

발 간 등 록 번 호

11-B552989-000005-10

2018 국토교통 R&D 우수성과 25선



2018 국토교통 R&D 우수성과 25선



국토교통과학기술진흥원

14066 경기도 안양시 동안구 시민대로 286 (관양동 1600) 송백빌딩 2-7, 9F
TEL 031-389-6313 FAX 031-382-6463



비매품 / 무료

9 788994 071916
ISBN 978-89-94071-91-6

“ 발간사

“국토교통과학기술이 4차 산업혁명을 선도하는 변화와 혁신의 아이콘이 되도록 적극 지원하겠습니다.”

국토교통과학기술은 건축물·인프라, 도로·철도·항공 등 교통수단 및 체계, 그리고 관련 서비스 등을 다루고 있어 국토교통을 기반으로 하는 국민 삶과 안전에 지대한 영향을 미치며, 도시와 국가경쟁력을 좌우한다고 할 수 있습니다.

세계 각국은 경제·산업구조가 근본적으로 변화하는 4차 산업혁명 시대를 맞아 미래 시장을 선점하기 위한 경쟁을 치열하게 전개하고 있습니다. 전 세계적으로 일고 있는 4차 산업혁명의 물결에 따라 우리나라도 새 시대를 주도하고자 여러 산업분야에서 활발한 노력을 하고 있지만 다른 어느 분야보다 국토교통의 역할은 중요합니다.

이런 이유로 국토교통과학기술진흥원은 건설, 토목 등 전통적인 산업에 첨단 기술을 접목하여 생산성을 혁신하고 고부가가치 산업으로 도약하기 위한 다양한 노력을 경주하고 있습니다. 또한 국민들이 안전하고 편리한 삶을 누릴 수 있도록 매년 연구개발 투자를 확대하면서 연구자들을 지원해왔습니다.

올해로 열 번째가 되는 ‘2018 국토교통 R&D 우수성과 25선’은 지난해 국토교통 연구개발사업으로 추진했던 과제 중 연구성과가 우수한 25개 과제를 엄선하여 정리한 것입니다.



이번 ‘2018 국토교통 R&D 우수성과 25선’에서는 국토교통분야의 미래를 선도하고 국가경쟁력 확보에 기여하게 될 ‘차세대 선도기술’, 국민의 소중한 생명을 지키는 ‘국민안전기술’, 국민의 삶의 질을 향상하기 위한 ‘공공복지 기술’, 일자리 창출 등 국민경제를 이끌 ‘사업화유망기술’에 이르기까지 다양한 기술들을 소개하였습니다.

‘2018 국토교통 R&D 우수성과 25선’ 발간을 통해 대한민국 국토교통기술의 우수성과와 국토교통 R&D의 중요성에 대한 국민적 공감대가 넓혀지길 바라며, 무엇보다 묵묵히 연구현장을 지키며 우수한 연구성과를 일궈낸 국토교통과학기술인들에게 감사의 마음을 전합니다.

앞으로 우리 진흥원은 국토교통 R&D 우수성과 발굴과 실용화에 매진하여 국민이 체감하고 공감할 수 있는 연구 성과가 창출될 수 있도록 지속적으로 노력하겠습니다.

2018년 12월
국토교통과학기술진흥원장 손 봉 수

손 봉 수

CONTENTS



- 6 사진으로 보는 2018 국토교통 R&D 우수성과 25선
- 8 국토교통 R&D 개념 및 현황



차세대선도기술 Advanced R&D

- 12 공기를 획기적으로 단축시킬 수 있는 복층터널 중간슬래브 및 시공장비
- 16 세계 최고수준의 '200년 가는 슈퍼콘크리트' 개발 및 이를 적용한 '초고성능 콘크리트 사장교·헬구조 리조트 세계 최초 건설'
- 20 3D Scanning 드론 탐지 레이더 개발 및 실용화
- 24 LTE 기반 철도통합무선통신시스템 상용화
- 28 상하 개폐식 스크린도어 상용화
- 32 (유럽형) 대용량 에너지 흡수장치가 적용된 TSI 표준형 연결기 시스템



사업화유망기술 Business R&D

- 38 매립형 EM 센서를 이용한 PSC 교량의 긴장력 모니터링 기법
- 42 KLA-100 경량항공기
- 46 항공기 위치 정밀감시를 위한 다변측정 감시시스템
- 50 건설용 리프트 전원공급장치(파워레일)
- 54 고속철도 차량진동 및 승차감 IoT 계측시스템 상용화
- 58 아치형상의 수려한 미관을 갖추고 경제성을 향상시킨 PSC-1 빔 교량 공법 (APC-빔)
- 62 경량화물 취급 자동화장비 실용화

국토교통 R&D 우수성과 25선



국민안전기술 Safety R&D

- 68 터널 내 폭발화재 시 전기설비 화재 확산 지연을 위한 케이블 차열, 차염 커버 및 방화구획재
- 72 안전하고 쾌적한 해저터널 운영을 위한 방재 및 유지관리 기술
- 76 비탈면 모니터링 시스템(두더지 1.0)
- 80 도로함몰 자동탐지·분석 기술 및 위험도 기준
- 84 교통사고 자동감지 및 관계기관 신속 전파를 통해 대응·처리할 수 있는 한국형 교통사고 대응체계(e-Call) 기술
- 88 교통사고를 획기적으로 줄이는 자동차 첨단안전장치 안전성 평가



공공복지기술 Welfare R&D

- 94 스마트도시 안전망 구축을 위한 '5대 연계서비스'
- 98 저출산 고령화 대응 주거취약계층 모듈러 공공임대주택
- 102 국내최초 세계최고 수준 제로에너지 주택단지(노원 E2하우스)
- 106 공동주택의 생활밀착형 주거환경 개선을 위한 통합 기술 - 층간소음, 실내공기질, 결로, 누수
- 110 분산형 수재생 지하저류조 및 스마트 관수공급시스템
- 114 교통약자 이동편의 향상을 위한 중형저상버스

사진으로 보는 2018 국토교통 R&D 우수성과 25선



- 01 공기를 획기적으로 단축시킬 수 있는 복층터널 중간슬래브 및 시공장비
- 02 세계 최고수준의 '200년 가는 슈퍼콘크리트' 개발 및 이를 적용한 '초고성능 콘크리트 사창고·셀구조 리조트 세계 최초 건설'
- 03 3D Scanning 드론 탐지 레이더 개발 및 실용화
- 04 LTE 기반 철도통합무선통신시스템 상용화
- 05 상하 개폐식 스크린도어 상용화
- 06 (유럽형) 대용량 에너지 흡수장치가 적용된 TSI 표준형 연결기 시스템



- 07 매립형 EM 센서를 이용한 PSC 교량의 긴장력 모니터링 기법
- 08 KLA-100 경량항공기
- 09 항공기 위치 정밀감시를 위한 다변측정 감시시스템
- 10 건설용 리프트 전원공급장치(파워레일)
- 11 고속철도 차량진동 및 승차감 IoT 계측시스템 상용화
- 12 아치형상의 수려한 미관을 갖추고 경제성을 향상시킨 PSC-1 빔 교량 공법(APC-빔)
- 13 경량화물 취급 자동화장비 실용화



- 14 터널 내 폭발화재 시 전기설비 화재 확산 지연을 위한 케이블 차열, 차열 커버 및 방화구획재
- 15 안전하고 쾌적한 해저터널 운영을 위한 방재 및 유지관리 기술
- 16 비탈면 모니터링 시스템(두더지 1.0)
- 17 도로함몰 자동탐지·분석 기술 및 위험도 기준
- 18 교통사고 자동감지 및 관계기관 신속 전파를 통해 대응·처리할 수 있는 한국형 교통사고 대응체계(e-Call) 기술
- 19 교통사고를 획기적으로 줄이는 자동차 첨단안전장치 안전성 평가



- 20 스마트도시 안전망 구축을 위한 '5대 연계서비스'
- 21 저출산 고령화 대응 주거취약계층 모듈러 공공임대주택
- 22 국내최초 세계최고 수준 제로에너지 주택단지(노원 EZ하우스)
- 23 공동주택의 생활밀착형 주거환경 개선을 위한 통합 기술-충간소음, 실내공기질, 경로, 누수
- 24 분산형 수재생 지하저류조 및 스마트 관수공급시스템
- 25 교통약자 이동편의 향상을 위한 중형저상버스

국토교통 R&D 미래기술 선도로 국가경쟁력 향상

국토교통 R&D란?

국토교통 R&D란 국토교통기술 분야의 기술연구개발을 지원함으로써 생산성 및 기술수준을 향상시키고 미래 성장동력 확보를 통해 국가 경쟁력을 강화하기 위한 국가연구개발사업으로 국토교통부가 주관하고 국내 유일의 국토교통 R&D 전문기관인 국토교통과학기술진흥원이 기획·평가·관리 업무를 수행한다.

국토교통과학기술진흥원은 전통적 산업인 도로확충·주택건설 등에서 벗어나 차세대를 선도할 기술을 발굴하고 사업화 유망기술을 지원하며 핵심기술의 자립화와 공공복지기술을 지원하는 등 국가 기반시설을 아우르는 폭넓은 R&D 산업을 추진해왔다.

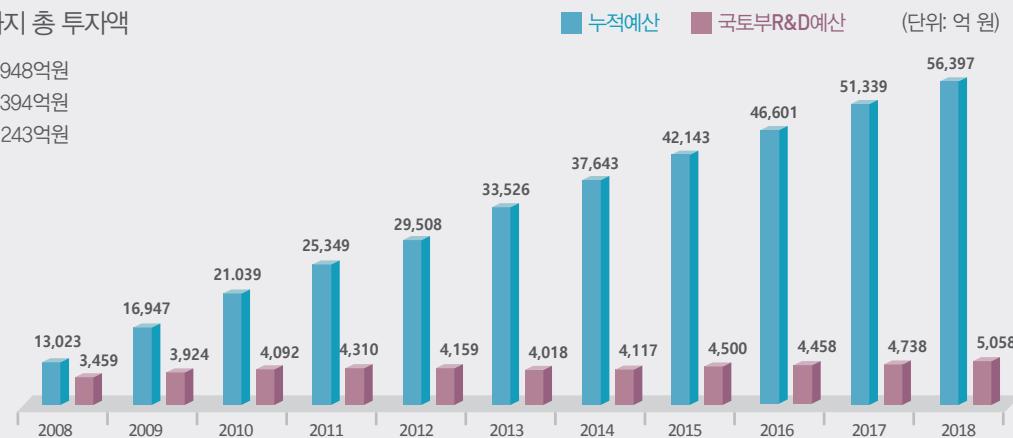
국토교통 R&D는 기술융합을 통한 파급효과가 지대하며, 경제와 국민 생활에 직접적으로 큰 영향을 미치는 기술의 보고(寶庫)로 4차 산업혁명시대 국가 경쟁력의 큰 축을 담당하고 있다.

국토교통 R&D 사업투자 현황

56,397억원

'94~'18년까지 총 투자액

- 국토기술 23,948억원
- 교통기술 24,394억원
- 기반구축 6,243억원



국토교통 R&D사업별 투자 및 주요 성과 현황('12~'17)



건설기술연구사업

- 예산: 3,481억원
- 논문: 1,126건
- 특허출원·등록: 1,104건
- 기술실시계약: 132건



물관리연구사업

- 예산: 1,644억원
- 논문: 856건
- 특허출원·등록: 506건
- 기술실시계약: 25건



플랜트연구사업

- 예산: 1,774억원
- 논문: 487건
- 특허출원·등록: 498건
- 기술실시계약: 23건



도시건축연구사업

- 예산: 2,280억원
- 논문: 939건
- 특허출원·등록: 762건
- 기술실시계약: 109건



주거환경연구사업

- 예산: 665억원
- 논문: 227건
- 특허출원·등록: 193건
- 기술실시계약: 4건



국토공간정보연구사업

- 예산: 744억원
- 논문: 211건
- 특허출원·등록: 225건
- 기술실시계약: 28건



교통물류연구사업

- 예산: 2,915억원
- 논문: 429건
- 특허출원·등록: 1,023건
- 기술실시계약: 110건



철도기술연구사업

- 예산: 6,060억원
- 논문: 551건
- 특허출원·등록: 1,151건
- 기술실시계약: 94건



항공기술연구사업

- 예산: 2,530억원
- 논문: 132건
- 특허출원·등록: 184건
- 기술실시계약: 19건



국토교통기술촉진사업

- 예산: 2,712억원
- 논문: 1,104건
- 특허출원·등록: 1,129건
- 기술실시계약: 56건



국토교통기술사업화지원사업

- 예산: 828억원
- 논문: 157건
- 특허출원·등록: 525건
- 기술실시계약: 109건



건설교통기술지역특성화사업

- 예산: 454억원
- 논문: 386건
- 특허출원·등록: 256건
- 기술실시계약: 30건

Advanced R&D

장강의 뒷물이 앞물을 밀어내며 바다로 나아가듯 내일의 기술은 어제의 기술을 넘어섬으로써 새로운 세상을 만든다.
우리는 차세대를 선도해나갈 기술로 우리의 미래를 준비할 것이다.



차세대선도기술

- 공기를 획기적으로 단축시킬 수 있는 복층터널 중간슬래브 및 시공장비
- 세계 최고수준의 '200년 가는 슈퍼콘크리트' 개발 및 이를 적용한 '초고성능 콘크리트 사장교·헬구조 리조트 세계 최초 건설'
- 3D Scanning 드론 탐지 레이더 개발 및 실용화
- LTE 기반 철도통합무선통신시스템 상용화
- 상하 개폐식 스크린도어 상용화
- (유럽형) 대용량 에너지 흡수장치가 적용된 TSI 표준형 연결기 시스템



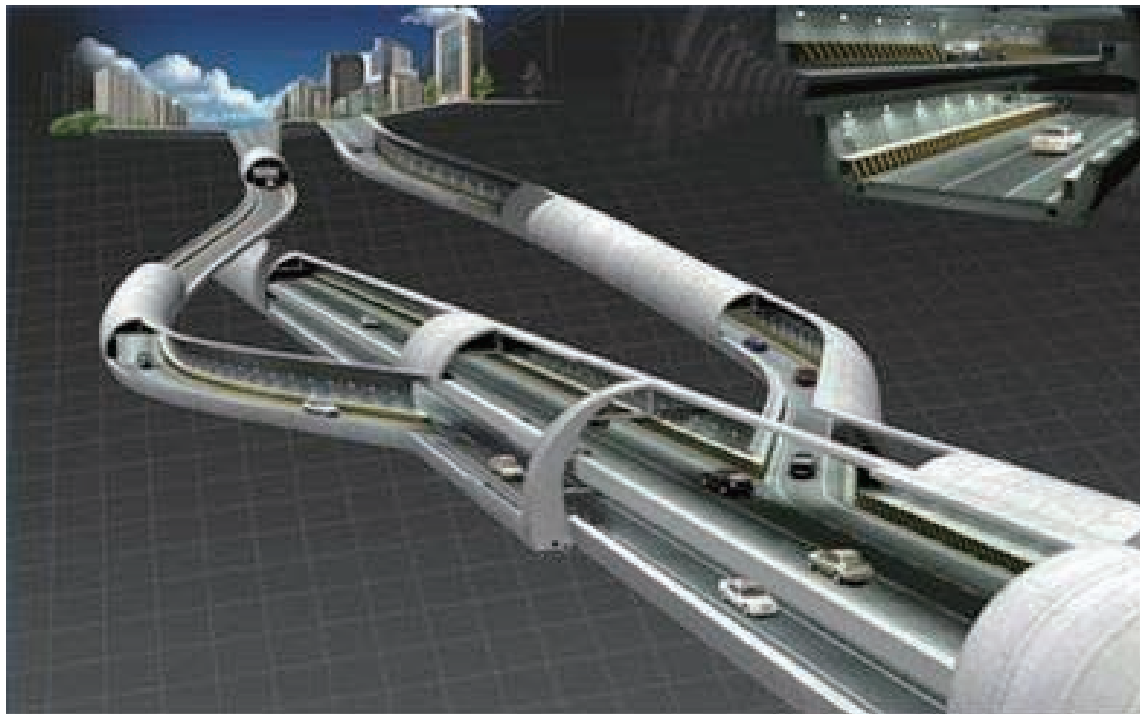
공기를 획기적으로 단축시킬 수 있는 복층터널 중간슬래브 및 시공장비

연구기간 2014년 ~ 2019년

총연구비 1,626백만원

연구자 김태균 (주)흥지

복층 터널은 일반적인 병렬터널과 비교하여 동일한 굴착 면적당 더 많은 교통량을 처리할 수 있으므로, 지하 공간을 효율적으로 활용할 수 있고, 굴착공사로 인한 영향 범위도 적어 도심지 지하를 개발하는데 유리하다. 기하학적 구조면에서도 병렬식에 비해 확장성이 우수하여 향후 지하도로가 추가로 건설되어 네트워크 교통망을 형성할 때 분·합류부(나들목·램프)를 만들기 쉽다는 장점이 있다. 또한 교통 정체 해소 및 녹지공간 확보를 위한 도로계획과 접목하게 되면, 상호 시너지 효과를 통해 새로운 형태의 지하도로 구축이 가능할 것으로 기대된다.



연구목적

복층터널 형식에서 터널 특성에 따라 다양한 형태의 중간슬래브 계획을 적용하게 된다. 복층구조의 중간슬래브는 구조적 안전성, 경제성, 작업공간 확보 및 터널단면 계획 등 여러 가지 변수가 고려되어야 하는 복잡한 공정이다. 대심도 복층 터널의 슬래브 구조체의 경우 전체공정 중 가장 중요한 기술로서 공기단축과 신뢰성 높은 구조 안정성 확보 그리고 경제성을 향상시킬 수 있는 방안이 필요하다.



주요성과

빠른 시공속도

복층터널의 핵심기술인 중간슬래브 구축에서 공기를 획기적으로 단축시킬 수 있는 중간슬래브 및 가설장비를 개발하여 기존의 현장타설 공법인 12m/day, 터키 유라시아 터널기준과 비교하여 5배 빠른 60m/day 시공속도를 달성했다. 또한 기존 현장타설 공법대비 50% 이상 공기를 단축시킬 수 있는 도로용 프리캐스트 중간슬래브 및 브라켓 개발에 성공했으며 국제 공인시험 기관인 하이브리드 구조실험센터에서 정적·동적 성능시험을 성공적으로 완료했다. 기존 크레인을 이용한 하향식 가설공법에서 탈피한 상향식 틸테이블 방식 가설장비의 개발·제작으로 가설속도가 빨라졌다.

향상된 안정성

고강도 재료인 콘크리트와 강연선을 이용한 중간슬래브 구조체는 사용성이 우수하고, 중량을 최소화하여 터널 본체에 전달되는 외력을 최소화할 수 있게 구성되었다.



PC중간슬래브의 개발



시공속도 단축형 중간슬래브 가설장비 개발



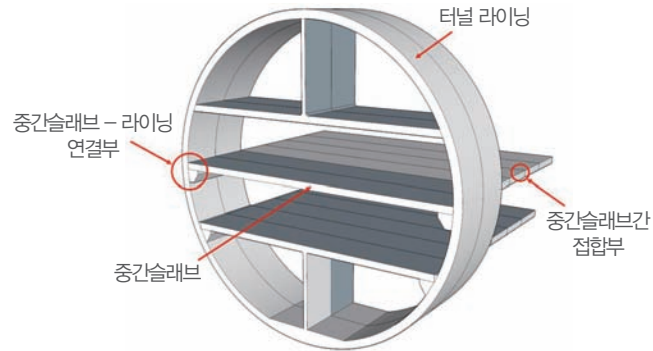
연구의 차별적 특징

고성능 중간슬래브

2,400MPa의 고인장 강연선과 60MPa의 고강도 콘크리트를 사용하여 중간슬래브의 구조적 성능을 확보하였으며, 내화 및 내수성을 확보한 내화재료를 배치함으로써, 화재에 의한 구조물의 붕괴 또한 방지할 수 있다.

인건비 절감 · 공기 단축

기계화 시공을 활용하여 인력 투입의 최소화와 분업화된 장비 투입을 통해 작업속도를 향상시킬 수 있으므로, 기존 RC 풍도슬래브 공법에 비해 그 시공속도가 매우 빠르며, 공사비의 절감도 가능하다. 또한, 프리캐스트 공법을 활용하므로 타 공정과의 간섭을 최소화할 수 있다.



복층터널의 구성

공법/현장명	현장타설공법(양남터널)	프리캐스트공법(동부간선도로 지하화)
시공전경		
시공속도	2.8m/일(20m-4조운영)	30m/일(크레인 가설)
특징	- 내화성능이 거의 없어 폭열에 의한 콘크리트 탈락 우려 - RC슬래브 및 격벽 설치 위한 동바리 설치 필요 - 콘크리트 양생기간동안 진입제한으로 타공정에 간섭 - 라이닝과 슬래브간의 커플러 또는 이형철근 확보 필요 - 단면두께 증대로 터널 굴착단면 증가 - 공사비 고가	- 내화성능확보로 구조물 보호 가능 - 공기단축 및 타공정 간섭의 최소화 - 슬래브 단면두께 감소로 터널굴착단면 감소 - 손상 및 결함부위의 부분교체 가능 - 광폭원의 단면에 적용 가능 - 급기,배기설비는 격자형 프레임과 내화패널로 단면감소 및 적용성 우수 - 공사비 고가
내화성능	화재 시 열에 의해콘크리트 탈락현상 발생	독일 교통성 도로건설부가 규정하는 화재온도곡선(RABT)에 만족

연구성과 파급효과

기술 부문

개발된 장비는 복층터널의 중간슬래브 현장 외에도 터널의 환기를 위한 풍도슬래브 시공현장에 적용 가능하여, 유사 현장 적용을 계획하고 있다. 이를 통해 도심지에 시공되는 장대터널이나 지하차도의 공사기간 단축이 기대되며 특히, 서부간선도로나 제물포터널과 같이 터널 내부의 확폭부에서 슬래브의 길이가 길어 기존 크레인 가설이 어려운 현장에서도 본 연구를 통해서 개발된 장비를 활용한다면 시공이 용이할 것으로 예측된다. 또한 Test-Bed 등의 현장 적용 후 최적화를 통해 장비의 성능이 향상된 원천기술이 확보되면, 수요가 증가하고 있는 해외 지하도로 건설현장에서도 경쟁력 있는 장비로 새로운 시장을 개척할 수 있을 것으로 기대된다.

경제·사회적부문

국내의 장대터널 및 지하차도의 계획에 따르면 지하공간에 대한 활용도를 지속적으로 높여가는 추세이다. 구축하고자 하는 공공시설물 등과 같은 사회간접시설물의 경우, 공사기간을 단축하여 조기에 사용될 수 있도록 하는 것이 가장 합리적인 방안이라고 할 수 있다. 그렇다면 지하공간 활용 극대화 방안 중 하나인 복층터널의 필수요소인 중간슬래브를 대상으로 한 공기 단축기술은 해당 연구성과의 핵심기술이므로 그 효용성은 무한하다고 판단된다.

주요연구 개발성과

논문

• 비SCI 2건

지식재산권

• 특허 등록 1건, 특허 출원 3건



세계 최고수준의 '200년 가는 슈퍼콘크리트' 개발 및 이를 적용한 '초고성능 콘크리트 사장교·월구조 리조트 세계 최초 건설'

연구기간 2013년 ~ 2019년

총연구비 31,387백만원

연구자 김병석 한국건설기술연구원

콘크리트는 강재에 비해 가격이 저렴하고 세계 어느 곳에서나 재료 공급이 편리하므로 전 세계 구조물의 80% 이상이 콘크리트 구조물이다. 그러나 콘크리트는 균열이 쉽게 발생하고 수명이 강재보다 짧으며, 강도가 약해서 부재가 커지고 무거운 단점이 있다. 선진국의 경우에 신규 시설 투자비는 줄고 유지관리가 최소화되는 시설물을 요구하고 있으며 한국도 예외는 아니다. 이러한 단점들을 극복한 신재료와 응용기술을 개발하고 세계 최초의 트랙 레코드를 보유함으로써 국내 기업의 글로벌 경쟁력을 향상시켰다.



연구목적

국내 건설시장은 축소되고 있으므로 국내의 설계·시공사들의 유일한 탈출구는 해외시장이다. 해외시장에서 선진국이나 중국과 경쟁해서 적절한 가격으로 수주하고 이윤을 창출하려면 저가 위주의 가격으로는 불가능하며 비교우위를 확보할 수 있는 선도형 신기술이 반드시 필요하다. 초고성능 콘크리트(Ultra-High Performance Concrete)가 품질은 매우 좋으나 가격이 고가라는 것, 구조물 설계·시공에 필요한 기준이 부족하다는 것, 실제 구조물 시공 사례가 부족하여 시공 가능성이나 안전 신뢰도가 낮다는 것, 실구조물 적용을 해야 트랙 레코드가 생기는데 세계 최초의 시도(First-Mover)는 모두가 부담스러워한다는 것과 대외 경쟁력이 있으려면 선진국에 비해 경제성·기술성 측면에서 비교우위에 있어야 하는 기술적 난제를 극복해야 한다.



주요성과

고품질·가격경쟁력

나노실리카 등을 사용해 양생과정에 반응을 극대화하여 콘크리트 강도와 내구성을 증진했으며 사용재료의 국산화·최적화를 통해 고가의 강섬유와 고성능 감수제 사용량을 줄이고 제조가격을 절감시켰다.

설계·시공 기준 마련

현재 90 MPa 이상 재료에 대한 설계·시공 기준이 없으므로 국가 기준이 요구하는 신뢰성을 확보할 수 있도록 이론·실험적 검증을 거쳐서 관련 기준을 마련하였다.

현장적용 가능한 부재제작·타설 기술

초강도 콘크리트는 특수 재료가 사용되어 일반 레미콘 시설에 바로 적용할 수 없어 현장적용에 어려움이 있었으나, 이와 같은 문제를 이동식 제조 레미콘 시설로 극복하였다.

퍼스트 무버(First Mover)

발주처와 건설사를 대상으로 수차례의 기술설명회 및 협의 과정을 거쳐 기술에 대한 신뢰를 쌓으면서 현장에 적용하였고, 문제 해결 과정에서 얻은 노하우를 축적하여 경쟁력을 갖췄다.

비교우위 확보

대체형 충전 재료를 사용해 기존 초고성능 콘크리트의 단점인 지나치게 큰 초기 수축량을 줄일 수 있었고, 동급 최대 인장강도를 갖게 되어 기술적 비교우위를 확보했으며 투입 재료의 국산화 비율을 대폭 늘려 경제성이 향상되었다.



(2017년 8월)
울릉도 힐링플레이스



연구의 차별적 특징

세계 최초의 교량

2017년 완공된 춘천 레고랜드 진입교량은 세계 최초 초고성능 콘크리트 도로 사장교로서 세계적 주목을 받고 있다. 특히 제조와 품질관리가 까다로운 UHPC 재료를 사용해 교량 중에서 난이도가 가장 높은 사장교를 완공한 점이 높은 평가를 받고 있다.

세계 최초 UHPC 비정형 쉘구조물

보통 콘크리트로는 구현 불가능한 형상을 슈퍼 콘크리트의 고유동성 및 고강도 특성을 활용하여 세계 최초로 UHPC 쉘구조물 힐링플레이스를 완공하였다.

높은 가격 경쟁력

본 과제에서 개발한 초고성능 콘크리트 제조가격은 국외 대비 최대 50% 저렴하다. 초고성능 콘크리트의 높은 가격 때문에 시장 진출에 어려움이 있었던 문제를 해결하였다.



춘천 레고랜드 진입교량 UHPC 도로 사장교 조감도



미국 아이오와주 뷰키너 카운티의 Hawkeye UHPC Bridge



미얀마 고속도로 상 교량

연구성과 파급효과

기술 부문

세계 최초 또는 최고 수준의 80~180 MPa급 초고성능 콘크리트 재료 및 구조기술 개발로 관련 분야 기술을 세계적으로 선도하고 있으며, ISO TC71(Concrete and Concrete Structure) UHPC 부문의 소위원회(Subcommittee) 신설을 추진 중이다. 또한 ACF(Asian Concrete Federation)의 UHPC 기준 제정위원으로 활동하며 관련 분야의 국제적인 가이드라인 작성 주도로 글로벌 리더 지위를 확보했다. 세계 최초로 초고성능 콘크리트 도로 사장교와 쉘구조 건축물 건설 실적을 쌓음으로써 국내 건설사의 해외 장대교량 및 건축물 건설 수주 견인 가능성을 제고했다. 슈퍼 콘크리트(SUPER Concrete)의 고내구성 장점으로 구조물 주요 부재의 수명 100% 이상 증진, 구조물 중량 30% 이상 감소, 공사비 10% 이상 절감, 탄소배출량 30% 이상 절감했다.

경제·사회적부문

미국 아이오와주와 미얀마에 초고성능 콘크리트를 적용한 교량을 건설한 실적을 확보함으로써 미국 및 동남아 등 해외시장 진출 교두보를 확보했다. 이를 바탕으로 미국 유수 설계사인 HDR과 미국 내 교량 수주 공동 추진 합의, 가나·사우디·필리핀·두바이 건축물 및 교량 시공을 협의 중이다. 또한 한강 교량(서울-세종 간 고속도로)에 이 기술을 적용하기로 하였고, 향후 DMZ 횡단 교량(가칭 평화의 다리) 등에도 이 기술의 적용을 추진함으로써 국민들의 우리 기술에 대한 자부심 고양 및 건설에 대한 긍정적 이미지를 제고했다.

