

건설동향브리핑

CERIK

제898호
2023. 3. 17.

- | 호주의 건설산업 인력난 실태와 대응
- | 해외 건설시장 환경 변화와 건설기업 신규사업 진출 현황
- | 스마트 건설기술의 탄소배출 감축 효과

한국건설산업연구원

Construction & Economy Research Institute of Korea

호주의 건설산업 인력난 실태와 대응

- 교육 및 훈련, 규제 개선 등 인력 확보를 위한 다양한 해법 모색 중 -

■ 호주의 건설인력 부족 현황

- 주요 선진국이 겪고 있는 건설인력¹⁾ 부족에는 베이비붐 세대의 대규모 은퇴, 인력의 고령화, 산업에 대한 낮은 선호도 등 구조적이고 근본적인 원인이 얽혀있음. 팬데믹 이후 이들 국가에서는 산업 전반에서 노동력 부족 현상이 나타나며 건설인력 문제도 심화하고 있음.
- 특히, 호주의 경우 이민정책을 통해 건설인력 수요에 대응해 왔으나, 최근 공공인프라 투자의 확대에 따라 유례없는 건설인력 부족 상황을 겪고 있음.
 - 공공인프라 건설 분야의 인력 부족은 2023년 최고조에 달할 것으로 예상되었고, 관련된 50개 주요 직업 중 34개 직업에서 인력 부족 가능성이 제기됨.²⁾
 - 숙련인력뿐만 아니라 엔지니어의 수급에도 문제가 나타남. 엔지니어링 기술을 요구하는 프로젝트가 증가하며, 호주의 비어있는 엔지니어링 일자리(Job Vacancies)는 지난 2년 동안 80% 증가했음.³⁾

■ 인력 부족은 프로젝트 지연과 비용 증가 야기

- 호주는 2,370억 호주 달러(약 100조 원) 규모의 5개년 공공인프라 프로젝트를 진행 중으로, 급속한 투자 확대에 따른 자재와 인력난, 프로젝트 지연과 예산 증가를 겪고 있음.⁴⁾
 - 예를 들어, 호주의 뉴사우스웨일스 지역은 자격을 갖춘 인력 확보가 어려운 상황으로, 이에 따라 해당 지역 전역에서 인프라 프로젝트가 몇 달 동안 지연되었다고 보고됨.⁵⁾
- 건설현장 일부에서 발생한 노동력 부족이라도 전체 사업의 공기 지연과 비용 증가, 안전 및 품질관리의 부족으로 이어질 수 있음. 지속적인 인력난은 산업 차원의 생산성 저하를 가져올 것으로 판단됨.
 - 글로벌 공급망 악화로 수입 물품의 공급 지연과 비용 상승이 나타났으며, 여기에 심각한 노동력 부족이 더해지며 호주 건설업계의 수익성이 급격히 감소함.⁶⁾

1) 건설산업에서 종사하는 인력으로 기술인력과 기능인력 모두를 의미함.

2) Infrastructure Australia(2021. 10), Infrastructure workforce and skills supply.

3) Infra Structure(2023. 2. 17), New data highlights Australia's engineering skills shortage.

