건설산업 디지털화에 따른 건설엔지니어링 대응방안 연구

연구기관
한국BIM학회

2022. 2.

KACEM 한국건설엔지니어링협회

건설산업 디지털화에 따른 건설엔지니어링 대응방안 연구

연구기관: 한국BIM학회

2022. 2.

한 국 건 설 엔 지 니 어 링 협 회

제 출 문

한국건설엔지니어링협회장 귀하

본 보고서를 “건설산업 디지털화에 따른 건설엔지니어링 대응방안 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022년 2월 10일

연구기관명 : 한국BIM학회

연구책임자 : 이광명(성균관대)

참여연구원 : 심창수(중앙대), 지석호(서울대)

신도형(인하대), 염상국(강릉원주대)

문현석(건설기술연구원), 한의석(동일기술공사)

서현우(동명기술공단), 김성욱(다산컨설턴트)

임성순(유신)

연구보조원 : 김태경(중앙대)

보 조 원 : 강은지

목 차

Ⅰ. 연구 개요 ····· 1

1. 연구의 배경 및 목적 ····· 2

2. 연구의 범위 및 내용 ····· 3

3. 연구 추진 절차 및 체계 ····· 4

3.1. 연구 추진 절차 ····· 4

3.2. 연구 추진 체계 ····· 7

4. 주요 연구 진행사항 ····· 8

Ⅱ. 국내외 디지털화 현황 조사 ····· 9

1. 국내 건설산업 디지털화 현황 ····· 10

2. 해외 건설산업 디지털화 현황 ····· 22

3. 시사점 ····· 29

Ⅲ. 건설엔지니어링 기업의 경쟁력 분석 및 문제점 진단 ····· 30

1. 국내 기업의 문제점 진단 ····· 31

2. 국내 기업의 경쟁력 분석 ····· 34

3. 전면 BIM설계 현황과 문제점 ····· 35

4. 설문조사 ····· 42

4.1. 전문가 조사 ····· 42

4.2. 온라인 설문조사 ····· 51

5. 시사점 ····· 63

Ⅳ. 건설엔지니어링 대응방안 및 제도개선안 ····· 65

1. 건설엔지니어링 대응방안 ····· 66

1.1. 해외 선진 기업 사례 ····· 66

1.2. 디지털화 전략 ····· 75

1.3. 엔지니어링 사업 환경 개선····· 77

2. 건설엔지니어링 제도 및 정채적 개선안 ····· 82

3. 전면BIM도입을 위한 개선안 ····· 95

3.1 주요 개선방안 ····· 95

3.2. 세부 항목별 개선방안 ····· 98

4. 건설엔지니어링 기업의 대응방안 ····· 127

Ⅴ. 참고문헌 ····· 137

Ⅵ. 용어 정의 ····· 139

표 목차

표 1.1 연구추진절차 ····· 6

표 1.2 연구진 구성 ····· 7

표 1.3 주요 연구 진행사항 ····· 8

표 2.1 국내 BIM 도입 현황 ····· 10

표 2.2 디지털 건설기술동향 ····· 12

표 2.3 디지털·그린 융복합 관련 과제 ····· 13

표 2.4 2019년도 국내 산업별 융복합 사례 ····· 14

표 2.5 2020년도 국내 산업별 융복합 사례 ····· 15

표 2.6 제 6차 건설기술진흥기본계획 추진전략 및 중점추진과제 ····· 16

표 2.7 국내 건설산업 디지털화 추진 사례 ····· 18

표 2.8 국내 주요 기관별 BIM 발주 현황 및 계획 ····· 19

표 2.9 2030 건축 BIM 활성화 로드맵 4대 전략 및 12개의 중점추진과제 ····· 21

표 2.10 해외 산업별 융복합 사례 ····· 23

표 3.1 최근 5년 엔지니어링 업체 및 수주현황 ····· 34

표 4.1 전면BIM 도입에 따른 문제점 ····· 75

표 4.2 엔지니어링 고부가영역(설계 디지털화·PM·O&M) 선진기업 및 기술 개발 사례 현황 ····· 78

표 4.3 고부가가치 영역의 국가별 기술 수준 현황 (KEIT 산업기술수준조사보고서, 2017) ····· 80

표 4.4 글로벌 선진기업과 국내 기업의 기술자 기술 역량 평가 방안 비교 (서울대학교 건설환경종합연구소, 2018) ····· 81

표 4.5 디지털 전환을 위한 제도개선안 ····· 82

표 4.6 글로벌 선진기업과 국내 기업의 기술자 기술 역량 평가 방안 비교 ····· 80

표 4.7 건설 엔지니어링 기업의 대응방안 ····· 127

그림 목차

그림 1.1 연구내용 ····· 4
그림 2.1 미국의 건설사업 디지털 전환 추진 현황 ····· 24
그림 2.2 영국 Highway England의 데이터 파이프라인 체계 사례 ····· 25
그림 2.3 싱가포르 BIM 납품 및 자산관리시스템 사례 ····· 26
그림 2.4 일본의 I-construction (출처: TopCon) ····· 26
그림 3.1 정부의 엔지니어링 관련 전략 및 로드맵 ····· 31
그림 3.2 국내 엔지니어링 현황 ····· 32
그림 3.3 한국도로공사 전면 BIM설계 관련 지침 및 매뉴얼 ····· 35
그림 3.4 국가철도공단 전면 BIM설계 관련 지침 및 매뉴얼 ····· 36
그림 3.5 전면 BIM설계에 따른 설계엔지니어링사의 주요 이슈 ····· 37
그림 3.6 전면 BIM설계 시 설계단계 수행업무의 확대 및 고도화 예시 ····· 38
그림 3.7 전면 BIM 설계단계 사전 시뮬레이션 수행업무 고도화 예시 ····· 39
그림 3.8 전면 BIM 설계를 위한 신규 저작도구 확대 예시 ····· 40
그림 3.9 전면 BIM 설계시 공통정보관리환경 구축운영 방안 ····· 41
그림 4.1 Komatsu사의 “Smart Construction” 개념도 ····· 67
그림 4.2 Caterpillar사의 “MineStar Edge” 활용 예시 ····· 68
그림 4.3 AECOM의 ‘ALI’ 구동 화면 ····· 70
그림 4.4 Jacobs Engineering Group의 디지털 엔지니어링 솔루션 ····· 71
그림 4.5 ENR 조사 엔지니어링사의 국적별 해외 매출 연평균 성장률 (2006~2018) (한국건설산업연구원, 2020) ····· 73
그림 4.6 세계 엔지니어링 시장 점유율 비교(Engineering News Record, 2019) ····· 74
그림 4.7 글로벌 선진기업과 국내 기업의 조직도 비교 (서울대학교 건설환경종합연구소, 2018) ····· 80

그림 4.8 BIM 대가 산정의 국내외 사례 ····· 84
그림 4.9 BIM도입의 효과분석 ····· 85
그림 4.10 건설기술자 현황 및 전망 ····· 87
그림 4.11 영국의 BIM 도입 효과에 대한 평가 ····· 87
그림 4.12 건설단계에 생성된 디지털 인프라의 서비스 활용 체계 ····· 88
그림 4.13 데이터 기반 인공지능 설계기술 개발 사례 ····· 91
그림 4.14 영국의스마트 인프라를 위한 디지털화 목표 설정 ····· 93
그림 4.15 전면BIM 도입에 따른 문제점별 개선방안 ····· 95
그림 4.16 기본지침 및 하위지침 위계 ····· 95
그림 4.17 최근 10년간 연령별 기술자 추이 ····· 129
그림 4.18 데이터기반의 서비스 활용 분야 ····· 131
그림 4.19 건설사업관리자 역할 ····· 133
그림 4.20 글로벌 건설시장의 비즈니스 확장 ····· 134

제1장

연구 개요

1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 범위 및 내용
3. 연구 추진 절차 및 체계
4. 주요 연구 진행 사항

Ⅰ 연구 개요

1. 연구의 배경 및 목적

□ 전 세계 건설산업은 4차 산업혁명 및 포스트 코로나 시대의 비대면 기술의 비약적 발전에 따라 기존의 경험의존적이고 기술자 의존적인 사업구조에서 디지털 기술·데이터사이언스 등 스마트 건설기술로 급속한 전환이 진행 중이고 글로벌 건설시장의 주요 경쟁력 요소로 자리매김하고 있음

- ○ 해외 주요국 및 선진기업은 BIM, 제조기술 및 로봇 기반의 제작 및 시공 자 동화, 첨단 유지관리 기술 등을 통해 자국 건설산업 고도화 및 시장 지배력 강화를 위해 체계적이고 다양한 정책 추진과 적극적인 기술개발 투자를 진 행, 세계 건설산업의 디지털화를 선도하며 지속 성장 중
- ○ 디지털화가 가장 낮은 건설산업에서 생산성과 원가절감의 효과를 극대화할 수 있는 영역부터 자동화, 지능화, 지식화가 진행되고 있고 공공사업에서의 효과가 가시적으로 도출되고 있음
- ○ 글로벌 BIM 시장 규모가 '25년 10조원으로 연평균 14.5% 성장이 예측되고 있고 국내 BIM 시장(2,100억원)은 글로벌 시장 대비 2~3% 수준에 머물고 있음 (Markets&Markets, ‘20)
- ○ 향후 건설 엔지니어링 시장에서 BIM과 데이터기반의 기술력이 필수적인 경쟁요소가 될 것으로 예상되고 독점성이 강해 기존 방식의 기업의 도태가 가속화될 가능성이 높음

□ 우리나라에서는 스마트건설기술로드맵(’18) 및 엔지니어링 혁신전략(‘20.5) 마련, BIM 전면 의무화(~’25) 등 다각적인 방법으로 공공분야를 중심으로 디지털 전환을 확대하고 있으나 관련된 기술, 제도, 계약관련 환경이 정비되지 못한 한계를 보이고 있은 상황임

- ○ 도로공사는 2022년부터 100% BIM 전면 설계 발주, LH는 2024년부터 100% 전면설계 발주, 철도공단은 2021년부터 전면BIM 설계 발주를 추진하고 있고 조달청에서도 설계 공모 및 중소사업까지 전면 적용을 확대 추진하고 있음
- ○ 선진국 대비 낮은 기술력, 실효성 있는 정부정책 및 기업지원 부족, 기업의 자금·전문인력 등 성장인프라 확보의 어려움 등으로 인해 국내 건설엔지니어링의 디지털화는 아직 초기단계에 머물고 있음

○ 발주처별로 진행되는 BIM 관련 가이드라인과 성과품 규정은 설계사로 하여금 디지털 전환을 해도 생산성을 높일 수 없는 제약요인으로 작용하고 있고 기존의 성과품 체계와 계약 조건을 유지한 상황에서 진행되어 엔지니어링 분야의 부담을 지나치게 가중시키고 있어 시급한 대책이 필요한 시점임

□ 이 연구에서는 이러한 상황인식에 기반하여 건설산업 디지털화에 대응하는 건설엔지니어링 업계의 발전전략을 제시하기 위해 국내외 현황을 조사 및 분석하고 건설엔지니어링이 산업의 디지털 전환을 주도할 수 있는 정책적 기반을 마련하여 글로벌 경쟁력을 강화함으로써 건설엔지니어링 산업의 진흥을 제고하기 위함.

2. 연구의 범위 및 내용

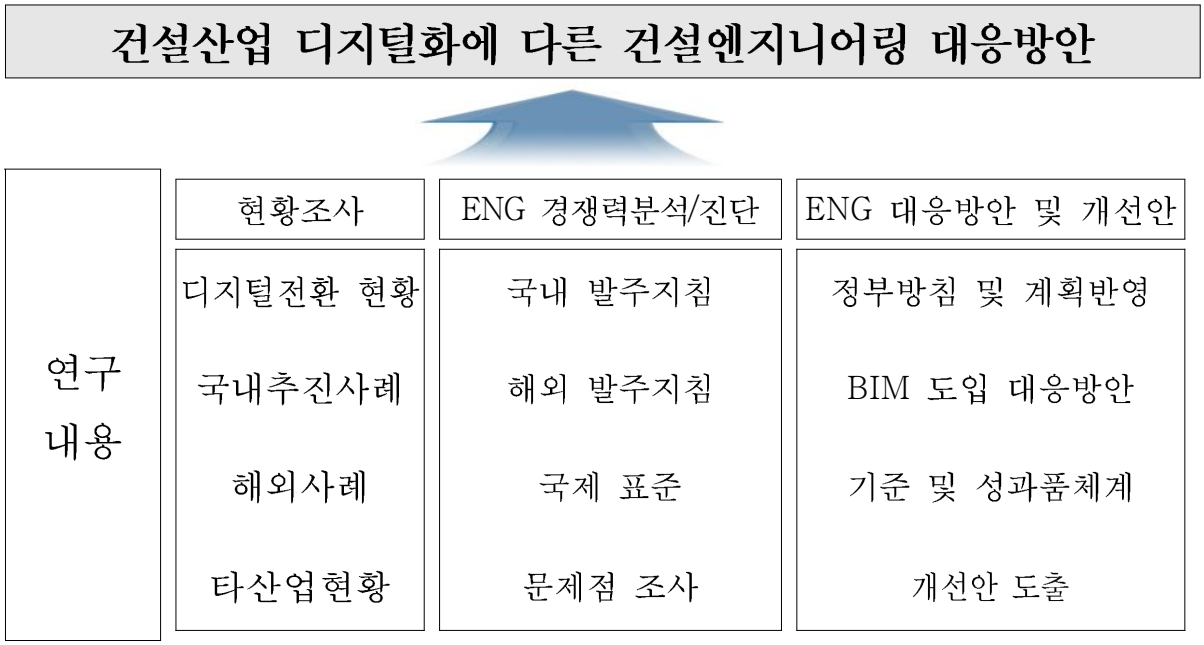
□ 우리나라에서는 BIM 도입을 위해 정부 및 공기관을 대상으로 하는 컨설팅을 장기간 수행한 연구진이 현황 분석과 대응방안을 도출할 예정이라 실효성이 높은 결과가 도출될 수 있음

□ 국내 설계 및 엔지니어링 기업들의 디지털 전환에 대한 관련 현황을 사전에 인식할 수 있도록 교육을 실시하고 이에 따른 조사 및 의견을 수집하여 미래 지향적인 대응방안이 도출될 수 있음

□ 현재 설계사에서 BIM 실무를 실제 수행하거나 총괄하는 연구진이 참여하여 설계사의 애로사항과 관련 개선안을 수월하게 취합하고 분석할 수 있음

□ 전면BIM도입을 추진하고 있는 공기관과의 협력관계를 통해 도출되는 대응방안에 대한 활발한 논의와 결과 확산에 기여할 수 있음

□ 학회가 주관하는 교육/세미나/공청회를 통해 디지털화에 따른 건설엔지니어링 대응방안에 대한 공론화의 장을 마련하고 관련 개선이 실질적으로 이루어질 수 있는 기반을 제공할 수 있음



<그림 1.1> 연구 내용

3. 연구 추진 절차 및 체계

3.1 연구 추진 절차

□ 이해를 돕기 위한 교육 및 적극적인 의견 수렴 절차 확보

- ○ 디지털 전환에 따른 사업 발주 및 수행 체계 등에 대한 업계·발주청의 의견수렴 및 조율이 매우 중요한 연구로 건설기술용역사업자 및 기술자에 대한 조사, 문제점 및 개선방안에 대한 전문가 심층토론 등을 통하여 적극적으로 의견 수렴
- ○ 모바일 및 온라인 설문조사를 통해 많은 수의 의견이 수렴되도록 수행

□ 연구자별 연구내용 배분 및 자료 등 상호공유·협조체계 구성

- ○ 책임연구원, 연구원의 연구내용을 배분하고 책임과 역할을 명확히 한정
- ○ 학계에서는 관련 기술 동향 분석 및 개선방안 도출, 건설엔지니어링 실무연구진에서는 업계의 의견조사 및 분석, 제도 등 개선 방안 도출에 중점적인 역할을 수행
- ○ 연구의 효율적 추진을 위해 연구 내용과 자료에 대한 연구자 상호간 공유·협조 체계 구성

□ 차질 없는 과업달성을 위한 연구실적 주기적 점검·보고

- ○ 주기적으로 연구실적을 자체점검, 미진한 부분의 문제점을 발굴하고 개선방안을 마련하여 만회
- ○ 주기적으로 연구실적과 계획을 작성하여 발주처에 보고하여 연구방향과 내용을 정립

□ 업계, 연구 기관 등과 협조체계 구성

- ○ 조사는 관련 연구를 활발하게 수행하고 있는 연구진을 통해 진행
- ○ 국가BIM센터, 스마트건설기술개발사업단 등 유관 기관과의 협력 체계 구축하고 의견 및 자료 교류를 실시
- ○ 건설엔지니어링 업계의 내부의 실질적인 의견을 수렴하기 위해 경험이 풍부한 실무진을 연구진으로 포함

□ 연구기간 (7개월 210일)동안의 세부적인 연구수행은 아래와 같이 설정함

<표 1.1> 연구추진절차

구 분	착수 후 월차별 추진 계획							비고
	1	2	3	4	5	6	7	
세부 연구계획 수립 ▷ 연구내용 및 일정 조율 ▷ 유관기관 현황 파악	■							착수 보고 (완료)
국내·외 건설산업 디지털화 현황 조사 및 의견조회 ▷ 국내외 관련 현황 조사 (완료) ▷ ENG기업 대상 교육 실시 (완료) ▷ ENG기업 및 실무자 대상 설문조사(완료)	■	■	■					중간 보고
국내 건설eng. 기업의 문제점 진단 및 개선방안 도출 ▷ **ENG기업의 의견 청취 (온라인조사준비)** ▷ 문제점 분석 및 방향 제시 (중간보고)				■	■			
건설eng 디지털화에 대응한 단기·중기·장기 대응방안 제시 ▷ 대응방안에 대한 공청회(학회 주관) ▷ 시기별 제안사항 도출						■	■	최종 보고
BIM관련 기준 등 제도개선안 및 타산업과 융복합 변화를 선도할 정책 방안 제시 ▷ 디지털화로 인한 ENG 기업 성장 방안 ▷ 최종 보고서 및 정책 제안 발표						■	■	최종 보고

3.2 연구추진 체계

□ 연구는 관련 분야 전문가를 포함하여 진행함

<표 1.2> 연구진 구성

구분	성명	연령	해당분야 연구기간	학위	본 연구에서의 담당업무
연구책임자	이광명	60	15년	공학박사	과업총괄
연구원	심창수	52	13년	공학박사	대응방안도출
연구원	지석호	44	16년	공학박사	디지털화 현황조사
연구원	신도형	47	12년	공학박사	경쟁력분석 및 문제점 진단
연구원	염상국	38	9년	공학박사	디지털화 현황조사
연구원	문현석	45	18년	공학박사	경쟁력분석 및 문제점 진단
연구원	한의석	47	17년	공학박사	설계사 조사 및 분석의견
연구원	서현우	43	16년	공학석사	설계사 조사 및 분석의견
연구원	김성욱	48	21년	학사	설계사 조사 및 분석의견
연구원	임성순	48	15년	석사	설계사 조사 및 분석의견
연구보조원	김태경	27	2년	석사과정	연구보조
보조원	강은지	36	4년	사무국	연구행정

4. 주요 연구 진행 사항

□ 연구진이 디지털 전환 과정에서 발생되는 문제점과 이를 개선하기 위한 방안을 도출하기 위해 수행한 주요 활동은 다음과 같음.

<표 1.3> 주요 연구 진행사항

일시	수행내용	비고
2021.08.10	착수보고	
2021.08.09	설계 엔지니어링 분야의 디지털전환 동향 및 발전방향 세미나 - 설계사 대상 온라인 교육 (47명/22개 회원사 참석)	
2021.06~	국토부 디지털 전환 로드맵 의견 제시 BIM 도입시의 비용문제, 교육지원, 생태계 구축에 대한 의견 제시	
2021.08.16	BIM 관련 전문가 의견 조회 문제점과 개선방안에 대한 주요 이슈별 의견 도출	
2021.10.18.~ 10.26	건설산업 디지털 전환에 따른 대응방안 온라인 설문조사 - 리스트를 활용한 온라인 패널조사 - 온라인 조사 수행기관: PMI	
2021.11.18	스마트건설 포럼 (건설의 한계를 넘어서) 킨텍스 제1전시장 : 국토부 주최 디지털 전환을 위한 여건조성 의견 제시	
2022.01.10	건설산업 BIM 시행지침 - 설계자편 수정의견제시 전면BIM도입에 대한 환경조성에 대한 사항이 없어 이를 근간으로 하도록 요청	
2021.12.12	SOC디지털화의 시작 스마트건설기술 토론회 국회의원회관, 더불어민주당 K-뉴딜본부 주최	엔지니어링 데이터 소유권에 대한 제도개선 요청
2021.12.13	중간보고	
22.1.21	건설산업 디지털화에 따른 건설엔지니어링 대응방안 토론회 (온오프라인, 과학기술회관) 개선방안 초안 문건 국토부, 한국도로공사 전달 언론보도: e대한경제, 국토일보, 엔지니어링데일리, 이코노믹리뷰, 이코노믹톡뉴스	

제2장

국내외 디지털화 현황 조사

1. 국내 건설산업 디지털화 현황
2. 해외 건설산업 디지털화 현황
3. 시사점

Ⅱ. 국내외 디지털화 현황 조사

1. 국내 건설산업 디지털화 현황

□ 국내·외 디지털화 추진 현황 조사

○ 국내 주요 발주처의 BIM 도입 현황

<표 2.1> 국내 BIM 도입 현황

No.	기관	발주 요구수준	내용
1	한국도로공사	전면 BIM	- 2019년~: 전면 BIM 발주 7개노선 10개 공구 - 2022년~: 전면 BIM 발주 100% 적용 - 설계단계 BIM 역량평가 수행 : 총4회 실시 (기본설계, 실시설계1차-2차, 성과품) - 2020년 : 고속도로 BIM 적용기준 정립 (고속도로 스마트설계 지침, BIM기반 설계도 표준, BIM기반 수량산출기준) - BIM 설계대가 포함 설계비 반영 : 기술료 10% - 2022년~: 국토부 대가 준용(예정) - 2021년 : BIM 안전설계 매뉴얼 제정 - 2022년 : 연구과제(BIM 시공상세도)수행(예정) - 도공형 CDE-P(설계관리 플랫폼) 시범 운영중 - 특별과업을 통한 BIM 업무개선 지속적 수행중 (설계도면 간소화, 라이브러리 구축 등)
2	한국토지주택공사	전환 BIM	- 기본설계 후 실시설계단계 변경 다수 (기본설계 BIM 필요성 저해) - LH의 CDS 사용에 의한 상용 BIM S/W Data 호환 불가 ▷ 전환 설계로만 적용 - 일부 환경처리시설 등은 기본설계 수준이 개념설계 수준으로 BIM 반영 불필요 - 3기 신도시의 BIM 운용 전면 중지 및 타절 (CMR 사업은 제외) - "BIM을 왜 적용해야하는가?" 하는 인식 공존 - 국토부 협의를 통한 BIM 적용성 검토 후 내년 BIM 재발주로 가닥 (2022) - LH BIM의 실무적용성 향상 및 시공단계 적용을 위한 개정 추진 (2021~2022) - 경산 대임 등 일부 사업의 BIM 기본설계(2020) 및 실시설계 수행 완료단계 (2022) * 사업특성별 BIM 반영여부 재검토 중 - BIM 설계대가 (용역대가산정기준/단지기술처) 기본설계:13~17%

			기본및실시설계:17% 실시설계:17~21%
3	국가철도공단	전면 BIM	- 일부 사업에 전환 BIM 설계 시범 운영중 ⇒ 설계과정, 설계성과품은 전면 BIM 요구 ⇒ BIM 전문사 투입을 통한 BIM 설계 진행 ⇒ 전면 BIM 설계를 위한 설계 엔지니어 BIM 역량강화에 부정적 영향 ⇒ 설계사 별도로 BIM 전문업체 설계단계투입 (설계사 BIM 역량개선 미대응) - 2022년 전 프로젝트에 전면 BIM 적용(예정) - 철도 BIM 적용기준 정립(일부) (KR BIM기반 설계도 작성기준, KR BIM기반 수량산출기준)
4	수자원공사	전환 BIM	- 일부 사업에 전환단계 BIM 시범운영 - BIM기준 미정립에 의한 프로젝트별 기준 적용 (부산에코델타시티 -엄궁~생공도로 지하차도 - 오수중계 펌프장) - 기존 건축툴을 사용한 BIM 수행 Sketchup 적용 - 설계~시공단계 적용
5	서울시	메뉴얼 작성 중	- 서울시 BIM 적용 가이드라인 및 로드맵작성 연구 (서울기술연구원) 추진 중 (2021.07.19~2022.05.18)

○ 디지털화의 핵심 요소

- 현재 건설산업에서는 빅데이터와 인공지능 등 스마트 기술과 산업 간 융복합을 활용한 건설기술의 자동화 및 디지털화가 급속도로 진행 중임. 디지털화란, 새로운 비즈니스 모델과 제품 또는 서비스를 창출하기 위해 디지털 기술과 물리적 요소를 통합하는 전략을 말함(한국건설산업연구원, 2019). 또한, 세계경제포럼(World Economic Forum, WEF), 보스턴 컨설팅 그룹(Boston Consulting Group, BGC) 등의 기관에서는 건설기술의 자동화 및 디지털화를 위한 디지털 건설기술 동향을 제시하고 있으며, 이는 표 2.2와 같음.

<표 2.2> 디지털 건설기술 동향

기술 구분 \ 기관	WEF	BCG	Ernst & Young
BIM	O	O	O
가상현실(AR)	O	O	O
증강현실(VR)	O	O	O
빅데이터·인공지능	O	O	
무인 항공기	O	O	
로보틱스		O	O
3D 프린팅	O	O	O
사물인터넷(IoT)	O	O	
모듈러	O	O	O
지능형 건설장비	O	O	

- 다양한 디지털 건설기술 중 BIM은 타 기술과 상호연계되어 데이터의 저장 및 공유 환경을 제공하고 디지털 협업을 가능하게 하는 플랫폼으로서 중요 역할을 수행함. BIM은 2016년 WEF에 의해 건설산업의 파급기술로 선정되었으며, 스마트건설 및 스마트시티의 자동화, 모듈화, 디지털화를 통한 생애주기 정보 통합 및 서비스 지원체계로의 이용이 가능한 미래성장 잠재력이 높은 기술로 건설산업 디지털화의 핵심 요소라 할 수 있음.

○ 국내·외 산업별 융복합 동향 및 사례 조사

- 우리나라 정부는 4차 산업혁명에 대응하기 위하여 첨단 ICT 기술 개발과 산업 간 융복합을 통한 국가산업 체질 개선을 추진 중임. 이를 위해 2017년 8월 대통령 직속 4차 산업혁명 위원회를 신설하고, 범부처 4차 산업혁명 대응 추진계획 수립을 지시하였음. 이후, 2020년 7월 “한국판 뉴딜 종합계획”을 통해 디지털 혁신 및 역동성 촉진·확산을 위한 디지털 뉴딜, 친환경·저탄소전환 가속화를 위한 그린 뉴딜, 그리고 디지털 뉴딜과 그린 뉴딜을 결합한 디지털·그린 융복합 추진전략과 10대 대표과제를 발표함. 10대 대표과제 중 디지털·그린 융복합 관련 과제는 그린 스마트 스쿨, 디지털 트윈, 국민안전 SOC 디지털화, 스마트 그린 산단의 4가지로 2022년까지 총사업비 16.1조 원, 2025년까지 총사업비 35.9조 원을 투자할 계획이라고 밝힘. 각 과제에 대한 세부내용은 표 2.3과 같음.

<표 2.3> 디지털·그린 융복합 관련 과제

대표 과제	세부내용
그린 스마트 스쿨	○ 안전·쾌적한 녹색환경과 온·오프 융합 학습공간 구현 – 태양광 발전시설 설치 및 친환경단열재 보강공사 등 – 교육콘텐츠 및 빅데이터 활용 맞춤형 학습 콘텐츠 제공 '온라인 교육 통합플랫폼' 구축
디지털 트윈	○ 자율차, 드론 등 신산업 기반 마련, 도로·댐 등 디지털 트윈 구축 – 주요지역 수치표고 모형 구축 및 고해상도 영상지도 작성 – 노후 지하공동구 지능형 관리시스템 구축 및 국가관리 댐 실시간 안전 감시체계 구축 – 디지털 트윈 기반 항만자동화 테스트베드, 실시간 모니터링 디지털플랫폼 구축 – 인공지능·디지털 트윈 등 활용한 스마트시티 국가시범도시 구축
국민안전 SOC 디지털화	○ 핵심기반 시설 디지털화 및 재난 예방, 대응시스템 마련 – 차세대지능형교통시스템 및 전철로 IoT 센서 설치 등 – 공항 비대면 생체인식시스템 구축, CCTV·IoT 활용 국가어항 디지털 관리체계 구축 – 국가하천·저수지 원격제어·실시간 모니터링, 광역·지방 상수도 스마트화
스마트 그린산단	○ 산업단지를 디지털 기반 스마트·친환경 제조공간으로 전환 – 인공지능·드론 기반 유해화학물질 유·누출 원격 모니터링체계 구축 – 에너지 발전·소비 실시간 모니터링·제어 스마트 에너지 플랫폼 구축

– 또한, 산업통상자원부는 관계부처 합동 하에 "산업융합 촉진법" 제 5조에 근거하여, 「제2차 산업융합발전('19~'23)」 기본계획을 발표하였고, 이에 대한 연도별 실행계획을 수립하고 있음. 수립된 연도별 실행계획에 따라, 2019년에는 금융, 환경, 문화 등 10대 분야별 빅데이터 플랫폼(10개)과 센터(100개)구축을 완료하고, 신규 데이터(1,400여 종) 및 혁신서비스(17종) 개방 등을 완료함. 2020년에는 공통 문제 해결, 신제품·서비스 창출과 같은 업계의 수요를 반영한 디지털 전환 과제를 발굴하기 위한 "산업 디지털 전환 연대"를 출범하는 등 융합경쟁력 강화를 위한 다양한 활동을 수행함. 산업별 융복합 관련 세부 수행 사항은 표 2.4, 2.5와 같음.

<표 2.4> 2019년도 국내 산업별 융복합 사례

분야	내용
고용	○ 국가일자리정보플랫폼 마련 및 지능형 구직자 맞춤 서비스 제공 - 지능형 매칭 서비스 '워크넷' - 일평균 방문자 480만 명에게 2억 건의 일자리 추천 정보 제공 → 월평균 약 700명 취업
공공	○ 공공데이터 개방을 확대하여 빅데이터 활용 인프라 조성 - 공공데이터 개방(누적): ('18) 28,400개 → ('19) 33,600개 - 공공데이터 활용서비스(누적): ('18) 2,036건 → ('19) 2,448건
나노	○ 나노소재 표준공정 라이브러리 등 기술 개발/공정 서비스 제공 - 3차원 적층구조 소자 전력 분석법 - 저온 In-situ doped SiGe 에피 성장 등 23건
농업	○ 식품산업, 스마트팜 등 농업 성장 인프라 구축 - 식품산업 기술 개발 및 이전 24건 - 스마트팜 혁신밸리 4개소 선정
에너지	○ AI 및 블록체인 기술 기반 소규모전력중개서비스 출시 - 기가 에너지 트레이드(GiGA energy trade)
제조	○ 스마트공장 시범공장 구축 및 보급·확산으로 제조기업 역량 제고 - 시범공장 38개 구축 및 스마트공장 4,757개 확산 - 스마트 산단 4개 지역 선정
해양	○ 첨단 해양장비 핵심기술 개발로 해양신산업분야 혁신 촉진 - 수중건설로봇 3종 기술이전('19.5) 및 1MW급 해수온도차발전 실증플랜트 국내 실증 완료 - 조선해양 ICT 융합센터 완공 및 관련 기술 성능 품질 검증 인프라 운영
환경	○ 환경빅데이터 연계·수집·저장 시스템 확대 및 분석체계 고도화 - ('18) 시스템 25개 및 데이터셋 93종 → ('19) 시스템 49개 및 데이터셋 250개 - 사업장 기준코드 15만 건, 대형 사업장 1.2만 건 정제 등 데이터 9억 건 수집
VR·AR	○ VR·AR 등 융합콘텐츠를 개발하여 신비지니스 모델 등 가치 창출 - 디지털콘텐츠 기술패키징 22건 및 기술이전 4건(58백만원)

<표 2.5> 2020년도 국내 산업별 융복합 사례

분야	내용
고용	○ 국가일자리정보플랫폼 구축 및 일자리 관련 연계·통합 서비스 제공 – 일자리 정보 통합 '바로원 시스템' – 개별 기업 고용 현황 파악 '디지털 기업지도 서비스' – 직무역량 기반 '일자리 매칭 서비스'
농업	○ 스마트농업 확산 등 농림축산식품에 대한 융합 가속화 – 스마트팜 혁신밸리 조성 추진 및 스마트팜 청년창업 교육생 선발·확대 – 스마트 축산 ICT 시범단지 선정 및 시설원예 스마트팜 신축 등
도시	○ 스마트시티 통합 플랫폼 지자체 보급 – 실시간 CCTV 상황 분석 및 융·복합 서비스 지원 – '20년 57개 추가로 누적 108개 지자체 보급 완료
복지	○ 국민 건강관리, 돌봄 등 라이프케어 융합서비스 기술 개발 추진 – 사회적 약자 통합 케어서비스 19개 과제, 국민건강 관리서비스 15개 과제, 생애주기별 맞춤형 서비스 4개 과제
안전	○ 재난안전 분야 신서비스 창출을 위한 기술 개발 등 지원 – 스마트 도로조명을 활용한 도시재난안전관리 서비스를 위한 관련 기술 개발(제품 12건, SW 6건) – 스마트 안전조명 시범구축사업 수행
에너지	○ 자율차, 수소연료전지차 등 미래 산업 육성을 위한 R&D 사업 지속 – 5G 기반 자율주행 융합 기술 실증 플랫폼 구축 – 전기차 충전 서비스 산업 육성 – 친환경수소연료선박 R&D 플랫폼 구축
제조	○ 전기차·바이오소재 등을 중심으로 산업데이터 플랫폼 선제적 구축 – 전기차 택시, 배터리, AS·보험사 플랫폼 구축 → 성능 제고 및 서비스 창출
해양	○ 지능형·자동화 항만 기술 및 스마트 자동화항만 상용화 기술 개발 – 스마트 항만 IoT 인프라 기술 개발, 클라우드 기반 터미널 운영 서비스 개발 및 모의 성능 실험 등 – 신개념 컨테이너 이송·하역장비 및 운영시스템 개발
환경	○ 환경 빅데이터 플랫폼 운영·관리 내실화 및 고도화 – 데이터 연계·수집 38억 건, 코드검증·업무 규칙 등 품질관리 776건 – 수소충전소 입지, 다매체(대기, 수질 등) 환경데이터 간 상관관계 등 분석
VR·AR	○ 개발·테스트 인프라 및 기업 육성거점 구축·운영 – VR·AR 융합콘텐츠 제작 인프라 구축 및 활용 지원, 전문교육 기업 육성(14개 센터) – 아시아 최대규모 5G 입체콘텐츠 제작 인프라 'K-실감스튜디오'운영 분석

❍ 국내 건설산업 디지털화 추진 현황

- 현재 건설산업은 건설투자 침체, 부동산 정책 강화, SOC 예산안 축소 등으로 침체기를 겪고 있음. 하지만 최근 스마트건설이 부상하고 있으며, 이는 국내 건설산업의 새로운 돌파구로 주목받고 있음. 또한, 정부는 4차 산업혁명에 대응하기 위해 산업 간 융복합 등을 통한 건설산업의 체질 개선을 추진하기로 하였으며, 이를 위해 각종 제도와 법령을 개선하고 미래 건설시장을 선점할 수 있는 핵심기술 개발을 유도하기 위한 계획을 수립 중임.

- 일례로, 국토교통부에서는 「제6차 건설기술진흥기본계획('18~'22)」을 통해 2025년까지 BIM, AI를 적용한 건설자동화를 목표로 하는 "Smart Construction 2025"를 제시하였으며, 이를 통해 건설 노동 생산성 40% 향상, 사망자 수 30% 감소, 근로시간 20% 단축, 해외 수주 100% 확대를 이루고자 하였음. 해당 계획에서 2대 추진전략 및 10대 중점추진과제를 설정하였으며 세부내용은 표 2.6과 같음.

<표 2.6> 제 6차 건설기술진흥기본계획 추진전략 및 중점추진과제

전략	분야	중점추진과제	세부내용
(1) 4차 산업혁명에 대응하는 기술개발·신산업 육성	기술 개발	스마트 건설기술을 통한 생산성 향상	○ 4차 산업혁명 대응 스마트 건설기술 개발 ○ 새로운 기술의 현장적용 유도 ○ 건설 신기술 적용 활성화 방안 마련·추진
		해외 수요 대응형 건설기술 개발	○ 고부가가치 기술확보를 위한 메가스트럭처, 플랜트 R&D 추진 ○ 민간 기술수요 반영 및 R&D 역량 강화 ○ 수요대응형 R&D 강화
	고부가 산업 육성	분야 간 융·복합을 통한 경쟁력 강화	○ 인프라 BIM 활성화 촉진 ○ Big Data 유통을 통한 산업역량 강화 ○ Big Data 연계·활용 기술 개발 ○ 융·복합 촉진을 위한 제도 유연화
		건설 Big Data 유통을 통한 신사업 육성	○ 건설정보 개방을 통한 건설 신산업 육성 ○ 건설 컨설팅 산업 육성
	건설 안전 강화	건설의 안전·환경 관리	○ 스마트건설 관리체계 구축 ○ 시설물 안전관리정보체계 일원화 ○ 인프라의 유지관리 재원확보 ○ 친환경 기술 개발 및 환경관리비 개선

전략	분야	중점추진과제	세부내용
(2) 글로벌 시장 경쟁력 강화를 위한 제도 개선	산업 개편·육성	Eng.의 역량 강화 및 해외진출 지원	○ 해외진출역량 강화를 위한 공공 공동진출 및 통합발주 ○ 설계자 주도형 발주사업 ○ 우수인력 확보를 위한 인센티브 강화 ○ 해외지원기구 설립 검토 및 정보시스템 확대 등을 통한 해외진출 지원 강화
		국제 기준에 부합하는 제도 구축	○ 국내기준을 국제적 수준으로 개선 ○ 국내기준의 해외 이전을 통한 기준 국제화 추진 ○ 공사비 단가 국제화를 통한 해외수주 역량 강화
	건설인력·교육	글로벌 기준에 맞는 경력 관리체계 구축	○ 우수기술자의 경력관리 강화 및 우대방안 마련 ○ 역량 중심의 경력관리 실시 ○ 건설기술자 등급기준 개선 ○ 허위경력 검증·제재 강화 ○ 건설기술자 국내·외 취업 지원 실시
		국제경쟁력을 갖춘 기술인력 육성	○ 수요자 중심의 교육 실시 유도 ○ 교육체계 개선 및 교과개발을 통한 교육 혁신 ○ 해외건설 Eng. 전문인력 양성
	기준·제도	기술력 중심의 발주·심의 강화	○ 글로벌 기준으로 발주제도 재정비 ○ PQ의 변별력 확보 ○ 평가·발주를 합리적으로 개선 ○ 강소 Eng. 업체 육성 ○ Eng. 손해보험배상 개선

- 이외에도, 국토교통부에서는 「제5차 건설산업진흥기본계획('18~'22)」, 「제4차 국가과학기술기본계획('18~'22)」, 스마트 건설기술 로드맵('18), BIM 기반 건설산업 디지털 전환 로드맵('21) 등 첨단 ICT 기술과 산업 간 융복합 등을 통한 건설산업의 디지털화를 추진하려는 계획을 발표하였으며, 국내 건설산업 디지털화 추진 사례는 표 2.7과 같음.

<표 2.7> 국내 건설산업 디지털화 추진 사례

주체	내용
서울시	○ 서울시 기반시설 스마트 유지관리 방안 – 기반시설에 대한 유지관리 DB를 총괄·관리하는 정보시스템 개발 – 기반시설의 이력 정보(점검, 계측, 보수보강 등) 디지털화 – 빅데이터 분석을 통한 미래예측시스템(최적 보수보강시기, 비용 선정) 개발 ○ 당인교, 망원 5교 영상로봇 기반 교량 검증사업 수행('19) ○ AI 기반 공동구 스마트 안전관리체계 구축('19~) ○ 산업용 드론을 활용한 시설물 안전점검 및 모델링 수행('20)
수자원공사	○ 스마트 댐 안전관리('20~'25) – GPS, 드론 등 첨단 스마트 장비를 활용하여 실시간 모니터링 시스템 구축 – 사업대상: 국가댐 37개소(다목적댐 20, 용수댐 14, 홍수조절용댐 3)
롯데건설	○ "건설현장관리 디지털 전환" 공사관리 시스템 개발('18) – 설계사, 제작업체, 건설현장을 통합하는 플랫폼 – 3D BIM에 공정분석(4D)과 원가분석(5D) 개념 추가 – RFID 태그 부재 내부 매설
네이버 클라우드& 한미 글로벌	○ 건설 프로젝트 공동데이터환경 비즈니스 모델 개발 협약 체결('21) – Virtual Private Cloud(VPC) 환경의 가상머신 기반 플랫폼 구축 – 오토스케일링 적용을 통한 대규모 트래픽 수용성 향상
호반 건설& 한국 마이크로소프트	○ 디지털 전환 업무협약 체결('20) – 인공지능과 빅데이터 분석을 적용한 사업예측 서비스 구축 – MS 365 기반의 스마트 워크플레이스 프로그램 지원
포스코건설& 다쏘시스템	○ 3D 시공 시뮬레이션 "스마트 컨스트럭션" 적용('19) – 시뮬레이션을 통한 작업 간섭 요소 체크, 공법 검증 – 시공 순서 검증 및 인력·장비 투입 계획 점검 등 – 사전 가상 시공을 통한 생산성 향상(예. 건설 일수 146일 → 107일)
두산인프라코어	○ 건설현장 무인화·자동화 통합관제 솔루션 "Concept-X"('19) – 드론을 이용한 작업장 지형 측량 및 현장 3D 시각화 – 토공현황, 주행경로 및 작업 영역 등 현장 자동 모니터링

❍ 국내 BIM 도입 현황 및 가이드라인

- BIM 기술은 타 기술과 상호연계되어 데이터의 저장 및 공유 환경을 제공하고 디지털 협업을 가능하게 하는 건설산업 디지털화의 핵심 요소로서, 국가 차원의 BIM 전략 수립을 통해 건설산업에서의 BIM 적용 활성화를 추진하고 있음.
- 국내에서는 조달청, 한국토지주택공사, 한국도로공사 등 공공기관을 중심으로 BIM 도입과 활용을 위한 노력이 점차 확대되고 있으며, 2012년부터는 조달청이 발주하는 500억 원 이상의 모든 공공공사에, 2016년부터는 조달청이 발주하는 모든 건축공사에 대하여 BIM 적용이 의무화되었음. 최근 건축·건설산업뿐만 아니라 SOC 사업도 공공기관을 중심으로 BIM 적용이 점차 확대되고 있으며, 국내 주요 기관별 BIM 발주 현황 및 계획은 표 2.8과 같음.

<표 2.8> 국내 주요 기관별 BIM 발주 현황 및 계획

기관명		현행	계획
조달청		○ '16년도부터 맞춤형서비스사업 대상 공사에 BIM 적용	○ 맞춤형서비스 관련 사업의 모든 단계로 BIM 적용 확대 ○ 기술형입찰 대상 공사 및 심의절차 내 BIM 항목 신설
건축	한국토지주택공사	○ '08년 BIM 시범사업 후, BIM 설계공모 대상지구의 점진적 확대 적용	○ 신규 설계공모지구에 '20년 25%, '22년 50%, '24년 100% 확대 적용
	서울주택도시공사	○ 1차 시범사업 적용 및 BIM 확대 도입 중장기 전략 마련 중	○ 2차 시범사업 추진 ○ '22년부터 점차적 BIM 적용 추진
	경기주택도시공사	○ 경기 용인플랫폼시티 조성사업으로 시범사업 추진 중	○ '22년부터 공사비 300억원 이상에 BIM 적용 ○ '25년부터 모든 사업지구 전면 시행
도로	한국도로공사	○ '11년 전환BIM 도입 ○ '19년 국내 최초 전면 BIM 설계 발주 및 과업 수행 중	○ '21년 50%, '22년 100% BIM 전면설계 발주
철도	국가철도공단	○ 노반/건축 분야에 BIM 일부 시범 적용	○ '22년 전면설계 발주

- 또한, 건축 설계자동화를 위하여 BIM과 AI를 접목하는 등 다양한 국가 연구개발 과제가 수행 중임. 국내 건축설계 단계의 BIM 도입 및 확산을 목적으로 “개방형 BIM기반의 건축물 설계표준 및 인프라 구축(‘13~’16)” 및 “건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형 BIM기술 환경 구축(’13~‘16)” 사업이 수행되었으며, 이를 통해 BIM정보의 통합적 공유 및 교환을 위한 정보표준인 KBIMS 표준규격을 제시함. 또한, 이의 2단계 사업으로 현재 “개방형 BIM기반의 건축설계 자동화지원 기술 및 첨단 유지관리 기반기술 개발(’17~‘21)”을 비롯하여 BIM 적용 활성화를 위한 다양한 국가 연구개발 과제가 수행 중임.
- 현재 ISO 16739, ISO 19650 등 BIM 국제표준이 제정되었으나, 국내의 경우 BIM 국가표준과 데이터 관리 환경 등 BIM 활용 기반이 미흡한 실정임. 또한, 설계·시공 단계별 BIM모델 작성 및 BIM 모델/도서 제출 기준이 구체적이지 않아 가이드라인/지침서 현업 활용성도 미흡한 상황임. 이에 국내에서는 공공기관을 중심으로 BIM 적용을 확대하려는 움직임이 있었고, 기관별로 자체적인 BIM 로드맵을 마련하여 전사적 BIM 도입을 위한 기술개발, 시범사업 및 시스템 구축 등을 추진하는 중임. 또한, 최근(‘20년 12월) 국토교통부는 건설산업 BIM 적용 기본 원칙, 적용절차, 협업체계, 공통표준 등을 제시하는 「건설산업 BIM 기본지침」과 「2030 건축 BIM 활성화 로드맵」을 발표함. 각 안에 대한 세부내용은 아래와 같음.

