

## 부품 및 유닛 DB를 이용한 유닛 모듈라 주택의 설계자동화 연구

### A Study on the Automatic Design of Unit Modular House Using Component and Unit DB

임석호\*  
Lim, Seok-Ho

김수암\*\*  
Kim, Soo-Am

황은경\*\*\*  
Hwang Eun-Kyung

#### 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. This study attempts to propose the design automation, with the method of unit construction of which the rate of pre-fabrication is the biggest, that can cope with the demand of user on the basis of open-system. Ticky-tacky is the biggest technical problem in supplying industrialization housing. Therefore, we will suggest a basic plan for design automation of unit modular housing which can raise the productivity of industrialization housing by applying open system, utilized by DB of component and unit, and solve the problem concerned about ticky-tacky.

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

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

## 1. 서론

### 1. 연구의 목적

건설교통부에서는 2002년 제 3차 건설기술 진흥 기본 계획을 수립하면서 한국형 공업화 주택의 개발을 추진과제로 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 스틸스터드 공법이 일반적인 공법으로 인식되었다. 한편 도로교통법상 우리와 유사한 일본은 저층 주택의 경우 스틸스터드와 같은 축조공법은 물론 보다 높은 프리패브화율과 부품화가 가능한 유닛하우스, 패널형 주택 등 다양한

공구법이 개발되어 활발하게 보급되고 있다. 그러나 국내에서는 저층 공업화 주택으로서 스틸스터드 이외의 공법 적용사례가 전무한 실정이며, 특히 유닛공법에 의한 주택의 경우에는 연구차원에서 몇 차례 시도된 것이 전부이다. 스틸스터드 공법과 유닛공법은 상호 장단점이 있는데, 중요한 것은 공구법에 관계없이 일정한 설계기준의 룰이 적용되어야 하며, 특히 오픈시스템을 전제로 하는 공업화 주택의 개발이 필요하다. 우리나라는 오픈시스템이 중요하며 이를 위해 정부에서는 TOP DOWN<sup>2)</sup> 방식을 채택하고 있고, 이를 통한 공업화, 조립화 공법을 정착하려는 궁극적인 목표를 수립하고 있다. 그러나 공업화나 오픈시스템에 대한 이해가 부족하여 획일화된 설계방법으로 오해받아 활발한 보급을 저해받고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 가장 프리패브화율이 높은 유닛공

본 연구는 건설교통부 핵심기술사업의 지원으로 수행되었음(과제번호 04핵심기술-A04-05)

\*정회원(주저자), 한국건설기술연구원 건축도시연구부 수석연구원, 공학박사

\*\*정회원, 한국건설기술연구원 건축도시연구부 수석연구원, 공학박사

\*\*\*정회원, 한국건설기술연구원 건축도시연구부 선임연구원, 공학박사

1) Open System이란 건축물의 유형별로 사회적으로 합의된 치수 표준과 성능표준을 설정하여, 이를 공통적으로 활용할 수 있는 종합시스템을 말한다.

2) 오픈시스템을 추진하는 방안의 일환으로서 관련 법령이나 기준 등을 우선 규정하고, 실무에서는 이를 활용하여 오픈시스템을 달성해가는 방안이다.

법을 대상으로 오픈시스템의 바탕위에 수요자의 요구에 대응하고 부품 및 유닛 DB를 활용한 오픈시스템을 접목시켜 생산성의 제고를 도모하면서 동시에 획일화의 문제점을 해결할 수 있는 유닛모듈라 주택 자동화 설계설계 자동화 방안을 제시하고자 한다.

2. 연구의 방법 및 범위

앞서 선행연구<sup>3)</sup> 등에서는 유닛모듈라 주택에 대한 오픈시스템 설계기준을 제시하고, 우리나라의 실정에 맞는 기본유닛과 하프유닛을 제안한 바 있다. 이에 본 연구는 크게 2개의 내용으로 구성되는데, 우선 첫 번째 연구(1)는 부품 및 유닛의 DB설정을 중심으로 구성되었다. 일정한 기본유닛과 하프유닛을 조합하여 다양한 설계원형을 면적별로 도출한다. 여기에서 부품 및 유닛 DB를 도출하기 위하여 설계원형으로부터 다시 유닛으로 분할하여 설계의 자동화 프로그램에 활용할 수 있는 기본적인 자료와 DB를 구축한다. 이러한 DB는 다양한 수요자의 라이프스타일과 가족의 구성, 그리고 대지의 특성, 예산, 법규적 특징에 대응하여 설계에 활용된다. 이를 바탕으로 유닛간의 결합원칙과 유닛의 평면 및 단면의 배치원칙 그리고 평면의 구성원칙을 제안하였다. 이러한 일련의 원칙은 앞으로 설계의 자동화 프로그램을 구성하는데 필요한 전제 원칙으로 활용된다.

