

유닛 모듈라 주택의 설계자동화를 위한 기초 연구(I)

A Study on the Design criteria of Steel Unit House for the Open System

- 부품 및 유닛의 DB설정을 중심으로 -

임석호*

Lim, Seok Ho

Abstract

Precast Concrete apartments were main stream of domestic industrialized housing around 90's, and Steel Houses applying Steel Stud technique with light weighted steel have been dominant portion since 1995. On the other hand, various building techniques including Steel Stud method and highly prefabricated and industrialized Unit method are prevailing in developed countries like Japan.

Steel Stud and Unit Box have their own merits and demerits, but the more crucial aspect is that the constant design standard should be applied in each design procedure. It entails the necessity of industrial housing development on the Open System basis. In this study, the design standard for Unit house will be established coping with the established preparing standard for design specifications defined by Architectural Law and Promotion Law of Housing Construction. That is for design standard of industrialized private housing on the Open System basis.

키워드 : 유닛하우스, 공업화 주택, 설계기준, 유닛하우스, 모듈정합, 오픈시스템

Keywords : Unit house, Industrial Housing, Design Criteria, Modular Coordination, Open System

I. 서론

1.1 연구의 목적

건설교통부에서는 2002년 제 3차 건설기술진흥 기본 계획을 수립하면서 한국형 공업화 주택의 개발을 추진과 제로 채택한 바 있다. 과거 우리의 공업화주택은 90년을 전후로 콘크리트 계열의 PC아파트가 주류를 이루었고, 95년 이후에는 중고층 건축물의 경우 복합화 공법이 적용되는 한편 저층 주택에서는 경량철골을 활용한 스텀스터드 공법이 일반적인 공법으로 인식되었다. 한편 일본은 저층 주택의 경우 스텀스터드와 같은 축조공법은 물론 보다 높은 프리페브라움과 부품화가 가능한 유닛하우스, 패널형 주택 등 다양한 공구법이 개발되어 활발하게 보급되고 있다. 그러나 국내에서는 저층 공업화 주택으로서 스텀스터드 이외의 공법 적용사례가 전무한 실정이며, 특히 유닛하우스의 경우에는 연구차원에서 몇 차례 시도된 것이 전부이다.

스틸스터드 공법과 유닛공법은 상호 장단점이 있는데, 중요한 것은 공구법에 관계없이 일정한 설계기준의 틀이 적용되어야 하며, 특히 오픈시스템을 전제로 하는 공업화 주택의 개발이 필요하다. 우리나라에는 오픈시스템²⁾이 중요

하며 이를 위해 정부에서는 TOP DOWN³⁾ 방식을 채택하고 있고, 이를 통한 공업화, 조립화 공법을 정착하려는 궁극적인 목표를 수립하고 있다. 그러나 공업화나 오픈시스템에 대한 이해가 부족하여 확인화된 설계방법으로 오해받아 활발한 보급을 저해받고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 오픈시스템의 바탕위에 수요자의 요구에 대응할 수 있는 설계자동화 방안을 제시함으로서 표준화를 통한 코스트의 절감과 개별적 수요를 수용할 수 있는 설계방안을 동시에 수용하여 기존의 공업화주택 보급의 장애요인을 해결하는데 있어서 기초적 자료를 제시하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

앞서 선행연구⁴⁾에서는 유닛모듈라 주택에 대한 오픈시스템 설계기준을 제시하고, 우리나라의 실정에 맞는 기본 유닛과 하프유닛을 제안한 바 있다.

이에 본 연구는 크게 2개의 내용으로 구성되는데, 우선 첫 번째 연구(I)는 부품 및 유닛의 DB설정을 중심으로 구성되었다. 일정한 기본유닛과 하프유닛을 조합하여 다

3) 오픈시스템을 추진하는 방안으로서 관련 법령이나 기준 등을 우선 규정하고, 실무에서는 이를 활용하여 오픈시스템을 달성해가는 방안이다.

