

발 간 등 록 번 호

11-B551976-000013-01



기술로 여는 미래, 그 너머의 세상

건설교통R&D 우수성과 14선



한국건설교통기술평가원

건설교통R&D 우수성과 14선

# 기술로 여는 미래, 그 너머의 세상

KICTEP

Korea Institute of Construction & Transportation  
Technology Evaluation and Planning



건설교통R&D 우수성과 14선

# 기술로 여는 미래, 그 너머의 세상







도로, 교통, 철도 등 건설교통 관련 사회기반시설은 우리나라의 경제성장을 뒷받침하며 급속하게 확충됐습니다. 이와 같은 사회기반시설은 현대 정보화시대를 만나면서 변화할 기회를 맞았습니다. IT 등 다른 분야 첨단기술과 융합해 다시 미래성장동력의 주역이 될 때가 온 것입니다. 우수한 기능을 넘어서 디자인을 통한 미적 수준에서도 한 차원 나아져야 할 시점이기도 합니다. 이러한 건설교통 기반시설에 대한 기대에 발맞춰 그동안 건설교통 R&D 예산도 늘어났습니다. 1994년 12억 원이던 예산은 점점 증가해 지난해에는 4천억 원이 되었습니다.

건설교통기술은 사람들이 일하고 살아가는 생활공간에 적용돼야 하는 특성상 연구를 통해 기술이 개발되고 나서도 실제 현장에 적용되기까지 수많은 현장 시험과 시범 작용이 필요합니다.

실제 지난해 2월에는 기존 선로에서 최대 시속 220km까지 달릴 수 있는 한국형 틸팅열차 시제차량이 개발됐습니다. 이 열차는 2013년에 중앙선과 태백-영동선에 투입하려고 현재까지 12만km를 시험 운행했고, 앞으로도 지속적으로 현장테스트를 거칠 예정입니다.

또한 지난 3월에는 세계에서 두 번째로 시속 110km급의 도시형 자기부상열차가 개발됐습니다. 현재 시운전에 들어간 이 열차는 현재 인천공항에 시범노선을 구축하고 있습니다. 아스팔트 과열로 일어나는 여름철의 도시열섬 현상을 줄이고, 겨울철에 얼지 않는 안전한 도로를 만들기 위해 무더위와 강추위를 견디는 연구진의 노력도 이어지고 있습니다.

한국건설교통기술평가원은 연구자의 이러한 땀과 열정이 서린 값진 연구성과들을 널리 알리고자 합니다. 또 건설교통기술의 주인인 국민들에게 한층 다가서고자 우수성과사례집을 발간하게 됐습니다.

“

건설교통기술은 현재 전지구적인 성장 모토인 저탄소 녹색성장의 기반이라는 점에서, 국가 신성장동력 창출에 핵심적인 역할을 수행하고 있습니다.”

2010년 우수성과사례집의 주제는 “기술로 여는 미래, 그 너머의 세상”입니다. 2009년에 우수한 성과를 창출한 건설, 교통 분야에서 각각 7건씩을 선정해 총 14건을 담았습니다. 여기에는 화석연료를 사용하지 않는 ‘친환경 아파트’와 전국 어디서나 사용가능한 ‘교통카드’처럼 일상에서 체험할 수 있는 기술이 있습니다.

또 공사기간을 획기적으로 단축할 수 있는 시스템, 철도승강장 자동감시시스템처럼 눈에 보이지 않는 곳에서 생활환경을 크게 개선할 수 있는 첨단 기술도 포함돼 있습니다. 이렇게 우리 기술력을 과시할 만한 성과들을 한데 모아 건설교통기술을 통한 우리 삶의 변화를 그려볼 수 있도록 구성했습니다.

이번 사례집 발간을 계기로 한국건설교통기술평가원은 앞으로도 지속적으로 우수성과를 발굴하겠습니다. 이로써 국민들이 건설교통기술 개발의 중요성을 공감하고, 많은 관심을 가질 수 있게 하도록 더욱 노력하겠습니다. 아울러 지금까지의 연구성과에 만족하지 않고, 연구진들이 세계를 선도할 수 있는 기술 개발에 전념할 수 있도록 최선을 다해 지원할 것을 약속드립니다.

감사합니다.

2010년 12월  
한국건설교통기술평가원장

신혜경

# CONTENTS

## 기술로 여는 미래, 그 너머의 세상

건설교통R&D 우수성과 14선

### 건설R&D 우수성과 7선

#### >> 첨단도시개발사업

- 16 저에너지 친환경 공동주택 기술 개발
- 20 u-GIS 공간정보 처리 및 관리 기술 개발

#### >> 건설기술혁신사업

- 24 장수명·친환경 도로포장 재료 및 설계시공기술 개발
- 28 HSB(교량용 고성능 강재) 적용 교량 상용화

#### >> 플랜트기술고도화사업

- 34 해수담수화플랜트 RO(역삼투압식)용 고압펌프 및 에너지회수장치 개발

#### >> 지역기술혁신연구개발사업

- 38 부존자원 에너지 진단 알고리즘 및 장치 개발

#### >> R&D정책·인프라사업

- 42 BIM 기반 골조공사 관리시스템 ConiForm

KICTEP

Korea Institute of Construction & Transportation Technology Evaluation and Planning

### 교통R&D 우수성과 7선

#### >> 미래철도기술개발사업

- 50 KTX 차량컴퓨터제어장치(OBCS) 국산화 개발
- 54 고속철도용 자기진단형 주회로차단기 개발

#### >> 미래도시철도기술개발사업

- 58 도시형 자기부상열차 차량 개발
- 62 비전기반 철도승강장 자동감시시스템

#### >> 교통체계효율화사업

- 68 전국호환 교통카드 표준기술 개발
- 72 차량용 HUD(Head up Display) 시스템 개발

#### >> 항공선진화사업

- 76 출국절차 통합 및 자동화 체계 연구

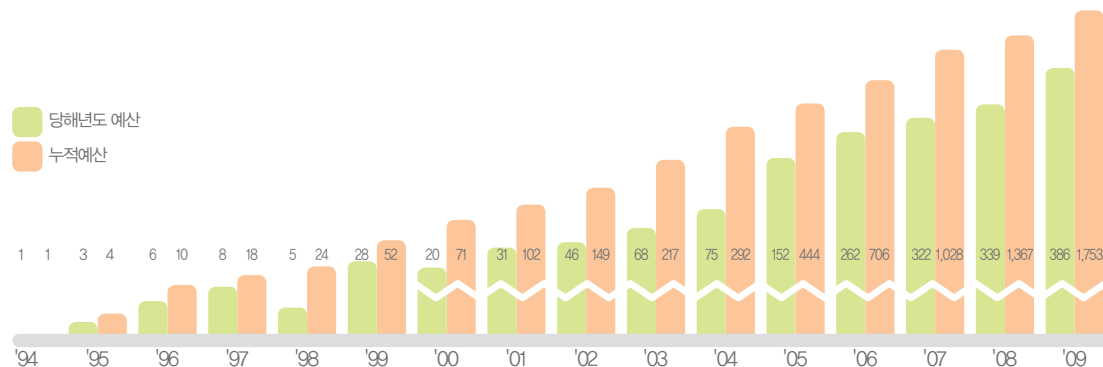


## ●●● 건설교통기술연구개발사업 투자현황 ●●●

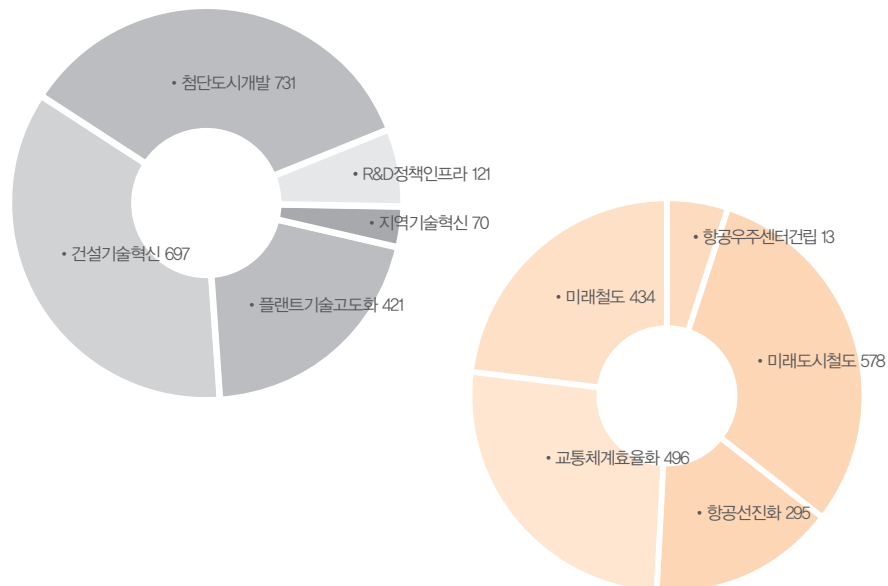
### ● 연도별 R&D 투자현황

- 건설교통R&D는 1994년 약 12억 원의 예산으로 시작하여 2009년도까지 총 1조 7,530억 원을 지원하였습니다.

#### 1. 연구비 투입 현황 단위: 10억 원



#### 2. 2009년 정부투자 연구비 단위: 억 원

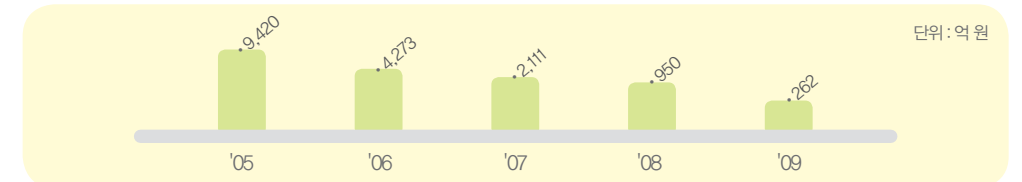


## ●●● 건설교통기술연구개발사업 성과현황 ●●●

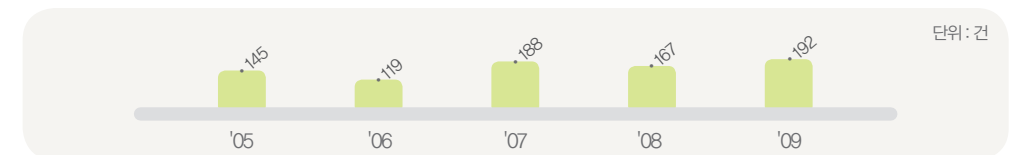
### ● 연도별 R&D 성과현황

- R&D 성과의 현장적용을 통해 2009년까지 총 683개 현장에서 1조 7,016억 원의 비용절감 실적을 거두었으며, 연구성과의 현장시험 및 시범사업을 통해 관련 법 제정 및 정책 반영을 하였습니다

#### 1. 비용절감 실적

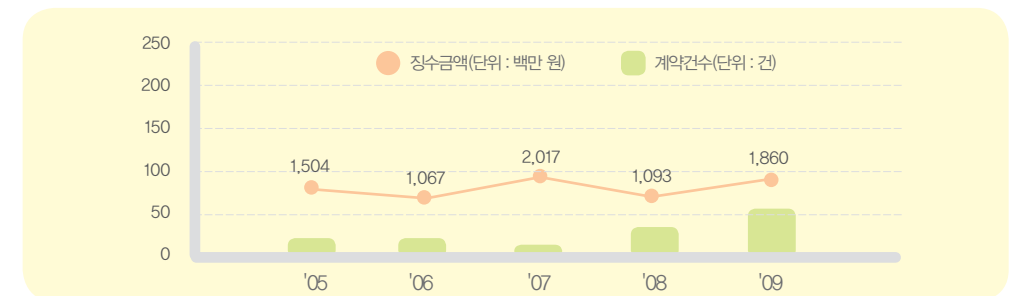


#### 2. 법제정 정책제안 및 반영

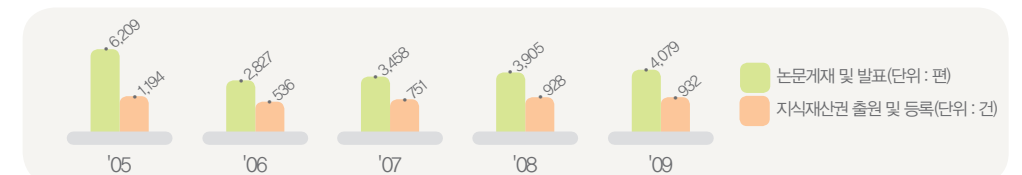


- 논문, 지식재산권 등 과학기술적 성과도 매년 증가 추세에 있으며 기술실시계약 등 실용화 실적도 증가하고 있습니다.

#### 3. 기술료 실적



#### 4. 논문 및 지식재산권 현황



## 기술로 여는 미래, 미래 기술 24시 우리의 2015년은 어떨까요.

눈에 띄었다. 이 시스템 덕분에 열차 인명사고는 아주 오랜 일이 되어버렸다. 승강장에서 조금이라도 위험한 상황이 생기면 즉각 상황이 보고되고 운행되던 열차는 정지하기 때문이다. 과거와 현재를 오가며 생각에 잠겨있는 동안 기척도 없이 열차가 들어와 화려한 고층빌딩 사이를 100km/h의 고속으로 질주하며 매끄럽고 고요하게 인천공항으로 달렸다.

인천공항에 도착해 입국장 앞으로 간 권태규 씨는 때마침 전자여권만으로 간단히 입국절차를 마치고 들어오는 제임스 박사를 만나 공항 앞에 대기해 놓은 렌트카로 이동했다. 차에 탑승해 HUD 시스템으로 전면 유리창에 내비게이션을 띄우고 u-GIS 상황인식서버를 통해 현 위치와 목적지의 가장 가까운 길을 선택하자 제임스 박사는 몇 년 사이에 성장한 우리나라 신기술을 놀라워하며 극찬했다.

마침 내비게이션이 인천대교로 안내하자 권태규 씨는 인천대교에 사용된 교량용 고성능 강재와 함께 우리나라 건설교통기술에 대해 설명하였다. 잠시 뒤 강남 코엑스 입구에 도착하자 내비게이션은 실내용으로 자동 전환되었고 세미나 장소와 가장 가까운 주차구역을 알려주었다.

제임스 박사를 모셔 드리는 업무를 완료한 권태규 씨는 다시 서울역으로 가기 위해 지하철역으로 향했다.

최근 전국이 하나의 카드로 호환되어 부산에서 쓰던 교통카드를 쉽고 빠르게 이용할 수 있었다.

집으로 가는 길, 부산과 서울이 만나질 생활권이라는 말이 무색할 정도로 가깝고도 편리한

하루를 보낸 권태규 씨는 우리나라의 건설교통 기술에 다시 한 번 감탄하며 이런

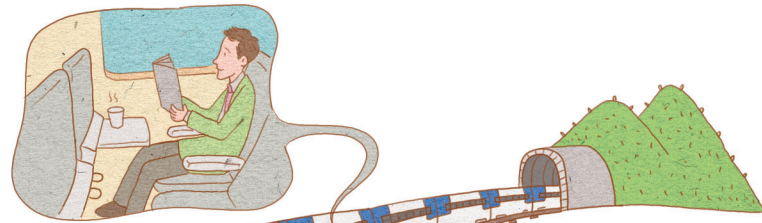
멋진 기술을 만들어 낸 분들에게 감사한 마음이 들었다. 우리나라의 건설

교통 기술이 발전할수록 우리 생활이 더욱더 안전하고 편리하며 자

연친화적으로 변할 것으로 생각하니 절로 뿌듯해졌다. 우리나라

가 최초, 최고의 건설교통 기술력으로 전 세계를 이끌고 나

가는 그날까지 건설교통기술 파이팅!



부산에 사는 권태규 씨는 서울 코엑스에서 열리는 '2015 부존자원 에너지 진단

알고리즘' 국제 세미나에 초청된 제임스 박사를 모시러

인천공항에 가야 했다. 전날 '남부지방 폭설' 뉴스를 들은 권태규

씨는 도로 상황부터 확인했다. 불과 3~4년 전만 해도 적은 눈에도 열고,

막히던 도로는 눈이 내리는 즉시 녹여 없애는 융설시스템 덕분에 깨끗하였다.

옛 생각에 잠겨 있는 찰나, 아파트 관리사무소에서 전달한 메시지가 스마트폰으로 도착했다. '난방과 전력이 눈으로 인해 태양광시스템 대신 축적해놓은 에너지로 대체 가동되며, 눈 재사용시스템을 작동시킬 예정'이라는 메시지였다.

메시지를 확인한 권태규 씨는 집을 나서며 스마트폰에 아파트 컨트롤센서를 연결

했다. 우리나라 대부분이 u-City로 정비되면서 스마트폰 하나로 집 내부

를 조정하고 정보를 받을 수 있기 때문이다. 주차장에 도착해 차에

탑승한 후 스마트폰을 차량 시스템과 연동시키자 미리 입력해 놓

은 일정에 맞춰 HUD 시스템 내비게이션이 차량 전면 유리에 띄

워졌다.

깨끗한 도로와 내비게이션 덕분에 제 시간에 부산역에 도착한

권태규 씨는 서울로 가는 KTX에서 400km/h의 빠른 속도에도

편안한 승차감을 느끼며 잠시 동안 쉴 수 있었다. 과거 흔들거리며

요동치던 열차가 이렇게 빠른 속도에도 승차감이 좋은 것은 바로 순

수 우리 기술로 개발된 KTX 차량컴퓨터제어장치(OBCS)와 자기진단

형 주회로차단기 때문이다.

어느새 도착한 서울역에서 권태규 씨는 인천공항까지 가는 여

러 방법 중 새로이 개통된 도시형 자기부상열차를 선택했다. 승

강장에서 열차를 기다리다 보니 철도 승강장 자동감시시스템이



# CONSTRUCTION

저탄소 녹색성장이 전 지구적 화두로 등장하면서 건설 분야에도 '녹색바람'이 불고 있다. 이 바람은 차세대 친환경 저에너지 건설로 이어져 첨단기술·디자인과 안전성은 물론 건축물이 소모하는 에너지 자원을 최소화하는 녹색건설 기술로 확대되고 있다. 이에 녹색기술의 향상과 녹색건설의 활성화를 위한 연구 7선을 공개한다.







연세대학교 건축공학과  
이승복  
☎ 02-2123-5782  
✉ sbleigh@yonsei.ac.kr

● **국내 최초로 친환경 공동주택 ‘그린홈플러스’를 오픈했다. 그 기반이 된 ‘저에너지 친환경 공동주택기술개발’은 어떤 연구인가?**

세계 각국은 온실가스 감축 정책을 최우선 과제로 추진하고 있으며 2020년까지 온실가스 저감 중장기 목표를 설정하고 이를 실천하기 위한 노력을 아끼지 않고 있다. 하지만 지금까지 에너지 정책은 지나치게 제조업 중심이었으며, 주거 부분의 경우 친환경 주택 연구는 단독주택에 한정되어 진행됐다. 이번 ‘그린홈플러스’와 같이 20~25층 정도의 고층 공동주택을 대상으로 한 실험은 국내 최초로 ‘저에너지 친환경 공동주택기술개발’을 통해 공동주택 부문의 탄소배출량 감축을 실현하려 한다.

● **저에너지 친환경 공동주택은 단순히 친환경 자재를 사용하는 것으로 해결되지 않을 것이다. 어떤 기술들이 이용되나?**

저에너지 친환경 공동주택을 구축하기 위해 12개 핵심 기술을 개발했다. 몇 가지 예를 들면 대지 디자인 범위의 인공지반 녹화 기술과 물 순환 기술, 단지계획 기술, 건물 디자인 범위의 가변형 평면과 이중창호, 외단열 시스템, 친환경 소재, 시스템 디자인 범위의 바닥복사 냉난방시스템과 냉난방 요소기술, 환기 시스템과 지열, 태양열 등의 신재생 에너지 시스템과 같은 실제 건축현장에서 적용 가능한 구체적인 기술을 제시·이용했다.

● **이번 연구를 서울 강동구 공동주택 건축 가이드라인으로 지정했는데?**

앞으로 서울 강동구의 재건축단지는 생태면적률을 40% 이상 확보한 저에너지 친환경 아파트로 지어진다. 가이드라인에 따르면 공동주택 재건축시 외단열 시스템을 적용해 냉·난방 에너지 소비량을 40% 이상 줄여야 한다. 또한 총 건축비의 1% 이상을 투자해 단지 전체 에너지 소비량의 3% 이상을 담당할 신재생 에너지 시설을 설치해야 하며 아토피나 새집증후군 등을 막을 수 있도록 건축 자재와 마감재 등은 반드시 친환경 성능 인증을 받은 제품을 사용해야 한다.

● **실생활에 직접적으로 영향을 미치는 연구인 만큼 영향력이 클 것 같다.**

미국이나 일본 등 선진국이 기술에 앞섰다고 하지만 공동주택에 대한 경험은 많지 않다. 우리나라는 공동주택이 많은 비율을 차지하고 있고, 그 경험 또한 많다. 이번 연구를 통해 친환경 공동주택을 실용화한다면 국가경쟁력은 물론 환경적·경제적 효과가 클 것이다. 나아가 우리나라가 미래 주택시장을 주도할 것이라 생각한다.

“건축물에서 친환경은 선택이 아니라 필수”

## 저에너지 친환경 공동주택 기술 개발

그림 형제의 유명한 동화, 헨젤과 그레텔의 무대가 된 슈바르츠발트(Schwarzwald, 검은 숲)는 독일 최대의 삼림지대다. 상록수가 뽕뽕이 들어차 푸르다 못해 칠흑처럼 어둡다고 해서 붙은 이름이다. 한 번 들어가면 길을 잃기가 쉬워 빠져 나오기 힘들고 마녀처럼 위험하고 무서운 것들이 즐비한 미지의 숲. 이 울창한 숲의 초입에 프라이부르크라는 도시가 있다. 프라이부르크는 인구 20만에 불과한 작은 도시로 700년이 넘는 민스터 대성당의 소재지로도 유명하다. 그러나 관광명소보다도 프라이부르크를 유명하게 한 것은 바로 ‘환경도시’라는 타이틀이다.

독일은 어딜 가나 풍력발전기와 태양전지를 쉽게 볼 수 있다. 2009년 기준 신재생 에너지 비중이 16.1%에 이르는 환경국가인 만큼 당연한 일이다. 이중에서도 프라이부르크는 신재생 에너지 비중이 가장 높은 도시다. 도시에 필요한 전기의 50% 이상을 자체 생산하여 조달한다. 그것도 수력이나 태양열처럼 화석연료를 전혀 쓰지 않는 방법으로 말이다. ‘태양의 도시’라는 영광스러운 이름도 그 덕분에 얻을 수 있었다.

