

## World of Modular 컨퍼런스를 통해 본 Off-site Construction 동향

KICEM



**박희대** 한국건설산업연구원 부연구위원, hpark@cerik.re.kr

### 1. 서론

최근 국내의 건설시장에서는 공장에서 사전제작된 구조체를 현장에서 조립·시공하는 'Off-site Construction(이하 OSC)'<sup>1)</sup>에 대한 관심이 높다. 싱가포르의 국가차원의 건설산업 혁신 전략의 하나로 공공공사의 OSC 확대 및 관련 인력양성을 추진중이며, 일본에서도 주택분야 OSC 기술개발이 활발하게 이뤄지고 있다. 미국에서도 노동력 부족문제 해소 및 공기단축을 위한 건축분야에서의 OSC에 대한 관심이 높아지는 추세이다. 우리 국토교통부도 '제6차 건설기술진흥기본계획'을 통해 4차 산업혁명에 대응하기 위한 스마트 건설기술 개발의 일부로 건설공사 생산성 향상 및 근무조건 개선, 근로자 안전확보를 위한 Off-site 설계·시공 연계 기술 개발을 추진할 계획임을 밝힌 바 있다(국토교통부, 2019). 본고는 최근 미국 라스베이거스에서 열린 컨퍼런스 '2019 World of Modular'의 주요 발제에서 논의된 OSC의 도입 방향과 기대효과, 향후 발전 전망에 대해 소개하고자 한다.

### 2. OSC 도입을 통한 사업성과 향상

최근 미국에서 OSC는 건설 노동인력 부족문제의 해소 및 공기

단축, 기후 영향 최소화 등의 장점으로 주택, 호텔 등 건축시설물을 중심으로 도입이 확산되는 양상을 보이고 있다. 그러나 Fluor, Bechtel, KBR 등 글로벌 EPC 기업들은 일찍이 현장시공 대비 우수한 OSC의 공기·공사비 예측가능성(Reliability)의 장점에 집중하여 플랜트 공사에 OSC를 적용해 왔으며, 일부 기업의 경우 설계, 모듈 생산, 수송까지 직접 수행하는 등 OSC 도입에 적극적이다.

Mckinsey & Company는 건설산업의 우수사례(Best Practice) 적용을 통해 건설사업의 생산성이 48~60%까지 향상이 가능하며, 사업비도 27~38%까지 절감이 가능하다고 분석하고(표 1), OSC는 특히 설계·ENG, 공급사슬, 현장시공 영역의 생산성 향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 전망하였다.

그러나 OSC는 현장시공 대비 공사비가 증가할 수 있는 리스크도 안고 있다. 아파트 건축공사에 대한 Mckinsey & Company의 분석 결과 OSC는 현장시공 방식과 비교해 사전 현장준비작업 간소화, 현장 투입인력 감소, 설계변경 감소 등으로 각각 2~5%, 10~25%, 5~8%의 비용 절감이 가능하였으나, 설계, 사전제작 투입인력, 운송, 자금조달 등에서 각각 0~2%, 5~15%, 2~10%, 1% 수준의 비용 증가 가능성이 있는 것으로 나타났다(그림 1).

표 1. Best Practice 적용을 통한 분야별 건설 생산성 향상 및 비용절감 가능성

	협력·계약	설계·ENG	공급사슬	현장 시공	기술혁신	인적역량	누적 효과
생산성 향상	8-9%	8-10%	7-8%	6-10%	14-15%	5-7%	48-60%
비용절감	6-7%	7-10%	3-5%	4-5%	4-6%	3-5%	27-38%

자료: Mckinsey & Company (2019)

1) 블록을 쌓아올린다는 의미에서 모듈러(Modular) 건설 또는 사전조립(Prefabricated) 등 다양한 명칭이 사용되고 있으나, 현장(On-site) 생산과 대비되다는 점에서 본고는 'Off-site Construction'이라 칭하였음. 참고로 국내에서는 「주택건설등에 관한 규칙」에서 '공업회주택'으로 표기되어 있음.

