

유닛모듈러 기반 도시형 생활주택의 BIM 모델링 프로세스 개발 연구

The Study on the Developing Process of BIM Modeling for Urban-life-housing Based on Unit Modular

이 창 재* 임 석 호**
Lee, Chang-Jae Lim, Seok-Ho

Abstract

The current architectural design of unit modular has been based on 2D of CAD program, so unit modular character which needs unit information management, as a dried-member system, has no effect on design process. The purpose of this study is We have developed a suitable BIM design process, according to various works of construction, then tried to contribute to supply and activation of the urban-life-housing based on unit modular. The BIM modeling process based on unit modular has been in order of unit combination with preparing manual classification, and, it has been constructed, at construction site, from housing foundation to roof finish by Bottom-up method. At a manufacturing factory, it has been produced in order of 1) grouping materials and parts, 2) fabricating unit boxes, and 3) interference examination of unit boxes, and each order has been classified as housing structure, architecture, plumbing process separately. At a construction site, the fabrication has been done in order of, like as a real housing construction scenario, 1) RC foundation work 2) unit module job-site-fabrication work, 3) roof truss work, 4) plumbing and HVAC work, and 5) housing interior finish work. After modeling process, the interference examination on each work of construction has finally completed modeling. The Unit modular utilizing BIM modeling can make easy housing maintenance through systematic control with preparing manual of unit module information, and securing accurate and speedy construction information. And it will promote design credibility and create maximum effect of unit modular construction method, such as construction period reduction and upgrade of construction quality, etc., through the computer simulation as real as construction environment in cyber space, and with the interfering examination.

키워드 : BIM, 모듈러, 도시형생활주택, 프로세스
Keywords : BIM, Modular, Urban-life-housing, Process

1. 서 론

1.1 연구의 목적

최근에 저출산 및 사회구조 변화 등으로 소규모 가구가 증가함으로써 소형주택에 대한 수요가 꾸준히 증가하고 있다. 정부에서도 주택법 및 건설기준 규제 등의 완화를 통해 소형 주택에 대한 개발을 유도하고 있는데 이러한 정책 중의 하나가 도시형 생활주택이다.

도시형 생활주택은 국민주택(1세대당 주거 전용면적 85㎡ 이하 주택) 규모의 300세대 미만으로 서민과 1~2인 가구의 주거안정을 위하여 2009년 5월부터 시행된 주거 형태이다. 이러한 도시형 생활주택을 친환경 공법인 유닛

모듈러 기술로 구축하려는 시도가 이뤄지고 있다.

유닛모듈러 기술이란 현장축조의 기존방식과 차별화된 공법으로 공장에서 박스(Box)형태의 정형화된 입방체로 구성되는 구조체 내부에 각종 내장재, 기계설비, 전기배선 등을 미리 시공하고 현장운반 후에는 이를 조립하여 완성하는 건축공법으로¹⁾ 각각의 유닛의 조합으로 이뤄진다. Building Information Modeling(이하 BIM)이란 다차원 가상공간에 기획, 설계, 엔지니어링(구조, 설비, 전기 등) 시공 더 나아가 유지관리 및 폐기까지 가상으로 시설물을 모델링하는 과정을 말하는데²⁾ 건축물에 대한 정보를 통합적으로 관리 할 수 있는 BIM 설계를 유닛모듈러에 적용하면 시너지 효과를 극대화 시킬 수 있을 것이다. 그

* 주저자, 한국건설기술연구원 연구원(volgary@kict.re.kr)
** 교신저자, 한국건설기술연구원 선임연구위원(shlim@kict.re.kr)
이 논문은 2012년 대한건축학회에 추계학술대회에 발표된 내용을 수정·보완하여 발표하는 연구임.

1) 이가경·임석호. 도시형 생활주택의 유닛모듈러 공법 설계에 관한 연구, 한국주거학회 논문집, 22(5), 2011, p104
2) (사)빌딩스마트협회, 건설의 아바타 BIM, 건설경제, 2011, p9

러나 기존의 유닛모듈러 건축의 설계는 2D 기반의 설계 시스템으로 진행되어 유닛의 조합으로 이뤄져 각각의 부재 및 유닛의 정보의 관리가 필요한 유닛모듈러 건축적 특성을 반영하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 유닛모듈러에 적합한 공정별 BIM 설계 프로세스를 개발하여 향후 유닛모듈러 기반의 도시형 생활주택의 보급 및 활성화에 기여 하고자 한다.

1.2 연구의 대상 및 방법

본 연구에서는 유닛모듈러 BIM 모델링 프로세스를 개발하기 위해 기존에 개발된 도시형 생활주택 Proto-type 을 기반으로 하여 연구를 진행하였다.

연구의 진행은 다음과 같다. 이론적 고찰에서는 유닛모듈러건축의 개요 및 유닛모듈러 기반 도시형 생활주택 설계에 대하여 논하였고 Proto-type을 기준으로 BIM 설계 프로세스를 개발하기 위해 공장제작 및 현장조립 공정으로 나누어 모델링을 실시하였다.

본 연구에서 모델링은 Autodesk Revit Architecture 2012을 사용하였고 도시형 생활주택 Proto-type은 설계 프로세스에 의해 규모결정 및 평면 공간구성 등이 사전에 이뤄졌으므로 본 연구에서는 BIM 모델링 프로세스 개발로 내용을 한정하였다.

