

한국형 모듈러 주택 시공의 시나리오 개발

Development of a Korean Modular Housing Construction Scenario

김 균 태* 김 창 한** 이 두 현*** 이 영 호***
Kim, Kyoon-Tai Kim, Chang-Han Lee, Du-Heon Lee, Young-Ho

Abstract

A modular house is a house that is assembled on-site from modularized units. As such units are manufactured in a factory, the construction period is reduced, resources are recycled, and quality is improved. However, the construction technique applied to conventional modular houses has not overcome certain structural restrictions, as it is currently used to build houses less than 4 stories in height, which means that it lacks economic feasibility. For this reason, this research aims to develop a scenario of a construction method for Korean modular housing that can be applied to urban-type housing higher than 12 stories. This research is expected to provide fundamental data necessary for the future development of a construction method for Korean modular housing.

키 워 드 : 모듈러 하우스, 시공성, 유닛 조립

Keywords : Modular House, Constructability, Unit Fabrication

1. 서 론

모듈러주택이란, 일본과 유럽에서 개발·보급된 건축시스템으로, 공장에서 생산된 모듈화된 유닛들을 현장으로 운반·조립하여 시공하는 주택을 말한다. 즉 각형강관, H형강 등으로 이루어진 구조체 뿐만 아니라 일정부분의 마감재까지 공장에서 유닛 형식으로 제작하고 이를 현장에서 조립하는 일종의 공업화 주택이다[1]. 이러한 모듈러 주택은 유닛들이 공장에서 생산되므로 공기 단축, 자원재활용, 품질향상 등을 기대할 수 있다[2].

그러나 국내의 모듈러 건축시스템 개발 및 적용은 선진 외국의 경우와 비교하여 볼 때 아주 짧은 역사를 가지고 있다[2]. 따라서 국내에서 적용된 기존 모듈러 주택의 시공법은 공법의 구조적 한계를 극복하지 못하여 4층 이하의 저층 건축물만 시공되는 등 공법의 장점을 극대화시키지 못하고 있으며, 경제성도 담보하기 어려운 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 전술된 한계를 극복하기 위하여, 12층 이상 규모의 원룸형 도시형생활주택에 적용 가능한 한국형 모듈러주택 시공의 시나리오를 개발하는 것이다.

본 연구에서는 우선 모듈러 주택 시스템의 개념을 정의하고, 그 장점을 분석하고 모듈러 주택의 공정을 분석하여, 시공 시나리오를 개발하는 것으로 연구의 범위를 한정한다.

2. 모듈러 공법의 특징

2.1 모듈러 주택 시스템의 개념

모듈의 기원은 고대 그리스 건축으로까지 거슬러 올라간다. 신전 등 고대 건축물의 기둥을 살펴보면, 하부의 굽기가 한 모듈로 설정되어 다른 부분은 하부의 굽기와 비례하는 디자인을 적용하였는데, 여기에서 모듈이 시작되었다고 한다. 이러한 모듈은 현대 건축계에서는 치수의 표준화라는 말로도 사용되고 있다. 그리고 이러한 모듈은 모듈러 코디네이션, 공업화주택 등 다양한 의미로 사용된다. 그러나 본 연구에서 사용하는 ‘모듈러 주택 시스템’은 설비, 난방 등 내부의 여러 가지 구성요소를 포함하여 하나의 완성된 공간을 형성할 수 있는 형태의 유닛을 공장에서 생산하고, 현장에서는 이러한 각 유닛들의 조합으로 건축물을 이루어내는 방식을 말한다[3].

2.2 모듈러 주택의 장점

모듈러 주택 시공법은 품질향상, 폐자재 감소, 공기절감, 기능공부족 대응, 건식화·시스템화된 시공 등 많은 장점들을 가지고 있다. 이러한 장점들을 정리하면 표 1과 같다.

* 한국건설기술연구원 건설관리경제연구실 수석연구원, 공학박사, 교신저자(ktkim@kict.re.kr)
** 한국건설기술연구원 건설관리경제연구실 연구원
*** 한국건설기술연구원 건설관리경제연구실 수석연구원.

표 1. 모듈러 주택의 장점

장 점	상 세 설 명
공기단축	·일반적으로 재래식 공법보다 50~60% 적은 현장작업시간 소요
우수한 품질	·공장기반의 품질관리가 가능하며, 유사한 모듈을 사전에 설계한 경험 활용 가능
경량화 시공	·재래식 건축에 비해 30% 경량화 가능(기초의 경제성 확보 가능)
대량생산	·조립식 유닛을 반복생산하므로, 표준화 및 학습효과를 얻을 수 있으며, 공장생산을 통해 낭비요소를 줄임
안전성 향상	·모듈러 시공을 통해 재래식 건축보다 현장의 안전도를 향상시킴
인력부족 대응	·조립과 마무리 인원만 현장에 투입되므로, 현장 작업원 수요 경감
설계비 경감	·모듈형 표준설계를 사용하여 설계가 용이해짐
융통성	·각 모듈 유닛을 이용하여 수평, 수직 조합함으로써 다양한 평면을 구성할 수 있음
재료 재사용	·모듈로 구성된 건물의 철거시 유닛단위로 분해해 재사용이 가능하므로, 자원 절약 가능

3. 모듈러 주택 시스템의 공정

모듈러 주택 시스템의 공정은 그림 1과 같이, 크게 ‘공장제작-운송 및 양중-현장조립’의 3단계로 이루어진다. ‘공장제작’ 단계에서는 주요골조와 전기, 설비 및 마감공사가 공장에서 이루어져 모듈이 생산된다. ‘운송 및 양중’ 단계에서는 공장에서 제작된 모듈이 현장으로 이동되고, 운반된 모듈은 하이드로 크레인 등의 양중장비에 의해 하역되거나, 조립 위치로 양중된다. ‘현장조립’ 단계에서는 각 모듈들을 볼트로 조립하고 전기, 설비의 접합부를 서로 연결한 후 접합부에 대한 마감공사를 함으로써 건축을 완성시킨다[4].

