



국토교통과학기술진흥원은 국토교통 R&D 사업의  
기획조사분석과 성과관리 및 활용촉진,  
건설교통분야 신기술 심사지정관리, 기술가치 평가 등의  
업무를 수행하는 국토교통부 산하의 준정부기관입니다.



## 3D PRINTING



모바일로도  
국토교통과학기술진흥원 소식지  
[KAIA insight]를 보실 수 있습니다.  
[www.kaia.re.kr/webzine/](http://www.kaia.re.kr/webzine/)



국토교통과학기술진흥원 소식을  
빨리 받는 방법!  
플러스친구 추가하기

14066 경기도 안양시 동안구 시민대로 286  
[관양동 1600] 송백빌딩 2~7F, 9F  
TEL 031-389-6313 [www.kaia.re.kr](http://www.kaia.re.kr)

# CONTENTS

02 Prologue

## Special theme

06 **인터뷰** 건축의 메커니즘을 새로 쓰는 3D 프린팅 기술  
주기범 한국건설기술연구원 단장

## 연구과제 브리핑

- 14 **정책 포인트** 수소 시범도시 추진전략
- 20 **공유하는 연구과제1** 자율주행 지원을 위한 도로변화 신속 탐지, 갱신 기술 개발 및 실증
- 28 **공유하는 연구과제2** 데이터에 기반한 항공안전감독 체계 구축 시스템기반 항공안전감독 지원 기술 개발 연구
- 36 **Global Report** 해답은 수소다 에너지와 환경 문제를 해결하는 수소경제사회

## 포커스 R&D

- 42 **국토교통 R&D 성과1** 스마트 국가 실현을 위한 공간정보의 창의적 활용
- 46 **국토교통 R&D 성과2** 미래 스마트 사회 지원을 위한 공간관리의 새로운 패러다임
- 52 **기술의 탄생**  
**교통 신기술1** \_ 전단하중 유도용 언더플레이트를 구비한 탄성 레일체결장치(KR형 레일체결장치)
- 교통 신기술2** \_ 무경첩 접이식 자동 승강장 안전발판 시스템 제작기술
- 건설 신기술1** \_ 주입공별로 주입압력, 주입량 등 조절이 가능한 다중 동시 주입펌프를 이용한 컴팩션 그라우팅 시공 기술
- 건설 신기술2** \_ 프리캐스트 벽체 및 슬래브를 개착과 동시에 조립 방식으로 축조하는 저심도 지하구조물 탐다운 시공기술
- 56 **R&D Market** 터널 내 폭발화재로 인한 장시간 시설물 보존용 유약기반 돌기형 차화, 차열 방화구조체 제조기술  
  
AI 기반 객체 영상인식기술을 적용한 교통관리 및 돌발관리시스템

60 R&D Q&A

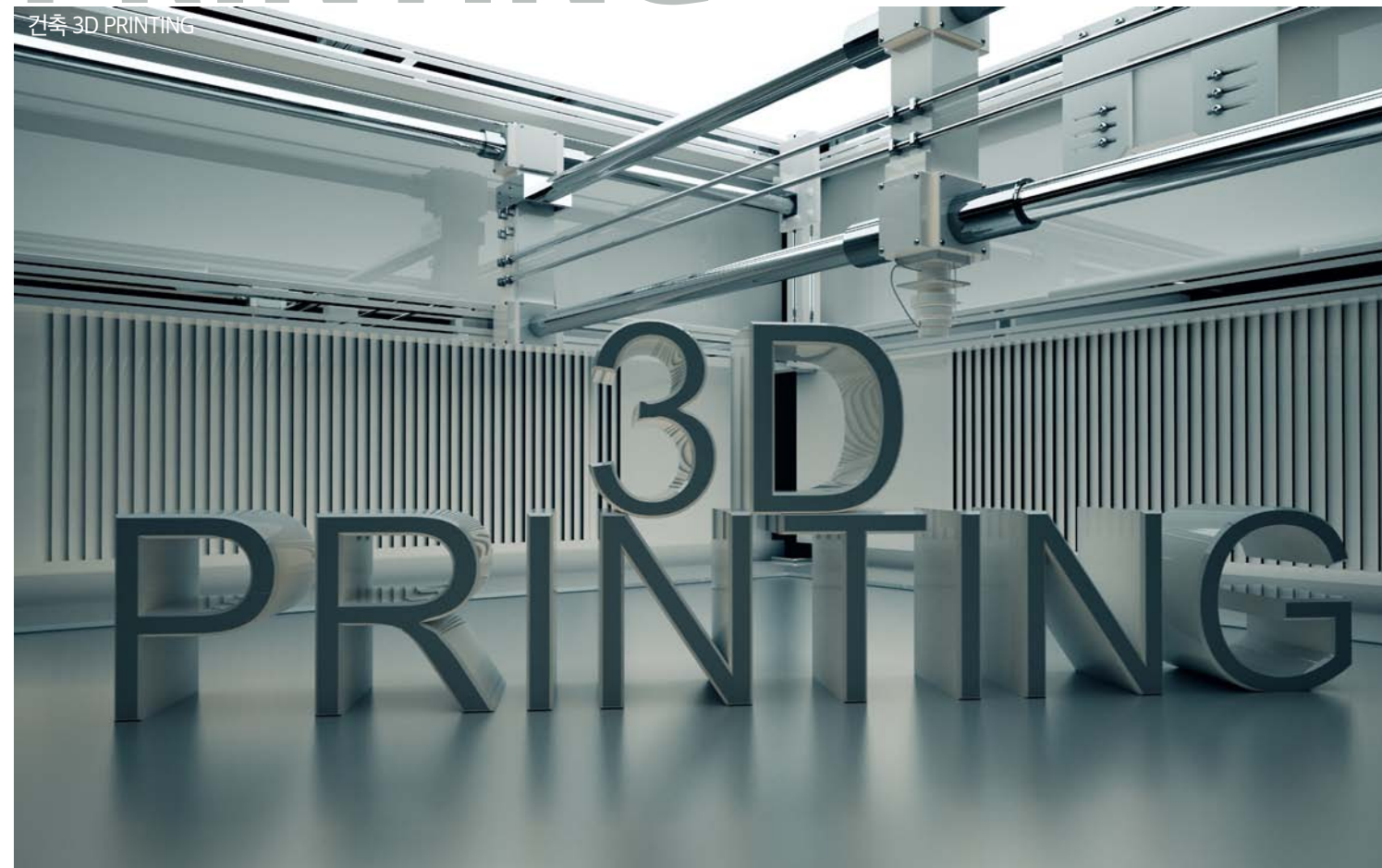
## Trend & Culture

- 64 **특허 강좌** 3D 프린팅과 지식재산
- 66 **역사 속 기술** 독창적인 기술력으로 앞서나간 천문관측소 첨성대
- 70 **Concept Tour** 인천 중구, 바닷가 모노레일로 여행의 묘미를 더하다
- 74 **카툰** 만화로 보는 국토교통 이야기
- 76 **카드 이슈** 수소도시
- 78 **파워 크리에이터** 인간이 주인이 되는 미래의 건축

## 국토교통 소식

- 82 **KAIA News**
- 84 **팀 어벤저스** 국토교통과학기술진흥원의 미래를 밝혀갈 소중한 인연 입사 1년 내외의 신입사원 5인을 만나다
- 87 **애독자 코너**

# 3D PRINTING



**KAIA**  
i n s i g h t

발행인 손봉수  
발행월 2019.12  
발행처 국토교통과학기술진흥원 기획조정실 031-389-6313  
홈페이지 www.kaia.re.kr  
기획·디자인 ㈜KS센세이션 02-761-0031

# 프린팅 / 로봇 / 스마트

한 해의 마지막을 향하고 있는 지금, 올해 초 세웠던 계획들을 얼마나 이뤄냈는지 되돌아보게 되는 때입니다. 우리 진흥원은 국토교통분야의 미래 성장동력 확보와 사회 현안에 대한 기술 대응력 강화를 위해 부단히 달려온 한 해였습니다.

새로운 기술에 대한 규제를 면제·유예하는 “스마트시티 규제샌드박스” 사업 공모를 통해 헬스케어, 웨어러블 로봇 등 18개 사업을 지난 9월 최종 선정하였고, 국토부 수소시범도시 추진전략에 따라 수소 기반 에너지 지급 도시를 구현할 지자체 3곳에 대한 선정을 앞두고 있습니다. 또한, 금번 KAIA 인사이트에 소개되는 3D 프린팅 건설 기술을 비롯해 자율주행 상용화 기술 등 산업 패러다임 전환에 따른 시장 선점 기술개발에도 힘써오고 있습니다.

미래 대응 기술 외에도 현재 우리가 체감하는 각종 사회 문제 해결을 위해 실시간 범죄 대응을 위한 지능형 방법 기술, 도시철도 역사 내 공기질 개선을 위한 미세먼지 집진 차량 등에 대한 기술개발과 실용화도 이뤄졌습니다.

내년에는 혁신 성장동력 확보와 사회문제 해결 과제의 지속적인 추진과 더불어 일자리 창출 및 중소기업 육성 등 경제활력 제고를 위한 투자도 증대할 계획입니다. 또한, 철도차량 부품 및 소재의 국산화를 통해 중소기업 경쟁력 향상을 도모하기 위하여 철도차량부품개발사업을 새롭게 추진하며, 스마트 건설사업 등 신산업 육성과 더불어 우수기술에 대한 사업화 지원을 강화할 예정입니다.

2020년은 어둠 속에서 잉태된 만물의 씨앗이라는 의미를 가진 경자년입니다. 글로벌 경기 둔화, 산업구조 변화로 인한 고용 불안 등 낙관적인 내일을 전망할 수는 없지만 우리 진흥원은 연구진과 함께 더 나은 미래를 향한 기술의 씨앗을 뿌리기 위해 사력을 다하겠습니다. 또한, 기술이 국민의 삶 속에서 꽃피울 수 있도록 기술 실증, 성과 전시 등 국민과의 소통도 확대해 나갈 것입니다.

숨 가쁘게 달려온 한 해의 마지막은 조금 더 여유롭고 따뜻한 시간들이 함께하길 바라며, 독자 여러분 모두에게 평안과 행복이 함께하길 기원합니다.

국토교통과학기술진흥원 원장

손봉우 배상

SPECIAL THEME I  
건축 3D PRINTING

SPECIAL THEME

# 3D PRINTING



06

인터뷰

건축의 메커니즘을 새로 쓰는 3D 프린팅 기술  
주기범 한국건설기술연구원 단장



# 건축의 메커니즘을 새로 쓰는 3D 프린팅 기술

주기범 한국건설기술연구원 단장



한국건설기술연구원  
주기범 단장은——

건축공학을 전공하고  
건설사업관리정보화(건설CALS) 등  
건설 분야의 정보화 관련  
연구를 진행해왔다.  
최근에는 건물정보모델링  
(BIM; Building Information Modeling)  
연구를 초고층 분야와 토목 분야에 적용하고  
표준화하기 위한 연구를 이끌었으며,  
4차 산업연구의 핵심 분야인  
건축 3D 프린팅의 연구단 단장으로  
연구를 진행하고 있다.

4차 산업혁명의 핵심 기술인 3D 프린팅은 종이에 인쇄하듯 3차원 공간 안에 실제 사물을 인쇄하는 기술을 말한다. 3D 프린팅 기술은 의료, 생활, 자동차 등 다양한 분야에 응용할 수 있을 만큼 그 쓰임새가 무궁무진하다. 그중 3D 프린팅을 적용한 건축 분야 개발 연구가 바로 '소형 건축물 및 비정형 대상 3D 프린팅 설계, 재료 및 장비 개발' 과제다. 한국건설기술연구원의 건축 3D 프린팅 연구단은 3D 프린팅 설계, 3D 프린팅용 건설복합재료 연구, 건축물 3D 프린팅 장비 개발 등 다양한 기술을 개발하고 있다. 한국건설기술연구원 주기범 단장을 만나 건설 3D 프린팅에 대해 알아봤다.

**QUESTION** 건설 분야 3D 프린팅 기술의 특징과 장점은 무엇입니까?

3D 프린팅 기술은 최근 의료, 항공 등 다양한 산업에서 사용되고 있습니다. 건설 분야에서도 이를 접목하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있지요. 최근 인구감소로 인해 경제활동 인구가 급격하게 줄어들면서 인력감소 문제가 대두되고 있습니다. 건설 현장도 이와 동일한 상황으로, 건설 현장의 자동화가 절실히 필요한 상황입니다. 그래서 건설 현장의 인력감소 대책으로 3D 프린팅 기술은 적합한 혁신 기술로 평가되고 있습니다.

건축에서 3D 프린팅 기술은 기본적으로 몰탈 출력 방식을 활용합니다. 수직 벽체의 하단부터 상단까지 콘크리트를 한층 한층 쌓아서 적용하는 방식을 말하는데요. 장비가 끊임없이 움직이면서 층을 쌓는 것입니다. 이러한 3D 프린팅 기술의 가장 큰 장점은 첫째로 빠르게 시공할 수 있다는 점이며, 둘째로는 기존의 시공보다 저렴하게 할 수 있다는 점입니다. 셋째로는 비정형 건물을 기존 방법보다 쉽게 시공할 수 있다는 것이지요. 마지막으로는 거푸집 등의 설치 가설재를 사용하지 않기 때문에 그만큼 건설 폐기물을 최소화할 수 있는 친환경적인 기술입니다.

**QUESTION** 3D 프린팅 기술의 해외 이용 사례는 어떠한가요?

전 세계적으로 여러 국가가 3D 프린팅 기술에 관한 연구를 활발히 진행하고 있습니다. 가까운 중국에서는 건설업체 원선이 자체 공장에서 길이 150m, 폭 10m, 높이 6m의 3D 프린터로 벽, 기둥 같은 수직 부재를 만들고 현장으로 옮겨서 바닥과 보 등을 수평 부재와 조립하고, 내·외장 마감을 거쳐 아파트를 건설했다고 합니다. 건설에 걸린 시간은 단 6일로 건설 3D 프린팅의 빠른 시공 기간을 보여준 사례라고 할 수 있겠습니다. 다만, 이 아파트는 전 시용이라서 사람이 살지는 않습니다.

중국뿐만 아니라 미국, 프랑스, 캐나다, 이탈리아, 네덜란드, 스웨덴, 러시아 등이 건설 3D 프린팅 기술로 앞서는 나라들입니다. 프랑스 낭트대에 가면 3D 프린터로 지은 세계 첫 공공주택 이누바(yhjoiva)를 볼 수 있는데요. 이 주택은 1가구 주택으로 면적 95㎡, 방 5개의 규모입니다. 현장에서 길이 4m의 로봇 3D 프린터가 거푸집을 세운 뒤, 구조체와 내·외장재를 적용하는 방식으로

만들어졌습니다. 제작 기간은 18일로 건축 비용은 기존 방식의 80% 수준이었지요. 지난해 6월에는 이 주택에 한 가정이 입주하면서 낭트대는 집 안에 센서를 구축하고 공기 질·온도·습도 등을 모니터링하고 있습니다. 이 같은 방식으로 파리 북부에 공공주택 18채를 지을 예정이라고 합니다.

3D 프린터로 집만 짓는 것은 아닙니다. 2017년 2월에는 스페인 마드리드의 한 공원에 세계 최초의 3D 프린팅 육교가 등장했습니다. 카탈루냐고등건축연구소(IAAC)는 미세 강화 콘크리트와 열가소성 폴리프로필렌 등의 재료로 길이 12m, 폭 1.75m의 육교를 제작했는데요. 이처럼 집이나 다리 같은 건축물뿐만 아니라 맨홀 뚜껑, 벤치, 조형물, 가구 등도 3D 프린터로 제작할 수 있습니다. 미국항공우주국(NASA)은 3D 프린터를 활용한 우주기지 건설 계획을 세워놓았다고 합니다.

건축 분야의 3D 프린팅 기술을 선점하기 위해 해외의 화려한 보

# 3D PRINTING



도가 많다고 생각되지만 거의 테스트베드 수준으로 출력한 경우가 대부분으로 아직도 개발되어야 할 부분이 많습니다. 연구단에서도 설계, 재료, 장비 등 분야별 애로 사항을 해결하기 위해 노력하고 있습니다.

**QUESTION 국내 건설 3D 프린팅 기술 현황은 어떠한가요?**

우리나라는 지난 2016년부터 관련 기술을 적극 개발 중입니다. 연구단을 비롯해 세종대학교 등에서 원천기술을 확보하기 위해 각종 연구 활동을 펼치고 있지요. 국내에서 3D 프린팅의 건설 관련 종합 기술은 우리 연구단이 유일하다고 볼 수 있습니다.

우리나라 건설업계는 3D 프린터 건설의 흐름에서 약간 처져 있는 모양새로, 정부 차원에서 R&D 투자를 확대하고 관련 기업 육성이 필요합니다. 우리 연구단의 경우 산학연이 적절하게 포진하여 연구를 진행 중입니다.

현재 우리 연구원은 수자원공사와 MOU를 맺고, 목양건축사무소와 함께 수자원공사가 총괄하는 부산의 스마트시티인 EDC(Echo Delta City)에 적용할 3D 프린팅 관련 마스터플랜을 완성했습니다. EDC는



# 3 D P R I N T I N G



4차 산업혁명에 해당하는 첨단 기술을 접목하여 적용됩니다. 그중 3D 프린팅 기술도 접목되어 3D 프린팅 기술로 전시시설인 공공시설물을 짓게 됩니다. 또한 EDC에는 건축, 의료, 항공 등 다양한 분야의 3D 프린팅 기술 산업군이 유치되며, 인근 대학과 연계해 교육을 진행하고 시민에게 배움의 장소 제공합니다. 연구단의 개발 기술 외에도 다양한 산업군이 함께하는 3D 프린팅 설계에서 최초의 사례로 자리 잡게 될 것으로 보입니다.

또한, JH건설의 경우에는 3D 프린팅 시공 기술을 개발하고 있고, 아세아시멘트와 동남기업은 우리 연구원과 복합재료 개발을 함께하고 있습니다. 그리고 고려대학교의 경우 비정형 구조물 구축 장비를 개발하고 있으며, 서울대학교는 3D 프린팅의 구조지침을 만들고 있습니다. 우리 연구단 기술이 최종적으로 완성되면 연구단에 있는 기관들이 건설 3D 프린팅 분야의 최고의 업계가 되지 않을까 기대합니다.

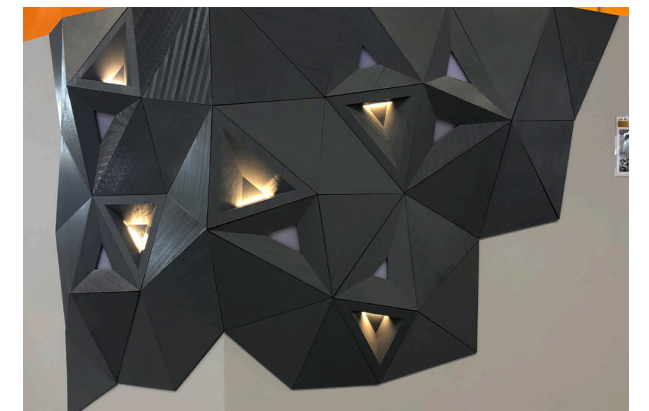
**QUESTION 총괄하고 계신 연구 과제를 소개해주세요.**

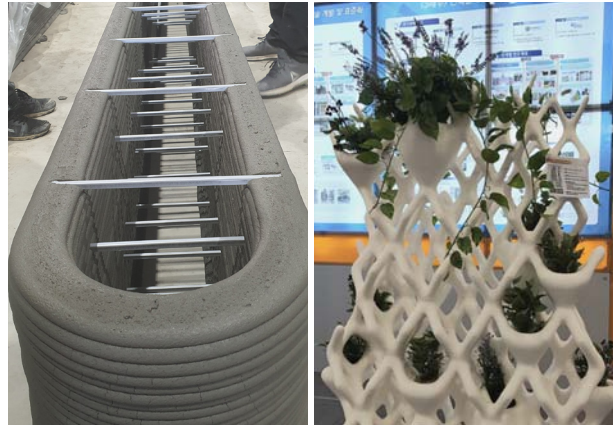
‘소형 건축물 및 비정형 부재 대상 3D 프린팅 설계, 재료 및 장비 개발’ 과제를 진행하고 있는 연구단은 한국건설기술연구원이 총괄하고 한국건설생활환경시험연구원, 고려대학교 등 18개 기관이 함께

하고 있습니다. 2021년에 100㎡ 규모의 3D 프린팅 건축물을 짓는 것을 목표로 해당 건축물을 구축할 장비 개발을 완료했습니다. 이번에 개발한 장비는 갠트리 방식의 3D 프린팅 장비로, 30평 규모의 건물을 바로 출력할 수 있습니다. 11월 말에는 설계, 시공, 재료, 장비 테스트를 위해 30평형의 비정형 부재가 포함된 수직골조를 구축할 예정입니다. 더불어 물량과 공정, 공기산정이 가능한 3D 프린팅 설계 플랫폼은 개발 완료 단계이고, 몰탈 재료의 경우에는 압축강도 60MPa, 1회에 적층고 20mm에 대응하는 목표를 달성했습니다.

2016년에 연구단을 착수하면서 세웠던 목표는 건축물 3D 프린팅 설계기술 개발 및 테스트베드, 건축물 3D 프린팅용 건설 복합재료 제조기술 및 표준화, 건축물 3D 프린팅 장비 개발이었는데요. 현재 연구단 목표의 70%가 개발이 완료된 상태입니다. 연구단에서는 3D 프린팅 기술을 건축 상품에 적용하기 위해 여러 건축 상품 시제품을 만들기도 했습니다.

현재까지 개발이 완료된 기술을 검증하고 최종적으로 해당 기술을 테스트베드에 적용하여 국민이 사용 가능한 공공시설물을 구축하는 작업만 남겨놓은 상태라고 할 수 있습니다.





**QUESTION 연구를 통해 개발된 3D 프린팅 장비를 소개해 주세요.**

30평 규모를 바로 출력할 수 있는 장비를 마련했습니다. 가로 12m, 세로 14m, 높이 8m의 3D 프린팅 장비는 갠트리 방식으로 만들어 졌는데요. 이 방식은 네 개의 지지대와 세로 부분에 레일을 설치한 ㄷ자 모양의 형태로, 이 네 개의 지지대 안에서 건축물을 시공하게 됩니다. 레일은 7m짜리 두 개가 연결되어 있어 더 출력하고 싶을 때는 레일을 옮겨가면서 계속해서 출력할 수 있습니다. 가로의 길이는 12m로 고정되어 있지만, 세로 길이는 얼마든지 확장할 수 있고 높이는 3m까지 출력할 수 있는 것입니다.

일반적인 3D 프린팅 방식은 가는 실 같은 필라멘트 형태의 열가소성 물질을 노즐 안에서 녹여서 얇은 필름 형태로 출력해 한층 한층 적층해나가는 것이지만, 연구 개발된 장비는 시멘트 몰탈을 정량 압출하는 재료압출방식(ME, Material Extrusion)입니다. 그래서 압관 노즐에서 시멘트가 정량으로 나오면서 두께 6cm, 높이 1cm의 몰탈을 출력해 벽을 쌓아올릴 수 있습니다.

비정형 건물을 만들기 위해서는 비정형 거푸집에 철근 배근과 콘크리트 타설 작업이 필요하지만, 3D 프린팅 기술을 이용하면 비정형 거푸집 없이 바로 비정형 형태를 만들 수 있어 거푸집에 사용되는 비용도 줄일 수 있습니다.

**QUESTION 건설 3D 프린팅 기술의 발전을 위해 해결해야 할 과제는 무엇일까요?**

3D 프린팅 기술이 단기간에 상용화되기에는 여러 가지 난관이 있을 것으로 보입니다. 실제로 사람이 거주하기 위해서는 내진과 단열, 방음, 습도 등 거주 안전성에 필요한 요소들이 추가 연구되어야 할



것입니다. 설비를 위한 공간도 마련해야 하고, 내·외장재는 어떻게 시공할 것인지 등 추가적인 연구가 필요합니다. 그리고 현재 단층 건물에 한해 기술이 개발되고 있지만, 우리나라 건축 분야의 특성을 고려하여 고층빌딩을 만들 수 있는 기술도 고민해야겠습니다. 교량 같은 토목구조물에 3D 프린팅 기술을 확대 활용하는 방안도 연구되어야 합니다. 현재의 3D 프린팅 기술은 기존의 건축시공 기술이 혼합되어 건축물이 완성되고 있습니다만, 앞으로 3D 프린팅 기술이 계속해서 발전해나간다면 3D 프린팅 기술로 독립적인 주택을 완성할 수 있으리라 생각합니다.

또한 연구를 진행하면서 마주친 사소한 문제는 바로 청소였는데요. 몰탈 재료를 다루다 보니 청소를 바로 해주지 않으면 굳어버려서 지속적인 운용에 큰 영향을 끼치게 됩니다. 초기 시험 시에는 실험할 한 시간가량 하고 나면 장비 청소가 그만큼의 시간이 소요되기도 했

던 만큼 장비 자동 클리닝 시스템 부분도 추가로 해결해야 할 숙제입니다. 클리닝 방안을 고려해 장비가 설계된다면 훨씬 세척이 편리해 지겠지요.

**QUESTION 연구 과제의 발전 방향에 대해 말씀해주세요.**

3D 프린팅 기술 연구는 주요 선진국을 중심으로 연구되는 분야입니다. 우리나라도 건축 분야의 3D 프린팅 적용 연구에 이제 막 첫걸음을 디디며 그 반열에 들었다고 생각합니다. 건축 기술은 하루아침에 발전한 것이 아니고, 서서히 발전되어 왔기에 3D 프린팅 기술도 우리 연구단이 연구한 기술이 기반이 되어 서서히 발전해 나갈 것으로 기대됩니다.

건설 3D 프린팅 기술이 발전하기 위해서는 연구단에서 개발한 갠트리 방식의 장비 외에 크레인 방식, 로봇암 방식, 모바일 방식 등 다양

한 형식의 장비가 국내 현실에 맞게 개발되고, 장비에 맞는 다양한 시공법이 연구된다면 더욱 신속하게 발전할 수 있을 겁니다.

제가 지금까지 주로 연구해오던 분야는 3차원 정보 모델링(BIM) 등 건설 분야의 소프트웨어적인 부분이었습니다. 3D 프린팅 연구 개발을 통해 실물 연구를 하다 보니 만들어낸 결과물을 데이터 상의 정보가 아닌 실제 실물로 제작하게 되어 새로운 경험이 되었다고 생각합니다. 하나의 장비가 개발되기까지 많은 작업과 실험을 진행하는 인력들의 노력이 있었기에 가능했던 것이라 여겨집니다.

앞으로 일회성 연구로 끝나지 않고 지속적으로 많은 건설인의 관심이 이어져 연구가 계속될 수 있도록 좋은 연구결과를 도출하도록 하겠습니다.



SECTION  
**02**  
연구과제 브리핑

---

14	<b>정책 포인트</b> 수소 시범도시 추진전략
20	<b>공유하는 연구과제 1</b> 자율주행 지원을 위한 도로변화 신속 탐지, 객신 기술 개발 및 실증
28	<b>공유하는 연구과제 2</b> 데이터에 기반한 항공안전감독 체계 구축 시스템기반 항공안전감독 지원 기술 개발 연구
36	<b>Global Report</b> 해답은 '수소'다 에너지와 환경 문제를 해결하는 수소경제사회

# 수소 시범도시 추진전략

# POINT

## HYDROGEN

### 1. 추진배경

정부는 에너지 패러다임의 전환과 에너지 안보, 미래산업 육성 등을 위해 핵심 플랫폼을 제시했다. 데이터경제, 인공지능(AI)과 함께 전략투자 분야 중 하나로 선정된 수소경제는 수소의 활용·생산·저장·운송·안전 등 분야별 목표와 추진과제를 수록하고 있다. 또한 수소경제의 비전과 정책과제가 담긴 '수소경제 활성화 로드맵(이하 로드맵)'을 수립하고 부처별로 후속조치를 추진 중이다.

로드맵의 핵심인 수소승용차, 수소버스, 수소충전소 확대를 유도하기 위해 정부부처와 지자체는 보조금 지급목표를 세웠다. 그러나 단편적인 처방으로 근본적인 수요 창출 및 조기 양산 체계 구축에 한계가 있어 도시 내 에너지 시스템의 실질적인 전환을 위한 전략 모색의 필요성이 대두되었다.

### 2. 수소도시 추진전략

수소도시란 도시 내 수소생태계가 구축되어 수소를 주된 에너지원으로 활용하면서 도시혁신을 시민이 체감할 수 있는 건강하고 깨끗한 도시를 말한다. 수소생태계를 위해서는 수소의 생산, 저장·이송·활용까지 이뤄져야하며 이를 통해 세계 최초 수소도시를 조성하여 수소도시 세계시장을 선점하는 것을 비전으로 삼고 있다.

하지만 현 시점에서 관련 기술 중 상당 부분이 사용화 되지 않아 적용 가능한 기술이 제한적이다. 아직까지 생산한 에너지원인 수소에 대한 안정성 우려

#### 수소도시의 미래 모습

- (생산) 부생수소, 추출수소 뿐 아니라 신재생 에너지를 활용한 수전해 기술이 발전하여 마을·건축물 단위의 그린수소 생산 가능해짐
- (저장·이송) 액화 고체 저장기술을 활용하여 도시 내·도시 간 대용량으로 수소 저장·이송이 가능해져 도시에너지원으로 가격 경쟁력 확보
- (활용) 수소 발전시설, 수소 메가스테이션\* 등 핵심 기반시설을 통해 주거·교통·산업 등 도시활동 전반에서 수소를 안전하게 활용

\*대용량 수소저장, 저장된 수소를 건축물·충전소 등에 공급, 안전 모니터링 등

를 고려하여 수소도시를 전격적으로 조성하는 것은 현실적인 어려움이 있다고 판단된다. 이에 국토교통부는 단계적으로 수소도시를 조성하기 위해 도시 활동의 핵심인 주거, 교통 분야에 집중하여 수소 활용 기술을 실증하는 「수소 시범도시」를 지정하고 안전성 등을 검증해 나갈 계획이다.