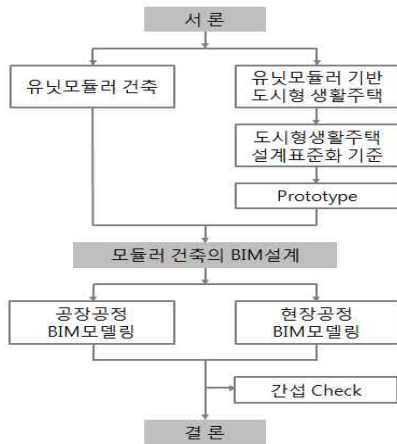


그림 1. 연구의 흐름

2. 이론적 고찰

2.1 유닛 모듈러 건축

유닛 모듈러 공법은 건식공법으로 전체 공정의 50%~80% 이상을 공장에서 제작 및 조립하여 현장에서는 최소한의 공정을 통해 건축물을 구축하는 공법이다.

현장에서 습식 시공을 최소화하여 공기단축과 시공성을 향상 시키며 표준화 및 모듈화를 통해 품질을 향상시킬 수 있다. 또한 리모델링 및 증축이 용이하고 건축물 철거 시 유닛 및 부재를 재사용 할 수 있어 건축폐기물을 최소화하는 친환경적인 공법이다.

해외에서는 친환경 건설기술의 필요성과 건식 건설시스템으로 전환하기 위한 대안으로 모듈러 공법 이 실용화되고 있는 추세에 있다.

모듈러 공법 선진국이라고 할 수 있는 유럽, 미국, 일본 등에서는 각 나라의 주건 환경 및 제조사의 특성의 기술을 개발하여 사용하고 있다.



그림 2. 유닛모듈러 주택(미국)



그림 3. Travelodge(영국)



그림 4. 유닛모듈러 주택(일본)



그림 5. 유닛모듈러 주택(한국)

국내에서도 1990년 이후에 모듈러 건축기술을 외국에서 수입하여 학교시설 등에 적용하였으나 외국의 모듈러 기술을 답습하는 수준에 머물러 있었다. 최근 들어 친환경건축 및 공업화주택에 대한 필요성에 의해 유닛모듈러를 활용한 주택, 병영생활관 등의 건립이 추진되고 있다.

2.2 선행연구 분석

유닛모듈러 공법을 활용한 건축은 설계단계에서 디자인 및 부재의 정보가 공정, 공종, 요소별로 확정되어 있어야 하는데 현재 유닛모듈러 건축의 설계는 2D 위주로 진행되어 통합 프로세스가 진행되지 못하고 있는 실정이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 BIM을 활용한 설계가 적극적으로 도입되어야 할 것이다. 최근에 BIM에 대한 연구들이 최근에 활발히 진행되고 있다.

표 1. 선행연구 분석

저 자	연 도	연구내용
정영호 · 함남혁 · 김제준	2012	모듈러 주택에서의 BIM 적용에 대하여 기획, 설계, 시공, 준공 단계로 나누어 전략 및 BIM 적용기술을 제안.
이계현 · 한남혁 · 김제준	2012	소형건축물의 초기 설계단계에서 2D기반과 BIM기반의 설계의 사례를 비교하여 BIM설계의 효율성에 대하여 제시.
최병현 · 조재모	2010	한옥에 관한 지식과 경험이 적은 사람들도 비교적 간단하고 다양하게 결과물을 얻을 수 있는 프로세스를 분석하고 그 중에서도 Skeleton-Assembly 방식의 위저드 지원을 제안.
이가경 · 임석호	2011	현재 BIM 소프트웨어는 조립기준이나 틈값의 개념을 포함하고 있지 않으므로, 이를 설정을 위한 구성이 포함된 적용 부품 라이브러리 개발.
조연준 · 조길환	2008	한옥건축의 산업화를 위한 건축정보모델링(BIM) 체계를 정립하고 현대 한옥 부재 라이브러리 구축 및 가구구조 모델러를 개발하여 건축정보모델링 체계를 적용한 현대 한옥 건축 모델링 적용사례를 제시.

조연준 외(2008)은 농촌지역 한옥을 대상으로 부재별 건축정보모델링(BIM) 체계를 정립하고 BIM 모델링 적용사례를 제시하였다. 이가경 외(2011)는 도시형 생활주택의 부품을 BIM기반으로 하여 조립기준면이 적용된 부품 라이브러리 구축 방안을 제시하였다.

최병현 외(2012)은 한옥설계에서 특성, 설계상의 난점들을 해결 할 수 있는 Skeleton-Assembly 방식의 워저드 지원을 제안 하였다. 정영호 외(2012)은 모듈러 주택에서의 BIM 적용에 대하여 기획, 설계, 시공, 준공 단계로 나누어 전략 및 BIM 적용기술을 제안하였다. 이계현 외(2012)은 소형건축물의 초기 설계단계에서 2D기반과 BIM 기반의 설계의 사례를 비교하여 BIM설계의 효율성에 대하여 논하였다.

지금까지의 선행연구는 주로 개별 부재별 BIM 모델링 방법, 패밀리구축, 설계 초기단계에서 업무 효율성을 향상시키기 위한 연구가 진행되어 왔다. 그러나 유닛모듈러 건축을 대상으로 하는 BIM 설계시스템에 대한 연구는 드물며 특히, 공정별로 나눈 실증적인 BIM 모델링 프로세스에 관한 연구는 미진한 상태이다. 모듈러 주택에 BIM 설계 적용은 초기단계에 머물러 있는 실정으로 유닛모듈러 건축의 특징을 표현할 수 있는 BIM 설계프로세스에 대한 연구가 지속적으로 이뤄져야 할 것이다.

