

이동형 모듈러 병원 실증 분석을 통한 시공 안전대책 개선 연구

Improving Construction Safety Measures through an Empirical Analysis of a Mobile Modular Hospital

○손 민 욱* 안 용 한**
Son, Min-Wook Ahn, Yong-Han

Abstract

This study explores safety strategies for modular construction as a response to frequent site accidents that halt entire processes. A literature review and a field demonstration at Hanyang University ERICA campus identified phase-specific risks and countermeasures. Findings confirm that modular construction, unlike conventional RC methods, requires differentiated safety management, particularly in foundation, lifting, installation, and finishing. Key measures include protective equipment, equipment inspection, and fall-prevention devices. The study proposes practical guidelines, with future validation expected to enhance applicability in modular construction sites.

키워드 : 모듈러 건축, 건설 관리, 안전 관리, 공정 분석

Keywords : Modular construction, Construction management, Safety management, Process analysis

1. 서론

최근 건설현장에서는 안전사고 발생 시 공정이 중단되는 사례가 늘어나면서 사고 예방이 중요한 사회적 쟁점으로 떠오르고 있다. 그러나 아무리 관리가 강화되더라도 인간의 실수를 완전히 배제하기는 어렵다. 이에 현장 작업을 최소화하는 탈현장(Off-Site Construction, 이하 OSC) 공법이 대안으로 주목받고 있으며, 특히 철골 구조체에 창호·외벽·설비·가구 등을 공장에서 제작해 현장에서 조립하는 모듈러 공법은 인력 투입을 줄여 각광받고 있다(Jeong, 2020). 다만 높은 공사비, 제도적 미비, 숙련 인력 부족 등으로 확산에 한계가 있으며, 공사비 절감과 제도 개선에 관한 연구는 진행되었으나 안전대책 연구는 부족하다.

모듈러 공법은 안전사고 발생 가능성을 낮추지만, 기존 철근콘크리트 구조와는 다른 방식으로 공사가 진행되므로 별도의 안전대책이 필요하다. 기존 안전관리 체계만으로는 한계가 있어, 모듈러 현장의 특성과 공정을 반영한 차별화된 방안이 요구된다. 본 연구는 기존 안전대책과 실증 현장 분석 기반으로, 모듈러 시공 현장에 적합한 개선 방향을 제시하고자 한다.

2. 문헌 고찰

2.1 모듈러 시공 프로세스

모듈러 건설 프로세스는 계획 및 설계 - 공장 제작 - 운송 - 현장 설치 및 조립 - 마감 공정의 순이다 (Shin, 2016). 해당 연구에서는 ‘현장 설치 및 조립’ 과정에서의 안전 대책을 분석 및 개선하고자 하기에 해당 공정의 상세 과정 분석을 진행하였다. (표 1)

표 1. 모듈러 건설 공정 분석

	현장 작업 공정
Lim et al., (2020)	RC 기초- 모듈러 공사 - 가설 공사 - 외부·내부 마감 - 승강기 공사 - 기계 설비 - 시운전
Lee et al., (2011)	기초 - 모듈 설치 - 기계 설비 - 지붕 설치 - 외부 마감
Park & Kim, (2019)	현장 기초 - 밸런스 빔 체결 - 모듈 인양 - 볼트 체결 및 연결 - 지붕 작업

공통적으로 기초 공사-모듈러 인양-모듈러 설치-모듈러 조립-지붕공사-마감공사의 순서로 진행됨을 알 수 있다. 해당 내용 기반으로 모듈러 시공 현장의 안전대책을 공정별로 분석하기 위해 선행연구 고찰을 토대로 ‘현장 설치 및 조립’의 공종을 Figure1 과 같이 세분화 하였다.

2.2 모듈러 시공현장 안전대책

모듈러 건설은 현장 시공자들이 일반 건설 현장에 비해

* 한양대 대학원 석사과정

** 한양대 건축학부 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architectural, Hanyang University, yhahn@hanyang.ac.kr)

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호: 2610000426)

익숙하지 않은 작업을 하게 될 가능성이 높아 안전사고가 발생할 수 있다 (Muhammad, 2024). 이번 연구에서는 기존에 진행된 모듈러 건설 현장의 안전 대책을 고찰하여 그 특성을 분석하고자 한다. 기존의 모듈러 건설현장 안전 대책 관련 연구로 표2 와 같이 조사하여 분석하였다.

표 2. 모듈러 건설 안전 대책 분석

	Process	safety protocol
Jun& Kim (2022)	장비 설치	안전 장비 착용
	모듈 인양	체결 고리 확인, 장비 확인
	모듈 체결	체결 상태 확인, 모듈 상태 확인
	내부 마감	안전 장비 착용, 관리자 감독
	외부 마감	추락 방지 장비 착용, 장비 점검
Jeong et al. (2019)	모듈 인양	크레인 운행 교육, 작업 간섭 방지
	모듈 설치	안전 장비 착용, 추락 방지 장비 착용
	지붕 마감	고층 작업 숙련화, 안전 장비 착용
	외부 마감	외부 작업 최소화

3. 이동형 모듈러 병원 실증 분석 및 안전 대책 개선

본 연구에서는 모듈러 건설 현장에서의 안전 수칙 제시 및 개선을 위해 한양대학교 ERICA 캠퍼스 부지 내의 실증 현장을 분석하였다. 병원 개요는 아래 표3과 같다.

