2) 경제적·산업적 측면

○ 혼잡도 20% 개선 시 경전철 1개 노선 건설 효과 : 약5,000억 예산 절감
경전철 1개 노선 건설비 : 약 5,000억 소요(500억/1Km),노선연장 10Km,
역사 수 10개 기준

○ 참여기업 매출 발생 효과: 약 350억원 (5년 기준)

○ 국내 기술 개발을 통한 선도적 기술 선점

○ 철도 정보통신분야 기술의 해외진출
국외 1개 국가 시스템 구축 및 유지보수 시 : 약 60억원

○ 국내 14기관 30% 시장 점유 시: 약 290억원
[시스템 구축(390억)+유비보수(580)]*30%

○ 차량별 승객의 분산탑승을 유도함으로써 열차의 지연 운행 방지로 인한 운영 비용 절감

○ 맞춤형 승객정보 제공을 통한 대국민 안전성 및 편의성 향상 및 이로 인한 기관의 신뢰성 향상

○ 이용객의 보행통로 및 동선 파악 및 예측 용이

○ 역사 내의 불규칙적인 보행교통류를 체계적으로 관리하여 이동 거리 단축 및 승/하차

○ 시간 단축으로 열차의 운행환경을 개선함으로써 열차에서 배출되는 CO2 등 온실가스배출량 감축

(3) 사회적 측면

○ 스마트 모바일기기, 행선안내게시기 등의 기존 인프라 활용도 증대 및 대중교통 혼잡도

정보의 제공을 다양한 분야로 범위를 확대.

○ 철도 이용객의 원활한 이동으로 인한 철도교통 활성화

○ 만성적인 승객혼잡도에 대한 개선방안 마련으로 중장기적인 승객서비스 및 도시철도 이미지 향상

○ 맞춤형 승객정보 제공을 통한 대국민 안전성 및 편의성 향상, 운영기관의 신뢰성 향상

○ 철도 정보통신분야 혼잡정보관리기술의 해외수출 기회 확보

○ 효율적이고 계획적인 도시철도 이용이 가능함으로써 이용객 수가 증가될 것으로 기대됨. 따라서 대중교통을 이용비율 증가로, 승용차 이용에 따른 교통혼잡, 교통사고, 환경오염 등이 감소하여 사회적 편익이 증대됨

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 목표

목표	달성도(%)	내용
혼잡도 정보관리시스템 시범운영 (혼잡정보 측정/표출/제어/예측)	100	- 시스템 최종제작 - 현장구축 - 운영 및 성능시험
역사 혼잡도 측정 및 표출 시스템 시범운영	100	- 시스템 최종제작 - 현장구축 - 운영 및 성능시험
IR-UWB센서를 이용한 계단 및 환승통로에서의 유동량 측정 성능 측정	100	- 시스템 최종제작 - 현장구축 - 운영 및 성능시험 - 신기술 인증 신청
전동차 응하중을 이요용한 객실 혼잡도 측정 시스템 현장 구축 및 성능시험	100	- 시스템 최종제작 - 현장구축 - 운영 및 성능시험
역사/열차 혼잡도 분석/예측 알고리즘 개발 및 검증	100	- 역사/열차 혼잡도 분석 알고리즘 개발 - 역사/열차 혼잡도 분석 알고리즘 적용 및 검증 - 역사/열차 혼잡도 예측 알고리즘 개발 - 역사/열차 혼잡도 예측 알고리즘 적용 및 검증
체감혼잡도 20%개선 검증	100	- 열차 및 역사 혼잡정보제공 시범운영 - 도시철도 혼잡도 정보 효과 검증

나. 목표 달성여부

1) 질적성과

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	달성치

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	달성치
1차 (1단계)	혼잡도 관리기술개발	혼잡도 관리기술 기본설계	설계보고서	1건	20%	1건
	역사혼잡도측정및표출 시스템개발	역사 혼잡도 측정 및 표출시스템 개발	설계보고서	1건	9%	1건
			설계보고서	1건	10%	1건
	기반정보및연계데이터 분석	기반정보및연계 데이터분석	자료수집보고서	1건	8%	1건
	IR-UWB 핵심요소기술 연구	핵심요소기술연 구	보고서	1건	10%	1건
		시스템 설계	보고서	2건	7%	2건
		혼잡관리 알고리즘 개발	알고리즘설계서	2건	7%	2건
	전동차 윳하중 측정기술 연구	핵심요소기술연구	보고서	1건	10%	1건
		시스템설계	보고서	3건	9%	3건
	혼잡도 분석 및 예측기술 개발	역사 및 열차 혼잡도 현황분석	설계보고서	1식	10%	1식
	소 계				100%	
2차 (2단계)	혼잡도 관리기술 모델링	혼잡도 개선률	혼잡도 개선률 산출서	1건	6%	1건
	혼잡관리S/W 상세설계	요구사항반영률	요구사항 추적 평가서	1건	5%	1건
	혼잡관리H/W 상세설계	요구사항반영률	요구사항 추적 평가서	1건	5%	1건
	수집시스템설계	설계 구성요소 반영 건수	연구진및전문가평 가서	1건	11%	1건
	혼잡도분석/가공시스템 설계	설계 구성요소 반영 건수	연구진및전문가평 가서	1건	11%	1건
	수집시스템 시작품제작	시작품 성능	성능(QA) 테스트및평가서	1건	6%	1건
	혼잡도실시간자동측정 시스템 프로토타입 제작 및 단위 시험	개념설계를 기반으로한 세부설계서 작성	외부전문평가서	1건	2%	1건
		프로토타입 제작 및 시연	외부전문평가서	1건	4%	1건
		프로토타입 성능시험	현장시험보고서	1건	2%	1건
	혼잡도 제어장치프로토타입제 작	설계서 작성	외부전문평가서	1건	2%	1건
		프로토타입 제작	항목 확인서,사진	1건	4%	1건
	혼잡도 표시장치프로토타입제작	개념설계를 기반으로한 세부설계서 작성	외부전문평가서	1건	2%	1건
		프로토타입 제작	항목 확인서,사진	1건	4%	1건
	프로토타입성능단위 시험	프로토타입 성능시험	항목 확인서,사진	1건	2%	1건
	센서 하드웨어 설계	측정거리	시험성적서	1건	1.5%	1건
	센서 소프트웨어 설계	측정횟수	시험성적서	1건	1.5%	1건
	안테나 및 앰프 설계	안테나 및 앰프 이득	시험성적서	1건	2%	1건
	환승통로유동량측정알 고리즘개발	정확도	시험성적서	1건	4%	1건
	열차 출입문 유동량 측정 알고리즘 개발	정확도	시험성적서	1건	4%	1건
	시스템 상세 설계	요구사항반영률	요구사항 추적 평가서	1건	3%	1건
	측정센서 시작품 제작	센서 출력 오차	시험성적서	1건	3%	1건
	측정장치 시작품 제작	측정값 정밀도	시험성적서	1건	2%	1건

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	달성치
	제어장치 시작품 제작	측정값 정밀도	시험성적서	1건	2%	1건
	역사혼잡도분석알고리즘 개발	분석 정확도	외부 전문가 자문 평가서	1건	5%	1건
	열차혼잡도분석알고리즘 개발	분석 정확도	외부 전문가 자문 평가서	1건	6%	1건
	소 계				100%	
3차 (3단계)	혼잡도 관리기술 개발	혼잡관리 S/W	시연동영상	1식	6%	1식
	혼잡도 관리기술 검증	검증 절차서	절차서	1건	5%	1건
		시뮬레이터 정확도	성적서	1건	5%	1건
	혼잡도 분석/예측 시스템(S/W) 개발	혼잡도분석/예측 시스템 시작품성능	성능(QA)테스트 및외부전문가평가	1건	3%	1건
	시스템 DB 설계보완	시스템DB서버 설계구성요소 반영건수	외부전문가평가서	1건	2%	1건
	시스템 DB 개발	시스템DB서버 시작품성능	성능(QA)테스트및 외부전문가평가	1건	2%	1건
	혼잡도 제공시스템 설계	혼잡도제공시스템 설계구성요소 반영건수	외부전문가평가서	1건	2.5%	1건
	혼잡도 제공 시스템(S/W) 개발 및 시작품 제작	혼잡도제공시스 템 시작품성능	성능(QA)테스트및 외부전문가평가	1건	4%	1건
	모바일 정보제공 설계서	설계 구성요소 반영 건수	연구진 및 전문가 평가서	1건	2%	1건
	영상기반 승강장 승객 밀집도 측정시스템 보완	승강장밀집도측 정시스템 보완사항 반영건수	외부전문가평가서	1건	4%	1건
	승강장 연계 역사 시스템 개발	승강장연계역사 시스템 시작품성능	성능(QA)테스트및 외부전문가평가	1건	2%	1건
	승강장 혼잡도 실시간 측정 및 역사 시스템 통합시험	승강장혼잡도및 역사시스템 시작품시연	성능(QA)테스트및 외부전문가평가	1건	2%	1건
	혼잡도 표출 시스템 API 개발 (LED 행선안내기 연동 및 모바일)	혼잡도표출시스템 시작품성능	성능(QA)테스트및 외부전문가평가	1건	4%	1건
	혼잡도 제어(개찰부) 시스템 API 개발 (LED 행선안내기 연동)	혼잡도제어시스 템 시작품성능	성능(QA)테스트및 외부전문가평가	1건	2%	1건
	혼잡도 표출/제어시스템 통합시험	혼잡도표출/제어 시스템 시작품시연	성능(QA)테스트및 외부전문가평가	1건	2%	1건
	열차/역사 혼잡도 시뮬레이션 설계	혼잡도시뮬레이션 설계구성요소반영 건수	외부전문가평가서	1건	2%	1건
	교통카드 데이터 연계 I/F 설계	연계 I/F 설계 구성요소 반영건수	외부전문가평가서	1건	2%	1건
	계단에서의 유동량 측정을 위한 알고리즘개발	정확도	시험성적서	1건	5%	1건
	환승통로에서의유동량측 정을위한알고리즘개발	정확도	시험성적서	1건	5%	1건
	계단에서의 유동량 측정을 위한 센서 제작	측정거리 및 횟수	시험성적서	1건	4%	1건
	환승통로에서의 유동량 측정을 위한 센서 제작	측정거리 및 횟수	시험성적서	1건	4%	1건
	센서의 범용성을 위한 다양한 환경에서의 성능 테스트	서울 외 지역에서의 성능 테스트	시험성적서	1건	2.5%	1건
	시제품측정및 기능시험	측정 및 기능시험	시험 결과서	1건	6%	1건

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	달성치
	시제품보완및 완제품제작	승객대비 연산값 정밀도	시험 결과서	1건	5%	1건
		프로토콜 및 인터페이스 내구성	시험 결과서	1건	5%	1건
	역사및열차 혼잡도예측 알고리즘 개발	역사 혼잡도 예측 알고리즘	외부 전문가 자문평가서	1건	6%	1건
		열차 혼잡도 예측 알고리즘	외부 전문가 자문평가서	1건	6%	1건
	소 계				100%	
4차 (4단계)	혼잡도 정보관리시스템 테스트베드 구축	시제품 구축	시험보고서	1건	20%	1건
	모바일 정보제공 시스템 개발	시제품 구축	시험보고서	1건	10%	1건
	통합테스트베드 선정 및 시험적용 설계	통합테스트 베드현장조사	보고서	1건	5%	1건
	승강장 혼잡도 실시간 측정 및 역사 시스템 고도화	시험적용 결과를 반영한 시스템 고도화	외부전문가평가	1건	5%	건
	혼잡도표출/제어시스템 및API고도화(역사연계)	시험적용 결과를 반영한 시스템 고도화	외부전문가평가	1건	5%	1건
	계단에서의 알고리즘 개선을 통한 정확도 향상	정확도	시험성적서	1건	5%	1건
	환승통로에서의 알고리즘 개선을 통한 정확도 향상	정확도	시험성적서	1건	5%	1건
	완제품 측정 및 기능시험	전자파내성 규격인증	인증기관 성적서	1건	10%	1건
		온도환경 등에 대한 성능보증	시험 결과서	1건	15%	1건
	역사 혼잡도 예측 기술 보완 및 검증	역사 혼잡도 예측 알고리즘	외부전문가 평가서	1건	10%	1건
	열차 혼잡도 예측 기술 보완 및 검증	열차 혼잡도 예측 알고리즘	외부전문가 평가서	1건	10%	1건
	소 계				100%	
5차 (5단계)	혼잡도정보관리시스템 시험운영	시범운영	운영메뉴얼	1건	25%	1건
	역사혼잡도측정 및표출시스템 시험운영	시범운영	운영메뉴얼	1건	25%	1건
	계단에서의센서성능측 정및시험보고서작성	정확도 등	시험성적서	1건	10%	1건
	환승통로에서의 센서성능측정및 시험보고서작성	정확도 등	시험성적서	1건	10%	1건
	테스트 베드 구축 및 시운전 종합평가	체감혼잡도 제어	시험결과서	1건	12%	1건
	역사 혼잡도 제어시스템 알고리즘 보완 및 검증	혼잡도 제어시스템 평가서	외부전문가 평가서	1건	8%	1건
	승강장및열차 혼잡정확도향상	평가서	외부전문가 평가서	1건	5%	1건
	승강장및열차 혼잡예측정확도향상	평가서	외부전문가 평가서	1건	5%	1건
	소 계				100%	

2) 양적성과

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	달성치
1차 (1단계)	혼잡도 관리 기술 기본설계	특허 출원건수	특허 출원건수	1건	20%	1건
		S/W 등록	S/W 등록 건수	1건	15%	1건
		학술지 논문발표	학술지 논문발표	1건	15%	1건
	역사 혼잡도 측정 및 표출시스템 개발	설계기준 지침 제안	공문서 및 시방서	2건	25%	2건
	IR-UWB 및 IoT 센서개발 요소기술 개념정립	국외 학술회의 발표건수	국외 학술회의 발표건수	1건	25%	2건
	소 계				100%	
2차 (2단계)	역사 혼잡관리 시스템 상세설계	국내외 학술지 게재건수	국내외 학술지 게재건수	1건	5%	0건
		국외 학술지 발표건수	국외 학술회의 발표건수	1건	4%	2건
	역사 혼잡도 측정 및 표출시스템 개발	특허 출원건수	특허 출원건수	0건	5%	1건
		S/W 등록	S/W 등록 건수	4건	8%	4건
		시제품 제작	시험성적서	3건	7%	4건
		국내외 학술지 게재건수	국내외 학술지 게재건수	1건	7%	0건
		현장적용	시험결과서	0건	5%	1건
	IR-UWB 및 IoT 센서 시스템 상세설계	특허 출원건수	특허 출원건수	1건	5%	1건
		시제품 제작	시험성적서	2건	5%	2건
		국내외 학술지 게재건수	국내외 학술지 게재건수	1건	7%	1건
		국외 학술지 발표건수	국외 학술회의 발표건수	1건	5%	2건
	객실 혼잡도 측정 시스템 상세설계	특허 출원건수	특허 출원건수	1건	5%	1건
		S/W 등록	S/W 등록 건수	2건	8%	2건
		시제품 제작	시험성적서	3건	7%	3건
	혼잡도 예측 알고리즘 개발을 위한 기반정보 및 연계 데이터 분석	특허 출원건수	특허 출원건수	1건	5%	1건
		국내외 학술지 논문게재	국내외 학술지 논문게재건수	1건	7%	0건
		학술지 논문발표	학술지 논문발표	1건	5%	1건
	소 계				100%	
3차 (3단계)	혼잡도 관리 기술 시작품 제작 및 측정	특허 출원건수	특허 출원건수	1건	5%	1건
		S/W 등록	S/W 등록 건수	1건	10%	1건
		시제품 제작	시험성적서	1건	5%	1건
	혼잡도 표출/제어 시스템 구축	특허 출원건수	특허 출원건수	1건	5%	1건
		S/W 등록	S/W 등록 건수	6건	16%	7건
		시제품 제작	시험성적서	2건	10%	2건
		국내외 학술지 게재건수	국내외 학술지 게재건수	1건	5%	0건
	R-UWB 및 IoT 센서 시스템 시작품 제작 및 측정	특허 출원건수	특허 출원건수	1건	5%	1건
		국내외 학술지 논문게재	국내외 학술지 논문게재건수	1건	5%	2건

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	달성치
		국외 학술회의 발표건수	국외 학술회의 발표건수	1건	3%	2건
	객실 혼잡도 측정 시스템 시제품 보완 및 완제품 제작	특허 출원건수	특허 출원건수	1건	5%	1건
		S/W 등록	S/W 등록 건수	2건	10%	2건
	역사 및 열차 혼잡도 예측 알고리즘 개발	정책제안	용역 결과보고서	1건	6%	1건
		국내외 학술지 논문게재	국내외 학술지 논문게재건수	1건	5%	1건
		학술지 논문발표	학술지 논문발표	1건	5%	1건
	소 계				100%	
4차 (4단계)	혼잡도 정보 관리 시스템 테스트베드 구축	시제품 제작	시험성적서	3건	40%	3건
	IR-UWB 및 IoT 센서 시스템 완제품 제작 및 기능시험	국내외 학술지 논문게재	국내외 학술지 논문게재건수	1건	10%	0건
		국외 학술회의 발표건수	국외 학술회의 발표건수	0건	10%	1건
	객실 혼잡도 측정 시스템 완제품 측정 및 기능시험	특허 등록건수	특허 등록건수	0건	-	1건
		S/W 등록	S/W 등록 건수	2건	10%	2건
		현장적용	시험결과서	1건	20%	1건
	혼잡도 예측 기술 보완 및 검증	국내외 학술지 논문게재	국내외 학술지 논문게재건수	1건	10%	1건
		학술지 논문발표	학술지 논문발표	0건	-	1건
	소 계				100%	
5차 (5단계)	혼잡도 정보관리시스템 시험운영	S/W 등록	S/W 등록 건수	0건	10%	3건
		시제품 제작	시험성적서	1건	20%	1건
		현장적용	시험결과서	1건	20%	1건
	IR-UWB 및 IoT 센서 개발	특허 등록건수	특허 등록건수	0건	0%	1건
		신기술지정건수	신기술지정건수	1건	10%	1건
		국내외 학술지 논문게재	국내외 학술지 논문게재건수	1건	10%	2건
	객실 혼잡도 측정 시스템 테스트베드 구축 및 시운전 종합평가	국내외 학술지 논문게재	국내외 학술지 논문게재건수	1건	10%	0건
		S/W 등록	S/W 등록 건수	2건	10%	2건
	테스트베드 구축 및 시운전 종합평가	국내외 학술지 논문게재	국내외 학술지 논문게재건수	1건	10%	1건
1~5차 (총괄)	소 계				100%	
	성과목표별 달성치	설계기준 지침 제안	공문서 및 시방서	2건	7%	2건
		정책제안	용역 결과보고서	1건	7%	1건
		특허 출원건수	특허 출원건수	7건	7%	8건
		특허 등록건수	특허 등록건수	0건	7%	2건
		S/W 등록	S/W 등록 건수	20건	15%	24건
		신기술지정건수	신기술지정건수	1건	10%	1건

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치	달성치
		시제품 제작	시험성적서	15건	10%	16건
		국내외 학술지 논문게재	국내외 학술지 논문게재건수	11건	15%	8건
		학술지 논문발표	학술지 논문발표	7건	15%	13건
		현장적용	시험결과서	2건	7%	3건
	소 계				100%	

4. 연구개발성과의 활용 계획 등

가. 기술수요처

○ 국내 운영기관, 민간 포털사 및 지차체 Contents 실용화 가능

구분	운영기관	노선수	역사수
1	서울교통공사	8	277
2	코레일	11	261
3	서울9호선운영(주)	1	30
4	인천교통공사	2	56
5	신분당선주식회사	1	13
6	코레일공항철도	1	13
7	의정부경전철㈜	1	15
8	우이신설경전철(주)	1	13
9	용인경량전철주식회사	1	15
10	부산교통공사	4	114
11	부산-김해경전철㈜	1	21
12	대구도시철도공사	3	91
13	광주도시철도공사	1	20
14	대전도시철도공사	1	22
	합계	37	961

<표 93> 도시철도 국내운영기관 현황

○ 국내 철도 운영기관 활용

- 열차 및 역사 혼잡정보 제공으로 고객 편의 향상

나. 실용화 계획

○ 서울교통공사 '19년부터 단계별 열차 혼잡관리 관리시스템 도입 운용

- 사업근거: 사장방침-20400(2018.10.16.)

