

# AMURAD 공법과 건축설비의 대응

## [건축과 설비의 융합]

鹿島建設(株) 上保章 [Akira Uwabo]

筆者紹介

上保章

鹿島建設株式会社 建設総事業本部

建築技術本部

技術開発部 主査

〒107 東京都港区元赤坂1-2-7

TEL : 03-3404-2011

FAX : 03-3746-7038

본고는 일본의 建築設備와 配管工事 97年 7月号에 掲載된 内容を 金孝經(서울대 名譽教授) 博士가 翻譯한 것으로서 無斷으로 轉載하거나 複寫 使用할 수 없음을 알려드립니다. [편집자 註]

### 1. 머리말

건축업은 타산업과 비교해서 작업환경정비의 늦어짐과 노동부하(勞動負荷)의 과대 등이 지적되며, 기능노동자의 부족이나 젊은 노동자의 이직 등의 문제를 나타내고 있다. 그래서 이 분야에 있어서 종래의 노동집약형 생산방식으로부터 탈피한 새로운 생산기술의 개발이 요망되고 있다.

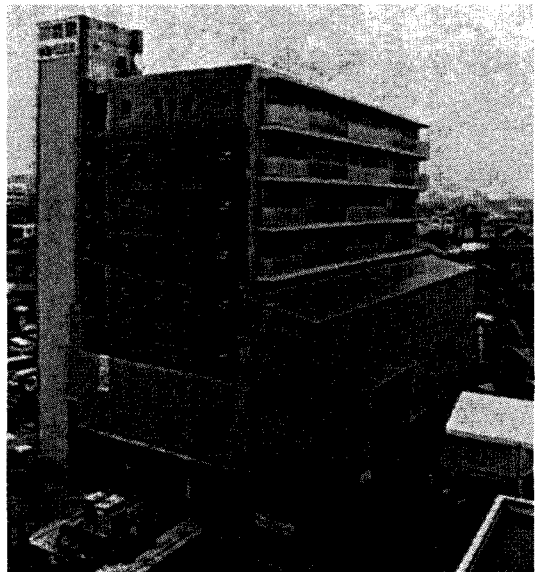
이와 같은 배경하에서 건설업을 하는 몇 개 회사는 건축물건설 전체를 대상으로 하는 자동화공법의 개발을 진행하여 왔다.

당사의 자동화공법(AMURAD)은 적용범위가 많은 중·고층의 S, SRC 구조를 목표로 하고, 고정형 건설공장의 공법으로서 개발되었다.

### 2. 부지·건축개요

건축·설비개요는 [표 1]을 참조바란다.

전체 배치계획은 시공하는 건물의 북측(北側)에 PC 제작장과 푸시업컨트롤룸을, 그리고 남측(南側)에 설비·마감자재를 저장, 조립하는 조립



[사진 1]

장을 배치하였다.

적용한 건물은 당사의 나고야지점의 사택(社宅)이며, 1층에는 공용부분, 2~9층에는 32개의

[표 1] 건축·설비개요

공사개요

항 목	개 요
공사명칭	가지마 千種 사택 신축 공사
층수	지상 9층, 탑옥 1층
건물높이	27.6 (m)
기준층 높이	2.9 (m)
연면적	3407.71 (㎡)
기준층 면적	461.8 (㎡)
용도	공동주택(사택)
구조	SRC조
공법	AMURAD공법
설계	가지마건설(주) 나고야 지점
시공	가지마건설(주) 나고야 지점

주택이 배치되어 있다. 기준층은 82.5㎡의 3 LDK 4호로 구성되어 있다. 평면적으로는 가로 7.5m×4 스패, 세로 11.0m×1 스패이며, 구조형식은 가로방향이 SRC 구조, 세로방향이 전층연속내진벽구조이다. 기초는 직접기초로 하고, 본설기초와 푸시업 가대용(架台用)기초를 겸용한 형상으로 되어 있다.

EV홀, 계단부분의 구체는 선(先)시공하였다. EV공사는 유닛화공법을 채용하였으며, 사이클공정의 개시에 맞추어서 본설(本設)EV의 가설(假設)이용이 되도록 공기의 단축을 도모하고, 사이클공정중에는 작업원 등의 승강에 사용하였다.

3. 개발의 바람

이 자동화공법은 지상 가까이 고정된 건설공장에 기계가 설치되고, 생산에 필요한 일원화된 정보에 의하여 시공을 진행시키는 방식이다. 구체·설비·외장·내장의 모든 작업이 동시에 정하여진 층에서 진행되며, 상부에서부터 완성해 나간다.

그리고 상층에 완성층이 있으므로 전천후의 쾌적한 작업공간이 확보된다는 특징이 있다. 이 공법을 개발한 목적을 다음에 기술한다.

건축개요

구 체	내 용
기둥	S보, 남측 보: 내화 피복재 감기, 북측 보: 규산 칼슘판 붙임
대들보	PCa부재, 조인트부 강제 거푸집, 주근 그라우트 이음
보	현장 제작 PCa, 스패 2분할, 조인트부 강제거푸집
바닥	FR 바닥판, 단부 플레이트 거푸집, 콘크리트 타설마감
발코니	하프 PCa
세대경계벽	브래커터 사용 현장 타설, 세미 압입
외장 주택벽	콘크리트 성형관, 뽀칠 타일
내장 칸막이벽	목축·패널 공장선 조립
천장	주택용 시스템 천장

설비개요

전 기	내 용
간선·동력	케이블 공사
전등·콘센트	형광등, 백열등
약전	전화, 텔레비전, 인터폰
방재	자동화재경보, 비상조명, 피뢰침

위 생	내 용
급탕	전기 온수기
배수	단관식 배수방식
소화	연결 송수관

공 조	내 용
공조기기	벽걸이형 룸에어컨(주택), 카세트형 에어컨(공부용)
환기	개별방식
	주방(레인지 후드 팬), UB, 화장실(2실용 천장팬)

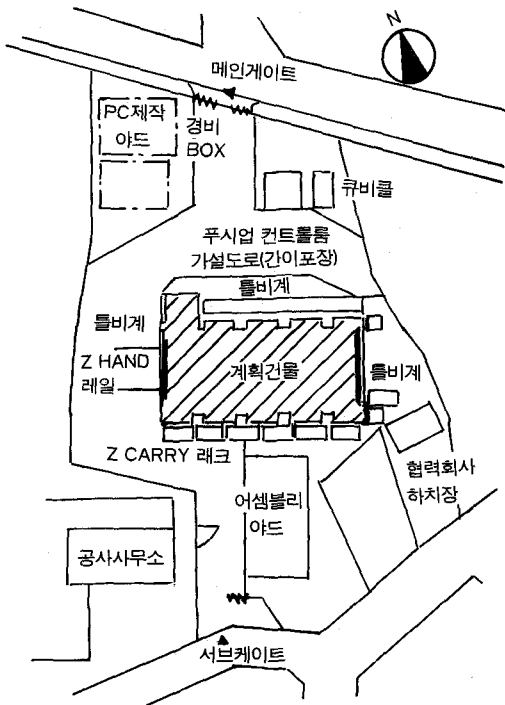
- ① 공기단축, 작업원의 삭감 등이 기대된다.
- ② 전천후 시공, 동일층 고정작업으로 작업환경이 향상되고, 품질·코스트·안전성·공정이 안정된다.
- ③ 9~15층 건물로서 S구조·SRC구조·PCa구



## 해외기술정보

조 등의 수요가 많은 건물에 폭넓게 적용된다.

