

키워드 빈도분석을 통한 OSC (Off-Site Construction) 프로젝트의 성공요인 고찰 - 해외연구 문헌고찰을 중심으로 -

정서영¹ · 유정호^{2*}

¹광운대학교 건축공학과 박사과정 · ²광운대학교 건축공학과 교수

A Study on the Critical Success Factors of Off-Site Construction through Keyword Frequency Analysis - A Literature Review of Overseas Research -

Jung, Seoyoung¹, Yu, Jungho^{2*}

¹Ph.D Candidate, Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University

²Professor, Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University

Abstract : To promote the off-site construction (OSC) in Korea, technical innovation applied to each phase, such as design, engineering, factory production, and site assembly, is important and equally necessary is the development of management and operation methods that are different from existing construction production methods. However, the current OSC-related studies in Korea are conducted from the technical development viewpoints, such as construction methods. Additionally, few studies have been conducted to derive a management measure for successful OSC projects. Therefore, studies to derive a management measure based on a clear understanding of the core success factors of OSC projects are required. This study aims to analyze several studies related to the success factors of OSC projects conducted overseas and to show its core implications for the successful management of OSC projects in Korea. We expect this study to improve the viability of OSC projects, which will be expanded in Korea in the future.

Keywords : Off-Site Construction, Critical Success Factors, Project Success

1. 서론

1.1 연구의 목적

전통적으로 건축생산방식은 원재료 및 생산자재의 대부분을 건축물의 부지로 운반하여 작업자와 장비에 의해 시공하는 방식으로 현장 노무 중심으로 이루어지고 있다. 이러한 기존 건축생산방식은 기능 인력의 부족과 기능 수준의 저하 문제, 품질 및 안전 문제 등과 같은 산업 환경 악화로 인해 생산성이 하락하고 있다. 이와 같은 기존 현장생산시스템(On-Site Construction)의 한계를 보완하기 위하여 공장에

서 부재를 계획 및 생산하고 현장으로 운반하여 설치 및 시공하는 탈현장생산시스템(Off-Site Construction; OSC)이 주목받고 있다.

OSC는 1900년대 제1차 세계대전 및 제2차 세계대전 이후 대량의 주택 복구사업을 위한 대안으로 채택되면서 본격적으로 도입되었으며, 2000년대 이후 신기술, 공법개선 등을 통해 선진국을 중심으로 발전되어오고 있다(국가건축정책위원회, 2015). 영국의 경우 OSC 시장 규모가 약 4.2조원(2016년 기준), 미국의 OSC 시장 규모는 약 5.5조원(2016년 기준)으로 추산되고 있으며(유일한, 2019), 학교·병원·공장·호텔·오피스·주거 등의 다양한 건설 프로젝트에 OSC가 활발하게 적용되고 있다. 이러한 추세를 고려했을 때 2030년까지 유럽과 미국 신축 부동산 시장에서 OSC가 차지하는 시장 가치는 1,300억 달러 이상이라고 추정되고 있다(김진성, 2020).

반면, 국내의 경우 선진국에 비해 다소 늦은 1990년대 후

* **Corresponding author:** Yu, Jungho, Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University, 20 Kwangwoon-ro, Nowon-gu, Seoul, Korea

E-mail: myazure@kw.ac.kr

Received October 19, 2020; **revised** November 24, 2020

accepted December 7, 2020

반부터 OSC가 PC (Precast Concrete)공법, 공업화 건축 등의 개념으로 도입되기 시작하였으며, 2016년 기준 전체 건설공사의 약 0.5%(Precast Concrete 시장 기준)에 불과할 정도로 아직 건설산업 전반에 자리잡지 못하였다. 하지만, 국내 건설 근로자의 고령화, 주 52시간 근무제 시행, 외국인 근로자의 급격한 증가 등으로 인해 현장 노무 중심의 생산시스템이 여러 가지 측면에서 한계에 봉착되어 있다는 점을 고려했을 때, 국내 건설생산성 향상을 위한 해결책으로 OSC의 활성화는 반드시 필요하다는 점에서는 이견이 없다.

국내 OSC가 활성화되기 위해서는 설계 및 엔지니어링, 공장제조, 현장조립 등 각 단계별로 적용되는 기술의 혁신도 중요하지만, OSC 생산방식에 적합한 관리 및 운영방식의 개발도 필요하다. 하지만, 현재 국내에서 진행되고 있는 OSC 관련 연구는 공법 개발과 같은 기술개발 측면의 연구가 주를 이루며, OSC 프로젝트의 성공을 위한 관리 방안 도출과 관련한 연구는 미진한 실정이다. 따라서 OSC 프로젝트의 핵심성공요인의 명확한 이해에 기반한 프로젝트 관리 방안 도출에 대한 연구가 요구된다.

이에 본 연구의 목적은 해외에서 선행된 OSC 프로젝트의 성공요인과 관련한 다수의 연구들을 분석하여 국내 OSC 프로젝트의 성공적 관리를 위한 핵심 시사점을 제시하는 것이다. 이를 통해 향후 국내에서 확산될 OSC 프로젝트의 성공 가능성 제고에 기여하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구는 다음과 같은 절차를 통해 수행되었다.

(1) OSC 및 핵심성공요인의 개념적 고찰을 통해 본 연구의 목적과 범위를 명확히 하고, 기존 연구고찰을 통해 본 연구의 필요성을 확인한다.

(2) 앞에서 고찰한 OSC와 핵심성공요인의 정의에 기반하여 OSC 프로젝트의 성공요인과 관련한 해외 문헌을 수집하고 이를 고찰한다.

(3) 수집된 문헌을 고찰하여 OSC 프로젝트의 성공요인을 추출한다.

(4) 추출된 OSC 프로젝트의 성공요인을 유사한 주제영역별로 분류하고, 각 주제 영역별로 상대적 중요도가 높은 성공요인을 식별한다. 본 연구에서는 출현 빈도가 높은 성공요인은 상대적으로 중요한 요인으로 보고, 출현 빈도가 낮은 성공요인은 상대적으로 중요도가 낮은 요인으로 본다.

(5) (4)에서 파악한 중요도가 높은 OSC 프로젝트의 성공요인을 중심으로 시사점을 도출한다.

(6) 결론부에서 (5)에서 도출한 시사점 중 프로젝트관리 레벨에 부합하는 내용을 중심으로 국내 OSC 프로젝트의 성공적 관리를 위한 핵심 시사점을 제시한다.

2. 예비적 고찰

2.1 OSC (Off-Site Construction)

OSC란 건축물의 부지가 아닌 공장 등의 장소에서 계획, 생산, 조립된 건축물 부재를 현장으로 운반하여 설치 및 시공하는 방식으로 최종 목적물을 생산하는 건축 방식을 뜻한다(대한건축학회, 2020). 이는 공장에서 부재를 생산 및 조립하는 조립식 건축(Prefabricated Construction), 공업화 건축(Industrialized Construction), 모듈러 건축(Modular Construction), 패널화 건축(Panelized Construction) 등의 유사 개념을 모두 포괄하는 의미로 사용된다.

해외 OSC의 역사를 살펴보면, OSC 개념의 첫 등장은 1800년대 건축물 구조의 일부 혹은 전체를 사전에 제작하여 현장에서 조립·설치하는 시스템이 도입되면서 시작되었다고 할 수 있다. 그 후, 1918년 1차 세계 대전 이후 주택 재건이 가장 시급한 문제로 부각되고, 숙련공과 필수 건설자재의 부족현상이 나타남에 따라 이를 해결하고자 하는 대안으로 부각되면서 활용되기 시작되었다(국가건축정책위원회, 2015). 그 후 2000년대 이후 신기술 및 신공법 개발 등을 통해 선진국을 중심으로 발전되어오고 있다.

영국의 경우 1940년대 전후부터 주택 복구사업의 일환으로 OSC가 본격적으로 활용되기 시작한 후, 그 사용이 점차 확대되어 연간 약 4.2조원의 시장규모를 형성하고 있다. 또한, 미국은 급속한 인구증가에 따른 주택 부족현상에 대한 해결책으로 주택의 대량생산(Mass Production) 개념 접목을 시작으로 2011년 기준 약 680만 채가 시공되어 전체 주택의 약 7%를 차지하고 있으며(안용한, 2019), 시장 규모는 약 5.5조원으로 추산된다. 그 외에 일본의 경우에도 1950년대에 주택난 해결을 위해 OSC가 도입된 이래로 전체 주택의 5~7%가 OSC를 통해 건설되고 있으며, 그 시장 규모는 약 6.5조원으로 추정된다.

한편, 국내의 경우 선진국에 비해 다소 늦은 1990년대 후반부터 OSC가 PC 공법, 공업화 건축 등의 개념으로 도입되었다. 현재 국내에는 PC를 중심으로 아파트 지하주차장 등 OSC 사업이 진행되고 있으나, PC 시장 기준 전체 건설공사의 약 0.5%, 시장 규모 약 4,800억원(2016년 기준)에 불과할 정도로 아직 건설 산업 전반에 자리잡지 못하였다. 따라서 한국보다 상대적으로 OSC의 발전 속도가 빠른 해외에서 언급한 OSC 성공요인을 살펴보고, 이를 벤치마킹한다면 OSC 프로젝트 성공을 위한 시사점을 도출할 수 있을 것이다.

2.2 핵심성공요인(Critical Success Factors)

건설 프로젝트의 성공이란 공기, 공사비, 품질, 안전, 발주자 만족도 등 다양한 프로젝트의 성과기준에 대하여 프로젝

트 초기에 기대했던 수준보다 높은 수준의 결과를 얻는 것을 말한다. 일반적으로 건설 프로젝트 성공의 최종 목표는 일반적으로 공기 및 공사비 절감, 안전성 확보 및 품질 목표 달성 등으로 인식되고 있다.