주요연구 개발성과

논문

• SCI 10건

지식재산권

• 특허 등록 2건, 특허 출원 9건, 소프트웨어 2건

기술이전

• 배합·제조 1건, 건립 1건

사업화

• 총 5건, 매출액 1,042 백만원

특수성과

• 세계 최초 UHPC 사장교 건설
• 세계 최초 UHPC 비정형 쉘구조물 건설

인력양성

• 석사 인력양성 21건, 박사 인력양성 5건

시설 장비 구축

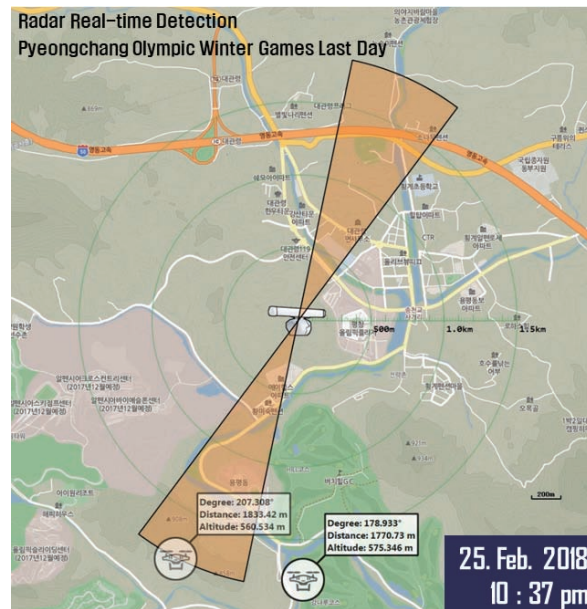
• 춘천 레고랜드 진입교량 공사 2건



3D Scanning 드론 탐지 레이더 개발 및 실용화

연구 기간 2015년 ~ 2018년
총 연구비 1,500백만원
연구자 박성욱 한국과학기술원

최근 드론은 단순한 취미용으로만 쓰이는 것이 아니라, 드론 경주와 같은 스포츠, 특수 효과 및 특수 촬영 등을 위해서도 사용된다. 또한, 머지않은 미래에 새로운 운송수단으로도 주목받고 있다. 이처럼 드론은 우리 실생활 깊숙이 파고들어 인간의 생활을 더욱 편리하게 하지만, 한편으로는 그만큼 위협을 가할 수 있는 새로운 위협이 될 수 있다. 기본적으로 드론은 전기에너지를 소모하며 동작하는 비행체이다. 비행 시 필요한 에너지가 모두 소모되면, 드론은 맥없이 추락한다. 그리고 드론을 이용한 촬영의 경우, 의도적으로나 비의도적으로 사생활을 침해할 수 있다. 무엇보다도 큰 위협은 드론을 이용한 테러이다. 적게는 수 명에서 많게는 수만 명까지의 사상자를 낼 수도 있다. 이러한 드론의 위협을 사전에 방지하기 위해서는 드론을 미리 탐지하고 대응할 수 있도록 하는 레이더의 개발이 필요하다.



3D scanning 드론 탐지 레이더의 1.8 km 거리의 비행 물체 탐지 기록 화면



연구목적

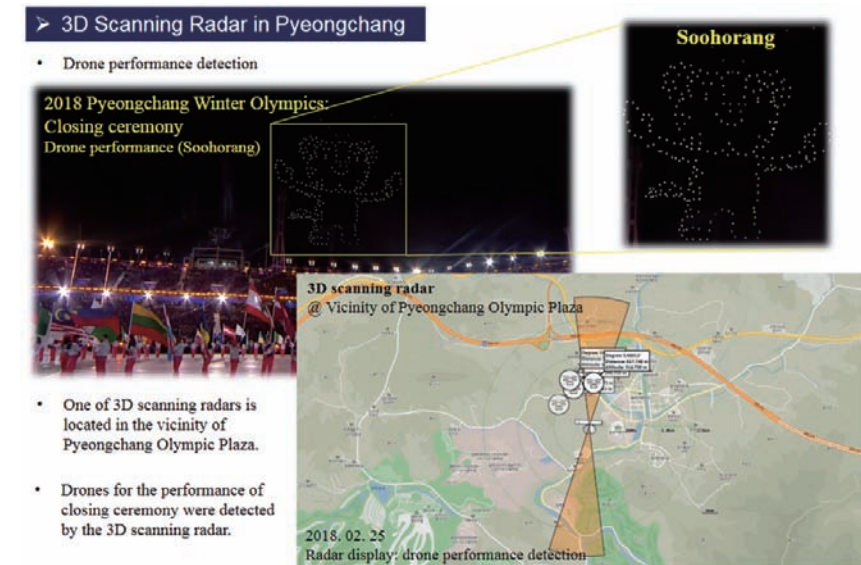
전 세계적으로 급속히 증가하고 있는 드론의 수요는 현실적으로, 추락, 사생활 침해, 테러 등의 큰 위협들로 다가오고 있다. 드론이 가져올 수 있는 위협을 사전에 대응하기 위해서는 드론을 정확히 탐지할 수 있는 드론 탐지 레이더가 필요하다. 특히 드론은 기존에 주로 표적으로 삼았던 항공기, 전투기, 미사일 등에 비해 아주 작으므로, 탐지에 있어 높은 민감도와 정확성이 요구된다. 또한, 확실한 감시를 위해, 탐지 영역에 있어 어떤 특정한 방향, 특정 범위만을 커버하기보단 레이더를 중심으로 반구 형태의 탐지 범위를 갖게 하는 것이 중요하다. 3D scanning 드론 탐지 레이더의 연구목적은 이렇듯, 아주 작은 표적인 드론을 전 범위 (반구 형태의 탐지 범위)에 걸쳐 효과적으로 탐지할 수 있도록 개발하고자 하였으며, 산악과 도심 환경이 어우러져 있는 우리나라의 환경에서 실제 설치 및 운용을 통한 성능 검증에 중점을 두었다.



주요성과

평창 동계올림픽 과학경호

평창올림픽 대테러안전대책본부 측과 협의 후, 2018년 평창 동계올림픽(2018.02.09 ~ 2018.02.25) 및 패럴림픽 기간(2018.03.09 ~ 2018.03.18) 동안 3D scanning 드론 탐지 레이더 2기를 각각 평창 올림픽 플라자 뒤편 언덕과 평창 알펜시아 스키 점프 센터 인근에 설치 및 운용을 성공적으로 수행하였다. 레이더 탐지 범위(반경 약 1.2km)에 미인가 드론이 진입하면 대테러안전대책본부 종합상황실 모니터로 파악해 대응할 수 있도록 하였으며, 당시 대관령면의 2월 최저 기온인 -23.4℃에서도 정상 동작하며 혹한의 환경에서도 운용할 수 있음을 검증하였다. 여러 탐지 사례 중 두 가지 예시를 들면, 평창 동계올림픽 폐회식 때 군집 드론 퍼포먼스에 사용된 다수의 드론을 계속 탐지하였으며 또한 폐회식 날 1.8km 거리의 비행물체 탐지를 레이더 화면으로 제시하였다.



평창올림픽 폐회식 중 군집 드론 퍼포먼스에 사용된 다수의 드론이 탐지되고 있는 화면



연구의 차별적 특징

드론 탐지

기존의 무인 항공기 탐지 레이더의 경우, 특정한 방향을 감시하며 제한적인 탐지 범위를 가진다. 이에 반해, 3D scanning 드론 탐지 레이더는 3D scanning 개념을 적용함으로써 고도(Elevation) 방향으로 스캔하며 동시에 방위(Azimuth) 방향으로 스캔하므로 반구 형태의 전 범위에 걸친 탐지 범위를 확보할 수 있다. 또한, 레이더의 수신 신호에 기본적인 신호처리 과정을 거치게 한 후, 개발된 Convolution 기반의 이미지 처리를 적용하여 정지 클러스터를 효과적으로 제거한다. 이는 특히 도심 및 산악지형에서 발생하는 많은 클러스터 제거에 적합하다. 적용되는 모든 신호처리 및 데이터 처리는 모두 실시간으로 처리함으로써, 클러스터가 제거된 드론 탐지 화면을 실시간으로 갱신하며 탐지된 드론의 각도, 거리, 높이 정보를 제공한다. 기존 해외 상용 드론 탐지 레이더들과 비교할 때, 적은 개발비로 높은 탐지율을 가지며, 탐지 사각 지역이 없는 것이 특징이다. 그리고 유명한 상용 드론들로 실제 여러 환경에서 최대 탐지거리를 검증함으로써 신뢰성을 확보하였다.

제조사	네덜란드 Robin Radar Systems	영국 Blighter Surveillance Systems	이스라엘 RADA 사	이탈리아 IDS 사	Korea KAEST 개발품
제품					
레이더 방식	FMCW	FMCW	Pulse – Doppler	LFMCW Range – Doppler	Pulse & Chirp Pulse – Doppler
탐지율	80% (추정치)	70% (추정치)	65% (도심지 운영치)	70% (추정치)	95% (산악/도심지 운영치)
송신 출력	400mW	1W (standard) 4W (high power)	60 W Average per Paner	4 W	25 W (10% Duty) Average : 2.5W
최대 탐지 거리	≤4.4 km (Small manner aircraft) (>0 dBsm 조건으로 추정)	Micro Air Vehicle : 2.4km Miniature UAV : 3.6km Compact UAV : 6.0km	7km (Nano UAV) 10km (Micro UAV) 20km (Mini UAV) 30km (Medium –Size UAV)	Micro Air Vehicle : 2.7km (>-12 dBsm) Miniature UAV:4.1km (>-5 dBsm) Compact UVA:7.3km (>-0 dBsm)	Micro Air Vehicle : 3.5km (>-12 dBsm) DJI Inspire Drone : 1.5km (>-20 dBsm) 개활지 DJI Inspire Drone : 1.2km (>-20 dBsm) 산악/도심지
비고	Coverage angle Azimuth : 0° ~ 360° Elevation : 0° ~ 90° 탐지 사각지역 없음	양각 : 10° (M10 Santennas) 20° (M20 Santennas) 탐지 사각지역 발생 4 방향으로 설치 전 범위 커버	Coverage angle Azimuth : 0° ~ 90° Elevation : 0° ~ 80° 탐지 사각지역 발생 4 방향으로 설치 전 범위 커버	양각 범위 : 25 arc anywhere from 0° to 90° 탐지 사각지역 발생	Coverage angle Azimuth : 0° ~ 360° Elevation : 0° ~ 90° 탐지 사각지역 없음

연구성과
파급효과

기술 부문

드론 탐지 레이더가 드론이 발생시키는 위협들의 대응 방안으로써 대두되고 최근 추세에, 평창 동계올림픽과 같은 세계적인 행사에서 혹한을 견디고 성공적으로 설치 및 운용되었다는 점은 레이더 시장에서 크게 이목을 끌 수 있는 사례가 된다. 이는 개발된 3D scanning 드론 탐지 레이더가 기술적으로 검증됨을 보여주는 큰 사례이므로, 관련된 기술에 대한 수요를 대폭 증가시키는 효과를 불러일으킬 수 있다. 또한, 이 사례를 기반으로 세계 각 기관이나 기업에서 더 좋은 퍼포먼스를 보이기 위해 기술적으로 경쟁할 것이며, 이는 곧 기술적으로 계속된 발전을 이룰 수 있는 환경이 조성되는 효과를 낼 수 있다.

경제·사회적부문

최근 드론이 ‘일본 수상관저 드론 방사능 테러’, ‘폭발물 탑재 드론 베네수엘라 대통령 암살 기도’ 등의 명확한 목적을 가진 직접적인 테러에 사용되었고, 비행기 및 헬리콥터와의 충돌 사고, 원전 침투 등의 테러 위협을 일으키며, 이에 대한 대응 방안이 요구되고 있다. 이러한 세계적 흐름 속에서, 개발된 3D scanning 드론 탐지 레이더는 하나의 대응 방안으로써 큰 주목을 받을 수 있다. 또한, 드론의 위협으로부터 국민의 안전과 사유 재산을 보호하기 위한 민수용 레이더로써 뿐만 아니라, 주요 인사들의 경호·경비 시스템과 청와대를 비롯한 국가 주요시설이나 원전, 군사시설 등의 보호를 위한 군수용으로도 활용될 수 있다. 이로써 넓은 폭의 수출 효과를 비롯하여 고용 창출, 나아가 전반적인 경제 성장의 효과까지 기대해 볼 수 있다.

주요연구
개발성과

논문

• SCI 6건

지식재산권

• 특허 출원 3건, 소프트웨어 1건

인력양성

• 석사 인력양성 8건, 박사 인력양성 2건



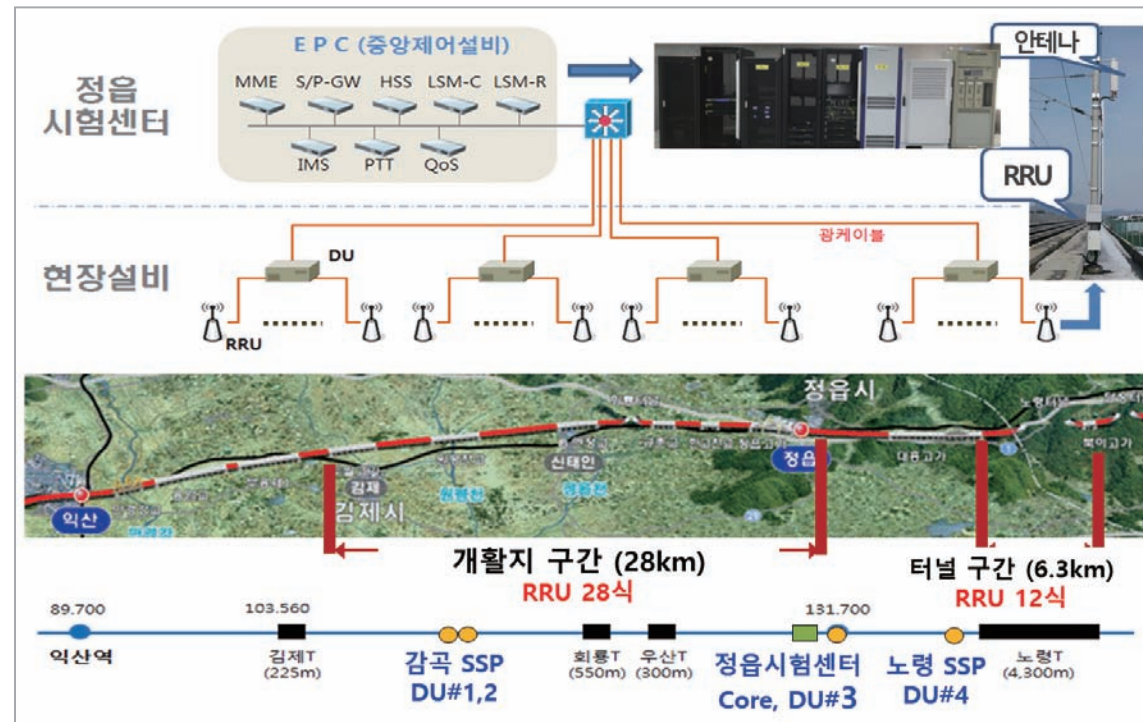
LTE 기반 철도통합 무선통신시스템 상용화

연구기간 2014년 ~ 2018년

총연구비 33,919백만원

연구자 윤학선 한국철도시설공단

철도전용 무선통신망은 대형 철도사고, 테러 발생 등 사고예방 및 신속대응을 통해 철도의 보안·안전성 강화, 정시성 향상 및 고품질 여객 서비스에 대한 요구 만족 등을 위해 필수적이다. 이에 국내 및 해외 주요국에서는 철도전용 통합무선망을 구축하여 철도차량과 철도시설의 안전성 및 효율적 관리를 위해 철도전용 무선통신망 표준을 도입하고 있다.



호남고속선 테스트베드 LTE-R 구성도



연구목적

유럽 철도통합무선망이 기존 GSM-R인 2세대 이동통신에서 4세대 이동통신인 LTE-R로 변경됨에 따라 LTE 기반 철도통합무선망 개발 및 국제표준 선점 경쟁이 가속화되고 있다. 다중 시스템으로 운영 중인 철도 신호·통신시스템의 국산화와 일원화를 통해 철도운영 효율성 강화하고 국내 철도신호사업 육성한다.



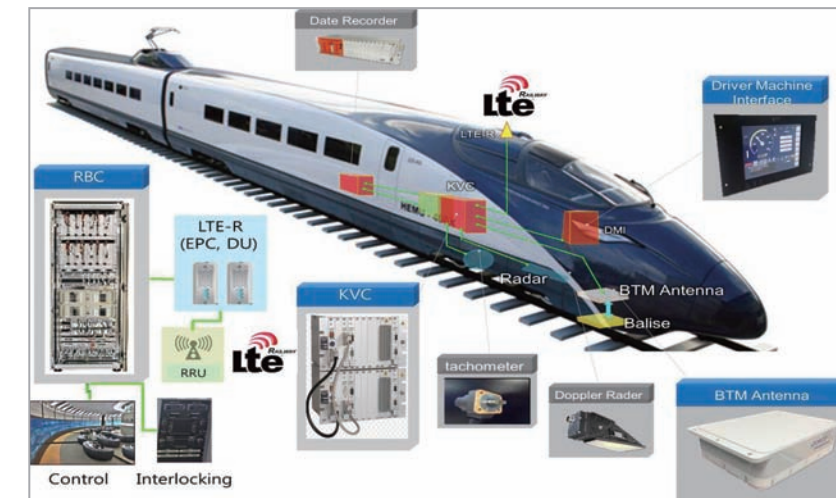
주요성과

철도통합무선통신시스템

LTE 기반 철도무선통신망 구성장비 설계·제작에 성공했으며 성능시험을 완료했다. 또한 현행 철도통신망과의 상호연동 기술을 개발하였고 호남고속선 익산-정읍 34.3km의 시험노선 구축을 통해 LTE 기반 철도무선통신망 신뢰성과 고속 이동환경에서의 통신서비스 품질을 검증했다.

열차제어시스템

일반/고속철도용 열차제어시스템 간 상호운용성 확보를 위한 표준사양을 도출했으며 현행 궤도회로 기반 일반/고속철도 열차제어시스템과의 상호운용성과 유럽 열차제어시스템의 호환성을 확보했다. 호남고속선 익산-정읍 34.3km의 시험노선 구축을 통한 일반/고속철도용 무선통신기반 열차제어시스템 성능을 검증했으며 LTE 기반 철도무선통신망 통합 연동시험과 일반/고속철도용 열차제어시스템 안전성 확보를 위한 국제인증(SIL4)을 획득하였다.



LTE-R 기반 한국형열차제어시스템



상호연동장치



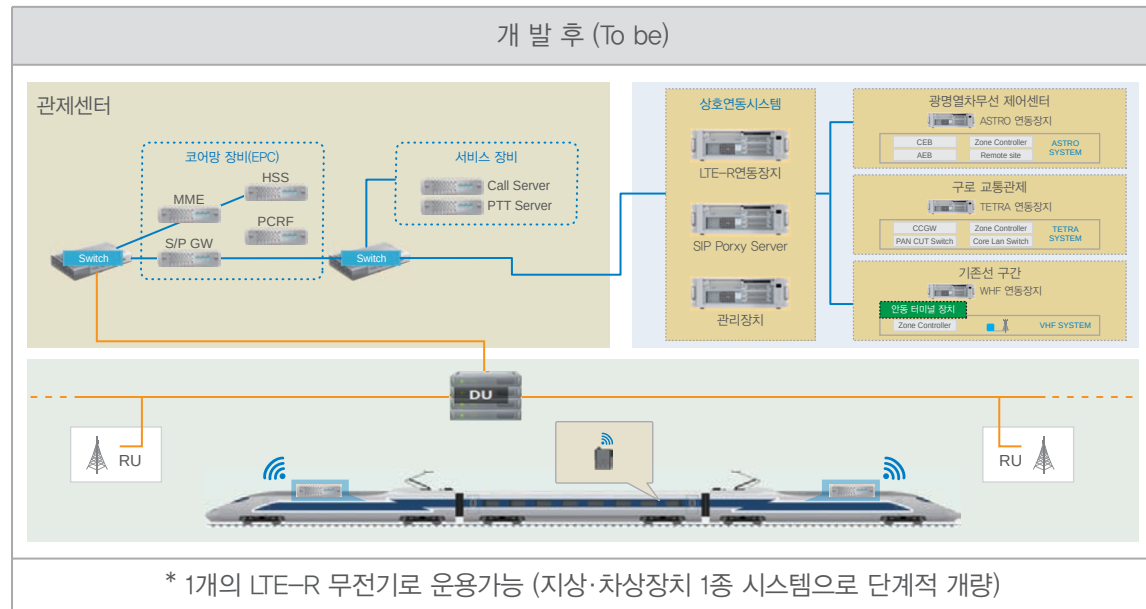
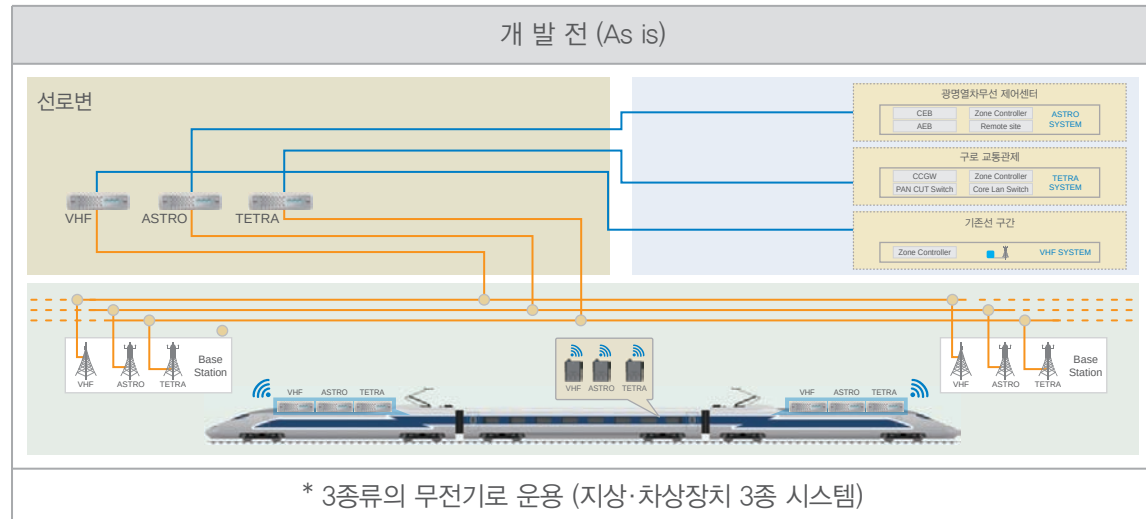
QoS제어시스템



연구의 차별적 특징

통신시스템의 국산·일원화

다중 시스템으로 운영중인 해외철도 신호, 통신시스템의 국산화를 이뤄냈고 일원화를 통한 철도운영 효율성 강화와 국내 철도신호통신사업을 육성했다. 또한 국내 주요 간선철도의 신호, 통신시스템의 국산화와 일원화를 통해 대국민 철도서비스 능력을 향상했다. 세계 최초 4세대 통신기술을 이용해 철도통합무선망 기반 한국형 열차제어시스템 실용화를 이뤄냈다.



연구성과 파급효과

기술 부문

LTE-R 기반 열차제어시스템 인터페이스 기술 확보했으며 시험노선 성능시험, 시험노선 실용화를 통해 성능시험평가 실적을 확보했다. 또한 실제 노선과 유사한 시험선 환경 구축으로 시속 350km 이상으로 운행하는 고속차량 속도 대역에서 성능 검증과 공인시험성적서를 획득했다. 기존 무선망 에서 LTE로 전환하는데 필요한 솔루션 및 제품개발 관련 미래 원천기술을 확보하였다.

경제·사회적부문

철도산업 고도화와 더불어 국내 S/W산업, IT산업, 시스템엔지니어링 등 관련 분야의 기술을 선도하였으며 기존 무선통신방식을 일원화 하여 운영하며 유지보수와 효율성이 증대되었다. 운영, 안전, 보안, 승객서비스 등 다양한 철도서비스가 제공되며 초고속 멀티미디어 서비스, 사물인터넷 (IoT) 연동을 통해 다양한 융합서비스 구현이 기대된다. LTE-R 기반 무선시스템 일원화로 유지보수의 운영 효율성이 증가했으며 국내 사업 노선 진입 및 해외 수출 기반을 마련했다.

주요연구 개발성과

논문

• 비SCI 8건

지식재산권

• 특허 등록 4건, S/W 등록 1건, 소프트웨어 등록 1건

사업화

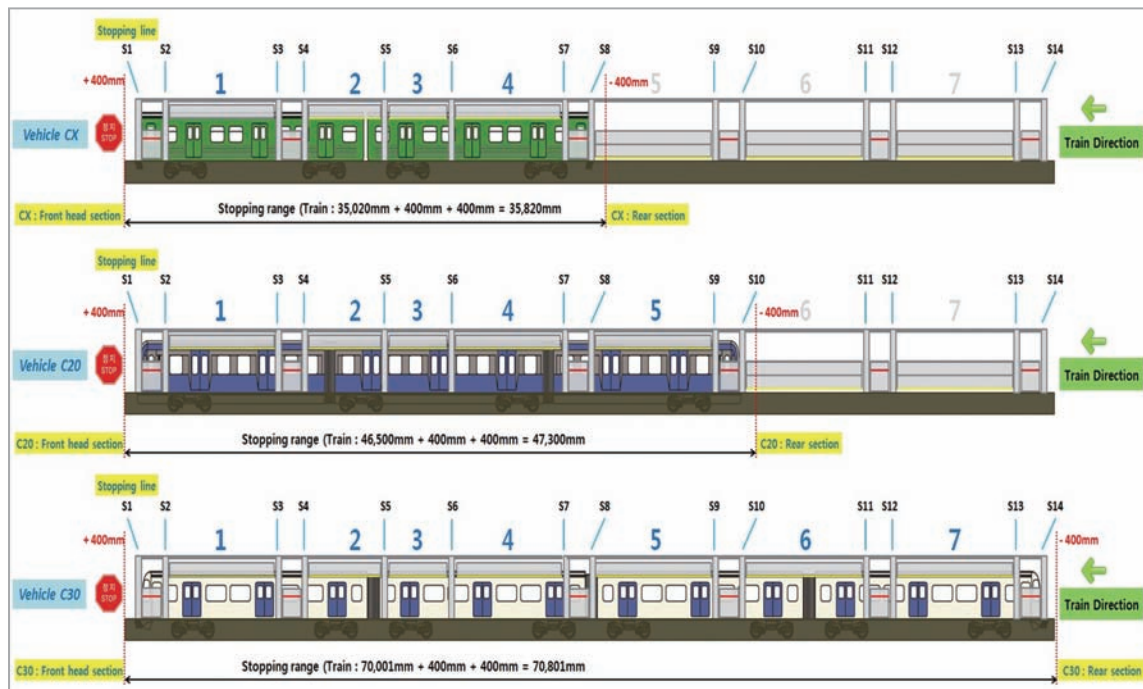
• 총 1건, 매출액 1,900 백만원



상하 개폐식 스크린도어 상용화

연구 기간 2013년 ~ 2018년
총 연구비 8,491백만원
연구자 김연규 한국교통연구원

도시철도 승차장은 단일 차종이 운행함으로써 차량의 출입문과 1:1로 대응이 가능한 좌우 개폐식 스크린도어(PSD:좌우 승강장 안전문 설비)를 적용하게 된다. 좌우 개폐식 스크린도어는 단일 차종의 출입문에 적합한 시스템이다. 이와 달리 상하 개폐식 스크린도어는 광역철도, 지역 간 철도(일반철도, 고속철도)와 같이 다양한 규격의 열차 출입문에 대응 가능한 안전 시스템이다.



다차종 열차 출입문에 대응가능한 상하 개폐식 스크린도어



연구목적

다양한 열차 출입문에 대응 가능한 상하 개폐식 스크린도어 시스템을 개발하고 시범설치를 통하여 신뢰성과 안전성을 검증하고자 하였다. 검증된 상하 개폐식 스크린도어 시스템으로 국내외 철도시장의 우위를 점하고 수출함으로써 경제 발전에 이바지하고 안전하고 쾌적한 승강장을 제공하는데 연구 목적을 가진다.



주요성과

상하 개폐식 스크린도어 구조체

상하 개폐식 스크린도어의 구조체를 이동 및 시공이 쉽도록 모듈화하였으며, 승강장의 하중의 피로를 줄이고 시공비를 절감할 수 있도록 경량화하는데 성공하였다. 또한 부품의 표준화 및 국산화를 통하여 유지보수가 쉽다.



로프형 상하 개폐식 스크린도어(논산역 시범설치)



로프형 상하 개폐식 스크린도어(스웨덴 시범설치)



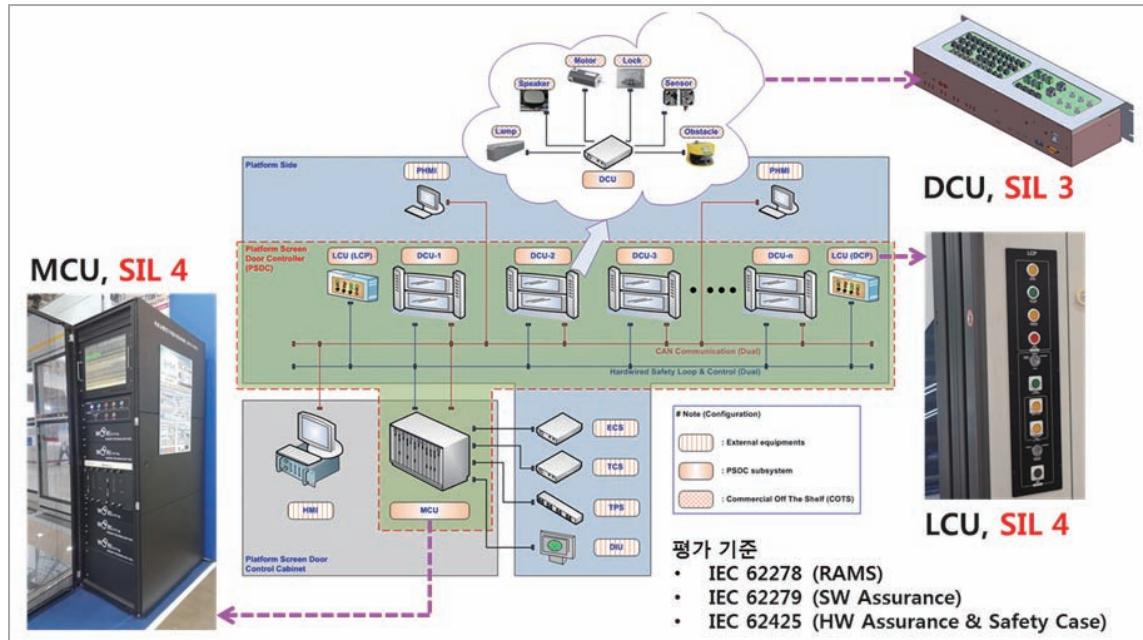
Glass형 상하 개폐식 스크린도어(프랑스 설치예정)



실외 지하철 설치 예시도

안전무결성수준(SIL)인증 제어기 시스템

안전 시설물인 스크린도어로 인하여 2차 안전사고를 발생하는 것을 방지하기 위하여 RAMS(Reliability, Availability, Maintainability, and Safety)활동으로 설계와 제작 단계에서 신뢰성, 가용성, 유지보수성 등을 검토하여 국제 표준에서 요구하는 안전무결성수준(SIL)인증을 통하여 안전한 제어기 시스템을 개발하였다.



안전무결성(SIL)인증 제어기 시스템

노이즈 극복한 장애물센서

외부 환경 변화(비, 눈, 태양광, 먼지)에 따른 노이즈를 극복하기 위하여 3D 센서의 알고리즘을 개발하였으며 검지영역 설정, 거리 조절을 통하여 상하 개폐식 스크린도어의 안전성을 확보한 장애물 센서를 반영할 수 있게 되었다.