표 3. 이동형 모듈러 병원 개요

분류	내용
건축 면적	226.26m ² , 유닛당 31.92m ² (9.65py/ea)
유닛	총 10개 유닛, 유닛당 3.2m×8.4m
부지 위치	경기도 안산시 한양대학교로 55

분석 결과 및 안전 대책은 표 4와 같다. 이는 문헌 고찰과 실증 현장 분석 결과를 함께 반영한 안전 대책이다.

표 4. 문헌 고찰 및 실증 분석 기반 안전 대책

1분류	2분류	3분류
모듈 현장 설치	기초 설치	안전 장비 착용
		장비로부터 안전 거리 확보
	모듈 하역	신호수 배치
		인양전 장비 점검
		추락 방지 생명줄 체결
		모듈 손상 확인
		낙하물 부재함 사용
	모듈 설치	인양 도구 및 장비 확인
		추락 방지 생명줄 체결
		가이드 로프 체결 확인
		작업자와 장비 동선 구분
		안전 장비 착용
	모듈 체결	추락 방지 생명줄 체결
		안전 장비 착용
		낙하물 부재함 사용
		상부 가드레일 설치
마감 및 부대 공정	용접	소화기 비치
		작업시 주변 인화물 청소
		용접선 접지 확인
		안전 장비 착용
	내/외부 마감	추락 방지 생명줄 체결
		모듈러 고정용 임시 핀 사용
		상부 가드레일 설치
		안전 장비 착용

기타 공정	낙하물 부재함 사용
	미끄럼 및 발걸림 방지
	청소시 환기
	상시 정리 정돈

4. 결론

본 연구는 최근 건설 현장에서 빈번히 발생하는 안전사고와 이에 따른 공정 중단 문제를 해결하기 위한 방안으로 모듈러 공법에 주목하였다. 기존 연구 고찰과 한양대학교 ERICA 캠퍼스에서 수행된 실증 분석을 통해, 모듈러 시공 현장에 필요한 안전대책을 공정별로 도출하였다.

모듈러 공법은 현장 작업을 줄여 안전사고 발생 가능성을 낮출 수 있으나, 기존 RC 공법과는 다른 특성이 존재하여 차별화된 안전관리 방안이 요구됨을 확인하였다. 특히 기초 설치, 모듈 인양 및 설치, 체결, 마감 공정 등 단계별로 사고 위험이 크므로, 안전 장비 착용, 장비 점검, 추락 방지 장치 설치 등 구체적인 대책이 필요하다.

따라서 본 연구는 문헌 고찰과 실증 분석을 결합하여, 모듈러 시공 과정에서 적용 가능한 안전관리 지침을 제시하였다. 향후에는 제안된 안전 대책에 대해 현장 작업자와 연구자의 분석을 통한 실효성 검증이 이루어진다면, 모듈러 건설 현장에 보다 체계적이고 실질적인 안전관리 지침을 확립하는 데 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 정진학(2020). 모듈러 공법 단계별 리스크 요인 도출 및 중요도 분석에 따른 리스크 관리에 관한 연구. 한양대학교 석사졸업 논문
- 신현규&안용한(2016). 선진 사례 벤치마킹을 통한 국내 모듈러 건축 시공 프로세스 제안. 한국건설관리학회 논문집, 17(6),3-12
- 임석호, 설옥제&정준수(2020). 모듈러 공동주택의 공기 단축을 위한 시공성 실증 및 개선방안 연구 한국 주택협회 저널, 31(6), 1-11.
- 이광복, 김경래, 신동우 & 차희성(2011). 유닛 모듈러 공법의 효율성 확보를 위한 공장제작, 운반, 현장설치의 최적 공정 제안. 한국건설관리학회 논문집, 12(6), 14-21.
- 박문선&김석. (2019). 적층식 모듈러 공동주택 현장설치 단계의 생산성 분석. 한국산업융합학회 논문집, 22(5), 519-527.
- Muhammad Khan, Prosper Gbiengu, Zhenyu Zhang, Chukwuma Nnaji & Mostafa Namian (2024). Modular Construction Safety Risk Mitigation, EPiC Series in Built Environment, 5, 193-201.
- 전영훈&김군태(2022). 모듈러 건설현장의 단위작업별 안전관리 활동 및 중점 체크사항 확인. 한국건축시공학회 2022 봄학술발표대회 논문집, 22(1), 202-203.
- 정길수, 이현수, 박문서, 현호상&김현수(2019). 모듈러 건축에서의 안전사고 원인 분석 및 저감 방안. 대한건축학회 논문집, 35(8), 157-168.