#### 제약요인 분석 및 세부 추진전략

- ① (기술적 한계) 수소 생산, 저장·이송·활용 관련 기술 중 상당 부분이 상용화되지 않아 현 시점에서 적용 가능한 기술이 제한적
- ② (지역적 제한) 중규모 이상 수소 공급이 가능한 지역은 부생수소 생산지(울산, 여수 등) 또는 도시가스 지역거점(전국 142개소)으로 제한
- ③ (경제성 부족) 아직 규모의 경제가 실현되어 수소가격이 절감되기 전으로 지속 가능한 사업모델 구축을 위해 수소가격 절감 필요
- ④ (시민 수용성) 아직까지는 수소가 생산한 에너지원이고 안전성에 대한 우려가 있는 상황으로 전면 적용 시 주민 반발 우려

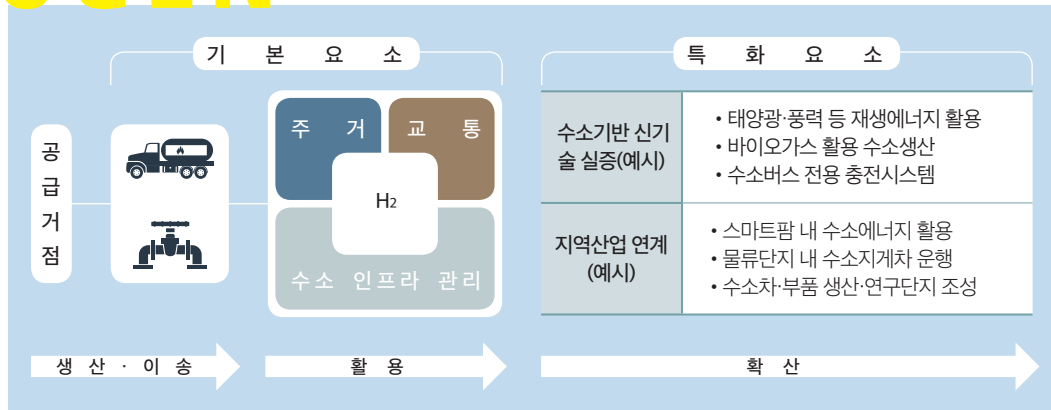
⇒ 도시활동의 핵심인 주거, 교통 분야에 집중하여 수소활용 기술을 실증하고 안전성을 검증, 범부처 R&D로 기술적 제약 해소. 또한, 타 부처 수소 관련 사업과 연계를 통한 지속 가능성 확보

### 3. 수소 시범도시 조성

시범도시의 모델은 수소 공급 여건에 따라 도시 내 3~10km 범위의 생활권 단위로, 도시활동의 핵심인 주거와 교통분야에서의 수소 활용을 기본요소로 한다. 또한 혁신적 기술을 실증하거나 지역특화 산업과 연계한 특화요소가 반영된다. 기본요소는 주거 분야, 교통 분야, 통합운영센터로 이뤄진다. 이 중 주거 분야에서는 시범도시에서 필수적인 공동주택 단지와 상업건물, 단독주택, 공공시설 등의 개별 건축물에 연료전지를 설치하고 냉·난방, 전기 등 에너지를 공급하는데 수소를 활용하는 것

# ENERGY CITY

# HYDROGEN



이다. 이는 연료전지를 통한 분산발전으로 안정적인 에너지 공급이 가능하고 도시환경 개선<sup>1)</sup>에 효과적이며 주민의 에너지 비용 절감도 가능하다.

교통 분야에서는 수소에너지 기반 교통체계를 구축하기 위해 도시 내 또는 인근 복합환승센터, 주차장, 버스차고지 등에 수소차·수소버스 충전소를 설치한다. 이를 통해 도심 내·외부 공간에서 수소교통수단체계를 마련하여 실증기간 중 충전소를 구축·운영 보조하는 것으로 충전비용 및 교통요금을 인하하고 도시환경을 개선<sup>2)</sup>할 수 있다.

또한, 시범도시에서는 수소 관련 기반시설의 인프라를 구축하여 운영하는 통합운영센터를 설치하고 수소의 공급·저장·이송

수도통합운영센터 조감도



현황과 안전성 등을 실시간으로 모니터링하여 관리할 계획이다. 통합운영센터를 통해 주민은 도시 내 수소활용 현황과 안전성을 실시간으로 확인할 수 있게 된다.

특화요소로는 국내기술 중 상용화에 이르지 못한 기술을 적용하여 실증하는 기술 실증 분야<sup>3)</sup>와 지역특화 산업 및 거점 인프라 등에 수소를 접목하는 지역특화 산업 분야로 구분되며, 지자체에서 지역의 여건을 고려하여 계획을 수립할 수 있다.

이러한 수소 시범도시에는 1곳당 수소 친화 도시계획 수립비와 연료전지·파이프라인·수소 통합운영센터 등 핵심인프라 구축비 등 총사업비 290억 원을 한도로 이 중 국비 50%를 지원한다.

### 국비 지원내용(예시)

도시당 총 290억 원 X 50%  
 공동주택(연료전지 440kW, 2대, 40억 원), 상업빌딩(100kW, 2대, 20억 원), 통합운영플랫폼(40억 원), 수소배관(5km, 50억 원), 도시가스 추출기(3기, 90억 원), 수전해(500kW, 1대, 10억 원), 스마트팜(10kW, 4개, 10억 원), 운영지원(20억 원), MP·설계비(10억 원) 등

- 1) 440kW급 연료전지 1대(500가구)당 연간 CO<sub>2</sub> 500톤 절감, NO<sub>x</sub> 1.5톤 절감 등
- 2) 수소버스 1대 운행 시 시간당 308명, 수소차 1대 주행 시 시간당 43명 분 공기 정화
- 3) 국내기술 중 상용화에 이르지 못한 기술을 독립된 공간에서 강화된 안전기준을 적용·실증하여 안전성·확장가능성 검증

# ENERGY CITY

수소시범도시 모델(안) 예시



# HYDROGEN

## 4. 수소 시범도시 안전성 강화방안

최근 수소 관련 사고로 인해 국민들의 안전성에 대한 우려가 커졌다. 이에 따라 전문기관 연구용역을 통해 마련한 시범도시 안전성 강화 방안도 추진전략에 포함하여 보다 안전하게 시범도시를 추진할 수 있는 기반도 마련했다. 시범도시의 모든 설비에는 이상 징후 발생 시 자동으로 시스템이 정지되는 안전제어 시스템 적용을 의무화했다. 또한 안전기준이 미비한 저압 수소 사용 부품(배관, 수전해설비 등)에 대해 강화된 안전기준을 적용<sup>4)</sup>하는 등 안전기준이 강화된다.

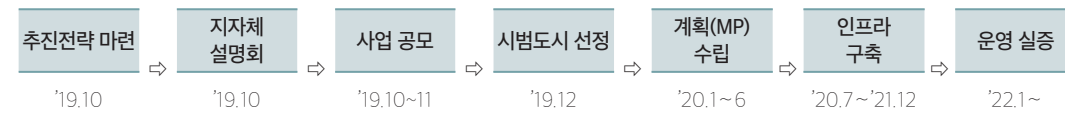
시범도시 추진과정에서 안전관리를 강화하기 위해 국토교통부는 전문기관과 합동으로 공모부터 운영까지 각 단계별로 안전성 평가, 전문가 컨설팅 등을 시행한다. 정부 차원의 안전관리 지원체계도 구축한다. 지자체에서는 수소 시범도시 추진 과정의 전 단계에 걸쳐 안전관리를 강화하기 위해 계획·설계·시공·운영 전 단계별 통합 안전관리 매뉴얼을 배포한다. 또한 지자체별 안전진단·점검 등 안전관리업무를 전담하는 통합운영관리센터를 구축·운영하여 단계별 안전관리를 강화해 나갈 방침이다.

## 5. 수소 시범도시 선정기준 및 일정

수소 시범도시 공모는 기초 또는 광역 지자체로, 관할지역 내 일정 범위 안에 기본요소와 특화요소를 모두 포함하는 수소활용 계획을 수립한 곳을 대상으로 한다. 시범도시 조성계획의 타당성·실현가능성, 향후 수소지자체 수소 정책 추진 의지 등을 종합 평가하여 연내 3곳을 선정할 계획이다.

구분 (예시)	내용
① 수소수급 여건	• 필요한 수소량 예측과 공급계획이 구체적이고 실현가능한 곳
② 목표의 타당성	• 시범사업으로 달성하고자 하는 목표가 명확하고 타당한지의 여부 (수소활용 선도도시와 진입단계의 도시는 수소활용 목표에 차등을 둠)
③ 확장성·지속성	• R&D를 통해 개발되는 새로운 기술의 적용과 사업의 규모 확대를 수용가능한 곳 (시범사업 종료 후에도 지자체 주도로 지속 가능한 곳)
④ 주민 수용성·지자체 추진의지	• 계획 수립 전 지역주민의 의견을 충분히 수렴한 곳 • 수소차 구입 시 지방의 보조금 지원이 많은 곳 • 수소차 개별 소비세, 취득세 감면 등 지방세 세제 감면지원이 많은 곳

지자체 지방비 투자계획, 사회적 약자 혜택 등을 반영한 가점항목을 부여하되, 가점 상한은 본점수의 10% 이내로 제한된다. 공모는 17일 국토교통부 홈페이지 공고를 시작으로 사업계획을 접수한 후 공정한 평가를 거쳐 12월에 선정된 시범도시를 발표한다.



## 6. 수소도시 확산방안

주민수용성을 제고하기 위해 시범도시 추진전략 발표 후 선정전까지 수소 시범 도시의 안전성에 대한 집중 홍보도 진행한다. 국민 참여형 이벤트를 가미한 카드뉴스, 홍보영상을 제작하여 공식 SNS 등에 배포하고, 수소도시 친환경성·안전성에 대

한 전문가 기고를 추진한다는 계획이다. 주민대상으로 수소차 시승식 및 수소인프라 견학·체험, 주민설명회를 개최하며, 시범도시 주민들에게 실질적인 혜택이 돌아갈 수 있도록 각 부처 사업과 연계해 전기요금, 차량 연료비 등을 절감하는 방안도 추진한다.

점진적으로는 R&D를 통한 핵심부품을 국내 기술을 활용해 국산화를 추진하고, 안전성이 검증된 기술은 경제성 확보를 위해 인접한 도시 등으로 인프라를 확대 구축한다(22년 이후). 20년 상반기에는 수소친화형 도시재생 모델을 신설하고 시범도시 내 재생사업을 추진할 시 가점을 부여하여 도시재생을 지원한다.

수소 시범도시의 부처 간의 유기적인 협력이 중요하므로, 범부처 TF를 구성·운영하고 KAIA를 중심으로 수소도시추진기획단을 구성해 시범도시 사업을 관리하고 해외 수출전략 수립 등도 수행한다는 계획이다.

## 7. 향후 추진일정

추진과제	조치사항	일정	담당부처
<b>I. 수소 시범도시 조성</b>			
① 시범도시 추진전략			
- 추진전략 수립	• 추진전략 및 모델 확정	'19.10	국토부
- 시범사업 선정계획	• 선정계획 및 모델 발표	'19.10	
	• 지자체 설명회	'19.10	
② 시범도시 공모	• 신청서 접수	'19.10~11	
	• 선정·평가위 구성	'19.11	
	• 공모 심사	'19.11~12	
③ 시범도시 선정	• 선정결과 발표	'19.12	국토부
	• 협약체결 및 계획수립 착수	'20.1	
④ 시범도시 부처 연계 지원	• 수소충전소 구축 지원	'20~	환경부
	• 수소버스 우선 지원	'20~	환경부
	• 수소가격 인하 추진	'20~	산업부 가스공사
	• R&D 실증지구	'20~	과기부 등
⑤ 시범도시 안전관리	• 가이드라인 마련 배포 등	'20~	국토부
<b>II. 국내외 확산전략</b>			
① 주민수용성 제고	• 안전성 홍보(홍보 영상 배포)	'19.10~	국토부
	• 대국민 홍보(수소차 시승, 인프라 견학 등)	'19.10~	
	• 인센티브 제공 방안 마련	'20.~	
② 점진적 확산	• 핵심부품 국산화	'20~	
	• 시범도시 성과 확산	'22~	
	• 수소친화적 도시재생 모델 신설	'20.上	
③ 추진체계 정비	• 범부처 TF 구성·운영	'19.12~	
	• 수소도시추진기획단 구성(KAIA)	'19.10~	

4) 배관설비는 도시가스사업법, 수전해설비 등은 고압가스안전관리법에 의한 안전기준 적용

# ENERGY CITY

# 자율주행 지원을 위한

## 도로변화 신속 탐지, 갱신 기술 개발 및 실증

### 서론

현재 자율주행 기술의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 현재 자율주행 기술단계는 응급 시 운전자의 조치가 필요한 3단계로, 2025년까지 운전자의 조작 없이 주행 가능한 4단계의 자율주행 기술이 도입될 전망이다. 이에 따라 레벨3 이상의 자율주행에서 필수적인 요소로 여겨지는 정밀도로지도의 중요성 또한 부각되고 있으며 정밀도로지도의 갱신, 배포, 표준안 마련 등 관련 기술 개발의 필요성이 대두되고 있다.

현재까지 많은 노력을 통해 정밀도로지도도를 구축하고 활용하기 위한 시스템을 개발하여 적용 중에 있으나 기 적용된 시스템에 대한 가장 큰 문제점은 시기적절한 갱신 시스템의 부재로, 조속한 갱신 시스템의 개발 및 도입이 필요한 상황이다. 정밀도로지도의 가장 중요한 이슈는 실제 도로의 물리적 변화이다. 도로 환경의 물리적 변화는 자율주행 시스템에 잘못된 정보를 줄 수 있으며, 안전한 자율주행에 악영향을 미칠 수 있다. 랜드마크 인식과 정밀도로지도 기반의 측위 역시 지도 변경에 의한 측위 오류로 인한 정확도와 신뢰성의 저하가 발생해 자율주행에 어려움을 겪을 수 있다. 따라서 성능 저하를 방지하기 위해 정밀도로지도의 변경 사항을 감지하고 관리해야 하며 이에 따른 지도의 신속한 갱신이 필수적이라 할 수 있다. 일례로, 2018년 일본 SIP Adus에서 시행한 Field of Test에서 초기 정밀도로지도 구축 시 존재했던 문형식 표지판이 철거되어 Field Test를 실시할 당시, 정밀도로지도에 실도로 상황이 반영되지 않은 사례가 있었다. 이러한 문제들을 극복하기 위해 해외에서는 여러 기업 및 프로젝트를 통해 정밀도로지도도를 실시간으로 갱신하기 위한 연구가 다수 진행 중에 있다.

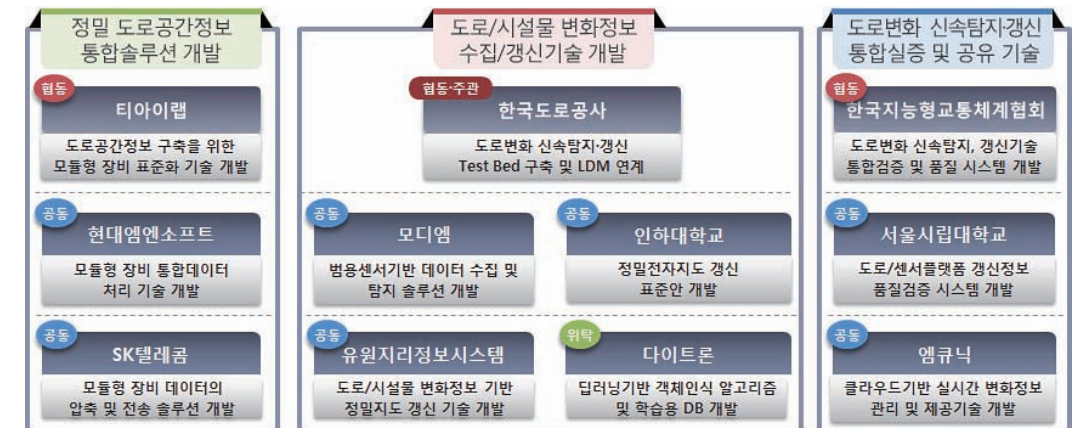


박재형  
한국도로공사 차장

대표적으로 HERE사의 HD Live Map을 들 수 있다. HERE는 "Self Healing"이라는 실시간 갱신기술을 통해 정밀도로지도(HD Live Map)를 업데이트 하는 기술을 연구 중이며 가시적인 성과를 내고 있다. 96M화소 카메라, 32채널 Velodyne LiDAR 등의 센서를 통해 도로의 객체정보를 수집하고, 여러 차량에서 수집된 대량의 중복된 데이터들이 머신러닝을 통해 하나의 새로운 객체로 융합되고, 새 객체의 식별된 좌표를 사용하여 지도의 기존 데이터와 교체되어 클라우드를 통해 갱신된 정밀도로지도도를 자율차량에 제공하는 것을 기본 개념으로 하고 있다. 또한 중국 최대 검색엔진인 Baidu에서 진행 중인 자율주행기술 개발 프로젝트는 오픈소스 플랫폼 형식으로 자율주행 관련 기술들을 개발 중에 있으며 구글이 안드로이드 운영체제를 오픈소스로 공개해 스마트폰 시장을 장악한 것처럼 자율주행업계의 안드로이드가 되고자 하는 목표를 가지고 있다. 이 중 Apollo의 정밀도로지도는 GPS, IMU 등의 센서를 기반으로 0.1~0.2cm의 정확도를 확보하였으며 인식을 90% 이상인 200종 이상의 도로객체들을 포함하고 있고 크라우드 데이

터 소싱, 데이터 프로세싱, 객체 검출, 수동 검증, 맵 생산의 단계를 거쳐 정밀도로지도가 구축된다. 또 다른 예로, 도요타의 연구기관인 TRI-AD(Toyota Research Institute - Advanced Development)에서는 테스트 차량과 파트너사의 차량(버스, 택시 등)에 장착된 대시캠에서 취득한 데이터를 미국 정밀도로지도 스타트업 기업인 Carmera의 실시간 데이터 플랫폼을 통해 처리하여 정밀도로지도 데이터를 자동으로 생성하는 플랫폼인 AMP(Automated Mapping Platform)가 개발 중에 있다. 이처럼 자율주행차 시장의 확산에 발맞추어 도로 및 시설물 정보의 변화 탐지 기술, 도로 공간정보 갱신 기술을 개발하고자 국토교통과학기술진흥원은 국토공간정보연구사업의 일환으로 2018년부터 2021년까지 "자율주행 지원을 위한 도로변화 신속 탐지, 갱신 기술 개발 및 실증"과제(한국도로공사 주관)를 수행하고 있으며, 본 연구과제를 통해 도로변화 정보를 신속하게 수집, 갱신, 공유하는 기술을 개발하고 실제 자율협력주행 차량과 연계하여 맵 정보 갱신을 실증하는 연구를 진행 중에 있다.

그림 1 | 자율주행 지원을 위한 도로변화 신속 탐지, 갱신 기술 개발 및 실증 연구과제 구성



## 본론

### 1. 과제개요

고정밀 맵 갱신기술 연구단(Map4ART, MAP tech for Automated Rea-Time Updating)은 한국도로공사(주관), 티아이랩(협동), 한국지능형교통체계협회(협동), 현대엠엔소프트(공동), SK텔레콤(공동), 모디엠(공동), 유원지리정보시스템(공동), 인하대학교(공동), 다이트론코리아(위탁), 서울시립대학교(공동), 엠큐닉(공동) 총 11개 기관이 “자율주행 지원을 위한 도로변화 신속 탐지, 갱신 기술 개발 및 실증” 국토공간정보 연구사업에 참여하고 있다. “1세부 정밀 도로공간정보 구축센서, 통합솔루션 개발”, “2세부 도로 및 시설물 변화정보 신속 수집 및 갱신 기술 개발”, “3세부 도로변화 신속 탐지, 갱신 기술 통합 실증 및 공유 기술 개발” 총 3개의 파트로 연구과제가 구성되어 진행 중에 있다.

### 2. 주요 연구 내용

#### ① 정밀 도로공간정보 구축센서, 통합 솔루션 개발

- 카메라센서 조합형 플랫폼 기술 개발

정밀도로지도의 구축 및 갱신을 위해서는 카메라, LiDAR, GPS, INS, DMI 등의 센서를 통해 도로객체의 정보수집이 필요하다. 이들 센서들을 결합해 이동성을 확보한 측량장비가 MMS(이동형 측량 시스템, Mobile Mapping System)이며, 본 연구에서는 카메라 기반의 MMS를 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

카메라 센서는 대용량 취득데이터의 처리시간이 너무 오래 소요되는 등 기술적 제약으로 인해 LiDAR의 높은 가격에도 불구하고 비교적 보조적인 맵핑 수단으로만 활용되어 왔으나 최근 10여 년간의 기술발달로 인해 데이터 취득 및 처리 부분에서 카메라 기반의 정밀도로지도 구축기술은 LiDAR와 비교할 만한 수준으로 발전하였다. 따라서 2019년에 카메라 2종(USB타입, GigaE타입) 조합형 플랫폼 개발을 목표로 하고, 2020년에 카메라 3종(전방위카메라, 적외선카메라, 차량용카메라) 플랫폼 개발을 목표로 한다.

또한, 기존 전통적인 MMS는 실시간 데이터 처리를 하지 않아, 본 연구에서 개발하고자 하는 카메라 기반 MMS 플랫폼은 실시간으로 영상 및 타임스탬프를 이용한 위치, 자세 값을 센

터에 전송하기 위한 새로운 동기화 방법이 필요하다. 이를 위해 카메라 이벤트의 신호를 GPS 및 INS 장비를 통해 시각화한 후, 실시간으로 영상 저장 모듈로 전송하여 영상저장모듈의 시간을 실제 저장되는 영상과 영상이 저장된 로컬시간, 그리고 GPS 및 INS 장비를 통해 저장 모듈로 전송된 절대시간을 이용하여 절대시간과 로컬시간과의 차이를 초기 분석하고 그 결과를 모든 영상이 저장되는 시간에 적용하는 타임스탬핑 방식을 적용하였다.

- MMS 데이터의 압축 및 전송시스템 개발

전국 규모의 도로주행 이미지 데이터를 압축 없이 저장하기 위해서는 수천 테라바이트의 대용량 저장 공간이 필요하다. 일례로, Mobileye의 REM은 일본 전역 고속도로의 정밀도로지도를 구축할 때, 최종 지도의 용량은 400mb 정도에 지나지 않았으며, 압축을 통해 km당 10kb 미만의 용량으로 클라우드 서버에 취득 데이터를 전송한다. 본 연구에서는 취득된 도로변화정보를 센터에 전송하기 위해 압축기술을 적용하여 품질의 열화 없이 1/10로 압축하였으며, 관련 소프트웨어 개발 및 특허 출원이라는 연구성과를 도출하였다.

#### ② 도로 및 시설물 변화정보 신속탐지, 갱신 기술

- 도로·시설물 변화정보 기반 정밀지도 갱신 기술

정밀도로지도의 갱신은 다음의 프로세스를 따라(그림 5) 현장에서 보낸 도로 및 시설물 변화정보를 반영하여 센터에서 정밀도로지도를 자동으로 갱신하는 과정을 거친다. 도로, 도로 시설물 객체 변화판단 소프트웨어 및 자동도화 소프트웨어를 개발하였으며 기술시연을 통해 연구성과를 확인하였다. 정밀도로지도 갱신기술의 수준을 결정짓는 요소로는 자동도화 성능, 객체 인식률, 위치 정확도, 변화판단 정확도 등이 있으며 차후 연구에서 기술 고도화를 통해 해당 요소들을 개선해 나갈 예정이다.

- AI기반의 객체 추출 알고리즘 개발

정밀도로지도 갱신의 신뢰도 향상을 위해 딥러닝 기반으로 학습된 데이터를 바탕으로 객체 Detection을 수행하는 소프트웨어를 개발하였다. 4K 카메라가 장착된 차량용 실차 시스템을 구축하였고 주·야간 서울, 부산, 고속도로를 포함한 30,000km의 촬영을 완료하였으며, 주정차금지, 최고속도제한(60km/h), 자전거 및 보행자 전용도로, 유턴 등 딥러닝 학습

그림 2 | 카메라센서 조합형 플랫폼



그림 3 | USB타입 : FLIR chameleon3(좌), GigaE타입 : DARSA Nano Genie(우)



그림 4 | GNSS/INS : Applanix POSLV125



그림 5 | 맵 갱신 프로세스

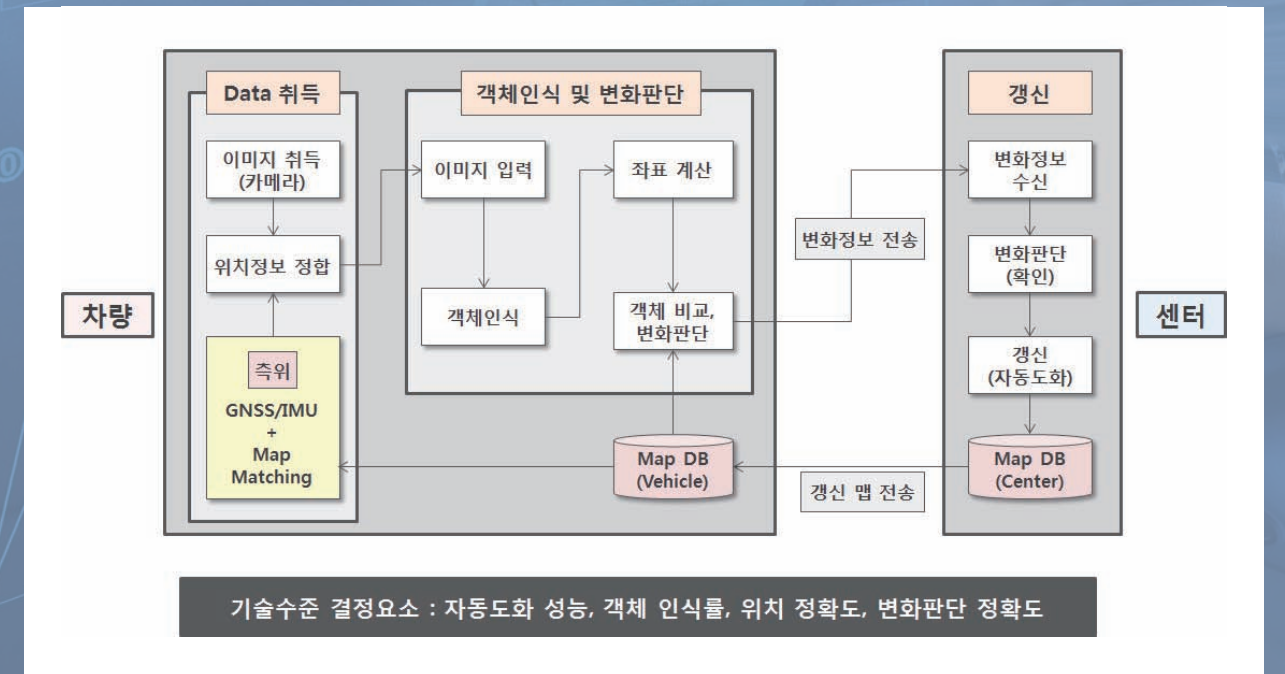


그림 6 | 차량용 실차시스템



그림 7 | 동탄2신도시 테스트베드

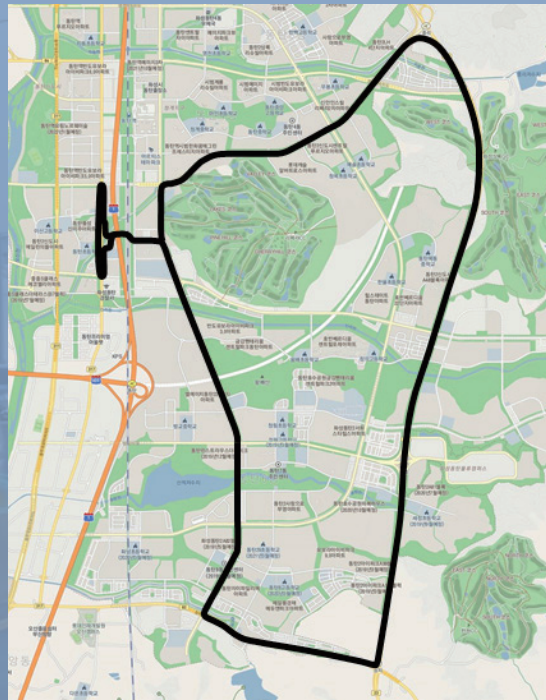


그림 8 | 테스트베드 정밀도로지도(장지C인근)

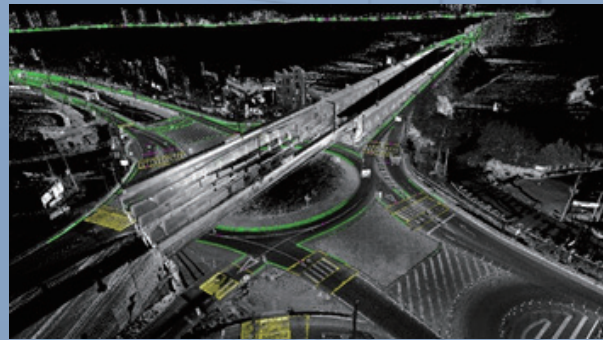


그림 9 | 분석 데이터 모델

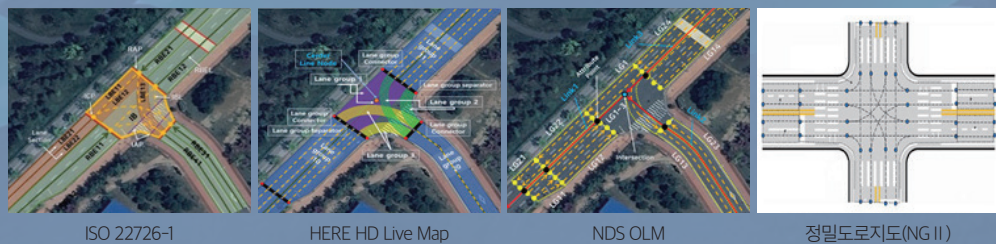


그림 10 | 정밀도로지도 자동구축·갱신 R&D 기술시연



그림 11 | 기술시연 개요도

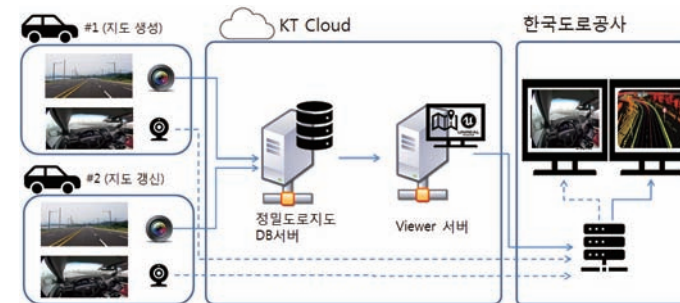
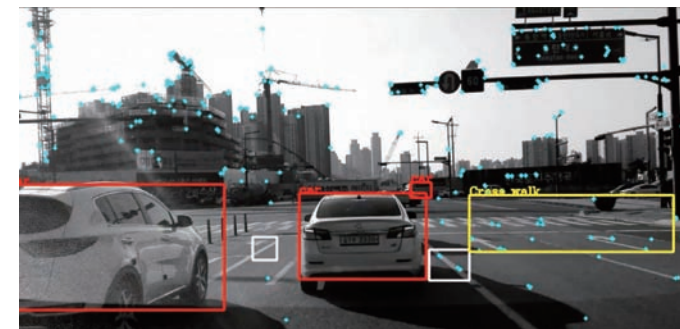


그림 12 | 기술시연 지도 갱신 화면



을 위해 500만 장 이상의 라벨 데이터를 구축하였으며 현재도 계속 진행 중에 있다.