④ 완성된 건물이 올라감으로 이웃에 대한 공사환경이 대폭 개선된다.



[그림 1] 부지배치도

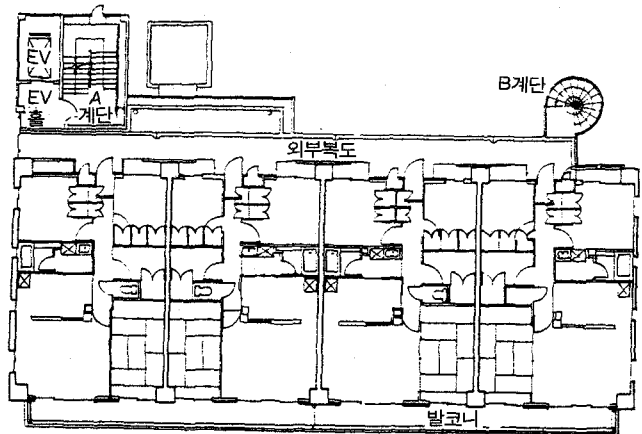
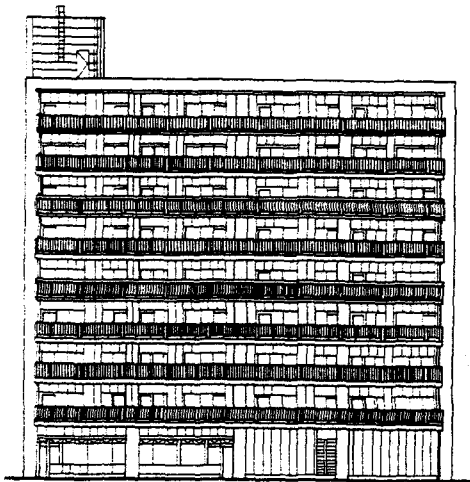
### 4. AMURAD공법

#### 4-1. 개요

AMURAD공법은 두 개의 시스템으로 구성되어 있다. 그 하나는 CIC(Computer Integrated Construction)을 기본개념으로 한 컴퓨터에 의한 건축생산기술정보의 통합관리시스템이다. [그림 3]

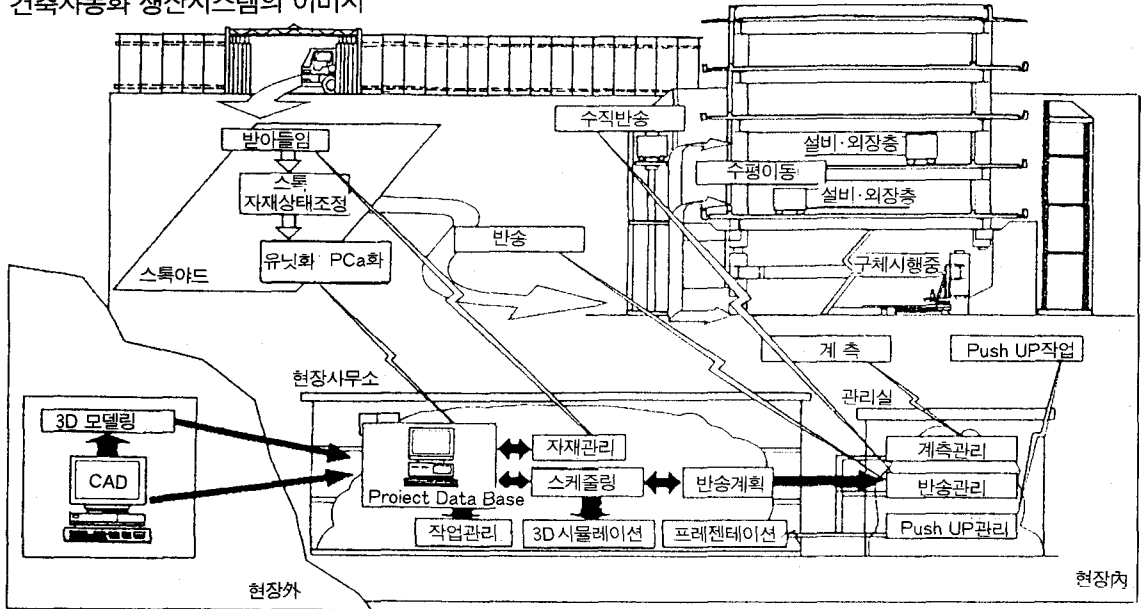
부재부품·계획공정·시공실적 등에 관한 정보는 전부 일원적으로 관리되며, 이러한 정보를 복합적으로 이용하므로써 현장의 관리가 진행된다.

또 하나는 1층부터 순차로 건물을 위로 쌓아 올라가는 종래의 생산방식과는 반대로 건물을 최상층부터 한층씩 아래층의 건설공장에서 조립·완성시켜 이것을 순차로 푸시업하는 작업을 되풀이해서 시공하는 자동화시스템이다. 그림의 건설공장부분은 하부로부터 N, N+1층을 구체시공층, N+2~N+4층을 설비·내장마감층으로 하고 있다. [그림 4, 그림 5]



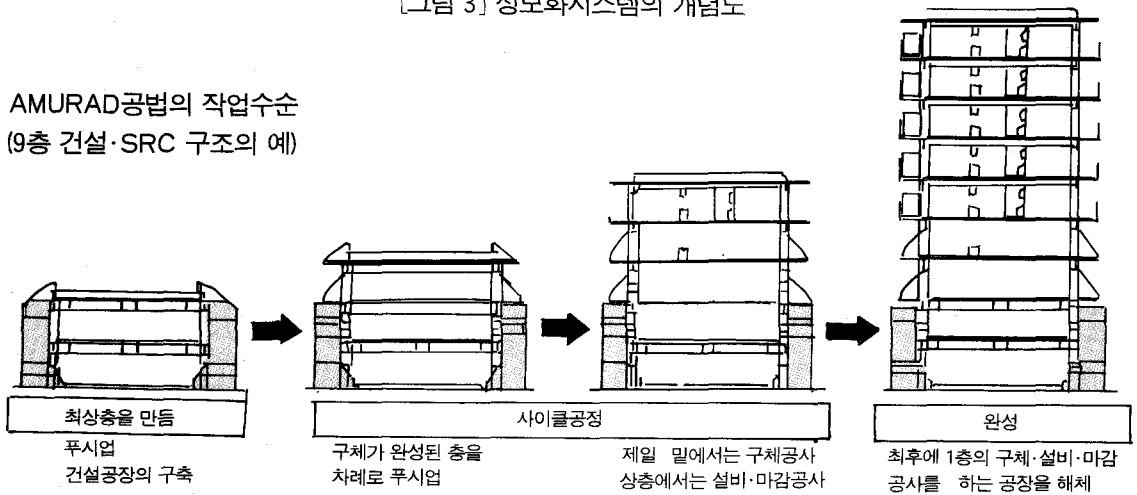
[그림 2] 기준층 평면도·입체도

건축자동화 생산시스템의 이미지



[그림 3] 정보화시스템의 개념도

AMURAD공법의 작업수순  
(9층 건설·SRC 구조의 예)



