

유닛모듈러 건축물의 설계 초기 단계에서의 고려 사항

Considerations in the early stage of Designing the Unit Modular Building

이 영 호**
Lee, Young-Ho

이 두 헌**
Lee, Du-Heon

김 균 태***
Kim, Kyoon-Tai

Abstract

With the recent changes in building environments such as low-carbon green growth, there have been increasing demands for the new building system that is eco-friendly and can maximize efficiency such as the unit modular system. For the unit modular system, more than 80% of the whole process is carried out in the factory while in the field, mostly unit module assembling and finish work are done. Thus, the quality at the pre-construction stage when design and manufacturing are done determines the quality of the building as a whole.

In the country, the unit modular method was first applied in 2003 to school buildings and has gradually expanded afterwards, but due to the lack of examples and related information as well as the small scale of modular manufacturers, its characteristics have not been sufficiently reflected in design, manufacturing and field constructions.

This study, as an attempt to improve the design quality of unit modular buildings, points to the problem in manufacturing and field construction, compares and analyzes its causes, and suggests major points to be considered in the early stage of designing the unit modular buildings.

Keywords : *Unit modular building, design quality, construction quality, considerations in the early stage of Design*

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건설기능 인력의 부족과 건축물의 품질 향상에 대한 요구가 증대되면서 현장위주의 건설공법을 탈피한 유닛모듈러 공법 등과 같은 새로운 건설공법의 적용에 의한 친환경적인 건축 시스템의 요구가 증대되고 있다. 영국, 중국 등 외국의 경우 경량철골을 이용한 유닛모듈러 공법은 사무실, 기숙사, 공동주택, 호텔 등 다양한 방면에 이용되고 있으나, 국내의 경우에는 4층

이하 규모의 주택, 학교, 군 시설물 등을 중심으로 제한적으로 사용되고 있다(조봉호 외 2010).

유닛모듈러 공법을 적용한 건축물(이하 유닛모듈러 건축물이라 함)은 전체 공정의 80% 이상을 공장에서 제작하고 현장에서 구조체를 구성하는 유닛모듈의 조립과 마감작업 위주로 작업이 진행되므로 설계 및 공장제작 등 현장시공 이전 단계에서의 품질이 건축물 전체의 품질을 좌우하는 특성을 가진다.

그러나 국내의 경우 조립식 건축물에 대한 인식도가 철근콘크리트 건축물 등과 비교하여 상대적으로 낮고, 유닛모듈러 공법

* 일반회원, 한국건설기술연구원 건설관리경제연구실 수석연구원, 공학박사, yhyi@kict.re.kr

** 일반회원, 한국건설기술연구원 건설관리경제연구실 수석연구원, ldh24@kict.re.kr

*** 종신회원, 한국건설기술연구원 건설관리경제연구실 연구위원, 공학박사(교신저자), ktkim@kict.re.kr

의 적용이 보편화되지 않아 설계 및 공법 등의 검토를 위한 설계 지침, 체크리스트 등 관련 사례 및 기술 자료의 부족, 전문가 부족 등으로 유닛모듈러 공법의 특성을 충분히 반영한 설계업무가 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 유닛모듈러 건축물의 설계품질 향상의 일환으로 유닛모듈러 건축물의 공장제작 및 현장시공 등의 각 단계에서 발생하는 문제점을 도출하고, 그 원인을 비교·분석함으로써 유닛모듈러 건축물의 기본설계 등 설계 초기 단계에서 고려해야 할 주요 검토 항목(체크리스트)을 제시하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

건축물의 설계품질 향상을 위한 방법으로는 설계 단계의 업무 내용 및 방법, 설계 프로세스 등의 분석을 통하여 설계품질 저하를 유발시키는 요인을 도출하고 개선하는 방법과 현장시공 단계의 문제점을 도출하고 그 원인을 분석하여 설계 단계에 피드백 시킴으로써 설계품질 저하 요인을 최소화하는 방법 등이 있다.

본 연구에서는 유닛모듈러 건축물 시장이 아직 활성화 되지 않아 유닛모듈러 건축물을 설계할 수 있는 설계사무소가 아직 소수에 머물러 있고, 이들 설계사무소의 경우에도 관련 사례 및 기술 자료, 전문가 부족 등으로 유닛모듈러 공법의 특성을 충분히 반영한 설계업무를 수행하기 어려운 점을 감안하여 후자의 방법을 선택하여 연구를 진행하였다.

본 연구의 추진 방법 및 범위는 다음과 같다.

- 1) 실태조사의 예비 단계로서 문헌조사를 실시하여 유닛모듈러 공법의 특징, 공사 방법 등을 파악하는 한편, 본 연구 방향의 타당성 확인을 위해 기존 관련 연구 동향을 고찰하였다.
- 2) 유닛모듈러 건축물의 시공 경험 및 실적이 비교적 많은 시공 업체에 근무하는 실무 전문가를 대상으로 면담조사 등의 실태조사를 실시하여 공장제작 및 현장시공 단계에서 발생하는 문제 사례를 도출하였다.
- 3) 문제 사례와 설계와의 인과 관계 분석을 위하여 기존의 관련 연구 방법의 고찰을 실시하고, 유닛모듈러 건축물의 공장제작 및 현장시공 단계에서 발생한 문제 사례들이 설계 단계의 어떤 요소에 의해 발생하였으며, 그 원인은 무엇인지 설계품질 저하 요소 유형과 원인 유형을 도출하였다.
- 4) 도출된 설계품질 저하 원인을 바탕으로 공장제작 및 현장시공 단계에서 발생한 문제 사례들의 분석을 실시하여, 공장제작 및 현장시공 단계의 시공품질 향상을 위해 기본설계 등 설계 초기 단계에서 고려해야 할 주요 검토 항목(체크리스트)을 제시하였다.

실태조사를 위한 면담조사는 유닛모듈러 건축물 시공업체 3개사의 현장 경험 10년(과장급) 이상의 실무 전문가 12인을 대상으로 실시하였으며, 현재 수행하고 있는 프로젝트뿐만 아니라 공장제작 및 현장시공 실무자가 지금까지 경험하고 인지한 공장제작 및 현장시공 상의 문제점도 포함하였다.(표 1참조)

표 1. 전문가 면담조사 개요

조사업체 명	조사 일시	조사 대상자	조사 내용
○○사	2011.5.24	3인(과장급 3인)	공장제작 및 현장시공 등 각 단계에서 발생하는 문제 사례
○○사	2011.7.14-15	6인(임원급 3인, 과장급 3인)	
○○사	2011.8.17	3인(임원급 1인, 과장급 2인)	

또한 본 연구에서 적용하고 있는 설계품질 저하 요소 및 원인 유형의 타당성 검증, 문제 사례별 설계품질 저하 요소 및 원인 유형의 적합성 검증, 분야별 설계 초기 단계에서의 주요 검토 항목의 타당성 및 현장 적용성 검증을 위하여 학계 2인, 시공업체 3인, 설계업체 3인 등 총 8인으로 전문가 자문위원회를 구성하고 2회에 걸쳐 자문회의를 실시하였다.