- 도로변화 신속탐지 기술 개발을 위한 테스트베드 측위, 변화탐지 S/W 등 요소기술의 검증을 위해서 정밀도로 지도 신속갱신기술 개발을 위한 테스트베드 또한 구축되어야 한다. 동탄2신도시 인근 도로(경부고속도로 직선화현장 인근, 동탄대로, 용구대로 등)를 대상으로 테스트베드가 구축 완료 되어 도로변화 신속탐지 및 갱신 기술 개발을 위한 테스트베드로 사용되고 있다. 현 테스트베드에는 국토지리정보원 사양 기준의 5cm급 정밀도로지도가 구축되어 있으며, 항공 측량 및 기준점 측량을 통해 첨선차선, 표지판, 지주 등 시설물 정보를 직접 측량하여 연구성과의 실증을 위한 기반을 마련하였다.

- 정밀도로지도 갱신 표준안 개발 자율주행을 위한 정밀도로지도는 현재 도로변화 탐지 및 갱신 기술과 관련한 표준이 마련되어 있지 않아 각각의 기업, 기관 등 지도를 구축하는 당사자 또는 소비자의 입장에 따라 구축된 지도의 차이가 발생할 수밖에 없는 실정이며, 갱신 관련 정보의 호환성을 위해 표준화 개발은 필수적이라 볼 수 있다. 이에 본 연구에서는 정밀도로 지도 갱신 대상을 표준화하기 위한 작업을 진행 중이다. 국제표준(ISO 22726-41), HERE HD Live Map(기업표준), NDS OLM(산업표준), 국토지리정보원(기관표준)의 데이터 모델 분석 수행을 통해 도로망 부분 9개, 시설물 부분 3개로 구분하여 갱신 대상을 선정하였으며, 시설물의 세부적인 종류(예. 신호기 유형)는 속성으로 정의하였다. 또한, 국제 표준화 회의(ISO TC 204 WG3)에 참석하여 관련 동향을 파악하고 신규 표준 제안 가능성을 열어두고 있는 상황이다.

- 정밀도로지도 자동구축·갱신 R&D 기술시연 10월 30일 한국도로공사 도로교통연구원에서 손우준 국토정보정책관, 신현옥 국토교통과학기술진흥원 R&D 사업본부장 등 국토부 및 진흥원 관계자, 연구참여기관 전문가 및 언론사 기자 등이 참석한 가운데 기존에 사용하던 7~10억 원의 고가의 지도구축장비 대신 본 과제에서 개발한 150만 원 가량의 저가의 카메라 장비만을 사용하여 정밀도로지도를 자동구축하고 변화정보를 갱신하는 기술을 선보였다.

기술시연은 크게 지도를 새롭게 만드는 지도 생성 시나리오와 생성된 지도에 임의의 변화를 준 뒤 지도를 갱신하는 갱신 시나리오로 구분하여 진행하였다. 동탄2신도시 인근도로를 주행하는 2대의 카메라 MMS에서 정밀도로지도 클라우드 서버 DB로 영상을 송신하고, 이 영상에서 딥러닝 기술을 통해 지도 구축에 필요한 차선, 노면표지, 표지판 등의 객체를 인식하고 좌표를 추출하여 실시간으로 지도를 구축하고 갱신하는 과정을 시연하였다.

### ③ 도로변화 신속 탐지, 갱신 기술 통합 실증 및 공유 기술

- 도로변화 신속 탐지, 갱신 기술 통합 품질 검증기준 마련 및 검증 툴 설계

개발된 기술들 품질 확보와 연구 성과의 내실화를 위해서는 기술에 대한 평가 기준이 필요하다. 이를 위해 도로변화 기준(안)을 마련하였다. 품질 평가요소는 완전성, 위치정확성, 판독정확성, 환경저항성의 항목으로 기준을 수립하였으며, 표지판, 차선, 노면표지, 신호등 Wall, Edge 5개 항목으로 객체 요소를 기준으로 수립하였다. 또한, 기술 통합검증을 위한 검증 툴 개발을 위한 설계를 진행하였다. 공간정보 오픈소스 소프트웨어인 QGIS를 기반으로 할 검증 툴을 개발하고자 하며, 객체의 입력, 수정, 편집, 확인 등에 필요한 공간정보 소프트웨어에서 제공하는 기본 기능을 포함하도록 개발하고자 한다.

그림 13 | 기술시연 현장 객체인식 화면



- 도로 및 시설물 정밀 맵 데이터 관리 및 배포  
수집 및 가공된 도로변화 정보를 클라우드 기반의 플랫폼에서 도로변화정보를 관리하고 공공 및 민간의 수요처에 배포할 수 있는 시스템을 설계하였다. 지역별 및 내용별로 배포 기능을 구성하여 편리하게 선택, 다운로드 할 수 있도록 설계하였다.

- 배포용 정밀맵 데이터 활용도 평가 관리기술 개발  
생성된 정밀도로지도 데이터 중 안전표지판, 신호등, 노면표지 등 도로시설물 객체의 위치정확도 및 인식률에 대한 신뢰성을 확보하기 위해 정밀도로지도 구축 및 갱신에 영향을 주는 미치는 요인들을 점수화하여 배포하기 위한 시스템을 개발하였으며, 국내 특허를 출원하였다.

### 향후 발전 방향 및 결언

레벨3 이상의 자율주행의 도입을 위해서는 정밀도로지도의 보급이 필수적이며 초기 구축보다 지속적인 유지관리 및 갱신 체계의 수립이 핵심이라 할 수 있지만 도로관리체계는 도로등급별 지지체, 국토관리청, 한국도로공사 등 관리주체가 상이하여 정밀도로지도의 갱신은 현실적으로 어려운 상황이다. 이에 따라 신속한 지도의 갱신에 대한 대책 마련이 필요하다. 도로변화 신속 탐지, 갱신 기술 개발은 자율주행의 신뢰도와 안전도가 보장되고, 더불어 자율주행과 관련된 다양한 서비스 산업분야가 활성화됨에 따라 교통체증, 환경오염, 교통사고 등의 문제를 해결할 수 있을 것이다.

또한, 장기적으로 자율주행이 활성화되어 개인의 차량 보유 감소로 이어지게 될 경우 개개인의 자동차 구입비용의 감소로 인해 잉여자본력 증대, 경기 활성화가 가능해지며 자율주행의 조기도입과 이용의 확대에 의한 사회적 비용 절감에 이바지할 수 있을 것으로 기대된다. 현재 본 연구는 총 4년의 연구기간 중 2년차 연구를 수행 중으로 도로변화 신속탐지 및 갱신기술의 기초 구현을 완료하였으며, 남은 연구기간 동안 소프트웨어 고도화 및 LDM과의 연계를 통한 연구성과의 활용 가능성을 확인할 계획이다. 연구개발 및 실증사업 완료 후 LDM센터를 통해 실제 서비스로 이어질 경우 교통약자에게 자율주행의 조기도입 등 솔루션을 제공할 수 있을 것이며 향후 정밀도로지도 관련 고부가가치 정보산업에 새로운 분야를 개척할 것으로 기대하고 있다.

그림 14 | 정밀도로지도 자동구축 시나리오

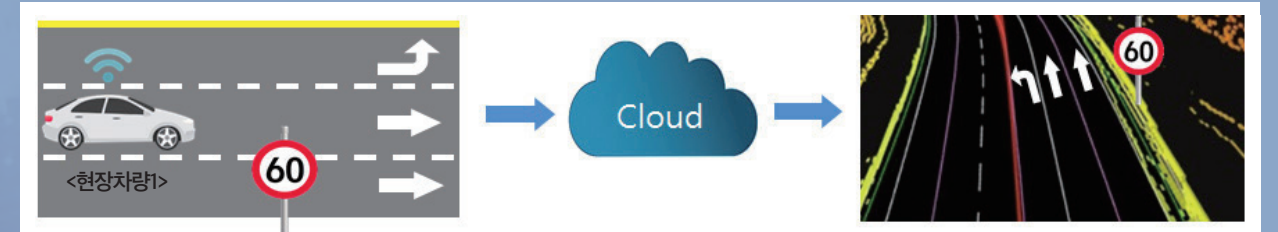


그림 15 | 정밀도로지도 자동갱신 시나리오

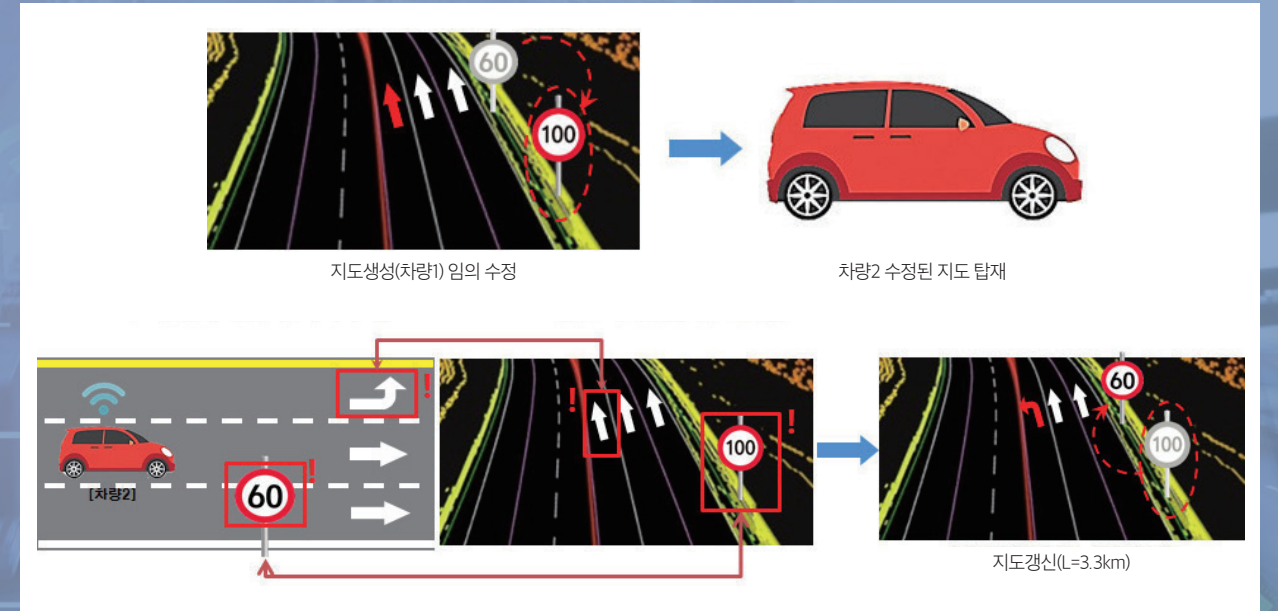


그림 16 | QGIS 소프트웨어

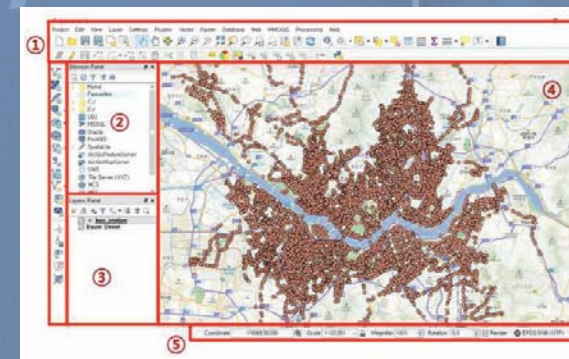
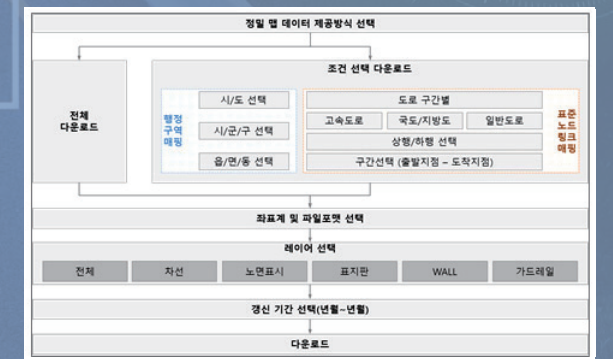


그림 17 | 정밀맵 데이터 제공방식 프로세스



# 데이터에 기반한

## 항공안전감독 체계 구축 시스템기반 항공안전감독 지원 기술 개발 연구

미국 드라마를 비롯한 각종 대중매체의 영향 때문인지 우리나라도 프로파일러 또는 프로파일링에 대한 생경함은 예전 같지 않다. 다양한 분야에서 프로파일링(Profiling)이란 용어를 사용하나, 범죄수사에서는 현장증거 및 사전에 축적된 관련 범죄자료 등을 토대로 용의자 후보군을 좁혀 나가는 기법을 의미한다. 실제로 프로파일링은 미국 FBI의 행동분석부(Behavioral Analysis Unit)를 중심으로 1960-70년대 연쇄살인, 성범죄, 방화 등의 강력범죄에서 수사의 효율성을 높이기한 목적으로 개발된 것으로 알려져 있다.<sup>1)</sup>

항공분야도 프로파일링 기법이 활용되고 있다. 항공기 사고유형을 분석하여, 특정 사고유형(예를 들어 활주로 이탈 등)을 유발하는 원인(통상 위해요인이라고 한다)을 사전 제거(또는 관리)함으로써 항공기 사고를 미연에 예방하는 것이 바로 그 사례다. 항공에서는 이것을 리스크 프로파일링이라고 한다. 국제민간항공기구(ICAO)에서는 이러한 프로파일링 기법이 적용된 새로운 형태의 위험기반 안전감독(RBO)<sup>2)</sup>을 각 계약국이 시행할 것을 권고하고 있다.



최영재  
항공안전기술원  
안전자료분석팀장

### 1. RBO의 개념 및 국제기준

국제민간항공기구(ICAO)는 안전 취약부분(안전을 저해할 것으로 예상되는 위험부분)에 안전 관리 및 감독 역량을 집중하여 감독업무의 효율성, 효과성을 제고하고 국가 항공안전을 증진하기 위한 방법으로 위험기반안전감독(RBO)을 소개하고 있다. 위험기반안전감독(RBO)은 안전 데이터 수집과 분석을 통해 취약부분을 식별하고, 해당 분야를 집중 감독함으로써 항공사가 취약부분에 대한 안전관리 능력을 스스로 향상시킬 수 있도록 유도하는 것이다<sup>3)</sup>.

다양한 안전정보를 보다 심층적으로 규명하기 위해서는 무엇보다 데이터 생성하고, 분석할 수 있는 능력이 중요하다. 프

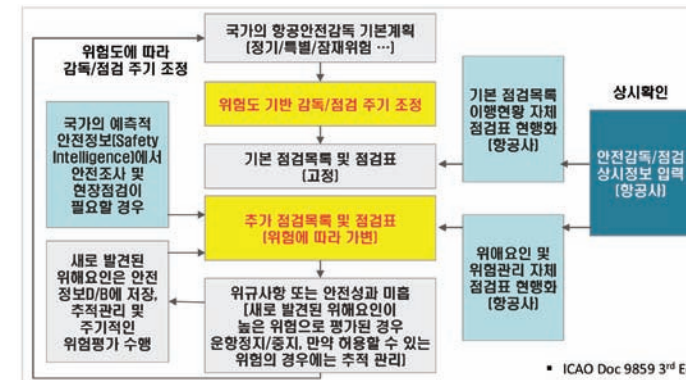
로파일(Profile)이라는 어원이 자료를 쌓다, 수집한다는 의미를 갖고 있듯이 성공적인 프로파일링은 데이터 수집과 이에 대한 다면적 분석에서 시작된다. 우리나라도 이러한 프로파일링 개념을 가진 새로운 개념의 항공안전감독제도 전환을 검토하였으며, 2014년부터 “시스템기반 항공안전감독 지원기술 개발 연구”가 진행되어 왔다.

### 2. 해외사례

#### 2.1 미국 FAA - SAS(Safety Assurance System)

미연방항공청은 최초로 시스템 공학적 접근법과 위험기반안전감독(RBO)을 모두 포함한 새로운 개념의 안전보증시스템(SAS)을 항공안전감독에 도입하였다. SAS는 항공사에 대한 인허가/규정관리/점검감독을 시스템공학적으로 재구성하고, 위험도를 평가하여 점검계획에 반영하는 기능을 제공한다. 현재 정기항공운송사업자 및 소형운송사업자, 항공정비조직에 대해 SAS가 적용되었으며 단계별 추진계획을 마련하여 다른 항공교통 분야에도 적용하기 위해 추가 개발(SASO 후속사업)을 진행하고 있다. SAS 도입의 성과에 힘입어 미국은 운송용(국제/국내) 항공기 사고율(1백만 운항횟수당 사고 건수)은 '11년과 '17년을 제외하고 '08년부터 3건 이하를 유지하고 있다('18년에는 1.28건을 달성하였으며, 사망자의 경우 '10년, '13년 및 '18년을 제외하고 발생하지 않음).

그림 1 | ICAO 위험기반 항공안전감독 방향성

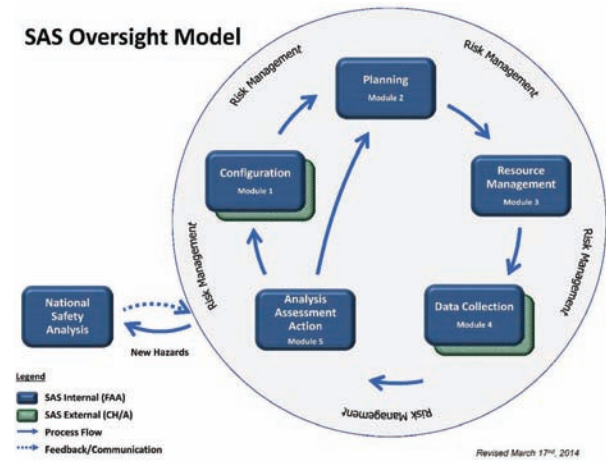


1) "프로파일러 노트" 로이 헤이즐우드와 스티븐 G. 미초드 지음(허진 옮김), 마티 출판사, 2015

2) 위험기반 안전감독의 개념  
ICAO, Doc 9859 3rd ed. fig 4.1 Safety data and risk-based surveillance  
EASA, Practice for risk-based oversight

3) e-Call(Emergency Call): 차량의 사고를 자동으로 인지하여 e-Call 센터로 정보를 송신하고, e-Call 센터에서 적정 긴급구난에게 정보를 제공하여 사고를 대응하도록 지원하는 서비스

그림 2 | 미국 FAA SAS Oversight Model



## 2.2 유럽 항공안전청(EASA, European Aviation Safety Agency)의 위험기반안전감독(RBO)

EASA는 ICAO가 권장하는 성능기반환경(PBE, Performance Based Environment) 구축 과정의 하나로 '13년부터 Risk Based Oversight의 개념을 정립하고 유럽연합 회원국들에 적용을 권고하고 있다. EASA는 항공사의 위험특성(Risk Profile)과 안전 성과(점검감독 결과, 사고/준사고, 안전장애 등)를 분석하여, 위험도를 점검계획에 반영한 구체적인 사례들과 함께 지침서를 발행하였다.<sup>4)</sup>

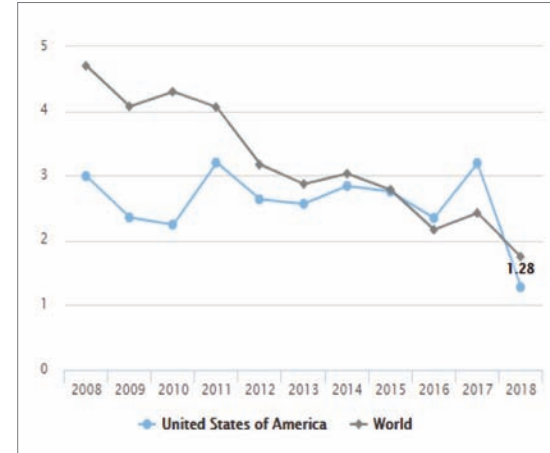
현재 영국, 스위스, 아일랜드, 스위스 등의 유럽연합 국가들을 포함해서 많은 국가들이 서로의 RBO 적용사례를 공유하고, 자국에 RBO를 안착시키기 위한 노력을 진행하고 있다.

## 3. 국내 시스템기반 안전감독 지원기술 개발 연구

### 3.1 주요 연구내용

**3.1.1 안전정보수집/분석을 위한 시스템 개발 및 데이터 구성**  
우리나라는 '14년부터 시스템 공학적 접근법과 위험기반 안전감독(RBO)이 적용된 새로운 항공안전감독 기술을 개발하여 현재 시험운영 중에 있다. 최종 개발된 소프트웨어 성과

그림 3 | 1백 운항당 평균 사고율



는 항공안전감독관으로부터 생성되는 정보(점검감독 및 항공사 승인인허가 정보 등)수집을 위한 ① 항공안전감독관 업무지원시스템(K-SAS), 항공사로부터 생성되는 운영정보(항공기 정보, 운영기준[OpSpecs] 및 각종 승인·인허가 대상 규정 등) 수집을 위한 ② 항공사 안전감독 업무지원시스템(K-WebOps), 위 두 시스템(K-SAS, K-WebOps)에서 수집된 정보 및 그밖에 각종 안전데이터(사고/준사고, 항공안전장애 등 안전 성과 데이터 등)를 활용한 정보분석 및 위험평가를 수행하고 분석보고서 생성 등 안전정보 제공을 위한 ③ 항공안전정보네트워크로 구성된다. 항공안전정보네트워크에서 수집, 분석된 결과는 K-SAS를 통해 항공안전감독 계획에 반영된다.

### 3.1.2 리스크 프로파일링

① 리스크 프로파일: 항공사의 리스크 프로파일은 조직(Organizational Profile), 운영(Operational Profile), 안전 성과(Safety Performance History)로 구성된다. 프로파일 내 위험지표들은 안전경향성을 예측하고 관리한계를 초과할 경우 취약부분에 점검감독(특별점검) 실시 여부를 판단하는 모니터링 목적으로 활용된다(그림 7).

② 안전정보 분석보고서 생성: 항공안전정보 네트워크를 통

그림 4 | EASA 위험기반안전감독(RBO) 프로세스

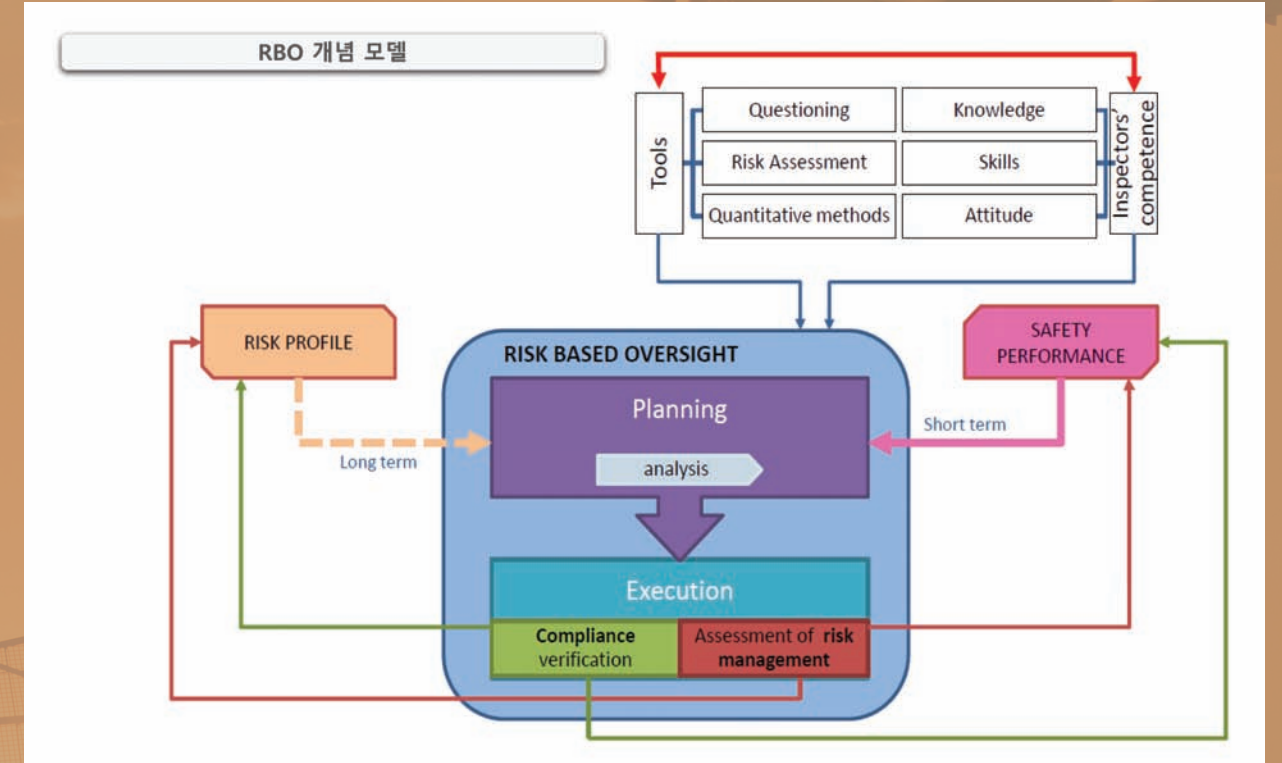
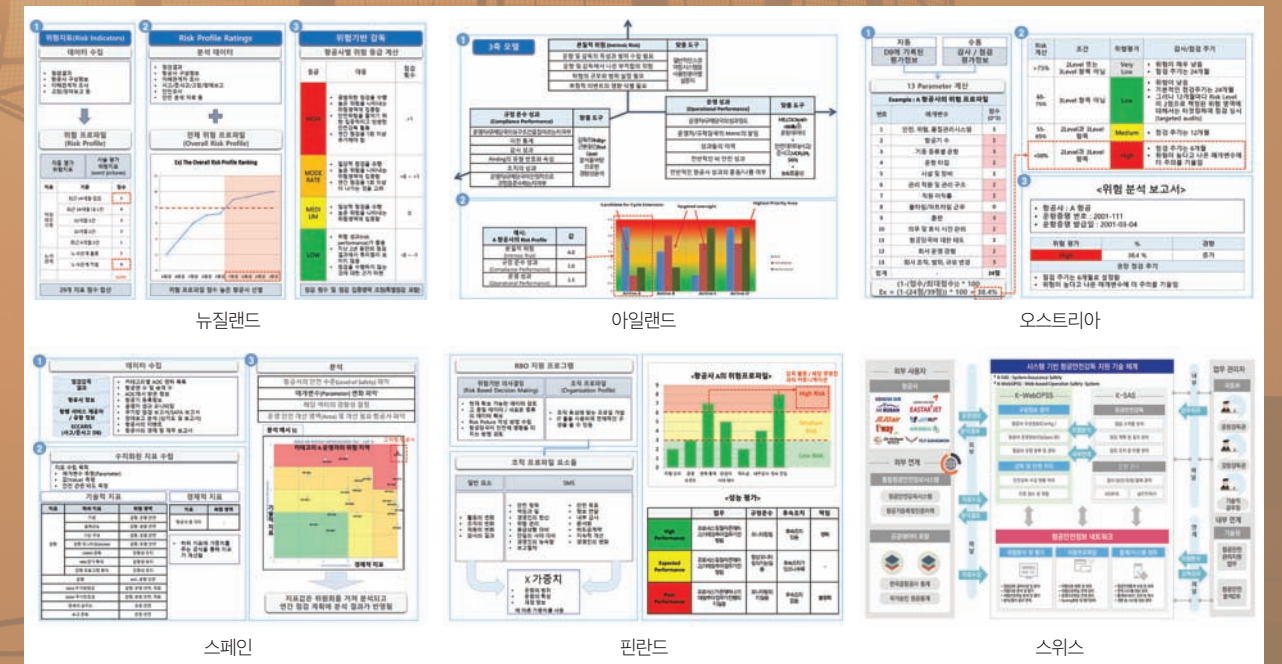


