

연구보고서 2018-01

제4차 산업혁명에 따른 스마트 건설 (Construction 4.0)의 비전과 전략

2018. 6.

대한건설정책연구원

연구진

박 승 국	연구 위원	대한건설정책연구원
이 종 광	선임연구위원	대한건설정책연구원
조 재 용	선임연구위원	대한건설정책연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
대한건설정책연구원의 공식적인 견해와 다를 수 있습니다.

발 간 사

지난 2016년 1월에 스위스에서 개최된 세계경제포럼(다보스 포럼)에서는 제4차 산업혁명을 핵심의제로 다루었습니다. 이후, 각종 세미나, 정책기조, 출판, 뉴스가 줄을 잇고 있어, 제4차 산업혁명은 지금 우리 사회의 최대 화두라고 할 수 있습니다.

건설 산업은 타 산업과 비교하여 생산성이 낮고 발전이 느린 산업이라는 평가를 받습니다. 또한 우리 건설 산업은 다양한 환경 변화와 문제에 직면하고 있으며, 혁신을 요구받고 있습니다. 이러한 상황에 적절하게 대응하지 못한다면 건설 산업의 경쟁력은 약화될 것이고, 장기적으로는 국가 경제 성장에도 부정적인 영향을 미칠 수밖에 없습니다. 따라서 우리는 이러한 시기에 나타난 제4차 산업혁명이라는 개념을 적절히 도입하면 건설 산업의 경쟁력을 향상시켜줄 수 있을 것으로 기대하고 있습니다. 그러나 우리 건설 산업에서는 4차 산업혁명에 어떻게 대응해 나가야 할 것인가에 대해 의견이 분분한 상황입니다.

본 연구는 4차 산업혁명을 대응하기 위한 첫걸음으로서 미국, 독일, 일본, 중국 등 다양한 국가의 대응 사례를 검토하고자 시도되었습니다. 본 보고서는 이들 국가의 대응 사례를 검토함으로써 우리 건설 산업이 나아갈 길을 모색하고, 스마트 건설의 추진 전략을 제시하고 있습니다. 보고서의 내용이 우리 건설 산업의 제4차 산업혁명에 대응 전략 수립에 밑거름이 되는 연구가 되기를 기대합니다.

2018년 6월
대한건설정책연구원
원장 서 명 교

1. 서론

- 4차 산업혁명은 ICT 기술과 각종 산업분야가 융합되는 모습으로 조용하지만 빠른 속도로 우리에게 다가오고 있음
 - 이러한 패러다임의 변화에 건설 산업이 뒤처지게 되면 국내 기업들의 성장과 글로벌 경쟁력이 약화 될 수 있음
 - 반대로 4차 산업혁명이라는 시대의 변화에 적절히 대응하여 혁신을 이루어낼 수 있다면, SOC투자 감소 및 주택건설 경기의 위축으로 인해 침체의 늪에서 좀처럼 벗어나지 못하고 있는 국내 건설 산업은 새로운 성장동력을 창출하여 지속적으로 성장할 수 있는 기회를 갖게 될 것임
- 건설 생산과정에는 수많은 전문가들의 경험과 지식이 요구되며 하나의 건설 프로젝트를 완성하는데 까지 소요되는 비용과 기간이 매우 크기 때문에 다른 산업 분야보다도 생산성의 혁신이 더욱 요구되는 분야임
 - 온실가스 및 에너지의 효율적 사용, 초고령화 사회로의 진입, 도시 및 주거환경 문제 등 사회 전반적인 경제적·환경적 문제를 해소하기 위해서는 4차 산업혁명과 관련된 핵심 첨단 기술들을 효율적으로 건설 산업에 접목하는 것이 필요함
- 4차 산업혁명에 따른 건설 산업의 비전은 글로벌 스마트 건설 (construction 4.0)시장을 선도하는 국가 신 성장동력으로 도약하는 것이며 이를 위해서는 혁신적인 스마트 건설생산 프로세스의 구축과 편리하고 안전한 스마트 국토·주거 환경 구축이라는 두 가지 목표를 달성하여야 함
- 본 연구에서는 4차 산업혁명에 대비한 주요국가의 산업 전략을 살펴보고 스마트 건설이 미래의 신 성장동력으로 자리 매김하기 위한 추진 전략을 제시하고자 함

II. 건설 프레임워크 혁신 방향

- 건설 산업은 단위 프로젝트의 기간과 비용이 비교적 매우 크며, 다른 산업 분야보다 4차 산업혁명을 통한 생산성의 혁신이 요구되는 분야이며, 이를 통해 많은 가치를 창출할 수 있는 분야임
 - 따라서 건설 산업의 생산성 향상과 새로운 건설상품과 서비스의 제공을 통한 사회적·경제적·환경적 문제를 해결하기 위해서는 인공지능, 사물인터넷, 로봇기술 등과 같은 4차 산업혁명의 핵심 기술들을 효율적으로 접목하는 것이 필요함
- 세계경제포럼(World Economic Forum)은 2016년 건설 산업의 미래전망 보고서를 통해 기업, 산업, 정부차원의 건설 산업 혁신 프레임워크를 다음과 같이 제시하였음
 - 기업 차원의 혁신 초기에는 4차 산업혁명 관련 요소기술인 IT 기술 표준화와 빅 데이터 적용, 사전제작 생산 시스템의 채택, 공급사슬관리 중심의 프로세스, 비즈니스모델 혁신 등이 필요함
 - 산업차원에서는 혁신 기술에 관한 업계 표준의 상호 동의와 가치사슬에 따른 산업간 협력이 필요함
 - 정부차원에서는 규제 개혁, R&D 및 기술도입과 지원의 역할이 필요함
- 세계경제포럼의 건설 산업 혁신 프레임워크는 4차 산업혁명 시대에 건설 산업의 나아갈 방향을 제시해주고 있음
- 이미 자동차 등의 제조업 분야는 혁신적인 변화를 통하여 디지털화를 겪고 있으며, 건설 산업도 이러한 변화를 얼마나 적극적으로 효율적으로 수용하는가에 따라서 수익의 창출과 기업의 생존여부가 달려 있다고 할 수 있음

Ⅲ. 4차 산업혁명에 따른 국내 대응 현황

- 국토교통부에서는 국토교통 분야 대응전략 마련 및 범부처 종합 대책 수립 대응을 위해 2017년 1월부터 TF를 구성하고 운영하고 있고, 국토교통 분야의 “4차 산업혁명 대응전략”을 발표함
 - 대응전략에서는 크게 4차 산업혁명이 국토교통 분야에 미치는 영향과 대응 추진방향, 그리고 중점 추진 과제로 구성되어 있다. 여기서는 ① 전략 선정·추진, ② 공공에서 시작하는 시장 창출, ③협력적 거버넌스 구축의 3가지 추진방향을 선정하고 있음

- 국토교통부문 공기업들도 자신들의 특성을 반영한 대응전략을 수립하고 있음
 - 인천국제공항공사는 현재 진행되는 3단계 사업에서 새로 건설되는 제2여객터미널에 ICT기술을 접목하고 있음
 - 한국공항공사는 빅 데이터 플랫폼에 기초하여 공항운영시스템의 고도화를 꾀하고 있음
 - 한국토지주택공사는 스마트 시티를 중심으로 빅 데이터, 드론 등의 요소기술 접목 방안을 모색하고 있음
 - 한국수자원공사는 물 관리 노하우와 ICT기술을 접목하는 스마트 물 관리 이니셔티브를 진행하고 있음
 - 한국도로공사는 스마트 하이웨이 개념을 도입하고자 노력하고 있으며, 빅 데이터를 활용한 교통안전 서비스를 제공하고 있음

IV. 4차 산업혁명에 따른 주요국 대응 현황

- 미국, 독일, 일본, 중국은 4차 산업혁명을 대비하여, 자국의 상황에 맞추어 대응 전략을 수립하고 있음
- 미국은 제조업 혁신을 위하여 제조업 부문과 정보통신기술 부문에 막대한 연구개발비를 투자하고 있음.
 - 정부가 선투자를 실시하여 민간의 혁신활동을 촉진하고, 참여를 유도하는 방향으로 진행하고 있음.
 - 세계 선두에 위치하고 있는 각각의 글로벌 기업들이 자신들의 경쟁력 확보와 플랫폼 선점을 위하여 투자하고 있는 상황임
- 독일은 제조업 경쟁력을 확보하기 위한 정책을 추진하고 있음.
 - 특히 인더스트리 4.0은 스마트 팩토리라고 하는 제조업의 스마트화를 꾀하기 위해 추진하고 있는 것이며, 다양한 4차 산업혁명 요소 기술이 포함되고 있음
- 고령화가 심각한 일본은 세계 정상급의 로봇, 기계 기술을 활용한 정보화, 자동화를 통해 인력을 대체하는 것을 목표로 하고 있음.
 - 건설업에서도 i-construction이라는 중장비 자동화를 실전 투입하는 등 동일한 방향성을 보이고 있음.
 - 단 국가의 연구개발투자는 어디까지나 이익추구가 어려운 기초 부분의 개발에 한정되고, 민간의 기업의 자신들의 경쟁력 확보를 위한 투자가 중심을 이루고 있음
- 중국은 세계 최대의 제조업 국가가 되었으나, 단순 제조에 한정되고 있다고 인식하고, 정보통신기술을 활용하여 자신들의 현재 제조업 능력을 향상시키는 것에 초점을 두고 있음
 - 민간 기업들이 4차 산업혁명의 요소기술들에 투자하고 선점할 수 있도록 투자를 유도하여 일부 기술에 대해서는 세계적인 수준에 도달하고 있음

V. 스마트 건설 추진 전략

1) 스마트 건설 투자 동인 제시

- 정부는 4차 산업혁명 대응을 위한 민·관 합동의 컨트롤 타워로서 기술개발 로드맵 실행 방안과 투자예산 계획을 수립하여야 하며 이에 발맞추어 건설 산업 참여자들과의 피드백을 통한 투자 유도가 필요함

2) Living Lab 개념의 실증사업 추진

- 편리하고 안전한 스마트 국토 및 주거환경을 만들기 위해서는 ICT 인프라 구축, 공급자 중심의 일반적인 서비스 공급을 넘어 지역 시민들이 일상 생활공간에서 체감하고 함께 만들어가는 스마트시티 조성이 필요하고 스마트시티 관련 중장기 계획 수립 및 예산지원, 관련 정책 간의 연계·협력, 법제도 인프라 확보 등 중앙·지방 정부의 적극적인 역할 및 지원 필요함
- 더불어 다양한 소규모의 리빙랩 실험을 활성화하고, 빅 데이터 관리 및 사용자 패널 구축 등 그 경험·노하우·시설을 기반으로 리빙랩 플랫폼을 구축하고 도시·지역문제 해결을 목표로 통합적 접근이 가능할 수 있도록 관련 부처 간, 사업 간, 관련 활동 주체 간 연계·협력이 매우 중요함
- 리빙랩 개념의 스마트시티 실증 사업을 통하여 산학연 및 지방자치단체 협력, 규제 완화, R&D 투자 지원 등이 이루어지도록 하여 다양한 4차 산업혁명 요소기술의 융·복합을 실험하고 도시개발형에서 시민체감형 스마트시티 서비스를 구축하여 빠른 상용화를 추진하여야 할 것임

3) 융합 기술 경쟁력 강화

- 4차 산업혁명의 핵심기술과 건설 산업의 융합연구는 기본적으로 산·학·연의 체계를 유지하되, 학계는 기초연구를 중심으로 원천 기술 확보에 주력하고 민간기업의 연구진들은 원천기술을 활용한 응용기술을 바탕으로 특허 및 실현가능한 기술 개발에 주력해야 함
- 건설관련 공기업 연구원들과 건설기술연구원은 공동으로 기초연구와 응용연구를 병행하며 각각의 연구의 효과가 극대화 될 수 있도록 창출된 연구성과 공유 및 전파에 노력해야 함
- 이러한 기초연구 및 응용연구의 동종 당사자 간 협력을 강화하기 위해 학회와의 공동연구나 민간 기업들의 R&D조인트벤처 창립을 유도한다면 기술경쟁력의 제고가 더 효과적으로 진행될 수 있음

4) 스마트 건설 소프트 파워 강화를 위한 융합형 인재양성 지원

- ‘소프트 파워’란 사전적 의미로서, ‘교육·문화·과학·기술 등 인간의 이성 및 감성적 능력을 포함하는 문화적·기술적 힘’을 말함
- 즉 4차 산업혁명에서의 소프트 파워는 ‘창의적인 아이디어를 기술, 지식, 제품과 연계·융합하고 혁신적인 비즈니스를 구현하는 역량’을 말하는 것임
- 4차 산업혁명에 따른 융합형 인력 양성 방안은 다음과 같음

〈4차 산업혁명에 따른 융합형 건설인력 양성방안〉

방 안	주요 내용
4차 산업혁명 관련 융합형 기초 교육	<ul style="list-style-type: none"> - 4차 산업혁명 관련 마이스터고 전공과정 개설 - 4차 산업혁명 관련 건설전문인력 양성교육을 위한 건설 관련학과의 특성화 <ul style="list-style-type: none"> • 교육과정 개발과 교과내용의 혁신을 위해 학사제도를 유연화 하는 교육환경 개선 추진 - 온라인 강의 강화를 통한 교육 접근성 확대 및 온·오프라인 연계 교육 추진
4차 산업혁명 관련 융합형 전문 교육	<ul style="list-style-type: none"> - 4차 산업혁명에 따른 건설분야의 융합형 인재 양성을 위한 전공 심화 교육 과정 개설 - IT 전문가와 건설전문가로 구성된 융합 프로그램 개발 <ul style="list-style-type: none"> • 강사진은 이론과 실무 경험이 풍부한 전문가로 구성 - 스마트 건설 전공의 대학원 전공과정 개설 - 건설 산업 현장에서 요구하는 교육과정으로 편성되도록 협약기업과 연구기관의 연계 추진

〈중소 및 전문건설업체를 위한 교육 훈련 방안〉

방 안	주요 내용
4차 산업혁명 관련 중소기업 전문 건설업체의 사례교육 확대	<ul style="list-style-type: none"> - 4차 산업혁명 관련 성공사례 발굴을 통한 중소기업 및 전문건설업체의 사례 교육 - 중소기업 및 전문건설업체의 4차 산업혁명 관련 시장 진출을 위한 동기부여 및 목표 설정
전문건설공제 조합 및 전문건설협회가 주관하는 4차 산업혁명 관련 교육 활성화	<ul style="list-style-type: none"> - 중소기업 및 전문건설업체를 중심으로 한 IT-건설 융합형 인재 양성 지원 - IT-건설 융합 인재 양성을 위한 프로그램 개발
중소기업에게 스마트 건설 교육 프로그램 제공	<ul style="list-style-type: none"> - 퇴직 기술자 또는 IT 관련 전문기술자의 재교육을 통한 중소기업 및 전문건설업체에 파견 교육

5) 스마트 건설 파트너십 구축

- 4차 산업혁명에 따른 건설 산업의 새로운 생산체계 구축과 국토 및 주거 환경의 혁신을 이루어 내고 글로벌 경쟁력을 갖추기 위해서는 국내 건설기업들의 역량을 결집하는 것이 필요하며, 이를 위해서는 효율적인 공공·민간 협의체의 구축 및 운영이 이루어져야 함
- 일본의 경우 i-Construction 추진 컨소시엄 설립을 통하여 다양한 분야의 산·학·관이 연계되도록 하고, IoT 및 인공 지능 (AI) 등의 혁신적인 기술의 현장 도입과 3 차원 데이터의 활용 등이 추진되도록 함으로써, 높은 생산성의 매력적인 새로운 건설 현장을 창출하는데 역량을 집중하고 있음
- 우리나라도 4차 산업혁명에 따른 건설 산업의 생산 혁신과 스마트 건설 사업을 장기적이고 지속적으로 추진하기 위해서는 정부-공기업-연구기관-민간기업 등의 협력을 토대로 한 협의체 형태인 스마트 건설 파트너십을 설립하는 것이 필요함

〈스마트 건설 파트너십의 구성과 역할〉

항 목	주요 내용
스마트 건설 파트너십의 구성 방안	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트 건설 활성화를 위한 정부주도의 네트워크 구축 - 국토부, 과학기술정보통신부, 지방자치단체, 공공기관, 공기업, 연구기관, 대학, 학회, 건설기업, IT 기업 등이 포함된 국가적 조직 구축
스마트 건설 파트너십의 역할	<ul style="list-style-type: none"> - 4차 산업혁명 기술과 건설 산업 융합의 구심점 역할 - 스마트 건설 신기술의 사용자(수요자)와 공급자 간의 연결을 통한 기술 보급 - 스마트 건설 체계 구축을 위한 정책 제안 및 연구개발 - 해외 진출을 위한 스마트 건설 국가 브랜드 구축 및 마케팅 - 글로벌 스마트시티 관련 행사 참여 및 해외 네트워크 구축·관리 - 해외 스마트 시티 프로젝트 정보 조사 및 제공

VI. 결 론

- 4차 산업혁명을 건설 산업이 성공적으로 주도하기 위해서는 정부 기관, 연구 및 교육기관, 산업체들 간에 효율적인 협력이 필요함
 - 정부는 4차 산업혁명 핵심기술이 건설 산업과 융합되는데 있어서 필요한 기준을 도입하고 장벽이 되는 관련 법령 및 표준은 간소화하여 이를 조화시킴으로써 건설 산업의 경쟁력과 생산성을 향상시키고, 연구기관 및 기업들에게 충분한 수준의 지원책을 마련하여야 함
 - 기업들은 서로간의 협력을 통하여 4차 산업혁명으로 인한 기술 환경 변화에 따른 산업표준을 공동으로 마련할 필요가 있으며, 타 산업분야와의 신속한 융합을 통하여 새로운 건설 상품과 시장을 창출하여야 함
 - 4차 산업혁명이 고도화 될수록 수준 높은 다양한 분야의 인재가 요구되므로 학계 및 산업계에서는 4차 산업혁명을 주도할 융합형 인재양성에도 적극적으로 나서야 함
- 스마트 시티, 스마트 홈 등의 첨단 건설상품의 개발과 건설생산 프로세스의 혁신을 통한 건설 산업 ‘가치사슬(value chain)’의 변화는 과거 국가경제 발전의 중추적인 역할을 수행했던 건설 산업이 다시 한 번 대한민국의 새로운 성장동력으로 자리매김 하는 원동력이 될 것임
- 건설 산업에서 4차 산업혁명 핵심기술 효율적인 융합을 위해서는 주요 선진국과의 기술 격차를 고려하여 기초·원천 기술을 전략분야에 선택적으로 집중 투자하고 응용·개발 기술 확보도 중점적으로 추진할 필요가 있음

- 목 차 -

제1장 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
1) 연구의 필요성	1
2) 연구의 목적	2
2. 연구의 구성	3
제2장 건설 프레임워크 혁신 방향	5
1. 건설 산업의 생산성 향상 필요	5
2. 건설 산업 프레임워크의 혁신 방향	7
제3장 4차 산업혁명에 따른 국내 대응 현황	11
1. 국토교통부 대응전략	11
1) 정부 및 국토교통부의 대응	11
2) 제4차 산업혁명이 국토교통 분야에 미치는 영향	12
3) 국토교통부의 대응 추진방향	14
4) 국토교통부의 중점 추진 과제	15
2. 국토교통 주요 공기업의 대응전략	17
1) 인천국제공항공사	17
2) 한국공항공사 (KAC)	18
3) 한국토지주택공사 (LH공사)	19
4) 한국수자원공사 (K Water)	20
5) 한국도로공사	20
3. 4차 산업혁명을 둘러싼 한국 국토교통 분야의 현황	21
4. 소결	25

제4장 4차 산업혁명에 따른 주요국가 대응 현황	25
1. 미국	27
1) 첨단 제조업 파트너십 (AMP)	27
2) 산업 인터넷 컨소시엄 (IIC)	28
3) NITRD 프로그램 개정	28
4) 미국혁신전략 개정안	30
2. 독일	31
1) 하이테크 전략 2020	31
2) 인더스트리 4.0	33
3. 일본	35
1) 경제산업성의 신산업 구조비전	35
2) 국토교통성 생산성혁명 프로젝트	37
3) i-Construction의 추진	38
4. 중국	45
1) 중국 정부의 대응 동향	45
2) 중국 제조 2025	47
3) 민간 부문의 기술 개발 사례	48
4) 기타 공공부문의 대응	49
5. 소결	50
제5장 스마트 건설 추진 전략	51
1. 스마트 건설 투자 동인 제시	53
2. Living Lab 개념의 실증사업 추진	54
3. 융합기술 경쟁력 강화	58

4. 스마트 건설 소프트 파워 강화를 위한 융합형 인재양성 지원	59
1) 4차 산업혁명에 따른 융합형 인력 양성 지원 방안	59
2) 중소 및 전문건설업체 교육 훈련 방안	61
5. 스마트 건설 파트너십 구축	63
제6장 결론 및 향후 과제	67
1. 결론	67
2. 향후 과제	68

- 표 목 차 -

〈표 3-1〉 4차 산업혁명 전략위원회의 방향	11
〈표 3-4〉 4차 산업혁명 대응이 용이한 국가	21
〈표 4-1〉 국가제조업혁신네트워크 기관	27
〈표 4-2〉 NITRD 신규 R&D 프로젝트 권고 분야	29
〈표 4-3〉 9개 분야의 비전과 정책 방향	30
〈표 4-4〉 5가지 핵심 요소와 혁신 정책 방향	31
〈표 4-5〉 10개 미래지향 프로젝트	32
〈표 4-6〉 새로운 하이테크 전략의 6가지 우선 항목	33
〈표 4-7〉 인더스트리 4.0에서 요구되는 9가지 기술	34
〈표 4-8〉 일본의 전략 어프로치	35
〈표 4-9〉 일본의 전략 7가지 대응 방침	36
〈표 4-10〉 국토교통성 20대 생산성 혁명 프로젝트	37
〈표 4-11〉 새로이 도입하는 15개 기준 및 적산기준	43
〈표 4-12〉 ICT 시공의 적산 기준 수정	44
〈표 5-1〉 리빙랩을 구성하는 4가지 요소	54
〈표 5-2〉 리빙랩과 유사 모델의 비교	55
〈표 5-3〉 4차 산업혁명에 따른 융합형 건설인력 양성방안	61
〈표 5-4〉 일본 스마트 제조 지원단의 개요	62
〈표 5-5〉 중소 및 전문건설업체를 위한 교육 훈련 방안	63
〈표 5-6〉 스마트 건설 파트너십의 구성과 역할	66

- 그림 목 차 -

[그림 1-1] 연구의 구성	3
[그림 2-1] 미국 건설 산업의 생산성 향상 추세(1965년~2012년)	6
[그림 2-2] 한국의 실질생산 가능 인구 및 고령화 전망	7
[그림 2-3] 건설 산업 혁신 프레임워크	8
[그림 2-4] 건설 산업 가치사슬 내에서의 디지털 기술의 적용	9
[그림 3-1] 4차 산업혁명 관련 융합기술 격차	24
[그림 3-2] 국토교통분야 통합 기술 수준	25
[그림 4-1] i-Construction의 추진	38
[그림 4-2] i-construction의 생산성 향상 효과	40
[그림 4-3] ICT 공사 발주방식 설정 프로세스	41
[그림 4-4] 종래시공과 정보화시공의 프로세스 비교	43
[그림 4-5] 중국 정책 대응 동향	46
[그림 4-6] 중국제조 2025의 구성	47
[그림 5-1] 융합 연구 협력체계	59
[그림 5-2] 하드 파워와 소프트 파워	60
[그림 5-3] 일본의 I-construction 추진 컨소시엄의 개요	64
[그림 5-4] 네덜란드 워터파트너십의 개요	65
[그림 6-1] 스마트 건설의 비전과 전략	68

1. 연구의 필요성 및 목적

1) 연구의 필요성

4차 산업혁명은 ICT 기술과 각종 산업분야가 융합되는 모습으로 조용하지만 빠른 속도로 우리에게 다가오고 있다. 이러한 패러다임의 변화에 건설 산업이 뒤처지게 되면 국내 기업들의 성장과 글로벌 경쟁력이 약화될 수 있다. 반대로 4차 산업혁명이라는 시대의 변화에 적절히 대응하여 혁신을 이루어낼 수 있다면, SOC투자 감소 및 주택건설 경기의 위축으로 인해 침체의 늪에서 좀처럼 벗어나지 못하고 있는 국내 건설 산업은 새로운 성장동력을 창출하여 지속적으로 성장할 수 있는 기회를 갖게 될 것이다.