- 1단계 : 실증사업(2019년)

· 7호선 전동차 72 편성 우선 적용

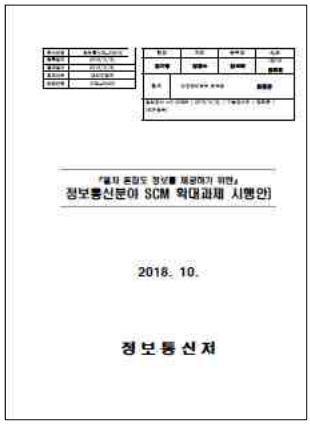
· 소요예산: 1,049백만원

· 구축내용

구분	내용	설치물량	소요예산
전동차 혼잡도 측정시스템	- 제어장치 설치 - 응하중 데이터 통신료	72식	625백만원
혼잡관리 시스템	- 프로그램 수정/개발 - 혼잡정보연계	1식	424백만원

- 2단계: 확대시행(2020년 이후)

· 1단계 사업 효과 분석 후 1~8호선 전 역사 확대 추진


「혼잡도 정보를 제공하기 위한」
정보통신분야 SCM 확대과제 시행안

2018. 10.

정보통신처

<그림 262> 혼잡도 사업 방침서

※ '19년도 혼잡관리 실용화 예산 미확보 시 실증사업 계획 변경 추진

4세부

도시철도 역사 유니버설 디자인 기술 개발

2. 연구수행내용 및 성과

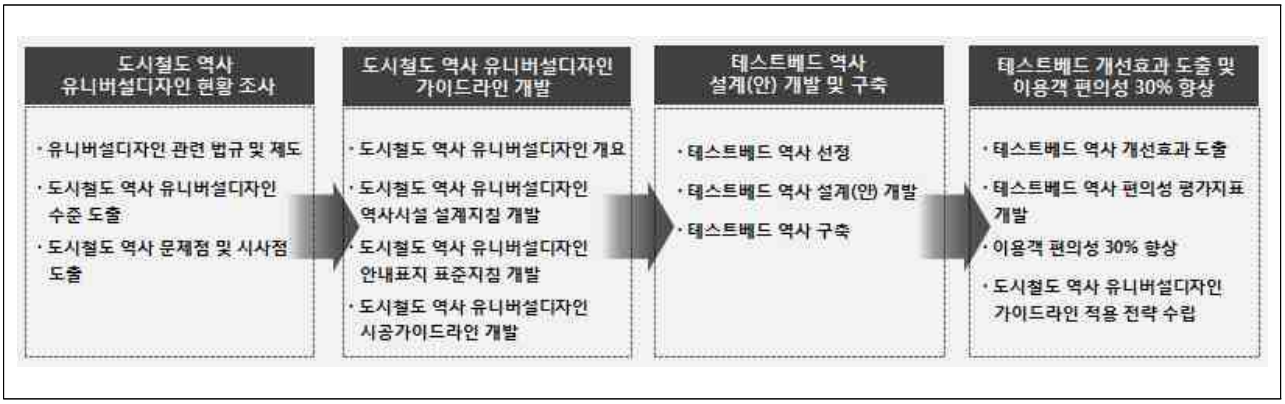
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

4.연구개발성과의 활용계획 등

2. 연구 수행내용 및 성과

2-1. 연구 수행내용

1. 도시철도 역사 유니버설 디자인 가이드라인 개발



<그림 3-1> 4-1세부 연구 수행 절차

가. 도시철도 역사 유니버설디자인 개요

(1) 도시철도 역사 유니버설디자인 범위

○ 도시철도 역사 유니버설디자인 가이드라인 적용은 단순히 시설 자체의 디자인뿐만 아니라 시설의 배치 및 규모, 정보제공 등을 함께 고려하여 설정

○ 도시철도 역사 유니버설디자인 적용 범위는 이용자 이동흐름을 고려하여 접근 및 이동시설, 안내 및 안전시설, 편의시설, 기타설비로 구분

<표 3-1> 도시철도 역사 유니버설디자인 적용 범위

구분	도시철도 역사 유니버설디자인 적용 범위
접근 및 이동시설	도시철도 역사 진입로, 대합실, 수직·수평 이동시설(내부계단, 외부계단, 에스컬레이터, 엘리베이터, 무빙워크), 승강장, 통로(일반통로, 연결통로, 환승통로, 신교통 연결통로), 집·개표구, 자전거 보관소, 환승주차, 자동발매기 등
안내 및 안전시설	종합안내, 정적·동적 환승 및 출·도착시간안내, 시설물 및 유도안내, 이용자 이동정보 안내표지(타는 곳, 나가는 곳, 환승하기, 편의시설 위치 등), 비상조명 및 긴급대피시설, 전광판, 광고 등
편의시설	화장실, 수유실, 휴게시설, 판매시설, 문화시설 등
기타설비	역무실, 통신기계실, 전기실, 변전실, 기능실, 환기시설, 냉난방시설 등

(2) 도시철도 역사 유니버설디자인 이용객 분류 표준화

<표 3-2> 도시철도 역사 UD이용객 분류

이용객 분류		개념 정의
장애인	지체장애인	지체장애인의 범주에는 휠체어사용자, 보행장애인, 내부기관장애, **일시적 교통약자(임산부, 무거운 짐을 든 사람, 환자, 유모차를 밀고 가는 사람)** 등 다양한 이유로 이동에 제약을 받는 사람들을 포함한다.
	시각장애인	시각장애인의 범주에는 전맹, 약시자, **일시적인 교통약자(환자)** 등 시각에 의해 정보에 제약을 받는 사람을 포함한다.
	청각장애인	청각장애인의 범주에는 청각장애인, 난청인, 일시적인 교통약자(환자) 등 청각에 의해 정보에 제약을 받는 사람을 포함한다.
	정신장애	정신장애인 범주에는 지적장애, 발달장애, 자폐성장애인, 기억에 장애가 있는 사

인	람, **일시적인 교통약자(환자)** 등 정보인지나 의사소통에 제약을 받는 사람을 포함한다.
고령자	고령자 범주에는 65세 이상의 사람으로 접근, 이동 및 정보 이용 등에 제약을 받는 사람을 포함한다.
어린이	어린이의 범주에는 영유아 동반자, 신체적으로 성숙단계에 있는 사람으로 접근, 이동 및 정보 이용 등에 제약을 받는 사람을 포함한다.
외국인	외국인은 관광객을 포함하여 외국어를 이해할 수 없어 의사소통이 불편한 사람들을 포함한다.

(3) 도시철도 역사 유니버설디자인 6원칙

<표 3-3> 도시철도 역사 유니버설디자인 6원칙

원칙	개념 정의
공평성 (Equitable Use)	서로 다른 능력을 갖고 있는 모든 이용자가 똑같이 이용할 수 있어야 한다. 가능한 한 언제나 사용법이 누구에게나 동일해야 하며 그렇지 못할때는 사용자가 분리되거나 비판받지 말아야 한다. (주요 키워드 : 공평한 사용, 보편성, 수용성)
심미성 (Aesthetis)	쾌적하고 아름답고 실용성이 있어야 하며 시각적인 요소뿐만 아니라 다양한 감각요소를 고려하여 디자인되어야 한다. (주요 키워드 : 심미성, 조형성, 미관성)
인지성 (Perceptible Information)	위의 상태나 사용자의 감각능력에 상관없이 필요한 정보가 효과적으로 전달되어야 한다. (주요 키워드 : 인지성, 식별성, 시인성, 가독성)
편리성 (Convenient)	이용자의 신체크기, 능력, 이동성에 상관없이 누구나 적은 물리적인 노력과 직관으로도 사용이 가능하며 보다 쉽게 사용이 용이한 크기와 공간이 제공되도록 한다. (주요 키워드 : 편리성, 간단하고 직관적인 사용, 적은 신체적인 노력, 접근과 사용이 용이한 크기와 공간, 사용상의 융통성, 기능적 지원성)
안전성 (Safety-Orineted Design)	모든 이용자들의 안전사고를 미연에 방지하고 오류에 대한 최대한의 포용력을 갖도록 한다. (주요 키워드 : 안전성, 오류에 대한 포용력)
접근성 (Accessibility and Mobility)	모든 이용자들이 자신들이 원하는 공간과 장소로 자유로운 이동과 접근이 가능하도록 한다. (주요 키워드 : 접근성, 이동성)



<그림 3-2> 도시철도 역사 유니버설디자인 원칙

(4) 도시철도 역사 유니버설디자인 가이드라인 구성

○ 도시철도 역사 유니버설디자인 가이드라인 구성은 크게 3장으로 분류하고, 부록의 체크리스트를 포함함

<표 3-4> 도시철도 역사 유니버설디자인 가이드라인 구성

구분		내용
1장	개요	- 도시철도 역사 이용객 편의성 향상을 위한 도시철도 역사 유니버설디자인 가이드라인 개발
2장	도시철도 역사 유니버설 디자인 역사시설 설계지침	- 기존 「도시철도 정거장 및 환승·편의시설 설계지침」은 역사시설의 운영, 관리자 중심의 기준을 제시하여 고령자, 어린이, 영·유아 동반자, 휠체어사용자, 시각장애인 등 다양한 사람의 이용을 배려하지 못하며, 도시철도 역사시설(여객시설)의 계획 시 반영하여야 하는 「교통약자 이동편의 증진법 시행규칙」(이하 교통약자법)과는 법규의 목적, 운영기관이 달라 동일한 항목에 각기 다른 기준을 제시하고 있음 - 이에 상위법인 교통약자법을 중심으로 도시철도 역사시설 설계지침을 통일하고, 다양한 이용객의 요구사항을 반영하여 도시철도 역사 유니버설 디자인 역사시설 설계지침(안)의 기준을 반영하여 제시함
3장	도시철도 역사 유니버설 디자인 안내표지 표준지침	- 각 운영기관의 핵심지침 기준을 침해하지 않는 범위에서 국내 도시철도 역사 안내표지 표준지침을 제시함 - 안내표지 표준지침은 안내표지의 기본요소(색채, 기호, 화살표 기호, 픽토그램, 안내정보의 위계, 서체, 다국어, 방면정보, 안내표지의 규격 등)들이 이용자의 시인성과 정보전달의 일관성을 기반으로 역사구조에 적합하게 설계될 수 있도록 제시함
부록 1	역사시설 설계지침 체크리스트	- 도시철도 역사 시설의 유니버설디자인 요소를 종합적으로 평가할 수 있는 정량적인 방법 제시
부록 2	안내표지 표준지침 체크리스트	- 도시철도 역사 안내표지의 유니버설디자인 요소를 종합적으로 평가할 수 있는 정량적인 방법 제시

나. 도시철도 역사 유니버설디자인 역사시설 설계지침 개발

(1) 도시철도 역사시설 유니버설디자인 기준요소 도출

○ 국내외 관련 법제도 종합·분석을 통해 항목별 권장과 의무로 구분함

○ 접근로의 사전이동정보제공과 각 시설별 접근 가능한 동선계획 수립의무 에 대한 정비를 하며, 공사 및 보수기간 중 우회 동선 확보와 이에 대한 동선안내정보를 제공하도록 한다. 주차공간과 관련하여 주차구역 등의 안내를 의무화하고, 부가적 안내시설, 도움 호출벨, 주차가능공간에 대한 정보제공, 관련시설 정비는 권장사항으로 둠

○ 역사 내 연결통로 및 대합실은 시각장애인 및 기타 정보장애인 등을 배려하여 유도시설 기준을 의무화하고, 보행장애물제거 및 가구시설에 대한 설치 기준을 의무화함

○ 수직이동시설과 관련하여 기존 지침에 명시되어있던 휠체어 리프트사항을 설치금지하며, 무빙워크의 경우 시각장애인, 휠체어 사용자 등의 이용을 고려한 기준을 권장

○ 위생시설은 다양한 사용자에 대응하는 다목적화장실 설치 기준을 권장하고, 화장실내 안내 및 위급상황 시 이용할 수 있는 시설에 대한 기준을 의무화 한다. 아울러, 기저귀 교환대 등의 항목을 의무화, 일반화장실 내 대변기에 대한 기준을 권장화 함

○ 개찰구, 승강장과 관련하여 매표소의 의사소통 장치기준 및 승강장내 조명, 피난시설기준을 의무화 함

○ 유도 및 안내시설과 관련하여 시각, 음성, 디스플레이 안내 및 도움 호출벨 등에 대한 상세

설치 기준을 마련하고 설치를 의무하며, 기타 임산부휴게시설 및 음수대 설치를 권장하고 직원 및 시설 운영자 교육을 의무화하여 물리적 환경뿐만 아니라 인적서비스 차원의 유니버설 디자인을 도모하도록 함

(2) 도시철도 역사 유니버설디자인 역사시설 설계지침(안) 개발

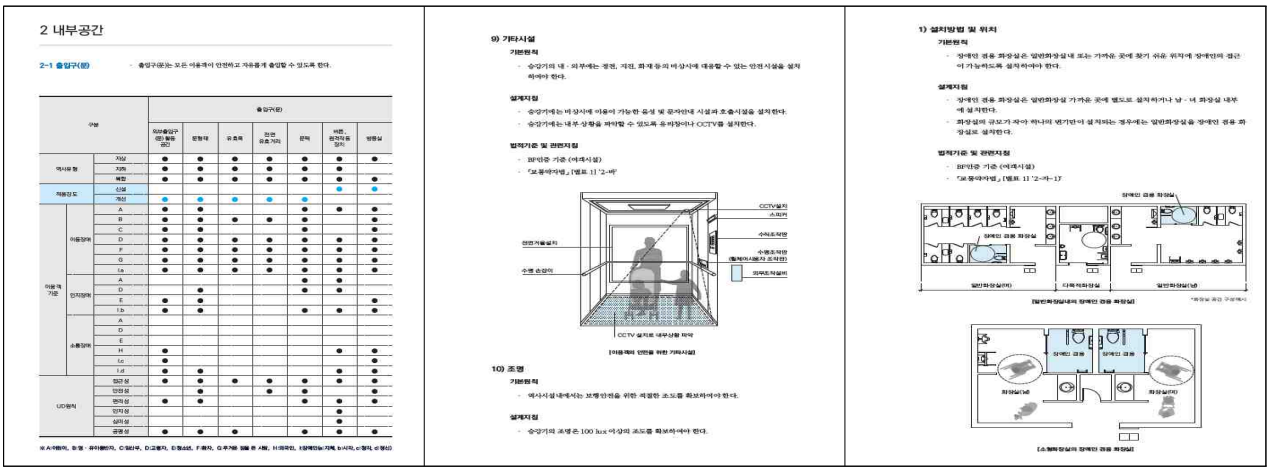
○ 도시철도 역사시설 설계지침(안)은 접근로, 내부공간, 위생시설, 개찰구 및 승강장, 유도 및 안내, 기타시설 등 역사 시설 공간 유형을 기준으로 개발 함

○ 역사시설 설계지침(안)은 불특정다수가 이해하기 쉽도록 상세기준 도해 및 사례를 제공하며, 설계기준에 대한 해설을 추가하여 작성 함

(3) 테스트베드 역사(수서역) 구축 후 역사시설 설계지침 보완

○ 테스트베드역사(수서역) 구축에 따른 자체 평가 및 현장자문을 통한 보완

- 지체장애인협회, 시각장애인협회에 소속된 전문가 및 유니버설디자인 전문가 등을 섭외하여 테스트베드 역사 현장방문을 통해 자문을 요청함. 전문가 자문 범위는 개량사업이 진행되었던 내부공간(통로, 계단), 위생시설(다목적화장실, 장애인 겸용 화장실, 일반화장실, 소변기, 세면대, 기타시설), 개찰구, 유도 및 안내(점자블록, 안내설비), 편의시설(임산부휴게시설, 전동휠체어 충전장치, 휴게시설)을 대상으로 함
- 내부공간-통로-보행 장애물 항목에 충돌 위험이 있는 기둥에 대한 경고방안(기둥 주변 0.3m이내에 바닥색상 및 재질 변화를 통한 경고)을 명확히 제시 및 계단 항목에 자전거 경사로 설치방법(자전거 이용시설의 구조·시설 기준에 관한 규칙)에 대한 내용을 추가하여 모두가 안전하게 이용 가능하도록 함



<그림 3-3> 도시철도 역사 유니버설디자인 역사시설 설계지침 개발

- 에스컬레이터 전면에 점자블록을 설치할 때에 '시각장애인용 편의시설 설치 매뉴얼, 공공건물, 지하철, 보도, 2014'를 참고할 수 있도록 UD설계지침에 참조사항으로 기입
- 휠체어사용자 하차위치에 승강기 위치 안내표지 및 휠체어사용자가 이동 가능한 경로를 안내하는 안내판을 부착하여 정보를 우선적으로 제공 할 수 있도록 제시 및 임산부 휴게시설 내 경광등 설치위치에 대한 명확한 법규기준이 없으므로, UD설계지침 보완 시 권장사항으로 제시 필요
- 위생시설의 장애인겸용화장실의 경우 자동문 잠금장치는 버튼형으로 설치하며 버튼의 지름은 5cm이상의 것으로 함. 대변기 손잡이 색상은 주변색상과 차이나도록 함으로 보완
- 임산부휴게시설의 경우 내부조도 200lux이상 확보하며, 수유실 문에 손이 자유롭지 못한 사람도 이용할 수 있도록 한손으로 잡거나 돌리지 않고 이용 가능한 형태의 잠금장치를 설치함으로 보완

다. 도시철도 역사 유니버설디자인 안내표지 표준지침 개발

(1) 도시철도 역사 유니버설디자인 안내체계 디자인 원칙

○ 도시철도 역사 안내표지 개선 방향은 이용객 이동흐름에 따라 기능적인 측면과 시각적인 측면으로 구분되며 이것은 정보제공의 일관성을 기반으로 수립되어야함

- 기능적 측면 : 정보설치 위치와 배치, 정보의 연계성, 정보의 제공방식 및 위계, 연관정보의 통합 제공방식으로 유형화 할 수 있음
- 시각적 측면 : 정보의 일관성 결여문제는 정보표현, 기본 시각요소, 언어표현 및 외국어 표기에서 드러나고 있음

(2) 도시철도 역사 유니버설디자인 안내표지 표준지침(안)

○ 도시철도 역사 유니버설디자인 안내표지 표준지침의 각 세부 항목에 대한 내용은 표준지침의 권장 및 필수 항목을 구분하여 제시

○ 도시철도 역사 유니버설디자인 안내표지 표준지침 구성은 안내표지 표준화 항목으로 시각적 일관성의 안내체계를 제시하고, 안내표지 표준화 핵심 체계원리를 설명함

- 이동흐름유형 중 일반인은 초행자 기준으로, 교통약자는 이동제약자를 기준으로 정의하여 이용객 이동흐름을 연계성 있게 다루고자 함
- 일반인 이동 흐름은 계단 및 E/S 이동에 따른 승차, 하차 및 환승 이동의 순서로 정의하며, 교통약자 이동 흐름은 E/V 이용의 이동제약자를 기준으로 승차, 하차 및 환승 이동의 순서로 정의하고 기존의 안내표지 매뉴얼에서 휠체어 이용객 관련 항목을 픽토그램 규정 및 E/V 주변 안내에서 언급하는 데에 반하여, 본 지침에서는 E/V 이용객의 이동흐름을 연계성 있게 다루고자 함

○ 기능적 측면의 안내표지 디자인 원칙은 다음의 세 가지 기준을 제시하고자 하며, 안내표지 표준화 핵심 체계 정립을 통해 기능적 일관성 구축을 목표로 함

- 3단계안내 원리는 방위확인 안내표지, 방향 유도 안내표지, 목적지 위치 확인 안내표지 원리로 적용
- 통합형 안내표지의 경우 3단계 안내 원리의 첫 번째 단계에 해당하는 내용으로 방위 확인 안내표지에 해당함. 통합 정보 안내표지에는 설치된 위치에 따라 승차, 하차, 환승 및 시설 이용에 대한 방향 정보들을 종류 및 위계별로 나누어 한 개의 안내표지 내에서 효율적으로 제공함
- 설치위치 및 높이 기준 원리의 경우 국내 도시철도 역사 상황을 반영한 기준 원리로서 승강장 유형(지상 상대식 승강장, 지상 섬식 승강장, 지하 상대식 승강장, 지하 섬식 승강장)에 따른 안내표지 최적 높이 기준을 적용하고자 함

(3) 테스트베드 역사(수서역) 구축 후 안내표지 표준지침 보완

○ 종합안내표지는 이용객들이 현위치 파악 및 향후 역사이용 경로를 폭넓게 설계할 수 있도록 지도 및 설명을 제공하도록 규정하고 기호 체계의 일관성을 위해 주요 편의시설의 픽토그램을 표기하도록 권장함