• 「건설산업 BIM 기본지침」에서는 BIM의 적용대상을 토목·건축·산업설비·조경· 환경시설 등 ’건설산업진흥법‘ 상 모든 건설산업에 적용하되, 설계·시공 통합형 사업에 우선 적용하는 것을 권고함. 또한, 조사-설계-시공-유지관리 등 전 생애주기에 대해 BIM을 도입하며, 설계단계는 전면 BIM 설계를 원칙으로 하는 등 BIM의 적용수준을 확대함. 이외에도, 단계별 세부 적용방법과 성과품 관리 기준, BIM 관련표준, BIM 정보 공유 협업체계 등을 제시함.

• 「2030 건축 BIM 활성화 로드맵」에서는 BIM 발주 사업 단계적 의무화(공공) 및 설계 지원(민간) 대상 건축물 확대 추진계획을 발표하였음. 구체적으로, 공공건축물의 경우 건축행정시스템에 제출(’22~), 민간건축물의 경우 관계전문기술자 협력 대상 건축물(‘24~), 상주 감리 대상 건축물(’27~), 연면적 500 m^2 이상 건축물(‘30) 단계적 제출로 확대 시행할 예정임. 그리고 BIM 도입·정착 및 활성화를 위하여 BIM 관련 기존 및 신규 기준·지침의 제·개정 추진

('23). 설계·시공 단계별 BIM 모델 작성수준 수립, BIM 적용 의무화 시행에 따른 발주처별 가이드라인 제·개정 및 BIM 모델 제출 지침을 마련하겠다고 밝힘. 또한, 법정 인허가 처리기간 단축, 입찰가산점, 적정대가 산정기준 검토 등 민간부문 자발적 활성화 지원 마련('23)과 설계·시공단계에 BIM 적용 시 특별건축구역 지정, 건축물 관리점검 수수료 인하 등 인센티브 제공 등의 지원제도를 마련할 것이라고 밝힘. 이외에도, '25년 BIM 설계 기반 구축, '30년 디지털 건축서비스 완전 구현을 목표로 4대 전략 분야와 12개의 중점추진과제를 제시함. 4대 전략 분야와 12개의 중점추진과제는 표 2.9와 같음.

<표 2.9> 2030 건축 BIM 활성화 로드맵 4대 전략 및 12개의 중점추진과제

전략 분야	중점추진과제
○ 제도 개선 - 기준/제도 제·개정 - BIM 적용 건축물 확대	○ BIM 기준/제도 정비 ○ BIM 적용 의무화(공공) 및 설계 지원(민간) 사업 확대
○ 기술 개발 - 인허가 디지털화 - 건설산업 생산성 향상	○ BIM 표준 환경 구축 ○ BIM 설계 자동화 기술 개발 ○ BIM 기반 시공 자동화 지원 기술 개발 ○ BIM 기반 지능형 유지관리 기술 개발
○ 인력 양성 - 신규 인력 양성 - 기존 인력 역량강화	○ BIM 교육 커리큘럼 보급 및 시행 ○ BIM 수행역량 관리체계 구축 ○ BIM 인적 네트워크 지원체계 구축
○ 산업 활성화 - 통합관리기관 설립 - 민간 BIM 사용률 향상	○ 국가 BIM 통합 관리기관 설립 및 운영 ○ BIM 평가 및 성공사례 관리 방안 마련 ○ BIM 신규 산업 창출 및 디지털 산업으로 확장

2. 해외 건설산업 디지털화 현황

□ 해외 각국에서도 4차 산업혁명에 대응하기 위한 국가전략과 관련 대응방안을 마련하고 있음. 국가별 4차 산업혁명 및 융복합 동향에 대한 세부내용은 아래와 같고, 해외 산업별 융복합 사례는 표 2.10과 같음.

- ❍ 미국은 2013년부터 “Smart America Challenge” 프로젝트를 추진하여 CPS(Cyber Physical System) 사회 구현을 통해 현실과 가상을 융합하여 사회 문제를 해결하고자 함. 또한, 2015년에는 “신 미국혁신전략(New Strategy for American Innovation)”을 발표하여 스마트시티, 첨단자동차, 차세대컴퓨팅, 첨단제조 등 9개 전략 분야에 대한 비전 및 정책 방향을 제시함.
- ❍ 독일은 2012년에 정부산하의 Industry 4.0 워킹 그룹을 신설하고, Industry 4.0 전략의 핵심주제를 AI, 빅데이터, IoT, 로봇, CPS 등 총 8개의 기술 분야로 구분함. Industry 4.0은 제조 공정의 자동화, 제조라인 및 기계의 자동 제어 등 ICT 기술의 활용 및 융합으로 스마트공장을 구축하는 것을 목표로 함.
- ❍ 일본은 2015년에 “과학기술 이노베이션 종합전략 2015”를 통해 IoT, 빅데이터, 로봇 등을 활용하여 새로운 제조 시스템을 구축·추진할 것을 발표함. 또한, 제조 분야뿐만 아니라 다양한 분야에서 로봇 기술을 활용하여 사회 전체의 부가가치를 향상시키고 생산성을 강화하겠다는 “로봇신전략”을 발표함.
- ❍ 중국은 2015년에 “중국 제조 2025”를 발표하여 향후 2030년까지의 발전 방향을 3단계로 구분하였으며, 모든 제조산업 분야의 혁신역량 제고, 품질 제고, IT·제조업 융합, 녹색성장 등 4개의 공통 과제를 제시함. 또한, 제조업 경쟁력 향상을 위한 5대 중점 프로젝트와 ICT, 로봇, 기계장비 등의 10대 중점 육성산업을 선정하는 등 새로운 정보기술과 제조업 간의 심도있는 융합을 추진함.

<표 2.10> 해외 산업별 융복합 사례

주체(국가)	분야	내용
에이버리 데니슨 (미국)	제조	○ IoT 기반 첨단 디지털 ID 솔루션 제공 - RFID, QR코드 등이 포함된 '지능형 라벨'을 제조하고, 이를 이용한 품질관리, 재고 추적, 날짜 확인 등 기능 제공 - IoT 연동 라벨을 이용한 전 제품 라인 디지털화
콘아그라 (미국)	식품	○ 판매, 서비스, 마케팅 소비자 데이터 통합 플랫폼 제공 - 조직 간 데이터 공유를 통한 기업 내 소통 효율화 - 고객 반응 실시간 모니터링 및 소셜 미디어 댓글 추적
썬코어 에너지 (캐나다)	에너지	○ AI, 머신러닝, 자동화, IoT 등의 기술 도입 - 'Suncor 4.0' - 드론을 이용한 현장의 유지 보수, 토공 조사 등 - 대량 단순 작업에 로봇 자동화 기술 적용
DBS 은행 (싱가포르)	금융	○ AI, 클라우드 기술을 활용한 디지털 뱅킹 추진 중 - 지문 인식으로 본인 인증을 하고, 제휴사 쇼핑 기능을 제공하는 모바일 지갑 기능 - AI 지원 가상비서를 통하여 문의·거래를 수행하는 가상비서 기능
싱가포르 국립연구재단 (싱가포르)	도시	○ 스마트 국가 건설을 위한 3D 가상 플랫폼 '버추얼 싱가포르' - 디지털 트윈 기술을 이용하여 도시 전체를 3D로 가상 공간에 구현 - 펀골(Punggol) 타운 설계, 태양광 발전 등 대체 에너지 활용을 위한 그린시티 건설 등에 이용
아큐릭스 (영국)	의료	○ 의사-환자 간 커뮤니케이션 플랫폼 제공 - 문자메시지, 비디오 상담, 의료 설문, 디지털 문서 등 솔루션 제공 - 환자 영상진료 링크를 통한 원격진료 서비스 제공
빼이커 (중국)	부동산	○ IoT 기술 접목한 오프라인 부동산 중개 서비스 제공 - VR을 이용하여 오프라인으로 관심 매물 탐색 - 자사 DB와 연동하여 대출 상품 추천 AI 서비스 제공
샤오미 (중국)	전자	○ AI와 IoT 기술을 결합한 '샤오미 생태계' 구축 - 유관 기업들에게 샤오미 클라우드와 소프트웨어 연동 플랫폼 제공 - 온라인 판매 플랫폼 '미닷컴' 개설, 콘텐츠 및 부가 서비스 판매

□ 해외 각국에서도 건설산업의 혁신방안으로 로봇, AI, 빅데이터, BIM 등 스마트 건설 기술을 이용한 건설산업 디지털화를 주목하고 있음.

○ 미국은 건설현장에서 활용 가능한 IoT 등 스마트 기술의 첨단화 및 설계·엔지니어링 역량 강화를 통해 시장 경쟁력을 확보하고 있으며, National Construction Goals를 수립하여 건설 자동화 분야에 약 12억 달러(1조 3,600억 원)를 배정하여 건설산업의 생산성 향상을 위해 노력하고 있음.

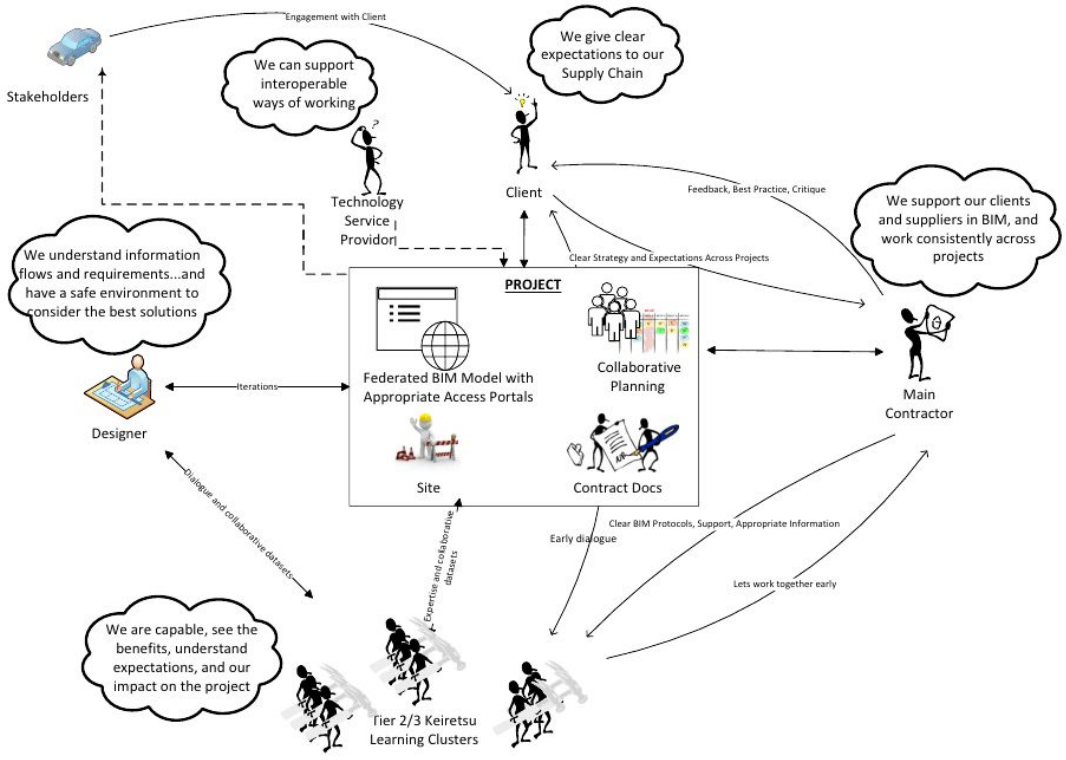
- 미국은 paperless construction을 위해 수행한 e-Construction 프로그램을 통해 축적한 발주처인 각 DOT 들의 경험을 바탕으로 전자승인, 디지털 검측을 통한 사업기간 단축 및 사업 관리 비용 절감을 정량화하고 이후 Digital Delivery 시스템을 개발하여 디지털 전환의 주도적인 역할 뿐 아니라 관련 환경 조성의 사례를 확대하고 있음



<그림 2.1> 미국의 건설사업 디지털 전환 추진 현황

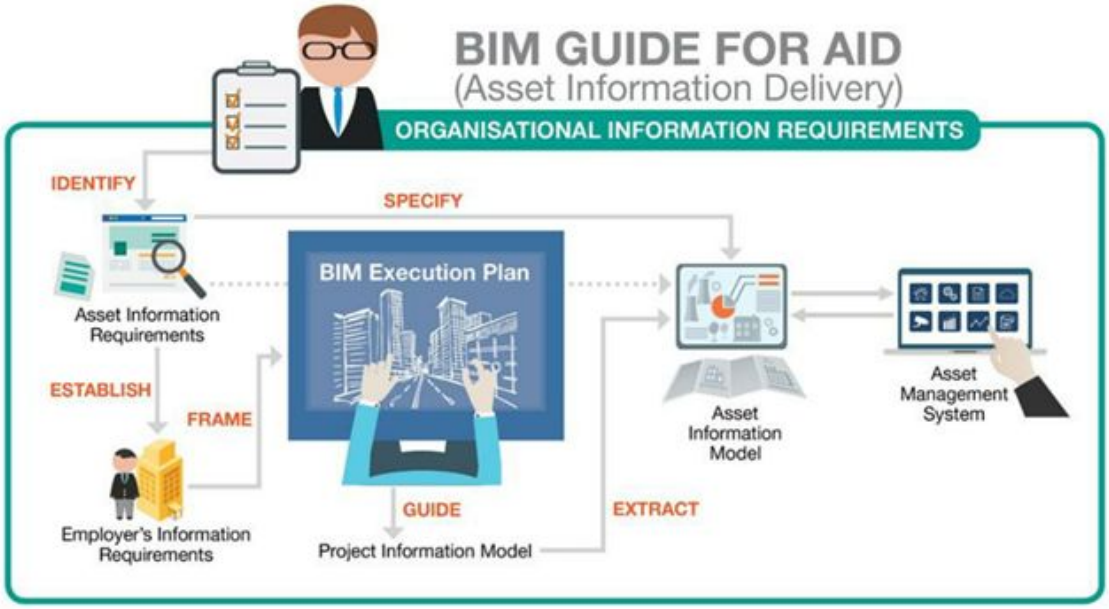
❍ 영국은 2011년 정부 예산 확정과 함께 “Government’s Plan for Growth”를 발표하면서 국가 경제에서 건설산업이 차지하는 중요성을 강조함. 이후, 정부 주도하에 ICT 기술을 적용한 건설산업의 스마트화를 목표로 하는 “Construction 2025”를 수행 중이며, 정부와 산업계가 공동으로 노력해야 할 책무를 정하여 이에 대한 세부 추진과제를 수립, 추진하고 있음. “Construction 2025”은 사람, 스마트, 지속성, 성장, 리더십의 5개 키워드를 가지고 있으며 원가 및 사업 전 주기 비용 33% 절감, 탄소가스 50% 절감, 공사 기간 50% 단축, 건설 분야 수출입 격차 50% 감소를 목표로 함.

– 영국의 Highway England는 디지털 모델 및 데이터 기반 도로설계 플랫폼을 직접 개발하고 이를 활용한 사업관리 전 단계에서 필요한 데이터 파이프라인 구축을 진행하고 있음



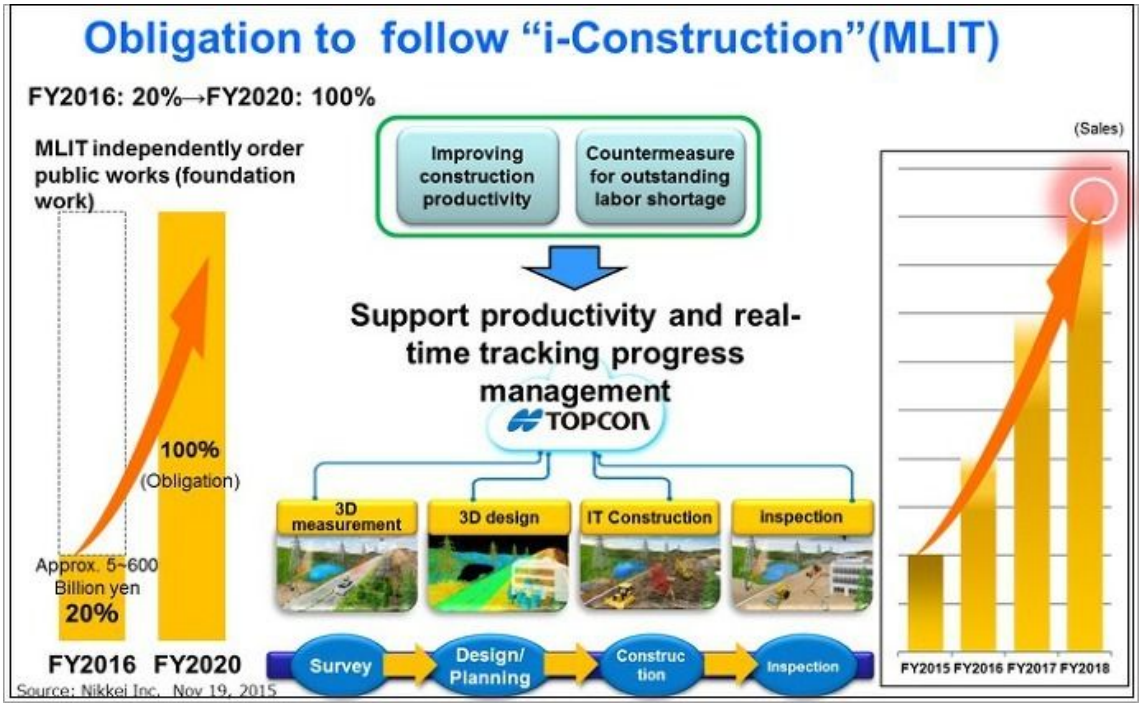
<그림 2.2> 영국 Highway England의 데이터 파이프라인 체계 사례

❍ 싱가포르는 국가사업에 BIM 적용을 의무화하고 자동화 장비 및 로봇, BIM/가상설계 및 시공 등 7대 분야 기술 로드맵을 발표하고, “Construction 2021”을 통해 생산성 향상을 추진 중임. 또한, 싱가포르 주택개발청(Housing and Development Board, HDB)에서는 3D-콘크리트 프린팅에 대한 테스트를 시행하고, AI를 이용한 CCTV 현장 위험상황 분석 시스템을 시범 운영하는 등 다양한 디지털 건설기술을 적용 중임.



<그림 2.3> 싱가포르 BIM 납품 및 자산관리시스템 사례

○ 이외에도, 건설과정에 3차원 데이터를 도입하고 ICT 장비 등의 신기술을 활용하여 건설 생산성 향상을 목표로 하는 일본의 "i-Construction", ICT 기술의 활용 및 융합을 통한 스마트공장 구축을 목표로 하는 독일의 "Industry 4.0" 등 해외에서도 정부 주도의 여러 정책을 통해 건설산업의 디지털화를 추진 중임.



<그림 2.4> 일본의 I-construction (출처: Topcon)

□ 해외에서는 주로 정부 주도하에 BIM 표준과 가이드라인, 제도 등이 제정되어 BIM을 보편화하고 있으며, 국가별 세부내용은 아래와 같음.

○ 미국은 2007년부터 국가 BIM 표준(National BIM Standard, NBIMS)을 제정하여 정부 주도하에 BIM 적용을 추진하고 있으며, 건설 생애주기에 따라 NBIMS 적용을 확대하고자 하고 있음. 또한, 미국 연방조달국 GSA(General Service Administration)에서는 업무에 BIM 적용 및 운영관리를 쉽게 활용하기 위한 GSA BIM Guide를 제공함.

○ 영국은 2011년부터 공공건설 프로젝트에 BIM적용 의무화 사업을 추진하였으며, 2016년 4월부터 모든 중앙 조달 건설 프로젝트는 BIM Level 2(모든 공공시설을 대상으로 BIM을 적용하며 전 생애주기에 걸쳐 BIM 정보를 통합관리 및 활용) 적용을 의무화하고 있음. 또한, 영국표준협회(British Standard Institute, BSI)에서는 각 BIM 단계별 제출물 및 절차 등에 대한 가이드(BS 1192, PAS 1192-2)를 제공함.

○ 싱가포르는 건축물 표준정보의 중앙 저장소(CORENET)를 만들고, 세계 최초로 BIM 전자 제출을 시작('08)하였으며, 2015년부터 5,000m^2 이상 프로젝트에 대하 여 BIM 전자 제출을 의무화하였음. 또한, 싱가포르 건축국(Building and Construction Authority, BCA)에서는 2010년부터 BIM 교육, 컨설팅, 하드웨어 등에 대한 보조금을 지급하고, BIM 가이드라인과 라이브러리를 제공함.

○ 이외에도, 일본에서는 국토교통성(Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, MLIT)과 일본건설정보종합센터(Japan Construction Information Center, JACIC)를 중심으로 2012년부터 터널, 교량, 댐 등 42개 프로젝트에 대하여 BIM 설계를 수행하였으며, 중국에서는 2017년 BIM 통일표준 및 건축 시공 BIM 응용 표준이 제정되는 등 다양한 방법으로 BIM을 적용하고 있음.

□ 해외에서는 주로 BIM 국가표준과 가이드라인/지침서를 이용하여 정부 주도하에 건설 생산성 향상 수단으로 BIM 도입을 적극 장려하고 있음. 또한, 민간 확산을 위해 BIM 납품을 의무화하고 표준(코드, 정보, 포맷 등), 지침(설계, 시공 등), 교육 등 지원책과 펀드, 인센티브 등을 제공함. 국가별 세부내용은 아래와 같음.

❍ 미국은 2006년 미국 육군 공병대(United States Army Corps of Engineers, USACE)에서 발표한 BIM 로드맵(EDRC TR-06-10)을 토대로 2007년 제정된 국가 표준 NBIMS을 적용하고 있으며, 기관별(연방도로국 또는 주단위)로 세부 BIM 가이드라인을 제정하여 시행 중임. 구체적으로, 5억 달러 이상의 프로젝트는 IPD(Integrated Project Delivery) 발주 의무화 및 2015년 기준 47개 BIM 가이드라인과 표준을 발행함. 또한, 미국일반건설협회(Associated General Contractors of America, AGC)의 CM-BIM 교육을 통하여 자격인증 제도를 운영 중임.

❍ 영국은 2016년 4월부터 모든 중앙 조달 건설프로젝트에 BIM Level 2 적용을 의무화하고 있으며, 영국 건축연구소(Building Research Establishment, BRE) Academy의 BIM Training Courses 및 THE BRE BIM 자격인증 제도를 운영 중임.

❍ 싱가포르는 2015년부터 5,000m^2 이상 프로젝트에 대해서 BIM 전자 제출을 의무 화하고 있으며, 건축물 표준정보 중앙 저장소를 운영 중임. 또한, 싱가포르 건축 국은 2010년부터 교육, 컨설팅, 하드웨어 및 협업 소프트웨어의 비용에 대한 보조금을 지급하고, 다수의 BIM 가이드라인과 라이브러리 개발 등을 수행 중임.

❍ 이외에도, 일본 국토교통성은 Construction Information Modeling(CIM) 도입전략을 마련하여 i-Construction 로드맵에 CIM을 포함('17)하였으며 또한, 아일랜드에서는 2017년에 국가 BIM 위원회에서 비용과 시간 20% 감소, 해외 수주 20% 증대를 목표로 하는 건설산업 디지털 전환 로드맵(Roadmap to Digital Transition)을 발표하는 등 BIM 적용 확대를 위해 노력 중임.

3. 시사점

□ 공공 사업에서 전면 BIM 도입 등의 디지털 전환을 위해서는 push-pull 정책과 같이 사업관리 방식과 환경 조성이 우선 이루어지고 민간 기업에 발생하는 초기 비용과 시행착오를 국가적으로 저감시킬 수 있는 대책이 필수적으로 요구됨

□ 디지털 전환을 통해 국가적으로 성과를 정량화한 경우는 디지털 납품, 디지털 승인 및 서명 체계 등이 갖춰지고 민간기업이 투입한 비용을 회수할 수 있는 사업 계약 방식이 병행되는 경우로 국한됨

□ 국내의 경우 개별적으로 추진되는 BIM 사업의 요구사항은 급증한 반면에 이를 위한 환경조성이나 사업 관리 방식의 변화는 거의 없는 상황이어서 실질적인 생산성 증가와 같은 효과를 나타내지 못하고 있음

제3장

건설엔지니어링 기업의 경쟁력분석 및 문제점 진단

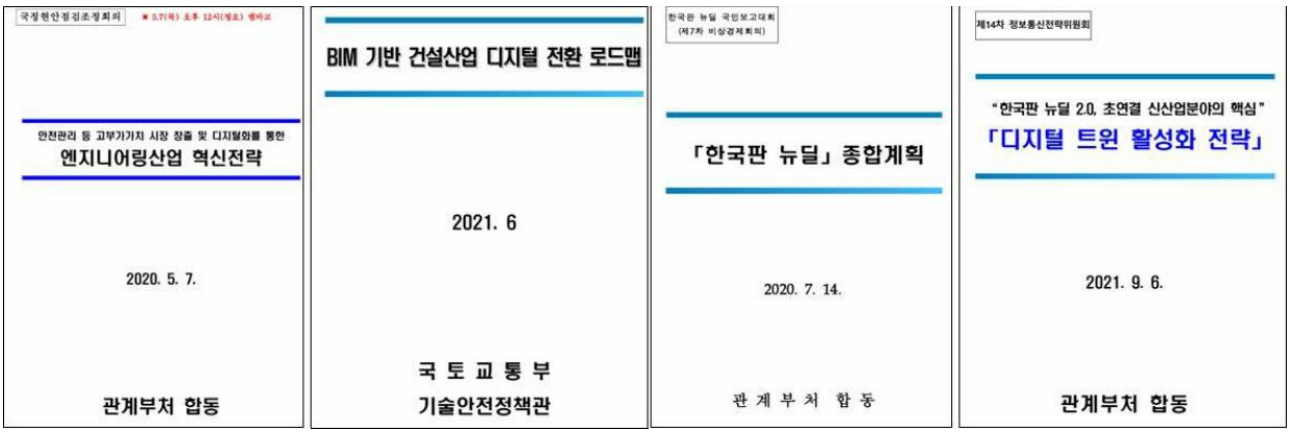
1. 국내 기업의 문제점 진단
2. 국내 기업의 경쟁력 분석
3. 전면 BIM 설계 현황과 문제점
4. 설문조사
5. 시사점

Ⅲ. 건설엔지니어링 기업의 경쟁력 분석 및 문제점 진단

1. 국내 기업의 문제점 진단

□ 엔지니어링이 전체 산업의 역량과 발전을 뒷받침하는 '산업 위의 산업'으로 인식이 확산되고 있고 다양한 영역에서 우리 사회에 미치는 영향과 역할이 큰 부분이 다시 조명되고 있음. 특히, 설계 결함이 전체 프로젝트 손실 초래 요인의 30%로 평가 되어 엔지니어링 기업의 디지털 전환이 중요해짐

- ○ 전방연쇄효과: 엔지니어링(1.23), 제조업(1.03), 서비스업(1.0)
- ○ 부가가치율(%): 엔지니어링(62.1), 제조업(23.6), 서비스업(55.5), 전체산업(38.0)
- ○ 상근직 비중(%): 엔지니어링(90.9), 제조업(88.0), 서비스업(68.5), 전체 산업(71.5)
- ○ 고용유발계수(명/10억원): 엔지니어링(11.0), 건설업(10.2), 전체산업(8.0)



<그림 3.1> 정부의 엔지니어링 관련 전략 및 로드맵

□ 엔지니어링이 BIM과 같은 디지털 기술로 전환되기 위해서는 기획-설계/엔지니어링-구매/조달-시공-유지관리로 이어지는 절차가 통합 환경에서 이루어져야 하는데 현재의 법과 제도하에서는 절차, 조직, 책임이 분리되어 있음

□ 최근 민간발주 증가 등으로 건설 엔지니어링 매출액은 꾸준히 늘고 있으나, '18년 건설업 전체 매출(142조원)의 3% 수준인 4.1조원에 불가함

- ○ 매출이 단순 설계에 집중되어 고부가가치 영역인 PM 매출 미흡
- ○ 국내1위 도화 매출 비중 : PM(21.9%), 설계(54.8%), 감리(18.7%), 건설(1.6%), O&M(3%)
- ○ 수익성은 크게 개선되고 있으나 여전히 선진국 절반 수준
- ○ (국내기업 수익률) '12년, 2.4% → '15년, 3.8% → '18년, 6.8%
  (미국캐나다) 14.4%에 비해 매우 저조한 실정

○ (업체/인력) 업체수는 '10년 2,759개사에서 '18년 3,509개사로 증가

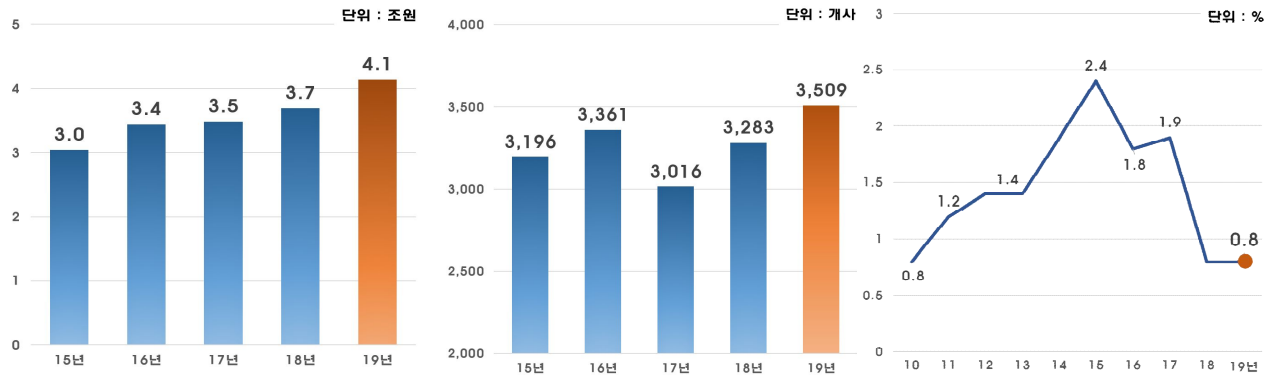
○ 취업자 수는 전체 건설근로자(207만명)의 3% 수준인 6만여명으로 최근 5년간 연평균 6% 증가('15년 4.7만 → '19년 6만)

○ 다만, 높은 업무강도와 상대적으로 낮은 임금으로 젊은 기술인 이탈이 늘어 50대 이상 비율이 절반 수준 차지

○ (신입임금) 시공사 4,591 ↔ 건설eng. 3,683만원 / (인력) 20~30대는 21%에 불과

□ 국내업체의 해외시장 점유율은 1%('18년 기준) 내외에 그치고, 투자개발형 등 고부가가치 사업수주 실적도 낮음

○ 해외수주비중 : 단순도급(90.3%), 시공자 금융주선(1.6%), 투자개발(8.1%)



< 국내 시장규모 > < 국내 eng. 업체수> < 해외시장 점유율 >

<그림 3.2> 국내 엔지니어링 현황

□ 시공과 건설엔지니어링 간 칸막이뿐만 아니라, 건설엔지니어링 내에서도 업역이 엄격히 구분되어 지속 성장에 한계를 가지고 규모의 경제 뿐 아니라 서비스 영역 확장이 어려움

○ 업역별 분리발주로 인해 PM 등 통합사업 추진에 제약이 따르고, 이는 고부가가치 사업실적 미흡으로 이어져 글로벌 경쟁력도 약화

○ 건설엔지니어링에 관련된 주무 부처가 국토부와 산업부로 이원화되어 있고 주무부처가 달라 관련 제도·정책도 별도로 추진중으로, 비효율 발생

□ '저가 발주 + 최저가 수주' 관행으로 인해 기술력이 제대로 평가받지 못하는 구조가 형성되어 있고 엔지니어링이 가지는 의사결정의 가치에 적합한 권한과 대우가 부족함

○ 적정 사업비가 고려되지 못하는 대가기준이 여전히 시행중이며, 기술역량도 제대로 평가받지 못해 젊은 기술인 이탈 지속

○ 시공분야 중심으로 스마트 건설 R&D가 추진중이나, 건설엔지니어링과 관련된 3D 모델설계(BIM) 등 기술투자와 제도정비는 지연

□ 글로벌 엔지니어링 시장은 급격히 성장하고 있으나, 국내 기업의 해외진출 지원 시스템은 시공사 중심으로 운영되어 엔지니어링의 글로벌 역량 성장에 제한적임

○ 시공사에 비해 영세한 엔지니어링 업체는 초기 비용부담 등으로 사업발굴을 위한 시장조사에 소극적

○ 글로벌 시장에서는 PM 등 통합사업 발주가 확대되고 있으나, 정보공유와 인적 네트워킹도 미흡하고, 실적 관리체계도 미구축

□ 국가적으로 디지털 뉴딜 사업에서 58조 2천억원을 계획하고 있는데 사업의 구성내용이 주로 센싱, 네트워크 등에 집중되어 있고 국가 인프라에 대한 컨텐츠를 디지털화하기 위한 건설 엔지니어링 기업의 참여가 배제되어 있음

□ 현재의 하드웨어 측면의 인프라가 향후 지능화된 인프라로 진화되어 사전 대응, 데이터 기반 유지관리, 신사업과 수요 창출로 이어질 때 건설 엔지니어링 기업이 에 대한 준비 역량이나 환경 조성이 없어서 도태될 위기에 있음. 건설산업과 디지털 혁신과의 상관관계는 0.79로 평가되며 디지털화가 1% 진전되면 생산성이 0.81% 증가할 것으로 예상됨

2. 국내 기업의 경쟁력 분석

□ 건설엔지니어링 업체 수·수주 현황

○ 전체 엔지니어링 중 건설 분야 업체 비중이 53.74%(수주액 기준 54%)이며, 간접연관 분야(기계·정보통신·전기) 포함 시 81.71%(수주액 기준 73.7%) 차지

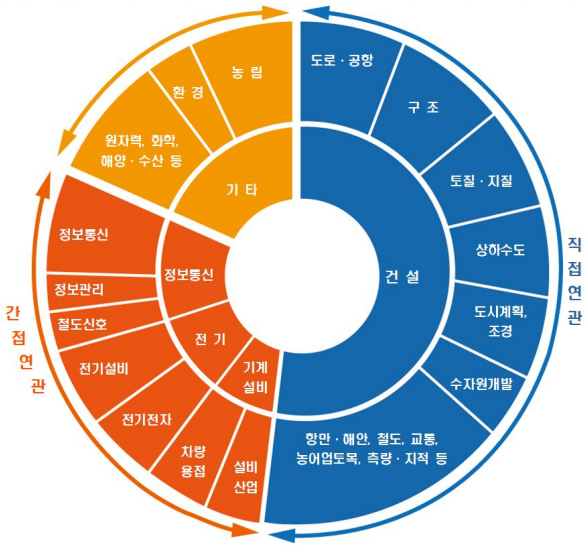
<표 3.1> 최근 5년 엔지니어링 업체 및 수주현황

구분	기술부문	업체수 (개사)	구성비 (%)
직접연관	**건설**	**3,509**	**53.74**
간접연관	기계	263	4.03
	설비	146	2.24
	정보통신	1,020	15.62
	전기	397	6.08
기타	농림	580	8.88
	환경	241	3.69
	원자력	143	2.19
	해양수산	96	1.47
	산업	45	0.69
	선박	41	0.63
	화학	37	0.57
	금속	7	0.11
	항공우주	1	0.02
	광업	3	0.05

구분	기술부문	건수	금액	비율 (%)
직접연관	**건설**	**42,249**	**4,401,297**	**54.0**
간접연관	기계	1,669	565,965	6.9
	설비	3,525	275,833	3.4
	정보통신	3,095	393,949	4.8
	전기	2,931	374,878	4.6
기타	농림	3,246	37,731	0.5
	환경	2,282	480,944	5.9
	원자력	674	675,207	8.3
	해양수산	921	88,103	1.1
	산업	630	65,009	0.8
	선박	189	72,645	0.9
	화학	467	709,015	8.7
	금속	75	4,051	0.01



<국내 eng. 업체현황>



<기술부분별 수주실적>

3. 전면 BIM설계 현황과 문제점

□ 전면 BIM설계 현황

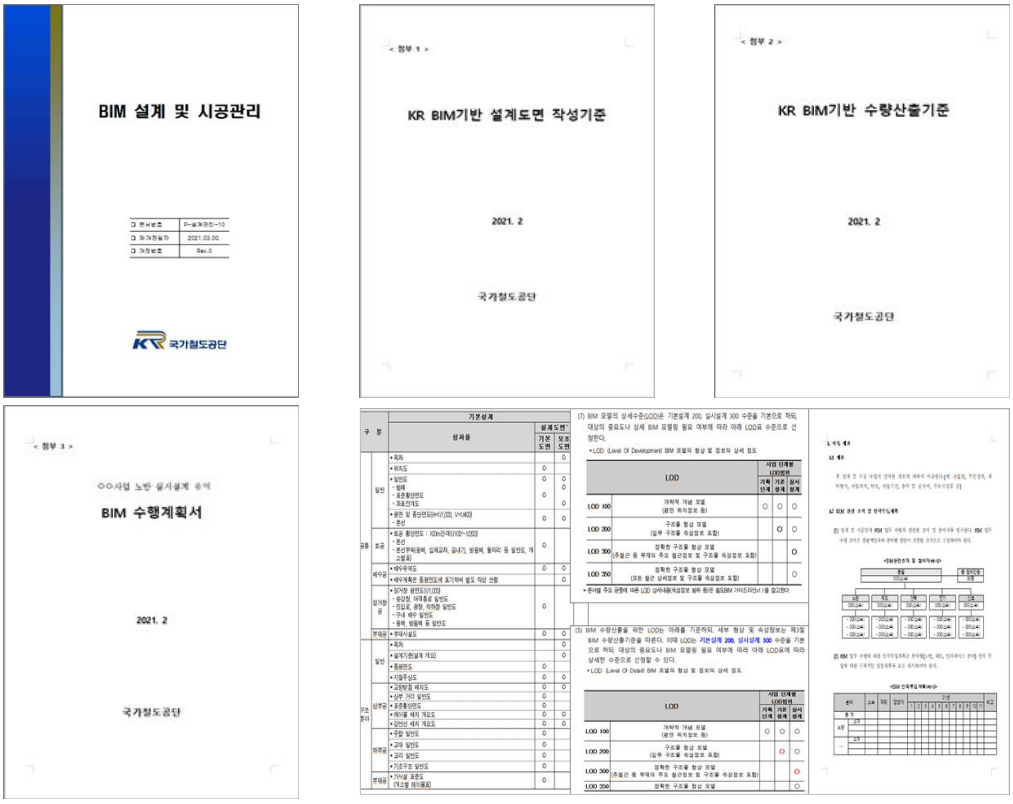
○ 발주처별로 전면BIM에 대한 발주 요구수준, 성과품 작성 수준, 가이드라인 제시 및 설계대가 등이 상이함.

– 한국도로공사는 ‘19년부터 전면 BIM설계 발주를 시작하여, ‘20년 6개 공구 및 ‘22부터는 발주물량 전체를 전면 BIM설계로 추진 목표로 하고 있음. 또한 이를 원활히 시행하기 위해 ‘20년 ‘고속도로 스마트 설계지침 및 도면, 수량 작성기준’을 수립하였고, ‘21년도에는 ’고속도로 BIM 안전설계 매뉴얼’을 제정하여 고시함. 그러나 전면 BIM설계 대가는 증가된 과업범위와 상세정보 생성 및 연계업무 등에는 미흡한 기술료의 10%를 포함하고 있으나 낙찰금액을 고려할 경우 최종 기술료의 7~8%로 수준임.



<그림 3.3> 한국도로공사 전면 BIM설계 관련 지침 및 매뉴얼

- 한국토지주택공사는 ‘19년부터 최근까지 전환 BIM설계를 발주하고 있으며, ‘18년 ‘LH Civil-BIM 가이드라인, 설계매뉴얼 ver 1.0’을 작성하여 활용하고 있으나, 사업특성 상 사업승인 및 용지보상 등이 지연됨에 실제 설계업무도 지연되기 때문에 전면 BIM설계의 필요성이 상대적으로 낮아지고 있음. 이에 ‘21년도 발주된 3기 신도시 전환 BIM설계도 일부 보류하거나, 타절하려는 움직임이 있음. 설계대가는 다양한 전환 BIM설계를 바탕으로 제시되었기 때문에 상대적으로 한국도로공사보다 현실적인 전체 설계비의 13~21%(기본 13~17%, 기본 및 실시설계 17%, 실시설계 17~21%)를 채택하고 있음.
- 국가철도공단은 ‘20년까지 전환 BIM설계를 수행해오다가 ‘21년 발주물량부터 전면 BIM설계에 준하는 성과를 요구하고 있으며, ‘22년부터는 전면 BIM설계 발주를 적극 확대시행할 계획에 있음. 이를 대비하기 위해 ‘21년도에 ‘BIM 설계 및 시공관리 절차 제정 및 세부기준’을 작성하였고, 각각 ‘KR BIM 과업지시서, 수행계획서, 설계도면 작성기준 및 수량산출 기준’ 등을 제정하여 배포하였음. ‘21년 전면 BIM설계 발주 사업을 대상으로 설계 대가는 평균 견적가 수준을 채택하였는데, 이것은 전체설계비의 6~8% 수준으로 여전히 미흡한 실정임.

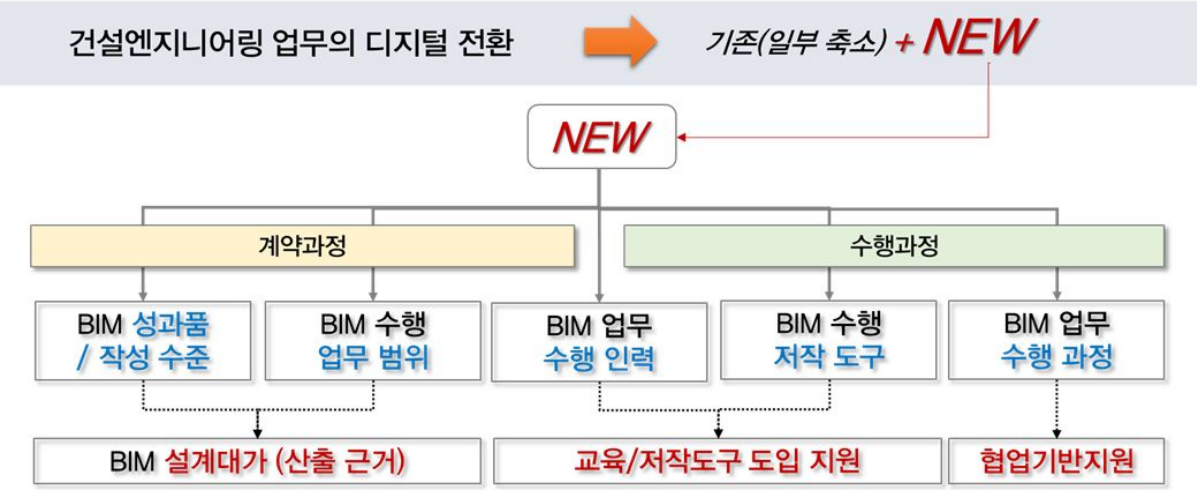


<그림 3.4> 국가철도공단 전면 BIM설계 관련 지침 및 매뉴얼

– 그밖에 한국수자원공사, 서울시 등 지자체 및 기타 유관기관에서는 '21년 현재 기준으로 전환 BIM설계를 시범적용하고 있는 수준이며, 설계대가도 최저 견적가로 수행하고 있음. '21년말 서울시는 BIM설계 확대적용을 추진하기 위해 '서울시 BIM 적용 가이드라인 및 로드맵 작성'을 추진 중에 있는데, 대부분 민자사업, 턴키사업 등에 우선적으로 활용하고자 하고 있기 때문에 설계대가에 대한 검토는 미흡한 수준임.

□ 전면 BIM설계에 따른 문제점

○ 전면BIM 설계발주에 따른 설계엔지니어링사의 대응이 어려운 부분을 아래와 같이 주요 항목별 이슈로 요약할 수 있음.



<그림 3.5> 전면 BIM설계에 따른 설계엔지니어링사의 주요 이슈

○ 무엇보다 전면BIM 설계발주로 설계단계에서 기존 2D업무(성과품 작성)가 부분 축소된 반면에, 새로운 작성방법과 새로운 저작도구를 이용하여 BIM모델 및 정보작성에 따른 새로운 업무가 과도하게 설계단계에서 증가됨에 따라, 중소 설계엔지니어링사 뿐만 아니라 대규모 설계엔지니어링사도 대응이 상당히 어려움.

○ (성과품, 작성수준) 발주 및 계약과정에서 발주처별 상세 지침, 가이드라인 등이 미흡하거나 미작성됨에 따라 새로운 형식인 전면 BIM 성과품 작성이 어려움.

– 전면 BIM설계의 과업지시서에 여전히 기존 2D 성과를 작성해야하는 문구가 있음. 특히 기존 2D기반 수량산출 데이터와 BIM모델 기반 수량산출 데이터가 서로 일치하는지 수량비교 검토서를 작성해야 하는 경우도 있음.

- 또한 전면 BIM설계 업무 중 기본 성과품 이외에도 추가 시뮬레이션, 사업 조감도, 각종 동영상 등을 작성하여 제시하도록 하고 있음.