명성 그대로 프라이부르크는 독일 신재생 에너지 산업의 모델하우스다. 대부분의 신재생에너지는 아직 개선 여지가 많아서 실용화하려면 많은 공간이 필요하고 생산하는 전력량도 적다. 그런데도 주민들이 오히려 신재생 에너지 활용에 적극적이다. 그러다 보니 이 도시에서는 연구소에서나 볼 수 있는 친환경 기술을 평범한 일반 가정에서 다양하게 활용한다. 건축과 친환경 기술이 절묘하

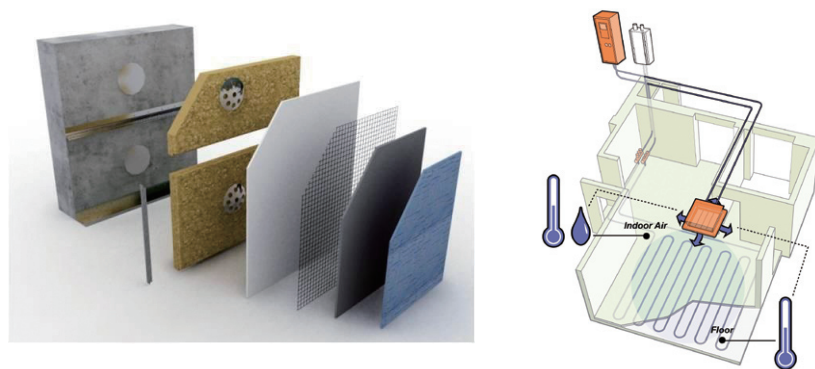


게 결합된 것이다. 프라이부르크가 여러 나라의 부러움을 사는 이유다.

우리나라에서도 녹색성장이 정책기조로 자리잡고 사회 각계에서 친환경 기술의 중요성을 강조하면서 조만간 ‘한국판 프라이부르크’가 될 것이다.

크'가 생길지도 모른다. 그 첨병에 있는 기술이 친환경 주택이다. 통계에 따르면 우리나라에서 건물이 소비하는 에너지 중 주택이 67%라 한다. 주거용 건물이 전체 건물 중 가장 많은 에너지를 쓴다는 뜻이다. 또한 친환경 주택은 설계부터 냉난방 공조, 친환경 재료 등 에너지 소비와 오염물질을 줄이고 자원의 재활용성을 높이는 온갖 기술이 집약된 전시장이다. 이 때문에 각국은 친환경 주택을 하루빨리 상용화하기 위해 노력하고 있다.

2006년 9월부터 진행된 '저에너지 친환경 실험주택(G-home)' 연구는 한국형 친환경 주택의 표준을 잡아보려는 시도다. 이 연구에서는 기존 공동주택 대비 공사비 110%~140% 이내의 비교적 저렴한 비용으로 건설이 가능한 친환경 주택의 모델을 개발했다. 특히 국내 최초로 공동주택에 저에너지 기술을 적용하여 기존 단독주택 위주의 친환경 주택에 비해 비용대비 큰 에너지 절감효과를 보인다. 건축에 적용할 수 있는 친환경 기술이 워낙 많다 보니 목표한 에너지 절감률에 따라 지열 및 우수(雨水)를 활용하는 히트펌프시스템, 하이브리드 환기시스템 등 각각의 기술을 조합한 4가지 모델을 고안했다. 각각의 모델에 적용된 주요 기술은 다음과 같다.



- 냉난방 에너지 절감, 신재생에너지, 다기능 이중창호, 외단열을 적용
- 온돌시스템을 활용한 바닥복사냉방시스템을 도입
- 옥상경량녹화유닛 적용, 지열+우수열을 냉난방 열원으로 활용
- 신재생에너지를 활용해 화석에너지를 사용하지 않도록 계획  
모세관(Capillary Tube) 복사냉난방시스템, 전력은 벽면과 지붕면의 PV를 활용

이번 친환경 주택에 적용된 기술은 외부환경 조성기술, 저에너지 건물기술, 고효율 설비기술의 3개 분야로 나뉜다. 외부환경 조성기술은 건물 주변 환경을 개선하고 열섬효과 등 건물의 부정적인



효과를 줄이기 위한 기술로 건물의 경사면과 벽면에 식물을 심거나 친환경 조경을 단지 계획에 반영하는 기술 등이 있다. 주로 건물이 환경에 미치는 영향을 줄여 주변과 조화시키는 것이 목적이다. 저에너지 건물기술은 건물의 에너지 손실을 줄이기 위한 기술로 열차폐율이 높은 단열재, 외부 공기 유입을 완전히 차단하는 기밀시공, 자연의 열을 최대한 활용하는 자연형 냉난방 기술 등이 여기에 속한다. 고효율 설비기술은 다양한 설비를 효율적으로 제어하고 고효율 에너지를 건물에 적용하는 기술로 모세관 복사 냉난방시스템, 하이브리드 환기시스템, 태양열을 이용한 급탕, 태양광 발전 시스템, 지열시스템 등을 활용한다.

지난 2010년 5월 그린홈플러스 시범모델이 개관하여 이번 연구과제가 결실을 맺고 본격적인 활용을 기다리고 있다. 그린홈플러스 주택모델이 본격적으로 보급되면 가정에서의 에너지 사용량을 줄여 우리나라의 이산화탄소 배출량을 대폭 낮출 수 있다. 또한 기후변화협약에 따라 탄소배출권을 구매할 수 있어 경제적 손실을 대폭 절감할 수 있을 것이다. 연구진은 그린홈플러스 보급에 따른 탄소배출권 구매효과가 2015년까지 최대 3조원 정도 될 것으로 예상한다. 또 친환경주택이 환경관련기술의 종합전시장인 만큼, 녹색 산업을 발전시키는 데 큰 역할을 할 것이라 기대하고 있다.





한국전자통신연구원  
김민수  
☎ 042-860-5566  
✉ minsoo@etri.re.kr

● 차량용 내비게이션과 스마트폰의 영향으로 GIS기술은 일상에서 쉽게 사용되고 있다. u-GIS는 그보다 더 나아간 개념인가?

현 GIS는 토지 위에 존재하는 여러 자연물이나 건축물, 도로, 행정정보를 해당 토지의 수치지도(컴퓨터로 조성한 전자지도)에 연결해 놓은 시스템이다. 사람들은 이 수치지도를 조작해 자기가 원하는 토지 정보를 한번에 찾아내고 파악할 수 있다. u-GIS 기술은 이러한 GIS 기술에 USN(Ubiquitous Sensor Network- 모든 사물에 RFID를 부착해 인터넷에 연결하여 정보를 인식, 관리하는 네트워크)기술을 접목한 것으로 공간정보기술의 융·복합으로 이루어진 새로운 위치기반 정보지능화 기술을 뜻한다.

● u-GIS가 일상에 적용될 경우 우리가 직접적으로 느끼게 될 변화는 무엇인가?

현재 GIS 시스템이 지도, 교통에 한정되어 있다면 u-GIS 기술은 일상의 모든 부분에 적용될 것이다. 예를 들어 위치기반정보를 통해 원하는 공간으로 이동하고, 그 공간에서 일어나는 정보들을 선택적으로 받을 수 있다. 또한 물리적인 공간에 설치된 센서와 스마트폰 센서를 융합하여 개인의 레저 및 건강을 모니터링하는 등 개인화 서비스를 비롯한 공공 규모의 u-City 서비스 제공이 가능해져 언제, 어디서나, 누구나 맞춤형 공간정보 서비스를 제공받을 수 있을 것이다.

● u-GIS는 국외에서도 아직 초보적 기술이다. 그만큼 발전 가능성이 클 텐데 앞으로의 계획은 무엇인가?

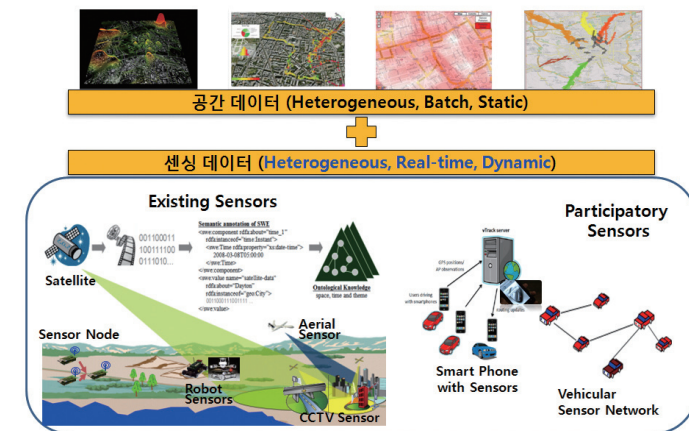
u-GIS 기술은 향후 u-City 구축에 없어서는 안될 핵심 기술이며, 유비쿼터스 시대에 신규시장 창출, 국내 공간정보산업시장 규모 확대는 물론 선진국과의 기술 주도권 확보 경쟁과 국가 경쟁력 확보에도 중요한 역할을 할 것이다. 이에 현재 기술에서 더 나아가 사람과 사물, 사물과 사물간에 정보 교환이 활발히 일어나는 사물지능통신 시대가 올 것으로 예측하고 있으며, 연구에서 개발된 GeoSensor 데이터 관리 기술과 u-GIS 융합 데이터 분석기술을 적용함으로써 사물지능통신망의 구축에 실질적인 도움이 되길 기대하고 있다.

“  
꿈의 도시 u-City의  
핵심 인프라 u-GIS”

## u-GIS 공간정보 처리 및 관리 기술 개발

직장인 김씨는 출근 때 차량정비를 위해 자신의 사무실에서 조금 멀지만 자주 가는 정비소로 이동하려 했다. 김씨가 차량에 탑승하자 스마트폰은 상황 인식 서버에 사용자의 위치와 주변 상황 정보를 전송한다. 상황 인식 서버는 현재 김씨가 차량에 탑승한 것을 인지하고 스마트폰을 해당 차량 단말과 연동시켜, 차량 내에서 사용할 수 있는 시트 조정, 핸즈 프리, 내비게이션 등 여러 가지 추천 서비스를 보여준다. 김씨가 내비게이션을 선택하자 스마트폰에 내장되어 있는 일정을 검색하여 자동으로 추천 목적지 리스트를 보여주고, 김씨가 “코엑스”라고 말하자 지정한 장소가 자동으로 입력되어 길 안내를 실행한다.

상황 인식 서버는 사용자의 위치를 추적하면서 경로 주변의 마트에서 “모 카드를 보유하고 있는 고객께서는 엔진오일을 50% 할인해 드립니다”라는 타임 세일 광고를 검색하고, 김씨가 보유한 카드가 해당되는 것을 식별하여 스마트폰을 통해 이 광고를 추천 서비스로 김씨에게 알려준다. 김씨가 목적지까지 어느 정도 시간 여유가 있어 엔진오일을 구매하기 위해 광고를 선택하면 서버는 자동으로 내비게이션에 목적지를 변경하도록 한다. 이처럼 u-GIS는 불특정 다수를 대상으로 한 무차별적 위치 광고가 아닌 자신의 상황에 맞는 맞춤형 위치 광고를 제공한다.





**u-GIS Data Integration** 다차원 공간/영상데이터와 같이 정적인 데이터와 센서로부터 실시간 획득되는 동적인 데이터 스트림의 융·복합



이터에 대한 저장 및 처리 기능을 제공하지 못했다. 이에 변화하는 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경과 같은 공간정보 특성을 지원하는 것에 한계가 있어 이를 극복하기 위한 u-GIS 기술엔진이 필요하였다. u-GIS란 기존 GIS 기술과 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술을 접목한 것으로 유비쿼터스 시대에 필요한 공간정보와 센서정보의 융복합 저장·처리를 통한 차세대 시각화 기술 및 사용자 맞춤형 정보 서비스 기술을 의미한다.

‘10년이면 강산도 변한다’는 말은 이제 1분 1초가 과거일 만큼 무의미해져 세상은 점점 빠르게 변해가고 우리 생활 역시 그 속도에 적응하기 위해 더욱 더 스마트하게 변해가고 있다. 이 변화의 중심에는 바로 u-City의 기반인 GIS 시장이 있다. GIS 시장에 Google과 Microsoft와 같은 세계적인 기업이 진출하여 시장발전을 선도하고 있는 것 역시 간과할 수 없는 일이다.

우리나라도 세계적인 변화에 발 빠르게 대응하고자 u-GIS 융합 엔진을 개발하여 국외 기술의존도를 낮추는 것은 물론 국내 GIS산업을 활성화하고, 전문 인력을 양성하는 등 국가경쟁력을 키우려 노력하고 있다.

이번 ‘u-GIS 공간정보 처리 및 관리 기술 개발’ 연구는 국토해양부 VC-10과제의 하나로 개발이 한창 진행 중인 사업이다. 실시간 데이터를 다루는 u-GIS 기술은 미래도시의 기반이 될 u-City의

과연 이 글의 '어디까지가 실재이고 가상일까?'라고 생각했다면 현재 우리나라 GIS 분야 기술을 저평가한 것이다. 물론 과거 GIS 분야 핵심 소프트웨어는 국외 의존도가 80% 이상으로 국내 기술 수준이 미약했다. 현재도 여전히 GIS의 최고 기술력을 보유한 곳은 미국으로 세계 GIS 시장의 52%를 점유할 정도로 막강한 기술력을 자랑하고 있다. 하지만 우리나라 GIS 연구 기술 역시 괄목할 만한 성과를 보이며 빠르게 성장하고 있다.

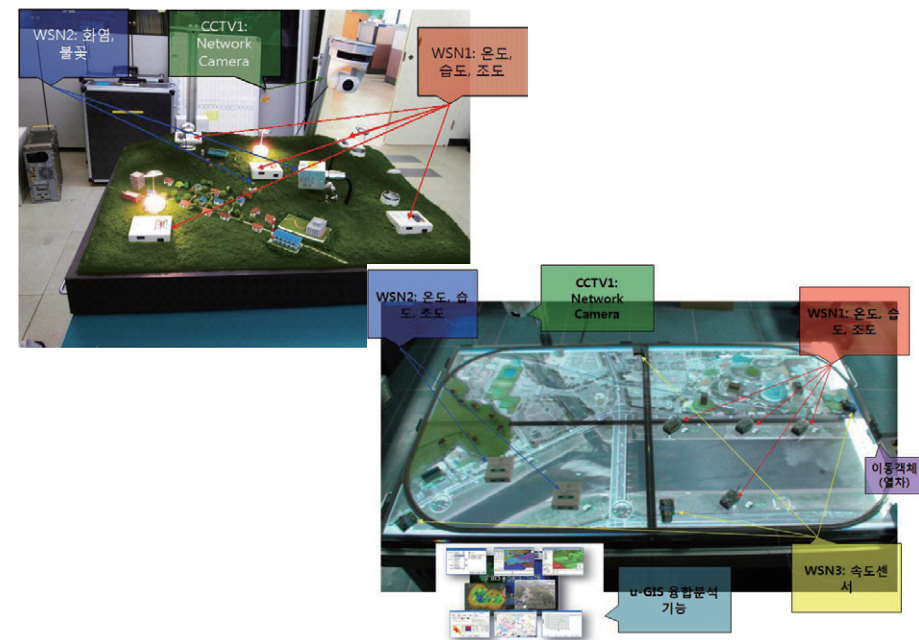
우리나라는 1990년대 중반 이후부터 국내 GIS 전용 서버 및 모바일 기반 국산 엔진을 개발하였으나 이 엔진은 u-GIS 데

핵심기술로 실시간 센서 정보 통합 및 공유시스템, 3D 시공간 데이터 저장 관리 기술, u-GIS 데이터 융합 분석 및 상황 인식 기술, 모바일 u-GIS 정보 저장/관리 기술의 총 4가지 세부과제로 나누어 연구되었다.

특히 u-GIS 데이터 융합 분석 및 상황 인식 기술은 IT분야의 리서치 및 자문 회사 가트너(Gartner, Inc.)가 향후 5년간 파괴적 영향력을 미칠 10대 혁신 기술 중 하나로 선정했다. 이 기술은 사용자의 위치 및 상황에 알맞은 푸시(Push) 방식의 맞춤형 상황 인식 서비스이다.

이 서비스를 통해 우리나라는 미국의 기술시장 독점에 대응해 자체적 GIS 기술 경쟁력을 확보할 수 있으며, u-GIS 공간정보처리의 경우 국외에서도 아직 초보단계 기술인 만큼 앞으로 우리나라가 기술 우위를 선점할 수 있을 것이라 생각된다. 또한 u-City 구축의 지원은 물론, 기존 국외의존도를 낮추고 세계시장으로 나아감으로써 경제적 효과를 누릴 것으로 예상된다.

‘우리나라 땅은 국외 기술이 아닌 우리가 직접 만든 기술로 관리한다’라는 생각으로 시작된 이번 연구는 이제 우리나라를 넘어 전 세계로 나아가려 하고 있다. u-GIS 사업은 우리의 생활공간에 대한 정보를 제공하는 중요한 사업으로 시장의 전망은 매우 밝다. u-GIS 기술의 발전을 통해 실시간 정보가 요구되는 응급방재서비스, 도시시설물관리 등 사용자가 원하는 정보를 언제 어디서나 실시간으로 서비스가 가능한 u-City가 구현되리라 기대된다. 더 나아가 부동산, 환경, 안전, 보안, 복지, 쇼핑 등 다양한 부분에 걸쳐 실생활에 활용이 가능한 국산 u-GIS 기술의 세계화를 통해 우리나라가 u-GIS 기술에서 세계 최고가 되길 기대해 본다.







한국도로공사  
이광호  
☎ 031-371-3300  
✉ lkh@ex.co.kr

● ‘친환경 도로’로 도로정책의 전환이 이루어지고 있다고 한다. 그 선두에 있는 ‘장수명·친환경 도로포장 재료 및 설계시공기술’에 대해 소개한다면?

21세기형 도로는 기존 도로가 가졌던 공간이동 수단이라는 재래적 개념에서 탈피하여 ‘환경과 안전, 쾌적’에 중점을 두고 기능적, 지속적으로 성장하고 있다. 이에 ‘장수명·친환경 도로포장 재료 및 설계시공기술 개발’ 연구는 이용자 중심의 친환경·다기능성 차세대 도로포장 시스템으로 11개 핵심기술을 개발했다. 현재 친환경적인 포장재료에서부터 설계, 시공 및 유지관리 기술 개발을 통해 그 결과를 실용화, 산업화하려 한다.

● 총 11개 세부기술개발이 완료 혹은 진행 중에 있는데, 그 중 우리가 직접 도로에서 느낄 수 있는 변화에 대해 몇 가지 설명해달라.

간단히 세 가지만 설명하자면, 첫째 한여름의 고온으로 뜨거워지는 도로를 ‘열섬저감 포장’으로 제어하여 쾌적한 도로환경을 만들 수 있고, ‘용설시스템’으로 겨울철 결빙위험지역을 제어함으로써 차량의 안전한 주행이 가능할 것이다. 둘째 ‘중온형 아스팔트 포장’으로 유해가스와 탄소배출량을 줄여 친환경도로가 될 것이다. 마지막으로 도로가 IT기술과 융합한 시공관리 시스템을 통해 체계적이고 과학적으로 관리되며, 이로써 도로관리 비용이 절감될 것이다.

● 5~6년 동안 연구를 지속해오면서 많은 것이 변화되고 이루어졌을 것 같다. 이번 연구를 비롯한 도로기술 분야에 대해 앞으로의 계획은?

처음 이 연구를 시작할 무렵, 친환경 장수명이라는 용어 자체가 생소했다. 하지만 연구가 진행되는 동안 ‘친환경’, ‘녹색’이라는 용어가 우리 생활에 스며들었고, 우리 연구가 ‘친환경 녹색성장’의 국가적 가치에 앞서 있다는 것에 자부심을 느끼고 있다. ‘장수명·친환경 도로포장 재료 및 설계시공기술 개발’을 비롯한 건설교통분야의 모든 연구는 공공적인 성격이 다분하다. 또한 융·복합화 기술로 계속해서 진화하고 있다. 따라서 오케스트라의 지휘자와 같이 여러 기술 분야에 대한 이해와 정보 확보, 환경과의 조화를 통해 ‘친환경 첨단도시’라는 하나의 화음을 만들도록 노력할 것이다. 이로써 우리나라 건설교통 관련 산업 기술력이 증대되고 활성화될 것으로 생각한다.

“쾌적하고 편리하며 안전한 도로기술 개발로 21세기형 도로건설에 앞장설 것이다”

## 장수명·친환경 도로포장 재료 및 설계시공기술 개발



과거 도로는 공간을 이동하기 위한 수단으로 1차원적인 의미를 가졌다. 하지만 21세기 들어서면서 도로는 인간이 삶을 영위하고 활동하기 위한 하나의 영역으로서 그 개념이 변하고 있다. 그래서 전 세계적으로 지속가능한 환경친화적

도로의 도입 및 운영에 대한 논의 및 기술개발이 활발히 진행되고 있다.

미국의 경우 1962년부터 국가협력도로연구프로그램을 시작했으며, 영국은 ‘모든 사람을 위한 교통’을 목표로 안전하고 신뢰성 있는 교통시스템 및 환경을 연구하고 있다. 우리와 가까운 일본도 예외는 아니다. 이 중 오토노미의 에코로드와 나가노현의 시가루트를 일례로 들 수 있다.

에코로드는 일본 동북지방의 미야기현과 아키타현을 통과하는 일반국도 108호로 13.7km에 이르는 구간이다. 연간 1/2 이상 동안 5m 이상의 적설로 통행이 불가능한 이 도로는 지역 주민의 숙원과 자연환경을 고려한 기술과 지혜로 ‘사람에게도 자연에게도 좋은 자연과 조화된 도로, 자연을 지키는 도로, 사람과 자연

이 서로 만나는 도로’를 컨셉으로 만들어냈다.

일본 나가노현에 위치한 시가루트는 해발 2,000m 이상의 고산이 줄지어 있는 시가고원을 종단하는





30.9km 길이의 간선도로로 16.1km가 국립 공원을 지나고 있다. 이에 도로공사 후 표 토의 복원은 물론 토지의 형질변경을 최소화하기 위한 교량과 터널 활용, 도로 콘크리트면의 빛 반사를 막기 위한 표면처리 등 다양한 측면에서 배려하고 있다.

우리나라 역시 이와 같은 친환경 도로를 만들기 위해 '장수명·친환경 도로포장 재

료 및 설계시공기술 개발' 연구를 실시했다. 기존 도로정책이 개발위주·정부중심의 시설확충에 중점을 뒀다면, 21세기형 도로정책은 '환경'과 '안전'을 키워드로 국민 참여 및 운영개선에 중점을 두고 있다. 이에 이번 연구에서는 친환경성·기능성, 고내구성, 시공기술, 유지관리기술의 총 네 분야로 나누어 각각의 필요 기술에 대한 연구개발을 수행하고 친환경 재료, 장비의 개발 및 시스템을 구축했다.