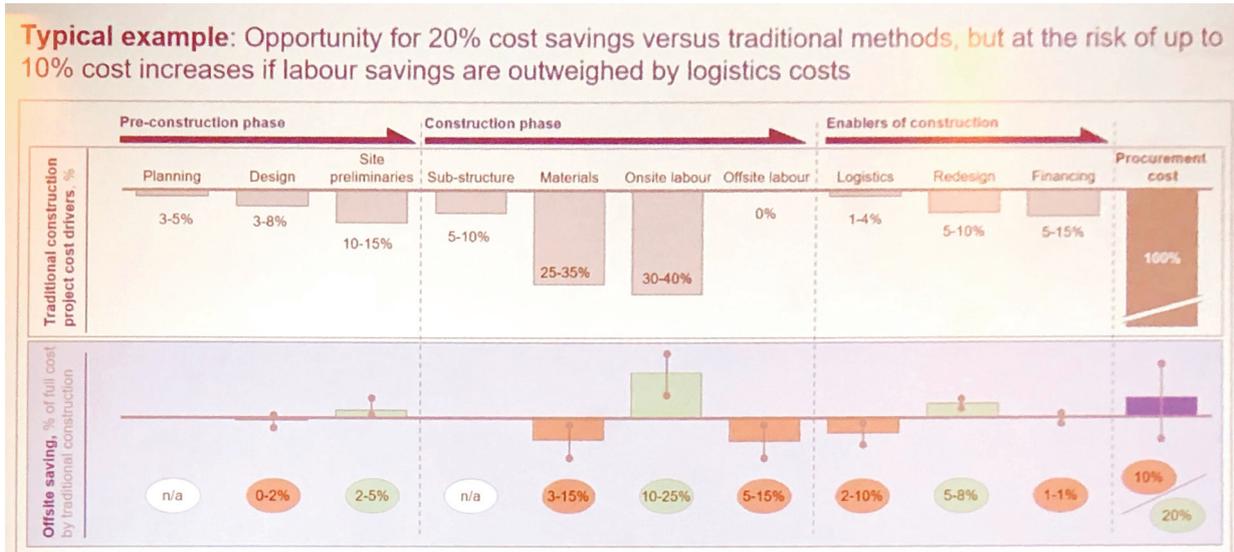


그림 1. OSC를 통한 단계별 공사비 증감 영향 (아파트 건축공사 사례)

자료: Mckinsey & Company (2019)

물론 이러한 OSC 도입의 부문별 영향은 향후 지속적으로 개선될 여지가 있으며, 사업 특성에 따라라도 다르게 나타날 수 있다. OSC 사업의 사전제작에 참여하는 기술자의 숙련도가 향상되고 생산과정의 기계화 및 자동화를 통해 생산 정밀도 향상 및 비용절감이 이뤄질 가능성이 높다. 또한 설계·시공 분리발주(Design-Bid-Build) 사업에 비해 설계·시공 일괄발주(Design-Build) 사업에서는 사전제작 여건이 충분히 반영된 설계와 조달 및 시공성을 고려한 사전제작·설계 진행을 통해 공기단축 효과가 더욱 크게 나타날 것으로 예상되며, 이를 통한 사업 성과 향상을 기대할 수 있다.

### 3. OSC 확대에 따른 건설산업의 변화

OSC는 기존의 개별 유닛에서 2차원 패넬, 3차원 유닛, 완성형 구조체로 점차 규모가 확대되고 있으며, 재료적 측면에서도 과거 단일 재료에서 복수의 재료로 구성되고 완전한 기능을 갖춘 복합 유닛(Fully-Functional with Complex Fixtures)으로 복잡성이 증가하는 양상을 보인다. 그러므로 사전제작품의 제작 및 조달이 사업의 성패에 미치는 영향은 더욱 높아질 것으로 예상된다. 따라서 <그림 2>와 같이 모듈 등의 제작을 위한 사전제작기업을 우선적으로 선정하는 등 설계, 시공, 사전제작 간의 의사소통 및 협력을 제고할 수 있는 방안에 대한 고민이 필요하며, 일부 기업들의 경우 이러한 효과를 극대화하기 위한 방법의 하나로 수직계열화를 추진하고 있다.

일본 소프트뱅크로부터 7백만 달러의 투자를 유치해 미국에서 가장 주목받고 있는 건설분야 스타트업인 Katerra社는 World of Modular에 참가해 설계 및 엔지니어링, 모듈의 공장 제작, 자재 조달, 현장조립 및 시공, 자산관리 및 관련 소프트웨어까지를 아우르는 가치사슬을 수직적으로 통합할 계획을 밝혔다 (Katerra, 2019). 이를 통해 건축물 시공성 향상뿐만 아니라 자재 및 시설물의 지능화, 시설물의 에너지 효율성 향상 등을 달성할 계획이라고 발표하였다.

OSC 사업의 조달 효율 개선을 위한 수직계열화는 Katerra社만의 전략은 아니다. 일본에서도 모듈형 주택공급을 위한 사전제작, 설계, 시공, 분양을 수직계열화한 사례가 존재하며, 미국의 설계·ENG 기업인 Sustainable Living Innovation社는 OSC사업의 설계 및 사전제작 효율성 향상을 위해 자회사로 모듈을 생산하는 사전제작기업을 두고 있다. 많은 건설기업들이 OSC 시장의 성장에 관심을 갖는 가운데 수직계열화는 OSC 효율성 향상을 위한 효과적인 전략의 하나로 자리를 잡아가고 있다.