II. 한국 공업화 주택의 현황

표 1. 스틸하우스 설계분야 현황 (단위: %)

계획모듈 설정		현황		요약 정리
수평방향	모듈치수	비모듈	1M 3M	- 침실, 거실, 부엌식당은 대부분 3M중분치수이지만 안목치수로 재분석하면 비모듈치수임. - 욕실 및 기타실도 3M의 중분치수가 50% 이상임.
	침실	2.1	97.9	
	거실		7.7 92.3	
	부엌식당		8.35 91.65	
	욕실	25.9	14.8 59.3	
	기타	27.8	5.6 66.6	
수직방향	모듈치수	비모듈	M/10 1M	- 층고, 천장고, 층간대 치수가 대부분 비모듈 및 M/10의 중분치수.
	층고	22.2	8.3 16.7	
	천장고	58.3	41.7 66.6	
	창문대높이	46	3 51	
	슬래브+난방		100	
층간대	100			
조립기준면 설정		현황		요약정리
수평조립기준면		중심선잡기 안목기준면 잡기 중심+안목 혼합형		- 조립기준면 설정방법에 따라 내부 마감재 치수가 상이해짐.
수직조립기준면		바닥마감면 바닥바탕면 바닥슬래브면		- 수직기준면 설정방법에 따라 수직방향치수(스터드 길이, 층고, 천장고) 및 마감재 치수(식고보드류)가 상이해짐.

3) 임석호(2004.5), 한국형유닛하우스의 모듈정합설계기준연구, 대한건축학회 춘계학술발표대회

다음의 <표 1>은 한국의 일반적 스틸하우스의 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 1>은 오픈시스템을 위하여 검토되어야 할 항목으로서 수평 및 수직방향의 모듈 적용실태와 수평 및 수직 조립기준면의 적용실태를 조사하여 정리한 것이다.

III. 유닛 하우스의 설계제안

본 연구에서의 유닛은 <표 2>와 같은 입방체의 구조프레임을 말하며, 여기에 조립식 온수온돌판 등 8개 부품이 일련의 MC설계기준에 의거하여 조립된다. 여기에서는 국내의 도로 및 운반트럭 관련법을 검토한 결과 유닛하우스의 Prototype에 적용하는 유닛을 다음 <표 2>와 같이 설정하였다. <표 2>의 유닛은 안목치수를 기준으로 산정한 것이며 각형강관의 크기와 시공을 위한 여유치수를 고려할 경우 300 mm가 증가하게 된다. 이러한 유닛은 9개의 주요 자재 및 부품의 규격품과의 모듈정합을 통하여 시공의 효율성과 경제성을 제고시키는 의미를 갖고 있다.

표 2. 유닛하우스의 유닛제안

	유닛의 치수	비고
메인유닛	2,700×2,400, 3,600×2,400, 4,500×2,400, 5,400×2,400 mm	4 종류
하프유닛	2,700×1,050, 3,600×1,050, 4,500×1,050, 5,400×1,050 mm	4 종류
천장높이	2,400 mm	바닥마감 상부조립기준면으로부터 천장마감 하부조립기준면까지
층고	3,000 mm	

IV. 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 1>은 설계원형으로부터 설계의 자동화를 위한 DB도출에 이르기까지의 과정을 보여준다.

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

1. Prototype 구성요소

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

진입 형태별로 정면, 측면, 후면진입의 3가지 타입으로 구분하여 구성하였으며, 2열 조합의 메인유닛을 3행 조

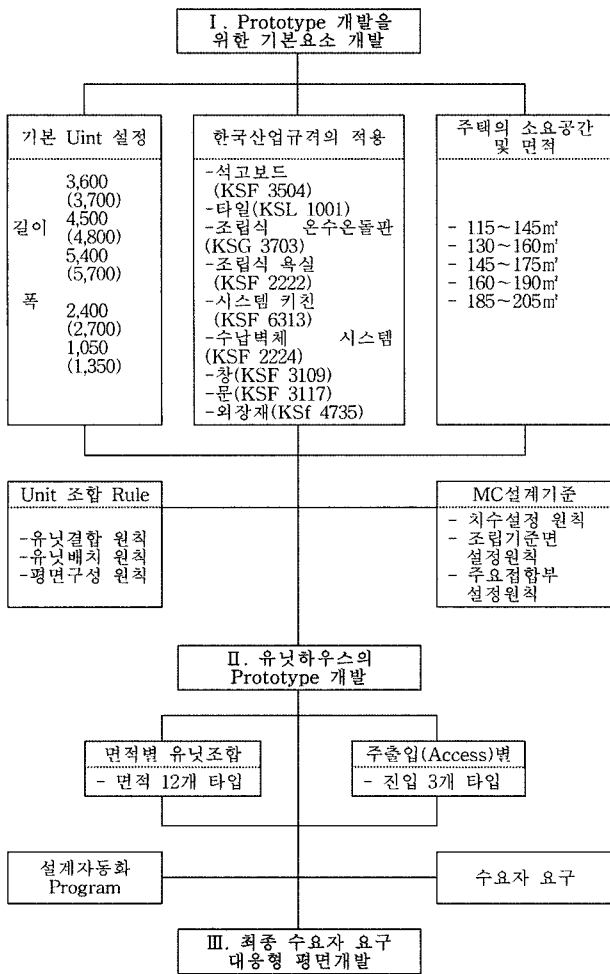


그림 1. 설계자동화를 위한 Prototype 개발 Process

표 3. prototype의 구성요소

항목	내용	비고
메인유닛	3,600×2,400, 4,500×2,400, 5,400×2,400	유닛의 안목 치수 기준
하프유닛	3,600×1,050, 4,500×1,050, 5,400×1,050	
진입형태	정면, 측면, 후면 (3타입)	
조합형태	2열 3행, 2열 3.5행 (2타입)	
유닛2열 조합형태	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)	
적층수	2층 기준	

합하는 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+5,400 mm의 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.

