

발 간 등 록 번 호

11-B551976-000030-01

건설교통기술연구개발사업 2011 우수성과사례집
The Dream Builder, Construction & Transportation

경기도 안양시 동안구 관양동 1600번지
Tel. 031-389-6363 Fax. 031-381-9922



인류의 풍요로운 미래를 여는 기술

2011 건설교통 R&D 우수성과 15선



Korea Institute of
Construction &
Transportation
Technology Evaluation
and Planning

인류의 풍요로운 미래를 여는 기술

2011 건설교통R&D 우수성과 15선



인류의 풍요로운 미래를 여는 기술

2011 건설교통R&D 우수성과 15선



“국민의 삶에 직접적으로 영향을 미치고,
각각의 분야에서 새로운 혁신을 일으킬 수
있는 연구 성과 15선을 선보입니다.”

매일 걷는 도로, 매일 타고 다니는 자동차, 매일 보는 건물까지 건설·교통 분야는 우리 삶과 직접적으로 연결되어 있지만 너무나 가까이 있어 그 중요성을 잊는 경우가 많습니다.

지난해에 이어 두 번째로 선보이는 ‘건설교통R&D 우수성과 15선’에는 건설교통R&D의 중요성을 되새기자는 의미로 국민의 삶에 직접적으로 영향을 미치고, 각각의 분야에서 새로운 혁신을 일으킬 수 있는 연구 성과물들로 엄선했습니다.

특히 ‘3차원 입체 건물정보 리모델링 기술’과 ‘고층건물 시공자동화 기술’은 IT와 건설기술의 만남을 통해 연구 성과의 시너지창출이라는 점에서 이채롭고, ‘도시폐기물로 에너지를 생산하는 플랜트상용화기술’은 저탄소·녹색성장이라는 국가적 목표에 가장 부합하는 성과라는 점에서 주목됩니다.

이 외에도 ‘세계 최초 벽식구조아파트 발파해체성공’, ‘항공관제시스템 국산화’ 등은 기존에 해외기술의 사용으로 지불되었던 막대한 기술료를 절감할 수 있다는 점에서 국익 창출에도 크게 기여할 것입니다.

한 가지 아쉬운 점은 우리 삶을 개선하고 새로운 발전을 가져올 연구 성과들이 많이 있음에도 불구하고, 이번 기회에 소개드리는 성과가 15개에 불과하다는 것입니다.

비록 제한된 예산과 지면으로 인해 모든 연구 성과를 소개할 수 없지만, 지금 이 순간에도 ‘건설교통기술 개발로 국민을 위한 진정한 기술복지서비스를 이루겠다’는 열정과 사명감으로 연구현장을 지키시는 많은 연구자분들에게 지지와 격려의 마음을 보냅니다.

아울러 건설교통R&D 발전을 통한 국가 신성장동력 창출을 위해 정부, 연구관리전문기관, 연구자 모두가 화합하여 일관된 방향으로 발전할 수 있도록 최선을 다하겠습니다.

마지막으로 이번 사례집이 발간되기까지 애써주신 모든 분들께 감사드리며, 우수성과 15선에 선정되신 연구자분들에게 다시 한번 축하의 인사를 전합니다.

감사합니다.

2012년 2월
한국건설교통기술평가원

원장 신혜경

C.O.N.T.E.N.T.S

건설R&D 우수성과 7선

건설기술혁신사업

- 10 컴퓨터가 건물의 전(全) 생애주기를 관리하다
-가상건설 시스템 개발
- 16 ‘사람’ 대신 ‘로봇’이 건물을 짓는다
-고려대 공대 ‘로봇융합관’ 건물 완성
- 22 고속도로와 자동차가 ‘의사소통’을 한다
-스마트 고속도로(하이웨이) 기술 개발

지역기술혁신사업

- 30 폐기물이 ‘애물단지’에서 ‘에너지원’으로
-가연성폐기물 에너지화 플랜트 상용화

첨단도시개발사업

- 36 세계 최초로 ‘벽식 구조물’을 발파하여 해체하다
-우리나라 아파트 건물 해체 시 기술 적용
- 42 지상 및 지하시설물의 실시간 관리로 대형사고 예방한다
-유비쿼터스·GIS 기반 도시시설물 관리기술 개발

플랜트기술고도화사업

- 48 한국의 천연가스 액화기술, 세계로 나간다
-LNG 액화플랜트기술 개발

교통R&D 우수성과 8선

교통체계효율화사업

- 대중교통이 똑똑해진다 56
-스마트 대중교통 서비스 기술 개발
- 위험한 고령자 야간 운전, 스마트 전조등이 돕는다 62
-고령운전자 등을 위한 차량의 야간전방 시계향상 시스템 기술개발
- 물류유통 혁명 가져올 첨단 기술 집약체 68
-철도물류 활성화를 위한 DMT 수송시스템 개발

미래도시철도기술개발사업

- 미래 도시철도의 선두를 이끌 차세대 전동차 74
-국내 최초 직접구동전동기 개발 및 시제차량 제작

미래철도기술개발사업

- 첨단과학은 디자인을 만들고 디자인은 속도를 만든다 82
-공력성능 향상 기술
- 사람을 위한 철도를 만든다 88
-열차제어시스템 S/W 테스트 자동화 도구 &
철도차량용 지능형 화재감지시스템 개발

항공선진화사업

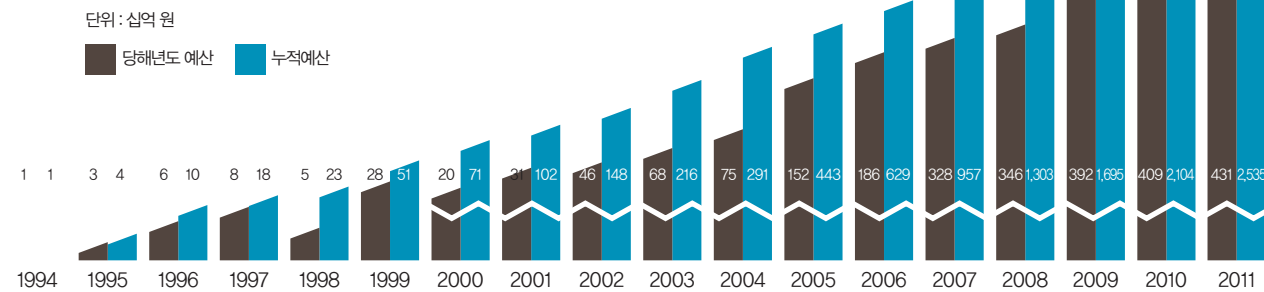
- 항공관제시스템’ 기술 개발로 국민의 항공안전을 책임진다! 94
-항공관제용 통합정보처리 시스템 개발
- 날아라, 대한민국 첫 민간항공기 ‘나라온’ 100
-상호항공안전협정(BASA) 확대체결 위한 소형항공기 개발

건설교통기술연구개발 사업 투자 및 성과현황

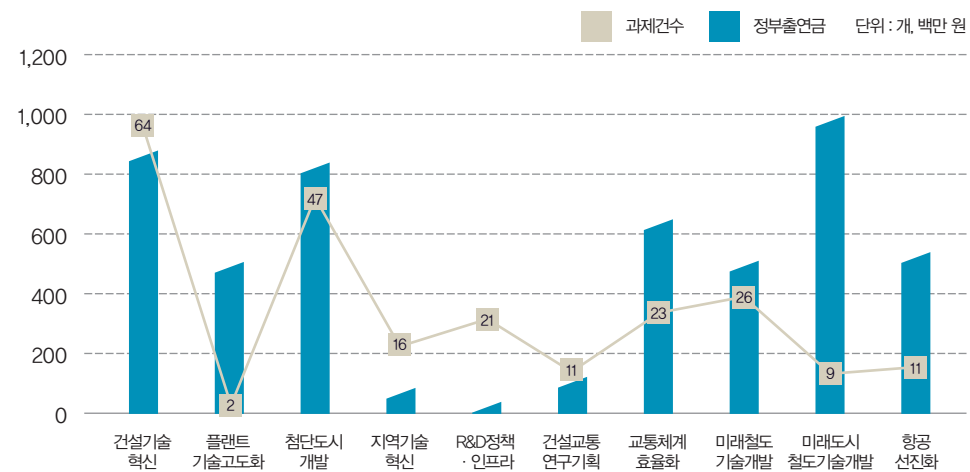
연도별 R&D 투자현황 건설교통R&D는 1994년 약 12억 원의 예산으로 시작하여 2011년도까지 총 2조 5,350억 원을 지원하였습니다.

연도별 R&D 성과현황 건설교통R&D는 논문, 지식재산권 등 과학기술적 성과가 매년 증가 추세에 있으며, 기술실시계약 등 실용화 실적도 증가하고 있습니다.

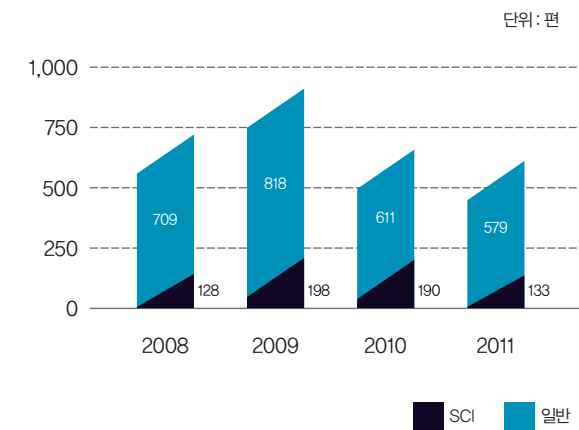
1. 연구비 투입 현황



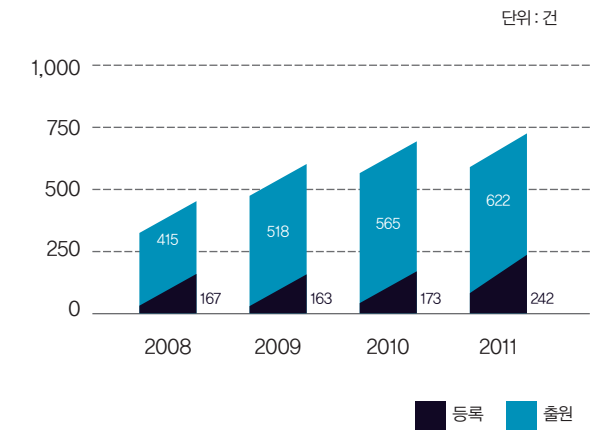
2. 연구과제별 연구비 및 과제 현황



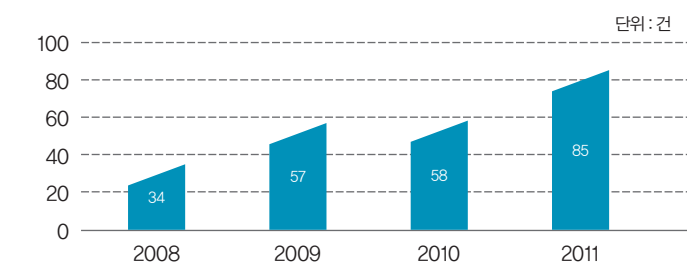
1. 논문 현황



2. 특허 현황



3. 기술실시계약 현황



건설교통기술연구관리종합정보시스템
(<http://ctpass.kictep.re.kr>)
2012. 2. 13 기준

CONSTRUCTION

전 세계가 저탄소 녹색성장(Green Growth)에 주목하고 있다. 저탄소 녹색성장으로 지구 환경을 보호함과 동시에 새로운 경제 성장의 동력을 이루기 위한 노력은 건설부문에서도 예외가 아니다. 특히 녹색건설은 건설 시장의 '블루오션(Blue Ocean)'인 만큼 이와 관련한 건설R&D의 성장은 지속될 것이다. 이에 건설R&D의 유망기술로 발굴된 우수성과 7선을 선보인다.

건설기술
혁신사업

첨단도시
개발사업

플랜트기술
고도화사업

지역기술
혁신사업

Korea Institute of Construction
& Transportation Technology
Evaluation and Planning

컴퓨터가 건물의 전(全) 생애주기를 관리하다

가상건설 시스템 개발

“ 기획부터 완공 후 수명이 다하기까지 건물의 전 생애주기 동안 모든 정보를 3차원으로 입체화하고 통합 관리한다. ”

기존 건설 엔지니어링 환경에서 발주자는 공간 및 설계에 대한 이해, 사업비 및 공정에 대한 예측, 준공도서에 대한 이해 및 활용이 어려웠다. 이 부분을 해결해 줄 기술이 바로 'BIM(Building Information Modeling)'이다. 이에 최근 국내외 건설프로젝트의 경우 BIM기술 도입을 발주자가 적극 장려하고 있다. 따라서 본 연구단은 가상건설시스템을 기반으로 세계 최고 수준인 국내 IT기술력과 전통적 산업인 건설 산업을 융합하여 건설부문의 국가 경쟁력을 높여 준다.

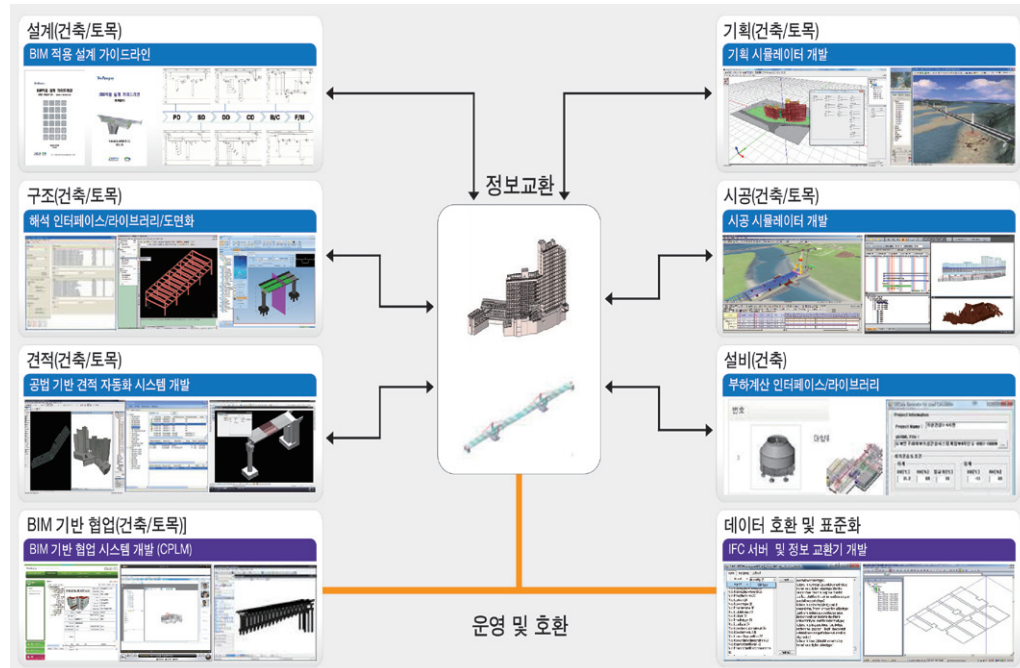
- 소속기관 (주)두올테크
- 연구책임자 최철호
- E choi@doalltech.com
- T 070-7018-5901
- 연구기간 2006년 ~ 2011년



미국 뉴욕에 250층 세계 최고층 빌딩을 짓기 위해 미국 최대 그룹 A사(발주회사)가 한국의 건설사인 B사(수주회사)에게 건설 프로젝트 발주했다. A사와 B사는 빌딩정보모델링(BIM: Building Information Modeling) 시스템을 활용하여 기획, 설계, 공사 등 건축의 모든 단계에서 3차원 시뮬레이션으로 구현된 가상의 빌딩 및 건설과정, 관련 세부정보들을 검토한다. 이후 컴퓨터 상에서 건물 외형부터 건물 설계, 부분별 구조, 법적 사항, 건축비용, 건물 안전성, 발주처 특별 요구사항 등을 단계별로 검토하고 시스템 상에서 실시간으로 의견을 교환한다. 그리고 설계변경, 장착될 설비 교체, 정보추가 등을 즉각 진행한다. BIM 시스템 사용으로 공사기간 단축 및 건축 비용이 당초 예상보다 절감되고, 발주회사의 요구가 대부분 반영되자, 미국 A사는 한국의 B사에 대해 큰 만족감을 표한다. 이후 A사는 이 건물로 사옥을 이전하고 건물 유지 및 보수, 법적 문제 등에 대해서도 빌딩정보모델링 시스템을 활용해 시설 유지 및 보수 등을 통합 관리하며 건물 관리비용도 절약한다. 이상의 시나리오는 먼 미래의 일이 아니다. 바로 지금 우리나라를 비롯한 관련 업계의 기술개발로 우리에게 성큼 다가온 최신 기술이다.

최근 건축분야의 가장 큰 화두인 '빌딩정보모델링(Building Information Modeling)'은 IT

가상건설 시스템 기술 구성도



기술을 활용하여 건축 기획부터 완공 후 건물의 수명이 다하기까지 건물 전 생애주기 동안의 모든 정보를 3차원으로 입체화하고 통합 관리하는 첨단기술이다. 그런 측면에서 Building Information Modeling의 각 용어는 포괄적 의미를 담고 있다. Building(빌딩)은 대상 건물의 전 생애주기, 즉 초기 기획 단계부터 설계, 공사, 그리고 건축 후 운영 및 관리까지의 건물의 전 생애 과정을 포괄한 의미이다. Information(인포메이션)은 건물 생애 주기의 모든 관련 정보를 뜻하며, Modeling(모델링)은 건물의 전 생애 주기에 포함된 모든 정보를 통합하여 생산, 관리, 공유하는 통합 도구(플랫폼)를 뜻한다. 결국 이 세 가지 단어가 합쳐진 BIM은 단순한 건축용 소프트웨어(SW)나 운영체제를 넘어서는 포괄 개념이라 할 수 있다.

한국형 BIM의 시작

국내 업체 및 대학 등으로 구성된 연구진은 지난해 규격화된 BIM 기반 프로젝트 관리 체계 및 시스템을 개발했다. 이는 향후 건설업계에 다양한 파급효과를 줄 것으로 기대된다. 연구의 구체적인 성과로 BIM 기반 기획, 구조설계, 설비설계, 견적자동화, 시공시뮬레이터, 협업시스템 등 6개 분야 11개 시스템 개발했다. 또한 BIM 기반 건설 프로젝트 운영을 위한 프로세스 구축 및 설계가이드라인 개발 등도 함께 개발했다.

이렇게 개발된 기술로 건물 구조해석과 설계과정 통합에 의한 설계시간 단축, 투입인력 절감, 설계 작업의 효율성 확보는 물론 각 3차원 정보 및 관련 데이터의 통합적인 제공으로 기존 관련 프로그램 기술의 외국 의존도에서 벗어날 수 있어 향후 IT 기반 첨단 도시(U-City)를 구축하는 기반 기술이 될 것으로 기대된다. 또한 기존에 BIM 시스템이 서로 다를 경우 각 시스템 데이터 간 호환성 문제가 있었는데, 이를 개선한 데이터 호환성 및 표준화도 실현했다.

이 외에도 3D 기반 건축 단계별 및 공간 구성별 정보구축은 물론 각 단계별 신속한 의사

건축 분야 주요 연구내용



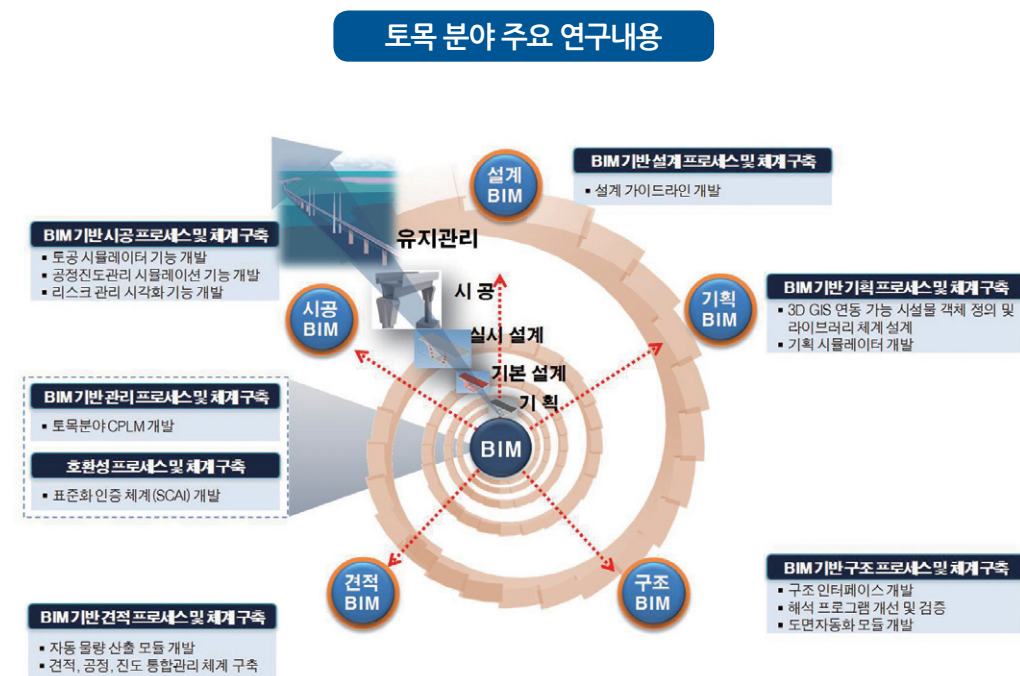
결정 등 정확한 진도관리, 설계변경에 따른 신속한 변경 등으로 공사 기간 단축, 공사비 및 인력 절감, 설계 작업의 효율성 창출 등 건축 사업비 절감이 기대된다.

앞으로 BIM 시스템이 실제 건설사업에 활용되면 건설 프로젝트 총비용의 3% 이상을 절감할 수 있고, 이 프로젝트의 각 단계를 수행하고 관리하는 엔지니어링 회사도 10% 정도의 자체 비용을 줄일 수 있는 것으로 분석됐다. 이와 함께 건물 정보모델 공유를 통해 건물 전반에 걸친 광범위한 설계, 구조, 공사, 설비 관련 정보 업데이트 및 기존 건물 관리체계 개선 등이 기대된다.

BIM, 전 세계 건축을 관리하다

외국에서는 이미 2000년대 들어 BIM이라는 용어가 일반화됐으며, 2008년 미국의 연방 조달청(GSA)의 개방형 BIM시스템 도입을 시작으로 같은 연도에 미국 공병단(US Army Corps of Engineers)의 BIM시스템 도입, 2010년 노르웨이 정부 공공건축발주처의 BIM시스템 도입, 2011년 영국 정부의 미래 공공건물발주의 BIM을 도입했다. 2013년에는 싱가포르가 개방형 BIM 기반 인·허가를 의무화할 계획이다.

우리나라 조달청도 BIM 활성화를 위해 2012년부터 총공사비 500억 원 이상의 공공건물에 대해 의무적으로 BIM 시스템을 적용하고 2013년부터 300억 원 이상의 공공건물 사업에 그리고 2016년부터는 모든 공공건물에 BIM 시스템을 적용한다는 계획이다. 삼성SDS와 삼성건설, 대림산업, 롯데건설, 쌍용건설 등 대형건설사 등도 지난 2009년부터 BIM 전담조직을 만들어 대응해 나가고 있다. 또한 BIM 적용 및 응용범위도 에너지 등 건설업계 관련 부문으로 확산되고 있어 이런 추세라면 각종 건설 사업을 컴퓨터가 지배하는 세상이 곧 펼쳐질 전망이다.



‘사람’ 대신 ‘로봇’이 건물을 짓는다

고려대 공대 ‘로봇융합관’ 건물 완성

“한국형 고층 건물 시공 자동화 시스템은
건설 분야에서 글로벌 스탠더드를
선도할 우수 기술이다.”

우리나라는 인구 고령화와 건설부문의 인력 감소, 건축물의 초고층화 등으로 인해 건설 자동화를 필요로 하고 있다. 이에 우리나라 건축 기준 및 산업 여건에 적합한 경제적이고 실용적인 ‘한국형 고층 건물 시공 자동화 시스템’을 개발했다. 본 시스템이 적용되면 작업자의 안정성 및 건설 환경을 크게 개선되어 건설 공정의 생산성이 증대되고 세계적으로도 기술 선점, 기술 표준화 등 건설 기술에 경쟁력을 확보할 수 있을 것이다. 또 더 나아가 조선, 원자력 등의 다양한 분야로의 적용도 가능해 앞으로는 건설이외의 타 산업 분야에서도 활용될 것으로 기대된다.

