

建築 産業化와 組立式 建築方式

(A study on the Building Industrialization
and prefabricated Building System)

이 갑 조

目 次

- I. 概 要
- II. 建築 産業化의 段階
- III. 組立式 建築의 史
- IV. 組立式 構造物의 分類
- V. 高層 組立建物の 剛性を 주는 方法
- VI. 結 語

I. 概 要 (Abstract)

우리에게 “建築 産業化,,란 좀 생소한 어휘인지도 모른다. 그러나 建築 産業化란 組立式 工法과 함께 그 生命력을 갖게 된 말로 영어로는 “System Building,, “Building System,, “Industrialized Building,, “Rationalized BLDG” “Unitary BLDG.Construction” New traditional BLDG” “non-traditional BLDG” 등으로 불리며 이의 意義와 필연성이 급속도로 대두된 것은 선진 各國에서도 不果 15~16년전이다.

美國의 경우 기성복에 있어서 30萬人의 노동력에 의해서 年間 20億名分을 供給하는데 이를 주문에 의한 제작으로 환산하면 240萬人의 숙련된 기술자에 해당하므로 노동력에 있어서만 1/8의 이득을 가져 올 수 있다고 한다.

이러한 아이디어에 의해서 2차대전후 급증한 건물 不足數와 더불어 유럽各國을 中心으로 研究가 급증하였고 특히 겨울 기간이 긴 朝鮮을 위시한 東歐유럽에서도 많은 發展이 있어왔다.

우리가 지금까지 대체로 알고 있는 工費절약, 工期단축, 노동력감소, 冬期시공可能, 品質보장등의 長點못지 않게 研究改善되어야 할 많은 問題點들이 있다.

構造的인 면에서만 보더라도 單位部材의 力學的 品質 기준이 現行方式보다 높은 수준을 요한다는 點, 部材接合部設計, 高層化할 경우의 剛性문제등이 있다.

이러한 여건과 배경하에서 그 동안 모아 온 資料를 정리, 組立건물과 건축산업화의 建築史上 意義, 發展과정 및 構造方式上的 種類, 高層化할 경우의 剛性を 주는 方法을 工夫해 보기로 한다.

II. 建築 産業化의 段階

(The Level of Building Industrialization)

우선(도표-1)에 整理된 바와 같이 建築의 史를 前衛的인 建築家인 豫見상황을 包含하여 3개의 段階로 區分할수 있다.

그 첫째 段階인 原始的 建築体制(Primitive BLDG. System)는 絶對者 소수를 위한 건축으로써 제일 큰 에집트의 피라미드인 키제의 쿠프 Pyramid는 석재운반로 건설에 9천만 人/日 築造에 1억 8백만 人/日, 합하여 20여년에 걸쳐 2억 人/日이 投入되었는 바 이는 1973년도 우리나라 국토 建築事業, 總投入人員의 15배에 달하는 것이다. (장비는 除外)

두번째 段階인 在來式 建築体制(Traditional BLDG. System)은 東西洋을 막론하고 長長한 세월에 걸쳐 宗教建築을 中心으로 기능工에 의해 手工業的으로 건축이 實施되던 단계라고 할 수 있다.

세번째 段階인 建築 産業化体制(Industrialized BLDG. System)는 19세기 産業혁명을 起點으로 社會의 主人이 市民大衆이 되었고 工業技術과 새로운 材料의 開發로써 伸장된 “能力”과 또한 이에 못지 않는 많은 “일감”을 처리해 내어야지만 하는 단계이며 이제 더이상 건축이란 집을 짓는 일만이 될 수가 없게된 体制라고 판단되며 더욱 重要한 것은 二要素의 變化速度가 기하급수적이라는 點이다.

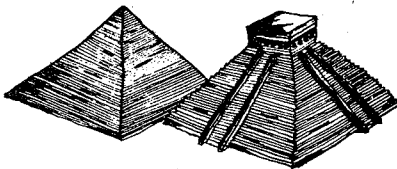

따라서 建築物도 I章에서 記述한 바와같이 기성복生産과 유사한 大量生産체제를 갖추어 나가야 하며 個個建築의 的의 못지 않게 全體的인 調和와 統制가 더욱 重要하게 되었다.