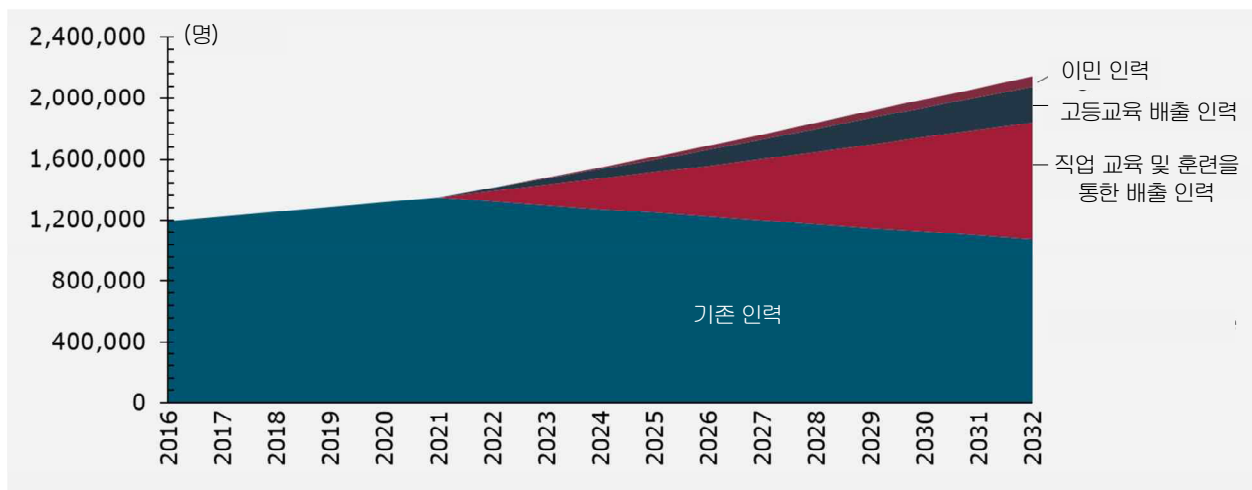
4) Infra Structure(2023. 2. 17), New data highlights Australia's engineering skills shortage.

5) ABC(2022. 7. 19), Infrastructure projects delayed throughout regional NSW due to labour shortages.

■ 호주의 인력 부족 해결 방안

- 노동력이 부족한 상황에서 공공인프라 투자의 지속은 건설산업 전반의 위협으로 이어질 수 있으며, 이 때문에 호주는 공공인프라 건설인력 확보를 위한 적극적 조치가 필요한 상황임.
- 국가 차원의 인프라 투자 우선순위를 결정하는 호주인프라위원회(Infrastructure Australia, 이하 IA)⁷⁾는 호주 공공인프라 건설 부문의 노동 여력을 분석함.
 - 호주는 그동안 자국의 남성 건설인력에 의존해왔고 부족한 노동력은 이민 인력으로 채워왔으나, IA는 앞으로 이민정책만으로는 인력 부족을 해결할 수 없을 것으로 판단함.
 - IA는 공공인프라 건설인력의 규모가 향후 은퇴 및 타 산업으로의 이직으로 줄어들 것으로 예상함. 하지만, 직업 교육 및 훈련, 고등교육, 이민 등의 방법이 효과적으로 준비된다면 <그림 1>과 같은 인력 충원이 가능할 것으로 기대함(<그림 1> 참고).

<그림 1> 호주 공공인프라 건설 부문의 미래 노동 공급량 추정



자료: Infrastructure Australia(2021.10), Infrastructure workforce and skills supply.

- 다만, 현재 인력의 유입을 방해하는 여러 요인이 존재하므로, IA는 규제 개선, 교육 지원, 다양성 확보 등 다방면의 분야에서 적극적인 대응이 필요하다고 판단하였음.
 - **비효율적 규제 개선** : 호주에서는 하나의 지역에서 받은 면허가 다른 지역에서 인정되지 않아 인력의 지역 간 이동이 어려운 상황임. 이처럼 인력 수요에 대한 유연한 대처를 막고 효율성을 저해하는 규제 및 관행의 개선이 요구됨.

6) Property Council(2022. 12. 20), Labour shortage puts \$237 bn infrastructure pipeline at risks.

7) 호주 연방정부 산하의 독립기관으로 정부에 핵심 인프라의 수요 및 우선순위에 대한 자문의견을 제공함. IA는 정부의 공공인프라 투자 확대에 따른 건설인력 수급을 분석한 보고서(Infrastructure workforce and skills supply)를 발간함.

