

스마트건축 산업화 모델 및 제도 기반 확충에 관한 연구

A Study on the Smart Architecture Industrialization Model and
its Institutional Basis

김은희 Kim, Eunhee
김상호 Kim, Sangho
조시은 Cho, Seaeun
유제연 Ryu, Jeyeon
오민정 Oh, Minjung

(a u r i

기본연구보고서 2021-2

스마트건축 산업화 모델 및 제도 기반 확충에 관한 연구

A Study on the Smart Architecture Industrialization Model and its Institutional Basis

지은이 김은희, 김상호, 조시은, 유제연, 오민정
펴낸곳 건축공간연구원
출판등록 제2015-41호 (등록일 '08. 02. 18.)
인쇄 2021년 10월 26일, 발행: 2021년 10월 31일
주소 세종특별자치시 가림로 143, 8층
전화 044-417-9600
팩스 044-417-9608

<http://www.auri.re.kr>

가격: 33,000원, ISBN: 979-11-5659-326-3

이 연구보고서의 내용은 건축공간연구원의
자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와 다를 수 있습니다.

연구진

연구책임	김은희 연구위원
연구진	김상호 선임연구위원 조시은 부연구위원 유제연 연구원 오민정 연구원
외부연구진	김성아 성균관대학교 건축학과 교수 설준호 (주)엠브레인퍼블릭 부장
연구보조원	김혜옥 연구보조원 최지우 연구보조원

연구심의위원	유광흠 부원장 오성훈 기획조정실장 임유경 연구위원 조관우 국토교통부 건축정책과 사무관 문현준 단국대학교 교수
연구자문위원	강태웅 단국대학교 건축학과 교수 김성아 성균관대학교 건축학과 교수 김성진 위드웍스 건축사사무소 대표 노상도 성균관대학교 교수 박명규 (사)한국환경건축연구원 박사 서명배 한국건설기술연구원 안용한 한양대학교 건축학부 교수 윤재선 팀153 대표 이대송 연세대학교 건축공학과 교수 이양재 엘리펀츠건축사사무소 대표 지강일 한국예술종합학교 건축과 교수 채창우 한국건설기술연구원 연구전략기획본부장 최정우 (주)유니트유에이 대표

1. 연구의 필요성 및 목적

정보기반 공간환경의 '연결'이 강조되면서 스마트기술의 산업적 활용이 빠르게 확산되고 있다. 스마트시티, 스마트팩토리, 스마트팜, 스마트모바일 등 국내 주요 산업은 스마트화를 통해 생산프로세스를 개선하였고 성과가 가시화되고 있다. 스마트팩토리는 정부의 체계적인 정책지원으로 연평균 13%이상 효율이 증가하였고 이를 통해 생산성, 품질, 매출과 고용은 향상되었으며 투입원가와 생산업재해 등은 감소하였다. 스마트팜의 시설원에 생산량도 이전 대비 약 44.6%가 증가하였다. 건축분야도 BIM, 3D프린팅, AI 등 스마트기술의 전략적 활용과 정책적 지원으로 공사비 절감과 건축물 품질 향상, 생산성 향상을 도모하고 있다.

건축산업은 사업체수, 종사자수, 매출이 꾸준히 증가하고 있고 또한 국내총생산(GDP) 비중도 높은 반면, 타 산업 대비 노동생산성은 낮다. 더불어 공사 과정에서는 종사자의 재해 위험도, 자원소모량, 폐기물 및 에너지 사용량도 월등히 높다. 이러한 문제에도 불구하고 건축산업 생산효율 향상을 위한 스마트기술 적용 속도는 느리다. 이는 단순히 업계의 역량 문제에만 국한되지 않는다. '스마트건축'의 개념과 제도적 근거 부재, 전략적인 정책의 부재가 보다 근본적인 원인이라 할 수 있다.

본 연구는 스마트기술 기반의 국내외 산업 생산관리 패러다임 변화에 대응하고 건축물 수준 및 사용성 제고를 위한 스마트건축 산업 활성화 방안으로 '스마트건축 산업화 모델' 과 제도 확충 방안 마련을 목적으로 추진되었다. 주요 연구내용은 스마트건축 개념 설정, 산업화 모델 및 제도적 실행 방안이다. 세부적으로는 국내외 산업환경 변화와 건축산업 이슈, 국내 건축산업 현황 및 문제점을 분석하고 당면 과제를 도출하였으며 선행

정책사업의 시사점을 참고하여 스마트건축 개념을 설정하였다. 더불어 스마트건축에 관한 산업계의 인식과 요구사항, 타 분야 스마트 산업화 모델 사례의 시사점 등을 토대로 스마트건축 산업화 모델과 제도적 실행방안을 제시하였다.

2. 국내외 산업환경 변화 및 건축산업의 당면과제

국내외 주요 산업전망 보고서를 참고하면, 1990년대 들어 국내·외적으로 지식기반경제에 대한 논의가 급부상하면서 새로운 기술력 확보의 중요성에 대한 공감대가 형성되었다. 2000년대 들어서는 글로벌 가치사슬 재편에 대한 논의가 전개되었으며 디지털 기술의 개발 및 적용을 위한 혁신정책이 추진되고 있다. 근래의 산업정책은 기존산업의현대화나 신산업 육성에 초점을 두고 있으며 제조업, 서비스 섹터, 이업종 간 명확한 경계가 없다는 점도 특징이다.

한편, 건축산업은 설계 및 시공의 효율성 제고를 위한 생산관리 방식의 변화가 가시화되고 있다. 디지털경제, 디지털자본의 부상으로 산업 패러다임 변화가 가속화되고 있는 가운데 건축산업의 생산방식도 혁신을 요구받고 있다. 디지털 데이터 기반의 대상지 분석 프로그램, BIM과 디지털트윈, 3D프린팅 등을 활용함으로써 인력과 현장 중심의 설계·시공에서 벗어나 표준화, 모듈화, 제품화가 가능하고 전 방위 산업연계성을 높일 수 있는 생산방식 전환의 필요성이 대두되고 있다.

통계청 자료¹⁾에 의하면 우리나라 전체 경제 활동에서 건축산업이 차지하는 비중은 매우 높고 그 중요성은 지속해서 커지고 있다. 사업체수와 종사자수가 지난 4년간 지속해서 증가하였으며 매출도 늘어나는 등 산업규모가 커지고 있다. 건축물 허가 및 착공 등 건축 시장의 거래도 일정 수준을 지속하고 있으며 고용과 부가가치도 타 산업 대비 높은 수준을 유지하고 있다.

그러나 동시에 건축산업의 생산성은 낮다. 2020년 기준, 제조업의 노동생산성이 112.7인 것에 비해 건설은 104.0에 그쳤고 건축서비스는 89.9 수준으로 볼 수 있는데 이는 건축산업이 여전히 노동력에 의존하는 비중이 크다는 점을 의미한다. 생산성과 더불어 설계 및 공사 과정에 의사결정 시스템의 객관성이 부족하고 그에 따른 설계변경과 공사기

1) 경제총조사, 전국사업체조사, 서비스업 조사

간 지연, 분쟁도 많이 발생한다.

이러한 내용을 근거할 때, 건축산업이 당면한 과제는 크게 네 가지로 정리될 수 있다. 첫째, 보다 효율적 생산방식으로서 스마트건축과 그 기초 자원으로 디지털 정보의 수집·활용 방안이 요구된다. 둘째, 다분야 산업 융합을 촉진하고 건축물 생산수준과 서비스 수준을 제고해야 한다. 셋째, 디지털 기반의 혁신적 산업환경 구축을 위해 새로운 사업 모델을 발굴하고 전문인력을 양성해야 한다. 마지막으로 새로운 산업의 시장 확대를 위한 정부의 적극적인 연구개발, 기업육성 등 지원 확대가 필요하다.

3. 스마트건축의 개념 정의

국내 뿐 아니라 해외 주요국에서도 활발히 추진되고 있는 스마트오피스, 스마트팩토리, 스마트팜은 정부의 4차 산업혁명과 미래의 새로운 성장동력 확보라는 목표를 토대로 구체적인 정책 로드맵을 수립하고 기술개발 및 기업육성·지원 프로그램을 시행하고 있다. 이들 사례는 공통적으로 스마트기술 도입을 통해 산업 생산성 향상을 지향하며 더불어 이용자 삶의 질 향상, 지속가능한 환경을 주요 가치로 설정하고 있다.

건축산업 종사자들을 대상으로 실시한 스마트건축 인식조사에 따르면, 건축물의 생산 및 유지관리 과정의 업무효율성 제고를 위해 스마트건축 도입 및 확산이 반드시 필요하다고 인식한 반면, 자발적 투자와 지원이 미흡한 이유로 시스템 구축과 인력양성에 투입되는 비용 부담을 들었으며 이에 정부의 제도적, 정책적 지원 요구를 강조하였다. 국내 스마트건축의 성장 가능성에 대해서는 전체 응답자의 다수(약 60%)가 성장 가능성이 높은 것으로 인식하고 있으며 특히 건축물 유지관리 분야 성장 가능성을 매우 높게 평가하고 있다.

향후 확장 가능성이 높은 스마트건축 시장으로는 산업시설, 교육 및 복지시설, 주거·업무시설을 들었고 스마트건축의 핵심기술로는 BIM과 빅데이터, 인공지능, 빅데이터 등인 것으로 파악된다. 또한 스마트건축의 중요한 가치로는 좋은 품질의 서비스 제공과 업무 효율성 향상, 건축물 품질향상, 생산성 향상 및 생산량 증대, 유지관리 비용절감 등인 것으로 나타났다.

앞서 살펴본 건축산업의 당면 과제와 스마트개념 적용 사업사례, 스마트건축 인식 조사

·분석 결과를 참고하여 “스마트건축”의 개념을 정의하였다. 본 연구에서는 스마트건축을 “ICT와 디지털 정보 기반의 스마트기술, 제조기술을 결합하여 효율적이고 경제적으로 건축물을 기획·설계·시공 및 유지관리하는 것”으로 정의하였다. 이러한 스마트건축은 몇 가지 의미를 내포한다.

먼저, 스마트건축은 건축물의 조성 즉 생산 및 유통과 이용이라는 전 단계에 걸친 산업 활동으로서 ‘건축’ 행위라는 점이고 기존 건축산업의 물리적 환경에, ICT기반의 스마트 기술과 협력네트워크가 필요하다. 또한 건축물의 자동 데이터 분석이 가능한 디지털 공간과 물리적 환경이 연동되어야 하며, 마지막으로 스마트기술과 연계한 공장 제작·제조를 적극 활용함으로써 생산효율과 경제적 환경적 가치를 높일 수 있어야 한다. 마지막으로 스마트기술이 건축물과 융복합연결되어 건축물 품질과 사용자 서비스, 도시 공간 수준도 제고해야 한다.

스마트건축의 개념

1. 정의

‘스마트건축’이란 ICT와 디지털 정보 기반의 3D모델링기술, 제조기술을 결합하여 효율적이고 경제적으로 건축물을 기획·설계·시공 및 유지관리하는 것

2. 목표

스마트건축을 통해 건축물 성능과 공간 이용 서비스 수준을 제고하고, 에너지절약 및 탄소배출을 저감함으로써 지속가능한 환경 구축과 국민의 삶의 질 향상을 목표로 함

3. 결과물

스마트건축을 통해 ‘스마트건축물’과 ‘스마트서비스’를 생산하고 제공함

- 가. 스마트건축물 (Smart Building)
- 나. 스마트서비스 (Smart Service)

4. 산업적 기대효과

- 가. 건축산업의 생산성, 효율성(정확성), 경제성, 안전성 향상
- 나. 연관 산업과 융합, 연계를 통한 신산업, 일자리 창출
- 다. 다양한 건축서비스 제공 및 데이터 수집을 통한 새로운 부가가치 창출

4. 스마트건축 산업화 모델

- 스마트건축 산업화 모델 구성요소 및 구축 방향

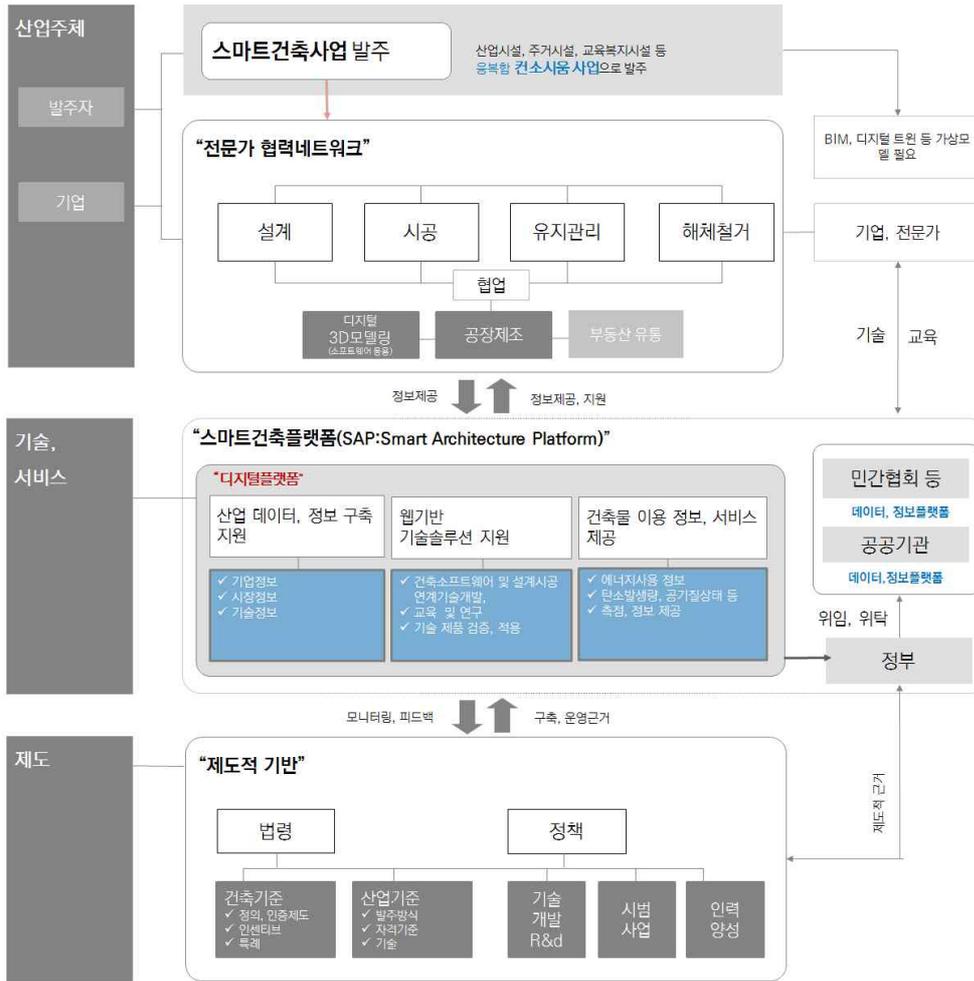
스마트팩토리, 스마트팜, 스마트도시, 스마트모바일 등 타 분야의 산업화 모델은 공공의 '제도적 지원'과 실제 산업활동 거점인 '플랫폼'으로 구성된다. 이들 모델이 시사하는 바는 스마트화의 대상이 생산과정뿐 아니라 관련 서비스를 포함한다는 점과 정책적으로 전후방산업을 병행하여 육성·지원함으로써 자생적 스마트산업 생태계를 유도한다는 점이다. 또한 대·중소기업간 협력 네트워크로 기업 혁신을 도모하고 개방형 플랫폼을 구축하여 산업 빅데이터를 활용한 제품과 서비스 개발을 활성화하며 제도적 장치로 산업 활동을 뒷받침한다는 점이다.

본 연구의 '스마트건축 산업화' 모델이란 '스마트건축 산업 활성화'를 위한 모델로서 직접적으로는 스마트건축 시장 활성화를 위한 방안을 의미하기도 하며 산업주체와 기술 서비스, 제도에 관한 전략이라 할 수 있다. 이러한 측면에서 스마트건축 산업화 모델의 구성요소는 '산업주체', '기술 및 서비스', '제도'이며 앞서 살펴본 내용을 토대로 스마트 건축 산업화 모델의 구축방향은 크게 네 가지로 제시할 수 있다.

첫째, 스마트건축 산업 활성화가 필요한 대상과 수준을 결정해야한다. 둘째, 건축설계 및 시공, 유지관리 단계별 스마트기술을 개발하고 활용할 수 있는 전문 기업의 참여와 다양한 산업 관계자들이 융합·협업할 수 있는 산업생태계를 형성해야 한다. 셋째, 스마트기술의 적극 활용을 위해서는 체계적인 데이터 구축 및 관리, 개발을 전담할 책임 있는 조직을 구성해야 한다. 마지막으로, 스마트건축 산업 활성화를 견인할 정책적·제도적 기반을 마련하고 공공과 민간의 지원이 뒷받침되어야 한다.

- 스마트건축 산업화 모델

사업발주자는 다양한 산업주체의 협업이 가능한 스마트건축사업을 기획·발주한다. 산업시설과 주거시설, 교육복지시설 건축사업에 우선 적용할 수 있다. 사업 실행은 기존 건축산업(설계, 시공)을 중심으로 소프트웨어업, 제조업과 컨소시엄을 이룬다. 또한 스마트건축 사업은 BIM, 디지털트윈을 통한 가상모델을 구현하고 공장생산과 현장시공을 결합한다.



[그림 연구요약-1] 스마트건축산업화 모델

출처: 연구진 작성

기술서비스는 스마트건축 플랫폼을 통해 구현되며 산업정보구축, 웹기반 기술솔루션 지원, 건축물 이용정보 및 서비스제공 기능을 한다. 또한 건축물 이용과정의 에너지사용, 탄소발생, 공기질 등에 관한 상태 데이터를 측정·구축하며 여기서 생성 가공된 정보는 건축물 사용자에게 다시 서비스된다. 스마트건축 플랫폼은 웹기반 디지털플랫폼과의 안정적·지속적 유지관리가 가능한 조직이며 정부 또는 유관기관 위임위탁을 통해 운영한다.

제도는 법제도와 정책으로 구분할 수 있다. 법제도는 건축기준과 산업기준을 규정하는 것으로 「건축법」 등을 통한 건축물 설계, 시공, 유지관리에 요구되는 법규정이다. 산업

기준은 「건축서비스산업진흥법」, 「건설기술 진흥법」, 「건설산업기본법」의 건축서비스 및 건설에 관한 법규정이 해당된다. 정책은 중앙 및 지방 정부가 수립·시행하는 기술개발 R&D, 시범사업, 기업육성, 인력양성에 관한 직·간접 지원 등이며 시범사업과 법령 확충을 통해 단계별로 추진한다.

5. 스마트건축 산업화 모델 실행을 위한 정책 제언

(‘스마트건축’ 개념 정의를 위한 「건축법」 제2조 개정) 스마트건축 개념은 건축물 조성 기준을 다루는 「건축법」에 규정함으로써 계획 및 산업활동의 안정적 근거를 확보해야 한다. 특히 초기단계 스마트건축 시장정착을 위해서는 사회적 관심과 동의가 필요하다. 이에 건축행위를 규정하고 있는 「건축법」 제2조정의 조항을 통해 명확한 개념과 방법을 설명하고 일반화시켜야 한다. 현재 법제2조제1항8호와 연계하여 8의3. 스마트건축을 신설하고 본 연구에서 제시한 개념 정의를 추가한다.

(‘스마트건축에 의한 건축물의 특례’ 적용을 위한 「건축법」 제6조의2 개정) 스마트건축으로 건축물의 안전이 위협받지 않도록 「건축법」과 하위 법령의 구조 및 화재, 피난 안전에 관한 건축기준도 추가 되어야 한다. 향후 스마트건축은 스마트기술의 개발·발전에 따라 기존의 형태를 따르지 않거나 특수한 재료를 사용 사례가 점차 늘어날 것으로 예상되는 바, 현행 「건축법」 제6조의2(특수구조 건축물의 특례) 규정을 개정하거나 제6조의3(스마트건축 건축물의 특례)를 신설한다.

(‘스마트건축 인증제도’ 도입을 위한 「건축법」 제65조의2 개정) 국토교통부가 ‘스마트건축물 인증제도’ 개편을 추진 중인 기존 ‘지능형건축물 인증제도’에 스마트건축의 특성과 가치를 반영할 수 있는 평가체계 고도화가 필요하다. 여기서 스마트건축 인증은 설계-시공-유지관리 단계별로 구분하여야 하고 ‘건축물’로 대상을 구체화하며 성능, 제품, 상품적 특성을 평가내용으로 변환하여 추가해야 한다. 평가항목이 정해지면 등급과 등급별 인센티브 제공기준을 마련해야 한다. 관련하여 「건축법」 제65조의2, 규칙 및 기준도 개편해야 한다.

[표 연구요약-1] 스마트건축 산업화 모델 실행을 위한 법제도 개선 방안

현행	개정(안)								
<p>「건축법」 제2조(정의)</p> <p>① 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.</p> <p>8의3 신설</p>	<p>8의3. ‘스마트건축’이란 ICT와 디지털정보 기반의 3D모델링기술, 제조 기술을 결합하여 효율적이고 경제적으로 건축물을 건축하는 것을 말한다.</p>								
<p>「특수구조 건축물 대상기준」 제2조(특수구조건축물)</p> <p>특수구조 건축물은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물을 말한다 (하략)</p>	<p>제2조(특수구조 건축물) 특수구조 건축물은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물을 말한다.(중략)</p> <p>6. <신설>모듈식 공법, 3D프린팅 공법 등 스마트건축물 인증을 받아 건축하는 건축물</p>								
<p>「건축법」 제6조의2(특수구조 건축물의 특례)</p>	<p>제6조의3(스마트건축에 따른 건축물의 특례) 신설</p>								
<p>「건축법」 제65조의2(지능형건축물의 인증)</p> <p>① 국토교통부장관은 지능형건축물[Intelligent Building]의 건축을 활성화하기 위하여 지능형건축물 인증제도를 실시한다.</p> <p>② 국토교통부장관은 제1항에 따른 지능형건축물의 인증을 위하여 인증기관을 지정할 수 있다.</p> <p>③ 지능형건축물의 인증을 받으려는 자는 제2항에 따른 인증기관에 인증을 신청하여야 한다.</p> <p>④ 국토교통부장관은 건축물을 구성하는 설비 및 각종 기술을 최적으로 통합하여 건축물의 생산성과 설비 운영의 효율성을 극대화할 수 있도록 다음 각 호의 사항을 포함하여 지능형건축물 인증기준을 고시한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 인증기준 및 절차 2. 인증표시 홍보기준 3. 유효기간 4. 수수료 5. 인증 등급 및 심사기준 등 <p>⑤ 제2항과 제3항에 따른 인증기관의 지정 기준, 지정 절차 및 인증 신청 절차 등에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.</p> <p>⑥ 허가권자는 지능형건축물로 인증을 받은 건축물에 대하여 제42조에 따른 조경설치면적을 100분의 85까지 완화하여 적용할 수 있으며, 제56조 및 제60조에 따른 용적률 및 건축물의 높이를 100분의 115의 범위에서 완화하여 적용할 수 있다.</p>	<p>제65조의2(스마트건축물의 인증)</p> <p>① 국토교통부장관은 스마트건축을 활성화하기 위하여 스마트건축물 인증제도를 실시한다.</p> <p>② 국토교통부장관은 제1항에 따른 스마트건축물의 인증을 위하여 인증기관을 지정할 수 있다.</p> <p>③ 스마트건축물의 인증을 받으려는 자는 제2항에 따른 인증기관에 인증을 신청하여야 한다.</p> <p>④ 국토교통부장관은 건축물을 구성하는 설비 및 각종 기술을 최적으로 통합하여 건축물의 생산성과 설비 운영의 효율성을 극대화할 수 있도록 다음 각 호의 사항을 포함하여 스마트건축물 인증기준을 고시한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 인증기준 및 절차 2. 인증표시 홍보기준 3. 유효기간 4. 수수료 5. 인증 등급 및 심사기준 등 <p>⑤ 제2항과 제3항에 따른 인증기관의 지정 기준, 지정 절차 및 인증 신청 절차 등에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.</p> <p>⑥ 허가권자는 스마트건축물로 인증을 받은 건축물에 대하여 제42조에 따른 조경설치면적을 100분의 85까지 완화하여 적용할 수 있으며, 제56조 및 제60조에 따른 용적률 및 건축물의 높이를 100분의 115의 범위에서 완화하여 적용할 수 있다. (→인센티브 발굴 필요)</p>								
<p>「건설기술진흥법」 제2조(건설기술의 범위)</p> <p>「건설기술 진흥법」(이하 “법”이라 한다) 제2조제2호바목에서 “대통령령으로 정하는 사항”이란 다음 각 호의 사항을 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 건설기술에 관한 타당성의 검토 2. 정보통신체계를 이용한 건설기술에 관한 정보의 처리 3. 건설공사의 견적 	<p>제2조(건설기술의 범위) 「건설기술 진흥법」(이하 “법”이라 한다) 제2조 제2호바목에서 “대통령령으로 정하는 사항”이란 다음 각 호의 사항을 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 건설기술에 관한 타당성의 검토 2. 정보통신체계를 이용한 건설기술에 관한 정보의 처리 3. 건설공사의 견적 4. 「건축법」 제2조제1항8의3호에 따른 스마트건축 프로그램 유지관리 및 제품제조 (신설) 								
<p>제4조(건설기술인의 범위) 법 제2조제8호에서 “대통령령으로 정하는 사람”이란 별표 1에서 정하는 사람을 말한다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>직무분야</th> <th>전문분야</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>라. 건축</td> <td>1) 건축구조 2) 건축기계설비 3) 건축시공 4) 실내건축 5) 건축품질관리 6) 건축계획·설계</td> </tr> </tbody> </table>	직무분야	전문분야	라. 건축	1) 건축구조 2) 건축기계설비 3) 건축시공 4) 실내건축 5) 건축품질관리 6) 건축계획·설계	<p>제4조(건설기술인의 범위) 법 제2조제8호에서 “대통령령으로 정하는 사람”이란 별표 1에서 정하는 사람을 말한다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>직무분야</th> <th>전문분야</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>라. 건축</td> <td>1) 건축구조 2) 건축기계설비 3) 건축시공 4) 실내건축 5) 건축품질관리 6) 건축계획·설계 7) 건축소프트웨어 8) 건축제조</td> </tr> </tbody> </table>	직무분야	전문분야	라. 건축	1) 건축구조 2) 건축기계설비 3) 건축시공 4) 실내건축 5) 건축품질관리 6) 건축계획·설계 7) 건축소프트웨어 8) 건축제조
직무분야	전문분야								
라. 건축	1) 건축구조 2) 건축기계설비 3) 건축시공 4) 실내건축 5) 건축품질관리 6) 건축계획·설계								
직무분야	전문분야								
라. 건축	1) 건축구조 2) 건축기계설비 3) 건축시공 4) 실내건축 5) 건축품질관리 6) 건축계획·설계 7) 건축소프트웨어 8) 건축제조								

□ 스마트건축 관련 정책 사업 발굴 및 지원

- 정부주도의 민관 협력 플랫폼(SAP: Smart Architecture Platform) 구축 운영

스마트건축 플랫폼은 안정적인 건축산업 정보구축과 새로운 정보의 생산·활용에 있어 사회적 책임과 역할을 담보할 수 있는 공공기관을 중심으로 구축되어야 하고 민간의 협력이 뒤따라야 한다. 또한 구축데이터 및 가공된 정보는 별도의 디지털플랫폼을 통해 관리하며 기 운영 중인 공공과 민간의 웹기반 정보구축 플랫폼과 연계해야 한다. 특히 국토교통부 소관 건축행정정보시스템(세움터), 건설업행정정보시스템(키스콘KISCON)의 방대한 건축물, 산업 정보를 적극 활용한다. 또한 해당 플랫폼을 통해 산업주체 뿐 아니라 일반 국민과 피드백 할 수 있는 정보 서비스 및 재생산 시스템도 갖추어야 한다.

- 공공발주 스마트건축 사업 연계 발굴 및 확대

(스마트 그린리모델링 사업 추진) 에너지효율 및 탄소저감이 목표인 그린리모델링사업은 경제성과 기능성 확보가 관건이며 리모델링 사업특수성에 따른 공기 단축과 안전성 확보도 중요하다. 이에 공장 제조를 적극 도입한 스마트건축은 그린리모델링 목적에 대응하는 가장 효과적인 방안이라 할 수 있다. 특히 노후한 공공임대주택과 병원, 학교 등에 시범 적용함으로써 향후 확대·증가될 리모델링 건축시장의 새로운 사업모델로 활용될 수 있을 것이라 전망된다.

(소규모 스마트건축 설계공모 사업 추진·확대) 10인 미만의 소규모 업체가 다수인 우리나라 건축시장 구조를 고려할 때 업체 역량에 부합하는 사업모델 개발이 필요하다. 최근 추진되고 있는 국토교통부와 LH의 “미래건축 특별설계공모전”은 주제 및 목적, 사업구조적으로 스마트건축 시범사업에 활용하기에 유리하다. 또한 「건축서비스산업진흥법」 제21조에 근거, 설계비 1억 원 이상 공공건축물의 설계공모활성화 정책을 토대로 ‘소규모 공공 스마트건축 사업’을 개발, 확대할 수 있다.

- 타 분야 스마트 산업화 모델 연계 협력

(스마트팩토리, 스마트팜, 스마트하우징, 스마트도시 스마트건축 사업모델 연계 개발 및 실증) 타 분야 스마트 산업화 모델은 모두 건축물을 포함한다. 즉, 스마트팩토리는 ‘공장’, 스마트팜은 ‘동물 및 식물관련시설’, 스마트하우징은 ‘공동주택’, 스마트오피스는 ‘업무시설’로 모두 「건축법」에 따른 건축물 종류에 해당한다. 따라서 건축설계 및 공사, 유지관리 기준을 적용하며, 앞서 제시한 스마트건축 법령 개정안의 직접 적용 대상이 될 수 있어 해당 기준 실증을 위한 시범사업 모델로 연계 활용할 수 있다.

과제	실천전략	세부과제
스마트건축 플랫폼 구축 및 운영	1. 정부주도 민간협력 스마트건축 플랫폼 구축	1) 국토교통부 주도 스마트건축 플랫폼 구축운영 2) 민.관 협력기관의 스마트건축 플랫폼 운영 및 관리 실행
	2. 건축산업 정보 플랫폼 연계	1) 세움터, 키스콘의 건축물 및 산업행정 데이터 연계 활용 2) 민간의 건축 및 연관 산업 플랫폼 연계 활용
	3. 건축물 유지관리 데이터 구축 및 서비스 제공	1) 스마트건축 건축물 모니터링 및 데이터 구축 2) 건축물 이용정보 가공 및 소비자 서비스 제공
스마트건축 사업모델 발굴 및 시범사업 추진	1. 공공발주 스마트건축 사업 발굴	1) 스마트 그린리모델링 사업 추진 2) 소규모 스마트건축 설계공모 사업 추진확대
	2. 타 분야 스마트 산업화 모델 연계 협력	1) 스마트팩토리, 스마트팜, 스마트하우징, 스마트 도시 등 타 산업 시설 스마트건축 사업모델 연계 개발 및 법제도 실증

[그림 연구요약-3] 스마트건축 사업모델 발굴 및 시범사업 추진

출처 : 연구진 작성

6. 향후 과제

□ 스마트건축 인증을 위한 평가체계 및 인센티브 발굴 연구 추진

본 연구에서는 스마트건축 산업화 모델 실행을 위한 제도 개선(안)의 하나로 스마트건축물 인증제도 도입을 제안하였다. 다만 평가지표, 등급, 평가방식 등 평가체계에 대한 세부 전략 및 제도적 대안은 본 연구 범위에는 제외되어 있다. 그러나 스마트건축의 건축물이 성능-제조-상품적 특성을 포함한다는 점에서 관련 평가체계는 기존 지능형건축물 인

증제도나 여타의 건축물 인증제도와 명확한 차별성이 있다. 특히 향후 다양한 유형의 스마트건축 사업 증가를 감안한 유형별 평가체계를 구체화해야한다.

또한 지능형 건축물 인증제도의 평가대상은 주거시설과 비주거시설로만 구분하고 있으나 주거시설, 산업용시설, 교육 및 복지시설 등 건축물 용도, 신축리모델링 등 건축방식도 고려해야 한다. 건축물 수요자와 시장에 따라 유인책이 달라야하기 때문이다. 관련하여 현행 용적율, 조경면적, 건물 높이 제한 이외의 스마트건축 효과에 대한 규제완화 등 합리적인 인센티브 개발도 요구된다. 스마트건축물 인증제도와 관련하여 국토교통부가 추진 중인 지능형건축물 인증제도 개편 연구에는 이러한 사항을 선제적으로 검토하고 세부 실행을 위한 후속 연구도 필요하다.

□ 건축 유형별 스마트건축 사업 모델 개발 및 시범사업 추진

앞서 스마트건축 산업화 모델의 우선 적용대상을 주거시설(공동주택), 산업시설, 교육 및 복지시설로 제안하였다. 연구에서 언급한 바와 같이 해당 시설은 단위 모듈 공간구성과 디지털 기술 장비설치, 사회기반시설이라는 용도 측면에서 스마트건축 사업모델로 활용에 유리하다. 교육시설의 경우 코로나19이후 원격교육 비중이 증가하였고 주거시설 또한 재택근무가 확대됨에 따라 첨단 ICT를 활용한 유지관리 및 새로운 정보생산구축도 용이하다.

한편, 정책사업으로 제시한 스마트 그린리모델링 사업, 소규모 스마트건축 설계공모사업은 건축물 유지관리 수요 증가나 소규모 업체가 대다수를 차지하는 건축산업 구조에서 스마트건축 시장 확대를 위한 우선 전략이 될 수 있다. 특히 공공건축물은 기후위기 대응이라는 정책사업 추진의 당위성도 있다. 이에, 구체적인 사업기획을 수립하고 국토교통부를 중심으로 공기업, 지방자치단체 MOU체결 등 시범사업 추진체계를 구축하고 다년간 모니터링 및 성과를 분석하는 등 스마트건축 산업 활성화 정책추진 기반을 마련해야 한다.

□ 공장제조 생산이 가능한 상품화 기반 마련

스마트건축은 BIM등 디지털 모델링을 기반으로 표준화된 건축구조부나 일부제품 제작을 적극 도입한 건축방식이다. 이는 건축물을 생산하는 산업활동 과정의 효율성 및 경제성, 성능 제고 실행을 위한 수단이기도 하다. 그러나 아직까지 건축을 상품적 측면에서 이해하고 산업화하기 위한 제도적 기반은 미흡하다. 현재 「주택법」에는 공업화주택을 규정하고 있으나 ‘주택’에 국한되고 또한 ‘인정’방법만 규정하고 있어 포괄적인 건축물

계획과 시공, 관리 제도로 활용하기에 한계가 있다.

더욱이 스마트건축의 제조화·상품화가 단순한 건축물 일부를 공업화하는데 있다기보다 3차원 디지털모델과 연동을 통해 보다 정확하고 치밀한 설계·시공을 가능하게 해야 한다는 측면에서 현행 규정은 단편적이고 활용도가 낮다. 이에, 향후 스마트건축 구현 방안으로서 BIM, 디지털트윈 등 3D가상공간 모델과 연계한 공장제작 건축구조와 이의 상품화 전략에 관한 심도 있는 연구가 필요하다.

□ 스마트건축 산업 활성화를 위한 법제 연구

건축물은 국민 삶의 질과 안전, 도시 및 공간환경의 수준을 판단하는 척도이며 나아가 사회적·국가적으로 정체성을 구현하는 상징적 대상이기도 하다. 본 연구 2장에서 살펴본 바와 같이 산업으로서 건축은 GDP의 4.5%를 차지하는, 국가 경제 및 산업전반에 미치는 영향력이 큰 산업이며 다양한 이해관계자와 자본, 일자리와 고용을 창출하는 고부가가치 산업이라 할 수 있다. 스마트건축은 이러한 건축산업을 더 생산적으로 구현하는 하나의 건축유형으로서 디지털공간과 실제 사업현장을 연결하며 광범위하고 복잡한 설계, 시공, 유지관리를 위한 사업 대상과 활동, 수단을 필요로 한다.

본 연구에서는 스마트건축의 산업 활성화를 위해 일부 법제도 개선안을 제시하였으나 스마트건축의 목적과 사회적·경제적 가치나 예측되는 수요, 내용적 범위를 고려할 때 보다 확대된 법제도기반을 필요로 한다. 타 분야 스마트 산업화 모델의 예에서도, 기존 산업 혁신과 활성화 수단으로 법률제정을 활용했다는 점에서, 건축산업 또한 '(가칭)스마트건축 산업 활성화를 위한 특별법' 등 현행 「건축법」과 산업진흥 법률에 앞서는 개별법 제정을 면밀하게 검토하고 관련 후속 연구를 추진해야 한다.

주제어

스마트건축, 스마트건축 플랫폼, 스마트기술, 산업화 모델, 산업생태계

차례 CONTENTS

제1장 서론

1. 연구의 필요성 및 목적	1
1) 연구의 필요성	1
2) 연구의 목적	7
2. 연구의 범위 및 방법	8
1) 연구의 범위	8
2) 연구의 방법	8
3. 선행연구와의 차별성	10

제2장 산업환경 변화 및 국내 건축산업의 당면과제

1. 국내외 산업환경 변화와 건축산업 이슈	15
1) 국내외 산업환경 변화 양상	15
2) 산업환경 변화에 따른 건축산업 이슈	21
2. 국내 건축산업 현황 및 문제점	32
1) 국내 건축산업 현황	32
2) 국내 건축산업의 문제점	47
3. 소결 : 국내 건축산업의 당면과제	56

제3장 스마트건축의 개념 및 산업화 요건 설정

1. 스마트건축 개념 적용 사례 분석	61
1) 스마트 개념 및 기술의 종류	61
2) 스마트 개념 적용 사례 분석 및 시사점	66
2. 스마트건축 인식 및 요구사항 조사분석	79
1) 조사 개요	79
2) 스마트건축 인식 및 요구사항	81
3. 스마트건축의 개념과 산업화 요건 설정	95
1) 스마트건축 개념설정	95
2) 스마트건축 산업화 요건	98

제4장 스마트건축 산업화 모델 제시

1. 타 분야 스마트 산업화 모델 분석	103
1) 제조업분야 스마트 산업화 모델	104
2) 농업분야 스마트 산업화 모델	111
3) 도시분야 스마트 산업화 모델	120
4) 자동차분야 스마트 산업화 모델	127
5) 타 분야 스마트 산업화 모델의 시사점	135
2. 스마트건축 산업화 모델	138
1) 스마트건축 산업화 모델 구축방향	138
2) 스마트건축 산업화 모델	141

제5장 스마트건축 산업화 모델 실행을 위한 제도 확충 방안

1. 스마트건축 관련 법제도 개선	151
1) 법제도 개선 방향	151
2) 스마트건축 관련 건축건설기준 개선(안)	155
2. 스마트건축 관련 정책사업 발굴 및 지원	162
1) 스마트건축 플랫폼(SAP: Smart Architecture Platform) 구축 및 운영	162
2) 스마트건축 사업 모델 발굴 및 시범사업 추진	167

제6장 결론

1. 정책제언	173
2. 향후 과제	179

참고문헌	181
------	-----

Summary	195
---------	-----

부록1. 스마트건축 관련 정책기본 계획 세부 과제 현황	207
--------------------------------	-----

부록2. 스마트건축 인식조사 조사지 및 결과표	219
---------------------------	-----

부록3. 공개 세미나 개최 주요내용	257
---------------------	-----

표차례 LIST OF TABLES

[표 1-1] 스마트공장 도입 후 성과 (2014년 대비 2017년 성과)	2
[표 1-2] 시설원에 농가의 스마트 팜 도입에 따른 성과 조사	3
[표 1-3] 건설분야 4차산업혁명 핵심기술 활용도	5
[표 1-4] 선행연구 및 본연구 현황	11
[표 2-1] 1970년대 중화학공업 육성을 위한 정부 주요 정책	16
[표 2-2] 디지털경제 전환에 따른 산업정책의 변화	18
[표 2-3] 해외 산업정책 변화과정 및 최근 논의 사안	19
[표 2-4] 2010년대 중반 이후 산업혁신 정책 도입 국가	20
[표 2-5] 국내·외 건설 및 건축산업 동향 관련 참고문헌	23
[표 2-6] 건축산업의 범위	34
[표 2-7] 소유구분별 건축물 현황	35
[표 2-8] 국내총생산 및 산업별 GDP	38
[표 2-9] 건축산업 매출액 추이 (2016-2019)	38
[표 2-10] 건축산업 사업체당 매출액 추이 (2016-2019)	39
[표 2-11] 건축산업 사업체수 추이 (2016-2019)	39
[표 2-12] 건축산업 총 종사자수 추이 (2016-2019)	40
[표 2-13] 면적별 건축물 현황 추이	40
[표 2-14] 건축물 허가 및 착공 현황 추이	41
[표 2-15] 고용계수 및 고용유발계수(산업별)	42
[표 2-16] 부가가치유발계수 (산업별)	43
[표 2-17] 산업별 부가가치액	43
[표 2-18] 정보화 투자(비용 지출) 현황 (2019년도)	44
[표 2-19] 산업별 정보화 수준 평가 (2019년)	45
[표 2-20] 산업별 정보화 관심도 (2019년)	46
[표 2-21] 노동생산성지수(산업생산기준) 비교	48
[표 2-22] 부가가치 노동생산성 지수 비교	48
[표 2-23] 2020년 하반기 산업별 인력부족률 비교	49
[표 2-24] 산업별 인력부족률 추이 비교	49
[표 2-25] 매출액 당 종사자수 (산업별)	50
[표 2-26] 산업별 산업 재해 발생 현황(2020년 기준)	50
[표 2-27] 산업현장의 위험성(2017년 기준)	51
[표 2-28] 폐기물 종류별 발생 현황 및 추이	52
[표 2-29] 업종별 에너지 소비 현황 및 추이	52

[표 2-30] 주택 리모델링 피해 유형별 피해구제 신청 현황	54
[표 2-31] 산업별 4차 산업혁명 기술 이용률 현황	55
[표 3-1] 스마트건축기술의 활용 사례	62
[표 3-2] 건축물 조성단계별 스마트기술 적용	65
[표 3-3] 스마트건축 관련 유사개념의 적용 사례	67
[표 3-4] 조사설계 개요	80
[표 3-5] 설문문항 구성	80
[표 3-6] 스마트건축의 개념 설정을 위한 주안점과 방향	96
[표 3-7] 스마트건축의 요구 성능항목	99
[표 4-1] 스마트파워 기반 선도형 신사업 육성 및 제조생태 구축·운영을 위한 범부처 스마트공장 R&D 주요 내용	107
[표 4-2] 스마트제조혁신추진단 스마트공장 구축 지원사업	109
[표 4-3] 스마트팜 청년창업 보육과정 개요	116
[표 4-4] 스마트팜 실증단지 기능	117
[표 4-5] 자율주행교통물류 기본계획의 추진전략과 세부추진과제	130
[표 4-6] 타 산업의 스마트산업화 기반마련 방안	136
[표 4-7] 스마트건축 산업화 모델 구성요소의 의미	140
[표 5-1] 「건축법」의 스마트건축 관련 규정의 한계	153
[표 5-2] 스마트건축 용어정의를 위한 「건축법」 제2조 개정(안)	155
[표 5-3] 「건축법」 제6조의2 개정(안)	156
[표 5-4] 지능형건축물 인증 등급에 따른 건축기준 완화비율	157
[표 5-5] 지능형건축물 인증심사기준(주거시설)	158
[표 5-6] 스마트건축 활성화 유도를 위한 인증·특례 제도 개편 및 모델 연계안	160
[표 5-7] 스마트건축 관련 다분야 전문가 참여를 위한 제도 개선안	161
[표 5-8] 2021년 국토교통부 '지역 및 도시' 부문 예산 (단위 : 억 원)	167

그림차례 LIST OF FIGURES

[그림 1-1] 스마트팩토리 도입기업과 미도입기업 간 성과 분석결과	2
[그림 1-2] BIM을 활용한 건설자동화 프로세스	3
[그림 1-3] 생산가능인구 연령구조 변화 및 잠재성장률 전망	4
[그림 1-4] 연구 흐름도	9
[그림 2-1] 연대별 국내 산업정책 변화	17
[그림 2-2] 산업부문별 디지털화 정도	22
[그림 2-3] 랜드북(Landbook) 인터페이스	24
[그림 2-4] 부산에코델타시티 홍보관 조감도	27
[그림 2-5] 3D프린팅 모델	27
[그림 2-6] ICON사의 3D프린팅 주택 커뮤니티	28
[그림 2-7] ICON사의 3D프린팅 장비	28
[그림 2-8] 패널라이징 공법을 위한 패널표준모듈	28
[그림 2-9] 서비스를 제공하는 플랫폼으로서의 건조환경	31
[그림 2-10] 국내의 산업정책 동향과 건축산업의 이슈	32
[그림 2-11] 건축산업의 범위	33
[그림 2-12] 건축산업의 구조	37
[그림 2-13] 건축서비스산업 종사자가 향후 진출을 고려하고 있는 신시장 영역	46
[그림 2-14] 건축산업 현황 및 생산과정의 특성과 한계점	56
[그림 3-1] 스마트도시의 분야별 적용기술과 서비스	69
[그림 3-2] SK텔레콤의 스마트홈 아파트 개념도	71
[그림 3-3] 중소형 오피스빌딩 대상의 스마트오피스 표준모델 사례	73
[그림 3-4] 스마트팩토리의 개념	74
[그림 3-5] 시설원에 스마트팜 구성도	76
[그림 3-6] 스마트팜 혁신벨리 예시	77
[그림 3-7] 스마트건축 인지도 및 관심도	81
[그림 3-8] 스마트건축 실현을 위해 필요 사항	82
[그림 3-9] 스마트건축 도입 및 확산의 필요성	82
[그림 3-10] 기존 건축산업의 문제점	83
[그림 3-11] 스마트건축 도입 및 확산이 필요한 이유	83
[그림 3-12] 스마트건축의 지향점	84
[그림 3-13] 스마트건축 도입 및 정착을 위한 핵심기술 (설계, 시공, 유지관리)	85
[그림 3-14] 적용 가능성이 높은 기술	86
[그림 3-15] 기술별 적용 가능성이 높은 이유	87

[그림 3-16] 스마트기술의 도입 수준 및 수준이 낮은 이유	88
[그림 3-17] 스마트건축 관련 기술 활용 여부 및 활용 분야	88
[그림 3-18] 스마트건축 투자 및 지원 현황	89
[그림 3-19] 스마트건축 도입 계획 분야 및 투자·지원 이유	89
[그림 3-20] 국내 스마트건축 활성화 저해 요인	90
[그림 3-21] 스마트건축 활성화를 위한 핵심 과제	91
[그림 3-22] 스마트건축 산업 발전 방향	91
[그림 3-23] 스마트건축이 건축산업에 미치는 영향	92
[그림 3-24] 국내 스마트건축 성장 가능성	92
[그림 3-25] 스마트건축 적용 가능 건축물 용도	93
[그림 3-26] 스마트건축의 개념과 효과	98
[그림 3-27] 스마트건축을 통한 효과	99
[그림 3-28] Cover's Manufactured Building Components	100
[그림 3-29] 디지털트윈 기반의 디지털 생산 개념도	100
[그림 3-30] 건축생산과정에서의 자원순환 플랫폼의 개념	101
[그림 4-1] 제조업분야 스마트팩토리 산업화 방향	104
[그림 4-2] 스마트 제조업 정책 추진체계	106
[그림 4-3] 인공지능 중소벤처 제조 플랫폼(KAMP)을 중심으로 한 제조혁신	110
[그림 4-4] 스마트 제조업 산업화 모델	111
[그림 4-5] 농업의 스마트 산업화	112
[그림 4-6] 클라우드 기반 한국형 온실 2세대 기술 개요	113
[그림 4-7] 스마트 농업 정책 추진체계	115
[그림 4-8] 농업의 스마트 산업화 모델	119
[그림 4-9] 스마트시티 정책 추진체계	121
[그림 4-10] 스마트시티 산업화 모델	126
[그림 4-11] 자동차산업의 스마트 산업화	127
[그림 4-12] 스마트모빌리티 정책 추진 체계	130
[그림 4-13] 자율주행 산업의 주요 요소	132
[그림 4-14] 자동차산업의 스마트산업화 모델	134
[그림 4-15] 스마트건축 산업화 모델의 구성요소	139
[그림 4-16] 스마트건축 산업화 모델의 개념	140
[그림 4-17] 스마트건축 산업화 모델 구축 방향	141
[그림 4-18] OS 업그레이드 및 앱 설치로 주택의 스마트 기능 확장이 가능한 Kasita 모델	143
[그림 4-19] Kasita Preliminary Schemes	143
[그림 4-20] Cover사의 알고리즘 설계 서비스 사례	143
[그림 4-21] 스마트건축 관련 협력네트워크	144
[그림 4-22] 스마트건축플랫폼	145
[그림 4-23] 스마트건축 제도적 기반	146
[그림 4-24] 스마트건축 산업화 모델	148
[그림 4-25] AI기반스마트하우징 물리적 플랫폼 예시	149

[그림 4-26] 그린스마트스쿨 개념도	149
[그림 4-27] 스마트건축 평가제도의 등급 분류	150
[그림 5-1] 지능형건축물 인증 절차	157
[그림 5-2] 스마트건축 인증제도의 평가항목	160
[그림 5-3] 스마트건축 플랫폼	163
[그림 5-4] 세움터 정보의 주요내용	163
[그림 5-5] 키스콘(건설행정종합시스템) 구성도	163
[그림 5-6] 정부의 정보자원 통합 및 클라우드 전환 개념	164
[그림 5-7] 전자정부 클라우드 플랫폼 구축 방향	164
[그림 5-8] 건축데이터 민간개방시스템	165
[그림 5-9] 공업주택의 성능 모니터링 및 성과 분석	166
[그림 5-10] 스마트건축 플랫폼 구축 및 운영을 위한 세부과제	166
[그림 5-11] 공공건축물 그린리모델링 지원사업 개요	168
[그림 5-12] 미래건축 특별설계공모 개요	170
[그림 5-13] 현대자동차 스마트 팩토리 추진과제(좌) 및 테스트베드 센터(우)	171
[그림 5-14] 스마트건축 사업모델 발굴 및 시범사업 추진	172

제1장 서론

1. 연구의 필요성 및 목적
 2. 연구의 범위 및 방법
 3. 선행연구와의 차별성
-

1. 연구의 필요성 및 목적

1) 연구의 필요성

□ 디지털 정보기반의 산업패러다임 변화 및 성과 가시화

정보기반 공간환경의 '연결' 중요성이 강조되면서, 스마트기술의 산업적 요구와 활용이 빠르게 확산되고 있다. 스마트시티의 경우 공간환경과 시설, 사람을 연결하며 정보의 공급과 재생산을 반복하는 거대한 플랫폼으로서 지능형 네트워크와 빅데이터, 인공지능 등 4차산업혁명기술을 전제하고 있다. 제조 산업 분야는 스마트팩토리가, 농업 분야는 스마트팜, 자동차 분야는 스마트모바일의 산업모델을 개발하고 기존의 산업 생산방식에 첨단기술을 접목하여 생산프로세스를 개선하였고 효과를 높여가고 있다.

스마트팩토리는 정부의 체계적인 정책지원으로 연평균 13%이상 효율이 증가하였고 이를 통해 생산성, 품질, 매출과 고용은 향상되었으며 투입원가와 생산업재해 등은 감소하였다.¹⁾ 스마트팜을 통한 시설원에 생산량도 이전 대비 약 44.6%가 증가하는 등 성과가 가시화 되고 있다.²⁾ 해외 주요국가들 또한 디지털정보와 소프트웨어 산업이 제조 산업

1) 중소벤처기업부(2019, 5월 24일 보도자료)

2) 장영주 외(2019, p. 6) 참고

과 연동하면서 전방위 산업 패러다임 변화는 가속되고 있다.

건축분야에서도 3D프린팅, 디지털트윈 등의 첨단 기술을 활용한 공사비 절감, 품질 향상 등을 도모하고 있다. 2020년 관계부처 합동으로 제시한 '건설엔지니어링 발전방안'에서는 BIM, 3D프린팅, AI 등의 활용을 통한 건설자동화를 도모하고 있다. 미국의 스마트기술에 있어 선도적인 개념을 선보였던 스타트업 기업 Kasita³⁾, Cover사는 스마트폰과 연동되는 제조업수준의 표준화된 모듈러 주택을 개발하고 시행하였으며 국내에서도 공업화주택 구현을 위한 BIM의 도입과 활용으로 생산기간이나 비용 뿐 아니라 에너지, 공기질 등 이용서비스 측면의 주목할 만한 성과도 제시하고 있다.

2020년 정부가 발표하여 추진하고 있는 한국판 뉴딜정책⁴⁾에는 디지털·그린 융복합 건축산업이 부각되어 있다. 이는 코로나19 장기화에 따른 국가의 경기회복 프로젝트로 디지털 뉴딜, 그린뉴딜, 안전망 강화를 위한 전략과 세부과제를 포함한다. 이 중 디지털 그린 융복합을 위한 '그린스마트스쿨', '디지털트윈', '국민안전 SOC 디지털화', '스마트 그린산단'은 디지털 기반의 건축물(시설물) 생산 프로세스 혁신 과제라 할 수 있으며 앞으로의 건축산업 발전에도 상당한 영향을 미칠 것으로 예상된다.

[표 1-1] 스마트공장 도입 후 성과 (2014년 대비 2017년 성과)

구분	공정개선 성과			경영개선 성과			
	생산성 증가(+)	품질 향상(+)	원가 감소(-)	납기 준수(+)	고용 증가(+)	매출액 증가(+)	산업재해 감소(-)
성과	30% ↑	43.5% ↑	15.9% ↓	15.5% ↑	3.0명 ↑	7.7% ↑	18.3% ↓

출처: 중소벤처기업부(2019, 5월 24일 보도자료)의 참고자료(스마트공장 성과분석 연구용역 결과) p.1



[그림 1-1] 스마트팩토리 도입기업과 미도입기업 간 성과 분석결과

출처: 중소벤처기업부(2019, 5월 24일 보도자료)

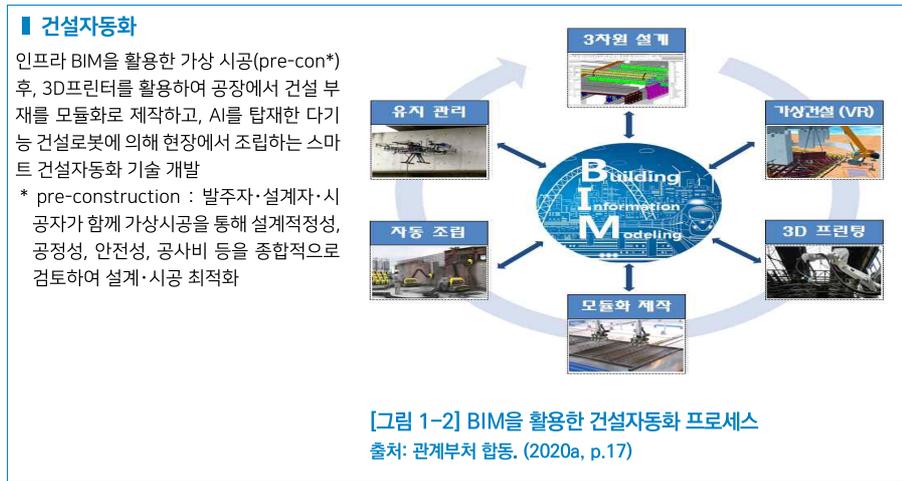
3) 모듈러주택, 소형주택을 설계·시공하는 미국의 건축전문 스타트업

4) 코로나19 사태 이후 경기 회복을 위해 마련한 국가 프로젝트. 2025년까지 디지털 뉴딜, 그린 뉴딜, 안전망 강화 등 세 개를 축으로 분야별 투자 및 일자리 창출이 이뤄진다. / 출처: 시사상식사전. 검색어: 한국판 뉴딜(<https://terms.naver.com/entry.naver?cid=43667&docId=5950937&categoryId=43667>)

[표 1-2] 시설원에 농가의 스마트 팜 도입에 따른 성과 조사

구분	항목	단위	도입 전	도입 후	증감율	
영농 효율성	생산성	단위면적당 생산량	kg/3.3㎡	19.04	24.95	31.06%
		투입노동 단위당 생산량	kg/인	12,620.12	15,276.35	21.05%
	노동력 절감	고용노동비	천원/3.3㎡	9.58	11.59	20.92%
		자기 노동시간	시간/3.3㎡	1.365	1.294	-5.26%
		의사결정 노동시간	시간/3.3㎡	0.254	0.271	6.81%
	품질 향상	상품	kg/3.3㎡	18.57	24.44	31.62%
고품질 생산		kg/3.3㎡	11.27	15.67	39.13%	
비용 절감	에너지 비용	시간/3.3㎡	6.08	6.10	0.30%	
경제적 효과	조수입 향상	천원/3.3㎡	63.95	79.38	24.14%	
	소득 향상	천원/3.3㎡	27.15	34.91	28.60%	

출처: 장영주 외(2019, p.6)

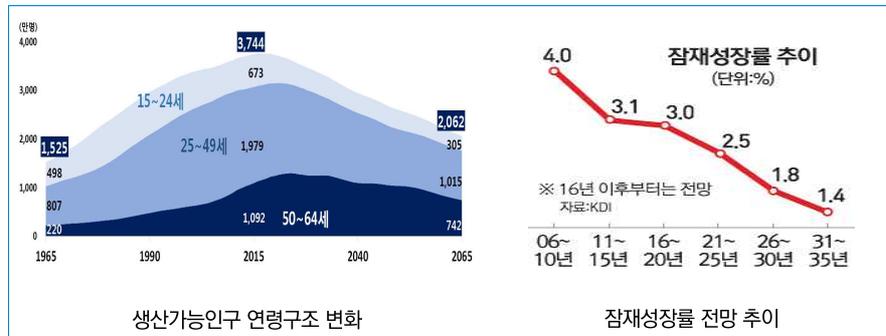


□ 취약한 건축산업의 생산 구조 개선 필요

한편, 건축산업은 사업체수, 종사자수, 매출이 꾸준히 증가하고 있고 또한 국내총생산(GDP) 비중도 높다.⁵⁾ 그러나 이러한 산업 규모 및 국가경제 비중의 확대에도 불구하고 제조업, 정보통신업 등 타 분야 산업보다 건축산업의 노동생산성은 낮다. 2016을 기준으로 제조업의 노동생산성 지수 102.9는 2020년 112.7으로 약 10% 증가하였으나 건설업은 105.5에서 104.0으로 건축기술엔지니어링은 94.4에서 89.8로 감소하였다. 이는

5) 2019년 기준 우리나라 GDP 1900조원 중 건축산업 약 87조원으로 자동차 산업 53조보다 높고 전자산업 127조의 68%에 해당함

건축산업이 여전히 노동력에 의존하는 비중이 크다는 것을 의미하는 결과이기도 하다. 생산성과 더불어 공사 과정에서는 종사자의 재해 위험도가 높고, 자원소모량도 커서 위험 요소 관리, 제어 등에 많은 비용이 소요된다. 또한 건축산업의 생산 활동 중 발생하는 폐기물 및 에너지 사용량이 타 산업에 비해 월등히 높다. 이러한 문제는 결국 기존 건축산업의 생산 구조 및 방법의 문제, 한계와 연결 지어 생각할 수밖에 없다. 지금의 노동인력 감소 추세를 감안해볼 때 현재의 생산방식의 지속성은 담보할 수 없고, 결과적으로 생산 및 관리의 구조적 프레임 전환이 필수적으로 요구된다.



[그림 1-3] 생산가능인구 연령구조 변화 및 잠재성장률 전망
출처: (좌) 통계청(2016, 12월 8일 보도자료), (우) 김정곤(2015, 8월 27일 기사)

□ 스마트기술의 산업적 도입·활용 확대 필요

‘스마트(Smart)’의 사전적 정의는 ‘똑똑한’, ‘혁명한’으로 일반적으로는 ‘인공지능’, ‘다기능’의 의미로 사용되며⁶⁾ 사회경제적인 현상으로는 ‘개인과 산업이 고도로 지능화된 것’⁷⁾을 의미한다. ‘스마트기술’이란 기술자체가 스마트한 것이 아니라 개인과 산업을 보다 더 스마트하게 만드는 기술이라 할 수 있으며 도처에서 발생하는 상황을 민감하게 인지하고 분석 및 예측을 통해 신속하게 대응할 수 있는 개인화된 상품과 서비스를 제공하기 위한 것으로, 센싱(Sensing), 인텔리전스(Intelligence), 모빌리티(Movility), 탄력(elasticity), 통합(integration)의 다섯 가지 속성을 지닌 총체적 기술⁸⁾로 설명된다.

건축산업에 직접 관계되는 건설분야의 ‘스마트건설기술’도, 공사기간 단축, 인력투입 절감, 현장 안전 제고 등을 목적으로 전통적인 건설기술에 ICT 등 첨단 스마트 기술을 적

6) 위키백과사전. 검색어 : 스마트(<https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%8A%A4%EB%A7%88%ED%8A%B8>)

7) 이동우 외(2012, p. 147)

8) 이동우 외(2012, p. 148)

용함으로써 건설공사의 생산성, 안전성, 품질 등을 향상시키고, 건설공사 전 단계의 디지털화, 자동화, 공장제작 등을 통한 건설산업의 발전을 목적으로 개발된 공법, 장비, 시스템 등을 의미한다.⁹⁾ 이러한 측면에서 ‘스마트건축’ 또한 스마트기술의 활용과 의의를 내포한다.

그러나 앞서 언급한 바와 같이 산업 전반의 스마트기술 도입과 제품화 강제 추세나 국내 건축산업의 생산성, 위험 및 품질 향상 필요성 측면에서 건축산업에 있어 스마트기술의 적용 속도는 느리다. BIM, 3D프린팅, 디지털트윈 등의 스마트기술을 활용하고 있는 건축산업의 범위는 과소하다. 건축서비스 업체 중 3D기반의 건축용 소프트웨어를 보유한 업체는 12.2%¹⁰⁾고 이를 활용할 수 있는 인원은 평균 2명이다.¹¹⁾ 건축공사를 포함한 건설분야도 스마트기술 이용 평균은 클라우드, 인공지능이 각각 18.2%, 11%로 가장 높고 기타 기술은 5%내외에 불과하다.

[표 1-3] 건설분야 4차산업혁명 핵심기술 활용도

핵심기술	23개 직종평균 (%)	건설관련직 (%)
인공지능	16.6	11.4
클라우드	20.7	18.2
빅데이터	14.1	4.5
사물인터넷	11.9	9.1
자동화로봇	5.0	2.3
가상(증강)현실	2.2	2.3
3D프린터	2.6	2.3
드론	1.3	4.5

출처: 오원섭(2018, 7월 30일 기사)

건축산업에 있어 스마트기술 적용 부진 문제는 단순히 업계가 해결해야 할 비용문제에 국한되지 않는다. 산업이슈로 부상한 ICT기반의 ‘스마트’ 개념과 산업화 전략 및 제도적 근거 부재, 구체적인 정책지원 미흡이 보다 근본적인 원인이라 할 수 있다. 특히 법제도 중심으로 운영되는 우리나라 사회시스템을 고려해 보면 새로운 변화에 직면한 산업혁신의 동력으로 국가차원의 정책과 제도적 뒷받침은 필수적이다. 스마트팩토리나 스마트팜, 스마트시티, 스마트모빌리티 등 산업의 ‘스마트’화를 지향하는 타 분야 성공 사례

9) 국토교통부(2021a, p.3)

10) 김은희 외(2019, p. 151)

11) 김은희 외(2019, p. 151)

의 주안점은 일관되게 정부의 전략적 산업 모델 개발과 확산을 위한 정책, 제도화 수단이 뒤따랐다는 것이다.

□ 스마트건축 개념 정립과 산업 활성화 전략으로서 산업화 모델 필요

따라서 건축산업도 ‘스마트’, ‘스마트기술’ 특성에 부합하는 스마트건축 개념정립과 산업화 전략이 필요하다. 스마트건축을 이해하는 유사 선행 사례로 「건축법」의 ‘지능형건축물’, ‘녹색건축물 조성 지원법’의 ‘제로에너지건축물’, 국세청 및 IBS Korea¹²⁾의 ‘지능형 빌딩’과 기타 학술 논문, 보고서의 ‘스마트빌딩’, ‘스마트건축물’ 등을 들 수 있다. 이들은 대체로 산업활동의 결과물로서 ‘건축물’에 국한되거나 에너지절약, 보안 및 중앙 컨트롤 등 스마트기술의 설비시스템 활용에 치우쳐 있어 ‘건축’ 행위로서 개념을 포괄하기에 한계가 있다.

이러한 측면에서 개념적, 규범적 의미를 벗어나 실제 산업활동과 연계될 수 있는 스마트건축을 명확히 정의할 필요가 있다. 본 연구에서는 우선 스마트건축을 ‘건축물’에 국한하지 않고 건축물을 조성하고 유지관리하는 산업활동으로 규정하고자 한다. 이는 「건축법」과 「건축기본법」에서 규정한 ‘행위’로서 ‘건축’ 정의와도 맥을 같이한다. 또한 ‘스마트건축 산업화 모델’은 ‘스마트건축 산업 활성화를 위한 방안’으로 공공과 민간이 달성해야 할 정책적·산업적 과제라 할 수 있다. 범정부 차원에서 육성·지원하고 있는 스마트제조, 스마트농업, 스마트도시, 스마트모바일은 모두 스마트 개념을 도입한 산업활성화 방안 즉 산업화 모델, 스마트팩토리, 스마트팜은 세부 비즈니스모델이라 할 수 있다.

□ 스마트건축 산업화 모델 실행을 위한 제도 기반 확충 필요

스마트 개념을 도입한 산업화 모델은 모두 정부의 정책과 법제도가 함께 작동하고 있다. 산업 활성화 측면에서 스마트건축 또한 제도적 기반을 필요로 한다. 다행히 건설분야는 다양한 정부정책을 토대로 기술개발 및 실증을 이어가고 있고 건축서비스분야 또한 제3차건축정책기본계획 등을 통해 관련 세부과제를 설정하는 등 변화의 움직임이 있다. 그러나 여전히 법률적 근거는 미흡하다.

현재 ‘스마트건축’ 산업화와 가장 관련성이 높은 법규정으로는 「건축법」 제65조의2에서 규정한 ‘지능형건축물인증제도’라 할 수 있다. 이는 지능형건축물의 건축을 활성화하기 위한 제도로서, 「건축법」 제65조의2에 따라 「지능형건축물의 인증에 관한 규칙」과

12) 지능형건축물 인증기관

「지능형건축물 인증기준」으로 운영되고 있으며 인증대상과 운영기관, 인증절차, 심사 및 평가기준 등을 포함하고 있다. 다만 지능형건축물 인증은 설비중심의 중앙제어가 가능한 건축물 성능 평가에 중점을 두고 있어 보다 진화된 ‘스마트기술’ 적용과 산업적 활성화를 유도하기에 한계가 있다.

「건축법」의 건축물 규정 외 건축산업에 관한 법률로는 「건축서비스산업 진흥법」, 「건설산업기본법」을 들 수 있다. 「건축서비스산업 진흥법」은 건축 산업의 육성 및 지원에 관한 법률로서 미래 건축산업 발전과 정책실행의 근거가 될 수 있으나 스마트건축을 직접 언급하고 있지는 않다. 마찬가지로 「건설산업기본법」 또한 건설공사를 위한 건설업체의 등록과 계약, 시공기술관리, 도급, 분쟁조정 등 공사 운영에 치우쳐 ‘스마트기술’, ‘스마트 공사’등을 직접 다루지 않고 다만 「건설기술 진흥법」을 통해 점진적 지원이 가능한 제도적 운영방식을 제시하고 있다.

디지털 중심의 전 방위 산업환경 변화와 국내 건축산업이 갖는 내부적 취약성에 비추어 건축산업의 발전 방향성을 재설정해야 할 시점에 국가차원의 제도 확충과 정책적 지원은 필수 요건이다. 따라서 「건축법」, 「건축서비스산업 진흥법」, 「건설산업기본법」 등 현행 건축 관련 주요법령을 바탕으로 스마트건축 산업 활성화를 지원할 수 있는 법규정을 확충하고 기술개발 및 정책적 실험과정을 거쳐 시장을 확대해 나가야 한다. 나아가 건축산업이 국가경제에서 차지하는 규모비중과 고용유발 및 일자리 창출 등 산업 영향력을 감안하여 보다 체계적이고 안정적인 제도운영 기반도 확보되어야 한다.

2) 연구의 목적

본 연구는 스마트기술기반의 국내외 산업 생산관리 패러다임 변화에 대응하여, 건축물 수준 및 사용성 제고를 위한 건축 유형으로서 ‘스마트건축’의 개념을 정의하고, 산업적 활성화 방안으로 ‘스마트건축 산업화 모델’을 제시하며, 이의 체계적 실행을 위한 법제도 개정안 및 정책과제 제시를 목적으로 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

1) 연구의 범위

본 연구의 공간적 대상은 건축물로 한정한다. '건축'을 규정한 「건축기본법」과 「건축법」의 공간적 범위는 '건축물 및 공간환경', '건축물'로 각각의 대상범위가 상이하나 본 연구에서는 건축산업의 일반적 결과물인 건축물의 구축 행위에 초점을 두고 범위를 설정하였다. 이러한 건축물은 신축과 기존 건축물을 포함한다.

연구 목적에 따른 내용적 범위는 크게 스마트건축 개념 설정, 스마트건축 산업화 모델과 제도적 실행 방안으로 정리할 수 있다. 세부적으로는 국내외 산업환경 변화와 건축산업 이슈, 국내 건축산업 현황 및 문제점과 당면 과제를 도출하며 선행 정책사업 및 업계의 인식·요구사항 등을 참고하여 스마트건축 개념을 설정한다. 더불어 타 분야 스마트 산업화 모델 사례의 시사점을 도출하고 스마트건축 산업화 모델과 제도적 실행방안을 제안한다.

■ 「건축기본법」 제3조(정의)

이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

7. "건축"이란 건축물과 공간환경을 기획, 설계, 시공 및 유지관리하는 것을 말한다.

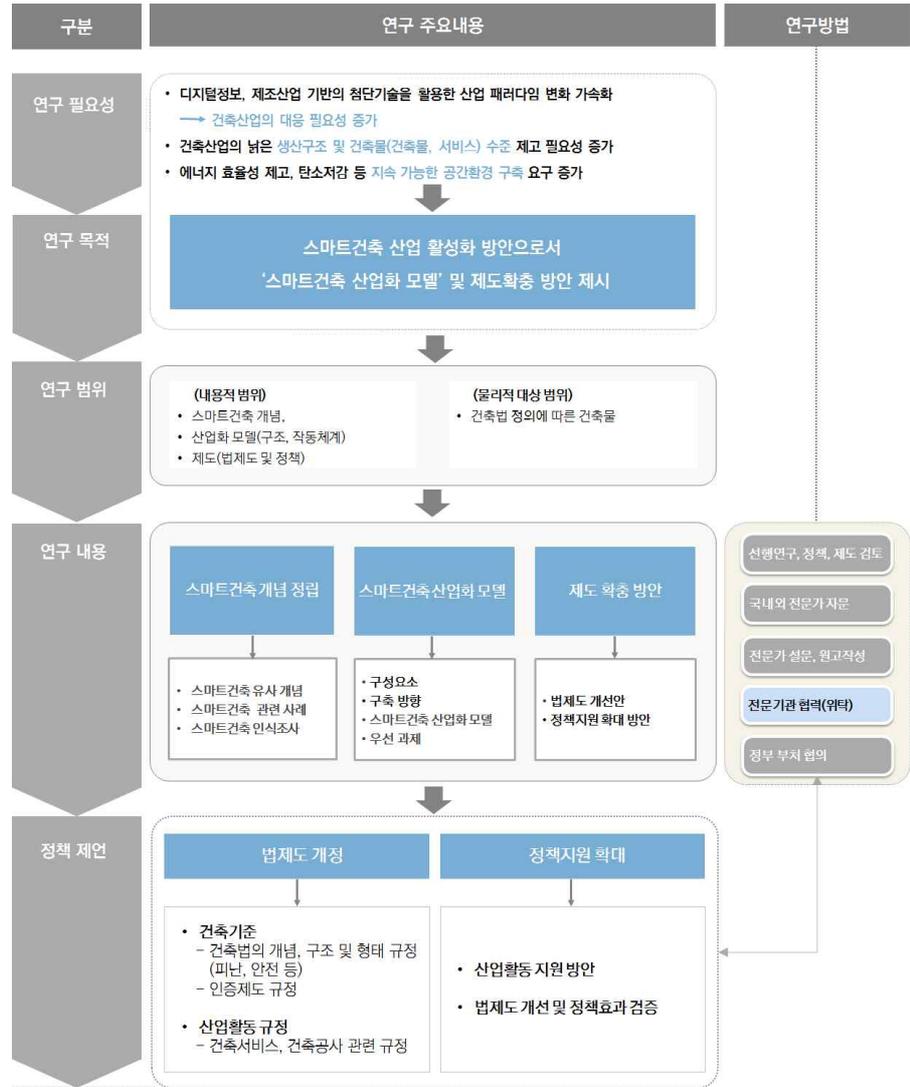
■ 「건축법」 제2조(정의)

① 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

8. "건축"이란 건축물을 신축·증축·개축·재축(再築)하거나 건축물을 이전하는 것을 말한다.

2) 연구의 방법

급변하는 산업패러다임 변화 양상과 건축산업 이슈 파악을 위해 국내외 주요 산업경제 보고서, 정책 자료 등을 조사 및 분석하였다. 더불어 통계청 등에서 공고한 주요 통계자료를 활용하여 국내 건축산업의 시장규모, 경쟁력, 문제점을 살펴보고 미래 산업환경 대응을 위한 과제를 도출하였다. 또한 유사 개념을 적용한 타 분야 산업 사례분석 및 건축분야 산업 종사자 인식조사를 통해 스마트건축 도입과 활용 확대 요건을 파악하였다. 특히 산업종사자 인식조사는 전문조사업체가 협업함으로써 설문결과의 신뢰도를 제고하였다. 이러한 조사분석을 토대로 스마트건축의 개념을 설정하고 산업화 방향을 제시하였다. 연구과정에서는 건축분야 전문가 및 정책입안자를 대상으로 자문회의, 공개 세미나를 개최하였고, 보다 심도 있는 스마트건축 산업화 모델 설정을 위해 외부전문가가 협력기관으로 참여하는 등 연구 추진체계를 확대하였다.



[그림 1-4] 연구 흐름도

출처: 연구진 작성

3. 선행연구와의 차별성

스마트건축 관련 선행연구로는 스마트시티, 스마트빌딩, 지능형건축, 스마트건축 등이 있다. 스마트시티의 경우 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」 등 제도적 근거를 확보하고 있어 공간구현 전략, 거버넌스 구축 전략, 기술개발 및 표준화 전략 등 다양한 관점의 선행 연구들이 추진되고 있다. 임시영(2018)의 연구에서는 초연결 스마트시티로 도약하기 위한 공간정보의 역할과 이를 달성하기 위한 전략을 제시하였다. 안용준(2018)은 기존 스마트시티의 동향과 추진방향을 분석하여 시민참여기반의 스마트시티 모델 정립 방향성을 제안하였다. 이재용(2018)의 연구에서는 스마트시티 관련 정책 수단 및 정책 변화들의 상세 조사와 시사점을 도출하고 유형별 특성 및 성공적 실천 방안을 마련하였다. 조대연(2019)은 스마트시티 세계기술 선도를 위한 국제표준화에 대응할 수 있는 스마트시티 연계도메인별 국제표준개발 및 표준화역량강화 기반 조성 방안을 제시하였다.

스마트건축과 유사한 개념의 스마트빌딩, 지능형건축물 관련 연구는 스마트빌딩의 개념, 기술 소개 및 건축적 활용 가능성 등을 주로 다루고 있다. 김성원(2019)은 스마트시티에서 스마트빌딩의 역할과 활성화를 위한 방안을 제시하였고, 김광우(2004)는 환경친화적이며 편안한 사무환경의 제공, 건축시스템과 설비시스템 간의 유기적 정보 통합 환경 구축, 인터넷을 통한 분산형 제어환경과 건물의 생애비용을 고려한 경제적이고 효율적인 관리방안을 연구하였다. 스마트건축 관련 연구의 경우, ‘스마트건축’이라는 용어를 직접 사용한 2건의 연구가 있다. 이은석(2020)의 연구에서는 스마트건축의 개념을 규정하고 이를 반영한 인증제도 정비 및 개편방향을 제시하였다. 김성원 외(2020) ‘스마트건축 육성을 위한 기본계획 수립 및 정책방안 연구’에서는 스마트건축 개념을 정의하고 중장기 육성 전략 및 실행방안을 제시하였다.

본 연구는 선행연구의 개념과 소개 기술 등을 참고하되 건축물의 생산과정과 이용에 초점을 둔다. 연구 방법에 있어서 각종 데이터에 따른 건축산업의 문제점과 당면과제, 스마트기술 도입 사례의 시사점, 산업 관계자 요구사항 등을 분석하였고 이를 토대로 스마트건축의 개념을 명확히 정의하였으며 산업 활성화 방안으로 산업화 모델을 제시하였다. 나아가 이의 산업적·정책적 제도 확충방안까지 연계함으로써 정책연구로서의 차별성을 확보하였다. 특히 본 연구에서는 스마트건축을 건축행위로 간주함에 따라 ‘건축물’ 중심의 선행연구와는 연구대상에 있어 차별성을 전제하고 있다.

[표 1-4] 선행연구 및 본연구 현황

구분	선행연구와의 차별성			
	연구목적	연구방법	주요연구내용	
선행연구	1	-연구명: 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 연구 -연구자(년도): 임시영 외(2018), 국토연구원 -연구목적: 초연결 스마트시티로 도약하기 위한 공간정보의 역할을 제시하고 이를 달성하기 위한 전략을 마련	-문헌연구 (스마트시티 공간정보 역할 변화검토) -시나리오 분석 (스마트시티 공간정보 역할 확인) -공간데이터 실험 (현재 수준 점검)	-초연결 스마트시티로 진화 전망 (특징 및 구성요소 도출) -초연결 스마트시티의 공간정보 역할 (활용 전망) -초연결 스마트시티 시나리오 제시 및 실험구축을 통한 시사점 도출 -초연결 스마트시티를 위한 공간정보 전략, 추진과제 및 기대효과 제시
	2	-연구명: 시민참여기반의 스마트시티 모델 정립 -연구자(년도): 안용준, 이상호, 유명옥 외(2018), 대전세종연구원 -연구목적: 기존 스마트시티의 동향과 추진방향에 대해 분석하여 시민참여기반의 스마트시티를 위한 모델 정립에 대한 방향성 제시	-데이터 분석(스마트시티 동향분석, 시민참여 유형 및 역할 분석) -설문조사 (대전, 세종시민 대상의 스마트시티 시민의식 조사) -데이터관리	-국내외 스마트시티 정책동향 변화 및 시사점 도출 -시민기반 스마트시티 모델정립 방향 도출 (시민참여모델-리빙랩의 고도화 방안) -시민교감형 스마트시티 모델정립 방향 도출 (통합플랫폼 모델방향)
	3	-연구명: 스마트시티 유형에 따른 전략적 대응방안 연구 -연구자(년도): 이재용 외(2018), 국토연구원 -연구목적: 스마트시티에 관련한 정책 수단 및 정책 변화들의 상세 조사와 시사점을 도출하고 이를 기반으로 유형을 구분하여 유형별 특성 검토 및 성공적 실천 방안 제시	-빅데이터 분석(국내외 스마트시티 트렌드 제시) -자료조사(2000년대 이후 스마트시티 관련사업 조사) -설문조사 (국내 162개 시, 군 대상) -IPA 분석 (국내 스마트시티 현황)	-스마트시티의 등장 배경 및 구성요소 제시 -국내 스마트시티 정책현황 단계별 구분 제시 -해외 스마트시티 정책현황 파악 및 유형 구분 설정 -국내 전체시,군의 사업 현황 파악
	4	-연구명: 스마트시티 국제표준화 기반조성을 위한 기획연구 -연구자(년도): 조대연 외(2019), 국토교통과학기술진흥원 -연구목적: 스마트시티 세계기술선도를 위한 국제표준화에 대응할 수 있는 스마트시티 연계도메인별 국제표준개발 및 표준화역량강화 기반 조성	-데이터 분석(국내외 스마트시티 관련 정책 및 국내외 시장현황)	-스마트시티의 거버넌스 체계 및 개발,운영에 이르는 통합 프레임워크 개발 -기존 스마트시티 상용화기술 조기 국제표준화 추진 -스마트시티 데이터 상호운용성 확보 -스마트시티의 기술-도메인별 연계 표준화 -국내 스마트시티 표준화 역량개발 -국제협력 프로그램
	5	-연구명: 스마트빌딩 활성화를 위한 법,제도 개선 방안 -연구자: 김성완(2019), 대한건축학회 -연구목적: 스마트시티 내에서 스마트빌딩의 역할과 관련 법제도의	-자료조사 (지능형건축물 관련 건축법 및 인증 현황, 세부시행지침, 현행 관련 규칙, 인증기준) -데이터분석 (스마트빌딩 제도)	-스마트빌딩의 개념 재정립 -지능형건축물 인증 현황 분석 및 제도 개선 방안 제시 -스마트도시법과의 연계 및 개선 방안

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요연구내용
	현황을 살펴보고 활성화를 위한 방안 제시		
6	<p>-연구명: 환경친화형 스마트빌딩 기술개발 연구</p> <p>-연구자(년도): 김광우 외(2004), 한국건설교통기술평가원</p> <p>-연구목적: 환경친화적이며 편안한 사무환경의 제공, 건축시스템과 설비시스템 간의 유기적 정보 통합 환경 구축, 인터넷을 통한 분산형 제어환경과 건물의 생애비용을 고려한 경제적이고 효율적인 관리방안 제시</p>	<p>-문헌연구 및 사례조사 (통합 유닛의 주된 구성요소 기준 및 통합 절차)</p> <p>-시뮬레이션 (통합유닛 계획)</p>	<p>-스마트 사무공간 통합 유닛 시스템 개발</p> <p>-환경친화형 스마트 외피 시스템 개발</p> <p>-하이브리드형 스마트 바닥급기 시스템 기술 개발</p> <p>-스마트빌딩 통합 및 유지관리를 위한 최적 제어 네트워크 구축방안 연구</p> <p>-스마트빌딩 제어정보 최적 관리 시스템 개발</p>
7	<p>-연구명: 스마트건축의 이해</p> <p>-연구자(년도): 김우영(2019), 대한건축학회</p> <p>-연구목적: 스마트건축에 대한 개념과 현황 및 위상에 대해 되짚어 보고, 현재의 스마트건축이 무엇을 의미하는지 제시</p>	<p>-자료조사 (스마트건축)</p> <p>-사례조사 (플랫폼사업)</p>	<p>-기존의 스마트 개념 검토</p> <p>-스마트에 대한 요구조건 제시</p> <p>-상품 및 생산프로세스로서의 스마트건축</p>
8	<p>-연구명: 사물인터넷과 스마트 건축</p> <p>-연구자(년도): 김태평(2015), 대한건축학회</p> <p>-연구목적: IoT기술과 건축물이 융합되어 사용자에게 편의성을 제공하는 '사용자 중심'의 공간으로 지속적인 발전의 이해</p>	<p>-자료조사 (IT발전 현황 및 미래발전 방향, 공유경제, 건축물의 용도별 분류)</p>	<p>-IT의 발전 현황 및 미래동향의 이해</p> <p>-미래 경제 형태의 변화 분석</p> <p>-건축물 공간활용 변화</p> <p>-스마트건축의 발전 방향 제시</p>
9	<p>-연구명: 차세대 유비쿼터스 환경으로서 스마트 건축공간에 관한 연구</p> <p>-연구자(년도): 조택연 외(2015), 대한건축학회</p> <p>-연구목적: 스마트한 컴퓨터환경의 구조 이해와 이를 적용한 사용자와 공간사이의 비선형 관계를 수용할 수 있는 공간사고 모형으로의 건축 공간 이해</p>	<p>-문헌조사 (1990년대 유비쿼터스 컴퓨팅 구현을 위한 기술 및 공간적 이해)</p> <p>-빅데이터분석 (위치 기반 정보 네트워크)</p>	<p>-스마트 환경의 효과적 구현 방안 제시</p> <p>-스마트 환경에서의 공간 구조를 해석하는 사고모형 이해</p> <p>-스마트 컴퓨팅의 공간 이해에 대응하는 공간구조 해석 모형 제시</p> <p>-건축의 새로운 공간적 가능성 모색</p>
10	<p>-연구명: 지능형주택 시스템 구축에 관한 연구</p> <p>-연구자(년도): 송지영(2001), 연세대학교 생활환경대학원</p> <p>-연구목적: 지능형 주택의 개념을 정립하고 이를 바탕으로 지능형 주택 시스템 논리 아키텍처를 도출하여 논리적 체계를 정립, 필요한 기</p>	<p>-데이터분석(국내외 산업 및 연구동향, 지능형 주택 시스템 구성 기술)</p> <p>-문헌조사 (1990년 이후 부터의 국내외 주거 및 정 보기술 관련 단행본, 정기간행물, 관련 연구원 연구 보고서)</p>	<p>-지능형주택 관련 국내외 산업 및 연구동향 분석</p> <p>-지능형주택 시스템 논리 아키텍처</p> <p>-지능형주택 시스템 구성 기술 분석 및 모델제안</p>

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요연구내용
11	<ul style="list-style-type: none"> 술을 단계별로 제시하고 이를 통하여 지능형주택 기본 모델제안 	<ul style="list-style-type: none"> -방문조사 (국내 모델하우스 및 미래주택 관련 전시관) 	
	<ul style="list-style-type: none"> -연구명: 스마트건축 개념을 바탕으로 한 건축물 인증제도의 개편 방향 -연구자(년도): 이은석 외(2020), 건축공간연구원 -연구목적: 스마트건축의 개념 설정 및 건축물 인증제도의 정비, 개편방향 제시 	<ul style="list-style-type: none"> -국내외 문헌 및 사례조사 -전문가 FGI 및 인식조사 -현행 건축물 인증제도 분석 	<ul style="list-style-type: none"> -스마트건축의 개념 및 방향 -건축물 인증제도의 현황 및 쟁점 -스마트건축 개념을 반영한 인증제도 정비 및 개편 방향
12	<ul style="list-style-type: none"> -연구명: 스마트건축 육성을 위한 기본계획 수립 및 정책방안 연구 -연구자(년도): 김성완 외(2020), 국토교통부 -연구목적: 스마트건축 개념 정립과 스마트건축 실증을 위한 실천 가능한 정책수단 발굴 	<ul style="list-style-type: none"> -국내외 문헌 및 법령, 사업 사례조사 -전문가 협의회 -정책 관계자 협의회 	<ul style="list-style-type: none"> -스마트건축 관련 현황조사 및 개념 정립 -스마트건축 관련 기술조사 및 서비스 발굴 -스마트건축 육성을 위한 로드맵 제안 -스마트건축 육성을 위한 시범사업 발굴 -스마트건축 육성을 위한 인증제도 정비방안 마련
	본 연구	<ul style="list-style-type: none"> -연구명: 스마트건축의 산업화 모델 및 제도 기반 확충에 관한 연구 	<ul style="list-style-type: none"> -스마트건축 관련 문헌조사 -국내외 스마트건축 정책 및 사업 사례분석 -건축분야 산업종사자 대상 스마트건축 인식조사 -스마트건축 관련 자문회의 및 전문가 협업 -스마트건축 제도화를 위한 부처협의

제2장 산업환경 변화 및 국내 건축산업의 당면과제

1. 국내외 산업환경 변화와 건축산업 이슈
 2. 국내 건축산업 현황 및 문제점
 3. 소결 : 국내 건축산업의 당면과제
-

1. 국내외 산업환경 변화와 건축산업 이슈

1) 국내외 산업환경 변화 양상

□ 국내 산업정책

1980년대 이전의 한국경제는 정부주도 성장정책에 의해 고도성장을 이루었는데 특히 중화학 공업은 해외수출을 견인하고 국내 경제성장의 기반을 이루는 산업으로 확립되었다.¹⁾ 1970년대 집중적으로 육성하였던 중화학공업 6대 전략사업은 철강, 조선, 기계, 전자, 화학, 비철금속이었으며, 조선공업, 해운산업, 자동차 공업 육성은 1960년대부터 장기적으로 추진되어 왔다.²⁾ 그러나 1980년대 들어서는 안정화 정책이 수용됨에 따라 특정 전략산업 육성 대신 시장주도 경제 운용, 금융기관의 자립성 강화, 시장개방 추진 등의 정책 기조가 설정되었으며 산업정책은 축소되는 경향을 나타내었다. 특히, 산업별 육성법을 통폐합하고 직접적으로 지원하는 방식 대신 연구개발(R&D), 해외시장 진입 지원, 신기술 도입 등의 기능별 지원방식으로 전환하기 시작하였다.³⁾

1) 박영구 외(2015, pp. 12-17)

2) 박영구 외(2015, pp. 13-14)

[표 2-1] 1970년대 중화학공업 육성을 위한 정부 주요 정책

구분	주요 정책
중화학	1973 중화학공업 추진을 위한 기업경영 시책
	1979 긴축기조 하의 중화학공업 대책 중화학공업의 현황과 대책
	1981 제5차 경제사회발전5개년계획(공업부문 계획(안))
종합제철	1966 종합제철공장 건설계획
	1977 공적공간정보(공터 또는 공개공지 정보)
조선	1961 국내 조선공업 육성에 관한 건
	1970 조선공사 정비대책 추진상황 및 향후 대책 보고
	1983 조선공업진흥 기본계획
자동차	1963 자동차공업 육성종합계획
	1973 자동차공업 육성에 대한 지시
	1974 자동차부품공업 전문화 계획
기계	1968 우리나라 기계공업 실태조사와 육성대책
	1976 중소기업형 기계공업 육성을 위한 실태조사 보고
	1981 기계공업진흥 기본계획
석유화학	1966 석유화학공업 개발계획
	1973 석유화학공업 추진계획
	1979 석유화학 등 주요 수입원자재의 가격 추세와 대책

출처: 박영구 외(2015, pp.18-92)를 참고하여 연구진 작성.