그림 5 | 유럽 국가 별 위험기반 안전감독 위험평가



4) EASA, Practices for Risk-Based Oversight(2016)

그림 6 시스템기반 항공안전감독 지원 기술 체계

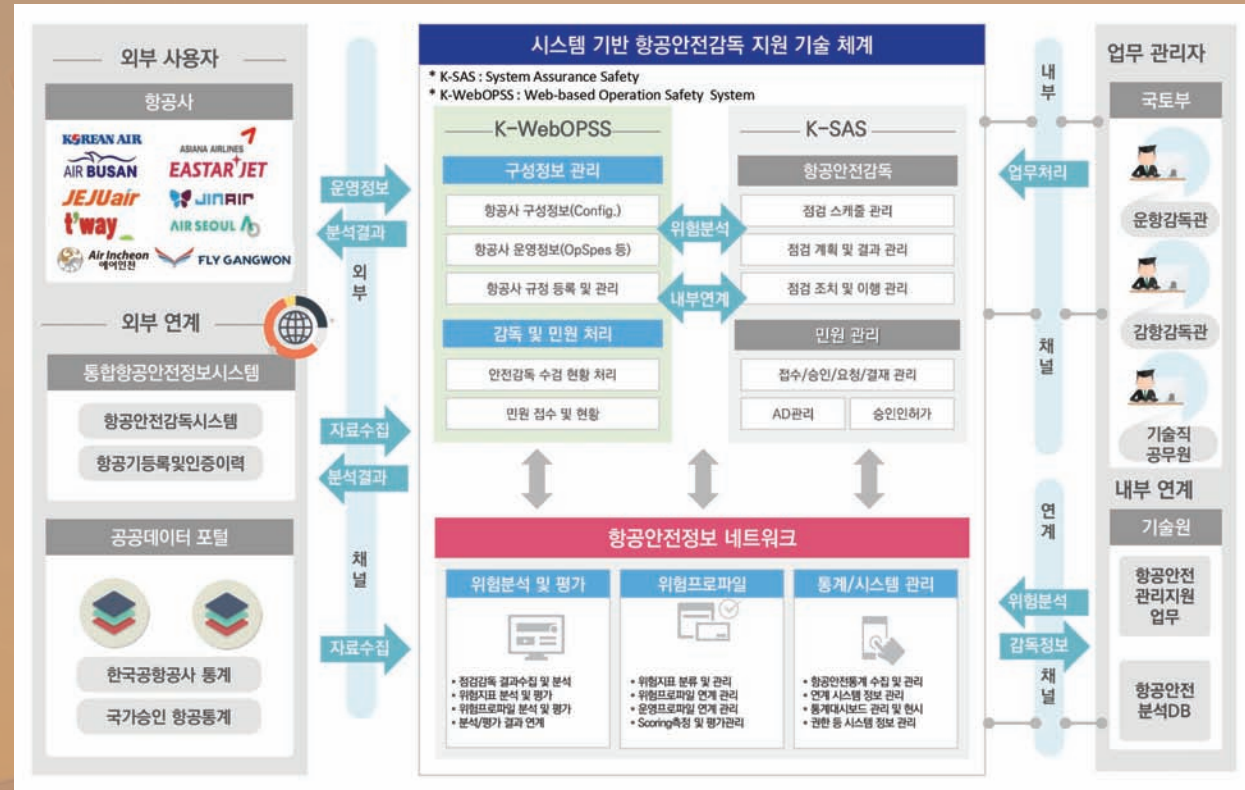


그림 7 리스크 프로파일링 및 분석보고서 생성

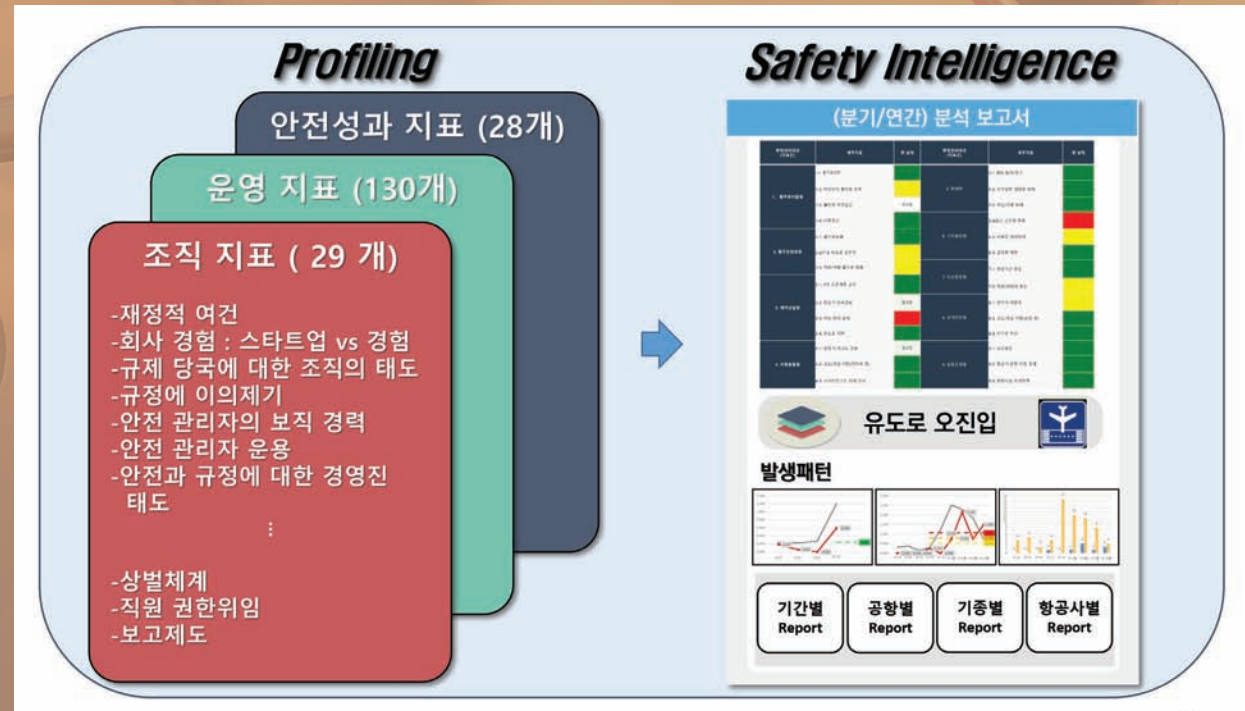
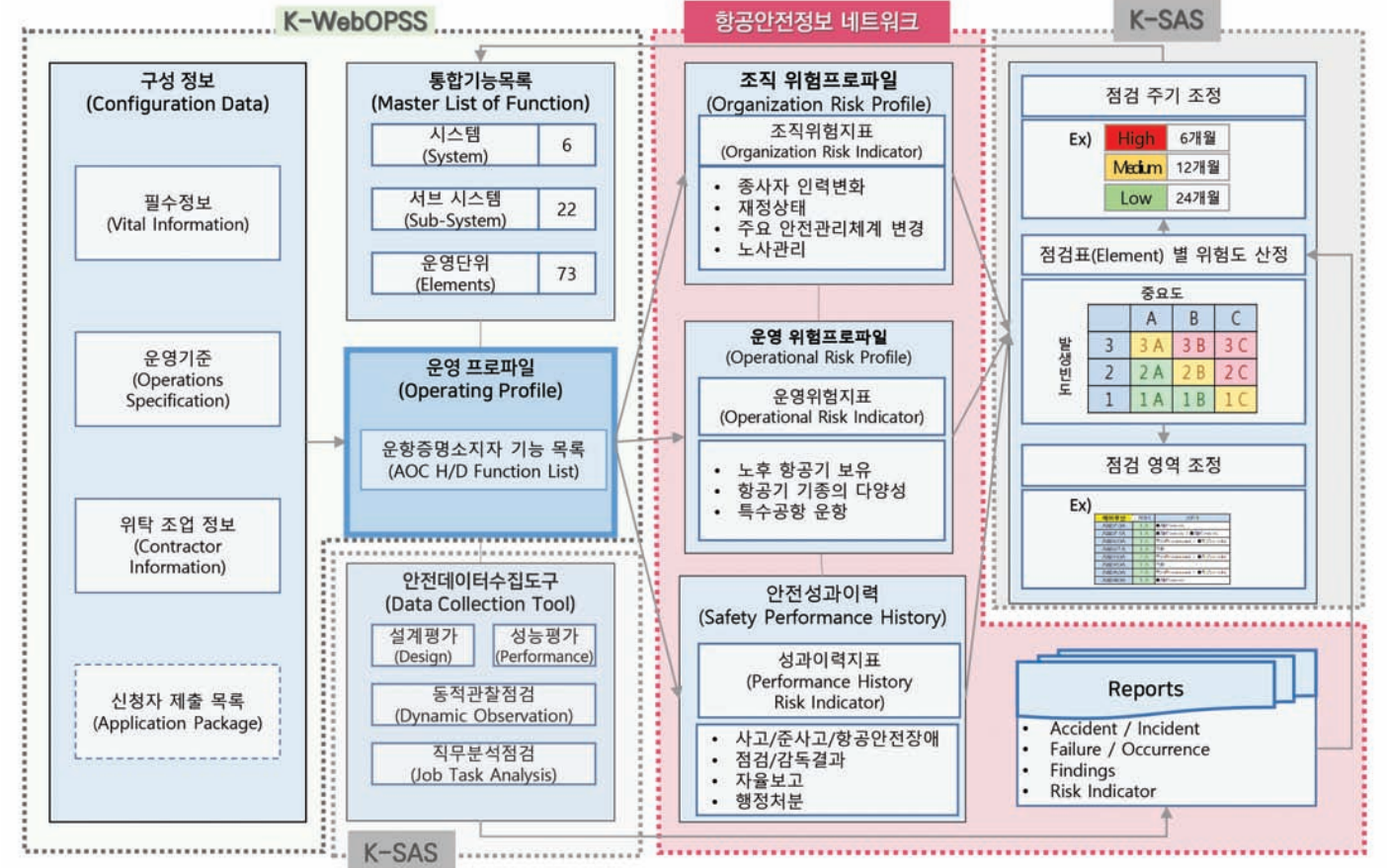


그림 8 시스템기반 항공안전감독 업무 프로세스



해 수집되는 안전 데이터와 분석된 정보는 프로파일링을 거쳐 안전계획 수립과 안전증진을 위한 보고서로 표출된다(그림 8). 분석보고서는 위험도가 증가하거나 관리한계를 초과한 취약부분을 도출하고 관련정보를 항공안전감독관 및 항공사에게 제공하여 취약부분의 안전도를 향상시키는 목적으로 활용된다.

③ 안전정보수집 및 위험분석: 항공안전감독관의 점검감독 수행 결과 외에도 항공사로부터 수집되는 다양한 안전 데이터의 수집과 위험분석이 수행된다. 항공안전네트워크는 항공안전 의무보고(사고/준사고/항공안전장애)와 행정처분 결과와 같이 사후적 성격을 갖는 안전성과지표, 운항/정비 등 분야별 운영상의 사전 위험특성을 보여주는 운영위험지표, 조직의 위험 특성을 중장기적으로 진단하기 위한 조직위험지표로 구성된다(그림 8).

### 3.1.3 위험도 평가 결과의 활용

리스크 프로파일링(위험지표, 분석보고서 등)을 통해 점검영역(또는 점검표) 별 위험도를 산출하고 산출된 위험도는 항공안전감독관의 점검계획(연간/월간)에 반영되어 해당 점검영역에 대한 점검감독(상시/특별)을 수행함으로써 세부 안전사항을 확인하고, 취약부분에 대한 사전예방적 안전관리가 가능하다.

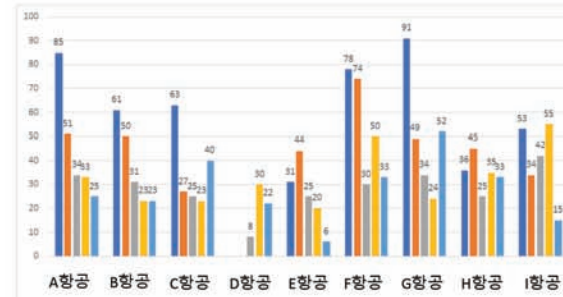
## 4. 결론 및 향후 발전방향

### 4.1 결론

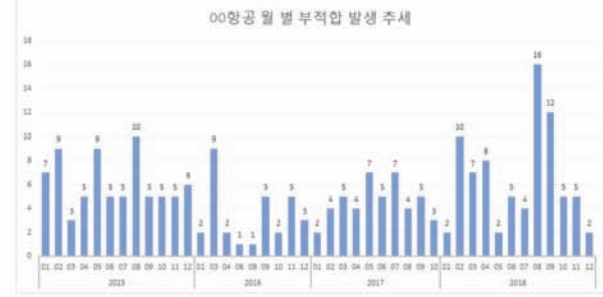
“시스템기반 항공안전감독 지원기술 개발” 연구는 위험기반 안전감독(RBO)을 위한 기반기술과 함께 시스템 공학적 업무 재

그림 9 | 위험분석 활용 예시

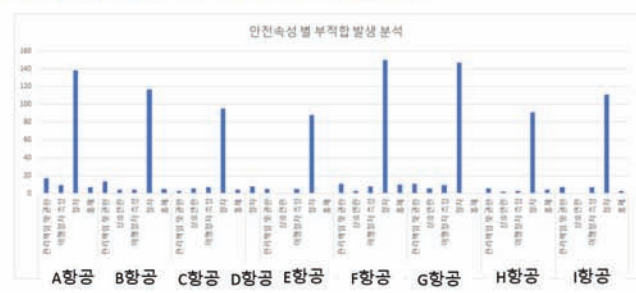
■ 항공사 연도('14~'18)별 부적합 발생추세



■ 월 별 부적합 발생 추세



■ 안전속성 별 부적합 발생분석



■ 부적합 사항 발생 원인 별 분석

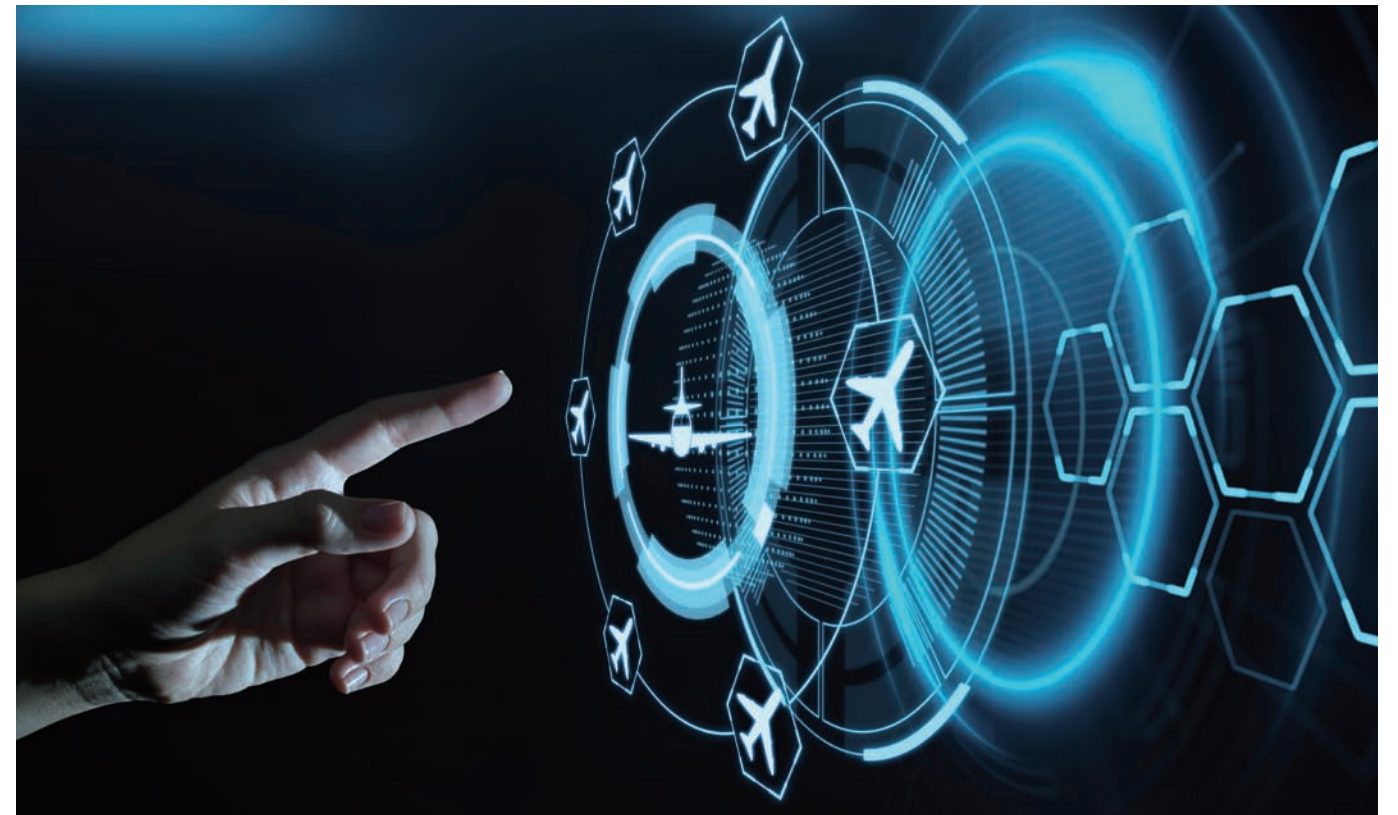
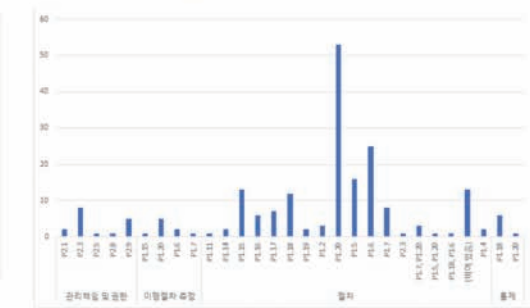


그림 10 | 점검영역 별 위험도 도출 및 감독계획 반영

■ 이전 점검결과 분석을 통한 점검영역 별 위험도 도출

코드	분류명 (점검표)	2014	2015	2016	2017	2018	평균+1SD 초과여부	평균+2SD 초과여부	발생빈도의 이상여부	중요도 (AHP 평가)	위험도
1	조직관리	42	32	16	24	23	30.53	37.06	1		1C
1.1	안전관리	11	12	2	4	7	10.32	14.64	1	C	1B
1.1.1	안전프로그램(지상 및 비행)(OP)	0	0	0	0	0	0.00	0.00	1	B	3B
1.1.2	정비업무 지속분석 및 감독시스템(CASS)	4	3	1	3	5	3.28	4.22	3	B	1B
1.1.3	신뢰성 프로그램(AW)	7	9	1	1	2	7.44	11.21	1	B	1B
1.1.7	안전정책(OP/AW)	0	0	0	0	0	0.00	0.00	1	B	1B
1.1.8	안전위험관리(OP/AW)	0	0	0	0	0	0.00	0.00	1	C	1C
1.1.9	안전보증(OP/AW)	0	0	0	0	0	0.00	0.00	1	C	1C
1.1.10	안전중진(OP/AW)	0	0	0	0	0	0.00	0.00	1	C	1C
1.2	운영관리	22	14	11	13	10	13.91	15.16	1	C	1C
1.2.1	항공사 필수연혁(OP)	6	2	5	4	1	4.91	6.16	1	C	1C
1.2.2	운항 매뉴얼 관리(OP)	11	8	4	4	9	7.22	9.10	2	B	2B
1.2.3	컴퓨터기반 기록유지시스템(OP)	5	4	2	5	0	4.91	6.16	1	C	1C
1.3	감항성관리	9	6	3	7	6	7.03	8.73	1	C	1C
1.4.1	제빙/방빙 프로그램	9	6	3	3	4	5.41	6.63	1	B	1B
1.4.2	납품업자평가관리(CASE/AW)	0	0	0	0	0	0.00	0.00	1	C	1C

점검영역 별 위험도에 따른 감독계획(연간/월간) 반영



00항공 연간 점검 계획		2020년												상시	특별	합계			
코드	분류명	위험도	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				12		
1	조직관리																		
1.1	안전관리	1C																0	0
1.1.1	안전프로그램(지상 및 비행)(OP)	1B	1															1	1
1.1.2	정비업무 지속분석 및 감독시스템(CASS)	3B				1						1						2	2
1.1.3	신뢰성 프로그램(AW)	1B		1														1	1
1.1.7	안전정책(OP/AW)	1B						1										1	1
1.1.8	안전위험관리(OP/AW)	1C				1												1	1
1.1.9	안전보증(OP/AW)	1C								1								1	1

설계 방법론을 개발하였고, 이를 구현한 프로그램 개발을 마쳐 현재 우리나라 국적 항공사 대상으로 시험운영 중에 있다. 실제 과거 5년('14~'18년)의 데이터를 입력하여 '19년 시험운영에 활용 중이며, 데이터 분석결과를 검증하고 있다. 개발된 시스템은 최종 평가를 거쳐 국토교통부에 성과물을 전달할 예정이며, '20년부터 국내 항공사에 대한 항공안전감독에 본격 활용될 것으로 기대된다.

4.2 향후 발전방향

시스템기반 항공안전감독 체계는 현재 가장 진보된 형태의 항공안전감독 방식이다. 개발된 체계를 항공사 등의 안전감독에 적용한 미국은 다른 항공분야(항공교통 및 공항 등)에 시스템기반 안전감독을 확대하고, 통합적 운영을 위한 후속 개발을 진행하고 있다. 우리나라도 이번 연구를 통해 정기운송사업자에 적용할 수 있는 시스템기반 안전감독체계를 개발함으로써 ICAO 국제기준을 충족하는 위험기반 안전감독 전환의 계기를 마련하였으나, 향후 항공 분야 데이터를 통합적으로 분석

하고, 이에 기반을 둔 사전 예방적 안전감독 및 사전 예측적 안전관리로 완벽하게 전환할 수 있도록 많은 연구개발과 안전투자 필요하다.

또한 개발된 시스템이 효과적으로 운영되기 위해서는 양질의 데이터 확보와 항공사 등의 서비스제공자로부터 원 데이터(Raw Data)의 협조가 필요하다. 최근 항공안전법 개정으로 우리나라도 항공안전의무보고에 대한 정보보호 및 처벌강화가 가능해지는 등 안전문화(보고문화) 증진을 위한 초석이 마련되었다. 여기에 덧붙여 항공사의 자발적 안전중진 노력에 따라 당국의 인센티브와 페널티를 제감할 수 있는 공정문화(Just Culture)를 확립해 가는 것도 새로운 항공안전감독이 제대로 자리 잡기 위해 중요한 과제라 할 수 있다.

향후 항공사들과 자발적인 데이터 협력 및 공유를 통해 우리나라 항공안전관리 수준을 한 단계 발전시키고, 궁극적으로 우리나라의 항공운송산업 발전에도 기여할 수 있게 되기를 기대하며 글을 마친다.

2015년 12월 채택된 파리협정으로 세계 각국은 적극적인 온실가스 감축을 목표로 세웠다. 또한 국제통화기금(IMF)은 '지구 온난화는 명확한 현실의 위협이 됐으며 이를 해결하기 위해서 t당 75달러(약 9만 원)의 탄소세를 부과해 온실가스를 빠르게 감축해야 한다.'는 처방을 내놓았다. 가맹국들의 고용증대, 소득증가, 자원개발에 기여하기 위해 환경문제인 지구 온난화를 해결해야 한다고 나선 것이다. 지구 온난화는 이미 세계 무역과 경제 개발에 치명적인 타격을 입힐 수 있는 수준으로 악화됐기 때문이다. 기후변화 대응·기후재원 조성 등 지속가능한 발전을 위한 노력이 에너지 정책과 산업에 큰 영향을 미치고 있다.

# HYDROGEN

해답은 '수소'다

## 에너지와 환경 문제를 해결하는 수소경제사회



# ECONOMY

### 저탄소 청정에너지, 수소

최근 탄소가 글로벌 시장의 화두로 떠오르고 있다. 탄소 배출이 지구 온난화에 중요한 원인을 제공하기 때문이다. 영국 시사 전문 매체 이코노미스트에 따르면 작년 전체 온실가스 배출량은 2% 증가했고, 그중 전력 산업으로 인한 배출량이 2.7% 증가해 7년 만에 최대 증가율을 보였다. 인간의 모든 활동을 통해 배출되는 탄소는 온실가스로 축적되면 지구 온난화에 기여하게 된다.

또한 현재 세계 에너지 소비의 80% 이상은 석유, 석탄, 천연가스 등의 화석연료에 의존하고 있다. 이와 관련해 세계 3대 석유 회사의 하나인 BP(British Petroleum)가 발표한 일차에너지 화석연료의 통계를 살펴보면 석유, 배럴, 천연가스, 석탄 등의 가용 에너지 및 효율성이 높은 원자력 발전의 원료인 우라늄도 100년 남짓이면 자원이 고갈되게 된다. 고갈에 직면한 가용 에너지원의 매장량에 비해 세계 에너지 수요는 지속적으로 증가할 전망이다. 이렇다 보니 세계는 지금 생존을 위한 '에너지 전쟁'을 치열하게 전개하고 있다.

수소는 에너지 고갈과 수급 불안, 환경문제 등에 대한 우려에 대응하는 차세대 청정에너지원으로 급부상 중이다. 수소는 기체상태보다 화합물로 지구상에 많은 양이 존재하며, 수소 원자는 지구상에서 가장 가벼운 기체로 확산 속도가 빠르고, 연소하면 산소와 반응하여 수증기가 된다. 수소에너지는 수소를 원료로 사용하기 때문에 사용과정에서 물만 배출되며, 유해한 물질은 발생하지 않는다. 이러한 청정에너지 수소를 어떻게 보급할 것인가가 국가 경쟁력 강화의 핵심이라 할 수 있다.

### 수소경제사회를 위한 세계 각국의 노력

세계 각국은 가히 수소경제사회를 맞이하고 있다고 해도 과언이 아니다. 수소경제사회란 에너지 자산 및 신재생에너지를 사용하여 수소를 생산하고, 에너지 수요와 공급사슬(Supply chain) 전체 영역에서 수소와 전기를 주요한 에너지 유통수단으로 사용하는 사회경제체제를 의미한다. 1973년 제1차 석유파기 이후 '지속 가능한 수소경제사회'에 대한 논의가 시작되었고, 21세기 들어 미국 도로운수경제 진입을 위한 국제 조직인 IPHE가 출범하는 등 수소경제사회에 대한 본격적인 논의가 진행 중이다.

미국은 수소경제사회 실현을 위해 1단계(2000년~2015년) 애로기술 해결, 안전 확보를 위한 기술 개발, 2단계(2010년~2025년) 초기시장 침투, 3단계(2015년~2035년) 시장 확대 및 인프라 정비, 4단계(2025년~) 수소경제의 실현이라는 로드맵을 제시하고 있다.

미국 에너지부(DOE)와 캘리포니아주 정부의 주도로 수소경제사회 구현을 위한 다양한 정책을 추진하고 있으며, 미국 에너지부는 Hydrogen Posture Plan을 기초로 자국 내 수소생산, 운반, 저장 등 수소인프라에 대한 구체적인 계획을 수립·수행하고 있다. 캘리포니아주는 California Fuel Cell Partnership을 중심으로 2030년까지 수소충전소 설립을 위해 2,000억 달러를 투자한다는 계획을 추진한다. 미국의 수소전기차 및 충전소 보급 계획을 보면, 2023년까지 수소전기차를 3~6만 대, 수소충전소 123개소 확충하는 것으로 되어있다. 이를 위해 충전소 가동률 70% 도달 시까지 3년간 운영비 60~100% 지원, 충전소 설치비 70~90%가 지원되고 있으며, 캘리포니아주는 수소전기차 구입 시 최대 1,500만 원을 지원한다.

