

建築物의 모듈 설계

国立建設研究所
建築部建築基準科 제공

모듈설계는 建築의 工業化生産을 위한 수단으로서, 재래式 設計와는 달리 建築尺度調整體系를 使用한 設計方法이다.

本 論文에서는 모듈설계에 따른 建築계획의 基本的인 概念, 構造設計와의 關係 및 實際 모듈설계를 構成하는 諸要素와 圖面에 對하여 說明한다. 建築工業化는 궁극적으로 量産體制를 確立시키기 위한 것이며, 量産體制를 통한 建築部品과 構造의 單純化, 標準化, 組立化에 依해 資材의 節減, 人件費의 節約, 工期의 短縮, 品質管理를 도모할 수 있다.

1. 序 論

工業化建築에 있어서는 建物이 設計되고 세워지는 過程이 在來式方法과는 다르므로, 工業化生産에 適合하도록 尺度調整概念을 導入한 새로운 設計方法 즉, 모듈설계가 必要하게 된다.

모듈설계는 建築의 工業化生産을 위한 手段으로서, 建築尺度調整體系를 使用하여 必要없는 寸수의 多樣化를 制限하므로써 建築部品과 構造의

單純化, 明瞭化, 標準化를 가져오며, 建築構成材의 組立化를 가능케하고 建築生産 方式을 工業化시켜 궁극적으로 量産體制를 確立시킬 수 있다.

工業化 建築生産方式은 建築부品の 生産過程에 있어 여러 多樣한 建築計劃에서 互換性을 가지고 一般的으로 使用될 수 있는 카타로그部品 生産方式인 開放式 建築生産方式과 어떤 特定타입의 對象建物에 對해서 建築部材의 生産, 輸送, 組立 및 마감工程까지 責任을 지는 方式인 閉鎖式 建築生

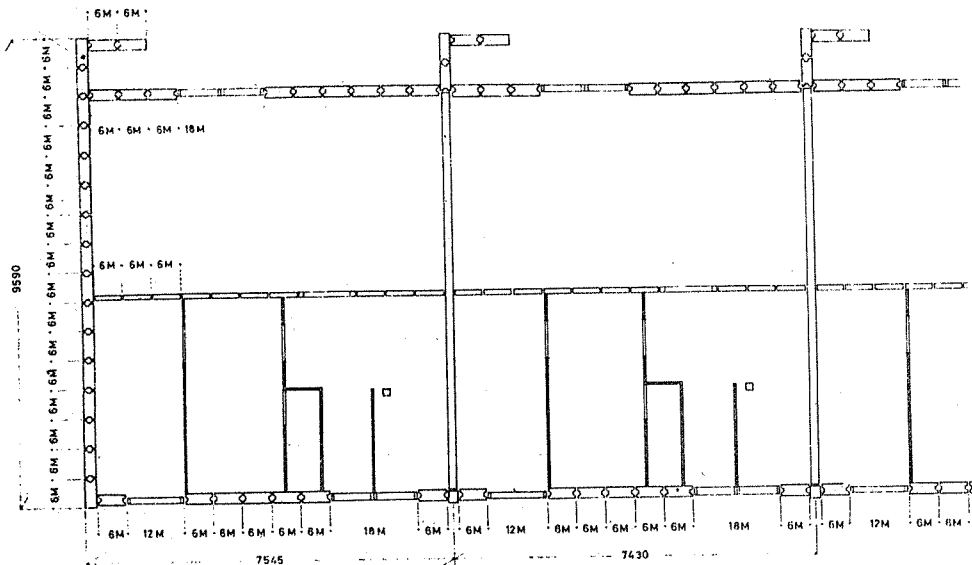


그림. 1 기본모듈을 부재로 조합한 도시주택

産方式으로 分類할 수 있다.

따라서 모듈설계는 모듈을部品에 의한 設計(그림 1 참조)와 모듈을格子에 의한 設計(그림 2 참조)를 포함한다. 모듈을格子에 의한 設計는 設計計劃이 모듈을格子위에서 이루어지고 主要構成材와 치수는 모듈을格子에 맞추게 되며, 모듈을部品에 의한 設計는 設計計劃에 있어 모듈을格子를 使用치 않고 直接 建築構成材를 機能에 따라 選擇하여 決定하거나 部材生産業者가 紹介하는 카타로그에서 選擇하여 建物을 設計하는 것이다. 이 두 가지 方法中 어느 것이 工業化建築에 타당한가하는 論爭은 過去 10餘年동안 계속되어 왔지만 오늘날 이 두 가지 方法이 相對的으로 같이 使用되고 있다.

設計의 初期段階인 計劃過程에서 建物의 形態, 概略의인 平面, 構造概要, 使用材料, 工法 등이 確定되어야 하며, 이 過程의 決定要件에 따라 建築設計를 모듈을設計로 成功시킬 수 있느냐 없느냐가 決定되게 된다.

2. 建築 계획

建築生産의 成長過程中 1950年代와 1960年代는 過去 어느 때보다도 建築의 技術的 分野에 집중되

어 成長해 왔다.