4) 임석호, "한국형 유닛하우스의 모듈정합설계기준연구", 대한건축학회 춘계학술발표대회, 2004.5

* 한국건설기술연구원 선임연구원 공학박사

2) Open System이란 건축물의 유형별로 사회적으로 합의된 치수표준과 성능표준을 설정하여, 이를 공통적으로 활용할 수 있는 종합시스템을 말한다.

양한 설계원형을 면적별로 도출한다. 여기에서 부품 및 유닛 DB를 도출하기 위하여 설계원형으로부터 다시 유닛으로 분할하여 설계의 자동화 프로그램에 활용할 수 있는 기본적 자료와 DB를 구축한다. 이러한 DB는 다양한 수요자의 라이프스타일과 가족의 구성, 그리고 대지의 특성, 예산, 법규적 특징에 대응하여 설계에 활용된다.

두 번째 연구(II)에서는 유닛간의 결합원칙과 유닛의 평면 및 단면의 배치원칙 그리고 평면의 구성원칙을 제안하였다. 이러한 일련의 원칙은 앞으로 설계의 자동화 프로그램을 구성하는데 필요한 전제 원칙으로 활용된다.

2. 한국 공업화 주택의 현황

다음의 표 1은 한국의 일반적 스텀하우스의 현황으로서 중심선 치수의 적용과 비규격화된 자재 및 부품의 적용으로 인하여 시공의 효율성 저하와 시공비의 상승등의 문제를 야기시키고 있으며, 더욱이 수요자의 요구에 대응할 경우 코스트의 추가적 상승이 불가피한 실정이다.

표 1에서는 오픈시스템을 위하여 검토되어야 할 항목으로서 수평 및 수직방향의 모듈 적용실태와 수평 및 수직 조립기준면의 적용실태를 조사하여 정리한 것이다.

표1. 스텀하우스 설계분야 현황 (단위 :%)

| 계획모듈 설정 | | 현황 | | 요약 경리 |
|----------|--------------------------------------|---|------|-------|
| 수평면 | 모듈치수 | 비모듈 | 1M | 3M |
| 방향 | 평천 | 2.1 | | 97.9 |
| 거실 | 거실 | . | 7.7 | 92.3 |
| 부엌·식당 | 부엌·식당 | . | 8.35 | 91.65 |
| 욕실 | 욕실 | 25.9 | 14.8 | 59.3 |
| 기타 | 기타 | 27.8 | 5.6 | 66.6 |
| 수직면 | 모듈치수 | 비모듈 | M/10 | 1M |
| 방향 | 층고 | 22.2 | 8.3 | 16.7 |
| 천장고 | 천장고 | 58.3 | 41.7 | 66.6 |
| 창문대높이 | 창문대높이 | 46 | 3 | 51 |
| 슬래브+난방 | 슬래브+난방 | . | 100 | . |
| 층간대 | 층간대 | 100 | . | . |
| 조립기준면 설정 | 현황 | 요약 경리 | | |
| 수평조립기준면 | · 중심선갑기 · 안목기준면 잡기 · 중심·안목 혼합형 | · 조립기준면 설정방법에 따라 내부 마감재 치수가 상이해짐. | | |
| 수직조립기준면 | · 바닥마감면 · 바닥바탕면 · 바닥슬래브면 | · 수직기준면 설정방법에 따라 수직방향치수(스티드 길이, 층고, 천장고) 및 마감재 치수(석고보드류)가 상이해짐. | | |

3. 유닛 하우스의 설계제안

본 연구에서는 우리나라 기존의 설계도서 작성기준과 조립식 주택의 설계실태를 파악하고 일본의 선진 공업화 주택의 사례와 국내의 도로 및 운반트럭 관련법을 검토한 결과 유닛하우스의 Prototype에 적용하는 유닛을 다음 표 2와 같이 설정하였다.