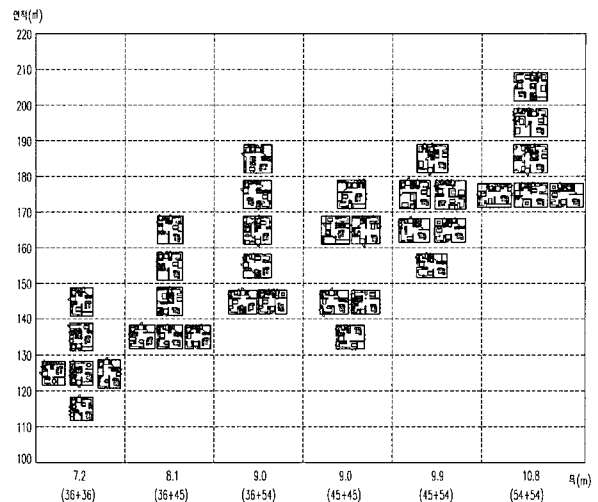


그림 2. Prototype 면적별 분포(1층)

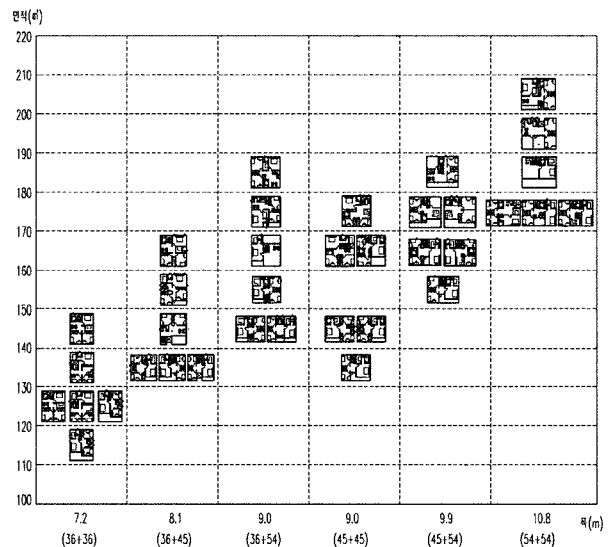


그림 3. Prototype 면적별 분포(2층)

<그림 2>와 <그림 3>의 면적분포를 살펴보면 균질한 분포를 보이는 것으로 나타나 수요자가 요구하는 면적에 대해 대응할 수 있는 것으로 나타났다.

## 2. Prototype 주요공간 분석

다음 Prototype의 공간형태는 기본유닛의 조합별로 다양한 규모로 나타나는데, 이는 다시 공간 및 유닛으로 재분할 되어 설계의 자동화를 위한 DB로서 활용된다.

### 1) Prototype의 평면별 공간형태

#### (1) I(36+36)형

유닛 3,600×2,400 mm 유닛과 하프유닛을 적용하여 평면을 구성한 것으로 주택의 규모는 약 30~40평이다. 적용한 유닛이 3,600×2,400 mm를 사용함으로써 거실과 침실 등 주요공간의 최대 가로크기가 안목치수 3,600 mm로 형성되었다. 따라서 면적에 비례하여 크기가 결정되는 거실과 같은 경우, 비교적 작은 공간으로 구성되었으

며 그밖에 부엌, 부부침실의 경우도 주택규모와 유닛의 크기에 의해 작은 규모로 공간이 구성되었다.

(2) II(36+45)형

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

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

(3) III(36+54)형

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

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

(4) IV(45+45)형

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

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

(5) V(45+54)형

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

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

(6) VI(54+54)형

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

거실공간이 주로 5,400×2,400 mm 유닛에 단독으로 구성되고 2층에 가족실이나 취미공간을 구성하였다. 또한 부부침실의 공간도 주택의 규모에 맞게 공간의 크기가 계획평면 중 가장 넓게 구성되었다.

2) Prototype의 공간별 유형에 의한 유닛DB의 제안

(1) 현관

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

Prototype에서 많이 발생한 1500×1700과 1700×1500 mm 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 1500×1700 mm와 같은 크기의 공간이 발생하게 된 것이다.

(2) 거실

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

이러한 크기의 공간을 기본으로 하여 인접하는 공간과의 조정을 통하여 거실공간을 구성하고 있다. 한편 하프유닛이 결합되는 경우, 150 mm 모듈의 보조모듈 증분치수가 사용되고 있는 예도 있다.

(3) 부엌

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

(4) 식당

Prototype에서 나타난 식당의 대표적인 유형은 2400×2400 mm이다. 그밖에 1800×2400, 3000×2400, 3600×2400 mm 등이 나타나고 있으나 수납공간이나 식당공간과의 결합과 조정에 의해 이루어진 공간으로 기본 공간 2400×2400 mm로 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, 5400×6600 mm이다. 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.