4차 산업혁명에 대응하기 위해 그동안 우리 정부는 다양한 정책을 발표하고 노력해오고 있다.

2017년 12월 국토교통부는 제6차 ‘건설기술진흥기본계획’을 통해 국내 건설 산업의 문제점으로 건설기술의 근본적 변화가 미흡한 점과 건설 산업의 新 성장동력 부재를 꼽았다. 건설기술의 근본적 변화측면에서는 기술개발의 부족과 기술력중심의 평가에 대한 체감도 저조, 안전사고의 지속적인 발생을 꼽았다. 건설 산업의 신 성장동력 발굴 측면으로는 엔지니어링 분야에서의 젊은 우수기술자의 부족문제와 국제기준과 상이한 발주제도 등으로 인한 기업의 해외진출 역량저하를 문제점으로 꼽았다. 대통령 직속 4차 산업혁명 위원회는 스마트시티 정책로드맵을 심도 있게 검토해왔고, 2018년 1월 ‘스마트시티 추진전략’을 발표했다. 스마트시티를

플랫폼으로 한 자율주행차, 스마트에너지, AI 등 4차 산업혁명의 다양한 미래기술이 집적 구현되도록 하고, 데이터 기반 스마트 도시운영으로 도시 문제해결과 신산업창출을 지원할 계획이다

건설 산업은 다양한 이해관계자가 참여하는 매우 복잡적이고 집약적인 산업으로 고용유발 효과가 크고 국가 산업 전반에 큰 영향을 미치는 매우 중요한 산업이나, 타 산업 대비 낮은 생산성을 가지고 있다. 건설 생산과정에는 수많은 전문가들의 경험과 지식이 요구되며 하나의 건설 프로젝트를 완성하는데 까지 소요되는 비용과 기간이 매우 크기 때문에 다른 산업 분야보다도 생산성의 혁신이 더욱 요구되는 분야이다. 또한 온실가스 및 에너지의 효율적 사용, 초고령화 사회로의 진입, 도시 및 주거환경 문제 등 사회 전반적인 경제적·환경적 문제를 해소하기 위해서는 4차 산업혁명과 관련된 핵심 첨단 기술들을 효율적으로 건설 산업에 접목하는 것이 필요하다고 할 수 있다.

건설 산업의 투자는 높은 고용유발효과, 생산유발효과, 부가가치창출 효과로 인해 세계 여러 나라 정부에서 경제성장과 일자리 창출을 위한 주요 수단으로 활용되고 있다. 4차 산업혁명 기술이 융합된 고도화·지능화된 도시기반 시설 확충은 생산적 복지를 위한 투자이며 국민 삶의 질을 결정하는 사회안전망이라고 할 수 있다. 더불어 건설 생산 프로세스의 혁신은 건설 산업 경쟁력의 핵심 요소이다.

2) 연구의 목적

4차 산업혁명에 따른 건설 산업의 비전은 글로벌 스마트 건설 (construction 4.0)¹⁾시장을 선도하는 국가 신 성장동력으로 도약하는 것

1) 본 연구에서는 4차 산업혁명에 따른 건설 산업 생산체계의 혁신과 스마트 국토·주거 환경 구축을 스마트 건설(construction 4.0)로 명칭함

이며 이를 위해서는 혁신적인 스마트 건설생산 프로세스의 구축과 편리하고 안전한 스마트 국토·주거 환경 구축이라는 두 가지 목표를 달성하여야 할 것이다. 본 연구에서는 4차 산업혁명에 대비한 주요국가의 산업 전략을 살펴보고 스마트 건설이 미래의 신 성장동력으로 자리 매김하기 위한 추진 전략을 제시하고자 한다.

2. 연구의 구성

본 연구는 전체 6장으로 구성된다.



자료: 저자작성

[그림 1-1] 연구의 구성

제1장은 서론이며, 연구의 배경 및 목적, 방법 등의 연구 전체의 개요를 설명한다.

제2장은 건설 프레임워크 혁신 방향으로 건설 산업에서 요구되고 있는 생산성 향상 및 세계경제포럼(World Economic Forum)에서 발표한 내용을 바탕으로 건설 산업이 나아가야 할 혁신 방향을 설명한다.

제3장은 4차 산업혁명에 따른 국내 대응 현황으로 국토교통부와 주요 공기업, 그리고 한국 국토교통 분야의 현황과 평가를 정리하였다.

제4장은 4차 산업혁명에 따른 미국, 독일, 일본, 중국의 주요국가에서의 대응 현황을 정리하였다.

제5장에서는 이상의 내용을 바탕으로 국내 건설 산업이 4차 산업혁명에 대응하기 위한 「스마트 건설」을 제안하고, 이를 실현하기 위한 방안으로서 스마트 건설 투자 동인 제시, Living lab 개념의 실증사업 추진, 융합기술 경쟁력 강화, 융합형 인재양성 지원, 스마트 건설 파트너십 구축을 제시하였다.

제6장에서는 이상의 내용을 요약, 정리하고, 앞으로의 향후과제를 제시하였다.

1. 건설 산업의 생산성 향상 필요

건설 산업은 지난 50년간 생산성이 하락한 거의 유일한 산업분야로 볼 수 있다. 미국의 경우 지난 50년 간 건설을 제외한 비 농업분야의 생산성은 연평균 1.9%씩 증가하였지만 건설 부문의 노동 생산성 증가율은 연평균 -0.4%로 건설부문은 1960년대 후반부터 감소추세에 있다.

국내 건설 산업의 경우 맥킨지 글로벌 연구소의 자료에 의하면 지난 20년 간 경제성장률과 경제규모에 대비한 건설 산업의 노동생산성이 조사 대상 국가 41개국 중 40위로 타 산업에 비해 매우 뒤쳐지고 있는 것으로 보고되고 있다.²⁾

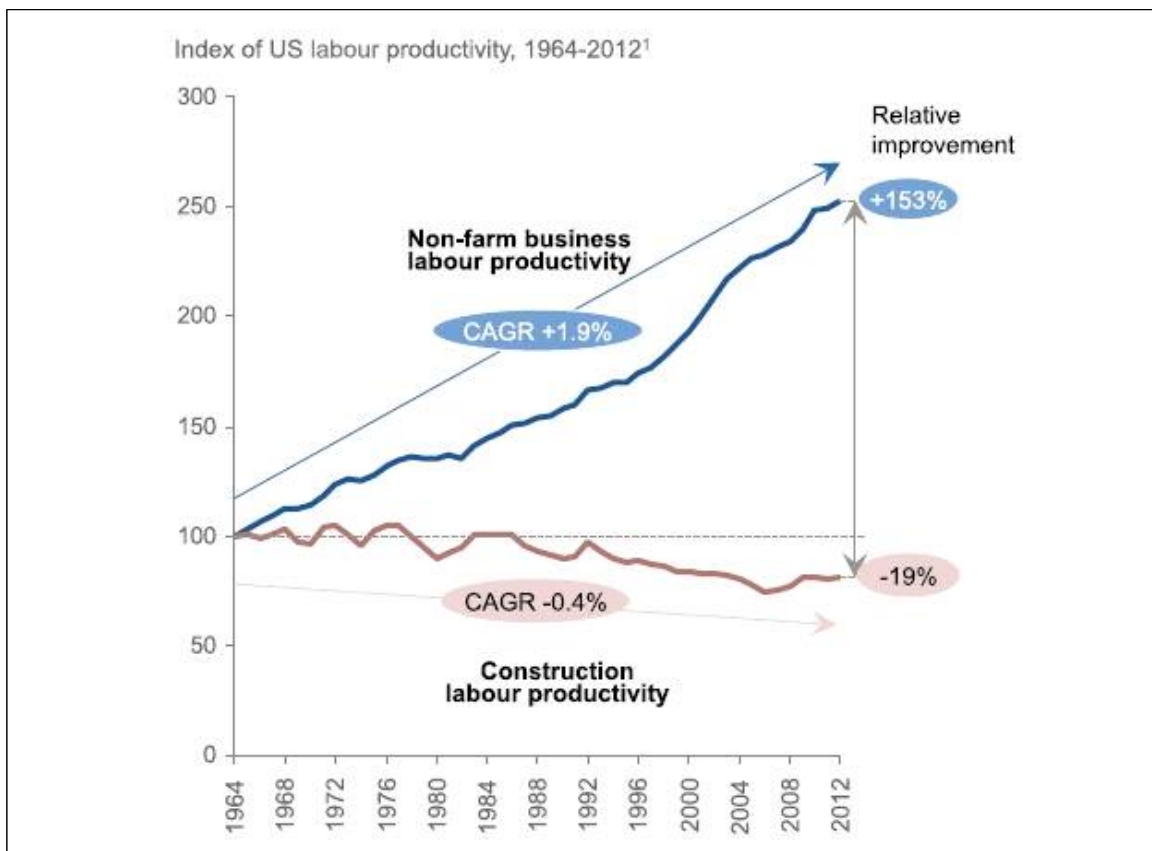
다른 대부분의 산업은 지난 수십 년 동안 자동화 및 IT 기술에 의한 정보화 혁명으로 상당한 수준의 생산성 향상을 가져왔지만, 건설 시공 및 엔지니어링 부문은 일부 자동화가 이루어졌으나 기존의 생산 방식에서 크게 벗어나지 못하고 있다. 이는 다양한 형태의 건설 현장 생산 조건과 복잡한 생산방식, 기술 인력의 노령화, 표준화된 지식체계 구축의 어려움 등에 기인한다고 볼 수 있다.

또한 건설 생산성이 증가 하지 않는 원인으로는 첨단기술의 개발 및 적용이 건설 프로젝트의 단기성과에 큰 영향을 주지 않는 점, 건설생산 체계상 표준화의 어려움, 프로젝트 모니터링을 통한 데이터 수집의 어려움, 설계사·시공사·자재 및 장비 업자 등 간의 장기적인 협력관계가 어려운 조달구조, 보수적인 건설 산업의 문화에 첨단기술과 인재의 도입이 어려

2) McKinsey Global Institute(2017), Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity

움 점 등을 꼽을 수 있다.

이러한 어려움에도 불구하고 건설 산업은 단위 프로젝트의 기간과 비용이 비교적 매우 크며, 다른 산업 분야보다 4차 산업혁명을 통한 생산성의 혁신이 요구되는 분야이며, 이를 통해 많은 가치를 창출할 수 있는 분야이다. 따라서 건설 산업의 생산성 향상과 새로운 건설상품과 서비스의 제공을 통한 사회적·경제적·환경적 문제를 해결하기 위해서는 인공지능, 사물인터넷, 로봇기술 등과 같은 4차 산업혁명의 핵심 기술들을 효율적으로 접목하는 것이 필요하다.



자료: World Economic Forum, 2016. 1.

[그림 2-1] 미국 건설 산업의 생산성 향상 추세(1965년~2012년)



자료: World Economic Forum, 2016. 1.

[그림 2-2] 한국의 실질생산 가능 인구 및 고령화 전망

2. 건설 산업 프레임워크의 혁신 방향

세계경제포럼(World Economic Forum)은 2016년 건설 산업의 미래 전망 보고서를 통해 기업, 산업, 정부차원의 건설 산업 혁신 프레임워크를 다음과 같이 제시 하였다. 우선 기업차원에서는 기술과 건설재료, 도구의 혁신, 절차 및 운영의 혁신, 전략 및 사업모델의 혁신, 인력·조직·문화적 혁신을 중심으로 전략을 제시하였으며, 산업차원에서는 타 산업과의 협력 및 공동 마케팅을 정부차원에서는 정책 및 규제 개선, 혁신적인 조달체계의 구축 등을 제안하였다.

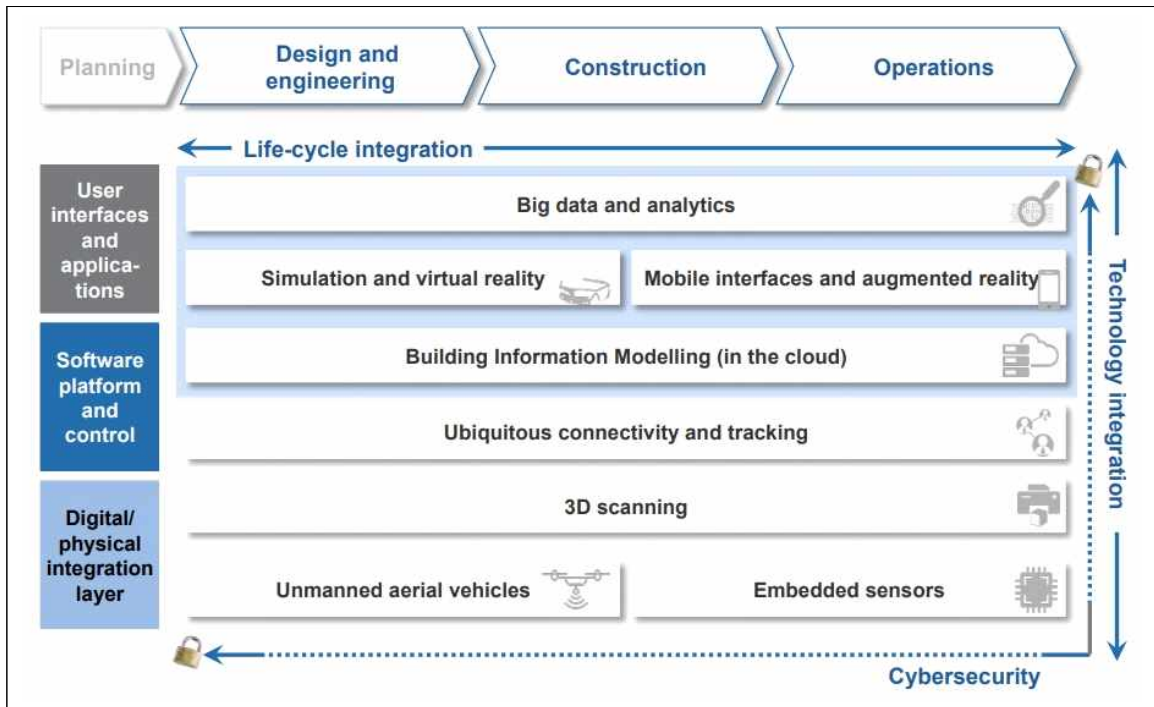


자료: World Economic Forum, 2016. 1.

[그림 2-3] 건설 산업 혁신 프레임워크

기업 차원의 혁신 초기에는 4차 산업혁명 관련 요소기술인 IT 기술 표준화와 빅 데이터 적용, 사전제작 생산 시스템의 채택, 공급사슬관리 중심의 프로세스, 비즈니스모델 혁신 등을 강조하고 있으며, 산업차원에서는 혁신 기술에 관한 업계 표준의 상호 동의와 가치사슬에 따른 산업간 협력의 필요성을 강조하였으며, 정부차원에서의 규제 개혁, R&D 및 기술도입과 지원의 역할을 강조하고 있다.

또한 건설 산업 가치사슬에서 다양한 디지털 첨단 기술들의 적용은 혁신과 변화의 핵심으로 보고 있으며, 빅 데이터 분석, 가상현실을 이용한 시뮬레이션, 모바일 인터페이스와 증강현실 등을 이용한 설계·시공·운영 등에 관련된 인터페이스 강화를 제시하고 있다. 소프트웨어 플랫폼과 디지털 통합 측면에서는 유비쿼터스, 3D 프린팅, 무인항공기(드론), 매립 센서 등의 디지털 기술을 적용하여 건설 프로세스의 개선에 도움을 줄 것으로 예상하고 있다.



자료: World Economic Forum, 2016. 5.

[그림 2-4] 건설 산업 가치사슬 내에서의 디지털 기술의 적용

세계경제포럼의 건설 산업 혁신 프레임워크는 4차 산업혁명 시대에 건설 산업의 나아갈 방향을 제시해주고 있다. 이미 자동차 등의 제조업 분야는 혁신적인 변화를 통하여 디지털화를 겪고 있으며, 건설 산업도 이러한 변화를 얼마나 적극적이고 효율적으로 수용하는가에 따라서 수익의 창출과 기업의 생존 여부가 달려 있다고 할 수 있다.

1. 국토교통부 대응전략

1) 정부 및 국토교통부의 대응

2017년 2월 4차 산업혁명 대응을 위한 민·관 합동의 컨트롤 타워로서 정부 부처의 관련 정책을 조율하고 민간의 의견을 수렴하여 국가적 비전과 대응전략을 마련하기 위해 기획재정부를 중심으로 "4차 산업혁명 전략위원회"가 신설되었다. 이를 위하여 대통령 훈련에 위원회 설치 규정을 마련하고, 민간 위원(14명)이 선정되었다. 4차 산업혁명 전략위원회에서는 3가지 중요 방향을 제시하고 있다(표 3-1).

〈표 3-1〉 4차 산업혁명 전략위원회의 방향

추진방향 1	○ 4차 산업혁명 장애요인을 해결하고 우선순위에 따라 추진 과제를 선정
추진방향 2	○ 우리 경제·사회 시스템을 리모델링 ○ 추격자(Fast Follower)에서 벗어나 선도자(First Mover) 전략으로 전환 ○ 청년 기업이 창의적 아이디어로 자유롭게 창업할 수 있도록 지원 ○ R&D 제도 개선, 창의 인재 양성을 위한 교육 제도 개편 ○ 산업의 스마트화, 플랫폼화를 촉진하여 기업 생산성과 글로벌 경쟁력 강화
추진방향 3	○ 정부의 역할을 지원과 협력에 중점, 개방·연결 혁신 플랫폼으로 전환 ○ 시장진입을 가로막는 규제를 개선하고 인센티브 지원제도를 개편하여 민간의 선제적이고 적극적인 투자 환경 조성 ○ 기술변화에 대응하여 유연하고 탄력적인 노동시장 구축과 사회안전망 보완

자료: 4차 산업혁명 전략위원회, 2017.2

그러나 이후 갑작스러운 대통령 선거로 인하여 혼선이 있었으나, 문재인 대통령이 당선되었고, 선거 공약에는 혁신적 4차 산업 경제 생태계

구축을 위한 대통령 직속 4차 산업혁명위원회 설치가 포함되어 있다. 2017년 7월에 발표된 국정운영 5개년 계획에도 4차 산업혁명과 관련된 항목이 포함되어 있다. 현재 4차 산업혁명위원회의 설치 및 운영에 관한 규정이 심의·의결되었고, 과학기술정보통신부를 중심으로 위원회 설치를 진행하고 있다.

국토교통부에서는 국토교통 분야 대응전략 마련 및 범부처 종합대책 수립 대응을 위해 2017년 1월부터 TF를 구성하고 운영하고 있다. 4월 5일 발전포럼 발족 후 6차례에 걸쳐 약 50여명의 전문가와 함께 4차 산업혁명 시대 국토교통부의 역할과 핵심 기술인 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI), 로봇, 빅 데이터, 가상/증강현실(VR/AR) 등을 국토교통 분야에 어떻게 융복합하고 활용할 수 있을지 등에 대해 논의해오고 있다. 국토교통부는 4월21일 ‘제6회, 4차 산업혁명 발전포럼’에서 국토교통 분야의 “4차 산업혁명 대응전략[1]”을 발표하였다. 본 대응전략에서는 크게 4차 산업혁명이 국토교통 분야에 미치는 영향과 대응 추진방향, 그리고 중점 추진 과제로 구성되어 있다.

2) 제4차 산업혁명이 국토교통 분야에 미치는 영향

국토교통부는 4차 산업혁명이 진행됨에 따라 건설 산업에서는 국토공간, 공공서비스, 산업의 측면에서 변화가 있을 것으로 예상하고 있다(표 II-2). 먼저 국토공간은 사이버물리시스템(CPS)³⁾으로 진화할 것으로 예상하고 있다. 4차 산업혁명이 진행되면서 주거, 사업, 업무 등 모든 생활

3) 사이버물리시스템(Cyber-Physical Systems)은 현실세계의 다양한 물리 시스템을 컴퓨터와 네트워크를 통해 연결하여 자율적, 지능적으로 제어할 수 있는 시스템을 의미함. CPS는 개별적으로 동작하는 전통적인 임베디드 시스템과는 달리 컴퓨팅 시스템과 우리가 살아가는 물리 세계와의 밀접한 상호작용을 강조한다. 특히 CPS는 통신기술을 활용하여 물리적 현상을 관찰, 계산 및 조작하는 각 시스템 개체들 간의 협력적 관계를 구축한다.

공간의 스마트 화가 진행되고, 각종 정보가 도시 플랫폼 기반으로 연계 활용되는 스마트시티화 될 것으로 예상하고 있다. 또한 수요자 중심으로 되면서 산업시설의 입지가 네트워크, 인재, 시장 중심으로 변화되고, 도심 내 복합 공간 수요가 증가하게 될 것으로 예상된다.