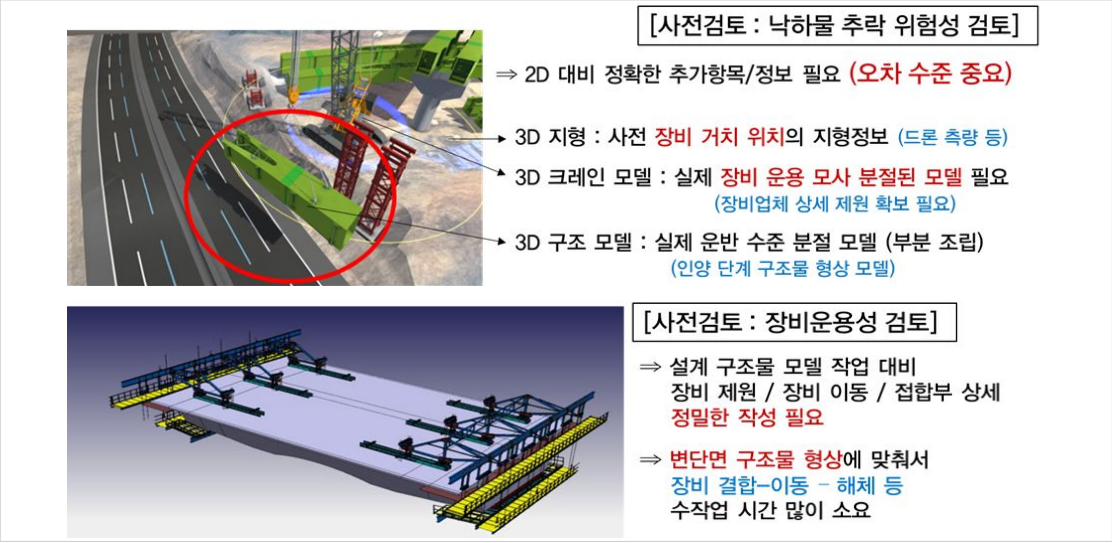
○ (업무범위) 건설사업에서 BIM은 '생애주기동안 발생하는 모든 정보를 3차원 모델기반으로 통합하는 과정으로 디지털 정보 생성, 연계, 활용 등을 가능하게 하는 디지털 전환 체계'를 의미하고 있으나, 대부분 초기 설계단계에서 시공 및 유지 관리 단계의 정보 정의, 정보 생성, 정보 연계 등을 수행 업무로 확대하여 요구함. 이에 설계엔지니어링사에서 더 많은 시행착오와 인력투입, H/W 및 S/W를 도입비용 지출 등이 전가되고 있기 때문에 확대적용에 부정적으로 대응하고 있음.

BIM 성과물	내용
3D 모델	공종별 모델 및 통합 모델
3D 모델 추출 도면	도면 일식
3D 모델 추출 수량산출 비교 검토서	3D 모델에서 추출한 수량 산출 작성
시뮬레이션 보고서	시뮬레이션 활용내용 포함 일식
BIM 표준 포맷 데이터 / 원본	3D 모델별 표준 포맷 변환
BIM 실행계획서	BIM 목표, 절차, 정보교환의 정의, 제반사항 내용 수록
BIM 검토보고서	도면 오류검토, 간섭검토, 주요 수량검토 내용 수록
품질검증 Checklist	BIM 성과품의 품질검증 내용 수록
BIM 결과보고서	실시설계단계 BIM관련 결과내용 수록



<그림 3.6> 전면 BIM설계 시 설계단계 수행업무의 확대 및 고도화 예시

- 전면 BIM설계에서 다양한 시공단계 안전성 사전 검토를 수행위해 대상 목적물 에 대한 BIM 작성 이외에도 각종 시공장비 및 현장 3D지형의 정확성을 높이기 위한 추가정보 수집이 필요하고 이를 기반으로 3D 시뮬레이션용 모델이 작성되어야함.



<그림 3.7> 전면 BIM 설계단계 사전 시뮬레이션 수행업무 고도화 예시

○ (대가산정 기준) 전면 BIM설계를 위해서는 기존 2D보다 더 많은 정밀한 정보수집, 정밀한 3D 형상모델 및 각종 정보 작성 등으로 대부분 초기 설계단계 추가 인력투입, 과업기간 증가 등이 발생하고 있으나, 기본 및 추가업무에 대한 현실화된 대가 산정 기준이 체계화 되어 있지 못함.

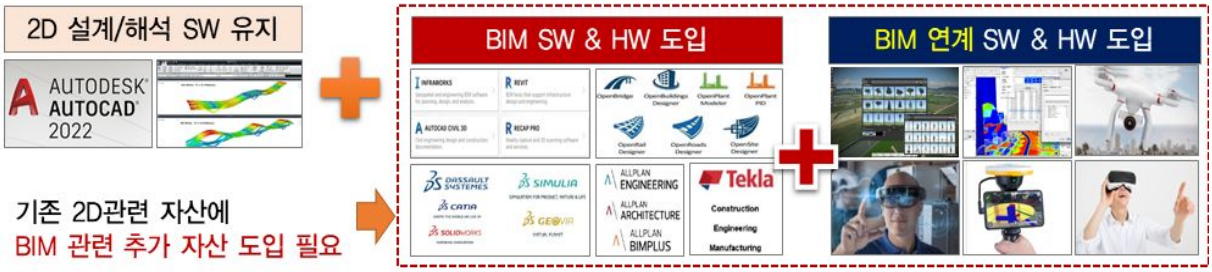
- 국토교통부에서 고시한 '건설엔지니어링 대가 등에 관한 기준(고시 제2021-961호)'와 산업통상부에서 제정한 'BIM기반 도로 표준품셈(2021.01)' 등이 있으나, 서로 통일되어 있지 않고 발주처에서 의무적으로 적용하고 있지 않음.
- 또한 초기 도로설계 분야에 한정하여 제정 및 고시된 바, 도로 이외의 사업에 대해서는 전면 BIM설계 대가산정 기준이 부재임. 그 결과 업무범위, 업무수준을 고려 하지 않고 평균 또는 최저 견적가 수준을 반영하고 있는 실정임.

○ (수행인력 (재)교육 및 경력관리) 전면 BIM설계를 직접적으로 수행할 수 있는 설계, 시공 엔지니어가 부족함에 따라, 신입 및 기존 엔지니어 재교육이 필요하며, 전면 BIM설계 엔지니어의 확대를 위해서는 한시적으로 별도 참여인력 추가 반영, 전문 경력관리 등이 필요함.

- 기존 2D설계의 경우에도 대부분 실무 엔지니어들이 저작도구를 활용하여 실제 설계업무를 수행하고 있는 반면, 사업 평가에서는 참여기술자가 수가 책임자과 분야책임자 등의 인원으로 한정되어 실제 발주처 인정 경력에서는 빈번히 배제되고 있음.

- 따라서 전면 BIM설계 시 새로운 저작도구를 활용하여 설계업무를 수행할 경우에도, 현재와 같은 책임자 중심의 인력투입 및 평가방법으로 지속되는 경우에는 신규 BIM인력 양성, 기존 엔지니어의 BIM 재교육 등이 지연되거나 배제되는 등 소극적 대응이 예상됨.
- 또한 전면 BIM설계 경험으로 교육을 수행하기 위해서는 전문적인 교육프로그램과 기관이 확대되어야 하는데, 사실상 교육기관을 찾기가 어렵고, 고가의 교육비와 장기간 엔지니어의 현업 업무 제외가 필요하기 때문에, 이에 대한 현실적인 지원 대책이 필요함.

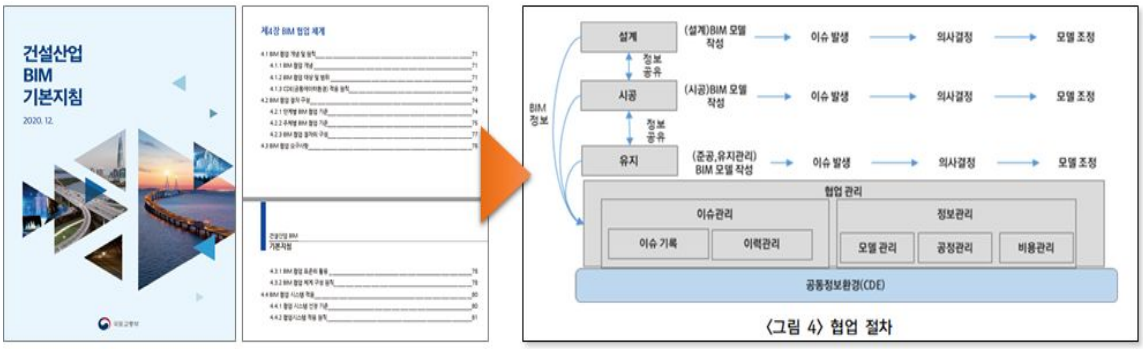
○ (BIM 저작도구 도입) 전면 BIM설계를 위해서는 기존 2D 저작도구(H/W와 S/W) 이외에도 별도로 새로운 BIM 저작도구 추가 도입이 필요하고, BIM 모델을 연계할 수 있는 연계 H/W와 S/W 도입이 필요함.



<그림 3.8> 전면 BIM 설계를 위한 신규 저작도구 확대 예시

- 모든 발주처가 동시에 전면 BIM설계를 도입하지 않고, 또한 BIM모델 작성보다 효율적인 2D 보조도면 작성을 위해서는 기존 저작도구가 유지되어야하며, 일부 전면 BIM 사업을 수행하더라도 추가로 신규 BIM 저작도구 및 연계 도구 도입이 필요함.
- 대부분 SW의 경우에는 연단위 라이센스 유지비용을 지급해야하고, 개인별 활용으로 제한하는 SW정책이 확대됨에 따라 저작도구 수도 증가되어야 함. 이에 매년 실비로 지출해야하는 연단위 SW 유지비용이 누적 증가되므로 현실적으로 사업비에 반영하거나 별도 지원책이 마련되어야 함.

○ (협업수행) 전면 BIM설계시 대부분 다수 설계엔지니어링사가 업무를 분담하여 수행하고, 발주처와 원활한 업무소통이 필요하며, 필요시 시공사 등과 협의가 필요하기 때문에 전면 BIM설계를 수행할 경우 공통정보관리환경(CDE) 구축을 요구하고 있음.



〈그림 4〉 협업 절차

<그림 3.9> 전면 BIM 설계시 공통정보관리환경 구축운영 방안

- 전면 BIM설계 시에도 다수 설계엔지니어링사가 업무를 분담하여 수행하는 사업이 많으나, 전면 BIM설계의 수행역량(저작도구, BIM경력 엔지니어 보유 및 경험)에서 차이가 발생하고, 저작도구도 상이함에 따라, 공통정보관리환경 구축을 권장하고 있음. 그러나 공통정보관리환경 구축운영에 따른 비용은 별도로 추가 반영되고 있지 않기 때문에 대가에 추가 반영되거나 발주처에서 구축운영을 통합 관리할 필요가 있음.
- 최근 단기적으로 상용 SW를 설계사가 도입하여 공동으로 활용하는 사례도 있으나, 이러한 부분이 설계업무 확대, 엔지니어 재교육에 따른 비용 증가를 고려하고도 추가로 가중됨에 따라 설계엔지니어링사가 많은 부담을 갖게 됨.

4. 설문조사

4.1. 전문가 조사

○ 국내 설계 및 전문 엔지니어링사의 전문가 의견 조사

- 국내의 현재 진행중인 전면BIM도입 및 스마트건설 관련 이슈를 파악하고 관련 실무자들의 의견을 파악하기 위해 설문조사를 실시함

- 조사 목적 설계 엔지니어링 분야의 BIM 전면도입에 따른 문제점 및 개선방안 도출 - 개요 엔지니어링사를 위한 디지털 전환 지원 방안 및 중·소규모 엔지니어링사의 디지털 모델 관련 의견 청취 및 제도 대응 방안 모색 - 주요 이슈 제도/정책, 사업관리절차, 계약/모델 소유권, 설계성과품, 표준 및 소프트웨어, BIM 인력

1) 계약 관련 : 현재 계약 방식 및 계약 주체의 문제점 / 비용산정 및 수행범위 등

○ (현황 및 문제점)

- 설계사 및 시공사 계약으로 인한 협의 주체 과다, 업무협조 부족으로 인한 BIM 도입 비용 대비 효과 떨어짐.
- 특히, 토목사업의 경우 공정 또는 분야간 협업이 중요함에도 분리발주 되어 효용성 떨어짐.
- 설계사 및 시공사와 계약시, BIM 수행 대가를 임의대로 책정하여 지급.
- 한국도로공사의 경우 BIM 수행 추가 대가 (10%)를 설계사에 지급하고 있지만, 설계사의 BIM 수행 능력 부족으로 BIM 전문업체에서 외주를 수행. 이 경우, 설계사에서는 BIM 수행 추가 대가 10%에서 실행률 최소 20%를 제외 후, BIM 전문업체에 외주를 맡김.
- 위의 조건에서, 큰 규모의 BIM 전문업체는 외주를 수행 또는 수행하지 않음. 소규모 업체의 경우, 위의 조건에서도 수행하고 있어 BIM 성과물의 품질저하 및 과다출혈경쟁이 발생하고 있음.
- BIM 설계 성과물의 대부분이 BIM 전문업체에서 수행함에도 불구하고, 지급방식의 문제점으로 인해 설계사에만 과도한 이익이 발생할 수 있음. 또한 '발주자의 요구조건을 따른다'라는 1식 계약으로 인해 설계사와 전문업체간의 계약에서 전문업체가 불리한 상황에 놓여 있음.

❍ (제안 및 개선방안)

- BIM 도입 시, 발주처 직접 계약을 통한 수행범위 설정 및 세부기준 마련 필요 있음.
- BIM 수행 완료시, 성과품의 활용 여부 및 정도에 따른 인센티브 지급 기준 마련 필요 있음.
- 기본, 실시설계, 시공 등의 분리발주 방식을 통합발주 방식으로 변경 필요 있음.
- 측량, 토목, 건축, 설비, 궤도, 신호, 전기 등의 분야간 발주방식 및 Integrated Project Delivery (IPD) 방식의 발주방식 검토 필요 있음.
- BIM 수행 추가 대가 (10%)를 제외한 기존설계비에서 BIM 기반 설계비로 대체 또는 BIM 설계 성과품은 BIM 전문업체 계약분으로 전환할 필요 있음.

2) 사업관리절차 : BIM의 실질적인 역할 등

❍ (현황 및 문제점)

- 건설사업관리는 원칙적으로 발주처에서 수행하여야 하나, 발주처의 전문인력 부재, 잦은 업무이관 등으로 인해, 현재 설계 및 시공단계 건설사업관리(감리) 제도를 운영하고 있음. 특히, 발주처의 BIM 실무의 전문성은 전무.
- 현 상황에서, 단계별 건설사업관리 제도 안에, BIM을 포함하려는 시도가 있으나, 현재 제도 안에서, BIM이 도입될 경우, 컨소시엄 (BIM 전문업체)에 따라 BIM 기술의 전문성 및 업무연결성 결여가 예상됨.
- 특히, BIM을 활용한 유지관리에 대한 발주처 및 BIM 전문업체의 전문성 전무함.
- 설계 단계에서 작성된 BIM 모델이 시공 단계에서 큰 역할을 하지 못하는 경우가 대다수이며, 정확한 시공 계획 수립이 어려움.
- 거푸집 등의 가설 구조물 등의 BIM 모델링 시, 과다 인력 투입 및 용량 문제로 BIM 프로그램 구동의 어려움 발생.
- BIM 전문업체는 대부분의 핵심인력이 해당 설계 분야의 유경험자로서 BIM 도입에 핵심적인 역할을 수행할 수 있으나, 발주처와 설계사의 BIM 설계에 대한 비전문성으로 인해 단순한 하도급역할만 수행하고 있음.

❍ (제안 및 개선방안)

- 발주기관의 BIM 및 건설사업관리 전문성 증대를 위한 BIM 사업관리 교육 필요.
- 현재의 건설사업관리 방식을 설계와 시공이 분리되어, 해외의 PM/CM방식과 차이가 있음. 보다 효율적인 사업관리를 위하여 PM제도를 설계사가 주도할 수 있도록 제도 개선 중에 있음.

- 개선된 PM제도를 기본으로 하여, BIM, 로봇 등을 도입하여 시설물의 생애주기 (기획, 설계, 시공, 유지관리 등)를 통합사업관리 할 수 있는 종합건설엔지니어링 업을 신설 중임. 이에
- 발주처를 대신하여 단계별 (설계사, 시공사, 유지관리 등) BIM 수행 업무 및 범위를 결정하고, 단계별 성과품 제작, 검토 및 승의 등의 업무를 수행할 수 있는 BIM 컨설팅의 새로운 시장 창출 필요.
- 시공단계에서 BIM 데이터의 수정 및 실질적인 활용이 가능하도록, 최소단위 부재별 모델링 작성 기준 마련 및 목적구조물 위주의 모델링 간소화를 통한 데이터용량 축소 필요.
- 현재와 같은 BIM 도입 과도기에서는 발주자가 BIM을 직접 발주하고, 전문업체를 통해 BIM 기술을 설계에 적용 및 활용하는 방안이 보다 효과적으로 건설 사업관리를 수행할 수 있음.

3) BIM 모델 관련 : 모델의 상세 정도 및 활용성 / 소유권 및 사용권 / 전자서명을 통한 저작권 보호 등

○ (현황 및 문제점)

- 인프라 BIM 설계 시, 도로 및 하천분야 기준 및 지침의 BIM 성과품 작성 및 납품지침의 표준분류체계를 만족시키기 어려우며, 납품폴더 및 파일 구성에 따라 성과품 납품을 Autodesk 제품군의 원본파일로 제출하도록 구성되어 있음.
- 설계사의 BIM 데이터 라이브러리 작성은 매개변수(파라매트릭)구조로 작성되므로, 납품과 동시에 BIM 데이터업체의 기술이 무방비로 노출된 가능성이 있음. 이로 인해, BIM 설계 담당자도 매개변수구조가 아닌 단순모델 작성에 그치는 경우가 많음.
- BIM의 성공적인 정착을 위해서는 다년간의 많은 인력, 비용이 투입되어야 하며, 자체 라이브러리 구축과 같은 지적재산에 해당하는 자산도 구축되어야 함. 하지만, 이러한 지적재산을 함께 납품해야 하는 현행 제도로 인해, 자체 라이브러리와 같은 지적재산에 대한 투자 의욕 저하로 인해, 결국 BIM의 성공적인 도입을 저해하고 있음.
- 도로공사, 철도공단 등에서는 모델링 상세 기준을 제시하고 있지만, 유지관리 등에 활용되기 위한 속성정보에 대한 명확한 기준이 없음.
- 발주기관의 과업지시서에는 BIM 데이터 소유권은 발주기관 단독 소유로 표시되고 있으며, 시공사 및 설계사에서는 BIM 데이터는 공유물로 인식되며, 저작권에 대한 인식이 부족.
- 과업내용서 및 BIM 성과품에 대한 (Employer's Information Requirements) EIR 구체적인 내용이 부족.

- 발주처의 가이드라인 또는 과업지시서의 Level of Detail (LOD)이 특별한 기준없이 요구되고 있으며, 간혹 모든 성과품에 대해 과도하게 최고 수준의 LOD를 요구하는 경우가 많음.

○ (제안 및 개선방안)

- BIM 성과품 작성 및 원본 제출의 개정이 필요하며, 시공단계에서 성과품 보완이 필요할 경우, BIM 설계사에 비용을 지불하고, 수정 보완하도록 하는 지침이 필요.
- BIM 설계 업체에서 개발되는 매개변수 구조의 객체는 소유권 및 저작권을 보호하고 필요시에는, 원제작자의 동의 하에, 사용로를 지불하도록 개선 필요. 단, 발주처에는 사용권만 부여. 싱가포르의 경우, 설계사가 발주처에 원본 및 PDF을 납품하나, 발주처에서는 시공사에 PDF만 제공하고, 원본 필요시, 설계사에서 직접 구입하도록 하고 있음.
- 국토부 및 발주기관이 객체의 라이브러리, 제품, 시뮬레이션 등에 대한 기준을 직접 작성 후, 플랫폼을 통하여 설계사와 시공사 등이 사용 가능하도록 하여, 데이터의 통일 및 빅데이터 구축에 활용될 수 있도록 개선이 필요.
- 발주기관의 단계별 속성정보 (위치, 방향, 공종, 규격, 재료, 공정, 단가 등)에 대한 규정 필요.
- BIM데이터의 저작권은 BIM 용역 수행기관에 있는 것이 합당하므로, BIM데이터에 대한 사용권 및 저작권, 수행기관 및 발주기관에 대한 구분이 필요 (워터 마크 표시 등의 전자서명 활용).
- 해외 과업내용서 참조하여 프로젝트에 맞는 구체적인 성과품 요구 및 검수 필요.
- 설계 단계와 비용에 따른 LOD 설정이 필요.

4) 설계성과품 : BIM모델 표준 부재 / 도면 및 수량산출 중복성 / 기존 성과품 축소 / 설계변경대응 등

○ (현황 및 문제점)

- 한국도로공사의 경우 BIM 성과품 표준을 제정하여 운영하고 있지만, 기존의 2D도면 역시 요구하고 있음. 이는 현재 공사발주 제도(계약문서)가 BIM모델을 성과품으로 인정하지 않기 때문에 발생하는 문제임.
- BIM모델 납품시, 불확실한 내용으로 인한 분쟁을 사전에 방지하고자 2D도면 납품시와 동일한 기준을 제시하고 있으며, 이로 인한 종이성과품의 분량이 크게 줄지 않고 있음.
- 발주처별 표준 라이브러리를 개발하고 있으나, 활용도가 떨어지며, 발주기관별 특성에 맞는 BIM 기준이 전무. 또한, 도면작성기준 및 수량산출서 성과품 기준은 70년동안 변화가 없었음.

- BIM도면 작성을 위한 인력 과다 투입 및 BIM수량산출근거에 대한 별도의 기준 및 양식이 없음.
- 일각에서는 현재 과도기에서도 충분히 BIM모델이 설계 및 시공 단계에서 활용될 수 있다고 보며, 이를 위해서는 도면, 수량산출 등의 성과품 수준 조정이 필요함. 단, 유지관리 단계의 BIM모델 활용도가 최우선으로 고려되어야 함.

○ (제안 및 개선방안)

- 공사발주 제도에서 BIM성과품을 인정하기 위해서는, 단계별 보완이 필요.
  1단계: 공통된 BIM 표준도면을 국가가 제공.
  2단계: 기존의 종이도면을 PDF로 간소화한 전자도면을 성과품으로 인정하고, 3차원 모델을 PDF도면으로 제원 등을 체크하고, 최신기술 (스마트폰, 테블릿 PC, VR 장비 등)을 활용하여 시공 유도.
  3단계: 객체 중심의 수량 및 공사비 산출에서 목적물 중심의 표준단가로 인정함으로써 도면 및 수량산출 간소화 가능. 이를 통한 BIM모델 디지털 전환 가능.
  4단계: BIM컨설턴트가 건설프로젝트 이해 당사자들간의 공유가 가능한 공유플랫폼을 활용하여, BIM설계의 방향 및 수정 등을 공유.
- 성과품 검증에 대한 지침 및 규정 개선이 필요하며, 이중과업방지를 위하여 BIM성과품으로 대체 가능한 부분에 대한 명확한 기준 필요.
- 목적구조물에 대한 모델링 수행 시, 기존의 2D도면에서 전자도면으로 대체하고, 복합단가에 따른 수량산출 간소화 등이 필요.
- 모델 표준 기준 제시가 필요하며, 점진적으로 디지털 데이터를 활용하여 도면 및 수량산출방식 최소화 필요.
- 정부와 발주처가 적극적으로 BIM 소프트웨어 벤더사와의 협약을 통해 국내 표준을 탑재해야 함.
- 최종목표를 BIM기반 성과물 제작으로 하되, 현재 BIM활용 과도기에서는 기존 2D설계 성과물과 BIM기반 성과물을 구분하여 이중과업을 방지해야 함.
- 현 수준을 고려할 때, 설계에 BIM을 활용할 경우, 3차원 기반 협의, 조율, 의사결정, 대안검토 등에 탁월한 성과를 얻을 수 있으나, 수시로 성과물을 제작할 경우 생산성이 현저하게 떨어질 우려가 있음. 그러므로, 최종 성과물은 최종결정단계에서만 제작할 필요가 있음.

5) 소프트웨어 : 사업비 반영 / 공동사용 / 관리도구 / 클라우드 등

○ (현황 및 문제점)

- 한국도로공사의 경우 BIM설계 평가 기준을 마련하여 운영 중이나, 1개 공구에 15copy의 BIM제작 도구를 사용하도록 권고하고 있음. BIM제작도구는 제작사에 따라 구입 또는 사용금액이 천차만별임. 또한, 현재 BIM소프트웨어 사용비가 반영되고 있으나, 실제 소요되는 비용이 반영되고 있지 않음.
- 중대형 설계사의 경우, 제작도구 구입에 대한 투자는 가능하나, 중소규모 설계사의 경우, BIM제작도구 및 전문인력 교육에 부담이 가중되고 있음. 또한, 유료로 운영되고 있는공통정보관리환경(CDE)조성을 위한 클라우드, 관리도구 등은 BIM설계업무가 없을 경우에도 지급해야 하므로, 설계사에 이중부담을 가중하고 있음.
- 국내 설계 기준에 적합한 소프트웨어 부족, 해외와 다른 단가산출방식으로 인해 현재 상용소프트웨어 활용 한계가 있음.
- 설계사 입장에서는, 기존 2D기반의 설계툴을 기보유하면서, BIM소프트웨어를 비롯한 추가 인프라(교육, 컴퓨터, 클라우드서비스, 기타하드웨어 등)비용에 대한 큰 부담이 있음. 또한, 기존 2D기반설계에서는 AutoCAD가 전체 공종에서 활용할 수 있었으나, BIM소프트웨어의 경우 공종별로 다양한 소프트웨어를 구성해야함으로 추가적인 비용 부담이 존재.

○ (제안 및 개선방안)

- BIM기반 설계 및 시공이 정착되기 전까지, 정부나 발주처에서 한시적으로 BIM 소프트웨어 사용비, BIM 전문인력 교육 비용 등의 일정부분 지원해줄 필요 있음. 싱가포르의 경우 펀드를 조성하여, 선지원 후 성과가 없을 경우 페널티를 부과하고 있음.
- 용역기간, 전문인력규모, BIM제작도구 사용 기간, 기타 클라우드 운용비용 등에 따른 차등적인 사용료 지급 필요.
- BIM기술이 고도화에 따른 BIM기반 설계 및 시공사례가 많이 이루어질 수 있도록, 중소형 규모 업체에 대한 BIM운영장비, 인력확보에 대한 지원 필요.
- 클라우드 및 플랫폼 실제 이용에 대한 금액만 지불할 수 있도록 발주처 및 정부의 지원 및 노력 필요.
- 프로젝트 참여 인원 및 사용 소프트웨어를 사업 초기 단계에 명확히 파악하여 프로그램 사용료를 실제로 산출하여 반영할 필요 있음.
- 국내 설계 기준 개선 및 국내 성과기준에 부합할 수 있는 소프트웨어 개발 필요.
- 설계에 필요한 BIM소프트웨어를 발주처가 구매하여 비용을 낮추고, 사업에 참여하는 설계사에 사업기간동안 사용할 수 있는 권한을 부여하는 방안 고려.

- 관리도구, 클라우드 같은 공통적인 성격의 시스템은 발주처가 바련하여 설계사들이 공동으로 활용할 수 있도록 하는 것이 비용적으로 유리함.
- 설계비 대비 시공비 비중이 훨씬 크기 때문에, 설계와 시공을 하나의 공정으로 보고, 설계 마지막 단계에서 구축된 최종 BIM설계 모델을 시공단계에서 활용할 수 있도록 하고, 기존의 초기시공단계 BIM모델 구축 비용을 설계 단계에 지급하는 방안 고려 필요.

6) BIM 생태계: 전문인력양성 / 경력관리 / 전문기업 인증 등

❍ (현황 및 문제점)

- 토목전공 및 동일 자격증보유자들이 토목인프라사업 수행시, 경력이 인정되지만, 비전공자 또는 자격증 미보유자에게는 경력인정이 되지 않고 있음.
- 현재 BIM 인프라 사업 운용전문가들의 비율은 토목전공자보다 외부 BIM전문양성교육을 통한 비전공자가 높으나, 현 규정상, 경력이 인정되지 않아, BIM 용역 수행에 대한 경력관리가 어렵고, 향후 중급, 고급, 특급기술자 등 인력양성이 어려운 실정임.
- 기존 설계사 및 시공사는 BIM업무를 별도의 외주분야로 인식하고 있으며, 이러한 문제가 지속될 경우 BIM전문가가 기능직으로 분류되어 설계기술자들이 BIM설계를 꺼리게 되는 현상 발생 가능.
- BIM전문교육기관의 부재로, 설계사와 시공사는 자체 전문인력 양성이 불가능함.
- 기존 각 공종별 분업화로 인한 엔지니어의 전문성 부족으로 인한 BIM 생태계 확보 한계.
- BIM전문인력이 부족한 것과 더불어, 현재 설계사에 유입되는 신규인력 자체도 부족한 것이 현실. 학생을 대상으로 한 BIM교육이 실시되고 있으나, 설계사를 취업목표로 하지 않고 있음.
- 해외사업 수주를 위하여, 해외에서도 인정할 수 있는 공인 경력증명이 필요.

❍ (제안 및 개선방안)

- 현재 민간자격인 BIM운용전문가를 국가자격으로 전환하고, 비전공자이더라도 관련 자격증 보유자가 BIM관련 업무 수행시, 경력사항 인정 필요. 이를 통하여, 향후 사업 및 분야별 책임 업무를 수행할 수 있는 BIM매니저 육성 필요.
- 인프라 BIM업무가 토목 및 건축 전공자가 아닌 비전공자도 진출 할 수 있도록 하여 일자리 창출 효과 기대.
- BIM기술 활용 극대화를 위해서는 설계, 시공 경력을 두루 갖춘 엔지니어가 필요하며, 이를 위해 건설기술인협회 BIM전문 분야 신설과 동시에 경력관리 인증기준 필요.

- 프로젝트 수행 시, 합사운영, 업무 분업화를 지양하고, 분야 및 공종간 협업이 필요함.
- 설계사의 근무환경 개선과 동시에, 시공사와 설계사 간의 갑을 관계를 근절할 수 있는 발주 체계 도입이 필요함.
- 기술인협회와 정부차원에서 BIM경력관리를 공식적 해야 하며, BIM관리자 자격요건(실무 경력)을 명확히 명시하여, 해외에서도 통용될 수 있는 경력관리 및 영문증명서 발금이 필요.

7) BIM 대가 산정

○ (현황 및 문제점)

- 현재, 인프라 BIM설계발주는 각 발주처별 내부방침에 따라 대가를 지급하고 있음. 올해 초, 산업통상부에서 「BIM기반 도로 표준품셈」(2021.01)을 제정 공표하였으나, 국토부에서도 「건설기술용역 대가」(2021.07.14.)등에 관한 기준을 개정하여 용역비 대가가 이원화되어 있음.
- 산업통상부의 경우, 타당성 조사, 기본 및 실시설계 등으로 구분하여 대가기준을 마련하였으나, 국부는 기본 및 실사설계에 한정함으로써, 향후 발주처에서 BIM대가 선정 시 혼란 발생 가능.
- 500억원 이상의 대규모 SOC사업의 경우 총사업비 관리를 기재부에서 주관하고 있고, 계획단계에서의 설계비용 책정을 공사비 요율방식으로 산정하므로 BIM설계, 시공 적용 시 증액분에 대해서는 총사업비 변경이 불가피함.
- 최근 기관별 BIM기반 실비정액대가 기준이 발표되었으나, 기존 설계 대비 약 5% 증액 수준으로 투입 인력 및 투자 대비 미미한 수준임.
- 발주기관의 적정 BIM대가 산정에도 불구하고, 저가 하도급 외주로 수행하고 있음.
- 전면 BIM설계는 설계 자체를 BIM으로 수행하는 것이며, 기존설계 성과품의 상당부분이 BIM기반으로 제작됨에도 불구하고 설계사는 추가된 BIM 대가만 전문업체의 외주 비용으로 고려하고 있음.

○ (제안 및 개선방안)

- 산업통상부가 21년 1월 BIM기반 도로표준품셈을 제정하였고, 국토교통부에서도 21년 7월 건설엔지니어링 대가 등에 관한 기준을 마련하여, BIM 대가기준이 이원화 되어있어 혼선에 여지가 있으므로 국토교통부에서 통합하여 일원화할 필요 있음.
- 현재는 실비정액가산방식으로 BIM 대가가 제정되어 있으나, 공사비요율방식을 실비정액방식과 연계검토하여 공사비요율방식을 추가 보완할 필요 있음.
- 시공단계에서 BIM은 현재 시공상세도 작성비용과 통합하여 대가 산정 필요.

- 프로그램 및 인력교육 비용을 반영한 BIM 대가가 제시되기 전까지, 설계 및 시공단계에 한시적으로 BIM소프트웨어 사용비, 전문교육비용 등의 추가 대금 지급 필요.
- BIM 대가에 적합한 엔지니어 과업 참여 유도 필요 및 그에 따른 인력관리 시스템 필요.

8) 기타의견

○ (현황 및 문제점)

- 현재 인프라 BIM 적용 발주사업 물량이 미미하여, 중소엔지니어링 업체의 적극적인 BIM도입 필요.
- 발주처 자체적으로 BIM 검토 가능한 인력 부재.
- 설계심사단계별 (VE, 설계심사, 준공 등) 모델 변경이 불가피함.
- BIM성과품이 별도 설계확정 후 진행되고 있으며, 2주이내 성과품 제출을 요구하고 있음. 주어진 2주는 모델 수정에도 부족한 시간이며, 성과품 작성 기준은 기존 2D성과품과 동일하게 적용되고 있음.
- 시공의 하도급 관리는 발주기관에서 신고제 등으로 관리하고 있으나, 설계의 하도급, 프리랜스, 아웃소싱 등의 외주관리 체계가 부족함.

○ (제안 및 개선방안)

- BIM적용 발주사업 확대로 중소규모 엔지니어링업체의 적극적인 참여 유도 (예: 500억원 이상→100억원 이상).
- 설계, 시공단계에서 BIM을 적용하여 발주할 경우, 컨소시엄 구성 시에 중소엔지니어링 업체 참여 의무화.
- BIM 정착 시까지, 한시적으로 소프트웨어, 하드웨어, 기술 교육 등에 필요한 비용 추가 지급.
- BIM성과품 검증, 모델링 수행 횟수, 각종 보고단계에 대한 명확한 기준 필요.
- 전면 BIM의 활성화로 설계검토단계부터 BIM개념 도입이 시급하며, 실기간 공종별 분야별 협업으로 설계기간의 축소가 필요함.
- 설계심사 단계시, 불필요한 2D성과품 요구는 개선되어야 하며, 성과품의 전산화가 필요함.
- 향후 활용을 위한, BIM 설계 성과 품질 확보를 위하여, 전문성 있는 엔지니어를 통한 수행이 필요하며, 외주 하도급 관리가 필요함.

4.2. 온라인 설문조사

○ 조사 개요

1) 조사 설계

조사방법	리스트를 활용한 온라인 패널 조사
조사지역	전국
조사대상	BIM 건설협회/학회에 속해있는 기업체
표본 크기	153 표본
조사기간	2021. 10. 18 ~ 10. 26 (약 1주일)

2) 조사 내용

Part 1. 전면 BIM설계 도입에 따른 문제 및 대응방안	Part 2. 디지털 전환에 따른 문제점 및 개선방안	Part 3. 건설 엔지니어링 미래전략
전면 BIM 설계 필요성	설계 엔지니어링 분야의 중점적 혁신 사항	사업 환경 개선 필요 부분
전면 BIM 설계 필요이유	분절된 계약 문제 개선을 위한 필요사항	미래 우선 확보 인력
전면 BIM 설계 도입의 수혜 주체	경직된 규제 문제 개선을 위한 필요사항	전문인력 확보방안
전면 BIM 설계 도입 시 건설엔지니어링 분야의 어려움	설계사의 디지털 기술력 문제 개선을 위한 필요사항	일자리 질 개선 필요사항
전면 BIM 설계전문인력 확보 방안 수준	엔지니어 교육문제 개선을 위한 필요사항	국제적 경쟁력 확보방안
전면 BIM 설계비용 관련 정부 지원 방안	엔지니어링 가치 평가 부재 문제 개선을 위한 필요사항	디지털 전환을 위한 추가의견
전면 BIM 설계 성과품 관련 개선방안	정부/발주처가 우선적으로 조성해야하는 환경	
BIM 소프트웨어 선택관련 재활용성 상승 방안	디지털 전환의 가장 큰 어려움	
전면 BIM 설계환경 변화 대응 우선 추진 방안	디지털 전환 유도를 위한 선결요건	
현재의 전면 BIM 도입 시 문제점		
생산성 높은 BIM 적용 업무		
효율성 확보를 위한 재도적 개선사항		
기존 BIM 교육을 위한 효율적 방안		
설계엔지니어링 분야의 확장 기능 시장		

3) 응답자 특성

	전문 분야						
	전체	토목분야	건축분야	BIM 전문분야	스마트 건설 기술분야	S/W 개발분야	기타
사례수	(15.3)	(78)	(20)	(37)	(10)	(3)	(5)
비율(%)	100.0	51.0	13.1	24.2	6.5	2.0	3.3

	해당 직종 근무년수				
	전체	16년 이상	5년 이하	11년~15년 이하	6년~10년 이하
사례수	(15.3)	(64)	(35)	(34)	20)
비율(%)	100.0	41.8	22.9	22.2	13.1

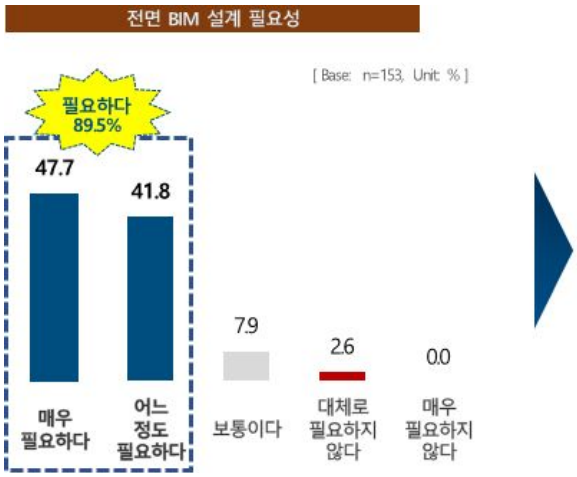
	BIM/스마트 건설 근무년수				
	전체	5년이하	6년~10년 이하	11년~15년 이하	16년 이상
사례수	(15.3)	(89)	(36)	(20)	(8)
비율(%)	100.0	58.2	23.5	13.1	5.2

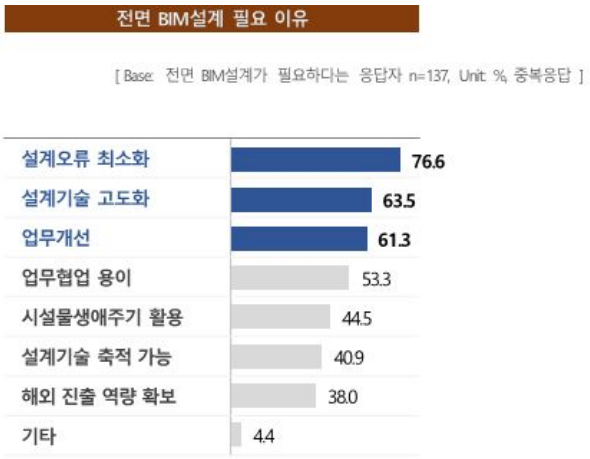
	직종									
	전체	건설 사업 관리자	발주 공공 기관	설계사	시공사	협력 업체	BIM 전문 회사	IT전문 회사	연구자	기타
사례수	(15.3)	(5)	(6)	(87)	(15)	(1)	(13)	(10)	(14)	(2)
비율(%)	100.0	3.3	3.9	56.9	9.8	0.7	8.5	6.5	9.2	1.3

