

국내 건설기업의 스마트 기술 활용 현황과 활성화 방향

2019. 12

이광표 · 최수영 · 손태홍 · 최석인

한국건설산업연구원

Construction & Economy Research Institute of Korea

<차 례>

제 1 장 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구의 방법 및 구성	5
제 2 장 스마트 건설기술과 기술수용주기 모델	9
1. 건설산업과 주요 스마트 기술	9
(1) 스마트 건설기술의 활용 방향	9
(2) 국내 스마트 건설기술 정책	12
(3) 주요 스마트 건설기술	17
2. 기술수용주기(Technology Adoption Life-Cycle) 모델과 기술의 확산	19
제 3 장 국내 건설기업의 스마트 기술 활용 현황	23
1. 설문조사 개요	23
2. 스마트 건설기술 활용 수준	25
(1) BIM	25
(2) 빅데이터 및 인공지능	26
(3) 드론	27
(4) 모듈러	28
(5) 가상현실 및 증강현실	29
(6) 3D 프린팅	30
(7) 지능형 건설장비 및 로봇기술	31
(8) 스마트 건설기술별 활용 수준	32
3. 스마트 건설기술 활성화 전망	33
(1) BIM	33
(2) 빅데이터 및 인공지능	34
(3) 드론	35
(4) 모듈러	36
(5) 가상현실 및 증강현실	37
(6) 3D 프린팅	38
(7) 지능형 건설장비 및 로봇기술	39
(8) 스마트 건설기술별 활성화 전망	40

4. 스마트 건설기술 도입계획	41
(1) BIM	41
(2) 빅데이터 및 인공지능	42
(3) 드론	43
(4) 모듈러	44
(5) 가상현실 및 증강현실	45
(6) 3D 프린팅	46
(7) 지능형 건설장비 및 로봇기술	47
(8) 스마트 건설기술별 도입계획	48
5. 스마트 건설기술 전문인력 양성계획	49
제 4 장 건설기업과 스마트 건설기술의 확산	51
1. 분석 개요	51
2. 스마트 건설기술별 기술수용주기 모델에 따른 소비유형 구분	52
(1) BIM	52
(2) 빅데이터 및 인공지능	54
(3) 드론	55
(4) 모듈러	56
(5) 가상현실 및 증강현실	58
(6) 3D 프린팅	59
(7) 지능형 건설장비 및 로봇기술	60
3. 소결	61
제 5 장 스마트 건설기술 활성화 전략	65
1. 스마트 건설기술 활성화 방향	65
2. 소비유형 구분에 따른 활성화 전략	71
(1) (선각수용자) 종합대형기업의 활성화 전략	71
(2) (전기다수수용자) 종합중견기업과 전문대형기업의 활성화 전략	72
(3) (후기다수수용자) 종합중소, 전문중견, 전문중소 기업의 활성화 전략	74
3. 연구의 한계점 및 향후 계획	75
참고문헌	77
Abstract	79

〈표 차례〉

<표 I-1> 건설산업과 제조업의 시간당 가치와 연평균 성장률 비교	2
<표 II-1> 4차 산업혁명 주요 기술과 스마트 건설기술	10
<표 II-2> 건설산업의 현재와 미래	14
<표 II-3> 생애주기 단계별 스마트 건설기술 로드맵	16
<표 II-4> 생애주기 단계별 주요 스마트 건설기술	18
<표 II-5> 기술수용주기 모델의 소비유형	20
<표 III-1> 설문조사 개요	24
<표 III-2> 업종 및 규모별 BIM 활용 수준	25
<표 III-3> 업종 및 규모별 빅데이터 및 인공지능 활용 수준	26
<표 III-4> 업종 및 규모별 드론 활용 수준	27
<표 III-5> 업종 및 규모별 모듈러 활용 수준	28
<표 III-6> 업종 및 규모별 가상현실 및 증강현실 활용 수준	29
<표 III-7> 업종 및 규모별 3D 프린팅 활용 수준	30
<표 III-8> 업종 및 규모별 지능형 건설장비 및 로봇기술 활용 수준	31
<표 III-9> 업종 및 규모별 BIM 활성화 전망	33
<표 III-10> 업종 및 규모별 빅데이터 및 인공지능 활성화 전망	34
<표 III-11> 업종 및 규모별 드론 활성화 전망	35
<표 III-12> 업종 및 규모별 모듈러 활성화 전망	36
<표 III-13> 업종 및 규모별 가상현실 및 증강현실 활성화 전망	37
<표 III-14> 업종 및 규모별 3D 프린팅 활성화 전망	38
<표 III-15> 업종 및 규모별 지능형 건설장비 및 로봇기술 활성화 전망	39
<표 III-16> 업종 및 규모별 BIM 도입계획	41
<표 III-17> 업종 및 규모별 빅데이터 및 인공지능 도입계획	42
<표 III-18> 업종 및 규모별 드론 도입계획	43
<표 III-19> 업종 및 규모별 모듈러 도입계획	44
<표 III-20> 업종 및 규모별 가상현실 및 증강현실 도입계획	45
<표 III-21> 업종 및 규모별 3D 프린팅 도입계획	46
<표 III-22> 업종 및 규모별 지능형 건설장비 및 로봇기술 도입계획	47
<표 III-23> 업종 및 규모별 스마트 건설기술 전문인력 양성계획	49

<표 III-24> 종합대형기업의 스마트 건설기술별 전문인력 양성계획	50
<표 III-25> 전문대형기업의 스마트 건설기술별 전문인력 양성계획	50
<표 IV-1> 기술수용주기 모델의 소비유형별 특성	51
<표 IV-2> 스마트 건설기술별·건설기업 규모별 소비유형 구분	62

〈그림 차례〉

〈그림 I-1〉 연구 흐름도	6
〈그림 II-1〉 스마트 건설기술의 활용 방향	12
〈그림 II-2〉 Everett Rogers의 기술수용주기 모델	19
〈그림 III-1〉 국내 건설기업의 스마트 건설기술 활용 수준	32
〈그림 III-2〉 국내 건설기업의 스마트 건설기술 활성화 전망	40
〈그림 III-3〉 국내 건설기업의 스마트 건설기술 10년 내 도입계획	48
〈그림 IV-1〉 BIM 기술의 소비유형 구분	53
〈그림 IV-2〉 빅데이터 및 인공지능 기술의 소비유형 구분	55
〈그림 IV-3〉 드론 기술의 소비유형 구분	56
〈그림 IV-4〉 모듈러 기술의 소비유형 구분	57
〈그림 IV-5〉 가상현실 및 증강현실 기술의 소비유형 구분	58
〈그림 IV-6〉 3D 프린팅 기술의 소비유형 구분	60
〈그림 IV-7〉 지능형 건설장비 및 로봇기술의 소비유형 구분	61
〈그림 IV-8〉 기술수용주기 모델에 따른 업종 및 규모별 소비유형의 구분	63
〈그림 IV-9〉 기술수용주기 모델에 따른 기술의 확산	64
〈그림 V-1〉 스마트 건설기술 활성화 4단계 전략	68
〈그림 V-2〉 (1단계) 인지도 제고 전략의 필요성	68
〈그림 V-3〉 (2단계) 긍정적 인식 제고 전략의 필요성	69
〈그림 V-4〉 (3단계) 도입 의지 제고 전략의 필요성	70
〈그림 V-5〉 (4단계) 활성화 전략 필요성	70
〈그림 V-6〉 종합대형기업의 활성화 전략	71
〈그림 V-7〉 종합중견기업의 활성화 전략	73
〈그림 V-8〉 전문대형기업의 활성화 전략	73
〈그림 V-9〉 종합중소기업의 활성화 전략	74
〈그림 V-10〉 전문중견기업의 활성화 전략	74
〈그림 V-11〉 전문중소기업의 활성화 전략	75

요 약

제1장 서론

- 건설산업은 디지털 기술을 산업 내에 도입하고 적용해 공사 기간을 단축하고 공사비를 절감하는 등 궁극적으로 생산성 제고와 수익성 개선의 기회로 활용하려고 노력하고 있음.
 - 건설산업의 생산성 제고 및 수익성 개선 측면에서 혁신을 유도할 수 있는 새로운 기술의 활용 주체는 기업이며, 백텔 등 글로벌 선진 기업의 경우 이미 디지털 기술의 도입 및 적용을 목표로 내부 조직, 시스템, 업무 프로세스 등의 인프라를 개선하고 있음.
 - 영국, 일본, 싱가포르 등은 스마트 건설기술의 산업 내 도입과 적용을 지원하기 위해 정부 차원에서 목표, 추진 방향, 각종 지원 정책 등을 제시하고 있음.

- 우리 정부 및 국토교통부 또한 지난 2018년 건설산업에 적용성이 높은 주요 스마트 기술을 ‘스마트 건설기술’로 정의하고, 이를 산업 내 효과적으로 도입하기 위한 활성화 방안과 로드맵 등을 제시함.
 - 그럼에도 불구하고 건설산업의 전통적인 설계 및 생산 체계의 경직성, 새로운 기술 적용에 따른 기업의 비용적 리스크, 기술 도입 과정에서 발생하는 기존 제도와의 상충 등이 여전히 기술을 수용하는 과정에서 장애물로 작용하고 있음.

- 이러한 한계를 극복하기 위해서는 건설산업의 특성을 고려하면서, 기술의 불확실성, 기존 제도와의 상충 등을 해소할 수 있는 정부 차원의 산업 환경 지원이 필요함. 또한, 건설기업은 새로운 기술을 활용하기 위한 전략과 더불어 중장기적 방향성을 정립하고, 이와 연계한 세부적인 계획을 수립해야 함.

- 특히, 건설산업 환경 측면에 대한 정부의 지원과 스마트 기술의 도입 및 적용을 위한 기업의 전략과 계획을 효과적으로 수립하기 위해서는 건설기업들의 역할과 규모 등을 고려한 스마트 기술의 활용 현황에 대한 명확한 파악이 선행되어야 함.
- 본 연구는 국내 건설기업의 역할과 규모에 따른 스마트 건설기술 활용 실태를 조사하고, 이를 반영하여 스마트 기술 활용 수준에 따른 정부와 산업의 역할과 기업의 전략 방향을 제시함으로써 국내 건설산업 내 스마트 기술 활성화를 유도하고자 함.
 - 본 연구는 건설기술교육원이 발주하여 지난 2018년 10월부터 2019년 8월까지 수행한 ‘미래 건설 기술인력 육성 전략 연구’의 미래 건설기술에 대한 수요 조사 결과의 일부를 활용하여 재정리함.

제2장 스마트 건설기술과 기술수용주기 모델

1. 건설산업과 주요 스마트 기술

- 최근 글로벌 컨설팅 그룹 및 연구기관들은 스마트 기술을 활용한 생산성 혁신 가능성이 높은 대표적인 분야로 건설산업을 선정하고, 적용성이 높은 주요 스마트 ‘건설’ 기술과 함께 생애주기 단계별 적용 방향을 제시함.
 - 공통적으로 제시되고 있는 주요 스마트 건설기술로는 BIM, 클라우드, 사물인터넷, 데이터 고급분석, 증강현실, 가상현실, 모듈러, 3D 프린팅, 로봇틱스, 지능형 건설장비, 무인항공기 등이 제시됨.
 - 생애주기 단계별로는 설계 단계의 경우 BIM, 가상현실, 빅데이터, 인공지능, 3D 프린팅, 드론 등이 주요 기술로 제시되고 있으며, 시공 단계는 대부분의 스마트 건설기술을 현장 내 적용하고자 함. 유지관리 단계의 주요 기술로는 BIM, 빅데이터, 인공지능, 증강현실 기술 등이 제시됨.

- 정부 및 국토교통부 또한 2017년 이후 ‘4차 산업혁명 대응계획’, ‘건설산업 혁신 방안’, ‘제6차 건설기술진흥 기본계획(2018~2022)’, ‘스마트 건설기술 로드맵’ 등을 통해 4차 산업혁명 시대에 대응하고 스마트 건설기술의 활성화를 위한 각종 지원 정책과 방안, 로드맵 등을 제시하고 있음.
 - 정부 및 국토교통부는 주요 스마트 건설기술로 클라우드 환경에서의 BIM, 가상현실과 증강현실, 사물인터넷과 센서, 드론, 빅데이터와 인공지능, 시뮬레이션, 로봇, 지능형 건설장비, 모듈러, 3D 프린팅 기술 등을 제시함.
 - 생애주기 단계별로는 설계 단계의 경우, 주요 스마트 건설기술로 BIM, 드론, 빅데이터와 인공지능, 가상현실, 시뮬레이션 등을 제시하였으며, 시공 단계는 대부분의 스마트 건설기술을 현장에 적용하기 위한 방안을 제시함. 유지관리 단계의 주요 기술로는 BIM, 빅데이터와 인공지능, 로봇, 사물인터넷과 센서 등을 제시함.
- 본 연구는 주요 스마트 건설기술로 BIM, 빅데이터와 인공지능, 드론, 모듈러, 3D 프린팅, 가상현실 및 증강현실, 로봇 및 지능형 건설장비를 선정하고, 이들에 대한 국내 건설기업들의 활용 현황을 조사함.

2. 기술수용주기 모델과 기술의 확산

- 스마트 건설기술 등 새로운 기술 또는 첨단 기술이 특정 산업이나 시장에 확산되는 과정은 기술을 수용하는 소비자 개인이나 소비 그룹의 성향 또는 특성과 밀접한 관련이 있음.
- Everett Rogers(2010)의 기술수용주기(Technology Adoption Life-Cycle) 모델에 따르면, 새로운 기술을 수용하는 소비유형은 혁신수용자(Innovator), 선각수용자(Early Adopter), 전기다수수용자(Early Majority), 후기다수수용자(Late Majority), 지각수요자(Laggards)로 구분할 수 있으며, 다음의 특성이 있음.

- 새로운 기술 등장시 혁신수용자와 선각수용자는 기술의 편익과 가치, 또는 효용성 등을 고려하여 기술을 도입함.
 - 전기 다수수용자는 새로운 기술의 적용성이 검증되고 환경적·제도적으로 사용에 문제가 없는 경우 기술을 도입하는 소비 유형으로 이해할 수 있음.
 - 후기 다수수용자는 다수의 소비자가 새로운 기술을 도입해서 기존 기술의 사용에 불편함을 느낄 경우 기술을 도입하는 유형이며, 지각수용자는 새로운 기술에 무관심한 소비 유형임.
- 본 연구는 제3장의 스마트 건설기술에 대한 국내 건설기업의 설문조사 분석 결과와 Everett Rogers의 기술수용주기 모델을 활용하여, 국내 건설기업의 업종 및 규모별 스마트 건설기술에 대한 소비 유형을 분석함.

제3장 국내 건설기업의 스마트 기술 활용 현황

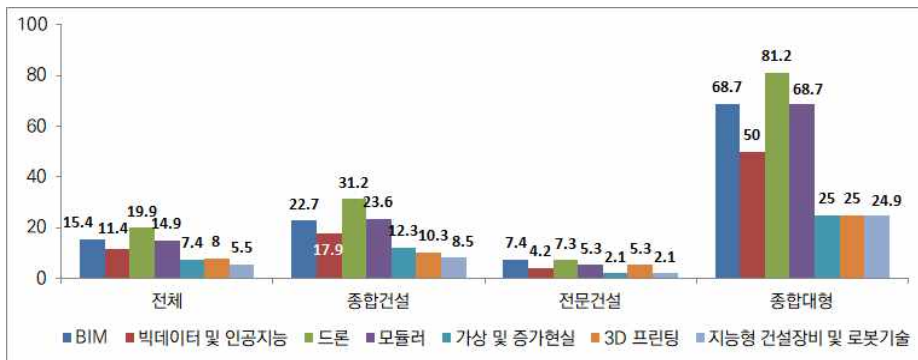
1. 설문조사 개요

- 본 연구는 국내 건설기업의 스마트 기술 활용 현황을 파악하기 위해 기업의 주 업종과 규모를 고려하여 설문조사를 수행함.
 - 활용 현황을 파악하기 위한 주요 스마트 건설기술은 제2장에서 도출한 BIM, 빅데이터 및 인공지능, 드론, 모듈러, 가상현실, 증강현실, 3D 프린팅, 지능형 건설장비, 로봇기술을 대상으로 함.
 - 설문조사 대상인 국내 건설기업은 업종에 따라 종합건설기업과 전문건설기업으로 구분하고, 규모에 따라 대형기업, 중견기업, 중소기업으로 분류하여 조사를 수행함.
 - 설문조사 항목은 스마트 건설기술의 활용 현황, 도입 계획, 활성화 전망, 전문인력의 양성 방안으로 구분하여 국내 건설기업의 실태를 파악함.

2. 스마트 건설기술 활용 수준

- 전체 건설기업 가운데 활용 수준이 높게 파악된 기술은 드론(19.9%), BIM(15.4%), 모듈러(14.9%), 빅데이터 및 인공지능(11.4%) 순으로 나타났으며, 지능형 건설장비 및 로봇기술(5.5%)이 가장 낮은 것으로 조사됨.
- 종합건설기업은 드론(31.2%), 모듈러(23.6%), BIM(22.7%), 빅데이터 및 인공지능(17.9%) 순으로 활용 수준이 높았으며, 지능형 건설장비 및 로봇기술(8.5%)의 활용 수준이 가장 낮은 것으로 조사됨.
- 규모별로는 종합대형기업이 타 그룹과 비교하여 상대적으로 매우 높았음. 드론의 경우 활용 수준이 81.2%로 가장 높았으며, BIM(68.7%), 모듈러(68.7%), 빅데이터 및 인공지능(50%)도 활용 수준이 50% 이상으로 파악됨.

<그림> 국내 건설기업의 스마트 건설기술 활용 수준



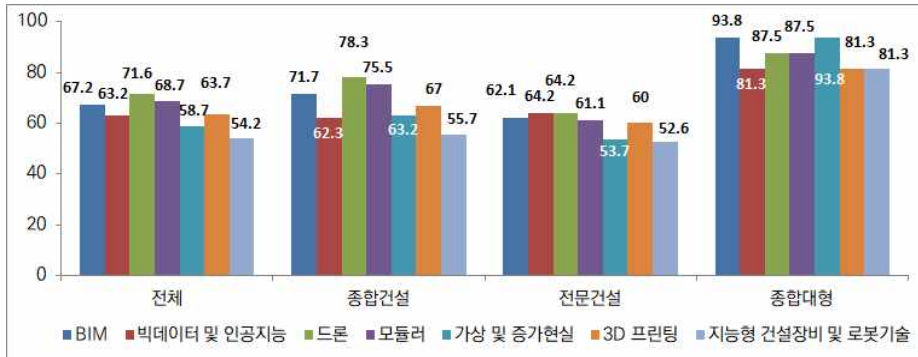
주 : 건설기업의 업종 및 규모별로 왼쪽부터 BIM, 빅데이터 및 인공지능, 드론, 모듈러, 가상 및 증강현실, 3D 프린팅, 지능형 건설장비 및 로봇기술에 대한 결과임.

3. 스마트 건설기술 활성화 전망

- 국내 건설기업이 10년 이내에 활성화될 것으로 전망한 기술은 드론(71.6%), 모듈러(68.7%), BIM(67.2%) 순으로 높게 나타남. 반면, 지능형 건설장비 및

- 로봇기술(54.2%)과 가상 및 증강현실(58.7%)은 상대적으로 낮았음.
- 종합건설기업의 경우, 드론(78.3%), 모듈러(75.5%), BIM(71.7%) 순으로 10년 내 활성화 여부에 대해 긍정적으로 응답한 반면, 지능형 건설장비 및 로봇기술(55.7%)의 응답 비율이 가장 낮게 나타남.
 - 규모별로는 종합대형기업의 스마트 건설기술에 대한 10년 내 활성화 전망이 타 사업자와 비교하여 높게 나타남. 기술별로는 BIM과 가상현실 및 증강현실의 10년 이내 활성화 전망이 각 93.8%로 가장 높게 조사됨.

<그림> 국내 건설기업의 스마트 건설기술 활성화 전망



주 : 건설기업의 업종 및 규모별로 왼쪽부터 BIM, 빅데이터 및 인공지능, 드론, 모듈러, 가상 및 증강현실, 3D 프린팅, 지능형 건설장비 및 로봇기술에 대한 결과임.

4. 스마트 건설기술 도입 계획

- 전체 건설기업의 10년 이내 도입 계획은 드론(34.8%), BIM(34.3%), 모듈러(34.3%), 3D 프린팅(28.9%) 등의 순으로 높게 나타났으며, 가상현실 및 증강현실(25.5%)에 대한 도입 계획이 가장 낮은 것으로 조사됨.
- 종합건설기업의 경우 10년 이내 도입 계획이 높은 스마트 기술은 드론(50%), 모듈러(49.1%), BIM(49%) 등의 순이며, 가상현실 및 증강현실(35.9%)에 대한 도입 계획이 가장 낮은 것으로 파악됨.

- 규모별로는 종합대형기업의 10년 내 도입계획 비중이 타 기업과 비교하여 상대적으로 매우 높았음. BIM의 경우 이미 활용 중인 비중과 10년 내 도입 계획 비중이 100%였으며, 모듈러(93.8%), 지능형 건설장비 및 로봇(87.6%), 드론(87.5%), 빅데이터 및 인공지능(81.3%) 또한 10년 내 도입계획 비중이 80% 이상인 것으로 분석됨.

5. 스마트 건설기술 전문인력 양성계획

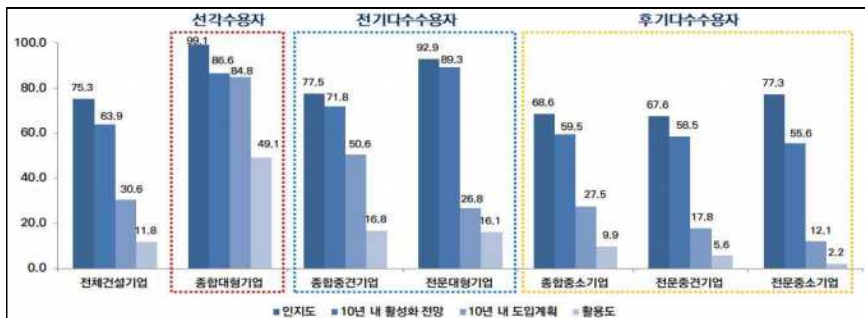
- 국내 건설기업의 스마트 건설기술 전문인력을 확보하기 위한 양성계획 조사 결과, 외부 업체를 활용하겠다는 비율이 7개 기술 평균 59.5%로 가장 높게 나타남. 기존 인력을 육성하겠다고 응답한 비율(20.0%)과 전문인력을 신규 채용하겠다고 응답한 비율(19.9%)은 유사하게 조사됨.
- 종합대형기업의 경우, 외부 업체를 활용하겠다고 응답한 비율이 47.4%로 가장 높았으나, 기존 인력을 육성하겠다고 응답한 비중도 38.4%로 타 그룹과 비교하여 높게 나타남.
- 전문대형기업은 타 그룹과는 달리 전문인력을 신규 채용하겠다고 응답한 비율이 60.7%로 매우 높게 나타남.

제4장 건설기업과 스마트 건설기술의 확산

- 본 장에서는 3장에서 분석한 스마트 건설기술별 인지도, 활성화 전망, 도입 계획, 활용도를 기반으로 국내 건설기업들의 업종 및 규모별 특성을 파악하고 기술수용주기 모델에 따른 소비 유형을 구분함.
- 스마트 건설기술별 인지도, 활성화 전망, 향후 도입 계획, 활용도의 평균을 기준으로 소비 유형을 구분하면, 종합대형기업의 경우 선각수용자, 종합중견기업과 전문대형기업은 전기 다수수용자, 그 외 그룹은 후기 다수수용자로 구분됨.

- 종합대형기업은 스마트 건설기술에 대한 인지도(99.1%), 10년 내 활성화 전망(86.6%)과 도입 계획(84.8%)의 경우 매우 높은 편이며, 현재 활용도는 49.1%로 보통 수준으로 파악됨. 이러한 종합대형기업의 모습은 전형적인 선각수용자의 특성에 해당함.
- 종합중견기업은 인지도와 10년 내 활성화 전망은 각 77.5%, 71.8%로 높은 편이나, 10년 내 도입 계획은 50.6%로 보통 수준으로 이해됨. 활용도의 경우 16.8%로 낮은 수준으로 파악됨. 이러한 종합중견기업의 특성은 전형적인 전기 다수수용자의 특징에 해당함.
- 전문대형기업은 기술에 대한 인지도와 활성화 전망이 각 92.9%, 89.3%로 매우 높은 반면에 도입 계획과 활용도는 각 26.8%, 16.1%로 낮은 수준임. 그럼에도 불구하고, 스마트 건설기술에 대해 충분히 인식하고 있고, 향후 활성화에 대해 긍정적인 점을 고려하면 현실적인 조건이 성립할 경우 기술을 활용하는 전기 다수수용자의 특성과 유사함.
- 그 외 그룹은 인지도 및 활성화 전망은 보통 수준 또는 다소 높은 수준으로 조사되었으나, 도입 계획과 활용도는 낮은 것으로 파악됨. 예를 들어, 종합중소기업의 경우 인지도와 활성화 전망은 68.6%, 59.5%로 다소 높거나 보통 수준이며, 도입 계획과 활용도는 27.5%, 9.9%로 낮게 나타남.

<그림> 기술수용주기 모델에 따른 업종 및 규모별 소비 유형의 구분



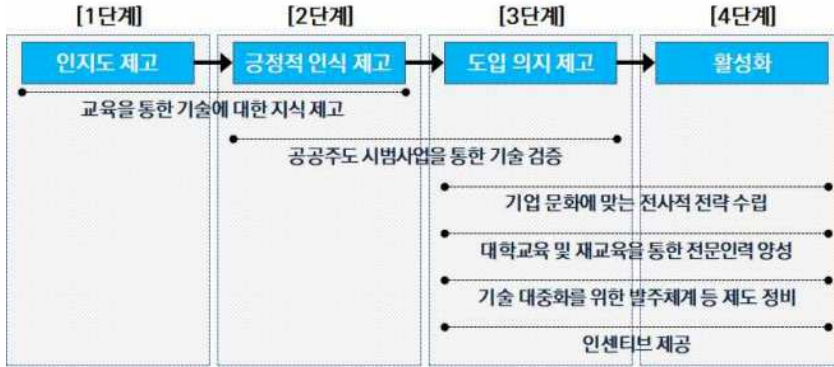
주 : 건설기업의 업종 및 규모별로 왼쪽부터 인지도, 10년 내 활성화 전망, 10년 내 도입계획, 활용도에 대한 결과임.