SOC, 교통 등 국토교통 공공서비스의 안전성과 편의성이 증대될 것으로 예상된다. IoT와 인공지능 기술을 활용하여 SOC 시설의 실시간 모니터링, 판단, 제어가 가능하게 되며, 자연재해, 싱크홀, 테러 등의 위협으로부터도 안전한 삶을 확보할 수 있게 될 것이다. 또한 도로, 철도, 항공 등 교통서비스의 효율성, 편의성이 향상될 것임. 다양한 데이터들이 작성, 사용되게 됨으로서 데이터 트래픽이 급증하고, IoT기술을 활용한 원격조정이 확대되므로 국가 주요시설과 관련한 데이터 관리 및 사이버 보안이 더욱 중요하게 될 것으로 예상된다.

국토교통 산업은 지능화, 고도화가 진행될 것으로 예상된다. 전통적으로 노동 집약적인 산업으로 알려져 있는 국토교통 산업에 로봇, 인공지능 기술 등이 적용되어 무인, 자동화가 진행되고 자율주행차 등 신교통수단이 확산될 것이다. 또한 공간정보, 교통정보 등의 빅 데이터를 활용하는 지능정보기술이 확대될 것임. 산업구조는 고기능, 단순반복 직무 간 수급 불균형이 발생할 것으로 판단된다.

〈표 3-2〉 4차 산업혁명에 국토교통 분야에 미치는 영향

국토공간	국토공간이 사이버물리시스템(CPS)으로 진화
공공서비스	SOC·교통 등 국토교통 서비스 안전성·편의성 증대
산업	국토교통 산업의 지능화·고도화 진행

자료: 국토교통부, 2017.4

3) 국토교통부의 대응 추진방향

국토교통부는 4차 산업혁명에 대응하기에 앞서 우리나라의 핵심 기술은 선진국과 기술 격차가 존재하고, 고급인력도 부족하고, 국토교통 분야에서 활용도 초기단계라고 진단하였다. 그러나 통신, 네트워크 분야에서는 세계적 수준의 ICT 기술과 인프라를 가지고 있으며, 국민들이 신기술과 신서비스에 대해 이해도가 높고, 높은 수용성을 가지고 있기 때문에 테스트베드로서 유리한 특성이 있다고 판단하였다. 또한 국토교통 분야는 다양한 빅 데이터가 축적되어 있고, 공공에서 직접 서비스하는 영역이 많기 때문에 빠른 시기에 효과가 나타날 수 있을 것으로 판단하고 있다.

국토교통부는 ① 전략 선정·추진, ② 공공에서 시작하는 시장 창출, ③ 협력적 거버넌스 구축의 3가지 추진방향을 선정하였다. 먼저 기술 자체가 목적이 되지 않도록 사람 중심·수요 지향적 관점에 기초하여, 선진국과의 기술 격차, 글로벌 시장 선점 가능성 등을 종합적으로 고려하여 응용·개발 기술 등 전략 분야에 집중 지원하고자 한다. 두번째로 최근에는 기술 변화의 속도가 매우 빠르기 때문에 기술을 개발하고 순차적으로 실증을 진행하면 충분한 대응이 이루어지기 어렵다고 판단된다. 따라서 기술개발과 실증을 병행하여 진행할 수 있는 리빙랩(Living Lab) 개념의 테스트베드를 구축하여 빠른 속도로 대응할 수 있도록 할 예정이다. 특히 SOC, 교통, 수자원, 에너지 등 공공서비스 분야에서 4차 산업혁명 기술을 우선 적용하도록 하여 시장의 마중물 역할을 수행하고자 한다. 마지막으로 민간과 정부가 역할을 분담하는 협력적 거버넌스를 구축하는 것이다. 민간은 기술 개발, 신 비즈니스 모델 창출 등 스스로 경쟁력을 높이고 혁신을 주도해야 한다. 정부는 규제 시스템 재설계, R&D지원, 인프라 구축, 인력 양성 등 민간의 창의성이 발휘될 수 있는 기반 조성에 주력하는 것을 방향으로 한다.

4) 국토교통부의 중점 추진 과제

국토교통부는 추진방향에 맞추어 ① 스마트 국토 조성, ② 교통서비스·산업 혁신, ③ 공공인프라 안전·효율 제고, ④ 혁신 기반 조성의 4가지 그룹 12개의 중점 추진 과제를 선정하였다(표 3-3).

〈표 3-3〉 국토교통부 중점 추진 과제

그룹	중점추진과제
1. 스마트 국토 조성	① 신산업 Total Test-Bed 구축
	② 스마트한 도시·생활공간 구현
	③ 공간정보 고도화 및 융복합 서비스 제공
2. 교통서비스·산업 혁신	① AI·빅 데이터 기반 교통서비스 혁신
	② 자율주행차, 무인비행체, 물류서비스 산업 육성
	③ 도로·철도·항공 운영 서비스 효율화
3. 공공 인프라 안전·효율 제고	① 건설 사업 전주기 안전·효율 제고
	② IoT 기반 선제적 SOC 유지관리
	③ 스마트한 수자원 활용 및 안전한 하천 관리
4. 혁신 기반 조성	① R&D 투자 확대 및 관리체계 개선
	② 국토교통 공공 데이터의 개방과 활용 지원
	③ 규제 혁신 및 인력 양성

자료: 국토교통부, 2017.4

스마트 국토 조성은 초연결을 통해 국토공간을 신산업·신서비스 플랫폼으로 조성하는 것을 목표로 하고 있다. 여기에는 신산업 Total Test-Bed 구축, 스마트 도시·생활공간 구현, 공간정보 고도화 및 융복합 서비스 제공이 포함되어 있다. 신산업 Total Test-Bed 구축은 신산업 관련 기술이 빠르게 상용화될 수 있도록 기술개발과 실증 및 사업화를 동시에 진행할 수 있는 실증단지 조성을 추진하는 것을 의미한다. 신산업 Total Test-Bed는 인프라 구축 관련 기술을 적용하기 위한 신도시를 개발하는 방식, 기존에 산학연 클러스터가 구축된 지역을 지원하는 방식, 기존의

도시를 연계하는 방식이 가능할 것으로 예상된다. 스마트 도시·생활공간 구현은 스마트한 도시부터 건축물, 주거까지 모든 분야의 스마트화를 실현하는 것이다. 민간을 중심으로 개발 중인 스마트 홈 기술을 주택 성능 등급 평가 등 주택기준에 반영하는 등 제도적으로 지원하고, 제로 에너지 주택 시범 사업 등을 통해 스마트 주거단지 모델도 제시할 예정이다. 건축물의 3차원 데이터 플랫폼이 되는 BIM(Building Information Modeling) 기술을 활용하고, 건축물 생애정보 통합서비스 시스템을 구축함. 또한 스마트 시티들을 구축하고 이를 기반으로 도시운영 요소기술의 해외수출을 도모하고자 한다. 무인이동체(드론), VR/AR 등의 기술을 활용하여 정밀한 공간정보를 구축하고, 민간 수요에 맞추어 공간정보를 탄력적으로 제공할 예정이다.

교통 서비스·산업 혁신은 수요자 맞춤형 교통서비스 제공 및 교통·물류 산업 경쟁력 확보를 목표로 하고 있다. 여기에는 AI 및 빅 데이터를 활용한 교통서비스 혁신, 자율주행차·무인비행체·물류 서비스 산업 육성, 도로·철도·항공 운영 서비스 효율화가 포함되어 있다.

공공 인프라 안전·효율 제고는 건설 현장 재해저감 및 안전하고 편리한 공공인프라 제공을 목표로 하고 있다. 여기에는 건설 사업 전주기 안전·효율 제고, IoT 기반의 선제적 SOC 유지관리, 스마트 수자원 활용 및 하천 관리가 포함되어 있다. 건설현장에서 ICT, IoT를 활용한 안전관리 플랫폼을 도입할 수 있도록 제도적 기반을 마련하고, 생산성 및 경쟁력 향상을 위하여 조사·측량, 설계, 시공, 검사, 유지보수 등 건설 프로젝트 생애 주기에 걸쳐 ICT 및 로봇 기술을 활용하도록 할 예정이다. 구체적으로는 조사·측량 업무에 드론 및 센싱 기술을 활용하고, 설계 및 시공 자동화 기술에 BIM(Building Information Modeling) 기술이 활용될 것으로 예상된다. 또한 시공 기술에도 ICT 기술과 3D 프린팅 기술이 접목될 것으로 기대한다. 또한 IoT, 클라우드, 드론 등을 활용하여 SOC의 성

능정보를 수집하고, 모니터링 체계를 구축할 예정이다. 현재에는 전문 인력을 활용하여 점검, 유지보수를 진행하는 구조에서 빅 데이터 분석과 인공지능을 활용하여 선제적으로 유지관리를 추진할 수 있는 구조로 변화하고자 한다. 데이터 관리체계 표준화, 스마트 미러링, 누수감시 등 실시간 수량, 수질 관리를 추진하여 스마트한 수자원을 활용할 예정이다.

혁신 기반 조성은 4차 산업혁명을 맞이하여 민간의 창의적 도전을 위한 여건과 환경을 조성하는 것을 목표로 하고 있다. 여기에는 R&D 투자 확대 및 관리체계 개선, 국토교통 공공 데이터 개방과 활용 지원, 규제 혁신 및 인력 양성이 포함되어 있다. 2017년 총 연구비 5천억 원 규모인 4차 산업혁명과 관련된 R&D를 2026년까지 1조1천억 원 규모로 증가시킬 예정이며, 향후 10년간 국토교통 R&D 추진방향을 제시하고, 중장기 투자 로드맵을 마련할 예정이다. 국토교통부가 확보하고 있는 교통 관련 데이터를 수요자 맞춤형으로 개방하고 교통 빅 데이터 통합 플랫폼을 구축하여, 각종 공공서비스에 제공할 예정이다.

2. 국토교통 주요 공기업의 대응전략

1) 인천국제공항공사

2001년 개항한 인천국제공항의 건설 및 확장 사업은 기획 초기부터 총 4단계로 계획되어 있으며, 현재까지 이 계획이 순조롭게 진행되고 있다. 1단계 사업은 제1,2 활주로와 여객터미널, 화물터미널을 건설하는 것으로 1992년 11월부터 2001년 3월까지 101개월, 5.6조 원이 소요된 사업이었다. 2단계 사업은 제3활주로와 탑승동 건설 및 화물터미널 확장 사업으로 2002년 1월부터 2008년 5월까지의 77개월, 3조 원이 소요된 사업이었다. 이후 아시아 경제가 발전하고, 지속적인 항공 수요가 증가함에

따라 인천 공항의 일부 운영시설(여객터미널, 계류장)이 포화에 이르고 있다. 이러한 배경에서 2009년부터 2017년까지 9년 간 총 4조 9천억 원을 투입하여 제2여객터미널, 계류장, 접근/연결교통 등 공항 인프라의 단계적 확장을 진행하는 3단계 사업이 진행되고 있다.

3단계 사업을 진행하면서 4차 산업혁명 시기를 맞이하여 “Smart Airport, 첨단 기술과 콘텐츠가 공존하는 공항”을 구축할 것을 계획하였다. 여기에는 ① 여객출입국의 Smart Service, ② 공항운영 및 서비스의 정보통신(ICT)강화, ③ 공항소프트 파워 증대를 실현하기 위한 계획을 포함하고 있다. 구체적으로는 셀프 탑승권 발권 서비스의 개선, 여객 동선의 혼잡도 정보를 이용한 서비스 등 여객 맞춤형 정보 제공을 통해 공항 이용의 편의성을 향상하고자 하였다. 이외에도 2017년 7월 23일 4차 산업혁명 기술 혁신을 통한 인천공항의 수익 및 일자리 창출 방안 수립 연구 용역을 발주하는 등 4차 산업혁명에 대응하기 위한 노력을 기울이고 있음.

2) 한국공항공사 (KAC)

김포, 김해, 제주, 대구, 광주, 청주, 양양, 무안, 울산, 여수, 사천, 포항, 군산, 원주까지 14개의 지방공항을 통합 관리하는 공기업인 한국공항공사는 2017년 KAC 비전 2025를 발표하고, 첨단기술을 활용한 미래공항 선도를 전략으로서 제시하고 있다. 여기에는 공항정보 빅 데이터 플랫폼에 기초한 공항운영시스템 고도화 및 개방형 싱크탱크 플랫폼, 통합위기관리시스템을 도입한 선제적 운영기반 구축, ICT기반 에너지수요 관리 시스템 도입 등의 선제적 운영기반 구축이 포함되어 있다. 4차 산업혁명에 대응하는 첫 단계로서 2017년에 스마트한 공항운영을 위해 정보의 융복합을 위한 빅 데이터분석 플랫폼을 구축하여 공항운영 효율화 및 전략

적 의사결정 지원체계를 마련하고자 빅 데이터 플랫폼 구축 용역을 발주하고 있다.

2016년부터는 정부3.0 정책 취지에 부합하는 지속적인 업무혁신과 언제 어디서든 업무를 처리할 수 있는 스마트워킹 환경 구축을 목표로 한국정보화진흥원에서 진행하는 클라우드 도입컨설팅과 2017년 클라우드 기반 항공통계포털 구축 등을 통해 공항시스템의 클라우드화를 추진하고, 김해, 제주 신공항의 공항정보시스템을 클라우드 환경에서 구축하여 고객에게 필요한 최적화된 정보서비스를 즉시 제공한다는 계획하고 있다.

3) 한국토지주택공사 (LH공사)

2009년 10월 1일 한국토지공사와 대한주택공사의 통합으로 출범한 한국토지주택공사는 4차 산업혁명의 환경변화와 국내 경제 산업 모델 변화에 대응하기 위한 도시의 새로운 패러다임으로 스마트 시티를 설정하고, 전담조직(스마트도시본부)을 설정하였다. 한국토지주택공사가 보유한 신도시 개발 노하우를 바탕으로 스마트시티를 패키지 형으로 해외에 수출하는 새로운 산업 생태계를 구축하는 것을 목표로 하고 있다. 에너지, 교통, 안전, 환경 분야로 나누어 과제를 진행하고 있다. 이러한 과제에서는 화석에너지 사용량 15%절감, 대중교통수송분담률 50% 확보 등의 구체적인 목표를 설정하고 있다.

또한 2016년에는 정부3.0 정책의 핵심가치 실현과 클라우드법 시행에 부응하기 위해 공개SW 기반의 최신 IT기술을 적용해 공간정보 통합운용 환경 구축하여 추후 공간 빅 데이터 분석을 위한 플랫폼을 구축하였다. 2017년에는 국토교통부와 함께 “국토·주택 드론-웍스 포럼”을 개최하고, 국토 주택 세션에서의 드론 활용방안 및 도입계획을 발표하였다.

4) 한국수자원공사 (K Water)

한국수자원공사는 통합물관리사업(유역통합 물관리센터, 보·하천·하구둑·댐 운영, 수자원 정보 조사·관리, 시설물 안전관리), 물공급사업(광역상수도, 지방상수도, 맞춤형 산업용수, 하수도), 수변사업(수변지역에 신도시 조성, 첨단산업단지 조성), 에너지사업(수력발전, 조력발전, 수상태양광), 해외사업(댐 개발, 수력 발전, 상수도공급 및 수도시설 운영효율화 사업) 등을 수행하고 있다.

한국수자원공사는 취수원에서 각 가정의 수도꼭지까지 물 공급 전 과정에 첨단 정보통신기술을 접목하여 수량과 수질을 과학적으로 관리하고, 시민들에게 실시간으로 수돗물 정보를 제공하는 공급 체계가 구현된 스마트 워터 시티를 추진하고 있다. 또한 축적된 물 관리 노하우와 ICT 기술을 결합하는 스마트 물관리 이니셔티브(SWMI)를 진행하고 있다. 이는 자연 재해로 인한 피해 최소화, 한정된 수자원 활용도 극대화, 물 절약 및 에너지 절감 촉진, 완벽한 모니터링으로 누수 및 사고 예방을 목적으로 하고 있다. 특히 통신 업체와 협업 관계를 맺고 IoT 기술 및 빅 데이터 분석기술을 활용한 관리 시스템을 개발하고 있다.

5) 한국도로공사

고속도로 건설 및 운영, 개·보수 등을 담당하는 한국도로공사는 IT기술이 접목된 고기능, 고규격의 차세대 도로인 스마트 하이웨이의 개념을 정립하고, 연구하고 있다. 해당 분야는 최근 주목 받고 있는 자율주행과도 연결되어 있는 기술이다. 한국도로공사는 도로·차량·화물 등 교통의 구성요소에 통신기술을 적용하여 교통정보를 수집·관리·제공함으로써, 교통시설의 이용효율을 극대화하는 지능형교통체계(C-ITS, Cooperative-Intelligent Transport Systems)의 시범 서비스를 제공하기 위한 준비를 하고 있다. 2016년 7월부터 C-ITS 시범서비스를 제공하기 위하여 대전~세종 간 87.8km 구간에서 시스템을 구축하고 있는 상황이다. 또한 2016년부터

통신업체와 차량용 빅 데이터와 실시간 교통 정보를 공유하여 교통안전 서비스를 개발하고 있으며, 2017년부터 드론 조종 비숙련자도 교량 안전 점검을 할 수 있는 교량점검용 드론 개발을 진행하고 있다.

3. 4차 산업혁명을 둘러싼 한국 국토교통 분야의 현황

스위스 최대 은행 UBS는 세계경제포럼(WEF)에서 기술수준 교육수준, 인프라 수준, 노동구조의 유연성, 법적 규제 등의 5개 요소로 4차 산업혁명에 적응하기 용이한 국가들을 평가하였다. 이 평가에서 스위스, 싱가포르, 네덜란드 등의 선진국이 전반적으로 높은 평가를 받았으며, 아르헨티나, 페루, 브라질 등의 개발도상국이 낮은 평가를 받았다. 한국은 25위이며, 기술수준과 적응능력교육, 인프라의 측면에서는 높은 평가를 받았지만, 노동구조의 유연성과 법적 규제 면에서 매우 낮은 점수를 받아 EM으로 평가되었다.

〈표 3-4〉 4차 산업혁명 대응이 용이한 국가

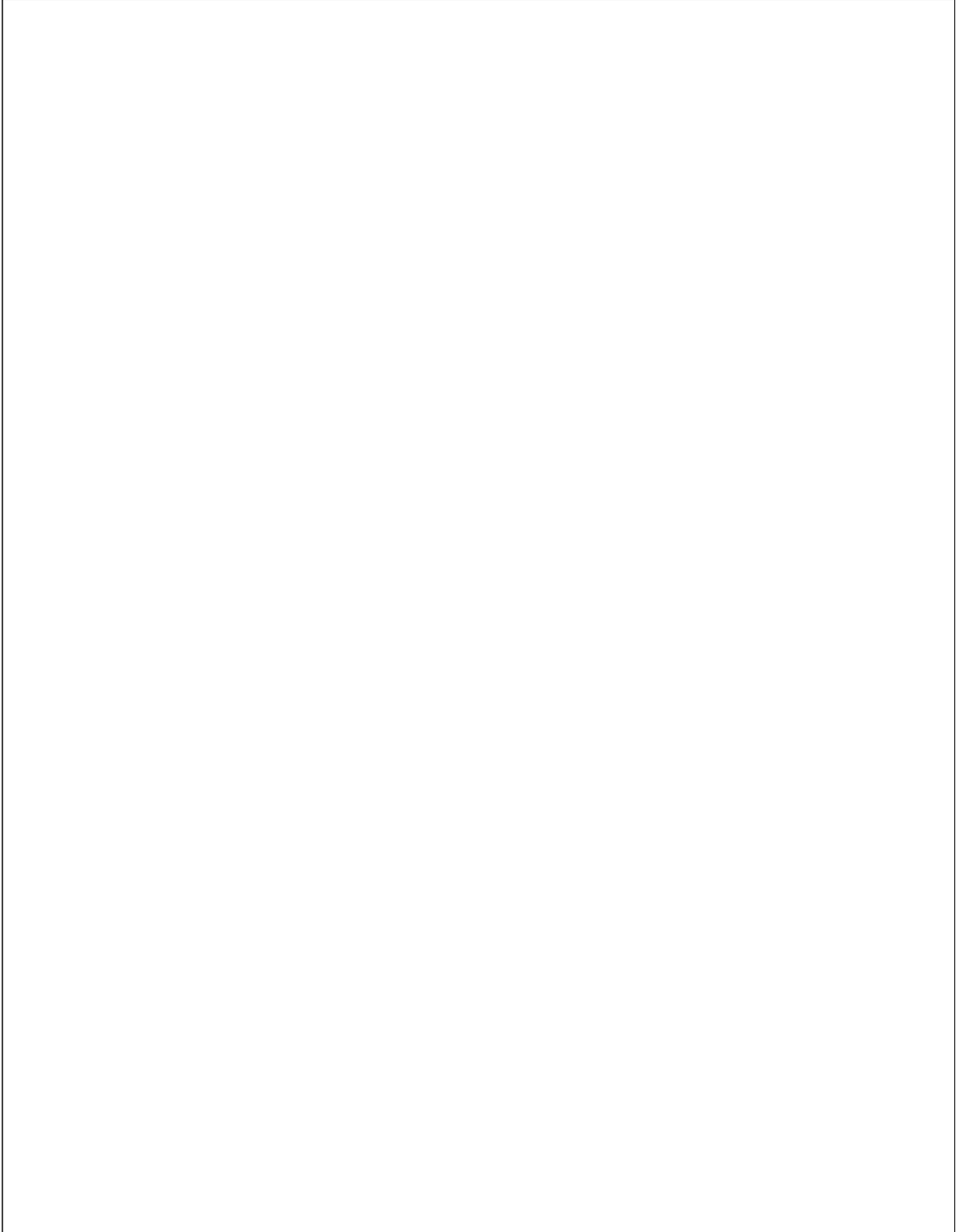
	국가	노동 구조의 유연성	기술 수준	적응 능력 교육	충분한 인프라	법적 규제	합계	시장 특성
1	스위스	1	4	1	4.0	6.75	3.4	DM
2	싱가포르	2	1	9	3.5	9.00	4.9	DM
3	네덜란드	17	3	8	6.5	12.50	9.4	DM
4	핀란드	26	2	2	19.0	1.25	10.1	DM
5	미국	4	6	4	14.0	23.00	10.2	DM
6	영국	5	18	12	6.0	10.00	10.2	DM
7	홍콩	3	13	27	4.5	10.00	11.5	DM
8	노르웨이	9	7	13	19.0	11.50	11.9	DM
9	덴마크	10	9	10	15.5	17.75	12.5	DM
10	뉴질랜드	6	10	24	21.5	6.25	13.6	DM
11	스웨덴	20	12	7	12.0	19.75	14.2	DM
12	일본	21	21	5	12.0	18.00	15.4	DM

	국가	노동 구조의 유연성	기술 수준	적응 능력 교육	충분한 인프라	법적 규제	합계	시장 특성
13	독일	28	17	6	9.5	18.75	15.9	DM
14	아일랜드	13	15	21	19.0	11.50	15.9	DM
15	캐나다	7	19	22	16.0	20.50	16.9	DM
16	대만	22	14	11	20.0	31.25	19.7	EM
17	호주	36	8	23	18.5	17.75	20.7	DM
18	오스트리아	40	16	17	19.5	17.25	22.0	DM
19	벨기에	54	5	16	17.5	21.50	22.8	DM
20	프랑스	51	25	18	12.0	31.00	27.4	DM
21	이스라엘	45	28	3	26.0	38.50	28.1	DM
22	말레이시아	19	36	20	35.5	34.50	29.0	EM
23	포르투갈	66	26	28	24.5	32.25	35.4	DM
24	체코	47	29	35	35.0	44.75	38.2	EM
25	한국	83	23	19	20.0	62.25	41.5	EM
26	칠레	63	33	50	42.0	39.25	45.5	EM
27	스페인	92	30	37	17.5	61.25	47.6	DM
28	중국	37	68	31	56.5	64.25	51.4	EM
29	카자흐스탄	18	60	72	59.5	68.25	55.6	FM
30	폴란드	81	31	64	48.5	58.00	56.5	EM
31	러시아	50	38	68	47.5	114.00	63.5	EM
32	태국	67	56	57	51.0	88.00	63.8	EM
33	이탈리아	126	45	32	31.5	87.75	64.5	DM
34	헝가리	77	57	51	48.0	90.25	64.7	EM
35	남아프리카공화국	107	83	38	59.0	42.75	66.0	EM
36	그리스	116	43	77	35.0	67.00	67.6	EM
37	필리핀	82	63	48	79.0	78.00	70.0	EM
38	인도네시아	115	65	360	73.5	70.25	70.8	EM
39	터키	127	55	60	58.5	77.75	75.7	EM
40	콜롬비아	86	70	76	77.0	102.75	82.4	EM
41	인도	103	90	42	100.5	81.50	83.4	EM
42	멕시코	114	86	59	66.0	100.00	85.0	EM
43	브라질	122	93	84	64.0	97.75	92.2	EM
44	페루	64	82	116	88.5	113.25	92.8	EM
45	아르헨티나	139	39	93	78.0	125.75	95.0	FM

시장 특성 : DM(Developed Market), EM(Emerging Market), FM(Frontier Market)

또한 2014년 10월 미래창조과학부 융합연구정책센터에서 발간한 2014년도 15대 국가 융합기술 수준조사 보고서에 따르면 4차 산업혁명과 관련성이 높은 빅 데이터, 융합형 콘텐츠, 융합서비스로봇, 첨단생산시스템 기술에서 선진국의 레벨과 격차가 있는 것으로 조사되고 있다.