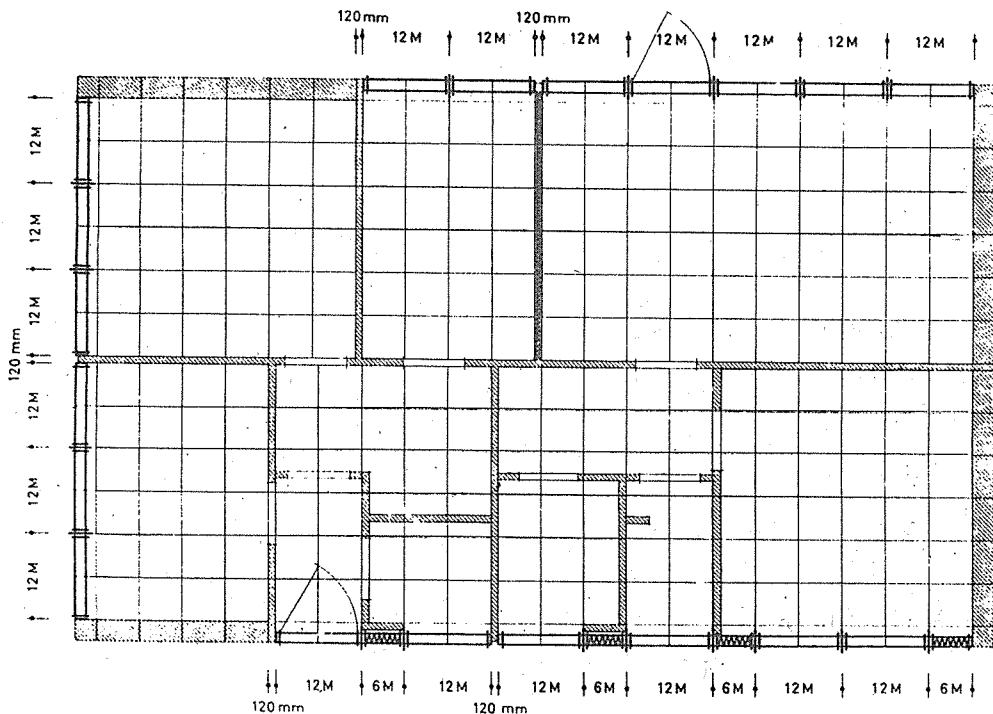
이러한 움직임은 建築生産工程을 工業化시키려는 勞力으로 集約될 수 있으며, 오늘날 프리체브라는 概念의 建築生産方式이 나타나게 되었다. 1955년부터 65년까지 10年동안 建築分野의 生産性은 2 배로 增加되었고, 建築의 質과 設備面에서도 括目할 만한 向上을 가져왔다.

또한 建築物의 需要도 多樣하게 계속 增加 하고 있으며, 이러한 움직임은 직접 設計作業에도 影響을 미치게 되어 建設業界에 주요 관심사가 되고 있다.

그러나 建築産業에 있어 技術的인 面과 管理的인 面에 있어서의 成長은 刮目할 만한 向上을 이룩한 반면, 이에 따른 計劃面에서의 發展은 뚜렷한 進척을 보이지 못하고 있다.

單独住宅에 있어서는 生産量이 급격히 增加함에 따라 새로운 타입의 出現과 質의 改善이 이루어졌지만 아파트에 있어서 平面形態나 그 基本性格은 1960年代 初半까지 過去의 形態와 다름이 없었다. 그러나 70年代에 들어 서면서 부터 이 分野에 어떤 變革的인 움직임이 서서히 일어나고 있음을 감지할 수 있게 되었다.

建築産業의 工業化와 在來式 建築의 計劃的인 側面에서 빚어지는 不均衡現象을 덴마크의 建築家 Ole Dybbroe가 다음과 같은 말로 表現한 것은 때



標準住宅 縮尺 1 : 100

그림.2 모듈을격자지를 사용하여 계획한 도시주택

우 함축성있는 意味를 內包하고 있다.

“傳統的인 아파트形式에 高度의 프리체브工法을 導入한 것은 마치 馬車속에 現代의 自動車엔진을 끼어놓은 것과 같다.”

이러한 不均衡에 對한 自覺은 1960年代 末期에 이르러 새로운 形式의 아파트를 도입하는 기반을 형성하게 되었다.

새로운 아파트의 平面開發은 어느 程度 既存 프리체브工法과 併用될 수 있도록 推進되어야 한다. 즉, 建築設計와 部品 및 시스템을 모듈體系에 따르게 하여야 한다.

3. 모듈설계

가. 모듈格子

建築尺度調整에 依한 建物の 設計는 基本모듈을 M 또는 M의 倍數로 構成된 正方形의 格子에 依해서 이루어지며, 이러한 모듈格子는 그 機能에 따라 다음 3가지로 나눌 수 있다.

① 基本모듈格子

基本모듈格子는 M의 間격을 가진線 또는 面으로 構成되며, 平面, 立面, 斷面의 3次元의 尺寸系列의 基準系가 된다. 一般의 部材의 設計와 組立位置의 決定이 이 格子를 통해서 이루어지므로, 設計 및 組立計劃의 不正確性으로 因한 非合理性을 사전에 再調整할 수 있게 해 준다.

② 計劃모듈格子

이 格子는 各室의 크기 및 重要部材의 位置決定과 一般의 平面配置에 使用된다. 格子間격은 基本모듈의 正數倍中 計劃모듈로 選擇한 尺寸(2M, 6M, 6M, 12M, 15M 등이 널리 使用됨)를 格子間격으로 定한다. 이 格子의 主要機能은 모듈設計의 基本過程인 스케치를 正確하고 迅速하게 처리할 수 있도록 해주며, 基本모듈 格子에서 計劃調整된 工作圖의 相互交換을 迅速容易하게 處理할 수 있도록 한다.