- 건설기업의 업종 및 규모별 소비유형 분석 결과, 향후 스마트 건설기술은 (선각수용자인) 종합대형기업 → (전기 다수수용자인) 종합중견기업과 전문대형기업 → (후기 다수수용자인) 종합중소기업, 전문 중견 및 중소기업 순으로 확산될 가능성이 높음.
- 이 과정에서 여론 주도형 소비자 역할을 수행하는 종합대형기업(선각수용자)의 역할 및 기술 검증 결과는 기술 확산에 큰 영향을 미칠 것으로 판단됨.

제5장 스마트 건설기술 활성화 전략

- 국내 건설기업의 스마트 기술에 대한 활용도와 인지도, 10년 내 도입 계획과 활성화 전망에 대한 실태 분석 결과, 다음과 같은 특성을 도출할 수 있음.
- 국내 건설기업은 스마트 건설기술에 대해 일정 수준 인지(인지도 : 75.3%)하고 있으며, 10년 내 활성화 가능성에 대해 긍정적으로 인식(활성화 전망 : 63.9%)하고 있음. 하지만 10년 내 스마트 건설기술을 도입할 계획(도입 계획 : 30.6%)은 상대적으로 낮은 것으로 파악됨.
- 이러한 상황을 고려할 때, 국내 건설산업 내 스마트 건설기술의 활성화를 위해서는 해당 기술에 대한 기업의 ‘① 인지도 제고’ → ‘② 긍정적 인식 제고’ → ‘③ 도입 의지 제고’ → ‘④ 해당 기술 활성화’라는 4단계 전략을 도입할 필요가 있으며, 단계별 세부 전략이 필요함.
- 전체 건설기업의 평균 인지도나 10년 내 활성화 전망(긍정적 인식)은 상대적으로 높은 수준이나, 도입 의지는 30.6%로 낮게 나타남. 향후 건설산업 차원에서 기술 도입 의지를 제고시킬 수 있는 다양한 전략 모색이 필요함.
- 또한, 업종 및 규모별로는 상대적 관점에서 서로 다른 소비 유형(예 : 종합대형기업-선각수용자 등)에 해당하기 때문에, 각 소비 유형의 특성을 고려한 선택적 단계별 전략 활용이 필요할 것으로 판단됨.

<그림> 스마트 건설기술 활성화 4단계 전략



- (1단계) **인지도 제고 전략** : 인지도 제고를 위해서는 기업을 대상으로 스마트 건설기술의 효과, 적용 방법 및 사례 등에 대한 다양하고 체계적인 교육을 실시해 해당 기술을 명확하게 인지시킬 필요가 있음.
 - 정부는 BIM, 드론 등에 대한 실무 중심의 교육 프로그램을 일부 제공하고 있으나, 후기 다수수용자에 해당하는 다수의 건설기업은 자발적으로 새로운 기술을 찾아보고 교육받지 않을 가능성이 높음.
 - 따라서, 건설기술인 교육훈련과 같은 의무교육에 스마트 건설기술에 대한 내용을 포함하여 건설기업 전반에 걸친 인지도를 제고할 필요가 있음.

- (2단계) **긍정적 인식 제고 전략** : 현재 스마트 건설기술의 활용이 기업이나 사업의 생산성 향상에 기반한 이익 창출과 기업의 경쟁력 제고로 이어질 것이라는 긍정적 인식이 부족함. 기업의 경우 여전히 내부 환경과 산업의 변화 등을 고려했을 때, 해당 기술의 실질적 효과에 의문을 품고 있음.
 - 이러한 상황에서 기업의 스마트 건설기술에 대한 긍정적 인식을 제고하기 위해서는 정부 등 공공의 차원에서 시범사업을 통해 스마트 건설기술을 실제 사업에 적용하고, 그 효과를 검증하는 것이 중요함.

- 또한, 적용 사례를 기반으로 해당 기술을 공유 및 확산시켜 나감으로써 민간 기업의 리스크를 최소화할 수 있음.
- **(3단계) 도입 의지 제고 전략** : 국내 건설기업의 스마트 건설기술 도입 의지는 기술 활성화에 대한 긍정적 인식 대비 낮은 수준으로 파악됨. 건설기업은 특성상 현실적인 소비자 그룹임을 감안하면, 시범사업을 통한 기술 검증과 더불어 전문인력 수급 용이성, 발주 체계를 포함하는 관련 제도의 정비 등 기술을 받아들일 수 있는 산업 생태계의 구축이 선행되어야 함.
- 기업 차원에서 새로운 기술을 전사적으로 도입한다는 것은 기업의 업무 절차나 조직 구성 등 기업 문화 전반에 변화가 필요한 중대한 결정사항이며, 이를 위해 수반되는 비용과 시간도 충분히 고려되어야 할 요소임.
- 또한, 기업의 경우 기술 도입을 통해 달성하고자 하는 목표를 확립하고 기업 문화에 적합한 맞춤형 전략 수립이 필요함.
- **(4단계) 활성화 전략** : 마지막으로, 국내 건설산업 내 스마트 건설기술 활성화를 촉진하기 위해서는 업종 및 규모별 소비자 유형의 특성을 고려하여 1~3단계 전략과 각 세부 전략을 선별적으로 적용하기 위한 정부 및 산업의 지원과 기업의 노력이 필요함.
- 또한, 기술은 서로 연계·발전 중이며, 발전 속도 또한 과거와 달리 매우 빠르기 때문에, 새로운 기술을 끊임없이 개발 및 검증하고 활성화할 수 있는 전략이 필요함. 이는 기업의 노력만으로는 한계가 있으며, 정부와 산업과의 협력 체계 구축을 통해 가능함.
- 예를 들어, 새로운 기술을 지속적으로 발굴하고, 기술의 도입 및 활용을 저해하는 관련 규제를 해소하고, 기업에 인센티브를 제공하는 등의 활동을 통해 국내 건설산업의 경쟁력을 강화할 수 있을 것으로 판단됨.

1. 연구의 배경 및 목적

- 4차 산업혁명 시대와 함께 등장한 다양한 디지털 기술들은 각 산업의 서비스, 제품, 일자리 등의 분야에서 기존 생산 체계와 업무수행 방식의 혁신적인 변화를 유도하고 있으며, 이러한 변화의 흐름에서 건설산업도 예외일 수 없음.
- 대표적인 디지털 기술¹⁾로는 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷, 가상현실, 3D 프린팅, 로봇틱스, 무인항공기, 모바일 애플리케이션 등이 제시되고 있음.
- 이러한 디지털 기술들은 기존 기술의 발전, 기술 간 융·복합, 기술 적용 환경의 변화 등으로 인해 최근 적용성을 확보하고 있음.
- 특히, 건설산업은 디지털 기술을 산업 내에 도입하고 적용해 공사 기간을 단축하고 공사비를 절감하는 등 궁극적으로 생산성 제고와 수익성 개선의 기회로 활용하려고 노력하고 있음.
- 건설산업²⁾은 사업 수행 과정에서 발생하는 설계변경 등으로 인한 계획과 실행의 불일치, 공사 기간 지연, 사업비 증가 등의 이유로 제조업 등 타 산업 대비 낮은 생산성과 수익성을 나타내고 있음.
- 지난 20년간(1995~2014)의 건설산업 생산성³⁾의 시간당 가치는 약 25달러, 연평균 성장률은 약 1.0% 수준으로 파악됨. 이는 약 39달러의 시간당 가치와 3.6% 수준의 연평균 성장률을 나타내는 제조업과 비교하여 각각 약 64%, 28% 수준에 불과함 (<표 I-1> 참조).
- 건설산업의 평균 이윤 또한 세후 영업이익을 기준 약 4.4% 수준으로 파악되며, 이는 제약 및 의료기기(19.8%), IT 및 비즈니스 서비스(11.7%), 호텔 서비스(8.5%), 기계(6.8%) 등과 비교하여 상대적으로 낮은 수준임.

1) 한국건설산업연구원(2019), “미래 건설산업의 디지털 건설기술 활용 전략”.

2) EY(2018), “How can technology improve challenges faced within the E&C industry?”.

3) McKinsey & Company(2017), “Reinventing construction : A route to higher productivity”.

<표 1-1> 건설산업과 제조업의 시간당 가치와 연평균 성장률 비교

구분	건설산업	제조업	전체 산업	비고
시간당 가치(\$)	25	39	37	○ 제조업 대비 약 64% 수준 ○ 전체 산업 대비 약 68% 수준
연평균 성장률(%)	1.0	3.6	2.7	○ 제조업 대비 약 28% 수준 ○ 전체 산업 대비 약 37% 수준

자료 : 맥킨지(2017).

- 건설산업의 생산성 제고 및 수익성 개선 측면에서 혁신을 유도할 수 있는 새로운 기술의 활용 주체는 기업이며, 백텔 등 글로벌 선진 기업의 경우 이미 디지털 기술의 도입 및 적용을 목표로 내부 조직, 시스템, 업무 프로세스 등의 인프라를 개선하고 있음.
- 이와 더불어 영국, 일본, 싱가포르 등은 디지털 기술의 건설산업 내 도입과 적용 활성화를 위해 정부 차원의 목표, 추진 방향, 각종 지원 정책 등을 제시하고 있음.⁴⁾
 - 예를 들어, 영국은 건설산업 생산성 향상을 목적으로 R&D 활성화, 정부-학계 및 연구기관-민간의 협력 강화 등을 통한 산업 차원의 스마트화를 추진하고 있음.
 - 일본의 경우 젊은층 생산 인력의 건설업 기피와 이에 따른 내국인 숙련인력의 부족 문제 등을 해결하기 위해 정보통신 기술(ICT)과 건설장비를 융합한 건설 자동화를 추구하고 있음.
 - 싱가포르는 외국인 근로자를 중심으로 수행되는 현장 기반의 산업 구조에서 탈피하고 생산성을 향상시키기 위한 방안으로 모듈러 시공 등의 스마트건설을 적극적으로 추진 중임.
- 우리 정부 또한 지난 2017년 11월 관계부처 합동으로 4차 산업혁명 시대의 디지털 기술을 에너지·환경·교통·시티 등 전체 12개 분야에 구현하기 위한 「4차 산업혁명 대응계획」을 발표하였으며, 국토교통부는 지난 2018년 건설산업에 적용성이 높은 주요 디지털 기술을 ‘스마트 건설기술’로 정의하고, 이를 산업 내 효과적으로 도입하기 위한 활성화 방안과 로드맵 등을 제시함.

4) 한국건설산업연구원(2019), “스마트 건설기술 활성화를 위한 법제화 방향”.

- 국토교통부는 지난 2017년 “제6차 건설기술진흥 기본계획(2018~2022)”을 통해 4차 산업혁명 대응을 위한 스마트 건설기술의 개발 및 육성 방향을 제시하고, 이를 위한 구체적인 방안으로 2018년 “스마트 건설기술 활성화 방안”과 “스마트 건설기술 로드맵”을 제시함.
 - 국토교통부가 발표한 활성화 방안과 로드맵은 스마트 건설기술의 건설산업 내 도입 및 적용을 지원하기 위한 정부 차원의 각종 지원 정책을 포함하고 있음.
- 정부 차원의 각종 지원 정책에도 불구하고 건설산업 내 스마트 기술의 활용 범위와 수준은 여전히 낮은 것으로 파악되고 있으며, 스마트 건설기술 기반의 솔루션을 건설사업에 적용한 사례는 매우 제한적임.
- JBKnowledge⁵⁾의 2018년 조사 결과⁶⁾에 따르면 총 2,825명의 응답자 중 46.0%가 연간 매출의 1% 이하의 금액을 정보통신기술(IT) 분야에 투자하고 있으며, 투자 규모를 알 수 없다고 응답한 비율도 11.6%로 나타남.
 - 전담조직을 보유한 기업은 응답자의 약 48.5% 수준으로 파악되었으나, 이 중 65.7%가 1~5명 사이의 소규모 인력으로 구성된 조직을 보유 중인 것으로 파악됨.
 - 소프트웨어 솔루션의 활용 측면에서는 건설사업 수행 중 평균적으로 활용하는 소프트웨어가 3개 이하라고 응답한 비중이 62.9% 수준으로 나타났으며, 대부분 엑셀을 주로 활용하고 있는 수준임.
 - 데이터 교환 측면에서는 응답자의 약 29.1%가 통합된 플랫폼이 부재한 상태였으며, 이 중 51.8%는 통합된 플랫폼의 부재로 여전히 매뉴얼 방식을 통해 데이터를 교환하고 있는 것으로 파악됨.
- 이러한 스마트 건설기술의 산업 내 도입 및 적용의 한계성에는 건설산업이 지니는 전통적인 설계 및 생산 체계의 경직성, 새로운 기술 적용에 따른 기업의 비용적 리스크, 기술 도입 과정에서 발생하는 기존 제도와의 상충 등이 여전히 기술을 적극적으로 수용하는 과정에서 장애물로 작용하고 있는 것으로 이해할 수 있음.⁷⁾

5) JBKnowledge는 2012년부터 건축 및 토목, 플랜트(오일, 가스, 발전 등), 부동산, 환경 등 다양한 분야에서 근무하고 있는 전문가를 대상으로 관련 분야의 기술 활용 동향을 조사해 발표하고 있음.

6) JBKnowledge(2018), 「2018 The 7th Annual Construction Technology Report」.

7) 한국건설산업연구원(2019), “스마트 건설기술 활성화를 위한 법제화 방향”.

- 건설산업의 혁신을 유인할 수 있는 스마트 기술의 활용 주체는 건설기업임에도 불구하고 현재 활용 중인 기술 수준과 산업의 발전을 위해 요구되는 기술의 종류 및 적용 수준 간에는 격차가 존재함.
- 이러한 한계를 극복하기 위해서는 건설산업의 특성을 고려하면서, 기술의 불확실성, 기존 제도와 상충 등을 해소할 수 있는 정부 차원의 환경적 지원이 필요하며, 건설기업은 새로운 기술을 활용하기 위한 전략과 더불어 중장기적 방향성을 정립하고, 이와 연계한 세부적인 계획을 수립해야 함.
- 특히, 건설산업의 환경적 측면에 대한 정부의 지원과 스마트 기술의 도입 및 적용을 위한 기업의 전략과 계획을 효과적으로 수립하기 위해서는 건설기업들의 역할과 규모 등을 고려한 스마트 기술 활용 현황에 대한 명확한 파악이 선행되어야 함.
- 국내 건설기업은 수행하는 공사 또는 보유 면허에 따라 종합 및 전문 건설사업자로 나뉘며, 사업의 수행 구도에 따라 원도급자와 하도급자로 역할을 구분할 수 있음.
- 이러한 면허의 구분과 역할의 차이는 건설기업의 입장에서 필요한 스마트 기술의 종류와 활용 수준 또는 심도 등에 영향을 미칠 수 있음.
- 이와 더불어 매출액 또는 상시근로자 수에 따라 대기업, 중견기업, 중소기업 등으로 구분되는 기업의 규모 역시 스마트 기술의 도입 수준, 향후 도입계획 등에 영향을 미칠 것으로 판단됨.
- 이러한 측면을 고려할 때, 건설기업의 역할, 규모 등에 따라 스마트 기술의 도입 수준과 계획, 활용 정도 등은 상이할 것으로 판단됨. 스마트 기술의 활용 실태를 토대로 정부의 지원 정책과 기업의 전략, 중장기적 방향 등을 수립함으로써 현실적이고 실질적인 방안을 제시할 수 있음.
- 본 연구는 국내 건설기업의 역할과 규모에 따른 스마트 건설기술 활용 실태를 조사하고, 이를 반영하여 국내 건설산업의 스마트 건설기술 활용 수준을 정의함. 또한, 스마트 기술 활용 수준에 따른 기업의 전략 방향과 정부, 산업의 역할을 제시함으로써 국내 건설산업 내 스마트 기술 활성화를 유도함.

2. 연구의 방법 및 구성

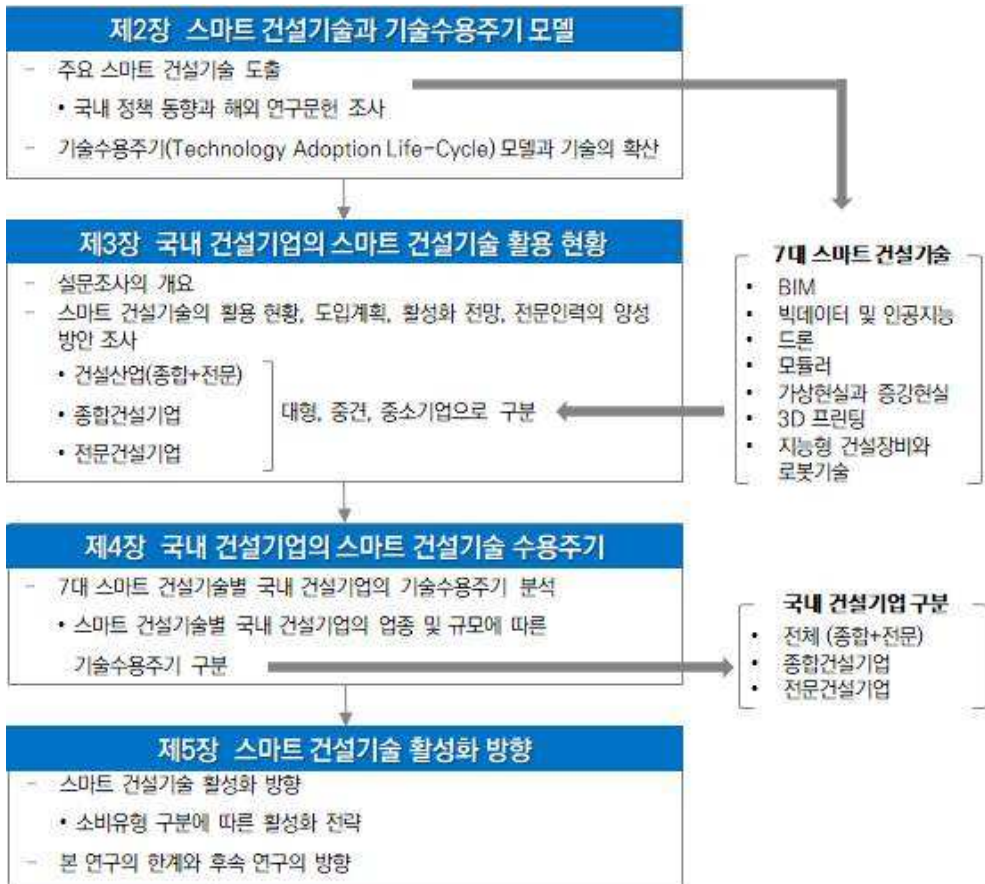
- 본 연구는 건설산업에 적용성이 높은 주요 스마트 건설기술을 도출하고, 국내 건설 기업을 대상으로 스마트 기술 활용 실태에 대한 설문조사를 수행함.
- 이러한 과정을 통해 국내 건설기업의 역할·규모에 따른 스마트 건설기술 활용 수준을 파악하고, 각 수준에 적합한 스마트 건설기술 활성화 방향을 기업, 산업, 정부 차원에서 제시함.

- 상술한 연구 목적과 방법을 반영하여 보고서를 다음과 같이 구성함(<그림 I-1> 참조).
- 제2장에서는 스마트 건설기술 활성화를 위한 국내 정책 방향과 글로벌 연구 동향을 분석하여 건설산업에 적용성(또는 효용성)이 높을 것으로 판단되는 주요 스마트 기술을 도출함. 이와 더불어 국내 건설기업의 스마트 기술 활용 수준을 분석하기 위한 개념으로 ‘기술수용주기(Technology Adoption Life-Cycle) 모델’을 설명함.
- 제3장은 2장에서 도출한 주요 스마트 건설기술에 대한 국내 건설기업 대상의 설문조사 결과를 분석함. 분석 결과는 스마트 건설기술 활용 수준, 도입계획, 활성화 전망 등 각 설문 항목에 대해 전체 건설산업(종합+전문 건설사업자), 종합건설사업자, 전문건설사업자로 구분하여 제시함.
- 제4장에서는 3장의 활용 실태를 토대로 국내 건설기업의 역할 및 규모에 따른 스마트 건설기술별 활용도-인지도, 활용도-도입계획, 활용도-활성화 전망 등을 분석함. 또한, 분석 결과와 2장에서 소개한 기술수용주기 모델을 비교하여 국내 건설기업의 기술수용 수준을 파악함.
- 제5장에서는 앞선 분석 결과를 고려하여 국내 건설기업의 스마트 건설기술 활성화 방향을 제시함. 이와 더불어, 건설기업의 규모와 역할에 따라 구분한 기업군의 기술 활용 수준을 고려해 기업의 전략 방향, 산업과 정부의 역할 등을 제안함.

- 본 연구는 건설기술교육원이 발주하여 지난 2018년 10월부터 2019년 8월까지 수행한 ‘미래 건설 기술인력 육성 전략 연구’의 미래 건설기술에 대한 수요 조사 결과의 일부를 활용하여 재정리함.

- ‘미래 건설 기술인력 육성 전략 연구’는 국내 건설산업의 지속가능한 글로벌 경쟁력 확보를 목적으로 미래 기술인력의 육성 전략 혁신을 위해 기획됨. 주요 내용으로는 기술인력 양성 체계 구축, 대학교육 개선, 재교육 체계 개선, 기능인력 양성 체계 개선을 포함하고 있음.
- 특히 기술인력 재교육 체계 개선을 위한 연구 수행 과정에서 국내 건설기업을 대상으로 ‘건설기술자의 사업관리 및 미래 건설기술 수요’에 대한 설문조사를 실시하였으며, 본 연구는 미래 건설기술 수요에 해당하는 설문조사 결과의 일부를 활용하여 국내 건설기업의 스마트 건설기술 활용 실태를 파악함.

<그림 1-1> 연구 흐름도



- 본 연구에서 제시하는 국내 건설기업의 스마트 건설기술 활용 실태는 기업의 기술 도입 또는 활성화 전략과 정부의 맞춤형 정책 수립시 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대됨.
- 예를 들어, 건설기업은 내부적 진단을 통해 기술수용 수준에 적합한 전략과 계획을 수립할 수 있을 것이며, 정부의 경우 건설기업의 기술수용 수준을 구분하여 인식함으로써 각 수준에 필요한 정책을 제시할 수 있음.

1. 건설산업과 주요 스마트 기술

(1) 스마트 건설기술의 활용 방향

- 2016년 세계경제포럼(World Economic Forum, WEF) 이후, 다양한 글로벌 연구기관, 컨설팅 그룹, 학자 등은 4차 산업혁명 시대를 선도할 주요 기술을 발표함(<표 II-1> 참조).
 - WEF⁸⁾에서는 4차 산업혁명을 주도하는 주요 기술로 자율주행차, 로봇, 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 모바일, 블록체인, 3D 프린팅 등이 제시됨.
 - 가트너그룹⁹⁾은 2019년을 선도할 주요 기술로 자율사물(Autonomous Things, AT), 증강분석(Augmented analytics), 인공지능 주도 개발(Artificial Intelligence-driven development), 디지털 트윈, 블록체인, 스마트 공간, 양자 컴퓨팅 등을 제시함.
 - 닐 거윈펠드 교수¹⁰⁾는 4차 산업혁명 시대의 주요한 기술로 자율주행차, 로봇, 빅데이터, 사물인터넷, 모바일, 핀테크, 3D 프린팅 등을 제안함.
 - 국내의 경우 통계청¹¹⁾은 4차 산업혁명 관련 주요 기술로 자율주행차, 로봇, 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 모바일, 가상현실, 드론, 3D 프린팅 기술 등을 선정함.
- 이와 같은 스마트 기술에 대한 관심의 증가는 해당 기술을 활용한 생산성 혁신의 측면에서 이해할 수 있음. 또한, 최근 글로벌 컨설팅 그룹 및 연구기관들은 스마트 기술을 활용한 생산성 혁신 가능성이 높은 대표적인 분야로 건설산업을 선정하고 스마트 ‘건설’기술을 제시하고 있음(<표 II-1> 참조).¹²⁾

8) 클라우스 슈밥(2016), “제4차 산업혁명”.

9) Gartner, Inc(2018), <<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-10-15-gartner-identifies-the-top-10-strategic-technology-trends-for-2019>>.

10) 닐 거윈펠드(2016), “4차 산업혁명의 충격”.

11) 통계청(2017), “4차 산업혁명 주요 테마 분석 : 관련 산업을 중심으로”.

12) 한국건설산업연구원(2019), “미래 건설산업의 디지털 건설기술 활용 전략”.

- WEF¹³⁾는 주요 스마트 건설기술로 프리패브리케이션 및 모듈러, 새로운 건축 재료, 3D 프린팅 및 적층제조, 자율 건설, 증강현실(Augmented Reality, AR) 및 가상화, 빅데이터 및 예측 분석, 무선 모니터링 및 연결 장비, 클라우드 및 실시간 협업, 3D 스캐닝 및 사진 측량, BIM 등을 제시함.
- BCG(Boston Consulting Group)¹⁴⁾는 건설산업 내 적용성이 높은 스마트 기술로 빅 데이터 및 분석, 시뮬레이션과 가상현실, 모바일 인터페이스 및 증강현실, BIM과 클라우드, 유비쿼터스 연결성 및 추적, 적층제조, 3D 스캐닝, 지능형 건설장비 및 로봇틱스, 무인항공기, 내장형 센서를 제시함.

<표 II-1> 4차 산업혁명 주요 기술과 스마트 건설기술

기술 구분	4차 산업혁명의 주요 기술				건설산업에 적용 가능한 디지털 기술			
	WEF	가트너 그룹	닐 거선펠드 외	통계청	WEF	BCG	PWC	EY
BIM					√	√		√
클라우드					√	√	√	
사물인터넷(IoT)	√		√	√	√	√	√	
데이터 고급분석 (빅데이터, 인공지능 등)	√	√	√	√	√	√	√	
증강현실(AR)		√			√	√	√	√
가상현실(VR)		√	√	√	√	√		√
모듈러					√	√		√
3D 프린팅	√		√	√	√	√	√	√
로봇틱스	√		√	√		√		√
지능형 건설장비					√	√		
드론			√	√	√	√		
3D 스캐닝					√	√		
모바일 애플리케이션	√		√	√		√	√	
센싱 기술							√	
시뮬레이션						√		
기타 기술	자율주행차, 블록체인, 핀테크, 바이오헬스, 신소재 및 에너지, 공유경제, 몰입 경험, 스마트 공간, 디지털 윤리와 개인정보 보호, 양자 컴퓨팅				새로운 건축 재료, 위치 감지 기술, 진보한 HMI, 인증 및 이상 감지, 다양한 고객과의 소통 및 프로파일링, 블록체인, 매니지드 서비스			

자료 : 한국건설산업연구원(2019).