이에 따라 연구개발과 긴밀히 연계되는 반도체, 자동차, 조선, 금속 등의 전략산업 섹터들을 중심으로 산업정책 지원이 이루어졌으며 기술집약적 산업구조로 변하기 시작하였다.⁴⁾

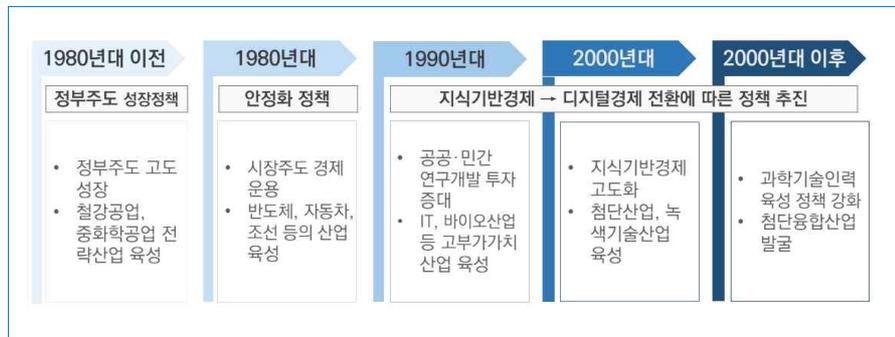
1990년대부터 본격적으로 연구개발에 대한 공공 및 민간의 투자가 증대되었고, 정부는 국가 경제를 견인할 차세대 산업으로서 IT, 바이오산업 등의 고부가가치 산업 지원과 중소기업 진흥 정책을 적극적으로 추진하기 시작하였다.⁵⁾ 특히, 인터넷의 상용화가 전 산업의 생산성에 영향을 미치는 등 디지털 경제로의 전환이 급격히 진행됨에 따라 이에 대한 대응이 필요하였다. 2000년대 들어서도 고부가가치 산업 육성 추세가 이어졌으며 추격형 기술전략을 벗어나 기술혁신을 도모하는 기초기술 개발 과정이 시작되었다 할 수 있다.⁶⁾ 2008년에는 시장성, 파급효과, 녹색성장 연관성을 바탕으로 신성장동력 산업을

3) 김기환(2012, p.308)

4) 김기환(2012, pp. 405-408)

5) 김기환(2012, pp. 581-588)

선정하였으며 이를 통해 녹색기술산업, 첨단융합산업, 고부가가치서비스산업의 3대 분야에 대한 중요도가 급부상하였다.⁷⁾ 정부의 과학기술인력 육성 정책도 강화되었는데, 2000년 「기술이전촉진법」을 통해 「기술이전·사업화 촉진계획」을 수립하였고,⁸⁾ 현재 제7차 계획(2020-2022년)까지 수립된 상황이다. 초기에는 기술거래 및 사업화촉진 기반 마련을 목표로 하였으나,⁹⁾ 제7차 계획(2020-2022년)은 시장중심의 연구개발 성과 창출, 연구와 시장 간 간극을 매우는 상용화 가능한 연구개발 확대 등 시장수요자 중심의 정책을 추진 중이라 할 수 있다.¹⁰⁾



[그림2-1] 연대별 국내 산업정책 변화

출처: 연구진 작성

□ 국외 산업정책 동향

세계무역기구(World Trade Organization, WTO)에서 발간한 「세계무역보고서 2020(World Trade Report 2020: Government policies to promote innovation in the digital age)」에 따르면 1980년대 이후 해외 산업정책은 기존의 국제적인 흐름이었던 수입대체정책, 유치산업 보호, 공공의 시장 개입 등으로부터 탈피하기 시작하였다.¹¹⁾

1990년대 들어서는 지식기반경제가 대두됨에 따라 새로운 기술력 확보가 중요해졌으며, 비즈니스 및 무역에 따른 비용 절감, 인프라 개발 등이 중요한 중·장기 산업정책 전략

6) 정부는 생명공학, 나노기술, 환경기술, 우주항공 기술을 유망 신기술 분야로 정하고 투자를 확대하였으며 미래유망 신기술 연구개발 투자는 2005년 전체 연구개발비의 41.1% 차지 / 출처: 김기환(2012, p. 406, 584)

7) 김기환(2012, p.584)

8) 김기환(2012, p. 587)

9) 김기환(2012, pp.587-588)

10) 관계부처 합동(2020b) 참고하여 작성

11) World Trade Organization(2020, pp.27-31)

으로 논의되었다.¹²⁾ 선진국들은 1980년대부터 IT산업을 경제성장을 견인하는 기술혁신 산업으로 인식하여 투자를 확대하였으며, 특히 미국은 신경제(new economy)라는 아젠다를 설정하여 디지털기술 혁신을 통한 경제성장을 추진하였다.¹³⁾ OECD는 지식 기반경제를 지식, 정보, 기술력에 의존도가 높은 선진경제로 정의하고 있으며, IT산업이 주도하는 디지털경제에서는 지식이 핵심적 생산요소로서 경제성장과 노동 생산성을 제고시키는 주요 요소로 설명되고 있다.¹⁴⁾

[표 2-2] 디지털경제 전환에 따른 산업정책의 변화

정책 부문	추진 내용
일반사안	-디지털 도구를 통해 더 많은 정보 활용, 정책의 실행 및 모니터링 지원 -국민과의 교류 증대 -글로벌 시장을 고려하여 국가정책 수립
데이터 접근	-데이터의 다양성을 감안하여 혁신주체들을 위해 데이터 제공 -데이터 유형에 따라 적절한 데이터 접근방안 마련 -데이터 시장 구축 탐색
혁신 및 기업활동 지원	-정책의 유연성 확보 -서비스 혁신주체 지원 확대 -지적재산권 제도 개선 -권리 및 인센티브를 유지하면서 데이터 접근성 관리 -다목적 디지털 기술 개발 지원
공공부문 연구	-데이터 접근, 출판 등 지원 -학제간 협력 지원 -산학협력 지원 -과학분야 디지털 기술 트레이닝 지원 -과학분야 디지털 인프라 구축 투자
경쟁 및 협력	-혁신성장을 고려하여 경쟁관련 정책의 개념적 틀 재고 및 진입장벽 낮추기 -지적재산권 제도 개선 -중소기업의 디지털 전환 및 다양한 시장 접근기회 지원 -협력적 혁신방안 도모
교육 및 트레이닝	-디지털 전환을 위해 필요한 능력 평가방식을 개선하여 후속 세대의 디지털 기술력 확보 보장 -기업의 디지털혁신 방안 지원(조직 관리 및 구조 등) -사회취약계층의 참여 확산 및 트레이닝 지원

출처: World Trade Organization(2020, 49)를 연구진 번역 및 일부 내용 요약

2000년대부터는 정책을 평가하는 방식에 대한 관심이 증대했는데 예를 들어, 연구개발 지원정책, 취약지역을 대상으로 하는 장소기반 정책, 환경관련 지원금 정책 등의 효과에 대한 논의가 병행되었다.¹⁵⁾ 그러나 2008-09년 국제금융위기 이후의 산업정책은 근본

12) World Trade Organization(2020, p. 28)

13) 김기환(2012, pp. 189-191)

14) OECD(2005, <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=6864>)

적인 산업지형의 재편과 디지털 경제 출현 배경 아래, 경제 전반의 인적 자본 및 기술력 업그레이드에 초점을 두고 추진되기 시작하였다. 이 시기에 각국의 산업정책은 전통산업의 현대화 및 경쟁력 확보 방안과 산업의 디지털화 전환을 위한 지원으로 구분된다 할 수 있다.¹⁶⁾

또한, 여러 국가에서는 국가차원의 산업정책 이외에도 기술혁신 방안, 디지털경제발전 방안 및 첨단제조업 지원과 관련한 보완적 정책들을 따로 마련하였다.¹⁷⁾ 동시에, 기술 개발 및 업그레이드를 위한 투자지원에 대한 관심이 높아졌으며, 외국인직접투자 역시 디지털경제의 특성을 반영하여 값싼 노동력 대신 인적 자본의 수준이 투자 결정의 주요 요인으로 작용하는 것으로 논의 되고 있다.¹⁸⁾ 다시 말해, 물리적 인프라 보다는 디지털 인프라의 수준을 중요하게 고려하는 경향이 나타나고 있다는 것이다.

[표 2-3] 해외 산업정책 변화과정 및 최근 논의 사안

구분	1970년대 이전	1980-90년대	현대 산업 정책	
			2000년대 이후	최근 논의 사안
주요 이슈	-산업화 -구조적 변화	-안정화, 무역자유화 -지식기반경제 -글로벌 가치사슬 참여	-지식기반경제 -가치사슬 재편	-4차산업혁명 -혁신성장 및 디지털 경제로의 전환 -디지털 생산체계 참여
정책 목표	시장 형성, 다양화	시장주도 현대화	전문화, 생산성 향상	혁신 생태계 구축
특성	-수입대체 -유치산업 보호 -산업섹터 개발 -점진적, 선택적 개방	-정부의 제한적 참여 -외국인직접투자 -글로벌 경쟁 참여	-개방경제 특화된 전략 -비즈니스 환경 구축 -디지털 및 IT기술의 발전 -글로벌 생산네트워크 참여 -외국인직접투자 도모 및 전략적 산업 보호정책 -중소기업 지원 -기술 개발 지원	-혁신을 위한 연구 및 기술 발전 -생산체계의 혁신 -지식 경제 -공공-민간 지식/기술 개발 -외국 기술의 취득 또는 이전 -기업가정신 도모
정책 환경	-개별 국가 차원 개발전략 도모	-정부의 시장개입 축소 -국제적 공조	-국가차원의 산업전략 및 보완정책(기술, 디지털화 정책) 수립	-다양한 정책(산업, 혁신 성장, 디지털, 환경) 간 코디네이팅

출처: World Trade Organization(2020b, p.28) 연구진 번역

15) World Trade Organization(2020, p. 29)

16) World Trade Organization(2020, pp. 29-31)

17) World Trade Organization(2020, p. 29)

18) World Trade Organization(2020, pp. 30-31)

[표 2-4] 2010년대 중반 이후 산업혁신 정책 도입 국가

구분	주요 산업혁신 정책
프랑스	-미래의 산업(Industries du Futur) -생산성 제고 협정 2025(Pacte Productif 2025)
독일	-국가 산업 정책 2030(National Industrial Strategy 2030) -하이테크 전략 2025(High Tech Strategy 2025) -디지털화 발전방안(Shaping the Course of Digitalization)
이탈리아	-국가 산업 계획 4.0(National Industry Plan 4.0)
일본	-혁신촉진계획(Initiatives for Promoting Innovation) -신 로봇활용 전략(New Robot Strategy) -제5차 과학기술기본계획(Fifth Science and Technology Basic Plan)
싱가포르	-스마트국가계획(Smart Nation Plan)
스웨덴	-스마트산업전략(Smart Industries Strategy)
영국	-산업전략(UK Industrial Strategy)
미국	-제조업고도화 선도 전략 (Strategy for American Leadership in Advanced Manufacturing) -제조업 확장 파트너십(Manufacturing Extension Partnerships)

출처: World Trade Organization(2020b, p.30) 표 일부 내용 발췌하여 연구진 번역

□ 소결

국내외 산업정책 동향에 따른 산업변화의 가장 큰 주안점은 지식기반경제에서 디지털 경제로의 전환이라 할 수 있다. 1990년대 들어 지식기반경제에 대한 논의가 부상하면서 새로운 기술력 확보에 대한 중요성이 부각 되었으며, 2000년대의 산업정책은 이러한 내용이 고도화되어 글로벌 가치사슬 재편에 대한 논의로 전개되었다.

이와 관련하여 산업정책 변화의 동인으로는 국내외 공통적으로 지속가능성에 대한 요구 증대와 인구구조 변화가 꼽힌다. 한국판 뉴딜 사업을 통해서도 알 수 있듯이 환경적 지속가능성과 그린 경제 및 친환경화는 정책의 주요 사안으로 논의되고 있다. 이와 더불어, 저출산 고령화로 인한 소비패턴 및 시장여건 변화 역시 산업정책 변화의 배경으로 논의된다. 인구구조 변화는 노동시장에 직접적 영향을 미치는 사안으로 UNIDO 보고서(2013)는 노동인구의 기술 격차가 개별 기업의 채용전략에도 영향을 미칠 것으로 판단 하였다.¹⁹⁾ 세계경제포럼의 2020년 「일자리의 미래 2020(Future of Jobs 2020)」 보고서 설문조사에 따르면 조사에 응답한 기업의 43%가 기술통합으로 인해 현재의 노동인력을 감축할 계획이 있음을 밝혔다.²⁰⁾ 이에 더하여 코로나19의 장기화로 인한 일자리

19) United Nations Industrial Development Organization(2013, pp.12-13)

및 소득감소, 비대면 사회로의 빠른 전환 등이 향후 산업정책 변화에 영향을 미칠 요인으로 논의되고 있다. 특히 비대면 사회 활성화와 관련하여 세계경제포럼의 보고서(2020)는 노동인력의 84%가 업무 프로세스의 급진적인 디지털화를 경험하게 될 것이라 예측하였다.²¹⁾

이러한 배경 아래, 근래의 산업정책 내용을 살펴보면 기존산업 현대화와 신산업 육성이 병행되고, 제조업의 범위가 확대되어 생산활동 또는 산업 섹터간의 경계가 모호해지고 있다는 특성이 존재하는 것을 알 수 있다. 기존 주력산업은 고부가가치 품목으로 전환될 수 있도록 함과 동시에 핵심 신산업은 민관협동을 통해 육성하고자 하는 계획이 국내 「제조업 르네상스 비전 및 전략」에도 포함되어 있다.²²⁾ 또한, 신산업 인프라 구축 및 제도 정비를 통해 성장기반을 마련하고 신기술의 표준화 전략을 수립하여 신기술의 적용 및 확산 필요성이 중요하게 논의된다.

앞서 밝힌 디지털경제로의 전반적인 전환이라는 측면과 연계하여서는 디지털기술로 인해 발생하는 혁신이 신기술 및 새로운 디지털 상품의 활용에서 나아가 기존에 없던 새로운 상품, 프로세스, 마케팅, 조직구성 방식을 만들거나 기존의 체계를 개선해 나갈 수 있다는 점에서 산업정책 발전 방향에 시사하는 바가 크다.²³⁾ 디지털 경제의 가장 중요한 특성은 데이터가 생산을 위한 원자재라는 것인데, 향후 스마트 기기 등을 통해 더 많은 데이터들이 생산됨에 따라 데이터의 양과 처리방식이 기존 생산품 및 서비스의 기능을 결정하게 될 수 있음을 의미한다. 이에 따라 데이터 수집 및 생산, 저장, 모델링, 분석 등의 활동을 하는 IT 기업들을 중심으로 새로운 가치사슬이 형성되는 등 산업지형의 근본적인 변화도 예측된다.²⁴⁾

2) 산업환경 변화에 따른 건축산업 이슈

앞서 살펴본 바와 같이, 산업의 현대화, 디지털 및 자동화, 신기술 확산이 국내외적으로 활발하게 논의되고 있으나 건축산업은 변화하는 산업환경에 비해 디지털 전환 속도가 늦고 생산성이 낮다는 문제점이 제기되고 있다.²⁵⁾ 건설산업은 일정계획 대비 공사기간

20) World Economic Forum(2020, p. 27)

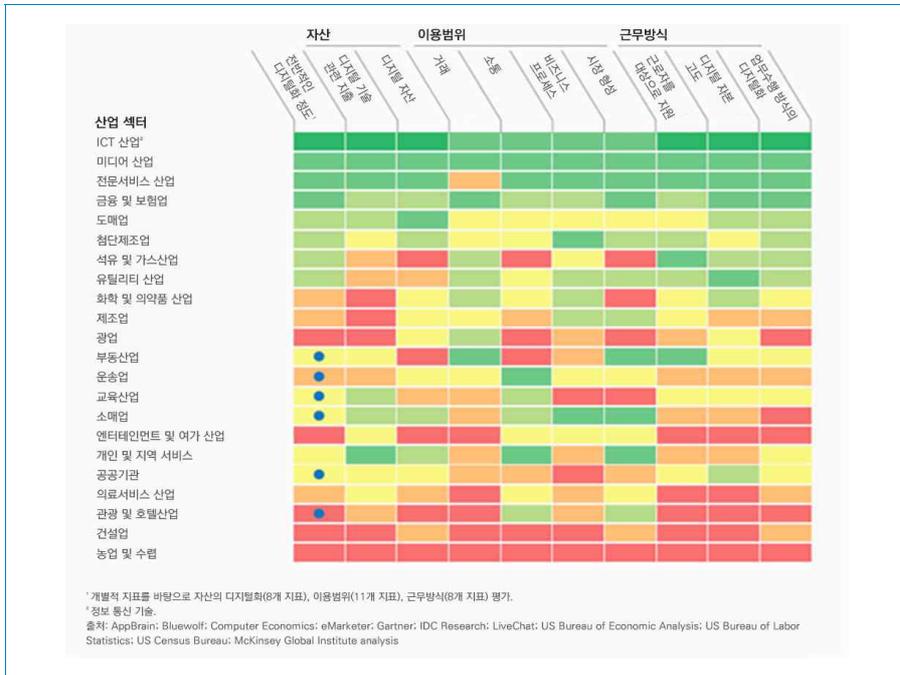
21) World Economic Forum(2020, p.14)

22) 관계부처 합동.(2019b, p.3)

23) World Trade Organization(2020, p. 36)

24) World Trade Organization(2020, pp. 39-40)

20%, 예산은 80% 가까이 증가하는 등 전반적으로 생산체계가 비효율적이며, 연구개발 및 IT 관련 투자는 수익의 1% 미만으로 자동차산업 3.5%, 항공우주산업의 4.5%에 비해 규모가 매우 작다.²⁶⁾ 맥킨지 2016년 보고서는 특정 산업의 디지털 전환의 정도를 디지털 자산 구축, 디지털 시스템의 활용, 디지털 업무수행방식에 능숙한 인력으로 구분하여 정의하였는데, 여기서 건설산업의 디지털화는 총 22개 산업 중 두 번째로 낮은 것으로 분석하고 있다.²⁷⁾



[그림 2-2] 산업부문별 디지털화 정도

출처: McKinsey Productivity Sciences Center(2016, p.3) 인용 및 번역

본 소절에서는 맥킨지 2016년 보고서 외 국내·외 건설 및 건축산업 트렌드를 분석하는 민간기관 보고서 등을 참조하여 건축산업 이슈 및 쟁점을 살펴볼 예정이다. 국내 자료로는 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 미래창조과학부의 보고서 및 보도 자료를 참조하였고, 건축정책기본계획, 건축서비스산업 진흥 기본계획의 건축산업 관련 현안을 검토하였다. 국외 자료로는 보스턴 컨설팅 그룹(Boston Consulting Group), 맥킨지 컴

25) McKinsey Productivity Sciences Center(2016, pp. 2-3)

26) McKinsey Productivity Sciences Center(2016, p. 2)

27) McKinsey Productivity Sciences Center(2016, p. 3)

퍼니(McKinsey Company), 세계경제포럼(World Economic Forum, WEF), UNIDO(United Nations Industrial Development Organization), 유럽연합(European Union) 등의 보고서를 참조하였다. 위 내용을 기반으로 건축산업의 현안을 신기술 도입을 통한 건축물 조성과정의 변화와 생산품으로서의 건축물 이용방식 변화로 구분하여 정리하였다.

[표 2-5] 국내·외 건설 및 건축산업 동향 관련 참고문헌

구분	기관	발간연도	보고서
국내	국토교통부	2019	제1차 건축서비스산업 진흥 기본계획(2019-2023)
		2021	건설산업 BIM 기본지침
	국토교통과학기술진흥원	2021	제3차 건축정책기본계획(2021-2025)
	미래창조과학부	2013	2040 국토교통 미래기술예측조사
국외	Boston Consulting Group	2016	Digital in Engineering and Construction: The Transformative Power of Building Information Modeling
		2018	A Guide to the Revolution in Smart Buildings
	European Union	2018	Construction Blueprint
	McKinsey & Company	2015	The Construction Productivity Imperative
		2016	Imagining Construction's Digital Future
		2017	Reinventing construction: A route to higher productivity
	United Nations Industrial Development Organization(UNIDO)	2013	Emerging trends in global manufacturing industries
	World Economic Forum	2016	Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology
		2017	Shaping the Future of Construction: Inspiring Innovators Redefine the Industry

출처: 연구진 작성

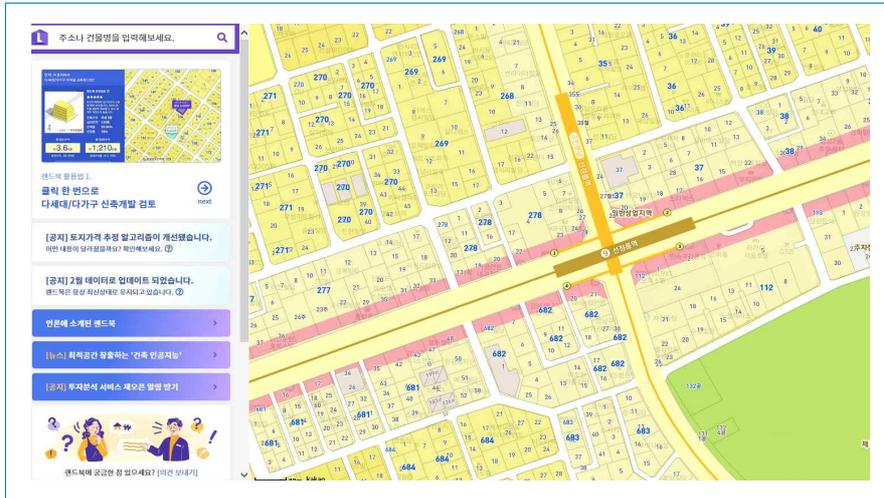
① 건축물 조성과정의 변화

□ 스마트기술 도입을 통한 건축물 생산체계 개선

건축산업의 디지털화 및 자동화는 산업의 생산성 제고를 위해 반드시 추진되어야 하는 사안으로 논의된다. 이를 통해 보다 다양한 솔루션들을 신속하게 검토하여 최적화된 해결책을 찾고, 복잡한 업무과정에서 효율적인 의사결정을 내리며, 정보를 통합하여 건축

물의 생산과정 오차를 줄이고 업무 흐름을 개선하는 등의 효과를 기대할 수 있다.

예를 들어, 국내 랜드북 또는 미국의 업코드(UpCodes)는 사업의 부지, 건축물 용도, 형태 등에 적용되는 다양한 규제들을 한 번에 검토하여 최적화된 솔루션을 제시하는 기술을 선보이고 있다. 국내 랜드북은 빅데이터를 활용한 토지개발 사업 타당성 분석 플랫폼으로서 부지 주소를 입력하면 토지면적, 용도지역, 토지이용계획을 바로 확인할 수 있도록 하며, 인공지능을 활용한 토지 내 건물 모델링도 조회할 수 있다. 미국의 업코드는 설계과정에서 만들어진 3D모델을 스캔하여 건축법규 및 규제 부적합 사항을 자동으로 알려줘 건축기획 및 설계단계에서의 법규 검토에 따른 시간을 단축 시켜준다. 미국 사이드워크랩(Sidewalk Labs)의 델브(Delve)는 클라우드 컴퓨팅, 머신 러닝을 활용하여 특정 부지 내 최적의 용적률, 일조량, 편의시설 접근성, 인프라 활용 조건을 검토한 설계안을 제시하기도 한다.²⁸⁾



[그림 2-3] 랜드북(Landbook) 인터페이스

출처: 랜드북 웹사이트(<https://www.landbook.net/>)

국내의 건축산업 관련 보고서에서 가장 많이 언급되는 신기술 중 하나는 BIM과 디지털 트윈 기술이다.²⁹⁾³⁰⁾ BIM은 설계-시공단계의 통합적 관리와 건축 부재 개발, 공장 생산, 시설물 관리 등의 일련의 과정을 종합적으로 관리하는 것을 도모한다. 국토교통부는

28) Delve 웹사이트(<https://www.sidewalklabs.com/products/delve>)

29) 국토교통부는 2020년 「건설산업 BIM 기본지침」과 「2030 건축 BIM 활성화 로드맵」을 발표하여 BIM 관련 정책 및 연구개발을 적극 추진 중임

30) 국토교통부(2021, 4월 27일 보도자료)

2020년 「건설산업 BIM 기본지침」과 「건축 BIM 활성화 로드맵(21~30)」을 발표하여 BIM 관련 정책 및 연구개발을 적극 추진하고 있다. 「건설산업 BIM 기본지침」에 따르면 BIM은 “신속하고 정확한 의사결정을 지원하여 생산성(을) 향상”시키고 “위험요소를 최소화하고 품질, 안전 및 친환경을 극대화”하기 위해 도입 된다.³¹⁾ 또한, 「건축 BIM 활성화 로드맵(21~30)」에 의하면 “법정 인허가 처리기간 단축, 입찰가산점, 적정 대가 산정 기준 검토”를 통해 민간분야 BIM을 활성화하고, BIM 제출 지침을 마련할 예정이다.³²⁾ 영국에서도 2013년 「건설 2025(Construction 2025)」 보고서를 통해 2016년부터 모든 정부 발주 사업에 BIM을 적용할 것을 공표한 바 있다.³³⁾ 일례로, 맨체스터 타운홀(Manchester Town Hall)은 BIM 적용 선도 사례라 할 수 있는데, 시공 이전 과정에서 시공단계까지 불필요한 업무들을 줄여 공기를 9개월 단축한 것으로 홍보된다.³⁴⁾ BIM 등의 기술 활용은 기획-설계-시공-유지-관리단계 업무를 체계화하고 통합적 관리를 도모함으로써 새로운 비즈니스 모델을 만들 수 있다고 예측되기도 한다.³⁵⁾

디지털트윈 기술은 건축물 뿐 아니라 인프라, 자연환경, 도로, 녹지공간에 대한 데이터를 수집하여 안전한 공간환경 조성 및 효과적인 자산관리 지원을 도모하는데,³⁶⁾ 국내외적으로 다양한 시범 사업들이 추진되고 있다. 국내에서는 한국판 뉴딜의 대표 과제로서 디지털트윈국토가 추진되고 있다. 2021년 8월 국토교통부는 디지털트윈국토 시범사업 대상지 10곳을 선정하여 발표하였다.³⁷⁾ 이 중, 5개 지자체는 기반구축사업, 나머지 5개 지자체는 균형발전사업으로 구분된다. 기반구축사업은 화재대응, 지능형 하천 관리, 해안도로 침하 예측 시스템 등의 내용을 포함하며, 균형발전사업은 군단위 지자체를 대상으로 토지개발 인허가 지원시스템, 관광단지 디지털트윈 플랫폼 구축 등의 내용을 포함한다. 해외의 경우, 예를 들어, 영국은 중앙부처와 캠브리지 대학이 파트너십을 형성하고 국가 디지털트윈 프로그램(UK National Digital Twin Programme, NDTP)을 통해 디지털환경구축센터(Centre for Digital Built Britain)를 운영하고 있다.³⁸⁾ NDTP의

31) 국토교통부(2020a, p. 9)

32) 국토교통부 건축정책관(2020, p. 7)

33) HM Government(2013, p. 9)

34) HM Government(2013, pp.8-9)

35) Pieper, C. 외(2018, pp.9-10)

36) Centre for Digital Built Britain(<https://www.cdbs.cam.ac.uk>)

37) 국토교통부(2021, 8월 11일 보도자료)

목적은 건조환경의 최종 소비자인 일반 시민을 위해 보다 나은 공공 인프라 및 서비스 제공, 고성능 인프라 구축을 통한 생애주기 비용 효율화, 자원의 효율적 활용을 통한 환경 보호 등이다.³⁹⁾ 특히, 저탄소 도시 정책이 도시 경쟁력의 핵심 요인으로 논의되는 가운데, 디지털트윈을 이용하여 지속가능한 환경을 구축하는 것은 건축 및 건설산업의 주요한 프로젝트로 여겨지고 있다.⁴⁰⁾

한편, 우리나라 제3차 건축정책기본계획(2021-2025)에서는 스마트건축을 주요 정책과제의 하나로 정하고 있다. 이에 대한 세부내용으로는 스마트시티 및 BIM과 연계한 스마트건축 활성화 추진, 스마트시티와 같은 대규모 R&D사업과 기술 연계 필요성 등을 강조하고 있다.⁴¹⁾ 이와 더불어, 제1차 건축서비스산업 진흥 기본계획(2019-2023년)은 건축서비스산업 연구개발(R&D)을 산업 기반 구축을 위한 주요 과제로 설정하고 있다. 이를 통해 지금의 건설산업 위주 대규모 기술개발에서 벗어나 건축서비스산업 육성을 위한 신기술 융합, 공간 콘텐츠 활용 등의 연구개발의 필요성과 방안을 제시하고 있다.⁴²⁾

■ 영국 웨스트 캠브리지 디지털트윈 시설(West Cambridge Digital Twin Facility) 사례⁴³⁾

- 웨스트 캠브리지 디지털트윈 시설은 대학 캠퍼스 내 총 3개동(제조업연구소(Institute for Manufacturing(IfM)), 토목공학빌딩(Civil Engineering Building), 컴퓨터기술공학부(Department of Computer Science and Technology))으로 구성되어 있으며, 대학 시설관리부서(Estates Division)를 위해 정보 제공
- 본 연구사업은 총 3개의 단계로 진행 예정
 - (① 데이터 수집) 빌딩, 인프라, 자연환경에 센서를 설치하고, 드론 및 차량을 이용하여 건물, 도로, 자전거 도로, 보행도로, 녹지에 대한 정보 수집. 시설의 자산관리 측면에서 에너지 소비, 시설 점유율, 대기질, 교통량 및 속도, 시설 이용자 수 등을 파악하기 위해 센서 설치
 - (② 데이터 관리) 국가디지털트윈 프로그램 발전을 위해 다양한 데이터 스트림을 효율적이고 안전하게 접근할 수 있는 최적화된 플랫폼 및 정보관리 시스템 개발
 - (③ 의사결정 과정 지원을 위한 데이터 활용) 디지털트윈 데이터는 시설 안전성 및 효율성을 개선하여 효과적인 자산관리를 지원하며, 시설 운영의 문제를 감지할 수 있는 알고리즘 적용을 통해 시정조치를 가능하게 하고 시설 이용성을 극대화하는데 기여
- 데이터 상호운용성을 위한 새로운 기술 및 프로세스의 필요성
 - 자동 시설 문제 감지를 위해서는 데이터 수집, 분석 및 새로운 알고리즘 개발 필요
 - 자산의 실제 성능에 대한 정확한 데이터와 분석은 향후 건축물 조성의 설계, 시공, 유지·관리단계에서 보다 나은 의사결정을 할 수 있도록 구체적인 정보 제공 가능
- 방대한 양의 실시간 데이터를 수집 및 관리하여 적절한 주체에게 유의미한 정보를 제공하는 것은 디지털트윈 기술의 주요과제이며 데이터에 대한 투명성과 보안을 확보하는 것이 관건임
- 추진현황
 - 빌딩 센서 테스트는 IfM 건물과 컴퓨터기술공학부 건물에서 진행 중임
 - 2019년에 완공된 새로운 토목공학빌딩은 영국의 설계사무소인 그림쇼(Grimshaw Architects)에 의해 설계되었으며, 스마트 인프라 건설센터(Centre for Smart Infrastructure and Construction, CSIC)에서 수행하는 연

38) Centre for Digital Built Britain(<https://www.cdbb.cam.ac.uk/what-we-do/>)

39) Centre for Digital Built Britain(<https://www.cdbb.cam.ac.uk/what-we-do/>)

40) 국토교통과학기술진흥원(2013, p. 60)

41) 국토교통부(2021b, pp. 63-64)

42) 국토교통부(2018b, p. 40)

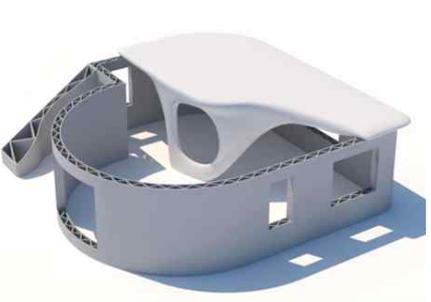
구의 일환으로 빌딩의 전생애주기 성능을 모니터링하기 위해 5개 센서 패키지를 설치하였음

- 향후에는 시설 점유율을 파악하기 위한 고밀 센서 설치 등을 테스트할 예정임
- 웨스트 캠브리지 디지털트윈 시설 프로그램의 연구진은 건설혁신허브(Construction Innovation Hub), CDBB 등과 연계되어 있으며 디지털트윈허브의 최초 등록 사례인 본 프로그램을 통해 디지털트윈 관련 산업을 선도하는 기관 및 주체들과 다각적으로 정보 공유

건축물 설계와 관련해서는 파라메트릭 설계, 삼차원프린팅이 주요하게 논의된다. 파라메트릭 설계를 통해 만들어진 3D모델은 디지털 제조방식과도 연계되어 설계에서 시공의 과정 통합이 가능하며, 3D프린팅 기술은 3D모델을 기반으로 재료를 적층구조로 쌓아 시공단계를 신속히 추진시킬 수 있다는 장점이 있다. 관련하여 정부는 「2021년 삼차원프린팅산업 진흥 시행계획」을 통해 해당 산업에 968.3억 원을 투자할 계획을 밝혔으며 한국건설기술연구원 3D프린팅 연구단은 3D프린팅 핵심기술 개발 및 테스트베드를 추진하여 기술의 상용화를 도모하는 등 다양한 노력이 이루어지고 있다.⁴⁴⁾⁴⁵⁾ 한국건설기술연구원은 현재 부산 에코델타시티 스마트시티 가로 시설물에서부터 사용자와 상호작용 가능한 에코빌, ATM, 파빌리온 등과 같은 시설까지 3D프린팅 기술을 적용하여 설치하고자 한다.



[그림 2-4] 부산에코델타시티 홍보관 조감도
출처 : 김태형(2021, 4월 7일 기사)



[그림 2-5] 3D프린팅 모델
출처 : 이상오(2019, 4월 17일 기사)

3D프린팅 분야 선도 기업 중 하나인 미국의 ICON사는 주택 취약계층을 위해 저렴한 주택을 신속하게 공급하고 있다. 2019년 멕시코 저소득층 주민 400인을 위한 주택 50동을 조성하였으며, 주택 1동당 건설 소요시간은 24시간 미만 소요되었던 것으로 알려졌다.⁴⁶⁾

43) Angela Walters(2020, 12월 14일 기사)
 44) 과학기술정보통신부(2021, 3월 5일 보도자료)
 45) 2021.04.30. 전문가 초청 세미나(“3D프린팅 기술 기반 건축물 시공 자동화 기술”, 서명배 한국건설기술연구원 수석연구원) 회의 내용
 46) ICON 홈페이지(<https://www.iconbuild.com/updates/icon-new-story-echale-unveil-first-homes>)

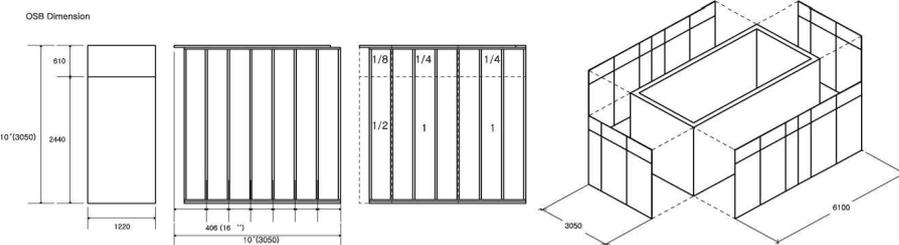


[그림 2-6] ICON사의 3D프린팅 주택 커뮤니티
 출처: ICON 웹사이트(<https://www.iconbuild.com/updates/icon-new-story-echale-unveil-first-homes-in-3d-printed-community/>)

[그림 2-7] ICON사의 3D프린팅 장비
 출처: ICON 웹사이트(<https://www.iconbuild.com/updates/icon-new-story-echale-unveil-first-homes-in-3d-printed-community/>)

□ 설계 및 시공단계 과정에서의 표준화

건축산업활동의 표준화, 규격화의 한계는 수요자에 대한 적극적 서비스 제공을 저해시키며 이에 따라 자재 및 설계도면의 표준화 필요성이 주요 사안으로 논의되고 있다. 건축산업에서의 표준화는 건축 제품, 구조, 부재 등의 표준 사양 도입으로 다른 제품과의 호환성을 확보하고 건축산업 생산체제 효율화에 기여할 수 있다. 이외에도 설계도면의 공통 사양 등을 정하여 건축 서비스, 규정 준수 측면에서의 일관성을 확보하는 것이 중요하다.



[그림 2-8] 패넬라이징 공법을 위한 패넬표준모듈
 출처: 강태웅. (2021). 2021년 건축서비스산업 육성 지원사업 전문가 원고 의뢰(건축서비스 혁신기업의 혁신활동 사례 원고). 건축공간연구원 내부자료.

건축산업의 표준화와 관련된 건설방식인 모듈화, 프리패브(prefabrication)는 건설비용 저감, 사업의 예측성 제고, 시설 운영·관리 비용을 절감시킨다는 측면에서 장점으로 논의된다. 2017년 맥킨지 보고서는 맞춤형 솔루션 또는 뛰어난 디자인 품격이 요구되지 않은 시설에 한해서는 표준화 또는 모듈화를 통해 공정을 단순화시켜 보다 효율적으로 사업을 추진할 필요가 있다고 설명한다.⁴⁷⁾ 더 나아가, 모듈화 및 프리패브 건설방식은

-in-3d-printed-community/)

단순히 반복적 건축물 요소들을 공장에서 대량 제작하는 것에 머물지 않고 파라메트릭 설계와도 연계될 수 있는데, 반복적 요소의 가변성을 정교하게 제작하여 비정형 설계를 실현해나가는 과정에 사용될 수도 있다.⁴⁸⁾

□ 건축산업 프로젝트 관리 방식 개선 및 새로운 비즈니스 모델 형성

건축물 조성과정에서는 정확한 현장 정보를 바탕으로 예산 및 일정계획을 수립하여 사업추진과정에서의 변동사항을 최소화시키는 것이 중요하다. 이를 위해 시공현장을 드론으로 촬영하여 정확한 3D 디지털 영상을 확보하거나 런던 히드로공항 터미널 5의 경우, 레이저 스캐닝 기술을 활용하여 3D/BIM 모델을 구축하는 등 건축산업 프로젝트 관리 방식에서의 혁신이 이루어지고 있다.⁴⁹⁾ 제3차 건축정책기본계획(2021-2025)에서도 드론과 같은 기기를 통해 확보한 3D모형을 바탕으로 안전점검을 하는 등 건축물의 안전 성능을 강화하는 방식이 새롭게 모색되고 있다.⁵⁰⁾

특히, BIM과 같은 기술은 건축물 조성과정의 통합적 접근 및 추진을 가능하게 하는데 이를 통해 새로운 비즈니스 모델이 등장하고 있는 추세이다. 예를 들어, BIM을 통해 건축 자재 구매과정이 간소화되는데 건축주의 입장에서는 일정과 예산에 있어 투명성을 확보할 수 있기 때문에 장점이 있어 산업활동의 방향이 점진적으로 바뀔 수 있다.⁵¹⁾ 건축 자재 생산 기업들은 이러한 변화에 대응하기 위해 제품 정보를 온라인으로 제공하고 건설 장비 업체 또는 시공 업체들과 보다 긴밀한 연계를 구축하거나 합병하는 등의 변화도 모색할 수 있다.⁵²⁾

이와 더불어, 기존의 건축산업 대기업들이 빠르게 변화하는 디지털 기술을 접목시키기 위해 스타트업이나 강소기업과 협력하는 방식으로 사업을 진행하는 등 다양한 프로젝트 관리 방식 및 모델이 시도되고 있다.⁵³⁾ 근래에는 복합건축물의 이용이 증가되고 기존 건축물 리모델링 및 용도변경이 증가하면서 설계 및 시공단계가 복잡해지는 등 디지털 기반의 효율적인 생산방식과 프로젝트 관리 방식에 대한 요구가 증대되는 상황이다.

47) Barbosa, F. 외(2017, p.8)

48) Barbosa, F. 외(2017, p.79)

49) Gerbert, P.외(2016, p.5)

50) 국토교통부(2021b, p. 48)

51) Pieper, C.외(2018, p. 9)

52) Pieper, C.외(2018, pp. 9-10)

53) World Economic Forum & Boston Consulting Group(2017, p.32)

② 건축물 가치 향상 및 이용방식 변화

□ 건축물 공간 활용 가치 제고

세계경제포럼(World Economic Forum, WEF) 2017년 보고서(『Shaping the Future of Construction: Inspiring innovators redefine the industry』)는 최근의 혁신적인 건축 프로젝트 사례들을 검토하였는데, 혁신사례 건축물은 시설의 효율성을 극대화하여 건축물의 가치를 향상시킨다는 공통점을 갖고 있다. 건축물의 가치가 향상된다는 것은 물리적 공간 이용성이 제고되고 최적의 공간환경이 조성된다는 측면으로 설명할 수 있다. 예를 들어, IoT 기술 활용을 통해 엘리베이터, 조명, 냉방 시스템 등을 단일 네트워크로 조정하고, 건축물 내부 센서 설치를 통해 실내 온도, 조명을 컨트롤하며, 이용도가 높은 실을 효율적으로 관리하는 등의 방식이다.⁵⁴⁾ 실내 환경을 단일 시스템으로 조절하는 스마트 시설관리(smart facility management)는 최적의 실내 환경을 조성함으로써 궁극적으로 근무자 및 시설 이용자의 편의성을 제고한다.⁵⁵⁾

□ 건축물 유지·관리 비용 및 환경 부하 감소

건축물의 공간 이용성 제고는 시설 사용자 편의를 증진시킬 뿐 아니라 건축물의 유지·관리 비용과 환경부담을 감소시키는 긍정적 결과로 이어질 수 있다. 다시 말해, 특정 공간이 이용되는 시간대와 사용자 수 등에 대한 정보를 바탕으로 조명이나 냉난방 시스템을 제어하여 에너지 사용량을 절감 시키고, 이에 따라 시설 운영비용도 절감시킬 수 있다. WEF(2017) 보고서에 따르면 스마트 시설관리를 통해 건축물의 에너지비용은 20-40%까지 감소될 수 있을 것으로 전망하고 있다.⁵⁶⁾ 건축물의 에너지 효율화와 같은 환경적 지속가능성에 대한 사안은 국내외에서 중요하게 논의되는 이슈로 EU는 환경규제 강화로 인해 발생하는 갈등의 해결과 어떻게 기업들에게 적정 인센티브를 부여할 것인가에 대한 논의를 지속하고 있다.⁵⁷⁾⁵⁸⁾ 더불어, 환경 규제들은 앞으로 보다 강화될 것으로 예상되고 있으며, BIM 도입 확대, 신소재 개발 등 건축산업 친환경 기술 분야에 대한 지속적인 연구와 다양한 대응방안이 강구되어야 한다.⁵⁹⁾

54) World Economic Forum & Boston Consulting Group(2017, p.26)

55) World Economic Forum & Boston Consulting Group(2017, p.27)

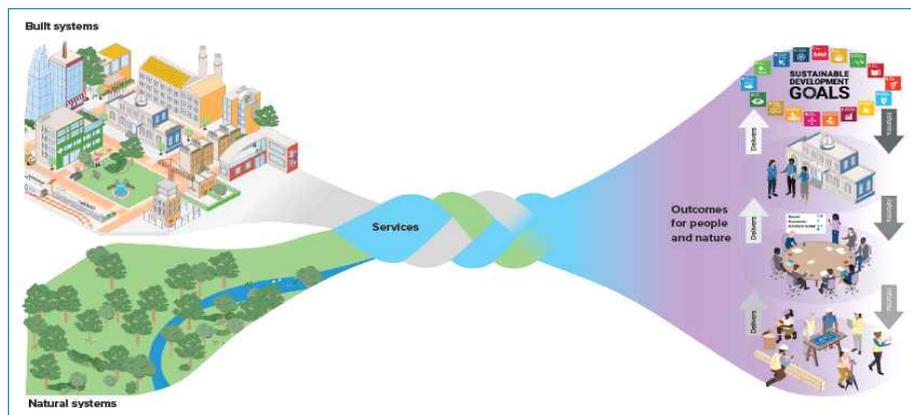
56) World Economic Forum & Boston Consulting Group(2016, p.33)

57) 국토교통과학기술진흥원(2013, p. 58)

58) European Union(2018, p.113)

□ 새로운 건축물 정보의 생산과 산업적 활용

건축물 활용에 대한 데이터가 축적됨에 따라 공간 활용에 대한 정보와 최상의 실내 환경 구축에 대한 노하우가 동시에 축적되어 건축물 전생애 성능이 전반적으로 향상되는 효과를 기대할 수 있다. 이러한 자료는 설계단계에서는 건축 자재 선택, 배치계획, 입면 설계 등에 영향을 미칠 수 있으며, 건축물 성능 개선을 위한 자료가 고도화됨에 따라 설계하는 방식에도 변화가 있을 수 있다. 이와 관련하여 스마트 미터와 같은 기기 산업이 성장하는 등 에너지 산업에도 수요 변화가 예상되며, 결과물로서의 건축물 및 건축 서비스가 고도화됨에 따라 건축물 유지관리 시장이 확대되는 등 새로운 시장 개척의 가능성도 존재한다.⁶⁰⁾⁶¹⁾

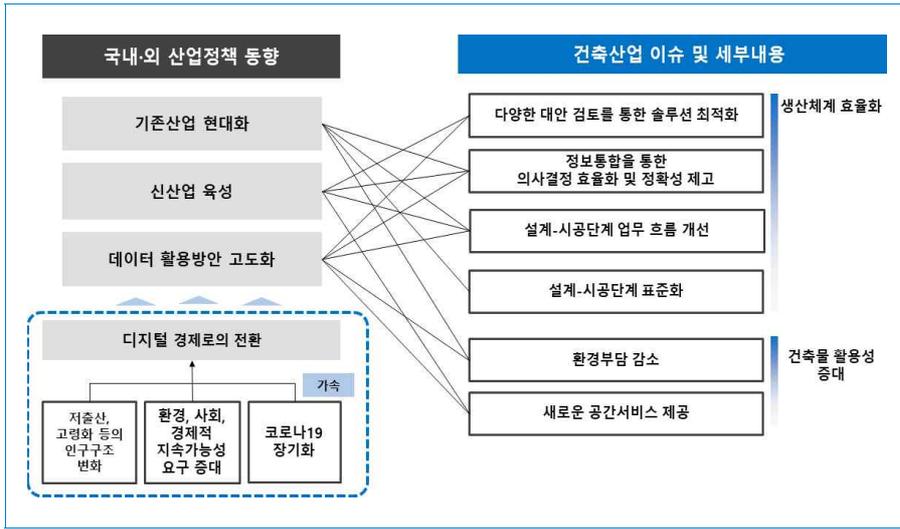


[그림 2-9] 서비스를 제공하는 플랫폼으로서의 건조환경
출처: Construction Innovation Hub(2021, pp.12-13)

59) European Union(2018, pp. 113-116)

60) World Economic Forum & Boston Consulting Group(2016, p.23)

61) 국토교통부(2021b, pp. 55-56)



[그림 2-10] 국내외 산업정책 동향과 건축산업의 이슈
출처: 연구진 작성

2. 국내 건축산업 현황 및 문제점

1) 국내 건축산업 현황

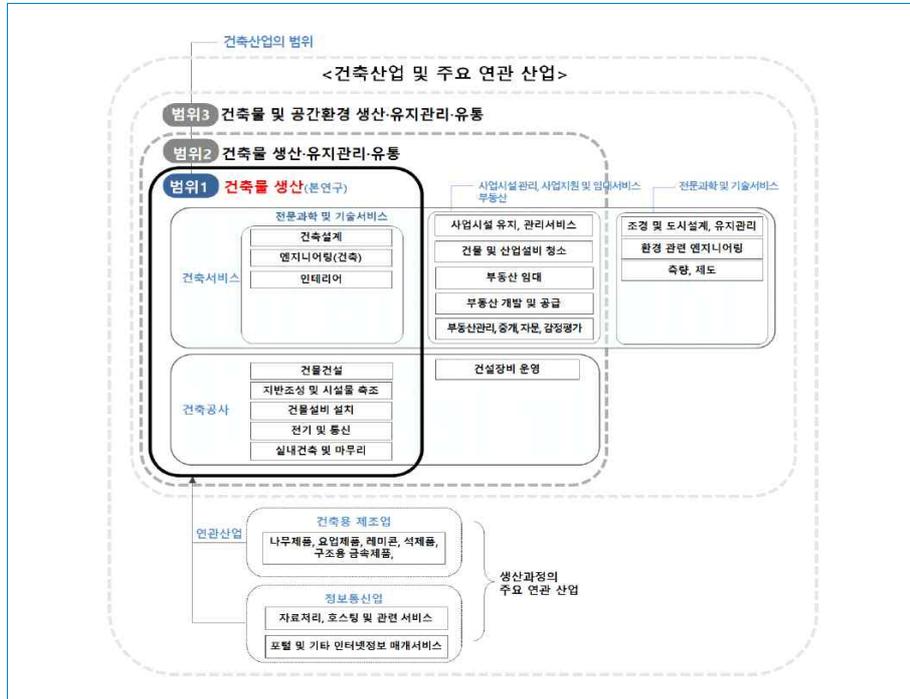
□ 분석 대상

염철호 외(2021) 연구에서는 건축관련 법령, 한국표준산업분류, 선행연구 등을 바탕으로 건축산업의 정의를 ‘건축물과 공간환경을 조성하고 유지·관리하는 과정에서 부가가치를 생산하는 산업활동⁶²⁾’으로 규정하였다. 또한 해당연구에서는 건축산업의 1차 범위를 ‘건축물 조성’을 위한 ‘건축서비스’와 ‘건축공사’로 한정하였으며, 다만 산업적 파급효과 측면에서 범위2 ‘건축물 생산과 유지관리, 유통’, 범위3 ‘건축물 및 공간환경 생산·유지관리·유통’으로 확대한다.(그림2-11)

이 중 본 절의 건축산업 현황분석 범위는 가장 직접적인 대상으로서 범위1의 건축물 생산활동 즉, 건축서비스와 건축공사로 제한한다. 현행 한국표준산업분류의 건축서비스

62) 염철호 외(2021, p.18)

는 ‘건축설계 및 관련 서비스업, 건물 엔지니어링 서비스업, 인테리어 디자인업’이, 건축 공사는 건설업 중 ‘건물건설업, 기반조성 및 시설물 축조 관련 전문 공사업, 건물설비 설치 공사업, 전기 및 통신 공사업, 실내건축 및 건축마무리 공사업, 시설물 유지관리 공사업’이 해당한다.(표2-6)



[그림 2-11] 건축산업의 범위

출처: 염철호 외(2021, p.18)

[표 2-6] 건축산업의 범위

대분류	중분류	소분류	세분류	세세분류
건설업	종합 건설업	건물 건설업	주거용 건물 건설업	단독 주택 건설업
				아파트 건설업
			비주거용 건물 건설업	기타 공동 주택 건설업
				사무·상업용 및 공공기관용 건물 건설업
	전문직별 공사업	기반조성 및 시설물 축조 관련 전문 공사업	기반조성 관련 전문공사업	제조업 및 유사 산업용 건물 건설업
				기타 비주거용 건물 건설업
			건물 및 구축물 해체 공사업	건물 및 구축물 해체 공사업
				토공사업
				보링, 그라우팅 및 관정 공사업
				파일공사 및 축조관련 기초 공사업

대분류	중분류	소분류	세분류	세세분류
				기타 기반조성 관련 전문공사업
			시설물 축조 관련 전문 공사업	철골 및 관련 구조물 공사업
				콘크리트 및 철근 공사업
				조적 및 석공사업
				포장 공사업
				철도 궤도 전문 공사업
				수중 공사업
				비계 및 형틀 공사업
				지붕, 내·외벽 축조 관련 전문공사업
				기타 옥외 시설물 축조관련 전문공사업
		건물설비 설치 공사업		건물설비 설치 공사업
			건물용 기계·장비 설치 공사업	
			방음, 방진 및 내화 공사업	
			소방시설 공사업	
			기타 건물 관련설비 설치 공사업	
	전기 및 통신 공사업		전기 공사업	일반 전기 공사업
				내부 전기배선 공사업
			통신 공사업	일반 통신 공사업
				내부 통신배선 공사업
	실내건축 및 건축마무리 공사업		도장, 도배 및 내장 공사업	도장 공사업
				도배, 실내 장식 및 내장 목공사업
			유리 및 창호 공사업	유리 및 창호 공사업
			기타 건축 마무리 공사업	미장, 타일 및 방수 공사업
				건물용 금속 공작물 설치 공사업
				그 외 기타 건축 마무리 공사업
		시설물 유지관리 공사업	시설물 유지관리 공사업	시설물 유지관리 공사업
전문, 과학 및 기술 관련 서비스업	건축 기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업	건축 기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업	건축 및 조경 설계 서비스업	건축 설계 및 관련 서비스업
		기타 과학기술 서비스업	엔지니어링 서비스업	건물 및 토목 엔지니어링 서비스업
	기타 전문, 과학 및 기술 서비스업	전문 디자인업	전문 디자인업	인테리어 디자인업

주) 엽철호 외(2021) 연구에서 정하고 있는 건축산업 범위(엽철호 외(2021)연구의 [표 2-3] 건축산업 전체 범위 및 본 연구에서 설정한 건축산업의 범위 1에 해당하는 세부 산업)에 해당하는 산업만 표로 나타냄

출처 : 엽철호 외(2021, pp.18-19)를 참고하여 연구진 작성

□ 분석내용

먼저 건축물 조성 및 유지관리 과정 전반적인 현황과 특성을 살펴보았다. 선행연구⁶³⁾를 참조하여 건축산업 구성요소 및 관계를 파악하여 구조적 특성을 도출하였다. 이어 건설업조사, 건축물 통계, 건축허가 및 착공통계 등 통계청에서 공표된 국가승인 또는 법적 통계⁶⁴⁾와 산업통계분석시스템(ISTANS)⁶⁵⁾통계 자료를 토대로 건축산업의 규모(매출액, 사업체 및 종사자 현황) 및 경쟁력(일자치 창출 효과, 부가가치 등)을 파악하였다.

① 국내 건축산업의 구조

□ 구성요소

건축산업은 크게 산업주체와 산업생산물로 구성된다. 산업주체는 다시 수요자와 공급자로 구분할 수 있는데, 수요자는 또는 스스로 그 공사를 하는⁶⁶⁾ 건축주, 그리고 건축물을 이용자가 해당된다. 건축주는 중앙정부기관, 지방자치단체, 공기업 등 공공기관과 민간을 포함하며 개인, 단체, 기업체 등으로 구분할 수 있다. 현재 기존 건축물을 대상으로 소유자 유형별 건축물 현황 통계를 살펴보면, 건축시장은 민간(개인) 수요자가 차지하는 비중이 가장 높은 것으로 확인된다.

[표 2-7] 소유구분별 건축물 현황

(단위: 동)

구분	2016	2017	2018	2019	2020
국공유	185,271	190,074.5	196,263.1	202,796.2	210,338.3
개인	5,636,849	5,666,894.2	5,688,484.3	5,700,184.5	5,697,728.3
법인	434,117	451,749.8	474,030.2	498,525	521,159
그 외 기타	798,497	817,807.4	833,134.4	841,966.3	846,040.4
합계	7,054,733	7,126,526	7,191,912	7,243,472	7,275,266

출처: 국토교통부, 건축물통계(2016년~2020년), 소유구분별 건축물 현황(https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=116&tblId=DT_MLTM_560&conn_path=12)

63) 이복남 외(1988), 조태일(2020)

64) 엄철호 외(2021)연구, 건설업조사(2015년~2019년), 전국사업체조사(2016년~2019년), 건축물 통계(2015년~2020년), 건축허가 및 착공 통계(2016년~2020년)를 활용

65) 산업통상자원부 주관 아래 산업연구원이 운영 및 관리하는 산업통계 포털로 다양한 산업통계 및 산업분석 정보 파악 가능(산업통계 분석시스템 홈페이지 주소: istans.or.kr)

66) 건축법. 법률 제18341호. 제2조제1항제12호

공급자는 수요자에게 건축서비스와 공사를 제공하는 자로서 분야별 기술자, 사업체 등이 해당한다. 한국표준산업분류는 이를 세분류, 세세분류 산업으로 구분한다. 세부 분야별 공급자는 상호 협업 체계를 구축하고 통합적으로 업무를 수행한다. 건축서비스와 공사 활동의 생산물이 건축물이며 이의 유지·관리, 임대, 매매 등 건축물 내외에서 발생하는 서비스가 포함될 수 있다. 이는 다양한 유통 과정을 거쳐 수요자에게 공급된다.

□ 생산구조

건축산업의 생산 활동은 수요자와 공급자간 도급 계약체결을 통해 시작되며, '기획-설계-시공-사용'의 절차를 거치게 된다. 이 때 발주자는 수요자, 사업자는 공급자로 볼 수 있다. 도급이란 「건설산업기본법」 제2조에 따르면 건설공사를 완성할 것을 약정하고, 상대방이 그 공사의 결과에 대하여 대가를 지급할 것을 약정하는 계약을 말한다.⁶⁷⁾ 건축 공사는 건설공사에 포함되므로 건축산업 또한 공급자가 건축물 또는 서비스를 제공할 것을 약정하고 수요자가 그에 대한 대가를 지급하는 도급의 형식으로 이루어진다.⁶⁸⁾

■ 발주방식의 종류

- 건축주가 발주하는 방식은 여러 형태가 있으나, 대표적으로 전통적 분리방식, CM방식, 턴키방식이 있음
 - 전통적 분리발주 방식 : 설계와 시공이 분리되어 수행되며, CM방식은 발주자의 대리인으로서 전문 조직이 프로젝트 수행을 관리하는 형태를 의미함. 턴키 방식은 설계와 시공의 모든 의무와 책임이 단일한 조직에 위임되는 발주방식임
 - 통합발주 방식 : 설계도서가 확정된 공사 전체를 업체에 일괄로 발주하는 방식으로 건설공사에서는 주로 종합건설업체가 종합적인 공사계획과 공사관리 및 조정업무를 담당하고 하도급업체인 전문건설업체가 각 공종별로 전문분야의 시공을 담당함
 - 분리발주 방식 : 발주기관이 공종별로 능력을 보유한 업체에게 나누어서 발주하는 방식으로 종합적인 공사계획과 관리업무를 발주자 또는 CM사가 수행하고, 시공업무는 원도급업체가 담당하여 하도급 공사가 발생하지 않는 발주 방식을 말함
- 출처 : 이복남 외(1988, pp.2-3), 조태일(2020, pp.15-16)

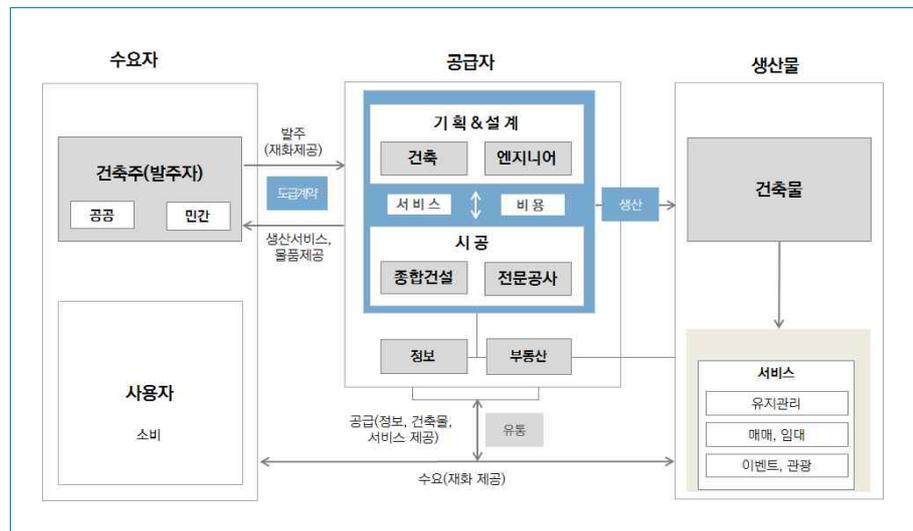
이러한 생산체계에서 건축산업은 발주자의 요구에 많은 영향을 받는다. 각각의 사업 발주자가 원하는 건축물은 매우 다양하고 발주여건도 다르기 때문이다. 이에 생산방식, 인력, 비용, 기간 등이 달라질 수 있다. 또한 발주자의 요청뿐만 아니라 인력수급, 물가변동 등 시장여건에 따라 산업활동 상황도 달라질 수 있다. 결과적으로 건축산업은 공사 과정에 필요한 재료나 부품 등을 제외하고 제조업과 같이 생산품 단위로 표준화된 공정을 설정하기가 어렵고 예정생산이 어려운 구조적 특징이 있다.

건축산업 생산과정은 전문분야별 사업체 또는 전문기술자 협력이 매우 중요한데, 발주요청을 받은 사업체가 생산 과정에 필요한 모든 수단, 기술, 인력 등을 보유하고 있지 않

67) 건설산업기본법. 법률 제18338호. 제2조제11호

68) 수요자인 건축주가 직접 사업을 추진하는 경우는 제외

는 한 생산 활동을 일괄 수행하기에 한계가 있다.⁶⁹⁾ 이는 산업 분야별 협력 체계 구축 또는 ‘하도급’ 계약을 통해 대응 가능하다. 「건설산업기본법」에서 규정하고 있는 하도급이란 도급받은 건설공사의 전부 또는 일부를 다시 도급하기 위하여 수급인(발주자로부터 건설공사를 도급받은 건설사업자)이 제3자와 체결하는 계약을 말한다.⁷⁰⁾ 즉 발주자로부터 도급받은 업무의 전부 또는 일부를 재도급하여 수행하는 방식이다. 이는 건축설계-건축엔지니어링 간에도 발생한다.⁷¹⁾ 이처럼 건축산업은 사업 발주 이후 설계부터 시공, 이용과정까지 다양한 형태의 계약체결과 전문기술인의 협업을 요하는 복잡한 산업 분야로 이해할 수 있다.



[그림 2-12] 건축산업의 구조
출처: 연구진 작성

② 건축산업의 규모

□ 건축산업의 GDP(Gross Domestic Product; 국내총생산)

GDP(국내총생산)는 일정 기간 국내에서 생산된 재화와 서비스의 시장가치의 합계⁷²⁾를 말하는데, 전년도 대비 금년도 GDP 변동 정도를 바탕으로 경제성장률⁷³⁾을 파악하는 중

69) 「건축법」, 「건축사법」, 「건설기술 진흥법」 등 건축 관련 법령에서도 건축설계와 건축공사 업무 수행 전문 기술자를 구분함

70) 건설산업기본법. 법률 제18338호. 제2조제12호

71) 건축사와 건축엔지니어링의 하도급은 「하도급법」을 적용

72) 이성표(2009, p.22)

요한 지표이다. 전체 GDP에 대한 산업별 비중을 통해 각 산업활동 및 성과가 우리나라 전체 산업에서 차지하는 비중과 산업의 위상을 확인 할 수 있다.⁷⁴⁾ 2020년 기준 건축산업의 GDP는 약 87조원으로 우리나라 전체 GDP(약 1,900조원)의 약 4.55%의 비중을 차지한다.⁷⁵⁾ 이는 국내 주요 산업인 제조업(약 480조원) GDP의 약 18.2%에 해당하는 수치다. 또한, 2017년 대비 제조업의 GDP는 감소 추세를 보이지만 건축산업은 약 3.5% 증가하는 등 미래 성장가능성도 타 산업 대비 높을 것으로 전망된다.

[표 2-8] 국내총생산 및 산업별 GDP

(단위 : 십억 원)

구분	2017	2018	2019	2020
국내총생산	1,853,698.20	1,898,192.70	1,919,039.90	1,924,824.20
건축산업 GDP	84,645.89	84,419.98	87,812.64	87,599.14
종합건설업 GDP	68,671.30	70,609.30	69,131.70	67,389.00
전문공사업 GDP 추정치*	12,718.98	13,810.68	15,303.53	16,840.94
건축서비스업 GDP 추정치**	3,2555.61	3,376.80	3,377.41	3,369.20
제조업 GDP	494,644.90	505,650.20	485,945.70	480,093.10

* 건물공사업 추정치 : 전문직별공사업 GDP값 ÷ 종합건설업 내 건물건설업 사업체수 비율

** 건축서비스업 추정치 : (건물건설업 GDP + 건물공사업 GDP 추정치) × 0.04

출처 : 연합뉴스 외(2021, p.39)

□ 건축산업의 매출액

2019년 기준 건축산업의 매출액은 약 360조원으로 2016년(약 291조원) 대비 약 24.0% 증가하였다. 분야별로는 건축공사 매출액이 2016년 277조원에서 2019년 345조원으로 약 24.5%, 건축서비스는 2016년 14조원에서 2019년 16조원으로 약 14.0% 증가하였다.

[표 2-9] 건축산업 매출액 추이 (2016-2019)

(단위 : 백만원, %)

구분	2016	2017	2018	2019
건축공사	277,033,737	341,357,180	353,928,596	344,984,581
건축서비스	14,274,771	15,244,859	16,445,426	16,273,992
합계	291,308,508	356,602,039	370,374,022	361,258,573
전년도 대비 증감률	-	22.4	3.9	-2.5

* 건축산업 매출액(합계)의 전년도 대비 증감률로 소수점 둘째자리에서 반올림

출처 : 연합뉴스 외(2021, p.34)를 참고하여 작성

73) 경제성장률 = {(금년도 실질 GDP - 전년도 실질 GDP) ÷ 전년도 실질 GDP} × 100

출처 : 국가지표체계(2021, <https://www.index.go.kr/unify/idx-info.do?idxCd=4201>)

74) 산업연구원에서 발간 중인 주요산업동향지표(단행본)에서는 '산업별 GDP 비중'을 산업위상 및 특성을 파악하는 지표로서 각 산업별 활동 및 성과들이 우리나라 전체산업 또는 제조업 내에서 어느 정도의 비중을 차지하는지 설명하는 지표로 사용 / 출처 : 산업연구원(2008, p.4)

75) 연합뉴스 외(2021, p.39)

건축산업 전체 사업체당 매출액은 2017년도에 약 49억 원으로 가장 높게 나타났으며, 이후 감소하는 경향을 보였으나, 2019년 44억 원으로 2016년(42억 원) 대비 약 4.2% 증가하였다. 분야별로는 2019년도 건축공사 사업체당 매출액은 2016년도 대비 4.3% 증가하여 약 54억 원, 건축서비스는 2019년도 사업체당 매출액 9억 2천만원으로 2016년 대비 약 3.3% 감소하였다. 그러나 지난 5년 동안 꾸준히 매출규모가 상승하는 것으로 미루어 향후 건축산업의 매출액은 증가할 것으로 예상된다.

[표 2-10] 건축산업 사업체당 매출액 추이 (2016-2019)

(단위 : 백만원 / 개)

구분	2016	2017	2018	2019
건축공사	5175.59	5996.72	5800.40	5400.76
건축서비스	955.86	999.01	978.89	924.76
건축산업	4255.04	4940.18	4759.55	4433.98

주1) 사업체 당 매출액 = 매출액 ÷ 사업체수

주2) 건축산업 사업체당 매출액은 건축산업 매출액을 건축산업 전체 사업체수로 나눈 것으로 건축공사 및 건축서비스의 사업체당 매출액의 합계와 다를 수 있음

출처: 영철호 외(2021, p.28, 34)를 참고하여 연구진 작성

□ 사업체 수

건축산업의 사업체수⁷⁶⁾는 최근 4년(2016년 ~ 2019년) 동안 증가 추세를 보였다. 특히, 2018년은 전년도 대비 사업체수가 가장 많이 증가하였고(8%), 이후 2019년에는 8만개를 넘었다. 이는 2016년 대비 약 4.7%가 늘어난 수치다.

[표 2-11] 건축산업 사업체수 추이 (2016-2019)

(단위 : 개, %)

구분	2016	2017	2018	2019
건축공사	53,527	56,924	61,018	63,877
건축서비스	14,934	15,260	16,800	17,598
합계	68,462	72,184	77,817	81,475
전년도 대비 증감률*	-	5.4	7.8	4.7

* 건축산업 사업체수(합계)의 전년도 대비 증감률로 소수점 둘째자리에서 반올림

출처: 영철호 외(2021, p.28)를 참고하여 연구진 작성

□ 종사자수

2019년 건축산업 종사자수는 전년 대비 감소했으나 전체 종사자수는 증가하였다. 2016년부터 2019년까지 연평균 약 5%씩 늘어나 2019년도 전체 종사자수는 150만 명을 넘

76) 선행연구(영철호 외, 2021)에서 건설업 조사를 통해 건축공사 분야 기업체수를 파악하였으며, 서비스업 조사를 통해 건축서비스 분야 사업체 수를 파악함

었다. 이 중 건축서비스분야 종사자는 전체의 10%에 못 미치지만 2016년 이후 지속 증가양상을 보이고 있다.

[표 2-12] 건축산업 총 종사자수 추이 (2016-2019)

(단위 : 명)

구분	2016	2017	2018	2019
건축공사	1,213,772	1,368,305	1,429,243	1,402,281
건축서비스	119,566	124,022	133,359	134,805
합계	1,333,338	1,492,327	1,562,602	1,537,086
전년도 대비 증감률*	-	11.9	4.7	-1.6

* 건축산업 종사자수(합계)의 전년도 대비 증감률로 소수점 둘째자리에서 반올림
출처: 연합뉴스 외(2021, p.30)를 참고하여 작성

□ 건축사업 종류 및 규모

최근 5년 건축물 현황 자료⁷⁷⁾에 따르면 전국 건축물은 2020년 기준 약 727만동으로 2015년(약 705만동) 대비 약 3% 증가하였다. 이에 건축시장의 사업 건수도 비슷한 수준의 증가추세를 예측할 수 있다.

또한, 면적별 건축물 현황을 살펴보면 최근 5년간 전체 건축물 중 100㎡ 미만의 소규모 건축물의 비중이 가장 높고 500㎡ 미만이 전체의 약 85% 이상을 차지하는 것으로 파악되는 바, 건축시장의 산업활동은 대체로 소규모사업을 주축으로 형성되고 있음을 짐작할 수 있다.

[표 2-13] 면적별 건축물 현황 추이

(단위 : 동)

구분	2016	2017	2018	2019	2020
1백㎡미만	3,253,408	3,256,290	3,256,250	3,251,455	3,240,095
1백㎡~2백㎡미만	1,578,185	1,588,855	1,599,626	1,610,321	1,618,277
2백㎡~3백㎡미만	524,035	529,985	535,392	539,883	542,622
3백㎡~5백㎡미만	736,301	756,192	772,117	783,271	790,710
5백㎡~1천㎡미만	511,191	528,863	546,098	560,388	571,588
1천㎡~3천㎡미만	254,699	261,841	270,159	278,544	286,094
3천㎡~1만㎡미만	143,036	148,306	153,346	158,115	162,179
1만㎡이상	53,878	56,194	58,924	61,495	63,701
합계	7,054,733	7,126,526	7,191,912	7,243,472	7,275,266

주) 매년 12월을 기준으로 파악된 전국 건축물의 동수

출처: 국토교통부, 건축물통계 (2016년 ~ 2020년), 면적별 건축물 현황(https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=116&tblId=DT_MLTM_540&conn_path=I2)

77) 매년 12월을 기준으로 파악된 전국 건축물의 동수

연도별 건축물 현황과 더불어 지난 5년 동안의 건축물 허가 및 착공 현황⁷⁸⁾을 살펴보면, 매년도 건축물 동수 증감이 반복적으로 나타난다. 이는 곧 건축물 수요가 지속적으로 이어지고 있다는 것을 의미한다.

[표 2-14] 건축물 허가 및 착공 현황 추이

(단위 : 동)

구분	2016	2017	2018	2019	2020
건축물 허가	275,572	263,683	270,811	237,034	223,390
건축물 착공*	231,972	208,935	216,102	194,947	185,640

주) 건축물 착공은 증축, 개축, 재축, 이전, 대수선, 용도변경을 포함함

출처: 국토교통부, 건축허가 및 착공 통계 (2016년 ~ 2020년), 연도별 건축허가현황(https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=116&tblId=DT_MLTM_2264&conn_path=I2),

국토교통부, 건축허가 및 착공 통계 (2016년 ~ 2020년), 연도별 건축물착공현황(https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=116&tblId=DT_MLTM_2260&conn_path=I2)

③ 건축산업의 경쟁력

□ 일자리 창출 효과

일반적으로 산업의 일자리 창출 효과는 ‘고용 유발 효과’를 통해 파악할 수 있다. 고용 유발 효과란 특정 재화나 서비스에 관한 최종 수요가 늘어나 직간접적인 고용 변화를 일으키는 효과이다.⁷⁹⁾ 이는 ‘고용계수’와 ‘고용유발계수’를 통해 파악할 수 있다. 고용계수는 10억 원의 생산물 생산에 직접적으로 필요한 근로자수를 계량화한 수치이며 고용유발계수는 생산의 파급과정에서 직·간접적으로 유발되는 피용자수를 계량적으로 표시한 것⁸⁰⁾이다.

■ 고용 계수

자본계수 개념을 원용한 고용생산성의 역수로서 10억 원의 산출을 얻는 데 소요되는 고용자 수를 의미함
출처: 산업연구원(2020, p. 217)

■ 고용유발계수

생산의 파급과정에서의 직·간접적으로 유발되는 피용자수를 계량적으로 표시한 것으로 어느 산업부문의 생산물 10억 원의 생산에 직접 필요한 피용자수, 즉 고용계수 뿐만 아니라 생산 파급과정에서 간접적으로 필요한 피용자수까지를 의미함

출처: 산업연구원(2020, p. 222)

관련 통계에 따르면 고용계수 및 고용유발계수 자료는 산업 세세분류별로 분석되어 있

78) 착공은 증축, 개축, 재축, 이전, 대수선, 용도변경을 모두 포함함

79) 국립국어원, 우리말샘-고용유발효과(<https://opendic.korean.go.kr/search/searchResult?query=%EA%B3%A0%EC%9A%A9%EC%9C%A0%EB%B0%9C%ED%9A%A8%EA%B3%BC>)

80) 산업연구원(2020, p. 223)

지 않으나,⁸¹⁾ 건설업과 전문, 과학 및 기술 관련 서비스업에서 건축공사와 건축서비스 분야의 매출액, 사업체수 및 종사자수 비중이 높다는 점에 미루어 건설업과 전문, 과학 및 기술 관련 서비스업의 고용계수와 고용유발계수로 건축산업의 고용 유발 효과를 유추해 볼 수 있다.

산업별 고용계수와 고용유발계수를 비교해 보면, 건축산업이 타 산업에 비해 고용 유발 효과가 높은 산업이라는 점을 예측할 수 있다. 특히, 2018년 기준 우리나라 주요산업인 제조업보다 건설업과 전문, 과학 및 기술 관련 서비스업의 고용계수가 약 3배 높고 고용유발계수 또한 1.5배 이상 높다. 2018년 기준 고용유발계수는 건설업이 8.47명, 전문, 과학 및 기술 관련 서비스업이 9.24명으로 제조업에 비해 약 1.8배, 통신업과 정보업의 약 1.5배로 타 분야 산업 고용유발계수보다 높다. 이러한 수치는 건축산업이 고용 유발, 즉 일자리 창출 효과가 큰 산업이라는 점을 설명하는 근거라 할 수 있다.

[표 2-15] 고용계수 및 고용유발계수(산업별) (단위 : 명/십억 원)

구분	고용계수					고용유발계수					
	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	
건설업	5.89	6.01	5.24	5.03	5.20	10.03	10.13	8.93	8.49	8.47	
전문, 과학 및 기술 관련 서비스업	9.62	6.54	6.45	6.15	5.81	12.91	10.36	10.17	9.70	9.24	
타 산업	제조업	1.82	2.17	2.09	1.94	1.86	5.32	5.76	5.36	4.92	4.68
	통신업	2.88	1.99	1.73	1.59	1.60	9.10	6.92	6.02	5.91	5.77
	정보업	2.81	3.57	3.44	2.86	2.99	7.85	7.57	6.89	6.09	5.89

주) ISTANS의 산업분류는 한국표준산업분류와 연계하여 산업을 분류한 것으로 한국표준산업분류의 대분류에 해당
 출처: ISTANS, 고용계수(산업별) (2014~2018년)(<https://istans.or.kr/su/newSuTab.do?scode=S310>),
 ISTANS, 고용유발계수(산업별) (2014년~2018년)(<https://istans.or.kr/su/newSuTab.do?scode=S311>)

□ 부가가치 생산 효과

부가가치 유발 효과는 부가가치유발계수로 파악할 수 있다. 부가가치유발계수란 어떤 산업부문의 국내 생산물에 대한 최종 수요가 10억 원 발생할 경우 국민 경제 전체에서 직·간접적으로 유발되는 부가가치를 의미⁸²⁾한다.

■ 부가가치유발계수

어떤 산업부문의 국내 생산물에 대한 최종수요가 십억 원 발생할 경우 국민경제 전체에서 직·간접적으로 유발되는 부가가치를 의미함

출처 : 산업연구원(2020, p.207)

81) ISTANS(산업통계 분석시스템)의 산업분류는 한국표준산업분류와 연계하여 산업을 분류하고 통계 데이터를 제공함

82) 산업연구원(2020, p.207)

건축산업은 타 산업에 비해 이러한 부가가치 유발 효과가 높게 나타나는데, 제조업보다 약 1.2배~1.3배로 높다. 또한 정보업, 통신업 등과 비교해도 전문, 과학 및 기술 관련 서비스업의 부가가치유발계수가 더 높은 것으로 확인된다.

[표 2-16] 부가가치유발계수 (산업별) (단위 : 계수)

구분	2014	2015	2016	2017	2018
건설업	0.72	0.77	0.82	0.81	0.81
전문, 과학 및 기술 관련 서비스업	0.83	0.84	0.87	0.86	0.86
제조업	0.56	0.62	0.66	0.65	0.64
타 산업					
서비스업					
통신업	0.81	0.86	0.88	0.86	0.85
정보업	0.78	0.86	0.87	0.86	0.84

주) ISTANS의 산업분류는 한국표준산업분류와 연계하여 산업을 분류한 것으로 한국표준산업분류의 대분류에 해당
출처: ISTANS. 부가가치유발계수(2014년~2018년)<https://istans.or.kr/su/newSuTab.do?score=S313>

산업별 실제 부가가치액의 경우, 2015년부터 2018년까지 건설업과 전문, 과학 및 기술 관련 서비스업은 부가가치액이 지속해서 증가하는 것으로 확인된다. 2018년 기준 2015년 대비 건설업은 약 49.2%, 전문, 과학 및 기술관련 서비스업은 약 16.9% 증가하였다. 이러한 추세로 미래 건축산업 부가가치의 지속적 증가를 전망할 수 있다.

[표 2-17] 산업별 부가가치액 (단위 : 백만원)

구분	2015	2016	2017	2018
건설업	79,611,681	105,381,659	116,914,188	118,804,530
전문, 과학 및 기술 관련 서비스업	93,396,066	98,178,532	102,329,433	109,214,862
제조업	433,438,309	504,654,644	541,536,404	552,438,180
타 산업				
서비스업				
통신업	19,375,622	21,764,054	20,788,390	20,145,938
정보업	4,144,411	4,831,161	6,019,901	6,473,522

주) ISTANS의 산업분류는 한국표준산업분류와 연계하여 산업을 분류한 것으로 한국표준산업분류의 대분류에 해당하는 것으로 볼 수 있음
출처: ISTANS. 부가가치(2014년~2018년)<https://istans.or.kr/su/newSuTab.do?score=S157>

□ 산업환경 변화 대응 수준

4차 산업혁명이 도래하면서, 인공지능, 빅데이터 등 디지털기술로 촉발되는 초연결 기반의 지능화 혁명으로 산업뿐만 아니라 국가시스템, 사회, 삶 전반에 걸쳐 혁신적인 변화가 발생하고 있다.⁸³⁾ 또한, 대통령 직속 4차 산업혁명위원회에서 발간한 '혁신성장을

83) 관계부처 합동 외(2017, p.16)

위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획(I-KOREA 4.0)에서는 지능화가 제품과 서비스의 경쟁력을 좌우하는 핵심요소로 부상하면서 기존 산업구조 변화에 따라 새로운 산업 생태계가 나타나고 있다고 설명한다.⁸⁴⁾ 즉, 전 산업분야에서 '정보화, 디지털화' 등 정보통신 기술의 활용이 확대되고 있으며, 해당 기술 이용 및 활용도는 곧 산업환경 변화에 대한 대응수준을 파악하는 중요한 지표가 될 수 있다.

「지능정보화 기본법」에 따른 '정보화통계조사'를 통해 기업체의 지능정보기술 활용 여부와 정보화 투자 현황⁸⁵⁾을 산업별로 살펴보면, 제조업의 정보화 투자 기업체수가 가장 많은 것으로 확인된다. 반면 건설업과 전문, 과학 및 기술서비스업분야는 제조업보다 정보화 투자 기업체 수는 적지만, 전체 기업의 약 99%가 각기 다른 형태로 정보화에 투자하고 있는 것으로 나타난다.

■ 정보화 통계 조사

1. 법적 근거 : 국가정보화 기본법 제49조(지표조사) 및 동법 시행령 제46조(지표의 개발·보급) 통계법 제17조 및 제18조에 의한 국가승인 지정통계
2. 조사 목적 : 공공 및 민간 부문을 포함한 전체 사업체들의 정보화 현황을 종합적으로 파악하여 각종 정책 수립 및 연구 등에 필요한 기초 자료로 제공
3. 조사 항목(내용) : 정보화 기반(인프라), 업무 정보화 도입 환경, 정보화 운영 환경, 정보화 투자, 신기술 도입, 정보화 효과 등에 대한 6개 분야 및 58개 세부 지표

출처: 과학기술정보통신부(2020, p.1, 4, 7)

[표 2-18] 정보화 투자(비용 지출) 현황 (2019년도)

(단위 : 개)

구분	전체 기업체	정보화 투자 (지출)	정보화 비투자(미지출)
제조업	71,825	71,825	0
건설업	32,424	32,386	38
전문, 과학 및 기술서비스업	13,958	13,889	69

출처: 과학기술정보통신부, 정보화통계조사(2019년), 정보화 투자(비용 지출) 현황(https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=127&tblId=DT_120008_2019D001&conn_path=12)

한편, 중소기업 정보화수준조사에서는 산업별 사업체의 정보화 수준과 산업별 정보화 마인드를 비교해 볼 수 있는데, 건축산업의 정보화⁸⁶⁾ 수준의 경우 타 산업에 비해 낮은 편으로 볼 수 있으나, 산업 종사자의 정보화 추진 의지와 관심이 높은 것으로 파악된다.

84) 관계부처 합동 외(2017, p.17)

85) 한국표준산업분류의 대분류에 따라 산업별 정보화 투자 현황을 파악한 자료로 건설업과 전문, 과학 및 기술서비스업의 정보화 투자 현황 데이터를 통해 건축산업의 정보화 투자 현황을 유추함

86) 정보화란 조직의 경영 효율화를 위해 정보통신기술을 활용한 개선 및 전환 활동을 말함 / 출처: 중소기업 기술정보진흥원(2020, p.27)

■ 중소기업 정보화수준 조사

1. 법적 근거 : 중소기업 기술혁신 촉진법 제20조 (통계청 일반통계 승인 획득)
2. 작성 목적 : 국내 중소기업의 정보화수준을 종합적·시계열적으로 파악하여 객관적인 정보화 현황 분석을 도출하고, 중소기업의 정보화 전략 수립 및 지원기관 정책 방향 설정을 위한 기초 자료로 활용
3. 조사 항목(내용) : 기업의 일반현황, 정보화 추진 의지 및 계획, 정보화 추진 환경, 정보시스템 구축 및 활용 현황, 정보화 효과 수준, 스마트공장 및 ICT 신기술 등 6개 분야로 구성

출처: 중소기업기술정보진흥원(2018, p.1, 7, 8)

중소기업 정보화수준조사에서는 한국표준산업분류에 해당하는 7개 대분류 산업을 조사하였는데, 이 중 건설업과 지식서비스업의 정보화 수준을 바탕으로 건축산업의 정보화 수준을 유추하였다. 그 결과 건설업의 정보화 수준 점수는 62.86점으로 타 산업에 비해 낮은 편이나 지식서비스업은 72.24점으로 두 번째로 높은 수치를 보인다. 다만 건축공사의 사업체수 비중이 높아 전반적인 건축산업 정보화 수준은 낮게 나타난다.

[표 2-19] 산업별 정보화 수준 평가 (2019년)

(단위 : 개, 점)

구분	응답기업수(개)	정보화수준점수	정보화 추진 환경	정보화 구축활동	
				정보화 투자	정보화 구축활동
제조업	1,929	69.59	64.24	31.74	65.19
건설업	505	62.86	60.15	33.33	54.02
도소매업	811	68.31	61.54	29.98	61.19
운수업	232	67.63	60.52	30.18	58.69
정보통신업	209	77.54	74.51	45.00	64.92
지식서비스업	219	72.24	69.22	38.33	60.59
녹색/환경산업	95	61.33	60.09	30.56	50.41
전체	4,000	68.73	63.67	32.32	61.97

주1) 중소기업 정보화수준 조사에서는 한국표준산업분류를 기준으로 7개 산업을 대상으로 하며, 건설업과 전문, 과학 및 기술서비스업을 포함함

주2) 정보화 투자 점수는 정보화 추진환경의 세부 항목 중 하나임

출처: 중소기업기술정보진흥원, 중소기업정보화수준조사(2020), 기업의 일반 현황 - 정보화 수준 평가 점수(https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=398&tblId=DT_398001_007&conn_path=I2)

정보통신업을 제외한 타 분야 산업과 비교했을 때 정보화 투자 점수와 산업 종사자의 정보화에 대한 관심은 높다. 아래 표(2-20)의 산업별 정보화 관심도 조사결과에 따르면 정보화 투자계획 및 전략 수립, 관련 지식 습득 노력 등을 미루어 산업관계자의 정보화의 필요성에 대한 공감대가 형성되어 있음을 이해할 수 있다.

[표 2-20] 산업별 정보화 관심도 (2019년)

(단위 : 개, %)

구분	응답 기업수 (개)	CEO/임원		직원	
		정보화에 대한 관심(필요성) 수준	정보화 투자계획 및 전략 수립 추진 수준	정보화에 대한 관심(필요성) 수준	정보화 활용지식 습득 노력
제조업	1,929	87.1	80.2	81.9	76.0
건설업	505	85.4	75.4	86.3	75.5
도소매업	811	85.8	80.5	83.8	77.4
운수업	232	87.6	81.4	85.5	74.9
정보통신업	209	99.4	97.9	98.8	96.3
지식서비스업	219	92.1	90.8	94.0	88.0
녹색/환경산업	95	87.9	79.1	80.8	66.9
전체	4,000	87.6	81.3	84.6	77.7

주) 각 문항별 '높음, 매우높음' 응답 비율을 더한 수치임

출처: 중소기업기술정보진흥원, 중소기업정보화수준조사(2019), 정보화 추진 의지 및 계획 - 정보화 관심도(https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=398&tblId=DT_398001_010&conn_path=I2)

또한, 건축산업 관계자는 4차 산업혁명, 신기술 도입 및 활용 등 산업 환경 변화에 수용적인 것을 알 수 있다. 2020년 건축서비스산업 관계자가 향후 진출을 희망하는 시장조사 결과⁸⁷⁾에서는 '4차산업 혁명 및 IT 관련 분야'에 대한 관심이 높으며 이를 신시장 영역으로 인지하고 향후 진출 의지가 있는 것으로 파악된다.

건축서비스산업 종사자가 향후 진출을 고려하고 있는 신시장 영역		
4차산업혁명 및 IT <ul style="list-style-type: none"> 블록체인 기술과의 연계 사물인터넷 BIM, VR, 3D프린팅 스마트 건축 IT플랫폼 서비스 	타 분야 융합 <ul style="list-style-type: none"> 문화콘텐츠 융합 설계+감리+시공 통합 건축+인테리어 융합 생물공학+건축 연계 	디자인 <ul style="list-style-type: none"> 디자인 상품화 브랜드사업 공공시설물 디자인 건축조명디자인
친환경 에너지 <ul style="list-style-type: none"> 신재생에너지 제로에너지 그린리모델링 	도시재생 <ul style="list-style-type: none"> 도시재생사업 로컬기반 산업 공유공간 구축사업 	부동산 <ul style="list-style-type: none"> 부동산 기획 부동산 개발 부동산 PF
건축물 관리/리모델링 <ul style="list-style-type: none"> 건축리모델링사업 건축물 관리 건축물 해체 	건축기획 및 컨설팅 <ul style="list-style-type: none"> 건축기획 건축 컨설팅 서비스 	플랫폼 서비스 <ul style="list-style-type: none"> IT플랫폼 서비스 공공건축 정보제공 서비스
건축자재 <ul style="list-style-type: none"> 건축자재 개발 건축자재 판매 	기타 <ul style="list-style-type: none"> 건축도시 분야 연구용역 설계 공모 건축 교육서비스 건축아카이브 사업 	

[그림 2-13] 건축서비스산업 종사자가 향후 진출을 고려하고 있는 신시장 영역

출처: 이여경 외(2020, p.102)

87) 이여경 외(2020)에서 진행한 경기인식조사인 건축서비스산업 제도 및 정책에 대한 산업계 인식조사 중 건축서비스산업의 향후 전망에 대한 응답 결과

2) 국내 건축산업의 문제점

앞서 살펴본 산업환경변화 양상 및 건축산업 이슈, 국내 건축산업 현황을 토대로 기존 건축산업의 생산성과 환경 대응능력, 스마트기술 활용수준 측면에서 문제점과 한계를 살펴보았다. 관련하여 선행연구 및 통계자료를 추가적으로 분석하였다.⁸⁸⁾

□ 타 산업 대비 낮은 생산성과 높은 노동집약성

우리나라 주력산업인 제조업에 비해 건축산업은 GDP 비중, 고용 및 부가가치 유발 효과가 높은, 향후 국내 경제성장 동력으로 작동 가능한 산업이다. 그러나 아직까지 산업 전반에 걸쳐 자동화, 정보화 수준이 미흡하여 노동집약적 생산 형태를 보인다.

■ 건설산업의 특징 - 노동집약적이고 고용구조가 불안정한 산업

- 건설업 특성상 원재료의 표준화 및 규격화가 미비하여 노동집약적 생산형태를 보임
- 기계나 자동화에 의한 생산공정이 어렵고, 첨단시설이나 장비 사용에 한계가 있어 기능인력 의존도가 매우 높게 나타남
- 건설인력의 이동이 매우 유동적이며 건설경기기에 따라 고용구조가 빈번하게 변화하는 특성을 보임

출처 : 김대식(2006, pp.144-145)

건축산업의 생산성의 수준을 추정 및 비교해보기 위해 노동투입량에 대한 산업생산지수의 비율을 나타내는 물적 노동생산성과 노동투입량에 대한 부가가치 비율을 나타내는 부가가치 노동생산성을 살펴보았다.

■ 생산성 및 노동생산성

1) 생산성 : 생산과정에서 투입된 자본, 노동 등 요소투입과 산출물 간의 관계를 나타내는 비율로서 투입요소 한 단위가 산출한 생산량(또는 부가가치)으로 정의

2) 노동생산성 : 노동투입량에 대한 산출량의 비율을 나타내는 물적 노동생산성과 노동투입량에 대한 부가가치의 비율을 나타내는 부가가치 노동생산성으로 구분됨

- 물적 노동생산성 : { 산출량(산업생산지수) / 노동투입량(근로자수×근로시간) } × 100

- 부가가치 노동생산성 : 노동 1단위당 성과를 나타내는 지표로서 종업원 1인당 부가가치액을 말하는 것으로, 부가가치 노동생산성이 높다는 것은 그만큼 노동력이 효율적으로 이용되어 보다 많은 부가가치를 창출했다는 것을 의미함

{ 산출량(불변 GDP 지수) / 노동투입량(근로자수×근로시간) } × 100

출처 : 한국생산성본부, 생산성 통계DB-통계용어, 검색어 : 노동생산성지수(https://www.kpc.or.kr/Productivity/_PopupStatisticWord.asp?skey=sCode2_2)

제조업과 정보통신업의 노동생산성 지수는 지난 5년 동안 지속해서 증가하고 있는 반면, 건설업, 건축기술 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업과 기타 전문, 과학 및 기술 서비스업의 노동생산성 지수는 감소하고 있다. 또한, 2015년을 기준으로 타 분야 산업

88) 김대식(2006), 황정환(2019), 엄철호 외(2021), 강민정 외(2016) 등의 연구보고서, 전국사업체조사(2016년~2019년), 한국생산성본부, 노동생산성지수(부가가치 기준)(2016년~2020년), 고용노동부, 직종별사업체노동력조사-산업별·규모별(2020), 고용노동부, 직종별사업체노동력 조사-산업별·규모별(2015년~2019년)등 통계자료 - 기타 해당 출처 별도 표기

은 노동생산성 지수가 크게 증가하였으나 건설업과 전문, 과학 및 기술 관련서비스업의 노동생산성 지수가 감소하였다. 이러한 결과값으로 미루어, 건축산업의 경우 노동력에 영향을 많이 받는 산업이라고 볼 수 있다.

■ 건설산업과 노동생산성의 관계

- 건설산업의 생산성은 노동생산성으로 설명할 수 있음
- 건설업은 노동력 및 노동투입원가가 높은 산업이기 때문에 노동생산성 제고가 전반적인 산업의 생산성 증대에 필수적인 요소로 볼 수 있음

출처 : 황정환(2019, p.55)

[표 2-21] 노동생산성지수(산업생산기준) 비교

(단위 : 2015=100)

구분	2016	2017	2018	2019	2020	
건설업	105.5	118.1	112.4	107.9	104.0	
전문, 과학 및 기술 관련 서비스업	건축기술 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업	94.4	96.5	96.7	92.4	89.8
	기타 전문, 과학 및 기술서비스업	86.2	82.3	77.0	69.7	61.3
	제조업	102.9	106.3	107.5	107.9	112.7
정보통신업	우편 및 통신업	102.1	101.0	104.0	107.1	116.6
	컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업	103.4	111.7	106.9	106.0	96.5
	정보서비스업	104.1	112.9	113.3	117.0	123.1

주) 분기별 데이터와 연도별 데이터 중 연도별 데이터로 작성

출처: 한국생산성본부. 노동생산성지수(2016년~2020년)(https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=344&tblId=DT_344N_1D8A_AA&conn_path=I2)

종업원 1인당 부가가치액을 나타내는 부가가치 노동생산성지수의 경우 건설업과 전문, 과학 및 기술 관련 서비스업이 제조업, 정보통신업보다 낮는데, 이는 그만큼 노동효율성이 낮다는 것을 의미한다. 또한, 제조업과 정보통신업은 지난 5년 동안 부가가치 노동생산성 지수가 지속해서 증가하고 있는 반면, 건설업의 경우 2017년 전년도 대비 크게 증가한 후 2020년까지 계속 감소하고 있다. 전문, 과학 및 기술 관련 서비스업 역시 동일하다.

[표 2-22] 부가가치 노동생산성 지수 비교

(단위 : 2015=100)

구분	2016	2017	2018	2019	2020
건설업	100.0	106.4	102.7	98.2	97.3
전문, 과학 및 기술 관련 서비스업	98.3	101.0	99.1	95.1	93.2
제조업	102.9	107.7	111.0	112.2	116.5
정보통신업	102.1	105.9	106.3	106.2	107.8

주) 분기별 데이터와 연도별 데이터 중 연도별 데이터로 작성

출처: 한국생산성본부. 노동생산성지수 (부가가치 기준)(2016년~2020년)(https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=344&tblId=DT_344N_1D8B_BB&conn_path=I2)

2020년도 하반기 산업별 인력부족률⁸⁹⁾을 살펴보면 건축 기술, 엔지니어링 및 기타 과학 기술 서비스업의 인력 부족률이 건설업에 비해 높다. 건설업 및 전문, 과학 및 기술 관련 서비스업 모두 인력 부족 현상을 지속해서 겪고 있으며, 그 수준은 전체 산업 인력부족률의 약 7%⁹⁰⁾에 해당한다. 또한, 2016년부터 2019년까지 산업별 인력부족률의 증감 추이를 비교하면, 제조업은 2015년 대비인력부족률 약 30% 감소한 반면, 건설업은 약 16%⁹¹⁾에 그친다.

[표 2-23] 2020년 하반기 산업별 인력부족률 비교

구분	현원(명)	부족인원(명)	부족률(%)
전체	12,320,546	238,002	1.9
제조업	3,211,208	68,017	2.1
건설업	1,042,024	12,710	1.2
종합 건설업	377,950	3,832	1.0
전문직별 공사업	664,073	8,877	1.3
전문, 과학 및 기술 관련 서비스업	876,075	13,251	1.5
건축 기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업	251,408	3,761	1.5
기타 전문, 과학 및 기술 서비스업	32,698	1,340	3.9

주) 단위 미만이 반올림되어 합계 등의 수치가 일치하지 않을 수 있음

출처: 고용노동부. 직종별사업체노동력조사-산업별·규모별(2020년 2/2)(https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=118&tblId=DT_118N_DEN041&conn_path=I2)

[표 2-24] 산업별 인력부족률 추이 비교

(단위 : %)

구분	2015	2016	2017	2018	2019
전체	2.4	2.5	2.3	2.2	2.0
제조업	2.4	2.7	2.6	2.2	1.7
건설업	1.9	2.1	1.7	1.4	1.6
종합 건설업	1.7	1.5	1.9	1.5	1.1
전문직별 공사업	2.0	2.4	1.5	1.4	1.8
전문, 과학 및 기술 관련 서비스업	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7
건축 기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업	1.9	1.9	1.7	1.5	1.7
기타 전문, 과학 및 기술 서비스업	3.6	3.4	2.2	4.7	3.6

주) 연도별 하반기 기준 인력 부족률을 비교함

출처: 고용노동부. 직종별사업체노동력 조사-산업별·규모별(2015년-2019년)(https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=118&tblId=DT_118N_DEN031&conn_path=I2)

89) 현원에 부족인원을 합한 전체 인원 중 부족인원 비율

90) {전 산업 부족인원 ÷ (건설업 부족인원 + 건축 기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업)} × 100

91) 2020년부터 제조업에 '산업용 기계 및 장비 수리업'이 추가되어 2016년부터 2019년까지의 5개년도 산업별 인력부족률 추이를 비교함

이처럼 건축산업의 노동인력 의존 현상은 매출액 당 종사자 수 조사값에서도 확인된다. 1백만원의 매출을 위해 필요한 종사자수의 경우, 타 산업에 비해 건축산업이 2배 가량 높다.

