스마트 건설인력 전환 – 인간 협업과 지속가능한 고용안정으로

이경태 강원대학교 건축공학전공 조교수
(ktlee0422@kangwon.ac.kr)

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 스마트 건설 기술 인력의 현안과 직면 과제
Ⅲ. 기술로 인한 대체가 아닌 지속가능성으로
Ⅳ. 결론

3

▌국문요약▐

스마트 건설은 청년층 유입과 기술인 역량 향상을 견인할 것으로 기대되었으나, 현실에서는 기술 학습 부담과 대체 가능성에 대한 불안이 동시에 확산되고 있다. 이에 본 연구는 지속가능한 인력 수급을 위해 정책 벤치마킹과 선행연구 검토를 바탕으로 고용 안정성 제고를 위한 폐루프(Closed-loop) 아키텍처를 제안한다. 스마트 건설 기술 인력 양성을 위해서는 단기적으로는 현장 중심 교육과 사용자 친화적 UI/UX를 통해 학습 진입장벽을 낮추고, 장기적으로는 단순 기술 집중 개발보다는 자동화–인간 협업을 전제로 한 인간 중심·지속가능성·회복탄력성 가치에 정렬된 고용 구조로의 전환을 지향해야 할 것이다. 아울러 커리어 매핑과 경력 인정 규칙의 정합화를 통해 기술 확산 속도와 인력 양성 속도의 비대칭을 해소하고, 수요 인력 측면에서는 프로젝트 기획·관리 역량을 핵심 직무로 재정의할 필요가 있다. 이러한 접근은 기술 중심 담론을 넘어 사회적 신뢰와 고용 안정을 통합한 인재 정책 틀을 마련하고, 청·장년층에게 현실적으로 예측 가능한 경력 경로를 제시함에 도움을 줌으로써 스마트 건설 생태계의 지속가능한 확산 조건을 구체화할 수 있을 것이다.

주제어 : 스마트건설기술 인력, 미래형 건설인재, 지속가능성

Ⅰ. 서론

최근 건설산업은 경기 침체, 인건비 상승, 인력난 등 구조적 요인이 중첩되며 전반적 경영 환경이 악화되고 있고, 이는 산업의 지속가능성을 저해하는 핵심 위험요인으로 지적된다. 수치적으로는 〈표 1〉에서 보듯이 국가기술자격 또는 관련 학력을 갖춘 법령 등재 건설기술인 수는 꾸준히 증가하고 있으나, 실제 현장에서는 기술 인력 채용의 어려움이 지속된다. 과중한 업무 강도, 경력 전망의 불확실성, 임금 수준에 대한 불만, 청년층의 업종 기피, 지역·기업 규모별 교육 격차 등이 복합적으로 작용하면서, 특히 중소 건설기업을 중심으로 기술 인력 부족이 심화되고 있다(이연호, 2024).

표 1 10년 단위의 건설업 종사자 수 분석

(단위: 명, %)

구분		2004년		2014년		2023년		연평균 증가율
		종사자수	비중	종사자수	비중	종사자수	비중	
건설업	소계	1,719,173	100	1,527,941	100	1,805,911	100	0.3
	기술인	310,348	18	386,483	25	490,169	27	2.4
	기능공	354,653	8	130,553	9	159,859	9	0.9
	사무직 및 기타	215,639	13	186,028	12	219,580	12	0.1
	임시 및 일용직	1,055,269	62	824,480	54	936,304	52	-0.6
종합 건설업	소계	562,138	100	481,432	100%	635,476	100	0.6
	기술인	148,301	26	186,513	39	379,722	37	2.4
	기능공	24,14	4	21,917	4	16,752	6	2.1
	사무직 및 기타	83,563	15	63,734	13	118,601	13	-0.1
	임시 및 일용직	305,460	54	209,988	44	120,401	45	-0.4
전문직별 공사업	소계	1,157,036	100	1,046,059	100	1,170,435	100	0.1
	기술인	162,047	14	199,970	19	110,447	22	2.5
	기능공	109,749	9	109,356	10	264,368	11	0.6
	사무직 및 기타	132,330	11	122,291	12	100,631	12	0.2
	임시 및 일용직	752,309	65	614,892	59	651,783	56	-0.8