2.3 유닛 모듈러 기반 도시형 생활주택 설계

1) 도시형 생활주택 설계표준화 기준

유닛모듈러 주택을 설계기준 없이 진행할 경우 증축 및 리모델링 시에 부품의 호환성이 떨어질 수 있다.

유닛모듈 주택의 보급과 활성화를 위해서는 설계의 초기단계에서 기준을 정하여 설계원칙을 표준화 할 필요가 있는데 아래의 유닛모듈러 설계 표준화 기준의 내용은 “자원순환형 철골조 유닛모듈러 주택개발연구”의 계획모델설정³⁾을 인용하여 정리하였다.

주요 구성설의 수평 및 수직 계획 모듈 계획에 따라서 안목치수 300mm 증분치수 적용을 기본으로 하고 기본모듈 증분치수가 적용이 불가피한 경우는 수평 계획모듈은 100mm, 수직 계획모듈은 보조모듈로 50mm를 적용한다.

층간대는 천장마감재, 천장보, 바닥보, 바닥온돌판 및 바닥마감재로 구성되며 100mm 증분치수를 적용하되, 보조적으로 50mm 증분치수를 적용할 수 있다.

표 2. 설계기준(안목치수 기준, 단위/mm)

구 분	기본모듈 증분치수	보조모듈 증분치수
수평	300	100
수직	300	50
벽체 기준면	100	50
층간대 기준면	100	50
창문대 높이	300	100

천장고는 100mm 증분치수를 적용하며, 2400mm를 권장한다. 창문대 높이는 바닥마감기준면으로부터 300mm 증분치수를 원칙으로 하고, 보조적으로 100mm 증분치수를 적용할 수 있다. 설계표준화를 통해 MC(Modular coordination) 설계가 가능하여 표준화된 건축재료 사용으로 건축비를 절감시키고 안정적인 환경성능을 발휘 할 수 있다.

2) 연립형 도시형 생활주택 Proto-type⁴⁾

연립형 도시형 생활주택 Proto-type은 전용면적이 64.91㎡인 단위유닛 1세대는 기본 유닛BOX 6개와 발코니형 유닛 4개로 이루어져 있고 기준층은 6호 조합으로 4층, 24세대로 계획되었다.

표 3. 단지형 연립주택 도시형 생활주택 설계개요

구 분	내 용
용도	도시형 생활주택
건축규모	지상4층(24세대)
건축면적	642.60㎡
연면적	1,909.80
최고높이	14.20M
주요구조	경량철골조(모듈러공법)
주요마감	칼라복층유리/테라코타판넬

건물의 최고 높이는 14.2m이고 주요구조는 경량철골조(모듈러공법)로 이루어졌으며 주요마감은 칼라복층유리, 테라코타 패널로 이루어져 있다. 각층의 전용면적은 419.16㎡, 공용면적 51.54㎡로 층별 바닥면적은 470.70㎡이다. 단위세대별 실별 면적은 거실 24.6㎡, 주방8.12㎡, 안방 14.19㎡, 침실1 7.05㎡, 침실2 6.20㎡, 욕실 3.47㎡, 현관 1.62㎡로 각각 구성되었다. 벽체는 안목기준면 잡기를 적용하였고 기준면 치수는 철골두께, 마감재 치수, 시공오차, 시공여유 등에 의해 50mm 증분치수를 설정한다. 층고는 안목치수 마감 기준으로 300mm 증분치수를 적용하여 3000mm로 정하였고 천장높이는 2400mm로 설정하였다. 층간대는 천장마감재, 천장보, 바닥보, 바닥온돌판 및 바닥마감재로 구성되며 증분치수 100mm를 적용하여 300mm를 확보하였다.

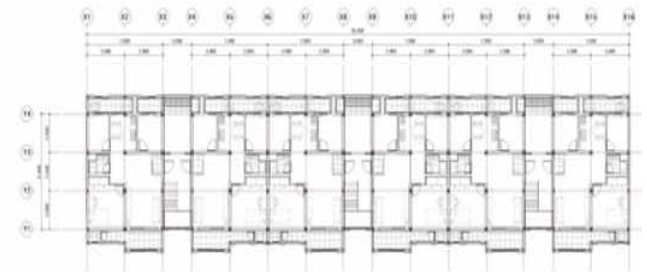


그림 6. 연립형 도시형 생활주택 기준층 평면도

3) 자원순환형 철골조 유닛모듈러 주택개발 연구, 국토해양부, 2007, 106-114p

4) 유닛모듈러 기반 도시형 생활주택의 Proto-type은 한국건설기술연구원의 “도시형 생활주택 조립식 건축물 설계기준수립 연구”에서 개발한 3가지 Proto-type 중에서 단지형 연립주택 유형이다.



그림 7. 연립형 도시형 생활주택 정면도

2.4 유닛 모듈러 건축의 BIM 설계 적용

최근 2차원 설계에서 3차원 모델링 작업환경으로 변화, 건물의 대형화, 첨단화되면서 형상정보와 비형상 정보의 통합설계 요구, 친환경 건축에 대한 관심으로 국내에서 BIM 설계가 활성화 되고 있다⁵⁾.

건축의 BIM은 건물의 생애주기에 전체에 도출되는 정보를 관리 할 수 있는 시스템으로 3차원 모델링뿐만 아니라 4D(Time), 5D(Cost) 등의 정보화를 가능하게 하는 3차원 정보화 개념의 정보화 시스템이다. 아래의 그림 46)는 3D모델링을 만들고 정보를 추가하는 프로세스 흐름을 나타내고 있다.