[표 2-25] 매출액 당 종사자수 (산업별)

(단위 : 명/백만원)

구분	2016	2017	2018	2019
건축공사	0.0044	0.0040	0.0040	0.0041
건축서비스	0.0084	0.0081	0.0081	0.0083
광업	0.0036	0.0035	0.0034	0.0034
제조업	0.0024	0.0022	0.0021	0.0022
정보통신업	0.0038	0.0037	0.0037	0.0036

주) 총 종사자수 / 총 매출액을 통해 1백만원의 매출을 위해 필요한 종사자수를 계산함

출처 : 엄철호 외(2021, p.30,34) 및 통계청. 전국사업체조사(2016년~2019년)-시도·산업별 사업체수, 종사자수 및 매출액 (https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1K52C08&conn_path=12)을 참고하여 작성

□ 현장의 영향을 많이 받는 생산 과정⁹²⁾

건축산업의 사업은 대체로 한 건 단위로 추진된다. 이는 각기 다른 대상지와 용도, 규모, 형태가 적용되므로 설계표준화가 상대적으로 어렵고 현장 중심의 제작시공으로 장소의 제약 및 외부환경 영향도 크다. 이는 공사 기간의 연장이나 설계변경 등을 유발시켜 공사비를 증가시키는 원인이 되기도 한다.

□ 생산과정의 높은 위험성

현장 중심 산업활동은 다양한 위험을 동반한다. 고용노동부의 2020년도 산업재해현황에 따르면 '기타의 사업'을 제외하고 전체 산업재해자 중 건설업 종사자의 재해 비율이 제조업 다음으로 높고 사고 재해 및 그로 인한 사망자 비율은 각각 25%, 50%를 넘어 안전관리의 구조적 개선이 시급한 실정이다.

[표 2-26] 산업별 산업 재해 발생 현황(2020년 기준)

(단위 : 명, %)

구분	전체 산업 재해				사고 재해			
	재해자	비율	사망자	비율	재해자	비율	사망자	비율
광업	2,753	2.5	424	20.6	141	0.2	8	0.9
제조업	28,840	26.6	469	22.7	23,127	25.0	201	22.8
건설업	26,799	24.7	567	27.5	24,617	26.6	458	51.9
전기가스 수도업	105	0.1	9	0.4	87	0.1	2	0.2

92) 강민정 외(2016, p.8)의 '건설업의 특징' 참고

구분	전체 산업 재해				사고 재해			
	재해자	비율	사망자	비율	재해자	비율	사망자	비율
운수창고 통신업	7,251	6.7	150	7.3	6,504	7.0	67	7.6
임업	1,030	1.0	17	0.8	1,004	1.1	16	1.8
기타의 사업	40,573	37.4	399	19.4	36,008	39.0	122	13.8
기타	1,028	1.0	27	1.3	895	1.0	8	0.9
합계	108,379	100.0	2,062	100.0	92,383	100.0	882	100.0

주1) 기타의 사업은 통상 서비스업으로 지칭되는 도·소매업, 보건 및 사회복지사업, 음식·숙박업 등이 포함되어 있음

주2) 기타는 어업, 농업, 금융보험업임

주3) 산업별 재해자 및 사망자 현황 비교를 위해 전체 재해자 및 사망자에 대한 산업별 재해자, 사망자의 비율을 산정하였으며, 소수점 둘째자리에서 반올림함

출처: 고용노동부, (2021). 정책자료실-2020년 산업재해현황:2020.12월말 산업재해 발생현황(https://www.moel.go.kr/policy/policydata/view.do?bbs_seq=20210401122) 중 p.16, 18을 참고하여 작성

이러한 결과는 산업현장의 위험요소와 직결된다. 2018년 산업안전보건실태조사⁹³⁾에 따르면 제조업에 비해 건설업 작업장 내 위험요소 비율이 높고 위험에 노출된 근로자의 수도 많다. 이는 생산과정의 리스크 관리 비용 증가로 이어져 경제적 효율성 저하의 원인으로 작용한다.

[표 2-27] 산업현장의 위험성(2017년 기준)

구분	작업장 내 위험요소 존재 여부			위험노출 근로자 수		
	사례수(개)	있음(%)	없음(%)	사례수(개)	근로자수(명)	평균(명)
전체	5,219	29.4	70.6	1,534	97,504.94	63.56
제조업	2,015	26.8	73.2	540	38,114.15	70.60
서비스업	2,155	8.9	91.1	191	10,125.58	53.05
건설업	1,049	76.6	23.4	803	49,265.20	61.32

주) 작업장 : 붕괴, 전도, 추락, 굴착, 발파, 화재·폭발, 밀폐, 감전 등 위험이 있는 장소 혹은 위험이 있는 장소를 말함

출처: 한국산업안전보건공단. 산업안전보건실태조사, 위험요소-위험장소에서의 작업(https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=380&tblId=DT_380004_A024&conn_path=I2)

□ 건축산업 환경부하

건축산업은 사고 위험뿐만 아니라 환경부하가 큰 산업이라고 할 수 있다. 산업활동 과정에서 발생하는 폐기물의 양이 많고 에너지 소모량이 크기 때문이다. 2019년 ‘전국폐기물 발생 및 처리 현황’ 자료에 따르면, 최근 5년(2015년 ~ 2019년) 동안 전체 폐기물 발

93) 산업현장의 변화를 모니터링하고, 산업안전보건정책 및 예방대책 마련을 위한 기초자료를 확보하기 위한 조사로 조사주기는 3년으로, 가장 최근 조사자료(2018년 제9차 산업안전보건실태조사)를 분석함. 2018년 조사이나 조사시점이 2017년도로 해당 데이터는 2017년 기준 데이터임 / 출처 : 통계청 통계설명자료, 산업안전보건실태조사(<https://meta.narastat.kr/metascv/svc/SvcMetaDcDtaPopup.do>) 참고

생량이 지속해서 증가하였는데 이 중 건설폐기물⁹⁴⁾비율이 가장 높다. 2019년도에는 전체 폐기물의 약 44.5%를 차지하는 것으로 나타났다.

[표 2-28] 폐기물 종류별 발생 현황 및 추이 (단위 : 톤/일)

구분	2015	2016	2017	2018	2019
생활계 폐기물	51,247	53,772	53,490	56,035	57,961
사업장 배출시설계 폐기물	155,305	162,129	164,874	167,727	202,619
건설 폐기물	198,260	199,444	196,262	206,951	221,102
지정 폐기물	13,402	13,783	14,905	15,389	15,556
총계	418,214	429,128	429,531	446,102	497,238

주1) 생활계 폐기물은 생활폐기물, 사업장생활폐기물, 공사장생활폐기물을 모두 포함한 수치임

주2) 지정폐기물은 사업장지정폐기물과 의료폐기물을 포함한 수치임

출처: 환경부, 한국환경공단(2020, p.9)

폐기물뿐만 아니라 에너지 소비량도 매우 높는데, 2017년 에너지 총조사⁹⁵⁾에 의하면 제조업이 에너지 소비의 대부분을 차지하지만 건설업의 에너지 소비량의 연평균 증가율은 꾸준히 증가하고 있다. 2013년도 대비 2016년도의 에너지 소비 연평균 증가율은 3.0%인 반면, 건설업은 7.5%로 전체 산업보다 2.5배 가량 높다. 이는 건설기계용 에너지 소비 증가와 상관성이 있을 것으로 추정되는데 에너지(석유) 소비량이 많은 건설기계 등록대수가 증가했기 때문이다.⁹⁶⁾

[표 2-29] 업종별 에너지 소비 현황 및 추이 (단위 : 1천 톤, %)

구분	에너지 소비					연평균 증가율			
	1992	2001	2010	2013	2016	'01/'92	'10/'01	'16/'10	'16/'13
농림어업	2,268	4,487	3,434	3,485	3,320	7.9	-2.9	-0.6	-1.6
제조업	45,947	74,875	97,989	113,820	124,600	5.6	3.0	4.1	3.1
건설업	591	1,018	1,449	1,556	1,935	6.2	4.0	4.9	7.5
합계	48,997	80,522	103,017	118,991	130,010	5.7	2.8	4.0	3.0

출처: 에너지경제연구원 외(2018, p.149)

94) 건설공사로 인하여 발생하는 5톤 이상의 폐기물 / 출처 : 통계청. 전국폐기물발생및처리현황 통계설명자료(<https://meta.narastat.kr/metascv/svc/SvcMetaDcDtaPopup.do>)

95) 우리나라 전 수요부문에 대한 에너지소비 실태를 파악하여 국가 에너지정책 수립에 필요한 기초자료를 제공하기 위하여 실시하는 승인통계조사로 매 3년마다 실시함

96) 건설기계 등록대수는 2010년 374,904대에서 2016년 465,296대로 연평균 3.7% 증가하였으며, 2013년~2016년 기간 중 연평균 3.9%의 증가세를 나타냄 / 출처: 에너지경제연구원 외(2018, p.165)

□ 생산과정 중 설계변경에 따른 경제적 손실 발생 및 소비자 부담 가중

건축물 용도 및 형태가 복잡·복잡해지면서 설계도서의 중요성은 커지지만 동시에 정확한 도서 작성의 어려움도 가중된다. 또한 「공사계약일반조건(계약예규)」 제19조⁹⁷⁾에서는 설계서의 내용이 불분명하거나, 누락, 오류 등의 문제, 공사현장 여건이 설계서와 다른 경우, 새로운 기술, 공법 등의 사용으로 공사비 절감 및 시공기간 단축 등의 효과가 있는 경우 설계변경을 할 수 있도록 하고 있어 사업추진 과정에 계획변동 여지가 많고 결과적으로 업무수행도 까다로워진다.

설계변경에 따른 공공공사 손실을 추정한 선행연구⁹⁸⁾에서는 설계변경 횟수가 증가할수록 공기 지연률과 공사비의 손실률이 높아지는 것으로 주장하는데, 실제로 공공 건축공사의 약 7%가 변경이 발생하였고, 그로 인해 최초공사비의 18.62%가 증액된 것으로 설명한다.⁹⁹⁾ 이러한 설계변경에 따른 손실은 수요자의 부담을 가중시킬 수 있고, 나아가 분쟁이나 소송 등 사회적 갈등 비용까지 발생시킬 수 있다.

■ 사례 : 설계변경에 따른 경제적 손실 발생

- 최근 5년간 한국토지주택공사(LH) 공공발주 계약변경으로 약 6400억 원 이상의 예산이 낭비된 것으로 확인
- '공공발주 공사 현황' 자료에 따르면, 2015년 7월부터 2020년 6월까지 5년간 총 167개 현장에서 총 508건의 설계변경이 발생해 공사당 평균 3건의 설계변경이 발생
- 5년간 공공발주한 공사의 최초 계약금액은 약 7조8063억 원이었는데, 계약변경을 통한 변경 계약금액은 약 8조4500억 원으로 약 6433억 원의 공사비 증가액이 발생했다. 이 중 설계변경에 따라 발생한 공사비 증가액은 약 4131억 원이며, 나머지 약 2302억 원은 물가변동으로 발생

출처 : 이꽃들(2020, 10월 7일 기사)

건설공사 사전분쟁 요인을 분석한 선행연구(박성용 외, 2009)에서는 조달청의 민원상담사례를 토대로 건설공사에서 사전분쟁요인을 파악한 결과 설계변경과 관련된 민원상담 사례가 가장 많은 것으로 설명하고 있다.¹⁰⁰⁾

□ 건축물 하자 발생에 따른 소비자 피해 및 분쟁발생

선행연구(임기수 외, 2016)에 따르면 '하자'란 목적물이 완공에 이르기까지 일련의 과정에서 설계, 시공, 감리를 잘못하여 최종 사용(교환)가치를 감소시키는 품질 및 성능상의 결함으로 볼 수 있다.¹⁰¹⁾ 또한, 시공 목적물이 시공자의 과실로 당초 설계서와 달리 시공

97) (계약예규) 공사계약일반조건 (기획재정부계약예규. 제540호)

98) 이민재 외(2008, p.363-369)

99) 이민재 외(2008, p.368)

100) 설계변경 관련 민원상담 사례가 258건으로 전체 민원 중 42.09%를 차지하는 것으로 나타남. / 출처 : 박성용 외(2009, p.51)

되어 목적물의 사용가치 또는 교환가치를 감소시키는 품질과 성능상의 결함으로도 볼 수 있다.¹⁰²⁾ 즉, 건축물 생산과정 중 발생한 과실로 시공 목적물로 볼 수 있는 건축물의 안전, 기능 등의 결함이 발생하는 것이다.

이러한 건축물의 하자는 설계, 시공, 유지관리 전단계에 걸쳐 다양한 이유로 발생할 수 있다. 설계상 하자는 건축물의 규모, 성능 등을 고려하지 않고 공법, 재료 등을 선정하거나 시공성을 충분히 검토하지 않아 발생하며, 시공상 하자는 공법 및 시공의 정밀성 수준이 미흡하고 부실시공, 자재관리가 제대로 이루어지지 않아 발생한다. 유지관리상 하자는 관리 조직, 제도, 계획 등이 미흡하고 전문성이 부족한 경우 발생하기도 한다.¹⁰³⁾

한편, 공동주택의 하자에 대한 선행연구(손승현 외, 2020, 김도형 외, 2020)에 따르면, 건축공사, 전기공사, 정보통신공사, 기계설비공사, 소방공사, 조경공사 중에서 건축공사의 하자 발생률이 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 공공주택에 대한 하자 발생률을 비교한 것이지만 건축물 중에서 '주택'이 차지하는 비율¹⁰⁴⁾이 가장 높으므로, 건축산업 전체로 확대해석의 여지가 있다. 이러한 건축공사 하자 발생 원인으로는 자재불량, 시공 불량, 관리소홀, 작업자의 부주의 및 낮은 숙련도 등을 원인으로 꼽고 있다.

건축물 하자는 건축물의 품질 및 소비자 만족도에 영향을 미친다. 부실시공에 따른 건축물 하자 관련 소비자 피해가 지속적으로 발생하고 있다. 2020년 한국소비자원이 발표한 자료에 따르면, 최근 3년 3개월(2017.01. ~ 2020.03.) 동안 주택 리모델링과 관련해 접수된 피해구제 신청 건수 중 부실시공 관련 신청 건수가 33% 이상을 차지한다.¹⁰⁵⁾

[표 2-30] 주택 리모델링 피해 유형별 피해구제 신청 현황

피해 유형	건수(건)	비율(%)
부실시공	406	33.7
계약불이행(공사 지연, 일부 미시공 등)	398	33.0
하자보수 지연·거부	237	19.7
사업자의 귀책사유로 인한 계약해제	93	7.7

101) 임기수 외(2016, p.5)

102) 두성규(2004, p.5); 임기수 외(2016, p.6) 재인용

103) 손승현 외(2020, p.519)를 참고하여 작성

104) 통계청 용도별 건축물 현황 통계에 따르면 2020년 기준 주거용건축물이 460만 여동으로 전체 728만 여동의 약 63%를 차지함 / 출처: 국토교통부. 건축물통계-용도별 건축물 현황(https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=116&tblId=DT_MLTM_522&conn_path=12)

105) 한국소비자원(2020, 6월 3일 보도자료)

피해 유형	건수(건)	비율(%)
부당행위(건축과 계약비용 상이 등)	26	2.2
청약철회(전자상거래)	15	1.2
기타	31	2.5
합계	1,206	100.0

출처: 한국소비자원(2020, 6월3일 보도자료)

□ 산업환경 변화에 대한 스마트기술 도입 미흡

앞서 살펴본 자료에 따르면 산업환경 변화에 따른 건축산업의 변화 의지는 충분한 것으로 파악된다. 그러나 실제 건축산업의 신기술 도입 및 활용, 데이터축적, 정보 가공 및 재생산 수준은 미흡하다. 산업별 4차 산업혁명 기술 이용의 경우 사물인터넷(IoT), 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터 기술, 인공지능 기술, 3D프린팅 기술 이용률이 건설업과 전문, 과학 및 기술 관련 서비스업 모두 타 분야 산업보다 낮다.

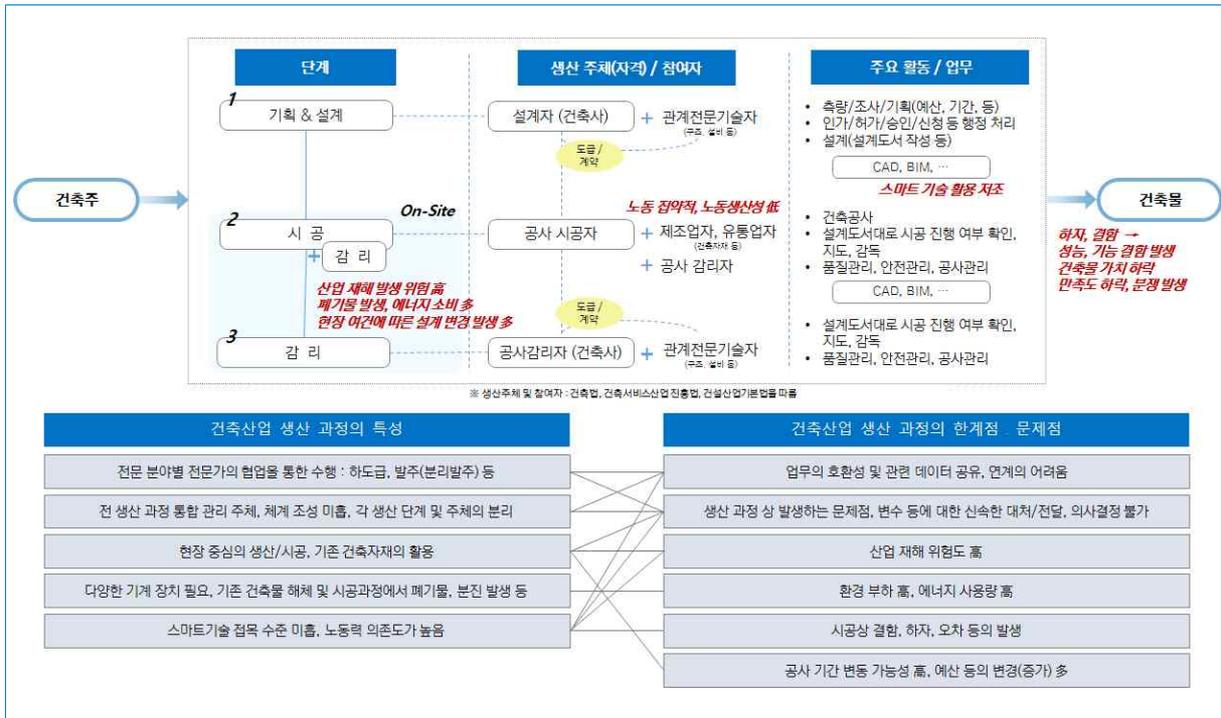
[표 2-31] 산업별 4차 산업혁명 기술 이용률 현황

(단위 : %)

구분	IoT 기기 및 서비스	클라우드 컴퓨팅	빅데이터	인공지능 기술 및 서비스	3D 프린팅
농림수산업	7.5	9.2	22.8	5.2	1.3
제조업	17.2	28.0	7.0	2.3	6.0
전기 등 공기조절 공급업 / 수도 등 원료 재생업	8.2	25.5	5.9	0.6	0.1
건설업	5.1	11.7	2.3	0.3	2.1
도매 및 소매업	16.2	25.6	12.3	2.6	1.1
운수 및 창고업	29.0	20.3	8.3	7.1	0.0
숙박 및 음식점업	18.1	8.6	7.6	2.1	0.0
정보통신업	16.6	45.3	23.1	10.5	2.6
금융 및 보험업	13.6	39.0	34.7	14.2	0.3
부동산업	8.9	19.8	10.7	1.2	0.3
전문, 과학 및 기술 서비스업	12.7	29.3	13.5	1.8	3.7
사업시설관리, 사업지원 및 서비스업	9.1	14.8	7.0	0.5	0.1
교육서비스업	12.6	24.6	1.2	3.6	2.3
보건업 및 사회복지서비스업	8.5	22.2	3.7	0.2	4.3
예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	19.7	21.1	9.7	5.7	0.8
수리 및 기타 개인 서비스업	21.4	32.6	12.0	3.7	0.5

주) 2016년~2020년 동안 사물인터넷 기기 및 서비스 이용 현황 추이를 비교할 수 있는 업종만 비교함

출처: 과학기술정보통신부 외(2020, pp.107, 109, 117, 123, 127)를 참고하여 연구진 작성



[그림 2-14] 건축산업 현황 및 생산과정의 특성과 한계점
출처: 연구진 작성

3. 소결 : 국내 건축산업의 당면과제

① 건축산업 변화의 주안점과 국내 건축산업의 한계

□ 국내·외 산업 패러다임 변화 양상

1990년대 들어 국내·외적으로 지식기반경제에 대한 논의가 급부상하면서 새로운 기술력 확보의 중요성에 대한 공감대가 형성되었다. 더 나아가, 2000년대 들어서는 글로벌 가치사슬 재편에 대한 논의가 전개되었으며, 디지털 기술의 개발 및 적용을 위한 혁신정책이 추진되고 있다. 특히, 근래의 산업정책은 기존산업의 현대화 및 신산업 육성에 초점을 두고 있으며, 제조업, 서비스 섹터, 이업종간 명확한 경계가 없다는 점도 특징이다. 「제5회 과학기술예측조사」(2017)는 앞으로 초연결에 의한 혁신을 통해 방대한 데이터

가 유통 및 확산되는 디지털 네트워크 심화 사회가 등장할 것으로 전망하고 있으며, 이러한 기술은 산업간 및 기술간 융합도 가속화시킬 것으로 예측하고 있다.¹⁰⁶⁾

최근에는 데이터 인프라 조성, 데이터의 축적 및 활용 고도화가 국내·외에서 중요한 사안으로 논의되고 있다. WTO의 2020년 보고서에 따르면 국제 금융위기 이후의 외국인 직접투자는 물리적 인프라가 아닌 디지털 인프라에 집중하고 있으며 이는 차세대 주요 경제 동력원으로 간주되고 있기 때문인 것으로 논의된다.¹⁰⁷⁾ 국내·외 정부는 데이터 관련 정책이 혁신성장과 산업정책에 반영되어야 한다는 점을 인식하고 있으며, 디지털 연결망이 시장 참여주체들의 데이터 접근 및 활용을 위해 반드시 필요한 조건이기 때문에 통신 인프라의 업그레이드 정책을 중요한 과제로 추진하고 있다.¹⁰⁸⁾

□ 건축산업 변화의 주안점

건축산업과 관련해서는 설계 및 시공의 효율성 제고를 위한 생산관리 방식의 변화가 가시화되고 있다 할 수 있다. 디지털 경제, 디지털 자본을 기반으로 산업 패러다임의 변화가 급속히 진행되는 가운데 건축산업의 설계 및 시공과정의 생산방식 혁신이 요구되고 있다. 디지털 데이터 기반의 대상지 분석 프로그램, BIM, 3D프린팅, 디지털트윈 등을 활용함으로써 노동인력 및 현장 중심의 설계와 시공단계 업무를 효율화 시키고, 전방위 산업과 연계를 용이하게 하는 표준화, 모듈화, 제품화도 추진되고 있다. 새로운 기술의 도입은 건축산업의 생산성을 제고할 뿐 아니라 이를 접목한 새로운 비즈니스 모델의 실현도 가능하게 할 것으로 전망되고 있다.

이와 더불어, 새로운 산업기술의 접목으로 구현되는 건축물에 대해 경제적·사회적 기능 및 가치 향상에 대한 요구가 증대된다. 시설 이용자의 편의 및 비용절감이나 에너지·안전 등의 물리적 성능 향상 뿐 아니라 건축물을 둘러싼 외부환경의 가치 향상도 고려할 필요가 있다.

□ 국내 건축산업의 한계

통계청이 발표하는 산업분야¹⁰⁹⁾ 통계에 따르면 우리나라 전체 경제 활동에서 건축산업

106) 이승룡 외(2017, p.17)

107) World Trade Organization(2020, pp.30-31)

108) World Trade Organization(2020, pp.35-49)

109) 경제총조사, 전국사업체조사, 서비스업 조사

이 차지하는 비중은 매우 높고, 그 중요성은 지속해서 커지고 있다. 실제 건축산업의 사업체수와 종사자수가 지난 5년간 지속해서 증가하고 있으며, 매출액 규모도 꾸준히 증하여 산업 규모가 지속해서 커지고 있다. 또한 건축물 허가 및 착공, 건축물 현황 등을 볼 때 지속해서 건축산업에 대한 수요가 있고 더불어 건축산업의 고용 및 부가가치 가능성도 높은 것으로 파악되어 향후 성장 가능성이 높은 산업으로 볼 수 있다.

반면, 건축산업이 노동 집약도가 높다는 점에서 디지털정보기반, 제조산업 융복합 양상의 산업패러다임 변화 대응력이 떨어진다. 표준화 규격화의 도입이 어렵고 부정확한 설계 및 시공으로 안전사고, 환경부하를 가중시키며 건축물 품질도 저하된다. 또한 일관되고 지속가능한 생산, 유통을 위한 신기술 적용 수준도 낮다. 특히 사업체의 기술 및 장비 보유 수준, 기술 도입 및 활용, 인력 확보 수준이 상이하여 산업생태계의 기술호환 및 연계성이 떨어지고 결과적으로 생산효율까지 저하시킨다.

② 건축산업 당면과제

□ 스마트 기술의 점진적 활용을 통한 건축산업 생산방식 고도화

건축산업 생산 방식의 고도화는 일부 혁신적 사례를 통해 가시화되고 있다. 향후, 신기술의 상용화 및 확산을 위한 노력이 증대되어야 하며, 이를 위해서는 건축물 생산과정의 비용 절감 및 공기 단축에 대한 객관적 자료들이 축적되어야 한다. 또한, 기술 경제성 확보에 대한 인식을 바탕으로 ‘스마트’ 개념을 접목한 건축을 조성할 필요성이 있다.

스마트건축의 조성을 위해서는 기존 건축산업 기술을 토대로 신기술을 접목하는 점진적인 건축생산방식으로 전환할 필요가 있다. 이 과정에서는 기술공법의 정합성을 확보할 수 있는 전략이 모색되어야 된다. 즉, BIM 또는 3D프린팅 등의 신기술이 상용화되기 위해서는 건축·건설산업의 전면적 개편을 기대하기보다 기존 공법과의 정합성을 모색하는 것이 바람직하며 이를 바탕으로 전체 공정에서 신기술의 범위를 점진적으로 확대시키는 방안을 고려할 필요가 있다.¹¹⁰⁾ 장기적으로는 건축산업 신기술의 적용 범위, 대상 등을 확대해 나가야하며 선도형 기술을 개발하여 건축산업의 경쟁력을 확보해야 한다. 신기술의 점진적 도입을 통해 발생하는 난제들에 대해 해결책을 마련하고 대응함으로써 국내 산업여건 및 건축물, 도시환경에 부합하는 대안을 모색할 필요가 있다.

110) 2021.04.30. 전문가 초청 세미나(“3D프린팅 기술 기반 건축물 시공 자동화 기술”, 서명배 한국건설기술연구원 수석연구원) 회의 내용

□ 다양한 건축 생산 솔루션 개발 및 서비스 제고 필요

새로운 기술의 활용, IT 등 다분야 산업의 융합은 건축물 생산과정의 애로사항을 해결하고 건축물 품질을 향상시킬 뿐 아니라 그 결과로 제공되는 서비스의 수준도 제고해야 한다. 예를 들어, 건축설계 및 시공단계에서 적용 가능한 표준화된 설계기술 및 공법과 이를 활용한 프로젝트 단위 솔루션 개발 등은 건축물의 품질과 생산성을 담보할 수 있어야 한다. 또한, 새로운 기술은 복합건축물의 증가, 다양한 조건의 리모델링 또는 용도 변경과 더불어 강화되는 건축안전규제 등 까다로운 건축조건에 대한 솔루션도 신속하게 제공할 수 있어야 한다.

이러한 과정을 거쳐 조성된 건축물은 공간 활용의 효율성 뿐 아니라 또 다른 서비스 가치를 발생시킬 수 있으리라 전망된다. 예를 들어, 시설이용 관련 실시간 정보 구축 및 모니터링은 장비 고장에 대한 시정조치 같이 실제 시설 운영상의 문제를 해결할 뿐 아니라 개별 실의 점유율을 모니터링 하여 시설 이용성을 제고하는 등 건축물의 활용도를 높이는 데 기여할 수 있다. 또한, 시설이용에 대한 종합적인 정보 구축은 건축물의 관리를 보다 용이하게 하고, 향후 건축물의 활용도를 높이기 위해 기획·설계단계에서 고려해야 하는 사안들을 제시할 수 있다.

□ 건축산업 혁신 비즈니스모델 개발과 인력 양성

디지털 기반의 산업 혁신 시장 구축을 위해서는 다분야 기술이 접목 및 융합된 새로운 사업모델을 필요로 한다. 특히, ICT 기술의 발달 및 융합은 인문학 또는 예술 분야와의 접목을 통해 산업의 범위를 확장 시키고 건축물이 제공하는 서비스의 내용도 변화시킬 수 있으리라 전망된다.¹¹¹⁾

이에 따라 타 분야와의 협력이 가능하며 새로운 시스템 및 소프트웨어 사용 역량을 갖추고 변화하는 시장의 요구에 대응할 수 있는 인력을 양성해야 한다.¹¹²⁾ BIM과 같은 기술의 상용화를 위해서는 BIM을 사용하고자 하는 기업들을 위한 시스템 구입 지원뿐 아니라 인력 트레이닝에 대한 비용 지원이 필요하다. BIM, 디지털트윈의 3차원 디지털 공간 프로그램 등 신기술 활용이 가능한 전문가 양성을 위해서는 대학교육프로그램 개선 등 광범위한 대안을 모색해야 한다.¹¹³⁾

111) 국토교통과학기술진흥원(2013, p. 46)

112) European Union(2018, p.121)

□ 건축산업 활성화를 위한 정부의 역할 확대

새로운 기술력 확보가 경제 성장의 주요 요인으로 논의됨에 따라 연구개발 투자 확대는 국내·외에서 공통적으로 확인되는 추세이다. 정부는 건축산업의 신기술 발전을 견인하기 위한 방식 및 역할을 재고해야 하며, 민간시장의 신기술 적용 어려움을 적극적으로 해결해나가야 한다. 일반적으로 신기술 도입 및 확산을 위한 정부의 역할은 대규모 수요 창출로 논의되며, Geels외(2021)는 새로운 기술의 정착을 위해 정부의 상향식 계획의 필요성을 제시하고 있다.¹¹⁴⁾ 다시 말해, 전반적인 기술 혁신 프로그램의 정책 방향 아래 특정 기술의 확산을 추진하는 것이 효과적인 전략이라고 설명하고 있다.

정부는 특히, 변화하는 노동시장에 부합하고 건축산업의 디지털 전환을 견인할 수 있는 인력 양성에 대한 지원을 강화할 필요가 있다. 신기술의 정착을 위해서는 현재 노동인력의 재교육 방안에 대해서도 구체적인 지원방안을 마련할 필요가 있다. 향후에는 기술융합을 통한 산업발전 방향에 따라 건축 전공자 이외 IT 분야 종사자들과의 협력이 확대되는 등 산업구성원이 다양해질 수 있다. 로보틱 엔지니어, 드론 파일럿 등과 같은 새로운 직군이 생길 수 있으며, 이러한 직무를 수행하기 위해서는 보다 혁신적인 인력 교육 및 트레이닝 방식을 고려해야 한다.¹¹⁵⁾ 관련하여 정부주도로 강소기업 육성 및 창업을 지원하고 건축서비스 혁신인재를 양성해야 한다.

113) 국토교통부. (2018b). 제1차 건축서비스산업 진흥 기본계획. 국토교통부.

114) Geels, F. W. 외(2021, p.16)

115) World Economic Forum & Boston Consulting Group(2016, p.26)

제3장 스마트건축의 개념 및 산업화

요건 설정

1. 스마트건축 개념 적용 사례 분석
 2. 스마트건축 인식 및 요구사항 조사·분석
 3. 스마트건축의 개념과 산업화 요건 설정
-

1. 스마트건축 개념 적용 사례 분석

1) 스마트 개념 및 기술의 종류

□ 스마트, 스마트기술의 일반적 개념

‘스마트(Smart)’의 사전적 정의는 ‘똑똑한’ 또는 ‘현명한’으로 보통은 ‘인공지능’ 또는 ‘다기능’의 의미로 사용되며¹⁾ 사회경제적 현상으로는 ‘개인과 산업이 고도로 지능화된 것’²⁾을 의미한다. ‘스마트기술’이란 기술 그 자체가 스마트한 것이 아니라 개인과 산업을 보다 더 스마트하게 만드는 기술이라 할 수 있으며 도처에서 발생하는 상황을 민감하게 인지하고 분석 및 예측을 통해 신속하게 대응할 수 있는 개인화된 상품과 서비스를 제공하기 위한 것으로 센싱(Sensing), 인텔리전스(Intelligence), 모빌리티(Mobility), 탄력(Elasticity), 통합(Integration)의 다섯 가지 속성을 지닌 총체적 기술³⁾로 설명된다.

1) 위키백과사전. 검색어: 스마트(<https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%A4%EB%A7%88%ED%8A%B8>)

2) 이동우 외(2012, p.147)

3) 이동우 외(2012, p.148)

건설분야에서 통용되는 ‘스마트건설기술’은 공사기간의 단축, 인력투입의 절감, 현장의 안전 제고 등을 목적으로 전통적인 건설기술에 ICT 등 첨단 스마트기술을 접목함으로써 건설공사의 생산성, 안전성, 품질 등을 향상시키고, 건설공사 전 단계의 디지털화, 자동화, 공장제작 등을 통해 건설산업의 발전을 목적으로 개발된 공법, 장비, 시스템 등을 의미한다.⁴⁾

□ 건축산업에 적용되는 스마트기술의 종류

앞서 언급한 바와 같이 현재 건축산업에서 적용되는 스마트기술은 건설산업분야에서 주도적으로 연구 개발 및 이용이 이루어지고 있다. 이들은 전통적인 토목·건축기술에 BIM, 사물인터넷, 빅데이터, 드론, 로봇 등 스마트 기술이 융합되어 건설 전(全)과정의 디지털화, 건설장비 자동화, 가상 건설, 현장 안전관리 등 건설 생산성 또는 안전성을 극대화하는 기술⁵⁾로 데이터 중심기술, 고부가가치 융복합기술, 고객지향기술로 구분할 수 있으며, 구체적인 기술의 내용은 [표 3-1]과 같다.

[표 3-1] 스마트건축기술의 활용 사례

스마트 기술	일반적 의미	건설분야 활용
 ① BIM	3차원 정보모델을 기반으로 시설물의 생애주기에 걸쳐 발생하는 모든 정보를 통합하여 활용이 가능하도록 시설물의 형상, 속성 등을 정보로 표현한 디지털 모델 * Building Information Modeling	BIM모델을 이용한 구조해석 수행 S/W, BIM 기반의 시공 시물레이션 및 공정/공사비 관리 S/W 등 다양한 방면으로 활용
 ② 드론	지상에서 원격조정이나 사전프로그램된 경로로 비행하거나, 인공지능이 탑재되어 자율비행하는 ‘무인비행장치’ * Drone	드론에 카메라, 라이다 등 각종 장비를 탑재하여 건설현장의 지형 및 장비 위치 등을 빠르고 정확하게 수집하는 기술로 활용
 ③ VR/AR	가상현실(VR)은 컴퓨터로 만든 가상 공간을 사용자가 체험하게 하는 기술이고, 증강현실(AR)은 현실 세계에 가상의 콘텐츠를 겹쳐 디지털체험을 가능케 하는 기술 * Virtual Reality & Augmented Reality	건설현장의 위험을 인지할 수 있도록 VR/AR을 통한 건설사고의 위험을 시각화한 안전교육프로그램에 활용 가능하며, 시공 전/후의 건설현장을 VR을 통해 현실감 있는 정보제공이 가능

4) 국토교통부(2021a, p.3)

5) (주)과학기술전략연구소(2019, p.3)

6) 천재교육. 천재학습백과 초등 소프트웨어 용어사전, 검색어 : 3D프린팅(<https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3611954&cid=58598&categoryId=59316>)

스마트 기술	일반적 의미	건설분야 활용
 <p>④ 빅데이터 & 인공지능</p>	<p>디지털 환경에서 생성되는 다양한 데이터 및 생성 주기가 짧은 대규모의 데이터를 의미 컴퓨터가 사고, 학습, 자기계발 등 인간 특유의 지능적인행동을 모방할 수 있게 하는 컴퓨터 과학</p> <p>* Big Data & Artificial Intelligence</p>	<p>건설현장에서 수집 가능한 다양한 정보를 축적하여 축적된 정보를 AI 분석을 통해 다른 건설현장의 위험도 및 시공기간 등을 예측할 수 있는 기술로 활용</p>
 <p>⑤ 3D 스캐닝</p>	<p>3차원 스캐너를 이용하여 대상물의 형상정보를 취득 하거나 디지털 정보로 전환하는 모든 과정</p> <p>* 3D Scanning</p>	<p>레이저 스캐너를 이용하여 건설 현장을 보다 정확하게 측량하고 측량한 정보를 디지털화하여 Digital Map을 구축하거나, 구조물 형상을 3D로 계측 및 관리</p>
 <p>⑥ 사물인터넷</p>	<p>레이저 스캐너를 이용하여 건설 현장을 보다 정확하게 측량하고 측량한 정보를 디지털화하여 Digital Map을 구축하거나, 구조물 형상을 3D로 계측 및 관리</p>	<p>건설장비, 의류, 드론 등에 센서를 삽입하여 건설현장에서 장비-근로자의 충돌위험에 대한 정보제공 및 건설장비의 최적 이동 경로를 제공하는 데 활용</p>
 <p>⑦ 디지털트윈</p>	<p>컴퓨터에 현실 속 사물의 쌍둥이를 가상으로 만들고, 현실에서 발생할 수 있는 상황을 컴퓨터로 시뮬레이션함으로써 결과를 예측하는 기술</p> <p>* Digital Twin</p>	<p>건설 현장을(On site) 직접 방문하지 않고 컴퓨터로 시공 현황을 3D로 시각화하여(Off site) 현실감 있는 정보를 제공하는데 활용</p>
 <p>⑧ 프리팹</p>	<p>미리 공장에서 부품의 가공 조립을 해놓고 현장에서 설치만을 행하는 건축 공법</p> <p>* Prefabrication</p>	<p>건설 부재를 프리팹을 통해 생산하여 현장 작업을 최소화하고 공사기간을 단축하는 기술로 활용</p>
 <p>⑨ 모바일 기술</p>	<p>빅데이터 분석으로 추출된 맞춤형 정보를 다양한 모바일 기기(스마트 폰, 태블릿 PC 등)를 통해 서비스 제공 가능</p> <p>* Mobile</p>	<p>건설현장의 다양한 정보를 수집·분석하여 위험요소에 관한 정보를 근로자에게 실시간으로 제공하여 현장의 안전성을 향상하는데 활용</p>
 <p>⑩ 로보틱스</p>	<p>로봇+테크닉스의 합성어로, 로봇에 관한 설계, 구조, 제어, 지능, 운용 등에 대한 기술을 연구하는 공학의 한 분야</p> <p>* Robotics</p>	<p>사고 위험이 높은 환경에서 로봇을 통한 원격시공으로 안전 확보 및 공사기간 단축이 가능한 기술로 활용</p>
 <p>⑪ 디지털 맵</p>	<p>종이지도를 컴퓨터에서 이용 할 수 있도록 디지털 정보로 표현한 것으로 지리정보 시스템 및 인터넷 통신기술과 결합하여 위치정보 제공</p> <p>* Digital Map</p>	<p>정밀한 전자지도 구축을 통해 측량요류를 최소화하여 재시공 및 작업지연을 방지할 수 있는 기술로 활용</p>

스마트 기술	일반적 의미	건설분야 활용
	승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차를 의미하며, 차세대 자동차 산업으로 기대	건설장비의 지능형 자율 작업이 가능하게 함으로써 작업의 생산성 향상 및 작업 시간 절감이 가능한 기술로 활용
⑫ 자율주행		
	프린터로 평면으로 된 문자나 그림을 인쇄하는 것이 아니라 입체도형을 찍어내는 기술 ⁶⁾	건축물을 처음부터 끝까지 3D프린팅 기술로 완성하는 기술과 건축에 쓰이는 자재를 3D프린터로 인쇄해 건축물을 완성하는 기술로 활용 ⁷⁾
⑬ 3D프린팅		
	서버, 저장소, 네트워크, 어플리케이션, 서비스 등과 같이 설정 또는 공유가 가능한 컴퓨터 자원에 대하여 언제 어디서나 편리하게 네트워크 접속이 가능한 기술 ⁸⁾	낮은 사양의 컴퓨터를 보유하고 있더라도 인터넷을 통한 클라우드 시스템 제공업체의 최신 고성능 서버와 소프트웨어를 필요에 따라 편리하게 활용 ⁹⁾
⑭ 클라우드 컴퓨팅		

내용 출처: (주)과학기술전략연구소(2019, pp.4-5); 국토교통부(2021a, pp.7-8) 재인용 및 참고하여 연구진 작성
 그림 출처 : 3D프린팅 : PERI. Technology(<https://www.peri3dconstruction.com/technology>), 클라우드 컴퓨팅 : Tetrasoft. Hybrid Cloud(<https://www.tetrasoft.us/services/cloud-enablement>) 그 외 그림은 내용출처와 동일

□ 건축물 조성단계별 스마트기술의 적용 현황

건축산업에서 최종적인 생산품이자 모든 건축행위의 최종 결과물에 해당하는 건축물 및 공간환경에 대해서는 그 조성단계를 계획, 설계, 시공, 유지관리의 4단계로 구분하는 것이 일반적이다. 이러한 건축물 및 공간환경의 조성단계별로 앞서 살펴본 스마트기술의 적용현황을 살펴보면 다음과 같다

계획단계에서는 조사 및 측량 분야에서 스마트기술이 주로 적용되는데 지형 및 지질을 확인하기 위한 3차원 디지털 지반정보와 드론 및 무인항공기를 이용한 측량 등에 주로 활용된다. 조사과정에서는 카메라와 레이저스캔, 비파괴 조사장비, 센서 등을 이용한 지형정보 조사가 이루어지고 측량에서는 드론을 이용한 지형 및 지반에 관한 정보 모델링이 이루어진다.

설계단계에서는 BIM 설계와 디지털트윈 기술을 활용한 시설물의 3D모델링에 스마트 기술이 주로 적용되며 시설물별 특성을 반영한 BIM 표준의 개발이나 AI기반 BIM 설계

7) 오원석(2016)

8) Mell, p. 외(2009); 나선철 외(2016, p.131) 재인용

9) 김명근(2017, 11월 1일 기사)

자동화, 라이브러리를 활용한 속성 정보가 포함된 3D모델 구축 등을 통해 다양한 제약 조건과 발주자의 요구사항을 반영한 최적화된 설계안을 자동으로 도출하는 것이 최종적인 목표이다.

시공단계에서는 자동화시공과 운영관제, 안전관리 및 건설공정 전반에 걸쳐 스마트기술이 활용되는데 자동화 시공과 관련하여서는 건설장비의 자동화와 시공 정밀제어, 모듈러 혹은 프리패브기술을 활용한 공장제작·현장조립, 로봇 등을 활용한 조립시공 기술이 적용되고 있다. 운영관제와 관련하여서는 건설현장 내 건설기계의 실시간 통합 관리·운영, 센서 및 IoT를 통한 실시간 공사정보, AI를 활용한 최적 공사계획 수립 및 건설기계 통합 운영 절차를 마련하기 위해 스마트기술이 적용된다. 안전관리와 관련하여서는 ICT, 드론·로보틱스 기반으로 안전사고를 예방하기 위한 취약공종 및 근로자 위험요인 분석 등에 적용된다. 이러한 스마트기술은 시공단계의 건설공정 전반에서 3차원 및 AI를 활용한 공사공정 관리와 3D프린터를 활용한 급속 시공 등에 적용된다.

유지관리단계에서는 IoT센서 기반의 시설물 모니터링, 드론·로보틱스 기반의 시설물 상태 진단, 시설물 정보에 대한 빅데이터 통합 및 표준화, AI기반의 유지관리 최적화 의 사결정 등에 스마트기술이 활용되며 특정 상황이 발생하였을 때 수집된 정보를 수집하고 전송하기 위한 대용량 통신네트워크, 다중·다수의 드론에 의한 군집관제, 시설물의 3D모델(디지털트윈)을 이용한 유지관리 등 적용분야가 매우 다양하다.

[표 3-2] 건축물 조성단계별 스마트기술 적용

단계	스마트기술의 적용분야	기술의 내용
계획	(조사) 지반정보 디지털 - 3차원 지형 및 지질	· 카메라, 레이저스캔, 비파괴 조사장비, 센서 등을 통한 지형 정보
	(측량) 드론, 무인항공기 등 측량기술 - 3차원 디지털 지형 정보 - 다기능 장비 장착 드론 (접촉+비접촉 정보수집) 등	· 드론기반 지형·지반 정보 모델링 기술
설계	(3차원 설계) 디지털 설계 - BIM 설계 - 시설물의 3D모델(디지털트윈)	· 시설물별 특성을 반영한 BIM 작성 표준 · AI기반 BIM 설계 자동화 · 라이브러리를 활용해 속성 정보 포함한 3D모델 구축 · 제약조건 및 발주자 요구 반영 최적화 설계안 자동도출
시공	(자동화시공) 건설자동화 및 제어기술 - 건설장비의 자동화 - 시공 정밀제어 기술 - 공장제작· 현장조립 기술 - 로봇 등을 활용하여 조립시공 기술 (운영관제기술)	· 토공, 굴착기 등 건설기계에 탑재한 센서·제어기·GPS 등을 통한 위치·자세·작업범위 정보 · 조립 및 시공시 부재 위치 정밀 제어 및 접합부 자동 시공 · 드론·로봇 등 취득 정보와 연계한 공정 절차 확인 · 사업목적·제약조건 등을 고려한 공사관리

단계	스마트기술의 적용분야	기술의 내용
	<ul style="list-style-type: none"> - 건설현장 내 건설기계의 실시간 통합 관리·운영 - 센서 및 IoT를 통한 실시간 공사정보 - AI를 활용한 최적 공사계획 수립 및 건설기계 통합 운영 절차 마련 	<ul style="list-style-type: none"> · 시공 간섭 요인 확인
	<ul style="list-style-type: none"> (건설공정) 스마트 공정 및 품질 관리 - 3차원 및 AI를 활용한 공사 공정 - 3D프린터를 활용한 급속 시공 	<ul style="list-style-type: none"> · 드론 및 로봇 등을 활용한 공정관리
	<ul style="list-style-type: none"> (안전관리) ICT, 드론·로봇·스 기반기술 - 안전사고 예방 기술 	<ul style="list-style-type: none"> · 취약 공종과 근로자 위험요인에 대한 정보기술 · 스마트 착용장비(Smart Wearable), 센서 등으로 취득한 정보를 통해 장비·작업자·자재 등의 상태·위치 등을 분석
유지관리	<ul style="list-style-type: none"> (유지관리) IoT 센서, AI기반의 시설물 모니터링 관리기술 - IoT 센서 기반 시설물 모니터링 - 드론·로봇·스 기반 시설물 상태 진단 - 시설물 정보 빅데이터 통합 및 표준화 - AI기반 유지관리 최적 의사결정 	<ul style="list-style-type: none"> · 특정상황이 발생하였을 때 수집된 정보를 전송 · 무선 IoT 센서의 전력소모를 줄이는 상황 감지형 정보수집 · 대규모 구조물에 대한 신속·정밀한 정보 수집을 위한 대용량 통신 N/W · 다중·다수 드론의 군집관제, 카메라와 물리적 실험 장비를 장착한 다기능 드론(접촉+비접촉 정보수집) 시설물 진단 · 드론-로봇 결합체가 시설물을 자율적으로 탐색하고 진단 · 디지털 연속 촬영에 의한 터널 안전진단 · 시설관리자 판단에 의한 비정형 및 정형 데이터 표준화 · 산재된 건설관련 데이터를 통합하여 빅데이터로 활용 · 빅데이터를 바탕으로 AI가 유지관리 최적 의사결정 지원 · 시설물의 3D모델(디지털트윈)을 구축해 유지관리 활용

출처: 국토교통부(2021a, pp.5-6)

2) 스마트 개념 적용 사례 분석 및 시사점

(1) 건축 관련 분야 ‘스마트’ 개념 적용 사례

건축분야에서 ‘스마트’, ‘스마트기술’의 개념을 도입한 사례는 ‘지능형건축물’, ‘지능형빌딩’, ‘스마트건축’, ‘스마트빌딩’ 등이 있으며 각각의 용어는 관련 기관이나 연구자간의 도입 배경 및 목적에 따라 여러 개념으로 정의하고 있다(표3-3). 먼저 지능형건축물 또는 지능형 빌딩은 건축, 통신, 사무자동화, 빌딩자동화 등 시스템을 유기적으로 통합하여 냉방·난방·조명·전력시스템을 통합 운영하는 자동화된 건물로 규정한다.

또한 스마트건축물 또는 스마트빌딩은 인텔리전트빌딩으로도 불리며 건축, 통신, 사무자동화, 빌딩자동화 등의 4가지 시스템을 유기적으로 통합하여 첨단 서비스와 기능을 제공함으로써 경제성, 효율성, 쾌적성, 기능성, 신뢰성, 안전성 등을 추구하는 건물로 ICT 기술이 융합된 첨단건물로 해석하고 있다. 이러한 스마트빌딩은 주요 설비에 IoT센

서를 적용해 모든 상황을 모니터링하고 이를 기반으로 스스로 상태를 판단해 최적의 운영을 지원하는 방식으로 구현된다.¹⁰⁾

[표 3-3] 스마트건축 관련 유사개념의 적용 사례

용어	개념	근거
지능형건축물 (빌딩)	(지능형건축물의 인증) 별도의 정의는 없음	건축법 제65조의2
	지능형 빌딩은 건물의 공조·전기·조명·방범·방재등 빌딩관리 요소의 3가지 이상을 중앙관제 장치시스템에 의하여 자동 제어하는 시설을 말한다. 다만, 사무자동화 시설과 정보·통신시설은 빌딩자동화 시설의 범위에서 제외한다.	전동훈 (2000)
	지능형 빌딩은 건축, 통신, 오피스자동화, 빌딩자동화등 시스템을 유기적으로 통합하여 냉방·난방·조명·전력시스템을 통합 운영하는 자동화된 건물로써 자동화재감지장치·보안경비·정보통신망의 기능이 첨가된 기능을 말한다.	국세청 (2019, p.47)
	건축물을 이루고 있는 건축, 설비, 각종 시스템들이 용도와 목적에 맞게끔 최적화되어 사용자들이 쾌적하고 편안한 상태에서 거주할 수 있도록 한다. 또한 건축물의 모든 요소들이 유기적으로 통합되고 연동되어 불필요한 에너지소비를 줄이고 건축물의 효용가치가 지속가능하게 유지될 수 있도록 만들어진 건축물	한국지능형스마트건축물협회 홈페이지 : 인증절차
	첨단 스마트빌딩 관리시스템으로 제어되는 빌딩(중중 스마트빌딩이라고도 불림)	IGI Global 웹사이트 (What is Intelligent Building)
스마트건축 물 (빌딩)	스마트 빌딩은 스마트시티에서 제공하는 제반 서비스의 최종 단말이며, 사용자가 서비스를 제공 받고 이용하는 장소	김성완 (2019)
	스마트 빌딩은 건축, 통신, 사무 자동화, 빌딩 자동화 등의 4가지 시스템을 유기적으로 통합하여 첨단 서비스 기능을 제공함으로써 경제성, 효율성, 쾌적성, 기능성, 신뢰성, 안전성을 추구한 빌딩으로, 건물의 냉·난방, 조명, 전력 시스템의 자동화와 자동 화재 감지 장치, 보안경비, 정보통신망의 기능과 사무 능력 및 환경을 개선하기 위한 사무 자동화를 홈 네트워크로 통합한 고기능첨단 건물	최봉문 (2011)
	스마트빌딩은 21세기를 전망하여 고도 정보화의 진전에 대응할 수 있는 고도 정보화 건축물 또는 정보통신 기능의 고도화, 에너지 절감, 인력 절감, 실내환경의 쾌적성, 정보의 안전성이나 신뢰성을 확보할 수 있는 양호한 건축 자산	최봉문 (2011)
스마트건축	“스마트건축”이란 이용자 삶의 질과 건축물의 가치 향상을 위하여 지능정보 기술과 융복합된 개선된 정주환경을 제공하는 지속 가능한 건축물	김성완 외(2020)
	“스마트건축”이란 국민의 삶의 질 향상을 위한 첨단기술이 유연하게 적용될 수 있는 지속가능한 건축물	이은석외 (2020)
스마트도시 (시티)	“스마트도시”란 도시의 경쟁력과 삶의 질의 향상을 위하여 건설·정보통신기술 등을 융·복합하여 건설된 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시서비스를 제공하는 지속가능한 도시	스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률 제2조 1

출처: 개별 근거 자료 참고하여 연구진 작성

2020년에 들어서 ‘스마트건축’이라는 용어를 직접 사용한 정책 연구가 이루어졌는데 국토교통부의 「스마트건축 육성을 위한 기본계획 수립 및 정책방안 연구」와 건축도시공간연구소의 「스마트건축 개념을 바탕으로 한 건축물 인증제도의 개편 방향 연구」가 있다. 국토부의 「스마트건축 육성을 위한 기본계획 수립 및 정책방안 연구(2020)」에서는

10) 테이코산업연구소(2020a, p.41)

‘스마트건축’이란 ‘이용자 삶의 질과 건축물의 가치 향상을 위하여 지능정보 기술과 융복합된 개선된 정주환경을 제공하는 지속 가능한 건축물’로 정의¹¹⁾하고 있다.

스마트건축은 사물 또는 상품으로서의 건축을 의미하며 정보통신기술의 활용여부에 따라 기존 건축물과 구분된다. 스마트건축은 일종의 플랫폼으로서 거주자와 이용자의 니즈를 충족하기 위하여 공간적 제약을 극복하는 지능정보기술의 편익이 제공되는 건축물이며 스마트건축은 교통, 에너지절감, 총체적물관리와 방법 및 재난대비, 생활/복지 실현 등 복잡한 도시문제의 해결을 위해 다양한 지능정보기술을 활용하는 스마트도시의 구현을 위한 필요조건임을 강조하고 있다.

건축공간연구원의 「스마트건축 개념을 바탕으로 한 건축물 인증제도의 개편 방향 연구(이은석 외, 2020)」에서 규정한 스마트건축이란 ‘국민의 삶의 질 향상을 위한 첨단기술이 유연하게 적용될 수 있는 지속가능한 건축물’로 규정¹²⁾하고 있다. 스마트건축은 도시의 스마트화를 촉진하거나 완성시키기 위한 스마트도시의 핵심인프라가 되어야 하며 스마트화를 통한 비용절감에 초점을 맞춘 건축과정에서의 스마트화가 아닌 유지관리 비용의 감소, 지능화서비스를 통한 이용자 삶의 질 제고, 스마트도시 서비스와의 연계 등을 통한 사회적 비용감소 등 건축서비스의 스마트화 필요성을 강조하였다.

또한 스마트건축은 국가가 제시하는 미래비전을 반영하여 국민의 삶의 질 향상에 기여하고 향후 개발될 각종 첨단기술이 생활공간에 유연하게 접목되어 건축을 매개로 결합하는 플랫폼의 역할과 기후변화 등 급변하는 환경에서 건축물이 국민의 지속가능하고 안정적인 삶을 유지하는 중요한 기반으로서의 역할 수행을 주장하였다.

한편, 최근 정책사업이 본격 추진되고 있는 ‘스마트도시’는 법률에서 그 개념을 명확히 정의하고 있으며, 선행 연구에서는 이를 스마트빌딩과 연계하여 이해하고 있다.¹³⁾스마트빌딩은 ‘스마트시티에서 제공하는 제반 서비스의 최종 단말이며, 사용자가 서비스를 제공받고 이용하는 장소’로 설명한다. 즉 스마트시티라는 거대플랫폼에 장착되어 스마트 기술을 함께 적용받는 실질적인 이용수단으로서의 건축물을 스마트빌딩으로 이해하고 있으며 스마트도시의 생산물임과 동시에 새로운 서비스를 양산하는 공급원이기도 하다.

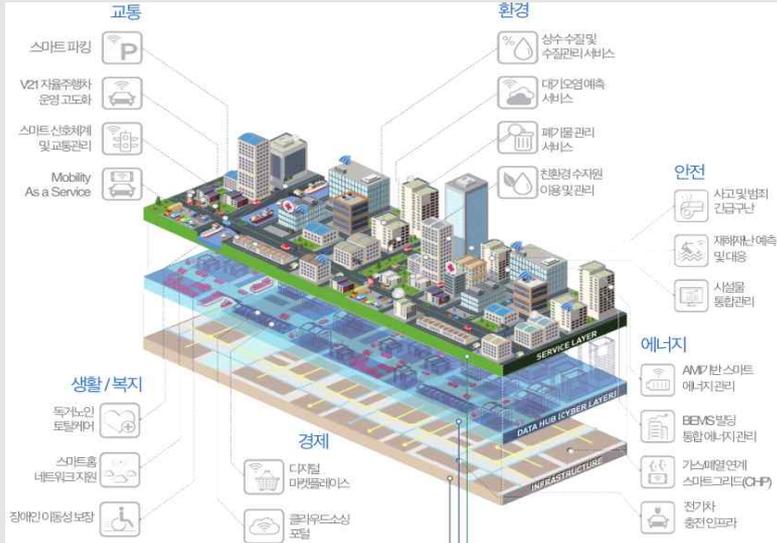
11) 김성완 외(2020, p.51)

12) 이은석 외(2020, p.35)

13) 김성완 외(2020, p.52)

■ 스마트도시의 개념¹⁴⁾

- 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」에 따른 “스마트도시”란 도시의 경쟁력과 삶의 질의 향상을 위하여 건설·정보통신기술 등을 융·복합하여 건설된 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시서비스를 제공하는 지속가능한 도시
- “스마트도시서비스”란 스마트도시기반시설 등을 통하여 행정·교통·복지·환경·방재 등 도시의 주요 기능별 정보를 수집한 후 그 정보 또는 이를 서로 연계하여 제공하는 서비스(법제2조2호)
- 제3차 스마트도시 종합계획(2019~2023, 국토교통부)의 “스마트도시”란 일반적으로 ‘도시’에 ICT·빅데이터 등 신기술을 접목하여 각종 도시문제를 해결하고, 삶의 질을 개선할 수 있는 도시모델’로 정의하며 최근에는 다양한 혁신기술을 도시인프라와 결합해 구현하고 융복합할 수 있는 공간이라는 의미의 “도시플랫폼”으로 활용
- 스마트도시의 분야별 적용기술 및 서비스
 - (교통) 스마트파킹, V2I 자율주행차 운영고도화, 스마트 신호체계 및 교통관리, Mobility As a Service
 - (환경) 상수수질 및 수질관리 서비스, 대기오염 예측 서비스, 폐기물관리 서비스, 친환경적 수자원 이용 및 관리
 - (안전) 사고 및 범죄 긴급구난, 재해 재난 예측 및 대응, 시설물 통합관리
 - (생활/복지) 독거노인 토탈케어, 스마트홈 네트워크 지원, 장애인 이동성 보장
 - (경제) 디지털 마켓플레이스, 클라우드소싱 포털
 - (에너지) AMI 기반 스마트 에너지 관리, BEMS 빌딩 통합 에너지 관리, 가스/폐열 연계 스마트그리드(CHP), 전기차 충전인프라



[그림 3-1] 스마트도시의 분야별 적용기술과 서비스
출처 : 국토교통부(2020b, p.6)

□ 스마트건축 관련 사례의 주안점

앞서 살펴본 최근의 정책연구에서는 스마트건축을 일종의 플랫폼으로 간주하고 거주자의 요구에 부합하는 다양한 지능정보기술의 편익이 제공되는 건축물로 스마트도시의 구현을 위한 필요조건임을 강조하고 있으며 국민의 삶의 질 향상과 기후변화 대응 등 지속가능한 삶을 유지하기 위한 기반시설로서의 역할 수행을 요구하고 있다. 이에 대해서는 법적인 용어의 정의가 부재한 상황 하에서도 관련기술의 발전과정을 그대로 수용한

14) 스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률. 법률 제17945호., 국토교통부(2020b)

단순한 개념적 전개가 이루어지고 있으며 최근의 국가적 탄소저감 목표 설정 등 정책적 요성에 따라 그 개념은 한층 더 확장되고 있는 실정이다.

(2) 스마트 개념을 적용한 타 분야 사업 사례 및 시사점

국내에서 스마트건축에 대한 법적 개념이 명확히 설정되지 않은 상황임에도 선제적으로 ‘스마트기술’을 기반으로 산업화를 이루고 관련 시장규모를 확대하고 있는 건축물의 유형이 존재하는데 대표적으로 스마트하우징(홈), 스마트오피스, 스마트팩토리, 스마트팜 등을 들 수 있다. 이들 사례는 기존의 전통적 산업구조에 ‘스마트기술’을 결합하여 새로운 산업생태계를 구축하고 있으며 세계적으로 미래의 새로운 성장 동력을 육성하기 위한 직접적 지원과 함께 다양한 산업육성 정책을 추진하고 있다. 본 절에서는 이러한 사례의 개념과 주요점 등을 살펴보고 스마트건축의 개념 및 산업화 전략의 시사점을 도출하고자 한다.

① 스마트하우징(스마트홈)

스마트하우징은 주택을 구성하는 공간, 환경, 가전, 디바이스 등으로 구성된 스마트하우스(물리시스템)와 이와 관련된 정보(빅데이터), 스마트홈기술(IoT기술), AI기술 등을 연계·활용하여 최적화된 공간환경과 서비스를 제공하여 완성되는 주택으로 정의된다.¹⁵⁾ 스마트하우징은 4차 산업혁명 확산과 인구사회구조의 변화에 따른 주거 패러다임의 변화에 대응하여 포용적 주거복지의 실현과 거주민의 삶의 질 제고를 위한 서비스를 제공하고 이를 바탕으로 주거공간의 환경을 개선하고자 하는 목적으로 추진되었다. 우리나라는 아파트를 중심으로 하는 대단위 주거환경과 세계적 수준의 ICT인프라(5G 통신망), 글로벌 가전기업 등을 연계한 차세대의 새로운 시장창출을 유도하기 위한 정책지원이 논의되고 있다.

스마트하우징은 4차 산업혁명 기술의 확산과 사용자 중심의 적극적 주거서비스 도입 요구에 따라 주거공간에 AI, IoT, 개인용 스마트기기 등을 도입하여 가전 등의 기기를 원격 제어하는 홈네트워크 수준에서 주거공간 자체가 정보수집의 수단이 되는 서비스를 제공하는 주거서비스 인프라로 진화 중이다. 산업화의 관점에서 스마트하우징은 주거성능의 향상을 목표로 주택단지 또는 개별 주택을 대상으로 AI, IoT, ICT기술 등을 활용한 새로운 주거서비스의 제공이 가능한 스마트하우징 플랫폼을 구축하는 일과 주택에서

15) 한국건설기술연구원 과제현황-AI기반 스마트하우징 플랫폼 및 서비스 기술개발(<https://www.kaia.re.kr/portal/landmark/readTskView.do?menuNo=200060&tskId=157018&yearCnt=1>)

거주자에게 필요한 안전하고 쾌적하고 편리한 삶을 지원하기 위한 스마트하우징 주거 서비스를 개발하는 일로 구분할 수 있다.



[그림 3-2] SK텔레콤의 스마트홈 아파트 개념도

출처: NUGU smart home, 스마트홈 아파트(<https://www.sktsmarthome.com/html/apartment.html?date=20200629>)

국내의 스마트하우징 관련 기술수준은 아파트 등 주택단지에서 유무선통신사와 건설회사가 협업하여 주택 내에서 필요한 다양한 서비스를 제공하는 수준으로 음성인식 인공지능 스피커를 활용한 정보제공과 IoT 가전제어, 엘리베이터 예약 및 호출, 에너지 원격 점검 및 관리비 이력조회, 커뮤니티 시설이용 등의 서비스가 제공되고 있다. 국내의 이동통신사인 SK텔레콤에서는 주거단지 내에서의 모든 생활서비스를 통합한 스마트홈 아파트 모델을 개발하고 홈네트워크 시스템이 구축되지 않은 아파트를 대상으로 IoT 기기 연동서비스와 홈네트워크 시스템이 구축된 아파트, 오피스텔을 대상으로 하는 홈네트워크 연동, 홈네트워크와 상관없이 모든 공동주택을 대상으로 하는 생활서비스를 제시하고 있다.

② 스마트오피스

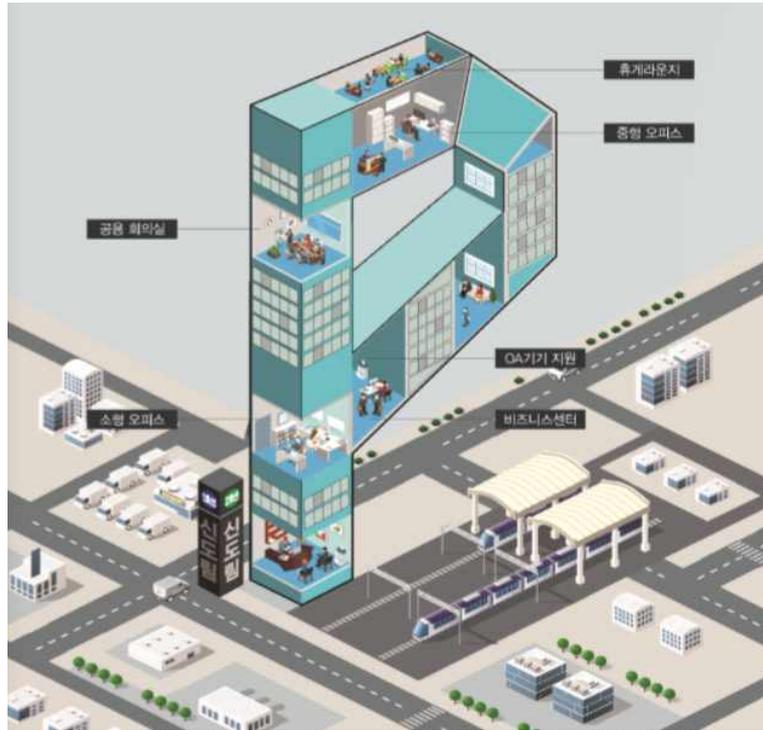
2010년 국가정보화전략위원회와 행정안전부의 「스마트오피스 추진계획」에서는 스마트오피스를 “도심에 있는 본사 사무실에 출근하지 않고 원격지에서 업무를 처리할 수 있는 IT기반 사무실(원격회의시설과 육아시설 등)”로 정의하고 있으며¹⁶⁾ 이는 정부부처 등 공공부문에서 시행중인 스마트워크센터의 개념에 가깝다. 스마트오피스의 도입은 일과정 양립의 필요성과 코로나19 등 감염병의 유행으로 인한 업무환경의 변화에 대응하기 위해 ICT기술을 활용하여 시간과 장소에 제약을 받지 않고 유연하게 업무를 수행할 수 있는 환경을 조성하기 위한 목적에서 논의가 이루어졌다. 우리나라에서는 감염병의 장기화에 따른 재택근무의 상시화와 비대면 업무처리 방식의 정착을 바탕으로 정보통신과 빌딩 임대관리가 결합된 새로운 스마트오피스 시장이 형성되고 있다.

포스트 코로나시대의 업무방식 변화에 대응한 업무공간 변화의 필요성에 대해서는 2020년 7월에 국내의 한 민간기업에서 전국 20~59세 직장인 1,000명을 대상으로 실시한 ‘스마트오피스 인식조사’¹⁷⁾에서 포스트 코로나시대의 업무방식 변화에 대응하여 전체 응답자의 72.4%가 스마트오피스의 도입이 필요하다고 응답하였다. 이러한 스마트오피스에 대해서는 쾌적한 인테리어와 휴게공간(50.6%), 효율적인 공간 활용으로 인한 비용절감(43.1%), 집중업무나 미팅 등 업무방식에 따라 최적화된 공간배치(41.9%), 업무생산성과 효율성 향상(38.2%) 등을 구체적인 장점으로 꼽았다.

16) 국가정보화전략위원회, 행정안전부(2010, 1월 13일 보도자료)

17) NEFS(2020, 7월 13일 기사)

- 시설관리
 - 사무실내 청소
 - 사무실내 보안 및 순찰
 - 사무실내 시설물 유지관리
 - 쓰레기 수거
 - 공용부분 청소/보안
- 총무/업무 지원
 - 우편물 수신
 - 사무용품 구매대행
- 라운지 이용
 - 커피, 음료, 차, 스낵 무료제공
 - 공용컴, 전자레인지, 냉동/냉장고, 제빙기
 - 공용라운지(가벼운 회의, 클라이언트 응대)
- 미팅룸
 - 빔프로젝터, 전동스크린, 글라스보드 제공
 - 공용회의실(4인 오픈회의실, 6인실, 8인실)
- 비서서비스
 - 전화응대
 - 우편물/팩서비스 대행
- 대여서비스
 - 사물함, 노트북, 가구 등
- 제휴서비스
 - 세무기장, 법률자문, 명함/로고/홈페이지 등
- 가상오피스 서비스
 - 비상주 사무실
 - 우편물 관리서비스
- 기타서비스
 - 쾌적한 개별냉난방
 - 홈페이지내 입주사 소개 와이파이제공
 - 공용복합기
 - 사무집기 사용
 - 기업홍보(로비 및 각종 미디어월)



[그림 3-3] 중소형 오피스빌딩 대상의 스마트오피스 표준모델 사례

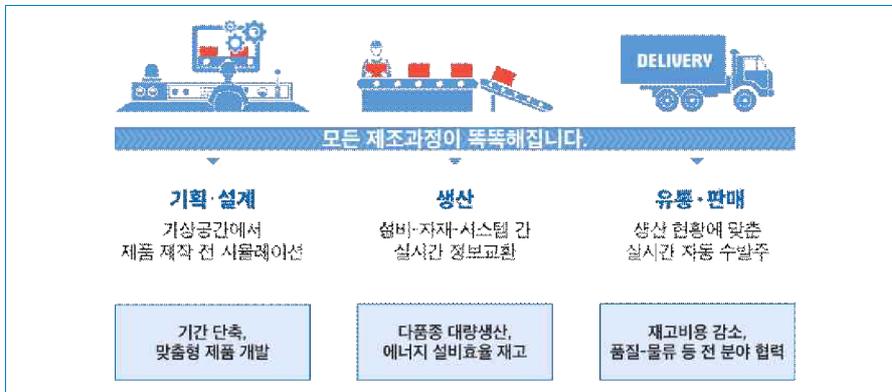
출처: PINPOINT, 오피스를 바꾼 오피스 신도림 핀포인트(<http://www.신도림핀포인트.kr/catalog/>)

이러한 요구를 반영하여 최근에는 통신사(SK텔레콤 등)와 자산운용사, 오피스빌딩 임대관리 솔루션 전문기업 등이 협업하여 5G와 인공지능(AI) 기반의 스마트오피스 기술 및 융합보안 서비스를 결합한 스마트오피스 표준모델을 구축하고 이를 활용하여 중소형빌딩을 대상으로 스마트오피스를 구축하는 사업을 추진 중이며 시설관리, 미팅룸 및 라운지이용, 총무 및 업무지원, 비서서비스, 대여 및 제휴서비스, 가상오피스서비스 등을 패키지로 제공하고 있다. 복합사무기기를 생산하는 기업에서도 자체적으로 구축한 클라우드 서버를 활용하여 개별적으로 서버를 구축할 여력이 없는 중소기업을 대상으로 SNS계정을 통해 PC 및 모바일 기기, 복합기를 연동한 스마트오피스 솔루션을 개발하고 사무기기 판매와 연동하여 서비스를 제공하고 있다.

③ 스마트팩토리

스마트팩토리는 “설계 및 개발, 제조 및 유통 등 생산과정에 디지털 자동화 솔루션이 결합된 정보통신기술(ICT)을 적용하여 생산성, 품질, 고객만족도를 향상시키는 지능형 생산공장”을 의미한다.¹⁸⁾ 스마트팩토리의 도입 목적은 ICT 기술을 기반으로 모든 설비와 장치가 무선통신으로 연결되고, 전후 공정간 데이터의 자유로운 연계를 통해 보다 유기적이고 통합적인 최적의 생산 환경을 구축하는데 있다. 관리 외적으로도 비용 효율성이 높아 스마트팩토리의 구현을 통해 더 이상 값비싼 노동력에 의지하지 않아도 될 뿐만 아니라 대량 생산이 야기하는 재고의 불확실성 문제도 해소할 수 있다.

스마트팩토리의 기반이 되는 ‘스마트 제조’는 디지털 기술을 적용하여 제조업 전과정이 스마트화되고, 이를 바탕으로 모든 참여자가 실시간으로 연결하여 협업할 수 있는 제조 방식을 말한다. 산업자원부에서는 주력산업의 고부가가치화, 생산시스템의 혁신, 선제적 산업구조 고도화를 체계적으로 추진하기 위해 스마트제조 혁신생태계에 대한 수직적 통합(HW/SW, IT/OT, 설비/데이터)과 수평적 통합(제품 전주기, 가치사슬)을 유도하기 위한 다양한 정책을 추진 중이다.



[그림 3-4] 스마트팩토리의 개념

출처: 스마트제조혁신추진단, 스마트공장 소개-스마트공장 이란?(<https://www.smart-factory.kr/smartFactoryIntro>)

국내 스마트팩토리 시장은 2014년 5조 3,356억 원 규모에서 연평균 13.54% 성장하여 2018년 8조 8,684억 원 규모를 형성하였고, 이후 연평균 11.22% 성장하여 2023년 15조 899억 원의 시장규모를 형성할 것으로 전망된다.¹⁹⁾ 정부는 스마트팩토리의 보급 확

18) 김영우(2018, 9월 18일 기사)

19) 테이코산업연구소(2020b, p.55)

산과 기존 생산시설의 고도화를 목적으로 중소기업을 대상으로 하는 스마트팩토리 구축지원 사업을 시행 중이며 지원규모는 3,300개 내외(신규구축 2,683개, 고도화 617개, 고도화220개 내외)에 이른다.

또한 중소벤처기업부와 삼성전자가 협동으로 대·중소 상생형 스마트공장 구축지원사업을 통해 제조 현장의 경쟁력 제고를 위한 맞춤형 스마트팩토리 도입을 지원하고 있다. 과기정통부는 세계 최초 5G 상용화와 함께 '5G+ 전략'을 발표하고, 5G 기반의 스마트팩토리 고도화와 확산을 추진하고 있다. 이와 함께 스마트팩토리 확산 및 고도화 전략(2018.03), 중소기업 스마트 제조혁신전략(2018.12), 제조업 르네상스 전략(2019.06)을 통해 제조업 혁신을 추진 중이다.²⁰⁾

■ 국외 스마트팩토리 정책 및 산업화 동향

- 글로벌 스마트팩토리 시장은 미국, 독일, 일본 등 주요 선진국들이 제조업 경쟁력 강화정책을 수립하고 이를 위한 방안으로 스마트팩토리를 제1 및 보급하기 위해 노력 중임. 또한 중국 등 신흥 성장국들도 제조업의 성장활력 제고와 고용창출, 무역수지 개선 등을 위해 ICT를 활용한 경쟁력 강화정책을 수립하여 추진함에 따른 빠른 성장세를 보임²¹⁾
 - 글로벌 스마트팩토리 시장은 2014년 543억달러에서 연평균 9.95% 성장하여 2018년 793억달러에 이르렀고 이후 연평균 11.02% 성장을 지속하여 2023년 1,338억달러 시장규모를 형성할 것으로 전망²²⁾
- 미국은 IT 대기업을 중심으로 글로벌 스마트팩토리 분야를 선도하고 있으며 정부에서는 첨단 제조업의 육성을 위한 생태계를 조성하기 위한 관련 기술 개발 및 사업화를 지원²³⁾
 - 정부주도의 첨단 제조업 육성전략으로 미국 혁신 전략(2009, 2011, 2015) 발표
 - 민간영역에서는 GE·MS·Amazon 등 IT 대기업을 중심으로 컨소시움을 구성하고 시장중심의 표준화를 주도 중
- 독일은 자국의 우수한 제조기술력에 ICT를 결합하여 신속하고 체계적으로 스마트팩토리를 선도하고 있으며 이를 통해 제조효율 향상, 사업모델 확장, 중소기업 참여확대, 글로벌 경쟁력 강화 등을 도모함²⁴⁾
 - Industrie 4.0 : 독일 산업계 전반의 디지털 전환에 대한 국가 차원의 이니셔티브로 2010년 독일산업 정책에 포함되었으며 2012년 독일 정부의 첨단기술전략 2020의 실행 계획 중 하나로 채택됨
 - Platform Industrie 4.0 : 스마트팩토리의 실효성 강화를 위해 2015년 독일정부 주도로 탄생한 민·관협의체로 독일의 3대 산업협회인 기계공업협회(VDMA), 독일 IT·통신·뉴미디어산업협회(BITKOM), 독일 전기·전자공업협회(ZVEI)으로 구성된 사무국을 주축으로 운영 중임
- 일본은 미국이나 독일에 비해 국가적 대응은 다소 늦었으나 자체 보유한 세계적인 제조 기술력을 바탕으로 구체적인 방안을 마련하여 시행중²⁵⁾
 - 일본재흥전략(2016 개정) : 일본의 성장에 대한 정책 방향 및 구체적인 실행방안이 포함되었으며, 2015년 6월 생산성 혁명을 핵심전략으로 지정, 2016년 6월에는 국가정책 차원에서 4차 산업혁명을 준비 중
 - 경제산업성에서는 2015년부터 신산업구조비전을 통해 4차 산업혁명의 추진에 있어 국제사회에서 일본이 처한 현실을 진단하고 국가 차원의 4차 산업혁명 대응 기본전략을 제시
 - 초스마트사회(Society 5.0) : 2016년 1월 '제 5기 과학기술기본계획'에서 새로운 사회상 개념으로 등장하였으며 2017년 6월 '미래투자전략 2017(Society 5.0 실현을 향한 개혁)'에서 초스마트사회 방향을 본격적으로 제시
- 중국은 범정부 차원에서 중장기 전략 수립과 대규모 투자를 통해 빠른 속도로 스마트팩토리를 집중 육성하고 있음. 중장기 산업발전계획에 사물인터넷·로봇·스마트제조 분야를 연이어 포함시키며 관련 산업의 체질개선과 고도화를 추진²⁶⁾
 - 2010년 9월 '전략성 신흥산업의 육성 및 발전을 가속화하는 것에 관한 결정'을 발표하였으며 5년 단위 산업정책인 제12차 5개년 계획(125 규획) 및 제13차 5개년 계획(135 규획)과 함께 30년 혁신계획의 일환인 중국제조 2025 등을 추진

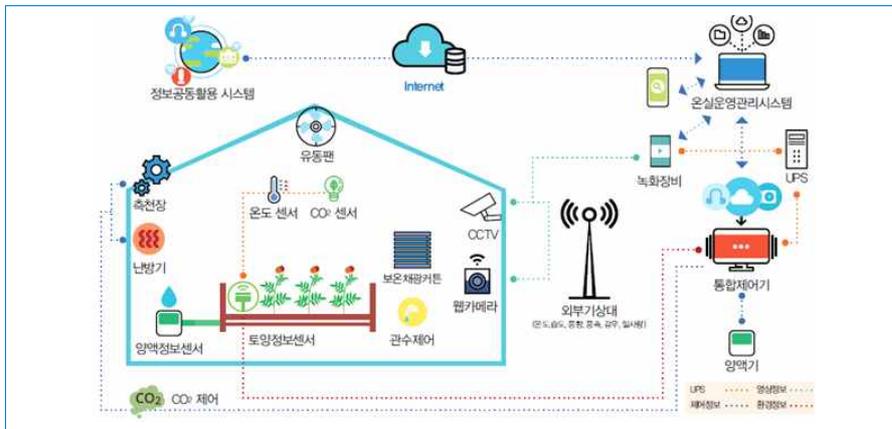
20) 테이코산업연구소(2020b, pp.680-686)

21) 테이코산업연구소(2020b, p.55)

22) 테이코산업연구소(2020b, p.54)

④ 스마트팜

스마트팜은 사물인터넷, 빅데이터 등을 활용해 최적의 생육환경을 자동으로 제어하는 농장으로 정의된다.²⁷⁾ 스마트팜의 도입 목적은 일차적으로 “농업분야의 생산, 유통 및 소비 전반에 ICT(정보통신기술)를 적용하고, 자동·원격 기술을 활용해 실시간으로 생육 환경을 관리하고 생산성을 극대화하는데 있으며 더 나아가 “농산물의 생산·유통·소비의 전주기적 과정에서 ICT 융·복합 기술을 적용해 농촌과 농민의 삶의 질을 향상하고자 하는 것이다.



[그림 3-5] 시설원에 스마트팜 구성도

출처: ㈜호현에프앤씨(2018, p.1)

스마트팜은 AI, IoT, 빅데이터 등 ICT기술을 활용하여 농작물, 가축 및 수산물 등의 생육환경을 적정하게 조절 및 유지·관리하고, PC와 스마트폰 등을 이용한 원격의 자동관리를 통해 생산의 효율성과 편리성을 확보할 수 있다. 또한 ICT 기술을 활용한 스마트팜 기술을 통해 환경정보(온도·상대습도·광량·이산화탄소·토양 등) 및 생육정보에 대한 정확한 데이터를 기반으로 생육 단계별로 정밀한 관리와 예측이 가능하여 수확량과 품질 향상을 통한 수익성 향상과 노동력 및 에너지를 효율적으로 관리함으로써 생산비를

23) 데이코산업연구소(2020b, p.625)

24) 데이코산업연구소(2020b, pp.617-620)

25) 데이코산업연구소(2020b, pp.634-636)

26) 데이코산업연구소(2020b, p.642)

27) 관계부처 합동(2018a, p.1)

절감하는 것이 가능하다. 이러한 스마트 팜에 대해서는 응용하는 분야에 따라 스마트 농장, 스마트 온실, 스마트 축사, 스마트 양식장 등의 이름으로 다양하게 적용되고 있다. 이러한 우리나라 스마트팜 시장은 지능형 농작업기 부문 52%, 스마트팜 생산시스템 부문 42%, 식물공장 부문 6%로 구성되어 있으며 전체 스마트팜 생산부문의 관련 시장규모는 2015년 3조 6,051억에서 2020년 5조 4,048억 원으로 49.9%의 성장이 예상되고, 스마트팜 생산시스템 시장규모는 2015년 1조 6,251억 원에서 2020년에는 38.3% 성장한 2조 2,475억 원에 이를 것으로 예상된다.²⁸⁾ 2018.4.16.에 마련된 관계부처합동 스마트팜 확산 방안에서는 스마트팜 청년 창업생태계 조성, 스마트팜 산업인프라 구축, 확산 거점으로서 스마트팜 혁신벨리 조성 계획을 제시하였다.

농림축산식품부에서는 고품질 농산물의 안정적 공급과 신선농산물 수출확대를 위한 '스마트원예단지' 조성사업과 축산의 분뇨악취, 질병문제 해결과 미래 지향적 축산 발전모델을 제시하기 위한 '스마트 축산 ICT 시범단지' 사업을 추진 중이다. 국내의 스마트팜 기술수준은 1980년대부터 시설농업을 도입하여 재배면적과 생산량을 늘리고 있으나 아직까지 미흡한 수준으로 2016년 기준 국내 ICT 융합 농업기술은 최고수준의 기술을 보유한 미국 대비 76.5% 수준으로 4.5년의 격차를 보이며 수입자재 의존도가 높아 스마트팜 시스템의 초기 도입비용이 높은 점, 데이터의 표준화 수준이 미흡한 점 등이 보급 확대의 걸림돌로 작용하고 있다.²⁹⁾



[그림 3-6] 스마트팜 혁신벨리 예시
출처: 농림축산식품부(2018, 4월 16일 보도자료)

28) 테이코산업연구소(2021, p.145)
29) 정진언(2018, 7월 2일 기사)

■ 국외 스마트팜 정책 및 산업화 동향

- 글로벌 스마트팜 시장은 2012년 1,198억달러에서 2016년 1,960억달러로 확대되었으며 2017년 약 2,210억달러에서 2022년 4,080억달러에 이를 것으로 예상되며 2012년부터 2022년까지 연평균 13%의 성장률을 보이며 지속적으로 확대될 것으로 전망됨³⁰⁾
- 미국은 2017년 농무부에서 '농업과 농민번영을 위한 태스크포스'를 구성하고 2018년 1월 5대 목표, 31개 권고사항을 발표하였으며 빅데이터 활용 확산, 자동화 농기구, 위성-항공이미지, 농업생명공학기술 실용화 확대 등 스마트팜 기술혁신을 위한 과제를 제시. 농업용 드론 제조분야에서 독보적 기술력을 확보함³¹⁾
- 네덜란드는 1947년부터 60년간 일관된 농업의 규모화·첨단화 정책을 통해 세계적인 온실환경 제어기업과 자동화된 축사 제조업체를 탄생시켰으며 시설원에 관련 제어모듈·솔루션 시장의 선도국으로 자리잡음. 식품산업 육성과 수출촉진을 목적으로 구축한 푸드밸리는 바헤닝언(Wageningen)시를 중심으로 반경 30km 이내의 8개 도시에 소재한 식품관련 기업·대학·정부기관의 연합체로 네슬레, 하이네켄 등 세계적인 식품회사와 식품과학업체 2,600개, 농림식품분야 연구기관 20여개가 입주하여 국가의 식품산업을 선도 중³²⁾
- 일본은 농림수산성에서 2011년 식물공장 프로젝트, 2013년 차세대 시설원에 추진사업 10곳 선정, 2019년 스마트 농업 실증프로젝트를 추진하였으며 농업생산성 향상을 위한 데이터 플랫폼을 구축함. 정부 주도로 민간과 연구기관의 제휴로 스마트 농업의 실용화를 적극적으로 추진하고 있음³³⁾
- 중국은 다른 농업선진국에 비해 스마트팜 관련 정책과 사업화가 늦었음에도 불구하고 정부의 적극적인 정책 지원을 통해 세계 최대 규모의 스마트팜 시장으로 성장함. 2015년 시행한 '인터넷 플러스 정책'을 통해 거대 IT기업들이 농업 현대화에 뛰어들었으며 2014년 알리바바가 구축한 현단위 전자상거래센터 1,000개와 농촌서비스센터 10만개를 설립한 '인터넷+농업' 프로젝트를 천현만촌(千縣萬村), 2017년 징둥닷컴이 인공지능을 활용한 식물공장 운영사업, 2018년 텐센트와 웨왕(騰旺)농업그룹의 '스마트농업' 플랫폼 개발 등을 진행함³⁴⁾

⑤ 타 분야 사례의 시사점

□ 4차산업혁명, 미래의 새로운 성장 동력 확보

국내 뿐 아니라 해외 주요국에서도 활발히 추진되고 있는 스마트오피스, 스마트팩토리, 스마트팜은 정부의 4차 산업혁명과 미래의 새로운 성장동력 확보라는 목표를 토대로 구체적인 정책 로드맵을 수립하고 기술개발 및 기업육성·지원 프로그램을 시행하고 있다. 이들 사례는 공통적으로 스마트기술 도입을 통해 생산성 향상을 지향하며 더불어 이용자 삶의 질 향상, 지속가능한 환경을 주요 가치로 설정하고 있다.

스마트팩토리의 경우 제조업의 경쟁력 강화라는 국가적 목표 아래 미국, 독일, 일본, 중국 등을 중심으로 집중적인 정책 지원이 이루어지고 있으며 우리나라도 스마트팩토리 보급 확산을 위한 다양한 정책프로그램 및 재정지원을 시행하고 있다. 스마트팜은 미국, 네덜란드, 일본, 중국 등에서 특히 전통적인 농업의 생산성 향상과 경쟁력 강화를 위한 디지털 기술의 도입과 유통과정 혁신을 도모하고 있으며 체계적인 정책지원을 확대하

30) 데이코산업연구소(2021, p.137)

31) 데이코산업연구소(2021, p.139)

32) 데이코산업연구소(2021, p.142)

33) 데이코산업연구소(2021, pp.143-144)

34) 데이코산업연구소(2021, pp.144-145)

고 있는 추세이다. 우리나라에서도 다양한 정책프로그램을 통해 국제적인 경쟁력을 확보하기 위해 노력하고 있다.

스마트하우징은 정부의 포용적 주거복지 실현과 거주민의 삶의 질 향상이라는 정책적 목표 하에 관련 기술을 통합한 기술개발 사업이 진행되고 있으며 스마트팜 또한 궁극적으로는 농촌과 농민의 삶의 질 향상이다.

이러한 내용을 종합하면 결국 건축 분야도 4차산업혁명 시대의 미래 신성장동력 확보라는 산업적 관점에서의 스마트건축 도입과 활성화의 목표 설정이 필요하다. 또한 국민의 삶의 질 향상과 지속가능한 성장을 위한 국가적 과제를 체계적으로 실행하기 위한 수단으로 스마트건축을 활용하고 관련 사업추진 방식과 제도적 여건도 마련해야 한다. 단기적으로는 스마트건축 관련 기술 개발 및 보급 확산을 위한 정책적 재정 지원이 요구되며 중장기적인 정책로드맵 수립을 통한 지속적 성장을 유도도 필요하다.

2. 스마트건축 인식 및 요구사항 조사분석

1) 조사 개요

□ 조사의 목적 및 방법

건축산업에 종사하는 다양한 이해관계자들의 스마트건축에 대한 인식 수준과 스마트건축의 도입현황 및 문제점, 산업화를 위한 제도적 기반 등 요구사항을 파악하기 위해 설문조사를 시행하였다. 본 조사에서는 앞서 살펴본 건축산업 변화양상, 스마트 개념, 건축 및 타 분야 사례 등을 참고하여 조사 대상 응답자의 이해를 도울 수 있도록 스마트건축의 개념을 '첨단기술이 유연하게 적용될 수 있는 지속 가능한 건축물 및 서비스를 기획, 설계, 시공 및 유지·관리하는 것'으로 일차 정의하였다.³⁵⁾

조사대상은 건축설계, 건축 및 토목엔지니어링, 인테리어 디자인, 건축시공, 건축물 유지관리 등 건축산업 관련 종사자 및 전문가를 대상으로 유관 기관 회원들을 대상으로 약

35) 3장 3절에서 본 조사내용을 포함하여 최종적으로 스마트건축 개념을 정의함

3주간(2021년 5월 25일 ~ 6월 18일) 온라인 설문으로 시행하였으며 실제 조사에 응답한, 유효 표본은 총 399개이다.³⁶⁾

[표 3-4] 조사설계 개요

구분	주요 내용
조사 대상	건축산업 관계자 : 건축설계, 건물 및 토목엔지니어링, 인테리어 디자인, 건축시공, 건축물 유지관리 등 건축산업 관련 종사자 및 전문가
조사 방법	구조화된 설문지를 이용한 온라인 조사
표본 규모	총 399명
조사 기간	2021년 5월 25일 ~ 6월 18일
조사 기관	조사전문업체

출처 : 연구진 작성

□ 조사 내용

스마트건축 기반 및 인식, 스마트건축의 도입 및 기술 수준, 스마트건축 운영 및 활용, 스마트건축 지원, 스마트건축 효과 및 전망으로 구분하여 총 28개 문항을 구성하여 설문지를 작성하였으며 구체적인 조사내용은 아래 표와 같다.

[표 3-5] 설문문항 구성

구분	주요 내용	문항 수
A. 스마트건축 기반 및 인식	스마트건축 인지 및 관심도 스마트건축 실현을 위해 중요한 것 스마트건축의 도입 및 확산 필요성 기존 건축산업의 문제점 스마트건축 도입 및 확산 필요성 스마트건축의 지향점	7
B. 스마트건축 도입 및 기술수준	스마트건축 도입 및 정착을 위한 핵심기술 건축산업에 우선 적용될 가능성이 높은 기술 해당 기술이 적용될 가능성이 높다고 생각하는 이유 스마트기술의 도입 수준 및 수준이 낮은 이유	5
C. 스마트건축 운영 및 활용	스마트건축 관련 기술 활용 여부 스마트건축 투자 지원 여부 및 투자·지원 하지 않는 이유 스마트건축 도입·계획 분야 및 투자·지원을 하려는 이유	6
D. 스마트건축 지원	국내 스마트건축 활성화 저해요인 스마트건축 활성화를 위한 핵심과제 스마트건축 산업 발전 방향	3

36) 조사는 외부 전문조사기관(엠브레인퍼블릭)에 의뢰하여 추진

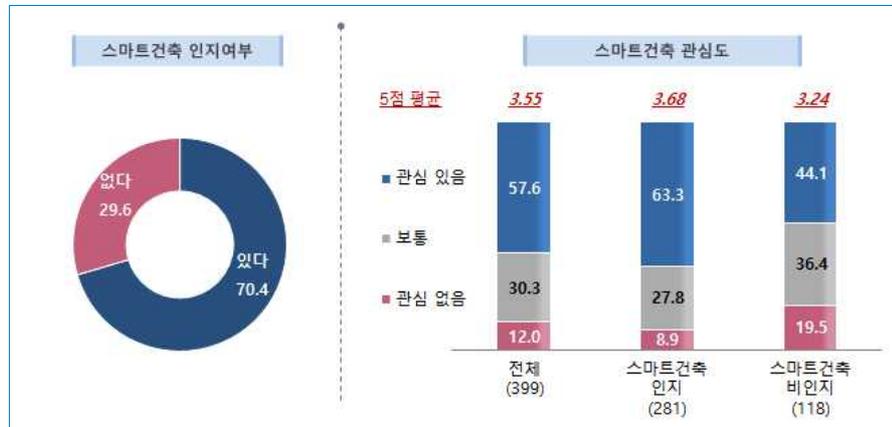
구분	주요 내용	문항 수
E. 스마트건축 효과 및 전망	스마트건축이 건축산업에 미치는 영향 국내 스마트건축 성장 가능성 스마트건축이 적용될 가능성이 있는 건축물 용도 스마트건축 산업 활성화를 위해 필요한 사항	4
F. 응답자 특성	전문분야, 업무경력, 성별, 연령	3

출처 : 연구진 작성

2) 스마트건축 인식 및 요구사항

□ 스마트건축에 대한 인지도 및 관심도

건축산업 종사자의 70.4%는 스마트건축에 대해 알고 있거나 들어본 경험이 있다고 응답하였으며, 주로 건축설계와 시공 전문가, 업무 경력이 많을수록 인지도가 높은 것으로 나타났다. 스마트건축에 대한 관심도는 전체의 57.6%가 관심이 있다고 응답하였으며, 스마트건축에 대해 알고 있다고 응답한 경우(63.3%)가 그렇지 않은 경우(44.1%)에 비해 관심도가 더 높은 것으로 나타났다.



