

표지면지

표지와 동일하게 흑백으로 들어갑니다.

... CONTENTS ...

인사말씀

이광재 더불어민주당 K-뉴딜본부장 국회의원	1
김일환 한국도로공사 부사장	3

축 사

이원욱 국회 과학기술정보방송통신위원회 위원장	5
김주영 더불어민주당 최고의원	7
양이원영 더불어민주당 국회의원	9

발표자료 1

스마트 건설기술, 어디까지 왔나	11
조성민 스마트건설사업단 단장	

발표자료 2

스마트 건설기술 현장적용 장애요인 및 개선 방안	33
박승국 대한건설정책연구원 연구실장	

토론자료

심창수 중앙대 교수	51
김광수 현대건설 상무	53
김영덕 한국건설산업연구원 선임연구위원	56

» 인사말씀



스마트건설기술 대전환 토론회 개최를 진심으로 축하드립니다.

급격한 디지털 전환 앞에 전 세계가 새로운 출발선 앞에 섰습니다. 변화를 선도하는 국가가 미래의 주인이 될 것입니다.

미래를 선도하기 위해 우리는 한국판 뉴딜을 추진해 왔습니다. 멀리 내다보고 미래에 대해 과감하게 투자했습니다. 디지털, 그린, 휴먼 분야에서 획기적 변화를 꾀하며, 대한민국의 미래를 그려왔습니다.

우리 건설산업도 과감하게 도전해야 합니다.

첫째, 스마트건설플랫폼을 구축해야 합니다. 계획부터 시공 및 관리에 이르는 건설 전 과정을 디지털화해야 합니다. 모든 과정이 스마트 플랫폼 안에서 관리되고, 데이터는 축적되어 새로운 가치를 창출해야 합니다.

둘째, 디지털 트윈 기술을 활용해야 합니다. 국가공간정보기본법이 개정되어 공간 정보를 산업적으로 활용할 수 있게 됐습니다. 디지털 트윈이 한 차원 진화된 것입니다. 이를 활용해 설계의 질을 높이고, 시공·관리의 오류와 비용을 줄일 수 있습니다.

셋째, 드론과 로봇기술에 투자해야 합니다. 드론과 로봇은 건설현장을 변화시킬 수 있습니다. 자동화로 작업의 효율성은 높이고, 산업재해를 줄일 수 있습니다.

건설산업은 한강의 기적을 이끈 중요한 축이었습니다.

디지털 전환이라는 새로운 기회 앞에서 우리 건설산업이 한 번 더 기적을 만들어갈 수 있기를 바랍니다.

오늘 포럼을 통해 대한민국 건설산업을 한 차원 진화시킬 수 있는 지혜와 아이디어를 나누시길 기대합니다.

감사합니다.

2021. 12. 13.

더불어민주당 K-뉴딜본부장 국회의원 **이광재**

» 인사말씀



반갑습니다!

한국도로공사 부사장 김일환입니다.

더불어민주당 K-뉴딜본부 이광재 본부장님과 이원욱의원실, 김주영의원실, 양의원영의원실에서 이번 토론회를 주최해주셔서 고맙습니다.

또한 오늘 이 곳을 직접 찾아주신 분들과 온라인으로 참여하시는 여러분들 모두에게도 감사드립니다.

저희 한국도로공사는 태양광 발전 및 스마트 건설을 통해 한국판 뉴딜 정책에 적극 참여해 왔습니다.

오늘 토론회의 주제인 스마트 건설기술은 건설산업의 디지털 트랜스포메이션을 선도하는 중요한 도구입니다.

입체적인 디지털 모델링을 통한 설계와 시공으로 현장에서 종이가 사라지게 될 것이며, 공장제작의 확대로 건설업이 고도의 자동화된 제조업으로 변모할 것입니다.

스마트 건설은 데이터 기반의 시설물 운영과 관리로 이어지며, 우리 국민들의 생활 기반이자 경제발전의 동력인 SOC의 디지털화를 촉진하게 되어, 우리 주변의 기반시설들을 더욱 안전하고 유익하게 할 것입니다.

한국도로공사는 스마트 건설기술 개발 국가R&D 사업을 총괄하는 등 기업, 연구기관, 대학들과 함께 고속도로 분야의 디지털 기술 개발과 실용화를 통해 이러한 대장정에 함께 하겠습니다.

오늘 토론회를 통하여,

우리나라 SOC 디지털화를 촉진하며 건설산업 대전환의 계기가 될 「스마트 건설기술」의 현재 수준, 연구성과, 미래 발전방향을 논의하는 계기가 되었으면 합니다.

대한민국 건설산업의 돌파구가 될 스마트 건설기술은 AI혁명과 디지털 경제로의 전환, 그린 혁명과 그린 경제를 추구하는 포스트 코로나 시대의 넥스트 노멀을 대비하는 데에도 크게 기여 할 것입니다.

저희 한국도로공사는 최선을 다하여 스마트 SOC의 미래를 함께 준비하고 모두와 협력하겠습니다.

이 자리에 참여하신 모든 분들과 가족들의 건강과 행복을 기원합니다.

감사합니다.

2021. 12. 13.

한국도로공사 부사장 김일환

» 축사



안녕하십니까.

국회 과학기술정보방송통신위원회 위원장 이원욱(더불어민주당, 경기 화성을)입니다.

스마트 건설기술의 실현을 위한 효과적인 방향을 논의할 <SOC 디지털화의 시작, 스마트 건설기술> 토론회를 주최하게 되어 매우 뜻깊게 생각합니다.

의미 있는 자리를 마련하기 위해 함께 힘써주신 더불어민주당 K-뉴딜본부의 김주영, 양이원영 의원님께 감사드립니다. 또한, 바쁜 일정 중에 발제와 토론 등을 위해 자리에 함께해주신 각 분야별 전문가 여러분께 감사 인사를 전합니다.

우리 건설산업은 오랜 시간 동안 사회기반시설(SOC), 주거 건물 확충 및 사회구성원의 일자리 창출에 큰 보탬이 되었고, 생산유발계수 등 여러 수치에서 전체 산업의 평균을 상회하며 국가 경제 발전에 큰 힘이 되었습니다. 그러나 건설산업의 성장지체와 함께 여러 환경 변화로 새로운 혁신기술 도입 등 상당한 변화가 요구되고 있습니다.

스마트 건설기술은 우리 건설산업의 미래를 좌우할 중점 기술 중 하나입니다. 산업 전반에 대세로 나타난 디지털 기술을 바탕으로 건설산업이 변화를 모색하고 있습니다. 최근 건설산업의 설계, 측량, 장비 등에서는 제4차 산업혁명, 디지털 뉴딜 등 산업혁신 추세에 맞춰 디지털 첨단 기술과의 융합이 이전보다 더 활기를 띠고 있습니다.

점차 스마트건설기술 구축의 중요성이 대두되는 상황에서 이제 스마트 건설기술의 미래 방향을 명확하게 설정하고, 일선 건설 현장에 스마트건설 기술의 체계적인 보급을 준비해야 할 시기입니다.

이번 토론회가 건설 작업 자동화, 디지털 플랫폼을 통한 스마트 시스템 구축으로 건설공사 품질 및 생산성 향상을 이루는 정책 방향 확립과 미래 비전 설정에 새로운 계기가 되기를 바랍니다.

앞으로 우리나라가 스마트건설 분야에서 다른 나라 보다 앞장서서 경쟁력을 확보하여 GDP의 상당 부분을 차지하는 우리 건설산업의 전반적인 발전과 스마트건설기술의 안정적인 구축에 지속적인 관심과 응원 부탁드립니다.

고맙습니다.

2021. 12. 13.

국회 과학기술정보방송통신위원회 위원장 **이원욱**
(더불어민주당, 경기 화성을)

» 축사



안녕하십니까.

더불어민주당 김포시갑 국회의원 김주영입니다.

〈SOC 디지털화의 시작, 스마트 건설기술 토론회〉 주최하게 되어 매우 영광으로 생각합니다.

이런 의미있는 자리에 함께 뜻을 모아주신 국회 과학기술정보방송통신위원회 이원욱 위원장님과 양의원영 의원님, 그리고 더불어민주당 K-뉴딜본부장 이광재 의원님께 감사드립니다. 그리고 바쁜 일정에도 불구하고 우리나라의 스마트건설기술의 발전을 위해 오늘 발제 및 토론 등에 함께 해주신 모든 분께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

4차 산업혁명시대를 대표하는 첨단기술이 전세계 산업 분야에 포진해있는 가운데 건설업계에도 로봇 도입이 가속화되며 변화의 물결이 일고 있습니다. 이제 우리는 스마트 건설 생산 시스템을 실현하여 건설업이 안고 있는 여러 문제를 극복하고 공사 기간과 품질 및 글로벌 시장확대 유지 등의 다양한 측면에서의 발전을 이뤄내야 합니다.

이를 위해서는 건설산업도 산업경쟁력 향상을 위해 첨단 ICT기술을 접목할 필요가 있습니다. 건설생산시스템을 혁신하는 건설산업의 4차 산업혁명을 추진하면서 건설산업의 품질과 안전성을 향상시키는 방향으로 나아가야 합니다.

또 건설 산업의 생산성과 작업자의 안전을 확보하고 이를 혁신하기 위해서는 스마트

건설 핵심기술이 건설 현장에 효과적으로 적용되어야 합니다. 이에 오늘 토론회는 건설현장에서 검증된 스마트 건설기술이 빠르게 상용화되고 더 나아가 국내의 다양한 K-스마트 건설기술들이 해외 시장에 진출하기 위한 포석이 될 것입니다.

저 또한 국회에서 건설 현장에서 노동자가 안전하게 일할 수 있는 노동환경 조성 and 스마트건설기술의 무궁한 발전 및 세계화를 위해 최선을 다하겠습니다.

다시 한 번 오늘 이 자리를 빛내주신 모든 분께 깊은 감사의 말씀을 드리며 SOC 디지털화 촉진 및 건설산업 대전환의 계기가 될 스마트 건설기술의 현재 수준과 연구 성과 및 미래 발전방향에 대한 논의가 활발하게 이루어지기를 바랍니다.

감사합니다.

2021. 12. 13

더불어민주당 최고위원 **김주영**

» 축사



안녕하십니까.

바람과 해를 담은 정치, 더불어민주당 국회의원 양의원입니다.

‘SOC 디지털화의 시작 스마트 건설기술 토론회’ 개최를 진심으로 축하드립니다.

우리나라 건설산업은 그동안 인프라 또는 SOC로 일컬어지는 사회기반시설 확충과 일자리 창출로 국민경제에 기여해 왔습니다.

한국은행 자료에 따르면 건설산업 취업유발계수는 12.5, 고용유발계수는 9.2로 모두 평균치(11.8, 8.0)보다 높은 것으로 나타났습니다(2015년 기준).

우리 경제에 역할을 해 온 건설산업이 최근 위기를 겪고 있습니다. 한국노동연구원에 따르면 2017년 283조원이었던 건설투자액은 2020년 263억원으로 감소했고, 타 산업에 비해 빠른 고령화로, 50세 이상 비율이 전체 절반 가량(49.6%)를 차지합니다.

건설산업 미래를 위한 돌파구는 전통적인 건설에 혁신기술을 접목하는 일입니다. 데이터 기반 엔지니어링, 건설장비 자동차, 가상 건설, 안전 관제 등을 구현하고, 설계부터 시공, 유지관리까지 모든 단계를 디지털로 전환해 생산성과 안전성을 획기적으로 향상시키는 스마트 건설 확대가 시급합니다.

딜로이트 보고서에 따르면 세계 주요 건설사 76% 이상이 디지털 기술에 투자 계획을

갖고 있다고 합니다. 우리나라도 삼성물산과 현대건설, DL이앤씨, GS건설 등 국내 6대 건설사가 스마트건설 전담인력을 300명 이상 늘렸다고 합니다.

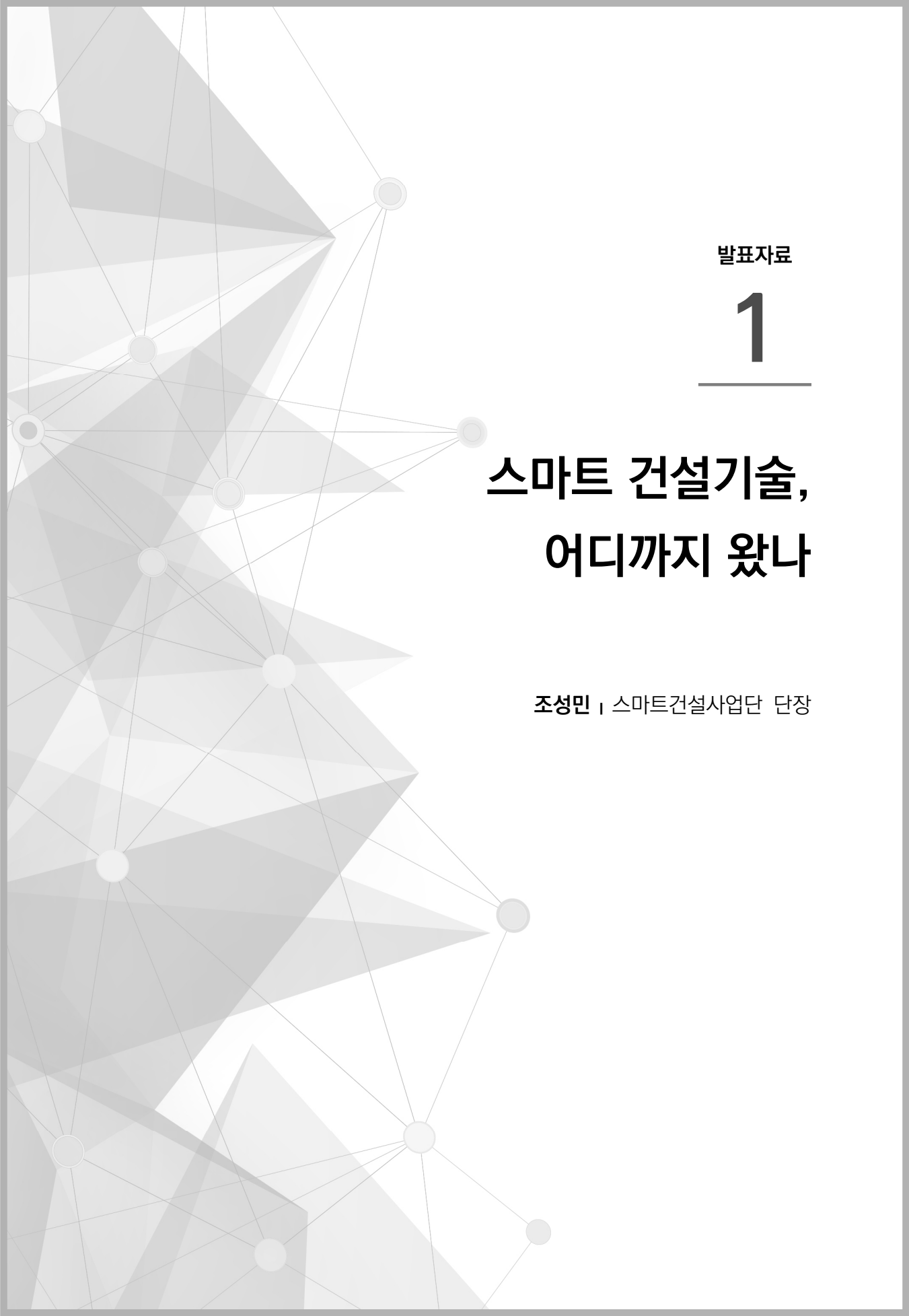
특히 우리 경제 효자 노릇을 하는 해외건설에 스마트 건설기술을 더하면 세계 건설 시장의 선도적 역할을 할 수 있을 것이라고 기대합니다.

그런 의미에서 스마트 건설산업 현황과 현장 적용 사례, 장애 요인과 극복 방안 등 우리나라 건설산업이 나아가야 할 방향을 모색하는 오늘 토론회가 뜻깊습니다. 함께 주최해주신 분들과 발제와 토론을 맡아 주신 분들께 감사드립니다.

고맙습니다.