- **교육 지원** : 신규인력의 유입을 담당할 고등교육 기관이 부족한 지역이 있으며, 또 교육과정에 유입된 인력 중에서 다른 산업으로의 유출이 발생함. 이에 더 훌륭한 품질의 교육과정과 직업으로의 연계를 위한 지원이 필요함.
- **직업 인식 개선** : 과도한 업무량, 불규칙한 업무, 장거리 이동 등 직업에 대한 부정적 인식이 초급 기술인력의 유입을 어렵게 하기에 이러한 인식의 개선이 필요함.
- **인력구성의 다양성 확보** : 여성 건설인력에 대한 고정관념과 임금 및 근로조건에 이르는 성별 차이가 존재하며, 다른 선진국과 비교하여 건설업의 성별 다양성이 부족함.⁸⁾ 다만, 호주 건설인력의 성별 격차는 매우 느리지만 개선되고 있음.
- **이민정책 개선** : 인프라 관련 직종의 임시비자가 증가했지만, 엔지니어, 건축가의 영주비자는 감소함. 또한, 연령 제한(45세), 기업의 고용 가능 인력 수 제한 등이 있어 건설사가 실제로 이민 인력 채용으로 얻을 수 있는 이점이 부족함.⁹⁾
- **은퇴 인력의 참여** : 프로젝트관리 전문가, 엔지니어, 건축가 등 직업군의 은퇴는 건설산업의 지식과 경험의 단절을 가져올 수 있어, 이들 인력의 참여와 전문지식 활용을 위한 방안이 필요함.

■ 우리나라 건설현장도 지속적으로 인력 부족 토로, 인력난 심화 전 대응 필요

- 우리나라도 건설인력 부족, 고령화, 건설산업 회피, 은퇴를 앞둔 베이비붐 세대 등 주요 선진국의 건설인력 문제와 유사한 상황이 나타나고 있음.
 - 최근 수행된 연구¹⁰⁾에서 우리나라 건설현장의 기술인력 수가 ‘부족한 상태’라는 응답은 85.3%였으며, ‘적정함’에 대한 응답은 11.3%에 불과했음.
- 다양한 원인에서 비롯된 건설인력 부족 문제를 해결하기 위해 우리나라도 호주와 같이 미래 인력 확보를 위한 면밀한 분석과 준비가 필요함.
 - 부족 인력을 메우기 위한 신규인력이 교육을 통해 유입되기까지는 많은 시간이 소요되므로, 부족 인력의 규모에 대한 예측과 발 빠른 대응이 중요함.
 - 또한, 호주는 세부 직종별, 역량별, 지역별로 인력의 과부족을 파악하기 위한 다양한 통계를 제공하고 있었음. 우리나라도 건설인력과 관련한 상세한 데이터 구축과 분석이 필요하며, 이를 기반으로 한 정책 마련이 필요함.

성유경(연구위원 · sungky@cerik.re.kr)

8) 호주 건설산업의 여성인력의 비중은 12%로, 프랑스(17%), 영국(16%), 독일(15%)보다 뒤처짐. ; Infrastructure Australia (2021. 10).

9) 또한, 토목기사가 부족하다는 지표에도 불구하고, 해외 기술에 대한 미인정, 현지 경험 없음, 호주 표준 및 언어 등의 장벽으로 자격 갖춘 이민 토목기사의 28%는 일자리를 얻지 못하는 등 이민 인력 활용이 부족한 상황; Infrastructure Australia(2021. 10).

10) 윤정안·고찬영·김민욱·정현용·손창백(2022), “건설현장 건설기술인의 이탈방지 방안”, 한국건설관리학회 정기학술발표대회 논문집, pp. 47~48.

해외 건설시장 환경 변화와 건설기업 신규사업 진출 현황

- 대내외 영향요인으로 해외시장 불확실성 시대 직면, 신성장동력 육성 박차 -

■ 지정학적 리스크 및 세계 경제 불확실성 증대 속 청정기술 적용 확산 및 중요성 증대¹¹⁾

- ‘우크라이나 사태 장기화, 인플레이션 우려에 따른 금리 인상 기조 지속, 친환경 신기술에 기반을 둔 에너지 전환 가속화, 탄소 중립 경제로의 전환’ 등 올해 해외건설 시장은 다양한 요인으로 인해 불확실성이 커진 초(超)불확실성의 시대에 직면할 것으로 전망됨.
- 미국 실리콘밸리은행발(發) 위기로 촉발된 중소 은행의 경영 안정성 우려와 크레디트스위스(CS) 위 기설 등 글로벌 금융위기 가능성 증대에 따른 경기침체 우려로 국제유가의 변동성 또한 확대되었음.