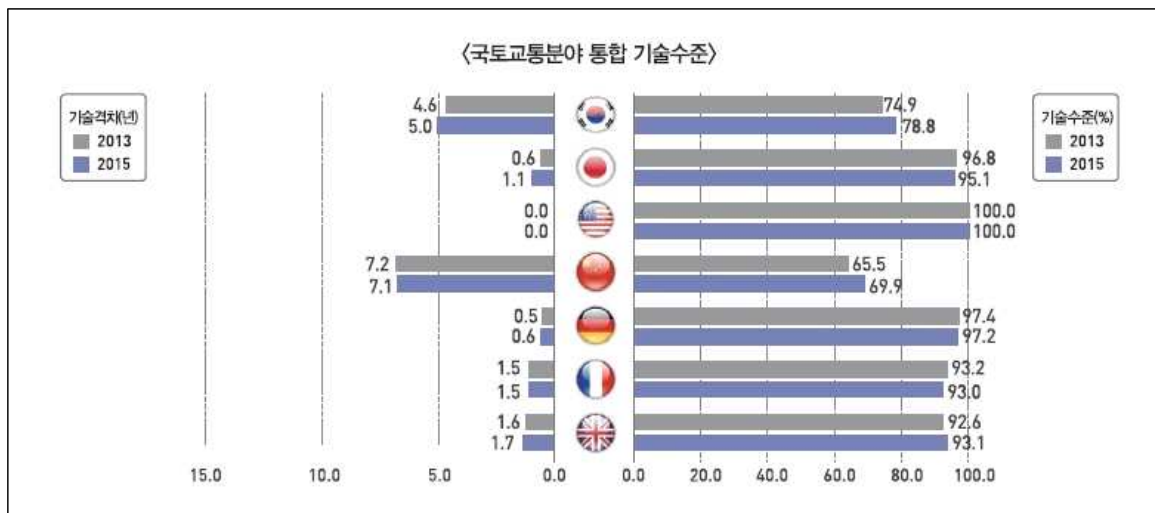
빅 데이터 부문에서는 빅 데이터의 인프라 기술은 미국의 70%에 달하고 있으나, 소프트웨어 면은 40% ~ 50%로 저조한 상황이다. 가상현실과 증강현실과 관련한 융합형 콘텐츠 부문에서도 하드웨어와 관련한 기술은 선진국의 70%에 달하고 있으나, 소프트웨어 면은 50% ~ 60%로 저조하다고 평가받고 있다. 하드웨어 적인 면이 강한 융합서비스 로봇 부문은 다른 부분에 비교하여 상대적으로 강한 편이나, 조작기술, 제어기술 등의 부문이 약한 것으로 평가되고 있다. 첨단 생산 시스템 분야에서는 3D 프린팅과 생산 공정 시스템은 강하지만, 클라우드 기술이 약한 것으로 분석된다.



자료: 미래창조과학부 융합연구정책센터, 2014년도 15대 국가 융합기술 수준조사 보고서

[그림 3-1] 4차 산업혁명 관련 융합기술 격차

또한 2015년 12월 국토교통과학기술진흥원에서 발간한 2015 국토교통 기술수준분석 보고서에 따르면 우리의 국토교통기술이 미국의 80%정도로 평가받고 있으며, 5년 정도의 격차가 있는 것으로 분석되었다. 또한 일본, 독일과 비교해서는 약 4년의 격차가 있으며, 프랑스와 영국과는 약 3.5년의 격차가 있는 것으로 분석하였다.



자료: 국토교통과학기술진흥원, 국토교통기술수준분석 보고서

[그림 3-2] 국토교통분야 통합 기술 수준

4. 소결

정부에서는 4차 산업혁명에 체계적으로 대비하고 지휘하는 컨트롤타워인 대통령 직속 4차산업혁명위원회를 출범하였다.

국토교통부에서는 국토교통 분야 대응전략 마련 및 범부처 종합대책 수립 대응을 위해 2017년 1월부터 TF를 구성하고 운영하고 있고, 국토교통 분야의 “4차 산업혁명 대응전략”을 발표하였다. 본 대응전략에서는 크게 4차 산업혁명이 국토교통 분야에 미치는 영향과 대응 추진방향, 그리고 중점 추진 과제로 구성되어 있다. 여기서는 ① 전략 선정·추진, ② 공공에서 시작하는 시장 창출, ③협력적 거버넌스 구축의 3가지 추진방향을

선정하고 있다.

국토교통부분 공기업들도 자신들의 특성을 반영한 대응전략을 수립하고 있다. 인천국제공항공사는 현재 진행되는 3단계 사업에서 새로 건설되는 제2여객터미널에 ICT기술을 접목하고 있으며, 한국공항공사는 빅 데이터 플랫폼에 기초하여 공항운영시스템의 고도화를 꾀하고 있다. 한국토지주택공사는 스마트 시티를 중심으로 빅 데이터, 드론 등의 요소기술 접목 방안을 모색하고 있다. 한국수자원공사는물관리 노하우와 ICT기술을 접목하는 스마트 물관리 이니셔티브를 진행하고 있다. 한국도로공사는 스마트 하이웨이 개념을 도입하고자 노력하고 있으며, 빅 데이터를 활용한 교통안전 서비스를 제공하고 있다.

그러나 4차 산업혁명과 관련한 국내의 상황은 긍정적이지 않다. 스위스 최대 은행 UBS는 기술수준 교육수준, 인프라 수준, 노동구조의 유연성, 법적 규제 등의 5개 요소로 4차 산업혁명에 적응하기 용이한 국가들을 평가하였다. 우리나라는 노동구조의 유연성과 법적 규제 면에서 매우 낮은 점수를 받아 25위에 위치하고 있다. 미래창조과학부의 보고서에 따르면 4차 산업혁명과 관련성이 높은 빅 데이터, 융합형 콘텐츠, 융합서비스로봇, 첨단생산시스템 기술에서 선진국의 레벨과 격차가 있는 것으로 조사되고 있다. 국토교통과학기술진흥원의 보고서에서는 미국과는 5년, 일본, 독일, 프랑스 등의 선진국과 3~4년의 격차가 있는 것으로 분석하고 있다.

4차 산업혁명은 기존의 산업들이 ICT 기술과 융합하면서 새로운 패러다임이 나타나는 시기이다. 이러한 시기에 어떻게 대응하느냐에 따라 경쟁 선진 국가와의 격차를 줄일 수도 늘어날 수도 있다. 건축물, 시설물의 지능화 및 고도화 뿐 만이 아니라 건설 산업의 생산성 향상 관련 기술의 융합 전략이 필요하다. 또한 우리의 건설 산업이 가지고 있는 문제점을 명확히 정의한 다음 그 해결 방안으로서 ICT기술을 접목을 시도해야 할 것으로 생각된다.

1. 미국

1) 첨단 제조업 파트너십 (AMP)

미국 대통령 과학기술자문위원회(President's Council of Advisors Science and Technology, PCAST)에서는 2011년 6월 미국 제조업의 실태와 무역수지에 관하여 분석한 보고서를 발표하였다. 오바마 대통령은 이에 기초하여 산업계와 학계, 연방정부가 참가하여 유망 기술을 선정하고 해당 분야에 대한 투자를 증진시키는 첨단 제조업 파트너십(Advanced Manufacturing Partnership, AMP)를 마련하였다.

2012년 3월 오바마 대통령은 10년간 총 10억 달러를 투입하여 최대 15개의 제조업 혁신 연구소 설립 계획을 발표하였으며, 그 일환으로 제조 기술 발전을 위한 국가 제조업 혁신 네트워크(the National Network for Manufacturing Innovation, NNMI) 등을 설립하였다. 이러한 기구는 정부와 민간이 연계하여 제조 산업과 관련된 다양한 이슈를 해결하고, 효과적인 제조업 연구기반을 확보하기 위하여 설립되었다.

〈표 4-1〉 국가제조업혁신네트워크 기관

기관	주요 기술	위치
National Additive Manufacturing Innovation Institute(NAMI)	3D Printing / additive manufacturing	오하이오 주
Digital Manufacturing and Design Innovation Institute (DMDII)	Digital manufacturing	일리노이 주
Lightweight Materials Manufacturing Innovation Institute (ALMMII)	Lightweight materials	미시간 주

기관	주요 기술	위치
Next Generation Power Electronics Institute (PowerAmerica)	Wide-bandgap semiconductors	노스캐롤라이나 주
Institute for Advanced Composites Manufacturing Innovation (IACMI)	Composite materials	테네시 주
American Institute for Manufacturing Integrated Photonics (AIM Photonics)	Photonic integrated circuits	뉴욕 주
Flexible Hybrid Electronics Manufacturing Innovation Institute	Flexible electronics	캘리포니아 주
Advanced Functional Fabrics of America (AFFOA)	Textiles	메사추세츠 주
Smart Manufacturing Innovation Institute	Smart manufacturing	캘리포니아 주

자료: President's Council of Advisors Science and Technology, 2011.6

2) 산업 인터넷 컨소시움 (IIC)

2014년 3월 미국의 민간 IT기업들이 사물인터넷(IoT) 표준화를 위하여 컨소시움(Industrial Internet Consortium, IIC)을 구성하였다. IIC는 모바일 기기, 각종 장비, 사람, 처리, 데이터 등을 하나로 연결하는 공통 아키텍처를 만들고, 정보처리에 대한 상호 운용성을 확보하기 위한 필수 사항들을 점검하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 통해 에너지 및 공장시설, 헬스케어, 제조업, 공공부문, 수송 등 영역을 인터넷 환경에서 서로 연동할 수 있게 하기 위한 것이다. 미국에서는 IIC 이외에도 기업을 중심으로 설립된 다양한 연합이 나타나고 있으며, 미국 정부는 IIC와 같은 공동체에 적극적으로 협력할 예정이다.

3) NITRD 프로그램 개정

2015년 8월 미국 대통령 과학기술자문위원회(PCAST)는 연방정부의 지원을 받는 정보기술 분야 R&D 프로그램 NITRD(Networking and Information Technology Research Development)의 평가보고서를

통해 신규 개발 분야를 권고하였다. 1991년 제정된 High-Performance Computing Act와 1998년의 Next Generation Internet Research Act를 기반으로 하고 있는 NITRD 프로그램은 연방 정부의 기술 수요에 부응할 수 있는 R&D를 수행하는 프로그램이며, 18개의 연방기관이 포함되어 있다. NITRD가 현재 추진 중인 12개 분야의 프로젝트는 SW설계 및 생산성(SDP), 대규모 네트워킹(LSN), 인간-컴퓨터 상호작용 및 정보 관리(HCI&IM), 영상 및 이미지 분석(VIA) 등의 12개 분야의 프로젝트가 추진 중에 있으며, 평가보고서를 통하여 4차 산업혁명과 관련성이 높은 사이버보안, IT&헬스, 빅 데이터 및 데이터 집약형 컴퓨팅, 사이버-휴먼 시스템, 고성능 컴퓨팅 등 8대 분야를 신규 R&D 영역으로 제안하였다.

〈표 4-2〉 NITRD 신규 R&D 프로젝트 권고 분야

분야	내용
사이버 보안	○ IT로 구현되는 차세대 물리시스템이 개발됨에 따라 사이버 보안 강화를 추진 ○ 국방부, 국토안보부, 국가안전국, 에너지부가 연구 프로그램에 협력할 방침
IT 헬스케어	○ 의료 데이터 접근성 및 데이터 호환성 개선, 헬스케어 관련 적극적인 기술 개발 지원
빅 데이터와 데이터집약형 컴퓨팅	○ 대규모 데이터 수집과 데이터 중심 컴퓨팅의 역할이 확대되고 있어 과학, 공학, 상업, 헬스케어, 정부서비스, 국가안보 등 다양한 분야에서의 적용 노력 강화
IT와 물리	○ 물리 IT와 인간 상호작용 연구로, 물리 IT와 센싱, 물리 IT시스템 구축을 위한 소프트웨어 및 하드웨어 개발
프라이버시 보호	○ 프라이버시 보호의 과학적, 공학적, 정책적, 사회적 이해 증진을 위한 다 기관 연구 개발 프로그램의 발굴 및 확대
사이버-휴먼 시스템	○ 소셜컴퓨팅의 확장 개념, 소셜 미디어, 협업시스템, 온라인 교육, 교육용 가상현실 등 컴퓨팅과 사람을 통합하는 주체들이 포함
고성능 컴퓨팅	○ 1991년 고성능컴퓨팅법 발효 이후 NITRD 프로그램을 통해 지속적으로 진행된 차세대 고성능 컴퓨팅 시스템 개발 및 효율적 활용 연구
기초 IT연구	○ 국가 IT산업의 견고한 토대 마련을 위한 장기적인 기초 IT연구 기반 구축

자료: President's Council of Advisors Science and Technology, 2015.8

4) 미국혁신전략 개정안

2015년 10월 미국은 국제적인 혁신 리더의 위상을 유지하면서, 미래 산업을 육성하고, 국가적 당면과제를 해결하기 위해 수립한 미국혁신전략 개정안(A strategy for American Innovation)을 발표하였다. 미국혁신 전략 개정안은 ① R&D 투자 확대와 장기적인 경제성장의 토대 마련, ② 국가 당면과제 해결과 부(副)를 창출할 수 있는 9개 전략 분야 지원, ③ 공공R&D 성과제고를 위한 시스템 개선과 민간 혁신촉진을 위한 환경 조성 등을 주요 정책방향으로 수립하고 있다.

정부가 혁신기반에 대하여 세계 최고 수준의 투자(2016년 IT투자 규모 :1조 1400억 달러)를 실시하여, 민간의 혁신활동을 촉진하고, 국민의 혁신성을 유인하는 계획을 수립하였다. 구체적으로는 첨단제조, 첨단자동차, 스마트 시티 등 9개 분야의 비전과 정책 방향이 제시되었다.

〈표 4-3〉 9개 분야의 비전과 정책 방향

전략분야	비전	정책방향
첨단제조 (Advanced Manufacturing)	제조기업의 비용과 시간 단축하고, 신제품 개발 및 창업을 촉진하여 경제성장을 견인	- 혁신제조 기술개발을 위한 민관협력기관인 NNMI를 15개로 확대(현재 9개) - 중소기업을 중심으로 한 공급망 구축, 창업 기업에 대한 지원 확대
정밀의학 (Precision Medicine)	환자의 상태를 보다 잘 이해하고 효과적인 치료법을 판단할 수 있도록 기술적으로 지원	- 정밀의학계획(PMI)에 2016년 2억 1,500만 달러를 투자하여 NIH, NCI, FDA 등의 신약 및 의료 데이터 공유 기술을 연구
브레인 이니셔티브 (BRAIN Initiative)	뇌세포 작동 원리, 신경회로 상호작용 규명 등 인간의 뇌를 이해하기 위한 기술의 촉진	- 2016년 3억 달러를 투자하여 NIH, NSF, DARPA 등의 연구 지원
첨단자동차 (Advanced Vehicles)	무인자동차 개발을 통해 교통사고 90% 저감	- 운행 및 안전기준 관련 연구에 투자 확대, 기술적용을 위한 규제 개선 등
스마트시티 (Smart Cities)	교통, 범죄 등 도시정보를 수집, 활용하여 삶의 질 개선	- 스마트 시티 계획(Smartcity Initiative)에 따라 안전, 에너지, 교통 등의 연구 진행, 20개 이상 도시가 참여하는 기술 활용 연구 진행

전략분야	비전	정책방향
청정에너지 및 에너지 효율 (Clean Energy and Energy Efficient Technologies)	재생에너지, 청정에너지 개발 및 고 효율화를 통해 탄소 배출 저감 및 에너지 안보 강화	- 2016년에 76억 달러를 청정에너지, 지속가능 교통기술 등에 투자
교육기술 (Educational Technology)	브로드밴드, 클라우드 등을 활용한 혁신적 교육법 개발로 교육의 질과 성과를 향상	- 2018년까지 99%가 학생을 고속 인터넷에 연결하는 ConnectED사업 추진, 교육고등연구계획국(ARPA-ED) 설치
우주기술 (Space)	민간과의 협력을 통해 우주비행 비용의 획기적 감소, 민간항공산업 성장 촉진	- NASA 상업 유인 우주운송에 2017년까지 60억 달러 투자 계획
차세대컴퓨팅 (New Frontiers in Computing)	슈퍼컴퓨터(HPC) 개발로 공공서비스 질 향상, 경제성장, 건강 및 안전 등 확보	- 국가전략컴퓨팅계획(2015)에 따라 HPC 개발을 국가적으로 지원

자료: National Economic Council and Office of Science and Technology Policy, 2015.10

2. 독일

1) 하이테크 전략 2020

2006년 독일 정부는 분야를 초월하여 기술 혁신을 가져올 수 있는 다양한 정책을 지원·추진할 목적으로 하이테크 전략을 추진하였으며, 2010년에는 하이테크 전략 2020으로 개정하였다. 이 전략에서는 가치 창출과 삶의 질에 관한 우선 과제, 네트워크와 수송, 산업혁신의 속도, 혁신친화적 프레임워크, 투명성과 참여라는 5가지 핵심요소를 중심으로 정책 방향을 제시하고 있다.

〈표 4-4〉 5가지 핵심 요소와 혁신 정책 방향

핵심 요소	혁신 정책 방향성
가치 창출과 삶의 질에 관한 우선 과제	경쟁력 강화, 번영 증가
네트워크와 수송	협력 강화, 실행 지원
산업혁신의 속도	이노베이션 강화, 가치창출 강화
혁신친화적 프레임워크	창조성과 혁신성을 위한 기반 강화
투명성과 참여	호기심 자극, 진보성의 홍보

자료: 좋은정보사, 2017.3

10개의 미래지향 프로젝트는 사회 및 기술 동향에 초점을 맞추고, 연구 및 혁신 정책 모델을 수립하고 있다. 모든 미래지향 프로젝트는 독일의 모든 플레이어가 구체적인 목표를 달성하기 위하여 협력한다는 공통적인 특징을 가지고 있다. 각각의 미래지향 프로젝트는 삶의 질을 향상시키고, 삶의 기반을 보호하며, 선도하고 있는 중요한 시장에서 독일 산업의 경쟁력을 확보하게 해줄 것으로 기대되고 있다.

〈표 4-5〉 10개 미래지향 프로젝트

	프로젝트	상세
1	이산화탄소(CO ₂) 중립, 효율적인 에너지, 기후 변화 대응 도시	CO ₂ 감축 및 고효율화로 살기 좋은 미래형 스마트시티 구축을 목표로 시범지역 개발
2	석유 대체 자원으로 재생 가능한 자원	재생 에너지의 활용에 의한 화석연료 소비 감소
3	에너지 공급의 지능화 전환	2020년까지 전력의 30% 이상을 총당할 수 있는 신뢰성이 높고, 경제적으로 실현가능한 친환경적 재생에너지 공급 체제의 확립
4	향상된 의약품으로 효과적인 치료	향상된 의약품을 활용하여 보다 효과적이고 부작용이 적은 의료의 실현
5	효과적인 예방과 건강한 다이어트를 통한 건강 증진	건강과 식생활의 관계를 밝히기 위한 영양 과학 기초연구의 추진
6	고령자의 독립적인 고품질 생활	ICT기술을 활용한 가전제품의 네트워크화에 의한 스마트 홈 구현
7	지속가능한 운송수단	전기자동차 보급을 위한 배터리 및 에너지 효율성, 안전성, 신뢰성 시스템의 개발
8	비즈니스와 산업을 위한 인터넷 베이스 서비스	혁신적인 모바일 인터넷 애플리케이션을 위한 플랫폼 구축
9	인더스트리 4.0	제조 프로세스에서 사이버물리시스템(CPS)의 도입에 따른 스마트 공장의 실현
10	개인정보보호	사이버 테러나 범죄로부터 보다 효과적으로 개인 정보 및 네트워크를 보호하는 기술적인 방안 및 조직연구

자료: 좋은정보사, 2017.3

2014년 9월 독일 연방 내각은 새로운 하이테크 전략(The New High-Tech Strategy)을 채택하였다. 기존의 하이테크 전략과 후속 활동을 이어나가는 이니셔티브로, 입법 기간(2013년~2017년) 동안 30억 유로의

연구 기금이 별도로 준비되었다. 이 전략에는 다음과 같은 6가지 우선 항목이 있다.