○ 역사 내 주요 경로의 달대형 안내표지의 수직방향 배치는 배치의 원칙 중 가장 중요한 부분으로서, 안내표지의 위계를 광고보다 먼저 설정하고 경로 이동시 가장 먼저 인지할 수 있도록

배치 내용을 보완하였음

○ 화살표 기호체계에서 가로형 안내표지의 화살표 표기 위계, 세로형 안내표지의 화살표 표기 위계를 정립하는 지침 추가 및 기호 체계에 사용되는 도형, 컬러 등 다양한 요소들이 적용된 예시를 추가하고 노선기호와 출구기호의 세부 디자인 규정을 추가 제공

라. 도시철도 역사 유니버설디자인 시공가이드라인 개발

(1) 도시철도 역사 유니버설디자인 역사시설 설계지침에 따른 시공기준 선정

○ 도시철도 역사 유니버설디자인 시공기준을 위해 건설기술자료연구, 시공기준분류연구, 건축자재성능연구, 주요선진국사례연구를 분석함

○ 도시철도 역사 유니버설디자인 6원칙(①공평성, ②심미성, ③인지성, ④편리성, ⑤안전성, ⑥접근성), 건축 3대 요소(구조, 기능, 미), 시공시스템 및 관리의 3대 요소(단순화, 규격화, 전문화/원가, 공정, 품질)를 분석하여 유니버설디자인 시공기준 도출

(2) 도시철도 역사 유니버설디자인 시공가이드라인(안)

○ 설계와 시공의 상호 연계성을 고려하여 역사시설 설계지침 및 안내표지 표준지침을 기반으로 시공가이드라인을 구성함

○ 시공 가이드라인 목차는 접근로, 내부공간, 위생시설, 개찰구 및 승강장, 유도 및 안내, 안내표지 제작 및 현장설치 순서이며 각 내용은 주요수요처 전문가 자문(2회)을 통해 보완함

(3) 테스트베드 구축 후 시공가이드라인 보완

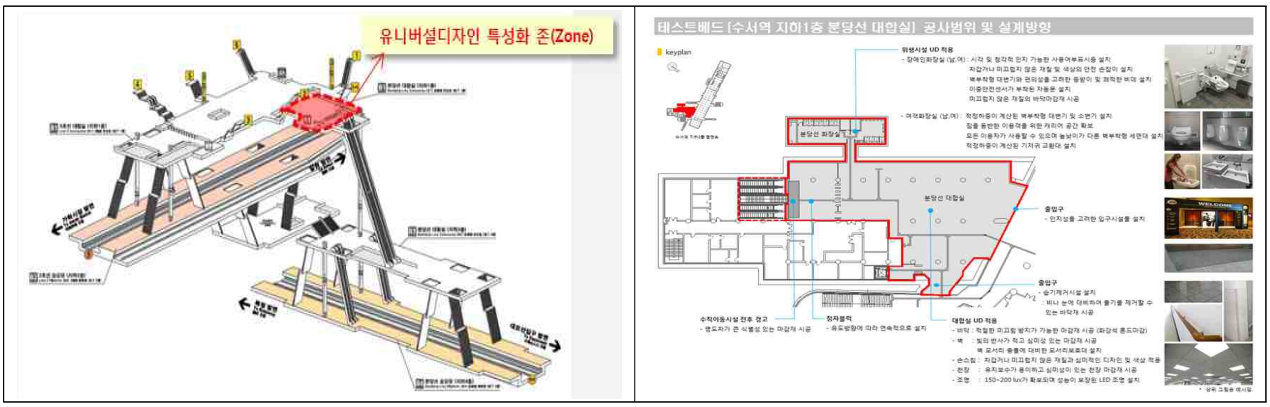
○ 역사시설 설계지침 및 안내표지 표준지침과 연계하여 바닥마감재 미끄럼 저항기준 및 손잡이, 기저귀교환대, 오스트메이트, 전동휠체어 충전장치, 안내표지 현장설치 등 관련 시공기준 및 내용 보완

마. 테스트베드 역사 설계(안) 개발

(1) 테스트베드 역사 설계 방향

○ 테스트베드 역사(수서역) 역사시설 개량공사는 기존역사의 리모델링 개념으로 분당선 대합실(B1)을 유니버설디자인 특성화 존 컨셉으로 개선함

○ 테스트베드 역사(수서역) 안내표지 개선공사는 수서역(분당선, 3호선) 전체를 개선하는 공사로서 신축된 환승구간(수서발 고속철도(SRT)을 고려하여 이용자가 도시철도를 편리하게 이용할 수 있도록 이용자 이동 동선을 기반으로 개선함

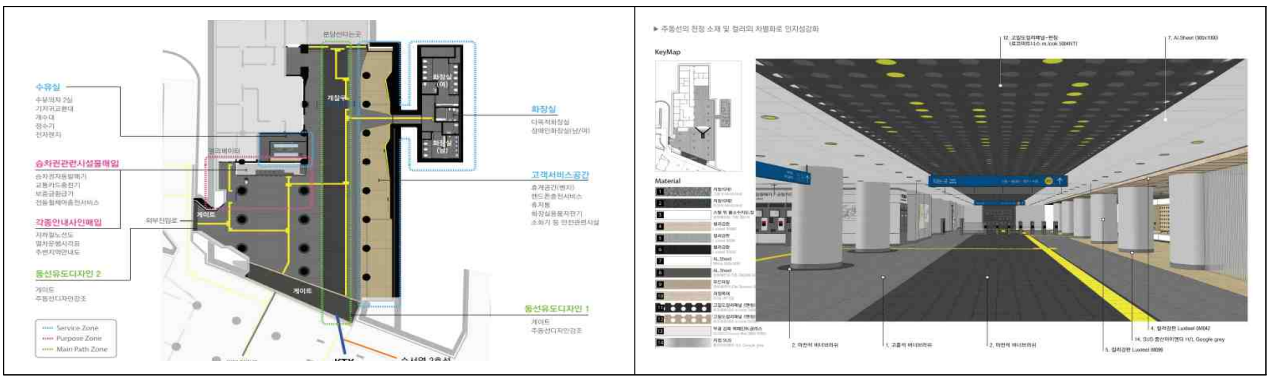


<그림 3-4> 테스트베드 역사(수서역) 맞이방(B1) 시설개량 설계 방향

(2) 테스트베드 역사(수서역) 역사시설 개량 공사 설계(안) 개발

○ 수도권 고속철도(SRT) 개통과 연계하여 수서역의 역사시설 개량을 위해 관계기관과 설계 범위 및 실시설계 협의, 디자인 심의를 통해 설계(안)을 개발하였음

○ 테스트베드 역사(수서역) 분당선 지하1층 대합실 구간을 SRT 개통에 따른 이용객 증가 및 고객 편의성 향상을 고려하여 유니버설디자인 특성화 존으로 설계

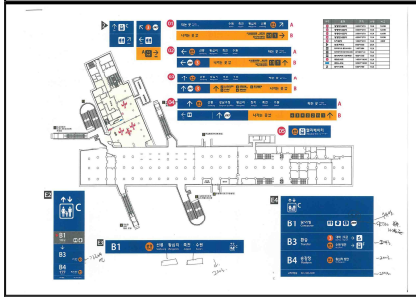
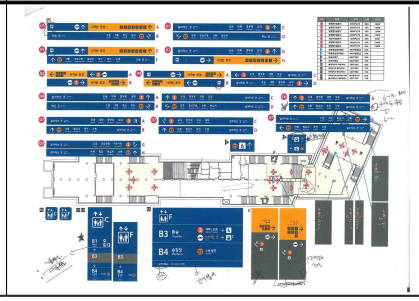
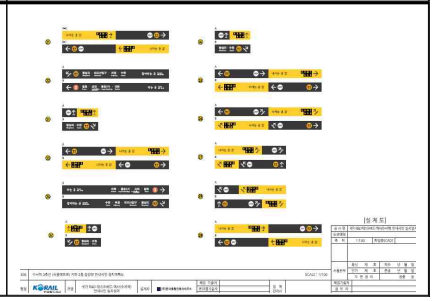


<그림 3-5> 테스트베드 역사(수서역) 맞이방(B1) 시설개량 설계

(3) 테스트베드 역사(수서역) 안내표지 개선 공사 설계(안) 개발

○ 안내표지 개선공사 시행을 위해 수서역 코레일 운영기관(코레일, 서울교통공사) 안내표지 담당자와 현장 점검 및 수시 협의를 통해 안내표지 설계(안) 개발

<표 3-5> 테스트베드 역사(수서역) 안내표지 설계(안)

분당선 대합실(B1)	환승구간(B3)	3호선 승강장(B2)
		

바. 테스트베드 역사 구축

(1) 테스트베드 역사(수서역) 구축 개요

○ 역사시설 개량공사 시공관련 사항은 코레일 청량리건축사업소에서 입찰을 통해 진행함

○ 안내표지 개선공사 시공관련 사항은 공동연구기관 ㈜시트러스에서 평가를 통해 진행함

- 수서역은 분당선(코레일), 3호선(서울메트로) 환승역이므로 안내표지 시공업체를 각각 선정
- 분당선(코레일), 3호선(서울메트로) 운영기관의 안내표지 관련 담당자와 협조체계를 구축하여 안내표지 개선공사 시공 착수함

<표 3-6> 테스트베드 역사(수서역) 안내표지 개선공사 시공업체 선정

구분	분당선 수서역	3호선 수서역
공사명	국가R&D테스트베드 역사 수서역(분당선) 안내표지 개량 공사	국가R&D테스트베드 역사 수서역(3호선) 안내표지 개량 공사
공사범위	분당선 수서역 구간 (기존 안내표지 철거, 신규 안내표지 제작, 전기설비)	3호선 수서역 구간 (기존 안내표지 철거, 신규 안내표지 제작, 전기설비)
시공사	신진애드	㈜GIG기업
계약금액	86,395,000원	101,585,000원
기간	2016.11.01.~2016.12.31.	2016.11.01.~2016.12.31.
감독자	㈜시트러스디자인	㈜시트러스디자인

(2) 테스트베드 역사(수서역) 역사시설 개량 및 안내표지 개선 공사 공정관리

○ 역사시설 개량공사 현장 협의 및 공정관리

- 역사시설 개량공사 시행 중 관련 담당자와 현장 협의를 통한 설계변경 및 마감재 변경, 사인물 등을 보완함

<표 3-7> 테스트베드 역사(수서역) 마감재 변경 사항

구분	기존	변경	변경사유	비고
출입구 벽체	컬러강판 Luxteel OM042	스틸위 지정우드무늬 프린팅 FD027-Al1	재고 없어서 제작기간 30~45일 소요, 소량제작 어려움	'16.10.18~21
	컬러강판 Luxteel OA080	컬러강판 Luxteel OA125	재고 없어서 제작기간 30~45일 소요, 소량제작 어려움	'16.10.18~21
출입구 천장	고밀도컬러패널-펀칭 (로코파트너스 m.look 5004NT)	컬러강판 Luxteel OA032	난연재로 천장재 사용 불가	'16.10.21
편의시설 바닥타일	우드타일 (유로세라믹 Etic Rovere(900x150)	우드타일(유로세라믹 UNICO MIELE(800x170)	재고없음 (전체 물량의 50%수급 가능)	'16.10.21
편의시설 휴게공간	자작나무 + 방염코팅	자작나무 + 합판 + 방염필름	자작나무 모서리 라운딩 처리를 위해 합판 추가 및 방염필름 부착	'16.10.18~21
화장실	현대큐비클 HDC C120	현대큐비클 HDC SS200	준불연재로 마감재 사용 불가	'16.12.19

○ 안내표지 개선공사 현장 협의 및 공정관리

- 안내표지 개선공사 시행을 위해 3호선 수서역 서울메트로 운영기관 안내표지 담당자와 현장 점검 및 수시 협의를 통해 안내표지 세부내용을 보완함

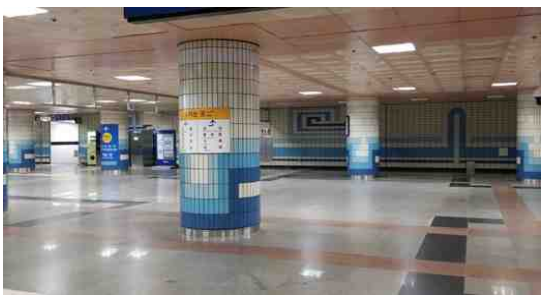
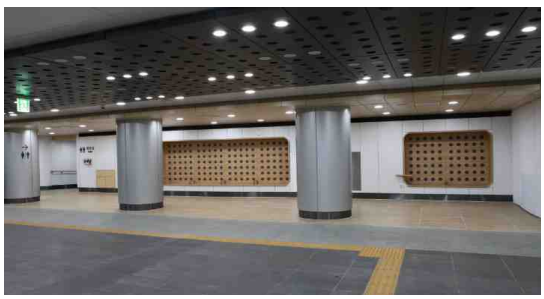
<표 3-8> 테스트베드 역사(수서역) 분당선 안내표지 세부내용 보완

대합실(B1)	승강장(B2)
	

(3) 테스트베드 역사(수서역) 구축

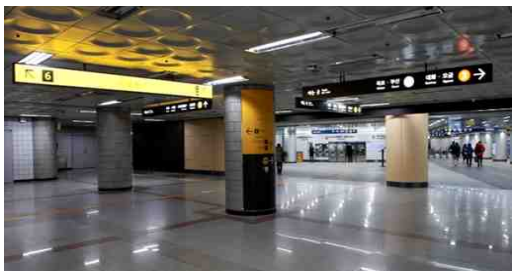
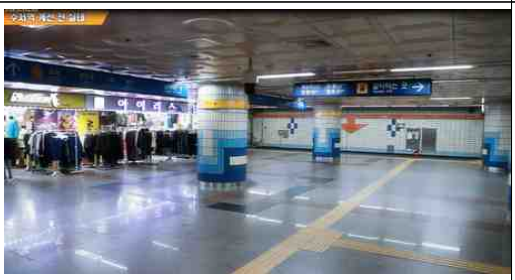
○ 테스트베드 역사(수서역) 분당선 대합실(B1) 역사시설 개량 공사 구축 전·후 비교

<표 3-9> 테스트베드 역사(수서역) 분당선 대합실(B1) 역사시설 개량 공사 구축 전·후 비교

구분	구축 전	구축 후
분당선 진입로		
대합실 발매기		
휴게공간		
화장실		

○ 테스트베드 역사(수서역) 분당선, 3호선 안내표지 개선 공사 구축 전·후 비교

<표 3-10> 테스트베드 역사(수서역) 안내표지(분당선, 3호선) 개선 공사 구축 전·후 비교

구분	구축 전	구축 후
분당선 진입로 (B1)		
3호선 진입로 (B1)		
3호선 승강장 (B2)		
분당선~3호선 환승 구간 (B2.5)		
분당선~3호선 환승 구간 (B3)		
분당선 승강장 (B4)		

(4) 테스트베드 역사(수서역) 구축에 따른 시사점

○ 도시철도 역사 유니버설디자인 가이드라인(역사시설 설계지침)을 적용한 유니버설디자인 특성화 존(Zone) 컨셉의 분당선 수서역 대합실(B1) 역사시설 개량공사 준공을 통해 다음과 같이 시사점을 도출함

- 도시철도 역사 유니버설디자인 공사 전 관련담당자 유니버설디자인 교육 이수 필요(유니버설디자인 개념 및 필요성, 유니버설디자인 역사시설 설계지침 등)
- 유니버설디자인 관련 시설물별 제품 모음집(카다로그 등) 필요(기성품은 한계가 있음)

○ 도시철도 역사 유니버설디자인 가이드라인(안내표지 표준지침)을 적용한 수서역(분당선, 3호선) 안내표지 개선공사 준공을 통해 다음과 같이 시사점을 도출함

- 도시철도 역사 유니버설디자인 공사 전 관련담당자 유니버설디자인 교육 이수 필요(유니버설디자인 개념 및 필요성, 유니버설디자인 안내표지 표준지침 등)

2) 4. 테스트베드 역사 개선효과 도출 및 이용객 편의성 30% 향상

사. 테스트베드 역사(수서역) 개선 효과 도출

○ 테스트베드 역사(수서역) 구축 전·후 비교를 통한 개선 효과는 이용객 체험조사, 시선추적조사, 이용자 행태분석, 경제적 효과, 경제적 편익분석을 통해 도출함

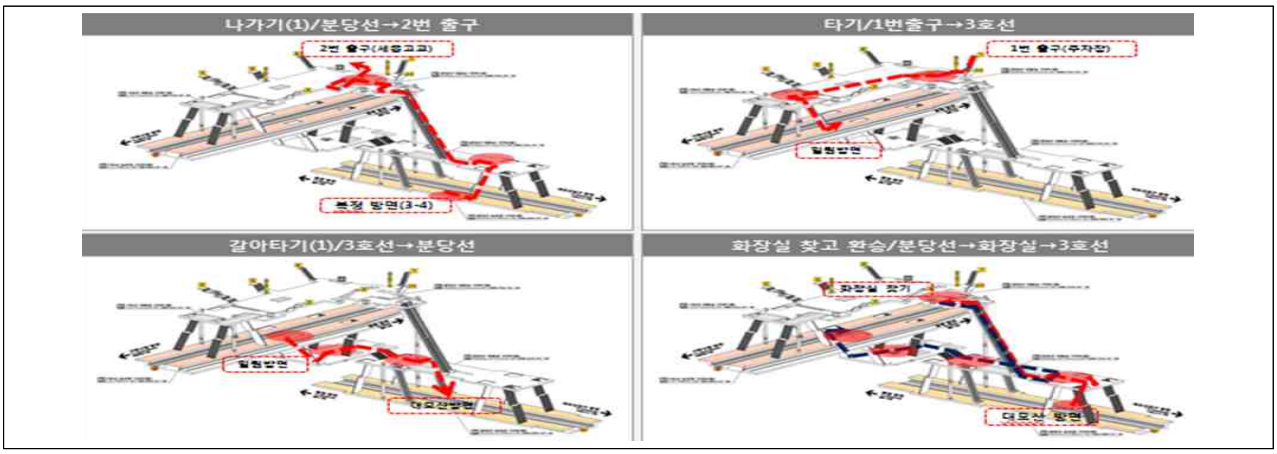
<표 3-11> 테스트베드 역사(수서역) 개선 효과

<table>
<tr><th colspan="5">구분</th><th>T/B 구축 전</th><th>T/B 구축 후</th><th colspan="2">결과</th></tr>
<tr><td rowspan="2">이용객 체험조사</td><td colspan="4">이동 소요시간</td><td>221.5초</td><td>173.5초</td><td colspan="2">48초 단축</td></tr>
<tr><td colspan="4">지체시간</td><td>59초</td><td>15.5초</td><td colspan="2">43.5초 단축</td></tr>
<tr><td rowspan="4">시선추적조사</td><td rowspan="2">안내표지 활용 %</td><td>환승하기</td><td></td><td></td><td>20.2%</td><td>55.5%</td><td colspan="2">35.3% 향상</td></tr>
<tr><td>나가기</td><td></td><td></td><td>55%</td><td>65%</td><td colspan="2">10% 향상</td></tr>
<tr><td colspan="3">이동소요시간</td><td>181초</td><td>213.5초</td><td colspan="2">32.5초 단축</td></tr>
<tr><td colspan="3">지체시간</td><td>59초</td><td>18초</td><td colspan="2">41초 단축</td></tr>
<tr><td rowspan="3">이용자 행태분석 (CCTV)</td><td colspan="4">되돌아가기(인)</td><td>209 회</td><td>17 회</td><td colspan="2">91.7% 감소</td></tr>
<tr><td colspan="4">두리번거림(인)</td><td>246 회</td><td>66 회</td><td colspan="2">73.3% 감소</td></tr>
<tr><td colspan="4">멈춰살핌(인)</td><td>232 회</td><td>75 회</td><td colspan="2">68% 감소</td></tr>
<tr><td rowspan="4">경제적 효과</td><td rowspan="4">안내표지 설치 개수</td><td rowspan="2">분당선</td><td>달대형</td><td></td><td>41개</td><td>32개</td><td>46% 감소 (0.89억 비용절감)</td><td rowspan="4">총 1.02억 비용절감</td></tr>
<tr><td>벽부형</td><td></td><td>68개</td><td>27개</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3호선</td><td>달대형</td><td></td><td>53개</td><td>50개</td><td>33% 감소 (0.13억 비용절감)</td></tr>
<tr><td>벽부형</td><td></td><td>97개</td><td>49개</td></tr>
<tr><td colspan="5">경제적 편익 분석(B/C ; Benefit/Cost Ratio)</td><td>-</td><td>1.1</td><td colspan="2">역사 개선에 따른 경제적 편익 존재</td></tr>
</table>