2. 선행연구 고찰

2.1 유닛모듈러 건축물 관련 연구 동향

기존의 유닛모듈러 공법과 관련된 연구들을 살펴보면, 철골조 등의 일반적인 건축방식과 유닛모듈러 공법과의 생애주기비용(LCC) 비교 연구, 생산성 향상에 관한 연구, 초기투자비에 관한 연구, 표준공정 설정에 관한 연구 등이 있다.(표 2 참조)

유닛모듈러 공법은 공장에서 경량철골 등을 사용하여 제작한 건축모듈을 현장에서 단 기간에 조립하는 시공방법으로, 현장시공 시 구조체를 구성하는 유닛모듈의 비틀림, 내·외장 마감재 파손 등의 하자가 발생할 경우 현장에서의 설계변경이 어려워 재작업으로 인한 공사비 증가, 공기지연 등 공사에 막대한 지장을 초래할 수 있다. 이들 문제를 해소하기 위해서는 공장제작 및 현장시공 단계에서 발생하는 문제들을 도출하여 설계 단계에 반영함으로써 설계 단계에서부터 유닛모듈러 공법의 특성을 충분히 반영한 공법과 자재의 선정 및 구조적 내구성의 확보를 도모할 필요가 있으나 이와 관련한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

2.2 설계품질 관련 연구 동향

기존의 설계품질¹⁾과 관련된 연구들을 살펴보면, 설계 오류 방지를 위한 설계품질 저하 원인 분석에 관한 연구와 설계 변경 요

표 2. 유닛모듈러 건축물 관련 연구 동향

저자	연구내용 / 한계점
정성림 (2008)	유닛모듈러 주택의 경제성 평가를 위해 비용모델을 초기투자비, 에너지비, 보수교체비, 해체처분비로 분류하고 LCC 분석을 통해 철골조보다 유닛모듈러 공법이 경제적인 것으로 제시하고 있으나, 공장제작물의 차이에 따른 비용 분석에는 이르지 못하고 있음
강성오 (2007)	유닛모듈러 공법을 적용한 군 행정시설의 시공사례를 중심으로 공정분석을 실시하여 표준공기를 제시하고 있으나, 공장제작과 현장시공 공사 범위의 구체적인 검토가 없어 표준공기의 제시로 보기에는 미흡함
박재식 (2006)	군 시설물 중 생활관과 행정시설을 중심으로 유닛모듈러 공법과 철근콘크리트 공법 적용 시의 초기투자비를 집중 비교하는 한편, 유닛모듈러 공법에 의한 비용절감 방안을 제시하고 있으나, 비용절감 방안의 구체적인 검토에는 이르지 못하고 있음
RIST (2004)	유닛모듈러 공법의 특징인 공장생산 방식의 표준화를 통하여 대량생산을 실시할 경우 기존 철근콘크리트(RC) 공법 대비 약 15%~20%의 공사비 절감효과를 가져올 것으로 제시하고 있으나, 대량생산을 통해 어느 정도 규모의 주택을 건설할 경우 공사비가 유리한지에 대한 구체적인 검토는 미흡함
이중찬 외 (2011)	사례연구를 통해 군 시설물의 유닛모듈러 공법 적용의 타당성을 검토하고 설계지침을 제시하고 있으나, 그 대상이 독신기숙사로 한정되어 있으며, 연구내용도 주요 부위별 기본적인 설계 방법의 검토에 머물러 있음
이광복 외 (2011)	병영시설 중 1인 숙소시설을 대상으로 공장제작물에 따른 각각의 공사기간, 공사비, 품질 확보의 정도를 분석하여 가장 효율적인 공장제작물 및 표준공정을 제시하고 있으나, 현장시공 시의 재작업 등으로 인한 공정 지연이 발생할 경우의 해소방안의 검토에는 이르지 못하고 있음
김진욱 (2007)	국내 유닛모듈러 공법의 공장제작 및 시공 실제 파악을 바탕으로 문제점을 도출하고 대책을 제시하고 있으나, 대책에 대한 검토가 구체화되어 있지 않아 설계단계에 피드백 하기에는 미흡함

인 분석에 관한 연구 등이 있다.(표 3 참조).

곽청, 김예상(2010)은 설계단계에서 설계오류나 설계누락 등 설계 하자가 발생하여 설계품질이 제대로 확보되지 않을 경우 시공 단계에서의 잦은 설계변경을 유발시켜 재시공으로 인한 시공품질 저하 등의 문제를 야기하며, 이를 해결하기 위해서는 우선적으로 설계품질을 저하시키는 주요 요소 및 원인을 파악하고 이에 알맞은 설계관리 방안을 마련할 필요가 있다고 역설하고 있다. 그러나 기존 연구의 경우 설계오류 및 설계누락 등의 설계 품질 저하 요소 및 원인에 대한 연구는 활발히 진행되고 있으나, 설계 품질 저하 방지를 위한 근본적인 대책 및 관리방안에 대한 제시는 아직 미흡한 실정이다.

3. 유닛모듈러 건축물의 문제점 분석

3.1 사례별 문제점

표 4는 유닛모듈러 건축물 시공업체 3개 사의 실무 전문가12명을 대상으로 면담조사결과 도출한 공정별 문제 사례를 나타내고 있다.(표 1참조). 면담조사를 실시한 이유는 유닛모듈러 건축