#### 첫째, 도심지 열섬완화를 위한 포장시스템 개발

도심지 열섬완화를 위한 포장 시스템에는 수분증발시 발생하는 기화열로 온도를 저감시키는 '보수성 포장'과 태양복사 에너지를 반사시키는 '차열성 포장' 등 새로운 도로포장공법이 있다. 이는 도시부의 도로, 대규모 야외주차장, 자전거도로 등에 적용되어 도심지 내의 온도를 낮추고 쾌적한 환경을 제공하는 역할을 할 것이다.

#### 둘째, 고내구성 블록포장 공법, 저소음 콘크리트 포장을 위한 표면처리기법, 고내구성 포장 신재료 및 공법 개발

고내구성 블록포장의 경우 내구성 향상을 통한 파손저감 및 주변 경관과 어울리는 아름다운 도로를 제공할 수 있다. 소음 저감을 위한 표면처리기법 및 장수명 포장재료의 개발 기술은 국내 도로포장의 수명연장은 물론 해외 시장개척에도 중요한 기술로 작용할 것이다.

#### 셋째, 전기에너지 방식 용설시스템, 최적 매설형 신축이음장치, 비파괴 포장시공관리 시스템, 아스팔트 혼합물 첨단 품질관리 시스템 개발

용설시스템을 통한 상습 결빙지역의 차량사고 예방은 물론, 신축이음장치, 비파괴 첨단품질관리 시스템의 개발로 쾌적한 주행환경을 제공할 수 있다. 또 기존 국외 장비보다 저렴하고 신뢰도 높은 품질관리장비의 국산화로 국내 관련산업의 경쟁력을 높일 것이다.

#### 넷째, 급속경화 콘크리트 포장보수 공법 및 중온형 아스팔트 포장공법 개발

급속경화 콘크리트 포장보수 공법은 도로의 보수시간 단축으로 사회·경제적 손실 방지 및 이용자의 불편을 최소화할 수 있다. 중온 아스팔트 포장공법은 CO<sub>2</sub> 발생량을 줄여 국가 환경 비용을 줄일 것으로 예상된다. 또한 대기오염 가스의 발생 억제로 관련 근로자의 재해사고 경감 및 국가 경쟁력 향상도 기대된다.

네 가지 주요 기술을 요약하자면, 우리나라는 친환경 고강성 포장시스템을 사용함으로써 에너지 절약과 CO<sub>2</sub>의 저감은 물론 쾌적한 주행 및 보행환경을 제공할 수 있다. 또한 친환경적이고 심미적인 도로를 만들어 사용자 중심의 기능성 도로포장으로 패러다임을 전환할 수 있을 것이다. 첨단 포장 시공 및 유지관리 기술의 개발은 도로포장의 수명 증진 및 유지보수 기간의 단축으로 예산절감의 효과도 가져올 것이다.

도로포장은 지역과 지역을 연결하는 네트워크망을 구성해주는 중요한 요소임에도 우리나라의 관련 기술이나 설계 및 시공 장비의 상용기술은 낙후돼 있는 실정이다. 이에 '장수명·친환경 도로포장 재료 및 설계시공기술 개발' 연구의 수행을 통해 관련 산업의 기술력이 증대되고 활성화되어 중장기적인 국가경쟁력 향상에 일조할 것을 기대한다.







포항산업과학연구원  
이종관  
☎ 032-200-2453  
✉ jklee@rist.re.kr

● 인천대교에 'HSB(High performance Steel for Bridges)가 적용되었다고 한다. HSB 및 연구에 대해 소개한다면?

교량용 맞춤형 강재인 HSB는 차세대 시설물용 신재료 활용기술을 이용해 일반 강재보다 강도, 인성, 용접성, 부식성 등 성능을 복합적으로 향상시켰다. HSB는 기존 강재 대비 시공성이 우수하고 강판 두께에 따른 강도손상이 없어 교량 사업비를 절감할 수 있으며, 교량에 요구되는 성능을 단일 강종으로 쉽게 확보할 수 있어 교량 설계와 제작의 편의성이 향상되는 장점을 갖고 있다. 이에 'HSB적용 교량 상용화 연구'를 통해 HSB를 적용한 교량의 제작성, 시공성 및 경제성을 향상시키고 있다. 실제 2007년 인천대교 현장에 초도공급한 이후 계속해서 적용하고 있다.

● 성과물을 실제 적용하는 연구인 만큼 어려움이 많았을 것 같다.

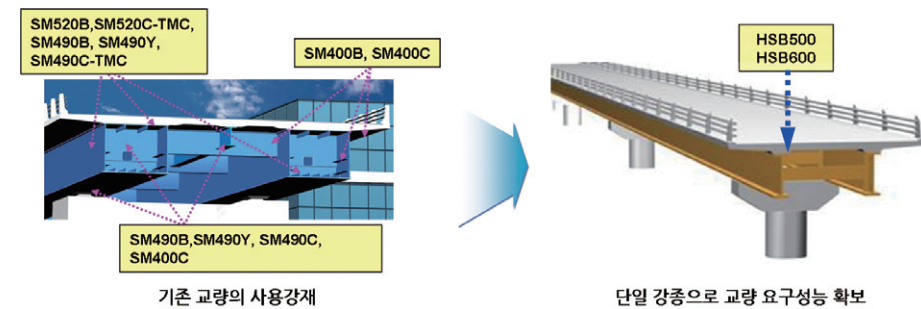
최종 성과물을 완성하는 형태로 진행된 연구인 만큼 연구기간 내 성능규격 정립 및 소재 개발, 성능검증, 구조설계 및 제품화 기술, 시범사업이 순차적으로 이루어져야 했다. 한 업무가 차질이 생기거나 문제가 발생할 경우 후속 업무가 연쇄적으로 영향을 받는 만큼 연구원, 철강사, 설계사, 제작사, 시공사, 학계 등 다양한 분야가 서로 개발업무를 분담하고 유기적으로 연계해야 했다. 그럼에도 우리나라는 미국에 이어 세계에서 두 번째로 HSB 상용화에 성공했으며, 현재 1년에 4만톤 규모의 HSB가 현장에 적용되고 있다.

● 최근 교량이 대형화되고 있는 추세에 따라 강도가 높은 강재의 수요가 증가하고 있다. 'HSB적용 교량 상용화' 연구가 가져올 긍정적 효과는 무엇인가?

교량에 사용되는 고강도 강재 이용기술 분야는 미국, 유럽, 일본 등에 뒤처져 있는 상황이었다. 이런 상황에서 순수 국내 기술로 개발된 HSB는 국외 강재와 비교할 때 성능이 더 좋거나 비슷했고, 가격은 저렴한 편이었다. 따라서 HSB를 적용할 경우 건설비용을 최대 20% 줄일 수 있다. 예를 들어 강교량 시장의 50%인 연간 20만 톤에 적용할 경우 연간 1,300억 원의 건설 비용을 줄일 수 있다는 뜻이다. 국외 제품들보다 성능이 떨어지지 않으며 가격경쟁력까지 있으므로 중국산 저급재에 대한 수입 방어가 가능하고 국외로는 수출될 가능성이 매우 높아, 앞으로 우리나라 기술력을 널리 알릴 것이라 기대한다.

“주변 환경과 조화를 이루는 HSB적용 교량으로 쾌적한 도시환경을 만들다”

## HSB(교량용 고성능 강재) 적용 교량 상용화

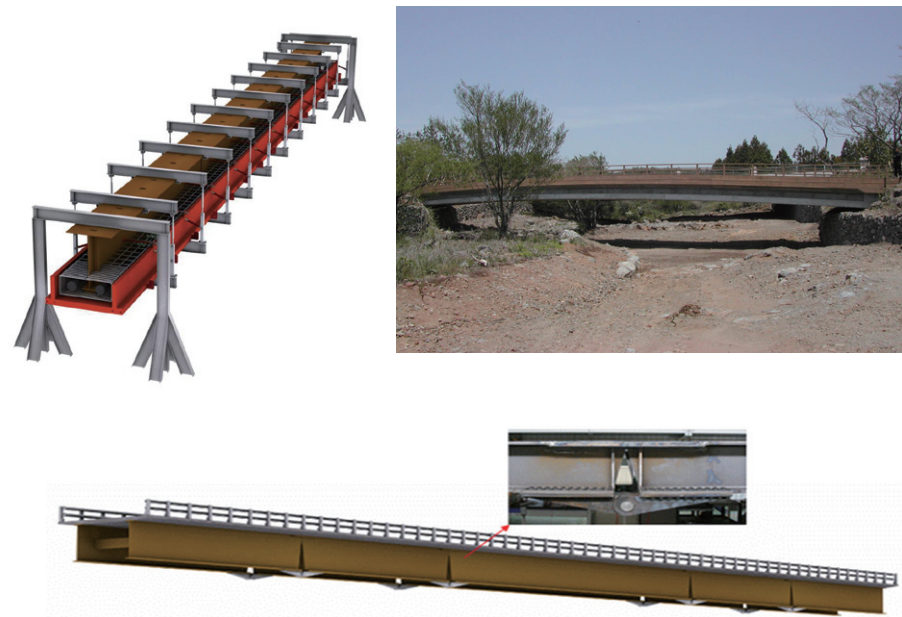


넓은 강 위를 우아한 모습으로 가로지르는 교량. 야경 사진의 단골 소재이기도 한 교량은 엄밀한 공학의 산물이다. 길이가 수 km에 달하는 교량을 지탱하기 위해서는 다양한 기술이 필요하다. 그중 하나가 바로 재료, 특히 강재다.

강재는 철(Fe)을 주성분으로 하는 구조용 탄소강을 말한다. 지금까지 교량에 쓰이고 있는 강재는 모두 19종류로 다양하다. 이런 다양성은 설계나 제작의 편의성을 오히려 떨어뜨리는 결과를 가져왔다. 이에 따라 실무자들은 각종 강재를 단순화해야 한다는 의견을 꾸준히 제기해 왔다. 또한 기존 강재는 사용할 수 있는 환경이 영하 5℃에 한정돼 있어 연중 최저기온이 이보다 낮은 지역에 있는 교량은 구조안정성이 의심될 수밖에 없다. 따라서 한랭지역에서도 안심하고 사용할 수 있는 강재를 개발할 필요성도 누누이 강조돼 왔다.

이와 같은 문제로 인해 미국과 일본 같은 선진국에서는 고성능 강재를 개발하려는 시도가 오래 전부터 있었다. 미국은 1992년부터 연방도로국과 철강협회, 해군을 중심으로 교량의 요구 성능에 복합적으로 대응할 수 있는 고성능 강재인 HPS(High Performance Steel)를 개발하기 시작했다. HPS는 1997년 상용화에 성공했고, 현재 미국 내 교량에 널리 쓰이고 있다. 일본도 2002년부터 신일본제철을 비롯한 철강업체와 교량 제작업체를 중심으로 BHS(Bridge High performance Steel) 개발에 착수해 2008년 상용화에 성공했다. 이처럼 1990년대 들어 선진국을 중심으로 비용 절감과 품질 향상을 위해 강재의 성능을 복합적으로 개선하는 움직임이 시작됐다.

이와 같은 세계적 추세는 우리나라에서도 '차세대 시설물용 신재료 활용기술 개발' 과제의 일환으



로 이뤄진 'HSB(교량용 고성능 강재) 적용 교량 상용화' 성과로 나타났다. 포항산업과학연구원 및 포스코는 지난 2005년부터 교량용 고성능 강재를 개발해 교량 현장에 공급했다. 2007년 인천대교 현장에 HSB600 1,420톤을 초도공급한 이후 2010년 10월 기준으로 약 6만톤의 HSB를 공급했다

HSB를 이용한 새로운 형식의 교량 및 제품성 교량 기술도 개발했다. 강도가 서로 다른 강재를 사용하는 하이브리드 소수주 거더교는 건설비용과 형고, 강중을 각각 10%, 30%, 15% 절감했고, 프리스트레스와 강재를 이용한 프리스트레스 강합성 거더교는 기존 기술에 비해 형고를 20~30% 절감했다. 또한 공장에서 만든 모듈을 현장에서 핀으로 간단히 조립해 건설할 수 있는 교량시스템을 개발해 국제특허를 획득했으며 이는 긴급복구나 군사용으로 널리 쓰일 수 있다. 2008년 9월 및 2010년 9월에 국토해양부 도로교 설계기준에 교량맞춤형 고성능강재인 HSB가 반영되었으며, 교량용 강재의 지역별 온도 요구 조건이 마련돼 HSB가 더욱 유용하게 쓰일 전망이다.

교량에 HSB를 사용하면 경제적인 효과도 크다. 기존의 교량에 비해 건설 비용을 최대 20% 줄일 수 있다. 강교량 시장의 50%인 연간 20만톤에 적용할 경우 연간 1,300억 원의 건설 비용을 줄일 수 있다는 뜻이다. 19종이나 되던 기존의 교량용 강재를 9종류로 단순화시킴으로써 설계에 있어서도 편의를 제공할 수 있다.

그러면 HSB를 어떻게 평가할 수 있을까. HSB는 미국의 HPS에 이어 세계에서 두 번째로 상용화에 성공했다. HPS와 비교해 성능이 같거나 뛰어나며 최신 기술을 적용해 10% 이상 저렴하다. 덕분에 HSB는 국제적인 경쟁력을 확보할 기틀을 마련했다. 유럽의 EN이나 미국의 ASTM 등 국제 규격



이상의 성능을 보여 주고 있으며 동시에 가격경쟁력까지 확보하고 있으므로 해외 교량 프로젝트에 수출될 가능성이 높다. 최근 터키 이즈밋대교에 5만톤 규모의 HSB를 적용하도록 추진한 바 있다. 또한 교량뿐만 아니라 건물, 조선, 해양 구조물에도 응용할 수 있으므로 관련 산업의 국제 경쟁력 확보에도 크게 기여할 수 있다는 평가다.

지금까지는 교량 건설시장에서 저렴한 가격으로 1970년대 이후 프리스트레스 콘크리트 거더교를 널리 써 왔으나 이 경우 교각을 많이 세워야 해 도시 미관을 해쳤다. 특히 도심지 고가교 아래는 할렘이 되는 부작용이 생기기도 했다. 하지만 HSB를 콘크리트와 합성하는 효율적인 구조형식을 활용하면 경제성을 확보하면서 동시에 주변 환경과 조화를 이뤄 쾌적한 도시 환경을 만들 수 있다. 또한 HSB를 활용한 조립식 교량은 운반이 쉽기 때문에 군사용이나 산악 교량용으로 쓰일 수 있다. 특히 24시간 내에 구조물 설치가 가능하기 때문에 긴급 재난이나 전시와 같이 특수한 상황에서 더욱 활용성을 높일 수 있다.

새로 개발된 HSB가 널리 쓰인다면 우리나라의 수많은 교량은 가볍고 튼튼하며 아름다운 모습으로 다시 태어날 수 있을 것이다



## 2010 construction Investment

15%

우리나라는 6.25 전쟁 후 모든 기반시설이 붕괴된 상황에서 단기간의 압축 성장해왔다. 1970년부터 1990년대까지 주택200만호 건설, 교통 기반시설(SOC)투자 확대를 거쳐 2010년을 기점으로 대형 국책사업이 종료 혹은 종료를 앞두고 있다. 2010년을 기준으로 보면 국내총생산량(GDP) 대비 건설투자는 15%에 이르며 OECD 국가들과 건설투자 비중 격차가 과거에 비해 축소된 선진국형 건설투자로 진입하고 있음을 보여준다.

11%

2020년의 건설투자는 140.1조~146.4조원으로 국내총생산량(GDP) 대비 11~11.5%에 이를 것으로 전망되며, 이는 우리 건설시장이 성숙기에 진입할 것이라 볼 수 있다. 따라서 2020년에는 과거와 같은 대규모 신도시 개발, 기본적인 교통 기반시설(SOC) 확충 등의 프로젝트는 줄고, 도심재생, SOC 시설 유지보수 및 장수명화와 같은 유지관리 프로젝트와 녹색빌딩, 초장대교량 등과 같은 신기술에 의한 사회적 요구를 보다 질적으로 충족시키는 프로젝트가 늘어날 것이다.

## 2020 construction Investment





효성굿프링스(주)  
임우섭  
☎ 02-3279-8203  
✉ hec-wslim@hyosung.com

“  
해수담수화 연구는  
바다의 오아시스를  
만드는 것이다”

● ‘해수담수화’는 바닷물을 식수로 만드는 기술로 흔히 알고 있다. 이번 연구에 대해 소개한다면?

전 세계적으로 식수로 쓸 수 있는 물은 줄어들어 물 부족현상이 우려된다. 물 부족현상을 해소하기 위한 방법의 하나가 바로 ‘해수담수화’이다. 이에 전 세계적으로 ‘역삼투 방식’의 ‘해수담수화플랜트’ 건설이 증가하고 있으며 더불어 고압펌프의 수요도 꾸준히 증가 추세에 있다. 고압펌프의 경우 역삼투 해수담수화플랜트 전체 소비 동력의 80%를 차지하기 때문에 플랜트 경쟁력과 직접적으로 연결되며 저소음, 친환경성, 고신뢰성 등이 요구된다. 더불어 해수담수화 과정에서 낭비되는 농축수의 압력에너지를 회수하는 에너지회수장치를 통해 고압펌프의 소비동력을 감소시킬 필요가 있다. 따라서 이러한 역삼투압 방식의 해수담수화플랜트 핵심기기인 ‘저에너지·고효율 대용량 고압펌프 및 에너지회수장치’의 설계와 제작을 완료하고 성능시험만을 남겨 두고 있다.

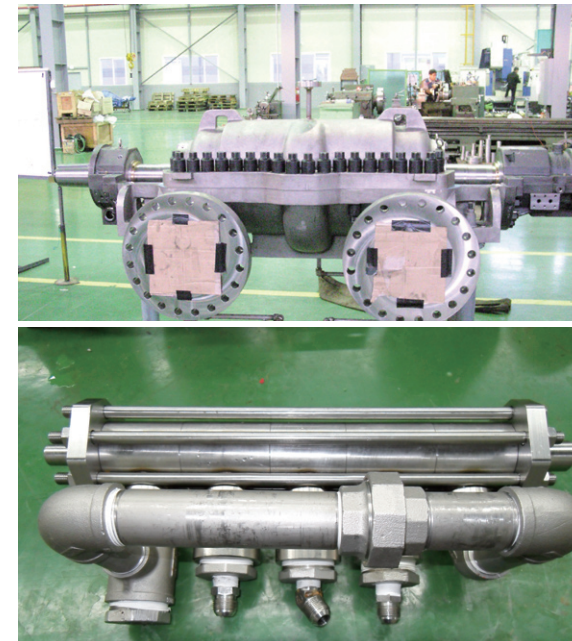
● 미래에는 물 부족이 큰 문제가 될 것으로 예측되고 있다. 이 연구를 통해 달라지게 되는 점은 무엇인가?

물은 모든 생물이 살아가는데 필요한 첫 번째 조건이다. 물 부족현상은 머지않아 전세계인이 당면할 가장 큰 문제 중의 하나로 인식되어야 한다. 국제 보고에 따르면 2025년 세계 인구의 38%인 30억 명, 전체 국가의 20%가 심각한 물 부족을 겪을 것으로 전망된다. 이에 지구 물 자원의 97%를 차지하는 해수를 이용하는 ‘해수담수화기술’의 공유 및 활용으로 세계인의 물 걱정을 해소할 수 있으며, 국제사회 협력의 촉매제로서의 역할을 담당할 것이라 생각한다.

● 물은 생명과 직결된 문제인 만큼 세계적인 주목이 예상된다. 앞으로 계획은 어떠한가?

전 세계적으로 친환경, 신재생에너지 기술이 부각됨에 따라 물 분야에서 기술의 변화가 과거와는 비교할 수 없이 급변하고 있으며, 관련 국내의 기업 모두가 신기술 확보에 사활을 거는 등 경쟁이 더욱 치열해지고 있다. 이에 경쟁의 우위를 차지하기 위하여 해수담수화플랜트 핵심 기기인 고압펌프의 고효율 대용량(8MIGD, 36,000톤/일)을 개발했으며, 부산 기장에 건설 중인 테스트 베드에 설치하여 신뢰성 평가를 진행할 계획이다. 이러한 새로운 시도로 차별화된 경쟁력을 확보함으로써 미국, 유럽, 일본 등이 선점하고 있는 세계 해수담수화 시장에서 후발주자로서 한계를 극복하고 세계가 주목하는 새로운 강자로 등장할 것으로 기대하고 있다.

## 해수담수화플랜트 건설용 고효율 대용량 고압펌프 및 에너지회수장치 개발



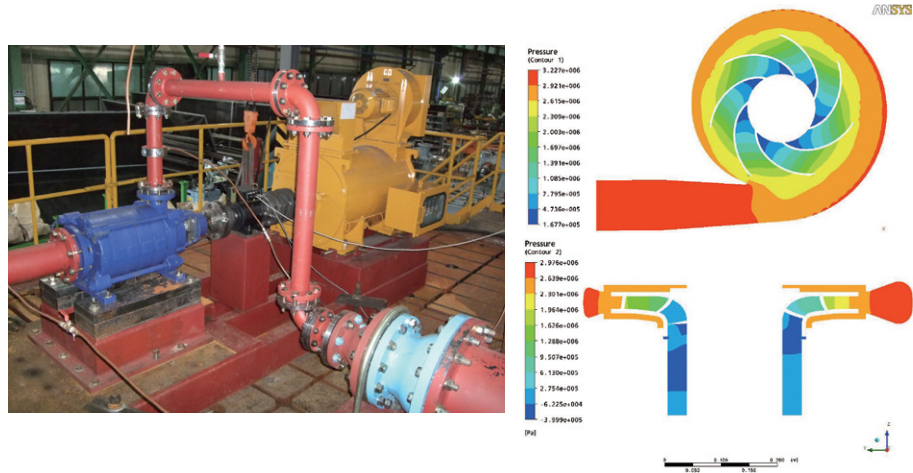
지구 전체의 물 구성은 바닷물이 97%, 빙하 2%, 기타 1%이며, 인류가 식수 및 생활용수로 사용할 수 있는 강이나 호수의 물은 그 비율이 0.008% 정도에 지나지 않는다. 전 세계 60억 인구 중에서 40%는 물이 부족한 지역에 살고 있고, 2025년에는 물 부족으로 고통받는 사람들의 비율이 70%로 늘어날 것으로 예상된다. 해수담수화 기술은 이러한 물 부족현상을 해소하기 위해 물자원의 대부분을 차지하는 바닷물을 담수화하여 식수를 비롯한 생활용수로 사용하기 위한 기술이다.