○ 조사 결과

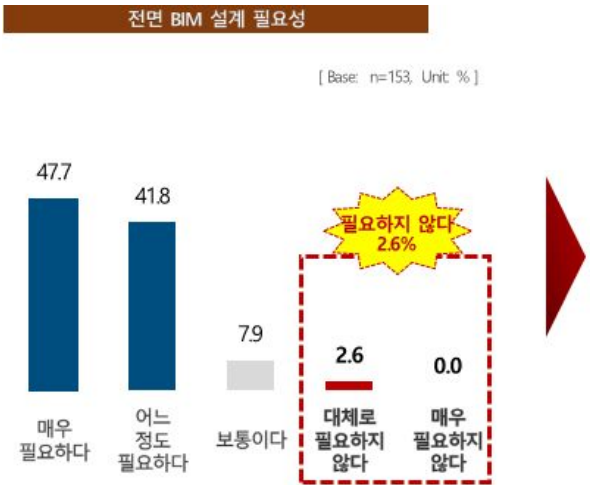
1) 전면 BIM 설계 도입에 따른 문제 및 대응 방안

▪ 전면 BIM 설계 필요성 및 이유





▪ 전면 BIM 설계 불필요성 및 이유

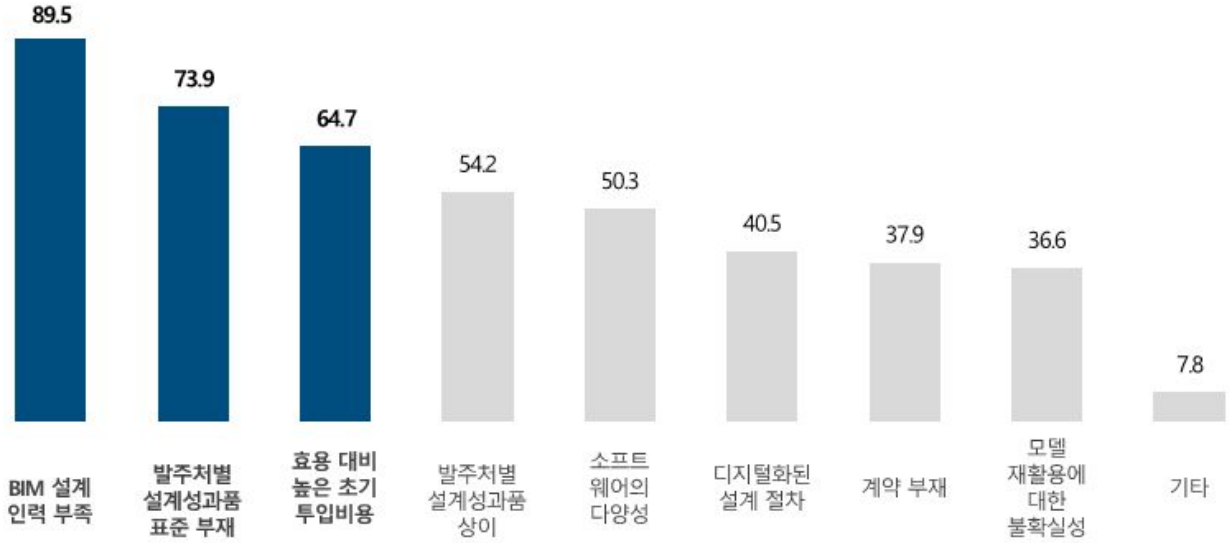




▪ 전면 BIM 설계 도입 시 수혜 주체

전면 BIM설계 도입의 수혜 주체	
발주자	52.9%
시공사	26.1%
설계사	10.5%
유지관리업체	10.5%

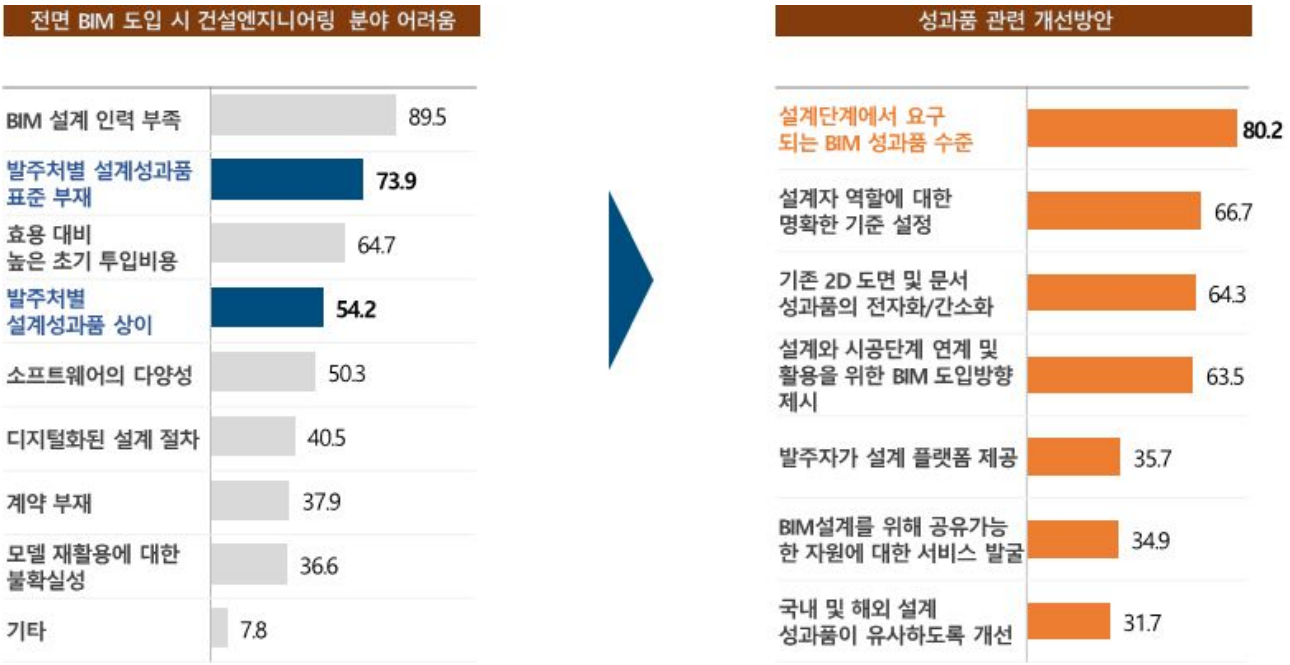
▪ 전면 BIM 설계 도입 시 건설 엔지니어링 분야 어려움



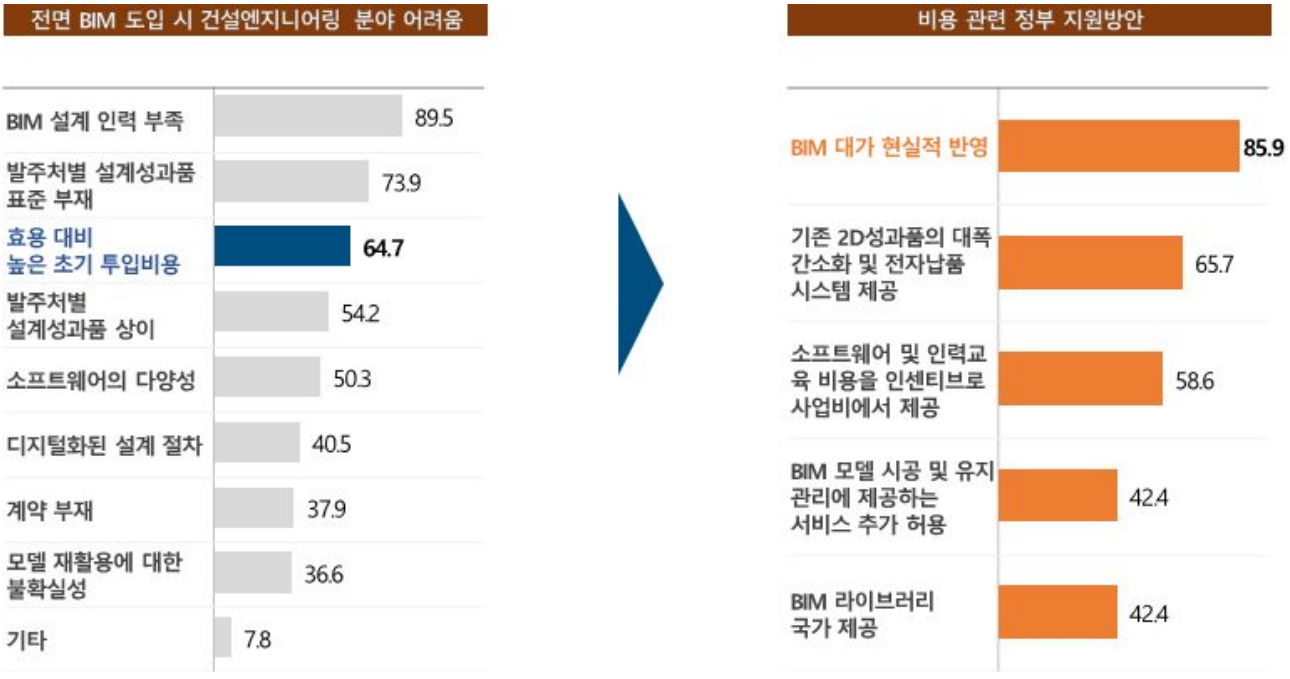
▪ 전면 BIM 설계를 위한 전문인력 확보방안 수준



▪ 전면 BIM 설계 도입 시 성과품 관련 개선 방안



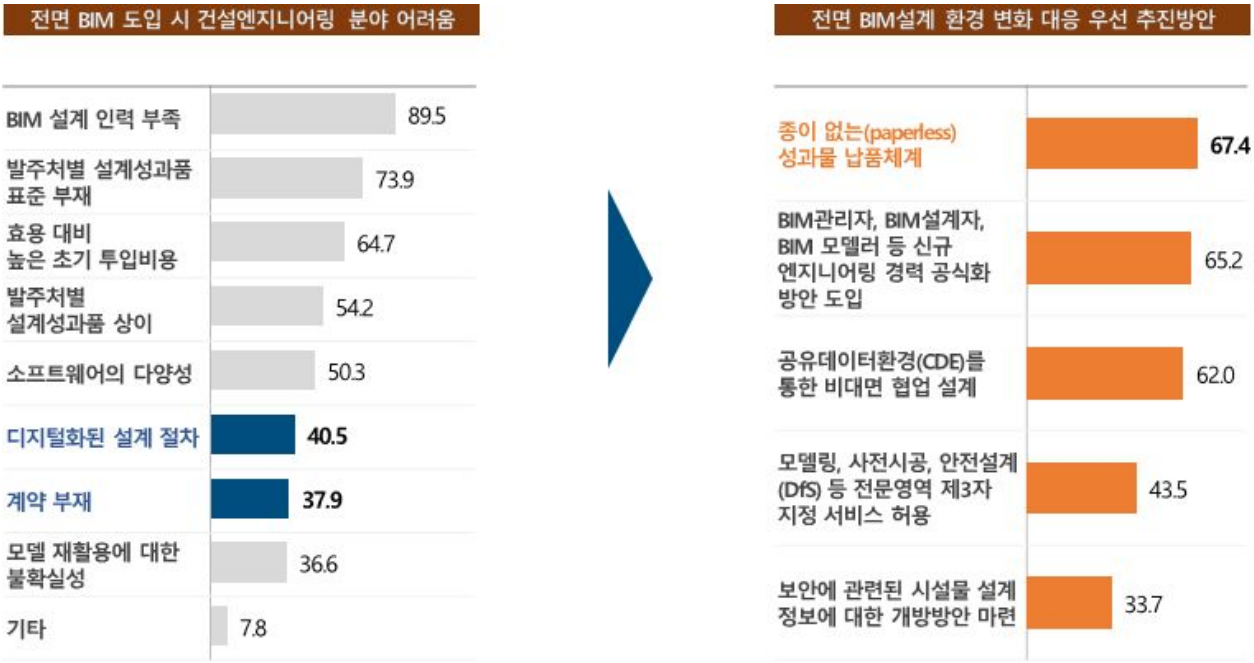
▪ 전면 BIM 설계 도입 시 초 발생비용 정부 지원방안



▪ BIM 소프트웨어 선택 관련 재활용성 향상 방안



▪ 전면 BIM 설계환경 변화 대응 우선 추진 방안



▪ 현재의 전면 BIM 도입 시 문제점

현재의 전면 BIM 도입 시 문제점	
수량산출을 위한 과도한 BIM 모델링 필요	28.1%
BIM 모델이 있음에도 입면도 등을 도면 및 수량에 포함	22.2%
시공단계 업무를 설계단계에서 수행	18.3%
타 발주처와의 성과품 통일 필요	12.4%
2D 설계보다 과다한 BIM 수량산출 근거	10.5%
BIM을 활용한 수량산출 범위 과다	8.5%

▪ 생산성 및 도입 효과가 큰 BIM 적용 업무

생산성 및 도입 효과가 큰 BIM 적용 업무	
간섭 및 설계 오류 검토	73.9% (중복응답)
	41.8% (1순위)
모델기반의 다양한 시뮬레이션	46.4%
	72%
업무 협의를 위한 시각화	39.2%
	8.5%
노선 검토 등 계획 설계	34.0%
	22.9%
시공성 검토	27.5%
	3.9%
설계 협업	26.1%
	7.2%
수량 산출	22.2%
	4.6%
시공 계획	8.5%
	1.3%
설계 및 설계 반경 승인	8.5%
	0.7%
시공 단계 안전관리 사전검토	7.2%
	0.7%
프리팹화를 위한 대안 설계 검토	3.3%
	0.7%
설계 기준 검토	1.3%
	0.7%

▪ 효율성 확보를 위한 제도적 개선 사항

효율성 확보를 위한 제도적 개선사항	
BIM을 통해 추가로 제공되는 설계 서비스에 대한 대가기준	75.8%
통일성 있는 시설물별 발주처 적용지침 및 매뉴얼	71.2%
국가 차원의 BIM 표준 및 지점	70.6%
발주체계의 개선	66.0%
중소 설계 엔지니어링사를 위한 BIM 기술 도입 컨설팅 지원	37.9%
국가적 교육프로그램 및 공유 자원에 대한 플랫폼 제공	35.9%
발주차 및 사업관리 정보시스템과의 연동성 확보 방안 제공	33.3%
기타	3.3%

▪ 기존 BIM 교육을 위한 효율적 방안

기존 BIM 교육을 위한 효율적 방안	
공인 교육기관을 통한 보수교육에 BIM 교육의무 포함	37.3%
기업의 자체 BIM 교육 인센티브 제공	22.9%
BIM 교육 플랫폼 제공을 통해 업무별 교육 이수를 사업계획에 반영	17.0%
발주자의 사업 신규참여자에 대한 BIM 교육프로그램 제공	15.0%
관련 협회 및 학회를 통한 교육 프로그램	6.5%
대학에 위탁교육 프로그램 제공	1.3%

▪ 설계엔지니어링 분야의 확장 가능 시장

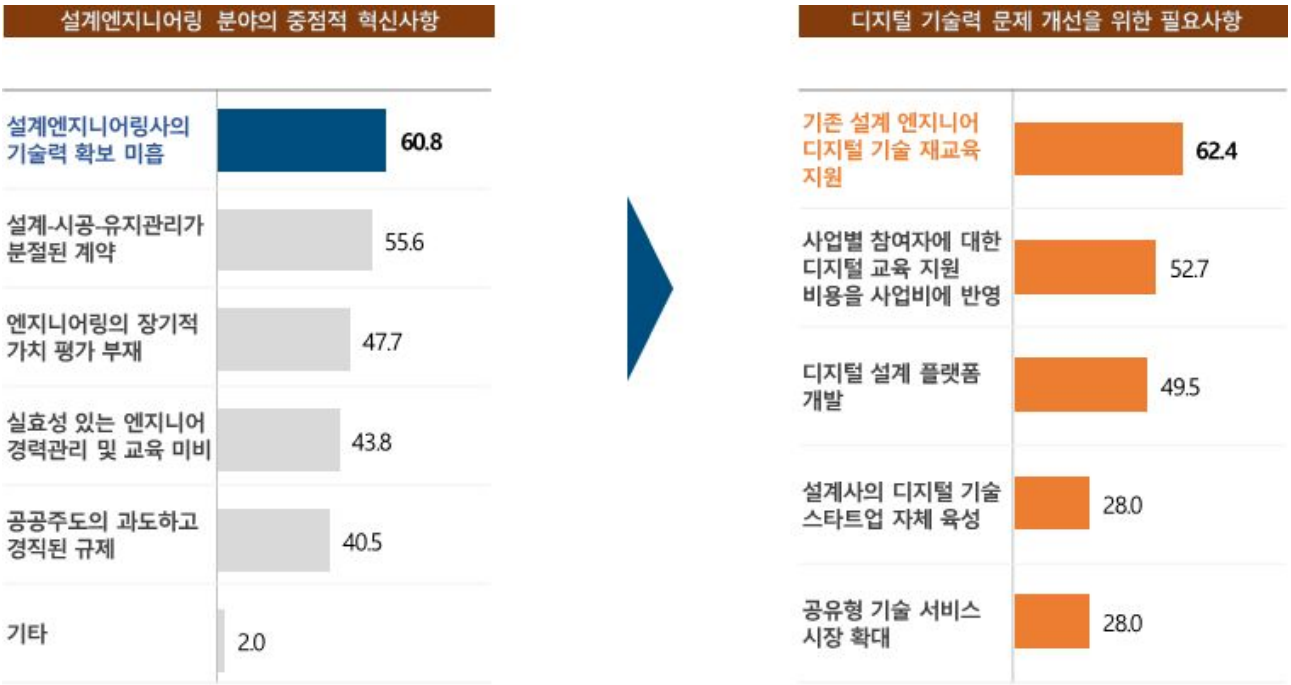
설계 엔지니어링 분야의 확장 가능 시장	
시공 엔지니어링	64.7%
시설물의 생애주기 관리	58.8%
사업관리	54.9%
인프라에 관련된 데이터 공급	54.9%
VE	45.8%
안전관리	33.3%
스마트 시티, 게임산업 등 신규영역에 컨텐츠 제공	32.0%

2) 디지털 전환에 따른 문제점 및 개선방안

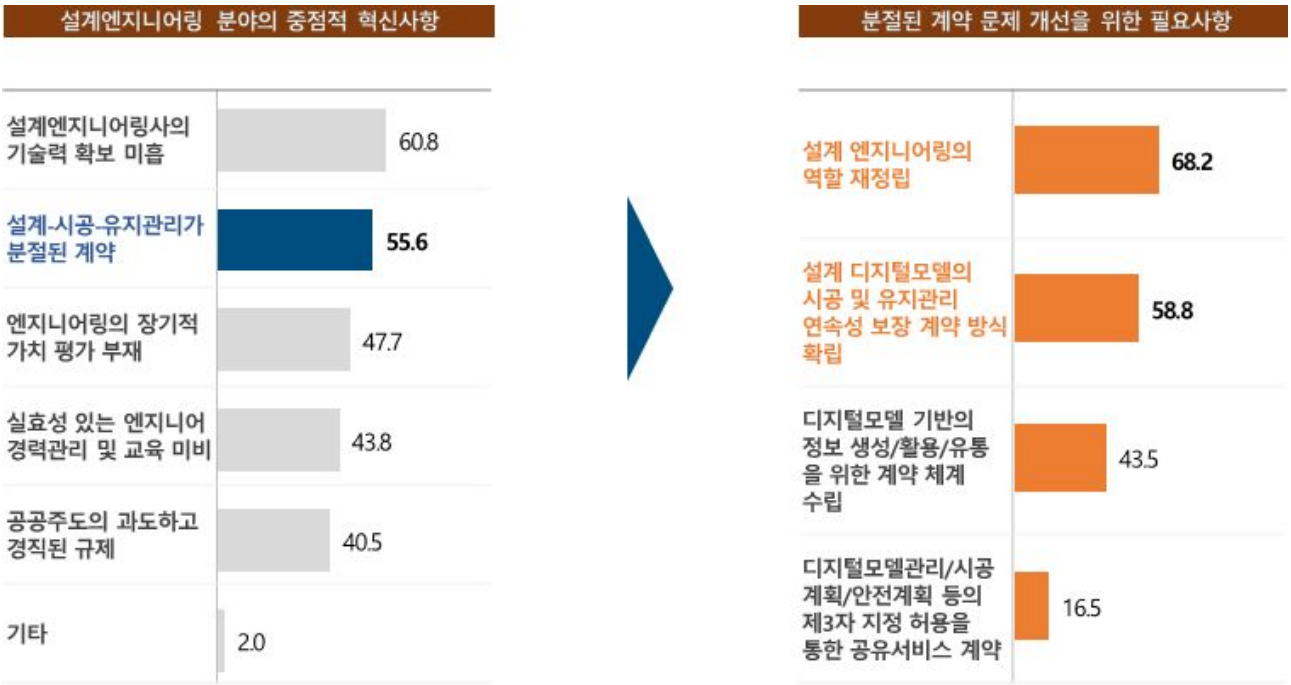
▪ 설계 엔지니어링 분야의 중점적 혁신 사항

설계 엔지니어링 분야의 중점적 혁신 사항	
설계엔지니어링사의 기술력확보 미흡	60.8%
설계,시공,유지관리가 분절된 계약	55.6%
엔지니어링의 장기적 가치 평가 부재	47.7%
실효성있는 엔지니어 경력관리 및 교육 미비	43.8%
공공주도의 과도하고 경직된 규제	40.5%
기타	2.0%

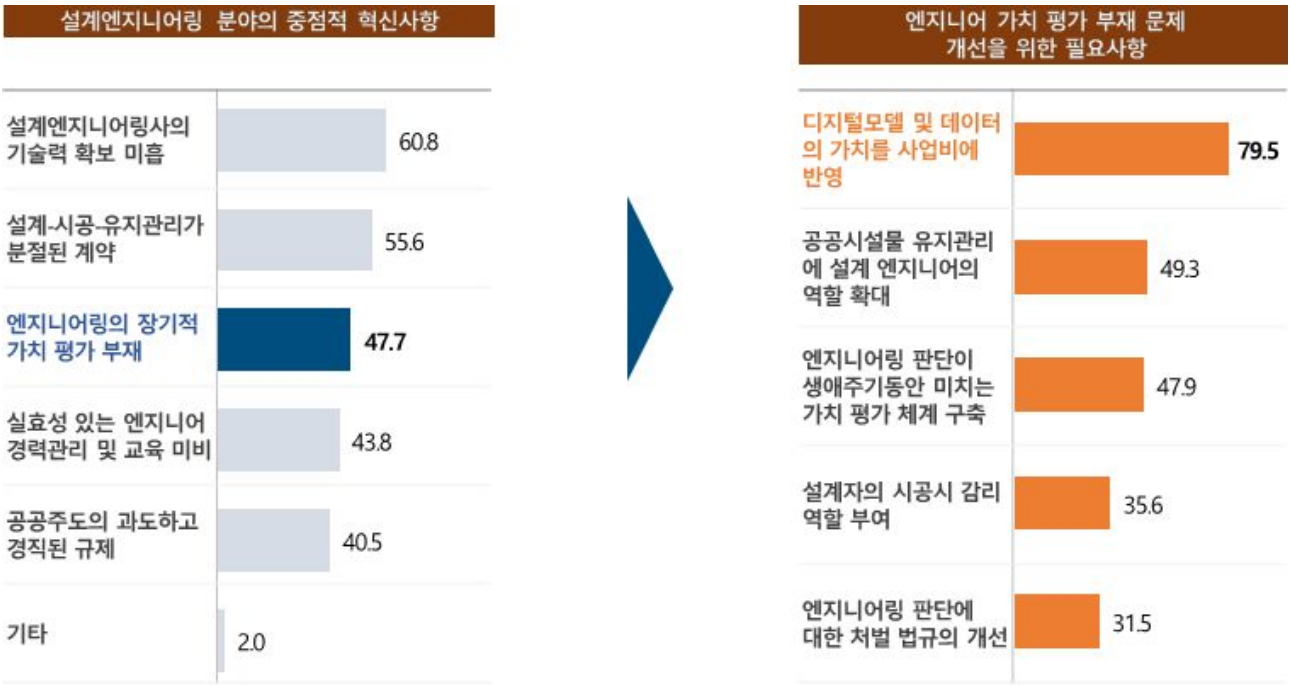
▪ 디지털 기술력 문제 개선을 위한 필요사항



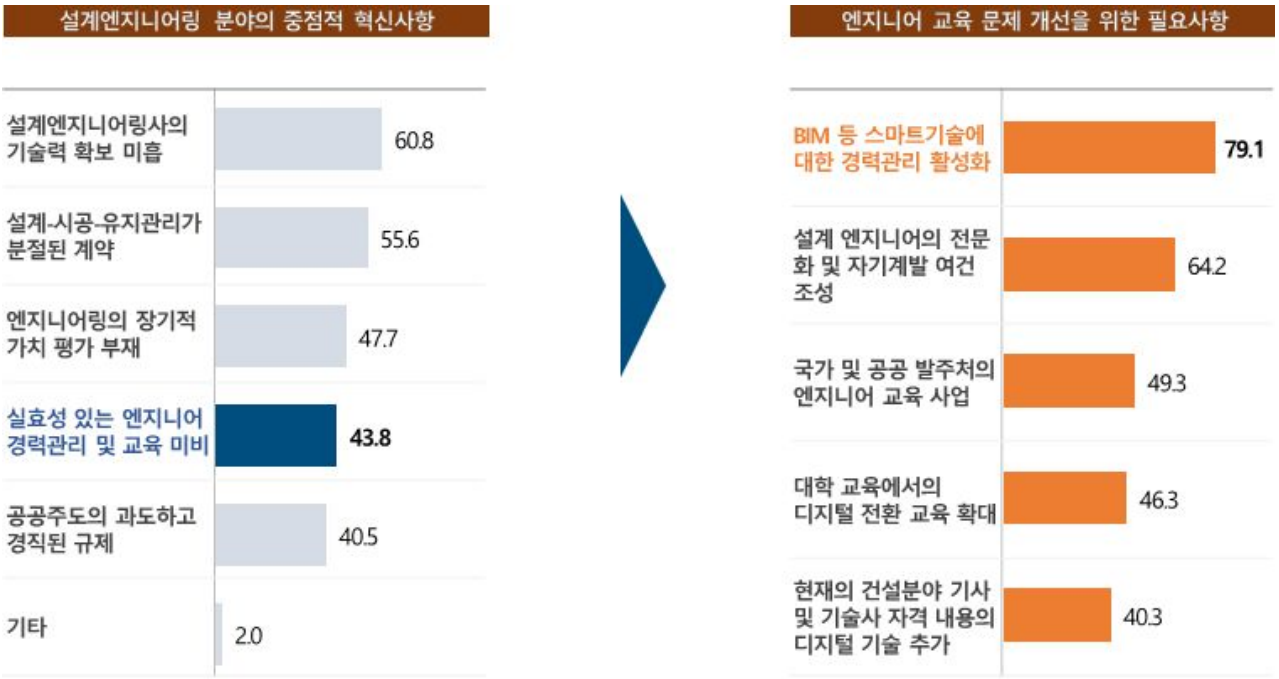
▪ 분절된 계약 문제 개선을 위한 필요사항



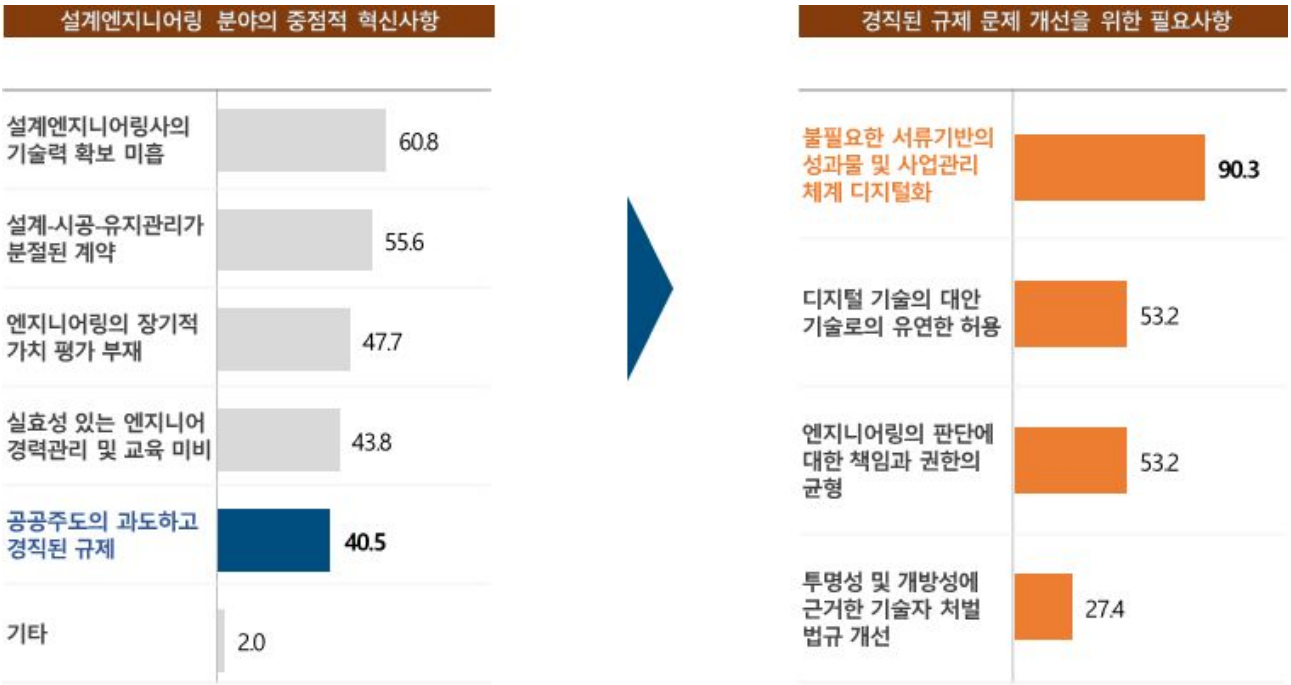
▪ 엔지니어 가치 평가 부재 문제 개선을 위한 필요 사항



▪ 엔지니어 교육 문제 개선을 위한 필요사항



▪ 경직된 규제 문제 개선을 위한 필요사항



▪ 정부/발주처가 우선적으로 조성해야 하는 환경

정부/발주처가 우선적으로 조성해야 하는 환경	
비용과 효과가 균형 있는 대가체계 정비	73.2%
디지털화된 성과품 통일 및 간소화	72.5%
디지털 모델 및 데이터 기반의 사업관리체계	56.2%
설계-시공-유지관리 디지털 모델 유통체계 제공	45.1%
중소 설계사의 소프트웨어 및 교육비용 지원	25.5%
비대면 공유정보 협업 환경 구축	17.6%
기타	0.7%

▪ 디지털 전환의 가장 큰 어려움

디지털 전환의 가장 큰 어려움	
엔지니어링 생산성을 저해하는 불합리한 계약 및 관행	30.7%
전문인력 부족과 기존 기술자 재교육	30.1%
디지털 전환을 위한 투자 여력 부재	15.7%
경영진의 무관심 혹은 장기전략 부재	12.4%
SW/HW 비용	6.5%
디지털 전환을 위해 필요한 국산 소프트웨어의 부재	3.9%
기타	0.7%

▪ 디지털 전환의 선결 요건

디지털 전환의 가장 큰 어려움	
발주처 관리 감독 주체의 디지털 전환의 기술 이해, 적용 확대	69.3%
엔지니어링 업계와 기술자의 디지털 기술 기반의 전문화	57.5%
디지털 전환에 필요한 국가 표준	47.7%
건설 기술진흥법 등 건설관련 법령의 디지털 전환을 통한 개방성을 고려한 개정	45.1%
건설엔지니어링 분야의 업역과 기술자격 보유기준 개선	31.4%
ICT 기술 분야와의 융복합 기술 현장 적용 확대	22.9%
기타	2.6%

3. 건설엔지니어링 미래 전략

▪ 사업환경 개선 필요 부분

사업 환경 개선 필요 부분	
갑을 관계로 인한 설계자 인식 저하를 유발하는 관행 개선	64.7%
엔지니어링 의사결정의 가치에 기반한 대가 체계	63.4%
엔지니어링의 장기적 가치 평가 부재	49.0%
생애주기 정보의 생성 및 활용 주체가 될 수 있는 계약 방식	45.1%
국내외 엔지니어링 성과를 및 업무 관행의 통일성	34.6%
건설 엔지니어링 데이터의 거래 시장	20.9%

▪ 미래 우선 확보 인력

미래 우선 확보 인력	
BIM 전문 인력	89.3%
분야간 조정을 할 수 있는 인터페이스 엔지니어	53.6%
데이터 사이언스가 가능한 IT 인력	39.9%
사업관리자 수준의 경험이 많은 글로벌 사업 경력자	32.7%
프로그래머	27.5%
사업 기획자	15.0%
기타	2.0%

▪ 전문 인력 확보 방안

전문 인력 확보 방안	
재직 중 엔지니어의 실효성 있는 재교육 환경 구축	80.4%
자동화 및 지능화 소프트웨어를 통한 생산성 증대	53.6%
유연한 설계인력 활용을 가능하게 하는 설계사 인력보유 규정 개선	52.9%
대학과 직접 연계된 교육 프로그램을 국가주도로 지원	37.9%
해외 인력 채용 방안 마련	8.5%
기타	2.0%

▪ 일자리 질 개선 필요 사항

일자리 질 개선 필요 사항	
전문엔지니어링-대형설계사-시공사 임금 격차 해소	32.7%
턴키 사업 등 건설 사업 전반의 갑질 문화 제거	24.2%
엔지니어링 의사 결정에 따른 책임과 동등한 수준의 권한 부여	17.6%
전문 기술자로서의 교육 및 경력 관리 지원	12.4%
근무 여건 개선	8.5%
미국의 엔지니어 윤리강령 국내 도입	2.6%
기타	2.0%

▪ 국제적 경쟁력 확보 방안

국제적 경쟁력 확보 방안	
엔지니어링 업무 여건의 글로벌화	80.4%
디지털 기술 기반의 전문엔지니어링 육성	68.0%
기술 경쟁 위주의 업체 선정 방식	41.2%
건설 엔지니어링 기업의 규모 확대	31.4%
대학 교육의 글로벌화	12.4%
해외 인력 확충	8.5%
기타	2.0%

▪ 디지털 전환을 위한 추가의견

디지털 전환을 위한 추가의견		
추가의견	빈도	%
엔지니어링 분야의 권한 강화	21	13.7
BIM에 대한 정부 지원	17	11.1
명확한 기준 수립	10	6.5
관련 제도 개선	8	5.2
BIM에 대한 인식 개선	7	4.6
전문인력 확보	7	4.6
갑질 문화 타파 필요	6	3.9
데이터 표준화 및 관리/구축	5	3.3
없음	48	31.4
기타	24	15.7
합계	153	100.0

5. 시사점

○ 전면 BIM설계 도입에 따른 문제점 및 대응방안

- 설계오류 최소화, 설계기술 고도화, 업무개선 등을 위한 전면 BIM 설계 필요성 대두.
- BIM 적용 업무 중 간섭 및 설계오류 검토가 가장 생산성이 높고 도입 효과가 큰 업무로 조사됨.
- 전면 BIM 설계 도입 시, 발주처가 최대 수혜 주체로 인식되고 있으며, 시공엔지니어링, 사업관리, 안전관리 등의 시장확대 가능성이 충분하다고 조사됨.
- 분야별 BIM Coordinator, Manager, Modeler 등의 BIM 설계인력 부족이 전면 BIM 설계 도입 시, 건설엔지니어링 분야에서 예상되는 어려움으로 판단됨.
- 수량산출을 위한 과도한 BIM모델링이 현재의 전면 BIM 도입 시 가장 큰 문제점으로 인식되고 있음.
- 설계단계에서 요구되는 BIM 성과품 수준의 부재로 인한 어려움이 존재하며, 효용 대비 높은 초기 투입비용에 대한 BIM 대가의 현실적 반영이 필요함.
- BIM 설계 관련 소프트웨어의 다양성 및 모델재활용에 대한 불확실성으로 인한 어려움이 있으며, 이에 대해 소프트웨어 운영 비용을 포함한 협업도구의 설정이 시급함.
- 디지털화된 설계절차 및 계약 부재로 인한 문제가 대두되고 있으며, 종이 없는 성과물 납품체계가 마련되어야 함.
- BIM을 통해 추가로 제공되는 설계 서비스에 대한 대가기준에 대한 제도적 개선이 시급한 실정임.
- 기존 설계자의 BIM 교육을 위하여 공인 교육기간을 통한 보수교육에 BIM교육 의무 포함이 이루어져야 함.

○ 디지털 전환에 따른 문제점 및 개선방안

- 설계엔지니어링사의 기술력 확보가 건설산업 디지털 전환을 위해 가장 중점적으로 확보되어야 할 혁신분야로 평가되며, 기존 설계 엔지니어의 디지털 기술 재교육 지원이 필요함.
- 설계-시공-유지관리가 분절된 계약 또한, 중점적 혁신사항으로 조사되었으며, 설계 엔지니어링의 역할 재정립 및 설계 디지털 모델의 시공 및 유지관리 연속성 보장 계약 방식 확립이 요구됨.

- 엔지니어링의 장기적 가치 평가 부재 문제점을 해결하기 위한, 디지털모델 및 데이터의 가치를 사업비에 반영할 필요가 있음.
- 실효성 있는 엔지니어 경력관리 및 교육에 대한 문제점 해결을 위한, BIM 등 스마트기술에 대한 경력관리 활성화가 시급함.
- 공공주도의 과도하고 경직된 규제가 중점적으로 혁신되어야 하며, 이를 위하여 불필요한 서류기반의 성과물 및 사업관리 체계 디지털화가 도입되어야 함.
- 정부/발주처가 우선적으로 비용 대비 효과를 기대할 수 있는 대가체계 정비와 더불어, 디지털화된 성과품 통일 및 간소화가 도입될 수 있는 환경을 조성해야 함.
- 엔지니어링 생산성을 저해하는 불합리한 계약 및 관행, 전문인력 부족과 기존 기술자 재교육 문제가 현재 디지털 전환의 가장 큰 어려움으로 조사됨.
- 발주처 관리 감독 주체의 디지털 전환의 기술 이해 및 적용 확대가 디지털 전환의 선결 요건으로 조사됨.

○ 건설엔지니어링 미래 전략

- 건설엔지니어링 사업환경 개선을 위해, 갑을 관계로 인한 설계자 인식 저하 관행 개선이 필요하며, 또한 엔지니어링 의사결정 가치에 기반한 대가체계가 성립되어야 함.
- BIM 전문인력이 건설엔지니어링 미래를 위해 우선적으로 확보되어야 할 인력 분야로 조사됨.
- 전문인력 확보 방안으로는, 재직 중 엔지니어의 실효성 있는 재교육 환경 구축이 가장 시급함.
- 건설엔지니어링 분야 일자리 질 개선을 위해서는, 전문엔지니어링사-대형설계사-시공사 간의 임금격차 해소가 필요하다고 조사됨.
- 엔지니어링 업무 여건의 글로벌화가 국제적 경쟁력 확보를 위해 필요하다고 조사됨.
- 디지털 전환을 위한 추가의견으로는 엔지니어링 분야의 권한 강화 및 BIM에 대한 정부 지원 등이 필요하다고 조사됨.

제4장

건설엔지니어링 대응방안 및 제도개선안

1. 건설엔지니어링 대응방안
2. 건설엔지니어링 제도개선안
3. 전면BIM도입을 위한 개선안
4. 건설엔지니어링 기업의 대응방안

IV. 건설엔지니어링 대응방안 및 제도개선안

1. 건설엔지니어링 대응방안

1.1 해외 선진 기업 사례

○ 해외건설 선진기업 디지털화 사례

해외에서는 국가차원의 건설산업 디지털화 전략뿐만 아니라 기업들 자체적으로 IoT, BIM, AR/VR 등 다양한 디지털 건설기술에 대한 전략과 계획을 세우고 연구개발 및 현장적용을 수행 중임. 해외건설 선진기업들의 디지털화 대응전략에 대한 세부내용은 아래 같음.

2020년 ENR 순위 1위를 차지하고 있는 ACS 건설그룹은 공격적인 기업 인수를 통해 사업구조를 확대하고 그룹 내 역량을 키운 스페인의 대표 종합건설기업임. ACS 건설그룹은 미래 성장동력으로서 '에너지+서비스' 결합 상품을 설계하고 투자하여 글로벌 신규 시장에 투자개발형 사업으로 진출하려 함. 또한, 건설산업 디지털화에 대응하기 위하여 R&D+i(미래혁신전략팀)를 운영하고, 프로젝트 단위의 bottom up 방식으로 혁신 분야를 발굴함. 보다 구체적으로, R&D+i를 통해 고객관리, 건설품질, 공급업체, 환경/안전 부문의 선제적 혁신을 추구함. 또한, 2020년에는 연구개발 및 혁신에 약 6,200만 달러(700억 원)를 투자하였고, BIM을 활용한 건설 프로세스 점검 시스템, IoT를 활용한 건설장비 교류 플랫폼 등 다양한 디지털 건설기술 관련 특허를 등록함.

글로벌 건설장비 제조업체 Komatsu는 "시행 현장의 가시화"를 목표로 2015년에 "Smart Construction"을 도입하고 작업자가 가동 상황 정보를 확인할 수 있도록 태블릿을 로봇과 공작기계 등 생산설비 라인에 배치하는 등 디지털 건설기술을 적용하고 있음. "Smart Construction"은 그림 1과 같이 클라우드 플랫폼인 "KomConnect"를 통해 건설현장의 3차원 측량, 시공 데이터 등의 프로세스 정보를 고객에게 스마트폰, 태블릿 등으로 제공하여 언제든지 관련 정보를 확인/관리할 수 있는 서비스임. 즉, 기업 내 공장의 스마트화뿐만 아니라 협력업체, 고객 등에 대한 제공 서비스에 대해서도 디지털화를 추진하고 있음.

<그림 4.1> Komatsu사의 “Smart Construction” 개념도

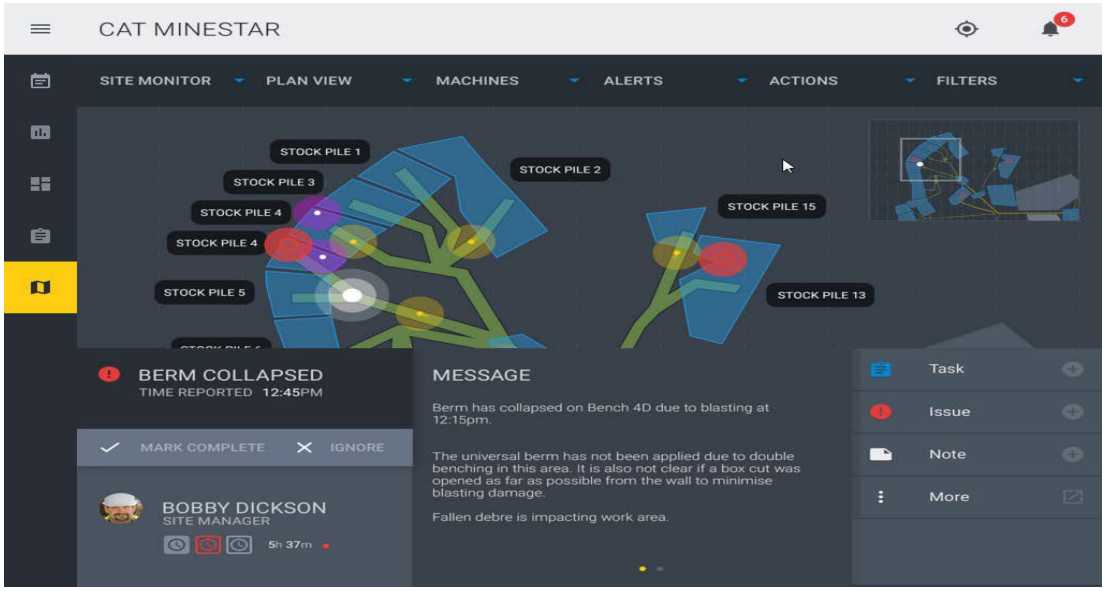
프랑스의 대표 건설사 Bouygues는 프로젝트 생산성 향상을 위해 클라우드 기반으로 설계, 엔지니어링, 시뮬레이션, 협업 등의 기능을 제공하는 다쏘시스템의 클라우드 기반 3D Experience 플랫폼을 도입함. 이를 통해, 기업 가치사슬 전반에 디지털 트윈을 적용하여 기존의 독립적인 문서 작업 방식에서 벗어나 일반 관리자부터 현장 작업자에 이르기까지 프로젝트 구성원 모두 간의 협업이 가능한 클라우드 기반 디지털 트윈 협업을 추진하고 있음.

미국 Bechtel은 2016년에 최고혁신책임자(Chief Innovation Officer) 직급을 신설하고, 디지털 혁신을 위해 3년간 약 6,000만 달러(600억 원)을 투자하기로 함. 이후, 디지털 건설기술 도입을 통한 건설현장 혁신전략인 “Project 2020: Innovating the Construction Site”를 추진하였고, 이를 위해 다양한 스타트업 기업과 글로벌 대학 및 연구소 등과 협업함. 또한, 빅데이터, 드론, 로봇, AR/VR 등 다양한 디지털 건설기술을 개발 및 적용 중임. 보다 구체적으로, 사업수행 시 발생하는 문제를 해결하기 위해 빅데이터센터를 운영 중이고, 측량 및 자재 추적을 위해 드론을 적용, AR/VR 기술을 적용한 스마트 안경을 활용하여 가상 입찰부터 안전 교육에 이르기까지 다양한 분야에 디지털 건설기술을 적용 중임.

프랑스 건설사 Vinci는 기업의 혁신을 위해 타 기업, 연구소, 대학, 국민 등 회사 외부 기술이나 지식, 아이디어 등 외부 자원을 활용하는 “오픈 이노베이션”을 추진하고 있음. 2017년부터 혁신 플랫폼 “Leonard”를 스타트업 네트워크 허브로 활용하고, “Leonard: Paris” 혁신센터를 개소하여 연구자, 스타트업, Vinci 임직원, 국민 등 모두가 의견을 나눌 수 있도록 함. 이를 통해, 미래 도시와 인프라의 변화 및 대응방안을 함께 고민하여 문제를 해결하기 위한 프로젝트에 대하여 내부 검토 후 사업화를 하고 있음.

이탈리아 건설사 Saipem은 2017년 기준 6개 국가에서 8개의 혁신센터를 운영하고 있으며, 약 17개의 기술 업체들과 전략적 파트너십을 체결함. 또한, 일본 NTT DATA와 웨어러블 기기, IoT, AR/VR 등의 기술협력 계약을 체결하고 실시간 건강 모니터링 셔츠 등 현장 시공자들의 안전과 건강 관리를 위한 웨어러블 장비 도입 프로젝트인 “Digital Site”를 추진함.

세계 최대의 건설장비 기업인 미국의 Caterpillar는 30년 전부터 장비 자동화를 추진하여, 비용 20% 감소, 생산성 30% 향상을 이루었으며 최근 약 20억 달러(2조 원)의 R&D 투자를 추진하였고 16,000개 이상의 특허를 등록함. 또한, 세계 최대 가전·IT 전시회인 “CES 2021”에서 자율주행 트럭과 자사의 디지털화를 위한 노력을 소개하며 자율주행 분야의 전문가의 협업 계획을 홍보함. 또한, 아래 그림 2와 같이 머신러닝과 AI를 기반으로 구축한 데이터 공유 환경인 “MineStar Edge”를 통해 실시간으로 운영 데이터를 공유함. 이외에도, 로봇 및 자율주행 기술 솔루션 회사인 “Marble Robot”을 인수하고 로봇 분야 전문 인력을 채용함.



<그림 4.2> Caterpillar사의 “MineStar Edge” 활용 예시

스웨덴의 Skanska는 “We build for a better society”라는 목표 아래 그린 프로젝트 중심의 건설사업을 추진 중임. 또한, 건설현장 안전과 현장 작업의 진도 관리를 위해 CCTV 영상 분석 기술과 LiDAR 기술 등 첨단 디지털 건설기술을 시범 적용 중임. 보다 구체적으로, 안전모에 장착한 카메라와 AI를 결합하여 작업자 주변 안전을 확인하는 OpenSpace 기술을 개발하고, 현장 진도 체크를 위해 LiDAR와 BIM 모델을 이용하는 SolidSpac3 등의 기술개발하여 현장에 적용함.

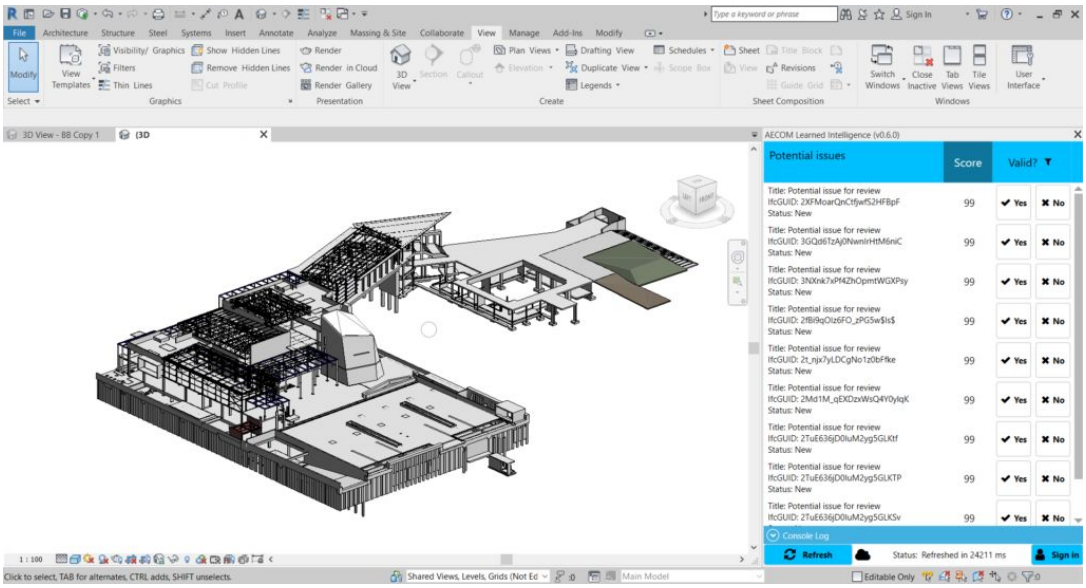
- 엔지니어링은 경험에 기반한 노하우가 중요한 산업이며, 사업을 통해 축적된 데이터의 자산화가 엔지니어링의 핵심 경쟁력임.
- 'ENR 2021 Top 225 International Design Firms' 의 상위랭킹 20위 내로 선정된 세계적 수준의 엔지니어링 업체들은 디지털 전환을 위하여 소프트웨어 개발사들의 상용 솔루션에 국한되지 않고, 자신들의 목적에 맞는 디지털 엔지니어링 솔루션을 자체 개발하여 사용하고 있음.
- 세계적인 엔지니어링 업체들이 자체 개발하여 사용하고 있는 디지털 엔지니어링 솔루션의 내용을 종합하여 볼 때, 사업을 통하여 생성되는 데이터에 대한 정확한 이해를 바탕으로 데이터 자산화에 집중하는 경향을 보임.
- 이러한 솔루션의 제공을 위한 시설물 관련 데이터들은 디지털화되어 각기 다른 데이터들과 유기적으로 연계되어 활용하고 있었으며, 이를 효과적으로 분석하기 위한 인공지능 및 머신러닝 기술을 적극적으로 활용하고 있음.
- 'ENR 2021 Top 225 International Design Firms' 상위랭킹 10위 내 업체들의 디지털 전환을 통한 솔루션 및 컨설팅 제공의 대표적인 사례는 다음과 같음

• WSP Global 社는 엔지니어링 기술의 디지털 전환을 통하여 데이터를 최적화하고, 이를 통해 비즈니스 인텔리전스를 얻어낼 수 있는 디지털 혁신 플랫폼인 'Lattice'를 개발하여 활용하고 있음. 'Lattice'는 크고 복잡한 데이터 세트를 분석할 수 있는 데이터 분석 프로세스를 활용하고 있으며, 데이터를 캡처, 저장, 분석, 검색, 공유 및 시각화할 수 있는 기술 또한 적용하였음. 이를 통해, 다양한 데이터를 분석하고 발주자가 원하는 다양하고 복잡한 요구 사항을 해결할 수 있는 고객 맞춤형 엔지니어링 솔루션(스마트 모빌리티, 스마트 보안, 스마트 헬스케어, 스마트 거버넌스 등)을 제공하고 있음.