[그림 4] AMURAD공법의 작업수순

4-2. 자동화 시공

상층을 완성시키고서 건물전체를 푸시업하는 (밀어 올리는) 이 공법에서는 부재나 기자재의 반입처리가 건물의 하부 또는 하부에 가까운 측면이 된다. 그래서 시공을 원활히 진행시키며 기

계장치배치개념도[그림 6]에 표시한 바와 같은 기계장치를 개발·제작하였다. 다음에 이러한 기계의 개요를 표시한다.

① Z-UP(푸시업장치)

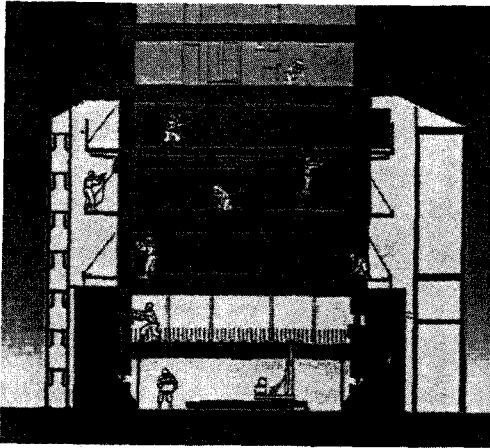
이 공법의 근간을 이루고 있으며, 시공중의 건



# 해외기술정보

## 사이클 2일째

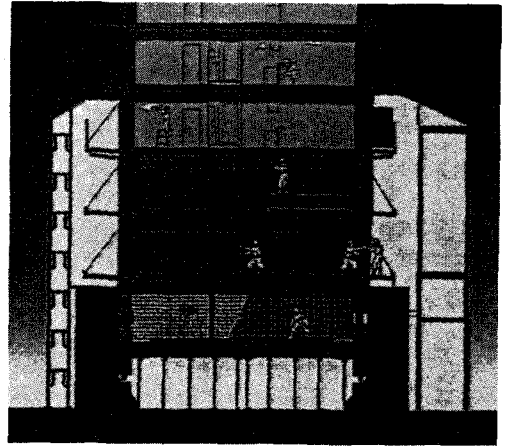
- [N+3층] 내장칸막이 패널취부
- [N+2층] 덕트·급배수 배관설치, 유닛케이블배선
- [N+1층] 발코니 배근, 수직배관설치
- [N층] FR상판부설, 기둥거푸집·벽거푸집취부



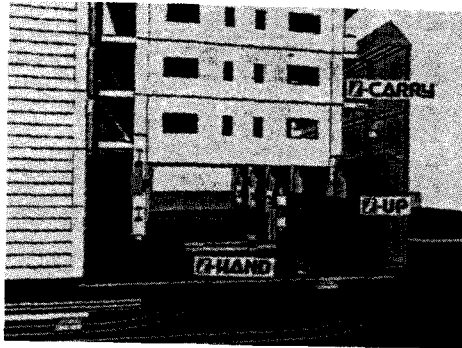
건설공장
N+3층
N+2층
N+1층
N층

## 사이클 5일째

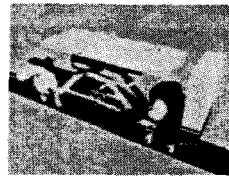
- [N+3층] 천장보드취부
- [N+2층] 시스템 천장 비랑, 내장칸막이 패널취부
- [N+1층] 유닛옥조·전기온수기취부, 외장재·창호취부
- [N층] 벽배근·거푸집취부



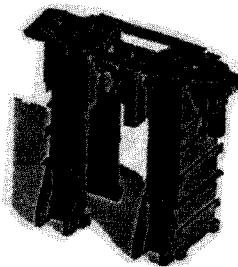
[그림 5] 사이클 2일째와 5일째의 각층에서의 작업



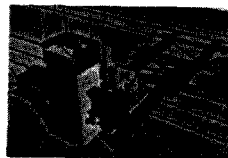
[그림 6] 기계배치 개념도



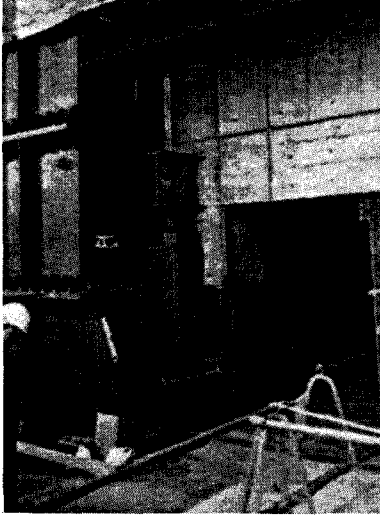
**Z-CARRY** (마감설비자재 반송장치)



**Z-UP**  
(푸시업장치)



**Z-HAND** (구체설치장치)



[사진 2] Z-UP

물을 1층씩 위로 올리는 장치이다. 나사의 회전으로써 기둥의 브래킷을 지지하고 있는 로딩암을 위로 활동(滑動)시켜서 건물을 푸시업(밀어 올림)한다.

1대의 프레임은 폭 4m, 깊이 2.7m, 높이 6.0m 정도이며 중량은 약 50t으로 되어 있다. 이번에는 스트로크가 3.2m였으나 사무소 빌딩도 고려해서 최대 4m까지 가능한 시방으로 되어 있다.

이 공사 시스템은 양중능력 600t×6대, 400t×4대의 합계 10대의 잭(Jack), 집중제어를 하는 중앙제어반, 감진계(感震計) 등의 안전장치와 각종 계측기로 구성되어 있다.

금번 공사에 있어서는 최종 단계에서 600t 잭이 약 350t, 400t 잭이 230t의 하중을 받았다. 건물 총중량은 약 3,000t이며, 본 기계능력의 약 6할(60%)의 하중으로 푸시업하였다.

푸시업시의 높이차의 관리치는 이웃하는 기둥 사이에는 1mm 이내, 10개 기둥의 최대 변위차는 10mm 이내로 설정되어 있다. 그러나 구체의 높이와 지지하중을 센싱하여서 모든 잭의 속도에 피

드백(Feed back)하는 집중제어를 하였으므로 10대의 장치간의 높이차는 최대로 1.1mm였다. 그래서 당초에 염려하였던 설비공사에의 영향은 전혀 없었다.

