

도시철도 역사 이용 효율 향상 기술 개발 기획보고서

2012. 09

주관연구기관 / 한국철도공사
공동연구기관 / 한국철도기술연구원
한국교통연구원
위탁연구기관 / 인천대학교

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

도시철도
역사
이용
효율
향상
기술
개발
기획보고서

2012

한국건설교통기술평가원
국토해양부

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 도시철도 역사 이용 효율 향상 기술 개발 기획보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 도시철도 역사 이용 효율 향상 기술 개발 기획 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

요 약 문

I. 기획연구배경 및 목적

○ 도시철도 역사 이용객 편의성 향상 및 이동시스템 개선

- 환승거리 및 시간의 증가, 이용객 대비 시설규모 미흡으로 이용객의 불편 증가
- 철도노선의 신설에 따른 기존노선과의 연계 및 환승 최적화 요구
- 철도중심의 대중교통수단간 통합적 연계환승체계 구축 개선
- 장애인 및 사회적 약자의 이용을 위한 Barrier Free 개념 확산
- 지하역사 및 환승역 이용객의 혼잡도를 고려하여 원활한 수송을 위한 고속·대규모 이동 시스템 필요
- 평면 환승거리, 시간 단축을 위한 환승 통로 개선 기술 필요
- 역사 최적화를 위한 세부설계 매뉴얼 필요



<환승거리 300m 이상(종로3가 환승역)>



<환승이동편의시설의 부재>

○ 도시철도 역사의 안전성 향상

- 지하역사 및 역사 시설에 대한 침수 피해 증가
- 돌발성 집중강우 및 게릴라성 폭우에 도시철도 지하역사가 침수위험에 노출되어 있음
- 지하역사에 대한 침수방지대책이 필요하며, 침수발생 시 시민들의 안전한 대피를 위한 대피체계 수립 시급한 실정
- 침수피해가 예상되는 지하역사에 대한 능동형 자동차수시스템 개발 필요
- 다양한 도시철도 역사 입구의 형식을 고려한, 능동형 자동차수시스템 개발 필요
- 지진의 증가에 따른 역사 비구조재 내진설계기준 및 내진성능보장 요구
- 도시철도 역사, 원자력 발전소, 병원, 하이테크 공장 등은 중요 시설물 내의 비구조재의 건설비용은 전체 구조물 시공비용의 약 80%를 차지
- 칠레 대지진(2010년)에서 75%의 병원 시설물이 비구조재의 파괴로 인하여 운영이 중단 되는 사태가 발생함

- 철도 역사 비구조재 내진성능 평가 및 확보 방안에 대한 중요성이 증가하고 있으며, 1차 피해 후 보수·보강기술에 대한 기술이나 대책이 필요함
- 위치정보 제공을 통한 비상 시 승객의 피난경로, 이동 및 시간단축을 위한 대안 필요

○ 도시철도 역사의 에너지 효율 개선

- 지하철역의 경우 다수 설비 사용으로 인한 에너지 수요 증가
- 1999년 교토 기후협약이후 기존의 화석연료를 대체할 신재생에너지 및 친환경에너지원 개발에 전지구적인 관심이 고조되고 있는 상황 가운데 최근에는 이란 문제 등으로 오일 공급에 있어서 위험성이 지속되고 있어 미래에너지 개발에 차세대 R&D의 방향이 정하여지고 있음
- 현재까지는 기존의 도시철도에서 화석연료에 의존하여 역사에 에너지를 공급하여 왔지만 차후에는 미래에너지원 확보에 R&D의 초점을 맞추어야 함
- 국내적으로 온실가스 저감 정책을 지속적으로 유지하고 있으며, 한국의 온실가스 감축 의무대상 국가에 포함될 예정이므로 국토부에서는 이에 대한 대비책이 필요한 실정임
- 지열 및 지하유출수를 이용한 역사 에너지원 개발은 미래에너지원 확보 차원에서 반드시 필요한 기술임
- 기존 철도전력망 시스템을 신재생에너지 철도전력망 연계기술을 적용하여 철도전력망의 효율적 사용 및 재생에너지를 연계할 수 있는 기술 개발 필요
- 철도전력망 에너지 관리를 위하여 전력데이터의 취득/계측/관리 등을 위한 네트워크 구성기술 개발
- 철도전력의 피크전력 감축 및 전반적인 에너지 절감을 위하여 신재생에너지 등 도시철도 통합 에너지 관리시스템 기술 개발을 통한 철도전력 최적화 운영기술 개발
- 신재생에너지 통합관리 시스템 및 운영 기술 필요
- 선진국에서 이미 시도되고 있는 친환경 신재생에너지를 적용한 에너지 절감 대책 현장 적용 관련 기술 및 연구 미흡



<독일 역사 일체형 태양광 시스템>

○ 도시철도 역사의 쾌적성 향상

- 폐쇄적 지하환경 특성으로 인한 빛, 음 등과 관련된 생리적 환경을 향상 시킬 수 있는 기술 요구
- 향후 지속가능한 녹색성장은 사회경제 발전의 핵심 패러다임으로 자리잡게 될 것이며, 에너지 소비의 큰 비중을 차지하는 건축물 냉방에너지 관리는 쾌적한 실내공간 창출이라는 정부의 정책목표에 부합하는 기술개발 영역임
- 단순한 기계적 공조시스템의 운영은 막대한 에너지 손실을 가져오면서도 이용객의 쾌적성 증대라는 중요한 목표달성에 실패하고 있는 현실이며, 동일한 에너지를 필요한 공간, 요구되는 시간에 집중할 수 있는 지능형 공조시스템이 요구되고 있는 상황임
- 선하역사의 증가 및 속도향상으로 인한 소음·진동 증가로 민원 제기

II. 기획연구 내용 및 범위

○ 도시철도 이용객의 편의성, 안전성, 친환경성 향상과 유지관리비용 절감 등을 통한 대중교통의 중추적 역할 증대를 위하여, 아래와 같은 기술 분야에 첨단 융합기술을 접목한 역사 인프라 개선으로 도시철도 역사 이용 효율 향상을 위한 전략 수립 및 추진과제를 발굴·기획함

- 도시철도 역사의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발
- 도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발
- 도시철도 역사의 운영효율 향상 기반 구축 및 엔지니어링 기술 개발

○ 기획연구의 범위

대분류	중분류
도시철도 역사의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발	도시철도 역사 내 환승·이동 및 연계환승 향상 기술 개발
	도시철도 역사의 안전성 향상 기술 개발
도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발	도시철도 역사의 에너지관리 향상기술
	도시철도 역사의 친환경성(공기질, 소음·진동) 향상기술 개발
도시철도 역사의 운영효율 향상 기반 구축 및 엔지니어링 기술 개발	핵심기술 기반 구축을 위한 엔지니어링 기술 개발
	운영효율 향상을 위한 정책, 제도 지원 연구

Ⅲ. 기획연구 결과

1. 연구개발 필요성

- 대중교통의 역할증대를 위한 도시철도 신설노선의 증설, 기존선 개량, 속도 향상 등 시장 변화에 적극적으로 대응하고 이용자의 편의성, 안전성, 친환경성 향상과 유지관리비용 절감 등을 통한 대중교통의 중추적 역할 증대와 교통난을 해소하기 위하여, 국가차원의 도시철도 역사 이용 효율 향상 기술 연구가 반드시 추진되어야 함
- 기후변화 및 고유가 등에 대비한 국가 차원의 대중교통 이용활성화 요구 증대
- 통계에 따르면 서울시 지하철 하루 이용객은 평균 약 628만명, 특히 서울역의 경우 약 22만명의 사람들이 이용할 정도로 대중교통 수단으로 자리 잡고 있음
- 교통약자를 포함한 이용자의 도시철도 지하역사 및 환승센터 이동편의성 향상 필요
- 철도중심의 통합적 대중교통시스템 환승체계 최적화 필요
- 지하역사 경우 대합실에서 승강장까지 수직통로와 환승거리의 장거리 이동, 필요시설의 효율적 배치로 동선여건 향상, 안전구역 기획 등의 건축계획 기술과 이를 원활하게 하기 위한 필수설비의 성능 측면 기술개발이 요구됨
- 평면환승거리 단축을 통한 환승불편을 최소화
- 국토해양부(2010년 7월)에서는 환승역사의 경우 신설역사는 LOS(Level of Service) C등급 이상, 기존시설은 한 등급 이상 상향 요구하고 있으며, 실현을 위한 관련기술 및 지침 필요
- 침수피해에 대비한 도시철도 지하역사 및 역사시설에 대한 침수방지 대책수립이 시급한 실정으로 침수발생 시 시민의 안전을 위한 대피체계 마련 및 다양한 도시철도 입구형식을 고려한 능동형 자동차수시스템 개발이 필요함
- 한반도 기후변화 및 사회적 변화에 따른 정책 변화 필요
- 지진시 경제적인 피해는 대부분 비구조재 복구 비용에서 발생
- 철도시스템의 내진 안전성 확보 및 기준 적합성 여부가 중요한 문제로 대두됨에 따라 내

- 진설계기준이 미비한 철도설비 비구조재에 대한 내진성능평가 방법, 내진설계기준 확립 및 철도 특성에 적합한 경제적·효율적 내진보강 기술의 개발이 필요함
- 이용객의 지하역 및 환승역 이용 편의성 및 안전성 향상을 위한 승객정보 요구
 - 도시철도의 특성상 대부분인 지하역사의 특징으로 인하여 친환경적 성능 측면의 검토가 필요함
 - 기존 지열 시스템처럼 지열을 끌어올리기 위하여 천공이 필요 없으므로 초기 투자비 절감
 - 지열 시스템처럼 천공을 위하여 천공면적이 필요 없으므로 부지비용이 저렴함
 - 기존 지열시스템에 비하여 초기투자비 30% 절감
 - 년중 약 11 - 19℃ 분포를 가지고 있으므로 냉난방 시스템에 적합
 - 냉난방 시스템에 사용 후 방류시에도 지하수의 오염정도가 증가되지 않음
 - 지하에서 자연적으로 유출되는 유출지하수를 하수구로 방류하기 전에 열을 회수하여 히트펌프 시스템의 열원으로 활용하는 냉난방 시스템
 - 유출 지하수는 지하철 및 지하철도 건설시 유출되는 지하수
 - 유출 지하수의 온도는 연중 11~19℃로 분포
 - 유출지하수의 대부분은 하수구로 방류 되고 있음
 - 인위적인 천공 없이 지열을 활용할 수 있는 유효열원
 - 히트펌프의 열원으로 유용하게 활용이 가능
 - 지하유출수를 활용한 예냉 시스템 :
 - 역사에서 냉동기를 가동하기 위해서는 정상적인 목표온도가 가능한 시점까지 Full Load로 냉방설비를 가동해야 함. 이때 지하유출수를 활용하여 열교환을 통해서 사전에 15도 정도의 냉수를 올려서 예냉하면 냉방기에 필요한 Load가 감소 됨
 - 공조운전시에는 환수공기(70%) + 외기(30%)를 섞어서 공조기에 넣어주며 환수공기의 온도는 약 25도 내외 외기는 32도 정도임. 32도의 외기를 지하유출수를 활용하여 예냉을

할 경우 공조기의 전력 소모가 절감 가능(약 30% 정도)

○ 국가적 에너지 절약시책에 의한 공공시설 감축목표 달성 요구

- 전력예비율이 최저치를 기록하는 사태가 빈번하게 발생되어, 국가적으로 10%의 에너지절감을 목표로 하고 있음
- 철도는 국내 연간 총 전력판매량 43만GWh대비 1%에 해당하는 4천3백GWh를 사용하는 전력수요처로서(2010년 기준) 다양한 신재생에너지원과 전력사용에 대응하기 위한 전력에 대한 정보화가 필요하며, 이를 위해 도시철도 역사에 최적화된 실시간 에너지 소비량 측정, 양방향 통신, 부하 관리 등에 대한 철도전력망 구축이 필요함.

○ 역사 공조기술의 통합관리를 통한 오염물질 저감 및 쾌적성향상 요구

- 쾌적성 향상과 냉방에너지 소비 최소화를 위해서는 개별적으로 분산 운영되는 공조기에 대한 통합운영이 요구되며, 이용객수와 공간특성 및 외기의 오염에 따른 지능적인 공조기술이 요구되고 있음
- 현재 공조시스템의 설정온도에 의한 제어방식이 아닌 이용객이 실제 만족할 수 있는 쾌적성 기준에 따라, 효율적 공조시스템 기술이 요구됨

○ 최근 철도의 입체화로 철도가 구조물 위에 놓이게 되는 선하역사가 증가하는 추세임. 선하역사 특성상 진동이 직접 구조물에 전달되기 때문에 경제적·효율적 방진대책이 필요

○ 기존 선하역사 구조물에 방진장치가 추가된 방진시스템의 전체 거동특성 변화에 따른 구조안전성, 열차주행안전성, 방진효율성이 고려된 방진시스템의 기술확보 필요.

○ 해외기술 및 제품을 대체함으로써 기술료 절감을 할 수 있는 효율적, 경제적 국산 방진시스템 진동저감기술이 요구됨

○ 도시철도 역사의 환경·편이·안전성 향상과 에너지관리를 위하여 개발된 핵심기술의 성능검증

○ 개발된 핵심기술의 효율적인 테스트베드 구축을 위한 인터페이스 설계 및 시험평가 기술개발 필요

○ 기존 철도시설에 테스트베드 구축을 위한 안전성 확보 및 검토 기술 필요

- 도시철도 시설물 관련 정립된 표준화 기준에 대하여 사회환경의 변화, 기술의 진전 등을 반영하도록 지속적 기준의 개정이 필요
- 도시철도 운영기관마다 지침이 상이하여 체계적이고 통일화된 정거장, 환승 및 편의시설 관리를 위한 통합된 설계지침 요구
- 급변하는 철도산업 환경에 따라 도시철도를 포함한 철도법의 전면적 개정이 예정되고, 이에 따라 도시철도법 및 관계 법령의 전면적 개정이 예상됨

2. 국내외 동향 및 환경 분석

- 최근 역사규모의 대형화 및 대심도화, 환승거리 및 시간의 증가에 따라 이용객의 불편이 증가하고 있음
- 신설노선의 증가로 기존노선과의 연계환승에 대한 중요성이 증가하고 있으나, 이에 대한 체계적 연구가 미비한 상황임
- 김포공항의 경우, 버스와 지하철과의 연결시간은 7~8분 정도 소요되며 김포공항역과 청사까지는 4~500m 소요됨으로 인하여 이용이 불편함



<김포공항역 환승현황>

- 연계환승시설 개선 모형 구축 S/W 개발 국내외 정책 및 시장분석
 - 국제적 기후변화협약에 의한 온실가스 배출량 감축의 필요성이 대두됨에 따라 승용차 수요억제와 대중교통활성화 중심의 교통정책 방향으로 추진되고 있음
 - 또한, 대중교통중심(TOD) 개발 필요성의 증가로 복합환승센터 건설과 기존 환승센터시설 개선을 위한 정책 사업이 증가 추세임
 - 연계환승시설 개선 모형과 재난분석 프로그램 개발에는 국내 보다는 국외의 시장

상당히 발전되어 있음. 즉, 국내는 대부분 해외의 연구결과를 소개하거나 해외에서 개발된 모델/프로그램을 활용한 응용연구 수준임

- 국토해양부(2010년 7월)에서는 환승역사의 경우 신설역사는 LOS(Level of Service) C등급 이상, 기존시설은 한 등급 이상 상향 요구하고 있으며, 실현을 위한 관련기술 및 지침 필요
 - 철도중심의 통합적 대중교통시스템 환승체계 최적화
 - 철도노선의 신설 증가에 따른 기존노선과의 연계 및 환승 최적화 필요
 - 철도, 항공, 버스, 자전거 등 교통 수단 간의 통합적 환승구축 기술 미흡
- 지하역사 경우 대합실에서 승강장까지 수직통로와 환승거리의 장거리 이동, 필요시설의 효율적 배치로 동선여건 향상, 안전구역 기획 등의 건축계획 기술과 이를 원활하게 하기 위한 필수설비의 성능 측면 기술개발이 요구됨
 - 다양하며 복잡한 평면과 공간을 구성하는 대형역사, 대심도 역사의 경우 방향의 제한없이 대규모, 고속의 이동시스템의 개발 적용으로 승객의 편의성 향상이 필요함
 - 고속·대규모 이동시스템의 환승역사 적용은 기존의 평면 및 공간에 대한 설계 개념이 획기적으로 변경되어야 하며, 이를 위한 설계기술 및 지침이 필요함
- 1세대 수직이동시스템
 - 기존 일반형 EV형식은 기계실 없이 승강로 내에서 구동, 제어, 탑승 등의 일체형 모듈형식. 공간의 활용 극대화 측면에서 국내·외에서 널리 사용되고 있으나 수송능력 면에서 미흡
- 2세대 수직이동시스템
 - 한 개의 승강로에 두 개의 EV가 동시에 운행하는 더블데크형 EV는 승강로 면적을 40% 가량 감소시키면서 수송인원이 증가하는 장점이 있으나, 복층에 대응하는 동선계획을 하여야 하며 사용 층의 변경 시 불편이 가중
- 3세대 수직이동시스템
 - 와이어를 기반으로 하는 기존 EV와 달리 선형모터와 같은 자체구동방식을 가진 EV가 사선 또는 평행 등 건물내부를 자유롭게 운행할 수 있는 방식으로 개발 중이며 상용화 사례는 없음
- 2006년 이후 최근까지 도시철도 지하역사에 대한 침수는 지속적으로 발생하고 있고, 최근 10년 동안 600억원 이상의 침수피해가 발생하고 있음

- 최근 돌발적인 국지성 호우로 인하여 지하역사의 침수가 발생하는 것을 고려할 때, 침수 위험도 분석결과에 따라 강우량계 및 지하역사 주변의 수위계와 능동형 침수방지시스템을 연계 운영한 시스템 개발이 필요함
- 지방자치단체의 지하공간에 대한 수방계획
 - 서울시에서 지하공간에 대한 수방계획 현황 수립한 사례가 있으나, 타 지방자치단체는 지하공간에 대한 수방계획을 수립한 사례가 없음
 - 서울시의 경우도 예방 위주의 대책수립에 치중하여 상황 발생시 지하공간의 비상대처 계획 및 시민대피체계 수립에 대한 추진사항이 미흡
 - 지하공간에 적합한 단계별 상황기준 및 행동요령 및 지하공간 침수방지시설의 설치기준이 미흡
- 우수저류시설 건설 계획이 추진되었으나, 과도한 예산 소요 진행하지 못함
 - 현실적으로 지하역사의 침수방지대책으로 능동형 차배수시스템 개발이 유일한 대안임
- 국내 철도 교통시설 증가에 따라 내진성능의 조기 확보가 필요하며, 철도 역사 비구조재에 대한 내진설계기준의 부재로 지진 시 구조물의 상호 작용이 고려된 내진설계기준 및 내진성능보강시스템 개발이 요구되는 상황임
- 정부의 내진기준 제·개정
 - 「자연재해대책법」에서 건축물 및 도로를 포함한 16개 시설 및 기타 대통령령이 정하는 시설에 대한 내진설계기준 설정을 통한 내진설계를 의무화(1995년)
 - 지진재해대책법(2008년)의 제14조에 31개 법정시설을 내진설계대상으로 설정하여 내진설계를 시행할 것을 규정
 - 지진재해대책법에서 기존시설물의 내진 향상을 위하여 5년마다 기존시설물 내진보강기본계획을 수립하여 내진보강을 추진하도록 명문화
 - 국내 철도 인프라에 대해서는 내진설계가 도입 되었으나, 비구조재에 대한 내진설계 및 보강기법에 대한 종합적 표준 지침이 없는 실정임
 - 지진재해대책법 제17조에 따라 공공기관(행정기관)의 전력 및 통신설비에 대한 내진대책 수립 의무화
- 국내 건축설비설비에 대한 내진성능평가 기준 및 내진설계기준 현황
 - “건축설비 내진설계기준 사례조사 연구(2001)/설비엔지니어링협의회”
- 지하역 및 환승역 측위 인프라 부족 및 상황인식 정보 표준, 다양한 역사 구조에 대한

표준맵 구축 기술의 부재로 인해 이용객의 위치 정보를 인식하지 못함에 따라 위치 정보 기반의 다양한 상황인식 정보를 제공하지 못하고 있음

- 비상시 신속하게 대응하기 위한 방법으로 기존에 설치된 대피시설물의 한계 보완을 위한 위치정보 기반의 상황인식기반 피난 안내 및 지능형/맞춤형 정보제공 기술이 요구되고 있음
- 선진국에서는 다양한 측위기술을 활용하여 보다 정확한 위치정보를 서비스하기 위해 많은 기술투자가 이뤄지고 있으며, 우리나라에서도 높은 성장이 전망됨에 따라 많은 기술 개발 및 서비스 제공이 이뤄지고 있음
- 지하역사 및 복합역사에 설치되어 있는 무선 측위에 활용가능한 장비를 이용하여 실내에서도 위치정보를 제공하여 이용객의 서비스 만족 수준을 높이고, LBS 국내 기술 증진 및 시장 확대 가능
- 도시철도의 지하역 및 환승역의 경우 스마트폰의 보급으로 인한 이용객의 요구에 따라 다양한 장소에 무선 서비스의 원활한 제공을 지원하고 있음
- 실외환경에서 GPS를 이용한 실외측위 기술은 상당 수준에 진입하여 적용되고 있으나, 지하역 및 환승역과 같은 실내환경에서는 위치정보 서비스를 제대로 제공받지 못하고 있음
- 1999년 교토 기후협약이후 기존의 화석연료를 대체할 신재생에너지 및 친환경에너지원 개발에 전지구적인 관심이 고조되고 있는 상황 가운데 최근에는 이란 문제 등으로 오일 공급에 있어서 위험성이 지속되고 있어 미래에너지 개발에 차세대 R&D의 방향이 정하여지고 있음
- 현재까지는 기존의 도시철도에서 화석연료에 의존하여 역사에 에너지를 공급하여 왔지만 차후에는 미래에너지원 확보에 R&D의 초점을 맞추어야 함
- 신재생에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(2004년 12월 제정) : 신재생에너지의 기술 개발 및 이용/보급 촉진과 신재생에너지 산업의 활성화를 통하여 에너지원을 다양화하고 에너지의 안정적인 공급, 에너지 구조의 환경친화적 전환 및 온실가스 배출의 감소를 추진하기 위하여 제정됨. 이전에는 연면적 3,000m² 이상의 건물에 대하여 총 건축비의 5%를 신재생에너지를 적용하게끔 규제하였으나 2011년부터 연면적 1,000m² 이상의 건물에 대하여 총 전력 사용량의 10% 이상을 신재생에너지를 이용하도록 강제

하며 2012년 까지 20%까지 확대 적용 예정임. 따라서 본 과제를 통하여 신재생에너지를 적극적으로 활용하는 계획을 세우는 것일 필요함.

- 저탄소 녹색성장 기본법(제42조)에 의거 2011년부터 시행되는 제도로 철도관련 공공기관 소유 또는 임차중인 건물 및 차량에서 발생하는 온실가스 배출량의 배출목표를 설정하고 배출량을 관리하도록하는 제도임. 기관별로 2015년까지 온실가스 기준배출량의 20%를 저감하도록 되어 있음
- 국내적으로 온실가스 저감 정책을 지속적으로 유지하고 있으며, 한국의 온실가스 감축 의무대상 국가에 포함될 예정이므로 국토부에서는 이에 대한 대비책이 필요한 실정임
- 정부는 제1차 국가에너지기본계획(2008~2030년), 제4차 에너지이용합리화기본계획(2008~2012년), 녹색성장5개년계획(2009~2013년) 등에 EnMS(에너지경영시스템) 도입 확대 계획을 포함시켜 에너지관리시스템의 도입을 적극 권장하고 있음
- 도시철도에서 소비하는 전력량을 감소시키기 위해 다양한 신재생에너지를 활용하는 방안을 강구하고 있으며, 최대수요전력제어시스템 구축 추진, 자동조명 제어시스템 운영 등의 노력을 기울이고 있으나, 신규 노선의 증가, 차량의 추가 투입, 역사부하의 증가 등으로 인하여 그 효과에는 한계가 노출됨
- 국제표준 ISO 50001(Energy Management Systems)이 2011년 6월 제정된 이래 슈나이더 일렉트릭社가 세계 최초로 인증을 받은 이래로 선진기업들이 앞다투어 인증을 획득하고 있음
- 세계적으로 H-EMS(Home Energy Management System), B-EMS(Building Energy Management System), F-EMS(Factory-Energy Management System) 등 에너지관리를 효율적으로 수행하기 위한 사례가 도입되고 있음
- 에너지경영시스템은 품질경영시스템(ISO9001), 환경경영시스템(ISO14001)과 함께 각 국가별 주요 정책으로 자리잡고 있으며, 향후 국내 기술 및 제품이 해외에 진출할 때에 반드시 준수하여야 하는 기준으로 적용될 수 있어 선제적인 대응이 필요함
- 국내 도시철도 운영기관에서는 소비하는 전력량을 감소시키기 위해 각 도시철도 운영기관에서 다양한 노력을 기울이고 있으며 다양한 신재생에너지를 활용하는 방안을 강구하고 있음.

- 도시철도 전력요금 중 23%를 차지하는 최대수요전력(Peak)에 의한 기본요금을 절감하기 위해 최대수용전력이 단계별 설정값에 도달시 역사부하설비를 순차적으로 자동제어하여 피크전력을 목표값에 이하로 유지하는 최대전력제어시스템을 구축 추진
 - 도시철도 역사 및 차량기지에 설치되어 있는 조명을 제어하기 위해 시간대별(계정, 요일), 위치별 점등, 소등을 자동으로 운영할 수 있는 조명제어시스템이 도입되어 운영
-
- 환승지하역사 이용 승객의 관점에서 쾌적성은 이용객의 만족도 증대, 체류시간 증대에 따른 관련 상권 활성화 등 직간접적인 경제적 가치에서 중요한 평가항목이나, 기존 지하역사 설계관점에서 고려되지 않은 요소임
 - 일반 건축물의 온열쾌적성 조건을 적용하기 위해서는 막대한 에너지 비용이 소요되기 때문에 지하역사의 특징이 부합하는 공조설비 운영기술이 요구되며, 기존 시스템을 통합하여 종합적으로 관리할 필요가 있음
 - 환승지하역사의 쾌적성 관리는 구축역사의 이용을 극대화하며 이용객의 만족을 극대화하면서 에너지 소비는 최소화하는 방향으로 관리되어야 함
 - 도시철도의 기존 선하역사의 진동 저감을 위한 방안은 국가 인프라 구축 사업의 일환으로 정부 차원에서의 체계적인 연구지원이 필요함.
 - 도시철도분야는 공공성이 강한 분야이므로 정부주도의 기술개발투자가 필요하며, 방진시스템 기술개발을 통한 수입대체 효과 및 해외시장에서 선진국과의 동등 이상의 경쟁력을 갖출 수 있도록 정부 주도의 투자가 필요함.
 - 선진 각국의 지열 관련 기술 개발은 교토의정서 발효 후 매우 활발하게 적용되고 있으며, 철도 산업에도 유럽 선진국에서는 지열 에너지 적용이 적극적으로 이루어지고 있음
 - 지하유출수를 이용한 기술 개발은 일반 건축물에서는 부분적으로 적용이 되고 있으나, 철도산업에서는 아직 실질적으로 적용이 이루어지지 않고 있음
 - 지하유출수를 이용한 냉난방 장치 기술 개발의 경우 철도역사에서 에너지 절감 효과도 있지만 국가적 Agenda인 온실가스 저감 정책에 필요한 전략적 기술임
 - 2011년도 초 동일본 대지진으로 인하여 원자력 에너지에 의존하는 것이 매우 위험한 것이며, 핵폐기물의 처리비용까지 고려할 때 원자력 에너지가 결코 저렴한 에너지원이 아니라는 것이 명확하여 짐

- 철도산업에서 신재생에너지를 개발하는 것은 미래 에너지 개발의 당면 과제이며 국가 R&D를 통하여 반드시 수행되어야 하는 과제임.
- 환승지하역사 이용 승객의 관점에서 쾌적성은 이용객의 만족도 증대, 체류시간 증대에 따른 관련 상권활성화 등 직간접적인 경제적 가치에서 중요한 평가항목이나, 기존 지하역사 설계관점에서 고려되지 않은 요소임
- 유지보수비용 최소화 관점과 폐열에너지 회수차원에서 환승지하역사의 종합적인 공조기술이 요구되며 관리공간 특성과 이용객수에 따른 급배기량 제어기술이 요구됨
- 그린빌딩, 제로에너지 빌딩 등 에너지최소화 기술이 요구되면서, 건물에너지 소비의 가장 큰 비중을 차지하는 공조시스템 운영에너지의 효율적 관리에 대한 기술개발 수요 증대
-
- 공조성능 개선외에도 지하역사 공간 디자인, 자연환기 및 열차풍 활용 등 다양한 관점에서 이용객 쾌적성 증대를 위한 시도가 이루어지고 있음
- 최근 철로 아래 역무시설 등이 놓여진 선하역사 증가로 전동저감에 대한 요구가 증대됨으로써 항 후 방진시스템의 시장이 커질것으로 판단됨. 외국의 시장점유율 확대와 국내 기술 및 제품에 대한 신뢰성 저하에 대하여 시급히 기술개발이 필요함.
- 국내 천안-아산역사 및 부천역사, 국외 프랑스의 Precast Slab System, 독일의 Mass Spring System, 일본의 Floating Ladder System등의 방진시스템이 개발되어 있으나 신축 궤도에 적용가능하며 기존 역사 구조물에 적용가능한 방진시스템 기술은 전무함.
- 궤도 및 역사 부설 후에 진동을 저감시키는 데는 시간과 비용이 많이 소요되고 열차의 운행 특성상 대책이 불가능한 경우도 있어 역사 구조물에 방진시스템을 적용하여 진동문제를 해결하는 것이 효율적임.
- 본 연구에서는 기존 선하역사 구조물에 적용할 수 있는 방진 시스템 개발이 필요한 것으로 판단되며, 해외기술 및 제품을 대체 할 수 있는 효율적, 경제적 국산 방진시스템기술이 요구됨

3. 연구개발 내용 및 범위

가. 도시철도 역사의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발

(1) 환승·이동 성능 향상을 위한 이동시스템 개선 및 설계 기술 개발

○ 고속·대용량 수평/수직/경사 이동시스템 기술 개발

- 고속·대용량 이동시스템 핵심요소기술 분석
 - 탑승카 방향전환 기술, 정밀착상 제어기술, 수평유지 기술
 - 엘리베이터 비상정지장치 기술
 - 자동제어 시스템 개발, 모니터링 기술 개발
- 지하역사 및 환승역사 설계 영향 분석 및 반영요소 도출
- 고속·대용량 이동시스템 시제품 개발
- 고속·대용량 이동시스템 설계
- 고속·대용량 이동시스템 시제품 제작
- 고속·대용량 이동시스템 성능검증
- 시공, 운영, 유지관리 지침서 작성

○ 환승시설을 연계한 복합환승 설계기술 개발

- 역사 유형별 맞춤형 개선방안 적용시스템 구축 및 의사결정 지원 시뮬레이터 개발
- 보행 이동 시 편리성 및 안전성 평가 시뮬레이터 개발
- 환승시설 개선 타당성 평가 지침 및 S/W 개발
- 조명, 채광, 색채, 건축재료 등 역사 실내환경 시설 디자인 기술 개발
-

○ 역사 최적화 세부설계 매뉴얼 개발

- 이용자의 이동속도 향상 및 혼잡도 완화를 위한 역사 유형별 세부설계 매뉴얼 개발
 - 유형별 기존역사 환승시스템 개선모형 개발
 - 설계영향 분석 및 연계시설 서비스수준(LOS) 평가 기법 연구
 - 역사 연계시설 서비스수준(LOS)설정 및 세부설계 매뉴얼 개발
 - 최적화 기법 실사례 적용 및 평가
- 재난 대응형 도시철도 역사 설계기준 및 평가모듈 개발
 - 발생 가능한 재난 시나리오 설정
 - 대피 시뮬레이션 모형 개발
 - 재난 대응형 도시철도 역사 설계기준 개발
 - 유형별 재난 대응 운영전략 수립
 - 재난 대응성 평가모듈 개발

(2) 홍수, 태풍을 대비한 능동형 지하역사 차·배수시스템 개발

○ 능동형 자동차수시스템 개발

- 하천변 또는 저지대에 있는 도시철도 역사에 대한 종합적인 침수예상 분석 결과를 활용
- 집중호우 시 침수피해가 예상되는 지하역사에 대한 능동형 자동차수시스템 개발

○ 침수방지시설 설치 기준 및 유지관리에 대한 지침 개발

- 침수 정도에 따른 침수방지시설 설치 기준 및 유지관리 지침서 개발

(3) 역사의 비구조재 내진설계기준 및 내진보강기법 개발

○ 도시철도 역사 비구조재 내진설계기준 및 평가지침 수립 및 고시지원

- 국내·외 도시철도 역사 비구조재 내진특성 도출 및 개선안 정립
- 철도 역사 비구조재 내진해석법 정립
- 철도 역사 비구조재 상세설계지침 개발
- 철도 역사 비구조재 내진설계기준 고시지원

○ 도시철도 역사 비구조재 내진보강기법 개발 및 성능 검증

- 철도 역사 비구조재 내진성능 보강기법 개발
- 철도 역사 비구조재 내진성능 보강기법 성능검증
- 철도 역사 비구조재 내진성능 보강기법 현장부설 및 시공·유지관리 매뉴얼

(4) 지하역 및 환승역의 정보제공 기술 개발

○ 지하역 및 환승역의 상황인식정보 표준화 기술 개발

- 상황인식정보 표준화 연구
- NFC, Wi-Fi 등 무선 통신 환경을 활용한 실내위치정보 표준화 연구
- 스마트 모바일과 외부기기간 인터페이스 표준화 연구

○ 역사 표준맵 구축 기술 개발

- 다양한 구조의 역사 표준맵 구축 기술 개발
- 대규모 WRM 최적화 기술개발

○ 상황인식기반 지하역 및 환승역 피난안내 기술 개발

- 비상시 이용객의 상황에 적합한 피난안내 알고리즘 개발
- 스마트 모바일용 피난대응 설계 및 S/W 개발

○ 지능형/맞춤형 정보제공 기술 개발

- 이용자 정보에 기반한 지능형 정보제공 기술 개발
- 스마트 모바일과 디지털 사이니지 연계 기술 개발

나. 도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발

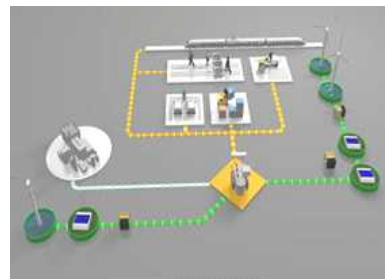
(1) 친환경 신재생에너지와 연계된 역사 에너지관리 시스템 기술 개발

○ 신재생에너지 철도전력망 연계기술

- 철도전력망 연계를 위한 고효율 전력변환장치 기술
- 연계운전모드에서의 주파수, 역률, 고조파, 전압변동, 고주파 등 전력품질 영향 고려
 - 전압제어, 고조파, 전압불평형, 주파수 변동 분석
- 신재생에너지원 연계표준화 체계구축기술
- 시스템의 내부 안전성 및 공용성 평가 기술
- 신재생에너지 철도 급전시스템 연계 기술기준

○ 에너지 관리를 위한 네트워크 구성기술

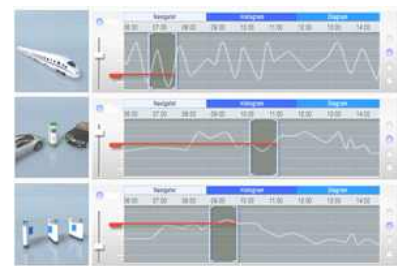
- 철도 전력데이터 계측 및 수집 기술
- 철도 전력데이터 통합저장 및 관리/분석기술
- 철도전력망용 데이터 취득장치 개발 기술



[에너지관리시스템 개념도]

○ 도시철도 통합 에너지관리 시스템 기술

- 신재생에너지 최적 제어 프로그램개발
 - 분산형 전원 철도 최적설치 위치 분석
 - 분산형 전원 적정 설치용량 분석
- 신재생 에너지원 운영 기술
- 단독운영(독립형) 및 급전계통 연계 제어 시스템
- 신재생에너지 급전계통 연계 모델링 및 시뮬레이션
 - 철도전력 최적화 운영기술



[부하별 에너지 분석(예시)]

특 성

○ 신재생에너지 통합관리 시스템 및 운영 기술

- 철도전력망 보호 및 자동제어기술
- 계통연계운전시 분산형전원의 제어기와 연계보호설비가 동작
 - 계통 이상시 전력 품질 분석 연구

- 보호계전기 특성 분석 연구
- 계통 연계 보호 알고리즘 개발
- 신재생에너지 통합관리 시스템 성능평가기술

○ 지하유출수를 이용한 터널 및 지하역사 냉/난방 시스템 에너지 절감 기술

- 신재생에너지를 활용하여 기존의 화석연료에 의존하는 에너지를 대체함

○ 철도 지하역사 대공간 열환경 분석 에너지 분포 분석 해석 기술

- 철도역사 열분포를 정확히 분석하여 에너지의 '편중 현상' 제거 및 최적화를 통한 에너지 저감 기술 확보

○ 지하역사 열유동 시뮬레이션 기술

- 역사 에너지 분포 분석을 위한 해석 기술 개발
- 고가의 실험 및 실험이 불가능한 곳의 에너지 분포를 슈퍼컴퓨터를 활용하여 분석 수행

○ 지하유출수 적용 예냉 장치 개발

- 지열 및 지하유출수 활용 핵심 기술(예냉) 개발 및 역사 자체 에너지 공급 기술 개발

○ 시뮬레이션-센서 기술 연동을 통한 시스템 성능 향상 기술

- 시뮬레이션을 통하여 에너지의 분포를 예측한 뒤 역사 전략 지점에 센서를 장착하고 전 역사 열분포 계측 실험과 시뮬레이션 data 연동 기술 개발

○ Simulator를 통한 시스템 효과 평가기술

- 지하유출수 활용 역사 에너지 저감 장치 시뮬레이터를 제작하여 실 상황에서 발생하는 현상 예측 및 문제점을 조사한 후 시스템의 효율을 평가 하는 기술 개발

○ 역사 아트리움 태양광 패널 적용 전력 생산 기술 개발

- 역사 지붕 활용하여 태양광 채널 적용 및 생산 전력 도시철도 전력 기준으로 변환
- 역사 최적화 태양광 적용 기술 개발 (BIPV 등 포함)

(2) 스마트 공조기술 개발

○ 이용객 쾌적성 평가 및 활용 기술

- 지하역사 및 환승역사 이용객 쾌적성 기준 제시
- 쾌적성 모니터링 시스템 구축기술
- 이용객 온열쾌적성 만족도 평가 및 공조기 연동기술

- 이용객수와 공간특성을 반영한 최적 공조기술
 - 이용객수 변동에 따른 공간별 최적 공조방안 도출
 - 관리공간 특성과 이용객수에 따른 급배기량 제어기술
- 오염물질 감지를 통한 공조설비 연동기술
 - 지하역사 미세먼지 감지 시스템 및 공조설비 연동
 - 지상 초미세먼지(PM2.5) 유입현황 조사 및 개선방안 제시
- 쾌적성, 이용객수, 공간특성, 오염물질 변수에 따른 공조제어 알고리즘 구축기술
 - 공조제어 변수간 상관관계 규명
 - 에너지소비 최소화 기반의 최적공조 제어 알고리즘 도출

(3) 궤도·역사 인터페이스 향상 및 실용화 기술 개발

- 궤도 및 역사구조의 동적 인터페이스 기술
 - 선하역사 기존선 구간별, 구조별 DB 구축
 - 선하역사 구조 해석 및 설계 통합시스템 기본사양 결정
 - 선하역사 진동평가 기준 개발
- 궤도 및 기존역사 구조물의 방진시스템 기술 개발
 - 선하역사 기존선 개선을 통한 고효율 방진시스템 기본 및 상세설계
 - 방진효율성, 궤도구조안전성 및 차량주행안전성 평가를 통한 설계보완
 - isolator를 포함한 방진구조 기법 개발
 - 방진재 성능기준 정립 및 성능평가
 - 방재재료 노후화에 따른 충격하중 진전모델 개발
 - 선하역사 교량 시공법을 고려한 시공단계별 해석
 - 현장부설
 - 현장검증을 통한 열차 주행안전성, 궤도구조안전성, 방진효율 성능평가궤도 및 역사 동적 인터페이스 기술

다. 도시철도 역사의 운영효율 향상 기반 구축 및 엔지니어링 기술 개발

(1) 테스트베드 구축 및 성능 검증을 위한 현장 기술 지원

- 도시철도 역사 환경·안전성 향상 인터페이스 기술 개발
 - 차량-교량-궤도 인터페이스 설계 타당성 검토

- 역사-궤도 인터페이스 설계 타당성 검토
- 궤도-신호 인터페이스 설계 타당성 검토

○ 도시철도 역사 환경·안전 핵심기술 최적화 설계 기술 개발

- 고속·대용량 이동시스템 현장 적용성 검토
- 환승 및 연계교통 구축 설계기술 타당성 검토
- 비상대응 정보제공 기술 현장 적용성 검토
- 지하역사 차·배수 시스템 기술 현장 적용성 검토
- 역사 비구조재 내진성능보강시스템 현장 적용성 검토
- 전력설비 성능 최적화 설계기술 타당성 검토
- 신재생에너지를 이용한 터널/역사 친환경 에너지 시스템 현장 적용성 검토
- 스마트 공조기술 현장 적용성 검토
- 방진·저소음 구조기술 현장 적용성 검토

○ 테스트베드 구축 지원 및 성능검증

- 단위 구성품 성능검증 기술 개발
- 단위 구성품 성능평가시험
- 현장부설 지원
- 시스템 종합성능검증 기술 개발
- 수요예측 및 효과 분석(사회적 편익, 기술적 및 경제적 파급효과, 다원기준 의사결정 분석 등)
- 실용화사업을 위한 경제성 검토

(2) 도시철도 시설물(역사, 궤도, 전력, 신호 등) 관계 법령, 기준 유지발전 연구

○ 도시철도 시설물(역사, 궤도, 전력, 신호 등)관련 법령, 기준 제·개정

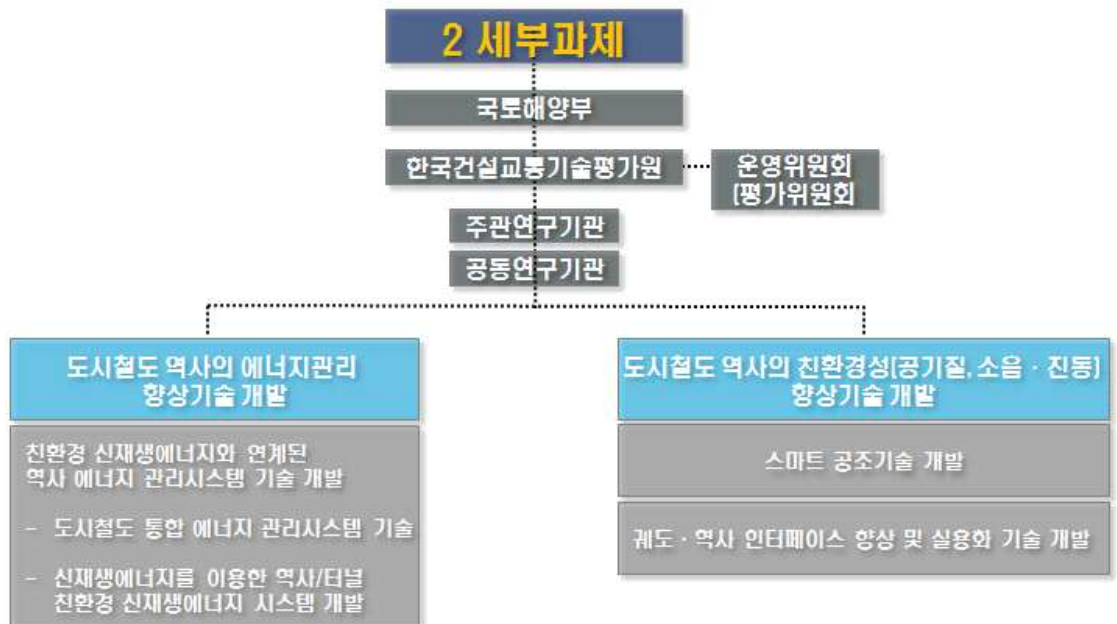
4. 연구개발과제 구성 및 추진전략

○ 연구개발과제의 구성

- 환경분석 및 동향조사 결과, 관련 기술조사, 기획연구진의 Brainstorming등의 방법을 통하여 도출된 보고서 및 결과물에서 기술리스트를 도출하고 이를 과제수준으로 정리하여 연구개발과제를 구성하였음
- 연구책임자 및 핵심기획위원간의 합의를 통하여 후보과제 수준으로 조정하여 후보과제를 구성하였음

대분류	중분류	소분류
도시철도 역사의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발	도시철도 역사의 환승 향상 기술 개발	역사 내 환승·이동 및 대중교통과의 연계환승 성능 향상을 위한 이동시스템 개선 및 설계 기술 개발
	도시철도 역사의 안전성 향상 기술 개발	홍수, 태풍을 대비한 능동형 지하역사 차·배수시스템 개발
		역사의 비구조재 내진설계기준 및 내진보강기법 개발
		지하역 및 환승역의 정보제공 기술 개발
도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발	도시철도 역사의 에너지관리 향상기술	친환경 신재생에너지와 연계된 역사 에너지관리 시스템 기술 개발
	도시철도 역사의 친환경성(공기질, 소음·진동) 향상기술 개발	스마트 공조기술 개발
		궤도·역사 인터페이스 향상 및 실용화 기술 개발
도시철도 역사의 운영효율 향상 기반 구축 및 엔지니어링 기술 개발	핵심기술 기반 구축을 위한 엔지니어링 기술 개발	테스트베드 구축 및 성능 검증을 위한 현장 기술 지원
	운영효율 향상을 위한 정책, 제도 지원 연구	도시철도 시설물(역사, 궤도, 전력, 신호 등) 관계 법령, 기준 유지발전 연구

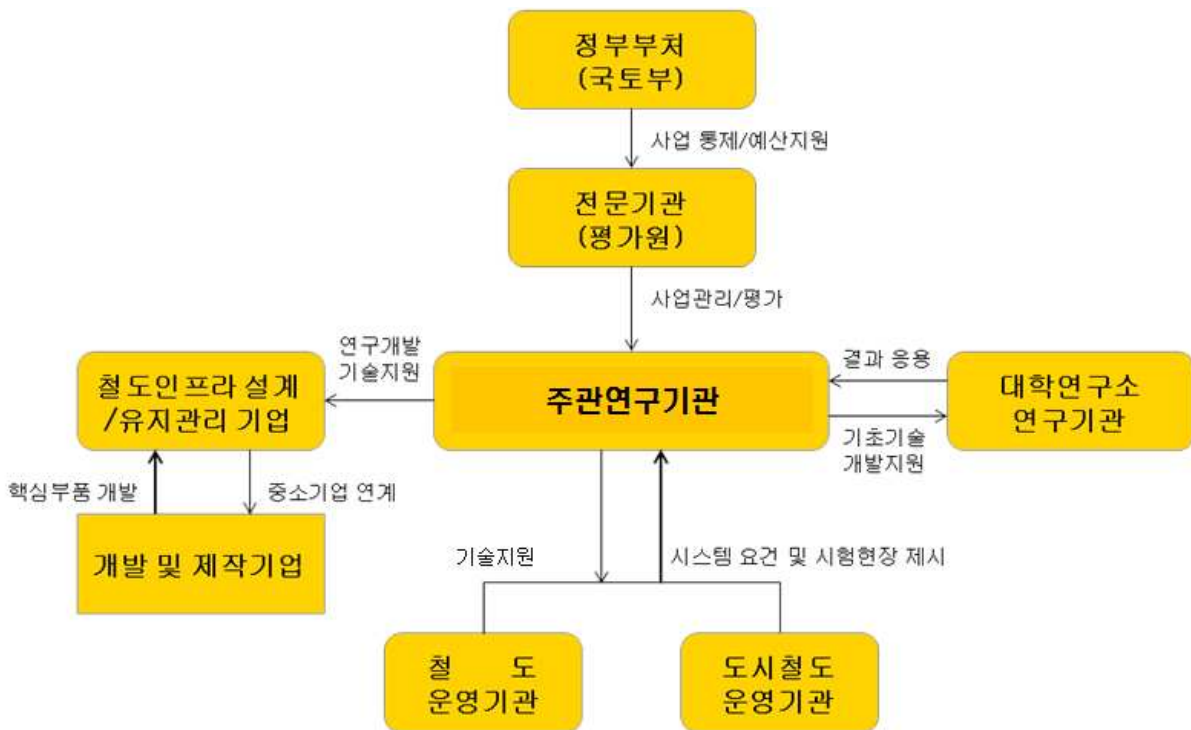
○ 연구개발과제의 추진체제도





○ 연구개발과제의 추진전략

- 산·학·연 공동연구체계 구성을 통한 지하역사 및 환승역사의 편이성 향상, 교통연계성, DB 구축 및 소프트웨어 개발을 목표로 전반적인 내용에 대한 검토가 이루어질 수 있도록 컨소시엄 구성



- 전문가 네트워크를 통하여 연구수행 내용의 적절성 및 방향성 주기적 검토 및 참여기관 간 유기적 의사소통채널 확보
- 핵심기술 개발, 지침작성 현장 검증을 통하여 제품의 성능검증을 수행하며 개발된 시스템이 적용되기 위하여 철도 건설 및 운영기관과의 유기적 연계를 통하여 시스템이 반영
- 연구결과 검증을 위한 다양한 분야의 전문가 활용 및 유관기관 연구 참여를 통한 조기 실용화 유도 및 상용화를 위한 국가 R&D 창출

5. 사전타당성 검토

○ 정책적 타당성

- 철도수송객 이동속도 및 편의성 향상으로 철도교통 활성화
- 시설물 이용 증대 및 환승시간 단축으로 이용객 철도서비스 만족도 증대
- 환승역의 연계환승체계 최적화 기술, 기존 역사의 연계환승 개선 기술, 연계환승 개선모형 SW 개발 등을 통해 환승편의 및 안전성 향상, 정부시책의 우선순위 선정, 대안의 효율성 평가 등이 가능할 것으로 판단됨
- 지하역사의 피해 발생 시 단순 침수 피해뿐만 아니라 지하역사의 공조 및 전력시설에 대한 피해가 발생하여, 도시의 승객수송 기능이 마비될 수 있어, 조속한 정책적인 결정 및 시행이 필요한 기술개발임
- 한반도 기후변화 및 사회적 변화에 따라 정책적인 재검토가 필요한 시점임
- 최근 한반도의 기후가 점점 변화되고 있고, 돌발성 집중강우 및 게릴라성 폭우가 증가하고 있어, 홍수에 대한 침수 피해도 국부적으로 돌발적으로 발생하고 있는 상황
- 건설된지 30년 이상된 시설에 대한 침수방지대책에 대한 방향과 목표에 대한 재설정이 필요
- 따라서 정부차원에서 사회적인 변화에 대응하기 위한 추가적인 대책 수립과 예산투입이 필요함
- 철도 역사 비구조재 분야의 내진보강에 대한 국내 연구는 초기단계이며, 기술개발에 막대한 예산이 소요되므로 관련 연구는 국가에서 주도하는 것이 타당함
- 지진재해대책법과 재난 및 안전 관리 기본법에 따라 5년마다 기존시설물원 내진보강계획을 수립하여야 하고 있으며, 내진보강대책에 필요한 기술의 연구개발에 대한 사항을 기본계획에 포함하도록 하고 있음
- 내진보강 대상시설물은 법령 제정 이전 또는 기준 강화 이전 시설로 제한되어 있으므로 단기적으로 국내 산업발전에 미치는 파급효과가 크지만 중장기적으로 국내시장의 축소

와 해외시장 개척이 필요하므로 민간주도의 연구를 기대하기 어려움

- 최근 사회적으로 복지, 환경 및 안전이 주요 요구사항임을 고려할 때 공공재적 성격이 강한 철도에 대한 지진관련 안전성 확보는 필수임
- 제2차 국가철도망 구축계획 등 철도분야 투자 증가가 예상됨에 따라 철도 역사 비구조재 분야의 내진 안전성 확보를 위한 기준 제정이 시급함
- 철도의 경우 열차 주행과 같은 특수성으로 인하여 소규모 연구로는 한계가 있음
- 내진기준은 법령에 따라 제·개정되므로 이를 위한 연구는 이해관계가 있는 민간 주도보다 정부 주도의 연구로 진행되어야 함
- 승객정보 표준화 기술 통해 지하역 및 환승역 이용시 이용객의 정보 신뢰성, 안전성 향상과 편리하고 안전한 지하역 및 환승역 위치 정보 서비스 제공이 가능
- 지하역 및 환승역 피난 안내 기술 개발은 스마트폰에서 추적된 위치정보를 활용하여 대피로 안내 및 역사 내 방송 서비스와 연계되어 대국민 안전성 확보
- 지하역 및 환승역의 정보제공 기술 개발을 통해 테러 및 범죄 대응과 같은 비상 상황에서 정확한 현장의 위치정보를 무선으로 전송하여 비상상황발생지역의 안정성 확보와 상위기관의 정확한 의사결정을 돕고, 치안관련기관과의 협조체계 구축으로 재산피해 절감 및 조기진압에 크게 기여
- 국가 온실가스 감축목표 BAU 대비 30% 확정, 저탄소 녹색성장 기본법 제정, 신재생에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제정 및 공공부문 온실가스 에너지 목표관리제 운영 확정 등 온실가스 저감을 위한 국가적 정책 분야가 공공한 가운데 도시철도 에너지 자급 및 친환경 에너지 공급 기술 개발은 절대적으로 필요한 기술임.
- 신재생에너지와 연계한 도시철도 역사 피크 부하 관리로 국가 차원의 전력란 해소에 기여하여, 도시철도 독자적인 안정적인 전력공급원 확보
- 지하역사 및 환승역사 이용객의 쾌적성 향상을 통한 이용객의 만족도 증가는 철도 대중교통 활성화는 물론 관련 상권의 이익과 연계되는 중요한 요소임
- 환승역사의 온열환경관리를 단순한 냉난방 온도차원에서 관리하는 것이 아닌 이용객의