- 소속기관 고려대학교
- 연구책임자 박귀태
- e gtpark@korea.ac.kr
- T 02-3290-3218
- 연구기간 2006년 ~ 2011년



두 발로 걷는 로봇이 직접 벽돌을 나르고, 철근을 세워 집을 짓는 시대가 도래할까? 아직 이런 시대는 오지 않았으나, 우리나라 연구진이 이에 대한 가능성을 제시했다. 이는 바로 2011년 10월 9일, 준공식과 함께 문을 연 서울 안암동의 고려대학교 공대 로봇융합관이다. 지하 1층, 지상 7층, 총면적 1,530평, 일반 연구실과 첨단연구실, 연구과정실, 강의실 등으로 구성된 ‘로봇융합관’은 겉으로는 평범한 보통 건물처럼 보이지만 우리나라 최초라는 수식어가 붙어 있다. 로봇융합관은 우리나라 연구진이 개발한 건축용 로봇이 공사 초기부터 철골공사 등을 직접 담당하여 완공된 국내 첫 건물이다.

이처럼 로봇이 건설에 등장하게 된 배경은 건설 분야에 대한 소위 3D(불결하고, 힘들고, 위험한) 기피 현상때문으로 그중 건설 숙련공의 감소, 고층건물의 증가로 인한 위험한 환경 노출의 증가, 기상 악화나 천재지변에 따른 작업 지연 등이 문제였다. 특히 철골구조 조립 현장의 경우 작업자가 고공의 철골구조에 직접 올라가서 조립작업을 해야 한다. 따라서 이런 고위험 작업을 로봇으로 대체하려는 시도가 국내외에서 활발하게 이뤄지고 있다.



로보틱크레인 기반 고층건물 구조체 시공자동화 시스템.

로봇을 활용한 건설 시대 열리다

우리나라의 경우 국내 산학연 관계기관으로 구성된 고층건물시공자동화연구단이 2006년부터 ‘로보틱 크레인 기반 고층건물 구조체 시공자동화 시스템 개발’ 사업을 수행하여 5년 만에 시범사업인 로봇융합관을 완공함으로써 소위 로봇을 활용한 건설 시대를 열었다. 연구단이 로봇융합관 건설에 적용한 기술들은 ‘볼트 체결 로봇시스템’, 그리고 볼트 체결 로봇이 이동하는 길이 되는 외부 구조물인 ‘건설 공장(CF:Construction Factory)’, ‘지능형 타워 크레인’, ‘통합 통제 및 실시간 공정관리 시스템’ 등 네 가지가 핵심이다.

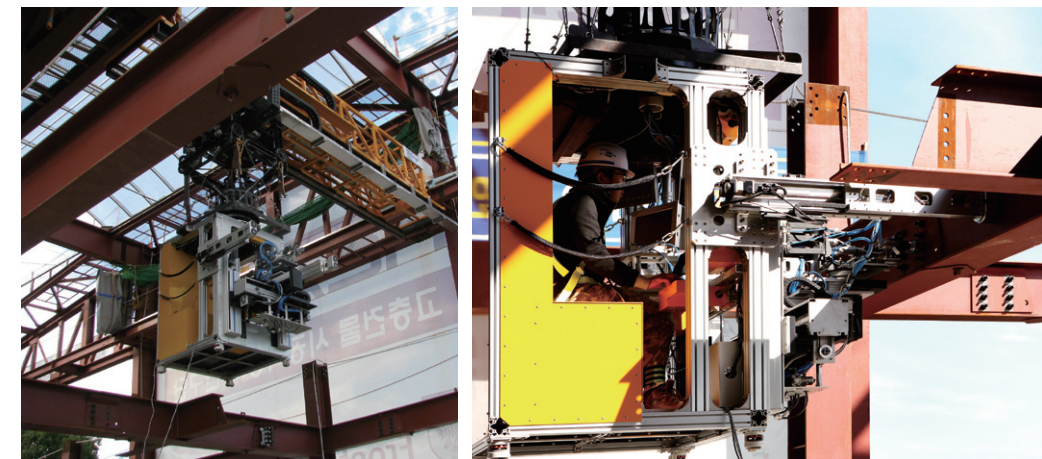
첫째, 볼트 체결 로봇 시스템은 건설 공장에 설치된 레일을 따라 철골 구조물 외곽부를 이동하며 볼트를 체결하는 로봇(볼트 체결 로봇)을 이동시켜주는 ‘레일주행로봇(이송 로봇)’, 레일주행로봇 상에서 수직 이동이나 회전 동작을 통해 최종 볼트조립 위치까지 볼트 연결로봇의 위치를 잡아주는 ‘모바일 매니퓰레이터(Mobile Manipulator)’ 그리고 레일 주행로봇과 모바일 매니퓰레이터의 도움으로 정확한 작업위치를 잡아 볼트를 건물 골조

의 볼트 구멍에 끼워넣어 체결하는 ‘볼트 체결 로봇’ 등이 서로 맞물려 작업을 한다. 이렇게 작업을 하면 숙련된 작업자는 평균 285초에 철골 자재 1개를 연결하는 데 비해, 로봇은 240초가 걸려 작업시간을 15% 정도 단축하는 것으로 나타났다.

두 번째 핵심 기술은 건설 공장(CF)이다. 건설 공장은 철골로 만들어진 건물 뼈대의 바깥쪽에 접촉하여 상하로 이동하면서 볼트작업을 하는 로봇이 이동할 수 있는 레일이 설치된 첨단 작업공간이라 할 수 있다. 기존의 시공 현장은 고도가 높고 철골로만 작업환경이 구성되어 있어 바람의 영향을 많이 받는다. 따라서 건설 공장을 설치하여 외부 바람을 차단함으로써 보의 회전과 기둥의 흔들림을 제어하고, 로봇의 자세를 안정화 시킬 수 있도록 했다. 또한 데크 플레이트로 바닥을 시공하여 자재 및 작업자의 낙하 사고를 방지할 수 있으며, 이를 통해 무리한 자재 제어에 의한 로봇의 포손을 방지하고 작업자 및 공사 현장의 안정성과 정확도를 높일 수 있다. 특히 연구진은 실제 건물 내 설치될 엘리베이터를 떠받치는 부분(코어)과 건설 공장을 연결시켜 건설 공장의 상하 이동이 용이하도록 하였고, 건설 공장을 한층한층 들어 올릴 때의 하중도 경감시켰다.

셋째, 지능형 타워크레인은 건설 현장에서 360도 회전하면서 철골을 이동시키는 타워크레인에 IT기술을 접목시켜 만들었다. 즉, 위성활용 위치탐지 시스템(GPS)과 정보통신 기술을 결합시켜 건설 자재를 다른 물체와 충돌하지 않고 가장 빠르게 이동할 수 있는 경로를

연구 개발된 볼트체결 로봇 시스템의 모습과 시연장면.





건설공장(CF: Construction Factory) 시스템.

스스로 찾아 운반하는 역할을 한다. 지능형 타워크레인인 건설 자재에 붙어있는 전자태그(RFID)를 실시간 인식하면서 자신이 이동시키고 있는 자재와 연결될 다른 자재들을 찾은 다음, 레이저 기술을 이용해 밀리미터(mm) 단위의 정확도로 거리를 측정한 후 맞춰 끼우게 된다. 또한 지능형 타워크레인 작업자는 자재 양중 상황이나 자재 이동 등의 경로 등의 정보를 지능형 타워크레인 안의 내비게이션 시스템에 의하여 실시간으로 제공받는다.

넷째, 통합 통제 및 실시간 공정관리 시스템은 전 공정을 통제실에서 점검함과 동시에 각 과제 간에 필요한 표준화된 프로토콜을 사용하여 전체 시공 자동화 시스템을 모니터링하고 제어하는 역할을 한다. 특히 실시간 공정 관리 시스템은 진도관리, 자재관리, 양중관리에서 제공되는 정보를 통합하여 건설 현장의 작업 진행 상황을 다차원 영상을 통해 실시간으로 모니터링할 수 있도록 하여 현장 진도관리의 경쟁력 제고와 효율성을 극대화했다.

더욱이 ‘로봇 자동화를 통한 건설 공사로 노무량 26% 감소’, ‘로봇이라는 특성상 기후영향을 받지 않고 공사 추진을 하여 9.1% 공사기간 단축’, ‘지능형 타워크레인을 통한 28%의 생산성 향상’ 등의 성과를 도출했다. 앞으로 연구단의 기술 개발이 가속화된다면 생산성,

공사기간 단축, 노무량 감소 등 관련 성과들은 훨씬 향상될 것으로 예상된다.

건설시장의 블루오션, 로봇자동화기술

외국의 경우 일본은 1990년대 초부터 건설기술에 로봇을 적용하려는 시도를 하여 일부 기술을 보유하고 있으며 독일의 Thomson(툼슨) 사, 영국의 브리스톨(Bristol) 공과대 및 노팅햄(Nottingham) 대학, 랭커스터(Lancaster) 대학, 웨일즈(Wales) 대학 등에서도 로봇 건설 관련 연구를 하고 있다. 그러나 우리나라 연구단이 개발한 방식과 방향이 다르고 아직 실용화 단계에 이르지 못해 우리 연구진들이 빠르게 외국 기술의 벤치마킹 및 분석을 통해 기술 개발을 극대화한다면, 로봇을 활용한 건설 분야에서 글로벌 스탠더드를 선도할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 건설에서 로봇 자동화 기술이 더욱 활성화되면 건설 자동화를 위한 관련 부품 및 건축자재 표준화 등 건축물 설계 표준 제정에도 기여할 것으로 보인다.

나아가 건설 분야 이외에 자동차, 조선, 항공 등의 제조업 부품 조립 작업에도 건설용 자동화 로봇 시스템이 활용될 수 있고, 건설 로봇 조종용 사용자 운영체제는 △원자력 발전소 △해저, 극지, 사막, 우주와 같은 극한지 환경 로봇 △의료용 로봇 등의 제어기술에도 응용할 수 있어 유관 분야의 기술파급효과가 클 것으로 기대된다. 이처럼 건설 분야 자체 파급은 물론 전방위 효과가 큰 로봇 자동화 건축 기술의 미래 발전상을 기대해보자.

한국형 고층 건물 시공 자동화 시스템이 적용된 고려대학교 공대 로봇융합관의 조감도.



고속도로와 자동차가 ‘의사소통’을 한다

스마트 고속도로(하이웨이) 기술 개발

“ 차세대 고속도로 시스템의 뼈대,
스마트 하이웨이 개발을 통해 쾌적한
고속도로 주행과 국민 삶의 질을
향상시킨다. ”

고속도로 건설이 삶의 이동 수단으로 어느 정도 기반을 구축했지만 좀 더 편리하고 좀 더 안전했으면 좋겠다는 이용객의 요구수준에는 못 미치고 있는 것이 현실이다. 이에 선진국에서는 정부 주도로 자동 운전, 군집주행과 같은 IT를 활용한 미래의 도로교통 기술개발에 주력하고 있다. 도로공간의 유비쿼터스화, 시설물의 디지털 컨버전스(Digital Convergence)를 통해 이동수단이라는 단순한 기능을 뛰어넘어 이동시에도 생활을 이어갈 수 있는 지능형 교통수단으로 변모하고 있는 것이다. 우리나라도 미래의 도로 교통 지능화를 연구하는 스마트하이웨이가 업이 미래 사회 성장 엔진으로서의 역할을 톡톡히 수행할 것으로 예상된다.



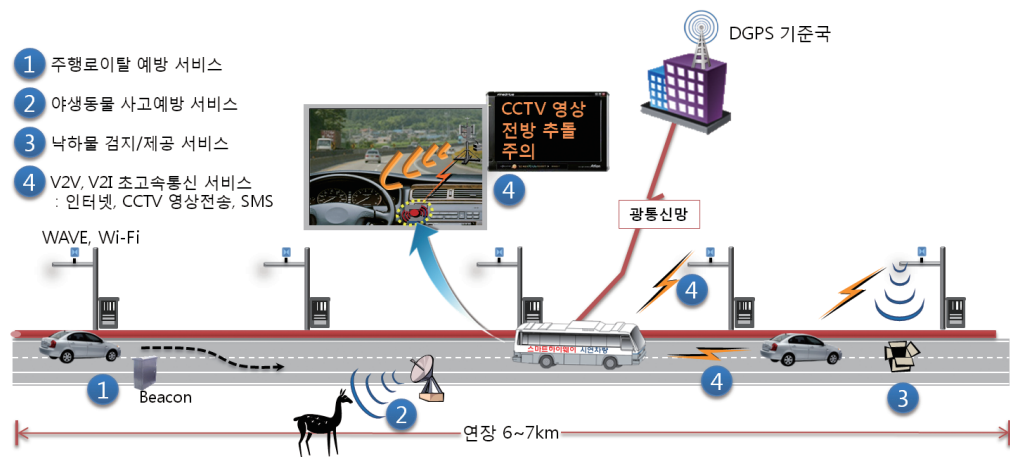
• 소속기관 한국도로공사
• 연구책임자 박상욱
• e psw@ex.co.kr
• T 031-371-2770
• 연구기간 2007년 ~ 2014년

파란색 스포츠카가 경부고속도로에 들어서는 순간 달리는 컴퓨터로 변신한다.

우선 차 내부에 설치된 단말기의 모니터에는 부산까지 가는 도로의 주요지점 교통상황을 알려주는 CCTV 영상은 물론 통과 지역별 날씨, 주변 휴게소 정보, 식사 메뉴 및 맛에 대한 이용자들의 품평, 주유소 위치 및 리터당 가격 등 운전자가 알고 싶은 정보들이 실시간 제공된다. 또한 단말기로 전방에 사고차가 도로 한복판에 서있다는 정보를 받아 운전자는 사고에 미리 대응하고, 운전 중의 빗길, 빙판길 등의 날씨 관련 정보도 제공받아 운전자가 해당 구간에서 속도를 미리 감속할 수 있다. 이같은 정보 신호는 자동차가 시속 100km이상 달리거나 산길, 터널 등 주요 지형을 통과할 때에도 전혀 끊어짐이 없다. 부산에 도착할 때에도 차선마다 분리된 칸막이형 톨게이트 대신에 육교처럼 생긴 하나의 큰 톨게이트가 왕복 12차선 도로 위로 세워져 있어 자동차는 주행속도 감속없이 차선을 변경하면서도 톨게이트 아래를 통과하면 통행료가 바로 정산된다.

정체·사고 줄여줄 스마트 하이웨이

상상만 하던 기술이 이제 우리 앞에 다가왔다. 지난 2007년부터 산학연 전문가들로 구성



2011년 상반기 스마트 하이웨이 서비스 구성도.

하여 미래의 도로교통기술 연구개발을 진행해 온 ‘스마트하이웨이사업단’은 이같은 기술들을 실현하기 위해 2011년 중부내륙 고속도로 내 여주시험도로(총길이 7.7km 구간)에서 현장 시연을 실시한 것이다.

이 현장 시연에서 사업단은 △자동차의 ‘주행로 이탈예방 서비스’ △레이더 전파탐지 기술을 기반으로 한 ‘도로 낙하물(낙석 등) 검지 및 정보 제공 서비스’ △하이패스 톨게이트들을 하나로 통합한 ‘스마트 톨링 서비스’ △무선통신으로 주변차량에 전방의 사고차량 정보를 제공하는 ‘긴급상황 알림서비스’ △차량 간 단말기를 통해 정보를 교환하는 ‘무선 통신 서비스’ △차량 단말기를 통해 목적지까지 주요 통과지점 지·정체 정보를 제공하는 ‘가상 도로전광판(VMS) 서비스’ △‘차량 연쇄사고 예방 서비스’ △무선통신을 이용한 인터넷 검색서비스 등 8가지 서비스를 선보였다.

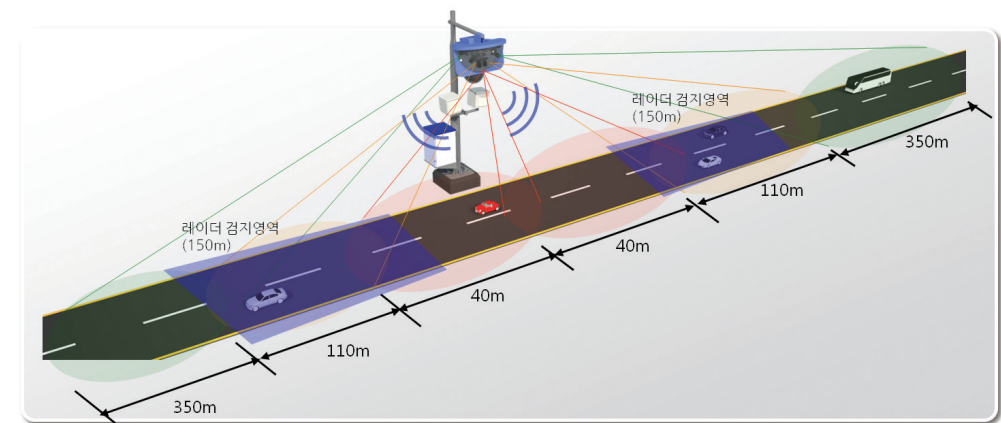
이중에서도 최근 빈번하게 발생되고 있는 고속도로 자동차 연쇄 충돌 또는 추돌사고를 예방하는 ‘차량 연쇄사고 예방 서비스’가 가장 주목받고 있다. 서비스 구현 과정을 보면, 중앙차로에 서 있는 사고 차량을 첨단인식장치들이 파악한 후, 사고지점에서 1km 떨어진 자동차의 단말기 화면에 사고 정보를 영상으로 제공하며, 자동차의 단말기를 통하여 정보를 제공받은 운전자는 사전에 대비할 수 있다. 더욱이 해당 차들이 사고 차량에 가까워

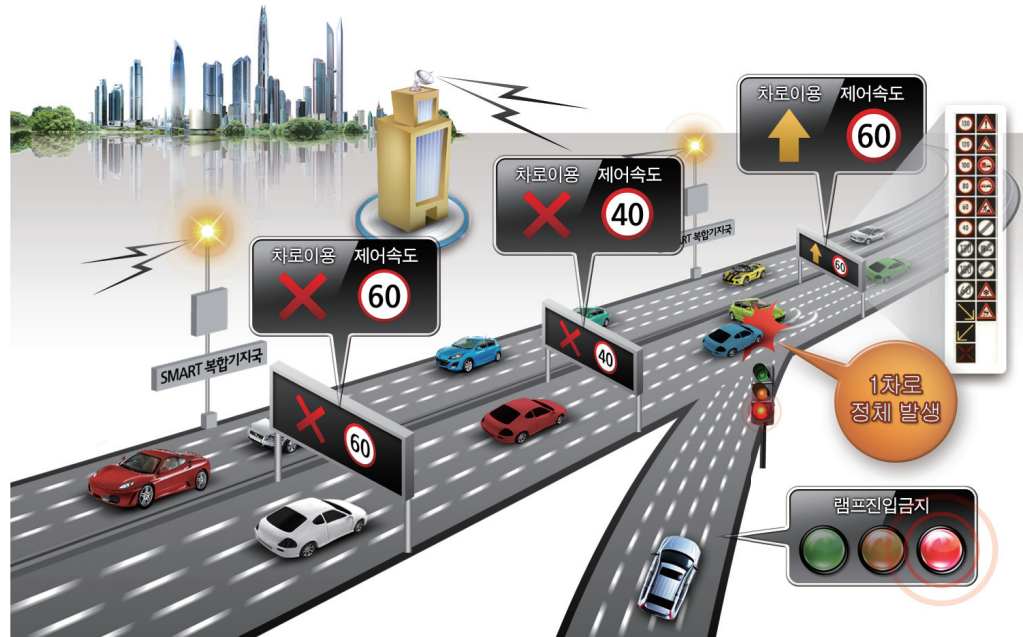
지면 사고 차가 내보내는 “전방 사고차량, 주의하십시오” 라는 메시지가 단말기로 전송되어 운전자들이 재차 주의하며 사고 차량을 피하게 된다. 이 서비스가 실용화되면 고속도로 연쇄충돌 또는 추돌사고나 앞 차량의 급정거, 옆 차량의 갑작스런 끼어들기, 졸음운전으로 인한 주행차로 이탈 등을 미리 대응할 수 있다.

차세대 최첨단 교통 시스템

이런 다양한 서비스 뒤에는 연구진이 개발한 기술이 담겨있다. 갑작스런 돌발 상황이나 낙석, 노면상태 등을 실시간 인식하여 운전자들에게 정보음이나 알람 등을 통하여 위험정보를 제공하는 ‘첨단인식 레이더 장치(Smart-I)’ △고속 주행에서도 기지국과 차량 간, 차량과 차량 간 문자 및 영상 통신이 가능한 ‘도로교통 전용 무선통신망(WAVE: 웨이브)’ 기술 △다양한 통신방식을 수용할 수 있는 복합기지국 구축 기술 및 통신용 안테나 기술 △주행속도 감속없이 차로를 변경해도 자동으로 통행료를 정산하는 스마트 톨링 구축기술 등이다. 특히 이 중에서도 도로전용 무선통신(WAVE) 기술이 가장 중요한 기반 기술이다. 이 무선 통신방식은 기존의 인터넷용 무선랜 통신과 달리 고속 주행에서도 영상신호의 끊어짐이 없다. 즉, 고속도로에서 1km~1.5km 간격으로 설치된 안테나를 통해 차량의 각 단말기에 끊임이 없는 동영상이나 인터넷 접속, 돌발상황 알림 정보(음성/문자), 차량 간 무

SMART-I 시스템 구성도.





네트워크 기반 최적 교통류 유지 및 제어 기술도.

선통신 등이 모두 WAVE 통신으로 가능하다.

사업단은 위의 8가지 서비스 외에도 교통 흐름이 원활하도록 교통량을 분산시키고 조절하는 교통운영기술, 동물이 고속도로에 접근하면 바로 인식하여 동물이 싫어하는 특정 주파수를 발산시켜 동물의 도로 접근을 막는 기술 등도 개발 중이다. 또한 고속도로에서 차량 단말기를 통해 인터넷은 물론 운전자가 알고 싶은 휴게소 정보, 주유소 및 주변 휴양지 정보 등의 정보제공 기술도 준비 중이다.

이런 기술들이 상용화되면 고속도로의 차량 지·정체 감소로 대기오염 배출 감소, 고속도로 자동차사고 50% 이상 감소 등 사회적 비용 감소와 서비스 향상에 따른 운전자들의 운전 재미가 배가될 것으로 예상된다.

스마트 하이웨이, 전 세계로 이어지다

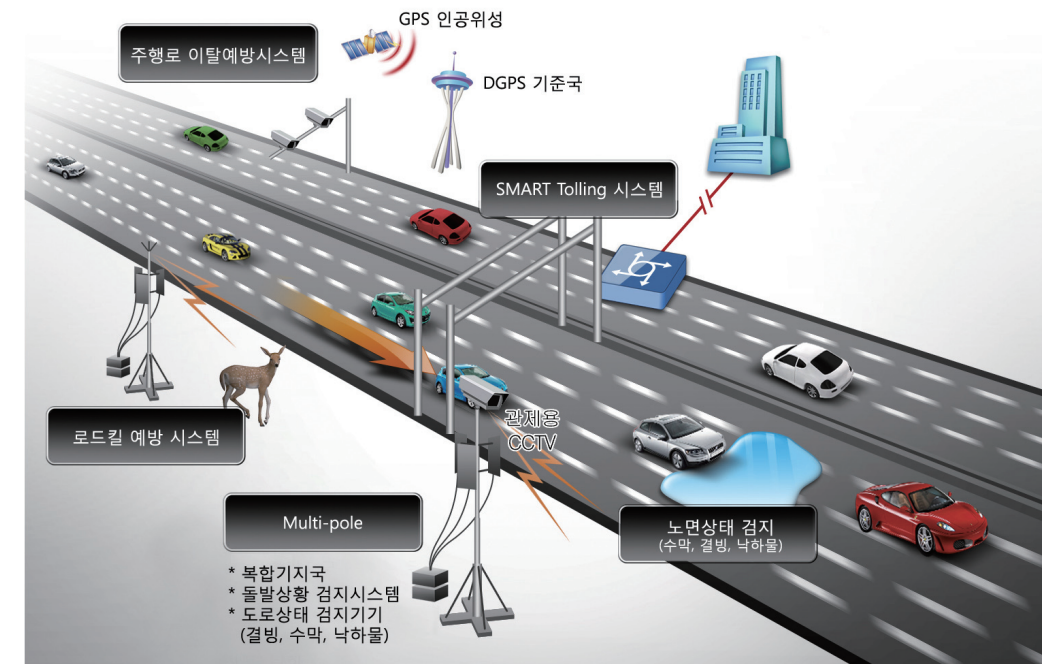
외국의 경우도 미국, EU, 독일, 일본, 벨기에 등에서 스마트 고속도로 관련 사업을 수행 중에 있다. 미국은 전국적으로 차량과 차량, 차량과 도로변간 통신시스템 및 인프라를 구축

해 자동차 교통의 안전성, 이동성 등을 극대화하기 위한 새로운 서비스 실현을 목적으로 중장기 사업을 추진 중이다.