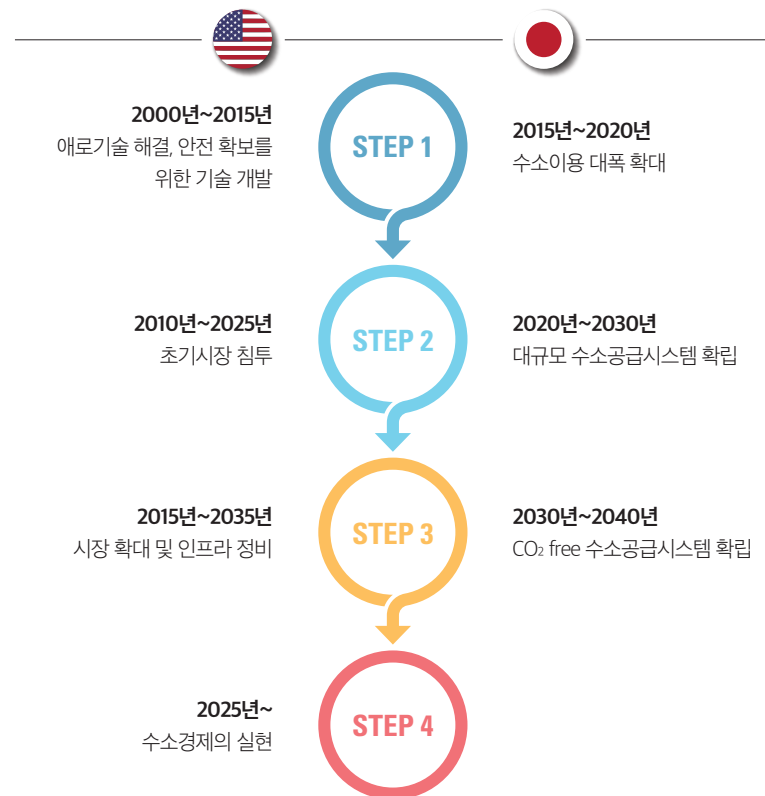
유럽은 2015년 초 SET-Plan(The European Strategic Energy Technology Plan)을 발표했는데, 이 계획에는 미래의 지속가능한 에너지 시스템을 위한 8가지 기술 중 연료전지 및 수소 기술이 포함되어 있다. 유럽은 2050년까지 1990년 탄소배출량 대비 80% 감축 목표를 설정하고 있으며, 이에 따라 유럽 각국은 온실가스를 감축할 수 있는 친환경 자동차를 도입하고자 각국에서 다양한 프로그램이 시행되고 있다. EU 산하의 민간 파트너십인 FCH-JU(Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking)는 수소기술 개발 및 수소플랫폼 설립을 위해 운영되고 있으며, EU 회원국을 선별하여 1,000개 수소충전소 건설, 2020년까지 수천 대 수소전기차 보급 실증프로젝트를 시행하고 있다.

자동차 이산화탄소 배출량 감소를 목표로 한 Super Credits는 2009년부터 시행되고 있으며, 배출기준은 2016년 118.1g/km, 2021년 95g/km이고, 50g/km 미만 시 추가 인센티브를 제공하고 있다. 또한 수소전기차 및 충전소 보급 계획을 보면, 2025년까지 수소전기차 100만 대, 수소충전소 700개소, 2030년까지 수소전기차 300만 대, 수소충전소 2,000개소를 목표로 추진 중이다. 이를 위해 독일은 수소충전소 운영비, 설치비 각 50% 이상을 지원하고 있으며, 영국은 자동차 보유세 경감, 런던시 진입 혼잡세 면제, 스웨덴은 슈퍼친환경차 보조금(600만 원)을 지급하고 있다.

일본은 2014년 6월 수소사회의 실현을 위한 '수소연료전지 전략 로드맵'을 발표하였고, 2014년 4차 국가 에너지기본계획을 통해 수소사회 추진을 명문화했다. 수소연료전지 전략 로드맵에서는 수소연료전지 자동차, 가정용 연료전지, 수소발전 등의 도입과 함께 수소수요의 확대와 필요에 대응하고자 수소 공급망 구축을 제시하고 있다. 수소경제사회 실현 로드맵은 1단계(2015년~2020년) 수소이용 대폭 확대, 2단계(2020년~2030년) 대규모 수소공급시스템 확립, 3단계(2030년~2040년) CO<sub>2</sub> free 수소공급시스템 확립 등 단계별로 구성되어 있다. 본격적인 수소경제사회 실현을 위해 경제산업성, 신에너지산업기술종합개발기구(NEDO), 일본 연료전지 실증사업 위원회(JHFC) 등을 중심으로 구성된 '수소연료전지 전략협의회'를 구성하고, 산하에 수소전략 로드맵 도출을 위한 주제별 워킹그룹을 운영하고 있다. 또한 일본은 수소전기차 및 충전소 확대 보급을 위한 목표를 설정하고 지원정책을 추진하고 있다. 2025년까지 수소전기차 20만 대, 수소충전소 640개소, 2030년까지



그림 11 미국과 일본의 수소경제사회 실현 로드맵



수소전기차 80만 대, 수소충전소 900개소 보급을 목표로 제시하고, 충전소 설치비 국가지원 50%, 충전소 운영 시 도쿄의 경우 토지 임대료 50%가 지원된다.

중국은 2017년 4월, 국가발전 개혁위원회와 국가에너지국이 공동으로 에너지기술 혁명의 혁신행동계획을 발표했다. 이 계획에 따라 중국은 수소에너지 및 연료전지 연구개발을 전략적으로 추진하고 있다. 특히, 수소산업 육성을 위한 4대 권역을 조성 중이다. 베이징에는 연료전지 버스 시범지역, 상하이 연료전지 차량 및 연료전지 산업 육성, 광둥성에는 가정, 상업, 발전용 연료전지 및 산업 육성, 대련은 연료전지 R&D 및 산업 기반을 조성한다.

중국의 수소전기차 및 충전소 보급계획을 보면, 2025년까지 수소전기차 5만 대, 수소충전소 300개소, 2030년까지 수소전기차 100만 대, 수소충전소 1,000개소 보급을 목표로 제시하고 있으며, 이를 위해 수소전기차 구입 시 최대 20만 위안(약 3,370만 원) 보조금 지급, 수소충전소 구축 시 정부가 구축비용의 60%를 지원하고 있다.

**청정에너지 자족도시 '수소도시'의 미래**

세계경제는 수소경제시대를 맞이하고 있다. 에너지 수요와 공급 전체의 영역에서 수소를 주요한 에너지 유통수단으로 사용하는 경제체제를 통해 탄소 발생 제로의 수소도시를 실현하기 위한 정책을 경쟁적으로 추진하고 있는 것이다. 우리나라도 파리협정에 따라 적극적인 온실가스 감축 목표를 세웠다. 이산화탄소 발생량 세계 7위인 우리나라는 2030년까지 배출전망치 대비 37%의 이산화탄소 감축 의무를 지고 있어 화석연료를 대체할 새로운 청정에너지가 필요한 상황이다. 이러한 이유로 수소경제사회의 기반을 조성하여, 도시 내 수소생태계가 구축된 수소도시를 추진하고 있다. 2019년 12월에는 수소도시로 선정된 시범도시를 발표하며 시민이 체감할 수 있는 건강하고 깨끗한 도시를 만들어간다는 계획이다. 이제 미래 청정에너지원의 개발은 더 이상 선택이 아닌 필수가 되었다. 급격한 산업화로 화석연료가 증가하면서 환경문제와 자원고갈을 해결하기 위한 범국가적 차원의 청정에너지원 수요와 관심은 계속해서 증가하고 있다. 친환경을 기반으로 한 사회 구현을 위한 에너지 패러다임의 전환의 때다.

SECTION  
**03**  
포커스 R&D

---

42	국토교통 R&D 성과 1 스마트 국가 실현을 위한 공간정보의 창의적 활용
46	국토교통 R&D 성과 2 미래 스마트 사회 지원을 위한 공간관리의 새로운 패러다임
52	기술의 탄생 교통 & 건설 신기술
56	R&D Market
60	R&D Q&A



# 스마트 국가 실현을 위한 공간정보의 창의적 활용

국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술 개발

— Geo-Spatial Big Data —

빅데이터는 대부분 실시간 위치정보, 센서정보, 공간정보 등 공간과 위치정보와 관련되어 있다. 이에 공간좌표를 텍스트나 숫자로 표현하여 공간 데이터를 직접 지원하지 못하고 검색과 분석이 비효율적이다.

또한, 볼륨, 복잡도 및 다양성이 높은 공간 데이터는 지속적으로 팽창하고 있어

공간 RDBMS<sup>1</sup>로 관리할 수 없는 대규모 데이터에 대한 효과적인 관리와 분석 방법이 필요하다.

이러한 점에서 빅데이터 기술과 공간정보 기술을 융합하여 대규모 공간 빅데이터를

효율적으로 수집·저장·관리·분석 할 수 있는 새로운 공간 빅데이터 기술 개발이 요구된다.



## 과제명

국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술 개발

## 총연구비

210억 원

## 주관 연구기관(책임자)

안양대학교 신동빈 교수

## 참여기관

한국전자통신연구원

한국과학기술원 산학협력단

서울대학교 산학협력단

연세대학교 산학협력단

(주)아이시티웨이

(주)포스웹티브

(주)시터스

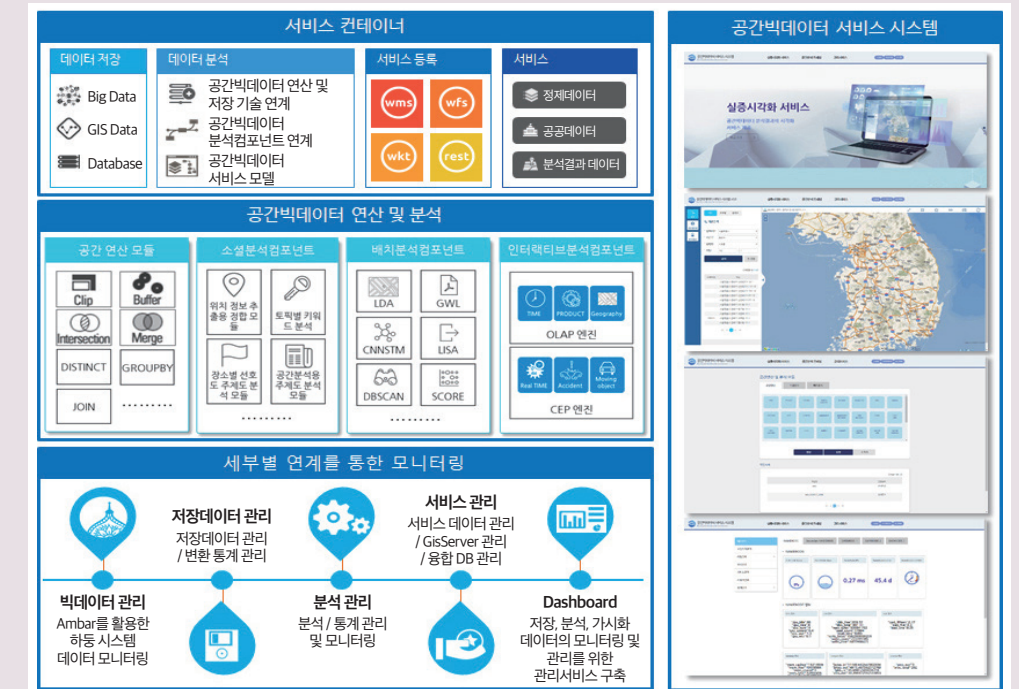
(주)가이온

(주)유엔진솔루션즈

(주)공간인스프

(주)포도

그림 1 | 공간빅데이터 서비스 플랫폼 개념도



## 01 연구목적

해당 기술은 공간 빅데이터 기술 경쟁력 확보와 융합 생태계의 구축, 국민 공감형 편의 서비스 제공 등 공간 빅데이터의 창의적 활용을 통하여 스마트 국가를 실현하는 것을 목표로 하여 기술 개발을 진행하였다.

## 02 주요성과

### 공간 빅데이터 저장관리 인프라 기술 개발

- 공간 빅데이터의 수집, 저장, 관리 및 질의 기능 제공을 위한 핵심기술과 이를 구현한 저비용, 고성능, 고확장성의 공간 빅데이터 저장 관리 시스템을 개발하였다.
- Hadoop 분산환경에서 공간 빅데이터의 수집, 저장, 관리 및 질의 기능을 제공하는 인프라 및 기반기술 개발
- 분산 메모리를 활용하여 공간 빅데이터를 저장 및 분석하기 위한 인메모리 기반 프레임워크 개발
- 공간 빅데이터의 저장 및 배치/스트림 기반 병렬 분산 ETL 시스템 개발

### 공간 빅데이터 분석 및 가시화 기술 개발

- 공간 빅데이터 다차원 공간 분석 및 가시화를 위한 핵심기술과 이를 구현한 공간 빅데이터 분석 및 가시화 시스템을 개발하였다.

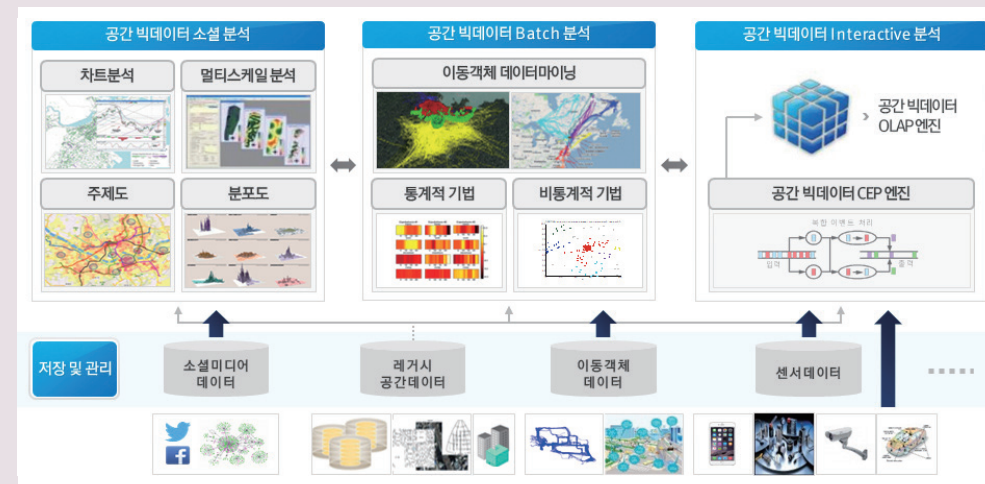
<sup>1</sup> 관계형 데이터베이스 관리 시스템(Relational DataBase Management System)의 약자로 대량의 데이터를 관련성에 따라 구조화해 저장 및 관리하는 시스템



그림 2 | 공간빅데이터 저장관리 인프라 기술



그림 3 | 공간빅데이터 분석 및 가시화 기술



- 공간 빅데이터 중 소셜미디어 등 비정형 데이터를 대상으로 분석 알고리즘 및 가시화 컴포넌트 개발
- 공간 빅데이터 및 이동객체 빅데이터 일괄분석 컴포넌트 기술 개발
- 공간 빅데이터 CEP(Complex Event Processing) 및 OLAP(On-Line Analytical Processing) 엔진 개발

**공간 빅데이터 서비스 활성화 및 실증**

- 공간 빅데이터 플랫폼의 융복합 활용 방안과 Open API 및 UI/UX, 통합 실증 서비스 시스템 및 공공 시스템 연계 기술을 개발하였다.
- 공간 빅데이터 서비스 플랫폼의 융복합 활용을 위한 가이드라인 및 적용예시 개발
- 공간 빅데이터 Open API 기능 및 서비스 사이트, 서비스 제공을 위한 UI/UX 개발
- 공간 빅데이터 시스템 실증 기술과 공공 공간 빅데이터 서비스 연계 및 확장기술 개발

**03 연구의 차별적 특징**

- 공간 빅데이터 저장관리 측면에서 Hadoop 개선을 통한 공간연산 성능의 향상과 공간데이터와 비공간데이터의 연산 조합을 통한 다양한 분석 응용의 구성이 가능하도록 개발되었다.
- 공간 빅데이터 분석 측면에서 공간정보 기반의 SNS 빅데이터 분석 및 가시화, 이동객체 데이터에 특화된 공간 정보 분산 처리 시스템 구축과 기존 CEP 엔진에 공간 빅데이터 처리 기능을 구현하였으며, 분산 병렬 데이터 웨어하우스 엔진과의 통합을 통한 처리성능 향상을 목표로 개발되었다.
- 공간 빅데이터의 저장, 관리, 분석 시각화 서비스 제공을 위해 공간 빅데이터의 분류체계를 일원화하고, 이를 통해 공공 공간 빅데이터 서비스를 표준화하여 비용절감 및 데이터 활용성이 확대되도록 개발되었다.

**04 연구 성과의 파급효과**

**기술 부문**

- 대용량 공간 빅데이터를 기존 방식 대비 30% 이상 향상된 성능으로 저장관리 할 수 있는 기술을 개발하였으며, 기존 GIS시스템이나 공간 RDBMS로 처리할 수 없는 대용량 공간 데이터에 대한 분석이 가능하다.
- SNS-이동객체-실시간 센서 데이터 등의 정형/비정형 공간 빅데이터를 효과적으로 빠르게 분석할 수 있는 기술을 개발하였으며, 사용자가 보다 쉽게 공간 빅데이터를 분석하고 가시화할 수 있다.
- 공간 빅데이터 기술의 통합환경 구축을 통해 사용자에게 공간 빅데이터 기능을 손쉽게 편리하게 사용할 수 있도록 지원하며, 공공시스템과 연계 가능한 실증 시스템 개발로 다양한 공간 빅데이터 사업에 활용이 가능하다.

**경제 부문**

- 국내 공간정보 기술 확대 및 시장개편, 미래 산업발전과 새로운 시장 창출이 기대되며, 각종 대용량 공간정보를 활용하는 공공기관의 업무 수행에 있어 분석기능을 지원함으로써 업무효율성 확대가 기대된다.
- 기존에 활용되어 온 외산 소프트웨어를 대체할 수 있는 국산 소프트웨어를 개발하여 대체함으로써 국내 IT 시장 활성화가 이루어질 것으로 기대된다.

**주요 연구 개발 성과**

특허(지적재산권)	• “대용량 공간데이터 분산 처리 방법 및 이를 위한 분산 처리 서버” 등 특허출원 33건(등록 12건 포함), SW 등록 44건
논문	• “빅데이터의 개념 및 서비스 프레임워크 구성에 관한 연구” 등 논문 게재 75건(SCI급 21건 포함)
정책제안	• “공간 빅데이터 서비스 활성화를 위한 정책 과제(공간정보산업진흥원)” 등 정책제안 4건
홍보	• “공간빅데이터 플랫폼 활용성에 주목한다.(매일건설신문, 2018.10)” 등 주요일간지 홍보 4건 • 스마트국토엑스포 등 각종 콘퍼런스 3건 • 공간 빅데이터 연구단 자체 웹진(Geo-Spatial BIG DATA) 발행 등 총 15건



# 미래 스마트 사회 지원을 위한 공간관리의 새로운 패러다임

3차원 입체 격자 체계기반 국토 통합관리 지원 기술 개발

— 3 Dimensional Geo-spatial Grid System —

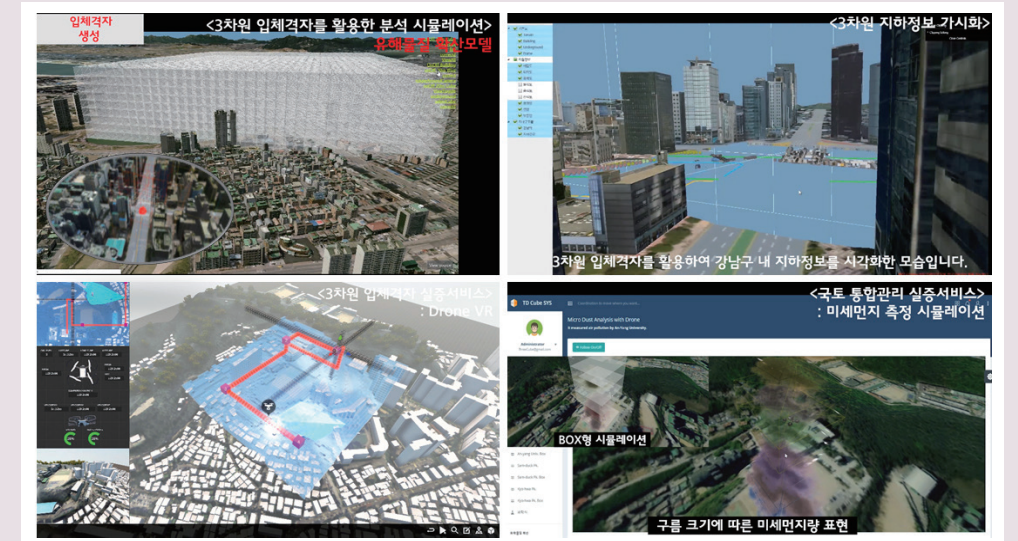
Smart 시대의 기반 기술이자 미래 스마트 사회의 핵심으로 떠오른 3차원! 최근 3차원 공간정보는 도시 환경/행정/계획, 도로 교통, 재난-재해 등 공공뿐만 아니라 민간분야에 이르기까지 다양하게 활용되는 등 그 수요가 급증하고 있다. 기존 2차원 공간관리는 현실세계를 2차원 객체로 일반화함으로써 데이터의 손실이 발생하여 공간에 대한 이해와 분석에 한계점이 존재하는 것이 사실이다. 이에 여러 목적으로 생산된 데이터의 통합, 멀티스케일의 공간정보를 이용한 국토·도시 공간의 관리를 위해서는 공간정보 활용체계의 진화 및 서비스 다양화가 요구된다. 앞으로 입체격자체계 기술을 기반으로 3차원 공간관리 환경을 제공함으로써 사용자가 현실세계에 대한 이해도 향상과 정확한 분석 지원이 가능하게 될 것이다. 결국, 3차원 입체격자체계 기반 국토 통합관리 기술 개발은 미래사회 변화(다양·복잡·실시간)에의 대응을 위한 기반기술로서 활용될 수 있다.

**과제명**  
3차원 입체격자체계 기반  
국토 통합관리 지원 기술 개발

**총연구비**  
28.69억 원

**주관 연구기관(책임자)**  
안양대학교 안중욱 교수

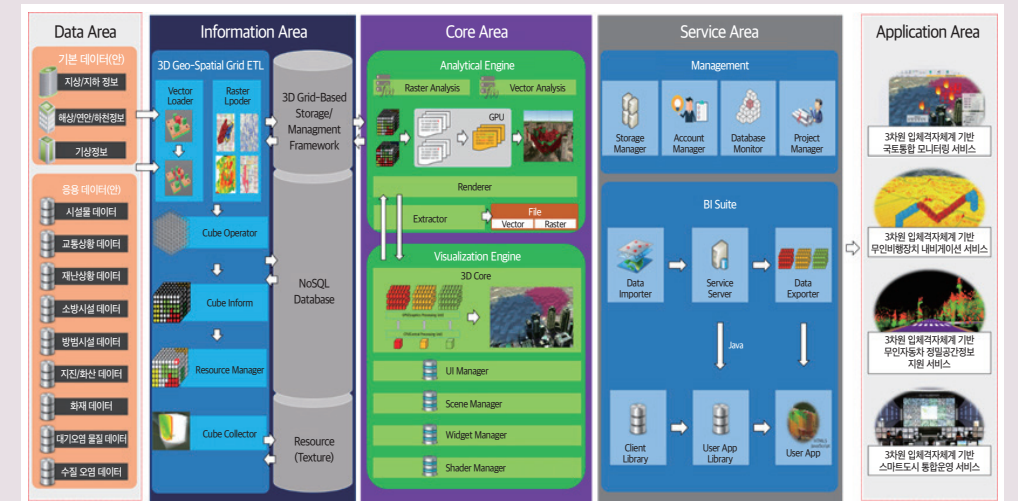
**기술실시업체**  
한국건설기술연구원  
(주)웨이버스  
(주)씨엠월드  
(주)포도



## 01 연구목적

도시는 공간적으로는 3차원으로 존재하며, 도시의 새로운 기능과 서비스가 입체적으로 진화함에 따라 3차원 입체격자 개념이 필요하다. 3차원 입체격자 개념은 영상 가시화, 게임 등 다양한 분야에서 이미 적용되고 활용되고 있으나, 공간정보 분야에서의 활용은 국제적으로도 초기단계에 있다. 해당 기술은 국토공간 전방위(지상·지하·수중·공중)의 통합관리 지원이 가능한 3차원 입체격자체계 핵심기술의 개발을 통한 기술 경쟁력 확보, 공공분야 대상의 대표 서비스 실증을 통한 기술의 활용기반 확보를 목표로 연구 개발을 진행하였다.

그림 11 3차원 입체격자체계 기본 프레임워크



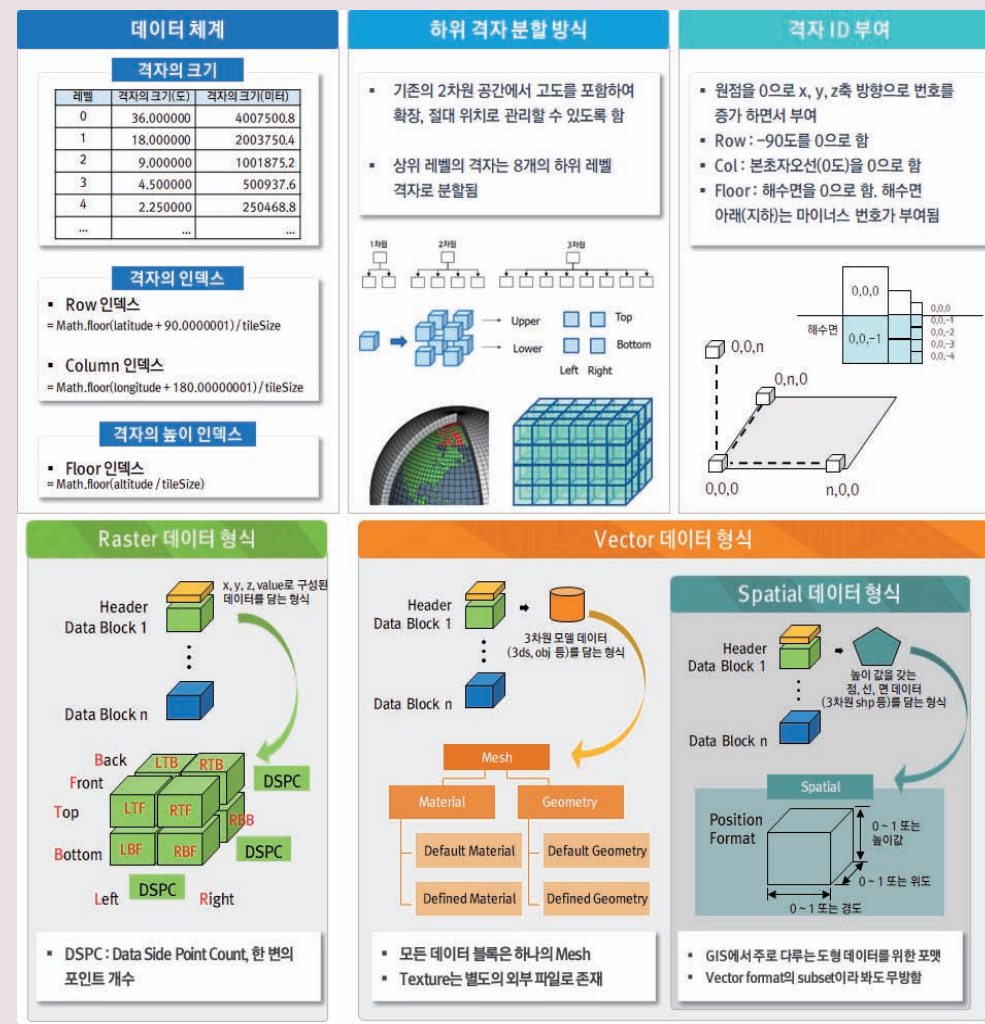


## 02 주요성과

### 3차원 입체격자체계 기초연구

입체격자체계는 '3차원 공간상의 절대위치를 격자 형태로 정의한, 공간정보를 저장·관리하는 체계'로 정의하고, 다양한 국토정보를 입체격자로 구성하여 저장, 분석, 가시화, 활용이 가능하도록 제공하는 것을 기술 범위로 설정하였다.

그림 2 | 3차원 입체격자체계 표준화 및 데이터 모델



### 3차원 입체격자체계 핵심기술 개발

다중 공간정보 관련 기관에서 활용 중인 정보를 DB to DB, TCP, 오픈라인 등을 통해 수집·연계, 실시간 생성되는 정보를 입체격자체계에 맞춰 갱신할 수 있는 데이터 연계 모듈을 개발하였으며, 이는 입체격자체계 핵심기술 및 실증서비스 연구에서 연계·활용된다.

3차원 입체격자체계 구현을 위한 핵심기술(위치/속성 검색, 격자 Auto Scaling, 기초분석, 수요처 및 활용목적별 입체격자 가시화) 및 다양한 정보를 3차원 입체격자 기반으로 활용할 수 있는 3차원 입체격자 통합운영 시스템을 개발하였다.

그림 3 | 공간정보 연계/입체격자 변환 기술



그림 4 | 3차원 입체격자 통합운영 시스템 구성도





그림 5 | 3차원 입체격자체계 실증서비스 개발



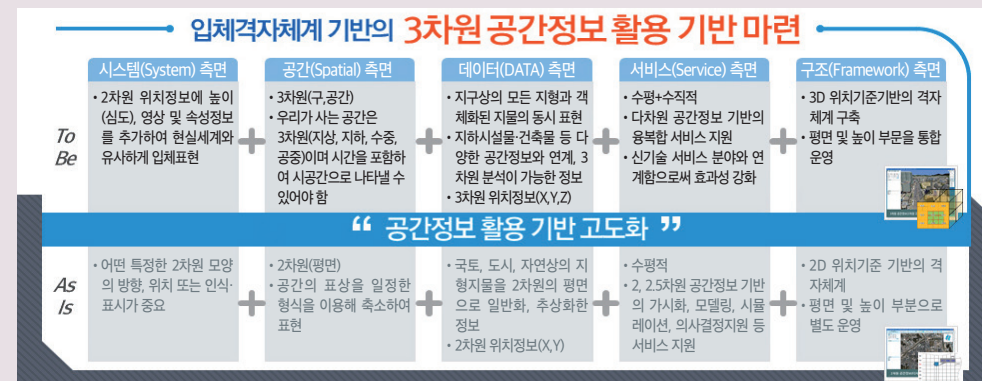
### 3차원 입체격자체계 활용연구

3차원 입체격자체계를 효과적으로 활용할 수 있는 수요를 파악하여, 국토·도시 관리, 스마트모빌리티 분야의 서비스를 개발·실증함으로써 입체격자체계 활용 가능성을 검증하였다.

