

모듈러 건축의 작업자 위험관리 체계(안) 도출을 위한 기초연구

전영훈*, 김균태*, 전은비*

*건설기술연구원 건설정책연구소 건설산업고도화센터
e-mail: ktkim@kict.re.kr(교신저자)

A Study on the construction site worker's hazard management system for modular construction

Young-Hun Jun*, Kyoon-Tai Kim*, Eun-Bi Jeon*

*Construction Industry Innovation Center, Korea Institute of Civil engineering and building Technology

요약

최근 모듈러 공법의 건축물을 중고층화 하려는 시도가 지속됨에 따라, 중고층 모듈러 건축의 안전관리 방안이 필요한 실정이다. 그리고 이러한 안전관리 방안은 정부의 건설공사 안전강화와 건설 현장 안전사고의 예방 등을 고려하여 마련되어야 한다. 본 연구의 목적은 모듈러 건축의 시공현장 안전관리 체계 마련을 위한 기초연구로, 모듈러 건축의 작업자 위험관리를 위한 분류체계(안)를 도출하는 것이다. 본 연구에서는 선행연구를 고찰하고, 현장시공을 중심으로 작업 프로세스를 분석하여, 건설방식에 따른 분류체계(안)를 제안하였다. 본 연구의 결과물은 향후에 모듈러 건축의 시공현장 안전관리 체계 도출을 위한 기초자료 활용될 예정이다.

1. 서론

건설산업은 건설기능 인력의 부족과 고령화에 따라 생산성이 하락하고 품질 및 안전관리에 어려움이 커지고 있다. 특히 안전 관리에 대한 요구가 증가하고 있는데, 일례로 최근에 고용노동부는 건설공사 안전보건대장의 작성 등에 관한 고시를 제정하였다. 이 고시는 건설공사 계획부터 준공까지 단계별 안전보건대장 작성 의무를 포함한다. 이와 같이 건설공사 안전관리는 점차 강화되고 있는 실정이다[1].

한편, 모듈러 공법은 공장에서 유닛모듈을 제작하고, 이를 현장으로 운반하여, 현장에서 설치 및 시공하는 것이다. 모듈러 공법은 공장제작의 자동화, 공장제작과 현장시공의 동시 진행, 현장시공의 적은 작업량 등으로 인하여 높은 생산성과 고품질 확보 등의 장점이 있다. 또한 상대적으로 현장에서의 위험작업이 감소하기 때문에 기존 건축방식에 비하여 안전한 공법으로 인식하는 것이 일반적이다[2]. 하지만 모듈러 공법은 고소작업 및 양중작업 위주라는 공법적 특성으로 인하여, 현장작업 시 작업자가 위험에 노출되는 경우가 빈번하다. 또한 모듈러 공법은 중고층 건축물 등 점차 확대 적용될 예정이므로, 예방적 차원의 안전관리가 필요한 실정이다.

본 연구는 모듈러 건축의 시공현장 안전관리 체계 도출을 위한 기초연구로써, 모듈러 건축의 작업자 위험관리를 위한 분류체계(안)를 도출하는 것이 목적이다. 본 연구에서는 선행

연구를 고찰하고 현장시공을 중심으로 프로세스를 분석하여 건설방식에 따른 분류체계(안)를 제안하고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 모듈러 공법 현황

국내 모듈러 공법은 2003년 신기 초등학교에 적용된 이후 연구개발 수요 및 적용사례가 늘어났으며, 시공사례는 단독주택, 군막사, 기숙사, 호텔 등 다양하다. 최근에는 가양모듈러 행복주택, 천안두정 행복주택 등 모듈러 실증단지가 건설되었고, 향후 공공임대주택 중 600여 가구가 모듈러 공법으로 건설될 예정이다[3]. 그리고 현재 모듈러 공법의 중고층화를 위한 연구개발과 실증단지 프로젝트가 활발히 진행되고 있다. 이와 같이 모듈러 공법은 점차 활성화될 예정이나, 모듈러 건축 및 조립식 건축의 사고 발생률이 일반 건설업 및 제조업에 비해 높아[2], 대응방안이 필요한 시점이다.