2021년 12월 13일

더불어민주당 국회의원 양이원영



발표자료

1

스마트 건설기술, 어디까지 왔나

조성민 | 스마트건설사업단 단장

SOC 디지털화의 시작
스마트 건설기술 토론회 | 2021.12.13.(월) / 국회



스마트 건설기술, 어디까지 왔나

조성민 | 스마트건설사업단 단장, Ph.D.
ex 한국도로공사

Contents

- 디지털과 건설산업 혁신
- 스마트 건설기술의 현재
- 미래기술 전망과 과제



디지털과 산업혁신

- **인더스트리 4.0** Industrie 4.0
- **제2의 기계시대** The 2nd Machine Age
- **제4차 산업혁명** The 4th Industrial Revolution
- **디지털(+그린) 뉴딜** 한국판 뉴딜

→ **2030 vision : 데이터 주권 + 상호운용**

2011 Hannover Messe 2011

2014 Erik Brynjolfsson (MIT)

2016 Klaus Schwab (WEF)

2020 대한민국

2021 Hannover Messe 2021

블록체인
Digital Twin

데이터댐
BIG Data

디지털 플랫폼
5G

클라우드
AR Augmented Reality

Digital Transformation
XR miXed Reality

AI Artificial Intelligence

IoT Internet of Things

Robots

건설은 50년 전이나 지금이나 별 차이가 없어...

“Looking at construction projects today, I do not see much difference in the execution of the work in comparison to 50 years ago.” (캐나다 Aecon그룹 회장)

76년 차이

美 금문교 (케이블 레핑) 1935년

↓

이순신대교 (케이블 가설) 2011년

85년 차이

美 엠파이어스테이트빌딩 (보 설치) 1931년

↓

롯데월드타워 (랜턴 시공) 2016년

50년 차이

경부고속도로 건설 1960년대

↓

현재의 고속도로 건설 2010년대

한국도로공사 | 스마트건설사업단

[조성민 chosmin@ex.co.kr]

5 / 40

The Bridge to Nowhere

1998, Choluteca Bridge on the River Choluteca
Honduras

튼튼한 다리?

건널 수 있어야지...

디지털 시대의 다리 건설은?

“Build to Adapt”

rather than “Build to Last”

[source] Prakash Iyer(2020.11), BW Businessworld, Hazama Ando Corporation

한국도로공사 | 스마트건설사업단

[조성민 chosmin@ex.co.kr]

6 / 40





Modular Bridge System

How do you replace an existing bridge Without choking traffic?

[source]
Markus Gabler, Arup
<https://www.arup.com>

70% less construction time onsite **2 bridges** realized **8 month** reduction in traffic disturbance

ARUP

ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단 [조성민 chosmin@ex.co.kr] 9 / 40



스마트 건설기술 *Smart Construction Technology*

디지털 기술을 융합하고
데이터 중심의 플랫폼 기반으로 운용하여,
건설의 자동화·가상화 등을 구현하고,
건설부터 운영까지
생산성과 안전을 향상하는 건설기술

ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단 [조성민 chosmin@ex.co.kr] 10 / 40

생산성

시간

안전

디지털화

스마트 건설

20년간 건설업 성장률은 산업평균의 1/3

공공건설 71%, 공기 지연

건설업은 산재 사망사고 최다 업종

건설업의 디지털화 수준은 산업계 최하...

一石四鳥

ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단

[조성민 chosmin@ex.co.kr]

11 / 40

2013 영국, Construction 2025
미국, e-Construction
2015 싱가포르, Virtual Singapore
일본, i-Construction

2017.12. 제8차 건설기술진흥기본계획 (2018~2022)
2017.12. 기술안전정책관 (기술정책과)

2018.10. 건설 생산성 혁신 및 안전성 강화를 위한 스마트 건설기술 로드맵
2018.10.30. 국토교통부 (기술정책과)

2019. 고속도로 실시설계 전면BIM 도입 ('21~의무화)

2020.12. 건설산업 BIM 기본지침
2020.12. 국토교통부

2021.03. 스마트건설기술 발달 계획 가이드라인
2021.3. 국토교통부

스마트건설 2025 Smart Construction 2025
· '25년까지 BIM, AI 등 적용 건설자동화기술 개발

스마트건설기술 육성
→ 글로벌 건설시장 선도
· '25년, 스마트 건설기술 활용 기반 구축
· '30년 건설 자동화 완성

20.04. "스마트 건설기술 개발 국가R&D 사업" 착수
· '19. 국토교통 R&D 최초, 예타 통과
· '20.6. 도공 스마트건설사업단 출범

20.09. 스마트건설 촉진법안 철회 ('20.7. 발의)

20.11. 첫 국산 BIM 솔루션 출시

21.05. "건설기술 대가기준" 개정 (BIM 대가 개선, '21.5.27. 고시)

21.06. "스마트 터키" 첫 사업 착공 (KICT 스마트건설지원2센터)

21.11. 스마트건설 EXPO

(예정) BIM활성화 등 스마트건설 장려 방안

ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단

[조성민 chosmin@ex.co.kr]

12 / 40



정부 조달사업에 BIM Level-II 적용(2016~) → 디지털 트윈 국가사업(2018~)

 → **2025년까지 현장작업 25% 감축 선언(최대건설사 BalfourBeatty) 등**
 [기술사례] H2 고속철도 프리랩 교량 공기 단축(12주→5일), 크로스레일 터널 라이닝 로봇 천공과 3D 스캐닝 등

3D/4D BIM 사업(2003~) → BIM 국가표준 수립과 연방사업 납품(2007~)

 → **연방도로청 FHWA 주정부 주도의 BIM 시범사업(~2020) 및 Digital delivery 도입 등**
 [기술사례] 도로현장 전자승장 E-Ticketing 및 자재·품질 모바일 검측, BIM 정보 자동매칭용 레이아웃 로봇 Dusty-Robotics 등

정부사업 CIM=BIM 전면적용 준비(2020~) → AI 활용 발주 등 건설행정 디지털화 추진(2021~)

 → **건설DX 테스트베드 사업 착수(2021~) 등**
 [기술사례] CIM 플랫폼 활용 드론 측량과 장비 자동화, VR 기반 말뚝 시공관리, 콘크리트담 로봇 시공(공기 30% 단축) 등

5천m² 이상 건물 신축에 BIM 적용(2015~) → SOC사업에 BIM 병행 설계

 → **공공발주 40%에 제작·시공 맞춤형 설계 DfMA 적용, 전문인력 3.5만명 양성(2020~) 등**
 [기술사례] 전국 3D모델화('16~), BIM·LiDAR 활용 프리랩 부재 자동검측, DfMA 프리랩 교량 등

 한국도로공사 | 스마트건설사업단 [조성민 chosmin@ex.co.kr] 15 / 40

디지털 기술은 데이터 중심 플랫폼, 메타버스로 光速 진화 중

- 초지능·초연결, 사이버물리체계는 **디지털 트윈을 통한 메타버스 기술**로 발전
- 플랫폼 기반의 데이터 운용 기술이 핵심
- AI·로보틱스·IoT·5G통신을 활용한 **무인·자동화 기술** 각광 → 생산성 및 안전 향상

기후변화 대응을 위한 탄소중립 기술 확산 추세

* 건설산업(+시설운용)은 세계 CO₂의 38% 배출 (UNEP, 2019)

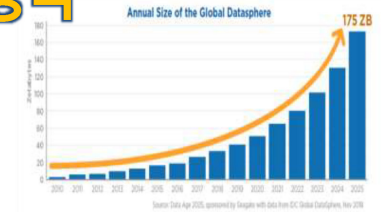
- 디지털 기술은 **자재·에너지 효율화, 자원·운송 수요 절감** 등으로 **탄소중립 기여**

 한국도로공사 | 스마트건설사업단 [조성민 chosmin@ex.co.kr] 16 / 40

[미국에서] 스마트 건설의 동력

1. 데이터의 증가 : 데이터 量, '25년 175 ZB

- 매일 1.8시간을 정보 검색에 사용



2. 디지털 엔지니어링 혁신 기술

- 3D CAD S/W 시장, 6.4%/年('21~'28) 성장



3. 기술 활용으로 창출되는 성과

설계 품질 향상	리스크 및 비용 감소	시공 및 검측 효율 향상	준공 실적/데이터 향상
• 설계의도를 인지하고 품질 수준과 목표를 쉽게 검토 • 설계를 3D 입체로 가시화 • 토공, 구조물을 함께 고려	• 설계변경 감소 • 시공 중의 비용 절감 • 준공 후 시설 운영리 단계의 비용 절감		

[source] PennDOT Digital Delivery Directive (2020)

ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단

[조성민 chosmin@ex.co.kr]

17 / 40

설계 Designs

모델링

구조해석

도면화

수량산출

[source] 한국도로공사, midas CIM, 대우건설, 다산건설엔트, Microsoft 등

ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단

[조성민 chosmin@ex.co.kr]

18 / 40

BIM 표준/지침

ISO 19650
 Guidance Part 1 : Concepts

ISO 19650
 Guidance Part 2
 Delivery Phase

ISO 19650
 Guidance Part 3
 Operational Phase

ISO 19650
 Guidance Part 4
 (예정)

ISO 19650
 Guidance Part 5
 (예정)

↑ Global
↓ 국내

건설산업 BIM 기본지침

도로분야 발주자 BIM 가이드라인

도로분야 발주자용 BIM 실무 매뉴얼

Ex-BIM 가이드라인

시공단계 Ex-BIM 매뉴얼

고속도로 스마트 설계지침

LH Civil-BIM 업무지침서

LH Civil-BIM 설계 매뉴얼

철도 인프라 BIM 가이드라인

한국도로공사 | 스마트건설사업단

[조성민 chosmin@ex.co.kr]

19 / 40

측량 Surveys

[source] e대한경제, 대우건설, Boston Dynamics, Leica Geosystems

한국도로공사 | 스마트건설사업단

[조성민 chosmin@ex.co.kr]

20 / 40

건설장비 Equipment



[source]
현대건설기계,
현대두산인프라코어,
Trimble, Topcon







한국도로공사 | 스마트건설사업단

[조성민 chosmin@ex.co.kr]

21 / 40



[source] 현대두산인프라코어, Leica Geosystems, Topcon, Volvo

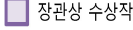


한국도로공사 | 스마트건설사업단

[조성민 chosmin@ex.co.kr]

22 / 40



현재 스마트 건설기술 사례 (2021 스마트건설 챌린지 출품)		
건설 안전	건설 자동화 (장비, 3D 프린팅)	로봇릭스 / 드론
스마트 안전 플랫폼	3D MC (Machine Control)	스마트 드릴링 로봇
Smart 안전감시단(Spot)	스마트 드론 자동관제/시공관리 시스템	SOC 구조물(교량) 안전점검
산업용 추락 보호 에어백	3D 프린팅 건설로봇의 철근결합 적층시공법	케이블 안전 점검 시스템
첨단기술을 활용한 스마트 건설현장 안전관리	3D 프린팅 기술을 활용한 주택 벽체 및 기타 시설물 시공 및 제작 자동화	무인수상선 및 고해상도나 기반 수중구조물 유지관리 로봇릭스 장비 및 제어시스템
스마트 안전관리 플랫폼(IMOS)	RCS MAX system	POS-Site(디지털 현장 플랫폼) 구축 및 활용
실시간 스마트 작업안전관리 시스템	HI-Assist	Big-EYE 시스템(터널 측정)
HI-Detect	산업용 로봇 시스템의 다목적 복합가공 제어를 위한 소프트웨어 솔루션(GERRY)	TLc Landview
Edge AI와 IoT 기술을 융합한 이동식 스마트 안전시스템	스마트 건설기계 시공/시공관리 솔루션	AI 바닥 미장 로봇
AI 기반 건설현장 안전평가 시스템	드론 데이터 플랫폼	현장 순찰 로봇 및 현장 작업 자동화 기술
TB 스마트안전대 (안전벨트)	드론 항공 측량 기술을 이용한 건설 현장 지원 솔루션(PolarisMS)	드론 인프라 점검을 위한 웹 플랫폼 기술
대형구조물(댐) 안전점검	드론을 활용한 건설 현장의 철근콘크리트 파일 기초의 시공오차 분석/시각화/문서화	안전관리 플랫폼
영상해석 기반 말뚝 관입량 계측 시스템	전자제어 유압 굴착로봇과 스마트 관제 솔루션 "XiteCloud"를 결합한 "원격제어기반 스마트 관제 및 굴착자동화"	드론과 맵핑형 변형률 시각화 시스템을 이용한 Prefab 디지털 트윈 시스템
3D 스캐닝 기반 현장조사, 화재 현황 및 보수 보강 물량 산출 SW		자율비행 검사용 드론 및 유무선 페인팅 드론
일체형 드롭 해머장치		건설드론 플랫폼
터널 정보장치 등		박스형 교량 내부의 레일로봇을 활용한 스마트안전점검기술
		
[조성민 chosmin@ex.co.kr]		25 / 40

IoT / AI / 센싱	BIM 활용 기술
IoT 기반 비탈면 거동 무선 모니터링 시스템	KG Road
HIMATE	무해체 보 거푸집과 알루미늄 폼웍 실무에 적용한 BIM S/W
스마트 시운전 솔루션(AI 품질진단 키트)	시설물 유지관리 BIM
IoT 스마트 안전장비와 AI CCTV를 이용한 통합 스마트안전 플랫폼	단지 분야 BIM 기반 유지관리 플랫폼(베트남 THT 현장 적용)
개방형 IoT 안전장비 등 다양한 센서와 연동이 가능한 오픈형 API 플랫폼	Revit Add-in 방식 수량-공사비 산출 자동화 솔루션
IoT센서 및 클라우드 기반 교량 상시 변위계측/관리 시스템	공간환경 커스터마이징을 위한 실사 기반 증강현실 시스템
레이버를 이용한 기울기(변위) 측정장치 및 제어기술(부착/비부착 방식)	드론 데이터 플랫폼
IoT 기반 자산모니터링 시스템	BIM을 활용한 동적 가상건설 시뮬레이션 프로그램
스마트 안전장비(IBOT System)	Builder Hub
대심도 수직구 Smart 연직도 관리 시스템	BIM 기반 케이스 설계 자동화
디지털 맵핑을 활용한 온라인 암판정 시스템	신안산선 프로젝트 BIM 설계 및 가상시공 활용
IoT 기반 전력설비 진단 및 자산관리 시스템	디지털화를 통한 대규모 토공 현장의 계획 수립 및 검증
SAFEON Smart System	3D 스캐닝 기반 BIM 데이터를 활용한 성공사례
4세대 스마트 건설 물류 통합관리 시스템	대산-당진 4공구 BIM 데이터(KMZ) 활용 사례
스마트 IoT 기술을 활용한 교량 유지관리기술	향만시설의 BIM 기반 설계 자동화 기술 활용 사례
	
[조성민 chosmin@ex.co.kr]	
26 / 40	

ex
고속도로
스마트
건설기술
챌린지

• 2021. 8. 30.
~ 9. 15.