13) WEF(2018), “An Action Plan to Accelerate Building Information Modeling(BIM) Adoption”.

14) BCG(2016), “Digital in Engineering and Construction”.

- PWC(PricewaterhouseCoopers)¹⁵⁾는 주요 기술로 클라우드 컴퓨팅, 모바일 디바이스, IoT 플랫폼, 위치 감지 기술, 3D 프린팅, 스마트 센서, 빅데이터 분석 및 알고리즘, 증강현실 및 웨어러블 등을 제안함.
 - EY(Ernst&Young)¹⁶⁾는 3D 프린팅, 모듈화, 가상현실(Virtual Reality, VR), 로봇틱스, 블록체인, BIM, 증강현실 등을 주요 스마트 건설기술로 정의함.
- 공통적으로 제시되고 있는 스마트 건설기술은 BIM, 클라우드, 사물인터넷, 데이터 고급분석¹⁷⁾, 증강현실, 가상현실, 모듈러, 3D 프린팅, 로봇틱스, 지능형 건설장비, 무인항공기¹⁸⁾ 등으로 요약할 수 있음.
- 글로벌 연구기관과 컨설팅 그룹들은 앞선 스마트 건설기술을 제시함과 동시에 해당 기술을 건설산업 내 적용하기 위한 생애주기 단계별(설계, 시공, 운영 및 유지관리) 목표, 적용 방향 등을 설명하고 있음(<그림 II-1> 참조)¹⁹⁾.
- 설계 단계는 BIM, 클라우드, 드론, 데이터 고급분석, 가상현실, 3D 프린팅 기술 등을 활용한 ‘데이터 기반의 3D 통합 설계 모델’의 구축을 목표로 함. 구체적인 적용 방향으로는 ‘디지털 협업’, ‘데이터 기반 설계’, ‘시뮬레이션 및 프로토타입 제작’, ‘물리적 구조의 가상화’, ‘데이터 분석 및 설계 최적화’가 제시됨.
 - 시공 단계는 대부분의 스마트 건설기술을 활용하여 공사비 절감과 공사 기간 단축, 건설현장의 안전성 확보를 목표로 하고 있음. 구체적인 활용 방향에는 ‘실시간 데이터 공유 및 조정’, ‘데이터 기반 계획 수립 및 적용’, ‘새로운 제작 방식의 적용’, ‘시공 자동화’, ‘시공 모니터링’ 등을 제시함.
 - 운영 및 유지관리 단계는 건축물의 수명 증진과 유지관리 비용 절감을 목적으로 BIM, 클라우드, 데이터 고급분석, 증강현실 기술 등을 적용하고자 함. 적용 방향으로는 ‘BIM 및 데이터 기반 유지관리’, ‘가상 핸드오버 및 시운전’, ‘스마트 유지관리’, ‘성능 모니터링 및 선제적 유지관리’, ‘유지보수 및 리모델링 효율화’ 등이 제시됨.

15) PWC(2016), “Industry 4.0 : Building the digital enterprise”.

16) EY(2018), “How can technology improve challenges faced within the E&C industry?”.

17) 데이터 고급분석은 인공지능, 빅데이터, 머신러닝, 딥러닝 등의 기술을 의미함.

18) 무인항공기의 대표적인 사례로는 드론 기술 등이 있음.

19) BCG(2016), “Digital in Engineering and Construction”.

<그림 II-1> 스마트 건설기술의 활용 방향



자료 : 한국건설산업연구원(2019).

(2) 국내 스마트 건설기술 정책

- 국내 정부 또한 2017년 이후 4차 산업혁명 시대에 대응하고 스마트 건설기술의 활성화를 위한 각종 지원 정책과 방안, 로드맵 등을 제시하고 있음.
- 정부는 지난 2017년 관계부처 합동으로 “혁신성장을 위한 사람 중심의 「4차 산업혁명 대응계획」”을 발표한 바 있으며, 2018년 발표한 “건설산업 혁신방안”에도 스마트 건설기술 관련 내용을 포함하고 있음.
- “4차 산업혁명 대응계획”²⁰⁾은 ‘사람 중심의 4차 산업혁명 구현’을 달성하기 위한 추진 과제로 ‘(동인) 지능화 혁신 프로젝트 추진, (기술) 성장동력 기술력 확보, (산업) 산업 인프라-생태계 조성, (사회) 미래사회 변화 대응’을 제시함.

20) 관계부처 합동(2017), “혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획”.

- 각 추진 과제는 세부 추진 과제를 포함하며, 건설산업과 관련한 세부 추진 과제로는 ‘지능화 혁신 프로젝트 추진’의 시티, 환경, 안전 분야에 대한 ‘스마트 시티’, ‘스마트 건설’, ‘스마트 상하수도’, ‘스마트 SOC 관리’, ‘철도 안전’ 등이 제시됨.
- “건설산업 혁신방안”²¹⁾은 “2022년까지 세계 5대 건설 강국으로 도약하기 위한 기술, 생산구조, 시장질서, 일자리 분야의 혁신방안과 추진 과제를 제시함.
- 기술 혁신 분야는 ‘4차 산업혁명을 선도하는 글로벌 산업’을 위한 세부 추진 과제 중의 하나로 ‘공공 R&D 강화’를 제시함.
- ‘공공 R&D 강화’는 건설 자동화, 스마트 유지관리, 스마트 건설 재료, 메가 스트럭처와 플랜트 분야의 첨단 기술 개발을 위해 약 1조원을 투자하여 핵심 기술을 보급하기 위한 ‘주요 스마트 건설기술 R&D 사업(안)’을 포함하고 있음.
- 이러한 정부 정책 방향에 대응하기 위해 2017년 수립한 국토교통부의 “제6차 건설기술진흥 기본계획(2018~2022)”²²⁾은 4차 산업혁명 대응을 위한 기술 개발 및 육성 방향을 포함하고 있으며, 이에 대한 구체적인 방안으로 2018년 “스마트 건설기술 활성화 방안”과 “스마트 건설기술 로드맵”을 제시함.
- ‘제6차 건설기술진흥 기본계획’은 2025년까지 BIM과 인공지능(Artificial Intelligence, AI)을 적용한 건설 자동화 기술 개발을 목표로 한 “Smart Construction 2025”를 제시함.
- 국토교통부가 2018년 발표한 “스마트 건설기술 로드맵”²³⁾은 “Smart Construction 2025”를 달성하기 위해 요구되는 현행 방식의 개선 방향을 제시하고 있음(<표 II-2> 참조).
- 계획 및 설계 단계는 카메라를 탑재한 드론을 활용하여 3차원 지형데이터를 도출하고, AI를 적용한 BIM 모델을 구축하여 설계 생산성 향상, 공사비 감축, 품질 향상 등을 추구함.

21) 관계부처 합동(2018), “건설산업 혁신방안 - 건설기술·생산구조·시장질서·일자리 혁신”.

22) 국토교통부(2017), “제6차 건설기술진흥 기본계획(2018~2022)”.

23) 국토교통부(2018), “스마트 건설기술 로드맵”.

- 시공 단계는 AI 관제에 따라 자율주행 및 시공이 가능한 자동화 건설기계의 개발, 공장 모듈 생산방식과 현장 조립 방식의 적용, 비정형 모듈의 3D 프린터 출력, 장비 및 근로자 위치의 실시간 파악과 안전 정보의 실시간 제공을 목표로 하고 있음. 이를 통해 현장 생산성과 안전성을 확보하고 공사 기간과 비용을 감축하고자 함.
- 유지관리 단계에는 IoT 센서를 활용한 실시간 모니터링, 로봇을 통한 자동 점검 및 진단, 시설물 정보의 빅데이터와 AI를 활용한 관리 최적화를 제시하고 있으며, 이를 통해 유지관리 비용 절감, 시설물 수명 연장, 재난 상황에 대한 사전 대응 등을 추구함.

<표 II-2> 건설산업의 현재와 미래

생애주기 단계	분야	현재	미래
계획 및 설계 단계	정보 취득	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사람이 측량 장비로 측량 후 2D 지형도 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 인력 및 시간 다수 소요 - 정확한 물량산정의 어려움 존재 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 카메라 탑재 드론으로 지형 촬영 후, 3차원 지형데이터 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 지형정보의 신속·정확한 구축 - 설계 생산성 향상 - 접근성이 낮은 지역(극한지, 재난 지역 등) 현장 조사 용이
	설계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 설계자가 2D CAD 도면 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 설계오류 및 변경, 작업 과다 - 유지관리 단계의 제한적 활용 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 3차원 BIM 모델 구축과 AI를 통한 설계 자동화 <ul style="list-style-type: none"> - 설계오류 등으로 인한 시공 시행착오 감소 - 공사비 감축 및 품질 향상 - 설계 생산성 향상 - 건설 전(중) 단계 플랫폼 역할

자료 : 국토교통부(2018).

<표 II-2> 건설산업의 현재와 미래(계속)

생애주기 단계	분야	현재	미래
시공 단계	건설기계 운용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 운전자가 관찰하고 수동 조작 <ul style="list-style-type: none"> - 운전자와 장비의 과다투입, 안전 사고 발생  <p>[운전자 수동 조작·시공]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ AI 관제에 따라 자율주행·시공 <ul style="list-style-type: none"> - 생산성과 안전성 향상  <p>[운전 자동화] [AI 기반 건설기계 관제]</p>
	시설 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현장에서 콘크리트 타설 및 양생  <p>[현장 콘크리트 타설]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공장 모듈 생산→현장 조립, 비정형 모듈은 3D 프린터 출력 <ul style="list-style-type: none"> - 공사 기간과 비용 감축  <p>[공장 모듈 제작] [현장 조립시공 자동화] [3D 프린팅]</p>
유지 관리 단계	현장 안전관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 안전관리자가 현장·근로자 점검  <p>[인력중심 안전관리]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 장비·근로자 위치 실시간 파악, 안전 정보의 즉시 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 예측형 사고 예방  <p>[가상체험 안전교육] [ICT를 통한 안전관리]</p>
	시설물 점검 및 진단	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인력 중심의 점검 및 진단 <ul style="list-style-type: none"> - 노후시설 급증으로 시설안전관리 중요성 증가  <p>[인력중심 시설물 점검]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ IoT 센서로 실시간 모니터링, 로봇을 통한 자동 점검 및 진단 <ul style="list-style-type: none"> - 정밀·신속한 시설물 점검·진단  <p>[초연결형 센서 정보수집] [로봇드론의 시설점검]</p>
유지 관리 단계	시설물 관리 정보시스템	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관리 주체별 기능이 제한적인 유지관리 시스템 운영  <p>[개별 시스템 구축 및 관리]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시설물 정보의 빅데이터 구축, AI를 통한 관리 최적화 <ul style="list-style-type: none"> - 시설물의 영향 사전 파악  <p>[유지관리 빅데이터 구축] [디지털트윈기반 유지관리]</p>

자료 : 국토교통부(2018).

- “스마트 건설기술 로드맵”은 개선 방향과 함께 이를 실행하기 위한 건설 생애주기 단계별 핵심 기술 및 핵심 기술 개발 로드맵을 포함하고 있음(<표 II-3> 참조).
- 계획 및 설계 단계는 BIM 기반의 스마트 설계를 추진하기 위한 핵심 기술로 ‘드론 기반 지형·지반 모델링 자동화’, ‘BIM 적용 표준’, ‘BIM 설계 자동화’를 제시함.
- 시공 단계는 건설기계 자동화 및 관제, 공정 및 현장관리 고도화를 위한 핵심 기술로 ‘건설기계 자동화’, ‘건설기계 통합 운영 및 관제’, ‘시공 정밀 제어 및 자동화’, ‘ICT 기반 현장 안전사고 예방’, ‘BIM 기반 공사관리’를 포함하고 있음.

<표 II-3> 생애주기 단계별 스마트 건설기술 로드맵

구분	중점 분야	핵심 기술	추진 목표	
			2025	2030
계획 및 설계 단계	BIM 기반 스마트 설계	지형·지반 모델링 자동화	○ 형상 모델 및 지반 속성 정보 연계	○ AI 기반 BIM 연계 지반 모델링 자동화
		BIM 적용 표준	○ 데이터 교환 공유를 위한 BIM 표준 구축	○ BIM 빅데이터의 활용을 위한 표준 구축
		BIM 설계 자동화	○ 건설 전(竣) 단계 BIM 설계 최적화	○ AI 기반 BIM 설계 자동화
시공 단계	건설기계 자동화 및 관제	건설기계 자동화	○ 실시간 머신 가이드스, 건설기계 자율 이동	○ 건설기계 자동화 (AI를 활용한 건설기계 통합 운영 및 관제)
		건설기계 통합 운영 및 관제	○ 센서 IoT 기반의 정보 실시간 수집을 통한 건설기계 통합 운영	
	공정 및 현장관리 고도화	시공 정밀 제어 및 자동화	○ 조립시공 정밀 제어, 부분 자동화	○ 로봇 등을 활용한 조립 시공 자동화
		ICT 기반 현장 안전사고 예방	○ 센싱 기반 안전관리	○ 예방적 통합 안전관리
		BIM 기반 공사관리	○ 가상시공을 통한 리스크 분석 공사관리 효율화	○ AI 기반 공사관리 최적화
유지관리 단계	시설물 점검진단 자동화	IoT 센서 기반 시설물 모니터링	○ 대규모 대용량 IoT 정보 수집 분석	○ 초연결형 IoT 정보 분석
		드론·로봇 기반 시설물 진단	○ 다기능 드론 및 로봇을 활용한 시설물 상태 진단	○ 로봇드론을 활용한 시설물 점검 및 진단
	디지털트윈 기반 유지관리	시설물 정보 통합 및 표준화	○ 건설 전(竣) 단계 개방형 통합 DB 및 빅데이터 구축	○ 디지털트윈 기반 스마트 시설물 유지관리
		AI 기반 최적 유지관리	○ 빅데이터 AI 기반 예측형 유지관리	

자료 : 국토교통부(2018).

- 유지관리 단계에서는 시설물 점검·진단 자동화, 디지털트윈 기반 유지관리를 위한 핵심 기술로 ‘IoT 센서 기반 시설물 모니터링’, ‘드론·로봇 기반 시설물 진단’, ‘시설물 정보 통합 및 표준화’, ‘AI 기반 최적 유지관리’를 제시하고 있음.
- 핵심 기술 제시와 함께 이를 달성하기 위한 2025년과 2030년의 추진 목표를 <표 II-3>과 같이 제시함.

(3) 주요 스마트 건설기술

- 스마트 건설기술에 대한 국내 및 글로벌 동향 분석 결과, 각각 제시하고 있는 주요 스마트 건설기술은 유사한 것으로 파악됨.
- 글로벌 건설기술의 경우, 주요 스마트 건설기술로 클라우드 환경에서의 BIM, 가상현실과 증강현실, 빅데이터와 인공지능, 모듈러, 3D 프린팅, 로봇, 지능형 건설장비, 드론 등을 제시하고 있음.
- 설계 단계의 경우, 주요 스마트 건설기술로 BIM, 가상현실, 빅데이터, 인공지능, 3D 프린팅, 드론 등이 제시되고 있으며, 시공 단계는 대부분의 스마트 건설기술을 현장 내 적용하고자 함. 유지관리 단계의 주요 기술로는 BIM, 빅데이터, 인공지능, 증강현실 기술 등이 제시됨.
- 국내 정부의 정책 방향 분석 결과, 주요 스마트 건설기술로 클라우드 환경에서의 BIM, 가상현실과 증강현실, 사물인터넷과 센서, 드론, 빅데이터와 인공지능, 시뮬레이션, 로봇, 지능형 건설장비, 모듈러, 3D 프린팅 기술 등이 제시됨.
- 설계 단계의 경우, 주요 스마트 건설기술로 BIM, 드론, 빅데이터와 인공지능, 가상현실, 시뮬레이션 등이 제시되었으며, 시공 단계는 대부분의 스마트 건설기술을 현장에 적용하는 방안을 제시함. 유지관리 단계의 주요 기술로는 BIM, 빅데이터와 인공지능, 로봇, 사물인터넷과 센서 등이 제시됨.

<표 11-4> 생애주기 단계별 주요 스마트 건설기술

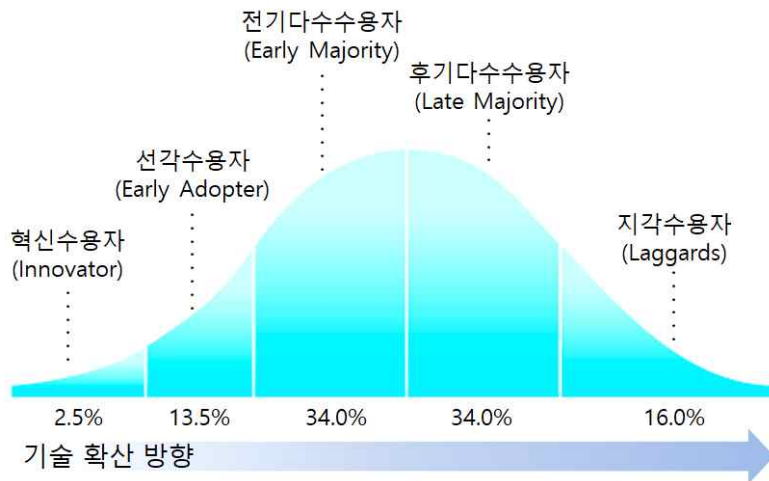
구분	설계	시공	유지관리	주요 기술
글로벌 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ BIM ○ 가상현실 ○ 빅데이터 ○ 인공지능 ○ 3D 프린팅 ○ 드론 	<ul style="list-style-type: none"> ○ BIM ○ 가상현실 ○ 증강현실 ○ 빅데이터 ○ 인공지능 ○ 사물인터넷 ○ 모듈러 ○ 3D 프린팅 ○ 로봇 ○ 지능형 건설장비 ○ 드론 	<ul style="list-style-type: none"> ○ BIM ○ 빅데이터 ○ 인공지능 ○ 증강현실 	<ul style="list-style-type: none"> ○ BIM ○ 가상현실 ○ 증강현실 ○ 빅데이터 ○ 인공지능 ○ 사물인터넷 ○ 모듈러 ○ 3D 프린팅 ○ 로봇 ○ 지능형 건설장비 ○ 드론
국내 동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ BIM ○ 드론 ○ 인공지능 ○ 빅데이터 ○ 가상현실 ○ 시뮬레이션 	<ul style="list-style-type: none"> ○ BIM ○ 센서 ○ 지능형 건설장비 ○ 모듈러 ○ 3D 프린팅 ○ 증강현실 ○ 빅데이터 ○ 인공지능 ○ 로봇 	<ul style="list-style-type: none"> ○ BIM ○ 빅데이터 ○ 인공지능 ○ 로봇 ○ 사물인터넷 ○ 센서 	<ul style="list-style-type: none"> ○ BIM ○ 가상현실 ○ 증강현실 ○ 사물인터넷 ○ 센서 ○ 드론 ○ 빅데이터 ○ 인공지능 ○ 시뮬레이션 ○ 로봇 ○ 지능형 건설장비 ○ 모듈러 ○ 3D 프린팅

- 본 연구는 주요 스마트 건설기술로 BIM, 빅데이터와 인공지능, 드론, 모듈러, 3D 프린팅, 가상현실 및 증강현실, 로봇 및 지능형 건설장비를 선정함.
- 선정한 주요 스마트 건설기술은 국내 건설기업들의 활용 현황을 조사하기 위한 항목으로 활용됨.

2. 기술수용주기(Technology Adoption Life-Cycle) 모델과 기술의 확산

- 스마트 건설기술 등 새로운 기술 또는 첨단 기술이 특정 산업이나 시장에 확산되는 과정은 기술을 수용하는 소비자 개인이나 소비 그룹의 성향 또는 특성과 밀접한 관련이 있음.
- Everett Rogers(2010)²⁴⁾가 제시한 기술수용주기(Technology Adoption Life-Cycle) 모델은 새로운 기술 또는 첨단 기술을 수용하는 소비자 유형을 혁신수용자(Innovator), 선각수용자(Early Adopter), 전기다수수용자(Early Majority), 후기다수수용자(Late Majority), 지각수용자(Laggards)로 구분하고 있으며, 각 유형에 따른 특성은 다음과 같음.

<그림 II-2> Everett Rogers의 기술수용주기 모델



- 혁신수용자(Innovator)는 기술 자체에 대한 관심도가 높아 새로운 기술 또는 상품이 출시되면 고비용 등의 리스크를 감수하고서라도 이를 구매 또는 사용하는 그룹임. 이 그룹은 새로운 기술 또는 상품이 출시될 경우 최초검증자 역할을 수행함.

24) Everett Rogers(2010), "Diffusion of Innovations", 5th edition.

- 선각수용자(Early Adopter)는 새로운 기술의 가치를 초기에 인지하며 새로운 기술 도입에 따른 경제적 편익과 전략적 가치를 중요시함. 이러한 특성으로 인해 ‘여론 주도형 소비자(Opinion Leader)’로서의 역할을 수행함.
- 전기다수수용자(Early Majority)는 새로운 기술에 대한 관심은 있으나 경제적인 측면을 매우 중요시함. 기술이 출시된 초기보다는 선각수용자가 기술의 가치를 충분히 검증하고 적정 수준의 가격이 형성되면 기술을 도입함.
- 후기다수수용자(Late Majority)는 새로운 기술에 대한 관심이 적은 보수주의자로서, 다수에 의해 검증된 기술이 시장에 활성화되고 새로운 기술로 인해 기존 기술 사용에 불편함을 느끼는 시기에 기술을 도입함.
- 지각수요자(Laggards)는 경제적 이유 또는 개개인의 성향 등으로 인해 새로운 기술에 대해 부정적인 시각을 지니고 있거나 관심 자체가 없는 그룹임.

<표 II-5> 기술수용주기 모델의 소비 유형

구분	특징
혁신수용자 (Innovator)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 새로운 기술에 대한 높은 관심, 경제적으로 윤택하여 높은 비용 등을 감수하고서라도 새로운 기술을 도입 ○ 시장 내 비중은 작으나 기술에 대한 전문적인 지식을 보유 ○ 혁신소비자 또는 기술애호가(Technology Enthusiast)로도 지칭 ○ 새로운 기술을 검증하는 역할 수행
선각수용자 (Early Adopter)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 새로운 기술의 가치를 초기에 인지하며 혁신수용자와 유사한 성향 ○ 기술에 대해 일정 수준 이상의 지식을 지니며, 리스크를 일부 감수하고서라도 기술을 선제적으로 도입 및 경험 ○ 새로운 기술의 도입에 따른 경제적 편익과 전략적 가치 중시 ○ 시장 내 작지 않은 비중을 차지, 여론 주도형 소비자(Opinion Leader) 역할 수행 ○ 선각자(Visionary) 또는 조기수용자, 진보주의자로도 지칭
전기다수수용자 (Early Majority)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 새로운 기술에 대한 관심은 있으나 급진적인 변화 등 리스크 회피 성향 ○ 경제적인 측면을 매우 중시하며, 선각수용자가 기술의 가치를 충분히 검증한 후 적정 수준의 가격이 형성되면 기술을 도입 ○ 시장 내 약 3분의 1 수준의 비중을 차지 ○ 실용주의자(Pragmatist), 조기다수자로도 지칭
후기다수수용자 (Late Majority)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 새로운 기술에 대한 거부감을 느끼는 보수주의자 ○ 기술의 가치나 편익 등을 평가할 수 있는 능력 부족 ○ 기술 도입시 지식 부족으로 기업의 인지도나 회사의 안정성 등을 고려 ○ 시장의 약 3분의 1 수준 차지, 전기다수수용자 그룹과 동일하게 가격에 민감
지각수요자 (Laggards)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 새로운 기술에 부정적인 시각을 지니거나 무관심한 그룹 ○ 새로운 기술의 도입을 완강히 거부하거나 무시 ○ 최후수용자 또는 회의론자(Skeptics)로도 지칭

자료 : Everett Rogers(2010).

- 요약하면, 새로운 기술 등장시 혁신수용자와 선각수용자는 기술의 편익과 가치 또는 효용성 등을 고려하여 기술을 도입함. 전기다수수용자는 새로운 기술의 적용성이 충분히 검증되고 환경적·제도적으로 사용에 문제가 없는 경우 기술을 도입하는 소비자 유형으로 이해할 수 있음.
- 후기다수수용자는 다수의 소비자가 새로운 기술을 도입해서 기존 기술 사용에 불편함을 느낄 경우 기술을 도입하는 유형이며, 지각수용자는 새로운 기술에 무관심한 소비자 유형임.
- 본 연구는 제3장의 스마트 건설기술에 대한 국내 건설기업 대상의 설문조사 분석결과와 Everett Rogers의 기술수용주기 모델을 활용하여 스마트 건설기술 활성화를 위한 국내 건설기업 그룹별 역할과 기술수용 유형을 파악함.

1. 설문조사 개요

- 본 연구는 국내 건설기업의 스마트 기술 활용 현황을 파악하기 위해 기업의 주업종과 규모를 고려하여 설문조사를 수행함.
 - 활용 현황을 파악하기 위한 주요 스마트 건설기술은 제2장에서 도출한 BIM, 빅데이터 및 인공지능, 드론, 모듈러, 가상현실, 증강현실, 3D 프린팅, 지능형 건설장비, 로봇기술을 대상으로 함.
 - 설문조사 대상인 국내 건설기업은 업종에 따라 종합건설사업자와 전문건설사업자로 구분하고, 규모²⁵⁾에 따라 대형사업자, 중견사업자, 중소기업자로 분류하여 조사를 수행함.
 - 설문조사 항목은 스마트 건설기술의 활용 현황, 도입계획, 활성화 전망, 전문인력의 양성 방안으로 구분하여 국내 건설기업의 실태를 파악함.
- 설문조사는 사업장의 소재지가 서울특별시 또는 경기도에 위치한 건설기업을 대상으로 2019년 4월 8일부터 5월 15일까지 약 5주간 수행되었으며, 주요 내용은 다음과 같음(<표 III-1> 참조).
 - 설문 응답 기업은 총 201개이며, 종합건설사업자 106개, 전문건설사업자 95개로 구성됨. 종합건설사업자의 경우 대형사업자 16개, 중견사업자 35개, 중소기업자 55개 기업으로 구성됨. 전문건설사업자는 대형사업자 8개, 중견사업자 41개, 중소기업자 46개 기업이 설문에 응답함.
 - 설문 응답 기업 중 61.7%(124개)는 서울특별시 내 사업장의 소재지가 있는 건설기업이며, 28.4%(57개)는 경기도, 그리고 10%(20개)는 기타 지역에 소재지가 위치한 건설기업으로 조사됨.

