

유럽 건설시장의 MMC(Modern Methods of Construction) 적용 동향과 전문 기업 분석

2022. 7

이지혜 · 손태홍

■ 서론	4
■ 유럽 건설시장과 MMC 동향	7
■ 유럽 MMC 전문 기업의 성과와 전략	16
■ MMC 확산을 위한 베스트 프랙티스	30
■ 제언	36

- 본 연구는 유럽 주요 국가의 MMC(Modern Methods of Construction) 적용 동향을 살펴보고 국내 건설기업의 MMC 확대를 위한 기술전략 수립에 활용할 수 있는 해외의 모범 사례를 분석하여 베스트 프랙티스(best practices)를 제시하는 것을 목적으로 함.
 - MMC는 전통적인 건설방식을 대체할 수 있는 대안(alternatives)을 총칭(collective)하는 용어로, 본 연구에서는 MMC를 건설산업의 생산시스템 혁신을 위한 핵심 방식인 OSC, DfMA, Prefab을 포함하여 재료, 장비, 인력, 프로세스 등 다양한 사업의 투입 요소의 혁신 기술도 포함하는 것으로 정의함.
- 전 세계적으로 MMC 시장이 가장 발달한 유럽은 앞으로도 관련 시장이 꾸준히 발전할 것으로 전망됨.
 - 유럽의 MMC 시장 규모는 2020년 기준 500억 달러 이상으로 2027년에는 약 800억 달러 규모를 넘어설 것으로 전망됨.
 - 영국은 MMC 활용 촉진을 위한 정부 주도의 다양한 정책을 시행하고 있음. 그 외 국가는 직접적인 지원정책은 없으나 MMC 활용을 통한 합리적인 가격의 주택공급 논의를 발전시키고 있으며 건물의 에너지 효율 기준을 높이는 등의 정책을 통해 간접적으로 MMC 활용을 유인하고 있음.
- 유럽 MMC 전문기업의 성과와 기술전략의 특징 및 운영 현황을 분석하기 위해 다섯 개 기업을 선정함.
 - 영국의 종합건설기업인 Laing O'Rourke과 세계 최대 규모의 모듈러 주택 공장을 보유한 Legal & General Modular Homes, 노르웨이의 목재 건축 모듈 생산 선도기업인 Moelven Byggmodul AB 와 세계적 건설그룹 Skanska에 속한 모듈러 주택 개발 기업인 BoKlok, 그리고 독일의 중견기업으로 세 개 브랜드 라인과 독일 내 여섯 개 공장을 보유한 Kleusberg GmbH & Co. KG를 선정함.
- 유럽 MMC 시장 및 기업 분석 내용을 바탕으로 네 가지 베스트 프랙티스를 도출함.
 - 첫째, 기업의 MMC 활용 유인을 위한 정책 및 제도가 뒷받침되고 있음.
 - 둘째, 사업 수행체계의 통합화 또는 전문화를 통해 효율적인 사업 수행을 도모하고 있음.
 - 셋째, 기술경쟁력 확보를 위한 지속적인 투자가 이루어지고 있음.
 - 넷째, 기업 내 기술인력 양성을 위한 교육 시스템을 운영하고 있음.
- 베스트 프랙티스에 대한 설문조사를 바탕으로 국내 MMC 시장의 발전을 위한 건설기업과 정부 각자의 역할 및 책임에 대해 다음과 같이 제안함.
 - 건설기업은 MMC 방식을 활용한 시설물의 품질 보증, 생산 효율성 증가와 비용 감소를 위한 기술력을 확보하기 위해 지속적인 투자 노력을 기울여야 하며, 사업 수행체계의 통합화와 전문화를 통해 MMC의 장점을 극대화할 수 있음.
 - 국내 건설산업의 MMC 활성화를 위해서는 정부의 역할이 매우 중요함. 정부는 공공시장의 발주자로서 MMC 기술이 실제 사업에 적용될 수 있도록 안정적으로 발주 물량을 제공해야 함. 불투명한 시장 전망은 기업의 기술투자를 저해하는 가장 큰 요인임.
 - 또한, 세제 혜택, 기술개발 비용 용자 등 기업의 기술투자를 위한 지원 방안을 마련해야 하며, 현장 시공방식 기반의 현재 발주 체계에 대한 제도 개선도 동반되어야 함.

I 서론

1. 연구 배경과 개념 이해

- 빠르게 진행되는 도시화와 기후변화에 따른 관련 인프라 수요 증가, 기술인력 부족, 타 산업 대비 낮은 생산성 등의 문제를 안고 있는 건설산업의 미래 변화 방향으로 최근 Off Site Construction(이하 OSC)이 주목받고 있음.

 - 최근 탄소중립 정책 시행, 안전사고 방지 등과 같은 사회적 이슈 증가로 현장 중심의 건설 생산시스템의 전환 필요성이 높아지고 있음. 이에 발맞춰 생산시스템 전환에 대한 대안 중 하나인 OSC에 대한 기업의 관심도 커지고 있음.

- 현재의 복잡하고 단절된 프로젝트 기반의 건설산업 생태계는 반복 재생산이 가능한 제품을 기반으로 한 표준화되고 통합된 생산 체계로 변화할 것임. 하지만, 이러한 생태계 전환은 건설 현장이 아닌 제조시설에서 시설물의 부재 또는 일부를 사전 제작할 수 있는 시스템이 구축되어야 가능함.

 - 사전제작의 비중 확대는 시설물의 생산이 현장(site)이 아닌 제조시설(factory)에서 이루어진다는 의미로 이는 OSC의 핵심 개념인 탈현장화를 뜻함. 건설 생산시스템의 탈현장화 구현은 모듈러, 프리캐스트(precast), 프리팹(prefab) 등 다양한 스마트 기술(smart technology)을 근간으로 함.
 - 또한, 제조 방법론 중의 하나로 생산성과 품질 향상이 가능한 DfMA(공장 제작 및 조립 방식, Design for Manufacturing and Assembly)는 모듈러 공법의 장점을 극대화할 수 있는 기술로 평가되고 있음.

- 건설산업의 생산방식 전환과 효율화를 위한 접근 방식과 기술의 다양성만큼이나 조작적 개념을 가진 여러 용어가 사용되고 있으나, 본 연구에서는 단위 기술이나 방식을 포괄할 수 있는 개념의 용어인 MMC(Modern Methods of Construction, 이하 MMC)를 사용함.

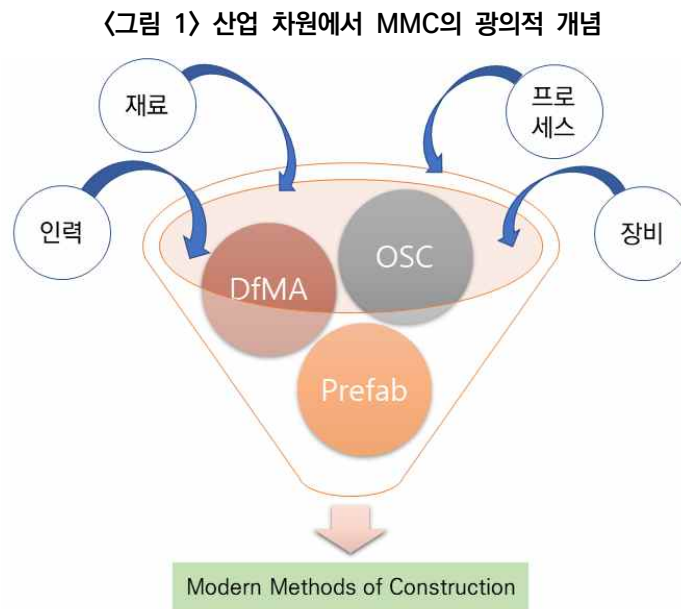
- MMC는 전통적인 건설방식을 대체할 수 있는 대안(alternatives)을 총칭(collective)하는 용어로, 영국에서 제2차 세계대전 이후 주택을 신속하게 제공하기 위한 효과적인 방안으로 도입된 이후 글로벌 건설시장에서 꾸준히 활용되고 있음.

 - 영국은 2005년 국가 감사원(National Audit Office)에서 영국의 주택공급 위기를 극복하기 위해

‘더 빠르고 효과적인 주택공급을 위한 MMC 활용(Using modern methods of construction to build homes more quickly and efficiently)’을 발표하면서 MMC의 활성화 필요성을 제시함.

❖ MMC는 기본적으로 현장에서 모든 생산과정이 이루어지는 기존의 건설방식에서 벗어나, 공장에서 생산하고 현장으로 운송하여 조립하는 탈현장화를 의미함. 본 연구에서는 혁신적인 건설기술 및 건설 재료 활용 등 건설사업의 생산성을 제고할 수 있는 다양한 기술을 모두 포함하는 광범위한 개념으로 정의함.

- 본 연구에서는 MMC를 아래의 그림에서 보듯이 같이 건설산업의 생산시스템 혁신을 위한 핵심 방식인 OSC, DfMA, Prefab을 포함하여 재료, 장비, 인력, 프로세스 등 다양한 사업의 투입 요소의 혁신 기술도 포함하는 것으로 정의하고자 함.



❖ MMC는 4차 산업혁명에 따른 기술 혁신이라는 흐름 속에서 국내 건설시장에서도 많은 기업의 관심을 받는 주제로 최근에는 국내 일부 대형 건설기업 중심으로 모듈러, PC 등과 함께 드론, 로봇 등 다양한 기술을 활용하려는 분위기가 확산되고 있음.

- 하지만 다양한 스마트 건설기술의 활용은 일부 대형 종합건설기업의 현상으로 평가받고 있음. 한국건설산업연구원이 2019년 시행한 설문조사¹⁾에 따르면 기업의 규모 즉 종합 대형과 중견 및 중소 그

1) 사업장 소재지가 서울특별시 또는 경기도인 201개 건설기업(종합건설사업자 106개, 전문건설사업자 95개)을 대상으로 2019년 4월 8일부터 5월 15일까지 약 5주간 설문조사를 시행함. 자세한 내용은 한국건설산업연구원(2019) “국내 건설기업의 스마트 기술 활용 현황과 활성화 방향” 참조.

리고 전문기업 간에는 분명한 기술 간극(technology gap)이 존재하고 있음.

- 기술 간극을 좁히기 위해서는 정부의 체계적인 지원 방안 수립과 기업의 니즈에 부합하는 시행이 필요하지만, 이와 동시에 기업 스스로의 기술전략 수립과 시행도 중요함. 하지만, 국내에서는 벤치마킹 할 수 있는 기업의 기술전략 모범사례가 많지 않음.

2. 연구 목적과 방법

- 본 연구의 목적은 유럽 주요 국가의 MMC 적용 동향에 대한 이해와 국내 건설기업의 MMC 확대를 위한 기술전략 수립에 활용할 수 있는 해외 모범사례 분석, 기업의 베스트 프랙티스(best practices) 제시에 있음. 또한, 제시된 베스트 프랙티스를 기업이 활용하는 데 필요한 정부의 지원 방안을 도출하고자 함.

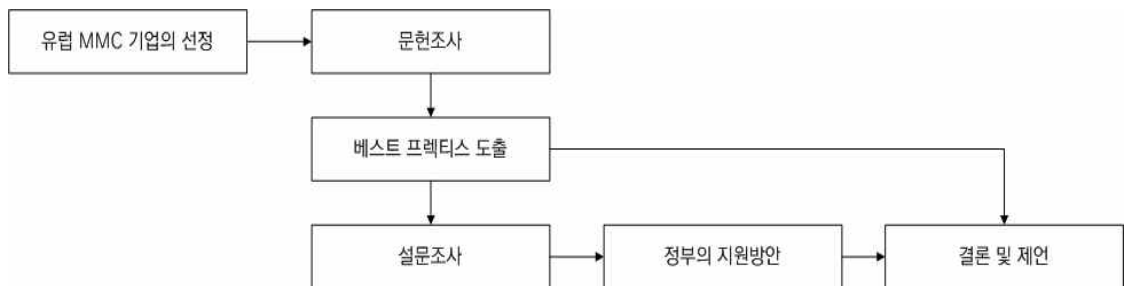
- 이에 본 연구에서는 MMC가 가장 광범위하게 활용되고 있는 영국을 중심으로 유럽 건설시장에서 활동하고 있는 전문 MMC 기업을 대상으로 사례를 분석하고자 함.