• 참가 자 격 :
고속도로
건설사업
참여 건설사

- **BIM, 드론** 기반 스마트 시공관리 : 4D/5D 시공관리
- **BIM Smart View Platform** 개발
- **BIM, IoT**, 스마트관제 기술을 적용한 고삼교 시공관리
- **드론** 및 자체 플랫폼 활용한 스마트 토공 기성량 측정

- 디지털 건설 **플랫폼** 구축으로 건설 자동화
- **세계최장 콘크리트 사장교(고덕대교) 스마트 기술**
- **BIM** 활용 교량과 철도 간 횡단 여유고 검토
- **BIM 프리콘 장비가설 계획 및 VR연동 안전교육**
- 스마트 **드론** 자동관제 시공관리시스템 활용
- **드론** 종합관제시스템을 통한 스마트 현장관리
- **신개념 스마트 드론 녹화 장비 및 공법 개발**
- **드론** 생방송을 통한 실시간 Total 현장관리
- PSC교 내부 텐던 덕트 내 공동 AI탐사 시스템
- **안전 Risk** 예측 시스템 운영 (빅데이터, AI)
- 터널 입출입자 관리 및 SOS **응급벨** 시스템
- 스마트 유해가스 **위험알리미** 시스템 구축
- 비탈면 앵커하중계 원격 자동화 계측시스템
- **IoT** 기술을 통한 **비대면 콘크리트 타설 관리**
- 2·3D 입체공사관리를 위한 디지털 **플랫폼**
- 화진철교 시공단계 **BIM** 적용검토
- **드론** 노선측량
- **드론** 융합 스마트 환경관리 체계 구축
- **드론** 수치모델링 종합적 배수시설 시공관리
- GPS와 음파기술 융합한 지능형 보건**안전**시스템
- 터널 스마트 **안전**관리시스템
- VR을 활용한 TBM 장비 **안전·**시공 관리
- 장비접근**경보** 시스템
- 스마트 다짐관리
- MG를 활용한 시공효율 개선

ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단

[조성민 chosmin@ex.co.kr]

27 / 40

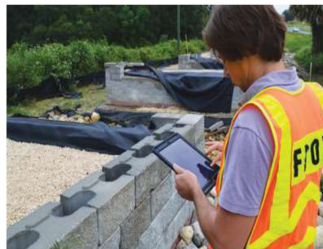
美 스마트 건설기술

FHWA e-Construction (Paperless Construction)

- 도로 건설 문서, 데이터의 전자적 제출, 승인, 공유 및 모바일 활용 절차

pennsylvania DEPARTMENT OF TRANSPORTATION **Digital Delivery Directive**

- 설계에서 시공까지 디지털 데이터와 모델을 운영하고, 준공 정보화하는 자산관리



현장에서 태블릿 컴퓨터로
품질 자료를 수집하고 전자문서화



e-ticketing : 자재 운송장 전자화



스마트폰 검측
(동영상 촬영 후 전문가에게
전송하여 분석 의뢰)



모바일 디바이스로
현장 정보 수집



자재의 바코드 스캔,
전자 증빙을 통해 e-ticket과
링크하여 보고 및 대금 지불과 연동

[source] Federal Highway Administration, Pennsylvania DOT

ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단

[조성민 chosmin@ex.co.kr]

28 / 40

스마트 건설기술개발 국가R&D사업 1단계 2020-2021 개발 성과

1세부 건설장비 관제센터 구축 및 운영	2세부 UGV 제작 및 SLAM 운영, 點群정보 합성	3세부 도저 국산화 및 경로추종 시뮬레이션	4세부 프리랩 DEM 및 거더 자동생산설비 설계	5세부 원격거치 다중크레인 자동화 알고리즘	6세부 프리랩 부재 형상 계측 및 시공성 판단
7세부 통합 안전관제센터(원산) 아키텍처 설계 및 인프라 구축	8세부 영상기반 위험판별 시스템(프로토타입) 개발	9세부 임시구조물 모델링 및 안전성 분석 기술 개발	10세부 프리랩 공정지원 스마트 달리버리 시스템 프로토타입 개발	11세부 현장정보 실시간 통합관제 플랫폼 기술 개발	12세부 테스트베드 구축 및 규제 샌드박스 방안 정책 제안

* UGV(Unmanned Ground Vehicle): 무인지상차량 / SLAM(Simultaneous Localization And Mapping): 로봇이 스스로 돌아다니며 주변 지도를 작성하는 기술
 * DEM(Digital Engineering Model): 데이터와 BIM 기반의 설계/제조/시공 전반의 일관된 디지털 모델

ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단 [조성민 chosmin@ex.co.kr] 29 / 40

건설 초단계 디지털 엔지니어링 구현

스마트 건설기술 SMART CONSTRUCTION

현장정보맵핑 • 공간정보 스캔 [UAV+UGV] → 디지털 지도 • 시공을 위한 현장 내 정보 디지털화 취득	디지털 모델링 • 디지털 설계 (BIM) 구현: 3D+속성정보 • 디지털 모델의 설계/시공/O&M 활용	로보틱스 • MG/MC 건설장비 기반의 토공 자동화 • 교량, 터널 시공의 로봇 활용 및 자동화	프리랩 (OSC) • 데이터 기반 DfMA • 모듈러 설계-제작-운반-시공	스마트 안전관제
--	--	--	--	-----------------

디지털 트윈

• 건설현장 사이버물리체계[CPS] 구현
• 프리콘+가상건설: 건설 메타버스

(클라우드) 디지털 플랫폼

데이터 통합/저장/공유 및 생애주기 운용 (서비스)

AI + AR/VR + IoT + Network (5G)

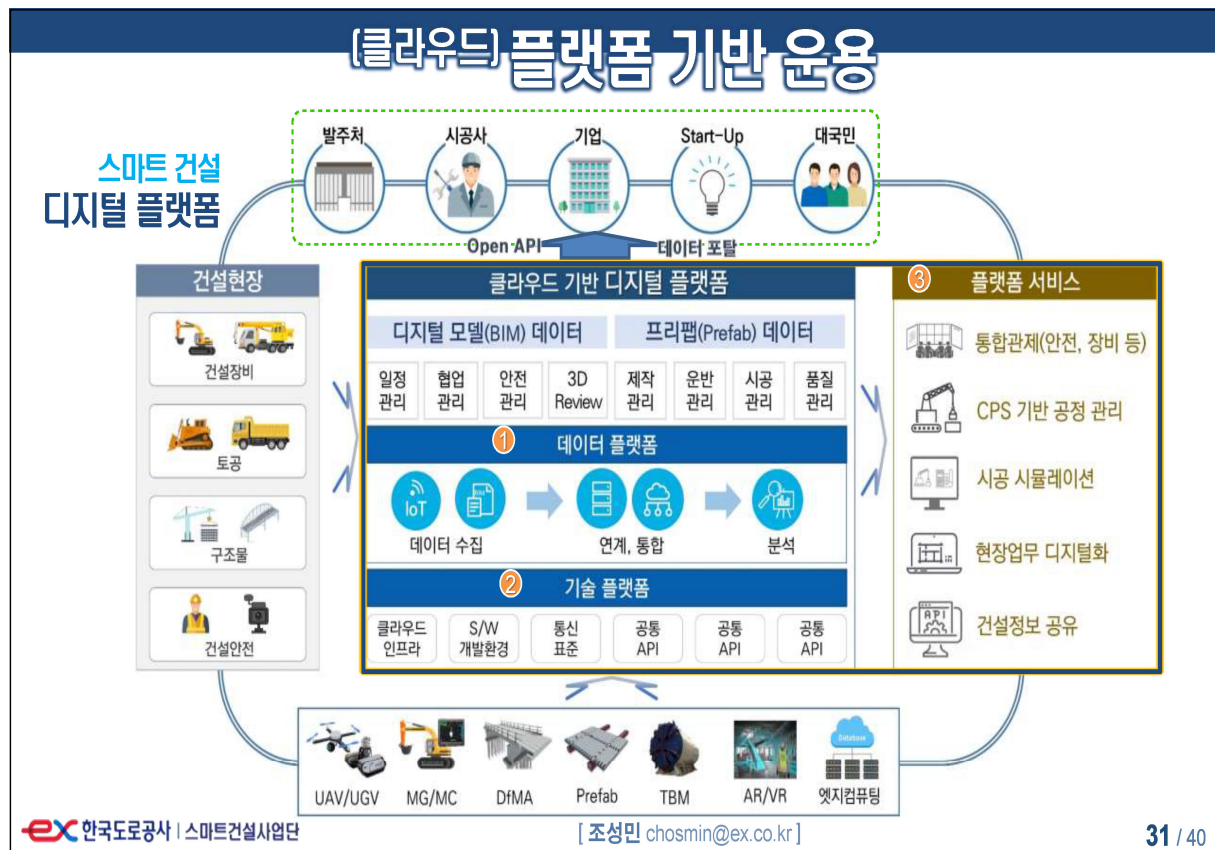
건설의 디지털 전환 플랫폼 비즈니스로 네트워크 효과 창출

無중아+자동화
디지털 건설

3D를 넘어 O&M까지
7차원 건설

高품질+速시공
제조업화

ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단 [조성민 chosmin@ex.co.kr] 30 / 40



ENR FutureTech

Engineering News-Record

A VIRTUAL EVENT

accenture

디지털 기술 트렌드

Agenda (June 9-11, 2021, Online)

- 건설기술 비즈니스**
The Business of Construction Tech
- 인공지능 및 의사결정지원시스템**
AI/Decision Support Systems
- 원격협업 및 시각화**
Remote Collaboration and Visualization
- 공간정보 맵핑, 로봇틱스, GIS**
Reality Capture, Robotics and GIS
- 차세대 BIM** The Next Generation of BIM

- 1. AI & Robots, and Me**
(내게 영향을 미치는) 인공지능과 로봇
- 2. Dilemma of Smart Things**
(beta판이 영원히...) 기술 업데이트와 변화
- 3. Mirrored World**
디지털 트윈과 메타버스의 세상
- 4. Anywhere, Everywhere**
(언제, 어디서나) 포스트-코로나 시대

[source] Engineering News Record(2021), Accenture plc(2021)

ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단 [조성민 chosmin@ex.co.kr] 32 / 40

Digital Twin

Digital Twin

[source] Boeing(UL), Siemens(UR), Stanford Univ.(LL), Bentley(LR)

ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단

[조성민 chosmin@ex.co.kr]

33 / 40

“디지털 트윈” 활용 (건설 쏘주기)

SMART CONSTRUCTION

시공 단계

O&M 단계

현장 센싱(계측) On-Site Sensing

디지털 트윈 기반의 시공 관리

작업 현황 실시간 가상 복원

시뮬레이션 결과 시각화

→ Off-site 모니터링 및 의사결정 효율화

On-Site Activities

Real-Time Virtual Mock-up

VR/AR 기반 현장 작업자 맞춤형 정보 시각화

On-site 작업자 맞춤형 정보 시각화 → 정보의 접근성/효율 제고

As-Is

To-Be

기존 유지관리 체계

SOC 디지털화 + 전문인력 양성

→ SOC 유지관리 선진화

데이터 수집 : IoT, UAV, Robot

데이터 처리 : AI, Big Data

시각화 : AR/VR...

데이터 수집 SOC 디지털화

데이터 처리 및 분석

시설물 손상 보수이력 비용 분석, 상태진단 시스템 (AI 적용)

정량적, 객관적 시공 관리, 시설물 유지관리

작업시간 단축, 작업인력 최소화, 작업편의성 확보

드론 점검 및 IoT 센싱 기술

[source] 박만우 교수 자료 (명지대, 2020)

ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단

[조성민 chosmin@ex.co.kr]

34 / 40



인천대교 고가교 구간 (FSLM) : 2005-2009
 편도3차로 해상 거더교 상판 : 1.5일만에 건설

서해대교 7.3 km ▶ 7년 소요
 인천대교 18.3 km ▶ 4년 4개월 소요

토목 프리패
 OSC / PPVC / MIC / 프리캐스트 / 모듈러 / 공장제작

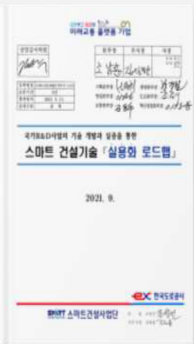
ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단 [조성민 chosmin@ex.co.kr] 35 / 40



스마트 건설기술 **실용화** 로드맵 (2021.9.)

VISION | 도로건설의 디지털 전환 및 탄소중립 기여

목표 | 플랫폼 기반의 스마트 건설기술 운용과 도로사업 적용



도로 사장 방침 (2021.9.)

4대 전략, 10개 실행과제

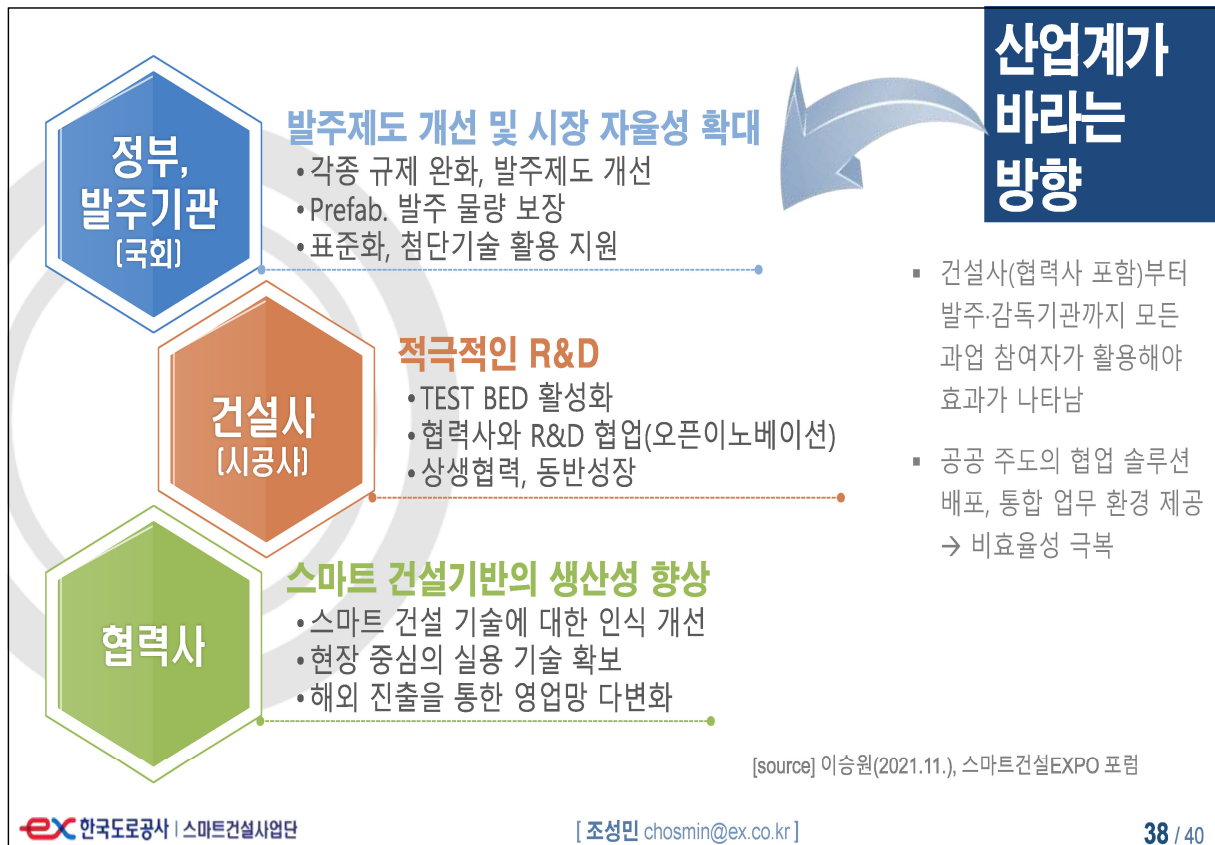
추진전략(4)	실행과제(10)	협조부서
핵심기술의 효율적 개발 및 상호연계	1 4대분야 토공구조물 안전플랫폼 핵심기술 집중 개발	건설본부 정비처 디지털추진단
	2 건설全过程 관통 및 상호운용 기술 확보	
	3 실용화 지향의 국가R&D사업 성과 관리	
도로현장의 디지털 전환 기반 마련	4 BIM 연계, 스마트기술 전주기 운영 사업 추진	건설본부 토목처 재난관리처 정인재개발원
	5 디지털 협업 및 현장데이터 공유 환경 운영	
	6 발주자와 현장 기술진의 디지털 역량 강화	
기술 실증 및 제도개선	7 實현장 테스트베드 운영을 통한 기술 실증	건설본부 기술심사처 도로교통연구원
	8 스마트기술 정착을 위한 제도 및 기준 개선	
사업화 지원 및 기업육성	9 산업계와 협력적 동반관계 구축	건설본부 해외사업처
	10 기업성장 육성 및 해외시장 진출 지원	

ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단 [조성민 chosmin@ex.co.kr] 36 / 40

고민 VS 속제

- BIM이 다가 아니다, **데이터**가 관전!
- **도메인**(주체) 논쟁 : 건설기술 vs IT
 - 기존의 건설엔지니어링은 충분한가
 - BIM은 누가 해야 하나, 드론은?
- 기존 절차와 방법을 디지털 기술로 대체하면 스마트 건설? **新가치는?**
 - Digital Transformation ≠ 디지털 전환
 - 디지털화 추진에 따른 업무 중복은 불편만 가중
- 생산성, 안전성 향상 **성과의 입증**
- 건설 **디지털트윈**을 어떻게 만들 것인가
- 클라우드 플랫폼 vs 엣지컴퓨팅

- BIM의 가치 : 설계 < 시공 < 운영
- BIM 성과 등 **디지털 데이터의 납품, 전달, 공유, 업데이트 체계와 방법론**
- **데이터의 규격화/표준화/통합**
- AI가 이용할 데이터셋 확보
- **디지털 모델의 법적지위, 지체권, 보안**
- 로봇(기계/AI) 운용의 법적책임
- 발주, 계약, 공사관리, 기술기준 등 **건설 프로세스 전반의 제도 개선**
- 스마트 건설 인력의 **교육**과 양성



대한민국 대전환
한국판뉴딜

우리나라의 경제와 사회를 새롭게(New) 변화시키겠다는 약속(Deal)입니다.