한편, OSC의 도입 확산은 건설 시설물 조달에 대한 시각을 사업(Project)에서 하나의 제품(Product) 생산과정으로 변화시킬 것으로 예상된다. 대량생산을 통한 가격경쟁력 확보 노력은 사전제작 과정의 모듈화가 아닌 공장화를 가속화시킬 것이며, 이를 위한 자재 처리, 운반, 수송 등 사전제작 과정의 자동화 방안에 대한 연구들이 다수 진행중에 있다. 이러한 가운데 생산 유형도 일반적인 제조업과 유사하게 OSC 역시 발주자 맞춤형 생산(Customer-

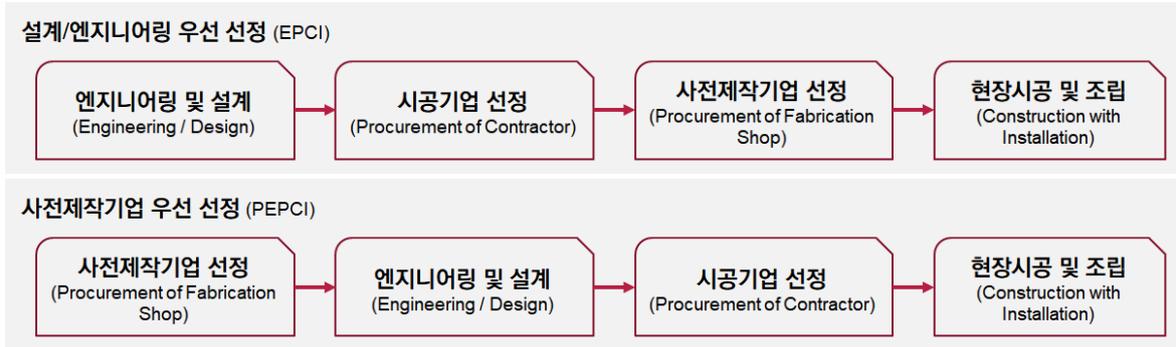


그림 2. 최근 OSC 사업의 추진 방식(설계 · ENG 우선 선정 vs. 사전제작기업 우선 선정)

자료: 김용우(2019)를 재구성.

Driven)방식과 기성상품화(Commoditization)로 변화될 것으로 예상된다(RAD Technology Medical Systems, 2019). 가격경쟁력을 갖추기 위한 대량생산 모듈(소규모 주택, 이동형 사무실 등), 발주자 요구에 따라 제작된 Custom 모듈, 중간 단계에 해당되는 모듈 등 다양한 양상으로 나타날 전망이다.

#### 4. 결론

과거의 OSC가 단순 구조의 이동형 사무실 등 저렴한 시설물 공급 수단으로 치부되었다면, 최근의 OSC는 호텔, 아파트 등 훨씬 복잡화되고 고급화된 시설물의 공급이 가능한 혁신적인 생산 방법으로 진화하였다. 건설공사의 생산성 향상에 대한 관심은 지속적인 OSC의 성장으로 이어질 것으로 전망되며, 생산설비의 고도화 및 생산 프로세스의 자동화 등 기술발전에 따라 그 효과는 더욱 높아질 것으로 예상된다. 그러나 OSC의 도입 확대와 OSC를 활용한 사업 성과 극대화를 이끌어내기 위해서는 OSC 활용에 적합한 사업 참여주체간의 협력방식 변화 방향, 발주방식 및 계약제도의 마련, 사전제작 및 현장조립 등 생산 및 설치와 관련한 기술 인력의 교육 및 양성 방안 등에 대한 연구와 제도 마련이 뒷받침되어야 할 것이다. 현재 중저층 건축물과 플랜트 분야에 주로 활용되고 있는 OSC가 다른 분야로도 확산되어 건설산업의 생산성 혁신을 위한 핵심 동인으로 작용할 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

1. 국토교통부 (2017) 제6차 건설기술진흥기본계획 (2018~2022)
2. 김용우 (2019) PEPCI: Project Delivery Approaches for Modular Construction, 한국건설산업연구원 원내세미나(2019.04.26).
3. Katera (2019) Katera is an End-to-End Building Services Provider,

2019 World of Modular, Las Vegas, NV.

4. Mckinsey & Company (2019) Moving from Projects to Products: A Modular Approach to Construction Productivity, 2019 World of Modular, Las Vegas, NV.
5. RAD Technology Medical Systems (2019) The Paradox of Product Automation and Permanent Modular Construction: An Optimist's Guide to the Future of Modular Construction, 2019 World of Modular, Las Vegas, NV.