- 분석 대상기업은 영국 기업인 Laing O'Rourke과 Legal & General Modular Homes를 선정하였으며, 노르웨이와 스웨덴에서 각각 Moelven Byggmodul AB와 BoKlok을 선정함. 여기에 독일 기업으로 Kleusberg GmbH & Co. KG까지 총 5개 기업을 사례분석 대상으로 선정함.

- 유럽 MMC 기업의 사례분석은 기업의 홈페이지, 선행 연구 등의 문헌조사를 중심으로 시행하였음. 도출된 기업의 베스트 프랙티스에 대한 적절성과 시의성을 검증하기 위해 관련 분야 전문가를 대상으로 설문조사를 시행하였음.

- 설문조사에서는 유럽의 MMC 기업의 기술 전략 활용을 극대화하기 위한 정부의 지원 체계와 방안에 대한 의견을 수렴하고 본 연구의 결론과 제언을 도출함.

〈그림 2〉 연구의 흐름



II 유럽 건설시장과 MMC 동향

1. 유럽 MMC 시장의 동향

- Global Market Insights²⁾에 따르면 모듈러와 프리팹 중심의 세계 MMC 시장 규모는 2020년 기준 1,296억 달러로 추정됨. 2021년부터 세계 MMC 시장은 2027년까지 연평균 6.5%의 성장률을 기록할 것으로 예상됨.

 - 2020년 기준으로 타입별로는 영구(permanent) 타입이 650억 달러 이상을 차지하는 반면에 이동 가능(relocatable) 타입은 600억 달러 이상으로 추정됨.
 - 재료별로는 철제 비중이 590억 달러, 목재 비중이 500억 달러 이상을 차지하는 것으로 추정됨.
- 2020년을 기준으로 유럽의 MMC 시장은 500억 달러 규모 이상으로 세계에서 가장 큰 규모를 형성하고 있음.

 - 정부의 적극적인 지원과 수요 증가로 인해 유럽의 모듈식 및 조립식 중심의 MMC 시장은 2027년에 약 800억 달러 규모를 넘어설 것으로 전망됨.
- Global Market Insights에 따르면 유럽은 전 세계에서 MMC가 가장 활발히 이루어지고 있는 지역으로, 정부의 모듈식 및 조립식 건물 채택이 증가에 힘입어 시장이 지속해서 성장할 것으로 전망됨.
- 특히, 인구 증가와 주택 부족으로 인해 유럽 전역에서 모듈식 주택의 수요가 높아지고 있으며, 합리적인 가격의 주택을 건설하기 위한 효과적인 수단으로 모듈식 건설방식이 주목받고 있음.

2) <https://www.gminsights.com/industry-analysis/modular-and-prefabricated-construction-market>

〈그림 3〉 세계 지역별 모듈식 및 조립식 건설 시장 규모



자료 : Global Market Insights(2021).

- ❑ 2차 세계대전 후 약 10년간 45만개의 MMC 방식의 주택을 제공하는 등 유럽 건설시장에서 MMC는 정부의 지원 속에 관심을 받았음에도 불구하고 시장에서 정착하지 못함.

 - 특히, 영국에서는 1968년 웨스트햄의 로난 포인트에 모듈러 방식으로 건설된 22층 높이의 주거용 건물이 붕괴하면서 4명이 사망하고 17명이 다치는 참사가 발생함. 이 사건으로 인해 모듈러 방식에 안전성 문제가 대두되면서 시장에서 신뢰를 잃음.
 - 또한, MMC 방식은 수익성 측면에서 전통적인 건설방식과 비교해 성공적이지 못했는데, 특히, 초기 비용 절감이 이루어지지 못했던 것이 규모의 경제를 달성하지 못한 주요 원인으로 평가됨.

- ❑ 하지만, 인구 증가, 주택 부족 및 주택가격 상승, 환경과 지속가능성에 관한 관심 증가, 산업의 생산성 및 근로자 안전 이슈 등으로 전 세계적으로 MMC에 대한 투자 및 수요가 증가하고 있음.

 - MMC는 합리적인 가격에 빠른 속도로 주택을 공급할 수 있어 주택문제를 해결할 수 있는 대안으로 떠오르고 있음.
 - 또한, 공장 생산방식은 생산성의 향상과 근로자의 안전한 작업 환경을 담보할 수 있고, 생산과정에서 환경 피해 최소화과 균일한 품질의 제품을 생산함으로써 최종 시설물의 품질도 높일 수 있음.

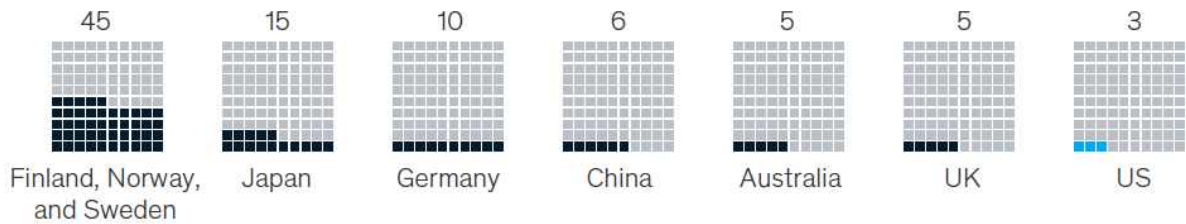
- ❑ 〈그림 4〉에서 보듯이 핀란드, 노르웨이, 스웨덴은 국내 주택에서 현장 시공방식이 아닌 탈현장화(OSC) 방식으로 건설된 주택의 비중이 45%에 이르고 있음.

- 스웨덴은 주택 부문의 약 80%가 공장제작 구조물을 활용하고 있으며, 패널 건축 시스템의 선두 국가로 평가받고 있음. 스웨덴에서 새로 건설되는 단독 주택의 45% 이상, 다세대 주택의 30% 이상에서 공장 제작방식을 활용하고 있음.

■ 영국을 포함한 서유럽 국가에서도 MMC 방식을 활용한 주택 건설이 점차 활발해지고 있음.

- 영국은 정부의 주도하에 조립식 주택에 대한 투자가 증가하고 있어, 관련 산업의 성장이 촉진되고 있음. 매년 영국에서 건설되는 20만여 주택 중 1만 5,000여 주택은 모듈러 주택임.
- 이탈리아에서는 지진이 자주 발생하는 지역을 중심으로 조립식 강철 내진 주택에 대한 수요가 증가할 것으로 전망됨.

〈그림 4〉 국가별 주택에서 OSC가 차지하는 비중(%)



자료 : McKinsey(2019), Scaling modular construction.

2. 주요 국가별 MMC 관련 정책 동향

- 본 연구에서는 MMC 활용이 상대적으로 활발한 영국, 스칸디나비아(노르웨이, 스웨덴, 덴마크), 프랑스, 네덜란드, 독일의 관련 정책 동향을 분석하였음.

(1) 영국

- 영국은 유럽 국가 중에서도 MMC에 대한 민간과 공공의 관심이 높은 국가로 평가되고 있음. 2016년 영국의 건설리더십위원회(Construction Leadership Council)가 기술자 감소에 따른 산업의 취약성을 해결하기 위해 MMC의 필요성을 강조하면서 본격적인 관심을 얻게 됨³⁾.

- 건설리더십위원회는 보고서 ‘The Farmer Review of the UK Construction Labour Model’을 통해 2016년 기준 향후 10년간 영국의 건설 근로자 20~25%가 감소할 것으로 전망하였으며, 이 외에도 영국 건설산업이 생산성 정체, 수익성 하락, 빈번한 공기 지연 등 다양한 구조적 취약에 노출되어 있다고 지적함.
- 건설리더십위원회는 사전제작(Pre-manufactured Approach)을 활용한 산업 전환의 필요성을 위해 산업계, 발주자, 정부 간 협력이 필요함을 주장함. 또한, 영국의 건설기술자 교육 훈련을 담당하는 CITB(Construction Industry Training Board)의 교육 및 양성 프로그램도 MMC 확대에 대응할 필요가 있다고 강조함.

- 2017년 영국 주택·지방정부부는 ‘Fixing Our Broken Housing Market’ 보고서를 통해 주택공급의 문제점을 지적하고 이를 해결하기 위한 OSC 활용계획과 관련 보증제도 및 예산지원 등을 제시함.

- 주택공급계획 실행을 위한 부지 확보, 주택 건설공기 단축, 주택시장 다변화 등을 목표로 주택인프라 기금(Housing Infrastructure Fund), 주택건설 기금(Home Building Fund), 건설 가속화 프로그램(Accelerated Construction Program), 저·중소득층 임대주택 프로그램(Affordable Homes Program) 등 재정적·제도적 지원정책을 제시함.
- 영국 정부는 23억 파운드(약 3조 5천억원) 규모의 주택인프라 기금, 30억 파운드(약 4조 5천억원) 규모의 주택건설 기금을 조성 및 지원함.
- 또한, 영국 혁신(Innovative UK)의 일환으로 조성된 Industrial Challenge Strategy Fund는 2020년부터 시작되는 3년 프로젝트인 AIMCH(Advanced Industrialized Methods for Construction of Homes)를 포함하여 많은 설계 및 건설 연구 프로젝트에 자금을 지원하고 있음.

3) Farmer, M.(2016) The Farmer Review of the UK Construction Labour Model, Construction Leadership Council.

- AIMCH는 MMC 방식으로 연간 12만가구 건설을 목표로 하는 프로젝트임. 프로젝트 기간 동안 MMC 방식의 건설이 주택 부문이 현재 직면하고 있는 기술 부족, 노동력 고령화, 낮은 생산성, 낮은 생산량 및 낮은 경제성 등을 해결하는 데 효과적인 대안이라는 것을 증명하게 될 것임.

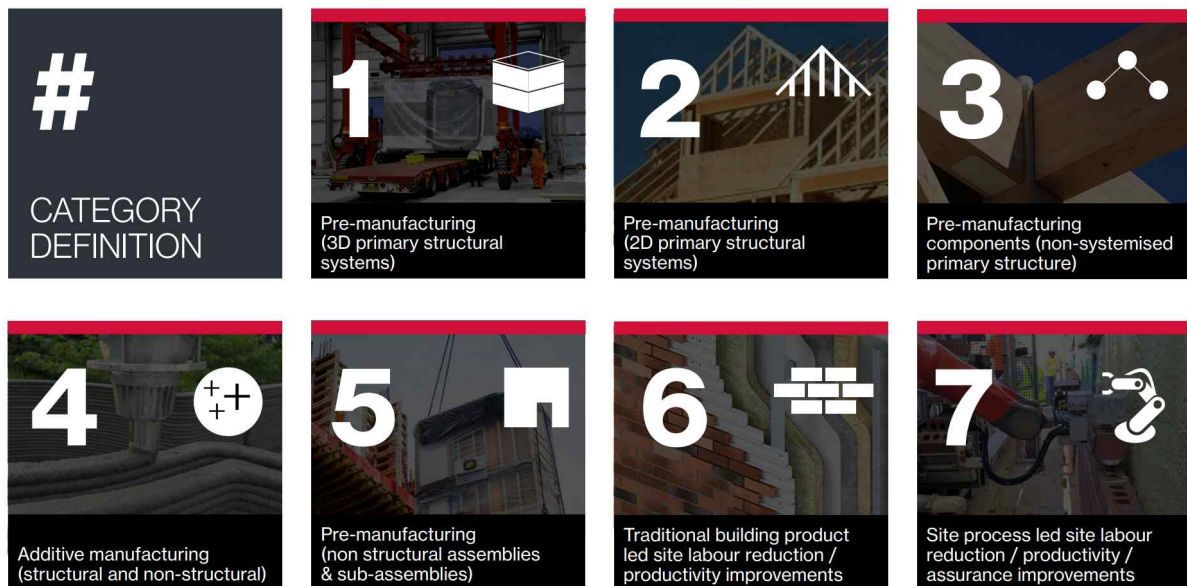
2017년 4월 영국 하원 주택·지방정부위원회는 ‘Capacity in the Homebuilding Industry’ 보고서를 통해 OSC를 포함한 다양한 MMC 활용만이 영국이 직면한 주택 공급난을 해결할 방안임을 강조함.