<표 1> 건설기업별 2023년 해외건설 시장 환경 전망 주요 내용

구분	세부내용
DL이앤씨 ¹²⁾	<ul style="list-style-type: none"> • 글로벌 공급망 교란·원자재 가격상승에 따른 인플레이션 발생 및 세계 경제 불확실성 증대 : 각국 통화정책 긴축기조에 따른 경기침체와 우크라이나 사태 및 미·중 무역 갈등 장기화로 말미암은 경기침체 악화 우려 • 세계 건설 시장 규모 : 아시아를 중심으로 약 4% 성장 전망 • 2050 탄소 중립 달성을 위한 에너지 소비 믹스 변화 가속화에 따른 발주 경향 변화 : 신재생에너지, LNG 발전, CCS(Carbon Capture and Storage) 등 신규 발주 시작
GS건설 ¹³⁾	<ul style="list-style-type: none"> • (플랜트) 코로나 19 상황 호전에 따른 원유 수요 증가, 우크라이나 사태 장기화에 따른 고유가 추세 지속으로 주요 산유국(사우디, UAE 등) 정부 재정 지출 여력 증가 : 신규 투자(정유석유화학가스 등) 및 에너지 다각화(수소·암모니아 생산 설비 등), 탄소 중립 경제로의 전환을 위한 다양한 사업 추진 전망 • (환경) 각국 정부와 시장 관심 증대에 따른 신재생에너지로의 에너지 전환 가속화 : 태양광, 풍력, 연료전지 등 관련 설비 수요 증가 전망
대우건설 ¹⁴⁾	<ul style="list-style-type: none"> • (토목) 국제유가 안정세에 따른 점진적 경기 회복 : 중동 및 동남아 등을 중심으로 신규 발주 규모 증가 예상 • (가스) LNG 중심의 시장 성장, 대형 신흥국의 발주 증가 전망 : 아프리카 및 중동지역, 동남아, 중국, 인도 등 • (석유화학) 고부가가치 제품 생산을 위한 투자 지속 전망 : 중동, 동남아시아 등 • (발전) 아시아, 아프리카 등 신흥시장 전력 수요 증가에 따른 시장 성장, 환경 이슈에 따른 탈석탄 기조 지속 : 신재생 에너지 분야의 다양화(태양광, 풍력, 연료전지, 바이오매스 등) 및 지속적인 확대 전망, 해외원전시장 확대 : EU 그린 택스노미에 원자력이 청정에너지로 포함됨에 따라 유럽을 중심으로 중동 및 개도국 등 수요 증가
삼성물산 ¹⁵⁾	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 건설시장 : '23년 13.9조 달러에서 '26년 17.7조 달러로 연평균 6.7% 성장할 것으로 전망하나 우크라이나 사태 등 국제 정세에 따른 에너지 수급 및 각국 대응 정책, 인플레이션 우려에 따른 각국 금리 인상 기조 지속화 등에 따른 불확실성 존재 • (중동 산유국) 국제유가 흐름에 따른 발주 변동성 상존 : 탈석유 정책을 추진하는 사우디는 '대규모 신도시 건설, 신재생 발전 등' 관련 투자가 확대와 더불어 외자 및 민간자본유치 사업모델 확대 전망 • (동남아) 말레이시아, 베트남 등 신흥국 : 인프라 투자 확대, 발전 플랜트 및 에너지 저장시설 수요 증가 • (선진국) 미국·유럽 : 인프라 개보수 및 교체 관련 프로젝트 발주 증가, 원전 가동 연장 및 신규 원전 계획

11) 본고는 2022년 해외수주 실적 상위 10대 기업 중 '두산에너지빌리티'를 제외한 6개 상장기업의 2023년 '주주총회 소집공고(경영참고사항)', 사업보고서, 2022년 지속가능경영보고서' 자료에 관한 조사 및 분석 내용을 토대로 작성함.