이러한 목표들을 달성해 가는 과정에서 다양한 요인들이 프로젝트의 성공과 실패를 결정하게 되는데, 이 중 몇몇 요인들은 다른 요인들보다 더 중요하게 프로젝트의 성공에 영향을 주게 되며, 이를 핵심성공요인(Critical Success Factors)이라고 한다(박진웅 외, 2011). 이러한 핵심성공요인은 프로젝트의 경쟁력을 확보하기 위한 프로젝트 관리방안 및 성공 전략 도출, 프로젝트 체계적인 성과 측정을 위한 핵심성과지표(Key Performance Index) 개발 등에 활용되고 있다.

본 연구에서는 OSC 프로젝트의 핵심성공요인을 추출하기 위하여 기존 연구에서 핵심성공요인이라고 명명한 요인 외에도 핵심성공요인과 유사한 개념으로 사용되는 제약 요인(Constraint Factors), 관리 요인(Project Management & Control Factors), 영향 요인(Influence Factors), 실패요인(Failure Factors), 장애요인(Barriers and Enabling Factors), 권고사항(Recommendation), 전략(Stratgy)등을 핵심성공요인과 유사한 개념으로 사용하였다.

2.3 OSC 성공요인과 관련한 기존 연구

2.3.1 해외 주요 연구

해외에서는 OSC가 도입되고 개발됨에 따라, 이를 구현하기 위한 신기술 및 신공법 개발이 활발하게 이루어졌다. 이와 같은 OSC의 기술적 구현을 위한 연구와 더불어, 해외의 다양한 연구자들은 새로운 건설생산방식의 성공적 수행을 위한 핵심성공요인을 식별하고 검토할 필요성을 인식하기 시작했다. 지난 20여년 동안 해외의 다양한 연구자들에 의해 OSC 프로젝트의 핵심성공요인과 관련한 다양한 연구가 수행되었는데 이와 관련한 대표적 연구를 살펴보면 다음과 같다.

먼저, Choi (2014)는 기존연구에서 언급된 모듈화(Modularization)를 위한 21개의 핵심성공요인을 제시하고, 프로젝트 성과와의 상관관계를 규명하였다. 그는 모듈화 핵심성공요인을 원가, 공정, 시공, 시운전 성과와의 관계를 규명하였는데, 그가 제시한 대표적인 성공요인은 조기 설계 확정(Design Freeze), 프로젝트 전구간에 핵심참여자들의 참여, 프로젝트 조기완료 인식 등이다. 또한, Wuni and Shen (2019)는 모듈러 건축의 성공요인과 관련한 1993년부터 2019년까지 수행된 55편의 연구논문을 검토하여 총 35개의 핵심성공요인을 제시하고, 빈도 분석을 통해 6개의 주요 성공요인(프로젝트 참여자 간의 협력 및 효과적인 의사소통, 효과적인 공급망 관리, 정확한 설계 및 초기 설계 확정, 프로젝트 전구간에 핵심참여자들의 참여, 적절한 조달 전략 및

계약, 설계 표준화 및 모범사례 벤치마킹)을 제시하였다.

한편, Lau (2011)는 모듈식 제품 설계를 수행한 경험이 있는 홍콩, 중국 및 싱가포르의 6개 회사를 대상으로 사례연구를 수행하여 7가지 핵심성공요인을 제시하였으며, Pan et al. (2007)은 영국 주택 건설업자들과의 인터뷰를 통해 OSC 활성화 저해요인을 파악하고, 이를 기반으로 OSC 활성화 전략을 제시하였다. 그 외에 Ismail et al. (2012)는 말레이시아 공업화 건축의 발전을 위해 문헌고찰을 통해 관리요소를 식별하고, 설문을 통해 요인별 중요도를 파악하였으며, Wuni and Shen (2020)은 기존 문헌 고찰을 통해 25개의 모듈러 건축의 성공요인을 도출하고, 설문 및 통계분석을 통해 요인별 가중치를 산정하는 연구를 수행하였다. 이 외에도 다양한 국가에서 OSC의 성공요인을 통합적으로 제시한 다양한 연구가 수행되었다.

2.3.2 국내 주요 연구

국내에서 수행된 OSC의 성공 및 관리 관점의 연구가 다음과 같다. 김동수 외(2013)은 미국과 영국의 모듈러 기업 사례 조사를 통하여 수요 창출을 위한 건물 유형별(주거, 교육, 병원) 모듈러 공법의 성공요인을 도출하였다. 그들이 도출한 성공요인은 프로젝트 수, 이동성능, 융통성, 공기단축, 품질 관리, 설계성능, 안전성, 적용성, 경제성, 친환경성으로 총 9가지이다. 문영아 외(2013)은 국내외 주거용 모듈러 건축의 4가지 사례를 선정하여 신속성, 융통성, 지속가능성, 경제성 측면에서의 특성을 파악하고, 이를 기반으로 계획적 측면과 제도적 측면에서의 국내시장의 활성화 방안을 제시하였다.

또한, 유일한(2019)은 국내외 OSC 산업 동향 파악을 통해 모듈러 건축의 주요 인식적 장애요인과 기회요인을 파악하여 전문건설업에 적용 가능한 중장기적 대책을 제시하였다. 그 외에도 이종호 외(2019)는 국내외 공업화주택 인정제도의 비교분석을 통해 개선요인을 파악하였으며, 김민구 외(2015)은 영국 건설시장의 OSC 공법 채택의 영향인자를 파악하고, 설문조사와 인터뷰를 통해 OSC 공법 적용 확대를 위한 활성화 방안을 제시하였다.

이처럼 국내의 경우에도 OSC 프로젝트의 성공 및 관리 방안 도출과 관련한 연구가 몇몇 이루어지고 있으나, 주로 제한된 사례와 범위에서 연구가 진행되어 산재되어 있는 OSC 성공요인을 파악하기 어렵다는 한계가 있다. 하지만, 국내에서 국외 성공사례를 파악하여 OSC 활성화를 위한 방안을 도출하고자 하는 시도가 있던 것으로 보아 여러 연구자가 국외 OSC 성공 사례를 벤치마킹해야 한다는데 의견을 모으고 있음을 알 수 있다. 이에 본 연구에서는 산재되어있는 국외 연구에서 언급된 OSC 프로젝트의 성공요인 통합적으로 검토하여 성공적인 국내 OSC 프로젝트 관리를 위한 핵심요소를 제시하는 것을 목적으로 한다.

3. OSC 프로젝트의 핵심성공요인

3.1 OSC 성공요인 추출

본 연구에서는 2장에서 정의한 바와 같이 OSC를 공장 에서 부재를 생산하고, 현장으로 운반하여 조립 및 설치하 는 조립식 건축(Prefabricated Construction), 공업화 건 축(Industrialized Construction), 모듈러 건축(Modular Construction), 패널화 건축(Panelized Construction) 등의 유사 개념을 모두 포괄하는 개념으로 사용하였다. 또한, 핵 심성공요인을 프로젝트 성공과 실패에 주요한 영향을 미 치는 요인으로 정의하여 제약 요인(Constraint Factors), 관리 요인(Project Management & Control Factors), 영 향 요인(Influence factors), 실패요인(Failure Factors), 장애요인(Barriers and Enabling Factors), 권고사항 (Recommendation), 전략(Stratgy)등을 핵심성공요인과 유 사한 개념으로 활용하였다.

이와 같은 키워드를 중심으로 본 연구에서는 Google Scholar 검색을 통해 국외 기존 문헌 104편을 수집하였다. 수집한 문헌들을 연도별로 빈도 분석한 결과, <Fig. 1>과 같 이 90년대 초반부터 시작된 관련 연구가 2000년대부터 본격 화되기 시작하였으며, 최근까지 지속적으로 진행되고 있는 추세임을 파악할 수 있었다. 본 연구에서는 수집된 104편의 기존 문헌들을 고찰하여 OSC 성공요인을 추출하고, 유사 요 인간의 병합 및 대조적 개념간의 분할 과정을 거쳐 총 69개 의 성공요인을 추출할 수 있었다.

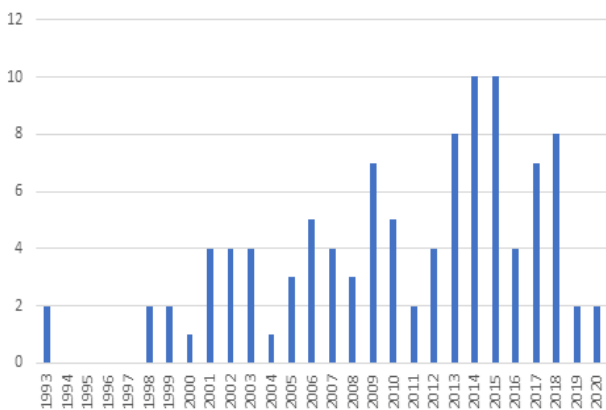


Fig. 1. Annual publications trend on CSFs for OSC

3.2 OSC 성공요인의 주제영역별 분류

본 연구에서는 총 69개의 OSC 성공요인을 특성을 고려 하여 주제영역별 분류를 수행하였다. 추출된 성공요인의 내 용적 특성에 기반하여 유사한 주제별로 분류를 하면 다음 <Table 1>과 같이 9개의 그룹(A. 설계 기준, 설계도서 및 관 련 규정의 적정성/ B. 성과 측정 및 관리/ C. 주요 참여자들

의 경험과 지식/ D. 숙련된 인력 및 기술 역량/ E. 설계 · 제 조 · 운반 · 조립 프로세스의 조화/ F. 프로젝트 관리 역량/ G. 커뮤니케이션 및 정보 공유/ H. 공급망 운영의 효율성/ I. 정책 및 인프라)으로 분류된다.