- 이후 재무부는 같은 11월 교통부, 보건부, 교육부, 법무부, 국방부 등 5개 주요 부처의 공공조달에 있어 OSC를 우선하여 활용하는 ‘Presumption in Favour of MMC’를 발표함.

2019년 주택·지방정부부는 MMC(Modern Method of Construction) 보고서를 통해 주택부문의 MMC 투자 및 지원, 데이터 추적 및 관리 필요성 등을 강조함.

- 또한, 주택분야 MMC에 대한 사업참여자의 이해 제고 및 활성화를 위해 현장 외부에서의 2차원·3차원 구조체 및 주요부재의 사전제작(①~⑤단계), 현장 투입인력 저감이 가능한 생산기술(⑥~⑦단계) 등 단계별 개념을 정립함.

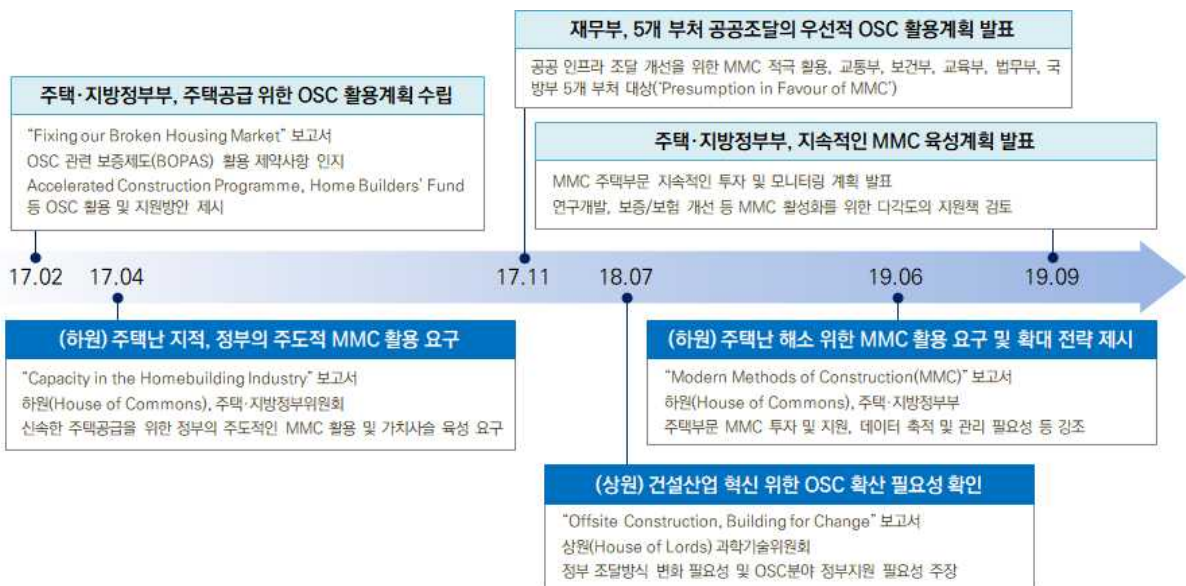
〈그림 5〉 MMC 단계별 정의



자료 : Ministry of HCLG(2019), Modern Methods of Construction: Introducing the MMC Definition Framework.

- 2020년 12월 영국 정부는 공공 발주기관의 사업 기획, 발주, 계약, 운영 지침 등을 담은 ‘Construction Playbook’ 발간을 통해 MMC 확산을 위한 기반을 구축하는 일환으로 시설물의 공통 설계요소 및 표준 시방기준을 개정해 상호운용성을 확대할 계획을 제시함.
- 상술한 바와 같이, 영국 정부는 기술적 측면보다는 MMC의 확산이 가능한 산업 환경을 구축해 건설기업의 자발적 참여를 유인하는 정책적 접근에 집중하고 있음.

〈그림 6〉 영국의 MMC 관련 지원정책의 동향



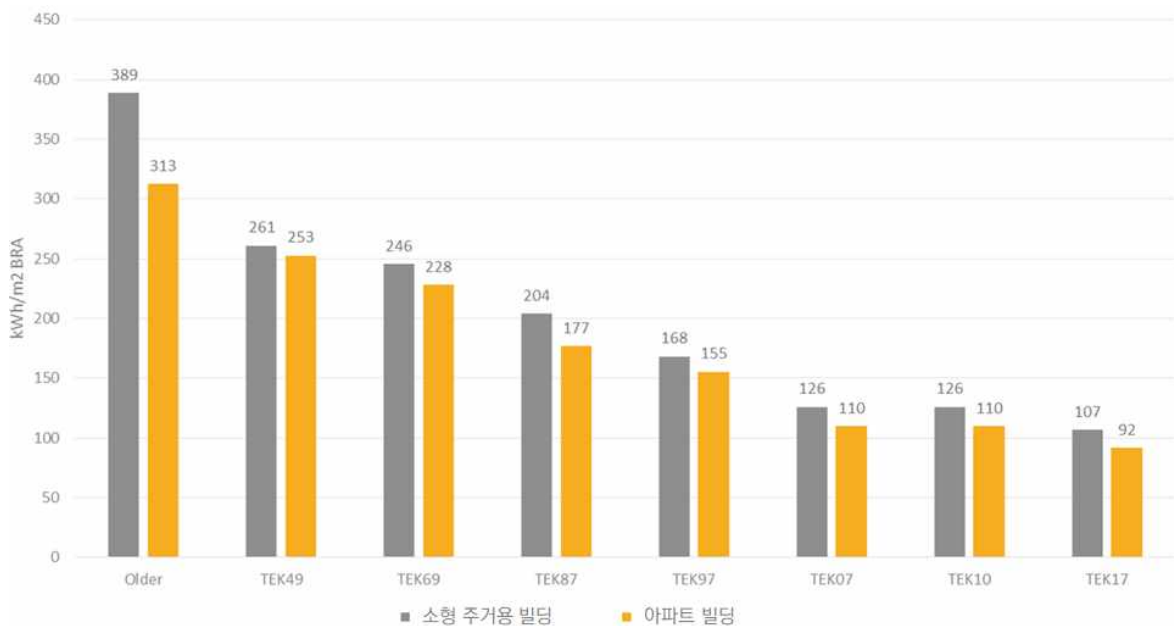
(2) 스칸디나비아(노르웨이, 스웨덴, 덴마크)

- 스칸디나비아는 전 세계에서 MMC의 활용이 가장 활발히 이루어져 온 지역으로, MMC 육성을 위한 정부의 지원정책은 별도로 존재하지 않음.
 - 북유럽의 풍부한 목재 자원과 혹독한 기후조건(긴 겨울과 높은 강우량)은 역사적으로 오랫동안 주택 업체들이 목재를 활용하여 단열이 잘 되는 고품질 주택을 빠르고 효율적으로 지을 수 있는 방향을 모색하도록 하였음.
 - 이에 따른 영향으로 북유럽은 전 세계적으로 MMC의 활용이 가장 높은 지역이 되었고, 정부의 특별한 지원정책 없이도 해당 산업이 발달하게 되었음.

■ MMC가 발달할 수밖에 없었던 지리적 이유 이외에도, 노르웨이의 높은 에너지 효율 기준은 MMC 활용을 촉진하는 요인으로 작용하고 있음.

- 노르웨이는 건설 관련 규정(Regulations on technical requirements for construction works)을 통해 건물의 에너지 효율 기준을 점차 높여왔음.
- 2007년에 제정된 TEK07은 1997년에 제정된 규정인 TEK97에 비해 25% 이상의 에너지 감축 기준을, 2017년에 제정된 TEK17은 TEK07에 비해 약 15%의 에너지 감축 기준을 제시함.
- 각 규정에서 제시하는 에너지양(kWh/m²)은 아래 그림과 같으며, 최근 규정일수록 더 낮은 에너지 양을 요구하는 것을 알 수 있음.

〈그림 7〉 노르웨이 건물 에너지 소비 기준의 변화



자료 : Multiconsult(2020), Residential building portfolio-carbon and energy footprint.

■ 덴마크의 높은 전기세율 또한 목재프레임 활용을 촉진하는 요인으로 작용하고 있음.

- 2020년을 기준으로 OECD 국가 전체의 가정용 전기요금 평균을 100이라고 했을 때, 덴마크 180, 핀란드 122, 스웨덴 102 수준임. 한국의 가정용 전기요금 수준은 61임.⁴⁾

4) KEPCO(<https://home.kepco.co.kr/kepco/EB/A/htmlView/EBAAHP007.do>).

(3) 프랑스

프랑스에서는 전통적으로 콘크리트 기반의 건설방식이 지배적으로 활용되고 있는데, 이는 지난 1950년 도시환경을 구성하는 아파트를 건설하는 데 콘크리트를 활용한 방식이 가장 빠르고 경제적이었기 때문임.

- 때문에, 프랑스 건축물의 10% 정도만이 목재를 활용한 MMC 방식이 적용되었으며 대부분이 단독 주택에 한정되어 있음. 하지만, 최근 환경에 미치는 영향과 낮은 건설 생산성에 대한 우려가 증가하면서 MMC에 관한 관심이 높아짐.
- 목재를 활용한 MMC 방식으로 건설된 사업은 여전히 전통방식보다 비용이 10% 정도 높은 수준임. 현재 프랑스 내에 MMC 방식으로 건설된 사업은 소수에 그치고 있음(그림 8) 참조.

〈그림 8〉 Toulouse의 모듈러 목재 아파트(좌)와 Strasbourg의 11층 목조건물(우)



자료 : https://www.archdaily.com/787698/50-modular-timber-apartments-ppa-architectures?ad_source=search&ad_medium=projects_tab(좌), <https://www.glulam.org/ff-portfolio/sensations-strasbourg-2/>(우).

지난 2019년 프랑스 정부는 주택 및 건설 부문의 생산방식을 MMC로 전환하기 위한 투자의 필요성을 강조한 바 있음. 하지만, 이를 실현하기 위한 구체적인 정책이나 대책은 발표되지 않은 상황임.

- 2018년 11월 도입된 EVAN law(Evolution of housing, development and digital world)에서는 프리팹 건설 자재가 건설산업에 통합되도록 하기 위한 목적으로 프리팹 건설 자재에 대해 정의함.

프랑스 정부는 최근 2022년부터 정부가 지원하는 공공 건설사업은 최소 50%의 목재(timber)나 다른 천연자재(natural materials)로 건설해야 한다는 「지속가능성법(sustainability law)」 계획을 발표함.

- 해당 법안으로 인해 탈현장 방식의 목재 건설이 크게 촉진될 것으로 기대하고 있음.

(4) 네덜란드

- 탈현장화 건설방식과 순환성(circularity)은 네덜란드 건설산업에 있어 이미 주요 주제임. 암스테르담 주택 협회는 순환성 및 자재 재사용 원칙을 기반으로 오래된 건물을 개조하고 에너지 효율을 높일 계획임.