12) DL이앤씨(2023. 2. 22), "주주총회소집공고(경영참고사항)".

구분	세부내용
삼성ENG 16)	<ul style="list-style-type: none"> 유가 상승 및 에너지 안보 등 글로벌 수급 불균형 : 추가 에너지 제품 생산을 위한 발주처의 투자 확대 전망 (화공) 우크라이나 사태로 인한 가스 수급 불균형 : 러시아산 가스 대체를 위한 가스 플랜트 개발 확대, 경기 회복에 따른 소비재 생산을 위한 석유화학 상품(에틸렌-HDPE) 관련 수요 증가 전망 (비화공) 글로벌 공급망 재편 : 미주유럽 등 경제 블록별 산업 플랜트의 급격한 증가가 전망되나 세계 경기침체에 따른 보수적 투자 기조 영향 전망 / 글로벌기업의 RE100 선언 및 ESG 트렌드 확대 : 청정에너지 및 자원 재활용 수요 증가에 따른 발주 확대 전망
현대건설 17)	<ul style="list-style-type: none"> 고물가 대응을 위한 선진국의 긴축 정책 추진, 러시아의 우크라이나 침공 등의 지정학적 리스크 상존 (플랜트) 경제 신흥국 성장에 따른 석유화학 제품 수요 증가: 석유화학 비중 확대 재원조달 위한 EPC+Financing 형태 발주 증가 전망 (에너지) 신흥국 및 개발도상국 : 산업화에 따른 안정적 전력공급을 위한 투자 지속 전망 / 지구 온난화와 기후 변화 등의 문제 : 신재생에너지에 관한 관심 증대와 관련 정책 추진에 따른 관련 시장 성장 전망

■ 주요 건설기업... 신사업 진출, 첨단 기술융합과 밸류 체인 역량 강화 등 계획 발표

- 주요 건설기업의 경영참고사항 내 신규사업 조사결과 ‘신재생에너지, 친환경 신사업, 소형 모듈원전(SMR)’으로의 진출 및 ‘기존 사업영역 강화와 밸류 체인 확장’을 시도하고 있음.
 - 기업별로 성장성이 높은 분야로 사업 포트폴리오를 재편하고 있으며, 기존 사업과의 시너지 창출 및 안정적 수익 확보를 위한 분야로 사업을 확장하고 있음.
 - 구체적으로 시장구조 변화와 디지털 전환·첨단 기술융합 등 전반적인 건설산업 패러다임 전환에 대응한 신기술 개발·투자 강화, 부동산 및 인프라 사업에 대한 전후방 개발영역 스펙트럼 확장 등의 사업 추진을 가속화 할 것으로 보임.

<표 2> 건설기업별 2023년 ‘주주총회소집공고(경영참고사항)’ 내 신규사업 주요 내용

구분	세부내용
DL이앤씨	<ul style="list-style-type: none"> 이산화탄소 포집 활용 및 저장(carbon capture, utilization and storage, CCUS) 사업 추진 : CCUS 상용화 및 탄소 활용, 글로벌 CCUS 시장 규모 확대에 따른 진출 가속화
GS건설	<ul style="list-style-type: none"> 신재생에너지(태양광, 풍력, 연료전지 등) 프로젝트 개발, 2차전지 재활용 사업 투자 : 친환경 사업 확대 국내외 Prefab 사업, 수처리 사업, 베트남 기술형 제조업 등 추진 및 확대 사업 기획부터 설계, 조달, 시공까지 Value Chain 전체를 아우르는 해외개발사업, 투자제안사업 추진 주요 자회사(Inima)를 활용하여 개발·발전·환경 운영 및 Concession 등 중장기적 안정적 수익 확보
대우건설	<ul style="list-style-type: none"> 기획단계부터 금융조달, 시공, 분양에 이르는 전 과정을 융합한 국내외 투자개발사업 발굴 및 수행 → 글로벌 Developer로의 도약 및 역량 강화 추진
삼성물산	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 관련 사업 분야 확장 및 추진 : 소형모듈원전(Small Modular Reactor, SMR), 수소 등 기업형 벤처캐피탈(Corporate Venture Capital, CVC) 펀드를 활용한 벤처투자 : 미래기술 및 솔루션 확보
삼성ENG	<ul style="list-style-type: none"> 전통적인 EPC Player에서 Solution Provider로 진화 : 밸류 체인 전반에 걸친 조직역량 보강, 기술사업 투자 시장 선점을 위한 ESG 플래그십 프로젝트 성과 실현을 위한 각종 노력 추진
현대건설	<ul style="list-style-type: none"> 생산방식 혁신 : 디지털 기술적용, 건설 자동화 확대 등 소형모듈원전(Small Modular Reactor, SMR), 해상풍력, 수소 등 관련 신사업 확대 및 추진