그림 2의 유닛은 안목치수를 기준으로 산정한 것이며 각형 강판의 크기와 시공을 위한 여유치수를 고려할 경우 300mm가 증가하게 된다. 이러한 유닛은 9개의 주요 자재 및 부품의 규격품과의 모듈정합을 통하여 시공의 효율성과 경제성을 저하시키는 의미를 갖고 있다.

표 2. 유닛하우스의 유닛제안

| | 유닛의 치수 | 비고 |
|-------|--|---------------------------------|
| 메인 유닛 | 2,700×2,400, 3,600×2,400, 4,500×2,400, 5,400×2,400mm | 4 종류 |
| 하프 유닛 | 2,700×1,050, 3,600×1,050, 4,500×1,050, 5,400×1,050mm | 4 종류 |
| 천장 높이 | 2,400 mm | 바닥마감 상부조립기준면으로부터 천장마감 하부조립기준면까지 |
| 총고 | 3,000 mm | |

4. 설계원형 (Prototype)의 개발

본 연구에서는 우선 부품 및 유닛의 DB개발을 위하여 일정한 기본유닛과 하프유닛을 선정하여 이로부터 75개의 설계원형을 개발하여 다시 이를 분리하여 도출하였다. 다음의 그림 1은 설계원형으로부터 설계의 자동화를 위한 DB도출에 이르기까지의 과정을 보여준다.

부품의 경우에는 한국산업규격에서 규정하는 9개의 자재와 부품을 선정하였고 이를 유닛에 치수적으로 대응하여 오픈시스템을 지향하였다.

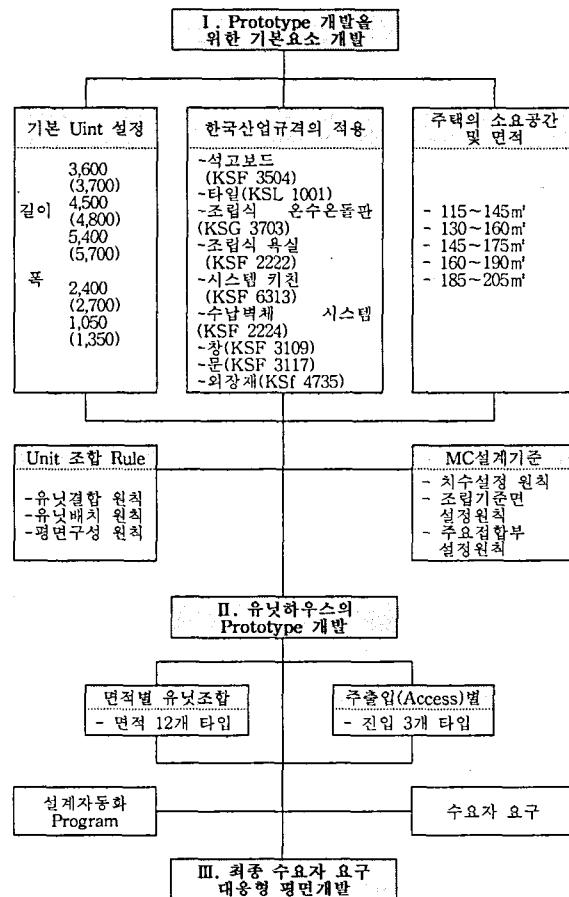


그림 1. 설계자동화를 위한 Prototype 개발 Process

4.1 Prototype 구성요소

표 3. prototype의 구성요소

| 항 목 | 내 용 | 비 고 |
|----------------|--|-------------|
| 메 인 유 낫 | 3,600×2,400, 4,500×2,400, 5,400×2,400 | 유닛의 안목치수 기준 |
| 하 프 유 낫 | 3,600×1,050, 4,500×1,050, 5,400×1,050 | |
| 진 입 형 태 | 정면, 측면, 후면 (3타입) | |
| 조 합 형 태 | 2열 3행, 2열 3.5행 (2타입) | |
| 유 낫 2열 조 합 형 태 | 3,600+3,600, 3,600+4,500, 4,500+4,500 3,600+5,400, 4,500+5,400, 5,400+5,400 (6타입) | |
| 적 총 수 | 2층 기준 | |