[그림 3-7] 스마트건축 인지도 및 관심도

□ 스마트건축의 실현을 위한 필요 사항

스마트건축의 실현을 위해 필요한 사항으로 가장 높은 응답률을 보인 항목은 '건물 제어가 쉽고 유지관리가 용이한 시스템'(49.4%, 복수응답)이 해당하며 '첨단기술을 활용한 효율적인 생산방식'(36.8%, 복수응답)과 '사람과 환경에 대한 긍정적인 영향'(34.1%, 복수응답)에 대한 응답율도 상대적으로 높게 나타났다.



[그림 3-8] 스마트건축 실현을 위해 필요 사항

□ 스마트건축의 도입 및 확산의 필요성

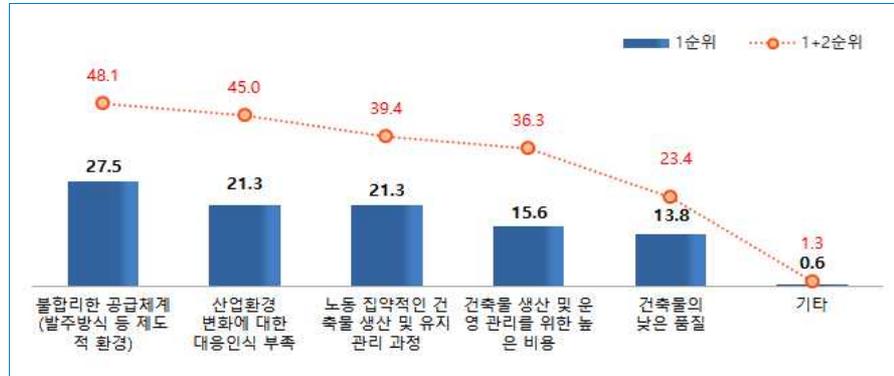
건축산업의 혁신을 위해 스마트건축의 적극적인 도입과 확산이 필요하다는 응답이 80.2%로 나타나 건축산업 종사자의 대다수는 스마트건축의 도입 및 확산이 건축산업 혁신에 필수적인 요소임을 공감하고 있었다. 분야별로는 건물 및 토목엔지니어링(60.0%)과 건축시공(77.3%) 종사자가 평균이하의 응답률을 보인 반면 그 밖의 대다수 분야에서 평균 혹은 그 이상의 응답률을 나타내어 대조적이다.



[그림 3-9] 스마트건축 도입 및 확산의 필요성

□ 기존 건축산업의 문제점

건축산업의 문제점을 조사한 결과(복수응답) '불합리한 공급체계(발주방식 등 제도적 환경)'(48.1%), '산업환경 변화에 대한 대응인식 부족'(45%), 노동집약적인 건축물 생산 및 유지관리과정'(39.4%), 건축물 생산 및 운영관리를 위한 높은 비용'(36.3%)의 순으로 응답률이 높게 나타났다.



[그림 3-10] 기존 건축산업의 문제점

□ 스마트건축 도입 및 확산이 필요한 이유

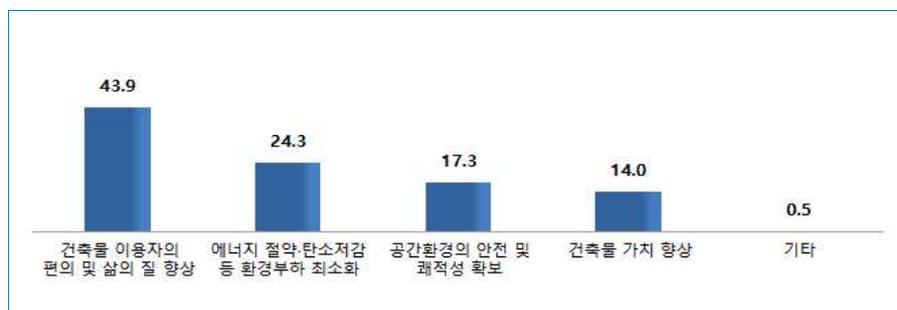
스마트건축의 도입 및 확산이 필요한 이유를 조사할 결과(복수응답) '미래 산업환경 변화에 대응'(61.6%), '건축물 생산 및 유지관리 과정의 업무효율성 제고'(51.6%)에 대한 응답률이 높게 나타났다.



[그림 3-11] 스마트건축 도입 및 확산이 필요한 이유

□ 스마트건축의 지향점

스마트건축의 개념에 반드시 포함되어야 할 내용으로는 '건축물 이용자의 편의 및 삶의 질 향상'(43.9%), '에너지절약·탄소저감 등 환경부하 최소화'(24.3%), '공간환경의 안전 및 쾌적성 확보'(17.3%), '건축물의 가치 향상'(14.0%)의 순으로 높은 응답률을 나타내었다.

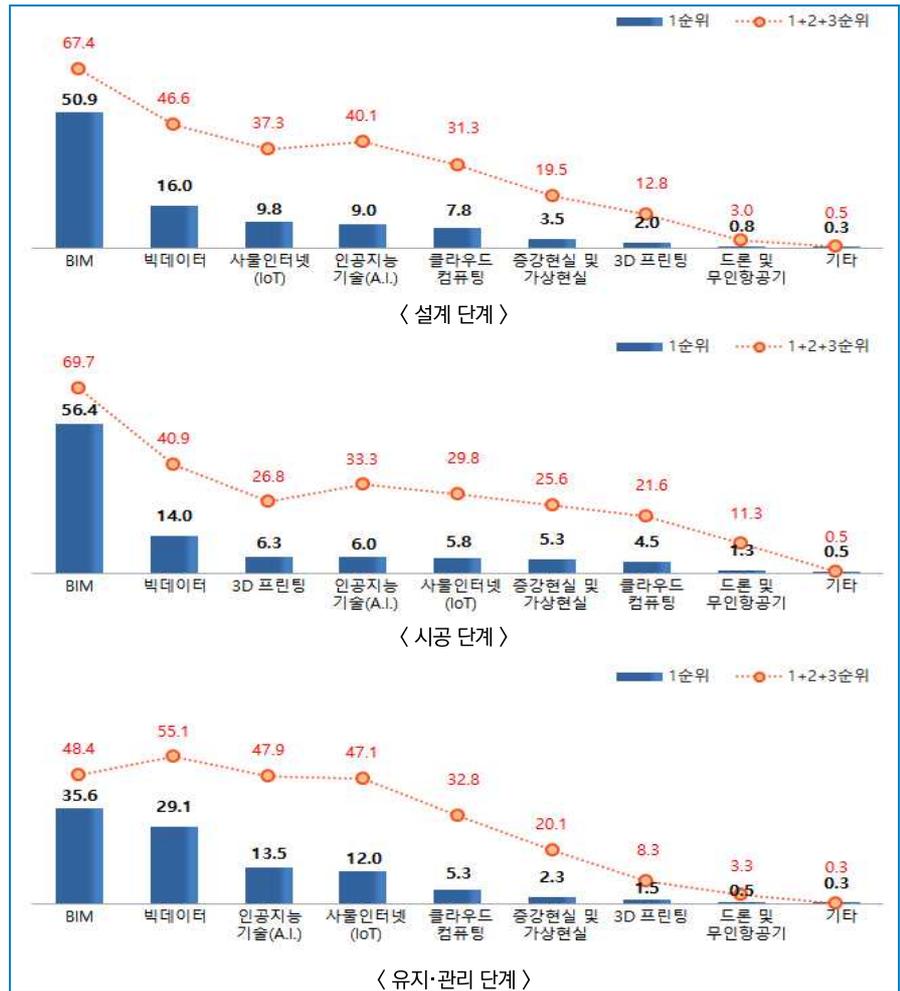


[그림 3-12] 스마트건축의 지향점

□ 스마트건축의 핵심기술(설계-시공-유지관리)

스마트건축의 도입 및 정착을 위해 필요한 핵심적인 기술의 종류를 조사한 결과 건축물의 조성 및 유지관리 전반에서 BIM과 빅데이터가 가장 핵심적인 기술로 꼽혔으며 다음으로 중요한 기술로는 사물인터넷, 인공지능에 대한 응답률이 높게 나타났다. 스마트건축의 핵심기술에 대해서는 설계, 시공, 유지·관리단계별 응답률에 차이를 보이는데 설계와 시공단계에서 BIM을 가장 중요한 핵심기술로 응답한 반면 유지·관리단계에서는 빅데이터를 가장 중요한 핵심기술로 응답하였다.

스마트건축의 설계단계에서 가장 중요한 핵심기술을 조사한 결과(1+2+3순위 복수응답) BIM(67.4%), 빅데이터(46.6%), 인공지능(40.1%), 사물인터넷(37.3%), 클라우드컴퓨팅(31.3%)의 순으로 높은 응답률을 보인다. 반면에 스마트건축의 시공단계에서 가장 중요한 핵심기술을 조사한 결과(1+2+3순위 복수응답) BIM(69.7%), 빅데이터(40.9%), 인공지능(33.3%), 사물인터넷(29.8%), 3D프린팅(26.8%)의 순으로 높은 응답률을 보인다. 나아가 스마트건축의 유지·관리단계에서 가장 중요한 핵심기술을 조사한 결과(1+2+3순위 복수응답) 빅데이터(55.14%), BIM(48.4%), 인공지능(47.9%), 사물인터넷(47.1%), 클라우드컴퓨팅(32.8%)의 순으로 높은 응답률을 보인다.

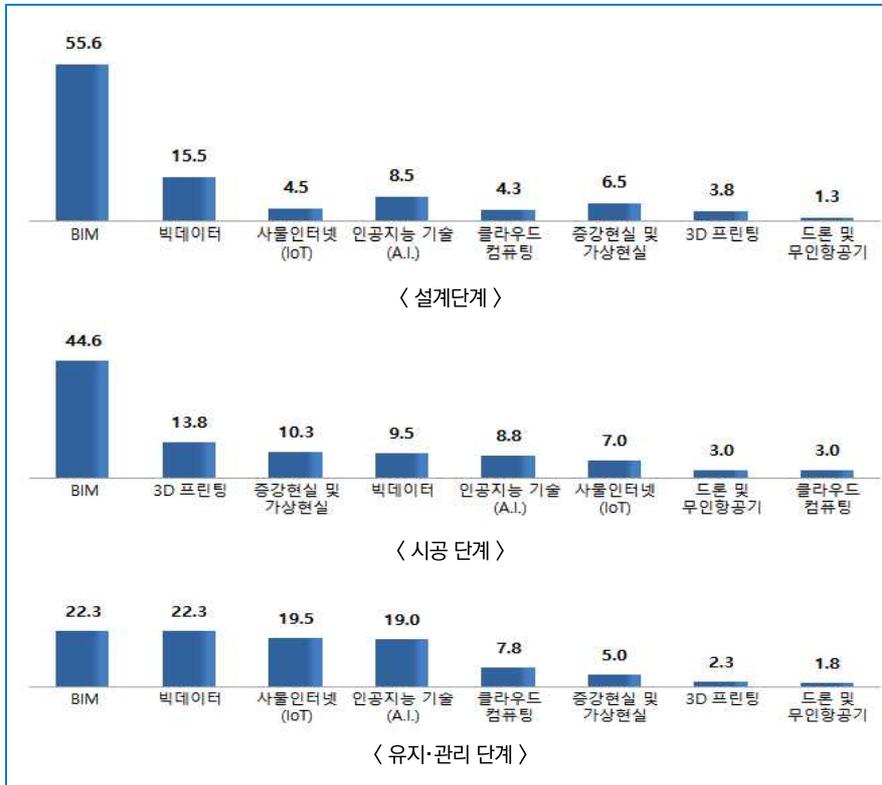


[그림 3-13] 스마트건축 도입 및 정착을 위한 핵심기술 (설계, 시공, 유지관리)

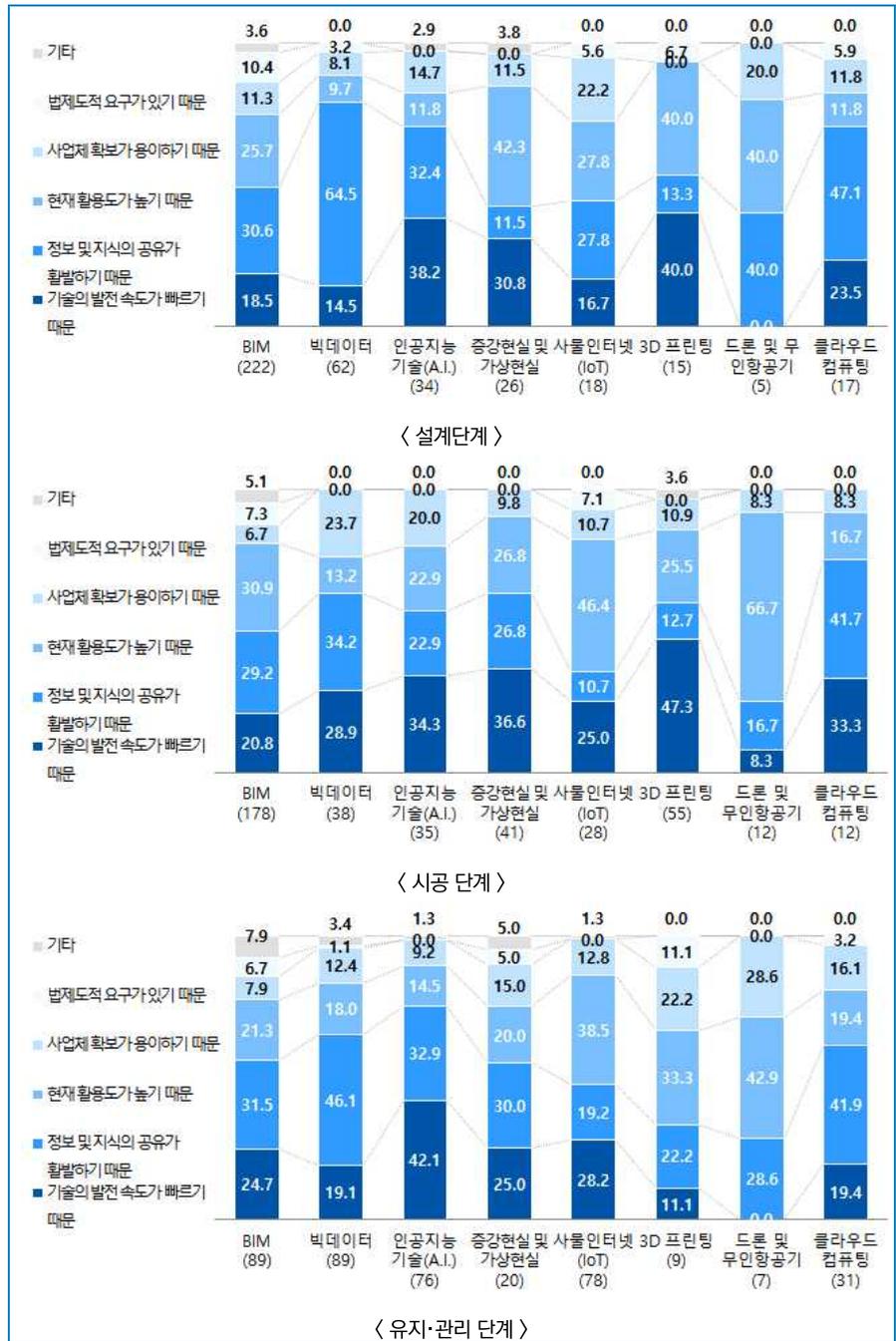
□ 건축산업에 우선 적용 가능성이 높은 기술 및 이유

설계단계에서는 BIM 다음으로 빅데이터와 인공지능기술이 적용 가능성이 높은 기술로 나타났으며, BIM과 빅데이터는 ‘정보 및 지식의 공유가 활발’하기 때문에 적용 가능성이 높다고 생각하는 것으로 나타났다. 시공단계에서는 BIM 다음으로 3D프린팅, 증강현실 및 가상현실이 우선 적용 가능성이 높은 기술로 나타났으며, BIM은 관련 기술개발 및 공급 사업체 확보가 용이하기 때문에 가능성이 높고 3D프린팅과 증강현실 및 가상현실 기술은 기술의 발전 속도가 빠르기 때문에 적용 가능성이 높다고 응답하였다. 유지·관리단계에서는 BIM과 빅데이터가 우선 적용 가능성이 높은 기술로 나타났으며, 다음으

로 사물인터넷과 인공지능 기술이 다른 단계와 다르게 적용 가능성이 높은 기술로 나타남. BIM과 빅데이터 기술의 적용 가능성이 높은 이유는 현재 활용도가 높기 때문이며, 사물인터넷과 인공지능 기술은 기술의 발전 속도가 빠르기 때문인 것으로 나타났다.



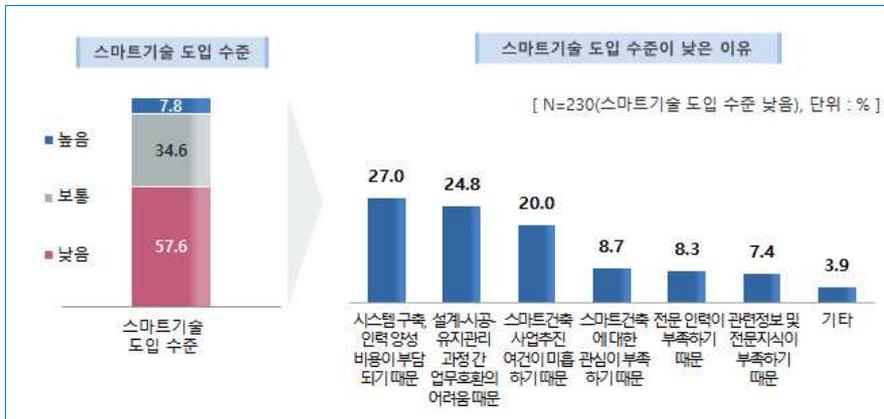
[그림 3-14] 적용 가능성이 높은 기술



[그림 3-15] 기술별 적용 가능성이 높은 이유

□ 스마트기술의 도입 수준

건축산업에서 스마트기술의 도입 수준은 대체로 낮게 평가하고 있으며, 높은 수준이라는 응답률은 7.8%에 불과하다. 건축산업에서 스마트기술의 도입 수준이 낮은 이유는 '시스템 구축, 인력양성 비용이 부담되기 때문'이라는 응답이 27.0%로 가장 많았고, '설계-시공-유지관리 과정 간 업무 호환의 어려움'(24.8%), '스마트건축 사업추진 여건의 미흡'(20.0%)이 그 다음으로 높게 나타났다.



[그림 3-16] 스마트기술의 도입 수준 및 수준이 낮은 이유

□ 스마트건축 관련기술의 활용 여부

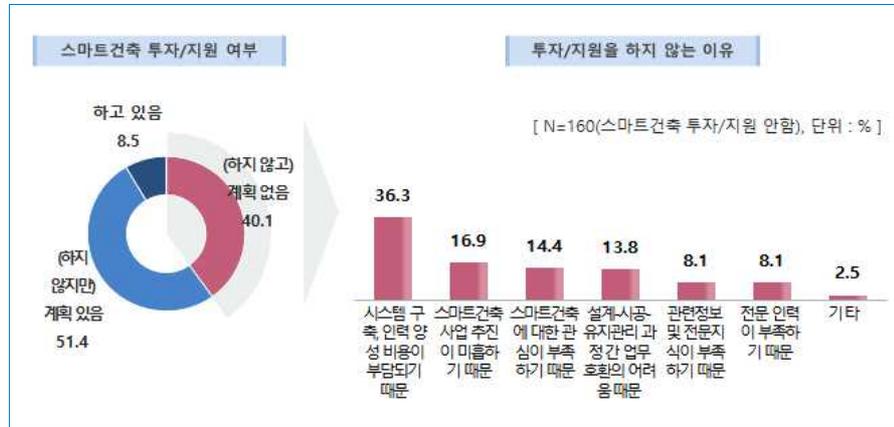
응답자가 소속된 사업체에서 스마트건축 관련기술을 활용하고 있다는 응답은 전체의 23.6%에 이르며 주로 '기획 및 설계' 분야에서 많이 활용되고 있는 것으로 나타났다.



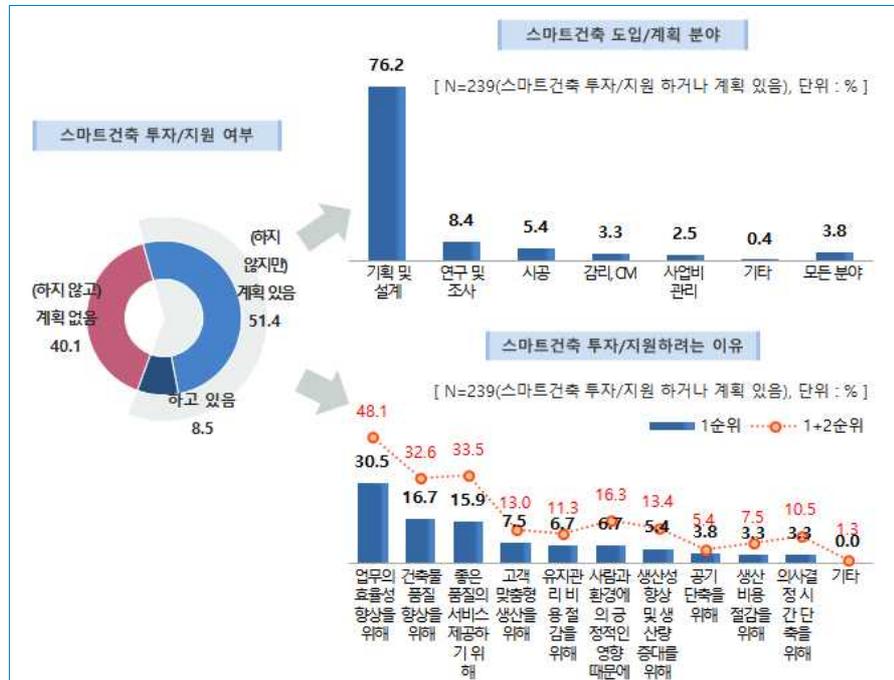
[그림 3-17] 스마트건축 관련 기술 활용 여부 및 활용 분야

□ 스마트건축에 대한 투자 및 지원 여부

응답자가 소속된 사업체에서 스마트건축에 대한 투자와 지원이 이루어지는 비율은 8.5%에 불과하며 향후 계획이 있다는 응답은 51.4%로 나타났다. 계획이 없는 이유는 '시스템 구축, 인력 양성 비용에 대한 부담'이 36.3%로 가장 높게 나타났다.



[그림 3-18] 스마트건축 투자 및 지원 현황



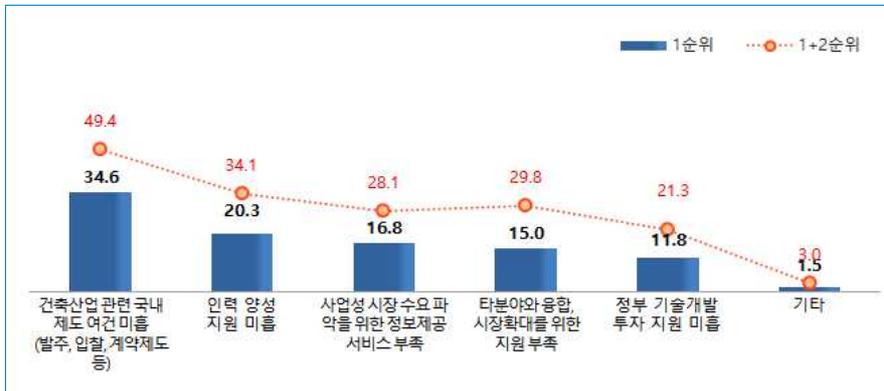
[그림 3-19] 스마트건축 도입 계획 분야 및 투자·지원 이유

□ 스마트건축 도입 계획 분야 및 투자·지원 이유

스마트건축에 대한 투자 및 지원을 하고 있거나 향후 계획하고 있는 분야는 '기획 및 설계'(76.2%) 분야에 대한 집중도가 높으며, 스마트건축에 대한 투자와 지원의 이유에 대해 조사할 결과(1+2순위, 복수응답) '업무의 효율성 향상'(48.1%), '좋은 품질의 서비스 제공'(33.5%), '건축물 품질 향상'(32.6%)에 대한 응답율이 높게 나타났다.

□ 스마트건축 활성화의 저해 요인

국내에서 스마트건축의 도입과 활성화를 저해하는 요인을 조사한 결과(1+2순위, 복수응답) '건축산업 관련 국내 제도여건의 미흡'(49.4%)과 '인력양성 지원 미흡'(34.1%), '타분야와의 융합, 시장 확대를 위한 지원 부족'(29.8%), '사업성과 시장수요 파악을 위한 정보제공 서비스 부족'(28.1%), '정부의 기술개발 투자 지원 미흡'(21.3%)의 순으로 응답률이 높게 나타났다.



[그림 3-20] 국내 스마트건축 활성화 저해 요인

□ 스마트건축의 활성화를 위한 핵심 과제

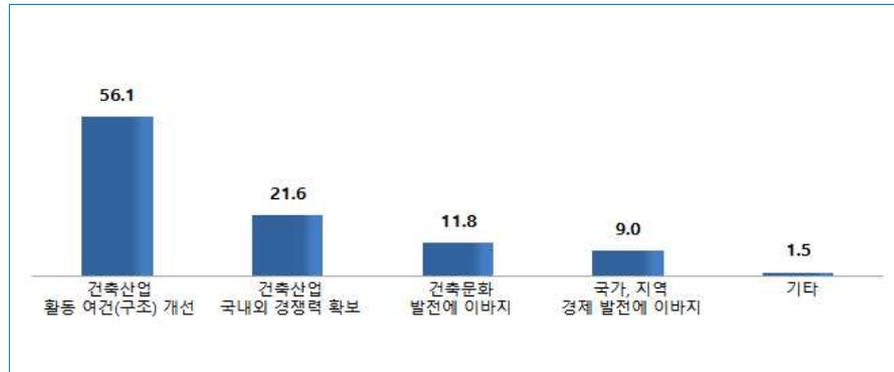
스마트건축의 활성화를 위한 핵심 과제를 조사한 결과(1+2순위, 복수응답) '건축사업 관련 국내 제도 확충(발주, 입찰, 계약제도 등)'(41.4%), '인력양성 지원확대'(34.3%), '정부 기술개발 투자 지원 확대'(33.1%), '사업성과 시장수요 파악을 위한 정보제공 서비스 구축'(31.6%), '타분야와의 융합, 시장 확대를 위한 지원 확대'(27.3%)의 순으로 높은 응답률을 나타내었으며 항목간 응답률의 차이가 크지 않은 것이 특징적이다.



[그림 3-21] 스마트건축 활성화를 위한 핵심 과제

□ 스마트건축 산업의 발전 방향

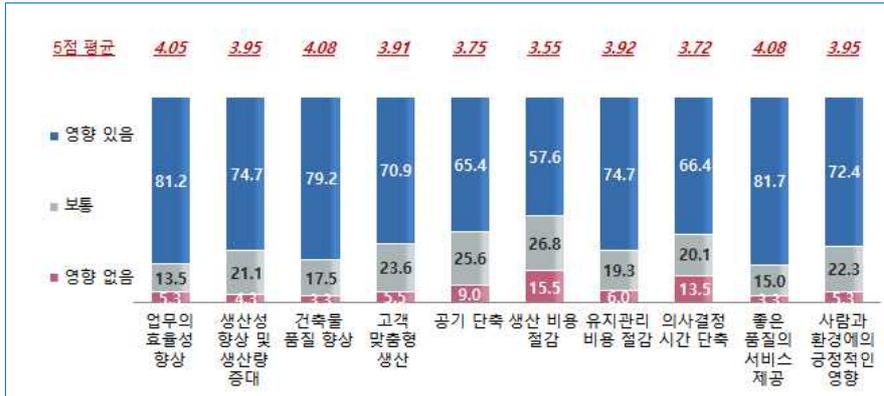
우리나라의 스마트건축 산업이 나아가야할 방향성에 대해서 조사한 결과 '건축산업활동 여건(구조)의 개선'(56.1%), '건축산업 국내의 경쟁력 확보'(21.6%), '건축문화 발전에 이바지'(11.8%), '국가, 지역경제 발전에 이바지'(9.0%)의 순으로 응답률이 높게 나타났다.



[그림 3-22] 스마트건축 산업 발전 방향

□ 스마트건축이 전체 건축산업에 미치는 영향

스마트건축이 전체 건축산업에 미치는 영향에 대해서는 '좋은 품질의 서비스 제공'(81.7%), '업무의 효율성 향상'(81.2%), '건축물 품질 향상'(79.2%), '생산성 향상 및 생산량 증대'(74.7%), '유지관리 비용 절감'(74.7%), '사람과 환경에의 긍정적인 영향'(72.4%)의 순으로 영향을 미친다는 응답률이 높게 나타났다.



[그림 3-23] 스마트건축이 건축산업에 미치는 영향

□ 국내 스마트건축의 성장 가능성

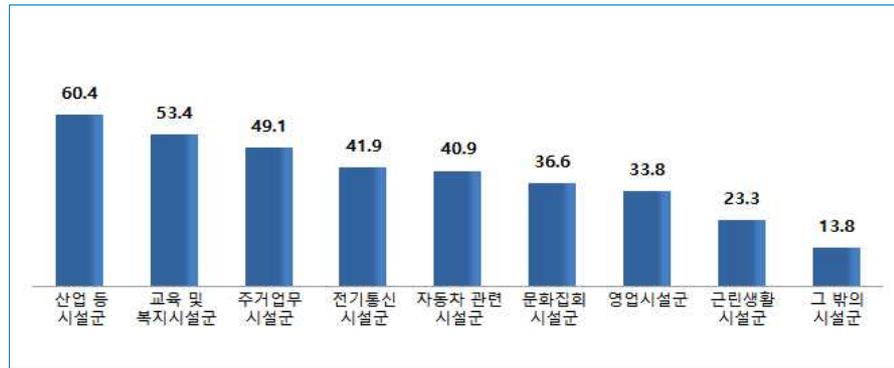
전체 응답자의 59.4%는 국내 스마트건축 산업의 성장 가능성이 높은 것으로 보고 있으며 특히 ‘건축물의 유지·관리’ 분야에서 91.7%의 응답자가 성장 가능성을 높게 평가하였다.



[그림 3-24] 국내 스마트건축 성장 가능성

□ 스마트건축의 적용이 가능한 건축물의 용도

건축산업에서 향후 스마트건축이 활발하게 적용될 가능성이 높은 건축물의 용도로는 ‘산업 등 시설군’(60.4%), ‘교육 및 복지시설군’(53.4%), ‘주거·업무시설군’(49.1%), ‘전기통신시설군’(41.9%), ‘자동차 관련시설군’(40.9%) 등에 대한 응답률이 높게 나타났다.



[그림 3-25] 스마트건축 적용 가능 건축물 용도

건축산업 종사자의 약 3/4은 스마트건축에 대해 알고 있거나 들어본 경험이 있으며 80% 이상은 건축산업의 혁신을 위해 스마트건축의 도입 및 확산이 필요하다고 응답하였다. 스마트건축이 지향해야 할 점으로는 이용자의 편의 및 삶의 질 향상과 에너지절약·탄소저감 등 환경부하 최소화를 중요하게 생각하고 있었다. 스마트건축의 핵심기술에 대해서는 BIM과 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷, 클라우드컴퓨팅, 3D프린팅 등을 꼽고 있으며 설계와 시공, 유지관리 단계별로 각 기술에 대한 중요도에 차이를 나타내고 있었다.

우리나라 건축산업에서 스마트기술의 도입 수준은 대체로 낮게 평가하였으며 스마트건축 관련기술을 실제 업무에 활용하고 있다는 응답자 비율은 전체의 1/4에 미치지 못하였다. 사업체에서 직접적으로 스마트건축에 대한 투자와 지원이 이루어지는 비율은 8.5%에 불과하며 투자계획이 없는 이유로는 시스템 구축과 인력양성에 투입되는 비용에 대한 부담이 큰 것이 가장 큰 원인으로 파악되었다. 스마트건축 활성화의 저해요인에 대해서는 제도여건의 미흡과 인력양성 지원이 미흡하다는 것이고 스마트건축의 활성화를 위한 핵심 과제로 관련제도 확충과 인력양성 지원확대, 정부 기술개발 투지 지원 확대, 정보제공 시스템 구축 등을 요구하고 있다.

스마트건축이 전체 건축산업에 미치는 영향에 대해서는 좋은 품질의 서비스 제공과 업무의 효율성 향상, 건축물의 품질향상, 생산성 향상 및 생산량 증대, 유지관리 비용절감 등의 측면에서 긍정적인 영향을 미치는 것으로 인식하고 있었다. 국내 스마트건축의 성장 가능성에 대해서는 전체 응답자의 약 60%가 성장 가능성이 높은 것으로 인식하고 있으며 특히 건축물의 유지관리 분야 종사자들이 성장 가능성을 매우 높게 평가하고 있다. 한편, 향후 스마트건축 시장을 고려할 때, 스마트건축이 우선적으로 필요한 건축물 용도

로는 산업 등의 시설군이 가장 높았고, 교육 및 복지시설, 주거·업무시설군의 순으로 나타났는데, 이는 자동화·디지털 기술 접목이 필수적인 시설, 또는 정교한 내부환경 구축 및 컨트롤이 요구되고 표준제품 도입이 유리한 유닛단위의 건축물 유형이라는 점에서 상응하는 결과라 할 수 있다.

□ 조사결과에 따른 스마트건축 산업화 방향

건축산업 종사자들은 건축산업 혁신을 통해 미래 산업환경의 변화에 효과적으로 대응하고, 건축물의 생산 및 유지관리 과정에서 업무효율성의 제고가 필요하다는 공통된 인식을 갖고 있으며 이를 위해서는 스마트건축의 도입 및 확산이 반드시 필요하다고 생각하고 있다. 반면 실제 업무에서 스마트건축에 대한 투자와 지원이 이루어지는 비율은 극히 낮으며 그 이유로는 시스템 구축과 인력양성에 투입되는 비용에 대한 부담이 큰 것이 그 원인으로 파악되었다. 실제로 스마트건축의 활성화를 저해하는 요인에 대해서 관련 제도적 여건의 미흡과 함께 인력양성 지원이 제대로 이루어지지 못하는 점을 지적하고 있다.

이러한 사실로부터 스마트건축이 건축산업 전반에서 도입·확산되기 위해서는 관련제도의 확충, 인력양성에 대한 지원 확대, 정부의 기술개발 투자 및 정보제공 시스템의 구축이 선행되어야 할 것으로 보인다. 스마트건축의 핵심기술 분야로 중요하게 인식되고 있는 BIM과 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷, 클라우드컴퓨팅, 3D프린팅 등의 요소기술에 대해서는 설계와 시공, 유지관리 단계별로 각 기술에 대한 중요도에 차이가 있으므로 이러한 차이와 특성을 반영한 관련 기술 개발 로드맵이 구축될 필요가 있으며 중장기적인 관점에서 체계적인 지원이 이루어질 필요가 있다.

나아가 스마트건축 산업화를 위해서는 산업현장 활성화 정책의 지속적인 추진을 통해 건축산업 전반에서 좋은 품질의 서비스 제공과 업무의 효율성 향상, 건축물의 품질향상, 생산성 향상 및 생산량 증대, 유지관리 비용절감 등 경쟁력 향상과 이를 바탕으로 한 지속가능한 성장이 가능할 것으로 보이며 최종적으로 거주자의 삶의 질 향상에도 기여하게 될 것이다.

3. 스마트건축의 개념과 산업화 요건 설정

1) 스마트건축 개념설정

앞서 살펴본 건축산업의 당면 과제와 스마트 개념을 적용한 건축 및 타 분야 사례, 그리고 스마트건축 인식 및 요구사항 조사·분석 결과 등을 참고하여 “스마트건축”의 개념을 폭넓게 해석하고, 산업활동을 위한 상품으로서 건축의 생산 및 유통, 소비 과정과 관련된 서비스 등을 포괄하여 보다 확장되고 유연한 개념으로 스마트건축을 정의하였다. 먼저 ‘건축’을 행위로 규정하고 있는 현행 「건축기본법」과 「건축법」의 “건축” 정의를 고려하여 ‘스마트건축’의 범위를 건축행위로 규정하였다.

■ 「건축법」 제2조(정의)

- ① 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다
- 2. “건축물”이란 토지에 정착(定着)하는 공작물 중 지붕과 기둥 또는 벽이 있는 것과 이에 딸린 시설물, 지하나 고가(高架)의 공작물에 설치하는 사무소·공연장·점포·차고·창고, 그 밖에 대통령령으로 정하는 것을 말한다.
- 8. “건축”이란 건축물을 신축·증축·개축·재축(再築)하거나 건축물을 이전하는 것을 말한다.

■ 「건축기본법」 제3조(정의)

- 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.
- 7. “건축”이란 건축물과 공간환경을 기획, 설계, 시공 및 유지관리하는 것을 말한다.

이를 토대로 ‘스마트’, ‘스마트기술’ 등에 관한 일반적인 개념과 사회경제적 의미를 반영하여 기존 산업 전반에서 사용 중인 보편적인 용어의 개념과 정합도를 높이고자 하였다. 특히 국내외적으로 산업환경 변화에 있어 디지털기술의 융복합, 제조기반 산업과 협업이 관건이고, 이는 곧 건축산업의 기획·설계·시공 및 유지관리 업무 효율성 제고 측면에서 스마트기술 표준에 따른 부품화, 기술 호환과 업그레이드가 중요함을 내포한다.

또한 스마트건축 산업 관계자를 대상으로 시행한 인식 및 요구조사에서는 스마트건축의 목표를 이용자의 편의 및 삶의 질 향상과 에너지절약·탄소저감 등 환경부하 최소화하고 스마트건축을 통해 좋은 품질의 서비스를 제공하고 업무의 효율성·건축물의 품질·생산성 향상과, 유지관리 비용절감 등에 긍정적인 가치를 두고 있는 것으로 파악된다. 본 연구에서는 이러한 내용에 기반하여 스마트건축의 개념을 정의하고자 하며 각각의 진행 단계별 주안점은 [표3-6]과 같다.

[표 3-6] 스마트건축의 개념 설정을 위한 주안점과 방향

	산업환경 변화에 따른 이슈	건축산업 방향성	현행 건축산업의 한계에 따른 당면과제	스마트, 스마트기술 일반적 의미	선행연구 및 문헌의 스마트건축 개념	스마트건축 관련 사례의 주안점	스마트건축 인식 및 요구사항 조사
주 안 점	<ul style="list-style-type: none"> 디지털+제조업의 융복합과 생산 영역의 확대 기존산업의 현대화 및 신산업의 육성 디지털경제 구현을 위한 데이터 인프라 구축 및 활용 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 디지털혁신을 통한 생산관리 방식 변화 건축물의 경제적 사회적 기능과 가치의 향상 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 기술의 점진적 활용을 통한 건축산업 생산방식 고도화 다양한 건축생산 솔루션 개발 및 서비스 제고 건축산업의 혁신 비즈니스모델 개발과 인력양성 혁신적 건축산업 활성화를 위한 정부의 역할 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 <ul style="list-style-type: none"> - 인공지능 - 다기능 스마트기술 <ul style="list-style-type: none"> - 개인과 산업을 보다 더 스마트하게 만드는 기술 : Sensing, Intelligence, Mobility, Elasticity, Integration의 총체적 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 정보통신시스템을 활용한 자동화된 중앙컨트롤이 가능한 건축물 건축물 기능의 유기적 결합을 통한 효율적 관리 및 서비스가 가능한 건축물 이용자의 삶의 질 향상을 위한 첨단기술(지능정보기술)이 결합된 지속가능한 건축물 건축법, 건축기본법의 '건축' 	<ul style="list-style-type: none"> 생산시스템 향상 생산 및 유통 프로세스 혁신 ICT기술 도입 통합제어 	<ul style="list-style-type: none"> 건축산업혁신 필요 스마트건축도입의 장애요인 <ul style="list-style-type: none"> -불합리한 공급체계 -산업변화인식 부족 -노동집약적 생산 구조 스마트건축의 지향점 <ul style="list-style-type: none"> -이용자 편의 및 삶의 질 향상 -에너지 절약 등 -환경부하 감소 -공간환경 안전 및 -쾌적성 확보 -건축물 가치향상
	키 워드	<ul style="list-style-type: none"> 디지털 제조업 융복합 기존산업 혁신 	<ul style="list-style-type: none"> 디지털 생산방식 혁신 표준화 기능과 가치 향상 	<ul style="list-style-type: none"> 생산방식 고도화 솔루션 개발 서비스제고 비즈니스모델 정책 	<ul style="list-style-type: none"> 인공지능 다기능 센싱, 지능, 모빌리티, 회복, 통합 	<ul style="list-style-type: none"> 유기적 결합 삶의 질 지속가능성 산업활동으로서 건축행위 	<ul style="list-style-type: none"> ICT기술 생산 및 유통시스템
방 향	스마트건축의 합의						
	1.	건축물 생산 및 유통, 서비스에 이르는 전 과정의 산업활동으로서 '건축행위'로 간주					
	2.	기존 건축산업, ICT기반의 스마트기술 산업의 협업 네트워크 중요					
	3.	건축물의 자동 데이터 분석이 가능한 물리적·디지털 환경 이 조성되어야 함					
	4.	스마트기술을 이용하여 제조업 기반의 건축물 생산 이 가능하고 경제적 환경적(에너지, 탄소배출저감) 가치 창출					
5.	스마트기술이 건축물과 융복합연결되어 건축물 품질과 서비스 를 높이고 사용자 삶의 질과 도시공간의 수준 제고						

출처 : 연구진 작성

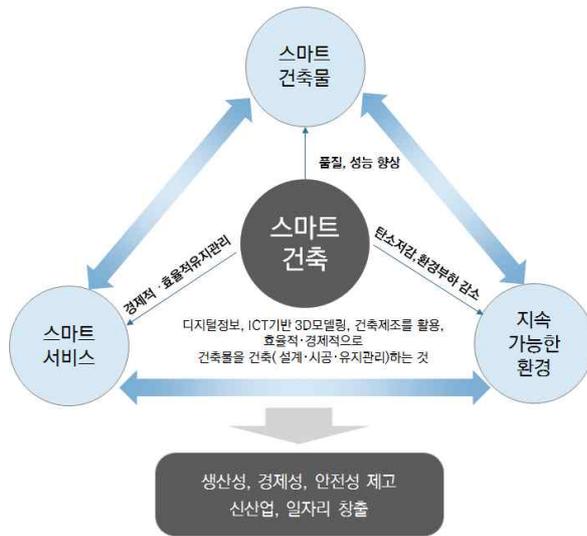
연구과정에서 도출된 스마트건축이 내포해야 할 가치는 크게 다섯 가지로 정리된다. 첫째, 선행연구에서 건축산업의 최종 생산물에 해당하는 ‘건축물(빌딩)’에 한정하여 좁게 해석한 스마트건축의 정의를 건축물의 생산 및 유통, 소비의 전(全)단계에 걸친 산업활동으로서의 ‘건축행위’로 확장한다. 둘째, 기존 건축산업의 물리적 환경에, ICT기반의 스마트기술 산업의 협업 네트워크가 필요하다.

셋째, 건축물의 자동 데이터 분석이 가능한 물리적·디지털 환경이 조성되어야 하며, 넷째, 스마트기술을 이용하여 제조업 기반의 건축물 생산이 가능하고 경제적 환경적 가치를 창출한다. 마지막으로 스마트기술이 건축물과 융복합연결되어 건축물 품질과 서비스를 높이고 사용자 삶의 질과 도시공간의 수준 제고한다.

스마트기술을 도입하는 목적은 건축물의 조성뿐만 아니라 그 이용과정에서 경제적, 사회적, 환경적 부담을 줄이고, 효율적인 제어 및 관리가 이루어지도록하기 위한 것이며 스마트기술이 건축물과 융복합되고 긴밀하게 연결되어 물리적인 성능향상과 편리한 서비스를 창출하게 된다. [표3-6]에서 정리된 내용의 주안점과 키워드, 방향성을 토대로 스마트건축의 개념을 다음과 같이 정리하며 산업화의 관점에서 스마트건축의 목표와 결과물, 기대효과를 함께 제시하였다.

스마트건축의 개념	
1. 정의	‘스마트건축’이란 ICT와 디지털 정보 기반의 3D모델링기술, 제조기술을 결합하여 효율적이고 경제적으로 건축물을 기획·설계·시공 및 유지관리하는 것
2. 목표	스마트건축을 통해 건축물 성능과 공간 이용 서비스 수준을 제고하고, 에너지절약 및 탄소배출을 저감함으로써 지속가능한 환경 구축과 국민의 삶의 질 향상을 목표로 함
3. 결과물	스마트건축을 통해 ‘스마트건축물’과 ‘스마트서비스’를 생산하고 제공함 가. 스마트건축물 (Smart Building) 나. 스마트서비스 (Smart Service)
4. 산업적 기대효과	가. 건축산업의 생산성, 효율성(정확성), 경제성, 안전성 향상 나. 연관 산업과 융합, 연계를 통한 신산업, 일자리 창출 다. 다양한 건축서비스 제공 및 데이터 수집을 통한 새로운 부가가치 창출

출처 : 연구진 작성



[그림 3-26] 스마트건축의 개념과 효과

출처: 연구진 작성

2) 스마트건축 산업화 요건

앞서 설정한 스마트건축 개념에는 스마트건축의 산업화를 위한 요건들을 내포하고 있다. 우선 스마트건축을 행위로 규정함에 따라 설계-시공-유지관리의 생산 및 사용 프로세스를 고려한 일관성 있는 생산기술의 적용과 실행이 요구된다. 그 과정에는 산업 관계자의 협업이 중요하고 따라서 가장 효율적인 협력 네트워크 구축 및 소통방식도 필요하다. 또한 생산과정에서 스마트기술은 표준화된 제품생산과 이를 활용한 시공이라는 측면도 반영되어 있다. 이러한 내용을 토대로 다양한 건축물 유형 및 파생산업에서 공통적으로 적용할 수 있는 스마트건축의 산업화 요건을 다음과 같이 정리할 수 있다.

□ 경제성과 생산성 향상을 위한 기술 적용 확대

스마트건축에 도입되는 로봇, AI, 디지털프린팅 등의 첨단 공법과 BIM 기술을 이용한 디지털 통합설계, 모듈러기술 등을 활용한 새로운 생산방식은 건축물의 생산 및 유통, 유지관리 등 전생애주기에 투입되는 비용의 절감과 함께 경제성 향상에 기여하여야 한다. 여기에는 BEMS, 신재생에너지의 적용, 패시브 수준의 단열성능 확보 등을 통한 에너지 효율성 향상과 함께 교통비, 유흥비, 취미활동비 등 거주자의 사회적 활동과 관련한 제반 비용까지 포함한다. 각각의 기술은 설계단계부터 사용과정에 이르기까지 연속

성을 가지며 설계, 공사 등의 직접적인 건축산업 외 제조, 장비운영 등 연관산업에도 적용된다.



[그림 3-27] 스마트건축을 통한 효과

출처: 강태웅, (2021). 2021년 건축서비스산업 육성 지원사업 전문가 원고 의뢰(건축서비스 혁신기업의 혁신활동 사례 원고). 건축공간연구원 내부자료.

□ 성능수준 확보를 위한 제품화

스마트건축의 산업화를 위해서는 도입되는 기술이나 기기의 유무가 아닌 성능이 중심이 되며 적정 성능수준의 확보 여부를 판단하기 위해 디지털 정보시스템에 의한 성능 측정과 조작이 가능하여야 한다. 건축물은 BIM등을 통해 지속적으로 성능을 시험할 수 있고 수요자의 필요에 부합하는 적정 수준이 결정되면 균질한 성능 확보를 위한 제품화와 건축시공으로 건축물을 생산할 수 있다.

[표 3-7] 스마트건축의 요구 성능항목

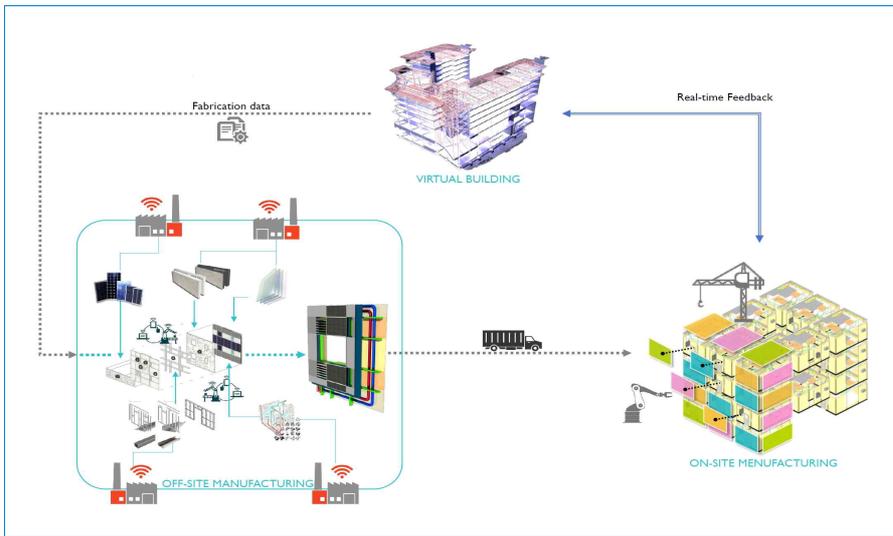
측정 가능한 물리적 성능항목	측정 가능한 질적 성능항목
- 에너지절약 성능 : 단열, 기밀, 저에너지(전기, 가스, 수도, 열원)	- 건강, 수질, 운동 등 삶의 질 지표 (ex: 영국 WellBuilding 지표)
- 저탄소 성능 : 자재의 생산/설치/폐기단계에서의 탄소발자국 총량, 열원 및 에너지 사용에 따른 탄소발자국 총량	- 디지털 디바이드 해소(정보기기 접근성이 낮은 노약자를 배려한 홈오토메이션 인터페이스 등)
- 정보통신 등급	- 원스톱 유지관리 서비스(건물의 하자보수, 수리, 기기 교체 등 유지관리에 관한 원스톱 서비스 지원)
- 스마트 미터 사용 등급	- 원스톱 매매 등
- BIM 데이터 및 FM을 위한 디지털트윈 구축 여부 : 설계 생산성 + 유지관리 비용 + 총체적 비용 관리	

출처: 연구진 작성



[그림 3-28] Cover's Manufactured Building Components

출처: Cover Technologies Inc(<https://buildcover.com/our-story>)

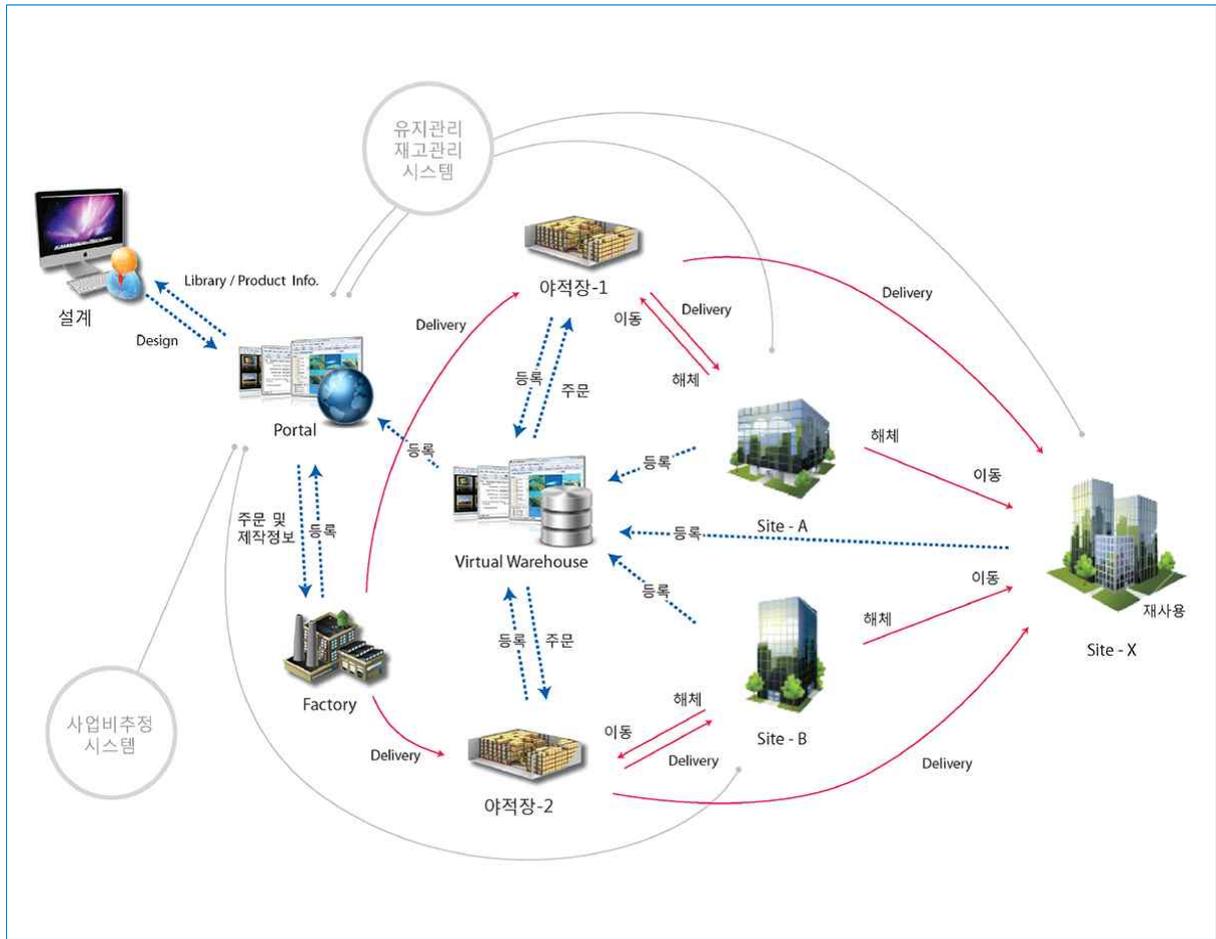


[그림 3-29] 디지털트윈 기반의 디지털 생산 개념도

출처: 연구진 작성

□ 디지털 모델링, 제조업과 융복합을 통한 생산구조 혁신

스마트건축은 제조업을 토대로 스마트 부품의 개발, 서브시스템 구축, 장비의 호환 및 업그레이드 등 연관 산업의 발전과 새로운 산업수요를 창출할 수 있어야 한다. 디지털정보를 활용하는 BIM, 디지털트윈 등 3차원 공간모델링과 표준모듈의 공장제작 생산이 연동되는 스마트건축물은 새로운 서비스상품을 제공하고 그 자체로 연관산업 수요를 유발하는 상품으로 기능할 수 있어야 한다. 디지털트윈과 연계한 건물 수명예측 및 재고 관리를 위한 자원순환 플랫폼은 스마트건축을 통해 구현될 수 있는 산업생태계의 한 예라 할 수 있다.



[그림 3-30] 건축생산과정에서의 자원순환 플랫폼의 개념
출처: 김성아(2021, p.18)

제4장 스마트건축 산업화 모델 제시

1. 타 분야 스마트 산업화 모델 분석

2. 스마트건축 산업화 모델

1. 타 분야 스마트 산업화 모델 분석¹⁾

□ 분석 대상

정부는 산업의 글로벌 경쟁력을 확보하기 위해 의료·바이오, 제조, 스마트시티, 금융, 모빌리티·물류, 농수산식품의 6대 분야에 대한 지능화, 즉 스마트화를 추진 중이다. 본 장에서는 국내 주요 산업 중 스마트화가 진행되고 있는 산업화 모델 사례를 조사함으로써 스마트건축에 적용 가능한 산업화 요건을 도출하고자 한다. 분석 대상은 우리나라 주력 산업임과 동시에 모든 산업의 근간이 되는 ‘제조업’과 새로운 미래성장동력으로 부각되고 있는 ‘농업’ 및 ‘모빌리티산업’, 그리고 4차 산업혁명 융복합기술이 종합적으로 적용되는 ‘스마트시티’를 선정하였다.

□ 분석 내용 및 방법

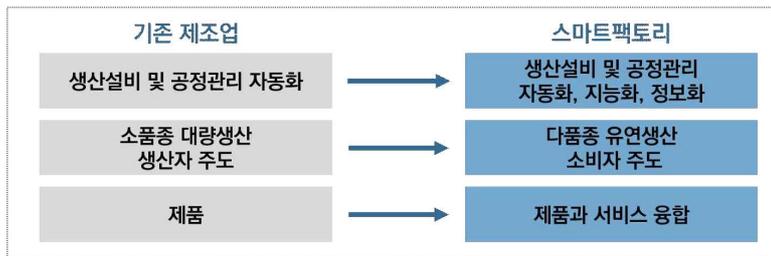
각 분야 스마트 산업화 모델은 그 출발 배경 및 수단으로서 정부의 스마트화 정책과 제도적 방안, 산업 전략으로 구성된다. 따라서 본 연구에서는 스마트 산업화 기반이 되는 정부 정책과 관련 법제도, 핵심 기술 확보를 위한 R&D 및 인력양성 현황을 조사하고, 각 산업부문별 스마트 산업 활성화 전략 사업 및 실행방안을 살펴본다. 또한 해당 산업화 모델을 이해함에 있어 각 분야마다 성공적으로 추진하고 있는 사업모델(스마트팩토리, 스마트팜, 스마트시티, 스마트모빌리티)을 매개로 전략과 시사점을 분석하였다.

1) 스마트건축 산업화 모델은 외부 전문가(성균관대학교 김성아 교수)와 협업으로 추진(위탁용역 발주 05.~08.)

1) 제조업분야 스마트 산업화 모델

□ 스마트팩토리

스마트 팩토리는 제품의 기획, 설계, 생산, 유통, 판매 등 전 과정이 사물인터넷, 사이버-물리 시스템, 임베디드 운영체제 등의 정보통신기술과 융합하여 자동화 및 정보화되어 가치사슬 전체가 실시간 연동·통합됨으로서 생산성 향상, 에너지 절감, 최적비용 및 시간으로 고객맞춤형 제품을 생산²⁾하는 시스템이다. 기존 제조업과 비교해 생산설비 및 공정관리는 자동화를 넘어 지능화, 정보화되어 생산성이 향상되고, 생산방식은 소품종 대량생산에서 개인 맞춤형의 다품종 유연생산으로 전환되며, 단순히 제품 생산에 그치지 않고 다양한 서비스를 포괄적으로 제공하게 된다.



[그림 4-1] 제조업분야 스마트팩토리 산업화 방향

출처: 연구진 작성

가장 높은 수준의 스마트팩토리는 개인맞춤형 생산이 가능한 최적의 제조시스템으로 우선 자동화와 디지털화를 통해 효율적인 제품생산과 공급, 제품개발이 가능해야 하며 궁극적으로는 제품설계, 수요예측, 부품조달, 에너지관리, 물류, 유통, 마케팅 등 생산을 둘러싼 가치사슬 구성요소를 모두 포함하는 제조시스템이다.³⁾

이처럼 제조업을 스마트화하기 위해서는 정부의 정책적·제도적 지원과 함께 제품 생산 과정 및 공장 관리의 자동화·지능화를 가능하게 하는 하드웨어와 소프트웨어 즉 ‘스마트팩토리 솔루션’ 개발과 보급이 필수적이다.

2) 정중필(2020, p.4)

3) 정중필(2020, p.4)

① 스마트산업화 기반

4차 산업혁명이 화두가 되고 제조업 성장둔화 본격화되면서 정부는 스마트 제조혁신을 혁신성장의 주요 정책으로 추진하고 있다. 2014년에는 ‘제조업 혁신 3.0 전략’을 수립하면서 2020년까지 1만 개 공장의 스마트화를 목표로 설정하였으며, 2017년 ‘스마트 제조혁신 비전 2025’를 통해 스마트공장 보급 목표를 상향하였다. 그간 정부 주도로 구축된 스마트공장의 문제점을 개선하기 위해 2018년 3월에는 ‘스마트공장 확산 및 고도화 전략’을 발표하고 민간·지역 중심으로 전환하고자 하였으며 스마트공장 고도화를 위한 기술개발 및 인력양성을 본격화하게 된다.

특히 경제성장을 견인해 온 근간으로서 4차 산업혁명의 핵심기반인 제조업의 혁신이 필수적인 상황이나 디지털 수준이 낮은 중소기업이 전체 제조기업의 99%를 차지하고 있어⁴⁾ 중소기업을 중점적으로 지원하는 정책이 추진되어 왔다. 2018년 12월에는 스마트 제조혁신으로 중소기업 제조 강국을 실현하고자 ‘중소기업 제조혁신전략(2018)’⁵⁾을 발표하고 제조 중소기업의 50퍼센트에 해당하는 스마트팩토리 3만 개 달성을 목표로 설정하였다. 2020년에는 기존 스마트공장 지원사업을 한 차원 높이는 ‘AI·데이터 기반 중소기업 제조혁신 고도화 전략’⁶⁾을 발표하고 인공지능 중소벤처 제조 플랫폼(KAMP) 중심으로 범부처 스마트제조혁신 추진체계를 구축하였다.

「중소기업 기술혁신 촉진법」과 같은 법 시행령에 따른 ‘스마트공장 보급·확산사업’ 및 ‘데이터 인프라 구축사업’을 효율적으로 수행하기 위해 ‘스마트공장 보급·확산 사업 관리지침(중소벤처기업부 공고 제2020-484호)’ 및 ‘데이터인프라구축사업 관리지침(중소벤처기업부공고 제2020-534호)’ 과 각 사업별 세부관리기준을 마련하여 운영하고 있으며, ‘스마트제조혁신추진단’을 중심으로 정책금융지원, 정보통신기술기반지원, 노동환경개선 사업 등 각종 지원 제도를 운영하고 있다.

■ 스마트팩토리 구축 관련 지침

1. 스마트공장 보급·확산 사업 관리지침(중소벤처기업부공고 제2020-484호)
 - 스마트공장 보급·확산 사업 세부관리기준
 - 인공지능 스마트공장 구축 지원사업 세부관리기준
 - 권역별 스마트공장 테스트베드 구축사업 세부관리지침
2. 데이터인프라구축사업 관리지침(중소벤처기업부공고 제2020-534호)
 - 데이터인프라구축사업 세부관리기준

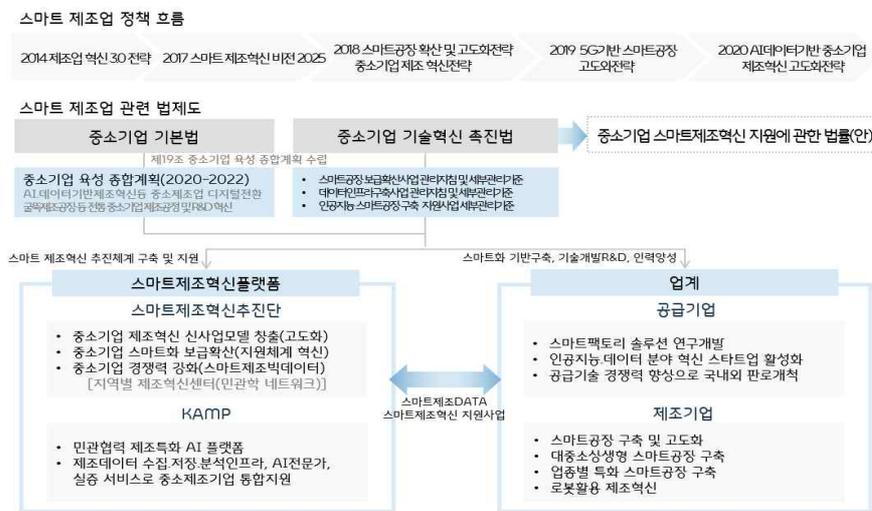
4) 중소기업 스마트제조혁신 지원에 관한 법률안(의안번호 : 3284), p.1

5) 중소기업부(2018, 12월 13일 보도자료)

6) 중소기업부(2020, 7월 23일 보도자료)

정부는 스마트 제조혁신 전담조직으로 중소벤처기업부 내에 ‘중소기업스마트제조혁신 기획단’을 신설(2020.01.)하여 제조혁신 국제협력, R&D, 데이터 정책 및 인프라지원, 중소기업 제조혁신 지원, 스마트공장 보급 확산 등 중소제조기업의 스마트 제조혁신을 지원하고 있다. 또한 글로벌 혁신기업 육성으로 세계를 선도하는 디지털 강국을 구현하겠다는 목표 하에 ‘중소기업 육성 종합계획(2020~2022년)’을 수립하고 향후 2022년까지 디지털 기반의 중소기업 제조혁신 고도화를 추진할 계획이다. 한편 민간이 선도하는 상생협력 문화 확산을 위해 업계를 선도하는 대기업과 관련 단체를 연결하는 상생협력 MOU를 체결하여 스마트공장 고도화를 지원해 성과를 내기도 하였다.⁷⁾

그럼에도 불구하고 디지털 수준이 낮은 중소기업은 스마트제조혁신에 어려움이 있고, 그간의 스마트공장 보급과 함께 개별 공장 단위로 방대한 제조 데이터가 생성되고 있으나 국가 단위의 빅데이터 수집, 가공·분석, 공유·유통 등 데이터 활용을 위해 민간 차원에서 스스로 데이터 인프라를 구축하기에는 한계가 있었다.



[그림 4-2] 스마트 제조업 정책 추진체계

출처: 연구진 작성

이에 중소기업제조혁신기획단에서는 「중소기업 기본법」, 「중소기업 기술혁신 촉진법」에서 포괄적으로 관리하던 ‘스마트 제조혁신’ 부분에 대해 독립적인 법·제도적 기반을 마련할 계획이다. 데이터 기반 스마트제조 촉진 및 확산을 위한 규제 완화 및 인프라 조

7) 삼성전자는 스마트 고도화를 지원하여 4개의 마스크 제조업체 일일 생산량을 51% 향상시키고, 진단키트 업체 솔루션의 생산성을 73% 향상시켰다. / 출처 : 대한민국정부(2020, p.11)

성을 지원하는 「중소기업 스마트제조혁신 지원에 관한 법률」 제정을 추진하고 있으며 그 주요 내용은 제조데이터의 지원체계, 디지털 클러스터 조성, 스마트공장 보급확산 지원 등이다. 그리고 데이터 호환성 확보로 양질의 데이터 생성·공유를 위해 제조데이터 표준 규격을 마련하는 한편 제조데이터 공유 촉진을 위해 ‘제조데이터공유규범’도 준비하고 있다.

스마트 제조업 확산을 위해서는 각 기업에 필요한 맞춤형 솔루션이 제공할 수 있어야 하며 이를 위해서는 우선적으로 스마트 제조혁신 기술개발이 필요하다. 정부는 2015년 ‘스마트팩토리 고도화기술 개발’ 사업에 이어 2018년부터는 ‘스마트팩토리제조 핵심기술 개발’ 사업을 추진하고 있다. 그 주요 내용은 스마트팩토리 관련 고도화 핵심기술 개발과 국내 스마트제조 기술의 실증 및 벤치마킹 대상으로 활용할 수 있는 ‘대표 팩토리’ 구축이다.⁸⁾

또한 스마트제조혁신추진단은 스마트공장 핵심기술 테스트베드인 ‘데모 스마트공장’을 구축하여 주요 업종의 스마트공장 고도화 기술을 실제 공장에 적용하기 전 비교 시험·인증할 수 있도록 국제표준 기반의 실험형 공장을 구축하여 운영하고 있다. ⁹⁾ 2019년부터는 ‘5G 기반 스마트공장 고도화전략’에 따라 스마트파워 기반 선도형 신사업 육성 및 제조생태 구축·운영을 위한 범부처 스마트공장 R&D를 추진(2021~2025, 1조원 규모)¹⁰⁾하고 있으며 그 주요내용은 다음 표와 같다.

[표 4-1] 스마트파워 기반 선도형 신사업 육성 및 제조생태 구축·운영을 위한 범부처 스마트공장 R&D 주요 내용

구분	주요내용
스마트제조 첨단기술개발	ICT 융합으로 제조업 혁신과 제조·서비스 융합 실현이 가능한 스마트공장 패키지 솔루션 개발 및 실증
다품종 주문생산 현장기술 개발	다품종 유연 생산이 가능한 스마트제조 플랫폼 기술 개발 및 실증 기술로 디자인-설계-제품-생산의 전 공정을 대응하는 한국형 메이커스 스마트공정 플랫폼, 시제품 생산 및 양산을 위한 제조공정 연동, 진단, 예지보전 기술 등
스마트제조 초기기술 개발	기초단계 스마트 공장 구현이 가능한 핵심 6대 스마트 제조 핵심 기술 개발
5G 기반 스마트제조 ICT기술 개발	자율유연생산이 가능한 5G 스마트공장 솔루션 개발

출처: 스마트제조혁신추진단 홈페이지(<https://smart-factory.kr/>) 자료를 바탕으로 연구자 작성

스마트 제조업 확산을 위해서는 스마트팩토리를 구축하고 운영할 수 있는 현장인력과

8) 정종필(2020, p.14)

9) 산업통상자원부(2018, 6월 4일 보도자료, p.5)

10) 관계부처 합동(2019c, p.48)

인공지능과 같은 제조업 혁신 기술 분야의 전문인력이 필수적이다. 이에 필요한 전문인력을 양성하기 위해 산학연계를 통한 전문 교육과정과 재직자 교육 프로그램 등 다양한 교육과정을 운영하고 있다. 분야별 전문인력 양성 세부계획을 살펴보면 2018년 관계부처 합동으로 발표한 「중소기업 스마트 제조혁신 전략」에 따라 2022년까지 관련 전문인력 양성 목표를 10만명으로 설정하고 직업계고 교육과정 개편으로 스마트공장 거점 특성화고 지정(2019년 20개), 전문학사 과정의 스마트 공장 계약학과 설치(2019년 4개), 스마트 공장 운영과 공정설계 등을 위한 실습 중심 교육공간 확보, 장비 구축을 위해 산학융합지구 대학에 스마트랩 구축(2019년 2개)을 추진하였다.¹¹⁾ 2020년 'AI·데이터 기반 중소기업 제조혁신 고도화 전략'을 발표하면서 인공지능(AI) 제조인력 또한 1.5만 명 추가 양성¹²⁾을 계획하고 있다.

② 산업화 모델 구축 전략

□ 스마트팩토리 기반산업 강화

스마트팩토리 솔루션 개발 지원을 통한 스마트팩토리 기반산업의 기술력 향상은 제조기업의 경쟁력 강화로 이어지는 선순환구조를 견인하여 자생적 스마트팩토리 생태계 구축에 기여할 수 있다. 중소벤처기업부는 연구개발 예산의 20퍼센트(2019년 기준 1.1조원) 20%를 스마트팩토리 기반산업 지원에 할애하고 있으며, 해외진출 지원을 위해 글로벌 스마트 공장 쇼케이스를 구축하고 해외기업 대상 국내 스마트팩토리 기반산업 성과 홍보와 견학 프로그램을 연계해 운영하고 있다.¹³⁾

2020년부터는 인공지능(AI)·데이터 중심의 스마트제조 공급기업 육성을 지원하고 있다. 스마트제조 R&D를 통해 주요 기술을 향상시키고 테스트베드 등 실증 인프라를 체계적으로 구축하는 한편 인공지능(AI) 전문인력 양성을 추진하고 있다. 또한 인공지능·데이터 제조분야 혁신 스타트업을 적극 발굴하여 투자를 활성화하고, 국내 공급기업의 해외진출을 지원하여 수출경험이 있는 공급기업을 현재의 2배로 늘리는 것을 목표로 기술경쟁력 및 성장가능성이 높은 유망 기업의 해외 진출을 집중 지원하고 있다.

11) 중소벤처기업부(2018, 12월 13일 보도자료, p.5)

12) AI 분석이 가능한 전문인력(1천명), 고도화된 스마트공장 구축을 위한 공급기업 전문인력(2천명), 자체 고도화가 가능한 도입기업의 관리자급 현장인력(1.2만명) / 출처 : 중소벤처기업부(2020, 7월 23일 보도자료)

13) 중소벤처기업부(2018, 12월 13일 보도자료, p.5)

□ 스마트팩토리 확산

제조 강국으로서 입지를 공고히 하기 위해서는 제조업 생태계의 핵심인 중소기업 경쟁력 제고가 필수적이다. 정부는 2018년 ‘중소기업 스마트 제조혁신 전략’을 수립하고 중소기업 50%, 3만 개의 스마트팩토리 구축을 목표로 중소기업의 공장 스마트화를 지원하고 있다. 그간의 주요 성과로 2018년부터 대기업이 중소기업을 지원하는 상생형 모델을 도입하여 2019년까지 10개 대기업이 참여, 1,620개 중소기업의 스마트공장 구축을 지원하였고, 지역별 스마트제조혁신센터 구축으로 지역 중심 스마트공장 보급·확산 지원체계를 마련하였다.¹⁴⁾

[표 4-2] 스마트제조혁신추진단 스마트공장 구축 지원사업

지원사업	지원내용
신규구축 및 고도화 지원	스마트공장 미구축 기업을 대상으로 솔루션 및 연동 설비의 최초구축 지원, 기 구축 스마트공장의 활용도와 보급수준 향상을 위한 기존 시스템의 고도화 및 스마트공장 설비와 연계시스템의 추가 구축·연동
대중소상생형 스마트공장 지원	주관기관(대기업 등)이 중소·중견기업과 협력하여 스마트공장을 구축할 경우, 정부가 구축비용의 일부를 지원
업종별 특화 스마트공장 구축지원 사업	제조과정(업종)별 특화 솔루션 및 솔루션 연동 자동화장비·제어기·센서 등 구축 지원
데이터 분석 기반 스마트공장 구축지원 사업	AI·빅데이터 등 중소기업 제조 데이터 특화 분석 솔루션 도입 및 자동화 장비·제어기·센서 등 구축 지원
스마트공장 수준확인제도	기업에 최적화된 스마트공장 구축 및 고도화 추진을 위하여, 기업의 제조수준을 객관적으로 진단하고 고도화를 위한 가이드라인 제시
권역별 스마트공장 테스트베드 구축	4대 권역별 스마트공장과 관련된 기술개발 및 실증을 수행하는 테스트베드 구축·운영 지원
스마트화 역량 강화	전문컨설팅 기관*의 컨설팅 방법론 및 도구를 통해 스마트공장 구축 기업의 현장진단 및 구축과정 중 현장애로 해결 지원
클라우드기반 솔루션 개발	클라우드 기반으로 다수의 중소기업이 공동활용 가능한 업무용 솔루션 구축 지원

출처: 스마트제조혁신추진단(2021. <https://smart-factory.kr/bsnsIntrcn/intrcnView?bsnsClCodeSe=0000002A>)을 참고하여 연구진 작성

□ 스마트팩토리 빅데이터 플랫폼 구축

제조업 가치사슬 내 지식과 자원 공유로 혁신제품과 새로운 서비스를 창출하고 대·중소 기업간 정부자원 불균형 해소¹⁵⁾ 하기 위해서는 기업의 제조 데이터뿐 아니라 데이터 개

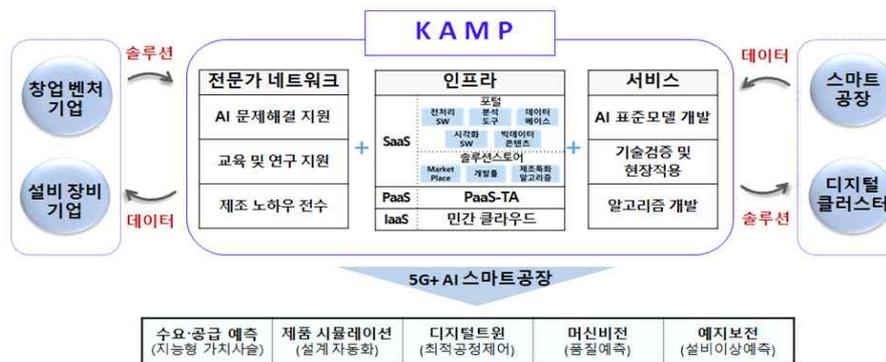
14) 대한민국 정책브리핑, 스마트공장(지능형공장) 4. 스마트공장 정책지원(2020년 기준)

15) 4차산업혁명위원회(2019, p.62)

방을 통해 개별 산업 및 전 산업의 빅데이터 구축이 필요하다. 스마트제조혁신추진단은 스마트 제조 데이터 플랫폼 ‘스마트공장 사업관리시스템’을 통해 국내 제조 생태계 내 데이터 및 지식을 공유·활용할 수 있는 기반을 마련하였다.¹⁶⁾ 스마트공장 사업관리시스템은 스마트제조혁신 관련 정책, 제도, 매뉴얼 정보와 함께 각종 지원 사업 및 유관사업, 우수사례 및 시범공장 정보, 스마트 제조솔루션 공급 업체 정보도 제공하고 있다.

전국단위 제조 데이터 수집·분석·활용을 통해 분야별 지역별 제조 데이터 네트워크를 구축하고 민간 클라우드 플랫폼 및 센터 연계로 제조 데이터를 공유하고 있으며, 각 기업의 공장운영, 설비운영, 에너지·환경 등 제조 현장 데이터를 수집하고 기업 수요에 맞는 데이터 분석을 지원하기도 한다. 데이터 구축에 취약한 중소기업에 대해서는 과학기술정보통신부에서 클라우드 서비스를 제공해 정보화 수준 향상 및 클라우드 시장 확산 기반을 마련하는 한편 소상공인·중소기업의 클라우드 제품 이용료 지원, 클라우드 솔루션 정보 검색 및 클라우드 공급기업 선정 지원사업을 추진하고 있다.¹⁷⁾

2020년부터는 ‘인공지능(AI)·데이터 기반 제조혁신 고도화전략’에 따라 인공지능(AI) 중소벤처 제조 플랫폼(KAMP, Korea AI Manufacturing Platform)을 중심으로 제조혁신 선도사례 확산¹⁸⁾을 추진하고 있다. KAMP는 스마트공장에서 생성되는 데이터를 지속적으로 분석하여 알고리즘을 표준화하고 공장 최적화 등 인공지능 솔루션을 개발할 수 있도록 지원하고 있다.

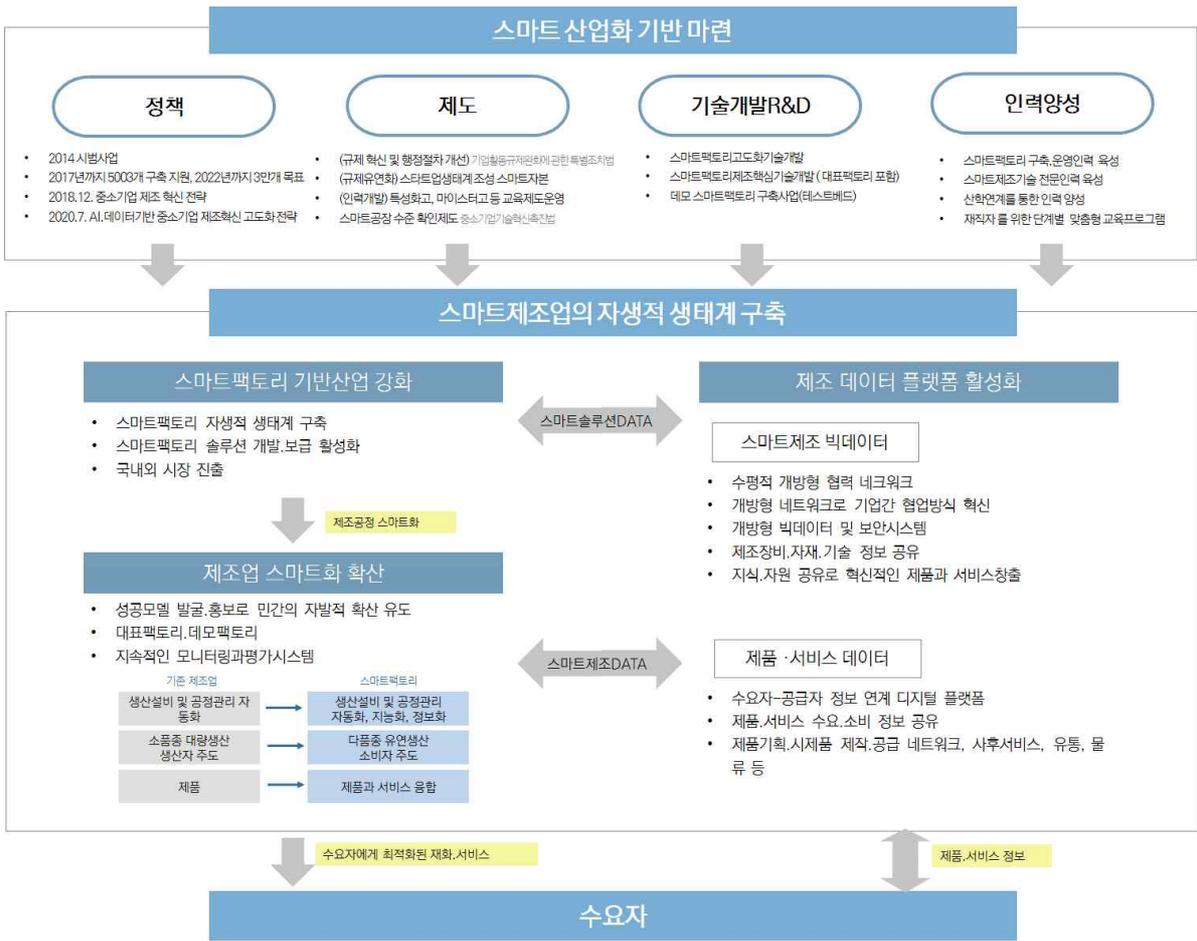


[그림 4-3] 인공지능 중소벤처 제조 플랫폼(KAMP)을 중심으로 한 제조혁신
출처: 중소벤처기업부(2020, 7월 23일 보도자료)

16) 관계부처합동(2019c, p.46)

17) 관계부처합동(2019c, p.40)

18) 중소벤처기업부(2020, 7월 23일 보도자료, p.2)



[그림 4-4] 스마트 제조업 산업화 모델
출처: 연구진 작성

2) 농업분야 스마트 산업화 모델

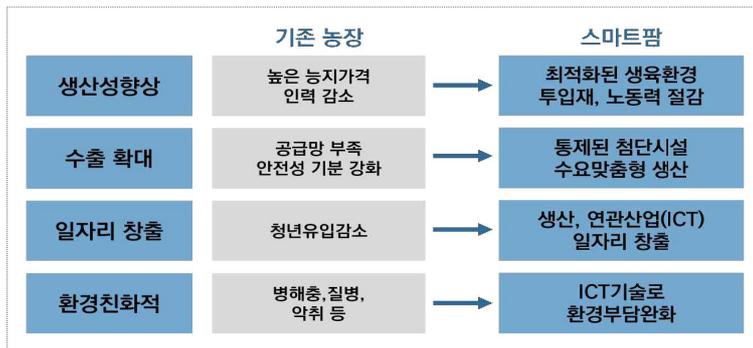
□ 스마트팜

4차 산업혁명 시대의 농업은 다양한 4차 산업혁명 기술과 농업생산기술이 융합된 스마트팜 플랜트 산업¹⁹⁾으로 진화하고 있다. 농업 분야가 미래성장산업으로 도약하기 위해서는 스마트농업 도입 농가의 기술 활용 및 기반 구축, 4차 산업혁명 기술 보급 확대, 스마트 농업 인프라 구축과 지속적 거버넌스체계 구축이 필요하다. 스마트농업의 범위는

19) 김병률 외(2018, p.16)

농업생산, 유통, 소비의 통합 및 농업 전후방산업 확대에 따른 데이터 기반 정보통신기술(ICT) 융복합 농업²⁰⁾으로서 과거 토지, 노동, 자본, 기술로 이루어진 농업 생산요소가 시설, 장비, 데이터, 센서로 전환되며 정보통신기술 활용도가 극대화된다.

스마트 농업은 기존 농업과 비교할 때 다음과 같은 특징을 갖는다. 첫째, 최적화된 생육 환경이 제공됨에 따라 투입재·노동력 절감으로 생산성이 향상된다. 둘째, 통제된 첨단 시설에서 안정적 생산이 가능해져 안전성, 균질, 연중공급 등 바이어의 요구에 맞게 수출 확대가 가능하다. 셋째, 농업에 청년유입이 감소하는 상황에서 스마트팜에서 생산뿐 아니라 운영시스템 개발, 컨설턴트, 사물인터넷 서비스 등 연관 산업의 지속가능한 청년 일자리 창출이 가능하다. 넷째, 정보통신기술을 활용해 병해충·질병 발생이 감소하고 불필요한 양분공급 감소, 약취 관리로 환경 부담 완화가 가능하다.²¹⁾



[그림 4-5] 농업의 스마트 산업화

출처: 연구진 작성

① 스마트산업화 기반

정부는 2014년부터 스마트팜을 농업 분야의 핵심 성장동력으로 보고 정책지원을 확대 해 왔으며, 2018년에는 관계부처 합동으로 ‘스마트팜 확산 방안’을 발표하였다.²²⁾ ‘스마트팜 확산방안’은 스마트팜 청년 생태계를 조성하고 농업 전후방 산업의 경쟁력을 강화하며 조기 성과창출을 위한 거점으로 ‘스마트팜 혁신밸리’ 조성을 추진하는 것을 주요 내용으로 하는 스마트팜 혁신성장 종합대책이라고 할 수 있다. 기존 정책과 비교하면 정

20) 이주량 외(2018, p.요약iii)

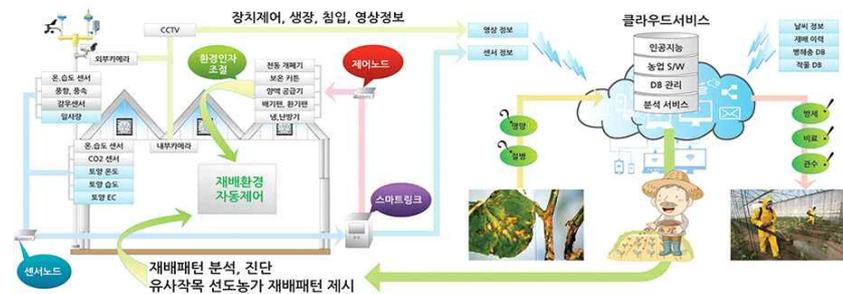
21) 관계부처 합동(2018a, p.2)

22) 관계부처 합동(2018a)

책 대상으로 온실·축사와 함께 노지채소, 수직형 농장 등을 포함하게 되었고, 기존 농업 인뿐 아니라 청년 농업인, 전후방산업으로 확대되었으며, 스마트팜 확산거점으로 교육·연구·생산 기능이 집적된 스마트팜 혁신밸리를 새롭게 도입했다는 점이다. 스마트팜 확산방안에 따라 2020년 2월 기준 스마트팜 혁신밸리 4곳이 선정되었으며 스마트팜 보급도 2014년 시설원예 405ha, 축산농가 23호에서 2018년에 각각 4,510ha, 1,350호로 증가하였다.²³⁾

스마트팜 확산방안 추진에 따라 2019년에는 정보통신기술을 결합한 농업 육성을 위해 「농지법」 시행령을 개정하여²⁴⁾ 농업진흥구역 내에 ‘스마트 농업 지역’을 지정할 수 있도록 하였다. 농업진흥구역에서는 농업 생산 또는 농지 개량과 직접적으로 관련된 행위 외의 토지이용행위를 금지하고 있으나 예외적으로 ‘스마트농업지역’에는 해당 사업계획에 따라 도로, 주차장, 전시·체험시설 등의 시설 설치가 가능하도록 입지 규제를 완화한 것이다.

농촌진흥청에서는 한국형 스마트팜 모델 개발(2014~2018)에 이어 한국형 스마트팜 2세대 모델 개발을 추진 중이다.²⁵⁾ 한국형 스마트팜 2세대 기술은 빅데이터와 인공지능을 기반으로 작물 생산을 최적화하는 시스템으로 인공지능이 데이터와 영상 정보로 생육을 진단하며 의사결정을 돕는 플랫폼이다.



[그림 4-6] 클라우드 기반 한국형 온실 2세대 기술 개요

출처: 농촌진흥청(2019, <https://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psv/psvr/psvre/curationDtl.ps?menuId=PS03352&srchCurationNo=1466&totalSearchYn=Y>)

23) 관계부처 합동(2018b, p.16)

24) 농지법 시행령, 대통령령 제29906호, 제29조제7항

25) 농촌진흥청(2018, 11월 15일 보도자료)

4차 산업혁명으로 데이터·인공지능(AI) 기반의 디지털 전환이 국가와 기업의 경쟁력을 좌우하면서 세계적으로 경쟁이 심화되었고 농업 분야에도 기후변화·고령화·식량문제 해결과 지속가능한 농업을 위해 빅데이터·인공지능(AI)이 유력한 대안으로 부상하게 되었다.²⁶⁾ 이에 농림축산식품부는 「농림식품과학기술 육성법」에 따라 수립하는 ‘농림식품과학기술 육성계획’을 통해 ICT 융복합기술을 핵심전략기술로 제시하고 스마트농업과 관련한 중점 연구 분야로 빅데이터·AI·ICT 기술을 적용한 스마트 농업 고도화, AI·로봇 등 첨단 기술 융합된 무인자동화 시설, 원격 센싱·농업위성·드론 등 노지 스마트 농업 핵심기술 개발, 자율주행 농기계 고도화, 빅데이터 활용 농산물 수급 예측·관리 시스템 고도화를 추진할 계획이다.²⁷⁾

스마트농업 관련 혁신기술 연구개발은 부처 간 협업 및 민관 공동연구 중심으로 추진되고 있다.²⁸⁾ 기초부터 산업화까지 스마트팜 연구개발을 체계화하여 다부처 신규 R&D를 추진하고 연구 방향도 기존의 센서·제어기 등 주요 기술의 성능개선 중심에서 인공지능, 빅데이터 등 지능정보기술을 활용한 스마트팜 고도화에 초점을 맞추고 식품·바이오 기업 등과 함께 재배할 품목 발굴을 적극 지원하고 있다. 2019년 10월에는 ‘스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발사업 운영규정’ 마련하였다.

스마트팜 다부처 패키지 혁신기술 개발사업은 2021년부터 2027년까지 7년간 3,867억 원(국비 3,333억 원, 민자 534억 원) 규모의 예산을 투입하며 기존 연구개발(R&D)사업과 달리 데이터 기반의 지능형 의사결정을 통해 고효율의 안정적 농축산물 생산이 가능한 스마트팜 기술을 연구하고 연구데이터를 저장·분석·공유할 수 있도록 스마트팜 연구개발(R&D) 빅데이터 기반(플랫폼)을 구축할 계획이다.²⁹⁾

농업전문인력 양성은 농촌진흥청의 농촌지도사업과 농림수산물교육문화정보원의 인적자원 육성을 통해 이루어지고 있다. 농촌진흥청은 ‘농촌지도사업’의 일환으로 경쟁력 있는 농업전문인력을 체계적으로 육성하는 교육사업을 시행하며, 미래농업을 선도할 청년 농업인 및 학습단체 육성을 주요과제로 한다.³⁰⁾³¹⁾

26) 농촌진흥청(2021, p.1)

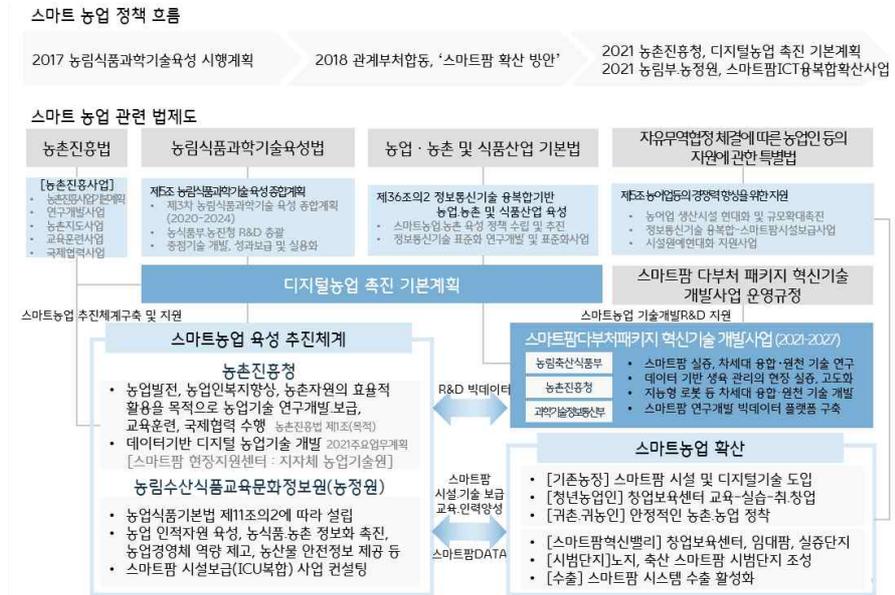
27) 김연중 외(2020, p.118)

28) 농림축산식품부(2018, 4월 16일 보도자료)

29) 대한민국 정책브리핑. (2020, <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148864055#L4>)

30) 농촌진흥청(2021, https://www.rda.go.kr/board/board.do?mode=html&prgId=gud_farmguiddrvQuery)

농촌진흥청 산하 '농촌인적자원개발센터'에서는 공무원, 농업인, 일반인 대상의 농업기술전문인력 양성 교육 실시하고, 산·학·관·연 협혁 거버넌스 구축으로 성과와 조직 가치 중심 인재개발, 농업의 미래성장 산업화, 수출산업화, 6차 산업화 농업농촌 활력 촉진, 경쟁력 제고를 위한 효과적인 맞춤형 HRD 학습 시스템 지원 확대를 추진하고 있다.



