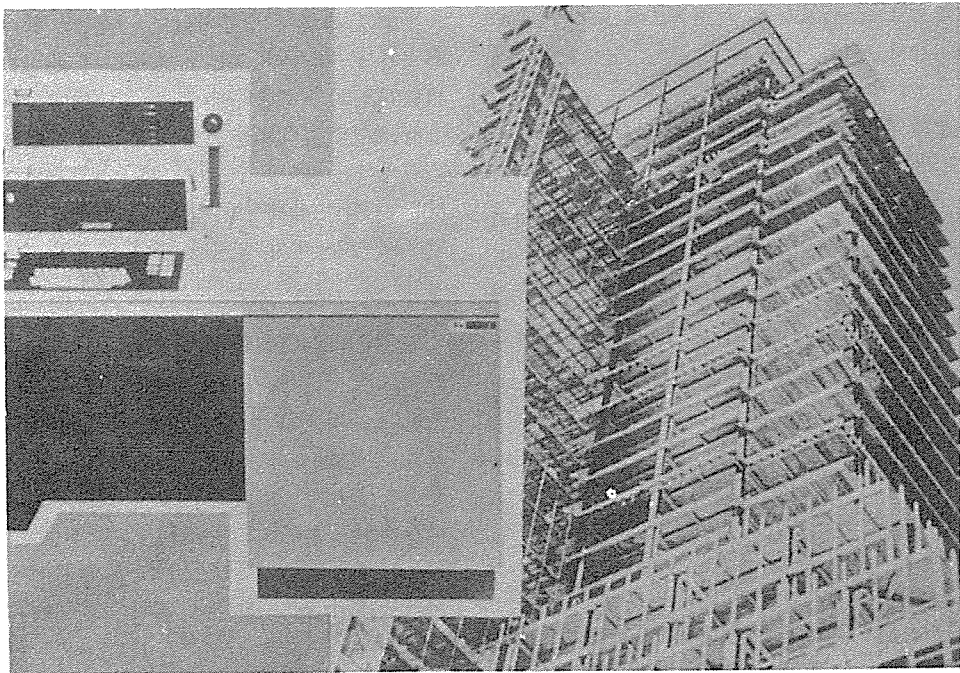


# 建築分野에 있어서 電子計算機의 利用法

崇田大學 電子計算研究所

System Analyst (建築・土木担当)

李 鍾述



우측 건물은 스트레스를 적용한 건물 골조  
좌측 기계는 10M 1130 컴퓨터를 이용한 스트레스 해석

## 1. 序 論

高度의 發展을 거듭해온 科學文明은 소위 電子 頭腦라고 불리워지는 電子計算機를 科學技術分野 뿐만 아니라 우리의 日常生活 問題에까지 導入하게 하였고 오늘날 電子計算機의 導入은 人間の 能力으로서 限界의 벽에 부딪치었던 방대한 資料의 처리를 短時間內에 完遂하므로써 새로운 비약에로 進一步하도록 공헌하기에 이르렀다. 電子計算機는 지금까지 人間이 發明한 文明의 利器中에서 가장 有用한 道具라고 할만큼 그 利用度는 經濟, 科學,

文化, 政治, 工學, 宇宙問題 等 거의 모든 分野에 증가하고 있지만은 여기에서는 紙面關係上 建築分野에 限하여 電子計算機에 對한 初歩知識이 없는 者로서도 充分히 理解하고 利用할 수 있도록 平易하게 다루고자 한다. 이미 先進諸國은 勿論, 인접 日本에서는 建築問題一般을 電子計算機에 의뢰하므로써 在來式 手作業으로는 十余名의 技術者를 動員하여 2個月余가 所要되는 大單位 設計도 不過一週日이면 完了하는데 反하여 우리는 아직껏 手作業 狀態를 벗어나지 못하고 있으며 새로운 類型의 設計가 나타날 때마다 外國의 電子計算機에 의

피해야 한다는 의견이 논란되곤 하는 現實情에 비추어, 우리도 하루 빨리 새 技術을 導入해야 하겠다는 것을 통감하는 同時에 現在 우리가 運用하고 있는 Program을 소개함은 大端히 意義있는 일이라 하겠다.