③ 構造모듈格子

이 格子의 機能 및 構成은 計劃모듈格子와 비슷하지만, 이 格子의 主要機能은 建物の 主要構成

材인 柱, 壁體, 기둥 等의 耐力部材에 관련된다. 格子間격은 計劃모듈格子에서 처럼 基本모듈의 正數倍中에 必要한 尺寸을 選擇하여 決定한다. 이 경우 選擇된 尺寸의 範圍는 計劃모듈의 格子間격보다 큰 것을 使用한다.

모듈格子에서 모듈 部材는, 一般의 端部가 모듈線에 놓이게 된다. 이때 모듈線 사이의 間격을 部材의 모듈區域이라고 부른다. 그러나 특수한 경우 技術的 餘件에 따라 어떤 連結方式은 部材가 모듈區域을 넘어가는 경우도 있다. [그림 3]

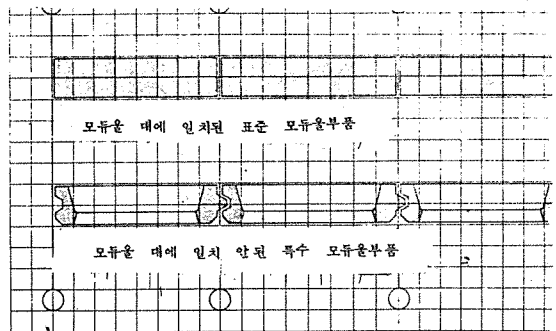


그림 3

나. 스케치

設計의 基本段階인 平面計劃에서 하는 概略的인 設計를 말하며, 보통 모듈格子紙를 使用하여 設計한다.

이때 設計者는 計劃하고자 하는 平面이 要求하는 機能的 條件에 만족할만 한 가를 檢討하여 平面을 調整한다. 스케치는 보통 單線으로 나타내며, 使用하는 格子尺寸은 M이나 M의 倍數가 되도록 한다. 一般의 計劃모듈格子는 3M 格子를 使用한다. 스케치에 있어 考慮할 사항은 다음과 같다.

- ① 機能的 要求條件에 따라 平面을 修正 配置한다.
- ② 建物の 외곽尺寸을 決定한다.
- ③ 各室의 크기를 決定한다.
- ④ 構造概要를 잠정적으로 決定한다.
- ⑤ 材料 및 組立法을 決定한다.
- ⑥ 모듈部品の 最大使用限界를 決定하기 爲하

여, 모듈을 부품의 사용이 不必要한 部分과 使用不可可能的 特殊部分을 檢査한다. (그림 4)

다. 모듈을詳細圖

基本的인 스케치가 完成되면 主要 部의 詳細圖 作成에 들어간다. 이러한 詳細圖의 作成目的은 工場生産된 構成材를 現場에서 다시 調整하지 않도록 하기 위한 것이다.

모듈을詳細는 1 : 1 이나, 1 : 2 의 縮尺을 使用하여 組立이나 조인트 크기에 관한 모든 詳細가 確實하게 한다. 모듈을詳細는 스케치 형식이나 Free hand로 作成되어 組立詳細의 基礎가 되며, 現場의 作業圖面이 된다.

라. 一般모듈을圖面

建物에 使用되는 여러가지 部品에 관련된 모듈 線의 位置를 詳細圖面에 의거하여 決定되고, 모든 材料와 部品이 選定된 다음에 一般모듈을 圖面의 作成이 可能하게 된다. 이 圖面에서는 아래의 要素들이 表現되어야 한다.

- ① 工事に 使用될 모듈을部品
- ② 部品相互間의 位置
- ③ 모듈을線에 관련된 部品位置

一般모듈을 圖面의 寸수는 주로 모듈을 寸수로 作成되며, 現場에서 쓰이게 될 組立圖面의 基礎圖面이 된다.