 - 전국의 많은 전통방식으로 건설된 시설물의 재건축을 위해 MMC 방식을 활용한 시범사업 형태의 프로젝트가 추진되고 있음.
- 네덜란드 정부는 최초 구매자와 중산층을 위해 합리적인 가격의 주택공급이 필요한 상황임. 이에 주택 건설기업이 좀 더 빠르고 경제적으로 주택을 건설할 수 있는 방식을 활용하기를 기대하고 있음.

 - 네덜란드 정부는 중산층 등을 위한 주택공급 부족을 완화하는 데 MMC 방식의 주택 건설이 효과적일 것으로 인식하고 있어, 주택 기업과 함께 MMC 방식의 확대에 대한 논의를 본격화하고 있음.

(5) 독일

- 독일 역시 정부의 지원 없이 MMC가 발달한 국가로, 2차 세계대전 이후 단기간에 주택을 공급하고 국토를 개발하기 위해 MMC를 활용하였음.

 - 독일은 2차 세계대전을 거치며 항공기, 자동차 등의 제조 기술이 발달한 국가로, 이러한 기술을 바탕으로 주택의 공장제작 기술도 발전하게 되었음.
 - 독일의 기술력과 높은 주택 수요가 맞물려 정부의 특별한 지원 없이도 자연스럽게 MMC 수요가 형성되고 이를 바탕으로 시장이 발달하였음.
- 2014년부터 시행되고 있는 독일의 에너지 절약 조례(EnEV, Energieeinsparverordnung)는 기존 건물과 신규 건물의 에너지 효율 수준을 지정함으로써 프리팹 시장에 긍정적인 영향을 미치고 있음.

 - 독일 에너지 절약 및 기후 보호 정책의 중심인 EnEV는 2050년까지 건설 에너지 소비를 2010년 대비 약 60% 절감하고자 하는 연방정부의 에너지 정책 목표 달성을 지원함. EnEV는 건물 구조와 난방 시스템의 표준을 정의하고 신규 건물과 기존 건물의 에너지 효율성을 지정함.
 - 에너지 절약 건설 기법으로서 MMC가 선호되므로, EnEV는 MMC의 발달에 긍정적인 영향을 미침.

III 유럽 MMC 전문 기업의 성과와 전략

■ 본 연구에서는 유럽의 MMC 전문기업 다섯 개를 선정하여 각 기업의 성과와 기술전략의 특징 및 운영 현황을 분석하였음.

- 높은 매출을 올리고 있는 대기업과 더불어 최근 성장세가 두드러지는 중소기업도 분석 대상기업에 포함함. 또한, MMC 선도 기업이면서 유럽 내 특정 국가에 지나치게 편중되지 않도록 여러 국가의 기업을 대상으로 선정함.

■ 유럽에서 건설시장의 규모가 가장 크고 MMC 확대를 위한 정부의 의지가 강한 영국의 모듈러 기업인 Laing O'Rourke와 세계 최대 규모의 모듈러 주택 공장을 보유한 Legal & General Modular Homes를 선정함.

- 북유럽 국가인 노르웨이와 스웨덴에서 손꼽는 기업으로 Moelven Byggmodul AB와 세계적 건설그룹 스칸스카에 속한 모듈러 주택 개발 기업인 BoKlok을 선정함. 독일의 중견기업으로 세 개 브랜드 라인과 독일 내 여섯 개 공장을 보유한 Kleusberg GmbH & Co. KG를 선정함.

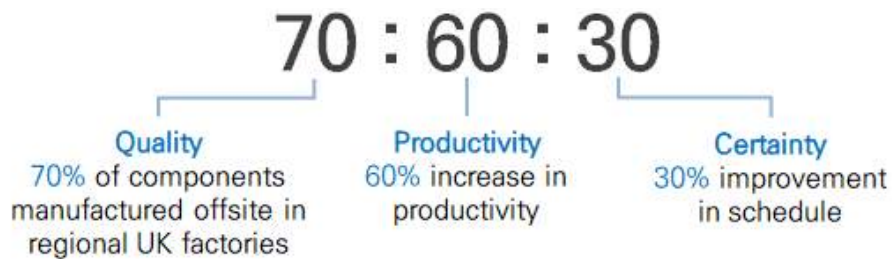
〈표 1〉 분석 대상 기업 개요

	Laing O'Rourke	Moelven Byggmodul AB	Kleusberg GmbH & Co. KG	BoKlok (Skanska)	Legal & General Modular Homes
국적	영국	노르웨이	독일	스웨덴	영국
매출 (2021년)	3조 9,886억원	2,094억원	3,372억원	자료 없음	자료 없음
직원 수 (2021년)	9,866명	470명	1,100명	408명	자료 없음
특징	<ul style="list-style-type: none"> • 영국의 손꼽히는 종합건설기업 • 유럽을 대표하는 모듈러 기업 • 유럽에서 가장 크고 자동화된 사전제작 공장 보유 	<ul style="list-style-type: none"> • 모엘벤은 스칸디나비아의 대표적 목재 가공 그룹 • 목재 건축 모듈 생산 선도 기업 	<ul style="list-style-type: none"> • 임대 모듈러 주택을 주요 영업 부문으로 하는 중견기업 • 독일 내 여섯 개 공장 보유 • 임대 주택 종류에 따른 세 가지 브랜드 구성 	<ul style="list-style-type: none"> • 세계적 건설그룹 스칸스카에 속한 모듈러 주택 개발 기업 • 스칸스카와 이케아(IKEA)가 공동 투자하여 설립 	<ul style="list-style-type: none"> • L&G는 다국적 금융기업 • 세계 최대 규모의 모듈러 주택 공장 보유 • 공공사업 수행

1. Laing O'Rourke

- 영국의 대표적인 다국적 종합건설기업 중 하나인 Laing O'Rourke(이하 랭오룩)은 유럽을 대표하는 모듈러 기업으로 1948년 설립됨. 유럽과 호주를 중심으로 운영되고 있으며, 빌딩 및 인프라 건설, 투자 및 개발, 모듈러 제조, 엔지니어링 등의 다양한 분야에서 사업을 수행함.
- 랭오룩은 “DfMA 70:60:30”이라는 전략 아래에 2025년까지 건설의 90%를 공장 생산 방식으로 수행하는 것을 목표로 해당 방식의 지속적 확장을 도모하고 있음.
 - DfMA 70:60:30은 건설작업의 70%가 OSC 방식으로 추진되고, 이를 기반으로 생산성이 60% 향상되고 공사 기간이 30% 단축된다는 의미임.

〈그림 11〉 Laing O'Rourke의 DfMA 70:60:30



- 최근 DfMA 70:60:30 전략을 기반으로 Crossrail 역사, Edinburgh St James 재개발, Manchester 공항 확장 사업, Westgate Oxford 쇼핑 센터 사업, The Grange University 병원 등 다양한 사업을 수행함.
- 또한, 랭오룩은 디지털 트윈(digital twin) 전략을 적극적으로 활용하고 있음. 건설 단계, 공장 계획, 병목 현상 해결, 물류, 경로 계획 및 건설 환경 시뮬레이션 등 생산 프로세스 전반에 걸쳐 활용하고 있음.
- 랭오룩은 공항, 병원, 철도시설, 학교, 호텔, 상업용 빌딩 등 약 340개 이상의 사업을 DfMA와 OSC 방식을 활용하여 수행함.

최근 준공된 대표적인 사업은 사우스웨일스에 위치한 560개 병상 규모의 총사업비 3억 5천만 유로에 달하는 Grange 대학병원(The Grange University Hospital)으로 OSC 방식을 70% 이상 활용함. Grange 병원은 821개의 프리캐스트 기둥과 1,200개의 프리캐스트 벽을 포함하여 약 8,000여 개의 프리캐스트 콘크리트 부재를 조립하여 건설됨.

- Grange 대학병원은 코로나19로 인해 중환자 치료를 위한 의료시설이 시급했던 상황에서 DfMA 방식을 통해 예정보다 4개월 빠른 2022년 11월에 준공됨. 또한, 23만 7천 시간에 이르는 현장(site) 근무시간(working hours) 단축 효과를 거둠.

2009년부터 운영되고 있는 랭오룩의 Centre of Excellence for Modern Construction (CEMC)은 자동화 공정을 갖춘 유럽에서 가장 규모가 큰 공장으로 콘크리트 사전제작 및 조립이 가능함.

- CEMC에서는 400여명의 직원이 매주 축구장을 완전히 덮을 수 있는 넓이(9,000m²)의 바닥(Lattice floor) 및 벽(Twin wall)을 생산할 수 있음. 또한, 50시간 이상 소요되는 철근 배근 작업을 2명의 인력이 21시간에 12개까지 가능한 철근 배근 작업 자동화 시설을 갖추고 있음.
- 랭오룩이 지난 십여 년간 2억 파운드 이상을 투자한 노팅엄셔(Nottinghamshire)에 위치한 CEMC은 현재까지 영국 내 350개 이상의 건설사업에 필요한 부재를 생산했음.

〈그림 12〉 CEMC의 자동화 공정 설비



자료 : Laing O'Rourke 홈페이지(<https://www.laingorourke.com>).

DfMA 기반의 자동화 공장 설비 외에도 랭오룩의 MMC 체계 특성 중의 하나는 현장 적시 운송(JIT, Just in Time) 시스템임. 공장에서 사전 제작된 제품의 운송 과정을 직접 관리하기 위해 별도의 조직인 Explore Transport를 운영하고 있음.

- Explore Transport는 공장(CEMC)에서 생산된 제품(Lattice floor, Twin wall 등)을 적시에(JIT) 각각의 프로젝트 현장으로 운송하기 위해, 실시간 데이터 분석을 통한 공급망에 영향을 줄 수 있는 요인 사전 도출과 기상조건 반영이 가능한 시스템을 운영하고 있음.

- 령오룩은 자동화 공장 외에도 생산 제품을 장기 보관할 수 있는 별도의 공간을 보유하고 있어, 통합적인 공급망을 구축하는 데 유리함.
- 또한, 령오룩은 Explore Transport 중심의 통합 공급망 운영을 통해 사전에 소요 비용에 대한 예측력을 높이고 운송 과정에서 발생할 수 있는 위험 및 불확실성을 최소화하고 있음.

〈그림 13〉 CEMC의 물류 현장



자료 : Laing O'Rourke 홈페이지(<https://www.laingorourke.com>).

2. Moelven Byggmodul AB

스칸디나비아 지역에서 손꼽히는 글로벌 목재 가공 그룹인 Moelven(모엘벤) 그룹은 1988년 설립되었으며 노르웨이 Moelv에 본사를 두고 있음.

- 모엘벤 그룹의 사업분야는 목재(Wood), 가공 목재(Timber), 건설 시스템(Construction System)으로 구분되며 그룹 산하에 30여 개의 자회사가 있음.
- 건설시스템 부문에 속한 Moelven Byggmodul AB는 목재 건축 모듈을 생산하는 북유럽의 대표적인 기업으로 알려져 있음. 연간 약 6,000여 개의 모듈을 생산할 수 있을 뿐만 아니라 현장에서 직접 시공도 수행하고 있음.

■ 모엘벤 그룹이 수행한 사업 중 시그니처로 평가받는 사업은 노르웨이의 수도 오슬로 북동쪽에 위치한 도시 브루먼달(Brumunddal)에 85.4m 높이(18층)의 목조 빌딩인 미에스토르네(Mjostarnet)임.