1960년대에 들어서 바닷물을 증발시켜 담수를 얻는 증발식 해수담수화플랜트가 상용화되었지만, 에너지 소모량이 많아 생산수의 생산단가가 비싸졌다. 또 증발법은 대부분 화석 연료를 이용하기 때문에 지구 온난화를 가속화시키는 단점이 있다. 1990년대 이후 에너지 절감이나 환경적인 측면을 감안해 기존의 증발법보다 역삼투압법을 이용한 해수담수화플랜트의 건설이 증가되고 있는 추세다.

삼투압 현상은 용질은 통과시키지 못하고 용매(물)만 통과시키는 반투과성 막을 사이에 두고 농도가 서로 다른 용액이 있을 때, 농도가 낮은 용액의 용매가 농도가 높은 용액 쪽으로 이동하는 현상을 말한다. 역삼투압법은 삼투압 현상을 응용한 것으로 해수에 삼투압 이상의 압력을 가해 바닷물에 녹아 있는 소금, 전해질 등을 제거하여 순수한 물을 얻는 방법이다.

삼투압 현상은 용질은 통과시키지 못하고 용매(물)만 통과시키는 반투과성 막을 사이에 두고 농도가 서로 다른 용액이 있을 때, 농도가 낮은 용액의 용매가 농도가 높은 용액 쪽으로 이동하는 현상을 말한다. 역삼투압법은 삼투압 현상을 응용한 것으로 해수에 삼투압 이상의 압력을 가해 바닷물에 녹아 있는 소금, 전해질 등을 제거하여 순수한 물을 얻는 방법이다.

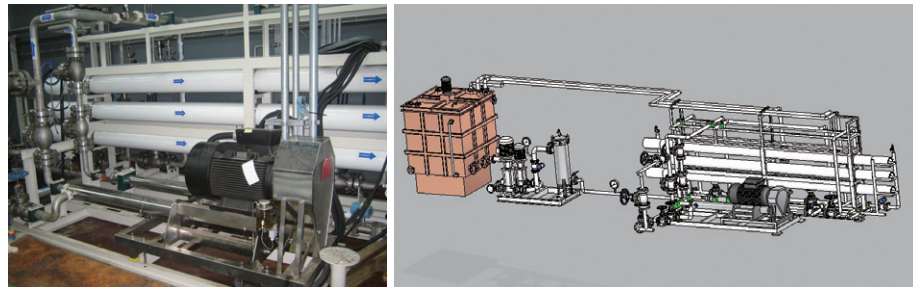




최근 전 세계 담수시장이 성장하면서 우리나라도 해수담수화와 관련한 사업을 적극적으로 추진하고 있다. 이 분야에서 세계적인 경쟁력을 확보하기 위해서는 최근 수요가 늘어나고 있는 역삼투압법의 대용량 플랜트 기술을 확립해야 한다. 이를 위해서는 역삼투식 해수담수화플랜트의 전체 소요 동력 중 80% 정도를 차지하는 해수담수화용 고압펌프의 대형화, 고효율화가 필요하다. 또한 해수담수화 공정에서 막을 통과하지 못하고 배출되는 염도가 매우 높은 농축수로부터 압력에너지를 회수하여 재사용함으로써, 플랜트의 소비동력을 대폭 절감시키는 고효율 에너지회수장치의 개발도 필요하다.

현재 사용되고 있는 고효율 대용량 고압펌프의 주요 기술문제는 마찰로 인한 마모와 해수에 의한 부식이 주요부품에 자주 발생한다는 것이다. 따라서 이런 주요부품의 내마모성 및 내부식성을 향상 시킴으로써 펌프의 수명과 부품교체 기간을 연장시켜 제품을 고급화시키고 관리비용을 절감할 필요가 있다.

이런 배경에 따라 한국건설교통기술평가원은 해수담수화플랜트 사업의 국가경쟁력 강화 일환으로 플랜트기술고도화사업을 추진 중이며, 역삼투식 해수담수화플랜트 핵심기자재인 고압펌프와 에

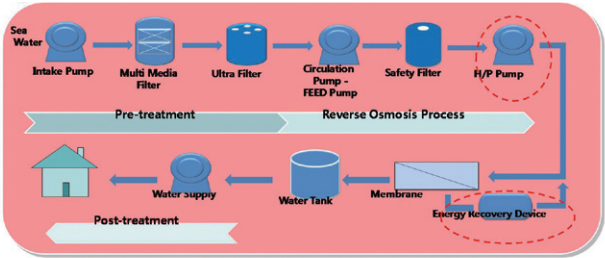


너지회수장치 개발을 진행하고 있다. 최근에는 효율성을 높여 에너지 절감 효과를 증진시키며, 막에 대한 영향을 최소화하고, 해수에 대한 내부식성이 우수한 고압펌프의 연구가 진행 중이다. 또한 버려지는 고압 농축수의 압력에너지 중 95% 이상을 회수할 수 있는 고효율 용적형 에너지회수장치의 개발을 진행하고 있다.

고압펌프와 에너지회수장치를 자체 개발하기 위해 먼저 기초자료와 경쟁사 제품을 조사하고 분석했다. 펌프 및 해수담수화설비 전문 업체인 효성굿스프링스(주)에서 펌프 설계 및 제작에 10년 이상의 경험을 보유하고 있는 전문가 10여 명과 보조 연구 인력이 투입됐다. 해수담수화용 고효율 대용량 고압펌프의 내부식성, 내마모성 향상을 위해 레이저표면처리기술을 응용하였는데, 이는 레이저 가공분야의 전문가인 광주과학기술원 정성호 교수 연구팀에 위탁해 연구를 수행했다. 고효율 용적형 에너지회수장치개발은 효성굿스프링스(주) 연구팀과 한국기계연구원의 박상진 박사 연구팀이 담당했다.

현재까지 진행된 연구개발을 통해 축적된 기술로 이란 국영기업에 생산용량 일당 17,000톤인 해수담수화플랜트용 고효율 대용량 고압펌프를 국내 최초로 수출하기에 이르렀다. 에너지회수장치는 소형 모델시험에서 효율 97% 이상의 고효율을 실현하였으며 최근에는 대형화를 위해 계속해서 연구가 진행 중이다. 이 연구를 통해 해수담수화플랜트의 핵심 기기인 고압펌프와 에너지회수장치를 국산화함으로써 현재 미국, 유럽, 일본 등이 선점하고 있는 세계 해수담수화 시장에서 우리나라의 플랜트산업 경쟁력을 높여 나갈 것으로 기대된다.

[역삼투식 해수담수화플랜트 개요]





울산대학교  
박흥석  
☎ 052-259-1050  
✉ parkhs@ulsan.ac.kr

● **부존자원의 에너지 진단 알고리즘이라는 용어 자체가 어려운 것 같다. 연구에 대해 소개한다면?**

‘부존자원 에너지 진단 알고리즘 및 장치개발’ 연구는 산업단지 부존자원의 최적 활용을 위한 진단 소프트웨어와 실증적인 평가를 할 수 있는 시뮬레이터 장치 개발에 관한 것이다. 즉, 산업단지의 에너지 부존자원을 활용하여 공급자와 수요자를 고려한 ‘수요자 맞춤형 에너지 수급전략’을 수립할 수 있는 장치로 부존자원의 열적분해과정과 그에 따른 오염물질의 배출특성을 평가하여 자원화 시설의 설계 및 운영기술을 향상시킬 수 있다.

● **우리나라가 보유한 부존자원이 적어 발전가능성이 매우 큰 연구일 것 같은데?**

좁은 국토와 적은 부존자원에도 불구하고 국외 선진국에 비해 이 분야에 대한 연구와 개발이 미흡했던게 사실이다. 하지만 우리나라 신재생에너지 보급량의 70% 이상이 폐기물로부터 생산되고 있어 부존자원인 산업단지 폐기물을 체계적으로 활용한다면 산업단지의 환경문제를 해결함은 물론 에너지 이용효율을 높일 수 있다. 특히 이번 연구와 함께 개발된 부존자원 에너지화 시스템을 국내의 모든 산업단지에 적용한다면, 산업단지의 환경은 크게 개선되고 기업체의 경쟁력도 향상될 것으로 예상된다. 또한, 건설 플랜트 엔지니어링을 통한 산업단지의 에너지 인프라의 혁신은 산업분야의 기후변화대응 전략으로 자리매김할 뿐만 아니라, 기존 산업단지를 지역의 녹색성장 거점으로 발전시키는 촉매제가 될 것으로 판단된다.

● **이제 시작되는 기초연구인 만큼 앞으로 발전가능성이 무궁무진하여 기대가 클 것 같다.**

이번 연구의 최종 과제는 일 20톤 급 부존자원 에너지화 파일럿 시설을 건설, 운영하는 것이다. 파일럿 시설이 성공적으로 마무리되면, 지역 특색을 반영한 에너지화 플랜트 사업을 영남권에서 전국으로 확산시켜 산업단지의 녹색성장 기반 시설 전환에 핵심적으로 활용될 예정이다. 부존자원의 진단 알고리즘과 재생연료의 평가 장치는 우리나라 산업단지의 부산물 활용 에너지 기반시설 혁신에 그대로 이용할 수 있어, 에너지 플랜트 사업을 활성화시키면서 국가적으로도 산업분야의 기후변화 대응전략을 추진하는데 크게 기여할 것으로 예상된다. 또한 국내에만 머무르지 않고 동남아 등 타국으로 부존자원 복합에너지화 시스템을 수출함으로써 우리나라의 건설 엔지니어링 플랜트 사업 위상을 드높일 것이다.

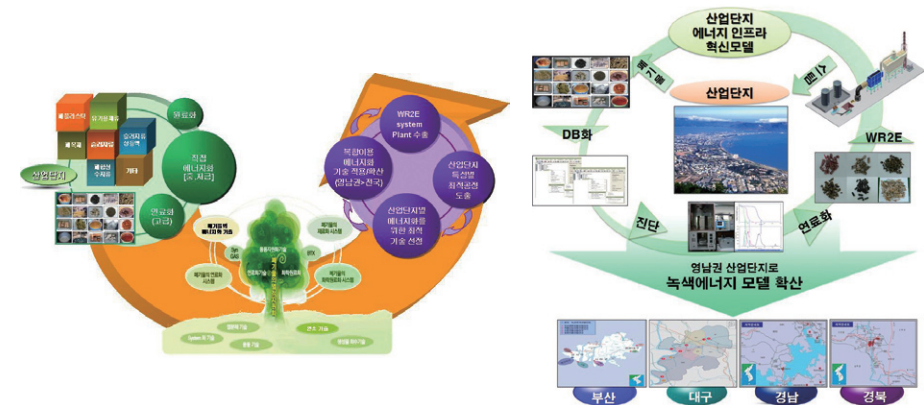
“부존자원 에너지 진단 알고리즘 및 장치개발은 녹색성장의 숨은 진주이다”

## 부존자원 에너지 진단 알고리즘 및 장치 개발

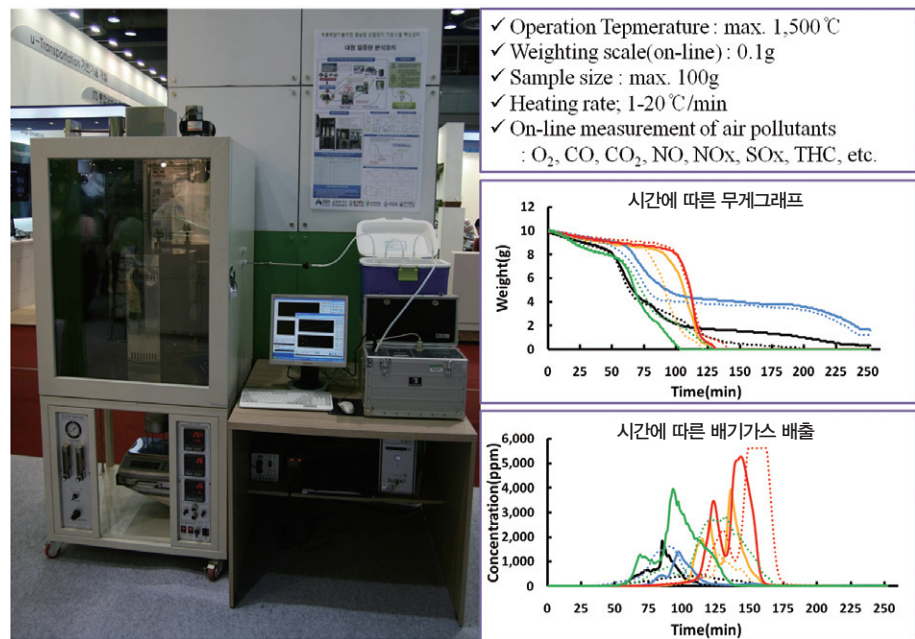
“우리나라는 자원이 부족하기 때문에 인재를 키워야 한다”는 이야기는 어린 시절부터 익숙하게 들던 말이다. 그러나 자원을 어떻게 활용하느냐에 대해서는 그다지 관심이 많지 않았다. 하지만, 자원 및 에너지 고갈과 기후변화 등이 현실화되고 우리나라가 향후 60년의 미래 발전전략으로 녹색성장을 채택하면서 자원과 에너지의 효율적인 활용이 국가적 어젠다로 새롭게 떠오르고 있다.

국토가 좁은 우리나라는 제조업을 석유화학, 자동차, 염색업 등과 같이 업종별로 나누고 국가공단, 지방공단, 농공단지과 같이 규모별로 구분하여 집적시키는 산업단지 중심의 경제 개발과 수출 우선 정책을 추진하여 왔다. 산업집적화로 산업단지는 국가 경제의 성장엔진 역할을 하였으나, 자원과 에너지의 대량 사용에 따른 수질, 대기 오염물질과 산업 폐기물의 다량배출로 지역사회와 많은 갈등을 겪어 왔다.

산업단지에서 배출되는 오염물질과 산업폐기물은 자원 또는 에너지로서 가치있는 부존자원이나, 이를 효과적으로 이용하기 위한 노력이 매우 미흡하였던게 사실이다. 그러나 우리나라 신재생에너지 보급량의 70% 이상이 폐기물로부터 생산되는 것으로 알려져 있어, 에너지 자원으로 가치가 있는 산업단지 폐기물을 체계적으로 활용하여 산업단지의 환경문제와 에너지 이용효율을 높일 수 있을 여지는 매우 높다.







지금까지 우리나라는 이 분야에 대한 연구개발이 미흡하고 기술이 부족하여, 부존자원 활용 기술인 대규모 폐기물 발전 시설은 주로 독일, 일본, 벨기에, 덴마크, 스위스와 같은 외국 기술에 의존하여 왔다. 특히 대형 폐기물 에너지화 시설의 핵심 분야는 외국 기술에 종속되어 있고, 국내의 폐기물 소각기술 수준도 외국의 기술을 도입해 건설한 뒤 운영관리하고 있는 실정으로, 직접 새로운 시스템을 개발한 경우도 중소형 소각시설 한두 종류에 불과하다. 따라서 폐기물을 에너지화하는 플랜트 기술에 대한 체계적인 연구가 매우 시급하다고 할 수 있다.

국토를 효율적으로 활용하는 임무를 맡은 국토해양부는 국가 기반시설이 녹색성장의 핵심역할을 하도록 도시 및 산업기반시설의 건설과 운영관리에 자원과 에너지의 효율성 개념을 새롭게 도입하고 있다. 특히 국가 경제발전의 견인차 역할을 하였던 영남권 산업단지의 산업폐기물 문제의 해결과 에너지 효율성 제고를 통한 산업단지의 경쟁력을 향상시키고자 한국건설교통기술평가원에서는 “산업단지 발생 부존자원의 최적 활용을 위한 적용방안의 개발”을 2008년부터 영남권 지역기술혁신 사업으로 추진하여 왔다.

이 사업은 기초연구와 부존자원 복합활용 시스템(Pilot plant) 개발로 나누어 추진되고 있다. 기초 연구에서는 산업단지별 부존자원의 발생량, 처리 실태 조사와 부존자원 데이터베이스 구축, 부존자원 진단 알고리즘 및 장치 개발 연구를 수행하고 있다. 이와 연계한 파일럿 플랜트 연구로는 산업단지에서 배출되는 다양한 산업폐기물을 처리할 수 있는 복합처리 시스템과 이 과정에서 발생하는 에



너지를 회수하는 부존자원 에너지 플랜트 기술의 설계 및 운영에 관한 연구를 수행하고 있다.

‘부존자원 에너지 진단 알고리즘 및 장치 개발’은 기초연구 성과이지만 우리나라의 산업단지 부존자원 에너지화 기술개발을 위한 핵심 연구라고 할 수 있다. 연료화 진단 알고리즘은 단순한 부존자원의 물리화 학적인 특성 중심의 기존 방법을 넘어서 열 화학적인 특성과 배출가스 특성, 연료 등급

등을 포괄적으로 분석하는 기술이다. 산업단지에서 생기는 다양한 부존자원의 연료화를 최적화시킬 수 있는 산업단지별 최적 조합을 데이터베이스를 이용하여 찾아내는 소프트웨어가 부존자원 에너지 진단 알고리즘이다. 연료특성 평가 장치는 연료화 진단 알고리즘으로 찾은 부존자원의 최적 조합으로 만든 재생연료를 실제 에너지화시설의 운영조건하에서 오염물질의 배출특성을 평가할 수 있도록 개발한 검증용 시뮬레이터이다. 따라서 부존자원 진단 알고리즘과 평가 장치를 활용하면 산업단지의 에너지 부존자원을 공급자와 수요자를 고려하여 최적의 맞춤형 에너지 수급전략을 수립할 수 있다.

기후변화와 환경이 국제적 화두가 되고 있는 21세기에 자원과 에너지를 대량으로 사용하는 기존 산업단지로서는 더 이상 지속가능한 발전을 기대하기 어렵다. 부존자원 에너지 진단 알고리즘과 평가장치의 개발은 이번 연구의 시범단지인 울산에 포함한 영남권 산업단지에 폐기물 활용 에너지 기반시설을 구축하여, 산업단지를 지역의 녹색성장 기반시설로 전환시키는데 핵심적으로 활용될 예정이다. 부존자원의 진단 알고리즘과 재생연료의 평가 장치는 영남권 이외의 우리나라 다른 지역 산업단지의 부산물 활용 에너지 기반시설 혁신에도 그대로 이용할 수 있다. 이번 연구는 에너지 플랜트 사업을 활성화 시키면서, 국가적으로도 산업분야의 기후변화 대응전략을 내실있게 추진하는데 크게 기여할 것으로 기대된다.



선문대학교  
김치경  
☎ 041-530-2321  
✉ ckkim@sunmoon.ac.kr

● 'BIM 기반 골조공사 관리시스템 ConiForm'과 연구에 대해 소개한다면?

우리 건설산업은 국내외의 많은 프로젝트를 수주·시공하고 있지만, 여전히 기술집약적 고수의 설계와 엔지니어링 분야에서는 취약하다. 또한 건설산업의 IT융합기술이 급속히 도입되는 만큼 설계와 엔지니어링 분야의 시스템 정립은 필수이다. 이에 'BIM 기반 골조공사 관리시스템 ConiForm' 연구는 건축물의 골조 설계 정보를 디지털화하고, 골조상세설계 및 골조공사관리 업무를 전산화하는 세계 최고 수준의 기술을 개발하여 국내 설계, 엔지니어링 기술 향상 및 국제 기술경쟁력 확보에 크게 기여하려 한다. 특히 이번 연구는 2차원 CAD부터 3D 골조모델 생성, 철근배근시공도 및 가공도 작성, 골조물량산출, 3D BIM 골조모델 자동생성 및 상용 BIM 도구와의 연동까지 가능한 세계 최초 기술이다.

● 현재 건물 설계·시공 과정의 골조공사 중에서도 철근공사는 가장 비합리적이고 비효율적인 부분이라고 들었다. 이 연구가 도입됨으로써 달라지게 되는 점은 무엇인가?

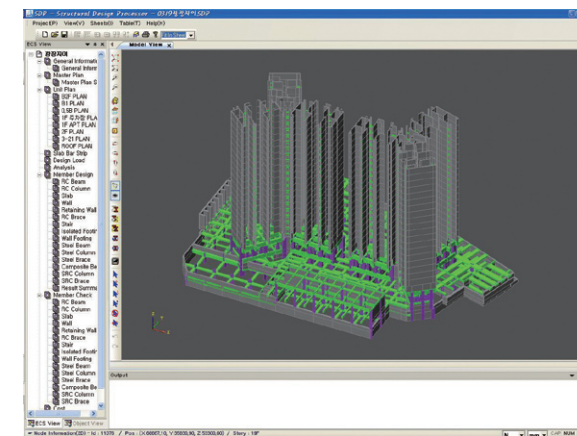
건설 현장 당 적게는 수 천에서 많게는 수 십만 가닥이 가공되고 조립되는 철근공사는 지금까지 건설현장 관리를 어렵게 만들고 어지럽히는 요인이 되어왔다. 'BIM 기반 골조공사 관리시스템 ConiForm'이 도입되면 설계 및 철근공사 과정의 전산화를 통해 적시에 관련 자재를 반입하고 시공할 수 있는 환경을 구축함으로써 건설 현장도 일반 사무실처럼 깔끔한 환경으로 개선될 것이다. 또한 철근 및 콘크리트 생산, 시공, 그리고 폐기 과정에서 소요되는 에너지와 발생하는 오염물질 및 CO<sub>2</sub>를 최소화하여 지속가능한 건축 실현에 일조할 것으로 기대한다.

● 세계 최초의 기술이다. 더구나 현재 건설현장의 단점을 개선하는 연구이다. 앞으로 기대가 클 것 같다.

IT융합 건설기술은 향후 세계 시장에서 건설산업의 기술경쟁력을 좌우할 핵심요소기술이라 생각한다. 건설산업에서 IT 도입은 그럼에도 타 분야에 비하여 뒤쳐져 초기단계에 머물러 있는 상황이다. 따라서 세계 최초로 'BIM 기반 골조공사 관리시스템 ConiForm'을 연구하고 이를 통해 확보한 기술 및 연구개발력은 향후 IT융합 건설기술을 선도할 것으로 생각한다. 또한 세계일류 수준의 기술의 개발을 통해 우리나라 건설산업이 기술집약적 설계, 엔지니어링 중심의 고부가가치 산업이되어 세계시장을 선도하며, 이를 기반으로 우리나라 건설산업이 세계일류의 기술력으로 나라를 먹여 살리는 재기에 성공할 수 있기를 바란다.