13) GS건설(2023. 3. 16), “사업보고서(사업의 내용)”.
 14) 대우건설(2023. 3. 6), “주주총회소집공고(경영참고사항)”.
 15) 삼성물산(2023. 2. 15), “주주총회소집공고(경영참고사항)”.
 16) 삼성엔지니어링(2023. 2. 14), “주주총회소집공고(경영참고사항)”.
 17) 현대건설(2023. 3. 15), “사업보고서(사업의 내용)”.

- 신규사업의 조기 안착과 구체적 성과 달성을 위하여 그간 연구개발(R&D), 관련 기술 보유 기업 지분투자 및 협약 체결, 인수합병(M&A) 등을 지속해서 추진해온 것으로 나타남.
 - [DL이앤씨] 2022년 CCUS 전 주기 사업모델 구축과 기술 확보를 위한 사업부 신설, 한국전력 전력연구원과 해외 CCUS 시장 진출을 위한 상호 기술 교류 협력체계 구축 협약을 체결함.¹⁸⁾
 - [GS건설]¹⁹⁾ 2012년 이니마(수처리 운영), 2020년 ‘엘리먼츠(철제구조 모듈러)·단우드(목조 모듈러 주택)’ 등 유럽 선진 기업 인수, 에너르마(2차전지 재활용) 설립과 2022년부터 RIF Tech(Research Institute for Future Technology) 출범을 통한 친환경 미래기술개발을 추진함.
 - [대우건설] 2020년 신사업 본부 설립과 해외 지분투자 사업(베트남 THT) 등 투자개발 사업 추진을 통해 부동산 및 인프라 종합 디벨로퍼로의 성장기반 강화 및 밸류체인 확대를 추진함.²⁰⁾
 - [삼성물산] 소형모듈원전(SMR) 전문업체인 미국 NuScale Power社에 지분투자를 통한 전략적 파트너십 구축과 그린수소, 전기차 충전 솔루션 등 친환경 기술 보유 업체에 대한 투자를 추진함.²¹⁾
 - [삼성엔지니어링] 디지털 전환(Digital Transformation)을 통한 업무 프로세스의 자동화, 효율화, 새로운 비즈니스 모델 창출을 위한 기존 업무 프로세스의 전환을 위한 플랫폼 구축과 친환경 그린 솔루션 분야로의 사업영역 확장을 위한 핵심 기술 확보를 위해 다양한 노력(수소 및 CCUS 신기술에 대한 선제적 확보를 위해 '21년 삼성벤처투자와 300억 원 규모의 벤처펀드 결성, 수소 추출과 운송 기술 개발을 위한 정부·기업·연구기관과 협력을 통한 R&D 추진)을 전개함.²²⁾
 - [현대건설] 소형모듈원전(SMR) 조직 신설을 통한 전문성 강화와 미국 Holtac社와 협력체계 구축을 통한 미국 시장 진출, 저탄소·친환경 에너지 전환 가속화에 따라 ‘해상풍력, 수소 플랜트, CCUS, 수처리’ 등 신재생에너지 관련 기술에 관한 연구개발(R&D)을 지속해서 추진함.²³⁾