(가) 이용객 체험조사

○ 이용객 체험조사 개요

- 이용객 체험조사는 응답자가 사전 계획된 4경로(나가기, 타기, 갈아타기, 화장실 찾고 환승하기)를 체험하고 면접원이 이를 관찰하여 조사를 진행함
- 수서역 초행자 총 38명(일반인 31명, 교통약자 7명)을 대상으로 설문지 및 사후 1:1 인터뷰를 진행



<그림 3-1> 테스트베드 역사(수서역) 이용객 체험조사 4경로

○ 이용객 체험조사 결과

- 이용객 체험조사 결과 나가기 외 3경로의 총소요시간(평균)이 48초 단축되었으며, 총 지체시간(평균) 또한 약 43.5초 단축됨

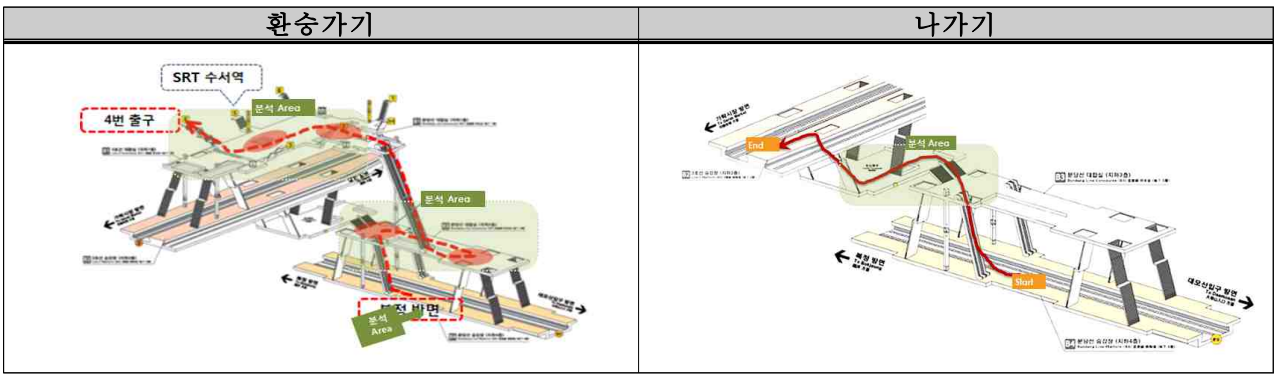


<그림 3-6> 테스트베드 역사(수서역) 이용자 체험조사

(나) 시선추적조사

○ 시선추적조사 개요

- 시선추적조사는 환승하기와 나가기 경로를 대상으로 하며, 응답자에게 시선 추적 장치인 Eye-Camera를 착용한 상태에서 정해진 경로를 이동하게 함
- 총 6명의 이용객(일반인 및 교통약자)을 대상으로 사후 1:1 인터뷰를 통해 경로별 난이도 및 만족도를 평가함



<그림 3-7> 테스트베드 역사(수서역) 이용자 시선추적조사 2경로

○ 시선추적조사 결과

- 환승하기 경로에서 달대표지 활용비율이 35.3% 향상되었으며, 나가기 경로에서는 10% 향상되었음. 이동소요시간은 32.5초 단축되었고, 지체시간 또한 41초 단축됨

- 기존에 정보가 없던 위치에 새로 설치한 안내표지들은 높은 수준의 주목도를 보이며, 응답자들의 이동방향 선택에 긍정적인 영향을 보인 것으로 파악됨

시선추적조사(갈아타기 경로시선분포시간 및 주목시간비율)

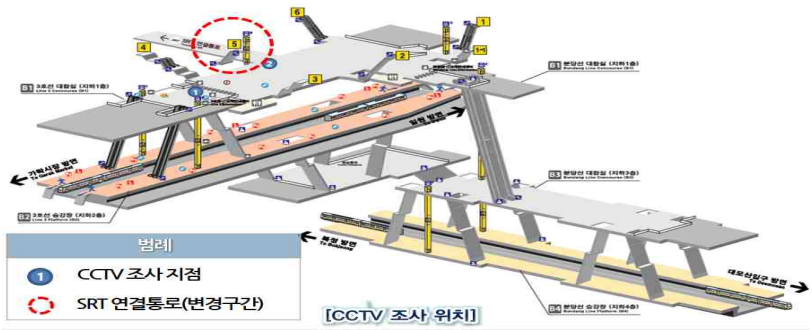


<그림 3-8> 테스트베드 역사(수서역) 이용자 시선추적조사

(다) 이용자 행태분석(CCTV)

○ 이용자 행태분석 개요

- 이용자의 혼란 정도를 파악하기 위해 CCTV를 이용하여 3호선 주요 지점에서의 이용자 행태 분석을 수행하였으며, CCTV 조사 위치는 다음과 같음

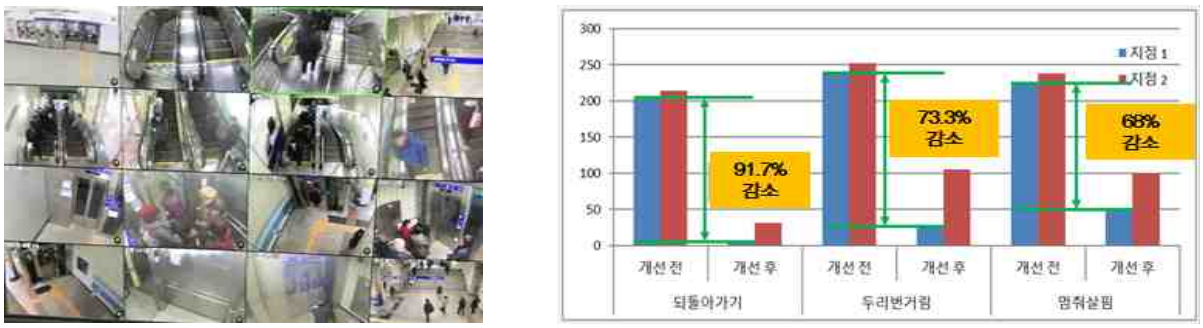


<그림 3-8> 테스트베드 역사(수서역) 이용자 행태 조사 지점

○ 이용자 행태분석 결과

- 해당지점의 행태변화를 분석한 결과 이용자의 혼란 행동이 감소한 것을 알 수 있었으며, 특히 되돌아가기의 경우 가장 높은 감소율을 보였음
- 이는 적재적소에 안내표지가 설치되어 필요한 정보를 이용자에게 제공하기 때문에 헛걸음하는 행동이 감소된 것으로 보임

이용자 행태분석(CCTV)



<그림 3-9> 테스트베드 역사(수서역) 이용자 행태분석

(라) 경제적 효과

○ 경제적 효과분석 개요

- 경제적 효과는 안내표지 개선을 통한 수량 감소를 비용으로 계산한 비용절감 효과 및 편익비(B/C ; Benefit/Cost Ratio) 방법을 적용하였음

○ 경제적 효과분석 결과

- 수서역 안내표지 개선을 통한 수량 감소(분당선 46%감소, 3호선 33%감소)로 약 1억원 비용절감 효과

- 총 편익과 총비용을 현재가치로 환산하여 이들의 비율로서 사업의 타당성을 판단하는 방법을 적용 했을 때 일반적으로 이 비율이 1 이상이면 사업의 타당성이 있다고 인정되므로, 보행통행의 통행시간 절감편익은 총 통행시간 비용의 차이로 편익을 산정하여, 시간단축을 통한 경제적 편익 분석 결과 약 1.10 경제적으로 타당함

경제적 효과



<그림 3-10> 테스트베드 역사(수서역) 경제적 효과

아. 테스트베드 역사 편의성 평가지표 개발

(1) 테스트베드 역사(수서역) 편의성 평가지표 구성

○ 테스트베드 역사(수서역)의 경우, 기존 역사 개량공사로서 일부 공간 (분당선 지하1층 대합실의 시설물, 수서역 전체 안내표지 개선)에 대해서만 개선하였으므로 실제 평가를 위해 개선된 범위에 대한 평가지표를 구성함

○ 테스트베드 역사(수서역) 편의성 평가지표는 크게 역사 시설물과 안내표지로 구분하며 세부지표 및 내용은 다음과 같음

<표 3-12> 테스트베드 역사(수서역) UD세부항목 평가지표

평가지표	세부지표	내용	평가결과	
역사 시설물	조도(Lux)	조명밝기 평가	전	후
	동선별 점자 블록 표준색상 설치율(%)	동선별 표준색상 점자블럭 설치율(%) 평가		
안내 표지	시인성 저하지수	동선 주요 결절점 내 이용자 혼란 행동 (안내표지 확인, 두리번거림, 되돌아가기 등) 표출되는지를 평가 (Confusion Profile 작성)		
	정보 부하지수	동선 주요 결절점 내 안내표지 유형별 설치위치의 적정설 평가		
	이용자행태변화	동선 주요 결절점 내 이용자 혼란 행동 (되돌아가기, 두리번거림, 멈춰살핌) 평가		

(2) 테스트베드 역사 편의성 평가지표

○ 유니버설 디자인 관련 혹은 일반 시설물에 대한 체크리스트를 살펴보면 다음과 같이 2가지로 구분하여 평가척도 정의

- 항목별 점수로 채점하는 경우: 리커트 척도 평가로 체크리스트 성격에 따라 상이하게 부여
- 예, 아니오(예/아니오 혹은 적합/부적합/미설치로 구분)로 점검하는 경우

○ 유니버설 디자인의 경우 명확하게 정량화하여 평가하기 어렵기 때문으로 판단되며, 일부 설치 기준이 존재하는 계단, 출입구 유효폭 등은 리커트 척도로 평가함

○ 본 연구성과물인 도시철도 역사 유니버설디자인 가이드라인(시설물, 안내표지)의 경우 각 항목별 정량적인 치수를 근거로 제시한 것도 있으나, 대부분의 항목에 대해서는 객관적인 근거를 제시하기 어려우므로 현장 설치여부 및 그에 따른 수준을 체크하도록 함

<표 3-13> 테스트베드 역사(수서역) UD가이드라인을 통한 체크리스트 개발

역사시설 체크리스트

평가항목		평가기준	판단기준	적용여부 (O/X)	평가척도
사전이동 계획수립		접근성/편리성/공평성	인터넷, 스마트폰 등을 통하여 역사시설의 접근성에 대한 사전정보제공을 권장한다. (권장)		①②③④⑤
종합안내소로의 접근		접근성	보행접근로를 여객시설의 주 출입구에 연결하여 시용하는 것이 구조적으로 곤란하거나 주 출입구보다 부 출입구가 교통약자의 이용에 편리하고 안전한 경우에는 주 출입구 대신 부 출입구에 연결하여 보행접근로를 설치할 수 있다. (권장)		①②③④⑤
유효폭		접근성/편리성	전체구간의 접근로 유효폭 2.0m이상 설치한다. (의무)		①②③④⑤
단차		접근성	접근로상에는 단차를 두지 않는 것을 원칙으로 하며, 불가피한 경우 0.02m 이하의 단차가 되도록 한다. (의무)		①②③④⑤
기울기		공평성	다음 접근로 중 1개 이상은 기울기 1/24 이하를 확보하고, 바닥 패턴을 이용하여 연속적인 유도가 가능하도록 하여야 한다. (의무) *환승교통시설에서 역사시설로의 접근로 *주차장에서 역사시설로의 접근로 *보도에서 접근 가능한 출입구까지의 접근로 (그 외 보행접근로의 경우 권장함)		①②③④⑤

안내표지 체크리스트

평가항목		UD원칙	평가내용	적용여부 (O/X)	평가척도
안내표지	안내표지 연계성	안전성/인지성	이용객 이동 흐름에 필요한 다양한 정보를 압축적이고 명료하게 전달하면서 정보 연계성을 확보해야 한다. (의무) 예) - 방면명 : 한 역사 내에서 중일한 노선에는 중일한 방면 역명을 일관되게 표기한다. - 출구정보 : 방면명 혹은 출구정보 표기 시, 출발지에서 목적지에 가까워질수록 세부 정보를 제공한다. - 색채, 기능, 픽토그램 등 기본 요소를 일관되게 사용하여 위급한 상황일 때 필요한 정보를 직각적으로 인지할 수 있어야 한다.		①②③④⑤
	안내표지 내 배열	접근성/안전성	가독성을 방해하지 않는 충분한 여백을 유지하여 정보를 표기한다. (권고)		①②③④⑤
		인지성	각 기본 요소들을 정보 위계에 따라 적절한 크기로 배열하여 통일된 질서감을 제공한다. (권고)		①②③④⑤
	색채	안전성	노선 색상을 바탕색으로 사용할 수 없으며, 출구정보에는 노란색 계열 바탕색을 사용하여 주목성을 높인다. (의무)		①②③④⑤
		편리성	노선 기호에는 각 노선의 고유색상을 적용해야 한다. (의무)		①②③④⑤
		인지성/심미성	안내표지 바탕색과 정보색의 명확한 대비되도록 한다. (권고)		①②③④⑤

자. 이용객 편의성 30% 향상 도출

(1) 테스트베드 역사 편의성 평가 시행

○ 테스트베드 역사(수서역) 평가는 전문가 체크리스트(정량적) 현장평가 및 이용자 만족도 설문조사(정성적) 평가로 시행함

○ 평가범위는 기존역사 개량공사 범위인 분당선 지하1층 대합실(역사시설)과 수서역 전체(분당선, 3호선)의 안내표지로 하며 세부내용은 다음과 같음

<표 3-14> 테스트베드 역사(수서역) 구축 후 편의성 평가 시행

구분	전문가 평가(정량적)	이용자 평가(정성적)
평가방법	- 도시철도 역사 유니버설디자인(역사시설, 안내표지) 체크리스트 현장평가	- 이용자 만족도 조사(설문조사) 현장 평가 · 역사시설 및 안내표지
평가자	- 협동·공동·위탁연구기관 연구책임자 및 참여연구원(18명) - 분야별 전문가(8명)	- 수서역을 실제 이용하는 일반인 및 교통약자 (552부)
평가범위	- 역사시설 : 분당선 수서역 대합실(B1) - 안내표지 : 수서역(분당선, 3호선)	- 역사시설 : 분당선 수서역 대합실(B1) - 안내표지 : 수서역(분당선, 3호선)

(2) 테스트베드 역사 이용객 편의성 평가 결과

○ 본 과제'도시철도 역사 유니버설디자인 기술 개발'의 연구목표인 이용객 편의성 30% 향상을 달성함

○ 역사시설 편의성 평가결과 정량적 49.9%향상, 정성적 31.3% 향상되었고, 안내표지 편의성 평가결과 정량적 56.3%향상, 정성적 27.5% 향상되었으며 이에 대한 세부내용은 다음과 같음

<표 3-15> 테스트베드 역사 편의성 평가 결과(종합)

구분 (점수)			전문가 평가(정량적)			이용자 평가(정성적)		
			개선 전	개선 후	개선효과	개선 전	개선 후	개선효과
역사 시설	전체	평균	1.6	3.8	49.9%	4.8	7.3	31.3%
		100점 환산	22.3 (불만족)	72.2 (매우만족)		47.5 (보통)	78.8 (만족)	
안내 표지	전체	평균	2.5	4.8	56.3%	4.7	6.9	27.5%
		100점 환산	38.1 (불만족)	94.4 (만족)		46.3 (보통)	73.8 (만족)	

(가) 테스트베드 역사(수서역) 전문가(정량적) 평가 결과

○ 역사시설 및 안내표지 전문가를 대상으로 테스트베드 구축 전/후 체크리스트를 통한 편의성 평가를 조사한 결과 다음과 같은 개선 효과를 도출함

- 역사시설의 경우 개선 전 대비 개선 후 49.9% 증가한 것으로 나타남
- 안내표지의 경우 개선 전 대비 개선 후 56.3% 증가한 것으로 나타남

○ 도시철도 역사 유니버설 디자인 6원칙 향상 도출

- 테스트베드 역사(수서역)의 UD원칙 적용 여부를 5점 척도로 평가한 결과 다음과 같음

· 시설물의 경우 개선 전 공평성, 심미성, 인지성이 가장 낮았으며 개선 후 심미성이 약 88.4%로 가장 많이 개선됨을 알 수 있었음. 특히 개선 전 평균 약 2.0점 → 개선 후 4.3점으로 약 52.2% 개선되었음

· 안내표지의 경우 전 접근성, 안전성, 인지성이 가장 낮았으며, 개선 후 접근성이 약 54.0%로 가장 많이 개선됨을 알 수 있었음. 특히 개선 전 평균 약 2.9점 → 개선 후 4.8점으로 약 45.0% 개선되었음

<표 3-16> 테스트베드 역사(수서역) UD 원칙 적용 결과

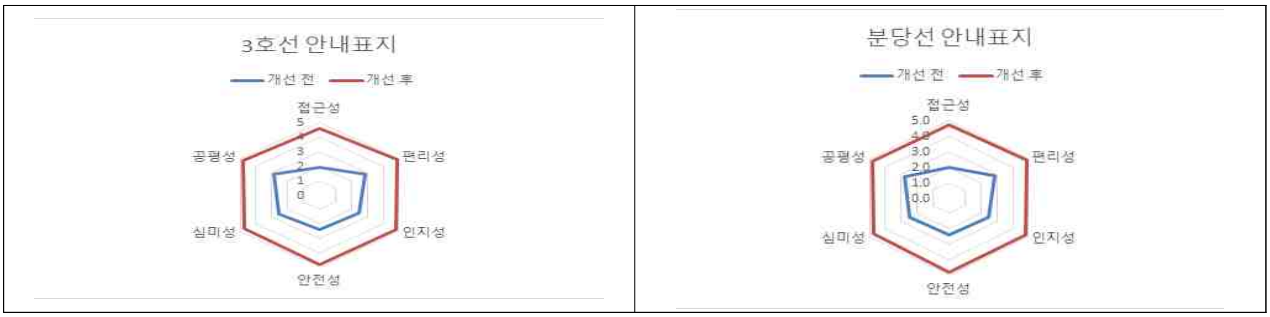
UD 원칙	시설물			안내표지		
	개선 전	개선 후	개선율(%)	개선 전	개선 후	개선율(%)
접근성	2.2	4.0	35.1	2.0	4.7	54.0
편리성	2.4	4.5	43.7	2.9	4.9	40.0
인지성	1.8	4.3	49.7	2.5	4.8	46.0
안전성	2.4	4.3	39.1	2.4	4.8	48.0
심미성	0.0	4.4	88.4	2.6	4.7	43.0
공평성	1.3	4.2	57.3	2.9	4.8	39.0
평균	2.0	4.3	52.2	2.9	4.8	45.0

○ 테스트베드 역사(수서역) 노선별(분당선, 3호선) 안내표지 UD원칙 적용에 대한 개선 전/후 평가를 도출함

- 3호선 및 분당선 안내표지에 대한 평가 결과 대부분의 원칙에 대해 향상되었으며, 특히 접근성에 대한 개선이 가장 높았음
- 3호선 안내표지를 공간별로 살펴보면 승강장에 대한 개선이 가장 높았으며, 분당선의 경우 대합실에 대한 개선이 가장 높았음

<표 3-17> 노선별 안내표지 평가 결과(3호선/분당선)

구분		5점 척도		100점 환산		향상
		개선 전	개선 후	개선 전	개선 후	
3호선 전체	접근성	1.9	4.6	22.5	90.0	67.5
	편리성	2.9	4.9	47.5	97.5	50.0
	인지성	2.5	4.8	37.5	95.0	57.5
	안전성	2.4	4.8	35.0	95.0	60.0
	심미성	2.6	4.7	40.0	92.5	52.5
	공평성	2.9	4.8	47.5	95.0	47.5
	평균	2.5	4.8	38.3	94.2	55.8
분당선 전체	접근성	2.0	4.7	25.0	92.5	67.5
	편리성	2.9	4.9	47.5	97.5	50.0
	인지성	2.5	4.8	37.5	95.0	57.5
	안전성	2.4	4.8	35.0	95.0	60.0
	심미성	2.5	4.7	37.5	92.5	55.0
	공평성	2.8	4.8	45.0	95.0	50.0
	평균	2.5	4.8	37.9	94.6	56.7