〈표 4-6〉 새로운 하이테크 전략의 6가지 우선 항목

항목	내용
디지털 경제와 사회	디지털 기술에 내재된 문제를 해결하고, 독일의 가치 창출 및 번영을 위한 혁신적인 솔루션 개발
지속가능 경제와 에너지	보다 지속가능하고, 자원효율적인 소비와 생산 체계
혁신적인 작업장	창조적인 아이디어와 경제적 혁신을 위한 중요한 토대로 현대 직장의 변화에 초점
건강한 삶	사람들이 더 길고 건강하고 독립적인 삶을 살 수 있도록 지원
지능형 이동	효율성 및 기능 측면에서 운송 장비를 최적화하는 연구
토목 보안	일상과 밀접한 복잡한 시스템 및 인프라에 내재된 보안 문제를 해결

자료: 좋은정보사, 2017.3

2) 인더스트리 4.0

전 세계의 제조업 경쟁이 심화되는 가운데 독일은 자국의 제조업의 미래 경쟁력을 높여 나가는 동력으로서 인더스트리 4.0의 제조업 진화 전략을 추진하고 있다. 인더스트리 4.0은 제조업과 같은 전통 산업에 IT 시스템을 결합하여 생산 시설들을 네트워크화하고 지능형 생산 시스템을 갖춘 스마트 팩토리로 진화하자는 것이다. 인더스트리 4.0은 사물, 서비스 간 인터넷의 확산으로 지능형 생산시스템이 구축됨으로써 기존 제조업의 생산 방식을 스마트 생산 등으로 전환하는 개념이다. 그리고 임베디드 시스템을 통해 원료, 생산, 물류, 서비스, 제품이 네트워크에 연결되고, 사이버 물리 시스템(CPS)를 통해 생산 과정을 통제하는 것이 스마트 팩토리의 기본 개념이다. 스마트 생산 등이 실현되기 위해서는 사물 서비스 간 인터넷 기반 위에서 상품이 제조될 수 있도록 통제할 수 있는 플랫폼인 사이버 물리 시스템을 구축하는 것이 핵심 요소이다. 보스턴 컨설팅에서는 표 4-7과 같이 인더스트리 4.0을 위해 요구되는 9가지 기술을 정리하였다.

〈표 4-7〉 인더스트리 4.0에서 요구되는 9가지 기술

요구 기술	기술 방향
빅 데이터와 분석	제조 품질을 최적화하고, 에너지를 절약하고, 장비 서비스를 향상시킬 수 있는 대규모 데이터에 기반한 분석은 최근 제조업계에 등장함. 인더스트리 4.0에서는 실시간 시스템 의사 결정을 지원하기 위해 다양한 소스의 데이터 수집 및 분석이 필요함.
자율 로봇	다양한 제조업에서 로봇을 사용해왔지만, 앞으로의 로봇은 더욱 자율적이고, 유연하고, 협력적으로 바뀔 것임. 로봇은 인공지능을 통해 상호 작용할 수 있으며, 인간으로부터 배우고, 더욱 향상될 것임.
시뮬레이션	제품, 재료 및 생산 프로세스에 대한 시뮬레이션은 이미 사용되고 있지만, 더욱 광범위한 시뮬레이션이 활용될 것임. 앞으로의 시뮬레이션은 실시간 리얼타임 데이터를 활용할 것임. 물리적으로 도입하기 전에 가상 환경에서 사전에 테스트 및 최적화 할 수 있게 됨으로 시간이 단축되고, 품질이 향상될 것임.
수평 및 수직 시스템 통합	오늘날 대부분의 IT시스템은 통합되지 못한 것이 현실임. 인더스트리4.0에서는 회사 간, 범용 데이터 통합 네트워크가 진행되고, 자동화된 서플라이 체인이 구현될 것임.
IoT	제조업에서 사용되는 센서와 장비 가운데 일부만 네트워크로 연결되어 있음. IoT기술을 활용하면 더 많은 장비가 임베디드 컴퓨팅으로 연결됨. 이를 통하여 장치들은 필요에 따라 통신이 가능하며, 분석과 의사결정을 위한 실시간 데이터 전달이 가능하게 됨.
사이버 보안	많은 회사들이 여전히 연결되지 않거나, 폐쇄적인 관리 시스템에 의존함. 인더스트리 4.0과 함께 연결성의 증가로 인하여 사이버 위협으로부터 시스템과 제조 라인을 보호할 필요성도 증가함.
클라우드	인더스트리 4.0에서는 생산 관련 분석 업무가 늘어남에 따라 데이터 공유 및 처리 능력의 향상이 필요함. 클라우드 기술을 활용하여 머신 데이터 처리 능력이 향상하여 더 많은 데이터 서비스가 가능하게 됨. 프로세스를 모니터링하고, 제어하는 시스템도 클라우드 기반이 될 수 있음.
3D 프린팅	현재 회사들은 3D 프린터와 같은 제조 방식을 도입하기 시작하였으며, 프로토타입을 제작하는데 사용됨. 인더스트리 4.0을 통해 가벼운 디자인과 맞춤형 제품을 생산하는데 활용될 것임.
증강현실(AR)	아직 증강현실 기술은 초기 단계에 있지만, 미래에는 의사 결정 및 작업 절차 개선을 위한 실시간 정보를 제공할 수 있을 것임. 또한 교육 측면에서도 활용이 가능할 것임.

자료: 좋은정보사, 2017.3

3. 일본

1) 경제산업성의 신산업 구조비전

일본 정부는 우선 모든 정부부처가 공통된 방향성으로 4차 산업혁명을 대비하기 위하여, 모든 정부부처가 공유할 기본 전략으로서 주요 영역에 대한 전략 어프로치를 설계하였다. 전략 어프로치는 ① 기술 및 산업 환경을 파악하고, ② 범국가적 차원에서 이를 공유한 후에 ③ 정부, 민간, 연구기관에서 전략을 수립하여, 개혁에 착수하는 구조로 이루어져 있다. 기본적으로 정부와 민간 모두가 정책 방향과 계획을 수립하는 단계에서는 의견을 공유하고 많은 시간을 들여 검토하고 있다. 그러나 결정된 내용을 추진하는데 있어서는 골든타임을 놓쳐 4차 산업혁명 대응에 늦지 않도록 새로운 의견일치(공론화)를 기다리지 않고 진행할 수 있도록 하였다.

〈표 4-8〉 일본의 전략 어프로치

1. 기술 및 산업 환경을 파악하고 추진분야를 설정함
① 세계의 기술과 산업의 방향성과 세계의 핵심 플레이어(주요 국가 및 기업)의 전략을 파악함
② 일본의 강점과 약점을 분석하고, 선택해 나갈 분야를 명확히 함
2. 올 재팬(범국가적)에서 공유하고 정부의 전략, 민간의 전략, 연구기관의 전략을 수립함
① 장기적인 미래상(사회, 기술, 산업, 고용)을 정부와 민간이 공유함
② 구체적인 목표를 중장기적인 기한을 정하여 설정함
③ 목표를 실현하기 위하여 필요한 모든 요소(규제개혁, 사업촉진책, 민간의 사업전개 등)를 정한 로드맵을 작성하여 단기간에 구체적 개혁을 실시함
3. 상기의 전략을 바탕으로 다음을 추진함
① 방향이 명확한 과제에 대해 선도적으로 개혁에 착수함
② 다양한 가능성이 있어 아직 방향성이 불투명한 테마에 대해서는 의견일치를 기다리지 않고, 선행적인 아이디어에 찬동하는 사람을 모집하는 방식으로 진행함

자료: 經濟産業省 産業構造審議會 2016.4

또한 경제산업성의 “신산업구조비전”에서는 4차 산업혁명에 대하여 다음과 같은 일본 정부의 7가지 대응 방침을 정리하고 있다.

〈표 4-9〉 일본의 전략 7가지 대응 방침

-
- ① 데이터 활용 촉진을 위한 환경 정비
- 데이터 플랫폼의 구축, 데이터 유통 시장의 창출
 - 개인 데이터 활용 촉진
 - 보안기술과 인재를 키워내는 환경(에코 시스템)의 구축
 - 제4차 산업혁명의 지적 재산 정책의 방향
 - 제4차 산업혁명에 대응하는 경쟁 정책의 방향
-
- ② 인재육성·획득, 고용 시스템의 유연성 향상
- 새로운 요구에 대응한 교육 시스템의 구축
 - 글로벌 인재의 획득
 - 다양한 노동 참가의 촉진
 - 노동시장·고용제도의 유연성 향상
-
- ③ 이노베이션·기술개발의 가속화(Society 5.0)
- 오픈 이노베이션 시스템의 구축
 - 세계를 리드하는 이노베이션 거점 정비·국가 프로젝트 구축·사회 실증의 가속(인공지능 등)
 - 지적재산권 매니지먼트와 국제표준화의 전략적 추진
-
- ④ 파이낸스(금융)기능의 강화
- 리스크 머니 공급을 위한 에퀴티(equity) 파이낸스의 강화
 - 제4차 산업혁명을 위한 무형자산투자의 활성화
 - Fin Tech를 중심으로 금융·결재기능의 고도화
-
- ⑤ 산업구조·취업구조 전환의 원활화
- 신속·과단성 있는 의사결정이 가능하게 하는 거버넌스 체제의 구축
 - 신속하고 유연한 사업재생·사업재편을 가능하게 하는 제도·환경 정비
 - 노동시장·고용제도의 유연성 향상
-
- ⑥ 제4차 산업혁명의 중소기업, 지역경제에의 파급
- 중소기업, 지역에 IoT도입, 활용 기반의 구축
-
- ⑦ 제4차 산업혁명을 위한 경제사회 시스템의 고도화
- 제4차 산업혁명에 대응한 규제개혁의 방향
 - 데이터를 활용한 행정 서비스의 향상
 - 전략적 제휴 등을 통한 글로벌 전개의 강화
 - 제4차 산업혁명의 사회 전개
-

자료: 經濟産業省 産業構造審議会 2016.4

2) 국토교통성 생산성혁명 프로젝트

과거 일본의 생산성 향상은 고도 경제 성장에 큰 원동력이 되어왔으나, 최근 생산성이 상대적으로 하락하고 있다고 지적받고 있다. 국토교통성은 인구감소사회에서 성장의 열쇠는 생산성 향상에 있다고 판단하였다. 생산성 향상이라고 하면 급속도로 발전하고 있는 ICT, IoT, 로봇 기술을 활용하는 “미래형” 투자나 신기술을 활용하는 것이 중요하다. 그리고 과거 고속도로와 신칸센이 고도 성장에 큰 영향을 준 것과 같이 도시의 정체 해소를 통한 시간 단축, 사고나 재해 리스크의 감소 등 “사회 베이스”의 생산성 향상을 이끌어 냄으로써 새로운 수요를 만들고, 소비를 자극하는 등 보다 광범위한 효과를 기대할 수 있다. 또한 서비스 산업 등 “산업별”의 생산성 향상도 중요하다.

국토교통성에서는 국민경제나 국민생활의 기반이 되는 사회자본과 관광, 물류 등의 광범위한 분야를 다루고 있다. 국토교통성에서 담당하는 전체 분야를 “사회베이스형”, “산업별형”, “미래형”의 3가지로 분류하고 생산성 향상을 도모함으로써 지속적인 경제 성장에 기여하고 국민의 삶을 더욱 풍요롭고 편리하게 하고자 한다. “산업베이스형”은 2016년 4월부터 수도권에 도입하는 프로젝트이며, 8개의 프로젝트가 포함되어 있다. “산업별형”은 각 산업에 관련 규제를 정비하여 2017년도 이후의 가까운 미래에 적용할 것을 기대하는 프로젝트, “미래형”은 투자, 신기술을 통해 중장기적인 미래의 생산성을 높여가는 프로젝트이다.

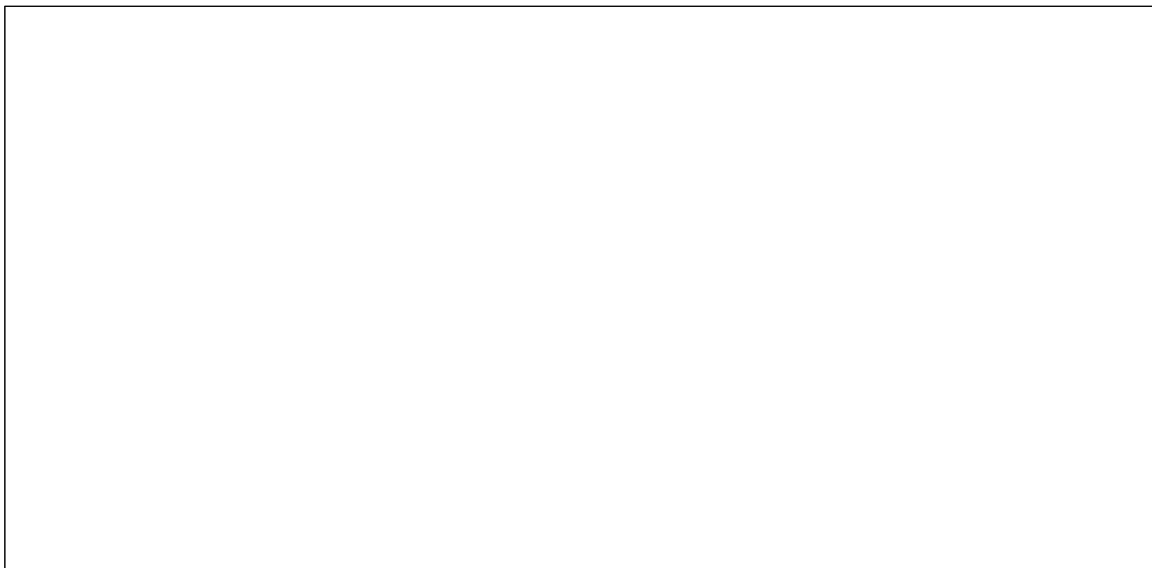
〈표 4-10〉 국토교통성 20대 생산성 혁명 프로젝트

	프로젝트 명	분류
1	핀 포인트 정체 대책	사회베이스형
2	고속도로를 현명하게 사용하기 위한 요금제	사회베이스형
3	크루즈 새로운 시대의 실현 - 일본을 방문하는 크루즈 여행객 500만 명을 위하여	사회베이스형

	프로젝트 명	분류
4	컴팩트 플러스 네트워크 - 밀도의 경제에서 생산성을 향상	사회베이스형
5	부동산최적상황의 촉진 - 토지, 부동산에의 재생투자자 시장의 확대	사회베이스형
6	인프라 유지보수 혁명 - 확실하고 효율적인 인프라 정비 추진	사회베이스형
7	댐 재생 - 지역경제를 지지하는 치수 능력의 조기 향상	사회베이스형
8	항공 인프라 혁명 - 공항과 관제의 베스트 조합	사회베이스형
9	i-construction의 추진	산업별형
10	주생활산업의 새로운 전개 - 기존 주택 유통, 리모델링의 활성화	산업별형
11	I-shipping와 j-Ocean - 해상 생산성 혁명, 강한 산업, 고성장, 윤택한 지방	산업별형
12	물류생산성혁명 - 효율적이고 고부가가치 스마트 물류의 실현	산업별형
13	도로의 물류 이노베이션 - 화물 운송 생산성 향상	산업별형
14	관광산업의 혁신 - 관광 산업을 일본의 기간산업으로(숙박업 개혁)	산업별형
15	하수도 이노베이션 - 일본산 자원창출 전략	산업별형
16	철도 생산성 혁명 - 차세대 기술 전개에 의한 생산성 향상	산업별형
17	빅 데이터를 활용한 교통안전대책	미래형
18	고품질 인프라의 해외 전개 - 거대시장을 일본의 기폭제로	미래형
19	자동차의 ICT혁명 - 자율 운전 사회 실현	미래형
20	기상 비즈니스 시장의 창출	미래형

자료: 国土交通省総合政策局, 2017.1

3) i-Construction의 추진



자료: 国土交通省 i-Construction 委員会, 2016.4

[그림 4-1] i-Construction의 추진

건설업에서는 향후 예상되는 젊은 인력 부족에 대응하기 위하여 건설 생산 프로세스 전체를 대상으로 한 ICT 등 신기술을 활용하는 i-Construction을 추진하고 있다. 이를 통해 2025년까지 건설현장의 생산성이 20%향상될 것을 목표로 설정하고 있다. 2016년에는 584건의 공사에서 ICT토공을 적용하였으며, 2017년에도 계속하여 적용할 예정이다. 현장 시공효율화에 관한 요소기술의 가이드라인을 책정하여 규격 표준화를 실시하였다. 2017년 1월에는 산·학·관·민의 연계를 강화하기 위해 i-Construction 추진 컨소시엄을 설립하였다. 2017년도에는 ICT토공 외에도 ICT포장이거나 ICT준설공(항만분야)를 도입(기준류의 정비), 교량 분야 등에서 3차원 데이터에 의한 설계 실시(i-Bridge의 시행), 측량 분야 및 유지관리 분야에 ICT기술 활용(i-Gesuido)할 예정이다. i-Construction 추진 컨소시엄 WG에서 신기술의 건설현장 적용성을 검증할 예정이다.

(1) i-construction의 내용

i-Construction의 선두 정책이며 핵심이 되고 있는 것이 ICT 토공이다. ICT 토공은 UAV(드론)을 활용한 측량, ICT중장비를 활용한 시공, CIM플랫폼을 활용한 검사의 3가지 항목으로 구성되어 있다. 국토교통성에서는 각각의 기술 개발이 완료되었으며, 시범 사업 등의 적용을 통해 충분한 효과가 검증되었다고 판단하고, 전면적인 적용을 추진하고 있다.

측량에 있어서는 기존에 기준점측량 1일, 종횡단측량 3일, 측량성과 정리 등의 내부작업 4일의 8일이 소요되었으나, UAV(드론)을 활용한 측량의 경우 기준점측량 1일, UAV측량 1일, 측량성과 정리 등의 내부작업 2일의 4일에 완료되는 것으로 분석되었다. ICT중장비는 과거 진행해 온 정보화시공에서 효과를 검증하였다. 국토교통성에서는 2008년부터 국토교통성이 직접 발주하는 직할 공사에서 정보화시공을 시범 적용해 왔다. 2014년에는 규모 관계없이 토공공사의 약 13%에 적용하였다. 그 결과

종래시공방식에 비해 1일당 시공량은 약 1.5배(노반공 기준) 향상되었고, 중장비 주변의 보조 작업이나 안전표지물 설치작업이 불필요하기 때문에 중장비 오퍼레이터 외의 노동자가 1/3로 감소하였다. 검사 부문은 GNSS와 CIM 연구개발과 관련이 있다. 인력으로 검사를 수행하는 경우 과거 2km 기준 10단면을 계측하여 10일이 소요되었으나, GNSS로버로 계측하는 경우 1현장에 1단면만 체크하여 2일이 소요되어 생산성이 향상됨을 검증하였다. 또한 2km 당 50장의 보고서류 작성이 필요했으나 3차원 데이터 통합을 통해 1현장에서 1장만의 보고서류로 감소하였다.

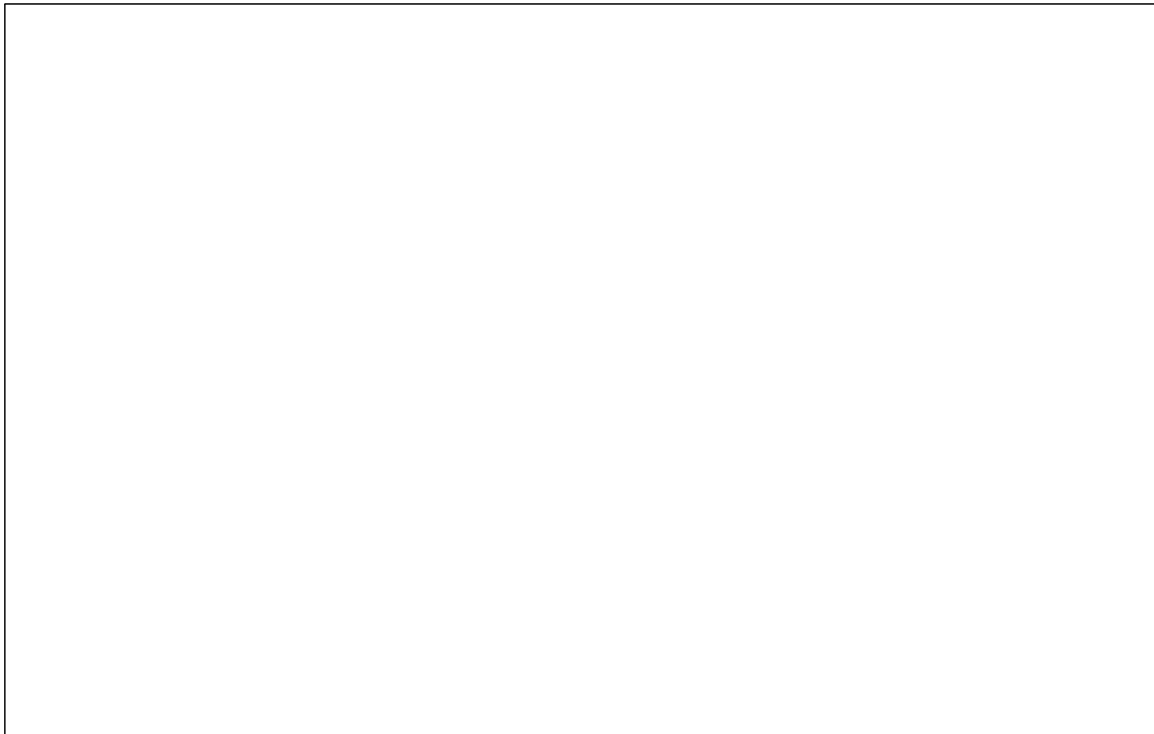


자료: 国土交通省 i-Construction 委員会, 2016.4

[그림 4-2] i-construction의 생산성 향상 효과

(2) 공공 발주에서의 i-construction 도입

2016년도부터 1080 개소 이상의 공사를 ICT 기술이 탑재된 건설중장비를 활용하는 ICT토공을 조건으로 발주 할 예정이며, 현재 279 개소의 공사에서 실시하고 있다. 도쿄도 및 카나가와(神奈川)현 군마(群馬)현 등을 담당하는 국토교통성 관동지방정비국의 ICT토공 설정 프로세스는 아래의 그림 4-3과 같다.