## 03 연구의 차별적 특징

3차원 공간정보의 활용 기반으로써, 지상/지하/수중/공중의 모든 공간을 입체격자 형태로 일정하게 구획하고 3차원 공간의 다양한 정보를 저장, 목적별 신속한 탐색과 정보 처리를 위해 격자마다 번호를 부여한 새로운 위치기준 체계를 정립하고자 하였다.

그림 6 | 3차원 입체격자체계 구축 방향



## 04 연구 성과의 파급효과

### 새로운 공간정보 기반 기술로 활용

현실세계에 실제로 존재하지 않거나 육안으로 판별하기 어려운 대상이 모델링 및 DB 구축을 통해 분석이 가능해짐으로써 새로운 공간정보 패러다임으로 자리잡을 수 있다. 또한 저비용으로 3차원 공간정보를 구축할 수 있는 대안으로 유용하다.

### 공간정보 신산업 발굴 정책과 융합

복잡한 현실세계를 고정밀로 습득, 저장하는 기술이 활성화된 시점에서 분야로 IoT, AR/VR, 첨단 무인 농기계, 자율주행자동차, 스마트 건물 관리, 국토재해 상시 감시, U-헬스케어, 친환경 자원관리 등 다양한 분야와의 융합이 가능하다.



### 주요 연구 개발 성과

특허(지적재산권)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· '3차원 격자를 이용한 공간정보관리방법 그 장치(10-1966343)' 등 특허등록 4건</li> <li>· '3차원 입체격자 기반 지리정보체계 데이터 변환 시스템(10-2018-0172572)' 등 특허출원 6건</li> <li>· '공간정보 DB 입체격자 변환 소프트웨어(C-2018-033867)' 등 SW등록 11건</li> </ul>
논문	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 'A Study on the Utilization of 3D Spatial-Grid for Coastal Area Management(JCR, No. 91)' 등 SCI급 2건</li> <li>· 'Development of UAV Air Roads by Using 3D Grid System(ISPRS, XLII-4)' 등 비SCI급 3건</li> </ul>
정책제안	<ul style="list-style-type: none"> <li>· "수치지형도 활용 활성화를 위한 정책과제 -3차원 격자기반 수치지형도 활용(국토지리정보원)"</li> </ul>
TTA 표준제안	<ul style="list-style-type: none"> <li>· "3차원 입체격자체계(2019-P1360~P1364)" TTA 표준제안 5건</li> <li>· (제1부)개요 및 프레임워크, (제2부)데이터 모델, (제3부)2차원 공간정보 기반 3차원 격자 매핑 절차 및 방법, (제4부)국토 통합관리 서비스, (제5부)스마트 모빌리티 서비스</li> </ul>
홍보	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 스마트국토엑스포 등 컨퍼런스 참가, 대한공간정보학회 학술대회 특별세션 개최, 재난안전지 기고 등</li> <li>· 기술 개발 연구내용 소개 및 시연 등 주제발표 5건</li> </ul>

## 교통 신기술

01

### 전단하중 유도용 언더플레이트를 구비한 탄성 레일체결장치(KR형 레일체결장치)

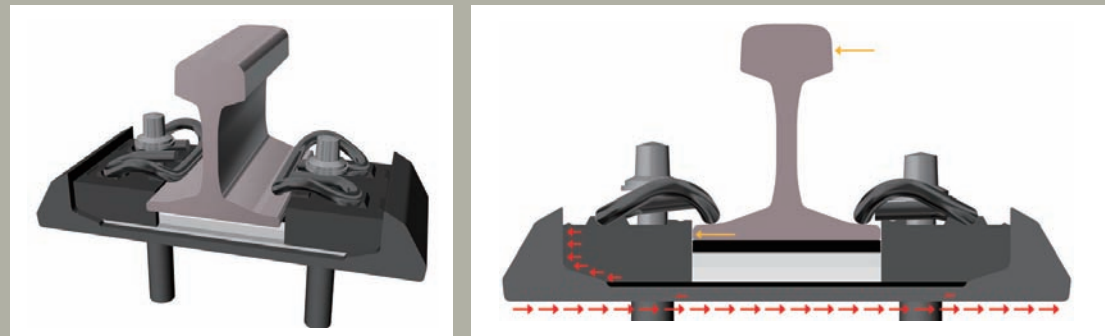
지정번호: 제36호, 개발자: 한국철도시설공단, 한국철도기술연구원

#### 주요내용

**범위** 레일로부터 전달되는 횡방향 하중이 체결볼트에 대한 굽힘하중으로 작용하지 않고 도중에 대폭 상쇄된 후 전단하중의 형태로 작용하도록 유도하기 위한 전단하중 유도용 언더플레이트를 구비한 레일체결장치

**내용** 레일로부터 전달되는 횡방향 하중이 체결볼트에 대한 굽힘하중으로 작용하지 않고, 전단하중 유도용 언더플레이트에 의하여 굽힘하중을 대폭 저감하여 전단하중의 형태로 작용하도록 유도함으로써 체결볼트의 손상을 억제하고 제품 전체의 수명을 연장할 수 있도록 하는 기술  
개발된 레일체결장치는 레일에 작용하는 횡방향 하중을 가이드플레이트와 언더플레이트로 지지하여 체결볼트의 하단부에 하중 전달을 유도하여 체결볼트의 굽힘피로를 완화할 수 있도록 설계

그림 1 개발체결장치의 개요도



#### 활용현황 및 전망

**활용실적** 개발된 레일체결장치는 KTX 열차운행 상태 및 기후환경 조건에서 레일체결장치의 동적, 정적안전성 확인을 위하여 호남고속철도 정읍~광주승정구간(상선 160k800~161k100, L=300m)에 시험 부설되었으며, 1년 이상의 현장모니터링을 수행하였다.

KR형 레일체결장치는 원주~강릉 철도사업구간에 2015년 10월 납품계약 체결 후 336,488조 적용되었다.

연번	제품명	구매자명	판매수량	판매일	비고
1	KR형 레일체결장치	삼표이앤씨	1,232조	2014.3	시험부설
2	KR형 레일체결장치	한국철도 시설공단	336,488조	2015.10	실용화

**활용전망** 철도의 고속화 등으로 인하여 콘크리트궤도의 수요가 증가하고 있어 콘크리트궤도용 레일체결장치 활용가능 시장은 확대될 것을 판단된다. 특히, 철도분야는 국가 기간산업으로 국가 경제발전과 함께 보다 많은 개발이 진행되고 있으며, 향후 북한의 개방에 따른 북한 철도분야 진출, 시베리아 횡단철도(TSR), 중국횡단철도(TCR)등을 고려할 경우 국내 철도산업에 대한 중장기적인 전망은 매우 밝다고 할 수 있다. 국내 시장의 경우 철도건설사업에 소요되는 콘크리트궤도용 레일체결장치 소요량과 민간투자사업, 지하철, 도시철도 등 소요량을 감안하면 국내 시장소요량은 더욱 증가될 것으로 판단된다.

## 교통 신기술

02

### 무경첩 접이식 자동 승강장 안전발판 시스템 제작기술

지정번호: 제37호, 개발자: ㈜진합

#### 주요내용

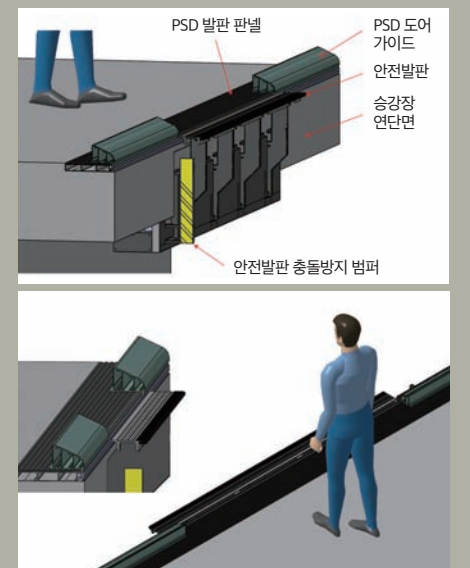
**범위** 승강장 연단면에 설치하는 스크린도어의 가이드 슈에 대한 간섭이 없고, 승강장 발판과 차량과의 충돌방지를 위해 기계식 충돌방지 범퍼 및 비상 복귀장치를 적용한 무경첩(Hingeless) 접이식 자동 승강장 안전발판 시스템 제작 기술

**내용** 기존 승강장 연단면에 설치되어 있는 스크린도어(PSD)의 가이드 슈와 간섭되지 않고 연단면에 매립 설치되어 건축한계를 준수할 수 있는 무경첩(Hingeless) 링크형 구조를 적용하였고 차량과의 충돌 등 비상 상황에 대비한 충돌안전성 확보를 위한 Fail Safety 기능이 탑재된 기계식 충돌 방지 범퍼 및 비상상황 하에서의 안전한 운영을 위한 기계식 안전장치인 비상 자동/수동 복귀장치가 구비된 무경첩 접이식 자동 승강장 안전발판 시스템 제작 기술

그림 1 승강장 안전발판 시공순서



그림 2 승강장 안전발판 설명도



#### 활용현황 및 전망

**활용실적** 개발된 충돌안전성을 확보한 무경첩 접이식 자동 승강장 안전발판 시스템은 연단면에 완전 매립된 상태에서 발판이 동작할 때에만 발판부가 튀어나오는 팝업(Pop-Up)형식의 동작 특성을 보이기 때문에 역사 내의 환경이 손상되지 않고 그대로 유지되어 도시 철도 고객들에게 편안하고 쾌적한 승강장 환경을 제공할 수 있다. 본 시스템은 대전도시철도공사 1호선 판암역 하선 승강장에 8 SET 설치되어 현재까지 안전사고 없이 운영 중이다.

**활용전망** 승강장 안전발판 시스템 개발을 통한 교통약자를 포함한 승객의 안전사고 저감에 효과적일 것으로 판단되며 차량과의 충돌에 안전성을 확보할 수 있어 국민들에게 양질의 철도교통서비스를 제공할 수 있다. 신뢰성이 확보된 승강장 안전발판 시스템 개발을 통해 철도 운영기관의 제품 선택의 폭을 넓히는 효과를 달성할 수 있으며 향후 세계적 복지수요 증대에 따른 시장 확대 시 Killer Item으로 해외시장 진출 및 수출이 가능할 것으로 판단된다.

주입공별로 주입압력, 주입량 등 조절이 가능한 다중 동시 주입펌프를 이용한 컴팩션 그라우팅 시공 기술

지정번호: 제858호, 개발자: 덴버코리아이엔씨(주), (주)동성엔지니어링, (주)건일, (주)비테크

주요내용

**범위** 개별 주입공별로 주입압력, 주입량 등 조절이 가능한 다중 동시주입펌프(6개 실린더와 3개의 압송부)를 이용한 컴팩션 그라우팅 시공 기술

**내용** 단일 주입펌프 내부에 최대 6개의 실린더를 장착하고 최대 3개의 주입공에 동시 주입이 가능한 다중 동시주입펌프를 이용하여 개별 주입공별로 주입압력과 주입량 설정으로 주입 효율을 개선하였고 시공 시간을 단축시키고 시공 효율성을 향상시킨 컴팩션 그라우팅 시공 기술

그림 1 신기술의 시공절차 및 방법



활용현황 및 전망

활용실적

연번	공사명	발주자	시공자	공사기간	공사규모	총공사금액(신기술공사금액)
1	대산항 관리부두 내진보강공사	대산지방해양수산청	덴버코리아	16.07~16.12	-	2,713(2,713)
2	연평도항 물양장 내진보강공사	인천지방해양수산청	덴버코리아	16.11~17.04	-	350(350)
3	구룡포항 안벽 내진보강공사	경상 북도	덴버코리아	17.03~17.09	-	2,124(2,124)
4	포항신항 7부두 내진보강공사	포항지방해양수산청	덴버코리아	17.04~공사중	-	5,587(5,587)
5	목호항 접안시설 내진보강공사	동해지방해양수산청	덴버코리아	17.05~공사중	-	4,517(5,587)
6	목포항 항만시설 내진보강공사	목포지방해양수산청	덴버코리아	17.07~공사중	-	7,488(5,587)

**활용전망** 개발 펌프는 기존의 1대의 장비로 1공에만 주입이 가능한 1공 단일 주입펌프와, 분배기의 사용을 대체할 수 있으며, 정밀하고 신속한 그라우팅 시공이 필요한 현장에 적용되어 효율적이고 효과적인 지반보강이 가능함. 최근 지반함몰, 지진 등으로 인한 국민안전의 위협이 이슈가 되고 있는 상황에서, 2015년에 전년 대비 1,000억 원 가까이 증가하였고 2016년에도 증가세를 이어갔다. 수주 건수도 2015년과 2016년에 큰 폭으로 상승하였고, 수주 금액 기준으로 2015년과 2016년에 전년 대비 약 9% 이상이 올랐다. 향후 그라우팅 공사의 전망은 매우 밝은 것으로 전망된다.

프리캐스트 벽체 및 슬래브를 개착과 동시에 조립 방식으로 축조하는 저심도 지하구조물 탑다운 시공기술

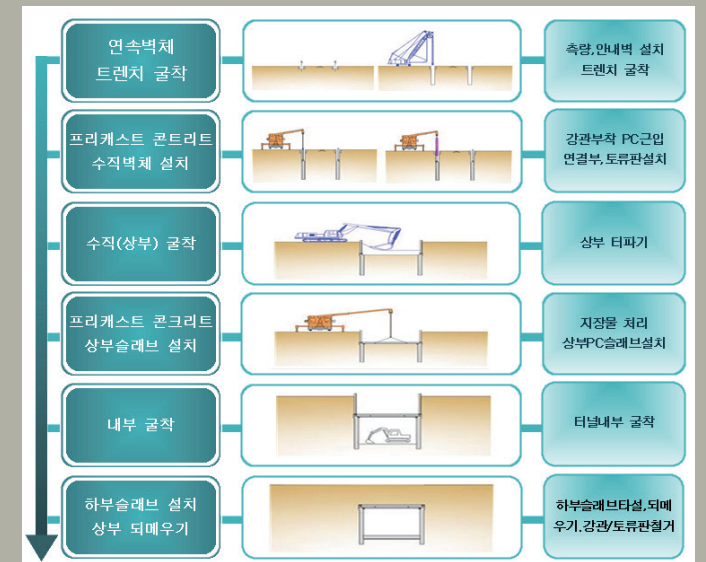
지정번호: 제859호, 개발자: 한국철도기술연구원, 지에스건설(주), (주)포스코건설, 현대건설(주), (주)대산시빌테크날리지, 동아이엔지(주), (주)선구엔지니어링

주요내용

**범위** 저심도(지하 10m 이내)에 프리캐스트 벽체 상단에 탈부착이 가능한 흠막이용 강관이 부착된 벽체 시공으로 짧은 벽체로도 상단 흠막이 역할 및 연속벽체를 형성하고 프리캐스트 벽체에 프리캐스트 상부 슬래브를 현장에서 조립·시공함으로써, 이들 프리캐스트 벽체 및 슬래브가 흠막이 가시설 역할을 하면서 개착되고, 조립된 구조물이 영구 지하구조물로 축조되는 탑-다운(Top-down) 방식의 개착 및 지하구조물 시공기술

**내용** 지하 구조물의 건설비용 저감 및 공사기간을 단축시키기 위해 저심도(지하 10m 이내)에 프리캐스트 벽체 상단에 탈부착이 가능한 흠막이용 강관이 부착된 벽체 시공으로 짧은 벽체로도 상단 흠막이 역할 및 연속벽체를 형성하고 프리캐스트 벽체에 프리캐스트 상부 슬래브를 현장에서 조립·시공함으로써, 이들 프리캐스트 벽체 및 슬래브가 흠막이 가시설 역할을 하면서 개착되고, 조립된 구조물이 영구 지하구조물로 축조되는 탑-다운(Top-down) 방식의 개착 및 지하구조물 시공기술

그림 1 신기술의 시공절차 및 방법



활용현황 및 전망

활용실적

공사명	발주처	시공자	공사기간	비고
K-AGT 저심도 모듈식 개착터널 공사	한국철도 기술연구원	(주)동아이엔지	2016.03.01~2016.06.30.	국토교통부 철도기술연구사업 저심도 도시철도시스템 기술 개발 결과물 현장시공

**활용전망** 기존의 국내 도시철도 터널은 중심도(심도 10m 초과)의 심도를 가지고 있는데, 현재까지 국내 도시철도 터널에 저심도로 적용된 바 없으며, 저심도(심도 10m 이내) 터널은 주로 도로 지하차도에 적용된 바 있다. 본 신기술인 저심도 터널 개착시공 기술의 개발로 인해 저심도 건설방식에 관심을 가지면서, 최근에서야 광주광역시에 저심도의 심도를 갖는 지하건설 방식으로 도시철도 사업이 추진 중으로 저심도 건설방식에 관심이 증가되고 있다. 본 신기술은 저비용의 급속 개착 저심도 터널 시공법으로서, 향후 저심도(심도 10m 이내) 도로·철도 터널, 도로차도 등 시공 등 국내외 시장에 저심도를 갖는 지하건설 방식의 도입이 확대될 것이다.

국토교통 R&D추천기술

# 터널 내 폭발화재로 인한 장시간 시설물 보존용 유약기반 돌기형 차화, 차열 방화구조체 제조기술

## 01 개요

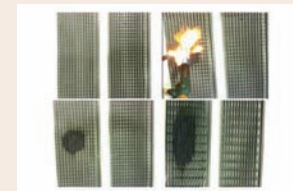
### 1. 개발 배경 및 필요성

- 터널 내 교통사고로 인한 화재는 화재보호 시스템이 작동 되더라도 소방진입차량이 도착하기까지 장시간 소요되어 신속한 화재진압이 어려운 문제 존재
- 터널 내장재 소재로 장시간 화재 보호와 내충격성, 유지보수성, 반영구적인 제품 필요

### 2. 기술 개요

- 터널 내 화재 시 시설물 보호에 적용 가능한 기술로, 기존 시설물의 화재 시 전소되는 문제를 해결하기 위하여 돌기형으로 제작된 화재 분산구조 소재를 활용한 차열, 차열 방화 구조체
- 저독성 난연제 성분의 바인더를 사용하여 유해가스 배출 억제
- IoT 기술을 활용하여 안전 관리자에게 화재 알림 기능 적용

그림 1 돌기형 차열, 차열 방화구조체



## 02 기술의 특징점

### 1. 기존 기술 대비 차별성

구분	기존 기술	해당 기술
기능/성능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 난연 도료, 난연 테이프</li> <li>• 816°C에서 20분간 점화(자기소화 및 3.5m 이내 연소)</li> <li>• 케이블 소손 가능성 내제</li> <li>• 도료 : 4회 시공, 27일 건조</li> <li>• 테이프 : 신규, 최외측에 한정</li> <li>• 도료 및 테이프 : 케이블 접속 개소 주위 20m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 차화튜브(시트)</li> <li>• 816°C에서 40분간 점화(자기소화 및 케이블 미연소)</li> <li>• 간접케이블 소손 예방</li> <li>• 케이블을 완전히 감싸는 구조(시트)</li> <li>• 케이블 접속개소 상하좌우</li> </ul>
장단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 석면 無</li> <li>• 익숙한 시공방법</li> <li>• 816°C에서 20분간 점화 : 자기소화 및 3.5m 이내 연소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 케이블을 완전히 감싸는 구조로 개소별 시공 시간 10분 이내</li> <li>• 석면 無, 친환경 제품</li> <li>• 816°C에서 40분간 점화 : 자기소화 및 케이블 미연소</li> <li>• 돌기 구조를 통한 우수한 차열, 차열 성능과 통기구조를 통한 기능 저하 방지</li> </ul>
경제성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연소방지도료의 경우, 시간 경과에 따라 도료가 경화되어 추가 유지보수 비용 발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 장기간 유지보수성 타 제품대비 대폭 우수</li> <li>• 반영구적인 제품 수명으로 인한 추가 공사비 절감</li> <li>• 체결과 개방성능이 용이하여, 유지보수 인건비 절감 및 별도의 유지보수 장비 불필요</li> </ul>

### 2. 기술 경쟁력

- 기존 단열 소재 대비 도자기 유약기반 난연재(장시간 화재보호 특성) 사용으로 시설물 훼손 방지
- 기존 불연성 철판 대비 돌기형 구조(동일 두께 대비수배의 차열, 차열 성능)와 돌기구조 사이의 통기구조(평상시 시설물 기능저하 방지)의 구조체 사용으로 터널 시설물 화재보강 내화 성능 보유

### 3. 경제적 효과

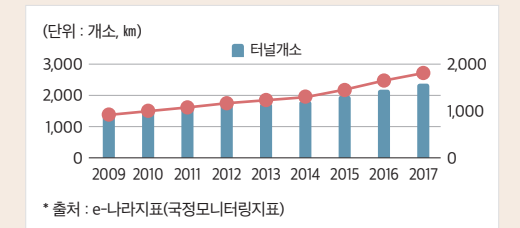
- 개소별 시공 시간 10분 이내로 설치비용 60% 절감
- 반영구적인 제품 수명으로 인한 교체비용 60% 절감

## 03 시장성

### 1. 시장규모 및 성장성

- '17년 12월 말 기준 전국의 터널 수는 2,382개소
- '07년 12월 말 1,064개소 대비 1,318(224%) 증가, 터널 연장은 755km에서 1,811km(240%) 증가
- 터널 개소 수 및 연장의 증가에 따라 터널 내 화재 위험성은 갈수록 높아지고 있는 추세

그림 1 전기 버스 세계 시장 규모 및 전망



### 2. 응용분야(수요처)

- 국토교통부 산하기관
- 한국전력공사
- 발전소
- 철도 공사
- 공항 공사

## 04 연구성과 정보

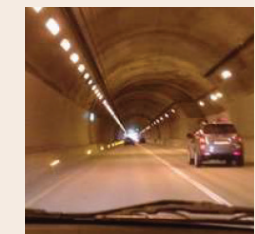
### 1. 지재권 현황

발명의 명칭	출원번호	권리현황
전선 배관 및 케이블의 화재 보호용 돌기형 내화구조체	10-2016-0067580	등록
케이블 트레이의 화재 보호용 돌기형 내화구조체	10-2016-0067552	등록
점검 및 유지보수가 용이한 케이블 트레이용 차열 차열 부재	10-2017-0034134	등록
화재 차단성능이 우수한 케이블 트레이용 방화 구획 장치 및 그 제조방법	10-2017-0065650	등록
케이블트레이용 화재확산방지구조물	10-2017-0034137	등록

### 2. 시험결과(시공실적) 및 시제품 현황

- 의정부국토관리사무소 모란터널 및 마석터널
- 수원국토관리사무소 부평터널
- 부산지방국토관리청 소천도계터널
- 원주지방국토관리청 두문동터널
- 익산지방국토관리청 모악터널, 수동터널
- 한국전력공사 서울, 경기, 부산울산 지역본부

그림 1 모란터널 시공 실적



### 3. 기술준비도(TRL)

- 기술개념확인
- 연구실환경검증
- 시제품 제작
- 실제환경검증
- 신뢰성평가
- 상용품 제작

### 4. R&D 수행이력

사업명	국토교통기술사업화지원
과제명	(안전분야)터널 내 교통사고 폭발화재 보호를 위한 시설물 장시간 화재 보호용 유약기반 돌기형 차화, 차열 방화구조체 제조기술(시작품 단계)
연구 기간	2016.4 ~ 2017.12
연구비	1,190,000,000원

## 05 문의

### 1. 기술문의

- ㈜광운기술
- ☎ 031-356-9616

### 2. 총괄문의

- 국토교통과학기술진흥원 일자리·사업화지원실
- ☎ 031-389-6322
- ktechbiz@kaia.re.kr

국도교통 R&D추천기술

# AI 기반 객체 영상인식기술을 적용한 교통관리 및 돌발관리시스템

## 01 개요

### 1. 개발 배경 및 필요성

- 교통혼잡 문제를 해결하기 위하여 전 도로구간의 교통정보 수집이 필수적이거나, 정부 자원 부족으로 지능형 교통 시스템 설치 및 운영 부족
- 현재 교통수집, 돌발검지, 교통 모니터링, 방범 등 서로 다른 목적의 CCTV가 여러 장소 또는 동일 장소에 여러 대 설치/운영되고 있어 하나의 CCTV로도 다목적 사용이 가능한 기술 개발 필요

### 2. 기술 개요

- 교통 관리 및 돌발관리시스템으로, 기존 고사양 CCTV를 통한 수동적 교통정보운영시스템의 한계를 극복하기 위하여 AI 기반 교통정보 획득 기술을 적용하여 저비용/저사양 CCTV로도 교통정보 및 돌발 상황 획득 가능한 기술 개발
- 정확성·신속성 확보를 위한 서버단위 영상분석 엔진 개발
- AI 신호운영시스템 적용 코어 엔진 확장 개발(5G망 사용 계획)

## 02 기술의 특장점

### 1. 기존 기술 대비 차별성

구분	기존 기술	해당 기술
기능/성능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 특정 차로 등 영역 내 통과하는 차량인 영상분석</li> <li>• 특수한 CCTV 카메라시스템으로만 기술 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 범용 CCTV 카메라로도 사람, 차량, 사물 등을 인지하여 정확한 데이터 수집 가능</li> <li>• AI 기반 영상데이터 분석기술로 다양한 장소에 설치해도 유사한 정확도 유지 가능</li> </ul>
장단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하나의 카메라로 최대 3차로까지만 분석</li> <li>• 현장 제어기에서 분석(통신환경에 민감)</li> <li>• 높은 구축 비용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CCTV 카메라의 영상 촬영 범위에 보이는 모든 물체를 분석하고 판단 가능</li> <li>• 학습량에 따라 자율적인 인지, 판단, 결정 가능(차량모델, 사람유형, 자율교통신호분석 등)</li> </ul>
경제성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최대 3차로만 분석 가능하며 차로 당 1,000만 원 정도의 비용 발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존대비 50% 이상 비용 절감</li> </ul>

### 2. 기술 경쟁력

- 기존 제품과 달리 해외 다른 제품과 호환이 가능하여 해외업체의 플랫폼과 연계 가능
- 국내 최초로 범용 CCTV로도 차량, 보행자, 돌발 상황 복합 감지 가능한 기술 개발
- AI 기반 영상분석 알고리즘과 엔진을 독자 개발하여 기존 시스템 대비 장소에 상관없이 서비스 제공 가능

### 3. 경제적 효과

- AI 기반 영상분석기술 확보로 기존 인프라 구축 비용 50% 절감
  - 카메라 등 시스템 가격 : 500만 원
  - 설치 및 서비스 개통 비용 : 100만 원

## 03 시장성

### 1. 시장규모 및 성장성

- 교통 관리 세계 시장은 2016년 약 206억 달러에서 연평균 13.7%씩 성장하여 2022년에는 약 445억 달러 수준으로 전망

그림 1 | 교통 관리 세계 시장 규모 및 전망



### 2. 응용분야(수요처)

- 각 지자체 담당 운영 기관
- 국토교통부, 과학기술정보통신부, 보건복지부
- 도로교통 외 지하철 플랫폼, 횡단보도, 방파제, 해수욕장, 강가, 바다, 스마트공장 등 CCTV 분석이 필요한 모든 수요처

## 04 연구성과 정보

### 1. 지재권 현황

발명의 명칭	출원번호	권리현황
객체 인지 기반의 실시간 영상 감지 기술을 이용한 교통 흐름 및 돌발 상황 관리 시스템 및 그 처리 방법	10-2016-0108491	등록
객체 인지 기반의 실시간 영상 검지 시스템 및 그 방법	10-2016-0108041	등록

### 2. 시험결과(시공실적) 및 시제품 현황

- 저비용 및 범용 CCTV를 통한 국내 최초 인공 지능 영상분석 엔진 탑재 돌발감지시스템 현장검증 완료
- 부산시 전역에 스마트 교차로 사업 진행
- 스마트 교차로 AI 플랫폼

그림 2 | 돌발감지시스템



### 3. 기술준비도(TRL)

- 기술개념확립
- 시제품 제작
- 신뢰성평가
- 연구실환경검증
- 실제환경검증
- 상용품 제작

### 4. R&D 수행이력

사업명	국도교통기술사업화지원
과제명	객체인지 기반의 실시간 영상감지기술국산화를 위한 서버단위 원격 돌발관리시스템 사업화
연구 기간	2015.10~2017.11
연구비	500,000,000원

## 05 문의

### 1. 기술문의

- 델리아이/연구소
- ☎ 070-4694-1656

### 2. 총괄문의

- 국토교통과학기술진흥원 일자리·사업화지원실
- ☎ 031-389-6322
- ktechbiz@kaia.re.kr

# R & D



무엇이든 물어보세요!

# Q & A

.....

알고 있지만 헛갈리거나 알 수 없어 답답했던  
국토교통분야 R&D 사업 실무자들의 궁금증을 해소해 드립니다.  
국토교통과학기술진흥원으로 전화, 이메일, 홈페이지 게시판을 통해  
가장 많이 접수된 문의 사항과 명쾌한 답변을 소개합니다.  
앞으로도 국토교통 R&D 관련 궁금증이나 국토교통과학기술진흥원에  
궁금한 사항은 아래의 연락처로 언제든지 문의하시길 바랍니다.