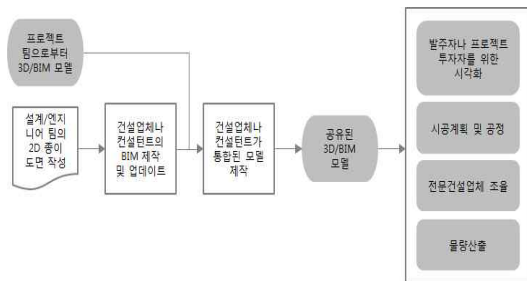


그림 8 BIM 3D모델링 및 정보추가 프로세스(BIM HANDBOOK 2010)

유닛모듈러 건축은 건식시스템으로 부재의 접합으로 이뤄지는 조립식공법이므로 BIM 설계는 각각의 부재에 대한 정보의 통합관리가 이뤄져 사용되는 자재와 부품의 데이터를 체계화 할 수 있으며 패밀리 조합을 통한 유닛 구성으로 유닛타입에 대한 라이브러리를 정보화 할 수 있다. 동일한 유닛의 경우 이미 작성된 패밀리 조합을 통해 신속하고 간편하게 유닛박스 모델링을 진행할 수 있으며 유닛모듈러 조합을 통한 세대를 구성할 수 있다.

최종적으로 작성된 모델링 정보를 활용하여 공정시물레이션 프로세스를 정립하고 가상공정 시물레이션을 실시할 수 있다. 유닛모듈러 건축은 부재의 조합으로 유닛을 구성하고 이러한 유닛들의 조합으로 건축물을 구성한다. 유닛을 구성하는 개별부재의 모델링과 각종 시물레이션을 통해 설계 오류 검토 및 시공성을 확보하며, 건물

5) 서의창·오중근·김재준, BIM을 도입한 건축 설계사무소의 업무환경 구축을 위한 평가 모델, 대한건축학회논문집 계획계 제28권 5호, 2012, p95
6) BIM HANDBOOK, Chuck, E · Paul, T · Rafael, S · Kathleen, L 저, 이강·문현준·권순욱·이재민·이진국·김준하 공역, 2010, 시공문화사, p233

성능을 검증해 볼 수 있어 모듈러 건축에 적합한 효율적인 설계 시스템을 구축할 수 있다.

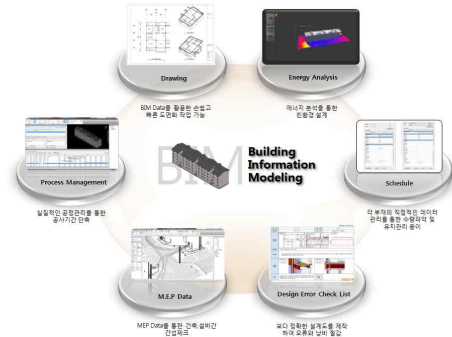


그림 9. BIM 설계 개념도

3. 유닛모듈러 기반 BIM 모델링 프로세스

유닛모듈러 기반 BIM 모델링 순서는 각각의 부재를 라이브러리 작업 후 유닛을 조합하고 현장공정에서는 기초부분부터 지붕마감 순서로 구축하는 Bottom-up⁷⁾ 방식으로 진행된다. 이때 설계기준에 따라서 3차원의 치수 및 공간구성, 접합부 부재의 치수까지 결정되어 있어야 한다. 공간구성 및 접합부의 설계가 결정되지 않으면 각 부재의 정보화가 이뤄져야 하는 모델링 과정에서 어려움에 봉착하게 된다. BIM 모델링 프로세스는 그림 6과 같이 공장제작 및 현장조립 공정으로 나누어 모델링을 실시하는데 공장제작 공정에서는 1) 자재 및 부품의 패밀리 구축, 2) 유닛모듈러 구성 3) 유닛모듈러 간섭체크 순으로 진행하는데 구조, 건축, 설비 부분으로 공종을 구분하여 모델링한다.

현장조립 공정에서는 실제 건물이 시공되는 순서대로 1) RC 기초공사, 2) 유닛모듈러 세대조합, 3) 지붕트러스 공사, 4) 설비조립공사, 5) 건축마감공사 순으로 진행한다. 모델링이 끝나면 최종적으로 간섭검토를 통해서 모델링을 완성한다.

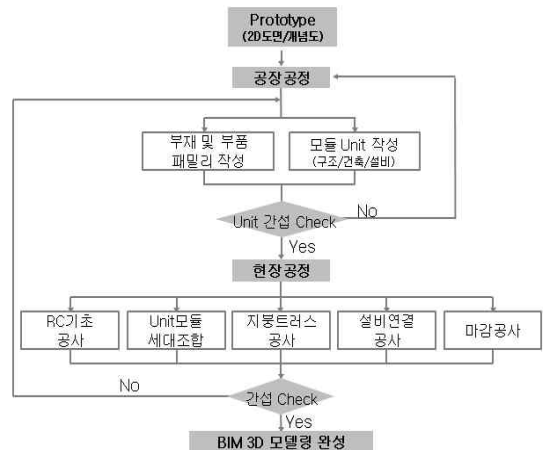


그림 10. 유닛모듈러 BIM 모델링 Process

7) Bottom-up 설계 방식이란 상향식 설계방법으로 세부적인 부재에서부터 전체로 진행되는 프로세스 방식이다.