타분야 적용

중양버스전용차로로 인하여 이동하는 승객의 안전사고 위험성을 개선할 수 있도록 횡단보도에 적용하는 방안을 연구하였으며 철도건널목에도 상하 개폐식 스크린도어를 시범운영함으로써 타분야에 활용할 수 있는 기반을 마련하였다.



철도건널목 타분야 적용



연구의 차별적 특징

다양한 열차 출입문에 대응 가능한 스크린도어를 개발하기 위해 해외에서 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 일본은 다차종이 운행하는 승강장의 안전사고로 인하여 봉타입 스크린도어, 로프타입 스크린도어, 이동형 스크린도어 등 많은 연구를 추진하고 있으나, 안전성 및 신뢰성을 확보한 상하 개폐식 스크린도어 기술에 미치지 못하고 있다.

연구성과 파급효과

기술 부문

세계 최초로 다차종에 대응 가능한 상하 개폐식 스크린도어를 상용화하여 스크린도어의 한계를 극복하였으며 국내 최초로 스크린도어에 국제표준 기반의 안전무결성(SIL)인증을 취득하여 해외 세계시장을 선도하는 스크린도어 기업과 경쟁할 수 있는 기반을 마련하였다.

경제·사회적부문

국내 논산역 시범운영과 스웨덴 아케쇼부역에 시범운영을 실시하여 안전성 및 신뢰성을 확보하였다. 또한 프랑스 파리 TRANSILIEN N line의 VANVES MALAKOFF Station과 스페인 바르셀로나 TMB에 Glass형 개폐식 스크린도어를 수출 계약함으로써 2조원 정도로 추정되는 해외시장을 선점할 수 있게 되었으며, 그동안 다차종에 대응 가능한 시스템이 없어 위험에 노출된 승강장에 상하 개폐식 스크린도어를 보급할 수 있는 기반을 마련하였으므로 승강장 안전사고 예방에 기여할 것으로 예상된다.

주요연구 개발성과

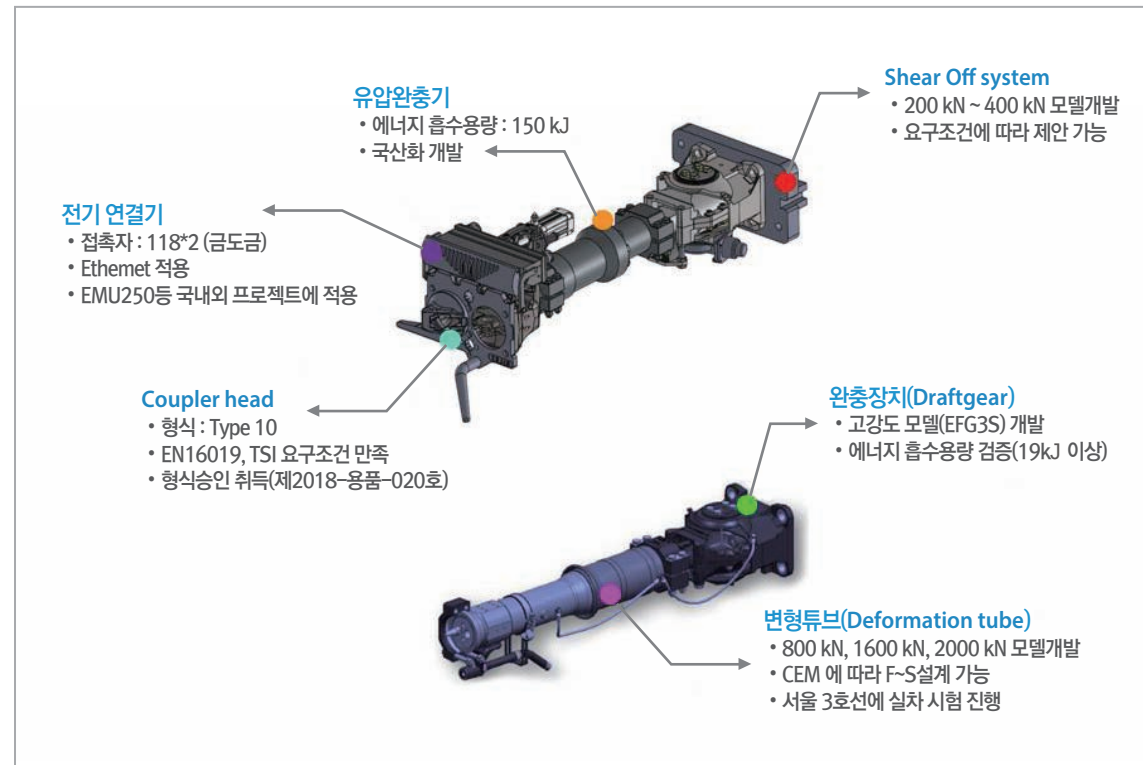
논문	• 비SCI 8건
지식재산권	• 특허/디자인 출원 및 등록 45건
시험사업	• 국내 시범설치 1건, 해외 시범설치 1건
사업화	• 수출 2건



(유럽형) 대용량 에너지 흡수장치가 적용된 TSI 표준형 연결기 시스템

연구기간 2014년 ~ 2018년
 총연구비 3,472백만원
 연구자 김기남 유진기공업

국내 철도차량용 밀착 연결기의 경우 적용 시장이 한정되어 있고 해외진출에 제한적 요소가 많으며, 전기 연결기 및 시스템 설계의 공간적 제한이 있다. 유럽의 경우 고객의 요구사항에 따라 다양하게 대응할 수 있으며, 최근 국내에서 운용되고 있는 KTX-산천에도 TSI 표준형 자동 복합 연결기가 적용되고 있다.



연구목적

국내에서 사용되고 있는 밀착연결기의 경우 해외시장 진출에 기술적인 한계가 있으며, 국제 규격에 부합될 수 있는 연결장치 시스템 개발이 필요하다. 이는 차량 운용 측면 및 효율성 부분에서도 필요한 사항으로 국내 철도차량 부품 제작업체에서 직접적인 연구개발을 통하여 기술력 확보가 필요하다. TSI 표준형 연결기 적용에 따른 열차 분리결합 작업 신속성과 안정성으로 인한 편성가변 운영의 효율성 향상, 대용량 에너지 흡수장치에 대한 기본 기술 확보, 규정된 시나리오에 따른 시험 및 검증 기술 등을 확보할 수 있다.



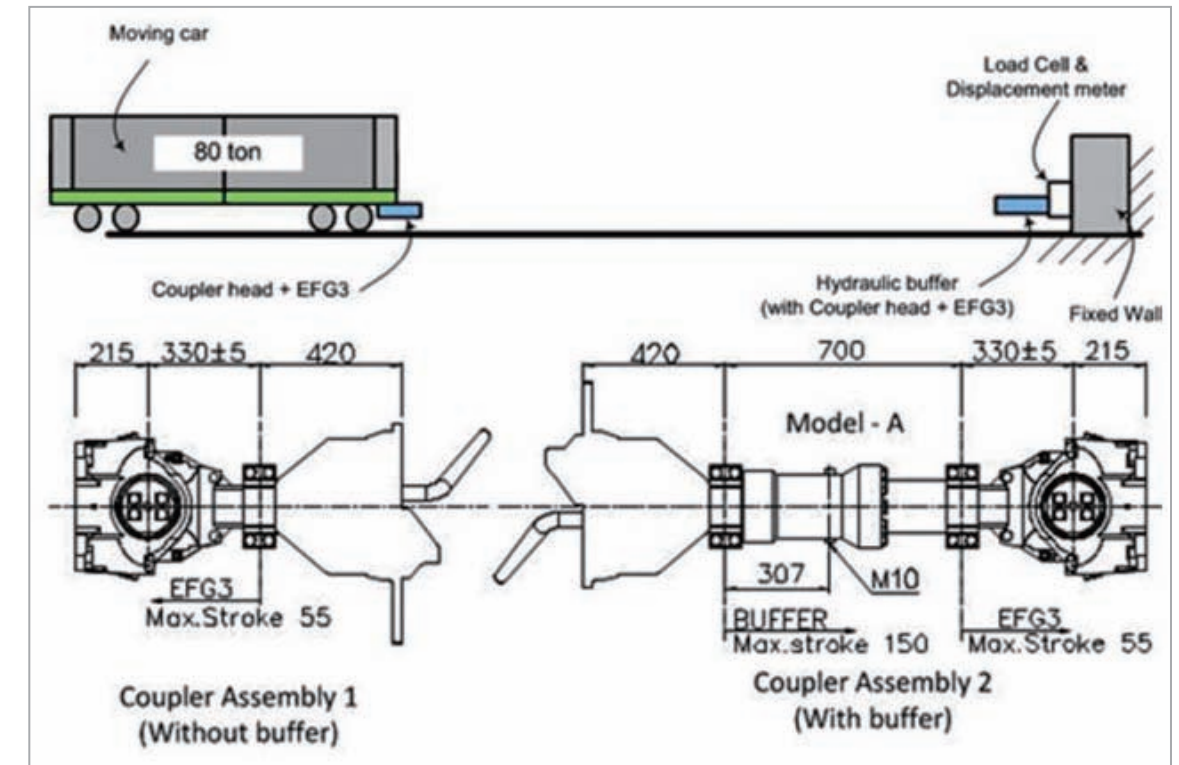
주요성과

연결장치 시스템

국내외 철도차량 시장에서 필수적으로 요구하는 철도차량 기술기준, 국제표준규격, 강제 인증 제도에 부합하는 연결장치 시스템 성능 입증에 완료되었다.

철도부품 검증

철도차량 부품 단위에 대한 설계적합성 검증, 합치성 검증, 형식승인 단계를 국제수준에 부합하는 검증 절차로 수립하였다.





연구의 차별적 특징

IRIS 인증

본 과제를 수행함으로써 유럽에서 적용하고 있는 철도용품 성능검증 기준에 대한 모의 수행을 하였으며, IRIS (International Railway Industry Standard) 인증을 취득하여 연구 산출물에 대한 신뢰성을 확보하였으며 유럽 철도차량부품제작사와 동등한 철도용품 개발, 설계, 제작, 검증, 기술을 확보하고 있다.



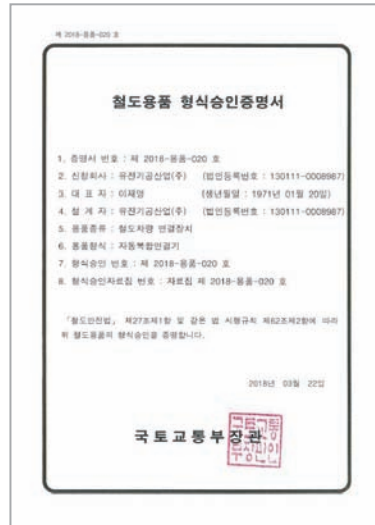
IRIS 인증서



ISO14001 인증서

형식인증

본 과제에서 개발한 자동복합연결기는 철도용품 기술기준에서 요구하는 기술적 요구사항에 부합됨을 확인하였으며, 철도용품 형식승인을 획득하였다.



철도용품 형식승인증명서

연구성과 파급효과

기술 부문

국내외 철도차량 시장에서 요구하는 철도차량 연결장치 기술기준, 국제표준규격 및 강제인증 제도에 부합하는 연결장치 시스템을 국내 철도차량 부품 제작업체의 기술력으로 해외 철도차량 부품 제작업체와 동등한 성능의 연결기 시스템을 신규 연구개발 및 생산 할 수 있음에 따라 점진적으로 철도차량 연결기 시스템에 대하여 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 예상된다. 장기적으로는 철도기술연구사업을 통하여 획득한 기초적인 기술력을 바탕으로 응용을 한다면 국내외 철도차량 부품산업을 견인할 수 있을 것으로 판단된다.

경제·사회적부문

국내에서 꾸준히 수요가 상승하고 있는 고속철도차량에 대한 연결기 시스템 및 하위 부품에 대하여 유지보수용으로 납품함으로써 국내 철도차량 운영사의 고질적인 유지보수비용에 대한 문제를 현실적으로 도울 수 있을 것이며 국내 철도차량 부품 제작업체가 품질관리체계를 구축함과 동시에 철도안전과 직결된 요소들에 대하여 안전성 및 신뢰성을 확보함으로써 철도차량의 운행에 대한 안전성을 자연스럽게 확보할 수 있게 되며, 승차감 향상에 따른 대국민 서비스 품질이 향상될 것으로 판단된다.

주요연구 개발성과

논문

• 비SCI 8건

지식재산권

• 특허 7건, 소프트웨어 등록 1건

사업화

• 프로젝트 제안 3건

대외 수상 실적

• 2015년 국토교통부 장관 표창



Business R&D

무에서 유를 창조하고 진화하는 기술은 꿈을 현실로 바꾼다. 새로운 기술로 새로운 시장을 개척하고 새로운 삶을 펼친다. 사업화 유망기술로 어제와 다른 오늘, 오늘보다 나은 내일을 연다.



사업화유망기술

- 매립형 EM 센서를이용한 PSC 교량의 긴장력 모니터링 기법
- KLA-100 경량항공기
- 항공기 위치 정밀감시를 위한 다변측정 감시시스템
- 건설용 리프트 전원공급장치(파워레일)
- 고속철도 차량진동 및 승차감 IoT 계측시스템 상용화
- 아치형상의 수려한 미관을 갖추고 경제성을 향상시킨 PSC-이 빔 교량 공법(APC-빔)
- 경량화물 취급 자동화장비 실용화



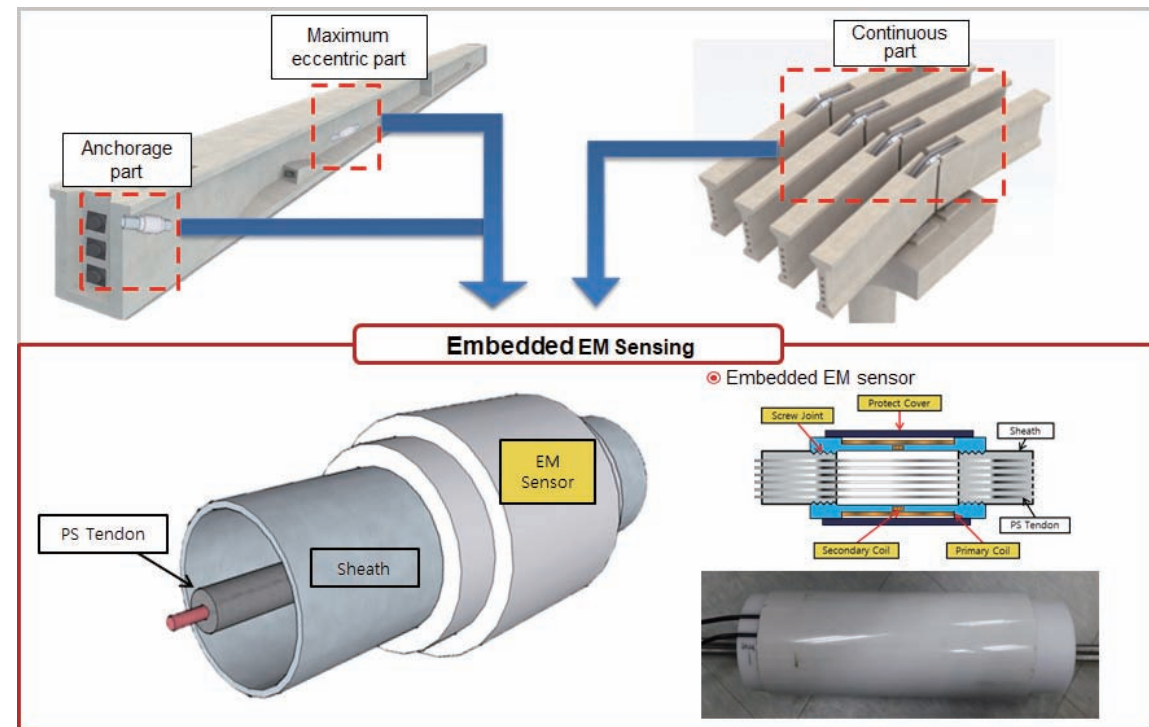
매립형 EM 센서를 이용한 PSC교량 긴장력 모니터링 기법

연구기간 2014년 ~ 2017년

총연구비 201백만원

연구자 박승희 성균관대학교

교량은 국가 교통망의 핵심시설로서 이의 수명 연장 및 유지관리비 최소화는 직접적인 국가 예산 절감으로 이어진다. 도로교의 50% 이상을 차지하는 PSC 교량의 안전성 확보를 위해서는 교량에 도입되어 있는 긴장력을 모니터링 해야 한다. 긴장력이 감소되면 교량의 성능이 크게 저하 되고, 그대로 방치될 경우 전면적인 붕괴사고로 이어질 가능성이 높으며, 이는 사회·경제 적으로 큰 비용을 유발하게 된다. 따라서 PSC 교량의 긴장력을 감시하는 효율적인 기술이 개발 되면 교량의 붕괴를 사전에 예방할 수 있고, 교량의 건전성 및 유지관리 효율성을 크게 향상시킬 수 있다.



연구목적

PSC 교량은 국내 도로교 전체 연장의 23.6%, 철도교 전체 연장 중 38.6%를 차지하는 대표적인 교량 형식이며 PSC 교량에 도입되어 있는 긴장력이 손실될 경우 구조물의 처짐이나 균열이 증가하여 심각한 안전도 저하가 야기된다. 이를 미연에 방지하기 위하여 PSC 교량 내부에 EM 센서를 매립하고 매립된 EM 센서를 이용하여 PSC 교량의 긴장력에 대한 스마트 모니터링 기술을 개발하였다. 이를 통해 PSC 교량의 과학적이고 체계적인 품질관리 및 유지관리가 가능하다.



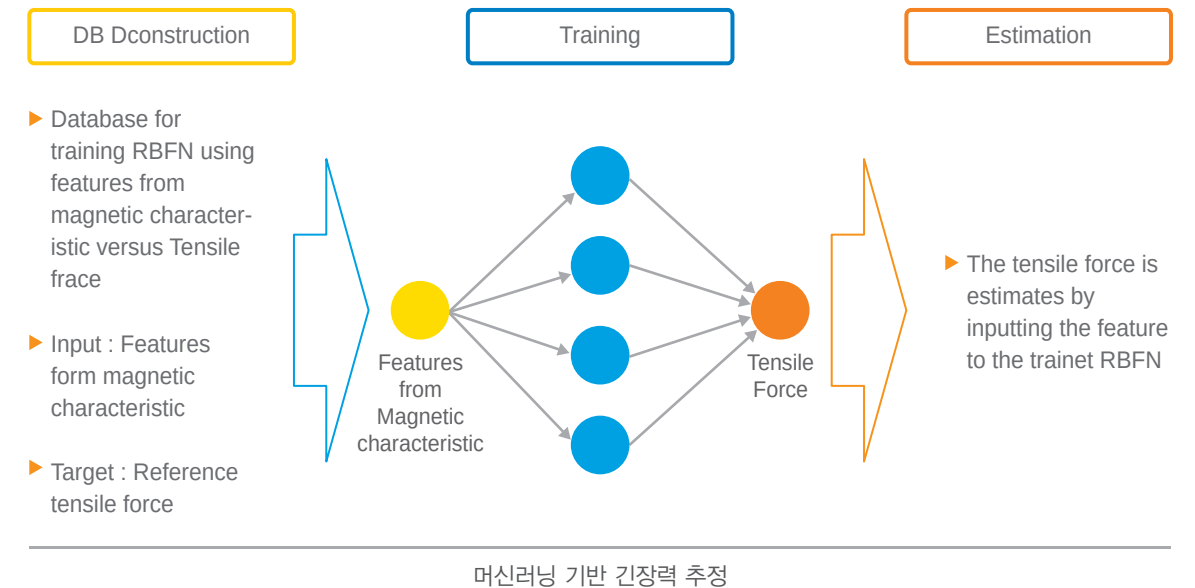
주요성과

매립형 EM 센서를 이용한 긴장력 모니터링

PSC 거더 내부에 매립된 EM 센서를 이용하여 PSC 거더의 가장 중요한 선의 지표인 도입 긴장력을 계측할 수 있는 기법을 개발하였다. 매립형 센서는 EM(Elasto-magnetic)센서를 기반으로 하여 PS 텐던에 도입되어 있는 긴장력을 PS 텐던의 자기이력변화를 통해 계측을 실시하였다.

머신러닝 기반의 긴장력 추정

각 긴장력에 따라 계측된 자기이력곡선의 특성을 추출하여 머신러닝 기법 중 하나인 방사기저함수네트워크(RBFN)를 이용하여 긴장력 추정 알고리즘을 구축하였다. 이를 통해 5% 이내의 오차율로 긴장력을 추정하는 것이 가능하였다.





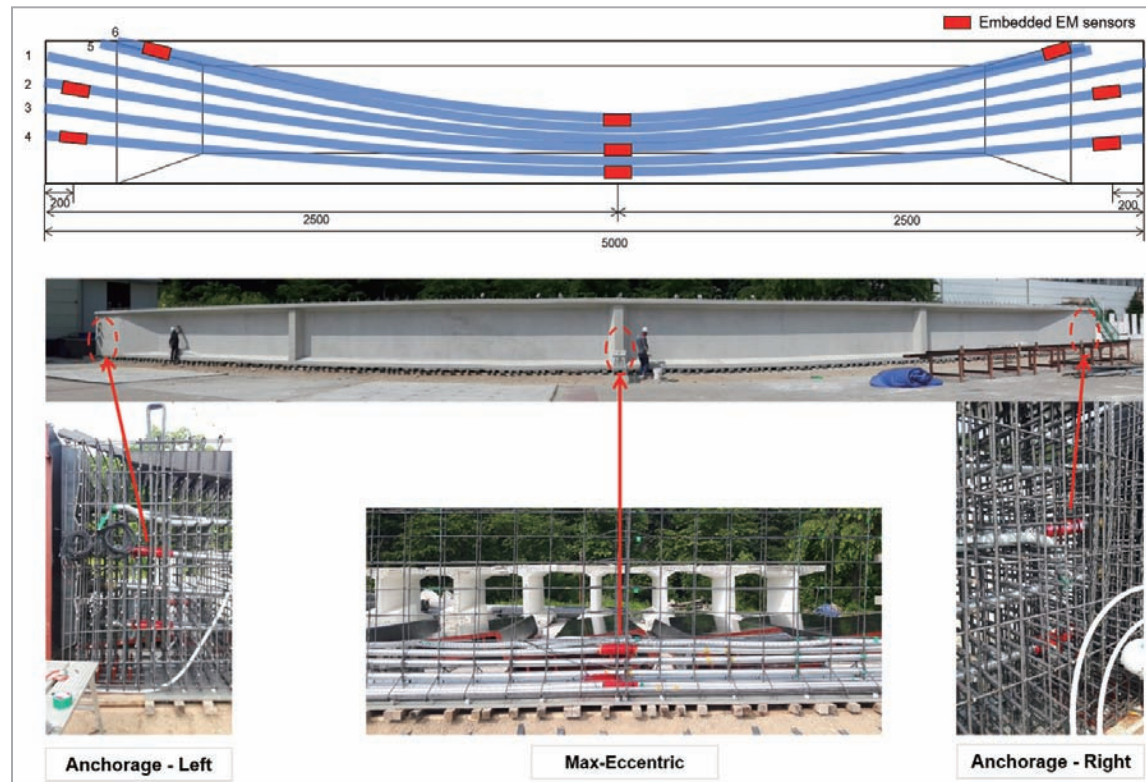
연구의 차별적 특징

PSC 거더 내부 계측

기존 PSC 교량에 도입된 긴장력은 시공 시 인장기의 인장 압력 및 PS 긴장재의 신장량을 통해 긴장력 산출을 실시하였지만 이는 쉬스관과 PS 긴장재의 마찰로 인한 마찰 손실, PS 긴장재 영킴에 의한 긴장력 손실 및 정착 손실 등에 의한 손실을 반영할 수 없었다. 본 과제의 성과는 PS 긴장재에 도입된 응력을 PSC 거더 내부에서 직접적으로 계측함으로써 계측 포인트에 위치한 PS 긴장재의 정확한 긴장력을 계측할 수 있음에 그 우수성이 있다. 또한, 본 연구성과를 통해 시공 중뿐만 아니라 공용 중에도 PS 거더의 긴장력 계측이 가능하므로 긴장력 손실에 의한 거더의 균열 이전에 긴장력 손실을 측정하여 즉각적인 재긴장과 같은 보수보강이 가능하다.

매립형 EM센서를 통한 계측

기존 PSC 거더의 긴장력 계측 기법은 PS 긴장재 내부에 FBG 센서를 매립하여 계측을 실시하거나 인장기 내부에 EM 센서를 매립하여 계측하는 기술이 있었다. 그러나 FBG 센서를 이용하는 기술의 경우 FBG 센서의 내구성으로 인해 실제 현장에서 적용하는 것이 힘들고 인장기에 매립된 EM 센서의 경우 시공 시에만 계측이 가능하며 정착부의 긴장력만 계측이 가능한 한계가 있었다. 본 과제의 성과는 PSC 거더 내부에 매립된 EM 센서를 통해 시공 시뿐만 아니라 공용 중에도 긴장력의 계측이 가능하며 내구성이 높은 코일 센서를 이용한다는 것이다.



연구성과 파급효과

기술 부문

PSC 거더의 생애주기 전반에 걸친 긴장력의 직접확인을 통한 관리로 PSC 거더 교량의 안전성과 내구성을 증대하고 고품질의 최적화된 거더 설계 및 제작 기술을 확보하였으며 본 과제의 결과로 도출되는 성과는 SCI급 저널과 권위있는 학회논문집에 게재되어 관련 분야의 연구에 파급 효과를 나타낼 것으로 판단되며, 이 분야의 선도자가 되는 데 밑거름이 될 것으로 기대된다. 또한, 건설 신기술 관련 R&D 인력 양성 및 학부 또는 대학원 심화 교육에 응용하여 건설 기술 발전에 큰 기여를 할 것으로 기대된다.

경제·사회적부문

기존 PSC 거더 대비 PS 긴장재의 배치 및 프리스트레싱 작업의 효율성이 증진되어 시공 및 유지 관리 비용 절감이 가능하며 신뢰성 높은 긴장력 관리로 PSC 거더의 공용수명을 증가시킴으로써 PSC 거더 철거 및 재설치에 따른 사회적 비용 발생 절감이 가능하다. 또한 PSC 거더 지능형 유지관리 기법의 선진 기술 개발을 통해 국가 위상 증진 및 해외 시설물 건설 수주 가능성 증대가 기대되며 EM 센서를 이용한 PS 긴장재의 긴장력 유지관리 기법 원천기술 확보를 통해 기술 및 제품의 수출 가능하다. 사회적 측면에선 EM 센서를 이용한 PS 긴장재의 긴장력 계측 센서 시장 창출 및 현수교/사장교 케이블, 지반 앵커 등으로의 시장 확대가 가능하며 생애주기비용을 고려한 교량의 공용수명 증진에 대한 기술력 축적은 물론 고성능, 고품질, 고효율 유지에 따른 건설산업의 활성화가 기대된다. 보다 안전하고 효율적인 PSC 거더의 유지관리로 발생 가능한 사고를 미연에 방지하며 이를 통해 국민 안전 증대 및 사회적 불안감 감소가 기대된다.

주요연구 개발성과

논문

- SCI 3건

지식재산권

- 소프트웨어 2건

기술이전

- 센서, 진단, 탐지기법 각 1건으로 총 3건

대외 수상 실적

- 행전안전부 장관표창 1건

인력양성

- 석사인력배출 1건, 석사인력양성 4건, 박사인력양성 2건



KLA-100 경량항공기

연구기간 2013년 ~ 2017년

총연구비 11,117백만원

연구자 최필영 (주)베셀

우리나라의 항공레저스포츠는 항공산업 선진국과 비교하여 역사가 매우 짧지만, 최근 전국 각지의 지방 자체단체가 경쟁적으로 활공장 및 이착륙장을 설치하고 대회 유치를 통해 항공레저스포츠에 관한 다양한 활동들이 지속해서 성장하고 있으며, 동호인 수 또한 매년 증가하고 있다. 이와 더불어 최근 경량항공기 조종을 통한 항공관광 및 항공체험에 대한 요구 증가에 따라 국내 및 해외 경량항공기에 대한 수요가 급증하고 있는 추세이다. 이러한 여건 변화에 따라 KLA-100 경량항공기 국산화로 항공을 통한 관광 및 체험 비행 수요 증가에 부응함으로써 국내 항공레저스포츠 관련 산업의 활성화와 대중화가 기대된다.



연구목적

최근 전 세계적인 항공레저스포츠의 급속한 활성화 추세 및 항공레포츠에 대한 국민적 관심과 욕구가 증대됨에 따라 비행에 대한 욕구 충족 및 관련 항공산업의 확대가 필요하다. KLA-100은 이러한 국내 및 해외 항공레저스포츠 요구를 충족시키기 위해 2013년부터 2017년까지 국토교통부 주도, 국내최초 민간기업에 의해 개발된 2인승 레저스포츠용 항공기이다. KLA-100 국내자체 개발에 따라 항공레저스포츠 소요 충족 뿐 아니라, 국내 경항공기 개발을 위한 인적·기술적 인프라를 구축하였으며, 그 동안 선진국 대비 상대적으로 낙후되었던 국내 경항공기 개발 인프라를 구축함으로써, 소형항공기(Part 23급) 개발·생산을 위한 국제 경쟁력 강화가 가능하게 되었다.



주요성과

국내 최초 경량항공기

KLA-100은 최대이륙중량 600kg의 2인승 경량항공기로서, 100마력의 Rotax 엔진 1기를 장착하고 있으며, 최대순항 속도 200km/h(110kts), 실속속도 80km/h(43kts), 항속거리 1,500km로서, 최대 10시간 비행이 가능한 동급 최상 수준의 항공기를 개발하였다. KLA-100 개발을 통해 경량항공기 해석, 설계, 제작, 시험평가 및 안전성 인증 등 관련 기술력을 확보하였고, 항공기 전체를 복합재로 제작함으로써 다양한 분야의 복합재 활용이 가능한 기술을 확보하게 되었다. 또한, 경량항공기 체계(Aircraft system) 국내 독자개발을 통해 동급항공기 체계개발(Aircraft system integration) 능력 확보함으로써, 이를 기반으로 차상위급 소형항공기(Part 23급) 개발생산 기술로 연계·발전을 위한 기반을 구축하게 되었다.