Prototype에 적용한 유닛은 안목치수를 기준으로 폭 2,400mm에 길이 3,600, 4,500, 5,400mm의 유닛을 메인유닛으로 하고 폭 1,050mm에 길이 3,600, 4,500, 5,400mm인 하프유닛으로 구성하였다.

진입 형태별로 정면, 측면, 후면진입의 3가지 타입으로 구분하여 구성하였으며, 2열 조합의 메인유닛을 3행 조합하는 형태와 메인유닛 3행에 하프유닛 1행을 배열하는 형태의 2가지 타입으로 평면을 계획하였다.

유닛을 2열로 조합되는 형태로 분류하면 3,600+3,600, 3,600+4,500, 4,500+4,500, 3,600+5,400, 4,500+5,400, 5,400+5,400mm의 6개 타입이 발생하였다.

따라서 진입형태별 3타입, 조합형태 2타입, 유닛 2열 조합 발생형태 6타입으로 평면을 조합한 결과로 2열 3행 및 3.5행 구성되는 36개의 Prototype 평면이 제안되었다. 또한 36개 평면의 좌우 대칭형 36개를 합하면 총 72개 Prototype 평면을 구성할 수 있다.

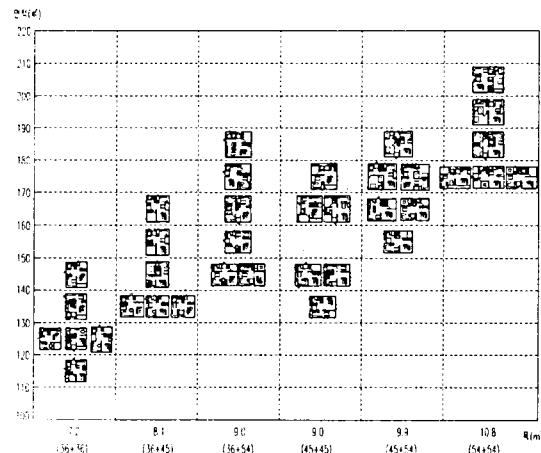


그림 2. Prototype 면적별 분포(1층)

다음의 그림 2와 그림 3에서 보여지는 바와 같이 면적 분포에 균질한 분포를 보이는 것으로 나타나 수요자가 요구하는 어떠한 면적에 대해서도 만족할 수 있는 것으로 나타났다.

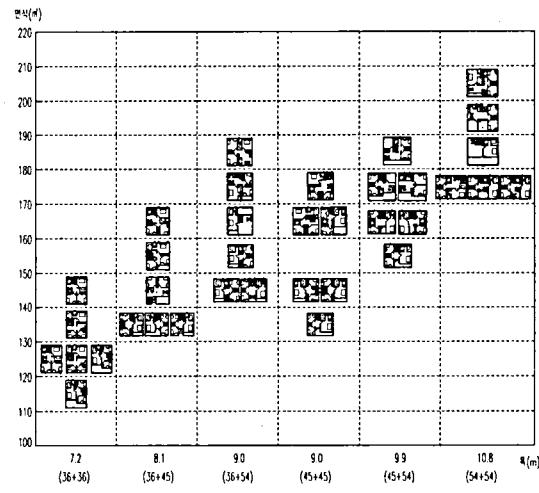


그림 3. Prototype 면적별 분포(2층)

4.2 Prototype 주요공간 분석

(1) Prototype의 평면별 공간형태

① I (36+36)형

유닛 3,600×2,400mm 유닛과 하프유닛을 적용하여 평면을 구성한 것으로 주택의 규모는 약 30~40평이다. 적용한 유닛이 3,600×2,400mm을 사용함으로서 거실과 침실 등 주요공간의 최대 가로크기가 안목치수 3,600mm로 형성되었다. 따라서 면적에 비례하여 크기가 결정되는 거실과 같은 경우, 비교적 작은 공간으로 구성되었으며 그밖에 부엌, 부부침실의 경우도 주택규모와 유닛의 크기에 의해 작은 규모로 공간이 구성되었다.