• Worley Parsons Ltd. 社는 제조 분야의 생산라인에 일반적으로 적용되는 기술을 기반하여 개발된 자동 워크플로 생성 기술인 'Replic8'을 개발하여 설계 솔루션으로 제공하고 있음. 해당 워크플로 기술은 재사용이 가능한 엔지니어링 결과물과 D1BM(Design One Build Many)의 특징을 가지는 설계 파트를 자동으로 분석하고 워크플로를 생성할 수 있는 기술임. 이러한 'Replic8' 기술의 적용을 통하여, 수주가 걸리는 공사 현장의 설계 기간을 단 몇 시간으로 크게 단축할 수 있는 기술임. 'Replic8' 기술은 2020년 1년간 22,000개의 설계도를 최적화 시켰으며, 이를 통해 총 26,000시간

이상의 설계 기간을 단축시킬 수 있었음.

- AECOM 社는 인공지능을 통해 엔지니어링 작업의 효율을 극대화 시킨 'AECOM Learned Intelligence (이하 ALI)' 플랫폼을 개발하여 엔지니어링 솔루션 제공에 활용하고 있음. 'ALI'를 통해 3차원 모델을 설계할 경우, 그림 3에서 보는 것 같이, 모델링 품질을 높이기 위한 개선 방안(새로운 디자인 요소 제안, 잠재적 설계 오류 존재 여부 등)을 조언 받을 수 있음.



<그림 4.3> AECOM의 'ALI' 구동 화면

- SNC-Lavalin Group의 Atkins 社는 누구든지 엔지니어링 기술을 개선하고 활용할 수 있도록 open source 코드 기반의 엔지니어링 기술을 개발하여 시설물 설계 및 PM에 활용하고 있음. open source 기반의 엔지니어링 기술을 통해 비용측면에서 더욱 효율적인 프로젝트 관리가 가능하며, 필요시 다양한 tool을 함께 활용할 수 있어 적용되는 시설물의 종류 및 규모에 한계가 없다는 장점이 있음
- Arcadis 社는 시설물의 효율을 높이기 위한 자산관리 솔루션인 'Arcadis Gen'을 제공하고 있음. 특히 다양한 시설물 자산관리 관련 데이터를 최적 시각화에 최적화된 형태로 제공함으로써, 시설물 관리 주체가 더욱 효율적으로 시설물 관리의 의사결정을 할 수 있도록 함. 특히, 'Arcadis Gen'에서는 수집된 데이터 중 불명확한 데이터의 Quality를 복원하는 기능, AI를 활용한 상하수도 관망 손상 위치 예측 기능 등을 활용할 수 있음.

- Wood Group 社는 시설물 성능을 예측, 예방할 수 있는 자산관리 솔루션을 제공하여, 시설물이 더 오래동안 안전하게 운영될 수 있도록 도움을 주고 있음. 이를 위해 시설물의 생애주기에서 나타나는 빅데이터를 분석하여 설계단계부터 운영단계까지 시설물이 최적의 효율을 낼 수 있도록 하며, 시설물의 모든 생애주기에서 사용할 수 있는 소프트웨어 솔루션을 제공하고 있음. 이러한 솔루션을 활용하여 시설물 운용주체는 신뢰성있는 의사결정이 가능함.
- Jacobs Engineering Group 社는 시설물, 도시, 도로교통, 환경, 운영, 자산관리 등 시설물의 모든 생애주기에서 사용할 수 있는 디지털 솔루션을 개발하여 제공하고 있음. 디지털 솔루션에서는 시설물의 설계·시공·운용 등의 단계에서 나타나는 모든 데이터들을 상호 연계시켜 활용하고, 다양한 단계에서 상호 연계된 데이터는 인공지능 및 머신러닝을 통해 분석되며 시설물이 최대의 효율을 낼 수 있도록 도움을 줄 수 있는 솔루션 제공에 활용됨.



<그림 4.4> Jacobs Engineering Group의 디지털 엔지니어링 솔루션

- Fluor 社는 광산 개발 프로젝트에 대한 시설물 전생애주기에 대한 솔루션을 개발하여 솔루션 제공에 활용함. 해당 솔루션은 1) 디지털 트윈 개발, 2) 실시간 데이터 수집, 3) 인공지능을 활용한 데이터 분석 및 최적화, 4) 전 프로세스 자동화의 4가지 단계를 수행할 수 있도록 체계화 되어 활용됨

- Arup 社는 지속가능하고 에너지 절감에 효과적인 구조물 설계를 위해 효율적인 디지털 설계 툴을 활용하고 있음. 설계자, 시공자, 운영자, 사용자 모두가 만족할 수 있는 건설 컨설팅 및 설계 솔루션 제공을 위하여 디지털 기술들(다양한 데이터 분석 툴과 디지털 트윈, 강화된 머신러닝 기술들)을 활용하고 있음

○ 국내기업 여건에 적합한 사례

국내는 정부 주도의 스마트건설 트렌드가 설계부터 시공, 유지관리까지 건설산업 전반에 걸쳐 퍼지고 있으며, 최근 “한국판 뉴딜 종합계획”, 「제2차 산업융합발전(‘19~’23)」, “Smart Construction 2025”, BIM 적용 의무화 등 건설산업의 디지털화를 위한 여러 정책, 지원제도 등을 마련하고 있음. 하지만, 기업 측면에서의 디지털 건설기술의 현장 도입 및 활용이 시범적으로 적용된 사례는 있으나, 전면적인 도입·활용에는 아직 소극적인 상황에 직면해 있음. 또한, 건설산업 전반이 아닌 일부 대기업에 한정된 디지털 건설기술의 자체적인 기술개발 및 시범 적용, 타 기업과의 협업 등이 추진되고 있음.

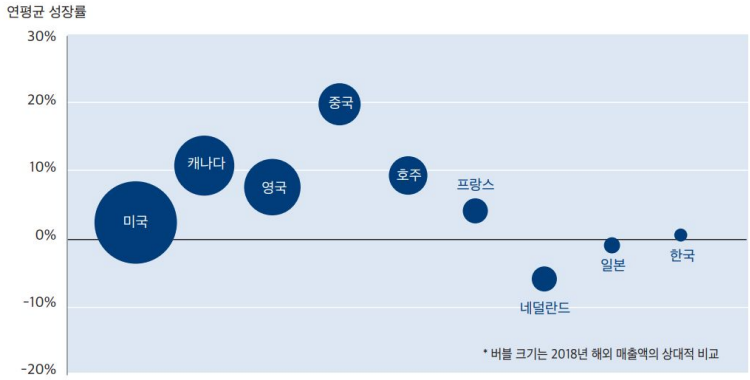
대표적인 협업 사례로, 삼성물산은 삼성SDS와 협업하여 AI와 IoT를 결합한 차세대 스마트 주거 기술을 자체 개발하여 적용함. 또한, 현대건설은 2021년 한국도로공사 스마트건설사업단과 “스마트건설기술 실용화 및 고도화를 위한 업무협약”을 체결하여 건설산업의 디지털 전환을 촉진하고 해외시장 진출을 추진함. 이외에도, DL이앤씨는 글로벌 건설기계 제조업체인 볼보그룹코리아와 스마트 건설장비를 토목 건설현장에 접목하기 위한 업무협약을 추진(‘21)하고, 대우건설은 LG전자와 플랫폼을 연동하여 IoT로 각종 가전기기를 자동 제어할 수 있도록 하는 “AI 스마트단지 구축” 업무협약(’21) 맺는 등 자체 기술 개발뿐만 아니라 타 기업과의 협업을 통한 건설산업의 디지털화를 추진하고 있음.

가시적인 성과를 창출하기 어렵더라도 장기간의 계획을 수립하고 투자하는 해외 사례도 주목할 필요가 있음. ACS 건설그룹과 Bechtel은 실적용을 통한 생산성/효율성 향상이 보장되지 않은 상태에서도 장기 계획을 수립하고 기술 개발에 투자함. 또한, Komatsu의 “Smart Construction”는 해당 기술을 적용하여 어떠한 목표를 달성할 것인지에 대한 목표 설정 또한 장기적으로 분석하여 계획하고 있음. 기업 자체적인 연구개발 및 투자뿐만 아니라, IoT, BIM, AR/VR 등 디지털 건설기술 관련 기업들과의 협업을 통한 디지털화가 필요한데, ACS 건설그룹, Bechtel, Komatsu 등 해외건설 선진기업들은 기업 내부의 연구개발뿐만 아

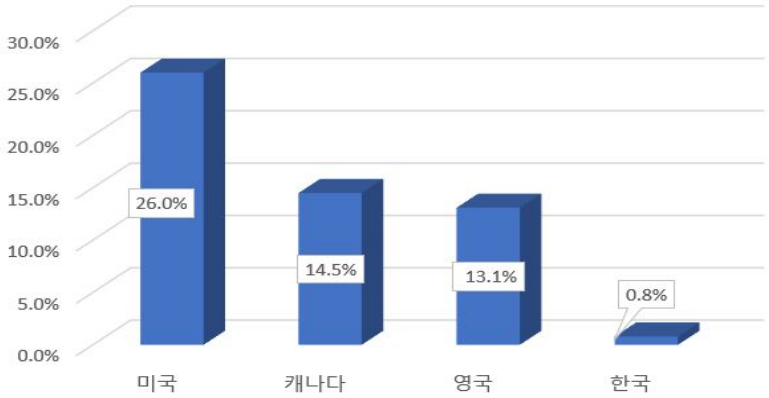
니라 이러한 협업에도 크게 무게중심을 두고 있음.

우리나라는 통신 및 네트워크 분야에서 세계적 수준의 ICT 기술과 인프라를 가지고 있음. 또한, 국토교통 분야에 대해서 다양한 빅데이터를 축적하고 있고, 정부의 「제2차 산업융합발전('19~'23)」에 따라 공공데이터 개방을 확대하여 빅데이터 활용 인프라를 조성하는 등 디지털 건설기술 적용을 위한 다양한 인프라가 이미 확보된 상황임. 따라서, 이를 활용한 디지털 건설기술 적용 전략을 수립해야 하고, 해외건설 선진기업의 디지털화 사례와 같이 디지털 건설기술 관련 기업과의 협업을 통해 기술을 개발해야 함.

- 건설비용이나 운영 및 유지관리 비용의 대부분은 엔지니어링 단계에서 결정됨으로, 건설산업의 생산성 향상에 가장 큰 영향을 가진 영역이 엔지니어링이라 할 수 있음
- 건설산업에서 4차 산업혁명을 엔지니어링산업에서 주도해야 하지만 국내 엔지니어링의 경쟁력은 떨어짐: 미국 ENR에 따르면 세계 225대 엔지니어링업체의 해외 매출액 중 한국업체의 비중은 2006년 1.6%에서 2018년 0.8%로 하락하는 등 글로벌 경쟁력이 없음(Engineering News Record, 2019).



<그림 4.5> ENR 조사 엔지니어링사의 국적별 해외 매출 연평균 성장률(2006~2018)
(한국건설산업연구원, 2020)



<그림 4.6> 세계 엔지니어링 시장 점유율 비교
(Engineering News Record, 2019)

1.2. 디지털화 전략

○ 국내에서 건설산업에 전면BIM도입에 따른 다양한 문제점들이 발생하고 있어서 이에 대한 이슈를 다음과 같이 정리할 수 있다.

<표 4.1> 전면BIM도입에 따른 문제점

No.	구 분	문 제 점	개 선 방 안
1	발주/계약	① 발주수준/시행방법 상이	1) 발주계약 표준화 및 일원화 2) 발주처 직접계약 업무로 개선
		② 평가기준/참여인력 미반영	1) BIM 참여자 별도 추가 반영 2) BIM 수행역량 정량평가 단계적 도입
		③ 성과품 기준 미흡	1) 전면 BIM 납품성과물 작성 표준화 2) 발주처별 상이한 납품도서 통일 3) 전반적인 납품성과품의 간소화
		④ 설계대가 기준 산정	1) BIM기반 설계대가 산정기준 일원화 2) 시공 연계 BIM 대가 마련
		⑤ 설계변경 범위 설정 / 추가대가 반영	1) BIM기반 설계 계약서 표준화 (변경 귀책사유에 따른 추가 대가 반영 명시)
		⑥ 표준Library 적용 간소화	1) 국가가 주도하는 통합 시스템 구축 (시설물 생애주기에 활용)
		⑦ 성과물 검수	1) 성과품 표준검수 지침 마련 (성과품 간소화 반영)
		⑧ 건설관리 업무 미활용	1) 건설사업관리업무 BIM 활용 확대 2) BIM 발주방식(설계, 시공) 마련
		⑨ 시공BIM 대가 산정 필요	1) 시공단계 BIM 업무 정립 후 대가 마련 2) 설계와 시공 BIM 대가 분류 및 개별 통합 운영
2	수행절차	① 전자승인 절차 발주처 BIM 환경 - 설계관리 절차	1) BIM 모델기반 설계성과 기성 기준 마련 2) 발주처 전자승인 및 관리시스템 구축
		② 설계단계 협업 시스템 구축 및 프로젝트 운영방식 변경	1) 건설 전 단계에서 활용 가능한 협업 시스템 구축 2) 협업 시스템 운영을 통한 설계 합사방식 축소 3) 비대면 기술을 이용한 온라인 회의 확대
		③ BIM 모델 기반 협업	1) 발주처 vs 설계사의 BIM 업무 영역 정립 2) 협업을 위한 모델작성 규칙 마련
		④ BIM 설계 기간 보완	1) BIM 설계 특성을 반영한 설계 기간 보완

No.	구 분	문 제 점	개 선 방 안
3	모델의 소유권	① 설계 BIM모델 소유권 개선	1) 전자납품 및 전자승인 등 지침 마련 2) 국가BIM센터 : 라이브러리 등록 인증 관리
		② 설계 BIM모델의 시공사 이관 시 가치 판단 / 재활용 여부	1) BIM 성과품 작성지침의 원본제출에 대한 개정 2) BIM 성과품 재활용시 사용료 지불 개정
4	SW	① 컨소시엄 / 사업별 S/W 활용	1) 프로젝트 수행 컨소시엄간 자율에 따라 통일된 S/W 운영 2) 프로젝트수행 컨소시엄 S/W, 교육 지원
		② S/W 사업비 반영 및 비용 최소화 방안	1) 프로젝트 수행사에 BIM 운용비용 한시적 지원 2) 프로젝트 생애주기를 고려한 지원방안 수립
5	BIM 생태계	① 전문 협력업체 기술 도입 지원책	1) 설계단계 건설사업관리에 BIM 컨설팅 분야 포함, 또는 BIM 컨설팅 시장 신설. 2) 전문업체의 BIM 기술 지원에 대한 역할 배분
		② 중·소규모 설계업체 지원책	1) 중·소형 설계업체의 BIM 기술 지원에 대한 역할 배분 2) S/W 및 BIM 교육에 대한 정부 지원 확대
6	인력양성	① BIM 코디네이터 부재	1) 경력 또는 자격증에 대한 BIM 코디네이터 인증
		② BIM 전문인력 부족	1) BIM 인정교육 확대
		③ 건설기술 인력의 BIM 경력 인정	1) 국가자격제도 및 BIM업무 분야 경력 인정제도 신설
7	기타	① 시공 단계 활용을 위한 기본 고려사항	1) 시공단계 BIM 활용 지침 및 대가기준 마련 2) 설계 시공연계 BIM 협업시스템 구축
		② DfMA, DfS, In-house모델링 S/W	1) 국가가 주도하는 통합시스템 구축 2) BIM 설계외 추가검토 비용에 대한 대가 마련
		④ 단계별 BIM 모델링 재활용 여부	1) 단계별 BIM업무 수행범위 및 내용 정립 2) 모델 재활용에 대한 대가 지급 마련
		⑤ BIM 인식 및 환경	1) 발주처의 BIM 사용 목표에 따른 프로세스 정립

1.3. 엔지니어링 사업 환경 개선

- 국내 건설엔지니어링 업체 중 2016년 기준 10억 원 미만 수주업체는 전체의 66.2%를 차지한 반면, 500억 원 이상의 수주업체는 1%에 불과하듯이 대부분의 업체가 영세함(엔지니어링산업백서, 2017)
- 맥킨지의 “Decoding digital transformation in construction”는 건설 엔지니어링 분야가 아날로그 형태의 비생산적인 업무에 묶여 있다고 분석함: 분절화된 사업구조와 참여 조직 구성, 사업마다의 유일한 조건에 따른 비반복적인 절차 및 내용, 한시적인 협업 조직, 현장중심의 사업수행으로 인한 중앙집중화되지 못한 사업 진행 방식 등
- 건설 리더 중 상당수가 타 건설기업이 아닌 기술 및 소프트웨어 거대기업을 앞으로의 경쟁자로 보고 있다는 맥킨지의 조사결과(2018 Global Executive Survey)는 엔지니어링을 포함한 기존의 건설업체가 4차 산업혁명의 흐름에 맞추어 변화하지 않으면 건설산업에서 도태될 수 있음을 암시함
- 4차 산업혁명의 스마트 디지털 기술이 건설 프로세스 전반에 스며들고 있으며, 국내에서도 ‘스마트 건설기술 개발사업’에 약 2,000억 원을 투입하여 건설 전 주기 과정에서 생성되는 모든 정보의 디지털화를 꾀하고 있으며, 2020년 5월 정부는 ‘엔지니어링산업 혁신전략’을 통한 엔지니어링 역량 강화 방안을 발표함
  - 정부는 산업파급효과가 크고 고용증대에 효과적인 ‘엔지니어링산업 혁신전략’을 마련하고, 이를 통한 엔지니어링 산업의 역량 강화 및 혁신 성장을 뒷받침 하려는 계획을 발표함
  - '엔지니어링산업 혁신전략'에서는 엔지니어링의 다양한 영역 중, 고부가영역으로 평가되는 PM, O&M 분야의 시장 창출과 빅데이터와 인공지능(AI) 기술을 바탕으로 한 엔지니어링의 디지털화를 목표로 하고, 이를 통해 엔지니어링 산업생태계를 조성하는 것에 중점을 둠
  - 특히, ‘엔지니어링산업 혁신전략’에서 고부가 영역(설계 디지털화·PM·O&M) 시장을 독과점중인 선진기업은 시장 지배력을 더욱 강화하기 위해 엔지니어링의 디지털화에 집중 투자 중에 있음. 현재 세계 시장을 대표하는 선진기업 및 기술 개발 사례의 상세 내용은 표 4.2에 나타난 바와 같음.

<표 4.2> 엔지니어링 고부가영역(설계 디지털화·PM·O&M) 선진기업 및 기술 개발 사례 현황

영역	개요	선진기업(국가)	기술 개발 사례
설계 디지털화	설계 최적화를 위해 BIM(3D설계기법) 등을 활용한 플랫폼 상에서 설계 데이터를 축적 · 공유	AVEVA (영국)	플랜트의 모든 엔지니어링 데이터 및 도면들의 DB 구축을 지원하는 엔지니어링 플랫폼 제공
		Bentley (미국)	설계 전반에 대한 디지털 솔루션을 제공하며 각 솔루션의 워크플로우 프로세스 간 정보를 공유할 수 있는 상호 협업 지향 플랫폼 구축
		Dassault (프랑스)	3D Experience 플랫폼을 통해 인터렉티브 협업 환경에서 3D 설계, 해석, 시뮬레이션 및 인텔리전스 소프트웨어들을 탑재한 솔루션 제공
		DNVGL (노르웨이)	기본설계 등 엔지니어링 데이터 관리 빅데이터 플랫폼 구축
		Fluor (미국)	시뮬레이션과 최적화 기술로 약 100건의 프로젝트에서 7억 달러 절감
		Hexagon (미국)	설계 전반의 데이터 및 다양한 정보를 공유하고 의사결정에 활용할 수 있는 설계 플랫폼 구축
PM	사업기간과 원가의 적정관리를 위한 솔루션 개발	AMEC (영국)	3D 시뮬레이션 기술을 통해 사업기간 6주 단축, 원가 25% 절감

		Bentley (미국)	AI 및 빅데이터 기반의 통합 PM 솔루션 개발 착수 및 시험 적용
		CII (미국)	엔지니어링, 조달 및 시공 업무 프로세스를 일원화하고 전체 프로젝트 성과를 개선하기 위한 프레임워크인 Advanced Work Packaging 제공
O&M	설계-시공-운영 단계의 정보를 통합적으로 관리하기 위해 빅데이터·AI 기반 사례분석과 시뮬레이션 기술 활용	Bentley (미국)	3D 설계 플랫폼에 Schedule, Cost, APM이 가능한 6D BIM 기반 O&M 솔루션 제공
		GE (미국)	운전 데이터를 분석해 시설·기자재 고장을 사전 예측하는 솔루션 개발
		Siemens (독일)	빅데이터를 결합한 시뮬레이션 시스템(Digital Twin) 개발 및 상업화

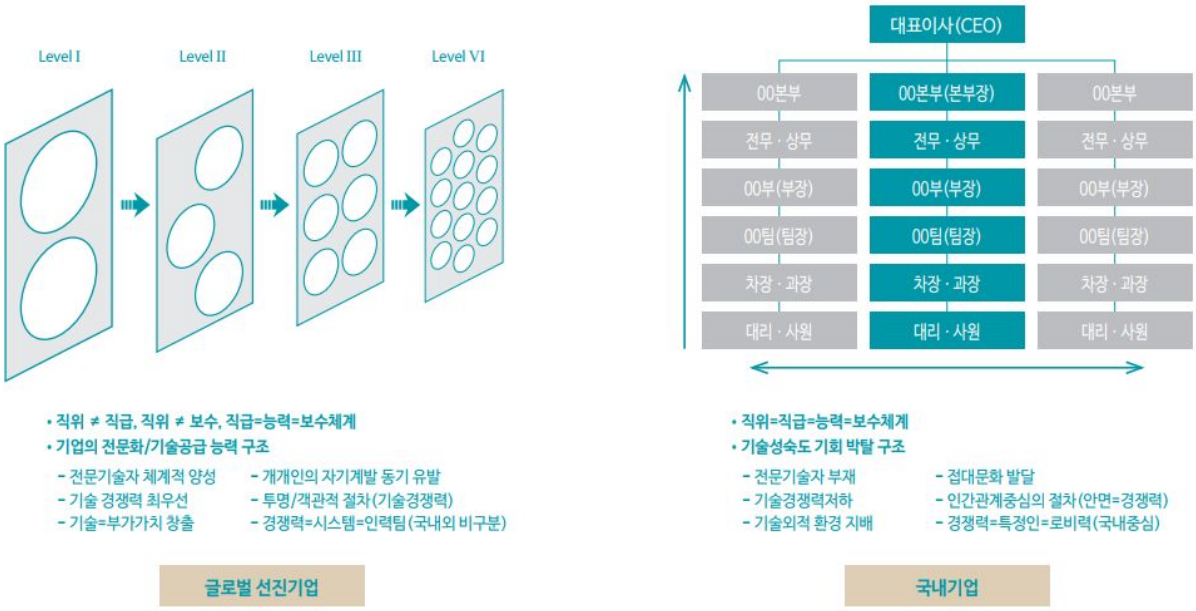
❍ 한편, 2017년 한국산업기술평가관리원의 산업기술수준조사보고서에 따르면, 선진기업이 속한 국가들에 비하여 국내 엔지니어링 기업의 고부가가치 영역을 위한 4차산업혁명기술 도입 수준은 기술수준대비 분야별로 2.0~2.4년의 격차가 존재하고 있는 것으로 파악됨(표 4.3)

<표 4.3> 고부가가치 영역의 국가별 기술 수준 현황 (KEIT 산업기술수준조사보고서, 2017)

고부가가치 영역	상대수준			격차기간		
	미국	유럽	한국	미국	유럽	한국
설계 디지털화	100	96.0	76.9	0.0	0.4	2.4
PM	100	96.2	80.8	0.0	0.6	2.1
O&M	100	95.4	82.3	0.0	0.5	2.0

○ 또한, 그림 5에서 보는바와 같이, 글로벌 선진기업들의 경우 Level 1 수준의 기술자들의 직무에 따른 기술역량의 개발을 통해 각기 다른 직무 별 Level 4 전문기술자로 성장할 수 있도록 직급체계를 운영하여 기업의 전반적 기술 경쟁력을 높이도록 함

○ 반면 국내 기업의 경우, 수직적 직급체계를 운영하여 기술자들의 직급이 높아지는 경우 관리직으로 전환되는 구조를 가지고 있으며, 승진을 위해서 직무에 따른 기술역량 성장이 필요조건이 아니므로, 전문기술자로써의 역량 성장을 보장하기 어려움 (표 4.4, 그림 4.7)



<그림 4.7> 글로벌 선진기업과 국내 기업의 조직도 비교 (서울대학교 건설환경종합연구소, 2018)

<표 4.4> 글로벌 선진기업과 국내 기업의 기술자 기술 역량 평가 방안 비교
(서울대학교 건설환경종합연구소, 2018)

글로벌 선진기업	국내기업
– 등급별로 역할 및 역할 수행을 위한 전문 기술역량을 평가함 – 기업 내부적으로 사업포지션에 해당하는 자격을 반드시 취득하도록 함 – 자격부여는 역량평가로 결정되며, 승진·승급은 자격자 중에서 상대평가를 통해 결정됨	– 직무와 상관없이 기업 내 경상조직의 직급 중심으로 역량을 요구하며, 획일화된 평가기준으로 기술자를 평가함 – 직위·직급의 향상은 기술역량향상과는 무관함

- 국내 엔지니어링사의 뒤쳐진 디지털화 수준과 조직관리 제도의 관점에서 볼 때, 현행 기술과 제도로는 국내 기업의 기술력 향상은 한계를 가질 수 밖에 없을 것으로 판단됨

– 스마트 디지털 기술은 건설산업의 중심에 데이터를 가져오게 될 것이며, 엔지니어링은 이러한 데이터를 통하여 더 많은 정보를 확보하고, 더욱 효과적이고 정확한 계획을 수립하게 될 것임

– 스마트 디지털 기술에서 구현되는 각종 데이터와, 디지털 정보, 디지털 플랫폼, 인공지능으로 인하여 건설엔지니어링의 전문성은 큰 변화를 맞이하게 될 것임: 건설엔지니어링의 업무 전문성이 기존의 분업화된 숙련도 중심에서 직무통합능력으로 이동할 것으로 예상됨

– 건설산업의 디지털 전환은 건설엔지니어링 시장에도 중대한 변화를 줄 것으로 예상됨: (1) 각종 시설물과 사용자가 연결됨에 따라 건설 프로세스 전반에 빅데이터가 생성될 것이며, 이러한 빅데이터를 장악하는 기업이 기획과 설계 단계에서도 압도적인 경쟁력 우위를 점하게 될 것임; (2) 디지털트윈으로 고급 시뮬레이션이나 실시간 분석기법을 통한 새로운 엔지니어링 서비스를 발굴할 수 있는 기업이 지속적인 경쟁력을 확보할 수 있을 것임; (3) 새로운 기술과 기술간 융복합에 기반한 새로운 비즈니스를 개발할 수 있는 엔지니어링 기업이 타산업의 잠재적인 경쟁자(링 밖의 챔피언)에 종속되지 않고 살아남을 수 있을 것임

2. 건설엔지니어링 제도 및 정책저 개선안

□ 디지털 전환을 위한 제도 개선안을 공정한 생태계, 디지털 전환, 고부가가치, 시장 확대 및 개척의 관점에서 제시함

<표 4.5 디지털전환을 위한 제도 개선안>

구분	단기	장기	관련법령	소관부처
공정한 산업생태계	• 건설 엔지니어링의 역할 증대에 적정한 대가 및 위상 강화 • 기술력 중심으로 상대평가를 강화하는 등 저가 입낙찰을 유도하는 제도를 개선 • 공공발주자의 사업관리 디지털화	• 고령화 및 신규 인력 부족을 대비한 유연한 기업의 인력보유 규정 • 데이터 가치에 기반한 엔지니어링 중심의 사업구조 및 사업비 배분 조정	• 건설기술진흥법 제37조(건설엔지니어링 대가) • 건설엔지니어링 대가 등에 관한 기준(국토교통부 고시 제2021-961호) • 엔지니어링사업대가의 기준(산업통상자원부 고시 제2021-137호) • 지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 • ⇒ 행정안전부 예규 : 지방자치단체 입찰 및 계약 집행기준 • (계약예규) 공사계약 종합심사낙찰제 심사기준 • 건설기술개발 및 관리 등에 관한 운영규정(국토교통부 훈령 제371호) 제10장/11장/12장 • 엔지니어링산업 진흥법 14/15조	• 국토교통부 (기술혁신과) • 산업통상자원부 (엔지니어링디자인과) • 기획재정부 (계약정책과) • 행정안전부 • 국토교통부 (기술정책과) • 국토교통부 (기술혁신과)
디지털전환	• 엔지니어링 분야의 BIM을 포함한 디지털전환을 위한 기술개발 지원 • 중소 엔지니어링사의 디지털전환 직접 지원 사업(공유서비스 스타트업 육성) • 설계엔지니어링에서 창출한 BIM 모델의 전생애주기 재사용 시장 제공	• 건설엔지니어링에 필요한 전문인력 양성 사업 지원 (건설엔지니어링 디지털기술지원센터) • 공공 소유 데이터 활용 AI 엔진을 전문영역별로 개발하여 사전학습모델 기업에 제공	• 건설기술개발 및 관리 등에 관한 운영규정(국토교통부 훈령 제371호) 제10장/ 제11장/ 제12장 • 건설산업 BIM 기본지침 • 엔지니어링산업 진흥법 13조, 시행규칙 제5조 • 건설기술진흥법 제20조	• 국토교통부 (기술혁신과) • 국토교통부 (기술정책과)

구분	단기	장기	관련법령	소관부처
고부가가치	• BIM 성과품의 디지털 자산화 토대 구축 지원 • 유지관리를 위한 SOC 디지털화사업의 건설 엔지니어링 참여 확대	• 주요 사업별 PM의 엔지니어링사 참여 확대 • 생애주기 엔지니어링 사업 환경 구축	• 건설기술진흥법 제10조의2(융·복합건설기술의 활성화) 및 동법 시행령 제27조의2(스마트건설지원센터의 업무 및 운영) 제27조의3(스마트건설지원센터의 운영을 위한 출연금) • 건설기술개발 및 관리 등에 관한 운영규정(국토교통부 훈령 제371호) • 제11장 건설정보통합전산망 구축사업 • 제12장 건설공사 정보의 공개 및 공동이용 • 건설기술진흥법 제18조(건설기술정보체계의 구축) • 제19조(건설공사 지원 통합정보체계의 구축)	• 국토교통부 (기술정책과) (기술혁신과)
시장 확대 및 개척	• 엔지니어링 전주기 데이터의 가치 부여 및 사용권한 부여 • 해외 인력 활용 및 시장 개척 환경 조성	• 공공발주처별 대외공개 데이터센터 구축 및 생애주기 데이터 활용 허용 • 해외시장 개척을 위한 건설엔지니어링 지원 펀드 조성	• 데이터기반행정 활성화에 관한 법률 시행령 제13조 • 해외건설촉진법제18조의 2 • 건설기술개발 및 관리 등에 관한 운영규정(국토교통부 훈령 제371호) • 제11장 건설정보통합전산망 구축사업 • 제12장 건설공사 정보의 공개 및 공동이용 • 엔지니어링산업 진흥법 제17조	• 행정안전부 (빅데이터분석 활용과) • 국토교통부 (해외건설정책과) (기술혁신과) • 산업통상자원부 (엔지니어링디자인과)

1 공정한 사업생태계

□ (단기) 건설엔지니어링의 역할 증대에 적정한 대가 및 위상 강화

- ○ 건설엔지니어링의 역할을 건설사업 생애주기 전체를 관리하는 역할로 정의하여 계획 및 설계, 시공 연계성, 운영 및 유지관리에서 주도적인 위치를 재정립하고 고부가가치 영역이 되도록 제도 및 계약 관계 정립 필요
- ○ BIM을 비롯한 디지털전환에 따라 현재 존재하는 업역 칸막이 제거와 함께 건설엔지니어링 영역의 지적 자산 축적이 가능하도록 하는 전생애주기 건설사업관리자로서 건설엔지니어링의 위상을 정립하고 종합 건설엔지니어링 기반 구축 필요
- ○ 건설사업 전반에서 건설 엔지니어링의 역할을 통합사업관리, 발주자 컨설팅, 운영 및 유지관리를 위한 디지털 컨텐츠 생성 및 관리 등으로 확대 필요
- ○ 건설기술진흥법에서 설계 안전성 평가, 산업안전보건법에서의 안전보건대장 의무작성 규정과 관련하여 업무 중복성과 업무 대가 지급 근거 부재에 대한 재검토 필요하고 안전관련 전문인력 확보가 어려운 업계의 현실을 고려하여 제3자 서비스 허용하여 스마트기술 기반의 공유서비스 스타트업 육성이 가능한 기반 제공 필요
- ○ 디지털 전환과 더불어 공사기간 산정에 관련한 설계자 요구사항에 대해서 발주방식별로 공기산정의 책무는 발주자로 규정하고 공기산정에 필요한 생산성 데이터 혹은 시스템을 마련하거나 필요한 대가 지급 규정을 마련할 필요가 있음

싱가포르

- 시공(Construction)단계에서 설계(Design)단계로 5% 전환(shift)을 권장(BIM 운영위원회)
- BIM 관련한 추가 서비스 업무 수행 시 발주자와 대가 협상 권장

Project Stage	% change from non-BIM to BIM payment
Preliminary Design	+2.5
Planning Approval	0
Design Development	+2.5
Tender and Award	0
DESIGN STAGES *	+5
Construction Administration	5
Post construction	0
CONSTRUCTION STAGES*	-5
Percentage change in total fees	0

(출처 : BIM 프로젝트 대가 지급 / Singapore BIM Guide Version 2)

일본

- 사업현황(규모, 금액) 공고 후 업체에서 제시한 금액의 평균가격으로 기초금액 책정
- 수년간의 BIM 기반 대가 관련 데이터 구축 후, 실비정액방식의 대가 기준 마련 예정

캐나다(RAIC, 왕립건축가협회)

PHASE	PERCENTAGE OF TOTAL FEE
Schematic Design	12 - 25% (25%)
Design Development	12 - 25% (25%)
Construction Documents	35 - 45% (25%)
Bidding and Negotiation	2.5 - 6.5%
Construction Phase *(Contract Administration)*	25 - 35%

NOTE:
In new forms of project design and documentation such as Building Information Modeling or BIM, more documentation and design is done in the early phase.
Typical allocation of the fee in BIM projects is Schematic Design 25%, Design Development 25% and Construction Documents 25%.

- BIM 적용 시 총액 변경이 아닌 단계별 투입비용 (Schematic Design 25%, Design Development 25%, Construction Document 25%)이 변경될 수 있음을 명시

국내

- (한국도로공사) '대산-당진 고속도로' 4공구에 BIM 전면 설계 발주시 기술료(직접인건비+제경비의 20%)에 10% 증액 적용
- (LH) 설계시 아래의 비율로 계상하여 직접인건비에 합산

구분		기본설계	기본 및 실시설계	실시설계	비고
계상율	단지	13%	17%	21%	
	지구내 구조물	17%	17%	17%	
	지구외	17%	17%	17%	

(토목 설계용역 투입인원수 산정기준, LH)

<그림 4.8> BIM 대가 산정의 국내외 사례

- 설계, 시공, 감리, 운영 등 건설 全단계 생산성 제고(건설 엔지니어링 발전방안, 국토교통부)
  - (설계) 설계변경 건수 20-90% 감소, 재작업비용 9% 절감 등
  - (조달) 견적산정 시간 80% 감소, 자재조달 기간 25% 단축
  - (시공) 시공모델까지 제작시 투자비 대비 5배 절감, 공기 단축 등
    ▶ 물량산출, 설계오류 검토, 도면 자동생성, 공정/공사비 시뮬레이션, 대안 검토 등 다양하게 활용 가능

사례	프로젝트	적용분야	도입효과
	Pecos Street over I-70 Bridge (USA)	· 개념설계 및 시공단계 적용 · Bridge BIM 모델링 · 설계변경	· 설계변경 건 22~89%까지 감소 · 설계변경 및 재작업비용 9% 절감
	Shanghai Rail Transit Line 17 (CHINA)	· BIM 데이터 공유 및 협업 · 시공단계 BIM 적용 · 간섭검토(지하시설, 교량, 배수 등) · 안전관리 · BIM+QR Code에 의한 자재 추적	· 시공기간 15일 단축 · 시공비용* 30% 절감*100만 위안 ≒한화 약 1억 7천만원) · 자재조달 기간 25% 단축
	Port Mann/ Highway 1 Improv ement Project(CANADA)	· BIM 설계 · 인터체인지 교통 용량 시각화 분석 · 지반설계	· Highway1의 입출입 구간 혼잡도 개선 · 지점간 도로 주행시간 개선 · 도로 안전성 개선
	Cordes Junction Interchange in Arizona(USA)	· 가상건설 모델 작성 · 시공 BIM 모델 작성 · 현장 측량시 BIM과 Machine Guidance 활용	· 현장측량 비용 절절감 · 가상 시공모델 작성에 $1투자하면 시공 비용 최소 $5 절감 효과
	Sellwood Bridge Reconstruction Project in Portland, Oregon(USA)	· BIM 설계 · 교량의 정확한 프리콘 계획 및 시각화 · 우회로의 가설계획 검토 · 제안된 공법 타당성 분석	· 프로젝트 기간 약 1년 단축 · 프로젝트 비용* 감소 *약 $5백만~$1.000만 달러 감소

(출처: 한국건설기술연구원 국가BIM연구센터)

<그림 4.9> BIM 도입의 효과 분석

□ (단기) 기술력 중심으로 상대평가를 강화하는 등 저가 입낙찰을 유도하는 제도를 개선

○ 건설 및 엔지니어링 관련법은 물량 위주의 건설시공에 초점을 맞추어 부가가치를 창출할 수 있는 설계·시공의 연계 및 엔지니어링 기술발전을 저해하고 있으며 설계와 시공의 분리는 건설업의 시스템 엔지니어링 혹은 서비스 사업화를 제약하여 해외 선진국에서의 EC(Engineering Construction)화된 기업 창출을 저해하여 국제적 경쟁력 약화를 초래하여 개선 필요

○ 우리나라의 건설 엔지니어링 대가는 외국에 비하여 전반적으로 낮은 수준으로, 설계비의 경우 외국의 60% 수준에 지나지 않아 이는 필연적으로 저가수주를 유발하게 되고, 저가 수주는 곧 자질이나 능력이 부족한 엔지니어의 투입으로 이어져 설계 품질의 저하 및 부실과 직결되고 있음

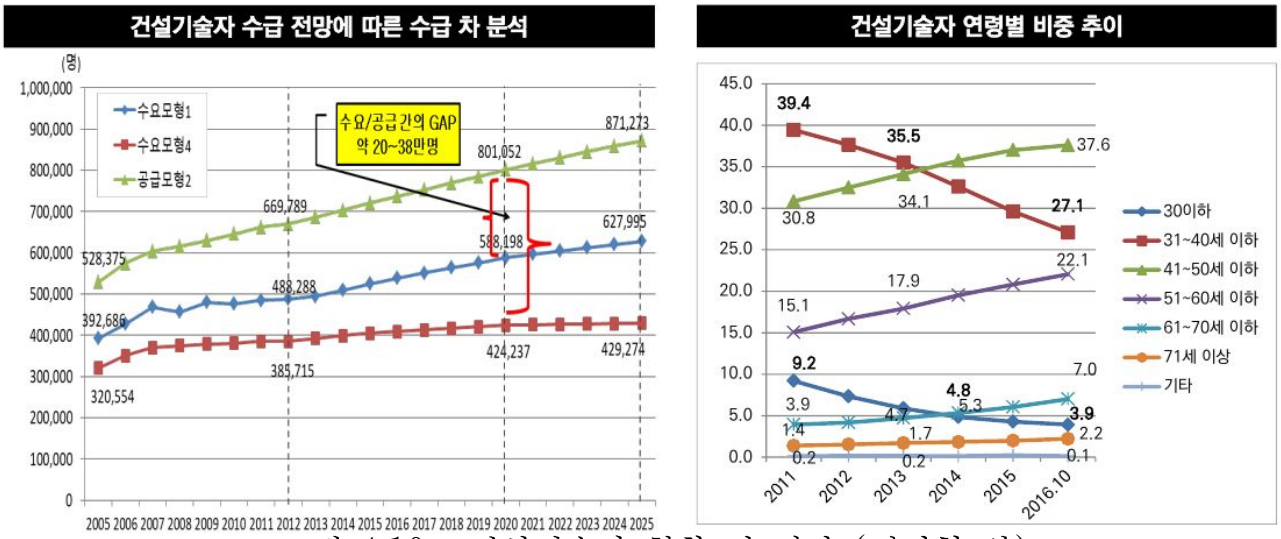
○ 디지털 전환 시기에 전반적인 건설사업 참여주체간의 역할 재조정과 업무 부담이 달라지고 있어 핵심 경쟁력 요소인 건설 엔지니어링 기술 위주로 재편되기 위해서는 현재의 비용 산정 방식에서 실비 정액가산방식 적용을 확대하고 실 근로일수로 노임단가 산정, 원청사업 임금기준으로 노임단가 산정 등의 실질적인 대안 도입이 필요

□ **(단기) 공공발주자의 사업관리 디지털화**

- ○ 전면BIM설계, 스마트 턴키 사업 등에서 요구되는 설계 엔지니어링 분야의 요구사항은 투입 비용을 증가시키는 요인으로 작용하는데 반해 발주자가 제시해야 하는 추가 업무에 대한 대가기준, 업무 범위 및 책임 소재, 계약상의 변화, 표준지침 및 업무 절차와 방법에 대한 변화는 미미한 수준이어서 사업관리 방식의 디지털화가 선결 과제
  - * Push-Pull 정책으로 추가 비용 발생시 이를 만회할 수 있는 업무량의 축소를 동반하거나 비용을 동반하도록 준비 필요
- ○ 공공 기관 등 발주처의 설계관리, 성과품 전자납품 체계, 기존 2D 성과품의 축소(국제적 실무 반영 필수), 시공 및 유지관리 단계까지 활용 가능하도록 하는 정보전달체계 및 데이터 플랫폼 구축이 선행되어야 함
- ○ 발주처별로 상이한 성과품 체계를 디지털 전환에 맞추어 통일성있게 국가 주도로 개발하여 제시하고 이를 기반으로 설계 생산성이 확보될 수 있도록 단계별 계획을 제시하여 기업의 준비 시간과 관련 인력 확보에 대비할 여유 제공
- ○ 전면BIM도입시 민간의 수행주체인 건설엔지니어링 기업의 의견을 반영할 수 있도록 하는 상설 협의체 구성을 통해 장기적인 기술 생태계를 구현 필요

□ **(장기) 고령화 및 신규 인력 부족을 대비한 유연한 기업의 인력보유 규정**

- ○ 건설 엔지니어링의 역할이 시공, 안전, 유지관리로 확대되고 디지털 전환에 대한 요구가 중첩되면서 중소 설계업체는 경험 및 인력이 부재하여 외주를 통해 해결하거나 사업 참여에 배제되는 상황을 개선할 수 있도록 디지털 기술 인력에 대한 공급 방안 필요
- ○ 글로벌 건설산업에서 요구되는 기술자 역량에는 선행기술, 생산기술, 지원기술이 있는데 국내는 주로 생산기술을 중점으로 양성되고 있고 엔지니어링 분야 전문인력의 부족은 사업 단계별로 보면 기본설계(23.6%), 상세설계(21.2%), 시운전(17.8%)로 크게 부족하여 전문인력에 대한 공유 서비스 개념을 도입하여 핵심인력을 양성하고 관련 기업들이 사업별로 활용할 수 있는 유연한 제도적 뒷받침 필요
- ○ 디지털 전환에 따라 BIM, 스마트기술 기반의 안전관리, 공정 시뮬레이션 기반의 디지털 공정계획 등의 새로운 스타트업에 적합한 사업을 창출하기 위해서는 건설엔지니어링 기업이 사업별 인력 충원을 할 수 있거나 전문 서비스 기업을 활용하여 사업 참여가 가능하도록 제도 마련 필요