(7) 화장실

	15-18	18-15			
현관					
거실	36-39	36-51	45-39	45-51	54-39
부엌	36-24	36-30	36-30	45-24	
부부침실	18-15	18-24	24-18		
화장실	36-24	45-24			
욕실	24-24				
침실	18-24	27-24	36-24	36-24	36-24
방					45-12

그림 4. 주요 공간별 기본타입

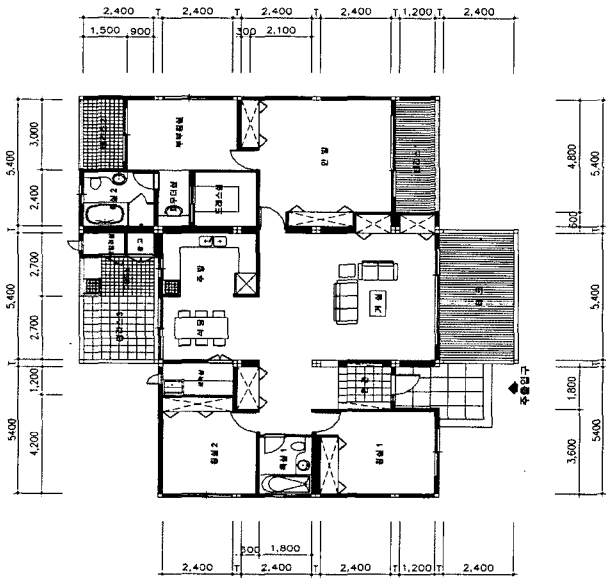


그림 5. 수요자 요구 유닛하우스 평면계획(안)

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

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 × 2400 mm 등의 형태가 발생하는 경우도 있다.

V. 설계 S/W를 위한 유닛간의 결합 원칙

다음의 평면 및 입면결합의 내용은 유닛모듈라 주택의 구조적 측면을 고려하여 기본적으로 지켜져야 할 내용을 정리한 것으로 설계 S/W프로그램의 기본원칙으로 활용된다.

(1) 평면결합

- 유닛의 도리방향으로 접합하는 경우는 4면 모서리가 일치해야 한다.
- 유닛의 보방향으로 접합하는 경우에도 4면 모서리가 일치해야 한다.

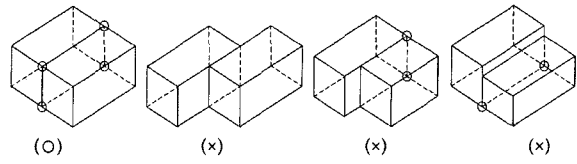
(2) 입면결합

- 메인유닛과 메인유닛의 결합은 4면 모서리가 일치해야 한다.
- 메인유닛과 하프유닛이 결합하는 경우는 2면 모서리가 일치하고 중간에 보강기둥을 세운다.
- 하프유닛과 하프유닛의 결합은 4면 모서리가 일치해야 한다.

1. 평면결합

1) 도리방향과 도리방향의 결합

유닛의 도리방향과 도리방향이 결합하는 경우에는 4개의 모서리가 일치하여야 한다.

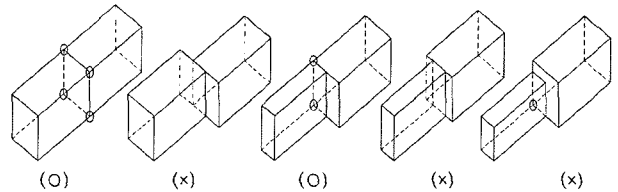


(O) (X) (X) (X)  
구조적으로 조립 불가능 유닛의 크기가 다름 유닛의 높이가 다름

그림 6. 도리방향과 도리방향이 결합원칙

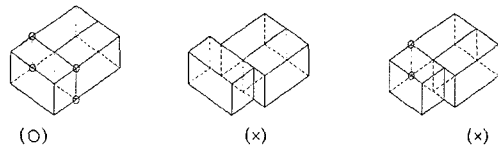
2) 보 방향과 보방향의 결합

유닛의 보 방향과 보방향이 접하는 경우에는 4개의 모서리가 일치하여야 한다. (메인유닛과 메인유닛 또는 하프유닛과 하프유닛 등) 단, 메인유닛과 하프유닛이 보 방향으로 접하는 경우에는 2개의 모서리만 일치하더라도 가능하다.



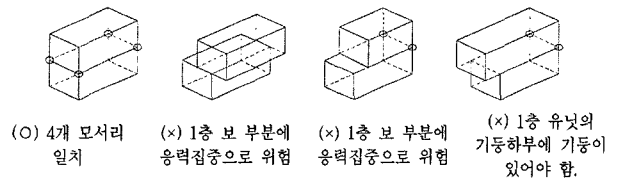
(O) (X) (O) (X) (X)  
보의 횡방향 성능저하 초래 메인유닛과 하프유닛의 결합 보에 횡력작용으로 구조적 성능저하

그림 7. 보방향과 보방향이 결합원칙

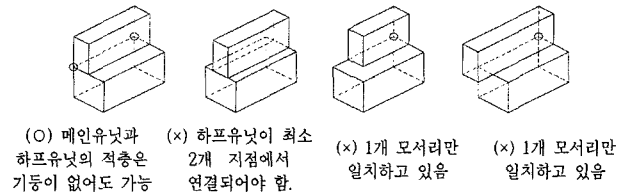


(O) (X) (X)  
유닛의 위치가 잘못됨 유닛의 크기가 잘못 결합됨

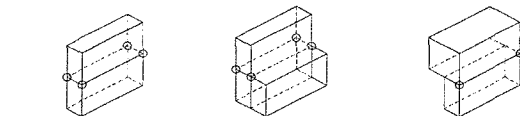
그림 8. 도리방향과 보방향 결합



(O) 4개 모서리 일치 (X) 1층 보 부분에 응력집중으로 위험 (X) 1층 보 부분에 응력집중으로 위험 (X) 1층 유닛의 기둥하부에 기둥이 있어야 함.



