

# 모듈러 건설과 기업의 비즈니스 모델 구축 방향

2020.2

박희대·손태홍

■ 연구 배경 .....	4
■ 모듈러 건설의 개념과 생산 프로세스 .....	5
■ 모듈러 건설의 확산 동향 .....	13
■ 모듈러 비즈니스 모델 .....	21
■ 모듈러 건설 생태계 육성을 위한 제언 .....	26



- 최근 주택 분야를 중심으로 관심이 재조명되는 모듈러 건설은 외부에서 사전 제작한 부재를 현장에서 조립하는 방식으로, 현장 투입 인력 감소, 생산성 향상, 공기 단축 등의 이점이 있어 변화된 건설산업 생산 여건에 대응할 수 있는 효과적인 대안으로 주목받고 있음.
  - 공장제조를 통한 현장 투입 인력 소요 감소, 통제된 생산 환경에 따른 기상·기후 영향 최소화, 사업 초기 단계의 공기 및 공사비 예측 가능성 향상, 작업 현장의 안전성 향상 및 생산 과정의 폐기물 배출 감소 등의 효과를 기대할 수 있음.
- 하지만 모듈러 건설사업의 경우 공장과 현장의 이원 생산체계, 그리고 사업 참여자 간의 협업 체계 변화로 사업수행 방식이 전통적인 건설사업과는 다른데, 이는 곧 기업들의 비즈니스 모델 변화로 이어질 수밖에 없음.
- 모듈러 건설의 경우 현장 부지 개발 및 기초공사가 진행되는 동안 공장에서 모듈 등 사전 제작 부재 제작을 병행할 수 있어 공기 단축이 가능함. 이를 위해 사업 기획 및 설계 단계의 조기 참여 및 사업 참여자 간 협력의 중요성이 높아짐.
  - 기획 단계에서 모듈러의 적용 범위, 설계 및 시공 타당성에 대한 검토가 필요하며, 설계 단계에서도 공장제작 부재의 생산 특성 및 조달 여건 고려, 시공성 등이 검토되어야 함.
- 모듈러 건설이 확산되면서 시설물 조달 프로세스의 효율화·최적화를 달성하고, 부가가치를 향상시키기 위해 가치사슬을 따라 사업 영역을 확장하는 비즈니스 모델들이 다양한 양상으로 나타날 것으로 전망됨.
  - 해외에는 설계기업, 모듈 제작기업, 시공기업이 전략적으로 관련 비즈니스 영역을 확장하는 다양한 양상이 관찰되며, 최근 국내에서도 전략적 제휴 및 역량 내부화를 통한 확장 사례가 나타나고 있음.
- 모듈러 건설은 건설산업의 생산성 향상, 조달 과정 혁신을 위해 택할 수 있는 여러 가지 대안 중 하나이지만, 변화하는 건설산업의 생산 여건을 고려한다면 산업이 중장기적으로 지향해야 할 방향으로 판단됨.
  - 건설기술인의 고령화, 청년 유입 감소, 생산성 침체, 현장의 근로 환경 및 시설물 안전성 제고 등 당면 여건 변화와 스마트 기술의 적용을 통한 건설산업의 융복합화를 위한 플랫폼으로의 발전 가능성이 큼.
- 국내는 모듈러 건설과 연관된 설계 기준 및 성능 기준 등 관련 제도가 미흡하며, 모듈러 적용에 적합하지 않은 설계·시공 분리발주 중심의 발주제도 등이 존재함. 이와 같은 모듈러 건설 확산에 제약이 되는 제도적 문제점을 개선해 나가야 함.
  - 또한 최근의 모듈러 건설 확산에 대한 논의와 지원은 산업 차원에서 이뤄질 필요가 있음. 모듈러 전환에 필요한 역량 확보 및 생산설비 투자 유도를 위한 교육 및 세제 혜택 등 지원 방안과 중장기적인 발주 계획 제시 등에서 해외 사례의 벤치마킹이 필요함.

## I 연구 배경

- 최근 국내외 건설시장에서는 공장에서 생산한 부재를 현장에서 조립, 시공하는 모듈러 공법 등 공장제작형 건설 방식에 대한 관심이 높아지고 있음.
  - 2017년에 이은 두 번째 국가연구개발과제 모듈러 공동주택 실증단지의 완공, 민간부문 모듈러 주택 추진 등 완공 사례가 증가하고 공사 기간 단축 성과가 입증되면서 블록형 구조체를 활용하는 모듈러 주택을 중심으로 산업 차원의 확장 가능성에 대한 논의가 증가하고 있음.
- 모듈러 건설은 공사 기간 단축 효과뿐만 아니라 숙련기술자 감소 및 고령화, 오랜 시간 지속된 산업 생산성 정체, 건설현장과 시설물의 지속가능성 요구 증대 등 달라진 건설산업 생산 여건에 대응할 수 있는 대안의 하나로 주목받고 있음.
  - 현장 투입인력 소요 감소, 작업환경의 안전성 향상에 따른 생산성 향상, 생산 과정의 폐기물 발생량 감소, 공기·공사비 예측 가능성 향상 등이 현장시공 대비 모듈러 건설의 장점으로 평가되고 있음.
- 그러나 현장시공 방식을 전제로 하는 국내 설계 기준과 발주 방식 등 제도적 여건은 모듈러 건설 적용에 적합하지 않으며, 건설산업의 주체별 시각차, 시장과 수요자의 부정적 인식, 불명확한 비즈니스 모델 등은 모듈러 건설 확산의 장애 요인임.
- 한편, 모듈러 건설 방식의 도입은 사업 참여자의 역할과 상호 간 협업 방식 등 수행체계에 영향을 미침에도 불구하고, 최근의 모듈러 건설에 대한 논의는 모듈 제작기업 등 공급자 주도의 기술발전 및 적용, 그리고 이를 위한 제도적 개선에 한정되어 있음.
  - 사업수행 방식의 변화가 곧 건설기업의 비즈니스 모델과 사업 참여자의 역할 변화와 밀접한 관련이 있다는 점을 고려할 때, 모듈러 건설 도입에 따른 영향을 비즈니스 모델 측면에서 검토할 필요가 있음.
- 본 연구는 모듈러 공법 등 공장제작형 건설 방식의 도입이 건설 생산 프로세스와 사업수행 방식에 끼치는 영향을 분석하고, 건설기업이 추진할 수 있는 비즈니스 모델을 제시하고자 함.
  - 모듈러 건설 도입이 활발한 해외 사례 및 기업의 비즈니스 모델 양상을 분석하였으며, 국내 건설산업의 모듈러 도입 확산을 위한 제도적·정책적 지원의 방향도 검토해보고자 함.

## Ⅱ 모듈러 건설의 개념과 생산 프로세스

### 1. 모듈러 건설의 개념과 효과

#### (1) 모듈러 건설의 개념

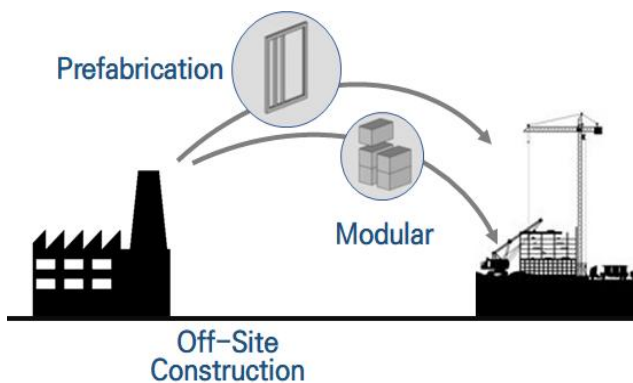
- 건설현장 외부에서 생산한 여러 부재(패널, 프리캐스트 콘크리트 등)를 현장으로 반입하여 조립, 시공하는 방식은 그 소재나 규모와 관계없이 현장(On-Site) 생산과 대비된다는 점에서 '현장 외 건설(Off-Site Construction, OSC)'의 범주에 속함(〈그림 1〉 참조).
- 일각에서는 건설 부재가 공장에서 제작되는 측면을 의미하는 공업화 건설(Industrialized Construction, IC), 현장반입 이전에 조립되는 특성을 강조한 사전조립(Prefabrication) 등의 용어를 사용해 왔으나, 최근에는 공장에서 제작된 3차원 구조체의 활용을 의미하는 모듈러 건설(Modular Construction)이 가장 많이 쓰이고 있음.
  - 이밖에도 '공장생산 건축', '현장 외 제조 건설(Off-Site Manufactured Construction, OSMC)', '현대적 건설방법(Modern Method of Construction, MMC)' 등 국가 및 분야에 따라 다양한 용어가 활용되고 있음.
  - 국내의 관련 제도는 '공업화주택'의 개념을 정의한 「주택법」에서 조립식 등 '공업화 공법'이라는 용어가 사용되고 있음.<sup>1)</sup>
- 모듈러 건설 방식이 현장시공 방식과 가장 차별화되는 점은 생산환경이 통제된 공장  
에서 부재를 생산해 현장에서 발생할 수 있는 기상·기후 등 외부 요인의 영향을 최소화하고, 현장시공과의 병행을 통해 공사 기간을 단축할 수 있다는 것임.
  - 그러나 설계비용 증가, 생산설비 구축, 사전 제작 모듈의 적재공간 마련 등 사업비를 증가시킬 수 있는 요인이 존재하므로 동일한 생산설비의 반복 사용, 모듈의 수송 용이성 등에 따라 적용 효과는 달라질 수 있음.
  - 따라서 동일한 설계·설비의 반복사용이 많고 공사 기간 단축에 따른 운영 편익(매매, 임대 등)이 높은 아파트, 호텔 등 건축물을 대상으로 적용 사례가 증가하고 있으며, 신규 건축공사 중심으로 적용이 확대되고 있음.