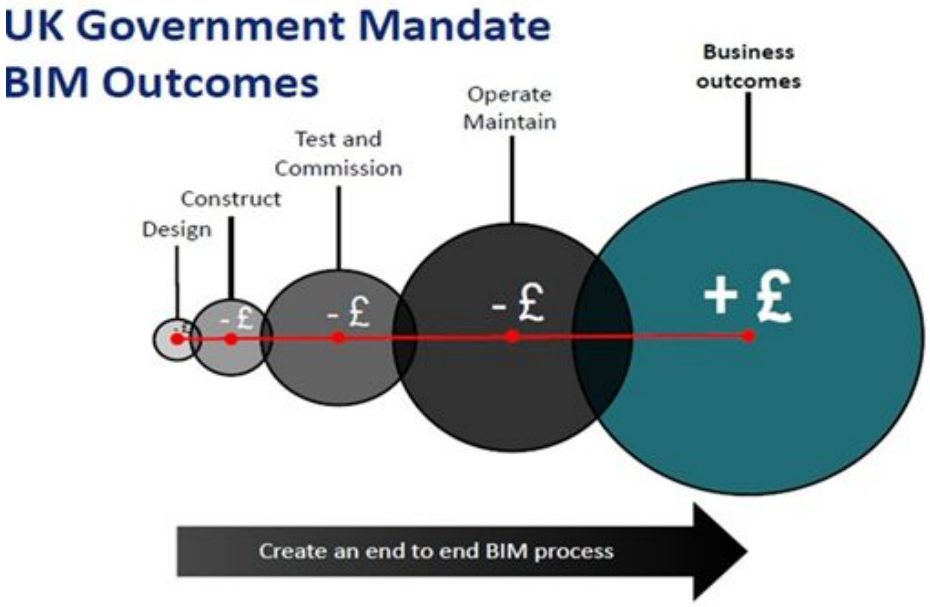


<그림 4.10> 건설기술자 현황 및 전망 (김민형 외)

□ (장기) 데이터 가치에 기반한 엔지니어링 중심의 사업구조 및 사업비 배분 조정

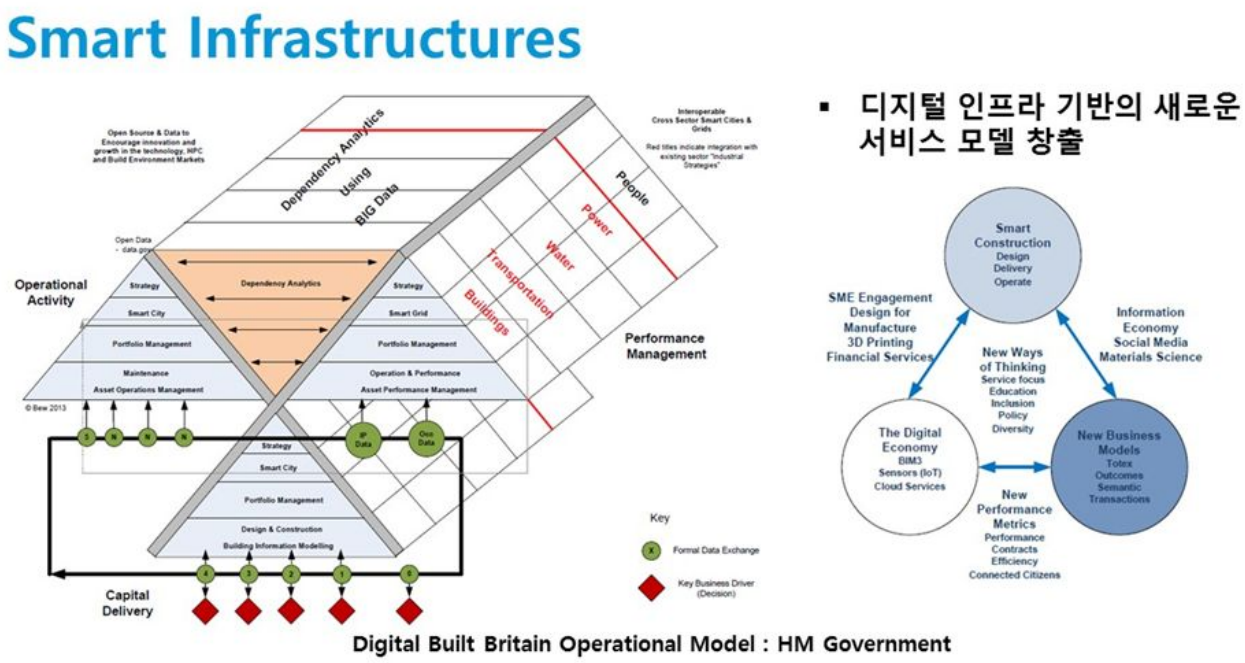
○ BIM 전면 도입을 포함한 디지털 전환에 따른 수혜는 해외의 사례를 참고하더라도 설계<시공<발주처 및 국가의 순으로 높고 투입 비용은 주로 초기에 발생하기 때문에 데이터 가치 평가를 통해서 건설사업내에서의 사업비 재분배 방안 필요

- BIM 도입의 편입비용비중이 정부 67.12%, 시공 32.55%, 설계 0.33% (건설기술연구원, 2014)
- BIM 대가산정이 일부 반영되어도 건설 엔지니어링사가 초기에 부담해야 하는 비용이 소프트웨어, 인력 교육, 업무환경의 변화에 걸쳐 과다하기 때문에 이를 건설엔지니어링 기업이 재활용해서 서비스 창출을 통해 수익을 발생시킬 수 있는 지적재산권에 대한 개선이 필요 (성과물 자체에 대해서만 발주처의 소유이고 그 과정에 투입되는 지적 자산에 대한 권리를 민간기업에 부여)



<그림 4.11> 영국의 BIM 효과에 대한 평가

○ 향후 디지털 인프라에 기반한 다양한 서비스가 창출될 것으로 예상되어 건설 엔지니어링에서 생성하는 디지털 모델과 데이터의 가치는 매우 높은데 현재 발주처가 소유하고 있는 상황에서는 보안성 문제로 인해 데이터 활용성에 제약이 매우 높아 디지털 인프라의 활용성을 건설 엔지니어링 기업이 확보할 수 있는 제도적 방안 마련 필요



<그림 4.12> 건설단계에 생성된 디지털 인프라의 서비스 활용 체계

2 디지털전환 지원

□ (단기) 엔지니어링 분야의 BIM을 포함한 디지털 전환을 위한 기술개발 지원

- ○ 현재 진행중인 스마트건설기술개발사업을 포함해서 국가 지원 기술개발이 주로 시공단계에 중심을 두고 있어 중소 건설 엔지니어링 기업이 필요로 하는 디지털 전환에 요구되는 기술 개발이 미비하여 이를 지원할 수 있는 공유기술 개념의 기술 개발 필요
- ○ 건설 엔지니어링 분야의 디지털 전환을 위한 기술 개발 지원은 인력 양성과 전문영역별 소프트웨어 개발, 공유할 수 있는 시스템 개발로 구분되어 진행 필요
- ○ 기술의 공급체계를 고려하여 제품 성격으로 설계 데이터와 제작, 가설을 담당하는 전문기업들에 대한 기술 지원 필요

□ (단기) 중소 엔지니어링사의 디지털 전환 직접 지원 사업(공유서비스 스타트업 육성)

- ○ 현재의 디지털 전환에 필요한 인력 확보, 소프트웨어 유지비 및 관련 하드웨어 확충은 중소 엔지니어링사에서는 불가능한 상황으로 이를 고려한 지원 사업 필요
- ○ 건설 엔지니어링 협회를 통해 중소 엔지니어링사의 인력 교육, 전문 영역별 모델링 및 시뮬레이션 등 활용 기술 개발을 지원할 수 있는 공유 서비스 스타트업 육성 사업 필요
- ○ 건설 엔지니어링 분야 전체적인 디지털 전문 인력 양성 차원에서 대형 엔지니어링사가 공동으로 스타트업을 육성할 경우에 제도적으로 제3자 서비스 사업 기회 부여

□ (단기) 설계 엔지니어링에서 생성한 BIM 모델의 전생애주기 재사용 시장 제공

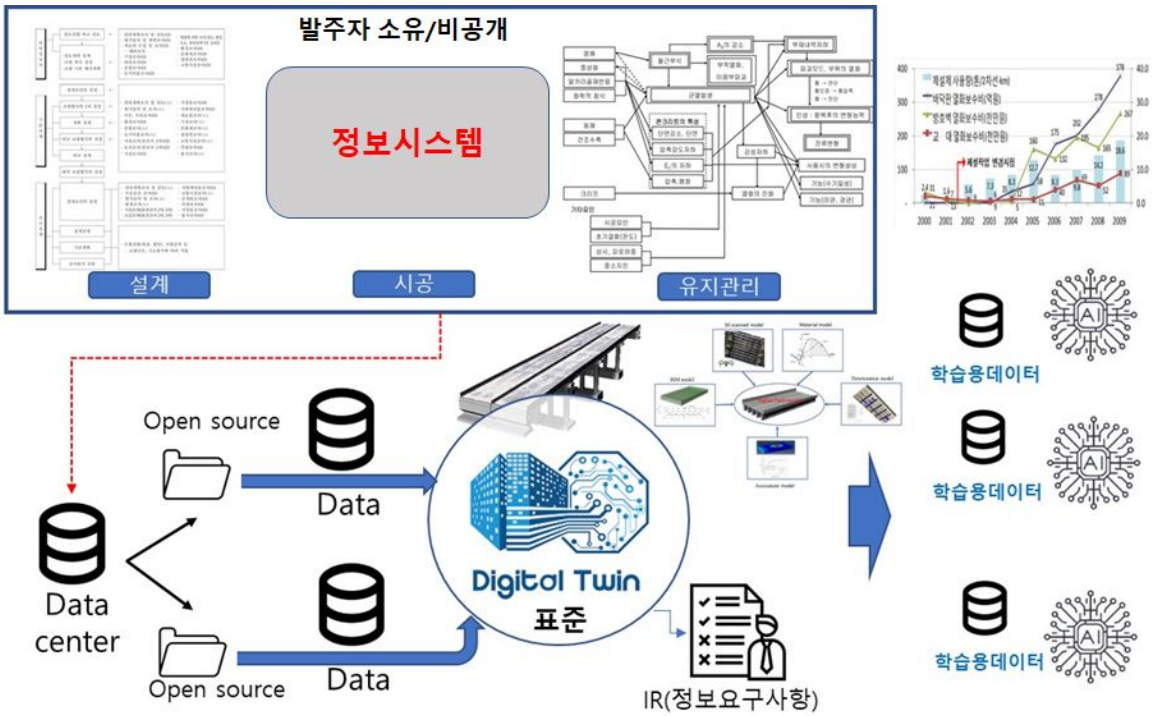
- ○ 전면BIM설계 도입에도 불구하고 디지털모델의 활용이 제한적인 이유가 모델의 생애주기 활용 체계가 부재하기 때문임. 설계 BIM 모델을 시공 및 감리, 유지관리 및 운영 서비스 단계에서도 활용할 수 있도록 디지털 모델 관리를 건설 엔지니어링 영역에서 할 수 있도록 새로운 사업 구조와 계약 방식 필요
- ○ DfMA(Design for Manufacturing and Assembly) 기술이 OSC(Off-site Construction) 확대를 위해 필수적인데 이를 위해서는 디지털 모델이 시공 전 단계에서 발생하는 상황을 반영해서 설계 단계에서 생성되어야 함. 이는 새로운 사업 기회 제공이 없는 상황에서 건설 엔지니어링 기업이 확보할 수 없는 기술이기 때문에 생애주기 종합 엔지니어링 기술 확보가 가능한 모델의 재사용 시장 환경 필요
- ○ 디지털 트윈 국토사업, LBS(Location based Service) 사업, 메타 버스와 관련한 게임 및 컨텐츠 사업에서 건설 엔지니어링에서 생성한 디지털 모델이 가치를 가질 수 있도록 디지털 모델의 사용권한을 모델 생성자에게 부여 필요

□ **(장기) 건설엔지니어링에 필요한 전문인력 양성 사업 지원 (건설엔지니어링 디지털 기술지원센터)**

- ○ 건설엔지니어링에 요구되는 업무가 디지털화 뿐 아니라 탄소배출저감을 포함한 환경 이슈, 대민 및 유관기관과의 협의를 포함한 협상, 인공지능을 포함한 소프트웨어, 로보틱스를 포함한 스마트 장비 기술 등으로 급속하게 변화하는 환경에서 개별 건설 엔지니어링 기업이 필요한 인력 자체 양성이나 수급을 하는 것은 불가능함.
- ○ 해외 선진 엔지니어링 기업이 학습 포털을 운영하면서 전 세계의 전문가 네트워크와 사내의 전문가의 경험지식을 활용한 개별 기술자의 커리어를 관리하는 프로그램을 국내 개별 기업이 수립하기 어려워 디지털 기술지원센터를 공동으로 구축하여 국내 건설 엔지니어링 커뮤니티의 인적 자원을 지속적으로 공급할 수 있는 토대 구축이 필요
- ○ 경험지식이 많은 엔지니어와 타 분야 전문가가 교육자로 활용될 수 있도록 하고 기술지원센터를 통해 멘토 역할을 통해 개별 기업의 기술 내재화와 문제 해결을 지원하는 체계
- ○ 장기적으로 건설 엔지니어링 분야의 재능마켓으로 부족한 분야별 전문인력의 유연한 수요-공급 체계를 담당할 수 있음
- ○ 글로벌 시장 개척과 선도적인 엔지니어링 기업의 노하우를 경험할 수 있도록 파견 교육 지원 제도 및 해외 기술자의 국내 공급을 위한 교육 기관 역할 수행

□ **(장기) 공공 소유 데이터 활용 AI 엔진을 전문영역별로 개발하여 사전학습모델 기업에 제공**

- ○ 정부에서 추진하고자 하는 엔지니어링 전주기의 통합 빅데이터를 구축과 이를 위한 플랫폼과 데이터 변환, 표준화 기술개발은 건설사업에서 가장 필요로 하는 데이터 소유와 활용에 대한 제도적 개선이 필요
- ○ 향후 건설 엔지니어링 분야의 경쟁력의 핵심 사항은 인공지능을 이용한 데이터 기반 엔지니어링인데 핵심 자원인 데이터의 소유가 발주처를 포함한 공공기관에 있어 이를 활용할 수 있도록 하는 데이터 센터 구축 필요
- ○ 보안 문제로 인해 반출이 어려운 데이터에 대해서 데이터센터 내에서 요구 기능별 사전학습모델을 개발하여 기업에 제공하고 기업은 자체 데이터를 추가하여 기술을 지속적으로 발전시킬 수 있는 토대를 제공
- ○ 건설 사업의 납품 성과물과 사업 관리 전 단계에서 데이터가 생성, 축적, 가공, 서비스가 되도록 하는 데이터 파이프라인을 제도화하여 국내 건설 엔지니어링의 기술 고도화를 통해 글로벌 엔지니어링 시장에서의 선도적인 경쟁력 확보하도록 지원 필요



<그림 4.13> 데이터 기반 인공지능 설계기술 개발 체계 사례

3 고부가가치 건설엔지니어링

□ (단기) BIM 성과품의 디지털 자산화 토대 구축 지원

- ○ 전면BIM 설계를 요구하는 사업에서 건설 엔지니어링 기업이 생성한 디지털 모델을 자체 활용하여 자산화할 수 있도록 제도적 지원 마련 필요
- ○ 설계 생산성 뿐 아니라 다양한 기능적 요구사항을 갖는 스마트 디지털 모델에 대해서는 원 저작자의 지적재산권을 인정하고 이를 지키기 위한 디지털 서명 및 관리 방안 필요
- ○ BIM 모델을 요구하는 건설사업에서 원본 모델에 대한 요구사항을 요구되는 성과품에 국한되도록 해서 기업의 기술 개발을 저해하는 환경을 최소화
- ○ 설계 단계에서 생성된 BIM 모델을 시공 및 운영/유지관리 단계에서도 활용될 수 있도록 하는 별도의 디지털 모델 계약 필요

□ (단기) 유지관리를 위한 SOC 디지털화사업의 건설 엔지니어링 참여 확대

- ○ 정부가 추진하고 있는 디지털 뉴딜 사업에서 “SOC 디지털화”에 2025년까지 14조 8000억을 투입하는데 도로/철도/공항/하천 등 국가기반시설의 디지털화 주체로 건설 엔지니어링 기업이 주도적으로 참여할 수 있도록 하여 디지털 전환의 계기가 되도록 할 필요가 있음

- ○ 디지털 인프라 구축 이후에도 지속적인 변화에 대응하여 업데이트하고 유지하는 업무는 건설 엔지니어링에 속하고 노후화 증가에 따른 고도의 기술적 판단을 필요로 하는 엔지니어링 주체가 이 사업을 통해 기술을 개발하고 미래 먹거리를 탐색할 수 있도록 해야 함
- ○ ITS, CCTV, 모니터링 등의 기능적 사업비 구성에 시설물 자체의 디지털화 방안이 설계 단계부터 서비스 단계까지 일원화될 수 있도록 하는 사업 재구성이 요구됨
- ○ 각 시설물별 디지털화에 소요되는 예산을 평가하여 현재 진행중인 전면BIM도입을 위해 소요되는 추가 대가 산정의 근거로 활용해야 함

□ **(장기) 주요 사업별 PM의 건설 엔지니어링사 참여 확대**

- ○ 우리나라 건설기술이 생산기술에 치중해서 고부가가치 기술경쟁력이 취약하여 FEED, 기본계획, 기본설계, 사업관리전략 등을 다루는 선행기술, 건설 비즈니스를 확장시키는 지원 기술 분야로의 전환을 이룰 수 있는 지원 필요
- ○ 건설엔지니어링의 역할을 건설사업 생애주기 전체를 관리하는 역할로 정의하여 계획 및 설계, 시공 연계성, 운영 및 유지관리에서 역량을 키우기 위해서는 발주자를 지원하는 PM 사업의 지속적인 확대와 이를 통한 글로벌 종합 엔지니어링 기업이 창출될 수 있는 환경 조성 필요
- ○ 건설사업의 관리와 감독에 대한 역할 정의를 구분하고 사업자 선정기준, 대가, 계약 등 세부 지침을 마련하려는 정부 방침이 발표되었지만 디지털 시대에 적합한 비대면 관리 기술 등을 포함한 PM의 업무와 역할 정의가 수반되어야 함
- ○ 국내와 해외의 건설사업관리 환경이 유사할 수 있도록 제도적 정비가 우선적으로 필요

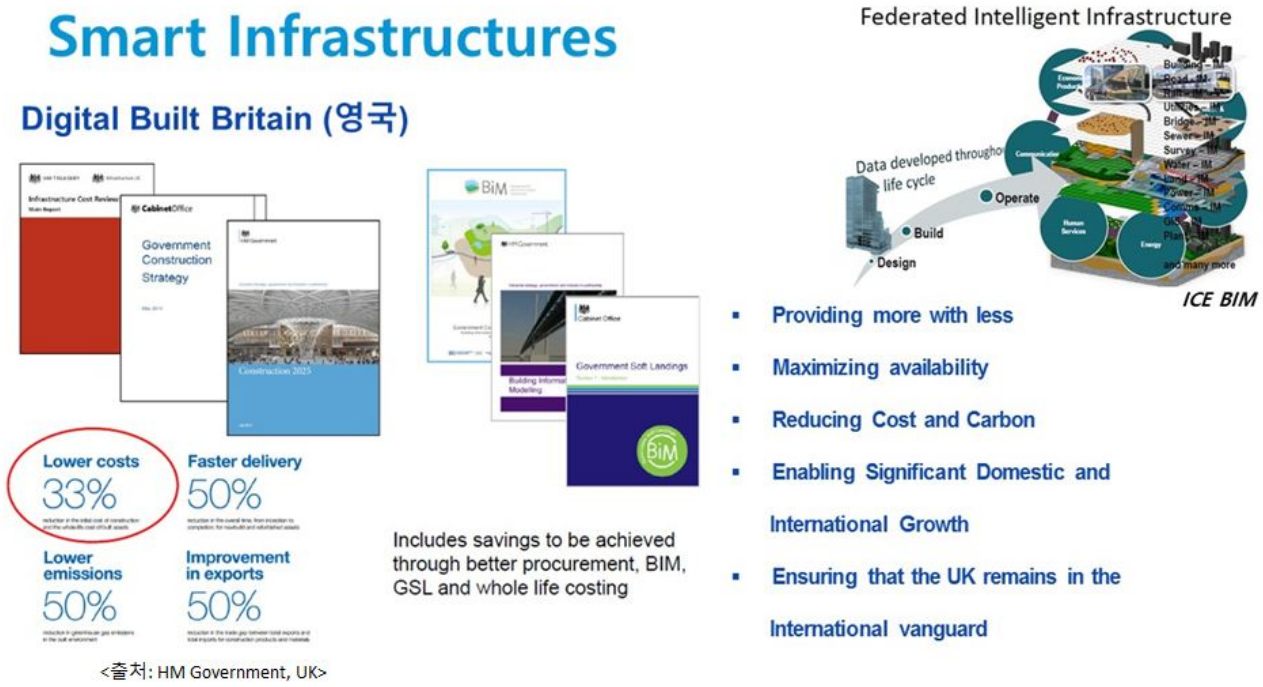
□ **(장기) 생애주기 엔지니어링 사업 환경 구축**

- ○ 건설사업이 단계별로 수행 주체가 상이하여 정보의 단절과 비효율성, 재작업이 빈번하게 발생하는 한계를 가지고 있는데 이를 개선하기 위해 건설 엔지니어링 기업 이전 생애주기에 걸친 엔지니어링 데이터를 총괄하고 축적할 수 있도록 하는 사업 환경 구축이 필요
- ○ 사업 계획시부터 디지털 인프라에 대한 계획을 포함하여 각 단계별 디지털 모델과 데이터의 생성, 승인, 공유, 축적, 유통에 이르는 환경을 구축할 수 있도록 별도 계약 필요
- ○ OSC를 포함해서 시공이 모듈화되면 현재의 시공사 인력이 축소되고 이를 기술적으로 대체하는 건설 엔지니어링 기업의 역할이 확대되도록 하는 사업 환경 대비가 필요

④ 시장확대 및 개척 지원

□ (단기) 엔지니어링 전주기 데이터의 가치 부여 및 사용권한 부여

- ○ 건설엔지니어링에서 창출한 시설물 관련 디지털 모델과 데이터를 새롭게 대두되는 자율주행, 위치기반서비스, 스마트시티, 재해재난 대응 서비스에 사업화 혹은 제공될 수 있도록 하는 유인 정책이 필요
- ○ 국가적으로 탄소배출저감, 사업기간 단축에 따른 경제/사회적 이익을 산정할 수 있도록 하는 노력이 필요하고 이에 기반한 디지털 전환으로 인해 추가되는 업무대가 산정 필요
- ○ 위치기반 서비스 및 문화 컨텐츠 등의 신규 시장에 시설물 디지털 모델이 활용될 수 있도록 시장 개척 지원 프로그램과 저작자에게 사용권한 부여 필요



<출처: HM Government, UK>

<그림 4.14> 영국의스마트 인프라를 위한 디지털화 목표 설정

□ **(단기) 해외 인력 활용 및 시장 개척 환경 조성**

○ 건설산업의 디지털 전환을 위해서는 현재의 단순 설계 업무를 해외로 이관하거나 해외 인력을 활용할 수 있도록 여건을 제공할 필요가 있음

*. 영국의 Digital Built Britain 전략에서 해외시장 확대를 위해 저개발 국가에 기술지원 프로그램을 국가가 지원하고 이를 통해 관련 표준, 발주서, 실무 기술이 확산되도록 하고 있음

○ 건설 엔지니어링 기업의 신규인력 수급을 개선하기 위해 해외인력의 국내 유입 환경으로 대학교육과 연계된 채용연계형 교육지원사업, 해외 자회사 설립을 통해 사업 수행 인력으로 포함할 수 있는 제도적 개선 필요

○ 현재 타당성 조사 등 국한된 사업에서만 해외 사업에 진출하고 있는 건설 엔지니어링 기업의 해외 시장 개척을 위해 BIM, 인프라 디지털화, AI 기술 서비스를 제공할 수 있는 기업의 해외 진출 지원 창구 개설

□ **(장기) 공공발주처별 대외공개 데이터센터 구축 및 생애주기 데이터 활용 허용**

○ 주요 국가기반시설물별 관리주체가 공개용 데이터를 축적, 가공, 공유할 수 있도록 하는 데이터센터를 구축하도록 유도

○ 공개된 데이터를 이용해서 인공지능 기술로 설계 지원 소프트웨어, 검증된 기술의 확산 적용, 신제품 및 기술의 설계 엔지니어링 활용이 가능하도록 하는 데이터 유통 체계 구축

○ 국가적으로 노후 시설물의 증가와 더불어 고령화, 인구감소에 따라 인프라의 효율화 및 사전 대비를 위한 엔지니어링을 신규 사업화하여 국가적으로 대비할 수 있는 기회 제공 필요

□ **(장기) 해외시장 개척을 위한 건설엔지니어링 지원 펀드 조성**

○ 건설엔지니어링의 일자리를 유지하거나 늘리기 위해서는 해외시장 개척이 필수적으로 필요하고 이는 디지털 전환 이후의 고부가가치 영역에서 이루어져야 함. 국내 디지털 전환의 경험을 토대로 관련 제도 및 표준, 절차, 실무를 함께 지원

○ 3500개 이상의 엔지니어링 기업들이 특화된 영역에서 기술 서비스를 제공할 수 있고 이를 일괄적으로 해외 고객에게 소개하고 계약, 리스크 분석 및 대응이 가능하도록 하는 건설 엔지니어링 해외 진출 지원 펀드 조성이 필요 (현재 추진중인 건설 엔지니어링 협회내의 수주지원센터 운영 고려)

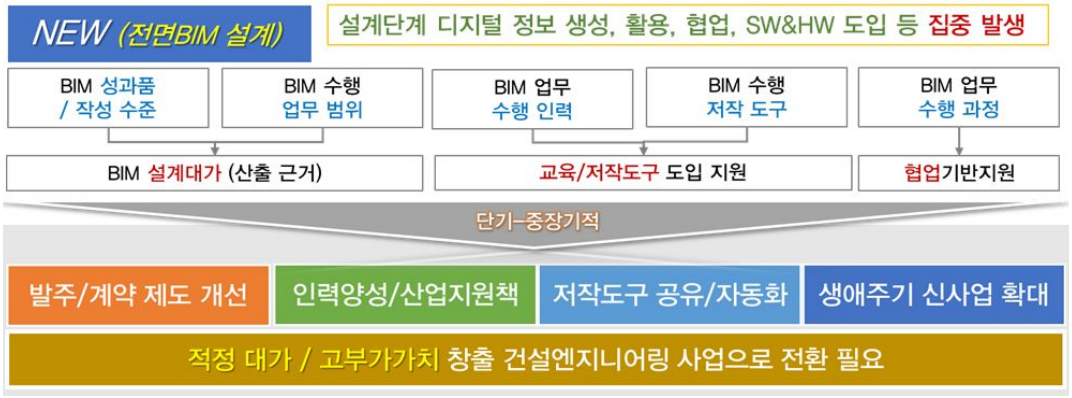
○ 선진국 인프라 시장에서 스마트 시티와 같이 서비스 기술과 융합하는 새로운 요구가 증가하는 추세에 있기 때문에 국내 건설 엔지니어링 업체가 디지털 전환 과정에서 새로운 서비스를 제공할 수 있는 스타트업을 창출하고 이를 통해 종합 엔지니어링 서비스 시장을 확보할 수 있도록 지원하는 프로그램 필요

3. 전면BIM 도입을 위한 개선안

3.1. 주요 개선방안

○ 최근 주요 발주처별 전면BIM 도입 수준이 다르고, 각각 대상 목적물별 전면BIM 업무에 대한 범위가 상이함에 따라, 아래와 그림과 같이 초기 건설분야 설계엔지니어링 업무가 집중되고 있는 추세임.

○ 이에 발주 및 계약단계, 수행인력, 저작도구 및 수행과정 등에 대한 개선방안과 적정 대가 및 다양한 지원 대책을 아래와 같이 제안하고자 함.

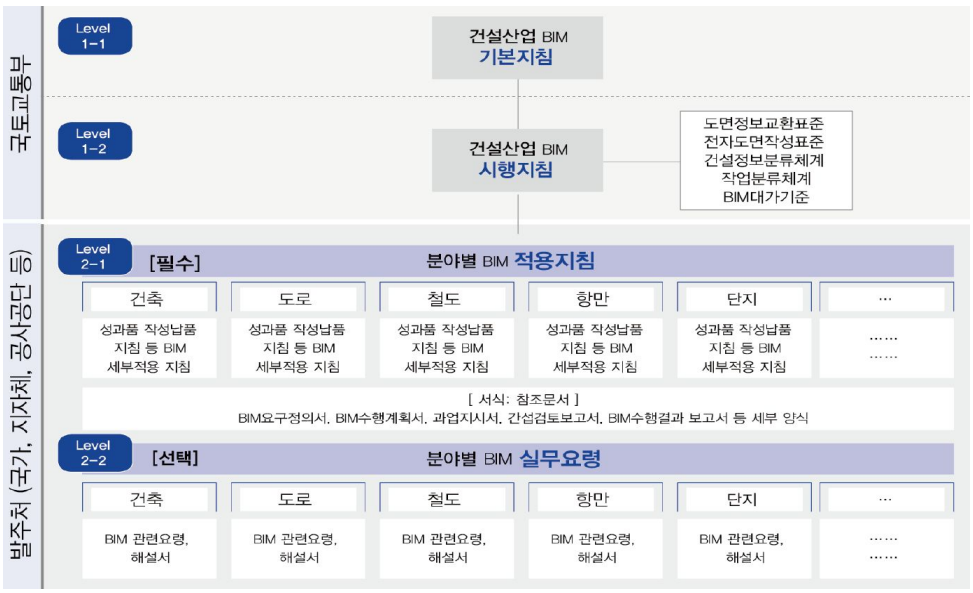


<그림 4.15> 전면BIM 도입에 따른 문제점별 개선방안

1 발주/계약 관련제도 개선방안

□ 건설산업 BIM 기본지침에 따른 위계별 관련기준 작성 필요

○ 국토교통부 '건설산업 BIM 기본지침(2020.12)'의 위계별 BIM 관련기준을 기초로 발주처별 체계화, 통일화된 분야별 BIM 적용지침, 분야별 BIM 실무요령 등 제시 필요



<그림 4.16>기본지침 및 하위지침 위계

○ 각 발주처별 전면BIM 성과품 작성방안('분야별 BIM 적용지침'에 포함)으로 공통적 제출항목인 BIM모델, BIM기반 2D도면, BIM기반 수량산출 방안과 발주처별 별도로 요구되는 추가 성과품에 대한 정확한 요구사항을 제시할 필요가 있음.

□ **단계별 BIM 적정업무 범위 제시**

○ 전면BIM 시행 시 초기 설계단계에서 과도한 업무가 집중되지 않도록 설계단계 기본업무와 특별업무 등으로 구분하여 업무 수준별 투입인력, 적정대가, 수행기간 등을 현실적으로 반영할 필요가 있음.

○ 과도한 업무와 불필요한 정보작성을 지양하고, 전면BIM 성과품이 시공 및 유지관리 단계에서 원활히 활용될 수 있도록 BIM모델(정보 포함) 작성방안, 사전검토를 위한 각종 시뮬레이션 작성방안 등에 대한 참고자료(가이드라인) 제시 필요.

□ **설계대가 일원화 및 분야별 확대 작성**

○ 국토교통부와 산업통상부가 각각 제시한 'BIM 설계대가'를 일원화하여, 발주처에서 의무적으로 사용하도록 시행 필요.

○ 현재 국토교통부와 산업통상부가 각각 제시한 'BIM 설계대가'는 도로설계 분야에 한정되어 있으므로, 빠른 시간내에 다양한 분야별로 확대 작성 필요.

○ 전면 BIM 도입단계 시 대부분 설계단계 업무에서 집중되므로, 설계대가 현실화 및 추가 업무별 별도 대가 반영이 가능하도록 구분 필요.

2 인력양성 및 지원책 강화

□ **전문교육기관 확보 및 엔지니어 재교육 연계 지원 강화**

○ 대학, 전문교육기관 교육프로그램 개설 및 확대를 통해 신규 인력양성과 기존 엔지니어의 재교육에 필요한 제반비용 직접적인 지원 및 세재해택 확대를 통해 실질적인 지원 강화 필요.

○ 기업 방문, 한시적 기업 상주 전문교육인원 확보를 통해 엔지니어의 근무여건을 고려한 현장중심의 교육지원 프로그램 마련 필요.

□ **전면 BIM 설계 경력자 양성 및 경력관리 수립**

○ 사업자평가 시 기존 2D설계 경력 책임자 중심의 인력 평가 이외에 추가로 신규 BIM 자격, 경력자 투입 강화(평가점수는 배제하나 실무 BIM기술자 등급별 최소 참여인원 추가) 필요.

○ BIM 인력 인증방안(공인 자격증) 신설 및 재보수 교육 프로그램 강화 등으로 BIM 모델작성 및 실무활용이 가능한 신규 또는 실무 엔지니어들의 양적 확대와 책임자급 BIM 활용교육 강화로 실질적인 기술자 등급별 업무 맞춤식 교육 및 경력 관리 필요.

3 저작도구 공유 및 자동화

□ **상용 저작도구 사업기간 실비 반영 및 공용사용 지원**

○ (단기) 전면 BIM발주시 사업기간을 고려하여 경비로 사업비에 반영함으로써, 설계엔지니어링사의 비용적 부담을 완화할 필요가 있음.

○ (장기) 발주처가 각 사업별 전면 BIM설계 수행시 설계엔지니어링사가 분야별, 공종별 BIM 저작도구를 활용하여 설계를 수행하는 과정에 최적화하여 공용으로 사용할 수 있도록 환경을 구축하여 운영하는 방안 모색 필요.

□ **엔지니어링사 자체 자동화 설계역량 강화 지원**

○ (단기) 자체 투자여력이 작은 중소 설계, 시공 엔지니어링사부터 내부적으로 최적 개수의 상용 저작도구와 연동하여 자동화 설계가 용이하도록 체계화된 시스템을 구축하는 사업을 지원하는 예산 및 프로그램 강화 필요

4 협업환경 구축

□ **상용 협업 저작도구 한시적 활용 및 발주처 중심 협업 환경 구축**

○ (단기) 발주처에서 사업기간에 한해 한시적으로 상용 협업환경 저작도구를 도입하여 공용으로 활용할 수 있도록 비용 및 운영관리 지원.

○ (장기) 발주처 사업특성과 전면 BIM설계 수준을 고려하여 발주처에서 사업 수행자(설계자, 시공사)를 권한 등록하여 업무를 수행할 수 있도록 공통정보관리환경 시스템 구축 운영 필요.

5 전면BIM 성과를 활용한 신사업 발굴

□ **전면BIM 정보의 재활용 및 소유권 강화**

○ (장기) 전면 BIM 설계단계에서 작성된 정보의 손실을 최소화하고, 중복 작성되는 것을 방지하기 위해 발주처 승인 하에 시공사에게 추가 고도화 지원업무를 수행할 수 있는 시공단계 BIM 업무체계 및 계약 방안 모색 필요.

○ (장기) 전면 BIM 설계 및 시공단계 작성된 라이브러리 모델, 특화 모델 등에 대한 거래제 타 산업 확대 진출에 대한 연구 및 실증화 사업 지원

3.2. 세부 항목별 개선방안

앞 절의 내용은 대표적인 개선방안 중심으로 요약하였으며, 다음으로는 전면 BIM설계 도입 및 확대 단계에서 초기 설계단계 중심으로 업무 비중이 증가되고, 다양한 시행착오를 실제 겪고 있는 설계엔지니어링사의 입장에서 주요 세부 문제점 항목별 개선방안을 표 형식으로 기술하여 정리한 것임.

1 발주 및 계약단계 제도와 정책적 개선 방안

No	항목	개선방안
1	발주수준 / 시행방법 상이	1) 발주계약 표준화 및 일원화 2) 발주처 직접계약 업무로 개선
2	평가기준 / 참여인력 미반영	1) BIM 참여자 별도 추가 반영 2) BIM 수행역량 정량평가 단계적 도입
3	성과품 기준 미흡	1) 전면 BIM 납품성과물 작성 표준화 2) 발주처별 상이한 납품도서 통일 3) 전반적인 납품성과품의 간소화
4	설계대가 기준 산정	1) BIM기반 설계대가 산정기준 일원화 2) 시공 연계 BIM 대가 마련
5	설계변경 범위 설정/ 추가대가 반영	1) BIM기반 설계 계약서 표준화 (변경 귀책사유에 따른 추가 대가 반영 명시)
6	표준Library 적용 간소화	1) 국가가 주도하는 통합 시스템 구축 (시설물 생애주기에 활용)
7	성과물 검수	1) 성과품 표준검수 지침 마련 (성과품 간소화 반영)
8	건설관리업무 BIM 미활용	1) 건설사업관리업무 BIM 활용 확대 2) BIM 발주방식(설계, 시공) 마련
9	시공BIM 대가산정 필요	1) 시공단계 BIM 업무 정립 후 대가 마련 2) 설계와 시공 BIM 대가 분류 및 개별 통합 운영

① 발주수준/시행방법 상이	1) 발주계약 표준화 및 일원화 2) 발주처 직접계약 업무로 개선

현행 문제점

- 발주처별 설계사 직접수행 요구, 별도로 BIM 전문업체 설계단계 투입 등 혼재
  - 한국도로공사 설계사 직접수행 (참여인력, SW 자산확보, 수행 중 성과품질 등 자체평가)
  - 국가철도공단 전면BIM에 설계사 이외 BIM 전문업체 발주 전공구 투입 (설계비 반영 별도 용역 시행)
- BIM 전문업체 계약 시 성과물 대부분을 전문업체가 수행하여 과도한 업무수행. 또한 '발주자의 요구조건을 따른다'라는 1식 계약으로, BIM 수행 설계사, 전문업체간 모호한 업무범위, BIM 모델 작성 횟수 초과 등이 빈번히 발생.

⇒ 설계사(실무부서별)별 디지털전환, BIM수행 역량 등에 대한 대응 혼란 가중
⇒ BIM설계 외주화 고착화 시 전면 BIM 수행 불가
⇒ 설계사 저가 외부하도 시행 확대 및 전문업체 저가 시행 등에 따른 품질확보 저해

설계사의 견	**개선방안** 1) 발주계약 표준화 및 일원화 • 계약 및 발주방식 ⇒ 직접수행, BIM 분리수행, 참여자 명단 추가 등 – (국토교통부) 건설기술진흥법 시행규칙 제28조의 규정에 따라 고시한 「건설기술용역사업자 사업수행능력 세부평가기준」 참여자, 실적 항목 개선 – (행정안전부) [예규] 지방자치단체 입찰 시 낙찰자 결정기준, 지방자치단체 입찰 및 계약 집행기준 (발주방식, 참여자, 실적 항목 개선) • 참여인력 인정 ⇒ 발주처 과업지시서 인력투입 중 기존투입 인력 + BIM 인력 투입 추가 반영 2) 발주처 직접계약 업무로 개선 – BIM 도입 시 발주처 직접 계약을 통한 수행범위 설정 및 세부기준 마련 필요 – BIM 수행 완료시, 성과품의 활용 여부 및 정도에 따른 인센티브 지급 기준 마련 필요 – 기본, 실시설계, 시공 등의 분리발주 방식을 통합발주 방식으로 변경 필요 – 측량, 토목, 건축, 설비, 궤도, 신호, 전기 등의 분야간 발주방식 및 Integrated Project Delivery (IPD) 방식의 발주방식 검토 필요 – BIM 수행 추가 대가(15%)를 제외한 기존설계비에서 BIM 기반 설계비로 대체 또는 BIM 설계 성과품은 BIM 전문업체 계약분으로 전환할 필요

<table>
<tr><td>② 평가기준 / 참여인력 미반영</td><td colspan="2">1) BIM 참여자 별도 추가 반영
2) BIM 수행역량 정량평가 단계적 도입</td></tr>
<tr><td colspan="3">현행문제점
• 현재 전면BIM 발주 시에도 기존과 동일한 참여인력 분야/인원 수 제한
– 2개사 이상 컨소시엄의 경우 각 설계사별로 기존 분야별 2D 책임자급만 참여
– 상위 책임자급 BIM SW운용 등 재교육 실시 한계 / 엔지니어 경력관리 항목 부재
– BIM 실무자 참여자 경력(실적) 미반영으로 엔지니어 선순환 구조 미흡
• 설계사(실무부서별)별 BIM수행 전문업체 인력 활용에 따른 환경변화 역행 만연
• 신진 BIM 기반 전문 설계인력 양성 역행 (경력, 실적 등 미인정)
• 중장기적 각 설계사가 수행했던 실적을 평가 개량화하여 차기 설계 발주평가에 반영함으로써 설계사의 정책기조 변화 유도</td></tr>
<tr><td>설계사
의 견</td><td colspan="2">개선방안
1) BIM 참여자 별도 추가 반영
• 발주처별 과업지시서 상 기존 2D 책임급 투입인력을 포함하여, 별도로 BIM업무 추가투입인력 허용
2) BIM 수행역량 정량평가 단계적 도입
• 현행 2D기반 PQ항목(인력, 실적 등)에 대하여,
– BIM기반 설계에서 과도기에는 기존 2D실적과 BIM 실적 모두 인정한 후, 중장기적 발주실적 확대 시 유예기간 후에는 BIM 실적으로 한해 인정 필요
– 참여인력 분야별 BIM경력 관리를 통해, 중장기적으로 BIM경력 평가</td></tr>
<tr><td colspan="3">참고 :
(예시 : 도로공사) 과업내용서 2장 인력운영 중
1절 인력투입계획 : 핵심전문가(책임기술인/참여기술인)+일반전문가
(도로, 토질, 지질, 토목, 수리수문, 수량 교통, 환경 등 총 50명 이내)
* 총 투입인원은 초과할 수 없다.
⇒ 참여기술인 : BIM 분야 참여인력 별도 ○인 이내 투입 가능</td></tr>
</table>

③ 성과품 기준 미흡	1) 전면 BIM 납품성과물 작성 표준화 2) 발주처별 상이한 납품도서 통일 3) 전반적인 납품성과품의 간소화

현행 문제점

- 현 전면 BIM 발주 시 발주처별 BIM 작성수준, 제출항목 상이
  - 설계대가 미반영, 활용방안 미정립 상태에서 발주처별 작성방안 상이
  - BIM 과업지시서에 비 표준화된 상세수준 요구, 포괄적 과업지시서 문구로 추가업무 만연
  - 설계 BIM 성과물에 시공BIM 요구사항 적용 요구 빈번
- 과업내용서 및 BIM 성과품에 대한 (Employer's Information Requirements) EIR 구체적인 내용이 부족. 따라서 BIM도면 작성을 위한 인력 과다 투입 및 BIM수량산출 근거에 대한 별도의 기준 및 양식이 없음
- BIM모델 납품 시, 불확실한 내용으로 인한 분쟁을 사전에 방지하고자 2D도면 납품 시와 동일한 기준을 제시하고 있으며, 이로 인한 종이성과품의 분량이 크게 줄지 않고 있음.
  - 한국도로공사의 경우 BIM 성과품 표준을 제정하여 운영하고 있지만, 기존의 2D도면 역시 요구하고 있음. 이는 현재 공사발주 제도가 BIM모델을 성과품으로 인정하지 않기 때문에 발생하는 문제임
- 발주처의 가이드라인 또는 과업지시서 LOD(Level of Development)의 공통기준 없이 성과품에 대해 과도하게 최고 수준의 LOD를 요구하는 경우가 많음
  - 도로공사, 철도공단 등에서는 모델링 상세 기준을 제시하고 있지만, 유지관리 등에 활용되기 위한 속성정보에 대한 명확한 기준이 없음
- 인프라 BIM 설계 시, 도로 및 하천분야 기준 및 지침의 BIM 성과품 작성 및 납품지침의 표준분류체계를 만족시키기 어려우며, 납품폴더 및 파일 구성에 따라 성과품 납품을 원본파일로 제출하도록 구성되어 있음
- 발주처별 표준 라이브러리를 개발하고 있으나, 활용도가 떨어지며, 발주기관별 특성에 맞는 BIM 기준이 전무, 도면작성기준 및 수량산출서 성과품 기준은 70년 동안 변화 없음

설계사의 견	**개선방안** 1) 전면 BIM 납품성과물 작성 표준화 • 국토교통부 상위 성과품 가이드 통합제시 – 통합 제시본을 기준으로 발주처별 업무, 성과품 특성을 반영하여 별도성과품 작성가이드 제시 (통합 제시본 이외의 추가과업에 따른 대가 반영, – 상세수준 변경 근거 및 추가 대가 산정에 대한 대안 마련 필요) • 설계 단계와 비용에 따른 LOD 설정이 필요. (해외 관련자료 참조 반영 필요) • 발주기관의 단계별 속성정보 (위치, 방향, 공종, 규격, 재료, 공정, 단가 등)에 대한 규정 필요 – 현행 국토교통부(건설기술연구원), 한국도로공사, LH 등에서 제시하는 성과품 작성 가이드 등을 참고, 표준화된 상위 내용 및 각 기관별 추가에 대한 내용 작성 필요

2) 발주처별 상이한 납품도서 통일

• 납품성과품 정의 (모델, 데이터, 문서 등)

– (국가표준기반 발주처별 적용지침, 실무요령 제정) : 공사발주 제도에서 BIM성과품을 인정하기 위해서는, 단계별 보완이 필요.