2.2 모듈러 공법의 안전관리 선행연구 고찰

모듈러 공법의 작업 단계는 모듈설계, 공장제작, 현장운송, 현장시공으로 구분된다. 한편, 건설공사 안전관리의 범위는 작업자의 안전사고를 직접 유발하는 요인을 관리하는 작업자 위험관리와, 작업자의 안전사고에 영향을 미치는 하나 시공오차, 하자 등 품질과의 관련이 큰 요인의 관리인 품질관리

로 구분할 수 있다.

모듈러 공법의 안전관리와 관련된 선행연구들을 살펴보면, 모듈설계에서부터 현장시공까지 전 과정에 걸쳐 사고원인 및 저감방안 도출, 안전위험요인 도출, 시공 프로세스 분석 등이 있다. 그러나 대부분이 품질관리 성격의 연구에 집중되어 있고, 현장시공 단계에서 작업자 위험관리에 관한 연구는 미흡한 실정이다.[표 1] 그러므로 본 연구에서는 현장시공 단계에서 발생할 수 있는 안전사고를 예방하는 차원에서 작업자 위험관리를 중심으로 시공 프로세스를 분석하고자 한다.

[표 1] 모듈러 공법 안전관리 관련 선행연구

구분	제목	관리범위
A	모듈러 건축에서의 안전사고 원인 분석 및 저감방안[2]	작업자 위험관리
B	모듈러 건축 단계별 리스크 도출 및 평가를 위한 기초 연구[4]	품질관리
C	모듈러 공법의 작업자 안전위험요인 도출 연구[5]	작업자 위험관리
D	모듈러 공법의 시공 프로세스 기반 시공 오차 관리 의사 결정 모델[6]	품질관리
E	선진 사례 벤치마킹을 통한 국내 모듈러 건축 시공 프로세스 제안[7]	품질관리
F	모듈러 건축 프로세스 기반 시공단계 위험 관리 방안에 관한 기초 연구[8]	품질관리

3. 모듈러 공법의 안전관리 체계(안) 도출

3.1 현장시공 프로세스 분석

모듈러 공법의 현장시공 프로세스는 공법적 특성 상 운반, 양중, 조립으로 구분되는 것이 일반적이다. 또한 모듈러 공법은 구조체 뿐만 아니라 내장재, 기계설비, 전기배선 등 전체 공정의 70~80% 이상이 공장에서 모듈로 제작되어 현장으로 반입되고, 지붕, 외장재, 전기설비 등 마감공사가 현장에서 진행되는 것이 특징이다. 선행연구 분석결과, 모듈러 공법의 현장시공 프로세스는 현장시공 범위에 따라 구분된다. A문헌은 양중공사, 설치공사, 마감공사로 분류하였고, B문헌은 터파기, 모듈공사, 마감공사 등으로 분류하였다. 그리고 C문헌의 경우에는 운반, 양중, 조립을 중심으로 현장시공 프로세스를 정의하였다.[표 2] 그러나 모듈러 건축의 사례들을 보면, 지하층 또는 1층까지는 기존 공법이 적용되고, 이보다 상부 층에 모듈러 공법이 적용되는 것이 일반적이다. 따라서 이러한 건축 구조방식을 고려하면, 모듈러 공법과 기존 건축방식의 작업공종을 고려한 안전관리 방안을 도출할 필요가 있다. 또한 코어부도 건축방법에 따라 작업자의 위험관리는 달라질 수 있으므로, 건축 구조방식에 따른 안전관리 방안을 고찰할 필요가 있다.

[표 2] 선행연구 분석을 통한 현장시공 프로세스 현황

문헌	전체 작업 단계	현장시공 프로세스
A	공장제작, 현장시공	유닛 양중, 유닛 설치, 지붕 마감, 외부 마감
B	모듈설계, 공장제작, 현장운송, 현장시공	터파기, 기초공사, 지하공사, 하차 및 양중, 상부층 적층, 천장 마감재 설치 등
D	모듈설계, 공장제작, 현장운송, 현장시공	운반, 양중, 조립
F	현장시공	운반, 양중, 조립

3.2 작업자 위험관리를 위한 분류체계(안) 도출

본 연구는 모듈러 건축의 건축 구조방식에 따라 현장시공 프로세스를 대분류하고, 중분류는 모듈러 공법의 특성을 반영하여 작업자 위험관리를 위한 분류체계(안)을 도출하였다. [표 3]

[표 3] 건축 구조방식에 따른 분류체계(안)