**한국판뉴딜
디지털뉴딜**

신재생에너지를 사회 전반으로 확산하는
미래 에너지 패러다임 전환 시대를 준비합니다.

자세히보기

**한국판뉴딜
그린뉴딜**

저탄소·디지털 전환에 대응하여 사회부지를 대폭 강화하고,
코로나 이후 심화된 불평등·격차의 완화를 적극 추진합니다.

자세히보기

**한국판뉴딜
휴먼뉴딜**

한국판 뉴딜을 지역으로 확산하여 지역의 활력을
제고하고 국가 균형발전을 도모합니다.

자세히보기

10대 대표과제 (한국판 뉴딜 1.0)

데이터 뉴딜, 지능형(AI) 정부, 스마트의로 인프라, 그린 스마트 스쿨, 디지털 트윈 (Digital Twin), 국민안전 SOC 디지털화, 스마트 그린 산업단지, 그린 리모델링, 그린 에너지, 친환경 미래 모빌리티, 디지털 초월성, 탄소중립 인프라, 청년정책 패키지, 4대 교육향상 패키지, 5대 돌봄격차 해소

5대 대표과제 (한국판 뉴딜 2.0)

D·N·A 생태계 강화

비대면 인프라 고도화

메타버스 등 초연결 신산업 육성

사회간접자본(SOC) 디지털화

스마트 건설 : SOC 건설 단계에서부터 디지털 데이터 생산

ex 한국도로공사 | 스마트건설사업단
[조성민 chosmin@ex.co.kr]
39 / 40

SMART CONSTRUCTION

국토교통부 KOTI 국토교통과학기술진흥원 한국도로공사

스마트건설기술개발사업

디지털 혁신으로 건설산업의 새로운 가치를 만들겠습니다.

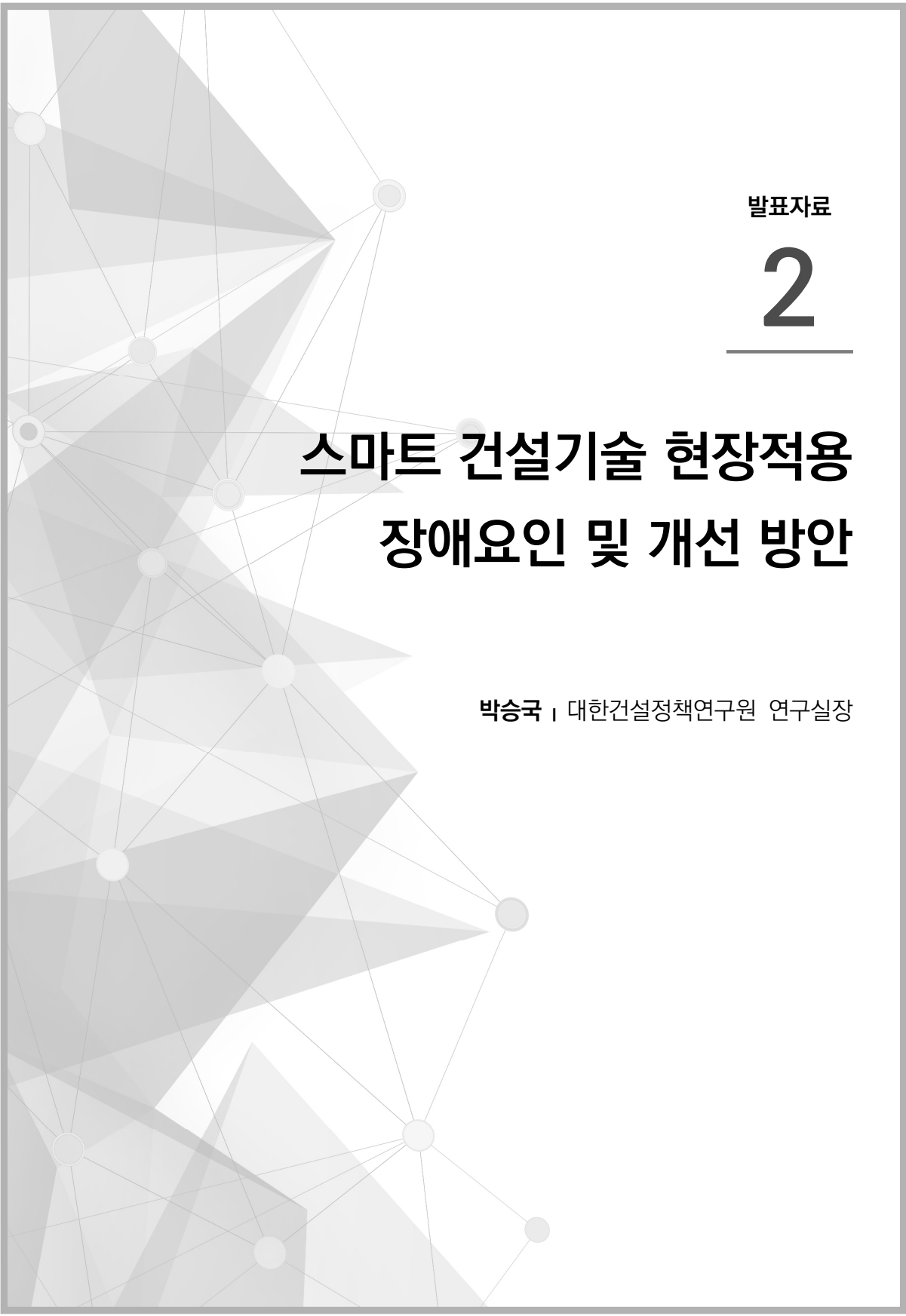
www.smartconstruction.kr



Think **BIG**
Start **SMALL**
Move **FAST**



SMART CONSTRUCTION 스마트건설사업단
Center for Smart Construction Technology



발표자료

2

스마트 건설기술 현장적용 장애요인 및 개선 방안

박승국 | 대한건설정책연구원 연구실장



스마트 건설기술 현장적용 장애요인 및 개선 방안

발표자: 박승국 연구실장



CONTENTS



1. 건설산업의 디지털 전환 필요성

2. 스마트 건설산업 경쟁력 분석

3. 스마트 건설기술 활용에 따른 장애요인

4. 스마트 건설기술 장애요인 개선 방안

1. 건설산업의 디지털 전환 필요성

한국의 추락하는 7가지

2020년 한국에서 추락하는 7가지 (출처: 미래유엔보고서 2040)

- 인구감소로 국가경쟁력 추락
- 자동차산업의 추락
- 전력공급기업의 추락과 대체에너지 부상
- 철강산업의 추락과 신소재의 부상
- 제조업, 유통산업의 추락과 3D 프린터
- 대학교의 추락과 교육의 대 변혁
- 스마트폰의 추락과 사물인터넷의 부상



3

1. 건설산업의 디지털 전환 필요성

건설산업 생산성 및 노동시간당 부가가치

▶ 경제성장 정체를 돌파할 신 성장동력 필요

경공업

식품, 섬유

중공업

철강/조선/자동차

IT/첨단산업

TV/반도체/핸드폰

신성장모델

What is Next?

한국의 GDP 성장 과정



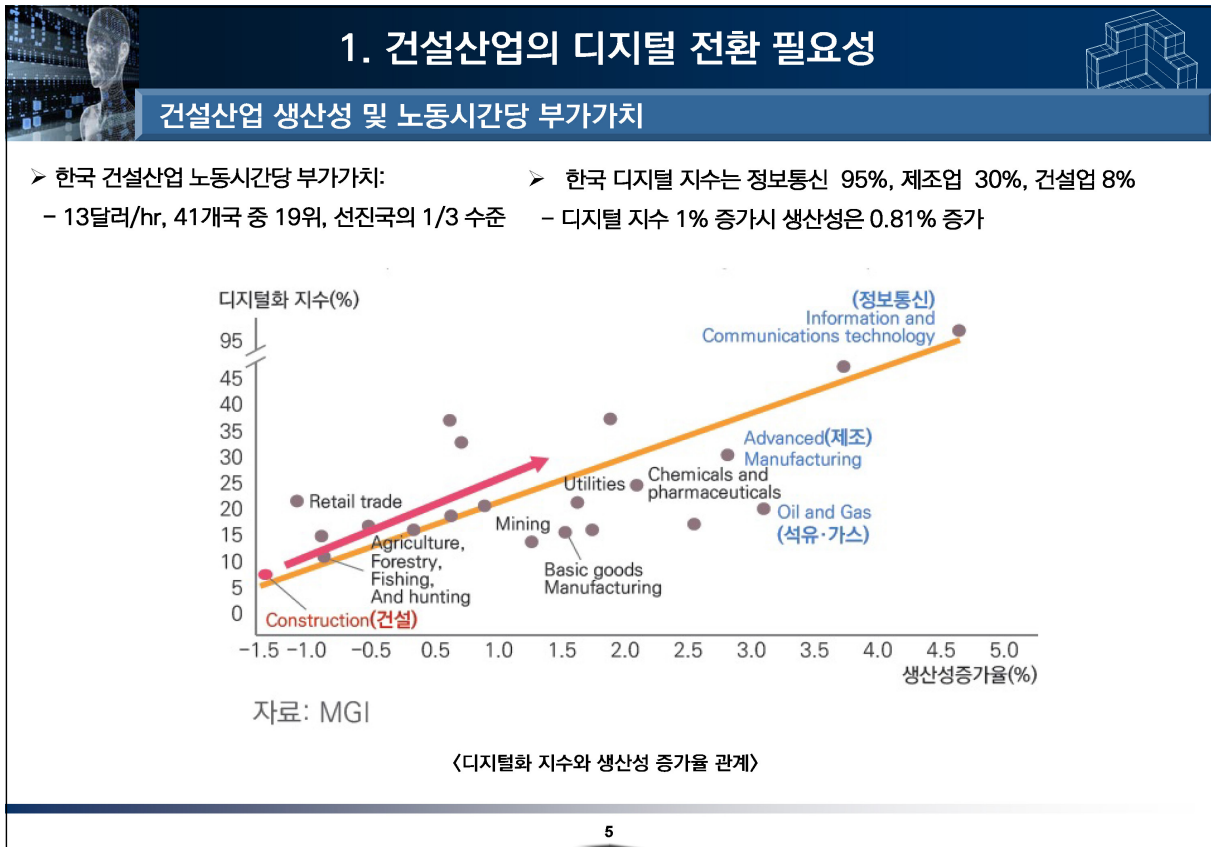
〈연도별 GDP 성장〉

▶ 국내 실질 생산 가능 인구의 감소

	Years		
	2010	2030	2050
인구피라미드			
실질생산가능인구 (25세~54세)	•2,431만명	•2,004만명	•1,466만명
고령 인구 (55세 이상)	•1,045만명	•2,105만명	•2,471만명
1인당 노인 부양	•0.43명 부양	•1.05명 부양	•1.68명 부양

“한국, 2050년 고령자 부양비용 4배 증가”

4



2. 스마트 건설산업 경쟁력 분석

국내 산업의 디지털 전환 대응 수준

- ▶ 글로벌 평가에서 4차 산업혁명에 따른 디지털 전환 적응 순위 25위



▶ 5개 부문별 순위에서 한국은 노동시장 유연성, 법적 보호 측면에서 하위 기록 (139개국 대상)
※ 각 부문별 하위 세부 지표로 구성되어있으며 순위는 하위 세부 지표 순위의 평균을 의미

순위	국가	노동시장 유연성	기술수준	교육 시스템	SOC 수준	법적 보호
1	스위스	1	4	1	4.0	6.75
5	미국	4	6	4	14.0	23.00
12	일본	21	21	5	12.0	18.00
13	독일	28	17	6	9.5	18.75
25	한국	83	23	19	20.0	62.25
28	중국	37	68	31	56.5	64.25

- ▶ 국내 스마트 건설기술의 분야별 기술 수준과 격차
- 주요 선진국 대비 기술 수준 70%, 격차 4년

구분	기술수준 (%)	기술격차 (년)	기술성숙도 (단계)
스마트 건설기술 개발	69.0	3.9	5~6
(1) 건설장비 자동화 및 관제기술	69.0	3.8	5~6
(2) 도로구조물 스마트 건설기술	69.2	3.8	5
(3) 스마트 안전 통합 관제 시스템	69.4	4.0	5~6
(4) 스마트 건설 플랫폼 및 테스트베드	68.6	3.8	5

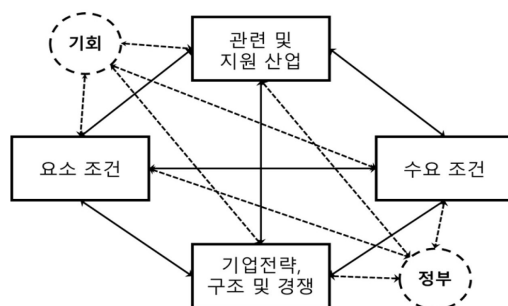
자료: 국토교통과학기술진흥원

7

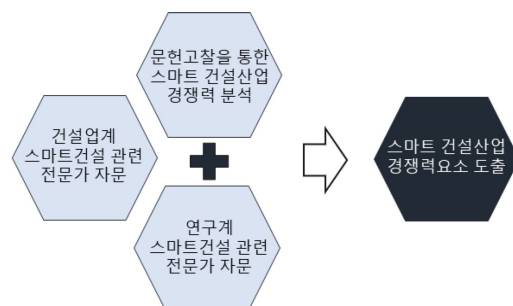
2. 스마트 건설산업 경쟁력 분석

국내 건설산업의 스마트 건설 경쟁력

- ▶ 국내 스마트 건설 활성화를 위한 경쟁력 분석
 - 마이클 포터의 국가경쟁력 분석 모델 적용(다이아몬드 모델)
- ▶ 국내외 문헌 및 건설업계와 연구계의 자문을 통하여 모델 기반 스마트 건설산업 경쟁력 요소 도출



〈마이클 포터의 다이아몬드 모델〉



〈스마트 건설산업 경쟁력 요소 도출〉

8

2. 스마트 건설산업 경쟁력 분석

스마트 건설산업 경쟁력 요소 도출

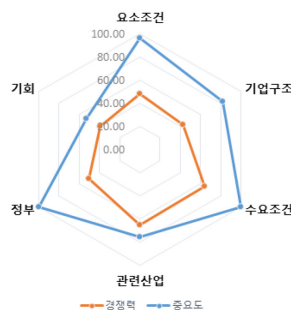
➤ 총 42개 스마트 건설산업 경쟁력 요소 도출(25개 조사설계지, 17개 데이터기반)