각 그룹은 3개에서 많게는 24개의 성공요인으로 구성되 어진다. 각 성공요인의 내용적 특성을 고려하여 유사한 주 제별로 분류를 수행하였기 때문에 각 그룹을 구성하는 성공 요인의 수의 격차가 존재한다. 따라서 본 연구에서는 그룹 별 총 빈도수 외에 구성 요인의 평균빈도를 별도로 산출하 여 주제영역 단위의 중요도를 파악하였다. 또한, 각 개별 요 인 단위의 빈도 비교를 통하여 주제영역 내에서의 중요도가 높은 요인을 2~3개씩 식별하였다.

Table 1. Classification of success factors for OSC by subject area

no.	Groups	n	Σ	avr
A	Adequate modular design code, specification, regulations	5	60	12
B	Performance measurement & management	3	17	5.67
C	Adequate experience and knowledge of key players	5	57	11.4
D	Experienced workforce and technical capability	8	78	9.75
E	Coordination of design, manufacture, delivery, and assembly process	8	81	10.13
F	Project Management Capability	24	187	7.79
G	Communication and information sharing	4	76	19
H	Effective supply chain	6	60	10
I	Policy and infrastructure	5	25	5
sum		69	637	9.37

*n = the number of success factors

**Σ = total frequency

***avr = total frequency / the number of success factors

3.3 주제영역별 핵심성공요인 파악

(1) A. 설계 기준, 설계도서 및 관련 규정의 적정성

A그룹은 설계 기준, 설계도서 및 관련 규정의 적정성과 관 련한 5개의 성공요인으로 구성되며, 그룹 내 총 빈도수 60 건, 평균 빈도수는 12건으로 다른 그룹보다 전반적으로 중 요도가 높은 그룹이다. 이 그룹을 구성하는 성공요인 중 가 장 많이 언급된 성공요인은 “A5. 설계 표준화 및 반복성 강 화”로 총 20번 언급되었다. 다음으로 많이 언급된 성공요인 은 “A1. 설계도서(도면 및 시방서)의 완성도”로 총 16번 언 급되었다. A5와 A1 요인은 OSC 프로젝트의 성공요인 전체 그룹 안에서 상위 10개의 순위에 들어갈 정도로 중요도가 높은 요인이다.

Table 2. (A) Adequate modular design code, specification, regulations

no.	Success Factors	F
A1	Robust drawing & specification	16
A2	Early design freeze	10
A3	Well-developed regulations & design code	9
A4	Timely owner's approval	5
A5	design standardization and more effective use on the concept of repetition	20

*F = frequency

(2) B. 성과 측정 및 관리

B그룹은 성과 측정 및 관리와 관련한 3개의 성공요인으로 구성되며, 그룹 내 총 빈도수는 17건, 평균 빈도수는 5.67건으로 다른 그룹보다 상대적으로 적게 언급되었다. 이 그룹 내에서 가장 중요한 요인은 "B2. 체계적인 성과 측정 및 경험의 재사용" 및 "B3. 모범 사례 벤치마킹"이며, 각각 7번씩 언급되었다.

Table 3. (B) Performance measurement & management

no.	Success Factors	F
B1	Adequate performance management systems	3
B2	Systematic performance measuring and re-use of experiences	7
B3	Benchmarking of best practices	7

*F = frequency

(3) C. 주요 참여자들의 경험과 지식

C그룹은 주요 참여자들의 경험과 지식과 관련한 5개의 성공요인으로 구성되며, 그룹 내 총 빈도수는 53건, 평균 빈도수는 10.6건으로 평균보다 약간 높은 수준의 중요도가 강조되는 그룹이다. 이 그룹 내에서 가장 중요한 요인은 "C2. OSC 부품 제작자(공급자)의 경험 및 지식"으로 15건의 빈도로 언급되었다. 또한, "C1. 설계자 및 엔지니어의 경험 및 지식"이 각각 11번 언급되어 그룹 내 중요 요인으로 식별되었다.

Table 4. (C) Adequate experience and knowledge of key players

no.	Success Factors	F
C1	Adequate relevant experience and knowledge of designer & engineer	11
C2	Adequate relevant experience and knowledge of manufacturer	15
C3	Adequate relevant experience and knowledge of contractor	10
C4	Adequate relevant experience and knowledge of project manager	7
C5	Early advice from experts and specialists	10

*F = frequency

(4) D. 숙련된 인력 및 기술 역량

D그룹은 숙련된 인력 및 기술 역량과 관련한 8개의 성공

요인으로 구성되며, 그룹 내 총 빈도수는 78건, 평균 빈도수는 9.75건으로 평균보다 약간 낮은 수준의 중요도가 강조되는 그룹이다. 이 그룹 내에서 가장 중요한 요인은 "D1. 숙련된 노동력"으로 23건의 빈도로 언급되었다. 이 요인은 앞에서 언급한 바와 같이 성공요인 전체 집단 안에서도 상위 5위 순위에 들어갈 정도로 중요한 요인이다. 그 밖에 평균 빈도를 상회하는 요인으로 "D5. OSC 구성부품 운송 기술의 성숙도"(14건), "D7. 훈련 및 교육(ex. 현장설치 교육 등)"(11건)이 D그룹에서 중요 요인으로 식별되었다.

Table 5. (D) Experienced workforce and technical capability

no.	Success Factors	F
D1	Availability of skilled labor	23
D2	Capability of technical supervisor	4
D3	The maturity of techniques used in design phase	6
D4	The maturity of manufacture technology & facility	4
D5	The maturity of transportation method of prefabricated components	14
D6	The maturity of on-site assembly technology & equipment	9
D7	Training and Education (ex. Training the Skilled Workforce for Site Installation)	11
D8	Module envelope limitations	6

*F = frequency

(5) E. 설계, 제조, 운반, 조립 프로세스의 조화

E그룹은 설계, 제조, 운반, 조립 프로세스의 조화와 관련한 8개의 성공요인으로 구성되며, 그룹 내 총 빈도수는 81건, 평균 빈도수는 10.13건으로 평균수준의 중요도가 강조되는 그룹이다. 이 그룹 내에서 가장 중요한 요인은 "E8. 프로젝트 전구간에 걸친 핵심참여자들의 참여"으로 26건의 빈도로 언급되었다. 이 요인은 E그룹 내에서도 가장 중요한 요인이지만, 성공요인 전체 집단 안에서도 가장 중요한 요인으로 각별한 주의를 요하는 요인이다. 또한, "E1. 공장 작업과 현장작업간의 조화"(15건), "E2. OSC 구성부품 공급자 및 제작자의 설계단계 참여"(11건)으로 중요 요인으로 식별되었다.

Table 6. (E) Coordination of design, manufacture, delivery, and assembly process

no.	Success Factors	F
E1	Effective coordination of on-site and off-site trades	15
E2	Early involvement of modules suppliers and fabricators	11
E3	Involvement of contractors during the design stage	9
E4	Involvement of the designer during the production and construction stage	2
E5	Intensive early research on modularization	9
E6	Intensive early commitment from owners	5
E7	O&M provision	4
E8	Appreciation of key early decision and their implication between all parties involved	26

*F = frequency

(6) F. 프로젝트 관리 역량

F그룹은 프로젝트 관리 역량과 관련하여 24개의 성공요인으로 구성되어 9개의 그룹 중 가장 많은 성공요인을 내포하고 있는 그룹이다. 이 그룹을 구성하고 있는 성공요인의 수가 다른 그룹에 비해 특별히 많은 이유는 공정관리, 이해관계자관리, 리스크 관리 등 프로젝트 관리(Project management)와 관련된 요인들이 모든 건설 프로젝트에 적용되는 가장 기본적인 성공요인이기 때문이다. 한편, F 그룹을 구성하는 성공요인 빈도수의 합은 187건, 평균 빈도수는 7.79건으로 다른 그룹보다 상대적 중요도가 낮은 편에 속한다.

이 그룹 내에서 가장 중요한 요인은 “F7. 프로젝트 공정관리 역량”으로 25건의 빈도로 언급됐으며, “F18. 프로젝트 이해관계자 관리 역량”이 18건의 빈도로 두 번째 중요 요인으로 언급되었다. F7과 F18 요인은 OSC 프로젝트의 성공요인 전체 그룹 안에서도 상위 10개의 순위에 들어갈 정도로 중요도가 높은 요인이다. 그 외에도 평균을 상회하는 중요요인으로 “F15. 프로젝트 리스크 관리역량”(12건)이 있다.

Table 7. (F) Project Management Capability

no.	Success Factors	F
F1	Design processes management method	4
F2	Manufacture process management method	9
F3	Assembly process management method	6
F4	Space availability planning	9
F5	Owner delay avoidance	5
F6	Lead time & transport delay planning	8
F7	Overall schedule mangement capability	25
F8	Overall cost mangement capability	6
F9	Realistic economic analysis	10
F10	Early completion and cost savings recognition	7
F11	Overall scope mangement capability	4
F12	Preliminary module definition	5
F13	Clear and precise goals & project scope	3
F14	Early and precise definition of project engineering scope, planning and budget	8
F15	Overall risk mangement capability	12
F16	Risk Management strategy	4
F17	Management of execution risks	11
F18	Overall stakeholder management capability	18
F19	Effective coordination and management of stakeholders	3
F20	Effective stakeholder management starting with clearly defined goals and priorities of all involved stakeholders	10
F21	'top-down' commitment and corporate motivation	5
F22	Overall Quality management technique and method	5
F23	Overall safety management technique and method	6
F24	Environmentally friendly methods	4

*F = frequency

(7) G. 커뮤니케이션 및 정보 공유

G그룹은 커뮤니케이션 및 정보 공유와 관련하여 4개의 성공요인으로 구성되며, 그룹을 구성하는 성공요인 빈도수의 합은 76건, 평균 빈도수는 19건으로 9개의 그룹 중 상대적 중요도가 가장 높은 그룹이다. 이 그룹을 구성하는 4개의 성공요인 중 3개의 성공요인(G1. 참여자간 커뮤니케이션 및 정보공유의 효율성 / G3. 정보 및 통신 기술의 효과적 사용 (예,BIM) / G4. 주요 참여자간의 협업)이 성공요인 전체 집단 안에서도 상위 10위안에 들 정도로 상대적 중요도가 높은 그룹이다.