대분류		중분류	
1.	가설공사		
		1.1	공통가설공사
		1.2	비계공사
		1.3	안전시설공사
2.	모듈러 건축 하부공사		
		2.1	현장기초 및 앵커 공사
		2.2	지하층 공사
		2.3	1층 공사
3.	모듈러 건축 상부공사		
		3.1	모듈 반복층 공사
		3.2	모듈 마감공사
		3.3	지붕 공사
4.	코어공사		
		4.1	철근콘크리트공사
		4.2	모듈러 코어공사
5.	마감공사		
		5.1	전기 및 기계설비 공사
		5.2	외장공사
		5.3	현장 마무리

4. 결론

최근 중고층 규모의 건축물에 모듈러 공법을 적용하고자 하는 연구개발이 진행되고 있다. 그리고 중고층 모듈러 공법에서도 정부의 건설공사 안전강화 정책과 건설 현장 안전사고 예방 조치 등을 고려하여 모듈러 건축의 안전관리 방안이 필요한 실정이다. 본 연구는 모듈러 공법의 작업자 위험관리를 위한 분류체계(안)을 도출하는 것이 목적이다. 이러한 연구내용을 바탕으로 궁극적으로는 모듈러 공법의 시공현장 안전관리 체계를 도출하는 것이다.

선행연구를 고찰한 결과, 모듈러 공법과 관련하여 작업자 위험관리 측면에서 안전관리 방안을 연구한 사례는 미흡한 실정이다. 그리고 현장시공 프로세스는 모듈러 건축의 가설 공사, 상·하부공사, 코어공사, 마감공사 등 모듈러 건축의 건축 구조방식에 따라 모듈러 공법의 특성과 기존의 건축방식을 고려한 작업자 위험관리 방안이 필요함을 확인하였다. 본 연구에서는 분석결과를 반영하여 건축 구조방식에 따른 분류체계(안)를 제안하였다. 제안된 분류체계(안)은 향후에 표준시방서 등 다른 건설공사기준 체계와 비교하여 검증할 예정이다. 그리고 이와 같이 검증된 분류체계를 바탕으로 작업자에게 발생 가능한 위험요인과 그에 따른 사고원인 그리고 방지대책 등의 연구를 수행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 2020년 국토교통부 주거환경연구사업 모듈러 건축 중고층화 및 생산성 향상 기술개발의 연구비 지원에 의한 결과의 일부임(과제번호 : 20RERP-B082884-07)

참고문헌

- [1] 권혜석, “건설공사 계획부터 준공까지 단계별 안전보건대장 작성”, 건설경제, 1월, 2020년
- [2] 정길수, 이현수, 박문서, 현호상, 김현수, “모듈러 건축에서의 안전사고 원인 분석 및 저감방안”, 대한건축학회 논문집, 제35권 8호, pp. 157-168, 8월, 2019년
- [3] 김태형, “LH, 세종·강화·부여에 600여 가구 모듈러 주택 공급”, 건설경제, 6월, 2020년
- [4] 정진학, 조재윤, 안용한, “모듈러 건축 단계별 리스크 도출 및 평가를 위한 기초 연구”, 2019년 대한건축학회 추계학술발표대회논문집, 제39권 제2호(통권 제72집), pp. 84-85, 10월, 2019년
- [5] 이현정, 장한별, 장활제, 안용한, “모듈러 공법의 작업자 안전위험요인 도출 연구”, 2019년 대한건축학회 추계학술발표대회논문집, 제39권 제2호(통권 제72집), pp. 512-513, 10월, 2019년
- [6] 신현규, 김수영, 안용한, “모듈러 공법의 시공 프로세스 기반 시공 오차 관리 의사 결정 모델”, 한국건설관리학회 논문집, 제18권 제6호, pp.98-108, 11월, 2017년
- [7] 신현규, 안용한, “선진 사례 벤치마킹을 통한 국내 모듈러 건축 시공 프로세스 제안”, 한국건설관리학회 논문집, 제17권 제6호, pp.3-12, 11월, 2016년
- [8] 신현규, 안용한, “모듈러 건축 프로세스 기반 시공단계 위험 관리 방안에 관한 기초 연구”, 2016 대한건축학회 추계학술발표대회논문집, 제36권 제2호(통권 제66집), pp.1068-1069, 10월, 2016년