문의처

🏠 홈페이지 : [www.kaia.re.kr](http://www.kaia.re.kr) 참여\_Q&A

☎ 전 화 : 031-389-6475(기술인증센터)

## 기술평가 국토교통 기술평가를 받을 수 있는 대상 기술의 범위는 어떻게 되나요?

- 「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」 제2조의 기술
- 「지식재산기본법」 제3조의 기술
- 「건설기술 진흥법」 제14조의 건설신기술
- 「국가통합교통체계효율화법」 제102조의 교통신기술
- 「과학기술기본법」에 따라 개발된 기술
- 「국토교통과학기술 육성법」에 따라 개발된 기술 등

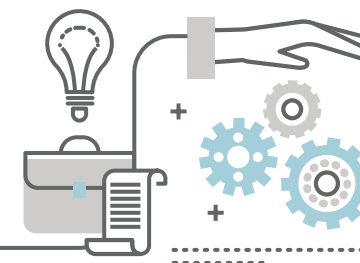
## 기술평가 국토교통 기술평가를 받을 경우, 제출해야하는 서류와 절차는 어떻게 되나요?

제출서류는 아래와 같습니다.

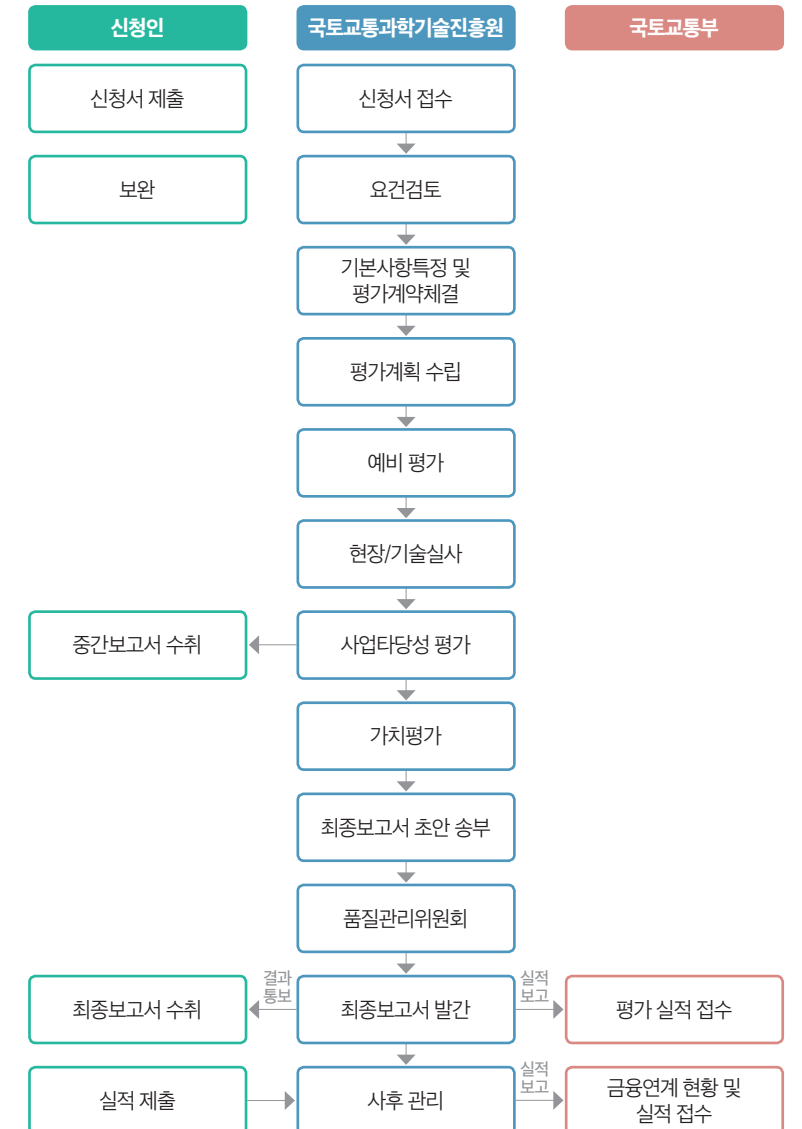
- ① 기술평가 신청서(서식1, 온라인 작성·제출)  
- [www.kaia.re.kr](http://www.kaia.re.kr) 접속 후, 사업>기술평가>서식 및 매뉴얼
- ② 기술평가 신청서 제출 공문
- ③ 기술평가 사업계획서(서식2)  
- [www.kaia.re.kr](http://www.kaia.re.kr) 접속 후, 사업>기술평가>서식 및 매뉴얼
- ④ 특허등록원부 등 기술의 권리관계를 증명할 수 있는 자료 각 1부(1개월 이내)  
- 인터넷 발급 가능(<http://www.patent.go.kr>)
- ⑤ 국제회계기준(IFRS)에 따른 재무제표 및 부속명세서(최근 3개년 대차대조표, 손익계산서, 이익잉여금처분계산서, 제조원가명세서)
- ⑥ 사업자등록증 사본 1부
- ⑦ 인감증명서(개인, 법인), 법인등기부등본(1개월 이내) 각 1부  
- 대법원인터넷등기소 이용가능([www.iros.go.kr](http://www.iros.go.kr))

제출방법은, 사전 상담 후 국토교통과학기술진흥원 홈페이지를 통해 온라인 신청하시면 됩니다.

- 문의처 : 일자리·사업화지원실  
기술평가담당자(031-389-6387)



처리절차는 아래와 같습니다.



SECTION  
**04**  
Trend & Culture

- 64 **특허 강좌**  
3D 프린팅과 지식재산
- 66 **역사 속 기술**  
독창적인 기술력으로 앞서나간 천문관측소 첨성대
- 70 **Concept Tour**  
인천 중구, 바닷가 모노레일로 여행의 묘미를 더하다
- 74 **카툰**  
만화로 보는 국토교통 이야기
- 76 **카드 이슈**  
수소도시
- 78 **파워 크리에이터**  
인간이 주인이 되는 미래의 건축



이재복  
한양특허법인 변리사

# 3D 프린팅과 지식재산



3D 프린팅이란 3차원으로 디자인된 3D 디지털 설계도면 파일을 프린터에 입력하면 3D 프린터가 플라스틱, 금속, 고무 등 특수소재를 분사, 경화, 본딩 등의 과정을 통해 적층하여 제품을 생산하는 기술이다.

최근 3D 프린팅 장비가 빠른 속도로 발전하여 세계적으로 음식, 제조, 의료 등 폭넓은 산업 분야에 걸쳐 3D 프린터의 역할이 확대됨에 따라, 지식재산권과의 관계가 주목받고 있다. 3D 디지털 설계도면이 목적하는 프린팅 대상물이 타인이 보유한 다양한 지식재산권의 보호대상일 수 있기 때문이다.

이번 호에서는 3D 프린팅 산업에서 주의해야 할 지식재산권에 관한 몇 가지를 설명하고자 한다.

첫째, 특허에서는 장치(물건) 혹은 이를 제조하는 방법이 보호대상이라는 것이다. 따라서, 3D 프린터 자체 및 3D 프린팅에 의해 물건을 제조하는 방법이 특허의 대상인 것은 물론이고, 3D 프린팅에 의해 제조된 물건도 누군가의 특허 제품일 수 있다. 이 경우, 상업적인 목적으로 3D 프린팅에 의해 특허제품을 무단 생산한다면 특허침해가 될 수 있다.

둘째, 장치(물건)에는 특허뿐 아니라 디자인에 대한 권리가 존재할 수도 있다는 것이다. 디자인 권리는 물품의 외관에 표현된 형상, 모양, 색채 등 일정한 형태를 가지고, 시각적으로 파악되며, 미감을 일으키는 것을 대상으로 한다. 특허가 장치(물건)인 데 비해 물품이라고 지칭한 이유는 독립하여 거래 가능한 대상물에 한정하기 때문이다.

주의할 점은 물건이든 물품이든 있는 타인의 특허권 혹은 디자인권으로 보호되는대상을 3D 프린팅을 통해 그대로 제조하지 않으면 무방한 것으로 착각해서는 안된다는 점이다. 예를 들어, 특허나 디자인권리가 설정되어 있는 머그컵에 두껍이 부착 되도록 만든다면 그 재질을 고무로 만든다고 해서 권리를 피할 수 있는 것이 아니다. 지식재산권의 보호범위를 쉽게 생각하다가는 지식재산권 침해라는 낭패를 볼 수 있다.

셋째, 3D 프린팅용 디지털 설계도면 파일도 주의해야 할 지식재산의 보호대상이라는 것이다. 먼저, 설계도면 파일을 사용하는 것은 거래는 물론이거니와 전송까지 포함되며, 금전적인 거래와 무관하게 누군가에게 피해를 준다면 침해 가능성이 높다는 것을 의미한다.

침해에는 타인의 지식재산을 그대로 무단 제작하거나 사용하는 직접침해뿐 아니라, 그러한 가능성이 높은 경우에 대한 예방적인 조치로서 간접침해가 될 수도 있다.

넷째, 특허나 디자인권의 침해문제 이외에도 설계도면 파일은 비록 권리의 범위는 특허나 디자인 권리에 비해 협소하나 저작권의 대상이기도 하다는 것이다. 또한, 3D 프린팅용 디지털 설계도면이 3D 스캐너를 통해 만들어지는 것은 일종의 리버스 엔지니어링으로서 저작권 침해로서 대표적으로 다뤄지는 대상이기도 하다.

리버스 엔지니어링이란, 타인의 제품을 분석해서 제품을 성능을 구현하는 기술을 탐지하는 행위로서, 기술 발전에 있어서는 필수적인 작업이다. 그러나, 리버스 엔지니어링을 하는 과정에서는 필연적으로 기존 제품을 복제하는 행위 등이 수반되기 마련이다.

그러나, 소멸되거나, 상업적인 이용이 아니라면 특허나 디자인 권리에 대한 침해문제가 발생하지는 않는다. 그러나, 이를 응용해 개량된 특허나 디자인이 새로운 권리로 만들어진다는 점을 간과해서는 안 된다. 소멸된 특허를 있는 그대로 제품을 만들면 무방하나, 조금이라도 응용해 변형해 만들어진 제품은 소멸된 특허가 아닌 또 다른 특허를 침해하는 경우가 될 수도 있기 때문이다.



66  
리버스 엔지니어링 과정은 필연적으로 기존 제품을 복제하는 행위가 수반되기도 하지만 이를 이용해 다른 특허를 침해하는 경우를 간과해서는 안 된다.  
99

# 독창적인 기술력으로 앞서나간 천문관측소 첨성대



천년고도 경주에 우뚝 솟아 있는 건축문화유적 첨성대. 현존하는, 세계에서 가장 오래된 천문대로 알려진 석조 건물로, 삼국시대 천문학과 기상학의 높은 수준을 잘 보여줄 뿐 아니라 건축학적으로도 뛰어난 면모를 갖춘 문화유산이라 할 수 있다. 그런 한편, 첨성대가 과연 천문 관측을 위한 건축물이 맞느냐는 반론과 함께 오랜 논쟁이 진행 중이기도 하다. 이번호에서는 역사적으로 흥미로운 이야기를 지닌 첨성대를 들여다본다.

66  
옛 기록으로 미루어 볼 때 바깥쪽에 사다리를 놓고 창을 통해 안으로 들어간 후 사다리를 이용해 꼭대기까지 올라가 하늘을 관찰했던 것으로 추정된다.  
99

## 옛 문헌에 등장한 첨성대

첨성대에 관한 최초의 기록은 『삼국유사』에서 찾아 볼 수 있다. 『삼국유사』 「기이편」 '선덕왕 지기삼사' 를 보면 "별기(別記)에 말하기를, 선덕여왕 때 돌을 다듬어 첨성대를 쌓았다"는 대목이 나온다. 첨성이란 별을 우러러 본다는 뜻으로, 첨성대는 별을 관측하는 시설이란 의미로 해석된다. 조선시대 15세기 말에 편찬된 『신증동국여지승람』을 참고하면 좀 더 구체적인 언급이 담겼음을 알 수 있다. "선덕여왕 때에 돌을 다듬어 대를 쌓았는데, 위는 모나고 아래는 둥글다. 높이는 19척이며 그 속은 비어서, 사람이 속으로부터 오르내리면서 천문을 관측한다." 18세기 안정목이 편찬한 『동사강목』에도 첨성대가 천문대임을 암시하는 서술이 이뤄진다. "신라에서 첨성대를 만들었다. 돌을 다듬어 첨성대를 축조하였는데, 위는 방형이고 밑은 원형이며 그 속은 비게 하여 사람이 그 속으로 통해서 올라가게 되었는데 높이가 19척으로 천문을 관찰하고 요망스런 기운을 살펴보는 곳이다." 이렇듯 후대의 기록을 보면 첨성대가 천문을 관측하던 시설로서 기능하던 곳임을 알 수 있다.

## 정밀하게 축조된 석조 건축물

첨성대는 받침대 역할을 하는 기반부(基壇部)에 술병 모양의 원통부(圓筒部)를 올리고 맨 위에 정(井)자형의 정상부(頂上部)를 얹은 형태를 하고 있으며, 높이는 약 9m이다. 원통부는 부채꼴 모양의 돌로 27단을 쌓아 올렸으며, 매끄럽게 잘 다듬어진 외부에 비해 내부는 돌의 뒷뿌리가 삐죽삐죽 나와 벽면이 고르지 않다. 남동쪽으로 난 창을 중심으로 아래쪽은 막돌로 채워져 있고 위쪽은 정상까지 뚫려져 속이 비어 있다. 동쪽 절반이 판돌로 막혀있는 정상부는 정(井)자 모양으로 맞물린 길다란 석재의 끝이 바깥까지 뚫고 나와 있다. 이런 모습은 19~20단, 25~26단에서도 발견되는데 내부에서 사다리를 걸치기에 적합했던 것으로 보인다. 옛 기록으로 미루어 볼 때 바깥쪽에 사다리를 놓고 창을 통해 안으로 들어간 후 사다리를 이용해 꼭대기까지 올라가 하늘을 관찰했던 것으로 추정된다.



선덕여왕  
신라 27대 왕  
재위 632~647

첨성대가 천문대라는 설을 뒷받침하는 근거로는 이 같은 구조적 특징에 있다. 첨성대는 높이 9.17m, 밑지름 4.93m, 윗지름 2.85m로 중간에 납쪽 방향으로 정사각형의 문이 있으며 상방하원(上方下圓)의 형상을 갖춘 돌탑 형식으로 축조됐다. 362개의 화강암 벽돌을 이용하여 27단의 석축을 쌓았다는 것을 두고 1년의 일수와, 별자리 28수(맨 위 정자석을 합하면 28단), 27대 왕인 선덕여왕을 상징하는 의미로 추정하기도 한다. 또 춘분과 추분에는 태양광이 창문을 통해 첨성대 밑바닥까지 비추게 되어 있고, 하지와 동지에는 아랫부분에서 광선이 완전히 사라져 춘하추동의 분점(分点)과 지점(至点)을 측정하는 역할을 하는 것으로 보는 관점도 있다.

 경주 첨성대

특징		구성	
종목	국보 제31호	높이	9.17m
		밑지름	4.93m
수량	1기	윗지름	2.85m
시대	신라	재료	화강암 벽돌
소유	국유	모양	원통형



# 瞻 星 臺

## 안정적이고 심미적인 건축 형태

첨성대는 건축학적으로도 연구 가치를 지닌 건축물로 평가된다. 첨성대 설계자는 특이한 반곡선 형태를 창안하여 축조 시 구조적 안정성과 심미적이고 기능적인 요소를 고려한 것으로 보인다. 즉 축조 과정의 안전과 완공 뒤 안정성을 고려하여 1단에서 12단까지는 부드럽고 완만한 곡선으로, 13단에서 20단까지는 비스듬한 직선, 21단에서 23단까지는 경사진 직선과 수직 직선을 이어주는 이변곡선(移變曲線), 24단에서 27단까지는 수직직선(垂直直線)으로 설계됐다. 첨성대의 전체적인 외형은 하나의 완전한 곡선이라기 보다는 두 곡선과 두 직선으로 된 완만한 복합곡선(複合曲線)으로 되어 있다는 점에서 안정되고 조화된 인상을 갖게 되는 것이다.

또 19단과 20단에 내부 정자석을 배치하고, 원주부의 하부인 12단까지 흙을 채운 점, 남쪽에 창을 만들고 창을 중심으로 아래는 밖으로 부풀게, 위쪽은 오그라드는 모습으로 설계했다는 점에서 다양한 석축 공법을 반영하여 안정성과 미학적 완성도까지 추구했다고 볼 수 있다. 특히 11단 아래에 차 있는 흙은 변형에 저항하는 내력을 발생시켜 축조 시 무너질 위험성을 방지했고, 완공 뒤에는 무게 중심이 아래에 있게 되어 외력이나 지진 등에 대비할 수 있게 했다.

## 천문관측소 의미 이상의 문화유산

이처럼 주류 학계에서 논의되어 온 첨성대 천문대설을 두고 반론도 만만치 않다. 반론을 제기하는 측에서는 첨성대가 별을 관측하기에 적합하지 않은 구조로 되어 있다는 점을 내세운다. 전문가들은 첨성대의 구조상 밤에 사다리를 이용해 첨성대 중간의 작은 입구로 들어가 내부에서 다시 사다리를 타고 정상에 올라갔던 것으로 추정하고 있다. 그러한 과정을 거치는 것이 매우 비합리적인 데다 첨성대 꼭대기는 천문관측 기구를 놓고 별을 관측하기에도 웅색한 공간이라는 점에서 천문대설에 비판이 제기된다. 또 일부 학자들은 첨성대가 높은 산이 아닌 평지에 있고 높이가 높지 않아 천문대로 보기 어렵다는 주장을 펴기도 한다. 하지만 이에 대해서는 개성에 있는 고려 첨성대와 서울에 있는 조선 관천대보다 높다고 일축하는 시각도 있다.

거듭되는 논쟁에도 불구하고 첨성대가 천문관측소 이상의 의미를 지닌 문화유산임에는 의심할 여지가 없다. 천문학은 하늘의 움직임에 따라 농사 시기를 결정할 수 있다는 점에서 농업과 관련이 깊고, 관측 결과에 따라 국가의 길흉을 점치던 점성술(占星術)이 고대국가에서 중요시되었던 점으로 미루어 볼 때 정치와도 관련이 깊음을 알 수 있다. 따라서 일찍부터 국가의 큰 관심사가 되었으며, 이는 첨성대 건립의 좋은 배경이 되었을 것으로 여겨진다.



## 인천 중구,

# 바닷가 모노레일로 여행의 묘미를 더하다



개항장과 원도심부터 세계적인 공항,  
경제자유구역까지 100년 전  
과거와 미래의 풍경이 공존하는 도시, 인천.  
바다와 섬으로 둘러싸인 수려한 자연 경관뿐  
아니라 구한말부터 일제강점기,  
한국전쟁까지 쓰러린 역사와 문화를  
모두 간직한 매력적인 도시이기도 하다.  
최근 국내 최장 도심형 관광모노레일 개통과  
함께 매력적인 여행지로 재조명되고 있는  
인천 중구로 떠나보자.



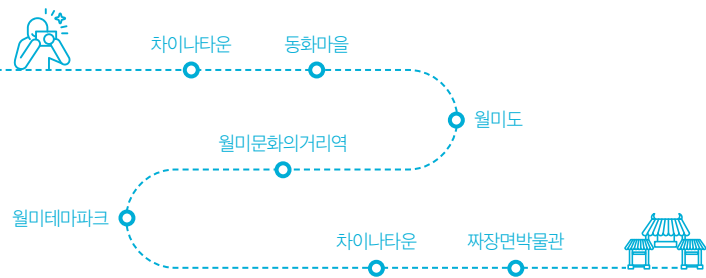
### 국내 최장 도심형 관광모노레일 월미바다열차

월미바다열차는 인천 월미도 일대를 순환하는 국내 최장 도심형 관광모노레일이다. 지난 10월 개통 이후 관광객들의 발길이 이어지면서 큰 인기를 누리고 있다. 당초 '월미은하레일'이란 명칭으로 2009년 개통 예정이었으나 부실시공, 안전성 등의 문제로 사업이 무산됐다가 우여곡절을 겪으며 11년 만에 정식 운영을 시작했다.

열차는 인천역 앞 월미바다역을 출발해 월미공원역, 월미문화의거리역, 박물관역 순으로 운행한다. 총 4개 역 6.1km 구간을 달리는 동안 월미도 일대 바다와 도심 구석구석을 둘러볼 수 있다. 운행속도는 시속 10km 정도로 월미도를 한 바퀴 도는데 약 35분 정도 걸린다. 열차 안에서 월미도를 천천히 관망하거나 중간에 내려 주변 여행지를 둘러봐도 좋다. 중간 정류장에서 내리더라도 당일 2회 재승차가 가능하므로 추가 요금에 대한 부담은 갖지 않아도 된다. 무인차량 2량으로 구성된 열차는 열차 1량의 승객 정원이 23명으로 최대 46명이 탑승할 수 있다.

열차가 이동하는 동안 지상으로부터 최소 7m, 최고 18m 높이에서 월미산, 인천 내항, 서해바다와 멀리 인천의 랜드마크라 할 수 있는 인천대교까지 조망할 수 있다. 특히 그냥 지나칠 수 없는 명소는 기네스북에 등재된 세계 최대 야외 벽화인 사일로 벽화다. 인천내항 7부두에 있는 대형 곡물 저장고에 그린 벽화로 올해 독일 iF 디자인 어워드와 미국 IDEA 디자인 어워드에서 각각 본상을 받는 해를 거두기도 했다. 열차 안에서 멋진 벽화를 감상할 수 있지만 월미공원역 옥상에 마련된 포토존에서 사일로 벽화를 배경으로 사진을 남기는 것도 한 방법이다.

📍 인천광역시 중구 월미로 482



## 알록달록 동심의 세계 송월동 동화마을

송월동 동화마을은 차이나타운과 지척이다. 차이나타운 북쪽 끝과 맞닿은 곳에 있다. 이름 그대로 알록달록하고 아기자기한 동화 속 풍경과 캐릭터로 장식된 마을이다. '송월동 동화마을'이라고 적힌 아치형 조형물을 지나면 도로시 길, 빨간 모자 길, 전래동화 길 등 열한 개의 테마 길로 조성된 동화 속 세상이 펼쳐진다.



송월동은 개항 후 독일, 일본, 프랑스인 등이 거주하던 부촌이었으나 1970년대 들어 청년층이 인천 주변도시와 서울로 떠나가면서 쇠락의 길을 걸었다. 2013년 마을 주거환경 개선사업을 통해 동화마을로 재탄생했고, 인천의 관광 명소로 자리잡았다. 송월동 동화마을이 어느 벽화마을과 다른 점이라면 단순히 벽에 그림을 그린 정도가 아니라 주변 지형과 시설을 활용해 입체적으로 꾸며 놓았다는 것이다. 전봇대를 공나무 줄기로 꾸며 <책과 공나무>의 한 장면을 재현하는가 하면, 빌라 전체를 백설공주가 사는 거대한 성으로 꾸미기도 했다. 어느 담장 벽에 붙어 있는 낮은 가스계량기는 <오즈의 마법사>에 나오는 양철 나무꾼의 몸통으로 변신했다. 피노키오, 사람 얼굴 모양을 한 거대한 나무 등 다양한 캐릭터 조형물도 방문객의 발길을 잡아끈다. 마을 중간쯤에 위치한 트릭아트 스토리는 동화마을의 또 다른 명소다. 다채로운 시각적 재미를 주는 39개의 트릭 아트와 더불어 거울 미로, 블랙 아트 등 흥미로운 체험거리가 가득하다.

📍 인천광역시 중구 송월동3가 17

## 볼거리·즐길거리 가득한 월미문화의거리

월미문화의거리는 인천대교와 서해 경관을 활용한 휴게 및 문화 이벤트 공간이다. 월미도 앞바다를 배경으로 음악분수, 야외무대, 테마공원 등의 다양한 볼거리와 즐길거리가 마련되어 있으며, 계절마다 다채로운 문화예술행사가 열린다. 그런 이유로 각종 드라마나 예능 프로그램에 단골로 등장하기도 한다. 월미바다열차를 타고 가다 월미문화의거리역에 하차하면 곧바로 월미문화의거리로 이어진다. 거리를 거닐며 탁 트인 바다 위를 오가는 유람선과 머리 위를 지나는 모노레일을 보는 재미도 쏠쏠하다. 길을 따라 바다가 보이는 횡집과 카페가 늘어서 있어 바다 경관을 감상하며 식사를 하거나 쉬어가기 좋다. 또 친수공간이 마련되어 있어 바다에 발을 담글 수 있으며 더욱 가까워서 바다를 감상할 수 있다. 해가 질 무렵에는 월미도 등대길을 따라 걸으며 낙조를 감상할 수 있다. 등대까지 이어진 길이 멋스럽게 조성되어 있어 한가롭게 거닐기 좋다.

이 거리에서 방문객의 눈을 사로잡는 건 역시 월미도의 명물 대관람차다. 문화의 거리 남쪽에 있는 월미테마파크에는 대관람차, 바이킹, 디스코 팡팡 등 다양한 놀이시설도 갖춰져 있어 가족 혹은 연인들에게 인기가 높다. 입장료가 따로 없기에 놀이기구를 타지 않는다면 티켓을 구매할 필요는 없다.

📍 인천광역시 중구 월미문화로 81

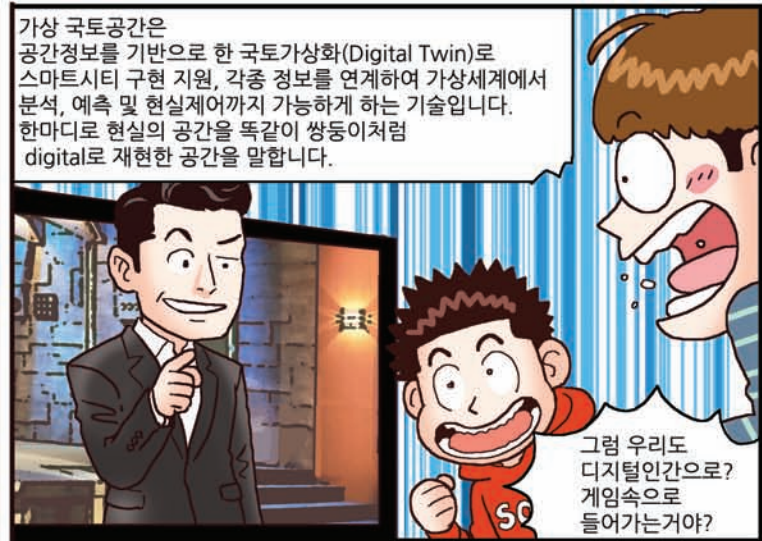
- 1 어떤 배경에서도 인생샷이 되는 송월동동화마을
- 2 아기자기하게 꾸며진 동화마을 골목들
- 3 차이나타운의 대문 역할을 하는 페루
- 4 나들이 나온 시민들로 북적이는 월미문화의거리



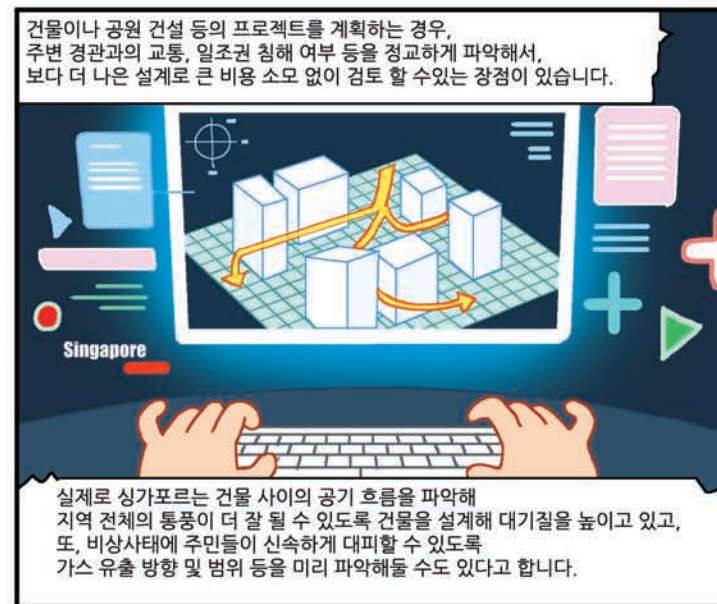
## 한국과 중국의 문화가 공존하는 차이나타운

차이나타운은 인천의 대표 관광명소 중 하나다. 1883년 인천항이 개항한 이후 청나라의 조계지(租界地)를 이루었던 곳이 현재의 차이나타운이다. 청나라인이 모여 살면서 그들만의 독특한 문화를 형성했는데 그 역사와 문화가 지금까지 이어지고 있다. 차이나타운의 입구임을 알리는 중국식 전통 대문 패루(牌樓)가 위용을 과시하고 있으며, 붉은 색과 금색의 색채가 조화를 이룬 중국 특유의 화려한 건축물이 눈길을 사로잡는다. 차이나타운 일대에는 인천항 개항 당시의 문화·역사 자료가 잘 보존돼 있다. 그중에서도 가장 먼저 들려야 할 곳은 역시 짜장면 박물관. 우리나라 짜장면의 발상지로 알려진 옛 공화춘 식당을 개조해 만든 곳이다. 짜장면의 탄생과 변천사를 소개하고 있을 뿐 아니라 1960년대 공화춘 주방과接客실 풍경을 재현해 놓고 있어 관람의 즐거움을 더해준다. 중국 문물 전시실과 중국 문화 체험 프로그램 등이 운영되는 한중문화관과 차이나타운에 정착한 화교들의 역사와 문화를 소개하는 화교역사관을 함께 둘러보는 것도 의미 있는 관람 포인트가 된다.