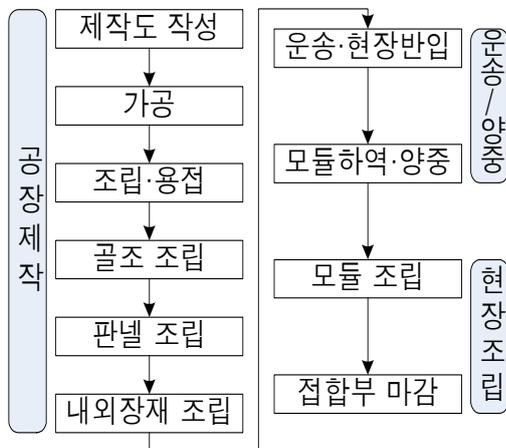


그림 1. 모듈러 주택 시스템의 주요 공정

4. 모듈러 주택의 시공 시나리오

모듈러 주택의 시공을 위해서는 모듈러 유닛을 구성하는 주요 구조부재들이 공장에서 접합되지만, 모듈과 모듈이 접합되는 조립은 현장에서 이루어져야 한다. 따라서 모듈 간 접합부는 최소한의 시공오차를 고려하여야 한다. 왜냐하면 모듈이 공장 제작되는 특성상, 현장에서 시공오차가 발견되어도 모듈의 수정이 불가능하기 때문이다. 또한 접합부는 해체 가능하도록 볼트 등으로 접합되어, 향후 건물의 철거시 모듈이 재활용될 수 있어야 한다.

공장에서 제작된 모듈을 현장으로 운송할 때에는 모듈이 손상되지 않도록 유의하여야 한다. 트레일러에는 별도의 고정기구로 고정되어야 하며, 무진동 차량으로 운반하는 것이 좋다. 또 운반시 우천 등에 손상되지 않도록 하여야 한다.

기초는 모듈이 현장에 도착하기 전에 현장에 설치되어 있어야 하며, 기초 상부에는 모듈과의 접합을 위한 주각부가 정밀하게 설치되어야 한다. 즉 각각의 기초판에는 모듈러 유닛의 상단부와 동일한 상계를 갖는 주각부가 설치되어, 최하단의 모듈이 안착될 수 있어야 한다.

모듈을 양중할 때에는 Balance Bar 또는 Lifting Beam 등을 사용하여 모듈이 뒤뜰어지지 않도록 하여야 한다. 양중된 모듈은 그 기둥부에 설치된 플레이트 및 접합부를 볼트 접합함으로써 최소한의 현장조립 시간을 소요하여 구조체를 일체화시킨다.

모듈의 구조적 접합이 완료된 후, 각 모듈러 유닛에 내장된 전기 및 설비 배관을 서로 연결함으로써 배관작업이 마무리된다. 그리고 모듈과 모듈의 벽체 및 천장 접합부 등을 석고보드나 수성페인트 혹은 벽지를 사용하여 최종 마감함으로써 공정을 마감하게 된다.

5. 결 론

본 연구에서는 국내 모듈러 주택 시스템의 한계를 극복하고자, 모듈러주택 시공의 시나리오를 개발하였다. 이를 위하여 우선 모듈러 주택 시스템의 개념을 정의하고, 그 장점을 분석하였으며, 모듈러 주택의 공정을 분석하고, 시공 시나리오를 개발하였다. 분석결과 모듈러 주택 시공법은 품질향상, 폐자재 감소 등 많은 장점이 발견되었으며, 그 작업 공정은 공장제작, 운송 및 양중, 현장조립 3단계로 구분할 수 있었다. 모듈러 주택 시공을 위해서는 전술한 3단계 전반에 걸쳐 품질, 조립공정, 마감 등을 고려하여 작업이 이루어져야 한다. 본 연구의 결과는 향후 한국형 모듈러 주택 시공법의 개발에 기초자료를 제공할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부의 지원을 받아 한국건설기술연구원 기본

과제로 수행된 연구의 일부임. 탈현장 초고속 주택 시공기술 개발
(과제번호 : 2011-0133)

참 고 문 헌

1. 김균태, 도시형생활주택을 위한 모듈러 주택 시공의 타당성 분석, 2011년도 춘계학술발표대회 논문집 구조계, 대한건축학회, pp155~156, 2011.4
2. 박현진, 모듈러 구조물의 이중보 시스템 구조성능 평가, 단국대학교 석사학위논문, 2008.2
3. 윤자영, 재해·재난민을 위한 임시주거로서의 모듈러 건축의 적용가능성에 관한 연구, 연세대학교 석사학위논문, 2006.2
4. 정성림, 경량 C형강과 각형강관을 이용한 조립식 모듈러 공법의 구조 성능 및 시공성 평가에 관한 연구, 영남대학교 박사학위논문, 2008.6