“IT융합 건설기술은 건설선진국에서도 시작 단계에 있는 블루오션”

## BIM 기반 골조공사 관리시스템 ConiForm



건축물은 골조, 마감, 설비라는 세 가지 요소로 이뤄진다. 그중 골조는 마감과 설비가 구현되는 기반이다. 따라서 합리적인 구조설계와 효율적인 골조공사는 건축물의 품질을 확보하는 동시에 건설비를 줄일 수 있는 핵심기술이다. 특히 마감과 설비는 재료비의 비중이 높아 품질을 유지하면서 원가를 절감하는데 한계가 있지만, 골조공사는 합리적인 설계와 공사 관리를 통해

필요한 성능을 만족시키면서 원가를 절감할 가능성이 높다.

'BIM 기반 골조공사 관리시스템 ConiForm'은 이처럼 중요한 골조공사를 관리할 수 있는 시스템인 'ConiForm'을 개발하기 위한 연구 과제다. 앞으로 건축 분야에서 3차원 BIM(Building Information Model) 기술에 기반한 설계, 엔지니어링, 시공이 건설산업의 기술경쟁력을 좌우하는 핵심기술로 주목받고 있다. 골조 엔지니어링 분야에서도 3차원 BIM 기반 엔지니어링 및 IT융합 건설기술을 개발하는 데 관심을 가져야 하는 이유다.

이런 맥락에서 건설현장에서 가장 비효율적인 부분 중 하나인 철근 및 골조 공사와 관련된 엔지니어링 업무를 전산화하면 생산성과 품질을 높이는 동시에 비용을 줄일 수 있다. 이번에 개발된 ConiForm을 활용하면 관련 업무의 생산성은 500% 이상 높이고, 정밀한 배근시공과 공사관리를 통해 골조물량을 5~10% 줄일 수 있을 전망이다.

이와 같은 IT융합 건설기술 개발은 지금까지 노동집약적 저수익의 시공 산업 중심이었던 우리나라의 건설업계를 선진국형 고수익의 기술집약적 설계 및 엔지니어링 분야로 진출하게 만들 핵심 기술이 될 것이다. 우리나라 건설산업의 경쟁력 향상과 세계 시장 진출을 위해 반드시 앞서 나가야 할 분야인 셈이다. 특히 ConiForm은 건축물의 안전성과 직결되는 골조 설계 정보를 디지털화하고, 골조상

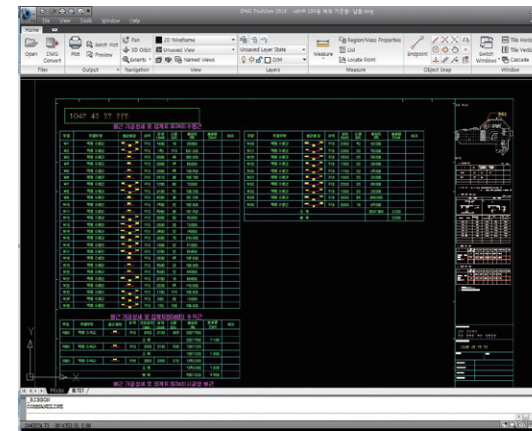
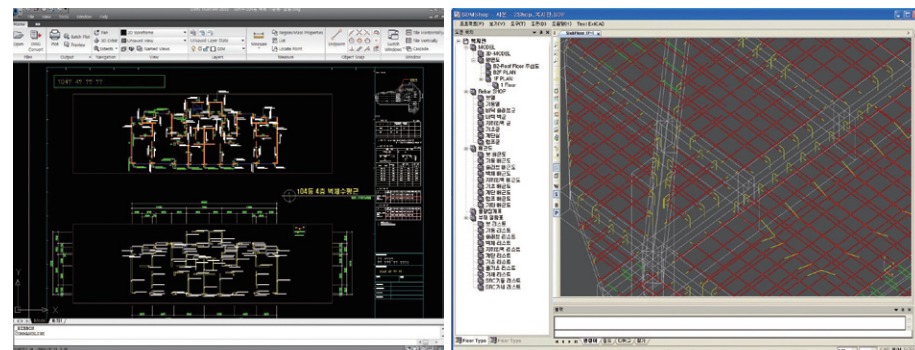


시설계 및 골조공사관리 업무를 전산화하는 세계 최고 수준의 성능과 완성도를 갖춘 기술이다. ConiForm은 2차원 CAD부터 3D골조모델 생성, 3D모델로부터 철근의 이음, 정착, 길이 등을 반영한 철근배근시공도 및 가공도 작성, 골조물량산출, 3D BIM 도구와 연동까지 가능하다. ConiForm의 핵심기술을 요약하면 다음과 같다.

- 3차원 BIM 모델로부터 KBC2009 기준에 의해 철근의 이음, 정착, 길이를 고려한 3차원 철근 샵을 자동생성하는 기술 세계 최초 개발
- 3차원 골조설계정보로부터 철근 배근상세도면을 자동으로 작성하는 기술
- 3차원 골조설계정보를 이용해 골조정밀물량 및 견적을 자동으로 산출하는 기술
- 2차원 구조도면으로부터 3차원 골조모델을 최단시간에 전환, 생성하는 기술
- ArchiCAD 및 Revit Structure로 작성된 BIM 모델을 Midas, ETABS 및 창소프트와 공동으로 개발한 건축구조설계 통합시스템 SDP와 연계하는 기술
- 개방형 BIM 기반 설계정보 유통 포맷인 IFC포맷을 이용해 골조설계 정보를 통한 BIM 도구와 유통시킬 수 있는 기술 국내 최초 개발

이 연구 과제를 활용하면 설계 및 시공에 있어 다양한 이점이 생긴다. 현재는 구조설계, 철근배근시공도 및 가공도 작성, 골조물량 산출 등이 각각 독립적인 업무로 각 분야 전문가에 의해 이루어진다. 하지만 ConiForm을 이용한 환경에서는 이와 같은 업무가 골조설계 정보 데이터베이스를 중심으로 통합되며, 각 업무 사이의 정보 흐름을 자동화함으로써 오류 가능성을 최소화시켜 정확성이 높아진다.

골조 시공 과정에서 여러 가지 이유로 설계가 바뀌는 경우에도 효율적으로 대응할 수 있다. 과거에는 철근배근시공도의 경우 이런 부분적인 변경 때문에 전체를 다시 작성하는 경우가 많아 업무량



까지는 아파트 1개 단지 규모를 예로 생각할 때 각 업무 당 2개월 가량이 걸렸지만, ConiForm을 이용하면 1~2주일 이내에 3D 모델생성, 철근배근시공도 작성 및 골조물량산출이 가능해진다.

건설산업의 선진국형 분야인 설계 및 엔지니어링 분야에서 우리나라는 건설 선진국에 점령당한 상태다. 대형 건축물의 설계나 엔지니어링은 거의 대부분 해외 업체가 참여하며 용역비의 80% 이상을 가져간다. 우리나라 업체는 남은 용역비를 받으며 해외 업체보다 업무가 과중한 단순작업을 담당한다. 이에 따라 우리나라 건설산업도 설계와 엔지니어링 핵심기술을 확보하고 기술 신뢰도를 높여 수익을 높이고 세계시장으로 진출할 필요가 있다.

특히 IT융합 건설기술은 기술집약적 엔지니어링 중심의 건설산업에서 기술경쟁력을 확보하는 데 꼭 필요한 기술이다. 세계 건축계의 화두가 되고 있는 비정형, 비선형 건축물을 설계하고 시공하기 위해서는 IT융합기술이 필수적이다. 이 연구 과제를 시작으로 우리나라의 건설산업이 선진국화돼 경제적 효과는 물론 랜드마크 역할을 할 수 있는 개성 있는 건물로 국민의 문화적 자긍심을 크게 향상시킬 수 있기를 기대한다.





# 63%

건설 부문은 2020년 온실가스 배출전망치인 197백만톤을 136백만톤으로 감축할 것을 목표로 정했다.  
이에 해당하는 곳은 호텔·유통 13개, 학교·병원 14개, 상용·공공 8개 분야로 총 35개 업체가 목표관리제에 따라 온실가스 감축목표를 설정하고, 감축을 위한 노력을 본격화할 것이다.

construction



# 37%

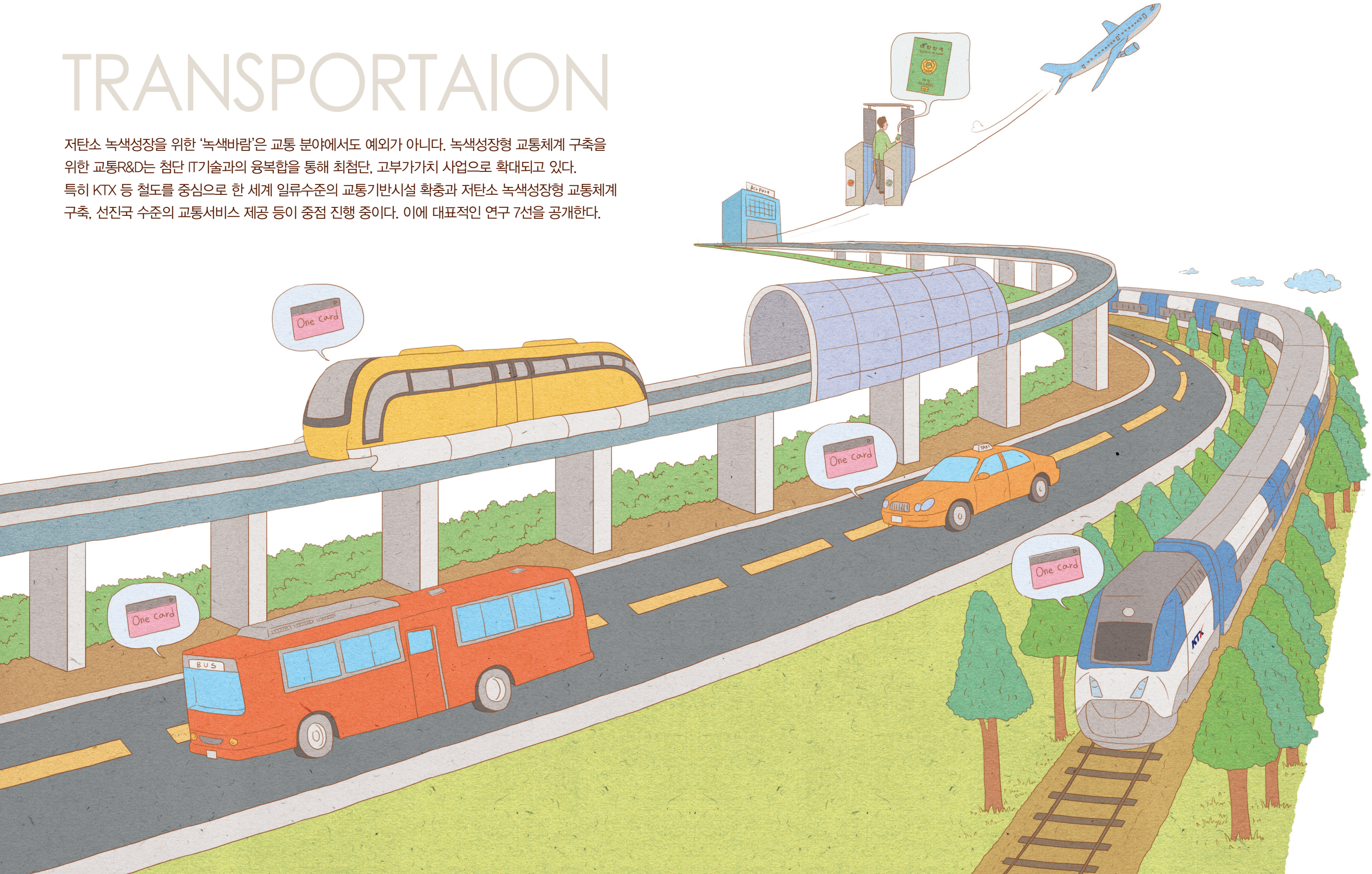
교통 부문은 2020년 온실가스 배출전망치인 129백만톤을 81~86백만톤으로 감축할 것을 목표로 정했다. 이에 해당하는 곳은 여객운송업체 3개, 항공업체 2개, 철도운영기관 6개로 총 11개 업체가 목표관리제에 따라 온실가스 감축목표를 설정하고, 감축을 위한 노력을 본격화할 것이다.

transportation



# TRANSPORTATION

저탄소 녹색성장을 위한 '녹색바람'은 교통 분야에서도 예외가 아니다. 녹색성장형 교통체계 구축을 위한 교통R&D는 첨단 IT기술과의 융복합을 통해 최첨단, 고부가가치 사업으로 확대되고 있다. 특히 KTX 등 철도를 중심으로 한 세계 일류수준의 교통기반시설 확충과 저탄소 녹색성장형 교통체계 구축, 선진국 수준의 교통서비스 제공 등이 중점 진행 중이다. 이에 대표적인 연구 7선을 공개한다.







현대로템(주)  
김철호  
☎ 031-460-1150  
✉ chk@hyundai-rotem.co.kr  
협동연구기관  
한국철도공사, 인터콘시스템스(주)

● **국내 고속철도 기술은 나날이 괄목할 만한 성과를 보이고 있다. 그 일환인 'KTX OBCS 국산화' 연구에 대해 소개한다면?**

'KTX 차량제어컴퓨터장치(OBCS) 국산화' 개발은 고속차량의 안전운행과 신속한 유지보수를 위해 탑재된 차량 컴퓨터제어 장치의 하드웨어와 소프트웨어 그리고 각종 시험기의 개발에 이르는 시스템엔지니어링을 다루는 연구로 4년 7개월간 진행된 국가 R&D사업이다. 'OBCS'는 미래철도 즉, 고속철도의 핵심인 만큼 KTX의 국내 도입 당시 기술이전 대상에서 제외되어 유지·보수제품 전량을 프랑스에서 수입해 왔다. 따라서 이번 KTX 'OBCS' 국산화 연구는 기술이전이 되지 않은 차량컴퓨터시스템에 대한 접근이며, 연구를 위한 다양한 자료의 분석과 실용화를 위한 시스템의 개발로서 큰 의미를 가지고 있다.

● **'OBCS'의 첫 번째 성과가 KTXⅡ라고. 국내에서 처음 시도한 만큼 어려움이 많았을 텐데.**

'OBCS' 개발 초창기에는 메인 시스템과 연결된 수천 개의 제어라인 정보 및 수많은 하부장치까지 모두 암호화되어 있었다. 이 때문에 데이터를 해독하고, 수많은 시험을 통해 하나하나 분석해야 했다. 완성된 후에도 시연 과정에 어려움이 많았다. 시험가동에도 실제와 같은 고속운행을 해야 하는 위험부담이 있었기 때문이다. 하지만 300km/h의 시험주행을 성공적으로 마쳤고, 지금은 안정화와 신뢰성 확보를 통해 실제 운행시스템으로 본격 가동을 준비 중이다.

● **전량 수입되던 기술을 독자적으로 개발한 만큼 국익창출 등 앞으로 거는 기대가 클 것 같다.**

'한국철도공사'가 추정한 것에 따르면 연구의 성공만으로 16억 원의 비용절감 효과를 거두게 됐다. 지난 2004년 프랑스로부터 도입된 KTX 46편의 20년간 교체주기 및 수량까지 감안하여 모두 1200억 원 이상을 절감할 것으로 기대하고 있다. 비용절감 외에도 고속 차량의 안전 운행은 물론 새로운 신호장치에 따른 능동적인 차량제어가 가능해져 차량의 입체적인 고장감시와 기술지원이 가능하게 될 것이다. 더불어 신속한 고장조치 및 컴퓨터화된 안내시스템으로 신개념 차량 유지보수 기술을 제공하게 될 것이며, 사용자에게 운행정보의 제공과 위치 정보를 통한 다양한 교통 연계서비스의 제공 등이 가능해질 것이다. 이제 막 시작단계인 만큼 우리나라의 OBCS 연구가 세계시장에 나아가 기술력을 인정받고 기술 선도를 위하여 다양한 인프라의 구축과 철도 기술개발을 통한 시장 확대가 필요하다고 생각한다.

“OBCS는 한국형 고속철도를 위한 비밀병기이다”

## KTX 차량컴퓨터제어장치 (OBCS) 국산화 개발



2011년 4월 1일이면 KTX 개통 7주년을 맞는다. 개통 당시 한국도 '고속철도 시대에 접어들었다'며 떠들썩하기는 했지만 진정한 의미를 체감하는 사람은 거의 없었을 것이다. 어지간한 장거리 열차이동은 KTX를 이용하는 요즘에는 서울에서 대전에 다녀오는 것이 서울 시내에서 지하철로 강북에서 강남에 다녀오는 느낌이다. 전국의 거리감을 확 좁힌, 그야말로 운송시장의 속도혁명인 셈이다.

속도혁명의 원동력은 KTX가 내는 엄청난 속도다. KTX는 고속도로에서는 꿈도 꾸기 힘든 시속 300km로 달린다. 초속으로 환산하면 83m다. 만약 한참 달리는 KTX에서 창문을 연다면 초속 83m의 바람이 몰아쳐 들어온다는 얘기다. 보통 바람의 속도가 초속 20m면 사람이 걸을 수 없고 30m면 숨 쉬기도 곤란할 정도라고 한다. 초속 24m 정도의 바람만 불어도 폭풍경보가 발령된다는 점을 생각을 감안해 보면 초속 83m의 바람이 어느 정도인지 짐작할 수 있다. 이 정도 속도면 바람이 가하는 압력인 풍압이 면적 1m<sup>2</sup>당 861kg에 이른다고 한다. KTX는 약 1톤 정도의 압력을 받으면서 서울과 부산 사이를 왕복하는 셈이다.

이 정도의 빠르기로 움직이려면 당연히 정교한 제어능력이 필요하다. 경험자의 이야기에 따르면, 시속 300km로 달리는 자동차는 도로의 작은 요철에도 크게 요동치는가 하면 실수로 핸들을 살짝 틀어도 전복될 위험이 있다고 한다. 게다가 KTX라면 탈선의 위험도 존재한다. 하나로 연결된 각각의 차량들이 아무 이상 없이 정확한 속도 제어에 따라야 안전하게 주행할 수 있다. 열차의 동력차는 물론, 각각의 객차도 정교한 제어를 따라야 하고 문제가 생겼을 때 즉각 조치할 수 있어야 한다는 뜻이다. 이러한 일을 하는 장치가 바로 차량컴퓨터제어장치(OBCS : On Board Computer System)다.

OBCS는 말 그대로 차량에 탑재한 컴퓨터 장치다. 각 차량에 설치되어 열차를 제어하고 고장을 진단하여 기록하는 등 사람이 일일이 챙기기 어려운 일을 도맡아 한다. 네트워크를 통한 통신도 가능하여 동력차에서 각 객차의 상태를 손쉽게 실시간으로 점검하고 제어할 수 있다. 그야말로 KTX의 안전을 책임지는 핵심장치라고 할만하다.





OBCS가 매우 중요한 장치임에도 이전까지 전적으로 수입에 의존해야만 했다. KTX를 프랑스의 알스톰사에서 도입할 당시 기술이전 대상에서 제외되었기 때문이다. 게다가 현재 KTX는 TORNAD라는 네트워크 통신방식을 사용하는데 이 기술은 개발된 지 20년도 더 지난 낡은 기술이다. 더 큰 문제는 현재는 사용하지 않는 방식이라 TORNAD 방식 OBCS를 계속 구입할 수 없다는 뜻이다. 이러면 OBCS를 수입에 전량 의존하던 KTX로서는 지속적인 운행이 곤란할 수도 있다.

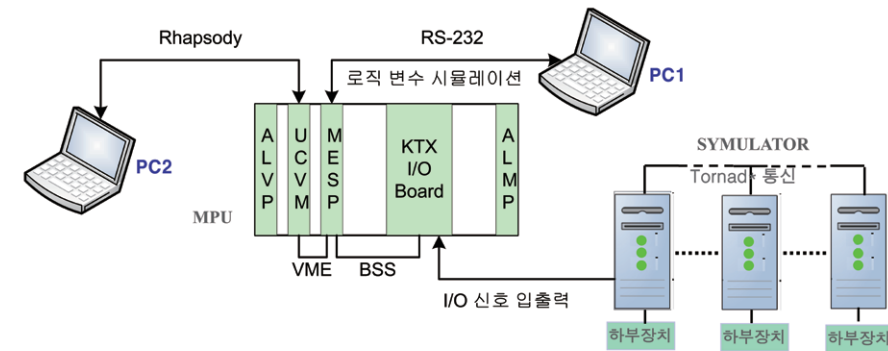
이 때문에 한국형 고속철도 사업으로 탄생하여 2010년부터 본격 운행하기 시작한 'KTX-산천'에는 프랑스 독자표준인 TORNAD 대신 국제표준인 TCN(Train Communication Network, 열차통신 네트워크)을 이용한 OBCS를 탑재했다. 무엇보다 새로 탑재된 OBCS가 한국철도공사와 현대로템이 5년간 노력한 끝에 개발한 순수 국산 부품이다. 문제는 기존 KTX와는 여전히 호환되지 않아 KTX의 대부분을 차지하는



옛 KTX의 OBCS 개발도 절실했다.

다행히 KTX에 사용할 수 있는 OBCS도 성공적으로 국산화할 수 있었다. 이번 국산화를 통해 보드 하나당 가격이 800~1,500만원에 육박하는 OBCS 수입비용을 크게 절감할 수 있었을 뿐 아니라 최신 기술을 적용하여 신뢰성과 기능성을 향상시킬 수 있었다고 한다. 또한 국산 부품을 사용했기에 조달이 수월하여 유지보수도 매우 쉬워졌다.

개통한 지 6년 만에 명실공히 대한민국의 핵심 교통망으로 자리잡은 KTX, 그리고 KTX-산천 개발로 우리나라의 고속철도 기술은 한 단계 도약할 수 있었다. 차근차근 국산화한 핵심 부품들이 국내 고속철도망의 품질을 개선하는 것은 물론, 향후 크게 성장할 국제 고속철도 수출시장에서 든든한 자산이 될 수 있을 것이다.







(주)비츠로테크  
윤순일  
☎ 02-2024-3188  
✉ siyoon@vitzrotech.com

● **‘자기진단형 주회로차단기’는 최근 본격 운행된 KTXⅡ 보다 한 단계 더 발전된 차세대 고속철도에 사용된다는데 이번 연구에 대해 소개 해달라.**

자기진단형 주회로차단기는 300km/h의 고속으로 운행되는 고속철도차량에 문제가 발생할 경우 자동으로 회로를 정지시키는 장치로 차량운행 및 승객의 안전과 직결되는 높은 신뢰성이 요구되는 장치이다. 이번 연구는 기존 주회로차단기의 차단부 및 매커니즘에서 진일보한 차세대 고속철도에 맞는 주회로차단기를 개발하는 것이다.