1) 「주택법」 제51조(공업화주택의 인정 등) ① 국토교통부장관은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 부분을 국토교통부령으로 정하는 성능 기준 및 생산 기준에 따라 맞춤식 등 공업화 공법으로 건설하는 주택을 공업화주택(이하 "공업화주택"이라 한다)으로 인정할 수 있다(후략).

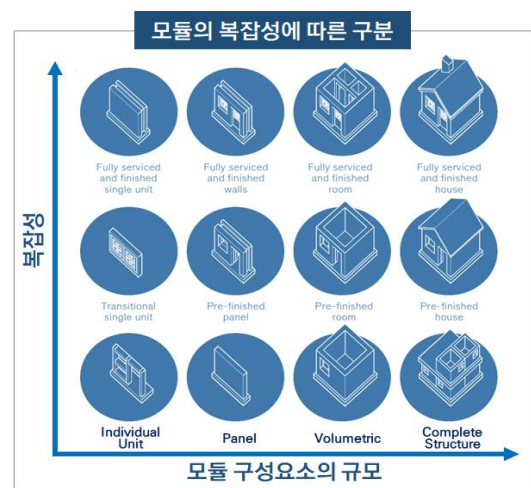
- 기존에는 패널과 같은 2차원 형상의 부재 활용을 ‘사전조립’으로, 3차원 부재 활용을 ‘모듈러’로 그 영역과 용어를 구분하였으나, 최근에는 이를 서로 다른 규모와 복잡성을 가진 모듈의 일부로 정의하는 경우가 많음(〈그림 2〉 참조).

- 모듈의 규모는 PC 등 개별 유닛에서 복수의 부재가 복합된 패널, 입방체(Volumetric Unit), 완성된 구조체(Complete Structure) 등으로 구분할 수 있으며, 모듈의 복잡성에 따라 단순 구조물, 일부 기구·부속이 결합된 구조물, 복합 기구·부속이 결합되어 완전히 기능하는 구조물 등으로 구분됨.

〈그림 1〉 현장 외 생산 방식과 모듈러의 개념



〈그림 2〉 모듈 구성요소의 구분



- 일반적인 건설공사는 발주자의 수요에 맞춰 설계와 시공이 이뤄지는 반면, 모듈러 건설은 부분적으로 표준화된 설계를 활용한다는 점에서 점차 맞춤화에서 표준화로 변화하는 것으로 볼 수 있으며, 이에 따른 단계의 구분도 가능함.

- 사용자와 측면에서는 발주자 요구에 의해 맞춤형 설계·시공이 이뤄지는 ETO(현장시공 방식), 발주자 요청에 따라 표준화된 설계의 부재를 생산·조립하여 설계가 생략되는 MTO, 기존에 생산된 부재를 조립하는 ATO 등으로 구분됨.

- 건설산업의 모듈러 적용이 지속적으로 확대될 경우 극단적으로는 제조업과 유사한 방식으로 발주자가 기 생산되어 있는 건설제품을 구매하는 MTS 방식으로까지 변화될 수 있음.

## (2) 모듈러 건설의 효과

■ 한편, 최근 McKinsey & Company의 아파트 건축공사 사례연구 결과, 모듈러 건설 방식의 적용으로 공사 기간을 20~50%까지 단축할 수 있는 것으로 분석되었음.<sup>2)</sup>

- 현장시공 방식으로 24개월이 소요되는 아파트 공사의 경우 계획 및 설계 단계는 기존과 크게 다르지 않으나 기초공사와 모듈 생산의 병행으로 현장시공 및 설치 기간이 최대 6개월까지 단축 가능하고, 설계변경 최소화로 공사 기간을 약 4개월 줄일 수 있는 것으로 분석됨.
- 공사비 측면에서는 사전 현장 준비작업 간소화, 현장 투입인력 감소, 설계변경 감소 등으로 각각 2~5%, 10~25%, 5~8%의 비용 절감이 가능하였으나, 설계, 사전 제작 투입인력, 운송, 자금조달 등에서 각각 0~2%, 5~15%, 2~10%, 1% 정도로 비용이 증가할 가능성도 있는 것으로 분석됨.

■ 이뿐만 아니라 모듈러 건설 방식은 숙련기술자 감소 및 고령화, 장기간 산업 생산성의 정체 및 불확실성 잔존, 건설현장 및 시설물의 지속가능성 요구 증대 등 최근 건설산업이 직면한 여건 및 환경에 대응 가능한 효과적인 대안이 될 수 있음(〈표 1〉 참조).

- 우리나라뿐만 아니라 여러 선진국에서 건설현장 근무 기피 및 이에 따른 숙련기술자 감소가 나타나는 가운데, 모듈러 건설은 현장 투입인력 감축, 근로자 작업환경 개선의 효과를 가져올 수 있음.
- 또한 통제된 생산환경 덕분에 기상·기후 등 외부 영향이 최소화되어 생산성 향상이 예상되며, 사전 제작의 복잡화 정도에 따라 사업 참여 주체의 간소화로 인터페이스 관리 효율 향상이 가능함.
- 작업현장의 안전성 제고, 사전 품질관리를 통한 불량 및 재시공 감소, 생산 프로세스 효율화를 통한 폐기물 배출 감소 등 지속가능성 향상에도 기여할 수 있음.

〈표 1〉 건설 생산 여건 및 환경의 변화와 모듈러 적용의 기대효과

영역	숙련기술자 감소·고령화	생산성 정체, 불확실성	지속가능성 요구 증대
현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건설현장 근무 기피현상</li> <li>· 40세 미만 건설기술자 2013년 대비 19% 감소</li> <li>· 초급기술자 비중 52.4%, 2013년 대비 23.9% 증가</li> <li>· 건설 분야 전공자 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 장기간 산업 생산성 정체</li> <li>· 미세먼지 등 기상 영향</li> <li>· 자동화 및 첨단기술 미흡</li> <li>· 공기·공사비 예측↓</li> <li>· 다수의 참여 주체, 복잡한 인터페이스로 효율 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건설현장과 시설물 안전성 및 품질 향상 요구 증대</li> <li>· 폐기물/온실가스 등 환경 부하 저감 요구 증대</li> <li>· 생산 및 운영상의 에너지 효율 관심 증대</li> </ul>
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 현장 투입인력 소요 감소</li> <li>· 비숙련 기술자 활용 가능</li> <li>· 근로자 작업환경 개선</li> <li>· 사전 제작 공정의 자동화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기상/기후 영향 최소화</li> <li>· 혁신적 공기·공사비 단축</li> <li>· 공기·공사비 예측↑</li> <li>· 사업 참여 주체 간소화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 작업현장 안전성 제고</li> <li>· 생산 품질관리 향상</li> <li>· 폐기물 배출 감소</li> <li>· 에너지 효율 향상</li> </ul>

2) McKinsey & Company (2019) "Moving from Projects to Products : A Modular Approach to Construction Productivity", 2019 World of Modular, Las Vegas, NV.