표 3. 설계품질 관련 연구 동향

저자	연구내용 / 한계점
이남진 외 (2011)	공공공사의 실시설계 단계의 설계오류 방지를 위하여 건축마감공사의 공사시방서, 설계도면, 내역서 등의 분석을 통해 설계오류 발생 유형을 세분화하고 설계도서 상호 검토를 위한 체크리스트를 개발, 제시하고 있으나 설계도서 검토를 위해 설계자가 많은 시간을 할애하여야 하는 단점이 있으며, 설계오류 방지를 위해 설계자가 검토하여야 할 구체적인 검토 항목의 제시는 미비함
곽청 외 (2010)	시공회사 실무자 관점의 주요 설계품질 저하 요소와 원인을 도출하기 위해 품질기능전개(QFD) 프로세스를 구축하고, AHP를 이용한 설계품질 저하 요소와 원인과의 상관관계 분석을 통하여 설계 품질 저하 요소별 중요도를 제시하고 있으나, 설계품질 저하 방지를 위한 구체적인 방법의 제시에는 이르지 못하고 있음
김진호 (2008)	설계오류 사례 설문조사를 실시하여 설계오류 유형 및 원인을 분석하고 설계오류 최소화를 위한 도구로서 설계오류관리 시스템 구축 방안을 제시하고 있으나, 설계 오류 사례를 추적하기 위해서는 설계사무소 간 정보의 공유화가 전제 조건으로 되며, 부위 또는 공종과 관련한 설계오류 사례들을 나열식으로 제공함으로써 설계자가 설계오류검토를 수행하기에는 한계가 있음
이지영 외 (2005)	공공 건축공사의 설계변경 요인 파악을 위하여 기획재정부 회계예규 공사계약 일반조건 제9조에 근거하여 설계변경 요인을 설계서의 불분명, 누락, 오류 및 설계서 간의 상호 모순 등으로 구분하고 사례조사를 통해 설계변경 요인을 제시 하고 있으나, 설계오류 방지를 위한 방안의 제시에는 이르지 못하고 있음
김병수 외 (2004)	턴키공사의 설계오류로 인한 문제점을 제도적인 측면과 설계업무 프로세스 측면 으로 나누어 설계오류 유형 및 원인을 분석하고 개선방안을 제시하고 있으나, 설계오류 방지를 위한 구체적인 방법의 제시에는 이르지 못하고 있음

물의 시공업체에 종사하는 전문가 수가 철근콘크리트 등 타 공법 적용 건축물의 시공업체에 종사하는 전문가 수에 비해 절대적으로 적고, 시공업체들이 대부분 중소형 규모로 운영되고 있어 공장제작 및 현장시공 실태의 관리가 체계적으로 이루어지고 있지 않아 원활한 문제 사례 수집을 위하여 공장제작 및 현장시공 경험이 비교적 많은 실무 전문가를 대상으로 면담조사(밀착조사)를 실시하였다.

유닛모듈러 건축물은 철근콘크리트 건축물과 같은 일반적인 재래공법과는 달리 설계-공장제작-이동 및 운반-양중-현장시공의 프로세스를 거쳐 공사가 진행된다. 실무 전문가 면담조사를 통해 공정별로 조사된 문제 사례를 살펴보면 다음과 같다.

공장제작 단계에서는 자재 및 부품의 모듈 규격의 미비(사례 2)와 조립방법의 효율성 결여(사례 3), 자재 및 부품의 가공·조립을 위한 제작도/조립도 미비(사례 1) 등의 문제가 발생하고 있었다. 이동 및 운반 단계에서는 우천 등으로 인한 내·외장재의 오염 발생(사례 6), 현장 주변 도로 사정과 구조체(유닛박스) 크기의 검토 미비로 인한 이동 곤란(사례 7) 등의 문제가 발생하고 있었으며, 양중 단계에서는 구조체의 비틀림, 양단부 처짐 현상 등 유닛박스의 변형(사례 10) 등의 문제가 발생하고 있었다. 현장시공 단계에서는 기초공사의 경우 기초 콘크리트공사의 시공 오차에 의한 일반 공사 부분과 유닛 모듈 접합 부분의 단차 발생(사례 12) 등의 문제가 발생하고 있었으며, 구조체공사의 경우에는 기둥-보 접합을 위한 모서리 기둥 개구부의 협소로 인한 작

1) 설계품질이란 발주자의 요구 성능을 설계자가 건축적인 언어로 변환하여 표현하는 것으로 건축도면에 착오나 모순 등이 존재하지 않으면서 시공의 실현성과 용이성이 반영된 것을 의미한다.(大武, 1994)

업 곤란(사례 14) 등의 문제가 발생하고 있었다. 내·외장 마감 공사의 경우에는 내·외장 공사와 설비공사(전기 및 기계설비 등)와의 공종 간 작업간섭으로 인한 벽체 마감 파손(사례 16) 등이 발생하고 있었으며, 설비공사의 경우에는 물 관련 설비공사의 습식공법에 의한 현장시공으로 누수, 바닥 구배 조정 등의 재작업(사례 19) 등의 문제가 발생하고 있었다.

표 4. 공정별 문제 사례

문제사례	공정	문 제 점
1	공장제작	- 자재 및 부품의 가공·조립을 위한 제작도/조립도의 작성 미비/누락으로 인한 재작업 발생
2	공장제작	- 자재 및 부품별 모듈형태의 규격화 미비로 인한 지그(Jig)의 재제작 발생
3	공장제작	- 자재 및 부품 간의 인터페이스의 효율성 결여로 인한 재작업 발생
4	공장제작	- 크레인과 이동레일을 이용한 유닛박스 이동 시 변형(유닛박스의 비틀림, 볼트체결부위 이완 및 접합력 감소)으로 인한 재작업 발생
5	이동 및 운반	- 운반차량의 규정 속도 미 준수 등으로 인한 유닛박스의 비틀림 발생
6	이동 및 운반	- 우천 등으로 인한 천정, 벽체 등 내·외장재의 오염 발생
7	이동 및 운반	- 도로사정과 유닛크기의 검토 미비에 의한 이동 곤란으로 운반차량 변경 등 재작업 발생
8	이동 및 운반	- 조립순서를 고려하지 않은 모듈 출하로 인한 운반차량의 장시간 대기 등 작업 지연 발생
9	양중	- 유닛박스의 비틀림으로 인한 도장부위 파손 등 내·외장재의 손상 발생
10	양중	- 유닛박스의 비틀림, 양단부 처짐 현상 등 유닛박스의 변형 발생
11	현장시공 (기초)	- 유닛박스의 비틀림 등으로 인한 기초 앵커볼트의 위치와 유닛박스 조립위치의 불일치 발생
12	현장시공 (기초)	- 기초 콘크리트공사의 시공오차에 의한 일반 공사 부분과 유닛 모듈 접합 부분의 단차 발생
13	현장시공 (구조체)	- 유닛 간 조립 시 비틀림 등으로 인한 재작업 발생
14	현장시공 (구조체)	-기동-보 접합을 위한 모서리 기동 개구부의 협소로 인한 작업 곤란 발생
15	현장시공 (마감)	- 내·외장 마감 시 자재 및 부품의 규격화(수평, 수직) 미비로 인한 현장 수작업 증가 및 자재낭비 발생
16	현장시공 (마감)	- 내·외장 공사와 설비공사(전기 및 기계설비 등)와의 공종 간 작업간섭으로 인한 벽체 마감 파손 등 발생
17	현장시공 (마감)	-화장실·세면장의 습식공법 적용으로 인한 주변 마감재 오염 발생
18	현장시공 (마감)	- 건축도면의 마감 누락 등, 도면 정보의 누락으로 인한 재작업 발생
19	현장시공 (설비)	- 물 관련 설비공사의 습식공법에 의한 현장 시공으로 누수, 바닥 구배 조정 등의 재작업 발생
20	현장시공 (설비)	- 건축도면/구조도면/설비도면의 상이로 인한 전기/통신 설비 Box의 위치 조정 등 발생
21	현장시공 (설비)	- 바닥판 및 천정 설비배관 공간의 미확보로 인한 재작업 (바닥 천공 및 허부 철골 보강 작업 등) 발생
22	현장시공 (설비)	- 급수, 우수, 전기, 정보통신, 소방 등, 설비공종의 현장 동시 진행에 따른 공종 간의 작업간섭 등으로 재작업 및 공기지연 발생
23	현장시공 (기타)	- 자재 및 부품, 구조체(유닛박스)의 규격화/표준화의 결여로 인한 현장에서의 철골구조화 경향 발생
24	현장시공 (기타)	- 공장제작 작업과 현장제작 작업 계획의 불명확화로 인한 현장 작업 증가