● **‘자기진단형 주회로차단기’ 연구가 가져올 긍정적 효과는 무엇인가?**

현재 철도차량용 주회로차단기는 해외 선진사가 선점하여 세계시장을 장악하고 있다. 이에 우리 자체 기술을 개발, 성장한다면 국내 철도차량을 비롯한 국외로 수출되는 고속철도 기술에 동반 적용되어 수입대체 효과와 함께 국내 기술의 우수성을 알리는 계기가 될 것이다.

● **현재 운행속도 400km/h를 위한 차단부 시료가 제작되었다는데?**

운행속도 400km/h를 위한 차단부는 경량화, 공압을 배제한 매커니즘으로 고수명·고용량으로 개발되어 자체성능을 확인했으며 공인기관의 성능인증을 위한 관련 시험을 기다리고 있다. 이 외에도 열차의 속도향상을 위하여 수반되는 차체 경량화, 수송력 증대와 동력 분산기술 및 차량 운영유지 단계의 유지보수 비용 최소화, 운용효율 증대를 위한 표준화, 모듈화된 시스템 적용을 위한 지속적인 연구개발이 이루어지고 있다.

● **철도는 세계적 추세인 친환경 저탄소에 부합하는 운송수단으로 국제적으로 연구와 관심이 증대되고 있다. 앞으로의 계획은?**

전 세계적으로 친환경 운송수단인 전기 철도의 활용이 매우 높아지는 추세이다. 특히 고속철은 빠른 속도와 안전한 수송을 보장해야 하기 때문에 최첨단 기술의 집약체라 할 수 있다. 이에 ‘자기진단형 주회로차단기’ 연구는 국내 철도차량이 세계에 진출하기 위한 고두보가 될 것이다. 또한 연구를 통하여 확보한 차단부 제작기술 및 절연물, 매커니즘 기술 등을 철도 시설에 적용함으로써 더욱 안정적인 철도용 전력공급이 가능할 것이며, 스스로 차단부의 수명 진단이 가능한 차단기의 개발을 통하여 철도산업뿐 아니라 전기산업 전반에 걸쳐 안정적인 전력 공급이 가능 할 것으로 기대한다.

“ 자기진단형 주회로차단기의 개발로 한국형 고속철의 진화는 계속된다 ”

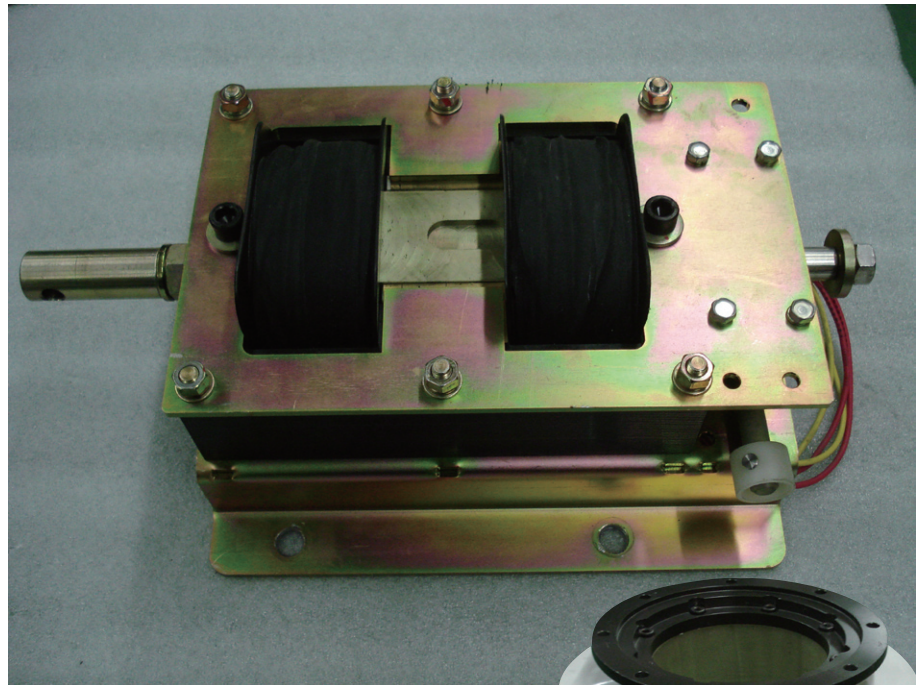
## 고속철도용 자기진단형 주회로차단기 개발

2010년 개봉한 <언스톱퍼블>이라는 미국 영화가 있다. 영화에서는 폭발성 화물이 실린 열차 777호를 다른 선로로 견인하려고 기관차를 연결했다가, 정비공의 실수로 시동이 걸려 승무원 한 명 없이 질주하기 시작한다. 도심으로 들어서서 커다란 재앙을 일으키기 전에 폭주기관차를 멈추려고 고군분투하는 두 기관사의 이야기인데 화려한 CG로 현란한 화면을 선사하는 요즘 영화 트렌드와 다른 복고적인 재난영화라서 그런지 현실감 넘치는 긴장감을 자아낸다.

사실 이 영화가 실감났던 이유는 따로 있다. 이 영화가 실화를 바탕으로 했기 때문이다. 실화를 가장해 무분별한 각색으로 훼손된 여느 영화들과 다르게 실제 사건의 세세한 부분까지 영화에서 그대로 재현했다. 실제 사고는 2001년 미국 오하이오주에서 발생한 일명 ‘Crazy 8888’ 사건이다. 8888호 열차가 영화에서처럼 106km 가량을 시속 약 80km로 아무도 없이 질주했다. 폭주 중인 열차 47량 중 두 량에 폭발물질인 ‘몰펜 페놀’이 가득 찬 상태라 영화만큼이나 절박한 상황이다. 영화에 등장했







턴 탈선장비, 총으로 브레이크 파괴 등 온갖 방법들이 실제로 사용되었다. 결국 8888호를 멈춰 세우고 대재앙을 막은 주인공은 영화에서처럼 폭주열차의 뒤를 열심히 쫓아간 베테랑 차장과 새내기 기관사였다.

이 사고는 조금 특별한 경우이지만, 열차사고는 대개 커다란 재앙으로 이어지기 마련이다. 교통수단에 따른 사망률 조사 자료들을 살펴보면 철도와 비행기 같은 교통수단의 경우 사소한 사고는 적지만 재난급의 사고는 더 많다는 사실을 알 수 있다. 이는 철도와 비행기가 한번에 많은 승객을 태우고 빠른 속도로 움직이기 때문이다. 한 번 사고가 나면 큰 재앙으로 이어지는 만큼 열차의 안전장치는 무엇보다 중요하다. 특히 지하철부터 고속철도까지, 요즘 대부분 열차의 동력원이 전기인 만큼 과전류를 제때 차단해야 한다는 걱정거리도 생겼다. 자칫 엄청난 전류로 열차의 민감한 전자기기가 망가지는 것은 물론, 승객들도 위험해질 수 있기 때문이다.

전기동력열차의 1차 안전장치가 바로 주회로차단기(Main Circuit Breaker, 이하 MCB)다. MCB는 말 그대로 열차로 흘러드는 전력을 차단해 주는 장치다. 이 장치 덕분에 <언스토퍼블>에 나온 것과 같은 사고가 나더라도 현대의 전철에서는 영화에 등장했던 위험천만(탈선장비, 브레이크 파괴 등)한 행동들을 하지 않아도 된다. 관제실에서 상황을 파악하여 수동으로 전원을 끄면 그만이기 때문이다.

갑작스런 과전류가 흐를 경우에도 MCB가 자동으로 작동하여 알아서 위험한 전류를 차단해주니 안심이다.

MCB는 일반적으로 진공차단기라고도 부른다. 열차에는 매우 많은 양의 전기가 흐르므로 큰 불꽃이 일지 않도록 진공용기 안에 스위치 역할을 하는 전극을 넣어두고 이 전극을 공기압 실린더를 이용하여 작동시킨다. 열차에는 공기 압축장치를 설치하여 MCB를 작동시킨다. 그런데 현재 철도차량에 사용되는 공기압력식 구조의 MCB는 공기가 썰 경우 제대로 작동하지 않는 앓을 수 있다. 이 경우 제때 전원을 차단하지 못해 큰 사고로 연결되거나 한참 주행 중에 제자리에 멈춰서서 움직이지 앓을 수도 있어 철도 운영에 큰 차질을 줄 수 있다.

물론, 기존 MCB의 이러한 문제점을 보완할 수 있는 방법이 이미 개발되고 있다. (주)비츠로테크가 국가 R&D로 2007년부터 추진해 온 '고속철도용 자기진단형 주회로차단기 개발사업'으로 개발하여 실용화를 앞둔 '전자식 구조의 MCB'가 바로 그것이다. 새로 개발한 MCB는 아예 공기압력 사용을 배제하여 공기 누설로 인한 오작동 가능성을 없애서 안전성을 높였다. 게다가 전자식 구조를 사용함으로써 자기진단기능과 같은 고급 기능을 탑재할 수 있어 신뢰성을 높이고 유지보수가 간편해졌다는 장점도 있다. 이 기술은 차세대 고속철도에 본격적으로 적용할 계획이다.

철도차량용 MCB는 SECHERON, ABB, ALSTOM, BBC등 해외 기업들이 대부분의 기술을 확보하고 있다. 국내에서는 순수 국산 기술로 개발된 MCB가 상용화되어 KTX에 탑재됐다. 이번 사업으로 기존의 MCB를 한 단계 업그레이드하여 실용화 실적을 확보할 경우 해외 기업들이 선점한 시장에 진입할 수 있을 것이다.







현대로템(주)  
김국진  
☎ 031-596-9270  
✉ drkjkim@hyundai-rottem.co.kr

● ‘도시형 자기부상열차’를 KTX 혹은 지하철로 오인하는 사람들이 많다. 도시형 자기부상열차와 본 연구에 대해 소개한다면.

도시형 자기부상열차의 형태는 지하철, KTX와 비슷하지만 전혀 다른 개념의 철도교통수단이다. 바퀴가 없이 차체가 궤도를 감싸는 구조로 레일과의 마찰이 없이 떠서 가는 형태이다. 이 때문에 진동, 소음이 적어 환경친화적이며, 주행성능이 우수하고 유지보수비가 저렴하다. 독일과 일본에서 연구가 시작됐으나, ‘도시형’은 일본에 이어 세계 두 번째로 실용화할 예정이다. 그동안 자기부상열차 국책연구는 차량 및 신호시스템에 국한된 기술 개발이었으나, 이번 연구는 실질적인 차량, 토목·궤도, 전력, 신호 등 토털 시스템 개발사업이다.

● ‘도시형 자기부상열차실용화사업’은 어떻게 진행되고 있으며, 이로 인해 앞으로 달라지게 되는 점이 있다면?

이번 사업은 자기부상열차의 본격 상업화를 위한 것으로 기술 보완을 통하여 110km/h급 무인운전 자기부상열차를 개발하고, 시험운행을 위한 6.1km의 시범 노선을 인천 공항 내에 건설하고 있다. 지난 1988년 자기부상열차 연구개발에 착수한 이래 1993년 대전 EXPO 전시·운영용 실험열차를 개발했으며, 차량개발 및 주행시험을 거쳐 2006년 말부터 110km/h급 차량개발 사업이 진행 중이다. 앞으로 자기부상열차가 실용화되면 기존의 바퀴식 열차에 비하여 소음, 진동이 작고, 분진이 발생하지 않으므로 철도차량 분야에 있어서 저탄소, 녹색기술의 대표주자로 자리매김하게 될 것이다. 또한 자기부상열차의 운행노선 건설에 있어 지형적 제약도 덜 받는 특징을 잘 활용한다면 주거단지뿐 아니라, 급 구배·급곡선이 많은 지역이나 빌딩 사이로도 열차 주행이 가능할 것으로 본다.

● 이번 연구를 실용화하면 일본 나고야에 이어 전 세계 두 번째 성공이다. 앞으로 기대가 클 것 같다.

저탄소 녹색성장이 전 세계 이슈로 자리잡은 만큼 도시형 자기부상열차의 상용화는 선진기술 조기 확보를 통한 기술적, 경제적 국가 성장 동력원으로 기여하게 될 것이라 생각한다. 현재 도시형 자기부상열차의 추진장치 및 무인운전 시스템 등 핵심기술을 포함한 97% 이상이 국산화에 성공하여, 자기부상열차의 선진국인 일본과 대등한 기술력을 보유한 것으로 평가 받고 있다. 또한 차량의 독자적인 모델 개발과 자체 생산기술 확보로 국가기술력 홍보 및 대외 이미지 제고에도 도움이 될 것이다. 더 나아가 본 사업을 통해 실용화 실적이 확보되면, 국내 및 동남아 등 해외시장 진출이 가능할 것으로 기대된다.

“부상하여 달리는 도시형 자기부상열차는 철도교통시장의 차세대 주자이다”

## 도시형 자기부상열차 차량 개발



플랫폼에 열차가 먼지 하나 없이 조용히 들어선다. 한눈 팔다가는 언제 들어왔는지도 모를 정도다. ‘철길 철길’거리던 예전의 요란한 전철을 생각해 본다면 이걸 거의 ‘승객도 모르겠’ 슬쩍 왔다 가는 느낌이다. 문이 열리고 탑승하자 다시 열차가 움직이기 시작한다. 출발할 때 약간의 울림만 있을 뿐, 빙판을 미끄러지듯 조용하게 움직인다. 느린 것도 아니다. 기세 좋게도 도심 속을 100km/h로 질주한다. 창문으로 내려다 보이는 도로의 러시아워를 비웃듯 매끄럽고 고요하면서도 빠르게 목적지에 도달한다.

차세대 대중교통인 자기부상열차가 그려낼 미래상이다. 자기부상열차는 자석의 힘으로 부상하여 마찰력을 거의 없앤 상태에서 운행하는 교통수단이다. 말 그대로 자석의 힘을 이용해 열차를 살짝 띄워 움직이니 빠른 속력을 내면서도 흔들림이나 소음을 거의 없앨 수 있다. 소음과 먼지, 공해가 없으면서도 선로가 일반 궤도열차에 비해 훨씬 작은 공간을 차지하는데다 빠르고 유지비용도 적다는 장점을 두루 갖추어 도시를 가로지르는 대중교통으로 이상적이다. 이 때문에 독일과 일본 등 기술선진국들은 1960년대부터 자기부상열차를 지속적으로 연구해왔다.

자기부상열차 하면 으레 상하이의 푸둥 공항을 기점으로 운행되는 ‘상하이 자기부상열차’를 떠올린다. 그러나 상하이 자기부상열차는 공항과 도시를 잇는 특수 운송수단에 가깝다. 운행속도도 일반 대중교통의 상쾌를 벗어난 시속 430km에 육박한다. 이래서는 도시형 대중교통이라 할 수 없다. 진정한 도시형 자기부상열차는 일본 나고야에서 2005년 개통된 9km 정도 길이의 노선이 유일하다. 도시형 자기부상열차는 상하이 자기부상열차와 달리 비교적 저속인 80~100km/h 정도로 운행된다. 도심에서 운행한다는 특성상 역간 거리가 짧아 가속, 감속에 일정 거리가 필요하다보니 더 이상





의 속도로 운행하기에는 무리가 있을 뿐 아니라 도심운행에 따른 안전문제도 있어 무작정 속도를 높일 수 없다.

자기부상열차의 정속성과 빠른 속도를 가능하게 한 장치가 바로 선형모터다. 일반적인 모터는 제자리에서 회전하는 원형으로 그 회전 에너지를 직선운동 에너지로 전환하기 위해 드라이빙 기어가 필요하다. 하지만 선형모터는 이를 일직선으로 펼친 모양을 하고 있어 직접 직선운동 에너지를 생성하므로 기어 커플링이 필요없다. 이 선형모터는 원리에 따라 ‘유도전동기’와 ‘동기전동기’로 나뉘며, 그 중 유도전동기 방식이 도시형 자기부상열차에 사용된다. 부상방식인 상전도 흡인식은 열차의 전 자석이 레일 면 아래에서 1cm 정도의 틈을 둔 채 자석간의 인력을 이용해 부상하는 원리이다. 즉, 차량 아래 부분이 지지 레일을 감싸는 형태로 차량 전자석이 레일 아래쪽에 위치하여 지지 레일과 자석간의 끌어당기는 힘을 조절하며 차량을 고정된 궤도 ‘아래’에 떠있도록 한다.

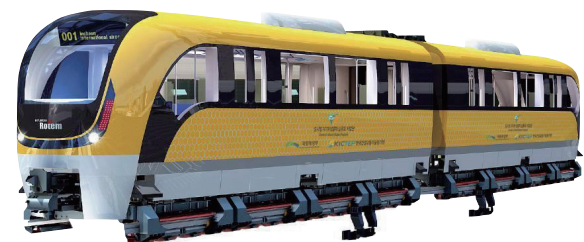
도시형 자기부상열차는 선진국보다 다소 늦지만 1988년부터 우리나라도 본격적인 연구에 돌입하여 2006년 실용화 사업에 착수했다. 현재 실용화사업은 본격적인 궤도에 올라 110km/h급 무인운전 차량을 개발하여 시험운행에 성공하였으며 2013년 인천공항에 6.1km 길이의 상용 노선을 개통하기에 충분한 기술력을 확보할 것으로 보인다. 이전에도 국내에서 3차례 자기부상열차 시스템 개발 경험이 있으나 기존 개발방향은 전체 시스템이 아닌 차량과 신호시스템 위주였던데다 개발된 기술의



성능도 상용화하기에는 모자란 수준이었다. 그러나 실용화사업에서는 상용 노선을 개통하는 데 모든 초점을 맞추어 종합적인 교통시스템을 구축할 수 있는 원천기술을 확보할 계획이다.

도시형이라는 타이틀에 걸맞게 구조물을 슬립화하고 공사기간을 단축하는 방안도 강구 중이다. 한국기계연구원과 한국철도시설공단 등은 공사비가 조금 더 들더라도 시민들의 교통 불편을 최소화하기 위해 미리 제작된 바닥판의 상부구조를 이용하여 조립식으로 선로를 만드는 ‘프리캐스트 공법’을 개발하여 이를 인천국제공항의 실용화 노선 설계에 반영했다. 이와 함께 자기부상열차 운용에 필수적인 분기기를 자체 개발하여 향후 한국형 자기부상열차 시스템을 수출할 수 있는 토대를 마련하기도 했다.

오래된 도시들은 도시기능 재편과 함께 운송수단의 업그레이드도 고민거리다. 앞으로는 경제적, 사회적 문제를 최소한으로 제한하면서도 친환경적으로 운용할 수 있는 교통수단이 주목을 받고 시장에서 선전할 것이다. 자기부상열차가 미래 전략수출산업으로 평가받는 이유다. 국내에서 연구가 차근차근 진척되면 조만간 세계 곳곳에서 달리는 우리 기술의 자기부상열차를 볼 수 있을 것이다.







(주)로드닉스  
강진기  
☎ 031-902-1887  
✉ jkkang@roadnics.com

● '비전기반 철도승강장 자동감시시스템'은 철도승강장의 승객을 위한 새로운 안전시스템이라고 하던데?

쉽게 말하자면, 승객의 승강장 추락 감시 시스템이다. 최근 철도승강장의 '스크린도어' 설치로 인해 인명사고가 많이 줄었지만 스크린도어만으로는 수많은 승객의 안전을 보장할 수 없으며, 일부 구간의 경우 스크린도어 설치가 어렵다. 또한 현재 철도 승강장 감시는 역무실 및 관제실의 CCTV를 통해 이루어지고 있어 수십 대의 화면을 응시하며 승강장의 위험상황을 신속하게 감지·대응하는 것은 현실적으로 불가능하다. 이에 사람의 눈과 비슷한 구조의 스테레오카메라 및 스테레오 기반 영상처리기술을 개발하여 안전선 침범과 같은 승·하차 상황 감시 및 자동안내방송, 승강장 내 비상상황 시 진입열차 자동정지 등이 가능하도록 연구하였다.

● 스테레오카메라 영상처리기술의 역할과 장점에 대해 설명해달라.

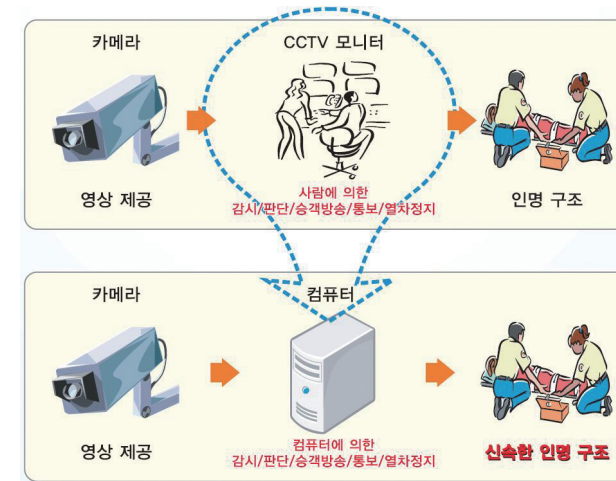
스테레오카메라 영상처리기술은 사람의 눈과 같이 좌우 두 개의 렌즈를 통해 얻어진 스테레오 영상으로부터 물체까지의 거리 및 물체 높이를 계산하는 3차원 인식을 수행한다. 이에 승강장 환경에서 발생할 수 있는 다양한 그림자나 바닥표면의 반사광 등의 영향을 최소화할 수 있는 최신의 감지기술이다. 스테레오카메라를 승강장 상단에 약 30m 간격으로 설치하면 해당 감지구간의 선로영역을 감시하게 되어, 승객이 선로에 떨어졌을 경우 해당 역사 진입열차를 정지시키고 종합관제소, 역무실 및 진입열차에 감지된 영상과 함께 경보를 알려 즉시 구조가 가능하다. 또한 스크린도어에 비해 설치비 및 유지보수비용이 약 1/5 이상 저렴해 승객의 안전과 더불어 철도 경제성 향상에 크게 기여할 것이다.

● 연구 개발 및 시연작업이 꽤 어려웠을 것 같다. 대구 1호선을 시작으로 최근 개통된 경춘선에도 적용되었는데, 앞으로의 계획은 어떠한가?

시연작업의 경우 실제 선로추락과 같은 상황을 연출하기 위해 영업운행시간이 아닌 새벽시간에 수행해야 했고, 피실험자는 수십 회씩 선로낙하를 시도하는 어려운 작업이었다. 하지만 이 과정을 통해 연구에 성공했으며, 2009년 대구역 1호선을 시작으로 도시철도가 70개 시 정도 운행되고 있는 유럽을 비롯한 북·남미, 일본에 수출이 가능할 것이다. 이외에도 철도승강장 자동감시시스템은 향후 철도차량의 무인운전을 대비하여 스크린도어와 함께 승강장 안전시스템으로 기본이 될 것이며, 더 나아가 간선급행버스(BRT)와 같은 다양한 승강장 안전관리 시스템 등 우리 생활 곳곳에 활용될 것이다.