EU는 차량 간 무선통신, 차량과 도로 기반 시설 간 무선통신을 할 수 있는 기술을 개발 중이다. 벨기에는 선도 차량과 후속 차량 간 무선통신을 통해 선도 차량이 후속차량을 자율 제어함으로써 마치 차들이 기차와 같이 일정 간격으로 이동하는 기술을 개발 중이다. 이 기술을 통해 교통의 안전성 및 친환경성 강화를 목표로 하고 있다. 독일은 아우토반 고속도로에서 차량 간 무선통신을 통해 사고를 줄이는 기술을 연구 중에 있다. 일본은 규격을 강화한 초고속도로(Super Highway)를 건설하여 설계속도를 최고시속 140km로 하는 빠르고 안전한 고속도로 사업을 동명(東名)-명신(名伸) 간 고속도로 구간을 대상으로 시범 사업을 추진이다.

우리나라 역시 2014년 정도에 본 기술이 실용화되면 고속도로 운전자 과실로 인한 교통사고가 감소되고 교통 지정체가 해소되어 국민생활이 질적으로 크게 향상될 뿐만 아니라 세계 기술 경쟁력 부문에서도 많은 진보를 가져올 것으로 예상된다.

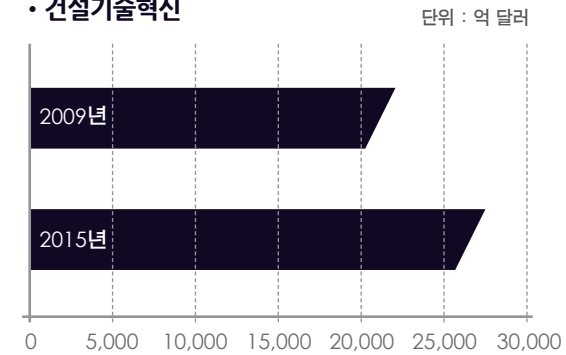
여주 체험도로 구축 및 전체 서비스 구성도.



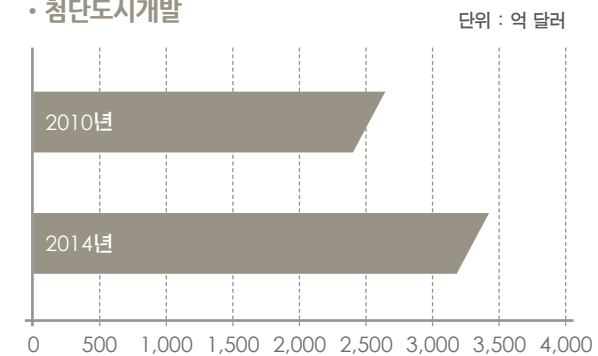
CONSTRUCTION RESEARCH & DEVELOPMENT

건설R&D의 화두인 녹색건설 시장은 초기 성장단계로 범세계적인 수요에 따라 ‘블루오션(Blue Ocean)’으로 떠오르고 있다. 이에 건설 기술혁신, 첨단도시개발, 플랜트기술고도화 3개 분야의 과거 세계시장 규모와 미래 세계시장의 예상 규모를 비교해 보려 한다.

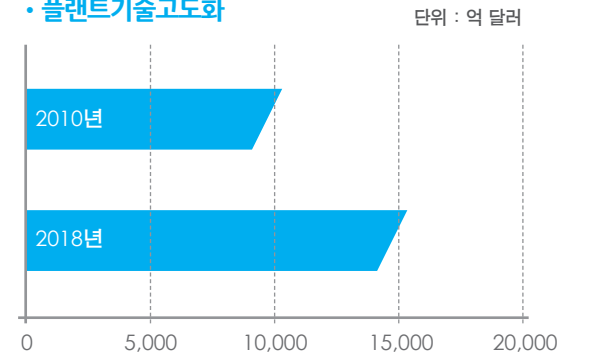
• 건설기술혁신



• 첨단도시개발



• 플랜트기술고도화



자료 : 2011 건설교통기술 글로벌 동향

건설기술혁신사업 녹색성장과 관련된 건설기술의 성장, 중동과 아시아 중심의 투자 활성화를 비롯한 신흥개발국의 경제성장 및 지역 내 경제개발로 건설기술혁신사업은 크게 성장하고 있다. 건설기술혁신사업의 세계시장 규모는 2009년 12월 말 기준 2조 2,363억 달러로 매년 4.3%씩 성장해 2015년에는 2조 7,603억 달러에 이를 것으로 전망된다.

플랜트기술고도화사업 플랜트 사업은 플랜트를 발주자로부터 수주받아 기획, 설계하고 필요한 자재를 조달해 시공하는 모든 분야로 석유화학플랜트, 가스플랜트, 발전플랜트 위주로 시장이 확장되고 있다. 이 플랜트 시장은 전 세계의 상위 10개국이 90%를 차지할 정도로 소수 선진국의 지배력이 강하지만, 2010년 1조 174억 달러에서 연평균 5.3% 성장해 2018년에는 1조 5,260억 달러에 이를 것으로 전망된다.

첨단도시개발사업 첨단도시개발사업은 첨단 IT 인프라와 유비쿼터스 정보서비스를 도시공간에 융합해 혁신적이고 창의적인 도시환경과 무한한 도시가치를 창출하는 지속가능한 미래형 산업으로 시장을 형성하고 있다. 이는 유비쿼터스 도시 건설에 대한 세계 각국의 투자 증가로 관련 산업의 성장과 함께 시장 규모는 2010년 2,640억 달러에서 연평균 6.2% 성장해 2014년에는 3,298억 달러에 이를 것으로 전망된다.

폐기물이 ‘애물단지’에서 ‘에너지원’으로

가연성폐기물 에너지화 플랜트 상용화

“산업폐기물 에너지화 플랜트 기술의 상용화
성공으로 우리나라 폐기물 에너지 플랜트
건설기술을 한 단계 업그레이드 시키다.”

우리나라는 좁은 국토와 부족한 자원에도 불구하고 국외 선진국에 비해 가연성 폐기물 에너지화 분야에 대한 연구와 개발이 미흡했다. 하지만 본 연구를 통해 산업단지에서 발생하는 폐기물을 부존자원으로 에너지원으로 전환하고 이를 다시 에너지화함으로써, 산업단지 환경문제를 해결함은 물론 에너지 이용효율을 높일 수 있고 폐기물로부터 신재생에너지를 생산 이용하는데 크게 이바지할 수 있다. 특히 이번 연구와 함께 개발된 부존자원 에너지화 시스템은 우리 정부의 ‘저탄소 녹색성장’의 정책방향을 주도해갈 수 있는 기술로서, 국내의 모든 산업단지에 적용한다면 산업단지의 환경은 크게 개선되고 기업체의 경쟁력도 향상될 것으로 전망된다.



• 소속기관 (주)유성
• 연구책임자 이강우
• e gapsan@dreamwiz.com
• T 052-240-7355
• 연구기간 2008년 ~ 2011년

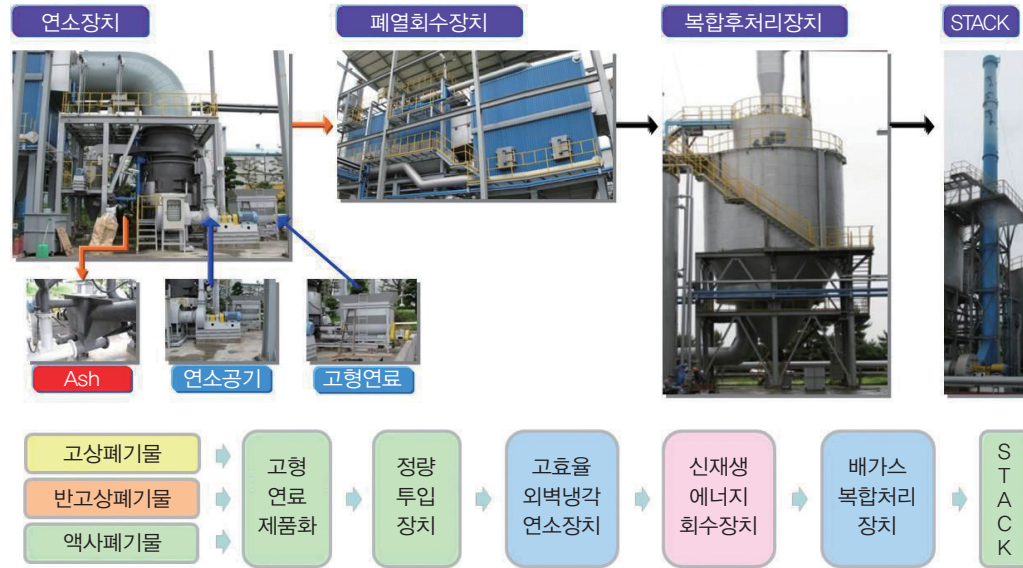
기존 애물단지였던 ‘가연성 폐기물’을 태워 고효율 에너지로 만들어내는 설비(플랜트)가 우리나라에서 상용화됐다.

한국건설교통기술평가원은 지난 2008년부터 4년간 국내 기업체와 손잡고 ‘산업단지 부존자원을 이용한 에너지 회수 플랜트’ 사업을 추진하여 에너지 회수율이 70% 이상인 ‘고형 연료 에너지화 플랜트’ 상용화에 성공했다. 가연성 폐기물을 기존 플랜트 기술로 처리 시 대기오염 배가스 발생 및 잔존 폐기물 발생에 따른 매립량 증가, 폐열 방출에 따른 에너지 회수율 감소 등 문제가 많았으나, 이번에 개발된 산업단지 발생 부존자원(가연성 폐기물)을 이용한 에너지 회수 플랜트는 기존의 문제를 대부분 개선했다.

이제 폐기물도 재활용한다

새로 개발된 에너지 회수 플랜트는 크게 4단계로 구성된다. 1단계로 가연성 고체 폐기물(폐플라스틱 등) 및 액상 폐기물(폐유 등)이 소각용 연료가 될 수 있도록 만들어 주는 ‘전(前)처리 설비’, 2단계로 가연성 폐기물을 태우는 ‘연소설비’, 3단계로 연소로 발생하는 폐열을 모으는 폐열활용설비(보일러), 마지막 4단계로 연소로 인해 발생하는 각종 배가스를

부존자원 복합이용 에너지화 시스템의 구성도



처리하는 ‘배가스 복합처리설비’로 구성되어 있다.

플랜트 동작 과정을 보면, 고체상태 폐기물의 경우 관리가 편하고 에너지화가 용이하도록 플랜트 설비에 넣기 전에 파쇄하고 성형하여 압축 형태로 만들고, 액상 폐기물의 경우 압축성형시 혼합하여 성형하거나 연소기내에 직접 투입할 수 있도록 전처리하여 정량투입 장치로 이송된다. 정량투입장치에서는 연소로 연소상태에 따라 폐기물 고형연료 양을 조절하여 투입한다. 연소설비에서는 부존자원연료가 썩씨 1,500도에서 연소되면서 열 에너지로 전환되며, 발생한 에너지는 보일러(폐열활용설비)에서 회수되어 주변 산업단지 내 공장에서 활용할 수 있는 에너지(스팀, 전기)로서 제공하게 된다. 그리고 연소과정에 나오는 유해물질은 배가스 복합처리설비에서 안전하게 처리하여 대기중에 청정공기만을 내보낸다.

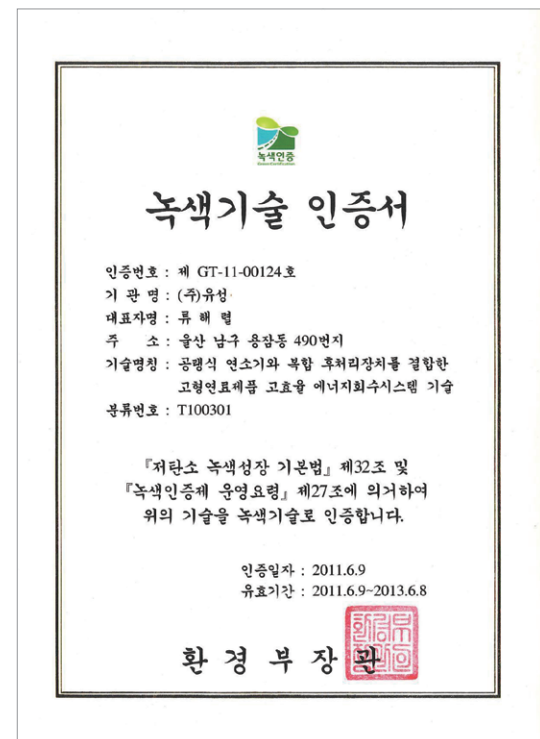
연구팀은 플랜트를 개발과정 중 고체 가연성 폐기물을 성형 압축하는 기술을 확보하였고

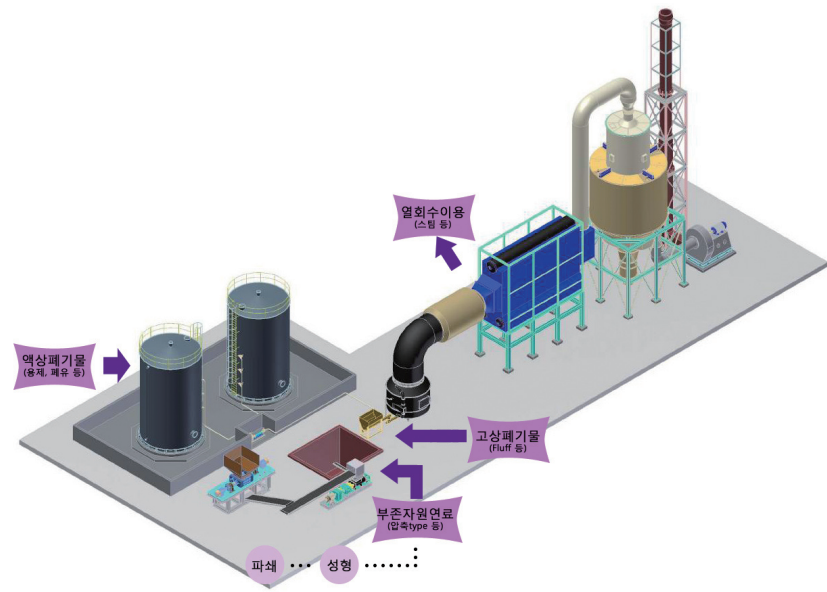
또한 플랜트 단계를 테스트할 수 있는 시험 설비(Pilot Plant)를 2010년 7월 울산시 울주군 당월리에 구축하여 1년 이상 시험가동을 하였을 뿐만 아니라 폐기물 데이터베이스 구축, 에너지 최적화 소프트웨어도 개발하여 이번에 개발한 플랜트와 접목시켰다.

이 플랜트의 에너지 회수율은 생산된 에너지 기준 70~80% 수준으로 기존 기술대비 매우 높게 향상되었으며, 설비 설치면적도 같은 성능의 설비와 비교하여 기존 플랜트의 50%이하로 줄었다. 플랜트 공정의 정지와 재운전시간까지의 가동 대기시간도 기존의 플랜트 대비 50% 이하로 최소화할 수 있는 등 우리나라의 폐기물 활용 에너지 플랜트 기술을 진일보시켰다.

또한 소각하고 남은 폐기물 잔존량은 아주 적은 수준(강열감량 1% 미만)이며, 비산재(날아다니는 타고남은 재) 발생량도 고형화된 연료를 쓰므로 적은 양만 발생된다. 이와 함께 이 플랜트의 연소설비에서는 기존 소각로와 달리 내화벽돌을 사용하지 않고 운전이 가능할 뿐만 아니라, Compact type의 배가스 복합처리장치를 적용하여 내화벽돌의 축열로 인한 에너지 효율증대, 관리영역의 최소화를 통한 유지관리비 절감, 간소화된 설비구성으로 초기설치비 감소와 같은 다양한 문제해결방안을 제시할 수 있게 됐다.

특히 이같은 기술을 통해 녹색인증(공랭식 연소기와 복합 후처리장치를 결합한 고형연료제품 고효율 에너지회수시스템 기술, 제 GT-11-00124호)을 획득하여 우수한 녹색기술로서 다양한 곳에 적용할 수 있는 여건을 확보했다.





가연성폐기물 에너지화 플랜트의 전망

현재 울산 등 영남권에는 석유화학, 철강, 기계, 운송장비, 섬유·의복, 전기전자, 조선 등 다양한 산업단지들이 자리하고 있다. 따라서 이러한 산업단지에서 가연성 폐기물에 대한 에너지 전환 기술을 통해 산업폐기물 배출량을 줄이고 산업폐기물로 생산한 에너지로 주변에 위치한 에너지 이용업체들의 설비를 가동함으로써 석유, 가스 등의 에너지 사용도 절감하는 1석 2조 효과를 누릴 수 있다.

이번 연구는 정부예산이 37억 원, 참여기업이 20억 원 등 총 57억 원을 투입해 시간당 1.5톤의 고형연료를 처리할 수 있는 부존자원 에너지화 플랜트를 상용화했다. 이 설비를 1년간 가동할 경우 생산된 에너지의 판매로 연간 10억 원의 매출 달성이 가능하며 환경 플랜트 사업으로도 연계할 수 있다.

이에 향후 영남권 산업단지에 하루 100톤의 폐기물을 처리할 수 있는 대형 플랜트 17기를 설치해 가동할 경우 3,400억 원 규모의 플랜트 건설 시장 창출은 물론, 연간 950억 원의 에너지 판매 수익과 2,660억 원의 에너지(석유, 가스 등) 사용 절감효과, 폐기물 재활용에 따른 1,380톤 규모의 이산화탄소 배출저감 효과를 창출할 것으로 분석된다.

정부는 2012년까지 가용폐기물의 25%를 에너지로 전환하는 것을 계획하고 있으며, 오는 2030년에는 100% 에너지 전환을 목표로 하고 있어, 이번에 개발된 기술이 이런 정부의 목표에 큰 몫을 담당할 것으로 기대된다.

폐기물 소각을 통한 에너지 생산 대형설비 기술은 독일, 일본, 벨기에, 덴마크, 스위스 등 외국기술에 의존해 왔으며, 국내에서는 자체 기술의 중소형 설비가 대부분이었다. 따라서 이번에 개발된 플랜트 기술을 통해 국내외 기술대체 효과는 물론, 대규모 산업단지에도 적용 가능하다. 또한 소각장, 매립장 등의 기술과 연계한 패키지 또는 신규 조성하는 산업단지에 직접 적용하는 형태로 기술 후발국에 수출도 전망된다.

산업단지에서 발생하는 액상, 부존자원 연료, 고상 폐기물에 대해 복합적인 처리방법으로 에너지화할 수 있는 20ton/day 규모의 부존자원 에너지화 설비(WR2E system).



“

세계 최초 순수 벽식구조 고층건물의
발파 해체 성공으로 환경적, 경제적
도시재생사업을 이끌어 가다.

”

산업화 이후 건설된 많은 시설물들은 이제 노후화되어 본격적인 해체시점을 맞이하고 있다. 그러나 우리나라 해체기술은 다른 건설기술에 비해 후진형으로 장비 및 공법이 낙후됐지만, 안전하고 친환경적인 해체기술이 고려되지 않았다. 다행히 국가적인 지원 아래 첨단 의 안전하고 친환경적으로 무수한 구조물을 해체할 수 있는 우수 공법이 개발됐다. 이러한 기술들이 향후 건설 각 분야에서 적용된다면 건설산업 전반의 기술을 향상시키는 물론 해체기술을 해외에 수출할 수 있는 기틀이 될 것으로 기대한다.



•소속기관 LH
•연구책임자 김효진
•e hyojin@lh.or.kr
•T 042-866-8441
•연구기간 2006년 ~ 2012년

세계 최초로 ‘벽식 구조물’을 발파하여 해체하다

우리나라 아파트 건물 해체 시 기술 적용

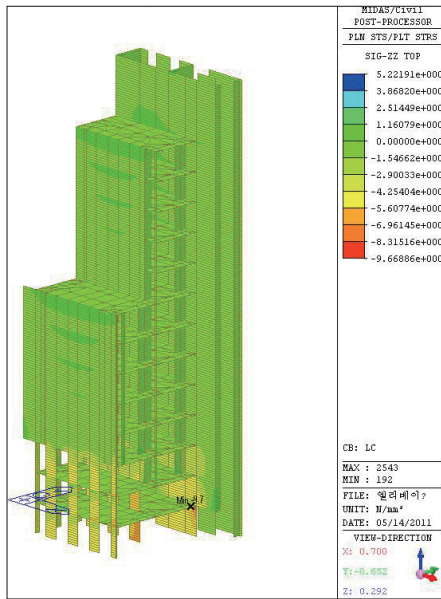


인천 가정동 상아아파트 발파해체 시험시공 모습으로 단 6초 만에 15층 건물이 해체되었다.

“광!~ 광!~ 광!~ 우르르릉!!”

“와아~. 건물 해체 성공!”

2011년 7월 10일 세계 최초로 벽식 구조물에 대한 발파해체가 한국인의 기술에 의해 성공을 거두자, 손에 땀을 쥐고 지켜보던 관계자들과 주민들의 입에서 탄성이 쏟아졌다.



발파해체 사전취약화 안전성해석.

한국토지주택공사(LH)는 2006년부터 연구한 ‘순수 벽식구조 고층건물 발파해체 기술’을 인천 루원시티 도시재생 예정지의 철거예정인 15층(45m) 상아아파트에 적용했다. 건물을 구성하는 주요 블록마다 설치된 화약들이 0.2~0.5초 간격으로 터지면서, 6초 만에 건물 형체가 사라졌다.

세계 최초로 순수 벽식 구조 건물을 해체하다

기존에 해외토팍이나 우리나라 뉴스에서 자주 등장한 건물 발파해체 기술은 기둥-보 등으로 구성된 건물을 무너트리는 공법으로 건물을 지탱하는 구조물, 즉 ‘기

둥’이나 ‘벽’ 그리고 기둥의 하중을 수평으로 지탱해주는 ‘보’ 등에 구멍을 뚫고 다이내마이트를 장착하여 터트리면서 무너트리는 공법이다.

그런데 이번의 신기술은 우리나라 아파트에 가장 많은 순수 벽식구조 건물을 해체하기 위해 개발된 것이다. 즉, 보나 기둥 없이 아파트의 안쪽 벽을 건물 기둥으로 삼아 한층 한층 똑같이 쌓아 올린 건축물을 해체할 때 적용하는 기술이다. 보통 벽식구조 건물은 기둥과 보로 이뤄진 건물(기둥-보 건물)보다 건축 시 층간 높이를 줄일 수 있고 공사비도 절감할 수 있는 장점이 있다. 문제는 건물 해체 시 건물 벽마다 고유한 구조적 역할이 있어, 건물의 일부 구조물을 본격적인 발파 전에 부분해체해야 한다는 것이다. 또한 발파해체를 위한 화약 설치에서도 기둥-보 건물의 경우 기둥에 짧은 구멍을 뚫어 장착하면 되지만, 순수 벽식구조 건물에는 15cm 내외에 얇은 벽에 1~2m 길이로 조심조심 구멍을 뚫고 화약을 설치해야 한다.

다시 말해 벽체에 충격을 주지 않고 화약을 설치해야 하는 고도의 기술이 필요하다. 이를 위해 연구팀은 건물 일부 구조물의 사전 철거 중, 의도치 않게 건물이 붕괴 또는 파괴되는

것을 방지하기 위한 건물 안전성 해석기법을 개발하였다. 그래서 건물의 원 상태를 유지하면서 건물 일부 구조물을 제거하는 기술을 확보했다. 또한 발파해체 붕괴예측 시뮬레이션 프로그램을 개발하여 상아아파트 해체에 적용했다. 앞으로 이 시뮬레이션 프로그램을 통해 해당 건물의 어느 부분 구조물을 미리 철거해야 하고 어느 위치의 벽에 화약을 설치하면 안전하게 해체할 수 있는 지 예측할 수 있게 됐다. 이와 함께 발파 시 문제가 되는 뿌연 분진을 통제하는 제어기술인 물대포, 분진 제어용 망 등 분진 확산 방지 기술을 상아아파트 해체에 적용하여 기존에 아파트 해체 시 나오는 분진의 양을 30분의 1로 줄이는 성과도 거뒀다.