자료: 통계청, 건설업조사

이와 같은 상황에서 건설산업은 BIM, 드론, AI, 로봇, IoT 등 디지털 기술의 확산을 기반으로 급격한 전환을 맞이하고 있으며, 이는 생산성과 안전성 제고를 넘어 인력 구조 전반에 중대한 변화를 야기하고 있다. 이러한 경향은 해외에서도 유사하게 관찰된다. 예컨대 미국의 경우, 디지털 기술을 인력 부족의 핵심 대안으로 인식하고 있으며 2023년 조사에서 응답자의 91%가 디지털 역량을 필수 요건으로 꼽았다(AGC, 2023). 이는 반복적·단순 업무의

자동화를 통해 생산성 향상이 가능하다는 기대와 맞닿아 있다. 그러나 이러한 기술 확산이 곧바로 청년층의 유입으로 이어진다고 단정하기는 어렵다. 오히려 청·장년층은 스마트 건설 기술이 자신의 일자리를 대체할 것이라는 불안감을 가질 수 있으며, 이는 기존 인력의 저항과 신규 인력의 진입 기피로 연결될 가능성이 있다. 최근 AI 코딩 등 지식노동 영역에서도 일자리 축소 우려가 확산되고 있음을 감안할 때, 스마트 건설 인력 양성은 단순한 기술 교육 확대를 넘어 청년층이 안정적으로 경력을 설계할 수 있도록 고용 안정성, 사회적 안전망, 경력 개발 체계 등 제도적 장치와의 연계가 요구된다. 따라서 스마트 건설 인력에 관한 논의는 기술 습득을 넘어 고용 안정과 사회적 신뢰 확보, 청년층 유입 촉진을 아우르는 종합적 인재 정책 수립으로 확장되어야 하며, 본 연구는 이러한 문제의식에 기초하여 스마트 건설 인력의 현황과 한계를 진단하고 지속가능한 양성 전략을 제안하고자 한다.

Ⅱ. 스마트 건설 기술 인력의 현안과 직면 과제

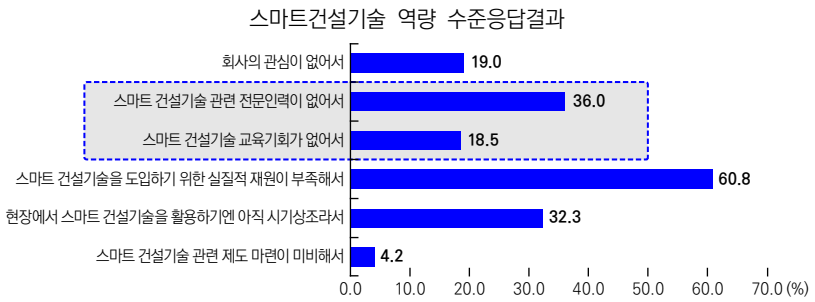
1. 스마트건설기술 인력 실정

스마트건설기술 인력은 「스마트건설기술 활성화 지침」에 따라 BIM, 드론, AI, 로봇, IoT 등 디지털 기반 첨단기술을 건설산업 전 과정(설계·시공·유지관리 등)에 적용·운영할 수 있는 인력으로 정의된다. 그러나 [그림 1]에서 확인되듯, 기술 발전 속도에 비해 전문 인력과 교육 기회가 충분히 확보되지 못했다는 문제 인식에 따라 다양한 교육 방안이 제안되어 왔다(이연호, 2024). 특히 BIM을 중심으로 한 인력 양성 노력이 확대되고 있으며, 자격·인증을 통한 스마트건설기술자 경력 인정, 기술인의 법정 직무교육 체계화, 직무 및 전문 분야에 대한 공식적 인정 등을 통해 인력의 체계적 관리와 육성에 대한 관심이 증대되고 있다(최은정, 2024).

일본의 i-Construction과 영국의 Construction 2025는 디지털 전환·스마트 기술 도입에 더해, 숙련 기능인력의 성장과 정착을 병행하는 정책 패키지로 설계되어 왔다. 영국의 경우 건설 기술 인증 제도(Construction Skills Certification Scheme, CSCS)를 기반으로 지속적 전문성 개발(Continuing Professional Development, CPD)을 유도하여, 기존 인력이 스마트 건설 기술과 안전 관련 교육을 정기적으로 이수하도록 독려함으로써 단기적인 인력 수급 불균형에 대응하는 동시에 숙련도 향상을 도모하였다 (Simões et

al. 2022). 국내에서도 이와 유사하게 교육 체계 고도화와 국가기술자격 등 자격 체계의 정비를 통한 인력 경쟁력 제고 방안이 지속적으로 논의되고 있으며, 특히 스마트 건설 기술 역량을 자격 갱신·경력 인정 요건과 연계하려는 시도가 확대되고 있다(이연호, 2024; 최은정, 2024).