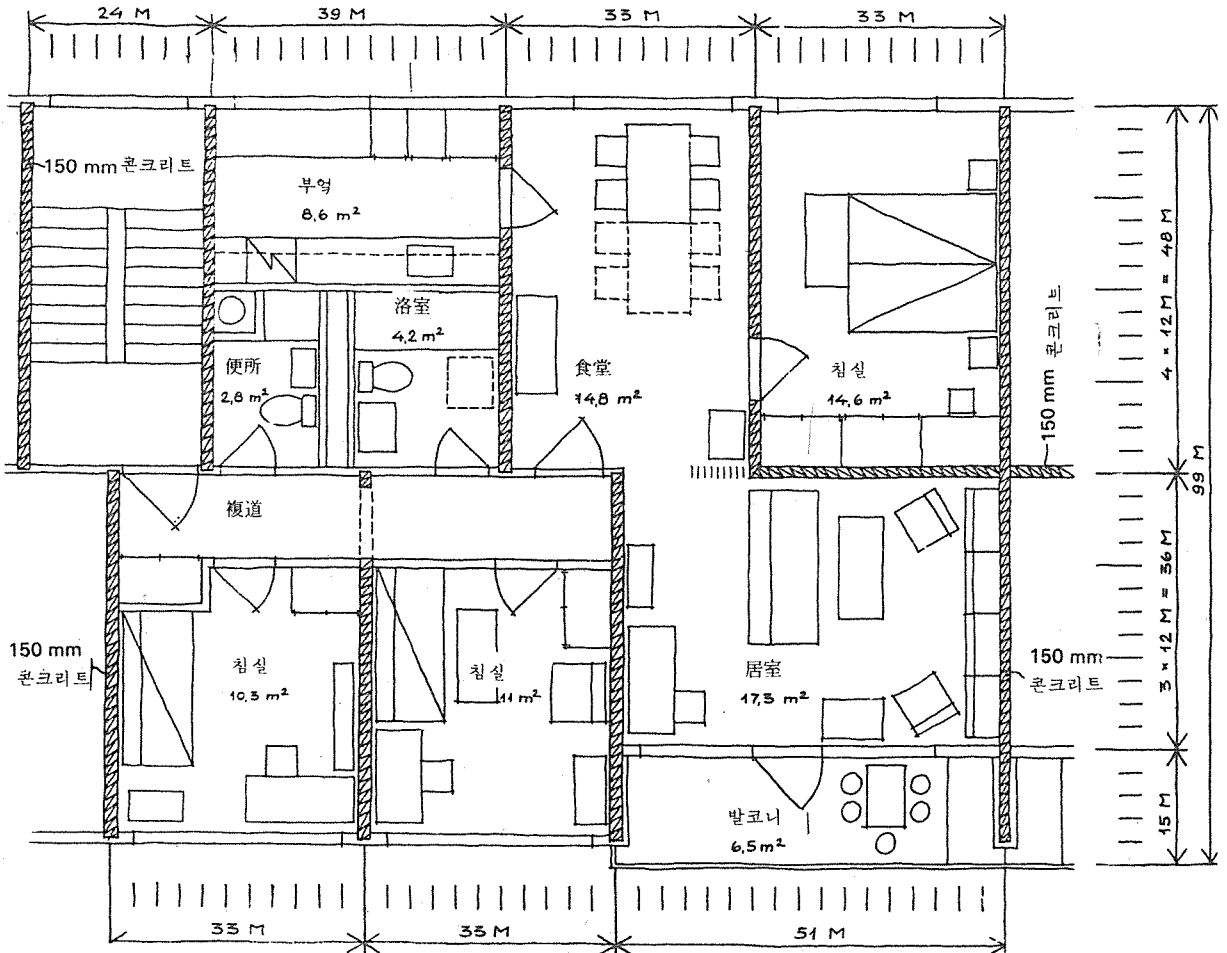


그림.4 아파트平面의 스케치

마. 工 作 圖

工作圖는 工場과 作業場에서 쓰이는 部品圖를 말하며, 部品生産에 必要한 모든 치수와 材質要件에 對한 詳細한 資料를 포함해야 한다. 또한 굴착, 콘크리트 打設, 造積工事 等の 現場 作業圖面으로도 쓰인다. 치수는 mm로 표시된다. 즉, 部品の 主要치수인 길이, 폭 등이 모듈치수에 근거하여 調整된 것이나 이 圖面에서는 M으로 表示되지 않고 mm로 表示하는 것이 特色이다.

바. 組立詳細圖

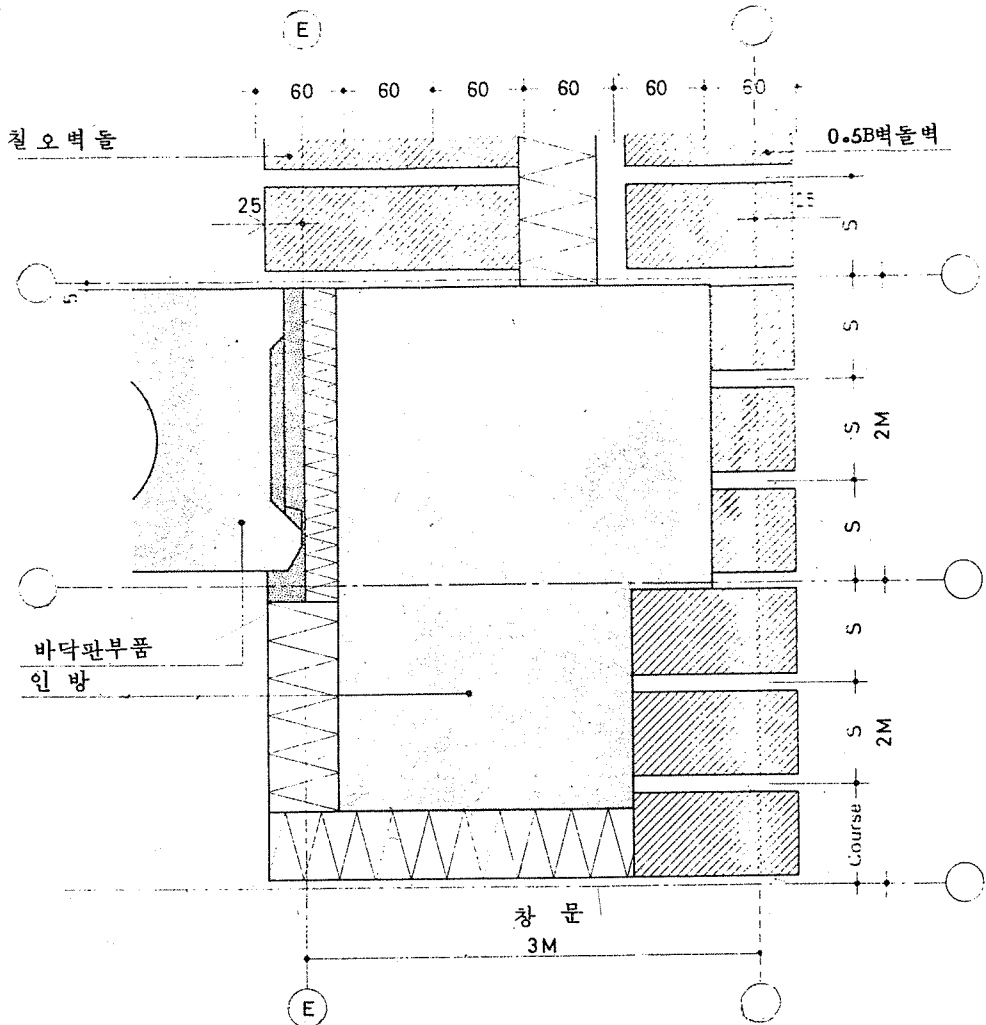
現場에서 部品를 연결하는데 必要한 內容을 담고 있는 圖面으로서, 設置 조인트, 조인트補强筋,