3.2 설계품질 저하 요소 유형 비교·분석

유닛모듈러 건축물의 공장제작 및 현장시공 등의 각 단계에서 발생한 문제 사례들이 설계 단계의 어떤 요소에 기인하여 발생하였는지를 분석하기 위하여 문제 사례별 설계품질 저하 요소 유형의 비교·분석을 실시하였다. 이를 위해 설계품질 저하 요소 유형에 대해 연구를 수행한 기존 문헌에 대한 고찰을 실시하는 한편, 유닛모듈러 건축물의 특성을 반영하여 본 연구에서 적용할 설계품질 저하 요소 유형을 도출하고, 연구 범위 및 방법에서 언급한 바와 같이 설계품질 저하 요소 유형의 타당성 및 문제 사례별 설계품질 저하 요소 유형의 적합성 검증률 위하여 8인으로 구성된 전문가 자문회의를 실시하고 그 의견을 반영하여 내용을 수정·보완하였다.

표 5는 기존의 연구에서 활용한 설계품질 저하 요소 유형을 나타내고 있으며, 표 6은 전문가 자문 등을 통해 본 연구에서 적용한 설계품질 저하 요소 유형과 정의를 나타내고 있다.

문제 사례별 설계품질 저하 요소 유형의 비교·분석 결과를 살펴보면, 설계품질의 저하 요소로서 시공성/제작성의 결여(유형 F)가 8개로 가장 많이 나타났으며, 그 다음으로 제작·운반·양중 조건 등을 고려한 구조 검토 미비(유형 B)가 7개, 자재 및 부품, 공법의 선정 오류 및 검토 미비(유형 A)와 공종/부위 간 간섭 발생(유형 C)이 각각 3개, 도서 누락(유형 E)이 2개, 도면/공종 간 정보 불일치 또는 도면 표현 누락(유형 D)이 1개의 순으로 나타났다.(표 7 참조). 유형 F가 가장 많이 나타난 이유는 유닛모듈러 건축물의 경우 공장제작 및 현장시공 단계에서의 시공성/제작성 확보를 위해 설계 단계에서부터 건축 구성재의 모듈 규격 및 조립 방법 등에 대한 검토가 충분히 이루어져야하나 이에 대한 검토 미비 등에 기인한 것으로 생각된다. 그 다음으로 유형 B가 많이 나타난 이유는 유닛모듈러 건축물의 경우 구조체를 이루는 유닛박스의 모서리 기동을 용접 또는 볼트로 접합한 이후 유닛박스 내에서 벽체 조립 등의 후속 공정이 이루어지므로 후속공정을 위한 운반 및 양중 시의 충격 등으로 인한 구조체의 변형이나 손상을 방지하거나 최소화 할 수 있는 구조 계획 및 설계가 이루어져야하나 이에 대한 검토 부족에 기인한 것으로 생각된다.

3.3 설계품질 저하 원인 유형 비교·분석

설계품질 저하 요소들이 설계 시 어떤 원인에 의해 발생하였는지를 분석하기 위하여 문제 사례별 설계품질 저하 원인 유형의 비교·분석을 실시하였다. 이를 위해 설계품질 저하 원인 유형에 대해 연구를 수행한 기존 문헌에 대한 고찰을 실시하는 한편, 본 연구의 대상인 유닛모듈러 건축물의 특성을 반영하여 설

제품질 저하 원인 유형을 도출하고, 설계품질 저하 요소 유형의 타당성 검증은 위한 전문가 자문회의 시 설계품질 저하 원인 유형의 타당성 및 문제 사례별 설계품질 저하 원인 유형의 적합성에 대한 검토를 함께 실시하고 그 내용을 수정·보완하였다.

표 5. 기존 연구에 의한 설계품질 저하 요소

저 자	설계품질 저하 요소
곽청 외 (2010)	시공성 고려 미비(시공난해/제작성 결여, 불필요한 시공 반영, 유지관리 고려 미비, 품질확보 고려 미비) 설계오류(도면상의 표현 오류, 사용성 고려 미비, 자재/시스템/계획/공법 선택 오류, 법규 오류 및 검토 미비, 구조계산 오류 및 검토 미비, 간섭 발생) 설계누락(도서누락, 자재/계획/공법 누락 및 검토 미비, 도면상의 표현 누락) 설계정보 불일치 및 불충분(설계도서 내 정보 불일치, 도면/공종 간 정보 불일치, 자재/계획/공법 선택 기준/근거 불충분)
이민재 외 (2009)	설계서의 불분명/오류/누락 및 설계서 상호모순
김성욱 외 (2009)	설계도서 불분명/누락/오류/모순 내역서 누락/오류/내역정산
김진호 (2008)	선택오류(부적절한 공법선택, 잘못 선택된 자재, 잘못된 위치) 표기누락, 표기 잘못 정보 불일치(설계정보 불일치, 실제사양과 불일치) 시공성 고려미비
이지영 외 (2005)	설계서 하자(불분명, 누락, 오류, 모순)
이용진 외 (2001)	설계 결함(설계정보 누락, 설계분석 오류, 제도 결함, 시공 및 제작성 결여)

