

OSC 프로젝트에서의 DfMA 적용

Application of DfMA in OSC Projects

정서영 Jung, Seo-Young
정회원, 광운대 건축공학과 박사과정
Ph.D Candidate, Kwangwoon University
talkin88@kw.ac.kr

유정호 Yu, Jung-Ho
정회원, 광운대 건축공학과 교수
Professor, Kwangwoon University
myazure@kw.ac.kr

머리말

현장 노무 중심의 기존 건설생산방식은 기능 인력의 부족, 비효율적인 인력 운용, 품질 및 안전 문제 등과 같은 산업 환경 악화로 인해 생산성 부진의 문제를 겪어오고 있으며, 이에 건설 생산방식의 패러다임이 OSC(Off-Site Construction)로 전환되고 있다. OSC란 일반적인 현장 노무 중심의 생산방식에서 벗어나 공장 등의 장소에서 건물의 구성요소를 선 제작하고, 이를 현장으로 운반하여 조립 및 시공함으로써 최종 목적물을 생산하는 건축방식으로 정의되며, 조립식 건축, 공업화 건축, 모듈러 건축 등과 같은 유사 개념을 포괄하는 의미로 사용된다.

이와 같은 OSC 생산방식은 설계 변경에 대한 리스크가 기존 생산방식에 비해 크다는 특징을 가지고 있다. 이에 설계의 높은 완성도 확보 및 조기 확정은 OSC의 주요 성공요인으로 손꼽히고 있다(Gibb & Isack, 2001; Choi, 2014; Li et al., 2018; Wuni & Shen, 2019). 이에 건설업계에서는 OSC 설계의 완성도 확보 및 조기 확정을 위해 OSC 전 생산 프로세스 (공장제작, 운반, 현장조립, 유지보수)를 고려한 최적 설계 마련을 위해 DfMA (Design for Manufacturing & Assembly)에 주목하고 있으며, 싱가포르, 영국 등 해외 OSC 선도국에서는 OSC 프로젝트에의 DfMA 적용을 위한 가이드라인 및 기준 등을 제시하고 있다. 이에 본 고에서는 DfMA의 기본 개념을 살펴보고 해외 OSC 선도국의 DfMA 관련 가이드라인 및 기준에 대해 소개하고자 한다.

DfMA의 기본 개념

DfMA(Design for Manufacturing & Assembly)는 제조 분야에서 설계 변경을 최소화하기 위해 개발된 개념으로 제품 설계에 Front-Loading 개념을 적용하여 설계 단계에서 설계 이후 후속 공정인 제작 및 조립 공정에 관한 정보를 포함시킴으로써 제품을 구성하고 있는 부품들의 제작 및 조립의 효율성을 높이기 위한 설계 접근방식을 뜻한다. 대표적인 DfMA 원칙을 몇 가지 살펴보면 다음과 같다.

- 표준화된 부품의 반복 사용
- 부품 수 최소화
- 부품의 취급 및 조립 방식의 단순화
- 재작업 방지를 위한 설계
- 파손이 쉬운 부품의 사용 최소화

이외에도 다양한 DfMA 원칙이 존재하며, 제조분야에서는 이와 같은 원칙을 설계 프로세스 전반에 반영함으로써 많은 기업들이 제품개발기간의 단축, 생산성 향상, 품질향상, 설계에 대한 신뢰성 향상, 폐자원 감소, 수익성 향상 등의 효과를 보았다.

현재 DfMA는 제조 및 조립을 위한 설계에서 보다 확장되어 품질을 위한 설계인 'Design for Quality', 안전을 위한 설계인 'Design for Safety', A/S를 고려한 설계인 'Design for Service', 환경 영향성을 고려한 설계인 'Design for Environment' 등으로 확장되어 모든 분야를 염두하는 설계를 뜻하는 'DFX (Design for Excellence)'라는 표현도 사용되고 있다.

해외 OSC 선도국의 DfMA 지침

해외 OSC 선도국에서는 OSC 프로젝트의 최적 설계를 위해 정부주도로 DfMA를 적용한 가이드라인 및 기준을 제공함으로써 OSC 프로젝트의 생산성 제고를 추진 중에 있다. 대표적인 해외 DfMA 개발 현황을 살펴보면 다음과 같다.