경쟁력 요소	세부 분류	세부 경쟁력 요소	경쟁력 요소	세부 분류	세부 경쟁력 요소
요소조건	노동의 가치	스마트 건설기술 활용인력 대가의 적정성	관련 및 지원산업	수직적 산업	안전 및 서비스(실의 질, 기술자문화 등) 등과 같은 산업의 성장성
	기술인력 현황	스마트건설 관련 원천기술개발 인력 현황(연구원, 석박사)			전방연쇄효과 영향력 계수
		스마트기술 관련 현장 활용 전문인력 현황(BIM, 드론, 자동화 등)			스마트건설기술 관련 전기전자, 정보통신, 제조업의 기술수준
		산업별 취업, 고용유발 계수			후방연쇄효과 영향력 계수
	시장규모	스마트건설기술이 적용되는 공사의 발주 규모			산업별 부가가치 유발계수
		국내 전체산업에서 건설산업이 차지하는 규모(건설산업의 전망)			세계 건설기계산업의 시장동향
스마트건설기술 시장 규모		ICT 산업의 시장규모			
기업 전략, 구조 및 경쟁	건설경기 실사지수	인공지능산업의 국가경쟁력	수요조건	시장수요	스마트건설기술에 대한 금융기관의 투자
	교육수준	원하도급 실무진들의 스마트기술 활용 능력			스마트기술산업(스마트시티, 모빌리티 등)의 수요수준
	산업	스마트기술에 대한 업체 간 활발한 개발경쟁			산업기술 성숙도
		해외대비 국내 스마트건설기술의 수준			공공기관, 지방정부의 스마트건설기술 활용 수요
		스마트건설기술의 활용 비율			스마트건설기술 관련 제도적 지원수준
	문화	스마트기술을 활용한 의사소통 활용 성숙도			타 산업의 건설산업 진입시 장벽
스마트건설기술 활용을 위한 경영전략 수립		스마트건설기술 관련 원천기술개발에 대한 연구개발 투자			
불확실성 회피(실패를 회피하려는 경향)		스마트건설기술 관련 정부의 재정지원(인센티브, 시험시공비 등)			
기업 전략, 구조 및 경쟁	글로벌 트렌드에 맞춘 역량확보(인하우스 또는 아웃소싱)	정부의 스마트기술 관련 교육지원수준	정부	제도적	정부 정책결정 투명성
	스마트건설기술의 가격경쟁력	규제의 실효성(정부의 정책수립 능력과 공공서비스의 질)			
		정부효율성(정부의 정책수립 능력과 공공서비스의 질)			
		스마트건설기술 관련 국내외 기술선도 업체간 교류			
		스마트건설기술 관련 해외건설시장진출 현황			
		해외 건설시장의 스마트건설시장 규모의 확대			
기회	외부적 요인	인건구조 및 공평화로 인한 생산성 감소	기회	외부적 요인	해외 건설사업의 규모

2. 스마트 건설산업 경쟁력 분석

국내 스마트 건설산업 경쟁력 분석 결과

- 경쟁력 분석 결과 관련 산업에 대한 요소가 가장 높으며 기회 요소는 가장 낮은 것으로 분석
- 중요도와 경쟁력 간의 GAP 차이가 가장 큰 요소는 정부요소와 요소조건으로 분석
 - 국내 스마트 건설산업이 아직은 초기단계이며 관련 제도적 뒷받침이 필요
 - 현재 여러 스마트 건설 관련 정책에 대해 산업계는 부족하다는 입장이며, 정책의 활성화 시간 필요
 - 스마트 건설관련 사업량(시장)이 절대적으로 부족하기 때문에 스마트기술 활용에 대한 리스크를 회피



〈국내 스마트 건설산업의 다이아몬드 모델〉

스마트 건설기술 산업경쟁력 요소	가중치	경쟁력		중요도 수준		GAP
		수준	Rank	수준	Rank	
요소조건	18%	47.68	4	95.72	3	48.04
기업구조	11%	42.68	5	81.83	4	39.15
수요조건	34%	64.49	2	100.0	1	35.51
관련산업	7%	65.69	1	76.10	5	10.41
정부	24%	50.33	3	99.86	2	49.53
기회	5%	39.63	6	52.77	6	13.14

〈국내 스마트 건설산업 경쟁력 분석 결과〉

2. 스마트 건설산업 경쟁력 분석

국내 스마트 건설산업 관련 정책 및 제도

- 2017년 부터 현재까지 총 6차례의 4차 산업혁명 관련 스마트 건설산업 정책을 제시함
- 정책의 방향성이 산업, 인프라와 같은 단위의 목표에서 건설사업 단계별 기술활성화 방안으로 구체화

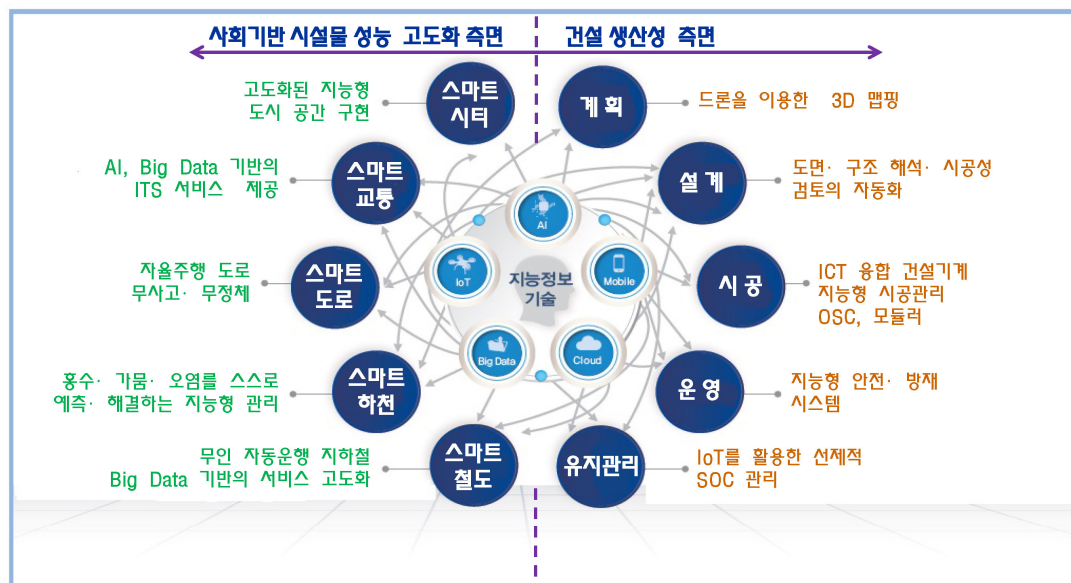
국토교통부 4차 산업혁명 대응전략 (국토교통부, 2017. 4. 21.)	✓ 국토교통 분야 및 범부처 종합계획(2017년 1월 TF 구성), "4차 산업혁명 발전포럼" ✓ 스마트 국토, 교통서비스 산업혁신, 공공 인프라 안전효율 제고, 혁신 기반조성의 4대 목표 제시
4차 산업혁명 대응계획 I-KOREA (4차 산업혁명위, 2017. 11.)	✓ 「4차 산업혁명 대응계획」의 비전 "사람 중심의 4차 산업혁명 구현"을 달성하기 위한 과제 ✓ 성장동력 기술력 확보, 산업 인프라/생태계 조성, 미래사회 변화 대응으로 과제가 추진됨
제6차 건설기술진흥 기본계획 (국토교통부, 2017. 12.)	✓ 2025년까지 BIM, 인공지능 등 적용한 "Smart Construction 2025"를 비전으로 제시 ✓ 4차 산업혁명에 대응하는 기술개발, 고부가 산업육성, 건설안전 강화 분야로 전략이 추진
건설산업 혁신방안 (관계부처 합동, 2018. 6. 28.)	✓ "2022년까지 세계 5대 건설 강국으로 도약" 하기 위한 4대 분야 혁신방안과 추진 과제 제시 ✓ 기술, 생산구조, 시장질서, 일자리의 4가지 주제로 한 혁신방안
스마트 건설기술 로드맵 (국토교통부, 2018. 10. 31.)	✓ "제6차 건설기술진흥 기본계획"에서 추진한 과제를 구체화하기 위해 로드맵 제시 ✓ 건설사업의 단계별(설계, 시공, 유지관리) 스마트 건설기술 적용을 위한 구체적 발전 목표 제시
건설 엔지니어링 발전방안 (국토교통부, 2020. 09. 03.)	✓ 고부가가치의 건설 엔지니어링 중심으로 패러다임 전환 및 스마트 건설엔지니어링 육성 발전방안 ✓ BIM 등 스마트 건설기술 확대방안 제시 및 스마트 건설기술 활성화를 위한 제도적 지원방안 제시

11

3. 스마트 건설기술 활용에 따른 장애요인

스마트 건설기술 적용 분야

- 디지털 전환 기술과 융합된 스마트 건설기술은 건설생산 프로세스 전 단계에 적용 가능



12

3. 스마트 건설기술 활용에 따른 장애요인

드론 활용과 관련된 장애요인

➤ 드론 항공촬영시 현행 규정

드론 비행 절차

〈드론의 비행 승인 여부〉

종류	비행금지구역 (P73, P65 등)	비행제한 구역 (R-75)	민간 관제권 (반경 9.3km)	군 관제권 (반경 9.3km)	그 밖의 지역 (고도 150m 이하)
촬영 허가 (국방부)	○	○	○	○	△
비행 허가 (수방사)	○ (P73지역만)	○	×	×	×
비행 승인 (국토부)	×	×	○	×	×

공통 사항

- 위 모든 사항은 자체중량 12kg 이하, 고도 150m 이하로 한정했을 때만 적용됨
- 12kg 이상 기체는 국내 전지역 국토부에 허가 및 신고 필수
- 구역이 2개 이상 겹칠 경우 각 기관 허가 사항 모두 적용
- 고도 150m 이상 비행이 필요한 경우 구역에 관계없이 국토부 비행 계획 승인 요청
- △: 국기/군사시설유무에 따라 달라질 수 있어 국방부에 문의 필요

"조종자 준수사항"에 따라 비행

*최대이륙중량과 관계없이 자체중량 12kg을 초과하는 비사업용 및 모든 사업용의 경우 장치신고 필요
*자체중량 12kg을 초과하는 사업용의 경우 조종자증명 취득 필요

13

3. 스마트 건설기술 활용에 따른 장애요인

드론 활용과 관련된 장애요인

➤ 드론 항공촬영시 장애요인 및 문제점

구분	장애 요인(한계 분석)	핵심 사항	드론을 이용한 항공촬영과 관련된 주요 규정 (개선 대상 법률/고시)
드론을 이용한 항공 촬영	- 드론으로 항공촬영시 7일 전에 관할 군부대에 촬영 허가를 신청하여야 함. - 촬영이 불허되거나 신속한 촬영을 진행할 수 없는 경우가 많아 항공 촬영에 어려움이 있음	- 기상 및 촬영 환경에 따라 필요 시 수시로 촬영이 가능 해야 함 - 드론을 이용한 항공 촬영 절차 규제 완화하여 사업자의 편의성을 높이는 것이 필요	- 항공안전법 제127조(초경량 비행장치 비행승인), 제129조(초경량비행장치 조종자 등의 준수사항)
	- 드론을 이용한 항공촬영시 150m의 고도제한	- 비행고도 제한 규제 개선시 광범위 측량 가능	- 항공안전법 시행규칙 제308조(초경량비행장치의 비행승인), 제312조의2(무인비행장치의 특별비행승인)
	- 드론을 이용한 항공촬영시 비가시권 비행 금지	- 자동비행 기술 발달로 비가시권 운행 가능한 상태 - 규제 개선시 드론 운용 효율 증가	

14

3. 스마트 건설기술 활용에 따른 장애요인

스마트 건설안전기술 활성화 장애요인

- 건설시공단계의 안전 관리비 비용은 직접비에 계상되는 건설기술진흥법상 안전관리비 방식과 간접비(산업안전보건법에 의한 산업안전보건관리비) 방식으로 책정하여 사용하고 있음

구분	설계단계	시공단계		사용단계
대상	시설물 안전	시설물 안전	근로자 안전	시설물 안전
주체	설계자	시공자	근로자	유지관리주체
관련법	건설산업기본법	건설기술진흥법	산업안전보건법	시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법

구분	건설기술진흥법	산업안전보건법
용어	안전관리비	산업안전보건관리비
목적	- 공사중 발생할 수 있는 위험상황에 대한 방지대책에 사용할 수 있도록 제정	- 근로자 개인안전 및 보건에 필요한 세반사항에 그 초점
소관	- 국토교통부	- 고용노동부
근거	- 건설기술진흥법 제63조 및 동법 시행규칙 제60조의 안전관리비	- 건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준(노동부 고시)
계상	- 안전관리비용 항목으로 구분되어 산출되지 않고 다른 공종에 포함되어 직접공사비와 안전점검비로 경비에 반영 - 안전관리계획의 작성 및 검토 비용, 안전점검 비용, 건설공사로 인한 주변 건축물 등의 피해방지대책 비용, 공사장 주변의 통행안전관리대책 비용, 안전 모니터링 장치의 설치·운용 비용, 가설구조물의 구조적 안전성 확인에 필요한 비용	- 공사종류 및 규모에 따라 일정금액을 도급계약서에 별도로 계상 - 시공중 안전관리자등의 인건비 및 각종업무수당, 안전시설비, 개인보호구 및 안전장구 구입비, 사업장의 안전진단비, 안전보건교육비 및 행사비, 근로자의 건강관리비, 건설재해예방기술지도비, 본사 사용비에 사용토록 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준이 법으로 규정

15

3. 스마트 건설기술 활용에 따른 장애요인

스마트 건설안전기술 활성화 장애요인

- (장애요인) 간접비 형태(산업안전보건관리비)로 해당 공사에 동일한 간접비 요율 적용함에 따라 비용 부족 발생
➢ (장애요인) 현재 안전관리비 계상 기준상 스마트 건설안전 기술의 사용은 포함되지 않음

〈공사 규모별 안전관리비 계상기준표〉

공사 종류	구분	5억 원 미만 적용 비율	5억원 이상 50억 원 미만인 경우		50억 원 이상인 경우 적용 비율	보건관리자 선임대상 건설공사의 적용 비율
			적용 비율	기초액		
일반건설공사(갑)		2.93%	1.86%	5,349,000원	1.97%	2.15%
일반건설공사(을)		3.09%	1.99%	5,499,000원	2.10%	2.29%
중 건설공사		3.43%	2.35%	5,400,000원	2.44%	2.66%
철도·궤도건설공사		2.45%	1.57%	4,411,000원	1.66%	1.81%
특수 및 기타건설공사		1.85%	1.20%	3,250,000원	1.27%	1.38%

〈스마트 건설안전기술 활용 장애요인〉

구분	장애요인(한계 분석)	핵심 사항	스마트건설안전 관련 규정
스마트 건설안전 기술	- 스마트 안전기술 적용시 소요되는 비용 중 근로자 안전에 해당하는 비용 의 상승에 따른 부담 증가 - 스마트 안전장비 사용항목 부재로 인한 어려움	- 간접비 형태(산업안전보건관리비)로 책정하여 해당 공사에 동일한 간접비 요율 적용 비용 부족 발생 - 스마트 건설안전 장비 사용항목 부재	- 산업안전보건법 제72조 - 건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준 제4조(계상 기준)

16



3. 스마트 건설기술 활용에 따른 장애요인

건설장비 무인화 적용 장애요인



➤ (장애요인) 원격제어 및 반자율제어 건설로봇(무인지게차 등)은 현행법상 건설기계로 분류되어 조종자를 필수적으로 가정하는 지게차의 정의에 맞지 않아 등록 및 기존 면허제도 적용이 불가능함.