표 6. 설계품질 저하 요소 유형과 정의

대분류	중분류	코드	정 의
설계 오류	자재 및 부품, 공법의 선정 오류 및 검토 미비	A	유닛모듈러 건축물의 특성을 고려한 내·외장 자재 및 부품, 공법의 선정 오류 및 검토 미비 등으로 시공 효율성 및 시공 품질을 저하시키는 경우
	제작·운반·양중 조건 등을 고려한 구조 검토 미비	B	제작·운반·양중 조건 등을 고려한 유닛모듈러 구조의 검토 미비 등으로 시공품질을 저하시키는 경우(설비 배관 형상 가능 높이, 도로 이동 가능 유닛 크기, 양중·조립 시 부재 처짐 한계 검토 오류 등으로 인한 시공품질 저하)
	공종/부위 간 간섭 발생	C	공종/부위 간 간섭이 발생하여 재시공을 유발하거나 구조물 설치나 성능 발휘를 어렵게 하는 경우(건축과 기타분야(설비, 전기 등) 또는 구조 부재 간의 연결 위치, 크기, 연결방법 등의 검토 오류로 인한 시공 품질 저하)
설계정보 불일치 또는 표현누락	도면/공종 간 정보 불일치 또는 도면 표현 누락	D	도면/공종 간의 설계정보의 상이로 인하여 재시공 등을 유발하거나, 도면 내 점, 선, 치수, 위치, 표기 등 표현되어야 할 정보의 누락으로 시공 품질을 저하시키는 경우
설계도서 누락	도서 누락	E	시공 효율성 및 시공 품질 확보를 위하여 기본적으로 필요한 설계도면이나 상세도면(제작도, 조립도 등)이 없는 경우
시공성 고려미비	시공성/제작성 결여	F	시공이 복잡하여 품질확보가 어렵거나, 모듈화 되지 않은 제작, 설계, 조립방법 등으로 인하여 시공 효율성 및 경제성을 저하시키는 경우

표 7. 문제 사례별 설계품질 저하 요소 유형 비교·분석

문제 사례	설계품질 저하 요소 유형					
	A	B	C	D	E	F
1					■	
2						■
3						■
4		■				
5		■				
6	■					
7		■				
8						■
9		■				
10		■				
11		■				
12						■
13		■				
14						■
15	■					
16			■			
17	■					
18					■	
19						■
20				■		
21			■			
22			■			
23						■
24						■
합계	3	7	3	1	2	8

표 8은 기존의 연구들이 활용한 설계품질 저하 원인 유형을 나타내고 있으며, 표 9는 전문가 자문 등을 통해 본 연구에서 적용한 설계품질 저하 원인 유형과 정의를 나타내고 있다. 설계품질 저하 원인은 1개의 문제 사례에 복수의 원인이 작용할 수 있으나, 본 연구에서는 문제 사례별 원인 유형을 명확히 하기 위해 1개의 문제 사례에 1개의 주된 원인만을 도출하였다. 이를 위해 기존 연구에서 활용하고 있는 설계자 간의 협의 미비, 설계자와 시공자 간의 협의 미비 등과 같은 어느 문제 사례에도 적용할 수 있는 원인 유형들은 배제하였다.

문제 사례별 설계품질 저하 원인 유형을 비교·분석한 결과를 살펴보면, 공종/부위 간 인터페이스 검토 시스템 미비(유형 IV) 및 제작·운반·양중 조건 등을 고려한 구조 검토 시스템 미비(유형 V)가 각각 6개로 가장 많은 설계품질 저하 원인으로 나타났으며, 그 다음으로 공종/부위 공법(구법) 선정 기준 및 검토 시스템 미비(유형 III)가 5개, 모듈정합설계 기준 및 검토 시스템 미비(유형 I)가 4개, 설계도서 작성 기준 미비(유형 II)가 3개의 순으로 나타났다.(표 10 참조). 유형 IV 및 유형 V가 가장 많은 설계품질 저하 원인 유형으로 나타난 이유는 유닛모듈러 건축물의 적용이 아직 보편화되지 않아 관련 사례 및 기술 자료의 부족, 전문가 부족 등으로 인한 관련 설계기술의 부족에 기인한 것으로 생각된다.

표 8. 기존 연구에 의한 설계품질 저하 원인

저 자	설계품질 저하 원인
곽청 외 (2010)	설계사 내 검토시스템 미비, 불확실한 설계도서 작성기준, 설계 기술 미약, 설계자와 시공자간 협의 미비, 설계자의 시공경험 부족, 자재/시스템 사양 및 성능 검토 미비, 법규 및 관련 규정 검토 미흡, 각 공종간 interface부분 검토 미비, 설계자간 협의 미비(설계협업체계 부재)
김진호 (2008)	설계자와 시공자간 협의 미비, 설계자간 협의 미비, 설계자의 시공경험 부족, 각 공종간 interface 검토 미비, 현장조사의 부족 및 잘못, 법규/규정의 미확인 및 해석 잘못, 시방서의 오류나 확인 미비, 자재/부품 사양 및 성능 검토 미비
김영수 외 (2004)	제도적인 측면(설계용역 계약조건의 미비, 실시설계 기간의 부족, 설계심의 항목의 미비) 설계업무프로세스(각 공종간 interface부분 검토 미비, 관련 법규의 검토 미비, 시방서, 입찰안내서의 도면 반영 미비, 설계협의 시 전문가 참여 부족, 실시설계 시 현장전문가 참여 부족)

표 9. 설계품질 저하 원인 유형과 정의

품질 저하 원인 유형	코드	정 의
모듈정합설계 기준 및 검토 시스템 미비	I	자재 및 부품, 모듈러 유닛 간, 공중(건축/구조/설비) 간의 모듈정합설계를 위한 기준이나 지침, 검토 체크리스트 등 설계 검토 시스템의 미비 또는 부재로 시공 하거나 재시공, 자재낭비 등 유발
설계도서 작성 기준 미비	II	설계단계별 설계도서의 종류, 상세 수준 등에 대한 기준이 불확실하여 설계도서 내 정보가 불충분하거나 누락 등 발생
공중/부위 공법(구법) 선정 기준 및 검토 시스템 미비	III	공중/부위를 구성하는 자재 및 부품, 공법 등의 사양/성능 등의 계획 및 검토 시스템의 미비 또는 부재로 시공하거나 재시공 유발
공중/부위 간 interface 검토 시스템 미비	IV	건축/구조/설비 등 공종별 간섭에 대한 검토나 기등-보 등 부위별 간섭 등에 대한 검토 시스템이 미흡하거나 난해한 구조물이나 복잡한 부위의 효과적인 시공을 위해 상세한 설계 데이터를 생성하거나 표현 할 수 있는 설계 기술의 부족 등으로 시공하거나 재시공 유발
제작·운반·양중 조건 등을 고려한 구조 검토 시스템 미비	III	제작·운반·양중 조건 등을 고려한 모듈러 유닛의 사양/성능 등에 대한 구조적 검토 시스템의 미비 또는 부재로 구조적 내구성의 확보에 어려움을 유발