Table 8. (G) Communication and information sharing

no.	Success Factors	F
G1	Effective communication and information sharing among participants	26
G2	Adequate decision support systems	8
G3	Effective use of information and communication technology (e.g.BIM)	24
G4	Good working collaboration	18

*F = frequency

(8) H. 공급망 운영의 효율성

H그룹은 공급망 운영의 효율성과 관련하여 6개의 성공요인으로 구성되며, 그룹을 구성하는 성공요인 빈도수의 합은 60건, 평균 빈도수는 10건으로 평균 수준의 중요도가 강조되는 그룹이다. 이 그룹에서 가장 강조되는 성공요인은 “H2. 공급망 구성 부문(제조 및 공급업체)간의 효율적 조율”이다. H2요인은 빈도수 17건을 기록하여 성공요인 전체 중 상위 9위에 들어갈 정도로 상대적 중요도가 강조되는 요인이다. 또한, “H5. 조달 전략 및 계약의 적절성”과 “H1. 물류활동의 효율성”이 중요 요인으로 식별되었다.

Table 9. (H) Effective supply chain

no.	Success Factors	F
H1	Effective control of logistic activities	12
H2	Effective coordination of the supply chain segments	17
H3	Early involvement of top management in supply chain decision-making	10
H4	Close Relationship with Suppliers	3
H5	Suitable procurement strategy and contracting	15
H6	Sufficiency of manufacturers and suppliers of prefabricated components	3

*F = frequency

(9) I. 정책 및 인프라

I그룹은 정책 및 인프라와 관련하여 5개의 성공요인으로 구성되며, 그룹을 구성하는 성공요인 빈도수의 합은 25건, 평균 빈도수는 5건이다. 이 그룹은 타 그룹의 성공요인에 비

해 상대적 중요도가 가장 낮은 것으로 분석되었다. 이는 정부 정책과 인프라가 프로젝트 운영 관리 기술에 비해 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 해석할 수 있으나, 타 그룹의 성공요인의 대부분이 2000년대 초반부터 언급되기 시작한 것에 반해 이 그룹의 성공요인의 대부분이 빠르면 2000년대 중후반 늦으면 2010년대에 처음으로 언급되었기 때문인 것으로 볼 수도 있다.

한편, I그룹에서 가장 강조되는 성공요인은 “I1. 지속적인 정책 및 인센티브”와 “I5. 산업 마케팅 전략”으로 각각 7번 언급되었다. 또한, “I3. 지역 교통 인프라의 건전성” 또한 6번 언급되어 그룹 내 중요한 성공요인으로 작용하고 있음을 확인할 수 있었다.

Table 10. (I) Policy and infrastructure

no.	Success Factors	F
I1	Persistent policies and incentives	7
I2	Sustainability request by the local government	4
I3	Availability of local transport infrastructure	6
I4	Difficulty to obtain planning permission by the local government	2
I5	Industry marketing strategy	7

*F = frequency

4. 주제영역별 시사점

4.1 설계 기준, 설계도서 및 관련 규정의 적정성 확보

OSC 프로젝트의 산업 경쟁력을 떨어뜨리는 가장 큰 제약 조건 중 하나는 높은 직접 비용이다(Hwang et al., 2018). 여러 연구자가 OSC 프로젝트 직접비가 높아지는 주된 원인 중 하나로 낮은 수준의 설계 표준화를 지적하고 있다(Barlow et al., 2003; O'Connor et al., 2015). OSC 프로젝트의 설계 표준화는 제한된 구성 모듈의 반복적인 사용을 촉진함으로써, 모듈 생산의 효율을 향상시킬 수 있다. 모듈이 표준화 되면 동일한 재료, 장비 및 공정에 의하여 대량 제조, 노동의 전문화, 생산 공정의 자동화가 가능해지기 때문이다(Wuni & Shen, 2019). 한편, 일각에서는 제한된 모듈의 사용은 프로젝트 설계의 다양성을 저해할까봐 염려하고 있지만, 표준화된 모듈은 다양한 조합이 가능하므로 프로젝트 성격에 맞는 다양한 형태의 차별화된 프로젝트를 생성할 수 있다는 이점이 있다(Richard, 2006).

한편, OSC 프로젝트 직접비 절감을 위해서는 설계 변경을 방지해야 한다. 이는 OSC 프로젝트뿐만 아니라, 일반적인 건축 프로젝트에서도 중요시되는 성공요인이지만, 공기 및 공사비 절감에 민감한 OSC 프로젝트에서의 설계 변경은 더욱이 중요시 여겨진다. 이를 위해서 Gibb and Isack (2001),

Choi (2014), Li & Li et al. (2018), Wuni & Shen (2019) 등의 많은 학자들은 완성도 높은 설계 도서의 개발 및 초기 설계 확정(early design freeze)이 중요하다고 언급하였다. 이는 OSC 프로젝트가 일반적인 프로젝트에 비해 리드타임이 짧다는 점(Blismas et al., 2007)을 고려하더라도 설계단계에서 정확한 설계는 반드시 이루어져야 한다(Wuni & Shen, 2019).

또한, 부적합한 OSC 설계는 조인트 고장 등과 같은 생산 품질저하와 같은 리스크를 야기할 수 있다(Li & Li et al., 2018). 이에 Akagi et al. (2002)와 Wuni & Shen (2019)은 합리적인 수준의 설계 변경 허용공차를 설계에 포함시켜 설계 변경으로 인한 리스크를 감소시켜야 한다고 덧붙였다.

4.2 성과 측정 및 관리

모든 건설 프로젝트가 그렇듯 OSC 프로젝트도 전략적 목표 달성 및 성공적 결과를 위해서는 프로젝트의 성과를 정의하고 이를 측정하는 것이 중요하다(Choi, 2014; Choi & O'Connor, 2014; Choi et al., 2016; O'Connor et al., 2014). 프로젝트의 성과를 분석함으로써 프로젝트의 수행능력을 지속적으로 제고할 수 있으며, 모범 사례(Best Practice) 발굴하여 이를 벤치마킹함으로써 프로젝트의 성과를 크게 향상시킬 수 있기 때문이다(Hwang et al., 2018; Murtaza et al., 1993). 이에 Choi (2014)와 Wong et al. (2018)은 보다 체계적인 성과의 측정 및 관리를 위하여 성과 관리 시스템을 적용해야 한다고 말했다.

4.3 주요 참여자들의 경험과 지식

Li et al. (2018)은 OSC 프로젝트에서 가장 중요한 요소는 설계자의 경험과 지식이라고 강조하였다. 설계자의 경험과 지식은 프로젝트 시작부터 종료시점까지 프로젝트 성패에 많은 영향을 미치는데(Chan et al., 2004), 그 이유를 4.1절에서 언급한 바와 같이 정확한 설계가 설계변동을 방지하고, 이는 곧 프로젝트 공기 및 원가 절감에 영향을 미치기 때문이다(Haller et al., 2015).

한편, OSC 프로젝트의 제조 단계는 전통적인 현장생산 방식과 가장 큰 차이로 인식(Pan et al., 2008; Jailon & Poon, 2009)되고 있으며, 이에 OSC 부품 제작자의 경험과 지식 또한 매우 중요한 성공요인으로 언급되고 있다. OSC 부품 제작자의 지식과 경험은 정시 납품을 달성하기 위한 생산 계획을 세울 때 중요한 고려요소로 작용되고 있다(Ko, 2010), 또한, 완성된 OSC 부품 적재 및 하역 과정에서 물리적 손상이 다수 발생하게 되는데(Wu, 2014), 이러한 손상은 관련 지식과 경험이 풍부한 제작자에 의해 예방될 수 있다(Li et al., 2018).

설계자 및 OSC 부품 제작자 외에도 현장 설치 및 조립 작업을 수행하는 시공자 및 프로젝트의 전반적 관리를 수행하는 프로젝트 관리자의 경험과 지식 또한 프로젝트의 성과에 영향을 미치므로 적절한 관리를 요하고 있다.

4.4 숙련된 인력 및 기술 역량

OSC 프로젝트의 성공적인 구현을 위해서 OSC 부품의 제조 및 생산, 현장 시공과 관련한 숙련된 인력과 관련 기술이 필요하다(Warszawski, 1999). OSC는 건설 산업의 기능 인력의 부족과 기능 수준의 저하 문제를 해결하기 위해 도입 되었으므로, 현장 중심의 기존 생산방식에 비해 높은 수준의 기술을 가진 인력은 OSC 성공을 위한 필수적인 요소로 강조된다(Kamar et al., 2009; Pan et al., 2008). 이에 Kamar et al. (2009), Tanoon et al. (2003) 등의 연구자들은 노동 인력의 기술 수준 향상을 위해서 OSC 부품의 현장설치 훈련과 같은 훈련 및 교육을 통해 부족한 기능 인력을 확보해야 한다고 강조하였다.