1) 싱가포르

싱가포르는 정부주도로 건설 산업의 생산성 향상을 위해 OSC 및 DfMA 도입을 적극적으로 추진하는 대표적인 국가이다. 싱가포르 건설청(Building and Construction Authority, 이하 BCA)은 DfMA를 OSC를 촉진하고 건설 생산성을 향상시킬 수 있는 다양한 기술 및 방법론으로 정의하고 있으며, 건설 산업 혁신을 위해 수립한 ‘건설산업 구조전환계획(Construction Industry Transformation Map, 2017)’에서 DfMA를 건설 산업 혁신을 위한 핵심기술 중 하나로 선정하였다.

BCA에서는 개별 부재 단위부터 완전한 조립품에 이르기까지 다음 6가지 분야에 걸쳐 DfMA 가이드라인을 제시하고 있으며, 현장조립의 간편화, 현장 생산성 향상, 투입 노동력 감소, 품질 및 안전성 향상에 핵심 목표를 두고 있다.

- Advanced Precast Concrete System (APCS)
- Mass Engineered Timber (MET)
- Prefabricated Prefinished Volumetric Construction (PPVC)
- Prefabricated Bathroom Units (PBU)
- Prefabricated Mechanical Electrical and Plumbing (MEP) System
- Structural Steel

이와 같은 BCA의 DfMA 가이드라인에서는 핵심 목표 달성을 위해 프로젝트 계획부터 설계, 생산, 운송, 설치, 품질 검사, 유지보수에 관한 사항과 관련 제도 등 전반적인 내용을 서술함으로써, 각 프로젝트 유형별 설계 및 생산 활동에서 고려해야 할 내용들을 제시하고 있는 것이 특징이다. 또한, BCA는 DfMA 가이드라인 이외에도 홈페이지를 통해 각 기술 관련 기업(공급사), 프로젝트 사

례, 관련 교육 프로그램 등에 관한 정보를 제공함으로써 DfMA의 실무 적용을 위한 적극적인 노력을 진행 중에 있다.

2) 영국

영국 왕립 건축가협회(Royal Institute of British Architects, 이하 RIBA)에서는 2013년 ‘RIBA Plan of Work 2013 Design for Manufacture and Assembly’를 시작으로 건설산업에 DfMA를 적용할 경우 20~60%의 공기단축, 20~40%의 공사비 절감, 70%이상의 현장 노동력 감소, 품질향상, 안전성 확보, 건설 폐기물 감소 등의 효과가 있음을 언급하며 DfMA 적용의 필요성을 시사하였다.

이후 2016년 ‘DfMA Overlay to the RIBA Plan of Work’의 초판을 발행하고, 2021년 개정안을 발행함으로써 생산 프로세스 단계별 DfMA 적용 전략을 제시하였다. RIBA에서는 건설 생산 프로세스를 8단계(Strategic Definition, Preparation and Briefing, Concept Design, Spatial Coordination, Technical Design, Manufacturing and Construction, Handover, Use)로 구분하여, 각 단계별 DfMA 전략을 제시하였다.

또한, 해당 문서에서는 성공적인 프로젝트 관리를 위해 설계 단계에서 설계업체, 제조 및 공급업체, 시공업체 간의 초기 협업을 통해 제조 및 시공 과정에서의 프로젝트 리스크를 줄여야 한다고 시사하였으며, 성공적인 DfMA 프로세스를 위해 설계 시 고려해야 할 사항들을 다음과 같이 제시하고 있다.

- OSC 구성요소간의 연결성 고려
- 적절한 허용오차를 제시하여 제조 및 조립의 용이성 확보
- 표준화된 구성요소의 반복 사용
- OSC 구성요소의 기능 및 최적 접합 방법을 고려한 모듈 구성의 최적화
- 유지보수 및 해체 과정에 발생하는 문제의 선반영

3) 미국

미국의 MBI(Modular Building Institute)는 2019년 ICC(International Code Council)와 협력하여 OSC의 계획, 설계, 제작, 조립에 관한 표준인 ‘ICC/MBI 1200-2021’를 제

시하였다. 이 표준에서는 DfMA라는 용어를 직접적으로 사용하고 있지는 않지만, 설계자, 모듈 제조업체, 건설관리자, 시공사의 역할을 규정하고 있으며, 건축 및 구조 설계부터 모듈의 제조, 운반 및 보관, 현장 설치과정에서 관리가 요구되는 핵심 사항들을 서술함으로써 DfMA 기반 최적 설계 실현을 위한 지침으로 적용될 수 있다.