➤ (개선사항) 무인 건설장비의 운용에 필요한 등록·형식기준, 조종사 자격기준 등 제도개선 이 필요

구분	장애 요인(한계 분석)	핵심 사항	관련 주요 규정
원격제어 및 무인 자동 건설기계	- 운전 중에는 운전석을 이탈하지 말아야한다”, “낙하물에 의한 운전석 헤드가드 구비/백레스트 구비/안전띠 착용의무”와 같은 조항이 원격제어 건설기계에 부적합	- 등록·형식기준, 조종사 자격기준 등 제도개선 이 필요	- 건설기계법 제2조 및 동법 시행령 제2조 및 별표1, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제180조~제183조, 건설기계안전기준에 관한 규칙 제26조의5,

17



3. 스마트 건설기술 활용에 따른 장애요인

건설로봇을 활용한 시설물 원격 점검 관련 장애요인



➤ (장애요인) 시설물 및 건축물의 관리점검시 전문가의 육안점검에 의해 진행됨. 고층 건축물, 외벽, 철탑 등 접근이 어려운 부분에 대한 점검에 한계. 드론 및 건설로봇 장비를 활용하는 점검기술에 대한 가이드라인이 부재한 상태임

➤ (개선사항) 시설물과 건축물의 안전 점검시 드론 또는 원격제어 로봇 등의 활용이 가능하도록 관련 기준 및 가이드 라인 마련 필요

구분	장애 요인(한계 분석)	핵심 사항	관련 주요 규정
시설물 원격점검	- 시설물 및 건축물의 안전 점검시 근로자 위험도 제거를 위한 스마트 드론 및 건설로봇의 활용이 있어 관련 기준 및 가이드라인이 부재한 상태임	- 드론 및 건설로봇 장비를 활용하는 점검기술에 대한 가이드라인 부재 - 드론 또는 원격제어 로봇등의 활용이 가능하도록 관련 규정 마련 필요	- 건축물관리법 제13조 및 제18조, 동법 시행령 제8조, 제12조

18

3. 스마트 건설기술 활용에 따른 장애요인

스마트 건설장비 활용시 장애요인

➤ (장애요인) 지능형 다짐기계는 지반의 다짐과 다짐 품질시험을 동시에 할 수 있는 장비이나 현행 규정상 지반의 다짐 품질의 검사시 평판재하시험을 실시하도록 되어 있어 장비의 활용도 증가에 장애가 되고 있음

➤ (개선사항) 품질관리 업무지침의 개정을 통하여 지능형 다짐기계의 활용도 증가 필요

구분	장애요인(한계 분석)	핵심 사항	관련 주요 규정
지능형 다짐기계	- 지능형 다짐기계는 다짐과 품질시험을 동시에 할 수 있는 스마트 건설장비임 - 현행 규정상 평판재하시험을 통한 별도의 품질검사를 하도록 되어 있음	- 평판재하시험을 통한 품질검사는 이중 시험에 해당되므로 관련 규정의 개정 필요	- 품질관리업무지침

19

3. 스마트 건설기술 활용에 따른 장애요인

건설자동화를 위한 MC/MG 장비 활용을 위한 기준국 설치

➤ (장애요인) 현행 무선 기준국 설치 규정은 고정위치에 대한 규정임. MC/MG 장비 활용을 위한 기준국 설치에 공사현장에서 빈번하게 위치이동을 해야 하나 이동시 마다 기준국 설치 승인을 반복적으로 받아야함.

- MC/MG 기준국 설치에 간단함에도 정보통신공사사업자만이 할 수 있어 MC/MG 개발자 및 사용자(전문건설업체)는 정보통신공사사업자와의 협업이 필요함

➤ (개선사항) 기준국 설치 운용 허가를 사업장내에서 포괄적으로 허가가 가능하도록 개정필요. 간단한 기준국의 설치에 건설사업자가 설치 가능하도록 개정 필요

장애요인(한계 분석)	핵심 사항	관련 주요 규정
- 선형현장 등의 토공작업 특성상 작업기간이 짧아 무선국의 설치와 해제가 반복적으로 이루어짐. 하지만 이러한 과정에서 설치 위치 변경 및 공사현장에 대한 관할 지역이 변경되므로 반복적인 인허가 절차를 거쳐야함	- 기준국 설치 위치와 지역기준이 아닌 사업장을 기준으로 인허가를 허용하는 방안 필요	- 전파법 제4장 제1절 제 19조(허가를 통한 무선국 개설 등) 제2항, 전기통신사업법 제1장 제2조 (정의) 제6항
- 무선국 운용을 위한 설치 및 세팅은 정보통신공사업을 보유한 업체에서 진행하도록 되어 있어 사업자를 취득한 별도의 업체와 함께 진행해야함	- 건설사업의 시공단계에서 활용되는 기준국 설치시에 건설사업자가 설치 및 운용이 가능하도록 개선 필요	- 전파법 제4장 제1절 제 19조의2(신고를 통한 무선국 개설 등) 제3항



〈무선국(GPS 기지국) 설치 전경〉

20



4. 스마트 건설기술 장애요인 개선 방안

규제 샌드박스 운용 필요성



➤ **규제샌드박스의 필요성**

- 스마트 건설기술 활용도 증가에 따라 발생하는 규제에 선제적 대응 필요
 - 드론, 자동화 장비, 건설기계 접근 경보, MC/MG 활용, 웨어러블 로봇, 지능형 다짐기계 등의 활용에 제약 발생
 - (규제 완화 현황) 타 부처에서 운용중인 규제샌드박스의 주요 승인 사항은 AI, 드론, 로봇 및 자율주행, VR/AR 등의 첨단 기술 사용에 관한 사항임
- (차별화 방안) 규제샌드박스는 주로 정보보호 및 안전문제에 관한 규제 완화임. 스마트 건설기술의 활용시 관련 기술기준 및 시방서 기준이 맞지 않거나 없는 경우에도 규제샌드박스의 대상으로 적용

➤ **규제샌드박스의 기대효과**

- 스마트 건설기술이 빠른 시간안에 시장에 진출 할 수 있음
- 설계, 시공, 안전, 유지관리 등 건설사업 전단계를 관리 할 수 있어 규제의 연속성 확보 가능
- 스마트 건설기술의 규제 내용이 건설사업장 내에서는 타 부처의 규제 허용폭 보다 넓게 운용이 가능함.
토목현장의 경우 일반인들의 접근이 빈번하지 않기 때문에 규제 허용의 폭이 넓어질 수 있음

21



4. 스마트 건설기술 장애요인 개선 방안

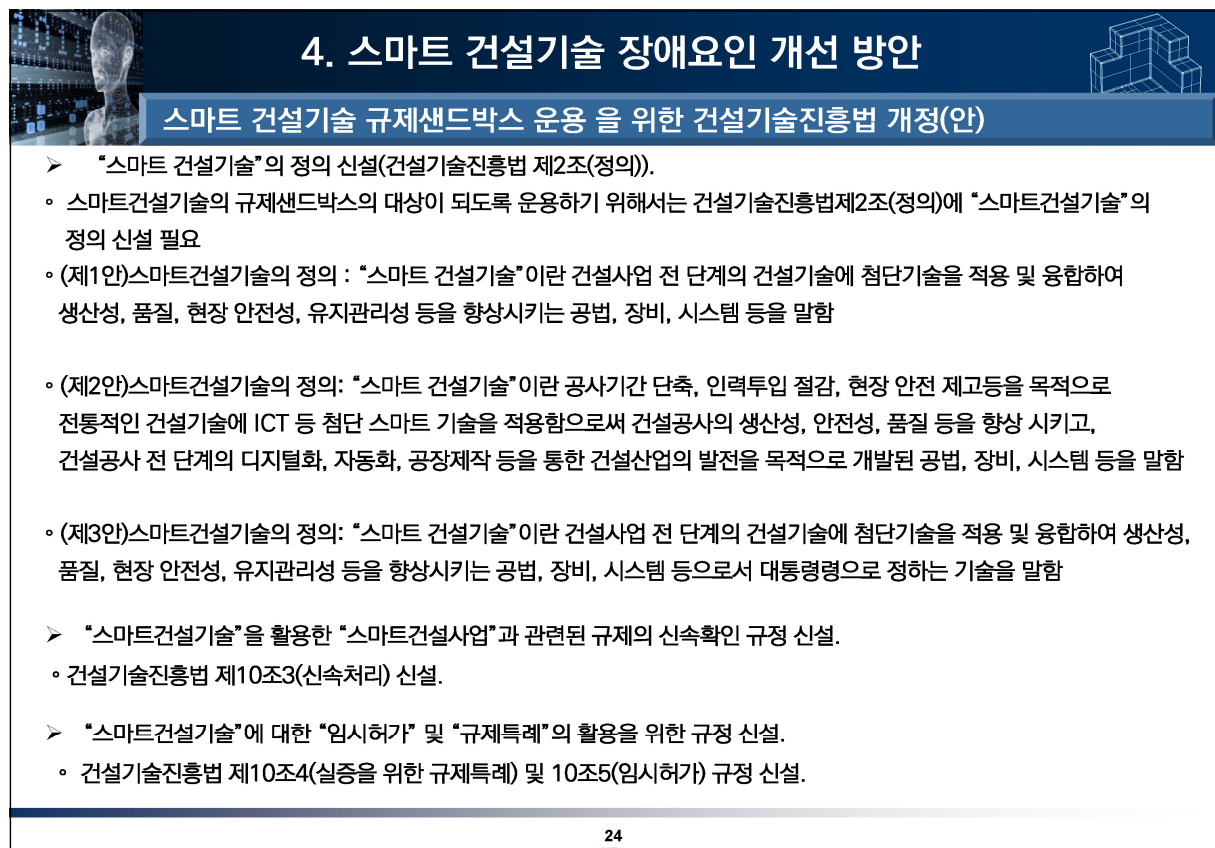
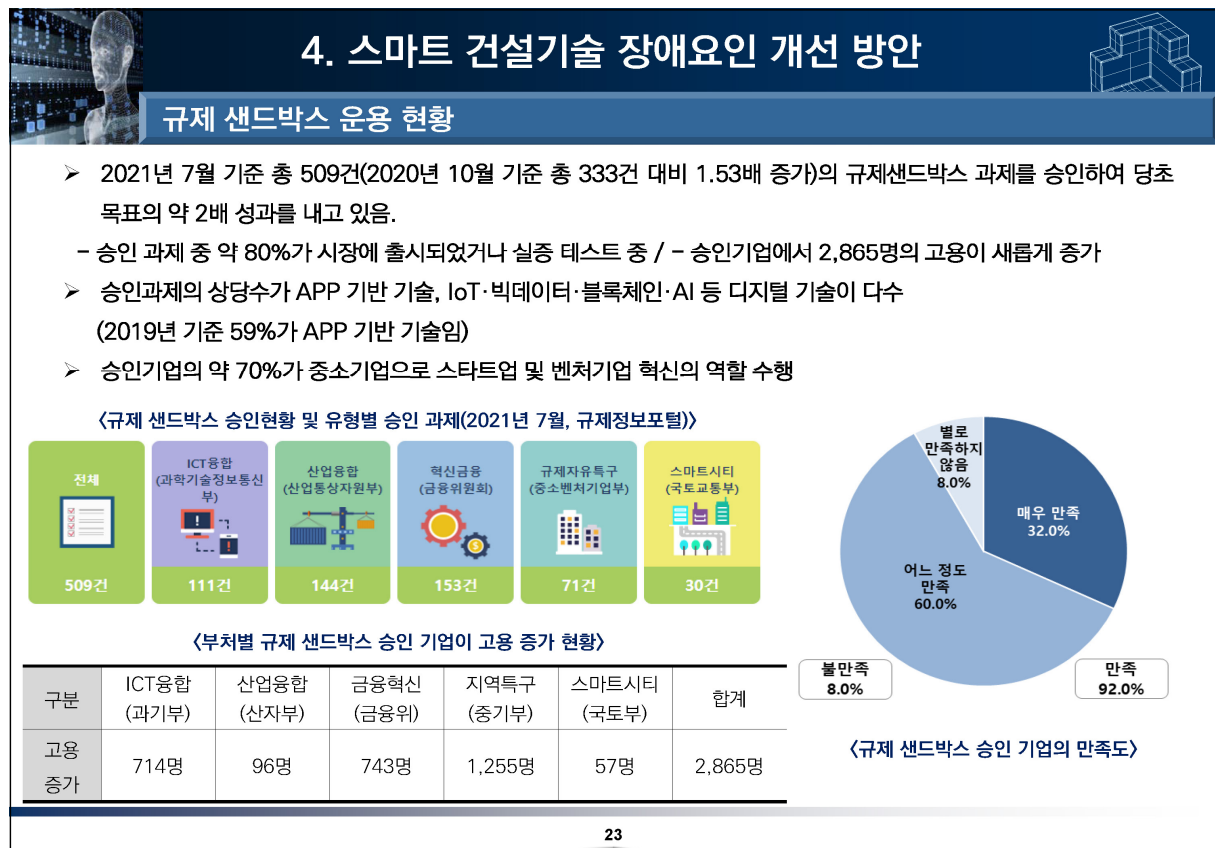
국토교통부 규제 샌드박스 운용에 따른 승인 사례