한편, 각 세부 프로세스마다 적용되는 기술과 활용 장비의 기술 성숙도도 OSC 성공에 필수적이다. 특히, OSC 구성 부품 운송 기술의 성숙도가 중요한 성공요인으로 식별되었다. 여기서 운송 기술은 공장과 현장 간 이동 및 운반을 지원하는 기술 및 장비뿐만 아니라, 공장이나 현장 내에서의 이동 및 양중을 위한 기술 및 장비까지 포함한다. 운송 기술 및 장비의 활용시 사전에 활용가능성을 검토하여 프로젝트 예산을 고려하는 것이 중요하다(Choi 2014; Choi & O'Connor, 2014; O'Connor et al., 2014).

4.5 설계, 제조, 운반, 조립 프로세스의 조화

OSC 프로젝트는 일반적으로 설계, 제조, 운반, 조립 프로세스로 구분되어 있으나, 프로세스 간의 조화가 매우 강조된다(Haas & Fangerlund, 2002; Li, 2006; Vrijhoef et al., 2002; Lessing, 2006). 이와 관련하여 가장 중요한 성공요인은 “프로젝트 전구간에 걸친 핵심참여자들의 참여”이다. OSC 프로젝트에서 설계자 및 엔지니어, OSC 부품 제작자(공급자), 시공자가 프로젝트 전구간에 참여하여 협업을 하면 보다 효율적인 OSC 프로젝트 관리가 가능하다. 설계단계에 OSC 부품 제작자 및 시공자가 참여하면 실제 모듈의 생산 및 현장 설치에 대한 리스크를 사전에 방지할 수 있다(Pan et al., 2008; Kamar et al., 2009; Lau, 2011; Mydin et al., 2015). 또한, OSC 부품 설계 및 엔지니어가 OSC 부품의 제조 및 조립단계에 참여하면 설계의도 구현 및 불필요한 설계변경을 예방할 수 있다(Nadim & Goulding, 2011).

이와 같은 핵심참여자들의 통합적인 참여와 같은 맥락에서 다음으로 중요한 성공요인은 “공장 작업과 현장 작업간

의 조화”이다. 공장에서 생산된 OSC 부품을 현장으로 이동시켜 조립하는 OSC 생산 방식에서 실질적인 생산은 제조 및 조립/시공 단계에서 이루어지므로, 공장 작업과 현장 작업 간의 조율 및 협업은 매우 중요하다.

4.6 프로젝트 관리 역량

프로젝트 관리를 OSC 프로젝트뿐만 아니라 모든 건설 프로젝트 관리의 기본이 되는 성공요인이다. 이와 관련하여 중요한 성공요인으로는 “프로젝트 일정 관리 역량”, “프로젝트 이해관계자 관리 역량”, “프로젝트 리스크 관리 역량”이 식별되었다

프로젝트 성과, 조정, 범위 제어 개선, 원활한 프로젝트 시퀀스 보장 등을 위해 사전에 광범위한 활동 계획과 일정이 중요하다(Haas & Fangerlund, 2002). OSC 프로젝트의 적절한 일정관리를 위한 방법으로 건축주 지연 회피 및 운송 지연 대책 수립 등이 제시되고 있다(Choi, 2014; Choi & O'Connor, 2014; Choi et al., 2016; O'Connor et al., 2014).

한편, OSC에 참여하는 다양한 참여자 및 조직 간의 효율적인 의사소통 및 의사결정을 지원하기 위해 이해관계자 관리 계획을 수립하는 것 또한 중요하다. 이때, 이해관계자 관리 계획은 프로젝트 초기단계부터 명확한 목표정의에서 시작되어야 한다(Azhar et al., 2013; Li, Xue et al., 2018). 또한, 적절한 리스크 관리를 통해 OSC 프로젝트 각 세부 단계별로 발생 가능한 리스크를 사전에 식별하여 이를 예방하기 위한 방안 마련이 요구된다.

4.7 커뮤니케이션 및 정보 공유

앞에서 언급한 바와 같이 OSC 프로젝트는 On-site 작업과 Off-site 작업이 분리되어 있으며 설계, 제조, 운송, 조립 등의 세부 프로세스에 따라 다양한 조직이 참여하고 있다. 따라서 OSC 프로젝트의 효율적이고 성공적인 운영을 위해서는 On-site와 Off-site간의 정보 전달(Hjort et al., 2014)과 다양한 조직 및 참여자간의 효율적인 의견 조율 및 협업이 강조된다(Haas & Fagerlund, 2002). 특히, OSC 프로젝트는 초기단계부터 부품의 제조 및 운송, 현장 조립 및 시공을 모두 고려하기 때문에 프로젝트 전 단계에 걸쳐 모든 참여자 사이의 효과적인 커뮤니케이션 및 정보 공유 채널을 구축하는 것이 중요하다(Tam et al., 2007; Ismail et al., 2012; Choi, 2014).

여러 학자들은 효율적인 커뮤니케이션과 정보 공유를 지원하기 위해 RFID (Radio Frequency Identification) 및 BIM (Building Information Modeling)과 같은 정보통신기술을 활용해야 한다고 하였다(Wuni et al., 2020; Wuni & Shen, 2019; Yunus et al., 2017; Kamar, 2010). 이러한 정보

통신 기술의 활용은 참여자간의 커뮤니케이션 및 정보 공유만을 지원할 뿐만 아니라 실시간 진행상황 모니터링을 가능하게 하므로(Zhong et al., 2017) 프로젝트의 공정관리 및 공급망 관리를 원활하게 수행할 수 있다(Pan et al., 2008).

4.8 공급망 운영의 효율성

제조업에서는 원재료 조달에서 완제품의 최종소비에 이르는 프로세스를 통합적으로 관리하는 공급망 관리(Supply Chain Management; SCM)의 중요성이 일찍부터 인식되어 오고 있었다. 이에 건설업계에서도 공종별 투입 자재 물량 소요 계획과 인력 및 장비 투입에 관한 일정 예측을 통해 자재손실을 방지하고 인력 및 장비의 유휴시간을 방지하고자 하는 필요성이 인식되어 오고 있었다. 하지만, 표준화를 통한 반복적인 생산 및 기계생산 위주의 제조업과는 달리 일반적인 건설업은 비표준화된 생산방식 및 인력 중심의 생산 방식을 취하고 있어 공급망 관리의 효과를 체감하기 힘들었다. 반면, OSC의 경우 생산 모듈의 표준화, 자동화된 생산 기술의 확보가 가능하기 때문에 공급망 관리의 효과는 극대화될 것으로 예상된다.

공급망 관리와 관련한 공급망 구성부문간의 효율적 조율 및 물류활동의 효율성, 조달 전략 및 계약의 적절성과 관련한 성공요인은 OSC 프로젝트의 성공요인에 대해서 진행된 이전 연구들(Wuni & Shen, 2019; Ismail et al., 2012; Kamar et al., 2009)에서도 특히 중요한 성공요인으로 손꼽히고 있다. 이와 관련한 내용은 다음과 같다.

먼저, OSC 공급망 부문간의 효율적인 조율과 관련한 내용이다. OSC 프로젝트의 공급망에는 설계, 엔지니어링, 제조, 운송, 저장, 현장 조립 등으로 구성되는 다양한 부문들이 포함되어 있으며, 이들은 상호의존적인 관계를 지닌다. 따라서 각 부문간의 적절한 조율을 통해 리스크를 사전에 예방하는 것이 중요하다(Li et al., 2017; Hwang et al., 2018). 이에 각 부문간의 적절한 정보 공유 및 협의점 도출을 위해 관련 이해관계자간의 소통을 지원하고, 잠재적 리스크를 초기 계획에 포함시키는 전략이 필요하다(Rentschler et al., 2016). 다음으로 물류활동의 효율성과 관련한 내용이다. 물류활동은 공장내 부품 생산, 건설 현장으로의 부품 운송, 현장 내 부품 이동 등 OSC 프로젝트의 모든 공정에서 매우 중요한 역할을 담당한다. 따라서 적절한 물류활동 관리는 적시 납품을 가능하게 하며, 보관 및 적재 비용의 절감, 리드 타임의 단축, 생산성 및 품질 향상에 도움을 줄 것이다(Ismail et al., 2012). 원활한 물류활동 관리를 위해 ICT기술을 활용해야한다는 의견도 있었다. Demiralp et al. (2012), Ergen et al. (2007)은 RFID기술을 이용한 PC 패널등의 부품을 추적 관리할 것을 제안하기도 하였다.

마지막으로 조달 전략 및 계약의 적절성과 관련한 내용이다. OSC 프로젝트의 효율적인 조달 전략 및 적절한 계약 수립을 위해서 Pan et al. (2007)은 프로젝트 참여자 사이의 협력과 의사결정 과정에서 제조자와 공급자 간의 효과적인 통합을 강조했다. 또한, Ismail et al. (2012)는 프로젝트 참가자간의 상호 보완적 목표를 개발하여 파트너링 및 전략적 제휴를 제안하였다. 한편, Rentschler et al. (2016)는 OSC 프로젝트의 관리목표가 공기단축에 초점이 맞춰져 있을 경우 소수의 OSC 부품 제조업체를 선정하는 조달 전략 수립이 중요하다고 하였다. 또한, 그는 OSC 프로젝트의 성공이 OSC 부품 제조업체의 역량에 크게 좌우됨을 지적하였는데, 이에 Wuni & Shen (2019)는 OSC 부품 제조업체 선정시 과거 프로젝트 성과, 제조 역량, 작업의 범위 등을 적절히 고려해야 한다고 언급하였다.

4.9 정책 및 인프라

OSC가 활성화되기 위해서는 신기술 및 차별화된 프로젝트 관리기술의 확보도 중요하지만, 정부 정책 및 관련 인프라 구축과 같은 프로젝트 외부 환경 조성도 매우 중요하다. 이와 관련한 주요 핵심성공요인 중 하나는 정부의 “지속적인 정책 및 인센티브”이다. 이와 관련하여 Li & Li et al. (2018)은 새로운 기술이 시장에 도입되는 시기에 관련 계약업체는 인센티브가 없는 새로운 기술보다 기존의 성숙한 기술을 선택한다는 것을 지적하며, 정부차원에서 새로운 기술 활용을 장려하는 정책이 마련해야 한다고 강조한다. 특히, 국내 건설시장에서 OSC는 관련 실적이 미미할 뿐만 아니라 민간사업의 경우 OSC에 대한 거부감이 높다는 것을 고려할 때 OSC의 활성화와 관련한 정책 마련은 필수적이다.