자료: 국토交通省 i-Construction 委員会, 2016.4

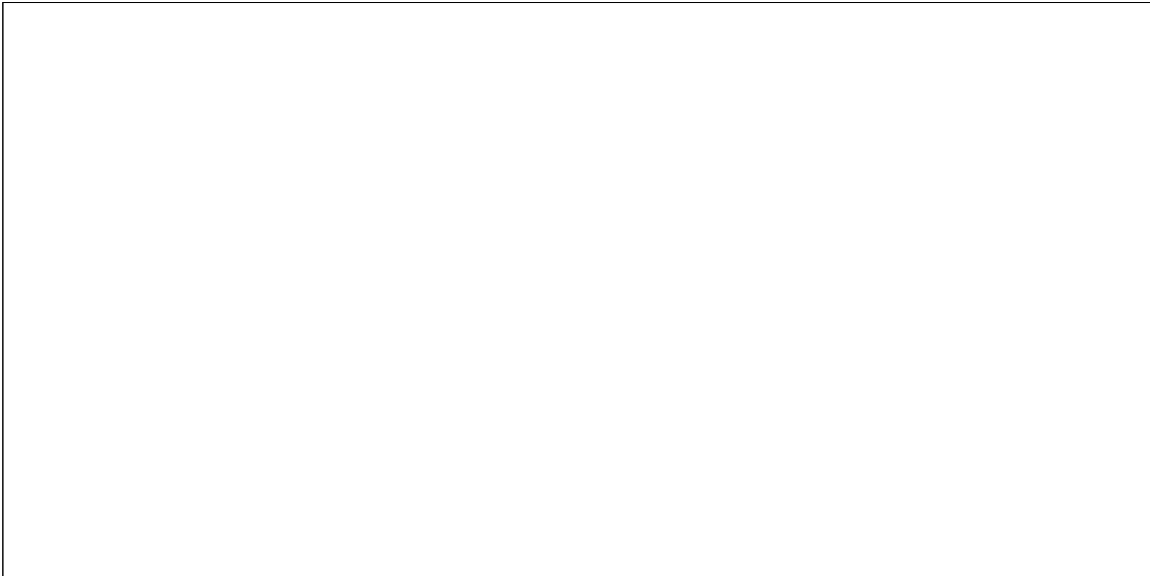
[그림 4-3] ICT 공사 발주방식 설정 프로세스

ICT 전면 활용은 건설생산프로세스의 모든 단계에서 ICT시공기술을 전면적으로 활용하는 공사를 의미하며, ① 3차원 착공 측량, ② 3차원 설계데이터 작성, ③ ICT중장비에 의한 시공, ④ 3차원 공사실적관리의 실적관리, ⑤ 3차원 데이터 납품을 모두 적용한 것을 의미한다.

토공량 1,000m³미만의 공사는 ICT공사의 대상이 되지 않으나, 자율적으로 ICT 건설중장비를 사용할 수 있다. 그러나 이에 대한 인센티브는 지급되지 않는다. 토공량 1,000m³이상의 공사는 ICT공사의 대상이 되며 특히 예정가격이 3억 엔 이상인 경우에는 발주자가 직접 ICT 전면 활용을 조건으로 설정하는 발주자 지정형으로 발주된다. 이 경우 공사 성적 평가에서 가점을 받으며, 필요경비는 당초 설계에서 이미 포함되어 있다. 토공량 1,000m³이상지만 예정가격이 3억 엔 미만인 공사는 토공량이 20,000m³를 넘고 ICT 전면 활용을 하는 경우 종합평가 대상(시공사 희망 I형)이 되며, 토공량이 20,000m³ 미만이고 ICT 전면 활용을 하는 경우 종합평가 대상이 아니다(시공사 희망 II형). 공사 성적 평가에서 가점이 부가되며, 당초 설계에 ICT 토공이 반영되어 있지 않았기 때문에 필요 경비는 변경절차에 따라 계상된다. 토공량 1,000m³이상지만 예정가격이 3억 엔 미만인 공사는 토공량이 20,000m³를 넘지만 시공사 희망 I형 및 II형의 ICT 전면 활용을 원하지 않는 경우에는 ICT 건설중장비 시공을 적용하면 공사성적 평가의 가점 대상은 되지 못하지만 기계시공경비는 변경절차에 따라 계상된다. 이 경우 ICT 건설중장비를 사용하지 않으면 종래시공과 동일하게 진행한다.

(3) ICT 중장비 시공 프로세스

ICT중장비를 활용한 시공 프로세스는 다음 그림 4-4과 같음. 종래 시공에서 측량과 기준틀 설치에 필요한 작업이 생략되고, 검측 작업이 생략된다. 사람이 개입함으로써 정보가 분단되고 비효율이 발생하던 부분을 하나의 데이터가 별도의 사람 개입 없이 준공까지 진행하는 것이 정보화 시공의 개념이다.



자료: 国土交通省 i-Construction 委員会, 2016.4

[그림 4-4] 종래시공과 정보화시공의 프로세스 비교

(4) 국토교통성의 지침 개정

2016년 4월 국토교통성은 ICT토공의 전면실시에 맞추어, 토공에서 조사, 측량, 설계, 시공, 검사의 프로세스에서 현재 종이 도면을 전제로 한 기준류를 변경하여, 3차원 데이터를 활용하는 새로운 15개 기준(표 4-11)을 발표하였다. 각 기준은 ICT시공을 적용하여 공공공사를 수행하는 경우에 필요한 조사, 측량, 설계와 시공의 관리 방법 및 기성 청구 및 검사 방법에 규정하고 있다.

〈표 4-11〉 새로이 도입하는 15개 기준 및 적산기준

		명칭	신규	개정
조사·측량 ·설계	1	UAV를 활용한 공공측량 매뉴얼	○	
	2	전자납품요강(공사 및 설계)		○
	3	3차원 설계 데이터 교환표준 운용 가이드라인	○	
시공	4	ICT기술의 전면 활용 실시방침	○	
	5	토목공사 시공관리기준		○
	6	토목공사수량산출요강	○	○

	명칭	신규	개정
검사	7 토목공사공통시방서 시공관리관계서류	○	
	8 공중사진측량(무인항공기)을 활용한 시공내용 관리요강	○	
	9 레이저 스캐너를 활용한 시공내용 관리 요강	○	
	10 지방정비국 토목공사검사기술기준		○
	11 기재부분 검사기술기준 및 해설		○
	12 부분지불에 따른 기성 취급 방법		○
적산기준	13 공중사진측량(무인항공기)을 활용한 진행상황 관리 감독, 검사요강	○	
	14 레이저스캐너를 활용한 시공내용 관리 감독, 검사요강	○	
	15 공사완성평정요강의 운용에 대해		○
적산기준	ICT활용공사 적산요강	○	

자료: 国土交通省 i-Construction 委員会, 2016.4

새로운 기준에서는 ICT시공을 활용한 프로세스 모든 단계에서 필요한 내용을 모두 포함하여, 실제 건설 현장에서 운용이 가능하도록 하고 있다. ① 3차원 시공 측량, ② 3차원 설계 데이터 작성, ③ ICT건설기기에 의한 시공에 대해서는 ICT경비적산 규정이 정해졌으며, 경비로서 인정이 되는 부분과 인정이 되지 않는 부분을 명확히 하고 있다. ④ 3차원 진행 상황 관리 및 시공관리와 ⑤ 3차원 데이터 납품에 대해서는 별도의 규정이 아닌 간접비에 포함되는 형태로 계상된다.

〈표 4-12〉 ICT 시공의 적산 기준 수정

ICT활용 공사의 흐름	① 3차원 시공측량	② 3차원 설계 데이터 작성	③ ICT건설기기에 의한 시공	④ 3차원 진행상황 관리 및 시공관리	⑤ 3차원 데이터 납품
내용	드론을 통한 사진 측량이나 지상형LS 를 통한 단시간에 면적(고밀도)의 3 차원 측량을 실시	시공단계에서 일 련의 이용을 전제 로 시공 전 발주도 면을 3차원화	3차원 설계 데이터 를 가지고, 효율적 인 작업을 실시	3차원 설계데이터 와 다점측량결과를 가지고 면적 진행 상황 관리를 실시	ICT토공에 대응한 요령, 전자납품 운용 가이드에 따라 3차 원 데이터로 납품
ICT 경비 적산	있음	있음	있음	비율 계상	비율 계상

ICT활용 공사의 흐름	① 3차원 시공측량	② 3차원 설계 데이터 작성	③ ICT건설기기에 의한 시공	④ 3차원 진행상황 관리 및 시공관리	⑤ 3차원 데이터 납품
경비의 대상 범위	<ul style="list-style-type: none"> • ④의 다점측량에 의한 진행상황 관리대상 범위 • 3차원 측량을 실시하는 경우의 경비(노무 및 기재) • 3차원 측량 데이터의 불요점 처리 등의 작업에 드는 경비(업무비) ※ 상기 범위 외의 측량은 시공자 부담	<ul style="list-style-type: none"> • ICT활용공사의 토공부분에서 ④의 다점측량에 의한 진행상황 관리 대상 범위 ※ 상기 범위 외의 측량은 시공자 부담	<ul style="list-style-type: none"> • 일반기기에 추가하는 ICT기기비용(렌탈) • 시스템의 설치 • 철거 및 운반 지도 등의 경비(초기비용) • ICT 건설중기의 일상점검에 드는 비용 	<ul style="list-style-type: none"> • 진행상황 관리의 시공관리 및 3차원 데이터 납품에 필요한 경비는 간접비에 포함되므로, 별도 계상하지 않는다. 	좌동
적산 기준 (요약)	<ul style="list-style-type: none"> • 공사 별로 참고 견적을 가지고 협의 ※ 표정점과 검증점의 설치작업, 점군작성, 점군노이즈 처리를 포함 (x) 공사기준점 설치 대상 외	<ul style="list-style-type: none"> • 공사 별로 참고 견적을 가지고 협의 ※ ICT토공에 의한 진행상황 관리대상 부분 (x) 설계검토, 설계 변경작업, 완성도서 작성에 관한 작업은 대상 외	<ul style="list-style-type: none"> • 2015년도 조사를 통해 산정 • 2015년도 조사를 통해 ICT 중장비 작업성향을 추가 	-	-

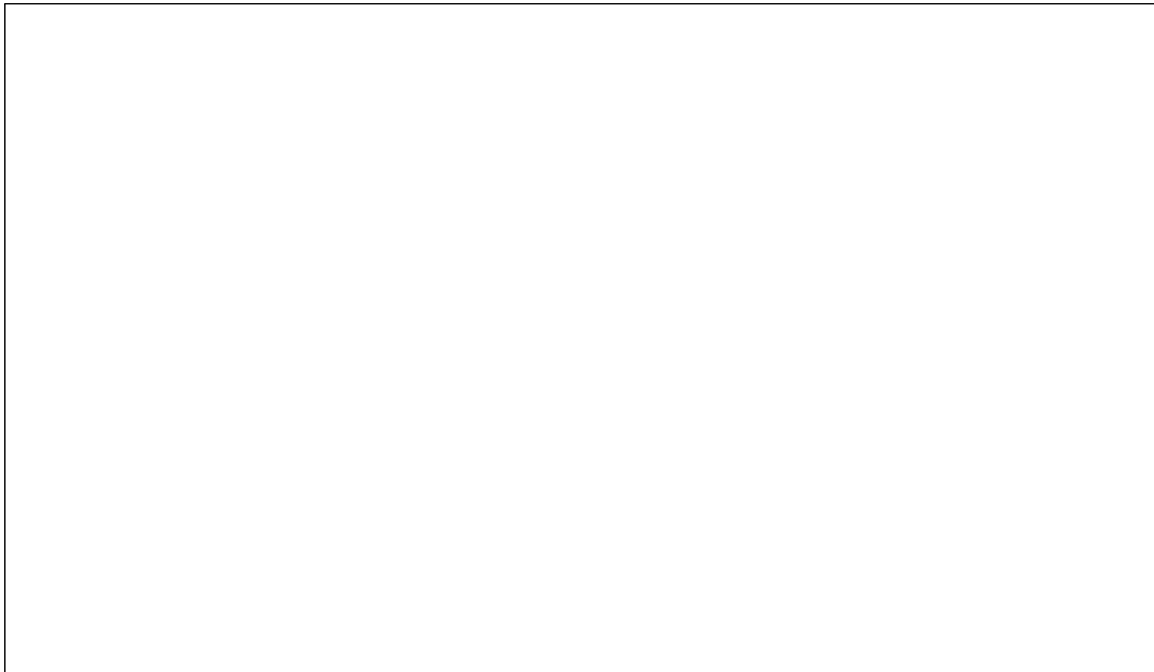
자료: 国土交通省 i-Construction 委員会, 2016.4

4. 중국

1) 중국 정부의 대응 동향

2015년 3월 중국 정부는 인터넷이 타 산업과 융합하는 산업을 성장시키기 위한 구상을 발표하고, 「인터넷+제조업」의 융합을 통해 산업 발전을 이끌어나가는 방향을 수립하였다. 「인터넷+」의 개념은 하드웨어뿐만 아니

라 소프트웨어나 서비스가 상호, 연계하여 산업으로서 발전해나가는 것이며, 각 민간 기업이 중심이 되고 있다. 이어서 2015년 5월 국무원⁴⁾에서 제조업 혁신을 이끌기 위한 연구 사업이던 「중국제조 2025」프로젝트를 국가 전략(비전)으로 격상하여 발표하였다. 이어서 2015년 9월에는 중국 국가제조강국건설전략자문위원회에서 「중국제조 2025 로드맵」을 발표하였고, 국가발전개혁위원회에서는 「중국제조 2025」의 중점 분야 가운데에서도 단기간에 우선적으로 추진할 6개 분야를 지정하고, 2015년~2017년 행동 계획을 발표하였다.



자료: 国务院, 2016.3

[그림 4-5] 중국 정책 대응 동향

4) 중국의 최고국가권력기관(전국인민대표대회 및 전국인민대표대회상무위원회)의 집행기관이며, 최고국가행정기관이다.

2) 중국 제조 2025

2015년 5월 8일, 중국 국무원은 생산대국에서 제조대국으로 이동하기



자료: 国务院, 2016.3

[그림 4-6] 중국제조 2025의 구성

위하여 「중국제조 2025」을 발표하였다. 중국제조2025의 목표와 원칙, 방침을 쉽게 보급하기 위하여 일이삼사오오십이라는 키워드로서 홍보하고 있다. 중국은 「중국제조 2025」를 통하여 10대 중점분야(산업)를 집중 육성할 계획이다. 10대 중점분야에는 차세대 정보기술(IT), 하이클래스 디지털 제어공작기기와 로봇, 우주항공시설, 해양 프로젝트 설비와 하이테크 선박, 선진적 지하철 및 도시철도설비, 저에너지와 신에너지 자동차, 전력설비, 신재료, 바이오의약과 고성능 의료기기, 농업기기설비가 포함되어 있다.

2014년 10월에 리커창(Li Keqiang) 국무원총리가 독일을 방문하여 중·독협력합의문을 발표하였다. 이 합의문의 주요한 내용으로는 ①중국과 독일이 4차 산업혁명과 관련하여 정부부문에서 정책대화를 시작할 것, ② 정보통신규격의 표준통일을 위한 노력 개시, ③민간 기업에 의한 물류, 제조, 판매에서 클라우드, 빅 데이터 활용을 촉진하는 것이 포함되어 있다. 이후 중국과 독일은 「중국제조 2025」와 관련하여 중국 지방정부와 독일의 기업, 중국의 연구기관과 독일 기업, 중국 지방정부와 독일 지방 정부 등의 패턴으로 협력관계를 강화하고 있다. 선양(Shenyang)시의 산업 파크에는 독일 BMW, ZF, KUKA 등의 선진기업이 입주하고, 제조라인이나 연구개발센터가 설치되었다. 이외에도 청도(Chingtao)시, 충칭(Chongqing)시에도 Industrie 4.0와 관련한 산업 파크가 개발되고 있으며, 독일의 선진기술을 도입하고 싶은 지방 정부 간의 경쟁이 진행되고 있다.

3) 민간 부문의 기술 개발 사례

4차 산업혁명에 관한 중국 정부의 대응은 제조업에 초점이 맞추어 있으며, 민간에서는 4차 산업 혁명의 기반 기술이 개발되고 있으며, 3D 프

린터 기술, 드론 기술, 슈퍼컴퓨터 등의 기술에 있어서는 세계 최고 레벨에 도달하고 있다.

중국 상하이의 WinSun Decoration Design Engineering Co(이하 Winsun사)는 3D 프린터를 활용하여 주택을 건설하여 세계적인 화제가 되었다. WinSun사에 따르면 30,000달러로 주택을 지을 수 있으며, 3D 프린터로 공장에서 미리 생산함으로써 1일에 1층을 진행할 수 있기 때문에 생산성 측면에서도 큰 장점이 있을 것으로 설명하고 있다. 고품질의 주택 건설까지는 아직도 기술 개발이 필요할 것이라고 판단되지만, 고품질이 요구되지 않는 개발도상국의 시장에서는 큰 주목을 받고 있으며, 실제 이집트 등과 납품 계약을 맺은 것으로 알려지고 있다.

측량과 시설물 유지관리와 관련하여 활용성을 평가받고 있는 드론의 세계 시장의 약70%를 DJI사가 차지하고 있다. 민간용 드론은 그 기술적 공통점이 많은 점에서 비행 스마트 폰이라고 불리며, 반도체나 센서 등 스마트폰 제조와 공통으로 이용할 수 있는 부품이 많은 것으로 알려져 있다. DJI는 이러한 기존 기술과 자세 제어 등의 강점이 있는 핵심 기술을 정확하게 조합, 가격 경쟁이 있는 장점이 높은 신제품을 속속 출시하고 시장을 단번에 개척한 상태이다.

4) 기타 공공부문의 대응

2016년 10월 중국 국무원에서 생산성 향상을 위하여 공장 제작을 기본으로 하는 “조립식 건축 발전에 관한 지도의견”을 통과시키고, 10년 사이 중국 전역 신축 건물 가운데 조립식(PC) 건물을 30%로 늘릴 것을 요구하고 있다. 특히 우한(Wuhan)시에서는 “건축업 현대화 발전 추진에 관한 우한시 인민정부의 의견”을 발표하고, 현대화 건설 비중을 착공면적 15%까지 늘리고, 시범지역 건설 면적을 80만 m² 이상으로 확대할 예정이다.

2015년 2월 공업정보화부 등 3개 부처에서 2015~2016년 국가 적층 가공산업⁵⁾ 발전추진계획을 발표하였다. 과거에 3D 프린터 기술은 민간 부문의 주도로 발전되어왔으나, 정부와 부처가 국가 산업으로서 지원하고자 하는 것이다. 단 중국 정부의 계획에 따르면 항공, 의료분야에 중점적으로 활용할 것으로, 건축 분야는 단기간에 확대되지 않을 것으로 판단하고 있다.

5. 소결

미국, 독일, 일본, 중국은 4차 산업혁명을 대비하여, 자국의 상황에 맞추어 대응 전략을 수립하고 있다.

미국은 제조업 혁신을 위하여 제조업 부문과 정보통신기술 부문에 막대한 연구개발비를 투자하고 있다. 여기에는 이외에도 의학이나 교육, 우주 부문 등 미래를 위한 부문에도 투자되고 있다. 정부가 선투자를 실시하여 민간의 혁신활동을 촉진하고, 참여를 유도하는 방향으로 진행하고 있다. 세계 선두에 위치하고 있는 각각의 글로벌 기업들이 자신들의 경쟁력 확보와 플랫폼 선점을 위하여 투자하고 있는 상황이다.

제조업 경쟁력이 심해지는 가운데 독일 제조업 경쟁력을 확보하기 위한 정책을 추진하고 있다. 특히 인더스트리 4.0은 스마트 팩토리라고 하는 제조업의 스마트 화를 꾀하기 위해 추진하고 있는 것이며, 다양한 4차 산업혁명 요소 기술이 포함되고 있다.

고령화가 심각한 일본은 세계 정상급의 로봇, 기계 기술을 활용한 정보화, 자동화를 통해 인력을 대체하는 것을 목표로 하고 있다. 건설업에서도 i-construction이라는 중장비 자동화를 실전 투입하는 등 동일한 방향성을 보이고 있다. 단 국가의 연구개발투자는 어디까지나 이익추구가

5) 적층가공(增材製造, Additive Manufacturing)은 3D프린터 기술을 의미함.

어려운 기초 부분의 개발에 한정되고, 민간의 기업의 자신들의 경쟁력 확보를 위한 투자가 중심을 이루고 있다.

중국은 세계의 공장이라고 불릴 만큼 제조업 국가가 되었으나, 단순 제조에 한정되고 있다고 인식하고 있다. 이에 중국은 세계적인 선진 국가 레벨의 대응을 진행하는 것이 아니라 정보통신기술을 활용하여 자신들의 현재 제조업 능력을 향상시키는 것에 초점을 두고 있다. 또한 민간 기업들이 4차 산업혁명의 요소기술들에 투자하고 선점할 수 있도록 투자를 유도하여 일부 기술에 대해서는 세계적인 수준에 도달하고 있다. 단 아직 이러한 요소 기술들이 제조업 및 건설업등과 융합하는 구조는 아닌 것으로 분석되었다.

미국, 독일, 일본, 중국의 사례에서 정부는 방향성을 설정하는 역할을 하고 있다. 특히 미국과 독일은 제조업에 그 초점에 맞추어져 있기 때문에 3D 프린팅, 인공지능 등의 4차 산업혁명과 관련한 요소기술 개발을 서두르고 있다. 일본 정부는 이러한 기술 개발과 함께 건설 산업에서 민간 기업이 개발하기 힘든 기초기술(4차 산업혁명 요소 기술을 건설 산업에 접목시키기 위한 기술)의 개발에 투자하고 있다. 미국, 일본의 민간 기업들은 자신들의 경쟁력 확보를 위한 실전 기술 개발에 집중하고 있다. 중국의 경우에는 민간 기업에서 요소 기술 개발에 집중하고 있다.

1. 스마트 건설 투자 동인 제시

스마트 건설 생산 시스템을 구축하기 위해서는 개별 기업들이 생산체계를 혁신하는데 투자를 하도록 유도하는 방안이 필요할 것이다. 이를 위해서는 ICT 융합 설계 및 시공기준과 ICT 융합 건설업체 지원제도가 마련되어야 하며 ICT 융합을 저해하는 규제가 완화되어야 할 것이다.