4. 설계 초기 단계에서의 분야별 고려사항

앞에서는 공장제작 및 현장시공 등 각 단계에서 발생한 문제 사례들의 인과 관계를 명확히 하기 위하여 문제 사례별 설계품질 저하 요소 유형과 원인 유형의 비교·분석을 실시하였다. 여기에서는 공장제작 및 현장시공 등 각 단계에서 발생한 문제들을 해소하기 위하여 건축 및 구조, 설비 설계 등의 각 분야별로 설계 초기 단계에서 고려해야 할 주요 검토 항목(체크리스트)에 대하여 분석을 실시하고 그 내용을 제시하였다. 표 11은 설계 분야별로 설계 초기 단계에서 고려해야 할 주요 검토 항목의 도출을 위하여 설계품질 저하 원인 유형을 바탕으로 공장제작 및 현

표 10. 사례별 설계품질 저하 원인 유형 비교·분석

문제 사례	설계 품질 저하 원인 유형				
	I	II	III	IV	V
1		■			
2	■				
3				■	
4					■
5					■
6			■		
7	■				
8				■	
9					■
10					■
11					■
12			■		
13					■
14				■	
15	■				
16				■	
17			■		
18		■			
19			■		
20		■			
21				■	
22				■	
23	■				
24			■		
합계	4	3	6	6	5

장시공 등 각 단계에서 발생한 문제 사례를 분석하여 정리한 것이다. 표 11을 바탕으로 설계품질 저하 요소 및 원인 유형의 타당성 검증에 위한 자료회의 시 설계 초기 단계에서 고려해야 할 주요 검토 항목(체크리스트)의 타당성 및 현장적용 시의 유의성 등을 함께 검토하고 전문가 의견을 반영하여 그 내용을 수정·보완하였다.

표 12(건축 분야), 표 13(구조 분야) 및 표 14(설비 분야)는 표 11의 설계 분야별 주요 문제 사례를 중심으로 전문가 자문 등을 실시하여 도출한 설계 초기 단계에서 고려해야 할 주요 검토 항목을 나타내고 있다. 각각의 표에서 나타낸 바와 같이 모듈정합설계의 적용 여부 검토는 표 11에서 건축설계 분야에만 포함되어 있거나 유닛모듈러 공법의 특성 상 기본이 되는 검토 항목이므로 구조 및 설비 분야에 추가하였다. 또 표 11의 문제 사례를 바탕으로 추론이 가능한 사항(예를 들면, 구조설계 시 주요 구조 부재 접합부의 점검을 위한 점검구 계획 등), 설계 시 기본적으로 검토해야 할 사항(예를 들면, 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙(국토해양부령)을 준용하거나 동등 이상의 내구성 확보 등)에 대해서도 전문가 의견을 반영하여 추가 정리하였다. 설계도서의 정합성, 작성 누락 등과 관련한 사항들은 모든 설계 분야에 공통적으로 해당하나 건축 분야가 설계 분야의 내용을 취합하는

역할을 담당하고 있어 건축 분야의 검토 사항으로 포함시켰다.

이상과 같이 설계 분야별 설계 초기 단계에서의 주요 검토 항목을 정리하면 건축 분야의 경우 구조체를 포함한 건축 구성재 등의 모듈정합설계 적용 여부, 운반 및 양중 등 현장 여건 등을 고려한 모듈러 유닛의 모듈정합설계 여부, 설비 배관 등을 고려한 바닥판 및 층고 등의 모듈정합설계 여부 등이 있으며, 구조 분야의 경우에는 모듈러 유닛 등 구조체의 변형 방지를 위한 내구성 확보 여부, 구조부재 간 접합 시 시공성을 고려한 단면형상/접합방법의 구조설계 검토 여부 등이 있다. 또 설비 분야의 경우에는 설비공종별 설비 기·자재의 설치 위치 및 작업 공간 확보 여부, 설비 기·자재별 연결 방법의 검토 여부 등이 있으며, 건축, 구조, 설비 분야의 공통적인 주요 검토 사항으로는 공중/부위의 공법(구법) 계획 및 검토 시 건식 공법 지향 여부와 불가피하게 습식공법을 적용할 경우의 고려 사항의 검토 여부 등이 있다.

표 11. 설계 분야 별 주요 문제 사례

분야	검토 항목	문제점 종합	사례 예
건축 분야	모듈정합설계 적용 검토	건축구성재 모듈 규격화 결여	사례 2,
		현장 여건 및 운반·양중 등을 고려한 단위 모듈 계획 검토 결여	사례 7,
		내·외장 마감재의 규격화 및 표준화 설계 결여	사례 15,
			사례 23
	공중/부위 공법(구법) 계획 및 검토	습식공법 적용에 의한 마감재 손상	사례 6,
		공장제작 및 현장제작 작업의 불명확화	사례 17,
우천 등에 의한 마감재 오염		사례 24	
공중/부위 간 interface 검토	건축/구조/설비 간 도면정보의 불일치 및 표현 누락	사례1,	
	제작도/조립도 등 상세도면 작성 결여	사례 8,	
	조립순서를 고려하지 않은 모듈 출하	사례 18	
구조 분야	구조적 안정성 검토	모듈러 유닛의 내구성 확보 결여	사례 4,
		구조 부재 간 접합 시 접합방법의 표준화 결여	사례 5,
		운반·양중 및 시공 단계 하중을 고려한 구조 검토 결여	사례 9,
	공중/부위 공법(구법) 계획 및 검토	습식공법 적용에 의한 시공오차 발생	사례 10,
공중/부위 간 interface 검토	구조 부재 간 접합 시 작업 개구부 및 작업 공간 확보 결여	사례 11,	
	자재 및 부품, 공중 간 인터페이스의 결여	사례 13	
설비 분야	공중/부위 공법(구법) 계획 및 검토	습식공법에 의한 현장시공으로 추가 작업 발생	사례 3,
			사례 14
	공중/부위 간 interface 검토	도면 간 설계정보의 불일치로 설비 기자재 위치 조정	사례 19,
	설비배관 위치 및 공간 확보 결여	사례 16,	
	건축/설비 및 설비 공종 간 작업 간섭 발생	사례 20,	
		사례 21,	
		사례 22,	

5. 연구결과의 검증

본 연구에서는 연구의 범위 및 방법에서 언급한 바와 같이 본 연구에서 적용하고 있는 설계품질 저하 요소 및 원인 유형의 타

표 12. 설계 초기 단계에서의 고려사항(건축설계 분야)

