

# auri brief.

건축공간연구원

## 스마트기술 적용 확대를 위한 건축산업의 당면과제

김은희 연구위원 (044-417-9622, ehkim@auri.re.kr)  
 김상호 선임연구위원 (044-417-9602, shkim@auri.re.kr)  
 조시은 부연구위원 (044-417-9829, secho@auri.re.kr)  
 유제연 연구원 (044-417-9856, jyryu@auri.re.kr)  
 오민정 연구원 (044-417-9616, mjoh@auri.re.kr)

\* 이 글은 김은희 외. (2021) 스마트건축 산업화 모델 및 제도 기반  
확충에 관한 연구. 건축공간연구원. 중 일부 내용을 정리하여 작성함

제조·농업·바이오·자동차·도시 등 국가 주요 산업에 스마트기술을 적용하여 생산효율을 높이고 새로운 부가가치를 창출하려는 움직임이 발 빠르다. 그러나 건축산업은 이러한 변화에 대응 속도가 느리다. 매년 건축산업의 매출규모와 사업체 및 종사자 수는 꾸준히 증가하고 있지만, 노동생산성은 낮고 재해 위험도와 환경 부하는 타 산업에 비해 월등히 높다. 전통적인 생산과정의 구조적 문제를 해결하고 연관 산업과 상호 작용할 수 있는 스마트기술의 활용 확대를 위한 정책적·산업적 전략이 필요하다.

### ● 건축산업 현황

건축산업<sup>1)</sup>의 생산 활동은 수요자와 공급자 간 도급 계약체결을 통해 시작되며, ‘기획-설계-시공-사용’의 프로세스를 거치게 된다. 여기서 ‘도급’이란 건설공사를 완성할 것을 정하고 상대방이

그 공사의 결과에 대하여 대가를 지급하는 계약을 말한다. 따라서 수요자 즉, 발주자의 요구사항에 따라 건축설계 및 공사 방식, 인력, 비용, 기간 등이 다르고 거시적으로는 노동력, 물가변동 등 시장상황이 이에 영향을 주기도 한다. 또한 건축산업은 공정 및 공종별 전문기술자의 분업과 협력으로 이루어지며 생산과정의 기획·관리가 제대로 작동하지 못할 경우 비용·시간적으로 상당한 손실을 초래할 수도 있다.

이러한 건축산업의 국내 시장규모는 꾸준히 커지고 있다. 사업체 수와 종사자 수는 지난 4년간(2016~2019년) 지속적으로 증가하였으며 매출도 늘어나는 등 산업규모가 확대되었다. 사업체 수의 경우 2016년(6만 8,462개소) 대비 2019년(8만 1,475개소) 약 19%, 종사자 수는 2016년(133만 3,338명) 대비 2019년(153만 7,086명)에 약 15.3%가 증가하였다. 매출액도 2016년(약 291조 원)에 비해 2019년(약 361조 원) 24%가량 증가하였다.<sup>2)</sup>

## ● 건축산업의 문제점

건축산업의 시장 확대에도 불구하고 타 산업 대비 생산성은 낮다. 2020년 기준 제조업의 노동생산성이 112.7인 것에 비해 ‘건설업’은 104.0, 건축서비스업을 포함하는 ‘건축기술 엔지니어링 및 기타과학기술서비스업’은 89.9에 그쳤는데 이는 건축산업이 여전히 노동력에 의존하는 비중이 크다는 점을 의미한다. 또한 대체로 ‘한 건’ 단위로 추진되는 건축사업은 건축물의 용도, 규모, 형태가 각각 다르므로 설계표준화가 어렵고, 대부분 공사현장에서 직접 제작·시공됨에 따라 균질한 건축성능과 품질을 담보하기에도 한계가 있다. 잦은 설계변경과 공기 지연, 공사비 증가는 이러한 산업활동 방식과 무관하지 않다.

현장 중심의 산업활동은 다양한 위험도 동반한다. 고용노동부의 2020년도 산업재해현황자료에 의하면 전체 산업재해자 중 건설업 종사자의 재해 비율이 제조업 다음으로 높고,<sup>3)</sup> 사고 재해 및 그로 인한 사망자 비율도 각각 26.6%, 51.9%로 안전관리의 구조적 개선이 시급한 실정이다. 이러한 결과는 산업현장의 위험요소와 직결되며 결국 생산과정의 리스크 관리 비용 증가로 이어져 경제성을 떨어뜨리는 직접적인 원인이 된다.