그림 1 AI 투자 및 데이터 현황



자료: 건설인적자원개발위원회 (2022), 건설산업 스마트건설 활성화방안. 건설인적자원개발위원회 이슈리포트

결과적으로 스마트 건설기술의 확산은 현장에 신기술을 이식하는 수준을 넘어, 인력 파이프라인–역량 전환–자격·경력 체계를 하나의 생태계로 묶는 이중 과제(기술·인력 동시 전환)를 제기한다. 특히 청년층의 진입 경로 설계(인턴–견습–초급 자격 연계), 재직 기술인의 디지털 전환(CPD·리스킬링 등), 표준화된 직무기술서와 경력 인정 규칙의 정합성확보가 핵심이다. 그럼에도 불구하고, 기술 보급 속도와 인력 양성 속도의 구조적 비대칭, 이수–자격–임금으로 이어지는 보상 메커니즘의 미약한 연결이 병목으로 남아 있다. 따라서 '기술 도입 로드맵–교육 모듈–자격 갱신–임금·직무 승급'이 선형으로 이어지는 폐루프(Closed-loop) 인재 아키텍처구축으로 전환이 요구되고 있으며, 이는 단순 교육 확대가 아니라 제도 설계와 시장 인센티브를 포함한 종합 정책으로 설계될 필요가 있다(Akhavan et al., 2025).

2. 변화 없는 인력의 원인

스마트건설 기술은 인건비 상승과 건설업 기피에 대응하기 위한 수단으로 제시되지만, 동시에 인력난의 결과이자 촉진 요인으로 작동하는 복합적 역학을 보인다. 2020년 1분기 대비 최근 4년간 인건비가 약 22% 상승함에 따라(민순홍·송단비·조재한, 2024), 현장은 AI를 포함한 자동화·디지털 솔루션

의 도입을 가속하고 있다. 이 과정에서 기술 대체 가능성이 육체 노동뿐 아니라 전문직무까지 확장되며 인력 수급 불균형—임금 상승—자동화 투자—저숙련 일자리 위축으로 이어지는 악순환이 형성된다. 즉, 스마트 기술 도입은 단순한 생산성 제고 도구가 아니라, 긴축적 노동시장 구조와 상호작용하는 전략적 선택임을 시사한다.

이에 대응하여 스마트건설교육원, 건설기술인력양성 등 다양한 교육 프로그램이 운영되고 있으나, 본업과 교육의 병행 부담, 기술 진입장벽, 학습 비용 대비 보상 불확실성으로 현장 저항이 잔존한다. 더불어 [그림 2]와 같이 「스마트건설기술 활성화 지침」에 명시된 12개 기술 전반에서 역량 수준이 낮게 관찰되어, '기술 강조'에 비해 중소기업의 실제 활용·확산과 기술인력 양성·배치는 미흡한 것으로 나타난다(오치돈 외, 2024). 결국, 기술 보급 속도를 역량 전환과 보상·경력 인정 메커니즘에 정합적으로 연결하지 못하면, 디지털 전환은 인력 구조의 불안정성을 완화하기보다 오히려 심화시킬 수 있다.

그림 2 종합·전문건설업 내 중소건설업 비중

스마트건설기술 역량 수준응답결과

(단위: 명(%)), 점)