온열쾌적성에 기반하여 관리함으로써 효율적인 에너지소비는 물론 실질적인 쾌적성 향상에 기여

- 무공해 에너지 기술인 지열 및 지하유출수 활용기술로 인하여 심각한 공해발생을 대체할 수 있으며, 특히 탁월한 CO2 저감효과가 기대되므로 기후변화 협약의 대처방안으로 활용 가능
- 저탄소 녹색성장 기본법(제42조)에 의거 2011년부터 시행되는 제도로 철도관련 공공기관 소유 또는 임차중인 건물 및 차량에서 발생하는 온실가스 배출량의 배출목표를 설정하고 배출량을 관리하도록하는 제도임. 기관별로 2015년까지 온실가스 기준배출량의 20%를 저감하도록 되어 있음
- 국제표준 ISO 50001(에너지경영시스템) 제정, 국가 온실가스 감축목표 BAU 대비 30% 확정, 저탄소 녹색성장 기본법 제정, 신재생에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제정 및 공공부문 온실가스 에너지 목표관리제 운영 확정 등의 국내외 환경에서 철도 역사의 에너지효율화를 위한 에너지관리시스템 기술 및 신재생에너지 적용기술은 필수적임
- 신재생에너지와 연계한 도시철도 역사 피크 부하 관리로 국가 차원의 전력란 해소에 기여하여, 도시철도 독자적인 안정적인 전력공급원 확보
- 향후 강화되는 실내공기질 관련기준 및 저에너지 소비의 쾌적한 실내공간 창출이라는 정책적 목표에 부합되는 기술임
- 기존 선하역사의 진동저감으로 강화되는 환경소음·진동 기준을 만족할 수 있는 소음·진동저감대책 확보

○ 기술적 타당성

- 지하역사 및 환승역사의 공간 및 평면·환승설계 등 이동관련 기술 확보
- 지하공간, 지상공간 및 고가공간을 총체적으로 활용한 입체복합 철도역사 및 교통환승 시설 개발을 통한 역사·환승시설의 이용 극대화
- 개발 대상의 분석에 따른 유형화된 분류를 바탕으로 신설 및 기존 역사에 적용 가능한 가이드라인과 지침을 제시

- 환승역의 연계환승체계 최적화 기술, 기존 역사의 연계환승 개선 기술 등을 통해 환승객의 편의성 및 안전성 향상을 위한 역사 설계 기술 증진
- 연계환승시설의 보행연계성 평가, 보행시설의 규모의 적정성, 시설배치의 적정성에 대한 평가기술 개발을 통하여, 도시철도 역사 설계 시 업무의 정밀성 및 효율성 증진이 예상됨
- 연계환승시설 개선 SW 개발을 통해 다양한 유형의 역사의 설계, 리모델링 시에 한차원 향상된 설계 기술을 보유하게 될 것으로 예상됨
- 고속·대용량의 이동시스템의 핵심기술 확보 및 실용화를 통한 역사·환승시설의 이용 극대화
- 기존의 기관 및 학계 등에서 개발된 다양한 침수위험도 평가기법을 적용하여 도시철도 지하역사에 대한 침수위험도 평가 방법이 개발된 상태로 본 연구에서는 전국적인 지하역사에 대한 침수피해 예측을 위해 활용이 가능하므로, 기술적으로 큰 어려움은 없고 효과는 극대화 할 수 있음
- 침수위험도 평가 기법은 기존 기술로 충분히 활용이 가능한 것으로 판단되며, 도시철도 지하역사 주변 디지털 지도를 활용하여 본 연구에 활용 가능하여 기술 확보에 어려움이 없음
- 홍수 또는 집중강우시 강우량계 및 역사주변 수위계 등을 활용하여 신속하게 역사의 침수위험성을 평가할 수 있어, 기술개발에 필요한 요소기술을 확보하는데 어려움이 없음
- 본 연구의 개발대상 기술의 핵심은 센서와 능동형 침수방지시스템 간의 신속한 통신 및 운영을 위한 관리기준치를 개발하는 것으로, 연구과정을 통하여 관리기준치를 개발할 예정임
- 기술개발에 필요한 요소기술을 확보하는데 어려움이 없음
- 본 연구의 개발대상 기술의 핵심은 센서와 능동형 침수방지시스템 간의 신속한 통신 및 운영을 위한 관리기준치를 개발하는 것으로, 연구과정을 통하여 관리기준치를 개발할 예정임

- 대규모 지진발생에 대비하여 인프라에 대한 내진설계기준의 검토 및 내진성능향상 등의 상세 대책이 요구됨
- 일본 동북부 지진에 경우 각종 철도설비를 포함한 비구조재 등의 부수적 인프라 시스템 손상이 더 큰 2차적 피해를 불러옴에 따라 내진설계기준이 미비된 비구조재에 대한 기준 정립과 보강방안의 수립이 필요함
- 국내의 철도 역사의 비구조재에 대한 내진성능평가 방법 및 내진설계기준이 부재함에 따라 철도시스템 특성이 반영된 철도설비의 내진성능평가 방법 및 내진설계기준의 확립 필요
- 철도 특성에 적합한 경제적·효율적 내진보강 기술개발이 필요
- 철도인프라와 IT의 융합기술 확보
- 실내 위치기반 서비스의 핵심기술 확보 및 실용화
- 실내측위 기술은 전 세계적으로 개발이 현재 진행 단계에 있는 기술로서 WiFi와 ZigBee 기술은 정확도에 UWB와 CSS 기술은 스마트폰에 관련 부품 등이 추가 실장 되어야 하는 실효성 등에 적합하지 않으므로 배제하고 현재 스마트폰에서 내장된 GPS 수신기와 내장센서를 그대로 활용하여 실내 위치를 파악할 수 있는 기술이 필요함.
- 실내 GPS 송신기는 역사내 천장부위에 일정한 간격을 두고 다수 설치되어 지구궤도에 있는 위성 GPS신호와 동일한 포맷으로 실내 GPS가 해당 위치정보를 항법메세지로 전환 송신하여 스마트폰에 내장된 GPS 수신기가 위치 추적을 할 수 있도록 하는 혁신적인 기술임.
- 위치추적 알고리즘은 실내 GPS와 스마트폰에 내장된 가속도 센서, 압력센서를 이용하여 정확도를 높이고 역사 표준 맵을 활용하여 위치를 보정하는 기술로서 실내 위치오차를 3m 이내로 줄일 수 있는 혁신적인 기술임.
- 최근에 신재생에너지 기술 적용의 일환으로 도입되고 있는 지열 에너지는 천공 및 펌핑 비용 등 초기투자비가 기존의 화석연료 에너지 설비에 비하여 매우 높아 기술의 대중화

가 잘 진행이 되지 않고 있음. 반면에 지하유출수를 이용한 냉방 시스템은 천공 비용이 필요 없고 부지확보가 용이하므로 도시철도 에너지 절감 기술로 도입하기에 타당함

- 공공시설 에너지 절감 10%달성을 통한 국가 전력난 해소
- 신재생에너지를 적용하여 역사에서의 에너지 소비율 감소 추진
- 양방향 통신이 가능한 실시간 전력데이터 모니터링 시스템 구축 기술 및 기존 SCADA와의 연계 기술 확보로 운영 효율성 증대
- 환승역사의 온열환경관리를 단순한 냉난방 온도차원에서 관리하는 것이 아닌 이용객의 온열쾌적성에 기반하여 관리함으로써 효율적인 에너지소비는 물론 실질적인 쾌적성 향상에 기여
- 방진효율성, 궤도구조안정성, 주행안전성을 고려한 역사구조물 방진시스템 구축
- 기존 선하역사에서 발생하는 진동의 효율적 저감 및 유지보수에 대한 효율적 방안 제시

○ 경제적 타당성

- 철도 수송객의 이용증가로 인한 철도교통 활성화
- 대도시권 입체적 신공간 창출 교통시설 다목적 활용을 통한 인프라 구축
- 철도와 인접된 민간 소유자들이 복합 역사와 연계 개발 유도에따른 이용인구의 밀도를 향상 및 편리성 확보를 통한 투자자 및 운영자의 경제적 이익 창출
- 과도한 환승거리, 부적절한 연계시설 등으로 인해 발생하는 사회비용에 대한 절감이 예상됨
- 더 나아가 대중교통 활성화, 교통 혼잡 완화 등 교통개선효과에 영향을 줄 수 있을 것으로 기대함
- 편의시설물 이용 증대 및 환승시간 단축으로 인한 이용객 철도서비스 만족도 증대
- 고속·대량 이동시스템 개발을 통한 역사·환승시설의 이용 극대화

- 고속·대량 이동시스템기술의 실용화를 통한 제작비용 및 유지비용의 30% 이상 절감, 이동 효율성 증가
- 고속·대량 이동시스템기술의 국내·외 상용화로 연간 50억이상 수익 창출
- 일반 지하철도 및 주거지역이나 상업시설의 지하주차장의 경우 개소당 약 15백만원 가량 소요될 것으로 예상됨
- 서울시 서초구에 약 650 개소에 침수관이 설치될 예정으로, 향후 전국적으로 능동형 침수방지시스템의 확대 보급 가능
- 철도 운행 중 내진 보강에 대한 국내외 시공사례가 부족하여 해당 기술 개발 시 해외 시장 선점의 가능성이 높으며, 철도 내진보강에 연간 약 30~100억 규모의 투자가 이루어질 것으로 전망됨 (내진보강기술 개발로 보강비용 10% 절감)
- 전력, 통신, 건축설비 및 소방시설 등 철도 역사의 비구조재에 대한 내진성능 향상시 도시철도 1개 역사 기준 약 3억원 정도 소요될 것으로 분석됨
- 도시철도 역사 및 일반철도 역사의 개수가 약 800여개 이므로, 개소당 3억원을 고려하면 약 2400억원 가량의 철도역사 비구조재 내진보강 시장 규모 형성이 예상됨
- 지하유출수의 경우 기존의 지열 설비의 초기 투자비보다 저렴하며, 계절에 관계없이 항상 일정한 온도의 지하수를 활용하므로 초기투자비용이 저렴한 것으로 판명이 되고 있음
- 지하유출수 활용에 의한 친환경 에너지 재사용 비율 증가
- 철도 이용객에 대한 다양한 정보제공 기술 개발을 통해 해외 철도 정보제공 시장 진출로 인한 경제적 이익 창출이 가능함
- 화석연료의 고갈과 공해문제 해경을 위하여 청청에너지를 활용하는 막대한 경제적 파급효과를 유발할 것임

- 미래에너지 확보 및 환경 친화적인 전력급전 적용 연구개발에 기여함으로써 미래 대체 에너지로서의 연구의 활성화 및 파급효과 기대
- 친환경에너지 및 에너지 절감시스템 기술 개발 및 유지보수 비용 연간 100억원 이상 절감 (역사 전체 에너지 소모량의 약 10% 절감)
- 도시철도 역사 에너지 관리시스템 도입으로 피크 부하 관리 가능으로 인한 전력 사용요금 절감
- 철도역사 에너지관리시스템 적용기술을 바탕으로 해외 진출 도모
- 동일한 냉방에너지를 필요한 공간, 요구되는 시간에 집중하여 이용객 만족도를 향상시키고 버려지는 냉방에너지를 절감함으로써, 효율적인 공조시스템 운영 가능
- 선하역사 진동저감을 위한 해외기술의 도입으로 인한 경제적 손실 절감과 해외철도시장 진출로 인한 경제적 이익 창출.

6. 연구개발 소요기간 및 예산

○ 전체사업 소요예산

구 분	1차 (2013)	2차 (2014)	3차 (2015)	4차 (2016)	합계
정부출연금(억원)	37	60.5	69.5	53	220
민간부담금(억원)	12.3	20.2	23.2	17.6	73.3
계	49.3	80.7	92.7	70.6	293.3

(단위 : 천원)

구분	1차년		2차년		3차년		4차년		합계	
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간
총괄	3,700,000	1,233,333	6,050,000	2,016,666	6,950,000	2,316,665	5,300,000	1,766,666	22,000,000	7,333,330
1세부	2,050,000	683,333	3,100,000	1,033,333	3,350,000	1,116,666	2,400,000	800,000	10,900,000	3,633,332
환승, 이동 및 최적화	1,050,000	350,000	1,550,000	516,667	1,650,000	550,000	1,400,000	466,667	5,650,000	1,883,333
차배수시스 템	250,000	83,333	400,000	133,333	400,000	133,333	300,000	100,000	1,350,000	449,999
역사 설비 내진	400,000	133,333	600,000	200,000	700,000	233,333	400,000	133,333	2,100,000	699,999
정보 제공 기술	350,000	116,667	550,000	183,333	600,000	200,000	300,000	100,000	1,800,000	600,000
2세부	1,050,000	350,000	1,950,000	650,000	2,200,000	733,333	1,600,000	533,333	6,800,000	2,266,666
에너지 절감 기술	450,000	150,000	1,000,000	333,333	1,100,000	366,667	650,000	216,666	3,200,000	1,066,666
스마트 공조기술	300,000	100,000	350,000	116,667	400,000	133,333	450,000	150,000	1,500,000	500,000
궤도,역사 인터페이스	300,000	100,000	600,000	200,000	700,000	233,333	500,000	166,667	2,100,000	700,000
3세부	600,000	200,000	1,000,000	333,333	1,400,000	466,666	1,300,000	433,333	4,300,000	1,433,332
통합테스트 베드 구축, 시험검증	200,000	66,667	400,000	133,333	700,000	233,333	1,000,000	333,333	2,300,000	766,666
시설물 표준화 기준 유지발전	400,000	133,333	600,000	200,000	700,000	233,333	300,000	100,000	2,000,000	666,666

IV. 연구개발결과의 활용계획

- 고속·대용량의 이동시스템의 핵심기술 확보 및 실용화
- 지하역사 및 환승역사의 공간 및 평면·환승설계 등 이동관련 기술 확보
- 지하역사의 이동 및 접근성 향상
- 실시간으로 변화하는 방향별 이용객의 수요(이용객수, 밀도, 대기행렬 등)를 영상 기반 보행자 감지기술로 측정하여 개찰구 운영 비율 조절, 방향별 에스컬레이터 운영 조정 등에

대한 역사 내 시설물에 대한 탄력적 운영을 통하여 이용객의 지체를 최소화 할 수 있음

○ 또한 신뢰성있는 혼잡도 및 이용객 조사를 통한 지하철 역사 운영현황 파악을 가능하게 할 수 있음

○ 도시철도 지하역사 침수저감기술 확보

- 서울, 인천, 수도권 광역철도, 부산, 대구, 광주, 대전 등 전국 주요 도시철도 지하역사에 대한 체계적인 수해방지시스템 개발로 인한 침수저감기술 확보
- 돌발 홍수에 대한 내수 및 외수에 대한 위험도 분석 결과를 활용한 피해규모 추정 및 대책 수립에 활용

○ 체계적인 침수저감대책 시행

- 침수방지시설 설치 기준 및 유지관리에 대한 지침 개발로 인한 체계적인 침수저감대책 시행
- 돌발 홍수에 의한 도시철도 지하역사의 내수침수분석 실시 결과를 바탕으로 종합적인 침수예상분석을 통한 침수방지시설 설치 근거로 활용
- 시민 대피기준, 정전에 대비한 시설보안 방안, 안전대피로 설정, 정보전달체계 수립 등의 종합적인 시민안전대피 체계로 활용

○ 타 시설물에 대한 능동형 차수시스템 구축에 활용

- 지하역사 이외에 지하 대공간, 도로 지하차도, 주거지역 및 상업시설의 지하주차장 등 본 연구에서 개발된 기술을 활용할 경우 국내 시장 규모는 급속도로 커질 것으로 예상된다

○ 신설 철도 역사 비구조재 내진 설계에 활용

- 예제해설집 보급으로 현업의 기술자들에게 실질적인 도움 제공

○ 기존 철도 역사 비구조재 내진성능 개선에 활용

- 예제해설집 보급으로 현업의 기술자들에게 실질적인 도움 제공

○ 내진보강 관련 산업계에 핵심기술 공유

- 내진보강 시장 규모 확대 및 관련 산업체 육성

- 유지관리 매뉴얼 보급으로 인한 유지관리 업무에 활용
- 지하역 또는 환승역을 대상으로 현장 시험을 통한 실용화 방안 수립
 - 운영기관과의 공동연구를 통하여 기술개발 완료 후 신속한 실용화가 될 수 있도록 실제 현장에 적용 가능한 연구 수행
- 위치정보서비스를 통해 빠른 환승서비스 제공에 활용 가능
- 노약자 및 장애인에게 자동 승차위치 및 환승위치 안내서비스에 활용 가능
- 재난 시 이용객의 위치 정보 기반의 상황인식기반 피난안내를 통해 인명사고 최소화에 활용 가능
- 친환경에너지 활용을 위한 핵심기술 확보 및 실용화
- 미래에너지 확보 및 환경 친화적인 전력급전 적용 연구개발에 기여함으로써 미래 대체에너지로서의 연구의 활성화 및 파급효과 기대
- 신재생에너지를 적용하여 역사에서의 에너지 소비율 감소 추진
- 신성장동력 과제의 한축으로 활용 가능
- 고효율 방진시스템의 최적설계 및 평가를 위한 기반기술을 구축하여 국내에서 독자적인 설계기술을 확보하고 현장에 적용-방진시스템 설계/시공/유지보수 지침안을 향 후 운영기관에서의 효율적인 유지관리 시스템으로 활용
- 선하역사 건설, 운영시 진동평가 기준으로 활용
- 무공해 에너지 기술인 지열 및 지하유출수 활용기술로 인하여 심각한 공해발생을 대체할 수 있으며, 특히 탁월한 CO2 저감효과가 기대되므로 기후변화 협약의 대처방안으로 활용

가능

- 재난 시 이용객의 위치 정보 기반의 상황인식기반 피난안내를 통해 인명사고 최소화
활용 가능
- 역사 유지관리비용 절감을 통한 운영기관 경영수지 개선
- 신규 도시철도 역사 신재생에너지 기술 적용
- 기존 역사 리모델링을 통한 에너지 저감 기술 활용
- 지자체 도시철도 역사 에너지 저감 기술 제공
- 기존 SCADA와 연계기술 확보
- 신재생에너지원의 철도전력망 연계
- 전력데이터를 실시간으로 양방향 제어 가능
- 전력사용량 저감 및 피크부하 관리기술 확보
- 기존 철도 역사 대비 피크전력 10% 감축 및 총 전력사용량 감축
- 이용객수 데이터, 외기관측데이터 및 역사내 공간특성을 반영하여, 이용객 쾌적성 증대에
활용할 수 있는 공조시스템 운영방안 확보
- 지하역사 이용객 쾌적성 상시 모니터링을 통한 쾌적성 관리방안 도출
- 고효율 방진시스템의 최적설계 및 평가를 위한 기반기술을 구축하여 국내에서 독자적인

설계기술을 확보하고 현장에 적용-방진시스템 설계/시공/유지보수 지침안을 향 후 운영기관에서의 효율적인 유지관리 시스템으로 활용

- 방진시스템 성능평가는 선하역사의 인터페이스 검증만이 아니라 기존선의 고속화 및 개발차량 해외 진출 시에도 시험평가기준을 제시하고 안정성을 평가할 수 있음
- 선하역사 건설, 운영시 진동평가 기준으로 활용
- 도시철도 시설물 표준화기준 유지발전을 통한 관계법령의 선진화
- 도시철도 시설물 표준화기준의 지속적 관리를 통한 관계 법령을 건설 및 운영기관에 활용
- 도시철도 시설물 표준화기준 유지발전을 통한 이용객의 안전성, 편의성, 친환경성 향상

목 차

제 1 장 기술의 정의 및 필요성	1
제1절 기술의 정의 및 필요성	1
1. 기술의 정의 및 필요성	1
2. 세부과제별 기술정의	7
제2절 기술분류 및 내용	20
1. 기술분류	20
2. 기술내용	21
제 2 장 국내외 동향 및 환경 분석	29
제1절 국내외 정책동향	29
1. 국내 정책동향	29
2. 국외 정책동향	36
제2절 국내외 시장현황 및 전망	45
1. 국내 시장현황	45
2. 국외 시장현황	56
제3절 기술동향 분석	67
1. 관련 기술개발 동향	67
2. 기존 기술(연구)과의 차별성	95
제4절 연구개발 인프라 분석	101
제5절 종합분석	105
제 3 장 연구개발과제 구성 및 추진전략	111
제1절 비전 및 목표	111
제2절 기술개발에 따른 미래상	112
1. 현황 및 미래상	112
2. 기술개발 전략 및 효과	117

제3절 연구개발과제 구성	120
제4절 과제별 · 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵	123
제5절 성과의 활용방안	129
제 4 장 사전타당성 검토	132
제1절 정책적 타당성	132
제2절 기술적 타당성	135
제3절 경제적 타당성	139
제4절 타당성 검토 종합	142
제 5 장 소요예산 산정	147
제1절 전체사업 소요예산	147
제2절 세부과제별 소요예산	148
제 6 장 과제 제안요구서	152
제1절 과제 제안요구서(RFP)	152
제2절 평가기준 설정	162
첨부 1. 기술수요조사 및 결과	163

〈표 목차〉

〈표 1-1〉 국내 지하역사 침수 사례	3
〈표 1-2〉 기술분류	20
〈표 2-1〉 서울시 지하공간 수방계획 현황	31
〈표 2-2〉 일본의 지하공간 침수방지대책(일본 국토청)	37
〈표 2-3〉 광역·도시철도 이용객 및 환승역 현황	45
〈표 2-4〉 도시철도 이용객 및 환승역 현황	46
〈표 2-5〉 환승역 연계환승 개선 기술 수요 국내 시장 현황 및 전망	47
〈표 2-6〉 국내 시장규모 추산	48
〈표 2-7〉 지하유출수 기술 수요 국내 시장 현황 및 전망	50
〈표 2-8〉 냉동·공조산업의 국내 시장 규모	50
〈표 2-9〉 환승역 연계환승 개선 기술 수요 국외 시장 현황 및 전망	57
〈표 2-10〉 지하유출수 기술 수요 국외 시장 현황 및 전망	59
〈표 2-11〉 미국 내 지열 열펌프 시스템 설치 사례	60
〈표 2-12〉 미국의 주별 설치 용량 현황 (2006)	64
〈표 2-13〉 환승유형에 따른 대표역	74
〈표 3-1〉 연구개발과제 구성	120

〈그림 목차〉

〈그림 1-1〉 환승거리 300m이상 (종로3가 환승역)	2
〈그림 1-2〉 환승시설이용의 혼잡사례 (사당역)	2
〈그림 1-3〉 2006년 정발산역 침수 사례	3
〈그림 1-4〉 국내 지하역사 공조시스템 계통도	5
〈그림 1-5〉 선하역사에서의 진동 전달	6
〈그림 1-6〉 철도역의 연계영향권 및 연계수단의 다양성 표출 예시	8
〈그림 1-7〉 환승유형별 정거장 세부설계지침 예시도	8
〈그림 1-8〉 경제성평가의 일반적 절차 및 단계별 수행내용 예시	10
〈그림 1-9〉 고속이동시스템의 개념	11
〈그림 1-10〉 다방향 이동시스템	11
〈그림 1-11〉 지하철평터널에서 지하로 방출되는 유출지하수	16
〈그림 1-12〉 철도역사 열분포 분석을 위한 격자 구성	24
〈그림 2-1〉 공공기관 CCTV 목적별 설치 현황	33
〈그림 2-2〉 공공부문 온실가스-에너지 목표관리제 특징	34
〈그림 2-3〉 영국의 지하철 돌발상황 핸드폰 전송 서비스	40
〈그림 2-4〉 일본의 지열 열펌프 시스템 보급 목표	42
〈그림 2-5〉 독일의 지열 열펌프 판매 대수	42
〈그림 2-6〉 일본 시부야 역사의 온열환경 예측연구	43
〈그림 2-7〉 지하역사의 미생물 번식 예방 정화장치 및 광코팅기술-홍콩지하철	43
〈그림 2-8〉 국내에서 제작된 10kW급 지중 열전도도 측정기	51
〈그림 2-9〉 지열 열펌프 시스템 국내 설치 현장 수 (2000-2005)	52
〈그림 2-10〉 다카사키 신간선 역사 승강장	53
〈그림 2-11〉 뉴욕지하철 Coney Island Still Well Avenue역	53
〈그림 2-12〉 뉴욕지하철 Coney Island Still Well Avenue역 외부 지붕 태양전지판	53
〈그림 2-13〉 일본 아카사카미즈케역	56
〈그림 2-14〉 LBS의 진화 방향	57
〈그림 2-15〉 세계 LBS 시장 전망(2008~2014)	58

<그림 2-16> 세계 어플리케이션 유형별 LBS 가입자수 전망(2008~2014)	58
<그림 2-17> 미국 내 지하 열자원 분포 특성	64
<그림 2-18> 미국 내 지하 6km 심도에서의 온도 분포	65
<그림 2-19> 기계실없는 엘리베이터의 구조 (동양엘리베이터)	67
<그림 2-20> 지하철1호선 종로3가역사에 적용된 사례 (현대엘리베이터)	68
<그림 2-21> 2호선 이화여대역 설치 사례 (금호엘리베이터)	69
<그림 2-22> 더블데크시스템의 구조 및 내부 (현대엘리베이터)	70
<그림 2-23> 트리플 엘리베이터의 구조	71
<그림 2-24> 일본 도쿄 록폰기힐즈 모리타위의 슈퍼더블데크 엘리베이터	72
<그림 2-25> 독일 프랑크푸르트 메인트라이앵글빌딩의 트윈엘리베이터	72
<그림 2-26> 자기부상방식 선형이송시스템	73
<그림 2-27> 종로3가역 환승현황	74
<그림 2-28> 금정역의 평면환승	75
<그림 2-29> 금정역의 평면환승이 가능한 승강장(서울방면)	75
<그림 2-30> 복정역 개요도	76
<그림 2-31> 복정역의 현재 구조	76
<그림 2-32> 복정역의 환승 유형	76
<그림 2-33> 복정역의 개선안	77
<그림 2-34> 사당역의 교통연계 및 환승시스템	77
<그림 2-35> 간이 침수방지시설 개발 사례	80
<그림 2-36> 일본의 침수방지시설	80
<그림 2-37> 지하철 침수분석 수리모형실험	81
<그림 2-38> 지하철 침수분석 수리모형실험	81
<그림 2-39> 미국 UBC 코드	86
<그림 2-40> 다양한 활용가능성의 위치정보 시스템	87
<그림 2-41> 일본 JR의 스마트역사 시스템	88
<그림 2-42> NTT DoCoMo사의 i-Concier	88
<그림 2-43> 오스트리아 Lainz Subway Tunnel 지열 시스템	89
<그림 2-44> 자연채광을 도입하고 있는 KTX 지상역사	90
<그림 2-45> 신분당선 강남역의 대합실과 승강장	91

<그림 2-46> 호주 시드니의 Epping-Chatswood 환승역사	92
<그림 2-47> 덴마크 스톡홀름 지하철 역사의 조형물 모습	92
<그림 2-48> 국내에 시공된 방진 시스템	93

제 1 장 기술의 정의 및 필요성

제1절 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의 및 필요성

가. 기술의 정의

- 도시철도 이용자의 편의성, 안전성, 친환경성 향상과 유지관리비용 절감 등을 통한 대중교통의 중추적 역할 증대와 교통난을 해소하기 위하여, 아래와 같은 기술 분야에 첨단 융합기술을 접목한 역사 인프라 개선으로 도시철도 역사 이용 효율 향상을 위한 전략 수립 및 추진과제를 발굴·기획함
 - 도시철도 역사 이용자의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발
 - 도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발
 - 도시철도 역사의 운영효율 향상 기반 구축 및 엔지니어링 기술 개발

나. 기술의 필요성

- 기후변화 및 고유가 등에 대비한 국가 차원의 대중교통 이용활성화에 대한 요구 증대
 - 교통부문은 우리나라 전체 에너지 소비량의 21%, 전체 에너지 부문 온실가스 배출량의 20%를 차지하고 있음
 - 국토해양부는 2020년 까지 교통부문 온실가스 배출을 BAU 대비 35% 내외로 감축하겠다는 목표를 제시하고, 저탄소 녹색교통체계를 구축하기 위해 철도에 대한 투자를 현재 29%에서 50%까지 확대할 계획임
 - 철도 중심의 대중교통 이용자 증대를 위해서는 무엇보다 철도역이 이용자 중심으로 개선되어야 하며, 이를 위해 도시철도 환승역의 연계환승체계의 개선이 시급함
- 교통약자를 포함한 이용자의 도시철도 지하역사 및 환승센터의 이동편의성 향상 필요
 - 환승거리 및 시간의 증가, 이용자 대비 시설규모 미흡으로 이용자 불편 증가

- 지하역 및 환승역에서 이용객의 원활한 수송을 위한 고속·대규모 이동시스템 필요
- 철도노선의 신설 증가에 따른 기존노선과의 연계 및 환승 최적화 필요



<그림 1-12> 환승거리 300m이상
(종로3가 환승역)



<그림 1-13> 환승시설이용의
혼잡사례 (사당역)

- 국토해양부(2010년 7월)에서는 환승역사의 경우 신설역사는 LOS(Level of Service) C등급 이상, 기존시설은 한 등급 이상 상향 요구하고 있으며, 실현을 위한 관련기술 및 지침 필요
- 도시철도 지하역사 및 역사 시설에 대한 침수 피해 증가
 - 최근 한반도의 기후가 점점 변화되고 있고, 돌발성 집중강우 및 게릴라성 폭우가 증가하고 있어, 홍수에 대한 침수 피해도 국부적으로 돌발적으로 발생하고 있는 상황으로 건설된지 30년 이상된 시설에 대한 침수방지대책에 대한 방향과 목표에 대한 재설정 필요
 - 도시기능의 다양화는 도시 지하공간에 대한 개발과 수요를 나날이 증가시키고 있으며, 최근 발생하는 집중호우 등으로 저지대와 하천인근지역에 위치한 도시철도 지하역사, 지하상가, 지하공동구, 지하변전시설 등의 지하공간들은 홍수로 인한 침수위험에 그대로 노출되어 있음
 - 따라서 최근 기상이변으로 대형화 되는 호우에 대비하여 이러한 지하공간들의 침수를 억제시키거나, 완화시키기 위한 침수방지대책이 필요하며, 침수발생 시 시민들의 안전한 대피를 위한 대피체계 수립 시급한 실정

<표 1-7> 국내 지하철 침수 사례

구분	발생년 도	사고장소	사고원인	피해상황
침수	1998	서울 지하철 2호선, 3호선, 7호선	서울지역의 폭우	150억원
	2001	서울 지하철 1호선, 2호선, 7호선	중부지방의 최고 300mm이상의 집중호우	300억원
	2006	서울 지하철 3호선	제 3호 태풍 웨위니아로 인한 우수 유입	250억원

- 정발산역 피해사례 (2006)
- 2006년 7월 12일 제 3호 태풍 예위니아에 이은 장맛비로 인해 경기도 고양시 지하철 3호선 정발산역이 17시간 동안 침수, 불통되었다. 이 사고는 하루동안 400mm 이상의 폭우가 내린 가운데 인근 공사현장에서 지하철역 연결통로 관을 방치하여 공사현장의 물이 유입된 것이 원인이었다.



<그림 1-14> 2006년 정발산역 침수 사례

- 최근 한반도 주변을 포함한 여러 지역에서 대형 강진 발생 및 지진시 경제적인 피해는 대부분 비구조재 복구 비용에서 발생
- 최근 한반도 주변을 포함한 여러 지역에서 대형 강진(2004년 인도네시아 지진 규모 9.2, 2008년 중국 쓰촨성 지진 규모 8.0, 2011년 일본 동북부 지진 규모 9.0 등)의 발생 빈도

가 높아지는 추세에 있으며 이에 따라 철도 시스템의 내진 안전성 확보 및 기준 적합성 여부가 중요한 문제로 대두됨

- 도시철도 역사 뿐만 아니라, 원자력 발전소, 병원, 하이테크 공장 등은 중요 시설물 내의 비구조재의 건설비용은 전체 구조물 시공비용의 약 80%에 해당하는 것으로 나타나고 있음
- 2010년에 발생한 칠레 대지진의 경우 지진 발생 지역의 75%에 해당하는 병원 시설물이 비구조 요소에 의해 파괴 되었으며, 또한 운영이 중단되는 사태가 발생함. 따라서 비구조 요소의 내진성능 평가 및 확보 방안에 대한 중요성이 증가하고 있으며, 1차 피해 후보수·보장기술에 대한 기술이나 대책이 필요함

○ 이용객의 지하역 및 환승역 이용 편의성 및 안전성 향상을 위한 승객정보 요구

- 지하공간을 주로 활용하는 도시철도의 특성상 재난과 범죄 등과 같은 비상상황의 신속한 대처가 어려움에 따라 종합적 대책 필요
- 철도역사의 대형화, 환승체계의 복잡도 증가로 실내위치정보 서비스를 위한 상황인식정보 표준화 기술 및 역사 표준맵 구축을 통한 승객 정보의 표준화가 필요
- 휴대 단말 보급 및 위치기반 서비스 활성화에 따라 이용객 편의요구사항의 실시간 제공 필요성 증대

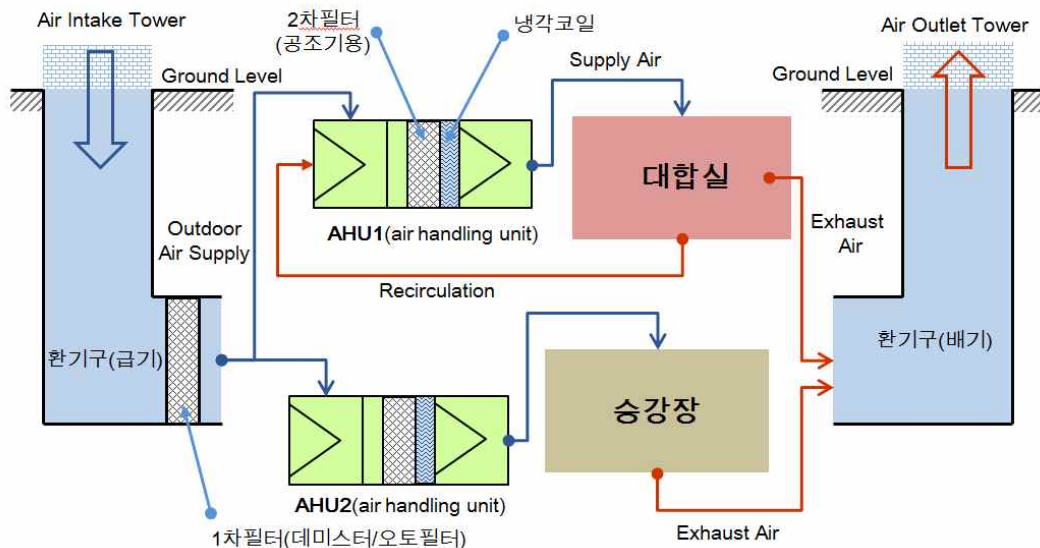
○ 도시철도의 특성상 대부분인 지하역사의 특징으로 인하여 친환경적 성능 측면의 검토가 필요함

- 외부와의 폐쇄성으로 인한 심리적 불안감
- 자연채광의 부족, 고온다습, 누수, 공기정체 등으로 인한 열악한 환경
- 환경적 유해요인(라돈농도, 유해미생물 등)의 증가로 대책마련이 필요
- 환기효율에 관련된 연구와 빛, 음 등과 관련된 생리적 환경을 향상 시킬 수 있는 기술개발이 필요함

○ 역사 공조기술의 통합관리를 통한 오염물질 저감 및 쾌적성향상 요구

- 지하역사 미세먼지 오염문제 및 이용객 온열환경 불만문제의 지속적 야기
- 2015년부터 기존 미세먼지(PM10) 관리기준이 초미세먼지(PM2.5)로 강화됨에 따라 지하역사 초미세먼지 관리대책 및 개선방안의 시급한 도출이 요구됨

- 기존 지하철역사의 경우 대상공간에 따라 개별적인 공기조화기(AHU; air handling unit)를 적용하고 있기 때문에 대합실, 승강장, 기능실, 직원실, 화장실 등 적게는 4대에서 많게는 10대 이상의 대용량 공조기가 기계실에 설치되어 있어 냉방가동시 효율적인 에너지 관리에 어려움을 겪고 있는 실정임



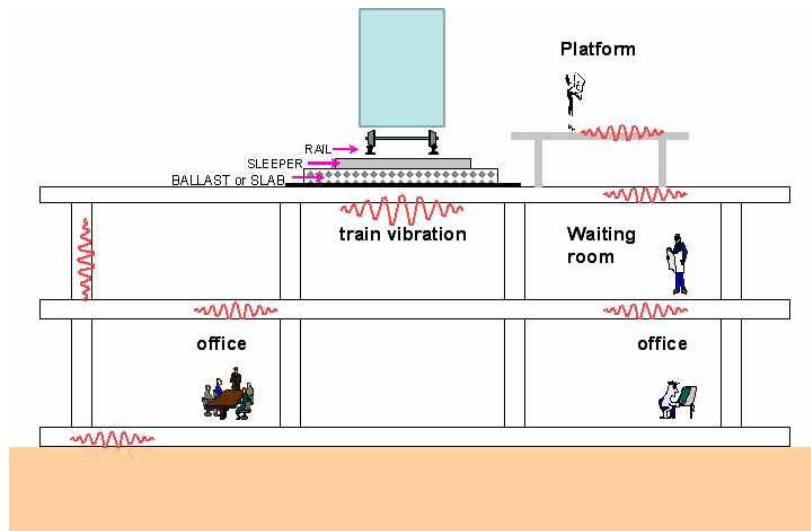
<그림 1-15> 국내 지하철역사 공조시스템 계통도

○ 국가적 에너지 절약시책에 의한 공공시설 감축목표 달성 요구

- 전력예비율이 최저치를 기록하는 사태가 빈번하게 발생되어, 국가적으로 10%의 에너지 절감을 목표로 하고 있음
- 전력을 주요에너지원으로 사용하는 지하철도 및 지하철역사의 경우, 에너지 절감효과가 크고, 최근 대두되는 친환경 에너지 또는 재생에너지를 사용하는 경우 그 효과가 배가될 수 있어 이에 대한 기술개발이 필요

○ 선하역사의 증가 및 열차속도의 증가로 진동, 소음에 대한 민원이 제기되고 있으며, 기존선의 경우 기존 플로팅 공법 등의 적용이 어려움

- 최근 철도의 입체화로 철도가 구조물 위에 놓이게 되는 선하역사가 증가하는 추세임. 선하역사 특성상 진동이 직접 구조물에 전달되기 때문에 소음저감 및 방진대책이 필요



<그림 1-16> 선하역사에서의 진동 전달

- 현재 선하역사 궤도용 방진재 및 시스템 설계 기술은 기초적 수준의 기술을 확보하고 있으나, 기존선에 적용할 수 없음. 따라서 선하역사 구조물에 적용가능한 방진재, 방진시스템 설계 및 시공기술 개발 필요.
- 도시철도 역사 및 시설물의 관계법령 정비 및 유지발전을 통한 안전성, 유지보수성 향상 및 운영유지비 절감
 - 도시철도 시설물 관련 정립된 관계법령 및 기준에 대하여 사회환경의 변화, 기술의 진전 등을 반영하도록 지속적 기준의 개정이 필요
 - 급변하는 철도산업 환경에 따라 도시철도를 포함한 철도법의 전면적 개정이 예정되고, 이에 따라 도시철도법 및 관계 법령 및 기준의 전면적 개정이 예상됨

2. 세부과제별 기술정의

가. 도시철도 역사 이용객의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술개발

(1) 환승·이동 성능 향상을 위한 이동시스템 개선 및 설계기술 개발

○ 철도 역사에서 교통환승시설의 입체적 공간배치 기술 개발

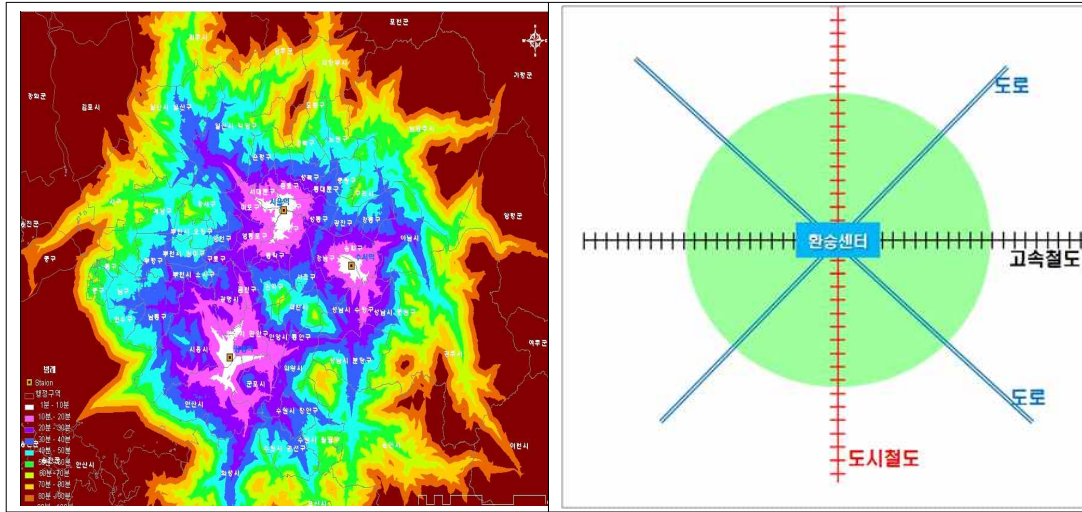
- 철도와 철도간 승강장 연결은 철도 역사의 일부분으로서 종합적으로 계획되지만, 철도와 다른 교통수단 및 보행자가 연계되는 환승시설의 경우 지하공간에서, 지상부, 고가의 공간을 입체적이고 단일한 공간으로 인식
- 기존의 배치도와 평면도 중심 2차원적 공간 배분을 넘어서서 단면도와 입체도의 입체 복합개발을 통하여 지하, 지면, 고가의 3차원적 공간 구조의 개념으로 계획이 가능하도록 가이드라인을 제시

○ 환승역의 다양한 환승 유형을 고려하여 정거장의 규모, 연계시설, 환승시설 및 정거장 건축부분을 포함한 철도역 최적화를 위한 세부설계 매뉴얼 개발

- 최근 국토해양부에서 “환승시설에 대한 설계기준 및 배치기준”을 고시하였으나 이는 국가통합교통체계효율화법에 의한 복합환승센터 건설 시에만 적용됨으로써 기존의 환승역에는 적용하는 데 한계가 있음

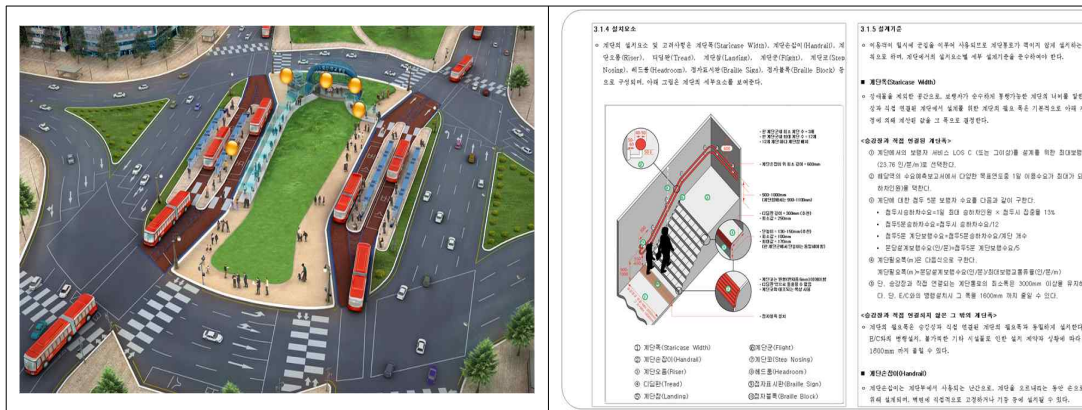
○ 역사 이용 효율 향상을 위해서는 정거장 주변 500m까지를 설계 범위로 하여 다음의 사항을 감안한 역사 최적화 매뉴얼을 개발

- 역사 설계에 영향을 미치는 요소를 발굴하고 이에 대한 설계영향 분석이 필요
- 환승역에서의 연계교통 수단의 연결 상태, 즉 연계교통 수준을 설명할 수 있는 객관적인 지표를 A~E까지 5단계로 개발하여 환승역의 연계시설 서비스수준(LOS: Level of Service)을 평가
- 연계 수준을 설명하는 평가척도(MOE: Measure of Effectiveness)는 연계영향권, 연계수단의 종류, 연계노선 수, 연계노선의 배차간격, 주차장 규모, 자전거 보관대 규모 등을 고려해서 결정



<그림 1-17> 철도역의 연계영향권 및 연계수단의 다양성 표출 예시

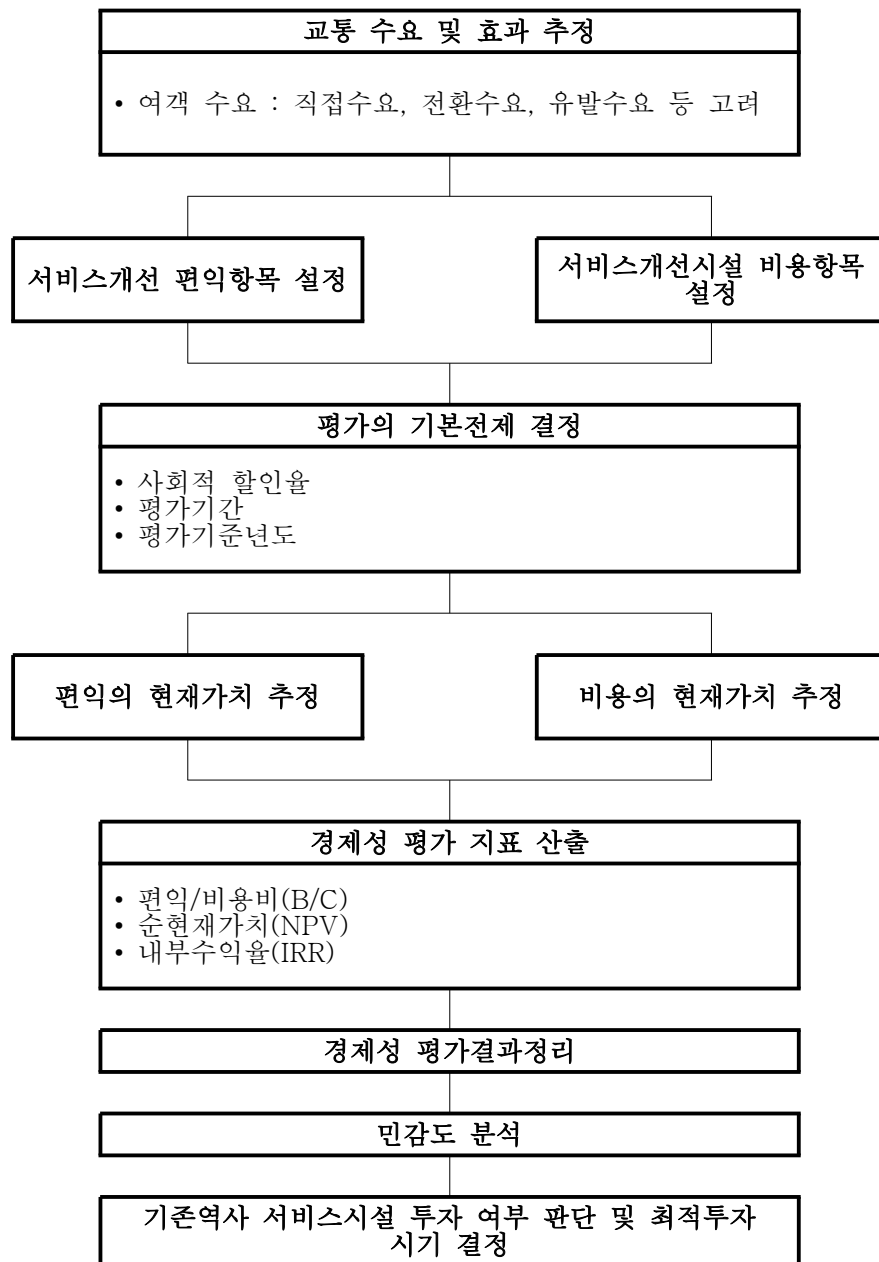
- 이를 기초로 신설 환승역과 기존 환승역의 최저 연계시설 서비스수준 (LOS C 또는 D) 을 제시
- 이러한 요소를 기반으로 환승유형별로 세부 설계지침을 개발



<그림 1-18> 환승유형별 정거장 세부설계지침 예시도

- 기존 역사 이용객의 환승 행태와 역사의 구조적 특성, 그리고 주어진 예산제약 하에서 개별 보행자의 이동편의 효과를 최대화 할 수 있는 개선방안들을 자동으로 제시할 수 있는 개선설계 의사결정 지원 시뮬레이터를 개발
- 기존역사의 유형별로 적용할 수 있는 개선방안의 종류, 특성, 우선순위 등을 고려하여 개별 보행자의 보행편의를 개선할 수 있는 설계 대안을 자동 생성

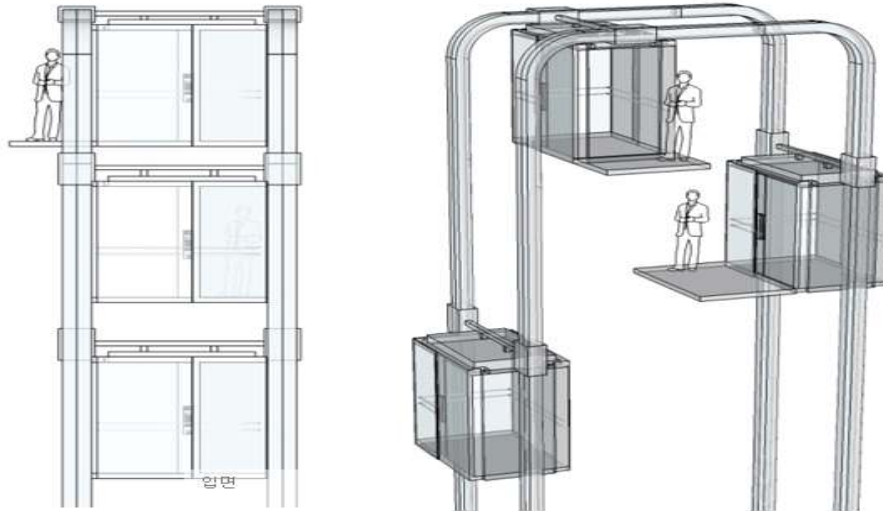
- 환승역의 연계환승 서비스 개선을 위한 투자비용의 효과를 설명할 수 있는 객관적인 지표로서 환승연계 시설의 설치 대안에 대한 투자비용의 경제적 효과를 평가하여 개선비용의 투자 타당성을 사회경제적으로 확보하는 기술
 - 기존역사의 서비스 개선을 위한 투자비용의 효과를 설명할 수 있는 객관적인 지표로서 서비스 개선 시설의 설치 대안에 대한 투자비용의 경제적 효과를 평가하여 개선비용의 투자 타당성을 사회경제적으로 확보하는 기술임
 - 기존역사의 서비스 개선에 대한 평가는 국토해양부의 교통시설 투자평가지침(2011년, 제4차개정)을 기반으로 하여 서비스 시설 개선의 효과 측정을 위한 경제성 평가기술을 구축하며, 이에 적용되는 항목으로는 서비스 개선 영향권, 서비스 개선에 따른 수단전환수요 측정, 서비스 개선 편익항목의 설정 및 측정 척도 등을 고려하여 결정함



<그림 1-19> 경제성평가의 일반적 절차 및 단계별 수행내용 예시

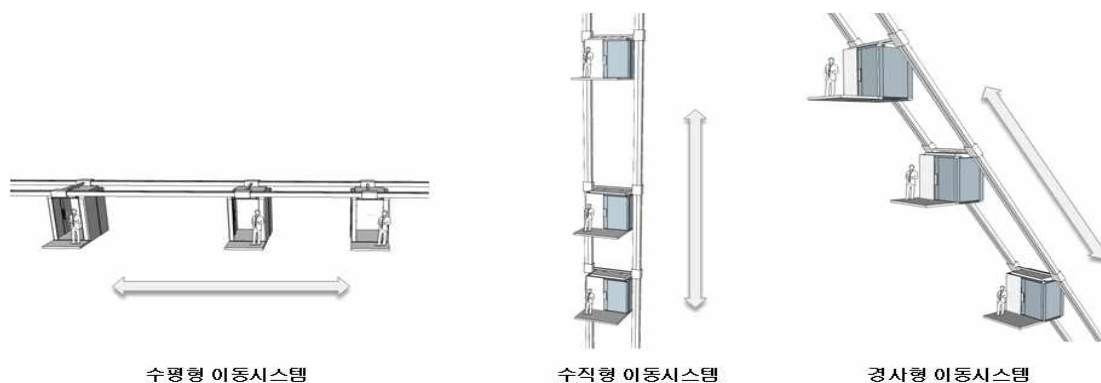
- 교통네트워크를 이용하는 지하공간에서의 이동과 지하공간-지상공간 간의 이동을 안전하고 효율적으로 할 수 있도록 하는 이동시스템의 기술 개발
- 지하역사 경우 대합실에서 승강장까지 수직통로와 환승거리의 장거리 이동, 필요시설의 효율적 배치로 동선여건 향상, 안전구역 기획 등의 건축계획 기술과 이를 원활하게 하기 위한 필수설비의 성능 측면 기술개발

- 다양하며 복잡한 평면과 공간을 구성하는 대형역사, 대심도 역사의 경우 방향의 제한 없이 대규모, 고속의 이동시스템의 개발 적용으로 승객의 편의성이 향상



<그림 1-20> 고속이동시스템의 개념

- 교통네트워크를 이용하는 지하공간에서의 이동과 지하공간-지상공간 간의 이동을 안전하고 효율적으로 할 수 있도록 하는 이동시스템의 기술 개발
- 지하역사 경우 대합실에서 승강장까지 수직통로와 환승거리의 장거리 이동, 필요시설의 효율적 배치로 동선여건 향상, 안전구역 기획 등의 건축계획 기술과 이를 원활하게 하기 위한 필수설비의 성능 측면 기술개발



<그림 1-21> 다방향 이동시스템

- 다양하며 복잡한 평면과 공간을 구성하는 대형역사, 대심도 역사의 경우 방향의 제한 없이 대규모, 고속의 이동시스템의 개발 적용으로 승객의 편의성이 향상

○

기술분류	세부 소요기술	국내기술	해외기술	비고
구동기술	로프리스식 엘리베이터	- 국내연구는 미비함	- 일본에서 2025년경 500층 초고층 빌딩의 건축계획과 함께 로프리스 엘리베이터를 구상중임	- 솔렉형 코어 타입인 LSRM과 코어리스 영구 자석형 동기전동기에 한해서 로프리스 엘리베이터 시스템에 적용이 이루어지고 있으나, 연구는 거의 행해지고 있지 않은 실정이며, 기술적인 자료 또한 한계가 있는 실정.
	LIM 적용 기술 (LIM on track)	- 타본아의 LIM적용기술에 비해 엘리베이터 LIM적용기술 연구는 부족한 실정임	- 일본 오티스의 LIM엘리베이터 원동형 리니어 모터를 활용한 새로운 개념의 엘리베이터(Linear Induction Motor Elevator) 리니어모터가 포함된 균형추를 설치하며 직접적인 추력을 발생하는 구동원으로서 활용함. - 엘리베이터에서 LIM 방식방식은 LIM on track과 LIM on Vehicle로 나뉘며, 오티스사의 엘리베이터는 LIM on Track에 해당함. 특히, LIM on track의 가미드는 철에 알루미늄 판을 댄 구조이며, 리니어 모터의 2차 축으로 사용됨.	- 오티스의 LIM엘리베이터는 로프형만, 유일하게 가까운 LIM방식을 활용한 엘리베이터 사례로서 응용할 가치가 있음.
제어기술	바코드 제어기술	- 국내의 시범적 트윈엘리베이터에만 적용되어 있음.	- 엘리베이터 간 최소간격 모니터링을 위한 기술로 독일 트윈엘리베이터에 사용되고 있음	- 해당 제안전시스템에 활용 가능함.
감속기술	발전 브레이크, 레일 협착식 제동기술		- 미쓰비시의 엘레네사(ELENESSA) 세계최초 분속 750m 고속 엘리베이터로 개발되어, 첨단 내장형 더블 브레이크 시스템을 채택함.	- 로프리스형 엘리베이터에서 오는 하중과 감속 및 안전성문제를 해결할 수 있는 응용사례로의 가치가 있음.