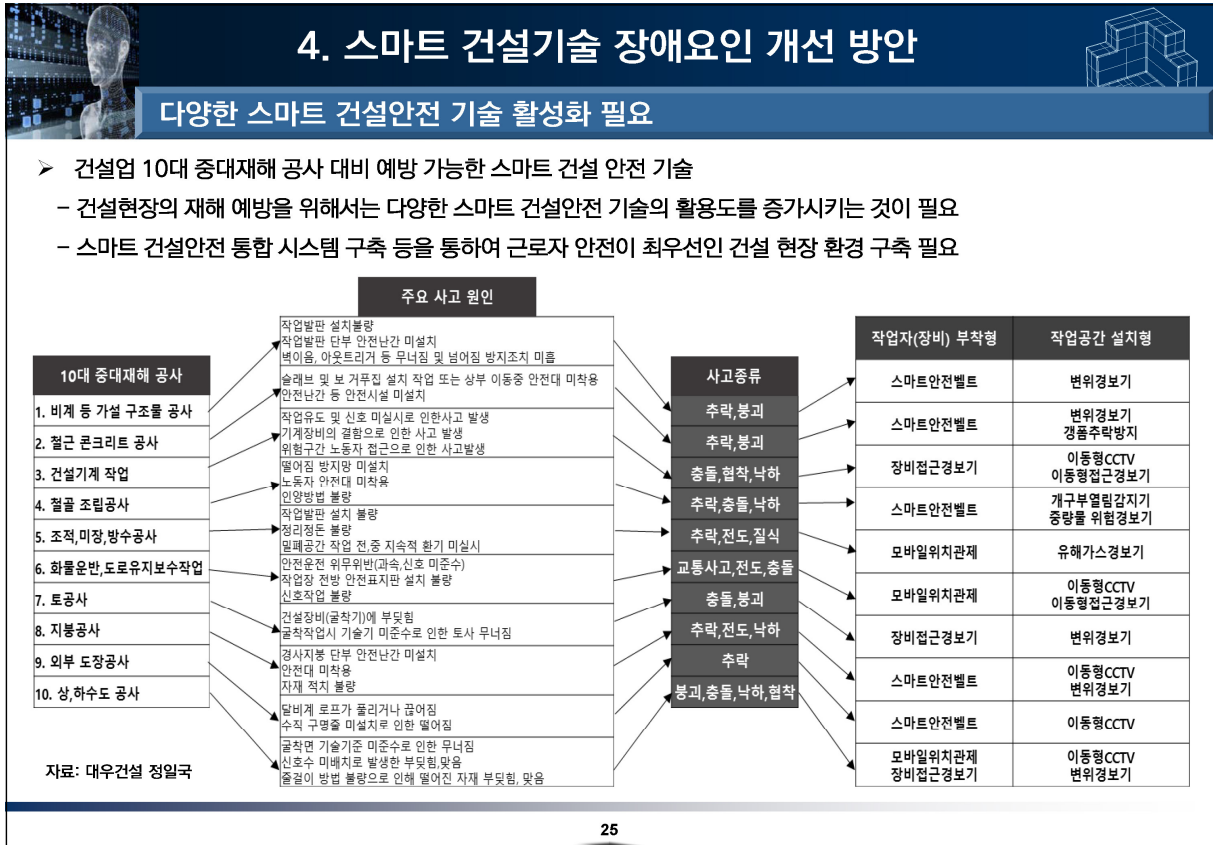


➤ **드론과 IoT를 활용한 도시가스배관 안전관리 서비스**

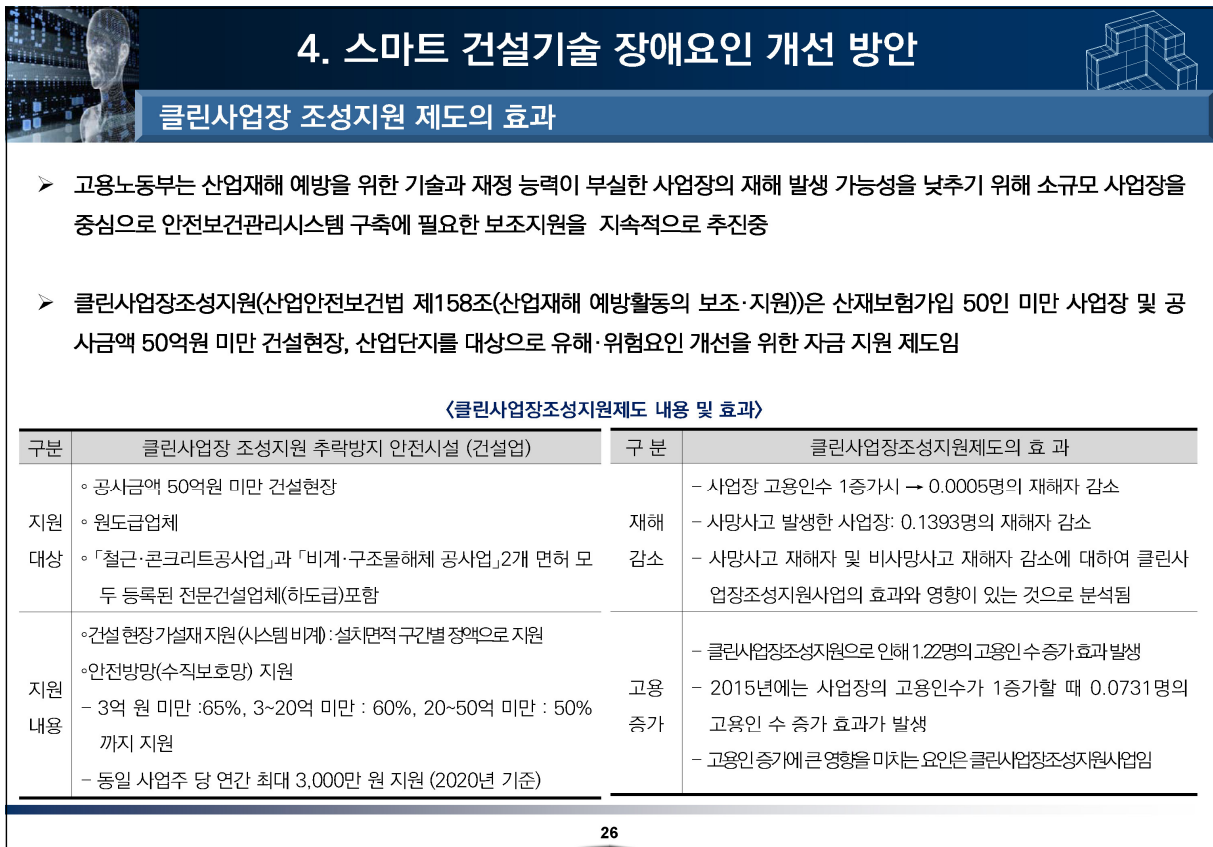
과제명	드론과 IoT를 활용한 도시가스배관 안전관리 서비스
업 체 명 : 미래아이티(주) 컨소시엄 / 특계유형 : 실증특례 주관부처 : 국토교통부 / 규제부처 : 산업통상자원부	
주요내용	드론을 이용하여 합·불법적 굴착공사와 공사 현장의 가스누출 위험을 감시하고 스마트계량기를 통해 수용가의 가스사용량 수집 및 가스 누출 시 밸브 자동 차단
규제특례 (관련규정)	(현행 규제) 「도시가스사업법」에 드론 관련 규정이 부재하며, 「항공안전법」, 「보안업무규정」 등에 따라 관제권 및 비행금지공역에서 드론을 비행할 경우 비행 승인 및 촬영 허가를 사전에 받아야 하며 도시가스사업자는 가스시설의 안전 관리를 위하여 점검원이 직접 현장을 방문하여 순회점검을 수행하도록 되어있으며, 계량기 설치 시에도 정기적인 현장방문을 규정 (규제 특례) <u>드론과 IoT 장치를 활용한 점검 결과를 안전관리자의 순회점검 업무를 보완하는 범위에서 활용하고</u>, 스마트계량기를 활용한 시설 점검은 도시가스사업법 시행규칙 및 표준 안전관리규정 상 완화된 점검주기를 이행하는 것을 조건으로 실증특례를 허용
부가조건	- IoT, 드론을 이용한 도시가스배관 안전 점검원 현장방문 대체 - 완전 대체가 아닌, 굴착공사장 순회점검 업무에 한정 - 표준 안전관리규정 제25장 제2항의 순회점검시 확인사항(굴착공사로 인하여 노출된 배관의 가스누출 여부, 무단 굴착공사 확인 등) 및 순회점검 주기(굴착공사로 노출된 배관은 1일 2회) 준수 - 순회점검시 가스누출, 무단 굴착공사 발견 등 이상상황 조치를 위한 즉시 출동체계 수립 - 스마트 계량기를 활용한 가스사용시설 상시 안전체계 구축 - 가스보일러가 설치되지 않은 지역을 실증대상으로 설정 - 스마트계량기는 액화석유가스의 안전관리 및 사업법 시행규칙 별표 제11호에서 정한 다기능 가스안전 계량기와 동등 또는 이상의 기능을 가질 것 - 스마트계량기 설치 사용시설의 경우 안전점검 주기 완화(연 1회 → 3년 1회)

22





25



26



4. 스마트 건설기술 장애요인 개선 방안

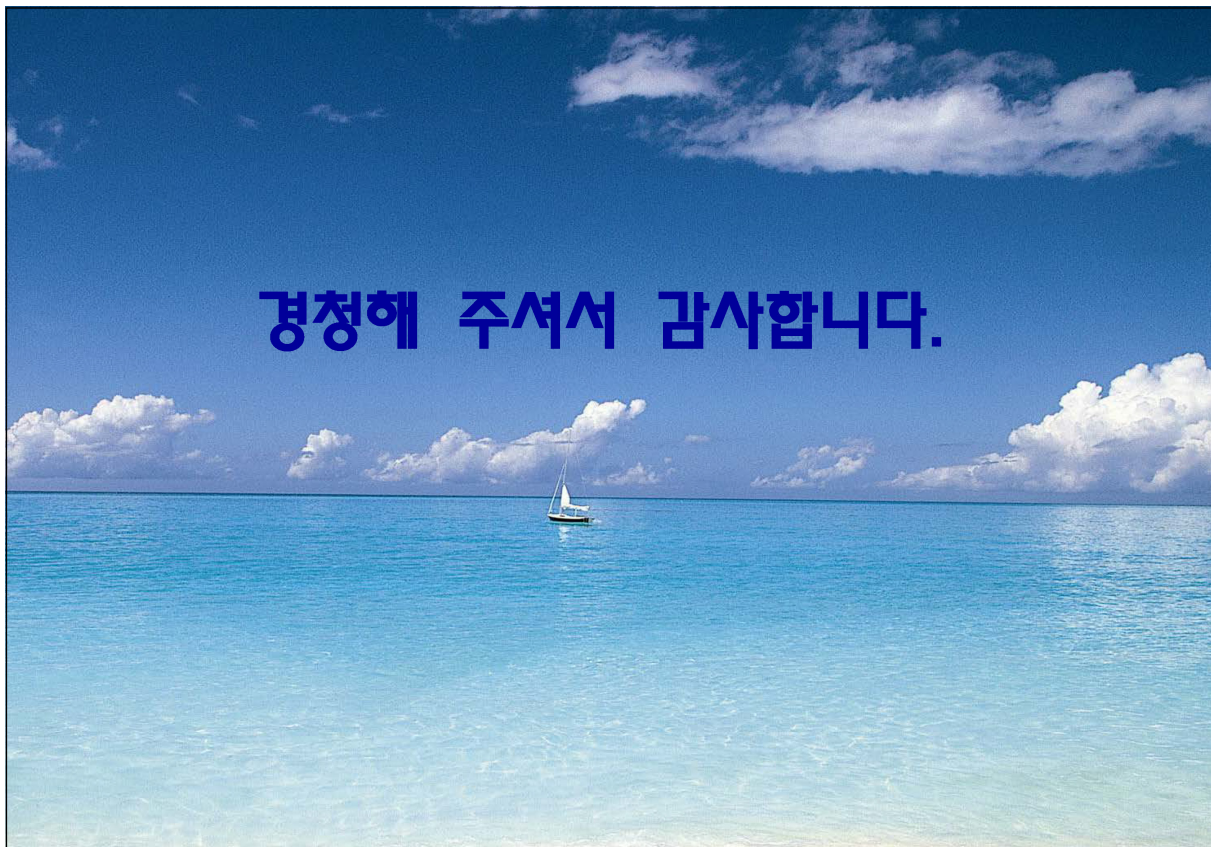


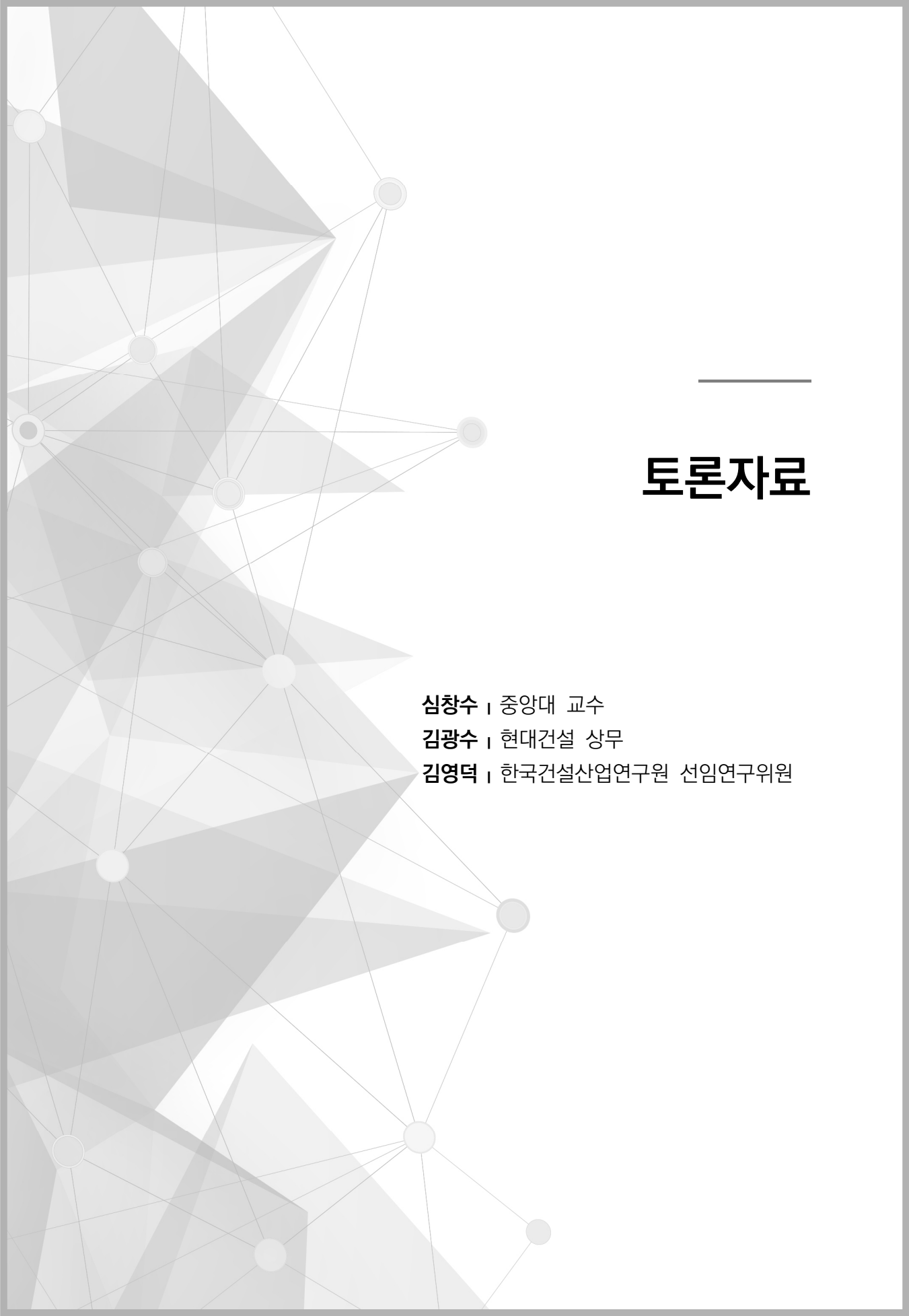
스마트 건설안전 기술 활성화를 위한 산업안전 보건관리비 사용기준 개정(안)

- 건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준 제2조(정의)에 스마트 건설안전장비의 정의 신설
 - 스마트 건설안전 장비의 기준 근거 마련
- 건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준 제4조(계상기준) 개정: 50억원 미만 사업장 종액 계상
 - 건설산업 사업장에서의 근로자 재해는 소규모 공사현장에서의 재해 발생이 높음. 소규모 사업장의 스마트 건설안전 장비의 구매, 설치, 운용 시 비용 부족 해소 가능
- 건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준 제7조(사용기준) 개정 : 스마트 건설안전장비 목록 신설
 - 건설안전장비의 사용 목록에 스마트 안전장비 항목을 신설함으로써 건설사업자들의 활용 근거 확보

산업안전 보건관리비 계상 및 사용 기준 개정(안)
제2조(정의) ① 이 고시에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 1.~3. (생략) (신설)4. 스마트 건설안전장비란 산업간 융·복합의 성과를 활용하여 건설근로자의 안전관리를 강화할 수 있는 안전장비를 말한다
제4조(계상기준) ①~③(생략) (신설)④ 발주자는 대상액이 50억원 미만일 경우에 대하여 자기공사자가 스마트 건설안전장비를 활용하고자 할 경우 설계에 따른 안전관리비보건 관리비를 2배 이내의 범위에서 조정계상 할 수 있다.
제7조(사용기준) ① (생략) 1. ~ 3. (생략) (신설)3의2 스마트 안전벨트, 스마트 위치태그, 스마트 모바일앱, VT 교육 시스템, 등 근로자의 보호 및 안전을 위한 웨어러블 스마트 건설안전장비에 소요되는 비용

27





토론자료

심창수 | 중앙대 교수

김광수 | 현대건설 상무

김영덕 | 한국건설산업연구원 선임연구위원

토론문 1

중앙대 심창수 교수

스마트건설에 대한 3가지 관점에 대한 의견을 드리고자 합니다.

스마트 기술이 건설산업을 혁신하면 생산성 증대가 달성되고 이로 인해 일자리가 줄어든다는 우려를 하는 개인이나 공공기관이 많습니다. 건설산업만큼 규제가 많은 분야가 없어서 기술이 좋아져도 그 효과가 발현되려면 적어도 10년은 걸릴 것으로 예상됩니다. 존재하는 규제를 제거하는 것은 어렵고 복잡한 이해관계를 조정해 나가는 것도 시간이 필요합니다. 즉, 우리는 앞으로 10년 이후에 우리나라 건설산업의 자원 부족 사태를 사전에 대비하기 위해 기술개발을 하고 스마트기술이 가진 투명성과 데이터 공유에 기반해서 규제를 줄이는 노력을 하는 겁니다. 현재에도 인구고령화와 해외 인력 의존적인 현장의 문제가 심각하지만 앞으로 10년 뒤에는 경험이 많은 기술자의 부재와 더불어 우수한 신규인력 유입이 거의 없는 상황이 예상됩니다. 해외 선진국의 사례를 보더라도 건설분야 전문인력 부족현상은 필연적일 것으로 보입니다. 발주처, 민간건설사, 설계 엔지니어링 업계의 인력 구조를 보면 더 심각함을 알 수 있습니다. 건설산업의 신규 투자가 줄어드니까 그래도 된다는 생각을 하는 분들이 많은 듯 합니다. 국가 인프라의 총량은 매년 증가합니다. 신규 건설만이 건설산업이 감당해야 하는 몫이 아니고 기존 인프라를 유지하고 재건하는 것은 더 어려운 과제입니다. 국민의 안전과 생활이 달려있는 문제이기 때문입니다. 따라서, 스마트건설 기술은 이러한 장래에 닥쳐올 건설산업 자원 부족에 선제적으로 대응하기 위한 것이라는 공통된 인식이 필요하고 정부나 국회에서도 이런 관점에서 규제를 혁신하고 새로운 기술이 자리매김할 수 있는 환경조성에 나서 주셔야 합니다.