더욱이 발파 해체 시 지반에 대한 충격진동으로 인한 주변 건물 안전에 영향을 주는 것을 방지하기 위해 충격진동을 예측하는 ‘충격진동 시험기’를 개발하여 특허 출원을 했다. 그래서 해당 규모의 순수벽식 구조건물에 어느 정도의 화약을 사용하면 지반에 어느 정도 충격을 준다는 것을 예측할 수 있게 됐다.

연구팀은 건물해체 전 일부 구조물을 제거할 때 사용가능한 무인 해체장비 및 로봇, 친환경 건식 절단해체 장비 등도 개발하여 건물 해체를 위한 사전 작업을 사람 대신 무인 장비나 로봇이 담당하도록 했다. 건축건물 해체 및 폐기 단계에서 이산화탄소 발생량도 예측하고 평가하는 프로그램을 개발하여 상아아파트 발파해체 사례에 적용함으로써 기존의 건설업이 온실가스 발생량 예측을 주로 건설 단계에서만 적용하던 것을 해체 단계까지 확

발파해체 개발프로그램의 상아아파트 붕괴거동 사전예측 시뮬레이션

구분	0.0~0.09sec	2~2.5sec	3.8~4sec	5.5~6sec
사전 예측 시뮬레이션				



친환경 건식
절단해체장비(좌)와 건물
해체전용 워터젯로봇(우).

장시켰다.

환경과 경제를 모두 고려한 '발파해체공법'

구조물 해체공법이 가장 먼저 성공한 국가는 미국으로 1947년 구조물 발파해체를 처음으로 성공했으며, 이후 영국, 스웨덴, 일본 등 전세계로 확산됐다. 중국에서는 연간 약 3,000개 이상의 노후 건물에 대해 구조물 해체공법을 적용하고 있고 우리나라는 지난 1991년 한화가 서울에 위치한 2층짜리 군 시설을 구조물 해체공법으로 해체시킨 뒤 현재 매년 해체공법 적용 건수가 늘어나고 있다.

이처럼 화약을 이용한 구조물 해체공법이 계속 증가하는 이유는 경제적인 이유 때문이다. 기계적 방식으로 부수어 철거할 경우 시간이 오래 걸리고, 분진과 소음이 장기화되어 주변에 피해우려가 크다. 일반적으로 장비 대여와 인건비를 계산하면 8층 이상의 건물은 직

접 부수어 해체하는 것보다 발파해체공법을 쓰는 편이 비용이 적게 들고 친환경 요소까지 고려하면 구조물 해체공법이 더 매력적이다.

우리나라는 산업화가 된 지 40여년이 경과하여, 앞으로 도심지 건물발파 해체 시장이 급성장할 것으로 보인다. 지난 2005년 우리나라의 구조물 해체 시장 규모는 1조 5,739억 원(109만호에 적용)에서, 2015년에는 273만호 해체에 5조 7,300억 원, 그리고 2025년에는 618만호 해체에 11조 8,500억 원 규모가 될 것으로 예상된다. 더욱이 국내 대부분의 아파트는 물론 홍콩, 싱가포르 등 고밀 도시국가 건물이 순수벽식 구조물이라는 점을 감안하면, 우리나라의 '순수 벽식 구조물 해체 기술' 및 그와 관련된 파생기술들은 국내 수요는 물론 기술 수출이라는 성과도 이뤄낼 것이다. 앞으로 우리나라 기술진들이 우리 기술로 해외에서 건물들을 깔끔하게 해체한 뒤 이마의 땀을 닦으며, 방긋 웃는 모습을 해외토평 뉴스에서 볼 날이 멀지 않았다.

친환경 자동 비계시스템.



지상 및 지하시설물의 실시간 관리로 대형사고 예방한다

유비쿼터스·GIS 기반 도시시설물 관리기술 개발

“

우리 스마트 기술로 관리하는
스마트 도시가 펼쳐지다.

”

우리나라는 급속한 도시화로 혁신적이고도 압축적인 도시발전을 이루었지만, 그 이면에는 가스폭발사고, 건축물 붕괴사고 등 아픈 기억도 있다. 또 복잡한 도시 시설물이 양산되어 이를 관리하기 위한 비용이 지속적으로 증가하고 있다. 이에 눈에 보이지 않는 지하시설물에서부터 생활에 밀접한 기간시설에 이르기까지 책임 있는 유지관리기술의 필요성이 절실해졌다. 본 연구는 우리가 생활하는 도시를 GIS, ITS, 유비쿼터스 등 첨단기술과 건설 인프라와의 융복합화로 즉각적이고 정확한 도시 관리를 위해 개발되었다. 현재 세종시에 테스트베드를 구축, 그동안의 성과품을 실험 중이며 이를 통해 새로운 도시환경 구축은 물론 고용 창출과 신수종의 산업이 형성될 것으로 기대한다.



•소속기관 한국건설기술연구원
•연구책임자 류승기
•E skryu@kict.re.kr
•T 031-910-0388
•연구기간 2007년 ~ 2012년

영하 15도를 넘나드는 겨울철 한밤중에 갑자기 도심의 지하 상수도관이 파열되면서 미세하게 물이 새기 시작했다. 그로부터 5분 후 상수도관 복구작업반이 출동해 1시간 만에 수리했다. 만약 복구 시간이 지체 되었더라면 상수도관이 터져 그 일대 아스팔트가 빙판길로 변하고 다음 날 출근시간에 극심한 교통혼잡 현상을 겪었을 것이다.

본 연구 개발의 상용화로 모든 사물이 IT기반 네트워크로 연결돼 통합 정보망을 이루는 ‘유비쿼터스(Ubiquitous) 기술’이 도심 시설물에 적용되면 이같은 사고 예방이 가능해질 것이다.

실시간으로 도시를 지키다

한국건설기술연구원 등 국내 연구팀은 지난 2007년부터 ‘공간정보 기반 도시 공공시설물 관리 지능화 기술개발 사업’을 수행해 유비쿼터스 기술과 3차원 상의 지리 정보 제공시스템(GIS)을 통합한 ‘u-GIS(유비쿼터스 지리정보 제공시스템) 활용 도시시설물 관리 기술’ 연구를 수행했다. 그리고 지난해 △신호등, 가드레일, 가로수, 중앙분리대, 가로등, 전봇대 등 도시 지상시설물을 실시간 모니터링하는 방법 및 관련 ‘소프트웨어’ △네



트위크 상에서 시설물 관련 사건·사고를 감지하고 해당 정보를 무선통신으로 전송해주는 ‘USN(Ubiquitous Sensor Network: 유비쿼터스 센서 네트워크)용 센서’ △USN용 센서가 전송해주는 위치정보 데이터나 현장 영상정보를 관제센터로 전송하는 기능을 하는 ‘게이트웨이(Gateway)’ 장치 등을 개발했다. 그리고 이 세 가지 기술이 하나로 묶여 ‘지상시설물 USN 패키지’로 명명됐다.

연구팀은 지상시설물 USN 패키지 외에도 △지하시설물도 실시간 관리하기 위한 지하시설물 탐지용 센서, 게이트웨이 장치, 관리 프로그램 등을 통합한 ‘지하시설물 센서 네트워크 패키지(USN Package)’ △지상 및 지하의 모든 도시시설물을 통합 관리하는 운영체제(플랫폼) 등도 개발 중이다. 이 도시 시설물 통합관리 운영체제가 완성되면, 관제센터는 USN용 센서가 보내주는 위치 정보를 기반으로 게이트웨이 장치를 통해 CCTV로 사고지점을 확인하고 즉각적인 후속 조치를 할 수 있게 된다.

연구진은 이 기술 개발을 통해 지상 및 지하의 모든 시설물을 유비쿼터스 기술로 실시간

관리해 사건·사고 예방은 물론 사건·사고 시 중앙관제센터를 통한 신속한 대처를 준비 중이다. 즉, 1994년 서울 아현동 도시가스 폭발사고, 2003년 2월 대구 지하철 참사, 승례문 화재 등 대형 참사를 사후에 대처하기보다 사전 예방하거나 24시간 관리로 보다 신속한 대처를 하여 인명 및 재산피해를 최소화하려는 것이다.

특히 지하시설물 센터 네트워크 기술이 완성되면 상·하수도, 가스, 통신, 전기, 송유관, 난방열관 등 7대 지하시설물의 위험요소를 관리하게 되어 대형 사고를 예방할 수 있다. 또한 기존에 지하 시설물 사건·사고 처리 때마다 도로굴착 등의 시설물 유지 관리비용을 50% 이상 절감할 수 있게 된다. 현재 지상시설물 탐지 통신용 전파가 땅속에 들어가면 물, 흙, 금속 등에 방해받기 때문에 별도의 기술을 필요로 한다. 이에 연구팀은 땅속에서도 활



용할 수 있는 자기장을 이용한 통신기술을 개발했다. 자기장 통신은 지하로 내려가도 영향을 받지 않는다. 연구팀은 지하 2m까지 자기장 통신을 통해 탐지 센터가 작동하는 것을 확인했다. 현재 주파수 범위로는 자기장 통신이 최대 지하 10m까지 도달하는 것을 연구팀은 확인했다. 그래서 2015년경까지 기술개발이 완성되면 땅속 직접 들여다보지 않고도 지하 시설물의 실시간 관리가 가능해질 전망이다.

이외에도 연구팀은 충청남도 연기군 세종시의 96번 국도 일부 구간의 가드레일에 자동차 등의 사고 충격 감지를 위한 USN용 센서와 게이트웨이 장치 등의 패키지를 구축하여 기술검증 및 개선을 위한 현장 시험을 하고 있다.

똑똑한 도시를 준비하다

미국은 정보격차 해소를 위해 휴대폰 인터넷에 쓰이는 와이파이(Wi-Fi) 통신기술을 모

든 시민에게 값싸고 편리하게 제공하여 사용자(시민)의 정보활용 기회를 확대하고 이를 위한 정보 인프라 구축 강화 및 정보 기반 산업 및 정보 관련 산업들을 촉진시킴으로써 상호 연계해 발전시키려는 노력을 하고 있다. 싱가포르도 무선통신망 확충 및 도시기능과 무선통신망의 통합을 목표로 각종 사업을 추진 중이다.

우리나라의 경우 USN(유비쿼터스 센터 네트워크) 관련 핵심 제품들은 외국에 의존하고 있다. 또 국내에서 사용 중인 지리정보 제공 시스템(GIS) 관련 제품들도 90%가 외국산이다. 그럼에도 다행인 점은 GIS 관련 국내 업체들이 보유하고 있는 IT기반 운영 시스템이 세계적 수준에 와 있다는 것이다. 따라서 이번 연구 개발된 센서, 게이트웨이 장치 등이 상용화 되면 기존에 사용하던 외국 제품에 대한 수입대체 효과는 물론 수출까지 가능할 전망이다. 그밖에 농업, 광업, 어업, 상업, 건설 등 타 산업에 관련 시설물을 관리할 때에도 본 연구에서 개발한 기술들을 적용하면 시설물 관리 효율성이 크게 개선될 것으로 예상된다. 이와 함께 기존에 시설물 위치정보 및 이력정보 등 단순 정보만 관리하던 단계에서 벗어나 3차원으로 실시간 정보를 통합 관리함으로써 국가 및 지역단위의 도시 시설물의 관리체계 수립, 시설물의 안정성 확보 및 대국민 편의성 증진 등이 기대된다.



한국의 천연가스 액화기술, 세계로 나간다

LNG 액화플랜트기술 개발

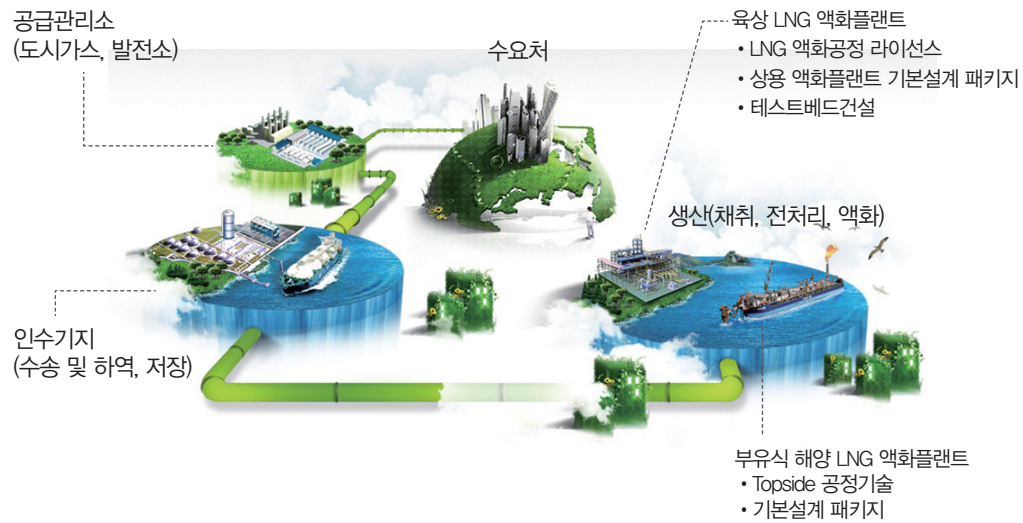
“
높은 부가가치의
LNG 액화플랜트기술 개발로
에너지 미래 연다.”

에너지의 확보는 전 세계적 관심사이지만, 특히 우리나라의 경우 국가적으로 에너지원 확보에 대응하고 몇몇 해외 선진국들이 독점한 LNG 플랜트 분야의 시장 진입을 위해 독자적 천연가스 액화공정을 가지는 것이 중요했다. 이에 본 연구 개발이 완료되는 2014년에는 천연가스 에너지 기술의 핵심인 액화공정의 자체 라이선스 소유는 물론 LNG 액화기술의 세계 5위로 기술경쟁력을 확보하여 막대한 경제적 파급효과를 일으킬 것으로 기대한다.

- 소속기관 한국가스공사
- 연구책임자 최건형
- e kevin@kogas.or.kr
- T 032-810-0356
- 연구기간 2008년 ~ 2014년



건물의 난방, 집안 온수, 요리(가스렌지) 등에 두루 사용되는 천연가스는 이미 우리 생활의 일부가 되었다. 이러한 천연가스는 외국의 가스전으로부터 가스 상태로 채취가 되는 데, 천연가스의 부피가 크기 때문에 이 상태로 국내까지 수송을 하기에는 적합하지 않다. 그렇기 때문에 천연가스를 저장 또는 수송하기 위한 방법으로 크게 3가지를 들 수 있다. 배관을 사용하여 기체 상태 그대로 수송하는 PNG(Pipe-line Natural Gas)와 천연가스를 압축 한 다음에 압력 용기에 넣어서 수송하는 CNG(Compressed Natural Gas), 마지막으로 천연가스를 가스 상태에서 액체 상태로 바꾸고 이를 수송하는 LNG(Liquefied Natural Gas)가 그것이다. 가스전의 대부분은 중동 지역 등에 분포되어 있기 때문에 선박 등을 사용하여 수송을 하는 것이 일반적이고 PNG는 육상용 수송에 적합한 방법이므로 적용하기 어려운 방법이다. CNG의 경우에는 압력이 높은 천연가스를 원거리·장기간 선박에 저장하게 되면 누설 위험이 있기 때문에 마찬가지로 적합한 방법은 아니다. 그러므로 천연가스를 원거리·장시간에 걸쳐 수송 할 수 있는 현실적인 방법은 천연가스를 액체로 만든 다음, 액체 상태의 천연가스를 선박을 사용해 수송하는 방법이다.



LNG 액화플랜트(LNG Plant)와 부유식 해양 LNG 액화플랜트(LNG-FPSO)의 개념도.

LNG 공정과 시장구조

일반적으로 기체 상태의 천연가스를 액체로 만들기 위해 천연가스의 온도를 약 -160°C 의 초저온 상태까지 온도를 낮추게 되는데, 이와 같이 온도를 낮추어서 가스 상태를 액체 상태로 바꾸는 것을 과학적 용어로 ‘액화(Liquefaction)’라 한다. 따라서 땅 속에서 뽑아낸 천연가스를 액체 상태로 바꾼 것을 액화천연가스(LNG)라 한다.

천연가스를 ‘액화’시켜 액체 상태로 바꾸면 부피는 기체 상태의 600분의 1로 줄어든다. 이렇게 천연가스를 압축시켜 액체 상태로 만드는 이유는 기체일 때 보다 수송이나 관리가 용이하기 때문이다. 일례로 전 세계 바다를 누비는 LNG운반선은 많은 양의 천연가스를 운반하기 위해 LNG 액화 플랜트(설비)에서 천연 가스를 액체 상태로 만든 것을 배에 실어 수송한다. 최근에는 직접 선박에 액화 설비를 갖춰 천연가스를 배에서 액체 상태로 변환시키는 기술이 개발 중이다.

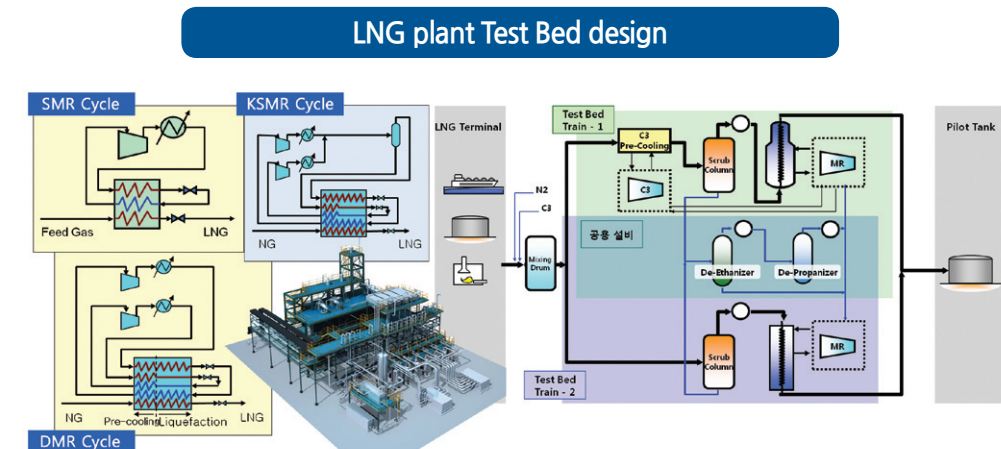
천연 가스를 액체 상태로 변환시키는 기술은 미국, 프랑스, 영국(네덜란드 공동 개발), 독

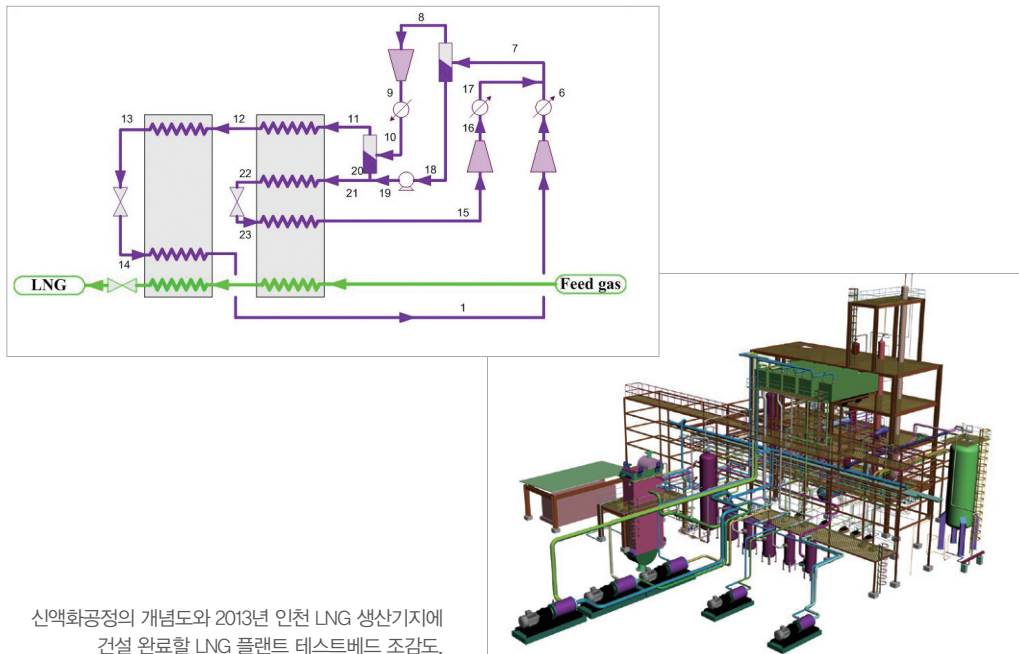
일 등 몇몇 선진국들이 현재 독점하고 있다. 대표적인 회사로는 ConocoPhilips, APCI, IFP Axens(이상 미국 회사), Technip(프랑스 회사), Shell(영국-네덜란드 합작사), Statoil-Linde(독일 회사) 등이 있다.

이런 선진국의 기술 의존도에서 벗어나 우리나라만의 천연가스 액화 기술을 개발하기 위해 한국가스공사 등 국내 연구진은 지난 2008년부터 한국형 ‘LNG 플랜트 개발 사업’을 수행하여 기본 단계의 개발을 마치고, 실제 개발한 기술을 실현시키기 위해 2011년 5월 인천 LNG 생산기지에서 ‘LNG 액화시험설비(또는 테스트베드)’를 착공하였다.

한국형 LNG 액화플랜트

2013년 완공될 ‘LNG 액화 시험설비’는 각 기능별 단위설비가 융합된 첨단 설비이다. 우선 △액화 시험설비에 들어가는 기체 상태의 천연가스를 안정화시키는 ‘원료가스 조절설비’ △냉매를 압축하여 액화설비의 열부하를 줄여주는 ‘냉각 설비’ △압축된 냉매를 사용하여 냉열을 만들어내고, 이를 이용해 천연가스를 액화시키는 ‘액화설비’ △액화가 되지 않은 가스를 분리해 내는 설비 △천연가스에서 열을 빼앗아 온도를 낮추는 매개체 역할을 하는 냉매를 별도로 저장하는 ‘냉매저장탱크’ 등으로 구성되어 있다. 이 설비는 하루 100톤의 천연가스를 액체 상태로 변환시키는 능력을 갖추도록 설계됐다. 또한 LNG 액화 시험설비에 적용된 공정은 92% 이상의 액화효율을 가지며, 선진국 기술보다 액화시키는 공





정을 단순화했다. 이는 최근에 LNG 액화 공정을 단순화하여 설비 규모 자체를 줄여 중소
형으로 가려는 세계적 추세와도 부합되는 것이다. 천연가스를 액화시키는 데 있어 선진국
기술 대비 35%의 에너지 소비를 절감하여 에너지 효율적인 설비가 되도록 했다. 연구진
은 이같은 다양한 기술들과 관련해 총 8건의 관련 특허를 등록했거나 출원한 상태다.

연구진은 시설 완공 후 1년 여간 천연가스를 액화하는 테스트를 거쳐 기술의 완성도를 높
인 후, 2014년까지 연산 500만톤 규모의 상용 LNG 액화플랜트 공정 설계를 완료할 계획
이다. 사업이 끝나면 선진국 대비 90% 기술수준을 달성해 LNG 액화 기술 세계 5위의 기
술경쟁력을 확보하게 된다.