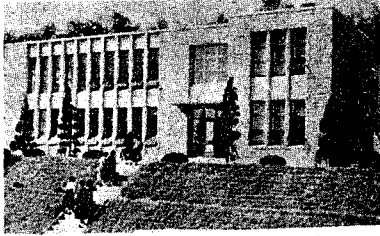
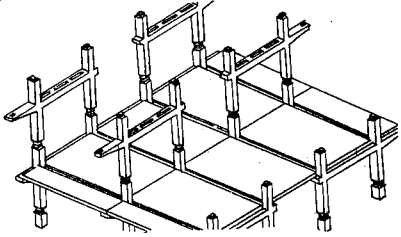
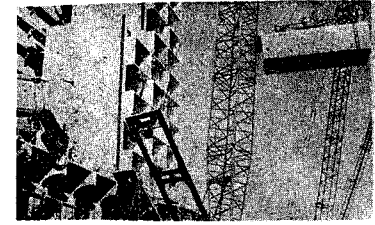

이러한 건축 産業化는 19세기 機能건축가에 의해 서도 시도가 있었으며 재래식에서 탈피하는 現行 우리나라의 경우라고 할수 있는 1次段階(Improved traditional BLDG. System), 大量生産체제의 前提條件(戶度調整, 裝備化, 工事正確度等)을 어느 정도 정리하고 大型panel이나 骨造部分品에 의해 건축해 나가는 건축수요와 경제성을 위주로한 2次段階(Construction with Large panels P.C Skeleton), 1967年代만 하더라도 外國에서도 시험단계에 屬했던 단위空間의 部分品에 의해 건축하는 3次段階(Construction by Box Unit Components), 더욱 더 자유분방해질 “現代도시생활을 담는 그릇”으로서 한 지역社會나 全体도시에 對한 組立工法을 前提로한 都市計劃의 發展이라고 할 수 있는 4次段階(Industrialization of Whole Cities)로 細分할 수 있는 바 오늘날의 社會가 指向하는 “社會正義實現”과 “福祉國家建設”의 大目標의 建築的小目標를 指向해 나감에 있어서 우리로써 취해야 할 態度和 座標를 잡을 수 있을 것으로 생각된다.

그러나 現在 우리로써 여건과 能力을 고려할 때 2차 및 3차로 판단되므로 여기에 관한 확대展開는 IV章에서 다루겠다.

(도표(1) 건축산업화단계분류표

Tabulated by LEE, GAB-JO 73, 12, 23

단 계	도 해	산업화 수준	건축대상	설명	비고
primitive Building system (원시적 건축체제)	 (사진-1) 1) 에집트의 피라미드 2) 마야의 피라미드	0%	신이나 절대자의 권위의 상징(신전, 무덤등)	자연의 재료를 별 가공없이 엄청난 노동력에 의해서 시공	
Traditional Building System (재래식 건축체제)	 (사진-2) 유럽의 고딕 사원	10%	신에 대한 예배의 장소(교회, 사찰) 및 절대자의 거주처(궁전, 저택)중심의 건축	신앙심이 승화된 조형작품 건축가의 개성과 양식에 의한 건축	

Level of Industrialization in Building construction (건축 산업화 체계)	Improved traditional BLDG. System (개선된 재래식 건축체계) (1 차)		30%	19세기 산업 혁명과 더불어 공회당, 아파트, 체육관, 사무소, 대중 오락시설등 시민을 위한 건축	기계기술의 발달로 상당한 건축설비와 소형부재의 부품및 조립화 나머지는 재래식방법
	Construction with Large panels & precast Skeletons (대형 판, 골조부재에 의한 건축체계) (2 차)		60%	대량생산을 전제로 한 대중생활 공간의 양적 증가를 위한 건축	건축부품화 단계, 현장 시공 20-30%, 표준화 설정이 전제가 되며 상당한 장비 기계화가 필요
	Construction by Box Unit (상자형 단위에 의한 건축체계) (3 차)		70%	2차단계의 기술확장에 의한 건축	육실, 변소등 소형 기능공간의 Box화에서 시작, 상자를 쌓아올리는 식의 건축(Core, Slip-form에 의하는 경우가 많음)
	Industrialization of whole city (전체 도시에 대한 산업화) (4 차)		100%	전체도시를 하나의 기능공간으로써 총합적으로 처리한 환경건축	선반모양으로 미리 구성된 골조도시에 Box Unit, 를 수시로 교체 변경할 수 있는 방식 (조직적이고 통합적인 환경구성이 가능)

Ⅲ 組立式 建築의 歷史 (The History of P. C BLDG.)