두 번째 말씀 드릴 관점은 건설산업의 데이터 가치에 대한 사항입니다. 현재 대부분의 중요한 의사결정은 설계단계에서 이루어지는데 이 설계 엔지니어링 분야의 상황은 가장 심각한 것으로 보입니다. 세계적인 추세이기도 하지만 국내에서 설계 분야에 주는 부담이 갈수록 늘어나고 있습니다. 공사계획이나 안전검토, BIM이 대표적인 사례입니다. 그럼에도

도 불구하고 이 분야에 진출할 신규 인력의 기피현상은 심해지고 공공사업에서 설계 생산성을 높일 수 있는 환경조성은 거의 하지 않고 민간기업에 요구사항만 높이는 형국입니다. 건설산업의 각 단계의 데이터 생산과 소비 주체를 보면 극명하게 알 수 있습니다. 타당성 조사, 기본설계, 실시설계, 공사중 설계관련 질의, 유지관리 단계의 안전진단보고서 등이 주로 설계 엔지니어링 분야가 담당하고 생산하는 데이터입니다. 이 모든 데이터의 소유권은 발주처와 운영주체에 있습니다. 설계자는 설계한 시설물이 어떤 설계변경을 거쳐서 최종적으로 어떤 거동을 보이는지 피드백을 받을 수 없는 체계가 현재의 상황입니다. 설계 생산성이 높아지고 고품질의 설계, 시공성과 안전을 보장하는 설계를 요구하려면 설계자에게 데이터 접근성을 제공해야 하고 그에 적합한 권한과 비용을 지출해주어야 합니다. 설계 단계의 투입 예산이 전체 생애주기 비용에서 가장 적은 부분이지만 가장 큰 영향을 미치는 부분이기 때문에 사업 예산의 재분배를 고려해야 하는 시기입니다. 이를 위해서는 건설산업의 데이터 가치와 소유권과 사용권, 데이터 흐름에 관한 체계를 다시 수립해야 합니다.

마지막으로 논의할 관점은 앞서 말씀드린 건설산업의 데이터 생산자와 소유자의 상이함에 따른 비효율성을 개선하기 위한 방안에 대한 것입니다. 국가 인프라를 디지털화하면 상호 연계가 발생하고 데이터의 일원화된 관리 체계가 필요합니다. 현재 정부가 추진하고 있는 데이터댐과 조금 다른 측면의 데이터 관리의 거버넌스를 국토부로 설정해서 보안성이 있는 상태의 데이터는 내부적인 통합관리 차원에서 수집, 통합, 분석하도록 할 필요가 있습니다. 환경부나 산자부에도 인프라 시설들이 있지만 하드웨어 측면에서 관리하기에는 국토부가 가장 적절해 보입니다. 다른 하나는 인프라에 대한 보안성을 제거하고 민간에 개방할 수 있는 데이터 센터를 각 발주처가 수립하여 엔지니어링 업계가 활용할 수 있도록 해야 합니다. 이는 데이터 기반의 인공지능 기술이 향후 건설 엔지니어링 업계의 경쟁력을 좌우할 것이 명확하기 때문입니다. 산발적인 데이터를 보유하고 있는 현재의 설계사로서는 이러한 기술력을 확보할 수 없습니다. 업체수가 2018년 조사에서 3500개 수준인 상황에서 한 기업의 데이터로는 설계 경쟁력에 도움이 되는 인공지능 설계기술 개발이 불가능하고 관련 스타트업이 생성될 수 없습니다. 국가가 보유한 데이터를 제공함으로써 설계 경쟁력도 높아지지만 향후 전개될 신규 사업이나 인프라 재건에 막대한 국가적 이익을 얻을 수 있는 토대를 미리 구축하게 될 것입니다. 연구개발과제도 기획되고 있지만 이러한 생태계가 없으면 어렵습니다.

이상으로 제 의견을 모두 말씀드렸습니다.

토론문 2

현대건설 김광수 상무

현대건설 김광수 상무입니다.

조성민 단장님께서 기술적 측면에서 전체적인 진단을 내려주셨고 박승국 실장님께서 제도적 측면에서 종합적으로 분석해 주셨습니다.

SOC의 디지털화, 그리고 생산성 향상이 스마트 건설의 지향점이라는 것은 분명한 사실입니다. 그러나 이러한 정량적 측면외에도 스마트 건설이 건설업의 생산 및 운영방식까지 포함하는 사업구조 전반을 혁신할 수 있다는 것을 주목할 필요가 있습니다.

스마트 기술을 기존 산업에 정착시키기 위해서는 새로운 절차, 새로운 생산관리 방식, 새로운 기술이 도입되는 것이 필수적인 과정입니다. 그런데 건설산업은 공공성, 사회적인 파급효과, 장기 연속성 등의 특성에 따라 매우 보수적일 수 밖에 없습니다. 많은 이해관계자가 개입되므로 기존의 절차를 바꾸는 것이 어렵고 검증되지 않은 기술의 도입에 많은 저항이 있는 것이 사실입니다.

이러한 건설업의 특성을 고려할 때 스마트건설을 생산성 향상이라는 측면에서만 분석하거나 평가하게 된다면 도입 동력이 떨어질 수 밖에 없습니다. 스마트건설이 속도조절이나 공감대 형성에 실패하는 경우 건설업은 가장 큰 혁신의 기회를 잃게 될 수 있으므로 그 도입 목적과 활용방안을 다시 한번 생각할 필요가 있습니다.

저는 스마트건설의 가장 큰 효과를 협업, 연결, 조정에서 찾고자 합니다. 건설업은 생산 과정에서 그 어떤 산업보다도 더 많은 이해관계자가 참여하여 끊임없이 합의의 과정을 만들어 나가게 됩니다. 발주자와 직접적인 감독부서, 그리고 원청 시공사와 수많은 하청사는 끊임없이 정보를 생성하여 나누고 또 수정해 나갑니다. 여기에 지역자치단체, 시민단체, 지역주민까지 지속적으로 참여하게 되는 것이 건설산업이므로 연결을 통한 협업과

조정의 중요성은 그 어떤 산업보다도 높다고 할 수 있습니다.

결국 빠른 연결과 정확하고 효율적인 협업, 그리고 원만한 조정이 사업의 성공을 위한 핵심요소이며 이를 위한 가장 강력하고 효과적인 수단이 바로 스마트건설입니다. 우리는 그 동안 전달과정에서 정보가 왜곡되거나 지연됨으로써 발생하는 많은 문제점을 이미 충분히 경험한 바 있습니다. 스마트건설기술은 건설산업이 필수적으로 갖고 있는 거대하고 복잡한 연결과정을 신속하고 정확하게 구현하는 유일한 수단이 될 것입니다.

다음은 스마트건설기술의 발전방향입니다.

첫째, 발주자 주도의 협업 솔루션 제공을 통해 업무 환경을 통합하고 디지털화시킬 필요가 있습니다. 해외 발주기관은 CDE를 비롯하여 클라우드 기반의 전자문서관리시스템(전자결재, 도면관리, 검측, 공정관리 등의 Paperless 관리시스템) 등 시중 출시된 협업 솔루션의 활용을 독려하고 있습니다. 국내에서도 발주자가 익숙하고 원활히 사용할 수 있는 협업 솔루션을 제시하고 제공해준다면, 발주자를 비롯한 시공사, 협력사 등의 모든 과업참여자가 참여하여 통합된 업무 환경 하에서 공동의 목표를 위해 협업할 수 있을 것입니다. 이를 통하여 디지털 기반의 업무 처리를 통해 중복 업무를 제거하고 생산성을 높일 수 있습니다.

둘째, 스마트건설시대에 맞게 발주제도의 개선이 필요합니다. 빠르게 발전하는 스마트건설기술을 발주자가 적기에 파악하여 입찰조건에 반영하기에는 현실적으로 어렵습니다. 그러므로 ECI(Early Contractor Involvement)와 같은 해외 발주제도를 참조하여 국내 프로젝트에 도입할 필요가 있습니다. 이를 통해 선진 스마트건설기술을 적기에 입찰에 반영하여 현장 확산시킬 수 있으며, 건설사들의 기술 개발 동기를 고취시킬 수 있습니다.

또한 기계화 시공의 확대를 위해서는 Prefab. 발주 물량을 보장해야 합니다. 기회의 균등이라는 측면에서 약점이 될 수는 있지만 특정 사업의 경우 전체 노선을 공구 분할 없이 발주되면, 규모의 경제를 달성할 수 있게 되어 OSC 적용이 용이하게 될 것입니다.

셋째, 안전사고 예방을 위한 스마트 안전기술의 확대 적용을 위해 현재의 산업안전보건 관리비의 집행 방식과 같이 시공자가 발주자와 협의하여 자유롭게 선정하여 적용하고, 관련 비용을 사후 정산할 수 있게 제도 개선이 필요합니다. 현재 스마트 안전기술은 건설 기술진흥법에 따른 안전관리비에서 사용해야하는데, 입찰 내역에 반영된 기술만 사용할

수 있으며, 공사 중 필요한 안전기술이 생기면, 설계변경을 통해 계약 변경을 하여야 하므로 절차상의 번거로움으로 인해 최신 기술의 활용에 어려움을 겪고 있습니다. 스마트기술과 관련한 부분에 대해서도 효율 정산방식이 도입되면 스마트건설의 도입 및 정착 속도가 빨라질 수 있을 것입니다.

주제발표에서 다룬 것처럼 기술이 개발되고 제도가 뒷받침됨으로써 스마트건설이 정착을 통한 한국 건설산업의 진정한 혁신을 기대합니다.

토론문 3: 스마트 건설기술 정책에 대한 평가와 과제

한국건설산업연구원 김영덕 선임연구위원

○ 스마트 건설기술 정책에 대한 평가

- 제6차 건설진흥기본계획 수립 이후 스마트 건설기술 개발 및 확산을 위한 정부의 정책은 전반적으로 성과를 거두고 있음.
- 공공발주자 및 지자체, 대형 건설기업들의 스마트 건설기술에 대한 관심이 커지고 있으며, 실질적인 실행 노력이 우수함.
- 지속적인 스마트 건설기술 관련 R&D 투자의 본격 추진, 시범사업의 발주 등은 스마트 건설기술의 빠른 정착을 위해 매우 필요하다는 점에서 긍정적인 평가가 가능함.
- 다만, 스마트 건설기술정책 추진에 대한 실제 수요 주체인 건설기업들의 인식도는 여전히 낮은 상황임. 특히, 대형 건설업체 및 대형 설계·엔지니어링 업체들을 제외하고는 여전히 필요성 및 기술개발의 방향 및 실행방안에 대한 관심과 대응노력이 부족한 상황
- 특히, 스마트 건설 로드맵 수립에서 제시된 각 주체들의 대응 태도의 문제점 즉, 정부의 뚜렷한 비전 및 목표 제시 부재와 스마트 건설기술 활성화에 미흡한 발주제도 및 건설기준, 발주자의 소극적 태도 그리고 건설기업의 기술개발 부진 등이 여전히 스마트 건설기술의 활용의 장애요인으로 작용 중임.

○ 스마트 건설기술정책의 문제점

- 지금까지의 스마트 건설기술 정책은 스마트 요소기술의 개발 및 홍보, 지원 중심의 정책으로서 기술의 활용 및 사업화 촉진, 개별사업 단위의 차별적인 활성화 프로그램 및 로드맵 운용 등에 대한 고민은 상대적으로 적었음.
※ 스마트 건설기술 로드맵 이행방안의 한계점
- 현행의 복잡다기한 건설 관련 법령체계 속에서 스마트 건설이 촉진될 수 있는 환경이

마련되기는 쉽지 않은 상황임. 사업기획에서 O&M에 이르는 건설사업단계에 관련된 국토부 규제 법률만 101건에 달하는 상황에서 스마트 건설기술의 활용은 많은 장애에 부딪치고 있음.

※ 특히, 스마트 건설의 궁극적인 성공의 키는 단순히 개별기술의 활용이 아닌, “디지털 전환” 즉, 업무의 궁극적인 효율성과 디지털화에 초점을 맞추는 것(조성민 단장님 지적사항)으로 “협력”이 기반이 되어야 하는데, 협력을 제약하는 각종 생산규제들은 큰 장애요소임.

※ “규제샌드박스”의 지난 성과에 대해 지속적으로 제기되는 문제점은 실증 특례를 받았다고 하더라도, 근본적인 법령 개정이 이루어지지 않는 상황에서 언제든지 사업 중단 등 상황 변화가 있을 수 있다는 불안감임. 보다 근본적인 산업 전반의 정책, 제도 개선에 초점을 맞추어야 함.

※ 2020년, 스마트 건설기술 활용 촉진을 위한 특별법안이 발의되었으나, 철회된 것도 사실상 생산주체에 대한 업역갈등이었다는 점에서 생산 관련 법령의 합리적 정비와 스마트 건설기술의 활성화를 위한 선행적 조건이라고 할 수 있음.

- 스마트 건설기술을 도입했다고 해서, 스마트 건설인지에 대한 근본적인 질문에서 출발해야 하는 상황임. 스마트 건설사업의 성공적 수행을 통해 생산성 향상 등 궁극적인 스마트 건설의 목표를 달성하는 것이 스마트 건설기술 개발의 목표라면, 보다 광범위한 산업 전반의 체질 개선에 이루어져야 함.

※ 스마트 건설기술, 스마트 건설은 개별적인 기술이나 사업이 아닌 하나의 패키지로 인식되어야 한다고 생각됨. 제도 및 정책, 기술, 인력, 생산시스템 및 생산 소재 등이 함께 융합된 실체가 스마트 건설이라는 인식은 상대적으로 낮음. 이러다보니, 균형적인 노력이 부족하고, 소위 스마트 건설의 활성화의 조건인 “스마트 건설 생태계” 조성이 요원한 것임.

- 스마트 건설기술 개발 및 스마트 건설기술 정책이 공급자 중심의 시각에 치중되고 있다는 문제점이 있음. 스마트 건설기술정책이 지속성을 갖기 위해서는 시설물을 이용하는 주체들이 스마트 건설기술의 활용 가치 및 필요성에 대한 공감과 경험을 유도해야 하는 바, 이에 대한 노력은 상대적으로 부족하여 여전히 스마트 건설에 대한 인식도는 낮은 상황임.

○ 스마트 건설기술정책의 개선 제언

- 영국, 일본, 싱가포르 등 건설산업의 생산성 향상을 위한 정책을 강력히 추진하고 있는 나라들의 경우, 물량제공에 재정적인 인센티브 등 수요 유도책 그리고 펀드

조성과 규제해소, 분쟁해결 기구의 운용 등 민간 수요 유도를 통한 자생적인 스마트 건설기술 활성화에 초점을 맞추고 있음.

- 스마트 건설사업 및 기술에 대한 정의 및 개념, 실용단계에서의 구체적 실체를 명확화 하고, 스마트 건설기술 활성화를 위한 거버넌스 구축 그리고 지속적이고, 영속적인 스마트 건설 기반을 마련하기 위해 스마트 관련 법령의 전반적인 정비는 최우선 과제라 할 수 있음.
- 스마트 건설기술 활용에 있어 필수적인 인력 및 자원 등 기반 구축 노력이 함께 이루어져야 함. 먼저 인력 측면에서는 건설기업의 인력수요에 맞춘 전문인력 수요에 대응하여 민간 건설기업과 정부가 공동 인력 양성 플랜 수립 및 이행하고, 산·학·연 ‘스마트 건설인력’ 육성 협력 강화 및 정부의 지원책을 마련할 필요가 있음. 또한, 현재 운용 중인 ‘기술혁신펀드’와 같이 ‘(가칭)스마트건설기술펀드’를 통해 기업의 연구개발(R&D) 활동에 투자를 유도하는 것도 필요함.
- 건설산업 내 또 다른 양극화의 문제의 원인을 제공할 우려에 대한 대응과 변화하는 기존 건설산업의 성격 및 정체성을 변화에 대한 적극적인 대응이 요구되어짐. 건설시장에서 스마트 건설에 대한 관심이 높아짐에 따라 대, 중소간 양극화 시장으로 형성될 가능성도 있어 스마트 건설기술 활용의 사각지대에 있는 중소건설기업에 대한 전문적인 지원책 발굴 및 지원 전담조직을 신설할 필요가 있음. 또한, 건설산업은 노동집약적인 산업이고, 많은 생산 참여자들이 참여하는 협력생산시스템이라는 점에서 노동 분야 등의 소위 ‘디지털 포용’의 개념에 대한 접근도 고민해야 할 것임.