여기서는 program을 構成하는 理論的인 根據를 略述하고 지금까지 필자가 實務를 통한 經驗을 토대로 하여 利用도가 큰 program들 중에서,

- 1) STRESS (構造物 應力計算法)
- 2) RRCC (矩型斷面 算定法)
- 3) COST ESTIMATE PROGRAM (見積)
- 4) CPM / PERT (工程管理)

등의 順으로 소개하고 그 利用方法에 對하여 簡略히 說明하려 한다.

## 2. 建築部門에 利用되고 있는 program 의 소개

現在 外國에서 使用하고 있는 方法과 國內에서 실행하고 있는 方法을 綜合해서 볼 때 建築의 遂行段階를 크게 設計와 施工으로 分類하고 다시 設計와 施工을 遂行過程別로 區分하여 各各에 所要되는 program을 열거하여 보면 다음과 같다.

### 1) 設計

- ① 基礎設計計算 :
- ② 應力計算 : STRESS
- ③ 斷面算定 : RRCC
- ④ 見積 : COST ESTIMATE PROGRAM

### 2) 施工

- ① 數量見積 : COST ESTIMATE PROGRAM
- ② 單價計算 : COST ESTIMATE PROGRAM
- ③ 工程管理 : CPM / PERT
- ④ 會計 : ACCOUNTING PROGRAM

## 3. 利用方法

### A) STRESS (Structural Engineering System Solver)

#### ① 概要

設計段階에 있어서 가장 어렵고 지루한 作業中의 하나는 構造物의 應力을 計算해 내는 것으로서 복잡한 計算의 반복작업이라고 볼 수 있는데 그것은 그 分野에 종사하는 技士들에게 막대한 時間과 費用을 要求하고 있다. 實際 問題를 手作業으로 解析해 나가는데 있어서 Moment 分配法이나 다

른 略算法 또는 試算法을 適用하므로서 近似的인 解를 얻는 정도에 그치고 있으나, 이러한 計算方法 역시 計算作業에만 일주일 정도 또는 그 以上の 時間이 所要되는 作業이 許多하며, 高次的인 不靜定構造物에 있어서 正確한 解析이란 처음부터 不可能한 상태인 것이다. 手作業 計算을 효과적으로 遂行하기 위해서 計算尺 또는 機械式 計算器가 주요 道具로 등장하여 많은 도움을 주고 있는 것은 事實이나 時間과 精度에 있어서 決定的인 역할을 담당하지는 못하고 있으며 過去 한강 인도교의 設計에 있어서 鋼結 Truss의 應力을 解析檢討 하는데 있어서 國內 最優秀技術陣을 動員하여서도 一年余의 세월이 所要되었던 것은 잘 알려져 있는 事實이다. 더우기 오늘날 大單位의 建築物이 幾何級數의으로 增加一路에 있는 現實情에 비추어, 복잡한 應力計算問題를 一秒間에도 單一연산을 數十萬번씩이나 해 낼 수 있는 電子計算機에 의뢰하는 것은 大端히 바람직한 일이며, 아무리 어려운 問題라도 몇분 내지 몇시간 내에 完료할 수 있는 것이다.

STRESS는 1964年度에 美國 MIT 교수진에 의해 2年半이라는 기간을 거쳐 完성되어 IBM 을 통해 전세계에 보급되어 있는 PROGRAM 으로서 그의 독특한 方法을 利用하여 거의 모든 構造物의 應力을 算出할 수 있도록 되어 있다. STRESS는 構造物을 一般的으로 다음과 같은 5個 類型으로 나누어 解析을 하고 있으며 모든 構造物은 다섯가지의 類型中 어느 하나에 適用을 시키게 되어 있다.