## 2. 모듈러 건설사업의 생산 프로세스

- 생산 프로세스 측면에서 현장시공 방식과 모듈러 건설 방식의 핵심적인 차이는 부지 개발 및 기초공사 등 현장의 작업과 공장에서의 모듈 제작 병행으로 공사 기간 단축이 가능하다는 점이며(〈그림 3〉 참조), 이에 따른 사업비 및 금융비용 등 기타 비용의 절감을 기대할 수 있음.
  - 모듈러 건설사업의 경우, 설계 단계가 완료된 이후 현장의 부지개발 및 기초공사가 진행되는 동안 모듈의 제작이 이뤄지며, 사전 제작된 모듈을 현장으로 반입하여 설치·조립함으로써 공사 기간 단축 효과가 나타남.
  - 공사 기간 단축의 정도 및 효과는 시설물의 특성과 지역적 여건, 모듈화 비율 등에 따라 상이하게 나타날 수 있으며, 최근의 연구결과에 따르면 모듈러 사업에서 전체 부재의 50%에서 최대 80%까지 모듈화를 적용하고 있는 것으로 조사되었음.<sup>3)</sup>
- 그러나 모듈러 공사 방식의 경우 부재의 제작 및 현장반입, 설치·조립 이후 설계변경이 현장시공 방식에 비해 매우 어렵고, 현장반입 및 모듈의 설치와 현장 작업이 동시에 진행되어야 하므로 사업참여자 간의 협업 방식이 기존과 달라질 수밖에 없음.
  - 사업 초기 단계에서 모듈러 활용에 대한 철저한 계획수립이 필요하며, 설계·엔지니어링 단계, 모듈 제작 단계, 그리고 현장 설치 및 시공 단계에서 모듈 제작과 타 프로세스·기업 간의 협업이 필수적임.
- 사업기획 단계에서는 모듈러 활용의 필요성 및 적용 가능성, 설계 및 시공의 영향 등을 고려한 모듈러 활용계획 수립이 이뤄져야 하며, 이를 실행하기 위한 발주계획 또한 검토되어야 함.
  - 대상 사업과 해당 현장의 지역적 특성을 고려한 모듈러 공법 적용의 타당성을 검토하고, 모듈 적용 범위의 결정, 품질관리 방안 및 시공성 영향 등이 사전에 검토되어야 함.
- 설계·엔지니어링 단계에서는 모듈의 생산 특성과 사업 대상 지역의 모듈 생산 및 조달 가능 여부, 그리고 시공성을 고려한 설계가 이루어져야 함.
  - 모듈의 현장반입 및 설치·조립이 이루어진 후에는 설계변경이 매우 어려워 상당한 공사 기간 및 공사비 증가로 이어질 수 있음. 따라서 설계 단계에서 추후 변경 가능성을 최소화하도록 설계의 완성도가 높아져야 함. 또한, 모듈의 현장수송 및 설치·조립과 현장의 시공성이 함께 고려되어야 함.

3) Boston Consulting Group (2019) "The Offsite Revolution in Construction".



- 모듈의 제작과 현장 설치·시공 단계에서는 모듈의 수송, 현장 적재·보관, 설치·조립을 위해 필요한 장비 사용계획 등이 사전에 면밀히 검토되어야 하며, 모듈의 생산 및 반입을 고려한 공정계획 및 관리가 필요함.

〈그림 3〉 현장 시공 방식과 모듈러 건설 방식의 생산 프로세스 비교



### 3. 모듈러 건설사업의 추진 방식과 수행체계<sup>4)</sup>

- 본 절은 모듈러 건설 추진 방식이 전술한 건설 생산 프로세스 및 사업 참여 주체 간의 협업체계와 사업 성과에 어떠한 영향을 미치는지를 파악하기 위해 서로 다른 방식으로 추진된 모듈러 건설사업 사례를 분석하였음.
- (사례 1) 모듈러 건설 발주 경험이 적은 발주자 A는 목조 아파트 건설을 위해 설계 완료 이후 모듈 제작기업과 시공기업을 순차적으로 선정하였음(〈그림 4〉 참조).

4) 본 절에 소개된 사례는 김용우(2019) “PEPCI : Project Delivery Approaches for Modular Construction”, 한국건설산업연구원 원내 세미나(2019.04.26) 자료를 활용하였음.

- 설계는 모듈 제작기업의 모듈 생산설비 및 생산 가능 여부를 사전에 반영할 수 없었으므로 모듈 특성을 반영하지 않은 채 진행됐으며, 모듈러 적용에 따른 시공 영향도 반영되기 어려웠음.

■ 해당 사업의 수행체계에서는 설계 단계에서 모듈의 특성과 적용에 따른 시공성 고려가 이뤄질 수 없을 뿐만 아니라 시공기업-모듈 제작기업을 제외한 참여 주체 간 직접적 협력 관계 부재로 의사소통 및 협력이 원활하게 이뤄지기 어려웠음.

- 모듈의 제작을 포함한 GMP 계약을 체결한 시공기업의 경우 현장시공 방식에 비해 관리 대상 요소 및 책임 범위는 확대된 데 반해 사전에 시공성을 확보하기 위한 기회를 확보하는 데에 한계가 있었음.
- 본 사례는 모듈러 건설사업을 추진함에 있어 설계 단계에서 후속 단계에 대한 사전적 고려 및 반영이 필수적이며, 참여 주체 간 협력 관계 확보가 중요함을 시사함.

〈그림 4〉 설계-제작-시공 선정 사업의 추진절차 및 참여 주체 간 협력 관계



■ (사례 2) 모듈러 건설사업 발주 경험이 있는 발주자 B는 모듈 제작기업과도 전략적 제휴 관계를 맺고 있어 사례 사업을 발주하는 과정에서 모듈 제작기업을 먼저 결정하고, 이후 설계기업과 시공기업을 차례로 선정하여 사업을 추진하였음(〈그림 5〉 참조).

- 모듈 제작기업이 가장 먼저 결정되었으므로 발주자의 요구에 따른 모듈 스펙이 결정되고, 해당 사항이 설계기업과 시공기업으로 이어져 모듈의 특성 및 생산 여건을 고려한 설계와 시공이 가능한 기반을 조성하였음.

■ 해당 사업에서 발주자는 설계와 시공에 모듈러 특성이 반영될 수 있는 수행체계를 구축하였을 뿐만 아니라 모듈 제작기업과 설계기업의 간접적 협력을 주도하였음.

- 본 사례는 모듈러 건설사업의 수행을 위한 모듈 제작기업과 설계기업 간의 협력 필요성과 직접적 계약 관계 부재시에 발주자 역량을 통해 이를 효과적으로 도모할 수 있음을 시사함.

〈그림 5〉 제작-설계-시공 선정 사업의 추진절차 및 참여 주체 간 협력 관계



- (사례 3) 발주자 C는 철강 모듈러 아파트 건축공사를 위해 모듈 제작기업을 자회사로 보유한 설계기업과 설계·모듈 제작 계약을 체결하고, 또한 설계 단계에 시공기업을 결정하여 시공기업이 설계 단계부터 참여할 수 있는 사업 구도를 구성, 추진하였음(〈그림 6〉 참조).

- 설계기업과 모듈 제작기업의 직접적인 협업으로 모듈러 시스템에 기반한 설계가 이뤄질 수 있었으며, 모듈 생산과 관련한 비용 예측의 정확도가 향상되었음.

〈그림 6〉 설계+제작 결정 후 시공 선정 사업의 추진절차 및 참여 주체 간 협력 관계



- 해당 사업은 시공기업이 설계 단계부터 조기 참여하여 전체 사업비를 초기에 예측하고, 시공성이 설계와 모듈 제작에 충분히 반영될 수 있도록 하여 전반적인 사업 성과 향상에 크게 기여하였음.

- 발주자와 모든 사업 참여 주체 간의 직접적인 협업체계 구도를 바탕으로 사전 제작 모듈을 포함한 전체 시설물의 시공성에 대한 검토가 이뤄졌으며, 의사소통 체계가 확보되었음.

- 상기 사례에서 나타난 추진 방식과 협업 체계는 모듈러 건설사업 수행시 모듈의 생산 특성 및 조달 여건 등을 고려한 설계와 시공성 확보가 중요하며, 발주자의 모듈러 사업 수행 경험이 적을수록 참여 주체 간 협업체계 마련이 필요함을 시사함.

- 설계 단계에서 모듈러 생산 시스템의 특성이 반영될 수 있는 설계기업과 사전 제작기업과의 직·간접

적 협력 기반을 조성하는 것은 필수적이며, 이를 위한 수행 구도 또는 협업 체계를 구축하기 위한 발주자의 고려가 필요함.

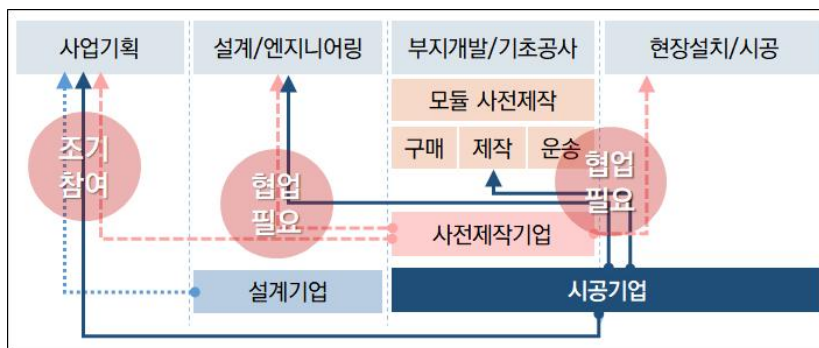
- 또한, 사례 3의 추진 방식에서 나타나듯 모듈의 설계 및 제작 과정에서 시공성이 충분히 고려될 수 있도록 사업 추진조직을 조기에 확정하고 협력을 도모하는 것이 모듈러 건설사업의 성과 향상에 기여할 수 있음.

#### 4. 모듈러 건설사업 단계별 주체 간 협업 관계

- 기존의 현장시공을 전제로 한 건설 생산 프로세스와 모듈러의 결합은 시공 이전 단계에서의 사업 참여자들의 조기 참여와 현장시공 방식보다 높은 수준의 주체 간 협업을 필요로 함(〈그림 7〉 참조).

- 제조업의 경우 기획 및 설계 단계에서 제품 제작을 위한 조건과 생산 여건 및 특성이 모두 반영되어 진행된다는 점을 참조하면, 부재의 사전 제조(제작)가 이뤄지는 모듈러 건설에서 기획·설계·제작(모듈)·생산(시공)의 긴밀한 연계는 필수적인 것임.