일본의 경우 2016년에 토공사에서 조사, 측량, 설계, 시공, 검사의 프로세스에서 3차원 데이터를 활용하는 새로운 기준을 마련하여, 공공공사를 수행하는 경우에 필요한 조사, 측량, 설계와 시공의 관리 방법 및 기성 청구 및 검사 방법에 ICT 관련 기술을 적용하고 있다.(본고 제4장제3절 참고) ICT 기술이 융합된 건설공사의 활성화를 위해 기업의 설비투자를 지원하고 있으며, 2016년에는 공공공사의 약 20%를 ICT 융합 및 활용을 전제로 발주하였다.

일본의 새로운 토공사 적산기준 마련과 ICT 활용을 유도하는 공공공사의 발주 형태는 건설공사에 ICT 기술을 융합하여 건설 생산프로세스 혁신 이루어낸 훌륭한 사례라고 할 수 있으며 일본 건설기업들의 투자를 유도하는 동인이 되고 있다.

가격경쟁 중심의 국내 공공공사의 발주를 ICT 융합 건설기술이 활용되어 지도록 기술력 중심의 기술제안입찰로 전환하는 등의 관련 제도의 개선이 필요할 것이다.

정부는 4차 산업혁명 대응을 위한 민·관 합동의 컨트롤 타워로서 기술 개발 로드맵 실행 방안과 투자예산 계획을 수립하여야 하며 이에 발맞추어 건설 산업 참여자들과의 피드백을 통한 투자 유도가 필요하다.

2. Living Lab 개념의 실증사업 추진

리빙랩(Living Lab)은 제품의 개발 및 혁신 과정에서 일반적인 실험실 연구개발과는 달리 사용자(시민)가 주도적으로 참여하는 개방형 혁신 실증 사업 추진 모델이다. 건설 산업 분야에서는 4차 산업혁명을 스마트시티에 구현하는 방법론이자 수단이라고 할 수 있다. 현재 국토부에서도 ‘스마트 국토’ 조성을 위해 종합 테스트베드인 ‘스마트 커넥티드 타운’의 조성을 실증과 사업화를 동시에 할 수 있는 리빙랩 형태로 진행할 계획을 가지고 있다.

리빙랩은 사회혁신을 위한 시스템으로 다음의 4가지 요소가 결합된 플랫폼이다.

〈표 5-1〉 리빙랩을 구성하는 4가지 요소

ICT 기반 과학기술	수요자, 산학연, 경험 등의 요소들이 첨단 과학기술과 ICT 기술을 기반으로 연계
파트너십	공공(Public), 민간(Private), 시민(People)의 협력체계를 기반으로 성과창출 극대화에 중점
개방형 혁신	추진주체간 파트너십을 강조하여 신속하고 효과적으로 정보교류 확산
사용자(수용자)참여	아이디어 발굴 및 R&D 전주기 과정에서 사용자(수요자)의 참여를 강조

리빙랩은 위의 4가지 구성요소를 기반으로 혁신 기술의 적용 및 사회적 이슈에 효과적으로 대응할 수 있는 혁신 플랫폼이라고 할 수 있다.

〈표 5-2〉 리빙랩과 유사 모델의 비교

구분	ICT기반 연계	개방형	사용자참여	민관협력
혁신환경	×	×	×	○
산업클러스터	×	○/×	×	×
기업클러스터	×	○/×	×	○/×
비즈니스생태계	○/×	○/×	×	○/×
리빙랩	○	○	○	○

혁신환경 : 특정 지역 내 경제주체간의 다양한 협력과 교류를 의미

산업클러스터 : 기업, 대학, 연구소 등이 특정 지역에 모여 네트워크를 구축한 산업 집적지

기업클러스터 : 특정 산업분야의 관련 기업 중심으로 네트워크를 구축한 기업 집적지

비즈니스 생태계 : 공급자, 유통업자, 아웃소싱 기업, 운송서비스 기업, 기술 제조업자들의 느슨하게 결합된 상호 의존적인 네트워크

자료: 과학기술정책연구원(2013), 리빙랩의 운영체계와 사례

〈네덜란드 암스테르담 스마트 시티 리빙랩 성공 사례〉

□ 배경 및 목표

- 가정 부문에서의 에너지 소비 절감을 위해 거주민들의 행동 변화를 유도
- 시민들이 스마트미터기 등을 통해 구체적인 에너지 소비량 정보를 확인함으로써 자발적으로 에너지절약 행동을 하도록 유도
- 기업의 핵심 사업 역량을 키우기 위해서는 사용자 피드백이 가능한 테스트베드 필요
- 본 프로젝트를 스마트미터기를 테스트베드로서 활용해 기술의 보급·확장 계기 마련

□ 운영방식

- 민간·공공 등 5개 영역의 총 9개 기관 간 파트너십으로 구성
 - 공공기관: 관련 시 의회, 암스테르담 시정부
 - 민간기업: 기술 기업(GEO, Onzo), 컨설팅기관(Favela Fabric)
 - 유틸리티기업: 전력망 회사(Liander, Alliander)
 - NGO: 주택회사(FarWest, de key)
 - 연구기관: 암스테르담 대학교
- 전력망 회사 리안더(Liander)를 중심으로 타 기관들과의 협력·운영
 - 리안더(Liander)는 ASC의 인지도를 활용해 거주민들의 참여를 도모
 - 지식공급 파트너로 암스테르담 대학교를 초빙
 - 시민들과의 교류 증진을 위해 파벨라 패브릭(Favela Fabric)과 같은 컨설팅회사와 동반 관계를 맺고 교육활동을 실시
 - 이미 구축된 네트워크를 기반으로 마케팅을 실시하여 신속하게 운영체계를 구축

□ 추진내용 및 성과

- 쥬젠벨드 마을 거주자를 대상으로 스마트미터기와 디스플레이를 설치 및 보급
 - 2009~2011년까지 파일럿 프로젝트로 진행
 - 시민은 스마트 미터기와 디스플레이를 통해 구체적인 에너지 사용량 확인
 - 최종적으로 730개 가정에 총 1,460대의 스마트미터기를 설치
- 기술 보급 과정에서의 문제를 해결하면서 사용자 커뮤니케이션 방법론을 구축
 - 기술이 무상으로 제공됨에도 불구하고 사용자들은 새로운 기술을 받아들이는데 회의적이었으며, 스마트미터기에 기술적 결함과 설치 지연 등의 문제가 발생
 - 에너지·기후변화 이슈에 대한 교육과 토론을 통해 마을 주민들의 관심을 유도
- 민간기업은 기술을 테스트하고 경험치를 획득하는 기회를 가짐
 - 영국 기술회사들은 시장 진출을 위한 첫 번째 테스트베드로서 활용
 - 이를 통해 각 가정에 보급하는 스마트미터기와 네트워크 간의 데이터 상호작용을 테스트
 - 스마트미터기 보급에 대한 경험 사례집(experience book) 발간

□ 의의

- 정부-민간 간의 긴밀한 협력체계하에 지속적인 파일럿 프로젝트를 실행
 - 관련 시의회·시정부, 민간기업, 대학, NGO 등 관련 주체 간의 긴밀한 협력 하에 운영하고 교육 등을 활용해 시민과의 지속적인 교류를 강조
- 시민 참여를 이끌어내기 위한 다방면의 시도를 거치면서 경험치 구축
 - 캠페인 등을 통한 에너지 이슈의 교육·홍보가 성공적인 시민 참여 방법임을 확인
 - 프로젝트 책임자 샬롯 메위센은 “모든 도시와 모든 이웃은 특성이 모두 다르고, 그들 각자에게 특별한 접근방식이 필요하다”라고 말함

2000년대의 첨단 정보통신 기술과 신도시를 접목한 U-city 사업의 경우 우수한 ICT를 신도시 개발과 접목해 공공 인프라를 확대한 성과는 있으나, 사용자의 수요를 반영하지 않은 보급형 방식으로 시민 체감도가 저조하였으며, 신도시내 U-City 사업시 건설 관련 인프라 구축 중심으로 추진되어, 참여 업체의 규모가 영세하고 산업 확장의 역량 부족하고, 개별 주체, 기술단위의 좁은 시각에서 접근해 중앙부처·지자체기업·시민을 아우르는 일관된 추진체계나 국가차원 전략은 부재한 상태로 사업이 추진되어 글로벌 시장에서 경쟁력을 갖추기 못한 것으로 평가 되고 있다.⑥)

⑥) - LH공사 주도의 일방향적 접근으로 인해 민간 사업모델 발굴 및 지속성에 한계를 노출함
- 노후 도심은 자원부족으로 추진이 미흡하였으며 신도시와의 생활격차가 확대됨

또한 기존의 많은 스마트시티 사업은 시스템 전환의 관점이 없어 일회성 시도에 그치거나 시범사업으로 종료되었으며 사물인터넷(IoT) 및 모바일 관련 세계 최고수준의 ICT 기술을 보유하고 있음에도 불구하고 스마트시티에 접목된 사례는 매우 미흡한 실정이다.

리빙랩은 실제 건설 현장(real-life setting)에서 사용자와 기술개발자 및 시공자가 공동으로 혁신을 만들어가는 실험실이자 테스트 베드로서 첨단 과학기술과 ICT 인프라 기술의 적극적 활용을 통해 지속가능성에 대한 사회적 가치가 강하게 반영되는 특징이 있다. 국내의 에너지, 주거, 교통, 교육, 건강의 문제를 해결하기 위한 스마트시티의 건설시 요구되는 체계적이고 구체적인 방안(4차 산업혁명 관련 건설기술의 적용, 도시 혁신 등) 도출이 가능하다.

편리하고 안전한 스마트 국토 및 주거환경을 만들기 위해서는 ICT 인프라 구축, 공급자 중심의 일반적인 서비스 공급을 넘어 지역 시민들이 일상 생활공간에서 체감하고 함께 만들어가는 스마트시티 조성이 필요하고 스마트시티 관련 증장기 계획 수립 및 예산지원, 관련 정책 간의 연계·협력, 법제도 인프라 확보 등 중앙·지방 정부의 적극적인 역할 및 지원 필요하다고 할 수 있다. 더불어 다양한 소규모의 리빙랩 실험을 활성화하고, 빅 데이터 관리 및 사용자 패널 구축 등 그 경험·노하우·시설을 기반으로 리빙랩 플랫폼을 구축하고 도시·지역문제 해결을 목표로 통합적 접근이 가능할 수 있도록 관련 부처 간, 사업 간, 관련 활동 주체 간 연계·협력이 중요한 과제라고 할 수 있다.

리빙랩 개념의 스마트시티 실증 사업을 통하여 산학연 및 지방자치단체 협력, 규제 완화, R&D 투자 지원 등이 이루어지도록 하여 다양한 4차 산업혁명 요소기술의 융·복합을 실험하고 도시개발형에서 시민체감형 스마트시티 서비스를 구축하여 빠른 상용화를 추진하여야 할 것이다.

- 대기업의 U-city 참여는 준공후 통신 등 일부 서비스 보급에만 제한적으로 참여

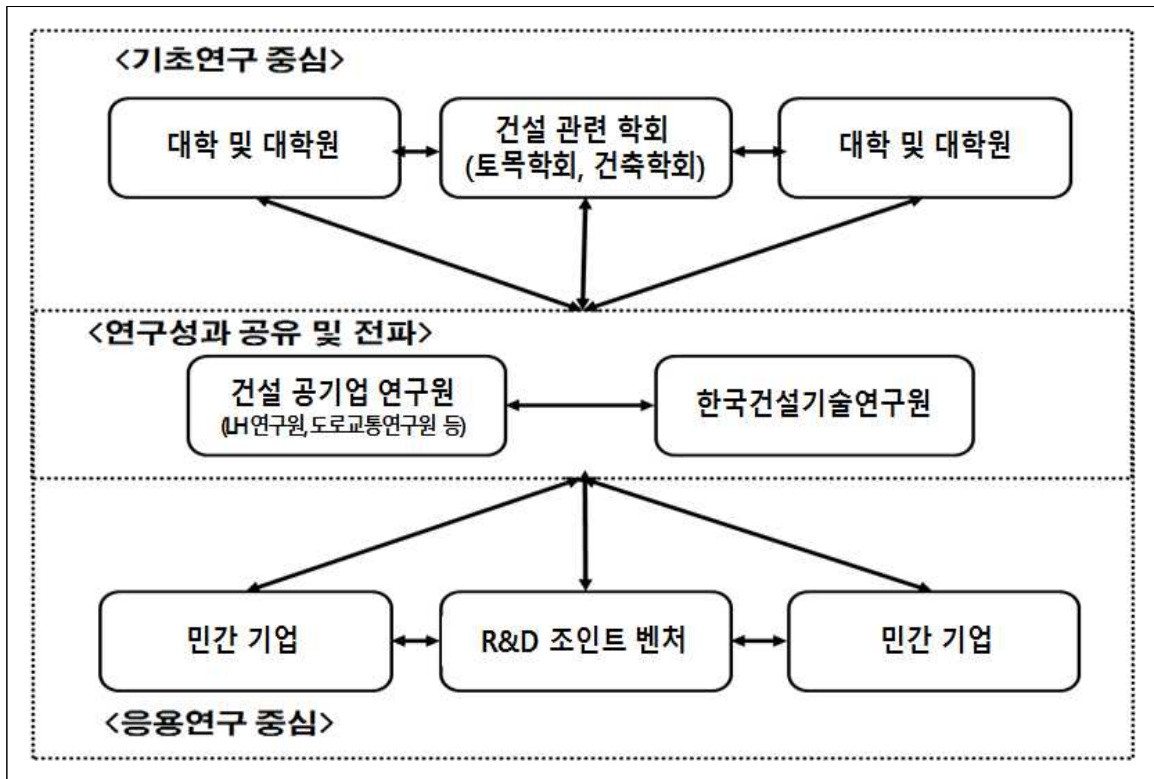
3. 융합기술 경쟁력 강화

현재 일부 기업들은 4차 산업혁명 요소기술과 건설 산업과의 융합을 통한 기술적 경쟁력은 지니고 있으나, 글로벌 시장에서 통할 수 있는 수익성이 높은 기술을 주도하지는 못하고 있는 상황이다.

국내기업들이 해외시장을 주도하는 기업들이 되기 위해서는 현재의 경쟁력을 유지하면서 기술경쟁력을 극대화하는 것이 필요하며, 이러한 기술 경쟁력은 해외시장 진출에 부족한 교섭경쟁력을 보완하는 역할을 할 수 있다.

문제는 이러한 기술경쟁력 강화가 단시간 내에 이루어지지 않으며, 장기적으로 체계적인 투자가 이루어 질 때 가능하다는 것이다. 또한 새로운 분야의 기술을 개발하기 위해 현재처럼 기업들의 개별적 R&D 역량만 가지고는 한계를 지니고 있다. 즉 기술경쟁력 배양을 위해서는 장기적인 투자와 다자간 공동 R&D를 통한 기술개발 계획이 반드시 병행되어야 한다.

4차 산업혁명 관련 R&D는 현재 각 이해관계자들이 분산되어 있으며, 충분한 규모와 예산이 지원되고 있다고 보기 어려운 상황이다. 이를 해소하기 위해 공동연구개발 협력체계 구축이 시급하다. 공동연구는 기본적으로 산·학·연의 체계를 유지하되, 학계는 기초연구를 중심으로 원천기술 확보에 주력하고 민간기업의 연구진들은 원천기술을 활용한 응용기술을 바탕으로 특허 및 실현가능한 기술 개발에 주력해야 한다. 건설관련 공기업 연구원들과 건설기술연구원은 이들과 공동으로 기초연구와 응용연구를 병행하며 각각의 연구의 효과가 극대화 될 수 있도록 창출된 연구성과 공유 및 전파에 노력해야 한다. 이러한 기초연구 및 응용연구의 동종 당사자간 협력을 강화하기 위해 학회와의 공동연구나 민간기업들의 R&D조인트벤처 창립을 유도한다면 기술경쟁력의 제고가 더 효과적으로 진행될 수 있다.



자료: 저자작성

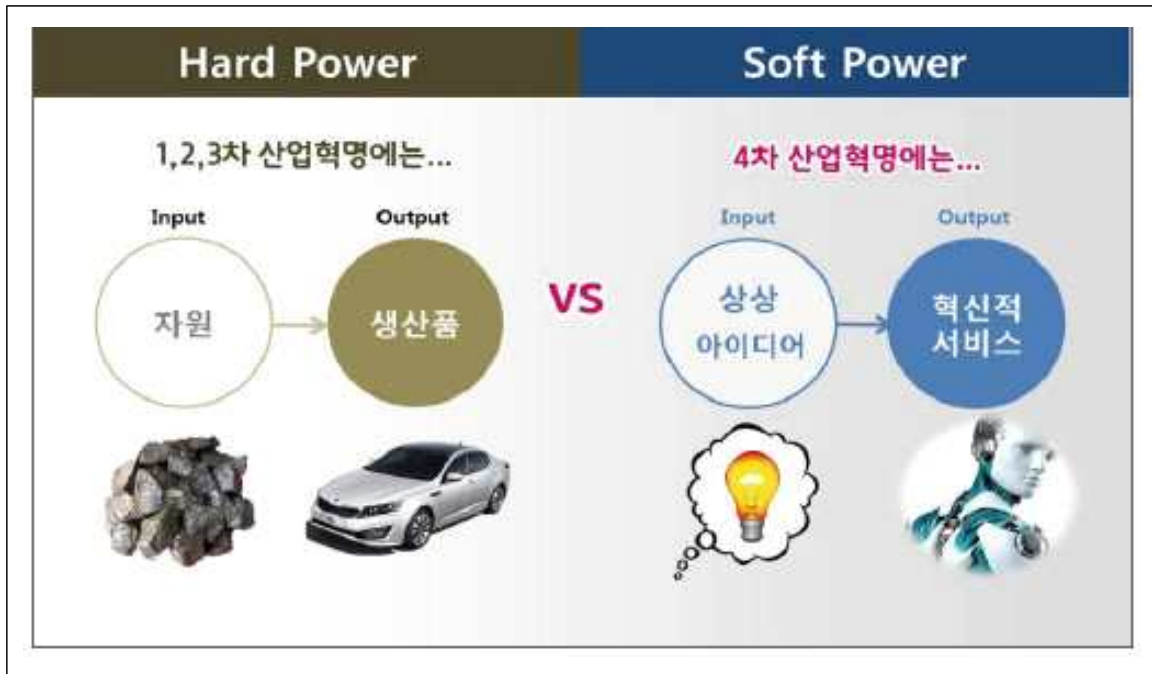
[그림 5-1] 융합 연구 협력체계

4. 스마트 건설 소프트웨어 파워 강화를 위한 융합형 인재양성 지원

1) 4차 산업혁명에 따른 융합형 인력 양성 지원 방안

‘소프트 파워’란 사전적 의미로서, ‘교육·문화·과학·기술 등 인간의 이성 및 감성적 능력을 포함하는 문화적·기술적 힘’을 가르킨다. 즉 4차 산업혁명에서의 소프트 파워는 ‘창의적인 아이디어를 기술, 지식, 제품과 연계·융합하고 혁신적인 비즈니스를 구현하는 역량’을 말하는 것이다. 4차 산업혁명 변화 속에서 선도국가와 선도기업은 기술이나 제품의 혁신과 새로운 아이디어의 비즈니스를 창출하는 소프트 파워의 보유 여부에서 판가름 날 것이다. 건설 산업내의 기술자나 종사자들이 이러한 혁신적인 소프트파워를 지니기 위해서는 4차 산업혁명과 관련된 요소기술과 건설

산업이 융합된 창조적 인재가 필요할 것이다.



자료: 저자작성

[그림 5-2] 하드 파워와 소프트 파워

4차 산업혁명에 따른 융합형 건설인력을 양성하기 위해서는 기존 건설 산업에 종사하는 인력을 위한 전문교육과 건설 산업에 진출하기 위한 학생들을 위한 기초교육이 동시에 이루어 져야 할 것이다. 현행 건설관련 교육 프로그램들은 주로 플랜트 분야, 신재생 에너지 분야 등 프로젝트별로 나누어 진행되고 있어 기존의 기업의 인력이나 신규인력들이 4차 산업혁명과 관련된 융합형 교육을 받기에는 충분하지 않은 상황이다.

따라서 4차 산업혁명 관련 유망분야의 인재를 체계적으로 양성하기 위해서는 교육과정, 교육내용, 강사진 등의 분야에 대한 혁신이 필요하며, 마이스터고, 대학 및 대학원 등의 전문교육기관을 통한 체계적인 교육이 필요하다.

4차 산업혁명에 따른 융합형 인력 양성 방안은 다음과 같다.

〈표 5-3〉 4차 산업혁명에 따른 융합형 건설인력 양성방안

방안	주요 내용
4차 산업혁명 관련 융합형 기초 교육	<ul style="list-style-type: none"> ○ 4차 산업혁명 관련 마이스터고 전공과정 개설 ○ 4차 산업혁명 관련 건설전문인력 양성교육을 위한 건설관련학과의 특성화 ○ 교육과정 개발과 교과내용의 혁신을 위해 학사제도를 유연화 하는 교육환경 개선 추진 ○ 온라인 강의 강화를 통한 교육 접근성 확대 및 온·오프라인 연계 교육 추진
4차 산업혁명 관련 융합형 전문 교육	<ul style="list-style-type: none"> ○ 4차 산업혁명에 따른 건설분야의 융합형 인재 양성을 위한 전공 심화 교육 과정 개설 ○ IT 전문가와 건설전문가로 구성된 융합 프로그램 개발 ○ 강사진은 이론과 실무 경험이 풍부한 전문가로 구성 ○ 스마트 건설 전공의 대학원 전공과정 개설 ○ 건설 산업 현장에서 요구하는 교육과정으로 편성되도록 협약기업과 연구기관의 연계 추진

자료: 저자작성

2) 중소 및 전문건설업체 교육 훈련 방안

국내의 건설 전문가 양성을 위한 교육기관은 건설기술교육원, 건설 산업교육원, 전문건설공제조합 기술교육원 등을 들 수 있다.

전문건설업체의 교육 훈련은 두 가지로 나눌 수 있다. 우선 중소 및 전문건설업체가 4차 산업혁명에 따른 건설혁신 필요성과 참여 동기를 부여 받고 목표를 설정할 수 있도록 4차 산업혁명 관련 분야별 사례 교육을 확대하는 것이 필요하다. 다른 한가지는 이에 맞는 융합형 인재 양성의 지원일 것이다.