건축산업은 공사과정에서 발생하는 폐기물의 양이 많고 에너지 소모량도 많다. 국내에서 발생한 전체 폐기물 중 건설폐기물이 약 44.5%로 가장 높았고 5년(2015~2019년)간 그 비율은 확대되었다. 연평균 에너지 소비량 또한 건설 부문이 두드러지게 증가하고 있는데, 2013년 대비 2016년 우리나라 전체 에너지 소비 연평균 증가율(3.0%)과 매출규모가 가장 큰 제조업의 증가율

(3.1%)보다 건설업에서 증가율(7.5%)이 약 2.5배 높은 점으로 미루어, 생산과정(공사)에서 에너지 소비량이 늘고 있음을 알 수 있다.<sup>4)</sup>

#### 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
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

\* '기타의 사업'에는 통상 서비스업으로 지칭되는 도·소매업, 보건 및 사회복지사업, 음식·숙박업 등 포함

\*\* '기타'는 어업, 농업, 금융보험업

\*\*\* 산업별 재해자 및 사망자 현황 비교를 위해 전체 재해자 및 사망자에 대한 산업별 재해자, 사망자의 비율을 산정하였으며, 소수점 둘째 자리에서 반올림함

출처: 고용노동부(2021, p.16, p.18)

#### 업종별 에너지 소비 현황 및 추이

(단위: 1천 톤, %)

구분	에너지 소비					연평균 증가율			
	1992	2001	2010	2013	2016	2001/1992	2010/2001	2016/2010	2016/2013
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)

## ● 스마트기술의 산업적 효과와 건축 분야 활용 현황

한편 스마트시티, 스마트팩토리, 스마트팜, 스마트모바일 등 국내 주요 산업에서 디지털 정보를 활용한 스마트기술을 접목하면서 생산과정의 의사결정 및 작동방식을 전환하고 결과적으로 생산성도 향상되었다. 스마트팩토리의 경우 연평균 13% 이상의 효율이 증가하였고 투입원가와 생산업 재해는 감소하였으며 제품 품질은 향상되었다. 스마트팜의 시설원에 생산량도 이전 대비 약 44.6%가 증가하였다.

#### 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(+)	산업 재해 감소율(-)
성과	30%↑	43.5%↑	15.9%↓	15.5%↑	3.0명↑	7.7%↑	18.3%↓

출처: 중소벤처기업부(2019, p.1)

건축 분야도 스마트기술의 전략적 활용과 정책적 지원으로 공사비 절감과 건축물 품질 향상, 생산성 향상을 도모하고 있으나 아직까지 산업적 활용범위와 효과는 낮다. BIM, 3D 프린팅, 디지털 트윈 등의 스마트기술을 활용하고 있는 건축산업의 범위는 과소하다. 건축서비스업체 중 3D 기반의 건축용 소프트웨어를 보유한 곳은 12.2%고, 이를 활용할 수 있는 인원은 평균 2명이다(김은희 외, 2019, p. 151). 건축공사 등 건설업의 경우 클라우드컴퓨팅, IoT 기기 및 서비스의 이용률이 높으나, 이 또한 타 산업과 비교하면 낮은 수치다.

#### 산업별 스마트기술 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 여가 관련 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

\* 각 산업별 이용률을 나타내며, 2016~2020년 동안 이용 현황 추이를 비교할 수 있는 업종만 비교함

출처: 과학기술정보통신부 외(2020, p.107, p.109, p.117, p.123, p.127) 참고

## ● 건축산업에 적용 가능한 스마트기술

건축 분야에서 스마트기술은 대체로 건설업이 선도하고 있다. 건설업에서 통용되는 ‘스마트 건설기술’은 공사기간의 단축, 인력투입의 절감, 현장의 안전 제고 등을 목적으로 전통적인 건설 기술에 ICT 등 첨단 스마트기술을 접목함으로써 건설공사의 생산성·안전성·품질 등을 향상시키고, 건설공사 전 단계의 디지털화·자동화·공장제작 등을 위한 공법, 장비, 시스템 등을 의미한다(국토교통부, 2021, p.3). 건축산업이 건축물 조성(설계, 시공) 및 유지관리를 위한 일련의 프로세스산업이라는 관점에서 스마트건설기술은 곧 건축산업 전반에 적용 가능한 스마트기술로도 이해할 수 있다.

건축단계별 스마트기술의 사례로, 먼저 계획단계에서는 다양한 지형 시뮬레이션을 위한 3D 디지털 지반정보와 드론 및 무인항공측량기술, 대상지분석기술 등을 들 수 있다. 설계단계에서는 AR·VR, BIM과 디지털 트윈 기술이 주로 적용된다. 시공단계에서는 ICT 기반의 건설장비 자동화 및 정밀제어기술, 공장제작·현장조립·건설기계의 실시간 통합 관리를 위한 모듈러 혹은 프리패브기술 및 로봇기술, 최적 공사계획 수립 및 취약공종·근로자 위험요인 분석을 위한 AI 기술 등이 주로 활용된다. 유지관리단계에서는 IoT 센서 기반의 시설물 모니터링, 시설물 정보에 대한 빅데이터 통합 및 표준화 기술과 정보의 수집과 전송을 위한 클라우드, 시설물 3D 모델(디지털 트윈) 등을 들 수 있다.