⇒ 1단계 : 공통된 BIM 표준을 국가가 제공

⇒ 2단계 : 기존의 종이도면을 PDF로 간소화한 전자도면을 성과품으로 인정하고, 3차원 모델을 PDF도면으로 제원 등을 체크하고, 최신기술 (스마트폰, 테블릿 PC, VR 장비 등)을 활용하여 시공 단계 활용 유도

⇒ 3단계 : 객체 중심의 수량 및 공사비 산출에서 목적물 중심의 표준단가로 인정함으로써 도면 및 수량산출 간소화 가능. 이를 통한 BIM모델 디지털 전환 가능

⇒ 4단계 : BIM컨설턴트가 건설프로젝트 이해 당사자들간의 공유가 가능한 공유플랫폼을 활용하여, BIM설계의 방향 및 수정 등을 공유

• 성과품 검증에 대한 지침 및 규정 개선이 필요하며, 이중과업방지를 위하여 BIM성과품으로 대체 가능한 부분에 대한 명확한 기준 필요

• 목적구조물에 대한 모델링 수행 시, 기존의 2D도면에서 전자도면으로 대체하고, 복합단가에 따른 수량산출 간소화 등이 필요

• 모델 표준 기준 제시가 필요하며, 점진적으로 디지털 데이터를 활용하여 도면 및 수량산출방식 최소화 필요

• 정부와 발주처가 적극적으로 BIM 소프트웨어 벤더사와의 협약을 통해 국내 표준을 탑재해야 함

• 최종목표를 BIM기반 성과물 제작으로 하되, 현재 BIM활용 과도기에서는 기존 2D설계 성과물과 BIM기반 성과물을 구분 이중과업을 방지해야 함

• 현 수준을 고려할 때, 설계에 BIM을 활용할 경우, 3차원 기반 협의, 조율, 의사결정, 대안검토 등에 탁월한 성과를 얻을 수 있으나, 수시로 성과물을 제작할 경우 생산성이 현저하게 떨어질 우려가 있음 ⇒ 최종 성과물은 최종 결정단계에서만 제작할 필요가 있음.

3) 전반적인 납품성과품의 간소화

• 납품성과품 간소화

– 3D 설계한 모델에 대하여 2D 도면 및 출력물로 납품하는 관행 제거

– 불필요한 2D 도면 제거 및 기존 2D 도면 형식에서 벗어난 BIM 적용 방식의 2D 도면 활용

– 국가표준기반 발주처별 적용지침, 실무요령 제정 필요

(한국도로공사의 경우 매년 연구·업무과제로 지속적으로 개선중에 있음)

⇒ 3차원 표준도 일괄 배포, 프로젝트별 계획도면에 대한 3차원PDF 출력으로 도면성과품 축소

⇒ 3차원 도면 작성시 모델(LOD)을 어느수준까지 시각화하고 정보(LOI)조회는 어느 수준까지 하는지 지침을 마련하는 내용 추가

⇒ BIM모델에 대한 수량산출이 간편하고 수량산출서 종이성과품의 부피를 줄이기 위해 표준단위수량, 1식 수량, 객체연동 수량 등의 기준 정립 필요
(예, 표토제거 : 총성토량의 10%, 벌개제근 : 총토사깎기량의 10%, 절토부 보호식재, 토사보호 식재 : 토사깎기의 20%, 리핑암 식재 : 리핑/깍기의 15%, 발파암 식재 : 발파깎기의 12%, 비탈면계측 : 토공량의 10%, 말뚝이음 : 말뚝길이/15m 등)

• 수량산출서 모델과 데이터 동시사용 허용

- 국내 수량산출 기준에 BIM을 끼워 맞추려고 하는 관행 개선
- 국내의 품셈 및 수량산출기준 상, BIM으로 뽑을 수 있는 수량산출은 한계가 있음 또한 페인트 칠 등 개별로 뽑아야 하는 수량 까지도 포함되어 있어 개선 필요

⇒ BIM은 3D Model을 바탕으로 수량 산출이 가능하므로 3D Model이 없는 대상은 수량산출이 불가능하여 3D 모델을 활용한 산출 물량 가능부위와 불가능 부위를 구분하여 활용

• 전자납품 및 전자승인, 성과품 확인용 Viewer 제공 대안
(발주처별 전자납품 시스템 개발 및 운영)

- 일원화된 국가 BIM센터와 연계한 전자납품 시스템 개발 및 운영필요.

⇒ 국산화 개발도 중요하지만 공공이 사용이 가능한 저작도구의 무료 Viewer 제공, 공통 포멧(IFC) 데이터를 확인할 수 있는 BIM vision 제공도 고려(유료 포함)

④ 설계대가 기준 산정	1) BIM기반 설계대가 산정기준 일원화 2) 시공 연계 BIM 대가 마련

현행 문제점

- 기존 발주처 대가, 엔협 도로BIM 대가산정기준, 국토교통부 대가산정 기준 등 다수 혼재
  - 각 발주처별 내부방침에 따라 대가를 지급하고 있음. 현재 도로공사, 철도공단, LH 등 설계BIM 대가는 기존 2D설계비 기준으로 일정비율로 각각 반영 (LH: 설계비의 17%(실시설계) / 한국도로공사 : 기술료의 10%)
  - 각 발주처별 내부방침에 따라 대가를 지급하고 있음. 올해 초, 산업통상부에서 「BIM기반 도로 표준품셈」(2021.01)을 제정 공표하였으나, 국토부에서도 「건설기술용역 대가」(2021.07.14.)등에 관한 기준을 개정하여 용역비 대가가 이원화 되어 있음 (산업통상자원부 : 약 20% 내외)
  - 산업통상부의 경우, 타당성 조사, 기본 및 실시설계 등으로 구분하여 대가기준을 마련하였으나, 국토부는 기본 및 실사설계에 한정함으로써, 향후 발주처에서 BIM 대가 선정 시 혼란 발생 가능
  - 최근 기관별 BIM기반 실비정액대가 기준이 발표되었으나, 기존 설계 대비 약 5% 증액 수준으로 투입 인력 및 투자 대비 미미한 수준
  - 500억원 이상의 대규모 SOC사업의 경우 총사업비 관리를 기재부에서 주관하고 있고, 계획단계에서의 설계비용 책정을 공사비 요율방식으로 산정하므로 BIM설계, 시공 적용 시 증액분에 대해서는 총사업비 변경이 불가피함.
- 사업별 설계사 및 시공사와 계약 시 BIM 수행 대가를 임의대로 책정하여 지급
- 원 발주처에서 설계사, 설계사와 BIM 전문업체 간 계약 시 실제 실행비율이 하향됨에 따라 적정대가 확보 어려움. 특히 최저 견적가로 시행함에 따라 BIM 성과물의 품질 저하 및 과다출혈경쟁 발생

⇒ 다양한 BIM기반 설계대가 산정기준 혼재

설계사의 견	**개선방안** 1) BIM기반 설계대가 산정기준 일원화 • 주무부처, 부서 등 통일화하여 일원화 필요 – 수행업무, 표준 LOD 수준, 할증방안 등 고려 적절한 대가산정기준 일원화 • 현재는 실비정액가산방식으로 BIM 대가가 제정되어 있으나, 공사비요율방식을 실비정액방식과 연계 검토하여 공사비요율방식을 추가 보완 필요 • 실질적으로 전면 BIM 고려 시 적정 대가는 최소 설계비의 25% 이상 증가가 타당한 것으로 판단 2) 시공연계 BIM 대가 마련 • 시공단계에서 BIM은 현재 시공상세도 작성비용과 통합하여 대가 산정 필요 • BIM 대가산정 ⇒ (설계, 시공단계 등을 고려한) BIM 대가산정기준 마련 필요

⑤ 설계변경 범위 설정 / 추가대가 반영	1) BIM기반 설계 계약서 표준화 (변경 귀책사유에 따른 추가 대가 반영 명시)

현행문제점

- BIM 설계 업무 및 추가대가 산정 미비에 따른 무대 업무 발생
- 현재 설계변경 사유
  ① 설계서의 내용이 불분명하거나 누락·오류 또는 상호모순되는 점이 있을 경우
  ② 지질, 용수 등 공사현장의 상태가 설계서와 다를 경우
  ③ 새로운 기술·공법사용으로 공사비의 절감 및 시공기간의 단축 등의 효과가 현저할 경우
  ④ 기타 발주기관이 설계서를 변경할 필요가 있다고 인정할 경우
- 상기 사유에 의거 ①에 의한 사항은 설계오류에 대한 사항으로 비용 발생하지 않지만, ②,③,④에 의한 사항은 비용 발생에 의한 설계변경 필요

설계사의 견	**개선방안** 1) BIM기반 설계 계약서 표준화 • 표준 계약서 기준 명확한 설계사 설계변경 귀책 명시 후 발주처/시공사 귀책의 설계변경 시 추가 대가 반영 근거 마련 필요 • 건진법에 따른 설계변경 사유에 따라 적용 • BIM 수행계획서 관리 및 보완체계 구축 ⇒ BEP 제출후 변경사항에 대해 버전 관리를 하여 제출하고 승인받은 부분에 대해 비용 청구 및 지급

⑥ 표준 Library 적용 간소화	1) 국가가 주도하는 통합 시스템 구축 (시설물 생애주기에 활용)

현행문제점

- 기 작성 제공된 표준 Library 실무 사용 품질 부족
- 발주 프로젝트 내 공구 별 공통 Library 개별 작성에 따른 중복 업무 발생
- BIM s/w Version에 따른 Library 사용 가능 / 불가능 발생
- 현재 특정공법 적용 시 제품업체에서 설계사에 2D 설계지원 수행

설계사의 견	**개선방안** 1) 국가가 주도하는 통합 시스템 구축 • 국가 BIM센터에서 시스템 구축 후 통합관리 운영 검토 필요 – 특정공법, 제품업체의 저작권을 고려하여 설계사가 인증, 프로젝트 명기 등을 통해 표준화 활용 (성과품 간소화 지향) – 특정공법(특허, 신기술 등), 제품의 경우 국가 BIM센터에서 표준 설계도서, 수량 등에 대한 라이브러리 등록으로, 설계사 활용 시 라이브러리 활용 또는 간단한 정보만 작성하여 시공사가 활용할 수 있도록 제시함.

⑦ 성과물 검수	1) 성과품 표준검수 지침 마련 (성과품 간소화 반영)

현행문제점

- 성과품 검수 전문인원 / 검수방안 제시 미흡
  - 성과품 검수 전문인원 Pool 구성 시 설계사 / 전문업체 기술인력 활용 필요
- 표준 성과품 검수 가이드 부재로 프로젝트별 성과물 품질 상이

설계사 의 견	1) 성과품 작성 표준지침 마련 • 성과품 작성/표준 검수방안 가이드 제시 필요 • 전문 검수인원(설계사, 전문업체 전문인력) 확대 운영 • 각 특정공법, 제품업체의 저작권을 고려하여 설계사가 인증, 프로젝트 명기 등을 통해 표준화 활용 (성과품 간소화 지향)

⑧ 건설관리업무 BIM 미활용	1) 건설사업관리업무 BIM 활용 확대 2) BIM 발주방식(설계, 시공) 마련

현행문제점

- 감리업무에 BIM 모델을 활용하는 업무방식 현재 미시행
  - 전문인원, 장비 등 미확보 ⇒ 대가산정에 대한 검토 선행 제시 필요
  - 스마트 기기 확대 이전의 전자도면, 전자문서 수준 활용(활용범위 미흡)
  - 현제도 안에서 BIM 도입 시 컨소시엄(BIM 전문업체)에 따라 BIM 기술의 전문성 및 업무연결성 결여 예상(BIM을 활용한 감리업무 거의 전무함)
  - 설계 BIM 모델 감리단계 활용 부적합 ⇒ 재작성 필요로 어려움 발생
  - 거푸집 등의 가설 구조물 등의 BIM 모델링 시, 과다 인력 투입 및 용량 문제로 인한 BIM 프로그램 구동 문제 발생 (단순 하도급역할만 수행 중)

설계사 의 견	**개선방안** 1) 건설사업관리업무 BIM 활용 확대 • 점진적 도입 필요 (다수 시범사업을 통해 감리업무 활용 매뉴얼 작성 후 발주) • 입찰 및 계약방식 변경 : 설계사의 감리 포함 – BIM정보 연계 상 설계, 시공자의 검토가 필요한 부분이 존재함에 따라 입찰 방식의 변화 필요함. 또한 BIM 수행 업무 및 범위를 결정하고, 단계별 성과품 제작, 검토 및 승인 등의 업무를 수행할 수 있는 컨설팅 시장 창출도 필요. 2) BIM 발주방식(설계, 시공) 마련 – 정부의 디지털전환 정책에 맞게 통합적 정보 작성 및 전달 관리 체계로, 설계단계의 BIM에 대하여 Preconstruction단계(Precon)에서 건설사업 관리자와 시공사의 검토가 필요한 부분이 있기 때문에 IPD(통합프로젝트 발주방식, Integrated Project Delivery) 등의 발주 방식에 대한 프로세스 전환 필요 – 건설사업관리 단계에서도 BIM 분야가 필요하며, 설계 BIM을 시공단계까지 연계하여 수행하게 되면, 이에 따른 검토가 지속적으로 필요함.

<table>
<tr><td>⑨ 시공BIM 대가산정 필요</td><td>1) 시공단계 BIM 업무 정립 후 대가 마련
2) 설계와 시공 BIM 대가 분류 및 개별 통합 운영</td></tr>
<tr><td colspan="2">현행문제점
• 현재 시공단계 BIM 대가 및 기준이 명확치 않아 시공단계 BIM 대가 산정 시 저가 또는 견적가로 전락, 시공 시 설계지원 엔지니어의 가치 하락
• 시공BIM 대가 제정 필요: 공사비 내역서에 산출근거 부재로 예산 산정이 어려움
⇒ 전문업체 견적서 처리검토시 대가 차이가 크게 발생 : 10억~36억원
⇒ 시공BIM 대가 신설 필요(시공BIM 시행지침 기반) : 현재 시공상세도 작성비 포함</td></tr>
<tr><td>설계사의 견</td><td>개선방안
1) 시공단계 BIM 업무 정립 후 대가 마련
• 시공단계 BIM 업무규정, 대가산정 방안 제시로 적정대가 반영 근거 마련
• 시공 시 중복되는 업무(기성관리, 공정관리 등), 신규업무(공정·기성 관리 시각화, 설계변경 시각화, 등) 등을 명확하게 구분
2) 설계와 시공 BIM 대가 분류 및 개별 통합 운영
• 설계 성과품작성시 시공 BIM 관련 비용산정 배제
⇒ 시공상세도작성비 : 별도
⇒ 시공중 BIM 운영비 : 별도
• 별도의 시공BIM 대가 마련시 해당항목 포함</td></tr>
</table>

2 (BIM 업무수행 중) 발주처별 절차 개선

No	항목	개선방향
1	전자승인 절차 발주처 BIM 환경 - 설계관리 절차	1) BIM 모델기반 설계성과 기성 기준 마련 2) 발주처 전자승인 및 관리시스템 구축
2	설계단계 협업 시스템 구축 및 프로젝트 운영방식 변경 (발주처의 설계 플랫폼 제공)	1) 건설 전 단계에서 활용 가능한 협업 시스템 구축 2) 협업 시스템 운영을 통한 설계 합사방식 축소 3) 비대면 기술을 이용한 온라인 회의 확대
3	BIM 모델기반 협업	1) 발주처 vs 설계사의 BIM 업무 영역 정립 2) 협업을 위한 모델작성 규칙 마련
4	BIM 설계 기간 보완	1) BIM 설계 특성을 반영한 설계 기간 보완

① 전자승인 절차 발주처 BIM 환경 - 설계관리 절차	1) BIM 모델기반 설계성과 기성 기준 마련 2) 발주처 전자승인 및 관리시스템 구축

현행문제점

- 발주처별 BIM 설계에 따른 설계 진도별 기성기준 체계 미비
- BIM 설계를 효과적으로 활용할 수 있는 시스템 등 환경 변화 요건에도 기존 2D 설계 관리시스템 적용

설계사의 견	**개선방안** 1) BIM 모델기반 설계성과 기성 기준 마련 - 발주처의 성과품 관리 시스템 개발 및 운영 필요 2) 발주처 전자승인 및 관리시스템 구축 - 건설기술용역 통합관리시스템 (CEMS)을 통해 분야별 설계자의 서명 등록 및 전자승인 연계

참고 :

- 독일의 경우 독일 IAI(buildingSMART)가 건물 정보를 설계단계에서 생성해 시공단계를 거쳐 CAFM (Computer Aided Facility Management)에 전달하는 전 과정 통합관리 및 IFC를 사용한 분야별 데이터 호환성 확보
- 싱가포르는 CORENET 시스템을 활용. CORENT (Construction and Real Estate NETwork) 시스템은 싱가포르 건설청의 주관으로 건축과 IT분야를 연계하기 위해 13개 정부 기관이 연계된 웹 기반의 건설 행정처리 시스템으로 상용 CAD시스템에서 작성된 모델을 IFC파일로 저장한 후에 e-Plan Check System의 FORNAX를 통해 자동 법규체크를 수행 및 웹을 통한 결과 제공

<table>
<tr><td>② 설계단계 협업 시스템 구축 및
프로젝트 운영방식 변경
(발주처의 설계 플랫폼 제공)</td><td>1) 건설 전 단계에서 활용 가능한 협업 시스템 구축
2) 협업 시스템 운영을 통한 설계 합사방식 축소
3) 비대면 기술을 이용한 온라인 회의 확대</td></tr>
<tr><td colspan="2">현행문제점
• BIM 설계 시 협업 시스템 운영 미비 (운영 주체, 가격 및 운영기간의 문제 발생)
• 설계단계에 한정한 협업 시스템 구성 (건설 전(全)단계에서의 운영방식으로 의식전환 필요)
• 코로나를 거쳐 오미크론까지 감염확산에 따른 기존 대면방식의 업무 문제점 발생</td></tr>
<tr><td>설계사
의 견</td><td>개선방안
1) 건설 전 단계에서 활용 가능한 협업 시스템 구축 필요
– 현재 발주 시 협업 시스템은 설계사 제공으로 지정
프로젝트 전반적(설계, 시공, 유지관리) 활용을 위해 설계사 제공이 아닌
발주처에서 구축 운영하는 시스템으로 구축해야 함
– 협업시스템은 설계 시 뿐 아니라 시공단계에서도 사용이 용이하므로 프로젝트
전 단계에서 사용을 위해 협업시스템의 제공 및 관리 주체는 발주처 담당
– 발주처 협업 시스템 구축 시 특정 S/W가 아닌 다양한 S/W와의 호환이 가능
하도록 작성 필요
– IFC 적용에 대한 논의 필요 (토목 분야 적용에 대한 실효성)

2) 협업 시스템 운영을 통한 설계 합사방식 축소
– 발주처별 합사운영 점검 관리
⇒ 도로공사는 합사운영(주 52시간 제한) / 제한시간 초과 적발시 패널티 부여 중
– 협업 시스템 운영을 통한 실시간 프로젝트 진행 및 관리 가능
– 설계 기술 발전에 따른 프로젝트 운영방식에서도 변화 필요
(BIM 활성화 시대에 대안사업, 턴키사업 등의 운영방식)

3) 비대면 기술을 이용한 온라인 회의 확대
– 코로나 팬더믹으로 인해 IT 기술을 바탕으로 하는 비대면 산업의 발전 및 활성화
– 교육, 금융, 엔터테인먼트, 전자상거래 등 여러 산업분야에 비대면 기술 발전
– 건설 분야에서도 비대면 기술을 이용하여 화상회의가 가능한 상황으로 보고 및
회의 등에 화상회의 시스템 기술 적용(Zoom, Skype 등) 가능</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>③ BIM 모델 기반의 협업</td><td>1) 발주처 vs 설계사의 BIM 업무 영역 정립
2) 협업을 위한 모델작성 규칙 마련</td></tr>
<tr><td colspan="2">현행문제점
• BIM 업무 영역 미정립에 의한 과다한 기준 적용 및 업무 요구
• BIM Data 작성 방법 및 BIM 역량에 따른 최종 성과물 상이
• 공통 라이브러리 미 제공에 따른 각 공구별 라이브러리 중복작업</td></tr>
<tr><td>설계사
의 견</td><td>개선방안
1) 발주처 vs 설계사의 BIM 업무 영역 정립
– 각사마다 운영하는 BIM S/W의 다양화에 따른 Proj. 협업에 대한 모델 기준 필요
– 작성의 업무 영역(설계사)과 검토 관리 업무 영역(발주처)을 명확히 하여 BIM S/W의 사용에 자율성 부여
⇒ 발주처는 BIM Data의 검토 및 관리 업무 담당 : 검토 전문용 확장 S/W 사용
⇒ 설계사는 BIM Data의 작성 및 수정 업무 담당 : 각사의 사용 S/W에 맞게 BIM Data 작성에 대한 자율성 부여

2) 협업을 위한 모델작성 규칙 마련
– 매년 BIM S/W Version up에 따른 적정 Version 선정 필요
– BIM 설계자에 따른 BIM Data 작성 방법이 다양하여 향 후 모델의 활용에 대한 기준과 모델 작성에 대한 기준(최소화)이 없으면 BIM Data의 활용에 제한 발생
– 발주처에서 공통 사용되는 라이브러리의 제공을 통한 중복적 반복 작업 제거
– BIM S/W의 Version up에 의한 신 기능개선 및 적용에 따라 BEP 제출 시 S/W 변경사항에 대한 발주처 승인 필요</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>④ BIM 설계 기간 보완</td><td colspan="2">1) BIM 설계 특성을 반영한 설계 기간 보완</td></tr>
<tr><td colspan="3">현행문제점
• 2D 설계 일정에 기준한 BIM 설계 일정 적용 (BIM 설계 품질 저하)</td></tr>
<tr><td>설계사
의 견</td><td colspan="2">1) BIM 설계 특성을 반영한 설계 기간 보완
– 2D 설계 시 설계심사 및 최종 납품까지의 절차, 기간을 BIM 설계 형식에 맞춰 일정 및 기간의 보완필요
– 최종 성과품 납품 단계까지 충분한 기간 필요
– 기존 2D설계, 성과기간과 달리 BIM 추출도면, 수량 등을 작성하기 위한 물리적 시간 확보 필요
– BIM설계 심사 이후 납품에 대한 품질검토 후 BIM Data 보완 절차 추가</td></tr>
</table>

3 BIM모델의 소유권

No	문제점	해결방안
1	설계 BIM모델 소유권 개선	1) 전자납품 및 전자승인 등 지침 마련 2) 국가BIM센터 : 라이브러리 등록 인증 관리
2	설계 BIM모델의 시공사 이관 시 가치판단 / 재활용 여부	1) BIM 성과품 납품지침의 원본제출에 대한 개정 2) BIM 성과품 재활용시 사용료 지불 개정

① 설계 BIM모델 소유권 개선	1) 전자납품 및 전자승인 등 지침 마련 2) 국가BIM센터 : 라이브러리 등록 인증 관리

현행문제점

- BIM은 기존 2D 기반 설계도서와는 달리, 형상정보뿐만 아니라 개별 참여자의 영업비밀(trade secret)이라 할 수 있는 각종 사업정보(비용, 스케줄, 작업방식 등)를 수반하고 있는데, 사업의 원활한 진행 및 효과적 협업을 위해서는 이들 자료에 대한 공유 필요
- 현재 설계성과물 납품은 원본, 공통포맷, Autodesk 제품 파일형식 등으로 요구.
- 특히 설계사의 BIM 데이터 라이브러리 작성은 매개변수(파라매트릭)구조로 작성되므로, 납품과 동시에 BIM 데이터 작성 업체의 기술이 무방비로 노출될 가능성이 있음.
- 개별적으로 제출된 BIM 원본 모델은 통합과정에서 타 사업참여자의 수정, 보완 및 복제 가능하여, BIM 설계 담당자도 매개변수구조가 아닌 단순모델 작성으로 변질
- BIM의 성공적인 정착을 위해서는 다년간의 많은 인력, 비용이 투입되어야 하며, 자체 라이브러리 구축과 같은 지적재산에 해당하는 자산도 구축되어야 함. 하지만, 이러한 지적재산을 함께 납품해야 하는 현행 제도로 인해, 자체 라이브러리와 같은 지적재산에 대한 투자 의욕 저하로 인해, 결국 BIM의 성공적인 도입을 저해하고 있음.
- 발주기관의 과업지시서에는 BIM 데이터 소유권은 발주기관 단독 소유로 표시되고 있으며, 시공사 및 설계사에서는 BIM 데이터는 공유물로 인식되며, 저작권에 대한 인식이 부족.

설계사의 견	**개선방안** 1) 전자납품 및 전자승인 등 지침 마련. - BIM 저작물에 대한 소유권, 타 사업자의 BIM모델에 대한 사용범위 및 목적, 사용권(license) 취소 권한, 데이터 오류에 대한 책임 범위 등 법률적 규정이 요구되며, 통합 BIM 모델 행태 및 운용방식에 대한 합의가 선제되어야 함. - BIM 모델의 소유권은 작성자와 발주처에 있으며, 라이브러리에 대한 권한은 작성자에게 있도록 개선. - BIM 모델을 설계사에서 발주처에 납품할 때, 라이브러리 원본은 노하우가 들어 있어 납품하지 않도록 하며, 시공사는 BIM 모델도 설계사 또는 발주처에서 구입하도록 해야 함. - BIM 성과품 작성 및 원본 제출의 개정이 필요하며, 시공단계에서 성과품 보완이 필요할 경우, BIM 설계사에 비용을 지불하고, 수정 보완하도록 하는 지침 마련 필요. 2) 국가BIM센터 : 라이브러리 등록 인증 관리 - 국가BIM센터에서 주관하여 라이브러리 관리 전문조직 운영(인력pool구성 자문단 운영 등) → 1단계 : 프로젝트별 라이브러리 관리, BIM 참여자 작성자 등록(최초 작성자(회사/개인) 소유권우선, 인센티브지급, 버전별 인센티브 차등 지급 개발(중복되는 객체는 품질검토후 1개만 등록) → 2단계 : 통합관리 시스템 구축시 라이브러리별 동일 방법으로 운영

② 설계 BIM모델의 시공사 이관 시 가치판단 / 재활용 여부	1) BIM 성과품 납품지침의 원본제출에 대한 개정 2) BIM 성과품 재활용시 사용료 지불 개정

현행문제점

- 현재 BIM설계 성과품에 대한 활용에 대해 과업내용서 및 BIM 성과품에 대한 EIR (Employer's Information Requirements)에 구체적인 내용이 부족하고, 발주처의 가이드라인 또는 과업지시서의 LOD(Level of Detail)이 특별한 기준없이 요구되고 있으며, 간혹 모든 성과품에 대해 과도하게 최고 수준의 LOD를 요구하는 경우가 많음.
- 설계사의 BIM 데이터 라이브러리 작성은 매개변수(파라매트릭)구조로 작성되므로, 납품과 동시에 BIM 데이터작성 업체의 기술이 무방비로 노출되므로, BIM 설계 담당자도 매개변수구조가 아닌 단순모델 작성에 그치는 경우가 많음.
- 도로공사, 철도공단 등에서는 모델링 상세 기준을 제시하고 있지만, 유지관리 등에 활용되기 위한 속성정보에 대한 명확한 기준이 없음.
- 발주기관의 과업지시서에는 BIM 데이터 소유권은 발주기관 단독 소유로 표시되고 있으며, 시공사 및 설계사에서는 BIM 데이터는 공유물로 인식되어, 저작권에 대한 인식 부족.

⇒ 지적재산을 함께 납품해야 하는 현행 제도로 인해, 자체 라이브러리와 같은 지적재산에 대한 투자 의욕 저하로 BIM의 성공적인 도입을 저해

설계사의 견	**개선방안** 1) BIM 성과품 납품지침의 원본제출에 대한 개정 - BIM데이터의 저작권은 BIM 용역 수행기관에 있는 것이 합당하므로, BIM 데이터에 대한 사용권 및 저작권, 수행기관 및 발주기관에 대한 구분이 필요 (워터마트 표시 등의 전자서명 활용). - BIM 성과품 제출시 원본 작성 및 제출이 불필요하므로 개정이 필요하고 시공단계에서 성과품 보완이 필요할 경우, BIM 설계사에 비용을 지불하여 수정 보완하도록 하는 내용 포함. 2) BIM 성과품 재활용시 사용료 지불 개정 - BIM 설계 업체에서 개발되는 매개변수 구조의 객체는 소유권 및 저작권을 보호하고 필요시에는 원제작자의 동의 하에, 사용료를 지불하도록 개선 필요. 단, 발주처에는 사용권만 부여. - 설계사가 발주처에 원본 및 PDF를 납품하고, 발주처에서는 시공사에게 PDF만 제공 원본 필요시 설계사에게 구입

참고 :

- 싱가포르의 경우, 설계사가 발주처에 원본 및 PDF을 납품하나, 발주처에서는 시공사에 PDF만 제공하고, 원본 필요시, 설계사에서 직접 구입하도록 하고 있음.

4 BIM SW 관련

No	문제점	해결방안
1	컨소시엄/사업별 S/W 활용	1) 프로젝트 수행 컨소시엄간 자율에 따라 통일된 S/W 운영 2) 프로젝트 수행 컨소시엄 S/W사용 교육 지원
2	S/W 사업비 반영 및 비용 최소화 방안	1) 프로젝트 수행사에 BIM 운용비용 한시적 지원 2) 프로젝트 생애주기를 고려한 지원방안 수립

① 컨소시엄/사업별 SW 활용	1) 프로젝트 수행 컨소시엄간 자율에 따라 통일된 S/W 운영 2) 프로젝트 수행 컨소시엄 S/W사용 교육 지원

현행문제점

- 한국도로공사의 경우 BIM설계 평가 기준을 마련하여 운영 중이나, 1개 공구에 30copy 이상 BIM 저작도구를 사용하도록 권고하고 있음.(30copy이상 만점)
- BIM저작도구는 제작사에 따라 구입 또는 사용금액이 천차만별임. 또한, 현재 BIM 설계시 BIM S/W 사용과 고사양의 H/W가 필요하나, 실제 소요되는 비용은 반영되고 있지 않음.
- 대형 설계사의 경우, 저작도구 구입 및 교육에 대한 투자는 가능하나, 중소규모 설계사는 BIM저작도구 및 전문인력 교육에 대한 부담이 가중되고 있음.
- 중소형 설계사는 전면 BIM설계 프로젝트에 참여할수 있는 기회가 적어 BIM 저작도구 구입, 운영 및 인력 양성 등에 미온적일 수밖에 없음.
- 특히, 자체 BIM저작도구를 개발하여 운영하는 설계사인 경우, 공동수행 컴소시움 업체와 S/W 운영에 대한 소통은 불가함.
- 또한, 프로젝트 수행시 유료로 운영되고 있는 공통정보관리환경(CDE) 조성을 위해 클라우드, 관리도구 등은 BIM설계 업무가 없을 경우에도 지속적으로 비용을 지급해야 하므로, 설계사에게 이중부담을 가중하고 있음.

설계사의 견	**개선방안** 1) 프로젝트 수행 컨소시엄간 자율에 따라 통일된 S/W 선정 및 운영 - 발주처(관리도구), 설계사(저작도구)로의 사용 지정을 통해 S/W 종속 방지 - CAD S/W 종속에 의한 문제 발생을 경험 삼아 특정 BIM S/W의 사용을 지양 - RFP에 프로젝트 사업별 컨소시엄 설계사간 통일된 S/W 사용 명시 - 컨소시엄 설계사간 동일한 S/W사용 필요하므로 모든 설계사가 대부분의 저작도구 운용이 가능하도록 개선(S/W지원, 전문인력 양성 지원) ⇒ BEP 제출후 S/W 변경사항에 대해 발주처 승인 후 변경 2) 프로젝트 수행 컨소시엄 S/W사용 교육 지원 - 프로젝트 참여 인원에 대해 사용 소프트웨어를 사업 초기 단계에 명확히 파악하여 프로그램 사용료 산출 및 교육비용 반영. - 단기) 사업별 범용 S/W 임차 사용 및 중·소규모업체의 컨소시움간 교육지원시 인센티브 지급 - 장기) 발주처별 시스템 구축에 따라 프로젝트 운영

② S/W, H/W 비용 사업비 반영 / 비용 최소화 방안	1) 프로젝트 수행사에 BIM 운용비용 한시적 지원 2) 프로젝트 생애주기를 고려한 지원방안 수립

현행문제점

- BIM을 어디서, 어떻게, 어느 부분에 사용한다는 목적과 needs 없이, Cad와 동일한 3차원 캐드로 보는 경향으로 이는 BIM을 하나의 Tool로만 인식하는 것으로, 모든 부서들이 Process의 변화없이 Cad를 BIM으로 변화하는 것으로만 생각하고 받아들이고 있음에 따른 발주처와 설계팀의 인식 전환 필요.
- BIM팀 외에서는 BIM 모델 기반의 협업을 거의 사용하지 않음.
- 국내 설계 기준에 적합한 소프트웨어 부족, 해외와 다른 단가 산출 방식으로 인해 현재 상용소프트웨어 활용 한계가 있음.
- 대형사보다 중소형 엔지니어링사 입장에서는 기존 2D기반의 설계툴(Tool)을 기보유하면서, BIM S/W, 고사양 H/W를 비롯한 추가 인프라(교육, 클라우드서비스, 기타하드웨어 등)비용에 대한 큰 부담이 있음.
- S/W의 판매방식이 라이센스에서 유저방식으로 변함에 따라 프로젝트 투입 인력에 대해 S/W 비용지원 필요.
- 또한, 기존 2D기반 설계에서는 AutoCAD가 전체 공종에서 활용할 수 있었으나, BIM소프트웨어의 경우 공종별로 다양한 소프트웨어를 구성해야 함으로 추가적인 비용 부담이 존재.

설계사의 견	**개선방안** 1) 프로젝트 수행사에 BIM 운용비용 한시적 지원 - 설계에 필요한 BIM S/W를 발주처가 구매하여 비용을 낮추고, 사업에 참여하는 설계사에 사업기간동안 사용할 수 있는 권한을 부여. - 고사양 H/W 교체비용 일부 지원 - 용역기간, 전문인력규모, BIM저작도구 사용 기간, 기타 클라우드 운용비용 등에 따라 한시적인 사용료 지급 ⇒ 관리도구, 클라우드 같은 공통적인 성격의 시스템은 발주처가 마련하여 설계사들이 공동으로 활용할 수 있도록 하는 것이 비용적으로 유리. 2) 프로젝트 생애주기를 고려한 지원방안 수립 - 설계비 대비 시공비 비중이 훨씬 크기 때문에, 설계와 시공을 하나의 공정으로 보고, 설계 마지막 단계에서 구축된 최종 BIM설계 모델을 시공단계에서 활용할 수 있도록 하고, 기존의 초기시공단계 BIM모델 구축 비용을 설계 단계에 지급하는 방안 고려 필요. (벤더사 현황: 소프트웨어 계약은 사업자가 특정되어야 함. 클라우드 서비스 계약 방식 가능, 최소 3개월 단위)

참고 :

- BIM기반 설계 및 시공이 정착되기 전까지, 정부나 발주처에서 한시적으로 BIM S/W 사용 비용, 고사양 H/W교체 비용, BIM 전문인력 교육 비용 등의 일정부분 지원해줄 필요 있음.

⇒ 싱가포르의 경우 펀드를 조성하여, 선지원 후 성과가 없을 경우 페널티를 부과하고 있음.

5 BIM 생태계

No	문제점	해결방안
1	전문 협력업체 기술 도입 지원책	1) 설계단계 건설사업관리에 BIM 컨설팅 분야 포함, 또는 BIM 컨설팅 시장 신설. 2) 전문업체의 BIM 기술 지원에 대한 역할 배분
2	중·소규모 설계업체 지원책	1) 중·소형 설계업체의 BIM 기술 지원에 대한 역할 배분 2) S/W 및 BIM 교육에 대한 정부 지원 확대

① 전문 협력업체 BIM 기술 도입 지원책	1) 설계단계 건설사업관리에 BIM 컨설팅 분야 포함, 또는 BIM 컨설팅 시장 신설. 2) 전문업체의 BIM 기술 지원에 대한 역할 배분

현행문제점

- BIM 전문인력이 부족한 것과 더불어, 현재 설계사에 유입되는 신규인력 자체도 부족한 것이 현실. 학생을 대상으로 한 BIM 교육이 실시되고 있으나, 설계사를 취업목표로 하지 않고 있음.
- BIM을 전문으로 수행하는 업체는 전문 설계기술자 및 설계기술력이 없어 주로 시공 BIM 또는 보여주기식 시각화에 집중되어 설계사의 BIM의 발전 방향과 괴리감이 있음.
- 설계사들도 설계시 시공에 대한 전문성이 없어 시설물의 생애주기를 고려할 경우, BIM을 전문적으로 수행하는 업체의 BIM 컨설팅 필요(자문, 공통포멧작성)
- BIM 제도 미흡으로 전문업체 적정 대가 및 업무영역 부재

⇒ 엔지니어 역량 지연 (하도급으로 전락)

⇒ 설계비에서 일부 최소금액으로 BIM 하도 시행 등으로 변질

설계사의 견	**개선방안** 1) 설계단계 건설사업관리에 BIM 컨설팅 분야 포함, 또는 BIM 컨설팅 시장 신설. - 기본적인 공통 포멧(IFC, 원본) 데이터 작성, 시공 BIM 컨설팅 여부 검토 - 공통포멧 성과품 변환, 오류검증 등 컨설팅 업무 지원(현재 성과품 제작 비용 반영) ⇒ 설계성과품 납품후 시공전 전문업체 일괄 BIM 모델 전환 업무 지원 (현재 성과품 CD제작 업무와 유사) - 시공 BIM 대가 산정시까지 한시적 검토(설계, 시공단계 업무 분류) 2) 전문업체의 BIM 기술 지원에 대한 역할 배분 - BIM 수행단계별 업무계획/투입인력 방안 마련 ⇒ 설계단계 : 설계사 중심 인력 / 시공단계 : 시공사 또는 전문회사 참여 - 전문업체의 역할 배분 (교육, 기술지원, 특수목적 수행, 시공 BIM 수행 등) - 설계사의 역량 강화를 위해 역량평가 자문 지원(예시:한국도로공사 BIM평가)

② 중·소규모 설계업체 지원책	1) 중·소형 설계업체의 BIM 기술 지원에 대한 역할 배분 2) S/W 및 BIM 교육에 대한 정부 지원 확대

현행문제점

- 대형 설계사의 경우, 제작도구 구입에 대한 투자는 가능하나, 중소규모 설계사는 BIM저작도구 및 전문인력 교육에 부담이 가중되고 있음.
- BIM 기술 고도화에 따른 BIM 기반 설계 및 시공사례가 많이 이루어질 수 있도록 중소형 규모 업체에 대한 BIM 운영장비, 인력확보에 대한 지원책 필요.
- 또한, 유료로 운영되고 있는 공통정보관리환경(CDE)조성을 위한 클라우드, 관리도구 등은 BIM 설계업무가 없을 경우에도 지급해야 하므로, 설계사에 이중부담을 가중하고 있음.
- 중·소업체의 프로젝트 참여 인원 및 사용 소프트웨어를 사업 초기 단계에 명확히 파악하여 프로그램 사용료를 실제로 산출하여 반영할 필요 있음.

설계사의 견	**개선방안** 1) 중·소형 설계업체의 BIM 기술 지원에 대한 역할 배분 - 대부분의 소규모 설계업체는 지자체에서 발주하는 소규모 설계용역을 주로 수행하므로 지자체에서 BIM 시범사업을 통해 BIM관련 지원책을 마련하여 소규모 업체도 BIM 사업에 참여할수 있도록 유도 - 프로젝트 컨소시움 구성시 중·소규모 업체도 참여가 가능(가점부여)하고 BIM 전파가 가능하도록 과업내용서에 지원책을 명시 ex) 설계기간 동안 BIM저작도구 운영비 지원, 교육지원, 공통정보관리환경 사용환경 조성 2) S/W 및 BIM 교육에 대한 정부 지원 확대 - 프로젝트 참여사에 대한 S/W 사용비용 지원(임대) - 정부지원 교육(한국도로공사 등)에 대한 소규모 설계업체 지원 확대

참고 :

- 현재 한국도로공사는 국토교통부와 고용노동부로부터 국가인적자원개발 컨소시엄 교육훈련기관으로 지정받아 재직근로자 직무역량 강화를 위한 스마트 건설기술 교육프로그램을 개발하여 2022년 2월부터 현장중심의 실용적 교육훈련을 제공할 예정

⇒ 설계, 시공사 교육 시행(한시적 무료 교육)으로 소규모 설계업체에 교육대상 확대 필요

6 인력양성

No	항목	의견방향
1	BIM 코디네이터 부재	1) 경력 또는 자격증에 대한 BIM 코디네이터 인증
2	BIM 전문인력 부족	1) BIM 인정교육 확대
3	건설기술 인력의 BIM 경력 인정	1) 국가자격제도 및 BIM업무 분야 경력 인정제도 신설

① BIM 코디네이터 부재	1) 경력 또는 자격증 보유자에 대한 BIM 코디네이터 인증

현행문제점

- 토목전공 및 동일 자격증보유자들이 토목인프라사업 수행시, 경력이 인정되지만, 비전공자 또는 자격증 미보유자에게는 경력인정이 되지 않고 있음.
- BIM 코디네이터 부재로 각 분야별 협업 능률 저하
- 기존 각 공종별 분업화로 인한 엔지니어의 전문성 부족으로 BIM 생태계 확보 한계.
- 기존 설계사 및 시공사는 BIM업무를 별도의 외주분야로 인식하고 있으며, 이러한 문제가 지속될 경우 BIM전문가가 기능직으로 분류되어 설계기술자들이 BIM설계를 꺼리게 되는 현상 발생 가능.

설계사의 견	**개선방안** 1) 경력 또는 자격증 보유자에 대한 BIM 코디네이터 인증 - BIM은 하나의 전문분야로 BIM 코디네이터 및 매니저에 의한 각 분야별 협업 필요 - 토목분야 학경력 기술자와 같이 BIM 분야의 코디네이터 및 매니저 인증 필요 (경력 또는 자격증)

참고 : BIM 기반 건설산업 디지털 전환 로드맵 (국토교통부, 2021)

3. 디지털 건설인력 양성

2 BIM 전문 인력관리체계 구축

○ (BIM 경력관리) 전문인력 육성을 위한 경력관리 체계정비(~'23)

- BIM 사업 참여 시 건설기술인협회에 신고하여 BIM 사업 참여 경력관리가 가능하도록 제도 정비

○ (BIM 국가인증자격 도입) 기존의 건축/토목분야 BIM 운영 자격 (現BIM 학회 인증)을 국가인증 자격으로 승격 추진

- BIM 인증 자격 기술자의 현장 의무고용 제도를 병행 검토

② BIM 전문인력 부족	1) BIM 인정교육 확대

현행문제점

- BIM 인력 신규 채용시 구인난 심화.
- 설계직원 뿐 아니라, 토목/건축 전공자에 대한 BIM 교육으로 실무투입 필요
- BIM전문인력이 부족한 것과 더불어, 현재 설계사에 유입되는 신규인력 자체도 부족한 것이 현실. 학생을 대상으로 한 BIM교육이 실시되고 있으나, 설계사를 취업목표로 하지 않고 있음.
- 현재 BIM 인프라 사업 운용전문가들의 비율은 토목전공자보다 외부 BIM전문양성교육을 통한 비전공자가 높으나, 현 규정상, 경력이 인정되지 않아, BIM용역 수행에 대한 경력관리가 어렵고, 향후 중급, 고급, 특급기술자 등 인력양성이 어려운 실정임.

설계사의 견	**개선방안** 1) BIM 인정교육 확대 - 한국BIM학회 단기 교육프로그램 운용 - 현재 한국도로공사 스마트건설 교육 프로그램 개설 예정 ⇒ 설계, 시공사 교육 시행 (한시적 무료) ⇒ 최종성과물 설계BIM모델 표준(기준) 작성 - 발주처의 민간 BIM 교육 인정 확대 - 타 분야의 BIM 전공시 경력 인정대책 마련 - 엔지니어링사의 비효율적인 업무 감소로 학생들이 선호하는 직장으로 변화 모색

참고 : BIM 기반 건설산업 디지털 전환 로드맵 (국토교통부, 2021)

3. 디지털 건설인력 양성

1 BIM 교육 표준 커리큘럼 개발

○ (교육 커리큘럼 개발) 공공(발주) 및 민간(설계, 시공)을 대상으로 BIM 역량강화를 위한 표준화된 교육 프로그램 마련 시행(~'22년)

* (국토교통인재개발원) 국가 지자체 공공기관 (건설기술인 교육기관) 민간 대상

○ (맞춤형 BIM 교육 시행) 공공, 민간분야의 업무특성을 반영한 커리큘럼, 모듈형 강좌 컨텐츠 개발('22년)

- 발주기관(국가, 지자체, 공공기관) 대상으로 온-오프라인으로 발주자 맞춤형 전문교육 과정 개설(이러닝 나라배움터 등 활용)
- 건설기술교육원 및 BIM 학회 중심으로 민간분야(설계, 시공, 감리) 전문인력 양성을 위한 커리큘럼, 모듈형(15~20분) 교육 컨텐츠 개발

◈ 디지털 건설인력 양성			
6. BIM 교육 표준 커리큘럼 마련·보급·관리			
▪ BIM 교육 표준 커리큘럼 개발·보급	▪ 교육과정 개발용역 시행	~'22	국토교통부 기술정책과
▪ 맞춤형 BIM 교육 시행	▪ 공공('22년) ▪ 민간('23년)	'22~ '23~	국토교통부 인재개발원 건설기술교육원

③ 건설기술인력의 BIM 경력인정	1) 국가자격제도 및 BIM업무 분야 경력 인정제도 신설

현행문제점

- 전면 BIM 설계를 위한 BIM 엔지니어의 역할 증대
- 한국 건설기술인 협회에서 BIM분야 부재로 공식적인 국내·외 경력인정을 위한 공인 BIM 경력관리 불가

설계사의 견	**개선방안** 1) 국가자격제도 및 BIM업무 분야 경력 인정제도 신설 : 토목전공 및 동일 자격증보유자들은 분야별 경력이 인정되지만, BIM업무분야가 구분되어 있지 않아 경력관리 및 개인실적이 인정이 되지 않음. ⇒ 현재 BIM 운용전문가들의 비율은 토목전공자보다 외부 BIM전문양성교육을 통한 비전공자가 급증하고 있는 실정으로 현 규정상, 경력이 인정되지 않아, BIM용역 수행에 대한 경력관리가 어렵고, 향후 중급, 고급, 특급기술자 등 인력양성이 어려운 실정이므로 BIM 전문가 자격을 국가가 공인하여 업무수행자의 경력관리 및 전문가 육성 필요. ⇒ 자격등급부여(모델러, 코디네이터, 매니저) 코디네이터, 매니저급은 실무를 겸비하도록 유도 및 BIM분야 신설 필요 - 해외사업 수주를 위하여, 해외에서도 인정할 수 있는 공인 경력증명이 필요.