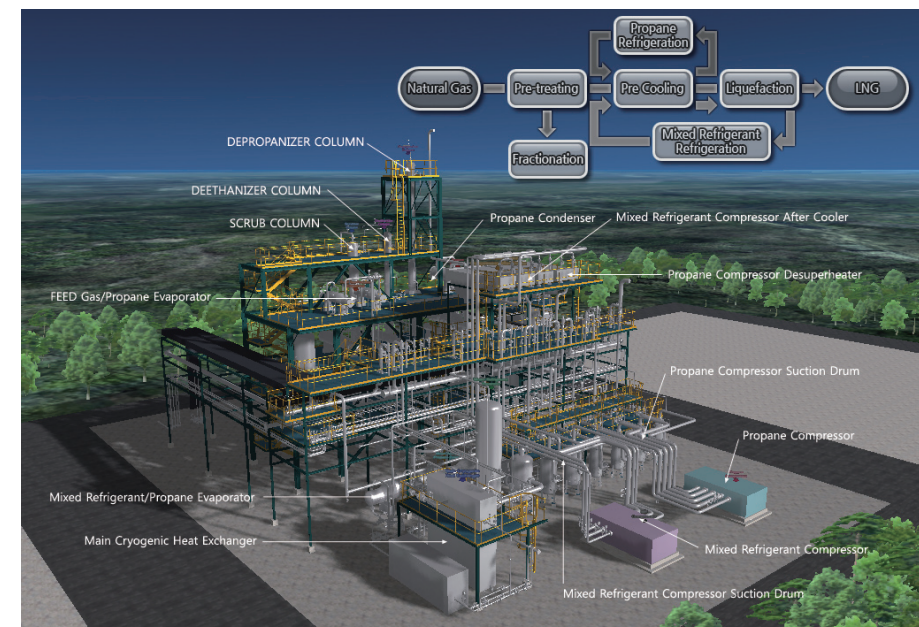
이렇게 되면, 우리나라는 선진국과의 특허분쟁에서 벗어나 독자적인 LNG 플랜트 EPC(설
계, 조달, 시공) 기술을 보유하게 되고 특허료 절감에 따른 6,000억 여원의 수입대체 효과
를 얻을 것으로 예상된다. 더불어 우리나라가 해외 LNG 플랜트 건설 사업에 참여 가능한
자격도 갖추게 된다. 보통 해외 LNG 플랜트 건설 사업은 건당 10조 원 이상의 규모인 만

큼, LNG 액화설비 기술 확보 시 막대한 경제적 파급 효과를 기대할 수 있다.

이외에도 한국형 LNG 플랜트 구축에 따른 국산 기자재 사용 비율 증가로 관련 국내 부품
소재 산업으로 긍정적 파급은 물론 국내 석유화학업계와 연계하여 천연가스 속에 혼합되
어 있는 ‘산업용 소재로 쓰이는 가스’를 별도로 모아 산업용 소재로 만들고 천연가스도 액
화시키는 ‘LNG 복합 플랜트’ 구축에도 기여할 전망이다.

미래 LNG 플랜트 수출에 앞서 인천에 건설될 LNG 액화 시험설비는 해외발주처들에게
신뢰를 주며, 기술 수출의 선봉장 역할을 할 것이다.

Test Bed Train1의 구성도. 원료가스 공급설비, 예냉설비, 액화설비, 천연가스 분리설비, 냉매저장탱크 등의 주요
설비로 구성된다.



TRANSPORTATION

공공 인프라적 성격이 강한 교통분야는 유비쿼터스 등 관련 기반기술의 발달에 따라 효율성과 안정성을 모두 갖춘 교통R&D로 사회적 요구가 증대되고 있다. 또한 건설과 마찬가지로 저탄소 녹색성장과 결합하여 녹색성장형 교통산업을 구축하고자 한다. 이에 교통R&D의 유망기술로 발굴된 우수성과 8선을 선보인다.

교통체계
효율화사업

미래도시철도
기술개발사업

미래철도
기술개발사업

항공선진화사업

Korea Institute of Construction
& Transportation Technology
Evaluation and Planning

대중교통이 똑똑해진다

스마트 대중교통 서비스 기술 개발

“이용자 중심의 편리하고 고도화된 대중교통이용환경 제공으로 교통체계 선진국으로 나아갈 것이다.”

우리나라의 대중교통수단이 차지하는 비중은 2010년 기준 전체 여객통행의 30.8%로 승용차 28.8%보다 큰 비중을 차지한다. 그러나 대중교통의 정보공급은 이용자에게 일 방향형식으로 제공되어 자신이 원하는 시간과 장소, 내용, 전달매체로 제공받지 못해 불편 요한 대기시간을 낭비하거나 이용할 차편이나 장소를 놓치는 등 불편을 야기했다. 이에 본 연구는 한국형 ‘이용자 맞춤형 대중교통정보제공시스템’을 개발, 첨단정보통신기술을 기존 대중교통서비스에 접합시켜 언제, 어디서나 개인과 공공에게 맞춤형 교통정보를 지원하는 스마트한 대중교통 환경을 구현하였다. 본 연구의 상용화는 물론 더 발전된 IT 기술과 교통산업인프라의 활용으로 우리나라가 교통체계 선진국으로 앞장서길 바란다.



• 소속기관 국토연구원
• 연구책임자 류재영
• e jyryu@krihs.re.kr
• T 031-380-0334
• 연구기간 2007년 ~ 2011년

수원에 사는 A씨는 오늘이 서울의 모 병원으로 정기 검진을 받으러 가는 날이다. 집앞 버스 정류장에 나가면 한쪽에 설치된 안내단말기(BIT: Bus Information Terminal)에서 도착 예정 버스들의 번호와 예상 대기시간이 나타난다. A씨는 주머니에서 TV 리모콘을 축소한 형태의 ‘스마트 리모컨’을 꺼내 1번 버튼을 누르자 목적지인 병원으로 가는 버스의 번호들과 예상 대기시간이 나타난다. 이어 리모컨 버튼을 또 누르자 버스 번호별 예상 소요시간, 환승방법 등이 나온다. A씨는 시간이 가장 적게 걸리는 번호의 버스에 올라타 운전석 위에 설치된 ‘통합버스정보 장치’를 바라본다. 이 장치의 화면에서는 정류장별 도착예정시간은 물론 주식, 환율, 날씨 등 정보가 자막으로 나타나고 주요 뉴스도 방송된다. 한참 가던 중 앞선 차들 간의 교통사고로 도로가 정체되기 시작하자, A씨는 다시 ‘스마트 리모컨’을 꺼내 통합버스정보 장치를 향해 1번 버튼을 누르자, 목적지인 병원으로 가는 정보들이 나타난다. A씨는 제시된 정보에 따라 다음 정거장에서 내린 뒤 지하철로 갈아탄다. 그리고 휴대폰 기능의 스마트폰을 꺼내 초기 화면에서 자동차 모양의 아이콘을 터치하니 현재 위치 및 실시간 대중교통 정보가 나타난다. A씨는 스마트폰의 정보로 교통편을 재확인한 후 목적지인 병원에 도착한다. A씨는 환승함으로써 버스만 탔을 때보다 30분 가량 시간을 단



첨단 대중교통 정보시스템 개발로 인해 바뀌게 될 미래 생활상.

축할 수 있었다.

이같은 상황은 국토연구원이 지난 2007년부터 ‘이용자 맞춤형 대중교통 서비스 기술개발’ 사업을 수행하여 현재 부산에 시범 적용 중인 기술을 전국 단위로 상용화시켰을 때의 모습을 재현한 것이다.

대중교통 서비스 더 똑똑해지다

연구팀은 2007년부터 2011년까지 연구를 통해 △버스 정류장에서 기본 버스운행 정보제공은 물론 이용자 맞춤형 정보도 제공하는 ‘버스정류장 스마트 안내단말기(BIT)’ △버스 안에서 수요자가 필요로 하는 정보를 제공하는 ‘통합버스정보 장치’ △BIT와 통합버스정보 장치를 무선으로 조작하여 수요자가 원하는 정보를 찾아주는 ‘스마트 리모컨’ △언제 어디서나 휴대폰을 사용하여 대중교통정보는 물론 교통정보에 맞춰 개인 일정 관리도 할 수 있는 모바일용 스마트폰용 ‘앱(App) 프로그램’을 각각 개발했다. 또한 부산 해운대구 일대 정류장에 ‘스마트 버스 안내단말기’ 5대, 해운대구를 다니는 19대 버스 내에 ‘통합버스정보 장치’를 각각 설치하여 시범 운영 중이다.

이같은 스마트 대중교통 기술이 확대되어 상용화되면 단일 교통수단이 아닌 다양한 대중교통 수단을 하나의 시스템으로 연계하여 종합 대중교통 정보 제공이 가능해진다. 특히 버스정류장 스마트 안내단말기나 버스 내의 통합버스 정보 장치는 다양한 대중교통 수단

을 조합하고 승객의 연령을 고려하여 효율적인 이동경로 정보 및 이용자의 특성(통근 특성, 이용시간, 업무, 취미)에 따른 부가 정보를 제공할 수 있다. 가령 실시간 뉴스나 특정 버스정류장 주변 문화/관광명소, 맛집, 쇼핑 등의 정보를 자막과 함께 동영상으로 제공할 수 있다.

스마트폰용 앱 프로그램을 통해서도 대중교통정보와 연동하여 개인 일정관리를 할 수 있다. 즉 출퇴근부터 각종 모임, 세탁물 찾아오기 등을 시간에 따라 입력하면 해당 일정 중 대중교통을 활용하는 일정은 대중교통 정보와 연동된다. 가령 앱 프로그램은 오전 9시 출근시간, 저녁 7시 모임 등에 대한 교통정보를 제공한다. 그래서 실시간 교통정보와 함께 일정관리를 할 수 있게 된다. 또한 자가용 운전 시에는 앱 프로그램이 똑똑한 내비게이션 역할까지 하여, 교통정체를 우회하여 빨리 갈 수 있는 도로 정보를 제공할 수 있다.

이같은 스마트 교통기술은 도시가 하나의 IT정보망으로 통합하는 ‘유비쿼터스 도시(U-city)’ 구축의 기반기술로 발전할 수 있으며, 효과적인 정보전달 시스템 기능을 넘어서 이용자의 안전성 및 편의성 증진이 기대된다.

맞춤형 대중교통정보 제공을 위해 개발된 연구품은 기기별 동일한 사용자나, 콘텐츠 등을 적용하여 상호연계 시킴으로써 이용자들이 손쉽게 사용할 수 있도록 설계됐다.





한국형 스마트 대중교통 서비스의 경쟁력

외국의 경우 미국은 자동위치확인시스템(AVL: Automatic Vehicle Location)을 도입하여 버스회사의 관제센터에서 실시간으로 버스 위치를 확인하고 버스 배차관리 및 차

량 고장 등 돌발 상황에 대응하고 있다. 이 기술은 인공위성이 차량의 위치를 자동으로 탐지할 수 있는 위치측정시스템(GPS)용 안테나를 버스에 장착해 인공위성이 차량의 현재 위치에 대한 위도와 경도 데이터를 관제센터로 보내면, 관제센터 전광판(전자지도)에 차량의 위치와 속도, 주행경로 등의 정보가 실시간으로 나타난다. 그래서 관제센터에서 모든 버스의 운행을 관리하여 승객에 대한 서비스 제공에 만전을 기하고 있다.

호주는 퍼스(Perth) 지방에서 버스, 기차, 페리(선박)를 하나로 묶은 트랜스퍼스



스마트BIT(상), 차내장치(하)는 정류소와 버스에 설치되어, 이용자 맞춤형 센터와 양방향 통신을 통한 실시간 맞춤형 교통·부가정보를 제공한다.

(TransPerth)라는 통합 대중교통시스템을 운영한다. 그래서 승객은 티켓 1장으로 3가지 교통수단을 모두 이용할 수 있다. 이 시스템은 버스, 전철, 철도, 페리 간 환승시간표, 정류장 검색 기능 제공하여 승객들이 최단시간에 목적지에 이동할 수 있도록 해주고 있다. 일본은 버스의 정시성과 효율적인 운영을 목표로 버스 도착시간, 현재 위치정보 등을 실시간 제공하는 다양한 프로젝트를 수행하여 상용화하고 있다.

우리나라도 본 연구를 통해 개발된 한국형 ‘이용자 맞춤형 대중교통 정보제공시스템’의 상용화를 앞두고 있다. 이 기술의 상용화는 첨단정보통신기술과 접합된 대중교통 서비스를 통해 이용자가 꼭 필요한 통행서비스 정보를 신속히 원하는 시간과 공간에서 제공하고 다양한 부가정보를 추가 제공하여 보다 편리하고 고도화된 대중교통 이용환경을 제공할 것이다. 또 교통약자와 장애우에 대한 장애 유형별 맞춤형 정보와 기기제공, 특별 교통수단에 효율적으로 이용될 것이다.

그 외에도 본 연구 성과적용 활성화에 따른 대중교통 이용편의 향상으로 전체 승용차 이용자의 2%가 대중교통으로 전환되면, 연간 55만 톤의 탄소배출 절감과 수요확대에 따른 경제적 효과도 상당할 것으로 전망된다. 이처럼 ‘이용자 맞춤형 대중교통 정보제공시스템’은 승용차의 이용을 억제하고 저렴하고 친환경적인 대중교통 이용도를 높이며, 복지사 회구현으로 삶의 질 향상은 물론 도시환경의 개선에도 기여할 것이다.

언제, 어디서나 모바일 기기를 이용해 대중교통 정보를 활용할 수 있도록 지원하는 어플리케이션.



위험한 고령자 야간 운전, 스마트 전조등이 돕는다

고령운전자 등을 위한 차량의
야간전방 시계향상 시스템 기술개발

“고령운전자의 야간 운전 안전장치,
스마트 전조등으로 길을 밝히다.”

대한민국의 고령자 비율은 전 세계 어느 나라보다 빠른 속도로 증가하고 있고, 고령운전자의 추세는 앞으로도 점차 증가할 것으로 보인다. 따라서 본 연구는 교통 약자를 위한 편의 장치로 지능형 전조등을 개발했다. 이는 교통사고 피해를 줄일 수 있을 뿐만 아니라, DAS(Driver Assistance System)기술의 확보로 세계 자동차 부품산업에서 우리나라 경쟁력을 향상시킬 것으로 기대한다.



• 소속기관 에스엘(주)
• 연구책임자 전상우
• e smartrnd@gmail.com
• T 053-850-8775
• 연구기간 2006년 ~ 2010년

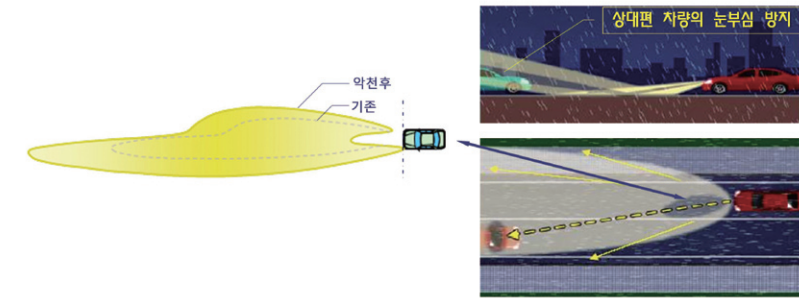
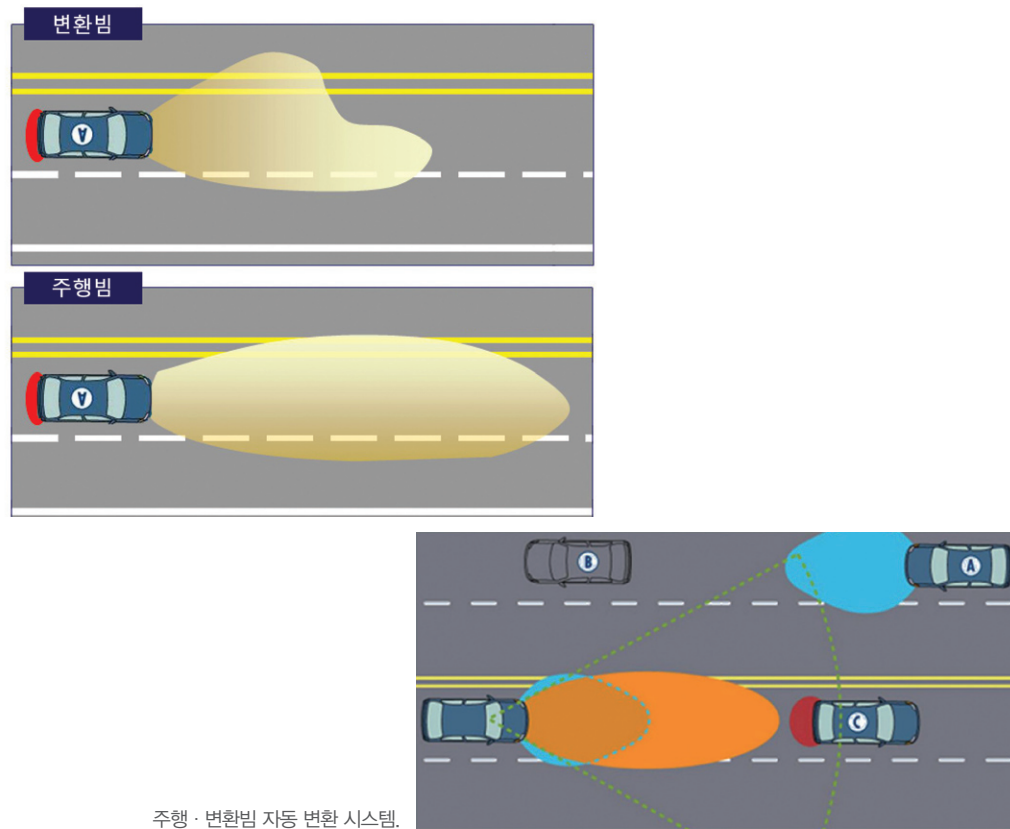
의학기술이 발달하면서 고령인구가 급속도로 늘어나고 있다. 특히 세계에서 노령화 속도가 가장 빠른 우리나라는 2009년에 이미 고령인구 비율이 10%를 넘어선 상태다. 이렇게 고령자 비율이 높아지면 자연스럽게 고령운전자도 늘어나게 된다. 도로교통공단의 예측에 따르면 2020년 경에는 65세 이상의 운전자의 비율이 33.8%에 이를 것으로 전망된다. 10년 후, 도로를 주행하는 자동차 중 3분의 1은 고령운전자가 핸들을 잡는다는 이야기다. 문제는 고령운전자의 부주의로 인한 사고가 갈수록 늘어간다는 것이다. 고령운전자 사고 및 사망 건수는 지속적으로 증가하는 추세다. 국토해양부에 따르면 2008년 기준 65세 이상 고령자 교통사고 사망자수는 인구 10만명당 34.6명으로 OECD 주요국가 평균의 4배나 된다. 고령운전자 교통사고가 전체 교통사고에서 차지하는 점유율도 지난 2000년 1.2%에서 2009년 5.2%로 급증했다. 고령자 교통사고를 획기적으로 감소시키기 위한 대책 마련이 시급한 상황이다.

고령운전자들이 가장 불편함을 느끼는 부분은 야간이나 우천 등 전조등이 필요한 상태에서 시야 확보다. 현대·기아차에서 국내 고령자 245명을 대상으로 차량 이용 시 불편함을 느끼는 항목을 조사한 결과, 야간 주행할 때 마주 오는 차량의 불빛이 불편하다고 지목한

답변이 40.4%로 전체 1위를 차지했다. 이와 함께 비가 올 때 시야 확보가 어렵다는 답변이 35.1%, 야간 헤드램프 조절이 불편하다는 답변이 33.1%로 나타나 고령자를 위한 스마트한 전조등 개발의 당위성을 설명하고 있다.

전조등 자동 전환으로 야간 시야 확보

국토해양부와 한국건설교통기술평가원, 한국건설기술연구원이 공동으로 진행하는 교통체계효율화사업 중 하나인 ‘고령운전자 등을 위한 차량의 야간전방 시계향상 시스템 기술 개발’ 과제는 이런 문제를 해결할 수 있는 똑똑한 전조등을 만드는 기술이다. 에스엘(주) 연구팀이 2006년 10월부터 2010년 6월까지 3년 9개월간 개발한 이 지능형 조명 시스템은



악천후 적응형 조명 자동 변환 시스템.

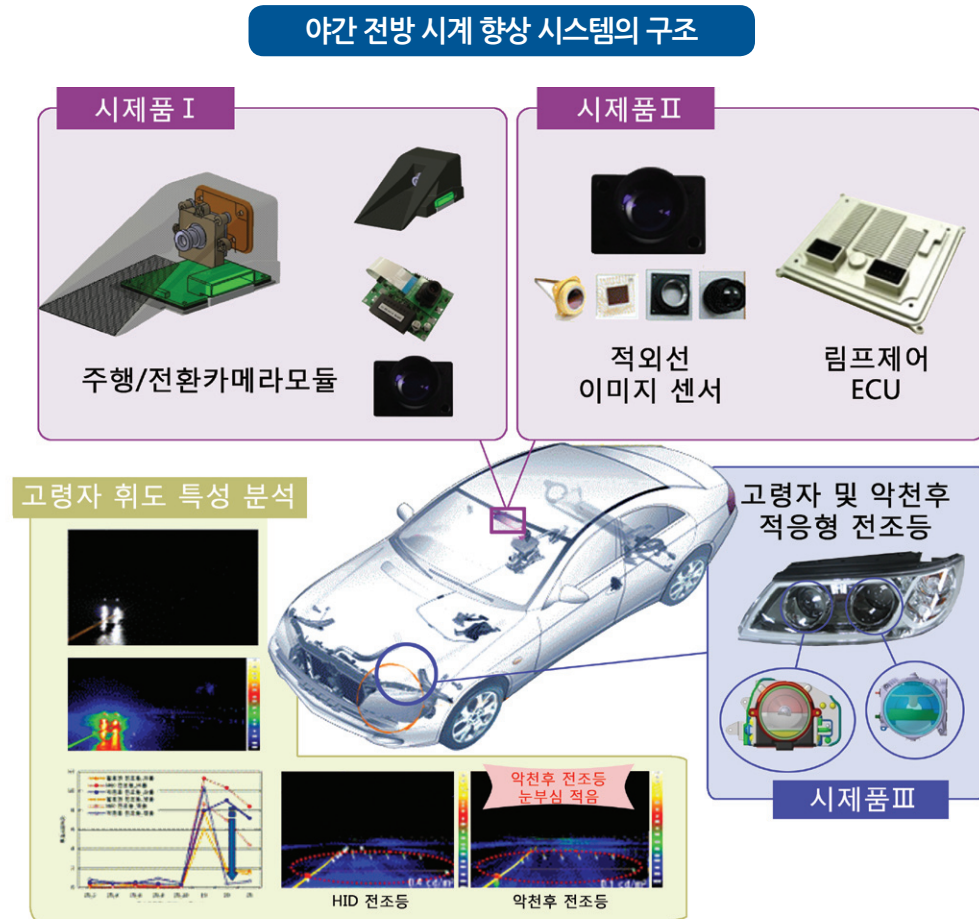
한 마디로 전방에 있는 카메라 센서를 이용해 마주 오는 차량을 파악하고, 자동으로 전조등을 변환하거나 조절하는 것이다. 또한 악천후로 시야가 제한될 때도 자동적으로 최적화된 전조등으로 전환해 사고 위험을 줄인다.

야간 주행에 있어 전방 시야 확보를 위한 전조등의 역할은 필수적이다. 그러나 운전자의 시야를 확보해주는 주행빔(상향) 전조등이 마주 오는 차량에게는 막대한 부담이 된다. 상대 운전자의 시야에 눈부심 현상을 초래하기 때문이다. 지속적인 눈부심 현상은 눈에 큰 피로를 주며, 심한 경우는 야간 교통사고를 야기시킬 수도 있다. 이러한 이유로 야간 주행 중에 마주 오는 차량이 존재할 때는 변환빔(하향) 전조등을 켜도록 하는 의무 규정이 있으나, 운전자가 일일이 변환시켜야 하는 불편함 때문에 거의 지켜지지 않는 실정이다.

하지만 이번에 개발된 지능형 조명 시스템을 사용하면 주행빔 전조등으로 인한 불편을 손쉽게 해결할 수 있다. 이 기술의 ‘주행·변환빔 자동 변환 시스템’은 적외선 이미지 센서가 부착된 전방 카메라를 통해 운행 중 전방 차량을 감지하면 저절로 주행빔을 변환빔으로 전환한다. 이는 야간 주행 중 시야 확보에 어려움을 겪는 고령운전자에게 큰 도움이 될 것으로 보인다.

또 하나의 성과물인 ‘악천후 적응형 조명 자동 변환 시스템’은 우천 조건에서 시야 저하를 막아주는 시스템이다. 연구팀은 우천 시 빛의 산란으로 인한 운전자의 시야 저하를 해결하기 위해 악천후 상황에서의 최적 조명 패턴을 설계·해석하고, 악천후 판단 알고리즘을 개발해 최적의 조명 패턴을 구현했다. 특히 상대편 차량의 눈부심 방지까지 계산돼 사고





확률을 더욱 낮췄다.