(O) 메인유닛과 하프유닛의 적층은 기둥이 없어도 가능 (X) 하프유닛이 최소 2개 지점에서 연결되어야 함. (X) 1개 모서리만 일치하고 있음 (X) 1개 모서리만 일치하고 있음



(O) 1층과 2층에 하프유닛을 적층가능 (O) 2층에서 나머지부분을 베란다로 계획하는 경우 가능함. (X) 2층 유닛의 보에 응력집중 발생 위험

그림 9. 입면 결합원칙

2. 입면결합

메인유닛과 메인유닛이 적층되는 경우 4개의 모서리가 일치하여야 한다. 한편 상부유닛의 기둥 아래에는 하부 유닛의 기둥이 없거나 하중이 전달되어서는 안된다.

한편 메인유닛의 상부에 하프유닛이 적층되는 경우 2 개의 모서리가 일치하여야한다. 즉 상부유닛의 기둥의 아래로 하부유닛의 기둥이 바로 연결되어 하중이 전달되어야 한다.

1층의 하프유닛의 위에 메인유닛을 결합하는 것은 구조적으로 문제가 있지만 1, 2층에 하프유닛을 설정하는 경우에는 가능하다. 그리고 1층에서 하프유닛을 연속으로 설정하는 경우는 가능한데, 이때 1층 및 2층 하프 유닛결합을 할 때, 하프유닛 나머지 베란다가 설정할 경우에 한한다.

VI. 설계 S/W를 위한 유닛 배치원칙

다음의 유닛배치원칙의 내용은 유닛모듈라 주택의 구조적 측면을 고려하여 기본적으로 지켜져야 할 내용을 정리한 것으로 설계 S/W프로그램의 기본원칙으로 활용된다.

(1) 평행배치  
- 2열 2행이나 3열 3행을 기본배치로 한다.

(2) 하프유닛 배치  
- 하프유닛은 1층, 2층 모두 도리방향의 단부에 배치한다.  
※ 참조 : 직교배치  
- 직교유닛의 배열은 1-2개의 메인유닛이 평행 배치된 유닛의 4 개 지점과 일치하도록 배치하여야 한다.  
- 2층에서 유닛을 직교 배치하는 경우에는 반드시 1층 부분도 직 교 배치하도록 한다

1. 평행배치

- 유닛의 도리방향과 도리방향, 유닛의 보방향과 보방 향의 결합으로 평면이 구성되는 경우를 말한다.

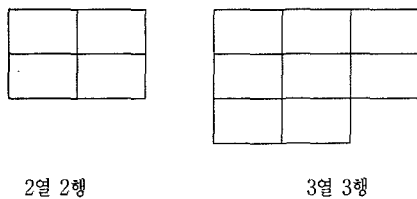


그림 10. 평행배치

2. 하프유닛의 배치

1) 하프유닛의 평면배치

하프유닛은 1, 2층 공통적으로 도리방향의 단부에 연 결 하여 설치한다.

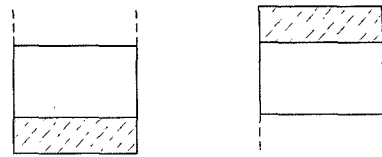


그림 11. 하프유닛의 평면배치

2) 하프유닛 배치

하프유닛을 메인유닛의 사이에 삽입하는 것은 불가하 며, 단, 2층에 하프유닛을 삽입하지 않는 경우로서, 1층 에 하프유닛을 중간에 삽입하여 설치하는 경우는 가능하다.

1층 유닛의 배열에 있어서는 다음과 같은 연속배치만 이 가능하다. 연속배치는 하프유닛 2개까지로 한정한다. 그리고 2층에 하프유닛이 설치되고, 나머지 하프유닛이 경사지붕으로 처리되는 경우는 가능하다. 단, 하프유닛 2 개가 베란다가 설계되는 경우에는 하프유닛이 3개까지 연속배치가 가능하다.

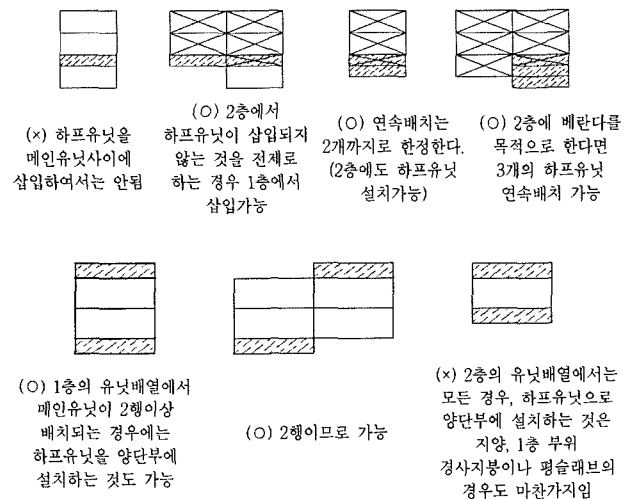
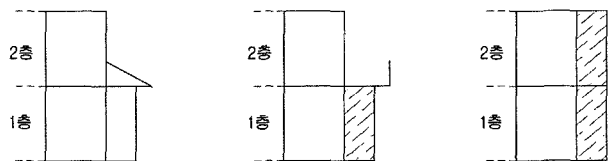


그림 12. 하프유닛 배치

3) 하프유닛의 입면배치

1층 배치에 있어서 하프유닛을 1층에 배치하는 경우, 상부에 지붕이 있거나 베란다가 계획되는 경우 모두 배 치시킬 수 있다.