(도표(2) 조립식 건물의 발전과정 '74.1.3

(도표-2)에 정리된 바와 같이 최초의 組立式 건물은 1892年 佛의 E, Coignet社에 의한 Biarritz의 Casino 라고 할 수 있고 1907년 美國에서 Tiltup工法이 開發되었고 1936Nervi 에 의한 이태리 Skew-Grid격납고가 건축되었지만 本格的인 歷史는 2차대전후 不足한 주택, 학교, 공장등을 大量으로 필요하게 됨에 따라 잠정계획(Temporary System BLDG.)을 마련 건축 産業化의 기틀을 다져 온 것이다.

한편 우리나라의 경우는 우선 大量生産의 필요성은 크나 값싼 노동력, 認識不足, 시공수준의 열등 등으로 여러 施工社會의 수차에 걸친 시도는 있었으나 모두 失敗하고 비로써 始作이라고 할 수 있는 것은 1971년 9월가 동하기 始作, 1년만에 1050여세대를 건설, 72년은 건축계의 전반적인 不景氣로 별 成果가 없었으나 73년도 2000여세대, 74년 2600세대건설계획을 가지고 있는 한성후리해브社에 의한 Tilt-up工法이라고 할 수 있다.

년대	외 국	한 국	비고
1892	(불) E. Coignet회사가 Biarritz Casino 건설		
1905	(미) 펜실베니아 Reading의 5층 건물		
1920	(미) A. F. Bemis 모듈연 구 개시		
1936	(이) Nervi 격납고 콘크리트라스 조립		
1946	(미) Wyatt 건설 계획 추진 (영) Temporary Housing Project	1940	건축의 공백기(태평양전쟁, 6.25사변)
1950	(폴) 건축 산업화 시작	1950	
		1953	휴전과 더불어 건축분 미국 수입 알미늄 조립 주택 전시 한국 스텐트 석면 스텐트 조립 주택 시도(실패) 대립, 중앙산업 조립주택 시도(실패) 주택공사 조립 주택 현상 시험주택(에밀레 하우스) 건설철동 조립주택 130동 건설
1959	(서독) 첫 조립품 공장세 워짐	1957	
1960	(영) 30층 이상 조립건축 시공	1961	
1964	(덴) 4개단지 조립건축시작 유엔주택위: 앞으로의 주택은 조립식에 의해야 함 선언	1962) 1963	
1967	(카) Mose Safdie의 Habitat' 67	1964	
1969	(서독) 한부르크 7층 건물 5일만에 시공 완료		
1970	(미) 산 안토니오 22층 Palacio-de-Rio 호텔	1971	한성후리해브 '알죽

IV 組立式 構造物の 分類 (The Classification of P. C. BLDG.)

우리가 가까운 장래에 導入活用할 수 있는 先進國의 組立工法은 3種類로 區分할 수 있는바 (도표-3참조) 大型panel에 의한 方式은 한층높이의 組立板을 이어나가는 方式으로 다시 벽체의 配置를 건물의 長軸과 平行한 方向으로 한 方式(Long wall System), 短軸과 長軸方向 均衡히 床板을 지지하는 方式(Two Way span System), 벽체가 短軸方向으로 配置한 方式(Cross wall system)으로 區分할 수 있다.