(2) 홍수, 태풍을 대비한 능동형 지하역사 차배수 시스템 개발

○ 침수시 철도 지하역사 전력시설에 대한 피해 추정 및 침수방지대책 개발

- 지하역사 침수로 인한 철도 및 전력시설에 대한 예상 피해 추정
- 침수방지시설 설치에 대한 경제성 분석
- 침수방지시설 설치 기준 및 유지관리에 대한 지침 개발

○ 능동형 자동차수시스템 개발

- 침수피해가 예상되는 지하역사에 대한 능동형 자동차수시스템 개발
- 다양한 도시철도 역사 입구의 형식을 고려한, 능동형 자동차수시스템 개발

(3) 역사의 비구조재 내진설계기준 및 내진보강기법 개발

○ 도시철도 역사의 비구조재 내진설계기준 및 평가지침 수립 및 고시

- 국내·외 철도역사 비구조재 내진특성 도출 및 개선안 정립

- 철도 역사 비구조재 내진해석법 정립
- 철도 역사 비구조재 상세설계지침 개발
- 철도 역사 비구조재 내진설계기준 고시지원

○ 도시철도 역사의 비구조재 내진보강기법 개발 및 성능 검증

- 국내·외 비구조재 내진성능 보강기법 분석
- 철도 역사 비구조재 내진성능 보강기법 개발
- 철도 역사 비구조재 내진성능 보강기법 성능검증
- 철도 역사 비구조재 내진성능 보강기법 현장부설 및 시공·유지관리 매뉴얼

(4) 지하역 및 환승역의 정보제공 기술개발

○ 지하역 및 환승역 승객정보 제공을 위한 측위기술 표준화

- 다양한 무선통신망의 정보를 효율적으로 활용하기 위한 표준화 연구
- 지하역 및 환승역과 같은 실내와 지하환경에서의 위치정보 표준화
- 다양한 구조의 역사 표준맵 구축 기술

○ LBS(Location Based Service : 위치기반 서비스)는 통신망이나 GPS 등을 통해 얻은 위치 정보를 바탕으로 여러 가지 서비스를 제공하는 시스템으로, 아래와 같은 요소기술이 수반되어야 함

- 단일의 위치결정을 위한 실내외 측위기술
- 위치정보와 맵 연동을 위한 GIS 기술
- 서비스 콘텐츠 기술
- 서비스/위치정보 제공을 위한 이동통신 기술 및 인터넷 기술

○ 재난 발생 시 재난지점 파악을 위해 재난지점에 근접하게 위치한 이용객의 정확한 위치를 획득함과 동시에 신속하고 정확한 대응이 가능하며, 안전한 대피를 위해 출구를 찾기 위한 소요시간을 줄일 수 있어 인명사고 최소화에 기여 가능한 기술

- 테러 및 범죄 등과 같은 비상상황이 발생하였을 시 상황발생 장소 정보를 신속히 파악한 뒤 이용객을 신속히 대피시키고, 상황발생 장소 위치 정보를 기반으로 승객의 상황에 적합하게 피난할 수 있도록 하며, 치안 및 재난대응기관과의 협조를 통해 능동적이고 신속한 대응이 가능한 기술
- 일본 대지진 재난의 경우에서 확인할 수 있듯이 유선전화 불통 및 전기차단이 발생한 경우에도 인터넷은 계속적으로 사용이 가능하므로 휴대단말을 이용한 능동적인 재난 대처가 가능하다는 것을 인지하게 되었음
- 재난이 발생한 경우 재난발생지역을 신속히 파악하고 주변지역에 재난상황을 신속히 전파하여 추가적인 인명사고를 예방하고, 비상상황 발생시 해당 비상상황 발생지역 정보를 획득하여 적극적으로 대응할 수 있는 승객 정보 제공 기술의 필요성이 증대

나. 도시철도 역사의 환경 및 에너지 관리 향상기술 개발

(1) 친환경 신재생에너지와 연계된 도시철도 에너지관리시스템 기술 개발

- 도시철도에서 소비하는 전력량을 감소시키기 위해 다양한 신재생에너지를 활용하는 방안을 강구하고 있음. 또한 도시철도 전력요금 중 23%를 차지하는 최대수요전력(Peak)에 의한 기본요금을 절감하기 위해 최대수용전력이 단계별 설정값에 도달시 역사부하설비를 순차적으로 자동제어하여 피크전력을 목표값에 이하로 유지하는 최대전력제어시스템을 구축하고 있음. 또한 도시철도 역사 및 차량기지에 설치되어 있는 조명을 제어하기 위해 시간대별(계정, 요일), 위치별 점등, 소등을 자동으로 운영할 수 있는 조명제어시스템이 도입되어 운영되고 있음.
- 신재생에너지 철도전력망 연계기술
 - 연계운전모드에서의 주파수, 역률, 고조파, 전압변동, 고주파 등 전력품질 영향
 - 신재생에너지원 연계표준화 체계구축기술
- 에너지 관리를 위한 네트워크 구성기술
 - 철도 전력데이터 계측 및 수집 기술
 - 철도 전력데이터 통합저장 및 관리/분석기술
 - 철도전력망용 데이터 취득장치 개발 기술
- 도시철도 통합 에너지 관리시스템 기술
 - 신재생에너지 최적 제어 프로그램개발
 - 신재생 에너지원 운영 기술
 - 철도전력 최적화 운영기술
- 신재생에너지 통합관리 시스템 및 운영 기술
 - 철도전력망 보호 및 자동제어기술
 - 신재생에너지 통합관리 시스템 성능평가기술
- 지열시스템은 전기 및 지중에너지를 열원으로 사용함으로 기존의 냉난방시스템이 가지고

있는 문제를 해결할 수 있는 유일한 냉난방 시스템임

- 지하에서 자연적으로 유출되는 유출지하수를 하수구로 방류하기 전에 열을 회수하여 히트펌프 시스템의 열원으로 활용하는 냉난방 시스템
 - 유출 지하수는 지하철 및 지하철도 건설시 유출되는 지하수
 - 유출 지하수의 온도는 연중 11~19℃로 분포
 - 유출지하수의 대부분은 하수구로 방류 되고 있음
 - 인위적인 천공 없이 지열을 활용할 수 있는 유효열원
 - 히트펌프의 열원으로 유용하게 활용이 가능



<그림 1-22> 지하철타널에서 지하로 방출되는 유출지하수

- 역사 아트리움 태양광 패널 적용 및 전력생산 기술 개발
 - 독일의 경우 철도 역사 태양광 발전 전력 생산시 국가가 고가로 전력 생산 매입
- 태양열을 이용한 역사 온수 시스템 기술 개발 :
 - 태양열을 이용한 역사 냉난방 선진 기술 도입필요 : 중국의 경우 태양열 흡착 냉난방 기술 철도 적용 활용 중

(2) 스마트 공조기술 개발

- 이용객 쾌적성 평가 및 활용 기술
 - 지하역사 및 환승역사 이용객 쾌적성 기준 제시

- 쾌적성 모니터링 시스템 구축기술
- 이용객 온열쾌적성 만족도 평가 및 공조기 연동기술

○ 이용객수와 공간특성을 반영한 최적 공조기술

- 이용객수 변동에 따른 공간별 최적 공조방안 도출
- 관리공간 특성과 이용객수에 따른 급배기량 제어기술

○ 오염물질 감지를 통한 공조설비 연동기술

- 지하역사 미세먼지 감지 시스템 및 공조설비 연동
- 지상 초미세먼지(PM2.5) 유입현황 조사 및 개선방안 제시

○ 쾌적성, 이용객수, 공간특성, 오염물질 변수에 따른 공조제어 알고리즘 구축기술

- 공조제어 변수간 상관관계 규명
- 에너지소비 최소화 기반의 최적공조 제어 알고리즘 도출

(3) 궤도·역사 인터페이스 향상 및 실용화 기술 개발

○ 차량·궤도 및 역사구조의 동적 인터페이스 기술 개발

- 선하역사 기준선 구간별, 구조별 DB 구축
- 선하역사 구조 해석 및 설계 통합시스템 기본사양 결정
- 선하역사 진동평가 기준 개발

○ 궤도 및 기존 역사 구조물의 방진시스템 기술 개발

- 선하역사 기준선 개선을 통한 고효율 방진시스템 기본 및 상세설계
- isolator를 포함한 방진구조 기법 개발
- 방진재 성능기준 정립 및 성능평가
- 방재재료 노후화에 따른 충격하중 진전모델 개발
- 선하역사 교량 시공법을 고려한 시공단계별 해석

다. 도시철도 역사의 운영효율 향상 기반 구축 및 엔지니어링 기술 개발

(1) 테스트베드 구축 및 성능 검증을 위한 현장기술 지원

○ 도시철도 역사 환경·안전성 향상 인터페이스 기술 개발

- 차량-교량-궤도 인터페이스 설계 타당성 검토
- 역사-궤도 인터페이스 설계 타당성 검토

○ 도시철도 역사 환경·안전 핵심기술 최적화 설계 기술 개발

- 고속·대용량 이동시스템 현장 적용성 검토
- 환승 및 연계교통 구축 설계기술 타당성검토
- 지하역 및 환승역 정보제공 기술 현장 적용성 검토
- 지하역사 차배수 시스템 기술 현장적용성 검토
- 역사 비구조재 내진성능보강시스템 현장 적용성 검토
- 전력설비 성능 최적화 설계기술 타당성 검토
- 신재생에너지를 이용한 터널/역사 친환경 에너지 시스템 현장 적용성 검토
- 스마트 공조기술 현장 적용성 검토
- 방진/저소음 구조기술 현장 적용성 검토

○ 통합 테스트베드 구축지원 및 성능검증

- 단위 구성품 성능검증 기술 개발
- 단위 구성품 성능평가시험
- 현장구축 지원
- 시스템 종합성능검증 기술 개발
- 수요예측 및 효과 분석(사회적 편익, 기술적 및 경제적 파급효과, 다원기준 의사결정 분석 등)
- 실용화 사업을 위한 경제성 검토

(2) 도시철도 시설물(역사, 궤도, 전력, 신호 등) 관계 법령, 기준 유지발전 연구

○ 도시철도 시설물 분야 (역사, 궤도, 전력, 신호 등) 법령, 기준 제·개정

제2절 기술분류 및 내용

1. 기술분류

<표 1-8> 기술분류

대분류	중분류
도시철도 역사 이용객의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발	도시철도 역사 이용객의 환승 향상 기술 개발
	도시철도 역사 이용객의 안전성 향상 기술 개발
도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발	도시철도 역사의 에너지 절감 및 관리 향상기술 개발
	도시철도 역사의 친환경성(공기질, 소음·진동) 향상기술 개발
도시철도 역사의 운영효율 향상 기반 구축 및 엔지니어링 기술 개발	핵심기술 기반 구축을 위한 엔지니어링 기술 개발
	도시철도 역사 및 시설물 운영효율 향상을 위한 정책, 제도 지원 연구

2. 기술내용

가. 도시철도 역사 이용객의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발

(1) 환승·이동 성능 향상을 위한 이동시스템 개선 및 설계 기술 개발

○ 고속·대용량 수평/수직/경사 이동시스템 기술 개발

- 고속·대용량 이동시스템 핵심요소기술 분석
- 지하역사 및 환승역사 설계 영향 분석 및 반영요소 도출
- 고속·대용량 이동시스템 시제품 개발
- 고속·대용량 이동시스템 성능검증
- 시공, 운영, 유지관리 지침서 작성

○ 환승시설을 연계한 복합환승 설계기술 개발

- 역사 유형별 맞춤형 개선방안 적용시스템 구축 및 의사결정 지원 시뮬레이터 개발
- 보행 이동 시 편리성 및 안전성 평가 시뮬레이터 개발
- 환승시설 개선 타당성 평가 지침 및 S/W 개발
- 조명, 채광, 색채, 건축재료 등 역사 실내환경 시설 디자인 기술 개발

○ 역사 최적화 세부설계 매뉴얼 개발

- 이용자의 이동속도 향상 및 혼잡도 완화를 위한 역사 유형별 세부설계 매뉴얼 개발
- 재난 대응형 도시철도 역사 설계기준 및 평가모듈 개발

(2) 홍수, 태풍을 대비한 능동형 지하역사 차·배수시스템 개발

○ 능동형 자동차수시스템 개발

- 하천변 또는 저지대에 있는 도시철도 역사에 대한 종합적인 침수예상 분석 결과를 활용
- 집중호우 시 침수피해가 예상되는 지하역사에 대한 능동형 자동차수시스템 개발

○ 침수방지시설 설치 기준 및 유지관리에 대한 지침 개발

- 침수 정도에 따른 침수방지시설 설치 기준 및 유지관리 지침서 개발

(3) 역사의 비구조재 내진설계기준 및 내진보강기법 개발

○ 도시철도 역사 비구조재 내진설계기준 및 평가지침 수립 및 고시지원

- 국내·외 도시철도 역사 비구조재 내진특성 도출 및 개선안 정립
- 철도 역사 비구조재 내진해석법 정립
- 철도 역사 비구조재 상세설계지침 개발
- 철도 역사 비구조재 내진설계기준 고시지원

○ 도시철도 역사 비구조재 내진보강기법 개발 및 성능 검증

- 철도 역사 비구조재 내진성능 보강기법 개발
- 철도 역사 비구조재 내진성능 보강기법 성능검증
- 철도 역사 비구조재 내진성능 보강기법 현장부설 및 시공·유지관리 매뉴얼

(4) 지하역 및 환승역의 정보제공 기술 개발

○ 지하역 및 환승역의 상황인식정보 표준화 기술 개발

- 상황인식정보 표준화 연구
- NFC, Wi-Fi 등 무선 통신 환경을 활용한 실내위치정보 표준화 연구
- 스마트 모바일과 외부기기간 인터페이스 표준화 연구

○ 역사 표준맵 구축 기술 개발

- 다양한 구조의 역사 표준맵 구축 기술 개발
- 대규모 WRM 최적화 기술개발

○ 상황인식기반 지하역 및 환승역 피난안내 기술 개발

- 비상시 이용객의 상황에 적합한 피난안내 알고리즘 개발
- 스마트 모바일용 피난대응 설계 및 S/W 개발

○ 지능형/맞춤형 정보제공 기술 개발

- 이용자 정보에 기반한 지능형 정보제공 기술 개발
- 스마트 모바일과 디지털 사이니지 연계 기술 개발

나. 도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발

(1) 친환경 신재생에너지와 연계된 도시철도 에너지관리시스템 기술 개발

○ 신재생에너지 철도전력망 연계기술

- 연계운전모드에서의 주파수, 역률, 고조파, 전압변동, 고주파 등 전력품질 영향 고려
- 신재생에너지원 연계표준화 체계구축기술

○ 에너지 관리를 위한 네트워크 구성기술

- 철도 전력데이터 계측 및 수집 기술
- 철도 전력데이터 통합저장 및 관리/분석기술
- 철도전력망용 데이터 취득장치 개발 기술

○ 도시철도 통합 에너지 관리시스템 기술

- 신재생에너지 최적 제어 프로그램개발
- 신재생 에너지원 운영 기술
- 철도전력 최적화 운영기술

○ 신재생에너지 통합관리 시스템 및 운영 기술

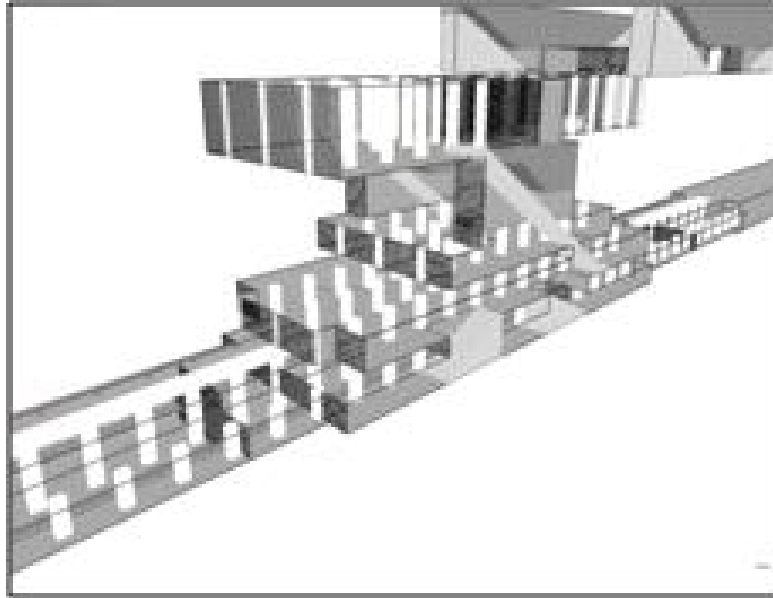
- 철도전력망 보호 및 자동제어기술
- 신재생에너지 통합관리 시스템 성능평가기술

○ 지하유출수를 이용한 터널 및 지하역사 냉/난방 시스템 에너지 절감 기술

- 신재생에너지를 활용하여 기존의 화석연료에 의존하는 에너지를 대체함

○ 철도 지하역사 대공간 열환경 분석 에너지 분포 분석 해석 기술

- 철도역사 열분포를 정확히 분석하여 에너지의 '편중 현상' 제거 및 최적화를 통한 에너지 저감 기술 확보



<그림 1-23> 철도역사 열분포 분석을 위한 격자 구성

○ 지하역사 열유동 시뮬레이션 기술

- 역사 에너지 분포 분석을 위한 해석 기술 개발
- 고가의 실험 및 실험이 불가능한 곳의 에너지 분포를 슈퍼컴퓨터를 활용하여 분석 수행

○ 지하유출수 적용 예냉 장치 개발

- 지열 및 지하유출수 활용 핵심 기술(예냉) 개발 및 역사 자체 에너지 공급 기술 개발

○ 시뮬레이션-센서 기술 연동을 통한 시스템 성능 향상 기술

- 시뮬레이션을 통하여 에너지의 분포를 예측한 뒤 역사 전략 지점에 센서를 장착하고 전 역사 열분포 계측 실험과 시뮬레이션 data 연동 기술 개발

○ Simulator를 통한 시스템 효과 평가기술

- 지하유출수 활용 역사 에너지 저감 장치 시뮬레이터를 제작하여 실 상황에서 발생하는 현상 예측 및 문제점을 조사한 후 시스템의 효율을 평가 하는 기술 개발

○ 역사 아트리움 태양광 패널 적용 전력 생산 기술 개발

- 역사 지붕 활용하여 태양광 채널 적용 및 생산 전력 도시철도 전력 기준으로 변환
- 역사 최적화 태양광 적용 기술 개발 (BIPV 등 포함)

(2) 스마트 공조기술 개발

○ 이용객 쾌적성 평가 및 활용 기술

- 지하역사 및 환승역사 이용객 쾌적성 기준 제시
- 쾌적성 모니터링 시스템 구축기술
- 이용객 온열쾌적성 만족도 평가 및 공조기 연동기술

○ 이용객수와 공간특성을 반영한 최적 공조기술

- 이용객수 변동에 따른 공간별 최적 공조방안 도출
- 관리공간 특성과 이용객수에 따른 급배기량 제어기술

○ 오염물질 감지를 통한 공조설비 연동기술

- 지하역사 미세먼지 감지 시스템 및 공조설비 연동
- 지상 초미세먼지(PM2.5) 유입현황 조사 및 개선방안 제시

○ 쾌적성, 이용객수, 공간특성, 오염물질 변수에 따른 공조제어 알고리즘 구축기술

- 공조제어 변수간 상관관계 규명
- 에너지소비 최소화 기반의 최적공조 제어 알고리즘 도출

(3) 궤도·역사 인터페이스 향상 및 실용화 기술 개발

○ 궤도 및 역사구조의 동적 인터페이스 기술

- 선하역사 기존선 구간별, 구조별 DB 구축
- 선하역사 구조 해석 및 설계 통합시스템 기본사양 결정
- 선하역사 진동평가 기준 개발

○ 궤도 및 기존역사 구조물의 방진시스템 기술 개발

- 선하역사 기존선 개선을 통한 고효율 방진시스템 기본 및 상세설계
- 방진효율성, 궤도구조안전성 및 차량주행안전성 평가를 통한 설계보완
- isolator를 포함한 방진구조 기법 개발
- 방진재 성능기준 정립 및 성능평가
- 방재재료 노후화에 따른 충격하중 진전모델 개발
- 선하역사 교량 시공법을 고려한 시공단계별 해석
- 현장부설
- 현장검증을 통한 열차 주행안전성, 궤도구조안전성, 방진효율 성능평가궤도 및 역사 동적 인터페이스 기술

다. 도시철도 역사의 운영효율 향상 기반 구축 및 엔지니어링 기술 개발

(1) 테스트베드 구축 및 성능 검증을 위한 현장 기술 지원

○ 도시철도 역사 환경·안전성 향상 인터페이스 기술 개발

- 차량-교량-궤도 인터페이스 설계 타당성 검토
- 역사-궤도 인터페이스 설계 타당성 검토

○ 도시철도 역사 환경·안전 핵심기술 최적화 설계 기술 개발

- 고속·대용량 이동시스템 현장 적용성 검토
- 환승 및 연계교통 구축 설계기술 타당성 검토
- 비상대응 정보제공 기술 현장 적용성 검토
- 지하역사 차·배수 시스템 기술 현장 적용성 검토
- 역사 비구조재 내진성능보강시스템 현장 적용성 검토
- 전력설비 성능 최적화 설계기술 타당성 검토
- 신재생에너지를 이용한 터널/역사 친환경 에너지 시스템 현장 적용성 검토
- 스마트 공조기술 현장 적용성 검토

- 방진·저소음 구조기술 현장 적용성 검토

○ 테스트베드 구축 지원 및 성능검증

- 단위 구성품 성능검증 기술 개발
- 단위 구성품 성능평가지험
- 현장부설 지원
- 시스템 종합성능검증 기술 개발
- 수요예측 및 효과 분석(사회적 편익, 기술적 및 경제적 파급효과, 다원기준 의사결정 분석 등)
- 실용화사업을 위한 경제성 검토

(2) 도시철도 시설물(역사, 궤도, 전력, 신호 등) 관계 법령, 기준 유지발전 연구

○ 도시철도 시설물(역사, 궤도, 전력, 신호 등)관련 법령, 기준 제·개정

제 2 장 국내외 동향 및 환경 분석

제1절 국내외 정책동향

1. 국내 정책동향

가. 도시철도 역사 이용객의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발

○ 복합환승센터 개발 및 지원에 관한 근거 법 마련

- 2009년에 기존의 교통체계효율화법을 국가통합교통체계효율화법으로 개정하면서 복합환승센터 건설 및 지원의 근거 규정을 새로이 마련함
- 이어, 2010년 “복합환승센터의 설계 및 배치기준”을 고시하였으나, 복합환승센터로 지정되는 시설에 제한적으로 적용

○ 복합환승센터 개발 시범사업 실시

- 국토해양부에서 복합환승센터 개발 활성화를 목적으로 전국적으로 8개의 시범사업을 선정하고 지자체별로 개발계획 수립 비용을 일부 지원하고, “복합환승센터 개발계획 수립지침”을 마련하였으나, 민간 사업자 선정 및 사업성 미확보 등의 문제로 사업 진행이 지연되고 있음
- 복합환승역사 개발사업 추진경위 및 계획

2009. 6	국가통합교통체계효율화법 전부 개정 (도입근거 마련)
2010. 1	국가통합교통체계효율화법 하위법령 개정 (재정지원 근거 마련)
2010. 7	복합환승센터 설계 및 배치기준 고시
2010. 8	시범사업 공모
2010. 9	제1차 복합환승센터 개발 기본계획('11~'15) 고시
2010. 12	시범사업 8개소 선정 ※ 동대구역, 익산역, 울산역, 광주송정역, 부전역, 동래역, 대곡역, 남춘천역
2011. 8	복합환승센터 개발계획 수립지침 마련
2011 ~ 2012	시범사업 지자체별 개발계획 및 실시계획 수립
2013 ~	시범사업별로 순차적으로 착공

- 대중교통중심(TOD) 개발 필요성의 증가로 복합환승센터 건설과 기존 환승센터 시설 개선을 위한 정책 사업이 증가 추세임
- 지방자치단체는 매년 안전관리계획(풍수해분야)을 수립하여 풍수해에 대비하고 있으며, 그 중 지하공간들에 대한 수방계획 현황은 표 2와 같다.
 - 서울시에서 수립한 지하공간에 대한 수방계획 현황을 검토한 결과 주로 예방 위주의 대책수립에 치중하여 상황 발생시 지하공간의 비상대처계획 및 시민대피체계 수립에 대한 추진사항이 상대적으로 미흡하며, 지하공간에 적합한 단계별 상황기준 및 행동요령 및 지하공간 침수방지시설의 설치기준이 미흡

<표 2-1> 서울시 지하공간 수방계획 현황

유형	구분	주요내용	관리주체
지하철	기본 방향	· 예방위주의 자연재해 대응체계 강화 · 재해취약시설의 사전 점검·정비 · 수방시설의 유지관리 강화 · 재난안전대책본부의 상시가동체제 확립 · 재해발생시 신속한 수습과 복구체계의 확립	· 서울시 지하철공사 (1~4호선)
	추진 내용	· 수방대상 - 출입구, 환기구, 집수정 펌프용량 등 · 수방장비·자재 확보 - 장비·자재의 적정수량 확보 및 적소배치 · 인접굴착공사장 수방대책 - 차수막(벽) 설치상태(우기전 합동점검, 미비사항 보완) - 상호 유기적인 협조체계 유지	· 서울시 도시철도공사 (5~8호선)
지하 상가	주요 내용	· 수방시설 점검정비, 응급 복구체제 확립 · 상가 내·외부 배수시설 이상유무 점검정비 · 침수 및 우수범람 우려지역 집중점검 및 정비철저 · 풍수해 발생시 정전대비 비상발전기 및 비상전원 기동상태 수시점검 · 전직원 재해대비 단계별 비상근무 강화 · 인명구조 및 방재지원체제 구축	· 서울시 시설관리 공단 (상가관리처)
지하 차도	주요 내용	· 호우시 수방예방 활동(지하차도, 저지대 유지관리) · 동부간선도로 수위관측 통보(호우주의보 발령시, 3개지점) · 침수시 지하차도 강제배수 및 담당구간 도로복구(빨청소) · 담당구간 미 침수시 타구간에 장비 및 인력지원	· 서울시 시설관리 공단 (도로관리처)
	추진 내용	· 수방시설물 사전점검 및 정비 · 수방자재 및 장비 확보 · 동부간선도로 침수 수위 관측 및 통보 · 강우시 순찰 및 수해예방활동 강화 · 수방책임자 지정, 야간 호우시 순찰대 및 야간 근무조 편성 및 점검	
지하 공동구	주요 내용	· 수방관련 시설 사전점검, 정비 및 모의훈련 실시 · 근무체계 강화 · 비상연락체계 확립 및 응급조치 · 수방자재 및 장비 확보	· 서울시 시설관리 공단 (공동구관리처)
추진 기간		6.15 ~ 10.15	

○ 우수저류시설 건설 계획

- 2010년 9월 서울시 세종로 일대(광화문 침수 사건)가 침수되어 도심지에 대규모 우수저류시설을 건설할 계획을 세웠으나, 과도한 예산 소요로 인하여 진행하지 못하고 있는 상태
- 우수저류시설은 일본 도쿄에서 활용되어 매우 큰 효과를 거두고 있으나, 과도한 예산 확보 문제로 인하여 상당기간 시간이 소요될 것으로 예상됨

○ 정부의 내진기준 제·개정

- 1995년 12월 6일 기존의 「풍수해대책법」을 지진 관련 조항이 포함된 「자연재해대책법」으로 개정하여 건축물 및 도로를 포함한 16개 시설 및 기타 대통령령이 정하는 시설에 대한 내진설계기준 설정을 통한 내진설계를 의무화함
- 2008년 3월 28일에 지진재해대책법을 제정·공포하고, 이 법의 제14조에는 31개 법정시설을 내진설계대상으로 설정하여 내진설계를 시행할 것을 규정함과 동시에, 제15조에는 동법 제14조에 따른 31개 내진설계 대상 시설물 중 관련 법령이 제정되기 전에 설치된 공공시설물이나 관계 법령의 제정 이후 내진설계기준이 강화된 공공시설물(이하 “기존시설물”이라 한다)의 내진 향상을 위하여 5년마다 기존시설물 내진보강기본계획을 수립하여 내진보강을 추진하도록 명문화함
- 국내 철도 인프라에 대해서는 내진설계가 도입 되었으나(일반철도 1999년, 고속철도 1991년, 도시철도 2005년) 그 이전에 설계된 내진설계 미반영 인프라의 내진보강을 위한 종합적 표준 지침이 없는 실정임

○ 도시철도 내진보강

- 기존 도시철도 시설물 중 내진설계가 미반영된(서울 1-4호선, 부산 1-3호선) 시설물에 대해 내진보강계획이 수립됨

○ 국내 건축설비설비에 대한 내진성능평가 기준 및 내진설계기준

- “건축설비 내진설계기준 사례조사 연구(2001)/설비 엔지니어링 협의회”
- “기존시설물 내진보강 기본계획 수립(2009)/소방방재청”

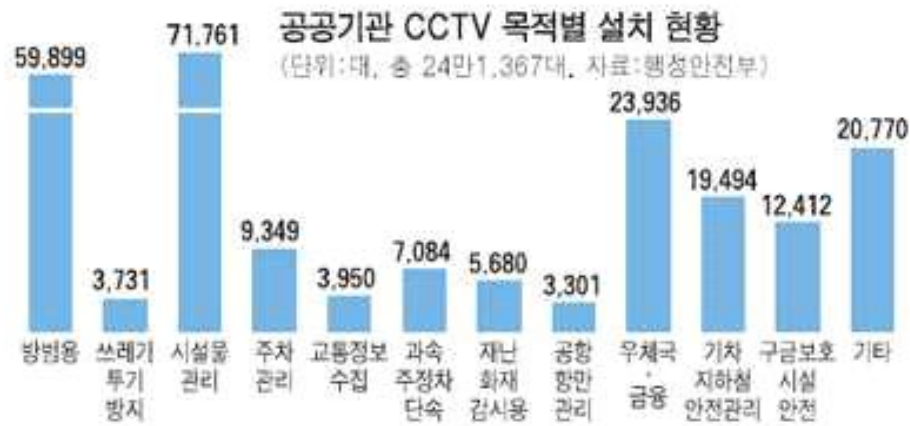
○ 지진재해대책법 제17조에 따라 공공기관(행정기관)의 전력 및 통신설비에 대한 내진대책 수립 의무화

○ 행정안전부(어린이 안심, 노약자 안전서비스), 소방방재청(119다매체 신고접수 서비스), 경찰청(원터치 SOS 서비스, 112앱서비스) 등 공공안전서비스 분야에 위치기반서비스를 활용한 기술 개발 진행 중

○ 행정안전부는 영상정보 공동 이용을 활성화하고, 테러·범죄예방을 극대화하기 위한 취지

로 통합관제 센터 구축을 지원하고 있음.

- 실제 방법용 CCTV 중 기차·지하철 안전관리를 위해 활용되는 CCTV가 1만9,494대로 8%를 차지하고 있음



<그림 2-1> 공공기관 CCTV 목적별 설치 현황

출처 : 도시환경 그린화 스마트 영상관제 솔루션 육성사업에 관한 보고서, 2010. 5.

- 서울시 도시교통본부에서는 지하철 내 범죄를 예방하고, 보다 안전하고 쾌적한 지하철 이용 환경을 제공을 위하여 서울 지하철 2호선과 7호선 열차에 CCTV 1천7백대 설치를 확정함
 - 혼잡도 높은 2·7호선에 시범 설치하고, 2호선 신형 열차 및 7호선 모든 열차 1량 당 2대씩, 총 1,704대 설치 확정
 - 비상인터폰 올리면 기관실·관제소에 해당 열차 내부 화면 즉시 표출

나. 도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발

- 국가적 온실가스 감축목표 BAU(배출전망치) 대비 30% 확정('09.11.17 : 녹색위)
- 온실가스 규제 관련법 및 정책동향
 - 저탄소 녹색성장 기본법 (2010년 1월 제정) : 저탄소 녹색성장에 필요한 기반을 조성하고자 정부의 에너지 기본 계획, 기후변화대응 및 에너지 목표관리 등에 관한 지침을 제

시

- 신재생에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(2004년 12월 제정)

○ 공공부문 온실가스 에너지 목표관리제 운영 등에 관한 지침(2011년 1월: 환경부 고시)

구 분	온실가스 목표관리제 특징
방 법	- 기업 및 기관별 온실가스 배출 할당량을 정부가 지정하고 이를 초과하면 처벌
시행 시기	- 2011년 시작하여 2012년 본격 추진
위반 시 조치	- 300 ~ 1,000만원의 과태료
관리 주체	- 총괄은 환경부이나 교통분야는 국토해양부 관할

<그림 2-2> 공공부문 온실가스-에너지 목표관리제 특징

- 선진국의 미세먼지 오염기준인 초미세먼지(PM2.5) 관리기준을 2015년부터 환경부 대기환경기준으로 시행하기로 함
- 도시철도 지하역사의 경우 다중이용시설 실내공기질 관리법의 적용대상이며, 대기환경기준 강화에 따라 지하역사의 실내공기질 기준도 강화될 것으로 예상됨

다. 도시철도 역사의 운영효율 향상 기반 구축 및 엔지니어링 기술 개발

- 도시철도 표준화 1,2단계 사업의 시행으로 차량, 궤도, 구조물, 역사, 신호, 전력, 정보통신 등의 분야에 관계 법령 및 기준 정립
- 철도시스템의 다양화 및 기술개발로 인하여 기준의 재정립 및 신설이 필요

- 급변하는 철도산업 환경에 따라 도시철도를 포함한 철도법의 전면개정이 예고되고 있으며, 이에 따른 도시철도 시설물의 관계 법령의 제·개정이 예상됨

2. 국외 정책동향

가. 도시철도 역사 이용객의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발

- 일본의 나고야역의 경우 고속철도, 백화점, 호텔, 환승터미널 등을 결합한 환승시스템 설계기법을 연구 및 도입하여 대중교통 수단별 환승이 가능한 환승역으로 리모델링하여 지역경제 활성화 도모
- 일본은 2002년 3월에 홍수나 고조 등에 의한 침수가 예상되는 구역에 설치되는 지하공간의 설계 및 관리, 또는 현지 자치체의 조례나 방재계획의 책정·변경을 실시할 때 기술적 참고 자료를 제공하기 위한 목적으로 『지하 공간 침수 대책 가이드라인』을 발표(지하 공간 침수대책 검토 위원회, 2002).
- 일본 국토청 방재국에서는 지하공간의 침수에 대한 대책을 표 2-1과 같이 제시

<표 2-2> 일본의 지하공간 침수방지대책(일본 국토청)

추진대책	세부대책	세부내용
지하공간의 홍수에 대한 위험성 사전 홍보	· 침수에 의한 위험 상황 주지	· 홍수시 지하층에 물의 급격한 유입, 수압에 의한 도어의 개폐장애, 정전에 의한 엘리베이터 정지 등 위험성에 대한 사전 주지
	· 침수실적의 공표	· 지하 공간의 침수 피해의 실적 공표·주지, - 피해 내용, 침수범위, 침수심, 강우, 지형 등
	· 침수예상구역의 공표	· 지하 공간의 위험성 인식을 위하여, 해당 지하공간의 침수예상구역, 범람 시뮬레이션 등의 공표·주지
지하공간 홍수정보 전달체계	· 지하공간 관리자가 홍수시에 적절한 대응을 취하는 것이 필요	
	· 하천관리자는 홍수정보를 지하철 관리자에게 직접 전달	
	· 지하상가 등 그 외의 지하공간은 수방관리자가 피난 등의 퇴거지시 전달	
대피체제 정비	· 지하상가 등의 불특정 다수의 이용자가 있는 시설의 경우, 관리자에 의한 원활한 대피 유도 등에 대해 검토	
	· 지하철, 지하상가, 개별 빌딩이 일체가 된 지하공간의 경우, 각 조직의 제휴 정책에 대해 검토	
	· 하천 관리자나 지방 자치단체와 지하공간의 관리자가 공동으로 참여하고, 침수 재해의 발생을 상정한 훈련의 실시 내용에 대해 검토	
침수피해 경감대책 추진	· 침수방지시설 설치 및 촉진	· 지하공간 침수방지시설 설치 민간 사업자 등에 대한 은행 융자제도를 통해 활용을 촉진
	· 침수대책 사업의 집중적 실시	· 재해가 발생할 우려 지역은 빗물 대책, 하수도 사업 및 하천 사업등과 연계하여 중점적인 대책 실시
		· 재해 발생 우려가 지역 침수에 대한 안전도를 향상시켜 안심하고 도시 활동을 할 수 있도록 일정기간(5년 정도)에 집중해 하수도 사업 실시
지하공간침 수모형개발	· 침수방지대책의 기준이 되는 침수예상지도를 작성하기 위하여 지하공간에서의 유입유량의 거동을 예측할 수 있는 수리모형실험 및 수치해석 기법의 연구개발 실시	

- 외국의 경우, 지하공간에 대한 침수방지 가이드라인 등이 제시되어 있고 침수방지시설 설
치 기준이 마련되어 지하공간 시설물을 체계적으로 관리하고 있으며, 지하공간에 대한 연
구예산을 투자함으로써 지하공간 침수모형 개발, 수리모형실험 등이 활발히 이루어지고
있음

- 지하공간의 침수실적을 공표하고, 지하공간 침수의 위험성에 대한 홍보를 통해 일반 시민들이 침수 위험성과 행동요령 등을 숙지할 수 있도록 하고 있으며, 신속한 홍수정보전달 체계, 관련기관 및 조직간의 협력체계, 훈련실시 등 시민대피 체계 수립
- 미국의 FEMA(Federal Emergency Management Agency)에서는 건축물 내의 전기설비 내진설계 및 시공 관련하여 각 설비별 내진 시공방법, 내진 제품 사양 및 설명을 제시
- 일본의 전기설비공사 감리지침에서는 건물 내 전기설비 설계요령 및 내진 관련 시공 요점을 제시하였으며, 건축전기설비 내진설계·시공 매뉴얼에서는 전기설비 설계 계수 및 시공 방법 등 구체적으로 제시
- 미국의 건축설비 내진설계 현황
 - 2000년 이전 미국에서는 ICBO(International Conference of Building Administrators)의 UBC(Uniform Building Code), BOCA의 NBC(National Building Code), 그리고 SBCCI의 SBC(Standard Building Code) 등 3 가지의 규정이 적용되어 왔음. 미국 서부지역에서는 UBC가 널리 사용되어 왔으며, 다른 지역에서는 NBC와 SBC를 주로 활용해 왔음.
- 미국의 관련 규정
 - ICC, International Building Code, International Code Council, 2009
 - ASHRAE, Practical guide to seismic restraint, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., 2009
 - SMACNA, Seismic restraint manual-Guidelines for mechanical systems, Sheet Metal and Air Conditioning Contractors' National Association, Inc., 2008
 - NFPA, NFPA13, National Fire Protection Association
 - ASME, ASME(A17.1, B31.1, B31.3, B31.4, B31.5, B31.8, B31.9, B31.11, B31.9section919.4.1(a), BPVC B31.4), American Society of Mechanical Engineers
 - NEMA, NEMA(250, ICS6), National Electrical Manufacturers Association
 - Vision 2000(1995), SEAOC(Structural Engineers Association of California),
 - 내진성능평가 분야에서 모든 구조물 시스템에 전반적으로 적용할 수 있는 평가방법 제시, 성능스펙트럼법, 변위계수법 등 성능에 근거한 설계법을 이용하여 평가하는 방법 제

시

- FEMA-440(2005)

○ 일본의 건축설비 내진설계 현황

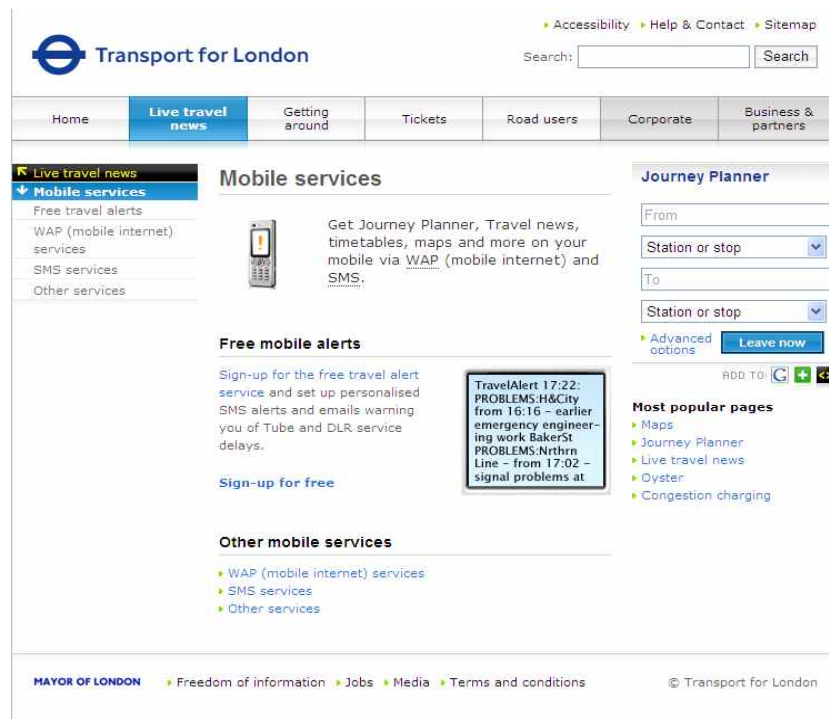
- 일본에서는 1981년 6월 1일부터 시행되고 있는 현행 건축기준법 시행령(신 내진설계법)의 경우 “옥상에서 돌출한 수조 등(건축기준법 시행령, 이하 ”령“이라 한다) 제 39조의 2”, “배관설비 (령 제129조 2의 2 제1항 제8호)” 등의 건축설비에 관한 내진규정이 제정되어 있음. 이들 내진규정에 맞추어 1982년에 건축설비내진설계 시공지침이 발간되고, 1984년에 그 일부가 개정되어 사용되고 있음
- 한신, 아와지 대지진 재해에서의 피해상황을 고려하고, 시설자에 의한 내진성의 목표정도에 대한 선택폭을 넓혀 건축용도와의 관련을 고려하면서 동시에 설비 전체적으로 균형있게 내진설계 시공을 행할 수 있는 필요성이 제기되어 기존 지침을 개정하여 활용하고 있음
- 배관 등에 대해서는 내진지지부재 선정이 배관중량에 따라 쉽게 행해질 수 있도록 고려됨

○ 일본의 관련 규정

- 건축설비내진설계·시공지침, 일본건축센터, 2005
- 배관설비 (령 제129조 2의 2 제1항 제8호)
- 건축물의 내진보수보강 촉진에 관한 법률(1995), 일본 국토교통성
- 내진진단 및 내진보수보강을 촉진시키기 위한 상담체계의 정비 및 소유자의 비용부담 경감 제도, 전문가사업자의 육성 및 기술개발에 관한 법률 제정 및 기술상의 지침제시

○ 싱가포르나 파리의 지하철의 경우 전동차 내에 CCTV를 설치하여 승강장의 비상사태 등을 확인함으로써 승객을 안전을 확보하기 위한 목적으로 사용하고 있음

○ 영국(런던) 지하철을 운영하는 런던 교통국(Transport for London)에서는 런던지하철의 이용자들에게 열차 출·도착시간 및 출퇴근 시의 지정구간을 운행하는 지하철의 사고, 지연 및 돌발상황에 대한 정보를 핸드폰으로 전송하는 서비스 시행하고 있음



<그림 2-3> 영국의 지하철 돌발상황 핸드폰 전송 서비스

○ 역사 보행안전시스템 최적화 S/W 기술개발 국외 정책 동향

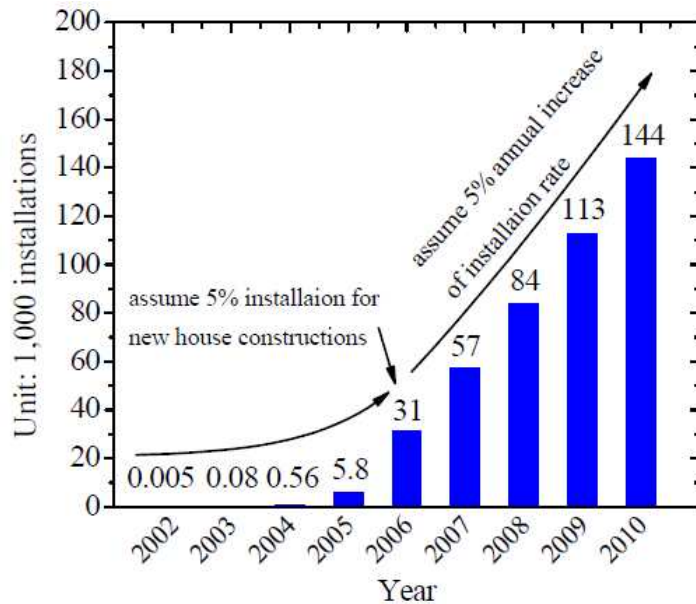
- 현재 국외 교통정책 동향은 국제적 기후변화협약에 의한 온실가스 배출량 감축의 필요성이 대두됨에 따라 승용차 수요억제와 대중교통활성화 중심의 정책방향으로 추진되고 있음
- 국외 관련 프로그램으로는 VISSIM Pedestrian Simulation, Myriad II, Simwalk, Pedroute/PAXPORT, UAF(The Urban Analytics Framework), SIMPED, SIMULEX, EXODUS, UC-WINROAD 등이 있음

○ 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서는 3세대 이동통신망에 대해 위치정보 제공을 위한 통신망 참조 모델과 프로토콜 표준 규격을 제정하여 발표

○ 영국에서는 테러 방지의 일환으로 영국 내 모든 사람들의 통신 기록 수집 및 보관 정책이 발표되었으며, 2012년 런던 올림픽 개최로 테러 및 범죄에 대한 적극적인 대응 매뉴얼이 강구되고 있음

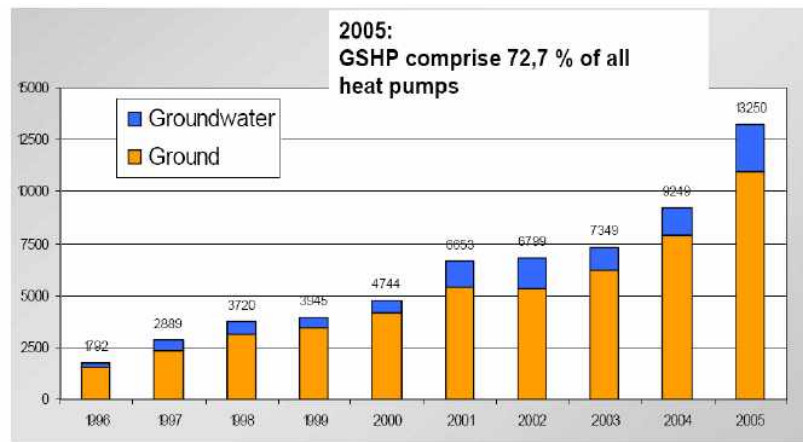
나. 도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발

- 일본에서는 에너지 절약과 환경보호 차원에서 고효율 냉난방 설비를 비롯하여 지열 열펌프 시스템의 사용을 적극 권장하고 있으며, 이에 따라 보급률도 지속적인 성장세를 보이고 있음. 여기에 지열 열펌프를 설치할 경우 설치비의 일부를 지원하거나 관련 세금을 절감해주는 지열 시스템 설치 장려 프로그램을 시행하고 있음



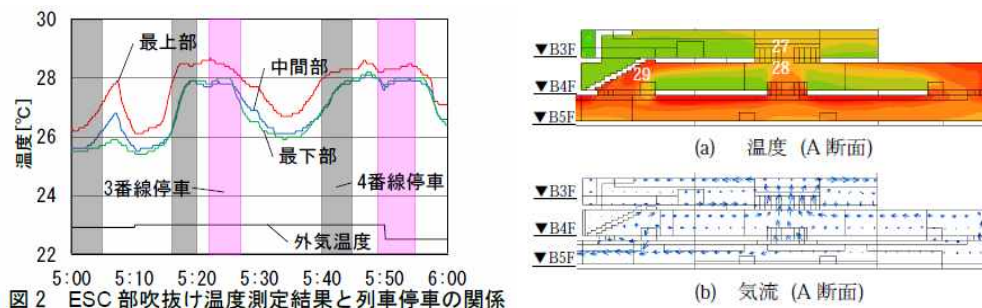
<그림 2-4> 일본의 지열 열펌프 시스템 보급 목표

- 독일에서는 1970년대 후반까지는 열펌프 설치 사례가 거의 없었음. 건물 냉난방을 위한 열펌프 설치가 붐을 이룬 1980년대부터 공기열원 열펌프 시장이 형성되었으나, 이후 1990년대 중반 이후부터 에너지 절약과 환경보호 차원에서 신/재생에너지를 이용해야만 한다는 인식이 대두되면서 다시 증가하였으며, 이러한 추세는 현재도 유지되고 있음



<그림 2-5> 독일의 지열 열펌프 판매 대수

- 신규역사 건설단계에서 역사 쾌적성을 결정하는 다양한 온열환경 예측 및 모사연구를 수행하며, 운영단계에서는 실제 이용객의 설문조사 등을 통해 쾌적성지수를 산정하고, 이에 따른 냉방에너지 관리를 수행함



<그림 2-6> 일본 시부야 역사의 온열환경 예측연구

- 우리나라보다 습도가 높은 홍콩지하철에서는 유해미생물에 의한 감염을 우려하여, 역사승강장에 살균장치를 시범설치 운영하고 있으며 도시철도 차량내부에도 광촉매 코팅기술을 이용하여 유해미생물 오염저감



<그림 2-7> 지하철역사의 미생물 번식 예방 정화장치 및 광코팅기술-홍콩지하철

다. 도시철도 역사의 운영효율 향상 기반 구축 및 엔지니어링 기술 개발

- 유럽은 유럽표준화위원회(CEN)에서 지속적으로 기준의 재·개정 시행
- 세계표준화기구(ISO)는 상품 및 서비스의 국제적 교환을 촉진하고 지적, 과학적, 기술적, 경제적 활동 분야에서의 협력 증진을 위하여 세계의 표준화 및 관련 활동(표준 및 관련 활동의 세계적인 조화 촉진의 조치, 국제규격을 개발·발간·사용 조치, 정보의 교환 주선, 다른 국제기구와의 협력·교류)을 수행하고 있음