그리고 1층에 하프유닛을 그리고 바로 위 2층에 하프 유닛을 배치시킬 수 있다.



지붕 설치 예

베란다 설치 예

그림 13. 하프유닛의 배치(입면)

2층에 하프유닛을 배치하고, 전면에 지붕을 계획하는 경우에는 1층에 보강기둥이 설치되어있는 유닛을 배치한다. 보강기둥은 유닛 중심선의 내측으로서 2층 유닛기둥과 일직선으로 배치시킨다.

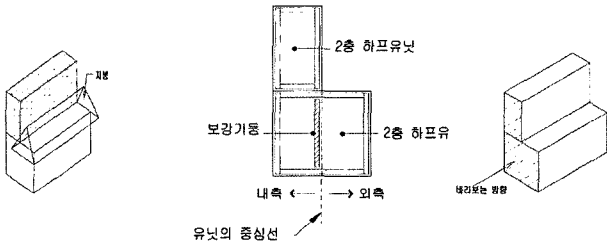


그림 14. 보강기둥의 설정

2층에 하프유닛을 배치할 경우 앞에 베란다가 계획하는 경우는 1층을 하프유닛으로 연속하여 배치할 수 있다.

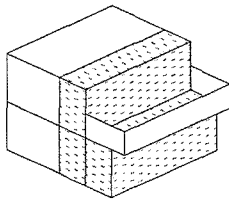


그림 15. 하프유닛의 연속설치

그러나 1층과 2층이 연속하여 하프유닛이 수직으로 결합되지 않은 경우에는 구조적인 결함이 야기될 수 있다. 즉, 1층 유닛의 도리방향의 중앙부에 보가 통과하지 않음으로서 지붕 트러스를 지지할 수 없기 때문이다.

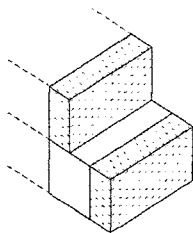


그림 16. 1층 메인유닛의 중간기둥의 설치 부적격 사례

이상의 유닛배치 원칙은 설계자동화 프로그램을 작성할 경우 중요한 설계원칙으로 사용되며, 유닛 및 부품의 DB와 연계되어 활용되어야 한다.

### VII. 설계 SW를 위한 평면 구성 원칙

1) 평면은 2열 3행을 원칙으로 하지만 평면의 자유도를 활용하여 그밖의 유닛배치도 가능하다.

다음의 <그림 17>은 4.5 m 유닛과 5.4 m 유닛을 2열로 배치한 형태이다.

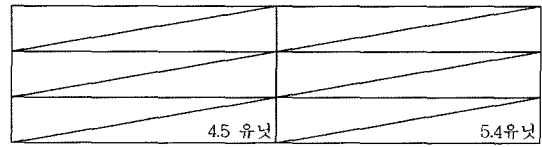


그림 17. 유닛 구성 예

다음의 평면구성의 원칙 내용은 유닛모듈라 주택의 시공적 측면을 고려하여 기본적으로 지켜져야 할 내용을 정리한 것으로 설계 S/W 프로그램의 기본원칙으로 활용된다.

- (1) 평면은 2열 3행을 원칙으로 구성한다. 즉 2개 메인유닛 (예: 54형과 45형)을 2열 3행으로 조합하고 하프유닛을 보조적으로 사용한다.
- (2) 유닛은 한가지 용도로 사용되는 것을 원칙으로 한다. 단 화장실, 계단, 기타공간 등 작은 용도를 적용하는 공간은 예외로 한다.
- (3) 기타 2가지 이상의 용도가 조합되는 경우에는 다음과 같이 모듈을 적용한다.
  - 거실, 화장실, 부엌, 침실 + 현관 : 거실, 화장실, 부엌, 침실 모듈치수 우선적용
  - 거실 + 침실 = 거실 모듈치수 우선적용
  - 침실 + 침실 = 중간에 설치되는 수납공간의 조정으로 침실의 모듈적용
  - 침실 + 화장실 = 침실 모듈치수 우선적용

2) 한 유닛은 가능한 단일 용도로 구성하지만 평면상의 유닛배치결과 복합적인 기능이 동일한 유닛내에 포함될 수 있다.

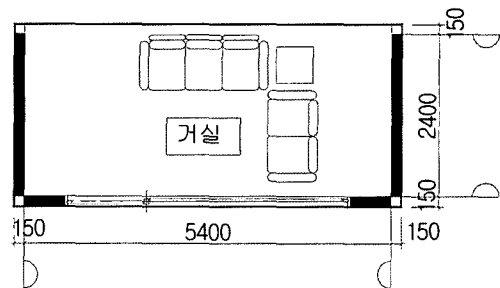


그림 18. 거실 유닛

3) 기타 복합적 평면

복합적 평면이 불가피한 계획으로서 현관과 거실, 화장실, 부엌, 침실의 용도로 사용되는 경우, 거실이나 화장실, 부엌, 침실의 공간을 3M의 증분 치수로 설정하고 현관을 1M의 증분치수로 설정한다.