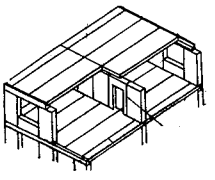
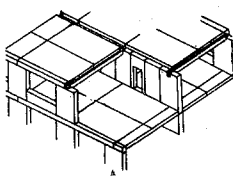
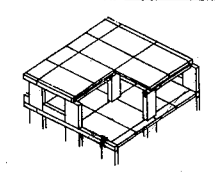
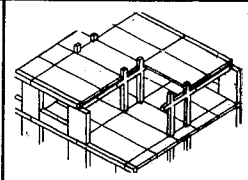
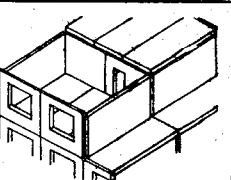
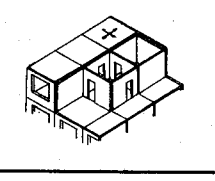
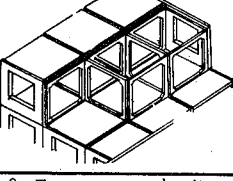
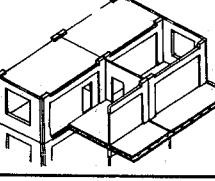
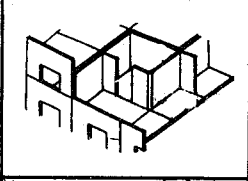
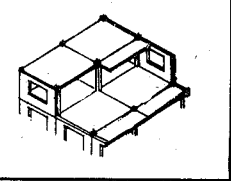
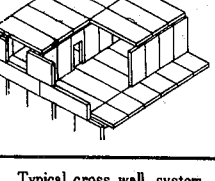
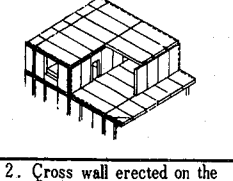
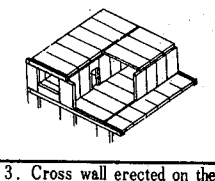
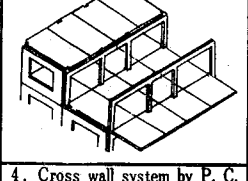
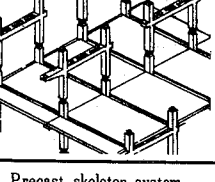
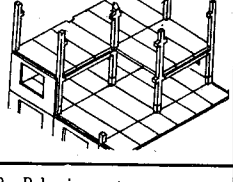
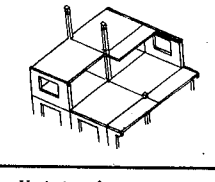
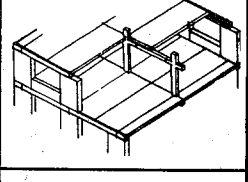
두번째 骨造型 組立建物 (P. C Skeleton system)은 在

來 一体式 構造形態를 組立化한 形式으로 美國에서 많은 發展을 보인 Lift-slab system도 여기에 속한다고 할 수 있다.

또 마지막으로 箱子型 組立建物 (Box Unit System)은 構造上 式理가 없는 변소 욕실 등에서 始作, 점차 規模를 確大시켜 나갈 수 있는바 최근에 급속히 發展돼 나가고 있다.

이상의 區分方式에도 不拘하고 各記 混合 變形에 의한 多様な 變化를 가질 수 있다고 생각된다.

도표(3) 조립식 구조물의 하중전달 방식 및 부재형태상 분류표

구분	형태	Various type of each category					
1. Large Panel system (대형판 구조)	1. Long wall system (장축벽식)						
		1. Leningrad System	2. Moscow System	3. Czechoslovakian System	4. Variation of Moscow System	5. Coignet System	
		2. Two way span system (2방향식)					
			1. Typical Two way System	2. Two way system by ring frame	3. Variation of Two way system	4. Two way system by L-shape panel	5. Two way system by P. C. Column
			3. Cross wall system (단축벽식)				
	1. Typical cross wall system			2. Cross wall erected on the floor	3. Cross wall erected on the ring beam	4. Cross wall system by P. C. frame	5. Variation
	2. Skeleton system (골조구조)						
		1. Precast skeleton system		2. Bulgarian system	3. Variation of two way system	4. Variation of long wall system	5. Lift slab system
		3. Box Unit system (상자구조)		highly developed system, (but the results are not fully ripen)			

V 高層 組立建物에 剛性を 주는 方法 (The Ways of assuring Spacial Rigidity in the high-rise P. C. BLDGS.)

組立式 建物は 高層化로써 더욱 意義를 가질 수 있는 바 5~6層 정도의 組立건물에서는 單位部材의 現場接合에 依해 剛性を 가지게 할 수 있으나 10층以上이 되면 風壓의 影響도 커지고 接合자체도 신빙성을 가지기 어려워 별도 方式에 의하여 剛性を 가지도록 하지 않으면 안 된다. 따라서 現在까지 各國의 組立式 高層建物の 剛性 確保方法을 아래와 같이 6가지로 分類할 수 있다. (도표-4참조)

첫째는 接合 自体를 剛性を 가지도록 한 方式 (Rigid connection Method)이며 초高層化는 不可能하더라도 여기에서 使用될 수 있는 接合方式은 다른 構造方式에서도 그대로 通用될 수 있어 重要하다. (다음 기회에 詳述하겠음)

둘째는 많이 使用되지는 않지만 每層을 번갈라 現場 Con. 과 組立材를 번갈라 使用하는 方式 (Method of Alternation of P. C In-situ con.)