〈그림 7〉 모듈러 건설사업의 단계와 참여 주체 간 협업 관계



- 구체적으로는 사업기획 단계의 사업참여자 조기 참여 및 설계·엔지니어링 단계, 부지 개발 및 모듈 사전 제작 단계, 그리고 현장 설치·시공 단계에 걸쳐 참여 주체 간 협업의 필요성이 이전보다 높아질 것으로 판단됨.

- 기획 단계의 모듈러 활용 범위 및 방법, 조달 가능성(타당성, 생산역량 및 부지 운송·설치 가능성 등)에 대한 검토를 위한 각 기업의 협력이 필요하며, 발주자의 모듈러 사업 수행경험 및 관리역량에 따라 그 필요 정도는 사업마다 양상이 달라질 수 있음.
- 설계의 모듈 특성 및 생산 여건 반영, 시공성 확보로 설계변경 가능성을 최소화하고, 모듈 생산 프로세스와 전체 사업의 공정관리 연계가 이뤄질 수 있도록 해야 함. 또한, 효과적인 협력을 이루기 위한 주체 간 신뢰 관계 구축이 필요하며, 이를 도모할 수 있는 수행구도 및 발주제도 등에 대한 고민이 필요함.

### Ⅲ 모듈러 건설의 확산 동향

#### 1. 모듈러 건설의 적용 동향

■ 근대 모듈러 건설사업의 대표 사례는 1850년 런던 국제박람회 전시장 Crystal Palace 건설사업으로, 축구장 6개 규모의 대형 전시장을 5개월 만에 준공하면서 모듈러 건설의 가능성과 효과를 입증한 바 있음.

- 해당 전시장 건설공사에는 철골과 1만 8,000여 장의 캐스트 플레이트 글래스가 사용되었으며, 동일한 규격의 철골 및 유리 모듈이 사용되어 대량생산을 통한 규모의 경제 확보가 가능하였으며, 공기 단축 및 공사비 절감을 이룰 수 있었음.

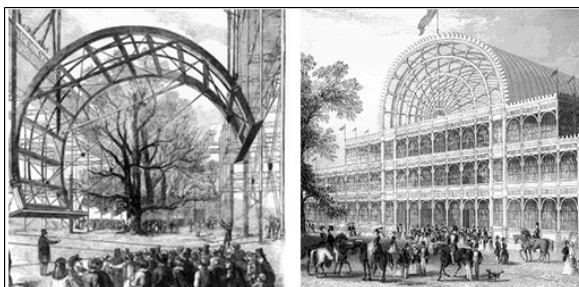
■ 모듈러 건설의 적용이 본격화된 것은 세계대전 이후로, 전후 주택 수요는 급증하였으나 건설자재와 숙련공이 부족해 모듈러 건설 방식을 활용한 대규모 주택공급이 이뤄졌음.

- 이후 모듈러 건설은 재난·재해 지역의 임시주택, 그리고 저소득층의 주택공급에 활용되면서 급속 시공의 장점에도 불구하고 시장과 수요자에게 획일적인 저렴한 시설물의 이미지로 각인됨.
- 단, 공사 기간 단축에 따른 운영 편의 효과가 높은 플랜트 공종의 경우 공사 기간 단축을 위한 모듈러 공법의 도입을 적극적으로 활용해 왔음.

■ 그러나 2010년 전후 자재 성능의 향상과 BIM 등 설계기술 발전으로 모듈 생산품질이 향상되고 발주자 맞춤형 모듈의 설계가 용이해지면서 호텔, 오피스텔, 기숙사, 병원 등 건축 분야에서 모듈러 활용이 증가하며 인식 변화가 이뤄지고 있음.

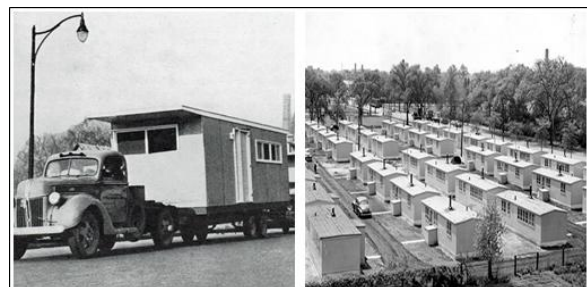
- 또한, 전술한 바와 같은 건설 생산 여건의 변화는 건설시장의 모듈러 건설에 대한 인식 변화뿐만 아니라 모듈러 적용의 확대를 가속화시키고 있음.

〈그림 8〉 영국의 Crystal Palace 건설 과정



자료 : Britannica.

〈그림 9〉 미국의 모듈러 임시주택 건설 사례



자료 : Prefab Museum.



■ 건축 분야에서는 호텔, 오피스텔 등과 같이 모듈러 건설의 주요 장점인 공기 단축에 따른 조기 매매·임대 등 운영 편익의 향상을 기대할 수 있는 시설물에서 특히 도입이 활발하며, 관련 기업들의 투자도 증가하고 있음.

- 다수의 글로벌 건설·부동산·인프라 관련 기업들이 모듈러 적용을 준비 중이며, 2018년 기준 영국의 주택건설기업 중 40%가 모듈러 건설 생산설비에 투자 중이거나 투자 예정인 것으로 나타남.<sup>5)</sup>
- 미국 상공회의소의 2018년 건축 분야 건설기업을 대상으로 한 설문조사 결과 종합건설기업의 62%, 전문건설기업 33%가 사전 조립(Prefabrication)을 포함한 모듈러 건설 방식을 활용 중인 것으로 조사됨.<sup>6)</sup>

■ 최근 모듈 제작기업들은 모듈 생산기간의 단축 및 대량생산, 생산비용의 절감을 위해 모듈 생산설비의 자동화를 추진하고 있으며 이러한 추세는 모듈러 건설시장의 확산을 가속화할 것으로 전망됨.

- 미국의 모듈러 주택기업인 Prefab Logic은 2019년 초 대규모 주택 모듈 생산공장 건설에 착수했음을 발표한 바 있는데, 자동화 모듈러 주택기업인 Autovoi과 함께 운영하는 해당 공장은 자동화된 생산설비로 연간 최소 1,600개 이상의 모듈을 생산할 예정임.<sup>7)</sup>
- 캐나다의 모듈러 주택 건설기업 Kent Homes 또한 University of Alberta와 함께 목재 패널 생산 프로세스의 부분적 자동화를 통한 투입 인력의 감소 및 제작 생산성 향상을 추진하고 있음.

■ 또한 최근 주목할 만한 부분은 모듈러 건설이 건설과 첨단기술의 융합을 위한 플랫폼으로서 주목받고 있다는 점임.

- 최근 글로벌 IT기업인 아마존(Amazon)과 구글(Google)은 최근 각각 모듈러 주택기업인 Plant Prefab과 Factory OS에 대규모 투자한 것으로 알려졌는데, 각 기업이 보유한 인공지능 서비스 등 스마트 기술이 주택과 결합하는 기반이 될 것으로 예상되고 있음.
- 구글의 경우 표면적으로는 실리콘밸리 지역의 주택난 해소에 기여하기 위해 주택건설을 추진하는 것으로 발표한 바 있으나, 구글 또한 다양한 인공지능 관련 기술의 개발에 투자하고 있는 점을 감안할 때 실질적으로는 아마존과 마찬가지로 자사의 스마트 기술을 모듈러 주택 건설에 반영할 가능성이 높을 것으로 예상됨.

5) McKinsey & Company(2019) "Modular Construction: From Projects to Products".

6) Dodge Data & Analytics(2018) "Commercial Construction Index Q1 2018, USG Corporation & U.S. Chamber of Commerce".

7) Constructiondive(2019) "Prefab Logic's \$102M Automated Factory to Produce 1,600 Modular Units a Year", (<https://www.constructiondive.com/news/prefab-logics-102m-automated-factory-to-produce-1600-modular-units-a-yea/547151/>), (2019.1.30).

## 2. 모듈러 건설 선도기업 현황

- 모듈러 건설 적용이 확산되면서 관련 역량을 토대로 비즈니스 모델을 구축하여 혁신을 주도하는 발주자, 제작기업, 건설기업 등 선도기업들이 등장하고 있음.