차량 추적 알고리즘 등 활용 기대

지능형 조명 시스템을 개발하면서 얻게 된 값진 기술도 있다. 야간 상황에서 일반 카메라는 빛 번짐 현상 등으로 인해 상대 차량에 대한 정보를 획득하는 데 어려움을 겪는 것이 일반적이다. 연구팀은 이 문제점을 광대역 CMOS 이미지 센서를 사용해 해결, 전방 카메라를 이용해 악조건에서도 차량을 인식하는 데 성공했다.

한편 마주 오는 차와 선행차를 검출·추적하는 알고리즘 개발도 중요한 성과 중 하나로 꼽힌다. 지능형 조명 시스템은 상대 차량의 특징을 추출하기 위해 먼저 카메라를 통해 입력된 전방 영상의 노이즈를 제거하고, 적응적 임계값 처리를 통해 불빛 정보를 추출한다. 연구팀은 이렇게 추출된 정보를 통해 차량의 특징인 형태와 크기, 이동 궤적 정보 등 전방의 차량을 추적하는 알고리즘을 구현해냈다.

결과적으로, 이 모든 것들이 종합된 지능형 조명 시스템은 향후 야간 및 악천우 시의 교통사고를 방지하는 데 큰 역할을 할 것으로 예상된다. 또한 이번 과제를 통해 확보된 카메라 센서 기술과 차량 추적 알고리즘이 지능형 차량 충돌방지 시스템 등에 활용되면 더욱 안전한 교통 시스템을 만드는 데 기여할 수 있을 것으로 전망된다.

상황별 스마트 전조등 적용 모습



“

DMT 수송시스템은 철도와 도로간 연계수송의 한적저항을 획기적으로 완화시킬 최첨단 한적시스템이다.

”

지구 온난화의 주범인 온실가스 배출을 줄이는 일은 이제는 선택의 문제가 아니라 절박한 생존의 문제로 다가오고 있다. 그러나 경제성 또한 외면할 수도 없다. 따라서 ‘온실가스 감축’과 ‘경제성 확보’란 두 마리 토끼를 동시에 잡을 최적의 방안이 무엇인지 깊은 고민을 했고 답을 찾고자 많은 노력을 기울였다. 이제 본 DMT 시스템이 적용된 구체적인 사업화 방안 실현에 힘을 모아 ‘친환경 녹색물류’인 철도물류 활성화를 이룸으로써 우리나라를 비롯한 전 세계에 기여하고자 한다.



- 소속기관 범창종합기술
- 연구책임자 최근
- e azguri@naver.com
- T 02-570-1567
- 연구기간 2007년 ~ 2011년

물류유통 혁명 가져올 첨단 기술 집약체

철도물류 활성화를 위한 DMT 수송시스템 개발



수평이송장치(HTS ; Horizontal Transfer System)의 모습.

교통수단과 정보통신기술의 눈부신 발전으로 최근 택배와 같은 물류유통이 크게 늘었다. 그런데 국내의 경우 이렇게 급증하는 물류의 간선수송을 대부분 도로에 의존하고 있는 실정이다. 만약 복합물류기지간의 간선수송을 철도가 분담하게 된다면 어떻게 될까? 전체적으로 물류비용의 절감 및 효율화가 가능해질 것이다.

현재의 도로교통 중심 단일운송체계는 화석연료의 과다사용을 초래하게 된다. 이는 필연적으로 온실가스 배출 및 유가 상승으로 인한 물류비용의 증가를 야기하는 심각한 문제다. 또한 자·정체 등 도로운송의 부담 자체도 증가해 사회적 낭비가 적지 않았다.

도로교통 중심 단일운송체계의 해결방안은 간단하다. 각 운송수단별로 효율적으로 운송





화차에서 트레일러로 옮기는 수평이송장치 환적 작동 과정.



을 분담하게 하는 복합연계수송이 그것이다. 문제는 철도운송과 도로운송간의 연계시스템이 원활하지 못하다는 데 있다. 도로와 철도간의 연계상태가 미비한 데다 특별한 적재 시스템을 갖추지 못한 화물들은 적재에 들어가는 비용 및 시간이 상당했다. 때문에 물류수송에 있어 엄청난 병목현상이 항상 벌어지는 것이다.

도로-철도간 자체 환적 가능한 획기적 기술

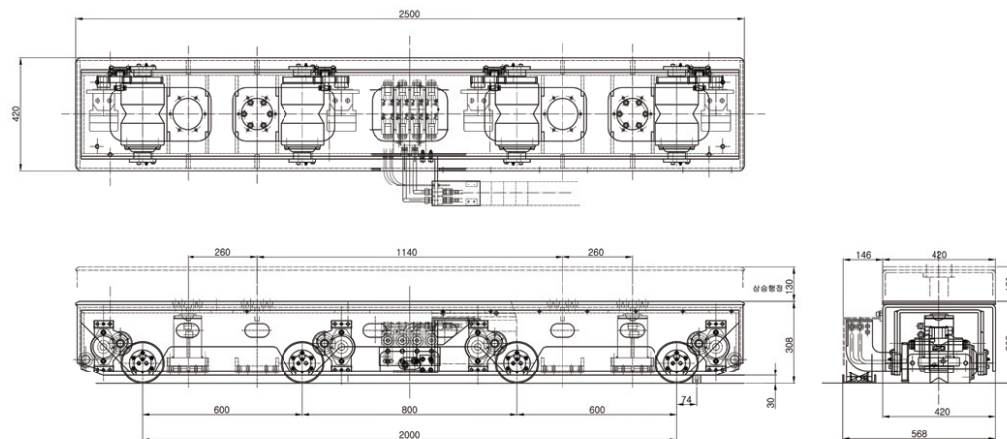
국토해양부와 한국건설교통기술평가원, 한국건설기술연구원이 공동으로 진행하는 교통체계효율화사업 중 하나인 DMT(Dual Mode Trailer)수송시스템은 별도의 환적장비 없이 도로와 철도간 자체 환적과 셔틀운송을 할 수 있는 획기적 기술이다. 화물트럭용 트레일러에 자체 개발한 수평이송장치(Horizontal Transfer System, HTS)를 장착하여 환적 및 셔틀운송을 병행할 수 있는 이 시스템을 이용하면 하역작업 시간을 대폭 단축할 수 있다.

기존 철도와 화물차간 화물을 옮기는 데는 1량당 평균 5분의 시간이 소요됐으나, 이번에 개발한 DMT를 활용할 경우 소요 시간을 절반 수준으로 줄이는 것이 가능하다. 또한 높

은 초기 투자비용에도 불구하고, 기존 시스템과 비교해 에너지 소비량을 36%까지 절감 가능해 DMT를 설치한 후 3년 후에는 투자비용을 상쇄할 수 있다는 분석이다. 여기에 철도와 해상용 컨테이너 국제 규격을 채택하고 있어 이 트레일러를 이용하면 일반도로용 컨테이너에서 철도로, 철도에서 바로 선박으로 이어지는 등 물류의 이동이 자유로워진다는 점도 이 시스템의 큰 장점이다.

범창종합기술 연구진이 2007년 12월부터 2011년 12월까지 4년간 개발한 DMT 수송시스템은 두 개의 초음파 센서를 활용한 정위치 인식 시스템 등 최신 첨단기술의 집약체라고 할 수 있다. 그중에서도 가장 중요한 것으로 평가받고 있는 기술이 바로 수평이동장치(Horizontal Transfer System, HTS)다. 이는 기존 컨테이너의 수직 상하역 환적방식에서 탈피해 수평이송을 통한 환적이 가능하도록 개발된 DMT 수송시스템의 핵심장비다. 32톤 이상 고중량의 컨테이너를 유압시스템으로 움직여 상승, 수평이동, 하강 등의 작동을 자유자재로 할 수 있는 이 장비는 순수 국내 자체기술로 개발한 원천기술로 현재 국제특허 출원 중이다.





시범운영된 부산지역 구내 작업선 모습과 HTS 내부 구조도.

국제 경쟁력 확보, 해외 진출도 기대

DMT 수송시스템은 DMT 트레일러 구동형, DMT 전용 컨테이너 스탠드, DMT 시설물 구동형 등의 다양한 방식을 통해 환적작업을 한다. 각 방식의 특징은 다음과 같다.

트레일러 구동형은 트레일러에 장착한 정위치 인식 시스템을 활용해 화차와 트레일러를 정렬한 후, 트레일러에 탑재한 수평이송장치(Horizontal Transfer System, HTS)를 이용해 트레일러와 화차 간 컨테이너를 환적하는 것이다. 이는 취급물량 및 환적 처리 요구시간에 따라 DMT 트레일러 장비배치 수량의 조절이 가능하다는 장점이 있다. 또한 외부의 동력 지원 없이 트럭의 자체동력만으로도 운용이 가능하다.

컨테이너 스탠드를 활용하면 트레일러에 장착한 HTS를 이용해 화물차량과 스탠드 간 컨테이너 직접 환적이 가능하다. 별도의 환적장비 없이 컨테이너 상하역이 가능하다는 장점이 있다.

시설물 구동형은 화차와 트레일러 사이에 시설물(Buffer)를 설치해 시설물에 탑재한 HTS의 작동원리를 이용, 화차→시설물→트레일러 또는 트레일러→시설물→화차 간 양방향으로 컨테이너를 환적하는 것이다. 터미널에 전용 환적라인을 별도로 설치해 운용해야 하지만, HTS의 활용도가 높고 일시적인 보관기능도 가능하다.

고무적인 것은 이 시스템이 1990년대부터 DMT 수송시스템을 개발해 온 유럽 등 선진국들의 시스템과 비교해도 뒤떨어지지 않는 경쟁력 있는 기술이라는 점이다. 때문에 철도 전문가들은 이 기술의 향후 전망에 대해 긍정적으로 보고 있다. 국내 실용화 단계를 거친 이후 철도 개발도상국들의 철도인프라 확충에 따른 기술 진출, 대륙철도 환적시스템 적용 등 해외 진출 가능성이 높다는 것이다. 또한 이를 활용해 철도에서 철도로의 새로운 환적 기술을 개발할 수 있을 것으로도 예상되고 있다.



미래 도시철도의 선두를 이끌 차세대 전동차

국내 최초 직접구동전동기 개발 및 시제차량 제작

“ 국가의 기술경쟁력 상승, 운영기관은
차량운영유지비 절감, 승객에게는 저비용의
편리한 서비스를 제공하는
차세대 전동차. ”

지구온난화가 사회적 문제가 되자 운영기관에서 좋은 전동차 시스템을 선택하는데 에너지 절약이 큰 판단요소가 되고 있다. 이에 국내전동차는 저항 차를 시작으로 여러 신기술을 도입, 차량개발을 추진해 왔다. 하지만 이들 차량시스템의 높은 완성도에도 불구하고, 여전히 운영 및 에너지 효율적 측면에서 개선점이 요구되고 있었다. 따라서 차세대 도시철도 시스템은 획기적으로 에너지를 절감하면서도 수송의 안정성을 향상시키고 유지보수성을 개선할 수 있도록 관련 핵심기술을 개발하려 했다. 차세대 전동차의 개발은 국가는 물론 운영기관, 승객에 이르기 까지 다양한 서비스를 제공함은 물론 도시철도기술을 선도하고 친환경 녹색 철도 구현에 이바지 할 것으로 기대한다.



• 소속기관 한국철도기술연구원
• 연구책임자 김길동
• e gdkim@krti.re.kr
• T 031-460-5710
• 사업기간 2005년 ~ 2011년



차세대 전동차로 연구개발된 차량의 외부 디자인.

2012년 2월 2일 출근 시간, 지하철 1호선 전동차가 고장나 한파 속 직장인들이 큰 불편을 겪는 사고가 발생했다. 전동차 고장 사고는 이날 퇴근 시간에도 이어졌다. 수색역에서 갑자기 멈춰선 전동차는 6분간 움직이지 않았고, 이 사고로 전동차에 탑승했던 승객 150여 명이 다른 전동차로 갈아타는 소동이 벌어졌다. 영하 10도가 넘는 한파 속에 전동차가 멈추는 바람에 출퇴근 시간 시민들의 발이 묶였다. 이 사고는 각종 뉴스와 언론사에서 았다 뒤 ‘출근길 대혼란 사고’로 보도할 만큼 큰 사건이었다.

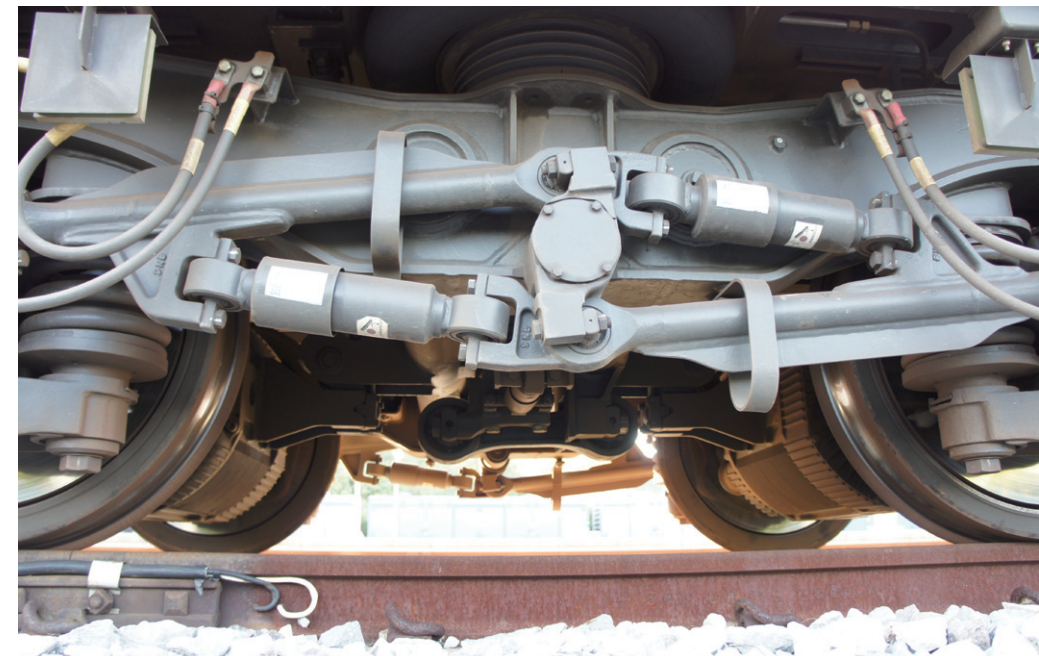
사고 원인은 55년만에 찾아온 2월의 기록적인 한파로 인해 출입문이 열고 제동장치가 고장난 것이라고 알려졌다. 그러자 혹한 속에서도 전동차가 안전운행을 할 수 있도록 대책을 마련해야 한다는 목소리가 높아졌다. 한파나 폭우 등 날씨에 영향을 받지 않고 전동

차를 이용할 수는 없을까? 버스나 택시 등이 도로에 발이 묶여도 전동차를 이용하면 제 시각에 도착할 수 있다는 믿음을 시민들이 가질 수는 없을까? 최근 개발된 차세대 전동차가 이런 문제들을 해결해 줄 수 있을 것으로 기대되고 있다.

전기로 달리는 전동차의 등장

전동차는 궤도 위에 전차선을 가설하고 가선(架線)으로부터 전원을 공급받아 운행하는 동력분산식 동차로, 전기동차라고도 한다. 전동차가 최초로 등장한 것은 1888년이다. 기존의 증기기관차는 석탄을 사용했기 때문에 도심운행에서 매연이 문제가 됐다. 이에 전기를 사용하는 전기동차가 개발돼 미국 버지니아주에서 실용화에 성공한 후 각지로 퍼졌다. 우리나라에서는 1974년부터 출퇴근, 통학용 등 유용한 대중교통수단으로 이용되고 있다. 버스나 택시와 달리 교통체증이 없고 저렴한 요금체계와 도착지까지의 시간 계산을 비교

시험운전으로 누적 주행거리 2.7만km를 달성한 차세대 전동차.



차세대 전동차의 핵심기술 중 하나인 직접구동전동기(DDM)용 주행장치의 실모습. 이 기술은 차세대 전동차의 주행 안전성과 승차감을 높여준다.

적 정확히 할 수 있다는 장점으로 인해 서민들이 많이 애용하고 있다.

현재 우리나라에는 7,000량 이상의 전동차량이 운행되고 있다. 초기에는 전동차를 제작할 기술력이 부족해 일본에서 구입해 왔다. 1980년대 초까지만 해도 저항차량, 초퍼차량, VVVF차량의 핵심기술은 모두 해외에서 수입했다. 때문에 도시철도 운영기관의 운영비용 및 유지보수비용이 증가해 문제가 됐다. 현재는 차량 핵심 기술도 국내 기술로 제작된 제품이 운영기관에 공급돼 운행되고 있다. 그러나 차량시스템은 여전히 외국 기술에 의존하거나 기존 기술을 답습하는 수준에 그치고 있다. 기술의 독창성도 없고 시스템적으로도 여러 구조적인 문제를 가지고 있는 것이다.

국내 기술력으로 차세대 전동차 개발

2011년 10월 31일, 국내 기술력으로 선보인 차세대 전동차가 시운전을 마쳤다. 차세대 전동차는 기존의 시스템에서 한층 업그레이드된 기술이 사용됐다. 수송의 안전성을 향상시



키고 유지보수성을 획기적으로 개선시킨 것은 물론 승객들의 편의성도 증진시킨 것이다. 차세대 전동차 개발을 위한 ‘차세대 첨단 도시철도시스템 기술개발사업’은 2005년 시작됐다. 종합시스템 엔지니어링, 차세대전동차시스템개발, 인프라시스템개발, 시험선 구축 분야로 구분해 산/학/연 공동으로 연구를 추진했다. 2011년 말까지 국토해양부 및 민간의 지원을 받아 약 470억 원이 투입된 사업이었다.

이 사업을 주도한 한국철도기술연구원 차세대전동차 연구단은 도시철도분야 핵심기술을 집중적으로 개발해 선진국 중심의 차량기술에서 벗어나 우리나라가 주도하는 핵심기술을 개발했다. 이 개발로 인해 국가에게는 기술경쟁력 제고, 운영기관에게는 차량운영유지비 절감, 승객에게는 저비용으로 편리한 서비스를 제공할 수 있게 됐다.

새롭게 탄생한 차세대 전동차는 기존 전동차에 비해 수송능력이 10% 향상됐다. 차량의 속도 및 가속도가 향상되고 개별제어 백터제어(1C1M)를 통해 견인력도 향상됐고, 또한 추진시스템은 분산제어방식을 적용함으로써 인버터 1대 고장시에도 운행에 지장이 없도록 하고, 부품구성을 개선하여 차량의 신뢰도를 20% 향상했다. 승객 서비스 역시 30% 향

상됐는데, IT 기술을 이용한 정보 서비스를 제공하는 것은 물론 장애인 편의시설 신축, 실내 공간 확대 등의 장점이 있다. 연결 통로문을 없애 통로를 넓혔지만 승객들이 느낄 소음은 감소됐는데, 곡선 구간에 맞게 바퀴 방향을 돌려주는 ‘조향대차’ 방식을 적용했기 때문이다. 조향대차 방식을 도시철도에 적용시킨 것은 세계 최초이다.

반면 에너지는 20% 절감됐다. 차체를 경량 알루미늄을 사용해 경량화하고 고효율 전동기, 에너지 저장장치를 적용해 전력비를 절감한 것이다. 이밖에 환경친화성 10% 향상, 유지보수성 20% 향상이라는 성과를 거뒀다.

차세대 전동차는 2012년 이후 1,224량이 서울메트로 2, 4호선 대폐차로 활용될 예정이다. 2014년까지 10만km 시험주행을 거쳐 2015년부터 부산교통공사 1호선 연장선, 서울메트로 등 전국 도시철도에서 운행될 예정이다.

차세대 전동차의 세가지 타입의 실내 모습. 좌측부터 도심혼잡형 칸, 혼합배치 칸, 첨단형 칸이다.

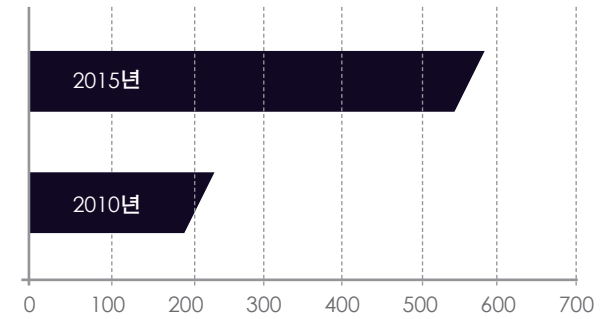


TRANSPORTATION RESEARCH & DEVELOPMENT

21세기 전 세계적 화두가 ‘녹색성장’임에도 불구하고 우리나라 교통부문의 녹색 경쟁력은 2007년 기준, OECD 30개 국가 중 23위로 낮은 수준이다. 이에 교통체계효율화, 미래도시철도기술개발, 미래철도기술개발, 항공선진화 4개 부문 교통R&D의 집중으로 교통부문의 녹색 경쟁력을 높이려 한다. 이 4개 부문은 전 세계적으로도 성장하고 있는 만큼 과거 세계시장 규모와 미래 세계시장의 예상 규모를 비교해 보자.

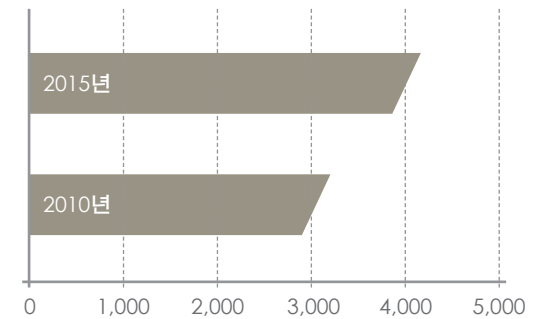
• 교통체계효율화

단위 : 억 달러



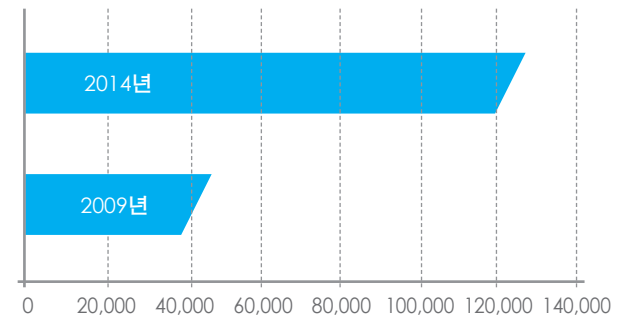
• 미래철도기술개발

단위 : 억 달러



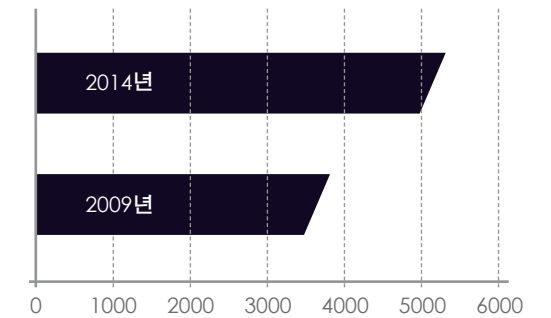
• 미래도시철도기술개발

단위 : 억 달러



• 항공선진화

단위 : 억 달러



자료 : 2011 건설교통기술 글로벌 동향

교통체계효율화 교통체계효율화사업 중 지능형교통체계(ITS)는 교통수단, 교통시설 등에 첨단기술과 교통정보를 접목시킴으로써 교통체계 운영 및 관리를 과학화한 것을 말한다. 이 세계 ITS 시장은 기술의 발달과 정부의 활발한 투자, 민간의 시장참여로 빠르게 성장하고 있다. 이에 세계 ITS 장치 시장규모는 2010년 240억 달러 규모에서 연평균 2.2% 성장해 2015년에는 650억 달러에 이를 것으로 전망된다.

미래도시철도기술개발 도시철도가 신속성, 안전성, 쾌적성을 바탕으로 대도시의 중요한 교통수단이 되자, 전 세계 주요 도시철도 차량회사들은 세계 각국으로 진출 범위를 확대하고 있다. 이에 세계 도시철도 시장규모는 2009년 10조 5,000억 원 규모에서 매년 3.7%씩 성장해 2014년에는 약 13조 원에 이를 것으로 전망된다.