断熱材 等に 관한 資料가 表示되어야 한다. 連結部를 形成하는 部品設置는 現場의 基準線에 관련시켜 表示되어야 한다. 設置치수와 詳細치수는 mm로 表示하며 모듈치수는 이 圖面에 나타나지 않는다.

사. 組 立 圖

이 圖面은 一般 모듈圖面의 기초위에서 作成되는 것으로서 여러 部品, 例를 들면 各層 에서의 床版 같은 部品の 位置를 나타낸다.

部品는 種類別 記호와 숫자를 가지며 그들의 位置는 基準線에 基準하여 表示된다. 그러나 部品の 精確한 位置는 組立詳細에 나타나게 된다.

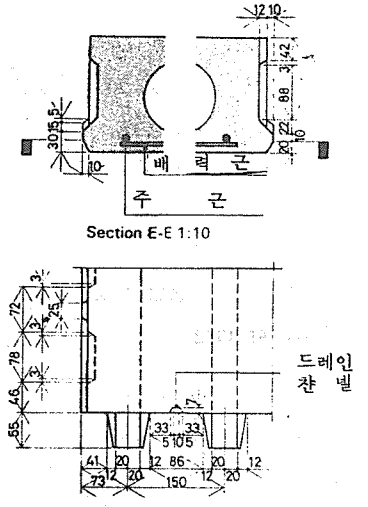
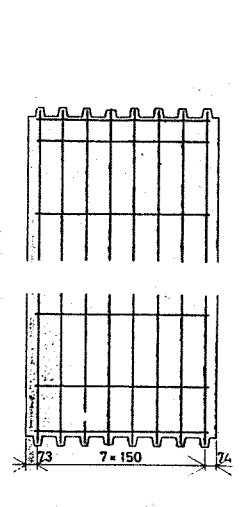
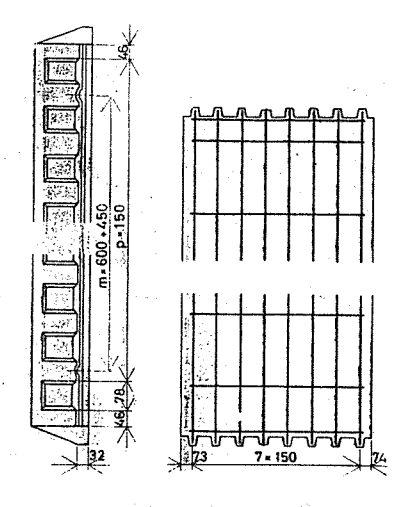
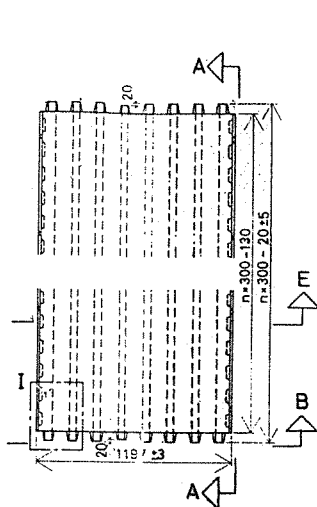
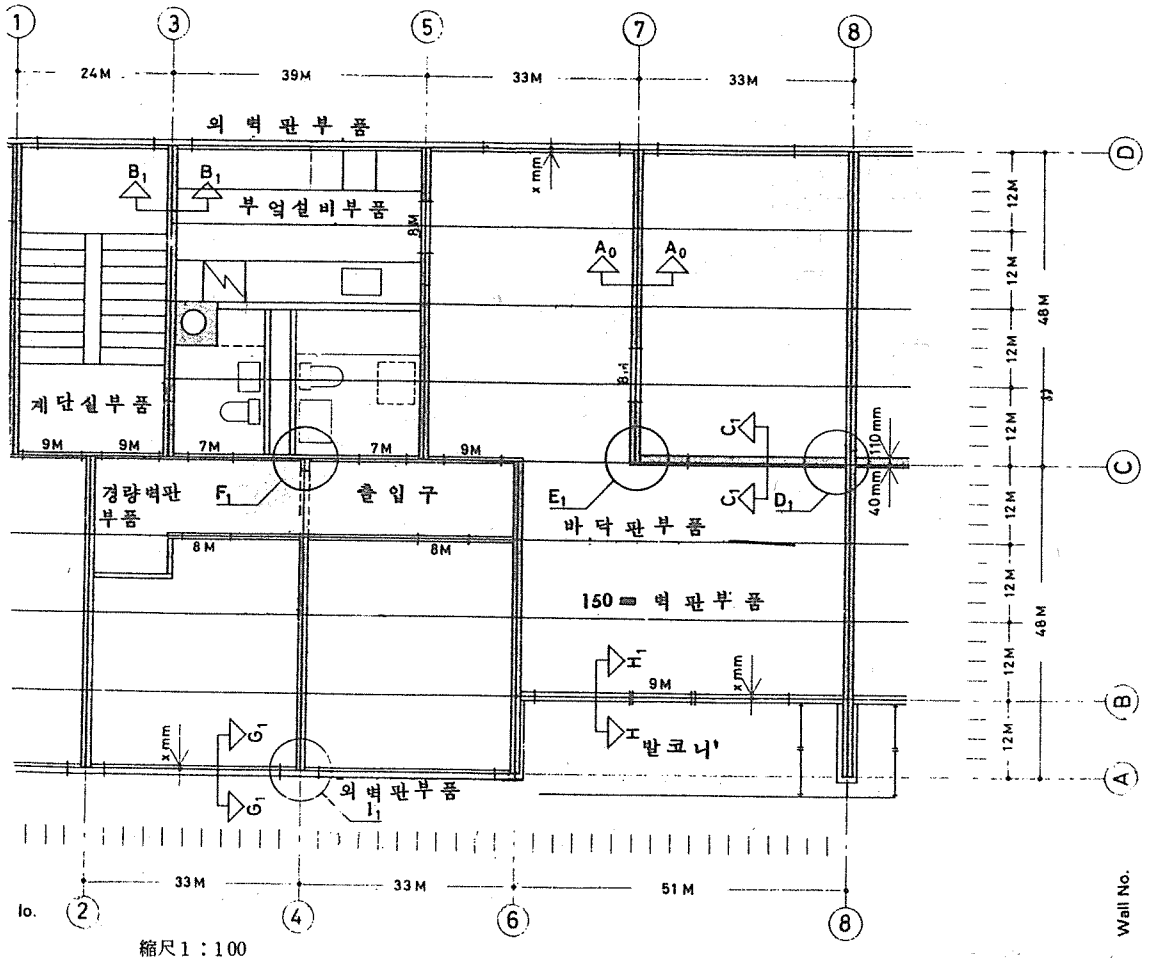