### (1) Citizen M

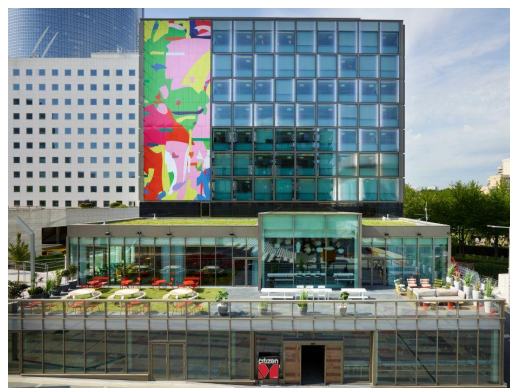
- 네덜란드 기반의 글로벌 호텔 체인 Citizen M은 유럽, 아시아, 태평양 및 북미 지역의 모든 호텔 객실을 모듈러 방식으로 건설하고 있는 대표적인 민간 모듈러 발주자임.
  - 현재까지 13개 도시에 20개의 호텔을 건설한 Citizen M은 신규 호텔 건설에 소요되는 공사 기간 단축 및 공사비 절감, 현장점검 및 유지보수 효율화를 위해 표준화된 모듈을 활용하고 있음.
- Citizen M은 호텔 건설 기간의 단축을 통한 운영 편익의 향상을 위해 모듈러 건설방법을 채택했을 뿐만 아니라 건설 과정의 공급사슬을 디지털화하여 조달 과정의 효율성을 극대화하는 전략을 택하고 있음.
  - Citizen M은 제조업과 유사하게 표준화된 객실 모듈의 설계를 기반으로 신규 호텔 건설시 필요한 모듈의 생산 및 물류 계획, 재고관리, 품질 및 성능 검사 등의 공급사슬을 디지털 기반으로 중앙에서 통제하는 관리기법을 활용하고 있음.
  - 또한 자체적으로 보유한 설계관리 및 사업관리(PM) 조직은 모듈 품질의 향상과 생산 및 조달 프로세스의 최적화에 기여하고 있음.

〈그림 10〉 Citizen M 객실 모듈 제작 과정



자료 : Citizen M.

〈그림 11〉 Citizen M 호텔 모듈러 건축 사례



## (2) Polcom Group

폴란드의 호텔 모듈러 전문기업인 Polcom Group은 발주자 맞춤형 호텔 모듈을 설계 및 제작하고 글로벌 공급망을 구축하고 있으며, 필요한 경우 프리콘(Pre-Construction) 서비스, 파이낸싱 서비스까지 영역을 확장하였음.

- 당초 Polcom Group은 대형 가구 제작기업에서 출발하였으나 글로벌 호텔 체인 Citizen M과 전략적 제휴를 맺으면서 1990년대 중반부터 모듈러 부문을 육성하기 시작하였음.
- 이후 1997년 모듈러 제작 전문 자회사인 Polcom Modular를 설립하고, 기존에 보유한 글로벌 물류 공급망과 제휴 호텔 체인과의 협력을 바탕으로 글로벌 호텔 모듈러 전문기업으로 성장함.

## (3) Kattera

소프트뱅크의 대규모 투자로 국내에 알려진 미국의 Kattera 등은 주택 건설에 필요한 모듈의 설계, 자재 생산, 모듈 제작, 시공의 모든 가치사슬을 수직계열화하여 서비스를 제공하는 '토털 솔루션 제공(Total Solution Service Provider) 기업'임.

- Kattera의 비즈니스 모델은 발주자 요구에 따른 설계부터 최종 시설물까지의 모든 가치사슬 영역을 포함하며, 최적화·효율화를 위한 다양한 스마트 기술을 적용하고 있음(그림 12) 참조).
- 미국의 FullStack Modular도 Kattera와 유사하게 모듈러 제작기업에서 토털 솔루션 기업으로 확장한 기업이며, 영국의 KIER Group도 시공 중심의 기업에서 토털 솔루션 기업으로 사업영역을 넓혔음.

단독 및 공동주택을 주요 사업영역으로 하는 이 기업들은 수직계열화를 통한 종합적인 생산 및 조달 프로세스의 향상, BIM, 센서, 설비 자동화 등 첨단기술을 활용한 프로세스 개선 및 관련 기술 도입에 적극적인 양상을 보임.

〈그림 12〉 Kattera의 비즈니스 모델



자료 : SoftBank Group(2018).



### 3. 해외 주요국의 모듈러 적용 동향

#### (1) 싱가포르

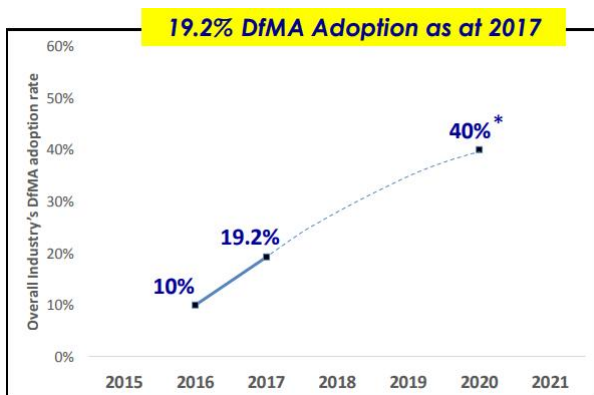
■ 싱가포르는 모듈러 건설을 자국의 건설산업 생산성을 향상시키기 위한 국가 차원의 전략과제로 설정하고 정부 주도의 적극적인 모듈러 건설 육성 정책을 추진하고 있음.

- 싱가포르 건설청(BCA : Building and Construction Authority)은 2016년 ‘건설산업 구조 전환계획’을 통해 미래지향적인 건설환경 구축을 위한 비전을 설정하고, 정책 방향을 제시한 바 있음.<sup>8)</sup>
- ‘건설산업구조 전환계획’의 주요 정책은 ① 기술혁신과 산업 통합, ② 건설기업들의 혁신 및 협력 제고, ③ 양질의 일자리 창출의 세 가지로 구성되며, 이 중 기술혁신 부문에는 그린 빌딩, 모듈러 건설, 건설 조달 과정의 통합 및 디지털화가 포함되었음.

■ 건설청은 모듈러 관련 기술을 ‘제작 및 조립을 위한 설계(Design for Manufacturing and Assembly, DfMA)’라 칭하고, 2020년까지 공공공사 40%에 DfMA를 적용하는 한편 관련 전문 기술자 3만 5,000명의 육성을 목표로 설정하였음.

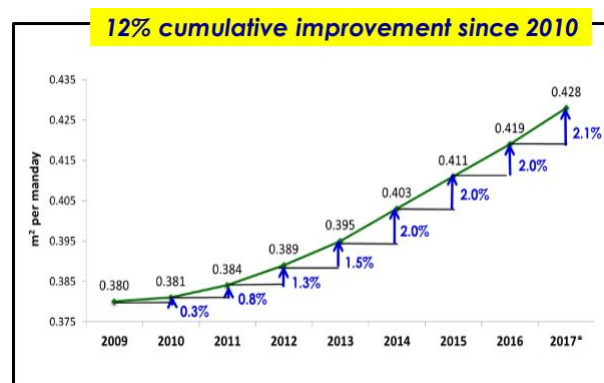
- 참고로 싱가포르의 모듈러(DfMA) 적용 비율은 2016년 10%에서 2017년 19.2%로 두 배 가까이 증가하였으며, BCA는 건설자재 및 설비의 모듈러 전환이 시공품질 및 생산성 향상, 생산 과정의 자동화 제고, 새로운 일자리 창출 등에 기여할 것으로 분석하였음.
- 건설청은 현장 공정의 효율성 제고뿐만 아니라 현장의 청결, 저소음, 안전 제고, 건설생산성 향상을 위해서 모듈러(DfMA) 활용을 확대해 나갈 계획임을 밝힌 바 있음.

〈그림 13〉 싱가포르 DfMA 도입 현황



자료 : Building and Construction Authority(2017).

〈그림 14〉 싱가포르 건설현장 생산성 추이



8) Building and Construction Authority(2017) "The Construction Industry Transformation Map".

## (2) 영국

❖ 오래전부터 모듈러 건설의 도입 및 활용이 비교적 활발한 영국의 경우 전체 건설생산에서 모듈러가 차지하는 비율이 약 7%에 달하며, 1994년부터 건설 생산성 향상 등 산업 혁신을 위하여 모듈러 건설을 육성하고자 노력하였음.<sup>9)</sup>

- 사업 초기 및 전체 생애주기 비용 절감, 조달 기간 단축, 생산 과정의 환경부하 감소, 그리고 신규 건설근로자 진입 유도 등을 위한 방안의 하나로 모듈러 건설을 채택하였음.
- 또한 모듈러 건설은 최근 이민자 증가와 숙련기술자 감소로 인한 인력 부족 현상을 해소할 수 있는 방안으로도 주목받고 있음.

❖ 한편, 영국 정부는 2015년부터 2020년까지 총 100만호 규모, 2022년까지 50만호의 주택 공급계획을 수립한 바 있으며, 이를 실행하기 위한 다양한 방안의 하나로 모듈러 건설의 활용을 추진 중임.<sup>10)</sup>

- 공급계획 실행을 위한 부지 확보, 주택 건설 공기 단축, 주택시장 다변화 등을 목표로 주택 인프라 기금(Housing Infrastructure Fund), 주택건설 기금(Home Building Fund), 모듈러 건설의 활용 등 건설 가속화 프로그램(Accelerated Construction Program), 저·중소득층 임대주택 프로그램(Affordable Homes Program) 등 재정적·제도적 지원정책을 마련함.
- 모듈러 건설이 현장시공 방식과 비교해 주택 건설공사 기간 30% 단축, 공사비 25% 단축 효과를 가져올 수 있을 것으로 평가하고, 건설기업뿐만 아니라 모듈러 제직업체들의 참여를 유도하고 있음.
- 우선 지난 2월 Welwyn Garden City, Hatfield, South Hertfordshire 등 3개 지역이 우선 적용 단지로 선정되어 신규주택 670호 건설에 1,060만 파운드(한화 약 160억원)를 지원함.