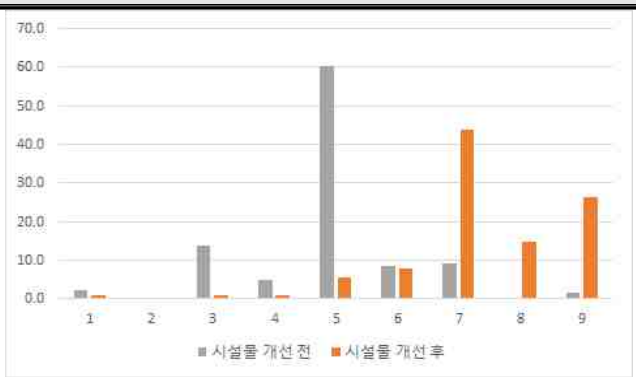
<그림 3-11> 테스트베드 역사(수서역) 노선별 안내표지에 대한 UD 6원칙 평가 결과

(나) 테스트베드 역사 이용자 만족도 조사 결과

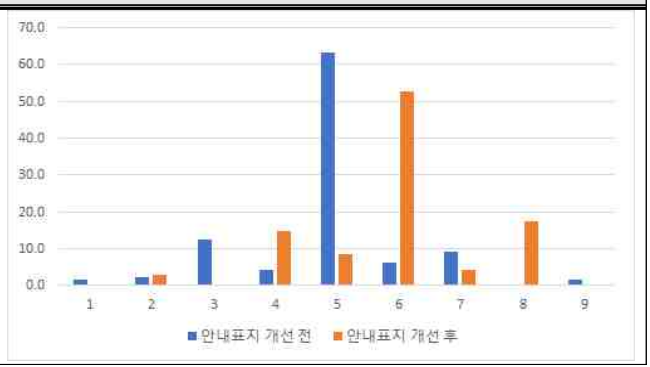
○ 이용자(일반인, 교통약자) 만족도를 통한 정성적 평가 결과 시설물의 경우 개선 전 대비 개선 후 만족도가 약 31 ~ 33% 정도 증가하였고, 안내표지의 경우 개선 전 대비 개선 후의 만족도가 약 27% ~ 29% 정도 증가함

<표 3-18> 시설물 개선 전/후 만족도 분석 결과

구분 (점수)		응답 결과				도표
		개선 전		개선 후		
		명	%	명	%	
매우 불만족	1	3	2.1	1	0.7	
	2	0	0.0	0	0.0	
불만족	3	20	13.9	1	0.7	
	4	7	4.9	1	0.7	
보통	5	95	66.0	17	11.8	
	6	3	2.1	11	7.6	
만족	7	14	9.7	74	51.4	
	8	0	0.0	11	7.6	
매우 만족	9	2	1.4	28	19.4	
합계		144	100.0	144	100.0	



<표 3-19> 안내표지 개선 전/후 만족도 분석 결과

구분 (점수)		응답 결과				도표
		개선 전		개선 후		
		명	%	명	%	
매우 불만족	1	2	1.4	0	0.0	
	2	3	2.1	4	2.8	
불만족	3	18	12.5	0	0.0	
	4	6	4.2	21	14.6	
보통	5	91	63.2	12	8.3	
	6	9	6.3	76	52.8	
만족	7	13	9.0	6	4.2	
	8	0	0.0	25	17.4	
매우 만족	9	2	1.4	0	0.0	
합계		144	100.0	144	100.0	

차. 도시철도 역사 유니버설디자인 가이드라인 적용 전략 수립

(1) 도시철도 역사 유니버설디자인 가이드라인 제도화

<표 3-20> 도시철도 역사 유니버설디자인 역사시설 설계지침 제도화를 위한 개정(안)

구분				개정(안)	비고
3.7 장애인 및 노약자 시설	접근로	보행 접근로	유효폭	보도 등의 유효폭이 1.5m 미만인 경우에는 휠체어 사용자가 다른 휠체어 또는 유모차 등과 교행할 수 있도록 50m마다 1.5m×1.5m 이상의 교행구역을 설치하여야 한다.	교통약자법_ 3.가.1).나)
			단차	보행접근로의 바닥면에 높이 차이가 있는 경우에는 경사로 또는 승강기를 설치하여야 한다.	교통약자법_ 2.가.3)
			바닥 마감	보도 등의 바닥표면은 교통약자가 미끄러지지 아니하는 재질로 평탄하게 마감하여야 한다.	교통약자법_ 3.가.2).가)
				보도블록 등으로 보도 등을 포장하는 경우에는 이음새의 틈이 벌어지지 아니하도록 하고, 바닥면을 평탄하게 시공하여야 한다.	교통약자법_ 3.가.2).나)
			배수로 덮개	교통약자가 빠질 위험이 있는 곳에는 덮개를 설치하되, 덮개의 표면은 보도등과 같은 높이가 되도록 하고 덮개에 격자구멍 또는 틈새가 있는 경우에는 그 간격이 1cm 이하가 되도록 하여야 한다.	교통약자법_ 3.가.2).다)
			기울기	보도 등의 기울기는 18분의 1 이하로 하여야 한다. 다만, 지형상 불가능하거나 기존 도로의 증축·개축 시 불가피하다고 인정되는 경우에는 12분의 1까지 완화할 수 있다.	교통약자법_ 3.가.3).가)
				보도 등의 좌우 기울기는 25분의 1 이하로 한다.	교통약자법_ 3.가.3).나)
				유효폭이 1.5m 미만인 경사진 보도 등이 연속되는 경우에는 휠체어 사용자가 휴식할 수 있도록 30m마다 1.5m×1.5m 이상의 수평면으로 된 참을 설치하여야 한다.	교통약자법_ 3.가.1).다)
		보행 장애물		보행자의 안전하고 원활한 통행을 확보하기 위하여 바닥면으로부터 높이 2.1m 이하에는 장애물이 없는 보행안전지대를 설치하여야 한다.	교통약자법_ 3.가.4).가)
				차도와 보도 등의 분리를 위한 연석의 높이는 25cm 이하로 하여야 하고, 연석의 색상은 보도 등의 색상과 다르게 할 수 있다.	교통약자법_ 3.가.4).나)
				보도 등에 가로등·전주·간판 등을 설치하는 경우에는 교통약	교통약자법_

구분			개정(안)	비고
			자의 통행에 지장을 주지 아니하도록 보행안전지대 밖에 설치하여야 한다.	3.가.4).다)
			보행안전지대 안으로 가지가 뻗은 가로수는 바닥면에서 2.5m 높이까지 가지치기를 하여야 한다.	교통약자법_3.가.4).라)
		차량 진출입부	자동차가 보도 등을 통과할 수 있는 차량 진출입부의 경우에는 보도 등의 높이를 유지하고 차도의 경계부분은 턱 낮추기를 하여야 한다.	교통약자법_3.가.5).가)
	횡단보도	점자블록	횡단보도의 진입부분에는 점형블록을 설치하고, 이를 유도하는 부분에는 횡단보도의 진행방향과 같은 방향으로 보도 등과 차도의 경계구간으로부터 보도 등의 폭의 5분의 4가 되는 지점까지 선형블록을 설치하여야 한다.	교통약자법_3.가.7).가)
			횡단 도중의 일시대기용 안전지대와 횡단보도의 경계부분 중 안전지대 쪽에는 점형블록을 설치하고, 이를 유도하는 부분에는 횡단보도의 진행방향과 같은 방향으로 선형블록을 설치하여야 한다.	교통약자법_3.가.7).나)
	주차공간	바닥마감	주차공간의 바닥표면은 미끄러지지 아니하는 재질로 평탄하게 마감하여야 한다.	교통약자법_2.다.5)
	3.7.2.2 대합실	바닥마감	바닥표면은 미끄러지지 아니하는 재질로 평탄하게 마감하여야 하며, 넘어진 경우 가급적 충격이 적은 재료를 사용하여야 한다.	교통약자법_2.라.2).나)
			계단·승강기·화장실의 0.3m 전면에는 점형블록을 설치하거나 시각장애인이 감지할 수 있도록 바닥재의 질감 등을 달리하여야 한다.	교통약자법_2.라.2).다)
		손잡이	통로의 측면에는 손잡이를 연속하여 설치하여야 한다. 다만, 구조물·방화문 등의 설치로 손잡이를 연속하여 설치할 수 없는 경우에는 구조물·방화문 등의 설치에 소요되는 부분에 한정하여 손잡이를 설치하지 아니할 수 있다.	교통약자법_2.라.3).가)
		충돌방지 시설	통로의 상부는 바닥면으로부터 2.1m 이상의 유효높이를 확보하여야 한다. 다만, 유효높이 2.1m 이내에 장애물이 있는 경우에는 바닥면으로부터 높이 0.6m 이하에 접근방지용 난간 또는 보호벽을 설치하여야 한다.	교통약자법_2.라.4).다)
			통로의 벽면에는 바닥면으로부터 0.15m에서 0.35m까지 킥플레이트(휠체어 사용자의 안전사고를 방지하기 위한 벽면 보호대 또는 안전판을 말한다)를 설치할 수 있다.	교통약자법_2.라.5).가)
	3.7.2.3 승강장	승강장 형태	유도차로 및 자동차의 통행·정류 또는 주차용으로 제공된 장소에 접한 승강장의 끝부분에는 교통약자의 진입을 방지하기 위한 안전펜스 또는 점형블록 등을 설치하여야 한다.	교통약자법_2.거
			승강장의 가장자리로부터 0.3m 이상 0.9m 이내에는 위험 방지를 위하여 점형블록을 설치하여야 한다.	교통약자법_2.너.3)
		탑승 보조 설비	승강장과 차량의 승강구 또는 바닥면 간의 간격이 넓거나 높이 차이에 의하여 휠체어 사용자가 원활하게 승·하차할 수 없는 경우에는 휠체어 사용자의 원활한 승·하차를 위한 설비를 하나 이상 갖추어야 한다.	교통약자법_2.너.5)
		안내, 경고시설	승강장에는 차량의 접근을 경고하기 위한 설비를 갖추어야 한다.	교통약자법_2.너.8)
	3.7.2.4 계단	전후경고	계단이 시작되는 지점과 끝나는 지점의 0.3m 전면(前面)에는 점형블록을 설치하거나 시각장애인이 감지할 수 있도록 마감재의 질감 등을 달리하여야 한다.	교통약자법_2.아.5).다)
		추락 방지턱	계단의 측면에 난간을 설치하는 경우에는 난간 하부에 바닥면으로부터 높이 2cm 이상의 추락방지턱을 설치하여야 한다.	교통약자법_2.아.6).가)

구분			개정(안)	비고
	경사로	손잡이	경사로의 길이가 1.8m 이상이거나 높이가 0.15m 이상인 경우에는 양측면에 손잡이를 연속하여 설치하여야 한다.	교통약자법_2.마.3).가)
			손잡이를 설치하는 경우에는 경사로의 시작과 끝부분에 수평손잡이를 0.3m 이상 연장하여 설치하여야 한다.	교통약자법_2.마.3).나)
		안전성 확보	양측면에는 휠체어의 바퀴가 경사로 밖으로 미끄러져 나가지 아니하도록 5cm이상의 추락방지턱 또는 측벽을 설치하여야 한다.	교통약자법_2.마.4).나)
		추락 방지턱	휠체어의 벽면충돌에 따른 충격을 완화하기 위하여 벽에 매트를 부착할 수 있다.	교통약자법_2.마.4).다)
	3.7.2.9 장애인 및 노약자용 화장실	대변기	장애인전용화장실의 크기가 2m×2m 이상인 경우에는 천장에 부착된 사다리 형태의 손잡이를 설치할 수 있다.	교통약자법_2.자.2).아)
		세면대	목발 사용자 등 보행이 곤란한 자를 위하여 세면대의 양옆에는 수평손잡이를 설치하여야 한다. 다만, 카운터식 세면대의 경우에는 그러하지 아니하다.	교통약자법_2.자.4).다)
		소변기	수평손잡이의 높이는 바닥면으로부터 0.8m 이상 0.9m 이하, 길이는 벽면으로부터 0.55m 안팎, 좌우 손잡이의 간격은 0.6m 안팎으로 하여야 한다.	교통약자법_2.자.3).나)
			수직손잡이의 높이는 바닥면으로부터 1.1m 이상 1.2m 이하, 돌출폭은 벽면으로부터 0.25m 안팎으로 하여야 하며, 하단부가 휠체어의 이동에 방해가 되지 아니하도록 하여야 한다.	교통약자법_2.자.3).다)
		기타 시설	장애인전용화장실의 바닥면에는 높이 차이를 두어서는 아니 되며, 바닥표면은 물에 젖어도 미끄러지지 아니하는 재질로 마감하여야 한다.	교통약자법_2.자.1).다)
	3.7.2.10 엘리베이터	내부 손잡이	승강기의 내부에는 수평손잡이를 연속하여 설치하되, 손잡이에 관한 세부기준은 교통약자법 2.라.(3)의 손잡이에 관한 규정을 적용한다.	교통약자법_2.바.4).가)
		출입문 개폐센서	사람이나 물체가 승강기문의 중간에 끼인 경우 문의 작동이 자동적으로 멈추고 다시 열리는 되열림장치를 설치하여야 한다.	교통약자법_2.바.4).마)
	에스컬레이터	손잡이	에스컬레이터의 양끝부분에는 수평이동손잡이를 1.2m 이상 설치하여야 한다.	교통약자법_2.사.3).나)
			수평이동손잡이 전면에는 1m 이상의 수평고정손잡이를 설치할 수 있으며, 수평고정손잡이에는 층수・위치 등을 나타내는 점자표지판을 부착하여야 한다.	교통약자법_2.사.3).다)
	유도 및 안내	점자블록	가) 시각장애인의 보행편의를 위하여 점자블록은 감지용 점형블록과 유도용 선형블록을 사용하여야 한다. 나) 점자블록의 크기는 0.3m×0.3m인 것을 표준형으로 하며, 그 높이는 바닥재의 높이와 같게 하여야 한다. 다) 점형블록은 블록당 36개의 돌출점을 가진 것을 표준형으로 한다. 라) 점형블록의 돌출점은 반구형・원뿔절단형 또는 반구형・원뿔절단형의 혼합배열형으로 하며, 돌출점의 높이는 0.6±0.1cm로 하여야 한다. 마) 선형블록은 블록당 4개의 돌출선을 가진 것을 표준형으로 한다. 바) 선형블록의 돌출선은 상단부 평면형으로 하며, 돌출선의 높이는 0.5±0.1cm로 하여야 한다. 사) 점자블록의 색상은 원칙적으로 노란색을 사용하되, 상황에 따라 다른 바닥재의 색상과 구별하기 쉬운 것을 사용할 수 있다.	교통약자법_2.차.2)

○ 도시철도 역사 유니버설디자인 안내표지 표준지침 제도화 방안

<표 3-21> 도시철도 역사 유니버설디자인 안내표지 표준지침 제도화를 위한 개정(안)

구분	개정(안)	비고
3.1 안내체계	공공정보는 항상 사설정보보다 우선해야 한다.	
	안내표지의 정보는 이동객의 이동 흐름에 따라 통합방향정보, 이동방향유도, 목적지 위치확인의 단계로 제공한다. (*표준지침 1.1 참조)	
3.2 안내표지 기본요소	색채는 동일한 기능에는 동일한 색채를 사용하도록 한다.	
	저시력자를 배려하여 안내표지의 바탕 기능색과 정보색이 명확히 대비되도록 한다.	사설안내표지 설치 및 관리 지침 [국토해양부 예규 제224호] 6.라
	승차 기능색과 하차 기능색은 반드시 구분되어 일관적으로 사용하도록 한다.	
	하차 기능색은 노란색 계열, 안전·주의 기능색은 노란색 및 빨간색 계열의 색상을 활용하고 이외의 다른 안내표지와 광고 안내표지에는 사용하지 않는다.	사설안내표지 설치 및 관리 지침 [국토해양부 예규 제224호] 6.가
	노선기호에는 각 노선의 고유색상을 적용하여야 하며, 노선의 고유색이 하차 기능색과 유사한 경우, 기호의 형태 일관성을 유지하여야 한다. (*표준지침 2.2참조)	
	동일한 교통수단 내 기능별 상징기호는 기호의 형태 일관성을 유지해야 한다. (*표준지침 2.2 참조)	
	픽토그램은 사람들이 쉽게 이해할 수 있는 보편성을 지녀야 하며, 혼돈되지 않고 그 의미를 쉽게 파악할 수 있는 형태를 선정하여야 한다. (*표준지침 2.4 참조)	수원시 사설안내표지 설치 및 관리 지침 [예규제80호] 4-1-4. 가,나,다
3.2 안내표지 기본요소	역사 내 안내정보는 중요도의 순서대로 위계를 정하여 이용객이 쉽게 인지할 수 있도록 한다. (*표준지침 2.5 참조)	국가통합교통체예효율화법 [법률 제14480호] 제4장.4.4.2.2)
	서체는 보편적으로 누구나 쉽고 빠르게 이해할 수 있는 인지성 확보에 좋은 고딕계열사용을 원칙으로 하며, 서체의 형태를 과도하게 변형하지 않는다. (*표준지침 2.6 참조)	수원시 사설안내표지 설치 및 관리 지침 [예규 제80호] 4-1-6
	역명 안내 표지 및 안내표지 내 주요정보는 다국어 표기를 해야 한다. (*표준지침 2.7 참조)	교통약자의 이동편의 증진법 [법률 제13978호] 제17조
	안내표지는 동일 역사 내에서 일관된 규격 체계를 지녀야 한다. (*표준지침 2.9 참조)	국가통합교통체예효율화법 [법률 제14480호] 제4장.4.4.2.1)
3.3 안내표지 디자인	외부 안내표지는 노선기호와 출구기호의 형태를 내부와 동일하게 연계되도록 사용하여 외부에서 역사 내로 쉽게 진입할 수 있는 연계성을 제공해야 한다. (*표준지침 3.1 참조)	도시철도 정거장 및 환승,편의시설 보완 설계지침 [국토해양부 고시 제 2010-715호] 제2장.2.1.2.(3)
	역명 안내표지의 일부 요소에 해당 노선의 노선색상을 사용하여 해당 노선의 승강장임을 이용객들이 인지할 수 있도록 해야 한다.	