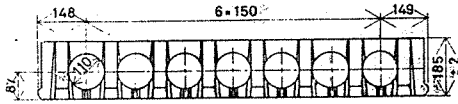
縮尺 1 : 5

그림.5

組立圖面은 作業圖面이므로 치수는 mm로 나타낸다. 部品의 表記은 자리숫자를 利用하여 나타내게 되는 데, 처음 두 자리는 部品の 主要치수인 길이

를 表示한다. 가령 PE 3300은 33M 길이를 基本形床版部品을 나타낸다. 變形은 이에서 99까지 나누어 지고 나머지 두자리 숫자로 表示된다.

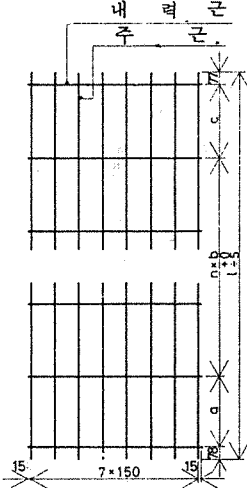




Section B-B 1:20

주근
배력근
콘크리트

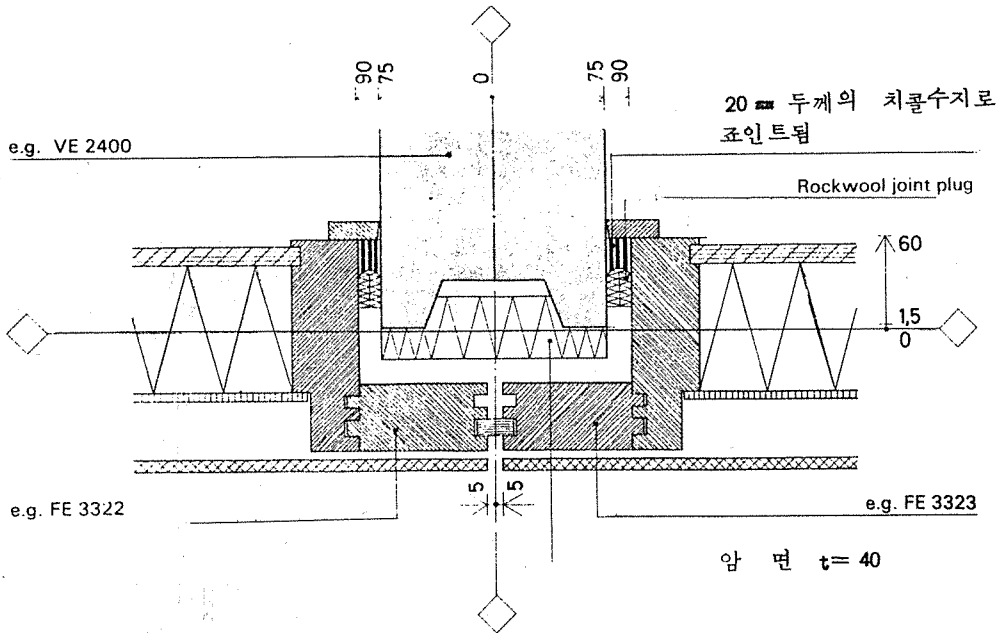
KS 42 S
HFA
L ≤ 48M: $\sigma_r \geq 240 \text{ kg/cm}^2$, class A
L > 48M: $\sigma_r \geq 280 \text{ kg/cm}^2$, class A