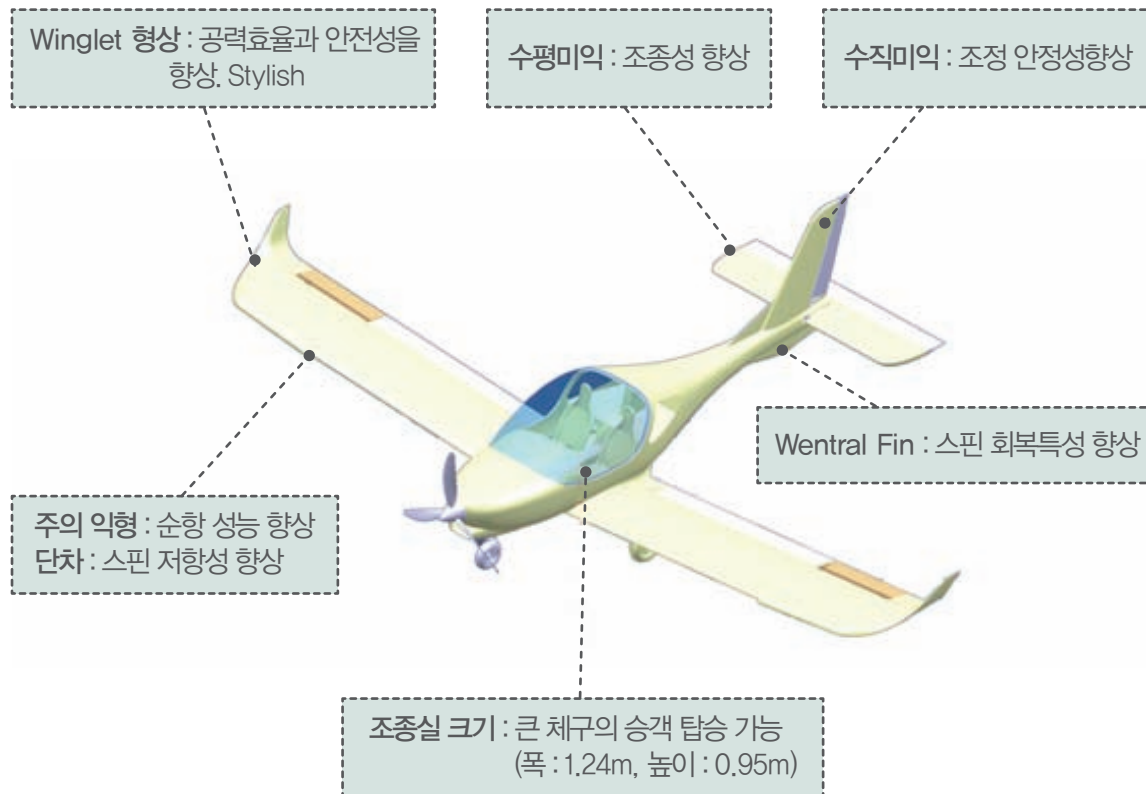
연구의 차별적 특징

안전을 고려한 설계

20% 축소 모델의 풍동실험을 통해 공력성능을 예측하여 설계하였으며, 첨단 공기역학 설계기술을 적용하여 비행 안정성 및 성능을 향상했다. 또한 저익(Low-wing) 구조를 채택하여 기동성을 향상했으며 주익 양 끝단에 적용된 Winglet은 항공기에 발생하는 와류를 막아주어 공력성능을 향상함과 동시에 스타일리시한 외형을 제공한다. 기체 안정성 향상을 위해 Ventral Fin, Dorsal Fin이 적용되었으며, 주익에 높낮이차를 적용하여 스핀저항성 및 실속저항성이 증가하도록 설계되었다. 특히 스핀 상황에서 회복하는 성능을 갖는 타 항공기와는 달리 아예 스핀 상황에 들어가지 않도록 높은 스핀 저항성을 갖는 뛰어난 안전성은 KLA-100과 타 항공기를 구분 짓는 아주 강력한 특징이다.

첨단 복합소재 적용

일반적으로 탄소복합 소재는 알루미늄 등 금속에 비해 동일한 강도 이상을 유지하면서도 매우 경량이며, 가공성이 우수하여 복잡한 형상의 성형에 유리할 뿐 아니라, 가혹한 환경조건에 노출되더라도 부식에 강한 특성이 있어 최근 항공기 소재로 다양하게 사용되고 있다. KLA-100 항공기는 동체 및 날개 뿐 아니라, 모든 비행조종면(에일러론, 러더, 엘리베이터 및 플랩)과 주착륙장치 등 전기체(All aircraft)에 첨단 복합탄소 소재를 적용하여 경량화와 함께 비행시간 및 항속거리 극대화를 도모하였다.



연구성과 파급효과

기술 부문

현재 우리나라에 운영 중인 경량항공기는 모두 외국산이다. 본 과제를 통해 향후 지속적인 성장이 예상되는 국내의 경량항공기 수요를 대체하면서 관련 기술의 국산화가 가능해졌으며, 국내 항공기 인증에 필요한 관련 기술 확보 항공기 기체, 주요 구성품 및 전자장비 등 핵심 부품류의 시험평가·경량항공기 개발 기술 확보에 성공했다. 또한, 개발에서 확보된 기술자료 DB의 항공 관련 대학 및 중소기업에서 활용할 수 있게 되었으며 본 과제를 통해 축적된 기술로 신형 경량항공기 및 무인기, 수상기 등의 파생기종으로의 개발 기술 확대가 가능해졌다.

경제·사회적부문

본 과제의 결과 확보된 기술을 바탕으로 경량항공기 양산체제 기반을 구축함으로써 국내 경량항공기 사업 분야의 성장을 도모하는 토대를 마련했으며, 스포츠급 경량항공기 상용화로 수입대체 및 해외수출 기반을 조성했다. 또한, 중소기업 주관으로 개발한 경량항공기로 충분한 가격 경쟁력을 확보해 국산 경량항공기를 국내에 보급함으로써 국내 항공레저스포츠 및 관련 산업 활성화와 대중화에 기여하였다. 민수 항공기 양산 및 수출을 통한 경쟁력 강화 및 국가 위상을 높였으며 항공레저스포츠에 대한 요구 충족을 통한 삶의 질 향상에 기여했다.

주요연구 개발성과

논문

• SCI 3건, 비SCI 2건

사업화

• 총 5건, 매출액 31,000 백만원

대외 수상 실적

• 2017 국토교통부 장관 표창 1건

인력양성

• 석사 인력양성 2건, 박사 인력양성 1건, 고용창출 7건



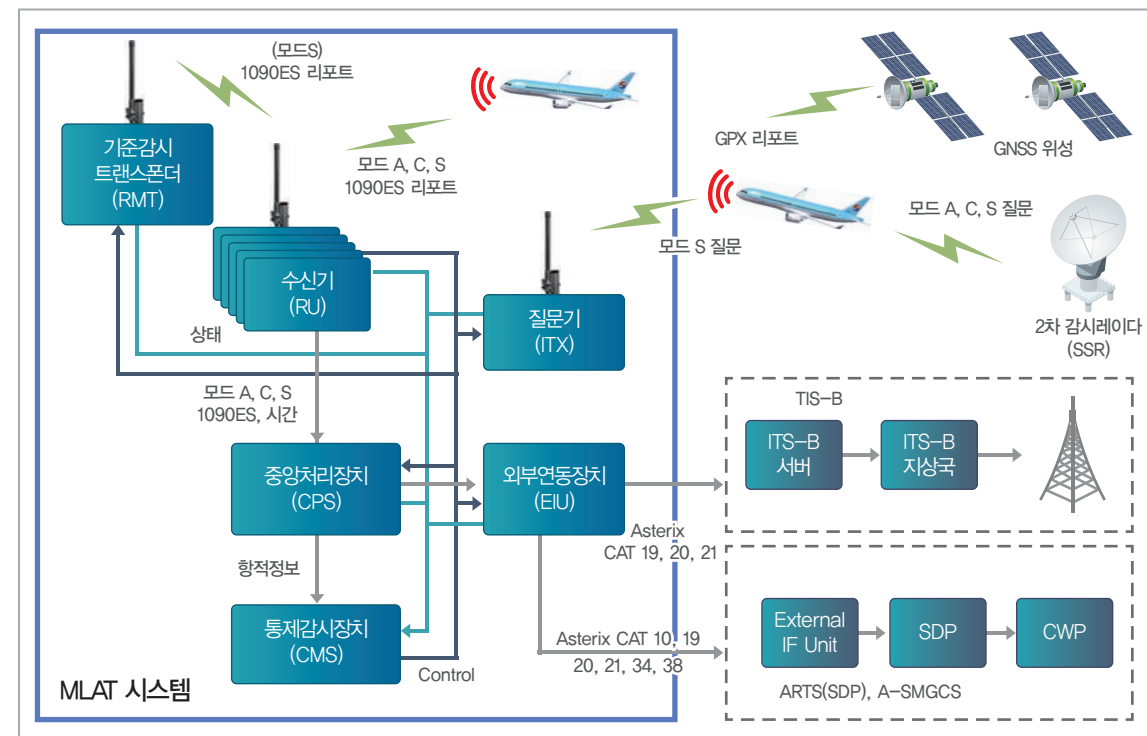
항공기 위치 정밀감시를 위한 다변측정 감시시스템

연구기간 2013년 ~ 2019년

총연구비 16,931백만원

연구자 김수홍 (주)우리별

지상감시 레이더의 경우 시스템 설치와 유지보수에 비용이 많이 소요되는 반면에 거리와 방위각의 오차로 인하여 정밀도가 낮다는 단점이 있다. 따라서 사각지대가 발생하고 저고도 비행 시 감시가 어려워지기 때문에, 이를 해결하기 위한 대책이 필요하다. 현재 사용하는 감시 장비 수준의 위치정밀도를 갖고 있으면서 독립적으로 위치 계산이 가능하며, 레이더 감시 사각지대 해소 및 저고도 항공기 등의 위치감시가 가능한 차세대 항공기 감시기술인 항공용 다변측정 감시시스템 (MLAT) 기술개발이 기대된다.



다변측정 감시시스템(MLAT) 구성도 (좌측 상자)

연구목적

항행안전시설에 대한 원천기술력 확보와 항공감시 시스템 국산화를 이루기 위해 MLAT(지역다변측정기능) 시스템을 설계하고 테스트 베드를 구축하여 기능 및 성능을 검증하며, 최종적으로 시범 운영과 성능적합에 대한 증명을 취득하는 것을 목표로 한다.

 주요성과

항공기 및 지상 조업차량의 위치를 정밀 측정하여 효율적으로 항공기 감시업무를 수행하도록 지원하는 다변측정감시시스템(MLAT)을 확보하였으며, 이를 위해 아래와 같은 세부기술을 개발하였다.

수신기(Receiving Unit) / 질문기(Interrogating Transmitter)

항공기의 트랜스폰더로 부터 송출되는 신호를 수신하여 고속(300Mhz)으로 샘플링 한 후 그 신호의 도착시간(TOA; Time of Arrival)을 검출하는 기술 및 신호의 내용을 디코딩하는 기술을 개발하였으며, 항공기의 트랜스폰더의 응답을 유도하기 위한 질문신호(1,030MHz) 송출 기술을 개발하였다.

기준감시트랜스폰더(Reference and Monitoring Transponder)

MLAT시스템의 정상동작여부를 항상 감시 할 수 있도록 항공기의 트랜스폰더(Transponder)와 동일한 신호를 송출하는 기술을 개발하였다.

중앙처리장치(Central Processing System)

다수의 수신기로부터 입력되는 항공기별 신호도착시간(TOA)의 차이를 계산하여 최대 500개의 항공기의 위치를 파악할 수 있는 기술을 개발하였다.

외부연동장치(External Interface Unit)

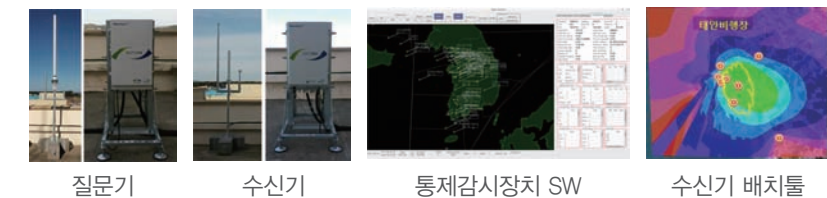
중앙처리장치에서 검출한 항공기의 식별정보 및 위치정보를 다양한 데이터 형식으로 변환하여 통합관제시스템 등으로 전달하는 기술을 개발하였다.

통제감시장치(Control and Monitoring System)

MLAT시스템에 대한 제어 및 감시 기술 및 중앙처리장치에서 검출한 항공기의 항적을 현시하는 기술을 개발하였다.

수신기 배치툴

효율적이고 경제적으로 수신기를 배치하기 위한 수신기 배치시뮬레이션 툴을 개발하였다.





연구의 차별적 특징

국내 최초 다변측정 감시시스템 국산화

ED-117에서 규정한 기술기준을 반영하여 국산화에 성공했으며, 시스템 성능 검증을 위한 시험평가기술 및 배치 기술을 국내 최초로 개발했다.

국제 기준 대비 우수한 위치정확도 구현

ED-117에서 규정한 요구조건 대비 우수한 위치정확도가 실험으로 입증되었다.

항목	요구조건 @ED-117	MLAT 측위오차(최대값)	ADS-B 측위오차(최대값)
1차 비행	20m 이내 (@~2.5Nm)	12.5m (할주로상공은 5.9m 이내)	8.6m (할주로상공은 6.8m 이내)
2차 비행	20m 이내 (@~2.5Nm)	17.3m (할주로상공은 6.7m 이내)	11.4m (할주로상공은 4.8m 이내)

국제경쟁력 확보

시스템 장치뿐만 아니라 소프트웨어 등에서 최소 20% 이상의 가격 경쟁력 확보하였으며 개발자가 직접 사업을 수행함에 따라 교육, 설치, 시험 및 유지보수 비용 등에서도 가격 경쟁력을 확보하였다.



민관 산학연 협조로 이루어진 성과

국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 한국항공우주연구원, 전자부품연구원, 인천국제공항공사, (주)우리별, (주)모피언스, (주)에이앤디시스템 등 민관 산학연이 협력하여 이루어낸 성과이다

연구성과 파급효과

기술 부문

- 항공감시분야 기술 개발 선도
2020년까지 모든 상용 항공기에는 Mode-S 트랜스ponder 장착이 의무화되며, 항공감시용으로 Radar, MLAT, ADS-B 등이 결합된 다중 복합감시시스템으로의 전환이 급속히 이루어 지고 있다. 또한, 여러 나라에서는 방송통신용 전파의 반사파를 측정하여 항공기의 위치를 파악하는 기술을 개발하고 있다. MLAT의 원천기술을 활용하여 위와 같은 새로운 감시시스템 개발에 선도적인 역할이 기대된다.
- 피아식별 장치 개발에 활용
군용 피아식별 장치에 적용된 기본기술과 MLAT의 기본기술이 유사함. 이에 따라 군용 피아식별장치 개발에 MLAT 기술 활용이 가능하다.
- 드론감시시스템에 적용
드론에 소형 트랜스ponder를 탑재 시 MLAT 또는 ADS-B 수신 기능을 활용하여 드론의 위치 파악 및 추적이 가능하다.

경제·사회적부문

- 본 연구개발을 통하여 수입 감소, 수출 증진 효과, 관련 산업 및 유관 산업 발전에 기여, 신규 일자리 창출에 기여, 차세대 항행시스템 확대 구축 시 용이, 항공기 탑재 장비 개발 용이성 증대 등의 산업적인 파급효과가 있다.
- 본 연구개발로 항공 운송 분야에서는 지연율 감소, 항공교통량 증대, 저시정 상태 전천 후 운항 실현, 공역 공항 수용능력 개선, 저고도 항공 교통안전성 증대 등이 기대된다.
- 국내 인프라 독자구축 운용 실적과 선진국 수준의 기술 경쟁력을 기반으로 해외시장 진출을 통한 관련 산업이 활성화 된다.

주요연구 개발성과

논문

- 비SCI 4건

지식재산권

- 해외 특허 등록 1건, 국내 특허 등록 1건, 소프트웨어 16건



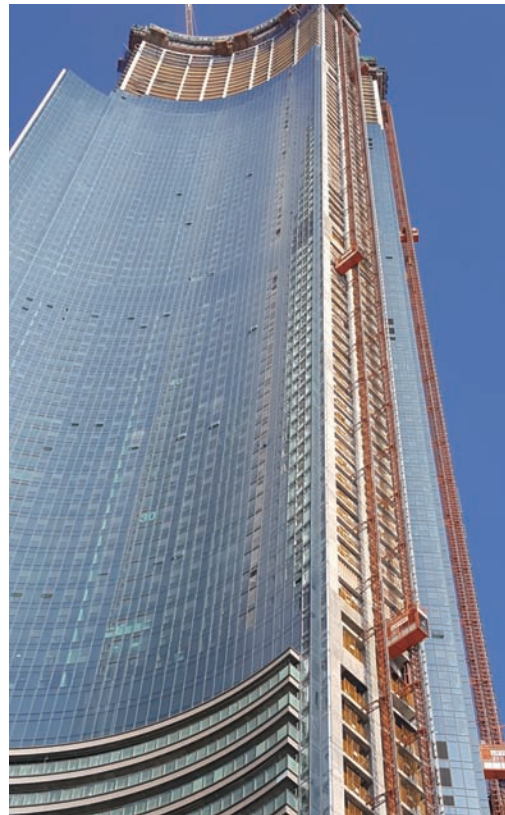
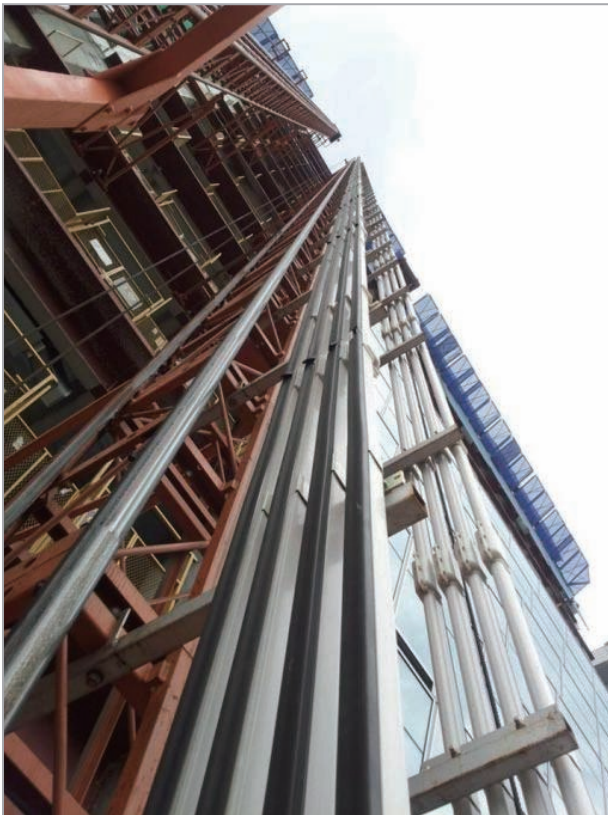
건설용 리프트 전원공급장치 (파워레일)

연구기간 2015년 ~ 2020년

총연구비 1,639백만원

연구자 김승우 (주)리프텍

건물의 높이가 높아질수록 시공 과정에 투입되는 인력과 자재의 이동성이 중요시되고 있다. 건설 공사의 공기는 인력과 자재를 어떻게 안정적으로 빨리 이동시키느냐에 달려 있기 때문이다. 파워 레일 리프트는 케이블 대신 리프트 승강로에 전기가 흐르는 도체를 설치해 전기를 통해 신속하고 안정적으로 승강기가 움직인다. 꼬임 및 단선 등 케이블로 발생하는 문제를 완전 해소했고 누전 방지 장치 등 안전장치를 마련해 안전성을 확보했다.



롯데잠실월드타워 및 부산 LCT현장 적용 2010~2019



연구목적

건설현장에서 작업자와 화물 양중을 위해 사용되는 건설용 리프트 중 케이블 방식의 호이스트는 건축물 높이가 300m 이상 높아질 경우 효율성이 저하될 뿐 아니라 케이블 자체 장력과 함께 바람, 기온 등에 의해 꼬임과 단선 문제가 발생할 수 있다. 늘어나는 초고층 건물의 수요로 기존 전원 공급 케이블의 단점을 보완하고 초고층 높이에 전력을 안정적으로 공급할 수 있는 장치가 필요하다.



주요성과

전경련회관 현장적용

리프트 승강로에 전기가 흐르는 도체를 설치해 기존 전원공급용 케이블의 단점인 외부 영향에 의한 사용 제한, 효율 저하, 단선 발생 등을 개선했으며 공기 단축 등의 효과로 5천만 원 비용 절감에 성공했다.

잠실 롯데타워 현장 적용

리프트 승강로에 전기가 흐르는 도체를 설치해 기존 전원공급용 케이블의 단점인 외부 영향에 의한 사용 제한, 효율 저하, 단선 발생 등을 개선했으며 공기 단축 등의 효과로 6억 원의 비용 절감에 성공했다.

사우디 킹덤타워·인도 Winchant 112 현장 적용

전경련회관과 잠실롯데타워에 적용되어 리프트 운행중지시간 절감을 통해 공사비 절감과 공기 단축이 가능함을 확인한 후 적용됨. 매출액 39억 원이 발생했다.

포스코 L.C.T 현장 적용

현재 진행형인 성과로 파워레일 비용만으로도 5억 6천만 원의 매출이 발생하였으며 리프트 장비 전체로는 약 65억 원의 매출액이 발생했다.



사우디 킹덤타워 및 인도 Winchant 112 현장적용 2014~2015



연구의 차별적 특징

Power Rail

550m 이상에 사용 가능하여 초고층 높이에 적합한 기술이고 바람, 자중 등 외부영향을 받지 않는다. 따라서 300A의 대용량 고속 전력 공급이 안정적으로 가능하며 Power Cable에 비해 사용주기가 길다. 또한 구간별로 수리가 가능해 고장이 났을 때 수리가 신속하다.

전원공급장치	Power Rail (신기술)	Power Cable (기존기술)
개념도 (사진)		
구조	Collector trolley + Power Rail Housing	Mast Trolley + Power Cable
장점	• 초고층 높이에 적합 (550m이상 사용 가능) • 외부영향(바람, 자중 등)을 받지 않음 • 안정적인 전력 공급 (300A, 대용량 고속 리프트 적합) • Power Cable에 비해 긴 사용주기 • 신속한 고장 수리 (구간별 수리 가능)	• Power Rail 대비 가격 저렴 • 설치용이 • 이동 및 보관 용이
단점	• 초기비용이 높음 → Power Cable 2번이상 교체시 비용 절감-350m기준 (Power Cable A/S 평균 3회 / 년) • 설치해체시 Cable 대비 작업시간 5분/3m 추가소요 • Power Rail 부품 보관장소 필요	• Cable 자중에 의한 꼬임 발생 • 외부영향(바람, 자중 등)에 의한 단선 및 꼬임 발생 • 설치 높이에 따른 전압 강하로 Cable의 굵기 및 하중 증가 • Cable 고장시 전체 교환 (작업시간 증가)
구분	현대 전경련 현장 (이동식급식장치 적용)	대우 청라 현장 (파워케이블 적용)
사용기간	12개월	11개월
A/S 발생 빈도	2회	12회
A/S 조치 내용	루버실링 교체 (계획수리)	케이블 교체 : 5회 / 주변부품 : 16회
A/S 조치 시간	4시간 (평균 2시간/회)	168시간 (평균 8시간/회)
현장 적용 사례		

파워레일 VS 파워케이블 비교표

연구성과
파급효과

기술 부문

이동식급전장치인 파워 레일 개발로 인해 550m 이상인 초고층용 리프트 운용이 가능해지고, 외부 환경에 의한 사용 제한이 현저히 줄어들어 인원 및 화물의 양중 효율이 극대화 되었다. 개발 기술은 모든 리프트에 활용될 수 있으며 케이블을 통해 전원을 공급받는 모든 건설장비에 범용적으로 활용될 수 있는 세계 최초의 Power-rail 타입 전원공급장치이다. 해당 기술력을 바탕으로 국내 중소기업과 건설기업이 공사 기간 단축과 공사비 절감 기술력을 확보함으로써 해외 건설수주 경쟁력을 크게 향상할 수 있다.

경제·사회적부문

초고층 빌딩 수요의 증가로 향후 지속적인 수요 증가가 예상되며 국내 리프트 기술이 전 세계 초고층 리프트 시장을 선도하게 되어 국내 기술의 우수성을 알릴 수 있을 뿐만 아니라 수출증대 효과가 있다.

주요연구
개발성과

논문

• 특허 등록 2건

사업화

• 총 4건, 매출 1,320 백만원

특수성과

• 사업수주 3건



고속철도 차량진동 및 승차감 IoT 계측시스템 상용화

연구기간 2013년 ~ 2018년

총연구비 8,920백만원

연구자 최일윤 한국철도기술연구원

2004년 경부고속철도, 호남고속철도와 수서고속철도가 개통된 이후, 고속철도 운행에 따라 이동 시간이 획기적으로 단축되는 등 국민 생활에 많은 변화를 가져왔다. 철도는 안전하고 편리하게 예정된 시간에 정확하게 도착하는 장점이 있다. 고속으로 주행하는 고속철도에서는 차량뿐만 아니라 교량, 터널 및 노반 등 구조물과 궤도, 전차선 그리고 신호시스템이 정상적으로 작동하도록 설치되고 유지관리 되어야 한다. 이를 위하여 고속선의 시설물에 대하여 월 1회 종합검측차를 이용하여 검측을 수행하고, 이상개소에 대해서는 관련 규정에 따라 유지보수를 시행하고 있다. 그러나, 종합검측차 개발에 대한 기술 부족으로 전량 해외 수입에 의존하고 있었으며, 해외에서 도입한 검측차가 최고속도 170km/h에 불과하여 300km/h로 운행하는 KTX 주간에는 종합검측차를 투입하여 선로 및 전차선 등을 검측할 수 없어서 부득이하게 KTX가 운행이 중단된 야간시간에 검측을 수행하고 있다. 이에 따라, 종합검측차 기술 국산화를 위하여 고속검측시스템 개발을 국가연구개발사업으로 2013~2018년에 수행하여 궤도, 전차선 및 신호 검측기술을 개발하였다. 철도의 안전을 확보하기 위해서 검측차를 이용하여 고속선의 경우 월 1회 궤도의 상태를 검측하고 선로유지보수를 수행하고 있다. 또한, 고속차량에서 측정된 진동과 승차감 측정결과를 활용하여 고객에게 안전하고 쾌적한 승차감을 제공할 수 있도록 선로를 관리하는 것이 필요하다.



고속검측시스템 개발현황 개요도

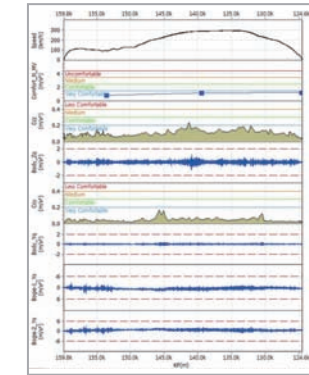


연구목적

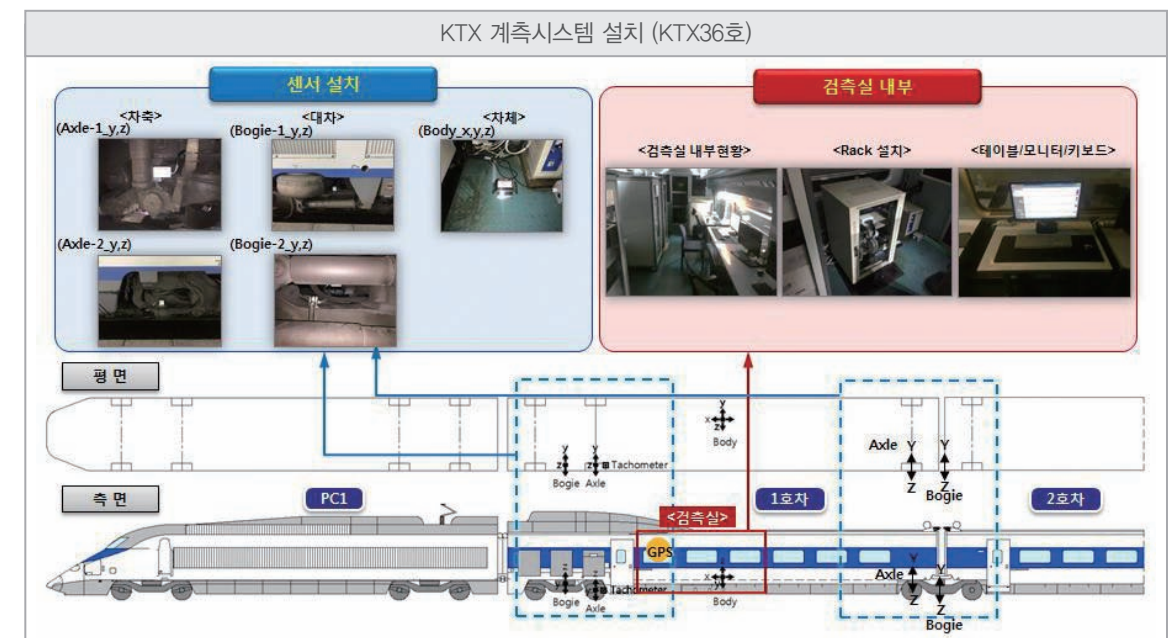
고속철도의 승차감은 이용객들이 민감하게 받아들이는 부분 중 하나이다. 이는 열차의 진동 때문에 발생하는데 특히 선로의 상태에 크게 영향을 받는다. 이를 해결하기 위해 기존에는 해외 수입된 계측 장비를 이용하여 측정인력이 차량에 탑승하여 수동으로 측정과 선로관리를 수행하는 번거로움이 있었다. 이와 같은 문제를 해결하고 차량진동 및 승차감을 원격으로 계측하여 고객에게 안전하고 쾌적한 승차감을 제공할 수 있는 효율적인 선로유지관리 및 계측시스템 개발이 필요했다. 본 과제에서 해당 시스템을 구축하였다. 개발된 시스템은 차량 진동과 승차감 계측결과를 분석하여 진동 발생 구간 및 승차감 저하개소에 대한 궤도 유지보수에 활용할 수 있음을 고속선 시험 운전시험을 통하여 성능을 검증하였다.