25) 건설기업 규모는 2018년 시공능력평가순위를 기준으로 구분함. 종합건설업체의 경우 1~60위를 대형기업으로 61~500위는 중견기업, 그리고 501위 이상은 중소기업으로 분류함. 전문건설업체는 1~120위를 대형기업, 121~1,000위는 중견기업, 그리고 1001위 이상을 중소기업으로 구분함.

- 총 201개의 설문 응답 기업 중 134개사는 50명 미만의 종업원을 보유하고 있으며, 50~99명은 24개사, 100~299명은 25개사, 300~499명은 6개사, 500명 이상의 종업원을 보유하고 있는 기업은 11개사임.²⁶⁾
- 전체 설문 응답 기업의 평균 시공능력평가액은 약 4,865억원 수준으로 조사됨. 종합건설사업자(106개)의 경우 약 8,758억원, 전문건설사업자(95개)의 경우 약 403억원 수준으로 파악됨.
- 설문 응답자의 평균 건설업 종사 경력은 약 11.2년이며, 응답자의 직책은 대표이사부터 부사장, 부장, 실장, 팀장 등 다양한 것으로 파악됨.
- 설문 응답 건설기업 중 종합공사와 전문공사의 면허를 모두 소지하고 있을 경우, 주업종에 한하여 분석을 수행함.

<표 III-1> 설문조사 개요

설문 응답 기업의 구분	설문 응답 기업의 소재지												
<pre> graph TD A[건설기업 201개] --> B[종합건설 106개] A --> C[전문건설 95개] B --> B1[대형 16개] B --> B2[중견 35개] B --> B3[중소 55개] C --> C1[대형 8개] C --> C2[중견 41개] C --> C3[중소 46개] </pre>	<table border="1"> <caption>설문 응답 기업의 소재지</caption> <thead> <tr> <th>소재지</th> <th>기업 수</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>서울</td> <td>124</td> </tr> <tr> <td>경기</td> <td>57</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	소재지	기업 수	서울	124	경기	57	기타	20				
소재지	기업 수												
서울	124												
경기	57												
기타	20												
종업원 수	기타 사항												
<table border="1"> <caption>종업원 수</caption> <thead> <tr> <th>종업원 수</th> <th>기업 수</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50명 미만</td> <td>134</td> </tr> <tr> <td>50-99명</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>100-299명</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>300-499명</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>500 이상</td> <td>11</td> </tr> </tbody> </table>	종업원 수	기업 수	50명 미만	134	50-99명	24	100-299명	25	300-499명	6	500 이상	11	<ul style="list-style-type: none"> ○ 평균 시공능력평가액 : 약 4,865억원 <ul style="list-style-type: none"> - 종합건설사업자 : 약 8,758억원 - 전문건설사업자 : 약 403억원 ○ 응답자 평균 건설 종사 경력 : 약 11.2년 ○ 응답자 직책 : 대표이사, 부사장, 부장, 실장 등 ○ 종합공사와 전문공사 면허를 동시에 보유하고 있는 기업은 주업종에 한하여 분석
종업원 수	기업 수												
50명 미만	134												
50-99명	24												
100-299명	25												
300-499명	6												
500 이상	11												

26) 응답 거절기업 1개사 존재.

2. 스마트 건설기술 활용 수준

(1) BIM

- BIM 활용 수준 분석 결과, ‘전혀 활용하지 않는다’고 응답한 비중이 55.2%로 가장 높았으며, ‘관련 기술에 대해 모른다’로 응답한 기업이 29.4%로 나타남. 즉, BIM을 모르거나 활용하지 않는 기업이 전체의 약 84.6%로 조사됨(<표 III-2> 참조).
- 업종별 BIM을 모르거나 활용하지 않는 비율²⁷⁾은 종합건설기업이 77.3%로, 전문건설기업의 92.6%보다 낮게 나타남. 세부 그룹별로는 종합대형기업에서 31.3%로 가장 낮았으며, 전문중소기업의 미활용 비율이 95.7%로 가장 높았음.
- BIM을 ‘모른다’고 응답한 비율은 종합건설기업이 26.4%로, 전문건설기업의 32.6%보다 낮았음. 세부 그룹별로는 종합대형기업의 경우 모두 BIM에 대해 알고 있는 것으로 분석된 반면, 전문건설기업에서는 전문중견기업이 41.5%로 가장 높았음.
- 종합대형기업은 타 그룹과 달리 BIM을 사업에 활용하고 있는 비중이 68.9%로 가장 높았으며, 43.8%가 ‘30% 미만’ 사업에 활용하고 있다고 응답함.

<표 III-2> 업종 및 규모별 BIM 활용 수준

(단위 : %)

구분	기술 미인지	기술 미활용	30% 미만	30~50%	50% 이상	대부분 사업
전체건설기업	29.4	55.2	10.0	3.0	1.5	1.0
종합건설기업	26.4	50.9	14.2	3.8	2.8	1.9
종합대형기업	0.0	31.3	43.8	18.8	0.0	6.3
종합중견기업	20.0	57.1	17.1	2.9	2.9	0.0
종합중소기업	38.2	52.7	3.6	0.0	3.6	1.8
전문건설기업	32.6	60.0	5.3	2.1	0.0	0.0
전문대형기업	12.5	62.5	12.5	12.5	0.0	0.0
전문중견기업	41.5	51.2	7.3	0.0	0.0	0.0
전문중소기업	28.3	67.4	2.2	2.2	0.0	0.0

27) (기술 미인지+기술 미활용) 비중.

(2) 빅데이터 및 인공지능

- 빅데이터 및 인공지능은 ‘전혀 활용하지 않는다’고 응답한 기업이 61.2%로 가장 높았으며, ‘관련 기술에 대해 모른다’로 응답한 기업이 27.4%로 나타남. 이를 고려할 때, 빅데이터 및 인공지능 기술을 모르거나 사용하지 않는 건설기업은 약 88.6%로 분석됨(<표 III-3> 참조).
- 업종별 빅데이터 및 인공지능 기술을 모르거나 활용하지 않는 비율은 종합건설기업이 82.1%로 전문건설기업의 95.8%보다 낮게 나타남. 세부 그룹별로는 종합대형기업이 50.0%로 가장 낮았으며, 전문중소기업이 100.0%로 가장 높았음.
- 기술에 대해 ‘모른다’라고 응답한 비율은 종합건설기업에서 28.3%로, 전문건설기업의 26.3%보다 높음. 특히, 종합중소기업이 38.2%로 가장 높았으며, 종합대형기업은 응답 기업 모두 해당 기술을 알고 있는 것으로 분석됨.
- 종합대형기업은 약 50.0%가 빅데이터 및 인공지능을 사업에 활용하고 있는 것으로 파악되었으며, 37.5%가 30% 미만 사업에 활용하고 있었음.

<표 III-3> 업종 및 규모별 빅데이터 및 인공지능 활용 수준

(단위 : %)

구분	기술 미인지	기술 미활용	30% 미만	30~50%	50% 이상	대부분 사업
전체건설기업	<u>27.4</u>	<u>61.2</u>	7.0	2.5	1.5	0.5
종합건설기업	<u>28.3</u>	<u>53.8</u>	11.3	2.8	2.8	0.9
종합대형기업	<u>0.0</u>	<u>50.0</u>	<u>37.5</u>	<u>6.3</u>	0.0	6.3
종합중견기업	25.7	54.3	8.6	5.7	5.7	0.0
종합중소기업	<u>38.2</u>	54.5	5.5	0.0	1.8	0.0
전문건설기업	<u>26.3</u>	69.5	2.1	2.1	0.0	0.0
전문대형기업	12.5	62.5	12.5	12.5	0.0	0.0
전문중견기업	31.7	63.4	2.4	2.4	0.0	0.0
전문중소기업	<u>23.9</u>	<u>76.1</u>	0.0	0.0	0.0	0.0

(3) 드론

- 드론의 활용 수준 조사 결과, '전혀 활용하지 않는다'라고 응답한 기업이 59.7%로 가장 높았으며, '관련 기술에 대해 모른다'고 응답한 기업은 20.4%로 조사됨. 이를 고려하면, 드론을 모르거나 활용하지 않는 건설기업은 약 80.1%로 이해됨(<표 III-4> 참조).
- 업종별 드론을 모르거나 사용하지 않는 비율은 종합건설기업이 68.8%로, 전문건설기업의 92.7%보다 낮게 나타남. 세부 그룹별로는 종합대형기업이 18.8%로 가장 낮았으며, 전문중소기업이 97.8%로 가장 높았음.
- 드론에 대해 '모른다'고 응답한 비율은 종합건설기업이 17.9%로, 전문건설기업의 23.2%보다 높게 조사됨. 세부 그룹별로는 종합대형기업의 경우, 응답 기업 모두 해당 기술을 인지하고 있었으며, 전문중견기업의 미인지 비율이 24.4%로 가장 높았음.
- 종합대형기업은 약 81.4%의 기업이 드론을 사업에 활용하고 있으며, 56.3%가 30% 미만 사업에 활용하고 있는 것으로 분석됨.

<표 III-4> 업종 및 규모별 드론 활용 수준

(단위 : %)

구분	기술 미인지	기술 미활용	30% 미만	30~50%	50% 이상	대부분 사업
전체건설기업	20.4	59.7	13.9	3.5	2.0	0.5
종합건설기업	17.9	50.9	20.8	5.7	3.8	0.9
종합대형기업	0.0	18.8	56.3	18.8	0.0	6.3
종합중견기업	17.1	48.6	22.9	5.7	5.7	0.0
종합중소기업	23.6	61.8	9.1	1.8	3.6	0.0
전문건설기업	23.2	69.5	6.3	1.1	0.0	0.0
전문대형기업	12.5	62.5	12.5	12.5	0.0	0.0
전문중견기업	24.4	65.9	9.8	0.0	0.0	0.0
전문중소기업	23.9	73.9	2.2	0.0	0.0	0.0

(4) 모듈러

- 모듈러의 경우, ‘전혀 활용하지 않는다’고 응답한 기업의 비율이 59.7%로 가장 높았으며, ‘관련 기술에 대해 모른다’로 응답한 기업은 25.4%로 나타나 해당 기술의 활용도는 불과 14.9%로 파악됨(<표 III-5> 참조).
- 모듈러 기술을 모르거나 활용하지 않는 비율은 종합건설기업이 76.4%로, 전문건설기업의 94.7%보다 낮게 조사됨. 세부 그룹별로는 종합대형기업이 31.3%로 가장 낮았으며, 전문중소기업이 97.8%로 가장 높았음.
- 모듈러에 대해 ‘모른다’고 응답한 비율은 종합건설기업이 24.5%로 전문건설기업의 26.3%보다 약간 낮았음. 종합대형기업의 경우 해당 기술을 응답 기업 모두 인지하고 있었으며, 전문중견기업에서 모듈러에 대해 ‘모른다’고 응답한 비율이 34.1%로 가장 높게 나타남.
- 종합대형기업은 약 68.8%가 해당 기술을 사업에 활용하고 있으며, 50.0%가 ‘30% 미만’ 사업에 활용하고 있는 것으로 분석됨.

<표 III-5> 업종 및 규모별 모듈러 활용 수준

(단위 : %)

구분	기술 미인지	기술 미활용	30% 미만	30~50%	50% 이상	대부분 사업
전체건설기업	25.4	59.7	10.0	2.5	1.0	1.5
종합건설기업	24.5	51.9	16.0	4.7	1.9	0.9
종합대형기업	0.0	31.3	50.0	12.5	0.0	6.3
종합중견기업	22.9	54.3	17.1	2.9	2.9	0.0
종합중소기업	32.7	56.4	5.5	3.6	1.8	0.0
전문건설기업	26.3	68.4	3.2	0.0	0.0	2.1
전문대형기업	12.5	62.5	12.5	0.0	0.0	12.5
전문중견기업	34.1	61.0	4.9	0.0	0.0	0.0
전문중소기업	21.7	76.1	0.0	0.0	0.0	2.2

(5) 가상현실 및 증강현실

- 가상현실 및 증강현실의 활용 수준 조사 결과, ‘전혀 활용하지 않는다’고 응답한 기업이 67.2%로 가장 높았으며, ‘관련 기술에 대해 모른다’로 응답한 기업은 25.4%로 나타남. 가상현실 및 증강현실을 모르거나 활용하고 있지 않은 기업은 약 92.6%로 이해됨(<표 III-6> 참조).
- 가상현실 및 증강현실을 모르거나 활용하지 않는 비율은 종합건설기업이 87.7%로, 전문건설기업의 97.9%보다 낮게 나타남. 세부 그룹별로는 종합대형기업이 75.0%로 가장 낮았으며, 전문대형기업이 100.0%로 가장 높게 나타남.
- 가상현실 및 증강현실에 대해 ‘모른다’고 응답한 비율은 종합건설기업(26.4%)이 전문건설기업(24.2%)보다 약간 높았음. 그룹별로는 종합대형기업의 경우 응답 기업 모두 해당 기술을 알고 있었으며, 전문중견기업이 34.1%로 가장 높았음.
- 종합대형기업의 경우, 기술 활용 비율이 가장 높았으며, 약 25.0%의 기업이 가상현실 및 증강현실을 ‘30% 미만’ 사업에 활용하고 있었음.

<표 III-6> 업종 및 규모별 가상현실 및 증강현실 활용 수준

(단위 : %)

구분	기술 미인지	기술 미활용	30% 미만	30~50%	50% 이상	대부분 사업
전체건설기업	25.4	67.2	5.5	1.0	1.0	0.0
종합건설기업	26.4	61.3	8.5	1.9	1.9	0.0
종합대형기업	0.0	75.0	25.0	0.0	0.0	0.0
종합중견기업	28.6	62.9	5.7	2.9	0.0	0.0
종합중소기업	32.7	56.4	5.5	1.8	3.6	0.0
전문건설기업	24.2	73.7	2.1	0.0	0.0	0.0
전문대형기업	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
전문중견기업	34.1	63.4	2.4	0.0	0.0	0.0
전문중소기업	19.6	78.3	2.2	0.0	0.0	0.0

(6) 3D 프린팅

- 3D 프린팅의 경우, '전혀 활용하지 않는다'고 응답한 비율이 70.6%로 가장 높았으며, '관련 기술에 대해 모른다'로 응답한 기업은 21.4%로 나타나, 3D 프린팅을 모르거나 활용하지 않는 비율은 92.0%로 이해됨(<표 III-7> 참조).
- 3D 프린팅을 모르거나 활용하지 않는 비율은 종합건설기업이 89.7%로, 전문건설기업의 94.7%보다 낮게 나타남. 그룹별로는 종합중견기업에서 모르거나 미활용 비율이 97.1%로 가장 높았으며, 종합대형기업이 75.0%로 가장 낮았음.
- 3D 프린팅에 대해 '모른다'고 응답한 비율은 종합건설기업이 20.8%로, 전문건설기업의 22.1%보다 다소 낮았음. 그룹별로는 종합대형기업은 응답 기업 모두 해당 기술을 알고 있었으며, 전문중견기업이 29.3%로 가장 높게 나타남.
- 종합대형기업의 경우, 기술 활용 비율이 가장 높았으며, 약 25.0%의 기업이 3D 프린팅 기술을 '30% 미만' 사업에 활용하고 있었음.

<표 III-7> 업종 및 규모별 3D 프린팅 활용 수준

(단위 : %)

구분	기술 미인지	기술 미활용	30% 미만	30~50%	50% 이상	대부분 사업
전체건설기업	21.4	70.6	5.5	1.5	1.0	0.0
종합건설기업	20.8	68.9	6.6	1.9	1.9	0.0
종합대형기업	0.0	75.0	25.0	0.0	0.0	0.0
종합중견기업	20.0	77.1	0.0	2.9	0.0	0.0
종합중소기업	27.3	61.8	5.5	1.8	3.6	0.0
전문건설기업	22.1	72.6	4.2	1.1	0.0	0.0
전문대형기업	0.0	87.5	0.0	12.5	0.0	0.0
전문중견기업	29.3	65.9	4.9	0.0	0.0	0.0
전문중소기업	19.6	76.1	4.3	0.0	0.0	0.0

(7) 지능형 건설장비 및 로봇기술

- 지능형 건설장비 및 로봇기술에 대한 활용 수준 분석 결과, ‘전혀 활용하지 않는다’고 응답한 기업이 71.1%로 가장 높았으며, ‘관련 기술에 대해 모른다’로 응답한 기업은 23.4%로 조사됨. 이를 고려할 때, 해당 기술을 모르거나 활용하지 않는 건설기업은 약 94.5%로 분석됨(<표 III-8> 참조).
- 지능형 건설장비 및 로봇기술을 모르거나 활용하지 않는 비율은 종합건설기업(91.5%)과 전문건설기업(97.9%) 모두 높게 나타남. 그룹별로는 종합대형기업이 75.1%로 가장 낮았으며, 전문대형기업과 전문중소기업이 100.0%로 가장 높음.
- 지능형 건설장비 및 로봇기술에 대해 ‘모른다’고 응답한 비율은 종합건설기업(22.6%)이 전문건설기업(24.2%)보다 다소 낮음. 그룹별로는 종합대형기업이 6.3%로 가장 낮으며, 전문중견기업이 31.7%로 가장 높음.
- 종합대형기업의 약 25.1%는 지능형 건설장비 및 로봇기술을 사업에 활용하고 있으며, 18.8%의 기업이 ‘30% 미만’ 사업에 활용하고 있다고 응답함.

<표 III-8> 업종 및 규모별 지능형 건설장비 및 로봇기술 활용 수준

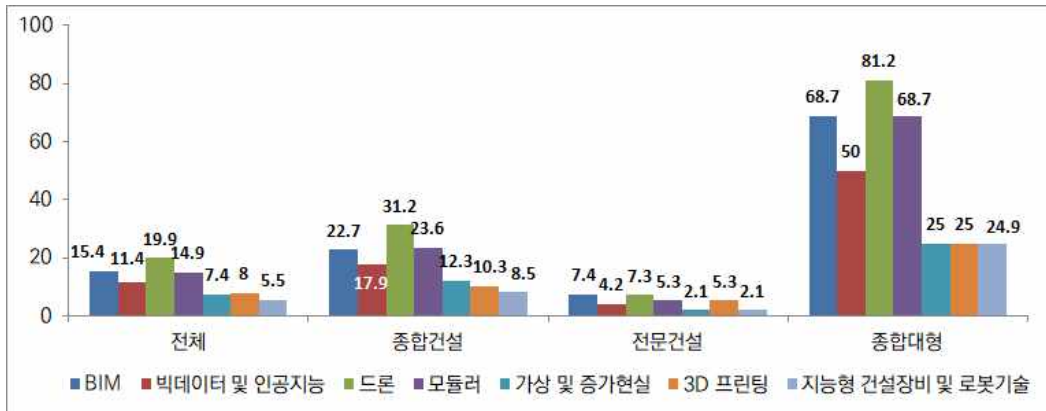
(단위 : %)

구분	기술 미인지	기술 미활용	30% 미만	30~50%	50% 이상	대부분 사업
전체건설기업	23.4	71.1	3.0	2.0	0.5	0.0
종합건설기업	22.6	68.9	4.7	2.8	0.9	0.0
종합대형기업	6.3	68.8	18.8	6.3	0.0	0.0
종합중견기업	22.9	71.4	2.9	2.9	0.0	0.0
종합중소기업	27.3	67.3	1.8	1.8	1.8	0.0
전문건설기업	24.2	73.7	1.1	1.1	0.0	0.0
전문대형기업	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
전문중견기업	31.7	63.4	2.4	2.4	0.0	0.0
전문중소기업	21.7	78.3	0.0	0.0	0.0	0.0

(8) 스마트 건설기술별 활용 수준

- 전체 건설기업 중 활용 수준이 높은 것으로 파악된 기술은 드론(19.9%), BIM(15.4%), 모듈러(14.9%), 빅데이터 및 인공지능(11.4%) 순으로 나타났으며, 지능형 건설장비 및 로봇기술(5.5%)의 활용 수준이 가장 낮은 것으로 조사됨(<그림 III-1> 참조).
- 종합건설기업은 드론(31.2%), 모듈러(23.6%), BIM(22.7%), 빅데이터 및 인공지능(17.9%) 순으로 활용 수준이 높았으며, 지능형 건설장비 및 로봇기술(8.5%)의 활용 수준이 가장 낮은 것으로 조사됨.
- 전문건설기업은 스마트 건설기술에 대한 활용 수준이 전반적으로 낮게 나타남. BIM에 대한 활용 수준이 7.4%로 가장 높았으며, 증강 및 가상현실과 지능형 건설장비 및 로봇기술에 대한 활용 수준은 2.1%로 가장 낮게 나타남.

<그림 III-1> 국내 건설기업의 스마트 건설기술 활용 수준



주 : 건설기업의 업종 및 규모별로 왼쪽부터 BIM, 빅데이터 및 인공지능, 드론, 모듈러, 가상 및 증강현실, 3D 프린팅, 지능형 건설장비 및 로봇기술에 대한 결과임.

- 규모별로는 종합대형기업의 활용 수준이 타 그룹과 비교하여 상대적으로 매우 높았음. 드론의 경우 활용 수준이 81.2%로 가장 높았으며, BIM(68.7%), 모듈러(68.7%), 빅데이터 및 인공지능(50%) 또한 활용 수준이 50% 이상으로 파악됨.
- 증강현실과 가상현실, 3D 프린팅, 지능형 건설장비 및 로봇기술에 대한 활용 수준은 25% 수준으로 상대적으로 낮게 조사됨.

3. 스마트 건설기술 활성화 전망

(1) BIM

- BIM 기술에 대한 건설산업 활성화 전망 조사 결과, '1~5년 이내' 활성화될 것이라는 의견이 35.3%로 가장 높았던 반면, '활성화되지 않을 것이다'라고 응답한 비중도 26.9%로 높은 비중을 차지함(<표 III-9> 참조).
- 종합건설기업은 71.7%가 10년 이내('1년 이내'+ '1~5년 이내'+ '5~10년 이내') 활성화될 것이라고 응답했으며, 전문건설기업은 종합건설기업보다 조금 낮은 62.2%가 10년 내 활성화될 것으로 응답함.
- 또한, 종합건설기업의 21.7%와 전문건설기업의 32.6%는 기술이 활성화되지 않을 것으로 예상함.
- 세부 그룹별로는 종합대형기업의 93.8%가 10년 이내 활성화될 것으로 응답하여 BIM 기술의 활성화를 가장 긍정적으로 평가하고 있었음.
- 반면, 전문중소기업의 경우 10년 이내 활성화될 것으로 전망한 비율이 54.3%에 불과한 것으로 조사됨.

<표 III-9> 업종 및 규모별 BIM 활성화 전망

(단위 : %)

건설기업 구분	비활성화	1년 이내	1~5년 이내	5~10년 이내	10년 이후
전체건설기업	<u>26.9</u>	10.0	<u>35.3</u>	21.9	6.0
종합건설기업	<u>21.7</u>	<u>12.3</u>	<u>36.8</u>	<u>22.6</u>	6.6
종합대형기업	0.0	<u>18.8</u>	<u>62.5</u>	<u>12.5</u>	6.3
종합중견기업	8.6	17.1	34.3	31.4	8.6
종합중소기업	36.4	7.3	30.9	20.0	5.5
전문건설기업	<u>32.6</u>	<u>7.4</u>	<u>33.7</u>	<u>21.1</u>	5.3
전문대형기업	12.5	0.0	75.0	12.5	0.0
전문중견기업	29.3	2.4	41.5	22.0	4.9
전문중소기업	39.1	<u>13.0</u>	<u>19.6</u>	<u>21.7</u>	6.5

(2) 빅데이터 및 인공지능

- 빅데이터 및 인공지능은 '1~5년 이내' 활성화될 것이라고 응답한 비율이 32.3%로 가장 높게 조사되었으며, '활성화되지 않을 것이다'라고 응답한 비중도 25.9%로 파악됨(<표 III-10> 참조).
- 종합건설기업의 경우, 10년 이내 활성화될 것이라고 응답한 비율은 62.3% 수준이었으며, 전문건설기업은 64.2%로 종합건설기업보다 다소 높게 나타남.
- 활성화 여부에 부정적으로 응답한 비율은 종합건설기업(21.7%)이 전문건설기업(30.5%)보다 낮은 것으로 조사됨.
- 종합대형기업은 기술이 비활성화될 것으로 응답한 비중이 0%로 기술의 활성화에 대해 긍정적으로 인식하고 있었으며, 응답 기업의 81.4%는 해당 기술이 10년 이내 활성화될 것으로 전망함.
- 반면, 종합중소기업의 경우 10년 이내 활성화될 것으로 전망한 비율이 54.6%로, 타 그룹에 비해 가장 낮게 나타남.

<표 III-10> 업종 및 규모별 빅데이터 및 인공지능 활성화 전망

(단위 : %)

건설기업 구분	비활성화	1년 이내	1~5년 이내	5~10년 이내	10년 이후
전체건설기업	<u>25.9</u>	8.0	<u>32.3</u>	22.9	10.4
종합건설기업	<u>21.7</u>	<u>8.5</u>	<u>32.1</u>	<u>21.7</u>	16.0
종합대형기업	<u>0.0</u>	<u>6.3</u>	<u>56.3</u>	<u>18.8</u>	18.8
종합중견기업	14.3	11.4	31.4	22.9	20.0
종합중소기업	32.7	<u>7.3</u>	<u>25.5</u>	<u>21.8</u>	12.7
전문건설기업	<u>30.5</u>	<u>7.4</u>	<u>32.6</u>	<u>24.2</u>	4.2
전문대형기업	12.5	0.0	75.0	12.5	0.0
전문중견기업	29.3	2.4	29.3	31.7	7.3
전문중소기업	34.8	13.0	28.3	19.6	2.2

(3) 드론

- 드론에 대한 활성화 전망 분석 결과, '1~5년 이내' 활성화될 것이라는 응답이 36.3%로 가장 높았으며, '활성화되지 않을 것이다'라고 응답한 비중은 23.4%로 조사됨(<표 III-11> 참조).
- 10년 이내 활성화될 것이라고 응답한 비율은 종합건설기업의 경우 78.3%로, 전문건설기업(64.2%)보다 긍정적으로 응답함.
- 또한, 해당 기술이 비활성화될 것으로 응답한 비율은 종합건설기업이 16.0%, 전문건설기업이 31.6%로, 전문건설기업이 종합건설기업보다 약 2배 가까이 높게 나타남.
- 특히, 종합대형기업과 전문대형기업은 10년 이내 활성화될 것으로 전망한 비율이 각 87.6%, 87.5%로, 타 그룹 대비 높아 해당 기술의 활성화를 긍정적으로 인식하고 있는 것으로 파악됨.
- 반면, 전문중소기업의 경우 10년 이내 활성화될 것으로 전망한 비율이 56.6%로, 가장 낮게 나타남.