“  
똑똑한 비전기반 철도승강장  
자동감시시스템으로  
철도승강장 안전 UP”

## 비전기반 철도승강장 자동감시시스템



서울지하철은 2011년 운영을 제법 산뜻하게 시작했다. 2011년 1월 한 달간 서울지하철의 승강장 사고가 한 건도 없었던 것이다. 역설적으로 이는 '승강장 사고 없는 달'이 뉴스거리가 될만큼 지하철 승강장 사고가 많다는 뜻이기도 하다.

서울시의 모든 지하철역에는 스크린도어가 설치되어 있다. 덕분에 승강장에서 선로

로 떨어지는 사고는 많이 줄었다고 한다. 그러나 여전히 지하철 승강장은 언제든 안전사고가 일어날 수 있는 공간이다. 2010년 11월 18일 한국소비자원의 서울 및 수도권 도시철도 역내 승강구 113곳의 안전상태를 조사한 결과에 따르면 객차 탑승시 승강장과 열차의 간격이 넓어 발이 빠지거나 문 틈에 끼는 사고가 일어날 가능성이 많다고 한다. 2008년부터 2010년 7월까지의 조사에서 전국 도시철도 승객 안전사고 중 승하차 사고만 8.7%에 달한다.

승강장에서의 불상사를 막는 것은 탑승객의 몫이기도 하지만 기관사의 역할도 크다. 국내 모든 지하철역에는 CCTV가 설치되어 있다. 기관사가 승객들의 상태와 주변 위험요소를 한눈에 파악하여 안전사고를 미연에 방지하기 위한 장치다. 기관사들의 노력으로 예전보다 안전사고가 많이 줄어들기는 했지만 아무래도 사람의 눈으로만 상황을 판단하기에는 어려운 점이 있다. 실제로 승강장 사고는 CCTV로 커버하지 못하는 사각지대나 짧은 시간에 상황 파악이 어려운 흑백화면 탓에 일어나는 경우도 많다. 아주 짧은 정차와 발차 동안 수십 대의 CCTV 화면을 둘러보며 상황을 파악하기에는 현실적으로 무리가 따르기 때문이다.

이러한 상황은 똑똑한 CCTV가 도입됨으로써 대폭 개선될 것으로 보인다. 한국철도기술연구원은



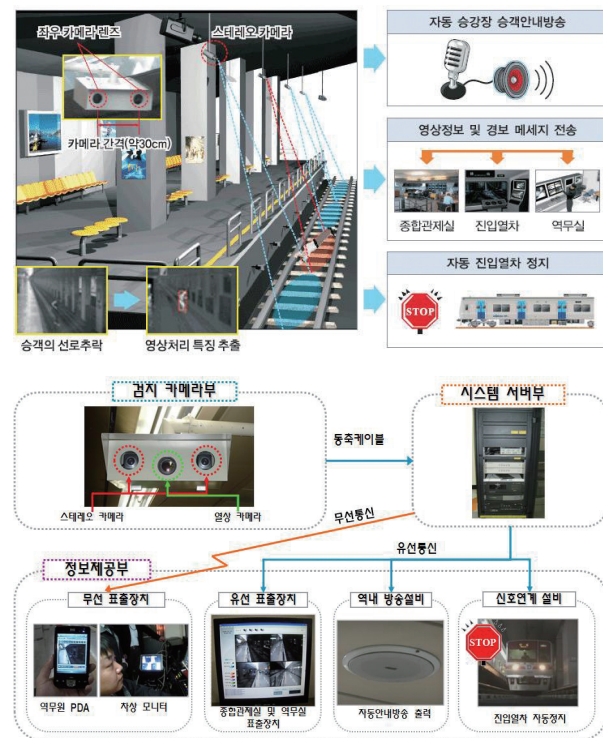
‘차세대 첨단 도시철도시스템 기술개발사업’을 통해 ‘화상처리식 감지시스템’을 개발하여 2009년 12월부터 대구역에 설치했다. 화상처리식 감지시스템은 비전기반 철도승강장 자동감시시스템의 일종으로 기존 CCTV를 이용하여 사람이 직접 수행하던 감시업무를 지능형 컴퓨터가 대신하도록 한 시스템을 말한다. 비전기반 감시시스템을 이용하면 사람의 눈으로 포착하기 어렵던 위험상황을 즉각 알아낼 수 있을 뿐 아니라 동시에 여러 곳에서 발생한 상황에도 대처할 수 있다. 역내 방송이나 전동차 제어시스템과 연동하면 위험상황에 대한 보고와 안내, 후속대처를 유기적으로 연계하여 안전성을 대폭 높일 수 있다.

덴마크, 독일, 프랑스나 일본 등 선진국에서는 레이더나 적외선, 레이저 센서 등을 활용한 승강장 안전시스템을 각 공간의 특성에 맞게 개발하여 적용하고 있다. 이번에 대구역에 적용한 시스템은 사람의 눈과 비슷한 구조의 스테레오카메라와 스테레오 기반 영상처리기술을 활용했다. 이 시스템은 사람의 눈처럼 두 대의 카메라를 일정한 간격으로 설치하여 한 곳을 비춤으로써 사물을 입체적으로 파악할 수 있다. 이를 통해 승강장 내 승객의 안전선 침범, 선로 추락, 승하차시 완전히 탑승했는지의 여부 등을 자동으로 판단하여 열차를 제어하고 운영자에게 통보해준다.

예를 들어 스크린도어가 없는 역에서 열차를 기다리다 꾸벅꾸벅 졸던 승객이 쓰러져서 선로에 추

락하고 마침 열차가 역으로 들어오려고 있다. 스테레오카메라는 승객이 쓰러지면서 안전선을 넘는 순간 역내에 위험상황을 방송하고 동시에 선로 추락사고 정보를 관제실과 역무원실로 보낸다. 이와 함께 역에 진입하던 열차를 자동으로 정지시켜 추락한 승객이 열차에 치이지 않도록 조치한다. 이 모든 일이 선로에 추락하는 사고가 나는 동시에 이루어지는 것이다.

실제로 대구역에 화상처리식 감지시스템을 설치하면서 사람의 선로추락 상황을 수십 번씩 재연했다고 한다. 이 때문에 모든 시험을 영업운행시간이 아닌 새벽시간에 수행해야 했으며,

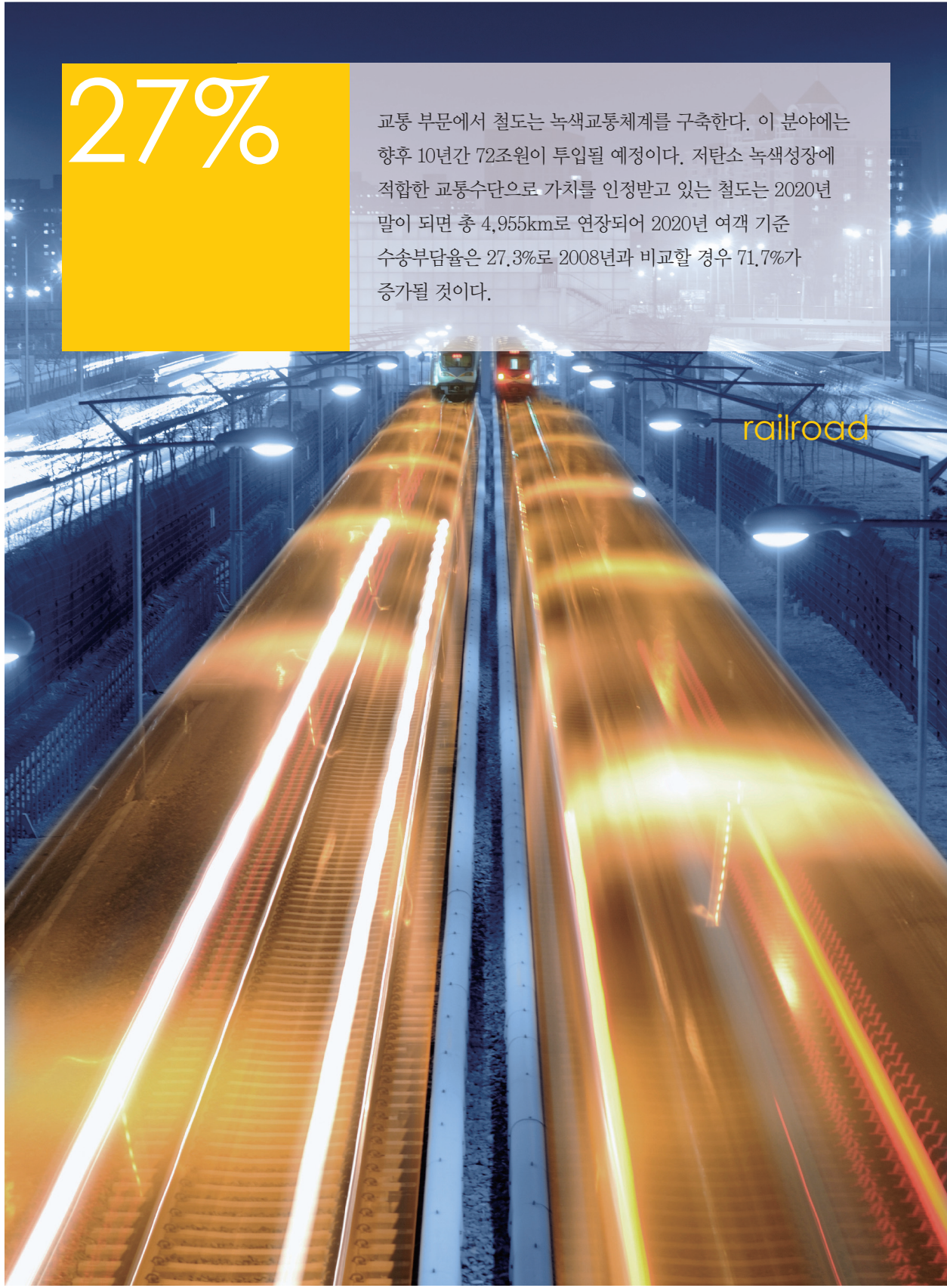


연구자들이 실험할 때마다 수십 번씩 선로에 떨어졌다고 한다.

연구진은 화상처리식 감지시스템 실용화로 스크린도어가 없는 역들의 승객 안전성을 대폭 향상시킬 수 있을 것으로 기대하고 있다. 또한 승강장 상황 감시와 같은, 깊은 주의력을 요하면서도 지루한 단순업무를 자동으로 처리할 수 있어 기관사들의 업무를 크게 줄일 수 있다. 설치 비용이 스크린도어 설치 비용 대비 20% 정도에 불과하다는 것도 장점이다. 스크린도어가 설치되지 않은 역사가 총 130개 정도 되는데, 이들 역사에 스크린도어 대신 화상처리식 감지시스템을 설치하면 설치비용 약 1500억 원과 유지보수비용 연간 150억 원을 절감할 수 있다. 대구역을 시작으로 차츰 적용해 역사를 확대해 나가면 지하철 환경을 선진화하는 데 크게 기여할 것으로 기대된다.







27%

교통 부문에서 철도는 녹색교통체계를 구축한다. 이 분야에는 향후 10년간 72조원이 투입될 예정이다. 저탄소 녹색성장에 적합한 교통수단으로 가치를 인정받고 있는 철도는 2020년 말이 되면 총 4,955km로 연장되어 2020년 여객 기준 수송부담율은 27.3%로 2008년과 비교할 경우 71.7%가 증가될 것이다.

railroad



69%

교통 부문에서 도로는 기존 도로의 정비는 물론 첨단 IT기술의 융합과 지능형 교통시스템으로 효율성을 높인다. 이 분야에는 향후 10년간 70조원이 투입될 예정이다. 교통 부문의 중요 수단으로 2020년 말이 되면 고속도로의 경우 5,470km로 연장되어 2020년 여객 기준 수송부담율은 69.3%가 될 것이다.

road





서울대학교 IC카드연구센터  
이기한  
☎ 02-970-5698  
✉ knight@swu.ac.kr

● **교통카드의 보급이 15년이나 되었지만 지역마다 교통카드 시스템에 차이가 있었다. 이를 개선한 연구로 알고 있는데?**

우리나라의 교통카드 도입 및 활용은 어떤 교통 선진국에 비교하여도 뒤지지 않지만, 하나의 교통카드로 전국적인 사용이 이루어지지 못한 것이 가장 큰 단점이었다. 특히 행정구역이 다른 서울과 경기도의 경우 그 불편이 가장 컸는데, 이는 교통카드 운영사업자마다 적용하는 규격이 달랐고, 각 사업자의 방식에 따라 시스템이 구축되었기 때문이다. 따라서 이번 연구를 통해 교통카드의 표준규격 보완 및 개발과 더불어 무엇보다도 다른 교통수단(버스, 철도, 고속도로) 교통카드 호환 사용을 연구, 개발하였다.

● **각기 다른 시스템을 하나로 통합하는 만큼 사업자들의 조율 등 어려움이 있었을 것 같은데?**

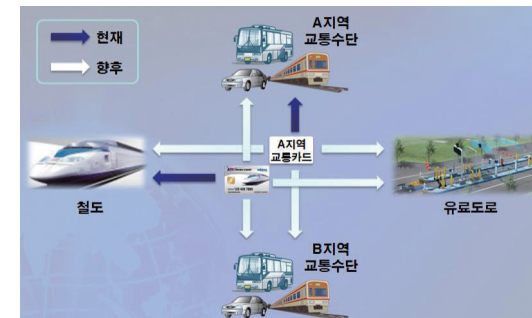
최초로 사업자와의 교통카드 인프라를 호환하는 시도였기에 각 사 별로 고유한 시스템과 장비에 대한 다양한 시행착오가 있었고, 그때마다 사업자들을 설득하고 진행하는 데 어려움이 있었다. 하지만 사업자간에 표준규격에 따른 하나의 카드로 요금 결제가 이루어지는 호환 테스트를 성공적으로 수행했다. 이를 통해 관련 교통정보가 집계되는 시스템 또한 성공적으로 운용·테스트를 마쳤다. 과제가 성공적으로 끝나자 이번 연구를 관망하던 다른 교통사업자들이 제일 먼저 국토해양부 고시에 따른 인증을 취득하였던 점이 기억에 남는다.

● **이번 연구가 상용화되면 교통카드 하나로 전국을 다닐 수 있어 교통생활에 편의성이 높아질 것 같다. 앞으로의 전망은?**

‘OneCardAllPass 표준 기술 개발 및 테스트베드 운영과제’의 성공으로 상용화되면, 전국 어디서나 하나의 카드(One Card)로 모든 교통 서비스를 이용(All Pass)할 수 있게 될 것으로 현금 없이 카드 하나만 가지고 운송수단을 이용할 수 있게 될 것이다. 더불어 전국이 하나의 시스템으로 체계화되어 교통정보 집계 가능해지고, 교통관련 정책에 유용한 데이터를 제공받을 수 있어 실질적인 전국호환이 구축될 것이다. 이번 연구에 머무르지 않고 더 나아가 대중교통에 국한된 요금결제를 기차와 비행기, 공공자전거 등 모든 운송수단으로 확대 적용할 예정이다. 더불어 교통카드로 간단한 소액결제가 가능하듯, 관공서와 학교, 병원, 편의점 등에서 소액결제에 적용·활용할 수 있을 것이라 기대하고 있다.

“교통카드의 전국호환 사용을 가능하게 하는 국내 최초의 표준개발 연구”

## 전국호환 교통카드 표준기술 개발



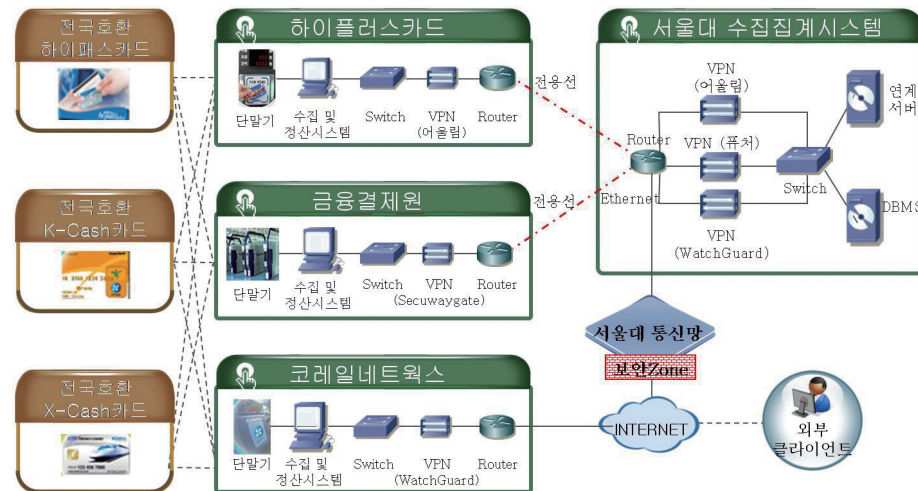
대중교통 이용요금을 카드의 터치만으로 가능하게 한 교통카드의 보급이 벌써 15년 넘게 이어졌다. 이처럼 우리나라는 교통카드 도입 및 활용이 매우 우수한 국가 중 하나로서 관련 기술과 인프라 보급도 많이 확대된 상황이다. 그러나 수도권을 제외하고 아직도 하나의 교통카드로 전국적인 사용을 하지

못하고 있다. 수도권 내에서 호환 사용이 가능하게 된 것도 불과 몇 년되지 않는다. 그 이전에는 서울과 인근 수도권이 사실상 같은 생활권임에도 행정구역의 차이로 서울 시내에서만 교통카드 사용이 가능했고 경기도가 교통카드 시스템을 도입한 이후에도 서울시 교통수단으로 갈아탈 때 환승 적용이 되지 않아 수도권 시민들의 불편이 가중되고 관련 민원이 끊임없이 제기되었다. 그러나 지금은 그나마 교통카드 사업자간 협의가 진행되고, 지자체가 노력해 수도권은 교통카드 호환이 이루어지고 있다. 하지만 아직도 전국적인 단위 교통카드 호환은 진행 중에 있다.

이처럼 교통카드를 도입한 지 한참 지났음에도 전국단위의 호환이 이루어지지 못하고 있는 것은 교통카드 운영 사업자마다 적용하는 규격이 달랐고 각 사업자의 방식에 따라 시스템이 구축되었기 때문이다. 이에 따라 전국적인 교통카드의 호환사용을 위해 정부는 기술표준원의 주도로 2006년 10월 교통카드 표준규격을 제정했다. 그러나 이미 구축된 인프라에 표준을 적용하는 데에는 한계가 있었고 표준규격으로 구축된 실제 시스템이 없었으며, 표준규격을 따르게 하기 위한 정책적, 제도적인 장치가 없었다. 그러다 보니 교통카드의 전국호환 추진이 실질적으로는 진행되지 못하고 있었다.

이런 부분을 해결하기 위해 정부는 우선 기술표준원을 통하여 교통카드 표준규격을 보완했다. 국토해양부는 2005년에 제정한 ‘대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률’을 2008년 개정했고 ‘교통카드 전국호환을 위한 기본계획’을 수립하여 규격 제정에 따른 제도적, 정책적 기반을 마련했다. 하지만 각 교통카드 사업자들이 제정된 표준규격의 실체와 신뢰성, 적용성에 의문을 가지며 지속적으로 문제를 제기하면서 교통카드 전국호환 추진을 더디게 했다. 이에 정부는 표준규격을 바탕으로 실





제 호환 시스템을 연구, 개발하여 테스트하도록 하는 교통카드 전국호환을 위한 R&D과제를 한국건설교통기술평가원을 통해 진행하였다. 그 결과 'OneCardAllPass 표준 기술 개발 및 테스트베드 운영과제'라는 이름으로 서울대학교 IC카드연구센터 컨소시엄이 연구 과제를 수행했다. 센터장인 서울여자대학교 이기한 교수의 진두지휘 아래 고속도로 하이패스카드서비스를 운영하고 있는 하이플러스카드(주), 철도 교통카드 시스템을 운영하고 있는 코레일네트웍스(주), 버스 교통카드 시스템을 운영하고 있는 금융결제원 등이 컨소시엄에 참여했다. 이들은 이미 제정된 KS규격에 맞는 '전국호환 교통카드 시스템'을 최초로 개발하였고 이를 광주광역시의 일부구간 및 노선에 적용하여 교통수단 간, 사업자간에 표준규격에 따른 하나의 카드로 요금 결제가 이루어지는 호환 테스트를 성공적으로 수행했다. 이를 통하여 관련 교통정보가 집계되는 시스템 또한 성공적으로 운용, 테스트를 마쳤다.

'OneCardAllPass 표준 기술 개발 및 테스트베드 운영과제'의 성공적인 수행은 그동안 교통카드 호환에 미온적 태도를 보였던 사업자들을 자극하는 계기가 되었다. 아울러 국토해양부도 '교통카드 전국호환' 정책을 구호나 제도 개선만이 아닌 표준규격 및 호환시스템의 실체를 가지고 추진할 수 있도록 하는 기반을 마련하게 됐다. 무엇보다 가장 큰 성과는 국토해양부가 '교통카드 전국호환'을 위하여 '교통카드 관련 장비의 전국호환성 인증요령'을 통하여 교통카드 사업자들이 전국적인 교통카드 호환 추진을 가속화할 수 있도록 제도를 확고히 한 점이 가장 큰 성과이다.

이러한 성과는 국제적으로도 선례를 찾아 볼 수 없는 경우로서 현재 기술표준원과 국토해양부는 이번 연구를 성공적으로 이끈 이기한 센터장을 필두로 관련 규격의 국제 표준 및 동아시아지역 표준화를 추진 중이다. 국제적인 교통카드 표준이 없는 만큼, 이러한 시도를 통하여 더 많은 효과와 기회 창출이 예상되고 있다.



아울러 전국호환교통카드 정책 추진을 통해 교통카드 사용의 편의성을 높이는 것은 물론 교통정보 집계가 가능해져서 교통관련 정책에 유용한 데이터를 제공받을 수 있다. 또 버스와 지하철, 고속도로 통행요금 등 대중교통에 국한된 요금결제를 기차와 비행기, 공공자전거 등 모든 운송수단으로 확대 적용이 가능해질 전망이다. 현재 교통카드로 자동판매기를 이용하거나 간단한 소액결제가 가능하듯, 관공서와 학교, 병원, 편의점 등에서 소액결제에 활용할 수도 있다. 궁극적으로 전국의 교통카드 인프라를 호환토록 하여 이를 기반으로 지능형 교통체계를 구성함으로써 한국이 대중교통체계 운영기술을 지속적으로 선도할 수 있을 것으로 기대된다.





브이앤아이(주)  
임혁규  
☎ 031-932-8577  
✉ hklm@vsi.co.kr

● 영화에서나 보던 차량용 HUD(Head Up Display)가 실제 사용이 가능할 정도로 개발되었다니 놀랍다. 연구에 대해 간단히 설명하자면?