미래철도기술개발 미래철도는 최근 환경에 대한 관심이 커지면서 대량 수송성, 정시성, 저공해성, 쾌적성 등의 장점 때문에 21세기 육상교통의 주력으로 성장하고 있다. 이 고속철도는 유럽과 아시아 지역이 전 세계 노선의 97% 이상을 차지하는데, 미국, 캐나다, 러시아 등의 계획 노선까지 고려하면 고속철도 노선망은 더욱 확대될 전망이다. 이에 세계 철도시장 규모는 2010년 3,206억 달러 규모에서 매년 5.3%씩 성장해 2015년에는 4,147억 달러에 이를 것으로 전망된다.

항공선진화 세계 각국은 항공선진화를 위해 공항 내 안전성 향상 기술개발과 항공정책 추진, 지능형 공항과 차세대 항행시스템의 적용 등 많은 노력을 기울이고 있다. 특히 항공선진국인 미국과 유럽을 중심으로 항공시장 선점을 위한 개발이 진행되고 있어 항공선진화 기술 경쟁은 점점 치열해질 것으로 예상된다. 이에 세계 시장규모는 2009년 3,805억 달러에서 연평균 6.9%씩 성장하여 2014년에는 5,321억 달러에 이를 것으로 전망된다.

첨단과학은 디자인을 만들고 디자인은 속도를 만든다

공력성능 향상 기술

“

무공해의 친환경성과 정시성을 보장하는
초고속철도의 속도 경쟁은 기술선진국의
자존심을 건 경쟁의 장이다.

”

시속 400km급 차세대 초고속열차 개발에서 빼놓을 수 없는 것이 바로 총 주행저항에 80%이상을 차지하는 공기저항의 최소화다. 이 공기저항의 최소화는 열차의 공력 성능을 향상시킴으로써 주행에너지 소모를 감소, 환경 소음을 최소화, 주행 안정성을 향상시킨다. 본 연구는 이러한 친환경적인 장점을 가진 차세대 초고속열차를 연구, 미래 교통수단으로 상용화를 준비 중이다. 앞으로 운행될 초고속열차는 여정에 따른 이동시간을 감소시키며 전국을 동시생활권화하여 국민의 생활환경을 크게 향상시킬 수 있을 것이다. 또한 관련 핵심기술의 국내 확보로 고속철도기술의 선진국으로 발돋움함은 물론 한국형 초고속열차가 또 하나의 세계일 등 수출상품으로 자리 잡을 것을 확신한다.



• 소속기관 서울대학교
• 연구책임자 이동호
• e donghlee@snu.ac.kr
• T 02-880-7386
• 연구기간 2007년 ~ 2012년

우리는 가까운 집 근처의 편의점에서 약속을 잡을 때는 분 단위로 시간을 정한다. 그러나 국경을 넘어야 하는 국제적인 약속을 할 경우에는 정확하게 시간을 잡지 않고 일차적으로 약속날짜만 정해두는 경우가 많다. 이동하는 데 많은 시간이 걸릴수록 오차도 커지고 그에 따라 시간관념도 달라지기 때문이다.

철도의 출현은 인류의 시간감각을 송두리째 바꾸어 놓았다. 기껏해야 말이 가장 빠른 이동수단이던 시절에는 상상할 수도 없는 빠른 속도로 달리는 철도는 멀리 떨어진 곳의 심리적 공간거리를 획기적으로 줄여버렸다. 이동하는 데 드는 시간이 줄어들면서 시간관념 단위도 짧아졌다. 예전에는 날짜 단위로 시간을 세던 사람들이 철도의 등장과 함께 시간 단위, 분 단위로 시간을 이야기하기 시작했다. 새로운 교통수단인 철도의 빠르기와 정시성이 시간을 바꾸어 놓은 것이다. 그래서 철도의 역사는 곧 시간의 역사기도 하다.

시간과 공간을 바꾸어 놓은 철도

철도는 한반도에서도 시간을 극적으로 바꾸어 놓았다. 1899년 한국 최초의 철도인 경인선 위를 달리는 열차는 시속 10km로 노량진에서 제물포까지 3시간 20분이나 걸리는 느린

속도였다. 그러나 이런 속도도 당시로서는 획기적인 것으로 걸어서 예닐곱 시간은 예사로 걸리던 거리가 반으로 줄은 것이었다. 이후로 철도는 지속적으로 속도가 빨라지면서 100여년이 지난 현재는 시속 300km로 달리는 열차가 서울에서 부산까지 불과 2시간만에 주파하고 있다.

한때 철도가 유연성이 큰 도로교통에 비하여 정해진 철로 위를 달려야 하는 철도의 단점 때문에 교통의 중심 자리에서 벗어나게 될 것이라는 전망들을 했다. 그러나 교통량이 폭발적으로 증가하고 자동차 도로 확장에 한계가 오면서 철도의 중요성은 다시 부각되고 있다. 무엇보다 철도기술의 발전으로 현대의 기차가 자동차의 속도를 3~4배 월등하게 넘어서는 터라 철도의 미래를 어둡게 점치는 사람이 이제는 거의 없다. 빠르게 경제가 발전하면서 물류 인프라 확충에 열을 올리는 개발도상국들이 창출해 낼 거대한 해외시장도 한국 철도기술을 기다리고 있다.

한국은 철도의 속도 경쟁에서 비교적 후발주자에 속하지만 빠르게 선진국의 기술수준을 뒤쫓아가고 있다. 한국은 이미 프랑스의 TGV를 도입하여 한국화한 KTX를 개발, 운영한 경험이 있으며 현대로템 등 전동차를 직접 개발하여 생산하는 기술력 높은 기업을 보유하고 있다. 이러한 자산을 바탕으로 첨단 철도 경쟁에 뛰어든 첫 결실이 KTX-산천이다. 한국형 고속철 사업의 일환으로 개발된 KTX-산천은 기존 KTX에 비해 쾌적한 승차감과 빠른 속도로 독자 기술로 개발한 철도의 가능성을 보여주었다.

5량 모델 풍동 실험 모델(좌), 팬터그래프 및 팬터그래프 하우징 풍동실험 모델(우).



한국철도기술연구원에서 개발중인 차세대 고속열차 MEM4-400X의 모습.

상용화를 노리고 있다. 놀랍게도 차세대 고속철도 사업에서는 한국이 다소 앞서 있는 상황이다. 현재 상용 노선에 차세대 고속철이 투입된 사례는 없다. 현재 가장 빠른 상업용 노선이 프랑스에서 운영중인 TGV로 시속 360km다. 차세대 고속열차가 일정대로 개발되어 실제 노선에 배치된다면 세계 최초로 400km급 고속철을 운용하는 셈이다. 상용 노선의 경우 기술의 우수성뿐 아니라 운영 노하우도 중요한 고려사항이라는 점을 생각해보면 세계 고속철 시장을 선점할 기회를 잡는다는 뜻이기도 하다.

속도경쟁의 관건, 형상

많은 사람들이 비행기나 열차에 매력을 느낀다. 빠른 속도가 주는 쾌감이나 첨단 기술의 집약체라는 이미지도 중요하겠지만 유려하고 아름다운 형상이야말로 가장 큰 매력 요인일 것이다. 그러나 이들의 매끈한 디자인이 보기 좋으라고 그렇게 꾸며놓은 것만은 아니다. 비행기나 열차의 속도가 빨라질수록 차량의 형상은 성능에도 큰 영향을 준다. 실제로 차량의 디자인을 결정할 때 가장 중요한 고려해야 할 사항은 바로 얼마나 성능을 극대화할 수 있느냐다.

물체를 높은 곳에서 떨어뜨리면 중력 때문에 바닥에 닿을 때까지 시간이 지날수록 속도가 늘어난다. 초당 대략 초속 9.8m만큼 빨라지니 1.2km 상공에 있던 빗방울이 떨어진다면 지면에 닿을 때쯤 대략 시속 550km가 된다. 빗방울이 아주 작고 가볍다고는 하지만 하



늘에서 수많은 물방울이 이 속도로 떨어지고 있다면 지상의 모든 물체는 순식간에 별집이 되고 말 것이다. 그러나 누구나 알고 있듯, 그런 일은 일어나지 않는다. 공기가 빗방울이 일정 속도 이상으로 빨라지는 것을 방해하여 시속 32.4km 이상으로는 속도가 올라가지 않게 하기 때문이다.

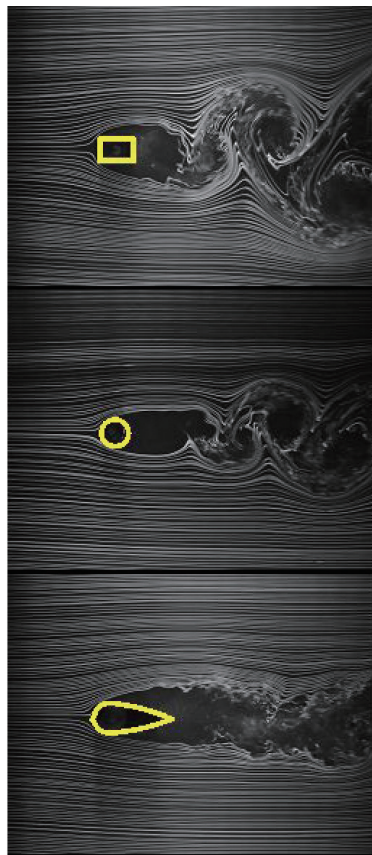
마찬가지 현상이 움직이는 차량에서도 일어난다. 차량은 움직이면서 앞쪽의 공기를 밀어 내며, 이 때문에 잠깐이나마 차량 전면에서 공기가 압축된다. 공기가 압축될수록 단단해 지므로 점점 밀어내기가 어려워진다. 앞을 막은 주사기의 피스톤을 밀었을 때 주사기 안의 공기 부피가 작아질수록 미는 데 힘이 더 들어가는 것과 마찬가지다. 낮은 속도에서는 앞쪽의 압축된 공기가 주변으로 흘러나갈 시간이 충분하기 때문에 이렇게 압축된 공기가

차량의 성능에 큰 영향을 주지는 않는다. 그러나 속도가 빨라질수록 차량 앞쪽의 공기가 더 강하게 압축되고 압축된 공기가 흩어질 시간도 없으므로 속도를 올리기 어려워진다. 가슴까지 물이 찬 풀장에서 뛰어가기 힘들다는 사실을 생각해보면 된다.

현재 운행 중인 KTX 열차의 속도는 시속 300km고 차세대 고속열차는 최고속도 시속 400km에 운행 속도 시속 370km가 목표다. 이 정도면 음속의 30%에 가까운 빠르기다. 이 정도 속도에서는 공기의 저항이 매우 강하게 작용하여 열차의 속력을 낮추는 요인 중 거의 80%를 차지한다. 따라서 빠르게 달리는 열차는 공기를 주위로 흘려보내서 공기 저항을 덜 받는 디자인이 필수적이다.

공기 저항을 덜 받는 디자인을 하려면 공기의 상태와 열차의 형상에 따른 공력특성(공기역학적 특성)을 정확하게 파악하고 예측할 수 있

고속열차의 팬터그래프(집전장치) 팬헤드의 공기 흐름 실험.



어야 한다. 문제는 자유로이 흐르는 기체의 움직임을 분석하려면 엄청난 양의 계산과 실험, 시행착오가 필요하여 실제 디자인에 적용하고 테스트할만한 모델을 만들기 쉽지 않다는 점이다. 최근의 기술수준 평가에 따르면 한국의 공력해석 기술은 선진국의 50~70%에 불과하다고 한다. 이 정도면 3~5년 정도의 격차로 제아무리 좋은 모터와 운행시스템을 개발한다 하더라도 디자인의 차이로 선진국 열차의 성능을 따라잡지 못할 수 있다.

이러한 격차를 좁히고 차세대 고속열차 개발을 위해 국토해양부는 미래철도기술개발사업의 일환으로 공력해석을 향상시키는 방법을 연구 중이다. 2007년부터 시작된 이 연구는 5억 9천만 원을 들여 서울대학교 기계항공공학부 이동호 교수의 지휘 하에 진행되고 있다. 연구팀은 수많은 풍동 실험과 계산을 통해 2012년까지 공력분석 모델을 개발하고 이를 이용하여 차세대 고속열차에 적용할 최적의 디자인을 제시할 예정이다. 연구사업이 종료되면 독자적인 디자인이 어려워 상당부분 수입에 의존하던 부품들을 국산화할 수 있어 큰 경제적 효과를 얻을 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 공력해석 모델은 차량 등 다양한 분야에 적용할 수 있어 한국의 관련 기술수준을 대폭 끌어올릴 수 있을 것이다.

이외에도 공력해석 모델을 이용하면 열차로 인한 환경문제를 대폭 줄일 수 있다. 열차가 고속으로 터널에 진입하면 강하게 압축된 공기로 터널 출구에서 충격성 소음이 나 주변 사람들에게 불편을 주는데 공력해석을 통해 터널과 열차의 형상을 최적으로 설계하여 소음을 최소화할 수 있는 것이다. 터널 통과시 승객들에게 나타나는 이명현상도 효율적인 디자인을 통해 상당 부분 줄일 수 있다.

차세대 고속철도는 설계와 시제차 제작을 끝내고 현재 본격적인 시운전을 기다리고 있다. 공력해석 기술 덕분에 효율적인 디자인도 완료할 수 있었다. 상용화를 위한 9부 능선은 넘었다는 뜻이다. KTX에 이어 전국의 철도를 누빌 차세대 고속철도를 보면 유려하고 멋진 디자인을 위해 수많은 실험과 계산이 있었음을, 열차의 날렵하고 아름다운 모습이 첨단 과학의 산물임을 기억해보자.

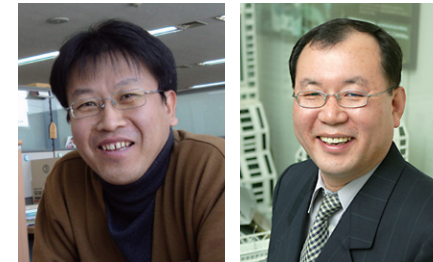


사람을 위한 철도를 만든다

열차제어시스템 S/W 테스트 자동화 도구 &
철도차량용 지능형 화재감지시스템 개발

열차제어시스템과 지능형
화재감지시스템 개발은 철도산업 인프라의
안전 수준 및 국가 이미지 제고에
크게 이바지할 것이다.

철도에서 열차제어시스템은 열차의 안전운행을 책임지는 주요 장치로, 주요 기능이 컴퓨터 소프트웨어로 이뤄져 있다. 때문에 소프트웨어에 오류가 내장된 경우 열차의 충돌 사고를 일으킬 수 있다. 이에 ‘열차제어시스템 S/W 테스트 자동화 도구’를 개발해 열차제어시스템의 소프트웨어 오류를 사전에 검지함으로써 열차 사고를 예방하고, 열차 지연 등에 따른 사회적 비용도 상당히 줄이려 한다. 이와 더불어 철도에서 화재 안전에 대응하는 ‘화재감지기와 통합제어시스템’ 역시 그 역할이 매우 큼에도 불구하고 국내에서는 소홀이 다루어진 경향이 있다. 뿐만 아니라 국내에서는 첨단화재조기경보시스템은 수입에 의존해온 실정이다. 이에 ‘철도차량용 지능형 화재감지시스템 개발’을 통해 철도 차량 등에서 발생 가능한 다양한 형태의 화재를 감지하여 유·무선으로 통보함으로써, 화재의 조기 감지·진압 등을 통하여 화재에 의한 피해를 최소화하려 한다. 본 두 연구개발은 향후 열차운행의 효율성 및 안전성을 향상시키고 철도가 타 교통수단보다 안전하고 편리하다는 이미지를 높일 것이다.



- 소속기관 한국철도기술연구원
- 연구책임자 황종규, 정우성
- e jghwang@krii.re.kr, wsjung@krii.re.kr
- T 031-460-5438, 031-460-5361
- 연구기간 2005년 ~ 2011년

2011년 7월, 중국에서 섬뜩한 소식이 들려왔다. 저장성(浙江省) 윈저우(溫州)에서 고속 열차가 추돌 후 고가철도에서 추락하여 수많은 사상자를 낸 것이다. 자체 개발한 고속철도를 세상에 내보인지 얼마 지나지 않아 대형 사고가 터지는 바람에 중국인들의 민심마저 뒤흔들었다. 윈자바오(溫家寶) 총리가 사고 현장에 직접 찾아가는 한편 사고 원인을 엄정하게 조사하라고 지시했다는 사실은 중국 지도부의 당혹스러움이 어느 정도였는지 보여준다.

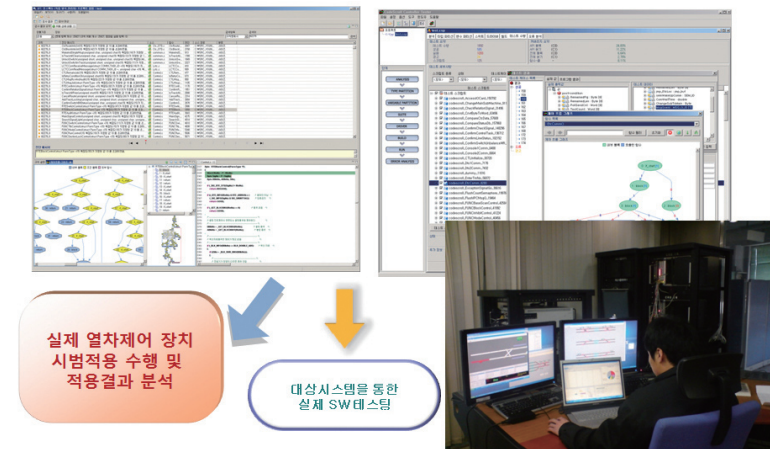
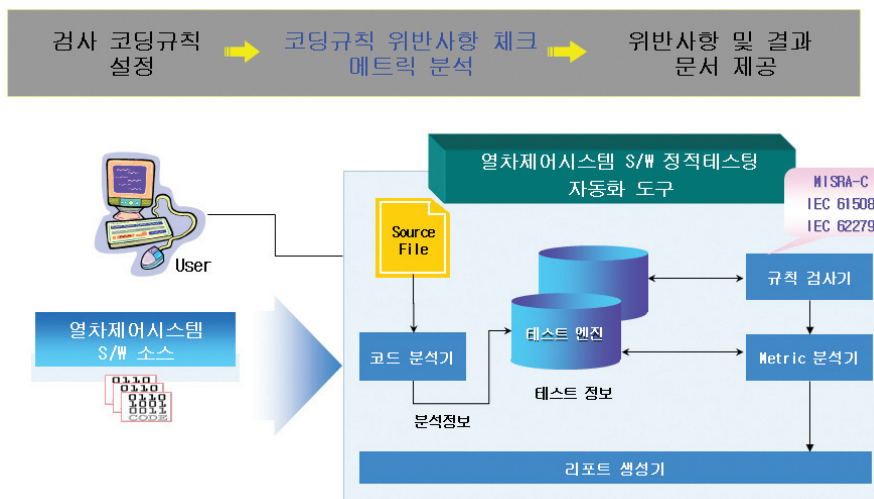
이 사고는 안전에 대한 세심한 고려 없이 조급하게 건설된 고속철도가 얼마나 위험한지 드러내 준 참사였다. 가장 중요한 사고 원인 중 하나가 신호기 오작동으로 후속 열차가 제때 정지하지 못한 것이었다. 그간 중국의 고속철도를 두고 공산당 창건 90주년을 맞이하여 개통하느라 무리한 공사를 강행했다는 이야기가 많았다. 일본 언론들은 아예 윈저우 고속철도 참사에 대해 ‘불안이 현실화됐다’고 논평할 정도였다. 열차는 개발했지만 운영

노하우와 기술이 부족한 상태에서 안전문제를 소홀히 다루어 일어난 인재라는 것이다. 실제로 중국은 자국의 고속철 속도를 대대적으로 홍보했지만 개통 이후 크고 작은 사고가 끊이지 않았다.

열차제어시스템의 안전성을 높인다

중국의 사례에서 보듯 고속철도는 속도가 빠른 만큼 작은 문제가 대형 사고로 이어질 수 있기 때문에 안전을 위해 수많은 소프트웨어를 이용한다. 사람이 직접 조작하여 관리하면 좋겠지만 운행하는 내내 열차의 상태에서 한 순간도 눈을 떼지 않고 순간적으로 변하는 상황에 대처하기란 매우 어렵기 때문이다. 대표적인 기술이 ‘자동열차제어장치(ATP: Automatic Train Protection)’이다. 이 장치는 열차가 서로 일정 거리 이상 접근할 수 없도록 제어한다. 한 열차가 운행 도중 멈추면 뒤따라오던 열차에는 자동으로 브레이크가 걸려 추돌사고를 막는 것이다. 차량 간 거리뿐 아니라 열차의 속도, 노면의 상태를 실시간으로 모니터링하여 열차를 자동으로 제어함으로써 운행안전성을 높인다. 원저우 참사의 고속철에서 이러한 장치들이 제대로 작동했다면 대형 사고는 면할 수 있었을 것이다.

연구 개발된 열차제어시스템 소프트웨어 테스트 자동화도구 구성.



실제 열차의 제어시스템 시범 적용 연습.

고속철도의 안전장치는 탑승객의 생명과 직결되기 때문에 개발과 관리뿐 아니라 어떠한 상황에서도 제대로 작동하는지 테스트하는 작업이 중요하다. 문제는 복잡하게 제어되는 시스템에서는 수많은 경우의 수가 가능하다보니 발생 가능한 결함을 하나하나 추적하여 관리하기가 매우 어렵다는 것이다. 문제점을 찾자고 실제 발생할 수 있는 상황을 일일이 구성하여 시험해 본다면 어마어마한 비용과 시간이 들 것이다.

이러한 문제를 해결해 주는 것이 소프트웨어 자동테스트 도구다. 그간 열차제어시스템은 운영상 축적된 노하우와 다양한 기술의 결합으로 안전성을 충실하게 확보해 온 편이다. 열차제어 기술 관련 국제 규격이 제정되어 세계 각국의 고속철이 이를 따라 운행시스템을 구성하여 사고 없이 성공적으로 운영하고 있다. 그러나 이를 개선하고 검증하기 위한 테스트 도구는 본격적으로 개발되지 않았다.

최근 철도기술연구원(이하 철도연)에서는 철도 시스템 소프트웨어를 자동으로 테스트할 수 있는 도구를 개발해 상용화를 앞뒀다. 특히 이번 소프트웨어 개발로 국내 환경에 꼭 맞는 테스트를 수행할 수 있어 KTX는 물론, 실용화를 앞둔 차세대 고속철의 안전성을 높이는 데 크게 기여할 것으로 기대된다. 해외에서는 아직 철도시스템 소프트웨어를 위한 테스트 자동화 장치 개발 사례가 없어 해외 시장 개척도 긍정적이다. 무엇보다 유사 설비의



테스트에 광범위하게 이용될 수 있다는 점이 가장 강점으로 꼽힌다.

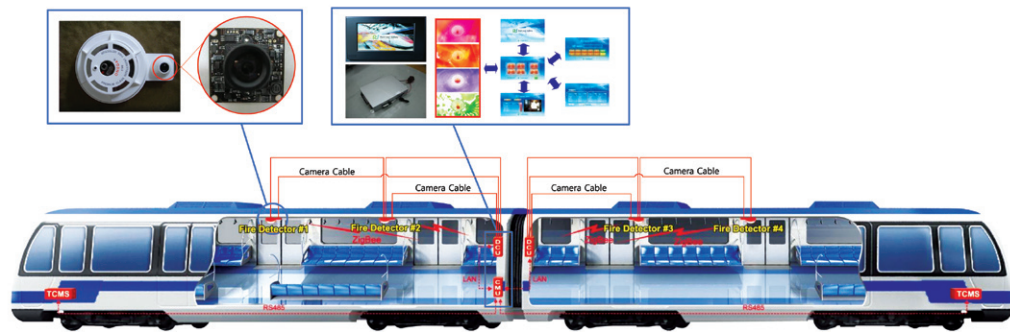
열차 화재, 지능형 화재감지시스템으로 잡다

소프트웨어 테스트 자동화 장치가 기존 시스템을 점검하고 보수하여 열차 운행의 안전성을 높이는 데 사용된다면 ‘철도차량용 지능형 화재감지시스템’은 승객의 안전을 직접 책임지는 신기술이다. 철도 사고, 특히 지하철 사고의 가장 큰 문제점 중 하나는 승객의 대피가 쉽지 않다는 것이다. 제일 큰 문제가 불이다. 한국은 이미 대구 지하철 참사를 통해 지하철 화재가 얼마나 위험한지 경험한 바 있다.