제2절 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장현황

가. 도시철도 역사 이용객의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발

○ 연계환승 개선 기술을 적용해서 개선 할 수 있는 대상이 되는 전국의 환승역은 아래와 같음

<표 2-3> 광역·도시철도 이용객 및 환승역 현황

구 분	연 장 (km)	역수	환승 역수	구 간	하루평균 이용객수 (천명)
합 계	536.9	209	46		2,677.5
경부·장항선	122.9 (19.4)	45 (6)	10	서 울 ~ 천 안(신 창)	739
경 인 선	27	20	3	구 로 ~ 인 천	552
경 원 선	42.9	24	5	소요산 ~ 청량리(지 하)	436
중 앙 선	71.2	24	8	용 산 ~ 용문	82
안 산 선	26.0	13	1	오이도 ~ 금 정	155
과 천 선	14.4	8	1	남태령 ~ 금 정	144
분 당 선	27.7	20	6	선릉 ~ 보 정	302
일 산 선	19.2	10	1	지 축 ~ 대 화	134
경 의 선	46.3	18	3	서울 ~ 디엠시 ~ 문산	53
경 춘 선	81.3	18	2	상봉 ~ 춘천	53
공항철도	58.0	9	6	서울 ~ 인천공항	27.5

자료 : 통계청

<표 2-4> 도시철도 이용객 및 환승역 현황

구 분		연 장 (km)	역수	환승 역수	구 간	하루평균 이용객수 (천명)
총 계		537	514	117		8,137
서울시 합계		316.9	293	104		6,703
서울메트로	1호선	7.8	10	7	서울역 ~ 청량리	450
	2호선	60.2	50	22	성수 ~ 성수	2,005
	3호선	38.2	34	14	지축 ~ 오금	755
	4호선	31.7	26	11	당고개 ~ 남태령	832
서울도시철도공사	5호선	52.3	51	16	방화 ~ 상일동,마천	812
	6호선	35.1	38	12	응암 ~ 봉화산	487
	7호선	46.9	42	11	장암 ~ 온수	865
	8호선	17.7	17	5	모란 ~ 암사	231
서울시메트로9호선(주)	9호선	일:27.0 급:23.4	25	6	개화 ~ 신논현	266
부산시 합계		95.8	94	9		753
부산교통공사	1호선	32.5	34	3	신평 ~ 노포	413
	2호선	45.2	43	3	장산 ~ 양산	265
	3호선	18.1	17	3	수영 ~ 대저	75
대구시 합계		53.9	56	2		316
대구도시철도공사	1호선	25.9	30	1	대곡 ~ 안심	171
	2호선	28.0	26	1	문양 ~ 사월	145
인천메트로		29.4	29	2	계약 ~ 국제업무지구	220
광주도시철도공사		20.5	20	—	녹동 ~ 평동	48
대전도시철도공사		20.5	22	—	판암 ~ 반석	97

자료 : 통계청

- 도시철도 환승역 연계환승 개선 기술 개발로 인하여 발생하게 될 국내시장규모는 다음과 같음

<표 2-5> 환승역 연계환승 개선 기술 수요 국내 시장 현황 및 전망

구분	2012	2013	2014	2015	2016	비고
매출액 (억원)	10	20	100	500	1,000	환승역별 10억 예상
연간 증가율 (%)	-	100	500	500	200	시범사업후 수요 급증예상

○ 침수 위험 지하철 출입구 현황

- 서울연구원(2005)의 연구보고서에 따르면 서울도시철도 5~8호선 지하역사 중에서 인접하천 계획홍수위보다 낮은 지하철 역사 출입구는 15개 역사에서 약 65개 출입구 가량 조사됨
- 서울, 인천, 수도권 광역철도, 부산, 대구, 광주, 대전 등 전국 도시철도 지하역사에 대한 정확한 침수피해지도를 작성할 경우 약 100여개 지하역사에 약 500여개의 출입구가 침수 가능성이 있는 것으로 추정됨
- 또한, 지하역사 이외에 지하 대공간, 도로 지하차도, 주거지역 및 상업시설의 지하주차장 등 본 연구에서 개발된 기술을 활용할 경우 국내 시장 규모는 급속도로 커질 것으로 예상 됨

○ 예상 시장 규모

- 집중강우시 시간당 강우량이 50mm 이상일 경우 5분 이내에 침수되는 사례가 발생하는 등 자동화된 시스템을 이용할 경우 지하역사의 경우 개소당 약 30백만원 가량 소요될 것으로 예상됨
- 일반 지하차도 및 주거지역이나 상업시설의 지하주차장의 경우 개소당 약 15백만원 가량 소요될 것으로 예상됨
- 서울시 서초구에 약 650억 개소에 침수관이 설치될 예정으로, 향후 전국적으로 능동형

침수방지시스템의 확대 보급 가능

<표 2-6> 국내 시장규모 추산

(단위, 백만원)

구분	현재 시장 규모	예상 시장 규모	비고
도시철도 역사	-	15,000	500개소 기준
지하공간(대공간)	-	9,000	300개소 기준
도로 지하차도	-	30,000	1천개소 기준
지하주차장	-	150,000	1만개소 기준

○ 도시철도의 내진보강 중·장기계획

- 기존 도시철도 시설물 중 내진설계가 미반영된(서울 1-4호선, 부산 1-3호선) 시설물에 대해 내진보강계획이 수립되었으나, 비구조재에 대한 내진성능보강에 대한 계획은 수립되지 않음
- 따라서, 향후 도시철도 내진보강 계획 수립시 비구조재에 대한 내진성능보강 계획을 수립 필요
- 서울시의 경우 내진보강이 필요한 시설 295개소 대해서 '10년에 내진성능평가를 수행한 후, '12년 ~'14년까지 20%인 59개소에 대해서 내진보강 수행
- 서울시에서 1단계 보강 사업 추진 후 잔여 시설물 총 236개소(교량 32개소, 터널 116개소, 터널 33개소)에 대하여 2단계 사업으로 내진보강을 완료하며, 2015년부터 매해 약 300억 예산이 소요될 것으로 예상됨
- 부산시의 경우 내진보강 필요시설 14개소에 대해서 1단계에 내진보강 완료하며, 약 62억의 예산이 소요될 것으로 예상됨

○ 기존 도시철도 역사의 비구조재의 내진성능 향상을 위한 내진보강 시장

- 전력, 통신, 건축설비 및 소방시설 등 철도 역사의 비구조재에 대한 내진성능 향상시 도시철도 1개 역사 기준 약 3억원 정도 소요될 것으로 분석됨
- 도시철도 역사 및 일반철도 역사의 개수가 약 800여개 이므로, 개소당 3억원을 고려하면 약 2400억원 가량의 철도역사 비구조재 내진보강 시장 규모 형성이 예상됨

○ 타기관 및 공공기관의 비구조재 내진성능보강 시장

- 본 연구에서 개발된 비구조재에 대한 내진설계기준은 타기관 및 주요 시설물에 대한 비구조재의 내진성능보강 시장의 확대에 예상되어 향후 꾸준한 시장 창출이 예상된다

○ 스마트폰 열풍에 힘입어 시장이 빠르게 성장하면서 2012년까지 1조 6,000억원 규모의 시장 규모를 기록할 것으로 전망(LBS산업협의회)

- 2009년 1조 4900억원에서 2010년 16.4% 증가한 1조 2,223억원으로, 2012년까지 연평균 15.1% 성장을 기록할 것으로 전망
- 단말기 부문의 경우 2009년 9,015억원에 달했던 기기 분야 매출이 2011년부터 1조원 시장을 넘어서며 2012년에는 1조 2,775억원 규모에 이를 것으로 예상
- 서비스/콘텐츠 분야는 2009년 1,408억원에서 2012년 3,106억원으로 3배 가까이 성장할 것으로 전망

○ 2010년에 스마트폰 등 GPS 가능 휴대단말의 증가와 더불어 측위 등 시스템 설비투자 확대 등을 통해 LBS 시장이 성장할 것으로 전망

- 서비스/콘텐츠 분야에서는 소셜 네트워킹 서비스, 지오타깅(geo tagging), 생활형 어플리케이션 등 컨버전스형 통합 LBS가 발전할 것으로 예상

○ 삼성경제연구소는 2013년경 스마트폰 이용자의 80%가 LBS를 이용할 것으로 전망

나. 도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발

<표 2-7> 지하유출수 기술 수요 국내 시장 현황 및 전망

구분	2012	2013	2014	2015	2016	비고
매출액 (억원)	5	10	25	100	350	※시장변동 요인기술
연간 증가율 (%)	-	100	250	500	350	국가 온실가스 감축목표에 따른 수요 급증 예상

- 국내 지열 열펌프 시스템의 보급 현황은 2006년도에만 10,007 RT(1 unit/RT일 경우 10,007 unit)에 이르고 있으며, 매년 100% 이상의 급속한 성장을 보이고 있음. 하지만, 국내 전체 냉동공조 산업에서 차지하는 비중은 아직 미미한 수준임

<표 2-8> 냉동·공조산업의 국내 시장 규모

(단위 : 물량-천대, 금액-억원)

구분		2001년	2002년	2003년	2004년	2005년
냉동·공조산업	물량	46,300	44,847	62,019	71,024	72,878
	금액	78,540	77,380	76,340	90,450	132,565

※ 산출근거 : 한국냉동공조협회 2006 통계현황.

- 국내의 지열 열펌프 시스템은 현재까지 교육시설, 사회복지시설, 산업시설 등에 주로 보급되었음. 이러한 시설들에 설치되는 10RT 이상의 중대형 열펌프는 유닛뿐만 아니라 핵심 부품의 대부분을 거의 수입에 의존하였으나, 최근 국내에서 생산된 열펌프의 보급이 증가 하고 있음
- 국내의 지열 열펌프 산업은 미국, 유럽, 일본 등의 선진국과 비교했을 때, 산업주체 간 협력 네트워크 구조가 매우 약한 편임
- 국내에는 지하수 개발 등의 목적으로 시추공을 시공하는 업체뿐만 아니라 토목구조물 시공을 위한 탐사 목적의 천공 업체도 상당수 존재함. 하지만 대부분의 업체가 심부를 굴착할 수 있

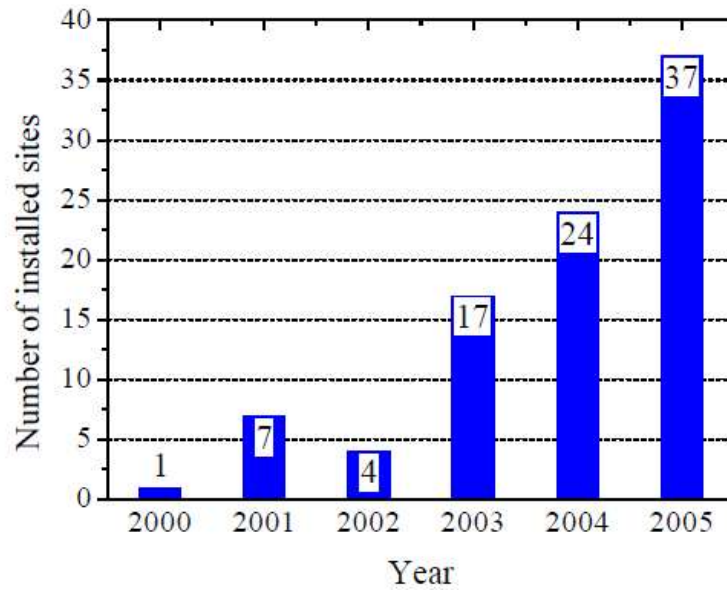
는 장비를 보유하고 있지 못하고, 2.5km 정도의 심부굴착이 가능한 소규모의 굴착업체들이 2,3개 정도는 있으나, 저본 규모가 영세하여 리스크가 큰 지열발전을 위한 심부의 굴착을 수행하기는 어려움

- 국내에 지열발전 플랜트가 시공된 사례가 없기 때문에 지열발전에 경험이 있는 국내 전문가는 거의 없다고 할 수 있으나, 관련된 학과인 자원공학, 지지학, 기계공학 등의 전공자들을 중심으로 학제융합 프로젝트를 진행시킨다면 지열발전분야 기술인력 확보가 가능할 것임



<그림 2-8> 국내에서 제작된 10kW급 지중 열전도도 측정기

- 우리나라는 2000년경에 지열 냉난방 시스템을 처음 도입한 후, 초기 시장 진입단계에서 많은 시행착오를 겪었음. 전문 시공기술과 관련 기준 등이 없어, 소비자들의 만족도가 높지 않았던 것도 사실임. 하지만 2003년도부터 체계적인 시스템을 도입하고, 기술 인력이 확보되면서 경쟁력을 바탕으로 한 시장 확보가 가능하게 됨. 여기에 정부 지원에 의한 보급정책에 힘입어, 2003년까지 약 30개소에 시스템이 설치되었음



<그림 2-9> 지열 열펌프 시스템 국내 설치 현장 수
(2000-2005)

- 지열냉난방 시스템은 타 신재생에너지원 중에서 유일하게 냉난방과 관련된 시스템으로 국내 냉난방 시장은 약 13조원 규모의 거대한 시장을 형성하고 있음. 기존 냉난방 설비는 석유나 가스 등 화석 연료를 사용하여 자원고갈 및 환경 파괴의 주범인 시스템으로 이를 대체할 수 있는 시스템을 필요로 하고 있음. 지열시스템은 전기 및 지중에너지를 열원으로 사용함으로 기존의 냉난방시스템이 가지고 있는 문제를 해결할 유일한 냉난방 시스템임
- 일본의 JR East 다카사키 역에 2001년 100kWp, 2004년 100kWp용량의 태양광 설비를 설치



<그림 2-10> 다카사키 신간선 역사 승강장

- 미국 뉴욕 지하철 Coney Island Still Well Avenue역 200kW 태양광 패널 적용 및 전력 생산



<그림 2-11> 뉴욕지하철 Coney Island Still Well Avenue역



<그림 2-12> 뉴욕지하철 Coney Island Still Well Avenue역
외부 지붕 태양전지판

- 쾌적한 실내공간 유지를 위한 공기질 관리기술의 예상시장규모는 약 17조원에 이르며 (2015년 기준), 특히 한국시장 규모가 크게 성장할 것으로 예측됨

구 분	현재의 시장규모 (2009)	예상 시장규모 (2015)
캐나다시장 규모	1,285 억원	1,488 억원
미국시장 규모	31,871 억원	37,000 억원
일본시장 규모	13,410 억원	22,358 억원
중국시장 규모	50,384 억원	60,460 억원
한국시장 규모	14,000 억원	46,826 억원
산출근거 : 환경부, 삼성경제연구소, 특허정보자료, 한국과학기술정보연구원 보고서, 중소기업진흥공단 보고서, Global Industry Analysts USA 보고서 종합 재구성		

○ 최근 철도의 활용성 극대화, 이용자의편의성 증대됨으로써 방진시스템 기술은 기존국철, 지하철, 경전철 등에서 폭넓게 사용되고 있으며 계속적으로 국내시장 규모가 확대될 것으로 전망

- 방진시스템은 설계비가 1km당 0.3억원 정도이고, 방진재를 포함한 시공비가 18.5억원 이므로 각 도시철도 및 국철, 경전철 등에서 연간 10km 이상 부설되므로 188억의 시장이 예상
- 방진체결구는 내 전철화 사업의 본격적인 착수에 힘입어 연간 20km에서 50억 정도 예상됨.
- 방진침목은 철도 및 일반철도, 지하철 등에서 연간 300km를 부설하고 있어 약 400억 이상의 시장이 기대됨

○ 국내 시장규모

(단위 : 억원)

구 분	연도별 시장 규모														
	2006년			2007년			2008년			2009년			2010년		
	수입	설계	소계	수입	설계	소계	수입	설계	소계	수입	설계	소계	수입	설계	소계
방진시스템	90	10	100	110	12	122	115	10	125	120	15	135	125	15	140

- 스프링형 floating 시스템의 방진장치, 슬래브, 엔지니어링 비 포함 500만원/m 기준
- 패드형 floating 시스템의 방진장치, 슬래브, 엔지니어링 비 포함 100만원/m 기준

○ 국내 예측시장 규모

(단위: 억원)

분야	예측시장 규모		
	5년	10년	15년
방진시스템 개발	500	750	1,000

- floating 시스템의 방진장치, 슬래브, 엔지니어링 비 포함 500만원/m
- 5년후 10km, 10년후 15km, 15년후 20km로 추산

2. 국외 시장현황

가. 도시철도 역사 이용객의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발

○ 베를린 중앙역의 환승시스템

- 2006년 신축된 역사로 지역간 철도인 국철(DB)와 베를린 대도시권을 운행하는 S-Bahn, 일반 지하철인 U-Bahn, 노면전차까지 포함한 대규모 환승역임

○ 아카사카미즈케역(일본)

- 도쿄지하철 긴자선과 마루노우치선 환승역인 아카사카미즈케역은 복정역같은 상하층 쌍섬이지만, 복정역과 달리, 동일방향 동일홈을 사용함. 아래는 역 구조도 빨간색은 마루노치선, 주황색은 긴자선임



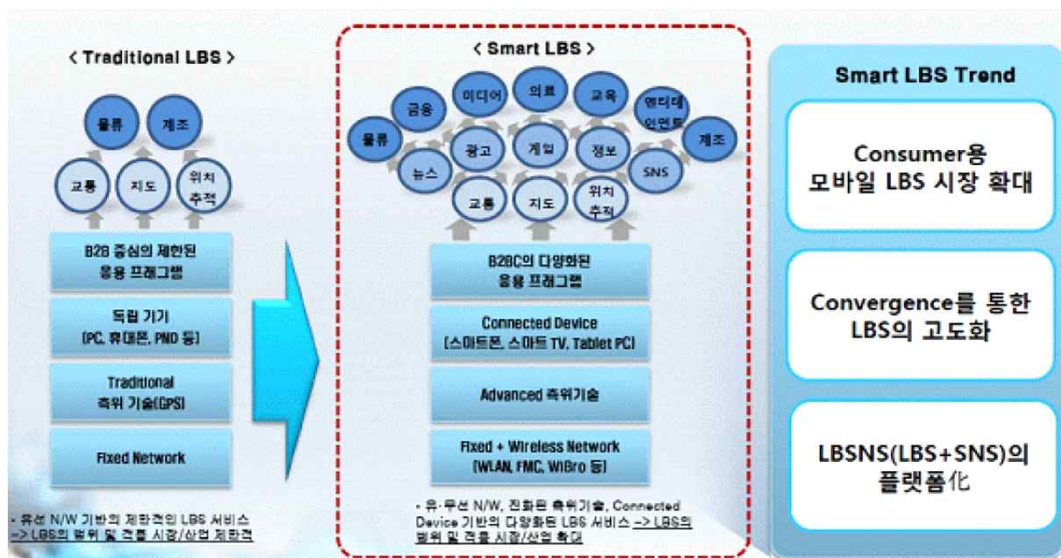
<그림 2-13> 일본 아카사카미즈케역

- 외국의 경우 유럽과 일본에 다양한 철도노선과 역이 존재하는 바, 주로 이 지역에서의 시장이 형성될 것으로 판단하고 있음
- 철도노선과 역 개수가 우리나라의 100배 규모이고 이중 5%를 차지한다면 연계환승 개선 기술 개발로 인하여 발생하게 될 국외시장규모는 다음과 같음

<표 2-9> 환승역 연계환승 개선 기술 수요 국외 시장 현황 및 전망

구분	2012	2013	2014	2015	2016	비고
매출액 (억원)	-	-	500	2,500	5,000	환승역별 10억 예상
연간 증가율 (%)	-	-	-	500	200	시범사업 성공후 수요 급증예상

- LBS는 유/무선 네트워크, 첨단(Advanced) 측위기술, 커넥티드 디바이스, 다양한 응용 프로그램 기반의 Smart LBS로 진화하고 있으며 적용 범위가 전 산업으로 확대



<그림 2-14> LBS의 진화 방향

출처: 모바일시대의 LBS 전망과 과제, 이강신

- Gartner(2010.7)에 따르면 세계 LBS 시장규모는 2008년 19억 3,800만달러에서 2014년 82억 6,300만달러로 급격히 증가할 것으로 전망
- 유형별 서비스 시장규모(2014년)는 개인용 내비게이션이 33억 9,800만달러, 위치추적이 22억 3,400만달러, 친구찾기/소셜네트워킹 11억 3,200만 달러, 기타 9억 9,400만 달러, 가족위치/안전서비스 5억 600만 달러 예상

(단위 : 백만달러)

구분	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
개인용 내비게이션	1,443.9	1,749.9	1,743.5	1,744.9	1,805.3	2,428.0	3,397.8
위치추적	354.0	397.0	477.2	683.5	1,119.3	1,424.0	2,233.4
친구찾기/소셜 네트워킹	8.7	29.2	93.6	112.1	304.0	632.5	1,131.9
가족위치/안전 서비스	67.5	72.8	119.4	161.5	221.7	318.1	506.0
기타 LBS	63.9	85.7	112.5	214.6	369.1	665.1	994.4
합 계	1,938.0	2,334.6	2,546.2	2,916.5	3,819.5	5,467.7	8,263.5

<그림 2-15> 세계 LBS 시장 전망(2008~2014)

출처: Gartner, Forecast: Consumer LBS, Worldwide, 2008-2014, 2010. 7.

- 어플리케이션 유형별 가입자수(2014년)는 개인용 내비게이션이 7억 3,301만명, 위치추적이 5억 4,807만명, 친구찾기/소셜네트워킹 2억 6,694만명, 기타 1억 7,673만명, 가족위치/안전서비스 908.6만명 등 총 17억 3,384.5만명에 달할 것으로 전망

(단위 : 천명)

구분	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
개인용 내비게이션	19,027	39,569	113,783	250,765	387,704	553,624	733,013
위치추적	15,580	28,000	48,559	92,869	187,189	352,304	548,071
친구찾기/소셜 네트워킹	2,073	8,596	23,217	45,701	88,371	157,837	266,941
가족위치/안전 서비스	1,577	2,630	3,494	4,927	6,209	7,575	9,086
기타 LBS	5,334	10,854	19,350	37,188	73,325	129,308	176,734
합계	43,591	8,9649	208,403	431,450	742,798	1,200,648	1,733,845

<그림 2-16> 세계 어플리케이션 유형별 LBS 가입자수 전망(2008~2014)

출처: Gartner, Forecast: Consumer LBS, Worldwide, 2008-2014, 2010. 7.

나. 도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발

○ 선진 철도시스템 지열 이용 냉난방 시스템

<표 2-10> 지하유출수 기술 수요 국외 시장 현황 및 전망

구분	2012	2013	2014	2015	2016	비고
매출액 (억원)	1000	1300	1500	1800	2300	※시장변동 요인기술
연간 증가율 (%)	-	30	15	20	28	국제 탄소배출권 협약에 따른 탄소배출 감축 의무 준수 필요

- 2005년도 기준, 전 세계 지열 열펌프 시스템 보급대수는 12kW급 열펌프 유닛으로 환산하였을 때 약 130만대로 추정되며 지난 5년간 매년 10% 이상의 증가율을 보인 것으로 조사되었음. 특히 미국, 서유럽(오스트리아, 스위스, 스웨덴 등) 터키, 중국 등이 전 세계 지열 열펌프 시스템의 보급을 주도하고 있음
- 이용량 면에서 제일 앞서고 있는 중국은 톈진, 산시, 헤베이 및 베이징 부근 지역에서의 지역 난방(6,391 TJ/year), 온천(25,095 TJ/year), 지열 열펌프 시스템(6,569 TJ/year)에 지하 열자원을 적극적으로 활용하고 있는 지열 에너지 직접 이용 선진국이라고 할 수 있음. 특히, 2008년에 개최되는 베이징 올림픽을 Green Olympic이라는 구호 아래 지열 열펌프 시스템 보급에 주력하고 있는 것으로 조사되었음.
- 면적대비 이용량에서 1위인 아이슬란드는 국토 자체가 대서양 판이 갈라지는 곳에 있기 때문에 지하 열자원이 풍부하며 아울러 국가 전체 난방의 87%를 지열로 공급하고 있음. 또한 이스라엘이나 스웨덴 등은 주로 심부 시추공을 이용한 지역 난방, 온천 및 농업, 양식업 등에 지열 에너지를 활용하고 있음.
- 미국은 지열 열펌프 시스템을 포함하여 전 세계 지열 에너지 직접 이용을 주도하고 있는 나

라로서, 2005년 기준, 전체 직접 이용 시설용량은 7,817 MWt, 이용량은 31,239 TJ/year (8,678 GWh) 임. 이중에서 지열 열펌프 시스템이 용량 면에서는 92%(7,200 MWt), 이용량 면에서는 71%(22,214 TJ/year)를 차지하고 있음

○ 미국의 대표적인 지열 열펌프 시스템 설치 사례를 적용 건물별로 아래에 정리하였음

<표 2-11> 미국 내 지열 열펌프 시스템 설치 사례

설치 사례	시스템 설명
1. 주거용 사례(residential cases)	
	·소재지: 하트포드 (Hartford), 코네티컷주, 개인 주택 ·냉난방 유닛: 4.2 RT 열펌프 ·지중 열교환기: 복수정(2 wells)의 지하수 이용 방식 ·지중 열교환기: 1000 ft 폴리에틸렌 튜브 ·지하수: 250 ft 깊이, 2개의 직립정 (well)
	·소재지: 오션시 (Ocean city), 메릴랜드주, 아파트 ·건물 개요: 14층, 104 가구, 가구 당 900 ft² ·냉난방 유닛: 107개의 Heat Pump 사용 (총 222 RT) ·지중 열교환 방식: 수직 밀폐형 지중열교환기 ·지중열교환기: 160개의 보어홀(borehole)을 각각 175 ft 깊이로 건물 주차장에 설치. 폴리에틸렌 파이프를 사용하였으며, 파이프 총 길이는 10 miles.

2. 상업용 사례(commercial cases)



- Phillips 66 Service Station
- 소재지: 프레이리 빌리지(Prairie Village), 캔자스주
- 시스템 개요: 수직 밀폐형 지중 열교환 방식
10개의 보어홀을 각각 325 ft 깊이로 설치.
고밀도 폴리에틸렌 파이프 사용.
- 시스템 용량: 5 RT, 1대의 열펌프 사용
(플로리다 히트 펌프)
- 시스템 COP: 3.0 - 3.5, 시스템 EER: 11.6 - 13.5

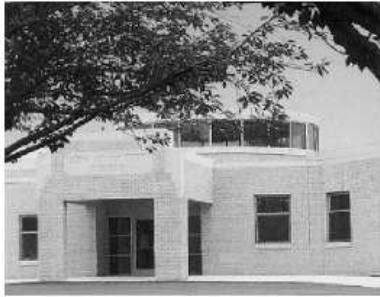


- Hazleton St. Joseph Medical Center, 병원
- 소재지: Freeland, Luzerne County, 펜실베이니아주
- 건물 개요: 면적 6,500 ft², 설계 열 손실: 151,500 Btu/hr
- 지열 열펌프 시스템 개요: 물 대 공기 방식 열펌프 유닛 설치
(5 RT 2대, 7.5 RT 1대)
- 6개의 보어홀을 각각 220 ft 깊이로 설치.
- 총 길이 3100 ft, 직경 1.5" 의 폴리에틸렌 파이프 사용.

2. 상업용 사례(residential cases) (계속)

	·Wildlife Center of Virginia, 야생동물 센터 ·소재지: Waynesboro, 버지니아주 ·건물 개요: 5700 ft² ·시스템 개요: 4 RT 열펌프 유닛 (2대), 5 RT 열펌프 유닛 (2대), 총 18 RT. 총 길이 11530 ft의 폴리에틸렌 파이프를 슬링크 (slinky) 방식으로 구성, 2500 ft의 트렌치 (trench) 작업. ·공사 금액: 열펌프, 덕트, 배관 등: \$43,000, 지중 열교환기 설치: \$16,000
	·The Galt House East Hotel, 호텔 ·소재지: Louisville, 켄터키주 ·건물 개요: 870,000 ft², 600개의 객실, 100 가구의 아파트, 그 외 부대시설로 구성. ·시스템 개요: 총 4500 RT, 밀폐형 지하수 이용 시스템, 4개의 보어홀을 각각 130 ft 깊이로 설치 ·월 평균 25,000\$의 에너지 절약효과. ·공기 열원 열펌프와 비교시 연간 CO₂ 180만 파운드, SO₂ 44,000 파운드, NO_x 33,000 파운드 그리고 5,500 파운드의 미세 먼지 저감 효과 발생.
	·The Prairie Electric, 사무실 ·소재지: Vancouver, 워싱턴주 ·건물 개요: 전체면적 25,000 ft², 사무실과 창고로 구성. ·시스템 개요: - 밀폐형 표층수(연못) 이용 지열 열펌프 시스템 - 총 길이 9000 ft의 파이프를 지중 열교환기로 사용. - 2대의 6 RT 열펌프 유닛 사용.
	·Blue River Resort, 휴양시설 ·소재지: British Columbia ·건물 개요: 39600 ft², 객실과 부대 편의 시설로 구성. ·시스템 개요: - 밀폐형 수직 지중열 이용 지열 열펌프 시스템 - 23대의 열펌프 유닛 설치 (총 103 RT) - 34개의 보어홀을 각각 200 ft 깊이로 설치

3. 학교 사례(school building cases)



- Neff Elementary School
- 소재지: Lancaster, 펜실베이니아주
- 건물 개요: 총면적 148,530 ft²의 2층 건물.
- 시스템 개요:
 - 140개의 보어홀을 각각 288 ft 깊이로 설치
 - 350 RT 냉방용량
- 총 설치 금액: \$2,033,268



- Onamia Elementary School
- 소재지: Onamia, 미네소타주
- 건물 개요: 78,000 ft²
- 시스템 개요:
 - 수직 밀폐형 시스템
 - 총 193 RT 용량 (53개의 열펌프 유닛)
 - 50개의 보어홀을 각각 560 ft 깊이로 설치
 - 지중 열교환기 내 열교환 유체의 유량: 400 gpm

4. 공공기관 사례(government facilities)



- Northwest Louisiana Juvenile Detention Center
- 소재지: Coushatta, 루지애나주
- 건물 개요: 총 면적 14,993 ft²
- 시스템 개요:
 - 수직 밀폐형 지열 열펌프 시스템
 - 총 34 RT의 냉방용량.
 - 44개의 보어홀을 각각 250 ft 깊이로 설치.



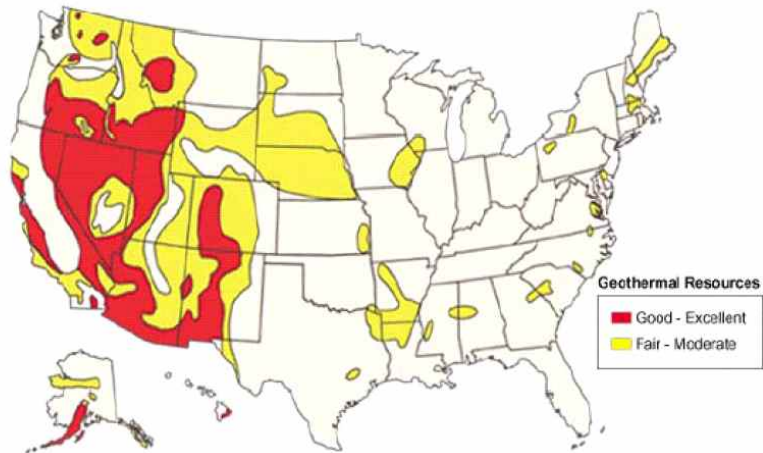
- Clark County PUD Headquarters
- 소재지: Vancouver, 워싱턴주
- 건물 개요: 32,000 ft² 면적의 건물을 리모델링 하면서 2,300 ft² 면적의 회의실에 지열 열펌프 시스템 적용.
- 시스템 개요:
 - 개방형 지하수 이용 시스템 (open-loop water well)
- 총 설치비: 11,600\$

<표 2-12> 미국의 주별 설치 용량 현황 (2006)

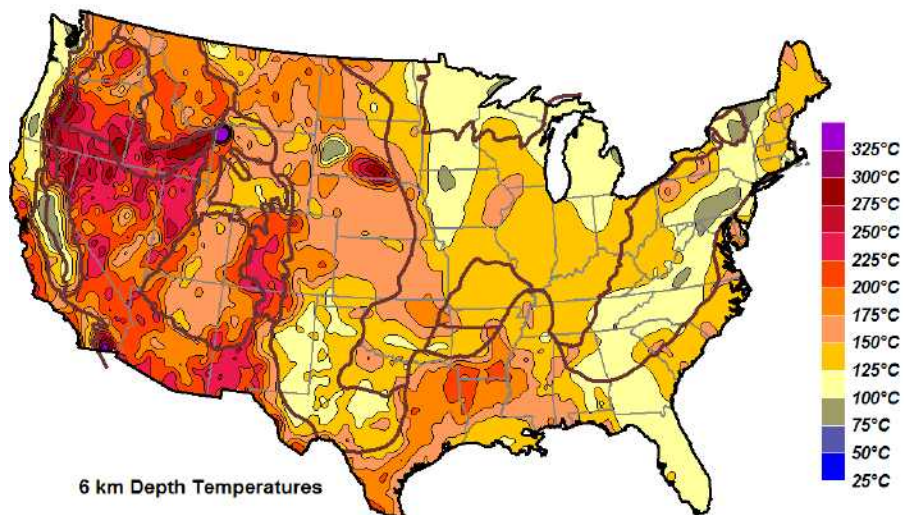
Alaska	California	Hawaii	Nevada	Utah
400 kW	2,492 MW	35 MW	276 MW	26 MW

※ 출처: Geothermal Energy Association

- 미국의 경우, 1990년대까지는 관공서나 군부대, 학교 등 공공기관에 주로 설치 되었으며, 1999년도를 기준으로 약 35만 대의 지열 열펌프가 설치된 것으로 추정됨. 미국 내 전체 지열 열펌프 시스템 중, 수직형이 46%, 수평형은 38% 그리고 15%가 개방형 방식인 것으로 조사되었음



<그림 2-17> 미국 내 지하 열자원 분포 특성



<그림 2-18> 미국 내 지하 6km 심도에서의 온도 분포

- 캐나다의 경우는 기후 특성상 주로 건물난방에 지열 열펌프 시스템을 활용하고 있음. 미국과 인접해 있다는 지리적 특성 상, 캐나다의 지열 열펌프 관련 기술은 거의 미국과 동일한 수준을 보이고 있음
- 캐나다는 몬트리올 엑스포에 사용하였던 건물을 보수하여 박물관으로 활용하고 있으며, 이 건물에 지열 열펌프를 설치하여 운전한 결과 약 21%의 에너지 절감 효과를 보았다는 보고가 있음. 캐나다에서 지열 열펌프 시스템은 주로 마니토바와 온타리오 주에 설치되고 있음
- 캐나다의 지열 열펌프 시장은 2000년대부터 10 ~ 15% 비율로 증가한 것으로 조사되었음. 지열 열펌프 시스템은 약 36,000대(435MWe)가 설치되었으며, 이를 통해 2004년까지 매년 약 600백만 kWh(2,160 TJ/년)의 에너지 절감과 약 20만톤의 온실가스 배출을 줄인 것으로 조사됨
- 환승역사에 대한 인식 변환에 따른 친환경 역사의 수요증대
 - 태양광과 자연환기 기법등 다양한 친환경 요소의 접목을 통해 냉난방 에너지를 최소화할 수 있는 방법을 적용하고 있음
 - 쾌적성의 주요 요소는 공기질과 온열환경외에도 시각이나 청각적 요소가 영향을 줄 수 있음
- 방진시스템 관련 선진기술을 확보한 일본, 영국에 대한 연도별 시장규모를 나타냄. 해외 선진국의 경우 국내시장 규모대비 약 7배 정도 규모로 그 수요가 점차 증가함.
- 주요국가의 시장규모

(단위 : 억원)

구 분		연도별 시장 규모									
		2006년		2007년		2008년		2009년		2010년	
		수요	소계	수요	소계	수요	소계	수요	소계	수요	소계
방진시스템	일본	400	400	450	450	500	500	550	550	600	600
	영국	400	400	400	400	450	450	500	500	600	600

- 선진국의 친환경적 환경에 대한 수준이 높아지고 있고, 아시아를 포함한 개발도상국에서의 철도 건설시장 규모의 지속적인 확대로 방진시스템의 세계시장 규모는 점차 확대될 것으로 전망됨

- 전 세계적인 예측 시장규모

(단위: 억원)

분야	예측시장 규모		
	5년	10년	15년
방진시스템 개발	4,000	6,000	10,000

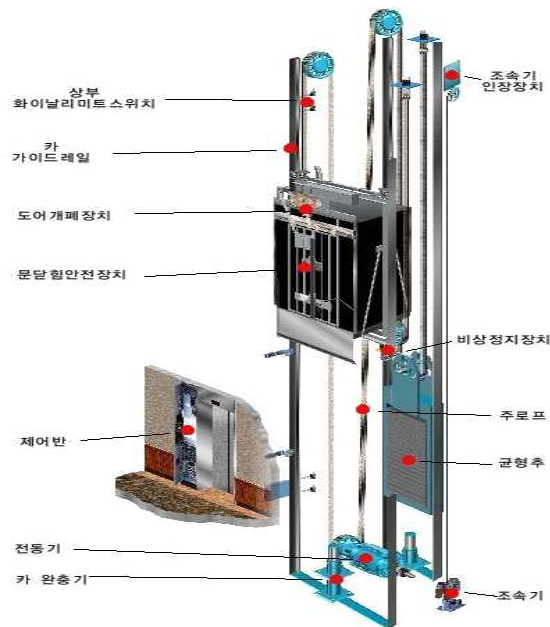
제3절 기술동향 분석

1. 관련 기술개발 동향

가. 도시철도 역사 이용객의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발

○ M.R.L System

- 개요 및 기술특성
 - 기존 일반형 엘리베이터에서 필수적인 별도의 기계실이 필요없이 승강로 내에서 구동, 제어, 탑승, 안전시스템이 일체의 모듈로 이루어지므로 기계실 공간확보와 부대공사비용이 없는 시스템
- 운행속도 : 45 ~ 60m/min
- 적용 : 지하철 분당선, 과천선, 국제공항 등



<그림 2-19> 기계실없는 엘리베이터의 구조 (동양엘리베이터)

○ 무빙워크(Moving Walks)

- 개요 및 기술특성

- 수평부분과 경사부분을 유연하게 연결하여 보행이동이 많은 역사내 환승구간에서 원활한 소통을 위한 이동체계.
- 운행속도 : 30m/min
- 경사각 : 0°, 12°
- 적용 : 지하철, 국제공항 등



<그림 2-20> 지하철1호선 종로3가역사에 적용된 사례
(현대엘리베이터)

○ 경사형 엘리베이터

- 개요 및 기술특성
 - 장애인 및 노약자들이 접근하기 어려웠던 역사에 안전한 이동이 가능하도록 설치된 경사형 엘리베이터
- 운행속도 : 30m/min
- 운행거리 : 42m
- 경사각 : 15~75°
- 적용 : 독일 함부르크와 프랑스 파리 등지의 지하철역사 등, 서울 지하철 버티고개역, 산성역, 이화여대역 등



<그림 2-21> 2호선 이화여대역 설치 사례 (금호엘리베이터)

○ 더블데크 시스템

- 개요 및 기술특성
 - 한개의 승강로에 두개의 엘리베이터가 수직으로 연결되어 동시에 운행하는 엘리베이터로 운용형태에 따라 수송능력을 1.8배까지 향상시킬 수 있는 시스템. 한 대의 권상기가 두 대의 승강기를 한꺼번에 움직이게 하는 방식.
- 운행속도 : 600m/min
- 운행거리 : 600m (150층 이상)
- 적용 : 두바이의 부르즈 칼리파(Burj Khalifa), 일본 도쿄의 록폰기힐즈 모리타워 등



<그림 2-22> 더블데크시스템의 구조 및 내부
(현대엘리베이터)

○ 트윈 엘리베이터

- 개요 및 기술특성

- 한 승강로에 두 대의 승강기가 상호 독립적으로 운행되는 엘리베이터로 세 승강로에 최대 5대의 승강기를 설치할 수 있어, 약 30~40%의 수송능력을 확대 할 수 있음.
- 운행속도 : 480m/min
- 운행거리 : 600m (150층 이상)
- 적용 : 독일의 프랑크푸르트 메인 트라이앵글 빌딩, 서울 여의도의 현대캐피탈빌딩 등

○ 트리플 엘리베이터

- 개요 및 기술특성
- 한개의 승강로에 세개의 엘리베이터가 수직으로 연결되어 동시에 운행하는 엘리베이터로 운용형태에 따라 수송능력을 더블테크시스템보다 향상시킬 수 있는 시스템.



<그림 2-23> 트리플 엘리베이터의 구조

○ 선형모터 엘리베이터

- 와이어를 기반으로하는 기존 엘리베이터와는 달리 선형모터와 같은 자체 구동방식을 가진 엘리베이터가 사선이나 평행 또는 건물내부를 자유자재로 운행할 수 있게하는 시스템

○ 선형모터시스템

- 기존 와이어방식과 달리 선이 없기 때문에, 상하, 좌우 등 원하는 방향으로 이동할 수

있는 시스템. 또한, 진동이 적고, 구조적으로 간단해진다는 장점이 있음

○ 일본 도쿄 록폰기힐즈의 슈퍼더블테크 시스템

- 승강기가 2층으로 연결되어있어 승강로 면적을 약 40% 절감하면서도 많은 수송인원을 수용할 수 있다는 장점이 있으나, 층고의 차이에 유동적으로 대응할 뿐, 복층에 대응하는 출입계획을 해야한다는 문제점이 있음. 현재 짝수와 홀수층으로 나뉘어서 운행하고 있으나, 층 변경시 다른 이동수단을 다시 이용해야함. 국내에서는 사용되지 않고 있으며, 안전도 테스트타워 정도에만 설치된 상황임



<그림 2-24> 일본 도쿄 록폰기힐즈 모리타위의 슈퍼더블테크 엘리베이터

○ 독일 메인트라이앵글빌딩의 트윈엘리베이터

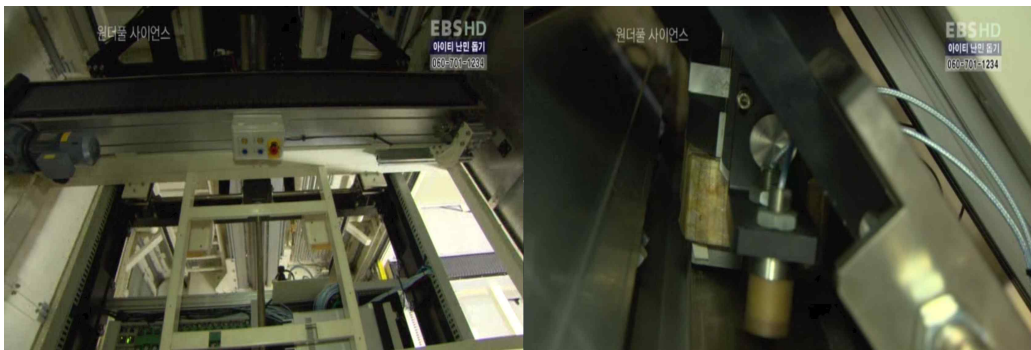
- 두 대의 권상기가 각각의 엘리베이터를 제어하는 방식으로 두 대가 각각 따로 움직이기 때문에 에너지 효율성이 높은 시스템. 승강로 면적을 최소화하면서 효율적인 엘리베이터 운행이 가능. 최소 4개의 승강기가 운행되어야 효율적임. 대기시간의 약 30% 감소 효과. 또한, 기존 건물의 승강기의 Modernization에도 적합한 시스템. 현재 국내 개발진행은 미비한 실정임



<그림 2-25> 독일 프랑크푸르트
메인트라이앵글빌딩의 트윈엘리베이터

○ 자기부상방식 선형모터시스템

- 선형모터시스템과 같이 이동방향이 자유로운 시스템. 자기부상방식으로 레일위를 4mm 정도 띄워서 이동하므로 소음, 진동 등을 획기적으로 감소시킴. 경제적인 이유로 승객용 엘리베이터로 상용화될 가능성은 많지 않은 상태



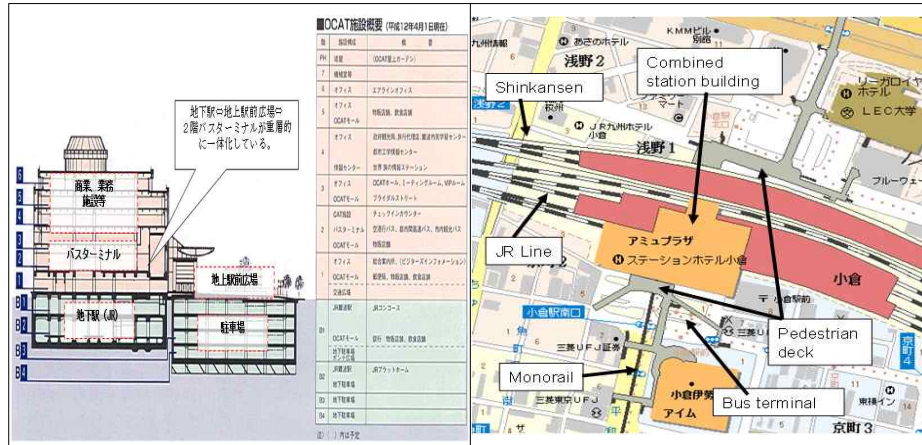
<그림 2-26> 자기부상방식 선형이송시스템

○ 일본 도쿄 록폰기힐즈의 슈퍼더블데크 시스템



<일본 도쿄 록폰기힐즈 모리타워의 슈퍼더블데크 엘리베이터>

○ 일본의 경우 대중교통 수단별 환승이 가능한 환승역으로 리모델링



○ 비엔나 U2/3 라인 Praterstern subway station 환승역

- 공사기간 : 2001-2005년
- 난방 용량 : 154kW / 냉방 부하 : 92kW

○ 국내 기존 지하철의 환승 배치 유형은 다음과 같이 분류됨

- 직렬형 : 교차하는 2개역이 직렬로 놓여있는 구조로 환승거리가 길어짐
- 평행형 : 2개역이 거의 평행하게 놓인 구조이며 평행하게 놓인 거리가 멀어진 만큼 환승거리가 길어짐
- 교차형 : 직각에 가깝게 교차하는 형태

<표 2-13> 환승유형에 따른 대표역

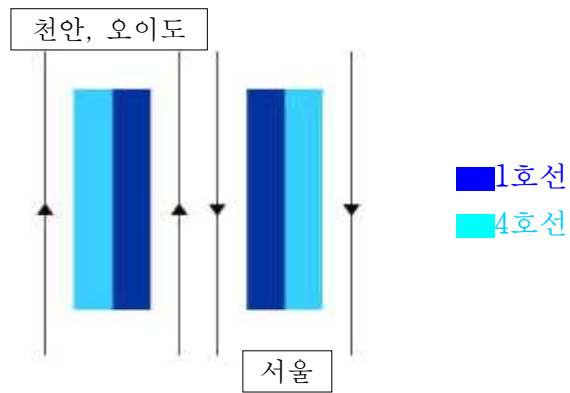
유형별 구분		대표역
직렬형		잠실역(2,8호선), 신길역(1,5호선)
평행형		복정역(8, 분당선), 충정로역(2,5호선)
교차형	+자형	충무로역(3,4호선), 천호역(5,8호선)
	T형	삼각지역(4,6호선), 종로3가(1,3호선)
	L형	노원역(4,7호선), 종로3가(3,5호선)



<그림 2-27> 종로3가역 환승현황

○ 금정역의 평면환승

- 수도권 전철에서 평면환승이 가장 잘 이루어지고 있는 곳으로 금정역은 1 ~ 4호선 상행이 하나의 플랫폼, 1 ~ 4호선 하행이 하나의 플랫폼을 쓰는 방향별 쌍섬식으로 환승을 할 때 계단을 이용할 필요가 없음. 경우에 따라 계단이 필요하지만 노선 경로상 이용 현황은 미비함. 대부분의 승객이 계단 없이도 다른 노선으로 갈아탈 수 있으며, 심지어 두 열차가 플랫폼에 동시에 도착하면, 기다리는 시간조차 필요 없이 열차를 갈아탈 수가 있음



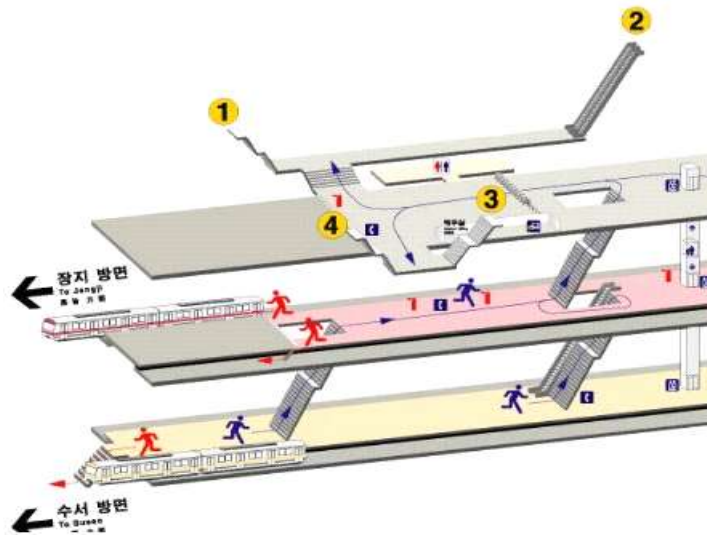
<그림 2-28> 금정역의 평면환승



<그림 2-29> 금정역의 평면환승이 가능한 승강장(서울방면)

○ 북정역의 평행환승

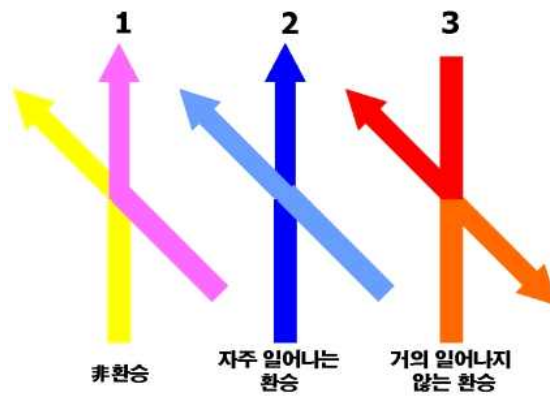
- 동일방향, 다른 노선 운행으로 인해 환승계단의 이용이 요구됨. 아래층 승강장을 분당선이 사용하고 위층 승강장을 8호선이 사용함



<그림 2-30> 북정역 개요도



<그림 2-31> 북정역의 현재 구조



<그림 2-32> 북정역의 환승 유형

- 이럴 경우, 가장 많이 발생하는 환승인 ‘동일 방향 다른 노선’ 환승은 반드시 계단을 이용해야 함. 대신 ‘반대 방향 같은 노선’ 환승은 계단 없이 환승이 됨. 여기서 ‘반대 방향 같은 노선’ 환승이란 전철을 타고 가다가 온 곳으로 돌아가야 하는 경우로 정작 중요한 환승객은 계단을 이용 시 이용이 적은 환승객은 평면환승 되고 있으므로 북정역의 설계

는 문제가 있는 것으로 판단됨

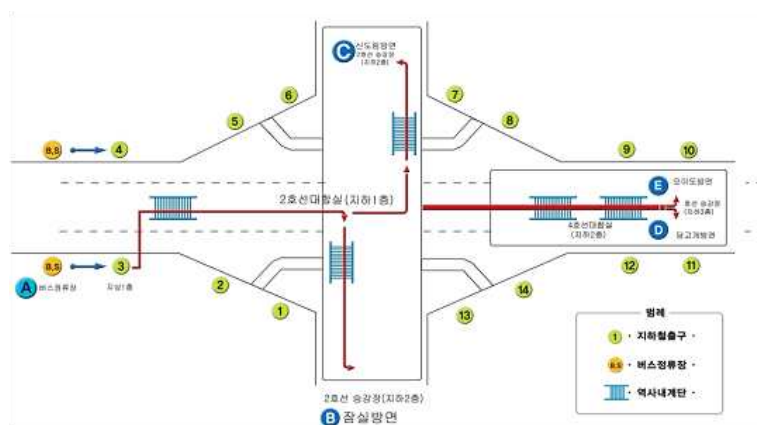


<그림 2-33> 북정역의 개선안

- 따라서 같은 방향끼리 같은 플랫폼을 이용하도록 설계가 되면, 가장 많은 환승객인 ‘같은 방향 다른 노선’ 환승객은 계단을 이용할 필요가 없어짐. 8호선과 분당선의 운영주체가 다른 것도 현안이 될 수 있으며, 8호선은 6량, 분당선은 10량이라 승강장 길이도 맞지 않음

○ 도시철도 지하역사 및 환승역의 연계체계 현황 및 문제점

- 교통연계는 버스, 지하철, 전철, 택시, 자전거, 승용차 등 교통수단 간의 상호 연결 상태 (Connectivity)를 말하며, 교통연계의 주체는 교통수단임.
- 역사의 연계 현황
 - 기존 환승역사의 경우 노선간의 연계성을 고려하지 않고 역 승강장을 설치 함으로써 지하철간 역사 내 환승거리가 길어지는 결과를 초래하고 있으며, 버스-지하철간의 환승거리 또한 과다하게 되는 결과를 초래함



<그림 2-34> 사당역의 교통연계 및 환승시스템

○ 국내 연계환승시설 개선 모형 관련 프로그램 다음과 같음

- P-Sim은 환승센터 설계 및 운영분석을 위한 프로그램으로 설계분석프로그램(Design-PED)과 운영분석프로그램(3D-PED)으로 구성됨
- KHCS(Korea Highway Capacity Software)는 도로용량편람(KHCM)의 설계분석을 수행할 수 있도록 개발한 프로그램임

○ 국내 재난분석 관련 프로그램은 다음과 같음

- 서울시립대학교 피난프로그램 개발
- 한국기계연구원의 연기확산모델(Zone model) 및 전층가압방식의 제연설계프로그램 개발

○ 국외 연계환승시설 개선 모형 관련 프로그램 다음과 같음

- HIGHWAY CAPACITY SOFTWARE(HCS+)는 HCM에 수록되어 있는 신호교차로, 비신호교차로, 도시부 간선도로, 다차로 및 2차로도로, 고속도로, 위빙구간, 램프연결로의 용량을 분석하고 서비스 수준을 분석하는 소프트웨어임
- IHSDM(Iterative Highway Safety Design Model)은 비용 측면에서 효율적인 고속도로 설계 대안을 평가하고 발전시키는 데, 안전을 고려한 통합 설계 프로세스를 개발하는 프로그램임
- VISSIM Pedestrian Simulation은 1995년에 Helbing et al.에 의해 개발된 The Social Force Model을 발전시켜 제작되었으며, 마이크로 시뮬레이터로써 보행자의 개별 행태를 반영하여 간단한 상황에서부터 복잡하고 극단적인 상황까지 시뮬레이션이 가능함
- Simwalk은 기본적으로 버스정류장이나 기차역 등에서 보행자의 이동행태분석, 보행자의 생성점과 소멸점 설정, 보행속도조절, 개별보행자 에이전트의 파라미터 설정기능 등을 지원하고 있는 프로그램임
- Pedroute/PAXPORT은 Gerry Weston at London Underground Limited에서 개발되었으며, 현재는 Halcrow사가 PAXPORT로 개발한 보행 시뮬레이션 프로그램으로써 보행자의 미시적 이동행태를 분석하여 기존의 건물이나 새로운 건물의 디자인을 평가하고 최적화하는 프로그램임
- UAF(The Urban Analytics Framework)은 교통류와 보행교통류가 공존하는 공간에 대한 분석과 평가를 위해 개발되었으며, 교통류와 보행교통류의 상호작용을 분석하는 프로그램임
- SIMPED는 네덜란드에서 개발된 보행자 시뮬레이터이며, 보행자의 이동 및 보행자 간의 상호작용에 의해 발생하는 다양한 행태를 분석하는 프로그램임
- UC-WINROAD은 기본적으로 건축 설계 프로그램이지만, micro simulation player라는 보행자 시뮬레이터 툴이 제공되므로 보행시뮬레이션을 할 수 있는 프로그램임

○ 국외 재난분석 관련 프로그램은 다음과 같음

- EXODUS은 복잡한 구조물 내에서 재난대피 상황이 발생하였을 때 많은 보행자의 움직임을 시뮬레이션하기 위해 설계된 소프트웨어로써 사람과 사람, 사람과 화재, 그리고 사람과 구조물의 상호작용을 고려하여 시뮬레이션하는 프로그램임
- Grid Flow는 재난대피 상황에서 개별 재실자를 격자 네트워크에 재현하고 사전 이동시간 및 이동반응 산정하는 프로그램임
- SIMULEX은 전문 방재분야에서 처음 개발이 시작된 재난대피 프로그램으로서 15,000명 이하의 재실자 탐색을 할 수 있는 프로그램임

○ 기존 침수방지 대책 기술 활용

- 국내 및 외국에서 기존에 개발된 간이침수방지 시설이 있음
- 지하 출입구 방지턱, 환기구 차수문, 방수캡, 누전 및 정전 방지 장치, 방수판 등 기존의 침수방지기술 사례



환기구 차수문 (좌 열린상태, 우 닫힌상태)



방수캡 (영국 환경청)

<그림 2-35> 간이 침수방지시설 개발 사례



<지하철역사의 방수판>



<주차장의 가동식 방수판(전면)>

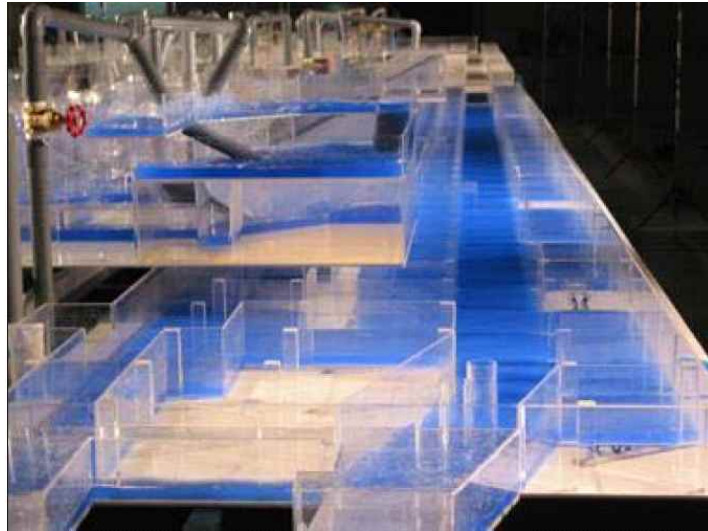


<지하식 주차장의 차수문>

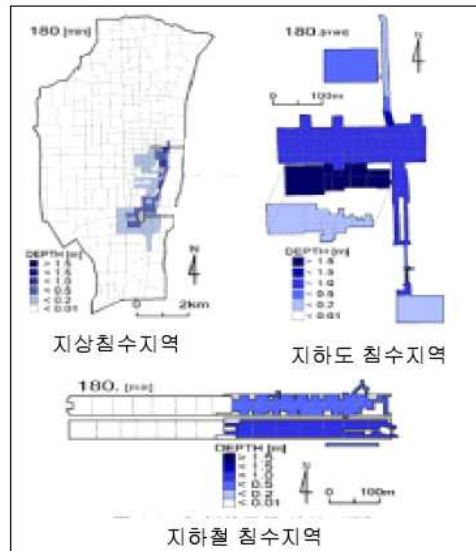
<그림 2-36> 일본의 침수방지시설

○ 침수 위험 지하철 출입구 현황

- 1999년의 후쿠오카 홍수나 2000년의 도쿄 홍수와 같은 대규모 도시형 홍수가 최근 빈번하게 발생하고 있는 일본에서는 지하공간 침수방지대책의 필요성을 인식하고 있으며, 침수방지대책의 기준이 되는 침수예상지도를 작성하기 위하여 지하공간에서의 유입유량의 거동을 예측할 수 있는 수치해석 기법의 연구개발이 활발히 진행되고 있음.