‘HUD 시스템’은 차세대디스플레이로 이종으로 이루어진 차량유리에 각종 정보를 표출하는 기술이다. 기존에 운전자가 운행정보 및 내비게이션을 사용하기 위해 시선을 이동해야 했지만, 이 기술을 이용하면 운전자가 시선을 이동하지 않고 정보를 얻을 수 있다.

● 차량전면 유리에 정보가 표출되는 간단한 기술로 들리지만, 국외에서도 쉽게 개발하지 못하는 고난이도 기술이라고 하던데?

우선 정보가 표현되는 스크린이 투명한 유리이고, 이중유리에 영상을 표출하는 기술은 미국, 독일 등 일부 국가에서 구현한 고도의 첨단기술로서 기술 개발의 접근성이 아주 어려운 분야이다. 특히 차량의 경우 안전이 기본이므로 차량 유리에 정보가 표출됨으로써 발생할 수 있는 문제와 주·야간 날씨에 따른 변화를 모두 고려해야 했다. 또한 운전자가 보는 유리면을 제외한 외부에서는 이 정보들이 표현되지 않으면서 주행시야를 가려서는 안 되는 어려운 기술이다.

● 국외 기술의 경우 단색인 반면 우리나라의 기술은 컬러로 표현된다고.

앞서 말했듯이 차량의 경우 안전이 우선이다. 그렇다 보니 주·야간에 따른 정보표시 방법이 달라야 했다. 컬러영상으로 정보를 표시하여 주행환경의 변화에도 선명하게 볼 수 있도록 하였다. 이는 우리나라의 독창적인 기술로 국내외에서 처음으로 시도된 것이다.

● 실생활에서 직접 사용 가능한 기술이라 빠른 실용화를 손꼽아 기다릴 것 같다. 연구 상황과 앞으로 발전 방향은 어떠한가?

HUD 기술은 새로운 디스플레이로 걸음마 단계이다. 차량에 탑재하고 완전하게 실용화하기까지는 경제성, 안전성, 내구성 등을 고려해 연구를 계속해야 한다. 하지만 적용이 가능할 정도로 개발된 만큼 향후 몇 년 내에 실용화될 것으로 예상된다. 우리나라에서 자체적으로 HUD기술을 개발한 만큼 앞으로는 각종 인터페이스 기술 개발 등 이용자의 입장에서 편리하게 사용이 가능하도록 달·부착이 가능한 소형의 제품으로 개발, HUD기술의 효과를 극대화할 계획이다. 더불어 차량의 기술을 넘어 기존 CRT, LCD 모니터와 빔 프로젝트를 대신하는 디스플레이 기술로서 자리잡게 될 것이라 기대해 본다.

“차세대디스플레이, 눈 앞에 3차원 주행정보가 뜬다”

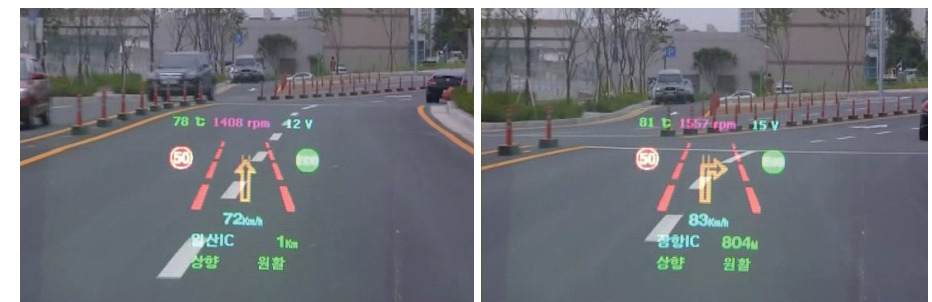
## 차량용 HUD(Head up Display) 시스템 개발

최근 모 자동차광고에서 자동차 앞 유리창에 연료량·주행거리·라디오 채널 등을 볼 수 있는 계기판 인터페이스가 뜨는 장면이 나왔다. 공상영화에서는 투명한 유리면이 모니터로 바뀌며 손이 닿는 것만으로 원하는 화면(정보)을 켜고, 글을 쓰는 등 다양한 작업을 하는 장면도 나온다. 이렇듯 먼 미래에나 일어날 것 같던 일들이 지금 개발되어 실생활 적용을 앞두고 있다.

지난 2011년 1월 6일 미국 라스베이거스에서 열린 세계 최대 가전전시회 ‘CES 2011’은 미래형 신기술을 소개하는 장으로서 세계적인 IT 업체 및 세계 굴지의 완성차 업체들도 이곳에 참여해 자신만의 미래형 신기술을 공개했다. IT강국인 우리나라 역시 이 미래형 신기술을 일찍부터 연구·개발하고 있었으며, 이번 차량용 HUD(Head up Display) 시스템 연구가 대표적이다.

이번 차량용 HUD(Head up Display) 시스템을 제외한 가장 최신 기술은 바로 내비게이션이다. 내비게이션은 모르는 길을 물어 물어 가던 적이 있었나 싶을 정도로 언제 어디에서도 원하는 위치를 검색하고 가장 빠르고 간편한 길을 선택해 갈 수 있게 해준다. 하지만 이 내비게이션의 가장 단점은 운전자의 시야를 방해한다는 것이다. 쉽게 길을 찾는 기술임에 틀림없지만 기본적으로 전방을 주시하며 운전을 해야 하는 운전자에게 내비게이션은 다소 위험천만한 기술이다. 더불어 차체에 기본적으로 설치된 계기판의 엔진회전수(RPM), 속도계, 연료잔량계 확인은 물론 오디오기기 조작 등을 하는 것 역시 운전자의 시야를 가린다.

아주 짧은 시간이지만 고속으로 달리는 자동차에서 운전자가 전방을 주시하지 않는다는 것은 매우 위험한 일이다. 그렇다고 운전자가 모든 상황을 무시한 채 운전하는 것 역시 바람직한 운전 모습







이 아니다. 이러한 위험 요소를 제거할 목적으로 개발 된 신기술이 바로 ‘차량용 HUD(Head up Display) 시스템’이다. ‘Head up Display(이하 HUD)’는 첨단 전투기에 사용되는 ‘전방시현장치’와 같은 의미이다. 이 기술은 우리 실생활 속 차량에 적용되어 운전자가 주시하는 차량 앞유리에 운전정보는 물론 내비게이션 정보를 표시한다.

현재 개발된 시제품의 경우 차량 자체 정보인 속도, RPM을 기본으로 하며 내비게이션, 교통정보 등의 연계기능이 포함되어 6색 Full Color로 표시된다. 이때 운전자의 시인성을 위해 아이콘, 심벌, 그래픽 등으로 표시하여 손쉽게 정보를 인지하도록 해준다.

[개발 장비품 현황]

| 구분 |       | 기능 및 사양                   |
|----|-------|---------------------------|
| 목적 |       | 차량유리에 Text/이미지, 동영상 정보 표출 |
| 기능 | 표시정보  | 속도, RPM, 차량/내비/교통정보       |
|    | 연계기능  | 내비/교통정보 연계                |
|    | 표출색상  | 6색이상, Full Color 지원       |
|    | 표출유형  | 아이콘, 심벌, 그래픽              |
|    | 광학    | 접합 차량유리 및 곡률반경 적용         |
| 사양 | CPU   | ARM 기반                    |
|    | 메모리   | 64M × 2                   |
|    | 인터페이스 | USB, UART, TCP/IP         |
|    | 광원    | LED Module                |
|    | 광학    | 단초점, 원근감 투사               |
|    | 초점거리  | 표출면기준 1.2m                |
|    | 사용전원  | 12V DC                    |

‘차량용 HUD 시스템’이 실생활에 필요한 연구였지만 국내 자체 기술로 개발하는 것은 쉽지 않았다. 우선 기존 HUD 활용의 한계로 인해 교통정보를 제공하기 위한 특성화된 HUD의 개발에 어려움이 있었다. 또한 각종 정보들이 디지털 신호로 전환되어 차량 대시보드 앞부분에 설치된 프리즘을

통해 차량 앞유리 전면에 반투명상태로 표시되는 만큼 주간 시인성 향상 및 야간 빛의 왜관현상을 제거한 고선명 HUD 시스템을 개발하기 위한 기초 기술이 미흡했다. 이에 HUD 시스템의 국산화를 위하여 국내 HUD 기초 기술의 개발부터 시작하였다.

이외에도 차량용 HUD는 기반기술 측면에서 차량 장착용 HUD를 개발하는데 목적을 두고 두 가지 접근 방법에서 실용화 방안을 진행하고 있다.

첫째, 차량 출고시 HUD 시스템을 장착하여 차량 종류별 유리의 곡률 반경 및 두께에 따른 영향을 받지 않고 설치할 수 있는 HUD 시제품을 개발하고 있다.

둘째, HUD 시스템을 소형화하여 운행 중인 차량에 간편하게 설치할 수 있도록 제품을 개발하여 차량 출고 후 추가 장착할 수 있는 응용 기술을 개발하고 있다.

이번 실용화 기술이 상용화되면, 차체 HUD 시스템 선장착은 물론 후장착이 가능해져 적용 폭이 넓어질 것으로 예상된다.

향후 몇 년 내 상용화될 것으로 기대되는 ‘차량용 HUD 시스템’은 차량유리를 통해 운전자의 시선이동 없이 정보를 시각적으로 표시해주는 장치로서 차량 이중 유리를 통해 단일 상을 맺히게 한다. 이는 밝은 낮에도 선명한 영상으로 차량정보와 내비게이션 정보, 교통정보를 표출하여 차량 운전자가 운전 중 전방에서 시선을 돌리지 않고 각종 운전정보를 확인할 수 있어 안전운전할 수 있게 돕는다.

차량용 HUD 시스템이 우리나라 자체 기술로 연구·개발된 만큼 국내 시장 보호 및 세계 시장 진출로 이어져 국가의 경제 성장 동력원이 될 것으로 기대된다. 더불어 유비쿼터스 인프라와 교통 기술이 융합한다면, 다양한 산업의 동반 상승효과를 유도하고 신규 수익 창출 모델을 통하여 국내 경제 성장을 견인할 수 있을 것이다.





인천국제공항공사  
김태영  
☎ 031-741-2501  
✉ tygkim@naver.com

● 인천공항에서 전자여권의 발급과 더불어 출입국심사 무인시대를 열 예정이러는데?

여행객이 공항을 이용해 출국할 때 거쳐야 할 절차를 간소화하고, 편의성을 높일 목적으로 시작됐다. 특히 출국장 진입확인, 보안검색, 출국심사는 동일한 장소에서 이루어짐에도 별개의 확인 절차를 거친다. 이는 각기 다른 주체에 의해서 수행되거나 확인해야 할 사항이 일부 다르다는 이유 때문이다. 이에 여행객들로 하여금 각 단계별로 불필요한 대기시간을 불려일으키자, 우리나라가 자랑하는 세계 최고의 IT기술을 기반으로 출국장 진입확인, 보안검색, 출국심사를 하나로 아우르며 탑승과정에서도 신원확인 및 탑승가능여부가 간단하게 이루어질 수 있도록 하는 자동화 모델을 개발하게 됐다.

● 현재 시범운영을 하고 있는데 관련기관과 여행객의 반응은?

출국과 관련한 절차 담당기관이 다르다 보니, 기관들을 설득시켜 동참하도록 만드는 데 난관이 있었다. 하지만, 결국에는 우리 연구의 취지에 공감하고 적극적으로 협조해주고 있다. 또한 시범운영 중인 ‘출국절차 통합 및 자동화 시스템’을 ‘전신검색기’로 오인해 일부 출국자들이 이용을 거부하거나 의혹을 제기하기도 했다. 하지만 이 시스템이 정착해 일반화된다면 미래의 공항은 탑승권도 필요 없으며, 전자여권 하나만으로 ‘One-Stop으로 출입국’이 완료되는 신속하고 편리한 공항이 되리라 생각된다.

● 국외에서도 출국절차 자동화 체계에 대해 많은 준비를 하고 있다고 들었다. 우리 자체 기술로 이뤄낸 연구성과와 앞으로의 계획이 있다면?

현재 시범운영 중인 ‘출국절차 통합 및 자동화 시스템’은 우리나라 자체 기술로 이뤄진 성과다. 이 시스템은 독일 프랑크푸르트, 프랑스 샤를 드골 등 세계 유수의 선진공항들도 생각해내지 못했던 공항의 기존 컨셉을 뒤바꿀 수 있는 획기적인 아이디어다. 특히 국제적으로 국제민간항공기구가 출입국 절차 간소화 추진에 관한 의무 규정을 수립했으며 국제항공운송협회(IATA) 및 국제공항협의회(ACI)를 중심으로 출입국 간소화 계획을 수립해 적용대상을 확대하고 있다. 이에 세계 각국의 항공사, 공항 등 항공업계에서도 ‘출국절차 통합 및 자동화 시스템’ 연구에 대해 매우 큰 관심을 보이고 있다. 따라서 우리 시스템을 미국, EU 등 각국에 특허 출원 중이다. 앞으로 이 시스템이 실용화되면 우리나라의 세계적 정보 기술과 생명공학기술이 접목된 공항운영을 통해 세계 출입국 시스템의 표준을 선도하고, 세계적 경쟁력을 가진 공항으로 자리매김할 것이라 기대한다.

“여객의 소중한 시간을 절약시켜주는 Time Saving (시간절약) 종결자”

## 출국절차 통합 및 자동화 체계 연구



해외출장을 가기 위해 인천국제공항에 온 ‘오격정’은 사람들로 길게 늘어선 출국장을 바라보며 안절부절 ‘나최고’를 기다리고 있었다. 이때 나타난 나최고! “저 긴 줄 따라 기다리다간 비행기 시간을 놓치게 될 테고 그러면 중요한 미팅을 놓치게 될텐데 어떻게 할 거야!”라며 화내는 오격정에게 보란 듯이 내어놓은 것은 다름 아닌 ‘전자여권’이었다! 멍하니 쳐다보는 오격정에게 “난 전자여권이라 출국장에서 출국장진입확인, 출국심사, 보안검색을 모두 한번에 해결할 수 있어 저 긴 줄에서 시간낭비하지 않아도 돼.”라며 나최고는 유유히 전자여권 전용 출국자동심사대로 걸어 가 One-Stop 출국심사를 마치고 난 후 자동탑승게이트를 통해 비행기에 올랐다.

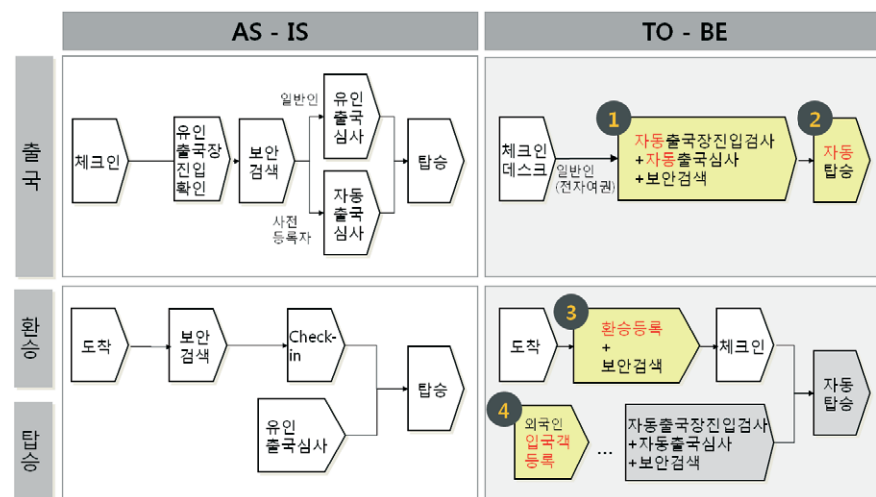
2009년 12월을 기준으로 77개국이 사용하고 있는 이 전자여권은 2001년 처음 실시됐다. 미국이 911테러로 인해 국가안전을 위협하자 국가안보정책으로 전자여권을 도입한 것이다. 전자여권은 기존 여권에 생체인식 등 첨단바이오기술을 접목한 것으로 미국 내 전 세계 입국자에 대한 신원확인에 적용된다. 미국은 27개 비자 면제 국가의 모든 전자여권에 바이오정보를 담아야 한다고 법으로 규정하였고, 바이오인식에 대한 국제표준화를 진행하였다. 이에 입국시 전자여권 소지인이 출입국 심사



관 출입국관리시스템 판독기에 여권을 제출하면, 판독기는 여권의 인적사항과 디지털화된 바이오정보를 읽고 테러리스트, 범법자를 비롯한 법집행기관의 블랙리스트와 대조하는 바이오정보기반의 첨단 출입국관리 프로그램을 가동한다. 반대로 출국의 경우 무인심사대를 이용하여 승객이 전자여권을 출입국관리시스템 판독기에 가볍게 스치는 것만으로 출국절차를 마치게 된다.

이처럼 국가안보정책의 일환으로 시작된 전자여권은 기존 공항을 21세기 지능형 공항으로 변화시키고 있다. 전자여권을 기반으로 한 유비쿼터스(Ubiquitous) 기술이 공항프로세스에 접목됨으로써 자동 출입국 심사, 자동탑승 등 신속한 공항 서비스가 가능해진 것이다. 공항의 기존 출국 프로세스상 신원확인 절차는 공항공사, 법무부, 항공사 별로 각각 체크인, 출국장 진입확인, 보안검색, 출국심사, 탑승 순으로 이뤄졌다. 하지만 전자여권의 사용으로 출국장진입확인, 출국심사, 보안검색이 한번에 무인자동화시스템으로 이루어진 후 탑승구 앞에서 자동 탑승이 가능해졌다. 덕분에 출국심사는 15분가량 단축되고 더불어 대면심사의 심리적 부담 또한 감소하게 된다.

[연구성과 검증후 프로세스 변화모습]



우리나라 역시 전자여권을 도입하여 2008년 3월 시범 발급을 실시, 2008년 8월부터는 전 국민을 대상 전자여권을 발급했다. 더불어 한국교통연구원(KOTI)과 인천국제공항공사 간 연구개발 협약체결로 '출국절차 통합 및 자동화 체계 연구'를 실시하여 출국장 진입, 출입국 심사, 환승 및 탑승 등 출국과정에 자동화 시스템을 개발·설치 및 시험운용을 연구했다. 이 시스템은 2010년 7월부터 인천국제공항에서 실제승객을 대상으로 시범 운영 중이다.

이번 '출국절차 통합 및 자동화 체계 연구'는 전자여권으로 변하게 될 공항 자동화시스템의 국산화를 위해 출국장 진입 자동 확인기, 출국절차 자동화기기, 환승 자동화기기, 탑승 자동화기기의 설계와 개발에 중점을 뒀다. 연구 초반에는 국외 기업과 공동수행할 것으로 예상되었으나 인천국제공항

공사가 2008년부터 지문인식을 기반으로 한 자동출입국심사대에 대한 개발 경험을 보유하고 있었으며 안면인식기반의 서비스 모델(안)을 수립함으로써 우리나라의 자존심을 걸고 자체적으로 생체인식 기반의 자동서비스 모델을 개발, 미래 공항을 선도할 수 있는 핵심기술을 개발하였다. 이는 전세계 최초로 출국과 관련한 전 과정에 전면도입되는 것으로써 한국, 미국, EU, 싱가포르, 말레이시아에서 특허 출원 중이며 세계 표준을 선도, 해외 우수공항의 수출상품화를 실현할 것이다.

[개발 장비품 현황]

| 명칭     | 출국장 진입 자동 확인기        | 출국절차 자동화기기           | 환승 자동화기기                      | 탑승 자동화기기                                              |
|--------|----------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 추진배경   | 웹체크인 활성화             | 출국심사 자동화             | 환승범죄 예방                       | 탑승수속 자동화                                              |
| 모델 개념도 |                      |                      |                               |                                                       |
| 사용대상   | 국적항공사 웹체크인 승객        | 한국 국적의 전자여권 소지자      | 환승객 중 기계판독 가능여권 소지자           | 국적항공사 이용 탑승객                                          |
| 기능     | • 출국장 진입 가능 승객 여부 판단 | • 출국 적격자 여부 판단(출국심사) | • 환승객 등록 (여권, 안면정보)<br>• 보안검색 | • 항공기 탑승 처리<br>• 정상출국과정 처리자 여부 판단(여권 및 탑승권 바뀔치기 등 방지) |
| 생체인식기술 | 없음                   | 안면인식 지문인식            | 안면인식                          | 안면인식                                                  |
| 설치장소   | 1, 4번 출국장 입구 (각 5식)  | 2, 4번 출국장 (각 1식)     | T1, T6 환승장 (각 1식)             | 22번, 39번 탑승구 (각 1식)                                   |

인천국제공항의 시범 운영을 통해 국내 공항에 상용화될 '출국절차 통합 및 자동화 체계'는 공항운용 효율성 확대 및 출국 소요시간 단축에 따라 연간 397억 원의 혼잡비용의 절감이 가능하다. 또 여권 바뀔치기 등 환승지역 내 범죄 예방이 가능해 공항 보안체계가 강화되는 데 기여하게 될 것이다. 더불어 무인심사가 가능해짐에 따라 기존 출입국 심사를 담당하던 인력의 전환배치 및 활용이 가능해지므로 장애우, 노약자 등을 위한 차별화된 휴먼터치 서비스를 제공하게 될 것이다.

본 '출국절차 통합 및 자동화 체계 연구'를 통해 우리나라의 세계적 정보통신기술(IT)과 생명공학기술(BT)을 공항 운영에 접목함으로써 인천국제공항이 동북아의 허브를 넘어 세계적인 브랜드를 가진 경쟁력 있는 공항으로 자리 매김할 것으로 기대해 본다.





국민으로부터 신뢰받는  
청렴한 국토해양부가 되겠습니다.

#### 국토해양부 부조리신고센터

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

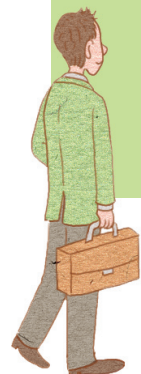
- 인터넷신고 국토해양부 홈페이지([www.mltm.go.kr](http://www.mltm.go.kr)) 부조리신고센터
- 우편신고 경기도 과천시 중앙동 1번지 국토해양부 감찰팀
- 전화상담 02-2110-8045 FAX : 02-504-9146

#### 기술로 여는 미래, 그 너머의 세상 건설교통R&D 우수성과 14선

인쇄 2010년 12월  
발행 2010년 12월  
발행처 한국건설교통기술평가원 산업진흥본부 성과활용실  
펴낸곳 (주)동아사이언스

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

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





**KICTEP**

Korea Institute of Construction & Transportation  
Technology Evaluation and Planning