구분	개정(안)	비고
	(*표준지침 3.2 참조)	
	단일형 벽부 안내표지의 경우 중요정보는 일반인과 교통약자의 공통 시야 범위 내에 정렬한다. (*표준지침 3.2 참조)	
3.4 안내표지 배치	안내표지는 역사 내 다른 공간의 구조특성을 반영할 수 있도록 유연한 체계를 가져야 한다. (*표준지침 4.7 참조)	도시철도 정거장 및 환승, 편의시설 보완 설계지침 [국토해양부 고시 제 2010-715호] 제3장,제5장,제6장
	달대형 안내표지는 역사공간의 높이와 이용객의 공통시야각과 안내표지 간의 거리 등을 고려한 높이에 설치되어야 하며, 동일 역사 내에서는 가급적 일관된 높이를 유지한다. (*표준지침 4.2 참조)	국가통합교통체예효율화법 [법률 제14480호] 제4장.4.4.2.1)
	승강장 안내표지는 이용객들이 안전하게 승강장을 이용하고 출구를 찾을 수 있도록 디자인 및 배치되어야 하며 승강장의 폭과 천장고, 이용객의 시야각을 고려하여 설치한다. (*표준지침 4.6 참조)	국가통합교통체예효율화법 [법률 제14480호] 제4장.4.4.2.4)
3.5 안내표지 기타	긴급상황시 신속히 이해할 수 있는 보편성이 확보되어야 한다. (*표준지침 5.1 참조)	수원시 사얼안내표지 설치 및 관리 지침 [예규 제80호] 4.1.4
	안전/주의 정보는 눈에 띄는 색상을 사용하여 다른 정보보다 항상 먼저 인지 되도록 하여야 한다.	
	임시 안내표지는 역사 내 임시 상황에 대처하는 유연성을 확보하여야 하며, 가급적 배제를 원칙으로 하여 최소수량을 설치해야 한다. (*표준지침 5.3 참조)	

2. 철도안전 교육프로그램 개발 및 센터 구축

가. 철도안전 교육프로그램 시작품 설계 및 제작

(1) 철도안전 교육프로그램 시작품 설계

(가) 철도안전 교육프로그램 표준매뉴얼

① 설계 목표

○ 도시철도 이용객 사고 유형, 특성을 분석하여 최소 안전수칙의 내용으로 설계함

- 역사 내 구역별 안전 이용방법을 이해
- 사고발생 시 행동요령을 상황별로 이해
- 역사 내 안전시설 사용방법을 이해
- 승객 안전관리장치에 대한 이해
- 기본적인 도시철도 이용 방법을 이해

<표 3-22> 도시철도 이용객 교육 프로그램 표준매뉴얼 설계 주요 내용

구분	주요 내용	
제1장 이동통로	1. 이동통로 2. 개찰구	3. 승강장 4. 전동차
제2장 사고 발생시 행동요령	1. 안전불감증으로 인한 사고 1.1 추락사고 발생 시 대처방법 1.2 끼임사고 발생 시 대처방법 1.3 감전사고 발생 시 대처방법 1.4 넘어짐사고 발생 시 대처방법 2. 재난재해로 인한 사고 2.1 화재 발생 시 대피방법 2.2 폭우로 인한 침수 시 대피방법	2.3 지진 발생 시 대피방법 2.4 테러 발생 시 대피방법 2.5 기타 범죄 발생 시 대피방법 3. 운행 장애로 인한 사고 3.1 차량이 궤도를 이탈하여 탈선 시 대피방법 3.2 차량이 충돌했을 시 대피방법 3.3 전력공급 이상 시 대피방법
제3장 역사 내 안전시설 이용법	1. 화재진압시설 1.1 소화기 1.2 옥내소화전 2. 인명구조시설 2.1 심장제세동기 2.2 방독면	3. 비상안전시설 3.1 출입문 비상콕 3.2 비상통화장치 3.3 비상정지버튼 3.6 휴대용 비상조명등
제4장 승객 안전관리 장치 안내	1. 재해방지시설 1.1 스프링클러 1.2 제연 경계벽 1.3 수막 차단벽 1.4 방화셔터 1.5 차수막 1.6 화재감지센서	2. 안내방송장치 2.1 진입경보음 2.2 비상시 승객유도 안내방송 2.3 화재경보음 2.4 열차 출발 경고음 장치 3. 기타 승객 안전 서비스 3.1 유도 안내판 3.2 세이프존 3.3 CCTV
부록 지하철 이용 가이드	1. 무인시스템 1.1 일회용 발매·교통카드 충전기 1.2. 카드 보증금 환급기 2. 자전거 이용안내 2.1 자전거 휴대승차 규정 2.2 자전거 보관 및 대여소	3. 승객편의시설 및 서비스 3.1 역사내부 종합안내도 3.2 행선안내게시기 3.3 환승구간 이용안내 3.4 유실물 찾기 3.4 미아 찾기

○ 총 4장으로 나눠지며 해당 자료 이외에 부록을 추가하여 구성

- 역사 내 구역별 안전 이용방법, 사고발생 시 행동요령, 역사 내 안전시설 이용법, 승객안전 관리장치 안내, 부록 지하철이용가이드(무인시스템 이용안내, 자전거 이용안내, 승객편의시설 및 서비스)

· 정부부처, 교통안전공단, 철도운영기관, 국가재난정보센터 민방위 등 내부에서 자체 보유하고 있는 안전교육 매뉴얼, 인터넷 검색을 통한 블로그, 동영상, 애니메이션 등 해당 자료 취합 및 참고 후 현재 적용되어 활용하고 있는 사항을 위주로 주요 사항을 작성

② 학습목표별 학습내용 설계 주요 내용

○ 1장 역사 내 구역별 안전이용방법

- 이동통로, 개찰구, 승강장, 전동차 등으로 도시철도 관련구역을 세부화 하여 각 장소별 사고의 특성, 사고의 유형 및 각 장소별 안전수칙을 알려줌으로써 안전사고의 예방을 위한 행동을 교육하는 단계

○ 2장 사고발생 시 행동요령

- 안전 불감증으로 인한 사고, 재난재해로 인한 사고, 운행 장애로 인한 사고 등으로 사고를 세부화하여 각 사고 유형별 통계자료나 사례를 통해 안전사고의 발생원인과 특성, 사고발생 시 대처방법을 교육하고 실제 사고가 발생했을 때 행동으로 이어질 수 있게 하는 단계로 후에 체험학습에서 중요한 이론적 기초가 될 수 있는 단계

○ 3장 역사 내 안전시설 이용법

- 화재진압시설, 인명구조시설, 비상안전시설 등으로 도시철도 내 안전시설을 세부화하여 역내에 배치되어 있는 시설물의 위치 및 현황, 작동법 등을 교육하는 과정으로 이론교육 이후 체험학습으로 이어 질 수 있는 이론적 기초가 되는 단계

○ 4장 승객안전관리장치 안내

- 재해방지시설, 안내방송장치, 기타 승객안전서비스 등으로 승객안전관리장치를 나누어 각 장치들의 종류와 정의, 특성, 안전장치 작동 시 행동요령 등을 교육함으로써 유사시 행동으로 이루어 질 수 있는 이론적 기초가 되는 단계

○ 부록 도시철도 이용 가이드

- 무인시스템, 자전거 이용안내, 승객편의시설 및 서비스 등으로 나누어 실제 사용방법을 알려줌으로써 이용객들이 모르고 있던 시설이나 새롭게 개편된 시스템에 대한 이해를 돕고 도시철도 이용에 편의를 도울 수 있게 하는 단계

(나) 철도안전 교육 교재

① 설계 목표 및 주요 내용

○ 표준매뉴얼을 토대로 학습자 유형별 맞춤 교육 교재를 개발함

- 어린이용(유아, 아동) 교육 교재

· 도시철도 이용 시 안전 규칙을 스토리텔링 기반으로 교재 내용을 설계함

· 전문가 의견 수렴을 통한 검토 후 초등학생 대상 교재 교육 이해도 및 활동도 조사 실시

- 청소년·성인·고령자용 교육 교재

· 어린이를 제외한 도시철도 이용객 모두에게 쉽게 이해 가능한 교재 내용을 설계함

· 도시철도를 이용하면서 관련된 안전 시설물의 간단한 소개와 이용방법, 수칙 등을 내용에 반영

나. 철도안전 교육 프로그램 시작품 제작

(1) 철도 안전교육 프로그램 표준 매뉴얼

(2) 강의안 및 가이드북(리플릿)

(3) 어린이용 교육 교재

(4) 청소년·성인·고령자용 교육 교재

다. 철도안전교육센터 설계(안) 개발

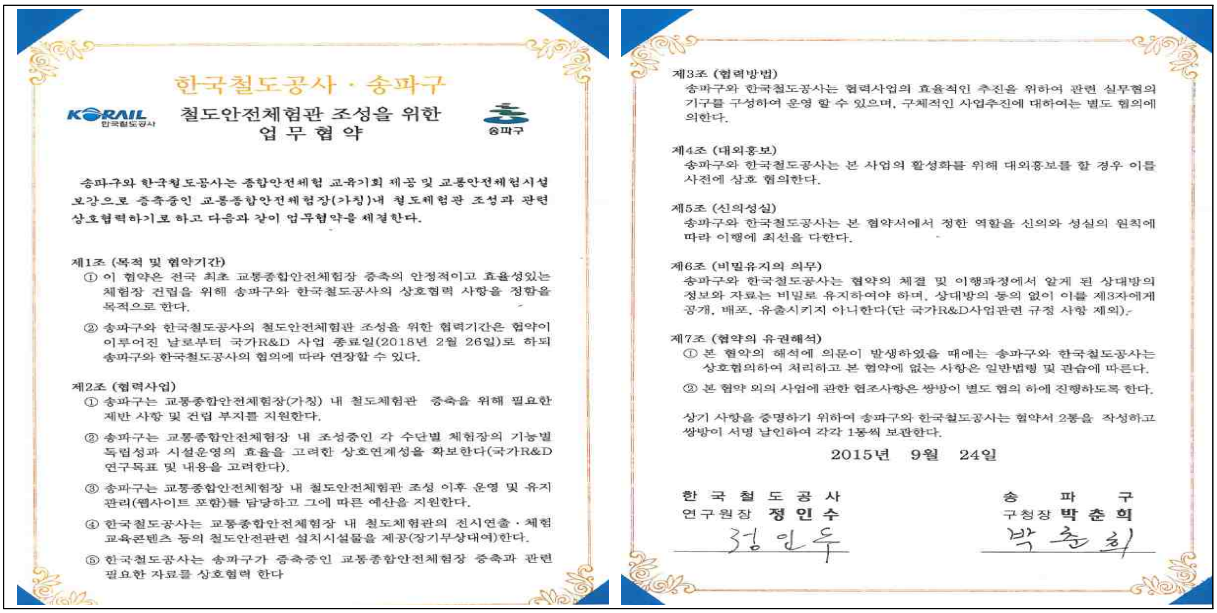
○ 지자체 연계를 통한 최적 후보지 선정

- 송파구청 송파안전체험교육관 증축 건립 사업과 연계
- 한국철도공사-송파구청 교통종합안전체험장 내 철도체험관 조성을 위한 상호협력체계 구축

을 목표로 업무협약(MOU) 협약체결 완료(2015.09.24)

· (한국철도공사) 교통종합안전체험장 내 철도안전교육 콘텐츠(전시 및 체험시설) 제공

· (송파구청) 건립중인 교통종합안전체험장(가칭) 내 철도안전교육센터 수용, 철도안전교육센터 운영관리 및 유지보수 전담



한국철도공사 · 송파구

KORAIL 한국철도공사 — 송파구

철도안전체험관 조성을 위한 업 무 협 약

송파구와 한국철도공사는 종합안전체험 교육기회 제공 및 교통안전체험시설 보강으로 증축중인 교통종합안전체험장(가칭)내 철도체험관 조성과 관련 상호협력하기로 하고 다음과 같이 업무협약을 체결한다.

제1조 (목적 및 협약기간)
① 이 협약은 전국 최초 교통종합안전체험장 증축의 안정적이고 효율성있는 체험장 건립을 위해 송파구와 한국철도공사의 상호협력 사항을 정함을 목적으로 한다.
② 송파구와 한국철도공사의 철도안전체험관 조성을 위한 협력기간은 협약이 이루어진 날로부터 국가R&D 사업 종료일(2018년 2월 26일)로 하되 송파구와 한국철도공사의 협의에 따라 연장할 수 있다.

제2조 (협력사업)
① 송파구는 교통종합안전체험장(가칭) 내 철도체험관 증축을 위해 필요한 제반 사항 및 건립 부지를 지원한다.
② 송파구는 교통종합안전체험장 내 조성중인 각 수단별 체험장의 기능별 독립성과 시설운영의 효율을 고려한 상호연계성을 확보한다(국가R&D 연구목표 및 내용을 고려한다).
③ 송파구는 교통종합안전체험장 내 철도안전체험관 조성 이후 운영 및 유지관리(웹사이트 포함)를 담당하고 그에 따른 예산을 지원한다.
④ 한국철도공사는 교통종합안전체험장 내 철도체험관의 전시연출 · 체험교육콘텐츠 등의 철도안전관련 설치시설물을 제공(장기무상대여)한다.
⑤ 한국철도공사는 송파구가 증축중인 교통종합안전체험장 증축과 관련 필요한 자료를 상호협력 한다

제3조 (협력방법)
송파구와 한국철도공사는 협력사업의 효율적인 추진을 위하여 관련 실무협의 기구를 구성하여 운영 할 수 있으며, 구체적인 사업추진에 대하여는 별도 협의에 의한다.

제4조 (대외홍보)
송파구와 한국철도공사는 본 사업의 활성화를 위해 대외홍보를 할 경우 이를 사전에 상호 협의한다.

제5조 (신의성실)
송파구와 한국철도공사는 본 협약서에서 정한 역할을 신의와 성실의 원칙에 따라 이행에 최선을 다한다.

제6조 (비밀유지의 의무)
송파구와 한국철도공사는 협약의 체결 및 이행과정에서 알게 된 상대방의 정보와 자료는 비밀로 유지하여야 하며, 상대방의 동의 없이 이를 제3자에게 공개, 배포, 유출시키지 아니한다(단 국가R&D사업관련 규정 사항 제외).

제7조 (협약의 유권해석)
① 본 협약의 해석에 의문이 발생하였을 때에는 송파구와 한국철도공사는 상호협의하여 처리하고 본 협약에 없는 사항은 일반법령 및 관습에 따른다.
② 본 협약 외의 사업에 관한 협조사항은 쌍방이 별도 협의 하에 진행하도록 한다.

상기 사항을 증명하기 위하여 송파구와 한국철도공사는 협약서 2통을 작성하고 쌍방이 서명 날인하여 각각 1통씩 보관한다.

2015년 9월 24일

한 국 철 도 공 사
연구원장 정 인 수

송 파 구
구청장 박 춘 희

<그림 3-12> 한국철도공사-송파구청 업무협약서(MOU)

○ 입지 개요 및 분석

- 서울 송파구 성내천로 35길 53(마천동)에 위치하고 있으며 기존 어린이안전교육관 2층 규모의 건물에 3~4층을 증축

· 총 633㎡ 증축하며 철도안전교육센터(철도안전관)은 189㎡(약 57평)으로 조성

<표 3-23> 송파안전체험교육관 증축 면적

구 분	계	영상관	안내데스크	체험교육관			안전 교육실
				항공안전관	선박안전관	철도안전관	
면적(㎡)	633	60	30	90	197	189	67

- 서울외곽순환도로에서 가까우며 지하철 2호선, 5호선, 8호선, 9호선, 분당선 연장·개통으로 교통이 매우 편리하여 접근성이 우수함
- 기존 어린이안전체험관(식생활안전, 가정·재난안전, 교통안전, 신변안전, 승강기안전, 자전거안전) 수요와 리모델링을 통한 재단장으로 지속적인 이용자 수요 확보가 가능함
- 항공, 선박, 철도 안전교육 및 체험이 가능한 국내 최초 교통종합안전체험관으로써 어린이뿐만 아니라 성인들의 새로운 이용자 수요 확보가 가능함



<그림 3-13> 송파안전체험관 외경

라. 철도안전교육센터 콘텐츠 선정

(1) 콘텐츠 우선순위 도출 및 선정

○ 안전체험 Item은 21가지 유형으로 선정됨

○ 유형별 Item중 실제체험(3건), 영상(6건), 전시(12건)

- 실제체험은 실제와 유사한 모형 구축을 통해 구현 : 열차출입문
- 전시부분은 체험 전시형으로 직접적인 전시형, 간접적인 전시형으로 세분화

· 직접적인 전시형 : 이용자의 신체 일부를 이용하여 참여 유도(키오스크 등)

· 간접적인 전시형 : 영상 전시, 모형 전시, 안전사고 사례 사진 전시

<표 3-24> 안전체험 콘텐츠 도출(안) 결과

구 분	사고유형	사고빈도	사고원인			콘텐츠 도출	
			개인	타인	시설물	1순위	2순위
계단	넘어짐	●	√	√		영상	전시
에스컬레이터	넘어짐	●	√	√	√	체험	교육
	끼임	◑	√		√	체험	교육
열차출입문	끼임	●	√		√	체험	교육
	충돌	○	√	√		전시	-
승강장	넘어짐	◑	√			영상	전시
	발빠짐	◑	√			영상	전시
	충돌	○	√	√		전시	-
	추락	○	√			전시	-
엘리베이터	갇힘	○			√	영상	전시
	끼임	○	√		√	영상	전시
	넘어짐	○	√			전시	-
	충돌	○	√	√		전시	-
대합실	넘어짐	◑	√			영상	전시
	충돌	○	√	√		전시	-
게이트	넘어짐	○	√			전시	-
	충돌	○	√	√		전시	-
연결통로	넘어짐	○	√			전시	-
	충돌	○	√	√		전시	-

화장실	넘어짐	○	√			전시	-
	충돌	○	√	√		전시	-

마. 철도안전교육 체험·전시·영상 콘텐츠 제작·설치

(1) 개요

○ 과업의 목적 및 기대효과

- 도시철도 이용객 대상 체험 중심의 철도안전 교육 콘텐츠 제공하여 철도안전문화 확산 및 사고 감소에 기여

○ 과업의 범위

- 서울특별시 송파구 성내천로 35길 53(마천동) 송파안전체험교육관 3층, 187.6㎡(약 56.7평)
- 구축 금액 : 626,000,000원
- 구축 기간 : 2017.7.7.~10.4(90일간)
- 시범 운영 : 2017.12.18.~29(10일간)

(2) 연출 총괄표

<표 3-25> 철도안전교육센터 연출 총괄표

ZONE		세부연출내용	연출매체
체험관 입구		입구(Main Gate)에는 철도레일을 적용한 디자인 연출	사인그래픽 연출
INTRO		지하철 노선도를 모티브로 디자인 연출	도입부 공간 조성/ 사인그래픽 연출
ZONE.1 철도안전 전시 공간		디지털액자를 이용하여 철도 관련 안전정보 제공 도시철도 역사 및 전동차 내 안전장비 및 구호용품을 정보검색 터치모니터를 활용하여 직접 검색	사인그래픽 연출 40"모니터 6ea 65"터치모니터 1ea
ZONE.2 사전영상 교육 공간/ 도시철도 관제실		체험 전 체험 내용에 관한 오리엔테이션(OT) 영상 시청 CCTV 모니터링 시스템을 통해 도시철도 관제실을 연출하고 전동차 내 화재발생시 탈출경로를 미리 확인하는 교육을 실시	사인그래픽 연출 98"모니터 1ea
ZONE.3 철도안전 체험공간	화재 대피 체험 관	도시철도 전동차 내 화재와 정전이 발생하는 상황을 연출한 3D 애니메이션을 제작하여 체험객이 위급상황 발생 시 대처요령을 현실감 있게 체험	사인그래픽 연출 65"모니터 1ea 안전장비 및 소화용품 스크린도어 연출
	안전 사고 체험 관	전동차 출입문과 스크린도어를 연출하여 발빠짐, 끼임 등 안전사고를 체험	전동차모형 연출 리어스크린 1set 레이저 소화시스템 1ea 포그머신 시스템 서라운드 음향 시스템 비상통화 시스템
기타	전동 차 운전 실	운전실 시뮬레이터를 설치하여 가상 기관사 체험 (사전예약자를 대상으로 기관사 체험, 수료증 발급)	전동차 운전신 시뮬레이터 65"커브드모니터 1ea
	AR	코레일 캐릭터(키로, 아로)를 활용한 AR포토존 공간을	사인그래픽 연출

	포토존	마련하여 체험객이 사진 촬영과 간단한 체험소감을 작성하고 e-mail로 전송	65”모니터 1ea 디지털방명록 키오스크

(3) 철도안전교육센터 구축 완료

(가) 철도안전 전시공간



<그림 3-14> 전시공간 디지털 액자 메인 이미지



<그림 3-15> 철도안전 전시공간 구축 완료

(나) 사전영상 교육공간/도시철도 관제실



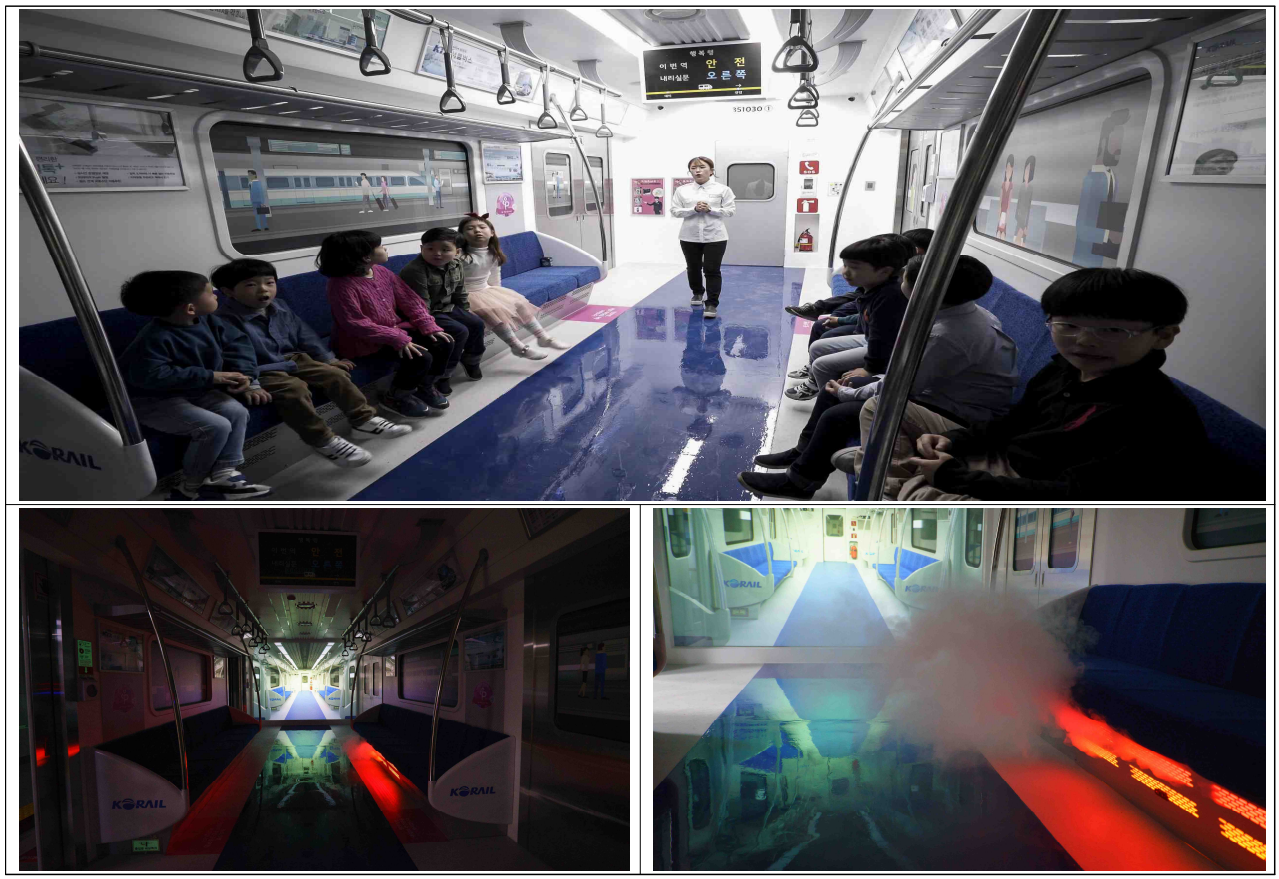
<그림 3-16> 사전영상 교육공간/도시철도 관제실 구축 완료

(다) 철도안전 체험공간(안전사고체험관)