3.1 공장제작 공정

1) 자재 및 부품의 패밀리 구축

유닛모듈러 건축의 BIM 모델링의 기초 작업으로 유닛 BOX를 구성하는 자재 및 부재의 패밀리를 구축한다. 유형별로 부재의 기본적인 객체를 Data화 및 라이브러리화하여 BIM의 특징인 파라메트릭 모델링이 효과적으로 적용되게 한다. 자재 및 부품의 모델링 프로세스에서는 첫 단계로 유닛박스의 구조프레임 패밀리를 작성하는 것이다. 이때 부재의 치수는 설계기준에 의해 기본 유닛박스를 완성한 후 매개변수 값을 이용하여 규모별로 다른 유형의 유닛박스 구조프레임 부재를 모델링 할 수 있다. 유닛모듈러 건축은 건식시스템으로 물리적 영역성이 명확하여 부재의 정보화에 유리한 장점을 갖고 있다. 다음단계에서는 커넥터, 볼트 등의 모듈러 접합부 부분을 모델링한다. 유닛모듈러 건축물은 유닛간의 조합으로 이뤄지기 때문에 접합부 자재의 형식에 따라서 구조의 형태가 상이하게 나타난다. 그리고 지붕의 트러스 부재의 모델링으로 본 연구의 대상인 Proto-type은 경사지붕 형태로 일반 트러스 방식을 사용하였고 트러스를 상현제와 하현제, 사재, 수직재로 나누어 패밀리 작업을 진행하였다. BIM의 협업체계에서 보면 자재 및 부품의 패밀리 작업은 구조부분에 속한다.

표 4. 유닛모듈러 부재 및 부품 패밀리

구조 프레임	고무패드	보/기둥 커넥터	볼트	상세정보
보 연결 플레이트	커넥터 연결 플레이트	접합보강 플레이트	메인 트러스	

2) 유닛모듈러 구성

유닛모듈러 건축은 부재가 조합되어 유닛을 구성하고 유닛들이 수평과 수직으로 적재되고 조합되어 하나의 건축물을 형성한다. 자재 및 부품의 구축단계에서 각 자재와 부품을 패밀리 작업을 진행하고 라이브러리를 구성하였다면 이번 단계에서는 유닛모듈러를 구성하는 것이다. 모델링된 자재 및 부품들이 조합되어 하나의 모듈을 구성한다. 각 부재의 패밀리를 공유 패밀리로 입력하여 하나의 패밀리로 구축된다. 설치된 모듈은 자재 및 부품과 함께 하나의 유닛을 형성한다. 이때 접합부의 부재는 유닛BOX에 장착되어 하나의 그룹으로 작성한다. 유닛모듈러 건축은 개개의 부재를 기본으로 모듈러 자체의 정보를 관리할 수 있는 통합성을 갖고 있으며 조립공법으로, 각각의 부재의 정보를 유형별로 분류하여 체계화할 수 있다. 특히 각각의 유닛은 자재의 크기와 부품 종류에 따

라 다양한 대안을 가지게 된다.

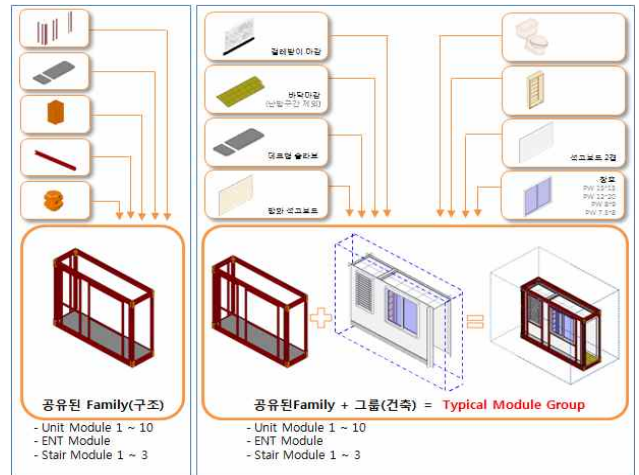


그림 11. 유닛모듈러 BIM 설계 프로세스

반면에 다양한 자재와 부품의 선택에 있어서는 제한적이라는 한계점이 있으므로 이를 해결할 수 있는 다양한 모듈과 유닛의 대안 제작이 필요하다. 각각의 부재마다 라이브러리 체계가 완벽하게 구성하기 위해서는 설계, 구조, 제조사, 시공사 분야별로 협력이 이뤄져야 하기 때문에 초기설계 비용이 증가하는 문제점을 안고 있다.

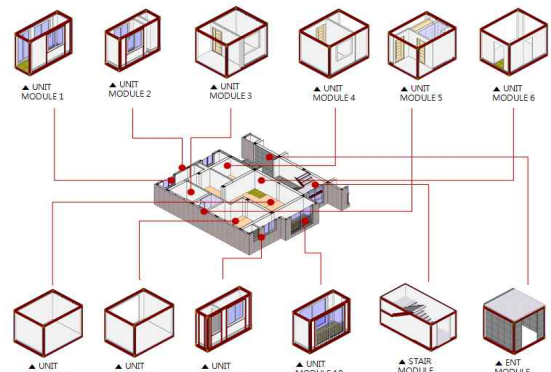


그림 12. 도시형 생활주택 유닛 구성

본 연구에서의 도시형 생활주택의 유닛은 기본 유닛 6개와 발코니 유닛 4개, 계단유닛 및 현관유닛으로 구분하여 모델링한다. 유닛모듈러 구성 공종은 구조, 건축, 설비부분으로 나눌 수 있는데 구조부분은 보와 기둥을 연결해주는 접합부 패밀리를 결합하고 기둥과 보, 데크형 바닥슬래브, 접합플레이트가 조합된 유닛을 그룹 패밀리로 구축한다. 건축부분에서는 벽체와 창대는 안목치수기준에 의해 모델링된다. 유닛모듈러 건물은 벽체가 공장에서 미리 제작되어 현장에서 창호를 설치하는 방식을 사용하기 때문에 창문의 라이브러리 작성시에 틈 값 등의 매개변수 설정이 중요하다. 벽체의 모델링에서도 틈 값에 대한 매개변수가 입력되어 있어야 시공시에 정확성을 확보할 수 있다. 유닛모듈러 건축의 설비부분은 유닛모듈러에 설비배관, 전기배선 등을 미리 설치하여 현장에서는 전기접