철근도 1:40

부 품 표

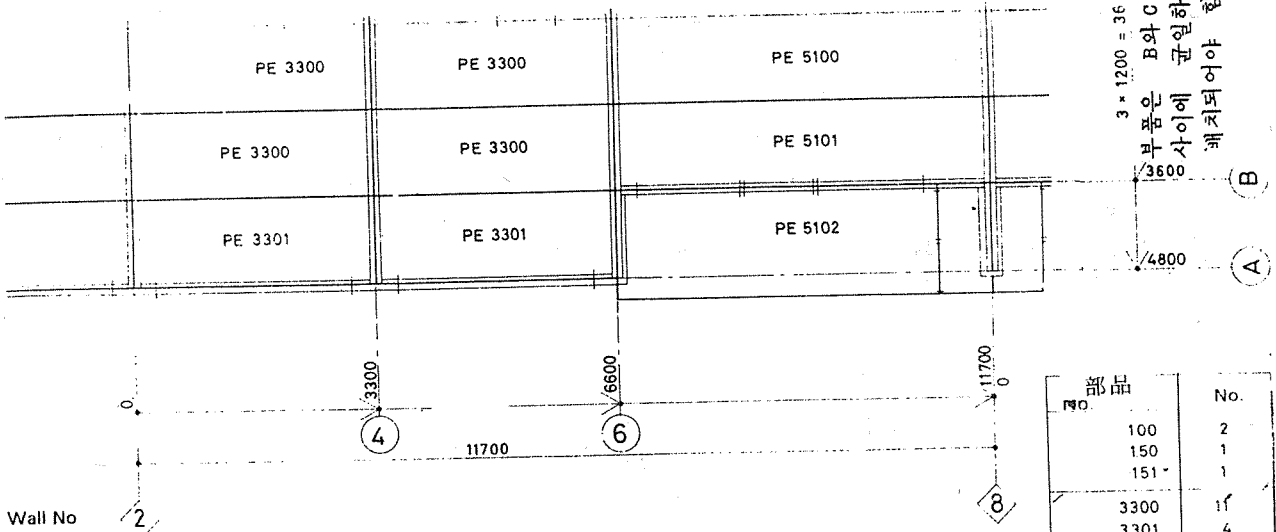
Comp. No.	L	Concrete σ_r kg/cm ²	주철근					총중량 kg	
			KS 42s No.dim	l	$\phi 6$	a	b		c
PE 1800	1780	240	8 K8	1775	5	435	450	285	6,90
PE 2100	2080	240	8 K8	2075	6	435	450	135	8,10
PE 2400	2380	240	8 K8	2375	6	435	450	435	9,07
PE 2700	2680	240	8 K8	2675	7	435	450	285	10,27
PE 3000	2980	240	8 K8	2975	8	435	450	135	11,47
PE 3300	3280	240	8 K8	3275	8	435	450	435	12,44
PE 3600	3580	240	8 K8	3575	9	435	450	285	13,65
PE 3900	3880	240	8 K8	3875	10	435	450	135	14,85
PE 4200	4180	240	8 K10	4175	10	435	450	435	23,47
PE 4500	4480	240	8 K10	4475	11	435	450	285	25,22
PE 4800	4780	240	8 K10	4775	12	435	450	135	26,98
PE 5100	5080	280	8 K14	5075	12	435	450	435	53,19
PE 5400	5380	280	8 K16	5375	13	435	450	285	72,79