SRT 계측 시스템 설치 사진



측정보고서



KTX 차량진동 및 승차감 계측시스템 개요도

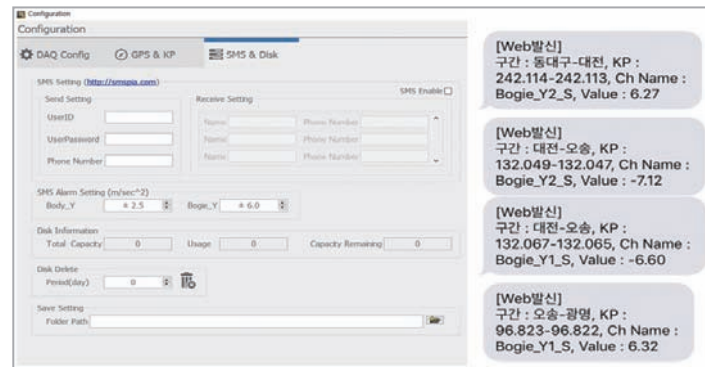


주요성과

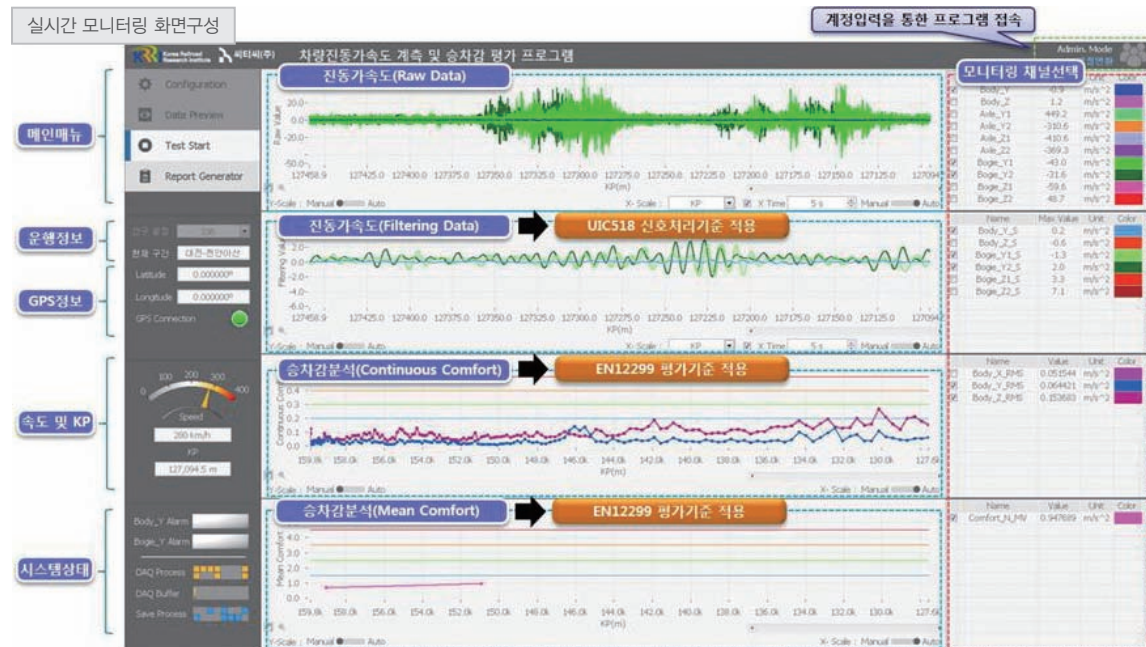
실시간 계측모니터링 및 승차감분석 시스템

선로유지보수지침에 규정된 차량진동(대차 및 차체) 계측 및 분석이 가능하며 UIC518, EN12299 등의 해외 규격에 규정된 신호처리가 가능하다. 또한, 국가연구개발사업에서 개발된 차량의 진동과 승차감 계측시스템 기술을 토대로 영업운행중인 고속철도차량에 계측시스템을 구축하기 위하여 필요한 요구기능을 도출하고, IoT 기반 계측시스템으로 원격접속이 가능하게 설계하여 이를 통해 시스템의 전원관리 뿐만 아니라 측정, 모니터링 및 결과전송을 가능하게 하는 등, 필요기능 추가 개발 과정을 통하여 연구성과를 상용화하였다. 상용화된 고속철도 차량진동 및 승차감 IoT 계측 시스템은 KTX와 SRT에 각각 설치되어 영업운행 고속열차에서 경부고속선, 호남고속선 및 수서고속선의 선로상태와 차량의 안전 및 승차감을 월 2회 주기로 측정하고 있으며, 필요할 경우 추가로 원격 계측을 수행하고 있다.

초가개소 알림기능



실시간 모니터링 화면구성



연구성과 파급효과

기술 부문

고속철도의 차량의 주행안전성 및 승차감을 파악하고, 이를 궤도유지보수에 활용하기 위하여 IoT 기술을 통해 원격으로 차량진동과 승차감을 측정 및 분석하는 시스템 개발하였다. 개발된 기술은 고속철도 구간에서 시험선 시험을 통하여 성능을 검증하였으며, 영업운행중인 고속철도 차량(KTX, SRT)에 설치하여 현재 고속철도 궤도유지관리업무에 활용하고 있다. 영업운행하는 차량에 계측시스템을 구축하여 상시적으로 측정이 가능하여 궤도이상개소를 조기에 발견할 수 있으며, 검측차에서 검출되지 않는 취약개소 발견에 활용이 가능하다. 또한, 향후 차량진동가속도 측정 결과에 대한 빅데이터 분석을 통하여 낮은 비용으로 궤도결함개소의 조기 발견에 활용이 가능할 것으로 기대된다.

경제·사회적부문

고속철도 선로관리를 위한 차량진동 측정장비는 해외 수입에 의존하고 있었으며, 측정인력이 차량에 직접 탑승하여 수동으로 계측을 수행하여야 하는 어려움이 있었다. 본 연구성과품은 개발을 통하여 국산화 개발에 의한 수입대체 효과 및 원격계측에 의한 비용 절감 등이 예상되며, 계측시스템을 국산화로 구축하는 효과는 10년간 12억 원에 달하며 상용화에 따른 수동계측 비용절감 등 총 비용절감 효과는 10년간 31억에 이른다. 철도 구간의 경우 경부/호남고속철도는 이미 구축되었으며 경강선(원주-강릉) 구간은 추가로 구축될 예정이다. 본 과제를 통해 실시간 주행안전 및 승차감 모니터링을 통한 선로유지보수 효율화 및 안락하고 안전한 대국민 철도서비스 제공이 가능하다.

주요연구 개발성과

지식재산권

• 프로그램 등록 2건

기술이전

• 1건

사업화

• 납품 2건 (KTX, SRT 차량진동 승차감 계측시스템)



아치형상의 수려한 미관을 갖추고 경제성을 향상시킨 PSC-I 빔 교량 공법(APC-빔)

연구기간 2009년 ~ 2010년

총연구비 646백만원

연구자 김철호 (주)에이스이엔씨

프리스트레스트 콘크리트의 우수한 내구특성과 구조성능으로 인해 중·소지간의 교량에서부터 장대지간의 교량에 이르기까지 PSC교의 건설이 점점 확대되고 있으며 새로운 공법을 개발하기 위해 치열한 경쟁을 하고 있다. 재래식 일반 PSC-I 빔은 시공성과 경제성이 양호하나 획일적이고 투박한 외관이 단점이고 개량형은 시공 후에도 다단계 긴장 과정으로 복잡하다. 위의 문제점을 보완하고 향상한 변단면 PSC-I 빔은 경제성, 시공성, 구조안전성을 모두 해결했을 뿐만 아니라 차별화된 아치형상으로 경관성까지 향상되었다.



연구목적

PC 빔은 60년대 도입 후 수십 년 동안 이렇다 할 기술의 발전이 없었다. 이러한 평준화 기술자들의 추가개발의지를 약화하고 설계기술 발전에도 악영향을 미친다. PSC-I 빔 고유의 간편한 시공성과 경제성의 장점을 그대로 가지면서 부드러운 아치 외관으로 차별화된 교량 상부구조 형식을 개발하여 기존의 동일형식의 교량 대비 획일적이고 투박한 외관을 극복하고 교량 경관미를 살렸다.



주요성과

수정터널 상부공간 연결

부산광역시 수정터널과 요금소 사이 상부공간을 주민을 위한 공원화 부지 조성을 위한 복개구조물을 건설하였다.

미관개선 교량

강변을 따라 해안 교차지점 물결을 따라 경국 경관과 조화를 이루고 미관이 뛰어난 변단면 PSC-I 빔이 대구광역시 영덕군에 적용되었다.

건설신기술 보호기간 연장

축적된 노하우를 바탕으로 철저한 시공관리와 지속적인 연구개발 투자를 통해 기술 발전을 선도하는 기업으로 인정받아 건설신기술 보호기간 7년 연장이라는 성과를 이루었다.

국토교통부 장관 표창

동공이 탐지되거나 도로함몰이 발생한 상황에서 적절한 대응을 위하여 상황별 위험 수준을 제시하고, 복구와 보강 등의 조치사항에 대한 매뉴얼을 개발하였다.



신천좌안대로 건설공사 신천좌안교



고풍교우회도로 용장교



88고속도로 황강천교



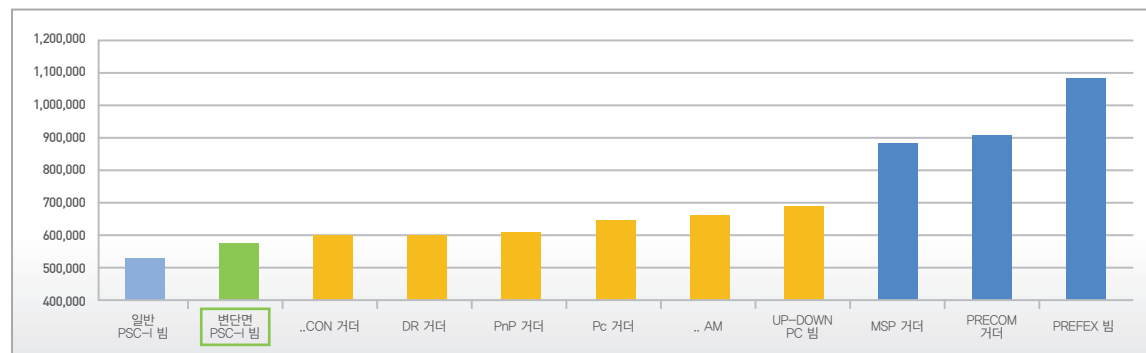
포항시관내국도대체우회도로 유강교



연구의 차별적 특징

경제성

기존 강박스 거더나 PSC 박스 구조물에서 구현되는 곡선의 미를 구현함으로써 경제적이면서도 시공성과 미관까지 고려 할 수 있어 교량시장에서 경쟁력을 갖는다. 다만 PSC-I빔은 경제성 부분에서도 동종의 유사한 개량형 PSC-I빔보다 경제성을 갖추고 있다. 그 이유는 최근의 개량형 PC-빔들이 가설 이후에 추가로 긴장공정을 진행하는 반면 변단면 PSC-I빔은 제작장에서 거더 제작 이후 단 한 번의 인장작업으로 통해 설계하중에 상응하는 압축력을 도입함으로써 경쟁력(공사비 및 공기 감소)을 갖출 수 있으며, 고공의 인장작업이 하지 않기 때문에 시공의 위험성을 원천적으로 차단하고 있다.



유사 기술 대비 가격 경쟁력

연구성과 파급효과

기술 부문

본 기술은 이러한 사회적 요구에 부응하여 PC-빔의 시공, 경제적 장점에 더하여 수려한 미관으로 차별화를 극대화한 기술로써, 종래 PC-빔 시장뿐만 아니라 유사 거더 건설시장까지도 그 파급 효과가 매우 큰 기술로서 그 전망이 긍정적일 것으로 예상된다. PC-빔은 그동안 수많은 설계 및 시공 경험상 충분히 검증되어 일반화된 교량 상부 구조 형식이다. 그러나 그동안 문제점으로 인식되던 PC-빔의 경간장 제약과 미관상 불량한 단점을 극복하여 개량된 기술로서 단순교뿐만 아니라 연속교로서도 PC-빔의 시장 범위를 더욱 더 넓게 하고자 개발된 기술이다.

경제·사회적부문

본 기술은 교량 건설시장의 발전에 국한된 것이 아니라 관련 산업의 발전을 함께 기대할 수 있는 시장을 가지고 있다. 즉, 본 기술을 구성하는 재료 중 하나인 콘크리트는 국내 상당한 시장규모를 가지는 산업으로서 본 기술의 폭넓은 현장 적용에 따라서 관련 산업의 발전에 상당부분 기여할 수 있는 사회적, 경제적 파급효과를 가지고 있다.

주요연구 개발성과

사업화

• 총 20건, 매출액 6,681 백만원

특수성과

• 건설신기술 보호기간 7년 연장

대외수상

• 국토교통부 장관 표창 1건



경량화물 취급 자동화장비 실용화

연구기간 2013년 ~ 2016년

총연구비 9,900백만원

연구자 장윤석 한국항공대학교 교수

최근 대형 물류센터가 건립되면서 현장 근로자의 업무 부담이 가중되고 있고, 센터 내에서 이동하는 거리와 시간이 증가하고 있다. 취급하는 품목도 다양화되고 있으며 작업 동선이 복잡해지고 업무 효율화 필요성이 대두되고 있다. 특히 우리나라의 경우 단계적으로 최저임금이 인상될 것으로 전망돼 물류자동화와 멀티셔틀이 주목받고 있다.



연구목적

멀티셔틀(multi-shuttle)은 IoT 기술과 자율주행 등 로봇 기술 및 학습을 통한 환경·상황인식, 스케줄링 등 인공지능 기술의 융합을 통해 물류센터 내에서의 물류 효율을 증가시키는 도구이다. 물류 효율이 각국의 산업 경쟁력을 좌우하는 등 물류 산업이 미래 핵심 산업으로 등장한 가운데 물류센터, 공장 물류, 병원·요양원·호텔 등 대형 건물에서의 물류 이송 또는 재고 관리 등에 활용할 수 있다.



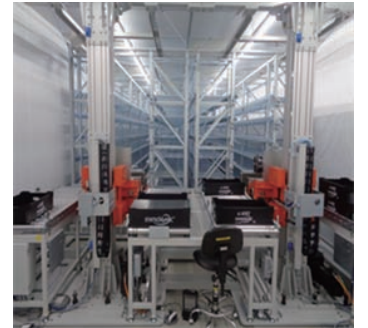
주요성과

자동화 시스템·운영소프트웨어 개발

국내 최초로 다품종 소량 화물을 신속히 저장하고 반출(피킹)할 수 있는 멀티셔틀 시스템과 운영소프트웨어 개발에 성공했으며 개발 당시 독일, 오스트리아, 일본, 네덜란드 다음으로 상용화에 성공하여 세계에서 5번째로 개발에 성공하였다.

멀티셔틀 시스템의 국내 최초 개발 및 현장 적용

2015년 10월, 2016년 11월 각각 글로벌 반도체 기업 현장에서 본 과제 결과물인 멀티셔틀이 도입되어 참여기관의 매출 실적 달성에 기여하였다.



S반도체 3공장



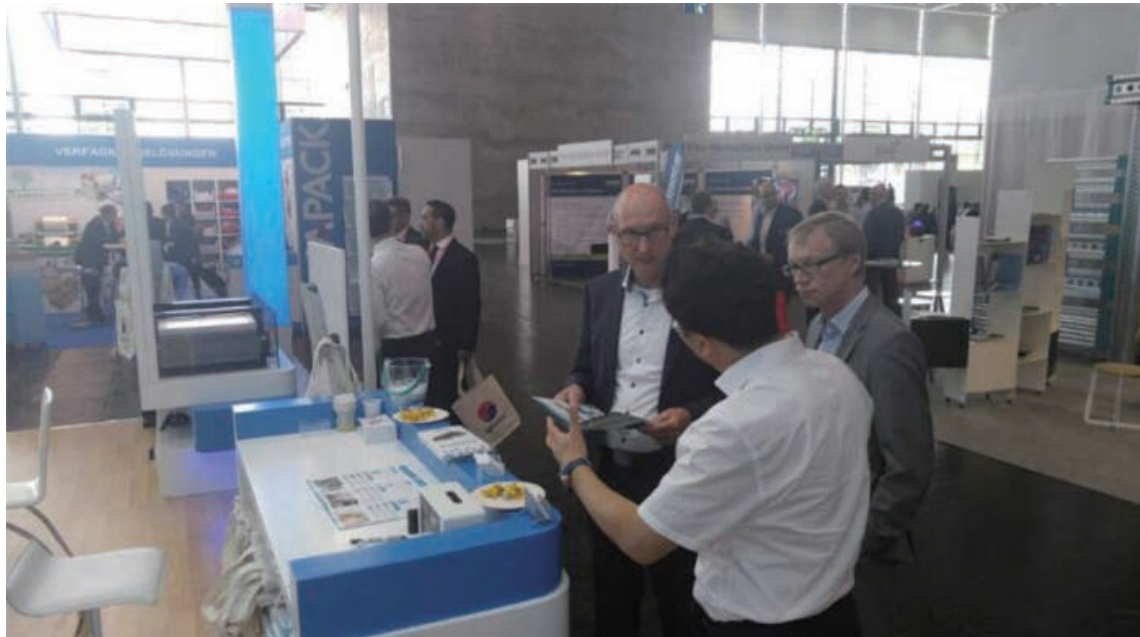
S반도체 5공장



연구의 차별적 특징

자동화물반출입시스템 개발

국산 토종 멀티 서플리기술과 사이버 물리창고 제어시스템 구성을 통해 전 세적으로 유럽과 일본의 일부 기업만이 개발에 성공한 화물반출입자동화 시스템 개발에 성공하였다. 데마틱(Dematic), 크넵(Knapp), 반더란다 (Vanderlanda), 무라타 (Murata) 등 독일과 일본 경쟁 시스템과 비교해 처리 성능은 같으면서 실시간 물류상태 관리가 가능한 지능형 알고리즘과 유지보수 편의성을 고려한 장비 구조를 확보하였을 뿐만 아니라 개별물류창고에 초점이 맞춰진 기존 화물반출입 자동화시스템 대비 복수물류창고를 실시간으로 원격 모니터링을 통해 제어할 수 있도록 인터스트리 4.0을 기반으로 제작되었다. 그 때문에 최근 화두인 무인점포에 적용할 수 있어서 미국과 유럽에서 인기를 끌고 있다.



CeMAT 2016에 참가한 항공대 장윤석 교수팀이 전시한 고속 스마트 화물반출입시스템에 외국기업 관계자들이 큰 관심을 보이는 모습

연구성과 파급효과

기술 부문

2015년 11월 다국적 반도체 기업인 S 반도체 4040셀과 1440셀 규모로 판매되어 현장적용 이 시작되었으며 그 뒤로 지난 3년간 쉬지 않고 운용 중이다. 이처럼 장기적 사용을 염두에 두고 주문했기 때문에 2018년 3월 장기 사용을 위한 유지보수와 관련해 계약을 맺었다. 또한 본 과제와 관련하여 지적재산권은 3건 이상 등록되었으며 이와 같은 원천기술확보를 바탕으로 말레이시아, 뉴질랜드, 중국, 브라질 등 해외 각국의 업체들과 수출 협상이 진행되고 있다.

경제·사회적부문

국의 장비의 경우 70억 규모 도입 시 소모품 등으로 인한 부품구매와 같은 유지보수로 인해 투입 되는 비용이 연간 10억 원 정도 필요한 것으로 밝혀졌다. 90% 이상 국산화에 성공한 본 과제의 결과물을 사용한다면 연간 9억 원에 해당하는 수입대체 효과가 발생한다.

주요연구 개발성과

사업화

• 시스템 판매 및 구축 2건

지식재산권

• 특허 등록 6건

기술이전

• 기술이전 2건

특수성과

• 석사/박사 인력양성 10건



Safety R&D

안전이 체질화된 사회적 분위기와 안전이 우선시 되는 국가정책을 통해 안전한 나라로 발전한다
국민이 행복하고 안전한 환경을 위해 국토교통 R&D가 함께 할 것이다.



국민안전기술

- 터널 내 폭발화재 시 전기설비 화재 확산 지연을 위한 케이블 차열, 차열 커버 및 방화구획재
- 안전하고 쾌적한 해저터널 운영을 위한 방재 및 유지관리 기술
- 비탈면 모니터링 시스템(두더지 1.0)
- 도로함물 자동탐지·분석 기술 및 위험도 기준
- 교통사고 자동감지 및 관계기관 신속 전파를 통해 대응·처리할 수 있는 한국형 교통사고 대응체계(e-Call) 기술
- 교통사고를 획기적으로 줄이는 자동차 첨단안전장치 안전성 평가



터널 내 폭발화재 시 전기설비 화재 확산 지연을 위한 케이블 차열, 차염 커버 및 방화구획재

연구기간 2016년 ~ 2017년
 총연구비 1,190백만원
 연구자 이재걸 (주)광운기술

터널과 같이 부분적으로 밀폐된 공간 내에서의 화재가 발생했을 경우 화염과 연소가스의 발생으로 많은 인명피해를 줄 수 있으며, 터널 구체를 붕괴하거나 훼손할 수도 있다. 국내에서도 환경친화적인 고속도로망 구축과 선형개량 등을 위하여 장대터널 건설이 증가하고 있으므로, 대형 참사를 초래할 개연성이 큰 터널의 차량화재 및 전기화재 등의 방재기술이 연구되고 있다.



연구목적

현재까지 개발된 기술 수준은 아크로 인한 전기화재 즉, 순간적인 화재가 발생 시 이를 극복하기 위한 수준으로 개발되었다. 하지만 터널 내 교통사고로 인한 화재는 고속으로 달리던 차량이 충돌로 인해 연료와 적재물 누출로 인해 폭발적인 화재가 진행되고 터널 내부의 화재보호 시스템이 작동 되더라도 화재 규모에 따라 소방진입차량이 도착하기 까지 장시간 화재로부터 시설물을 보호하고 인명의 대피시간과 대피 조명의 조도 확보, 시설물의 원활한 동작을 장시간 확보하여야 한다. 이에 장시간 화재 보호 성능이 있고 충격강도에 내충격성이 확보되면서, 유지보수성이 용이하며, 국가 예산 절감을 위해 내구성이 반영구적인 제품을 개발하는 기술은 아직까지 미흡하다.



주요성과

유약기반 난연재

온도특성별 차등 유약성분 구조보강재를 이용해서 장시간 내열, 내화 특성을 지닌 친환경적인 도자기 유약기반 난연재를 통한 장시간 차열, 차염 특성을 확보했다.

돌기형 구조

평면구조보다 집중되는 화염을 분산시켜 화재 강도를 약화할 수 있는 돌기형 구조차화, 차열 방화구조체를 개발 했다.

통기구조 사이의 통기구조

통기구조의 실증적 설계를 통한 시설물 평상 시 기능 및 성능저하 방지 및 다양한 설치장소에 적용 가능한 우수한 시공성을 확보할 수 있다.





연구의 차별적 특징

난연성

KS C IEC 60332-3-21 시험기준 적용했을 때 816±10℃에서 40분간 가열 후 자연소화 및 피시험체인 케이블 시스의 탄화(연소) 미발생 케이블을 보호할 수 있는 최고등급시험을 통과했다.

시공성

전력구 내 케이블을 완전히 감싸는 구조로 3~5분 이내 작업가능하며, 케이블 교체 등으로 인한 철거/재사용 시 작업성이 편리하다.

경제성

내구성 강화를 통해 LCC 보강 및 철거 후에도 재사용이 가능하므로, 경제적 측면에서 차별적인 특징을 확보하였다.

환경성

「전기·전자제품 및 자동차의 자원순환에 관한 법률시행령」에서 환경에 유해성 물질로 밝혀진 납, 수은, 육가크롬, 폴리브롬화비페닐, 폴리브롬화디페닐에테르, 카드뮴의 사용을 금지한 친환경친화형 제품을 적용했다.

구분	국가화재안전기준 (NFSC 506)	기존 한국전력 구매규격	연구 개발품 한전 신규 구매규격 [GS-5935-0051] 차화커버_구매규격
난연성	20분 연소, 자기소화성, 전소하지 말 것	좌 동	40분 연소 (KS C IEC60332-3-21 최고등급 적용) 22.9kv / 내전압 10분 정상상태 유지
산소지수	테이프 28이상 도 료 300이상	좌 동	40이상 (포스코 (JIS-일본기준) 시험기준 적용)
대전류 이크시험	-	-	12,500A, 3회 인가 22.9kv / 내전압 10분 정상상태 유지
국토부 난연성	-	-	국토교통부 고시 제2015-744호 콘칼로리미터 난연기준 만족
	-	-	국토교통부 고시 제2015-744호 가스유해성 취 시험 만족
인장강도	-	-	5.6Mpa이상 폭발압력 파괴 대응력
저염소	350mg/g이하	350mg/g이하	60 mg/g 이하 (포스코 (JIS-일본기준) 시험기준 적용)
유해성	-	-	전기·전자제품 및 자동차의 자원순환에 관한 법률 시행령의 6대 물질 제한 만족, RoHS에 근거하여 6대 유해물질 제한 (EU기준 적용)

연구성과
파급효과

기술 부문

샌드위치 패널은 화재가 발생하면 대부분 전소되는데, 원인은 겔면의 불연성 철판과 내부의 단열성 난연 심재로 구성되어 있는 샌드위치 패널의 구조적 특성상 내부 난연성 심재가 장시간 화재에 충분한 성능을 발휘하지 못하는 데에 있다. 따라서 해당 문제에 대한 대책으로 한국건설기술연구원이 당사에서 개발한 제품을 통해 테스트를 수행하였고, 효과적인 성능을 구현함을 확인했다. 이에 한국전력공사의 ESS실 방재용으로 샌드위치패널 접합부에 시범적으로 적용한다. 해당 제품은 터널용과 달리 고경도를 유지하여야 하며, 이러한 특성을 유지한 채 동일한 구조적 특성과 난연특성을 유지하면서 해당 분야로의 개발이 시급한 현실에서 새로운 대안으로 제시될 수 있을 것으로 판단된다.

사회경제사업화부문

지하 전력구는 케이블 접속점에서 화재가 자주 발생하고 기간산업이므로 사고가 발생하면 경제적, 사회적 파급여파가 크다. 한국전력에서는 한국건설기술연구원과 한전, 당사가 3자 MOU를 체결하여 한전이 기술적 애로 분야를 제기하면, 당사에서 제품을 구현하고 한국건설기술연구원에서 성능을 테스트하는 방식으로 제품을 구현했다. 우선 당사가 터널용으로 적용하고자 개발한 제품을 기계적 강도를 보강하여 전력구 화재 분야의 본격 사용에 착수했다.

주요연구
개발성과

지식재산권

• 디자인 3건, 특허 등록 3건, 특허 출원 3건

사업화

• 총 6건, 매출액 509 백만원

특수성과

• 차화커버 개발

대외 수상 실적

• 산업통상자원부 장관 표창 2건, 미래창조과학부 장관 표창 1건

인력양성

• 석사 인력양성 1건, 박사 인력양성 1건, 고용창출 4건



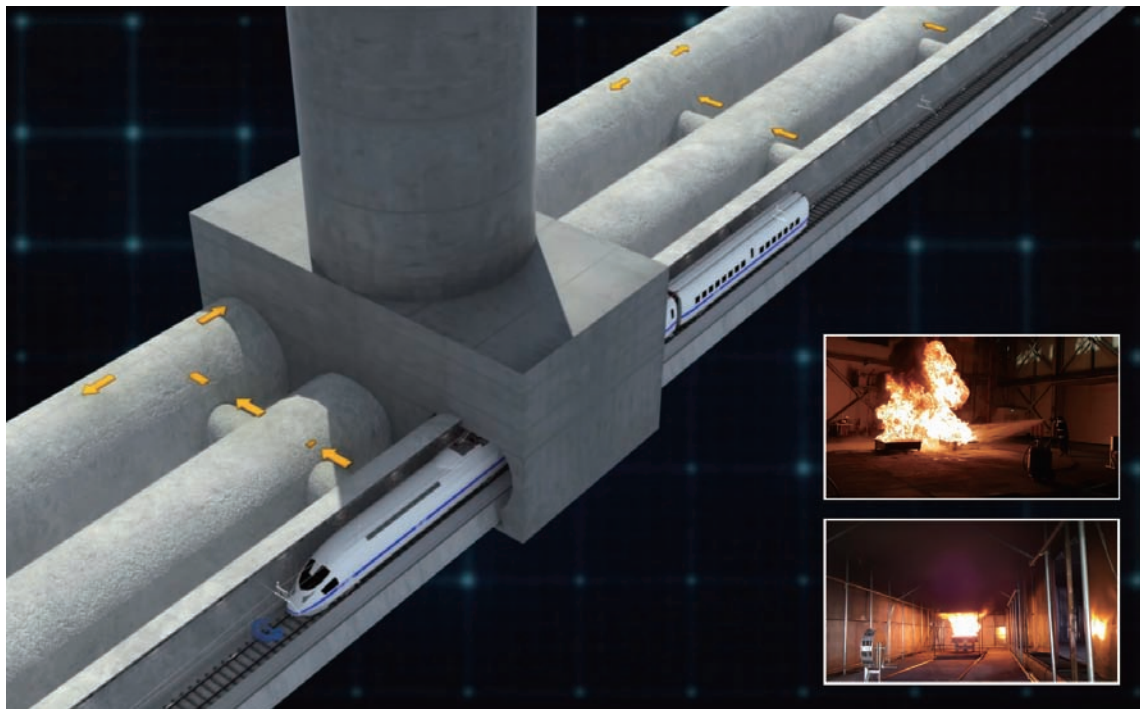
안전하고 쾌적한 해저터널 운영을 위한 방재 및 유지관리 기술

연구기간 2013년 ~ 2018년

총연구비 9,654백만원

연구자 신현준 한국건설기술연구원

글로벌 시대를 맞이하여 교통 네트워크 허브 구축을 위한 해저터널 기술 개발은 대륙 및 국가를 연결하는 접근성 확보에 매우 주요한 사항이며, 운영과정의 안전확보 및 쾌적 환경 유지를 위한 통합 방재 및 유지관리 기술은 다목적 하이브리드 해상 인프라 구축에 필수 불가결한 핵심기술이다.



연구목적

본 과제의 최종목표는 국내 기술이 전혀 없는 대륙 간, 도서 간, 연육 간을 연결하는 해저지반 지하에 초장대(연장 50km 이상), 고수압(수압 20bar 이상)을 받는 해저터널 건설에 필요한 기술 중, 350km/h급 고속주행 실현을 위한 환기 및 공기압력 제어기술, 화재진압 및 피난 환경 확보기술, 내화 시스템 등 화재 안전·유지관리의 설계 및 시공 핵심요소 기술을 확보하는 것이다.



주요성과

인공섬 최소화를 위한 30km급 환기 및 공기압 제어기술

공사 중 풍관의 누풍 최소화(0.03% 이하) 연결공법, 벤츨리 및 코안다 효과를 이용한 고효율 환기시스템, Pressure Relief Duct와 Cross-Passage 통합 공기압력 제어 시스템, 공기압 제어를 위한 특수 형상의 고효율 댐퍼, 고속주행 실현용 공기압 해석틀, 다중 Net-work 해석틀, 모형실험을 통한 신뢰성 검증 등의 기술개발 성과를 이루었다.



100MW급 화재대응 시스템 및 내화 시스템개발

100MW급 화재대응을 위한 소화용수 자립형 구난역 열차화재 소화 및 세그먼트 냉각을 위한 압축공기 포소화(CAF)설비 응용기술 개발, TBM 세그먼트 표준 내화 시험법 개발, 고성능 포소화 원액 개발, 열차 창문파괴장치 개발 등의 성과를 달성하였다.