이번에는 소정의 스트로크 3.2m를 상승시키는데 15mm/min의 속도로서 약 3.5 시간이 소요되었다.

### ② Z-HAND(구체설치장치)

1층 시공바닥에 매입된 레일 위를 주행하며, 소정의 위치에서 레일과 직교하여 3.5m 정도 본체를 달아내어 선회·승강·부재의 경사·미조정슬라이드 등의 동작으로 구체부재를 설치한다. 최대 능력은 5t이며, 조작은 무선 리모컨에 의한 유인조작으로 한다.

### ③ Z-CARRY(기자재 반송장치)

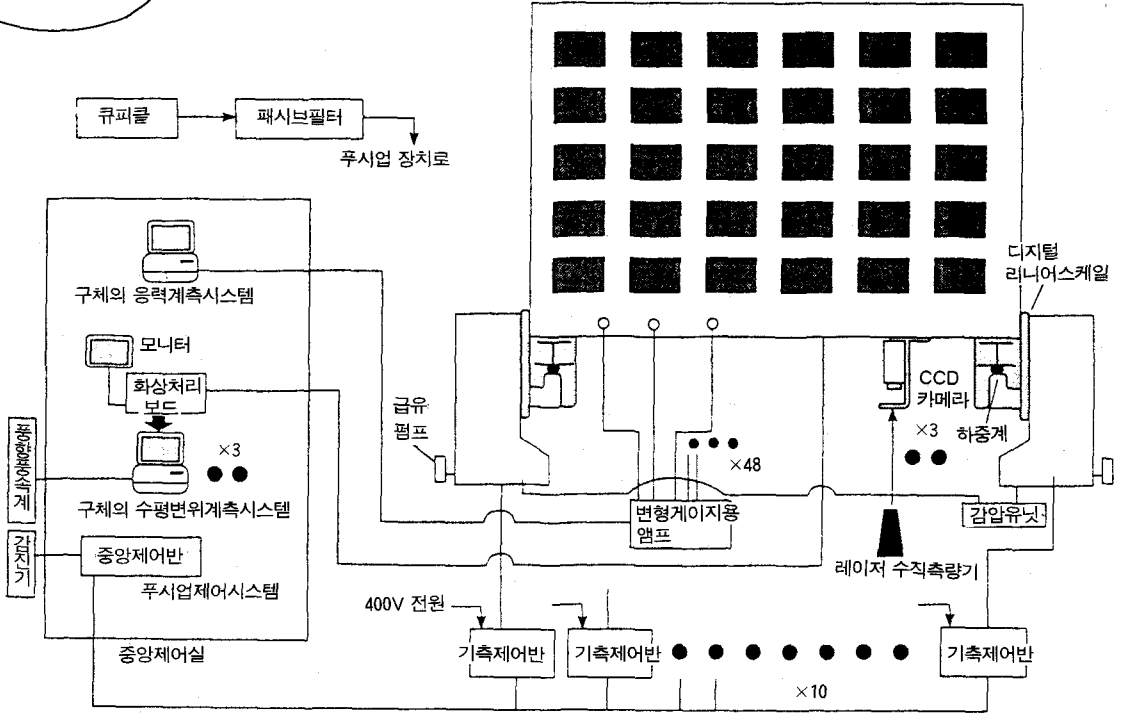
시공시 내장 마감층(N+2, 3층)의 8개 세대(住戶)에 마감·설비 등의 기자재를 자동 반송하는 장치이다. 건물 남측(南側)에 설치된 어셈블리야드내의 지상 스테이션부터 래크 구대(構台)내부를 연결하는 모노레일을 통하여 자재케이지를 수평으로 유지하면서 수평·경사·수직의 3차원 주행을 하며, 트래버서(건설공장 N+2, 3층 레벨에서 대차(台車)를 붙잡고 건물에 따라서 횡행하는 장치)에 옮겨 탄다. 트래버서의 횡행으로 집앞에 도달한 대차(台車)는 90도 선회하여 밀려나와 세대(住戶)내부에 자재를 반송한다. 주행중에는 사람으로부터 격리되고 화물을 받을 때만 셔터를 열어서 작업을 하므로 안전성이 확보되어 있다.

이 자동반송시스템의 적재능력은 케이지를 포함해서 약 1.0t, 케이지의 최대치수는 W1.0×H1.0×L3.0(m), 대차(台車)의 주행속도는 수평부 15m/min, 경사·수직부 5m/min이다. 본 공사의 1회의 반송(왕복)시간은 약 15분이었다.

또 어셈블리화로서 포장재분의 반송이 감소되



# 해외기술정보



[그림 7] Z-UP시스템 구성

어 1사이클당 70페이지/층, 1일당 최대 17페이지의 반송으로 되었다.

### 4-3. 사이클공정계획

건설공장의 기본이 되는 계획, 사이클 기간내의 각 직종의 작업이 거의 고정된 인원수로, 작업장소의 혼잡이 없는 효율적인 작업을 지향해서, 기준층 분량을 되풀이하는 동일작업을 실행함으로써 익숙해지는 효과를 기대하였다.

또한 설비전공은 천장의 보드를 얹어 놓는 작업을 함으로써 작업의 균등화를 도모하였다. [표 2]에 사이클 공정을 표시한다. 각 작업층에서의 주되는 작업의 흐름은 아래와 같다.

#### ① 구체시공층(N층)

1~2일째에는 구체부재의 설치를 한다. 3~7일째에는 세대(住戶)의 바다, 기둥조인트부, 경

계벽 등 구체의 나머지 부분의 시공을 하였다. 그리고 8일째의 푸시업 작업시에는 다른 작업은 전부 중지하는 것으로 하였다.

#### ② 외장·설비층(N+1층)

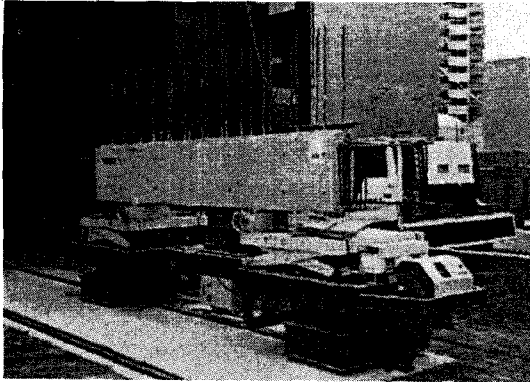
1~3일째에는 발코니와 외부복도의 시공을 하고, 4일째 이후는 외장재·창호(窓戶) 등의 설치, 대형설비기기설치, 내화피복 등의 작업을 하였다.