- 아파트, 호텔, 사무실, 레스토랑 등으로 구성된 미에스토르네는 2017년 4월에 착공하고 2년 후인 2019년 3월 준공되었으며, 총 높이는 85.4m로 세계에서 가장 높은 목조건축물임. 두 번째로 높은 목조건축물은 최근 준공된 스웨덴의 사라 문화센터로 20층으로 80m에 이릅니다.
- 사용된 주요 건축 자재는 구조물의 뼈대를 이루고 있는 글루램(구조용 집성재)이며 서로 직각으로 교차시켜 접착하여 쌓아 올리는 형태로 건설됨. 글루램은 일반 목재보다 수분 함유율이 낮고 나무의 단점인 휨과 뒤틀림이 없는 반면 강도는 훨씬 높은 특징을 가지고 있음. 미에스토르네는 온실가스 배출 최소화 및 친환경 목조건축물로 평가받고 있음.

〈그림 14〉 Moelven 그룹의 미에스토르네



자료 : Moelven 홈페이지(<https://www.moelven.com/>).

■ Moelven Byggmodul AB는 공동주택, 교육시설, 커뮤니티 센터, 사무실 등 다양한 시설물을 모듈러 방식으로 시공하고 있음.

- 턴키 방식으로 수행한 Miljo 공동주택의 경우 35m², 65m² 평수로 이루어져 있는 4~6층의 5개 동 규모로, 친환경 인증을 받음. 2013년 건설된 4층 높이의 Skagershuset 공동주택은 2014년에 ‘올해의 스톡홀름 건물’로 선정되고, 4개월 만에 건설된 공동주택인 Cederhusen은 Haninge 건축상을 받기도 하였음.
- Moelven Byggmodul AB는 영구주택뿐만 아니라 2020년부터 Kilsboden이라는 브랜드로 임시시설(Shed)도 건설하고 있음. 임시시설은 사무시설(Office Shed)과 직원시설(Staff Sheds), 숙박시설

(Accommodation stalls), 화장실(Toilet sheds)로 구분되는데, 각 모듈마다 환기시설, 수도(상하수도) 및 전기시설이 설치되어 있음.

- 학교 및 유치원 등 교육시설은 목재 모듈러 공법을 통해 조속한 시공이 가능할 뿐만 아니라, 학생 수 변동 등에 따라 건물을 이동시키거나 증축이 쉽다는 장점이 있음.

〈그림 15〉 Moelven Byggmodul AB의 모듈러 건축물



Miljo 공동주택 - 친환경 인증



Cedergusen 공동주택 - Haninge 건축상



Skagershuset 공동주택 - 올해의 스톡홀름 건물(2014)



교육시설 (Balderso)

자료 : Moelven Byggmodul AB 홈페이지

(<https://www.moelven.com/se/om-moelven/division-byggsystem/moelven-byggmodul-ab/>).

Moelven Byggmodul AB는 모듈러의 생산성을 높이고 제품의 품질 제고 및 직원의 안전 확보를 위해 린(lean) 기술 기반의 로봇 자동화 생산시설에 투자함.

- 린 기술 기반의 자동화된 생산 라인을 통한 일일 모듈 생산량은 기존 14개에서 50개로 증가함. Moelven Byggmodul AB에서 생산하는 모듈러 주택은 욕실 타일, 주방 입구 등 거의 모든 설치 작업을 마쳐서 출하됨.
- Moelven Byggmodul AB의 모듈러 생산시설은 노르웨이 Torsby, Kil, Säffle 등에 위치하고 있으며 연간 모듈 생산량은 약 6,000개에 이릅니다.

〈그림 16〉 Moelven Byggmodul AB 모듈러 생산시설의 특징



자료 : Moelven Byggmodul AB 홈페이지
 (https://www.moelven.com/se/om-moelven/division-byggsystem/moelven-byggmodul-ab/).

3. Kleusberg GmbH & Co. KG

■ Kleusberg GmbH & Co. KG(이하 클로이스베르크)는 독일 뷔센(Wissen) 에 본사를 두고 있는 중견기업으로 1948년에 설립되었으며, 임대 모듈러 주택 건설이 주력 사업 분야임.

- 가구 및 목공 기업으로 출발한 클로이스베르크는 1968년 사전제작 방식을 통해 학교 시설을 건설했고, 1972년에는 사무실 모듈을 제작한 바 있음. 1988년 조립식 및 시스템 구조 제조업체로 사업 영역을 전환하고, 1990년에는 모듈러 공법을 활용해 의료시설을 건설함.

■ 클로이스베르크는 2021년 ‘독일에서 최고의 성장성과 수익성을 보인 100대 중소기업’에 17위로 선정됨. 2021년 약 2억 5,000만 유로의 매출을 달성하였는데, 이는 2016년 이후 매년 14.1%씩 성장한 수치임.

■ 클로이스베르크는 토지 조달부터 설계, 엔지니어링, 제조, 시공, 운영 및 유지보수까지 사업의 전 단계에 걸친 역량을 보유하고 있음.

- 사전제작에 착수하기 전 개발 단계에서는 토지 검색, 수요 결정 및 타당성 조사, 자금 조달 방안 설정, 기능적 요구사항 정의 등과 같은 사업 기획을 수행함.
 - 다음으로 건설, 설계, 기술장비 등과 관련된 모든 세부 사항을 명확히 정의하고, BIM을 활용하여 프로젝트와 관련된 다양한 주체 간 의사소통과 의견 조율을 진행함.
 - 공장에서의 사전제작과 현장에서의 조립 작업을 동시에 수행하며, 계획된 작업 절차가 빠르고 안정적으로 추진될 수 있는 사업관리 체계를 보유하고 있음.

■ 클로이스베르크의 사업 영역은 시설물을 직접 설계 및 시공하는 모듈러 건설

(construction)과 제작된 모듈러 시설의 임대(rental), 시설물 내부 구조물(in-plant structures)을 시공하는 부문으로 구분할 수 있음.

❖ 클로이스베르크는 모듈러 공법을 활용해 주택을 비롯해 업무시설, 교육시설, 의료시설 등 다양한 상품 포트폴리오를 제공하고 있음.

- 클로이스베르크의 모듈러 건물은 설계와 구조적 측면에서 컨테이너 솔루션과 차별화된 경쟁력을 보유하고 있음. 특히, 에너지 효율 고도화를 비롯해 내화, 단열, 실내 공기 정화, 방음 부문에서 높은 기술력을 보유함.
- 클로이스베르크는 독일건축기술연구소(German Institute for Building Technology, DIBt)와 함께 영구적 모듈식(room cell) 건물에 대한 화재 방지 표준을 재정의하고, 모듈식 시공 업체 중 최초로 해당 내화 조건을 충족하여 승인(aBG)을 받음.

❖ 클로이스베르크는 BIM을 사업 계획부터 모듈 제작, 시공 및 운영에 이르기까지 모든 단계에서 활용함. BIM을 통해 프로젝트의 예측 가능성을 높이고 시뮬레이션과 최적화 시행 및 안전도 높이는 효과를 거두고 있음.

- 또한, '디지털 트윈' 방식을 활용하여 오류를 최소화하고 공사 완료 후 시설관리의 효율성도 높임. 사업 수행 시 생산된 모든 데이터는 전체 프로세스에 참여하는 참여자가 실시간으로 공유할 수 있는 시스템을 운영하고 있음.

❖ <그림 15>에서 보듯이 모듈러 방식으로 건설된 클로이스베르크의 대표적인 상품별 사업은 2019년에 건설된 업무시설인 오스람(Osram) 기업의 'Innovation Office'를 포함해 다수가 있음.

- Innovation Office는 5층 높이로 총 10개월의 건설 기간 중 6개월 반 동안 조립이 이루어짐. 1층에는 사무실 외에도 사위실, 탈의실, 각종 기술실, 직원 키오스크 등이 마련되어 있으며, 건물 옥상에는 자체 에너지 수요를 담당하는 옥상 면적의 3/4을 차지하는 태양광 발전 시스템이 있음.
- 베를린에 위치한 Hausburg 초등학교 건물의 경우, 철근 골격을 주로 활용했던 다른 프로젝트와 달리 목재 구조로 구성되었음. 3층 높이의 건물을 짓기 위해 공장에서 4주간 75개의 모듈을 생산하였으며, 모듈은 학교의 수요변화에 따라 이동 및 재조립이 가능하며 공사 기간은 9개월이 소요되었음.
- 모듈러 방식을 활용한 의료시설인 Bad Kissingen에 위치한 2,200m² 규모의 Kidney Center는 2020년에 설계 완료 이후 5개월 반 만에 완공되었음. City and Country는 총 78세대로 구성된 공동주택으로, 세대별로 방 1개에서 4개의 규모로 구성되어 있으며, 3~4층 건물 7개로 이루어져 있음.

〈그림 17〉 Kleusberg의 모듈러 건축물



자료 : Kleusberg 홈페이지(<https://www.kleusberg.de/>).

❑ 클로이스베르크는 이동식 모듈 임대 부문에서도 높은 경쟁력을 보유하고 있음. 현재 운영 중인 상품은 Moduline Building System, Rental System PLUS, Rental System SOLID로 구성되어 있음.

- 업무 또는 교육시설 중심인 Moduline building system은 임시 및 영구건물 승인을 모두 받을 수 있는 건물 모듈을 제공하며 장기 임대 또는 임대 후 구매가 가능함.
- Rental system PLUS는 2만 6,000개 이상의 자체 임대 유닛을 활용하여 사무실, 학교, 휴게실, 숙소 등을 제공함. Rental system SOLID는 건설 현장에서 사용되는 컨테이너를 제공함.

❑ In-plant Structures 부문은 클로이스베르크의 Trendline System Room이라는 시스템을 이용해 시설물 내부에 사용자의 요구에 따른 다양한 옵션을 제공하는 서비스로 컨테이너(container)와 홀(hall) 설치로 구분됨.

- 시스템 컨테이너는 Solid System Container와 System container PLUS로 구분됨. Solid System Container는 건설 현장에 적합한 자재 컨테이너로, System container PLUS는 사무실

등으로 활용 가능한 임시 컨테이너 형태로 제공됨. Solid System Container와 System container PLUS 모두 3층 높이까지 적재할 수 있음.

- 홀 설치 부문은 시설물 내 파티션 벽체, 이동 가능형 사무실, 회의실 등의 다양한 공간 모듈을 제공하고 있음. 또한, 제조 또는 과학 연구 활동에 사용되는 클린룸도 Class ISO 5~9까지 수준으로 제공이 가능함.

〈그림 18〉 Kleusberg의 홀 설치(Hall Installations)



자료 : Kleusberg 홈페이지(<https://www.kleusberg.de/>).

클로이스베르크는 모듈 생산시설 투자를 지속하고 있는데 현재 독일에만 6개의 제조 시설을 운영하고 있으며, 매주 4,500m² 면적에 해당하는 모듈을 생산하고 있음.

- 본사가 위치한 Wissen에 있는 Wissen-Wisshof가 처음 건설되었으며, 1992년에 Kabelsketal 주에 1만 6,300m² 면적의 최첨단 모듈 생산 공장인 Dölbau가 건설됨. 이후 2009년과 2011년에 Remseck과 Wissen에 7,500m² 이상의 생산 면적을 갖춘 Remseck-Neckar와 Wissen-Frankenthal 공장을 건설함.
- Hövels에 3만m² 면적의 클로이스베르크 모듈 생산시설이 건설되었으며 가장 최근인 2018년에는 Gröbers에 6번째 공장이 20만m² 규모로 건설됨.

클로이스베르크는 기술인력의 경쟁력 유지를 위해 Dölbau와 Wissen-Wisshof에 자체 교육센터를 설립하여 기술훈련을 진행하고 있음.