분야	검토 항목	협의 주체					
		설계자			D	E	F
		A	B	C			
건축 분야	1) 모듈정합설계						
	■ 모듈정합설계 적용 여부 검토						
	- 건축 구성재 및 구조체 등의 구성치수 또는 수평·수직 방향 기본 치수 등에 대한 모듈정합설계 적용 여부 검토	●	●	●	●	●	●
	- 현장 여건 등을 고려한 모듈러 유닛의 모듈정합설계 적용 여부 검토	●	●	●	●	●	
	- 건축 공간 및 마감재 치수의 모듈정합설계 적용 여부 검토	●			●	●	●
	■ 바닥판, 층고 등의 충분한 공간 확보 검토						
	- 설비배관 및 배선을 용이하게 수용할 수 있는 바닥판, 층고 등의 모듈정합설계 적용 여부 검토	●	●	●	●		
	2) 공중/부위 공법(구법) 계획 및 검토						
	■ 각 부위 공법(구법) 계획 및 검토						
	- 현장작업을 최소화하기 위한 건식 공법(구법)의 지향 여부 검토	●	●		●	●	●
	- 공중/부위의 공장제작 및 현장시공 작업 범위, 작업 방법 등의 검토 여부	●	●	●	●	●	
	- 내구연한, 보수, 청소, 교체방법 등을 충분히 고려한 내·외부 마감재 선정 여부 검토	●			●	●	●
	- 불가피하게 습식공법을 적용하는 부위에 대한 고려 사항 (시공오차, 시공방법 등)등의 검토 여부	●	●	●	●	●	●
	3) 공중/부위 간 interface 검토						
	■ 공중/부위 간 interface 검토 여부						
	- 건축/구조/설비 도면 간의 정합성 및 오류, 누락, 설계 정보 불일치 등의 여부 검토	●	●	●			
	- 공장제작 및 현장시공을 위한 설계도면(제작도/조립도 포함)의 종류 및 도면 내 정보 검토 여부	●	●	●	●	●	
	- 구조체/벽체/내·외장마감/설비공사 간의 작업 간섭 여부 검토	●	●	●	●	●	
- 모듈별 조립순서 및 간섭 여부 검토	●	●	●	●	●		
- 모듈 제작 일정 및 현장 공급 일정 및 순서 검토	●		●	●	●	●	

〈범례〉 A : 건축 설계자 B : 구조 설계자 C : 설비 설계자
D : 공장제작자 E : 현장 시공자 F : 자재업자

당성 검증, 문제 사례별 설계품질 저하 요소 및 원인 유형의 적합성 검증, 분야별 설계 초기 단계에서의 주요 검토 항목의 타당성 및 현장 적용성 검증을 위하여 학계 2인, 시공업체 3인, 설계업체 3인 등 총 8인으로 구성된 전문가 자문위원회를 2회에 걸쳐 실시하고 전문가 의견을 반영하여 각각의 내용을 수정·보완하였다. 특히, 유닛모듈러 건축물의 기본설계 등 설계 초기 단계에서의 분야별 주요 검토 항목(체크리스트)의 타당성 및 현장 적용 시의 유의성 검증에서는 다음과 같은 전문가 의견을 반영하여 분야별 주요 검토 항목을 수정·보완하였다. 주요 전문가 의견으로는 1)본 연구 결과 제시된 분야별 검토 항목의 적용 단계의 명확한 범위 제시(예를 들면, 설계 시 고려 사항을 기본설계 등 설계 초기 단계에서의 고려 사항으로 적용 범위를 명시), 2) 불필요하거나 중복된 검토 항목의 삭제(예를 들면, 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙을 준용하거나 동등 이상의 내구성의 확

표 13. 설계 초기 단계에서의 고려사항(구조설계 분야)

분야	검토 항목	협의 주체					
		설계자			D	E	F
		A	B	C			
건축 분야	1) 구조적 안정성						
	■ 구조체의 내구성 확보 검토						
	- 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙(국토해양부령)을 준용하거나 동등 이상의 내구성의 확보 여부 검토		●				
	- 설계시방의 항상, 재료시방의 항상, 기타 내구성 향상을 도모하는 구조계획 및 공법(구법)의 적용 여부 검토		●		●	●	●
	- 구조부재 간 접합 시 시공성을 고려한 단면형상/접합 방법의 구조설계 검토 여부	●	●		●	●	
	- 운반·양중 및 시공 단계 하중을 고려한 구조적 안정성 검토 여부		●		●	●	
	2) 모듈정합설계						
	■ 모듈정합설계의 적용 검토						
	- 모듈정합설계를 고려한 구조 계획/설계 여부 검토	●	●	●	●		●
	3) 공중/부위 공법(구법) 계획 및 검토						
	■ 공중/부위 공법(구법) 계획 및 검토						
	- 공중/부위의 건식공법(구법) 지향 여부 검토	●	●			●	
	- 불가피하게 습식공법을 적용하는 부위에 대한 고려 사항(시공오차, 시공방법 등)등의 검토 여부	●	●	●	●	●	●
	4) 공중/부위 간 interface 검토						
	■ 공중/부위 간 interface 검토 여부						
- 구조부재 간 접합 시 시공성을 확보할 수 있는 작업 개구부, 작업 공간 계획 수립 여부 등 검토	●	●	●	●	●		
- 구조부재 간 접합 부위 점검을 위한 점검구 계획 여부 검토	●	●		●	●		
- 기초-구조체, 구조체-구조체, 자재 및 부품 간 조립 시 공중/부위 간 interface를 고려한 공법(구법)계획 수립 여부 검토	●	●	●	●	●		

〈법례〉 A : 건축 설계자 B : 구조 설계자 C : 설비 설계자
D : 공장제작자 E : 현장 시공자 F : 자재업자

표 14. 설계 초기 단계에서의 고려사항(설비설계 분야)

분야	검토 항목	협의 주체					
		설계자			D	E	F
		A	B	C			
설비 분야	1) 모듈정합설계						
	■ 모듈정합설계 적용 검토						
	- 모듈정합설계를 고려한 설비 계획/설계 여부 검토	●	●	●			
	2) 설비 공중별 공법(구법) 계획 및 검토						
	■ 설비 공중별 기·자재 계획 및 검토						
	- 조립 및 재설치가 용이한 건식공법의 설비 기·자재의 활용 여부 검토		●			●	●
	- 불가피하게 습식공법을 적용하는 부위에 대한 고려사항(시공오차, 시공방법 등)등의 검토 여부	●	●	●	●	●	●
	3) 공중/부위 간 interface 검토						
	■ 공중/부위 간 interface 검토 여부						
	- 설비 공중별 설비 기·자재 설치 위치, 작업 공간 확보 여부 검토	●		●		●	
	- 설비 기·자재별 연결 방법 및 관리방안 검토 여부			●		●	●
	- 덕트나 배관, 샤프트 등의 설치 위치 및 크기, 공간 등 검토 여부	●	●	●	●	●	
	- 벽체, 내·외장 마감 및 설비 공중 간 작업 간섭 여부 검토	●	●	●	●	●	

〈법례〉 A : 건축 설계자 B : 구조 설계자 C : 설비 설계자
D : 공장제작자 E : 현장 시공자 F : 자재업자

보 여부 검토 항목과의 중복으로 구조부재의 소요 두께 및 내구성 확보 여부 검토 항목 삭제 등), 3)매매한 검토 항목 내용의 수정·보완(예를 들면, 부품 및 건식자재를 최대한 활용한 건식 공법(구법)의 지향 여부 검토를 현장작업을 최소화하기 위한 건식 공법(구법)의 지향 여부 검토로 수정·보완 등), 4)검토 항목의 추가(예를 들면, 모듈 제작 일정 및 현장 공급 일정 및 순서 검토 등) 등이 있었으며, 이러한 전문가 의견의 반영을 통하여 설계 초기 단계에서의 분야별 주요 검토 항목을 수정하고 현장 적용 시의 유의성 등을 보완하였다.