<표 III-11> 업종 및 규모별 드론 활성화 전망

(단위 : %)

건설기업 구분	비활성화	1년 이내	1~5년 이내	5~10년 이내	10년 이후
전체건설기업	23.4	16.9	36.3	18.4	5.0
종합건설기업	16.0	22.6	36.8	18.9	5.7
종합대형기업	12.5	56.3	25.0	6.3	0.0
종합중견기업	5.7	25.7	40.0	20.0	8.6
종합중소기업	23.6	10.9	38.2	21.8	5.5
전문건설기업	31.6	10.5	35.8	17.9	4.2
전문대형기업	12.5	12.5	75.0	0.0	0.0
전문중견기업	26.8	9.8	36.6	22.0	4.9
전문중소기업	39.1	10.9	28.3	17.4	4.3

(4) 모듈러

- 모듈러의 경우, '1~5년 이내' 활성화될 것으로 전망한 비율이 37.3%로 가장 높았으며, '활성화되지 않을 것이다'라고 응답한 비율 또한 23.4%로 조사됨(<표 III-12> 참조).
- 종합건설기업은 75.5%가 10년 이내 활성화될 것으로 전망하여 전문건설기업(61%)보다 다소 높게 나타남.
- 해당 기술의 활성화에 대해 부정적으로 응답한 비율은 종합건설기업(17.0%)이 전문건설기업(30.5%)보다 낮은 것으로 파악됨.
- 종합대형기업과 전문대형기업의 경우, 각 87.6%, 87.5%가 10년 이내 활성화될 것으로 응답하여, 타 그룹 대비 해당 기술의 활성화를 긍정적으로 인식하고 있는 것으로 이해됨.
- 반면, 전문중소기업의 경우 10년 이내 활성화될 것으로 응답한 비율이 54.4%로, 가장 낮게 나타남.

<표 III-12> 업종 및 규모별 모듈러 활성화 전망

(단위 : %)

건설기업 구분	비활성화	1년 이내	1~5년 이내	5~10년 이내	10년 이후
전체건설기업	23.4	10.0	37.3	21.4	7.5
종합건설기업	17.0	11.3	38.7	25.5	6.6
종합대형기업	6.3	18.8	50.0	18.8	6.3
종합중견기업	8.6	17.1	34.3	28.6	8.6
종합중소기업	25.5	5.5	38.2	25.5	5.5
전문건설기업	30.5	8.4	35.8	16.8	8.4
전문대형기업	12.5	0.0	62.5	25.0	0.0
전문중견기업	26.8	7.3	34.1	22.0	9.8
전문중소기업	37.0	10.9	32.6	10.9	8.7

(5) 가상현실 및 증강현실

- 가상현실 및 증강현실에 대해서는 ‘활성화되지 않을 것이다’라고 응답한 비중이 29.9%로 가장 높았으며, 활성화 시점은 ‘5~10년 이내’(27.9%)와 ‘1~5년 이내’(26.9%)가 높게 나타남(<표 III-13> 참조).
- 종합건설기업은 10년 이내 활성화될 것으로 응답한 비율이 63.2%로 나타났으며, 전문건설기업은 53.7%로 조사됨.
- 해당 기술이 비활성화될 것이라고 응답한 비율은 종합건설기업(28.3%)과 전문건설기업(31.6%)의 차이가 크지 않게 나타남.
- 세부 그룹별로는 종합대형기업의 93.8%가 10년 이내 활성화될 것으로 응답하였으며, 기술이 비활성화될 것이라고 응답한 비율은 0%로, 타 그룹 대비 해당 기술의 활성화를 긍정적으로 인식하고 있는 것으로 파악됨.
- 반면, 전문중견기업의 경우 46.4%만 10년 이내 활성화될 것으로 응답하여, 타 그룹 대비 가장 낮게 나타남.

<표 III-13> 업종 및 규모별 가상현실 및 증강현실 활성화 전망

(단위 : %)

건설기업 구분	비활성화	1년 이내	1~5년 이내	5~10년 이내	10년 이후
전체건설기업	29.9	4.0	26.9	27.9	10.9
종합건설기업	28.3	4.7	25.5	33.0	8.5
종합대형기업	0.0	6.3	50.0	37.5	6.3
종합중견기업	22.9	2.9	17.1	42.9	14.3
종합중소기업	40.0	5.5	23.6	25.5	5.5
전문건설기업	31.6	3.2	28.4	22.1	13.7
전문대형기업	12.5	0.0	75.0	12.5	0.0
전문중견기업	26.8	4.9	22.0	19.5	24.4
전문중소기업	39.1	2.2	26.1	26.1	6.5

(6) 3D 프린팅

- 3D 프린팅의 경우, '1~5년 이내' 활성화될 것이라고 응답한 비율이 36.3%로 가장 높았으며, '활성화되지 않을 것이다'라고 응답한 비율도 25.9%로 조사됨(<표 III-14> 참조).
- 종합건설기업과 전문건설기업은 각각 66.9%, 59.9%가 10년 이내 활성화될 것으로 전망함.
- 해당 기술의 활성화 여부에 대해 부정적으로 응답한 비중은 종합건설기업이 23.6%, 전문건설기업이 28.4%로 차이가 크지 않게 나타남.
- 세부 그룹별로는 전문대형기업의 87.5%, 종합대형기업의 81.3%가 10년 이내 활성화될 것이라고 응답하여, 타 그룹 대비 해당 기술의 활성화에 대해 긍정적으로 인식하고 있었음.
- 반면, 전문중소기업과 종합중소기업, 전문중견기업은 각 56.5%, 58.2%, 58.5%가 10년 이내 활성화될 것으로 응답하여, 타 그룹 대비 낮게 나타남.

<표 III-14> 업종 및 규모별 3D 프린팅 활성화 전망

(단위 : %)

건설기업 구분	비활성화	1년 이내	1~5년 이내	5~10년 이내	10년 이후
전체건설기업	25.9	8.5	36.3	18.9	10.4
종합건설기업	23.6	6.6	37.7	22.6	9.4
종합대형기업	6.3	6.3	50.0	25.0	12.5
종합중견기업	11.4	11.4	34.3	28.6	14.3
종합중소기업	36.4	3.6	36.4	18.2	5.5
전문건설기업	28.4	10.5	34.7	14.7	11.6
전문대형기업	12.5	0.0	62.5	25.0	0.0
전문중견기업	22.0	14.6	34.1	9.8	19.5
전문중소기업	37.0	8.7	30.4	17.4	6.5

(7) 지능형 건설장비 및 로봇기술

- 지능형 건설장비 및 로봇기술에 대한 활성화 전망 조사 결과, ‘1~5년 이내’ 활성화 될 것으로 응답한 비율이 28.4%로 가장 높았으며, ‘활성화되지 않을 것이다’라고 응답한 비중도 25.9%로 높게 나타남(<표 III-15> 참조).
- 종합건설기업과 전문건설기업은 각각 55.6%, 52.7%가 10년 이내에 활성화될 것이라고 전망하여 유사한 수준으로 나타남.
- 해당 기술이 비활성화될 것이라고 응답한 비율 또한 종합건설기업(23.6%)과 전문건설기업(28.4%)의 차이가 크지 않게 조사됨.
- 특히, 전문대형기업의 경우 조사 대상의 100%가 10년 이내에 활성화될 것이라고 전망하여, 해당 기술에 대해 긍정적으로 인식하고 있었음. 종합대형기업 또한 10년 이내에 활성화될 것으로 응답한 비중이 81.3%로 높게 나타남.
- 반면, 전문중견기업의 경우 10년 이내에 활성화될 것으로 전망한 비율(43.9%)이 가장 낮게 나타남.

<표 III-15> 업종 및 규모별 지능형 건설장비 및 로봇기술 활성화 전망

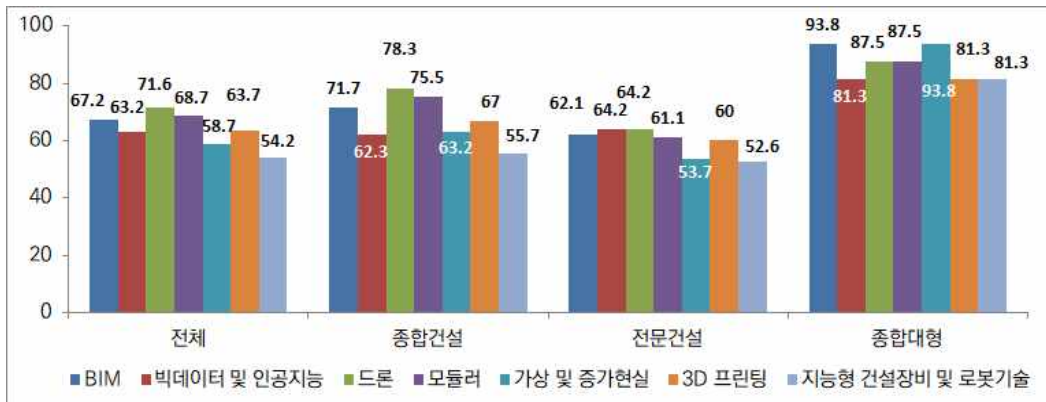
(단위 : %)

건설기업 구분	비활성화	1년 이내	1~5년 이내	5~10년 이내	10년 이후
전체건설기업	<u>25.9</u>	3.0	<u>28.4</u>	22.9	19.9
종합건설기업	<u>23.6</u>	<u>3.8</u>	<u>29.2</u>	<u>22.6</u>	20.8
종합대형기업	0.0	<u>0.0</u>	<u>56.3</u>	<u>25.0</u>	18.8
종합중견기업	17.1	2.9	28.6	20.0	31.4
종합중소기업	34.5	5.5	21.8	23.6	14.5
전문건설기업	<u>28.4</u>	<u>2.1</u>	<u>27.4</u>	<u>23.2</u>	18.9
전문대형기업	0.0	<u>0.0</u>	<u>75.0</u>	<u>25.0</u>	0.0
전문중견기업	24.4	<u>2.4</u>	<u>24.4</u>	<u>17.1</u>	31.7
전문중소기업	37.0	2.2	21.7	28.3	10.9

(8) 스마트 건설기술별 활성화 전망

- 국내 건설기업이 10년 이내에 활성화될 것으로 전망한 기술은 드론(71.6%), 모듈러(68.7%), BIM(67.2%) 순으로 높게 나타남. 반면, 지능형 건설장비 및 로봇기술(54.2%)과 가상현실 및 증강현실(58.7%)에 대한 활성화 전망은 상대적으로 낮게 나타남(<그림 III-2> 참조).
- 종합건설기업의 경우, 드론(78.3%), 모듈러(75.5%), BIM(71.7%) 순으로 10년 이내 활성화 여부에 대해 긍정적으로 응답한 반면, 지능형 건설장비 및 로봇기술(55.7%)의 응답 비율이 가장 낮게 나타남.
- 전문건설기업은 종합건설기업과 비교하여 10년 이내 활성화 전망을 상대적으로 낮게 평가하고 있었음. 기술별로는 드론(64.2%)과 빅데이터 및 인공지능(64.2%)이 가장 높게 조사되었고, 지능형 건설장비 및 로봇기술(52.6%)이 가장 낮게 나타남.
- 세부 그룹별로는 종합대형기업의 스마트 건설기술에 대한 10년 내 활성화 전망이 타 사업자와 비교하여 높게 나타남. 기술별로는 BIM과 가상현실 및 증강현실의 10년 이내 활성화 전망이 각 93.8%로 가장 높게 조사됨.

<그림 III-2> 국내 건설기업의 스마트 건설기술 활성화 전망



주 : 건설기업의 업종 및 규모별로 왼쪽부터 BIM, 빅데이터 및 인공지능, 드론, 모듈러, 가상 및 증강현실, 3D 프린팅, 지능형 건설장비 및 로봇기술에 대한 결과임.

4. 스마트 건설기술 도입 계획

(1) BIM

- BIM 도입계획 분석 결과, 향후 도입 계획이 ‘없다’고 응답한 비중이 63.7%로 가장 높았으며, ‘이미 활용 중’인 기업은 11.9%로 조사됨. 도입시점에 대해서는 ‘1~5년 이내’ 도입하겠다는 기업이 11.4%로 가장 높았음(<표 III-16> 참조).
 - 업종별로는 도입 계획이 ‘없다’고 응답한 비율은 종합건설기업(48.1%)이 전문건설기업(81.1%)보다 매우 낮았음. 그룹별로는 종합대형기업이 0%로 가장 낮았으며, 전문중소기업이 87.0%로 가장 높았음.
 - ‘이미 활용 중’이라고 응답한 비율은 종합건설기업이 17.9%, 전문건설기업이 5.3%로 나타남. 그룹별로는 종합대형기업이 50.0%로 활용 중인 비율이 가장 높았으며, 전문중소기업이 2.2%로 가장 낮게 나타남.
- 향후 도입계획 측면에서는 종합대형기업이 이미 활용 중인 비율을 포함하여 10년 이내 전부 도입할 것이라고 응답했으며, 전문중소기업(13.0%)이 가장 낮았음.

<표 III-16> 업종 및 규모별 BIM 도입 계획

(단위 : %)

구분	없다	이미 활용 중	1년 이내	1~5년 이내	5~10년 이내	10년 이후
전체건설기업	<u>63.7</u>	<u>11.9</u>	2.5	<u>11.4</u>	8.5	2.0
종합건설기업	<u>48.1</u>	<u>17.9</u>	2.8	16.0	12.3	2.8
종합대형기업	<u>0.0</u>	<u>50.0</u>	<u>6.3</u>	<u>37.5</u>	<u>6.3</u>	0.0
종합중견기업	34.3	22.9	2.9	17.1	20.0	2.9
종합중소기업	70.9	5.5	1.8	9.1	9.1	3.6
전문건설기업	<u>81.1</u>	<u>5.3</u>	2.1	6.3	4.2	1.1
전문대형기업	62.5	25.0	0.0	12.5	0.0	0.0
전문중견기업	78.0	4.9	2.4	7.3	4.9	2.4
전문중소기업	<u>87.0</u>	<u>2.2</u>	<u>2.2</u>	<u>4.3</u>	<u>4.3</u>	0.0

(2) 빅데이터 및 인공지능

- 빅데이터 및 인공지능의 경우, 향후 도입계획이 '없다'고 응답한 비중이 68.7%로 가장 높았으며, '이미 활용 중'인 기업은 9.0%에 불과한 것으로 조사됨. 도입 시점에 대해서는 '5~10년 이내' 도입하겠다는 기업의 비율이 9.0%로 가장 높았음(<표 III-17> 참조).
- 업종별로는 도입 계획이 '없다'고 응답한 비율은 종합건설기업이 53.8%로, 전문건설기업(85.3%)보다 매우 낮았음. 그룹별로는 종합대형기업이 12.5%로 가장 낮았으며, 전문중소기업이 91.3%로 가장 높았음.
- '이미 활용 중'이라고 응답한 비율은 종합건설기업이 15.1%로, 전문건설기업(2.1%)보다 높게 나타남. 그룹별로는 종합대형기업이 50.0%로 활용 중인 비율이 가장 높았으며, 전문중견 및 중소기업이 0%로 가장 낮게 나타남.
- 10년 이내 도입계획은 종합대형기업이 이미 활용 중인 비율을 포함하여 81.3%로 가장 높았으며, 전문중소기업이 8.7%로 가장 낮게 나타남.

<표 III-17> 업종 및 규모별 빅데이터 및 인공지능 도입 계획

(단위 : %)

구분	없다	이미 활용 중	1년 이내	1~5년 이내	5~10년 이내	10년 이후
전체건설기업	68.7	9.0	3.0	7.0	9.0	3.0
종합건설기업	53.8	15.1	1.9	10.4	13.2	4.7
종합대형기업	12.5	50.0	0.0	18.8	12.5	6.3
종합중견기업	40.0	17.1	0.0	11.4	20.0	8.6
종합중소기업	74.5	3.6	3.6	7.3	9.1	1.8
전문건설기업	85.3	2.1	4.2	3.2	4.2	1.1
전문대형기업	75.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0
전문중견기업	80.5	0.0	7.3	4.9	4.9	2.4
전문중소기업	91.3	0.0	2.2	2.2	4.3	0.0

(3) 드론

- 드론의 도입계획 조사 결과, 도입 계획이 ‘없다’고 응답한 비중이 63.2%로 가장 높았으며, ‘이미 활용 중’인 기업은 16.9%로 조사됨. 도입 시점에 대해서는 ‘1~5년 이내’가 10.4%로 가장 높았음(<표 III-18> 참조).
 - 도입 계획이 ‘없다’고 응답한 비율은 종합건설기업이 48.1%로, 전문건설기업의 80.0%보다 매우 낮았음. 그룹별로는 종합대형기업이 12.5%로 가장 낮았으며, 전문중소기업이 89.1%로 가장 높았음.
 - ‘이미 활용 중’이라고 응답한 비율은 종합건설기업이 25.5%로, 전문건설기업의 7.4%보다 높았음. 특히, 종합대형기업의 경우 75.0%가 이미 활용하고 있었으며, 전문중소기업이 2.2%로 가장 낮았음.
- 10년 이내 도입 계획은 종합대형기업이 이미 활용 중인 비율을 포함하여 87.5%로 가장 높았으며, 전문중소기업이 8.8%로 가장 낮게 나타남.

<표 III-18> 업종 및 규모별 드론 도입 계획

(단위 : %)

구분	없다	이미 활용 중	1년 이내	1~5년 이내	5~10년 이내	10년 이후
전체건설기업	63.2	16.9	1.0	10.4	6.5	2.0
종합건설기업	48.1	25.5	0.9	15.1	8.5	1.9
종합대형기업	12.5	75.0	0.0	12.5	0.0	0.0
종합중견기업	28.6	28.6	0.0	25.7	14.3	2.9
종합중소기업	70.9	9.1	1.8	9.1	7.3	1.8
전문건설기업	80.0	7.4	1.1	5.3	4.2	2.1
전문대형기업	62.5	25.0	0.0	12.5	0.0	0.0
전문중견기업	73.2	9.8	0.0	7.3	7.3	2.4
전문중소기업	89.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2

(4) 모듈러

- 모듈러 도입계획 분석 결과, 도입 계획이 ‘없다’고 응답한 비중이 63.7%로 가장 높았으며, ‘이미 활용 중’인 기업은 12.4%로 조사됨. 도입 시점에 대해서는 ‘1~5년 이내’가 11.4%로 가장 높았음(<표 III-19> 참조).
 - 도입 계획이 ‘없다’고 응답한 비율은 종합건설기업이 48.1%로, 전문건설기업의 81.1%보다 매우 낮았음. 그룹별로는 종합대형기업이 6.3%로 가장 낮았으며, 전문중소기업이 82.6%로 가장 높았음.
 - ‘이미 활용 중’이라고 응답한 비율은 종합건설기업(20.8%)이 전문건설기업(3.2%)보다 높았음. 특히, 종합대형기업의 경우 56.3%가 이미 활용하고 있다고 응답했으며, 전문중소기업이 2.2%로 가장 낮았음.
- 10년 이내 도입계획은 종합대형기업이 이미 활용 중인 비율을 포함하여 93.8%로 가장 높았으며, 전문중견기업이 17.0%로 가장 낮았음.

<표 III-19> 업종 및 규모별 모듈러 도입 계획

(단위 : %)

구분	없다	이미 활용 중	1년 이내	1~5년 이내	5~10년 이내	10년 이후
전체건설기업	63.7	12.4	2.0	11.4	8.5	1.5
종합건설기업	48.1	20.8	1.9	15.1	11.3	1.9
종합대형기업	6.3	56.3	0.0	37.5	0.0	0.0
종합중견기업	40.0	22.9	0.0	14.3	17.1	2.9
종합중소기업	65.5	9.1	3.6	9.1	10.9	1.8
전문건설기업	81.1	3.2	2.1	7.4	5.3	1.1
전문대형기업	75.0	12.5	0.0	12.5	0.0	0.0
전문중견기업	80.5	2.4	2.4	7.3	4.9	2.4
전문중소기업	82.6	2.2	2.2	6.5	6.5	0.0

(5) 가상현실 및 증강현실

- 가상현실 및 증강현실의 경우, 도입 계획이 ‘없다’고 응답한 비중이 70.6%로 가장 높았으며, ‘이미 활용 중’인 기업은 4.5%에 불과한 것으로 조사됨. 도입 시점에 대해서는 ‘1~5년 이내’와 ‘5~10년 이내’라고 응답한 비율이 각 9.5%로 높게 나타남(<표 III-20> 참조).
- 업종별로는 도입 계획이 ‘없다’고 응답한 비율은 종합건설기업(59.4%)이 전문건설기업(83.2%)보다 낮았음. 그룹별로는 종합대형기업이 25.0%로 가장 낮았으며, 전문대형기업이 87.5%로 가장 높았음.
- ‘이미 활용 중’이라고 응답한 비율은 종합건설기업(7.5%)과 전문건설기업(1.1%) 모두 낮게 나타남. 그룹별로는 종합대형기업의 경우 25.0%로 가장 높았으며, 전문대형 및 중소기업 모두 0%로 가장 낮았음.
- 10년 이내 도입 계획은 종합대형기업이 이미 활용 중인 비율을 포함하여 68.8%로 가장 높았으며, 전문대형기업이 12.5%로 가장 낮았음.

<표 III-20> 업종 및 규모별 가상현실 및 증강현실 도입 계획

(단위 : %)

구분	없다	이미 활용 중	1년 이내	1~5년 이내	5~10년 이내	10년 이후
전체건설기업	70.6	4.5	2.0	9.5	9.5	4.0
종합건설기업	59.4	7.5	1.9	14.2	12.3	4.7
종합대형기업	25.0	25.0	0.0	37.5	6.3	6.3
종합중견기업	57.1	2.9	0.0	8.6	22.9	8.6
종합중소기업	70.9	5.5	3.6	10.9	7.3	1.8
전문건설기업	83.2	1.1	2.1	4.2	6.3	3.2
전문대형기업	87.5	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0
전문중견기업	78.0	2.4	2.4	2.4	7.3	7.3
전문중소기업	87.0	0.0	2.2	6.5	4.3	0.0

(6) 3D 프린팅

- 3D 프린팅의 도입계획 조사 결과, 도입 계획이 '없다'라고 응답한 비중이 68.7%로 가장 높았으며, '이미 활용 중'인 기업은 3.5%에 불과한 것으로 조사됨. 도입 시점에 대해서는 '1~5년 이내'라고 응답한 비율이 13.4%로 비교적 높게 나타남(<표 III-21> 참조).
- 도입 계획이 '없다'고 응답한 비율은 종합건설기업이 55.7%로, 전문건설기업(83.2%)보다 낮았음. 그룹별로는 종합대형기업이 18.8%로 가장 낮았으며, 전문중소기업이 87.0%로 가장 높았음.
- '이미 활용 중'이라고 응답한 비율은 종합건설기업(5.7%)과 전문건설기업(1.1%) 모두 낮게 나타남. 그룹별로는 종합대형기업과 전문대형기업이 각 12.5%로 타 그룹에 비해 가장 높았으며, 종합중견, 전문중견 및 중소기업 모두 0%로 나타남.
- 10년 이내 도입 계획은 종합대형기업이 이미 활용 중인 비율을 포함하여 75.0%로 가장 높았으며, 전문대형기업이 12.5%로 가장 낮았음.

<표 III-21> 업종 및 규모별 3D 프린팅 도입 계획

(단위 : %)

구분	없다	이미 활용 중	1년 이내	1~5년 이내	5~10년 이내	10년 이후
전체건설기업	68.7	3.5	3.5	13.4	8.5	2.5
종합건설기업	55.7	5.7	1.9	18.9	15.1	2.8
종합대형기업	18.8	12.5	0.0	37.5	25.0	6.3
종합중견기업	54.3	0.0	0.0	20.0	22.9	2.9
종합중소기업	67.3	7.3	3.6	12.7	7.3	1.8
전문건설기업	83.2	1.1	5.3	7.4	1.1	2.1
전문대형기업	87.5	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0
전문중견기업	78.0	0.0	4.9	9.8	2.4	4.9
전문중소기업	87.0	0.0	6.5	6.5	0.0	0.0

(7) 지능형 건설장비 및 로봇기술

- 마지막으로, 지능형 건설장비 및 로봇기술은 도입 계획이 '없다'라고 응답한 비중이 66.7%로 가장 높았으며, '이미 활용 중'인 기업은 3.0%에 불과한 것으로 조사됨. 도입 시점에 대해서는 '1~5년 이내'라고 응답한 비율이 12.9%로 가장 높게 나타남 (<표 III-22> 참조).
- 도입 계획이 '없다'고 응답한 비율은 종합건설기업(53.8%)이 전문건설기업(81.1%)보다 낮았으며, 그룹별로는 종합대형기업이 6.3%로 가장 낮았고, 전문중소기업이 87.0%로 가장 높았음.
- '이미 활용 중'이라고 응답한 비율은 종합건설기업(4.7%)과 전문건설기업(1.1%) 모두 낮게 나타남. 그룹별로는 종합대형기업이 12.5%로 타 그룹에 비해 가장 높았으며, 전문대형 및 중소기업 모두 0%로 가장 낮게 나타남.
- 10년 이내 도입 계획은 종합대형기업이 이미 활용 중인 비율을 포함하여 87.6%로 가장 높았으며, 전문중소기업이 10.8%로 가장 낮았음.