한편, “산업차원의 마케팅 전략” 또한 핵심성공요인으로 식별되었다. 이와 관련하여 Ismail et al. (2012)은 OSC 생산방식이 대중에게 받아들여질 수 있도록 하려면 초기 작업부터 산업 마케팅 전략이 중요하다고 강조하였다. 특히, 일부 대중들은 OSC기반의 건물의 안전성 및 품질에 대해 부정적인 인식을 가지고 있는데, 이러한 부정적 인식을 긍정적으로 바꾸기 위한 산업차원의 전략 수립이 요구된다(Blismas & Wakefield, 2009).

5. 결론

본 연구에서는 OSC 성공요인과 관련한 해외 기존 문헌 104편을 분석하여 OSC 성공요인을 추출하고, 각 성공요인의 내용적 특성을 고려하여 9개의 주제영역으로 분류하였다. 또한, 주제영역별로 중요도가 높은 핵심 성공요인을 식별하고, 시사점을 도출하였다. 본 연구에서 도출한 다양한

중요도가 높은 핵심성공요인 중 프로젝트 레벨에 부합하는 내용을 중심으로 프로젝트 관리 관점에서 핵심시사점을 도출하면 아래와 같다. 이는 국내 OSC 프로젝트의 성공을 위한 관리전략 수립에 활용될 수 있다.

(1) 표준모듈을 활용한 적절한 설계구현: 표준 모듈의 사용은 제한된 구성 모듈의 반복적인 사용을 촉진함으로써, 생산의 효율성 및 품질을 확보할 수 있다.

(2) OSC 프로젝트 지식 및 성과관리 체계 수립: OSC 프로젝트 관련 설계, 제조, 운송, 조립 과정의 관련 전문 지식을 체계화를 통한 지속적인 개선 및 교육이 활성화 되어야 한다. 또한, OSC의 성과를 정량적으로 평가할 수 있는 도구를 개발하고, 지속적으로 모범 사례를 발굴해야 한다.

(3) ICT기술을 활용한 효율적인 프로젝트 통합관리 시스템 구축: 참여자간의 의사소통 및 On-site와 Off-site간의 정보공유의 효율성을 증진시키기 위해서 ICT 기술을 활용한 프로젝트 통합관리 시스템이 필요하다. 예를 들면, RFID를 이용한 OSC 부품 관리 시스템, BIM기반 공정관리 시스템 등이 이에 해당한다. 특히, 최근 4차산업혁명 관련 기술의 두드러진 발전을 고려했을 때, 다양한 ICT 신기술의 적용은 OSC 프로젝트 관리에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

(4) 교육 및 훈련을 통한 기술인력 확보: 노동 인력의 기술 수준 향상을 위해서 OSC 부품의 현장설치 훈련과 같은 훈련 및 교육을 통해 부족한 기능 인력을 확보해야 한다.

본 연구에서는 출현 빈도에만 의존하여 OSC 성공요인의 상대적 중요도를 식별하였으나, 국내 실정에 보다 적합한 핵심성공요인을 식별하기 위해서는 국내 관련 전문가 인터뷰, 설문조사 등을 통해 요인간 레벨 조정, 상호보완적 관계 규명 및 개별 요인 가중치를 식별하는 추가연구가 필요하다. 또한, 프로젝트 레벨에 따라 관리 주체가 상이해지므로 관리 주체별 주요 핵심성공요인을 분류하는 추가 연구가 필요하다. 향후 이와 같은 한계를 고려하여 추가적인 연구를 진행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 20ORPS-B158109-01).

References

- Akagi, K., Murayama, K., Yoshida, M., and Kawahata, J. (2002). "Modularization technology in power plant construction." *Proceedings of ICONE10 10th International Conference on Nuclear Engineering*, Arlington, pp. 21 - 27.
- Ahn, Y.H. (2019). "Technical status and development direction of modular construction method in Korea." *KAIA Insight*, 14.
- Arashpour, M., Bai, Y., Aranda-mena, G., Bab-Hadiashar, A., Hosseini, M.R., and Kalutara, P. (2017). "Optimizing decisions in advanced manufacturing of prefabricated products: Theorizing supply chain configurations in off-site construction." *Automation in Construction*, 84, pp. 146 - 153.
- Arif, M., and Egbu, C. (2010). "Making a case for offsite construction in China." *Engineering Construction and Architectural Management*, 17(6), pp. 536 - 548.
- Azam Haron, N., Abdul-Rahman, H., Wang, C., and Wood, L.C. (2015). "Quality function deployment modelling to enhance industrialised building system adoption in housing projects." *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, 26, pp. 703 - 718.
- Azhar, S., Lukkad, M.Y., and Ahmad, I. (2013). "An investigation of critical factors and constraints for selecting modular construction over conventional stick-built technique." *International Journal of Construction Education and Research*, 9(3), pp. 203 - 225.
- Babić, N.C., Podbreznik, P., and Rebolj, D. (2010). "Integrating resource production and construction using BIM." *Automation in Construction*, 19, pp. 539 - 543.
- Barlow, J., Childerhouse, P., Gann, D., Hong-Minh, S., Naim, M., and Ozaki, R. (2003). "Choice and delivery in housebuilding: Lessons from Japan for UK housebuilders." *Building Research and Information*, 31(2), pp. 134 - 145.
- Benjaoran, V., and Dawood, N. (2006). "Intelligence approach to production planning system for bespoke precast concrete products." *Automation in Construction*, 15(6), pp. 737 - 745.
- Blismas, N.G. (2007). "Off-site manufacture in Australia: current state and future directions." Cooperative Research Centre for Construction Innovation for Icon, Net Pty Ltd: Brisbane, Australia.
- Blismas, N.G., Pasquire, C., and Gibb, A.G.F. (2006). "Benefit evaluation for off-site production in construction." *Construction Management and Economics*, 24(2), pp. 121 - 130.
- Blismas, N.G., and Wakefield, R. (2009). "Drivers, constraints and the future of offsite manufacture in Australia." *Constr Innov*, 9(1), pp. 72 - 83.
- BSRIA. (1998). Prefabrication and Preassembly - applying the technique to building engineering services In Advance Construction Technique ACT 1/99 (Ed. Wilson, D. G., Smith, M. H. and Deal, J.) Department of Environment Transport Region (DETR) and the Building Services Research and InformatFactors affecting large scale modular construction projecion Association (BSRIA).
- Carriker, M., and Langar, S. (2014). "Factors Affecting Large

- Scale Modular Construction Projects.” *50th ASC annual international conference proceedings*, pp. 1 – 8.
- Chan, A., Scott, D., and Chan, A. (2004). “Factors affecting the success of a construction project.” *J. Constr. Eng. Manag.*, 130, pp. 153 – 155.
- Cheng, Y.M. (2014). “An exploration into cost-influencing factors on construction projects.” *Int. J. Proj. Manag.*, 32, pp. 850 – 860.
- Chiang, Y.H., Chan, E.H.W., and Lok, L.K.L. (2006). “Prefabrication and barriers to entry—a case study of public housing and institutional buildings in Hong Kong.” *Habitat Int.*, 30, pp. 482 – 499.
- Choi, J.O. (2014). “Links between modularization critical success factors and project performance.” Austin, TX, United States: The University of Texas at Austin.
- Choi, J. O., and O’Connor, J.T. (2014). “Modularization critical success factors accomplishment: Learning from case studies.” *Construction Research Congress*, pp. 1636 – 1645.
- Choi, J.O., O’Connor, J.T., and Kim, T.W. (2016). “Recipes for cost and schedule successes in industrial modular projects: qualitative comparative analysis.” *J Constr Eng Manage.*, 142(10).
- Demiralp, G., Guven, G., and Ergen, E. (2012). “Analyzing the benefits of RFID technology for cost sharing in construction supply chains: A case study on prefabricated precast components.” *Automation in Construction*, 24, pp. 120 – 129.
- Ergen, E., and Akinci, B. (2008). “Formalization of the Flow of Component-Related Information in Precast Concrete Supply Chains.” *J. Constr. Eng. Manag.*, 134, pp. 112 – 121.
- Ergen, E., Akinci, B., and Sacks, R. (2007). “Tracking and locating components in a precast storage yard utilizing radio frequency identification technology and GPS.” *Automation in Construction*, 16, pp. 354 – 367.
- Faniran, O.O., Oluwoye, J.O., and Lenard, D.J. (1998). “Interaction between construction planning and influence factors.” *J. Constr. Eng. Manag.*, 124, pp. 245 – 256.
- Gibb, A.G.F. (1999). *Off-site fabrication: Prefabrication, preassembly and modularization* (1st ed.). Latheronwheel: Whittles Publishing. doi:10.1680/bimpp.63693.109
- Gibb, A.G.F. (2001). “Standardization and pre-assembly-distinguishing myth from reality using case study research.” *Constr Manage Econ.*, 19(3), pp. 307 – 315.
- Gibb, A.G.F., and Isack, F. (2001). “Client drivers for construction projects.” *Eng Const Arch Man.*, 8(1), pp. 46 – 58.
- Gibb, A.G.F., and Isack, F. (2003). “Re-engineering through preassembly: Client expectations and drivers.” *Building Research and Information*, 31(2), pp. 146 – 160.
- Goulding, J.S., Pour Rahimian, F., Arif, M., and Sharp, M.D. (2015). “New offsite production and business models in construction: Priorities for the future research agenda.” *Archit. Eng. Des. Manag.*, 11, pp. 163 – 184.
- Haas, C.T., and Fagerlund, W.R. (2002). Preliminary research on prefabrication, pre-assembly, modularization and offsite fabrication in construction. Austin, TX. Retrieved from <https://smartech.gatech.edu/handle/1853/10883>
- Haas, C.T., O’Connor, J.T., Tucker, R.L., Eickmann, J.A., and Fagerlund, R.W. (2000). Prefabrication and preassembly trends and effects on the construction workforce. Report No. 10, Center for Construction Industry Studies, University of Texas at Austin, Austin.
- Hassim, S., Jaafar, M.S., and Sazali, S.A.A.H. (2009). “The Contractor Perception Towers Industrialised Building System Risk in Construction Projects in Malaysia American.” *Journal of Applied Sciences*, 6(5), pp. 937-942
- Haller, M., Lu, W., Stehn, L., and Jansson, G. (2015). “An indicator for superfluous iteration in offsite building design processes.” *Archit. Eng. Des. Manag.*, 11, pp. 360 – 375.
- Heravi, A., Coffey, V., and Trigunaryyah, B. (2015). “Evaluating the level of stakeholder involvement during the project planning processes of building projects.” *Int. J. Proj. Manag.*, 33, pp. 985 – 997.
- Hjort, B., Lindgren, J., Larsson, B., and Emmitt, S. (2014). Success factors Related to industrialized building in Sweden. Paper presented at the CIB international conference on construction in a changing world (pp. 1 – 13). Kandalana: School of the Built Environment, University of Salford.
- Hofman, E., Voordijk, H., and Halman, J. (2009). “Matching supply networks to a modular product architecture in the house-building industry.” *Building Research and Information*, 37(1), pp. 31 – 42.
- Housing Forum. (2002). *Homing in on excellence - A commentary on the use of offsite fabrication (OSF) methods for the UK housebuilding industry*, The Housing Forum, London, pp. 1-79
- Hsu, P.Y., Angeloudis, P., and Aurisicchio, M. (2018). “Optimal logistics planning for modular construction using two-stage stochastic programming.” *Automation in Construction*, 94, pp. 47 – 61.
- Hwang, B.G., Shan, M., and Looi, K.Y. (2018). “Knowledge-based decision support system for prefabricated prefinished volumetric construction.” *Autom Constr.*, 94(July), pp. 168 – 178.
- Ismail, F., Yusuwan, N.M., and Baharuddin, H.E.A. (2012). “Management factors for successful IBS projects implementation.” *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 68, pp. 99 – 107.
- Jabar, I.L., Ismail, F., Aziz, N.M., and Janipha, N.A.I. (2013).