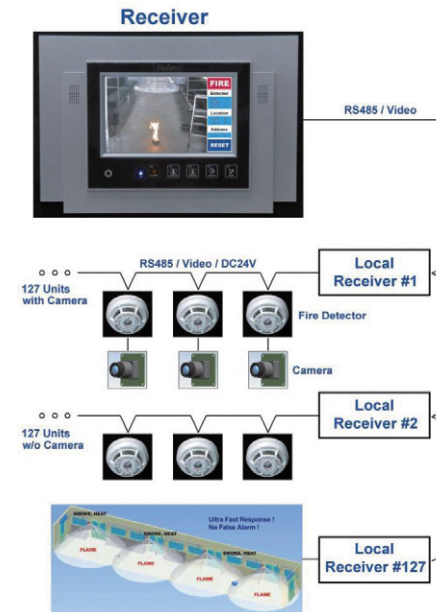
물론 기존 열차에도 화재감지시스템이 없는 것은 아니었다. 그러나 열과 연기를 직접 감지하는 방식이라 작은 불씨나 화재의 징후에 신속하게 대처하기가 쉽지 않았다. 또한 단순 정보 기능만 있을 뿐, 화재 현장을 자동으로 파악하여 조기 대응을 가능케 하는 시스템은 찾아보기 어려웠다.

이번에 철도연에서 개발한 지능형 열차 화재감지기 시스템은 고감도 연기감지기를 이용하여 낮은 농도의 화재 연기라도 신속하게 검출해낼 수 있을 뿐 아니라 자외선과 적외선을 종합적으로 분석하여 화재로 인한 불꽃을 상시 모니터링 체계로 빠르게 판별할 수 있도록 해준다. 이 지능형 열차 화재 감시시스템은 화재가 확인된 즉시 자동으로 조기 경보

지능형 복합화재 감지 시스템.



지능형 복합 감지기 기본 구성도



를 올리고 화재가 일어난 곳의 영상을 운전실과 관제실로 동시에 전송하여 큰 사고로 번지기 전에 빠르게 대응할 수 있도록 도와준다. 감지기가 민감해진 만큼 오작동을 막는 것도 신경써야 할 일이다. 특히 오픈챔버 방식으로 연기 감지 센서의 오작동률을 최소화했으며, 이상신호를 발생하는 감지기를 자가진단하여 운전자에게 조기에 상태정보를 제공하도록 설계된 지능 알고리즘은 영상 카메라를 통한 현장 확인과 더불어 감지기 오작동 방지기능의 진일보한 형태의 지능형 시스템에는 화재로 인한 불꽃을 판별함으로써 화재 경보를 잘못 올리는 일을 막아준다.

철도는 미래의 친환경 교통수단으로서 다시 르네상스를 맞고 있다. 그러나 빨라진 속도만큼 안전에 만전을 기하지 않으면 철도는 ‘위험한 교통수단’이라는 오명을 안을 수도 있다. 큰 사고로 생긴 선입견은 쉽사리 사라지지 않는다. 따라서 첨단 교통수단일수록 안전성을 확보하는 데 노력을 쏟아야 한다. 다행히 철도를 가장 안전한 교통수단으로 만들어 줄 신기술이 속속 개발되고 있다. 이러한 기술들은 사람 중심의 교통수단을 만들기 위한 첫걸음이 될 것이다.



‘항공관제시스템’ 기술 개발로 국민의 항공안전을 책임진다!

항공관제용 통합정보처리 시스템 개발

“항공관제용 통합정보처리 기술의 국산화로
항공 교통 수요의 급속한 증가와 변화에
주도적으로 대응한다.”

‘항공관제용 통합정보처리 시스템’은 새로운 위성항행시스템(CNS/ATM)에 기반을 둔 항로관제와 접근관제 시스템에서 공용으로 사용될 수 있는 미래 항공관제시스템용 응용소프트웨어다. 이 개발은 현재 국내에서 운용중인 항공관제시스템을 전면적으로 업그레이드할 수 있을 뿐 아니라, 국제기준에 부합되는 선진화 시스템으로 개발 가능해 국내 기술의 우수성을 입증할 수 있을 것이다. 더불어 우리나라의 항공기술 수준을 세계 정상으로 끌어 올리는 기틀로 자리매김할 것이라 기대한다.

• **소속기관** 인하대학교
• **연구책임자** 박효달
• **e** hdpark@inha.ac.kr
• **T** 032-860-7418
• **연구기간** 2007년 ~ 2014년



하늘을 날고 싶어 하는 인간의 욕망은 1903년 라이트 형제가 최초로 동력 비행에 성공하면서부터 꿈이 아닌 현실이 됐다. 이후 하늘에 대한 계속된 동경과 노력은 항공 산업을 발달시켰고, 1919년 런던-파리 간 항공기 정기 운항을 시작으로 항공기가 실생활에 이용되는 교통수단이 됐다. 100여년이 지난 지금, 항공 산업은 눈부시게 발달했고 육상, 해상과 함께 3대 교통수단으로 자리매김했다.

이처럼 항공기가 교통수단으로 자리 잡아가던 중 전 세계는 큰 문제에 부딪혔다. 다른 아닌 항공기의 발달에 비해 ‘항공교통체계’의 정립이 이뤄지지 않았던 것이다. 처음 항공기가 운항될 무렵 항공교통은 극소수의 특수한 경우로 깃발, 횃불 등을 이용해 지상에서 조종사에게 정보를 제공하는 형태로 가능했다. 하지만 제2차 세계대전을 계기로 항공교통량이 급증하자 당시 레이더, 컴퓨터 등의 첨단 장비가 사용돼야 했다. 이에 미국은 1944년 세계항공회의를 개최하고 1947년 국제민간항공기구(ICAO, International Civil Aviation Organization)를 설립하는 등 전 세계적 ‘자동화 항공관제시스템’을 추진하였다. 우리나라 역시 1952년 ICAO 회원국으로 가입했지만, 현재까지 기술력 부족으로 항공관제시스템을 전량 해외에서 도입·운영하고 있다.

하늘의 신호등, 항공관제시스템

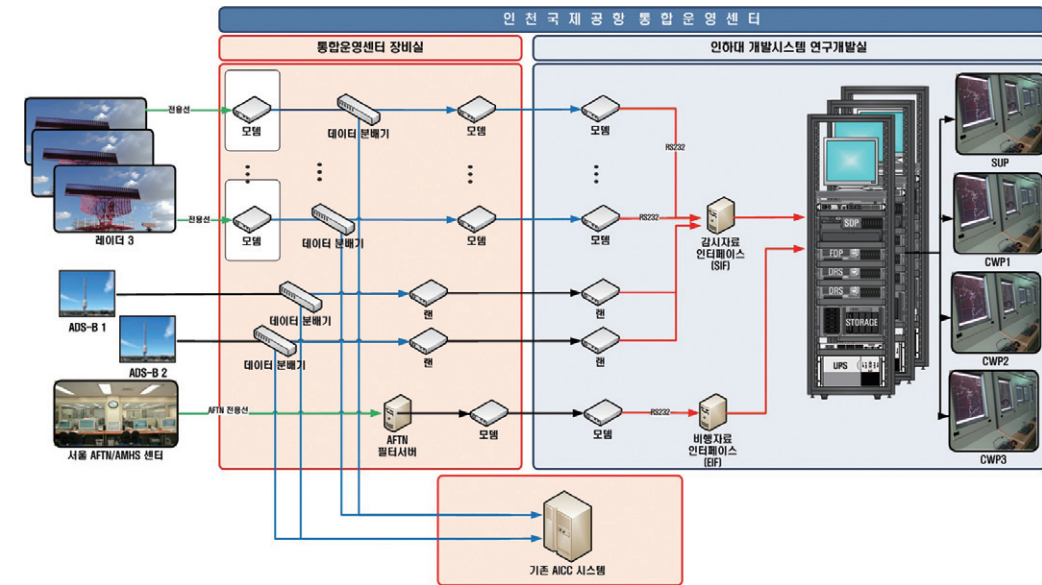
항공교통업무 중 하나인 항공관제시스템은 쉽게 풀자면 항공교통의 질서를 유지하고 관리하는 것이다. 즉 항공기가 공항에서 이륙하여 착륙할 때까지 항공기가 계획대로 운항하는지, 항공기간 또는 지상 장애물과 충돌은 없는지 등을 사전에 파악해 항공기의 안전한 항을 보장하고 원활한 항공교통흐름을 돕는 시스템이다. 이는 육상교통과 달리 한 나라가 독자적으로 운영할 수 없으며, 인접국과 정보 공유 또는 교류가 꼭 필요한 만큼 기본 기술 수준 이상을 유지할 필요가 있다.

더구나 우리나라가 위치한 아시아태평양 지역은 중국의 급성장과 동남아 국가들의 발전

항공관제용 통합정보처리 시스템 테스트베드-인천국제공항 통합운영센터(AICC) 내 위치.



항공관제용 통합정보처리 시스템 테스트베드 구성도



으로 항공교통량이 급증하고 있는 곳으로 중국, 일본을 비롯한 많은 국가들이 항공교통관리의 주도권 경쟁을 하고 있으며, 자국의 항공안전을 강화하기 위해서도 노력 중이다. 이에 우리나라에서도 2007년부터 항공관제시스템 국산화 연구개발을 시작했고, 이제 그 결실이 나타나고 있다.

국토해양부의 항공선진화 사업 중 ‘항공관제용 통합정보처리 시스템 개발’ 과제인 본 연구는 총 11개의 대학, 연구소, 기업 등이 참여하여 국내기술만으로 항공관제시스템을 개발함으로써 항공분야 선도 국가를 목표로 하고 있다.

항공관제시스템의 국산화

현재 개발 중인 순수 국내기술의 항공관제시스템은 통신(C), 항행(N), 감시(S) 개념에 기반을 두고 있으며, 우리나라 전체 공역을 관할하는 ‘항로관제 시스템’과 각 공항 주변을 관



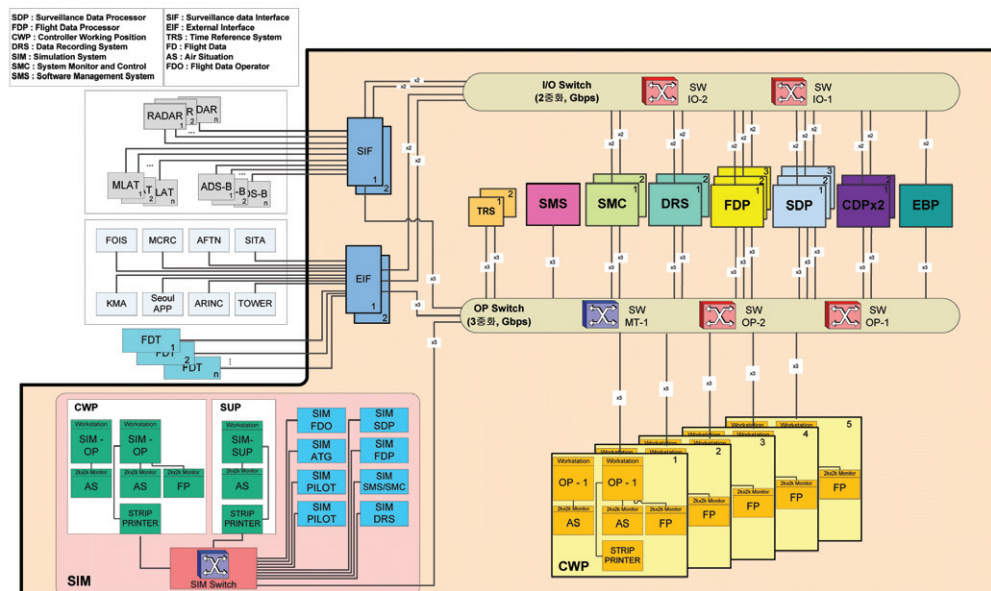
할하는 접근관제구역에 활용되는 ‘접근관제 시스템’으로 나뉜다. 현재까지 개발 완료된 1단계 기술은 새로운 개념의 다중레이더추적(MRT, Multi Radar Tracking)기법을 통한 항공기 위치파악의 정확도 향상과 미래형 항로모델링(Route modeling)기법 등을 적용하여 예측 가능한 항공교통관리 개념을 정립하여 동시에 1,200대의 항적처리, 5,000대의 비행 계획 및 실시간 운항정보 등의 처리가 가능한 시스템으로 우리나라 전체 영공을 관할하는 항공교통센터와 서울 및 수도권 지역의 이착륙 항공기를 관할하는 인천국제공항공사 통합운영센터에서 테스트를 수행하였다. 그 결과 유럽항행안전기구(EUROCONTROL)에서 규정한 성능치의 표준을 모두 만족했으며, 2015년경에는 항공선진국과 대등한 수준에 도달될 것으로 예상된다.

IT기술에서는 우리나라가 세계 최고이지만, 항공관제시스템 개발 분야에서는 후발주자임에 틀림없다. 하지만 이번 ‘항공관제용 통합정보처리 시스템 개발’의 성공은 연평균 10% 수준으로 증가하는 국내 항공교통량의 항행 안전성 보장 및 관제 능력 강화는 물론 해외

기술 도입·운영으로 가졌던 기술, 경제, 안보적인 측면의 위험을 해결하게 될 것이다. 더불어 각 항공관제 시스템당 해외에 지불되는 약 100억 원 이상 소비되던 비용이 기존 시스템의 국산화 개발을 통해 상당한 외화 절약의 효과도 나타날 것으로 기대된다.

누군가의 작은 꿈에서 시작해, 기술의 경계를 넘어 일상생활이 된 항공교통. 이 항공교통에서 빼놓을 수 없는 항공관제시스템 개발의 가장 큰 고민은 바로 ‘사람’에 있었을 것이다. 항공교통은 한 번에 수백 명의 승객을 태우는 대형 교통수단으로 작은 실수가 큰 사고로 이어질 수 있다. 이에 본 ‘항공관제용 통합정보처리 시스템 개발’을 통해 항공교통 안전을 도모하는 항공 관제사들에게 보다 넓은 시야, 보다 많은 실시간 비행정보, 보다 정확한 항적정보를 제공해 관제 효율과 능력을 향상시킴은 물론 현재보다 더 안전한 항공기 운항으로 우리 국민의 안전을 보장하게 될 것이다.

항공관제용 통합정보처리 시스템 구성도



날아라, 대한민국 첫 민간항공기 ‘나라온’

상호항공안전협정(BASA) 확대체결 위한 소형항공기 개발

“ 전 세계 하늘을
100% 완벽히 날아오를 KC-100. ”

KC-100(나라온)의 연구·개발로 우리나라도 민간항공기의 개발 및 인증기술 확보를 앞두고 있다. 특히 본 연구의 성공으로 민수 완제기 개발에 대한 기술수준 향상과 미국과의 상호항공안전협정의 체결로 인증 인프라가 구축돼 국내 항공산업은 물론 타 산업분야로 기술 및 경제적 파급효과가 창출될 것으로 보인다. 조종사 훈련용, 레저 스포츠용, 개인 자가용, 에어택시 등 활용범위가 다양한 KC-100의 활성화는 국민생활의 편의 및 복지 증진에도 기여할 것이다. 또한 항공 입체 교통망 기반 구축이 가능하여 지역경제 활성화를 촉진하고 지방의 항공 교통 소외지역 문제를 해소하여 지역경제 활성화로 국토 균형발전도 촉진될 것으로 예상된다.



• 소속기관 한국항공우주산업
• 연구책임자 고대우
• e kohdw@koreaaero.com
• T 055-851-6155
• 연구기간 2008년 ~ 2013년

8m에 달하는 유선형의 미끈한 하얀 몸매와 좌우로 시원하게 뻗은 11.3m의 날개. 1,633kg의 이륙중량과 315hp의 엔진. 전체가 하나의 복합재로 구성되어 외형이 수려하고 높은 강도의 기체. 이것이 바로 국내 최초로 개발된 민간항공기 KC-100(Korean Civil Aircraft-100), 일명 ‘나라온’의 체형이다. 조종사를 포함해 4명이 탈 수 있는 소형항공기 나라온호는 ‘날아’를 소리 나는 대로 읽은 ‘나라’와 100의 순우리말 ‘온’을 조합해 ‘100% 완벽하게 날아오른다’는 의미로 명명됐다.

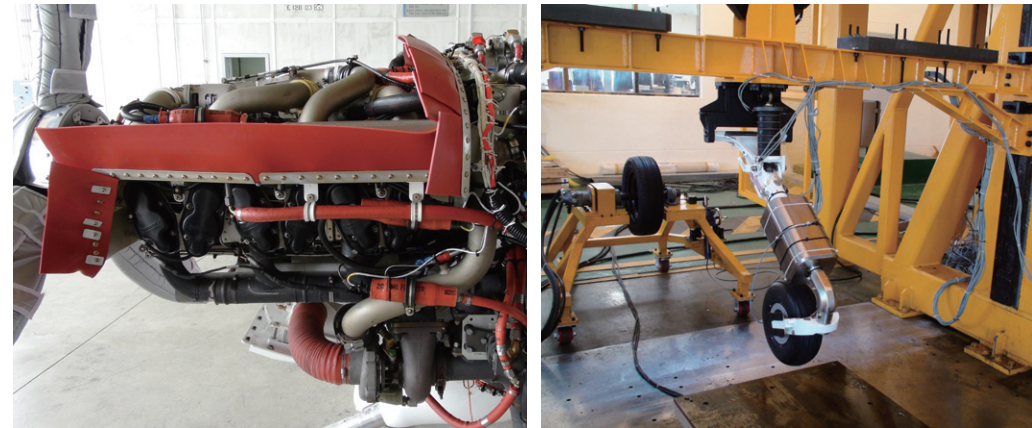
우리나라도 이제 민간항공기 개발국

국토해양부 주관 아래 한국항공우주산업, 한국항공우주연구원, 테크항공, 아스트 등이 항공선진화 연구개발 사업으로 진행한 나라온호의 개발로 우리나라는 세계 민간항공기 개발 선진국 대열에 합류했다. 우리나라는 2010년 기준 항공 여객수송량 세계 15위, 화물수송량 세계 3위, 항공안전등급 세계 1위의 항공선진국이다. 또한 세계 항공교통량 평균 성장률(5%)의 2배에 달하는 연평균 10%의 항공교통량의 성장을 보이며 항공운송시장에서 비중을 넓혀가고 있다. 그럼에도 민간항공기의 완제기 개발이 이루어지지 않아 군용기를

제외한 항공기 전량을 수입에 의존해 온 실정이다. 항공 부문은 국가경쟁력 기반사업임에도 불구하고 우리나라의 민간항공기 부문은 완제기 개발경험이 미약하고, 민항기 개발을 위한 인프라가 미비한 실정이다. 다행히도 이번 나라온 개발 성공으로 우리나라 민항기 부문의 항공 기술 수준은 선진국 대비 80% 수준까지 향상되고, 국가경쟁력도 높아질 것으로 예상된다.

사실 우리나라가 민간항공기 개발을 시도한 건 나라온호가 처음이 아니다. 1991년 대한항공이 만든 ‘창공91’과 2006년 신영중공업이 만든 ‘반디’호가 있었지만, 모두 미국의 형식 품질인증 규정을 만족시키지 못해 흐지부지 됐다. 국내 기술로 항공기 및 항공제품을 개발하더라도 미국과의 ‘상호항공안전협정(Bilateral Aviation Safety Agreement, BASA)’ 체결 없이는 수출이 불가하며, 대부분의 국가에서 미항공연방청(FAA)의 인증을 요구하고 있어 BASA 체결 없이는 제3국으로 수출 또한 불가능하다. 따라서 나라온 개발 사업을 통

비행시험용 시제 항공기의 테스트 모습.



KC-100의 연구 개발된 엔진의 모습(좌)과 착륙장치의 낙하시험 모습(우).

해 선진국과의 동등한 기술 수준으로 인식되는 미국과의 BASA를 항공기급으로 확대 체결하고 이를 통해 항공기 수출을 위한 기반을 구축하고자 한다.

민간항공기 시대 본격 도래

나라온호는 2009년 9월 국내 형식증명 신청을 하였고, 3년의 짧은 개발기간 동안의 설계, 시제기 제작, 지상시험 및 비행시험 등을 거쳐 국내 인증기관(국토해양부)으로부터 형식 증명(Type Certificate)을 취득할 예정이다. 현재 비행시제기 2대와 구조시제기 2대 제작을 완료하여 2011년 6월 초도비행을 성공적으로 마치고 비행시제 1, 2호기의 개발비행시험을 수행 중에 있다.

나라온호는 4인승의 소형항공기이지만 7시간 비행이 가능하며, 최대 시속 389km/h, 최대 항속거리 1,850km, 최고 고도 7.62km, 최대 연료량은 360ℓ 로 1ℓ 당 연비는 5km에 달한다. 이뿐만이 아니다. 기존 아날로그 계기방식을 대체한 최신 전자식 항전장비와 Side Stick 및 전자식엔진제어장치 FADEC(Full Authority Digital Engine Control)을 장착해 단일출력조절장치(Single Lever Power Control)로 조종할 수 있게 함으로써, 조종사가 다수의 레버를 수동으로 작동했을 때 발생하던 연료 소비를 대폭 줄이고 조종사의 편의성을 극대화 했다. 또한 승객들이 쾌적하고 안락한 비행을 할 수 있도록 인체공학적인 인테리어 설계를



적용했다.

도쿄까지의 거리가 1,100km, 베이징이 950km, 타이베이 1,500km 떨어진 점을 감안한다면, 일본 전역과 중국의 주요 도시, 동남아 일부까지 비행이 가능한 것이다. 이미 해외에서 소형항공기가 개인 레저, 스포츠를 넘어 에어택시 등으로 이용되는 만큼 향후 미래에는 범위가 넓지 않은 아시아권의 경우 여객기를 이용하지 않고도 원하는 시간에 요구하는 지점까지 운항하는 자가용 비행기, 에어택시로 활성화될 것이다.

민간항공기 나라운호의 전망

국내 연구결과에 따르면 BASA 체결과 상용화 개발로 원가 경쟁력 확보시 향후 10년간 300~800대 판매가 가능할 것으로 예측된다. 이처럼 뒤늦은 시작이지만, 우리나라는 미래 생활교통수단이 될 항공기의 개발 및 인증이 가능해짐으로써 수입대체효과를 유발함은 물론 해외수출을 통한 경제적 효과를 창출할 것으로 보인다. 더불어 다가올 항공교통 대중화 시대에 우리 국민의 이동성 증진 및 편의를 제공하여 삶의 질을 한 차원 상승시킬 것

연구 개발된 KC-100의 내부 모습.



2011년 2월 11일에 실시된 KC-100의 출고기념 행사에서 전시된 나라운호.

으로 기대된다.

이제 걸음마를 땀 나라운호이지만 이번 개발의 성공으로 다가올 미래에는 자가용 비행기와 에어택시로 이용되는 나라운호의 활기찬 비행 모습을 볼 수 있길 바란다.



청렴하고 투명한 부처로 거듭나 국민의 신뢰를 회복하겠습니다.

TRUSTBUILDER®

국토해양부 부조리신고센터

국토해양부 공무원의 부패행위 또는 부실공사를 알게 되었거나 부패행위를 강요 또는 제의 받은 때에는 국토해양부에 신고할 수 있습니다.

인터넷 신고 국토해양부 홈페이지(www.mltm.go.kr) 부조리신고센터

주 소 경기도 과천시 관문로 88 국토해양부 감찰팀

전화상담 TEL : 02)2110-8045 FAX : 02)504-9146

인류의 풍요로운 미래를 여는 기술 2011 건설교통R&D 우수성과 15선

발행인 신혜경
발행처 한국건설교통기술평가원 산업진흥본부 성과활용실
발행일 2012년 2월
펴낸곳 (주)동아사이언스
디자인 김현숙

이 책에 수록된 내용 중 문의사항이 있으시면 아래로 연락 주시기 바랍니다.

경기도 안양시 동안구 시민대로 286 신창빌딩
Tel. 031-389-6363 Fax. 031-381-9922

편집위원 한국건설교통기술평가원
김태희 산업진흥본부장
이두형 성과활용실장
박정원 선임연구원
서명원 연구원
김종욱 연구원

편집자 (주)동아사이언스
정영훈 콘텐츠사업팀장
양길식 과장 / 김택원 대리
박진선 대리 / 유기현 / 김청한

- 이 책의 판권은 한국건설교통기술평가원에 있습니다.
- 이 곳에 담긴 모든 내용 및 자료는 허가없이 어떠한 형태로든 무단으로 복사, 전재하거나 변형하여 사용할 수 없습니다.