<표 III-22> 업종 및 규모별 지능형 건설장비 및 로봇기술 도입 계획

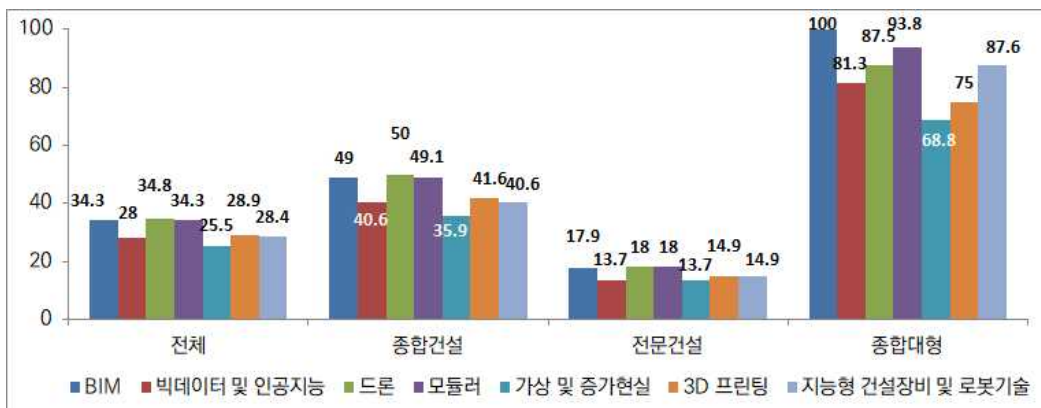
(단위 : %)

구분	없다	이미 활용 중	1년 이내	1~5년 이내	5~10년 이내	10년 이후
전체건설기업	66.7	3.0	3.5	12.9	9.0	5.0
종합건설기업	53.8	4.7	3.8	17.9	14.2	5.7
종합대형기업	6.3	12.5	0.0	56.3	18.8	6.3
종합중견기업	48.6	5.7	2.9	14.3	20.0	8.6
종합중소기업	70.9	1.8	5.5	9.1	9.1	3.6
전문건설기업	81.1	1.1	3.2	7.4	3.2	4.2
전문대형기업	62.5	0.0	0.0	25.0	12.5	0.0
전문중견기업	78.0	2.4	2.4	7.3	2.4	7.3
전문중소기업	87.0	0.0	4.3	4.3	2.2	2.2

(8) 스마트 건설기술별 도입계획

- 전체 건설기업의 10년 이내 도입계획 비율은 드론(34.8%), BIM(34.3%), 모듈러(34.3%), 3D 프린팅(28.9%) 등의 순으로 높게 나타났으며, 가상현실 및 증강현실(25.5%)에 대한 도입 계획이 가장 낮은 것으로 조사됨(<그림 III-3> 참조).
- 종합건설기업의 경우 10년 이내 도입계획 비율이 높은 스마트 기술은 드론(50%), 모듈러(49.1%), BIM(49%) 등의 순이며, 가상 및 증강현실(35.9%)에 대한 도입 계획이 가장 낮은 것으로 파악됨.
- 전문건설기업 또한 종합건설기업과 유사한 패턴을 보이나, 상대적으로 10년 내 도입계획 비율이 낮게 조사됨. 드론(18%), 모듈러(18%), BIM(17.9%)에 대한 10년 내 도입계획 비율이 상대적으로 높고, 가상현실 및 증강현실(13.7%)에 대한 도입계획 비율이 낮음. 다만, 전문건설기업의 경우 전반적으로 도입계획 비율이 낮은 수준임.
- 규모별로는 종합대형기업의 10년 내 도입계획 비율이 타 사업자와 비교하여 상대적으로 매우 높았음. BIM의 경우 이미 활용 중인 비중과 10년 내 도입계획 비율이 100%였으며, 모듈러(93.8%), 지능형 건설장비 및 로봇(87.6%), 드론(87.5%), 빅데이터 및 인공지능(81.3%) 또한 10년 내 도입계획 비율이 80% 이상인 것으로 분석됨.

<그림 III-3> 국내 건설기업의 스마트 건설기술 10년 내 도입 계획



주 : 건설기업의 업종 및 규모별로 왼쪽부터 BIM, 빅데이터 및 인공지능, 드론, 모듈러, 가상 및 증강현실, 3D 프린팅, 지능형 건설장비 및 로봇기술에 대한 결과임.

5. 스마트 건설기술 전문인력 양성계획

- 국내 건설기업이 스마트 건설기술 전문인력을 확보하기 위한 양성계획 조사 결과, 외부 업체를 활용하겠다는 비율이 7개 기술 평균 59.5%로 가장 높게 나타남. 기존 인력을 육성하겠다고 응답한 비율(20.0%)과 전문인력을 신규채용하겠다고 응답한 비율(19.9%)은 유사하게 조사됨(<표 III-23> 참조).
- 세부 그룹별로는 종합대형기업의 경우, 외부업체를 활용하겠다고 응답한 비율이 47.4%로 가장 높았으나, 기존인력을 육성하겠다고 응답한 비중도 38.4%로 타 그룹과 비교하여 높게 나타남.
- 전문대형기업은 타 그룹과는 달리 전문인력을 신규채용하겠다고 응답한 비율이 60.7%로 매우 높게 나타남.

<표 III-23> 업종 및 규모별 스마트 건설기술 전문인력 양성계획

(단위 : %)

건설기업 구분	기존인력 육성	전문인력 신규채용	외부업체 활용	모름
전체건설기업	20.0	19.9	59.5	0.6
종합건설기업	18.5	15.4	65.9	0.3
종합대형기업	38.4	14.3	47.4	0.0
종합중견기업	18.4	13.9	67.8	0.0
종합중소기업	12.7	16.6	70.1	0.5
전문건설기업	21.7	25.0	52.3	1.1
전문대형기업	14.3	60.7	25.0	0.0
전문중견기업	21.3	25.8	50.5	2.4
전문중소기업	23.3	18.0	58.7	0.0

- 종합대형기업의 스마트 건설기술별 전문인력 양성계획 조사 결과, BIM과 드론, 모듈러의 경우 기존인력을 육성하겠다고 응답한 비율이 56.3%, 50.0%, 62.5%로 전문인력 채용이나 외부업체 활용보다 높게 나타남.
- 반면, 빅데이터 및 인공지능, 가상현실 및 증강현실, 3D 프린팅, 지능형 건설장비 및 로봇기술은 외부 업체를 활용하겠다고 응답한 비율이 가장 높게 나타남.

- 이러한 결과는 종합대형기업의 경우, BIM이나 드론, 모듈러에 대해서는 교육 등을 통해 자체 전문인력을 확보하여 기술 경쟁력을 제고하겠다는 의도로 이해됨.

<표 III-24> 종합대형기업의 스마트 건설기술별 전문인력 양성 계획

(단위 : %)

구분	기존인력 육성	전문인력 신규채용	외부업체 활용	모름
BIM	<u>56.3</u>	12.5	31.3	0
빅데이터 및 인공지능	31.3	18.8	<u>50.0</u>	0
드론	<u>50.0</u>	12.5	37.5	0
모듈러	<u>62.5</u>	6.3	31.3	0
가상현실 및 증강현실	25.0	18.8	<u>56.3</u>	0
3D 프린팅	25.0	18.8	<u>56.3</u>	0
지능형 건설장비 및 로봇기술	18.8	12.5	<u>68.8</u>	0

- 전문대형기업의 경우, 전문인력의 확보방안으로 신규채용 방식을 가장 선호하고 있으며, 3D 프린팅(각 37.5%)이나 지능형 건설장비 및 로봇기술(각 50.0%)의 경우는 신규채용 방식과 외부업체를 활용하는 방식이 동일한 수준으로 나타남.
- 기술별로는 빅데이터 및 인공지능의 경우, 신규채용을 통해 전문인력을 확보하겠다고 응답한 비율이 87.5%로 가장 높았고, 3D 프린팅이 37.5%로 가장 낮게 나타남.

<표 III-25> 전문대형기업의 스마트 건설기술별 전문인력 양성 계획

(단위 : %)

구분	기존인력 육성	전문인력 신규채용	외부업체 활용	모름
BIM	12.5	<u>75.0</u>	12.5	0
빅데이터 및 인공지능	12.5	<u>87.5</u>	0.0	0
드론	12.5	<u>62.5</u>	25.0	0
모듈러	25.0	<u>50.0</u>	25.0	0
가상현실 및 증강현실	12.5	<u>62.5</u>	25.0	0
3D 프린팅	25	<u>37.5</u>	<u>37.5</u>	0
지능형 건설장비 및 로봇기술	0.0	<u>50.0</u>	<u>50.0</u>	0

제 4 장 건설기업과 스마트 건설기술의 확산

1. 분석 개요

- 2장에서 제시한 Everett Rogers(2010)의 기술수용주기 모델에 따르면, 새로운 기술의 소비 유형은 혁신수용자, 선각수용자, 전기다수수용자, 후기다수수용자, 지각수용자로 구분할 수 있으며, 구분한 순서에 따라 기술을 수용함.
- 혁신수용자는 기술에 대한 높은 인지도, 긍정적 전망, 높은 도입계획을 지니며, 새로운 기술이 출시되면 대부분의 기술을 적용 및 활용함.
- 선각수용자는 기술에 대한 인지도가 높으며, 기술의 활성화에 긍정적임. 이러한 이유로 새로운 기술에 대한 도입 계획이 높은 편이며, 이 과정에서 편익과 전략적 가치 등을 중요시함.
- 전기다수수용자는 선각수용자처럼 기술에 대한 인지도가 높고, 기술의 활성화에 긍정적이거나, 도입계획이 높지는 않음. 전기다수수용자의 경우 경제적 측면을 중시하기 때문에 선각수용자의 기술에 대한 가치 검증이 완료되고, 적정 수준의 가격이 형성되면 기술을 도입함. 이에 기술 등장 초기 활용 정도는 낮게 나타남.
- 후기다수수용자는 기술에 대해 인지하고 있으나, 기술의 활성화에 대해서는 중립적 입장을 취하며, 낮은 도입 계획을 지님. 또한, 기존 기술의 활용에 불편함을 느껴야 기술을 받아들일 정도로 활용도는 낮은 편임.
- 마지막으로, 지각수용자는 새로운 기술을 도입하는 데 부정적인 소비 유형임.

<표 IV-1> 기술수용주기 모델의 소비유형별 특성

구분	혁신수용자	선각수용자	전기다수수용자	후기다수수용자	지각수용자
기술 인지도	높음	높음	높음	보통(높음)	낮음
활성화 전망	긍정적	긍정적	긍정적	보통	부정적
향후 도입계획	높음	높음	보통	낮음	매우 낮음
기술 활용도	높음	보통	낮음	매우 낮음	매우 낮음
비고	모든 기술 적용	편익 및 전략적 가치 중시	적정가격 형성 후 도입	기존 기술 활용 불가시 도입	새로운 기술 거부, 기존 기술 선호

- 본 장에서는 3장에서 분석한 기술별 인지도, 활성화 전망, 도입계획, 활용도를 기반으로, 업종 및 규모별 국내 건설기업들의 특성을 파악하고 기술수용주기 모델에 따른 소비 유형을 구분함.
- 인지도는 활용 수준 조사 결과 중 ‘기술 미인지’에 응답한 결과를 제외한 비중을 활용함.²⁸⁾
- 10년 내 활성화 전망은 ‘1년 이내’, ‘1~5년 이내’, ‘5~10년 이내’ 활성화될 것으로 전망한 비중의 합계를 활용함.²⁹⁾
- 10년 내 도입 계획은 ‘이미 활용 중’이거나, ‘1년 이내’, ‘1~5년 이내’, ‘5~10년 이내’ 도입할 것으로 응답한 비중의 합계를 활용함.³⁰⁾
- 활용도는 활용 수준 조사 결과 중 ‘30% 미만 활용’, ‘30~50% 활용’, ‘50% 이상 활용’, ‘대부분 사업에 활용’에 응답한 비중의 합계를 활용함.³¹⁾

2. 스마트 건설기술별 기술수용주기 모델에 따른 소비유형 구분

(1) BIM

- BIM 기술에 대한 업종 및 규모별 국내 건설기업들의 인지도, 10년 내 활성화 전망, 10년 내 도입 계획, 활용도는 <그림 IV-1>과 같음.
- 국내 건설기업은 평균적으로 BIM 기술에 대해 일정 부분 인지하고 있고(70.6%), 10년 내 활성화 여부에 대해 긍정적으로 전망하나(67.2%), 10년 내 도입계획 측면에서는 아직 유보적인 입장이며(34.3%), 현재 활용도는 낮은 것(15.4%)으로 이해됨.

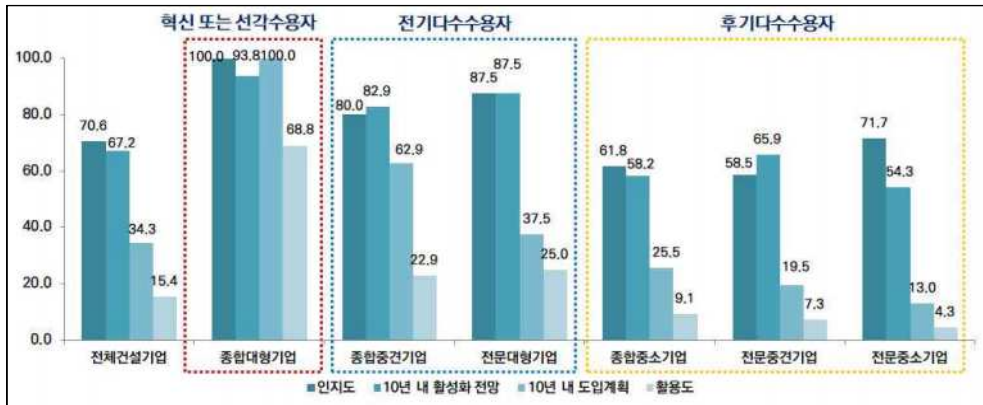
28) 인지도=(100-‘기술에 대해 모른다’ 응답 비중).

29) 10년 내 활성화 전망=(‘1년 이내’+‘1~5년 이내’+‘5~10년 이내’) 비중.

30) 10년 내 도입 계획 = (‘이미 활용 중’+‘1년 이내’+‘1~5년 이내’+‘5~10년 이내’) 비중.

31) 활용도=(‘30% 미만 활용’+‘30~50% 활용’+‘50% 이상 활용’+‘대부분 사업에 활용’) 비중.

<그림 IV-1> BIM 기술의 소비유형 구분



주 : 건설기업의 업종 및 규모별로 왼쪽부터 인지도, 10년 내 활성화 전망, 10년 내 도입계획, 활용도에 대한 결과임.

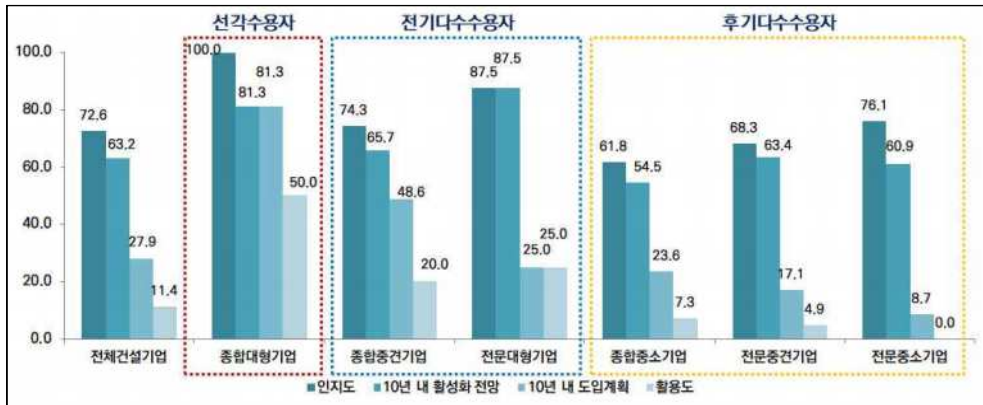
- 업종 및 규모별 소비유형을 구분해보면, 종합대형기업의 경우 혁신 또는 선각수용자, 종합중견 및 전문대형기업은 전기다수수용자, 종합중소기업, 전문중견 및 중소기업은 후기다수수용자에 해당하는 것으로 이해됨.
- 종합대형기업은 BIM에 대한 인지도(100.0%), 10년 내 활성화 전망(93.8%)과 도입 계획(100.0%)이 매우 높은 편이고, 현재 활용도(68.8%) 또한 50% 이상으로 나타남. 이는 혁신수용자 또는 선각수용자의 특성과 유사함.
- 종합중견기업의 경우, 인지도(80.0%), 10년 내 활성화 전망(82.9%)은 높은 편이나, 향후 10년 내 도입계획(62.9%)은 보통 수준으로 이해됨. 또한, 활용도(22.9%)는 낮게 나타남. 이는 전기다수수용자의 특성에 해당함.
- 전문대형기업의 경우, 인지도나 10년 내 활성화 전망은 각 87.5%로 높으나, 10년 내 도입 계획(37.5%) 및 활용도(25.0%)는 낮아 전기다수수용자와 후기다수수용자의 특성이 동시에 나타남. 이 경우, 아직 도입계획이나 활용도가 높진 않지만, 기술에 대한 인지도가 높고, 긍정적 인식을 가지고 있다는 점에서 전기다수수용자로 구분 가능함. 후기다수수용자의 경우, 기술에 대한 인지도와 활성화 전망이 높지 않으며, 이로 인해 기술을 도입하는 시점이 매우 늦음.
- 그 외 그룹인 종합중소기업, 전문중견 및 중소기업의 인지도(각 61.8%, 58.5%, 71.7%)와 10년 내 활성화 전망(각 58.2%, 65.9%, 54.3%)은 다소 높거나 보통 수준

으로 이해됨. 반면, 향후 10년 내 도입 계획은 각 25.5%, 19.5%, 13.0%로 다소 낮았으며, 현재 활용도는 10% 미만으로 파악됨. 이는 후기다수수용자의 특성으로 이해할 수 있음.

(2) 빅데이터 및 인공지능

- 빅데이터 및 인공지능 기술의 경우, 국내 건설기업은 평균적으로 빅데이터 및 인공지능 기술에 대해 일정 부분 인지하고 있고(72.6%), 10년 내 활성화 여부에 대해 긍정적으로 전망하나(63.2%), 10년 내 도입계획은 27.9%로 낮은 편임. 또한, 현재 활용도는 11.4%로 매우 낮음(<그림 IV-2> 참조).
- 업종 및 규모별 소비유형은, 종합대형기업의 경우 선각수용자, 종합중견기업과 전문대형기업은 전기다수수용자, 종합중소기업, 전문중견 및 중소기업은 후기다수수용자에 해당하는 것으로 이해됨.
 - 종합대형기업은 인지도(100.0%), 10년 내 활성화 전망과 도입계획(각 81.3%)은 매우 높은 편이고, 현재 활용도(50.0%)는 보통 수준으로 나타남.
 - 종합중견기업의 인지도(74.3%), 10년 내 활성화 전망(65.7%)은 다소 높은 편이나, 향후 10년 내 도입계획(48.6%)은 보통 수준으로 이해됨. 또한, 활용도는 20.0%로 낮게 나타남. 이는 전기다수수용자의 특성에 해당함.
 - 전문대형기업은 BIM 기술과 유사하게 인지도나 10년 내 활성화 전망은 각 87.5%로 높고, 10년 내 도입 계획과 활용도는 각 25.0%로 낮게 나타남. 이 경우, 해당 기술에 대해 높은 인지도와 긍정적 활성화 전망을 지니고 있다는 점에서 전기다수수용자로 이해할 수 있음. 향후 도입 계획과 활용도는 후기다수수용자의 특성을 지니나, 후기다수수용자의 경우 기술에 대해 관심이 낮아 도입이 늦다는 점을 고려하면, 전기다수수용자에 적합함.
 - 종합중소기업, 전문중견 및 중소기업의 인지도(각 61.8%, 68.3%, 76.1%)와 10년 내 활성화 전망(각 54.5%, 63.4%, 60.9%)은 다소 높거나 보통 수준으로 이해됨. 반면, 10년 내 도입 계획은 각 23.6%, 17.1%, 8.7%로 낮게 조사되었으며, 현재 활용도 또한 10% 미만 수준으로 파악됨. 이는 후기다수수용자의 특성으로 이해할 수 있음.

<그림 IV-2> 빅데이터 및 인공지능 기술의 소비유형 구분



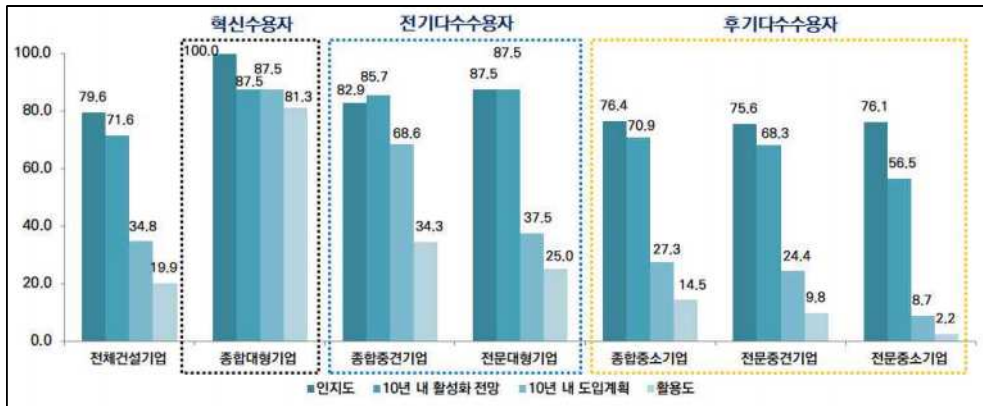
주: 건설기업의 업종 및 규모별로 왼쪽부터 인지도, 10년 내 활성화 전망, 10년 내 도입계획, 활용도에 대한 결과임.

(3) 드론

- 드론 기술에 대해 국내 건설기업은 다수가 인지하고 있고(79.6%), 10년 내 활성화 여부에 대해 긍정적으로 전망하나(71.6%), 10년 내 도입계획은 아직까진 34.8%로 낮은 편임. 또한, 현재 활용도는 19.9%로 낮음(<그림 IV-3> 참조).
- 업종 및 규모별 소비유형은, 종합대형기업의 경우 혁신수용자, 종합중견기업과 전문대형기업은 전기다수수용자, 종합중소기업, 전문중견 및 중소기업은 후기다수수용자로 이해할 수 있음.
 - 종합대형기업의 드론에 대한 인지도(100.0%), 10년 내 활성화 전망과 도입계획(각 87.5%), 현재 활용도(81.3%) 모두 80% 이상으로 높은 편임. 이러한 특성을 고려할 때, 종합대형기업은 혁신수용자에 해당하는 것으로 이해됨.
 - 종합중견기업은 인지도(82.9%), 10년 내 활성화 전망(85.7%)은 높은 편이나, 향후 10년 내 도입 계획(68.6%)은 다소 높거나 보통 수준으로 이해됨. 또한, 활용도는 34.3%로 낮은 편임. 이러한 종합중견기업의 특성은 선각수용자라도 이해할 수도 있으나, 도입 계획이 그리 높지 않으며, 활용도가 다소 낮은 점을 고려하면 전기다수수용자에 해당하는 것으로 이해됨.

- 전문대형기업은 해당 기술에 대한 인지도와 활성화 전망은 87.5%로 높으나, 도입 계획과 활용도는 각 37.5%, 25.0%로 다소 낮음. 하지만 기술에 대해 충분히 인지하고 있고, 긍정적으로 인식한다는 점에서 전기다수수용자로 구분 가능함.
- 종합중소기업, 전문중견 및 중소기업의 인지도(각 76.4%, 75.6%, 76.1%)와 10년 내 활성화 전망(각 70.9%, 68.3%, 56.5%)은 다소 높거나 보통 수준으로 파악됨. 반면, 10년 내 도입 계획은 각 27.3%, 24.4%, 8.7%로 보통 수준보다 낮으며, 현재 활용도 또한 종합중소기업(14.5%)을 제외하고는 10% 미만 수준으로, 후기다수수용자의 특성으로 이해됨.

<그림 IV-3> 드론 기술의 소비유형 구분



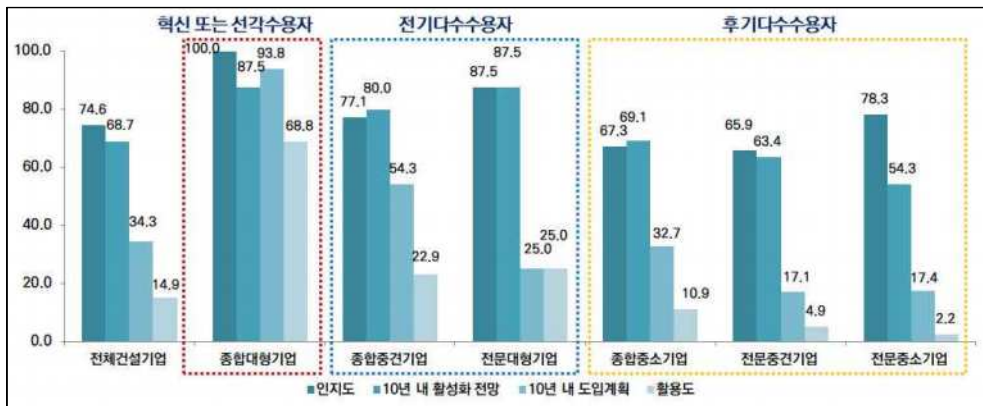
주 : 건설기업의 업종 및 규모별로 왼쪽부터 인지도, 10년 내 활성화 전망, 10년 내 도입계획, 활용도에 대한 결과임.

(4) 모듈러

- 모듈러에 대해 국내 다수의 건설기업들은 일정 부분 인지하고 있고(74.6%), 10년 내 활성화 여부에 대해 비교적 긍정적으로 전망하나(68.7%), 도입계획은 아직까진 34.3%로 낮게 나타남. 또한, 현재 활용도는 14.9%에 불과함(<그림 IV-4> 참조).
- 소비 유형은 종합대형기업의 경우 혁신 또는 선각수용자, 종합중견기업과 전문대형기업은 전기다수수용자, 그 외 그룹은 후기다수수용자로 이해됨.

- 종합대형기업의 모듈러 기술에 대한 인지도(100.0%), 10년 내 활성화 전망(87.5%)과 도입계획(93.8%) 모두 높게 나타남. 다만, 활용도는 68.8%로 다소 높거나 보통 수준으로 이해할 수 있음. 이러한 특성을 고려할 때, 종합대형기업은 혁신수용자 또는 선각수용자로 이해할 수 있음.
- 종합중견기업은 인지도(77.1%), 10년 내 활성화 전망(80.0%)은 높은 편이나, 10년 내 도입 계획(54.3%)은 보통 수준으로 이해됨. 또한, 활용도는 22.9%로 낮은 편임. 이는 전기다수수용자의 특성에 해당함.
- 전문대형기업은 인지도와 10년 내 활성화 전망은 87.5%로 높으나, 도입 계획과 활용도는 25.0%로 낮게 나타남. 도입 계획과 활용도가 낮다는 점에서 후기다수수용자의 특성도 가지고 있으나, 해당 기술에 대해 충분히 인지하고 있고, 긍정적으로 인식한다는 점에서 전기다수수용자로 이해하는 게 바람직함.
- 종합중소기업, 전문중견 및 중소기업의 인지도(각 67.3%, 65.9%, 78.3%)와 10년 내 활성화 전망(각 69.1%, 63.4%, 54.3%)은 다소 높거나 보통 수준으로 파악됨. 반면, 10년 내 도입 계획은 각 32.7%, 17.1%, 17.4%로 낮게 나타남. 현재 활용도 또한 10% 내외로 파악됨. 이는 후기다수수용자의 특성으로 이해할 수 있음.