#### ③ 설비·내장층(N+2층)

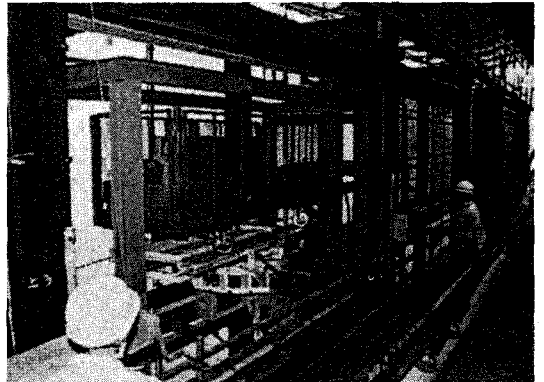
1~3일째에는 배관설치, 유닛케이블배선을 하고, 4일째 이후는 시스템 천장 바탕과 내장칸막이패널의 설치를 하였다. 그리고 외장에 대해서는 4일째까지 뽐질도장을 하였다.

#### ④ 최종 마감층(N+3, 4층)

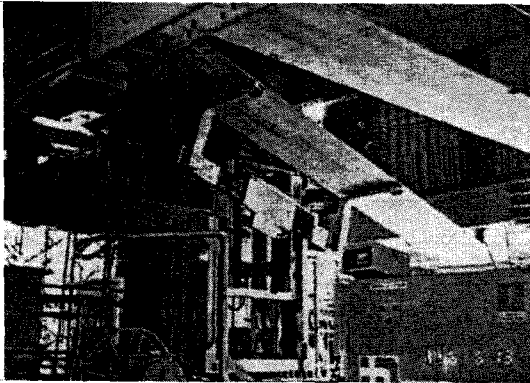
내장패널 설치 후, 천장보드설치·내장클로스 붙이기를 하고, 이어서 설비기기설치·바다마감·



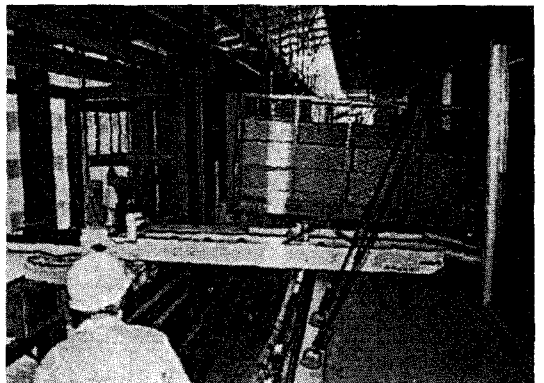
[사진 3] Z-HAND 보반송



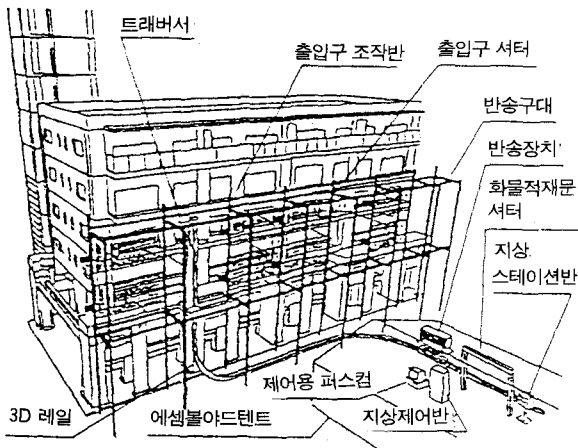
[사진 5] Z-CARRY 와 자재케이지



[사진 4] Z-HAND, FR 판부착



[사진 6] 반송대차의 취입



[그림 8] 자재반송시스템

가구설치의 순서로 작업을 진행하였다.

[그림 5]는 사이클 2일째와 5일째의 각층의 작업 상황을 표시한 것이다.

#### 4-4. 정보통합화시스템

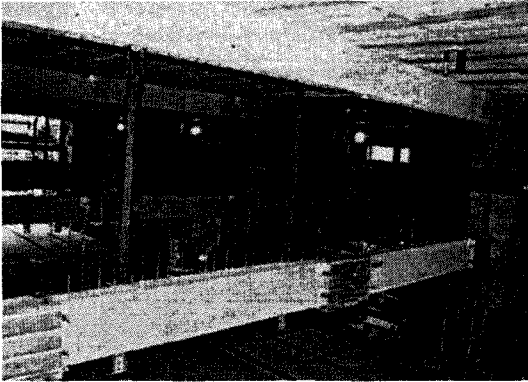
이 시스템의 전체 구성을 [그림 9]에 표시한다. 시공계획단계에서는 설계·시공도 CAD로부터 부재·부품정보가 추출되며 이러한 정보는 프로젝트데이터베이스(이하 PDB)에 축적된 후 공정관리시스템을 사용해서 초기의 공정계획작성에 이용된다.

시공관리단계에서는 매일의 진척과 예정의 정보가 공정관리시스템으로부터 PDB에 송신되고, 데이터 가공을 거쳐서 물류관리시스템과 작업수





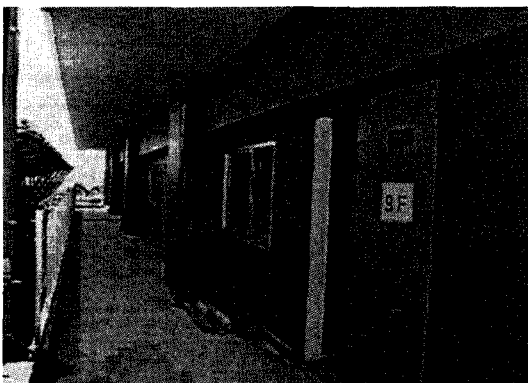
## 해외기술정보



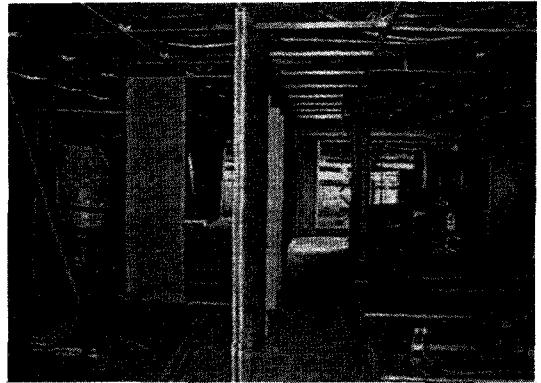
[사진 7] 구체부재취부(N층)



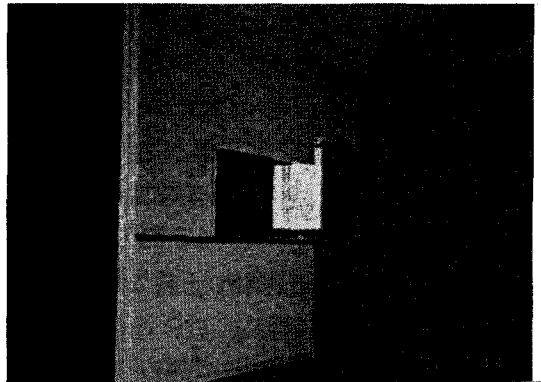
[사진 8] 외장·설비기기취부(N+1층)



[사진 9] 외장빔질도장종료(N+2층)



[사진 10] 내장칸막이패널취부(N+2층)



[사진 11] 세대내 마감공사완료(N+4층)

배조정시스템에 인도되어 반송과 작업지시에 사용된다.