역량 수준 / 기술	1 매우 낮음	2 낮음	3 약간 낮음	4 보통	5 약간 높음	6 높음	7 매우 높음	7점 환산 점수
BIM	261 (36.6)	187 (26.2)	91 (12.8)	118 (16.5)	37 (5.2)	13 (1.8)	6 (0.8)	2.36
드론	224 (31.4)	180 (25.2)	105 (14.7)	124 (17.4)	46 (6.5)	25 (3.5)	9 (1.3)	2.58
VR&AR	257 (36.0)	200 (28.1)	107 (15.0)	104 (14.6)	31 (4.3)	8 (1.1)	6 (0.8)	2.30
빅데이터& 인공지능	250 (35.1)	206 (28.9)	124 (17.4)	94 (13.2)	27 (3.8)	8 (1.1)	4 (0.6)	2.27
3D 스캐닝	221 (31.0)	184 (25.8)	135 (18.9)	102 (14.3)	48 (6.7)	19 (2.7)	4 (0.6)	2.50
사물인터넷	239 (33.5)	201 (28.2)	106 (14.9)	98 (13.7)	50 (7.0)	15 (2.1)	4 (0.6)	2.41
디지털 트윈	257 (36.0)	188 (26.4)	111 (15.6)	105 (14.7)	37 (5.2)	13 (1.8)	2 (0.3)	2.33
프리팹	257 (36.0)	198 (27.8)	120 (16.8)	91 (12.8)	32 (4.5)	13 (1.8)	2 (0.3)	2.28
모바일 기술	171 (24.0)	168 (23.6)	124 (17.4)	131 (18.4)	71 (10.0)	37 (5.2)	11 (1.5)	2.88
로보틱스	307 (43.1)	179 (25.1)	98 (13.7)	85 (11.9)	31 (4.3)	10 (1.4)	3 (0.4)	2.15
디지털 맵	205 (28.8)	182 (25.5)	108 (15.1)	106 (14.9)	64 (9)	38 (5.3)	10 (1.4)	2.71
자율주행	318 (44.6)	187 (26.2)	81 (11.4)	77 (10.8)	33 (4.6)	14 (2.0)	3 (0.4)	2.12

업종별, 기업 규모별 역량 수준 응답결과

(단위: 점)

업종 / 기술	엔지니어링			건설사업관리 (감리 포함)			건축사사무소		
	전체	소기업	중기업	전체	소기업	중기업	전체	소기업	중기업
BIM	2.34	2.51	2.15	2.33	2.49	2.27	2.30	2.07	2.41
드론	2.66	2.83	2.49	2.43	2.51	2.40	2.34	1.93	2.52
VR&AR	2.26	2.29	2.22	2.35	2.28	2.37	2.32	1.97	2.48
빅데이터& 인공지능	2.27	2.38	2.15	2.25	2.41	2.20	2.34	1.79	2.59
3D 스캐닝	2.46	2.55	2.37	2.47	2.48	2.47	2.49	2.10	2.67
사물인터넷	2.39	2.52	2.25	2.37	2.51	2.32	2.46	2.03	2.65
디지털 트윈	2.28	2.35	2.22	2.32	2.33	2.32	2.32	1.86	2.52
프리팹	2.23	2.30	2.15	2.34	2.46	2.29	2.32	1.97	2.48
모바일 기술	2.82	2.84	2.79	2.92	2.88	2.93	3.08	2.48	3.35
로보틱스	2.11	2.23	1.99	2.16	2.27	2.13	2.08	1.76	2.22
디지털 맵	2.70	2.88	2.50	2.67	2.89	2.59	2.67	2.17	2.90
자율주행	2.09	2.17	2.00	2.15	2.22	2.12	2.16	1.83	2.32

자료: 오치돈 et al. 2024. 건설기술인의 스마트 건설기술 역량 수준 분석-중·소규모 건설엔지니어링 기업을 중심으로

3. 스마트 건설 기술 인력은 기술 집중이 아닌 고용 안정성 확보로

현대 사회는 AI를 비롯한 다양한 기술에 대한 적응(adaptation)이 진행 중이며, 기술 진보와 적응의 상호작용은 불가피하게 일자리 전환으로 귀결된다. 이에 대한 평가는 양면적이다. 부정적으로는 대량실업, 사회적 양극화 등

구조적 문제가 예상되는 반면, 긍정적으로는 신직업 창출과 생산성 제고가 기대된다(김소라, 2021). 다만 현재의 청년세대는 직무 대체 가능성에 대한 심리적 부담과 직무 스트레스에 더 민감하게 반응하는 경향이 뚜렷하며, 다양한 스마트 기술의 확산은 현장 기능인력뿐 아니라 설계·엔지니어링·관리 등 고부가가치 직무의 근간까지 흔들어, 청년층이 지향하는 '전문가'의 진로 전망을 불확실하게 만든다. 이때 '스마트'라는 수식어가 자동으로 청년 유입을 촉진할 것이라는 낙관론은 한계를 드러낸다. 따라서 스마트 건설 기술 인력 양성 정책은, 청년층의 고용 불안을 심화시키는 구조를 방치하지 않고, 변화하는 기술 환경 속에서도 전문성의 유지·발전이 가능하도록 제도적·사회적 기반을 핵심 과제로 설정해야 한다. 이러한 기반이 마련될 때에만 기술 전환이 청년층에 위협이 아닌 기회로 작동할 수 있다.