<그림 3-17> 철도안전 체험공간(안전사고체험관) 구축 완료

(라) 철도안전 체험공간(화재대피체험관)



<그림 3-18> 철도안전 체험공간(화재대피체험관) 구축 완료

(마) 기타공간



<그림 3-19> 기타공간(전동차 운전실/AR포토존) 구축 완료

바. 관리운영 및 유지보수 방안

(1) 관리운영 방안

(가) 통합관리프로그램

○ 스마트 기기와 무선 WIFI 환경을 이용한 편리한 장비제어 개발

- 운영자 전용 스마트기기에 통합관리프로그램을 제작·설치하여 영상 하드웨어기기와 콘텐츠를 편리하게 ON/OFF하여 관리가 가능함



<그림 3-20> 운영자용 통합컨트롤 애플리케이션 시스템 구축도 및 실행 화면

(나) 시범운영

○ 각종 시스템의 정상적인 작동 여부를 점검하고 실제 상황과 동일한 시뮬레이션 경험을 통해 운영인력의 현장업무 숙련도 향상 및 조기 운영정상화 기반 마련

○ 단계별 시험운영을 실시함

<표 3-26> 철도안전교육센터 단계별 시험운영 내용

구분	1단계(시스템 테스트)	2단계(사용성 테스트)	3단계(운영 테스트)
주 점검내용	전시, 체험 시스템	사용자 반응 및 편의도	단체 관람객 및 관람운영 방안
관계자	시스템 관리자 및 운영자, 서비스 운영자	시스템 개발자 및 운영자 홍보팀, 서비스 운영자	시스템 운영자 홍보팀, 서비스 운영자
주 시험항목	운영시스템 체험아이템 상호연동기능	관람객 반응 수렴 사용 편리성 조사	단체관람객 운영 방안 Vip관람객 운영 방안 및 동선 유도 운영인력 운용 방안
체험대상	시스템 개발자 & 내부인력	관람객 & 내부인력	주변 교육시설 및 기관

<표 3-27> 철도안전교육센터 운영자 교육 방안

구분	1	2	3	4	5	시간	교재
장비작동 - 리모콘, 체험장치 등 주요 기기						4	운영 관리 매뉴얼
장애시 대처요령 - 소모품 교체방법, 장애시 긴급대처요령, 점검 리스트 일지 작성 방법						6	
운영방안 - 강의방법, 주 체험장별 연출 의도						2	교육 교안
공동시운전						4	

사. 철도안전교육센터 활성화 방안

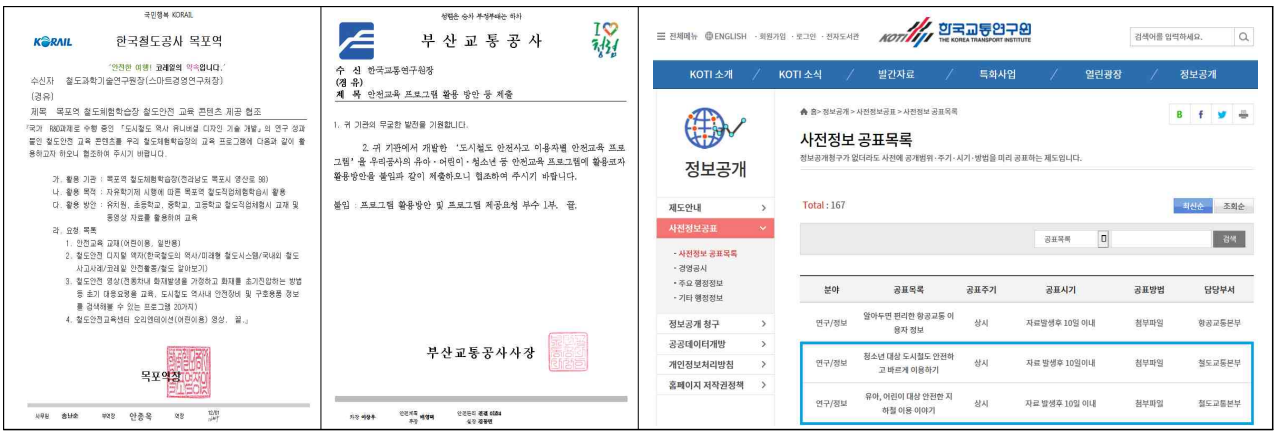
(1) 철도안전 교육 프로그램 확대 보급

○ 실용화 관련 자료의 배포 및 확산을 통한 적극적이고 지속적인 홍보 필요

- 전국 도시철도 운영기관 및 관련 연구기관에 자료 배포

· 도시철도 운영기관인 부산교통공사, 한국철도공사(목포역 철도체험관)에 교육교재 및 체험교육 콘텐츠(어린이용 오리엔테이션 영상, 도시철도 안전장비 및 구호용품 정보검색 프로그램) 배포 및 공유를 통해 실용화

·한국교통연구원 홈페이지에 교육교재 파일 게시를 통해 실용화



<그림 3-21> 철도안전 교육프로그램 실용화

- 교육청을 통한 관련 자료 배포 및 업무협의 지속

· 서울시 교육청 홈페이지 교육정보 메뉴에 교육교재 자료 게재

· 서울학생배움터 인증(2017.8.29.)을 통해 서울에 위치한 학교의 교육이수와 학생들에게 양질의 체험학습 기회 제공

- 이처럼 전국 철도운영기관 안전문화 확산 업무와 교육청 안전과목과 연계하여 관련 자료로

활용될 수 있도록 기반 마련 필요

현재 활발히 건립이 추진 중인 지자체 안전체험관 구축 시 철도안전 체험교육 콘텐츠 공유를 통한 벤치마킹 요소로 제공 가능

(2) 유지관리 효율성 및 지속성 확보

○ 관계기관간 긴밀한 협력체계 구축을 통한 철도안전교육센터 유지관리 효율성 및 지속성 확보 필요

- 송파구청과의 업무협약(MOU)으로 철도안전교육센터 구축 완료 후 운영 및 유지관리를 통한 추후 지속적인 체험교육 공간으로 활용 예정
- 지속적인 관계기관간 업무협약 필요

· 송파구, 서울시 교육청, 한국어린이안전재단간의 체험형 안전교육을 위한 업무협약을 통해 다양한 재난안전에 대한 체험교육 인프라를 조성

- 기업체 및 단체 사회공헌 프로그램과의 제휴협약을 통한 활성화

· 각 기업체나 단체를 통한 안전시설과 교육에 대한 투자를 유도하고 후원협약 등을 통해 재정적 지원이 이뤄져야 함

· 송파안전체험관은 한국토요타와 어린이 교통안전·환경교실 후원협약(2017.12.4.)을 맺음

· 한국토요타가 진행하고 있는 친환경 및 교통안전 참여 학습프로그램에 한국어린이안전재단의 찾아가는 안전체험교육 노하우를 더해 체험프로그램이 제공될 예정

· 초등학교 저학년 어린이에게는 교통안전교육, 고학년 어린이에게는 환경교실 프로그램을 진행

(3) 송파안전체험교육관과의 연계를 통한 꾸준한 수요 창출

○ 철도안전교육센터 기대 수요 창출 가능

- 기존 1,2층에 위치한 어린이안전교육관의 연간 4만명 이용 수요와의 연계를 통한 센터 수요 창출
- 철도안전 체험뿐만 아니라 항공, 선박 등 대형교통수단을 아우르는 전국 최초의 종합안전체험관으로써의 기대수요 창출 가능

○ 어린이 및 초등학생뿐만 아니라 전 연령층을 대상으로 교육 대상층 확대 필요

- 철도안전교육센터 입지 선정 평가지표 결과, 잠재적 성인 이용 수요가 중요한 고려사항이므로 비상상황 발생 시 일차적 행동 주체로써 성인들의 맞춤 교육을 확대할 필요

· 철도안전교육센터의 경우 어린이와 성인의 체험교육 시나리오를 달리하여 대상, 상황에 맞는 체험중심의 안전교육 실시가 가능하므로 철도안전에 특화된 전문 안전교육 시설로 향후 폭넓게 활용이 가능

2-2. 연구 개발 성과

가. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/특허/기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/특허 등록국가	영향력 지수	논문 게재일/특허 등록일	사사 여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	논문	도시철도역사의 유니버설디자인 기준요소에 관한 연구	건국대학교	공동	대한민국		'14.05		
2	논문	도시철도 역사 유형과 통행패턴과의 상관관계 분석	남서울대학교	위탁	대한민국		2014		
3	논문	도시철도역사의 유형별 특성을 고려한 환승시설의 중요도 분석	남서울대학교	위탁	대한민국		2014		
4	논문	도시철도 역사 위생시설의 유니버설 디자인 기준에 관한 연구	건국대학교	공동	대한민국		2015		
5	논문	도시철도 역사 승강장의 유니버설 디자인 기준에 관한 연구	건국대학교	공동	대한민국		2015		
6	논문	유니버설 디자인 관점의 도시철도 역사 안내표지 문제점 및 개선방안 연구	㈜시트러스 디자인	공동	대한민국		2015		
7	논문	유니버설 디자인 관점에서 도시철도 역사의 수평·수직 이동시설 환경평가를 통한 시공기준 개선안 연구	㈜한국종합건축사사무소	공동	대한민국		2015		
8	논문	도시철도 철도안전사상사고 대응체계 현황분석을 통한 개선방향 도출	한국교통연구원	공동	대한민국		'15.06		

9	논문	도시철도 사상사고 유형·원인분류 및 표준화 방안	한국교통연구원	공동	대한민국		‘15.06		
10	논문	도시철도 역사 내 철도안전사상사고 현황 분석을 통한 예방대책 수립 방향 도출 - 계단사고를 중심으로-	한국교통연구원	공동	대한민국		‘15.06		
11	논문	도시철도 역사 안전사고 감소 및 예방을 위한 유니버설 디자인 요소 도출	한국교통연구원	공동	대한민국		‘16.06		
12	논문	도시철도 안전사상사고 원인분석 및 예방대응체계 구축	남서울대학교	위탁	대한민국		‘14.06		
13	논문	유니버설디자인 기반 도시철도 역사 내 안내표지 문자크기 서비스수준 산정 연구	남서울대학교	위탁	대한민국		‘15.06		
14	논문	Improvement Measures for Railway Station Parking Lots Based on Universal Design	한국철도공사	협동	국외		‘15.12		
15	논문	유니버설 디자인 기반 도시철도 역사 통합편의성 평가지표 산정 연구 - 수도권 환승역사를 대상으로-	남서울대학교	위탁	대한민국		‘15.12		
16	논문	도시철도 역사 환승구간의 유니버설 디자인 기준에 관한 연구	건국대학교	공동	대한민국		‘16.06		

17	논문	도시철도 역사 내 철도안전사상사고 위험도 관리 방안	한국교통연구원	공동	대한민국		‘16.06		
18	논문	도시철도 역사 내 철도안전사상사고 위험도 평가 및 저감방안	한국교통연구원	공동	대한민국		‘16.06		
19	논문	도시철도 안전사고 예방을 위한 유아·어린이 대상 표준 매뉴얼 개발	한국교통연구원	공동	대한민국		‘16.06		
20	논문	A Fator Analysis of Urban Railway Casualty Accidents and Estanlishment of Preventive Respones Systems	한국철도공사	협동	국외		‘16.06		
21	논문	Positive Guidance 기법을 적용한 도시철도역사 환승안내표지의 평가방법 연구 - 수서역 환승동선을 중심으로 -	남서울대학교	위탁	대한민국		‘17.04		
22	논문	UDL 기반의 도시철도 안전교육 이러닝 콘텐츠 개발 방안 연구	㈜아이엠티소프트	공동	대한민국		‘17.02		
23	논문	유니버설 디자인 기반 도시철도 역사 편의성 평가방법 개발 - 수서역을 중심으로 -	남서울대학교	공동	대한민국		‘18.01		
24	논문	지하 환승역에서 화재 발생시 피난 해석 연구	한국철도공사	협동	대한민국		‘18.02		
25	논문	유니버설 디자인 중심의 철도서비스 개선 방안 연구	한국철도공사	협동	대한민국		‘14.05		

26	논문	IPA 모형을 이용한 도시철도 역사 구조별 이용자 만족도 분석	남서울대학교	위탁	대한민국		'14.09		
27	논문	도시철도 역사 유형분류를 위한 기준에 관한 연구	한국교통연구원	공동	대한민국		'14.09		
28	논문	A Study on Universal Design Guideline of the Urban Railway Station	한국철도공사	협동	중국		'14.10		
29	논문	철도이용객 중심의 안전체험관 구축 방안 연구	한국철도공사	협동	대한민국		'14.10		
30	논문	도시철도 안전교육센터 구축에 관한 연구	교통안전공단	공동	대한민국		'14.10		
31	논문	도시철도 역사 이용자 동선 굴곡도 분석	한국교통연구원	공동	대한민국		'15.02		
32	논문	도시철도 역사 이용자 편의성 향상을 위한 정보안내표지판 설계서비스 수준 기준 수립	남서울대학교	위탁	대한민국		'15.02		
33	논문	철도안전교육 인증절차 및 방안 수립에 관한 연구	교통안전공단	공동	대한민국		'15.05		
34	논문	A Fator Analysis of Urban Railway Casualty Accidents and Estanlishment of Preventive Respones Systems	한국철도공사	협동	대한민국		'15.08		
35	논문	Improvement Measures for Railway Station Parking Lots Based on Universal Design	한국철도공사	협동	필리핀		'15.09		

36	논문	도시철도 지하역사 화재 시뮬레이션을 통한 피난경로 분석	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.10		
37	논문	도시철도 역사 이용자 편의성 향상을 위한 안내표지 정보 부하량 서비스 수준 산정	남서울대학교	위탁	대한민국		‘15.10		
38	논문	도시철도 역사 이용자 유형별 이동저항지수 서비스 수준 산정	남서울대학교	위탁	대한민국		‘15.10		
39	논문	도시철도 역사 UD기반 안내체계 개선 방안 연구 - 수서역을 중심으로 -	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.02		
40	논문	도시철도 역사 안내표지 Positive Guidandce 기법 적용 방안	남서울대학교	위탁	대한민국		‘16.02		
41	논문	도시철도 역사 유니버설 디자인 기반 픽토그램 개선 방안 연구	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.04		
42	논문	A Study on Universal Design Guideline of the Urban Railway Station	한국철도공사	협동	이탈리아		‘16.05		
43	논문	도시철도 에티켓 기준제시를 통한 안전사고 예방 방안 연구	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.09		
44	논문	유니버설 디자인 기반 안내표지 개선 전후 평가항목 적용 연구 - 수서역을 대상으로 -	남서울대학교	위탁	대한민국		‘16.09		

45	논문	도시철도 역사시설 안전개선사업의 편익 추정에 관한 연구	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.10		
46	논문	Application of Univesal Design for Urban Railway Station and Analysis of Effect : Targeting Suseo Station	한국철도공사	협동	일본		‘16.12		
47	논문	Response Scheme for Fire Accidents at Underground Subway Stations in Terms of Universal Design	한국철도공사	협동	베트남		‘17.09		
48	논문	Development of Universal Design Guidelines for Urban Railway Stations:Targeting Suseo Station	한국철도공사	협동	스페인		‘17.10		
49	출원	음성을 사이버 수화로 제공하는 방법	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.04.14		SCIE
50	출원	교육용 화기 및 소화 교육 시스템	한국철도공사	협동	대한민국		‘18.1.30		SCIE
51	디자인 출원	승강기 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.03.17		인증번호: 제1112호
52	디자인 출원	자전거 이동 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.03.17		등록번호: C-2018-009707
53	디자인 출원	휠체어 리프트 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.03.17		등록번호: C-2018-009706
54	디자인 출원	휠체어 리프트 안내(상행)표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.03.17		등록번호: C-2018-029914
55	디자인 출원	휠체어 리프트 안내(하행)표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.03.17		등록번호: C-2018-029913
56	디자인 출원	교통카드 충전기 안내지	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.11.30		등록번호: C-2018-029915

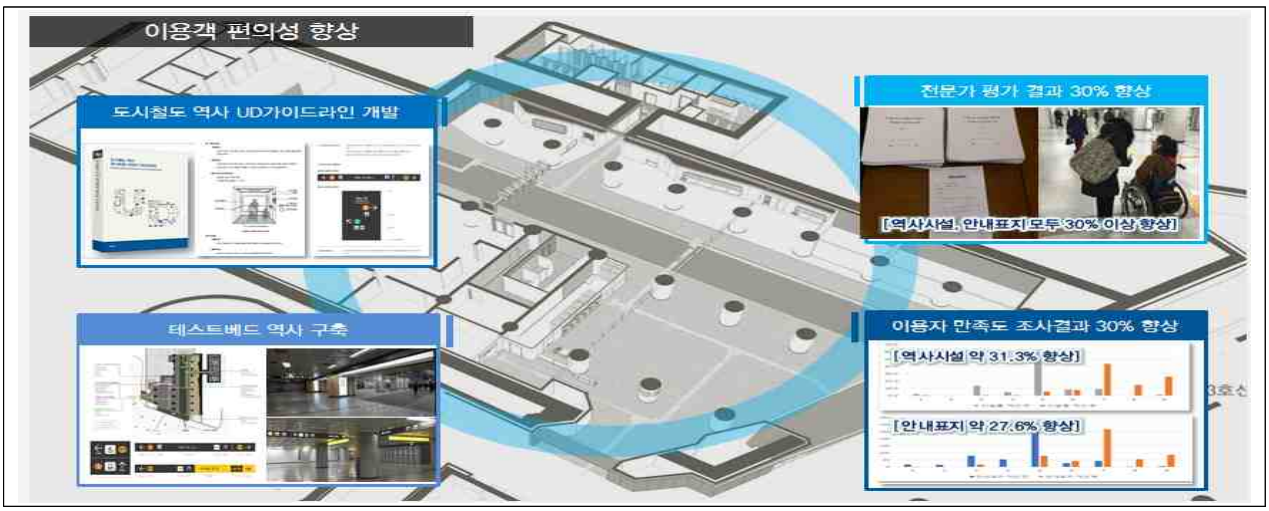
57	디자인 출원	보증금 환급기 안내지	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.11.30		
58	디자인 출원	비상버튼 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.11.30		
59	디자인 출원	자전거 보관소 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.11.30		
60	디자인 출원	휠체어 경사로 가파름 주의 안내지	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.11.30		
61	디자인 출원	전동휠체어 충전 안내 표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.04.29		
62	디자인 출원	엘리베이터 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.12.22		
63	디자인 출원	교통약자 겸용 에스컬레이터 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.12.22		
64	디자인 등록	승강기 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.10.12		
65	디자인 등록	자전거 이동 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.10.12		
66	디자인 등록	휠체어 리프트 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.10.12		
67	디자인 등록	휠체어 리프트 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.10.12		
68	디자인 등록	휠체어 리프트 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.10.12		
69	디자인 등록	전동휠체어 충전 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.06.02		
70	디자인 등록	교통카드 충전기 안내지	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.07.25		
71	디자인 등록	보증금 환급기 안내지	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.07.25		
72	디자인 등록	비상버튼 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.07.25		
73	디자인 등록	자전거 보관소 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.07.25		
74	디자인 등록	휠체어 경사로 가파름 주의 안내지	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.07.25		
75	디자인 등록	엘리베이터 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘17.03.08		
76	디자인 등록	교통약자 겸용 에스컬레이터 안내표시지	한국철도공사	협동	대한민국		‘17.03.08		
77	특허 등록	음성을 사이버 수화로 제공하는 방법	한국철도공사	협동	대한민국		‘17.08.08		
78	프로그램 (S/W) 등록	안전한 지하철 이용 이야기 e-Book	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.05.18		