❖ 그러나 기존 영국 대형 건설기업들의 모듈러 분야 진출은 호텔, 기숙사, 학교 등 비주거 시설에 집중되어 있으며, 주택 분야의 건설 및 이를 위한 투자는 미흡한 실정임.<sup>11)</sup>

- 건설기업들은 모듈러 주택이 현장시공 방식 대비 파이낸싱이 용이하지 않고, 모듈러 주택 발주의 지속성에 대한 불투명성 때문에 투자를 꺼리는 것으로 조사됨.
- 정부는 금융기관에 대한 모듈러 주택 보증체계(Build-offsite Property Assurance Scheme) 개선, 정부의 택지개발 및 주택공급 계획 제공, 주택건설 기금(Home Building Fund) 활용 등을 통해 모듈러 주택 분야 육성을 지원할 계획임.

9) Smith, R. E. and Rupnik, I.(2018) "5 in 5 Modular Growth Initiative : Research Roadmap Recommendations, Modular Building Institute".

10) Department for Communities and Local Government(2017) "Fixing Our Broken Housing Market".

11) Science and Technology Select Committee(2018) "Off-Site Manufacture for Construction : Building for Change", House of Lords.

■ 또한 영국 정부는 기존의 건설 보증체제와 조달 방식, 비즈니스 모델이 모듈러 건설의 적용에 한계로 작용하는 점을 인지, 이에 대한 개선을 추진하고 있음.

- 정부는 금융기관에 대한 모듈러 주택 보증체제(Build-offsite Property Assurance Scheme) 개선, 정부의 택지개발 및 주택공급 계획 제공, 주택건설 기금(Home Building Fund) 활용 등을 통해 모듈러 주택 분야 육성을 지원하고 있음.
- 건설기업이 모듈러 방식 도입을 위해 필요한 공장설비 마련 등 선투자를 할 수 있도록 모듈러 주택 건설 부문의 지속적인 발주계획을 제시하고, 이를 뒷받침할 재정적 여건(주택건설 기금 등) 확충을 지속해나갈 것을 제시함.
- 관련 연구개발 지원을 통해 모듈러 건설 방식이 시설물의 생애주기 비용에 가져오는 효과를 분석하고, 모듈러 분야 참여기업에 세제 혜택 부여 등을 검토할 계획임.

### (3) 미국

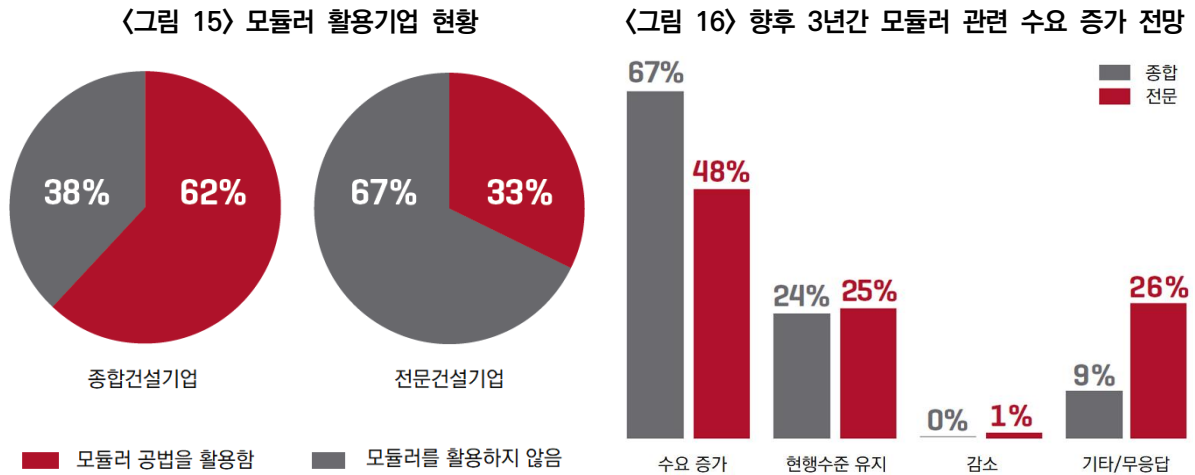
■ 미국은 앞서 제시한 두 나라와 달리 정부 주도가 아닌 민간 수요에 의해 모듈러 건설 시장이 성장하는 양상을 보이며, 특히 주택 및 오피스 등 건축 분야를 중심으로 수요가 확대되고 있음.

- 도심지 부동산 가격의 상승과 주택 수요 증가는 기존보다 신속하고 저렴한 주택 건설에 대한 수요로 이어져 시장이 성장하고 있으며, 또한 도심지에서 현장시공 방식에 따른 건설공사의 주변 지역 영향 최소화를 위해 호텔, 오피스 등 상업시설에 모듈러 공법을 적용하는 사례가 늘어나고 있음.
- 민간의 수요가 증가함에 따라 모듈러 주택의 설계·자재 생산·모듈 제작·시공 등을 모두 수직계열화하여 제공하는 기업과 모듈러 시공 전문기업이 등장하는 등 새로운 유형의 기업들이 나타나고 있음.

■ 최근 미국상공회의소 조사 결과에 따르면 건축 분야 종합건설기업의 62%, 전문건설기업의 33%가 모듈러 공법 및 자재를 활용한 것으로 조사되었으며, 향후 시장에서의 모듈러에 대한 수요 또한 증가할 것으로 전망됨.<sup>12)</sup>

- 미국상공회의소와 Dodge Data & Analytics의 조사 결과 미국 건축 분야 건설기업의 모듈러 활용은 종합건설기업에서 특히 높은 것으로 파악되었으며, 종합건설기업의 67%, 전문건설기업의 48%가 향후 3년간 모듈러 관련 시장 수요가 증가할 것으로 예측하였음(〈그림 15, 16〉 참조).
- 모듈러 관련 수요가 현행 수준을 유지할 것이라는 의견은 각각 24%, 25%로 나타났으며, 수요가 감소할 것이라는 의견은 거의 없었음.

12) Dodge Data & Analytics(2018) "Commercial Construction Index Q1 2018", USG Corporation & U.S. Chamber of Commerce.



자료 : Dodge Data & Analytics(2018).

❖ 모듈러 건설의 활용 증가와 시장 수요의 확대로 미국 건설시장에서는 전술한 바와 같이 가치사슬의 수직계열화, IT기업과 모듈러 건설기업의 제휴 등 다양한 양상으로 모듈러 건설 부문이 성장하는 양상을 보임.

- 다양한 모듈러 제작기업의 성장으로 최근 미국 건설시장에는 모듈러 건설사업의 시공만을 전문으로 하는 '모듈러 전문시공사(General Contractor)'도 다수 활동하는 것으로 조사되었음.
- 상기 주요 국가의 모듈러 건설 확산 양상을 요약하면 <표 2>와 같음.

〈표 2〉 해외 주요 국가의 모듈러 건설 확산 양상

국가	특징
싱가포르	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건설청(BCA)의 '건설산업 구조전환 계획'의 일환으로 모듈러 분야(DfMA) 육성</li> <li>· 2020년까지 공공공사 40%에 모듈러(DfMA) 적용 목표 수립, 관련 전문인력 3만 5,000명 양성</li> <li>· 기존 기술인력의 관련 직무교육 및 보수교육 지원</li> </ul>
영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 정부의 주택공급 계획 실행을 위한 모듈러 주택 활용 프로그램 수립</li> <li>· 주택건설기금(Home Building Fund)을 활용한 모듈러 공공 임대주택 물량 확보</li> <li>· 건설기업의 모듈러 생산설비 투자 유도를 위한 세제 혜택 지원</li> </ul>
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 뉴욕, 실리콘밸리, 시애틀 등 도심지 주택 수요 급증, 다수 기업 참여</li> <li>· 수직계열화 통한 Total Solution Service Provider, 모듈러 General Contractor 등장</li> <li>· 2018년 건축 분야 종합건설기업 62%, 전문건설기업 33% Prefab/모듈러 활용</li> </ul>

## IV 모듈러 비즈니스 모델

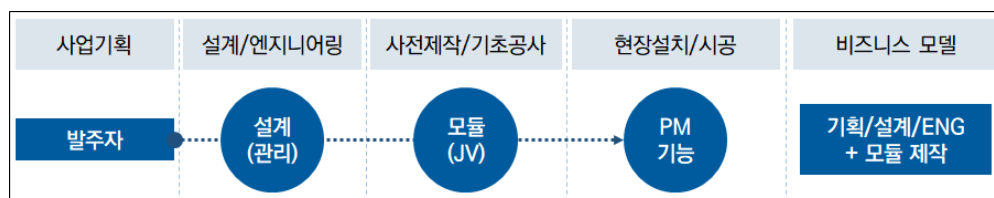
- 모듈러 방식 도입과 모듈러 전환에 따라 조기 참여와 참여 주체 간의 협력 중요성이 높아짐. 이에 따라 모듈러 건설사업을 수행하는 기업들이 프로세스의 효율화 및 최적화를 위한 내부화 또는 전략적 제휴 등으로 관련 역량을 확보할 것으로 예상됨.
  - 모듈러 건설공사의 설계역량 강화를 위한 모듈 제작기능의 내부화, 모듈러 제작 및 시공의 효율성 향상을 목적으로 하는 모듈러 제작과 시공의 결합 등 가치사슬이 확장되는 양상으로 다양한 비즈니스 모델이 나타날 것으로 예상됨.
- 본 장은 모듈러 건설 적용 확대와 모듈러 건설사업 수행 경험의 축적에 따라 발주자, 설계기업, 모듈 제작기업, 시공기업, 그리고 자재 생산기업이 중·장기적으로 선택할 수 있는 기업 차원의 비즈니스 모델을 가치사슬 확장의 관점에서 유형화하여 살펴보았음.