### VIII. 부품 DB/유닛(공간)DB 시스템의 구성

부품 DB 시스템의 구성은 크게 입력모듈, 부품 DB, 유닛DB를 활용한 시각화모듈로 구성한다. 부품 DB에는 부품의 치수정보, 형태정보, 이미지정보, 업체정보 등이 저장되어 있으며 입력모듈과 유닛 DB 및 시각화모듈에는 xArray.dll, xMath3D.dll, xGrpTool.dll, xGrpLib.dll 등의 부프로그램이 필요하다. 본 연구에서 작성된 부품

및 유닛 DB는 입력모듈을 통하여 부품 DB 정보를 만들고 이 정보를 후속 연구에서 진행되는 시각화모듈에서 읽어 들여 부품정보열람, 부품의 시각화, 단위공간의 시각화, ProtoType의 시각화등을 구현한다.

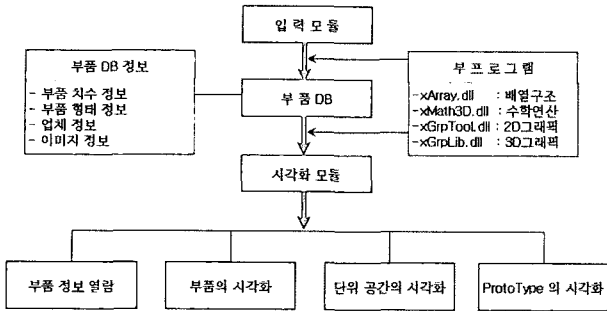


그림 19. DB 시스템 구성도

즉 본 연구의 후속과제로서 Prototype의 평면별(36+36, 36+45, 36+54, 45+45, 45+54, 54+54)공간형태별로 함수를 작성하여 시각화하는 방안이 제안된다. 각 평면의 공간별로 작성된 함수를 좌표계 변환을 이용하여 전체구성을 해 볼 수 있도록 구성하고, 공간구성은 바닥 면치리를 하고 천정은 위에서도 볼 수 있도록 면치리 하지 않아 쉽게 3차원으로 구성된 프로토타입의 설계내용을 검토할 수 있게 된다.

다음은 36+45타입과 45+45타입에서 활용되는 현관부위의 실제 시각화 예이다.

- 함수명: xDraw3636p1(xAS\_FRONT\_DOOR)
- 구성변수: xDUFrame, xDUWall, xDUDoor, xDUShoeChest, xDUFloor

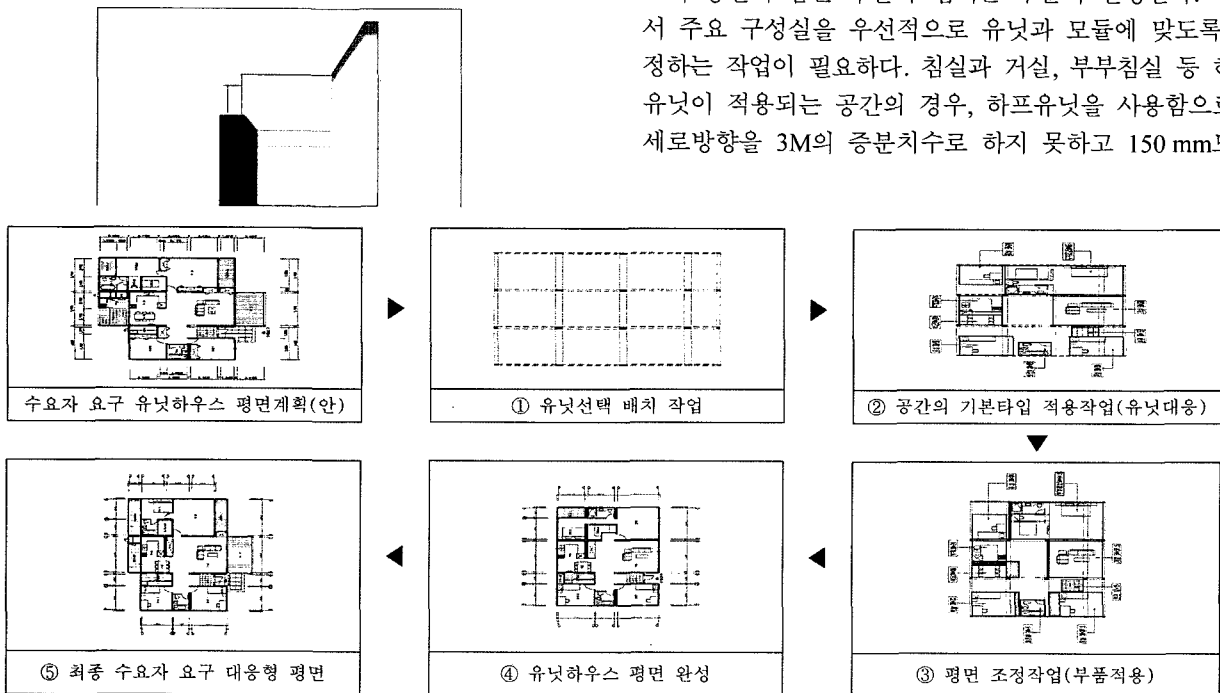


그림 21. 유닛하우스(안)의 설계자동화 process

### IX. 설계자동화에 의한 수요자 요구 대응 평면개발

이상 앞서의 유닛 및 부품 DB를 바탕으로 유닛간의 결합원칙과 배치원칙 그리고 평면원칙을 기본원칙으로 설계S/W를 개발할 수 있는 기본조건을 구축한다.