해저터널 대피환경 확보를 위한 연기 확산 방지기술 개발

초장대 해저터널의 화재 시 인명보호를 위한 피난 환경 확보용 제연 시스템개발, 피난 연결 통로 연기 확산 방지 기술개발, 30km급 환기실험을 위한 국내 최초 4kPa급 고정압 축류팬 개발 성과를 이루었다.



고수압 초장대 해저터널 IT 기반 실시간 유지관리 기술개발

위험 구간 보강지반 손상 및 열화 실시간 모니터링 기술개발, 중점관리구간 지반/구조물 안정성 평가 시스템개발, 위해 요인 모니터링 통합 운영 시스템 및 본선 구간 스마트레일을 이용한 변위/변상 감지기술 개발 등의 성과를 달성하였다.



연구의 차별적 특징

인공섬 최소화를 위한 30km급 환기 및 공기압 제어기술

현재 해외 선진기업(스위스 HBI 등)에 의존하고 있는 공기압력 제어기술 및 이를 이용한 터널 단면적 최적화 기술에 대한 국내 기술 자립화를 달성하고, 국내외 건설시장에서 기술경쟁력을 확보할 수 있도록 공사 중 환기 및 30km급 운영 중 환기시스템을 개발함으로써 국내외 초장대 해저터널의 기술을 선도할 수 있는 기반을 확보하였다. 또한, 고속주행에 따른 공기압력 변화를 예측하는 공기압 해석 프로그램은 수입대체 효과를 거두었다.

100MW급 화재대응 시스템 및 내화 시스템개발

국내외 최초로 압축공기포 소화설비(CAFS)를 열차화재 진압 및 세그먼트 냉각용으로 적용할 수 있는 기반을 구축함으로써 기존 소화설비에 비하여 사용 유량을 약 1/5~1/7로 절감시켜 소화설비 공사비를 대폭 절감시킬 수 있도록 하였다. 세그먼트 내화 기술 표준화를 추진하여 화재 발생 시의 구조물 안전성을 높이고, 국제표준화로 발전시킬 수 있는 기반을 마련하여 국내산업의 국제경쟁력을 확보하도록 하였다. 한편, 해저 침출수를 소화 용수로 활용할 수 있도록 함으로써 경제적인 소화 용수 확보방안을 제시하였다.

해저터널 대피환경 확보를 위한 연기 확산 방지기술 개발

고정압 축류팬은 선진 외국사에서 기술이전을 꺼리는 품목으로써 본 연구를 통해 개발한 고정압(4kPa 이상) 축류팬은 기술 자립 및 국내 송풍기 업체들의 세계 시장에 진입할 수 있는 기반을 구축하였다. 또한, 국외 기술 수준과 동등한 고품압(15,000Pa 이상)에 견디는 피난 연결통로용 방화문을 개발하여 기술 자립화에 성공하였다.

고수압 초장대 해저터널 IT 기반 실시간 유지관리 기술개발

해저터널의 환경적인 특수성을 고려한 터널 라이닝 변위/변상 등을 예측하는 자동화 통합 감지기술을 개발함으로써 기술이 낙후된 해당 분야에서 국제기술을 선도할 수 있는 기반을 마련하였으며, 첨단정보기술(IT) 융합을 통하여 국제경쟁력을 갖춘 해저터널 유지관리 기술과 시장경쟁력을 확보하였다.

주요연구 개발성과

논 문

• SCI 논문게재 10건, 비SCI 논문게재 42건

지적재산권

• 특허 등록 6건, 특허 출원 21건, 소프트웨어 5건

기 술 이 전

• 기술이전 10건(계약금액 총350백만원)

사 업 화

• 현장적용 12건, 판매실적 2건

연구성과 파급효과

기 술 부 문

미래의 새로운 건설시장으로 주목받고 있는 초장대 해저터널·대심도 지하차도·GTX 철도 터널 등의 기술수요에 대응하고, 국내 건설기술의 국제경쟁력 향상 및 고부가가치화를 위한 화재 안전 및 유지관리의 핵심기술을 확보하였다. 30km급의 환기를 실현하기 위한 요소기술들의 국산화는 공사비를 획기적으로 절감시키고 동시에 확보된 기술을 적극적으로 기업에 이전함으로써 국내 관련 업종의 기술 수준 향상에 이바지하였다. 100MW급 화재대응 압축공기포 소화시스템(CAFS)의 터널 분야 응용기술은 국내외 최초로 개발된 기술로써 소화설비 구축비용을 대폭으로 절감하고 고온으로부터 세그먼트의 손상을 방지할 수 있도록 하였다. 세그먼트의 내화성능을 확보하기 위한 시험법은 화재 안전설계 기준의 표준화에 활용될 수 있으며, 또한 고수압 초장대 해저터널 화재로부터의 구조적 안전성을 담보 받을 수 있는 내화재료 개발에 널리 활용되도록 하였다. 철도 터널 인명 대피를 위한 연기제어 분야에서 최적의 제배연 시스템을 제시함으로써 인명피해를 줄일 수 있도록 연기 확산·제어 기술력 축적하였으며, 4kPa급 고정압 축류팬은 세계적 수준의 기술력을 확보하는 성과를 달성하였다. 초장대 터널의 시공단계에서 가장 중요한 공사 기간 단축과 안전 확보에 필수적인 외기공급 및 분진의 신속 제거를 위해 세계적 수준의 누기율 0.03%인 급거 덕트와 세정장치를 개발하였다.

경제·사회적부문

고수압 초장대 해저터널 및 GTX에서 350km/h의 고속주행을 실현하기 위한 공기압력 제어용 덕트와 피난 연락갱을 조립한 새로운 시스템을 개발함으로써 시공성을 대폭 향상시켜 기존기술 대비 20~30%의 건설비용을 절감할 수 있도록 하였다. 해저 침출수를 이용한 압축공기포의 화재 진압 응용기술은 소화설비 공사비를 30% 이상 절감할 수 있도록 하였으며, 공사 중 환기 및 분진 제어기술은 공사시간을 15~30%까지 단축할 수 있도록 하였다. 초장대 해저터널의 운영과정에서 가장 중요한 것은 환기 및 방재성능을 확보하는 것으로서 이를 위한 30km급 터널 환기가 가능한 4kPa급 축류송풍기 개발은 인공섬 구축비용을 대폭 절감시켜 공사비용 경쟁력을 향상하도록 하였다. 스마트레이를 이용한 IT 기반 유지관리기술은 해저터널 위험요인 적기 검사에 따른 유지보수의 효율성을 높이고, 내구성 향상에 의한 생애주기 비용 저감 및 내구연한 증대 등을 통해 연평균 유지관리 비용을 10% 이상 절감할 수 있도록 하였다. 본 연구를 통하여 개발한 핵심 기술들은 신규성과 창의성을 확보함으로써 13건의 기술이전을 통해 사업화를 진행하고 있으며, 기술을 응용한 파생상품화를 통해 약 100억 원의 매출 효과를 올릴 수 있도록 지원하였다.



비탈면 모니터링 시스템 (두더지 1.0)

연구 기간 2014년 ~ 2018년

총 연구비 1,309백만원

연구자 박성식 경북대학교

우리나라는 국토의 70%가 산간 지역으로, 산악지 개발의 여지가 많다. 정부에서는 새로운 관광시장으로서 자연 친화적 산악관광 개발의 근거를 마련하고 투자 촉진을 통해 지역경제를 활성화하기 위해 '산악관광 진흥구역'을 지정하여 산지 활용도를 높이는 제도의 도입을 추진하고 있다. 이러한 추세에 발맞춰 문화·관광산업의 진흥 장애인 노약자와 같은 교통약자 보호 등의 목적으로 국립공원 등 산지에 친환경 모노레일 건설수요도 증가하고 있다. 그런데 모노레일 등 산악관광 시설물은 산악지에 설치되므로 집중호우 시기나 해빙기에 산악지의 지반이 거동하면 시설물도 피해를 볼 수 있다. 그리고 산악지 거동을 예측하고 시설물 피해를 예방하기 위해서는 비탈면이나 지반의 거동을 실시간으로 모니터링하는 기술이 필요하다.



연구목적

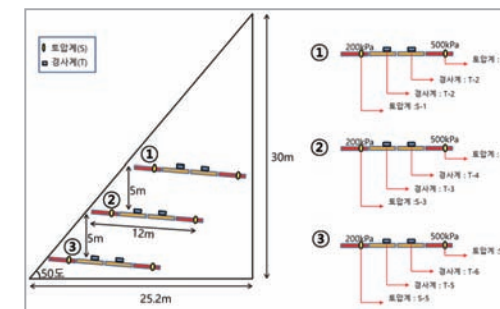
최근의 기상 변화로 인한 국지적인 집중호우로 비탈면 붕괴 및 유실 사례가 자주 발생하고 있다. 또한, 매년 비탈면 붕괴로 인한 도로 통제나 인명 피해가 반복되고 있으며, 이로 인한 피해복구 비용도 매년 증가하는 추세이다. 따라서 비탈면 변형을 좀 더 일찍 감지하기 위해 원형 파이프 내부에 다양한 센서가 부착된 계측기기를 비탈면 외부가 아닌 내부 수평 방향으로 설치한다. 이로부터 측정된 내부 측정치(토압, 기울기 등)가 위험 수준에 도달하면 비탈면의 대변형이 예상 되므로 즉각적인 예경보를 통해 비탈면 변형이나 붕괴를 알림으로써 각종 피해를 최소화할 수 있다.



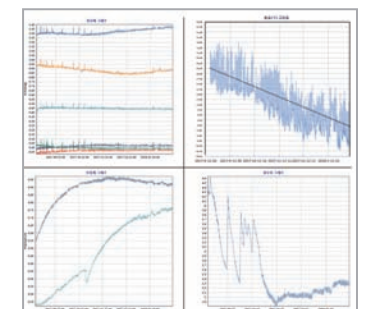
주요성과

비탈면 모니터링기법

지반 내에 매립된 개발 장치로부터 지반 내의 토압, 함수비, 온도, 경사 등 다양한 내부 정보를 파악할 수 있으며, 외형적으로 나타나지 않는 지반의 변화를 미리 감지함으로써 갑작스러운 붕괴와 산사태에 대비할 수 있다.



지반 내 매립 된 모니터링 기기



각종 측정치



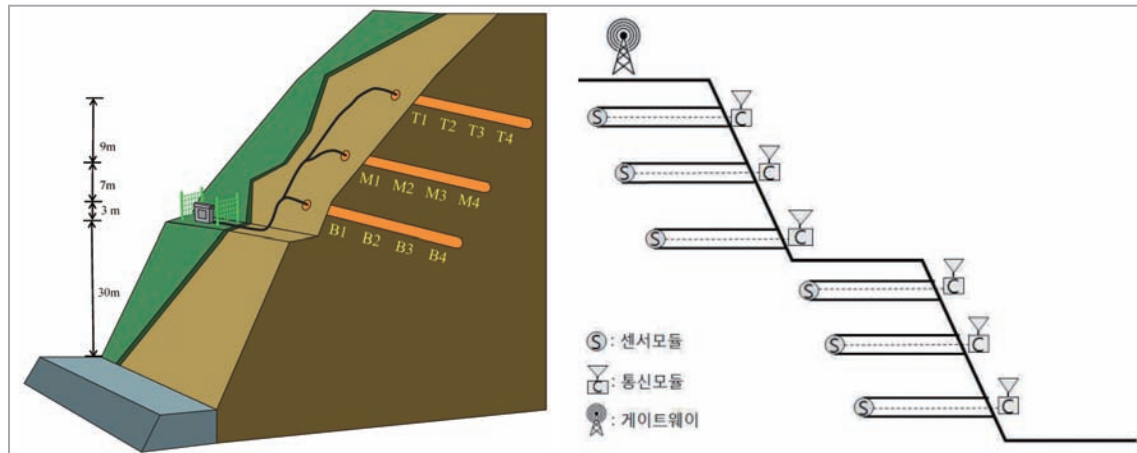
다기능센서를 활용한 비탈면 모니터링 시스템 (두더지 1.0)



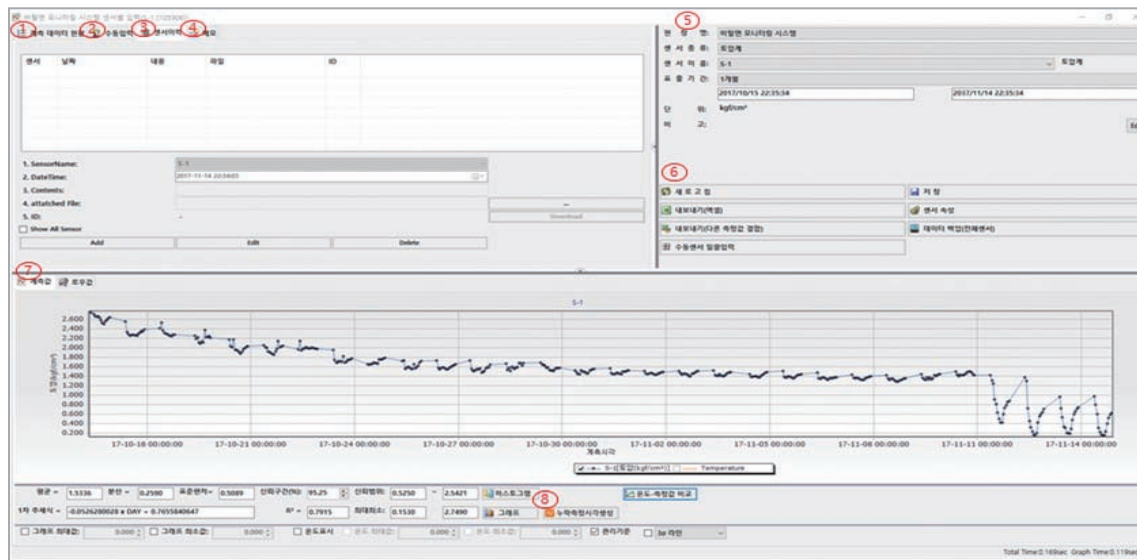
연구의 차별적 특징

비탈면 내부변화 감지

본 연구에서 개발한 비탈면 모니터링기법은 지반 내에 매립된 개발 장치로부터 지반 내의 토압, 함수비, 온도, 경사 등 다양한 내부정보를 파악하여, 겉으로 드러나지 않는 변화를 미리 감지함으로써 갑작스러운 붕괴와 산사태에 대비할 수 있다. 기존 배수공법은 배수 중에 발생하는 토사 유실로 인해 안정성 저해 문제가 있다. 본 연구에서 개발한 파이프 형식의 개발 장치는 유공관 역할도 수행하며, 특히 파이프 내부에 섬유가 포함된 토사유실 방지 배수공법으로 장마 및 해빙기에 더 높은 안정성을 기대할 수 있다.



퇴적암 비탈면 노드구성



서버 GUI 화면구성

연구성과 파급효과

기술 부문

국내 산사태 관련 예측시스템은 주로 수동 및 육안관찰에 의한 예측관리가 대부분을 차지하고 있으며 주로 인공절취 사면을 중심으로 개발되어 자연사면을 대상으로 한 기술개발은 미진하다. 또한, 최근 기상이변, 집중호우에 의한 급격한 산사태가 발생할 경우 신속한 대응 및 대처가 미비한 실정이다. 따라서 산사태에 대한 위험여부를 사전에 감지하여 신속한 대응이 가능한 예측관리 시스템의 구축이 필요하다. 최근 전자 및 IT산업의 발전과 더불어 예측시스템 핵심기술 간 접목을 통하여 국내실정에 부합되는 예측센서 및 예측관리시스템 구축이 요구된다.

경제·사회적부문

국내 산사태로 인한 피해는 매년 7월부터 9월 사이 태풍 및 집중호우가 발생하는 시기에 집중적으로 발생했으며, 그 형태는 도로면에 인접한 절취사면의 붕괴, 자연사면에서의 산사태, 그리고 주택지의 축대 및 옹벽붕괴 등이 있다. 그러나 최근에 전 세계적인 기상 이변은 국지성 집중호우를 유발함으로써 강우지역을 중심으로 많은 산사태로 인한 피해를 발생시키고 있다. 이러한 기상이변으로 인한 산사태 재해는 매년 증가하고 있으므로, 산사태 모니터링 기술은 경제적 손실을 지속적으로 경감시킬 수 있다.

주요연구 개발성과

논문

• SCI 1건

지식재산권

• 특허 등록 3건, 특허 출원 3건, 상표 출원 1건

기술이전

• 기술이전 2건



도로함몰 자동탐지·분석 기술 및 위험도 기준

연구 기간 2015년 ~ 2019년

총 연구비 12,050백만원

연구자 이현종 세종대학교

도로함몰이란 도로 하부 지반에 발생한 빈 곳을 일컫는 ‘공동’에 의해 갑작스럽게 도로가 붕괴하는 것을 말한다. 도로함몰은 발생 전 특별한 징조가 없어 미리 방지하지 않을 경우 심각한 인명피해를 초래할 수 있다. 도로함몰에 의한 피해를 줄이기 위해서는 먼저 주요 원인인 공동을 정확히 탐지하기 위한 조사기술의 개발이 필요하며, 합리적인 위험도 기준을 통하여 체계적으로 공동의 관리 및 보수시기를 결정하는 것이 매우 중요하다.



도로함몰 복합탐지 차량



연구목적

최근 도심지에서 빈번히 발생하고 있는 돌발적인 도로함몰 사고로 국민들의 불안이 커지고 있으며 이에 대한 대책 마련이 필요하다. 본 연구의 목적은 지표투과레이더(GPR) 등의 다양한 센서가 장착된 차량형 복합탐지 시스템과 자동 분석 프로그램을 개발하여 도로함몰 위험 요인인 공동을 자동으로 탐지하고, 실험형 실험결과를 토대로 정립한 도로함몰 위험도 기준으로 발견공동을 위험수준에 따라 분류하여, 최종적으로 복구 실무매뉴얼을 통해 복구시기와 절차를 제시하는 것이다.



주요성과

도로함몰 복합탐지 시스템 개발

지표투과레이더 및 다양한 센서가 설치된 차량형 복합센서 시작품을 활용하여 도로포장 표면상태와 도로하부의 GPR 데이터 등을 확보함으로써 공동의 크기 및 위치탐지 그리고 도로함몰의 위험도 분석 데이터로 활용할 수 있다.

공동, 포장균열 자동탐사 프로그램 개발

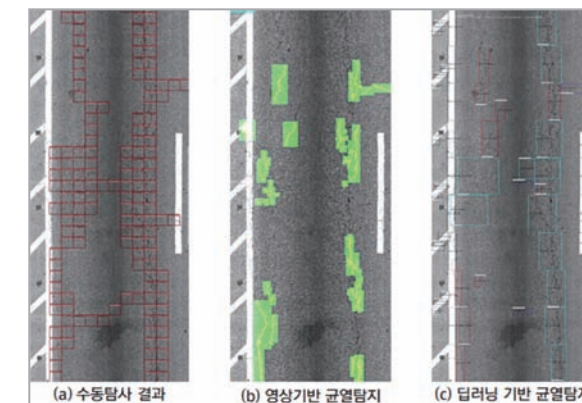
도로함몰 복합탐지 시스템으로 확보한 복합데이터(포장상태, GPR데이터)를 활용하여 공동의 크기 및 위치, 포장균열 등의 도로함몰 위험요인을 자동으로 탐지·분석하는 인공지능 기반 프로그램을 개발하였다.

도로함몰 위험도 기준

실내시험, 입자기반해석, 유한요소해석, 실험형 포장시험을 수행하여 공동에서 도로함몰로 이어지는 메커니즘을 규명하였으며 이를 토대로 포장의 두께와 강도, 공동의 크기, 깊이가 고려된 실증적인 도로함몰 위험도 기준을 정립하였다.

도로함몰 복구 실무매뉴얼 개발

공동이 탐지되거나 도로함몰이 발생한 상황에서 적절한 대응을 위하여 상황별 위험 수준을 제시하고, 복구와 보강 등의 조치사항에 대한 매뉴얼을 개발하였다.



균열 자동분석 프로그램 결과



이동식 도로지지력 평가 장치



연구의 차별적 특징

도로합몰 복합탐지 시스템

기존에는 도로노면 조사차량, 차량형 지표투과레이더를 이용해 포장상태조사와 공동조사가 별도로 수행되어 왔지만 도로합몰 복합탐지 시스템은 거리정보가 동기화된 복합센서를 통해 이를 동시에 수행할 수 있다.

공동, 포장균열 자동탐사 프로그램

본 프로그램은 인공지능 분석기법을 사용함으로써 기존의 인력분석 이상의 정확도 성능과 객관적인 탐지성능을 보유하고 있으며 인력분석 대비 8배 이상의 속도로 분석할 수 있다.

도로합몰 위험도 기준

기존의 공동관리등급은 엔지니어의 경험을 통해 제시된 경향이 있어 정량적인 근거를 찾기 어려웠다. 본 연구에서 개발한 도로합몰 위험도 기준은 유한요소해석, 모형토조 실험, 입자기반해석, 실험형 포장가속시험의 결과분석 데이터로 개발된 실증적인 공동관리등급이다.

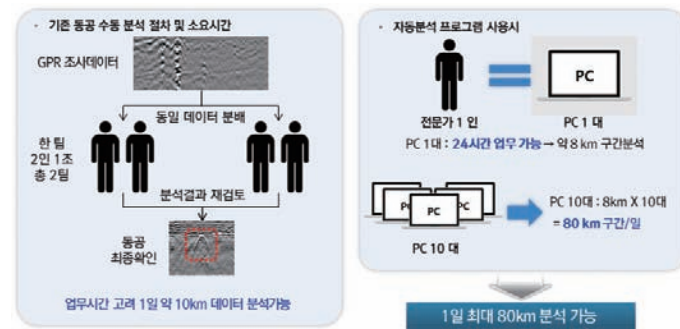
도로합몰 복구 실무매뉴얼

공동에 대한 관리등급 기준에 따라 보수시기를 결정하는 기준은 제시되어 있었으나 상황별 조치매뉴얼이 부재하였다. 이에 본 연구에서는 사고 상황별 위험도, 복구, 보강의 상세한 조치사항을 제시한 매뉴얼을 개발하였으며 현재 일부 지자체에 보급되어 실무에 활용 중이다.

도로합몰 복합탐지 시스템 활용개요



공동자동분석 프로그램의 우수성



연구성과 파급효과

기술 부문

도로포장 상태점검과 도로 하부구조 점검기술을 통합한 세계적인 기술 수준의 시스템이 구축되었고, 4차 산업혁명에 발맞춘 인공지능 탐지·분석 프로그램의 개발을 통해 도로합몰과 같은 도로재해의 예방 및 관리를 할 수 있다. 또한 복합데이터와 실증적인 실험결과를 활용함으로써 도로합몰 위험도 평가기술의 신뢰성을 높였다. 향후 계측, 분석, 도로공학, 유지관리기술을 연계하는 융합 공학 분야의 발전을 이끌 것으로 판단된다.

경제·사회적부문

첨단 도로 유지관리기술의 개발로 해당 분야의 국내 시장규모를 높이는 데 기여하였으며, 핵심 기술의 국산화로 대외 의존도를 감소시킴으로써 수출 대체효과와 사회간접자본의 수명 연장에 따른 경제성 제고의 효과가 기대된다. 또한 개발기술 역수출의 토대를 마련하여 해외시장 진출이 가능할 것으로 보인다. 최근에는 국민의 안전을 위협하는 도로합몰 사고가 차츰 감소하여 국민들의 불안감이 줄어들고 있으며 향후 이로 인한 인명손실, 재산적 피해가 점차 감소할 것으로 보인다.

주요연구 개발성과

논문

• SCI 6건, 비SCI 19건

지식재산권

• 특허 등록 2건, 소프트웨어 14건

대외수상

• 국토교통부 장관 표창 1건



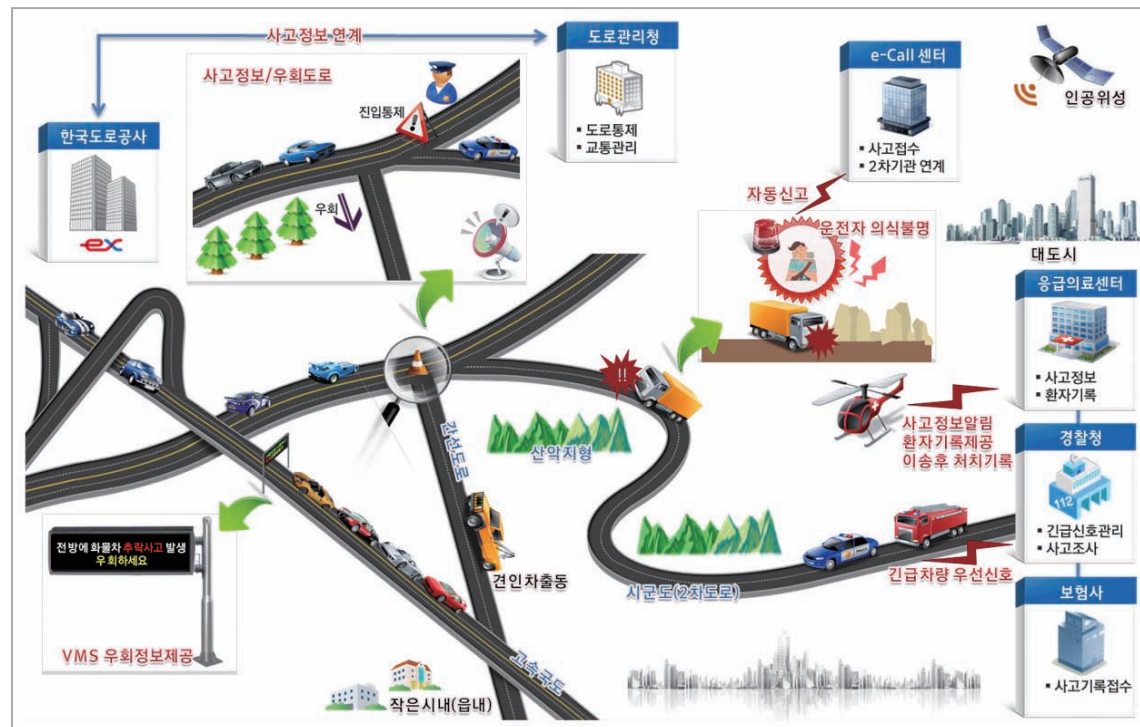
교통사고 자동감지 및 관계기관 신속 전파를 통해 대응·처리할 수 있는 한국형 교통사고 대응체계(e-Call) 기술

연구기간 2016년 ~ 2019년

총연구비 12,549백만원

연구자 조용성 한국지능형교통체계협회

우리나라는 90년대 자동차 대중화가 시작된 이후 여전히 OECD 국가 기준 교통사고 사망자 수 최고를 기록하고 있다. 이러한 위험 속에서 e-Call은 교통사고 발생 시 운전자가 의식을 잃거나 전화를 걸지 못하는 상황에서 차내에서 자동 또는 수동으로 신고와 구호를 요청하여 신속한 구조를 가능하게 한다.



연구목적

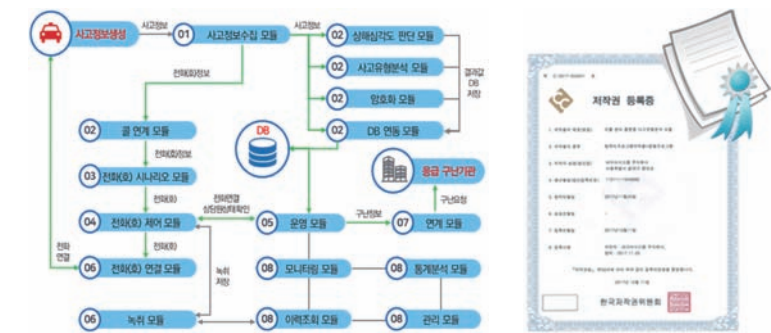
차량 내 설치된 e-Call 단말기로부터 사고정보 접수 및 관계기관에 연락할 수 있는 e-Call 센터 플랫폼을 개발한다. 상해 심각도 알고리즘을 개발 및 e-Call 센터 플랫폼 내 적용하여 e-Call 단말기로부터 수신한 사고정보를 기반으로 탑승자의 상해 중증도에 따라 관계 기관(소방서, 경찰서, 응급의료기관 등)에 사고정보를 전파할 수 있다. 또한, 개발된 e-Call 단말과 센터 플랫폼에 대한 실차기반 동작 가능 여부, 상호호환성, 실용화 가능성을 확인한다.



주요성과

한국형 e-Call 센터 플랫폼 개발

센터구축기관의 다양한 요구사항 반영을 위해 모듈화 설계와 개발을 통해 S/W 18건을 등록했으며 세계최초로 한국형·유럽형 단말로부터 사고정보를 수신할 수 있는 e-Call 센터플랫폼을 개발하였다.



e-Call 센터 플랫폼 모듈 설계(좌) 및 S/W 등록증(우)

개발된 e-Call 센터플랫폼은 제6회 eCall Testfest*에 아시아 최초로 e-Call 센터 부분으로 참가하여, 총 18개 차량 단말기 업체와 상호운용성 평가 실시 결과 17개 테스트 항목 모두 통과함으로써 세계최고 수준의 기술임을 확인할 수 있었다.

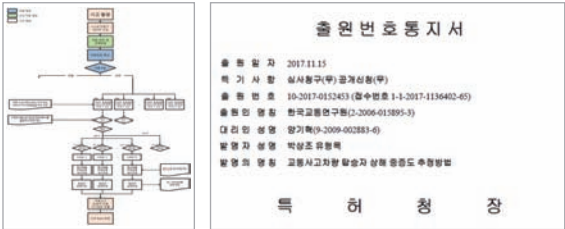
* 유럽 ERTICO(유럽 도로교통 텔레매틱스 추진기구)가 주최하며 e-Call 서비스의 상호운용성 및 서비스의 조화를 확인하는 국제시험행사



e-Call Testfest 참가확인서(좌) 및 테스트 결과보고서(우)

상해심각도 판단 알고리즘 개발

e-Cell 단말기로부터 수집된 정보를 기반으로 교통사고 발생 시 차량 탑승자 상해 중증도 추정 모형을 개발하고 특허를 출원하였다. 또한, 탑승자의 상해 심각도에 따라 관계 기관(소방서, 경찰서, 응급의료기관 등)에 사고를 전파할 수 있도록 설계하였다.



e-Call 시스템 시험평가

다양한 주행환경과 충돌환경에서 After Market e-Call 단말기가 정상적으로 작동하는지 실험하였으며, 시험결과를 기반으로 e-Call 단말기 및 센터 플랫폼의 고도화를 추진 중이다.