그러나 실의 규모와 상관없는 현관과 계단실과 부품이 적용되는 화장실의 경우에는 이러한 조건을 적게 받고 있다.

② II (36+45)형

3,600×2,400과 4,500×2,400mm 유닛과 하프유닛을 사용한 40평~50평 규모의 주택으로 구성되었다.

두 가지 유닛을 적용한 경우로 주택의 규모에 영향을 받는 거실이 4,500×2,400mm의 유닛공간에 주로 배치되었다. 그 이외의 공간은 I형과 거의 비슷한 규모로 계획되었다.

③ III(36+54)형

3,600×2,400과 5,400×2,400mm 유닛과 하프유닛을 사용한 45평~55평 규모의 주택으로 구성되었다.

5,400×2,400mm 유닛에 거실과 계단실, 현관 등을 결합하여 배치한 것이 특징이고 주방이나 식당의 면적이 II형보다 조금 증가하였다.

④ IV(45+45)형

4,500×2,400mm 유닛과 하프유닛을 사용한 45평~55평 규모의 주택으로 구성되었다.

III형이 5,400×2,400mm 유닛에 거실과 계단실, 현관 등을 결합하여 배치한 것이 특징이라면 IV형은 4,500×2,400mm 유닛에 거실공간을 단독으로 구성하고 계단실, 현관 등과는 일반침실과 결합하는 형태를 보였다. 따라서 2층의 부

부침실 규모도 거실공간과 같은 부위에 계획되어 약간 면적이 증가하였고 그 밖의 공간은 III형과 비슷한 규모로 계획되었다.

⑤ V(45+54)형

4,500×2,400과 5,400×2,400mm 유닛과 하프유닛을 사용한 50평~55평 규모의 주택으로 구성되었다.

거실공간은 대부분 4,500×2,400mm 유닛에서 단독으로 구성되었고 계단실이나 현관 등의 공간은 5,400×2,400mm 유닛에서 침실과 결합하는 형태로 구성되었다.

⑥ VI(54+54)형

5,400×2,400mm 유닛과 하프유닛을 사용한 55평~65평 규모의 주택으로 구성되었다.

거실공간이 주로 5,400×2,400mm 유닛에 단독으로 구성되고 2층에 가족실이나 쿠미공간을 구성하였다. 또한 부부 침실의 공간도 주택의 규모에 맞게 공간의 크기가 계획 평면 중 가장 넓게 구성되었다.

그밖에 주방공간과 식당공간도 분리형에 가깝게 계획되었으며 테라스, 다용도실 등도 계획되었다.

(2) Prototype의 공간별 유형

① 현관

Prototype에서 나타난 현관의 유형은 1500×1800, 1800×1500mm를 기본으로 하고 있다.

Prototype에서 많이 발생한 1500×1700과 1700×1500mm 등의 크기는 다른 용도의 공간과 인접하여 결합될 때 두 공간사이에 발생하는 벽체의 기준면 설정에 의해 한쪽 공간에서 벽체 두께만큼의 치수를 조정해서 발생하는 것이다. 대부분 현관과 결합하는 용도인 부엌, 침실, 거실, 화장실 등은 주택을 구성하는 주요공간으로 이런 공간에 대한 모듈을 우선 설정하고 현관의 크기를 조정하여 설정하기 때문에 1500×1700mm와 같은 크기의 공간이 발생하게 된 것이다.