## ● 스마트기술 적용 확대를 위한 건축산업의 당면과제

사회 전반적으로 디지털경제, 디지털자본이 빠르게 확산되고 있다. 건축산업 또한 이러한 변화에 신속하게 대응해야 한다. 증가하는 디지털정보와 발전하는 첨단기술을 수단으로 활용함으로써 조사, 분석, 기획, 설계, 그리고 시공 및 유지관리에 이르기까지 노동력 중심의 산업방식에서 벗어나 표준화·모듈화·제품화와 연동한 생산구조의 혁신이 필요하다. 이를 위해서는 건축산업 자체 기술 및 인력수준 향상과 더불어 다방면의 기술과 연계하고 협력할 필요가 있다. 그 과정에서 정부의 체계적인 투자, 지원 등 산업 활성화를 위한 선제적인 견인 전략도 필요하다.

### • 다양한 건축 생산 솔루션 개발 및 서비스 제고

IT 등 다분야 산업과 융합한 새로운 기술은 건축물 생산과정의 애로사항을 해결하고 건축물 품질을 향상시킬 뿐 아니라 그 결과로 제공되는 서비스의 수준도 제고할 수 있다. 따라서 건축설계

및 시공단계에서 적용 가능한 표준화된 설계기술 및 공법과 이를 활용한 프로젝트 단위 솔루션 등은 건축물의 품질과 생산성을 담보할 수 있어야 한다. 또한 새로운 기술은 복합건축물의 증가, 리모델링 또는 용도 변경 시 강화되는 건축안전규제 등 까다로운 건축조건에 대한 솔루션도 신속하게 제공할 수 있어야 한다.

#### • 스마트기술의 점진적 활용을 통한 건축산업 생산방식 고도화

건축산업 생산 방식의 고도화는 일부 혁신적 사례를 통해 가시화되고 있다. 향후 스마트기술의 상용화 및 확산을 위한 노력이 증대되어야 하며, 이를 위해서는 건축물 생산과정의 부하 감소, 비용 절감 및 공기 단축에 대한 객관적 자료들이 축적되어야 한다. 또한 스마트기술 활용 확대를 위해서는 기존 건축산업 기술에 신기술을 접목해 나가는, 건축생산방식의 점진적인 전환이 필요하며 그 과정에서 기술 호환 및 정합성을 확보할 수 있는 전략도 함께 모색되어야 된다.

#### • 건축산업 혁신 비즈니스모델 개발과 인력 양성

스마트기술 기반의 혁신적인 산업환경 구축을 위해서는 다분야 기술이 접목된 새로운 사업모델을 필요로 한다. ICT 기술의 발달로 다양한 산업과 연계가 가능하며 건축산업 또한 이를 통해 산업 범위를 확장하고, 나아가 건축물이 제공하는 서비스의 내용도 혁신적으로 변화시킬 수 있으리라 전망된다(국토교통과학기술진흥원, 2013, p.46). 이에 타 분야와 협력, 새로운 소프트웨어 사용이 가능한 인력 양성(European Union, 2018, p.121), 그리고 기업의 시스템 환경 구축 및 기존 기술인력의 재교육도 필요하다.

#### • 스마트기술 적용 확대를 위한 정부 지원 정책 필요

스마트기술 적용이 미래 산업변화의 핵심수단으로 간주됨에 따라 국내 주요산업에 대한 정부 정책도 확대되고 있다.<sup>5)</sup> 건축산업 또한 스마트기술의 적극적 활용을 위한 정부의 지원정책을 필요로 한다. 앞서 언급한 생산방식 고도화, 혁신비즈니스모델 개발이나 인력 양성은 모두 민간의 자구적 노력과 더불어 정부의 견인정책이 요구된다. 무엇보다 노동인력 감소 등 변화하는 노동시장 여건에 부합하면서 산업 전반의 디지털 전환 추세에 대응할 수 있는 기술 개발과 투자, 지금의 산업 실태를 고려한 인력 및 기업 양성 등에 있어 정부의 정책적·제도적 지원방안을 모색해야 한다.