[그림 4-7] 스마트 농업 정책 추진체계

출처: 연구진 작성

② 스마트농업 산업화 모델 구축 전략

□ 스마트팜 창업 생태계구축

정부는 청년들이 스마트팜에 도전하고, 성장하고, 실패해도 재기할 수 있도록 '청년 스마트팜 창업 생태계' 구축을 추진하고 있다.³²⁾ 2019년부터 스마트팜 '청년창업 보육센터'에서 교육, 실습, 취.창업에 이르는 전 과정을 지원하며 영농 지식이나 경험, 기반이 없는 청년도 스마트팜을 창업할 수 있도록 청년 창업보육 프로그램을 운영하여 2022년까지 600명의 청년 스마트팜 전문인력 배출을 목표로 하고 있다.

31) 농촌진흥청(2018, pp.282-286)

32) 관계부처 합동(2018a, pp.6-8)

청년 임대형 스마트팜 조성으로 보육센터를 수료한 청년 농업인이 초기 시설투자 없이 적정 임대료만 내고도 스마트팜 창업이 가능하도록 정부 비축토지, 지자체 및 농어촌공사 부지를 활용한 '임대형 스마트팜'을 우선 지원한다. 임대스마트팜의 시설은 정부와 지자체가 구축하고, 농어촌공사 등 전문기관에 위탁하여 시설을 관리·운영한다.

스마트팜 창업 또는 승계받거나 규모 확대를 원하는 청년들에게 정책자금, 농지 임대, 투자유치 관련 프로그램 지원한다. 영농경력 및 자금력 부족 등 청년농업인에게 필요한 자금을 지원하기 위해 금리 1%, 30억 원 한도로 '청년 스마트팜 종합자금'을 마련하여 기술력·가능성 중심으로 대출을 실시하고, 정부의 매입비축토지를 청년 농업인에게 10년까지 최우선 임대하며 임대 기간을 20년까지 연장할 수 있도록 하였다.

마지막으로 경영 위기 농가에 대해 장기 저리의 경영회생자금을 개인 10억 원, 법인 15억 원으로 확대 지원한다. 또한 농지·시설을 매입한 후 해당 농가에 재 임대해주는 경영회생 농지매입 지원 한도를 10억 원으로 확대해 운영 중이다.

[표 4-3] 스마트팜 청년창업 보육과정 개요

보육과정(기간)	교육내용
입문교육(1~2개월)	스마트팜 이론, 창업설계, 마케팅, 작물재배, 스마트기기 운용 등 기초교육
교육형 실습교육(6개월)	전문가 지도 하에 생산(육묘-관리-수확)과정 실습농장에서 실습
경영형 실습교육(1년)	자기책임 하에 영농계획·생산·판매 전 과정을 직접 수행 현장전문가 영농지도 및 컨설팅 지원
교육후 창업지원	스마트팜 종합자금, 농신보 우대지원, 농지은행 비축토지 우선 장기 임대, 빅데이터 수집·공유로 최적 생육관리 등

출처: 관계부처 합동(2018a, p.6)의 <스마트팜 청년창업 보육과정 개요>그림을 참고하여 연구진 작성

□ 스마트팜 확산

2018년 4월 관계부처 합동으로 스마트팜 확산방안은 기존 농가 단위의 스마트팜 보급 전략 보완하여 2022년까지 스마트팜 7,000ha, 축사 5,750호의 농가 보급, '스마트팜 혁신밸리' 4개소 구축을 목표로 하고 있다.³³⁾농가에서 스마트팜 시설 도입과 운영을 원활하게 할 수 있도록 지방자치단체 농업기술원에 스마트팜 현장지원센터를 설치하여 농가의 문의사항을 해결해주고 재배방법 또는 시설에 대한 교육 및 컨설팅, 시설 점검과 수리 등 사후관리 등을 지원하고 있다.

33) 관계부처 합동(2018a, p.5)

스마트팜 확산 거점으로서 생산·교육·연구 기능이 집약된 스마트팜 혁신밸리를 2018년에 1차로 경북 상주와 전북 김제를, 2019년에 2차로 전남 고흥과 경남 밀양을 선정하였다. 스마트팜 혁신밸리는 생산·유통 시설을 스마트화·규모화하여 고품질·안전·균질한 농산물을 안정적으로 공급하는 ‘수요자 중심 생산체계’를 구축하고, 스마트팜 전문보육체계와 창업 및 주거공간 마련으로 청년의 안정적 정착을 지원하여 ‘농업·농촌에 청년 유입’을 유도하며, 기업·연구기관·농업인 간 R&D 협력을 통해 기술 혁신, 신제품 발굴로 시장을 창출하여 ‘농업과 전후방산업의 동반성장’을 도모한다.

□ 스마트팜 기술 혁신 지원

스마트팜 산업인프라로서 스마트팜 기자재 등의 실증연구, 제품 성능 테스트, 전시·체험등을 결합한 ‘스마트팜 실증단지’를 구축하여 제품의 신뢰도 향상과 함께 스마트팜 플랜트 수출 확대를 추진한다. 기업, 연구기관, 공공기관 등이 참여해 수출 기술을 연구하고 수출까지 지원하는 ‘스마트팜 수출연구사업단’을 운영하고 중앙아시아 등 전략지역에 온실시공, 설비 구축, 운영까지 포괄하는 스마트팜 플랜트 수출을 지원하고 있다.³⁴⁾

[표 4-4] 스마트팜 실증단지의 기능

구분	주요기능
실증테스트	기업의 제품 테스트, 품질 및 호환성 검증 및 인증 원료 수요기업-연구기관-농업인 공동 R&D 및 실증 연구
빅데이터 플랫폼	작물 생육 데이터 수집 및 인공지능 기반 분석을 위한 데이터팜 구축 데이터 분석을 위한 컨설팅 서비스, 제품 개발 지원
R&D, 컨설팅 등 서비스	농업인 현장애로에 R&D 바우처 제공 기자재 A/S, 민간투자 유치 컨설팅, 경제성 분석
비즈니스·체험	바이어, 투자사, 농업인 대상 스마트팜 기자재 등 전시·상담 농업인, 학생 대상 체험 프로그램 운영

출처: 관계부처 합동(2018a, p.9)

또한 스마트팜 기초부터 산업화 연구까지 스마트팜 R&D를 체계화하고, 부처간 협업, 현장 수요를 적극 반영하여 관련 기업·농업인 등 민간참여 R&D 활성화를 추진하고 있다. 인공지능, 빅데이터 등 지능정보기술을 활용한 스마트 고도화 연구를 추진하는 한편 식품·외식·유통기업 등과 연계해 기능성 식품원료 등 신제품을 적극 발굴하여 생산부터 유통까지 전 과정을 모델화하여 보급할 계획이다.³⁵⁾

34) 농림축산식품부(2018, 4월 16일 보도자료)

35) 스마트팜 영농기법 모델화(2018~2019)를 통해 기존 딸기, 파프리카에서 참외, 오이, 수박, 국화, 장미 등

스마트팜에서 수집한 빅데이터를 기반으로 병해충 예보 및 방제 의사결정을 지원하는 서비스를 개발하고 품목별 최적 생육환경관리 프로그램을 개발하여 보급하는 한편 스마트팜 산업인프라 구축과 농가 편의를 위해 시설원에 및 축산 분야의 핵심 센서·제어기 등 정보통신기술 기자재를 표준화하여 「산업표준화법」에 따른 ‘국가표준’으로 제정하였다.³⁶⁾ 더불어 각종 스마트팜 수집 데이터는 산업표준화법에 따른 ‘단체표준’으로 등록하여 운영 중이다. 이 외에도 빅데이터 분석 전문가, 컨설턴트 등 전문인력 양성하여 빅데이터 활용 및 컨설팅 역량을 강화하고, 청년 농가의 창업 초기 국내외 판로 지원뿐 아니라 농식품유통공사를 통해 시장 다변화에 대응하는 품목 맞춤형 시장개척 프로그램을 구축해 지원하고 있다. 최근에는 2021년 발표된 ‘디지털 농업 촉진 기본계획’에 따라 농업생산기술의 디지털 혁신을 추진하고 있다. 원격탐사, 자율주행 등 자동화·지능화 기술 개발, 곡물 생산성을 향상시키는 디지털 기술, 원예작물 수급을 안정시키고 품질을 향상시키는 디지털 기술, 가축 정밀사양 디지털 기술, 다양한 농생명 자원의 DB 구축·연계로 디지털 육종 기반기술 개발을 계획하고 있다.

□ 농업데이터 통합 플랫폼 구축

농촌진흥청에서는 농업과학기술분야 연구개발, 성과 교육 및 보급을 선도하고 있으며 각종 농업기술 콘텐츠를 통합하여 제공하는 ‘농업기술포털’을 운영하고 있다. 출연기관인 ‘농업기술실용화재단’을 통해 농업 R&D 성과를 농업경영체, 농식품기업 등에 확산·전파하여 농산업을 규모화와 산업화를 촉진하는 역할을 하며 각 지방자치단체별로 설치된 ‘농업기술원’에서는 농업과학기술 개발, 첨단기술 개발, 온업환경 보전 등을 위한 연구, 개발된 농업과학기술의 보급 및 기술지도 등을 수행한다.

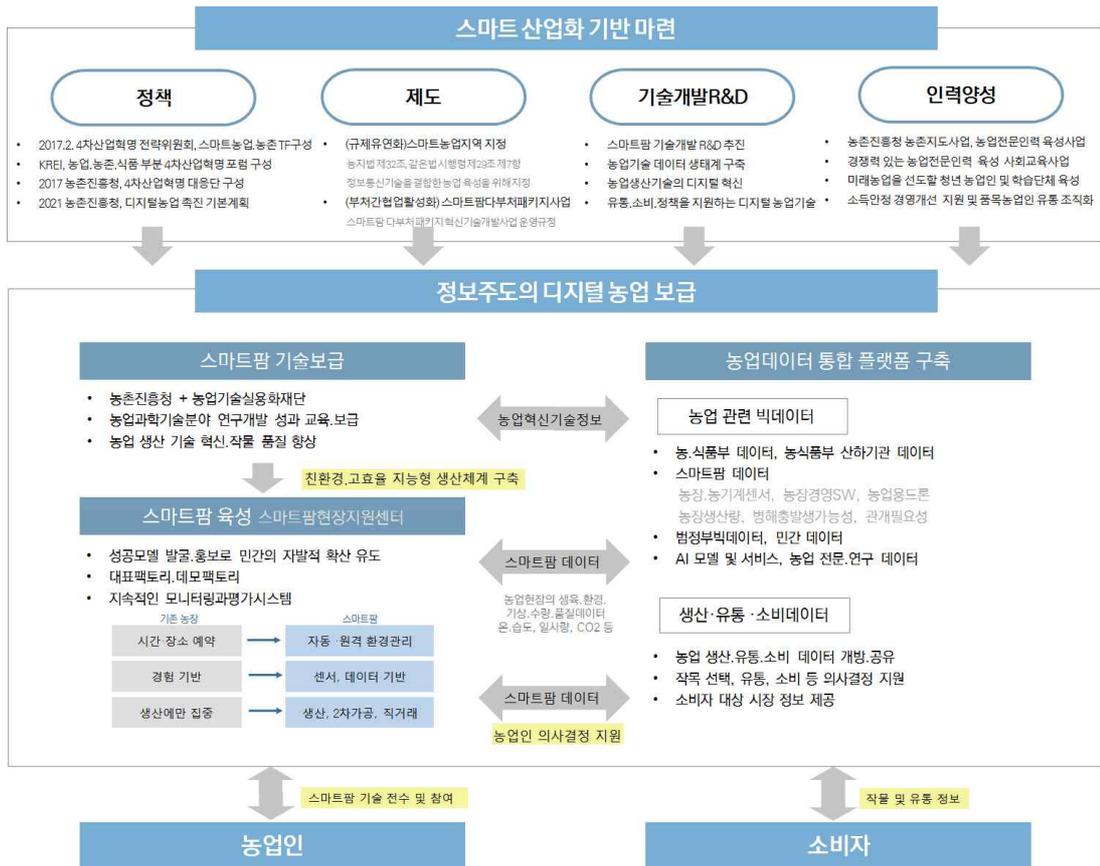
그 외 농식품 분야 빅데이터와 관련하여 유관기관의 주요 활동을 살펴보면 농촌진흥청은 스마트팜 ICT 기기 표준화, IoT 기반 작물·가축의 생육정보 자동측정 및 로봇·드론 활용 스마트 관리 기술 개발, 스마트팜 측정 데이터 표준화, 빅데이터 분석·활용 모델 개발을 추진하고, 농협중앙회는 상호금융 빅데이터 시범사업, 5대 채소류 수급 예측시스템을 개발하고 있다. 한국농어촌공사는 통합물관리시스템, ICT 기반 농업시설 신축·임대 투자플랫폼 구축방안을 검토하고 있으며, 한국농수산식품유통공사는 5대 채소류 수

8개 품목으로 확대함 / 출처 : 관계부처합동(2018a, p.10)

36) 관계부처 합동(2018a, p.3). 농업용 관수장비, 농업용 트랙터 및 기계 등에 대한 국가표준이 제정되어 있음 / 출처 : 국가표준인증 통합정보시스템 홈페이지(www.standard.go.kr)

급 종합시스템, 화훼 유통정보 기초시스템, 한국농식품 마케팅·판매 채널을 운영하고 각 기관에 산재한 식품원료농산물 DB 통합 제공 플랫폼 구축할 계획이다.³⁷⁾

이처럼 농업진흥청은 다양한 농업기술정보 시스템을 작물재배와 농정에 제공하고 있으나 농업 R&D 데이터와 외부 데이터 연계는 부족한 상황으로³⁸⁾ 토양, 농업기상, 병해충 등 16개 DB 운영 중이나 정밀재배를 위한 농업생산 데이터는 절대적으로 부족하여 농업기술정보 시스템 연계, 연구데이터 개방 및 공유 필요성에 따라 2021년 빅데이터 개방·활용을 통한 농업혁신을 목표로 '디지털농업 촉진 기본계획'을 수립·발표하였다. 빅데이터 개방 활용을 통해 생육과 산지 유통·저장 물량 데이터 연계로 채소 수급 안정 지원이 가능하고, 농식품 소비조사와 식품영양, 국민건강 DB 등 타 분야 연계 시 새로운 산업 가치 창출이 가능할 것으로 기대하고 있다.



[그림 4-8] 농업의 스마트 산업화 모델

출처 : 연구진 작성

37) 김연중 외(2017, pp.79-81)

38) 농촌진흥청(2021, p.2)

3) 도시분야 스마트 산업화 모델

□ 스마트시티

‘스마트시티’란 도시에 정보통신기술과 빅데이터 등 신기술을 접목해 각종 도시문제를 해결하고 지속가능한 도시를 의미하며, 최근 들어서는 다양한 혁신 기술을 도시 기반과 결합하여 실현하고 융복합할 수 있는 공간이란 의미의 ‘도시플랫폼’으로 활용되고 있다.³⁹⁾ 전 세계적으로 도시화에 따른 자원 및 인프라 부족, 교통 혼잡, 에너지 부족 등 각종 도시문제가 점차 심화될 전망이며 이러한 도시문제의 효율적 해결을 위한 접근 방식으로 4차 산업혁명에 대응하여 신성장 동력 창출이 가능한 스마트시티가 주목받고 있다.⁴⁰⁾ 스마트시티는 교통·에너지·환경 등 파급효과가 큰 미래 성장 동력으로서 역할이 기대되고 있으며 빅데이터, 인공지능 등 지능형 인프라와 자율차·드론 등 혁신기술을 실현해 볼 수 있고, 정보통신 기술을 활용하여 도시문제를 해결하고 삶의 질을 높이는 정책으로서 의미가 크다.⁴¹⁾

① 스마트산업화 기반

스마트도시 관련 법제도로 2008년 「유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률」이 제정되었다. 이후 2017년 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」로 명칭을 바꾸고 국민들이 이해하기 쉬우면서 기성시가지의 도시 관련 사업에도 적용할 수 있는 스마트도시 지원 및 관리 근거로 확충 재편되었다.⁴²⁾ 이후 공공주도와 기술 중심의 단편적 접근에서 벗어나 민간기업·시민 등 다양한 수요자가 참여하여 지속가능한 도시를 조성하고자 다양한 스마트시티 정책이 추진되고 있다.

「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」의 주요 내용은 스마트도시 종합계획 수립, 스마트도시 관련 국제협력 및 해외진출 지원, 스마트도시산업 지원, 세계지원에 대한 법적 근거 및 스마트도시 인증제도 마련, 스마트도시 관련 정보시스템의 연계·통합 등으로 이루어진다. 2017년 새정부 출범과 함께 대통령 직속 4차산업혁명위원회 산하

39) 대한민국 정책프리핑. (2020, <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148863564>)

40) 4차산업혁명위원회 외(2018, p.1)

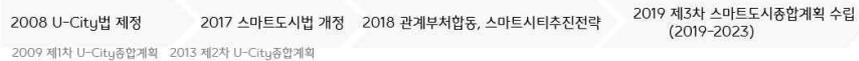
41) 대한민국 정책프리핑. (2020, <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148863564>)

42) 스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률. 법률 제14718호. 제정·개정이유

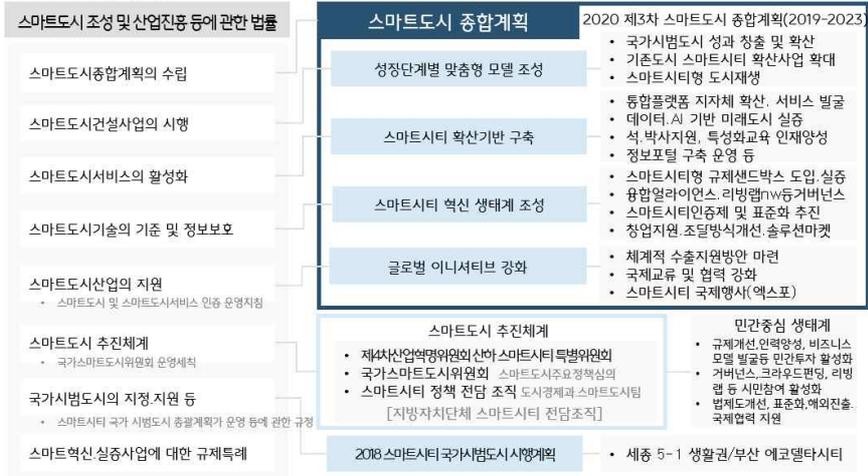
에 ‘스마트시티 특별위원회를 신설하고, 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」에 따라 관련 주요 정책을 심의하는 ‘국가스마트시티 특별위원회’도 새롭게 구성하였다. 2018년 1월에는 4차산업혁명위원회와 관계부처 합동으로 ‘도시혁신 및 미래 성장 동력 창출을 위한 스마트시티 추진전략’을 발표하였으며 4차 산업혁명 신기술의 테스트베드, 리빙랩, 혁신생태계 등 새로운 개념을 포괄하는 정책으로 확대 추진하게 된다.⁴³⁾ 스마트시티 추진전략의 주요내용은 첫째, 신규개발도시, 기존 도시, 노후 도심 등 도시 성장 단계별 차별화된 접근 추진, 둘째, 도시에 접목 가능 신기술을 육성하고 체감도 높은 맞춤형 솔루션 도입, 셋째, 민간의 창의성 활용, 시민참여, 정부지원 등 참여 주체별 역할 정립이다.

최근에는 ICT 등 융·복합 기술을 활용하여 도시문제를 해결하기 위한 수단으로 스마트 시티 정책을 추진하는 지자체가 증가하는 추세로 전담조직을 설치하는 경우도 증가하고 있으며, 방법·방재 및 교통에 집중되어 있던 스마트도시서비스도 행정, 환경·에너지, 수자원, 시설물관리, 보건·복지 등으로 다변화하고 있다.⁴⁴⁾

스마트시티 정책 흐름



스마트시티 관련 법제도



[그림 4-9] 스마트시티 정책 추진체계

출처: 연구진 작성

43) 국토교통부(2020b, p.12)

44) 국토교통부(2020b, pp.13-14)

정부가 제시한 스마트 시티 추진전략 중 하나는 도시의 가치를 높이는 사람 중심의 맞춤형 기술개발이다. 따라서 국가 시범도시는 빅데이터, 인공지능, 차세대 네트워크 등 미래 공통 기술부터 자율주행, 지능형 전력망(스마트그리드), 가상현실 등 체험기술까지 구현하고, 기존 도시와 노후 도시는 쉽게 체험할 수 있는 교통, 에너지, 환경, 행정, 주거 등 상용화된 기술을 확산시키는 데 초점을 맞추고 있다.⁴⁵⁾

국토교통부와 과학기술정보통신부는 '데이터 기반 스마트시티' 연구개발 사업의 실증 도시로 두 곳을 정해 2022년까지 총 1,159억 원이 투입되는 '스마트시티 국가전략 프로젝트'를 진행하고 있다.⁴⁶⁾ 또한 '스마트시티'가 정부의 주요 혁신성장동력에 포함되면서 국토교통부는 2019년 「스마트도시법」 제28조(전문인력의 양성)에 따라 '스마트시티 혁신인재육성 추진계획'(19~23)을 발표하고⁴⁷⁾ '인력양성 6개 대학'을 선정해 사업을 추진하고 있다.

② 스마트시티 산업화 모델(스마트시티) 구축 전략

□ 스마트시티 혁신 기술 및 서비스 개발

'스마트혁신기술·서비스'란 스마트도시기술 및 스마트도시서비스를 개선하거나 신기술·신서비스의 활용 또는 융·복합을 통하여 도시민의 삶의 질의 향상과 혁신산업 육성에 기여하는 기술과 서비스를 말한다. (「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」 제2조제9호)'스마트시티 기술'은 스마트도시기반시설을 건설하여 스마트도시서비스를 제공하기 위한 건설·정보통신 융합기술과 정보통신기술로 구성되며(「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」 제2조제4호), '스마트도시서비스'란 스마트도시기반시설 등을 통하여 행정·교통·복지·환경·방재 등 도시의 주요 기능별 정보를 수집한 후 그 정보 또는 이를 서로 연계하여 제공하는 서비스이다.(「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」 제2조제2호)

'스마트시티 추진전략'은 도시의 가치를 높이는 사람 중심의 맞춤형 기술 도입을 제시하

45) 대한민국 정책프리핑. (2020,
<https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148863564>)

46) 방제일(2018, 7월 11일 기사)

47) 선정된 학교는 KAIST, 부산대학교, 서울대학교, 성균관대학교, 서울시립대학교, 연세대학교이며, 2019년부터 2023년까지 5년간 사업을 수행하고 있다. / 출처 : 스마트시티 종합포털(<https://smartcity.go.kr/%ed%94%84%eb%a1%9c%ec%a0%9d%ed%8a%b8/%ed%98%81%ec%8b%a0%ec%9d%b8%ec%9e%ac%ec%9c%a1%ec%84%b1%ec%82%ac%ec%97%85/>)

고 도시에 접목 가능한 미래의 스마트시티 혁신 기술 육성을 집중적으로 추진하고자 하였다. 스마트시티 혁신기술은 네트워크, 빅데이터, 인공지능 등 미래 공통 선도기술에서부터 자율주행, 스마트그리드, 가상현실 등 시민 체감 기술을 포함한다.⁴⁸⁾ 분야별로 구분해 살펴보면 융·복합 응용기술에는 스마트도로 및 자율주행차, 드론 등 이동체, 정보통신·빅데이터 기술을 활용하여 완전한 자율·원격 비행이 가능한 미래형 드론 교통관리 체계 등이 있고, 스마트 에너지 기술로 차세대 태양광, 전기차를 이동형 에너지 저장시스템으로 활용하는 V2G, 스마트미터기, IoT 계량기, 스마트 가전 연동·제어 시스템, 스마트그리드 등이 있다.⁴⁹⁾

■ 스마트건설 분야 첨단기술

- ▶ (BIM 3D 설계) 스마트 건설장비, 유지관리 드론 등을 연계하여 건설 전 과정에 BIM 기반 자동화기술 적용, 설계·시공 상 오류와 낭비요소를 줄여 건설공사의 생산성과 안전성을 극대화
- ▶ (스마트 건설자동화) 원격조정이 가능한 굴삭기, 전기 배터리 굴삭기, 무인 덤프트럭 등
- ▶ (건설자동화 장비 활용) 머신가이던스(MG), 머신컨트롤(MC) 등 건설자동화 장비를 활용해 토공 등 다양한 작업 수행
 - 머신가이던스 : 건설장비에 부착된 센서와 디스플레이를 통해 장비기사의 작업을 보조·가이드하는 유인시스템
 - 머신 컨트롤 : 건설장비에 부착된 센서와 고정밀 GPS 및 자동유압제어기술 등을 이용해 컴퓨터가 작업을 도와주는 반자동시스템
- ▶ (건설통합관제) 5G통신망 구축으로 실시간 모니터링·통합관제를 통해 현장관리 효율화
- ▶ (스마트건설 기술요소 도입) 환경, 품질·유지관리, 안전·헬스케어 등

출처 : 스마트시티 세종 국가시범도시 홈페이지, 사업추진현황-스마트 건설기술.
(2021. https://lh-sejong-smartcity.kr/bbs/content.php?co_id=business#)

「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」 시행령 제2조에 따른 ‘스마트도시서비스’ 분야는 행정, 교통, 보건·의료·복지, 환경·에너지·수자원, 방법·방재, 시설물관리, 교육, 문화·관광·스포츠, 물류, 근로·고용, 주거 등으로 다양하다.⁵⁰⁾ 이러한 서비스는 분야별로 스마트기술과 접목되어 다양한 형태로 제공되는데, 교통 분야의 경우 실시간 운행 정보를 안내함으로써 대중교통 이용을 확대하고 수집된 정보를 통해 새로운 서비스를 창출한다. 에너지 분야는 건물 형태에 적합한 태양광 패널 설치 진원을 통해 요금 절감 및 친환경 에너지로 전환을 선도하고, 실시간 전력 소비 데이터를 수집하는 스마트미터를 보급하는 한편 빅데이터 플랫폼 구축·운영으로 다양한 비즈니스모델 창출, 잉여 전기 판매를 통한 수익 제공 서비스도 가능하다.

□ 스마트시티 종합 계획 수립 및 추진

‘스마트시티 추진전략’은 도시 성장단계별 차별화된 접근을 추진하고 있다.⁵¹⁾ 국가시

48) 4차산업혁명위원회 외(2018, pp.15-16)

49) 스마트시티 세종 국가시범도시 홈페이지(<https://lh-sejong-smartcity.kr>)

50) 4차산업혁명위원회 외(2018, pp.17-18)

범도시와 같이 신규로 개발하는 도시는 4차 산업혁명 관련 기술을 개발계획이 없는 부지에 자유롭게 실증·접목하고 미래 스마트시티 선도모델을 제시 하는 것을 목표로 추진하고 기존 도시를 대상으로는 스마트시티 사업 및 서비스 유형의 다양화, 진입규제 완화 등 전국 단위 확산을 위한 기반을 마련하고 있다. 노후 도심의 경우 현재 정부에서 추진하는 도시재생 사업과 연계하여 드론을 활용해 야간 및 등하갯길 등을 감시하고, 스마트 주차장을 조성하여 주민 교통 편의를 제공하는 등 도시재생 지역에도 스마트 기술이 도입되도록 추진하고 있다.

국가시범도시사업⁵²⁾에서는 인공지능·데이터·블록체인을 기반으로 시민의 일상을 바꾸는 스마트시티 조성을 목표로 이동수단(모빌리티), 건강관리(헬스케어), 교육, 에너지·환경, 거버넌스, 문화·쇼핑, 일자리 등 7대 서비스 구현에 최적화된 공간계획을 마련했다. 전국 지방자치단체의 참여도 활성화되고 있다. 78개 지자체가 스마트도시 과·팀 등 전담조직을 확보하여 사업을 추진하고 정부지원 사업을 추진하는 지자체도 총 67여 곳에 달하고 있다. 또한 기존도시에 스마트솔루션을 구축하기 위해 추진하고 있는 스마트챌린지 사업⁵³⁾도 확대 추진된다.

□ 시민, 민간기업 중심 협력체계(Public-Private-People Partnership) 구축

스마트도시 조성 과정에는 스마트시티 기술 및 서비스뿐만 아니라 민간, 시민, 정부의 주체별 역할 정립 또한 중요하다. 민간의 창의성을 활용한 신성장동력 확충, 시민참여를 통한 도시 혁신기반 조성, 스마트시티 조성·확산을 위한 정부지원 확대 등 민관합동(Public-Private-People Partnership) 협력체계 구축을 도모하고 있다.

4차 산업혁명 관련 신기술의 혁신과 실험을 지원하기 위해 국가 시범도시 내 '규제 샌드박스' 및 각종 특례규정이 도입되었다.⁵⁴⁾ 민간의 창의성을 활용한 신성장동력을 확충하기 위해서는 국가시범도시, 혁신도시 등 전국 거점을 중심으로 스타트업 창업공간을 조성하고, 도시계획단계부터 민간에서 비즈니스 모델로 참여하도록 유도, 맞춤형으로 지원을 추진한다.

51) 4차산업혁명위원회 외(2018, p.7)

52) 세종 5-1생활권

53) '스마트챌린지 공모사업'은 서비스 발굴 및 실증을 위한 '시티 챌린지', '타운 챌린지', '캠퍼스챌린지', 서비스 보급을 위한 '스마트솔루션 확산사업'으로 구성

54) 자율차 실험운행을 위한 「도로교통법」, 드론활용을 위한 「항공안전법」, 빅데이터 활용관련 「개인정보보호법」, 대·중소기업 참여를 위한 「소프트웨어진흥법」 등

무엇보다 도시 조성 전 과정에 시민이 적극 참여해 문제를 함께 해결하는 창의적인 아이디어를 제안하고 기술테스트, 서비스 개발 및 발굴과 상호 피드백이 가능한 스마트시티 구현을 위한 크라우드 펀딩으로 사업수익이 시민에게 배분되고 지역에 재투자되는 순환구조, 공유플랫폼을 활용한 기업들의 솔루션을 생활 속에서 피드백하는 리빙랩의 활성화도 도모하고 있다.

■ 스마트시티 추진체계

▶ [중앙정부]

- 스마트시티 특별위원회(4차산업혁명위원회 산하 스마트시티 특별위원회) : 국가 전략적 관점의 스마트시티 조성 및 확산 방안을 논의하기 위해 제4차 산업혁명위원회 산하 구성('17.11), 법제도, 표준화, 대외협력 등 정부 정책에 대한 자문
- 스마트도시 위원회 : 스마트시티 추진전략, 스마트도시계획 등 정부 정책 심의·조정

▶ [지방자치단체] 스마트도시 지방자치단체 협의회

- 스마트도시 구축과 운영을 추진하고 있는 지자체 간 협의회를 구성
- 스마트도시의 확산과 산업 진흥을 위해 상호 협력 및 전략을 공유

▶ [민간] 스마트시티 융합얼라이언스

- 이종 기업간 협력의 장을 마련하여 스마트시티 산업을 육성하고 민간기업 주도의 스마트시티 조성
- 민간중심 스마트시티 산업생태계 조성을 위해 민간 소통통로로서 기업간 기술협력, 비즈니스 모델 개발 등의 상호협력 추진
- 모빌리티 헬스케어 환경 문화 거버넌스 등 스마트시티 관련 대중소 벤처기업 및 대학연구기관협회 등 민간중심으로 구성
- 대중소벤처기업, 연구기관, 협회 등 472개 기관이 참여 중

▶ [전문가] 스마트도시서비스 지원기관

- '스마트도시서비스 지원기관'은 「스마트도시법」제19조의4에 따른 법정기관으로 스마트도시서비스의 활성화를 위한 스마트시티 정책 개발 및 제도 개선 지원 역할을 담당
- 2019년 1월, 법률에 따른 지원기관 공모 및 심사 절차를 통해 최초 7개 기관을 선정하고, 같은 해 11월 3개 기관을 추가 선정하여 총 10개 기관이 관련 업무를 수행

출처 : 스마트시티 종합포털 (<https://smartcity.go.kr/%EA%B1%B0%EB%B2%84%EB%84%8C%EC%8A%A4/>)

□ 스마트도시 통합 플랫폼 운영

국토교통부에서 운영하는 스마트도시 정보시스템으로 '스마트시티 종합포털(Smartcity.go.kr)'이 있다. 스마트도시 정보시스템은 스마트도시 정책 추진과정에서 생산된 다양한 정보를 한곳에 모아 서비스하는 온라인 플랫폼으로, 스마트도시 관련 계획에서부터 스마트도시 사업, R&D, 거버넌스 등 공공에서 추진하는 다양한 정책과 스마트도시 지식과 정보를 공유하고 있다. 현재 진행되고 있는 국가시범도시, 스마트 챌린지 프로젝트, 스마트도시 규제특례제도와 적용내용, 스마트도시형 도시재생 프로젝트에 대한 정보를 총망라한다.

특히 스마트도시 통합플랫폼은 교통·방범·방재 등 단절된 개별 도시정보시스템을 상호 연계한 것으로 각 지자체에 확대 보급되고 있다. 스마트도시 통합플랫폼은 다양한 도시 상황 관리 및 스마트도시 통합운영센터 운영을 위한 핵심기술로 방범·방재, 교통 등 정보시스템을 연계·활용하기 위해 정부 R&D로 개발하여 2015년도부터 지자체에 보급되어왔다.⁵⁵⁾

그 간의 전자정부, 공공데이터 활용 성과에 힘입어 스마트시티 분야 공공데이터 개방을 확대하고 우수 서비스 보급도 확대되고 있다.⁵⁵⁾ 대기오염배출정보, 신재생에너지원 정보, 지능형 교통사고 분석정보, 정밀도로지도 등이 그것이다. 시민 또한 도시서비스의 수요자이자 정보 생산자·공급자로서 도시데이터 구축에 참여하게 되며, 시민소통채널, 리빙랩 플랫폼 등 다양한 경로로 스마트도시 통합플랫폼에 참여할 수 있다.



[그림 4-10] 스마트시티 산업화 모델

출처: 연구진 작성

55) 스마트시티 종합포털(<https://smarcity.go.kr/%ed%94%84%eb%a1%9c%ec%a0%9d%ed%8a%b8/%ec%8a%4%eb%a7%88%ed%8a%b8%eb%8f%84%ec%8b%9c-%ed%86%b5%ed%95%a9%ed%94%8c%eb%9e%ab%ed%8f%bc/>)

56) 4차산업혁명위원회 외(2018, p.18)

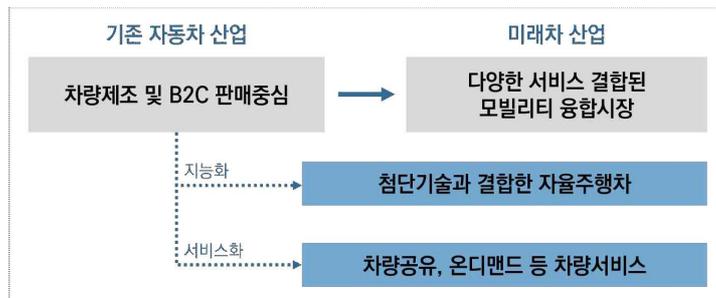
4) 자동차분야 스마트 산업화 모델

□ 스마트 모빌리티

미래의 자동차는 친환경 전기차와 수소차, 정보통신 기술과 인공지능에 기반한 자율주행차를 포괄하는 자동차 개념이며 산업적으로는 우버·디디추싱·그랩 등 스마트폰·O2O 플랫폼 기반의 공유이동수단 서비스 산업까지 확장되고 있다.⁵⁷⁾ 본 연구는 정보통신기술 등에 기반하는 스마트 산업을 다루고 있으므로 ‘스마트 모빌리티’의 범위를 친환경 전기차·수소차를 제외한 자율주행차와 플랫폼 기반의 공유 이동수단으로 한정하여 산업 모델을 분석하였다.

‘자율주행자동차’는 정보통신기술(ICT) 및 인공지능(AI)에 기반하여 스스로 환경을 인식하고 경로와 움직임을 결정하여 주행하는 자동차로 미래자동차 산업의 핵심이며, 또한 더 이상 개인소유의 자산이 아닌 이동수단이 되는데, 단순히 차량을 공유하는 개념을 넘어서 수송 자체가 서비스로 인식·제공되는 것을 의미한다.

글로벌 시장에서는 다양하고 새로운 형태의 모빌리티 서비스가 자체적으로 확산되고 있고 각국의 특수성에 따라 기본 교통 인프라에 다양한 형태로 접목되어 모빌리티산업의 거대한 플랫폼으로 진화하는 중이며,⁵⁸⁾ 국내에서도 스마트시티 시범도시(세종시)에서 통합모빌리티 서비스, 수요응답형 모빌리티 서비스, 주차 공유, 스마트 도로 서비스, 보행자 안전 서비스, 스마트 물류 서비스 등을 도입해 운영하고 있다.



[그림 4-11] 자동차산업의 스마트 산업화

출처 : 연구진 작성

57) 대한민국 정책브리핑(2020, <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148867273>)

58) 4차산업혁명명위원회(2019, p.64)

① 스마트산업화 기반

정부의 2018년 2월 미래차산업 발전전략 및 자율주행 상용화를 위한 스마트 교통시스템 구축방안, 2019년 10월 '2030 미래차 산업 발전전략'을 발표하였다. 미래차 국내 보급기반 확충과 함께 글로벌 진출 전략을 강조하며 자율주행차 개발을 가속 추진하여 사실상 완전한 자율주행차 상용화 시점을 기존의 2030년에서 2027년으로 3년 단축하고 IT·전자·반도체 등 타 업종 간 융합과 협력의 생태계를 조성하는 한편 부품기업에 대한 자금·기술·인력을 지원하여 미래차 전환을 촉진한다는 것이다.⁵⁹⁾

2020년 7월 발표한 '한국판 뉴딜 종합계획'도 미래 교통수단, 서비스, 인프라와 관련하여 자율주행자동차 상용화 기술개발, C-ITS 구축 확산 등 인프라에 대한 디지털 관리체계 구축, 스마트 횡단보도, 드론배송 등 스마트시티 시범도시 조성 및 인프라 구축 등을 포함하고 있다.⁶⁰⁾

정부는 자율주행차 출시 및 운행에 필요한 안전기준과 보험제도를 마련과 자율주행 모빌리티 서비스 실증을 위해 2019년 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률」 제정함으로써 자율주행자동차의 상용화 촉진과 운행기반 조성을 위한 법적 근거를 마련하였다.⁶¹⁾ 법령의 주요내용은 자율주행서비스 실증을 위한 규제특례지구인 '시범운행지구' 지정·운영·관리·평가에 대한 사항, 자율주행차에 대한 자동차 안전기준 및 도로시설 등의 특례, 지능형교통체계 표준, 자율주행자동차 상용화에 대비한 자율주행협력 시스템 구축 및 정밀도로지도 구축, 자율주행차 상용화를 위한 기술개발 연구, 관련 전문인력 양성, 미래차 시장 선점을 위한 해외진출 지원에 관한 규정으로 구성된다.

유관 법률 또한 자율주행차 운행 특성을 반영한 개정이 이루어지고 있다. 「자동차관리법」은 자율주행차 정의, 임시운행 허가규정 제시, 자동차 및 부품 안전 규칙에 자율주행차 안전기준을 신설하였다. 「자동차손해배상보장법」은 자율주행차와 자율주행차 사고에 대해 정의하고, 피해 구제 및 자율주행차 사고원인 규명을 위한 '자율주행차 사고조사 위원회' 설치 규정을 마련하였다.⁶²⁾ 그러나 자율주행차 상용화 시점에 대비하여 충분하고 효율적인 인프라와 제도적 기반을 마련하기 위해서는 자율차 운영 특성과 상용

59) 관계부처 합동(2019a)

60) 장원재 외(2020, p.43)

61) 자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률. 법률 제16421호. 제정이유

62) 관계부처 합동(2021, p.16)

화 추세를 고려한 제도 개선이 지속적으로 이루어져야 하며 그 내용은 다음과 같다.

자율주행차를 상용화하기 위해서는 자율차 제작에 필요한 안전기준 마련, 차량 운행과 관련된 제도 보완이 필요하다. 먼저, 자율주행자동차 제작에 필요한 안전기준을 마련하고 자율차 KS표준을 국제표준과 연계하므로써 부품기업의 선제적인 기술개발과 글로벌 진출이 요구된다. 다음으로 차량 운행과 관련하여 연구·개발용 차량의 도로주행 편의를 위해 임시운행 허가제도를 개선해야 하고 자율주행차 발전 단계별에 따라 차별화된 규제 정비가 필요하다.

또한 자율차의 정의와 핵심기능을 법적으로 규정하여 완전자율주행차의 법적지위·사고책임 규정을 마련하여야 하며, 자율주행차 운전자교육, 자율주행차 운전능력 검증 등을 포함한 성능검증체계 마련이 필요하다. 그 외 부분자율주행 보험 및 완전자율주행 보험제도 교통인프라 해킹 등 사고방지 인증체계 마련과 로봇택시, 자율셔틀, 자율주행 택배 등 자율차 서비스 사업화를 허용하는 규정이 필요하다.

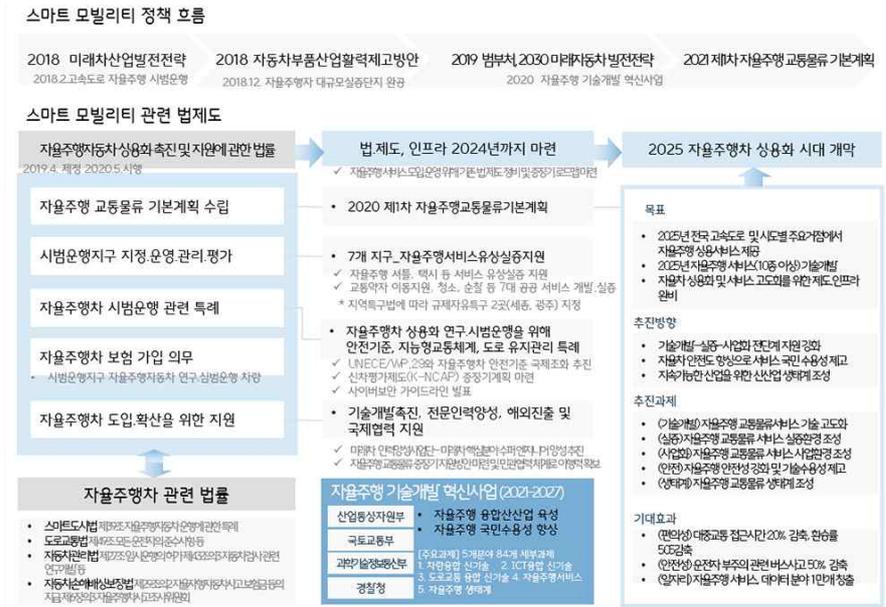
2020년에는 자동차 초일류 국가 달성을 위한 범부처 협력 자율주행 기술개발 프로젝트가 예비타당성조사를 통과하여 본격화되었다. 미래차 1등 국가 도약을 위해 2019년 수립한 '미래자동차 발전 전략'을 이행하기 위해 2021년부터 2027년까지 7년간 총 1조 974억 원을 투입하여 추진하게 되며, 산업통상자원부, 과학기술정보통신부, 국토교통부, 경찰청 등 4개 부처간 협력사업으로서 기획, 예산, 집행 등 전 단계에서 칸막이 없는 협업을 강화하는 “부처 매칭형 新협력모델”을 적용한다.

주요 내용은 자율주행 융합 신산업을 발굴·육성하기 위해 자동차-정보통신기술-도로교통 융합 신기술·서비스 개발 및 법제도 개선, 표준화 등 융합 생태계 기반을 마련하는 것과 자율주행 신뢰성 확보 및 공공서비스 개발을 통해 국민 수용성을 향상시켜 교통사고 저감 등 사회적 현안 해결을 위한 대안으로 자율주행차에 대한 국민적 인식전환을 하는 것이다. 주요 과제는 차량융합 신기술, ICT융합 신기술, 도로교통 융합 신기술, 자율주행 서비스, 자율주행 생태계의 5개 분야로 세부과제는 총 84개로 구성된다.⁶³⁾

2021년에는 체계적이고 예측 가능한 자율주행자동차 상용화 지원 정책 수립과 이행을 위해 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률」제4조에 따라 '자율주행 교통물류 기본계획'을 수립하였다. 2025년 자율주행 기반 교통물류체계 상용화 시대를 열기 위해 전국 고속도로 및 시도별 주요거점에서 자율주행 서비스 제공, 자율주행 서비스 10

63) 국토교통부(2020, 4월 29일 보도자료)

중 개발, 자율차 상용화 및 서비스 고도화를 위한 제도·인프라 정비를 목표로 설정하고 추진 전략과 세부추진과제를 도출하였다.



[그림 4-12] 스마트모빌리티 정책 추진 체계

출처: 연구진 작성

[표 4-5] 자율주행교통물류 기본계획의 추진전략과 세부추진과제

구분	주요기능
자율주행 교통물류 서비스 기술 고도화	여객(공유차, 교통약자 지원, 셔틀운영 고도화 등) 화물(군집주행, 소화물), 도시관리(도로 모니터링, 순찰)
자율주행 교통물류 서비스 실증여건 확대	자율차 시범운영지구, 규제자유특구 활성화, 자율주행 테스트베드 고도화
자율주행 교통물류 서비스 사업환경 조성	도로 및 통신인프라 구축, 데이터 관리체계 구축, 모빌리티 서비스 플랫폼 평가 체계 구축
자율주행 안전성 강화 및 기술 수용성 제고	자율주행 안전기술 고도화, 사이버보안 및 통신 안전체계 마련, 안전사고 대응 체계 구축
자율주행 교통물류 생태계 조성	공동연구 등 국제협력체계 구축, 자율주행 기업 성장지원, 자율주행 인력양성 및 일자리 창출

출처: 관계부처 합동(2021, p.3)

한편, 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률」 제25조 제1항에서 명시하고 있는 바와 같이 자율주행자동차의 안전, 운행 지원을 위한 인프라 및 자율주행 기반 교통물류체계의 발전을 위해서는 해당 분야의 전문인력 양성이 필요하다. 같은 법 제 25

조 제2항에 따라 대학, 산업대학, 전문대학 또는 기술대학, 자율주행자동차에 관한 연구 활동 등을 목적으로 설립된 연구소·기관 또는 단체를 전문인력 양성기관으로 지정하여 교육훈련을 실시할 수 있다. 또한, 전문인력 양성기관에 대해서는 자율주행 인프라·교통물류체계 관련 교육자료의 개발·제공 등 교육프로그램 개발·운영·보급, 교육프로그램 운영, 실습 기자재 등 장비 구입비 및 교육시설 관리, 교육장소 임대, 자율주행 인프라·교통물류체계 관련 전문인력 양성교육을 위한 조사 및 연구에 필요한 경비를 지원한다는 규정도 두고 있다.

정부는 2025년 자율주행차 상용화 시대 개막을 목표로 기존 교통물류체계와 융합 및 조화를 고려하여 자율주행서비스 도입과 운영에 필요한 법·제도 체계를 정비하고 필요한 기준을 마련하고자 하고 있다. 정책 측면에서도 자율주행 기반의 교통물류체계로 전환을 위해 관련 분야에 대한 구체적인 중장기 지원계획을 수립하고 정책 이행력 확보를 위해 민관협력체계를 구축하는 등 다각적인 검토가 이루어지고 있다.⁶⁴⁾

② 스마트산업화 전략

□ 자율주행기술·부품 개발

‘미래자동차 산업 발전전략’에 따라 2027년까지 자율주행차 기술강국 도약을 위한 기술 개발을 계획하고 완전자율주행차 기술 확보를 위해 핵심 부품, 시스템, 인프라 기술에 집중 투자를 계획하고 있다.⁶⁵⁾ 먼저 ‘시스템’ 부문에서는 자율주행 3대 핵심 기능인 인지, 판단, 제어 시스템 국산화를 목표로 인공지능 시스템은 국제 공동개발 추진, 인공지능 소프트웨어 원천기술에 대해서는 민간 중심 해외협력으로 기술을 확보하고자 한다. 인공지능 컴퓨팅 모듈 개발은 글로벌시장을 지배 중인 미국 NVIDIA에서 탈피, 중소·중견기업 생태계 구축에 유리한 쉐어와 협력을 계획하고 있다.

다음으로 센서 및 반도체 부문에서는 시스템반도체 R&D로 기술개발 지원을 계획하고 있다. 국내 개발 기반이 부족한 차량용 반도체는 시스템반도체 R&D(916억 원)를 통해 시스템반도체 생태계 육성 추진한다. 마지막 인프라 부문에서는 완전자율주행 구현을 위한 5G 연계 기술 확보를 계획하고 있다. 차량-인프라 간 고속통신을 위한 정밀지도 전달, 인프라와 초저지연 연결을 위한 5G 통신기술, 커넥티드 자율주행 시뮬레이션 등 핵

64) 관계부처 합동(2021, p.19)

65) 관계부처 합동(2019a, pp.20-21)

심기술을 확보할 예정이다. 부품, 주행시험, 실도로 테스트 등 단계별 실증 지원도 추진한다. 산업기반, 인프라를 바탕으로 특화된 실증 단지를 지역별로 구축하여 부품개발·성능시험, 완성차 주행시험, 실도로 테스트를 지원한다.

또한 국내에서 개발된 자율주행차 R&D 결과물을 국제표준으로 제안하여 우리기술의 세계시장 개척을 지원한다. 해외 선진국과 미래차 표준화 공조를 추진하여 통신 등 국내 강점 기술 분야를 국제표준으로 선제 구축한다는 계획이다. 그리고 자율주행 관련 핵심 소재 및 부품의 자립도 제고를 추진한다. 전장부품 기업 육성 등 부품기업의 미래차 전환 가속화를 위해 부품기업의 미래차 시설 투자를 지원하고 해외 완성차 회사 부품 공급망 진입을 위해 공동기술개발 추진 및 부품기업 매칭으로 납품을 지원한다는 계획이다.



[그림 4-13] 자율주행 산업의 주요 요소
출처: 유시복(2018, p.6)

□ 자율주행 인프라 구축

2027년 전국 주요 도로 완전자율주행 상용화를 위해서는 자율주행 인프라가 우선적으로 구축되어야 한다. 차량의 자율주행 기능을 지원하기 위해 필수적인 통신시설, 정밀지도, 관제 시설이 주요 도로에 완비되어 있어야 하기 때문이다.

통신시설은 차량-차량, 차량-도로 간 무선통신망을 전국 주요 구간에 구축하여 차량 센서 기능을 보완하고 안전한 주행을 지원하여야 하며, 지형지물 인식에 필요한 3차원 전자도로지도를 전국적으로 구축하고 지속적인 유지관리를 위한 관리체계를 마련하여야 한다. 또한 차량에 교통신호를 원격 제공하고 교통 흐름을 제어하는 통합시스템 구축이 필요하며, 도로와 건물은 차량의 센서 인식을 고려하여 신호등, 안전 표지 등의 크기와 모양을 통일하고 카메라 인식용 특수도색 차선, 자동주차용 실내 GPS 등 자율주행에 최적화된 설계를 추진한다.

□ 자동차 산업의 지능화·서비스화

차량제조 및 B2C 판매 중심이었던 기존 자동차 산업은 헤일링, 카셰어링, 자율주행 등 다양한 서비스가 결합된 융합 모빌리티산업으로 변화하고 있다. 첨단 기술과 결합한 종합 모빌리티 산업으로서 산업군을 뛰어넘고 반도체(센서), 소프트웨어(인공지능) 등 전후방 산업과 연계성이 높다. 자동차 산업은 기존 제조업의 지능화로 첨단기술과 결합한 미래차산업으로, 서비스화를 통해 차량공유, 온디맨드 등의 다양한 서비스를 제공하는 융합서비스산업으로 변화하게 되었다.

미래차 산업 전략에 따라 업계에서는 첨단 지능화 기술을 통해 자율주행차 개발 및 출시가 가속화하고 있으며 2021년 부분자율주행차(L3), 2022년 완전자율주행차(L4)에 이어 2024년에는 완전자율주행차 상용화를 추진하고 있다. 더 나아가 2020년에는 부분자율주행차, 완전자율주행차가 신차 시장의 약 50%를 차지하게 될 것으로 전망하고 있다.

□ 스마트 모빌리티 산업 플랫폼

자동차 제조업체들은 미래차산업으로 전환하기 위해 ‘스마트 모빌리티 플랫폼’을 기반으로 대·중소기업간 개방형 협력체계를 구축하고 내부자원을 외부와 공유하며 제품·서비스를 만드는 ‘오픈 이노베이션’ 기반의 혁신전략을 모색하고 있다.⁶⁶⁾ 통합모빌리티(MaaS, Mobility as a Service)는 ‘서비스로서의 이동 수단’이라는 뜻으로 버스, 택시, 철도, 공유차량 등 다양한 이동 수단에 대한 정보를 통합해 사용자에게 최적의 루트를 제공하는 새로운 모빌리티 서비스이며 버스와 지하철을 교통카드로 환승하듯, 마스(MaaS)를 이용하면 기존 교통수단에 공유 서비스까지 하나로 통합해 편리하게 이용이 가능해진다.⁶⁷⁾

■ 스마트시티 시범도시의 자율주행 모빌리티 도입사례

- ▶ 공유기반 모빌리티 서비스 활성화로 소유자동차 수준의 이동성 제공
 - 카 셰어링, 카셰어링, 프로플로팅 서비스 / - 스마트 주차 및 주차 공유 서비스
- ▶ 자율주행 모빌리티 도입으로 안전하고 편리한 이동서비스 보장
 - 무인 자율주행 셔틀 서비스 / - 스마트 물류 서비스
- ▶ 통합모빌리티 서비스 운영으로 Door-to-Door 단절 없는 통행 제공
 - 대중교통, 공유교통, 자율주행, 마이크로 모빌리티 등 다양한 교통수단을 하나의 플랫폼으로 연결하여 실시간 정보안내 및 통합예약·결제
 - 공유차량, 마이크로 모빌리티, 자율주행, 스마트파크 등 시범도시에 도입될 서비스 수현을 위해 다양한 모빌리티 연계 가능한 플랫폼 구축 필요
 - 수요 응답형 모빌리티 서비스

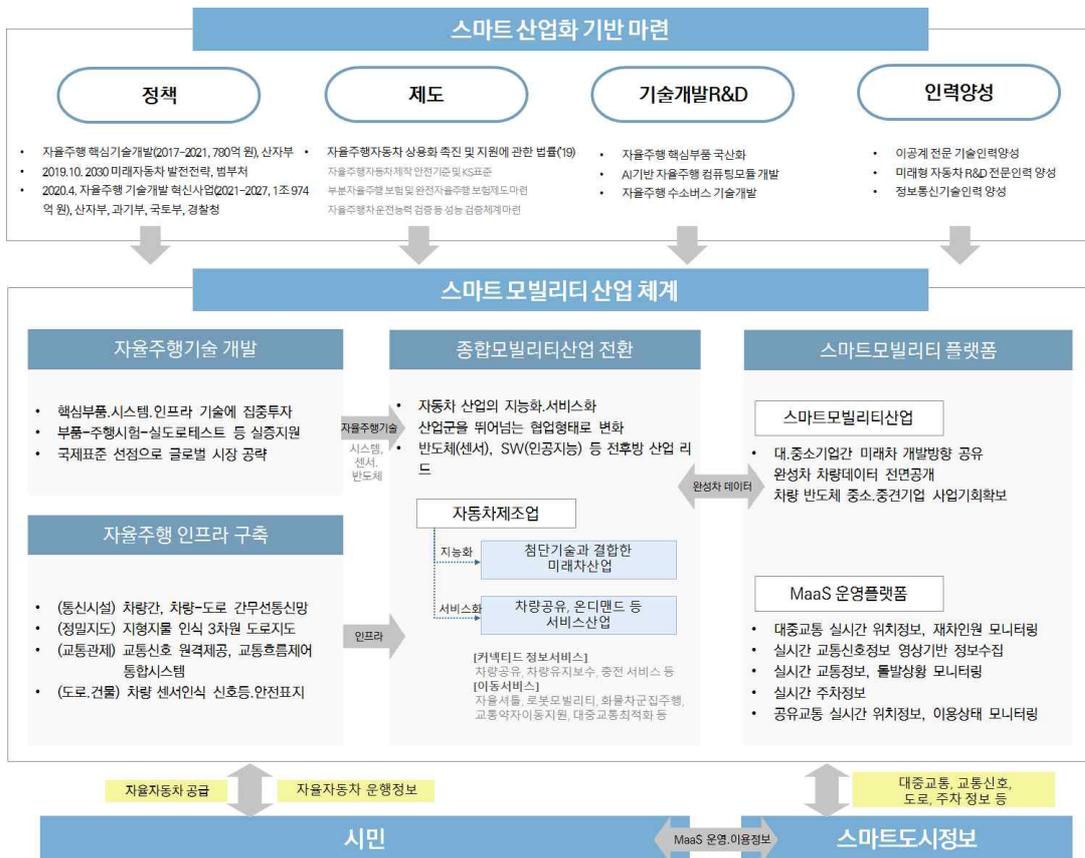
출처 : 국토교통부 외(2019, pp.41-51)

66) 기업 내부의 R&D 활동을 증시하는 것이 ‘폐쇄형 혁신’이었고 아웃소싱이 한쪽으로 역량을 이동시키는 것이라면 오픈 이노베이션은 기술이나 아이디어가 기업 내외의 경계를 넘나들며 기업의 혁신으로 이어지도록 하는 것이다. 지식재산권을 독점하는 것이 아니라 공유하는 것이 개방형 기술 혁신의 핵심이다. / 출처 : 한경 경제용어사전. 검색어: 오픈 이노베이션(<https://terms.naver.com/entry.naver?cid=42107&docId=2079242&categoryId=42107>)

67) 매일경제용어사전. 검색어 : 마스(MaaS)(<https://terms.naver.com/entry.naver?cid=43659&docId=5771549&categoryId=43659>)

미래차 서비스 중 커넥티드 정보서비스는 주차, 충전 및 주유, 차량유지·보수, 광고·쇼핑, 보험, 차량 공유, 클라우드·인공지능 기반서비스(음성인식 지원)등에 대한 정보를 활용하게 된다. 자동차 회사들은 스마트폰과 연결하는 새로운 서비스 플랫폼을 적용해 주목받고 있으며, 커넥티드카 서비스 영역을 점차 확장·고도화시키고 있다. 자동차 제조사들은 커넥티드카 전환을 가속화하고 커넥티드카를 통해 수집된 데이터를 기반으로 하는 플랫폼과 서비스사업을 확대하고 있다.

현대차그룹은 2022년부터 출시하는 모든 차량에 인공지능을 기반으로 한 커넥티드카 운영체제를 탑재해 글로벌 커넥티드카 가입자 1000만명 확보를 목표로 스마트 차계부, 스마트 출장세차, 주유소추천, 보험서비스 등의 오픈 데이터 플랫폼 구축하고 이를 통해 다양한 파트너사들이 데이터 기반의 고객 맞춤형 모빌리티 서비스를 개발할 수 있도록 협력하고 있다.



[그림 4-14] 자동차산업의 스마트산업화 모델
출처: 연구진 작성

5) 타 분야 스마트 산업화 모델의 시사점

□ 스마트 산업화 추진전략

정부의 적극적 지원과 더불어 스마트 산업화를 선제적으로 추진하고 있는 주요 산업분야의 전략은 다음과 같다.

제조업 분야 스마트팩토리는 정부가 해당 시설 구축을 직접 지원하기보다 스마트팩토리 기반산업(공급기업) 육성을 통해 스마트 산업화를 견인하는 자생적 생태계를 구축하고자 한다. 따라서 공급기업의 기술 개발을 적극 지원하여 스마트팩토리 솔루션 보급을 활성화하는데 주력하고 있다. 또한 '스마트공장 보급확산사업 관리지침'에 따라 스마트 제조혁신 추진체계를 구축하고 민관학 네트워크로 구성된 지역별 스마트제조혁신센터를 중심으로 효율적인 산업지원체계를 갖추었으며 중소기업 스마트 제조혁신에 초점을 둔 독립된 법제도도 마련 중이다.

농업 분야 스마트팜은 미래 성장동력으로서 스마트농업 육성을 위해 공공 주도의 적극적인 연구개발, 기술보급 및 교육 시스템을 기반으로 운영된다. 농촌진흥청, 농림수산식품교육문화정보원, 농업기술포털, 농촌인적자원개발센터, 농업기술실용화재단, 지방 농업기술원(스마트팜 현장지원센터) 등 촘촘한 지원체계가 구축되어 있고 공무원, 농업인, 일반인(청년·귀촌·귀농 포함)을 대상으로 다양한 교육 프로그램을 시행하고 있다. 특히 청년층의 창농 및 농촌 정착으로 스마트팜 보급을 활성화하고자 창업보육, 스마트팜 임대 등 다양한 지원정책을 추진하고 있다. 농업데이터 통합 플랫폼을 통해 농업 생산·유통·소비 데이터를 개방하여 정부, 연구기관, 농업인, 일반인이 활용할 수 있도록 하고 작목 선택, 유통 및 소비 등 농업인, 관계자, 소비자의 의사결정을 지원한다.

도시분야 '스마트시티'는 스마트 제조업(스마트건축 포함), 모빌리티(자율주행 인프라) 등 4차 산업혁명 융복합기술과 서비스가 종합된 산업화 모델이다. 정부는 기존 「유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률」을 「스마트도시 조성 및 산업진흥에 관한 법률」로 개정하고 스마트도시 조성 지원을 위한 종합계획을 수립하여 체계적으로 지원하고 있다. 도시서비스의 수요자인 시민은 다양한 경로로 스마트시티 조성과정에 참여해 아이디어를 제안하고 기업은 수요맞춤형 서비스를 개발·제공하며 정부는 협업체계가 원활하게 작동될 수 있도록 통합플랫폼구축하고 운영을 지원한다.

자동차산업의 경우 자율주행차 운행 시 현행법에 부합하지 않는 부분에 대한 제도 마련

또는 개선, 자율주행차 운행에 적합한 도로 등 인프라 조성에 집중한다. 업계에서는 개방형 혁신(Open Innovation)을 통해 내부자원을 외부와 공유하며 제품·서비스를 만드는 '오픈 이노베이션' 기반의 혁신전략을 모색하고 있으며, 아울러 서비스 중심의 모빌리티 산업으로 패러다임이 전환함에 따라 스마트모빌리티로 파생되는 다양한 융합서비스 시장 진출에 대비하고 있다. 정부는 전후방 산업 파급 효과를 고려하여 자율주행차 부품·기술을 표준화하여 해외진출을 지원하는 등 연계 산업 육성을 병행하고 있다.

[표 4-6] 타 산업의 스마트산업화 기반마련 방안

구분	스마트팩토리	스마트팜	스마트시티	스마트모빌리티
정책	<ul style="list-style-type: none"> · 2014시범사업 · 2022년까지 3단계 구축목표 · 2018 중소기업제조 혁신전략 · 2020AI데이터기반 중소기업 제조혁신 고도화 전략 	<ul style="list-style-type: none"> · 2014스마트팜 확산을 농업의 핵심 성장동력으로 규정 · 2017 4차산업혁명 전략위원회 스마트농업농촌TF구성 · 2018관계부처 합동, 스마트팜 확산 방안 · 2021농촌진흥청 디지털농업육진기본계획 	<ul style="list-style-type: none"> · 2018 스마트시티 추진전략 발표 · 2018 스마트시티 국가 시범도시 시행계획 확정 · 2019 스마트도시 종합계획(2019-2023)수립 	<ul style="list-style-type: none"> · 2017-2021 자율주행핵심기술 개발(780억 원), 산자부 · 2019 2030미래자동차발전전략, 범부처 · 2020 자율주행 기술개발 혁신사업(2021-2027, 1조 974억 원), 산자부, 과기부, 국토부, 경찰청
제도	<ul style="list-style-type: none"> · 중소기업 기술혁신 촉진법 및 시행령(스마트공장 보급확산사업관리지침 및 세부관 세부관리기준, 인공지능 스마트공장 구축 지원사업 세부관리기준) 	<ul style="list-style-type: none"> · (스마트팜국가표준)핵심 센터제 어기 등 · (규제유연화: 농지법 및 시행령) 스마트농업지역 지정 · (부처간협업활성화)스마트팜다부처패키지사업: 스마트팜 다부처패키지혁신기술개발사업 운영 규정 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트도시 조성 및 산업진흥에 관한 법률(스마트도시 종합계획 수립, 스마트도시서비스 활성화, 스마트도시 산업 지원, 스마트도시 인증, 스마트혁신·실증사업에 대한 규제특례 등) 	<ul style="list-style-type: none"> · 자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률(자율주행자동차 제작 안전기준 및 KS 표준, 부분 자율주행 보험 및 완전자율주행 보험제도 마련, 자율주행차 운전 능력 검증 등 성능 검증체계 마련) · 자율주행자동차 상용화 단계별 규제정비
기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트팩토리 고도화 기술개발 · 스마트팩토리 제조핵심기술 개발 · 데모 스마트팩토리 구축사업 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트팜 기술개발 R&D추진 · 농업기술데이터 생태계 구축 · 농업생산기술의 디지털혁신 · 유통소비정책을 지원하는 디지털 농업기술 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트시티 혁신성장동력 R&D · 스마트시티모델 및 기반기술 개발(데이터허브, Massive IoT, 디지털트윈 등) · 실증도시(대구광역시, 시흥시) 	<ul style="list-style-type: none"> · 자율주행 기술개발 프로젝트 R&D(차량융합 신기술, ICT융합 신기술, 도로교통 융합 신기술, 자율주행 서비스, 자율주행 생태계) · 자동차-ICT-도로교통 융합 신기술 개발
인력 양성	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트팩토리 구축운영인력 육성 · 스마트제조기술 전문인력 육성 · 산학연계를 통한 인력양성 · 재직자를 위한 단계별 맞춤형 교육 프로그램 	<ul style="list-style-type: none"> · 농촌진흥청 농촌지도사업 · 농업전문인력 육성사업 · 경쟁력있는 농업전문인력 육성 사회교육사업 · 미래농업을 선도할 청년농업인 및 학습단체 육성 · 소득안정경영개선 지원 및 품목 농업인 유통 조직화 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트도시 전문인력 국내외 교육훈련 지원 · 스마트도시 교육프로그램 개발 및 보급지원 · 스마트도시 전문인력의 양성기관 및 단체를 협력기관으로 지정 	<ul style="list-style-type: none"> · 미래차 인력양성 사업단 운영 · 2030미래차 기술인력 2만명 필요 · 미래차 핵심분야 수퍼엔지니어 양성 · 부족한 현장인력 지원 위한 전문인력 파견
전략	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트제조업의 자생적 생태계 구축 · 스마트팩토리 기반산업 강화 · 제조업 스마트화 확산 · 스마트제조 빅데이터 플랫폼 	<ul style="list-style-type: none"> · 정부주도의 디지털농업 보급 · (정부)스마트팜 창업생태계 구축 · (농업인)스마트팜 확산 · (기업)스마트팜 기술 혁신 · 농업데이터 통합 플랫폼 구축 	<ul style="list-style-type: none"> · 민관협력에 기반한 스마트시티 · 주체별 역할 분담(민간투자 촉진, 시민참여, 정부지원 강화) · 스마트시티 기술, 서비스 개발 · 스마트도시종합계획수립 · 스마트도시 통합 플랫폼 	<ul style="list-style-type: none"> · 미래차 시장 선점 위한 산업 경쟁력강화 · (민관합작투자사업)자율주행 기술, 부품 개발, 자율주행 인프라 구축 · (기업)산업지능화 및 서비스화 · (정부)스마트모빌리티 플랫폼

출처: 관련 자료를 참고하여 연구진 작성

□ 타 분야 스마트 산업화 모델 추진체계

한편 스마트 산업화 모델은 다음과 같은 방식으로 추진된다. 먼저, 스마트 산업화를 효율적, 체계적으로 실행하기 위한 법제도 기반을 마련한다. 스마트시티는 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」, 스마트 모빌리티는 '자율주행차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률'을 마련하고 '스마트도시 종합계획', '자율주행 교통물류 기본계획'을 근거로 정책을 추진하고 있다. 제조업 또한 중소기업 스마트제조혁신 지원을 위한 입법을 추진 중이다.

법제화와 더불어 지원 전담 조직을 구성한다. 정책 추진주체인 정부조직, 전담 공공기관, 지역 거점센터 등 기관별 역할에 부합하는 지원조직을 구축하고 지속적인 산업활동을 뒷받침한다. 제조업의 경우 스마트제조혁신 기획단 및 스마트제조혁신 추진단과 지역별 제조혁신센터를 갖추고 있다. 농업은 농촌진흥청을 통한 정책 추진과 지역별 스마트팜 현장지원센터를 운영한다.

또한 스마트 산업은 다양한 분야의 핵심 기술 융합을 필요로 하므로 정부 유관부처 협력에 기반한 대규모 통합 R&D가 시행된다. 농업분야의 경우 스마트 농업 확산을 위한 연구개발 사업으로 '스마트팜 다부처패키지 혁신기술 개발사업'을 농림축산식품부, 농촌진흥청, 과학기술정보통신부가 합동으로 7개년에 걸쳐 3,867억 원을 들여 추진한다. 스마트 모빌리티 또한 산업통상자원부, 국토교통부, 과학기술정보통신부, 경찰청이 참여하여 7년간 1조 974억 원의 예산을 투입하는 '자율주행 기술개발 혁신사업'을 기획 진행하고 있다.

□ 시사점

이러한 측면에서 스마트건축 산업화에 있어 시사점을 정리하면 크게 네 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 스마트 기술뿐 아니라 건축산업과 관련된 다양한 서비스를 융합하는 방식으로 산업패러다임이 전환되어야 한다. 농업과 연계된 식품보건 서비스, 스마트 시티의 도시서비스, 스마트 모빌리티의 교통·물류 서비스 등의 예처럼 수요자의 소비 또는 이용 패턴에 최적화된 개인맞춤형 서비스를 필요로 한다. 스마트건축 또한 건축물 이용자의 쾌적하고 안전하며 경제적인 공간이용 요구에 대응할 수 있는 서비스가 제공될 수 있는 조건을 충족해야한다.

둘째, 지속가능한 산업 생태계 구축을 위해 전후방 산업을 함께 연계한 지원이 이루어져야 한다. 농업과 바이오테크기업, 제조업과 스마트팩토리 공급기업, 미래자동차산업과

자율자동차부품산업처럼 기술 융합이나 산업연계로 파급효과가 큰 분야에 대한 정책적 지원을 병행하여 스마트건축 산업 생태계를 재설정해야 한다.

셋째, 개방형 빅데이터 플랫폼을 구축하여 산업 관련 빅데이터를 활용한 제품 및 서비스 개발을 활성화해야 한다. 각 산업에서 파생되는 방대한 데이터는 정부 및 업계의 합리적인 의사결정을 가능하게하고 다양한 서비스의 창출 및 이용자 제공을 위한 정보 공급원 역할을 할 수 있다.

넷째, 대·중소기업간 개방형 협력 네트워크로 기업 혁신이 활성화되어야 한다. 스마트 산업을 선도하는 기업들은 스타트업을 포함한 대·중소기업 간 내부자원과 외부자원을 공유하는 오픈 이노베이션(Open Innovation)을 통해 기업 내외의 경계를 넘나들며 기업 혁신으로 이어질 수 있어야 한다.

2. 스마트건축 산업화 모델

1) 스마트건축 산업화 모델 구축방향

□ 스마트건축 산업화 모델의 의미

스마트건축 산업화란 ‘스마트건축 산업 활성화’를 의미한다. 다시 말해 스마트건축물과 스마트서비스를 생산하는 설계, 시공, 유지관리 산업이 활성화되는 것으로 설명할 수 있다. 따라서 본 연구의 스마트건축 산업화 모델이란 스마트건축 산업 활성화를 위한 모델로서, 실질적으로는 스마트건축에 관계되는 산업과 더불어 스마트건축 시장 활성화를 위한 방안 또는 계획을 의미한다. 이는 전통적인 건축서비스나 공사 뿐 아니라 정보통신업, 소프트웨어 개발업, 건축자재의 생산 및 건축공사 장비 관리, 부동산 플랫폼이나 시설물 유지관리 등 건축 연관 산업이 함께 활성화되고, 나아가 새로운 건축사업과 일자리를 창출할 수 있는 방안이라 할 수 있다.

□ 스마트건축 산업화 모델의 구성요소

스마트건축의 개념 및 요건, 산업적 요구, 타 분야 스마트 산업화 모델 등을 참고할 때 스마트건축 산업화 모델의 구성요소는 산업주체, 기술 및 서비스, 제도로 설정할 수 있다. 먼저 스마트건축 산업화 모델의 주체란 사업에 참여하는 관계자들로, 발주자와 사업 시

행 기업(업체, 전문가), 협력기관이 해당한다. 발주자는 스마트건축에 부합하는 사업참여자, 발주방식, 기간, 예산 등을 기획하고 발주한다. 기업은 건축설계 및 시공, 소프트웨어 관련 개발 및 운용, 건축모듈 공장생산·서비스 등 실질적인 건축물 조성을 담당하는 전문업체이며, 건축물 활용컨설팅, 매매·임대 등의 유통업도 포함될 수 있다. 협력기관은 스마트건축 산업 활성화 유도하고 지원할 수 있는 조직체계로서 공공과 민간 단체가 해당한다.

기술서비스는 스마트기술 특히 3차원 디지털모델링이 가능한 BIM, 디지털트윈 활용기술이 추가 된다. 서비스는 설계, 시공, 유지관리에 관한 기술솔루션과 건축물 이용정보 등으로 산업주체와 건축물 이용자에게 모두 제공된다.

제도는 타 분야 스마트 산업화 모델에서 확인한 바와 같이 기술 및 산업분야의 융복합 생산구조특성을 고려한 스마트건축의 원활한 사업추진 기반으로서 법제도와, 체계적이고 지속 가능한 정책지원이 해당된다.



[그림 4-15] 스마트건축 산업화 모델의 구성요소
출처: 연구진 작성

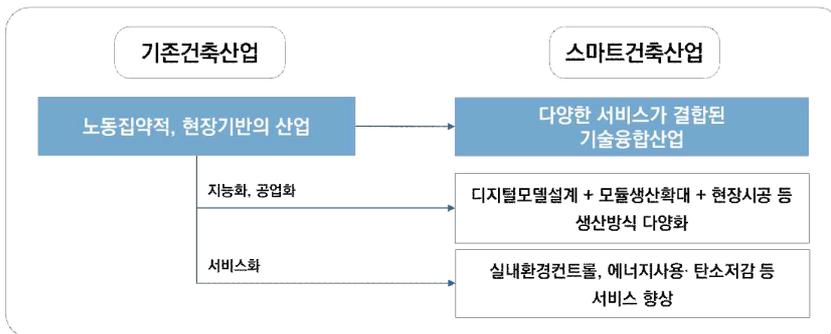
[표 4-7] 스마트건축 산업화 모델 구성요소의 의미

구성요소		주요기능	
산업 주체	발주자(공공, 민간)	스마트건축 실행 방식에 대응하는 사업 기획 및 발주	
	기업	건축	건축 설계(건축가, 엔지니어링), 시공
		기술	소프트웨어 개발 및 응용(3차원 디지털모델링; BIM, 디지털트윈)
		제조	표준모델 기반의 제조생산 기술 서비스 제공
	서비스	정보 및기술솔루션 제공, 시설물 유지관리, 건축물 임대매매 서비스 제공	
	협력기관	정부	스마트기술 개발 및 활용 서비스 지원
민간		건축산업 정보 및 교육	
기술 서비스	기술	BIM (디지털트윈)	
	서비스	정보	설계 및 시공, 유지관리를 일관성 있게 실행할 데이터 기반의 기술 개발 및 솔루션 제공 플랫폼
		교육	기술솔루션 및 각종 산업정보(기업, 고용, 가격 등), 서비스
제도	법제도	스마트건축 계획 및 관리 기준, 산업활동에 관한 법적 근거	
	정책	스마트건축 사업모델개발, 시범사업 등	

출처: 연구진 작성

□ 스마트건축 산업화 모델 구축 방향

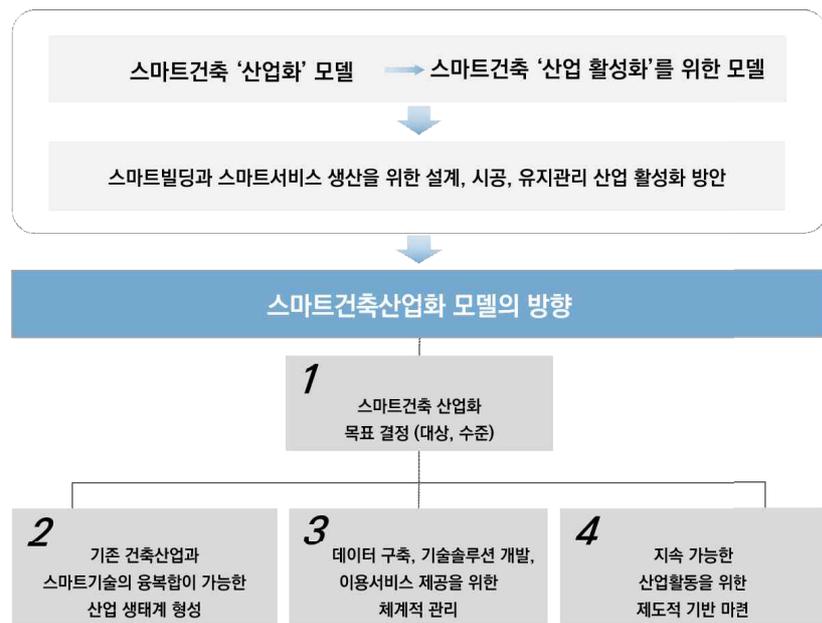
스마트건축은 스마트기술 및 다양한 산업 융복합을 통한 생산체계 개선으로 보다 좋은 건축물 구축과 이용자 서비스 제공을 목표로 한다. 이는 곧 기존의 노동집약적이고 현장 중심의 건축산업을 지능화, 공업화, 서비스화 한다는 것을 의미하며, 디지털도구와 공장 제조제품을 적극 활용함으로써 건축물 품질과 서비스 수준을 개선하는 것이다. 이러한 관점에서 스마트건축 산업화 모델 구축방향은 크게 네 가지로 정리할 수 있다.



[그림 4-16] 스마트건축 산업화 모델의 개념

출처: 연구진 작성

첫째, 스마트건축 산업 활성화 모델 대상과 수준을 결정해야 한다. 기존 건축산업활동 대상 중 어떤 사업이 스마트건축에 적합한지, 어떤 기술이 우선적으로 활용가능한지 목표가 되는 대상과 방법을 정해야 한다. 둘째, 건축설계 및 시공, 유지관리 단계별 스마트 기술을 개발하고 활용할 수 있는 전문 기업의 참여와 다양한 산업 관계자들이 융합·협업할 수 있는 산업생태계가 작동할 수 있어야 한다. 셋째, 스마트기술의 적극 활용을 위해서는 체계적인 데이터 구축 및 관리, 개발을 전담할 책임 있는 조직의 지원이 요구된다. 마지막으로, 스마트건축 산업 활성화를 견인할 정책적·제도적 기반을 마련하고 공공과 민간의 지원과 협력이 뒷받침되어야 한다.



[그림 4-17] 스마트건축 산업화 모델 구축 방향
출처 : 연구진 작성

2) 스마트건축 산업화 모델

① 스마트건축 산업화 모델 설계

□ 스마트건축 산업화 모델의 대상 설정

스마트건축 산업화 모델은 스마트건축 개념설정 과정에서 확인한 산업패러다임 변화,

국내 건축산업의 당면과제와 연계하여 논의할 수 있다. 여기서 관건은 '디지털화, 표준화를 통한 생산방식 혁신'과 '지속가능한 건축(생산)', 그 결과로서 '건축물 품질 및 이용 서비스 향상', '삶의 질' 향상이다.

스마트건축은 상대적으로 스마트 기술 적용이 용이하거나 또는 필요한 건축물을 우선 대상으로 설정할 수 있다. 앞서 전문가 인식조사에 따르면 산업시설, 교육 및 복지시설, 주거시설의 스마트건축 수요도가 높았고, 기술의 경우 'BIM', '빅데이터'의 가능성을 높게 인식하고 있다는 점에서 이들 시설을 일차 목표 대상으로 설정할 수 있다.

특히 산업시설, 주거시설은 스마트팩토리, 스마트팜, 스마트오피스, 스마트홈 등 타 분야 스마트 산업화 모델 선례의 실제 대상이라는 점에서 연계필요성이 있다. 또한 이들이 「건축법」의 적용을 받는 건축물 종류에도 불구하고 현행 「건축법」 규정이 부재하다는 점에서 건축적 대응 모색도 시급하다.

BIM의 경우, 건설분야의 주요 정책⁶⁸⁾이나 건설산업 전반의 BIM 국가 최상위 지침⁶⁹⁾ 운영 현황 등을 감안할 때 지속적으로 개발확대해 나가야 할 기술이며, 최근 부각되는 메타버스⁷⁰⁾나 국외에서는 상용화가 진행 중인 디지털트윈의 구현 수단이라는 점에서도 목적대상으로 설정할 필요성이 있다.

□ 기존 건축산업과 스마트기술 융복합 산업 생태계 구축

스마트건축의 핵심은 기존의 건축산업활동에 디지털기술을 적극 활용함으로써 빠르고 정확한 의사결정과 혁신적 건축성능을 확보를 할 수 있다는 점이고, 나아가 새로운 유형의 건축사업 모델도 창출해 낼 수 있다. Kasita^{사71)}의 주택 건축 예는 스마트폰의 생산, 유통, 사용방식을 지향하며 철골구조와 알루미늄 복합 패널을 이용한 모듈러 기반의 소형 주거 시스템 구축방법을 보여준다. 이는 제조업 수준의 모듈러 표준을 채용하여 일주일 이내에 조립이 가능하고 교체가 용이하도록 설계되었으며 스마트폰 앱을 연동시켜 소비자가 직접 커스터마이징-컨트롤 할 수 있는 시스템까지 제공하고 있다.

68) 건설기술진흥기본계획, 건설기술 로드맵, 건설엔지니어링 발전방안 등

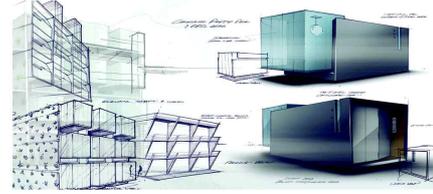
69) 국토교통부. (2020). 건설산업 BIM 기본지침 - 본 지침에서 BIM 도입 목표를 건설의 디지털 정보와 프로세스를 통합하는 협업체계구현, 데이터 기반의 신속하고 정확한 의사결정을 지원, 생산성 향상 및 위험요소 최소화, 품질, 안전 및 친환경을 극대화함으로써 건설산업의 디지털화 달성으로 설정

70) Metaverse-현실과 비현실이 공존하는 생활형, 게임형 가상세계 / 출처: 위키백과. (<https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%A9%94%ED%83%80%EB%B2%84%EC%8A%A4>)

71) 모듈러주택, 소형주택을 설계·시공하는 미국의 건축전문 기업



[그림 4-18] OS 업그레이드 및 앱 설치로 주택의 스마트 기능 확장이 가능한 Kasita 모델
출처: The Verge(2017, <https://www.youtube.com/watch?v=Vjbqe7agCz0> 1:24)



[그림 4-19] Kasita Preliminary Schemes
출처: Sam Aston, Kasita(<http://www.samuelaston.com/#/kasita/>)

Cover사⁷²⁾의 모듈형 주택은 기존의 정해진 규격과 조건의 조립식 주택 건축방식과 달리, 인공지능 알고리즘이 적용된 설계 소프트웨어에 의한 설계 자동화 서비스를 바탕으로 수준높은 건축 모델링과 예산 검토 등이 가능하다. 처음부터 가변성을 전제로 설계 자동화 시스템을 구축하고 알고리즘설계로 지정된 조건 내 생성 가능한 수많은 평면도를 자동화하기 위한 소프트웨어를 활용하여 주택을 구현한 것이다.

'알고리즘 건축'은 3단계를 거친다. ①설계 ②인허가 ③제작. 가장 오래 걸리는 것은 '인허가'로 2~5개월이 소요된다. '제작'에는 불과 12주, '설계'는 고작 사흘이면 된다. 사흘 만에 설계도면이 나올 수 있는 건 컴퓨터가 알아서 하기 때문이다.

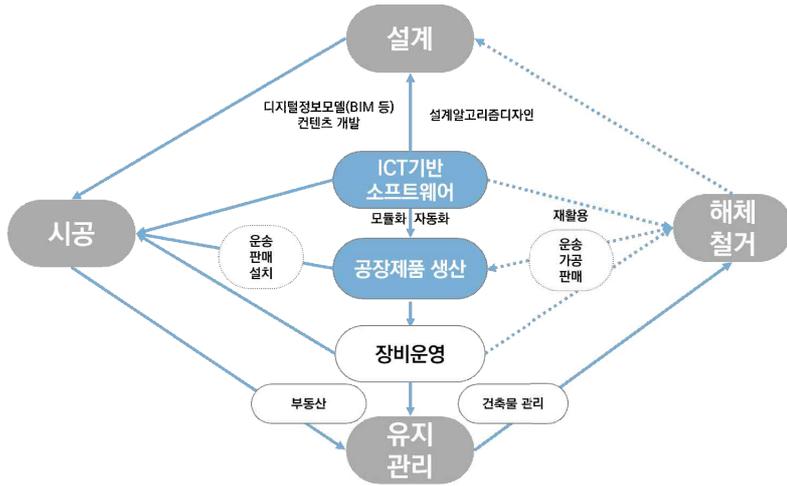


[그림 4-20] Cover사의 알고리즘 설계 서비스 사례

출처: INHABITAT. (2017). <https://inhabitat.com/covers-50k-algorithmic-tiny-houses-are-80-more-efficient-than-conventional-homes/> (검색일: 2021.07.26.)

이들은 모두 건축산업의 구조적 변화를 보여주는 예라 할 수 있다. 기존 건축 산업생태계는 설계단계, 제작, 유통, 시공이 개별 업체에 의해 실행되면서 다수의 하도급업체를 발생시키고 공기는 길어지고 그 과정에 예측 불가능한 문제도 수시로 발생한다. 이러한 문제 해결을 위해서는 건축 산업생태계 전 단계를 연결하는 기술시스템의 도입과 '설계 + 자재 공급 + 생산 및 제조 + 유통'의 독자적 네트워크 구축, 서비스 제공이 가능한 산업 환경이 구축되어야 한다.

72) VR/AR 기술을 활용해서 세계적인 버추얼 밸런트 문화를 창조하는 것을 비전으로 하는 콘텐츠·기술 융합형 스타트업 / 출처: 나무위키([https://namu.wiki/w/%EC%BB%A4%EB%B2%84\(%EA%B8%B0%EC%97%85\)](https://namu.wiki/w/%EC%BB%A4%EB%B2%84(%EA%B8%B0%EC%97%85)))



[그림 4-21] 스마트건축 관련 협력네트워크

출처: 연구진 작성

□ 데이터구축, 기술·솔루션 개발 및 사용자 서비스 제공을 위한 관리체계 구축

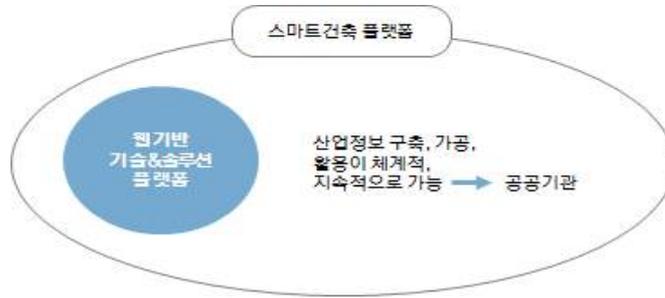
스마트건축이 원활한 산업활동으로 이어지기 위해서 스마트기술 정보, 특히 건축물 생산과정의 솔루션 개발과 공급, 수요가 발생해야 한다. 나아가 스마트기술을 활용하여 생산된 건축물은 이용자에게 차별적인 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 이러한 기능은 플랫폼을 통해 효과적으로 대응할 수 있다. 플랫폼은 다수의 생산자와 소비자가 연결되어 상호 작용하며 가치를 창출하는 기업과 산업생태계 기반의 장으로 정의할 수 있는데⁷³⁾ 본 연구에서는 웹기반의 기술 플랫폼을 포함한 체계적 운영·관리조직으로 확대된다.

기술 플랫폼은 일반적인 ICT기반의 디지털 플랫폼으로 산업활동 주체들이 생산하는 디지털 콘텐츠가 집적되고 소비되는 가상의 공간이다. 이는 통시적, 공시적으로 스마트건축의 생산, 사용, 유지·관리, 유통 활동이 디지털 정보를 매개로 이루어지는 기술 환경을 지향한다. 통시적 환경은 스마트건축의 기획, 설계, 제작 및 시공, 사용, 유지·관리, 유통, 폐기 및 재사용에 이르는 시계열적 활동범주라 할 수 있고 공시적 환경은 각 단계의 일정 시점에서 스마트건축과 디지털 수단을 매개로 상호작용하는 환경이라 할 수 있다. 스마트건축의 생애주기에 있어서 디지털 정보의 일관된 흐름은 이러한 기술 플랫폼을 기반으로 이루어 진다.

기술·솔루션 플랫폼의 개발 및 관리 조직은 우선적으로 데이터의 수집과 활용이 가능해

73) 양승원 외(2020, p.14)

야 한다. 산업정보는 기업의 경영 정보와 연동되므로 개인이 입수하거나 가공하기 쉽지 않다. 따라서 공적 목적에 부합하는 데이터 수집과 가공, 활용이 체계적이고 지속적으로 가능한 조직의 개입이 필수적으로 요구되며 결과적으로 기술플랫폼의 구축운영은 공공의 역할로 수렴된다. 이 경우 해당 조직은 그 자체로 웹사이트를 운영하는 스마트건축 플랫폼으로 확대된다.

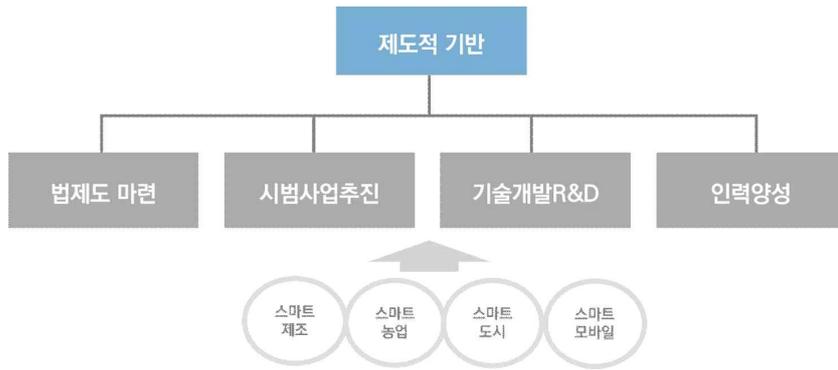


[그림 4-22] 스마트건축플랫폼
출처: 연구진 작성

□ 제도적 기반 마련

타 분야 스마트산업화 사례가 공공의 선도적 기술개발과 제도적 지원에 상당 부분 의존하고 있다는 것은 국내 산업 활성화를 위한 방향 설정에 있어 중요한 시사점이라 할 수 있다. 특히 법제도 중심의 국내 산업환경을 고려할 때 산업생태계 및 플랫폼이 구축된다 하더라도, 제도적 실행 여건이 뒷받침되지 못한다면 스마트건축의 산업 활성화는 지체될 수밖에 없다. 건축산업의 경우 사람의 활동공간을 조성관리하는 것으로 안전성과 쾌적성, 나아가 다양한 공공적 가치를 요구받는다.

이를 위해 일차적으로는 법제도로 공공성을 저해하는 과도한 산업활동을 규제하지만, 동시에 실험적 정책으로 산업 활성화를 지원해야 한다. 타 분야 스마트산업화 사례는 모두 공공의 지원을 포함하고 있으며 개별법마련, 정책시범사업 추진, 대규모 범부처 기술개발 R&D 시행, 인력양성이라는 구체적인 방법을 활용하고 있다. 같은 맥락에서 스마트건축도 공공의 제도적 기반으로서 법제도 및 정책지원이 필수적으로 요구된다.



[그림 4-23] 스마트건축 제도적 기반
출처: 연구진 작성

□ 스마트건축 산업화 모델

스마트건축 산업화 모델의 구성요소, 구축방향, 설계전략을 토대로 한 산업화 모델은 그림 4-24와 같다. 민간과 공공이 발주하는 스마트건축사업은 분야별 전문가의 참여와 협업이 가능한 형태로 기획되며, BIM 또는 디지털트윈을 통한 가상모델 구현을 필요로 한다. 또한 해당 스마트건축사업은 산업시설과 주거시설, 교육 및 복지시설을 대상으로 우선 추진한다.

기술서비스는 스마트건축 플랫폼을 통해 구현되며 산업데이터 및 정보구축, 웹기반 기술솔루션 지원, 건축물 이용정보 및 서비스제공의 기능을 한다. 특히 완성된 건축물 이용과정에서 생성되는 건축물 에너지 이용정보, 탄소발생량, 공기질 등에 관한 상태 데이터는 새롭게 가공되어 건축물 사용자에게도 서비스된다. 스마트건축 플랫폼은 민간의 빅데이터 플랫폼이나 세움터 등 주요 건축물 정보플랫폼과 연동 가능하며, 이를 선별적으로 활용하고 유지관리 할 협력기관에 위임위탁을 통해 운영한다.