■ 신규사업의 조기 안착을 위한 노력과 더불어 기존 사업 역량 강화 방안 모색 필요

- 주요 건설기업은 건설산업 패러다임 변화에 따른 ‘친환경 에너지 시장 확대, 새롭게 등장하는 융·복합 기술 확산에 따른 디지털 전환 가속화’ 등 산업 환경 변화에 관한 대응과 기업의 미래 핵심 경쟁력 강화를 위한 투자와 신수종 사업 육성에 박차를 가할 것으로 보임.
- 이러한 노력과 더불어 기존 사업영역의 경쟁력 강화를 위한 ‘기획, 설계·조달·시공, 금융, 운영’ 등 Total Service 제공을 위한 관련 역량 강화 또한 병행되어야 할 것임.
 - 기존 핵심사업의 지속적 이익 창출 여건 마련을 통하여 기업의 미래 성장을 위한 관련 투자와 신사업 추진 시 필요한 자원 확보가 가능하며 더 나아가 지속 가능한 경영환경을 위한 재무구조 안정성 측면에 일조할 것으로 보임.

김화량(부연구위원 · hrkim@cerik.re.kr)

18) DL이앤씨(2022. 6), “지속가능경영보고서” ; DL이앤씨(2022. 8. 19), “DL이앤씨, 국내 CCUS 기술로 글로벌 시장 공략한다”.

19) GS건설(2022. 3. 17), “사업보고서(2021. 12)” ; GS건설(2022. 7. 22), “2022 GS건설 통합보고서”.

20) 대우건설(2020. 6), “2020 대우건설 지속가능경영보고서”.

21) 삼성물산(2023. 3. 9), “사업보고서(2022. 12), 타법인출자 현황”.

22) 삼성엔지니어링(2022. 8), “2022년 지속가능경영보고서”.

23) 현대건설(2022. 8), “2022 지속가능경영보고서”.