Ⅲ. 기술로 인한 대체가 아닌 지속가능성으로

1. 고용 관리 효율화와 특례 도입

단기적으로는 스마트건설 인력이 갖추어야 할 핵심 역량을 체계화하는 작업이 선행되어야 한다. 기존 기술인에게는 다양한 기술을 통합적으로 적용할 수 있는 융합적 사고, 문제 해결을 견인하는 창의성, 현장 변화에 민첩하게 대응하는 신속성이 요구된다. 다만 창의성과 신속성이 실제 성과로 연결되려면, 수행할 업무의 구조와 흐름을 사전에 인지할 수 있도록 업무 가이드라인, 표준화된 프로세스, 역할·책임(R&R)의 명확화가 마련되어야 한다(Lee et al., 2021). 기업 차원에서는 사용자 친화적 UI/UX의 개발이 필수적이다. 직관적인 인터페이스 설계와 더불어 사용자 맞춤형 음성 인식, 단순화된 조작 절차, 맥락 기반 도움말 등을 도입함으로써, 현장의 인지부하를 경감하고 업무 효율성을 높이는 동시에 스마트 건설 기술의 범용성·접근성을 확대할 필요가 있다(이재명 & 이용기, 2022).

정책적으로는 이러한 방향을 반영하여 경력 사다리와 역할 명확화에 기반한 투명한 커리어 매핑, 기업의 학습·훈련 특례(예: 근무시간 유연화, 교육비 세제 지원, OJT 연계) 등을 설계해야 한다. 싱가포르의 Skills Framework가 직무–역량–훈련–임금 정보를 맵 형태로 공개하여 성장 경로를 사전에 제시한 사례처럼, 국내에서도 기술별 커리어 로드맵과 역량 등급체계를 정립해 학습 동기를 고취하고 경력 개발의 예측 가능성을 높여야 한다(BCA, 2022)

2. 장기적인 지속가능한 가치

(1) 자동화와 인간의 협업 강조

Akhavan et al.(2025)은 이른바 제5차 산업혁명의 도래를 전제하며, 4차 산업혁명에서의 기술 중심 담론을 넘어 향후 기술 개발의 핵심 가치가 인간 중심(human-centric), 지속가능성(sustainability), 회복탄력성(resilience)에 수렴하고 있음을 지적한다. 특히 자동화 기술과의 인간-로봇 협업(HRC)이 확산되는 과정에서 다양한 노동 계층의 수용성 부족과 저항이 적용 지연의 주요 원인으로 작동하므로, 근로자 중심의 협업 설계와 수용성 제고가 선행 과제이다. 실제로 Simões et al.(2022)이 보고한 이탈리아 사례에 따르면, HRC를 도입한 건설 프로젝트의 업무 효율성은 약 12% 향상되었으나, 현장 노동자의 로봇과의 동시 작업에 대한 심리적·조직적 저항이 지속되어 체계적 교육, 안전·신뢰 구축 메커니즘, 참여적 거버넌스의 병행이 필수로 제시되었다. 따라서 스마트 건설 기술 인력 양성은 기술 역량 개발에 국한되지 않고, 현장 참여자 간 협력 거버넌스(노사·발주자·제조사·교육기관 연계)와 신뢰 기반 변화관리를 통합한 정책·조직 설계로 확장될 필요가 있다.