설계의 자동화는 다음과 같은 절차에 따라 시행하는데, 이는 설계의 자동화를 통해 의뢰인이 요구하는 평면에 대응시킬 수 있는 가능성을 검증하고자 한다.

#### 1. 유닛선택 배치작업

규모 및 면적에 맞는 유닛을 선택하여 평면에 배치한다.

만약 150 m<sup>2</sup>의 45평 규모의 주택을 단층으로 계획하면 5,400×2,400 mm 유닛 3열 3행에 하프유닛을 결합한 형태가 된다. 주택의 규모에 가장 유사한 유닛을 <표 2> (또는 유닛 DB)에서 선택하여 가배치한다.

#### 2. 공간의 기본타입 적용 작업

Prototype을 분석한 결과로 도출된 주요 공간의 기본타입을 선택하여 배치한 유닛에 적용한다. 이때 주택의 규모(45평)와 사용하고 있는 유닛(5,400유닛)의 타입에 따라 거실, 침실, 부부침실, 주방, 식당, 화장실, 현관 등을 유닛DB에서 적절히 선택하여 적용할 수 있다.

#### 3. 평면 조정 작업

주요 공간의 기본타입을 적절히 적용하더라도 완벽하게 유닛이 초기 수요자가 요구하는 평면에 일치될 수는 없다. 유닛을 배치한 후 기본타입의 공간을 적용시킴으로서 공간이 남는 부분과 겹치는 부분이 발생한다. 따라서 주요 구성실을 우선적으로 유닛과 모듈에 맞도록 조정하는 작업이 필요하다. 침실과 거실, 부부침실 등 하프 유닛이 적용되는 공간의 경우, 하프유닛을 사용함으로써 세로방향을 3M의 증분치수로 하지 못하고 150 mm 모듈



의 증분치수로 적용하게 된다. 화장실과 침실이 인접하여 조합되는 경우에는 침실의 공간을 3M의 증분치수로 모듈을 우선 설정하게 되어 화장실의 공간이 1M의 증분치수로 조정하여 설정한다.

#### 4. 평면 완성작업

앞서 유닛간의 접합원칙과 배치원칙을 토대로 평면 조정 작업을 시행한 후 주요 구성실을 배치하고 남은 유닛공간에 수납공간, 다용도실 등 기본타입에 없는 기타 공간을 적절히 배치하여 완전한 평면을 완성한다.

부부침실과 연계된 침실과 부부침실의 화장실, 드레스실 등의 위치를 적절히 변화시켜 적정한 공간구성이 되도록 평면을 조정한다. 물론 이때에도 자재 및 부품의 규격과 MC설계기준에 적합하도록 설계하며 완성된 평면으로서의 적정성을 검토하여 부족한 부분을 수정, 보완한다.

#### 5. 수요자 요구 대응평면

<그림 19>에서와 같이 유닛하우스의 기본 형태를 결합시킨 평면과 수요자가 요구하는 평면을 대응시킨 결과 수요자 요구를 수용할 수 있는 평면으로 최종 제안할 수 있는 것으로 나타났다.

### X. 결 론(향후의 연구방향)

본 연구에서 제안한 유닛 모듈라주택을 위한 설계자동화방안은 부품 및 유닛 DB를 활용한 오픈시스템을 기반으로 하지만 더 나아가 유닛 모듈라주택 생산시스템의

개발 과정에서 필요한 구조안정성 검토를 수행하며, 실용화 단계에서는 유닛 모듈라주택의 건축설계, 구조설계 등이 동시에 수행되어야 한다. 따라서, 본 연구에서 다루고 있는 부품 데이터베이스, 유닛의 데이터베이스구축에 이어 3차원 그래픽으로 확인할 수 있는 방안이 강구되어야 한다. 즉 건축설계, 구조설계, 3차원 가상공간 등을 구현하는 프로그램으로 구성된다. 구축된 데이터베이스(DB)를 이용하여 유닛 모듈라주택을 가상 공간에서 실시간으로 구현하며, 구현된 유닛 모듈라주택의 설계도면, 물량산출 및 구조검토를 즉시 수행할 수 있어야 한다. 이러한 기능을 갖는 설계자동화 프로그램을 이용하게 되면, 유닛 모듈라주택 생산시스템 개발에 필요한 선행 연구를 가상 공간에서 미리 수행함으로써 실험 및 모형 제작비용 등을 줄일 수 있으며, 실용화 단계에서는 수작업으로 이루어지는 설계도면 작성, 물량산출 및 구조설계에 소요되는 막대한 시간과 비용을 단축할 수 있을 것으로 기대한다.

#### 참 고 문 헌

1. 한국건설기술연구원(2002. 8), 리모델링 주택부품인정에 관한 연구, 공공기술연구회.
2. 임석호(2004. 5), 한국형유닛하우스의 모듈정합설계기준 연구, 대한건축학회 춘계학술발표대회.
3. 建設省(2000.5), 長期耐用都市型集合住宅の建設・再生技術の開発-中間報告書.

(接受: 2005. 12. 14)