1) 이 글에서 '건축산업' 범위 및 규모는 다음을 기준으로 함

- 건축산업이란 「건축서비스산업 진흥법」에 따른 '건축서비스'와 「건설산업기본법」에 따른 '건설공사'를 하는 건설업(건축공사, 토목공사, 산업설비공사, 조경공사, 환경시설공사, 그 밖의 시설물을 설치·유지·보수하는 공사, 기계설비, 구조물 설치 및 해체공사에 관한 업) 중 '건축공사'를 아우르는 산업활동을 의미함
  - 건축공사는 한국표준산업분류의 '건설업' 중 '건물건설업'과 이에 관계되는 '전문직별 공사업'을, 건축서비스업은 '건축설계 및 관련 서비스업'과 '건축 및 토목 엔지니어링업', '인테리어 디자인업'으로 한정하며 국가 지정통계자료(전국사업체 조사, 서비스업조사)를 활용하여 산업규모를 산출함
  - 건축산업 통계 일부(노동생산성지수 등)는 대분류인 '건설업'과 중분류인 '건축기술 엔지니어링 및 기타과학기술서비스업' 등으로 제공됨으로써 산업규모 비율을 활용하여 개략적인 내용 추정을 요함. 관련하여 건축공사업은 '건설업(대분류)' 전체의 매출액(약 404조)의 약 85%(약 345조)를 차지하며, 건축서비스업은 '건축기술 엔지니어링 및 기타과학기술서비스업(중분류)' 전체 매출액(약 39.4조)의 약 45%(약 17.7조)를 차지함
- 2) 2019년 기준 우리나라 전체 사업체의 매출액은 6,195조이며 이 중 제조업이 1,896조로 가장 많고, 이어 도매 및 소매업이 1,290조, 금융 및 보험업이 891조, 그 뒤를 이어 건축산업이 345조를 차지함(통계청, 전국사업체조사)
- 3) 2019년 기준 종사자 규모는 건설업이 150만 4,466명, 제조업 412만 3,817명으로 건설업이 제조업의 약 3분의 1인 점을 감안할 때, 건설업의 재해 위험이 3배가량 높은 것으로 추정 가능
- 4) 건설업 에너지소비 증가는 주로 건설기계 등록대수의 증가세에 따른 경우를 비롯한 건설기계용 에너지 소비량 증가에 기인. 건설기계등록대수는 2010년 37만 4,904대에서 2016년 46만 5,296대로 연평균 3.7% 증가하였으며 2013년에서 2016년 사이 연평균 3.9% 증가세를 나타냄(에너지경제연구원 외, 2018)
- 5) 산업의 글로벌 경쟁력을 확보하기 위해 료·바이오, 제조, 스마트시티, 금융, 모빌리티·물류, 농수산식품의 6대 분야에 대한 기업 및 양성, 기술개발 R&D 및 시설투자, 시범사업 등 정부주도의 스마트 산업화 지원정책이 추진되고 있음(김은희 외, 2021)

- 
- 고용노동부. (2021). 정책자료실-2020.12월 말 산업 재해 발생현황. [https://www.moel.go.kr/policy/policydata/view.do?bbs\\_seq=20210401122](https://www.moel.go.kr/policy/policydata/view.do?bbs_seq=20210401122)
  - 국토교통과학기술진흥원. (2013). 2040 국토교통 미래기술예측조사. 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원.
  - 국토교통부. (2018). 제1차 건축서비스산업 진흥 기본계획.
  - 국토교통부. (2021). 스마트건설기술 현장 적용 가이드라인.
  - 「건설산업기본법」, 법률 제18338호, 제2조 제11호.
  - 김은희, 김상호, 조시은, 유제연, 오민정. (2021). 스마트건축 산업화 모델 및 제도 기반 확충에 관한 연구. 건축공간연구원.
  - 김은희, 유제연. (2019). 건축서비스산업 통계구축 방안. 건축도시공간연구소.
  - 에너지경제연구원, 한국에너지공단. (2018). 2017년도(2016년 기준) 에너지총조사보고서. 산업통상자원부.
  - 오원섭. (2018). 4차 산업혁명과 건설산업의 미래. 한국건설신문. 7월 30일 기사.
  - 엄철호, 김은희, 권영란. (2021). 건축산업 진흥을 위한 제도기반 마련 연구. 국가건축정책위원회.
  - 중소벤처기업부. (2019). 중소기업, 스마트공장 도입 후 생산성 30%, 고용 3명(4.2%) 증가. (참고자료) 스마트공장 성과분석 연구용역 결과. 5월 24일 보도자료.
  - 통계청 경제총조사, 전국사업체조사, 서비스업조사.
  - 통계청 통계설명자료. 산업안전보건실태조사. <https://meta.narastat.kr/metasvc/svc/SvcMetaDcDtaPopup.do>
  - 통계청. 전국 폐기물 발생 및 처리 현황 통계설명자료. <https://meta.narastat.kr/metasvc/svc/SvcMetaDcDtaPopup.do>
  - European Union. (2018). Construction Blueprint. European Union.

# auri.brief.



**No.252**

2022.07.25.

발행처 건축공간연구원  
발행인 이영범  
주 소 세종특별자치시 가림로 143, 8층  
전 화 044-417-9600  
팩 스 044-417-9604

[www.auri.re.kr](http://www.auri.re.kr)

**( a u r i )** 건 축 공 간 연 구 원