속 박스, 배관 커넥터 등을 이용하여 조립하는 방식을 지향하고 있지만 현재 시공되고 있는 병영생활관 및 공동주택의 경우는 유닛박스를 현장에 설치한 후 설비부분은 따로 기존방법으로 설치하는 방식을 사용하고 있다. 이러한 방식은 유닛모듈러 공법의 시공성 및 공기단축의 특성을 저해하는 요인으로 작용하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 3차원 MEP 설계를 적용하여 각 공종간의 간섭체크 및 정보화를 통한 유지관리의 편의성을 도모해야 할 것이다.

3) Unit 모듈러 간섭체크

기존의 일반건축물의 건물의 구조, 계획, 설비 부분의 설계가 완성된 후에 공종간의 오류 및 문제점을 확인하기 위해 간섭체크를 시행하지만 유닛모듈러 공법은 BOX 형태의 정형화된 입방체로 구성되는 구조체 내부에 각종 내장재, 기계설비, 전기배선 등이 공장에서 시공되기 때문에 유닛모듈러의 모델링이 공종별로 완성되면 유닛 유형별로 간섭체크를 시행하여야 한다. 향후 모델링의 효율성을 위해 유닛을 그룹화 하는데 설계오류 및 공종 간 간섭이 발생하면 모델링 수정에서 어려움이 발생할 수 있기 때문이다. 유닛모듈러건축은 모듈러별로 간섭체크가 이루어져 오류 발생률을 낮출 수 있는 장점을 갖고 있다.

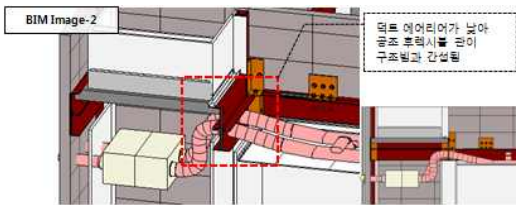


그림 13. 유닛모듈러 간섭체크

3.2 현장공정

현장에서 시공되는 부재는 공장조립 부재와 별도로 작성하여 공정을 분리하였다. 공장에서 완성된 유닛들을 현장으로 운반하여 실제 시공현장에서 건물을 구축하는 시나리오로 모델링을 진행한다. BIM의 중요한 장점인 가상 시뮬레이션을 실현하기 위한 기초 작업으로 가상의 공간에서 조립되는 과정을 시각화한다. 현장공정 모델링의 첫 단계는 현장다설 철근 콘크리트 기초구성으로 기둥, 주출입구 계단, 매트기초를 구분하여 모델링한다. 현장다설 콘크리트는 일체형으로 구성되어 부재간의 물리적 영역이 프리캐스트 콘크리트와 철골과는 다르게 명확하지 않아 콘크리트 부재의 중첩되는 부위가 보고하려는 내용에 따라 한 부재의 일부로 간주되기도 하고 다른 부재의 일부로 간주되기도 한다. 이러한 문제점을 해결하고 모델링할 수 있는 별도의 소프트웨어 활용이 필요하다.⁸⁾ Unit 모듈러 현장조합과정에서는 공장공정에서 제작된 본 유닛 6개와 발코니 유닛 4개, 계단유닛 및 현관유닛을 삽입

하여 총 24세대를 구성한다.

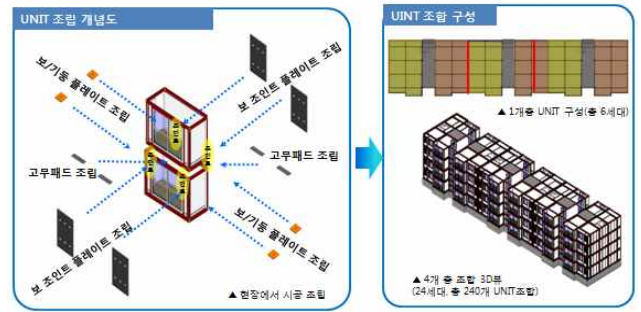


그림 14. 유닛조합 현장공사 조합도

유닛모듈러를 현장에서 조립시에 지반 및 기초가 평활도를 확보하지 않으면 조립시간이 지연되는 문제점을 안고 있으며 모듈러의 개체수에 따라서 적체공간이 요구되는데 도시형생활주택은 도심지내 한정된 공간에서 공사가 이뤄지므로 모듈러 양증을 위한 공간 확보가 필수적이다. 따라서 설계단계에서부터 시공사와의 협업이 필수적으로 요구되나 설계와 시공이 분리되는 현재의 건설방식에서는 공기지연 및 시공오류 등이 증가될 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 BIM 설계와 시공이 동시에 발주되어야 하는 전제조건이 있다.

지붕트러스는 공장에서 선조립 후 현장으로 옮겨져 현장 조립하는 방식으로 메인트러스와 서브트러스 2개 타입으로 구성하였다.