📍 인천광역시 중구 차이나타운로59번길 12



마세라티(Maserati)는 신형 기블리의 생산 초기부터 디지털트윈을 적용해 개발기간도 반으로 비용도 줄여서 가격도 저렴해지고 고객의 여러 가지 요구도 적용할 수 있었지요.



실제로 싱가포르의 건물 사이의 공기 흐름을 파악해 지역 전체의 통풍이 더 잘 될 수 있도록 건물을 설계해 대기질을 높이고 있고, 또, 비상사태에 주민들이 신속하게 대피할 수 있도록 가스 유출 방향 및 범위 등을 미리 파악해둘 수도 있다고 합니다.



3D 터미널과 CCTV 솔루션을 결합해 항만 내 현장 상황을 3차원 화면과 CCTV 화면에 동시 표출해, 컨테이너나 크레인 위치 등을 실시간으로 확인하고 사람의 개입을 최소화한 자동화 항만 터미널



## 수소도시

수소도시란, 도시 내 수소생태계가 구축되어 수소를 주된 에너지원으로 활용하면서 도시혁신을 시민이 체감하는 건강하고 깨끗한 도시를 말한다. 마을, 건축물 단위로 수소 생산·발전 시설을 갖추고 저장시설을 확충해 에너지 생태계를 수소 중심으로 전환하는 것이다.



## 도시 내 수소 생태계

도시 내에 수소 생태계를 이루면 수소의 생산과 저장 이송과 활용을 원활하게 할 수 있다. 수소를 생산할 때는 부생수소, 추출수소뿐만 아니라 신재생 에너지를 활용한 수전해 기술이 발전한다.



## 일 자리를 세우는 수소

글로벌 컨설팅업체 매킨지는 2050년 수소산업이 연간 2.5조 달러의 부가가치를 불러올 것으로 전망한다. 2050년에는 에너지 수요 중 수소가 18%를 차지하며 이산화탄소 60억 톤을 감축하고 3천만 개의 일자리를 창출할 것으로 보인다.



## 친환경 수소 에너지

수소의 인기는 지구온난화, 미세먼지 등 탄소배출로 인한 환경문제를 해결할 수 있는 청정 에너지라는 것에 있다. 수소연료전지의 부산물은 수소이온과 산소가 결합한 물이기 때문에 공해가 발생되지 않는다.



## 수소 기술경쟁

세계적으로 수소 수요가 급증하면서 수소차와 수소 연료전지 분야 등 국가 주도의 수소경제 사회 진입을 위한 주력분야의 육성이 활발히 이루어지고 있다.



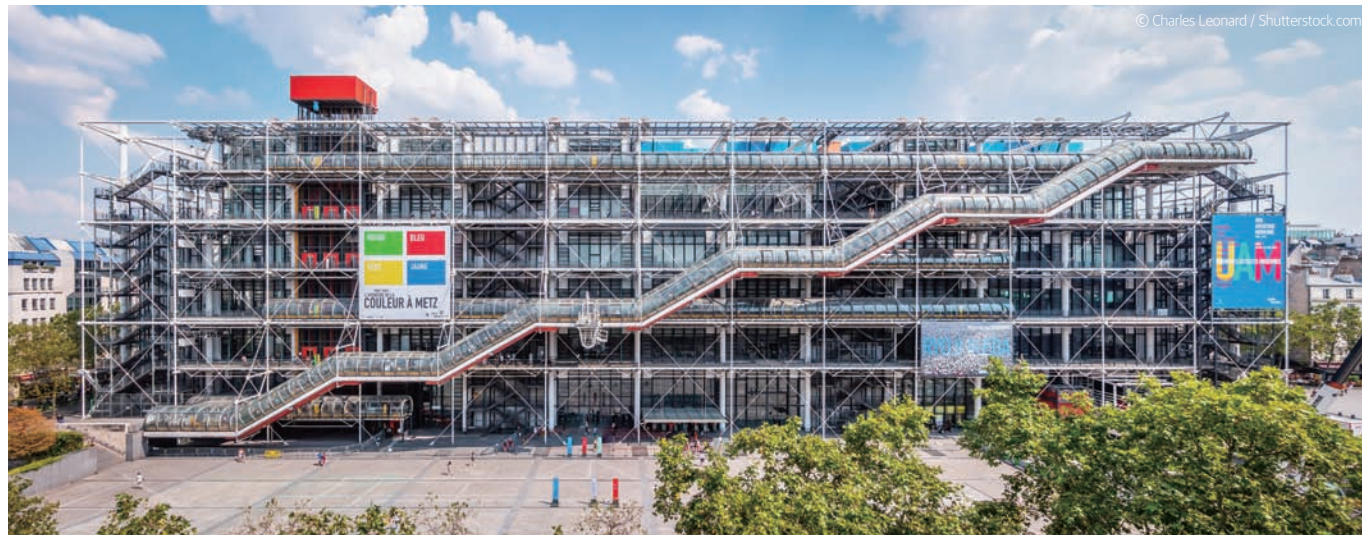
## 안전한 수소

수소는 액화·고체 저장기술을 활용해 도시 내 또는 도시 간 대용량 이송도 가능하다. 핵심 기반시설을 통해 주거·교통·산업 도시활동 전반에서 수소를 안전하게 활용할 수 있다.



## 친환경 그린 도시

수소 도시는 수소경제 활성화의 촉매제가 되어 그동안 탄소배출로 숨쉬기 힘들었던 환경을 변화시키고 도시 내 생활환경의 질을 높여줄 것으로 기대된다.



## 인간이 주인이 되는 미래의 건축

퐁피두에서 소통과 공유의  
건축을 배우다

가보지 않은 미래의 도시는 어떤 모습일까? 한 가지 분명한 것은 과거에도 그랬고 지금도 그러하듯 미래의 도시도 사람이 중심이어야 한다는 것이다. 도시는 사람들이 여유롭게 걸을 수 있는 공간을 확보해 인간적인 삶을 누리도록 설계해야 한다는 의미다.



66

혁신적인 실험정신과 과감한 시도로

탄생된 퐁피두 센터는 초창기엔 시대적인 사건이었으나 점차  
파리 시민의 자량이 되었고 관광객의 사랑 또한 받고 있다.

99

거듭되는 기술혁신이 만들어낸 현대의 도시는 경제적 효율성을 제1원칙으로 삼아 자칫 인간성에 대한 고려는 줄어들 수 있다. 도시의 가로(街路)는 건설에 편리하고 교통에 적절한 격자를 이루고, 용적률과 건폐율을 최대한 높이도록 계산해 지금의 빌딩 숲이 탄생하게 됐다. 도시의 건축을 규모와 효율성으로만 따진다면 후머니즘은 사라지고 건축물만 들어서게 될 뿐이다. 그 속에서 인간은 왜소해져간다. 여기에 최근 건축물은 첨단 기술 및 최신 재료를 사용해 조형미를 뽐내듯 초고층으로 높이 솟구치게 건설된다.

인간은 미래의 최첨단 도시에서 어떻게 공간의 주인이 될 수 있을까. 건축물은 또 어떻게 설계돼야 할까. 해답은 파리의 퐁피두 센터(Centre Pompidou)에서 찾을 수 있다. 파리의 중심인 보부르에 위치한 퐁피두 센터는 루브르 박물관, 오르세 미술관 등과 어깨를 나란히 할 정도로 많은 관광객이 찾는 복합문화센터로 기술과 인간의 상호작용을 고려한 건축물로 평가받는다.

프랑스 제19대 대통령인 조르주 퐁피두의 이름에서 딴 이 건축물은 국제 공모전을 거쳐 설계를 선정해 1977년 개관했다. 당시 국제 설계 공모전에는 전체 492개의 건축설계가 접수됐는데 프랑스에서만 186개가 제출됐다. 프랑스 정부는 영국 런던의 건축협회 건축학교(AA School) 출신인 리처드 로저스와 이탈리아 밀라노 공대를 졸업한 렌조 피아노를 대표 건축가로 결정했다. 텃세가 심했던 유럽 건축계에서 두 신예 건축가는 그때까지만 해도 ‘들보잡’이었다. 경험은 부족했지만 창의적인 발상에 높은 점수를 주면서 세계적인 건축물을 현실화해내는 프랑스 정부의 철학을 보여준 결단이었다. 자신을 믿고 지지했던 프랑스 정부의 기대에 화답이라도 하듯 피아노와 로저스는 이전까지 한 번도 시도하지 않은 특별한 형식의 건물을 기획했다. 1977년 완

공된 해에만 600만 명이 이곳을 찾으며 파리의 랜드마크로 자리 잡았다.

퐁피두 센터가 건축학적으로 중요한 이유는 정치·사회적 배경과 건축적인 실험정신이 인근 도시의 색채와 어우러졌기 때문이다. 건물의 대표적인 관전 포인트는 입구에 서면 한눈에 들어오는 형형색색의 굵은 배관이다. 이곳을 찾는 사람들의 호기심을 자극하는 알록달록한 굵은 배관은 실제 배선과 냉난방 배관이다. 이전까지 배관은 벽 속에 숨기는 설비요소였지만, 피아노와 로저스는 밖으로 과감히 드러내고 이를 건물 외관의 디자인적인 요소로 적극 활용했다. 혁신적인 실험정신과 과감한 시도로 탄생된 퐁피두 센터는 점차 파리 시민의 자량이 되었고 관광객의 사랑 또한 받고 있다.

퐁피두 센터 앞 넓은 광장에는 많은 사람들이 휴식과 여유를 즐기며 인간의 조화를 만들어 도시를 더욱 활기차게 만든다. 현대적인 도시의 가치는 광장과 같은 공공의 공간 디자인에 있다. 퐁피두 센터는 대중과의 소통과 공유라는 광장의 핵심기능을 전면으로 내세우며 부지의 절반 정도를 광장으로 조성해 대중의 즉흥적인 참여와 공유를 활성화했다.

친인간적이면서 친환경적인 건축은 그 공간을 이용하는 사람들의 감성까지 충실하게 배려하며 건축물의 아름다움을 완성하는데 집중한다. 이러한 도시를 만들어 나가려면 건축가의 철학과 기본 개념을 받아들이고 이를 적극적으로 지지하는 사회 분위기가 먼저 조성돼야 한다. 첨단건축기술을 무시할 수는 없지만, 자연과 조화를 이루고 인간을 배려한 건축이 바로 현대 사회가 추구해야 할 미래 건축의 방향이 돼야 한다.





SECTION  
**05**  
국토교통 소식

---

082 KAIA News

084 팀 어벤져스  
국토교통과학기술진흥원의 미래를 밝혀갈 소중한 인연

087 애독자 코너

# KAIA

## NEWS

2019 WINTER vol.17

국토교통과학기술진흥원 소식



온라인에서도 국토교통과학기술진흥원  
소식지 [KAIA Insight]를 보실 수 있습니다.  
www.kaia.re.kr/webzine/



### ADEX 행사 내 전시 및 부대행사인 논문경진대회

10월 15~20일 국토교통진흥원은 성남 서울공항에서 개최되는 '서울 국제항공우주 및 방위산업 전시회(이하 ADEX)'에 참가해 「국토교통부 항공 R&D관」을 마련하고 국토교통 R&D에 참여하고 있는 산·학·연·관 관계자와 항공기술 관련 국내외 전문가 간 기술교류를 촉진하여 전시관에 방문하는 일반 국민에게 성과물을 홍보했다.



### 제4회 국제 민간 무인항공기 워크숍 개최

10월 17일 국토교통진흥원은 국가연구개발과제로 추진하고 있는 “무인항공기 안전운항기술 개발 및 통합 시범운용” 연구단(연구책임자 한국과학기술원 심현철과 함께 “제4회 국제 민간 무인항공기 워크숍(이하 워크숍)”을 개최했다. 국토교통진흥원은 민간 무인항공기 수요의 증가에 대비해 개발 및 지원을 이어가고 있다.

기업의 우수기술 개발과 신기술 활용촉진이 국가경쟁력 강화의 원천이라는 인식을 공유하고, 기존의 중소·벤처기업 우수기술 정보교류 중심의 협력분야를 확대하고 기술분야를 구체화한 것이 특징이다.



### 국토교통진흥원-LH-건설연 MOU 체결

10월 29일 국토교통진흥원은 한국토지주택공사(사장 변창흠, 이하 LH), 한국건설기술연구원(원장 한승현, 이하 건설연)과 10월 29일(화) 서울 용산 LH에서 '국토교통분야 중소·벤처기업의 기술성과 활용촉진을 위한 업무협약'을 체결했다. 이번 업무협약은 세 기관이 중소·벤처



### 저소득 가정 주거환경 개선 봉사

10월 30일 국토교통진흥원은 “노사가 함께하는 사랑의 집수리 봉사활동(이하 주거환경 개선 봉사활동)”을 실시하였다. 국토교통진흥원의 주거환경 개선 봉사활동은 지역 주거환경 개선을 통해 주민 삶의 질 향상 및 주거복지 안정화에 기여하기 위한 취지로 시작되었으며, 올

해로 10년째 시행하고 있다. 금번에는 국토교통진흥원과 (사)사랑의 집수리 임직원들이 함께 했으며, 경기도 안양시 관내 저소득 가정 중 주거환경 개선이 절실히 필요한 곳을 방문해 노후 벽지교체, 단열 및 바닥장판 보수 등을 진행했다.



### 나눔문화 확산 캠페인

11월 1일 국토교통진흥원은 안양시청 잔디광장에서 개최된 “2019 나눔문화 확산 캠페인 ‘Great Sharing’ 나눔이 번지다”에 후원사로 참여하여, 임직원들이 자발적으로 모은 생활용품을 안양시에 전달했다. 이번 행사는 지역 내 사

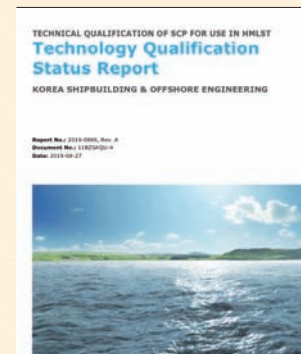
각지대에 있는 저소득 가구에 지역사회가 마음을 모아 전달하자는 안양시-안양부흥복지관의 제안에 따라 시작된 것으로 올해 7회째를 맞았다. 국토교통진흥원이 전달한 나눔박스에는 김, 쌀, 참치캔 등 식용품과 욕실용품까지 노사가 함께 모은 따뜻한 마음들이 가득했다.



### 국토교통 일자리 비전 콘서트

11월 1일 국토교통부 주최, 국토교통진흥원의 주관으로 국토교통 일자리 비전 콘서트가 개최되었다. 행사에서는 국토교통 일자리 로드맵 2.0에 대한 주요 내용이 발표되었으며, 한국토지주택공사 및 한국도로공사 등 8개 기관의 채

용계획, 국토교통과학기술진흥원 및 인천국제공항공사 등의 공공기관에 취업한 선배와의 대화 등이 진행되었다. 국토교통 분야의 주요 공기업 및 공공기관의 채용 정보 제공의 장으로서 870여 명이 참가하여 성황리에 행사가 종료되었다.



### 중소형 LNG모듈러 저장탱크 기술 개발 성공

11월 15일 국토교통부(장관 김현미, 이하 국토부)와 국토교통기술진흥원은 15일 중소형(10,000~60,000m³) 모듈러 LNG저장탱크의 핵심 기술을 세계 최초로 개발하였다고 밝혔다. 이 기술은 외조탱크를 모듈화한 구조로서

기존 구조대비 고강도 및 경량화를 확보하였다. 국토부 플랜트연구사업으로 추진된 ‘중소형 모듈러 LNG저장탱크 건설기술 개발 및 실용화’ 과제는 한국조선해양(舊 현대중공업) 주관으로 (주)비리온, 동남기업(주), 건기연, KAIST, 단국대 등 총 6개 수행기관이 연구에 참여하였다.



### 2019 스마트 건설기준·안전 엑스포 개최

11월 27~29일 국토부에서 개최하고 한국건설기술연구원(총괄), 한국토지주택공사, 한국도로공사, 한국철도시설공단, 한국시설안전공단, 국토교통과학기술진흥원 등 6개 기관이 공동 주관한 2019 스마트 건설기술·안전 엑스포에

서 국토교통진흥원은 R&D 성과전시 참여를 비롯해 R&D로 만들어가는 미래 건설기술 포럼과 스마트시티 기업과 투자자간 매칭 상담의 장을 마련한 스마트시티 기업 투자설명회, KAIA 채용설명회 등의 부대행사를 마련했다.



### 인권경영현장 및 안전·보건현장 선포식 개최

12월 2일 국토교통진흥원은 2일 본원 9층 대회의실에서 임직원 150여 명이 참석한 가운데 기관 운영의 최우선 가치인 근로자의 생명 보호와 안전·보건 증진을 위한 ‘안전·보건경영현장’ 선포식을 개최하였다. ‘안전·보건경영현장’ 선포

식은 모든 근로환경에서 안전제일을 원칙으로 하며, 사고방지를 위한 예산, 인력, 제도 면에서 안전·보건업무를 우선적으로 노력하겠다는 의지를 표명하기 위해 마련되었다.

입사 1년 내외의  
신입사원 5인을 만나다

## 국토교통 과학기술진흥원의

## 미래를 밝혀갈 소중한 인연

국토교통과학기술진흥원에 입사를  
희망하는 사람들과 평소 진흥원에 대해 궁금증을  
가지고 있던 이들에게 회소식이 있다.  
바로 입사 1년 내외의 신입사원 5인이 허심탄회하게  
자신의 부서와 근무 경험을 나눠보는 시간을 가진 것.  
삶과 밀접하게 관련된 편의와 복지, 안전 등 다양한  
분야의 국토교통R&D를 이끌어가고  
있는 국토교통과학기술진흥원의 얼굴들을  
만나 궁금증을 풀어보자.



### 국토교통과학기술진흥원의 다양각색 신입 연구원 5인방

회의실에 모인 신입 연구원들이 서로 정답게 인사를 나눴다. 각기 다른 분야에서  
다양한 업무를 진행하고 있어 접점이 많지는 않았지만, 지난 11월 전체 워크숍을  
통해 부서별로 서로의 얼굴을 볼 수 있었던 경험 덕이다. 한자리에 모인 5명의 연  
구원들은 입사 전후의 경험들을 들어보며 친밀함을 나누는 시간을 가졌다.

“국토교통과학기술진흥원의 특성상 부서가 굉장히 다양하다고 생각되는데요. 오  
래 근무하신 선배님들은 인사이동이나 협업 등으로 타 부서의 업무 경험이 있지만,  
저희는 아직 서로의 부서에 대해 잘 모르고 있어 이렇게 한 자리에 모이게 된 게 새  
로울 따름이에요.” 기술인증센터의 김영주 연구원은 밝은 미소로 편안한 분위기를  
이끌었다. 김영주 연구원은 건설·교통 신기술, 녹색인증, 교통카드 전국호환성인증  
등 다양한 건설·교통 분야의 기술인증제도를 심사하고 관리하는 일을 하고 있다.

“입사 전에는 공공기관과 벤처기업 소속으로 토목환경 분야 연구원으로 있으면  
서 연구개발과 기술사업화를 진행했었는데요. 그런 경험이 지금 담당하고 있는  
업무를 이해하는 데 많은 도움이 됐어요. 이전과 다른 점이 있다면, 제가 수행하  
는 연구과제의 성과에 집중하는 것이 아니라 우리원의 모든 R&D 사업과 신기술  
이 좋은 결과를 이끌어낼 수 있도록 노력하게 되었다는 점이랄까요. 좋은 연구원  
의 자세를 배워가고 있다고 생각해요.”

“저는 진흥원에 입사하기 전까지 한국항공협회에서 연구원으로 근무했었는데  
요. 항공정보간행물 발간 작업을 진행해보기도 하고, 연구용역이나 정보지 발간  
등의 업무를 했어요.” 최선혜 연구원은 항공실에서 근무하며 R&D 사업본부 내  
에서 항공안전기술개발사업을 진행하고 있다. 무인비행체안전지원기술개발사  
업, 소형 무인비행기 인증기술 개발 등 항공 분야의 연구개발사업을 총괄하고 관  
리하는 일이다.

“공공기관에 대한 선입견으로 진흥원을 딱딱하고 보수적인 문화일 거라 생각하  
는 분들이 많을 것 같은데요. 저 역시 그런 부분이 걱정이 되기는 했었어요. 하지  
만 입사 후 그런 걱정들이 기우일 뿐이었다는 걸 알게 됐죠. 개인의 개성도 존중



이아윤 연구원(가치경영실), 윤민호 연구원(국토인프라실), 김영주 연구원(기술인증센터), 최선혜 연구원(항공실), 김병희 연구원(도시건축실) (좌측부터)

하고 경력이나 직급에 상관없이 적극적으로 업무에 참여하는 분  
위기에요.” 최선혜 연구원의 차분한 목소리에 모두 진지하게 경  
청하는 모습이였다.

“사기업에 비해서는 보수적인 분위기일 거라고 생각을 해서 입  
사초기에는 정장을 갖춰 입고 다녔거든요. 그런데 두 달쯤 지  
나니 그런 분위기가 아니라는 걸 깨달은 거죠. 지금은 운동화를  
신는 날이 더 많아요.” 김병희 연구원은 도시건축실이 담당하는  
도시연구사업, 주거연구사업, 공간정보연구사업 중 공간정보연  
구를 진행하고 있다.

김병희 연구원은 축구 동호회로 친목을 다질 만큼 진흥원에 완  
벽히 적응했다고.

“맞아요. 진흥원의 특성상 모범생 같은 이미지가 있잖아요. 그런  
데 이번 워크숍을 통해서도 그 이미지가 많이 바뀌었어요. ‘런닝  
맨’이라는 프로그램을 할 때 함께 문제도 풀고 뽀빠질도 하던 게  
아직도 기억이 나요. 정말 흥이 많은 사람들이 모여 있는 곳이구  
나 라고 생각했어요. 보통은 외부활동이 적고 내부활동이 많기 마

련인데, 진흥원 행사는 외부 활동 비중이 더 많아서 좋더라고요.”  
최선혜 연구원은 회식문화에서도 식사를 하면서 대화를 많이 나  
누는 분위기라고 덧붙였다.

“저는 석박사 과정을 거치면서 대학원 생활을 좀 오래한 편이었  
어요. 그래서 입사 후에 잘 적응할 수 있을까 걱정이 앞서기도  
했는데요. 서로 부족한 부분을 챙기며 근무하는 모습에서 대학  
원 연구실과 비슷한 느낌을 받았어요. 그래서 대학원 생활을 오  
래 했던 저도 조금 더 빨리 회사생활에 적응할 수 있었던 것 같  
아요.” 윤민호 연구원은 6년간 대학원 생활을 이어오다 진흥원  
에 입사해 국토인프라실에서 건설기술연구사업 내 설계엔지니어링과 글로벌 표준화 기술 분야의 과제를 관리하고 있다.

“실원들과 함께 제 고향인 충남 대천으로 부서 워크숍을 갔었는  
데, 바다도 보고 여러 가지 활동을 하면서 웃고 즐기다보니 남아  
있던 어색함과 어려움이 다 사라져버렸어요. 친밀감을 형성하는  
데 정말 큰 도움이 되었던 경험이었죠”

“저는 가치경영실에서 근무하면서 내부규정의 변화과정을 보게



66  
저희는 아직 서로의 부서에 대해  
잘 모르고 있어 이렇게 한 자리에 모이게  
된 게 새로울 따름이에요

99

되는데, 항상 좋은 방향으로 발전시키려는 다양한 노력들을 볼 수 있었어요. 직원들에 대한 다양한 혜택도 많이 생겼죠. 1년 남짓의 짧은 근무기간이었지만 그동안 변화된 규정이 많아서, 진흥원에 대한 기존의 선입견이 만들어낸 이미지를 탈피하려는 노력이 활발하게 이루어지는 중이라는 걸 피부로 느낄 수 있었답니다.” 이아윤 연구원은 가치경영실에서 인사, 회계, 총무, 용역, 보수, 교육 등 진흥원의 틀이 되는 업무를 습득하며 그중 4대보험 신고와 관리, 지출 관련 서류 검토 등을 담당하고 있다.

“한 가지 기억에 남는 일은 주 52시간 근무제가 도입되면서 이전에 많았던 야근자 분들이 변화에 적극 동참해주셨던 거예요. 제도 시행 이후부터 7시 안으로 퇴근하는 사내 분위기가 조성되었던 덕분이지요.” 이아윤 연구원의 말에서는 진흥원을 향한 강한 신뢰를 엿볼 수 있었다.

#### 미래 진흥원 후배들을 위한 조언

5명의 연구원들에게 경험으로 터득한 가장 중요한 덕목은 무엇일까? 국토교통과학기술진흥원의 입사를 꿈꾸는 미래 후배들을 위한 조언을 들어봤다.

“협력과 존중이 무엇보다 중요하다고 생각합니다. 업무 특성상 내부 직원분들께 협조 요청을 드릴 때도 많고 반대로 협조를 요청 받을 때도 많은데, 서로 존중하고 협력하면 시간도 줄어들 뿐 아니라 다음에 다시 협력해야 하는 상황이 오면 시너지 효과가 생기기도 하더라고요.” 이아윤 연구원은 담당 업무 특성상 내부 직원과의 소통이 중요했다며 서로 이해하는 자세가 필요하다고 말했다. 더불어 김영주 연구원은 주변에 도와주시려는 선배들이 많은 만큼 조언을 구하는 것도 한 방법이 될 거라 설명했다. “제가 입사 후에 가장 필요하다고 느꼈던 부분은 변화와 혁신을

대하는 유연한 사고였어요. 저도 아직 이런 능력이 부족하기 때문에 동기와 선배님들에게 많은 의견과 조언을 구하기 위해 소통을 해왔지요. 국토교통 분야의 폭넓은 지식과 유연한 사고까지 겸비한다면 어떤 업무를 맡더라도 빠르게 적응하는 KAIA의 일원이 될 수 있을 거예요.”

“짧은 기간이지만, 제가 입사해서 근무하며 느낀 바로는 진흥원은 행정을 수행하는 국토부와 연구를 수행하는 연구자 사이에서 업무가 원활하게 수행될 수 있도록 돕는 중간자라는 생각이 들었습니다. 좋은 커뮤니케이션을 이끌어내기 위해 행정능력과 연구능력을 두루 갖추고 있으면 업무 수행에 많은 도움이 될 거라고 생각해요.” 윤민호 연구원은 신입직원이 처음부터 뛰어난 업무능력을 발휘하려고 하기 보다는 각 분야의 전문가들이 모인 진흥원 조직 안에서 겸손한 자세로 배우려는 태도가 중요하다고 덧붙였다.

“업무에 따라 다르겠지만, 저는 외부적인 커뮤니케이션이 많다 보니 사고성과 불임성이 중요하다고 생각했었어요.” 김병희 연구원도 커뮤니케이션의 중요성에 공감했다.

“덧붙여서 각 부서마다 담당하는 업무의 범위가 폭넓고 업무 내용도 깊이가 있는 만큼 맡은 일에 대한 책임감과 적극성도 중요한 부분이지요.” 최선희 연구원의 첨언이다.

“마지막으로 입사 준비를 하는 분들이라면 기관에 대한 정보를 많이 찾아보는 게 도움이 될 겁니다. 저도 진흥원에 입사 준비를 하면서 사전에 업무파악과 조사를 했었는데요. 자신이 하고자 하는 업무를 잘 파악하고 기관에 대해 준비한다면 면접과 논술 모두 유리할 겁니다.” 공간정보 전공분야를 살려 업무에 적용하기 위해 진흥원의 공간정보연구사업을 조사했던 김병희 연구원의 실제 경험에서 우러나온 조언이었다.



독자와 함께 만들어가는 'KAIA Insight'는 많은 분들의 관심과 참여를 기다리고 있습니다.  
애독자 퀴즈 정답과 함께 콘텐츠 건의 사항, 궁금한 점,  
이번호 가장 기억에 남는 기사 등의 다양한 의견을 아래의 메일로 보내주시면  
추첨을 통해 매호 총 5분께 **스타벅스 아메리카노(Tall size) 기프트콘**을 증정합니다.

## 애독자 QUIZ

아래의 퀴즈 정답을 메일로 보내주시면 추첨을 통해 상품을 드립니다.

수소도시는, 도시 내 □□□□□가 구축되어 수소를 주 에너지원으로 활용하는 도시혁신을 일컫는 것으로 이러한 혁신을 시민이 체감할 수 있는 건강하고 깨끗한 도시를 의미합니다.

□ □ □ □ □

📍 애독자 퀴즈 정답 및 다양한 의견 보내주실 곳

KAIA Insight 웹진 : <https://www.kaia.re.kr/webzine>

이메일 : [kaiasinght@naver.com](mailto:kaiasinght@naver.com)

애독자 퀴즈 정답 응모 기간 : 2019. 12. 20.~ 2020. 1. 3.





상품 당첨자 발표 : KAIA Insight 봄호 게재

# Creative Dream builder

당신의 내일,  
KAIA가 그리는 세상입니다

국토교통과학기술진흥원(KAIA)은  
국토교통R&D 기획·관리·평가와 건설교통신기술 인증,  
기술가치평가 업무를 수행하는  
국토교통부 산하 국내 유일의 국토교통R&D 전문기관입니다.

삶의 모든 공간을 새로운 가치로 채우는  
사람을 향한 기술의 중심  
국토교통R&D가 만들어 가겠습니다.

-  미래사회 선도 기술
-  국민생활 편의 증진 기술
-  국민안전 제고 기술
-  사회 문제 해결 기술



국토교통과학기술진흥원 소식을 빨리 받는 방법!

## 플러스친구 추가하기

친구추가는 이렇게 하세요!



1. 카카오톡 실행
2. 상단 검색창 터치
3. 검색창에 '국토교통과학기술진흥원' 클릭



국토교통R&D 공고부터 KAIA 채용 소식까지!