<그림 2-37> 지하철 침수분석 수리모형실험



<그림 2-38> 지하철 침수분석
수리모형실험

(일본 교토대학 방재연구소, 2003)

○ 국내 내진기준 제·개정 동향

- 병원, 위락시설, 학도 및 궤도시설 등의 내진설계 기준의 제정을 추진하여 학도 및 궤도시설 등의 내진기준이 제정됨
- 교육과학기술부의 기본계획에 따라 전국 시도교육청에서 학교시설 내진보강 사업을 진행하고 있음
- 1995년 12월 6일 기존의 「풍수해대책법」을 지진 관련 조항이 포함된 「자연재해대책법」으로 개정하여 건축물 및 도로를 포함한 16개 시설 및 기타 대통령령이 정하는 시설에 대한 내진설계기준 설정을 통한 내진설계를 의무화함
- 2008년 3월 28일에 지진재해대책법을 제정·공포하고, 이 법의 제14조에는 31개 법정시설을 내진설계대상으로 설정하여 내진설계를 시행할 것을 규정함과 동시에, 제15조에는

동법 제14조에 따른 31개 내진설계 대상 시설물 중 관련 법령이 제정되기 전에 설치된 공공시설물이나 관계 법령의 제정 이후 내진설계기준이 강화된 공공시설물(이하 “기존시설물”이라 한다)의 내진 향상을 위하여 5년마다 기존시설물 내진보강기본계획을 수립하여 내진보강을 추진하도록 명문화함

- 국내 철도 인프라에 대해서는 내진설계가 도입 되었으나(일반철도 1999년, 고속철도 1991년, 도시철도 2005년) 그 이전에 설계된 내진설계 미반영 인프라의 내진보강을 위한 종합적 표준 지침이 없는 실정임

○ 설비(건축, 전기, 소방시설) 및 비구조 내진설계기준 제정 추세

- 국내에서 건축설비, 전기 및 전력설비, 소방시설 및 배관 등 비구조 요소에 대한 내진설계기준 또는 설계지침서 개발에 대한 연구는 일부 수행되었으나, 설비에 대한 내진설계기준이 제시된 사례는 없음

○ “건축설비 내진설계기준 사례조사 연구(2001)/설비 엔지니어링 협의회”

- 국내관련기준 조사 및 정리
- 해외 관련 기준 자료수집 및 정리
- 해외 관련설계 및 시공지침 자료수집 및 정리
- 당면과제 및 향후 연구의 방향 제시

○ “지진재해대책법 (제정 2008.03.28 법률 제9001호)”

- 주요 시설물에 대한 지진가속도 계측이 의무화
- 국내 주요 11개 종류의 시설물에 대한 지진가속도 계측 및 지진응답 계측시스템이 의무적으로 설치되었거나 설치될 예정

○ “기존시설물 내진보강 기본계획 수립(2009)/소방방재청“

- ‘09 지진방재대응체계 구축사업관련 시설물에 대한 내진성능 평가 방법
- 내진보강 우선순위 결정을 비롯하여 부처별, 시도별, 시설별 소요예산 등 중장기 보강 대책에 대한 연구

○ 현기술상태의 취약성

- 2000년 이전까지는 “비구조 부재 및 건축설비의 내진설계”에 관한 규정에서 내진설계과정을 자세히 규정치 않고 조치사항만을 명기함으로써 해당분야 전문가의 판단에 의해 안정성을 확보토록 함
- 그러나, 건축설비 항목별 내진기준이 없는 상태이고, 구체적인 건축설비 내진설계 및 시공지침이

마련되어 있지 않아 실제 활용에 어려움이 있다.

- 정부차원에서의 도시철도 역사 비구조재에 대한 내진설계기준, 성능평가 및 내진보강에 대한 규정을 마련하는 일이 무엇보다 시급히 선결되어야 함
- 실무에서의 활용을 위해서는 구체적인 “도시철도 역사 비구조재 내진설계기준 및 내진보강 시공 지침” 마련을 위한 작업이 시급히 이루어져야 함

○ 외국의 비구조 내진설계기준 현황

- 전력/통신/신호시스템의 내진보강 기술은 미비되어 있으며, 이에 주요 시설물 내의 파이프라인에 관한 내진설계 및 보강기준 개발이 진행되고 있음
- 미국의 FEMA(Federal Emergency Management Agency)에서는 건축물 내의 전기설비 내진설계 및 시공 관련하여 각 설비별 내진 시공방법, 내진 제품 사양 및 설명을 제시
- 일본의 전기설비공사 감리지침에서는 건물 내 전기설비 설계요령 및 내진 관련 시공 요점을 제시하였으며, 건축전기설비 내진설계·시공 매뉴얼에서는 전기설비 설계 계수 및 시공 방법 등 구체적으로 제시

○ 미국의 건축설비 내진설계 현황

- 2000년 이전 미국에서는 ICBO(International Conference of Building Administrators)의 UBC(Uniform Building Code), BOCA의 NBC(National Building Code), 그리고 SBCCI의 SBC(Standard Building Code) 등 3가지의 규정이 적용되어 왔음. 미국 서부지역에서는 UBC가 널리 사용되어 왔으며, 다른 지역에서는 NBC와 SBC를 주로 활용해 왔음. 이들의 건축규정에서 각각 건축구조물과 비구조 부재 및 설비의 내진규정이 언급되었으나, 2000년도에 ICC(International Code Council)가 이 3가지 규정을 통합하여 미국의 국가건축규정인 IBC(International Building Code)를 출간하였음. 2000년도에 발간된 IBC에서는 1989년 Loma Prieta 지진과 1994년 Northridge 지진을 통해서 얻어진 경험과 자료를 반영함
- IBC에서는 기계와 전기시스템, 부품이나 구성요소를 위한 부착장치와 설비의 지지장치에 대한 구체적인 내진설계지침과 내진을 위한 특수한 검사 및 구조적인 검사방법에 대하여 제시함
- 내진설계 지침은 보일러, 압력용기 등의 일반기계, 배관시스템, HVAC 시스템, 전기시스템, 조명기구, 엘리베이터의 설계요구사항 등에 이르기까지 설계하중을 비롯한 구체적인 설계지침이 명시됨

- 내진을 위한 특수한 검사에서 건축기계 및 전기설비관련 사항은 지진 설계 범주로 내장된 각각의 구조그룹별로 기술되어 있음. 즉, 비상용 전력시스템이나 예비용 전기설비의 앵커페결 동안에 주기적인 특별한 검사, 다른 전기설비의 앵커 체결동안에 주기적인 특별한 검사 그리고, 인화성, 연소성, 혹은 맹독성 물질과 관련 기계유닛을 위한 배관시스템을 설치하는 동안에 주기적인 검사, 유독한 물질을 포함한 공조 덕트의 설치작업 중 정기적인 특별한 검사에 대한 사항들이 기술 됨

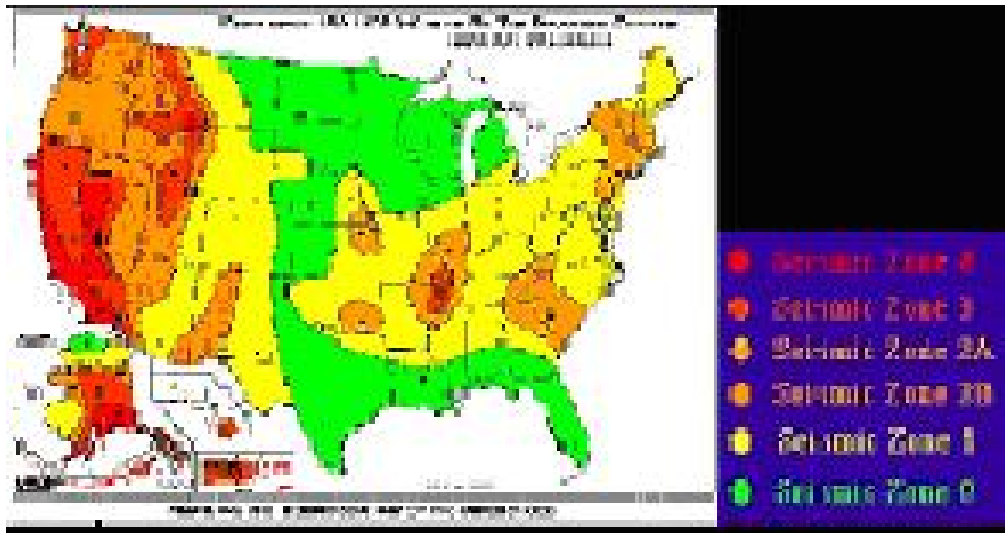
○ 미국 NFPA 13 Standard for the installation of sprinkler systems

- 미국에서의 방화안전기준은 민간기준이며, 이러한 민간기준을 참고로 하여 적용하는 것이 일반적이다. 소화설비에 대해서는 비영리민간단체인 미국방화협회(NFPA : National Fire Protection Association)이 각종 소화설비의 설치기준을 제정하고 있고 그 중 스프링클러 배관의 내진조치에 대해서는 NFPA 13, 스프링클러 설비의 설치기준에 상세히 규정되어 있다.
- 캘리포니아 주와 로스앤젤레스 시에서는 NFPA 13을 준용한 UBC(Uniform Building Code : 모델코드라 불리는 미국의 민간건축기준의 하나로서, 지진대의 미국서부지역에서 많이 채용되고 있다)를 기준으로 채용하고 있다. 게다가 일부 군 과 시에서는 이 UBC 등의 민간기준과 함께 독자적인 기준을 별도로 설정하고 있음
- 캘리포니아 주의 경우 California Administration Code(CAC) Title 24라는 규약 이 있으며 이 중에 소화설비의 내진성에 대한 규정이 있다. 단 이 규약의 규제를 받는 것은 학교, 병원, 공공 시설 등에 한정된다.
- 미국 대기업의 공장과 시설은 HPR(Highly Protected Risk : 고도방재건물)이라 불리며 스프링클러 설치가 하나의 조건으로 제시되어 있지만 이는 FA(Factory Mutual System)이나 IRI(Industrial Risk Insurers)라고 하는 보험회사에 의한 독자적인 방재기준을 채용하고 있는 경우를 많이 볼 수 있다.

○ 미국의 통신설비 내진설계 현황

- Telcordia GR-63-CORE에서는 내진성능을 위한 진동대 실험 시 응답스펙트럼 및 시간이력을 합성하여 실험하도록 규정함. Telcordia GR-63-CORE는 표준규격으로 채택되어 ANSI TL329로도 적용하고 있으며, 지진의 예상 규모에 따라 지역을 아래 그림과 같이 0부터 4까지 5단계로 구분하여 요구응답스펙트럼(Required Response Spectrum,RRS)을 적용함. 즉 미국의 경우 서부 캘리포니아 주 일대를 Zone 4로 가장 강한 지역으로 구분하여 가장 위험한 지진 구역으로 정의함. 이는 UBC(Uniform Building Code)에서 구분하는 것과 같으며, 이를 이용하면 미국 이외의 다른 지역에 대한 지역 구분도 가능하므로 이 규격을 전 세계 각 지역에 적용할 수 있음. Telcordia GR-63-CORE에서는 지진 위험 구역에 따라 다음 그림과 같이 Zone 1&2, Zone3, Zone4에 각각 다른 응답스펙트럼

을 요구함



<그림 2-39> 미국 UBC 코드

○ 일본의 건축설비 내진설계 현황

- 일본에서는 1981년 6월 1일부터 시행되고 있는 현행 건축기준법 시행령(신 내진설계법)의 경우 “옥상에서 돌출한 수조 등(건축기준법 시행령, 이하 ”령“이라 한다) 제 39조의 2”, “배관설비 (령 제129조 2의 2 제1항 제8호)” 등의 건축설비에 관한 내진규정이 제정되어 있음. 이들 내진규정에 맞추어 1982년에 건축설비내진설계 시공지침이 발간되고, 1984년에 그 일부가 개정되어 사용되고 있음
- 1995년에 발생한 호고현 남부지진은 한신, 아와지 대지진 재해를 일으켜 건축설비에도 많은 피해를 초래함
- 배관 등에 대해서는 내진지지부재 선정이 배관중량에 따라 쉽게 행해질 수 있도록 고려됨

○ 일본의 통신설비 내진설계 현황

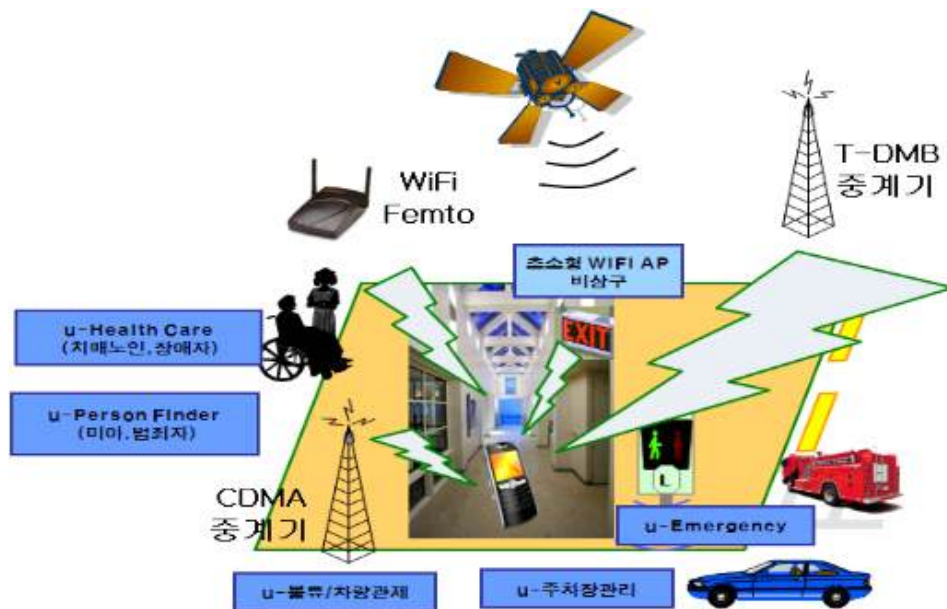
- 일본의 NTT 도코모에서는 통신시설의 여러 설비에 대하여 진동대 실험을 실시하여 성능이 입증된 제품을 사용하도록 되어 있음

○ 국외의 지진격리 관련 기술

- 국외의 지진격리 설계기술은 내진설계기술과 함께 발달되어 있으며, 국내와 마찬가지로 지진격리받침 또는 장치를 이용해서 설계를 수행하고 있음
- 지진격리받침 또는 장치의 개발기술 및 원천기술은 국내에 비해서 우수하여 다양한 형

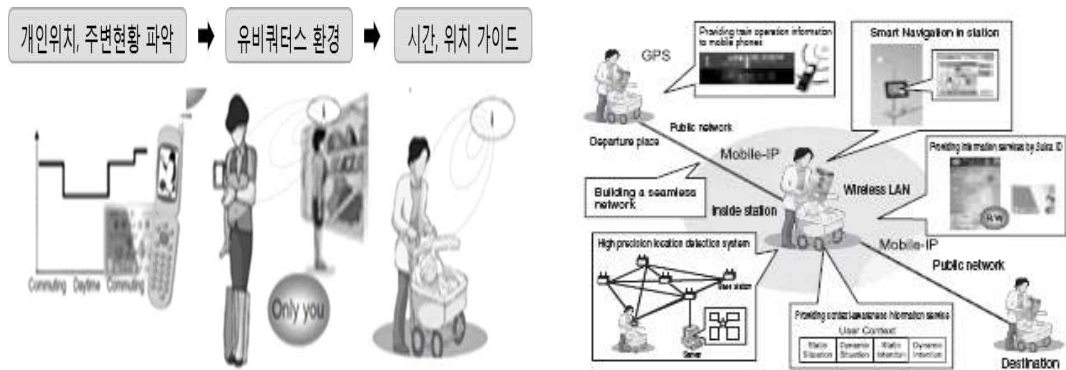
태의 지진격리받침 및 장치가 개발되고 있으며, 특히 1994년 Northridge 지진 이후에 지진격리시스템에 요구되고 있는 복원력을 갖춘 지진격리장치에 대한 개발이 꾸준히 수행되어 상당한 성과를 도출하고 있는 것으로 파악되며, 이 분야에서 국내의 기술수준에 비해 월등하다고 판단됨

- 국내에서는 다양한 무선 통신망을 이용하여 위치정보 서비스를 제공하기 위한 측위인프라 관련 연구가 진행중임



<그림 2-40> 다양한 활용가능성의 위치정보 시스템

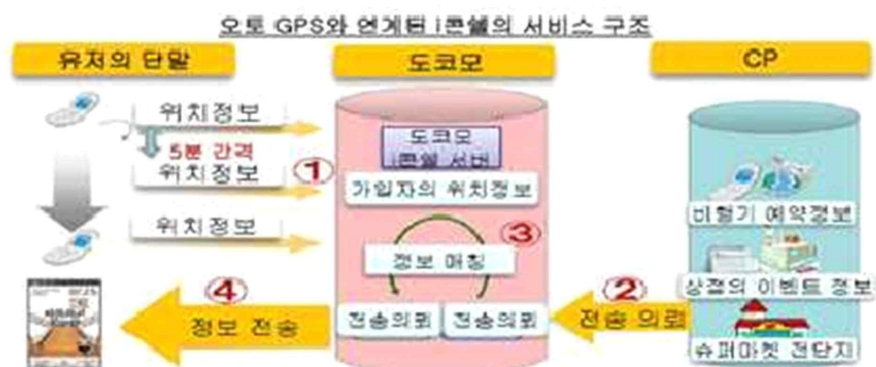
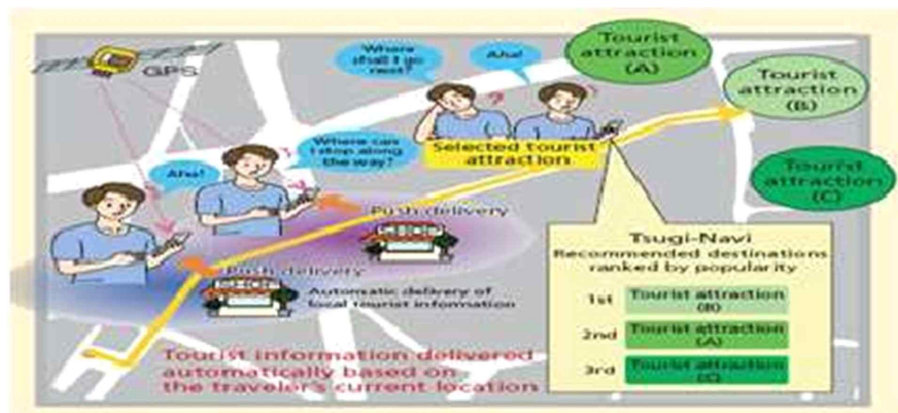
- 일본 JR에서는 철도역사 중심의 집에서 목표지점까지 시간과 위치 안내 가능한 Smart Station 시스템을 개발 중임



<그림 2-41> 일본 JR의 스마트역사 시스템

○ 일본의 NTT DoCoMo의 행동분석서비스, i-Concier

- 위치기반의 행동 추적 및 패턴 수집
- 사용자의 행동 패턴을 분석/예측한 후 SNS등을 이용하여 여행 가이드 및 성향예측 광고 서비스 등에 활용

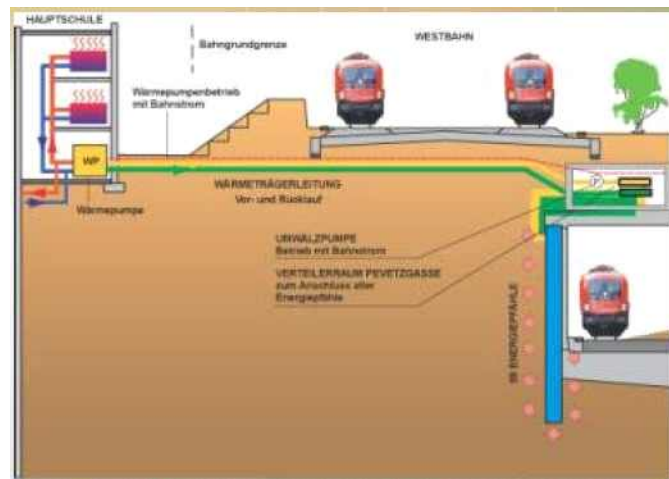


<그림 2-42> NTT DoCoMo사의 i-Concier

나. 도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발

○ 오스트리아 Lainz Subway Tunnel

- 위치 : 오스트리아 비엔나
- 공사기간 : 2001 - 2005년
- 난방 용량 : 100kW
- 연간 난방에너지 활용 : 144MWh



<그림 2-43> 오스트리아 Lainz Subway Tunnel 지열 시스템

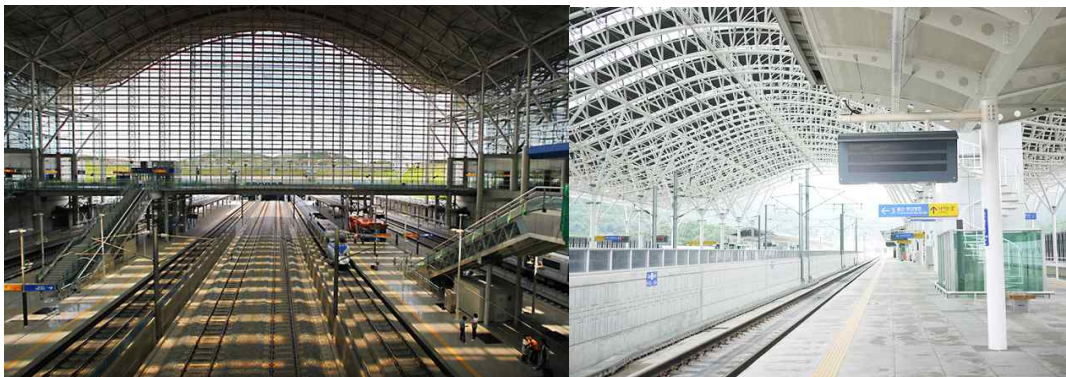
○ 오스트리아 Praterstern Subway Station

- 위치 : 오스트리아 비엔나 U2/3 라인 환승역 Praterstern 역에 적용
- 공사기간 : 2001 - 2005년
- 난방 부하 : 154kW
- 냉방 부하 : 92kW

○ 선진 도시철도의 경우, 설계 및 건설단계에서부터 도시철도 역사의 환배기 시스템 및 대

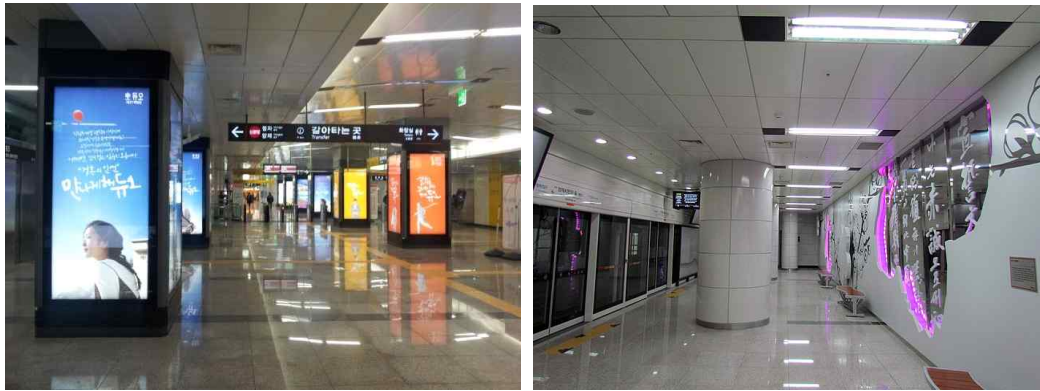
피 구난 시설들이 유기적으로 결합된 기능적인 공간 설계를 하고 있음. 특히 최근 건설된 일본 시부야(Shibuya) 역사의 경우 지하공간에 열차풍을 활용한 자연환기를 수행함으로써, 이용객의 쾌적성을 증대시키고 냉방에너지 비용을 절감시키고 있음

- 신규역사 건설단계에서 역사 쾌적성을 결정하는 다양한 온열환경 예측 및 모사연구를 수행하며, 운영단계에서는 실제 이용객의 설문조사 등을 통해 쾌적성지수를 산정하고, 이에 따른 냉방에너지 관리를 수행함
- 최근 구축된 지상역사의 경우 자연채광을 도입하고 있으나 이용객의 온열쾌적성을 고려한 종합적인 쾌적성 증대방안은 없는 실정임
 - KTX광명역, 신경주역, 부산역등 지상역사의 자연채광 도입
 - 역사 전체에 냉난방을 하지 않기 때문에 이용객의 온열환경만족도는 낮은 수준임



<그림 2-44> 자연채광을 도입하고 있는 KTX 지상역사

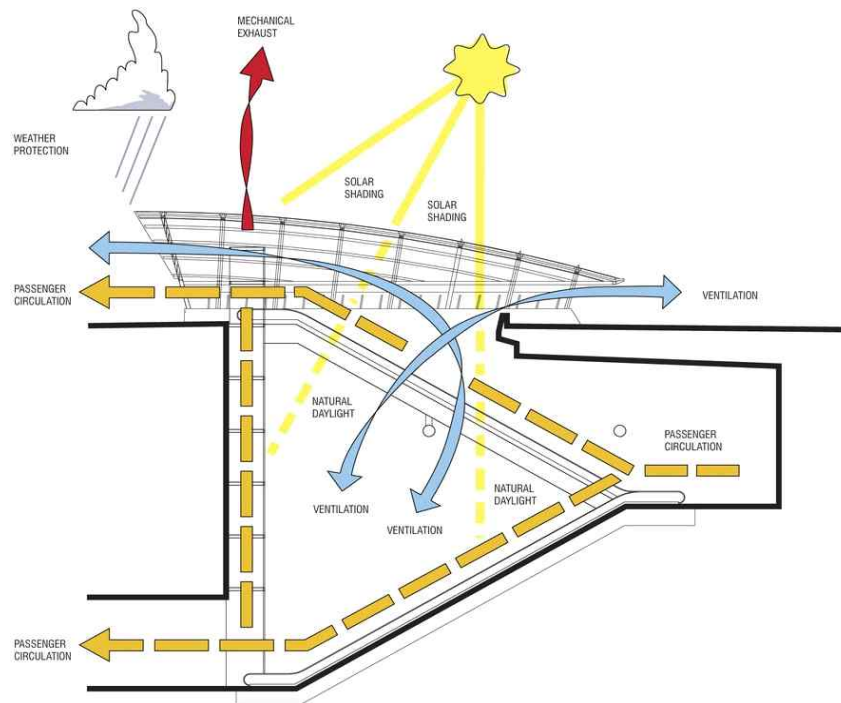
- 최근 구축된 신분당선의 경우 이용객의 만족도를 높이기 위한 다양한 조형물을 도입하였으나, 공조방식은 기존과 동일한 방식을 적용하여 공기질 유지를 위한 냉방에너지 및 공조설비 유지보수 비용문제를 해결하지 못함
 - 이용객 쾌적성 증대의 측면보다는 광고효과의 증대를 위한 관점에서 역사가 디자인되어 있음

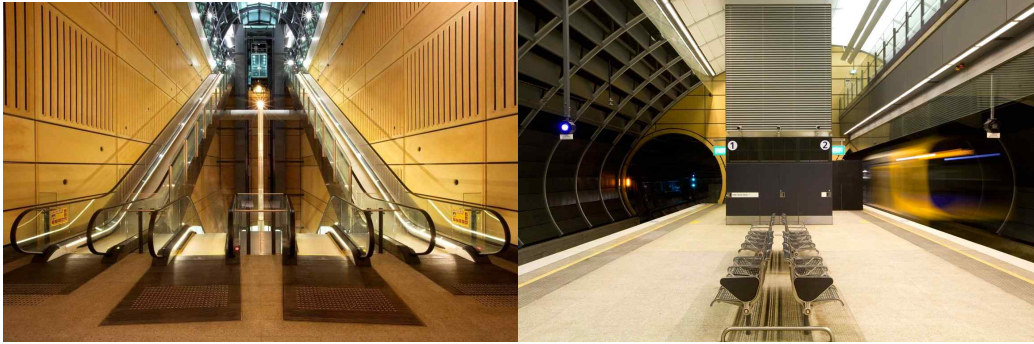


<그림 2-45> 신분당선 강남역의 대합실과 승강장

○ 호주 시드니 Epping-Chatswood 환승역사

- 시드니 메트로볼리탄 레일네트워크로 구축된 환승역사로 자연채광과 기계환기를 효과적으로 적용하여 친환경적이며 에너지 소비최소화 가능한 역사임

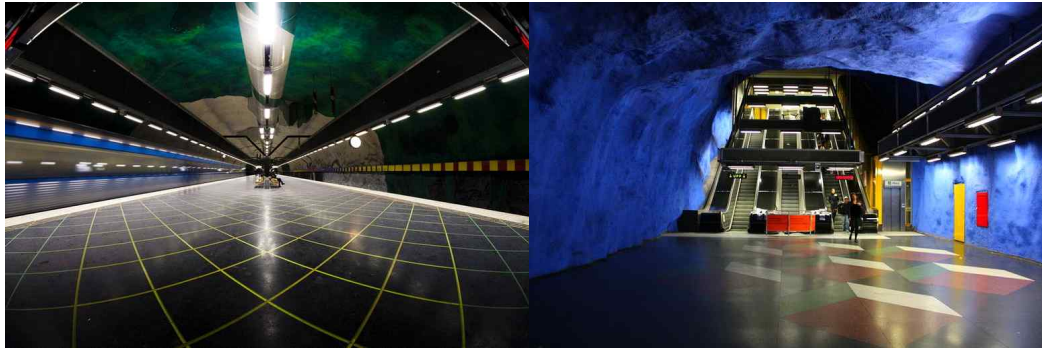




<그림 2-46> 호주 시드니의 Epping-Chatswood 환승역사

○ 스웨덴 스톡홀름의 지하철 역사의 조형물 설치

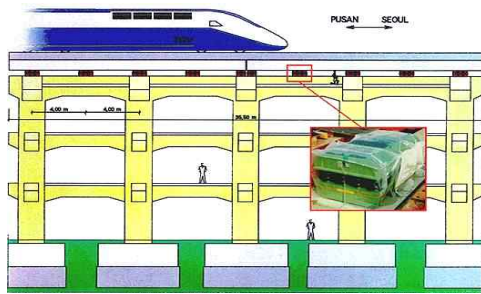
- 이용객의 쾌적성 증대 효과와 이용객 만족 증대효과



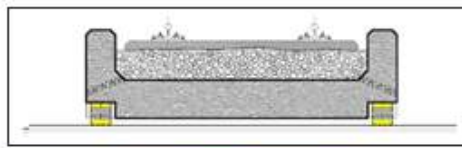
<그림 2-47> 덴마크 스톡홀름 지하철 역사의 조형물 모습

○ 국내 방진시스템 개발 현황

- 최근 철로 아래 역무시설 등이 놓여진 선하역사 증가로 전동저감에 대한 요구가 증대됨으로써 향후 방진시스템의 시장이 커질것으로 판단됨. 외국의 시장점유율 확대와 국내 기술 및 제품에 대한 신뢰성 저하에 대하여 시급히 기술개발이 필요함.
- 방진시스템의 기술부재로 해외기술과 제품을 수입하여 선하역사 및 연변진동이 우려되는 지역에 부설
- 국내에 시공된 방진시스템은 크게 스프링형과 패드형으로 분류할 수 있음
- 방진효율성이 뛰어난 스프링형의 경우 해외 기술, 제품으로만 천안-아산역사, 부천역사에 시공되었으나 고가의 비용으로 인하여 실적 건수는 미미함.



<천안-아산역의 방진시스템>

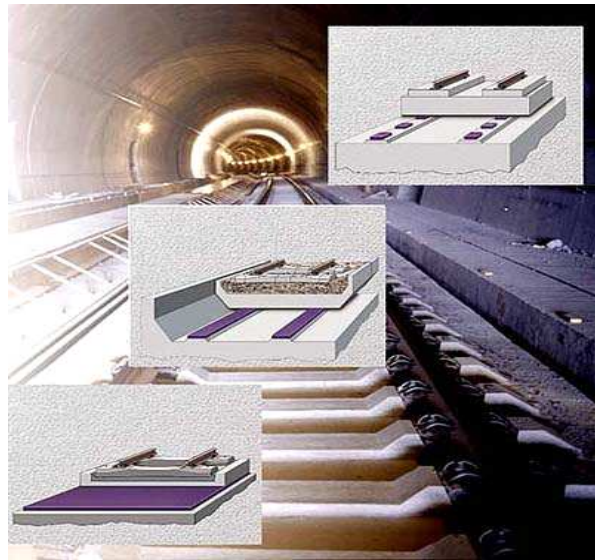
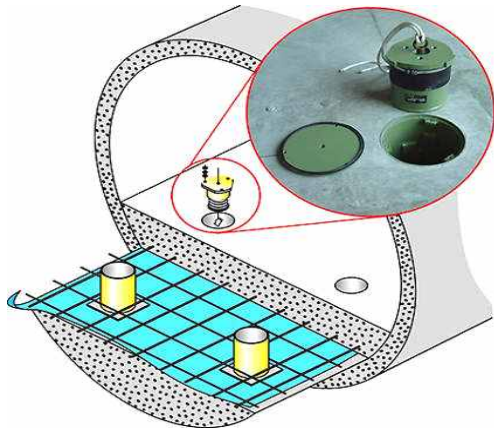


<부천 역사의 방진시스템>

<그림 2-48> 국내에 시공된 방진 시스템

○ 국외 방진시스템 현황

- 국외 프랑스의 Precast Slab System, 독일의 Mass Spring System, 일본의 Floating Ladder System등의 방진시스템이 개발되어 있으나 신축 궤도에 적용가능하며 기존 역사 구조물에 적용가능한 방진시스템 기술은 전무함.



<GERB 스프링 요소의 설치>

<Zublin 시스템 및 탄성패드 적용 유형>

- 궤도 및 역사 부설 후에 진동을 저감시키는 데는 시간과 비용이 많이 소요되고 열차의 운행 특성상 대책이 불가능한 경우도 있어 역사 구조물에 방진시스템을 적용하여 진동문제를 해결하는 것이 효율적임.
- 본 연구에서는 기존 선하역사 구조물에 적용할 수 있는 방진시스템 개발이 필요한 것으로 판단되며, 해외기술 및 제품을 대체 할 수 있는 효율적, 경제적 국산 방진시스템기술이 요구됨

2. 기존 기술(연구)과의 차별성

가. 도시철도 역사 이용객의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발

○ 고속·대규모 이동시스템 개발

- 현재 지상의 건물에서 사용하는 엘리베이터의 기술개발은 승객용으로만 사용되는 것으로, 최고 속도가 1080m/min, 적재용량 24인승 1600Kg까지 운행되는 수직 이동시스템의 개발 기술 수준을 갖추고 있으나, 교통 네트워크와 지상공간을 효율적으로 연결하는 이동시스템을 구축하기 위해서는 지상 건물에 이용되는 수직 이동시스템의 기술기반으로 대심도 보행자 및 피난차량들을 효과적으로 수송할 수 있는 속도 및 적정용량에 준하여 구동 원상기의 기술 개발이 요구됨
- 또한, 수평 및 경사 이동시스템은 대표적으로 에스컬레이터가 사용되고 있으나, 수송능력 및 운행거리에 대한 기계적 제한으로 교통네트워크를 이용하는 지하공간에서의 이동과 지하공간-지상공간간 이동을 안전하고 효율적으로 할 수 있도록하는 이동시스템의 기술 개발이 요구됨
- 특히, 교통연계 및 환승시스템 기술개발 연구과제에서 P-Sim 보행시뮬레이션 기술이 개발된 바 있으나, 본 과제에서는 단일 공간에서 수평적으로 이동하는 보행자의 이동행태를 모사하는 개발이 아닌, 다평면 공간을 동시에 모사할 수 있으며 교통시스템간 연계하는 틀을 개발할 계획임

○ 지하역 및 환승역 구축 기술 현황

- 환승시설을 이용하는 보행자에게 현실적인 서비스수준(LOS)를 제공할 수 있는 기준을 제시하고, 도시교통환승센터 내부 보행이동시설의 설계 표준을 제공한데는 의의가 있으나, 현실적으로 환승통로를 개선하는 데 있어서는 단순히 사당역을 대상으로 개선 모형만을 제작함으로써 한계를 지니고 있음
- 도시철도 표준화2단계 사업에서 기존 지하철 역사의 정거장 및 환승시설의 지침 연구가 수행되었으나, 실제 적용을 위한 설계 모델 및 평가 기술 개발이 필요함
- 기존의 기술은 교통연계 및 환승시스템 기술개발 연구사업(2006-2011년)의 연구결과로 요약할 수 있으나 본 연구결과는 환승 최적화의 실현에 미흡

구 분	연구개발 내용	목표 달성도
환승센터 내부시설 배치기준 개발	도시교통환승센터 분류	100%
	도시교통환승센터 최적입지 선정	
	도시교통환승센터 내부 이동시설 배치기준	
	도시교통환승센터 연계 및 환승 서비스 평가	
환승센터 내부 보행이동시설 설계기준 개발	도시교통 환승센터 내부 보행이동시설 유형분류 및 문헌조사	100%
	내부 보행이동시설 이용실태 조사분석	
	내부 보행이동시설 용량 및 서비스수준 개발	
	내부 보행이동시설 서비스평가 (서울 지하철 2호선 환승역)	
	내부보행이동시설 설계기준 작성	
	사당역 내부 보행이동시설 개선 및 모형제작	
환승센터 내부 환승편의시설 설계기준 개발	도시교통 환승센터 내부 환승편의시설 유형분류 및 문헌조사	100%
	내부 환승편의시설 이용실태 조사분석	
	내부 환승편의시설 용량 및 서비스수준 개발	
	내부 환승편의시설 서비스평가 (서울 지하철 2호선 환승역)	
	내부 환승편의시설 설계기준 작성	
	사당역 내부 환승편의시설 개선 및 모형제작	

○ 환승체계 개선을 위한 설계 기술 및 이동시스템 개발

- 환승통로 개선과 관련하여 본 연구는 실질적으로 현실에 적용할 수 있는 기술을 개발한다는 점에서 기존의 연구와 차별화 됨
- 보다 구체적으로는 경제적으로나 물리적으로 역위치를 변경하기 힘든 환승역에 대하여 환승통로 개선기술을 적용하여 평면환승거리를 단축시킨다는 점에서 기존연구와의 차별성이 있음
- 또한 평면환승거리를 단축시키는 기술 이외에 고속·대량의 보행이동시설(PM: People Mover), 환승 PRT등의 환승시간을 단축시키는 기술을 개발한다는 점도 기존연구와의 차별화되는 사항임
- 지하역사 및 환승역사 최적화를 위한 설계 모델 및 평가 기술 개발을 통해 현장 적용을 위한 설계지침 및 평가기준을 목표로 함

- 환승통로 개선을 위한 개발 예정인 핵심기술은 기존의 무빙워크(Moving Sidewalk) 등 환승통로 역할을 획기적으로 개선할 수 있는 고속 대용량 피플무버(People Mover) 개발을 목표로 함
- 즉, 기존의 시설에 비해 환승시간을 구체적으로 얼마나 단축하는 가를 개발 목표로 설정함
- 신개념 구동제어 기술과 기계 구조 기술 및 고속 대용량 이동시스템의 원활한 통합적 관리운영체계의 기술 개발을 목표로 함
- 개발의 핵심은 대규모 환승객을 신속하게 고속으로 이동하여 환승거리 장애를 극복하여 단절 없는(Seamless) 환승체계를 구축하는 데 근본적인 목적이 있음
- 본 연구의 핵심기술의 목표는 기존 환승역에 핵심기술을 적용할 시 국토해양부에서 제시한 “복합환승센터 설계 및 배치기준 (2010,7)”에서 언급하고 있는 환승서비스(LOS)를 한 단계 이상 업그레이드 하는 것을 목표로 설정하고자 함
- 구체적으로는 환승이 아무리 불편한 역(LOS E 또는 F)이라도 본 핵심기술을 통하여 환승서비스를 최소한 합격 수준인 LOS "D"이상으로 올림과 동시에 기존 LOS를 최소한 한 단계 이상 향상시키는 것임

○ 「지하공간 침수방지를 위한 수방기준」 활용

- 소방방재청 고시 제2008-19호 「지하공간 침수방지를 위한 수방기준」 등 국내의 법 및 제도를 활용하여 도시철도 지하역사 침수 방지를 위한 제도 개선

○ 기존 침수방지 대책 기술 활용

- 국내 및 외국에서 기존에 개발된 침수방지 대책 기술 활용
- 지하 출입구 방지턱, 환기구 차수문, 방수캡, 누진 및 정전 방지 장치, 방수판 등 기존의 침수 저감기술을 적극 활용

○ 능동형 자동차수시스템 개발

- 침수피해가 예상되는 지하역사에 대한 능동형 자동차수시스템 개발
- 다양한 도시철도 역사 입구의 형식을 고려한, 능동형 자동차수시스템 개발
- 도시철도 지하역사 뿐만 아니라, 일반 도로지하차도, 지하 대공간 입구, 주거 및 상업시설의 지하주차장 입구 등에 활용할 수 있는 능동형 자동 침수방지시스템은 독자적인 기

술로 개발해야 함

- 기존 도시철도 내진설계기준, 철도교 설계기준 등 철도와 관련된 기존 연구의 결과물 활용 방안 추진
- 기존 내진성능평가 기준에 대한 연구를 활용하여 역사 비구조재와 구조물 인터페이스가 고려된 내진기술 연구 및 국내 기준에 적합한 내진설계기준 연구
- 본 연구에서 수행하려는 연구내용은 대부분 기존 국내 연구결과가 일부 수행되었으나, 도시철도 역사 비구조재에 대한 내진설계기준, 내진성능평가 지침 및 내진보강 기술에 해당하는 사례는 없는 것이 현실임
- 따라서 대부분의 연구항목은 외국의 내진선진 사례를 파악하여 내진설계기술 및 내진보강기술을 국산화 하거나, 본 연구에서 신규로 개발 필요
- 상황인식정보 표준화 및 역사 표준맵 구축을 포함하는 승객정보 표준화 기술 통해 지하역 및 환승역 이용시 이용객의 정보 신뢰성, 안전성 향상과 편리하고 안전한 지하역 및 환승역 위치 정보 서비스 제공이 요구됨
- 현재 위치기반서비스는 실외의 GPS를 이용한 시스템으로 실내 및 지하에서는 서비스가 완전하게 제공되지 못하고 있음
- 실내 측위 기술은 전 세계적으로 동시에 개발이 진척되고 있는 선진국과의 기술격차가 없는 기술로서 LBS 관련 표준화에 기여함을 목표로 개발.
- 지하역 및 환승역에서 발생할 수 있는 테러 및 범죄에 의한 비상상황에서 상위기관의 정확한 의사결정과 치안담당 유관기관과의 협조체계를 구축, 이용객의 신속한 인명 구조 및 대피를 목표로 함.