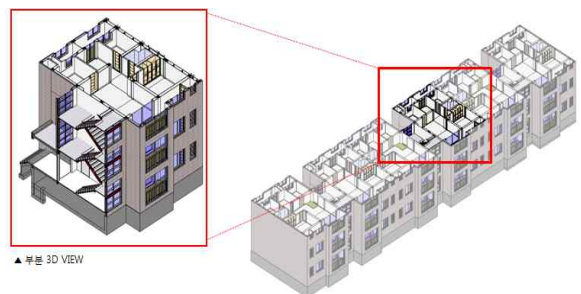


그림 15. 도시형 생활주택 세대 구성

설비공사는 유닛모듈러에 장착된 각종 전기배선, 위성배관, 기계배관 등을 현장에서 접속박스 및 커넥터를 이용하여 연결하는 공종으로 무용접 배관 시스템을 적용하여 공사기간 단축 및 시공성을 용이하게 한다.

건축마감 모델링은 RC부분, 내·외장 마감부분으로 구분하여 진행하는데 마감부분은 BIM 협업체계에서 건축부분에 속하는 부분으로 사용되는 건축재료의 요소특성이 정보화 되어 물량산출에 적용될 수 있도록 재료의 종류 및 치수를 요소특성에 작성하는 것이 중요하다. 내부마감은 MEP 시공 후 Ceiling 및 바닥 등의 순으로 진행한다.

8) BIM HANDBOOK, Chuck, E · Paul, T · Rafael, S · Kathleen, L 저, 이강·문현준·권순욱·이재민·이진국·김준하 역, 2010, 시공문화사, p291, 인용



그림 16. 유닛모듈러 BIM 설계 프로세스 개념도



그림 17. MEP 모듈러 시스템 개념도



a) 계단실 창호깊이 오류 b) 지붕선 간섭
그림 18. 간섭검토 결과

4. 간섭검토

건축물은 관련분야의 협업을 통해서 설계되고 시공되는 시스템이다. 2D 기반의 간섭검토는 전문가들의 경험을 바탕으로 수작업을 이용하여 오류를 검토하는 수준에 있다. 이러한 방법들은 정확성이 결여되고 시간을 연장하는 문제점을 안고 있다. BIM 설계는 기준을 적용하여 자동적인 간섭확인을 통해 정확하고 신속하게 설계오류 및 공정 및 공중 간 간섭상황을 확인 할 수 있다.

그림 13은 간섭검토를 실시한 결과의 일부 예를 나타낸 a) 그림은 계단실 창호의 깊이가 내부 마감이나 아닌 외벽 마감선 까지 돌출된 상황이다. 이러한 문제점은 단열재 공간, 모듈 철골 내화피복을 위해 외벽 두께를 조정한다면 해결될 수 있다. b) 그림은 지붕 계단실의 외벽에 간섭하는 현상을 나타내고 있는데 이는 건축설계에서 자주 발생하는 오류로 처마를 조정하여 문제를 해결할 수 있다. 현재 설계오류 및 공정, 공중간의 간섭을 확인 할 수 있는 방법은 BIM 설계 툴을 이용하여 직접오류를 체크하는 방법과 BIM 관련 소프트웨어를 활용하여 체크하는 방법이 있다.

BIM 설계 툴을 이용하는 방식은 협업과정을 통해 부

재의 수와 공중이 많아질수록 간섭을 체크하는 과정에서 오류가 발생하기 쉽고 습식공사에서의 간섭체크가 부정확하게 이뤄질 수 있다.

단순한 건물에서는 효과를 최대한 발휘할 수 있으나 복잡하고 대형화된 건물에서는 효율성이 떨어지는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 간섭체크 관련 소프트웨어를 이용하여 보다 세밀하게 체크할 수 있지만 이중적인 작업이 진행되고 모델링과 양방향으로 연동되지 않는 문제를 안고 있다.

유닛모듈러 공법은 공장제작 유닛모듈러 단위별로 간섭 검토를 실시함으로써 오류발생과 시간을 단축시킬 수 있으며 설계오류를 확인하기 위해 Jetstream, Solibri 등의 소프트웨어를 사용하지 않는 장점을 갖고 있다.

5. 결론

기존의 CAD 기반의 2차원적인 설계에서 탈피하여 건물의 전체 생애주기 과정에서 도출되는 정보를 관리 할 수 있도록 BIM을 활용한 설계가 활발히 진행되고 있다. 본 연구의 BIM 모델링 프로세스 개발은 이러한 시도 중 하나로 유닛모듈러 건축의 특성이 적용된 BIM 모델링 Process를 개발하기 위해 공장 및 현장공정으로 나누어 모델링을 실시하였다. 진행된 연구 내용을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 유닛모듈러 기반 BIM 모델링 프로세스는 가상의 공간에서 각각의 부재를 라이브러리 작업 후 유닛모듈러를 구성하여 현장공정에서는 기초부분부터 지붕마감까지 구축하는 Bottom-up 방식으로 진행한다. 부재의 정보화가 이뤄져야 하기 때문에 공간구성 및 자재의 치수가 미리 정해져 있어야 한다. 세부치수가 결정되어 있지 않으면 모델링 시간을 지연시키는 결과를 초래한다.

둘째, BIM 모델링 프로세스는 크게 공장제작 및 현장조립 공정으로 나누어 모델링을 실시하였다.

공장제작 공정에서는 1)자재 및 부품의 패밀리 구축, 2) 유닛모듈러 구성 3) 유닛모듈러의 간섭체크 순으로 진행하는데 구조, 건축, 설비 부분으로 공종을 구분하였다. 현장조립 모델링에서는 공정검토를 위한 사전작업으로 실제 건물이 시공되는 시나리오대로 1) RC 기초구성, 2) 유닛모듈러 세대조합, 3) 지붕트러스공사, 4) 설비조립공사, 5) 건축마감공사 순으로 진행한다. 모델링이 끝나면 최종적으로 간섭검토를 통해서 모델링을 완성하였다. 유닛모듈러 건축은 건식시스템으로 물리적 영역성이 명확하고 부재의 조립으로 이뤄져 정보를 정확히 구분할 수 있다.