### 1. 사업 참여 주체별 가치사슬 확장 방식

#### (1) 발주자

- 모듈러 사업의 경험이 적은 발주자의 경우에는 사업 초기 단계에 적절한 모듈러 건설 수행계획을 수립할 수 있는 설계기업 및 시공기업 등의 활용을 통해 모듈러 적용의 타당성을 검토하는 것이 적절함.
- 공공 발주기관과 민간 전문발주자 등의 경우에는 모듈러 건설사업의 조달 프로세스 전반의 효율성을 높이기 위한 모듈러 설계(관리) 및 사업관리(PM) 역량을 내부화하고, 필요에 따라 모듈 제작기업과의 내부화 또는 전략적 제휴를 추진하는 전략이 필요함.

〈그림 17〉 발주 전문기관의 모듈러 비즈니스 모델



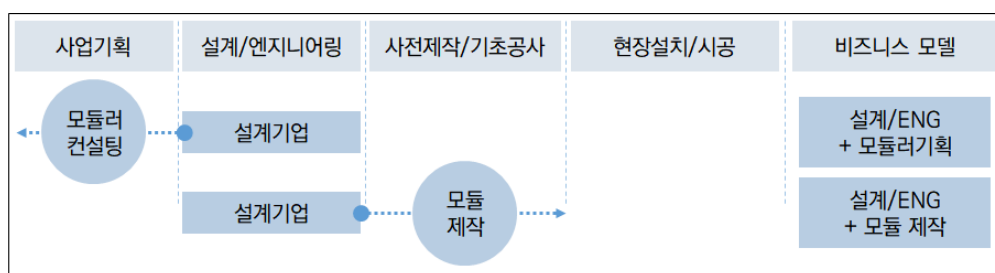
- 국내의 경우 LH, SH 등 공공 발주자나 아파트, 오피스 등 자체사업을 추진하는 민간 전문발주기관은 모듈러 사업 프로세스 효율성 향상을 위한 주요 역량을 내부화하는 전략을 검토해볼 수 있음.
- 글로벌 호텔 체인 Citizen M이 이와 유사한 비즈니스 모델을 택하고 있는데, 자체적으로 모듈러 설계조직과 사업관리 조직을 갖추고, 모듈 제작기업과의 전략적 제휴 관계를 구축하여 모듈러 호텔건설의 효율을 도모하고 있음.

## (2) 설계기업

■ 모듈러 건설사업 수행 경험을 통해 모듈러 생산시스템 설계 역량을 갖춘 설계기업은 발주자를 위한 모듈러 타당성 검토 등 설계 이전 단계로의 영역을 확장하거나, 모듈 제작기능의 내부화를 통한 모듈 설계·제작 분야의 경쟁력 선점을 추진할 것으로 전망됨(〈그림 18〉 참조).

- 모듈러 건설사업 수행 경험이 부족한 전문발주자나 비건설 분야 발주자의 경우 모듈러 적용 타당성 분석 및 시공성 분석 역량을 필요로 하며, 모듈러 반영 설계역량을 토대로 해당 분야에 대한 컨설팅 및 설계를 결합한 비즈니스 모델 추진이 가능함.
- 주력 사업의 모듈러 설계·제작 분야 경쟁력 선점을 추진하고자 하는 경우, 모듈 제작기업 인수 또는 전략적 제휴 관계 구축 전략을 취할 것으로 예상됨.
- 미국의 Sustainable Living Innovations, Plant Prefab 등의 기업은 설계를 바탕으로 모듈 제작 역량을 내부화하는 비즈니스 모델을 택하고 있음.

〈그림 18〉 설계기업의 모듈러 비즈니스 모델

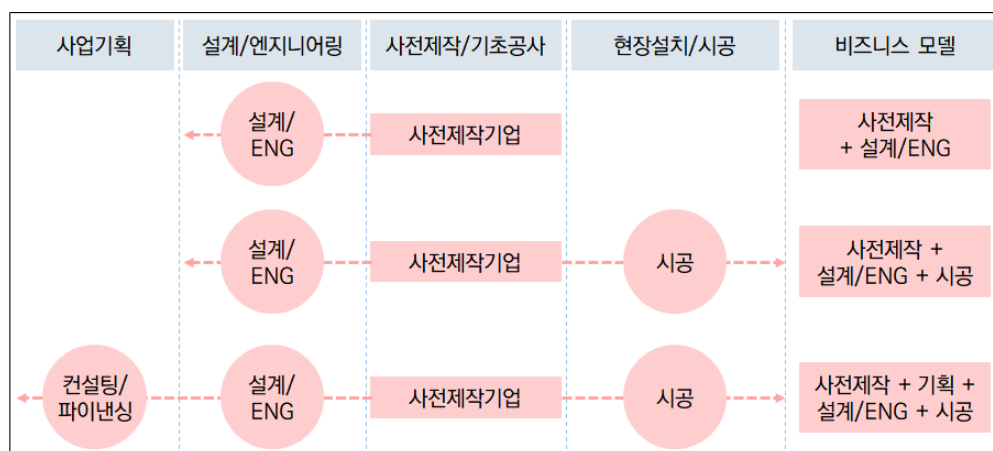


## (3) 모듈 제작기업

■ 다수의 건설 모듈 제작기업들은 모듈 제작역량 향상을 위해 설계 및 엔지니어링 역량의 내부화를 추진하고 있으며, 시공 부문으로 가치사슬을 확장하거나 설계 이전 단계로의 영역 확장을 추진하는 전략을 택할 것으로 예상됨(〈그림 19〉 참조).

- 사전 제작 기반 설계/ENG, 시공부문 가치사슬 확장으로 설계부터 시공까지 가치사슬을 수직계열화하는 Total Solution Provider 기업이 증가할 것으로 예상되며, 미국의 모듈러 주택 전문기업 Katerra, FullStack Modular 등이 이와 유사한 비즈니스 모델을 택하고 있음.
- 특수 분야의 경우 모듈 제작 역량을 토대로 설계 및 엔지니어링, 시공뿐만 아니라 기획 단계의 컨설팅까지 가치사슬을 넓힌 확장된 Total Solution Provider 모델도 가능함. 호텔 객실 모듈 제작 전문 기업인 Polcom Group이 이와 유사한 비즈니스 모델을 택하고 있음.

〈그림 19〉 모듈 제작기업의 모듈러 비즈니스 모델



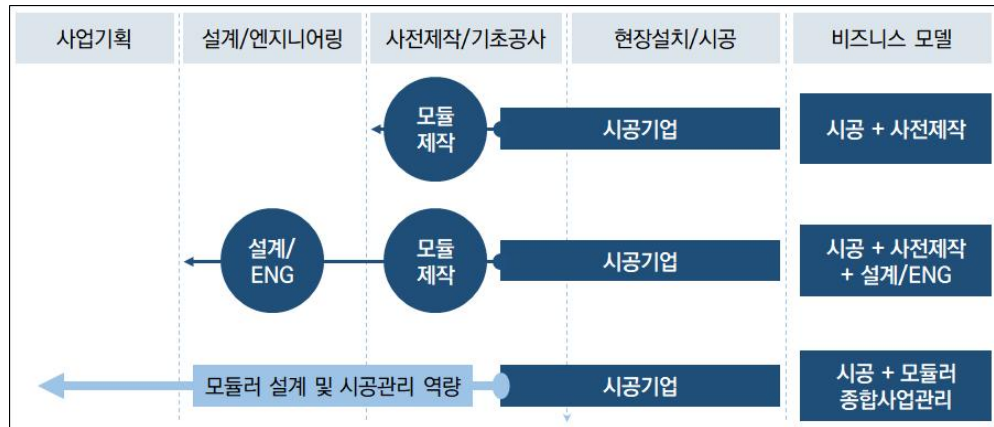
#### (4) 시공기업

■ 시공기업의 경우 모듈 제작 및 설계·엔지니어링 등 시공 전(前) 단계의 가치사슬 확장이 예상되는 가운데, 사업기획부터 로지스틱, 공정관리, 시공 및 유지관리 등 전(全) 단계 역량을 갖춘 기업은 총괄적인 모듈러 종합사업관리자 기능을 수행할 것으로 예상됨(〈그림 20〉 참조).