나. 도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발

- 인공지능 냉난방 열환경 시스템 설계 및 응용 기술은 선진국의 70% 정도 수준으로 열환경 효율 분석 기술에 대한 보완이 필요함
- 지하역 및 환승역의 에너지 절감 및 관리 산업
 - 기존의 지열을 활용한 에너지 절감 방안은 현재 신규역사에 적용 계획 중이며 업체 주도로 R&D가 많이 진행된 상황임
 - 지하 유출수 활용 냉난방 기술은 폐지하수를 활용하는 기술로 아직 철도시스템에 도입된 기술은 아니며 기존에 R&D로 수행되지 못하였음.
 - 기존의 지열 기술과 같이 천공이 필요 없어 초기투자비가 매우 저렴한 방법으로 본 기술이 상업화 될 경우 지하역사 에너지 절감에 크게 기여할 것으로 예측됨.
- 국내에서 지열관련 산업은 2000년 무렵이며, 열교환기 설치면적 문제로 대부분 수직형 지중열교환기를 시공하고 있으며, 지하역의 지역적 특성을 반영한 지하수의 활용은 미비함
- 서울 도시철도(5~8호선)의 경우, 13만톤/일의 지하수가 발생하고 있지만 이중 하수방류되는 양이 50%가 넘는 7만톤에 달함
- 본 연구에서 개발하고자하는 공기냉각시스템은 현재 개발되어 있지 않으며, 지하터널 및 역사에서 부수적으로 발생하는 지하수의 활용이 가능함. 이를 지하터널의 열부하 제거 및 지하역사의 냉방부하절감에 활용하는 경우 매우 높은 에너지 절감효과를 가져올 수 있음
- 지하역 및 환승역의 에너지 절감 및 관리 산업
 - 지하유출수를 이용한 터널 및 지하역사의 냉난방 시스템의 에너지 절감을 위한 친환경 급기공기 냉각 시스템 요구 성능 분석
 - 지하유출수를 이용한 터널/역사 냉/난방 시스템의 친환경 냉난방 시스템 개발
 - 지하유출수를 이용한 친환경 냉/난방 시스템 효율 평가
- 국가적 온실가스 저감 정책을 시행함에 철도 유관기관에서도 이에 대한 대책을 수립하여야 하며 2015년 철도분야 온실가스 저감량이 확정되면 강제적으로 온실가스 저감을 시행하여야 하는 상황임. 따라서 도시철도 운영 기관에서는 자체적인 온실가스 저감 계획을

세워야하며, 지하유출수를 활용한 에너지 자립 기술은 매우 타당한 기술이라고 판단됨

- 지하유출수의 경우 기존의 지열 시스템처럼 천공이 필요 없으므로 초기투자비가 저렴하고, 신규 역사뿐만 아니라 기존에 운영중인 역사내부에 설치할 수 있는 장점이 있음
- 기존의 지열 기술의 경우 천공에 필요한 부지가 많이 필요하지만 지하유출수의 경우는 적은 공간으로도 가능함.
- 기존 철도시설물의 소음·진동 저감기술은 대부분 궤도측면에서 개발되었으나, 역사 구조물에 측면에서의 연구는 미흡함
- 현존하는 선하역사에 적용된 방진시스템은 역사건설 시 시공이 가능한 형태임. 본 과제에서 제안하는 선하역사 방진시스템 개발기술은 기존 선하역사에도 적용이 가능하여 역사 구조물 진동저감을 위한 방안으로 활용도가 높음
- 기존 선하역사 방진시스템은 해외기술(제품)의 적용으로 유지보수비용의 부담이 가중되고 있기 때문에 국내 기술의 기존 선하역사 방진시스템 설계 및 시공기술 개발로 비용절감 및 국제적인 경쟁력을 강화할 수 있음

제4절 연구개발 인프라 분석

○ 관련 기업 현황

업체명	업체별 능력	분야
비엔텍(주)	터널 열 축적 및 에너지 저감 시스템 설계 기술 확보	철도터널 설계
KEB(주)	지하통로 환기구 차수문 개폐장치 개발	지하시설물
칼리코(주)	시공이음부 차수판 개발	차수 시공
FloodX	조립식 차수판, 지사주차장 게이트, 실링	차수판 제작
(주)청담씨엔에스	건축물 차수, 시공, 차수판 제작	차수 시공
현대HCN	주택침수 차수판 제작	차수판 제작
파라다이스(주)	내진형 수계 및 가스계형 스프링클러 개발	소방시설 제작 및 내진기준
한국유지관리(주)	통신시설물에 대한 내진성능평가 수행	토목설계
(주)포술컨설팅	소방시설에 대한 내진설계기준 및 내진성능실험 수행	엔지니어링
DBR동일	철도자재 생산(궤도방진재, 진동저감용 매트 등)	내진보강
KT	통신시설에 대한 내진성능기준	IT
전파연구원	통신시설에 대한 내진시험방법 고시	IT
(주)면진테크	면진 받침대 제작 및 공급	면진분야
누리텔레콤(주)	스마트미터, 에너지 관리시스템 솔루션 기술 확보	정보통신
SK텔레콤	LBS 기반기술 소유 및 플랫폼 개발 확대	정보통신
KT	자체 내비게이션 서비스 배포	정보통신
LG U+	위치기반 광고서비스	정보통신
삼성SDS	삼각측량 방식의 스마트폰 위치기반서비스	정보통신
LS산전	Fingerprint 방식의 Tag 기반 위치추적 서비스	정보통신
ETRI	Fingerprint방식의 스마트폰 위치기반서비스	정보통신
네이버	거리뷰, 항공뷰 제공	정보통신
구글	구글어스, 구글 맵스를 통한 LBS 플랫폼 제공	정보통신
Ekahau	Fingerprint 방식의 Asset Tracking Manufacturing	정보통신
AeroScout	WiFi Tag 방식의 위치기반 서비스 제공	정보통신
PanGo Networks	독자적인 Location Engine 확보	정보통신
WhereMet	WiFi 기반의 RTLS 기술 솔루션 최초 개발 업체	정보통신
AT&T	스마트 그리드, Fleet Mgt	정보통신
Verizon	공익사업, 컨슈머용 M2M 기술	정보통신
유노빅스	기계용 진동저감 방진장치 제작 및 생산	저진동 궤도
유일엔시스	진동저감용 매트	저진동 궤도

업체명	업체별 능력	분야
평화산업	진동저감용 매트	저진동 궤도
DBR동일	철도자재 생산(궤도방진재, 진동저감용 매트 등)	저진동 궤도
제이티	- (주)제이티는 지능형교통시스템(ITS) 전문기업으로 영상처리기술, 임베디드 기술, 무선통신(WLAN, DSRC, WAVE) 기술 등에 대한 원천 기술을 기반으로 통합 솔루션 제공이 가능한 기술 기반 기업임. - 주요 사업분야로는 영상검지기(VDS, AVI, CCTV 등), 교통신호제어기, 버스정보제공시스템(BIS) 등의 교통 사업 전반에 대한 솔루션을 제공하고 있음.	정보통신
(주)아토 건축사사무 소	인천광역시와 경인선 역세권 개발 기본구상 업무 수행	건축설계 도시계획

○ 관련 연구소 현황

연구기관	인력현황	연구기관 기술 수준	연구 분야
한국철도 기술연구 원	박사급 :169명 석사급 :56명 학사급 :6명	- 공동 연구기관으로써 한국철도기술연구원은 철도 및 대중교통 정책의 수립·시행에 관한 조사, 철도기술 및 대중교통기술의 연구개발 및 육성과 그 성과를 보급함으로써 국가발전에 기여하기 위하여 설립된 정부출연연구기관으로 정부정책을 기저로 하는 다양한 국가연구개발사업을 성공적으로 추진해 왔음 - 한국철도기술연구원은 도시철도표준화연구개발사업, 경량전철시스템기술개발사업, 고속철도기술개발사업, 철도인프라사업 등 다수 국가R&D를 성공적으로 수행함. 국내 도시철도기술을 한단계 업그레이드시킨 도시철도표준화연구개발사업의 연구결과를 바탕으로 도시철도의 국가적 기술기준인 표준규격, 품질인증기준, 성능시험기준, 안전인증기준, 정밀진단기준 등을 제정하여 시스템의 안전성과 신뢰성을 확보하는데 결정적 역할을 함.	철도시스템, 교통·물류
한국교통	박사급	한국교통연구원은 연구활동 평가 및 연구과제 선정관리 등을 통해 연구 과제관리를 자체적으로 실	철도, 도로,

연구기관	인력현황	연구기관 기술 수준	연구 분야
연구원	:76명 석사급 :151명 학사급 :18명 기타 : 10명	시하고 있으며, 연구비 관리, 행정처리 절차 등 연구비 집행, 정산 부분을 투명하게 진행하도록 시스템을 구축하고 있음. 또한 연구비관리 및 행정지원을 위한 전담부서를 편성, 해당 전문 인력을 보유하고 있음. 연구조직에서는 관련분야 10년 이상 경험이 있는 전문가들이 다수 포함되어 있음.	ITS, 교통경제, 도시교통, 물류, 항공, 연계환승, 교통DB 등

○ 관련 대학 현황

대학	인력현황	기술 수준	연구 분야
인하대	교수진1명 박사급 : 3명	터널 에너지 분포 해석 및 예측 기술	열유동 에너지 해석
충북대	교수진1명 박사급 : 3명	침수영향평가	수리수문학
성균관대	교수진1명 박사급 : 3명	비구조요소에 대한 내진성능실험 및 관련기준 제정	구조공학
KAIST	교수진1명 박사급 : 3명	통신시설물에 대한 내진설계기준 관련 연구 수행	지진공학

○ 연구 기자재 인프라

주요시설	기자재	보유기관
CLUSTER	24CPU 병렬 처리 컴퓨터(LINUX)	철도기술연구원
유속 계측기	ND-YAG Laser 및 고속카메라	철도기술연구원
환경실험용 클린룸	미세먼지 측정 및 분석 공기정화장치 효율평가 단면적(600mmX600mm)	철도연
풍동장치	최대풍속 10m/s 에어필터 성능시험	철도연
방출챔버	24m3, 5m3 방출챔버 내장재 유해물질 방출시험	철도연
미세먼지 측정장치	초미세먼지 측정용 SMPS(Grimm사)	철도연

주요시설	기자재	보유기관
	미세먼지측정기(OPS, TSI사)	
	부유세균측정기(UV-APS, TSI사)	
온열패적성 측정기	실내환경종합측정기(IES3000, Sibata)	철도연
유해가스 측정분석기	CO2, HCHO, VOCs 등 휴대용 측정기 GC/MS, LC 등 분석기기	철도연

○ 해외 협력기관 인프라

국가명	해외협력기관	주요활동내용
U.S.A.		The World Bank 2009. 3. 23 MOU 체결 연구인력을 파견하여, 상호 기관과의 활발한 교류를 이어가고 있음 http://www.worldbank.org/
France		OECD 2009. 3. 30 MOU 체결 2012. 3. 6 LOI 체결 연구인력 파견 및 KOTI-OECD Joint Seminar 개최, KOTI-ITF 협력의향서 체결 http://www.oecd.org/home/0,3675,en_2649_201185_1_1_1_1_1,00.html
philippine		Asian Development Bank (ADB) 2010. 3. 19 MOU 체결 http://www.adb.org/default.asp

○ 선진국 대비 국내연구 인프라 수준

인프라 항목	선진국 대비 인프라 수준				
	부족	다소부족	동등	우월	보다우월
전문인력		○			
기자재			○		
산학연		○			
공동연구기반		○			
기술이전 및 거래		○			
국제기술협력기반		○			
업체현황			○		

제5절 종합분석

- 최근 역사규모의 대형화 및 대심도화, 환승거리 및 시간의 증가에 따라 이용객의 불편이 증가하고 있음
- 신설노선의 증가로 기존노선과의 연계환승에 대한 중요성이 증가하고 있으나, 이에 대한 체계적 연구가 미비한 상황임
- 연계환승시설 개선 모형 구축 S/W 개발 국내외 정책 및 시장분석
 - 국제적 기후변화협약에 의한 온실가스 배출량 감축의 필요성이 대두됨에 따라 승용차 수요억제와 대중교통활성화 중심의 교통정책 방향으로 추진되고 있음
 - 또한, 대중교통중심(TOD) 개발 필요성의 증가로 복합환승센터 건설과 기존 환승센터 시설 개선을 위한 정책 사업이 증가 추세임
 - 연계환승시설 개선 모형과 재난분석 프로그램 개발에는 국내 보다는 국외의 시장 상당히 발전되어 있음. 즉, 국내는 대부분 해외의 연구결과를 소개하거나 해외에서 개발된 모델/프로그램을 활용한 응용연구 수준임
- 국토해양부(2010년 7월)에서는 환승역사의 경우 신설역사는 LOS(Level of Service) C등급 이상, 기존시설은 한 등급 이상 상향 요구하고 있으며, 실현을 위한 관련기술 및 지침 필요
- 철도중심의 통합적 대중교통시스템 환승체계 최적화
 - 철도노선의 신설 증가에 따른 기존노선과의 연계 및 환승 최적화 필요
 - 철도, 항공, 버스, 자전거 등 교통 수단 간의 통합적 환승구축 기술 미흡
- 지하역사 경우 대합실에서 승강장까지 수직통로와 환승거리의 장거리 이동, 필요시설의 효율적 배치로 동선여건 향상, 안전구역 기획 등의 건축계획 기술과 이를 원활하게 하기 위한 필수설비의 성능 측면 기술개발이 요구됨
 - 다양하며 복잡한 평면과 공간을 구성하는 대형역사, 대심도 역사의 경우 방향의 제한없이 대규모, 고속의 이동시스템의 개발 적용으로 승객의 편이성 향상이 필요함
 - 고속·대규모 이동시스템의 환승역사 적용은 기존의 평면 및 공간에 대한 설계 개념이 획기적으로 변경되어야 하며, 이를 위한 설계기술 및 지침이 필요함

- 연계환승시설 개선 모형 구축 S/W 기술개발 동향 및 인프라 분석
 - 현재 연계환승시설을 대상으로 평상 시 상황과 화재와 피난 등 재난 시 상황을 동시에 시뮬레이션 하여 평가하고 이 결과를 바탕으로 보행시설물 배치최
- 2005년 서울연구원(구 서울시정개발연구원)에서 국내 최초로 지하공간에 대한 침수위험도 분석을 수행한 이후, 국가 또는 지방자치단체 차원에서 도시철도 지하역사에 대한 침수방지대책이 수립되거나 시행되지 않고 있음
- 2006년 이후 최근까지 도시철도 지하역사에 대한 침수는 지속적으로 발생하고 있고, 최근 10년 동안 600억원 이상의 침수피해가 발생하고 있음
- 최근 돌발적인 국지성 호우로 인하여 지하역사의 침수가 발생하는 것을 고려할 때, 침수 위험도 분석결과에 따라 강우량계 및 지하역사 주변의 수위계와 능동형 침수방지시스템을 연계 운영한 시스템 개발이 필요함
- 도시철도 역사 비구조재에 대한 내진설계기준 및 내진보강을 통하여 인적·재산피해 최소화 및 승객의 안전성을 확보를 위한 기술 개발이 필요함
- 지진시 도시철도 역사의 전력 및 통신설비의 손상과 화재 시 피해저감을 위하여 가장 중요한 수계 파이프라인 등의 라이프라인의 내진성능평가 및 지진시화재 안전도 개선, 효율적 보수 및 보강대책 마련과 관련된 설계 가이드라인 제시가 필요함
- 내진설계 미반영 인프라의 내진성능 확보를 위한 내진보강에 소요되는 막대한 비용을 최소화하고 효율을 높이기 위해서는 시스템 분야별 최신 기술을 고려하여 보강 우선순위를 정하고 최적 내진보강방법을 선택할 수 있는 내진보강 표준 지침 수립이 필요함
- 본 연구에서 수행하려는 연구내용은 대부분 기존 국내 연구결과가 일부 수행되었으나, 도시철도 역사 비구조재에 대한 내진설계기준, 내진성능평가 지침 및 내진보강 기술에 해당하는 사례는 없는 것이 현실임. 따라서 대부분의 연구항목은 외국의 내진선진 사례를 파

악하여 내진설계기술 및 내진보강기술을 국산화 하거나, 본 연구에서 신규로 개발해야 함

- 지하역 및 환승역 측위 인프라 부족 및 상황인식 정보 표준, 다양한 역사 구조에 대한 표준맵 구축 기술의 부재로 인해 이용객의 위치 정보를 인식하지 못함에 따라 위치 정보 기반의 다양한 상황인식 정보를 제공하지 못하고 있음
- 비상시 신속하게 대응하기 위한 방법으로 기존에 설치된 대피시설물의 한계 보완을 위한 위치정보 기반의 상황인식기반 피난 안내 및 지능형/맞춤형 정보제공 기술이 요구되고 있음
- 또한 보행환경 감지 관련 기술은 단순 입출입 카운트 수준으로 출입구, 복도와 같은 좁은 공간에서 설치 감지하는 수준으로 향후 개발된 기술은 역사 내 보행자 안전지원 뿐만 아니라 다양한 목적으로 활용될 가능성이 높은 기술임
- 지하역사 및 복합역사에 설치되어 있는 무선 측위에 활용가능한 장비를 이용하여 실내에서도 위치정보를 제공하여 이용객의 서비스 만족 수준을 높이고, LBS 국내 기술 증진 및 시장 확대 가능
- 실외환경에서 GPS를 이용한 실외측위 기술은 상당 수준에 진입하여 적용되고 있으나, 지하역 및 환승역과 같은 실내환경에서는 위치정보 서비스를 제대로 제공받지 못하고 있음
- 현재까지는 기존의 도시철도에서 화석연료에 의존하여 역사에 에너지를 공급하여 왔지만 차후에는 미래에너지원 확보에 R&D의 초점을 맞추어야 함
- 국내적으로 온실가스 저감 정책을 지속적으로 유지하고 있으며, 한국의 온실가스 감축 의무대상 국가에 포함될 예정이므로 정부에서는 이에 대한 대비책이 필요한 실정임
- 환승지하역사 이용 승객의 관점에서 쾌적성은 이용객의 만족도 증대, 체류시간 증대에 따른 관련 상권활성화 등 직간접적인 경제적 가치에서 중요한 평가항목이나, 기존 지하역사 설계관점에서 고려되지 않은 요소임
- 일반 건축물의 온열쾌적성 조건을 적용하기 위해서는 막대한 에너지 비용이 소요되기 때

문에 지하역사의 특징이 부합하는 공조설비 운영기술이 요구되며, 기존 시스템을 통합하여 종합적으로 관리할 필요가 있음

- 환승지하역사의 쾌적성 관리는 구축역사의 이용을 극대화하며 이용객의 만족을 극대화하면서 에너지 소비는 최소화하는 방향으로 관리되어야 함
- 철도산업에서 신재생에너지를 개발하는 것은 미래 에너지 개발의 당면 과제이며 국가 R&D를 통하여 반드시 수행되어야 하는 과제임.
- 원자력에너지에 대한 대체 에너지원으로 신재생에너지를 에너지원의 대안으로 지목하고 있으며 실질적으로 독일의 경우 추후 원자력 발전소를 전부 폐기하고 신재생에너지를 개발하는 것을 발표하였음. 2011년도 초 동일본 대지진으로 인하여 원자력 에너지에 의존하는 것이 매우 위험한 것이며, 핵폐기물의 처리비용까지 고려할 때 원자력 에너지가 결코 저렴한 에너지원이 아니라는 것이 명확하여 짐
- 선진 각국의 지열 관련 기술 개발은 교토의정서 발효 후 매우 활발하게 적용되고 있으며, 철도 산업에도 유럽 선진국에서는 지열 에너지 적용이 적극적으로 이루어지고 있음
- 지하유출수를 이용한 기술 개발은 일반 건축물에서는 부분적으로 적용이 되고 있으나, 철도산업에서는 아직 실질적으로 적용이 이루어지지 않고 있음. 지하유출수를 이용한 냉난방 장치 기술 개발의 경우 철도역사에서 에너지 절감 효과도 있지만 국가적 Agenda인 온실가스 저감 정책에 필요한 전략적 기술임
- 건물, 공장, 가정단위의 경우 에너지 관리시스템이 일부 도입되어 에너지 사용 절감뿐만 아니라 피크부하 관리를 통한 에너지 사용비용 저감 및 국가차원의 전력난 해소에 기여하고 있으며, 도시철도에서도 전력 활용성 향상을 위한 통합 에너지 관리시스템의 도입이 필요함.
- 환승지하역사 이용 승객의 관점에서 쾌적성은 이용객의 만족도 증대, 체류시간 증대에 따른 관련 상권활성화 등 직간접적인 경제적 가치에서 중요한 평가항목이나, 기존 지하역사 설계관점에서 고려되지 않은 요소임

- 일반 건축물의 온열쾌적성 조건을 적용하기 위해서는 막대한 에너지 비용이 소요되기 때문에 지하역사의 특징이 부합하는 공조설비 운영기술이 요구되며, 기존 시스템을 통합하여 종합적으로 관리할 필요가 있음
- 유지보수비용 최소화 관점과 폐열에너지 회수차원에서 환승지하역사의 종합적인 공조기술이 요구되며 관리공간 특성과 이용객수에 따른 급배기량 제어기술이 요구됨
- 신설노선의 선하역사를 구축 시, 진동·소음 저감을 위하여 플로팅케도를 도입하고 있으나 기존 역사 구조물에 적용가능한 방진시스템 기술은 전무함. 도시철도분야는 공공성이 강한 분야이므로 정부주도의 기술개발투자가 필요하며, 방진시스템 기술개발을 통한 수입대체 효과 및 해외시장에서 선진국과의 동등 이상의 경쟁력을 갖출 수 있도록 정부 주도의 투자가 필요함.
- 케도 및 역사 부설 후에 진동을 저감시키는 데는 시간과 비용이 많이 소요되고 열차의 운행 특성상 대책이 불가능한 경우도 있어 역사 구조물에 방진시스템을 적용하여 진동문제를 해결하는 것이 효율적임.
- 본 연구에서는 기존 선하역사 구조물에 적용할 수 있는 방진시스템 개발이 필요한 것으로 판단되며, 해외기술 및 제품을 대체 할 수 있는 효율적, 경제적 국산 방진시스템기술이 요구됨
- 도시철도 표준화 1,2단계 사업의 시행으로 차량, 케도, 구조물, 역사, 신호, 전력, 정보통신 등의 분야에 관계 법령 및 기준 정립
- 유럽은 유럽표준화위원회(CEN)에서 지속적으로 기준의 재·개정 시행하고 있으며, 세계표준화기구(ISO)는 상품 및 서비스의 국제적 교환을 촉진하고 지적, 과학적, 기술적, 경제적 활동 분야에서의 협력 증진을 위하여 세계의 표준화 및 관련 활동(표준 및 관련 활동의 세계적인 조화 촉진의 조치, 국제규격을 개발·발간·사용 조치, 정보의 교환 주선, 다른 국제기구와의 협력·교류)을 수행하고 있음 따라서 철도시스템의 다양화 및 기술개발로 인하여 기준의 재정립 및 신설이 필요

제 3 장 연구개발과제 구성 및 추진전략

제1절 비전 및 목표

[비 전]

도시철도 역사이용객의 편의성, 안전성, 친환경성 향상과
유지관리비용 절감 등을 통한 대중교통의 중추적 역할 증대 및
운영효율성 향상

총괄 목표

철도중심의 대중교통 이용편의성, 친환경성, 안전성 향상을 위하여,
지하공간 및 도시철도의 특성과 첨단 융합기술을 접목한 도시철도
역사 이용 효율 향상 기술 개발

중점추진분야

도시철도 역사
이용객의 환승 및
안전성 향상을 위한
인프라 기술 개발

도시철도 역사의 환경
및 에너지관리 향상
기술 개발

도시철도 역사의
운영효율 향상 기반
구축 및 엔지니어링
기술 개발

제2절 기술개발에 따른 미래상

1. 현황 및 미래상

가. 도시철도 역사 이용객의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발

(1) 환승·이동 성능 향상을 위한 이동시스템 개선 및 설계 기술 개발

현재 기술의 수준	개발 후 기술의 수준	
정량적	정량적	정성적 기술
소용량 · 저속 수직 · 수평 이동시스템	- 이동수단 효율성 향상 - 보행자의 편리성, 안전성, 향상 - 환승역의 연계시설 서비스수준을 A~E까지 5단계로 평가 가능 - 역사 내 보행자 사고 감소 - 환승시간 단축	- 역사 및 환승역사의 승객 이동효율 향상 - 이동시스템 시공, 운영, 유지관리 기술 공급 - 환승역의 연계시설에 대한 최저 서비스수준 제시 가능 - 환승역의 환승유형별 연계환승 시설 세부설계지침 제시 - 연계환승시설 개선 대안 평가를 통한 사업우선순위 선정 가능 - 연계환승시설 개선 사업의 경제적 타당성 확보 가능

(2) 홍수, 태풍을 대비한 능동형 지하역사 차·배수시스템 개발

현재 기술의 수준	개발 후 기술의 수준	
단순 차수관 및 차수벽 설치	기존 기술 활용	- 다양한 지하역사 출입구에 활용할 수 있는 차수관 및 차수벽 개발 - 기존 시스템을 활용할 수 있는 곳은 활용
강우량 및 홍수예보 연동시스템 부재	능동형 차수시스템 개발 및 기술 확보	- 강우량계 및 홍수예보와 연동된 시스템 개발로 인한 신속한 차수시스템 가동 - 능동적인 차수시스템 운영으로 사람의 실수로 인한 피해 방지 - 다양한 도시철도 입구에 적합한 차수시스템 개발

(3) 역사의 비구조재 내진설계기준 및 내진보강기법 개발

○ 역사 비구조재 내진설계기준 수립 및 고시지원

현재 기술의 수준	개발 후 기술의 수준	
도시철도 역사 비구조재에 대한 내진설계기준이 없음	국내외 현황조사 및 개선안 정립	- 국내외 도시철도 역사 및 역사 비구조재에 대한 지진대책, 피해사례 조사를 통한 비구조재 내진설계기준 제정 범위 설정으로 비구조재에 대한 내진설계 범위 확정
	내진설계기준(안) 개발	- 도시철도 역사 비구조재의 내진특성 파악 및 개선안 정립 - 철도 역사 비구조재 내진설계기준(안) 개발 - 전문가 자문 및 공청회 실시를 통한 기준(안)에 대한 신뢰성 확보
도시철도 역사 비구조재 내진해석법이 없음	내진해석방법 정립	- 철도 역사 비구조재에 대한 분야별 목표성능수준 정립 - 철도 역사 비구조재와 철도구조물과의 상호작용 연계 - 철도 역사 비구조재와 철도구조물의 상호작용을 고려한 해석기술 개발 및 관련기술 100% 확보
도시철도 역사 비구조재 상세설계지침	상세설계지침 개발	- 철도 역사 비구조재에 대한 내진설계 예제집 작성으로 실무자들에게 실질적인 도움 제공 - 철도 역사 비구조재에 대한 상세설계지침 개발 및

현재 기술의 수준	개발 후 기술의 수준	
이 없음		관련기술 100% 확보

○ 역사 비구조재 내진성능평가지침 수립 및 고시지원

현재 기술의 수준	개발 후 기술의 수준	
국내외 철도역사 비구조재 내진성능평가 기법 정립 필요	국내외 현황조사 및 개선안 정립	- 국내외의 철도역사 비구조재에 대한 내진성능평가 방법 분석 및 정립 - 기존 철도역사 비구조재 내진성능평가 기법 분석 및 정립
철도 역사 비구조재 특성을 반영한 성능평가기준 수립 필요	능동형 차수시스템 개발 및 기술 확보	- 철도 역사의 비구조재 설비에 대한 내진실험 방법 정립 - 철도 설비에 대한 내진실험 및 KRS 규격안 제시 - 목표성능에 부합되는 한계상태 검증을 위한 실험적 연구결과를 바탕으로 성능 검증
철도 역사 비구조재 내진성능평가지침 고시지원 필요	내진성능평가(안) 개발	- 철도 역사의 비구조재 설비에 대한 내진실험 방법 고시(안) 개발 - 철도 역사 비구조재 내진성능평가지침 및 해설서 개발 - 전문가 자문 및 공청회 실시를 통한 기준(안)에 대한 신뢰성 확보

○ 역사 비구조재 내진보강기법 개발 및 성능 검증

현재 기술의 수준	개발 후 기술의 수준	
국내 비구조재 내진성능 보강기법이 없음	내진성능 향상 보강기법 분석	- 국내외 철도 역사의 비구조재에 대한 내진성능 향상을 위한 보강기법 분석 - 도시철도 역사 비구조재의 내진성능 보강을 위한 개선안 정립
	내진성능 향상 보강기법 개발	- 전력, 통신, 건축설비, 소방시설 등에 대한 내진성능 보강기법 개발 - 전력, 통신, 건축설비, 소방시설 등에 대한 면진대책 수립
철도 역사		- 전력, 통신, 건축설비, 소방시설 등 비구조재의 내

현재 기술의 수준	개발 후 기술의 수준	
비구조재 내진성능 보강기법 성능검증 철도 역사		진성능 보강기법에 대한 성능인증 진동대 실험 수행 - 면진장치에 대한 진동대 실험 수행
비구조재 내진성능 보강기법 현장부설 및 시공·유지관리 매뉴얼 필요	시공·유지관리 매뉴얼 필요	- 철도설비 분야별 비구조재 내진성능 보강기법 현장시공 및 성능 검증 - 철도설비 분야별 비구조재 내진성능 보강기법에 대한 시공 지침 개발 - 전문가 자문 및 공청회 실시를 통한 기준(안)에 대한 신뢰성 확보

(3) 지하역 및 환승역의 정보제공 기술 개발

현재 기술의 수준	개발 후 기술의 수준	
선진국 대비 70%	선진국 대비 90%	복잡한 환승, 역사의 대형화에 따라 이용객의 이동성에 제한 및 실내 측위기술 부재에 따른 이용객의 이동정보 파악이 어려운 문제를 해결하기 위해 위치정보를 표준화하고, 역사 표준맵을 구축함으로써 테러·범죄, 재난 발생 시 안전한 대피가 가능한 기술임

나. 도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발

(1) 친환경 신재생에너지와 연계된 도시철도 에너지관리시스템 기술 개발

현재 기술의 수준	개발 후 기술의 수준	
화석연료를 이용한 역사 냉난방 기술	친환경에너지를 이용한 역사 에너지 공급 기술	- 신재생에너지를 이용한 역사 냉/난방 공급 기술 - 철도역사 화석연료 의존도 저감 기술 확립 - 철도역사 온실가스 방출량 저감
	역사 에너지 10% 저감 기술	- 한전 전력을 사용하지 않는 역사 자체에너지 공급 기술 확보 - 기존 역사 대비 에너지 소비 저감율 10% 이상

(2) 스마트 공조기술 개발

현재 기술의 수준	개발 후 기술의 수준	
단순 온도 설정에 의한 공조 on/off	쾌적성/공간특성/이용객수/오염도에 따른 스마트 공조	- 지하역사 쾌적성지표 및 기준 도출 - 이용객 쾌적성 및 만족도 향상 - 공조에너지 비용 절감

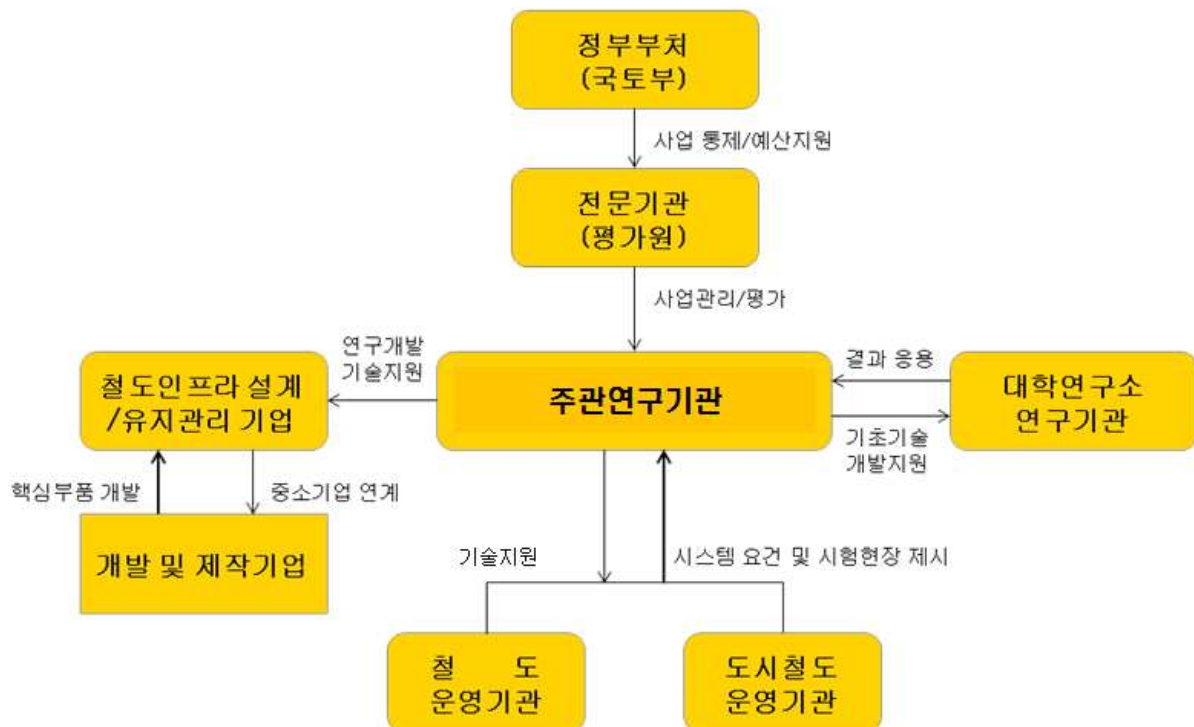
(3) 궤도·역사 인터페이스 향상 및 실용화 기술 개발

현재 기술의 수준	개발 후 기술의 수준	
선진국대비 약 30% 수준	세계최초 기존 선하역사 구조물에 적용가능한 방진시스템 개발	- 기존 선하역사 구조물에 적용 가능한 방진시스템 개발 - 방진시스템 해석/설계, 유지보수기술 선진국수준 달성 - 역사구조물에 적용가능한 isolator 개발

2. 기술개발 전략 및 효과

가. 기술개발 전략

- 산·학·연 공동연구체계 구성을 통한 지하역사 및 환승역사의 편이성 향상, 교통연계성, DB 구축 및 소프트웨어 개발을 목표로 전반적인 내용에 대한 검토가 이루어질 수 있도록 컨소시엄 구성



- 전문가 네트워크를 통하여 연구수행 내용의 적절성 및 방향성 주기적 검토 및 참여기관 간 유기적 의사소통채널 확보
- 핵심기술 개발, 지침작성 현장 검증을 통하여 제품의 성능검증을 수행하며 개발된 시스템이 적용되기 위하여 철도 건설 및 운영기관과의 유기적 연계를 통하여 시스템이 반영
- 연구결과 검증을 위한 다양한 분야의 전문가 활용 및 유관기관 연구 참여를 통한 조기 실용화 유도 및 상용화를 위한 국가 R&D 창출

나. 기술개발 효과

- 철도수송객 이동속도 및 편의성 향상으로 철도교통 활성화
- 편의시설물 이용 증대 및 환승시간 단축으로 이용객 철도서비스 만족도 증대
- 역사 및 환승시스템에서의 승객이동 효율성 향상
- 고속·대용량 이동시스템 개발을 통한 역사·환승시설의 동선최적화 및 이용 극대화
- 고속·대용량 이동시스템기술의 실용화를 통한 제작비용 및 유지비용의 30% 절감
- 고속·대용량 이동시스템기술의 국내·외 상용화로 연간 50억 이상 수익 창출
- 대도시권 입체적 신공간 창출 교통시설 다목적 활용을 통한 인프라 구축
- 침수 피해 방지로 인한 복구 예산 절감
 - 도시철도 지하역사의 최근 10년 동안 약 600억원의 침수피해를 원천적으로 방지
 - 향후 침수가능성이 있는 모든 지하역사에 설치할 경우 침수방지 효과 및 복구 예산 절감
- 철도 역사 비구조재 내진 향상 기술의 실용화 및 일반 건축·토목 구조물로 확대 적용을 통한 국내외 시장개척 및 활용 제품의 생산시스템 구축, 제조분야의 고용 창출 효과 기대
- 철도 시스템 해외 수출 시 지진방재대책 분야 경쟁력 강화
- 철도 역사 비구조재 내진성능 향상기술 확보를 통한 보강비용의 10% 이상 절감 및 기존 비구조재 교체비용 절감
- 지하역 및 환승역의 피난안내 및 즉각적인 비상대응이 가능해짐으로써 이용객의 안전성 향상
- 친환경에너지 및 에너지 절감시스템 기술 개발 및 유지보수 비용 연간 100억원 이상 절

감 (역사 전체 에너지 소모량의 약 10% 절감)

- 지하유출수 활용에 의한 친환경 에너지 재사용 비율 증가
- 공공시설 에너지 절감 10%달성을 통한 국가 전력난 해소
- 고효율 방진시스템의 최적설계/해석 및 평가를 위한 기반기술을 구축하여 국내에서 독자적인 설계기술을 확보하고 현장에 적용
- 도시철도 역사의 안전성, 편의성, 환경성 개선을 통한 대국민 서비스 수준 향상

제3절 연구개발과제 구성

- 환경분석 및 동향조사 결과, 관련 기술조사, 기획연구진의 Brainstorming 등의 방법을 통하여 도출된 보고서 및 결과물에서 기술리스트를 도출하고 이를 과제수준으로 정리하여 연구개발과제를 구성하였음

<표 3-1> 연구개발과제 구성

대분류	중분류	소분류
도시철도 역사 이용객의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발	도시철도 역사의 환승 향상 기술 개발	환승·이동 성능 향상을 위한 이동시스템 개선 및 설계 기술 개발
	도시철도 역사의 안전성 향상 기술 개발	홍수, 태풍을 대비한 능동형 지하역사 차- 배수시스템 개발
		역사의 비구조재 내진설계기준 및 내진보 강기법 개발
		지하역 및 환승역의 정보제공 기술 개발
도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발	도시철도 역사의 에너지관리 향상기술	친환경 신재생에너지와 연계된 역사 에너 지관리 시스템 기술 개발
	도시철도 역사의 친환경성(공기질, 소음·진동) 향상기술 개발	스마트 공조기술 개발
		궤도·역사 인터페이스 향상 및 실용화 기 술 개발
도시철도 역사의 운영효율 향상 기반 구축 및 엔지니어링 기술 개발	핵심기술 기반 구축을 위한 엔지니어링 기술 개발	테스트베드 구축 및 성능 검증을 위한 현 장 기술 지원
	운영효율 향상을 위한 정책, 제도 지원 연구	도시철도 시설물(역사, 궤도, 전력, 신호 등) 관계 법령, 기준 유지발전 연구

1 세부과제

국토해양부

한국건설교통기술평가원

운영위원회
(평가위원회)

주관연구기관

공동연구기관

도시철도 역사의 환승 향상 기술 개발

환승·이동 성능 향상을 위한 이동시스템
개선 및 설계 기술 개발

- 고속·대용량 수평/수직/경사
이동시스템 기술 개발
- 환승 및 연계교통 구축 설계 기술 개발

도시철도 역사의 안전성 향상 기술 개발

홍수, 태풍을 대비한 능동형 지하역사
자·배수시스템 개발

역사의 비구조재 내진설계기준 및
내진보강기법 개발

지하역 및 환승역의 정보제공 기술 개발

2 세부과제

국토해양부

한국건설교통기술평가원

운영위원회
(평가위원회)

주관연구기관

공동연구기관

도시철도 역사의 에너지관리 향상기술 개발

친환경 신재생에너지와 연계된
역사 에너지 관리시스템 기술 개발

- 도시철도 통합 에너지 관리시스템 기술
- 신재생에너지를 이용한 역사/터널
친환경 신재생에너지 시스템 개발

도시철도 역사의 친환경성(공기질, 소음·진동) 향상기술 개발

스마트 공조기술 개발

궤도·역사 인터페이스 향상 및 실용화 기술 개발



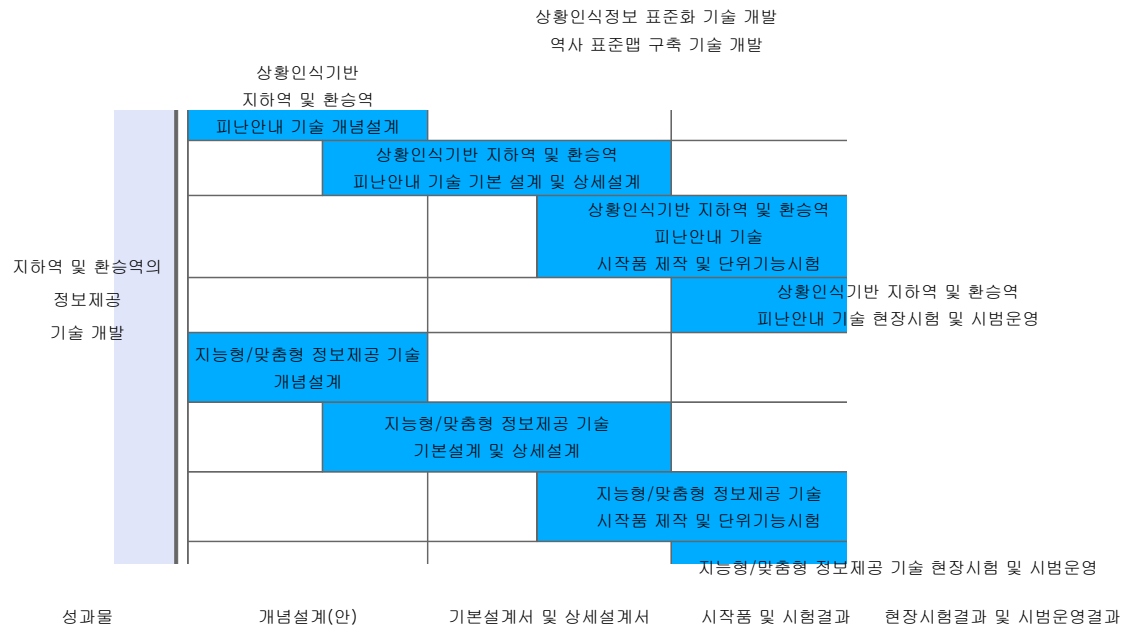
제4절 과제별 · 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

가. 도시철도 역사 이용객의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발

연도	2013	2014	2015	2016
환승 시스템 개선 연구	환승시설물 연계한 복합환승 설계기술 개발			
	스마트 통합역사 최적화 세부설계 매뉴얼 개발			
	환승시설 프리캐스트 모듈화 구축 기술 개발			
성과물	핵심요소기술 분석보고서, 알 고리즘 및 분석모형	개선방안 및 최적 설계(안)	시제품	성능검증결과 보고서 및 S/W 사용설명서
환승/이동 성능 향상 을 위한 이동설비 개 선 기술 개발	고속, 대용량 이동시스템 핵심요소기술(구동, 제어 및 감속, 전력, 운용 등) 분석			
	스마트 지하역사 및 환승역사 설계 영향 분석 및 반영요소 도출			
		고속, 대용량 이동시스템 설계		
			고속, 대용량 이동시스템 시제품 제작	
			고속, 대용량 이동시스템 성능검증 시험, 운영, 유지관리 지침서 작성	
성과물	핵심요소기술 분석보고서	설계(안)	시제품	시험, 운영, 유지관리 지침서

연도	2013	2014	2015	2016
능동형 지하역사 침수방지시스템 개발	능동형 침수방지시스템 구성 및 제어요소 도출			
		능동형 지하역사 침수방지시스템 개발		
			개발된 기술 현장적용/성능 검증	
			시험, 운영, 유지관리 지침서 작성	
침수위험도 평가 및 침수방지 제도 개선 방안 수립	전국 도시철도 지하역사 침수위험도 평가			
		침수방지시설 투자 우선 순위 결정		
	침수방지 제도 및 개선 방안 수립			
			공청회 및 고시안 개발	
				관련 제도 시행
성과물	핵심요소기술 분석보고서	설계(안)	시제품	시험, 운영, 유지관리 지침서

연도	2013	2014	2015	2016
도시철도 역사 비구조재 내진설계기준 수립 및 고시지원	국내·외 도시철도 역사 비구조재 내진특성 도출 및 개선안 정립			
		철도 역사 비구조재 내진해석법 정립		
		철도 역사 비구조재 상세설계지침 개발		
				철도 역사 비구조재 내진설계기준 고시지원
도시철도 역사 비구조재 내진성능평가지 침 수립 및 고시지원	국내외 철도역사 비구조재 내진성능평가 기법 정립			
		철도 역사 비구조재 특성을 반영한 성능평가기준 수립		
				철도 역사 비구조재 내진성능평가 지침 고시지원
도시철도 역사 비구조재 내진보강기법 개발 및 성능 검증	국내·외 비구조재 내진성능 보강기법 분석			
		철도 역사 비구조재 내진성능 보강기법 개발		
		철도 역사 비구조재 내진성능 보강기법 성능검증		
				철도 역사 비구조재 내진성능 보강기법 현장부설 및 시공·유지관리 매뉴얼
성과물	핵심요소기술 분석보고서	철도 역사 비구조재 내진설계기준	예제해설집 철도 역사 비구조재 내진성능평가지침 및 해설서	철도 역사 비구조재 내진성능 보강시스템 시공 및 유지관리 매뉴얼



나. 도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발

연도	2013	2014	2015	2016
신재생에너지 연계 역사전력망 구축 및 에너지 관리시스템 기술개발	신재생에너지 철도전력망 연계기술			
	에너지 관리를 위한 네트워크 구성기술			
	도시철도 통합 에너지 관리시스템 기술			
			신재생에너지 통합관리 시스템 및 운영 기술	
				현장시험 및 평가
성과물	계통연계(안)	전력 네트워크 장치	통합 에너지관리시스템	기술기준/시험

연도	2013년	2014년	2015년	2016년
신재생에너지를 이용한 지하역사 친환경에너지 기술 개발	신재생에너지를 이용한 터널 및 지하역사 에너지 절감을 위한 요구사항 분석 및 태양광 시스템 개발			
	철도 지하역사 대공간 열환경 분석 및 에너지 분포도 조사			
	지하관기구 구조 및 가류유출량입량 파악			
	지하터널 및 역사에 대한 환기, 냉난방·설비 현황 조사 분석			
	유입통속에 따른 공기냉각장치 부하절감 성능 연구			
	역사·아트라운 태양광 적용 기술 조사 분석			
		지하역사 에너지 유동·시뮬레이션을 통한 효율 분석 및 에너지 절감 기술 개발		
		본선환기실내 적용이 가능한 예냉장치 개발		
		정거장 환기실내 적용이 가능한 축방/예냉 장치 개발		
		모형실험을 통한 시작품 제작		
		태양광 전력 생산 모듈 개발		
			시뮬레이션-센서 기술 연동을 통한 시스템 성능 향상	
			Simulator 적용을 통한 시스템 효과 평가	
			본선 환기실 및 역사내 기계실 적용 사양서 작성	
			태양광 전력 생산 시스템 효율 평가	
성과물	지하역사 열공간 분석 data	지하유출수 적용 냉방 시스템 mock-up -태양광 전력생산 모듈	모형 실험을 통한 성능 시험 data -현장 설치 시스템	시스템 운영 결과

연도	2013	2014	2015	2016
스마트 공조기술 개발	쾌적성모니터링 시스템 구축	역사 쾌적성 평가 및 이용객 만족도 평가		
	오염물질 감지 및 공조설비 연동제어			
			이용객특성/공간특성 분석 스마트 공조기술 현장적용	
			공조변수 제어 최적 알고리즘 도출 및 공조기 연동 제어	
				스마트 공조 최적 운영방안 도출
성과물	핵심요소기술 분석보고서	설계(안)	시제품	시공, 운영, 유지관리 지침서

연도	2013	2014	2015	2016
궤도,역사 인터페이스 향상 및 실용화 기술 개발	선하역사 기존선 구간별, 구조별 DB구축			
	기존역사 개선을 통한 방진시스템 기본 및 상세설계			
		열차주행안전성, 방진효율성 평가를 통한 설계 보완		
			방진 스프링 댐퍼를 포함한 방진시스템 개발	
				방진시스템 시험부설
				현장검증을 통한 차량주행안전성, 방진효율성 성능평가
성과물	핵심요소기술 분석	설계(안)	시제품	시공, 운영, 유지관리 지침

다. 도시철도 역사의 운영효율 향상 기반 구축 및 엔지니어링 기술개발

연도	2013	2014	2015	2016
테스트베드 구축 및 성능검증을 위한 현장기술 지원	도시철도 역사 환경·안전성 향상 인터페이스 기술 개발			
		도시철도 역사 환경,안전 핵심기술 현장적용성 검토		
			통합 테스트베드 구축지원 및 성능검증	
				실용화 사업을 위한 경제성 검토
성과물	시스템 인터페이스 타당성 검토보고서	테스트베드 요구사항 기술서 및 기본계획서	도시철도 역사 환경,안전 핵심기술 통합 시스템	수요예측 및 투자효과 분석 기법 및 정량적 지표, 실용화 사업 타당성 조사,분석서

연도	2013	2014	2015	2016
도시철도 시설물(역사, 궤도, 전력, 신호등) 관계법령, 기준 유지발전 연구	국내외 도시철도 시설물 관계법령 및 기준 관련 동향 조사 및 분석			
		도시철도 시설물 관계법령 및 기준 초안 작성		
			도시철도 시설물 관계법령 및 기준 수정안 작성	
			도시철도 시설물 관계법령 및 기준 최종안 작성	
				도시철도 시설물 관계법령 및 기준 고시지원
성과물	국내외 도시철도 시설물 기준 및 법령 관련 분석	도시철도 시설물 관계법령 및 기준 초안	도시철도 시설물 관계 법령 및 기준 수정안	도시철도 시설물 관계법령 및 기준 최종안

제5절 성과의 활용방안

- 고속·대용량의 이동시스템의 핵심기술 확보 및 실용화
- 지하역사 및 환승역사의 공간 및 평면·환승설계 등 이동관련 기술 확보
- 실시간으로 변화하는 방향별 이용객의 수요(이용객수, 밀도, 대기행렬 등)를 영상 기반 보행자 감지기술로 측정하여 개찰구 운영 비율 조절, 방향별 에스컬레이터 운영 조정 등에 대한 역사 내 시설물에 대한 탄력적 운영을 통하여 이용객의 지체를 최소화 할 수 있음
- 또한 신뢰성있는 혼잡도 및 이용객 조사를 통한 지하철 역사 운영현황 파악을 가능하게 할 수 있음
- 도시철도 지하역사 침수저감기술 확보
 - 서울, 인천, 수도권 광역철도, 부산, 대구, 광주, 대전 등 전국 주요 도시철도 지하역사에 대한 체계적인 수해방지시스템 개발로 인한 침수저감기술 확보
 - 돌발 홍수에 대한 내수 및 외수에 대한 위험도 분석 결과를 활용한 피해규모 추정 및 대책 수립에 활용
- 체계적인 침수저감대책 시행
 - 침수방지시설 설치 기준 및 유지관리에 대한 지침 개발로 인한 체계적인 침수저감대책 시행
 - 돌발 홍수에 의한 도시철도 지하역사의 내수침수분석 실시 결과를 바탕으로 종합적인 침수예상분석을 통한 침수방지시설 설치 근거로 활용
 - 시민 대피기준, 정전에 대비한 시설보안 방안, 안전대피로 설정, 정보전달체계 수립 등의 종합적인 시민안전대피 체계로 활용
- 우수저류시설 설계 및 건설에 활용
 - 우수저류시설 건설 타당성 평가 및 설계자료로 활용

- 신설 철도 역사 비구조재 내진 설계에 활용
 - 예제해설집 보급으로 현업의 기술자들에게 실질적인 도움 제공
- 기존 철도 역사 비구조재 내진성능 개선에 활용
 - 예제해설집 보급으로 현업의 기술자들에게 실질적인 도움 제공
- 내진보강 관련 산업계에 핵심기술 공유
 - 내진보강 시장 규모 확대 및 관련 산업체 육성
- 유지관리 매뉴얼 보급으로 인한 유지관리 업무에 활용
- 지하역 또는 환승역을 대상으로 현장 시험을 통한 실용화 방안 수립
 - 운영기관과의 공동연구를 통하여 기술개발 완료 후 신속한 실용화가 될 수 있도록 실제 현장에 적용 가능한 연구 수행
- 위치정보서비스를 통해 빠른 환승서비스 제공에 활용 가능
- 노약자 및 장애인에게 자동 승차위치 및 환승위치 안내서비스에 활용 가능
- 친환경에너지 활용을 위한 핵심기술 확보 및 실용화
- 미래에너지 확보 및 환경 친화적인 전력급전 적용 연구개발에 기여함으로써 미래 대체에너지로서의 연구의 활성화 및 파급효과 기대
- 신재생에너지를 적용하여 역사에서의 에너지 소비율 감소 추진
- 신성장동력 과제의 한축으로 활용 가능
- 고효율 방진시스템의 최적설계 및 평가를 위한 기반기술을 구축하여 국내에서 독자적인 설계기술을 확보하고 현장에 적용-방진시스템 설계/시공/유지보수 지침안을 향 후 운영기관에서의 효율적인 유지관리 시스템으로 활용

- 선하역사 건설, 운영시 진동평가 기준으로 활용
- 무공해 에너지 기술인 지열 및 지하유출수 활용기술로 인하여 심각한 공해발생을 대체할 수 있으며, 특히 탁월한 CO2 저감효과가 기대되므로 기후변화 협약의 대처방안으로 활용 가능
- 재난 시 이용객의 위치 정보 기반의 상황인식기반 피난안내를 통해 인명사고 최소화에 활용 가능
- 역사 유지관리비용 절감을 통한 운영기관 경영수지 개선
- 도시철도 시설물 표준화기준 유지발전을 통한 관계법령의 선진화
- 도시철도 시설물 표준화기준의 지속적 관리를 통한 관계 법령을 건설 및 운영기관에 활용
- 도시철도 시설물 표준화기준 유지발전을 통한 이용객의 안전성, 편의성, 친환경성 향상

제 4 장 사전타당성 검토

제1절 정책적 타당성

- 철도수송객 이동속도 및 편의성 향상으로 철도교통 활성화
- 시설물 이용 증대 및 환승시간 단축으로 이용객 철도서비스 만족도 증대
- 환승역의 연계환승체계 최적화 기술, 기존 역사의 연계환승 개선 기술, 연계환승 개선모형 SW 개발 등을 통해 환승편의 및 안전성 향상, 정부시책의 우선순위 선정, 대안의 효율성 평가 등이 가능할 것으로 판단됨
- 지하역사의 피해 발생시 단순 침수 피해 뿐만 아니라 지하역사의 공조 및 전력시설에 대한 피해가 발생하여, 도시의 승객수송 기능이 마비될 수 있어, 조속한 정책적인 결정 및 시행이 필요한 기술개발임
- 한반도 기후변화 및 사회적 변화에 따라 정책적인 재검토가 필요한 시점임
 - 최근 한반도의 기후가 점점 변화되고 있고, 돌발성 집중강우 및 게릴라성 폭우가 증가하고 있어, 홍수에 대한 침수 피해도 국부적으로 돌발적으로 발생하고 있는 상황
 - 건설된지 30년 이상된 시설에 대한 침수방지대책에 대한 방향과 목표에 대한 재설정이 필요
 - 따라서 정부차원에서 사회적인 변화에 대응하기 위한 추가적인 대책 수립과 예산투입이 필요함
- 철도 역사 비구조재 분야의 내진보강에 대한 국내 연구는 초기단계이며, 기술개발에 막대한 예산이 소요되므로 관련 연구는 국가에서 주도하는 것이 타당함
 - 지진재해대책법과 재난 및 안전 관리 기본법에 따라 5년마다 기존시설물원 내진보강계획을 수립하여야 하고 있으며, 내진보강대책에 필요한 기술의 연구개발에 대한 사항을 기본계획에 포함하도록 하고 있음
 - 내진보강 대상시설물은 법령 제정 이전 또는 기준 강화 이전 시설로 제한되어 있으므로 단기적으로 국내 산업발전에 미치는 파급효과가 크지만 중장기적으로 국내시장의 축소와 해외시장 개척이 필요하므로 민간주도의 연구를 기대하기 어려움
- 최근 사회적으로 복지, 환경 및 안전이 주요 요구사항임을 고려할 때 공공재적 성격이 강한 철도에 대한 지진관련 안전성 확보는 필수임

- 제2차 국가철도망 구축계획 등 철도분야 투자 증가가 예상됨에 따라 철도 역사 비구조재 분야의 내진 안전성 확보를 위한 기준 제정이 시급함
 - 철도의 경우 열차 주행과 같은 특수성으로 인하여 소규모 연구로는 한계가 있음
 - 내진기준은 법령에 따라 제·개정되므로 이를 위한 연구는 이해관계가 있는 민간 주도보다 정부 주도의 연구로 진행되어야 함
- 승객정보 표준화 기술 통해 지하역 및 환승역 이용시 이용객의 정보 신뢰성, 안전성 향상과 편리하고 안전한 지하역 및 환승역 위치 정보 서비스 제공이 가능
- 지하역 및 환승역 피난 안내 기술 개발은 스마트폰에서 추적된 위치정보를 활용하여 대피로 안내 및 역사 내 방송 서비스와 연계되어 대국민 안전성 확보
- 지하역 및 환승역의 정보제공 기술 개발을 통해 테러 및 범죄 대응과 같은 비상 상황에서 정확한 현장의 위치정보를 무선으로 전송하여 비상상황발생지역의 안정성 확보와 상위기관의 정확한 의사결정을 돕고, 치안관련기관과의 협조체계 구축으로 재산피해 절감 및 조기진압에 크게 기여
- 국가 온실가스 감축목표 BAU 대비 30% 확정, 저탄소 녹색성장 기본법 제정, 신재생에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제정 및 공공부문 온실가스 에너지 목표관리제 운영 확정 등 온실가스 저감을 위한 국가적 정책 분야가 공공한 가운데 도시철도 에너지 자급 및 친환경 에너지 공급 기술 개발은 절대적으로 필요한 기술임.
- 신재생에너지와 연계한 도시철도 역사 피크 부하 관리로 국가 차원의 전력란 해소에 기여하여, 도시철도 독자적인 안정적인 전력공급원 확보
- 지하역사 및 환승역사 이용객의 쾌적성 향상을 통한 이용객의 만족도 증가는 철도 대중교통 활성화는 물론 관련 상권의 이익과 연계되는 중요한 요소임
- 환승역사의 온열환경관리를 단순한 냉난방 온도차원에서 관리하는 것이 아닌 이용객의 온열쾌적성에 기반하여 관리함으로써 효율적인 에너지소비는 물론 실질적인 쾌적성 향상