- “Construction Manager’s Competency in Managing the Construction Process of IBS Projects.” *Procedia Soc. Behav. Sci.* 105, pp. 85 – 93.
- Jaillon, L., and Poon, C.S. (2009). “The evolution of prefabricated residential building systems in Hong Kong: A review of the public and the private sector.” *Autom. Constr.*, 18, pp. 239 – 248.
- Jeong, Y.S., Eastman, C.M., Sacks, R., and Kaner, I. (2009). “Benchmark tests for BIM data exchanges of precast concrete.” *Autom. Constr.* 18, pp. 469 – 484.
- Kamar, K.A.M., Alshawi, M., and Hamid, Z.A. (2009). “Industrialised building system: The critical success factors.” 9th international postgraduate research conference (IPGRC), pp. 485 – 497.
- Kamar, K.A.M., Azman M.N.A., and Nawi M.N.M. (2014). “IBS Survey 2010: Drivers, Barriers and Critical Success Factors in Adopting Industrialised Building System (IBS) Construction by G7 Contractors in Malaysia.” *Journal of Engineering Science and Technology*, 9(4), pp. 490-501.
- Kamar, K.A.M., Hamid, Z.A., and Alshawi, M. (2010). “The critical success factors (CSFs) to the implementation of industrialized building system (IBS) in Malaysia.” TG57 – special track, 18th CIB world building congress, pp. 64 – 76.
- Kim, D.S., Kim, K.R., Cha, H.S., and Shin, D.W. (2013). “A Study on the Strategy for Creating Demand of Modular Construction through Case Analysis by Building Type.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM. 14(5), pp. 164-174.
- Kim, M.K., Ioannis, B., and An, Y.K. (2015). “A study on influencing factors and revitalization of the adoption of off-site construction – Case study on the construction market of the United Kingdom.” *Journal of KIBIM*, 5(3), pp. 33-40.
- Kim, J.S. (2020). Modular Architecture in Global Markets analyzed by McKinsey – 1, RICON, www.ricon.re.kr/foreign_view.html?bn=23&seq=4705
- Ko, C. (2010). “An integrated framework for reducing precast fabrication inventory.” *J. Civ. Eng. Manag.*, 16, pp. 418 – 42.
- Lau, A.K.W. (2011). “Critical success factors in managing modular production design: Six company case studies in Hong Kong, China, and Singapore.” *Journal of Engineering and Technology Management*, 28(3), pp. 168 – 183.
- Lee, J.H., and Hwang, E.K. (2019). “An Analysis of Overseas Systems for Activation of the Industrialized Housing Accreditation System.” *The International Journal of The Korea Institute of Ecological Architecture and Environment*, 19(6), pp. 49-55.
- Lee, J.S., and Kim, Y.S. (2017). “Analysis of cost-increasing risk factors in modular construction in Korea using FMEA.” *KSCE Journal of Civil Engineering*, 21(6), 1999 – 2010.
- Lessing, J., and Brege S. (2018). “Industrialized building companies’ business models: multiple case study of Swedish and North American companies.” *J. Constr Eng Manage.*, 144(2), 05017019.
- Lessing, J., Stehn, L., and Ekholm, A. (2005). “Industrialised housing: Definition and categorisation of the concept.” *Proceedings of the in the 13th annual conference in the international group for lean construction*, pp. 471 – 480.
- Li, C.Z., Hong, J., Xue, F., Shen, G.Q., Xu, X., and Mok, M.K. (2016). “Schedule risks in prefabrication housing production in Hong Kong: A social network analysis.” *Journal of Cleaner Production*, 134(Part B), pp. 482 – 494.
- Li, C.Z., Xue, F., Li, X., Hong, J., and Shen, G.Q. (2018). “An internet of things-enabled BIM platform for on-site assembly services in prefabricated construction.” *Automation in Construction*, 89, pp. 146 – 161.
- Liu, H., Al-Hussein, M., and Lu, M. (2015). “BIM-based integrated approach for detailed construction scheduling under resource constraints.” *Autom. Constr.*, 53, pp. 29 – 43.
- Li, L., Li, Z., Wu, G., and Li, X. (2018). “Critical success factors for project planning and control in prefabrication housing production: A China study.” *Sustainability (Switzerland)*, 10(3), pp. 836 – 817.
- Lu, W., and Yuan, H. (2013). “Investigating waste reduction potential in the upstream processes of offshore prefabrication construction.” *Renew. Sustain. Energy Rev.* 28, pp. 804 – 811.
- Lu, Y., Li, Y., Skibniewski, M.J., Wu, Z., Wang, R., and Le, Y. (2014). “Information and Communication Technology Applications in Architecture, Engineering, and Construction Organizations: A 15-Year Review.” *J. Manag. Eng.*, 31, pp. 1 – 19.
- Malik, N.A.F. (2006). Supply Chain Management in IBS Industry in Malaysian. International IBS Exhibition (MIIE) 2006 Construction Industry Development Board (CIDB) Malaysia, Kuala Lumpur.
- Mao, C., Shen, Q., Pan, W., and Ye, K. (2015). Major Barriers to Off-Site Construction: The Developer’s Perspective in China. *J. Manag. Eng.*, 31.
- Marchesi, M., and Matt, D.T. (2017). Design for mass customization: Rethinking prefabricated housing using axiomatic design. *Journal of Architectural Engineering*, 23(3).
- Mole, T. (2001). Prefabrication in UK Housing: ‘Innovation or Deja Vu’ in CEEC/AEEBC Conference Dublin, Ireland 4th-6th October 2001.
- Mun, Y.A., Kim, Y.A., and Park, M.J. (2013). “Domestic and Foreign Case Studies for the Improvement of Unit Modular Housing.” *Journal of the Architectural Institute of Korea, Planning & Design*, 29(10), pp. 65-73.