② 거실

Prototype에서 나타난 거실의 대표적인 크기는 3600×3900, 3600×5100, 4500×3900, 4500×5100, 5400×3900mm이다.

이러한 크기의 공간을 기본으로 하여 인접하는 공간과의 조정을 통하여 거실공간을 구성하고 있다. 한번 하프유닛이 결합되는 경우, 150mm모듈의 보조모듈 충분치수가 사용되고 있는 예도 있다.

③ 부엌

Prototype에서 나타난 부엌의 대표적인 유형은 3600×2400, 4500×2400mm이다. 식당과 결합된 형태의 2400×5100이나 2400×5400mm 등이 나타나고 있으나 순수 부엌공간으로 하면 3600×2400이나 4500×2400mm이 기본적인 크기로 적용하여 조정이 가능하다. 또한 여기에 I자형, L자형, U자형의 3개 타입으로 부엌가구를 배치하고 있다.

④ 식당

Prototype에서 나타난 식당의 대표적인 유형은 2400×2400mm이다. 그밖에 1800×2400, 3000×2400, 3600×2400mm 등이 나타나고 있으나 수납공간이나 식당 공간과의 결합과 조정에 의해 이루어진 공간으로 기본 공간 2400×2400mm로 조절 가능하다.

⑥ 부부침실(침실+욕실+드레스실)

부부침실은 침실, 욕실, 드레스실 등의 세공간이 결합된 형태로 Prototype에서 나타난 부부침실의 대표적인 유형은 3600×6600, 3600×7800, 4500×4800, 4500×6600, 5400×5100, 5400×6600mm이다. 그밖에도 3600×8100, 8400×3900 등의 형태가 발생하고 있으나 3가지 메인유닛에서 발생하고 있는 6개 타입이 기본적인 요소로 작용하고 있고 이외의 유형은 공간의 조정을 통해 가능하다.

⑧ 화장실

Prototype에서 나타난 화장실의 대표적인 유형은 1800×1500, 1800×2400, 2400×1800mm이다.

화장실 또한 현관이나 계단과 마찬가지로 주요 구성실을 인접하는 경우, 주요 공간에 먼저 3M모듈을 설정하게 되어 벽체의 두께를 화장실에서 조정하는 경우가 발생한다. 이에 따라 1700×1500, 1700×2400mm 등의 형태가 발생하는 경우도 있다.

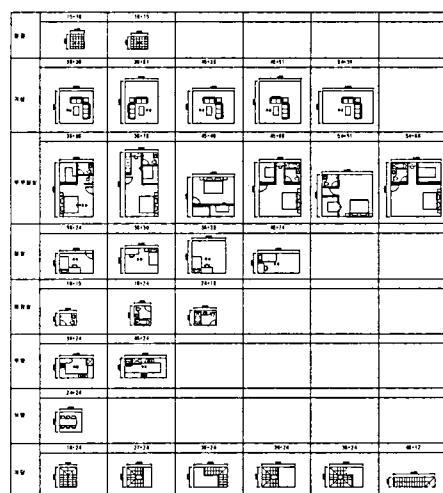


그림 4. 주요 공간별 기본타입

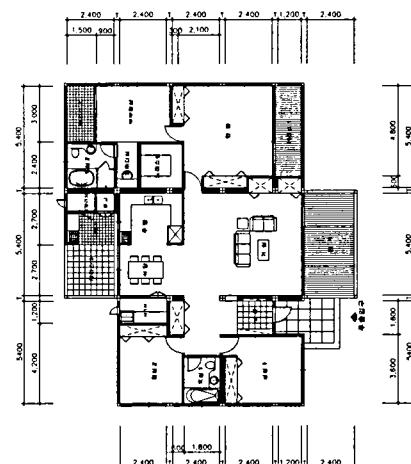


그림 5. 수요자 요구 유닛하우스 평면계획(안)