제도는 법제도와 정책으로 구분할 수 있다. 법제도는 건축기준과 산업기준으로 「건축법」 등의 스마트건축물 설계, 시공, 유지관리에 요구되는 법규정과 「건축서비스산업진흥법」, 「건설기술 진흥법」의 산업활동 규정이 해당된다. 특히 스마트건축 특수성을 고려하여 특례, 인증제도가 필요하다. 정책은 중앙 및 지방 정부가 수립·시행하는 기술개발 R&D, 시범사업, 기업육성, 인력양성 등 산업활동의 직·간접 지원과 기술검증 등에 관한 과제들로 운영된다.

■ 스마트건축 산업화 모델 주요점

1. 산업주체

① 발주자 : 스마트건축 사업발주

- 스마트건축 특성에 맞는 사업기획(발주방식, 계약방식 등) 필요
- 산업시설, 주거시설, 교육 및 복지시설 건축사업에 우선 적용
- BIM, 디지털트윈 등 가상의 디지털 모형 필요

② 기업 및 전문가: 사업수행

- 기존 설계-시공-유지관리 기업과 소프트웨어분야, 공장제조분야, 부동산 및 유통분야 등의 협업네트워크 구축

2. 기술, 서비스

- 정부주도로 스마트건축 플랫폼 구축하고 유관 공공기관 및 민간협회 등이 운영
- 공공민간의 기존 데이터 플랫폼 연계

3. 제도

- 법령과 정책으로 구성
- 법령은 건축기준 및 산업기준을, 정책은 기술개발 R&D, 시범사업 추진, 기업 및 인력양성에 주력

② 스마트건축 산업화 모델 실행을 위한 우선 과제

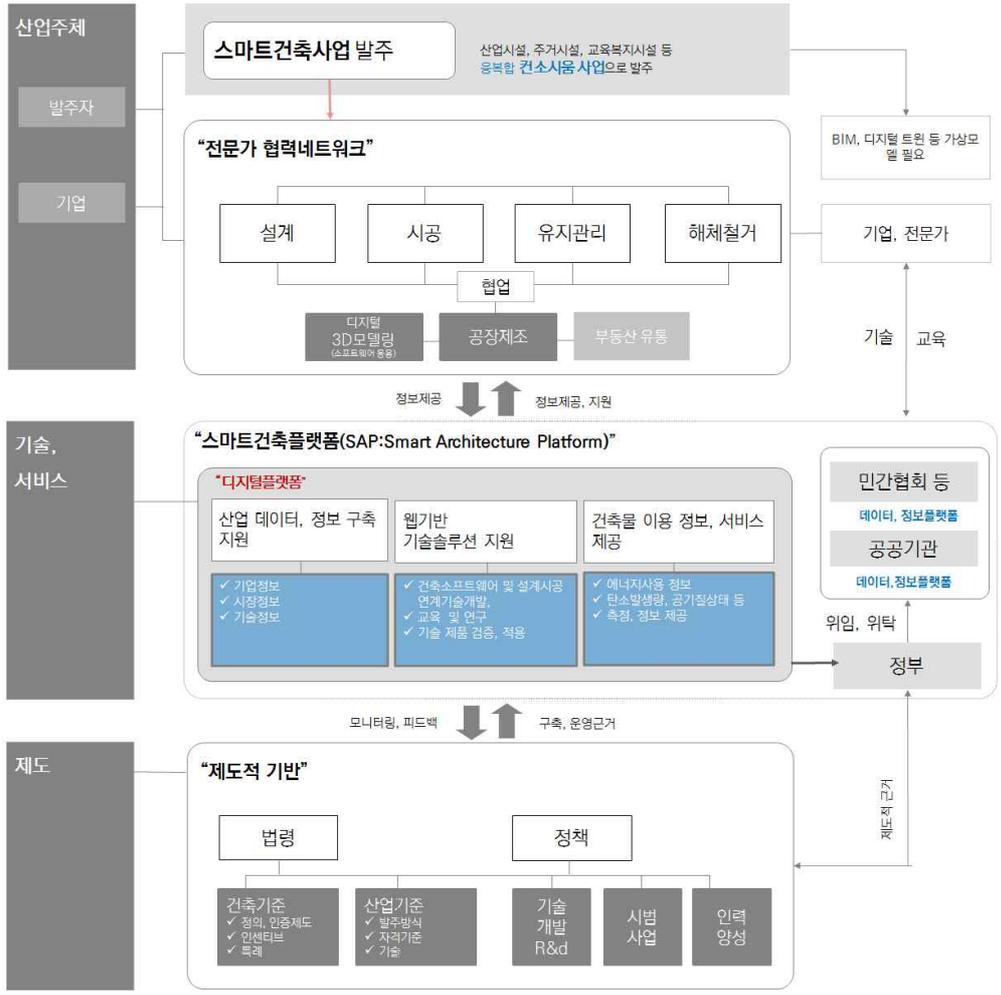
□ 스마트건축 '사업 모델(Business Model) 개발'

스마트건축 산업화 모델이 작동하기 위해서는 스마트건축 산업 관계자(player)간 협력 네트워크 구축이 가능한 '사업 모델'이 필요하다. 기존 건축산업활동과 더불어 핵심적 연관산업(제조, 소프트웨어, IoT, 시설물 유지 관리, 부동산, 온라인, 유통) 협업이 필수적으로 요구되기 때문이다. 그리고 이러한 협업을 보다 효율적으로 수행하기 위해서는 건축 자재 및 장비 호환이 가능한 디지털플랫폼 기반의 애플리케이션과 서비스 개발이 보장될 수 있는 제품 표준, 개방형 소프트웨어 표준이 함께 마련되어야 한다.

스마트건축 산업화 모델 우선 적용대상으로 제시한 산업시설이나 주거시설(공동주택), 교육 및 복지시설의 경우 단위공간 유닛의 반복적 구성 및 설비시설 규격 등의 이유로 타 용도의 건축물 대비 표준설계와 건축물 제품개발이 유리하다. 스마트팩토리에 상응하는 산업용 건축사업, 주거시설로서 스마트홈⁷⁴⁾, 교육시설 유형으로 스마트스쿨⁷⁵⁾ 등 스마트건축 산업화를 위한 구체적인 사업 모델을 개발해야 한다.

74) 스마트홈은 현재 한국건설기술연구원 주도로 정부 R&D가 진행 중에 있음

75) 시설 및 에너지성능개선 중심의 교육부가 추진중인 '그린 스마트스쿨'도 대상이 될 수 있음



[그림 4-24] 스마트건축 산업화 모델
출처: 연구진 작성

□ 스마트건축 시범사업 추진

스마트건축 사업모델과 더불어 스마트건축 협력 네트워크 테스트를 위한 시범사업도 필요하다. 이는 연구개발 사업으로 추진하며 참조 모델 및 스마트건축 플랫폼 테스트베드도 함께 마련해야 하는데, 국토부 R&D과제 'AI기반 스마트하우징 기술개발사업', 교육부 '그린 스마트스쿨', 국토부와 LH가 공동으로 추진 중인 '미래건축 특별설계공모'의 공동주택 설계사업 등 정부가 추진하는 각종 미래대응 건축사업을 시범 사업 대상으로 활용할 수 있다. 추후 노인복지시설, 병원 등으로 대상을 확대할 경우 보다 다양한 실증 결과를 확보할 수 있다.

■ 시 기반 스마트하우징 기술개발 사업(국토교통부, 2020~)

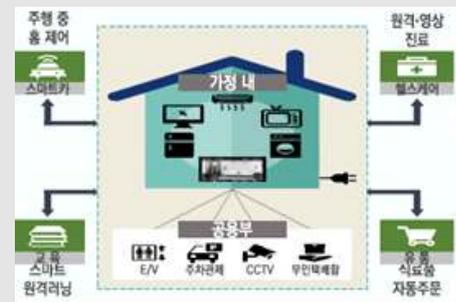
국토교통부 소관, 국토교통과학기술진흥원 발주 국가 R&D 정보수집과 서비스 제공 수단이 hel는 스마트하우징 모델과 개방형 플랫폼 개발, 시 기반 최적화된 공간환경 및 서비스 개발·실증 검증을 통해 지능형 스마트하우징 융합서비스 개발
출처: 채창우(2021b), 시 기반 스마트하우징 플랫폼 및 서비스의 건축산업 대응 세미나 자료

■ 그린스마트스쿨(교육부, 2021~)

그린스마트 미래학교 사업은 40년 이상 경과한 학교 건물 2,835동을 대상으로 2025년까지 총 사업비 18.5조원이 투입되는 대규모 프로젝트로, 학교 건물을 개축 또는 새 단장하여 교수학습의 혁신을 추진하는 미래교육 전환 사업이다. 한국판 뉴딜 10대 대표 사업이자, 2021년 교육부 핵심정책 사업 중 하나로 선정됐다. 미래학교는 공간혁신, 스마트교실, 학교 복합화 등의 요소를 중심으로 학생의 건강, 바른 인성, 효과적 학습에 필요한 환경을 조성을 목표
출처: 그린스마트 미래학교(2021, http://www.xn--9d0blmo2vi7bpdz9lt0p3k5ae7e.kr/bbs/board.php?bo_table=news&wr_id=2&sfl=wr_subject&stx=%EA%B5%90%EC%9C%A1%EB%8C%80%EC%A0%84%ED%99%98&sop=and)

■ 미래건축설계공모(국토교통부, LH, 2021)

변화하는 시대에 대응할 수 있도록 다양한 경험과 취향을 담아내는 공간계획 및 미래건축에 대한 창의적 아이디어 모색으로 미래주거의 비전을 제시하고자 「2021 미래건축 특별설계공모」 시행
(1) 공모명 : 2021 미래건축 특별설계공모
(2) 주 제 : 새로운 라이프 스타일을 담은 미래 생활공간 플랫폼
(3) 주 최 : 국토교통부, 한국토지주택공사 (공동주최)
(4) 주 관 : 한국토지주택공사 미래주택기획처
출처: LH(2021, <https://lh.or.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=122&mPid=120&bbsSeq=33&nttSeq=2700>)



[그림 4-26] 시 기반 스마트하우징 물리적 플랫폼 예시
출처: 채창우(2021b)



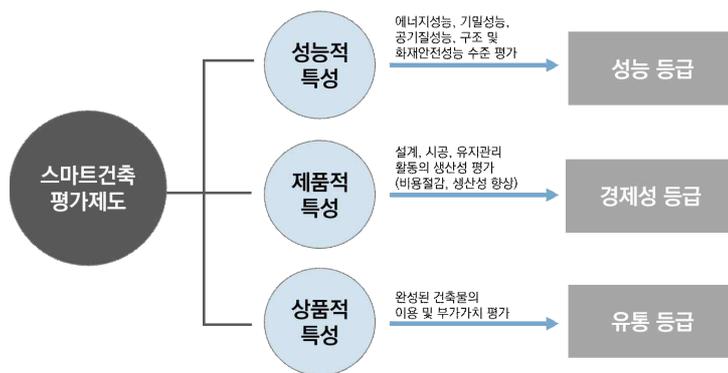
[그림 4-27] 그린스마트스쿨 개념도
출처: 그린스마트 미래학교(2021, http://www.xn--9d0blmo2vi7bpdz9lt0p3k5ae7e.kr/bbs/board.php?bo_table=news&wr_id=2&sfl=wr_subject&stx=%EA%B5%90%EC%9C%A1%EB%8C%80%EC%A0%84%ED%99%98&sop=and)

□ 스마트건축물·스마트 서비스 평가시스템 구축

스마트건축의 성과를 담보하고 지속적으로 확산하기 위해서는 산업전반에 보편 기준으로 적용 가능한 평가제도가 필요하다. 초기 단계에는 건축 안전 및 기본 성능수준 규제 외 시장의 자율적 선택을 침해하지 않는 수준의 유연한 제도가 적합하다. 스마트건축은 다양한 건축방법론 중 하나라 할 수 있고 따라서 강제규정보다 인센티브제공을 통한 유인 전략으로 대응할 필요가 있다.

국토교통부는 현재 ‘스마트건축 육성 및 발전을 위한 인증제도 연구’⁷⁶⁾용역을 시행 중이며, 연구 결과를 반영하여 「건축법」⁷⁷⁾에 따른 ‘지능형 건축물 인증제도’를 ‘스마트건축물 인증제도’로 개편을 시도하고 있다. 본 연구에 따르면 현행 지능형건축물 인증기준 6개 부문(건축계획 및 환경, 기계설비, 전기설비, 정보통신, 시스템 통합, 시설경영관리) 지표를 ‘건축계획 및 설계’, ‘시스템 구축 및 시공’, ‘운영관리 및 서비스’ 3개로 재분류하였다. 여기서 확인되는 바는 설계 및 시공과정의 BIM 적용과 스마트기술(로봇, 모빌리티, IoT)의 도입, 신재생에너지의 적용, IoT와 연동되는 각종 생활편의 시스템이 새로 반영되었다는 점이다. 즉 기존의 설비 중심 평가지표에서 계획 및 유지관리 성능비중이 높아졌다는 것이고, 이러한 측면에서 본 연구의 스마트건축 산업화 모델 평가 방향에 일정부분 근접하고 있다.

그러나 한 단계 더 나아가 본 연구의 스마트건축 건축물과 서비스는 ‘성능적’, ‘제품적’, ‘상품적’ 특성을 내포하고 있고 따라서 ‘성능 등급’, ‘경제성 등급’, ‘유통 등급’의 차별화된 평가체제로 구축되어질 필요가 있다. 성능적 특성은 에너지효율, 기밀성능, 구조 및 화재 안전성능 등 건축물이 갖는 성능으로, 그 수준에 따라 등급을 결정할 수 있다. 제품적 특성은 설계 및 시공, 유지관리 등 산업활동을 통한 생산성에 관한 것으로 비용, 경제성이 중요한 지표가 되며 경제성 등급으로 평가될 수 있다. 마지막으로 상품적 특성은 완성된 생산물(건축물)의 이용 가치 또는 경제적 부가가치 등에 관한 사항으로 실제 시장에서 거래와 관계되는 유통등급을 통해 평가가 가능하다. 이러한 평가분류에 따라 세부 지표와 등급 구간을 결정하는 등 보다 상세한 평가시스템을 구축해야 한다.



[그림 4-28] 스마트건축 평가제도의 등급 분류
출처: 연구진 작성

76) 남성우 외(2021)

77) 건축법, 법률 제18341호, 제65조의2, 지능형건축물의 인증

제5장 스마트건축 산업화 모델

실행을 위한 제도 확충 방안

- 1. 스마트건축 관련 법제도 개선
 - 2. 스마트건축 관련 정책사업 발굴 및 지원
-

1. 스마트건축 관련 법제도 개선

1) 법제도 개선 방향

□ 스마트건축 용어 정의 법제화

현재 건축관련 법령에 ‘스마트건축’ 개념을 정의한 법령은 없다. 「건설기술 진흥법」에서는 ‘스마트기술’을 건설기술과 정보통신, 전자, 기계 등 다른 분야 기술을 융·복합한 기술로 정의하고, 이를 활성화하기 위한 스마트건설지원센터 설립 및 운영, 스마트 안전장비 활용 등의 내용을 포함하고 있지만 건설기술 측면의 부분적 수단에 한정되어 있다. 또한 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」은 건축물을 주요 관리대상의 하나로 인식하고는 있으나, ‘도시기반시설’의 일부로 한정해 건축물 단위의 생산프로세스와 기술 및 서비스에 관한 내용은 포함하지 않는다.

‘스마트건축’에 관한 제도적 정의 부재는 현재 운영 중인 친환경·에너지·지능형 건축물 등 각종 유사 목적의 ‘건축물’과도 개념적 혼용을 유발하고 있다. 또한 해당 건축물에 적용되는 인증 내용이 스마트건축과 중복되는 측면도 있어 차별적 개념정의는 산업 활성화를 위해 선결되어야 한다. 나아가 스마트건축의 산업적 특성(성능적·제품적·상품적 특성)을 현행 분야별 유사 인증 제도로 포괄하기에 한계가 있다. 따라서 스마트건축 산

업 활성화를 위한 제도 기반 확충은 본 연구에서 제시한 스마트건축 개념을 토대로 「건축법」의 용어를 명확히 정의하는 데서 시작할 필요가 있다.

□ 스마트건축 특성에 부합하는 건축 계획 및 관리 기준 마련 필요

스마트건축이 「건축법」을 통해 정의되면 이를 구현하는 방법이 제시되어야 한다. 일반적으로 건축물의 건축은 「건축법」의 구조·피난 안전 검토가 선행되며 건축물의 용도나 규모, 구조 방식에 따라 조건을 달리 적용할 수 있다. 스마트건축 통해 조성된 건축물은 BIM 모델의 적용, 모듈러 구조, 3D프린팅 구조 등 조성과정의 수단이나 구축 공법, 재료 등이 차별적이므로 이에 부응하는 건축기준의 적용이 필요하다.

현행 「건축법」은 일반적 건축물 이외 고층건축물 및 특수구조 건축물에 특정 하는 건축 기준을 운영하고 있으므로 스마트건축을 특수건축물에 포함시켜 해당 규정을 적용받게 하거나, 나아가 스마트건축 특성에 부합하는 독립적인 계획기준을 마련함으로써 산업활성화의 기반을 마련할 필요가 있다.

■ 「건축법」 제6조의2 (특수구조 건축물의 특례)

건축물의 구조, 재료, 형식, 공법 등이 특수한 대통령령으로 정하는 건축물(이하 “특수구조 건축물”이라 한다)은 제4조, 제4조의2부터 제4조의8까지, 제5조부터 제9조까지, 제11조, 제14조, 제19조, 제21조부터 제25조까지, 제40조, 제41조, 제48조, 제48조의2, 제49조, 제50조, 제50조의2, 제51조, 제52조, 제52조의2, 제52조의4, 제53조, 제62조부터 제64조까지, 제65조의2, 제67조, 제68조 및 제84조를 적용할 때 대통령령으로 정하는 바에 따라 강화 또는 변경하여 적용할 수 있다.

□ 스마트건축 확산을 위한 수단으로서 인증 및 인센티브 제도 도입 필요

한편 「건축법」에서는 건축 설계, 허가, 착공신고, 시공, 공사감리, 사용승인 등 건축 절차기준을 명시하고 있으나, 스마트기술을 적용하는 스마트건축에 관한 규정은 부재하다. 앞서 언급한 바와 같이 스마트건축에 따른 건축물(스마트빌딩)은 적용기술이나 구축 방법에 따라 특수구조 건축물이 될 수 있으므로 이 경우 별도의 허가 절차나 검토방법이 마련되어야 한다.

또한 스마트건축의 활성화를 위해서는 추가적인 유인전략이 마련되어야 한다. 현행 ‘녹색건축 인증’, ‘지능형건축물 인증’의 경우 용적률, 조경면적, 높이제한 등 건축기준 완화 및 관련 세금 감면, 보조금 지급 등의 인센티브를 연동시켜 운영하고 있다. 따라서 스마트건축 인증제도의 도입과 이를 통한 에너지절감 및 탄소배출 감소 등 환경부하 감축 기대효과에 상응하는 별도의 인센티브 제공 방안을 모색할 필요가 있다.

■ 「건축법」 제65조의2 (지능형건축물의 인증)

제65조의2(지능형건축물의 인증) ① 국토교통부장관은 지능형건축물[Intelligent Building]의 건축을 활성화하기 위하여 지능형건축물 인증제도를 실시한다. <개정 2013. 3. 23.>
 ② 국토교통부장관은 제1항에 따른 지능형건축물의 인증을 위하여 인증기관을 지정할 수 있다. <개정 2013. 3. 23.>
 ③ 지능형건축물의 인증을 받으려는 자는 제2항에 따른 인증기관에 인증을 신청하여야 한다.
 ④ 국토교통부장관은 건축물을 구성하는 설비 및 각종 기술을 최적으로 통합하여 건축물의 생산성과 설비 운영의 효율성을 극대화할 수 있도록 다음 각 호의 사항을 포함하여 지능형건축물 인증기준을 고시한다. <개정 2013. 3. 23.>
 1. 인증기준 및 절차
 2. 인증표시 홍보기준
 3. 유효기간
 4. 수수료
 5. 인증 등급 및 심사기준 등
 ⑤ 제2항과 제3항에 따른 인증기관의 지정 기준, 지정 절차 및 인증 신청 절차 등에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다. <개정 2013. 3. 23.>
 ⑥ 허가권자는 지능형건축물로 인증을 받은 건축물에 대하여 제42조에 따른 조정설치면적을 100분의 85까지 완화하여 적용할 수 있으며, 제56조 및 제60조에 따른 용적률 및 건축물의 높이를 100분의 115의 범위에서 완화하여 적용할 수 있다.

[표 5-1] 「건축법」의 스마트건축 관련 규정의 한계

부문	현행 제도의 한계 및 방향	관련 조항(예)
정의	스마트건축 관련 제도적 정의 부재	제2조 정의
특례	스마트건축 활성화를 위한 특례 등 지원제도 부재	제6조의2 특수구조 건축물의 특례 제8조 리모델링에 대비한 특례 등 제69조 특별건축구역의 지정
인증	스마트건축 인증을 위한 현행 인증제도개정 필요 (「녹색건축물 조성 지원법」 상 유사인증제도 포함)	제65조의2 지능형건축물의 인증

출처: 건축법, 법률 제17171호. 참고하여 연구진 작성

□ 스마트건축 기술인력 기준 마련

건축산업은 건축시장에서 발주되는 건축사업과 사업 발주자, 분야별 사업체 및 종사자로 구성되며 사업절차에 따라 사업체 각각의 역할과 자격을 구분한다. 현재 건축서비스에 해당하는 건축기획 및 설계, 감리, 건설사업관리 등은 「건축법」, 「건축사법」, 「건설기술 진흥법」에 따라 ‘관계전문기술자’ 또는 ‘건축사’, ‘건설기술인’이 수행할 수 있도록 그 역할 및 권한이 명시되어 있다.

이 중 「건축법」 제2조제1항17호 정의의 ‘관계전문기술자’는 건축설계 및 공사에 참여할 수 있는 전문기술인을 포괄하고 있어 스마트건축 참여 주체도 광범위하게 포함된다. 반면 「건축사법」이나 「건설기술 진흥법」의 ‘건축사’, ‘건설기술인’은 「국가기술자격법」에 따른 자격으로 직무 분야 및 전문분야를 구분하며, 대체로 기존 건축설계와 시공의 책임있는 역할자로 규정된다.

한편 「건설기술 진흥법」에는 '건설기술'도 정의하고 있는데 해당 기술 범주에는 디지털 및 제조산업 등 스마트건축 관련 연관 기술 규정은 부재한 실정이다. 본 연구에서 지속적으로 언급한 바와 같이, 스마트건축은 기존 건축산업 외 ICT를 비롯한 다양한 분야의 융복합 및 협업이 필요하므로, 현행 법령에 따른 사업 수행자격 조건과 건설기술의 제한적 범주를 탈피한 스마트건축에 부합하는 조건을 마련해야 한다.

■ 「건설기술 진흥법」

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. "건설공사"란 「건설산업기본법」 제2조제4호에 따른 건설공사를 말한다.
2. "건설기술"이란 다음 각 목의 사항에 관한 기술을 말한다. 다만, 「산업안전보건법」에서 근로자의 안전에 관하여 따로 정하고 있는 사항은 제외한다.
 - 가. 건설공사에 관한 계획·조사(지반조사를 포함한다. 이하 같다)·설계(「건축사법」 제2조제3호에 따른 설계는 제외한다. 이하 같다)·시공·감리·시험·평가·측량(해양조사를 포함한다. 이하 같다)·자문·지도·품질관리·안전점검 및 안전성 검토
 - 나. 시설물의 운영·검사·안전점검·정밀안전진단·유지·관리·보수·보강 및 철거
 - 다. 건설공사에 필요한 물자의 구매와 조달
 - 라. 건설장비의 시운전(試運轉)
 - 마. 건설사업관리
 - 바. 그 밖에 건설공사에 관한 사항으로서 대통령령으로 정하는 사항(중략)
8. "건설기술인"이란 「국가기술자격법」 등 관계 법률에 따른 건설공사 또는 건설엔지니어링에 관한 자격, 학력 또는 경력을 가진 사람으로서 대통령령으로 정하는 사람을 말한다.(하략)

※ 건설기술 진흥법 시행령 제2조(건설기술의 범위)

「건설기술 진흥법」(이하 "법"이라 한다) 제2조제2호바목에서 "대통령령으로 정하는 사항"이란 다음 각 호의 사항을 말한다.

1. 건설기술에 관한 타당성의 검토
2. 정보통신체계를 이용한 건설기술에 관한 정보의 처리
3. 건설공사의 견적

「건설기술 진흥법시행령」 제4조, 별표1. 건설기술인의 직무분야 및 전문분야

직무분야	전문분야
가. 기계	1) 공조냉동 및 설비 2) 건설기계 3) 용접 4) 승강기 5) 일반기계
나. 전기·전자	1) 철도신호 2) 건축전기설비 3) 산업계측제어
다. 토목	1) 토질·지질 2) 토목구조3) 항만 및 해안 4) 도로 및 공항 5) 철도·삭도 6) 수자원개발 7) 상하수도 8) 농업토목 9) 토목시공10) 토목품질관리 11) 측량 및 지형공간정보 12) 지적
라. 건축	1) 건축구조 2) 건축기계설비 3) 건축시공 4) 실내건축 5) 건축품질관리 6) 건축계획·설계
마. 광업	1) 화약류관리 2) 광산보안
바. 도시·교통	1) 도시계획 2) 교통
사. 조경	1) 조경계획 2) 조경시공관리
아. 안전관리	1) 건설안전 2) 소방 3) 가스 4) 비파괴검사
자. 환경	1) 대기관리 2) 수질관리 3) 소음진동 4) 폐기물처리 5) 자연환경 6) 토양환경 7) 해양
차. 건설지원	1) 건설금융·재무 2) 건설기획 3) 건설마케팅 4) 건설정보처리

출처: 건설기술 진흥법, 법률 제17939호, 건설기술 진흥법 시행령, 대통령령 제32063호 및 별표1

2) 스마트건축 관련 건축건설기준 개선(안)

□ ‘스마트건축’ 개념 정의를 위한 「건축법」 제2조 개정

스마트건축 개념은 건축물 조성 기준을 다루는 「건축법」을 통해 정의함으로써 관련계획 및 산업활동의 안정적 근거를 확보해야 한다. 특히 초기단계 스마트건축 시장정착을 위해서는 사회적 관심과 동의가 필요하며, 건축행위를 규정한 「건축법」을 통해 명확한 개념과 방법을 설명하고 일반화시켜야 할 필요가 있다. 현재 「건축법」 제2조(정의)는 건축물의 건축과 관련된 총 25개의 법적 용어를 명시하고 있다. 해당 용어는 대지, 건축물, 건축물 용도, 건축설비, 지하층, 거실, 주요구조부, 건축 대수선, 리모델링, 도로, 건축주, 제조업자, 유통업자, 설계자, 설계도서 등으로 건축물과 관련 시설, 관계자, 건축방식 등 다양하다. 스마트건축 또한 건축방식의 하나에 해당하므로 「건축법」 용어정의 흐름에서 벗어나지 않는다.

[표 5-2] 스마트건축 용어정의를 위한 「건축법」 제2조 개정(안)

「건축법」 제2조 정의 1항 각호		「건축법」 제2조 정의 1항 각호 개정
1. 대지	12. 건축주	8의3. 스마트건축 ‘스마트건축’이란 ICT와 디지털정보 기반의 3D모델링기술, 제조기술을 결합하여 효율적이고 경제적으로 건축물을 건축하는 것을 말한다.
2. 건축물	12의2. 제조업자	
3. 건축물의 용도	12의3. 유통업자	
4. 건축설비	13. 설계자	
5. 지하층	14. 설계도서	
6. 거실	15. 공사감리자	
7. 주요구조부	16. 공사시공자	
8. 건축	16의2. 건축물의 유지관리	
8의2. 결합건축	17. 관계전문기술자	
9. 대수선	18. 특별건축구역	
10. 리모델링	19. 고층건축물	
11. 도로	20. 실내건축	
	21. 부속구조물	

출처 : 건축법. 법률 제18341호. 제2조. 참고하여 연구진 작성

□ ‘스마트건축에 의한 건축물의 특례’ 적용을 위한 「건축법」 제6조의2 개정 등

또한 스마트건축으로 건축물의 안전이 위협받지 않도록 「건축법」과 하위 법령의 구조 및 화재, 피난 안전에 관한 건축기준도 추가 되어야 한다. 앞서 국내외 스마트건축 사례를 살펴보았듯, 앞으로의 스마트건축은 스마트기술의 개발·발전에 따라 기존의 형태를 따르지 않거나 특수한 재료를 사용하는 등의 사례가 점차 늘어날 것으로 예상되며, 유사한 관점

에서 스마트건축 또한 구조적 안전, 피난 및 방화에 대한 기준, 자재와 실내공간 관련 건축 기준 마련이 필요하다.

「건축법」에는 건축물 중 ‘고층건축물(법 제2조제1항제19호)’, ‘부유식 건축물(제6조의3)’ 및 그 밖에 특수한 구조를 가진 건축물(법 시행령 제6조의3)에 대하여 대지의 안전, 건축물의 구조상의 안전, 건축설비, 피난, 실내 등의 기준을 건축물의 설계, 시공 및 유지 관리 프로세스에서 강화 또는 변경 적용 가능한 특례가 운영 중이며, 이를 개정하여 스마트건축 특례규정을 마련할 필요가 있다. 이때 특례의 적용여부를 결정할 수 있도록 스마트건축 인증 제도를 연계시킬 수 있다.

[표 5-3] 「건축법」 제6조의2 개정(안)

부문	개정안
「특수구조 건축물 대상기준」 제2조(특수구조 건축물) 특수구조 건축물은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물을 말한다. (하략)	<p>대안1.</p> <p>스마트건축을 특수구조 건축물로 추가 → 「건축법시행령」 제2조 18호, 「특수구조 건축물 대상 기준」에 스마트건축을 포함하고 기준 마련</p> <p>제2조(특수구조 건축물) 특수구조 건축물은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물을 말한다. 1~5 (중략) 6. <신설>모듈식 공법, 3D프린팅 공법 등 스마트건축물 인증을 받아 건축하는 건축물</p>
제6조의2(특수구조 건축물의 특례)	<p>대안2</p> <p><신설> 제6조의3(스마트건축에 따른 건축물의 특례) 신설</p>

출처 : 건축법. 법률 제18341호. 제2조, 제6조의2. 참고하여 연구진 작성

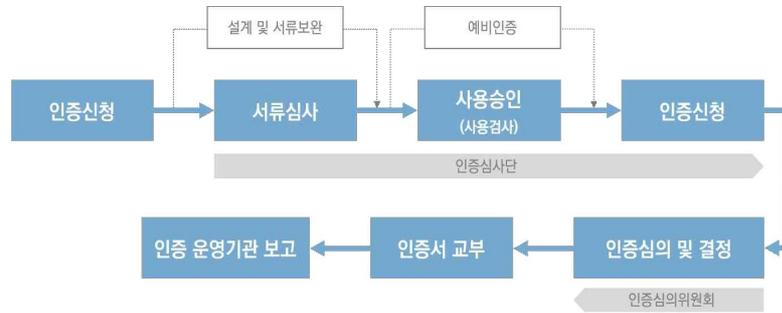
□ ‘스마트건축 인증제도’의 도입을 위한 「건축법」 제65조의2 개편

- 건축물 조성과정의 주요 인증제도 운영 현황

「건축법」 제65조의2는 지능형건축물의 인증에 관한 사항을 규정한다. 이는 지능형건축물의 건축을 활성화를 목적으로 운영되며, 모든 건축물에 의무 적용할 필요는 없으나 건축규정 완화 등의 인센티브를 제공하여 확산을 유도하고 있다. 인증제도는 법 제65조의2와 관련 규칙(지능형건축물의 인증에 관한 규칙), 기준(지능형건축물 인증기준)을 통해 인증기관, 인증기준, 절차 등을 규정하여 운영되고 있다.

시행규칙(국토교통부령)에 따른 인증기관의 지정 기준, 지정 절차 및 인증 신청 절차는 인증신청 접수, 심사(서류검토, 현장검토, 인증 등급을 포함한 인증심사 결과서 작성),

인증서 발급, 인증건축물의 사후관리, 인증 취소로 이루어지며 ‘지능형건축물 인증기준’에서는 심사기준, 인증등급, 자체평가서 작성, 인증의 유효기간, 인증운영위원회 관련 사항, 완화기준(인센티브) 적용 방법 등을 명시하고 있다. 인증을 완료한 건축물은 법에 따른 용적률, 조경면적, 높이제한에 대한 완화 기준을 적용받을 수 있으며 인증등급(점수)에 따라 완화비율이 결정된다.



[그림 5-1] 지능형건축물 인증 절차

출처: 한국지능형스마트건축물협회 홈페이지, 인증절차(https://www.kisba.org/2017/html/sub03_04.php) 참고하여 연구진 작성

[표 5-4] 지능형건축물 인증 등급에 따른 건축기준 완화비율

등급	점수 (비주거·주거 동일)	건축기준 완화 비율*
1등급	85점 이상	15%
2등급	80점 이상	12%
3등급	75점 이상	9%
4등급	70점 이상	6%
5등급	65점 이상	0%

출처: 한국지능형스마트건축물협회 홈페이지, 인센티브(https://www.kisba.org/2017/html/sub03_13.php) 참고하여 연구진 작성

* 산정방법 - 용적률: 「법 및 조례에서 정하는 기준 용적률」×[1 + 완화비율]

- 조경면적: 「법 및 조례에서 정하는 기준 조경면적」×[1 - 완화비율]

- 건물 높이제한: 「법 및 조례에서 정하는 건축물의 최고높이」×[1 + 완화비율]

[표 5-5] 지능형건축물 인증심사기준(주거시설)

부문	평가항목	평가 내용 관련 부문(키워드)	배점
건축 계획 및 환경 (5개)	거주자의 Life Cycle 변화	설계(평면, 설비계획)	3
	피난계획	설계(화재, 피난, 계획)	3
	승강기 설비	설비(이동환경, 원격감시)	1
	리모델링 계획	설계(설비 공간, 계획)	2
	신재생에너지 적용 외피계획	설계(회피, 에너지)	1
전기설비 (5개)	전기 및 정보통신 관련설 배치	설계(전기관련설, 위치)	3
	수변전 설비의 계획	설비(전원공급, 안전성)	3
	비상발전 계획	설비(비상전력)	3
	전력간선 설비	설비(전력간선용량)	3
	써지 보호 설비	설비(전력기기, 안정적 동작, 보호 설비)	3
시설경영관리 (9개)	시설 관리조직 구성원의 수준	기타(유지관리, 관리주체, 수준)	3
	작업관리 기능	기타(작업관리, 수준)	2
	자재관리 기능	기타(자재관리, 수준)	2
	에너지관리 기능	기타(에너지관리, 수준)	3
	운영업무 매뉴얼 비치수준	기타(운영업무 매뉴얼)	2
	운영데이터 축적 수준	기타(데이터, 축적, 관리)	2
	운영 및 유지관리 업무의 다양성	기타(운영, 유지관리, 업무 종수)	2
	시설관리품질평가 수준	기타(시설관리, 품질평가, 종수)	2
	시설관리 고객 만족도 평가 체계 수준	기타(고객만족도, 평가체계, 수준)	2
기계설비 (6개)	기계설비 시스템의 적정성	설비(시스템)	3
	거주자의 쾌적성 및 편의성	설비(실내 환경)	3
	고효율 시스템	설비(에너지, 시스템)	3
	내진설계	설계(내진)	2
	제어 및 감시	설비(제어)	2
	신기술 적용	설비(성능, 품질, 신기술, 신제품)	2
정보통신 (6개)	통합배선 시스템의 배선규격	설비(통신, 기반시설)	4
	지능형 홈 네트워크 설비설치 수준	설비(홈오트메이션)	4
	CCTV 설치 수준	설비(CCTV, 개소, 화소)	3
	CCTV 녹화 및 백업	설비(CCTV, 녹화, 백업)	3
	에너지 데이터 표시 및 정보 조회 기능	설비(에너지, 정보)	3
	실내·외 환경 정보 제공	설비(에너지, 실내 환경, 정보)	3
시스템 통합 (6개)	통합 SI서버	설비(운영방식, 소프트웨어, 수준)	4
	통합대상 시스템	설비(인터페이스, 시스템 수준)	4
	통합 SI서버 관리	설비(모니터링, 기능 수준)	3
	통합 SI서버 백신 및 보안	설비(서버 보안)	3
	에너지 정보수집 대상설비	설비(에너지, 계측)	3
	단지 에너지 정보수집	설비(에너지, 정보수준)	3
총합	지표수: 37개	설계: 6개, 설비: 22개, 기타: 9개	100

* 음영으로 표시된 평가항목은 인증심사기준 중 '필수항목'에 해당
출처: 지능형건축물 인증기준, 국토교통부고시 제2020-1028호, 별표1 참고하여 연구진 작성

지능형건축물 인증을 위한 평가기준은 건축물의 용도에 따라 주거시설과 비주거시설로 구분되며, 건축계획 및 환경, 기계설비, 전기설비, 정보통신, 시스템통합, 시설경영관리 총 6개의 부문에 주거시설은 37개의 지표, 비주거시설은 60개의 지표로 구성되어 있다. 지표의 대부분은 설비항목에 해당하고 계획 및 설계에 관한 사항은 6개, 총 배점15점으로 상대적으로 과소하다.

한편, 「녹색건축물 조성 지원법」에서는 ‘녹색건축 인증’, ‘건축물의 에너지효율등급 인증’, ‘제로에너지건축물 인증’ 규정을 운영하고 있다. 지능형건축물처럼 법에 따라 규칙, 기준에서 인증제도의 운영방법을 규정한다. 다만 지능형건축물 인증과 달리 의무적용 대상이 있는데, 녹색건축 인증의 경우 연면적 3,000㎡ 이상의 공공건축물, 건축물에너지효율등급인증은 연면적 3,000㎡ 이상의 공동주택 및 기숙사와 연면적 1,000㎡ 이상의 공공건축물¹⁾, 제로에너지건축물인증은 연면적 1,000㎡ 이상 신축, 재축 또는 별도 증축 공공건축물이 이에 해당한다.

■ 「녹색건축물 조성 지원법」

제16조(녹색건축의 인증) (중략) ⑦ 대통령령으로 정하는 건축물을 건축 또는 리모델링하는 건축주는 해당 건축물에 대하여 녹색건축의 인증을 받아 그 결과를 표시하고, 「건축법」 제22조에 따라 건축물의 사용승인을 신청할 때 관련 서류를 첨부하여야 한다. 이 경우 사용승인을 한 허가권자는 「건축법」 제38조에 따른 건축물대장에 해당 사항을 지체 없이 적어야 한다.

제17조(건축물의 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증) (중략) ⑥ 대통령령으로 정하는 건축물을 건축 또는 리모델링하려는 건축주는 해당 건축물에 대하여 에너지효율등급 인증 또는 제로에너지건축물 인증을 받아 그 결과를 표시하고, 「건축법」 제22조에 따라 건축물의 사용승인을 신청할 때 관련 서류를 첨부하여야 한다. 이 경우 사용승인을 한 허가권자는 「건축법」 제38조에 따른 건축물대장에 해당 사항을 지체 없이 적어야 한다.

녹색건축인증, 에너지효율인증 시 등급에 따라 용적률 및 건축물높이제한을 완화 적용 받을 수 있고, 3~10%의 취득세 감면, 보조금 지원 혜택도 부여된다. 또한 「녹색건축물 조성 지원법」은 건축물의 효율적 에너지 관리 및 녹색건축물 활성화를 위하여 녹색건축 건축에 대한 설계·시공·감리 및 유지·관리에 관한 기준을 정하여 고시하고, 「건축법」 등에 대한 기준 완화, 관련 조성사업에 대한 지원·특례도 포함하고 있다.

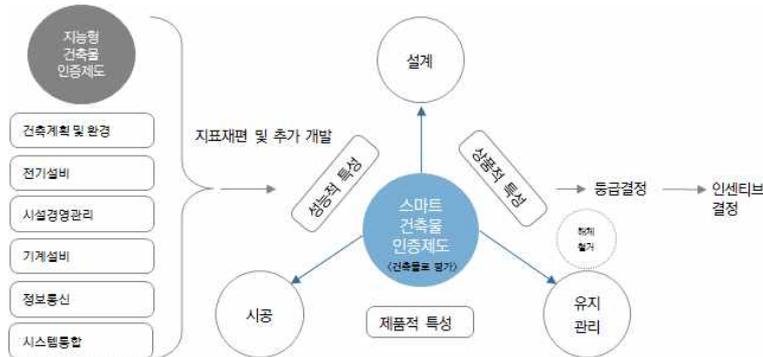
- 「건축법」 제65조의2 ‘지능형건축물 인증제도’ 개편

약 40년 전 미국에 지능형 건축물(Intelligent Buildings)의 개념이 도입되었을 당시에는 다양한 건축리소스와 시스템을 통해 효과적으로 건축물을 관리·제어하는 측면에 초점을 두었으나, 시간이 흐르며 거주자와 환경을 위한 효율적인 건물 운영 및 최적화된 공간 서비스 제공도 함께 논의되었다.²⁾ 그러나 우리나라의 ‘지능형건축물 인증제도’ 및

1) 녹색건축물 조성 지원법 시행령, 대통령령 제31243호, 별표1

‘지능형건축물 인증심사기준’의 내용은 여전히 지능형건축물 초기 개념인 건축물의 관리와 제어에 집중되어 있다.

이에, 앞서 언급한 바와 같이 현재 국토부가 개편을 추진 중인 지능형건축물 인증제도에 스마트건축의 특성과 가치를 반영할 수 있는 지표를 개발하고 추가해야 한다. 여기서 ‘스마트건축인증’은 설계-시공-유지관리 단계별로 구분하여야 하고, 스마트건축물로 평가 범위를 한정하며 성능적 특성, 제품적 특성, 상품적 특성을 건축계획 지표로 변환하여 추가하여야 한다. 현재 운영되고 있는 지표는 대부분 건축물의 성능적 특성에 해당하는 지표로 스마트건축 지표로의 재편이 필요하다. 인증항목이 정해지면 평가(배점) 및 종합등급을 결정하고 등급에 따라 인센티브를 제공한다. 이러한 내용을 토대로 「건축법」의 지능형건축물 인증제도 규정을 스마트건축인증으로 개정하고 관련 규칙 및 기준 또한 연계하여 개선해야 한다.



[그림 5-2] 스마트건축 인증제도의 평가항목

출처: 연구진 작성

[표 5-6] 스마트건축 활성화 유도를 위한 인증·특례 제도 개편 및 모델 연계안

현행	개정(안)
<p>제65조의2(지능형건축물의 인증)</p> <p>① 국토교통부장관은 지능형건축물[Intelligent Building]의 건축을 활성화하기 위하여 지능형건축물 인증제도를 실시한다.</p> <p>② 국토교통부장관은 제1항에 따른 지능형건축물의 인증을 위하여 인증기관을 지정할 수 있다.</p> <p>③ 지능형건축물의 인증을 받으려는 자는 제2항에 따른 인증기관에 인증을 신청하여야 한다.</p> <p>④ 국토교통부장관은 건축물을 구성하는 설비 및 각종 기술을 최적으로 통합하여 건축물의 생산성과 설비 운영의 효율성을 극대화할 수 있도록 다음 각 호의 사항을 포함하여 지능형건축물 인증기준을 고시한다.</p>	<p>제65조의2(스마트건축물의 인증)</p> <p>① 국토교통부장관은 스마트건축을 활성화하기 위하여 스마트건축물 인증제도를 실시한다.</p> <p>② 국토교통부장관은 제1항에 따른 스마트건축물의 인증을 위하여 인증기관을 지정할 수 있다.</p> <p>③ 스마트건축물의 인증을 받으려는 자는 제2항에 따른 인증기관에 인증을 신청하여야 한다.</p> <p>④ 국토교통부장관은 건축물을 구성하는 설비 및 각종 기술을 최적으로 통합하여 건축물의 생산성과 설비 운영의 효율성을 극대화할 수 있도록 다음 각 호의 사항을 포함하여 스마트건축물 인증기준을 고시한다.</p>

2) Osama Omar(2018, pp.2905-2907)

현행	개정(안)
1. 인증기준 및 절차 2. 인증표시 홍보기준 3. 유효기간 4. 수수료 5. 인증 등급 및 심사기준 등 ⑤ 제2항과 제3항에 따른 인증기관의 지정 기준, 지정 절차 및 인증 신청 절차 등에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다. ⑥ 허가권자는 지능형건축물로 인증을 받은 건축물에 대하여 제42조에 따른 조경설치면적을 100분의 85까지 완화하여 적용할 수 있으며, 제56조 및 제 60조에 따른 용적률 및 건축물의 높이를 100분의 115의 범위에서 완화하여 적용할 수 있다.	1. 인증기준 및 절차 2. 인증표시 홍보기준 3. 유효기간 4. 수수료 5. 인증 등급 및 심사기준 등 ⑤ 제2항과 제3항에 따른 인증기관의 지정 기준, 지정 절차 및 인증 신청 절차 등에 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다. ⑥ 허가권자는 스마트건축물 로 인증을 받은 건축물에 대하여 제42조에 따른 조경설치면적을 100분의 85까지 완화하여 적용할 수 있으며, 제 56조 및 제60조에 따른 용적률 및 건축물의 높이를 100분의 115의 범위에서 완화하여 적용할 수 있다. (→인센티브 발굴 필요)

출처 : 건축법. 법률 제18341호. 제65조의2. 참고하여 연구진 작성

□ 스마트건축 전문 인력 확대를 위한 「건설기술 진흥법시행령」 개정

스마트건축의 핵심은 건축물 조성 및 이용 과정에서 스마트기술을 활용하고 이를 위해 다양한 분야의 전문가가 참여하는 것이라 할 수 있다. 따라서 현행 「건설기술 진흥법」 제 2조에 따른 건설기술 및 건설기술인의 정의에 스마트건축 기술 및 전문가가 포함 될 수 있도록 개정해야 한다.

먼저 스마트기술의 경우 법 제2조의2호 바목과 연계하여 스마트건축에 관한 기술이 반영될 수 있도록 시행령을 개정할 필요가 있다. 해당 시행령에는 앞서 제시한 「건축법」 제 2조 ‘스마트건축’ 정의를 활용하여 항목을 추가한다. 스마트 기술인력은 법 제2조제8호, 동법 시행령 제4조 규정에 따른 별표1에 스마트건축 기술인력이 포함되도록 건축 소프트웨어와 제조 전문분야를 추가한다.

[표 5-7] 스마트건축 관련 다분야 전문가 참여를 위한 제도 개선안

현행	개정(안)												
제2조(건설기술의 범위) 「건설기술 진흥법」(이하 “법”이라 한다) 제2조제2호바목에서 “대통령령으로 정하는 사항”이란 다음 각 호의 사항을 말한다. 1. 건설기술에 관한 타당성의 검토 2. 정보통신체계를 이용한 건설기술에 관한 정보의 처리 3. 건설공사의 견적	제2조(건설기술의 범위) 「건설기술 진흥법」(이하 “법”이라 한다) 제2조제2호바목에서 “대통령령으로 정하는 사항”이란 다음 각 호의 사항을 말한다. 1. 건설기술에 관한 타당성의 검토 2. 정보통신체계를 이용한 건설기술에 관한 정보의 처리 3. 건설공사의 견적 4. 「 건축법 」 제2조제1항8의3호에 따른 스마트건축 프로그램 유지관리 및 제품제조 (신설)												
제4조(건설기술인의 범위) 법 제2조제8호에서 “대통령령으로 정하는 사람”이란 별표 1에서 정하는 사람을 말한다.	제4조(건설기술인의 범위) 법 제2조제8호에서 “대통령령으로 정하는 사람”이란 별표 1에서 정하는 사람을 말한다.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>직무분야</th> <th>전문분야</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>가. 기계</td> <td>1) 공조냉동 및 설비 2) 건설기계 3) 용 접 4) 승강기 5) 일반기계</td> </tr> <tr> <td>나. 전기·전자</td> <td>1) 철도신호 2) 건축전기설비 3) 산업계측제어</td> </tr> </tbody> </table>	직무분야	전문분야	가. 기계	1) 공조냉동 및 설비 2) 건설기계 3) 용 접 4) 승강기 5) 일반기계	나. 전기·전자	1) 철도신호 2) 건축전기설비 3) 산업계측제어	<table border="1"> <thead> <tr> <th>직무분야</th> <th>전문분야</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>가. 기계</td> <td>1) 공조냉동 및 설비 2) 건설기계 3) 용 접 4) 승강기 5) 일반기계</td> </tr> <tr> <td>나. 전기·전자</td> <td>1) 철도신호 2) 건축전기설비 3) 산업계측제어</td> </tr> </tbody> </table>	직무분야	전문분야	가. 기계	1) 공조냉동 및 설비 2) 건설기계 3) 용 접 4) 승강기 5) 일반기계	나. 전기·전자	1) 철도신호 2) 건축전기설비 3) 산업계측제어
직무분야	전문분야												
가. 기계	1) 공조냉동 및 설비 2) 건설기계 3) 용 접 4) 승강기 5) 일반기계												
나. 전기·전자	1) 철도신호 2) 건축전기설비 3) 산업계측제어												
직무분야	전문분야												
가. 기계	1) 공조냉동 및 설비 2) 건설기계 3) 용 접 4) 승강기 5) 일반기계												
나. 전기·전자	1) 철도신호 2) 건축전기설비 3) 산업계측제어												

직무분야	전문분야	직무분야	전문분야
다. 토목	1) 토질·지질 2) 토목구조 3) 항만 및 해안 4) 도로 및 공항 5) 철도·삭도 6) 수자원개발 7) 상하수도 8) 농어업토목 9) 토목 시공10) 토목품질관리 11) 측량 및 지형공간정보 12) 지적	다. 토목	1) 토질·지질 2) 토목구조 3) 항만 및 해안 4) 도로 및 공항 5) 철도·삭도 6) 수자원개발 7) 상하수도 8) 농어업토목 9) 토목 시공10) 토목품질관리 11) 측량 및 지형공간정보 12) 지적
라. 건축	1) 건축구조 2) 건축기계설비 3) 건축시공 4) 실내건축 5) 건축품 질관리 6) 건축계획·설계	라. 건축	1) 건축구조 2) 건축기계설비 3) 건축시공 4) 실내건축 5) 건축품 질관리 6) 건축계획·설계 7) 건축소프트웨어 8) 건축제조
마. 광업	1) 화학류관리 2) 광산보안	마. 광업	1) 화학류관리 2) 광산보안
바. 도시·교통	1) 도시계획 2) 교통	바. 도시·교통	1) 도시계획 2) 교통
사. 조경	1) 조경계획 2) 조경시공관리	사. 조경	1) 조경계획 2) 조경시공관리
아. 안전관리	1) 건설안전 2) 소방3) 가스 4) 비파괴검사	아. 안전관리	1) 건설안전 2) 소방3) 가스 4) 비파괴검사
자. 환경	1) 대기관리 2) 수질관리 3) 소음진동 4) 폐기물처리 5) 자연환경 6) 토양환경 7) 해양	자. 환경	1) 대기관리 2) 수질관리 3) 소음진동 4) 폐기물처리 5) 자연환경 6) 토양환경 7) 해양
차. 건설지원	1) 건설금융·재무 2) 건설기획3) 건설마케팅 4) 건설정보처리	차. 건설지원	1) 건설금융·재무 2) 건설기획3) 건설마케팅 4) 건설정보처리

출처 : 건설기술 진흥법 시행령, 대통령령 제32063호, 제2조, 제4조, 참고하여 연구진 작성

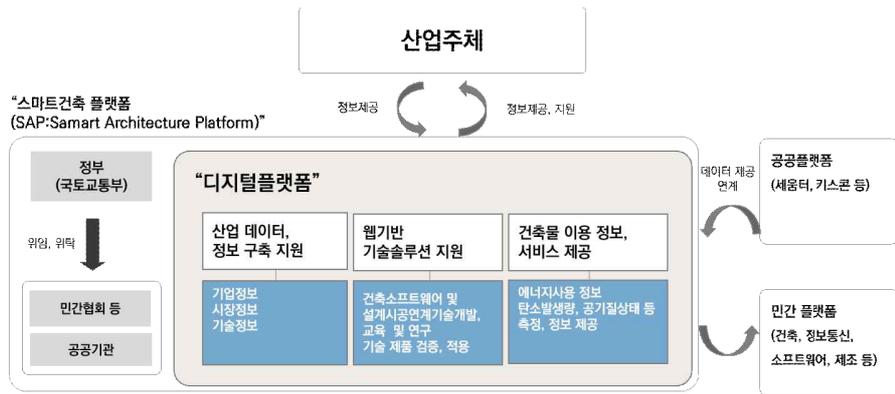
2. 스마트건축 관련 정책사업 발굴 및 지원

1) 스마트건축 플랫폼(SAP: Smart Architecture Platform) 구축 및 운영

□ 정부주도의 민관 협력 플랫폼 구축·운영

플랫폼은 스마트건축 산업화 모델의 핵심 사항으로 관련 데이터 및 정보의 생산, 구축, 관리·운영이 중요하다. 따라서 앞서 언급한 바와 같이 스마트건축 플랫폼은 안정적인 건축산업 정보구축과 새로운 정보의 생산·활용에 있어 사회적 책임과 역할을 담보할 수 있는 공공기관을 중심으로 구축되어야 하고, 더불어 민간의 협력이 뒤따라야 한다. 또한 데이터 및 생산·가공된 정보는 별도의 디지털플랫폼을 통해 수집·관리하며 기 운영 중인 공공 및 민간의 웹기반 정보구축 플랫폼과 연계함으로써 시너지 효과를 기대할 수 있다.

여기서 플랫폼의 구축·운영을 위한 공공기관이란 「건축법」, 「건축서비스산업진흥법」, 「건설기술 진흥법」, 「건설산업기본법」 등 건축물 조성 및 산업 관련 대표 법령과 기본계획을 소관하는 국토교통부를 의미한다. 산업환경 및 기술의 변화, 산업계의 다양한 요구 등에 빠르게 대응할 수 있도록 공공의 전문기관(공기업, 정책연구기관 등) 또는 민간의 전문가협회(건설협회, 건축사협회 등)가 협력기관으로 참여하여 실질적인 플랫폼 운영을 전담하도록 하고, 이를 위한 제도적 장치를 마련해야 한다.



[그림 5-3] 스마트건축 플랫폼
출처: 연구진 작성

스마트건축 플랫폼에는 웹기반 디지털 플랫폼을 설치하고 공공의 데이터플랫폼 및 민간의 산업플랫폼과도 연동시켜야 한다. 특히 국토교통부 소관 건축행정정보시스템(세움터), 건설업행정정보시스템(키스콘KISCON)은 방대한 건축물 및 산업 정보를 구축하고 있어 시장여건 분석과 새로운 정보를 지속적으로 생산하기에 유리하다. 더불어 ICT 회사, 랜드북 등의 소프트웨어 기술을 활용한 산업플랫폼, 스마트팩토리화 같은 제조업 플랫폼 등 다양한 민간의 산업플랫폼을 연계하여 기술 솔루션의 개발과 활용, 교류가 일어날 수 있는 기반을 마련해야 한다.

대지	대지위치, 면적, 건폐율, 용적률	
건축물	건축물 명, 건축물 수, 부속건축물, 용도, 연면적, 구조형태, 지붕, 높이, 층수	1. 법 제9조제1항의 규정에 의한 건설업의 등록 2. 법 제9조제4항의 규정에 의한 등록기준에 관한 사항의 신고수리
주역	가구수, 세대수, 호수, 전유 및 공용면적	3. 법 제9조의2제2항의 규정에 의한 기재사항의 변경
설비	승강기수	4. 법 제17조의 규정에 의한 건설업의 양도 합병 상속의 신고수리
성능	에너지효율등급, 친환경 건축물 인증점수 및 등급, 지능형 건축물 인증점수 및 등급	5. 법 제81조 내지 제83조의 규정에 의한 시정명령·시정지시·영양정지·과징금부과·등목말소
기타	허가 및 적공일자, 에너지사용정보	6. 법 제101조의 규정에 의한 과태료부과

[그림 5-4] 세움터 정보의 주요내용
출처: 김은희 외(2019, p.125)

[그림 5-5] 키스콘(건설행정종합시스템) 구성도
출처: KISCON. 건설업행정정보(http://www.kiscon.net/cis/cis_info.asp)

특히 최근 코로나19 이후 디지털정보 수요 급증으로 ‘디지털정부 혁신’이 본격 가동되고 있다. 민간과 공공의 공개 가능한 정보시스템을 통합 또는 클라우드로 전환함으로써 산발적으로 생성되는 다양한 정보를 체계적으로 활용할 수 있는 디지털 환경이 구축될 전망으로, 향후 스마트건축의 가용 정보는 보다 확대될 가능성을 가지고 있다.

확인하였다. 그 결과를 소비자에게 제공함으로써 기업의 시공능력 및 주택성능에 대한 신뢰도를 높여 사업수주 증가의 효과를 보았다.³⁾

현재 건축물 이용 데이터는 ‘건축데이터민간개방시스템’⁴⁾을 통해 세움터와 국가건물에 너지 통합관리시스템, 국가공간정보시스템 자료를 추출 및 정제하여 대국민 서비스를 제공하고 있으나 활성화되지 못하고 있다. 또한 단순히 건축물 전반에 대한 서비스를 목표로 설정함으로써 제공하는 서비스의 방향성도 모호하다. 스마트건축의 이용정보 데이터는 스마트건축 목표에 부합하는 성능 모니터링과 일관성 있는 데이터 수집, 관리 체계를 필요로 하며 앞서 제시한 다양한 개방형 플랫폼과 연계를 통해 효율적 정보생산 및 활용이 가능할 것으로 예측된다.



3) 강태웅. (2021). 건축을 스마트하게, 스마트건축 세미나 발제자료, 건축공간연구원, p. 23.

4) 건축데이터 민간개방 시스템 홈페이지(<https://open.eais.go.kr/>)



[그림 5-9] 공업주택의 성능 모니터링 및 성과 분석

출처: 강태웅. (2021). 건축을 스마트하게, 스마트건축 세미나 발제자료, 건축공간연구원, p. 23.

과제	실천전략	세부과제
스마트건축 플랫폼 구축 및 운영	1. 정부주도 민간협력 스마트건축 플랫폼 구축	1) 국토교통부 주도 스마트건축 플랫폼 구축·운영 2) 민·관 협력기관의 스마트건축 플랫폼 운영 및 관리 실행
	2. 건축산업 정보 플랫폼 연계	1) 세움터, 키스콘의 건축물 및 산업행정 데이터 연계 활용 2) 민간의 건축 및 연관 산업 플랫폼 연계 활용
	3. 건축물 유지관리 데이터 구축 및 서비스 제공	1) 스마트건축 건축물 모니터링 및 데이터 구축 2) 건축물 이용정보 가공 및 소비자 서비스 제공

[그림 5-10] 스마트건축 플랫폼 구축 및 운영을 위한 세부과제

출처: 연구진 작성

2) 스마트건축 사업 모델 발굴 및 시범사업 추진

건축정책기본계획, 건축서비스산업진흥기본계획, 건설산업진흥기본계획 등 스마트건축 산업화를 위한 정책추진의지에도 불구하고 아직까지는 그 내용이 인증제도 개편, 심의 규정 개정 추진 수준에 머물러 있다. 산업환경 변화에 대응하는 새로운 방법론으로써 스마트건축에 대한 인식개선과 정책적 접근은 미흡한 실정이다. 또한 스마트건축 도입 및 추진을 위한 비용부담, 접근 가능한 디지털 데이터 부족 등을 이유로 민간시장에서의 자발적 활성화는 어려울 것으로 예상된다. 따라서 타 산업분야의 스마트화 전략 사례처럼, 공공차원의 사업모델 개발과 운영이 선제적으로 추진되어야 한다. 더불어 스마트건축 산업화 모델의 우선 적용 대상인 산업시설, 교육 및 복지시설, 주거시설을 비롯해 타 분야 스마트 산업화 모델 건축사업과의 연계 방안도 모색해 볼 수 있다.

□ 공공발주 스마트건축 사업 발굴

- 스마트 그린리모델링 사업 추진

최근 기후환경 문제의 대두로 국가 주요 정책으로 탄소저감 전략과제들이 제시되고 있다. 에너지소비량 및 탄소발생량이 높은 건축물의 경우 관련 정책의 직접적인 대상이 되고 있으며, 이에 따른 국토교통부의 그린리모델링 지원사업 예산증가도 뚜렷하다⁵⁾. 관련하여 건축부문 최상위 정책계획인 제3차 건축정책기본계획은 세부과제로 ‘건축물 에너지성능 향상 및 운영관리 강화’를 설정하고 2023년까지 500㎡ 이상 공공건축물의 제로에너지 건축기준 의무적용을 유도하고 있다.⁶⁾

[표 5-8] 2021년 국토교통부 ‘지역 및 도시’ 부문 예산 (단위: 억 원)

2021년 ‘지역 및 도시 부문’ 예산	23,387	비 고
2. 도시정책	13,986	
1) 도시개발	360	
2) 도시경관 및 건축문화	76	
건축정책 종합연구	3	
건축문화진흥	72	건축진흥, 건축자산
도시건축박물관 운영	1	
3) 건축서비스산업 지원(건축안전)	108	건축안전(57억)

5) 국토교통부(2021, 8월 30일 보도자료, p.4)

6) 국토교통부(2021c, pp.43-44)

2021년 '지역 및 도시 부문' 예산	23,387	비 고
4) 용산공원조성사업지원	91	
5) 스마트시티 지원	1,957	
6) 국가건축정책위원회	14	
7) 기반시설부담금 운영	6	
8) 녹색건축물보급활성화지원	2,448	
건축물온실가스및에너지절감사업활성화	16	
제로에너지건축신산업육성	46	
공공건축물 그린리모델링	2,276	그린리모델링
그린리모델링활성화	110	그린리모델링
9) 도시재생	8,363	
10) 도시활력증진지역개발	817	
11) 수소도시기반 구축	245	
12) 토지이용	2	

출처: 김은희 외(2021, p.152)

또한 녹색건축물 조성 지원법 2013년부터 국토교통부가 추진하고 있는 그린리모델링 사업은⁷⁾, 공공부문의 경우 그린뉴딜사업과 연계하여 노후 공공임대주택⁸⁾과 공공건축물의 그린 리모델링 활성화를 모색하고 있다. 사업 내용으로는 에너지 성능향상, 실내공기질 향상, 효율개선 및 생활 환경개선을 위한 그린리모델링 사업비 지원 등이 있다.⁹⁾

1. 2021년 공공건축물 그린리모델링 지원사업 개요

- (사업목적) 노후 공공건축물의 에너지 성능향상에 따른 온실가스 저감 및 생활환경 개선을 통해 모범사례를 창출하고 민간부분 확산 도모
- (추진근거) 「녹색건축물 조성 지원법」 제27조
- (사업시행자) 한국토지주택공사(그린리모델링센터)
- (지원내용) 노후 공공건축물의 에너지성능향상 및 생활환경개선을 위한 사업비용 지원
- (사업규모) 총 2,276억(국비지원)

[그림 5-11] 공공건축물 그린리모델링 지원사업 개요

출처: 그린리모델링창조센터. 공공건축물-개요(<https://www.greenremodeling.or.kr/business/bus1000.asp>)

에너지효율 및 탄소저감이 목표인 그린리모델링 사업은 경제성과 기능성 확보가 관건이고 더불어 리모델링 사업 특성¹⁰⁾ 상 공기 단축과 안전성 확보도 중요하다. 이에 공장

7) 국토해양부(2013, 3월 15일 보도자료. p.1)

8) 국토교통부(2020, 12월 14일 보도자료. p.1)

9) 국토교통부(2021c, p.2)

10) 리모델링은 기존건축물의 노후화 및 성능개선을 위한 건축행위로 건축물 현황조사·분석, 구조안전진단 등 사전 작업이 필요하고, 특히 재실리모델링의 경우 건물 이용자의 안전을 확보해야 하는 등 설계·시공 및 관리가 상대적으로 어려움

제조기반 스마트건축은 그린리모델링 목적에 가장 부합하는 건축 대안이 될 수 있다. 특히 노후한 공공임대주택과 병원, 학교 등에 시범적용, 모니터링함으로써 향후 확대증가 될 리모델링 건축시장의 새로운 사업모델을 제안할 수 있을 것이다.

- 소규모 스마트건축 설계공모 사업 추진확대

현재 국토교통부와 LH는 건축정책 선도 및 실현을 목표로 2020년부터 '미래건축 특별 설계공모'를 추진하고 있다. 해당 공모사업은 규제 완화 구역인 특별건축 구역을 대상으로 미래 주거에 대한 참신한 아이디어를 발굴, 실현이 가능한 설계공모다. 공모의 목적을 '4차 산업혁명 시대 변화와 스마트건축 정책에 대응하는 미래건축 아이디어 창출과 실증을 위한 융복합형 특별설계공모'¹¹⁾로 설정하고, 다양한 분야의 업체 컨소시엄을 전제하고 있어¹²⁾ 스마트건축 목적 및 방법과도 부합한다.

2020년 1차 공모에서는 '스마트건축 주거단지 실현 및 스마트도시로의 연계·확장'을 주제로 개최되었고 당선작 '스마트 위빙 시티'는 지속가능, 효율적 관리, 공간 적응성, 응답형 건축, 스마트기술 등을 핵심 개념으로 한 주거단지를 제안해 호평을 받았다. 또한 당선 업체는 대상 단지에 대한 설계권이 주어져 아이디어 실현이 가능하고, LH는 당선작의 설계의도 및 계획 구상을 바탕으로 국내 최초 스마트건축 신혼희망타운 조성의 의지를 보였다.¹³⁾ 이어 2021년에도 '새로운 라이프스타일을 담은 미래 생활공간 플랫폼'이라는 주제로 시행되었다.¹⁴⁾

이러한 공모사업은 지속적으로 공공건축사업을 발주하는 공기업과 지방자치단체 등을 통해 실행 가능하다. 특히 「건축서비스산업진흥법」 제 21조에 근거, 설계비 1억 원 이상 공공건축물의 설계공모 활성화 정책에 따라 소규모 공공건축물 설계공모 건수 증가¹⁵⁾하고 있고, 10인 미만의 소규모 업체가 대다수인 우리나라 건축시장 구조를 고려할 때 산업 활성화 측면에서 그 효과를 기대할 수 있다. 미래건축 특별공모전 또한 100인 이상 업체 참여를 제한한다는 점에서 방향성은 동일하다.

11) 국토교통부 외(2020, p.1)

12) 한국토지주택공사(2020, 8월 23일 보도자료)

13) 한국토지주택공사(2020, 8월 23일 보도자료)

14) 한국토지주택공사(2021, <https://www.lh.or.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=122&mPid=120&bsSeq=33&nttSeq=2700>)

15) 법에 따른 설계공모대상은 공공건축지원센터의 사업계획사전검토를 받아야 하는데, 2019년 1월 법 개정으로 기존 2억 원 이상 대상이 1억 원 이상으로 확대됨에 따라 2018년 224건이 2019년 469건으로 약 2배 증가하였고, 2020년에는 1,195건으로 2018년 대비 약 6배가 증가함 / 출처: 국가공공건축지원센터(2020, p.44)

1.1. 공모 명칭

제1회 미래건축 특별설계공모전

1.2. 공모 목적

미래건축 특별설계공모전(제1회 공모테마 : 스마트건축)은 4차 산업혁명 시대 변화와 스마트 건축 정책에 대응하는 미래건축 아이디어 창출과 실증을 위한 융복합형 특별설계공모이다.

공모 주안점 = 즉시 적용가능한 아이디어 + 중장기 스마트건축 아이디어



1.7. 참가자격

- 특별공모전의 우수업체 등 다양한 참여유도와 융복합 컨소시엄 활성화를 위하여 LH가 발주한 기존 공동주택 현상설계 및 건축물 현상설계용역의 연간 당선건수에서 제외한다.
- 본 공모는 대한민국 건축사법 제23조의 규정에 의한 건축사사무소 등록업체(대표자)와 스마트건축 분야 전문컨소시엄을 반드시 포함한 융복합 컨소시엄에 한해 응모할 수 있다. 단, 국토교통부장관에게 신고한 외국건축사 면허취득자는 컨소시엄에 포함될 수 있다. (외국 건축사 면허 취득자가 컨소시엄에 포함될 경우 대표 건축사는 국내 건축사로 한정한다)
- 스마트건축 분야 전문컨소시엄은 개인자격의 참여는 불가하며 스마트건축, 지능정보기술과 관련된 국내의 업체(예: 가전·전자회사, 정보통신 또는 정보관리 회사, 건설사 등), 대학 및 대학원, 연구기관, 공공기관, 법인 및 단체 등으로서 최대 2개까지 참여할 수 있다.
- 건축사사무소 공동응모는 총 2인(개인 또는 법인)까지 가능하며 공동참가자 중 1인을 대표자로 지정해야 한다.
- 공동응모시 대한건축사협회 등록 기술자수 100인 이상인 업체는 상호 컨소시엄을 구성할 수 없다.

[그림 5-12] 미래건축 특별설계공모 개요

출처: 국토교통부 외(2020, pp.1-2)

□ 타 분야 스마트 산업화 모델 연계 협력

- 스마트팩토리, 스마트팜, 스마트하우징, 스마트도시 등 타 분야 산업시설 스마트건축 사업모델 연계 개발 및 법제도 실증

타 분야 스마트 산업화 모델로 제시한 스마트팩토리, 스마트팜, 스마트도시와 최근 국토부가 R&D로 추진 중인 스마트하우징, 그리고 통신산업의 일환이라 할 수 있는 스마트오피스는 각 분야 사업 목적의 차이는 있으나 모두 실행 수단에 건축물을 포함하고 있다는 점에서 건축산업과 상관성이 크다. 스마트팩토리는 ‘공장’, 스마트팜은 ‘동물 및 식물 관련시설’, 스마트하우징은 ‘공동주택’, 스마트오피스는 ‘업무시설’로 모두 「건축법」에 따른 건축물의 종류이며 건축설계 및 공사, 유지관리 기준을 적용 받아야 한다.

또한 해당 시설은 모두 앞서 제시한 스마트건축 용어 정의, 건축기준, 인증제도, 산업활동 등에 관한 법규정 적용대상이 되며, 따라서 타 분야 사업과 스마트건축 사업모델 연계는 필수적이며 건축 기준 검증을 위한 시범사업으로 활용하기에 유리하다. 특히 소관 부처의 정책 목적에 따라 확대 생산될 가능성이 높아 「건축법」상의 계획기준 적절성 검토 및 선제적 관리 방안의 모색이 필요하다. 스마트팩토리의 경우 최근 도심형 모델 건축까지 구상·추진 중에 있으나 현재 스마트건축 기준이 부재한 상황으로 건축의 적절성 등 사전 점검, 피드백이 요구되며, 이에 따라 상호 협력을 통한 사업모델로 개발가능하다.



[그림 5-13] 현대자동차 스마트 팩토리 추진과제(좌) 및 테스트베드 센터(우)

출처: 현대모터그룹, Convergence-Smart factory(<https://tech.hyundaimotorgroup.com/kr/convergence/smart-factory/>)

과제	실천전략	세부과제
스마트건축 사업모델 발굴 및 시범사업 추진	1. 공공발주 스마트건축 사업 발굴	1) 스마트 그린리모델링 사업 추진 2) 소규모 스마트건축 설계공모 사업 추진확대
	2. 타 분야 스마트 산업화 모델 연계 협력	1) 스마트팩토리, 스마트팜, 스마트하우징, 스마트도시 등 타산업 시설 스마트건축 사업모델 연계개발 및 법제도 실증

[그림 5-14] 스마트건축 사업모델 발굴 및 시범사업 추진

출처: 연구진 작성

제6장 결론

- 1. 정책제언
 - 2. 향후 과제
-

1. 정책제언

본 연구는 스마트기술 기반의 국내외 산업 생산·관리 패러다임 변화에 대응하고 노동집약적이며, 환경 부하가 큰 기존 건축산업의 생산방식 개선, 건축물 성능과 서비스제고를 위한 ‘스마트건축 산업화 모델’ 과 제도 확충 방안 마련을 목적으로 추진되었다. 이를 위해 국내외 산업환경 변화와 건축산업 이슈, 국내 건축산업 현황 및 문제점을 분석하고 당면과제를 도출하였으며 선행 유사 정책사업의 시사점을 참고하여 스마트건축 개념을 설정하였다. 더불어 스마트건축에 관한 산업적 요구사항과 타 분야 스마트 산업화 모델 사례의 시사점을 토대로 ‘스마트건축 산업화 모델’을 제시하였고 이의 실행을 위한 제도 확충방안을 제안하였다. 주요 연구결과 및 정책제언은 다음과 같다.

① 건축산업의 당면 과제 및 스마트건축 산업화 모델

□ 국내외 산업환경 변화 및 건축산업의 당면과제

국내의 주요 산업전망 보고서를 참고하면, 1990년대 들어 국내·외적으로 지식기반경제에 대한 논의가 급부상하면서 새로운 기술력 확보의 중요성에 대한 공감대가 형성되었다. 2000년대 들어서는 글로벌 가치사슬 재편에 대한 논의가 전개되었으며 디지털 기술의 개발 및 적용을 위한 혁신정책이 추진되고 있다. 근래의 산업정책은 기존산업의현대화나 신산업 육성에 초점을 두고 있으며 제조업, 서비스 섹터, 이업종 간 명확한 경계가 없다는 점도 특징이다.

한편, 건축산업은 설계 및 시공의 효율성 제고를 위한 생산관리 방식의 변화가 가시화되고 있다. 디지털경제, 디지털자본의 부상으로 산업 패러다임 변화가 가속화되고 있는 가운데 건축산업의 생산방식도 혁신을 요구받고 있다. 디지털 데이터 기반의 대상지 분석 프로그램, BIM과 디지털트윈, 3D프린팅 등을 활용함으로써 인력과 현장 중심의 설계·시공에서 벗어나 표준화, 모듈화, 제품화가 가능하고 전 방위 산업연계성을 높일 수 있는 생산방식 전환의 필요성이 대두되고 있다.

통계청 자료¹⁾에 의하면 우리나라 전체 경제 활동에서 건축산업이 차지하는 비중은 매우 높고 그 중요성은 지속해서 커지고 있다. 사업체수와 종사자수가 지난 4년간 지속해서 증가하였으며 매출도 늘어나는 등 산업규모가 커지고 있다. 건축물 허가 및 착공 등 건축 시장의 거래도 일정 수준을 지속하고 있으며 고용과 부가가치도 타 산업 대비 높은 수준을 유지하고 있다.

그러나 동시에 건축산업의 생산성은 낮다. 2020년 기준, 제조업의 노동생산성이 112.7인 것에 비해 건설은 104.0, 건축서비스는 89.8에 그쳤는데, 이는 건축산업이 여전히 노동력에 의존하는 비중이 크다는 점을 의미한다. 생산성과 더불어 설계 및 공사 과정에 의사결정 시스템의 객관성이 부족하고 그에 따른 설계변경과 공사기간 지연, 분쟁도 많이 발생한다.

이러한 내용을 근거할 때, 건축산업이 당면한 과제는 크게 네 가지로 정리될 수 있다. 첫째, 보다 효율적 생산방식으로서 스마트건축과 그 기초 자원으로서 디지털 정보의 수집·활용 방안이 요구된다. 둘째, 다분야 산업 융합을 촉진하고 건축물 생산수준과 서비스 수준을 제고해야 한다. 셋째, 디지털 기반의 혁신적 산업환경 구축을 위해 새로운 사업 모델을 발굴하고 전문인력을 양성해야 한다.²⁾ 마지막으로 새로운 산업의 시장 확대를 위한 정부의 적극적인 연구개발, 기업육성 등 지원 확대가 필요하다.

□ 스마트건축의 개념

국내 뿐 아니라 해외 주요국에서도 활발히 추진되고 있는 스마트오피스, 스마트팩토리, 스마트팜은 정부의 4차 산업혁명과 미래의 새로운 성장동력 확보라는 목표를 토대로 구체적인 정책 로드맵을 수립하고 기술개발 및 기업육성·지원 프로그램을 시행하고 있다.

1) 경제총조사, 전국사업체조사, 서비스업 조사

2) European Union(2018, p.121)

이들 사례는 공통적으로 스마트기술 도입을 통해 산업 생산성 향상을 지향하며 더불어 이용자 삶의 질 향상, 지속가능한 환경을 주요 가치로 설정하고 있다.

건축산업 종사자들을 대상으로 실시한 스마트건축 인식조사에 따르면, 건축물의 생산 및 유지관리 과정의 업무효율성 제고를 위해 스마트건축 도입 및 확산이 반드시 필요하다고 인식한 반면, 자발적 투자와 지원이 미흡한 이유로 시스템 구축과 인력양성에 투입되는 비용 부담이 있었고 이에 정부의 제도적, 정책적 지원 요구를 강조하였다. 국내 스마트건축의 성장 가능성에 대해서는 전체 응답자의 다수(약 60%)가 성장 가능성이 높은 것으로 인식하고 있으며, 특히 건축물 유지관리 분야 성장 가능성을 매우 높게 평가하고 있다.

향후 확장 가능성이 높은 스마트건축 시장으로 산업시설, 교육 및 복지시설, 주거·업무 시설을 들였고, 스마트건축의 핵심기술로는 BIM과 빅데이터, 인공지능, 빅데이터 등인 것으로 파악된다. 또한 스마트건축의 중요한 가치로는 좋은 품질의 서비스 제공과 업무 효율성 향상, 건축물 품질향상, 생산성 향상 및 생산량 증대, 유지관리 비용절감 등인 것으로 나타났다.

앞서 살펴본 건축산업의 당면 과제와 스마트개념 적용 사업사례, 스마트건축 인식 조사 분석 결과를 참고하여 “스마트건축”의 개념을 정의하였다. 본 연구에서는 스마트건축을 ‘ICT와 디지털 정보 기반의 스마트기술, 제조기술을 결합하여 효율적이고 경제적으로 건축물을 기획·설계·시공 및 유지관리하는 것’으로 정의하였다. 이러한 스마트건축은 몇 가지 의미를 내포한다.

먼저, 스마트건축은 건축물의 조성 즉 생산 및 유통과 이용이라는 전 단계에 걸친 산업 활동으로서 ‘건축’ 행위라는 점이고 기존 건축산업의 물리적 환경에, ICT기반의 스마트 기술과 협력네트워크가 필요하다. 또한 건축물의 자동 데이터 분석이 가능한 디지털공간과 물리적 환경이 연동되어야 하며, 마지막으로 스마트기술과 연계한 공장 제작·제조를 적극 활용함으로써 생산효율과 경제적 환경적 가치를 높일 수 있어야 한다. 마지막으로 스마트기술이 건축물과 융복합연결되어 건축물 품질과 사용자 서비스, 도시 공간 수준도 제고해야 한다.

□ 스마트건축 산업화 모델

- 스마트건축 산업화 모델 구성요소 및 구축 방향

스마트팩토리, 스마트팜, 스마트도시, 스마트모바일 등 타 분야의 산업화 모델은 공공의

‘제도적 지원’과 실제 산업활동 거점인 ‘플랫폼’으로 구성된다. 이들 모델이 시사하는 바는 스마트화의 대상이 생산과정뿐 아니라 관련 서비스를 포함한다는 점과, 정책적으로 전후방산업을 병행하여 육성·지원함으로써 자생적 스마트산업 생태계를 유도한다는 점이다. 또한 대·중소기업간 협력 네트워크로 기업 혁신을 도모하고 개방형 플랫폼을 구축하여 산업 빅데이터를 활용한 제품과 서비스 개발을 활성화하며 제도적 장치로 산업활동을 뒷받침한다는 점이다.

본 연구의 ‘스마트건축 산업화’ 모델이란 ‘스마트건축 산업 활성화’를 위한 모델로서 직접적으로는 스마트건축 시장 활성화를 위한 방안을 의미하기도 하며 산업주체와 기술 서비스, 제도에 관한 전략이라 할 수 있다. 이러한 측면에서 스마트건축 산업화 모델의 구성요소는 ‘산업주체’, ‘기술 및 서비스’, ‘제도’이며 앞서 살펴본 내용을 토대로 스마트건축 산업화 모델의 구축방향은 크게 네 가지로 제시할 수 있다.

첫째, 스마트건축 산업 활성화가 필요한 대상과 수준을 결정해야 한다. 둘째, 건축설계 및 시공, 유지관리 단계별 스마트기술을 개발하고 활용할 수 있는 전문 기업의 참여와 다양한 산업 관계자들이 융합·협업할 수 있는 산업생태계를 형성해야 한다. 셋째, 스마트기술의 적극 활용을 위해서는 체계적인 데이터 구축 및 관리, 개발을 전담할 책임 있는 조직을 구성해야 한다. 마지막으로, 스마트건축 산업 활성화를 견인할 정책적·제도적 기반을 마련하고 공공과 민간의 지원이 뒷받침되어야 한다.

- 스마트건축 산업화 모델

사업발주자는 다양한 산업주체의 협업이 가능한 스마트건축 사업을 기획·발주한다. 산업시설과 주거시설, 교육복지시설 건축사업에 우선 적용할 수 있다. 사업 실행은 기존 건축산업(설계, 시공)을 중심으로 소프트웨어업, 제조업과 컨소시엄을 이룬다. 또한 스마트건축 사업은 BIM, 디지털트윈을 통한 가상모델을 구현하고 공장생산과 현장시공을 결합한다.

기술서비스는 스마트건축 플랫폼을 통해 구현되며 산업정보구축, 웹기반 기술솔루션 지원, 건축물 이용정보 및 서비스제공 기능을 한다. 또한 건축물 이용과정의 에너지사용, 탄소발생, 공기질 등에 관한 상태 데이터를 측정·구축하며 여기서 생성·가공된 정보는 건축물 사용자에게 다시 서비스된다. 스마트건축 플랫폼은 웹기반 디지털플랫폼과 이의 안정적·지속적 유지관리가 가능한 조직이며 정부 또는 유관기관 위임위탁을 통해 운영한다.

제도는 법제도와 정책으로 구분할 수 있다. 법제도는 건축기준과 산업기준을 규정하는 것으로, 「건축법」 등을 통한 건축물 설계, 시공, 유지관리에 요구되는 법규정이다. 산업 기준은 「건축서비스산업진흥법」, 「건설기술 진흥법」, 「건설산업기본법」의 건축서비스 및 건설에 관한 법규정이 해당된다. 정책은 중앙 및 지방 정부가 수립·시행하는 기술개발 R&D, 시범사업, 기업육성, 인력양성에 관한 직·간접 지원 등이며 시범사업과 법령 확충을 통해 단계별로 추진한다.

② 스마트건축 산업화 모델 실행을 위한 정책 제언

□ 스마트건축 관련 법제도 개선

(‘스마트건축’ 개념 정의를 위한 「건축법」 제2조 개정) 스마트건축 개념은 건축물 조성 기준을 다루는 「건축법」에 규정함으로써 계획 및 산업활동의 안정적 근거를 확보해야 한다. 특히 초기단계 스마트건축 시장정착을 위해서는 사회적 관심과 동의가 필요하다. 이에 건축행위를 규정하고 있는 「건축법」 제2조정의 조항을 통해 명확한 개념과 방법을 설명하고 일반화시켜야 한다. 현재 법제2조제1항8호와 연계하여 ‘8의3. 스마트건축’을 신설하고 본 연구에서 제시한 개념 정의를 추가한다.

(‘스마트건축에 의한 건축물의 특례’ 적용을 위한 「건축법」 제6조의2 개정) 스마트건축으로 건축물의 안전이 위협받지 않도록 「건축법」과 하위 법령의 구조 및 화재, 피난 안전에 관한 건축기준도 추가 되어야 한다. 향후 스마트건축은 스마트기술의 개발·발전예 따라 기존의 형태를 따르지 않거나 특수한 재료를 사용 사례가 점차 늘어날 것으로 예상되는 바, 현행 「건축법」 제6조의2(특수구조 건축물의 특례) 규정을 개정하거나 제6조의3(스마트건축 건축물의 특례)를 신설한다.

(‘스마트건축 인증제도’ 도입을 위한 「건축법」 제65조의2 개정) 국토교통부가 ‘스마트건축물 인증제도’ 개편을 추진 중인 기존 ‘지능형건축물 인증제도’에 스마트건축의 특성과 가치를 반영할 수 있는 평가체계 고도화가 필요하다. 여기서 스마트건축 인증은 설계-시공-유지관리 단계별로 구분하여야 하고 ‘건축물’로 대상을 구체화하며 성능, 제품, 상품적 특성을 평가내용으로 변환하여 추가해야한다. 평가항목이 정해지면 등급과 등급별 인센티브 제공기준을 마련해야한다. 관련하여 「건축법」 제65조의2, 규칙 및 기준도 개편해야 한다.

□ 스마트건축 관련 정책 사업 발굴 및 지원

- 정부주도의 민관 협력 플랫폼(SAP: Smart Architecture Platform) 구축 운영

스마트건축 플랫폼은 안정적인 건축산업 정보구축과 새로운 정보의 생산·활용에 있어 사회적 책임과 역할을 담보할 수 있는 공공기관을 중심으로 구축되어야 하고 민간의 협력이 뒤따라야 한다. 또한 구축데이터 및 가공된 정보는 별도의 디지털플랫폼을 통해 관리하며, 기 운영 중인 공공과 민간의 웹기반 정보구축 플랫폼과 연계해야 한다. 특히 국토교통부 소관 건축행정정보시스템(세움터), 건설업행정정보시스템(키스콘KISCON)의 방대한 건축물, 산업 정보를 적극 활용한다. 또한 해당 플랫폼을 통해 산업주체 뿐 아니라 일반 국민과 피드백 할 수 있는 정보 서비스 및 재생산 시스템도 갖추어야 한다.

- 공공발주 스마트건축 사업 연계 발굴 및 확대

(스마트 그린리모델링 사업 추진) 에너지효율 및 탄소저감이 목표인 그린리모델링사업은 경제성과 기능성 확보가 관건이며 리모델링 사업특수성에 따른 공기 단축과 안전성 확보도 중요하다. 이에 공장 제조를 적극 도입한 스마트건축은 그린리모델링 목적에 대응하는 가장 효과적인 방안이라 할 수 있다. 특히 노후한 공공임대주택과 병원, 학교 등에 시범 적용함으로써 향후 확대·증가될 리모델링 건축시장의 새로운 사업모델로 활용될 수 있을 것이라 전망된다.

(소규모 스마트건축 설계공모 사업 추진·확대) 10인 미만의 소규모 업체가 다수인 우리나라 건축시장 구조를 고려할 때 업체 역량에 부합하는 사업모델 개발이 필요하다. 최근 추진되고 있는 국토교통부와 LH의 “미래건축 특별설계공모전”은 주제 및 목적, 사업구조적으로 스마트건축 시범사업에 활용하기에 유리하다. 또한 「건축서비스산업진흥법」 제21조에 근거, 설계비 1억 원 이상 공공건축물의 설계공모활성화 정책을 토대로 ‘소규모 공공 스마트건축 사업’을 개발, 확대할 수 있다.

- 타 분야 스마트 산업화 모델 연계 협력

(스마트팩토리, 스마트팜, 스마트하우징, 스마트도시 스마트건축 사업모델 연계 개발 및 실증) 타 분야 스마트 산업화 모델은 모두 건축물을 포함한다. 즉, 스마트팩토리는 ‘공장’, 스마트팜은 ‘동물 및 식물관련시설’, 스마트하우징은 ‘공동주택’, 스마트오피스는 ‘업무시설’로 모두 「건축법」에 따른 건축물 종류에 해당한다. 따라서 건축설계 및 공사, 유지관리 기준을 적용하며, 앞서 제시한 스마트건축 법령 개정안의 직접 적용 대상이 될 수 있어 해당 기준 실증을 위한 시범사업 모델로 연계 활용할 수 있다.

2. 향후 과제

□ 스마트건축 인증을 위한 평가체계 및 인센티브 발굴 연구 추진

본 연구에서는 스마트건축 산업화 모델 실행을 위한 제도 개선(안)의 하나로 스마트건축물 인증제도 도입을 제안하였다. 다만 평가지표, 등급, 평가방식 등 평가체계에 대한 세부 전략 및 제도적 대안은 본 연구 범위에는 제외되어 있다. 그러나 스마트건축의 건축물이 성능·제조·상품적 특성을 포함한다는 점에서 관련 평가체계는 기존 지능형건축물 인증제도나 여타의 건축물 인증제도와 명확한 차별성이 있다. 특히 향후 다양한 유형의 스마트건축 사업 증가를 감안한 유형별 평가체계를 구체화해야 한다.

또한 지능형 건축물 인증제도의 평가대상은 주거시설과 비주거시설로만 구분하고 있으나 주거시설, 산업용시설, 교육 및 복지시설 등 건축물 용도, 신축리모델링 등 건축방식도 고려해야 한다. 건축물 수요자와 시장에 따라 유인책이 달라야 하기 때문이다. 관련하여 현행 용적율, 조경면적, 건물 높이 제한 이외의 스마트건축 효과에 대한 규제완화 등 합리적인 인센티브 개발도 요구된다. 스마트건축물 인증제도와 관련하여 국토교통부가 추진 중인 지능형건축물 인증제도 개편 연구에는 이러한 사항을 선제적으로 검토하고 세부 실행을 위한 후속 연구도 필요하다.

□ 건축 유형별 스마트건축 사업 모델 개발 및 시범사업 추진

앞서 스마트건축 산업화 모델의 우선 적용대상을 주거시설(공동주택), 산업시설, 교육 및 복지시설로 제안하였다. 연구에서 언급한 바와 같이 해당 시설은 단위 모듈 공간구성과 디지털 기술 장비설치, 사회기반시설이라는 용도 측면에서 스마트건축 사업 모델로 활용에 유리하다. 교육시설의 경우 코로나19 이후 교육시설의 원격교육의 비중이 증가하였고, 주거시설 또한 재택근무의 확대에 의해 첨단 ICT를 활용한 유지관리 및 정보생산·구축이 용이해졌다.

한편, 정책사업으로 제시한 스마트 그린리모델링 사업, 소규모 스마트건축 설계공모사업은 건축물 유지관리 수요 증가나 소규모 업체가 대다수를 차지하는 건축산업 구조에서 스마트건축 시장 확대를 위한 우선 전략이 될 수 있다. 특히 공공건축물은 기후위기 대응이라는 정책사업 추진의 당위성도 있다. 이에 구체적인 사업기획을 수립하고, 국토교통부를 중심으로 공기업, 지방자치단체 MOU체결 등 시범사업 추진체계를 구축하고 다년간 모니터링 및 성과를 분석하는 등 스마트건축 산업 활성화 정책추진 기반을 마련

해야 한다.

□ 공장제조 생산이 가능한 상품화 기반 마련

스마트건축은 BIM등 디지털 모델링을 기반으로 표준화된 건축구조부나 일부제품 제작을 적극 도입한 건축방식이다. 이는 건축물을 생산하는 산업활동 과정의 효율성 및 경제성, 성능 제고를 위한 수단이기도 하다. 그러나 아직까지 건축을 상품적 측면에서 이해하고 산업화하기 위한 제도적 기반은 미흡하다. 현재 「주택법」에는 공업화주택을 규정하고 있으나 ‘주택’에 국한되고 또한 ‘인정’방법만 규정하고 있어 포괄적인 건축물 계획과 시공, 관리 제도로 활용하기에 한계가 있다.

더욱이 스마트건축의 제조화·상품화가 단순한 건축물 일부를 공업화하는데 있다기보다 3차원 디지털모델과 연동을 통해 보다 정확하고 치밀한 설계·시공을 가능하게 해야 한다는 측면에서 현행 규정은 단편적이고 활용도가 낮다. 이에, 향후 스마트건축 구현 방안으로서 BIM, 디지털트윈 등 3D가상공간 모델과 연계한 공장제작 건축구조와 이의 상품화 전략에 관한 심도 있는 연구가 필요하다.

□ 스마트건축 산업 활성화를 위한 법제 연구

건축물은 국민 삶의 질과 안전, 도시 및 공간환경의 수준을 판단하는 척도이며 나아가 사회적·국가적으로 정체성을 구현하는 상징적 대상이기도 하다. 본 연구 2장에서 살펴본 바와 같이 산업으로서 건축은 GDP의 4.5%를 차지하는, 국가 경제 및 산업전반에 미치는 영향력이 큰 산업이며 다양한 이해관계자와 자본, 일자리와 고용을 창출하는 고부가가치 산업이라 할 수 있다. 스마트건축은 이러한 건축산업을 더 생산적으로 구현하는 하나의 건축유형으로서 디지털공간과 실제 사업현장을 연결하며 광범위하고 복잡한 설계, 시공, 유지관리를 위한 사업 대상과 활동, 수단을 필요로 한다.

본 연구에서는 스마트건축의 산업 활성화를 위해 일부 법제도 개선안을 제시하였으나, 스마트건축의 목적과 사회적·경제적 가치나 예측되는 수요, 내용적 범위를 고려할 때 보다 확대된 법제도기반을 필요로 한다. 타 분야 스마트 산업화 모델의 예에서도, 기존 산업 혁신과 활성화 수단으로 법률제정을 활용했다는 점에서, 건축산업 또한 ‘(가칭)스마트건축 산업 활성화를 위한 특별법’ 등 현행 「건축법」과 산업진흥 법률에 앞서는 개별법 제정을 면밀하게 검토하고 관련 후속 연구를 추진해야 한다.

[보고서·단행본]

강민정, 심규범. (2016). 2015-2020 건설산업 수요 전망. 한국고용정보원.

국가공공건축지원센터. (2020). 정책환경 변화에 따른 공공건축 지원체계 재정립 방안 연구. 건축공간연구원.

국토교통과학기술진흥원. (2013). 2040 국토교통 미래기술예측조사. 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원.

과학기술정보통신부. (2020). 정보화통계조사 통계정보보고서. 과학기술정보통신부.

과학기술정보통신부, 한국지능정보사회진흥원. (2020). 2020 정보화 통계집. 과학기술정보통신부, 한국지능정보사회진흥원.