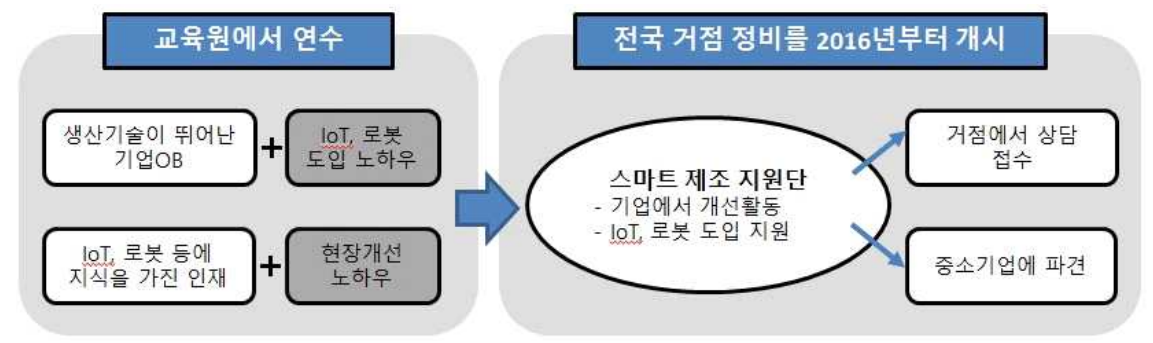
먼저 전문건설업체 종사자들에게는 4차 산업혁명에 따른 건설기술의 혁신 사례를 발굴하여 교육시킴으로서 4차 산업혁명 관련 시장 진출을 위한 동기 부여 및 목표 설정을 할 수 있도록 지원 하여야 할 것이다.

더불어 전문건설공제조합 기술교육원 등에서 IT기술을 활용한 인재교육 프로그램의 개발 등이 이루어져야 할 것이다.

일본의 경우 경제산업성에서 ‘4차 산업혁명을 선점하기 위한 7대 추진 방안’의 하나로 4차 산업혁명과 관련된 기술을 중소기업 및 지역경제에 보급하기 위한 ‘스마트 제조 지원단’을 운영하고 있다. 주로 퇴직 기술자나 IT관련 전문지식 보유자를 재교육시켜 전국의 중소기업에 파견하여 IT관련 기초 기술과 노하우를 전수시키는 프로그램으로 최근 2년간 1만 개 이상의 중소기업에 전문가 지원에 의한 IT 기술의 전수가 이루어지고 있다. 일본의 ‘스마트 제조 지원단’은 국내 전문건설업체에게 4차 산업혁명 관련 요소기술의 이해도를 높일 수 있는 좋은 벤치마킹 대상으로 볼 수 있으므로 건설분야만이 아닌 전 산업분야에 활용될 수 있도록 정부차원에서 이와 유사한 프로그램의 운영이 이루어져야 할 것이다.

〈표 5-4〉 일본 스마트 제조 지원단의 개요

스마트 제조 지원단 구성	- 생산현장 퇴직 기술자 - IoT, 로봇 관련 전문지식 보유자
주요 중소기업 지원 활동	- 기업의 생산성 향상 활동 - IoT 및 로봇 현장도입 지원
지원 방식	- 전국 지원단 거점에서 상시 컨설팅 - 중소기업 현장 파견



자료: 저자작성

중소 및 전문건설업체를 위한 교육 훈련 방안은 다음과 같다.

〈표 5-5〉 중소기업 및 전문건설업체를 위한 교육 훈련 방안

방 안	주요 내용
4차 산업혁명 관련 중소기업 및 전문 건설업체의 사례교육 확대	<ul style="list-style-type: none"> ○ 4차 산업혁명 관련 성공사례 발굴을 통한 중소기업 및 전문건설업체의 사례 교육 ○ 중소기업 및 전문건설업체의 4차 산업혁명 관련 시장 진출을 위한 동기 부여 및 목표 설정
전문건설공제 조합 및 전문건설협회가 주관하는 4차 산업혁명 관련 교육 활성화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중소기업 및 전문건설업체를 중심으로 한 IT-건설 융합형 인재 양성 지원 ○ IT-건설 융합 인재 양성을 위한 프로그램 개발
중소기업에게 스마트 건설 교육 프로그램 제공	<ul style="list-style-type: none"> ○ 퇴직 기술자 또는 IT 관련 전문기술자의 재교육을 통한 중소기업 및 전문건설업체에 파견 교육

자료: 저자작성

5. 스마트 건설 파트너십 구축

4차 산업혁명에 따른 건설 산업의 새로운 생산체계 구축과 국토 및 주거 환경의 혁신을 이루어 내고 글로벌 경쟁력을 갖추기 위해서는 국내 건설기업들의 역량을 결집하는 것이 필요하며, 이를 위해서는 효율적인 공공·민간 협의체의 구축 및 운영이 이루어져야 한다.

일본의 경우 i-Construction 추진 컨소시엄 설립을 통하여 다양한 분야의 산·학·관이 연계되도록 하고, IoT 및 인공지능 (AI) 등의 혁신적인 기술의 현장 도입과 3 차원 데이터의 활용 등이 추진되도록 함으로써, 높은 생산성의 매력적인 새로운 건설 현장을 창출하는데 역량을 집중하고 있다.

‘i-construction’ 추진 컨소시엄 설립

□ 설립 목적

- ‘i-Construction’ 을 추진하기 위해 다양한 분야의 산학관이 연계하여 IoT , 인공지능 (AI) 등의 혁신적인 기술의 현장 도입과 3차원 데이터의 활용 등을 추진

□ 주요 활동

- 최신 기술의 현장 도입을 위한 신기술 발굴과 기업 간 연계 촉진
- 3 차원 데이터 활용 촉진을 위한 데이터 표준과 오픈 데이터화
- i-Construction의 해외 전개

i-Construction 추진 컨소시엄

◆ 컨소시엄 회원은 민간기업, 교수, 행정기관 등 폭넓게 일반에서 응용
◆ 산·학·관협동으로 워킹그룹(WG)을 운영

기술개발·도입WG

3차원 데이터 유통
활용 WG

해외표준 WG

최신 선진기술의 현장도입 3차원 데이터의 공개화 국제표준화·해외전개

일반응모(회원)

행정

학회
대학

협회

조식
측량

설계

IoT

로봇

시공

유지
강선

...

AI

금융

...

국가·지자체·교수
건설관련기업
건설분야 외의
관련기업

i-Construction 추진 컨소시엄 체제

入会案内·申込のページ

회원 목록 (2017년 6월 1일 현재)

※ i-Construction 추진 컨소시엄이 사이트를 홈페이지에 링크 해 주실 기업·단체를 모집 하고 있습니다. 링크 해 주실 분은 배너를 보내드립니다. 아래로 연락 주시기 바랍니다.

국토교통성 대신 과학 기술 조사과 i-Construction 추진 컨소시엄 사무국 (담당: 산·토미 자와 하시모토)
TEL: 03-5253-8125 (접수 시간: 평일 10:00~12:00, 13:00~17:00)
E-mail: i-Con Consortium = mlk@aol.jp (=영문하심시오)

자료: 저자작성

[그림 5-3] 일본의 I-construction 추진 컨소시엄의 개요

물산업 분야의 경우를 살펴보면 주요 물산업 강국인 네덜란드, 독일, 프랑스 등은 새로운 시장 확보를 위해 워터 파트너십(Water Partnership)을 설립하여 자국 물 기관의 역량을 결집·활용하고 있다. 정부 중심의 워터파트너십은 관·산·학·연 기관간의 정보제공, 협력 등의 도모를 통하여 국제사회에서 위상과 세계시장 점유율을 동시에 높여가고 있는 상황이다. 1999년에 설립된 네덜란드의 워터파트너십(NWP) 경우 정부부처, 공공기관, 기업, 연구소 등으로 구성된 240여개의 기관이 회원으로 참여하고 있으며 워터파트너십을 통하여 2005년부터 2007년까지 물산업 해외수출을 약 15% 증가 시키는 성과를 이루었다.

64·4차 산업혁명에 따른 스마트 건설의 비전과 전략

해외 사례: 네덜란드(NWP)

- 네덜란드는 1999년 제2차 세계물포럼(2000년) 개최를 위해 NWP 설립
- 240여 개 회원 기관 참여(정부부처, 공공기관, 기업, 연구소 등)
- NWP의 비전 수립과 전략 실천으로 해외수출 2005년 부터 2007년까지 연평균 약 15% 증가



1999년 설립, 회원기관 240여 개
수자원, 하천 분야 세계 1위

< NWP 이사회 구성 현황 >

대표 부문	이 사	소속 기관
정부부처	Ir. L. (Luitzen) Bijlma	인프라·환경부
지역물관리공사	G.J. (Gerard) Doornbos	Hoogheemraadschap van Rijnland
수도사업자	Drs. T.J.J. (Theo) Schmitz	VEWIN
연구기관	Ir. E. (Erk) Janse	Deltares
EPC업체	Dr. Ir. C. (Chris) Zevenbergen	Dura Vermeer
제조업체	Ir. L. (Lute) Broens	Norit Process Technology Ltd
건설탐업체	R.O.T. (Rene) Zijlstra	Royal Haskoning
하이드로 엔지니어링업체	F.A. (Frank) Verhoeven	Royal Boskalis Westminster
NGO	MSc. C.S. (Rollen) Sasse	Smavi

출처 : NWP 홈페이지 (http://www.nwp.nl/en/about_nwp/organisation.php)

< 헤이그 소재 NWP 사무실 >



자료: 저자작성

[그림 5-4] 네덜란드 워터파트너십의 개요

우리나라도 4차 산업혁명에 따른 건설 산업의 생산 혁신과 스마트 건설 사업을 장기적이고 지속적으로 추진하기 위해서는 정부-공기업-연구기관-민간기업 등의 협력을 토대로 한 협의체 형태인 스마트 건설 파트너십을 설립하는 것이 필요하다.

현재 국내에서 건설 산업과 IT 산업에 직간접적으로 연관되어 있는 정부부처는 국토교통부, 해양수산부, 환경부, 기획재정부, 과학기술정보통신부 등이며 산업정책 측면에서는 산업통상자원부까지 포함된다. 그러나 건설 산업과 IT 산업 관련 각 부처 및 산하기관에서 시행중인 지원제도를 감안하면 직접적인 정부부처는 국토교통부와 과학기술정보통신부가 정부 부문 역할의 중심이라고 할 수 있다. 따라서 스마트 건설 파트너십의 구성은 국토교통부, 과학기술정보통신부, 지방자치단체, 공공기관, 공기업, 연구기관, 대학, 학회, 건설기업, IT 기업 등이 포함된 범 국가적 조직으로 구축되어야 한다.

국내 스마트 건설의 활성화를 위한 파트너십의 주요 역할은 4차 산업혁명 기술과 건설 산업 융합의 구심점, 스마트 건설 신기술의 사용자(수요자)와 공급자 간의 연결을 통한 기술 보급, 스마트 건설 체계 구축을 위한 정책 제안 및 연구개발 등이 될 것이며, 스마트 건설의 해외 진출을 위해서는 해외 진출을 위한 스마트 건설 국가 브랜드 구축 및 마케팅, 글로벌 스마트시티 관련 행사 참여 및 해외 네트워크 구축·관리, 해외 스마트 시티 프로젝트 정보 조사 및 제공 등의 역할을 하여야 할 것이다.

〈표 5-6〉 스마트 건설 파트너십의 구성과 역할

항 목	주요 내용
스마트 건설 파트너십의 구성 방안	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트 건설 활성화를 위한 정부주도의 네트워크 구축 - 국토부, 과학기술정보통신부, 지방자치단체, 공공기관, 공기업, 연구기관, 대학, 학회, 건설기업, IT 기업 등이 포함된 국가적 조직 구축
스마트 건설 파트너십의 역할	<ul style="list-style-type: none"> - 4차 산업혁명 기술과 건설 산업 융합의 구심점 역할 - 스마트 건설 신기술의 사용자(수요자)와 공급자 간의 연결을 통한 기술 보급 - 스마트 건설 체계 구축을 위한 정책 제안 및 연구개발 - 해외 진출을 위한 스마트 건설 국가 브랜드 구축 및 마케팅 - 글로벌 스마트시티 관련 행사 참여 및 해외 네트워크 구축·관리 - 해외 스마트 시티 프로젝트 정보 조사 및 제공

자료: 저자작성

1. 결론

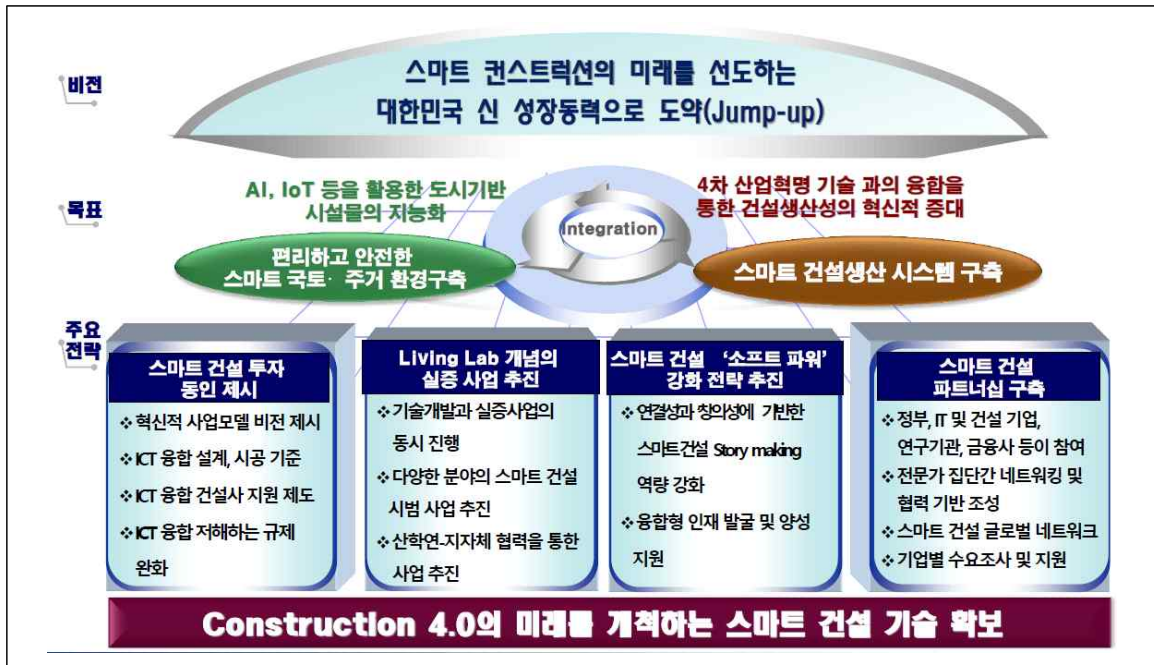
최근에는 삶의 질 향상을 위한 공간복지 실현에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 건설이 곧 복지라는 새로운 인식이 대두되고 있기 때문이다. 따라서 편리하고 안전한 국토·주거환경의 구축을 통한 공간복지의 실현이 시급하다고 할 수 있다.

본 연구는 4차 산업혁명에 따른 건설생산 프로세스의 혁신과 편리하고 안전한 스마트 국토·주거 환경 구축을 위한 추진 전략을 제시하였다.

4차 산업혁명을 건설 산업이 성공적으로 주도하기 위해서는 정부기관, 연구 및 교육기관, 산업체들 간에 효율적인 협력이 필요하다. 우선 정부는 4차 산업혁명 핵심기술이 건설 산업과 융합되는데 있어서 필요한 기준을 도입하고 장벽이 되는 관련 법령 및 표준은 간소화하여 이를 조화시킴으로써 건설 산업의 경쟁력과 생산성을 향상시키고, 연구기관 및 기업들에게 충분한 수준의 지원책을 마련하여야 한다. 기업들은 서로간의 협력을 통하여 4차 산업혁명으로 인한 기술 환경 변화에 따른 산업표준을 공동으로 마련할 필요가 있으며, 타 산업분야와의 신속한 융합을 통하여 새로운 건설 상품과 시장을 창출하여야 한다. 4차 산업혁명이 고도화될수록 수준 높은 다양한 분야의 인재가 요구되므로 학계 및 산업계에서는 4차 산업혁명을 주도할 융합형 인재양성에도 적극적으로 나서야 한다.

4차 산업혁명을 선도하기 위한 건설 산업의 전략은 혁신적인 변화에 대응하고 미래에 적응해 나가는 동시에 4차 산업혁명의 요소기술을 기반으로 새로운 가치(value)를 창출하는 것이다. 스마트 시티, 스마트 홈 등의 첨단 건설상품의 개발과 건설생산프로세스의 혁신을 통한 건설 산업

‘가치사슬(value chain)’의 변화는 과거 국가경제 발전의 중추적인 역할을 수행했던 건설 산업이 다시 한 번 대한민국의 새로운 성장동력으로 자리매김 하는 원동력이 될 것이다.



자료: 저자작성

[그림 6-1] 스마트 건설의 비전과 전략

2. 향후 과제

도시 기반시설과 건축물의 계획과 시공시 4차 산업혁명과 연결시키는 것이 최우선 고려사항이 되어야 한다. 친환경적이고 ICT 첨단 과학 기술과 융합을 토대로 한 다양한 정책 과제들을 연구하고 개발하여야 한다.

4차 산업혁명 기술과의 융합을 통한 생산혁신과 새로운 비즈니스모델이 건설 산업과 지역사회에 미치는 영향을 고찰하여야 할 것이다. 또한 건설 산업에서 4차 산업혁명 핵심기술 효율적인 융합을 위해서는 주요 선진국과의 기술 격차를 고려하여 기초·원천 기술을 전략분야에 선택적으로 집중 투자하고 응용·개발 기술 확보도 중점적으로 추진할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 국토교통부, 「국토교통 4차 산업혁명 대응 전략」, 2017.4 pp.1-16
- 국토교통과학기술진흥원, 「2015 국토교통기술수준분석」, 2015.12 pp.37-70
- 김주영, “공항공사, 공공부문 정부3.0 클라우드 확산 선도”, 국토일보, 2016년 9월 30일 기사
- 홍현기, “인천공항 야심찬 4차 산업혁명”, 경인일보, 2017년7월24일 기사
- 박홍식, “도로공사-드론 개발업체 맞손 - 드론 개발 착수”, 뉴시스, 2017년 4월 25일 기사
- 대외경제정책연구원, 「3D 프린터산업 발전계획 발표, 성장률 30% 이상 전망」, 2015.3
- 류승훈, “드론산업 본격 육성, 기업지원허브 입주기업 모집”, 대한전문건설신문, 2017년 4월 3일 기사
- 미래창조과학부 융합연구정책센터, 「2014년도 15대 국가 융합기술 수준조사」, 2014
- 소프트웨어정책연구소, 「해외정책 - 미, FY2017 8대 IT 연구개발분야 제시(2015.9.7.)」, p.76, 2015
- 한지훈, “KT, 도로공사·교통공단과 교통안전 서비스 개발”, 연합뉴스, 2016년 10월 25일 기사
- 은용순, 박경준, 원명규, 박태준, 손상혁, 「사이버물리시스템 연구 동향」, 정보과학회지, 제 31권 제12호, 2013. 12
- 인천공항공사, 「인천국제공항 3단계 건설사업」, http://www.airport.kr/iia3rd/sub5/5/1/pt_kor.jsp, 2017
- 정성일, 김종립, 신강욱, 홍성택, 「IoT를 이용한 SMART 물관리시스템 구축」, 한국통신학회 2015년 하계종합학술발표대회, pp.695-696
- 조재용, Nisi Deng, 「[특집] 중국제조 2025」, 한국건설관리학회지, 제18권 제3호, pp.14-18, 2017. 6
- 좋은정보사, 「4차 산업혁명 시대를 주도하는 산업별 주력분야 분석 및 대응전략」, 2017
- 한국공항공사, 「입찰정보-빅 데이터 플랫폼 구축사업」, <http://www.airport.co.kr/www/>

bbs/boardView.do?id=42&menuId=357&bIdx=3542099&page=1

한국수자원공사, 「2016 지속가능경영보고서」, 관리번호 2016-MA-GP-20-914, 2017

한국수자원공사 기획조정실, 「Smart Water Management Initiative」, 2015

현대경제연구원, 「지속가능 성장을 위한 VIP 리포트 - 독일의 창조경제 : Industry 4.0의 내용과 시사점」, 제546호, 2013

강석오, “공개SW기반 클라우드 구현으로 업무 생산성·대민 서비스 강화”, Datanet, 2017년 2월 7일 기사

LH 스마트도시개발처, 「LH 스마트시티 추진 현황」, 2017년8월4일 전문가 간담회 자료

손경호, “미 주요 IT기업, IoT 표준화 위해 뭉쳤다”, ZDnet Korea 2014년 3월 28일 기사

BCG Perspectives, 「Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries」, https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/?chapter=2#chapter2 2017

President's Council of Advisors Science and Technology, 「Report to the President and Congress Ensuring Leadership in Federally Funded Research and Development in Information Technology」, 2015. 8

President's Council of Advisors Science and Technology, 「Report to the President on Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing」, 2011. 6

President's Council of Advisors Science and Technology, 「Report to the President and Congress Ensuring Leadership in Federally Funded Research and Development in Information Technology」, 2015. 8

The Federal Government, 「The new High-Tech Strategy Innovations for Germany」, 2010. 7

Union Bank Switzerland, 「Extreme automation and connectivity : The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution」,

UBS White Paper for the World Economic Forum, Annual Meeting
p.25, 2016. 1

World Economic Forum, 「Winsun - Demonstrating the Viability of 3D Printing
at Construction Scale」, 2016

経済産業省 産業構造審議会, 「新産業構造ビジョン - 第4次産業革命をリードする日本の戦
略」, p.30, 2016. 4

国土交通省総合政策局, 「国土交通省生産性革命プロジェクト」, 2017. 1

国土交通省 i-Construction 委員会, 「i-Construction-建設現場の生産性革命-」, p.5-8,
2016. 4

国务院, 「国务院办公厅关于大力发展 - 装配式建筑的指导意见」 71号, 2016

제4차 산업혁명에 따른 스마트 건설 (Construction 4.0)의 비전과 전략

2018년 6월 인쇄
2018년 6월 발행

발행인 서명교
발행처 대한건설정책연구원
서울특별시 동작구 보라매로5길 15, 13층(신대방동, 전문건설회관)
TEL (02)3284-2600
FAX (02)3284-2620
홈페이지 www.ricon.re.kr

등록 2007년 4월 26일(제319-2007-17호)
인쇄처 경성문화사(02-786-2999)

©대한건설정책연구원 2018