- Murtaza, M.B., Fisher, D.J., and Skibniewski, M.J. (1993). "Knowledge-based approach to modular construction decision support." *J. Constr Eng Manag.*, 119(1), pp. 115 – 130.
- Mydin, M.A.O., Nawi, M.N.M., Yunos, M.Y.M., and Utaberta, N. (2015). "Decisive success factors in executing prefabrication system in Malaysia." *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 9(97), pp. 160 – 163.
- Nadim, W., and Goulding, J.S. (2011). "Offsite production: A model for building down barriers: A European construction industry perspective." *Eng. Constr. Archit. Manag.*, 18, pp. 82 – 101.
- Na, L., and Liska, R.W. (2008). "Designers and General Contractors Perceptions of Offsite Construction Techniques in the United State Construction Industry." *International Journal of Construction Education and Research*, 4(3), pp. 177-188.
- National Audit Office Report (2005). Using modern methods of construction to build homes more quickly and efficiently, National Audit Office (NAO), London, November 2005.
- Nawi, M.N.M., Lee, A., Kamar, K.A.M., and Hamid, Z.A. (2012). "Critical success factors for improving team integration in industrialised building system (IBS) construction projects: The Malaysian case." *Malaysian Construction Research Journal*, 10(1), pp. 44 – 62.
- Neala, R., Price, A., and Suer, W. (1993). Prefabricated modules in construction, Bourn Press Limited, Bournemouth.
- O'Connor, J.T., O'Brien, W.J., and Choi, J.O. (2014). Critical success factors and enablers for optimum and maximum industrial modularization, *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(6).
- O'Connor, J.T., O'Brien, W.J., and Choi, J.O. (2015). "Standardization strategy for modular industrial plants." *J. Constr Eng Manag.*, 141(9), 04015026.
- O'Connor, J.T., O'Brien, W.J., and Choi, J.O. (2016). "Industrial project execution planning: modularization versus stick-built." *Pract Period Struct Des Constr.*, 21(1), 04015014.
- Olawale, Y., Sun, M., and PCIM. (2013). "Project Control and Inhibiting-Factors Management Model." *J. Manag. Eng.*, 29, pp. 60 – 70.
- Ojoko, E.O., Osman, M.H., Abdul Rahman, A.B., and Bakhary, N. (2018). "Evaluating the critical success factors of industrialised building system implementation in Nigeria: The stakeholders' perception." *International Journal of Built Environment and Sustainability*, 5(2), pp. 127 – 133.
- Pan, W., Gibb, A.G.F., and Dainty, A.R.J. (2007). "Perspective of UK housebuilders on the use of offsite modern methods of construction." *Constr Manage Econ.*, 25(2), pp. 183 – 194.
- Pan, W., Gibb, A.G.F., and Dainty, A.R.J. (2008). "Leading UK housebuilders' utilization of offsite construction methods." *Building Research and Information*, 36(1), pp. 56 – 67.
- Pan, W., Gibb, A.G.F., and Dainty, A.R.J. (2012). "Strategies for integrating the use of off-site production technologies in house building." *J. Constr Eng Manag.*, 138(11), pp. 1331 – 1340.
- Park, J.W., Jun, Y.J., Park, S.H., and Kwon, O.K. (2011). "A Study of Deriving Critical Success Factors in Construction Projects." *Proceedings of the KSCE*, pp. 381-384.
- Pheng, L.S., and Chuan, C.J. (2001). "Just-in-Time Management of Precast Concrete Components." *J. Constr. Eng. Manag.*, 127, pp. 494 – 501.
- Presidential Commission on Architecture Policy. (2015). A Study on the Revitalization of Off-Site Construction, (2015-04).
- Puddicombe, M.S. (2006). "The Limitations of Planning: The Importance of Learning." *J. Constr. Eng. Manag.*, 132, pp. 949 – 955.
- Rashidi, A., and Ibrahim, R. (2017). "Industrialized construction chronology: The disputes and success factors for a resilient construction industry in Malaysia." *The Open Construction and Building Technology Journal*, 11(1), pp. 286 – 300.
- Rentschler, C., Mulrooney, M., and Shahani, G. (2016). "Modularization: The key to success in today's market." *Hydrocarbon Processing*, 95(12), pp. 27 – 30.
- Sanderson, G. (2003). A strategic review of the use of modern methods of construction in new-build and refurbishment housing projects, Richard Hodgkinson Consultancy Report, October 2003.
- Sharafi, P., Rashidi, M., Samali, B., Ronagh, H., and Mortazavi, M. (2018). "Identification of factors and decision analysis of the level of modularization in building construction." *Journal of Architectural Engineering*, 24(2), 04018010.
- Song, J., Fagerlund, W.R., Haas, C.T., Tatum, C.B., and Vanegas, J.A. (2005). "Considering prework on industrial projects." *J. Constr Eng Manag.*, 131(6), pp. 723 – 733.
- Tam, V.W.Y., Tam, C.M., and Ng, W.C.Y. (2007). "On prefabrication implementation for different project types and procurement methods in Hong Kong." *J. Eng. Design Tech.*, 5(1), pp. 68-80.
- Tam, V.W.Y., Fung, I.W.H., Sing, M.C.P., and Ogunlana, S.O. (2015). "Best practice of prefabrication implementation in the Hong Kong public and private sectors." *Journal of Cleaner Production*, 109, pp. 216-231.
- Thanoon, W.A., Peng, L.W., Kadir, M.R.A., Jaafar, M.S., and Salit, M.S. (2003). The Essential Characteristics of Industrialised Building System In International Conference on Industrialised Building Systems Construction Industry Development Board (CIDB) Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia, 10-11 September 2003.
- Tommelein, I.D. (2015). "Journey toward Lean Construction:

- Pursuing a Paradigm Shift in the AEC Industry.” *J. Constr. Eng. Manag.*, 141, pp. 1-12.
- Toor, S.U.R., and Ogunlana, S.O. (2009). “Construction professionals’ perception of critical success factors for largescale construction projects.” *Construction Innovation*, 9(2), pp. 149 – 167.
- Triumph Modular Corporation. (2019). Critical success factors for volumetric modular construction. Littleton: Triumph Modular. Retrieved from <https://triumphmodular.com/permanent-modular/how-to-start/critical-success-factors/>
- Vrijhoef, R., Cuperus, Y., Voordijk, H. (2002). Exploring the Connection between Open Building and Lean Construction: Defining a Postponement Strategy for Supply Chain Management in Proceedings IGLC-10 Gramado, Brazil, August 2002.
- Wang, C., Liu, M., Asce, A.M., Hsiang, S.M., Leming, M.L., and Asce, M. (2013). “Causes and Penalties of Variation: Case Study of a Precast Concrete Slab Production Facility.” *J. Constr. Eng. Manag.*, 138, pp. 1-12.
- Warszawski, A. (1999). *Industrialization and Automated building systems* (2nd ed.). London: E & FN Spon.
- Wong, P.S.P., Whelan, B., and Holdsworth, S. (2018). “Are contractors ready for greater use of prefabrication in projects? An empirical analysis on the role of unlearning and counter-knowledge.” *International Journal of Construction Management*, pp. 1-16.
- Wuni, I.Y., and Shen, G.Q. (2019). “Critical success factors for modular integrated construction projects: a review.” *Build Res Inform.*, pp. 1-22.
- Wuni, I.Y., and Shen, G.Q. (2020). “Critical success factors for management of the early stages of prefabricated prefinished volumetric construction project life cycle.” *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(9), pp. 2315-2333.
- Wuni, I.Y., Shen, G.Q., and Osei-Kyei, R. (2020). Quantitative evaluation and ranking of the critical success factors for modular integrated construction projects, *International Journal of Construction Management*. May 2020.
- Wu, P., and Low, S.P. (2014). “Barriers to achieving green precast concrete stock management—A survey of current stock management practices in Singapore.” *Int. J. Constr. Manag.*, 14, pp. 78-89.
- Wu, P., Low, S.P., and Jin, X. (2013). “Identification of non-value adding (NVA) activities in precast concrete installation sites to achieve low-carbon installation. Resour.” *Conserv. Recycl.*, 81, pp. 60-70.
- Xue, H., Zhang, S., Su, Y., and Wu, Z. (2017). “Factors affecting the capital cost of prefabrication – a case study of China.” *Sustainability*, 9(9), pp. 1-22.
- Xue, X., Shen, Q., and Ren, Z. (2010). “Critical review of collaborative working in construction projects: Business environment and human behaviors.” *J. Manag. Eng.*, 26, pp. 196 – 208.
- Yu, I.H. (2019). “A Study on the Changes and Development of Specialized Construction Industry in OSC Industry.” *Construction Engineering and Management*, KICEM, 20(5), pp. 12-18.
- Yunus R., Noor S.R.M., Abdullah A.H., Nagapan S., Hamid A.R.A., Tajudin S.A.A., and Jusof S.R.M. (2017). “Critical Success Factors for Lean Thinking in the Application of Industrialised Building System (IBS).” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 226, pp. 6-7.
- Zhang, X., Skitmore, M., and Peng, Y. (2014). “Exploring the challenges to industrialized residential building in China.” *Habitat Int.*, 41, pp. 176 – 184.
- Zhai, X., Reed, R., and Mills A. (2013). “Factors impeding the offsite production of housing construction in China: an investigation of current practice.” *Construction Management and Economics*, 17(10).
- Zhao, X., Hwang, B.G., and Low, S.P. (2013). “Critical success factors for enterprise risk management in Chinese construction companies.” *Constr. Manag. Econ.*, 31, pp. 1199 – 1214.
- Zhong, R.Y., Peng, Y., Xue, F., Fang, J., Zou, W., Luo, H., and Huang, G.Q. (2017). “Prefabricated construction enabled by the internet-of-things.” *Automation in Construction*, 76, pp. 59-70.

요약 : 국내 OSC가 활성화되기 위해서는 설계 및 엔지니어링, 공장제조, 현장조립 등 각 단계별로 적용되는 기술의 혁신도 중요하지만, 기존 건설 생산방식과 차별화되는 관리 및 운영방식의 개발도 필요하다. 하지만, 현재 국내에서 진행되고 있는 OSC 관련 연구는 공법 개발과 같은 기술개발 측면의 연구가 주를 이루며, OSC 프로젝트의 성공을 위한 관리 방안 도출과 관련한 연구는 미진한 실정이다. 따라서, OSC 프로젝트의 핵심성공요인의 명확한 이해에 기반한 프로젝트 관리 방안 도출에 대한 연구가 요구되는 바이다. 이에 본 연구의 목적은 해외에서 선행된 OSC 프로젝트의 성공요인과 관련한 다수의 연구들을 분석하여 국내 OSC 프로젝트의 성공적 관리를 위한 핵심 시사점을 제시하는 것이다. 이를 통해 향후 국내에서 확산될 OSC 프로젝트의 성공 가능성 제고에 기여하고자 한다.

키워드 : 탈현장생산시스템, 핵심성공요인, 프로젝트 성공