79	프로그램(S/W) 등록	안전한 지하철 이용 이야기 전자책(요약본)	한국철도공사	협동	대한민국		‘17.02.13		
80	프로그램(S/W) 등록	도시철도 안전장비 및 구호용품 정보 검색 프로그램	한국철도공사	협동	대한민국		‘17.12.01		
81	일반 저작권 등록	매일 이용하는 도시철도 안전하고 바르게 이용하기	한국철도공사	협동	대한민국		‘17.04.11		
82	일반 저작권 등록	도시철도 전동차 내 화재발생 시 대응요령 3D 교육 영상	한국철도공사	협동	대한민국		‘17.12.06		
83	품질 인증	매일 이용하는 도시철도 안전하고 바르게 이용하기	한국철도공사	협동	대한민국		2016		
84	전시 부스	[2014 국토교통기술대전] 도시철도 역사 유니버설 디자인 기술 개발	한국철도공사	협동	대한민국		‘14.05.21~23		
85	전시 부스	[2015 국토교통기술대전] 도시철도 역사 유니버설 디자인 기술 개발 철도안전 교육 프로그램 개발 및 센터 구축	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.06.24~26		
86	전시 부스	[2016 국토교통기술대전] 철도안전 교육 프로그램 개발 및 센터 구축	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.05.25~27		
87	전시 부스	[2017 국토교통기술대전] 도시철도 역사 유니버설 디자인 기술 개발 철도안전교육센터 구축 기술 개발	한국철도공사	협동	대한민국		‘17.05.24~26		
88	협회지	유니버설 디자인 중심의 철도서비스 개선 방안 연구	한국철도공사	협동	대한민국		2014년 5,6월호		

89	협회지	철도이용객 중심의 안전체험관 구축 방안 연구	한국철도공사	협동	대한민국		2014년 7,8월호		
90	협회지	도시철도 역사 유니버설 디자인 기술 개발 은상 수상 홍보	한국철도공사	협동	대한민국		2015년 봄호		
91	협회지	지식재산권_도시철도 역사 픽토그램 디자인 및 이러닝 콘텐츠 특허	한국철도공사	협동	대한민국		2015년 11월호		
92	협회지	도시철도 역사 유니버설디자인 적용 및 효과 분석_수서역을 대상으로	한국철도공사	협동	대한민국		2016년 12월호		
93	협회지	도시철도 역사 유니버설디자인 가이드라인 개발	한국철도공사	협동	대한민국		2017년 봄호		
94	업무협약	철도안전체험관 조성을 위한 업무협약	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.09.24		
95	언론매체	코레일-송파구 철도안전체험관 건립 위한 업무협약 체결	한국철도공사	협동	대한민국		‘15.09.24		
96	언론매체	항공·선박·철도, 교통종합안전체험장 착공	한국철도공사	협동	대한민국		‘16.11.07		
97	언론매체	송파안전체험교육관 서울학생배움터 인증	한국철도공사	협동	대한민국		‘17.08.29		
98	언론매체	송파안전체험교육관 개관	한국철도공사	협동	대한민국		‘17.12.22		
99	월간지	코레일, 제5회 IAUD 어워드 수상	한국철도공사	협동	대한민국		2014년 12월호		
100	수상	도시철도 역사 '유니버설 디자인' 가이드라인 개발 방향 및 전략	한국철도공사	협동	일본		‘14.11.11		

나. 관련 분야 기여도

1) 도시철도 역사 유니버설 디자인 기술 개발



<그림 4-22> 도시철도 역사 유니버설 디자인 기술 개발 목표 달성

○ 테스트베드 역사(수서역) 구축을 SRT 개통과 동시에 완료하여 철도 이용객 편의성 향상을 극대화하고, 국가R&D 연구 성과를 홍보함

○ 국내 도시철도 역사시설 및 이용객 특성을 고려하여 도시철도 역사 유니버설디자인 가이드라인을 개발함으로서'도시철도 역사시설 및 안내표지'의 구체적 기준 제시 및 운영주체, 지자체별로 상이한 철도설계지침을 통일함

○ 도시철도 역사 유니버설디자인 표준기준을 제시하여 설계과정을 단순화하고 시공오류를 감소시킴으로써 역사 건설의 경제성 향상

○ 도시철도 이용객(장애인, 고령자, 임산부, 어린이)의 교통복지측면에서의 국민 친화적이며 실효성 있는 기술 서비스를 국가에서 제공할 기반 마련

2) 철도안전 교육 프로그램 개발 및 센터 구축



<그림 4-23> 철도안전 교육 프로그램 개발 및 센터 구축 목표 달성

○ 교통안전(철도분야) 전문성 향상

- 철도종사자 직무 교육 위주의 콘텐츠에서 도시철도 이용객 중심 상황별 유형별 맞춤형 안전교육 프로그램 개발로 생애주기별 안전교육 콘텐츠 및 프로그램 확대에 기여
- 철도안전 콘텐츠의 사실감 있는 연출과 타 안전체험관과의 차별화된 철도안전 체험 교육 콘텐츠를 구축하여 이용객의 관심과 흥미를 유도하여 참여율을 높이고 이를 지속적 수요 창출로 이어지게 함으로써 센터 활성화 및 이에 따른 지역 경제발전에도 기여
- 전국 최초의 대형교통(철도·항공·선박) 종합안전체험장 건립으로 기존 소방안전본부 중심으로 관리운영되던 안전체험관 중심에서 교통분야 전문성이 특화된 센터 구축을 통해 철도안전분야 체험 교육 전문성 및 질 향상에 기여
- 철도안전 교육 프로그램 및 체험교육 콘텐츠의 지식재산권 확보로 신뢰성도 확보함

○ 철도안전사상사고 감소 및 철도안전 문화 확산

- 서울시 학생배움터 인증 획득과 학생안전교육 7대 표준안과의 연계를 통해 체험형 안전교육을 강화하여 교육효과를 증대 및 지속적인 교육을 가능하도록 함으로써 철도 안전문화 정립에 기여

○ IT 기술 기반 철도안전 교육 콘텐츠 개발 기반 마련

- AR, VR기술을 기반으로 한 철도안전 체험교육 콘텐츠 연구를 통해 향후 다양한 재난 상황 및 시나리오 개발 기반 마련

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 질적 목표 달성도

(1) 1차년도

세부	과제명	성과목표	성과지표	성과검증		
				목표	달성	측정
1	도시철도 역사 유니버설 디자인 가이드라인 개발	역사 유형별 유니버설 디자인 적용 요소 도출	유니버설 디자인 관점에서 도시철도 역사의 문제점 및 유니버설 디자인 수준 도출	100%	100%	보고서
		도시철도 역사 유형별 유니버설 디자인 안내표지 표준지침 개발	UD 안내표지관련 전문가 현장조사	100%	100%	보고서
		도시철도 역사 유니버설 디자인 요소의 시공기준 및 감리매뉴얼 개발	역사 유형별 시공기준 및 건설사업 관련기준 파악 및 문제점 도출	100%	100%	보고서
		테스트베드 선정 및 구축	테스트베드 역사 선정을 위한 현황 조사	100%	100%	보고서
2	유니버설 디자인 기반 안전교육 프로그램 개발 및 체계 구축	도시철도 이용객 안전사고 유형분류 및 예방 대응체계 조사 분석	도시철도 역사 이용자·시설물별 사고유형 및 요인 분석	100%	100%	보고서
		유니버설 디자인 기반 안전교육 프로그램 온라인 포털사이트 개발	UD 기반 도시철도 안전교육 설계 및 시작품 개발	100%	100%	보고서
		이용객 유형별 맞춤형 교육 프로그램(체험형이러닝 콘텐츠) 개발	철도안전 이러닝 콘텐츠 분석 및 기획·설계	100%	100%	보고서
		도시철도 안전교육 공인인증 및 안전교육센터 구축	안전교육센터 구축 기획	100%	100%	보고서
			도시철도 지하역사지도 안전시설 컨버팅	100%	100%	시작품
			실시간 위치기반 비상대피로 경로 프로그램 설계	100%	100%	보고서

(2) 2차년도

세부	과제명	성과목표	성과지표	성과검증		
				목표	달성	측정
1	도시철도 역사 유니버설 디자인 가이드라인 개발	도시철도 역사 편의성 평가지침 개발	도시철도 역사 편의성 평가지침	100%	100%	보고서
		도시철도 역사 유니버설 디자인 적용요소 도출	도시철도 역사 유니버설 디자인 적용요소 도출	100%	100%	보고서
		도시철도 역사 유니버설 디자인 역사시설 설계지침 개발	도시철도 역사 유니버설 디자인 역사시설 설계지침	100%	100%	설계 지침
			설계지침개발에 따른 상세설계도	100%	100%	설계도
		도시철도 역사 유니버설 디자인 안내표지 표준지침 개발	도시철도 역사 유니버설 디자인 안내표지 표준지침	100%	100%	표준 지침
		도시철도 역사 유니버설 디자인 검증체계 구축 및 검증	도시철도 역사 유니버설 디자인 검증	100%	100%	보고서
		테스트베드 선정 및 구축	테스트베드 후보역사 효과 분석	100%	100%	보고서
2	철도 안전교육 프로그램 개발 및 센터 구축	철도안전교육 프로그램 개발	안전교육 표준매뉴얼	100%	100%	매뉴얼
			안전교육 프로그램 교재	100%	100%	시작품
		체험형 이러닝 콘텐츠 개발	이러닝 영상 콘텐츠 개발	100%	100%	보고서
		철도안전교육센터 구축	도시철도 역사 화재 시 비상대피 3D Map	100%	100%	시작품
		철도안전교육 프로그램 인증절차 수립	철도안전교육 프로그램 인증절차	100%	100%	보고서

(3) 3차년도

세	과제명	성과목표	성과지표	성과검증

부				목표	달성	측정
1	도시철도 역사 유니버설 디자인 가이드라인 개발	테스트베드 역사 편의성 평가지표 개발	테스트베드 적용을 위한 UD측면 평가지표 개발	100%	100%	보고서
		도시철도 역사 유니버설 디자인 역사시설 설계지침 개발	설계지침을 반영한 테스트베드 설계 적용 요소 도출 및 적용 검토	100%	100%	보고서
		도시철도 역사 유니버설 디자인 안내표지 표준지침 개발	안내표지 치짐의 테스트베드 적용을 위한 항목도출 및 테스트베드 역사 적용 시안 개발	100%	100%	보고서
		도시철도 역사 유니버설 디자인 시공가이드라인 개발	도시철도 역사 유니버설 디자인 가이드라인 기준에 따른 시공가이드 작성	100%	100%	시공 가이드 라인
		도시철도 역사 유니버설 디자인 검증체계 구축 및 검증	도시철도 역사 유니버설 디자인 가이드라인 검증	100%	100%	보고서
		테스트베드 선정 및 구축	테스트베드 역사 설계(안) 개발	100%	100%	설계 도서
2	철도 안전교육 프로그램 개발 및 센터 구축	도시철도 이용객 안전사고 예방 대응 체계 구축	역사별 이용객 위험도 관리기법 적용 및 평가툴(Tool) 개발	100%	100%	보고서
		도시철도 안전 웹사이트 개발	웹사이트 기획 및 연계방안 수립	100%	100%	보고서
		체험형 이러닝 콘텐츠 개발	도시철도 안전교육 콘텐츠 개발	100%	100%	보고서
			체험형 영상 콘텐츠 인증 획득	100%	100%	품질 인증
		도시철도 안전교육 인증절차 개발	철도안전교육센터 교육 관련 인증 절차 수립	100%	100%	보고서
		철도안전교육센터 구축	철도안전교육센터 설계(안) 개발	100%	100%	보고서

(4) 4차년도

세부	과제명	성과목표	성과지표	성과검증		
				목표	달성	측정
1	도시철도 역사 유니버설 디자인 가이드라인 개발	테스트베드 역사 개선 후 편의성 평가 및 경제적 편익 분석	테스트베드 역사 개선 후 편의성 평가 및 경제적 편익 분석 결과	100%	100%	보고서
		도시철도 역사 유니버설 디자인 역사시설 설계지침 보완 및 제도화 방안 수립	테스트베드 역사 구축에 따른 설계지침 및 유니버설 디자인 역사시설 설계지침 관련 법규개정(안)	100%	100%	보고서
		도시철도 역사 유니버설 디자인 안내표지 표준지침 보완 및 제도화 방향 수립	테스트베드 역사 유니버설 디자인 안내표지 표준지침 및 유니버설 디자인 안내표지 표준지침 제도화 방향 수립	100%	100%	보고서
		도시철도 역사 유니버설 디자인 시공가이드라인 보완	도시철도 역사 유니버설 디자인 시공가이드라인 보완	100%	100%	시공 가이드 라인
		테스트베드 역사 구축에 따른 편의성 향상 검증	테스트베드 역사 개선 후 편의성 향상 검증 결과	100%	100%	보고서
		테스트베드 역사 구축	테스트베드 역사(수서역) 현장 구축	100%	100%	준공 도서
2	철도 안전교육 프로그램 개발 및 센터 구축	철도안전교육 프로그램 활성화 전략 수립	철도안전교육 프로그램 보급 및 확산을 통한 실용화 방안 수립	100%	100%	보고서
		철도안전교육 콘텐츠 보완	철도안전교육센터 내 철도안전교육 콘텐츠 보완	100%	100%	보고서
		철도안전교육센터 구축	철도안전교육센터 설계(안) 보완	100%	100%	보고서

(5) 5차년도

세부	과제명	성과목표	성과지표	성과검증		
				목표	달성	측정

1	도시철도 역사 유니버설 디자인 가이드라인 개발	테스트베드 통합 편의성 평가 방법론 개발	테스트베드 통합 편의성 평가 방법론	100%	100%	보고서
		도시철도 역사 UD 역사시설 설계지침 적용 전략 수립	도시철도 역사 UD 역사시설 설계지침 최종본	100%	100%	설계 지침
			도시철도 역사 UD 역사시설 설계지침 적용 전략 수립	100%	100%	보고서
		도시철도 역사 UD 안내표지 표준지침 제도화 방안 개발 및 적용 전략 수립	도시철도 역사 UD 안내표지 표준지침 최종본	100%	100%	표준 지침
			도시철도 역사 UD 안내표지 표준지침 적용 전략 수립	100%	100%	보고서
		도시철도 역사 UD시공가이드라인 적용 전략 수립	도시철도 역사 UD 시공가이드라인 최종본	100%	100%	시공 가이드 라인
			도시철도 역사 UD 시공가이드라인 적용 전략 수립	100%	100%	보고서
		테스트베드 역사 구축	테스트베드 역사 현장 구축	100%	100%	준공 도서
			테스트베드 역사 구축에 따른 편의성 30% 향상	100%	100%	보고서
2	철도 안전교육 프로그램 개발 및 센터 구축	철도안전교육 콘텐츠 활성화 전략 수립	철도안전교육 콘텐츠 적용 및 활성화 전략 수립	100%	100%	보고서
		철도안전교육센터 구축 및 활성화 전략 수립	철도안전교육센터 현장 구축	100%	100%	준공 도서
			철도안전교육센터 활성화 전략 수립	100%	100%	보고서

나. 양적 목표 달성도

구분			1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도	
			목표 건수	달성 건수	목표 건수	달성 건수	목표 건수	달성 건수	목표 건수	달성 건수	목표 건수	달성 건수
논문	게재	국내	1	1	12	13	5	6	1	2	1	2
		국외						2				
	발표	국내		1	1	7		6		3		
		국외				1		3		1		2
지식재산권	디자인	출원			4	5	2	6	1	2		
		등록						6	5	5		
	특허	출원				1					1	1
		등록								1		
	프로그램 (s/w) 등록						1	1	1	1		1
	일반저작권											2
시제품 제작			1	1								
품질인증								1				
포상						1						
홍보				2		5		2		5		2
총계			2	5	17	33	8	33	8	20	2	10

4. 연구개발성과의 활용 계획 등

가. 도시철도 역사 유니버설 디자인 가이드라인

○ 도시철도 역사 유니버설디자인 가이드라인을 국내 관련법규의 개정에 활용함으로써, 도시철도 분야의 유니버설디자인 수준 향상 및 도시철도 역사 신·개축시의 설계 및 시공기준으로 활용

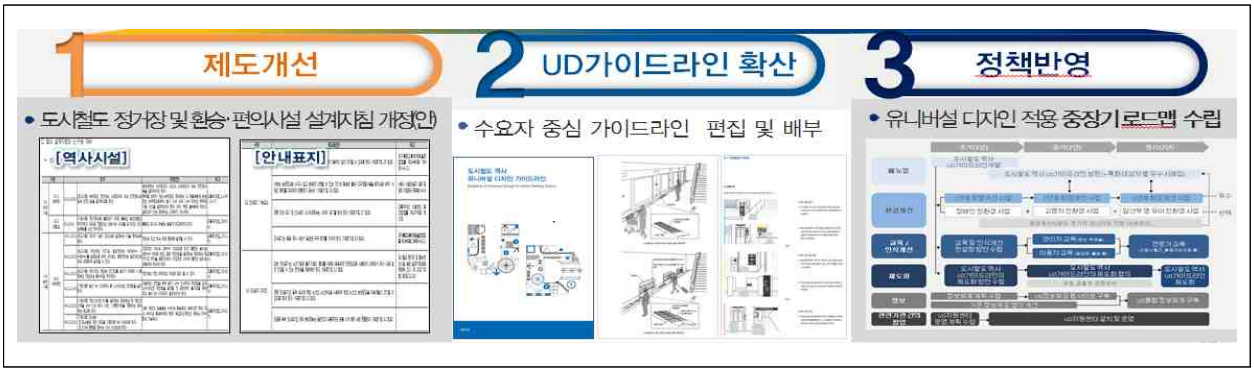
○ 표준화 된 안내표지 표준지침으로 전국 도시철도 운영기관의 안내체계 개보수 및 신설역사에 활용하여 해당 역사 구조에 적합한 안내표지와 일관성 있는 안내체계 마련

○ 역사 설계 시 이용자를 고려한 동선 및 시설물 배치, 설치대수 등을 사전에 계획함에 따라 이용자 만족도 향상

○ 도시철도 역사 유니버설디자인 시공가이드라인 적용으로 시공기준 활용 및 관리 개선

○ 도시철도 역사 불편성 해소를 위한 적정한 예산 편성 및 사용에 대한 근거로 활용

○ 도시철도역사 편의성 평가를 통한 개선항목 및 역사를 선정함으로써 개선이 시급한 항목에 대해 중점 투자 및 개선 효과 확인 가능



<그림 5-24> 도시철도 역사 유니버설 디자인 가이드라인 활용 계획

나. 철도안전 교육 프로그램 및 철도안전교육센터

○ 철도안전 교육 프로그램 확대 보급을 위한 지속적인 실용화 관련 자료로 활용

- 전국 철도운영기관 안전문화 확산 업무와 교육청 안전과목과 연계하여 관련 자료로 활용될 수 있도록 기반 마련

○ 철도안전교육센터 관리운영 지속성 확보로 철도안전 체험교육 분야의 벤치마킹 요소로 활용

- 송파구청과의 업무협약('15.9.24) 체결로 향후 송파안전체험교육관 내 철도안전교육센터(철도안전관) 운영·관리의 효율성 및 지속성 확보
- 건립 추진 중인 지자체 안전체험관 구축 시 철도안전 체험교육 콘텐츠 공유를 통한 벤치마킹 요소 제공



<그림 5-25> 철도안전 교육 프로그램 및 철도안전교육센터 활용 계획

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 철도기술연구 사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 철도기술연구 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.