- 2011년과 2012년, 2개의 교육센터에 백만 유로 이상을 투자하여 Wissen과 Kabelsketal에 새로운 교육센터를 설립해, 1,100명의 전체 직원들에게 정기적인 교육을 제공함.
- 또한, 산학협력의 하나로 대학교와 협력해 재학생 및 졸업생을 대상으로 교육 훈련을 제공하고 교육 생 중에 일부를 채용하는 프로그램을 운영함.

4. BoKlok (Skanska & Ikea)

■ BoKlok(이하 보클록)은 스웨덴의 종합건설기업인 스칸스카(Skanska)와 글로벌 가구기업인 이케아(Ikea)가 공동으로 투자해 설립한 모듈러 주택(Modular Housing) 기업임.

- 스칸스카와 이케아는 합리적인 가격에 우수한 디자인, 기능 및 품질을 갖춘 지속 가능한 주택 건설을 목표로 보클록을 1996년에 설립함. 보클록은 스웨덴어로 스마트 리빙, 또는 지혜로운 머무름을 의미함.
- 보클록 투자 지분은 스칸스카와 이케아가 각각 50%씩 소유하고 있으며 현재는 스칸스카 그룹의 자회사 중의 하나임. 현재 스웨덴, 핀란드, 노르웨이, 영국에서 약 400명의 직원을 고용하고 있음.
- 주택의 설계, 시공 등은 스칸스카가 담당하고 주택 내부의 인테리어에 이케아의 가구 등의 제품을 활용하는 것이 기본 방식임.

■ 두 모기업의 높은 평판도로 인해 보클록이 공급하는 주택의 품질에 대한 소비자 신뢰도가 매우 높은 수준임. 스웨덴, 핀란드, 노르웨이에서 약 1만 3,000채의 주택을 개발 및 공급하였고, 2019년부터는 영국에도 진출하여 주택을 공급하고 있음.

- 보클록이 생산하는 주택의 평균 가격은 72m² 면적의 투 베드룸 타입의 아파트가 28만 유로(약 3억 8천만원)이며, 50m² 면적의 원 베드룸 타입의 아파트가 22만 유로(약 3억원) 수준임.

■ 보클록은 목재 기반의 모듈러 주택 사업과 관련하여 사업 기획, 제품 개발, 제조, 시공, 판매 및 고객관리까지 사업 전 단계를 수행하는 시스템을 보유하고 있음.

- 보클록은 모듈러 주택의 단순 생산 차원을 넘어 프로젝트 개발과 토지 매입, 현장 작업, 판매를 위한 마케팅까지 전 과정을 통합하여 사업을 수행하고 있음. 사업의 전체 조달 체계를 구축해 생산 비용을 절감하고, 생산 프로세스의 통합화 및 효율화를 위한 기술투자를 지속하고 있음.
- 국토의 약 70%가 산림인 스웨덴의 자연환경은 목재 기반의 모듈러 주택 생산에 결정적인 장점 중의 하나로 작용하고 있음. 환경 친화적인 목재는 구조적으로도 강성을 확보하면서도 가볍고 유연한 특성으로 인해 공장 생산에 매우 적합한 자재임. 특히, 콘크리트, 철근 등 전통적인 주택 건설의 재료와 대비해 가벼운 중량으로 운송 시 이산화탄소 배출이 적다는 장점도 있음.

■ 보클록은 스웨덴 Vimmerby 외곽의 Gullringen에 모듈러 생산을 위한 자동화 제작 시설을 운영하고 있음.

- 보클록은 자동화 시설을 통해 모듈러 주택을 구성하는 다양한 부품을 생산하고 이를 결합한 뒤에 타일 등과 같은 설비 부품을 설치함. 모듈러 주택의 공장 제작 비중은 최대 90%이며, 현장에서의

작업은 상하수도 및 전기 연결 등과 같은 유틸리티 작업과 가전제품 설치 등이 대부분으로 10% 미만임.

- 생산 프로세스의 표준화를 통해 제품과 제품 간의 생산 리드(lead) 타임을 최소화하고 제품 생산과정에서 발생하는 폐기물도 최소화하고 있음.

〈그림 19〉 BoKlok의 주택 조립 현장



자료 : BoKlok 홈페이지(<https://www.boklok.se/>).

- 보클록의 경쟁력은 기술 투자 지속과 현지화 확대가 핵심임. 보클록은 지속가능한 건설과 에너지 절약 및 탄소중립을 목표로 2018년부터 태양광 모듈을 모든 주택 상품에 설치하고 있으며, 풍력 터빈을 활용한 주택 상품 개발 등을 추진하고 있음.

- 보클록은 영국 시장 진출을 위해 잉글랜드 남부의 공급업체인 Vivid, Abri와 파트너십을 맺어 모듈러 주택을 공급하는 현지화 전략을 추진 중에 있음. 또한, 2020년에는 자동화 제조시설을 보유한 South Derbyshire에 위치한 영국 기업 Topat과 방 2~3개 크기의 주택 제조를 위한 5년 계약을 체결함.
- 또한, 에스토니아의 모듈러 기업인 Harmet의 공장에서 모듈의 일부를 제작하여 영국까지 페리로 운송해 모듈 공급의 유연성과 가격 경쟁력을 확보하고 있음.

5. Legal & General Modular Homes

- 영국의 Legal & General(이하 L&G)은 1836년 설립된 금융 서비스 및 자산 관리 기업으로 영국 최대의 생명보험 기업이자 유럽 금융 업계를 리딩하는 기업임.
- L&G는 건설기업이 아닌 금융기업임에도 불구하고 건설산업의 혁신을 추구한다는 비전하에 도시재생 사업 및 모듈러 주택 개발을 위한 대규모의 투자를 지속하고 있음.

- 사회의 이익을 위해 자본을 투자한다는 L&G의 투자목적에 따라 영국의 주택 부족 문제 해결을 위해 L&G는 모듈러 주택공급 업체인 Legal & General Modular Homes를 2015년에 설립함.

 - L&G Modular Homes는 개인 수요자에게 모듈러 주택을 판매하는 일반적인 주택 건설기업이 아님. 모듈러 주택을 공급받는 주요 고객은 주택 협회, 협의회, 대규모 개발 사업을 추진하는 기업 또는 임대업자 등임.
 - L&G Modular Homes는 합리적인 가격으로 대량의 주택을 공급함으로써 영국의 주택 위기(주택 부족 및 가격 상승)를 해결하려는 민간분야의 투자로 평가되고 있음.

- L&G Modular Homes는 Yorkshire Elmet Sherburn에 55만ft² 규모의 모듈러 주택 생산시설을 보유하고 있음. 해당 시설은 1년에 최대 3,500개의 모듈러 주택을 생산할 수 있으며, 높은 수준의 자동화 시스템을 갖추고 있음.

 - 부품 준비 및 조립 등 전체 생산 프로세스를 고려한 시스템 설계가 갖춰진 시설로 CAD 도면에 따라 자동화 기계가 석고 보드와 CLT 패널을 정밀 절단할 수 있으며, 조립 공간으로 이동되어 적재됨.
 - 특히, 싱크로리프트(synchrolifts)를 활용해 모듈 천장 유닛의 위치를 높일 수 있어 작업 인력이 편안한 위치에서 배관, 난방 및 조명 설치 가능해 현장 시공과 비교해 공사기간의 단축은 물론이고 작업의 난이도를 크게 낮춤.

〈그림 20〉 L&G Modular Homes 공장 내부



자료 : L&G Modular Homes 홈페이지(<https://www.legalandgeneral.com/modular-homes>).

- L&G Modular Homes가 생산하는 모듈러 주택은 투 베드룸 타입, 쓰리 베드룸 타입으로 구분되며, 아파트 형태는 4인 기준으로 원 베드룸 또는 투 베드룸의 타입으로 구성됨. 한편, 주택의 외관은 기본 타입을 중심으로 창문의 형태, 외벽의 질감 및 색상 등을 선택할 수 있는 다양한 옵션 선택이 가능함.

- L&G Modular Homes의 모듈러 주택은 National House Building Council, Building Property Assurance Scheme 등으로부터 품질 인증을 획득해 판매되고 있음.
- 또한, 공기 순환 열 펌프와 태양열 패널을 조합하여 주택의 탄소 배출을 감소시켜, 에너지 효율 (Energy Performance Certificates) 인증에서도 최소 A등급을 획득함. 현재 영국에서 신축되는 주택의 약 2% 미만이 EPC A의 높은 기준을 달성함.

〈그림 21〉 L&G Modular Homes의 종류



자료 : L&G Modular Homes 홈페이지(<https://www.legalandgeneral.com/modular-homes>).

- L&G Modular Homes는 Selby, Bristol, Broadstairs에 450여 채의 주택을 건설함. 특히, Selby에 건설된 154채 규모 모듈러 주택은 토지 구입, 제품 개발, 개발 승인 획득, 납품까지 전체 프로세스를 L&G Modular Homes가 단독으로 수행한 첫 번째 사업임.

 - 해당 사업은 도시 중심부의 버려진 부지를 개발하여 도시 생태계를 개선하는 에코 주택 개발 프로젝트로 추진되었음.
 - 또한, Bristol에서는 시의회와의 파트너십 구축으로 185채의 주택 건설했는데 Bristol Lockleaze 장기 도시 재생 계획의 일환이었음.
- 2016년부터 대규모 공장 설립 및 운영으로 누적 손실액이 1억 3,700만 파운드(한화 약 원)에 이르고 있지만, L&G Modular Homes는 모듈러 주택사업을 지속하고 있음.

 - 2016년부터 2020년까지 각각 £9.2m, £46.1m, £20.7m, £30.6m, £30.2m의 손실이 발생했으며 2021년에도 £46.7m를 자기자본(주식) 투자의 형식으로 추가로 투자하였음.
 - L&G Modular Homes는 단기적으로 2024년까지 연간 3,000채의 주택 생산을, 장기적으로는 연간 수천 채의 모듈러 주택을 건설할 수 있는 생산 설계, 부품 준비, 부품 조립, 공급망 등이 통합된 시스템 구축과 추가 생산시설 건설을 목표로 하고 있음.

IV MMC 확산을 위한 베스트 프랙티스

1. 유럽 시장 및 MMC 기업 분석을 통한 베스트 프랙티스

(1) 기업의 MMC 활용 유인을 위한 정책 및 제도

여러 유럽 국가들은 최근 심각해진 주택비용 상승 및 주택 부족 문제의 해결방안으로 MMC의 활용이 효과적일 것으로 판단하고, MMC를 활용한 합리적인 가격의 주택공급에 대한 논의를 발전시키고 있음.

- MMC의 활용은 건설 생산성을 높이고 높은 인건비를 수반하는 인력 투입을 줄일 수 있는 등 다양한 장점이 있지만, 특히 최근 전 세계적으로 주택가격의 크게 상승하면서 중산층을 위한 합리적인 가격의 주택공급 방안을 모색하는 과정에서 MMC가 해결방안으로 주목받고 있음.
- 영국에서 MMC 활용을 촉진하기 위한 정부의 정책적 노력이 가장 활발히 진행되고 있으며, 나머지 국가에서는 국가의 직접적인 MMC 지원정책은 없지만, 건물의 에너지 효율 기준을 높이는 정책 등의 간접적인 영향을 통해 MMC의 활용을 촉진하고 있음.

〈표 2〉 유럽 주요 국가별 MMC 관련 정책

영국	스칸디나비아	프랑스	네덜란드	독일
<ul style="list-style-type: none"> • 건설리더십위원회(Construction Leadership Council) : MMC 필요성 강조 • 펀드(Industrial Challenge Strategy Fund 등) 조성을 통한 MMC 활용 프로젝트 지원 • Construction Playbook 발간, 시설물의 공통 설계 요소 및 표준 시방기준 개정 	<ul style="list-style-type: none"> • 노르웨이 : 높은 에너지 효율 기준 (TEK17) • 덴마크 : 높은 전기 세율 	<ul style="list-style-type: none"> • 2018년 EVAN law : 프리팹 건설 자재에 대한 정의 • 2019년 MMC 전환 투자 필요성 강조 • 2022년 Sustainability law : 정부 지원 공공사업에 50% 이상 목재 또는 천연자재 활용 의무화 	<ul style="list-style-type: none"> • MMC 방식 확대에 대한 논의 본격화 	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년부터 에너지 절약 조례 (EnEV) 시행

또한, 영국은 MMC를 건설산업 혁신 핵심 전략으로 채택하여 건설기업의 참여를 유도하기 위한 다양한 정책을 추진함.