세째는 一定한 간격으로 剛性壁을 설치하고 이 벽에 單位部材들을 연결함으로써 單位部材는 수직荷重만 부담토록 하는 方式(Stiffening Wall Method)이며

넷째는 가장 많이 使用되는 方式으로 애초 스웨덴에서 開發된 方式인데 미리 現場con. 工法에 依해 core를 만들고 주변에 組立材를 積上해 나가는 方法(Core System)이며 이는 다시 아래와 같이 細分할 수 있다.

즉: 1. 部材 연결 core式(Member Connecting Core System)

2. 箱子 積上 core式(Core System with Box Unit)
3. 리프트-슬라브 core式(Core System with Lift-Slab)

다섯째는 箱子型 單位空間을 Pyramid式으로 쌓아 올리는 方式(Box Unit Mounting Method)

여섯째는 長Span의 P. S빔, Virendel Truss등에 의해 架構骨造를 構成한 후 여기에 組立材를 插入하는 方式(Rhamen frame Method)이다.

(도표(4) 조립식 고층건물의 강성을 주는 방법의 분류
Tabulated By LEE GAB-JO 1974. 1. 8. 작성)

구분 내용	강접합식	매층교호식	강성벽식	코 - 아 식			상자적산식	골조가구식
				부재연결 코 - 아 식	상자적상 코 - 아 식	리프트슬라브 코 - 아 식		
도 해								
그 립								
실 례	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tilt-up 공법 2. tow way span System 3. Nervi의 Skew Grid 4. Skeleton System 5. Coignet system 	1. 실례는 적음.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Long Wall System 2. Cross Wall System 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 런던의 Stock Exchange 2. Pan-Am BLDG 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 미국의 Palacio de Rio Hotel 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 남아연방의 Standard Bank 2. 미국의 Christian Freg BLDG 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Habitat' 67 2. Shelly Box System 3. 미국의 Christian Helipolis 4. 영국 East Anglia 대학 기숙사 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 미국의 Metropolitan tower 2. 미국의 John Hancock BLDG
설 명	<ol style="list-style-type: none"> 1. 부재 접합부를 용접, 현장 콘크리트 등에 의함으로써 강접효과를 가지게 함. 2. 층고가 높아지면 이용할 수 없음. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 강접합식과 재래식 현장 콘크리트 공법을 매층 교대로 사용함. 2. 시공이 번거로우며 초보 단계에서 사용됨. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 강성벽에 의해서 강성을 확보하고 단위부재는 수직 하중만 부담함. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 스웨덴에서 개발한 공법으로 코-아는 Slip-form에 의하고 단위부재는 수직하중만 부담함. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Slip-form에 의한 Core에서 강성을 확보하고 Box 형 Unit를 쌓아 올리는 방법임. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Core상부에 설치된 truss에 바닥 판을 cable로 매단 방법. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Box형 Unit를 피라미드 형식으로 쌓아 올리는 방식. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 피-에스된 부재나 virendel-truss에 의해서 대형 뼈대를 구성한 후에 그 사이공간에 조립부재를 강접합으로 연결하는 방식.
비 고								

VI 結 語 (Conclusion)

지금까지 대체로 組立工法을 分類하여 보았으나 이는 先進各國에서도 歷史가 깊지 못하고 특히 우리나라의 경우는 社會的 認識不足 등으로 깊은 發展을 가지지 못하고 開拓分野에 屬한다고 할 수 있다. 앞으로 尺度調整、

量化、`결로防止、등 `計劃原論的 工夫、`接合部에 關한 事項等 많은 課題가 있으나 이 글은 우선 전체 윤곽을 整理하는 뜻으로 意義가 있을 것으로 생각된다. (記述된 內容에 對한 根據와 參考文獻은 省略하나 必要時 提示할 수 있음)