<그림 IV-4> 모듈러 기술의 소비유형 구분

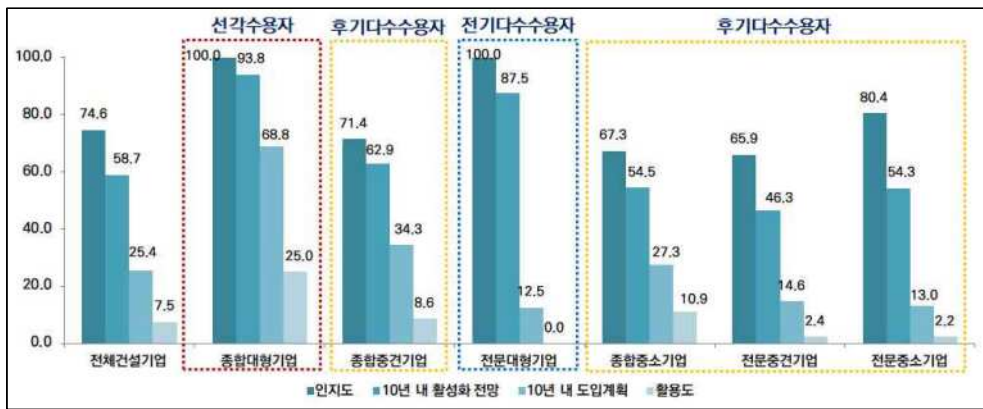


주 : 건설기업의 업종 및 규모별로 왼쪽부터 인지도, 10년 내 활성화 전망, 10년 내 도입계획, 활용도에 대한 결과임.

(5) 가상현실 및 증강현실

- 국내 건설기업들은 가상현실 및 증강현실에 대해 일정 부분 인지하고 있고(74.6%), 10년 내 활성화 여부에 대해 과반수(58.7%)가 긍정적으로 전망하나, 도입 계획은 25.4%로 낮은 수준임. 또한, 현재 활용도는 7.5%에 그침(<그림 IV-5> 참조).

<그림 IV-5> 가상현실 및 증강현실 기술의 소비유형 구분



주 : 건설기업의 업종 및 규모별로 왼쪽부터 인지도, 10년 내 활성화 전망, 10년 내 도입계획, 활용도에 대한 결과임.

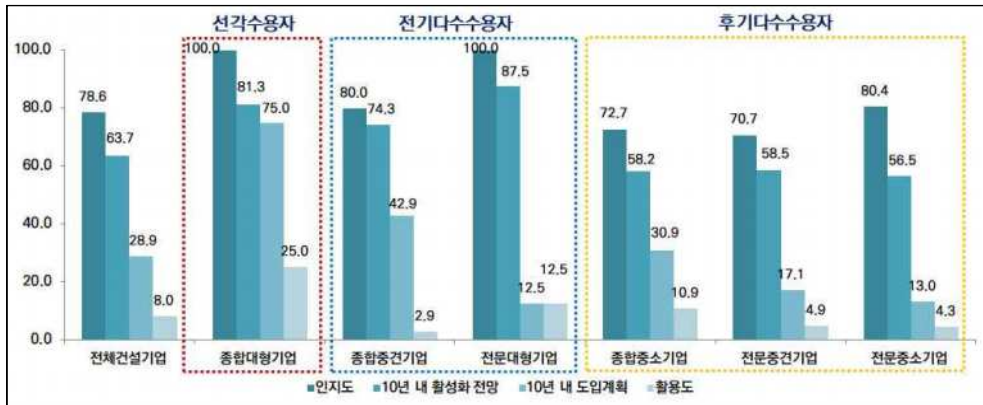
- 소비유형을 구분해보면, 종합대형기업은 선각수용자, 전문대형기업은 전기다수수용자, 그 외 그룹은 후기다수수용자로 이해됨.
- 종합대형기업의 경우, 인지도(100.0%), 10년 내 활성화 전망(93.8%)은 매우 높게 조사되었으며, 도입계획 또한 68.8%로 다소 높은 수준임. 반면, 활용도는 25.0%로 낮게 나타남. 종합대형기업의 낮은 활용도는 전기다수수용자의 특성으로 이해할 수도 있으나, 해당 기술을 충분히 이해하고 있으며, 활성화에 대해 긍정적으로 인식하고, 향후 도입계획이 높다는 점을 고려하면 선각수용자로 보는 것이 타당함.
- 전문대형기업은 인지도(100%)와 활성화 전망(87.5%)은 높은 편인 반면, 도입 계획(12.5%)과 활용도(0%)는 매우 낮은 수준임. 그럼에도 불구하고, 기술에 대해 충분히 인지하고 있고, 긍정적으로 인식한다는 점에서 전기다수수용자로 구분하는 것이 타당함.

- 그 외 그룹의 경우, 인지도나 10년 내 활성화 전망은 다소 높거나 보통 수준으로 나타남. 그러나, 도입 계획이 낮고, 현재 활용도가 매우 낮은 점을 고려하면 후기다수 수용자에 해당하는 것으로 이해됨.

(6) 3D 프린팅

- 3D 프린팅 기술의 경우, 국내 건설기업들은 다수가 인지하고 있고(78.6%), 10년 내 활성화 여부는 50% 이상이 긍정적으로 전망하나(63.7%), 도입 계획은 28.9%로 낮은 수준임. 또한, 현재 활용도는 8.0%에 불과함(<그림 IV-6> 참조).
- 업종 및 규모별 소비유형은, 종합대형기업의 경우 선각수용자, 종합중견기업과 전문대형기업은 전기다수수용자, 종합중소기업, 전문중견 및 중소기업은 후기다수수용자로 구분할 수 있음.
 - 기술에 대한 종합대형기업의 인지도(100.0%), 10년 내 활성화 전망(81.3%), 도입 계획(75.0%)은 높은 수준으로 조사되었으나, 활용도는 25.0%로 낮게 나타남. 활용도가 다소 낮으나, 기술에 대한 충분한 인식과 긍정적인 활성화 전망, 높은 향후 도입 계획 등을 고려하면 선각수용자에 해당함.
 - 종합중견기업은 인지도(80.0%), 10년 내 활성화 전망(74.3%)은 높은 편이나, 10년 내 도입계획은 42.9%로 보통 수준임. 활용도는 2.9%에 불과함. 이는 전기다수수용자의 특성에 해당함.
 - 전문대형기업의 경우, 인지도나 10년 내 활성화 전망이 각각 100%, 87.5%로 높으나, 10년 내 도입계획 및 활용도는 각 12.5%로 낮게 나타남. 해당 기술에 대한 높은 인지도와 긍정적 활성화 전망을 고려하면, 전기다수수용자로 이해됨.
 - 종합중소기업, 전문중견 및 중소기업의 인지도(각 72.7%, 70.7%, 80.4%)와 10년 내 활성화 전망(각 58.2%, 58.5%, 56.5%)은 높거나 보통 수준으로 조사됨. 반면, 10년 내 도입 계획은 각 30.9%, 17.1%, 13.0%로 낮게 나타남. 현재 활용도 또한 10% 내외로 파악됨. 이는 후기다수수용자의 특성으로 이해할 수 있음.

<그림 IV-6> 3D 프린팅 기술의 소비유형 구분



주 : 건설기업의 업종 및 규모별로 왼쪽부터 인지도, 10년 내 활성화 전망, 10년 내 도입계획, 활용도에 대한 결과임.

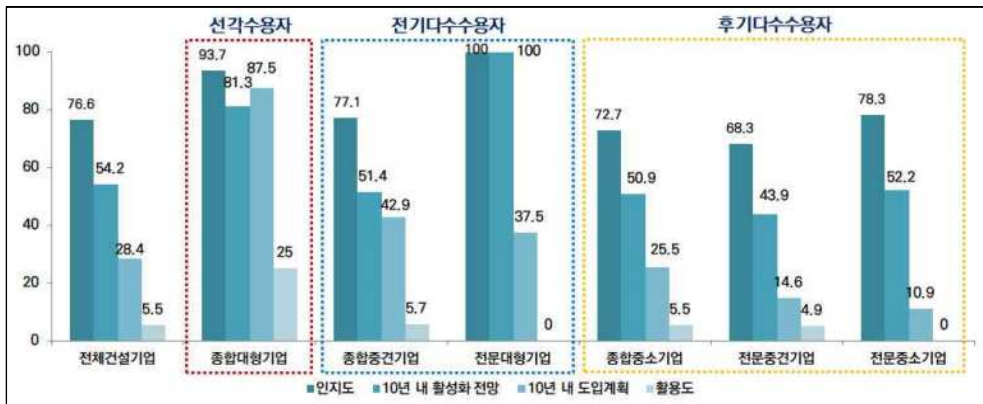
(7) 지능형 건설장비 및 로봇기술

- 지능형 건설장비 및 로봇기술에 대해 국내 다수의 건설기업들은 일정 부분 인지하고 있고(76.6%), 10년 내 활성화 여부에 대해 과반수 이상이 긍정적으로 전망하나 (54.2%), 도입계획은 28.4%로 낮게 나타남. 또한, 현재 활용도는 5.5%에 불과함 (<그림 IV-7> 참조).
- 업종 및 규모별 소비유형은, 종합대형기업의 경우 선각수용자, 종합중견기업과 전문대형기업은 전기다수수용자, 그 외 그룹인 종합중소기업, 전문중견 및 중소기업은 후기다수수용자로 구분할 수 있음.
- 종합대형기업의 인지도(93.7%), 10년 내 활성화 전망(81.3%), 도입계획(87.5%)은 높은 수준으로 조사됨. 반면, 활용도는 25.0%로 낮게 나타남. 종합대형기업의 경우 활용도가 다소 낮으나, 높은 인지도, 긍정적인 활성화 전망, 높은 도입계획 등을 고려하면 선각수용자로 이해할 수 있음.
- 종합중견기업과는 인지도(77.1%)는 높은 편이나, 10년 내 활성화 전망(51.4%)과 도입계획(42.9%)은 보통 수준으로 파악됨. 활용도의 경우는 5.7%에 불과한 것으로 나타남. 종합중견기업의 경우 활용도가 다소 낮으나, 그 외 특성을 고려하면 전기다수

수용자로 구분할 수 있음.

- 전문대형기업의 경우, 인지도나 10년 내 활성화 전망이 각 100%로 높으나, 10년 내 도입계획 및 활용도는 각 37.5%, 0%로 낮게 나타남. 향후 도입계획과 활용도는 낮으나, 해당 기술에 대한 높은 인지도와 긍정적 활성화 전망을 고려하면, 전기다수수용자로 이해할 수 있음.
- 종합중소기업, 전문중견 및 중소기업의 인지도(각 72.7%, 68.3%, 78.3%)와 10년 내 활성화 전망(각 50.9%, 43.9%, 52.2%)은 높거나 보통 수준으로 조사됨. 반면, 10년 내 도입계획은 각 25.5%, 14.6%, 10.9%로 낮게 나타남. 현재 활용도 또한 5% 내외로 파악됨. 이는 후기다수수용자의 특성으로 이해할 수 있음.

<그림 IV-7> 지능형 건설장비 및 로봇기술의 소비유형 구분



주 : 건설기업의 업종 및 규모별로 왼쪽부터 인지도, 10년 내 활성화 전망, 10년 내 도입계획, 활용도에 대한 결과임.

3. 소결

- 7대 스마트 건설기술에 대한 국내 건설기업의 업종 및 규모별로 소비유형을 분석한 결과, 종합대형기업은 선각수용자로 이해할 수 있음(<표 IV-2> 참조).
- 기술별로 살펴보면, 활용도가 상대적으로 높은 드론, BIM, 모듈러의 경우, 혁신수용자로도 이해할 수 있었으며, 활용도가 상대적으로 다소 낮은 3D 프린팅, 가상현실 및 증강현실, 지능형 건설장비 및 로봇기술은 선각수용자로 파악됨.

- 다음으로 종합중견 및 전문대형기업은 전기다수수용자에 해당하는 것으로 파악되며, 그 외 그룹인 종합중소기업, 전문중견 및 중소기업은 후기다수수용자로 분석됨.
- 종합중견기업은 기술에 대한 인지도와 활성화 전망이 높으며, 향후 도입계획 또한 보통 수준인 기술들이 다수임. 또한, 현재 활용도는 낮게 파악되어, 전형적인 전기다수수용자의 특성을 나타냄.
- 전문대형기업의 경우는 도입계획과 활용도 측면에서는 낮은 수준으로 파악되는 기술도 존재하나, 기술에 대한 높은 인지도와 긍정적인 활성화 전망을 고려하면 전기다수수용자로 이해하는 것이 타당함.
- 그 외 그룹인 종합중소기업과 전문중견 및 중소기업은 인지도나 활성화 전망은 보통 수준이며, 도입계획과 활용도는 낮게 나타나 후기다수수용자로 이해됨.

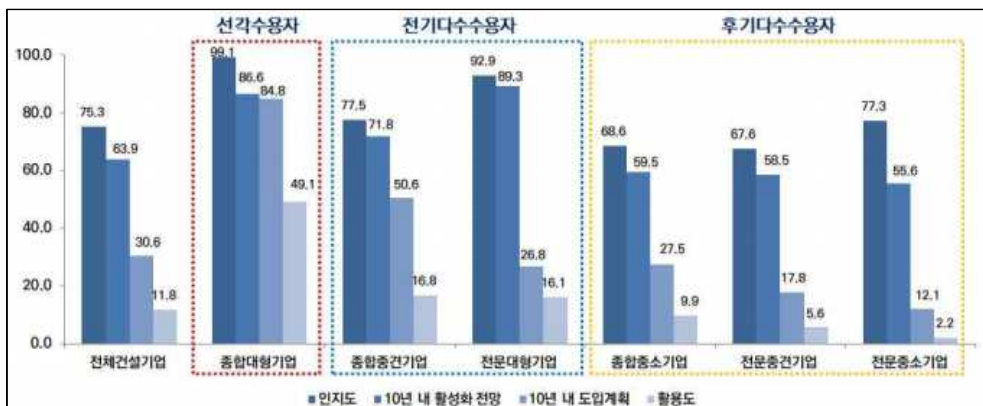
<표 IV-2> 스마트 건설기술별·건설기업 규모별 소비유형 구분

구분	BIM	빅데이터 및 인공지능	드론	모듈러	가상현실 및 증강현실	3D 프린팅	지능형 건설장비 및 로봇
종합대형	혁신 또는 선각수용자	선각수용자	혁신수용자	혁신 또는 선각수용자	선각수용자	선각수용자	선각수용자
종합중견	전기다수 수용자	전기다수 수용자	전기다수 수용자	전기다수 수용자	후기다수 수용자	전기다수 수용자	전기다수 수용자
종합중소	후기다수 수용자	후기다수 수용자	후기다수 수용자	후기다수 수용자	후기다수 수용자	후기다수 수용자	후기다수 수용자
전문대형	전기다수 수용자	전기다수 수용자	전기다수 수용자	전기다수 수용자	전기다수 수용자	전기다수 수용자	전기다수 수용자
전문중견	후기다수 수용자	후기다수 수용자	후기다수 수용자	후기다수 수용자	후기다수 수용자	후기다수 수용자	후기다수 수용자
전문중소	후기다수 수용자	후기다수 수용자	후기다수 수용자	후기다수 수용자	후기다수 수용자	후기다수 수용자	후기다수 수용자

- 스마트 건설기술의 인지도, 활성화 전망, 향후 도입계획, 활용도의 평균을 기준으로 소비유형을 구분하면, 앞서 기술별로 분석한 결과와 동일하게 나타남. 종합대형기업의 경우 선각수용자, 종합중견기업과 전문대형기업은 전기다수수용자, 그 외 그룹은 후기다수수용자에 해당하는 것으로 나타남(<그림 IV-8> 참조).

- 종합대형기업은 스마트 건설기술에 대한 인지도(99.1%), 10년 내 활성화 전망(86.6%)과 도입계획(84.8%)의 경우 매우 높은 편이며, 현재 활용도는 49.1%로 보통 수준으로 파악됨. 이러한 종합대형기업의 특성은 전형적인 선각수용자의 특성에 해당함.
- 종합중견기업은 인지도와 10년 내 활성화 전망은 각 77.5%, 71.8%로 높은 편이나, 10년 내 도입 계획은 50.6%로 보통 수준으로 이해됨. 활용도의 경우 16.8%로 낮은 수준으로 파악됨. 이러한 종합중견기업의 특성은 전형적인 전기다수수용자의 특징에 해당함.
- 전문대형기업은 기술에 대한 인지도와 활성화 전망이 각 92.9%, 89.3%로 매우 높은 반면, 도입 계획과 활용도는 각 26.8%, 16.1%로 낮은 수준임. 그럼에도 불구하고, 스마트 건설기술에 대해 충분히 인식하고 있고, 향후 활성화에 대해 긍정적인 점을 고려하면 현실적인 조건이 성립할 경우 기술을 활용하는 전기다수수용자의 특성과 유사함.
- 그 외 그룹은 인지도 및 활성화 전망은 보통 또는 다소 높은 수준으로 조사되었으나, 도입계획과 활용도는 낮은 것으로 파악됨. 예를 들어, 종합중소기업의 경우 인지도와 활성화 전망은 각 68.6%, 59.5%로 다소 높거나 보통 수준이며, 도입 계획과 활용도는 각 27.5%, 9.9%로 낮게 나타남.

<그림 IV-8> 기술수용주기 모델에 따른 업종 및 규모별 소비 유형의 구분



주 : 건설기업의 업종 및 규모별로 왼쪽부터 인지도, 10년 내 활성화 전망, 10년 내 도입계획, 활용도에 대한 결과임.

- 건설기업의 규모별 소비유형 분석 결과, 향후 스마트 건설기술은 (선각수용자인) 종합대형기업 → (전기다수수용자인) 종합중견기업과 전문대형기업 → (후기다수수용자인) 종합중소기업, 전문중견 및 중소기업 순으로 확산될 가능성이 높음(<그림 IV-9> 참조).
- 이 과정에서 여론 주도형 소비자 역할을 수행하는 종합대형기업(선각수용자)의 역할 및 기술 검증 결과는 기술 확산에 큰 영향을 미칠 것으로 판단됨.

<그림 IV-9> 기술수용주기 모델에 따른 기술의 확산



1. 스마트 건설기술 활성화 방향

- 본 연구는 3장과 4장의 국내 건설산업의 스마트 건설기술 실태조사 분석 결과를 토대로, 국내 건설산업 경쟁력 강화를 위한 스마트 건설기술 활성화 전략에 대해 살펴보고자 함.
- 기술수용주기 모델에 따르면, 새로운 기술의 확산은 기술을 선제적으로 수용하는 소비자 유형의 기술 검증 결과와 가격 안정화 등을 통해 이루어짐.
 - 예를 들어, 다양한 스마트 기술의 집약체인 스마트폰 또한 실용화 초기 혁신수용자 및 선각수용자의 선제적인 기술 검증 후 가격이 안정화되면서 전기다수수용자, 후기다수수용자 순으로 확산됨.
- 이처럼 새로운 기술의 소비자가 불특정 다수인 개인일 경우, 시장의 다양한 검증을 통해 자연스럽게 확산될 수도 있으나, 국가 차원의 산업경쟁력 강화는 기술의 사용자가 기업이나 그 외 산업의 참여자이기 때문에, 새로운 기술을 산업 내 최대한 빠르게 확산 및 정착시키기 위한 전략이 요구됨.
 - 정부는 국내 건설산업의 경쟁력 강화를 위한 핵심 과제로서 스마트 건설기술의 도입과 활성화를 추진하고 있음.
- 본 연구는 앞선 3장과 4장을 통해 국내 건설산업의 스마트 건설기술에 대한 인지도, 10년 내 도입계획과 활성화 전망, 활용도를 다음과 같이 확인할 수 있었음.
- **(인지도)** 전체 건설기업의 7개 스마트 건설기술에 대한 평균 인지도는 75.3%로 조사됨. 이를 통해 다수의 기업이 스마트 건설기술에 관한 관심과 지식을 일정 수준 이상 지니고 있는 것으로 이해할 수 있음.

- 업종 및 규모별로는 종합대형(99.1%) > 전문대형(92.9%) > 종합중견(77.5%) > 전문중소(77.3%) > 종합중소(68.6%) > 전문중견(67.6%) 순으로 나타남.
- 기술별로는 7개 기술 모두 70.0%~80.0%의 인지도가 있는 것으로 조사됨. 상대적으로는 드론에 대한 인지도가 79.6%로 가장 높았으며, BIM에 대한 인지도가 70.6%로 가장 낮았음.

- **(10년 내 활성화 전망)** 전체 건설기업의 63.9%는 10년 내 스마트 건설기술이 활성화될 것으로 응답하여, 총 201개 기업 중 기술의 활성화 측면에서 긍정적으로 인식하고 있는 기업이 더 많은 비중을 차지하고 있었음.

- 업종 및 규모별로는 전문대형(89.3%) > 종합대형(86.6%) > 종합중견(71.8%) > 종합중소(59.5%) > 전문중견(58.5%) > 전문중소(55.6%) 순으로 조사됨.
- 기술별로는 드론(71.6%) > 모듈러(68.7%) > BIM(67.2%) > 3D 프린팅(63.7%) > 빅데이터 및 인공지능(63.2%) > 가상현실 및 증강현실(58.7%) > 지능형 건설장비 및 로봇기술(54.2%) 순으로 나타남.

- **(10년 내 도입계획)** 긍정적인 활성화 전망에도 불구하고, 10년 내 스마트 건설기술을 도입할 것이라고 응답한 비중은 전체 건설기업의 30.6%로 조사됨. 특히, 현재 기술을 이미 활용 중인 11.8%의 기업을 제외하면, 18.8%의 기업만이 10년 이내 기술 도입 의지가 있는 것으로 이해할 수 있음.

- 업종 및 규모별로는 종합대형(84.8%) > 종합중견(50.6%) > 종합중소(27.5%) > 전문대형(26.8%) > 전문중견(17.8%) > 전문중소(12.1%) 순으로 조사됨.
- 기술별로는 드론(34.8%) > BIM 및 모듈러(각 34.3%) > 3D 프린팅(28.9%) > 지능형 건설장비 및 로봇기술(28.4%) > 빅데이터 및 인공지능(27.9%) > 가상현실 및 증강현실(25.4%) 순으로 조사되었으며, 종합대형기업의 경우 10년 내 BIM을 100% 도입할 것으로 응답함.

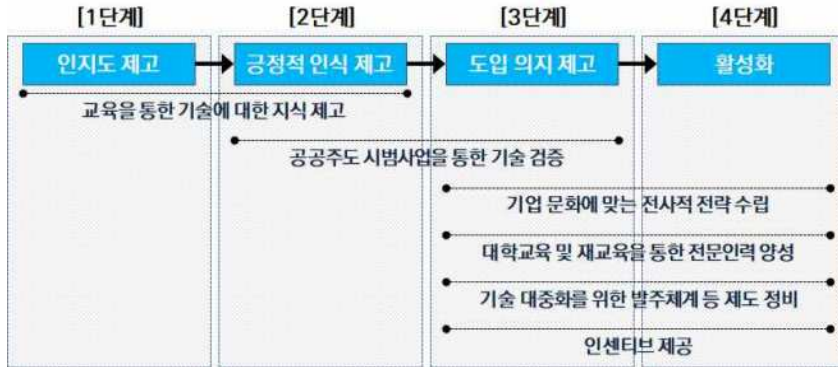
- **(활용도)** 전체 건설기업의 7개 스마트 건설기술에 대한 활용도는 평균 11.8%로 조사되었으며, 도입 단계로 이해할 수 있음.

- 업종 및 규모별로는 종합대형(49.1%) > 종합중견(16.8%) > 전문대형(16.1%) >

- 종합중소(9.9%) > 전문중견(5.6%) > 전문중소(2.2%) 순으로 조사되어, 종합대형기업의 활용도가 상대적으로 높은 것을 확인할 수 있음.
- 기술별로는 드론(19.9%) > BIM(15.4%) > 모듈러(14.9%) > 빅데이터 및 인공지능(11.4%) > 3D 프린팅(8.0%) > 가상현실 및 증강현실(7.5%) > 지능형 건설장비 및 로봇기술(5.5%) 순이었으며, 특히 종합대형기업의 드론 활용도는 81.3%로 높게 나타남.
- 상술한 활용도와 인지도, 10년 내 도입계획과 활성화 전망에 대한 실태분석 결과, 국내 건설기업의 특성을 다음과 같이 도출할 수 있음.
- (인지도 : 75.3%) 국내 건설기업은 스마트 건설기술에 대해 일정 수준 인지하고 있으며, (활성화 전망 : 63.9%) 10년 내 활성화 가능성에 대해 긍정적으로 인식하고 있음. 하지만, (도입계획 : 30.6%) 10년 내 스마트 건설기술을 도입할 계획은 상대적으로 낮은 것으로 파악됨.
 - 업종 및 규모별로는 상대적으로 종합대형기업이 선각수용자, 종합중견기업과 전문대형기업이 전기다수수용자, 그 외 그룹은 후기다수수용자로 이해됨.
 - 기술별로는 드론, 모듈러, BIM 기술의 확산이 상대적으로 빠를 것으로 예상됨.
- 이러한 상황을 고려할 때, 국내 건설산업 내 스마트 건설기술의 활성화를 위해서는 해당 기술에 대한 기업의 ‘① 인지도 제고’ → ‘② 긍정적 인식 제고’ → ‘③ 도입 의지 제고’ → ‘④ 해당 기술 활성화’라는 4단계 전략을 도입할 필요가 있음. 또한, 단계별로는 세부 전략이 필요함.
- 전체 건설기업 평균 인지도나 10년 내 활성화 전망(긍정적 인식)은 상대적으로 높은 수준이나, 도입 의지는 30.6%로 낮게 나타남. 향후 건설산업 차원에서는 도입 의지를 제고시킬 수 있는 다양한 전략 모색이 필요함.
 - 또한, 업종 및 규모별로는 상대적 관점에서 서로 다른 소비 유형(예 : 종합대형기업-선각수용자 등)에 해당하기 때문에, 각 소비 유형의 특성을 고려한 선택적 단계별 전략 활용이 필요할 것으로 판단됨.

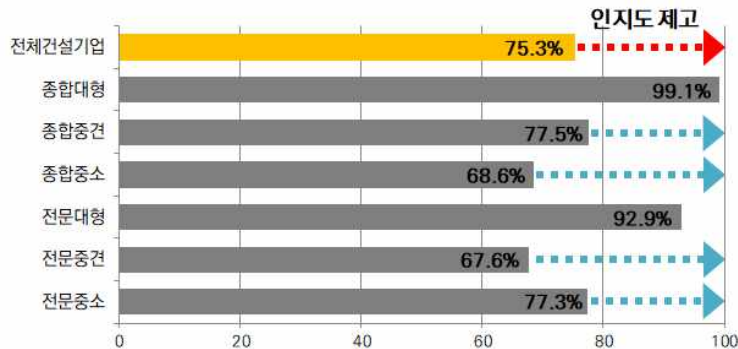
- 본 연구에서 제시하는 ‘스마트 건설기술 활성화 4단계 전략’은 <그림 V-1>과 같음.