참고 : BIM 기반 건설산업 디지털 전환 로드맵 (국토교통부, 2021)

3. 디지털 건설인력 양성

2 BIM 전문 인력관리체계 구축

○ (BIM 경력관리) 전문인력 육성을 위한 경력관리 체계정비(~'23)

- BIM 사업 참여 시 건설기술인협회에 신고하여 BIM 사업 참여 경력관리가 가능하도록 제도 정비

7. BIM 전문 인력관리체계 구축			
▪ BIM 경력관리 제도 마련	▪ 관련기준 개정	'23.하반기	국토교통부 기술정책과 건축정책과
▪ BIM 국가인증자격 도입	▪ 부처 협의 및 신설 절차	'23.하반기	고용노동부 국토교통부 기술정책과

7 기타

No	항목	의견방향
1	시공 단계 활용을 위한 기본 고려사항	1) 시공단계 BIM 활용 지침 및 대가기준 마련 2) 설계 시공연계 BIM 협업시스템 구축
2	DfMA, DfS In-house모델링 S/W	1) 국가가 주도하는 통합시스템 구축 2) BIM 설계외 추가검토 비용에 대한 대가 마련
3	단계별 BIM 모델링 재활용 여부	1) 단계별 BIM업무 수행범위 및 내용 정립 2) 모델 재활용에 대한 대가 지급 마련
4	BIM 인식 및 환경	1) 발주처의 BIM 사용 목표에 따른 프로세스 정립

① 시공 단계 활용을 위한 기본 고려사항	1) 시공단계 BIM 활용 지침 및 대가기준 마련 2) 설계 시공연계 BIM 협업시스템 구축
현행문제점 -BIM 컨설팅 시장 확장 : 시공BIM을 전문적으로 수행하는 업체의 BIM 컨설팅 필요(자문단, 용역발주) → 기본적인 공통 포멧(IFC, 원본) 데이터를 제공하여 시공 BIM이 가능한지 검토 → BIM 데이터 호환 변경오류 등 납품성과품 검토(시공 BIM 비용산정 검토 : 한시적)	
설계사의 견	**개선방안** 1) 시공단계 BIM 활용 지침 및 대가기준 마련 - 시공단계에서 요구되는 BIM 모델의 최소요구사항에 대하여 설계 BIM 기준에 기술 필요 및 시공단계 BIM 대가기준 마련 필요 2) 설계 시공연계 BIM 협업시스템 구축 - 전면 BIM 수행시 발주처에서 BIM 모델을 저장 및 협업할 수 있는 시스템 구축 필요

② DfMA, DfS, In-house모델링 SW	1) 국가가 주도하는 통합시스템 구축 2) BIM 설계외 추가검토 비용에 대한 대가 마련

현행문제점

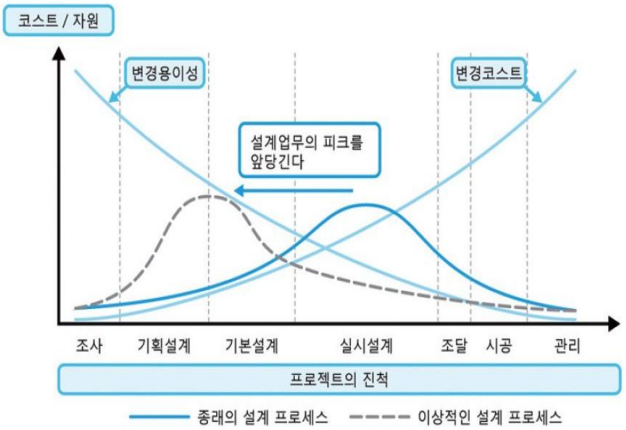
- DfMA(Design for Manufacturing Assembly) : 3차원모델이 완성되면 모듈화작업은 가능할 것으로 보이는데 어느 항목을 할 것인지 선정하고 어떤 데이터(모델, 정보)로 추출해야 하는지 기준을 마련하는게 우선목표
- DfS(Design for Safety) 설계안전성 검토 : 현재 별도로 검토비용이 산정되어 추진 중임. BIM데이터를 활용할 경우 별도의 추가 비용 필요.
  (한국도로공사의 경우 안전설계 매뉴얼을 마련하여 안전관리부분에 추가)
- In-house 모델링 S/W 각 설계사, 전문 SW 개발후 내부 활용

설계사의 견	**개선방안** 1) 국가가 주도하는 통합 시스템 구축 - 국가 BIM센터에서 시스템 구축 후 통합관리 운영 검토 필요 - 전문 개발사, 각 관련 시공사 등 모델 작성 후 통합관리 이관 (소유권, 사용권 등 협약 여부 협정 후 공유 추진) 2) BIM 설계외 추가검토 비용에 대한 대가 마련 - DfS 3D 검토, 시각화 시뮬레이션 등 BIM 설계외에 추가 검토를 위한 가설구조물, 자재, 장비 등의 업무에 대한 대가 지급

③ 단계별 BIM 모델링 재활용 여부	1) 단계별 BIM업무 수행범위 및 내용 정립 2) 모델 재활용에 대한 대가 지급 마련

현행문제점

- 설계단계에서 기본설계 검토사항의 실시설계 단계 재 검토 불필요
- 초기설계단계에서 설계의 설계의 피크를 앞당겨 시공과 유지관리단계에서는 불필요한 업무량 축소 및 설계변경 최소화
- BIM이 추구하는 이상적인 방향은 설계변경에 의한 불필요한 업무량을 시공 품질을 향상시키는 데에 쏟을 수 있음.
- 국내 설계에서는 기본설계시 작성했던 설계가 실시설계시 바뀌는 경우가 많음.



- 설계가 비효율적으로 바뀌며, 작성된 BIM 모델을 쓰지 못하게 하는 경우가 많으므로, 실제로는 기존보다 더 과도한 업무 수행 및 무리한 일정에 따른 품질저하 우려

설계사의 견	**개선방안** 1) 단계별 BIM업무 수행범위 및 내용 정립 - BIM을 사용하여 설계업무의 피크를 앞당김으로써 설계변경에 따른 비용감소가능. - 설계안에 대하여 기본계획 및 기본설계에 검토했다면, 실시설계에서는 기본설계때 검토하지 못한 사항을 검토하도록 하여 BIM 및 설계에 대한 업무량 최소화 필요. 2) 모델 재활용에 대한 대가 지급 마련 - 설계시 발주처에게 모델원본과 PDF납품 - 시공시 발주처는 시공사에 PDF제공 - 모델 수정이 필요할 경우 설계사에게 원본을 구입하여 직접수행하거나 원설계사에게 대가를 지급하여 수정

④ BIM 인식 및 환경	1) 발주처의 BIM 사용 목표에 따른 프로세스 정립

현행문제점

- Cad 툴의 변화로 보는 경향이 있음에 따른 인식 전환 필요 → BIM은 기술이자, Process임.
- BIM성과품이 별도 설계확정 후 진행되고 있으며, 보통 2주~4주 이내 성과품 제출을 요구하고 있음. 주어진 기간은 모델 수정에도 부족한 시간이며, 성과품 작성 기준은 기존 2D성과품과 동일하게 적용되고 있음.
- 발주처의 Process의 변화없이 BIM을 도입하고자 하면 이는 설계단계에 대한 업무과다로 이어질 수 있음.
- BIM팀 외에서는 BIM 모델 기반의 협업을 거의 사용하지 않음.
- 엔지니어링사는 이미 시공단계에서 적용해야 할 안전성 검토, 지하안전평가 등을 수행하며, 업무가 과다해진 상태에서 BIM을 통한 업무과다를 종용받고 있음.

설계사의 견

개선방안

1) 발주처의 BIM 사용 목표에 따른 프로세스 정립

- BIM을 어디서, 어떻게, 어느 부분에 사용한다는 목적과 needs 없이, Cad와 동일한 3차원 캐드로 보는 경향
- 이는 BIM을 하나의 Tool로만 인식하는 것으로, 모든 설계부서들이 Process의 변화없이 Cad를 BIM으로 변화하는 것으로만 생각하고 받아들이고 있음에 따른 발주처와 설계팀의 인식 전환 필요
- 발주처 BIM 관리자의 교육 및 역량 강화로 BIM 활용능력 극대화
- 발주처의 BIM에 대한 인식개선과 더불어 해외 사례 등을 참고하여 그에 따른 발주처의 발주 방법, 설계 Process 등의 개선을 위한 노력이 필요하며, 이에 따른 적정대가의 지급이 필요한 것으로 판단됨.
- 급격한 BIM 발주 및 변화보다는 완만한 도입이 필요한 것으로 판단됨.

참고 : 공공 건설분야 BIM 활성화 방안 연구 최종보고서 (국토교통부, 2018)

○ BIM 로드맵(안) 단계별 전략 : 인력측면

성숙도 Level	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
개념적 BIM	Partial BIM	Integrated BIM	Automated BIM	Intelligent BIM
목표	공종별 BIM Coordinator/ Manager 양성	BIM Project Manager/ Master 양성	건설자동화 전문가 확대	디지털 인프라 전문가 확대
인력	발주처 BIM 전담인력	발주처 BIM 전담인력 및 조직	발주처 BIM 조직 확대	발주처 디지털 인프라 조직 개편
	공공 교육 프로그램 마련	공공 교육 프로그램 운영 및 확대	스마트 건설 전문가 양성	디지털 인프라 전문가 양성
	BIM 경력관리 제도 운영	BIM Start Up 프로그램		
	민간 교육 프로그램 확대			

4. 건설엔지니어링 기업의 대응방안

○ 디지털 전환을 위한 건설 엔지니어링 기업의 대응방안을 인력 및 조직, 디지털 전환, 시장확대, 해외진출로 구분하여 단기와 장기로 제시함

<표 4.7> 건설 엔지니어링 기업의 대응방안

구분	단기	장기
인력 및 조직	• 기술혁신을 위한 지원 조직 구성 및 부서간 장벽 제거 • 생산성 향상을 위한 우수 인력 확보 방안	• 기술중심의 다양한 컨설팅 인력 및 조직 구성 • 핵심전문 인력 관리 및 인력 공유 체계
디지털 전환	• 기존 경험자산의 디지털화 • SW 기업과의 협력강화 및 공동 기술 개발 • 정부의 SOC 디지털화 참여	• 프로그래밍, AI 등 디지털기술지원 조직 강화 • 디지털 모델의 다양한 서비스 활용 기술 개발
시장 확대	• 설계성과품의 디지털 자산화 및 서비스 창출 • 시공 ENG, 유지관리, 디지털 인프라 서비스 시장 확대	• DfMA 등 하드웨어 기술과의 융합 서비스 (전문건설기업과의 협업) • 건설사업관리자 역량 강화
해외 진출	• 기술자의 자기계발 지원 • 해외 공공 인프라 초기 시장 진출 공동 모색 • 국내 전문기업과의 협업을 통한 시장 개척	• 해외 우수 인력 충원 및 해외 인적 자원 공급 협력사 공동 설립

1 인력 및 조직

□ (단기) 기술혁신을 위한 지원 조직 구성 및 부서간 장벽 제거

- ○ 건설 엔지니어링 분야의 디지털 전환에 대한 대응방안에서 핵심은 인력 및 조직의 변화이고 디지털전환에 따른 기술변화, 글로벌화와 국가 간 인력 이동 확대, 초고령사회 진입에 따른 변화를 주목해야 함
- ○ 디지털 전환의 가장 큰 장애물은 현재 부서별로 구성된 인력, 사업수행, 평가 등의 칸막이 구조이기 때문에 단기적으로 디지털 기술 지원 부서를 중심으로 협업 체계를 구축하는 것이 선결과제
- ○ 설계 생산성을 높일 수 있는 기술개발과 외부 기술 및 전문인력의 아웃소싱을 포함한 전체적인 디지털 기술 지원 조직이 필요 (해외에서 technical supporting team을 설계사에서 구성할 때 프로그래머, MR, AI 등 스마트기술 전문가로 구성)
- ○ 컨설팅 기업들이 사업별 인력관리와 아웃소싱을 관리하는 기법을 도입하여 설계관리를 체계적으로 수행할 필요가 있고 이를 위해 시간과 공간적 제약을 극복할 수 있는 협업 시스템 구축이 필요

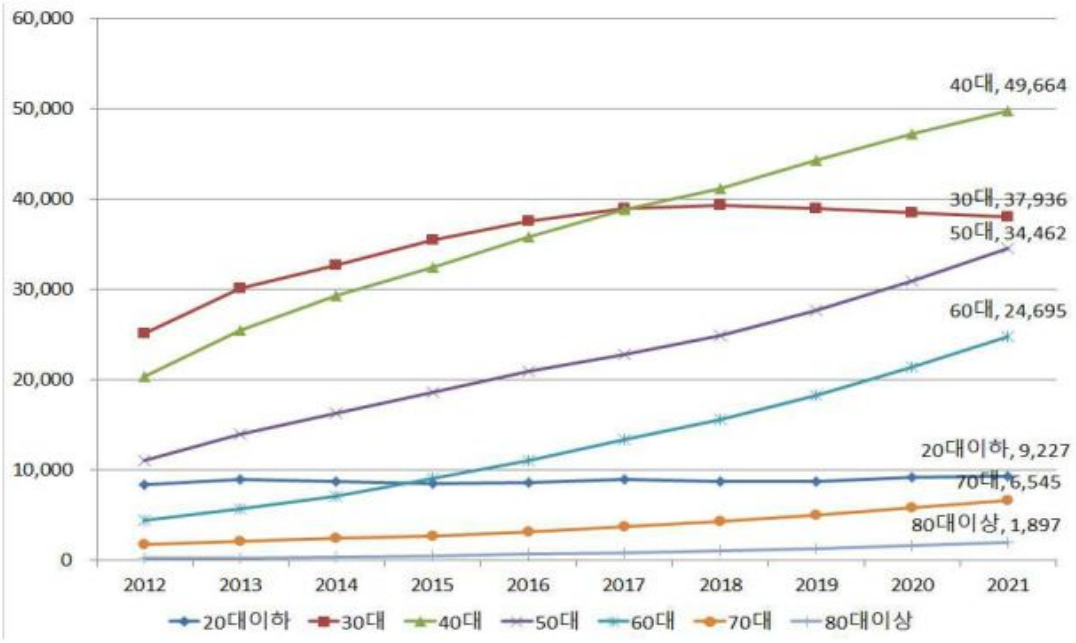
□ (단기) 생산성 향상을 위한 우수 인력 확보 방안

- ○ BIM, 스마트기술에 대한 우수한 전문인력 확보가 국내 환경에서 어렵기 때문에 높은 임금 수준으로 단기 계약을 통해 필요한 기술 개발과 기업 내재화를 달성할 수 있도록 하는 아웃소싱 전략이 필요
- ○ 엔지니어링 사가 효율화를 위해 필요로 하는 공통기술 개발을 공동으로 추진하고 이를 통해 우수 개발 인력을 확보하고 개발된 기술을 공유
- ○ 건설 엔지니어링 기업이 공동 출자를 통해 스타트업을 설립하고 우수 인력 유치와 지속성있는 기술 개발 및 업데이트를 할 수 있는 환경 구축 필요 (자율근무 등 우수 청년 인력이 선호하는 업무 여건 확보는 필수)

□ (장기) 기술중심의 다양한 컨설팅 인력 및 조직 구성

- ○ 장기적으로 인력 공급이 대폭 축소될 수 밖에 없는 여건을 감안하여 전문 영역별 핵심 기술 인력 위주로 조직구성을 하고 단순 반복 업무와 시스템화 가능한 업무를 분리하는 방안 필요
- ○ 건설엔지니어링의 사업 영역이 확장되면 현재와 같은 시설물별 부서는 유효하지 않기 때문에 서비스 기능별 조직 구성으로 전환하고 한 분야의 전문인력이 다수의 사업에서 요구되는 업무를 동시에 수행할 수 있는 체계 구축이 필요
- ○ 국내외에서 핵심 기술 영역에서 선도적인 역량을 가진 기업과의 협력 연계 체계가 필요하고 단순 업무를 아웃소싱할 수 있는 24시간 컨설팅 체계(3개 국가에서 8시간씩 근무하는 협업 체계) 구축 필요

○ 글로벌 건설 엔지니어링 기업과의 공동 수주 등 시장 확대를 위한 네트워크 확장을 위해 해외기업 인력 파견 등 교류사업 확대 필요



<그림 4.17> 최근 10년간 연령별 기술자 추이 (엔지니어링 통계편람 2022)

□ **(장기) 핵심전문 인력 관리 및 인력 공유 체계**

○ 건설엔지니어링 분야의 유연한 전문 인력 공급체계를 확보하기 위해 건설 엔지니어링 재능마켓을 협회가 주도적으로 설립하여 기술자의 장기적인 직업 안정성과 함께 기업의 인력 공급의 유연성 및 전문성을 갖도록 시도 필요

○ 세계적으로 선도적인 역량을 지닌 우수 기술자를 사업별로 확보하고 활용할 수 있도록 하는 인력 소싱 체계가 필요하고 국내 뿐 아니라 해외에서의 참여가 가능하도록 하는 비대면 디지털 협업 시스템 개발을 할 필요가 있음

○ 난이도가 높은 사업 영역에서 시장이 많지 않을 경우에 전문인력을 기업이 보유하기가 어렵기 때문에 영역별로 전문인력을 사업별로 활용하도록 하는 전문 인력 공유체계를 건설 엔지니어링 협회 차원에서 논의하고 제도화하는 노력 필요

○ 고령화 시대에 대비하여 기술직으로 경력을 고도화할 수 있는 기술자의 직업 안정성과 효율성을 확대하기 위해서는 유연한 기업간 전문인력 공유 개념이 확립될 필요가 있음

2 디지털전환

□ (단기) 기존 경험자산의 디지털화

- ○ 건설엔지니어링 기업이 보유한 설계 및 성과품을 데이터화하고 재활용 가능한 형태로 구성하는 데이터베이스 작업이 선행되어야 함
- ○ 부서별 기술자 개인의 경험지식으로 관리하고 있는 데이터를 재사용 가능한 형태로 가공하고 모듈화하는 작업을 통해 기업의 경험데이터를 디지털 자산화
- ○ 기술자의 자발적 참여를 위해 보유 경험자산 디지털화에 따른 인센티브 제공이 필요하고 협회 차원에서 이를 공유하거나 거래할 수 있는 시스템 제공이 가능

□ (단기) SW 기업과의 협력강화 및 공동 기술 개발

- ○ 세계경제포럼(WEF)과 보스톤컨설팅 그룹은 건설 분야의 파괴적인 10대 기술로 사전제작 및 모듈러 건설, 스마트 건설자재, 3D프린팅, 자율 건설, 가상·증강현실, 빅데이터 및 예측분석, 무선 모니터링과 연결 장비, 클라우드와 실시간 협력, 3D 스캐닝과 포토그래메트리, BIM으로 평가했음
- ○ BIM 등 디지털 전환과정에서 소프트웨어 관련 비용 지출이 과다하여 부담이 되고 있어 글로벌 기업의 범용 소프트웨어의 활용을 최소화하고 요구되는 성과품을 도출할 수 있는 소프트웨어를 국내 SW 기업과 협력하여 개발 필요
- ○ 정부에서 BIM 국산 소프트웨어 개발 지원 프로그램을 계획하고 있지만 건설 엔지니어링 업계의 요구를 제대로 반영하지 못하고 있어 기업들의 수요를 충족시킬 수 있는 공통 기술 위주로 공동 기술 개발이 추진될 필요가 있음
- ○ 협회가 주도적으로 향후 추진되는 전면BIM도입 주체들의 관련 기준과 지침에 참여하여 공통된 요구사항이 도출되도록 유도할 필요가 있음. 이를 통해 소프트웨어 개발 여건을 조성하고 관련 비용을 절감할 수 있음

□ (단기) 정부의 SOC 디지털화 참여

- ○ 올해 '디지털 뉴딜 2.0' 추진 관련 예산만 33조7000억원에 달하고 여기에 탄소중립 관련 예산(1조3000억원)까지 합치면 무려 35조원이 사회, 경제 전반의 디지털 전환에 투입됨.
- ○ 건설 엔지니어링 기업 입장에서는 이 사업이 디지털 전환을 위한 초기 비용 조달을 위해 필요하고 장기적으로 유지관리 시장의 확대에 대응하기 위해 기업이 보유한 경험자산의 디지털화를 위한 시범 사업의 성격을 지닐 수 있음
- ○ 컨설팅 기업이나 소프트웨어 기반의 기업이 수행하는 것보다는 건설 엔지니어링 기업이 SOC 디지털화를 주도하는 것이 장기적으로 바람직하기 때문에 이를 협회가 주도적으로 관심을 환기하고 유도할 필요가 있음

○ 추진 부처가 국토부 뿐 아니라 환경부, 산자부, 과기부로 다원화되어 있어서 기반시설에 대한 공통적인 방향성과 국가 SOC 디지털화 환경구축이라는 차원에서 설득과 홍보가 필요

□ (장기) 프로그래밍, AI 등 디지털기술지원 조직 강화

○ 건설 엔지니어링 기술력의 미래는 소프트웨어를 통한 경험 자산 디지털화와 개별 기술자를 지원하는 시스템의 경쟁력에 있음. 기업 자체 소프트웨어 혹은 상용 플랫폼 기반의 소프트웨어는 모듈화된 기능으로 개발이 필요

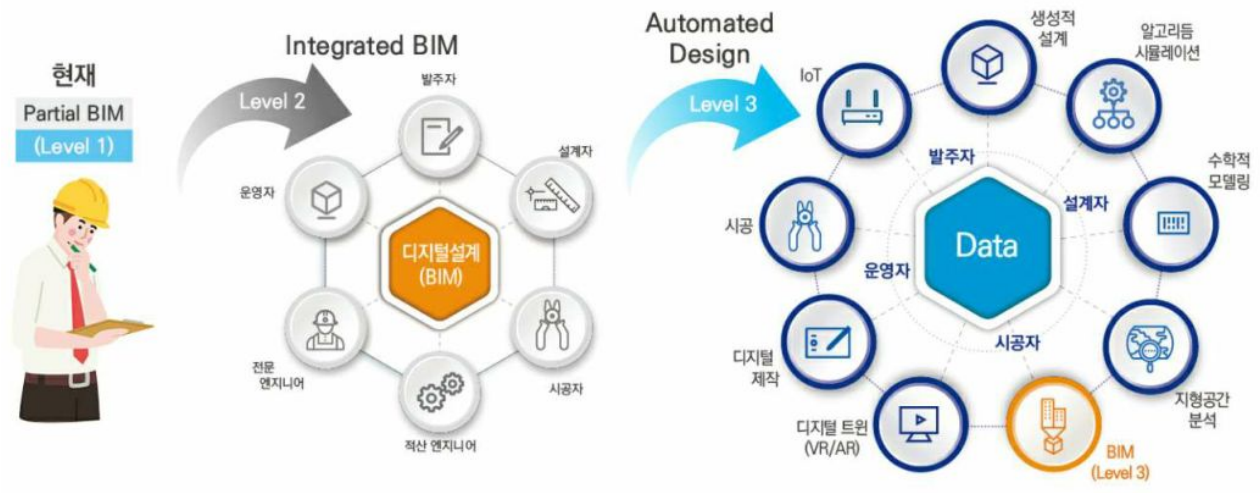
○ 창의적인 엔지니어링 역량이 핵심 경쟁력이 되기 위해서는 스마트 디바이스와 인공지능 기술이 필수적인 지원 기술이기 때문에 이를 관리하는 조직을 강화해야 하고 개발은 전문가들을 비정기적으로 활용하여 진행하는 것이 지속성 차원에서 바람직함

○ 엔지니어링의 과정과 결과물에 대한 관리 및 평가를 하는 조직이 필요하고 이를 통해 생산성 증대 방안과 함께 컨텐츠 재활용이 가능하도록 가공하고 축적하는 선순환이 가능함

□ (장기) 디지털 모델의 다양한 서비스 활용 기술 개발

○ 현재 진행중인 건설산업에서의 디지털 전환과 SOC디지털화, 유지관리 시장의 확대는 BIM 성과물의 장기적인 데이터 가치를 높여주고 있기 때문에 데이터 자산의 관점에서 다양한 서비스에 활용할 수 있는 기술과 데이터 유통 경로를 구축 필요

○ 데이터 가치를 극대화하기 위한 전략은 시간축으로 생애주기 전체를 포괄하거나 서비스 영역을 확대하는 방안이 있어 이를 동시에 고려한 서비스 활용기술 혹은 공급 전략이 필요



<그림 4.18> 데이터기반의 서비스 활용 분야(출처: 스마트건설기술개발사업)

3 시장 확대

□ (단기) 설계성과품의 디지털 자산화 및 서비스 창출

- ○ 시설물별, 건설 단계별로 생성된 설계성과품을 재활용할 수 있는 형태로 디지털 자산화하는 체계를 건설 엔지니어링 기업이 구축하여 장기적으로 경험자산 축적하는 전략 수립 필요
- ○ 디지털 전환 역량이 충분하지 않은 공공 발주자를 대상으로 하는 컨설팅 서비스, 사업 타당성 검토 등 초기 단계 검토용으로 디지털 모델과 관련 데이터를 함께 활용하는 서비스 창출 필요
- ○ 시설물 유지관리를 위한 디지털화에 기존 설계 대상 시설물에 대해 디지털 모델 생성 및 제공 서비스 창출
- ○ 제품단위를 공급하는 전문기업들의 디지털화를 지원하는 엔지니어링 서비스를 사업화하고 이 과정에서 생성되는 컨텐츠는 자산화

□ (단기) 시공 ENG, 유지관리, 디지털 인프라 서비스 시장 확대

- ○ 사업 계획 단계부터 실시설계 단계에서 생성된 컨텐츠를 시공 엔지니어링에 활용할 수 있는 서비스를 개발하고 이를 제도적으로 뒷받침할 수 있도록 하는 계약을 협회를 통해 정부 설득
- ○ 스마트 유지관리 시장이 형성되는 초기에 엔지니어링 컨텐츠의 중요성과 활용성에 주목하도록 사업 기획에 적극 참여해야 하고 이를 통해 장기적으로 유지관리 시장 중심의 건설 엔지니어링 기업의 포트폴리오 확대가 필요
- ○ 디지털 모델링, 스마트센싱, 정밀점검 및 안전진단, 보수 및 보강 설계를 포함한 서비스로 엔지니어링 역량을 확장하고 디지털 인프라 기반의 유지관리 서비스를 장기 계약 형태로 전환될 수 있도록 하는 전략 수립 필요

□ (장기) DfMA 등 하드웨어 기술과의 융합 서비스 (전문건설기업과의 협업)

- ○ 현재의 전면BIM설계에서 상당 부분이 하드웨어를 담당하는 전문건설기업의 부담으로 작용하는데 기술력이나 인력확보가 어려운 경우가 대부분이어서 유사 전문건설기업과의 협업을 통해서 DfMA, 공법 및 제품의 설계 반영, 제작 및 가설을 포괄하는 설계 시스템을 개발하고 설계 생산성 향상 및 새로운 서비스 사업 창출
- ○ 설계 초기부터 효율적인 공법을 선정할 수 있도록 하는 ECI(Early Contrator Involvement) 개념의 사업이 가능하도록 하면 하드웨어 기술과 융합된 설계 서비스가 가능하게 되고 이는 고품질의 생산성 높은 설계 성과품 도출이 가능함

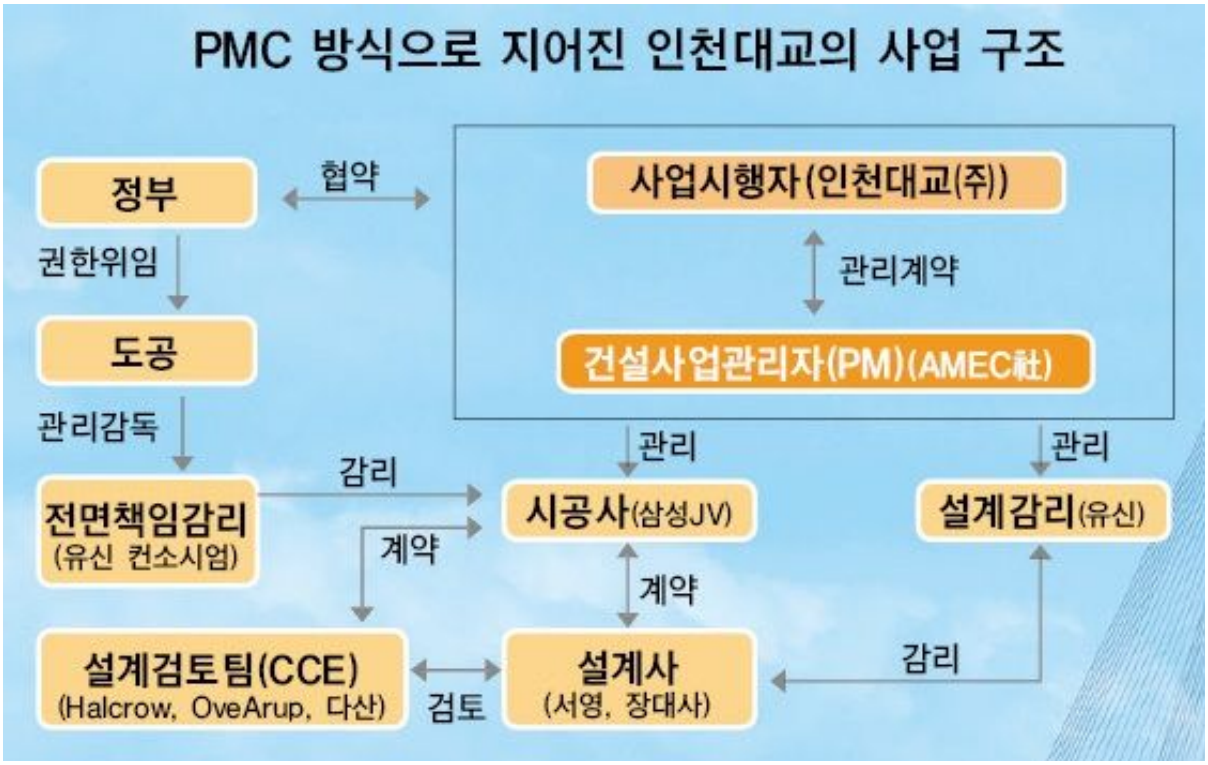
○ 매출 대비 수익성이 높은 선진 엔지니어링 기업의 특징이 설계 경쟁력 뿐 아니라 사업에 최적화된 공급체계를 함께 보유하는 경우가 많아서 국내에서 업역간 경계가 없어지고 있는 추세에 공통적으로 사용 물량이 많은 하드웨어 기업과의 연계 노력은 장기적으로 필요

□ (장기) 건설사업관리자 역량 강화

○ 건설엔지니어링의 역할이 확대되는 추세이기 때문에 새로운 기술자 역량을 확보하기 위해서 기존 기술자 재교육을 협회가 공통적으로 수행할 수 있도록 하는 교육 시스템 서비스 제공

○ 새롭게 요구되는 서비스 역량에 대해서는 개별 기업별로 인력 충원을 하지 않고 공유 서비스 차원에서 공급 체계를 구축하는 것이 효율적이고 지속가능한 방안임

○ 생애주기 디지털 전환과 서비스 확장을 통해서 시설물별 건설사업관리 역량을 강화하고 국토부 등 정부 부처의 계획에 따른 역할 확대에 적극 대응 필요



<그림 4.19> 건설사업관리자 역할 (국토부, 2021)



<그림 4.20> 글로벌 건설시장의 비즈니스 확장 (건설산업연구원, 2019)

4 해외진출

□ (단기) 기술자의 자기계발 지원

- ○ 건설엔지니어링의 신규 우수 인력 유치의 핵심사항은 기술자의 경력관리를 지원하는 내용에 있고 해외 진출을 위해서는 글로벌 컨설팅 회사들이 지원하는 자기계발 프로그램과 같이 BIM Manager, PE, PMP, CVS, CCE, CPE 등의 기술자 능력개발 지원 방안이 필요
- ○ 글로벌 엔지니어링 기업과 연계하여 기술자의 단기 파견을 통한 연수를 활성화하고 대학 및 연구소 등에 파견하여 새로운 기술영역을 체험해볼 수 있는 제도 도입 필요
- ○ 사내 교육 프로그램의 운영이 어려운 기업들을 위해 협회 차원에서 공동으로 전문영역별 교육 프로그램을 운영

□ (단기) 해외 공공 인프라 초기 시장 진출 공동 모색

○ 국내의 원조사업이 주요 지원국을 중심으로 확장되고 있고 부분적으로 타당성조사와 시공을 수주하고 있는데 이를 계기로 해당 지역에 건설 엔지니어링 진출이 가능한 여건이 형성되는 초기여서 시공ENG, 감리 등을 매개로 현지 법인 설립, 공동 창업 등의 현지화 전략 필요

○ 해외 시장 개척 뿐 아니라 현지 우수 인력을 활용할 수 있도록 한국 본사 인턴쉽 제공 등의 혜택을 통해 네트워크가 좋은 인력의 확보로 장기적인 시장 확보 노력 필요

□ (단기) 국내 전문기업과의 협업을 통한 시장 개척

○ 주택 건설 등 부동산 개발이 활발한 저개발국가의 대도시를 중심으로 최근에 증가하고 있는 공공 인프라 수요에 맞춰 국내 특허 공법 보유 기업들의 진출이 용이한 환경이 조성되어 있어 공장설립, 기술지원, 제품 직접 판매를 매개로 한 현지화에 건설엔지니어링 서비를 결합한 형태의 시장 개척 전략이 필요

○ BIM을 비롯한 디지털 기술의 적용이 관련된 규제나 제도가 미비하여 오히려 활발하게 이루어질 수 있는 환경이고 사업기간 단축과 고품질 설계가 가능한 여건, 우수 인력의 상대적으로 낮은 인건비를 활용한 현지화 전략이 필요

○ 우수 공법 및 제품을 현지에 수출하거나 기술이전하기 위한 창구를 공동으로 추진하고 이를 위한 설계 컨설팅 서비스를 디지털 기술 기반으로 원격 제공할 수 있는 환경 조성 가능

□ (장기) 해외 우수 인력 충원 및 해외 인적 자원 공급 협력사 공동 설립

○ 건설 엔지니어링 분야의 인력 충원을 해외에서도 할 수 있도록 하는 장기적인 전략이 요구되고 해외 시장 개척을 위한 노력과 함께 병행해서 현지의 여건과 네트워크에 익숙한 해외 우수 인력 충원을 위한 인적 자원 공급 네트워크 구성 필요

○ 해외의 주요 대학의 학생들을 대상으로 하는 디지털 기술 관련 경진대회 등을 통해 상시적으로 우수 학생들에게 혜택을 제공하고 이를 통해 검증된 인적자원을 국내 건설 엔지니어링 기업이 활용할 수 있는 방안 마련 필요

제5장

참고 문헌

V. 참고문헌

- 국토부, 건설산업 BIM 기본지침, 2020
- 국토부, 건설산업 BIM 시행지침(안), 설계자편, 2021
- 국토부, BIM 기반 건설산업 디지털 전환 로드맵, 2021
- 대한건설정책연구원, 디지털 경제 가속화에 따른 건설산업 혁신방안, 2020
- 산업통상자원부, BIM기반 도로 표준품셈, 2021
- 통계청, 4차 산업혁명 주요 테마 분석 : 관련 산업을 중심으로, 2017
- 토지주택공사, LH BIM 활용가이드
- 토지주택공사, BIM 설계 활성화를 위한 전략수립 연구, 2015
- 한국도로공사, EX-BIM 가이드라인
- 한국도로공사, 스마트설계지침
- 구본상, 신병진, 유영수, 정재원 (2017), 세계은행 엔지니어링 사업의 국가별 경쟁력 분석을 통한 해외진출 전략 구축에 관한 연구, 한국건설관리학회 논문집, 18(4), 57~66.
- 김민형(2020), 건설산업 일자리 변화 전망, 대한토목학회 18회 건설정책포럼
- 이광표, 최수영, 손태홍, 최석인 (2019), 국내 건설기업의 스마트 기술 활용 현황과 활성화 방향, 한국건설산업연구원
- 이교선 (2018), 국내 건설엔지니어링 현황과 기술경쟁력 향상 방향, 한국건설기술연구원, 30~35
- 최석인, 이광표 (2019), 「스마트 건설기술 활성화를 위한 법제화 방향」, 한국건설산업연구원.
- 손태홍, 이광표 (2019), 미래 건설 산업의 디지털 건설기술 활용전략, 한국건설산업연구원
- 한국판 뉴딜 종합계획, 관계부처 합동, 2020
- IRS Global (2021), 건설현장 안전과 생산성 향상을 위한, 스마트 건설 글로벌 동향과 사례 분석
- McGraw-Hill (2009), "McGraw-Hill Construction SmartMarket Report: The Business Value of BIM", McGraw-Hill Construction Research and Analytics
- Michael P. Gallaher, Alan C. O'Connor, John L. Dettbarn, Jr., and Linda T. Gilday (2004), "Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry", NIST Report, 2004.08

- NBS (2014&2015), NBS National BIM report
- PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. BSI Standards.
- PAS 1192-3:2014 Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling. BSI Standards.
- BS 1192-4:2014 Collaborative production of information Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie ? Code of practice. BSI Standards.
- PAS 1192-5:2015 Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management. BSI Standards.
- STD/BIM/P002 (G0300) Organisational Information Requirements (OIR) of UK Ministry of Justice
- STD/BIM/P005 (G0200) Employer's Information Requirements (EIR) of UK Ministry of Justice
- Form DES-0002-D: BIM Asset Data for Design and As-Built Documentation for New Construction and Renovation, Los Angeles Community College District
- Singapore BIM Guide Version 2
- Asset Information Guidelines, The Institute of Asset Management 2009

VI. 용어 정의

- 건설정보모델(BIM; Building Information Modeling)" : 시설물의 생애주기 동안 발생하는 모든 정보를 3차원 모델 기반으로 통합하여 건설 정보와 절차를 표준화된 방식으로 상호 연계하고 디지털 협업이 가능하도록 하는 디지털 전환(Digital Transformation) 체계를 의미한다.
- BIM 설계 : 설계·시공 등 건설사업의 각종 업무수행에서의 활용을 목적으로, BIM 저작도구를 통해 BIM 모델을 작성하고, 기타도면 등 그 외 필요한 설계도서는 BIM 모델로부터 생성하는 것을 의미한다.
- BIM 전면수행 방식 : 원칙적으로 시설물의 모델을 BIM 저작도구로 작성하고, 이를 토대로 업무를 수행하는 방식을 적용한다.
- BIM 병행수행 방식: 기존 2차원 설계방식과 3차원 설계방식인 BIM을 함께 활용하는 경우, 병행수행 방식을 사용할 수 있다. 단, 전체공사 중 특정 부분만을 BIM을 적용하는 경우, 본 지침의 일부를 적용할 수 있다.
- BIM 전환수행 방식: BIM 데이터가 없는 2차원 방식으로 설계 또는 시공이 완료된 기존 시설물에 대하여 BIM 데이터를 확보하려는 경우 전환수행 방식을 사용할 수 있으며, 사전에 BIM 수행계획에 따라 적용한다.
- BIM 모델 : 시설물의 3차원 형상과 속성을 포함하는 데이터를 의미한다.
- BIM 라이브러리(Library) : 모델 안에서 시설물을 구성하는 단위 객체로서, 여러 프로젝트에서 공유 및 활용할 수 있도록 제작한 객체 정보의 집합을 의미한다.
- BIM 성과품 : BIM 요구정의서 등의 요건에 의하여 납품 제출하는 BIM 모델 및 관련 자료를 통칭하며, BIM 모델, BIM 모델사용에 필수적으로 필요한 외부데이터, BIM 모델로부터 추출된 연관 데이터 및 디지털화된 도서정보의 집합을 의미한다.
- 정보 : 의사전달, 해석 또는 가공이 가능하도록 정형화된 방식으로 데이터를 표현한 것을 의미한다.

- BIM 과업지시서 : BIM 활용목적, BIM 적용 대상 및 범위, BIM 데이터 작성 및 납품 요구사항 등 사업에 대한 발주자가 BIM 과업에 필요한 필수사항을 정의한 문서를 의미하며, BIM 요구정의서를 포함한다.
- BIM 요구정의서(EIR; Employer's information requirements) : BIM 적용 업무수행에 충족되어야 할 요구사항을 전체적으로 정의한 문서를 의미한다.
- BIM 수행계획서(BEP; BIM Execution Plan) : 사업수행자가 BIM 요구정의서를 충족하기 위하여 BIM 적용 업무의 수행계획을 구체적으로 제시한 문서를 의미한다.
- BIM 저작도구 : BIM 모델을 작성하는데 사용하는 소프트웨어를 의미한다.
- BIM 활용도구 : BIM 성과품의 확인, 검토, 분석, 가공 등의 기능을 하나 이상 수행하도록 만들어진 소프트웨어를 의미한다.

- 산업기초등급(IFC; Industry Foundation Classes) : 소프트웨어 간에 BIM 모델의 상호운용 및 호환을 위하여 개발한 국제표준 (ISO 16739) 데이터 포맷을 의미한다. 상용 저작도구의 고유 데이터 포맷과는 용도가 다르며, 공개된 표준규격의 범위 내에서 BIM 모델의 공유, 교환, 활용 및 보존 등에 사용된다.
- 개방형 BIM(Open BIM) : 적용 가능한 공개 표준을 체계적인 절차에 따라 사용함으로써, 정보의 원활한 공유교환과 일관성 있는 업무수행을 가능하게 하는 BIM 적용 방식을 의미한다.
- 공통정보관리환경(CDE; Common Data Environment) : 업무수행 과정에서 다양한 주체가 생성하는 정보를 중복 및 혼선이 없도록 공동으로 수집, 관리 및 배포하기 위한 환경을 의미한다.
- 통합건설정보분류체계 : 건설공사의 제반단계에서 발생되는 건설정보를 체계적으로 분류하기 위한 기준을 의미한다.
- 작업분류체계(WBS; Work Breakdown Structure) : 프로젝트 팀이 프로젝트 목표를 달성하고 필요한 결과물을 도출하기 위해 실행하는 작업을 계층 구조로 세분해 놓은 것을 의미한다.
- 비용분류체계(CBS; Cost Breakdown Structure) : 하도급자가 수행 한 모든 작업 또는 서비스를 포함하는 작업 분류 체계 (WBS)의 실제 비용 구조를 의미한다.
- 객체분류체계(OBS; Object Breakdown Structure) : Object Breakdown Structure의 약자로 작업 단위가 아닌 BIM객체를 효율적으로 관리하기 위한 객체관점의 공간-시설-부재 단위의 위계 구조를 의미한다.
- 공간객체 : 물리적 또는 개념적으로 정의된 3차원의 부피를 표현하는 객체를 의미한다.
- 부위객체 : 시설물 또는 구조물의 부위를 표현하는 BIM 객체를 의미한다.
- 여유공간 : 시설물 모델에 장비, 배관 등을 배치하기 위하여 예비하거나 또는 시공, 시설사용 및 유지관리에 필요한 접근성, 점검, 안전 등을 위하여 확보하는 공간을 의미한다.
- 관리감독자 : 건설사업을 사업수행자에게 의뢰하고 관리감독하는 자를 의미하며 발주청을 포함한다. 만일 기관 자체적으로 사업을 수행하는 경우 관리감독자와 사업수행자는 동일한 기관의 역할이 된다.
- 사업수행자 : 관리감독자로부터 건설사업을 의뢰받아 수행하는 자를 의미하며 수급인을 포함한다. 만일 기관 자체적으로 사업을 수행하는 경우 관리감독자와 사업수행자는 동일한 기관의 역할이 된다.
- BIM모델상세수준(LOD; Level of Development) : BIM 모델의 상세수준을 의미한다. 즉 형상정보와 속성정보가 연계되어 단계를 거치면서 최종 As-built모델로 생성되는 수준을 의미한다.
- LandXML(Land extensible markup language) : 토지 개발 및 운송 산업에서 일반적

으로 사용되는 토목 공학 및 조사 측정 데이터를 포함하는 특수 XML(eXtensible Mark-up Language) 데이터 파일 형식을 의미한다.

- COBie(Construction Operations Building Information Exchange) : 공간 및 장비를 포함하는 자산정보와 관련하는 국제표준이다. 이는 건설 자산의 설계, 시공 및 유지관리에 대한 BIM 접근방식과 밀접하게 연관되어 있다.
- XML(Extensible markup language) : W3C에서 개발된, 특수한 목적을 갖는 마크업 언어를 만드는데 사용하도록 권장하는 다목적 마크업 언어이다. XML은 SGML의 단순화된 부분집합으로, 다른 많은 종류의 데이터를 기술하는 데 사용할 수 있다.
- 수치지형모델(DTM; Digital Terrain Model) : 식생과 건물 등과 같은 물체가 없는 지표면을 표현하는 모델을 의미한다.
- 휴대용문서형식(PDF; Portable Document Format) : 어도비 시스템즈에서 개발한 전자 문서 형식으로 일반 문서 및 문자, 도형, 그림, 글꼴을 포함한다. 이는 컴퓨터 환경에 관계없이 같은 표현을 하기 위한 목적으로 개발되었고, 장치 독립성 및 해상도 독립성을 가진다.