김광우, 박귀태, 장경배, 신승우, 김태국, 손태환, 김동화, 임상채, 이정남, 임승용, 김미라, 양인호, 김선숙, 김오봉, 김지현, 성운복, 류성룡, 최동희, 이규남, 최정민, 강동화, 백주영, 조가영, 이영주, 백강철, 김철교, 채왕석, 박종무, 노선환, 선형길, 이은택, 박용제, 성민기, 양기영, 정차수, 홍민호, 조진균, 유지용, 강소연, 이상엽, 이진경, 조정훈, 서정석, 조동우, 이승언, 양관섭, 강재식, 유기형, 정해권, 유정현. (2004). 환경친화형 스마트빌딩 기술개발 연구. 한국건설교통기술평가원.

김기환. (2012). 1980년대 이후 국제경제환경 변화와 한국의 대응: 평가와 시사점. 한국개발연구원.

김대식. (2006). 국내 건설산업의 현황과 전망. 중소기업금융연구, 가을호, 141-161

김도형, 이동윤, 이학주, 민윤기, 박인성, 조훈희. (2020). 공동주택 건축공사 하자유형별 중요도 분석. 한국건축시공학회지. 20(4).357-365.

김병률, 이명기, 허정희, 송성환. (2018). 농업·농촌 분야 4차 산업혁명 기술 적용 현황과 확대 방안. 한국농촌경제연구원.

김성완. (2019) 스마트빌딩 활성화를 위한 법 제도 개선 방안. 건축, 63(12). 대한건축학회.

김성완, 이정훈, 박명규, 주용환, 김성우, 안상민, 김석일, 최소라, 이재혁, 강현구. (2020). 스마트건축 육성을 위한 기본계획 수립 및 정책방안 연구. 국토교통부.

김연중, 서대석, 박지연, 추성민, 김의준, 문지혜. (2020). 스마트 농업 육성 방안 연구. 한국

농촌경제연구원.

- 김우영.(2019). 스마트건축의 이해. 건축, 63(12). 대한건축학회.
- 김은희, 유제연. (2019). 건축서비스산업 통계구축 방안. 건축도시공간연구소.
- 김은희, 한승연, 김효정. (2021). 건축부문 특별회계·기금 활성화 방안 연구. 국토교통부.
- 김태평. (2015). 사물인터넷과 스마트 건축. 건축, 60(01). 대한건축학회.
- 나선철, 안진규, 이재욱. (2016). BIM 설계이력정보 관리를 위한 클라우드 컴퓨팅 활용. 한국 BIM학회 정기학술발표대회 논문집. 6(1)
- 남성우, 지석환, 임범택. (2021). 스마트건축 육성 및 발전을 위한 인증제도 연구. 국토교통부.
- 대한민국정부. (2020). 중소기업 육성 종합계획(2020년 ~ 2022년) - 글로벌 혁신기업 육성을 통한 디지털강국 구현 -. 대한민국 정부.
- 데이코산업연구소. (2020a). 스마트시티 기술 및 시장 동향과 주요국 프로젝트 추진전략 (2021). 데이코산업연구소.
- 데이코산업연구소. (2020b). 스마트 팩토리 시장 및 기술개발 실태와 주요국 동향(2021). 데이코산업연구소.
- 데이코산업연구소. (2021). 글로벌 스마트팜 기술 및 시장동향과 주요 국가별 기업별 사업 전략(2021). 데이코산업연구소.
- 두성규. (2004). 건설공사 하자담보 책임기간의 적정성과 보험 대체 방안. 한국건설산업연구원.
- 박성용, 양진국, 김병욱, 이상범. 2009. 건설공사 사전분쟁요인 도출 및 분석. 한국건설관리 학회논문집, 10(6). 48-57.
- 박영구, 김남일. (2015). 주요 정책기록 해설집 II 산업 편. 국가기록원.
- 산업연구원. (2008). 주요산업동향지표, 통권15. 산업연구원.
- 산업연구원. (2020). 주요산업동향지표, 통권 제38호. 산업연구원.
- 손승현, 박재우, 강상훈, 허영기, 김대영. (2020). 공동주택 건축공사 하자 유형 및 원인에 관한 연구. 한국건축시공학회지. 20(6). 515-525.
- 송지영. (2001). 지능형 주택 시스템 구축에 관한 연구. 연세대학교 생활환경대학원 석사학위 논문.
- 안용준, 이상호, 유명옥, 정경석, 염인섭, 지남석, 김애림. (2018). 시민참여 기반의 스마트시 티 모델 정립. 대전세종연구원.
- 양승원, 김진웅, 김성아. (2020). 차세대 스마트도시 시설물의 플랫폼 정의와 디지털 체인. KIBIM Magazine 10(4). 한국 BIM학회.
- 에너지경제연구원, 한국에너지공단. (2018). 2017년도(2016년기준) 에너지총조사보고서. 산업통상자원부.
- 염철호, 김은희, 권영란, 김수빈. (2021). 건축산업 진흥을 위한 제도기반 마련 연구. 국가건축정책 위원회.
- 오원석. (2016). 3D 프린팅. 커뮤니케이션북스.
- 유시복. (2018). 자율주행산업 최신 동향 및 자율주행 시스템 표준화 현황. KATS 기술보고

서, 113.

- 이동우, 이성훈. (2012). 스마트 기술 기반의 융복합 응용 동향 및 미래. 디지털융복합연구, 10(2).
- 이민재, 박법진, 임건순. (2008). 공공건설공사 설계변경에 따른 손실 추정에 관한 기초연구. 대한토목학회논문집. 28. 363-369.
- 이복남, 정영수. (1988). 턴키 발주방식의 동향과 평가. 이슈포커스. 한국건설산업연구원.
- 이성표. (2009). GDP의 이해. Click 경제교육. 2009.09 (통권 73호). KDI 경제정보센터.
- 이승룡, 박종화, 김용희, 유준우, 안상진, 이승규, 김상일, 권소영, 안지현, 최문정, 유병은, 최배성, 김윤아, 오현정. (2017). 제5회 과학기술예측조사 2016~2040. 미래창조과학부, 한국과학기술기획평가원.
- 이여경, 송혜진. (2020). 건축서비스산업 동향과 이슈 2020. 건축공간연구원.
- 이은석, 박성남, 남성우, 지석환. (2020). 스마트건축 개념을 바탕으로 한 건축물 인증제도의 개편 방향 연구. 건축공간연구원.
- 이재용, 이미영, 이정찬, 김익희. (2018). 스마트시티 유형에 따른 전략적 대응방안 연구. 국토연구원.
- 이주량, 추수진, 임영훈, 박동배, 심성철, 김가은. (2018). 스마트농업 현장 착근을 위한 기술 정책 제고방안. 과학기술정책연구원.
- 임기수, 두성규. (2016). 하자담보책임제도의 합리적 개선 방안. 건설이슈포커스. 한국건설산업연구원.
- 임시영, 사공호상, 오창화, 안종욱, 유재준. (2018). 초연결 스마트시티 구현을 위한 공간정보 전략 연구. 국토연구원.
- 장영주, 김태우. (2019). 스마트 팜 확산·보급 사업 현황과 과제 -농업분야 ICT융복합사업을 중심으로. NARS 현안분석. 국회입법조사처.
- 장원재, 김영국, 박태운. (2020). 미래교통수단과 서비스의 등장에 따른 교통시설 혁신방안. 한국교통연구원.
- 전동훈. (2000). 2000년도 개정 지방세 과표 해설. 감정평가 사보 2000년 봄호(통권 38호). 한국감정평가협회
- 정종필. (2020). 스마트팩토리 핵심기술 및 제조혁신 고도화 전략. 한국과학기술연구원 융합연구정책센터. 융합연구리뷰, 6(12). 3-26.
- 조대연, 정광복, 이희원, 정인희, 박남준, 최현요, 고호석, 현창택, 김승권, 김대영. (2019). 스마트시티 국제표준화 기반조성을 위한 기획연구. 국토교통과학기술진흥원.
- 조태일. (2020). 건축공사에서 통합발주와 분리발주의 적정성에 대한 연구. 충북대학교 석사학위논문.
- 조택연, 조성준, 박정식. (2015). 차세대 유비쿼터스 환경으로서 스마트 건축공간에 관한 연구. 대한건축학회 논문집 - 계획계, 31(2). 대한건축학회.
- (주)과학기술전략연구소. (2019). 스마트건설기술 개발사업 기획 최종보고서. 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원.
- (주)호현에프앤씨. (2018). 국내외 스마트팜 기자재 기술현황 분석 보고서. 농림축산식품부

- 중소기업기술정보진흥원. (2018). 중소기업정보화수준조사 통계정보보고서. 중소기업기술정보진흥원.
- 중소기업기술정보진흥원. (2020). 2020년 중소기업 정보화수준조사 지침서. 중소기업기술정보진흥원.
- 최봉문. (2011). 스마트 용어의 적용사례 분석을 통한 스마트시티의 개념정립을 위한 연구. 한국콘텐츠학회논문집 11(12). 943-949
- 환경부, 한국환경공단. (2020). 2019년도 전국 폐기물 발생 및 처리현황. 환경부, 한국환경공단.
- 황정환. (2019). 건설산업 고도화를 위한 생산성 제고방안. 산은조사월보, 761, 53-72.
- Barbosa, F., Woetzel, J., Mischke, J., Ribeirinho, M. J., Sridhar, M., Parsons, M., Bertram, N. & Brown, S. (2017). Reinventing construction: A route to higher productivity. McKinsey & Company.
- Construction Innovation Hub. (2021). Our vision for the built environment. CDBB.
- European Union. (2018). Construction Blueprint. European Union.
- Geels, F. W., Sareen, S., Hook, A., Sovacool, B. K. (2021). Navigating implementation dilemmas in technology-forcing policies: A comparative analysis of accelerated smart meter diffusion in the Netherlands, UK, Norway, and Portugal (2000-2019). Research Policy, 50(2021), 104272.
- Gerbert, P., Castagnino, S., Rothballer, C., Renz, A. & Filitz, R. (2016). Digital in engineering and construction: The transformative power of building information modeling. Boston Consulting Group.
- HM Government. (2013). Construction 2025. HM Government.
- McKinsey Productivity Sciences Center. (2016). Imagining construction's digital future. McKinsey & Company.
- Mell, p., Grance, T. (2009). The NIST definition of cloud computing, National Institute of Standards and Technology, 53(6).
- Osama Omar. (2018). Intelligent building, definitions, factors. Alexandria Engineering Journal (2018) 57. Alexandria University.
- Pieper, C., Maciel, J., de Laubier., Wunder, M. & Metzdorf, A. (2018). A guide to the revolution in smart buildings. Boston Consulting Group. Mckinsey & Company.
- United Nations Industrial Development Organization. (2013). Emerging trends in global manufacturing industries.
- World Economic Forum. (2020). The Future of Jobs Report 2020. World Economic Forum.
- World Economic Forum & Boston Consulting Group. (2016), Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology. World Economic Forum.
- World Economic Forum & Boston Consulting Group. (2017). Shaping the Future of Construction: Inspiring innovators redefine the industry. World Economic Forum.

World Trade Organization. (2020). World Trade Report 2020: Government policies to promote innovation in the digital age. WTO Publications.

[정책 자료]

관계부처합동, 대통령직속 4차산업혁명위원회. (2017). 혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획 I-KOREA 4.0.

관계부처 합동. (2018a). 스마트팜 확산 방안. 관계부처합동.

관계부처 합동. (2018b). 2018 대한민국 혁신성장 보고대회 보고안건-혁신성장 추진성과 및 향후 계획. 관계부처 합동.

관계부처 합동. (2019a). 미래자동차 산업 발전 전략 -2030년 국가 로드맵-. 관계부처 합동.

관계부처 합동. (2019b). 제조업 르네상스 비전 및 전략. 관계부처 합동.

관계부처 합동. (2019c). 제13차 4차산업혁명위원회 의결안건 제1호, 5G기반 스마트공장 고도화전략. 4차산업혁명위원회.

관계부처 합동. (2020a). 건설 엔지니어링 발전방안. 국정현안점검조정회의. 관계부처 합동.

관계부처 합동. (2020b). 제7차 ('20~'22) 기술이전·사업화 촉진계획. 기술이전·사업화 정책협의회.

관계부처 합동. (2021). 제1차 자율주행 교통물류 기본계획. 관계부처 합동.

교육과학기술부. (2010). 엔지니어링 산업 발전방안. 교육과학기술부.

국세청. (2019). 2019년1월1일 시행 건물 기준시가 산정방법 해설.

국토교통부. (2018a). 건설 생산성 혁신 및 안전성 강화를 위한 스마트 건설기술 로드맵. 국토교통부.

국토교통부. (2018b). 제1차 건축서비스산업 진흥 기본계획. 국토교통부.

국토교통부. (2019). 제5차 건설산업진흥기본계획. 국토교통부.

국토교통부. (2020a). 건설산업 BIM 기본지침. 국토교통부.

국토교통부. (2020b). 제3차 스마트도시 종합계획(2019-2023). 국토교통부.

국토교통부. (2021a). 스마트건설기술 현장 적용 가이드라인. 국토교통부.

국토교통부. (2021b). 제3차 건축정책기본계획. 국토교통부.

국토교통부. (2021c). 공공건축물 그린리모델링 지원사업 가이드라인. 국토교통부.

국토교통부 건축정책관. (2020). 건축 BIM활성화 로드맵('21~'30). 국토교통부.

국토교통부, 한국토지주택공사. (2020). 제1회 미래건축 특별설계공모 지침서.

국토교통부, 행정중심복합도시건설청, 세종특별자치시, 한국토지주택공사. (2019). 세종 스마트시티 국가 시범도시 시행계획.

농촌진흥청. (2018). 제2차 농촌진흥사업 기본계획(2018-2022). 농촌진흥청.

농촌진흥청. (2021). 디지털농업 촉진 기본계획 -빅데이터 개방·활용을 통한 농업혁신-. 농촌진흥청.

중소벤처기업부. (2019). 中企, 스마트공장 도입 후 생산성 30%, 고용 3명(4.2%) 증가. 5월 24일 보도자료의 참고자료-스마트공장 성과분석 연구용역 결과. 중소기업부.

행정안전부. (2020a). 전자정부 클라우드 플랫폼 구축 추진현황. 행정안전부.

행정안전부. (2020b). 행정·공공기관 정보시스템 클라우드센터 이전·통합, 행정안전부.

4차산업혁명위원회. (2019). 4차 산업혁명 대정부 권고안. 4차산업혁명위원회.

4차산업혁명위원회, 관계부처 합동. (2018). 도시혁신 및 미래성장동력 창출을 위한 스마트 시티 추진전략. 4차산업혁명위원회, 관계부처 합동.

[보도자료]

과학기술정보통신부. (2021). 「2021년 삼차원프린팅산업 진흥 시행계획」수립. 3월5일 보도자료.

국가정보화전략위원회, 행정안전부. (2010). 동네에서 출퇴근하는 시대온다 - 국가정보화전략위원회, 2013년까지 스마트오피스 22개 구축 추진. 1월 13일 보도자료.

국토교통부. (2010). 엔지니어링산업 발전방안 수립. 4월 28일 보도자료.

국토교통부. (2020). 국토부 “건설 엔지니어링 발전방안” 마련·추진. 9월 3일 보도설명자료.

국토교통부. (2020). 자율차 초일류 국가 달성을 위한 범부처 협력 자율주행 기술개발 프로젝트 본격 착수. 4월 29일 보도자료.

국토교통부. (2020). 노후 공공임대주택 그린리모델링 금년 10,300호 완료, 내년 83,000호 진행. 12월 14일 보도자료.

국토교통부. (2021). ‘디지털 트윈’으로 한국판 뉴딜 실현 앞당긴다-2021년도 국가공간정보 정책 시행계획 발표. 4월 27일 보도자료.

국토교통부. (2021). 디지털 트윈국토 향한 첫 걸음...10개 시범사업 선정·발표. 8월 11일 보도자료.

국토교통부. (2021). 경제활력 제고·포용사회 지원·국민 안전을 위한 ‘22년 국토교통부 예산안 60.9조원 편성. 8월 30일 보도자료.

국토해양부. (2013). 노후 공공건축물의 변신! 그린리모델링으로 재탄생!. 3월 15일 보도자료.

농림축산식품부. (2018). 농업 혁신성장, 스마트팜이 선도한다, 4월 16일 보도자료

농촌진흥청. (2018). 농촌진흥청, 인공지능이 농사짓는 시대를 연다 -4차산업혁명 기술로 빛은 차세대 한국형 스마트팜... 15일 시연회-. 11월 15일 보도자료.

산업통상자원부. (2018). 우리나라 데모 스마트공장, 세계가 인정한 테스트베드! -산업인터넷컨소시엄(IIC) 테스트베드 평가에서 최우수 테스트베드상 수상-. 6월 4일 보도자료.

중소벤처기업부. (2018). ‘22년까지 스마트공장 3만개 구축으로 중소기업 제조강국 실현. 12월 13일 보도자료.

중소벤처기업부. (2019). 中企, 스마트공장 도입 후 생산성 30%, 고용 3명(4.2%) 증가. 5월 24일 보도자료.

중소벤처기업부. (2020). 인공지능(AI)·데이터 기반의 스마트제조 2.0 시대를 열어갑니다 - 「

AI·데이터 기반 중소기업 제조혁신 고도화 전략」 수립·발표 -. 7월 23일 보도자료.
통계청. (2016). 장래인구추계: 2015~2026년. 12월 8일 보도자료.
한국소비자원. (2020). 주택 리모델링 소비자피해, 부실시공과 계약불이행이 절반이상. 6월3
일 보도자료.
한국토지주택공사. (2020). LH, 제1회 미래건축 특별설계공모 당선작 선정. 8월 23일 보도자료.

[법령·고시]

건설기술 진흥법. 법률 제17939호.
건설기술 진흥법 시행령. 대통령령 제32063호
건설기술 진흥법 시행령. 대통령령 제32063호. 별표1.
건설산업기본법. 법률 제18338호.
건축법. 법률 제17171호.
건축법. 법률 제18341호.
(계약예규) 공사계약일반조건. 기획재정부계약예규. 제540호.
녹색건축물 조성 지원법. 법률 제11365호.
녹색건축물 조성 지원법. 법률 제18344호.
녹색건축물 조성 지원법 시행령. 대통령령 제31243호.
녹색건축 인증 기준. 국토교통부고시 제2021-278호. 별표1.
농지법 시행령. 대통령령 제29906호.
스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률. 법률 제14718호. 제정·개정이유.
엔지니어링산업 진흥법. 법률 제10250호.
자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률. 법률 제16421호. 제정이유.
중소기업 스마트제조혁신 지원에 관한 법률안. 의안번호 : 3284.

[인터넷 자료]

건축데이터 민간개방 시스템 홈페이지. <https://open.eais.go.kr/>(검색일: 2021.10.01.)
건축데이터 민간개방 시스템. 데이터개방 소개-건축데이터 민간개방 소개.
<https://open.eais.go.kr/about/aboutBldOpnIntro.do?viewType=D1>(검색일:
2021. 10.01)
고용노동부. 직종별사업체노동력조사-산업별·규모별(2020년 2/2).
https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=118&tblId=DT_118N_DEN041&conn_path=I2(검색일 : 2021.05.14.)

- 고용노동부. 직종별사업체노동력 조사-산업별·규모별(2015년-2019년).
https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=118&tblId=DT_118N_DEN031&conn_path=I2(검색일 : 2021.05.14.)
- 고용노동부. (2021). 정책자료실-2020년 산업재해현황:2020.12월말 산업재해 발생현황.
https://www.moel.go.kr/policy/policydata/view.do?bbs_seq=20210401122(검색일 : 2021.05.15.)
- 과학기술정보통신부. 정보화통계조사(2019년), 정보화 투자(비용 지출) 현황.
https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=127&tblId=DT_120008_2019D001&conn_path=I2(검색일 : 2021.07.20.)
- 국립국어원. 우리말 샘-고용유발효과. <https://opendic.korean.go.kr/search/searchResult?query=%EA%B3%A0%EC%9A%A9%EC%9C%A0%EB%B0%9C%ED%9A%A8%EA%B3%BC>(검색일 : 2021.09.09.)
- 국가지표체계. (2021). 국가발전지표-경제성장률. <https://www.index.go.kr/unify/idx-info.do?idxCd=4201>(검색일 : 2021.09.07.)
- 국가표준인증 통합정보시스템 홈페이지.
<https://standard.go.kr/KSCI/portalindex.do>(검색일 : 2021.09.20.)
- 국토교통부, 건축물통계 (2016년 ~ 2020년), 소유구분별 건축물 현황.
https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=116&tblId=DT_MLTM_560&conn_path=I2(검색일 : 2021.09.07.)
- 국토교통부, 건축물통계-용도별 건축물 현황. https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=116&tblId=DT_MLTM_522&conn_path=I2 (검색일: 2021. 10.01)
- 국토교통부, 건축물통계 (2016년 ~ 2020년), 면적별 건축물 현황.
https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=116&tblId=DT_MLTM_540&conn_path=I2(검색일 : 2021.09.09.)
- 국토교통부, 건축허가 및 착공 통계 (2016년 ~ 2020년), 연도별 건축허가현황.
https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=116&tblId=DT_MLTM_2264&conn_path=I2(검색일 : 2021.09.09.)
- 국토교통부, 건축허가 및 착공통계 (2016년 ~ 2020년), 연도별 건축물착공현황.
https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=116&tblId=DT_MLTM_2260&conn_path=I2(검색일 : 2021.09.09.)
- 그린리모델링창조센터. 공공건축물-개요. <https://www.greenremodeling.or.kr/business/bus1000.asp>(검색일: 2021. 10.02)
- 그린스마트 미래학교. (2021). 뉴스 및 보도자료-‘교육대전환’ 한국판 뉴딜 그린스마트 미래학교 종합 추진계획 발표.
http://www.xn--9d0blmo2vi7bpdz9lt0p3k5ae7e.kr/bbs/board.php?bo_table=news&wr_id=2&sf1=wr_subject&stx=%EA%B5%90%EC%9C%A1%EB%8C%80%EC%A0%84%ED%99%98&sop=and(검색일:2021.10.01.)
- 나무위키. 검색어 : 커버(기업). [https://namu.wiki/w/%EC%BB%A4%EB%B2%84\(%EA%B8%B0%EC%97%85\)](https://namu.wiki/w/%EC%BB%A4%EB%B2%84(%EA%B8%B0%EC%97%85))(검색일: 2021.07.26.)
- 농촌진흥청. (2019). 이달의 농업기술-미리 보는 꿈의 스마트팜-시설하우스.

<https://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psv/psvr/psvre/curationDtl.ps?menuId=PS03352&srchCurationNo=1466&totalSearchYn=Y>(검색일 : 2021.08.20.)

농촌진흥청. (2021). 농촌진흥사업-업무계획-농촌지도사업 추진계획. https://www.rda.go.kr/board/board.do?mode=html&prgId=gud_farmguiddrvQuery(검색일 : 2021.08.20.)

대한민국 정책브리핑. 스마트공장(지능형공장) 4. 스마트공장 정책지원(2020년 기준). <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148866604>(검색일 : 2021.00.00.)

대한민국 정책브리핑. (2020). '스마트팜(지능형 농장)'-4. 추진현황과 성과. <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148864055#L4>(검색일 : 2021.08.20.)

대한민국 정책브리핑. (2020). 스마트시티(지능형도시)-1. 스마트시티(지능형도시란?). <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148863564>(검색일 : 2021.08.23.)

대한민국 정책브리핑. (2020). 스마트시티(지능형도시)-2. 왜 필요한가?. <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148863564>(검색일 : 2021.08.23.)

대한민국 정책브리핑. (2020). 스마트시티(지능형도시)-3. 추진전략. <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148863564>(검색일 : 2021.08.23.)

대한민국 정책브리핑. (2020). 미래자동차-1. 미래자동차란?. <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148867273>(검색일 : 2021.08.28.)

랜드북 웹사이트. <https://www.landbook.net/>(검색일: 2021.06.24.)

매일경제용어사전. 마스(MaaS). <https://terms.naver.com/entry.naver?cid=43659&docId=5771549&categoryId=43659>(검색일 : 2021.08.29.)

스마트시티 세종 국가시범도시 홈페이지. 사업추진현황-스마트 건설기술. https://lh-sejong-smartcity.kr/bbs/content.php?co_id=business#(검색일 : 2021.08.25.)

스마트시티 종합포털. 거버넌스. <https://smartcity.go.kr/%EA%B1%B0%EB%B2%84%EB%84%8C%EC%8A%A4/>(검색일 : 2020.08.20.)

스마트시티 종합포털. 프로젝트-스마트도시 통합플랫폼. <https://smartcity.go.kr/%ed%94%84%eb%a1%9c%ec%a0%9d%ed%8a%b8/%ec%8a%a4%eb%a7%88%ed%8a%b8%eb%8f%84%ec%8b%9c-%ed%86%b5%ed%95%a9%ed%94%8c%eb%9e%ab%ed%8f%bc/>(검색일 : 2021.08.25.)

스마트시티 종합포털. 프로젝트-혁신인재육성사업. <https://smartcity.go.kr/%ed%94%84%eb%a1%9c%ec%a0%9d%ed%8a%b8/%ed%98%81%ec%8b%a0%ec%9d%b8%ec%9e%ac%ec%9c%a1%ec%84%b1%ec%82%ac%ec%97%85/>(검색일 : 2020.08.20.)

스마트제조혁신추진단. 스마트공장 소개-스마트공장 이란?. <https://www.smart-factory.kr/smartFactoryIntro>(검색일: 2021.09.13.)

시사상식사전. 검색어 : 한국판 뉴딜. <https://terms.naver.com/entry.naver?cid=43667&docId=5950937&categoryId=43667>(검색일 : 2021.09.01.)

위키백과사전. 검색어: 스마트. <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%8A%A4%EB%A7%88%ED%8A%B8>(검색일 : 2021.09.13.)

위키백과. 검색어 : 메타버스(Metaverse) <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%A9%94%ED%83%80%EB%B2%84%EC%8A%A4>(검색일:2021.10.20.)

전국사업체조사(2016년~2019년)-시도·산업별 사업체수, 종사자수 및 매출액.
https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1K52C08&conn_path=I2(검색일 : 2021.05.14.)

중소기업기술정보진흥원. 중소기업정보화수준조사(2020), 기업의 일반 현황 - 정보화 수준 평가 점수. https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=398&tblId=DT_398001_007&conn_path=I2(검색일 : 2021.05.14.)

중소기업기술정보진흥원. 중소기업정보화수준조사(2019), 정보화 추진 의지 및 계획 - 정보화 관심도. https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=398&tblId=DT_398001_010&conn_path=I2(검색일 : 2021.05.14.)

천재교육. 천재학습백과 초등 소프트웨어 용어사전, 검색어 : 3D프린팅.
<https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3611954&cid=58598&categoryId=59316>(검색일 : 2021.05.03.)

통계청. 전국폐기물발생및처리현황 통계설명자료. <https://meta.narastat.kr/metascv/svc/SvcMetaDcDtaPopup.do>(검색일 : 2021.05.16.)

통계청 통계설명자료. 산업안전보건실태조사. <https://meta.narastat.kr/metascv/svc/SvcMetaDcDtaPopup.do>(검색일 : 2021.05.15.)

한경 경제용어사전. 검색어: 오픈 이노베이션. <https://terms.naver.com/entry.naver?cid=42107&docId=2079242&categoryId=42107>(검색일 : 2021.08.29.)

한국건설기술연구원. 과제현황-AI기반 스마트하우징 플랫폼 및 서비스 기술개발.
<https://www.kaia.re.kr/portal/landmark/readTskView.do?menuNo=200060&tskId=157018&yearCnt=1>(검색일 : 2021. 04.20.)

한국산업안전보건공단. 산업안전보건실태조사, 위험요소-위험장소에서의 작업.
https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=380&tblId=DT_380004_A024&conn_path=I2(검색일 : 2021.05.15.)

한국생산성본부, 생산성 통계DB-통계용어, 검색어 : 노동생산성지수.
https://www.kpc.or.kr/Productivity/_PopupStatisticWord.asp?skey=sCode2_2(검색일 : 2021.05.17.)

한국생산성본부. 노동생산성지수(2016년~2020년).
https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=344&tblId=DT_344N_1D8A_AA&conn_path=I2(검색일 : 2021.05.14.)

한국생산성본부. 노동생산성지수 (부가가치 기준)(2016년~2020년).
https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=344&tblId=DT_344N_1D8B_BB&conn_path=I2(검색일 : 2021.05.14.)

한국지능형스마트건축물협회 홈페이지, 인센티브.
https://www.kisba.org/2017/html/sub03_13.php(검색일: 2021.09.01.)

한국지능형스마트건축물협회 홈페이지. 인증절차.

- https://www.kisba.org/2017/html/sub03_04.php(검색일:2021.09.01.)
- 한국토지주택공사. 공모안내. 2021 미래건축 특별설계공모.
<https://lh.or.kr/bbs/view.do?sCode=user&mPid=122&mPid=120&bbsSeq=33&nttSeq=2700>(검색일:2021. 09.29)
- 현대모터그룹. Convergence-Smart factory. <https://tech.hyundaimotorgroup.com/kr/convergence/smart-factory/>(검색일:2021. 10.03)
- Centre for Digital Built Britain 홈페이지. <https://www.cdbb.cam.ac.uk>(검색일: 2021.06.24.)
- Centre for Digital Built Britain. What we do.
<https://www.cdbb.cam.ac.uk/what-we-do/>(검색일 2021.06.24.)
- Cover Technologies Inc. <https://buildcover.com/our-story>(검색일: 2021.07.20.)
- Delve 웹사이트. <https://www.sidewalklabs.com/products/delve>(검색일: 2021.06.24.)
- IGI Global 웹사이트. <https://www.igi-global.com/dictionary/gesture-driven-system-for-intelligent-building-control/15019>(검색일: 2021.10.23.)
- ICON 홈페이지. <https://www.iconbuild.com/updates/icon-new-story-echale-unveil-first-homes-in-3d-printed-community/>(검색일: 2021.06.24)
- ISTANS. 고용계수(산업별) (2014~2018).
<https://istans.or.kr/su/newSuTab.do?scode=S310>(검색일 : 2021.05.14.)
- ISTANS. 고용유발계수(산업별) (2014년~2018년).
<https://istans.or.kr/su/newSuTab.do?scode=S311>(검색일 : 2021.05.14.)
- ISTANS. 부가가치유발계수(2014년~2018년).
<https://istans.or.kr/su/newSuTab.do?scode=S313>(검색일 : 2021.05.14.)
- ISTANS. 부가가치(2014년~2018년).
<https://istans.or.kr/su/newSuTab.do?scode=S157>(검색일 : 2021.05.14.)
- INHABITAT. (2017). <https://inhabitat.com/covers-50k-algorithmic-tiny-houses-are-80-more-efficient-than-conventional-homes/>(검색일: 2021.07.26.)
- KISCON. 건설업행정정보. http://www.kiscon.net/cis/cis_info.asp(검색일 : 2021.09.10.)
- LH. (2021). 공모안내-2021 미래건축 특별설계공모. <https://lh.or.kr/bbs/view.do?sCode=user&mPid=122&mPid=120&bbsSeq=33&nttSeq=2700>(검색일:2021.09.29)
- NUGU smart home. 스마트홈 아파트. <https://www.sktsmarthome.com/html/apartment.html?date=20200629>(검색일: 2021.09.13.)
- OECD. (2015). Glossary of Statistical Terms : Knowledge-Based Economy.
<https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=6864>(검색일: 2021.05.28.)
- PERI. Technology. <https://www.peri3dconstruction.com/technology>(검색일 : 2021.10.01.)
- PINPOINT, 오피스를 바꾼 오피스 신도림 핀포인트.
<http://www.신도림핀포인트.kr/catalog/>(검색일: 2021.09.13.)
- Sam Aston. Kasita. <http://www.samuelaston.com/#/kasita/>(검색일: 2021.07.13.)

Terasoft. Hybrid Cloud. <https://www.terasoft.us/services/cloud-enablement>(검색일 “ 2021.10.01.)

The Verge. (2017). This tiny modular home adapts to your moods. <https://www.youtube.com/watch?v=Vjbqe7agCz0> 1:24(검색일: 2021.07.13.)

[기사]

- 김명근. (2017). 클라우드 컴퓨팅. 대한건축사협회 건축사신문. 11월 1일 기사. <http://www.ancnews.kr/news/articleView.html?idxno=5207>(검색일 : 2021.05.03.)
- 김영우. (2018). [4차 산업혁명과 직업의 미래] 7. 스마트팩토리의 현재와 미래. 동아일보. 9월 18일 기사. <https://it.donga.com/28165/>(검색일: 2021.09.13.)
- 김정곤. (2015). KDI의 경고... "10년후 잠재성장률 1%대 추락". 서울경제. 8월 27일 기사. <https://www.sedaily.com/NewsView/1HQFFV77W5>(검색일 : 2021.02.05.)
- 김태형. (2021). 집 짚어내는 '3D프린팅'...3층 주택 '똑딱'. e대한경제. 4월7일 기사. http://www.dnews.co.kr/m_home/view.jsp?idxno=202104061101075830674.(검색일: 2021.05.10)
- 김태형. (2021). 스마트기술 적용엔 턴키 발주...BIM도 탄력. e대한경제. 2월 5일 기사. <https://www.dnews.co.kr/uhtml/view.jsp?idxno=202102031511510360791>.(검색일: 2021.09.10.)
- 방제일. (2018). 대구·시흥, 데이터 기반 스마트시티 실증도시로 선정. 인터스트리뉴스. 7월 11일 기사. <https://www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=25088>(검색일 : 2020.08.23.)
- 오원섭. (2018). 4차산업혁명과 건설산업의 미래, 한국건설신문. 7월 30일 기사. <http://www.conslove.co.kr/news/articleView.html?idxno=50130>. (검색일:2021.08.20.)
- 이꽃들. (2020). [단독] LH 공공발주 5년간 6433억 추가 예산 발생. 이투데이. 10월 7일 기사. <https://www.etoday.co.kr/news/view/1947567>(검색일 : 2021.08.20.)
- 이상오. (2019). 3D프린팅 건설, 이틀이면 건물 '출력'. 공학저널. 4월 17일 기사. <http://www.engjournal.co.kr/news/articleView.html?idxno=207>(검색일: 2021. 05.10)
- 정진연. (2018). 테이코산업연구소, 'ICT 융합기술로 구현하는 스마트팜, 식물공장 시장 실태와 전망' 보고서 발간. NewsWire. 7월 2일 기사. <https://www.newswire.co.kr/newsRead.php?no=871484>(검색일: 2021.09.13.)
- Angela Walters. (2020). Research Profile-West Cambridge Digital Twin Facility. Centre for Digital Built Britain. 12월 14일 기사. <https://www.cdbb.cam.ac.uk/news/research-profile-west-cambridge-digital-twin-facility>(검색일 : 2021.06.24.)
- NEFS. (2020). 넵스, 직장인 대상 '스마트오피스 인식조사' 설문결과 발표.. 넵스 브랜드 뉴스. 7월 13일 기사. <http://nefs.co.kr/kr/relation/news.php?bgu=view&idx=410>(검색일 : 2021.09.13.)

[기타 자료]

강태웅. (2021), 건축을 스마트하게, 스마트건축 세미나 발제자료, 건축공간연구원.

강태웅. (2021). 2021년 건축서비스산업 육성 지원사업 전문가 원고 의뢰(건축서비스 혁신기업의 혁신활동 사례 원고). 건축공간연구원 내부자료.

김성아. (2021). 스마트 건축의 공통 특성 발표 자료. 건축공간연구원.

노상도.(2021). 건축을 스마트하게, 스마트건축 세미나 발제자료, 2021.10.27. 건축공간연구원.

서명배. (2020). 3D 프린팅 기술 기반 건축물 시공 자동화 기술. 2021.04.30. 전문가 초청 세미나 발제자료. 건축공간연구원.

채창우. (2021a). 건축을 스마트하게, 스마트건축 세미나 발제자료, 2021.10.27. 건축공간연구원.

채창우. (2021b), AI기반 스마트하우징 플랫폼 및 서비스의 건축산업대응 세미나 자료. 건축공간연구원.

A Study on the Smart Architecture Industrialization Model and its Institutional Basis

SUMMARY

Kim, Eunhee
Kim, Sangho
Cho, Saeun
Ryu, Jeyeon
Oh, Minjung

1. Study Results

This study arose from the need to respond to the paradigm shift in domestic and foreign industrial production and management based on ICT combined with Fourth Industrial Revolution technology, and to improve production methods in the existing construction industry, which is labor-intensive and harsh on the environment, while improving building performance and service provision. As a strategy to achieve this purpose, the study was conducted for the purpose of preparing a smart architecture industrialization model and system expansion plan. To this end, the current status of the domestic construction industry and tasks to respond to changes in the omnidirectional industrial paradigm were reviewed, and smart architecture was defined in connection with various concepts corresponding to smart architecture. In addition, the requirements and strategies of smart industrialization were investigated based on other industries, and implications were revealed to present a smart industrialization model of architecture. Finally, the institutional means required for the

implementation of this model were examined. The main results of this study are as follows.

□ Changes in the Domestic and Overseas Industrial Environment and the Focus of the Construction Industry

Referring to domestic and overseas major industry forecast reports, in the 1990s, as the need for discussions on the knowledge-based economy rapidly emerged in Korea and overseas, a consensus was formed on the importance of securing new technologies. In the 2000s, discussions on the reorganization of the global value chain took place, and innovation-related policies for the development and application of digital technologies were promoted. In particular, recent industrial policies are focused on the modernization of existing industries and fostering new industries, and lack clear boundaries between manufacturing, the service sector, and different industries.

In the construction industry, changes in production management methods to improve design and construction efficiency are emerging. The rapid shift in the industrial paradigm based on the digital economy and digital capital have given rise to the need for innovation of production methods in the design and construction processes in the construction industry. By utilizing a digital data-based target site analysis program, BIM, 3D printing, digital twin, etc., standardization, modularization, and productization are also being implemented to streamline labor and site-oriented design and work in the construction phase, and to facilitate linkage with a wide range of industries.

The introduction of new technology is expected to not only improve productivity in the construction industry, but it is also expected to enable the creation of new business models incorporating the technology. In addition to this, there is an increasing demand for improving socioeconomic functions and the value of buildings created by implementing new industrial technologies. Improvement of the value of the external environment surrounding buildings has also become an important consideration in addition to convenience and cost reduction for facility users, and improvement of physical performance such as energy and safety.

□ Current Challenges in the Construction Industry Resulting from Changes in the Industrial Environment

According to industry statistics published by Statistics Korea, the construction industry accounts for a very high proportion of the total economic activity in Korea, and its significance continues to grow. In fact, the number of businesses and employees in the construction industry has been continuously increasing over the past five years, and the scale of revenue has also been steadily increasing, resulting in an increasingly growing industrial scale. In addition, when looking at building permits, construction start, building status, etc., there is a continuous demand for construction, and there is a high level of potential for employment and added value in the industry, and a potentially high impact on other industries.

At the same time, however, productivity in the construction industry is relatively low. The labor productivity of the manufacturing industry and the information and communication industry has improved over the past five years, while the labor productivity of the construction industry has decreased. Compared to the manufacturing industry's labor productivity of 112.7 in 2020, the construction industry recorded only 104.0 and the construction service industry only 89.8, indicating that the construction industry still relies heavily on the labor force. In addition to productivity, objectivity is lacking in decision-making systems in the design and construction processes, resulting in changes in design, delays in construction period, and numerous disputes.

In particular, in the construction process, workers have a high risk of falling victim to industrial accidents and consume a lot of resources, so it takes a lot of money to manage and control risk factors, while the amount of waste and energy used during production is also significantly higher than in other industries. Ultimately, such problems can only be considered in connection with the problems or limitations of the production structure and methods of the existing construction industry.

Based on these points, four major challenges faced by the construction

industry are presented. First, there is an urgent need to transition to smart architecture through the commercialization and diffusion of more efficient and productive smart technology, and data collection and analysis are required for this purpose. Second, it is necessary to promote the convergence of multi-sector industries by utilizing smart technology, improve the building production process and quality, and improve the level of service. Third, in order to build a digital-based industrial innovation market, it is necessary to discover new business models and cultivate human resources who can respond to market demands. Finally, it is necessary to expand the role of governments, such as in active R&D and corporate promotion, to expand the market for new industries.

□ Definition of Smart Architecture

By referring to the current challenges of the construction industry, examples of architecture and other fields applying smart concepts, and the results of surveying/analyzing smart architecture cognizance and requirements, the concept of “smart architecture” is broadly interpreted, and it has been defined as a more expanded and flexible concept, including services related to the production, distribution, and consumption process of architecture as a product for industrial activities. The values that smart architecture should have are mainly divided into five categories as derived from the research process.

First off, the definition of smart architecture, which was narrowly interpreted in previous studies as ‘buildings’, which is the final product of the construction industry, has been expanded to the ‘act of building’ as an industrial activity covering all stages of production, distribution, and use of buildings. Second, a collaborative network of ICT-based smart technology companies is needed in the physical environment of the existing construction industry. Third, a physical and digital environment in which automatic data analysis of buildings is possible must be created, and fourth, using smart technology, it is possible to create manufacturing buildings and economic and environmental values.

Finally, smart technology is converged and connected with buildings to improve the quality and service of buildings, and to improve the quality of life of users and enhance the level of urban space.

Reflecting these points, smart architecture has been defined as the "planning/design/construction and maintenance of buildings by combining ICT and digital information-based smart technology to improve the efficiency, productivity, and economic feasibility of architectural design and construction, and to improve the function and user service quality of buildings".

□ Direction and Tasks to Create a Smart Architecture Industrialization Model

Industrialization models in other fields largely consist of public support for industrialization, institutional devices, and activity systems of actual stakeholders in the industry. The characteristics and implications of these models can be largely divided into five categories. First, the target of smartization must be converted into a form that converges not only the production process but also related services. Second, as a policy, it is necessary to induce a self-sustaining smart industry ecosystem by supporting the front and rear industries linked to the relevant industry. Third, an open cooperative network between SMEs should stimulate corporate innovation. Fourth, by building an open Big Data platform, it is necessary to activate the development of products and services using industry-related Big Data. Fifth, institutional devices essential for smart industrialization should be operated together. A support system for promoting smartization should be prepared along with the provision of systems for areas that are not in accordance with the current law.

When referring to the current challenges, concepts and requirements of the domestic construction industry, and examples of smart industrialization in other fields, the industrialization model for industrial revitalization of smart architecture can be set based on four main aspects. First, the objectives of the

smart architecture industrialization model and the target market should be determined. This means that it is necessary to set the targets that can be applied for smart construction that introduces smart technology to the production methods of the existing construction industry and to set the objectives to be achieved.

Moreover, in addition to existing traditional architectural services such as architectural design and construction as the main industrial activities of construction companies, it is possible to induce the participation of specialized companies that can develop and utilize smart technology for each construction phase, establish an industrial ecosystem where various industry stakeholders can converge/collaborate, and establish an open platform for exchanging and communicating technical information. Finally, the scope of public policy and institutional support is determined. In the initial stage, it is necessary to support technology development and demonstration through R&D projects, etc., continue to promote policies for fostering manpower and specialized companies, and reorganize related laws and regulations.

In this regard, the vision and objective of revitalizing the smart architecture industry can be discussed in connection with the shift in the industrial paradigm identified during the smart building concept setting process and the task of responding to the immediate challenges of the domestic construction industry. The key here is 'production method innovation through digitalization and standardization', 'sustainable production' based on this, and 'improving building quality and service use' and 'quality of life' as a result of this. This is the vision and practical objective of the smart architecture industrialization model. Based on this, establishing an industrial ecosystem capable of convergence of the existing construction industry and smart technology; establishing an industrial ecosystem network and user service provision platform; and securing an institutional support system, were set as sub-strategies, and the detailed tasks are presented.

□ Role of Each Subject in the Smart Architecture Industry

The client of the smart architecture industrialization model plans and promotes the business and provides funds. The demand for smart architecture is expected to occur in industrial facilities, educational welfare facilities (medical facilities, schools, etc.), and residential facilities, and this can be presumed to be due to the need to install and manage sophisticated facilities. The client's business plan leads to the provision of new businesses and jobs in the market. It is necessary to plan and place orders so that various participating entities in the new industry can develop business models and create economic ripple effects due to the shift in the industrial paradigm.

Business planning and ordering induces the participation of experts and companies in related fields. Since smart architecture uses a much higher proportion of ICT and software than existing construction industry activities, the participation of the relevant experts in the design phase is essential. In particular, in the design process, the requirements and potential of all buildings should be checked and optimal alternatives should be identified. When considering facilities requiring smart architecture (industrial facilities, medical facilities, etc.), the use of a computer program capable of simulating numbers in a wide range of scenarios due to the complexity of the construction performance level makes it possible to enable more accurate design, which in turn leads to maintenance methods in production, construction, and use of the product. Therefore, in cooperative processes, more efficient and functional construction alternatives can be identified and can be used as a stepping stone for the establishment of various industrial ecosystems.

Public institutions operate smart technology platforms and systems. The role of the public sector is to provide various smart solutions to stakeholders in the smart architecture industry by creating new jobs through nurturing companies that make up the smart industry ecosystem and participating in direct ordering; managing the quality of smart architecture by evaluating performance and providing incentives in the smart construction process; and building/operating

a smart architecture technology and service platform like in other industries. In addition, data on building production and use data are collected from industry officials and building users, and these can be linked to the collection of Big Data for re-creation of new information.

Users provide the demand for smart service and provide information on the use of buildings. Building users receive services in such areas as safety, convenience, and comfort from buildings created based on smart architecture in a more technologically advanced way. In addition, the users themselves can control the environment of the spaces they use by using smartphones or ICT devices, and relevant information can be provided to the interworking system of the smart technology and service platform. Meanwhile, smart architecture can record and collect data about the environment surrounding the building regardless of the user's intentions, and likewise, it is possible to provide related materials to the technology and solution platform automatically. The data provided in this way can be converted into Big Data through a smart platform and a linked platform and can be used again as data for the production of new information on the construction industry.

□ Proposal of System Expansion Plan for the Smart Architecture Industrialization Model

Based on the policies on the legal system related to smart architecture presented above, four institutional alternatives were suggested for the operation of the industrialization model. First, referring to the existing building certification/special case system, a smart architecture certification system that reflects the characteristics of smart architecture is introduced. Smart architecture, which can measure and evaluate digital information-based performance, is linked and utilized as a certification system, and it allows users to determine the level of smart architecture for each building environment, and as a result, provides a foothold for gradually spreading the industrialization model in the construction market. By referring to the special

provisions for remodeling under the current Building Act and the special regulations applied to buildings in special building zones, executive power can be enhanced by linking with incentives that can be provided upon acquisition of smart architecture certification.

Second, the standards of existing building and construction laws related to smart architecture are revised. It is necessary to actively introduce ‘smart architecture’ regulations into building/construction-related laws such as the Building Act, Framework Act on Building, Act on the Promotion of the Building Service Industry, and the Framework Act on the Construction Industry. In the Building Act, the concept of smart construction should be defined, and measures to activate smart construction design techniques and technologies, smart construction technologies, and convergence construction technologies should be prepared based on the Framework Act on Building and the Framework Act on the Construction Industry. In addition, so that the safety of buildings is not threatened by smart architecture, building standards for structure, fire, and evacuation safety set forth in the Building Act and subordinate statutes should be added. In the Act on the Promotion of the Building Service Industry and the Framework Act on the Construction Industry, related technology, performance management, and professional human resources development should also be revised.

Third, policy pilot projects for the diversification and expansion of the smart architecture industrialization model should be promoted. To this end, it is necessary to secure an organizational system that can establish and implement comprehensive policies that can be linked to other fields by establishing a ‘Smart Architecture (tentative name) Committee’ within the Fourth Industrial Revolution Committee established and operated by the government. In addition, it is necessary to develop and reorganize the smart city and smart building certification standards together to enable smart city linkage projects described in the Act on the Promotion of Smart City Development and Industry currently in effect. Finally, it is necessary to first apply the smart architecture

industrialization model in the public sector. In other words, the public sector applies the smart architecture model first and integrates the relevant certification system in phases to promote a policy for establishing an evaluation operation system that encompasses related planning and management.

2. Future Tasks

□ Development of Smart Architecture Performance Measurement and Evaluation System

In this study, the introduction of the smart architecture certification system was proposed as a short-term strategy for implementing the smart architecture industrialization model; however, detailed regulations on evaluation indices, grading, and evaluation methods for certification were not presented. When a smart architecture business model is decided on in the future, it will be necessary to prepare concrete plans for the operation of the evaluation system and certification system for each type. Just as the intelligent architecture certification system divides facilities into residential and non-residential facilities, or assigns grades according to detailed items and evaluation criteria for each planned field, the evaluation system of the smart architecture certification system should also be configured differently depending on the purpose of the building. In this case, the system can be divided into the common requirements of the unique characteristics of the architecture, that is, performance, manufacturing, and commerciality, and the requirements for each type of architecture. In terms of smart service production, it is predicted that the proportion of spatial and structural planning will be greater than the current intelligent architecture evaluation standard.

□ Smart Architecture Business Model Development by Building Type

In this study, smart schools were briefly used as an example among the types of construction projects that can be implemented based on the smart architecture industrialization model. When considering the spatial characteristics of unit modules or facility conditions that require cutting-edge educational equipment, smart schools have many advantages as a smart architecture business model. In particular, in the recent situation in which the proportion of remote education has been increasing, smart schools can be a suitable test bed. Facilities with similar conditions include hospitals, apartment houses, and hotels, and other commercial and business facilities can be commercialized as smart Architecture by level. In addition to the use of smart architecture, the entities involved in projects must also be determined, and smart architecture requires the participation of experts in smart technology. In the current building laws, the roles of architects and construction engineers are limited in construction projects, so it is necessary to prepare standards for the establishment of a collaborative network for each type of smart building project, and to define roles, responsibilities, and authority.

□ Research for the Enactment of Special Laws for the Revitalization of the Smart Architecture Industry

In the policy proposals of this study, the enactment of individual laws specific to smart architecture is presented as a mid- to long-term strategy for revitalizing the smart architecture industry. As shown by previous studies, the construction industry accounts for 4.5% of the country's GDP, and is an industry with high economic impact in terms of scale. In addition, it is directly related to the quality and safety of people's lives, and it is a symbol of social/national identity. Considering the omnidirectional changes in the architectural environment, the proportion of smart architecture is expected to expand gradually. Therefore, based on the phased progress of the smart architecture industrialization strategy in the future, as a more comprehensive and comprehensive mid- to long-term industry revitalization

strategy, a study on the ‘enactment of a special law for the promotion of the smart architecture industry (tentative name)’ is also required.

Keywords

Smart Architecture, Smart Architecture Platform, Smart Technology, Industrialization Model, Industrial Ecosystem

부록1. 스마트건축 관련 정책기본 계획 세부 과제 현황

1. 「건축기본법」의 건축정책기본계획
2. 「건축서비스산업 진흥법」의 건축서비스산업 진흥 기본계획
3. 「건설산업기본법」의 건설산업진흥기본계획
4. 「엔지니어링산업 진흥법」의 엔지니어링 발전 방안 등
5. 「건설기술 진흥법」의 건설기술진흥기본계획 등
6. 스마트 건설기술 로드맵(2018)

1. 「건축기본법」의 건축정책기본계획

「건축기본법」에 따라 5년마다 국토교통부장관은 건축정책에 관한 건축정책기본계획을 수립하고, 시·도지사는 지역의 현황 및 실정에 부합하는 건축정책을 담은 지역의 기본계획을 수립하도록 하고 있다. 가장 최근 수립된 '제3차 건축정책기본계획(2021 ~ 2025)'에서는 ICT 기반 건축과 도시 관련 첨단기술의 발전에 따른 건축설계·시공 및 유지관리의 패러다임이 변화, 주거환경과 결합한 스마트 기술의 성장, 건축빅데이터 구축 및 고도화 및 첨단 건축기술을 적용한 건축생산성 향상 및 시장확대 필요³⁾라는 산업 현안에 대응하기 위한 방안으로 4차 산업혁명 기술 적용과 신산업 창출의 기반을 마련하고 건축정보를 확대 개방하는 등의 스마트건축 관련 계획방향을 수립하였다.

이를 바탕으로 제3차 건축정책기본계획에서는 “건축산업 구조개선 및 역량강화를 통한 국가 산업경쟁력 확보”라는 정책목표를 수립하여 첨단 건축기술과 빅데이터 활용을 통한 스마트건축 구현이라는 전략을 수립하였으며, 전략의 주요 실천과제로 ‘데이터경제 활성화를 위한 건축 빅데이터 구축’, ‘첨단 건축기술로 건축 생산성 향상 및 시장 확대’를 마련하였다. 데이터경제 활성화를 위한 건축 빅데이터 구축의 세부과제로 건축정보 사

3) 국토교통부(2021b, p.21)

용성 향상 및 시스템 고도화, 건축정보 통합 허브 구축 및 유통 강화를 도출하였고, 첨단 건축기술로 건축 생산성 향상 및 시장 확대는 스마트건축 및 첨단기술 확산 기반 조성, 건축 전문교육을 통한 건축역량 강화를 도출하였다.

[표 부록1-1] 제3차 건축정책기본계획 중 스마트건축 관련 정책목표 및 추진전략

실천과제	세부단위 과제	과제 주요내용
정책목표 3 건축산업 구조개선 및 역량강화를 통한 국가 산업경쟁력 확보		
추진전략 9. 첨단 건축기술과 빅데이터 활용을 통한 스마트건축 구현		
데이터경제 활성화를 위한 건축 빅데이터 구축	건축정보 사용성 향상 및 시스템 고도화	·건축정보 사용성 향상을 위한 건축정보 품질 제고 ·클라우드 세움터 구축 등 건축행정시스템 고도화
	건축정보 통합 허브 구축 및 유통 강화	·건축 마이데이터 등 건축정보 허브 구축 ·단계적 건축도면정보 개방 확대 ·건축물 BIM 도면 및 라이브러리 구축
첨단 건축기술로 건축 생산성 향상 및 시장 확대	스마트건축 및 첨단기술 확산 기반 조성	·첨단 기술의 현장 도입을 위한 제도적 기반 마련 ·첨단 기술시장 육성 및 성과 확산 ·스마트건축 인증 및 스마트시티 연계 시범사업
	건축 전문교육을 통한 건축역량 강화	·스마트건축 및 빅데이터 분석 전문인력 양성 ·대학교육 프로그램과 지역 연계를 통한 지역인재 양성 ·기존 전문인력에 대한 계속교육을 통한 역량 강화

출처: 국토교통부(2021b, p.29)

세부 내용으로는 스마트건축 및 첨단기술 확산기반 조성을 위하여 관련 계약체계 및 대기기준, 첨단기술 보유 기업에 대한 기술 저작권 등 제도적 방안을 마련하고, 첨단 건축 기술을 개발·활용하는 스타트업 지원 및 전담 지원센터 설치를 통해 관련 기술 개발 및 창업을 지원하여 관련 시장을 육성하는 방안을 제시하였다.

또한 스마트건축 시장 육성을 위해 스마트건축의 개념 정립 및 인증제도와 설계 단계에 서부터 신기술이 도입 가능한 여건을 마련하고, 스마트도시 등 관련 국가 주도 개발사업 시 신기술을 활용한 기업에 인센티브를 제공하여 신규사업 모델 발굴함과 동시에 건축·도시와 관련한 기술 정보를 공유할 수 있도록 관련·연계업종을 연결하는 산업 네트워크를 구축하는 등의 과제를 제시하였다. 그 밖에도 스마트건축 관련 전문인력을 양성하기 위한 방안으로써 스마트건축 및 빅데이터 분석 등 건축 신기술 과목을 건축학 과정을 개설하거나 국내 아카데미, 해외 기업 연계하여 교육하는 등의 주요 과제내용을 포함하고 있다.⁴⁾

4) 국토교통부(2021, p.64)

2. 「건축서비스산업 진흥법」의 건축서비스산업 진흥 기본계획

법 제5조에 따라 수립된 제1차 건축서비스산업 진흥 기본계획(2019-2023)은 '성장동력 구축을 통한 고부가가치 지식기반 서비스산업으로 도약'이라는 비전을 바탕으로, 건축서비스산업 시장 정상화, 건축서비스산업 기반 구축, 신(新)시장 개척 및 일자리 창출이라는 추진전략을 도출하였다. 그 중 스마트건축과 관련한 주요 추진과제로 건축서비스 기술개발을 위한 R&D 추진, 고부가가치 건축시장 수요 창출 등이 있으며, 건축+ICT 융복합 스마트건축 활성화, BIM 정책 실효성 진단 및 중장기 로드맵 마련과 같은 직접적인 추진방안 외에도 에너지 성능개선, 그린리모델링, 장수명화 시범사업 등과 같이 유관 인증제도의 추진방안과 융·복합형 규제샌드박스 사업, 공간 상품화 비즈니스 등의 규제 개선 방안, 도면·기술 유통 생태계 조성 등이 포함되어 있다.

[표 부록1-2] 제1차 건축서비스산업 진흥 기본계획 추진전략·과제·방안

추진전략	추진과제	추진방안
건축서비스산업 시장의 정상화	1-1. 공공분야 소규모 건축사업 정상화	
	1-2. 민간분야 소규모 건축사업 정상화	
	1-3. 공정한 계약체계 정립	
건축서비스산업 기반 구축	2-1. 건축 중심의 법령체계 정비	
	2-2. 기술력 제고를 위한 발주 및 계약방식 선진화	
	2-3. 건축산업 및 건축서비스산업 정보체계 구축	
	2-4. 건축서비스 기술개발을 위한 R&D 추진	건축서비스산업 분야 R&D 기획 추진 기존 대규모 국가 R&D 사업과 연계
신시장 개척 및 일자리 창출	3-1. 고부가가치 건축시장 수요 창출	융·복합형 규제샌드박스 사업기획 및 추진
		공간 상품화 비즈니스 촉진을 위한 규제 개선
		건축+ICT 융복합 스마트 건축 활성화
		BIM 정책 실효성 진단 및 중장기 로드맵 마련
	상세도면·기술 유통 생태계 조성	
	그린리모델링 사업과 연계한 건축서비스 시장 확대	
	도시재생뉴딜사업 연계 마을단위 기존 건축물 에너지 성능 개선 시범사업 추진	
노후 공공건축물 장수명화 시범사업 추진		
3-2. 강소기업 육성 및 창업지원		
3-3. 해외 건축서비스 시장 진출 지원		

출처: 국토교통부. (2018b, pp.53-56) 참고하여 일부 내용만을 작성

3. 「건설산업기본법」의 건설산업진흥기본계획

「건설산업기본법」 제6조에 따라 국토교통부 장관은 건설산업진흥 기본계획을 수립·시행하여야 하며, 계획의 내용에는 건설기술의 개발, 건설공사의 생산성 향상 대책 등이 포함되어야 한다. 이에 제5차 건설산업진흥기본계획(‘18-’22)은 공정경제에 기초한 건설산업 혁신 성장의 기틀 마련을 위하여 산업구조의 경쟁력 강화, 공정한 동반성장 기반 마련, 중장기 성장동력 확보라는 세 가지 목표를 세우고, 목표별로 생산구조 규제 혁신, 건설기업 혁신 성장 지원, 부실·불법 업체 퇴출, 건설산업 일자리 개선, 공정한 원-하도급 관계 조성, 산업 전반의 갑질 관행 근절, 해외시장 진출 역량 확보, 스마트 건설기술 개발·활용 촉진, 안전 확보 및 신시장 창출이라는 총 9개의 중점과제 도출하였다.

스마트건축 관련해 건설업 업역 폐지, 업종 개편, 등록기준 조정 등의 개선방안 마련⁵⁾과 기술력 중심으로 발주제도 개편, 시공책임형 CM 제도화 등의 제도 개선을 통한 추진방안과, 스마트 건설기술·유지관리 등 첨단기술 융합형 R&D 사업 추진, BIM 등 핵심기술 의무화 및 관련 시범사업 실시와 신기술 적용 Test-bed 활용을 통한 산업간 융복합을 촉진하고, 스마트기술을 활용한 노후인프라 유지관리 체계 구축, 건축물 에너지 성능 강화 등의 추진방안을 도출⁶⁾하였다.

[표 부록1-3] 제5차 건설산업진흥기본계획(‘18-’22)의 목표별 중점과제 및 추진방안

목표	중점과제	추진방안
산업구조의 경쟁력 강화	1. 생산구조 규제 혁신	①건설업 업역업종등록기준 개편
	2. 건설기업 혁신 성장 지원	④기술력 중심 발주제도 개편
	3. 부실·불법 업체 퇴출	
공정한 동반성장 기반 마련	4. 건설산업 일자리 개선	
	5. 공정한 원-하도급 관계 조성	
	6. 산업 전반의 갑질 관행 근절	
중장기 성장동력 확보	7. 해외시장 진출 역량 확보	⑮설계엔지니어링 경쟁력 강화
	8. 스마트 건설기술 개발·활용 촉진	⑰핵심 건설기술 개발을 통한 생산성 향상
		⑱민간 기술개발 및 품질 확보 촉진
	9. 안전 확보 및 신시장 창출	⑲스마트 인프라 발주 및 노후 인프라 개선 ⑳친환경 건설 활성화 및 건설안전 확보

출처: 국토교통부(2019, p.14) 참고하여 일부 내용만을 작성

5) 국토교통부(2019, pp.15-16)

6) 국토교통부(2019, p.19, p.30, pp.32-33, pp.34-35)

4. 「엔지니어링산업 진흥법」의 엔지니어링 발전 방안 등⁷⁾

정부는 해외시장의 흐름에 맞추어 엔지니어링 산업을 발전시키고 지원의 근거를 마련하기 위하여 기존의 「기술용역육성법」을 「엔지니어링기술진흥법」으로 개정하였다. 2008년에 엔지니어링 업무가 당시 교육과학기술부에서 지식경제부로 이관되며, 다시 한 번 ‘엔지니어링산업 기본계획 및 진흥을 위한 국가 목표의 설정과 법령·제도의 발전에 관한 사항’, ‘엔지니어링산업의 육성·지원에 관한 사항’ 등을 심의하기 위하여 지식경제부 장관 및 각 부처의 차관으로 구성된 ‘엔지니어링산업 정책심의위원회’ 운영에 관한 사항들을 포함하는 「엔지니어링산업 진흥법」으로 전부 개정이 추진되었다.⁸⁾

이후 대통령 주재 ‘제21차 국가경쟁력강화위원회 회의’(10.04.28.)에서 건설, 플랜트, 조선, 원자력 등 주력산업을 고도화하고 녹색성장 및 신성장동력을 견인하기 위해 엔지니어링산업을 본격 육성하기 위한 정부 최초의 종합대책인 ‘엔지니어링산업 발전방안’이 논의⁹⁾되었다.

‘엔지니어링산업 발전방안’에서는 엔지니어링산업의 문제점으로 고부가가치 기술역량 부족, 산업구조의 취약성, 정책 간 연계성 미흡 및 체계적 지원체계 필요, 기술발전 추세 등을 반영한 비합리적 규제·관행 개선 필요 등을 지적하였으며, 이를 개선하기 위하여 고부가가치 핵심영역 역량제고, 인력양성 기반 강화, 수출지원 기반확충, 성장인프라 조성을 엔지니어링산업의 발전방안으로 도출하였다.

엔지니어링산업 발전방안의 주요 실행과제로 엔지니어링 관련 R&D에 향후 5년간 1조 원 투자, 엔지니어링 전문대학원 설립, 엔지니어링 콤플렉스 조성 등을 추진키로 하는 등의 전폭적 지원 방안을 마련하였다. 엔지니어링산업 발전방안에서는 스마트건축기술 등이 직접적으로 언급되고 있지는 않지만, 기술 기반의 경쟁력 강화 필요성과 그 방법 측면에서 매우 유사하고, 구체적인 지원 규모와 금융지원 및 상품개발, 정부예산편성 지침 개정 등과 같은 세부 실행방안이 주목할만한 내용이다. 또한 이에 앞서 진흥법 개정을 통해 산업의 육성을 위해 모든 관련 정부부처의 장차관을 포함한 정책심의위원회 운영을 통해 산업의 발전방안을 함께 논의하고 연계방안을 도출할 수 있는 장을 마련하였다는 부분에서 스마트건축 산업에 시사하는 점이 매우 크다.

7) 교육과학기술부(2010, 「엔지니어링 산업 발전 활성화 방안」의 주요 내용 요약정리본) 참고하여 작성

8) 엔지니어링산업 진흥법. 법률 제10250호. 제정·개정이유 참고하여 작성

9) 국토교통부(2010, 4월 28일 보도자료)

[표 부록1-4] 엔지니어링산업 발전방안(2008) 실행과제 별 주요내용

발전방안	실행과제	주요내용
고부가가치 핵심영역 역량제고	핵심·원천기술 자립화	·총 1조원 규모('10~'15년간 누적)지원 ·특화 기술분야 전문 기업에 대한 기술개발사업 우선권 부여
	경험축적 및 TrackRecord확보	·엔지니어링 기업 PM방식 선택 ·공공발주 사업·해외 자원개발 연계사업·대외 원조사업에 대한 국내 기업참여 확대
인력양성 기반강화	엔지니어링 전문대학원 설립	·엔지니어링 전문대학원 신설(2011년) ·고부가가치 핵심 영역의 전문 엔지니어 2천명 육성(~2020년) ·일정비율 이상 해외 교수 및 학생 선발
	글로벌 전문인력 양성	·전문기관과 FIDIC 등 국제기구간 협동과정 개설·운영
	국제인증 전문가 확대	·국제인증 자격자 양성 확대
수출지원 기반확충	현장 맞춤형 인력 양성	·현장 재직자 전문교육 운영 ·졸업 예정자 대상 인턴십 프로그램 운영
	해외시장 진출 지원체계 강화	·현지 지원 거점(Hub) 확대 및 연계 강화를 통하여 해외 프로젝트 수주지원 총괄체계 마련
성장인프라 조성	수출 지원 확대	·프로젝트 수주 및 M&A 등에 대한 금융지원 확대 ·중소기업 대상 엔지니어링 특화 보험상품 개발 ·대외 원조사업 통한 국내 엔지니어링 업체의 해외 진출기회 확대
	중소업체간 협업 활성화	·엔지니어링 Complex를 산업진흥시설로지정하여 벤처기업 집적시설 혜택 부여 ·기술지원센터 지정·운영
기업친화적 시장환경 구축	기업친화적 시장환경 구축	·정부예산편성지침 개정 ·기술분야 특성,분야별 난이도에 따라 엔지니어링사업대가기 준 요율 체계도 세분화 ·자격증 제도와 연계한 엔지니어링 기술분류 축소

출처: 교육과학기술부, (2010). 엔지니어링 산업 발전방안. pp.2-5. 참고하여 연구진 작성

5. 「건설기술 진흥법」의 건설기술진흥기본계획 등

「건설기술 진흥법」은 건설기술의 연구·개발 지원, 건설기술인의 육성, 건설기술용역, 건설공사의 관리 등의 내용으로 구성되어 있다. 법 제3조에 따라 건설기술의 개발 촉진 및 활용을 위한 시책, 건설기술에 관한 정보 관리, 건설기술인력의 수급(需給)·활용 및 기술능력의 향상, 건설기술연구기관의 육성, 건설엔지니어링 산업구조의 고도화 등을 포함¹⁰⁾한 ‘건설기술진흥기본계획’을 수립하도록 하고 있으며, 현재 제6차 기본계획이

수립되었다.

제6차 건설기술진흥기본계획('18~'22)에서는 4차 산업혁명 기술을 활용하여 건설 생산·안전성을 혁신을 도모하고 있으며 특히 4차 산업혁명에 대응하는 기술개발 및 신산업 육성, 글로벌 시장 경쟁력 강화를 위한 제도 개선이라는 두 전략을 마련하고, 각 전략별로 분야마다 중점 추진과제를 도출하였다. 스마트건축과 관련한 중점추진과제로는 스마트 건설기술을 통한 생산성 향상, 분야간 융·복합을 통한 경쟁력 강화, 건설 Big Data 유통을 통한 신산업 육성, 건설의 안전·환경 관리 등이 있으며, 세부적인 과제의 주요 내용은 표 부록1-5와 같다.

2020년 '국정현안점검조정회의(2020.09.03.)'에서는 관계부처 합동으로 '건설 엔지니어링 발전 방안'을 발표하며, 고부가가치 산업인 건설 엔지니어링 중심으로 패러다임 전환과 4차 산업 혁명 시대를 맞아 스마트 건설 엔지니어링 집중 육성의 필요성을 인식하고¹¹⁾, 융합 통합 산업변화, 기술 중심 산업육성, 글로벌 경쟁력 강화라는 3가지 목표 수립하였다. 이를 위해 칸막이 제거로 통합·융합 산업 육성, 가격 위주에서 기술중심 산업으로 전환, 시공사 중심에서 엔지니어링 통합 해외수주 지원이라는 세 가지 추진과제를 도출하고, 이를 위한 세부과제 중 하나로써 'BIM 등 스마트 건설기술 확대'를 포함¹²⁾하였다.

10) 건설기술 진흥법. 법률 제17939호. 제3조

11) 국토교통부(2020, 9월 3일 보도설명자료)

12) 관계부처 합동(2020a, p.10)

[표 부록1-5] 제6차 건설기술진흥기본계획('18~'22)의 스마트건축 관련 추진과제

분야	중점 추진 과제	과제 주요내용
주요 전략 I . 4차 산업혁명에 대응하는 기술개발·신산업 육성		
기술개발	스마트 건설기술을 통한 생산성 향상	① 4차 산업혁명 대응 스마트 건설기술 개발 ② 새로운 기술의 현장 적용 유도 ③ 건설신기술 적용 활성화 방안 마련·추진
	해외 수요 대응형 건설기술 개발	① 고부가가치 기술확보를 위한 메가스트럭처, 플랜트 R&D 추진 ② 민간 기술수요 반영 및 R&D 역량 강화 ③ 수요대응형 R&D 강화
고부가 산업 육성	분야간 융·복합을 통한 경쟁력 강화	① 인프라 BIM 활성화 추진 ② Big Data 유통을 통한 산업역량 강화 ③ Big Data 연계·활용 기술 개발 ④ 융·복합 촉진을 위한 제도 유연화
	건설 Big Data 유통을 통한 신사업 육성	① 건설정보 개방을 통한 건설 신산업 육성 ② 건설 컨설팅 산업 육성
건설 안전 강화	건설의 안전·환경 관리	① 스마트 건설 관리 체계 구축 ② 시설물 안전관리정보체계 일원화 ③ 인프라의 유지관리 재원확보 ④ 친환경 기술개발 및 환경관리비 제도개선

출처: 국토교통부(2017, p.16, pp.36-37) 참고하여 연구진 작성

[표 부록1-6] 건설 엔지니어링 발전 방안(2020) 추진과제의 스마트건축 관련 내용

추진과제	세부추진과제	주요내용
기술 중심 산업으로 전환	기술력 중심으로 평가 및 지급	건설 엔지니어링 발주·평가 체계 개편 건설 엔지니어링 대가지급 현실화(건진법/엔산법) 기술교육 체계 개선(스마트 건설 기술교육, 언택트 교육)
	BIM 등 스마트 건설기술 확대	BIM도입 확산(BIM설계 기본지침, 대가기준 정비, 기술개발) 스마트 건설기술 활성화(스마트기술 적용, 인센티브 제공, 스마트 턴키 발주 추진, 스마트 건설기술 인증제도 도입 및 마켓 등록)

출처: 관계부처 합동(2020a, pp.5-10) 참고하여 연구진 작성

6. 스마트 건설기술 로드맵(2018)

2018년, 국토교통부는 기술을 기반으로 건설산업의 새로운 도약기회를 마련하기 위해 국가과학기술자문회의 심의회의 운영위원회 안건으로 ‘스마트 건설기술 로드맵’을 마련하였다. ‘2025년 스마트 건설기술 활용기반 구축, 2030년 건설 자동화 완성’을 목표로 건축 설계 및 시공, 유지관리 측면에서의 로드맵을 수립하고, 국토교통부 건설 분야의 기술과 함께 과학기술정보통신부, 산업통상자원부의 로봇, 기계, ICT 분야 등을 연계하여 로드맵 달성을 위한 협업을 추진¹³⁾하고자 하였다.

건축물의 설계(드론기반 지형·지반 모델링 자동화 기술, BIM 적용 표준, BIM 설계 자동화 기술), 시공(건설기계 자동화 기술, 건설기계 통합운영 및 관계 기술, 시공 정밀제어 및 자동화 기술, ICT 기반 현장 안전사고 예방 기술, BIM 기반 공정 및 품질 관리), 유지관리(IoT 센서 기반 시설물 모니터링 기술, 드론·로보틱스 기반 시설물 상태 진단 기술, 시설물 정보 빅데이터 통합 및 표준화 기술, AI기반 유지관리 최적 의사결정 기술) 단계별 핵심 개발기술을 도출¹⁴⁾하고, 이를 바탕으로 핵심기술 별 5년 단위 발전 목표를 수립하였다¹⁵⁾. 민간의 기술개발 유도, 공공의 역할 강화, 스마트 생태계 구축 등의 로드맵 이행방안 별로 스마트 신기술 시장진입 여건 마련, 스마트 건설 핵심기술 개발, BIM 확산 여건 조성, 스마트 건설 전문가 양성 등이 세부 과제로 제시되었다.

[표 부록1-기] 스마트 건설기술 로드맵(2018)의 이행방안 및 세부과제

이행방안	세부 과제	
1. 건설기술안전 제도 개선	대형공사입찰방법심기준 개선	
	건설기준 정비	
	실시간 현장안전관리 도입	
2. 스마트 신기술 시장진입 여건 마련	테스트베드 제도 도입	
	건설기술 지원 펀드 구성	
	Appeal 프로세스 도입	
3. 혁신 공감대의 확산	스마트 건설기술안전 대전 개최	
	스마트 건설기술 우수사례집 작성	
	스마트 건설기술 체험공간 운영	
공공의 역할 강화	4. 스마트 건설 핵심기술 개발	스마트 건설기술 R&D 추진

13) 국토교통부(2018a, p.7)

14) 국토교통부(2018a, pp.9-14)

15) 국토교통부(2018a, p.16)

이행방안	세부 과제
스마트 생태계 구축	스마트 유지관리 R&D 추진
	스마트 건설기술 전문위원회 구성
	BIM 활용 의무화
	설계도서 작성기준 등 기준 정비
	5.BIM 확산 여건 조성
	BIM 활용 가이드라인 마련
	BIM 통합플랫폼 구축, 라이브러리 제작
	BIM 경진대회 개최
	6.공공기관의 사업 주도
	패키지형 시범사업 추진
시범사업 모니터링 및 지원	
발주청 합동 워크숍	
스마트 건설기술 교육 의무화, 과정 신설	
7.스마트건설 지원센터 설치운영	
스마트건설 지원센터 설치운영방안 마련	
스마트건설 지원센터 개소	
스마트건설 지원센터 설립지원근거 마련	
8.스마트 건설 전문가 양성	
건설기술자 교육훈련기관 지정운영 개선	
스마트건설 인재 육성방안 마련	
스마트 건설기술 교육과정 신설	
9.지식플랫폼 구축운영	
건설 CALS 시스템 정보활용 개편방안 마련	
교통 및 시설물 정보제공	
플랫폼 샌드박스 구축	
지식 플랫폼 개설	

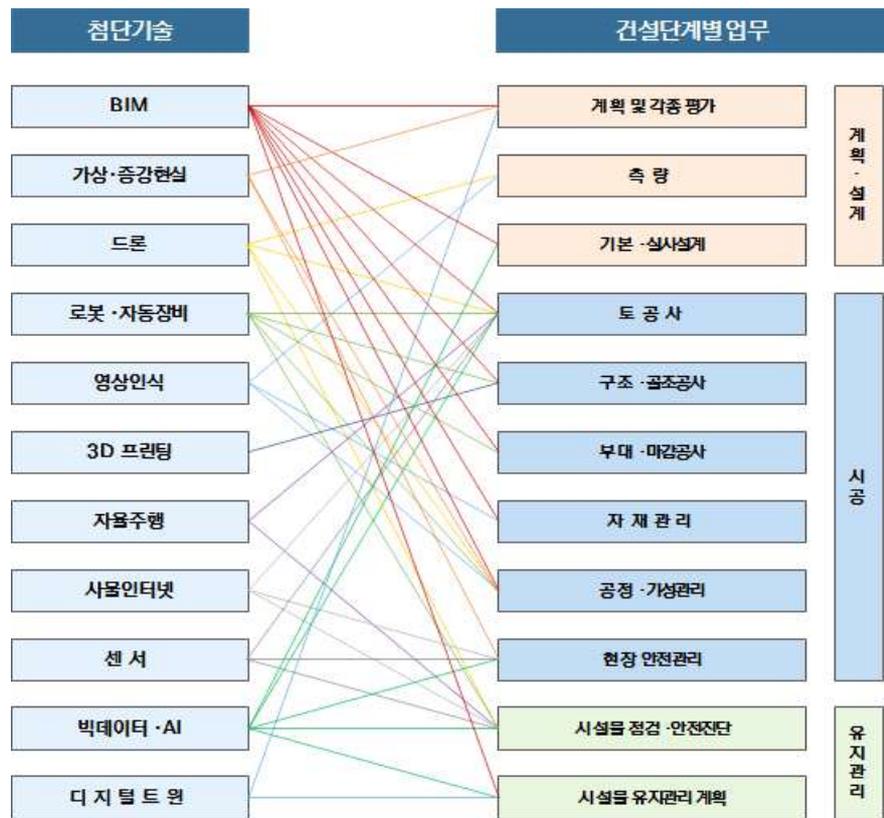
출처: 국토교통부(2018a, pp.25-26)

국토교통부는 로드맵 수립 후 스마트 건설기술을 적용하는 공사는 규모가 작더라도 턴 키(설계·시공 일괄입찰)로 발주할 수 있게 했고, 모듈러(Modular) 시공 등 고난이도 스마트 건설기술 적용시에는 중심위 심의를 거쳐 기술력만 평가하는 ‘확정가격 최상설계’ 방식을 적용할 수 있도록 대형공사 입찰방법 심의기준 개정하였다. 500억 원 이상 공공 공사에 IoT(사물인터넷)를 기반으로 건설현장내 근로자의 위치를 파악하고, 위험지역 접근을 통제하는 실시간 안전관리 시스템도 도입하는 등의 성과를 달성했다.

민간이 개발한 기술이 시공성 검증을 통해 현장에서 쓸 수 있도록 테스트베드(시험시공)를 지원하였으며, 영세한 중소건설사가 개발한 신기술 활용을 지원하기 위해 ‘국토교통 혁신펀드’(2020년 100억 원, 2021년 200억 원)를 조성하는 등의 노력을 기울였다. 또한 스마트 건설 핵심기술 개발을 위한 국가 연구개발(R&D) 사업의 경우에도 BIM 플랫폼

구축 등 2000억 원 규모의 대규모 스마트 건설기술 R&D를 진행 중에 있으며, IoT·빅데이터 기반의 최적 유지보수 기술을 개발하는 스마트 유지관리 R&D(약 1400억 원)도 올 하반기 예비타당성조사를 신청할 예정에 있다¹⁶⁾.

‘건설산업 BIM 기본지침’을 수립하여 BIM 의무화 대상을 확대하였고, 이를 바탕으로 공공주택의 경우 LH(한국토지주택공사) 신규 공모지구의 25%에, 조달청은 100억 원 이상 공공건축물에 각각 BIM을 의무 적용하는 한편, 300억 원 이상 공공건축물은 ‘전면 BIM’을 도입하게 되었다. 이러한 성과에 박차를 가하기 위하여 국토교통부는 스마트 건설기술 확산을 통한 생산성 혁신을 목표로 가칭 ‘스마트건설 로드맵 2.0’을 준비 중¹⁷⁾이다.



[그림 부록1-1] 주요 첨단기술과 건설단계별 업무의 관계

출처: 국토교통부, (2018a), 건설 생산성 혁신 및 안전성 강화를 위한 스마트 건설기술 로드맵, p. 15.

16) 김태형(2021, 2월 5일 기사)

17) 김태형(2021, 2월 5일 기사)

부록2. 스마트건축 인식조사 조사지 및 결과표

1. 조사 내용

국내 스마트건축 인식 및 현황 조사
<p>안녕하십니까? 건축공간연구원(AURI)은 건축도시 환경과 삶의 질 향상을 위한 건축문화 개선방안 등을 선도적으로 연구하는 국무총리 산하 국책연구기관입니다.</p> <p>본 연구원에서는 건축산업의 생산·효율성 및 가치 향상을 목표로 「스마트건축 산업화 모델 및 제도 기반 확충에 관한 연구」를 수행하고 있습니다.</p> <p>이에 본 연구에서는 미래 스마트건축 분야를 전망하고 활성화를 위한 전략을 마련하고자 건축산업 종사자 및 전문가 분들을 대상으로 스마트건축에 대한 인식과 스마트건축 도입현황 및 문제점, 요구 사항 등에 관한 설문조사를 시행하고 있습니다. 바쁘시더라도 건축산업 발전을 위해 적극적으로 협조하여 주시길 당부 드립니다.</p> <p>이 조사는 「통계법」 제33조에 의거 개인정보의 보호를 받습니다. 응답하신 내용은 순수 연구목적으로만 사용되며, 이외의 어떠한 다른 용도로도 사용되지 않을 것을 약속드립니다. 귀중한 시간을 내어주셔서 감사합니다.</p> <p>2021년 05월 건축공간연구원</p>
<p>※ 본 조사와 관련된 문의사항은 아래로 연락주시면 성심껏 답변해 드리겠습니다. ■ 주관기관 : 건축공간연구원 오민정 연구원(☎ 044-417-9616), 김은희 연구위원(☎ 044-417-9622)</p>

개념	근거
▶ 지능형빌딩은 건축환경 및 설비, 정보통신, 건물 자동화 등 주요시스템을 유기적으로 통합하여 첨단서비스 기능을 제공함으로써, 경제성, 효율성, 쾌적성, 기능성, 신뢰성 그리고 안전성을 추구하는 지적생산에 적합한 건물	IBS KOREA (지능형 건축물 인증전문기관)
▶ 지능형 건축물은 건축, 통신(TC: Telecommunication), 빌딩자동화 (BA: Building Automation), 사무자동화(OA: Office Automation) 등이 유기적으로 통합하여 첨단 서비스를 제공함으로써 경제성, 효율성, 기능성, 신뢰성, 안전성을 추구하는 빌딩	갈수록 똑똑해지는 스마트 빌딩 - 김석인, 김슬기
▶ 지능형건물은 시스템, 구조, 서비스, 운영과 이들간의 상호작용을 유기적으로 함으로써 최적의 생산성과 효율성을 제공하는 건물이다.	미국: 인텔리전트 빌딩 협회 (IBI: Intelligent Building Institute)
▶ 지능형건물은 건물 임대인에게는 가장 효율적인 방법과 가장 적은 시간으로 건물을 관리할 수 있게 한다. 동시에 임차인에게는 비즈니스의 효율성을 극대화할 수 있도록 한다.	유럽: 인텔리전트 빌딩 그룹 (EIBG: European Intelligent Building Group)

▶ ‘스마트 건축물(빌딩)’에 대한 개념

개념	근거
▶ 스마트 건축물이란 도시와 사회의 에너지 효율성 집적을 향한 현대의 시도들을 촉진하기 위해서 최신 기술 장비 및 발명품을 활용하는 무형의 개발품을 의미한다.	미래에너지 절감형 지속 가능한 친환경 스마트 건축물/김규남
▶ 스마트 빌딩은 스마트시티에서 제공하는 제반 서비스의 최종 단말이며, 사용자가 서비스를 제공받고 이용하는 장소	스마트빌딩 활성화를 위한 법,제도 개선방안 - 김성완
▶ 스마트 빌딩은 건축, 통신, 사무 자동화, 빌딩 자동화 등의 4가지 시스템을 유기적으로 통합하여 첨단 서비스 기능을 제공함으로써 경제성, 효율성, 쾌적성, 기능성, 신뢰성, 안전성을 추구한 빌딩으로, 건물의 냉·난방, 조명, 전력 시스템의 자동화와 자동 화재 감지 장치, 보안경비, 정보통신망의 기능과 사무 능력 및 환경을 개선하기 위한 사무 자동화를 홈 네트워크로 통합한 고기능첨단 건물이다.	‘스마트’용어의 적용사례 분석을 통한 ‘스마트 시티’의 개념정립을 위한 연구/ 최봉문
▶ 스마트 빌딩은 냉난방, 조명, 전력시스템을 통하여 운영이 자동화된 빌딩으로써 자동 화재 감지 장치, 보안 경비, 정보 통신망의 기능이 첨가된 빌딩	미국: OCS(Office communication system)
▶ 스마트빌딩은 21세기를 전망하여 고도 정보화의 진전에 대응할 수 있는 고도 정보화 건축물 또는 정보통신 기능의고도화, 에너지 절감, 인력 절감, 실내 환경의 쾌적성, 정보의 안전성이나 신뢰성을 확보할 수 있는 양호한 건축 자산	일본

제가 되는 순서대로 최대 2개까지만 선택하여 주십시오.

- ▶ 1순위(), 2순위()
- ① 노동 집약적인 건축물 생산 및 유지관리 과정
 - ② 불합리한 공급체계(발주방식 등 제도적 환경)
 - ③ 건축물의 낮은 품질
 - ④ 건축물 생산 및 운영 관리를 위한 높은 비용
 - ⑤ 산업환경 변화에 대한 대응인식 부족
 - ⑥ 기타()

A4-2. 기존 건축산업의 문제점과 연계하여, 스마트건축의 도입 및 확산이 필요하다고 생각되는 이유는 무엇입니까? 가장 중요한 순서대로 최대 2개까지만 선택하여 주십시오.

- ▶ 1순위(), 2순위()
- ① 건축물 생산 및 유지관리 과정의 업무 효율성 제고
 - ② 시장여건에 맞는 공급체계 등 제도 개선
 - ③ 건축물 품질 향상
 - ④ 건축물 생산 및 운영 관리 비용 절감
 - ⑤ 미래 산업환경 변화에 대응
 - ⑥ 기타()

A5. 스마트건축의 지향점(스마트건축의 개념에 반드시 포함되어야 할 내용)은 무엇이 되어야 한다고 생각하십니까?

- ① 건축물 이용자의 편의 및 삶의 질 향상
- ② 건축물 가치 향상
- ③ 공간환경의 안전 및 쾌적성 확보
- ④ 에너지 절약·탄소저감 등 환경부하 최소화
- ⑤ 기타()

B. 스마트건축의 도입 및 기술 수준

☞ 스마트건축 관련 기술 예시

- ① BIM : 3차원 정보모델을 기반으로 시설물의 생애주기에 걸쳐 발생하는 모든 정보를 통합하여 활용이 가능하도록 시설물의 형상, 속성 등을 정보로 표현한 디지털 모형
- ② 빅데이터 : 방대한 양(Volume), 빠른 데이터 생성 속도(Velocity), 데이터 다양성(Variety)을 가지는 전자적 데이터로서 기존의 방식으로는 저장/관리/분석이 어려운 특성을 가지고 있음
- ③ 인공지능 기술(A.I.) : 기계로부터 만들어진 지능(인공적인 지능)을 말하며, 인간의 학습능력과 추론 능력, 지각능력, 자연언어의 이해능력 등을 컴퓨터 기술을 이용하여 구현한 기술
- ④ 증강현실 및 가상현실 : 증강현실은 현실에 가상의 영상정보를 합성해 제공하는 기술이며 가상현실은 현실공간을 완전히 대체한 가상공간을 구현하여 사용자와의 상호작용을 가능하게 하는 기술
- ⑤ 사물인터넷(IoT) : 사람과 사물, 사물과 사물, 사물과 시스템 간을 통신(인터넷 등)을 통해 연결하여 정보를 상호 소통하게 하는 기술 및 서비스를 말함
- ⑥ 3D프린팅 : 3차원의 입체물을 만들어내는 기술
* 3D프린터, 3D 스캐너, 관련 소프트웨어 등의 3D프린팅 시스템 모두 포함
- ⑦ 드론 및 무인항공기 : 조종사 없이 무선전파의 유도에 의해서 비행 및 조종이 가능한 비행기
- ⑧ 클라우드 컴퓨팅 : 소프트웨어(프로그램), 스토리지(저장공간), 데이터베이스, 서버 등과 같은 정보통신기술(ICT) 자원을 개별적으로 구매하지 않고 여러 사람이 자원을 공유함으로써 비용을 절감할 뿐

- ② 관련정보 및 전문지식이 부족하기 때문
- ③ 전문 인력이 부족하기 때문
- ④ 시스템 구축, 인력 양성 비용이 부담되기 때문
- ⑤ 스마트건축에 대한 관심이 부족하기 때문
- ⑥ 설계-시공-유지관리 과정 간 업무호환의 어려움 때문(기존 장비 및 소프트웨어 등)
- ⑦ 기타() → 응답 후 D1로

C2-2. 귀하의 소속 회사에서 스마트건축을 도입하고 있거나 계획하고 있는 분야는 어디입니까?

- ① 기획 및 설계
- ② 감리, CM
- ③ 연구 및 조사
- ④ 시공
- ⑤ 사업비 관리
- ⑥ 모든 분야
- ⑦ 기타()

C2-3. 귀하의 소속 회사가 스마트건축에 대한 투자나 지원을 하려는 이유는 무엇입니까? 가장 중요한 순서대로 최대 2개까지만 선택하여 주십시오.

- ▶ 1순위(), 2순위()
- ① 업무의 효율성 향상을 위해
 - ② 생산성 향상 및 생산량 증대를 위해
 - ③ 건축물 품질 향상을 위해
 - ④ 고객 맞춤형 생산을 위해
 - ⑤ 공기 단축을 위해
 - ⑥ 생산 비용 절감을 위해
 - ⑦ 유지관리 비용 절감을 위해
 - ⑧ 의사결정 시간 단축을 위해
 - ⑨ 좋은 품질의 서비스 제공하기 위해
 - ⑩ 사람과 환경에의 긍정적인 영향 때문에
 - ⑪ 기타()

D. 스마트건축 지원

D1. 국내 스마트건축의 도입과 활성화를 저해하는 요인은 무엇이라고 생각하십니까?

- ① 건축산업 관련 국내 제도 여건 미흡(발주, 입찰, 계약제도 등)
- ② 정부 기술개발 투자 지원 미흡
- ③ 인력 양성 지원 미흡
- ④ 사업성 시장 수요 파악을 위한 정보제공 서비스 부족
- ⑤ 타분야와 융합, 시장확대를 위한 지원 부족
- ⑥ 기타()

D2. 국내 스마트건축의 도입과 활성화를 위한 정부의 핵심 과제는 무엇이라고 생각하십니까?

- ① 건축산업 관련 국내 제도 확충(발주, 입찰, 계약제도 등)
- ② 정부 기술개발 투자 지원 확대
- ③ 인력 양성 지원 확대
- ④ 사업성 시장 수요 파악을 위한 정보제공 서비스 구축
- ⑤ 타분야와 융합, 시장확대를 위한 지원 확대
- ⑥ 기타()

D3. 스마트건축 산업이 앞으로 나아가야 할 방향은 무엇이라고 생각하십니까?

가장 핵심적인 방향 1가지만 선택하여 주십시오.

- ① 건축산업활동 여건(구조) 개선
- ② 건축산업 국내외 경쟁력 확보
- ③ 국가, 지역 경제 발전에 이바지
- ④ 건축문화 발전에 이바지
- ⑤ 기타()

E. 스마트건축 효과 및 전망

E1. 스마트건축이 국내 건축산업에 향후 어떠한 영향을 미칠 것으로 생각하십니까?

구분	전혀 영향이 없다	별로 영향이 없다	보통이다	어느 정도 영향을 준다	매우 영향을 준다
1) 업무의 효율성 향상	①	②	③	④	⑤
2) 생산성 향상 및 생산량 증대	①	②	③	④	⑤
3) 건축물 품질 향상	①	②	③	④	⑤
4) 고객 맞춤형 생산	①	②	③	④	⑤
5) 공기 단축	①	②	③	④	⑤
6) 생산 비용 절감	①	②	③	④	⑤
7) 유지관리 비용 절감	①	②	③	④	⑤
8) 의사결정 시간 단축	①	②	③	④	⑤
9) 좋은 품질의 서비스 제공	①	②	③	④	⑤
10) 사람과 환경에의 긍정적인 영향	①	②	③	④	⑤

E2. 향후 국내 스마트건축의 성장 가능성은 어느 정도라고 생각하십니까?

매우 낮음	낮은 편	보통	높은 편	매우 높음
①	②	③	④	⑤

E3. 향후 스마트건축이 가장 활발하게 적용될 가능성이 있는 건축물 용도는 무엇이라고 생각하십니까? 해당 되는 건축물 용도를 모두 선택하여 주십시오.

- ① 자동차 관련 시설군 (자동차 관련 시설)
- ② 산업 등 시설군 (운수시설, 창고시설, 공장, 위험물 저장 및 처리시설, 자원순환 관련시설, 묘지관련 시설, 장례시설 등)
- ③ 전기통신시설군 (방송통신시설, 발전시설)
- ④ 문화집회시설군 (문화 및 집회시설, 종교시설, 위락시설, 관광휴게시설)
- ⑤ 영업시설군 (판매시설, 운동시설, 숙박시설, 제2종근린생활시설 중 다중생활시설)
- ⑥ 교육 및 복지시설군 (의료시설, 교육연구시설, 노유자시설, 수련시설, 야영장시설)
- ⑦ 근린생활시설군 (제1종 근린생활시설, 제2종근린생활시설-다중생활시설 제외)
- ⑧ 주거업무시설군 (단독주택, 공동주택, 업무시설, 교정 및 군사시설)
- ⑨ 그 밖의 시설군 (동물 및 식물관련시설)

E4. 기타 스마트건축의 산업 활성화를 위해 업계에서 필요로 하는 사항이나 제안사항이 있으시면 자유롭게 응답하여 주십시오.