그리고 양시스템에서는 반송·작업에 관한 실적치를 수집하고 PDB에 반송되어 실적정보가 통합적으로 관리된다. 기타 공정의 진척은 3차원 비주얼화시스템으로 가시화할 수도 있다.

PDB는 각 단계에서 생성·이용되는 생산정보관리의 가장 중요한 것이며, 이번 공사에서 개발·시행한 것이다. PDB 개발의 목적은 다음과 같다.

(1) 각 시스템간의 신속하고 정확한 정보의 교환·처리로서 입력시간의 경감, 정합성(整合性)의 향상을 기하고, 작업 효율을 높인다.

(2) 프로젝트의 정보를 계획부터 실적에 걸쳐





# 해외기술정보

서 일원적으로 축적·관리하여 다음 공사의 정보 자산의 전개를 용이하게 한다.

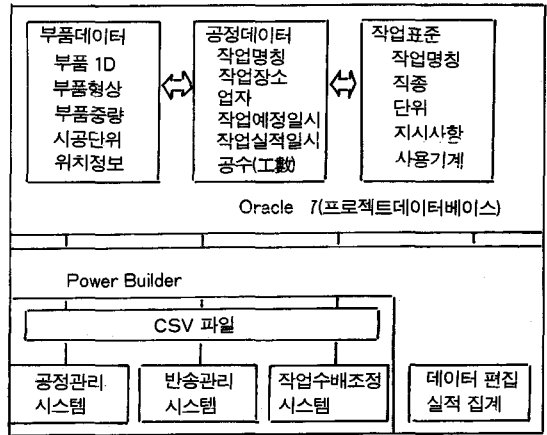
## ① CAD

구체도, 평면상세도는 3차원 CAD시스템, 설비시공도는 2.5차원 CAD시스템으로 작도하고 있다. 그중 철골 등의 구체계통정보는 설계단계부터 일련의 시스템을 통해서 각 부품(피스단위 등) 정보로서 PDB에 입력된다.

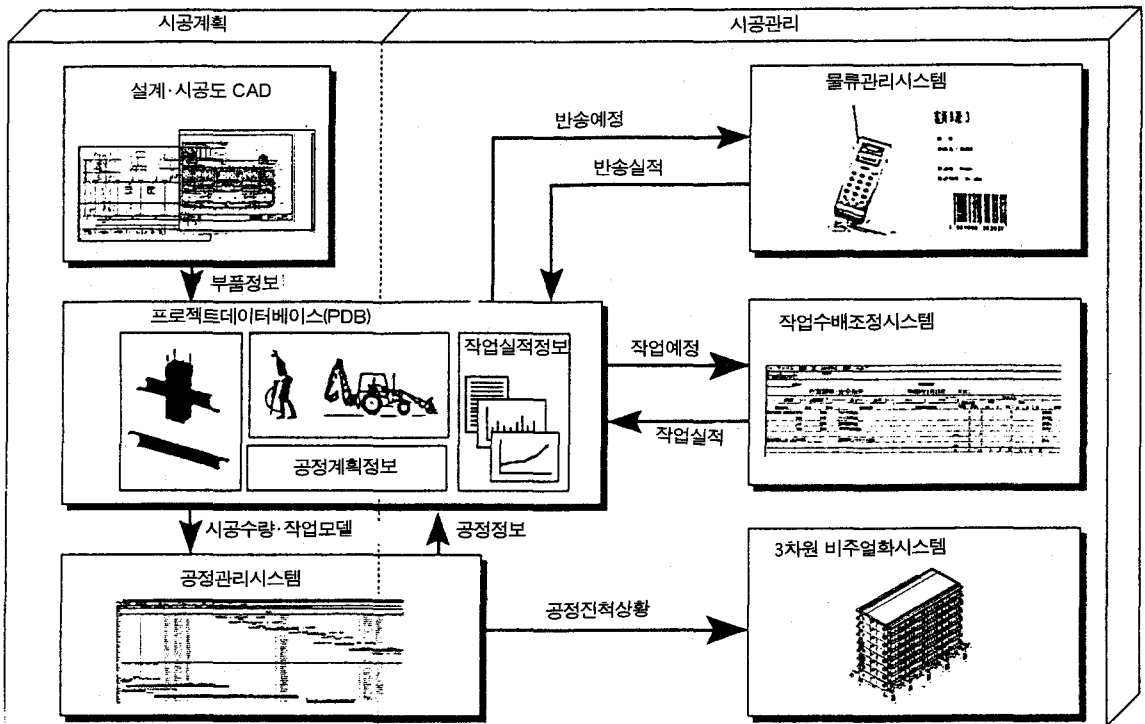
## ② PDB

프로젝트의 시공계획·관리·시공실적의 각 정보를 일원적으로 관리하는 데이터베이스이다. 각 시스템간의 데이터와 관련하여 프로젝트정보의 일원관리를 목적으로 한다. PDB에서 일원관리

되는 정보는 [그림 10]과 같이 부품데이터 공정에 관한 데이터, 작업데이터의 3가지로 분류된다. 작업데이터는 작업실적의 비교·분석 혹은 다음



[그림 10] PDB의 데이터 구성



[그림 9] 시스템의 전체구성



## 해외기술정보

하는 작업내용, 안전주의사항, 작업원 수 등의 정보를 취급한다. 화면의 이미지를 [그림 11]에 표시한다. 당 현장에서는 PDB에 의하여 정보가 통합되고 있으므로 공정관리시스템내의 계획정보에 연동(連動)해서 매일의 예정작업이 자동출력되어 입력 수고가 삭감되고 수배누락의 방지 효

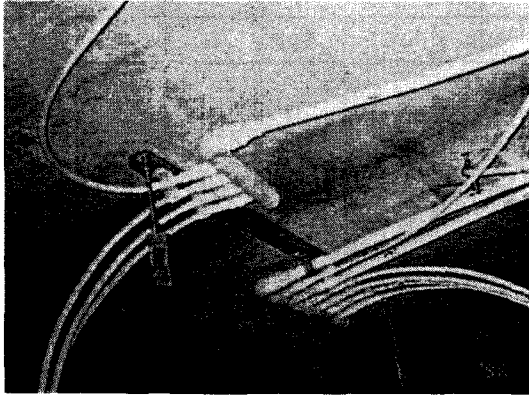
과가 있다. 또 실적정보(앞에 기술한 작업표준모델에 따르는 作業人工)는 PDB에 보내어져서 집계되어 다음 공사의 계획에 이용된다.