에 기여

- 무공해 에너지 기술인 지열 및 지하유출수 활용기술로 인하여 심각한 공해발생을 대체할 수 있으며, 특히 탁월한 CO2 저감효과가 기대되므로 기후변화 협약의 대처방안으로 활용 가능
- 기존 선하역사의 진동저감으로 강화되는 환경소음·진동 기준을 만족할 수 있는 소음·진동저감대책 확보

제2절 기술적 타당성

- 지하역사 및 환승역사의 공간 및 평면·환승설계 등 이동관련 기술 확보
- 지하공간, 지상공간 및 고가공간을 총체적으로 활용한 입체복합 철도역사 및 교통환승 시설 개발을 통한 역사·환승시설의 이용 극대화
- 개발 대상의 분석에 따른 유형화된 분류를 바탕으로 신설 및 기존 역사에 적용 가능한 가이드라인과 지침을 제시
- 환승역의 연계환승체계 최적화 기술, 기존 역사의 연계환승 개선 기술 등을 통해 환승객의 편의성 및 안전성 향상을 위한 역사 설계 기술 증진
- 연계환승시설의 보행연계성 평가, 보행시설의 규모의 적정성, 시설배치의 적정성에 대한 평가기술 개발을 통하여, 도시철도 역사 설계 시 업무의 정밀성 및 효율성 증진이 예상됨
- 연계환승시설 개선 SW 개발을 통해 다양한 유형의 역사의 설계, 리모델링 시에 한차원 향상된 설계 기술을 보유하게 될 것으로 예상됨
- 고속·대용량의 이동시스템의 핵심기술 확보 및 실용화를 통한 역사·환승시설의 이용 극대화
- 기존의 기관 및 학계 등에서 개발된 다양한 침수위험도 평가기법을 적용하여 도시철도 지하역사에 대한 침수위험도 평가 방법이 개발된 상태로 본 연구에서는 전국적인 지하역사에 대한 침수피해 예측을 위해 활용이 가능하므로, 기술적으로 큰 어려움은 없고 효과는 극대화 할 수 있음
- 침수위험도 평가 기법은 기존 기술로 충분히 활용이 가능한 것으로 판단되며, 도시철도 지하역사 주변 디지털 지도를 활용하여 본 연구에 활용 가능하여 기술 확보에 어려움이 없음
- 홍수 또는 집중강우시 강우량계 및 역사주변 수위계 등을 활용하여 신속하게 역사의 침

수위협성을 평가할 수 있어, 기술개발에 필요한 요소기술을 확보하는데 어려움이 없음

- 본 연구의 개발대상 기술의 핵심은 센서와 능동형 침수방지시스템 간의 신속한 통신 및 운영을 위한 관리기준치를 개발하는 것으로, 연구과정을 통하여 관리기준치를 개발할 예정임
- 기존의 차수판, 차수마개 등 비교적 간단한 기술의 경우 이미 기술개발이 완료된 것으로 판단하여, 본 연구에서는 추가적인 연구는 수행하지 않을 예정
- 최근 한반도 주변을 포함한 여러 지역에서 대형 강진(2004년 인도네시아 지진 규모 9.2, 2008년 중국 쓰촨성 지진 규모 8.0, 2011년 일본 동북부 지진 규모 9.0 등)의 발생 빈도가 높아지는 추세에 있으며 이에 따라 철도 시스템의 내진 안전성 확보 및 기준 적합성 여부가 중요한 문제로 대두됨
- 1995년 지진피해 시뮬레이션에 의하면 서울 중구에서 규모 6.5의 지진이 발생할 경우 사망 7394명, 부상 9만9243명, 건물전체파손 2만6520채, 반파손 3만7132채의 피해가 발생할 수 있는 것으로 분석되는 등, 향후 대규모 지진발생에 대비하여 인프라에 대한 내진설계 기준의 검토 및 내진성능향상 등의 상세 대책이 요구됨
- 일본 동북부 지진에 경우 각종 철도설비를 포함한 비구조재 등의 부수적 인프라 시스템 손상이 더 큰 2차적 피해를 불러옴에 따라 내진설계기준이 미비된 비구조재에 대한 기준 정립과 보강방안의 수립이 필요함
- 국내의 역사의 비구조재에 대하여 현재까지 내진성능평가 방법 및 내진설계기준이 부재함에 따라 철도시스템 특성이 반영된 철도설비의 내진성능평가 방법 및 내진설계기준의 확립이 필요함
- 내진설계가 미반영된 역사의 비구조재에 대하여 내진성능 확보를 위한 내진보강에 막대한 비용이 예상되므로 철도 특성에 적합한 경제적·효율적 내진보강 기술개발이 필요

- 철도인프라와 IT의 융합기술 확보
- 실내 위치기반 서비스의 핵심기술 확보 및 실용화
- 실내측위 기술은 전 세계적으로 개발이 현재 진행 단계에 있는 기술로서 WiFi와 ZigBee 기술은 정확도에 UWB와 CSS 기술은 스마트폰에 관련 부품 등이 추가 실장되어야 하는 실효성 등에 적합하지 않으므로 배제하고 현재 스마트폰에서 내장된 GPS 수신기와 내장센서를 그대로 활용하여 실내 위치를 파악할 수 있는 기술이 필요함.
- 실내 GPS 송신기는 역사내 천장부위에 일정한 간격을 두고 다수 설치되어 지구궤도에 있는 위성 GPS신호와 동일한 포맷으로 실내 GPS가 해당 위치정보를 항법메세지로 전환 송신하여 스마트폰에 내장된 GPS 수신기가 위치 추적을 할 수 있도록 하는 혁신적인 기술임.
- 위치추적 알고리즘은 실내 GPS와 스마트폰에 내장된 가속도 센서, 압력센서를 이용하여 정확도를 높이고 역사 표준 맵을 활용하여 위치를 보정하는 기술로서 실내 위치오차를 3m 이내로 줄일 수 있는 혁신적인 기술임.
- 최근에 신재생에너지 기술 적용의 일환으로 도입되고 있는 지열 에너지는 천공 및 펌핑 비용 등 초기투자비가 기존의 화석연료 에너지 설비에 비하여 매우 높아 기술의 대중화가 잘 진행이 되지 않고 있음. 반면에 지하유출수를 이용한 냉방 시스템은 천공 비용이 필요 없고 부지확보가 용이하므로 도시철도 에너지 절감 기술로 도입하기에 타당함
- 공공시설 에너지 절감 10%달성을 통한 국가 전력난 해소
- 신재생에너지를 적용하여 역사에서의 에너지 소비율 감소 추진
- 양방향 통신이 가능한 실시간 전력데이터 모니터링 시스템 구축 기술 및 기존 SCADA와의 연계 기술 확보로 운영 효율성 증대
- 방진효율성, 궤도구조안정성, 주행안전성을 고려한 역사구조물 방진시스템 구축

- 기존 선하역사에서 발생하는 진동의 효율적 저감 및 유지보수에 대한 효율적 방안 제시

제3절 경제적 타당성

- 철도 수송객의 이용증가로 인한 철도교통 활성화
- 대도시권 입체적 신공간 창출 교통시설 다목적 활용을 통한 인프라 구축
- 철도와 인접된 민간 소유자들이 복합 역사와 연계 개발 유도에따른 이용인구의 밀도를 향상 및 편리성 확보를 통한 투자자 및 운영자의 경제적 이익 창출
- 과도한 환승거리, 부적절한 연계시설 등으로 인해 발생하는 사회비용에 대한 절감이 예상됨

- 더 나아가 대중교통 활성화, 교통 혼잡 완화 등 교통개선효과에 영향을 줄 수 있을 것으로 기대함
- 편의시설물 이용 증대 및 환승시간 단축으로 인한 이용객 철도서비스 만족도 증대
- 고속·대량 이동시스템 개발을 통한 역사·환승시설의 이용 극대화
- 고속·대량 이동시스템기술의 실용화를 통한 제작비용 및 유지비용의 절감, 이동 효율성 증가
- 고속·대량 이동시스템기술의 국내·외 상용화로 연간 50억이상 수익 창출
- 집중강우시 시간당 강우량이 50mm 이상일 경우 5분 이내에 침수되는 사례가 발생하는 등 자동화된 시스템을 이용할 경우 지하역사의 경우 개소당 약 30백만원 가량 소요될 것으로 예상됨
- 일반 지하차도 및 주거지역이나 상업시설의 지하주차장의 경우 개소당 약 15백만원 가량 소요될 것으로 예상됨
- 서울시 서초구에 약 650 개소에 침수판이 설치될 예정으로, 향후 전국적으로 능동형 침수방지시스템의 확대 보급 가능

< 국내 시장규모 추산 (단위, 백만원)>

구분	현재 시장 규모	예상 시장 규모	비고
도시철도 역사	-	15,000	500개소 기준
지하공간(대공간)	-	9,000	300개소 기준
도로 지하차도	-	30,000	1천개소 기준
지하주차장	-	150,000	1만개소 기준

- 지진시 경제적인 피해는 대부분 비구조재 복구 비용에서 발생

- 2010년에 발생한 칠레 대지진의 경우 지진 발생 지역의 75%에 해당하는 병원 시설물이 비구조 요소에 의해 파괴 되었으며, 또한 운영이 중단되는 사태가 발생함. 따라서 비구조 요소의 내진성능 평가 및 확보 방안에 대한 중요성이 증가하고 있으며, 1차 피해 후 보수·보강기술에 대한 기술이나 대책이 필요함.
- 도시철도 역사 뿐만 아니라, 원자력 발전소, 병원, 하이테크 공장 등은 중요 시설물 내의 비구조재의 건설비용은 전체 구조물 시공비용의 약 80%에 해당하는 것으로 나타나고 있음
- 비구조재에 대한 내진설계 및 내진성능 향상을 위한 보강기법 적용시 지진시 피해규모를 획기적으로 감소시킬 수 있음

○ 기존 도시철도 역사의 비구조재의 내진성능 향상을 위한 내진보강 시장

- 전력, 통신, 건축설비 및 소방시설 등 철도 역사의 비구조재에 대한 내진성능 향상시 도시철도 1개 역사 기준 약 3억원 정도 소요될 것으로 분석됨
- 도시철도 역사 및 일반철도 역사의 개수가 약 800여개 이므로, 개소당 3억원을 고려하면 약 2400억원 가량의 철도역사 비구조재 내진보강 시장 규모 형성이 예상됨

○ 지하유출수의 경우 기존의 지열 설비의 초기 투자비보다 저렴하며, 계절에 관계없이 항상 일정한 온도의 지하수를 활용하므로 초기투자비용이 저렴한 것으로 판명이 되고 있음

○ 지하유출수 활용에 의한 친환경 에너지 재사용 비율 증가

○ 화석연료의 고갈과 공해문제 해경을 위하여 청정에너지를 활용하는 막대한 경제적 파급효과를 유발할 것임

○ 미래에너지 확보 및 환경 친화적인 전력급전 적용 연구개발에 기여함으로써 미래 대체에너지로서의 연구의 활성화 및 파급효과 기대

○ 친환경에너지 및 에너지 절감시스템 기술 개발 및 유지보수 비용 연간 100억원 이상 절감 (역사 전체 에너지 소모량의 약 10% 절감)

○ 도시철도 역사 에너지 관리시스템 도입으로 피크 부하 관리 가능으로 인한 전력 사용요

금 절감

- 동일한 냉방에너지를 필요한 공간, 요구되는 시간에 집중하여 이용객 만족도를 향상시키고 버려지는 냉방에너지를 절감함으로써, 효율적인 공조시스템 운영 가능
- 선하역사 진동저감을 위한 해외기술의 도입으로 인한 경제적 손실 절감과 해외철도시장 진출로 인한 경제적 이익 창출.

제4절 타당성 검토 종합

- 도시철도 환승역의 연계환승시설 미흡으로 인해 매일 1,000만 명 이상의 시민이 이동에 불편을 겪고 있으며, 이로 인해 대중교통 이용활성화가 이루어지지 못하는 측면이 많음
- 환승역의 연계환승시설을 최적화 하고 기존 역의 연계환승체계 개선 기술을 적용함으로써 환승시간을 30% 단축하고 역사 내 보행자 사고를 30% 감소 시키는 효과를 가져 올 수 있음
- 또한, 역사 세부설계지침을 제시하고, 개선대안의 객관적 평가 및 사업의 경제적 타당성을 확보함으로써 정부의 예산절감 효과를 가져 올 수 있음
- 기존역사 개선설계 대안의 자동생성기술, 시설규모와 시설배치 적정성에 대한 개별 보행특성 기반 평가기술 개발을 통하여 설계 시 업무의 정밀성 및 효율성을 도모함
- 무엇보다도 공급자 중심의 기존 철도역을 이용자 중심의 역으로 개선, 환승 편의성과 안전성을 향상시킴으로써 국민의 이동편의를 증진시키는 동시에 안녕을 도모함
- 본 연구는 정책적으로 국가 또는 공공기관에서 수행해야 할 연구과제임
- 특히, 홍수로 인한 외수 및 집중호우로 인한 내수침수 등 전국에 건설되어 있는 모든 도시철도의 지하역사에 대한 침수위험도 분석이 매우 시급하게 필요함
- 침수위험도 분석 결과를 바탕으로 예산의 효율적인 집행을 위한 투자 우선순위를 결정하고 시행하는 것이 타당함
- 본 연구에서 개발될 예정인 능동형 지하역사 침수방지시스템은 향후 지하공간, 도로지하차도, 주거 및 상업시설의 지하주차장 등에 활용 가능성이 매우 높은 기술임
- 본 연구는 정책적으로 국가 또는 공공기관에서 수행해야 할 연구과제임
- 철도 역사 비구조재 분야의 내진보강에 대한 국내 연구는 초기단계이며, 기술개발에 막대

한 예산이 소요되므로 관련 연구는 국가에서 주도하는 것이 타당함

- 지진재해대책법과 재난 및 안전 관리 기본법에 따라 5년마다 기존시설물인 내진보강계획을 수립하여야 하고 있으며, 내진보강대책에 필요한 기술의 연구개발에 대한 사항을 기본계획에 포함하도록 하고 있음
- 내진보강 대상시설물은 법령 제정 이전 또는 기준 강화 이전 시설로 제한되어 있으므로 단기적으로 국내 산업발전에 미치는 과급효과가 크지만 중장기적으로 국내시장의 축소와 해외시장 개척이 필요하므로 민간주도의 연구를 기대하기 어려움

○ 최근 사회적으로 복지, 환경 및 안전이 주요 요구사항임을 고려할 때 공공재적 성격이 강한 철도에 대한 지진관련 안전성 확보는 필수임

○ 제2차 국가철도망 구축계획 등 철도분야 투자 증가가 예상됨에 따라 철도 역사 비구조재분야의 내진 안전성 확보를 위한 기준 제정이 시급함

- 철도의 경우 열차 주행과 같은 특수성으로 인하여 소규모 연구로는 한계가 있음
- 내진기준은 법령에 따라 제·개정되므로 이를 위한 연구는 이해관계가 있는 민간 주도보다 정부 주도의 연구로 진행되어야 함

○ 본 연구에서 개발되는 기술은 향후 비구조재에 대한 내진보강 및 내진성능 향상을 위한 내진보강 시장을 조성하고 육성할 수 있어 경제적으로 타당성이 있음

○ 실시간 수집된 정보를 기반으로 역사 내 시설물에 대한 운영을 조율함으로써 관리의 효율성을 제고할 수 있음

○ 행안부, 소방방재청, 경찰청 등과 같은 공공안전서비스 정부기관에서 대국민 안전을 위해 위치기반 서비스를 활용한 기술 개발이 활발히 진행중에 있으며, 지하철 및 환승역 정보제공 시스템은 대국민 대중교통 이용서비스 만족도를 향상시킬 수 있음

○ 상황인식기반의 지하철 및 환승역 피난안내 기술을 활용하여 이용객의 위치 정보 기반의 상황을 인식함으로써 최적화된 대피로 안내 및 역사 내 방송 서비스와 연계되어 대국민 대상의 안전성을 확보함으로써 인명사고 최소화에 크게 기여할 것으로 전망됨

- 기존 지열 시스템의 경우 깊은 곳에서 지열에너지를 끌어 올려야 하기 때문에 천공 및 펌핑시스템 유지에 초기투자 비용이 일반 냉난방 시스템보다 더욱 많이 요구됨
- 기존 지열 시스템처럼 지열을 끌어올리기 위하여 천공이 필요 없으므로 초기 투자비 절감
- 지열 시스템처럼 천공을 위하여 천공면적이 필요 없으므로 부지비용이 저렴함
- 기존 지열시스템에 비하여 초기투자비 30% 절감
- 년중 약 11 - 19℃ 분포를 가지고 있으므로 냉난방 시스템에 적합
- 냉난방 시스템에 사용후 방류시에도 지하수의 오염정도가 증가되지 않음
- 지하 유출수 활용 냉난방 기술은 폐지하수를 활용하는 기술로 아직 철도시스템에 도입된 기술은 아니며 기존에 R&D로 수행되지 못하였음
- 국가적 온실가스 감축 계획이 확정되었으므로 이에 상응하는 철도산업의 기술 개발이 필요함
- 미래철도 기술개발 차원에서 지하유출수를 활용한 역사에너지 절감 기술은 차세대 기술로 분류됨
- 대규모 신재생에너지를 최적으로 활용하기 위한 철도전력망 구축 및 계통연계기술 확보가 필요함.
- 도시철도의 에너지 사용 절감 및 피크부하 관리를 위해서는 전력 사용량의 실시간 정보 교환을 인프라 구축이 선행되어야 하며, 기존 운영되고 있는 SCADA와 연계한 도시철도 역사 에너지 관리시스템의 개발이 요구됨
- 전 세계적으로 복합환승역사는 도시와 교통의 랜드마크로 인식되고 있어, 기존 역사의 리모델링 혹은 신축시 이용객의 쾌적성이 주요한 평가요소로 인식되고 있음

- 이용객의 쾌적성은 다양한 요소에 의하여 결정되나 온열환경과 실내 쾌적성관리는 설계 단계에서 반영되지 않을 경우 개선하기 어려운 문제가 있으며, 잘못 설계된 공조시스템은 막대한 운영비 발생 우려가 있음
- 복합환승역사의 구조 혹은 건축물 설계단계에서 자연채광과 자연환기 등을 복합적으로 검토하여 이에 따른 온열환경예측 등의 연구가 요구되며, 본 과제에서 제안한 요소별 적용기술을 적극 검토 반영하여 최소 에너지 소모로 효율적인 실내공기질 관리방안을 마련할 필요가 있음
- 선하역사 구조물의 진동을 저감할 수 있는 기술을 정립하고, 방진시스템의 개발 및 시공/성능검증을 통하여 향후 복합환승 기존 선하역사에 적용할 수 있는 기술 확보
- 방진시스템의 최적설계 및 평가를 위한 기반기술을 구축하여 국내에서 독자적인 기술을 확보하고 현장에 적용.

제 5 장 소요예산 산정

제1절 전체사업 소요예산

구 분	1차 (2013)	2차 (2014)	3차 (2015)	4차 (2016)	합계
정부출연금(억원)	37	60.5	69.5	53	220
민간부담금(억원)	12.3	20.2	23.2	17.6	73.3
계	49.3	80.7	92.7	70.6	293.3

(단위 : 천원)

구분	1차년		2차년		3차년		4차년		합계	
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간
총괄	3,700,000	1,233,333	6,050,000	2,016,666	6,950,000	2,316,665	5,300,000	1,766,666	22,000,000	7,333,330
1세부	2,050,000	683,333	3,100,000	1,033,333	3,350,000	1,116,666	2,400,000	800,000	10,900,000	3,633,332
환승, 이동 및 최적화	1,050,000	350,000	1,550,000	516,667	1,650,000	550,000	1,400,000	466,667	5,650,000	1,883,333
차배수시 스템	250,000	83,333	400,000	133,333	400,000	133,333	300,000	100,000	1,350,000	449,999
역사 설비 내진	400,000	133,333	600,000	200,000	700,000	233,333	400,000	133,333	2,100,000	699,999
정보 제공 기술	350,000	116,667	550,000	183,333	600,000	200,000	300,000	100,000	1,800,000	600,000
2세부	1,050,000	350,000	1,950,000	650,000	2,200,000	733,333	1,600,000	533,333	6,800,000	2,266,666
에너지 절감 기술	450,000	150,000	1,000,000	333,333	1,100,000	366,667	650,000	216,666	3,200,000	1,066,666
스마트 공조기술	300,000	100,000	350,000	116,667	400,000	133,333	450,000	150,000	1,500,000	500,000
케도,역사 인터페이 스	300,000	100,000	600,000	200,000	700,000	233,333	500,000	166,667	2,100,000	700,000
3세부	600,000	200,000	1,000,000	333,333	1,400,000	466,666	1,300,000	433,333	4,300,000	1,433,332
통합테스 트베드 구축, 시험검증	200,000	66,667	400,000	133,333	700,000	233,333	1,000,000	333,333	2,300,000	766,666
시설물 표준화 기준 유지발전	400,000	133,333	600,000	200,000	700,000	233,333	300,000	100,000	2,000,000	666,666

제2절 세부과제별 소요예산

가. 도시철도 역사 이용객의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발

구 분	1차 (2013)	2차 (2014)	3차 (2015)	4차 (2016)	합계
정부출연금 (억원)	20.5	31	33.5	24	109
민간부담금 (억원)	6.8	10.3	11.2	8	36.3
계	27.3	41.3	44.7	32	145.3

(1) 환승·이동 성능 향상을 위한 이동시스템 개선 및 설계 기술 개발

구 분	1차 (2013)	2차 (2014)	3차 (2015)	4차 (2016)	합계
정부출연금 (억원)	10.5	15.5	16.5	14	56.5
민간부담금 (억원)	3.5	5.1	5.5	4.7	18.8
계	14	20.6	22	18.7	75.3

(2) 홍수, 태풍을 대비한 능동형 지하역사 차·배수시스템 개발

구 분	1차 (2013)	2차 (2014)	3차 (2015)	4차 (2016)	합계
정부출연금 (억원)	2.5	4	4	3	13.5
민간부담금 (억원)	0.8	1.3	1.3	1	4.5
계	3.3	5.3	5.3	4	18

(3) 역사의 비구조재 내진설계기준 및 내진보강기법 개발

구 분	1차 (2013)	2차 (2014)	3차 (2015)	4차 (2016)	합계
정부출연금 (억원)	4	6	7	4	21
민간부담금 (억원)	1.3	2	2.3	1.3	7
계	5.3	8	9.3	5.3	28

(4) 지하역 및 환승역의 정보제공기술 개발

구 분	1차 (2013)	2차 (2014)	3차 (2015)	4차 (2016)	합계
정부출연금 (억원)	3.5	5.5	6	3	18
민간부담금 (억원)	1.2	1.8	2	1	6
계	4.7	7.3	8	4	24

나. 도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발

구 분	1차 (2013)	2차 (2014)	3차 (2015)	4차 (2016)	합계
정부출연금 (억원)	10.5	19.5	22	16	68
민간부담금 (억원)	3.5	6.5	7.3	5.3	22.7
계	14	26	29.3	21.3	90.7

(1) 친환경 신재생에너지와 연계된 도시철도 에너지관리시스템 기술 개발

구 분	1차 (2013)	2차 (2014)	3차 (2015)	4차 (2016)	합계
정부출연금 (억원)	4.5	10	11	6.5	32
민간부담금 (억원)	1.5	3.3	3.7	2.2	10.7
계	6	13.3	14.7	8.7	42.7

(2) 스마트 공조기술 개발

구 분	1차 (2013)	2차 (2014)	3차 (2015)	4차 (2016)	합계
정부출연금 (억원)	3	3.5	4	4.5	15
민간부담금 (억원)	1	1.2	1.3	1.5	5
계	4	4.7	5.3	6	20

(3) 궤도·역사 인터페이스 향상 및 실용화 기술 개발

구 분	1차 (2013)	2차 (2014)	3차 (2015)	4차 (2016)	합계
정부출연금 (억원)	3	6	7	5	21
민간부담금 (억원)	1	2	2.3	1.7	7
계	4	8	9.3	6.7	28

다. 도시철도 역사의 운영효율 향상 기반 구축 및 엔지니어링 기술 개발

구 분	1차 (2013)	2차 (2014)	3차 (2015)	4차 (2016)	합계
정부출연금 (억원)	6	10	14	13	43
민간부담금 (억원)	2	3.3	4.7	4.3	14.3
계	8	13.3	18.7	17.3	57.3

(1) 테스트베드 구축 및 성능 검증을 위한 현장 기술 지원

구 분	1차 (2013)	2차 (2014)	3차 (2015)	4차 (2016)	합계
정부출연금 (억원)	2	4	7	10	23
민간부담금 (억원)	0.7	1.3	2.3	3.3	7.7
계	2.7	5.3	9.3	13.3	30.7

(2) 도시철도 시설물(역사, 궤도, 전력, 신호 등) 관계 법령, 기준 유지발전 연구

구 분	1차 (2013)	2차 (2014)	3차 (2015)	4차 (2016)	합계
정부출연금 (억원)	4	6	7	3	20
민간부담금 (억원)	1.3	2	2.3	1	6.6
계	5.3	8	9.3	4	26.6

제 6 장 과제 제안요구서

제1절 과제 제안요구서(RFP)

가. 도시철도 역사 이용객의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발

연구과제명	도시철도 역사 이용객의 환승 및 안전성 향상을 위한 인프라 기술 개발
1. 연구 목표	○ 도시철도 역사 이용객의 편의성, 안전성 향상을 통한 대중교통의 중추적 역할 증대와 교통난 해소 및 도시철도 역사 이용 효율 향상을 위하여 역사 내 환승, 대중교통과의 연계환승 및 역사시설의 안전성 향상을 위한 인프라 기술을 개발함
2. 연구 필요성	○ 교통약자를 포함한 이용객의 도시철도 지하역사 및 환승 동선의 이동편의성 향상을 위한 인프라 개선을 포함한 구체적 방안 수립 필요 ○ 도시철도 지하역사 및 역사 시설에 대한 침수 피해 증가 ○ 최근 한반도에서 대형 강진 발생 증가 및 지진 시 대부분 비구조재 복구 비용에서 경제적인 피해 발생 ○ 이용객의 지하역 및 환승역 이용 편의성 및 안전성 향상을 위한 승객정보 요구
3. 연구 중점분야	☐ 도시철도 역사내 환승·이동 및 대중교통과의 연계환승 향상 기술 개발 ○ 환승·이동 성능 향상을 위한 이동시스템 개선 및 설계 기술개발 - 고속·대용량 수평/수직/경사/이동시스템 기술 개발 - 환승 및 연계교통 구축 설계 기술 개발 - 이동시스템 개발에 따른 역사공간과의 인터페이스 기술 개발 ☐ 도시철도 역사의 안전성 향상 기술 개발 ○ 홍수, 태풍을 대비한 능동형 지하역사 차배수시스템 개발 ○ 역사의 비구조재 내진설계기준 및 내진보강기법 개발 ○ 지하역 및 환승역의 정보제공 및 비상대응 기술 개발
4. 연구 내용	☐ 환승·이동 성능 향상을 위한 이동시스템 개선 및 설계 기술개발

- 고속·대용량 수평/수직/경사 이동시스템 기술 개발
 - 고속·대용량 이동시스템 핵심요소기술 분석
 - 지하역사 및 환승역사 설계 영향 분석 및 반영요소 도출
 - 고속·대용량 이동시스템 설계
 - 고속·대용량 이동시스템 시제품 제작
 - 고속·대용량 이동시스템 성능검증
 - 시공, 운영, 유지관리 지침서 작성
- 환승시설을 연계한 복합환승 설계기술 개발
 - 역사 유형별 맞춤형 개선방안 적용시스템 구축 및 의사결정 지원 시뮬레이터 개발
 - 보행 이동 시 편리성 및 안전성 평가 시뮬레이터 개발
 - 환승시설 개선 타당성 평가 지침 및 S/W 개발
- 역사 최적화 세부설계 매뉴얼 개발
 - 이용자의 이동속도 향상 및 혼잡도 완화를 위한 역사 유형별 세부설계 매뉴얼 개발
 - 재난 대응형 도시철도 역사 설계기준 및 평가모듈 개발
 - 조명, 채광, 색채, 건축재료 등 역사 실내환경 시설 디자인 기술 개발

□ 홍수, 태풍을 대비한 능동형 지하역사 차배수시스템 개발

- 능동형 자동차수시스템 개발
 - 하천변 또는 저지대 도시철도 역사 종합 침수예상 분석
 - 집중호우 시 침수피해 예상 지하역사 형식별 능동형 자동차수시스템 개발
- 침수방지시설 설치 기준 및 유지관리에 대한 지침 개발
 - 침수 정도에 따른 침수방지시설 설치 기준 및 유지관리 지침서 개발
 - 하천범람해석 및 내수침수분석에 의한 종합적인 침수예상분석 및 침수방지시설 설치기준 근거 제시
 - 침수방지시설 설치에 대한 경제성 분석

□ 역사의 비구조재 내진설계기준 및 내진보강기법 개발

- 도시철도 역사 비구조재 내진설계기준 및 평가지침 수립 및 고시지원
 - 국내·외 철도역사 비구조재 내진특성 도출 및 개선안 정립
 - 철도 역사 비구조재 상세설계지침 개발
 - 철도 역사 비구조재 내진설계기준 고시지원
- 철도 역사 비구조재 내진보강기법 개발 및 성능 검증
 - 철도 역사 비구조재 내진성능 보강기법 개발
 - 철도 역사 비구조재 내진성능 보강기법 현장부설 및 시공·유지관리 매뉴얼

	□ 지하역 및 환승역의 정보제공 기술 개발 ◦ 상황인식정보 표준화 기술 개발 - 상황인식정보 표준화 연구 - NFC, Wi-Fi 등 무선 통신 환경을 활용한 실내위치정보 표준화 연구 - 스마트 모바일과 외부기기간 인터페이스 표준화 연구 ◦ 역사 표준맵 구축 기술 개발 - 다양한 구조의 역사 표준맵 구축 기술 개발 - 대규모 WRM 최적화 기술 개발 ◦ 상황인식기반 지하역 및 환승역 피난안내 기술 개발 - 비상시 이용객의 상황에 적합한 피난안내 알고리즘 개발 - 스마트 모바일용 피난대응 설계 및 S/W 개발 ◦ 지능형/맞춤형 정보제공 기술 개발 - 이용객의 정보에 기반한 지능형 정보제공 기술 개발 - 스마트 모바일과 디지털 사이니지 연계 기술 개발
□ 주요 산출물	◦ 고속·대용량 이동시스템 시제품 ◦ 시공, 운영, 유지관리 지침서 ◦ 환승역 구조에 적합한 맞춤형 환승인프라 개선 공법 ◦ 유형별 기존 역 환승시스템 개선모형 ◦ 철도역 연계환승시설 세부설계지침 ◦ 역 유형별 맞춤형 환승시설설계방안 및 의사결정 지원 시뮬레이터 ◦ 연계환승시설 개선 효과 평가 S/W ◦ 능동형 도시철도 지하역사 침수방지시스템 ◦ 침수방지시설 설치 기준 및 유지관리지침 ◦ 철도 역사 비구조재 내진설계기준 및 내진성능평가지침 ◦ 철도 역사 비구조재 내진성능 보강시스템 ◦ 시공 및 유지관리 매뉴얼 ◦ 상황인식정보 표준화 기술 ◦ 역사 표준맵 ◦ 피난안내 시스템 시제품 ◦ 지능형/맞춤형 정보제공 시스템 시제품
□ 보고서 제출	○ 최종보고서 : 과제 종료시
5. 연구 추진방법	
□ 추진전략	○ 산학연 공동 연구개발 추진 - 도시철도 설계·제작·시공 관련 산업체 기술개발 투자 유도

	- 국내 우수 대학교 및 연구소의 신기술 개발 공동연구 추진 - 전체 기술동향 파악 및 표준화 추진은 대학이나 연구기관에서 실시 - 시스템 개발 및 구현은 전문 기술을 보유한 업체 담당 ○ 수요자·사용자 지향적 기술 개발 추진 - 당해 기술개발의 수요처인 운영기관의 실무자로 구성된 기술협의회를 구성하여 상시 자문체계를 구축 - 도시철도 운영기관의 현장적용 및 현장시험을 통한 성능평가 진행 - 지자체, 운영기관과의 자문 및 의견수렴 ○ 전문기관과의 긴밀한 협조 - 전문가 그룹 기술 자문 및 협조 체제 구축 - 도시철도 운영기관 현장적용 및 시스템 검증에 자문 협조
□ 추진체계	○ 본 과제는 연구단 내 세부과제로서, 수행기관은 협동연구기관으로 편입
6. 사업기간 및 소요예산	
	○ 연구기간 : 협약일로부터 총 4년 ○ 연구예산 : 145.3억원(정부: 109억원, 민간:36.3억원)
7. 기 타	
	○ 연구비, 연구기간, 연구내용은 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성 ※ 총 지원예산은 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음. ○ 기업 참여시 기업부담금은 “건설교통기술연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ○ 참여기관은 관련 연구 또는 사업 수행실적이 있어야 하고, 기업의 경우 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업이어야 함

나. 도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발

연구과제명	도시철도 역사의 환경 및 에너지관리 향상 기술 개발
1. 연구 목표	○ 도시철도 역사 이용객을 위한 역사 및 승강장의 공기질, 온도, 소음·진동 등과 관련된 쾌적성을 증대하여 역사 이용의 활용도를 최적화하며, 운영기관의 신재생에너지 활용 및 에너지 관리기술을 향상함으로써 유지관리비용을 절감하고자 함
2. 연구 필요성	○ 철도는 국내 연간 총 전력판매량 43만GWh대비 1%에 해당하는 4천3백GWh를 사용하는 전력수요처로서(2010년 기준) 다양한 신재생에너지원과 전력사용에 대응하기 위한 전력 에 대한 정보화가 필요 ○ 도시철도 역사에 최적화된 실시간 에너지 소비량 측정, 양방향 통신, 부하 관리 등에 대한 철도전력망 구축이 요구되며, 에너지 사용량 절감 및 피크 부하 관리를 위한 도시철도 역사 에너지 관리시스템의 도입이 필요함 ○ 신재생에너지의 기술 개발 및 이용/보급 촉진과 신재생에너지 산업의 활성화를 통하여 에너지를 다양화하고 에너지의 안정적인 공급, 에너지 구조의 환경친화적 전환 및 온실가스 배출의 감소를 추진하기 위하여 신재생에너지 및 재생에너지 개발/이용/보급 촉진법(2004년 12월)제정됨. 이전에는 연면적 3,000m² 이상의 건물에 대하여 총 건축비의 5%를 신재생에너지를 적용하게끔 규제하였으나 2011년부터 연면적 1,000m² 이상의 건물에 대하여 총 전력 사용량의 10% 이상을 신재생에너지를 이용하도록 강제하며 2012년 까지 20%까지 확대 적용 예정임. ○ 도시철도 역사의 단순한 실내 온도 관점의 다수 공조기 분산 개별운영으로 인한 과도한 에너지 손실 발생과 이용객 불만이 증가됨. 이에, 쾌적성 평가와 공간특성 및 이용객수의 변동에 따른 스마트 공조시스템이 필요함. ○ 최근 철로 아래 역무시설 등이 놓여진 선하역사 증가로 진동저감에 대한 요구가 증대되고 있으나 궤도 및 역사 부설 후에 진동을 저감시키는 데는 시간과 비용이 많이 소요되고 열차의 운행특성상 대책이 불가능한 경우도 있어 역사 구조물에 방진시스템을 적용하여 진동문제를 해결하는 것이 효과적임.

3. 연구 중점분야	○ 도시철도 통합 에너지 관리시스템 기술 ○ 신재생에너지를 이용한 역사/터널 친환경에너지 활용기술 ○ 스마트 공조기술 개발 ○ 궤도·역사 인터페이스 향상 및 실용화 기술 개발
4. 연구 내용	○ 도시철도 통합 에너지 관리시스템 기술 - 신재생에너지 철도 전력망 연계기술 - 에너지 관리를 위한 네트워크 구성기술 - 철도전력망 보호 및 자동제어기술 - 신재생에너지 통합관리 시스템 및 운영기술 ○ 신재생에너지(지열/지하유출수 등)를 이용한 역사/터널 친환경에너지 활용기술 - 신재생에너지를 이용한 지하역 및 터널의 에너지 절감을 위한 친환경 시스템 성능 분석 - 신재생에너지를 이용한 지하역/터널 친환경 신재생에너지 시스템 개발 - 신재생에너지를 이용한 지하역/터널 친환경 신재생에너지 시스템 효율 평가 ○ 스마트 공조기술 개발 - 이용객 쾌적성 평가 및 활용 기술 - 이용객수와 공간특성을 반영한 최적 공조기술 - 오염물질 감지를 통한 공조설비 연동기술 - 쾌적성, 이용객수, 공간특성, 오염물질 변수에 따른 공조제어 알고리즘 구축 기술 ○ 궤도·역사 인터페이스 향상 및 실용화 기술 개발 - 차량-교량-궤도 및 역사 동적 인터페이스 기술 개발 - 기존 선하역사 구조물의 방진시스템 기술개발 - 선하역사 진동평가 기준 개발
□ 주요 산출물	○ 신재생에너지 철도 급전시스템 연계 기술기준 ○ 계통 연계 보호 알고리즘 ○ 도시철도 역사 전력 데이터 취득 장치 ○ 도시철도 역사 에너지관리시스템 ○ 신재생에너지 최적 제어 프로그램 ○ 신재생에너지 이용 본선터널 및 역사 예냉 시스템 시제품 ○ 신재생에너지 이용 본선 및 역사 냉각시스템 설계지침 및 운영지침 ○ 지하역사 이용객 온열환경 쾌적성 기준

○ 쾌적성 모니터링 시스템(현장운영) ○ 오염물질 감지 및 공조설비 연동시스템(현장운영) ○ 기존 역사구조물에 적용가능한 저진동 방진재 및 방진시스템 ○ 설계/시공/ 유지보수 지침안 ○ 선하역사 진동평가 기준	
☐ 보고서 제출	○ 최종보고서 : 과제 종료시
5. 연구 추진방법	
☐ 추진전략	○ 산학연 공동 연구개발 추진 - 도시철도 설계·제작·시공 관련 산업체 기술개발 투자 유도 - 국내 우수 대학교 및 연구소의 신기술 개발 공동연구 추진 ○ 수요자·사용자 지향적 기술 개발 추진 - 지자체, 운영기관과의 자문 및 의견수렴
☐ 추진체계	○ 본 과제는 연구단 내 세부과제로서, 수행기관은 협동연구기관으로 편입
6. 사업기간 및 소요예산	
연구기간 : 협약일로부터 총 4년 연구예산 : 90.6 억원(정부:68억원, 민간: 22.6억원)	
7. 기 타	
○ 연구비, 연구기간, 연구내용은 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성 ※ 총 지원예산은 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음. ○ 기업 참여시 기업부담금은 “건설교통기술연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ○ 참여기관은 관련 연구 또는 사업 수행실적이 있어야 하고, 기업의 경우 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업이어야 함	

다. 도시철도 역사의 운영효율 향상 기반 구축 및 엔지니어링 기술 개발

연구과제명	도시철도 역사의 운영효율 향상 기반 구축 및 엔지니어링 기술 개발
1. 연구 목표	○ 도시철도 역사의 안전성, 편의성, 친환경성 등의 향상과 운영효율 향상을 위하여 개발된 기술의 성능검증을 위한 테스트베드 구축 지원 ○ 도시철도 역사를 포함한 시설물의 운영효율 향상을 위한 관련 법령, 기준 유지발전 연구
2. 연구 필요성	○ 도시철도 역사의 환경·안전성 향상과 에너지관리를 위하여 개발된 핵심기술의 효율적인 테스트베드 구축을 위한 인터페이스 설계 타당성검토 및 시험평가 기술 개발 ○ 도시철도 시설물 표준화 구현으로 안전성, 유지보수성 향상 및 운영유지비절감. ○ 도시철도 시설물 관련 정립된 표준화 기준에 대하여 사회환경의 변화, 기술의 진전 등을 반영하도록 지속적 기준의 개정이 필요 ○ 도시철도 운영기관마다 지침이 상이하여 체계적이고 통일화된 정거장, 환승 및 편의시설 관리를 위한 통합된 설계지침 요구
3. 연구 중점분야	○ 테스트베드 구축 지원 및 성능 검증을 위한 현장 기술 지원 ○ 운영효율 향상을 위한 정책, 제도 수립 연구 및 고시 지원
4. 연구 내용	○ 도시철도 역사 환경·안전성 향상 인터페이스 기술 개발 - 차량-교량-궤도 인터페이스 설계 타당성 검토 - 역사-궤도 인터페이스 설계 타당성 검토 ○ 도시철도 역사 환경·안전 핵심기술 최적화 설계 기술 개발 - 고속·대용량 이동시스템 현장 적용성 검토 - 환승 및 연계교통 구축 설계기술 타당성 검토 - 지하역 및 환승역 정보제공 기술 현장 적용성 검토 - 지하역사 차·배수 시스템 기술 현장 적용성 검토

- 역사 비구조재 내진성능보강시스템 현장 적용성 검토 - 전력설비 성능 최적화 설계기술 타당성 검토 - 신재생에너지는 이용한 터널/역사 친환경 에너지 시스템 현장 적용성 검토 - 스마트 공조기술 현장 적용성 검토 - 방진·저소음 구조기술 현장 적용성 검토 ○ 테스트베드 구축 지원 및 성능검증 - 단위 구성품 성능검증 기술 개발 - 단위 구성품 성능평가시험 - 시스템 종합성능검증 기술 개발 - 수요예측 및 효과 분석(사회적 편익, 기술적 및 경제적 파급효과, 다원기준 의 사결정 분석 등) - 실용화사업을 위한 경제성 검토 ○ 도시철도 시설물(역사, 궤도, 전력, 신호 등) 관계 법령, 기준 유지발전 연구 - 도시철도 시설물(역사, 궤도, 전력, 신호 등)관련 법령, 기준 제·개정	
□ 주요 산출물	○ 도시철도 역사 환경,안전 핵심기술 통합시스템 ○ 수요 예측 및 투자효과 분석 기법 및 정량적 지표 ○ 도시철도 시설물 (역사, 궤도, 구조물, 전력, 신호 등) 관련 기준 제·개정안 및 고시지원
□ 보고서 제출	○ 최종보고서 : 과제 종료시
5. 연구 추진방법	
□ 추진전략	○ 산학연 공동 연구개발 추진 - 도시철도 설계·제작·시공 관련 산업체 기술개발 투자 유도 - 국내 우수 대학교 및 연구소의 신기술 개발 공동연구 추진 ○ 수요자·사용자 지향적 기술 개발 추진 - 지자체, 운영기관과의 자문 및 의견수렴
□ 추진체계	○ 본 과제는 연구단 내 세부과제로서, 수행기관은 협동연구기관으로 편입
6. 사업기간 및 소요예산	
○ 연구기간 : 협약일로부터 총 4년 ○ 연구예산 : 57.3 억원(정부: 43억원, 민간:14.3억원)	

7. 기 타

- 연구비, 연구기간, 연구내용은 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성
※ 총 지원예산은 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음.
- 기업 참여시 기업부담금은 “건설교통기술연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
- 참여기관은 관련 연구 또는 사업 수행실적이 있어야 하고, 기업의 경우 연구 개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업이어야 함

제2절 평가기준 설정

1. 연구목표의 적절성, 연구개발 필요성 및 타당성 : 배점 30점

세부항목	평가내용	배점				
		우수	양호	보통	미흡	불량
연구목표의 적절성	연구목표의 적절성 및 제안요구서와의 부합성	10	8	6	4	2
연구개발의 필요성	연구추진 및 기술개발 필요성	10	8	6	4	2
연구개발의 타당성	정책/기술/경제적/정부지원 타당성	10	8	6	4	2
소계						

2. 연구계획의 적정성 : 배점 50점

세부항목	평가내용	배점				
		우수	양호	보통	미흡	불량
연구추진체계의 합리성	연구추진체계 및 추진일정의 합리성	10	8	6	4	2
연구추진전략의 적정성	목표 달성을 위한 연구추진전략의 적정성	10	8	6	4	2
연구성과목표 및 지표의 적정성	연구성과목표 및 지표의 적정성	10	8	6	4	2
연구성과의 활용성	연구성과의 실용성 및 활용성, 기대효과	10	8	6	4	2
연구비 편성의 적정성	연구내용대비 예산 규모, 예산 편성의 적정성	10	8	6	4	2
소계						

3. 연구기관의 적정성 : 배점 20점

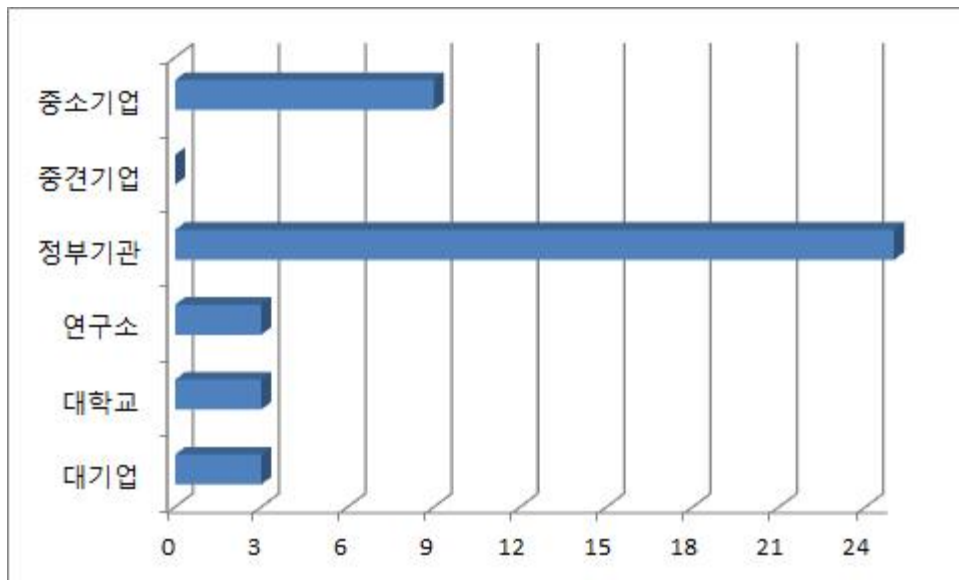
세부항목	평가내용	배점				
		우수	양호	보통	미흡	불량
연구기관의 규모	연구기관의 규모, 연구인력 및 전문성	10	8	6	4	2
연구기관의 전문성	유사연구 수행실적 및 경험	10	8	6	4	2
소계						

첨부 1. 기술수요조사 및 결과

가. 기술수요조사의 개요

○ 기술수요조사 수행결과 요약은 다음 표와 같음

구 분	내용
조사기간	2012. 06. 26 ~ 2012. 07. 09
조사대상	출연연구기관, 공사 연구소, 대학, 민간기업체 소속의 철도, 건축, 설비분야 전문가
응답자수	175명 중 130명(74%)
조사항목	이메일을 통한 설문조사
조사방법	제안기술의 개요(중점추진분야분류, 연구수행기관, 기술개발단계), 연구개발 목표 및 내용, 연구개발 필요성, 제안기술관련 국내외 시장/기술/정책 동향

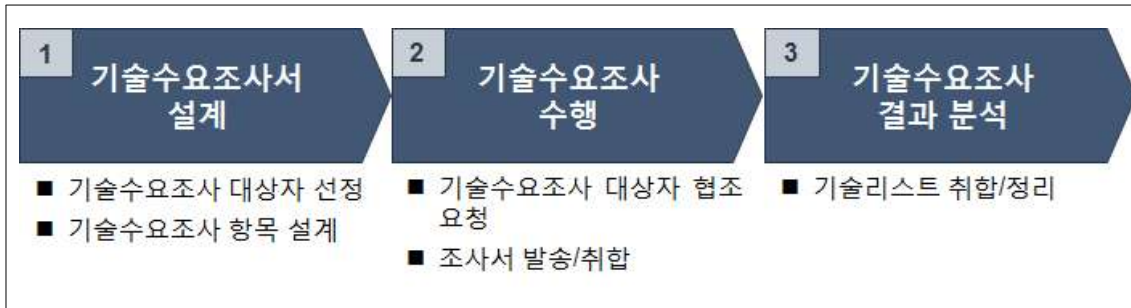


○ 목적

- 기술수요조사의 목적은 관련된 기술분야에서 필요성이 높을 것으로 예상되는 기술을 세부과제 또는 요소기술 수준에서 도출하는 것임

- 기술수요조사는 기술개발 우선순위를 파악하고 기술개발 과제간 효율적인 자원배분 방안을 마련하기 위한 기획연구의 사전조사에 해당함

○ 절차



○ 결과의 활용

- 기술수요조사 결과는 향후 진행될 중점추진분야 선정 및 후보과제 선정에 활용되며, 중점추진분야별 유망기술 발굴의 pool로 활용함

나. 기술수요조사 결과 분석

○ 기술수요조사 결과 분류

- 회신된 기술수요조사서를 취합하여 중점추진 분야별, 기술분류 체계별로 수요조사 결과를 분류함
 - ▶ 전체 기술수요조사 결과를 연구진들에 의한 검토를 통해 중복되거나 통합, 분리가 가능한 기술을 정리함
- 최종적인 기술수요조사 결과 리스트는 다음 표와 같음

표 3.1 기술수요조사 결과

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
환승·이동시스템 인프라 개선 연구	환승·이동·성능·향상·시스템·인프라·개선·기술·개발	1	자전거 및 장애인을 위한 이동시스템 개선 기술 개발
		2	환승시설을 연계한 복합환승 설계기술 개발
		3	환승대상 수단의 사전 안내정보 제공
		4	시각적 인지성 극대화를 위한 안내사인설계 매뉴얼 개발 (광역체계 등 전체를 통합한 매뉴얼 개발)
		5	환승·이동 설비시스템 기술 개발(수평/수직 이동시스템· 고속·대용량 이동시스템)
		6	피난시간 확보 설비시스템 개발
		7	수직이동시스템의 적정성에 대한 연구
		8	환승시설 개선 타당성 평가 지침 및 S/W 개발
		9	환승 분리 및 대용량 환승을 위한 이동시스템(무방위 등) 개발
		10	환승역 네비게이션 개발(시각장애인이나, 타지역인들이 출구 및 환승 경로를 찾을 수 있는 스마트폰 앱 또는 스마트 지팡이 기술 개발)
		11	환승이동 편의를 위한 승강설비 개선 연구
		12	환승·이동 설비의 대형화 및 안전한 고속이동을 위한 기계, 구동장치 개발
		13	기존 시설물 환승시간 및 피난 대피시간 단축을 위한 이동시스템 개발(수평/수직, 고속/대용량)
		14	대용량 환승 이동을 위한 환승수단간(철도↔타철도노선, 버스, 택시 등) 급속전용 환승통로 이동시스템 개발
		15	환승지점인식/non-stop 이동설비 시스템
		16	환승·이동 거리/시간 최소화 설계기술 개발
		17	고령자 등의 이동장애자를 위한 개인수송차량(P?) 등의 1인용 또는 다인승 이동장치를 환승역에 적용
		18	다노선 동시정차 변형플랫폼 통한 연계환승시스템 기술 개발 (U0201, U0202)
		19	기존 역 유형별 환승거리 단축 모형 개발
		20	선상역사 특성을 감안한 환승이동시스템 개발
		21	이동용 환승이동설비 자동화방안 개선
		22	동선중첩 및 혼잡도 최소화
		23	입레화 구조를 통한 최적화

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
지역환영편성, 전향유한기술발		24	환승·이동 인프라 표준모델 정립
		25	환승 등 이동효율 향상 시스템 개선 및 기술 개발
		26	수단간 환승 시설 최적 재배치 방안
		27	에스컬레이터, 무빙워크 등 시설에 의한 시간 단축이 아닌 눈에 보이는 직선거리 단축을 위한 개선 방안 연구
		28	잠재적 수요지에 대한 사례분석을 통한 기술 개발
		29	개별적 환승역 개발의 시행착오를 최소화할 수 있는 기본토대 구축 방안
		30	환승센터 내에서의 승하차가 가능한 구조모델의 개발
		31	역사내 이동통로 및 게이트, 승강기 적정성 개발 기술
		32	시스템 통합운영플랫폼 설계
		33	無이동 환승역(스페이스) 설계기술 개발
		34	환승방법을 자동화설비로 개선
		35	통일승강장 환승시스템
	지 하 및 환 승 역 의 안 전 향 유 한 기 술 발	36	대합실내 종합교통정보 센터 구축
		37	역사 최적화 세부설계 매뉴얼 개발
		38	환승 대상 시설과 최단 수평/ 수직 재배치 방안
		39	승강장 형식별 환승역 구축 체계화 설계매뉴얼 개발
		40	피난과 환승을 위한 설비최적화 기술 개발
		41	대심도 지하역사의 화재 및 피난시뮬레이션 기술 개발
		42	환승역사 구조물 이격거리 최소화 방안 연구
		43	승객 승하차(환승) 이동시간 단축 설계기술개발
		44	환승역의 편의시설(EV,ES,무빙워크) 지하역과 직접 연계 구축 기술
		45	환승·이동 최단거리 확보를 위한 건축물 설계 개발
		46	환승역 설계시 플랫폼 연결통로간 거리를 최소화 시키는 구조공법 개발
		47	지하역, 환승역의 구축 설계 기술개발
		48	지하·지상 보행공간 활용 극대화를 위한 복합환승구조 설계지침 개발
		49	저심도 역사 설계기술 개발
		50	설계지침에 따른 최적설계 자동생성 및 대안평가 프로그램 개발
		51	헬리포트 등의 다목적 환승 건물 (KTX+ 전철+ 헬기 관광 포트 등)
		52	일심(core) 다층환승시스템기술개발 (F0104)
		53	기존 역 환승시설 개선 매뉴얼 개발
		54	무선 통신 인프라 구축 지침에 따른 무선인프라 최적 배치 프로그램 개발
		55	3D 설계 및 3D 프로그램 개발
		56	입체설계를 통한 최적입지선정방법 개발
		57	환승효율성을 고려한 통합설계기술 개발
		58	역사내부에 치우쳐 있는게 아닌 역사외부의 면면까지 신경쓸 수 있는 설계 필요
		59	소음·진동 억제를 위한 슬래브도상매트 및 침목매트 설치
		60	역사 지상화 추진으로 버스 등의 교통수당과의 동선최소화 및 역건설 비용 감축
		61	환승역에 대한 환승동선 최적화 방안
		62	승강장, 콘크스, 맞이방 등에서도 엘리베이터, 에스컬레이터 경사로