縮尺 1 : 5

그림.8

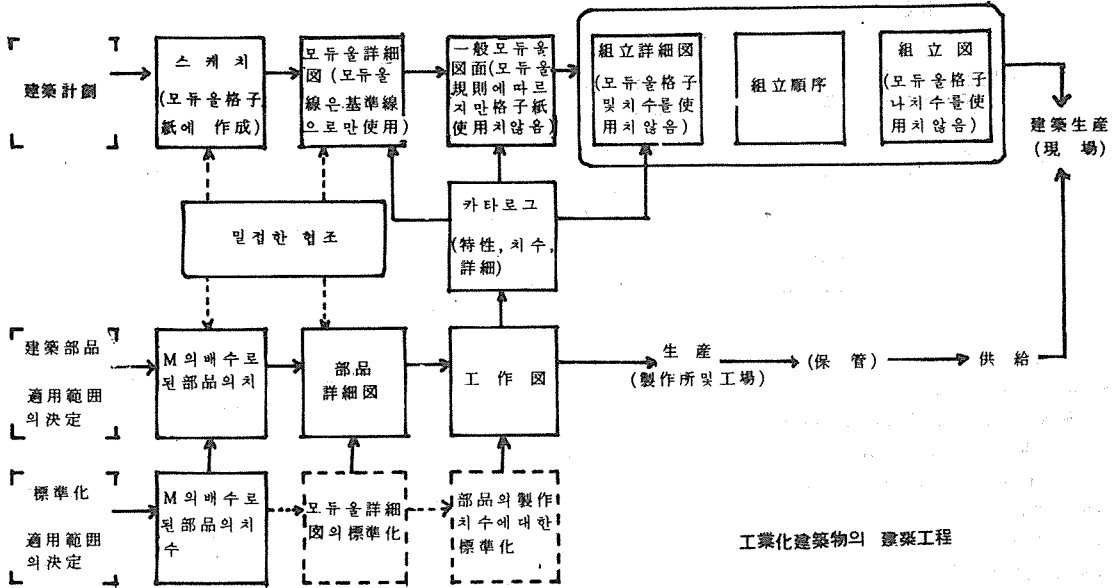
轻量外壁部材



部 品 番 号	No.
100	2
150	1
151	1
3300	11
3301	4
3315	1
3900	1
3901	1
3950	1
3951	1
(3960)	(1)
5100	2
5101	1
5102	1
Total	28 (27)

縮尺 1 : 100

床版部品の組立図



工業化建築物의 建築工程

4. 모듈体系에 있어서의 構造設計

모듈設計에 의한 工業化生産 建築은 一般의 構造物과 달리 여러 特殊한 力學的 問題가 介在된다. 組立式 建物の 構造의 特性으로서 既成床版, 壁版, 보 및 기둥部材의 接合에 있어 鋼接合이 不可能하므로 耐力部材의 大部分이 單純支持로 이루어지게 된다. 그러므로 組立式 構造体에 있어서는 水平荷重에 對한 構造의 安定을 확보하기 爲해서 特別한 考證가 必要하다.

組立式 建築의 完全한 靜力學計算은 다음 事項을 고려하여 이루어져야 한다.

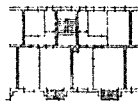
① 主要構造시스템의 模型을 定立하고 이를 計算한다. 特別히 安定性計算을 포함해야 한다.

② 構造部材를 設計計算한다.

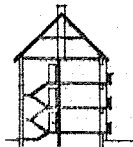
이들 部材는 그들이 받아야 할 荷重에 對하여 充分한 耐力를 갖도록 設計되어야 한다.

③ 應力의 傳達를 構造體의 各部로 부터 基礎로, 基礎에서 地盤으로 傳達시킬 수 있는 連結의 設計와 計算이 되어야 한다.

그러나 組立式 建物에 있어서의 應力現象과 變形狀態, 파괴現象은 大部分의 경우 實際 實驗에 依한 分析資料의 뒷받침이 없이는 正確한 予測이 어렵다.

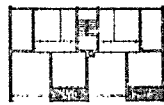


1950 년대의 전통적 평면

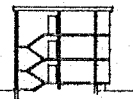


1950 년대의 전통적인 골조

벽을
중공벽을
타일

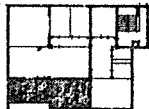


1960 년대의 전통적 평면

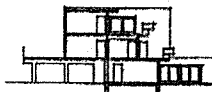


1960 년대의 시스템 건축

벽
관부용
바닥판부용
조립

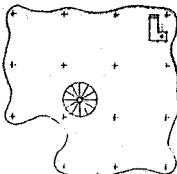


1970 년대의 테라스하우스

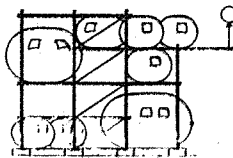


1970 년대의 전통적 시스템 건축

벽
관부용
바닥판부용
조립



1980 년대의 가변성 평면



1980 년대의 기둥주머니식 골조

벽
관부용
바닥판부용
조립

모듈용어

- 모듈 (Module) : 建築의 工業生産을 하는데 있어서 가장 合理的인 寸數의 單位.
- 基本 (建築) 모듈 (Basic (Building) Module) : 가장 基本이 되는 모듈로서 M로 表示한다.
- 建築尺度調整 (Modular Coordination) : 모듈에 依하여 寸數를 調整하는 것.
- 모듈寸數 (Modular Dimension) : 基本모듈이나 基本모듈의 倍數에 해당하는 寸數
- 建築部品 (Modular Component) : 모듈에 依하여 寸數가 調整된 建築構成材
- 모듈 (基準) 格子 (Modular (Reference) Grid) : 單位 間격이 基本모듈 또는 複合모듈로 構成된 格子

- 모듈 (基準) 線 (Modular (Reference) Line) : 모듈 格子를 構成하는 線
- 우선 (모듈) 寸數 (Referred (Modular) Dimension) : 建築尺度調整에 있어서 우선적으로 채택된 寸數
- 複合모듈 (Multimodule) : 基本모듈의 正數倍가 되는 모듈
- 計劃모듈 (Planning Module) : 複合모듈中 建築計劃에 있어서 基本이 되는 모듈
- 水平計劃모듈 (Horizontal Planning Module) : 水平方向의 計劃모듈
- 垂直計劃모듈 (Vertical Planning Module) : 垂直方向의 計劃모듈.