6. 결론

본 연구에서는 유닛모듈러 건축물의 설계품질 향상을 위하여, 1) 유닛모듈러 건축물의 시공 경험 및 실적이 비교적 많은 시공 업체를 대상으로 실무 전문가 면담조사 등을 실시하여 유닛모듈러 건축물의 공장제작 및 현장시공 등의 각 단계에서 발생하는 문제 사례를 도출하였으며, 2) 문제 사례별 인과 관계를 명확히 하기 위하여 설계품질 저하 요소 유형과 원인 유형의 비교·분석을 실시하였다. 3) 또 도출된 설계품질 저하 원인들을 해소하고 설계품질을 향상시키기 위해 기본설계 등 설계 초기 단계에서 분야별로 설계 시 고려해야 할 주요 검토 항목(체크리스트)에 대하여 제시하였다.

본 연구에서 제시한 분야별 주요 검토 항목(체크리스트)은 설계 초기 과정에서 공장제작 및 현장시공 등의 각 단계의 품질 향상을 위한 가이드라인으로서 활용될 것으로 생각되나, 본 연구에서 도출된 문제 사례들의 수집이 유닛모듈러 건축물의 구성재를 제작, 시공하는 현장 실무 전문가를 주 대상으로 하고 있으며, 주요 검토 항목의 범위도 기본설계 등 설계 초기 단계에 한정하고 있어 향후 설계자 측면에서의 문제 사례 수집 및 설계 단계의 진척에 따른 실시설계 단계 등에서 적용이 가능한 분야별 세부 검토 항목 등에 대한 추가 연구 등이 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원 주요사업(탈현장 초고속 주택 시공기술 개발(과제번호 : 2011-0133))의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

조봉호 · 이재승 · 차희성 (2010), “식스-시그마를 이용한 군 독신자 숙소용 모듈러 건축 시스템 개발”, 한국건설관리학회

- 논문집 제11권 제6호, pp. 89-99
- 이광복 · 김경래 · 신동우 · 차희성 (2011), “유닛 모듈러 공법의 효율성 확보를 위한 공장제작, 운반, 현장설치의 최적 공정 제안”, 한국건설관리학회 논문집 제12권 제6호, pp. 14~21
- 김진옥 (2007), “Modular House의 건축 기술 분석에 관한 연구”, 우송대학교 석사학위논문
- 이중찬 · 강운도 · 강한승 · 김병선 (2011), “사례연구를 통한 군 모듈러 독신간부숙소의 설계지침 연구”, 대한건축학회논문집 계획계 제27권 제4호, pp. 87~94
- 박재식 · 박태근 (2006), “모듈러 공법을 적용한 군시설공사의 초기투자비 분석에 관한 연구”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 제26권 제1호, pp. 589~592
- 정성립 (2008), “경량 C형강과 각형강관을 이용한 조립식 모듈러 공법의 구조성능 및 시공성 평가에 관한 연구”, 영남대학교 박사학위논문
- 강성오 (2007), “군용 대규모 모듈러 건축물의 공정분석 및 표준 공기 설정에 관한 연구”, 목원대학교 석사학위논문
- 이상준 (2001), “LCC분석을 적용한 노후 군시설 리모델링의 경제성평가 방법 연구”, 목원대학교 석사학위논문
- (주)포스코 · (주)포항산업과학연구원 (2004), “프레임-스터드패널형 건축 모듈러 유닛의 구조시스템 · 공장제작 · 현장설치 공법”, 신기술지정 제435호
- 이남진 · 손명진 · 김지훈 · 지성민 · 현창택 (2011), “공공공사의 설계오류 방지를 위한 실시설계도서 검토서 개발”, 대한건축학회논문집 구조계 제27권 제2호, pp. 149~158
- 곽청 · 김예상 (2010), “시공자 관점에서의 아파트 건설공사 설계품질 저하 원인 분석”, 대한건축학회 논문집 구조계 제26권 제12호, pp. 193~200
- 김진호 (2008), “건축공사 프로젝트의 수행에 있어서 설계오류 관리 시스템 구축방안”, 대한건축학회지회연합논문집 10권 3호, pp. 231~238
- 이지영 · 김동한 · 서유석 (2005), “공공공사 설계변경 요인에 관한 연구”, 대한건축학회 창립60주년기념 학술발표대회논문집 제25권 제1호, pp. 523~526
- 김병수 · 김경주 · 전진구 · 강인석 (2004), “턴키공사 설계오류 저감방안에 관한 연구”, 대한토목학회논문집 제24권 제2D호, pp. 275~283
- 大武通伯 (1994), “設計と施工を結ぶ”, 日本建築會 第10回建築生産と管理技術シンポジウム, pp. 139~140

논문제출일: 2011.11.25

논문심사일: 2011.12.02

심사완료일: 2012.10.09

요 약

최근 저탄소 녹색성장 등 건설 환경의 변화에 따라 친환경적이고 시공 효율성을 극대화할 수 있는 유닛모듈러 공법 등과 같은 새로운 건축시스템에 대한 요구가 증대되고 있다. 유닛모듈러 공법은 전체 공정의 80%이상을 공장에서 제작하고 현장에서는 유닛모듈 조립과 마감작업 위주로 작업이 진행되므로 설계 및 공장 제작 등 현장시공 이전 단계의 품질이 건축물 전체의 품질을 좌우하는 특성을 가진다. 국내 유닛모듈러 공법은 2003년 학교 건축물의 적용을 시작으로 점차 확대되고 있지만, 적용 사례와 관련 자료의 부족, 모듈러 생산업체의 영세성 등으로 유닛모듈러 공법의 특성을 충분히 반영한 설계, 공장제작 및 현장시공은 아직 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 본 연구는 국내 유닛모듈러 건축물의 설계품질 향상의 일환으로 공장제작 및 현장시공 단계에서의 문제점을 도출하고, 그 원인을 비교·분석함으로써 유닛모듈러 건축물의 설계 초기 단계에서 고려해야 할 주요 검토 항목을 제시하였다.

키워드 : 유닛모듈러 건축물, 설계품질, 시공품질, 설계 초기 단계에서의 고려사항