- 영국 정부는 MMC를 활용한 주택의 물량 확보에 관심을 기울이고 있으며, 주택인프라기금, 주택건설기금, 건설 가속화 프로그램, 임대주택 프로그램 등 MMC 활용을 확산하기 위한 재정적 지원정책을 마련하여 시행하고 있음.

- 더불어, 모듈러 주택 보증체계 개선, 현장 시공 기반의 조달, 비즈니스모델, 파이낸싱 등 사업환경의 개선을 위해 MMC 단계별 개념을 정립하고 기준을 제시하는 등 노력을 기울이고 있음.

❖ 영국 정부의 MMC 지원정책 덕분에 랭오룩과 같은 영국의 많은 건설기업뿐 아니라 L&G와 같은 금융기업, 보클룩과 같이 영국에 본사를 두고 있지 않은 기업도 영국 MMC 시장에 적극적으로 참가하려는 움직임을 보임.

❖ 대표적인 예로, 보클룩이 영국에서 판매하는 주택의 경우 영국 Help to Buy 제도의 지원을 받아 생애 첫 주택 구매자에게 주택 구매 비용의 일부에 대한 무이자 대출 혜택을 제공하고 있음.

- 영국의 Help to Buy 제도는 중산층이 집을 구매할 수 있도록 도움을 주고자 하는 제도로, 생애 첫 주택 구매자에게 5%의 보증금을 받는 대신 주택 구매 비용의 최대 20%를 무이자로 대출해주는 제도임. 보클룩이 영국에 건설한 주택은 해당 제도의 적용 대상이 됨.

(2) 사업 수행체계의 통합화와 전문화

❖ 사업비 절감, 공기 단축 등의 MMC 장점을 극대화하기 위해서는 사업 기획단계에서 MMC 활용 여부를 결정하고 설계에 반영하고, 사전제작 작업과 현장 작업 간의 관리 계획을 수립하는 것이 매우 중요함.

- 현장 시공방식의 사업과 달리 MMC를 기반으로 한 사업 수행은 고도화된 사업기획 역량과 설계 및 엔지니어링 분야에서의 시스템 구축과 운영이 선행되어야 함.
- 본 연구에서 분석한 MMC 기업은 사업의 전주기에 걸친 단계별 역량을 통합하는 전략을 활용하는 기업과 특정 단계에 집중하는 전문화 전략을 활용하는 기업으로 구분됨.

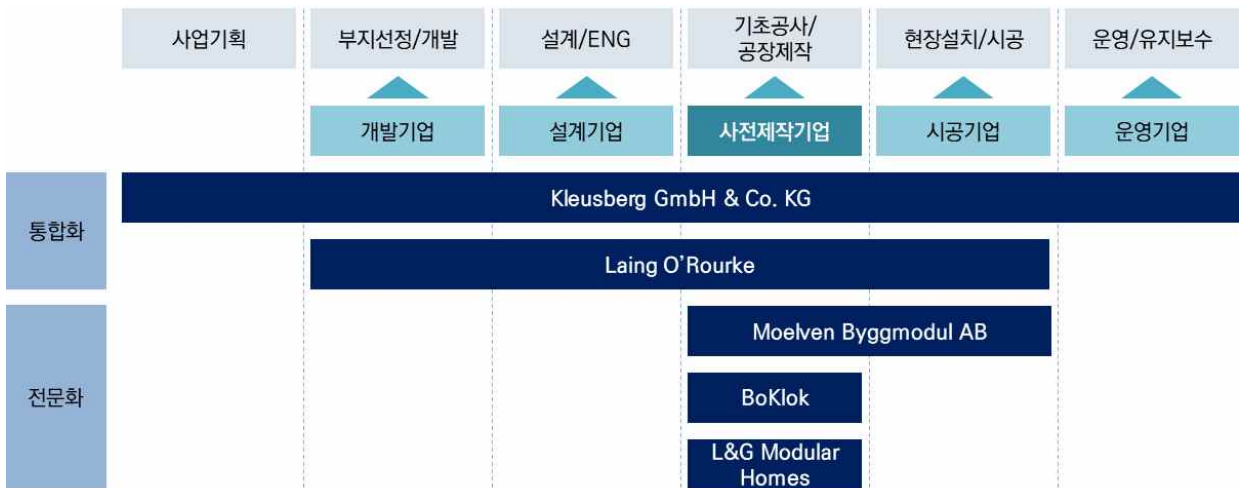
❖ 클로이스베르크는 기획단계부터 유지관리 단계에 이르기까지 사업 전 단계에 걸친 역량과 체계를 보유하고 있음.

- 클로이스베르크는 토지 조사 및 구매, 조달, 타당성 조사, 자금조달 방안 수립 등의 기획 작업을 수행함과 동시에 MMC 기반의 설계를 진행함. 사전제작과 현장 시공 이후 건물임대 및 유지관리 업무도 수행함.

❖ 랭오룩과 Moelven Byggmodul AB는 개발과 설계/엔지니어링, 공장제작 및 시공을 수행할 수 있는 역량을 보유하고 있음. 반면에, 보클룩은 주택의 제작에만 집중하는데

이는 모 기업인 스칸스카에서 설계 및 시공을 담당하고 있기 때문임. L&G Modular Homes 역시 주택 제작 위주로 사업을 수행하고 있음.

〈그림 22〉 MMC 선진기업의 통합화와 전문화



(3) 기술경쟁력 확보를 위한 투자 지속

■ 유럽 MMC 선진기업의 기술 역량 제고를 위한 방안 중 가장 눈에 띄는 점은 생산설비에 대한 지속적인 투자임. 본 연구에서 분석한 5개의 MMC 기업 모두 사전제작 및 조립을 할 수 있는 생산시설을 보유하고 있음.

- 랭오룩은 영국에 유럽 최대 규모의 사전제작 및 조립을 위한 생산시설을 운영하고 있으며, Moelven Byggmodul AB는 노르웨이 3개 지역에 링기술 기반의 자동화 설비가 갖춰진 모듈 제작 공장을 운영하고 있음. 한편, 클로이스베르크는 독일에 사전제작을 위한 생산시설 투자를 지속해 현재 6개 공장을 운영하고 있음.
- 세계 최대 규모의 모듈러 주택 공장을 보유하고 있는 L&G Modular Homes는 지속적인 손실 발생에도 불구하고 규격화된 고품질 모듈 생산을 위해 자동화 설비투자를 지속하고 있음.

■ MMC 선진기업들은 BIM 등을 비롯한 다양한 스마트 기술 활용을 통해 사업 수행의 효율성과 작업 생산성을 높이고 있음.

- 프로젝트의 예측 가능성을 높이고 시뮬레이션을 통한 최적화를 얻을 수 있는 기술인 BIM은 모든 MMC 기업이 활용하고 있었음. 사전제작 시설의 장점을 극대화를 위해서는 BIM 기반의 설계 플랫폼을 구축하고 이를 생산라인과 연결해 운영하고 있음.

- 랭오록, 클로이스베르크 등은 '디지털 트윈' 방식을 활용하여 프로젝트 수명 주기의 모든 단계에서 오류를 최소화함과 동시에 공사 완료 후 시설관리의 효율성도 높임.

❖ 또한, 사전제작되는 모듈의 내화, 단열, 실내 공기 정화, 방음 등 기술적 성능 개선을 위한 연구개발도 지속하고 있음.

- 클로이스베르크는 독일건축기술연구소(German Institute for Building Technology, DIBt)와 함께 영구적 모듈식(room cell) 건물에 대한 화재 방지 표준을 수립하고, 모듈식 시공 업체 중 최초로 해당 내화 조건을 충족하여 승인(aBG)을 받음.
- 보클록은 2018년부터 생산하는 모든 다세대 주택에 태양광모듈(PV)을 결합하는 기술을 도입해 제로 에너지 주택 성능을 달성함.

(4) 기업 내 기술인력 양성을 위한 교육 시스템 운영

❖ MMC 관련 역량 제고를 위한 정부나 산업 차원의 교육 필요성은 논의되고 있으나, 유럽에서도 실제 교육프로그램이 마련된 체계적인 교육은 아직 이루어지지 않고 있는 단계임.

- 영국 건설리더십위원회는 영국의 건설기술자 교육 훈련을 담당하는 CITB(Construction Industry Training Board)에서 MMC 확대에 대응한 교육 및 양성 프로그램을 마련해야 한다고 발표하였음.

❖ 유럽 MMC 기업들은 기업 자체적으로 직원들을 위한 교육 및 훈련 프로그램을 운영하고 있으며, 특히 사전제작 및 현장 조립 과정에서 잘 훈련된 직원들이 투입됨으로써 작업의 효율성과 제품의 품질을 높일 수 있음.

❖ 랭오록은 대학교육과 현장교육이 연계된 Trade & Technical Apprenticeships 프로그램을 통해 직원에게 다양한 교육 프로그램을 제공함.

- 토목 엔지니어, 건축, 건설관리, 지리공학, 설계 엔지니어 등의 역할별로 해당 분야와 관련된 이론 및 실무적 교육 프로그램을 제공하고 있음.
- 예를 들어, 토목 엔지니어의 경우 DfMA 활용 극대화를 위한 전략과 연계된 교육을 받으며, 디지털 엔지니어링, 초기 참여(early engagement) 등과 관련한 교육을 받음.

❖ 클로이스베르크는 Dölbau와 Wissen-Wisserhof에 교육센터를 설립하여 직원을 대상으로 직업훈련을 제공함.

- 클로이스베르크는 2011년과 2012년, 백만 유로(약 13억원) 이상을 투자하여 Wissen과 Kabelsketal에 새로운 교육센터를 설립하고 직원에게 정기적인 교육 프로그램을 제공하고 있음.
- 직원에 대한 교육뿐 아니라 대학교와 협력하여 청년 인재를 육성하고 채용까지 이어질 수 있는 학습 프로그램도 운영함.

2. 베스트 프랙티스의 중요도 및 난이도 평가

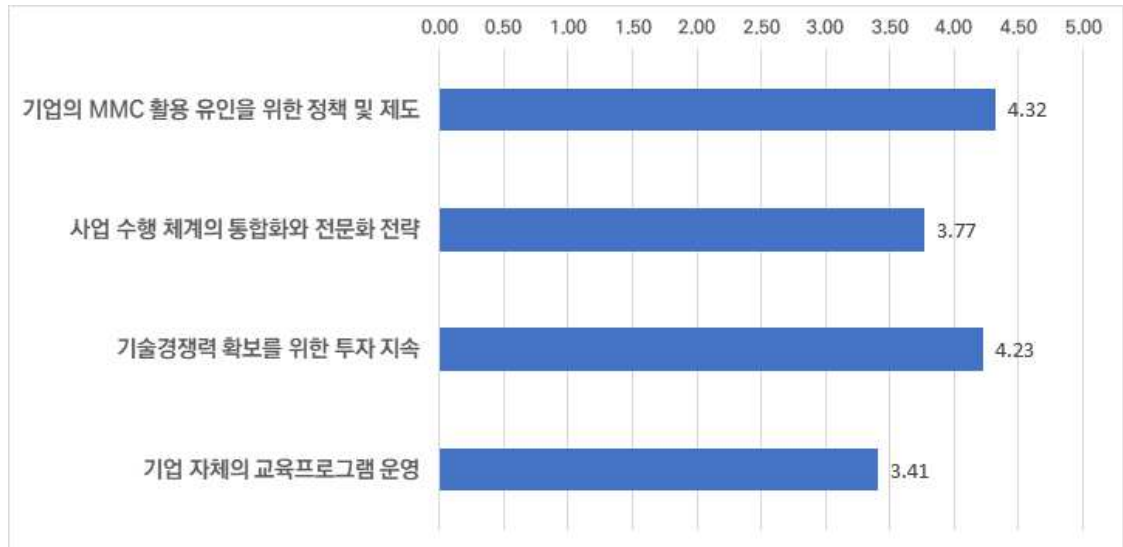
본 연구에서는 유럽 MMC 기업 분석을 통해 도출한 베스트 프랙티스에 대해 국내 관련 분야 전문가를 대상으로 설문조사를 시행하였음. 국내 건설기업이 MMC 활용 확대를 위해 베스트 프랙티스의 중요도와 난이도 평가하도록 하였음.