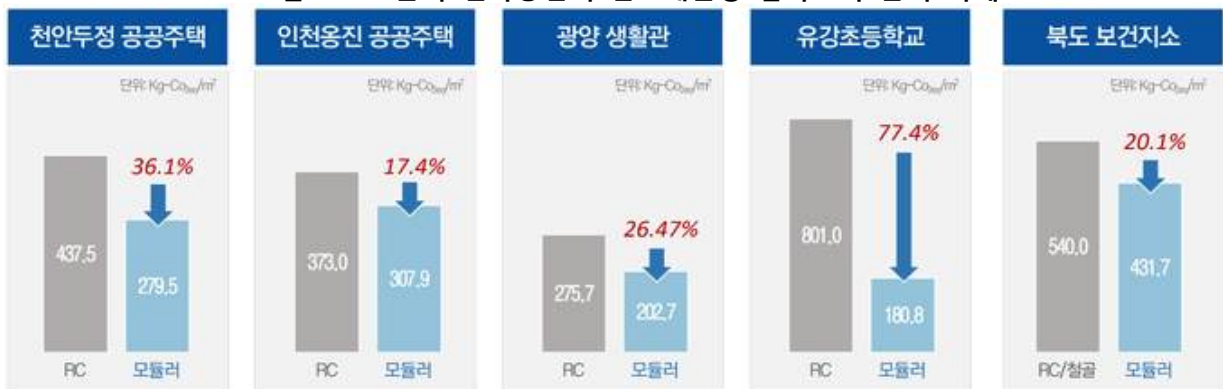
스마트 건설기술의 탄소배출 감축 효과

- 전통적 공법 대비 30% 이상 저감, 전 생애주기 단계에서 효과 나타나 -

■ 모듈러 건축공법, 기존 공법 대비 탄소배출 30% 이상 저감

- 최근 모듈러 건축, BIM, 프리팹(Prefab) 등 스마트 건설기술이 생산성 향상을 위해 주목받고 있는 가운데, 스마트 건설기술이 탄소배출 감축에도 효과적인 것으로 분석됨.
- 특히 모듈러 건축공법의 경우 RC조와 같은 전통적 공법에 비해 30% 이상 탄소배출 감축효과가 있어 향후 건설산업의 탄소중립 실현에도 기여할 수 있을 것으로 전망됨.
 - 모듈러 건축공법의 탄소배출량 감축효과를 분석한 사례연구에 따르면, 평균적으로 약 35%의 저감 효과가 있는 것으로 분석되었음.
 - [천안두정 공공주택] 437.5kgCO₂eq/m² → 279.5kgCO₂eq/m² 36.1% 저감
 - [인천웅진 공공주택] 373kgCO₂eq/m² → 307.9kgCO₂eq/m²로 17.44% 저감
 - [광양제철소 기숙사] 275.6kgCO₂eq/m² → 202.7kgCO₂eq/m² 26.5% 저감
 - [유강초등학교] 801kgCO₂eq/m² → 180.8kgCO₂eq/m²로 77.4% 저감
 - [자월보건지소] 540kgCO₂eq/m² → 431.7kgCO₂eq/m²로 20.1% 저감
 - 동 분석은 자재의 재활용을 고려하지 않은 분석으로 모듈러 건축공법의 경우 자재 재활용이 기존 공법에 비해 훨씬 높은 것을 감안하면 향후 탄소배출 감축효과는 더욱 증대될 것으로 판단됨.

<그림 1> 모듈러 건축공법의 탄소배출량 감축효과 분석 사례



주 : 2022년 3월 13일 자 Kham저널 스페셜리포트에 포함된 내용으로 해당 내용의 원저자는 한양대 안용한 교수, 금오공대 노승준 교수 등이며, 2020년 발표한 내용임.

자료 : Kham저널(2022.3.13) 스페셜리포트.

- 한편, 전 생애주기 단계별로 구분해 모듈러 건축물의 탄소배출 감축효과를 분석한 사례연구에서는 RC조가 모듈러에 비해 전 생애주기에 걸친 총 탄소배출량이 2배 가까이 달하는 것으로 분석됨.
 - 단계별로는 자재생산단계와 시공단계에서 탄소배출량 차이가 크게 났음.
 - 운영단계에서도 모듈러가 RC조에 비해 탄소배출량이 소폭 낮은 것으로 분석되어 전 단계에 걸쳐 모듈러 건축물의 탄소배출이 낮았음.

<표 1> 모듈러 건축과 RC조의 생애주기 단계별 탄소배출 비교 분석
(단위 : TonCO₂/m²)

구분	RC조	모듈러
자재생산단계	0.935	0.292
시공단계	0.048	0.005
운영단계 (30년)	1.946	1.492
합계	2.929	1.789

자료 : 김태우·김창윤(2021), "저탄소 시대를 맞이하는 CO₂ 배출 저감 이동식 목조 모듈러 학교 설계", 아주대학교 건축전.

■ BIM(Building Information Modeling), 프리팹(Prefab) 방식도 탄소배출 감축에 기여

- 모듈러 건축공법 외에도 BIM, 프리팹(Prefab) 방식도 생산성 향상과 더불어 탄소배출 감축 효과를 일부 기대할 수 있는 것으로 평가를 받고 있음.
 - BIM의 경우 종이도면 절감을 통한 탄소배출 감축과 더불어 건설공사 참여자 간의 차량을 이용한 물리적 이동을 축소함으로써 차량에서 배출되는 탄소배출 감축도 가능할 것으로 기대됨.
 - 프리팹(Prefab)은 건물의 골조, 벽체, 지붕, 바닥, 계단 등을 공장에서 사전 제작해서 현장에서 조립하는 공법으로 모듈러 단위로 사전 제작 후 현장에서 조립하는 모듈러 건축공법에 비해서는 현장 작업이 좀 더 많음.
 - 그러나, 프리팹(Prefab) 역시 모듈러 건축공법과 마찬가지로 공기를 획기적으로 단축할 수 있어 시공단계의 탄소배출 감축에 효과적이고, 자재의 재활용 비율도 기존 RC조에 비해 훨씬 더 높아 탄소배출 감축효과로 이어질 수 있을 것으로 판단됨.

이홍일(연구위원 · hilee@cerik.re.kr)