<그림 V-1> 스마트 건설기술 활성화 4단계 전략



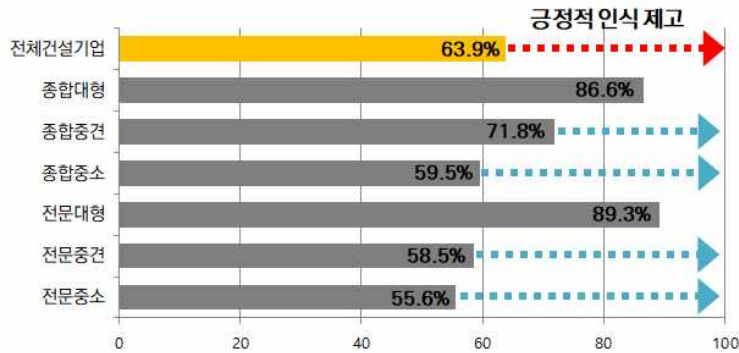
· (1단계) 인지도 제고 전략 : 인지도 제고를 위해서는 기업을 대상으로 스마트 건설기술의 효과, 적용 방법 및 사례 등에 대한 다양하고 체계적인 교육을 실시해 해당 기술을 명확하게 인지시킬 필요가 있음. 정부는 BIM, 드론 등에 대한 실무 중심의 교육 프로그램을 일부 제공하고 있으나, 후기다수수용자에 해당하는 다수의 건설기업은 자발적으로 새로운 기술을 찾아보거나, 교육받을 가능성이 낮음. 따라서, 건설기술인 교육훈련과 같은 의무교육에 스마트 건설기술에 대한 내용을 포함하여 건설기업 전반에 걸친 인지도를 제고할 필요가 있음.

<그림 V-2> (1단계) 인지도 제고 전략의 필요성



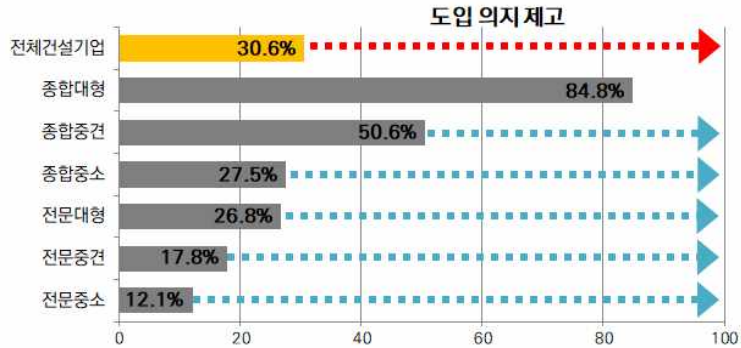
- (2단계) 긍정적 인식 제고 전략 : 현재 스마트 건설기술의 활용이 기업이나 사업의 생산성 향상에 기반한 이익 창출과 기업의 경쟁력 제고로 이어질 것이라는 긍정적 인식은 부족함. 기업의 경우 여전히 내부환경과 산업의 변화 등을 고려했을 때, 해당 기술의 실질적 효과에 의문을 품고 있음. 이러한 상황에서 기업의 스마트 건설기술에 대한 긍정적 인식을 제고하기 위해서는 정부 등 공공의 차원에서 시범사업을 통해 스마트 건설기술을 실제 사업에 적용하고, 그 효과를 검증하는 것이 중요함. 또한, 적용 사례를 기반으로 해당 기술을 공유 및 확산시켜 나감으로써 민간 기업의 리스크를 최소화할 수 있음.

<그림 V-3> (2단계) 긍정적 인식 제고 전략의 필요성



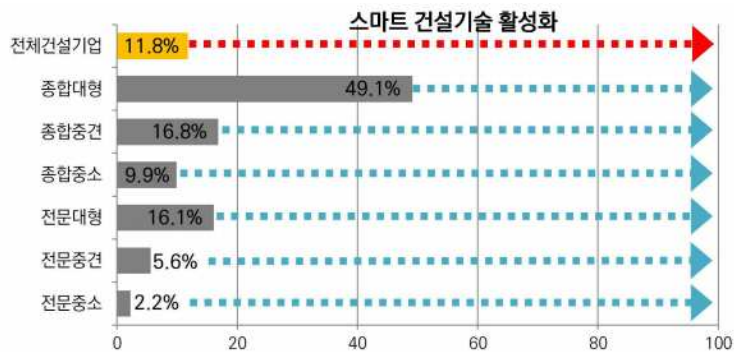
- (3단계) 도입 의지 제고 전략 : 국내 건설기업의 스마트 건설기술 도입 의지는 기술 활성화에 대한 긍정적 인식 대비 낮은 수준으로 파악됨. 기업 차원에서 새로운 기술을 전사적으로 도입한다는 것은 기업의 업무 절차나 조직 구성 등 기업 문화 전반에 변화가 필요한 중대한 결정사항이며, 이를 위해 수반되는 비용과 시간도 충분히 고려되어야 할 요소임. 건설기업은 특성상 현실적인 소비자 그룹임을 감안하면, 시범사업을 통한 기술 검증과 더불어 전문인력 수급 용이성, 발주 체계를 포함하는 관련 제도의 정비 등 기술을 받아들일 수 있는 산업 생태계의 구축이 선행되어야 함. 또한, 기업의 경우 기술 도입을 통해 달성하고자 하는 목표를 확립하고 기업 문화에 적합한 맞춤형 전략 수립이 필요함.

<그림 V-4> (3단계) 도입 의지 제고 전략의 필요성



- (4단계) **활성화 전략** : 마지막으로 국내 건설산업 내 스마트 건설기술 활성화를 촉진하기 위해서는 업종 및 규모별 소비자 유형의 특성을 고려하여 1~3단계 전략과 각 세부 전략을 선별적으로 적용하기 위한 정부 및 산업의 지원과 기업의 노력이 필요함. 또한, 기술은 서로 연계·발전 중이며, 발전 속도 또한 과거와 달리 매우 빠르기 때문에, 새로운 기술을 끊임없이 개발 및 검증하고, 활성화할 수 있는 전략이 필요함. 이는 기업의 노력만으로는 한계가 있으며, 정부와 산업과의 협력 체계를 구축을 통해 가능함. 예를 들어, 새로운 기술을 지속적으로 발굴하고, 기술의 도입 및 활용을 저해하는 관련 규제를 해소하고, 기업에 인센티브를 제공하는 등 정부와 산업은 이러한 활동을 통해 국내 건설산업의 경쟁력을 강화할 수 있을 것으로 판단됨.

<그림 V-5> (4단계) 활성화 전략 필요성

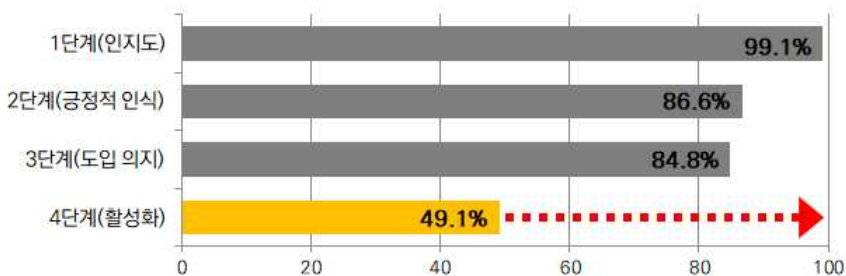


2. 소비유형 구분에 따른 활성화 전략

(1) (선각수용자) 종합대형기업의 활성화 전략

- 종합대형기업의 경우, 스마트 건설기술에 대한 높은 인지도, 10년 내 활성화 가능성에 대한 긍정적 인식, 10년 내 높은 도입 의지 대비 현재의 활용도는 낮은 수준임. 이러한 특성을 고려할 때, 종합대형기업은 상대적으로 선각수용자의 역할을 수행하게 되며, 총 4단계 전략 중 ‘3단계→4단계’에 해당함.
- 종합대형기업은 선각수용자로서 기술을 검증하고 산업에 확산시키는 중요한 역할을 수행함. 정부와 산업은 기술 확산 측면에서 종합대형기업의 역할을 명확히 인식하고 기술을 조속히 확산시킬 수 있는 다양한 맞춤형 지원 방안을 마련해야 함.

<그림 V-6> 종합대형기업의 활성화 전략



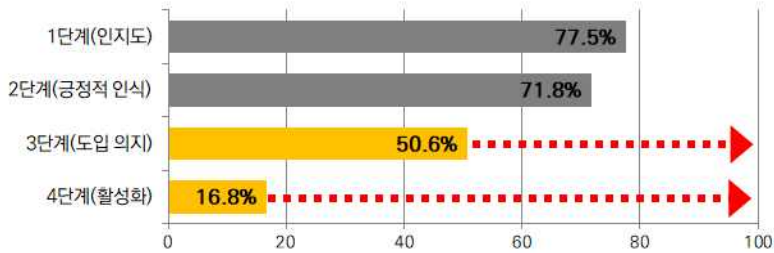
- (기업의 역할) 종합대형기업은 도입할 계획이 있는 스마트 건설기술을 현장에 적용하기 위한 체계적인 전략을 수립하고, 해당 기술을 관리하고 사용하기 위한 전문인력 등의 인적자원 및 프로세스를 확립해야 함.
- 기업의 비전에 적합한 목표와 이를 달성하기 위한 핵심 과제를 포함하는 활성화 전략을 수립하고, 투자를 통해 전략을 실행함.
- 스마트 건설기술 활용을 위해서는 해당 기술 적용을 고려한 기업의 업무 프로세스가 새롭게 체계화되어야 할 것이며, 이를 기반으로 스마트 건설기술을 사용하고 관리할 수 있는 전문인력을 양성 및 확보해야 함.

- 종합대형기업은 자체사업 등 다수의 사업을 운영하기 때문에, 시범사업 운영을 통해 도입 의지가 높은 기술을 우선적으로 검증 후, 전 사업으로 확대하는 방안도 고려해 볼 수 있음.
- **(정부 및 산업의 역할)** 정부와 산업은 종합대형기업이 선제적으로 기술을 적용하는 과정에서 리스크를 최소화할 수 있도록 기술 검증 기회 제공, 세제혜택 등의 인센티브를 제공하는 방안을 고려해 볼 수 있음. 또한, 인적자원 측면에서는 관련 기술에 대한 교육 프로그램을 마련하여 전문인력 양성을 지원할 수 있음.
- 공공사업 중 일부를 시범사업으로 활용하여 기업 차원에서 수요가 높은 기술을 적용 및 검증할 수 있는 기회를 제공하고, 장기적으로는 검증된 기술과 프로세스가 전 산업에 확산될 수 있는 체계를 마련해야 함.
- 또한, 기업의 기술 도입 의지와 활용도를 제고하기 위해 스마트 건설기술 활용시 이를 지원할 수 있는 세금 혜택 등 인센티브 제도에 대한 고려도 필요함.
- 대학 또는 재교육 기관 등에서 스마트 건설기술에 대한 교육 프로그램을 운영할 수 있도록 지원하며, 전문인력 양성 의지가 있는 기업이나 개인이 이를 활용할 수 있는 체계를 마련해야 함.

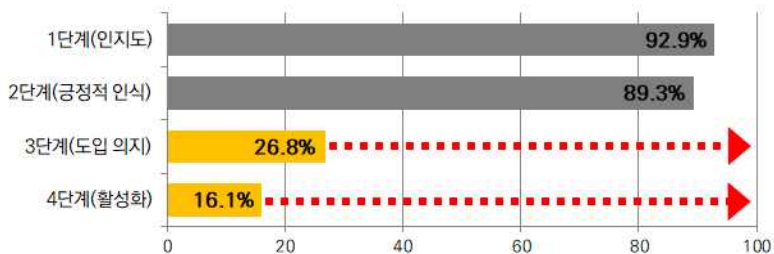
(2) (전기다수수용자) 종합중견기업과 전문대형기업의 활성화 전략

- 종합중견 및 전문대형기업은 스마트 건설기술에 대해 인지하고 있으며, 10년 내 활성화 가능성을 긍정적으로 평가하고 있으나, 실제 도입계획은 낮게 나타남. 이러한 특성을 고려할 때, 기술의 활성화 후 도입하려는 전기다수수용자에 해당하는 것으로 이해할 수 있고, 총 4단계 전략 중 ‘2단계→3단계’에 해당함.
- 전기다수수용자인 종합중견기업과 전문대형기업은 기술 도입시 경제적인 측면을 중시하기 때문에, 기술 도입 의지를 높이기 위해서는 기술의 검증을 통해 투입비용 대비 편익 또는 얻을 수 있는 가치가 높음을 지속적으로 인식시켜줄 필요가 있음.
- 구체적으로, 공공주도의 시범사업을 통한 기술 검증, 전문인력 수급 지원, 규제로 작용하는 각종 법 및 제도적 환경 개선 등을 통해 기업의 비용적 리스크를 최소화할 수 있는 환경을 조성해야 함.

<그림 V-7> 종합중견기업의 활성화 전략



<그림 V-8> 전문대형기업의 활성화 전략



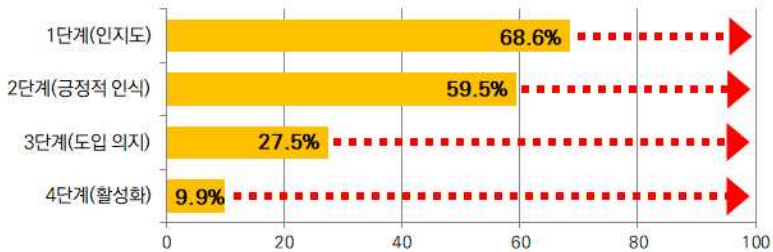
- (기업의 역할) 종합중견 및 전문대형기업은 스마트 건설기술을 즉시 적용하지 않더라도, 기술 적용 환경이 조성될 경우, 즉각적으로 기술을 도입하고 대응할 수 있도록 준비해야 함.
 - 예를 들어, 관련 기술에 대한 지속적 내부교육, 전사적 차원의 기술 도입 전략의 수립, 관련 스타트업과의 지속적 교육 및 파트너링 등이 그 대안이 될 수 있음.
- (정부 및 산업의 역할) 정부와 산업은 시범사업을 통한 기술 검증, 관련 규제 해소, 전문인력 양성을 위한 교육 프로그램의 마련 등을 통해 기술을 활용할 수 있는 환경을 조성하고 기업을 지원해야 함.
 - 전기다수수용자의 기술도입 의지 제고를 위한 방안으로는 공공 시범사업을 통한 스마트 건설기술의 검증, 교육 등을 통한 산업 내 전파가 중요할 것으로 인식됨.
 - 또한, 종합중견 및 전문대형기업의 경우 자체적인 전문인력 양성이나 확보가 어려울 수 있다는 점을 감안하여, 이 기업들이 활용 가능한 스타트업을 육성하는 것도

대안이 될 수 있음. 이 외, 정부와 산업 차원에서 다양한 교육을 제공하여 기업의 인력수급 문제를 최소화해야 함.

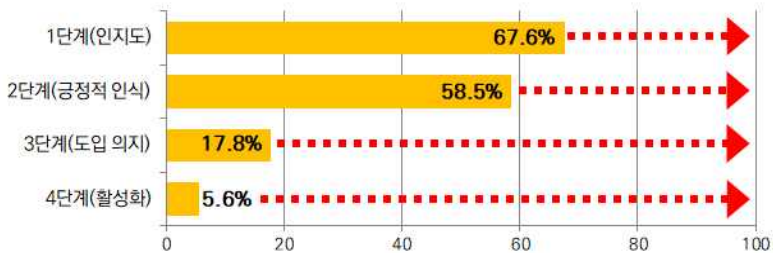
(3) (후기다수수용자) 종합중소, 전문중견, 전문중소 기업의 활성화 전략

- 종합중소, 전문중견 및 중소기업은 스마트 건설기술에 관한 인지도와 10년 내 활성화 전망이 타 그룹과 비교하여 상대적으로 낮다는 점을 고려하면, 기술에 관한 관심이 상대적으로 적은 후기다수수용자에 해당함.
- 후기다수수용자는 새로운 기술이 대중화되고, 이로 인해 기존 기술의 사용이 더 이상 어려워 사업 운영에 불편함을 느낄 때, 새로운 기술을 받아들이는 특성을 지님.
- 이러한 특성을 고려하면, 스마트 건설기술의 활성화는 장기적 관점에서 접근할 필요가 있음. 다양한 교육을 통해 기술에 대한 인지도를 높이고, 기술이 기업의 생산성 향상에 긍정적으로 작용할 것이라는 인식의 전환을 유도해 나가야 함.

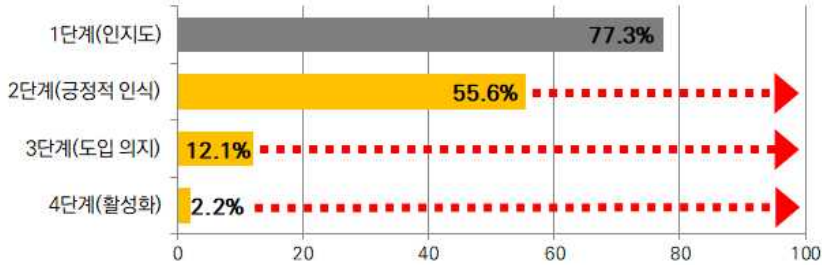
<그림 V-9> 종합중소기업의 활성화 전략



<그림 V-10> 전문중견기업의 활성화 전략



<그림 V-11> 전문중소기업의 활성화 전략



- (기업의 역할) 스마트 건설기술을 사용하지 않지만, 기술을 통해 얻을 수 있는 효과 등에 대한 지속적 관심과 교육이 필요함.
- (정부 및 산업의 역할) 타 그룹에 속하는 기업보다 지속적인 관심이 필요하며, 장기적 관점에서 기업을 개도할 방안을 마련해야 함.
 - 법정 의무교육인 건설기술인 교육훈련의 일정 부분에 스마트 건설기술에 관한 교육을 시행하여, 기술에 대한 인지도를 제고하고 해당 기술에 대한 긍정적 인식을 유도해야 함.
 - 타 그룹과 비교하면, 인적자원, 자본 등이 상대적으로 열악하기 때문에 기술 교육이나 적용과 관련하여 그룹의 한계점을 고려한 맞춤형 지원 정책이 필요함.

3. 연구의 한계점 및 향후 계획

- 본 연구는 국내 건설기업의 스마트 건설기술에 대한 실태 파악을 목적으로 종합 및 전문건설기업을 대형, 중견, 중소기업으로 구분하여, 스마트 건설기술에 대한 인지도, 활용도, 활성화 전망, 도입계획을 광범위하게 조사함. 그럼에도 불구하고 다음과 같은 몇 가지 한계점이 존재함.
 - 우선, 국내의 경우 아직 스마트 건설기술 도입 초기이기 때문에, 정확한 실태 파악을 목적으로 연구를 수행하여, 각 기업이 세부 기술을 도입하는 과정에서 직면해 있는 한계점 및 다양한 전략이나 방안에 대한 선호도 등에 대한 조사는 부족함.

- 그 결과, 기술수용주기 모델에 따른 소비유형별 전략까지는 제안하였으나, 기술별 활성화 전략과 방안을 도출하기에는 한계가 존재함.
 - 이 외, 기술별 활성화 방안을 제시하기 위해서는 스마트 건설기술별 활용도를 구체적으로 조사할 필요가 있으나, 본 연구에서는 활용 수준이나 범위만을 대상으로 조사를 수행함.
- 이러한 한계점을 보완하기 위해서는 다음과 같은 몇 가지 관점에 해당하는 후속 연구가 필요할 것으로 판단됨.
- 우선, 본 연구의 경우 다양한 범위의 기업들을 조사하는 것이 목적이었다면, 후속 연구는 특정 그룹을 대상으로 조사를 수행할 필요가 있음. 예를 들어, 스마트 건설기술의 도입 초기인 그룹과 현재 사용 중인 그룹으로 구분하여 조사를 수행함으로써 각 그룹이 직면해 있는 현실적인 한계점을 파악할 필요가 있음. 이 외에도 인지도가 높은 기술과 그 외 기술을 구분하여 다른 관점에서 접근해야 할 필요가 있음.
 - 또한, 드론, BIM, 모듈러의 경우 이미 사용 중인 기업들이 일부 있는 것으로 파악됨. 현재 사용 중인 기술의 경우, 해당 기술이 어떠한 방식으로 활용되고 있는지 파악할 필요가 있음. 예를 들어, BIM의 경우 사용하고 있는 프로그램이나 그 방식이 3D에 한정되어 있는지 또는 공정을 포함하는 4D까지 활용하고 있는지 확인함으로써 기술별로 구체적인 활성화 전략과 방안을 제시할 수 있음.
 - 마지막으로 본 연구는 실태 파악을 목적으로 설문조사를 수행하였으나, 상술한 바와 같이 그룹이나 기술별 현재의 한계점, 전략의 도입 순서 등을 파악하기 위해서는 설문조사, 인터뷰 등을 병행하여 연구를 수행하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.
- 위와 같은 후속 연구를 수행한다면, 스마트 건설기술이 국내 건설산업 내 정착하고 활성화될 수 있는 구체적인 전략과 방안을 그룹별 또는 기술별로 제시할 수 있음.

참고문헌

국내 문헌

- 국토교통부 (2017), 「제6차 건설기술진흥 기본계획(2018~2022)」.
- 국토교통부 (2018), 「스마트 건설기술 로드맵」.
- 닐 거쉬펠드 (2016), 「4차 산업혁명의 충격」.
- 손태홍, 이광표 (2019), 「미래 건설산업의 디지털 건설기술 활용 전략」, 한국건설산업 연구원.
- 정부 관계부처 합동 (2017), 「혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획」.
- 정부 관계부처 합동 (2018), 「건설산업 혁신방안 - 건설기술·생산구조·시장질서·일자리 혁신」.
- 최석인, 이광표 (2019), 「스마트 건설기술 활성화를 위한 법제화 방향」, 한국건설산업 연구원.
- 클라우드 슈밥 (2016), 「제4차 산업혁명」.
- 통계청 (2017), 「4차 산업혁명 주요 테마 분석 : 관련 산업을 중심으로」.

해외 문헌 및 온라인 자료

- Boston Consulting Group (2016), 「Digital in Engineering and Construction」.
- Ernst & Young (2018), 「How can technology improve challenges faced within the E&C industry?」.
- Everett Rogers (2010), 「Diffusion of Innovations」, 5th edition.
- JBKnowledge (2018), 「2018 The 7th Annual Construction Technology Report」.
- McKinsey & Company (2017), 「Reinventing construction : A route to higher productivity」.
- PricewaterhouseCoopers (2016), 「Industry 4.0 : Building the digital enterprise」.
- World Economic Forum (2018), 「An Action Plan to Accelerate Building Information

Modeling(BIM) Adoption」.

Gartner (2018), <<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-10-15-gartner-identifies-the-top-10-strategic-technology-trends-for-2019>>.

Abstract

Survey on Smart Technology Applications of Korean Construction Companies and Strategies for Activation

The construction industry has faced critical challenges such as declining workforce, skills shortage, and low productivity of construction projects. In this context, the construction industry considers smart technologies(e.g., BIM, big data, AI, drone, modular, AR, VR, 3D printing, connected equipment, robotics, and etc), which has been developed and emerged in recent, as a measure for overcoming the challenges and improving the productivity and profitability of construction projects. On the other hand, it is hard to apply the smart technologies in the construction industry because of barriers such as low flexibility of traditional production systems, risks of construction companies (ex. cost, schedule, and etc) for applying the technologies, and others.

This research presents the smart technology application status of Korean construction companies, and suggests strategies for activating the applications. For this, the authors conduct a questionnaire survey about application level, activation outlook, adoption plan, and measures for expert supply. According to the analysis results, 88.2% of Korean construction companies don't know or use the smart technologies, and only 11.8% of the companies apply the technologies in their projects. Besides, 63.9% of responding companies consider that smart technology would be activated within 10 years in the construction industry. Relating the adoption plan, only 30.6% of the construction companies already applied smart technologies or have an adoption plan within 10 years. Lastly, 59.5% of responding construction companies response that they prefer 'outsourcing' to 'fostering internal human resource through retraining(20.0%)' and 'new employment for the

experts(19.9%)'. Especially, in case of large-sized general contractors, 49.1% of responding companies already partially applied the smart technologies in their projects, and 86.6% of the companies consider that the smart technologies are activated within 10 years. In addition, 84.8% of responding large-sized construction companies have an adoption plan within 10 years. Relating the measure for expert supply, the large-sized general contractors prefer the 'fostering internal human resource through retraining(38.4%)' than other responding groups.

Based on these analysis results, this research recognizes that the large-sized general contractors could be classified as 'early adopters' of Technology Adoption Life-Cycle, which is a sociological model describing an adoption or acceptance pattern of a new technology, and the other groups could belong to an 'early majority' or 'late majority'. Considering these classification, this research also proposes 4 step strategy for activating the smart technology in construction industry, which comprises '① awareness improvement of smart technologies', '② positive cognition enhancement of smart technology', '③ introduction efforts of smart technologies', and '④ activation of smart technology in construction industry'.

○ 저자 소개

이광표(leekp@cerik.re.kr)

서울대학교 공과대학 건축학과 졸업

서울대학교 공학대학 일반대학원 건축공학 석사(건설관리 전공)

서울대학교 공학대학 일반대학원 건축공학 박사(건설관리 전공)

(現) 한국건설산업연구원 미래기술전략연구실 부연구위원

최수영(sooyoung.choe@cerik.re.kr)

고려대학교 공과대학 건축공학과 졸업

美 The University of Texas at Austin 석사(건설관리 전공)

美 The University of Texas at Austin 박사(건설관리 전공)

(現) 한국건설산업연구원 미래기술전략연구실 부연구위원

손태홍(thsohn@cerik.re.kr)

강남대학교 공과대학 건축공학 졸업

美 Virginia Tech, Myers-Lawson School of Construction 석사(건설관리 전공)

美 The University of Texas at Austin 박사(건설관리 전공)

(現) 한국건설산업연구원 미래기술전략연구실장

최석인(sichoi@cerik.re.kr)

중앙대학교 공과대학 건축학과 졸업

중앙대학교 공학대학 일반대학원 건축공학 석사(건설관리 전공)

중앙대학교 공학대학 일반대학원 건축공학 박사(건설관리 전공)

(現) 한국건설산업연구원 법제혁신연구실장