- 다양한 주행환경(고속, 급제동, 급회전, 특수내구로)에서 단말기 정상동작 여부 확인
- 다양한 충돌환경(고정벽 정면, 부분정면, 측면, 기동측면)에서 단말기 정상동작 여부 시험
- * 충돌시 수집한 인체 상해 중증도(충격센서) 데이터를 활용하여 상해 중증도 추정 알고리즘 유효성 확인

구분	충돌조건	결과		
		블랙박스형(Wifi)	네비게이션 거치형(LTE)	네비게이션 매립형(Wifi)
고정벽 정면	48.3km/h 고정벽정면 충돌	○ (충격에 의한 탈착)	X (충격에 의한 송신기 및 본체 탈착)	X (충격에 의한 전원까짐)
부분 정면	56km/h 변형벽 40% 부분정면 충돌	○	○	○
측면(운전석)	50km/h로 950kg 대차로 운전석 측면 충돌	○	○	○
측면(보조석)	50km/h로 950kg 대차로 운전석 반대측면 충돌	○	○	○
기동 측면	32km/h로 75도 각도로 충돌	○	○	○



연구의 차별적 특징

세계 최고 수준의 시스템

한국형 e-Call은 유럽, 일본과 다르게 교통사고에 대한 상해 중증도 판단과 중증도에 따라 관계 기관에 사고정보를 전파함으로써 신속한 대응이 가능한 세계 최고 수준의 시스템을 구축했다.

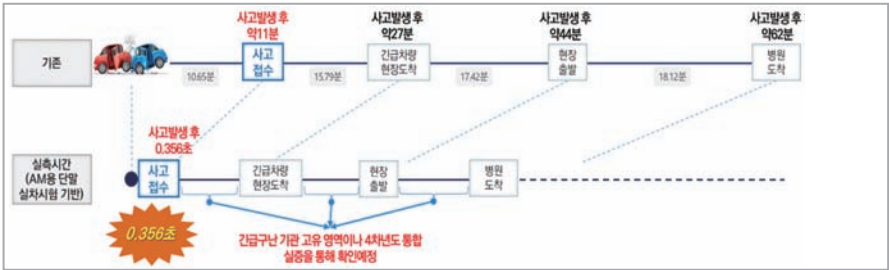
세계최초 통합형 e-Call 센터 플랫폼 개발

모듈화 설계를 통해 센터구축기관의 요구사항에 따라 적절한 형태로 구축할 수 있으며 한국·유럽형 e-Call 단말기에서 발생한 사고정보를 수신할 수 있는 e-Call 센터 플랫폼을 개발했다.

연구성과
파급효과

기술 부문

After Market용 e-Call 단말기 실차시험기반 측정 결과 사고 접수하는데 평균 0.356초가 소요되는 것을 확인했다. 이는 기존 사고 접수 평균 시간인 10.65분과 비교했을 때 획기적인 변화를 가져올 것이다.



경제·사회적부문

e-Call 도입에 따른 교통사고 사상자 감소가 예상되며 이로 인해 약 7,500억 원의 사회적비용 절감이 가능할 것으로 예상된다. 한국형 e-Call 센터는 한국 및 유럽형 e-Call 단말로부터 사고 정보 수신 가능하며, 유럽 內 e-Call 시스템과 상호호환성이 확보(유럽 eCall Testfest)된 상태로 개발기술의 국내의 시험·확인을 통한 수출이 기대된다.

주요연구
개발성과

- 논 문 • 비SCI 3건
- 지식재산권 • 특허 출원 1건, 소프트웨어 18건
- 특 수 성 과 • 설계서 3건



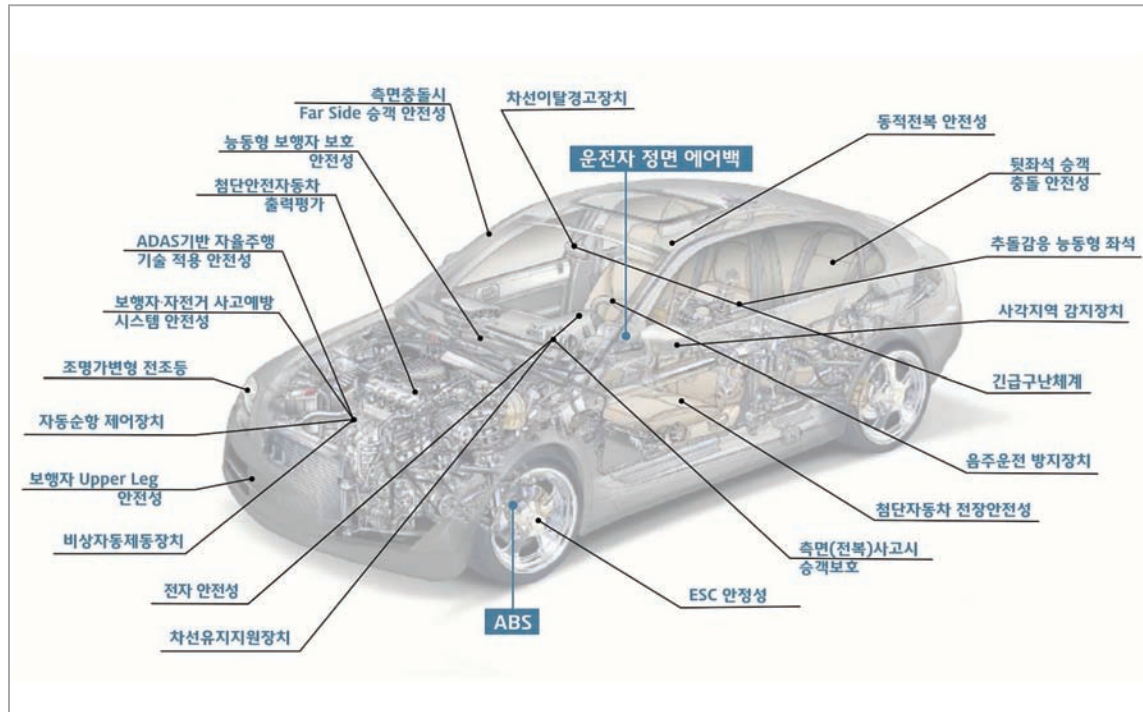
교통사고를 획기적으로 줄이는 자동차 첨단안전장치 안전성 평가

연구기간 2009년 ~ 2017년

총연구비 29,016백만원

연구자 신재곤 한국교통안전공단

우리나라를 비롯한 선진각국은 교통사고로 인해 발생하는 사상자를 줄이기 위해 기계, 전자, IT 등 첨단 기술을 적용해 자동차의 안전성을 향상하고 있다. 이러한 자동차의 안전은 충돌 안전기술, 예방 안전기술, 기반기술을 적용한 첨단안전장치 평가기술의 개발로 확인할 수 있으며 사고감소 효과가 우수한 첨단안전 장치의 경우 의무화를 추진하여 교통안전 향상에 노력하고 있다.



연구목적

자동차는 탑승자 보호를 위해 안전벨트나 에어백 같은 다양한 안전장치를 갖추고 있지만, 이제는 ICT기술과 다양한 센서기술이 융합된 첨단 안전시스템을 적용하여 탑승자뿐 아니라 보행자를 보호하는 안전장치가 개발되고 평가되어야 한다. 교통사고의 예방, 국민의 생명과 재산을 보호하고 국가 자동차관리 목적에 기여하기 위해 첨단안전장치 평가기술 개발이 필요하다.



주요성과

자동차안전도평가(KNCAP) 항목에 반영

자동차 안전성을 평가하여 등급을 발표하는 자동차안전도평가(KNCAP) 항목을 보강하여 사각지역감시장치(BSD), 자동순항제어장치(ACC), 비상자동제동장치(AEBS), 차선유지지원장치(LKAS) 등 7개 항목에 대한 첨단 기술을 평가할 수 있게 되었다.

사고감소 효과가 우수한 첨단안전장치 의무화 추진·보급

2017년부터 상용되는 차량에 대해 차로이탈경고장치 및 비상자동제동장치를 의무화 하였다.

ESV 올해의 안전인상 수상

24차 ESV 국제행사에서 자동차 안전부문 향상의 공로를 인정받아 첨단차과제 연구책임자가 해당 상장을 수상하였다. (U.S. Government award for safety engineering excellence)



2015년 6월 ESV 올해의 안전인상 수상



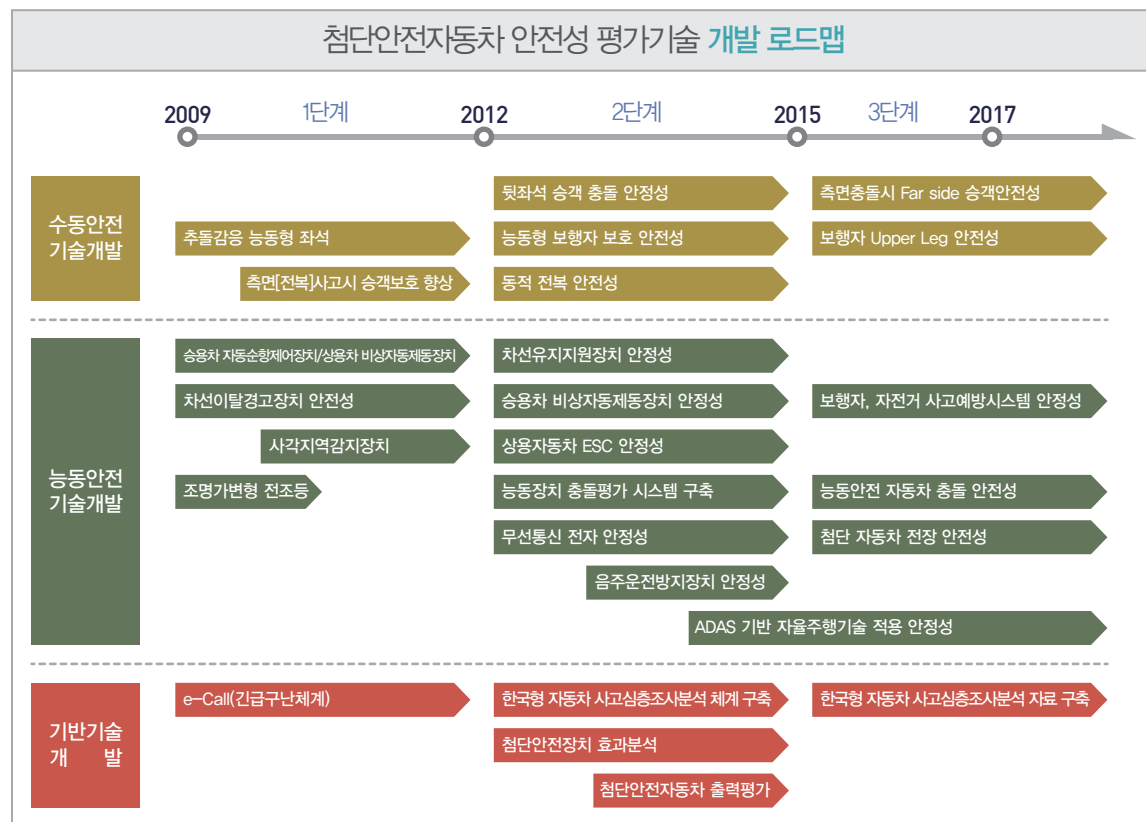
연구의 차별적 특징

자동차안전도평가 선도

기존의 자동차안전도평가에서는 사고위험 발생 시 차속을 줄이거나 조향을 하는 등의 능동안전기술에 대한 평가는 반영되지 못했다. 하지만 평가기술 과제를 통해 개발된 승용차 비상 자동 제동장치, 차선이탈경고장치 등 7항목은 전 세계 선도 수준인 EuroNCAP과 비교해서 동일한 수준과 내용이며 국내수준에 맞는 평가를 시행하고 있다. 5항목은 추가로 자동차안전도평가 로드맵에 반영되어 향후 평가가 예정되어 있다. 이로 인해 자동차 제작사에서는 첨단안전 장치를 적용한 신차를 시장에 출시하고 있으며 이로 인해 자동차의 안전도가 향상되고 있다.

국제 자동차 기준 제·개정 선도

첨단차 연구를 통해 수행한 연구결과국내 자동차 안전기준은 강화되었으며 이를 바탕으로 한국은 의장국으로 있는 UN 산하 자동차분과에서 TF를 구성하여 국제 기준 제개정을 선도하고 있다. TF에서 리더로서의 역할을 수행할 수 있었던 이유는 첨단차과제를 통해 수행한 연구결과를 국내외에 발표하고 선도함으로써 가능했다.



연구성과 파급효과

기술 부문

2012년도 유엔 자동차관련 자료 등에 따르면, 첨단안전 장치에 의한 교통사고 사망자 감소효과는 비상자동제동장치 18%, 차로이탈경고 장치 12%, 긴급구난체계 10% 등으로 매우 우수한 것으로 알려져 있다. 본 과제의 결과 첨단장치로 인한 교통사고 사망률 감소는 사각 사각 지역감시 장치(15.8%), 자동 순항 제어장치(19.5%), 비상자동제동장치(18%), 차선 유지지원 장치(15.5%)로 확인되었다.

경제·사회적부문

오늘날 교통사고의 주범으로 꼽히는 무수한 운전 방해 요소와 운전자과실의 위험은 피하기가 어렵다. 이로 인한 사고를 방지하기 위해 준 자동 안전 시스템을 사용하는 것만으로도 사회적 비용을 줄이는 데 크게 기여할 수 있을 것이라 기대된다. 2015년부터 금호고속에 도입되기 시작한 전방 추돌경보 장치로 인해 사고감소 효과가 확인되었는데, 교통안전공단이 금호고속을 대상으로 운전자 설문조사와 전방 추돌 경보장치 장착 전후사고 비교분석 결과, 사고감소에 기여한다는 긍정 답변이 72%, 장착 후 교통사고가 60% 이상 감소한 것으로 나타났다.

주요연구 개발성과

논문

• SCI 논문게재 30건, 비SCI 65건

대외 수상 실적

• ESV 올해의 안전인상 수상 1건

지식재산권

• 특허 출원 39건, 특허 등록 17건, 소프트웨어 13건

시제품 제작

• 차선이탈경고장치 55건

홍보 실적

• KBS, MBC 등 지상파 및 케이블, 신문 등 74건

국제협력

• BAS(독일), UNSW(호주) 공동연구 등 21건

인력양성

• 학위취득 80명, 고용창출 64명

법령제·개정

• 국내 16건, 국제2건, 제안38건



Welfare R&D

모두가 편안하고 따뜻하며 쾌적한 공동체의 삶을 위하여 공공복지기술이 더 세심하고 더 완벽한 그림을 그린다.
국민복지의 마지막 퍼즐을 맞출 때까지 국토교통 R&D는 계속될 것이다.



공공복지기술

- 스마트도시 안전망 구축을 위한 '5대 연계서비스'
- 저출산 고령화 대응 주거취약계층 모듈러 공공임대주택
- 국내최초 세계최고 수준 제로에너지 주택단지(노원 EZ하우스)
- 공동주택의 생활밀착형 주거환경 개선을 위한 통합 기술-층간소음, 실내공기질, 결로, 누수
- 분산형 수재생 지하저류조 및 스마트 관수공급시스템
- 교통약자 이동편의 향상을 위한 중형저상버스



스마트도시 안전망 구축을 위한 '5대 연계서비스'

연구기간 2013년 ~ 2019년

총연구비 10,999백만원

연구자 신동빈 안양대학교 산학협력단

위급 상황 발생 시 핵심 수단인 CCTV는 대부분 지자체가 보유하고 있음에도 경찰/소방 당국과 협업 체계 부재로 활용되지 못하고 있다. 국민의 생명/재산 보호 관련 긴급상황 발생 시 골든타임 확보를 위하여 스마트시티센터를 중심으로 112/119센터 등을 연계하는 “스마트 도시 안전망” 구축을 위하여 국토부와 경찰청, 국토부와 안전처가 각각 업무 협약을 체결했으며 향후 민간과 공공의 협업을 통한 신 융합서비스와 수익모델 창출을 지속해서 추진해 나갈 계획이다.



연구목적

응급 상황 발생 시 기존에는 신고자의 부정확한 신고 정보, 현장 상황에 대한 정보 부족으로 신속한 대응이 어려웠고 사건·사고 위치 확인 및 증거영상 확보가 어려웠다. 따라서 CCTV 등을 통해 현장 정보를 제공하여 사건 해결을 지원하는 서비스가 필요하다.



주요성과

112센터 긴급영상 지원서비스

납치·강도·폭행 등 긴박한 사건 신고를 받은 112센터 경찰관이 신속한 현장 상황 파악 및 조치할 수 있도록 스마트시티센터에서 CCTV 영상을 제공하는 서비스이다. 112센터 경찰관이 사건·사고 신고접수를 받으면, 즉시 스마트시티센터에 사건·사고 현장 인근의 CCTV 영상을 요청하고 스마트시티센터는 신고자 주변의 영상을 제공한다. 이를 통해, 112센터 경찰관은 사건 현장 상황을 파악하고, 신고자 인근의 순찰차 및 파출소 등에 상황 설명 후 긴급 출동을 지령한다.

112 긴급출동 지원서비스

사건·사고 현장에 출동하는 경찰관에게 현장 사진(영상)과 범인 도주 경로의 정보 등을 제공하는 서비스로, 출동 경찰관이 스마트시티센터에 사건지점의 현장사진 등 지원요청을 하면 스마트시티센터에서는 CCTV를 통해 사건 현장에 대한 모니터링을 실시한다. 또한, 출동 경찰관에게 범인 현재 위치 알림, 증거자료 송부 등의 지속적인 지원을 한다.

119 긴급출동 지원서비스

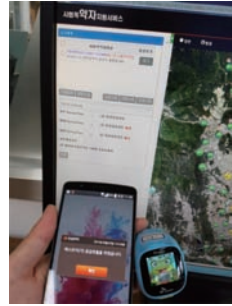
화재·구조·구급 등 상황 시, 소방관들이 실시간 화재현장 영상, 교통정보 등을 제공받아 화재 진압 및 구조를 위한 골든타임을 확보하는 서비스이다. 119센터는 화재신고 접수와 함께 스마트시티센터에 화재발생 알람 및 지원 요청을 하고, 스마트시티센터는 119출동차량에 화재현장의 실시간 CCTV영상, 교통 최적경로 등을 제공한다. 또한, 이면도로 주차 차량소유주에게 차량 대피 문자 발송을 통해 119차량 화재 현장 진입로 확보 및 화재 진압, 인명구조의 골든타임을 확보한다.

재난상황 긴급대응 지원서비스

대형 재난·재해 시 재난안전상황실에 실시간 현장 영상 등을 제공하여 상황 파악/전파/피해 복구를 지원하는 서비스이다. 국가재난관리시스템에 수집된 재난/사고/질병 등 각종 정보를 스마트시티센터에 제공하여 VMS, 안내방송으로 시민들에게 알려 사고피해를 최소화 한다.

사회적 약자 지원서비스

아동·치매환자 등 긴급 상황 발생 시, 스마트시티센터가 통신사로부터 위치 정보를 제공받아 신속히 소재를 확인하여 긴급구조 등 골든타임을 확보하는 서비스다. 위급상황 시(실종, 범죄 등) 통신사에서 스마트시티센터로 알람과 함께 보호 대상자의 신상정보(사진, 보호자연락처 등), 위치정보를 전송하고, 스마트시티센터는 본인과 통화 및 인근 CCTV 영상을 확인하여 상황 파악 후 112/119 센터 등에 상황 설명을 통해 긴급출동이 이루어진다. 또한, 현장 상황을 지속 추적하여 출동 경찰관 등에 상황 정보를 전달하여 구조를 한다.



통신사 단말에서 사회적 약자 상황 발생 (예시)



사회적 약자 서비스 미아 정보화면 (예시)



연구의 차별적 특징

허브역할 극대화

통합플랫폼·정보통신망·센터 등 스마트시티 인프라 기반의 전국적 연계가 가능한 서비스 개발로 유관기관 연계를 통해 스마트시티센터의 운영 활성화와 허브 역할 극대화가 가능하다.

정보 시스템의 통합

안전·재난관련 각종 정보 시스템을 연계·통합하여 재난구호와 범죄 예방 등을 획기적으로 개선하기 위한 국정과제의 일환으로 5개의 연계서비스를 개발하고, '16년 시범사업(대전시) 시행 및 '17년부터 전국 확대 시행 중에 있다.

유관부처와 기관과의 기술협약

2015년에는 납치/강도/폭행 등으로 112 신고 및 경찰 출동 시 스마트시티센터가 CCTV 현장 영상, 범인 도주 경로 등을 112센터에 제공하였으며, 화재/구조/구급 등 위급 상황 시 출동 소방관에게 실시간 화재현장 영상, 출동 최적경로 등을 제공하여 골든타임을 확보하였다. 아동/치매환자 등에게 위급상황 발생 시, 스마트시티센터가 통신사에서 위치정보 등을 제공받아 CCTV로 현장 상황 파악 후 경찰서 신고 등의 조치를 취하였다.

편익 증대

전국의 각 지자체별로 개발되고 있는 서비스 개발 비용의 절감이 가능하며, 스마트시티센터 CCTV 공동 활용으로 편익이 증가한다.



CCTV 스틸컷 생성 및 사건접수



대전지역 CCTV 설치 수량

연구성과 파급효과

기술 부문

클라우드를 활용하여 그간 기초자치단체 단위로 개별 운영됐던 CCTV 등의 재난·안전 정보를 통합해 활용하고, 도시 안전망에 IoT·빅데이터 등 신기술로 국민안전 서비스를 개선하는 프로젝트도 훨씬 쉽게 추진할 수 있을 것으로 전망된다. 이로 인해 예산 절감은 물론, 신속한 서비스로 시민 안전에 도움이 된다. 향후 타 도시로의 확산뿐만 아니라, 관련 기술 개발을 촉진하여 해외시장 진출이 가능하다.

경제·사회적부문

CCTV, 통신망, 센터 등 이미 구축된 스마트시티 인프라를 활용한 연계서비스로 지자체 기관 간, 부서 간 자원 공동 활용 및 정보 공유, 협업기반의 마련이 가능하고, 공공기관 보유 CCTV 29만 대를 112 센터 및 119 센터를 위해 각각 추가 설치 시 약 6조 원이 소요되는데, 연계서비스를 통해 6조 원의 경비 절감 효과 창출이 가능하다. 납치, 강도 등 112 신고를 받은 경찰관은 신고자의 진술 없이 스마트시티센터에서 제공한 영상을 통해 사고 현장의 위급상황을 파악하고 신속한 조치가 가능하며 사회적 약자의 긴급 상황 발생 시, 스마트시티센터가 통신사로부터 위치 정보를 제공받아 신속히 소재를 확인하여 긴급구조 등 골든타임 확보로 비상대응체계 구축 등 다양하게 활용이 가능하다.

주요연구 개발성과

논문

· 비SCI 12건

지식재산권

· 특허 등록 17건, 특허 출원 18건, 소프트웨어 28건

기술이전

· 연계서비스 5건

사업화

· 5대 연계서비스 구축 관련 매출액 6,586 백만원



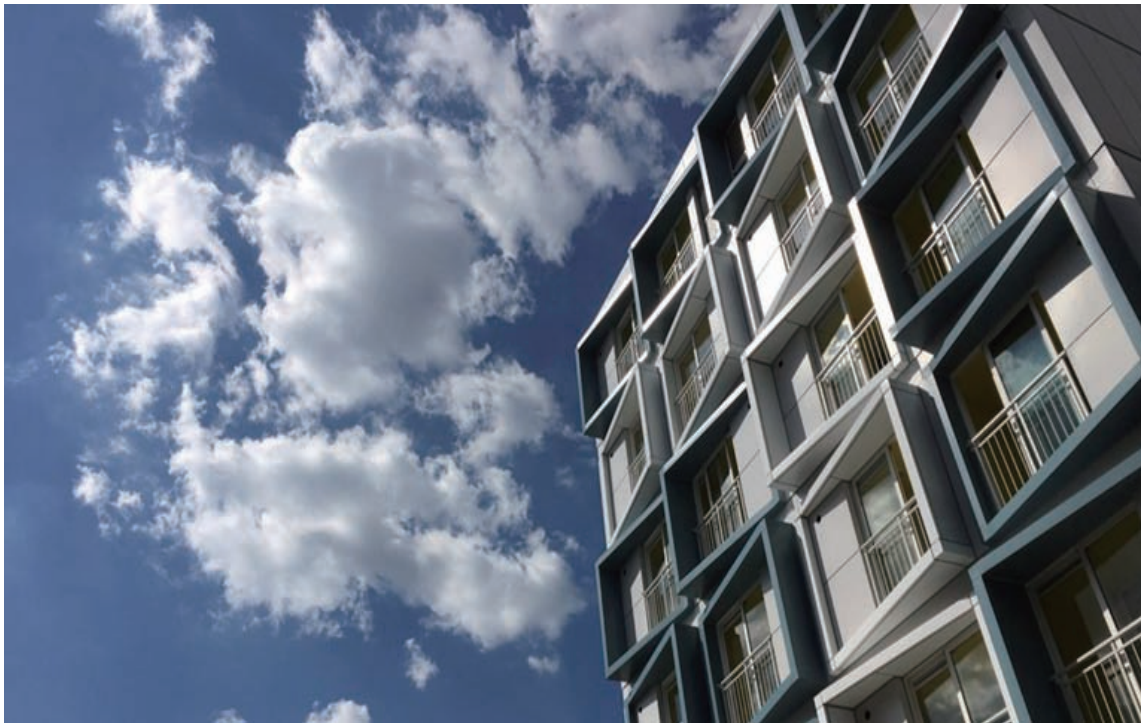
저출산 고령화 대응 주거취약계층 모듈러 공공임대주택

연구기간 2013년 ~ 2019년

총연구비 14,174백만원

연구자 임석호 한국건설기술연구원

기본 골조와 현관문, 욕실, 전기 배선 등 집의 기본적인 형태의 70% 이상이 미리 공장에서 만들어진 골조를 가지고 주택이 들어설 부지에서 조립만 하면 되는 간단한 방식의 모듈러 주택은 최근 많은 인기를 끌고 있다. 제작부터 준공까지 빨리 마무리 할 수 있고, 현장 인력의 부족과 인건비의 상승 문제 및 소음과 분진 등 현장 민원의 문제를 해결할 수 있는 장점이 있다. 그리고 무엇보다도 공장제작 등 제조산업의 장점을 접목할 경우 건설비용의 저감도 기대할 수 있다.



연구목적

최근 몇 년간 사회 초년생, 대학생, 신혼부부, 고령자 등으로 구성된 1~2인 가구의 비중이 빠르게 늘어나면서 중소형 임대주택의 수요도 증가하고 있다. 그러나 높은 전세가와 임대료 등 주거환경은 갈수록 열악해지고 있다. 모듈러 공법은 도심의 자투리땅을 활용하며 공사비를 절감할 수 있다. 모듈러 공법은 원룸 주거 등 소형 주거의 경우 1개의 유닛이 원룸에 해당하여 향후 주거취약계층, 청년 및 신혼부부, 대학생 및 사회초년생 등에게 최적의 주거공간을 부여할 수 있어 이를 위한 공동주택을 개발하는 데 목적을 둔다.



주요성과

모듈러 건축 기술

설계-제작-시공-경제성 검토 가능한 BIM 통합설계시스템을 개발했으며 국내 최초로 5층~10층 이상 구조 안정성을 확보했다. 이외에도 소음차단, 에너지절약, 내화구조시스템을 개발하여 국내 최초로 주택법과 주택건설기준 등에 관한 규정 등 공동주택의 주택성능을 만족하는 주택을 개발하였다.

모듈러 공공임대주택 공급

2017년 12월에는 국내 최초로 서울시와 공동협약을 통하여 R&D 성과물로서 가양동에 모듈러 공동주택 30세대를 공급하게 되었다.



서울 강서구 가양동에 첫 중공된 모듈러 행복주택



연구의 차별적 특징

설계표준화와 제도개선

국토교통부 “모듈러주택 설계도서 작성기준” 제안을 완료하였으며 수평·수직 계획 모듈과 주요 구성재의 설계 표준화 기준을 정립하였다.

구조안전성 기술 자립화

4층 이하 건축물이 주된 형태였던 모듈러 주택을 공동주택에 알맞게 사용하기 위해서 6층 규모 건설에 성공했으며 건축물 구조안전성 확보 기술을 개발했다.

주거성능 확보

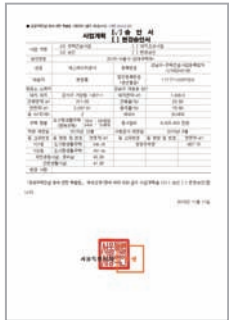
완충재를 이용해 바닥 충격원의 충격력을 줄이는 메커니즘 구현으로 소음차단을 이뤄냈으며 패널 간 접합 시 열교와 기밀 현상을 차단하면서 외단열 공법으로 에너지 절약이 가능함을 실증했다.

국내최초 모듈러 공동주택

주택건설기준 등에 관한 규정의 성능 기준에 부합하는 최초 모듈러 공공임대주택을 현재 공사 중인 천안두정의 모듈러 공동주택 40세대를 포함하여 총 70세대를 공급하게 되고, 경영주차장 등을 활용했으며 모듈러 주택의 특징인 수요자 맞춤형 공급모형을 제시하였다.



가양단지 현장사진



사업계획승인서



천안두정단지 조감도



사업계획승인서

연구성과 파급효과

기술 부문

모듈러 건축 기술 3대 난제인 층간소음, 구조 안전성능, 내화성능을 국내 최초로 해결하였다. 또한 모듈러 건축의 국가 설계 표준화 기준을 정립하였으며 RC와 철골조 공구법에서 다양한 공법개발을 위한 촉매 역할을 기대할 수 있게 되었다. 건설현장산업과 제조산업의 융합을 통한 획기적 시공 품질을 확보하여 현장 습식 공정이 최소화된 공장생산 방식의 새로운 건축시스템을 보급하였다. 동시에 유닛모듈의 재사용, 폐자재 발생량 저감 등 친환경 시공의 해법을 제시했다.

경제·사회적부문

신속 공급 및 해체가 쉬운 공업화 공법의 특성을 활용하여 인구구조 및 사회 환경변화에 유연하게 대응할 수 있는 공공임대주택 모델을 제시하였다. 적층형 공법, 인필공법 등 모듈러 주택의 다양한 공법 유형에 따른 공급 및 운영관리 방안을 모색하여 적시·적소의 공급이 가능한 사업모형을 창출하였다. 탈 현장 공장생산으로 양질의 일자리를 창출할 수 있다. 현장 노동자의 안전성이 향상되었으며 전문 현장 노동인력 부족현상 대체기술이 개발되었다. 첨단산업의 건설 특화상품 수요 창출을 통한 고용 창출을 이끌 수 있는 기반을 마련하면서 건설 현장 계약직 인력을 공장 생산 인력으로 전환하여 건설 노동시장의 구조를 개선했다. 아울러 창의적 디자인 적용을 통해 컨테이너 박스라는 모듈러 주택의 부정적 이미지를 전환했으며 모듈러 건축의 객관적 성능 검증을 통해 품질에 대한 국민인식 제고에 성공했다.