4) 중국

중국 주택도시농촌개발부(Ministry of Housing and Urban-Rural Development)는 2017년 'Standard for design of assembled housing'을 발표하였다. 이 설계 표준에서는 직접적으로 DfMA와 같은 용어를 사용하고 있지는 않지만, DfMA의 기본 원칙에 상응하는 표준화, 모듈화, 최소화, 규격화를 추구하며, 표준화된 설계부터 공장생산, 현장 조립 등 생산방식 전반의 요구사항을 만족하는 설계를 위해 고려해야 하는 사항들을 제시하고 있다.

맺음말

건설업계에서는 OSC 프로젝트의 전 생산 프로세스를 고려한 최적 설계 마련을 위한 도구로 DfMA에 주목하고 있다. 이에 싱가포르 등 해외 OSC 선도국에서는 본 고에서 살펴본 바와 같이 공공차원에서 OSC 프로젝트에의 DfMA 적용을 위한 가이드라인 및 기준 등을 제시함으로써 OSC 프로젝트에 DfMA를 적용하고자 하는 노력을 진행 중이다.

하지만, 국내의 경우 DfMA의 적용에 대한 필요성은 인식하고 있으나, 국내 OSC 프로젝트에 적합한 DfMA가 공식적으로 제시된 바 없으며 아직 산업 전반에 자리잡지 못한 실정이다. DfMA가 국내 OSC 산업에 안정적으로 자리매김하기 위해서는 OSC 프로젝트 참여자들로 하여금 DfMA 적용의 필요성을 인식시킴과 동시에 DfMA 기반 설계의 권장사항을 제공하기 위한 DfMA 지침 개발이 동반되어야 할 것이다.

본 연구진은 국내 OSC 프로젝트에 적합한 DfMA를 개발 중에 있으며, 설계안의 DfMA 충족도를 검토하고 최적

의 설계안을 선정하기 위한 DfMA 평가모델을 개발 중에 있다.□

참고문헌

1. Choi JO. (2014). Links between modularization critical success factors and project performance. Austin, TX, United States: The University of Texas at Austin.
2. "Design for Manufacturing and Assembly (DfMA)." Building and Construction Authority. accessed June 1, 2022, <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/productivity/design-for-manufacturing-and-assembly-dfma>.
3. Gibb AGF, Isack F. (2001). Client drivers for construction projects. Eng Const Arch Man, 8(1),46-58.
4. International Code Council, ICC/MBI 1200-2021 Standard for Off-site Construction: Planning, Design, Fabrication and Assembly; ICC; Washington, D.C, USA, 2021.
5. Li L, Li Z, Wu G & Li X. (2018). Critical success factors for project planning and control in prefabrication housing production: A China study. Sustainability (Switzerland), 10(3):836-817.
6. Ministry of Housing and Urban-Rural Development. Standard for design of assembled housing ; China Construction Industry Press; China, 2017.
7. Royal Institute of British Architects, DfMA Overlay to the RIBA Plan of Work 2nd edition; RIBA: London, UK, 2021.
8. Royal Institute of British Architects, RIBA Plan of Work 2013: Designing for Manufacture and Assembly; RIBA: London, UK, 2013.
9. Wuni IY & Shen GQ. (2019). Critical success factors for modular integrated construction projects: a review. Build Res Inform, 1-22.

필자 소개

정서영 연구원은 광운대 건축공학과에서 건설관리전공으로 2022년 8월 박사학위 취득을 예정하고 있다. 주요 연구 분야는 유지관리 분야 이미지 기반 AI 관련 연구 및 OSC에의 DfMA 적용 관련 연구이며, 그 외 건설관리 분야에서 다양한 연구를 수행하였다.

유정호 교수는 서울대학교 건축학과에서 건설관리전공으로 박사학위를 취득하였고, 2006년부터 광운대학교에서 교수로 재직중이다. 시공, 건설관리, 유지관리, 건설IT 분야의 다양한 연구를 수행하였으며, 최근 OSC분야에의 DfMA 및 OSC화 수준 측정 관련 연구를 진행중에 있다.