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
환승최화위인프라선술발			등을 이용하여 지하철 등(대중교통)과 연계구조 개발
		63	상업성 및 편의성을 고려한 복합환승센터 기술 개발
		64	대심도 역사 승객 이용편의를 위한 고속·대용량 에스컬레이터 개발 및 안정성을 갖춘 경사형 엘리베이터 연구 개발
		65	교차역 건설로 인한 환승이동거리를 최소화시키기 위한 환승역 개발
		66	환승공간 최적화를 위한 공간기술 개발
		67	고객동선 최적화를 최우선 고려한 역사 설비 및 정보시스템 체계화 연구
		68	열차운행체계와 역사 설비가 연계 조화된 환승체계시스템 설비 구축
		69	환승시설 프리캐스트 모듈화 구축 기술 개발
	승객을 위한 프개선술발	70	버스(주환승대상) 오른쪽 문열림→ 양쪽 문열림 개선으로 환승 최적 배치
		71	교통카드 환승 시스템 기술 및 안내체계 개발
		72	버스 연계형 통합거리비례제 기술
		73	환승열차 승차 시격 동기화 방안 개발
		74	도시고속도로와 환승지하역의 연결, 환승주차장, 상업시설, 지하버스 베이의 설치
		75	환승지하역 주변에 교통광장을 지상 또는 지하에 설치
		76	실시간 최적 환승정보 추정
		77	스마트 폰용 환승정보 푸시알람 앱 개발 및 유지
		78	경제적으로 최적의 환승 동선을 연결할 수 있는 기술개발(시뮬레이션을 통한 최적 동선 확인)
		79	기존 역사 환승체계에 대한 타당성 평가 및 시스템 개선 매뉴얼 개발 연구
		80	장래 환승대비 설계기술 개발
		81	기존 역사의 운영효율화를 위한 기술개발
		82	환승시설내 일체형 입체적 연속적 보행테크 기술개발(Q0901)
		83	환승역의 특화 기능을 반영한 설계기술 개발
		84	기존역 환승통로 구축 기술개발
		85	통합 정보제공 및 예약 기술
		86	실시간 음성안내 및 재예약 기술
		87	환승수단별 최적동선구축을 위한 인프라 설치 및 개선방안 연구
		88	환승체계를 한눈에 알아볼 수 있는 BIS같은 시스템 설치 필요
		89	열차의 환승역 교차방식을 + 교차형식을 평행교차로 개선
		90	광역망 설계를 총괄하는 경보시스템 구축(고장, 사고 등)
		91	환승시설 건설에 대한 최적의 시설 배치계획 방안
		92	환승거리/시간 최소화를 위한 표준모델 정립
		93	Barrier Free를 고려한 지하역 및 환승역 설계지침 제정
지역환역친경	하수 및 신재생에너지(태양열)	94	지하유출수를 이용한 터널 및 지하역사 냉난방 시스템 및 에너지 절감 기술
		95	신재생에너지 계통 연계기술
		96	고효율/고전압 전력변환기술
		97	BESS(배터리에너지저장시스템)를 포함한 에너지 저장기술
		98	지하철 역사 출입구인 캐노피를 이용한 태양광발전을 통한 열차 운행

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
재생에너지 이용 기술 개발	지하수, 풍력 등) 를 이용 한 지하 역사 환 영 지 역 활 용 기술 개발		정보 제공
		99	자연채광을 활용한 조명 시스템 개발
		100	태양광을 통한 보조전원 시스템 개발
		101	연료전지를 활용한 비상전원시스템 개발
		102	터널구간 풍압해석 및 풍량을 이용한 발전시스템 개발
		103	고효율 태양광발전 기술 (시스템, 트래킹 등)
		104	신재생에너지원별 적용성 및 효율성 비교 분석
		105	신재생에너지원별 활용 기술
		106	신재생에너지 활용 등 친환경건축을 위한 설계기법 개발
		107	지열을 이용한 냉난방 시스템 개발
		108	지하역사 열환경분석 에너지 분포 해석 및 시뮬레이션을 통한 성능 향상 기술 개발
		109	지하역사의 친환경 공조시스템개발
		110	철도 지하역사 대공간 열환경 분석 및 에너지 분포 분석
		111	지하역사 열유동 시뮬레이션 기술
		112	Simulator를 통한 시스템 효과 평가 기술
		113	역사 아트리움 태양광 적용 전력생산 기술 개발
		114	신재생에너지 전력망 연계기술(전력품질, 보호시스템 등)
		115	외부 자연풍 및 태양의 직접적 지하공간 도입 기술 개발
		116	열차풍을 이용한 집진장치 개발
		117	지하수 이용 방화수 개발
		118	지하철 풍력이용 전기에너지 개발
		119	지하역사의 밝고 쾌적한 분위기를 위한 외부 태양광을 지하역사 내로 유입할 수 있는 광원 채광 기술 개발
		120	태양열을 이용한 냉난방 구축 기술
		121	차가운 지하수를 이용한 압축기의 냉각수 온도 효율화
		12	CFD 기반 열 유동 시뮬레이션 기술

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
		2	
		123	지하역사의 지하수를 이용한 냉방기술 개발(냉각수, 냉수로 이용)
		124	지하수의 발생량과 온도별 차등적용기술 개발
		125	지하역에너지를 위한 지열지하수 개발연구
		126	철도지하역사의 친환경 에너지 활용 위한 기술향상 방안 연구
		127	지하수 및 지하터널의 낮은 공기온도를 활용
		128	도시철도 전원계통의 수요억제 및 재생에너지를 활용한 재생산에 대한 연구
		129	신재생 에너지를 이용하여 DC배전을 통한 LED조명 활용
		130	지하공간의 자연채광 설계기술 연구 개발
		131	지하수와 공조시스템, 신재생에너지를 이용한 역사와 지하공간의 쾌적성 제고에 관한 통합적인 연구 개발
	승객 이동에너지 활용 조명 에너지변환시스템(압전발진) 기술 개발	132	철도 역사 조명을 위한 압전 발전 모듈 및 전력공급 장치 개발
		133	기존 조명과 연계기술
		134	터널내 전동차 운행시 바람 및 궤도 압을 이용한 발전기술
		135	승객 이동에너지 저장장치 개발
		136	압전시스템 및 계통 연계 시스템 개발
		137	이동에너지의 전기에너지 변환 기술
		138	발전시스템 구축 기술
		139	압전에너지 블록의 건축물 적용 및 에너지 자원화 기술 개발
		140	압전에너지 하베스팅을 이용한 고효율 역사 전력시스템 개발
		141	차량 이동에너지를 활용한 재생에너지 확보기술 개발
		142	내구성 있는 압전소자 개발
		143	압전소자의 전력계발량 증대 연구
		144	압전발전 기술을 이용한 승객 이동에너지 전력변환 기술 개발
		145	다수승객 이동시 이동에너지를 동력에너지로 변환시스템 개발
		14	승객 이동에너지를 활용한 조명 에너지변환 시스템(압전발전) 기술

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
		6	개발
		147	지능형 조명시스템 기술 개발
		148	환승구 및 승강장 유동승객수 변동에 따른 조도제어 기술
		149	역구내 정차시 차량하중을 이용한 에너지 변화 및 저장기술 개발
	역사터널열열스을용에지감술발	150	보일러,공조기등의 폐열회수기능
		151	폐열의 열원화(온수급탕)기술
		152	폐열변환기술 개발
		153	터널 환기구에 폐열을 이용한 냉난방 시스템 구축
		154	터널 지하수 이용한 하절기 흡열 시스템을 이용한 에너지 저장기술
		155	역사 및 터널 구조물 흡열장치를 이용한 폐열 중장기 저장기술
		156	역사 및 터널 구조물 흡열장치를 이용한 폐열이용 난방 및 급탕시스템
	우수,중수,중수활용시스템을용물원감심술발	157	빗물 재활용 시스템 구축(지족역)
		158	중수재활용 시스템
		159	우수, 중수 사용배관의 분리 기술
		160	우수,중수 필터링 기술
		161	터널내 발생하는 지하수와 우수를 활용한 수처리 시스템
		162	우수, 중수 이용한 화장실, 도로세척, 조경수 사용
		163	역사내부 화장실물, 청소물, 화단물 등에 사용할 목적으로 중수/우수 재활용 기술 개발
		164	차량기지 및 지상역사 우수 집수 시설 개발
		165	지하역 지하유출수를 이용한 물자 자원 점감장치 기술 개발

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
	신재생에너지 발전·연료·저장·전송·시스템 기술 개발	166	전력망 연계를 위한 에너지 저장시스템 개발 및 운영기술
		167	에너지 저장밀도 향상을 통한 시스템 콤팩트화
		168	태양광발전 및 역사부하 연계 ESS기술
		169	축전 효율 및 축전기술
		170	연료전지 적용 기술 개발
		171	열차풍을 이용한 전기발생 시스템 개발
		172	신재생에너지 변환 기술
		173	에너지 저장 전지 기술
		174	차량 이동시 발생하는 풍력을 이용한 재생에너지 확보기술 개발
		175	신재생에너지 전력 축적을 위한 연료전지 기술 개발
		176	도시철도 차량기지 및 지상역사에 적용 가능한 태양광을 이용한 전력 취득장치 개발
		177	차량기지 태양광 발전소 건설
		178	신재생에너지 발생전력 연료전지 축적 및 재생 시스템 기술 개발
		179	전동차 회생에너지 저장시스템 및 역사전기 활용시스템 개발
		180	재생에너지 기술 발전 가능(특히, 세계적 투자 활발히 진행중)
		181	열차풍 및 회생제동 에너지 저장 및 활용 기술연구
		182	열차풍을 이용한 자연환기시스템 개발
	아름다운역사, air-flow 창시스템 기술 개발	183	지상역사 창호 단열에 따른 에너지 절감 방안
		184	겨울철 온실효과로 단열기능
		185	공기층을 이용한 고단열 기술
		186	air-flow 윈도우 창을 이용한 역사 에너지 단열 기술 개발
		187	지상역사 냉·난방 통합제어 기술 개발

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
	신재생에너지 관련 에너지 모니터링 위치역전망 구축 및 장치 개발	188	철도전력 최적화 운영기술
		189	에너지 모니터링을 위한 전력데이터 취득장치 개발 기술
		190	실시간 상태진단 프로세싱 기술
		191	고효율 전력변환장치 기술
		192	신재생에너지 전력망 연계기술
		193	피크 부하관리 기술
		194	신재생에너지 연계형 스마트 전력망 구축 기술
		195	철도 전력 데이터 취득장치 개발
		196	신재생에너지 출력 안정화 기술
		197	신재생에너지 계통연계 안정화 모니터링 기술
		198	비상 전력대책 회로망 구축
		199	신재생에너지 전력망 연계기술
		200	전력선통신(PLC)을 활용한 데이터 수집기술
		201	역사 전력 자동 제어 시스템개발
		202	분산형 전원 철도 최적설치 위치 및 용량분석 기술
		203	신재생에너지 연계에 따른 전력망 보호시스템 구축기술
		204	신재생 및 연료전지 축적 상태모니터링 및 효율진단, 고장진단 기술
		205	신재생에너지원별 발전예측 및 효율 분석기술
		206	스마트그리드 활용 역사내 전력망 구축 및 관리시스템 개발
	역사 에너지 통합 관리 기술 개발	207	에너지 통합관리 어플리케이션 개발
		208	전력품질 감시 기술
		209	전력망 에너지 효율 향상 기술
		210	IT 연계 조명제어 시스템 구축
		211	철도 역사 전기에너지 부하예측 및 경제급전 알고리즘

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
		21 2	EMS DB 구축 및 관리 기술
		21 3	철도 전력 최적화 운영기술
		21 4	분산형 전원 철도 최적설치 위치 및 용량 분석 기술
		21 5	신호처리 및 통계처리 기반의 이벤트 감지기법을 활용한 상태진단 및 고장 감시 기술
		21 6	IT기반 전력량 수급조절 자동화 시스템 구축 및 관리 체계화
		21 7	지능형 수배전 시스템 구축
		21 8	EMS Server 및 제어 기술
		21 9	상태진단 및 고장 감시 기술
		22 0	회생에너지 제어기술
		22 1	실시간 상태진단 프로세싱 기술
		22 2	전력 설비별 에너지 효율 분석 기술
		22 3	부하별 전력량 측정 시스템 개발
		22 4	신재생+ 기존전력 관리를 위한 SCADA 및 모바일 유지보수 기술
		22 5	전기에너지 상태 및 고장 감시 기술
		22 6	역사 전기에너지 통합관리 효율화 시스템 개발
		22 7	전력망 통합감시제어 기술 (보호/제어, 전력품질감시, 통합운영 등)
		22 8	역사 전력망 통합감시 체계 구축 및 절전가동 시스템 개발
		22 9	전력사용 모니터링 및 자동설비 제어기술
		23 0	에너지 절감형 조명제어시스템 기술
		23 1	역사 전기에너지 최적 관리시스템 개발기술
지역환영패성상	하 및 승 의 적 향 기 스트조 술개	23 2	인버터를 적용한 지능형 공조 시스템 개발(고효율 인버터를 적용하여 온도, 미세먼지 등 수치에 의하여 자동으로 제어가 되는 공조시스템 개발)
		23 3	역사 공조기 최적운행을 위한 스마트 공조기술(이용객수, PMV연동 제어기술)
		23 4	오염물질 감지를 통한 공조설비와 연계시스템 기술 개발

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
술 개발		235	친환경 환기시스템기술 개발
		236	방재시스템과 공조시스템의 최적화에 따른 에너지절약 및 안전성 확보에 관한 기술
		237	역사 냉방가동시 배기 전열교환 기술(냉방에너지 회수기술)
		238	이용객 쾌적성 평가 및 활용 기술(온열쾌적성-PMV 평가 및 활용)
		239	역사 공조시스템 자연환기 시스템 개발-외부와 역사 온도차에 의한 자연 통풍시스템
		240	지능형 스마트 공조기술 개발
		241	이용객의 누적수를 시간대 별로 데이터베이스화 하여 비슷한 시기에 운전할 때 외기도입량을 제어하여 외기부하 감소
		242	밀집된 역사와 지하공간내 태양에너지, 지열, 바람이 통합된 최적화된 공기순환(공조)시스템
		243	환기(지하역)가 가능한 지하역 최적관리시스템 기술 개발
		244	열차운행압력을 이용한 지하통로 환기방안 연구
		245	스마트 역사와 관련 지하역사 공기질 개선을 위한 캐노피 주변의 미세먼지 차단시설(에어커튼 등) 연구
		246	지하역사의 자동세정형 공기여과기의 개발
	케 도 · 사 인 페 스 상 실 화 술 개 발	247	기존 선하역사 구조의 방진시스템 기술 개발
		248	선하역사 진동 평가기준 개발
		249	복합이용공간의 쾌적성 유지를 위한 대처방안 연구
		250	케도 및 역사구조의 동적 인터페이스 기술 개발
		251	저비용, 고효율 방진시스템 설계기술
		252	역사 구조의 방진시스템 개발에서 방진재 성능기준 정립 및 성능평가
		253	비산먼지발생 저감 등 친환경케도 연구
		254	선로환경 유해요인의 역사전달 영향 감소 및 차단 실용화 기술 개발 연구
	역 사 실 내 환 경 (조 명, 채 광, 색 채,	255	지속가능한 역사 시설 조성을 위한 친환경 자재 개발
		256	콘크리트의 재료 개발에 따른 마감재 절감방안
		257	역사 실내환경(조명, 채광, 색채, 건축재료) 시설 디자인 기술 개발

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
	건축재료)설치인기기술개발	258	지하역사 친환경도입을 위한 설계기준 검토
		259	지하역사 방재기준관련 법령현황 및 적용에 따른 문제점 및 개선사항 개발 기술
		260	화재강도에 따른 역사건축자재와의 상관관계에 관한 기술
		261	자연환경과 가장 가까운 실내공간 구축 기술개발
		262	자연채광에 근접한 친환경 램프 지하역사 적용
		263	성력화 재료의 개발(유지보수 free) 기술
		264	역사 천정재 기술 개발
	지상승강장패널상위스크린도어선술개발	265	승강장 형태 및 환경에 따른 스크린도어 기준 개발
		266	스크린도어 종류에 따른 최적의 에너지절약시스템 개발기술
		267	스크린도어와 방재시스템 연동에 관한 기술 개발
		268	지상 승강장 스크린도어 기술 개발
		269	지상역사 스크린도어 표준모델 개발
		270	친환경 스크린도어개발 연구
		271	재생에너지와 공조시스템 통합기술 개발
		272	관련 법안 정비
		273	관련 시설 및 장치의 설비기준 정비 및 개선
지역환승역승객정보공제기개발	지역환승정표화술개발	274	역사 표준맵 구축 기술
		275	위치정보 표준화 기술
		276	교통카드 사용 이력 조회 서비스 기술
		277	전국 교통카드 충전 서비스 제공 기술
		278	승객통화 통신장비 설치기준(수량, 설치장소), 사용법, 기능, 연계방안 표준화
		279	NFC, WiFi 등 기술 활용을 통한 승객 자동 감지 및 위치 확인 시스템 및 S/W 개발
		28	환승역의 열차진입정보 표출 게시기 개발

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
		0	
		281	혼잡도, 열차정보 등 제공정보 표준기술 개발
		282	스마트폰을 활용 지하, 환승역사도에서 자신의 위치 표시안내 어플개발
		283	ITS 안내정보 표준 프로토콜 개발
		284	대규모 WRM 최적화 기술
		285	이용승객의 위치정보, 목적지 정보 등을 사용자의 휴대기기를 통해 제공하는 기술의 표준화
		286	Pseudo GPS를 활용한 실내공간의 승객 위치 파악 시스템 개발
		287	수도권 도시철도 환승체계 평가모델 개발
		288	역환승유형에 따른 최적 환승설계기술 개발
		289	스마트폰을 이용한 실시간 운행정보제공 기술 개발
		290	열차위치별 혼잡도 등 정보제공을 통한 이용자서비스 향상방안 연구
	지역환승객보급시스템개발	291	지하역 및 환승역 피난안내 기술
		292	열차 내 승객 분포를 고려한 승강장 대기승객 위치 안내 방안 연구
		293	지하역 및 환승역 비상대응을 위한 정보제공 기술
		294	이레 및 비상사태 상황안내 및 대피 유도 기술 개발
		295	역사 주변의 편의시설(공공시설 등) 제공 기술개발
		296	환승호선의 진입열차의 차량별 혼잡도를 표출하여, 혼잡차량을 회피하여 덜 혼잡한 차량이용을 위한 서비스 제공 기술 개발
		297	증강현실을 이용한 역사 및 주변정보 제공 시스템 개발
		298	복합 환승안내 시스템 개발
		299	실시간 승객 승·하차 정보 활용 역사 및 열차 혼잡도 정보제공
		300	복합 환승 연계 METRO SMART ITS 시스템 개발(버스, 철도, 도시철도, 공항, 여객선 통합정보)
		301	모바일 기반 지하역 및 환승역사 피난안내기술 및 환승역 정보제공 기술
		302	실외의 GPS를 이용한 시스템으로 실내지역까지 서비스를 제공할수 있는 기술
		303	경보 공유 및 전달을 위한 SNS 응용기술 개발

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
		304	재난감지와 광대역 통신 게이트웨이 연계 기술 개발
		305	지하역 및 환승역 비상대피를 위한 기준 제정 연구
		306	지하역 및 환승역 주차장의 종합정보제공 시스템(주차위치,비상동선위치, 주변 지역정보 등) 개발
		307	모바일을 통한 상호 정보교환시스템
		308	보행자 환승 시 최적 이동경로 및 상황인지 기반 승객 정보 제공을 위한 실내 위치정보 취득 및 제공 기술 개발
		309	역을 이동하는 많은 승객들이 보편적으로 생각하는 바를 구현할 수 있는 시스템 및 공간 구축(구현)
		310	대심도 지하역사 방재 및 공조시스템 개발 연구
		311	열차 내 승객 환승연결열차 운행정보 전달시스템 연구
		312	스마트모바일을 통한 새로운 입지 활성화 방안(스마트 기술로 방문, 선택, 매매 시간 단축)
		313	환승시설 이용자(Mobile)를 위한 실내 측위 및 실내·외 측위 기술간 연계를 통한 측위 영역 확대 기술 개발
		314	환승시설 이용자의 최적 환승경로, 상황인식 서비스 등 환승 콘텐츠 개발 및 콘텐츠 제공 기술
광역·도시철도시설권성화방안연구	선로상 구조물 구축기술개발	315	BIM을 이용한 설계적용을 통한 구조물 구축
		316	선로상 구조물 구축시 열차운행 안전성 확보방안 연구
		317	역사와 선로구조물 연계 공간계획 최적화 검토
		318	프리캐스트 프레임형 조립공법에 의한 구조물 축조기술 개발
		319	Maintenance free형 신소재 재료의 적용기술 개발
		320	구조물의 장수명화를 고려한 재료 및 공법 연구
		321	고강도 경량부재를 활용한 급속시공기술 개발
		322	선로구축물의 성능저감 방지기술 개발구축
		323	장비진입제약조건을 고려한 공중가설공법 개발
		324	승강장과 상업 편익시설과의 이동거리 최소화
		325	유지관리 최소화를 고려한 구조형식 및 공법 개발
		326	선로상 구조물의 소음·진동 감소방안 연구
		327	급속공법 개선기술 개발

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
		7	
		328	지진 등 재해, 재난대책에 대한 연구
		329	경관미를 고려한 선로상 구조물 구축계획
		330	경량트러스구조를 활용한 현수식 가설공법 개발
		331	철도 전차선 높이 최소화를 통한 구조물 설치 합리화 방안
		332	철도 덮개구조물 설치를 통한 공원녹지 설치 방안
		333	ILM 공법에 의한 선로상 구조물 구축방안
		334	교각의 고강도 프리캐스트 조립식 공법 개발
		335	선행상판을 이용한 단계별 구조물 구축기술 개발
		336	선로시공조건을 고려한 기초공법 개발
		337	타워크레인을 이용한 경량부재형 구조화 방안 연구
		338	선로상 구조물의 진동, 소음, 온도, 습도 등을 모니터링 하여 환경변화를 감시 할 수 있는 시스템 개발
		339	철도 구조물 인터페이스 향상 기술
		340	선로 양변의 공간 연결기술
		341	선로상 구조물에 적합한 장스팬 프리패브 구조시스템 개발
		342	선로상 구조물의 시공기술 개발
		343	선로상 구조물에 적합한 언더피닝공법 개발
		344	구조물 진동제어 시스템 개발
		345	최적의 구조물 건설을 위한 건설 공법에 대한 연구
		346	구조물 유비쿼터스 유지관리 기술 개발
		347	충분한 방호시설 구축 방안 연구
		348	선로제약조건을 고려한 중·대규모 기초공법 개발
		349	철도횡단도로와 철도역사의 연계방안 연구
		350	소형장비로 시공가능한 중대형 규모의 기초시공법 개발
		35	선로 직하부에 역공간 배제

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
역세권성체구기개발	세계화기술	1	
		352	경제성 평가 지침 및 S/W 개발
		353	역세권의 휴게문화공간 연계방안의 수립
		354	자연형 역세권 개발방안 수립 연구
		355	복합환승센터형 역세권 개발 방안 연구
		356	역세권 활성화에 적합한 시설의 종류 연구
		357	지역별 차별화된 역세권 특성화 개발
		358	민간자본의 역세권 개발참여 활성화 방안
		359	사례분석을 통한 역세권개발 최적유형 연구
		360	도시장기발전계획 수립시 연계수립
		361	국내외 사례분석을 통한 개발의 표준모델 수립
		362	역세권개발의 사업유형 체계화방안 연구
		363	역세권 활성화 방안 수립 및 매뉴얼개발
		364	역세권을 이용한 도시계획 수립 매뉴얼 개발
		365	복합환승센터와 연계한 역세권 개발
		366	기존 도심 도시재생사업과 연계한 역세권 개발
		367	입체복합도시와 연계한 역세권 개발
		368	역세권의 지역 중심 커뮤니티 센터화 방안 연구
		369	역세권 주변 대학생 기숙사 및 도심생활형 주택 건립 활성화 방안
		370	철도변 정비를 통한 체육시설 등 주민편의 시설 확충 추진방안
		371	철도변 자전거 도로 설치 방안
		372	철도변 보행 접근체계 개선 방안
		373	횡단도로기능을 통합한 환승역사모형 개발
		374	건물내 환승센터형 역세권 개발 모형 개발
		37	지역적합형 역세권 개발 유형모델 구축

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
		5	
		376	도시계획 컨셉을 고려한 역세권 개발방안
		377	해외사례분석을 통한 한국형 역세권 개발모형 수립
		378	역세권 주변 음식점 등 편의시설 제공 app 개발
		379	역세권 활성화 대상지 분석 기술
		380	역세권 활성화 체계 활성화 시각화 기술
		381	역세권 주변 상권 및 유동인구 변화량 추정 분석 기술
		382	역세권 활성화와 도시철도 상관관계 분석 기술
		383	역세권 개발 필요성 분석 기술
		384	역세권 개발에 따른 과급효과 추정 기술
		385	사업타당성 분석 S/W 개발
		386	역주변 상권 고려한 역사 상업시설 공간 면적 및 배치기술
		387	TOD 중심의 역세권개발 기술, 도시계획 및 교통계획 기술
		388	역사내외근접한공간내동선체계에따른상가유형·규모, 특히 수직적(층별)입지의 최적화 연구
		389	특성화에 따른 1차, 2차 역세권별 토지이용
		390	환승시설개선에 따른 환승승객은 증가효과에 대한 모형개발
		391	지역특성을 감안한 역세권 설계기준 개발
		392	사전정보를 통한 물품구매 신청후 퇴근시 물품을 스마트역에서 찾아갈 수 있는 방법 연구
		393	역세권 개발 사업성 검토 방법 연구
		394	역 유형별 역세권 개발 매뉴얼 개발
		395	역사의 개발 및 이용에 관한 법률 및 지침 작성
		396	역 이용객과 판매시설 수익의 상관관계 연구
		397	역사유형에 따른 역세권 도시공간분석 및 활성화기술 개발
		398	역세권 개발 잠재력 분석 및 자동개발
		399	자연친화형 공간을 도입한 역세권 개발 연구

중점추진분야	기술분류체계	No.	제안기술명
		9	
		400	주민편의시설, 지역 행정기관 등 주민생활 관련 공공시설의 역세권내 배치방안 연구
		401	역세권 개발 개선을 위해 다양한 사례분석을 통한 유형별 모델 정립
		402	역세권 개발 시 제도적 측면의 개선방안 연구
		403	역세권 활성화를 위한 지하 대공간 구조물 설계 및 시공기술 개발
		404	환승역 주변 상권개발을 통한 역사 이용을 향상 방안
		405	역세권내 밀집된 건축물 내외부의 공기순환 시스템 개발
		406	최적의 연계환승시스템 개발을 통한 역할성화 방안 연구
기타항목		407	지하역사 화재 시 적정 제연(除煙)량 산정 및 효율향상 연구
		408	여객수요 및 주변 유동인구에 따른 역사규모 기준 정립(예, 대역은 상업시설, 소역은 무인역 등)
		409	지하역사 규모별 시설배치 기술 개발
		410	소화물(택배)운송 처리시설
		411	스마트역사 유지관리 시스템 개발

○ 기술수요조사 결과 분석

- 기술수요조사 항목별 응답자 비율은 다음 표와 같음

중점추진분야	제안기술명	응답자(명)												
		1	2	4	8	10	12	14	16	18	20	22	25	27
환승·이동 시스템 인 프라 개선 연구	환승시설을 연계한 복합환승 설계기술 개발	28												
	환승·이동 설비시스템 기술 개발(수평/수직 이동시스템, 고속·대용량 이동시스템)	18												
	환승시설 개선 타당성 평가 지침 및 S/W 개발	16												
	역사 최적화 세부설계 매뉴얼 개발	19												
	승강장 형식별 환승역 구축 최적화 설계매뉴얼 개발	12												
	환승역 설계시 플랫폼 연결통로간 거리를 최소화 시키는 구조공법 개발	10												
	환승시설 프리캐스트 모듈화 구축 기술 개발	16												
	환승수단별 최적동선구축을 위한 인프라 설치 및 개선방안 연구	8												
지하역 및 환승역의 친환경 신 재생에너지 활용 및 절 감 기술 개 발	지하유출수를 이용한 터널 및 지하역사 냉난방 시스템 및 에너지 절감 기술	21												
	철도 지하역사 대공간 열환경 분석 및 에너지 분포 분석	10												
	지하역사 열유동 시뮬레이션 기술	12												
	Simulator를 통한 시스템 효과 평가 기술	9												
	역사 아트리움 태양광 적용 전력생산 기술 개발	10												
	신재생에너지 전력망 연계기술(전력품질, 보호 시스템 등)	9												
	역사내부 화장실물, 청소물, 화단물 등에 사용할 목적으로 중수/우수 재활용 기술 개발	8												
	터널내 발생되는 지하수와 우수를 활용한 수처리 시스템	6												
	air-flow 윈도우 창을 이용한 역사 에너지 단열 기술 개발	6												
	지상역사 냉·난방 통합제어 기술 개발	4												
	에너지 모니터링을 위한 전력데이터 취득장치 개발 기술	14												
	신재생에너지 연계형 스마트 전력망 구축 기술	21												

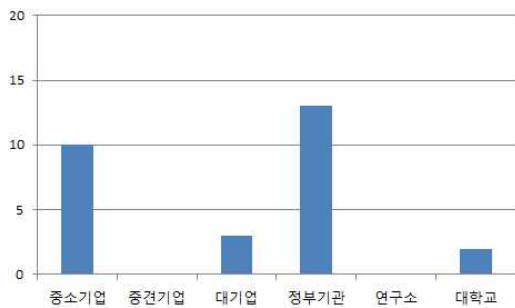
중점추진분야	제안기술명	응답자(명)														
		1	2	4	8	10	12	14	16	18	20	22	25	27	29	30
	신재생에너지 전력망 연계기술															
		8														
	전력망 통합감시제어 기술 (보호/제어, 전력품질감시, 통합운영 등)	14														
	에너지 절감형 조명제어시스템 기술	14														
	역사 전기에너지 최적 관리시스템 개발기술	20														
지하역 및 환승역의 쾌적성 향상 기술 개발	역사 공조기 최적운동을 위한 스마트 공조기술 (이용객수, PMV 연동 제어기술)	16														
	역사 냉방가동 시 배기 전열교환 기술(냉방에너지 회수기술)	10														
	이용객 쾌적성 평가 및 활용 기술(온열쾌적성-PMV 평가 및 활용)	12														
	기존 선하역사 구조의 방진시스템 기술 개발	8														
	궤도 및 역사구조의 동적 인터페이스 기술 개발	12														
	역사 실내환경 (조명, 채광, 색채, 건축재료)시설 디자인 기술 개발	16														
	지하역사 친환경도입을 위한 설계기준 검토	12														
	승강장 형태 및 환경에 따른 스크린도어 기준 개발	14														
지하역 및 환승역의 승객 정보 제공 기술 개발	지상 승강장 스크린도어 기술 개발	8														
	역사 표준맵 구축 기술	29														
	위치정보 표준화 기술	25														
	지하역 및 환승역 피난안내 기술	24														
광역·도시철도 역세권 활성화 방안 연구	지하역 및 환승역 비상대응을 위한 정보제공 기술	24														
	급속공법 개선기술 개발	10														
	철도 구조물 인터페이스 향상 기술	8														
	경제성 평가 지침 및 S/W 개발	12														

중점추진분야	제안기술명	응답자(명)											
		1	2	4	8	10	12	14	16	18	20	22	25
	국내외 사례분석을 통한 개발의 표준모델 수립	4											
	역세권 활성화 방안 수립 및 매뉴얼개발	18											

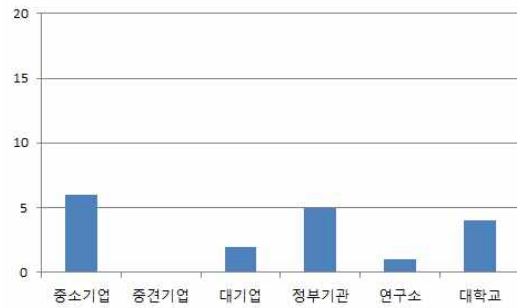
○ 기술수요조사 항목별 응답자의 분포는 다음 표와 같음

1) 환승·이동시스템 인프라 개선 연구

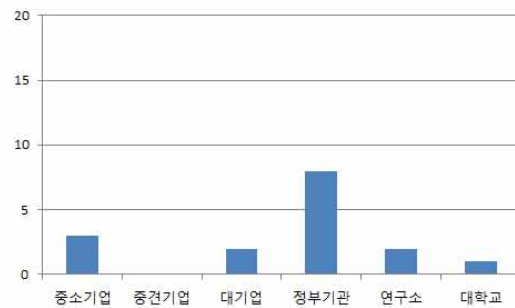
환승시설을 연계한 복합환승 설계기술 개발



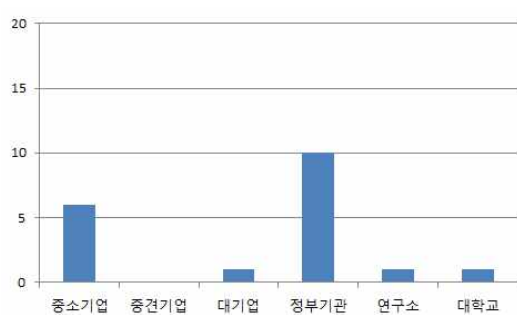
환승·이동 설비시스템 기술 개발(수평/수직 이동시스템, 고속·대용량 이동시스템)



환승시설 개선 타당성 평가 지침 및 S/W 개발

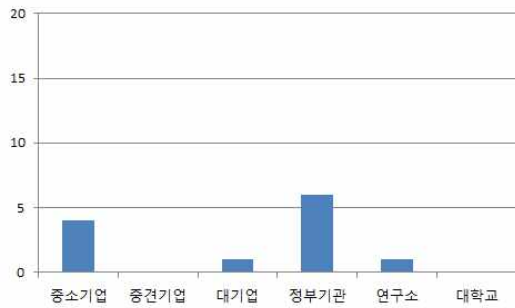


역사 최적화 세부설계 매뉴얼 개발

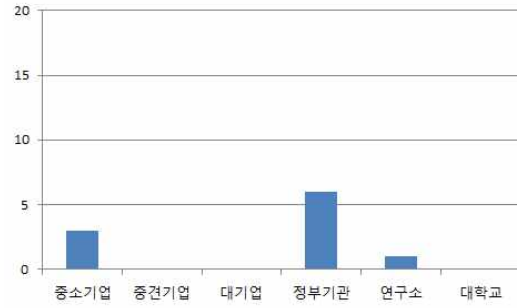


승강장 형식별 환승역 구축 최적화 설 환승역 설계시 플랫폼 연결통로간 거리

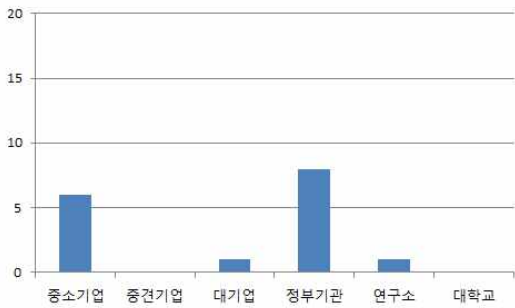
계매뉴얼 개발



를 최소화 시키는 구조공법 개발



환승시설 프리캐스트 모듈화 구축 기술 개발

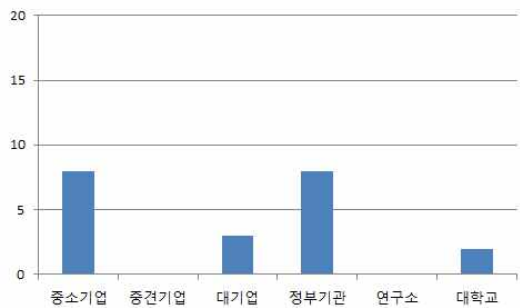


환승수단별 최적동선구축을 위한 인프라 설치 및 개선방안 연구



2) 지하역 및 환승역의 친환경 신재생에너지 활용 및 절감 기술 개발

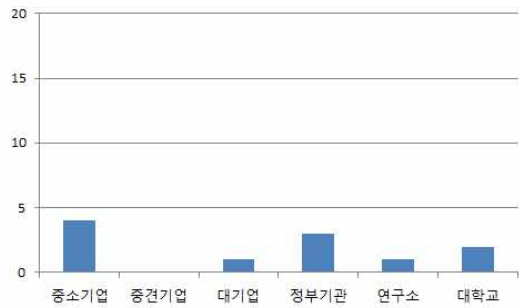
지하유출수를 이용한 터널 및 지하역사 냉난방시스템 및 에너지절감기술



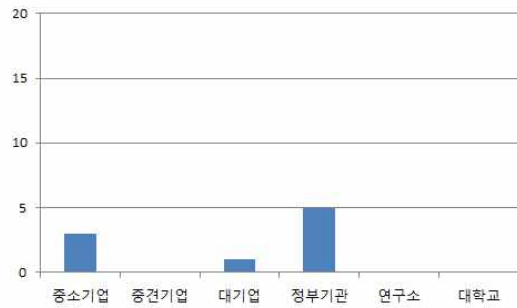
철도 지하역사 대공간 열환경 분석 및 에너지 분포 분석



지하역사 열유동 시뮬레이션 기술



Simulator를 통한 시스템 효과 평가 기술



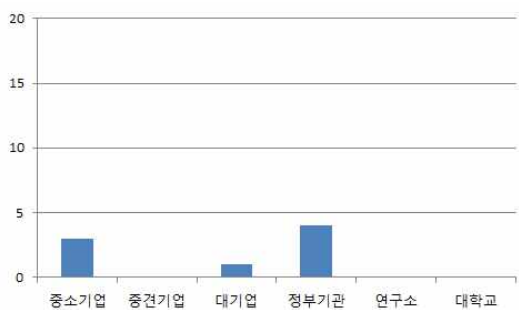
역사 아트리움 태양광 적용 전력생산 기술 개발



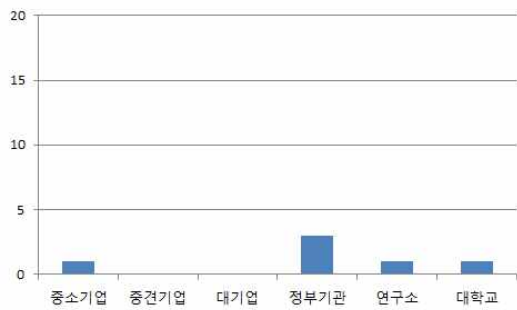
신재생에너지 전력망 연계기술(전력품질, 보호시스템 등)



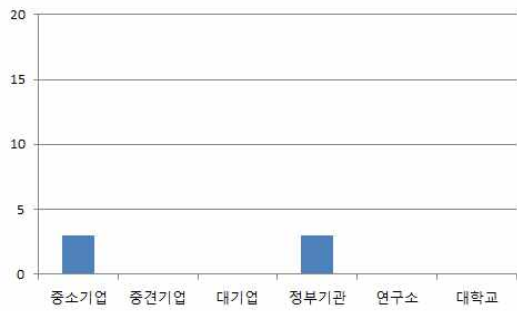
역사내부 화장실물, 청소물, 화단물 등에 사용할 목적으로 중수/우수 재활용 기술 개발



터널내 발생되는 지하수와 우수를 활용한 수처리 시스템



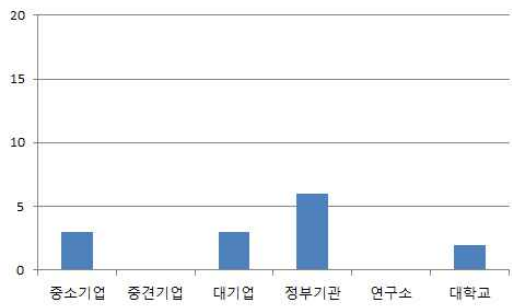
air-flow 윈도우 창을 이용한 역사 에너지 단열 기술 개발



지상역사 냉·난방 통합제어 기술 개발



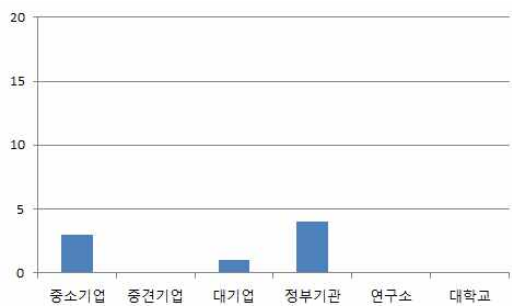
에너지 모니터링을 위한 전력데이터 취득장치 개발 기술



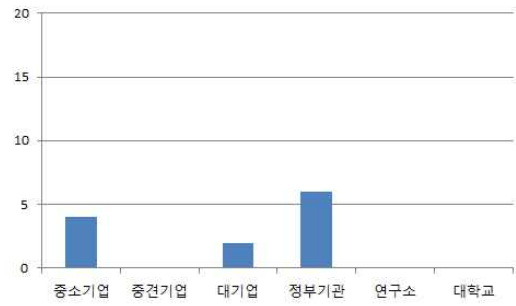
신재생에너지 연계형 스마트 전력망 구축 기술



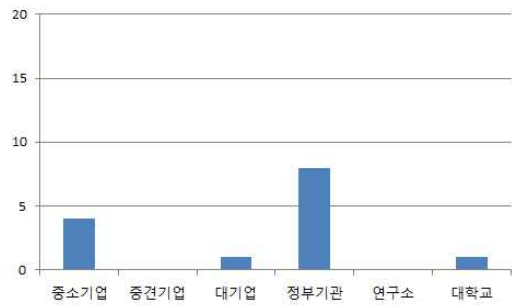
신재생에너지 전력망 연계기술



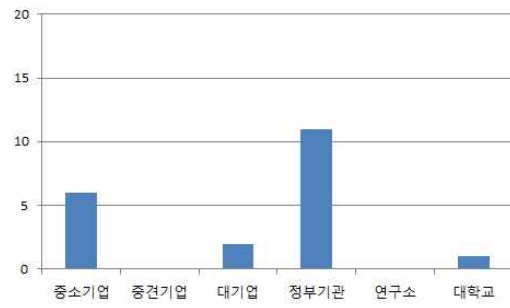
전력망 통합감시제어 기술 (보호/제어, 전력품질감시, 통합운영 등)



에너지 절감형 조명제어시스템 기술

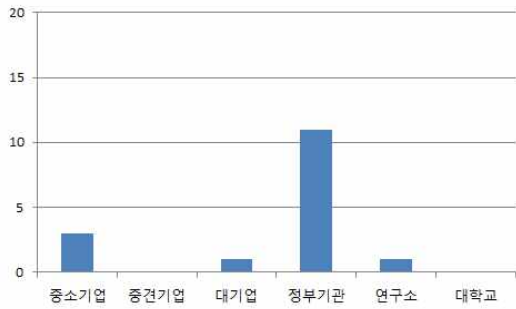


역사 전기에너지 최적 관리시스템 개발 기술



3) 지하역 및 환승역의 쾌적성 향상 기술 개발

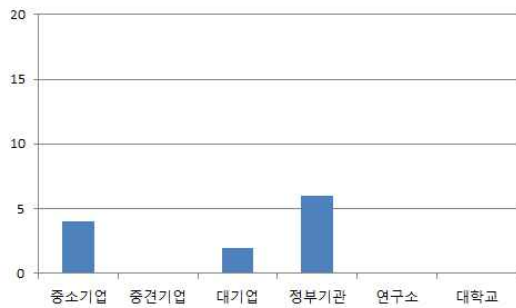
역사 공조기 최적운동을 위한 스마트 공조기술(이용객수, PMV 연동 제어기술)



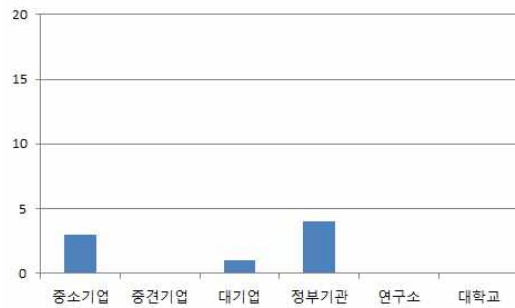
역사 냉방가동 시 배기 전열교환 기술 (냉방에너지 회수기술)



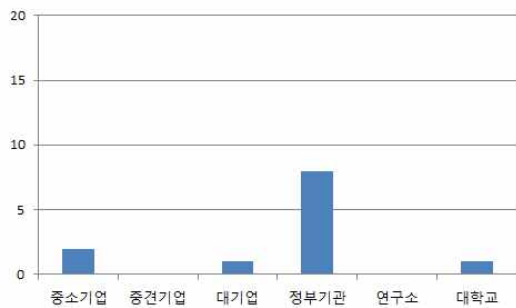
이용객 쾌적성 평가 및 활용 기술(온열 쾌적성-PMV 평가 및 활용)



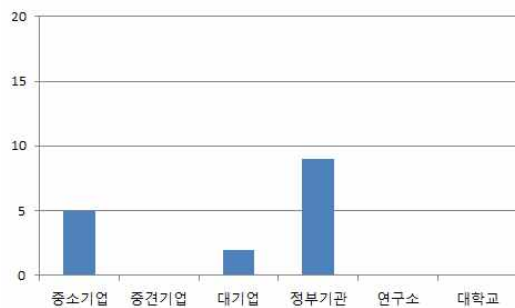
기존 선하역사 구조의 방진시스템 기술 개발



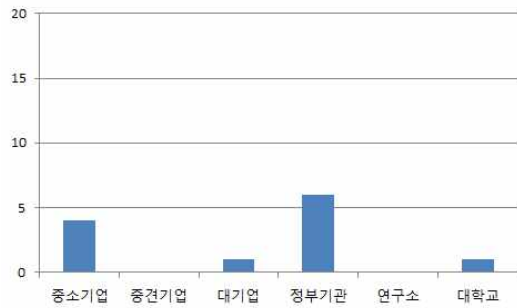
레도 및 역사구조의 동적 인터페이스 기술 개발



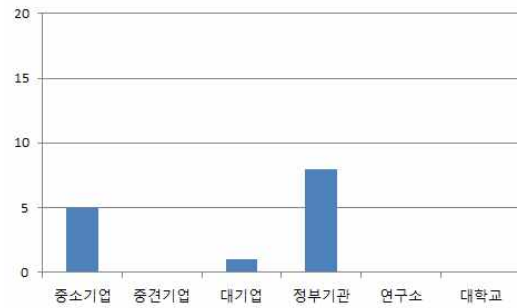
역사 실내환경 (조명, 채광, 색채, 건축 재료)시설 디자인 기술 개발



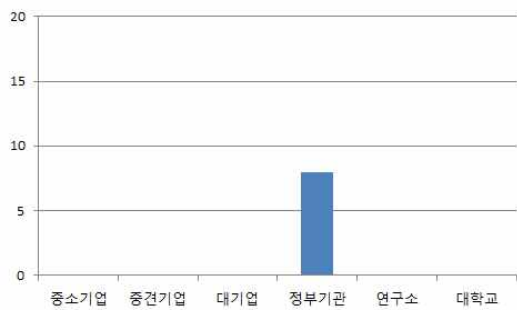
지하역사 친환경도입을 위한 설계기준 검토



승강장 형태 및 환경에 따른 스크린도어 기준 개발

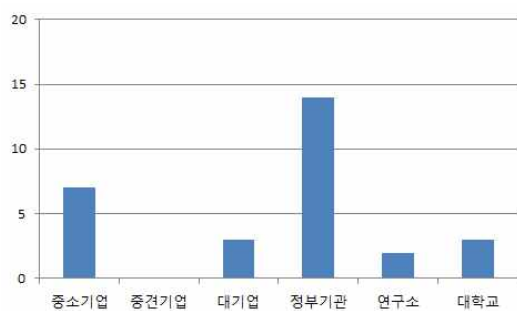


지상 승강장 스크린도어 기술 개발

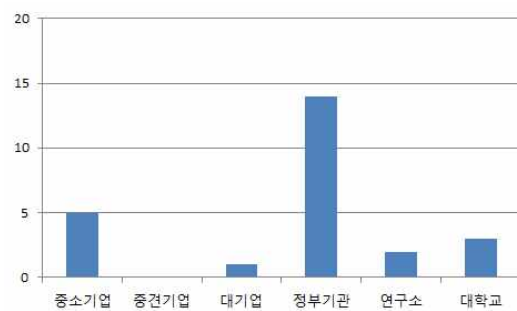


4) 지하역 및 환승역의 승객 정보 제공 기술 개발

역사 표준맵 구축 기술

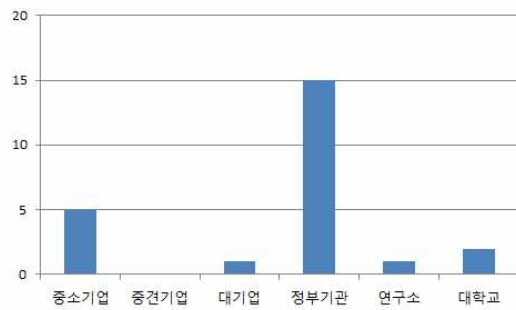
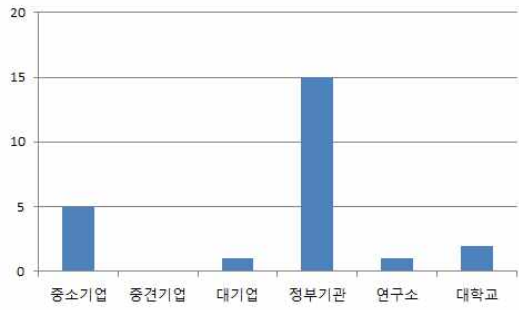


위치정보 표준화 기술



지하역 및 환승역 피난안내 기술

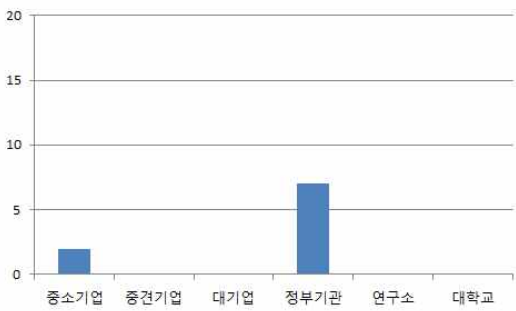
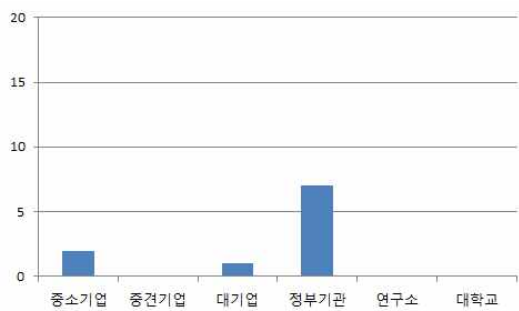
지하역 및 환승역 비상대응을 위한 정보제공 기술



5) 광역·도시철도 역세권 활성화 방안 연구

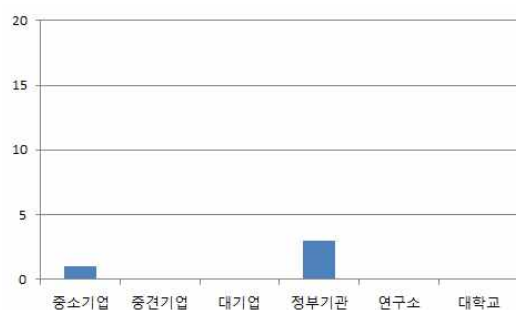
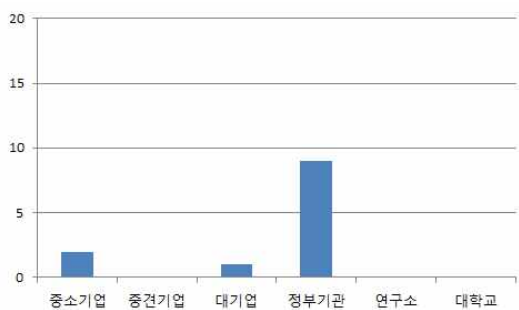
급속공법 개선기술 개발

철도 구조물 인터페이스 향상 기술



경제성 평가 지침 및 S/W 개발

국내외 사례분석을 통한 개발의 표준모델 수립



역세권 활성화 방안 수립 및 매뉴얼개발