청년층 유입을 위해서는 '대체' 관점이 아니라 인간의 감독·의사결정 역할을 전면에 두어, 기술 도입이 장기적 시스템 지속가능성·안전·책임성을 강화한다는 가치를 분명히 제시할 필요가 있다. 교육체계 또한 데스크 중심의 이론 전달을 넘어 산업현장과의 협력 기반 직무 중심 교육으로 전환하여 작업분석(JA) 기반 모듈형 역량과 마이크로 크레덴셜–자격–경력 단계의 연계를 구현해야 한다(이재명 & 이용기, 2022). 특히 스마트 강소기업을 지역 거점으로 삼아 산학 공동 커리큘럼, 현장 랩(Living Lab) 등을 운영하면, 청년층이 체감하는 경력 예측 가능성과 보상·승급 경로의 투명성이 높아져 지속가능한 인재 흡수와 현장 정착을 기대할 수 있다.

(2) 미래형 건설인재의 재정의와 역량 강화 전략

앞으로의 건설 인력은 프로젝트 데이터를 체계적으로 축적·관리하고, 이를 분석·해석하여 의사결정에 반영하는 신(新)직무 역량이 핵심이 될 것이다. 과거가 단순 기능 중심의 역량 고도화에 머물렀다면, 앞으로는 디지털 기술을 통해 획득한 현장·설계·시공·유지관리 데이터를 기반으로 복합 프로젝트를 기획·통합 관리하는 능력이 중요해진다. 이는 건설업이 기술과 데이터를 활

용하는 '솔루션 산업'으로 진화하고 있음을 시사하며, 그 결과 다양한 이해관계자와의 협업을 조율하는 융합적·관리적 역량(데이터 리터러시·시스템 사고·거버넌스 설계)의 확보가 필수적 과제가 된다.

Ⅳ. 결론

스마트 건설 기술 인력 양성은 단순한 기술 교육을 넘어, 빠른 기술 발전과 노동시장 불균형속에서 고용 안정과 디지털 전환을 동시에 달성해야 한다. 단기적으로는 직관적 인터페이스와 현장 중심 교육으로 진입장벽을 낮추고, 장기적으로는 인간-기술 협업을 전제로 한 지속가능한 고용 구조를 설계해야 한다. 자동화-인력난의 악순환 속에서도 스마트 기술은 대체가 아닌 신직무 창출과 협업 강화의 기회로 접근되어야 하며, 사회적 신뢰와 고용 안정성을 포괄하는 인재 정책이 마련될 때 청년층의 안정적 참여와 스마트 건설 생태계의 지속가능한 확산이 가능해질 것이다.

참고문헌

1. Akhavan, M., Alivirdi, M., Jamalpour, A., Kheradranjbar, M., Mafi, A., Jamalpour, R., & Ravanshadnia, M. (2025). Impact of Industry 5.0 on the Construction Industry (Construction 5.0): Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis. Buildings, 15(9), 1491.
2. Building and Construction Authority (BCA). (2022). Skills Framework for Built Environment. (https://www1.bca.gov.sg/buildsg/manpower/skills-framework-for-built-environment-be)
3. Simões, A.; Pinto, A.; Santos, J.; Pinheiro, S.; Romero, D. Designing Human-Robot Collaboration (HRC) Workspaces in Industrial Settings: A Systematic Literature Review. J. Manuf. Syst. 2022, 62, 28-43.
4. 민순홍, 송단비, 조재한. (2024). AI시대 본격화에 대비한 산업인력양성 과제-인공지능 시대 일자리 미래와 인재양성 전략. 산업경제이슈, 제162호
5. 오치돈, 최지혜, 신원상, & 홍유나. (2024). 건설기술인의 스마트 건설기술 역량 수준 분석-중·소규모 건설엔지니어링 기업을 중심으로. 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 44(1), 727-728.
6. 이연호. (2024). 스마트 건설기술 인력 육성 현황 및 개선방향 제안. 대한토목학회 학술대회, 630-639.
7. Associated General Contractors of America, 2023. 2023 Workforce Survey Analysis
8. Lee, K. T., Lee, J. M., & Kim, J. H. (2021). Guidelines to support negotiation for sustainable international development based on hierarchical roles and responsibilities of project-based organizations. Journal of management in engineering, 37(5), 04021043.
9. 김소라. (2021). 4차 산업혁명에 따른 일자리 변화에 대한 인식 유형 연구. 한국콘텐츠학회논문지, 21(11), 528-542.
10. 이재명, & 이용기. (2022). 건설 자동화 서비스로 인한 노동시장의 변화와 대응전략-목적, 시사점, 전략을 중심으로. 서비스 연구, 12(3), 158-175.
11. 최은정. (2024). BIM 기술위원회 인력 교육 분과.