- 설문에 응답한 전문가는 총 22명으로, 현재 종합건설기업 등 업계에서 종사하고 있는 전문가 11명, 학계 7명, 연구계 4명으로 구성됨. 설문에 응답한 전문가들의 평균 경력은 20.5년이었음.
- 중요도는 5단계(매우 중요=5, 중요=4, 보통=3, 보통 미만=2, 전혀 중요하지 않음=1)로 구분하여 응답하도록 하였음. 난이도 평가도 5단계(매우 어려움=5, 어려움=4, 보통=3, 쉬움=2, 매우 쉬움=1)로 구분하여 시행함.
- 설문 기간은 2022년 5월 26일부터 6월 7일까지임.

MMC 기업의 베스트 프랙티스의 중요도 평가에서는 기업 자체의 교육프로그램 운영(3.09)을 제외한 나머지 베스트 프랙티스의 중요도는 큰 차이가 없었음. 가장 중요하다고 평가된 베스트 프랙티스는 ‘기업의 MMC 활용 유인을 위한 정책 및 제도’로 4.32를 얻음.

- ‘기술경쟁력 확보를 위한 투자 지속’은 4.23으로 두 번째로 높게 평가되었으며, ‘사업 수행체계의 통합화와 전문화 전략’도 3.77로 평가됨.
- 전문가를 그룹별로 구분한 평가 결과에서는 업계 종사자 10명 중 8명이 ‘기업의 MMC 활용 유인을 위한 정책 및 제도’를 매우 중요(5점)한 요인이라고 평가했음. 반면에, 학계와 연구계 전문가 중 4명만 매우 중요하다고 평가함.
- 베스트 프랙티스에 대한 전문가 그룹 간의 평가 결과 차이는 신기술 활용의 활성화를 위해서는 정부의 지원이 우선이라는 기업의 시각과 기술개발이나 적용은 근본적으로 기업의 몫이라는 시각 때문임.

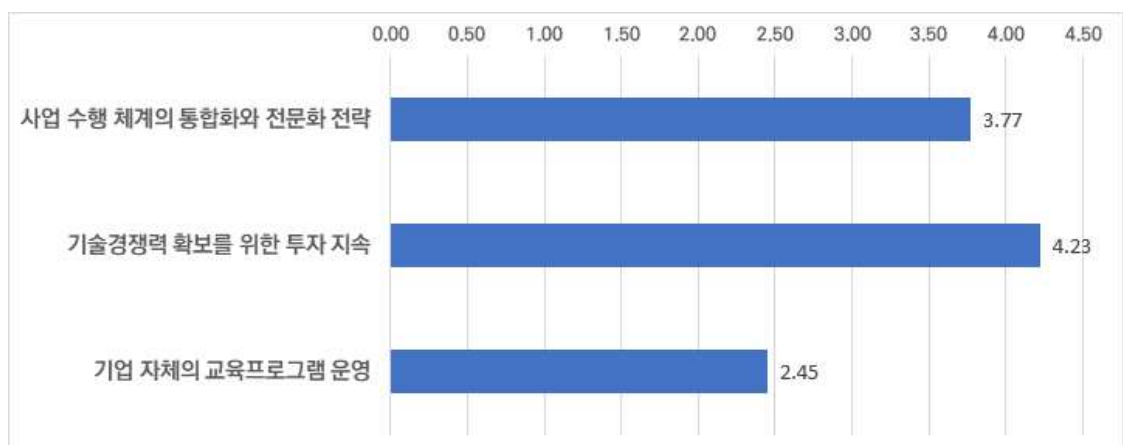
〈그림 23〉 베스트 프랙티스의 중요도 평가



■ ‘기업의 MMC 활용 유인을 위한 정책 및 제도’를 제외한 3개의 베스트 프랙티스의 실행 난이도를 평가한 결과에서는 ‘기술경쟁력 확보를 위한 투자 지속’이 4.23으로 가장 높게 평가됨.

- 중요도에서 높은 평가를 받았던 ‘기술경쟁력 확보를 위한 투자 지속’은 난이도 평가에서도 높은 점수를 얻음. 이는 MMC 활용을 확대하기 위해 필수적인 요인이면서 동시에 기업이 적극적으로 실행하기 어려운 요인이라는 점을 시사함.
- ‘사업 수행체계의 통합화와 전문화 전략’은 3.77로 평가받았으며, ‘기업의 자체 교육프로그램 운영’은 상대적으로 낮은 2.45로 평가됨.

〈그림 24〉 베스트 프랙티스의 난이도 평가



V 제언

- 4차 산업혁명으로 촉발된 건설산업의 혁신에 대한 요구는 코로나19 대유행을 거치면서 더욱 확산되고 있음. 특히, 건설산업의 생산시스템 전환이라는 목표하에 많은 건설 기업이 다양한 스마트 건설기술 활용 확대에 집중하고 있음.
- 모듈러, 프리팹 등 건설사업의 탈현장화(OSC)를 포함한 MMC 방식의 활용은 유럽 지역에서 상당히 활성화되어 있지만, 국내 건설시장에서는 아직 미흡한 수준에 머무르고 있음. 건설사업 수행의 효율성을 높이기 위한 MMC 방식 활용 확대는 기업과 정부가 각각의 역할과 책임을 다할 때 실현 가능함.
- 유럽 MMC 선진기업 사례를 통해 도출된 MMC 활성화를 위한 베스트 프랙티스는 국내 건설산업의 MMC 활성화를 위한 방안 마련에 적용해 볼 수 있음.

 - 유럽의 선진사례 분석 결과, 정부의 역할로서 기업의 MMC 활용 유인을 위한 정책 및 제도 마련이 필요하며, 기업의 역할로서 사업 수행체계의 통합화와 전문화, 기술경쟁력 확보를 위한 투자 지속, 기업 자체 교육프로그램 운영이 필요한 것으로 도출됨.

〈그림 25〉 유럽 MMC 선진기업들의 베스트 프랙티스



1. 건설기업의 역할과 책임에 관한 제언

- MMC 방식을 활용한 시설물이 기존의 현장 시공방식으로 건설한 시설물과 다름없이 안전하고 쾌적한 환경을 제공한다는 믿음을 뒷받침하기 위해 기술력 확보를 위한 기업의 지속적 투자가 필요함.

 - 자동화된 생산설비를 갖추고 스마트 기술을 적재적소에 활용하기 위한 투자는 건물의 품질 향상과

동시에 생산 효율성 제고와 비용 감소로 이어지므로, 기술경쟁력을 높이기 위한 지속적인 투자가 이루어져야 함.

❖ **기업은 사업 수행체계의 통합화와 전문화를 통해 생산 효율성을 높이고 MMC 수행을 통한 장점을 극대화할 수 있음.**

- 사업 초기 기획 단계에서부터 MMC의 활용을 고려하면 MMC 활용을 통한 사업비 절감, 공기 단축 등의 효과를 극대화할 수 있으므로, 수행체계의 통합화는 사업 수행의 효율성 제고에 직접적인 영향을 미칠 수 있음.
- 기업의 특성에 맞추어 사업 수행체계의 통합화 또는 전문화를 선택하고 각각의 경우에 맞는 사업 수행의 효율성 제고 방안을 모색해야 함.

❖ **MMC 활용과 관련한 교육프로그램 등 교육체계를 마련하여 건설인력의 MMC 관련 역량을 높여야 함.**

- MMC의 활용이 점차 증가하는 추이이지만 아직 설계기업, 제작기업, 시공기업, 근로자 모두 MMC 수행 경험이 부족한 상황으로, 전문인력의 확보가 원활히 이루어지지 못하는 단계임.
- MMC 활성화를 위해서는 사업관리, 디지털 기반 설계, 공급사슬 관리, 생산관리, 현장설치 및 시공 등 전 생애주기 관점의 교육프로그램 발굴과 시행이 필요하며, 이를 통해 각 단계에서 원활한 사업 수행이 이루어질 수 있도록 인적 역량의 확보가 이루어져야 함.

2. 정부의 역할과 책임에 관한 제언

❖ **MMC 활성화와 관련한 정부의 역할과 책임 중 첫 번째는 건설산업의 생산시스템 혁신 목표와 비전에 대한 명확한 인식과 의지를 건설시장에 투영하는 것임. 산업의 정책과 제도를 수립 및 시행하는 정부가 가지고 있는 산업 미래 비전에 대한 확고한 의지는 기업이 경영 전략을 수립하는 데 큰 영향을 미침.**

❖ **국내 건설산업의 MMC 활성화를 위해서는 영국 사례와 같은 정부 차원의 진흥 계획이 마련되어야 하며 맞춤형 지원 방안이 수립 및 시행되어야 함. 정부의 MMC 활성화 정책은 기술 활용을 위한 공공시장 공급과 기업의 기술투자 지원으로 구분할 수 있음.**

❑ 모듈러, PC, 프리캐스트 등 대표적인 MMC 기술을 적용하기 위해서는 건설시장에 사업 발주가 지속되어야 함. 즉, 기술의 실효성을 확보할 수 있도록 실제 사업에 기술을 적용할 기회가 제공되어야 함. 이는 공공시장의 발주자인 정부의 중요한 역할이자 책임 일 것임.

- 정부는 최근 250만호 주택 공급정책을 발표하면서 모듈러 방식의 활용 확대의 필요성을 강조하였으며, 이를 위해 용적률과 건폐율을 확대하는 방안을 제시함. 이는 현재 국내건설시장에서 기업의 관심을 받는 모듈러 방식 활용 저변을 확대하는 데 긍정적인 영향을 미칠 것임.

❑ 현재 국내 건설시장에서 모듈러, PC 등 MMC 기술개발에 적극적인 투자를 추진할 수 있는 기업은 소수에 그치고 있음. 현재 기술을 보유하고 있는 기업들도 불투명한 시장 전망으로 인해 기술투자를 확대할 수 없는 상황임.

- 현재 기업의 기술투자 유인과 함께 새로운 기업의 육성을 위해서는 명확한 공급 계획의 제시와 함께 세제 혜택 및 기술개발 비용 융자 등의 금융지원 방안을 검토할 필요가 있음.

❑ 현장 중심의 시공방식을 기반으로 수립되고 운영되고 있는 현재 발주 체계에 대한 제도 개선도 지속적으로 추진될 필요가 있음.

- 제한적인 발주방식과 관련 기준 및 제도의 미흡, 하자 발생 시 책임 소재 문제, 낮은 설계 대가, 공공사업 예산의 변동성 등 다양한 정책 및 제도적 방해요인 해결을 위한 노력도 요구됨.

이지혜 부연구위원(jihyelee@cerik.re.kr)

손태홍 연구위원(thsohn@cerik.re.kr)