셋째, 설비공사는 공사기간 및 시공성을 확보하기 위해 무용접 배관 시스템을 적용하였다. 최근에 실제로 건축되어지는 유닛모듈러 기반 건축물의 대부분은 기존에 사용하고 있는 일반 설비시스템을 적용하여 모듈러를 현장에 조립한 후에 설비공사를 시행하고 있다. 체계화되지 못한 설비공사는 공사기간을 지연시키고 내부마감이 완벽하게 시공되지 않고 현장으로 반입되는 결과를 초래하여 현장공정을 최소화 하는 유닛모듈러 건축의 특성을 살리지 못하고 있는 실정이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 설계단계에서부터 접속박스 및 커넥터를 이용한 무용접 배관 시스템이 계획되어야 할 것이다.

넷째, 기존의 일반건축물은 전체 설계가 완성되면 공중간의 간섭체크를 시행하지만 유닛모듈러 건축은 유닛BOX가 하나의 완성된 객체이므로 각 유닛모듈러 별로 간섭체크를 실시한다. 이러한 방법은 모델링 과정의 그룹화에 따른 수정 및 보완사항이 발생했을 때 작업 효율성 및 정확성을 확보하기 위한 방법이다. 또한 유닛모듈러의 오류 및 공정, 공종 간의 간섭을 확인하는데 별도의 소프트웨어를 사용하지 않고도 간섭체크가 가능하도록 한다.

BIM을 활용한 유닛모듈러 설계는 부재 및 유닛모듈러의 정보를 라이브러리로 체계적인 관리가 가능하게 하고 정확하고 신속한 건설정보를 확보할 수 있어 증축 및 리모델링, 유지관리 등을 효율적으로 진행할 수 있다. 또한 간섭검토 및 가상공간에서 실제와 같이 시공시물레이션을 작성하여 설계의 신뢰성을 높이고 유닛모듈러 공법의 특징인 공기단축의 효과를 극대화 시킬 것으로 판단된다. 그러나 초기설계 단계에서부터 부재 및 부품의 정보화가 이뤄져야 하고 각각의 부재마다 라이브러리 체계가 구성이 되어야 하기 때문에 각 분야별로 협업이 이뤄져야 하는 필연성을 갖고 있으며 초기설계 비용이 증가하는 문제점을 안고 있다. 특히 현장 시공시에 지반 및 기초가

평활도를 확보하지 않으면 유닛모듈러의 조립시간이 지연되는 문제점을 안고 있으며 유닛모듈러의 개체가 증가하면 적정한 적재공간이 요구되는데 도시형생활주택은 도심지내 한정된 공간에서 공사가 이뤄지므로 모듈러 양증을 위한 공간 확보에 어려움이 따를 수 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위해서는 설계단계에서부터 시공자와의 협업이 필수적으로 요구되나 설계와 시공이 분리되는 현재의 건설방식에서는 공기지연 및 시공오류가 증가될 수 있다. 따라서 유닛모듈러 건축의 BIM기반 프로세스는 설계와 시공이 동시에 발주되어야 하며 유닛모듈러에 적합한 부재 및 부품의 라이브러리 체계가 미리 구성되어야 하는 전제 조건을 갖고 있다.

유닛모듈러기반 도시형생활주택의 BIM 설계의 활성화를 위해서는 라이브러리 체계를 구성하고 설계와 시공간의 협업을 극대화 시킬 수 있는 프로세스 개발 및 웹브라우저 활용 등의 연구들이 향후에도 지속적으로 이뤄져야 할 것으로 본다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 지식경제부 지원을 받아 한국건설기술 연구원의 주요과제로 수행된 연구임. 탈현장 초고속 주택 설계 기준 및 환경성능 기술 개발(과제번호: 2012-0025)

참고문헌

1. 건설의 아바타 BIM, 건설경제, 2011
2. 서의창·오중근·김재준, BIM을 도입한 건축 설계사무소의 업무 환경 구축을 위한 평가 모델, 대한건축학회논문집 계획계 제 28권 5호, 2012
3. 자원순환형 철골조 유닛모듈러 주택개발 연구, 국토해양부, 2007
4. 조연준·조길환, BIM 체계를 적용한 현대 한옥건축 모델러 개발에 관한 연구, 한국주거학회 논문집 19권 6호, 2008
5. 이가경·임석호, 도시형 생활주택의 유닛모듈러 공법 설계에 관한 연구, 한국주거학회 논문집, 22권 5호, 2011
6. 이계현·함남혁·김재준, 디자인 초기 단계에서 소형프로젝트의 BIM 활용분석 및 방안, 2012 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집, 2012
7. 임석호, 지장훈, 한옥의 표준화를 위한 MC설계 적용 연구, 2011 추계 한국주거학회 학술대회논문집, 2011
8. 최병현·조재모, BIM 환경에서의 한식 목조가구 모델링 프로세스 설정을 위한 기초적 연구, 대한건축학회논문집, 28권 2호, 2012
9. BIM HANDBOOK, Chuck, E · Paul, T · Rafael, S · Kathleen, L 저, 이강·문현준·권순욱·이재민·이진국·김준하 공역, 2010, 시공문화사

투고(접수)일자: 2012년 10월 4일

수정일자: (1차) 2012년 12월 2일

(2차) 2012년 12월 21일

게재확정일자: 2012년 12월 24일