- 시공기업이 주력 사업 분야의 모듈러 경쟁력을 선점하기 위해 모듈 제작 또는 설계·엔지니어링까지 가치사슬을 확장하는 사례는 해외에서는 다수 존재하며(미국의 Katerra, 영국의 KIER Group 등) 최근 국내에서도 유사한 비즈니스 모델을 추진하는 사례가 나타남.
- 모듈러 건설사업은 기획 단계부터 모듈러 활용 및 설계·시공에 대한 종합적인 계획 수립이 필요하며, 사업 규모가 크거나 복잡성이 높은 경우 긴밀한 협력체계와 고도화된 공정 및 사업관리가 필요함.
- 건설사업 수행 경험이 부족한 발주자나 대규모·고난도 공사의 경우 모듈러 건설의 경험뿐만 아니라 전체 사업 단계에 걸친 종합적 관리 역량을 갖춘 기업을 필요로 하므로, 이러한 경우 모듈러 종합사업관리 기업을 필요로 할 것으로 예상됨. 스웨덴 기반의 글로벌 기업 Skanska, 영국의 Laing O'Rourke 등이 모듈러 건설사업에 있어 이와 유사한 비즈니스 모델을 택하고 있음.



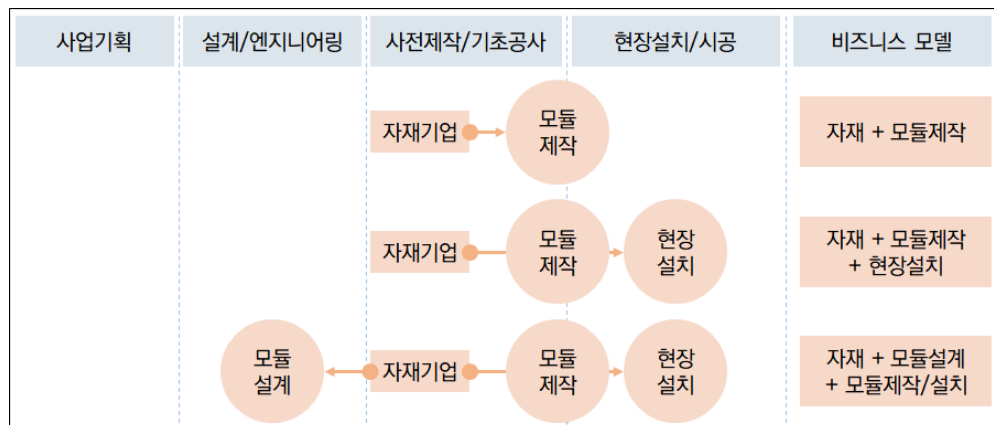
〈그림 20〉 시공기업의 모듈러 비즈니스 모델



## (5) 자재 생산기업

- 모듈러 건설의 확산은 건설 분야 자재 생산기업들이 모듈 제작 또는 현장 설치 역량을 확보해 모듈러 건설기업으로 전환하는 것을 유도하고 있음. 시멘트, 목재, 철강 등 원자재 생산기업이 생산 및 가공의 부가가치 향상을 위해 모듈 제작, 현장 설치, 그리고 설계로 그 영역을 확장하는 비즈니스 모델이 가능함(〈그림 21〉 참조).

〈그림 21〉 자재 생산기업의 모듈러 비즈니스 모델



- 중국의 철강 자재 기업인 HEB은 모듈 제작기능을 내부화하여 모듈 제작기업으로 비즈니스 모델을 변화시켰으며, 미국의 목조 자재 생산기업인 Construx는 사전조립 등 모듈 제작과 현장 설치 및 조립으로 영역을 확장하는 비즈니스 모델을 택하고 있음.
- 자재 생산기업의 모듈러 건설기업으로의 전환은 점차 증가할 것으로 전망되며, 설계 및 엔지니어링 역량을 내부화하여 자재 생산을 기반으로 한 Total Solution Provider 기업도 등장할 것으로 예상됨.



## 2. 기업의 비즈니스 모델 정착 방향

- 전술한 기업 유형별 모듈러 비즈니스 모델은 모듈러 건설사업 수행 경험 축적과 가치사슬 확장을 위한 투자 등 역량 확보 및 투자를 필요로 하며, 이를 위해서는 중장기적인 모듈러 건설시장의 성장 전망이 어느 정도 전제되어야 함.

  - 따라서 모듈러 건설공사의 발주 및 모듈러 공법 활용이 다른 국가와 비교해 적은 국내시장에서 단기적으로 다양한 비즈니스 모델의 확장은 어려울 것으로 판단됨.
- 최근 LH, SH 등 공공 주도로 모듈러 공동주택 공급이 점차 확대될 전망이나, 민간 부문을 포함한 시장 활성화를 위해서는 기존의 설계 기준 및 발주 방식 등 제반 여건의 개선이 필요한 실정임.
- 그럼에도 불구하고 단기적으로 건설기업들은 산업이 직면한 여건 대응, 그리고 생산과 조달 프로세스의 효율화 및 최적화 달성을 위해 점진적으로 모듈러 건설 역량을 확보해야 함.
- 설계기업과 시공기업의 경우 자체적인 설비투자를 통한 가치사슬의 확장보다는 전략적 제휴 또는 M&A를 통해 모듈러 건설 경험을 확보하고, 기존 생산 프로세스와 모듈러 공법의 효율적인 결합 전략을 수립할 필요가 있음.

  - 특히 종합시공기업의 경우 모듈러 공법 적용에 따른 설계, 생산, 조달 프로세스의 변화와 시공관리 변화, 공기 및 품질 등 핵심 성공 요인에 미치는 영향을 파악하여 전반적인 모듈러 건설사업의 사업 관리 역량 확보를 추진할 필요가 있음.
  - 최근 A 기업은 폴란드를 포함해 3개 국가의 해외 모듈러 전문기업을 인수해 관련 시장 진출을 본격적으로 추진하고 있음. 이와 같은 전략은 해외 거점별로 시장에 대응할 수 있고 모듈러 건설 경험을 단기간에 축적할 수 있다는 점에서 의미가 있음.
- 모듈 제작기업 및 자재 생산기업의 경우 BIM을 활용한 설계역량 및 모듈 제작의 고도화 추진이 필요하며, 추후 현장 설치 및 시공으로 영역을 확장해 나가는 전략이 적합할 것으로 판단됨.

  - 제작 및 생산 대상이 되는 분야의 모듈러 관련 경쟁력 선점 및 고도화를 위한 전략 추진이 필요함.

## V 모듈러 건설 생태계 육성을 위한 제언

- 모듈러 건설은 건설산업의 생산성 향상, 조달 과정 혁신을 위해 택할 수 있는 효과적인 대안의 하나로서, 최근의 변화된 건설산업의 생산 여건을 고려한다면 산업이 중장기적으로 지향해야 할 방향임.

  - 건설 기술인의 고령화와 청년 유입 감소, 생산성 침체, 현장의 근로 환경 및 시설물 안전성 제고 등 당면 여건의 변화와 스마트 기술 적용을 통한 건설의 융복합화를 위한 플랫폼으로의 발전 가능성이 높음.
- 그러나 국내는 모듈러 건설과 관련한 설계·성능 기준 등 관련 제도가 미흡하며 모듈러 적용에 적합하지 않은 설계·시공 분리발주 중심의 발주제도 등이 존재함. 이와 같은 모듈러 건설 확산에 제약이 되는 제도적 문제점을 개선해 나가야 함.
- 국내 건설시장의 모듈러 생산 방식의 확산을 위해서는 모듈러 분야 설계 기준 및 성능 규정 등 기술 기준의 마련, 모듈러 공법 적용에 적합한 발주 방식 등 제반 사항에 대한 제도적 개선이 동반되어야 함.

  - 기존의 설계 및 기술 기준, 발주 및 입·낙찰제도, 기술자 배치 기준 등 관련 제도 전반에 대한 모듈러 건설과의 적합성 진단과 개선 방안의 모색이 필요함.
- 모듈러 건설이 확산되어 산업 차원의 ‘모듈러 전환’을 이루고, 이것이 새로운 건설 생태계로서 자리잡기 위해서는 제도 개선과 함께 설계, 시공 등 각 분야 기업들의 공장 제작으로의 전환을 유도하기 위한 비전과 중장기적 정책 제시가 필요함.

  - 모듈러 전환에 필요한 역량 확보 및 생산설비 투자를 유도하기 위한 교육 및 세제 혜택 등 지원 방안과 중장기적인 발주 계획 제시 등 싱가포르와 영국 사례를 벤치마킹할 필요가 있음.
- 모듈러 건설의 확산을 위한 노력은 궁극적으로 산업의 생산 프로세스 전환이라는 목표를 지향해야 하며, 기술의 활성화를 위한 제도 및 기준의 개선과 동시에 산업의 생태계 구축 관점에서의 정책 수립과 지원이 동반되어야 할 것임.

박희대(부연구위원·hpark@cerik.re.kr)

손태홍(연구위원·thsohn@cerik.re.kr)