▶

♣ 끝까지 응답해 주셔서 대단히 감사합니다. 좋은 자료로 활용하겠습니다. ♣

2. 조사결과

1) 스마트건축 기반 및 인식

□ 스마트건축 인지 여부

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	있다	없다(오늘 처음 들었다)
전체	(399)	70.4	29.6
전문 분야	건축설계	(301) 72.8	27.2
	건물 및 토목엔지니어링	(5) 40.0	60.0
	인테리어 디자인	(34) 58.8	41.2
	건축시공	(22) 90.9	9.1
	건축물 유지관리	(12) 58.3	41.7
업무 경력	기타	(25) 52.0	48.0
	3년 미만	(90) 62.2	37.8
	3~10년 미만	(103) 68.0	32.0
	10~20년 미만	(68) 72.1	27.9
성별	20년 이상	(138) 76.8	23.2
	남성	(279) 71.0	29.0
연령	여성	(120) 69.2	30.8
	20대	(50) 70.0	30.0
	30대	(123) 66.7	33.3
	40대	(101) 66.3	33.7
	50대	(86) 79.1	20.9
	60대 이상	(39) 74.4	25.6

□ 스마트건축 관심도

[단위 : %, 점]

구분	사례수 (명)	관심 없음	관심			보통	(어느정도)관심 있음			5점 평균
			전혀 없음	관심 없음	별도 관심 없음		심 있음	매우 관심 있음	관심 있음	
전체	(399)	12.0	3.0	9.0	30.3	45.4	12.3	57.6	3.55	
전문 분야	건축설계	(301)	12.0	2.3	9.6	30.2	43.5	14.3	57.8	3.58
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	0.0	0.0	0.0	80.0	20.0	0.0	20.0	3.20
	인테리어 디자인	(34)	5.9	2.9	2.9	32.4	55.9	5.9	61.8	3.59
	건축시공	(22)	13.6	4.5	9.1	31.8	50.0	4.5	54.5	3.41

[단위 : %, 점]

구분	사례수 (명)	관심 없음	관심			보통	(어느정도)관심 있음			5점 평균
			전혀 없음	별로 없음	관심 있음		매우 관심 있음	관심 있음		
	건축물 유지관리	(12)	16.7	8.3	8.3	8.3	66.7	8.3	75.0	3.58
	기타	(25)	20.0	8.0	12.0	28.0	44.0	8.0	52.0	3.32
업무 경력	3년 미만	(90)	16.7	4.4	12.2	34.4	41.1	7.8	48.9	3.36
	3~10년 미만	(103)	18.4	1.9	16.5	35.9	40.8	4.9	45.6	3.30
	10~20년 미만	(68)	5.9	1.5	4.4	33.8	47.1	13.2	60.3	3.66
	20년 이상	(138)	7.2	3.6	3.6	21.7	50.7	20.3	71.0	3.80
성별	남성	(279)	11.1	3.6	7.5	28.7	45.2	15.1	60.2	3.61
	여성	(120)	14.2	1.7	12.5	34.2	45.8	5.8	51.7	3.42
연령	20대	(50)	20.0	4.0	16.0	34.0	36.0	10.0	46.0	3.32
	30대	(123)	17.9	3.3	14.6	41.5	39.0	1.6	40.7	3.21
	40대	(101)	8.9	3.0	5.9	25.7	50.5	14.9	65.3	3.68
	50대	(86)	7.0	2.3	4.7	25.6	47.7	19.8	67.4	3.78
	60대 이상	(39)	2.6	2.6	0.0	12.8	59.0	25.6	84.6	4.05
인지 여부	스마트건축 인지	(281)	8.9	1.4	7.5	27.8	48.4	14.9	63.3	3.68
	스마트건축 비인지	(118)	19.5	6.8	12.7	36.4	38.1	5.9	44.1	3.24

□ 스마트건축 실현을 위해 중요한 것 (1+2 순위)

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	건물 제어가 쉽고 유지관 리가 용이한 시스템	첨단기술을 활용 한 효율적인 생산 방식 (건축설계-시공)	사람과 환경에 긍정적인 영향	우수한 건물 성능과 편의성	디지털 정보 기술의 결합	비용절감	기타	
									전 체
전문분야	건축설계	(301)	49.5	36.5	35.9	24.9	23.3	21.9	2.0
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	20.0	40.0	20.0	40.0	20.0	40.0	0.0
	인테리어 디자인	(34)	55.9	29.4	44.1	20.6	29.4	8.8	0.0
	건축시공	(22)	40.9	54.5	22.7	18.2	13.6	31.8	0.0
	건축물 유지관리	(12)	41.7	25.0	25.0	41.7	41.7	16.7	0.0
	기타	(25)	56.0	40.0	16.0	40.0	32.0	12.0	0.0
업무경력	3년 미만	(90)	47.8	34.4	33.3	27.8	26.7	22.2	0.0
	3~10년 미만	(103)	47.6	33.0	30.1	22.3	27.2	23.3	2.9
	10~20년 미만	(68)	48.5	50.0	32.4	19.1	17.6	23.5	1.5
	20년 이상	(138)	52.2	34.8	38.4	30.4	23.9	16.7	1.4
성별	남성	(279)	47.0	37.6	32.6	25.8	25.8	22.9	1.8
	여성	(120)	55.0	35.0	37.5	25.8	20.8	15.8	0.8
연령	20대	(50)	50.0	30.0	36.0	30.0	26.0	24.0	0.0

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	건물 설계 시스템	제어가 유리한 방식 (건축설계-시공)	첨단기술을 활용 한 효율적인 생산 사람과 환경에 긍정적인 영향	우수한 건물 성과와 편의성	디지털 정보 기술의 결합	비용절감	기타	
30대	(123)	48.0	37.4	30.9	24.4	21.1	26.0	1.6	
40대	(101)	47.5	41.6	32.7	20.8	27.7	17.8	2.0	
50대	(86)	52.3	38.4	34.9	27.9	22.1	19.8	1.2	
60대 이상	(39)	51.3	28.2	43.6	33.3	28.2	10.3	2.6	
인지여부	스마트건축 인지	(281)	49.1	34.5	37.4	26.0	26.3	18.5	1.4
	스마트건축 비인지	(118)	50.0	42.4	26.3	25.4	19.5	26.3	1.7

□ 스마트건축의 도입 및 확산 필요성

[단위 : %, 점]

구분	사례수(명)	불필요	필요		보통	필요함		필요	5점 평균	
			전혀 하지 않음	필요 하지 않음		필요함	매우 필요함			
전체	(399)	3.0	1.3	1.8	16.8	61.9	18.3	80.2	3.94	
건축설계	(301)	3.3	1.3	2.0	16.6	63.1	16.9	80.1	3.92	
건물 및 토목엔지니어링	(5)	0.0	0.0	0.0	40.0	60.0	0.0	60.0	3.60	
전문 분야	인테리어 디자인	(34)	2.9	0.0	2.9	14.7	61.8	20.6	82.4	4.00
	건축시공	(22)	4.5	4.5	0.0	18.2	54.5	22.7	77.3	3.91
	건축물 유지관리	(12)	0.0	0.0	0.0	16.7	75.0	8.3	83.3	3.92
	기타	(25)	0.0	0.0	0.0	16.0	48.0	36.0	84.0	4.20
업무 경력	3년 미만	(90)	1.1	1.1	0.0	18.9	61.1	18.9	80.0	3.97
	3~10년 미만	(103)	4.9	1.0	3.9	18.4	64.1	12.6	76.7	3.83
	10~20년 미만	(68)	1.5	1.5	0.0	16.2	60.3	22.1	82.4	4.01
	20년 이상	(138)	3.6	1.4	2.2	14.5	61.6	20.3	81.9	3.97
성별	남성	(279)	3.6	1.8	1.8	16.8	61.3	18.3	79.6	3.92
	여성	(120)	1.7	0.0	1.7	16.7	63.3	18.3	81.7	3.98
연령	20대	(50)	2.0	2.0	0.0	20.0	66.0	12.0	78.0	3.86
	30대	(123)	4.1	1.6	2.4	18.7	61.0	16.3	77.2	3.88
	40대	(101)	3.0	1.0	2.0	15.8	62.4	18.8	81.2	3.96
	50대	(86)	2.3	1.2	1.2	15.1	61.6	20.9	82.6	4.00
	60대 이상	(39)	2.6	0.0	2.6	12.8	59.0	25.6	84.6	4.08
인지여부	스마트건축 인지	(281)	2.1	0.7	1.4	13.5	63.3	21.0	84.3	4.02
	스마트건축 비인지	(118)	5.1	2.5	2.5	24.6	58.5	11.9	70.3	3.75
관심여부	관심있음	(230)	0.0	0.0	0.0	5.7	66.1	28.3	94.3	4.23
	보통	(121)	1.7	0.0	1.7	33.1	61.2	4.1	65.3	3.68
	관심없음	(48)	20.8	10.4	10.4	29.2	43.8	6.3	50.0	3.25

□ 기존 건축산업의 문제점

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	불합리한 공급체계 (발주방식 등 제도적 환경)	산업환경 변화에 대한 대응인식 부족	노동 집약적인 건 축물 생산 및 유지 관리 과정	건축물 생산 및 운 영 관리를 위한 높 은 비용	건축물의 낮은 품질	기타
전체	(320)	48.1	45.0	39.4	36.3	23.4	1.3
건축설계	(241)	52.3	48.1	37.8	33.6	21.6	1.7
건물 및 토목엔지니어링	(3)	33.3	66.7	0.0	33.3	66.7	0.0
전문 분야							
인테리어 디자인	(28)	42.9	28.6	39.3	50.0	28.6	0.0
건축시공	(17)	41.2	35.3	70.6	41.2	5.9	0.0
건축물 유지관리	(10)	10.0	40.0	40.0	50.0	30.0	0.0
기타	(21)	33.3	38.1	38.1	38.1	42.9	0.0
업무 경력							
3년 미만	(72)	45.8	50.0	33.3	36.1	26.4	1.4
3~10년 미만	(79)	59.5	32.9	39.2	34.2	24.1	1.3
10~20년 미만	(56)	39.3	46.4	41.1	35.7	25.0	1.8
20년 이상	(113)	46.0	49.6	42.5	38.1	20.4	0.9
성별							
남성	(222)	49.5	42.3	43.2	34.7	23.9	1.4
여성	(98)	44.9	51.0	30.6	39.8	22.4	1.0
연령							
20대	(39)	48.7	61.5	30.8	33.3	17.9	2.6
30대	(95)	55.8	35.8	43.2	28.4	27.4	1.1
40대	(82)	42.7	41.5	41.5	37.8	25.6	1.2
50대	(71)	39.4	52.1	36.6	43.7	22.5	1.4
60대 이상	(33)	57.6	45.5	39.4	42.4	15.2	0.0
인지 여부							
스마트건축 인지	(237)	47.7	48.5	40.1	33.8	22.4	0.8
스마트건축 비인지	(83)	49.4	34.9	37.3	43.4	26.5	2.4
관심 여부							
관심있음	(217)	47.0	46.5	37.3	36.9	25.8	0.9
보통	(79)	53.2	44.3	43.0	32.9	17.7	1.3
관심없음	(24)	41.7	33.3	45.8	41.7	20.8	4.2

□ 스마트건축 도입 및 확산이 필요한 이유 (1+2) 순위

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	미래 산업환경 변화에 대응	건축물 생산 및 유 지관리 과정의 업 무 효율성 제고	건축물 품질 향상	건축물 생산 및 운영 관리 비용 절감	시장여건에 맞는 공급체계 등 제 도 개선	기타
전체	(320)	61.6	51.6	33.4	28.4	20.0	0.9
건축설계	(241)	64.3	51.5	37.8	26.1	16.6	0.8
건물 및 토목엔지니어링	(3)	33.3	33.3	33.3	66.7	33.3	0.0
전문 분야							
인테리어 디자인	(28)	53.6	64.3	21.4	17.9	35.7	0.0
건축시공	(17)	52.9	52.9	11.8	35.3	29.4	5.9

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	미래 산업환경 변화에 대응	건축물 생산 및 유 지관리 과정의 업 무 효율성 제고	건축물 품질 향상	건축물 생산 및 운영 관리 비용 절감	시장여건에 맞는 공급체계 등 제 도 개선	기타	
건축물 유지관리	(10)	40.0	50.0	30.0	50.0	30.0	0.0	
기타	(21)	61.9	38.1	19.0	47.6	23.8	0.0	
업무 경력	3년 미만	(72)	56.9	45.8	31.9	29.2	30.6	0.0
	3~10년 미만	(79)	58.2	46.8	38.0	22.8	24.1	2.5
	10~20년 미만	(56)	64.3	55.4	28.6	23.2	23.2	1.8
	20년 이상	(113)	65.5	56.6	33.6	34.5	8.8	0.0
성별	남성	(222)	59.9	51.4	34.7	31.1	18.9	0.9
	여성	(98)	65.3	52.0	30.6	22.4	22.4	1.0
연령	20대	(39)	64.1	48.7	43.6	23.1	20.5	0.0
	30대	(95)	56.8	45.3	34.7	24.2	30.5	2.1
	40대	(82)	56.1	54.9	35.4	28.0	18.3	1.2
	50대	(71)	69.0	52.1	31.0	35.2	9.9	0.0
	60대 이상	(33)	69.7	63.6	18.2	33.3	15.2	0.0
인지 여부	스마트건축 인지	(237)	65.0	51.5	32.9	27.4	18.1	0.8
	스마트건축 비인지	(83)	51.8	51.8	34.9	31.3	25.3	1.2
관심 여부	관심있음	(217)	63.1	53.0	32.3	28.6	18.4	0.9
	보통	(79)	62.0	46.8	38.0	25.3	24.1	0.0
	관심없음	(24)	45.8	54.2	29.2	37.5	20.8	4.2

□ 스마트건축의 지향점

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	건축물 이용자의 편의 및 삶의 질 향상	에너지 절약·탄소 저감 등 환경부하 최소화	공간환경의 안전 및 쾌적성 확보	건축물 가치 향상	기타	
전 체	(399)	43.9	24.3	17.3	14.0	0.5	
전문 분야	건축설계	(301)	47.2	24.9	16.3	11.0	0.7
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	40.0	0.0	20.0	40.0	0.0
	인테리어 디자인	(34)	23.5	11.8	38.2	26.5	0.0
	건축시공	(22)	50.0	18.2	13.6	18.2	0.0
	건축물 유지관리	(12)	41.7	33.3	8.3	16.7	0.0
기타	(25)	28.0	40.0	8.0	24.0	0.0	
업무 경력	3년 미만	(90)	31.1	24.4	23.3	20.0	1.1
	3~10년 미만	(103)	35.0	26.2	14.6	23.3	1.0
	10~20년 미만	(68)	48.5	27.9	11.8	11.8	0.0
	20년 이상	(138)	56.5	21.0	18.1	4.3	0.0
성별	남성	(279)	49.1	19.7	16.5	14.0	0.7
	여성	(120)	31.7	35.0	19.2	14.2	0.0

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	건축물 이용자의 편의 및 삶의 질 향상	에너지 절약·탄소 저감 등 환경부하 최소화	공간환경의 안전 및 쾌적성 확보	건축물 가치 향상	기타	
연령	20대	(50)	32.0	30.0	16.0	22.0	0.0
	30대	(123)	35.8	26.0	17.9	19.5	0.8
	40대	(101)	43.6	22.8	15.8	16.8	1.0
	50대	(86)	54.7	23.3	22.1	0.0	0.0
	60대 이상	(39)	61.5	17.9	10.3	10.3	0.0
인지 여부	스마트건축 인지	(281)	44.1	26.0	18.5	10.7	0.7
	스마트건축 비인지	(118)	43.2	20.3	14.4	22.0	0.0
관심 여부	관심있음	(230)	43.9	24.3	20.9	10.4	0.4
	보통	(121)	46.3	19.8	14.0	19.0	0.8
	관심없음	(48)	37.5	35.4	8.3	18.8	0.0
필요 여부	필요함	(320)	41.3	25.6	20.0	12.5	0.6
	보통	(67)	52.2	20.9	7.5	19.4	0.0
	필요하지 않음	(12)	66.7	8.3	0.0	25.0	0.0

2) 스마트건축의 도입 및 기술수준

□ [설계단계] 스마트건축 도입 및 정착을 위한 핵심기술(1+2+3순위)

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	BIM	빅데 이터	인공 지능 기술 (A.I.)	사물 인터넷 (IoT)	클라 우드 컴퓨팅	증강 현실 및 가상 현실	3D 프린팅	드론 및 무인 항공기	기타	
전체	(399)	67.4	46.6	40.1	37.3	31.3	19.5	12.8	3.0	0.5	
전문 분야	건축설계	(301)	71.8	44.2	37.5	38.5	34.2	18.3	11.0	3.0	0.7
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	60.0	60.0	20.0	20.0	20.0	40.0	20.0	0.0	0.0
	인테리어 디자인	(34)	41.2	44.1	44.1	26.5	35.3	29.4	23.5	2.9	0.0
	건축시공	(22)	77.3	59.1	54.5	27.3	4.5	13.6	22.7	0.0	0.0
	건축물 유지관리	(12)	25.0	66.7	66.7	66.7	33.3	8.3	0.0	8.3	0.0
업무 경력	기타	(25)	64.0	56.0	44.0	36.0	16.0	28.0	16.0	4.0	0.0
	3년 미만	(90)	62.2	55.6	40.0	43.3	26.7	25.6	12.2	3.3	0.0
	3~10년 미만	(103)	68.0	44.7	35.9	32.0	26.2	22.3	13.6	2.9	0.0
	10~20년 미만	(68)	67.6	47.1	42.6	30.9	30.9	14.7	13.2	0.0	1.5
성별	20년 이상	(138)	70.3	42.0	42.0	40.6	38.4	15.9	12.3	4.3	0.7
	남성	(279)	70.3	44.1	40.1	38.4	33.0	18.3	11.1	1.8	0.7
연령	여성	(120)	60.8	52.5	40.0	35.0	27.5	22.5	16.7	5.8	0.0
	20대	(50)	68.0	54.0	34.0	38.0	28.0	28.0	8.0	4.0	0.0

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	BIM	빅데이터	인공지능 기술 (A.I.)	사물 인터넷 (IoT)	클라우드 컴퓨팅	증강 현실 가상 현실	3D 프린팅	드론 및 무인 항공기	기타	
	30대	(123)	69.9	48.0	35.8	34.1	27.6	19.5	14.6	1.6	0.8
	40대	(101)	62.4	41.6	40.6	40.6	26.7	20.8	13.9	3.0	0.0
	50대	(86)	66.3	46.5	44.2	34.9	45.3	18.6	11.6	4.7	0.0
	60대 이상	(39)	74.4	46.2	51.3	43.6	28.2	7.7	12.8	2.6	2.6
인지 여부	스마트건축 인지	(281)	68.3	45.2	38.1	38.8	31.3	19.9	13.2	2.8	0.7
	스마트건축 비인지	(118)	65.3	50.0	44.9	33.9	31.4	18.6	11.9	3.4	0.0
관심 여부	관심있음	(230)	67.4	44.3	44.8	39.1	34.8	17.0	11.7	2.6	0.4
	보통	(121)	71.1	47.9	37.2	32.2	24.8	23.1	18.2	2.5	0.8
	관심없음	(48)	58.3	54.2	25.0	41.7	31.3	22.9	4.2	6.3	0.0
필요 여부	필요함	(320)	69.1	47.5	40.6	37.2	30.9	21.3	13.8	3.1	0.6
	보통	(67)	59.7	44.8	44.8	38.8	31.3	14.9	9.0	1.5	0.0
	필요하지 않음	(12)	66.7	33.3	0.0	33.3	41.7	0.0	8.3	8.3	0.0

□ [설계단계] 건축산업에 우선 적용될 가능성이 높은 기술

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	BIM	빅데이터	인공지능 기술 (A.I.)	증강 현실 및 가상현실	사물 인터넷 (IoT)	클라우드 컴퓨팅	3D프린팅	드론 및 무인 항공기	
전체	(399)	55.6	15.5	8.5	6.5	4.5	4.3	3.8	1.3	
	건축설계	(301)	63.8	13.6	6.6	5.0	3.7	4.3	1.7	1.3
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	40.0	0.0	0.0	0.0	40.0	0.0	20.0	0.0
전문 분야	인테리어 디자인	(34)	17.6	29.4	23.5	14.7	2.9	2.9	5.9	2.9
	건축시공	(22)	59.1	18.2	0.0	13.6	4.5	0.0	4.5	0.0
	건축물 유지관리	(12)	16.7	25.0	8.3	8.3	16.7	0.0	25.0	0.0
	기타	(25)	28.0	16.0	20.0	8.0	4.0	12.0	12.0	0.0
업무 경력	3년 미만	(90)	45.6	18.9	7.8	12.2	5.6	3.3	6.7	0.0
	3~10년 미만	(103)	59.2	14.6	9.7	3.9	3.9	4.9	2.9	1.0
	10~20년 미만	(68)	58.8	10.3	8.8	7.4	5.9	4.4	4.4	0.0
	20년 이상	(138)	58.0	16.7	8.0	4.3	3.6	4.3	2.2	2.9
성별	남성	(279)	56.3	16.1	6.8	6.5	4.7	5.0	3.2	1.4
	여성	(120)	54.2	14.2	12.5	6.7	4.2	2.5	5.0	0.8
연령	20대	(50)	66.0	14.0	2.0	10.0	2.0	2.0	4.0	0.0
	30대	(123)	57.7	15.4	6.5	6.5	3.3	4.9	5.7	0.0
	40대	(101)	48.5	14.9	12.9	6.9	6.9	4.0	4.0	2.0
	50대	(86)	51.2	18.6	7.0	4.7	7.0	5.8	2.3	3.5

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	BIM	빅데이터	인공 지능 기술 (A.I.)	증강 현실 및 가상현실	사물 인터넷 (IoT)	클라 우드 컴퓨팅	3D프린팅	드론 및 무인 항공기	
60대 이상	(39)	64.1	12.8	15.4	5.1	0.0	2.6	0.0	0.0	
인지 여부	스마트건축 인지	(281)	60.5	14.6	6.8	6.4	4.3	3.6	2.1	1.8
	스마트건축 비인지	(118)	44.1	17.8	12.7	6.8	5.1	5.9	7.6	0.0
관심 여부	관심있음	(230)	59.1	14.8	7.8	6.5	3.5	3.9	3.0	1.3
	보통	(121)	52.9	14.9	9.9	7.4	3.3	4.1	6.6	0.8
	관심없음	(48)	45.8	20.8	8.3	4.2	12.5	6.3	0.0	2.1
필요 여부	필요함	(320)	57.8	14.4	9.1	6.9	3.4	3.1	3.8	1.6
	보통	(67)	49.3	19.4	6.0	4.5	9.0	7.5	4.5	0.0
	필요하지 않음	(12)	33.3	25.0	8.3	8.3	8.3	16.7	0.0	0.0

□ [설계단계] 해당 기술이 적용될 가능성이 높다고 생각하는 이유

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	기술의 발전 속 도가 매우 빠르 기 때문	관련 기술에 대한 정 보 및 지식의 공유가 활발하기 때문	현재 활용도(이용 률)가(이) 높기 때 문	관련 기술 개발 및 공 급 사업체 확보가 용 이하기 때문	법제도적 요구 가 있기 때문	기타	
전 체	(399)	21.1	34.8	23.3	11.3	7.0	2.5	
전문 분야	BIM	(222)	18.5	30.6	25.7	11.3	10.4	3.6
	빅데이터	(62)	14.5	64.5	9.7	8.1	3.2	0.0
	인공지능 기술(A.I.)	(34)	38.2	32.4	11.8	14.7	0.0	2.9
	증강현실 및 가상현실	(26)	30.8	11.5	42.3	11.5	0.0	3.8
	사물인터넷(IoT)	(18)	16.7	27.8	27.8	22.2	5.6	0.0
	3D프린팅	(15)	40.0	13.3	40.0	0.0	6.7	0.0
	드론 및 무인항공기	(5)	0.0	40.0	40.0	20.0	0.0	0.0
	클라우드 컴퓨팅	(17)	23.5	47.1	11.8	11.8	5.9	0.0

□ [시공단계] 스마트건축 도입 및 정착을 위한 핵심기술(1+2+3순위)

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	BIM	빅데이터	인공 지능 기술 (A.I.)	사물 인터넷 (IoT)	클라 우드 컴퓨팅	증강 현실 및 가상현실	3D 프린팅	드론 및 무인 항공기	기타
전 체	(399)	69.7	40.9	33.3	29.8	26.8	25.6	21.6	11.3	0.5
전문 분야	건축설계	(301)	77.1	40.9	31.9	26.6	22.3	22.6	10.0	0.7
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	40.0	40.0	20.0	60.0	40.0	20.0	20.0	0.0
	인테리어 디자인	(34)	41.2	41.2	35.3	38.2	29.4	44.1	14.7	17.6
건축시공	(22)	59.1	27.3	36.4	27.3	27.3	45.5	18.2	18.2	0.0

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	BIM	빅데이터	인공 지능 기술 (A.I.)	사물 인터넷 (IoT)	클라 우드 컴퓨팅	증강 현실 및 가상현실	3D 프린팅	드론 및 무인 항공기	기타	
건축물 유지관리	(12)	33.3	66.7	66.7	58.3	16.7	8.3	25.0	8.3	0.0	
기타	(25)	52.0	40.0	32.0	40.0	28.0	32.0	20.0	16.0	0.0	
업무 경력	3~10년 미만	(90)	65.6	37.8	35.6	30.0	27.8	34.4	20.0	14.4	0.0
	3~10년 미만	(103)	64.1	40.8	29.1	28.2	30.1	30.1	14.6	13.6	0.0
	10~20년 미만	(68)	73.5	38.2	29.4	25.0	29.4	16.2	29.4	4.4	1.5
	20년 이상	(138)	74.6	44.2	37.0	33.3	22.5	21.0	23.9	10.9	0.7
성별	남성	(279)	72.8	40.9	33.3	29.7	25.8	26.5	21.5	7.5	0.7
	여성	(120)	62.5	40.8	33.3	30.0	29.2	23.3	21.7	20.0	0.0
연령	20대	(50)	78.0	42.0	28.0	14.0	24.0	32.0	26.0	18.0	0.0
	30대	(123)	68.3	36.6	29.3	29.3	28.5	29.3	17.9	12.2	0.8
	40대	(101)	64.4	43.6	32.7	35.6	29.7	23.8	18.8	5.9	1.0
	50대	(86)	67.4	41.9	38.4	33.7	22.1	22.1	30.2	14.0	0.0
	60대 이상	(39)	82.1	43.6	43.6	28.2	28.2	17.9	15.4	7.7	0.0
	인지 여부	스마트건축 인지	(281)	71.5	38.8	32.4	30.6	27.8	24.2	23.5	11.7
	스마트건축 비인지	(118)	65.3	45.8	35.6	28.0	24.6	28.8	16.9	10.2	0.8
관심 여부	관심있음	(230)	71.7	41.3	38.3	31.7	25.2	23.9	23.0	11.7	0.4
	보통	(121)	68.6	40.5	27.3	24.0	28.9	25.6	22.3	11.6	0.8
	관심없음	(48)	62.5	39.6	25.0	35.4	29.2	33.3	12.5	8.3	0.0
필요 여부	필요함	(320)	70.6	40.9	35.0	30.3	29.1	27.5	20.3	12.8	0.6
	보통	(67)	65.7	38.8	31.3	28.4	17.9	17.9	26.9	4.5	0.0
	필요하지 않음	(12)	66.7	50.0	0.0	25.0	16.7	16.7	25.0	8.3	0.0

□ [시공단계] 건축산업에 우선 적용될 가능성이 높은 기술

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	BIM	빅데 이터	인공 지능 기술 (A.I.)	증강 현실 및 가상현실	사물 인터넷 (IoT)	클라 우드 컴퓨팅	3D프린팅	드론 및 무인 항공기	
전 체	(399)	44.6	13.8	10.3	9.5	8.8	7.0	3.0	3.0	
전문 분야	건축설계	(301)	52.5	13.0	8.6	9.3	5.0	6.6	2.3	2.7
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	40.0	20.0	20.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0
	인테리어 디자인	(34)	14.7	14.7	20.6	14.7	20.6	8.8	2.9	2.9
	건축시공	(22)	27.3	9.1	22.7	13.6	18.2	4.5	0.0	4.5
	건축물 유지관리	(12)	16.7	25.0	8.3	8.3	8.3	16.7	16.7	0.0
기타	(25)	20.0	20.0	4.0	4.0	28.0	8.0	8.0	8.0	
업무 경력	3년 미만	(90)	36.7	10.0	14.4	11.1	15.6	6.7	3.3	2.2
	3~10년 미만	(103)	35.0	17.5	11.7	9.7	8.7	7.8	5.8	3.9

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	BIM	빅데이터	인공지능 기술 (A.I.)	증강 현실 및 가상현실	사물 인터넷 (IoT)	클라우드 컴퓨팅	3D프린팅	드론 및 무인 항공기	
	10~20년 미만	(68)	55.9	14.7	7.4	4.4	7.4	4.4	1.5	4.4
	20년 이상	(138)	51.4	13.0	8.0	10.9	5.1	8.0	1.4	2.2
성별	남성	(279)	49.8	11.8	9.3	9.0	7.2	7.9	1.8	3.2
	여성	(120)	32.5	18.3	12.5	10.8	12.5	5.0	5.8	2.5
연령	20대	(50)	44.0	14.0	14.0	16.0	6.0	0.0	4.0	2.0
	30대	(123)	41.5	13.8	10.6	7.3	9.8	6.5	5.7	4.9
	40대	(101)	47.5	14.9	9.9	6.9	8.9	8.9	2.0	1.0
	50대	(86)	37.2	15.1	9.3	12.8	10.5	10.5	1.2	3.5
	60대 이상	(39)	64.1	7.7	7.7	7.7	5.1	5.1	0.0	2.6
인지 여부	스마트건축 인지	(281)	46.6	13.5	10.0	9.6	8.2	7.1	2.1	2.8
	스마트건축 비인지	(118)	39.8	14.4	11.0	9.3	10.2	6.8	5.1	3.4
관심 여부	관심있음	(230)	47.4	11.3	9.1	9.6	7.8	8.7	3.5	2.6
	보통	(121)	47.1	15.7	9.1	8.3	9.9	3.3	2.5	4.1
	관심없음	(48)	25.0	20.8	18.8	12.5	10.4	8.3	2.1	2.1
필요 여부	필요함	(320)	47.2	13.8	9.7	8.8	7.8	7.2	3.4	2.2
	보통	(67)	35.8	14.9	9.0	11.9	14.9	7.5	0.0	6.0
	필요하지 않음	(12)	25.0	8.3	33.3	16.7	0.0	0.0	8.3	8.3

□ [시공단계] 해당 기술이 적용될 가능성이 높다고 생각하는 이유

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	기술의 발전 속도 가 매우 빠르기 때 문	관련 기술에 대한 정 보 및 지식의 공유가 활발하기 때문	현재 활용도(이용 률)가(이) 높기 때 문	관련 기술 개발 및 공 급 업체 확보가 용 이하기 때문	법제도적 요구 가 있기 때문	기타	
전 체	(399)	28.3	25.3	29.1	10.8	3.8	2.8	
전 문 분야	BIM	(222)	20.8	29.2	30.9	6.7	7.3	5.1
	빅데이터	(62)	28.9	34.2	13.2	23.7	0.0	0.0
	인공지능 기술(A.I.)	(34)	34.3	22.9	22.9	20.0	0.0	0.0
	증강현실 및 가상현실	(26)	36.6	26.8	26.8	9.8	0.0	0.0
	사물인터넷(IoT)	(18)	25.0	10.7	46.4	10.7	7.1	0.0
	3D프린팅	(15)	47.3	12.7	25.5	10.9	0.0	3.6
	드론 및 무인항공기	(5)	8.3	16.7	66.7	8.3	0.0	0.0
	클라우드 컴퓨팅	(17)	33.3	41.7	16.7	8.3	0.0	0.0

□ [유지관리 단계] 스마트건축 도입 및 정착을 위한 핵심기술(1+2+3순위)

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	BIM	빅데이터	인공 지능 기술 (A.I.)	사물 인터넷 (IoT)	클라 우드 컴퓨팅	증강 현실 가상 현실	및 3D 프린팅	드론 및 무인 항공기	기타
전 체	(399)	55.1	48.4	47.9	47.1	32.8	20.1	8.3	3.3	0.3
건축설계	(301)	57.5	52.2	47.5	50.2	31.9	17.3	5.6	2.7	0.3
건물 및 토목엔지니어링	(5)	40.0	40.0	40.0	20.0	40.0	40.0	20.0	0.0	0.0
전문 분야										
인테리어 디자인	(34)	41.2	35.3	38.2	38.2	35.3	29.4	23.5	5.9	0.0
건축시공	(22)	40.9	31.8	59.1	50.0	36.4	27.3	9.1	9.1	0.0
건축물 유지관리	(12)	75.0	33.3	83.3	16.7	33.3	41.7	0.0	0.0	0.0
기타	(25)	52.0	44.0	40.0	40.0	36.0	20.0	20.0	4.0	0.0
업무 경력										
3년 미만	(90)	55.6	38.9	52.2	54.4	26.7	23.3	11.1	4.4	0.0
3~10년 미만	(103)	47.6	42.7	48.5	42.7	35.9	22.3	9.7	4.9	0.0
10~20년 미만	(68)	54.4	47.1	42.6	42.6	36.8	16.2	7.4	2.9	1.5
20년 이상	(138)	60.9	59.4	47.1	47.8	32.6	18.1	5.8	1.4	0.0
성별										
남성	(279)	54.1	52.3	47.3	44.4	34.1	20.1	7.5	1.8	0.4
여성	(120)	57.5	39.2	49.2	53.3	30.0	20.0	10.0	6.7	0.0
연령										
20대	(50)	56.0	42.0	48.0	52.0	26.0	20.0	10.0	8.0	0.0
30대	(123)	52.0	39.0	50.4	45.5	35.0	21.1	9.8	4.9	0.8
40대	(101)	51.5	48.5	46.5	50.5	33.7	18.8	6.9	1.0	0.0
50대	(86)	62.8	57.0	44.2	39.5	39.5	19.8	4.7	2.3	0.0
60대 이상	(39)	56.4	66.7	51.3	53.8	17.9	20.5	12.8	0.0	0.0
인지 여부										
스마트건축 인지	(281)	56.2	49.8	47.0	50.5	34.9	17.4	7.1	2.5	0.4
스마트건축 비인지	(118)	52.5	44.9	50.0	39.0	28.0	26.3	11.0	5.1	0.0
관심 여부										
관심있음	(230)	56.5	49.1	51.7	47.8	34.8	18.3	6.5	3.9	0.0
보통	(121)	54.5	52.1	39.7	41.3	33.9	21.5	12.4	2.5	0.8
관심없음	(48)	50.0	35.4	50.0	58.3	20.8	25.0	6.3	2.1	0.0
필요 여부										
필요함	(320)	56.6	50.0	49.7	47.2	33.8	20.0	8.4	3.8	0.3
보통	(67)	49.3	41.8	40.3	49.3	31.3	20.9	7.5	1.5	0.0
필요하지 않음	(12)	50.0	41.7	41.7	33.3	16.7	16.7	8.3	0.0	0.0

□ [유지관리 단계] 건축산업에 우선 적용될 가능성이 높은 기술

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	BIM	빅데이터	인공지능 기술 (A.I.)	증강 현실 및 가상현실	사물 인터넷 (IoT)	클라우드 컴퓨팅	3D프린팅	드론 및 무인 항공기
전체	(399)	22.3	22.3	19.5	19.0	7.8	5.0	2.3	1.8
건축설계	(301)	25.9	21.6	18.9	18.6	8.0	4.3	1.3	1.3
건물 및 토목엔지니어링	(5)	40.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	20.0	20.0
전문 분야									
인테리어 디자인	(34)	8.8	17.6	14.7	38.2	11.8	2.9	2.9	2.9
건축시공	(22)	9.1	22.7	27.3	13.6	0.0	27.3	0.0	0.0
건축물 유지관리	(12)	8.3	41.7	33.3	8.3	0.0	0.0	8.3	0.0
기타	(25)	12.0	32.0	20.0	12.0	12.0	0.0	8.0	4.0
업무 경력									
3년 미만	(90)	16.7	20.0	25.6	21.1	6.7	5.6	3.3	1.1
3~10년 미만	(103)	22.3	20.4	19.4	15.5	11.7	5.8	1.9	2.9
10~20년 미만	(68)	26.5	19.1	17.6	22.1	7.4	2.9	4.4	0.0
20년 이상	(138)	23.9	26.8	16.7	18.8	5.8	5.1	0.7	2.2
성별									
남성	(279)	25.4	23.3	17.6	19.4	5.4	6.1	1.8	1.1
여성	(120)	15.0	20.0	24.2	18.3	13.3	2.5	3.3	3.3
연령									
20대	(50)	20.0	28.0	22.0	16.0	8.0	2.0	2.0	2.0
30대	(123)	23.6	16.3	25.2	13.0	9.8	8.1	3.3	0.8
40대	(101)	20.8	22.8	14.9	26.7	5.0	3.0	3.0	4.0
50대	(86)	20.9	27.9	16.3	20.9	9.3	2.3	1.2	1.2
60대 이상	(39)	28.2	20.5	17.9	17.9	5.1	10.3	0.0	0.0
인지 여부									
스마트건축 인지	(281)	23.8	22.8	20.6	18.5	7.1	4.6	1.4	1.1
스마트건축 비인지	(118)	18.6	21.2	16.9	20.3	9.3	5.9	4.2	3.4
관심 여부									
관심있음	(230)	23.5	24.3	19.1	19.6	6.5	4.3	0.9	1.7
보통	(121)	24.8	16.5	17.4	19.8	9.9	5.8	5.0	0.8
관심없음	(48)	10.4	27.1	27.1	14.6	8.3	6.3	2.1	4.2
필요 여부									
필요함	(320)	23.4	21.6	20.0	19.7	6.9	5.0	1.6	1.9
보통	(67)	17.9	25.4	17.9	17.9	9.0	4.5	6.0	1.5
필요하지 않음	(12)	16.7	25.0	16.7	8.3	25.0	8.3	0.0	0.0

□ [설계단계] 해당 기술이 적용될 가능성이 높다고 생각하는 이유

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	기술의 발전 속도가 매우 빠르기 때문	관련 기술에 대한 정보 및 지식의 공 유가 활발하기 때문	현재 활용도(이용 률)가(이) 높기 때문	관련 기술 개발 및 공급 업체 확보 가 용이하기 때문	법제도적 요구가 있기 때문	기타
전체	(399)	26.3	33.1	23.1	11.8	2.5	3.3
전문 BIM	(222)	24.7	31.5	21.3	7.9	6.7	7.9

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	기술의 발전 속도가 매우 빠르기 때문	관련 기술에 대한 정보 및 지식의 공 유가 활발하기 때문	현재 활용도(이용 률)가(이) 높기 때문	관련 기술 개발 및 공급 사업체 확보 가 용이하기 때문	법제도적 요구가 있기 때문	기타
빅데이터	(62)	19.1	46.1	18.0	12.4	1.1	3.4
인공지능 기술(A.I.)	(34)	42.1	32.9	14.5	9.2	0.0	1.3
증강현실 및 가상현실	(26)	25.0	30.0	20.0	15.0	5.0	5.0
분야 사물인터넷(IoT)	(18)	28.2	19.2	38.5	12.8	0.0	1.3
3D프린팅	(15)	11.1	22.2	33.3	22.2	11.1	0.0
드론 및 무인항공기	(5)	0.0	28.6	42.9	28.6	0.0	0.0
클라우드 컴퓨팅	(17)	19.4	41.9	19.4	16.1	3.2	0.0

□ 스마트기술의 도입 수준

[단위 : %, 점]

구분	사례수 (명)	낮음	보통			높음		5점 평균	
			매우 낮음	낮은 편	높은 편	매우 높음			
전체	(399)	57.6	18.8	38.8	34.6	6.8	1.0	7.8	2.32
건축설계	(301)	65.4	21.9	43.5	30.2	4.3	0.0	4.3	2.17
건물 및 토목엔지니어링	(5)	0.0	0.0	0.0	80.0	20.0	0.0	20.0	3.20
전문 분야 인테리어 디자인	(34)	20.6	5.9	14.7	61.8	11.8	5.9	17.6	2.97
건축시공	(22)	50.0	18.2	31.8	36.4	9.1	4.5	13.6	2.50
건축물 유지관리	(12)	25.0	0.0	25.0	41.7	25.0	8.3	33.3	3.17
기타	(25)	48.0	12.0	36.0	36.0	16.0	0.0	16.0	2.56
업무 경력 3년 미만	(90)	45.6	13.3	32.2	40.0	11.1	3.3	14.4	2.59
3~10년 미만	(103)	58.3	19.4	38.8	35.9	4.9	1.0	5.8	2.29
10~20년 미만	(68)	67.6	22.1	45.6	25.0	7.4	0.0	7.4	2.18
20년 이상	(138)	60.1	20.3	39.9	34.8	5.1	0.0	5.1	2.25
성별 남성	(279)	61.3	21.9	39.4	31.5	6.5	0.7	7.2	2.25
여성	(120)	49.2	11.7	37.5	41.7	7.5	1.7	9.2	2.50
연령 20대	(50)	48.0	14.0	34.0	38.0	12.0	2.0	14.0	2.54
30대	(123)	63.4	21.1	42.3	30.9	4.9	0.8	5.7	2.22
40대	(101)	58.4	22.8	35.6	33.7	6.9	1.0	7.9	2.28
50대	(86)	51.2	11.6	39.5	39.5	8.1	1.2	9.3	2.48
60대 이상	(39)	64.1	23.1	41.0	33.3	2.6	0.0	2.6	2.15
인지 여부 스마트건축 인지	(281)	56.9	17.8	39.1	35.9	6.0	1.1	7.1	2.33
스마트건축 비인지	(118)	59.3	21.2	38.1	31.4	8.5	0.8	9.3	2.30
관심 여부 관심있음	(230)	58.3	18.7	39.6	30.4	9.6	1.7	11.3	2.36
보통	(121)	50.4	13.2	37.2	47.1	2.5	0.0	2.5	2.39
관심없음	(48)	72.9	33.3	39.6	22.9	4.2	0.0	4.2	1.98

[단위 : %, 점]

구분	사례수 (명)	낮음	보통			높음		5점 평균		
			매우 낮음	낮은 편	높은 편	매우 높음				
필요 여부	필요함	(320)	58.4	17.5	40.9	32.5	7.8	1.3	9.1	2.34
	보통	(67)	50.7	17.9	32.8	46.3	3.0	0.0	3.0	2.34
	필요하지 않음	(12)	75.0	58.3	16.7	25.0	0.0	0.0	0.0	1.67

□ 스마트기술의 도입 수준이 낮은 이유

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	시스템 구축, 인력 양성 비용이 부담되기 때문	설계-시공-유지관리 과정 간 업무흐환의 어려움 때문 (기존 장비 및 소프트웨어 등)	스마트건축 사업추진 여건 (사업건수, 계약 제도 등)이 미흡하기 때문	스마트건축에 대한 관심이 부족하기 때문	전문 인력이 부족하기 때문	관련정보 및 전문 지식이 부족하기 때문	기타	
전체	(230)	27.0	24.8	20.0	8.7	8.3	7.4	3.9	
건축설계	건축설계	(197)	28.9	25.4	19.8	6.6	7.1	7.6	4.6
	건물 및 토목엔지니어링	-	-	-	-	-	-	-	-
	전문 분야								
	인테리어 디자인	(7)	0.0	42.9	0.0	14.3	28.6	14.3	0.0
	건축시공	(11)	18.2	27.3	27.3	18.2	9.1	0.0	0.0
	건축물 유지관리	(3)	0.0	0.0	33.3	0.0	66.7	0.0	0.0
	기타	(12)	25.0	8.3	25.0	33.3	0.0	8.3	0.0
업무 경력	3년 미만	(41)	12.2	22.0	24.4	12.2	12.2	9.8	7.3
	3~10년 미만	(60)	26.7	26.7	16.7	11.7	10.0	6.7	1.7
	10~20년 미만	(46)	30.4	26.1	19.6	4.3	10.9	6.5	2.2
	20년 이상	(83)	32.5	24.1	20.5	7.2	3.6	7.2	4.8
성별	남성	(171)	25.1	23.4	21.6	8.2	7.6	8.8	5.3
	여성	(59)	32.2	28.8	15.3	10.2	10.2	3.4	0.0
연령	20대	(24)	16.7	20.8	29.2	8.3	12.5	4.2	8.3
	30대	(78)	25.6	23.1	19.2	12.8	9.0	7.7	2.6
	40대	(59)	30.5	25.4	13.6	3.4	13.6	6.8	6.8
	50대	(44)	31.8	27.3	22.7	6.8	2.3	6.8	2.3
	60대 이상	(25)	24.0	28.0	24.0	12.0	0.0	12.0	0.0
	인지 여부	스마트건축 인지	(160)	28.1	25.0	21.3	7.5	6.9	6.3
스마트건축 비인지		(70)	24.3	24.3	17.1	11.4	11.4	10.0	1.4
관심 여부	관심있음	(134)	26.9	27.6	20.1	7.5	9.0	6.0	3.0
	보통	(61)	34.4	24.6	19.7	8.2	1.6	4.9	6.6
	관심없음	(35)	14.3	14.3	20.0	14.3	17.1	17.1	2.9
필요 여부	필요함	(187)	26.7	24.1	20.9	9.1	8.6	6.4	4.3
	보통	(34)	26.5	32.4	17.6	5.9	8.8	8.8	0.0
	필요하지 않음	(9)	33.3	11.1	11.1	11.1	0.0	22.2	11.1

3) 스마트건축 운영 및 활용

□ 스마트건축 관련 기술 활용 여부 및 활용 분야

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	활용하지 않음	활용함	사례수 (명)	기획 및 설계	연구 및 조사	시공	감리, CM	사업비 관리	모든 분야
전 체	(399)	76.4	23.6	(94)	64.9	11.7	9.6	7.4	1.1	5.3
건축설계	(301)	77.4	22.6	(68)	77.9	7.4	4.4	7.4	0.0	2.9
건물 및 토목엔지니어링	(5)	80.0	20.0	(1)	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
전문 분야										
인테리어 디자인	(34)	73.5	26.5	(9)	22.2	22.2	33.3	11.1	11.1	0.0
건축시공	(22)	68.2	31.8	(7)	28.6	14.3	42.9	0.0	0.0	14.3
건축물 유지관리	(12)	58.3	41.7	(5)	20.0	40.0	0.0	0.0	0.0	40.0
기타	(25)	84.0	16.0	(4)	50.0	25.0	0.0	25.0	0.0	0.0
업무 경력										
3년 미만	(90)	70.0	30.0	(27)	63.0	7.4	11.1	7.4	3.7	7.4
3~10년 미만	(103)	78.6	21.4	(22)	40.9	18.2	22.7	13.6	0.0	4.5
10~20년 미만	(68)	79.4	20.6	(14)	78.6	14.3	0.0	0.0	0.0	7.1
20년 이상	(138)	77.5	22.5	(31)	77.4	9.7	3.2	6.5	0.0	3.2
성별										
남성	(279)	76.3	23.7	(66)	63.6	12.1	6.1	10.6	1.5	6.1
여성	(120)	76.7	23.3	(28)	67.9	10.7	17.9	0.0	0.0	3.6
연령										
20대	(50)	80.0	20.0	(10)	60.0	0.0	20.0	0.0	10.0	10.0
30대	(123)	77.2	22.8	(28)	64.3	7.1	14.3	10.7	0.0	3.6
40대	(101)	72.3	27.7	(28)	50.0	25.0	7.1	7.1	0.0	10.7
50대	(86)	79.1	20.9	(18)	83.3	5.6	0.0	11.1	0.0	0.0
60대 이상	(39)	74.4	25.6	(10)	80.0	10.0	10.0	0.0	0.0	0.0
인지 여부										
스마트건축 인지	(281)	70.8	29.2	(82)	64.6	12.2	9.8	8.5	1.2	3.7
스마트건축 비인지	(118)	89.8	10.2	(12)	66.7	8.3	8.3	0.0	0.0	16.7
관심 여부										
관심있음	(230)	70.4	29.6	(68)	67.6	11.8	7.4	7.4	1.5	4.4
보통	(121)	81.8	18.2	(22)	54.5	13.6	13.6	9.1	0.0	9.1
관심없음	(48)	91.7	8.3	(4)	75.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0
필요 여부										
필요함	(320)	74.4	25.6	(82)	68.3	12.2	6.1	7.3	1.2	4.9
보통	(67)	86.6	13.4	(9)	33.3	11.1	33.3	11.1	0.0	11.1
필요하지 않음	(12)	75.0	25.0	(3)	66.7	0.0	33.3	0.0	0.0	0.0

□ 스마트건축 투자·지원 여부

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	현재 투자/지원을 하고 있지 않고, 향후 투자/지원 계획도 없다	현재 투자/지원을 하고 있지 않지 만, 투자/지원 계획이 있다	투자/지원을 활발하게 하고 있다	
전체	(399)	40.1	51.4	8.5	
전문 분야	건축설계	(301)	43.5	48.2	8.3
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	0.0	80.0	20.0
	인테리어 디자인	(34)	23.5	64.7	11.8
	건축시공	(22)	18.2	72.7	9.1
	건축물 유지관리	(12)	33.3	58.3	8.3
업무 경력	기타	(25)	52.0	44.0	4.0
	3년 미만	(90)	38.9	52.2	8.9
	3~10년 미만	(103)	46.6	46.6	6.8
	10~20년 미만	(68)	39.7	50.0	10.3
성별	20년 이상	(138)	36.2	55.1	8.7
	남성	(279)	41.6	50.2	8.2
	여성	(120)	36.7	54.2	9.2
연령	20대	(50)	58.0	34.0	8.0
	30대	(123)	37.4	54.5	8.1
	40대	(101)	37.6	53.5	8.9
	50대	(86)	39.5	54.7	5.8
인지 여부	60대 이상	(39)	33.3	51.3	15.4
	스마트건축 인지	(281)	35.9	54.4	9.6
관심 여부	스마트건축 비인지	(118)	50.0	44.1	5.9
	관심있음	(230)	29.6	60.0	10.4
	보통	(121)	49.6	45.5	5.0
필요 여부	관심없음	(48)	66.7	25.0	8.3
	필요함	(320)	37.2	54.4	8.4
	보통	(67)	49.3	43.3	7.5
	필요하지 않음	(12)	66.7	16.7	16.7

□ 스마트건축에 투자·지원하지 않는 이유

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	시스템 구축, 인력 양성 비 용이 부담되기 때문	스마트건축 사 업 추진(사업 건수, 계약 제 도 등)이 미흡 하기 때문	스마트건축에 대한 관심이 부 족하기 때문	설계-시공-유 지관리 과정 간 업무흐름의 어려움 때문 (기존 장비 및 소프트웨어 등)	관련정보 및 전문지식이 부족하기 때문	전문 인력이 부족하기 때문	기타
전체	(160)	36.3	16.9	14.4	13.8	8.1	8.1	2.5
건축설계	(131)	37.4	17.6	13.0	14.5	8.4	7.6	1.5
건물 및 토목엔지니어링	-	-	-	-	-	-	-	-
전문 분야								
인테리어 디자인	(8)	37.5	25.0	25.0	12.5	0.0	0.0	0.0
건축시공	(4)	50.0	25.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0
건축물 유지관리	(4)	25.0	0.0	25.0	0.0	0.0	50.0	0.0
기타	(13)	23.1	7.7	15.4	15.4	15.4	7.7	15.4
업무 경력								
3년 미만	(35)	20.0	20.0	17.1	11.4	8.6	17.1	5.7
3~10년 미만	(48)	33.3	16.7	27.1	8.3	6.3	4.2	4.2
10~20년 미만	(27)	51.9	14.8	11.1	14.8	0.0	7.4	0.0
20년 이상	(50)	42.0	16.0	2.0	20.0	14.0	6.0	0.0
성별								
남성	(116)	39.7	17.2	12.1	11.2	9.5	8.6	1.7
여성	(44)	27.3	15.9	20.5	20.5	4.5	6.8	4.5
연령								
20대	(29)	20.7	20.7	17.2	13.8	10.3	13.8	3.4
30대	(46)	32.6	19.6	23.9	8.7	4.3	6.5	4.3
40대	(38)	44.7	10.5	15.8	18.4	2.6	5.3	2.6
50대	(34)	35.3	17.6	2.9	17.6	17.6	8.8	0.0
60대 이상	(13)	61.5	15.4	0.0	7.7	7.7	7.7	0.0
인지 여부								
스마트건축 인지	(101)	32.7	21.8	12.9	15.8	7.9	6.9	2.0
스마트건축 비인지	(59)	42.4	8.5	16.9	10.2	8.5	10.2	3.4
관심 여부								
관심있음	(68)	39.7	17.6	11.8	10.3	10.3	7.4	2.9
보통	(60)	35.0	18.3	15.0	15.0	3.3	11.7	1.7
관심없음	(32)	31.3	12.5	18.8	18.8	12.5	3.1	3.1
필요 여부								
필요함	(119)	35.3	20.2	14.3	10.9	7.6	9.2	2.5
보통	(33)	42.4	6.1	18.2	21.2	6.1	6.1	0.0
필요하지 않음	(8)	25.0	12.5	0.0	25.0	25.0	0.0	12.5

□ 스마트건축 도입 계획 분야

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	기획 및 설계	연구 및 조사	시공	감리, CM	사업비 관리	기타	모든 분야	
전체	(239)	76.2	8.4	5.4	3.3	2.5	0.4	3.8	
전문 분야	건축설계	(170)	88.2	4.1	1.2	2.4	0.6	2.9	
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	60.0	0.0	40.0	0.0	0.0	0.0	
	인테리어 디자인	(26)	42.3	23.1	11.5	7.7	7.7	0.0	7.7
	건축시공	(18)	55.6	16.7	22.2	5.6	0.0	0.0	0.0
	건축물 유지관리	(8)	37.5	25.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5
업무 경력	기타	(12)	41.7	16.7	8.3	8.3	16.7	0.0	8.3
	3년 미만	(55)	49.1	21.8	7.3	1.8	10.9	1.8	7.3
	3~10년 미만	(55)	76.4	1.8	12.7	7.3	0.0	0.0	1.8
	10~20년 미만	(41)	80.5	12.2	2.4	2.4	0.0	0.0	2.4
성별	20년 이상	(88)	90.9	2.3	1.1	2.3	0.0	0.0	3.4
	남성	(163)	81.6	6.7	4.9	3.1	1.2	0.0	2.5
	여성	(76)	64.5	11.8	6.6	3.9	5.3	1.3	6.6
연령	20대	(21)	61.9	9.5	4.8	0.0	9.5	4.8	9.5
	30대	(77)	68.8	11.7	10.4	3.9	2.6	0.0	2.6
	40대	(63)	73.0	12.7	3.2	4.8	1.6	0.0	4.8
인지 여부	50대	(52)	90.4	1.9	1.9	1.9	0.0	1.9	
	60대 이상	(26)	88.5	0.0	3.8	3.8	0.0	0.0	3.8
	스마트건축 인지	(180)	80.0	7.8	4.4	3.9	0.0	0.6	3.3
관심 여부	스마트건축 비인지	(59)	64.4	10.2	8.5	1.7	10.2	0.0	5.1
	관심있음	(162)	79.0	6.2	3.1	3.7	2.5	0.6	4.9
	보통	(61)	73.8	9.8	8.2	3.3	3.3	0.0	1.6
필요 여부	관심없음	(16)	56.3	25.0	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	필요함	(201)	79.1	6.5	3.5	3.0	3.0	0.5	4.5
	보통	(34)	64.7	17.6	11.8	5.9	0.0	0.0	0.0
	필요하지 않음	(4)	25.0	25.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0

□ 스마트건축에 투자·지원을 하려는 이유(1)

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	업무의 효율성 향상을 위해	좋은 품질의 서비 스 제공하기 위해	건축물 품질 향상을 위해	사람과 환경에의 긍정 적인 영향 때문에	생산성 향상 및 생 산량 증대를 위해	
전체	(239)	48.1	33.5	32.6	16.3	13.4	
전문 분야	건축설계	(170)	53.5	32.9	35.9	13.5	12.9
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	40.0	0.0	40.0	0.0	20.0

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	업무의 효율성 향상을 위해	좋은 품질의 서비스 제공하기 위해	건축물 품질 향상을 위해	사람과 환경에의 긍정적인 영향 때문에	생산성 향상 및 생산량 증대를 위해
인테리어 디자인	(26)	30.8	57.7	23.1	34.6	3.8
	(18)	33.3	5.6	33.3	11.1	22.2
	(8)	62.5	37.5	25.0	25.0	12.5
	(12)	25.0	41.7	8.3	25.0	25.0
업무 경력	3년 미만 (55)	36.4	32.7	29.1	25.5	12.7
	3~10년 미만 (55)	45.5	18.2	43.6	10.9	14.5
	10~20년 미만 (41)	53.7	34.1	22.0	17.1	9.8
	20년 이상 (88)	54.5	43.2	33.0	13.6	14.8
성별	남성 (163)	47.2	36.8	31.9	14.7	12.3
	여성 (76)	50.0	26.3	34.2	19.7	15.8
연령	20대 (21)	23.8	19.0	42.9	23.8	4.8
	30대 (77)	51.9	23.4	36.4	13.0	11.7
	40대 (63)	42.9	39.7	30.2	20.6	14.3
	50대 (52)	46.2	42.3	30.8	9.6	19.2
	60대 이상 (26)	73.1	42.3	23.1	23.1	11.5
인지 여부	스마트건축 인지 (180)	50.6	33.9	35.0	14.4	15.0
	스마트건축 비인지 (59)	40.7	32.2	25.4	22.0	8.5
관심 여부	관심있음 (162)	48.1	34.6	37.0	17.9	15.4
	보통 (61)	47.5	37.7	26.2	11.5	4.9
	관심없음 (16)	50.0	6.3	12.5	18.8	25.0
필요 여부	필요함 (201)	49.3	35.8	35.3	16.9	13.4
	보통 (34)	47.1	23.5	20.6	5.9	14.7
	필요하지 않음 (4)	0.0	0.0	0.0	75.0	0.0

□ 스마트건축에 투자·지원을 하려는 이유(2)

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	고객 맞춤형 생산을 위해	유지관리 비용 절감을 위해	의사결정 시간 단축을 위해	생산 비용 절감을 위해	공기 단축을 위해	기타
전체	(239)	13.0	11.3	10.5	7.5	5.4	1.3
전문 분야	건축설계 (170)	11.8	10.0	11.8	7.6	2.9	1.8
	건물 및 토목엔지니어링 (5)	20.0	40.0	0.0	0.0	20.0	0.0
	인테리어 디자인 (26)	19.2	0.0	7.7	3.8	11.5	0.0
	건축시공 (18)	11.1	27.8	11.1	0.0	22.2	0.0
	건축물 유지관리 (8)	12.5	12.5	0.0	12.5	0.0	0.0
기타 (12)	16.7	16.7	8.3	25.0	0.0	0.0	
업무 경력	3년 미만 (55)	16.4	16.4	5.5	5.5	10.9	3.6

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	고객 맞춤형 생산을 위해	유지관리 비용 절감을 위해	의사결정 시간 단축을 위해	생산 비용 절감을 위해	공기 단축을 위해	기타	
	3~10년 미만	(55)	12.7	14.5	12.7	7.3	5.5	0.0
	10~20년 미만	(41)	7.3	9.8	17.1	14.6	4.9	0.0
	20년 이상	(88)	13.6	6.8	9.1	5.7	2.3	1.1
성별	남성	(163)	12.3	13.5	8.6	9.2	5.5	1.2
	여성	(76)	14.5	6.6	14.5	3.9	5.3	1.3
연령	20대	(21)	23.8	19.0	14.3	9.5	14.3	0.0
	30대	(77)	10.4	14.3	9.1	6.5	6.5	2.6
	40대	(63)	12.7	7.9	9.5	9.5	6.3	1.6
	50대	(52)	13.5	9.6	13.5	9.6	1.9	0.0
	60대 이상	(26)	11.5	7.7	7.7	0.0	0.0	0.0
인지 여부	스마트건축 인지	(180)	10.6	10.6	10.6	6.1	6.1	1.7
	스마트건축 비인지	(59)	20.3	13.6	10.2	11.9	3.4	0.0
관심 여부	관심있음	(162)	11.7	8.0	8.6	8.0	4.3	1.9
	보통	(61)	13.1	18.0	14.8	4.9	8.2	0.0
	관심없음	(16)	25.0	18.8	12.5	12.5	6.3	0.0
필요 여부	필요함	(201)	11.9	10.9	8.5	7.5	4.5	1.5
	보통	(34)	14.7	14.7	23.5	5.9	11.8	0.0
	필요하지 않음	(4)	50.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0

4) 스마트건축 지원

□ 국내 스마트건축 활성화 저해 요인

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	건축산업 관련 국내 제도 여건 미흡 (발주, 입찰, 계약 제도 등)	인력 양성 지원 미흡	타 분야와 융합, 시장확대를 위한 자원 부족	사업성 시장 수요 파악을 위한 정보제공 서비스 부족	정부 기술개발 투자 지원 미흡	기타	
전체	(399)	49.4	34.1	29.8	28.1	21.3	3.0	
전문 분야	건축설계	(301)	50.8	35.9	29.2	25.9	19.3	4.0
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	40.0	40.0	0.0	40.0	40.0	0.0
	인테리어 디자인	(34)	38.2	23.5	44.1	32.4	29.4	0.0
업무 경력	건축시공	(22)	40.9	31.8	27.3	45.5	18.2	0.0
	건축물 유지관리	(12)	50.0	41.7	41.7	16.7	33.3	0.0
	기타	(25)	56.0	24.0	20.0	36.0	28.0	0.0
3년 미만	(90)	52.2	20.0	31.1	33.3	26.7	1.1	
3~10년 미만	(103)	43.7	38.8	25.2	29.1	20.4	4.9	

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	건축산업 관련 국내 제도 여건 미흡 (발주, 입찰, 계약 제도 등)	인력 양성 지원 미흡	타 분야와 융합, 시장확대를 위한 지원 부족	사업성 시장 수요 파악을 위한 정보제공 서비스 부족	정부 기술개발 투자 지원 미흡	기타	
	10~20년 미만	(68)	51.5	36.8	36.8	26.5	13.2	4.4
	20년 이상	(138)	50.7	38.4	29.0	24.6	22.5	2.2
성별	남성	(279)	49.5	33.0	30.8	25.4	22.2	2.5
	여성	(120)	49.2	36.7	27.5	34.2	19.2	4.2
연령	20대	(50)	46.0	32.0	26.0	36.0	26.0	2.0
	30대	(123)	48.0	34.1	28.5	26.0	22.0	3.3
	40대	(101)	55.4	29.7	32.7	28.7	16.8	4.0
	50대	(86)	44.2	38.4	29.1	27.9	29.1	3.5
	60대 이상	(39)	53.8	38.5	33.3	23.1	7.7	0.0
인지 여부	스마트건축 인지	(281)	51.6	34.2	31.7	26.7	19.9	2.8
	스마트건축 비인지	(118)	44.1	33.9	25.4	31.4	24.6	3.4
관심 여부	관심있음	(230)	55.7	36.1	29.1	26.5	18.7	3.0
	보통	(121)	44.6	31.4	34.7	28.9	24.0	2.5
	관심없음	(48)	31.3	31.3	20.8	33.3	27.1	4.2
필요 여부	필요함	(320)	54.4	35.0	31.6	25.6	20.6	2.2
	보통	(67)	29.9	34.3	25.4	40.3	22.4	3.0
	필요하지 않음	(12)	25.0	8.3	8.3	25.0	33.3	25.0

□ 스마트건축 활성화를 위한 핵심 과제

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	건축산업 관련 국 내 제도 확충 (발 주, 입찰, 계약제 도 등)	인력 양성 지원 확 대	정부 기술개발 투 자 지원 확대	사업성 시장 수요 파악을 위한 정보 제공 서비스 구축	타 분야와 융합, 시 장확대를 위한 지 원 확대	기타	
전 체	(399)	41.4	34.3	33.1	31.6	27.3	1.8	
전문 분야	건축설계	(301)	43.5	34.2	32.2	29.6	28.2	2.3
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	0.0	20.0	40.0	40.0	60.0	0.0
	인테리어 디자인	(34)	38.2	32.4	35.3	35.3	23.5	0.0
	건축시공	(22)	27.3	50.0	22.7	40.9	18.2	0.0
	건축물 유지관리	(12)	41.7	33.3	58.3	25.0	16.7	0.0
	기타	(25)	40.0	28.0	36.0	44.0	28.0	0.0
업무 경력	3년 미만	(90)	46.7	22.2	32.2	34.4	26.7	0.0
	3~10년 미만	(103)	35.0	36.9	34.0	31.1	26.2	2.9
	10~20년 미만	(68)	51.5	42.6	23.5	23.5	25.0	2.9
	20년 이상	(138)	37.7	36.2	37.7	34.1	29.7	1.4

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	건축산업 관련 국 내 제도 확충 (발 주, 입찰, 계약제 도 등)	인력 양성 지원 확 대	정부 기술개발 투 자 지원 확대	사업성 시장 수요 파악을 위한 정보 제공 서비스 구축	타 분야와 융합, 시 장확대를 위한 지 원 확대	기타	
성별	남성	(279)	40.9	34.1	32.6	32.6	28.0	1.8
	여성	(120)	42.5	35.0	34.2	29.2	25.8	1.7
연령	20대	(50)	46.0	28.0	36.0	34.0	24.0	0.0
	30대	(123)	38.2	32.5	31.7	32.5	25.2	2.4
	40대	(101)	40.6	34.7	28.7	31.7	31.7	2.0
	50대	(86)	41.9	38.4	33.7	32.6	31.4	2.3
	60대 이상	(39)	46.2	38.5	43.6	23.1	17.9	0.0
인지 여부	스마트건축 인지	(281)	43.1	35.6	34.9	32.0	24.6	1.4
	스마트건축 비인지	(118)	37.3	31.4	28.8	30.5	33.9	2.5
관심 여부	관심있음	(230)	44.3	33.9	34.8	31.3	29.6	1.7
	보통	(121)	42.1	34.7	29.8	30.6	27.3	1.7
	관심없음	(48)	25.0	35.4	33.3	35.4	16.7	2.1
필요 여부	필요함	(320)	45.0	33.8	32.8	30.9	29.1	1.6
	보통	(67)	26.9	40.3	32.8	37.3	23.9	1.5
	필요하지 않음	(12)	25.0	16.7	41.7	16.7	0.0	8.3

□ 스마트건축 산업 발전 방향

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	건축산업활동 (구조) 개선	여건 쟁력 확보	건축산업 국내외 경 쟁력 확보	건축문화 발전에 이 바치	국가, 지역 경제 발전 에 이바지	기타
전체	(399)	56.1	21.6	11.8	11.8	9.0	1.5
전문 분야	건축설계	(301)	63.8	16.3	11.6	6.6	1.7
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	20.0	40.0	0.0	40.0	0.0
	인테리어 디자인	(34)	26.5	44.1	14.7	11.8	2.9
	건축시공	(22)	45.5	45.5	0.0	9.1	0.0
	건축물 유지관리	(12)	16.7	25.0	41.7	16.7	0.0
업무 경력	기타	(25)	40.0	28.0	8.0	24.0	0.0
	3년 미만	(90)	45.6	32.2	11.1	11.1	0.0
	3~10년 미만	(103)	54.4	20.4	8.7	13.6	2.9
	10~20년 미만	(68)	55.9	19.1	16.2	7.4	1.5
성별	20년 이상	(138)	64.5	16.7	12.3	5.1	1.4
	남성	(279)	57.7	20.1	12.9	7.5	1.8
연령	여성	(120)	52.5	25.0	9.2	12.5	0.8
	20대	(50)	52.0	26.0	14.0	8.0	0.0
	30대	(123)	56.1	26.0	4.1	12.2	1.6

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	건축산업활동 (구조) 개선	여건 쟁력 확보	건축산업 국내외 경 쟁력 확보	건축문화 발전이 이 바지	국가, 지역 경제 발전 에 이바지	기타
	40대	(101)	50.5	14.9	21.8	9.9	3.0
	50대	(86)	61.6	18.6	11.6	7.0	1.2
	60대 이상	(39)	64.1	25.6	7.7	2.6	0.0
인지 여부	스마트건축 인지	(281)	55.5	22.4	12.5	7.8	1.8
	스마트건축 비인지	(118)	57.6	19.5	10.2	11.9	0.8
관심 여부	관심있음	(230)	56.5	22.2	13.9	5.7	1.7
	보통	(121)	58.7	20.7	8.3	10.7	1.7
	관심없음	(48)	47.9	20.8	10.4	20.8	0.0
필요 여부	필요함	(320)	58.1	21.9	11.9	6.9	1.3
	보통	(67)	47.8	22.4	11.9	16.4	1.5
	필요하지 않음	(12)	50.0	8.3	8.3	25.0	8.3

5) 스마트건축 효과 및 전망

□ 스마트건축이 건축산업에 미치는 영향(1)

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	업무의 효율성 향상	생산성 향상 및 생산량 증대	건축물 품질 향상	고객 맞춤형 생산	공기 단축	
전체	(399)	81.2	74.7	79.2	70.9	65.4	
	건축설계	(301)	84.7	76.4	84.7	71.1	66.1
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	40.0	40.0	60.0	60.0	60.0
	기타	(25)	72.0	72.0	72.0	76.0	52.0
전문 분야	인테리어 디자인	(34)	79.4	73.5	61.8	73.5	67.6
	건축시공	(22)	68.2	68.2	59.1	68.2	68.2
	건축물 유지관리	(12)	58.3	66.7	50.0	58.3	66.7
업무 경력	3년 미만	(90)	78.9	72.2	74.4	67.8	70.0
	3~10년 미만	(103)	69.9	68.9	71.8	68.9	68.9
	10~20년 미만	(68)	85.3	67.6	80.9	69.1	54.4
	20년 이상	(138)	89.1	84.1	87.0	75.4	65.2
성별	남성	(279)	81.4	74.6	80.6	71.3	63.8
	여성	(120)	80.8	75.0	75.8	70.0	69.2
연령	20대	(50)	78.0	68.0	74.0	60.0	70.0
	30대	(123)	73.2	69.1	73.2	70.7	67.5
	40대	(101)	80.2	72.3	77.2	66.3	58.4
	50대	(86)	88.4	79.1	88.4	77.9	64.0
	60대 이상	(39)	97.4	97.4	89.7	82.1	74.4

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	업무의 효율성 향상	생산성 향상 및 생산량 증대	건축물 품질 향상	고객 맞춤형 생산	공기 단축	
인지	스마트건축 인지	(281)	84.7	79.4	85.8	74.7	67.6
여부	스마트건축 비인지	(118)	72.9	63.6	63.6	61.9	60.2
관심 여부	관심있음	(230)	93.0	85.7	89.1	79.6	72.2
	보통	(121)	70.2	62.0	71.1	64.5	59.5
	관심없음	(48)	52.1	54.2	52.1	45.8	47.9
필요 여부	필요함	(320)	90.9	82.8	88.4	77.8	73.1
	보통	(67)	47.8	43.3	46.3	47.8	37.3
	필요하지 않음	(12)	8.3	33.3	16.7	16.7	16.7

□ 스마트건축이 건축산업에 미치는 영향(2)

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	생산 비용 절감	유지관리 비용 절감	의사결정 시간 단축	좋은 품질의 서비스 제공	사람과 환경에의 긍 정적인 영향	
전 체	(399)	57.6	74.7	66.4	81.7	72.4	
전문 분야	건축설계	(301)	57.8	76.1	66.8	85.4	74.4
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	40.0	60.0	20.0	60.0	40.0
	인테리어 디자인	(34)	67.6	73.5	73.5	73.5	73.5
	건축시공	(22)	45.5	59.1	63.6	63.6	54.5
	건축물 유지관리	(12)	50.0	75.0	66.7	58.3	58.3
업무 경력	기타	(25)	60.0	76.0	64.0	80.0	76.0
	3년 미만	(90)	54.4	73.3	54.4	72.2	67.8
	3~10년 미만	(103)	60.2	68.0	58.3	75.7	67.0
	10~20년 미만	(68)	50.0	73.5	69.1	86.8	75.0
성별	20년 이상	(138)	61.6	81.2	79.0	89.9	78.3
	남성	(279)	58.4	75.6	66.7	83.9	73.1
	여성	(120)	55.8	72.5	65.8	76.7	70.8
연령	20대	(50)	48.0	70.0	48.0	74.0	66.0
	30대	(123)	56.1	70.7	56.9	76.4	69.1
	40대	(101)	54.5	71.3	67.3	82.2	67.3
	50대	(86)	60.5	82.6	80.2	88.4	83.7
인지 여부	60대 이상	(39)	76.9	84.6	87.2	92.3	79.5
	스마트건축 인지	(281)	57.7	76.9	70.1	86.8	75.8
	스마트건축 비인지	(118)	57.6	69.5	57.6	69.5	64.4
관심 여부	관심있음	(230)	65.2	82.6	77.8	90.9	82.2
	보통	(121)	48.8	66.9	53.7	73.6	60.3
	관심없음	(48)	43.8	56.3	43.8	58.3	56.3

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	생산 비용 절감	유지관리 비용 절감	의사결정 시간 단축	좋은 품질의 서비스 제공	사람과 환경에의 긍 정적인 영향
필요 여부						
필요함	(320)	65.0	83.1	72.5	89.7	80.3
보통	(67)	28.4	44.8	46.3	52.2	43.3
필요하지 않음	(12)	25.0	16.7	16.7	33.3	25.0

□ 국내 스마트건축 성장 가능성

[단위 : %, 점]

구분	사례수 (명)	낮음	보통			높음		5점 평균		
			매우 낮음	낮은 편	높은 편	매우 높음				
전 체	(399)	10.5	1.3	9.3	30.1	50.6	8.8	59.4	3.56	
전문 분야	건축설계	(301)	11.3	1.0	10.3	32.2	48.8	7.6	56.5	3.52
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	0.0	0.0	0.0	40.0	60.0	0.0	60.0	3.60
	인테리어 디자인	(34)	5.9	2.9	2.9	26.5	50.0	17.6	67.6	3.76
	건축시공	(22)	9.1	4.5	4.5	22.7	63.6	4.5	68.2	3.59
	건축물 유지관리	(12)	8.3	0.0	8.3	0.0	83.3	8.3	91.7	3.92
업무 경력	기타	(25)	12.0	0.0	12.0	28.0	44.0	16.0	60.0	3.64
	3년 미만	(90)	10.0	1.1	8.9	34.4	45.6	10.0	55.6	3.54
	3~10년 미만	(103)	12.6	1.9	10.7	35.0	44.7	7.8	52.4	3.46
	10~20년 미만	(68)	7.4	1.5	5.9	26.5	57.4	8.8	66.2	3.66
성별	20년 이상	(138)	10.9	0.7	10.1	25.4	55.1	8.7	63.8	3.61
	남성	(279)	10.0	1.1	9.0	28.0	53.0	9.0	62.0	3.60
	여성	(120)	11.7	1.7	10.0	35.0	45.0	8.3	53.3	3.48
연령	20대	(50)	12.0	2.0	10.0	38.0	48.0	2.0	50.0	3.38
	30대	(123)	14.6	2.4	12.2	34.1	46.3	4.9	51.2	3.39
	40대	(101)	7.9	0.0	7.9	29.7	49.5	12.9	62.4	3.67
	50대	(86)	9.3	1.2	8.1	23.3	53.5	14.0	67.4	3.71
	60대 이상	(39)	5.1	0.0	5.1	23.1	64.1	7.7	71.8	3.74
인지 여부	스마트건축 인지	(281)	8.5	1.1	7.5	30.6	51.6	9.3	60.9	3.60
	스마트건축 비인지	(118)	15.3	1.7	13.6	28.8	48.3	7.6	55.9	3.47
관심 여부	관심있음	(230)	5.7	0.9	4.8	23.9	57.4	13.0	70.4	3.77
	보통	(121)	13.2	0.0	13.2	39.7	43.8	3.3	47.1	3.37
	관심없음	(48)	27.1	6.3	20.8	35.4	35.4	2.1	37.5	3.06
필요 여부	필요함	(320)	7.8	0.6	7.2	25.6	55.6	10.9	66.6	3.69
	보통	(67)	17.9	1.5	16.4	47.8	34.3	0.0	34.3	3.15
	필요하지 않음	(12)	41.7	16.7	25.0	50.0	8.3	0.0	8.3	2.50

□ 스마트건축이 적용될 가능성이 있는 건축물 용도(1)

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	산업 등 시설군	교육 및 복지시설군	주거업무시설군	전기통신시설군	
전체	(399)	60.4	53.4	49.1	41.9	
전문 분야	건축설계	(301)	63.1	54.5	54.8	45.5
	건물 및 토목엔지니어링	(5)	20.0	40.0	0.0	20.0
	인테리어 디자인	(34)	50.0	55.9	20.6	26.5
	건축시공	(22)	45.5	50.0	45.5	18.2
	건축물 유지관리	(12)	33.3	33.3	41.7	41.7
	기타	(25)	76.0	52.0	36.0	44.0
업무 경력	3년 미만	(90)	56.7	46.7	38.9	33.3
	3~10년 미만	(103)	55.3	43.7	49.5	34.0
	10~20년 미만	(68)	58.8	50.0	44.1	39.7
	20년 이상	(138)	67.4	66.7	58.0	54.3
성별	남성	(279)	61.6	52.3	51.3	41.6
	여성	(120)	57.5	55.8	44.2	42.5
연령	20대	(50)	56.0	42.0	48.0	30.0
	30대	(123)	55.3	44.7	44.7	38.2
	40대	(101)	62.4	50.5	43.6	39.6
	50대	(86)	65.1	68.6	54.7	55.8
	60대 이상	(39)	66.7	69.2	66.7	43.6
인지 여부	스마트건축 인지	(281)	61.2	57.3	52.3	42.3
	스마트건축 비인지	(118)	58.5	44.1	41.5	40.7
관심 여부	관심있음	(230)	67.0	60.4	51.7	47.4
	보통	(121)	54.5	48.8	45.5	34.7
	관심없음	(48)	43.8	31.3	45.8	33.3
필요 여부	필요함	(320)	62.5	58.1	53.8	45.0
	보통	(67)	55.2	37.3	32.8	29.9
	필요하지 않음	(12)	33.3	16.7	16.7	25.0
성장 가능성	높음	(237)	62.9	61.6	53.2	46.8
	보통	(120)	55.8	44.2	47.5	33.3
	낮음	(42)	59.5	33.3	31.0	38.1

□ 스마트건축이 적용될 가능성이 있는 건축물 용도(2)

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	자동차 관련 시설군	문화집회시설군	영업시설군	근린생활시설군	그 밖의 시설군
전체	(399)	40.9	36.6	33.8	23.3	13.8
전문 건축설계	(301)	44.2	37.2	34.9	21.6	14.6

[단위 : %]

구분	사례수 (명)	자동차 관련 시설군	문화집회시설군	영업시설군	근린생활시설군	그 밖의 시설군	
분야	건물 및 토목엔지니어링	(5)	0.0	80.0	20.0	40.0	0.0
	인테리어 디자인	(34)	29.4	23.5	29.4	29.4	5.9
	건축시공	(22)	27.3	22.7	22.7	22.7	9.1
	건축물 유지관리	(12)	16.7	50.0	16.7	33.3	8.3
	기타	(25)	48.0	44.0	48.0	28.0	24.0
업무 경력	3년 미만	(90)	40.0	27.8	34.4	32.2	10.0
	3~10년 미만	(103)	43.7	40.8	33.0	26.2	12.6
	10~20년 미만	(68)	36.8	29.4	30.9	10.3	7.4
	20년 이상	(138)	41.3	42.8	35.5	21.7	20.3
성별	남성	(279)	38.4	35.8	31.9	25.4	15.1
	여성	(120)	46.7	38.3	38.3	18.3	10.8
연령	20대	(50)	42.0	34.0	32.0	28.0	10.0
	30대	(123)	44.7	31.7	32.5	25.2	8.9
	40대	(101)	36.6	32.7	32.7	19.8	15.8
	50대	(86)	39.5	45.3	33.7	20.9	17.4
	60대 이상	(39)	41.0	46.2	43.6	25.6	20.5
인지 여부	스마트건축 인지	(281)	41.6	40.2	35.6	23.1	15.3
	스마트건축 비인지	(118)	39.0	28.0	29.7	23.7	10.2
관심 여부	관심있음	(230)	44.8	38.3	36.5	27.4	14.8
	보통	(121)	38.0	34.7	33.1	17.4	11.6
	관심없음	(48)	29.2	33.3	22.9	18.8	14.6
필요 여부	필요함	(320)	43.1	38.4	35.9	25.3	13.4
	보통	(67)	28.4	31.3	28.4	14.9	11.9
	필요하지 않음	(12)	50.0	16.7	8.3	16.7	33.3
성장 가능성	높음	(237)	40.5	42.6	43.0	28.3	14.8
	보통	(120)	40.0	30.8	20.8	18.3	12.5
	낮음	(42)	45.2	19.0	19.0	9.5	11.9

□ 스마트건축 산업 활성화를 위해 필요한 사항

[N=399, 복수응답]

스마트건축 산업 활성화를 위한 의견	비율(%)	사례수(건)	
인력/지원 관련 (117건, 43.0%)	인력 양성이 필요하다	3.5	14
	정부의 지원이 필요하다	3.0	12
	전문 인력 양성이 필요하다	2.5	10
	교육이 필요하다	2.3	9
	경제적 지원이 필요하다	2.0	8
	인력 지원이 필요하다	2.0	8
	인력 양성을 위한 교육이 필요하다	1.8	7
	설계비 지원이 필요하다	1.8	7
	정당한 대가를 보장받아야 한다	1.8	7
	정부의 적극적인 지원이 필요하다	1.5	6
	교육 과정에서의 도입이 필요하다	1.3	5
	적극적인 지원이 필요하다	1.3	5
	스마트건축 교육이 필요하다	1.0	4
	기술 관련 (38건, 14.0%)	BIM 활성화가 필요하다	1.0
기술 인력이 필요하다		0.8	3
BIM 교육이 필요하다		0.5	2
빅데이터가 필요하다		0.5	2
소프트웨어 비용 절감이 필요하다		0.5	2
소프트웨어 지원이 필요하다		0.5	2
실현가능한 기술 적용이 필요하다		0.3	1
제도 개선 관련 (33건, 12.1%)	제도 개선이 필요하다	3.0	12
	제도적 지원이 필요하다	2.3	9
	정당한 업무 대가 기준이 마련되어야 한다	1.3	5
	규제 완화가 필요하다	1.0	4
	시스템 구축이 필요하다	1.0	4
홍보 관련 (24건, 8.8%)	전반적인 인식 변화가 필요하다	2.3	9
	홍보가 필요하다	2.3	9
	정보 공유가 필요하다	1.5	6
	발주처의 인식 변화가 필요하다	0.8	3
	일반인들의 인식 변화가 필요하다	0.8	3
	건축 주의 인식 변화가 필요하다	0.5	2
필요성에 대한 홍보가 필요하다	0.5	2	

※ 모름/무응답, 소수의견 기재하지 않음

부록3. 공개 세미나 개최 주요내용

1. 세미나 개요
2. 세미나 주요내용

1. 세미나 개요

- 제목 : 건축을 스마트하게, “스마트건축”
- 일시 : 2021.10.27. (수)
- 장소 : 대한건축사협회 국제회의실
(유튜브 라이브방송 동시 진행)
- 주제 : 건축을 스마트하게 만드는 스마트건축 산업의 현재와 미래
- 목적 : 연구 주요내용 ‘스마트건축’을 소개·홍보하고 나아가 스마트건축 관련 국내 사업·연구 추진현황을 함께 살펴 스마트건축의 이해 및 산업 활성화를 위한 대국민 공감대 형성
- 참석자
 - 발제자 : 김은희 건축공간연구원 연구위원,
채창우 한국건설기술연구원 연구전략기획본부장
강태웅 단국대학교 교수,
노상도 성균관대학교 교수
 - 좌 장 : 김성아 성균관대학교 교수
 - 토론자 : 안용한 한양대학교 교수
조관우 국토교통부 사무관
지강일 한국예술종합학교 교수

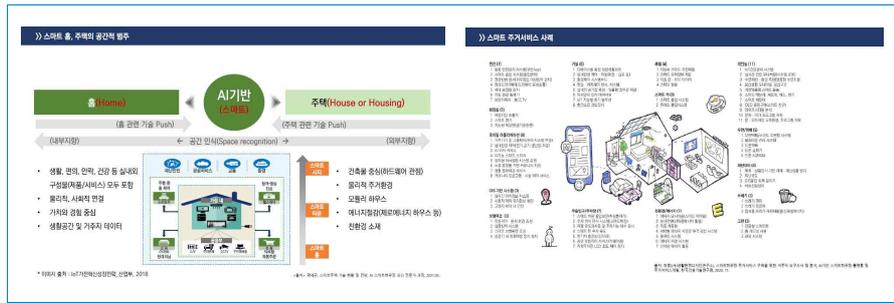
2. 세미나 주요내용

□ 주제발표1. 스마트건축 산업 활성화 전략

- ‘스마트건축 산업화 모델 및 제도 확충 방안’ 주요내용 공유
 - 디지털 정보 기반의 산업패러다임 변화로 전방위 산업의 스마트화 확산
 - 이에 대응하여 건축산업 또한 생산방식에 있어 디지털, 제조기반 산업으로 전환 방안 모색 필요
 - 스마트건축 개념 정립 : ‘스마트건축’이란 ICT와 디지털 정보 기반의 스마트 기술, 제조기술을 결합하여 효율적이고 경제적으로 건축물을 기획·설계·시공 및 유지관리하는 것
 - ICT기반의 BIM, 디지털트윈을 활용한 설계, 시공 표준화 및 공장제작·제조 공법 확대
 - 건축물 전 생애주기를 아우르는 산업화 모델 구축 : 산업주체, 기술&서비스, 제도로 구성되며 산업주체의 협력네트워크, 기술&서비스 제공 플랫폼, 법제도 및 정책시범사업 추진을 통해 구현

□ 주제발표2. 스마트한 주거생활, 스마트하우징

- 한국건설기술연구원에서 진행하고 있는 ‘스마트 주거환경 조성을 위한 스마트하우징’ R&D 연구사업(국토교통부) 주요내용 및 추진현황 공유
 - 산업발전의 발전과 기술변천에 따라 주택의 기능이 변화해옴. 최근 주택 내부공간에서부터 지역 단위의 공간환경에 이르기까지 포괄적으로 제공되는 ‘주거 서비스’의 개념을 도입
 - 스마트하우징, 스마트 타운, 스마트 시티에 이르는 스마트 주거생활환경 구축·운영을 위하여 스마트하우징 내부에 다양한 기술 적용이 요구되고, 이를 통합하여 서비스를 제공할 수 있는 주거 서비스 플랫폼 구축 필요
 - 클라우드 기반 프로슈밍 생태계 구축, AI기반 주거서비스 제공, 스마트 유지관리 시스템 구축을 지향점으로 AI기반 스마트하우징 기술개발사업(국토교통부, 국가 R&D)을 추진
 - 물리적 플랫폼(주거), ICT플랫폼, Cloud가 연결된 AI기반 스마트하우징 플랫폼과 스마트시티 플랫폼, 국토부·지자체 공공플랫폼을 연계하여 지능형 스마트하우징 융합서비스 개발을 최종 목표로 함



[그림 부록3-1] '스마트한 주거생활, 스마트하우징' 발제자료 일부
출처: 채창우(2021a, p.9., p.12)

- 플랫폼의 역할은 머신러닝 분석 모듈, 스마트하우징 주거서비스 등록관리 시스템, 인공지능 기반 스마트하우징 데이터 분석 시스템, IoT프로토콜 통신 모듈, 활용서비스(스마트시티 연계), 데이터관리 및 외부데이터 연계, IoT기반 주거 환경 설비 인프라(스마트하우징), 스마트하우징 주거서비스 제공 등으로 설정함
- 궁극적으로 Connected Society로의 발전을 지향하며, 이를 위해 민간기업 간 연계(IT 및 건설 등) 필요, 정보보안 등에 대한 제도적 과제 해결이 요구됨

□ 주제발표3. 스마트건축, 제조기반의 건축: 공업화, BIM, 목재패널라이징 그리고 그 결과

- 스마트제조업 방식에 기반을 둔 공업화주택(목조 모듈 주택)의 개념 및 사업추진 사례 설명
 - 공업화건축에 대한 건축 이론적 배경 : 1928년 CIAM의 La Sarraz 선언으로 보편적 경제 시스템과의 연계, 최소한의 노동력, 합리화와 표준화, 생산과정의 단순화 등을 지향하며 공업화 건축의 개념을 언급하였으나, 당시 산업·기술의 한계로 실현하지 못함
 - 현재는 산업기술의 발달로 공업화 건축 실현이 가능해짐: BIM + 모듈러생산 방식을 적용해 건축물 품질 확보, 재료와 효율(공기 단축) 문제 해결 가능
 - 공업화 건축의 재료는 제조식 생산이 가능하고 탄소배출은 낮으며 균일한 품질을 보장할 수 있음
 - 열전도율이 낮은 목조모듈은 공업화 주택 실행에 유리: 목조 모듈러 주택의 품질(골조, 기밀도, 에너지소비량, 실내공기질)이 기존의 주택인증기준을 충족 및 더 우수한 성능으로 평가받음



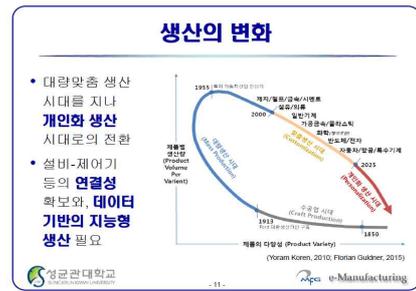
[그림 부록3-2] '스마트건축, 제조기반의 건축' 발제자료 일부

출처: 강태웅.(2021, p.3., p.30)

- 공업화주택 활성화를 위해서는 '건축≠제조' 등의 인식 개선 노력 필요: 현재 건축사업을 제조업과 다른 부문으로 인식하는 경향이 커 제조업 부문 정부 지원사업 등에서 배제됨. 공업화 공법에 대한 인센티브 확대, 목재 관련 기술·자격 교육 필요 및 인식 개선 필요 등이 요구됨

□ 주제발표4. 스마트제조와 제조 산업의 변화

- 4차 산업혁명 시대 스마트제조 및 스마트팩토리의 개념과 성과
 - 서비스와 제조가 결합된 상품 판매가 '새로운 제조'로 자리 잡으며 제조의 개념 변화가 발생하였고 데이터에 기반한 스마트제조업 도입 필요성 대두
 - 4차 산업혁명은 초연결, 초융합, 초지능을 지향하며 각 분야의 경계를 모호하게 만들고, 기존 경제체제와 사회구조를 급격하게 변화시킴
 - 4차 산업혁명은 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능 등 기술 및 개념이 주도하여 개인화된 생산을 가능하게 하며 이를 위해 설비-제어기기의 연결성 확보와 데이터 기반의 지능형 생산이 요구됨
 - 현대자동차 HMGICS, 독일인더스트리4.0, 스마트팩토리(Smart Factory), 도심형 스마트공장 등은 전통적 제조 산업의 자동화, 효율화, 지능화로의 전환을 시도하는 사례라 할 수 있음
 - 한국형 제조혁신3.0의 추진성과 및 효과는 생산성 향상 및 일자리 창출의 측면에서 의미를 부여함
 - 스마트제조스마트팩토리는 제조업의 서비스화, 제품-서비스 결합, 제조서비스 등의 변화요구에 따라 ICT 융복합을 통해 자율적으로 대처하는 수단이라 할 수 있음



[그림 부록3-3] '스마트제조와 제조 산업의 변화' 발제자료 일부
출처: 노상도.(2021, p.8., p.11)

- 자동화, 디지털화, 지능화를 통한 전통 제조산업의 경쟁력 강화→일자리 창출 선순환, 맞춤형 제조서비스 등을 통한 제조산업의 영역확장, 서비스 결합 등 신 산업 창출, 대중소기업의 균형 있는 발전과 상생 생태계 구축, 변화를 촉진 하고 지원하는 교육체계와 사회 안전망 필요(노동4.0 등)

□ 토론 주요내용

- 기존의 스마트 관련 정책, R&D는 관련 기술개발에 집중했지만 대체로 쉬운 성과를 내는데 치중됨
- 앞으로는 기술이 실제 현장에서의 프로세스와 운영방식에 어떻게 적용되는 지, 사용자와 제공되는 서비스 등에 대한 연구가 함께 이뤄져야함
- 데이터 수집의 경우 어떻게 수집하느냐보다 어떻게 활용할 것인가에 관한 논의가 선행되어야 함
- 건축교육이 과거에 머물러 있어 시대 변화를 반영하지 못하고 있으며 따라서 대학교육 변화가 병행되어야 함
- 전기차 제조 등 타 산업의 경우 정부가 초기 시장형성을 위한 정책추진을 통해 인센티브를 제공하고 있으나 스마트건축은 아직 정부지원이 미흡한 상황
→ 현재 부처에서 기존 지능형건축물인증제도를 개편하여 스마트건축 인증 제도를 운영할 계획 중이며, 유인책으로서 인센티브 개발 필요
- 건축사업체 간 스마트건축 관련 정보 공유, 신기술 공유, 성공사례 공유 등이 이뤄지는 플랫폼 구축 필요
→ 건축산업 관련 데이터 공유 가능한 '건축허브' 구축 추진 중
- 스마트건축 관련 국민의 인식 개선을 위한 정부차원의 노력, 스마트건축 관련 기술(BIM) 활성화를 위한 사업이 추진 중이며 확대 필요



[그림 부록3-4]전문가 세미나 5차
출처: 연구진 촬영

- 스마트건축 활성화를 위해서는 건축과 제조업 등의 칸막이를 제거하고 융복합 분야로서의 발전 방안 모색 필요. 또한 정보 수집 및 활용 문제를 개선하고, 제도·정책적 문제해결을 위해 부처 간 협력 필요
- 미국의 경우 탄소저감 필요성을 모두가 공감하고 따라서 건축 자재의 생산부터 설계, 시공, 유지관리 및 건축물 사용까지 전 단계에서 탄소저감을 위한 노력을 기울임
- 이를 위해 미국은 민간 기업을 중심으로 사회 구성원 전반에 걸쳐 스마트건축을 도입, 건축물의 탄소저감 기술연구 개발, 시스템 개발, 인증제도 운영, 전문가 육성 등을 추진. 그러나 우리나라는 아직까지 정부주도의 추진만을 운영하는 한계점이 있음
- 향후 민간시장에서 건축 단계별 스마트건축 적용을 어떻게 추진해야 할지 심도 있는 논의가 필요하고, 그 과정에 민간(기업 및 사용자 등)의 참여가 적극적으로 이뤄져야 함