### ⑥ 3차원 비주얼화시스템

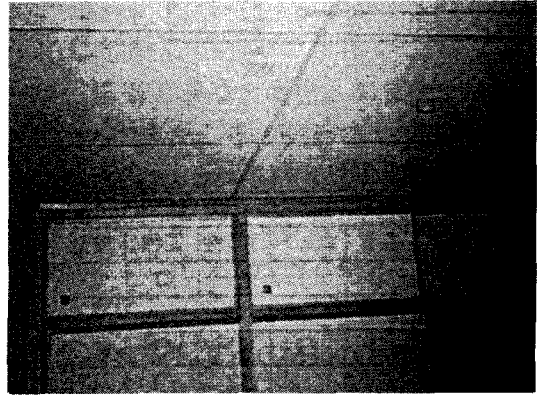
3차원 CAD상에 정의된 부품과 공정관리시스템의 작업공정을 링크함으로써 공정의 진척 상황을 3차원으로 가시화하여 작업상황의 파악과 이해하기 쉬운 작업지시의 실시를 목적으로 해서 개발하였다. 여기서 진척의 표현은 작업완료,

[표 3] 건축과 설비의 융합

키 워드	건축·설비의 융합	내 용
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 기본생산 계획시부터 건축과 설비의 융합화를 도모한다.</li> <li>• 공기단축</li> <li>• 품질향상</li> <li>• 코스트 저감</li> <li>• 폐기를 삭감</li> <li>• 치수의 정형화</li> <li>• 수량의 소량화</li> <li>• 작업원의 고정화</li> <li>• 작업의 표준화</li> <li>• 작업공정의 사이클화</li> <li>• 안전성 향상</li> <li>• 다기능공화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 건축계획과 설비계획의 융합 (하프 PC상판과 천장 설치)</li> </ul>	FR상판과 천장설치 구축에 의한 ① 설비할리화 공법의 채용 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 옥내 배선용 유닛케이블</li> <li>• 헤더 배관유닛</li> <li>• 루프 배관</li> </ul> ② 구체 매입 배관의 삭감 ③ 설비공사의 조기 착공
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 구조계획과 설비계획의 융합</li> </ul>	① 설비계획과 정합된 FR상판의 분할 ② FR상판 인서트를 모듈화로 공장에서 타설 ③ 엘리베이터 유닛설치 공법에 정합된 구조 구체의 구축
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 내장계획과 설비계획의 융합</li> </ul>	① 시스템 천장의 채용 천장내 설비점검의 용이성과 다기능공화에 대한 도전 ② 내장벽 유닛을 채용 공장에서 설비기기용 개구 보강과 전기배선 스페이스의 확보 및 세로축 보강으로 전기배선의 용이성과 다기능공화에 대한 도전 ③ 세탁기 배수성력화 공법
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AMURAD공법과 설비공법</li> </ul>	① 변위량을 흡수하는 배관이음의 채용
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 공정계획과 설비계획의 융합</li> </ul>	① 급배수 수직관 선행시공에 의한 슬리브 구멍 메우는 작업의 삭감 ② 내장 및 설비시스템화에 의한 작업원의 고정화 작업의 표준화 작업공정의 사이클화
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 반송계획과 설비계획의 융합</li> </ul>	① 부재 분할·중량과 패키지화 ② 설비기기의 유닛화(유닛욕조, 전기 온수기)

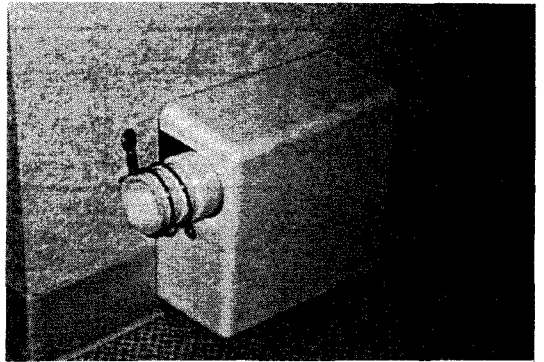


[사진 12] 헤더공법



[사진 13] 시스템 천장

작업중, 미착수로 나누어서 표시된다. 주로 작업 상황의 파악과 프레젠테이션에 사용되었다. PDB를 사용함으로써 공정관리상 생긴 변경행위에 대하여 정보를 정리하여 각 시스템 현황에 맞는 정확한 정보가 제공되므로 수배누락의 방지와 번잡한 입력 수고가 삭감되었다. 그리고 작업표준의 설정으로 자동수집된 실적데이터의 분석·평가, 혹은 다음 공사를 위한 정보자산의 전개가 용이하게 된다.



[사진 14] 세탁기 배수 성력화(省力化)공법 (배수 콘센트)

### 5. AMURAD공법에서의 설비의 대응

종래의 주택공사에서는 설비공사를 수반하는 내장의 조작공사에 12~14일 정도의 일수가 걸리며 AMURAD공법의 적정사이클엔 적합하지 않다. 그래서 기본계획 시점부터 설비와 건축의 융합을 도모하고 본 공법에 적합한 공법계획을 입안하여 실천하였다.[표 3]

설비와 건축가감을 본 공법의 사이클에 적합시키기 위해서는 구체매입배관의 중지, 설비공사의 유닛화, 설비공사의 선행 착수, 건축과 설비공사의 일체화 시공 등이 필요하다고 생각되어 주택용 시스템천장, 내장칸막이의 유닛화 등을 신규로 개발하여 적용하였다.

#### 5-1. 설비합리화공법(유닛화 등)

설비기기의 유닛화로서 기기와 배관을 일체로 한 전기온수기, 유닛욕조 이외에 다음과 같은 2항목의 유닛화를 하였다.

##### ① 유닛케이블 배선공법

주택내 배선에 사용하는 모든 케이블을 전선공장의 가공품으로 하고, 현장에서는 케이블 지지작업과 기기와의 접속작업만으로 한정하였다. 그리고 케이블의 지지는 약 1m의 표준피치로 바닥 PCa판(FR상판)에 미리 설치한 건축·설비공용 인서트를 이용하여 현장작업의 합리화를 도모하였다. 케이블·자재는 각 집마다 패키지에 수

# 해외기술정보

납되어 지정된날 시공하는 집까지 Z-CARRY로  
서 자동반송되었다.

## ② 헤더공법

주택내의 급수관, 급탕관은 폴리브틸렌관을 공  
장가공하여 헤더·급수엘브·밸브소켓까지 프리패  
브유닛화하여 현장에서 바닥 PCa판에 고정한다.  
천장은 전면 점검이 가능한 시스템 천장이므로 주  
름관을 생략하였다. 자재는 유닛케이블과 마찬가  
지로 자동반송되었다.

설비공사의 유닛화를 포함한 합리화로써 현  
장에서의 설치작업시간이 단축되어 하나의 작업스  
페이스에 단일 직종만의 작업계획이 가능하게  
되었고, 종래의 복잡한 공사대기시간이 없어지고  
효율적인 시공으로 되었다. 또 현장에서의 가공  
이 거의 없으므로 산업폐기물을 대폭 삭감하는  
것이 가능하게 되었다.