주요연구 개발성과

논문

• 국내외 논문 10건

기술이전

• 중소기업 대상 1건

대외 수상실적

• 대한건축학회 국가건축정책위원회위원장상 1건

인력양성

• 석사 인력양성 2건



국내최초 세계최고 수준 제로에너지 주택단지(노원 EZ하우스)

연구기간 2013년 ~ 2018년
총연구비 24,065백만원
연구자 이명주 명지대학교

기후변화에 효과적으로 대응하고 서민들의 주거비 부담을 줄여주기 위해 난방, 냉방, 급탕, 환기 조명 등 주거 활동에 필요한 에너지를 자급자족할 수 있는 제로에너지건축물에 대한 관심이 높다. 2020년 공공부문 의무화를 시작으로 2025년 민간부문까지 단계적으로 제로에너지건축이 확대될 전망이다.



노원 EZ 하우스 전경



연구목적

2025년 제로에너지 주택 의무화에 앞서 국내 설계, 시공, 감리기술과 기자재 등을 이용하여 제로에너지 주택 기술을 실증하고 실제 입주자의 에너지 소비패턴을 분석하여 제로에너지 주택의 실현 가능성을 검토한다.



주요성과

실증단지

노원EZ하우스는 건축물 외피에 외단열, 고기밀, 3중 로이유리 시스템창호, 단열문, 열교차단, 외부 블라인드 등 패시브설계 요소기술을 적용하여 에너지요구량을 약 61% 절감하도록 하였으며 열 회수형 환기장치, 지열히트펌프, 그리고 LED 등과 같은 고효율 설비를 적용하여 약 13%의 에너지소요량을 추가로 절감하도록 계획하였다. 건축물 외피와 설비를 통해 에너지를 절감하는 기술 이외에도 121세대가 1년 동안 사용할 건축물 5대에너지(난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명)를 '넷 제로 1차 에너지'로 만족시키기 위하여 추가적으로 재생가능에너지인 태양광 전지판을 설치하여 약 33%~40%의 전력을 생산하도록 하였다. 121세대가 1년 동안 사용할 건축물 5대 에너지(난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명)를 '넷 제로 1차 에너지'로 만족시키기 위해 재생가능에너지인 태양광전지판을 이용하여 약 33%~40%의 전기 에너지를 충당하도록 하였다.

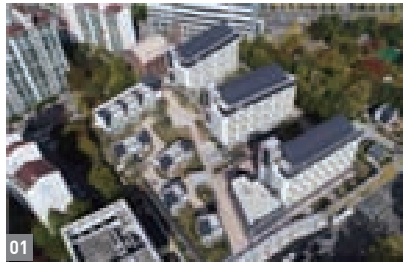




연구의 차별적 특징

국토교통부 R&D 최초 실거주형 제로에너지 단지

100% 국내 설계기술과 97.3% 이상의 국내 자재 및 장비를 이용하여 글로벌 수준에 준하는 제로에너지 단지를 구현했으며 특히 102동의 경우 국제 패시브하우스 인증 중 패시브하우스 Classic 등급을, 국내에서는 건축물에너지 효율등급 1+++, 녹색건축인증 최우수등급을 획득함으로써 국내외적으로 그 성능을 인정받았다.



01 건축물일체형 태양광 전지판
02 건축물일체형 태양광 전지판

노원이지센터 03
(제로에너지주택 교육관)
대기열 히트펌프 04
(제로에너지체험주택)



05 솔라스테이션
태양광발전과 휴식
06 옥상에 설치된 태양광 전지판



외부블라인드가 있는 주택단지 07
중앙형 열회수형 환기장치 08

연구성과 파급효과

기술 부문

100% 국내기술, 97.3% 국내자재를 활용하여 제로에너지주택단지를 완공함으로써 관련된 국내 기술의 우수성을 검증하는 계기가 되었으며 연구개발과제를 통해 설계가이드라인, 시공백서, 기술 관리 메뉴얼, 입주자 메뉴얼 등은 제로에너지주택 보급을 위한 기초자료로 활용되고 있다. 자재 핸드북, 패시브디테일, 시공백서, 기술관리 메뉴얼, 입주자 메뉴얼 등은 제로에너지주택 보급을 위한 기초자료로 활용되고 있다.

경제·사회적부문

실 거주자가 제로에너지주택에 거주하면서 체감할 수 있는 주택의 우수성을 노원이지센터(제로 에너지주택 교육 및 홍보관) 및 각종 매체를 통해 대중에게 홍보 중이다. 또한 완공된 단지에 대통령 및 사회 주요인사 등의 방문 및 기후변화와 에너지전환 관련 행사 등이 이루어짐으로 인해 건축물 분야 제로에너지 주택의 성과를 국민체감형 R&D 결과물로 제시하였다. 제로에너지 주택 및 단지 구현을 위한 비용의 경제성 평가 결과는 민간기업의 현실적인 사업성 검토의 참고자료로 활용하고 있다.

정책 및 환경부문

대한민국이 건축물 분야 특히 주택에서의 에너지 절감 및 청정에너지 생산에 관한 기술 경쟁력을 선점하고 국가 이미지를 높이는 데 기여하였으며, 더 나아가 제로에너지 임대주택(에너지복지) 확대 보급할 수 있다는 정책으로 이어지는 견인차 구실을 하였다. 노원이지하우스는 신기후체제에서 새로운 주거문화의 필요성과 쾌적한 생활환경 가능성을 제시하는 데 이바지하였다.

주요연구 개발성과

논문

• 비SCI 12건

지식재산권

• 특허 등록 12건

사업화

• 총 11건, 매출액 490 백만원

대외 수상 실적

• 2017년 대통령 표창 1건, 국무총리 표창 2건, 미래창조과학부 장관 표창 1건, 국토교통부 장관 표창 2건

인력양성

• 석사인력 4명, 석박사통합과정 2명, 박사 1명, 박사 3명(2019년 2월)



공동주택의 생활밀착형 주거환경 개선을 위한 통합 기술 - 층간소음, 실내공기질, 결로, 누수

연구기간 2014년 ~ 2021년
총연구비 27,925백만원
연구자 송승영 이화여자대학교



연구목적

한국에서 공동주택은 전체 주택의 60% 이상을 차지하고 있다. 주택정책 방향이 양적 공급 위주에서 질적 향상 추구로 전환되고 있고, 공동주택 품질에 대한 소비자들의 안목과 기대수준이 높아짐에 따라, 하자 관련 민원 및 분쟁도 함께 증가하는 추세이다. 한국소비자원에서 보고한 아파트 소비자피해 실태 조사에 따르면, 환경상 하자에서는 층간소음 및 실내공기질 문제, 건축상 하자에서는 결로 및 누수 문제가 전체 소비자 피해구제 청구 건의 약 60%로 높은 비중을 차지하고 있다. 살인을 부른 층간소음 문제, 유해물질, 악취 등의 실내공기질 문제, 마감재 훼손, 곰팡이 등의 결로 문제, 보수가 필수적인 누수 문제는 거주자의 일상생활과 밀착되어 큰 악영향을 미치나, 여전히 대다수 공동주택에서 반복적으로 발생하고 있는 실정이다. 따라서 이러한 생활밀착형 주거환경 문제 개선은 시급하며, 공동주택의 전체적인 품질 향상에 미치는 파급 효과가 크고, 다수 국민의 주거복지 구현에 필수적이다.



주요성과

층간소음 저감 기술(Noise-free Healing Home)

전단연결재 적용 완충바닥구조, 중량몰탈 및 MSK 적용 완충바닥구조, 슬라브 강성보강 공법, 포설형 완충재, 벽/기둥/천장 보강 공법, 발코니 배수소음 저감 장치, 소음기준 및 평가표준 등 층간소음 저감 기술을 개발하였다.

실내공기질 향상 기술(Indoor Pollution-free Healthy Home)

청정제습 통합환기 시스템, 창호부착형 외기냉방 환기시스템, 유해 화학물질 흡착제거 건축자재, 플러쉬아웃 표준 프로세스 및 체크리스트 등 실내공기질 향상 기술을 개발하였다.

결로 방지 기술(Condensation-free Hospitable Home)

단열보강 구조개선 창, 결로방지형 세대현관문/발코니문, 방풍재, 덧댐 창, 불박이장 보조난방장치, 공용배기 활용 습도 저감시스템, 3차원 전열해석 소프트웨어, 결로방지성능 평가표준 등 결로 방지 기술을 확보하였다.

누수 방지 기술(Water Leak-free Happy Home)

합성 폴리머계 고내구성 방수재료, 지하 선시공역타설 방수재료, 방수설계/진단 매뉴얼, 방수 및 누수보수 시공기술, 방수성능 평가표준 등 누수 방지 기술을 개발하였다.

이러한 개발 기술들은 안성아양지구 A2-2BL 국민임대주택 (신축 단지), 고양 일산 하늘마을 (기축 단지), 개포 우성 아파트 (리모델링 단지)에 통합 적용하고 모니터링하여 성능을 실증하게 된다. 신축 단지는 2018년 8월에 기공식을 가진 바 있고 2020년 4월에 준공 예정이며, 기축 단지에서는 2018년 1~3월에 이미 실증을 진행하여 우수한 성능을 확인한 바 있다. 리모델링 단지에서는 2019년에 실증이 진행될 예정이다. 본 연구과제에서 개발된 각종 기술들은 통합 실증을 거쳐, 포털시스템 (가칭 WINC-free 4 Homes)을 통해 통합 보급할 예정이다.

연구성과 파급효과

기술 부문

충간소음 저감을 위한 자재기술, 설계기술과 보수보강기술, 실내 오염물질 제거를 위한 환기기술과 자재기술, 결로방지를 위한 자재기술, 설계기술과 국산 3차원 전열해석 소프트웨어, 누수 방지를 위한 자재 기술과 설계, 시공기술 등의 원천기술 개발은 국내 공동주택 설계, 시공, 자재 업계의 기술력 향상에 크게 기여 할 것으로 판단된다. 그리고 여러 성능기준과 평가표준은 현장에서의 혼선을 줄이고, 일관된 품질 확보에 기여할 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 본 연구과제에서 개발된 기술들은 신축 공동주택뿐 아니라 기축 및 리모델링 공동주택에도 적용 가능한 것들이어서 폭넓은 활용이 가능하므로, 고품질 주거 환경 조성에 크게 기여할 것으로 기대된다. 특히 전단연결재와 중량물탈 및 MSK 적용 완충바닥구조, 청정제습 통합 환기시스템, 단열보강 구조개선 창 및 결로방지형 문, 고내구성 방수 재료 등은 향후 활용성이 클 것으로 기대된다.

경제·사회적부문

최근 3년간 국토교통부 산하 하자심사·분쟁조정위원회에 접수된 공동주택 하자 사례 중, 소음, 실내공기질, 결로, 누수 관련 하자 사례는 약 40% 이상을 차지하고 있다. 본 연구과제를 통해 공동주택에서 반복적으로 발생하고 있는 4대 주거환경 문제에 대한 통합 해결방안을 제시함으로써, 정부 100대 국정과제 중 '57. 국민 건강을 지키는 생활안전 강화'와 연계된 충간소음 저감, 실내공기질 향상, 결로, 누수로 인한 2차 피해 저감 등 공동주택 거주자의 생활불편 해소가 가능할 것으로 기대된다. 또한, 실제 주택에 적용하여 성능이 실증된 개발기술들의 기술이전을 통해 효과적인 사업화 추진이 가능할 것으로 기대된다. 이미 결로 방지 기술에 대한 사업화를 통해, 해당연도 총연구비(결로 세부과제)에 대한 사업화 매출액 비율이 2016년 15%에서 2017년 113%로 신장하였으며, 특히 2017년에는 예산 투입액의 100%를 넘는 매출 성과를 달성하였다. 충간소음, 실내공기질, 결로, 누수등 분야별 생활밀착형 주거환경 개선기술은 포털시스템 (가칭 **WINC**-free 4 Homes) 을 통해 통합 보급되고, 신축 공동주택뿐 아니라 기축 및 리모델링 공동주택 모두를 적용대상으로 하고 있는 만큼 관련 산업의 성장과 고용 창출에도 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

주요연구 개발성과

논 문

• SCI 2건, 비SCI 79건

지식재산권

• 특허 등록 5건, 특허 출원 8건, 소프트웨어 1건

사 업 화

• 총 2건, 매출액 796 백만원

인 력 양 성

• 석사 인력양성 9건

시설 장비 구축

• KOLAS 인증 시험기관(KICT) 연구시설 활용 · 공인시험 수행 1건

국 제 협 력

• 공동주택 중량충격음 예측모델 개발 1건(영국, 리버풀대학교 협력)



연구의 차별적 특징

실증·타당성 검증

공동주택의 4대 하자인 충간소음, 실내공기질, 결로, 누수 문제를 해결할 수 있는 핵심기술을 개발하였으며, 신축 · 기존 · 리모델링 실증을 통해 성능 및 타당성을 검증한다.



신축 공동주택 실증단지

- 충간소음, 실내공기질, 결로, 누수 관련 개발기술 통합 실증(진행 중)
- 사업명칭 : (LH)안성 아양지구 A2-2BL
- 착공/준공 : 2017.12 / 2020.04(예정)
- 세대수 : 447세대

▶ 신축 공동주택 실증단지 조감도



기존 공동주택 실증단지

- 실내공기질, 결로, 누수 관련 개발기술 통합 실증(완료)
- 단지명 : (LH)고양 일산 하늘마을
- 실증 세대수 : 10세대

▶ 기존 공동주택 실증단지 전경



리모델링 공동주택 실증단지

- 충간소음 관련 개발기술 실증(진행 중)
- 단지명 : 서울 개포 우성아파트
- 착공 : 2018.12
- 세대수 : 232세대

▶ 리모델링 공동주택 실증단지 조감도

- 공간맞춤형 충간소음 저감기술
- 충간소음 성능수준 향상 기술
- 설비 소음 평가 기준 및 표준 설계기술 등



- 실내공기 오염물질 발생원 제어기술
- 생활문제 해결형 주택 환기기술
- 유해 화학물질 흡착 제거기술 등

- 표준 방수 설계 및 제도 개선
- 최적 방수 공법 선정 및 평가 체계
- 지하 방수 재료 및 시공기술
- 누수 진단 및 성능 복원용 보수 기술 등

- 결로방지 설계기준 및 평가 기준
- 설계/시공 가이드라인
- 결로방지 요소 기술
- 국산 결로방지성능 해석 S/W 등

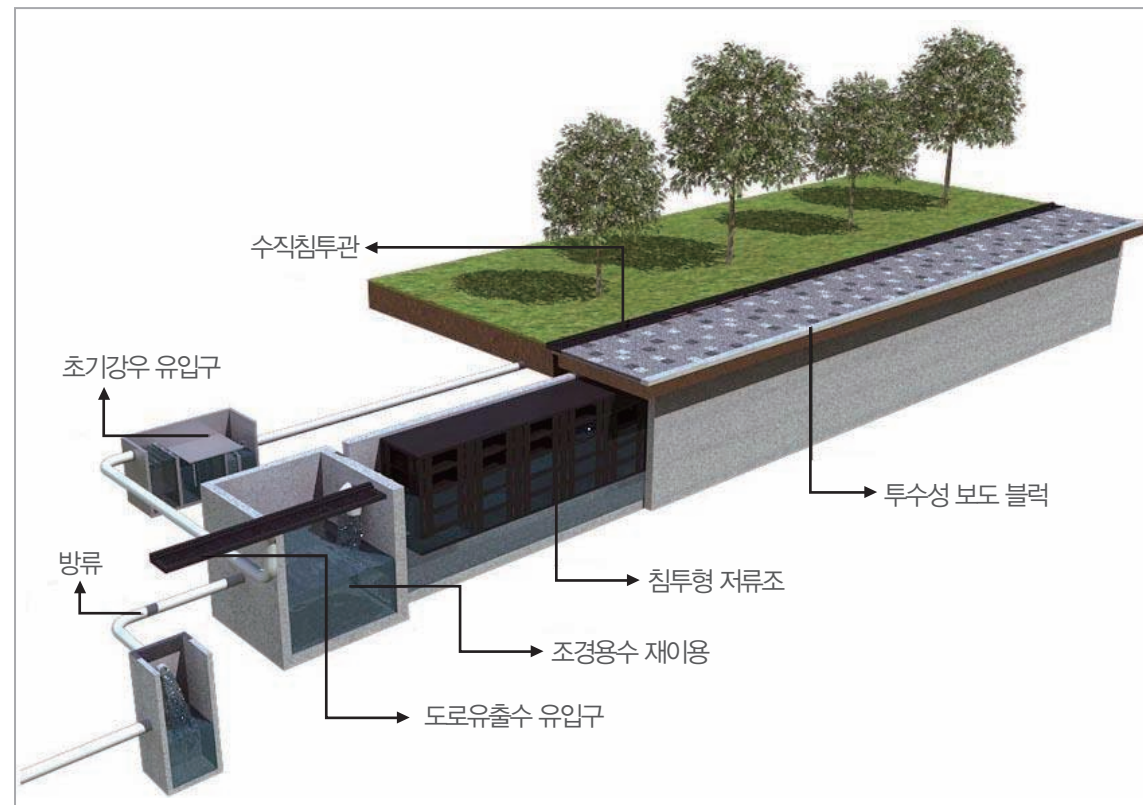
분산형 수재생 지하저류조 및 스마트 관수공급시스템

연구기간 2013년 ~ 2017년

총연구비 2,939백만원

연구자 박형근 충북대학교

최근 이상기후의 발생과 기상이변 등으로 인해 우리나라의 강수량은 증가하는 추세이나 강수일수는 급격히 줄어들고, 강우강도는 점점 높아지고 있다. 본 연구는 빗물을 저류해 홍수량을 줄이고 도시 물 순환을 개선하는 시설을 개발하였다. 도시지역의 불투수역 증대로 인한 도시형 홍수를 방지하고 최근 자연환경 복원을 통한 환경친화적 기술로 발전하고 있는 우수저류시설과 저류조는 주목을 받고 있다.



연구목적

최근 기후변화로 인한 국지성 집중호우와 도심지역의 불투수 면적 증가로 강우 유출량이 급증하여 도시침수로 인한 인명 및 재산피해가 늘어나고 있으며, 이러한 현상이 장래에는 더욱 심화할 것으로 예상됨에 따라 지하저류조, 자동배수 장치를 개발 하였으며 수질 개선을 위해 수제와 보호공을 개발하였다.



주요성과

분산형 수재생지하저류조 개발

지속되는 기후변화로 인해 극치의 홍수와 가뭄이 매해 발생해왔다. 상습적으로 침수되는 지역과 원활한 물 확보·공급이 어려운 지역의 작물 재배를 위해 설치되었다.

침수방지 자동배수장치

집중호우 시 범람하는 유량의 피해 감소 및 인명피해를 방지하기 위해 자동배수 시스템을 개발하여 상습적인 저수구역에 적용하였다.

수제와 보호공

보의 관리와 비점오염원으로부터 하천오염을 방지하기 위해 수제와 보호공이 개발되었으며 충북 청주시 하천 현장에 적용되었다.

Vortex Separator

하천으로부터 수자원을 확보하여 저류조로 저장할 때 모래와 이물질 제거가 가능한 vortex separator 개발에 성공했으며 지하저류조와 연계한 TB 현장에 적용됐다.

스마트 관수공급시스템

센서, 네트워크 기술을 적용하여 분산형 수재행 저류조의 빗물을 자동으로 농업용수와 생활용수로 공급하는 스마트 관수시스템 개발에 성공했으며 실제 작물 재배환경에 적용되었다.

스마트 펌패드

다중수원을 활용하여 외부에서 모니터링과 운영제어가 가능한 스마트 펌패드 시스템을 개발하고 도입했다.



스마트 펌패드 어플리케이션



연구의 차별적 특징

분산형 수재생 지하저류조

기존 저류조에 비해 반영구적인 플라스틱 주철 레진 콘크리트 구조물을 조립하는 방식으로 시공비 절감이 된다.

침수방지 자동배수 장치

저수구역의 자동배수를 통해 침수피해 방지가 되며 인위적 조작을 통해 집수지점의 수위 관리와 유지가 가능하다. 또한, 태양광 집열판을 갖추고 있어 비상시 전기가 없어도 자동배수가 가능하다.

수제와 보호공

기존 하천 호안공은 지속적인 관리가 필요한 것에 비해 자연형 오염 저감을 위한 식생 활착을 유도한다.

Vortex Separator

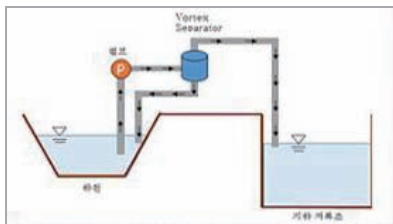
기존 vortex separator는 비대칭적 유입구와 유출구 구조로 원심력이 제한적이고 유체와 입자의 분리 효율이 정제되는 문제점이 발생하나 지하 저류조와 연계하여 하천수 정화, 저류조 수질관리에 최적화되었다.

스마트 관수공급시스템

지역별 특성, 재배작물을 고려한 시스템을 설계했으며 가뭄 발생 시 부족한 용수 확보와 효율적 용수 공급이 가능하다.

스마트 팜패드

기상, 작물정보 등 작물재배에 필요한 정보를 사용자에게 제공하여 경작지 외부에서 모니터링과 운영하며 이력 관리를 통해 스마트영농이 가능하다.



Vortex Separator 설치계획



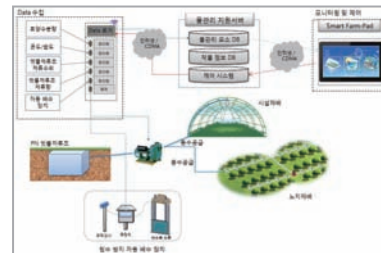
Vortex Separator 설치



자연형 필터장치



관수공급시스템 제어판넬



스마트 관수 공급시스템 적용

연구성과 파급효과

기술 부문

호우 시 소하천과 농지 인근의 홍수방지 효과가 있을 뿐만 아니라 이때 확보된 우수는 스마트관수에 활용된다. 용수공급의 사용자 맞춤형 지원기술을 개발하여 지자체 단위 농업기술센터와 연계를 통해, 이를 중심으로 개발기술 보급과 확대된다. 충북농업기술원, 농어촌공사 등 유관기관 홍보를 통한 기술보급과 사업적용이 발생하며 가뭄 또는 홍수발생시 비상 관수제어/공급이 가능하도록 최적의 공급방법으로 운영한다. 개발기술의 경우 농촌 지역 뿐만 아니라 도심지역의 상습침수구역에도 설치할 수 있다.

경제·사회적부문

지역소도시 생활기반시설 재생을 위한 물관리기술의 실용화를 위한 국내 기술 수준을 제고함으로써 보편화되지 않은 국내 기술의 활성화에 이바지할 것으로 기대된다. 개발되는 제품은 여러 개의 모듈로 구성하여 저개발국가에서도 필요한 모듈만 조합하여 사용할 수 있도록 개발 할 예정이다. 스마트 관수공급 시스템을 통하여 단위농가에 농업용수의 효율적인 용수관리와 용수사용 비용 절감을 이끌어 낼 수 있으며 가뭄 및 홍수 등 자연재해에 대한 피해를 최소화하여 농작물의 피해액을 절감할 것으로 예상된다. 스마트 팜패드 어플리케이션을 통해 원격/자동 용수공급 및 제어를 통해 지역소도시의 노동력 문제 해결에 도움을 주며, 농업용수의 과소비 방지를 통한 비용 절약의 효과가 있다. 농작물 재배지하고 떨어져 있는 농가에 스마트 관수공급시스템 및 스마트 팜패드 어플리케이션 개발을 적용함에 따라 농업활동의 노동력 감소, 삶의 질이 향상될 것으로 전망된다.

주요연구 개발성과

지식재산권

• 특허 등록 9건, 소프트웨어 등록 3건

기술이전

• 기술이전 3건

사업화

• 총 2건, 매출액 774 백만원

특수성과

• 시방서 2건, 매뉴얼 1건, 기술상용화 지침 1건, 사용설명서 1건 작성

대외 수상 실적

• 2016년 국토교통 R&D 우수성과 20선
• 2017년 국토교통 R&D 우수성과 25선



교통약자 이동편의 향상을 위한 중형저상버스

연구기간 2013년 ~ 2017년

총연구비 17,335백만원

연구자 황춘화 타타대우상용차

저상버스는 승·하차를 위한 출입문의 높이를 보도와 맞추고 계단을 없애 휠체어를 탄 장애인, 노약자 등 교통약자가 안전하게 이용할 수 있는 교통수단이다. 국토교통부의 제3차 교통약자 이동 편의 증진계획에 따라 개발된 중형저상버스로 인해 이제 시내 교통에서 노인, 장애인, 임산부가 모두 편리하게 이용할 수 있는 저상버스를 100% 운행할 수 있는 구간을 만들었다.



연구목적

노약자 및 장애인의 이동편의를 위해 만들어진 차고가 낮고 계단이 없는 저상버스는 구배가 크거나 좁은 길에는 진입하지 못해 유지보수에 어려움이 있고 가격이 2억 원 정도로 대당 1억 원 정도인 고상 시내버스에 비해 비싸다는 문제가 있어 중소도시나 군 지역에서는 수요가 컸음에도 불구하고 저상버스를 도입할 수 없었던 문제가 있었다. 국내 대형저상버스의 한계성을 극복하기 위해 버스의 전폭과 길이를 줄인 중형저상버스 개발을 통해 도입가격을 낮추었으며 농어촌, 중소도시, 마을버스 운행환경에 적합한 버스를 개발하였다.



주요성과

중형저상버스 개발

버스 전폭과 길이를 줄여 도로 여건이 열악한 도심 주택 밀집지역과 농어촌 지역을 운행하기에 적합한 좌석 수 구조 등 표준화된 모델의 차량을 개발하였다.

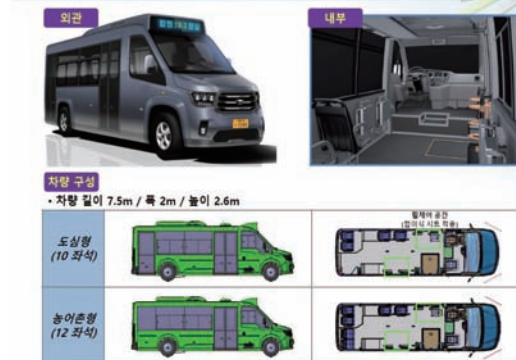
보급을 위한 국회 토론회 개최

교통약자의 이동권 보장을 주제로 새로 개발된 중형저상버스를 소개하고, 보급 활성화 방안을 논의하는 자리로 김병수 국토교통과학기술진흥원 원장, 우원식 더불어민주당 원내대표 등을 비롯하여 산·학·연 전문가 약 100여 명이 참석했다.

안전인증서 획득

전복시험, 좌석 후방모멘트 시험 등을 통해 안전인증을 획득했으며 아산시와 시흥시에서 3개월간 시범운행을 완료하였다.

중형저상버스 표준모델의 기술



중형저상버스 표준모델의 기술





연구의 차별적 특징

버스 바닥면 모두 저상화 실현

교통약자의 대중교통 이용여건 개선에 대한 요구와 교통복지 사각지대 해소를 위한 교통수단이므로 차량에서 단차를 없애야 했다. 이를 위해 차량 플랫폼을 변경해야 했고 특히 후륜 구동 방식으로는 저상면적 40% 요구사항을 만족하기 어렵기 때문에 FF(전륜 구동) 방식을 적용한 새로운 개념으로 차량을 개발함으로써 운전석 뒤쪽의 버스 바닥면 모두를 저상화 하는데 성공했다.

안전성 인증

차량 외관을 2박스 타입 형태로 제작하여 정면충돌 시 운동에너지 흡수구간과 생존구간 확보로 승객과 운전자의 안전성이 확보된 차량을 개발하였다.

시승평가를 통해 의견 반영

보급 활성화를 위해 전국 지자체, 장애인 단체, 버스 협회, 운수사업자와의 시승평가를 진행하였으며 이를 통해 수렴한 다양한 의견들을 제품 개발 시 반영하였다. 그 결과, 3개월간 실제 노선에 투입되었을 때 일반버스 승객 평균 3.61점을 상회하는 4.09점의 높은 만족도를 보였다.



중형저상버스 표준모델은 탑승한 휠체어의 이동거리가 짧아 편리하다.
대형 저상버스에 비해서는 월등히 짧고, 해외 제조사의 2층 저상버스에 비해서도 역시 짧다.

연구성과 파급효과

기술 부문

대중교통용 차량의 다양성과 저변 확대로 운송시스템의 효율적인 운영에 활용이 가능하다. 또한, 해외 사례분석과 개발기술을 통해 저상버스와 도시·문화·기반시설을 통합한 운영모델 개발에 활용하여 노선 설계와 운영수익 개선이 가능하다. 그리고 표준모델 설계를 기반으로 마을 및 농어촌뿐만 아니라 전세, 관광, 어린이버스로 중형저상버스를 확대 적용이 가능하다.

경제·사회적부문

현재 저상버스는 11m급 대형저상버스만 보급되어 운행되고 있으나 농어촌 지역 및 마을버스 운행지역 등 대형버스 운행이 어려운 지역에는 중형저상버스 도입이 필요하다. 또한, 지방도시는 좁은 도로와 굽은 길 등 도로여건이 대도시에 비해 좋지 않고 교통 이용객 수가 적어 중형저상버스를 농어촌버스와 마을버스 노선에 투입 활용하는 것이 가능하다.

주요연구 개발성과

논문

• 비SCI 4건

지식재산권

• 특허 등록 6건, 디자인 1건

시설 장비 구축

• 시설 구축 1건





2018 국토교통 R&D 우수성과 25선

발행인 손봉수

발행처 국토교통과학기술진흥원

발행일 2018년 12월

펴낸곳 (주)테크노베이션파트너스

디자인 화이트릴리디자인

편집위원 국토교통과학기술진흥원

정규원 산업진흥본부장

최혜령 성과지원실장

최호현 선임연구원

선광웅 연구원

이 책에 수록된 내용 중 문의사항이 있으시면 아래로 연락주시기 바랍니다.

경기도 안양시 동안구 시민대로 286 (관양동 1600) 송백빌딩 2-7, 9F

Tel. 031-389-6313, Fax. 031-382-6463

* 이 책의 판권은 국토교통과학기술진흥원에 있습니다.

* 이 곳에 담긴 모든 내용 및 자료는 허가 없이 어떠한 형태로든 무단으로 복사, 전재하거나 변형하여 사용할 수 없습니다.