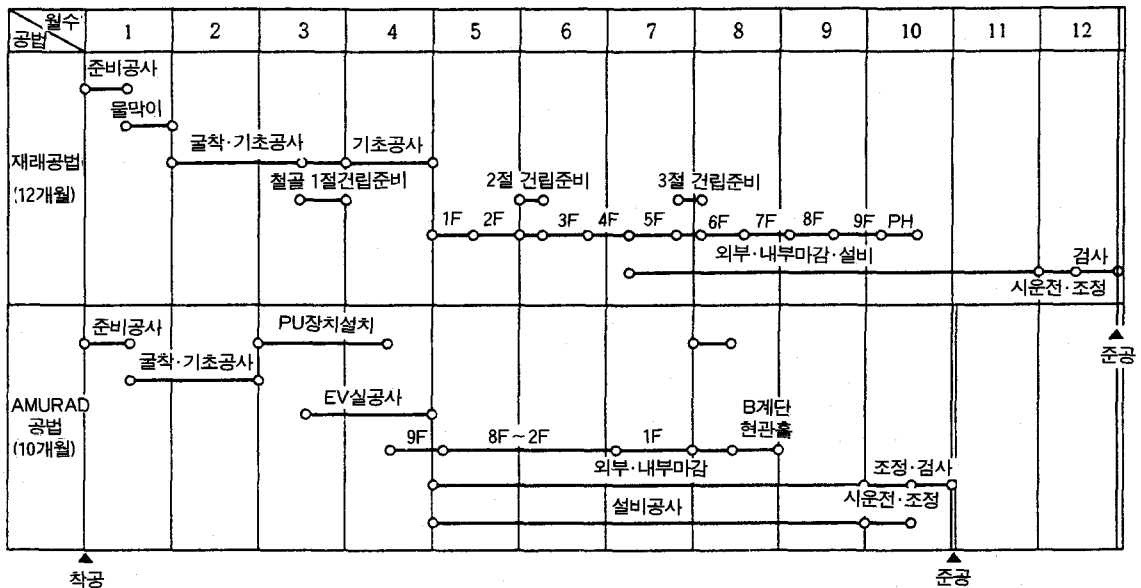
## 5-2. 마감공사의 유닛화

시스템 천장은 약 900mm 모듈의 보드와 바  
(bar)로서 구성되며, 바재는 천장색으로 공장 또  
는 현장에서 착색하여 안정된 감각으로 설계되  
었다. 밀바탕 설치는 조작목공이 하고, 보드를 올  
리는 것과 케이블통선은 설비전공이 하며, 종래  
의 직업 영역에 집착되지 않는 작업을 함으로써  
사일클공정내에 작업원의 시간손실을 줄일 수  
있었다.

[표 5] 각 구성요소 기술의 평가

기계요소기술	평 가					
	품질	코스트	작업성	공정	안전	환경
1.정보통합화	○		○	◎	○	
2.푸시업	○	○	◎		○	◎
3.구체부재의 PCa화	◎	○	◎	◎		◎
4.구체취부장치			◎	○	◎	
5.기자체 반송장치			◎	○	◎	○
6.설비·마감공사 유닛화 공법	○		○	◎		◎

[표 4] 공정의 비교



이 시스템 천장 아래에 고정되는 벽유닛패널은 목축(木軸)에 플라스틱보드를 양면에 접합시킨 것이며, 공장에서 설비의 콘센트박스나 슬리브 등 흠집의 보강작업을 하였으므로 현장에서 보드의 절단부스러기 등의 발생이 거의 없이 깨끗한 작업환경이 유지되었다. 그리고 기본 밑바탕은 종축으로 보강하여 케이블의 통선작업이 용이하도록 연구하였다.

## 6. 적용결과

### 6-1. 성인화(省人化)·성(省)산업폐기물화

설계 당초부터 발코니 PCa, FR판의 채용이 시도되었으나 AMURAD공법을 채용하고 추가하여 기둥·보의 PCa화를 진행시킨 결과 종래 공법에 비하여 구체작업원 수를 약 40% 삭감할 수 있었다.

또 마감직종의 작업원 수는 종래 공법과 거의 같은 정도였다.

설비는 통상 건축공사로 되는 시스템 천장의 보드 얹기와 홈통공사를 각각 설비전공, 배관공에게 시켰으므로 종래공법과 같은 정도였다. 직접 가설의 작업원은 비계의 삭감으로 40% 정도 줄일 수 있었다.

전체적으로는 정하여진 위치·장소에서 작업이 되고, 사람의 이동도 적고 생산성의 향상을 도모할 수 있어서 약 22%의 작업원 수 절감이 가능하였다.

종래의 공법에 비해서 산업폐기물의 물량은 50% 삭감되었고, 콘크리트의 처리비는 1/3 정도로 억제할 수 있었다.

### 6-2. 환경개선

종래의 공법과 같이 외부 비계를 순차로 건물높이 이상으로 조립할 필요가 없고, 동일장소에서 작업이 되풀이 되므로 추락재해의 위험성이 대폭 감소되고, 높은 곳에 물건을 올릴 필요도 없으며 날아 떨어질 위험이 없는 안전한 작업환

경이 확보되었다.

최상층의 지붕이 최초에 구축되어 있으므로 전천후의 공간에서의 작업이 되므로 쾌적한 직장이 형성되었다. 가설의 지붕이 없으므로 메인터널·구조상의 문제도 없고, 텐트식의 가설지붕과 같은 방식보다도 안심되어서 아이치(愛知)노동기준국장으로부터 쾌적직장 추진의 인정을 받았다.

### 6-3. 공기단축

종래공법의 공기와 비교하면 약 2개월, 20%의 공기단축이 실증되었다. 이 건물에서의 Z-UP 등 기계장치 철거 후에 3층, 2층의 발코니-PCa판 설치와 3층 이하의 마감공사를 하였다. 금후 기계장치 해체기간의 단축과 3층 이하의 마감공사를 기계해체와 동시에 진행시키는 방법이 이루어지면 더욱 대폭적인 공기단축이 기대된다.

## 7. 맺음말

9층의 집합주택을 본 공법과 같이 최상층으로부터 밑에서 구축하고 푸시업하여 시공한 사례는 세계에서 처음이다. 건물의 공장생산화를 목표로 한 AMURAD공법이 전기한 바와 같은 성과를 이루고, 장래를 지향하는 건설공법의 하나로서 성립함을 확인하였다. 금후 더욱더 공법의 발전을 기해서 본 공법에 적합한 공사규모, 구조형식 등을 갖는 물건으로의 전개가 중요하다고 본다. 또 설비공사는 본 공법의 특징을 조장시키는 형태로서 「건축과 설비의 융합」을 더욱 추진하여 건축공사 전체로서의 합리화에 기여하고 싶은 생각을 하고 있다. 현재 동경도내에 S구조의 사무소 빌딩으로서 두번째 시공을 하고 있다.

AMURAD공법의 명칭은 Auto Matic Up-Rising construction by ADvanced technique의 약자이다.

최후에 본 공법의 개발과 실시에 있어서 협력하고 지원해준 여러분에게 감사의 뜻을 전한다.