- 1) PLANE FRAME (平面 라멘型)
- 2) SPACE FRAME (立体 라멘型)
- 3) PLANE GRID (평면 그릿드型)
- 4) PLANE TRUSS (평면 트러스型)
- 5) SPACE TRUSS (입체 트러스型)

위에 열거한 構造物들의 應力을 解析해 나가는데 있어서는 무엇보다도 適用하는 기준의 설정이 중요한 문제이다. STRESS에서는 解析하려고 하는 構造物을 鋼結뻐대 혹은 PIN으로 연결된 뻐대로 보고 모든 뻐대는 幾何學的으로 線形의 解析이 可能하다고 본다. 모든 軸荷重은 部材의 中心軸方向으로 보아서, 靜荷重狀態에서 탄성적 線形解析을 遂行하게 된다. 應力을 求하는 方法은 처짐을 利用하는 方法(DI SPLACEMENT METHOD) 을

導入하고 있으며 여기에서 얻어지는 多元同次연립 방정식을 最近에 開發된 matrix method 혹은 net work 解析法으로서 풀어내고 있다. 勿論 이와같은 計算作業의 遂行은 一定한 樣式에 依해 基本資料만 電子計算機에 入力 (INPUT)시켜주면 우리가 要求하는 解 (OUTPUT)를 얻을 수 있기 때문에 복잡하고 지리한 計算作業들을 사람의 손으로 하지 않아도 된다. 따라서 構造物의 應力을 解析하는데 있어서 電子計算機를 利用하므로써 얻어지는 長點을 열거해 보면 다음과 같다.

첫째, 時間을 節約, 數日 내지 數個月이 所要되는 作業도 몇분 몇시간 내에 解를 얻을 수 있다.

둘째, 正確한 解析, 手作業에 依存하는 moment 分配法이나 簡略法이 아니고 電子計算機를 利用하는 正算法이기 때문에 正確한 解를 얻을 수 있다.

셋째, 經費의 節約, 時間당 經費는 高價이지만 短時間內에 作業을 完了하기 때문에 手作業에 投入되는 人件費에 比해 作業單價가 저렴하여지므로 經費를 節約하게 된다.

## ② 利用方法

그림 1의 (a)와 같은 平面型 構造物을 解析하는 경우를 생각해 보자. 이 構造物은 이미 說明한 構

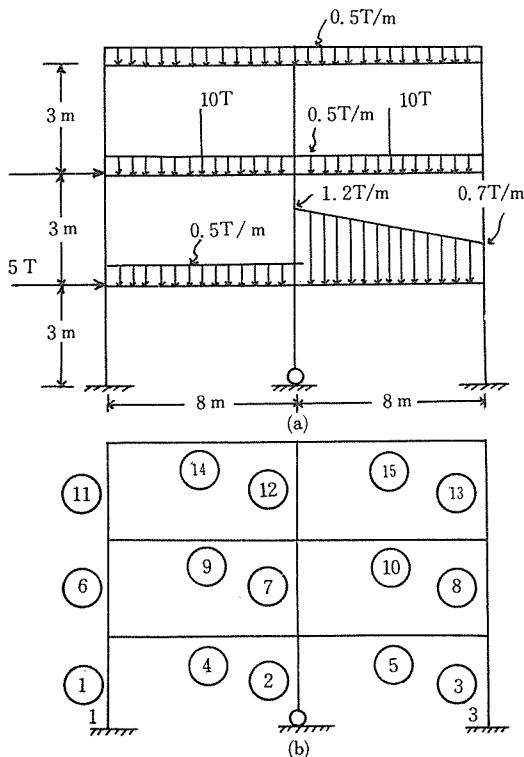


그림 1

造物의 5個類型中 첫번째인 PLANE FRAME에 해당되는 것으로서, (b)와 같이 뼈대로 분석하고 일련번호를 부여해야 하는데 그것을 Numbering이라고 한다.

Numbering에서 1, 2, 3…… 등은 節点 (Joint)이며, ①, ②, ③…… 등은 部材 (Member)이다. 節点中에서도 1, 2, 3은 固定節点 (Fixed Joint)이고 그 외에는 自由節点 (Free Joint)이다.

問題를 解析하기 위해서는 電子計算機에 入力 (Input) Data로서 必要한 事項들을 準備해야 하는데 그 方法에 對해서 說明하겠다. 위와 같이 Numbering이 끝난 다음에 便利한 地點에 座標의 原點을 設定한다. 이 問題에서는 편의상 左下 1번 節点에 좌표의 原點을 지정하고 各 節点에 좌표를 부여하면 構造物의 크기가 確定된다. 다음에 各部材의 단면과 X-Y方向의 (立体 構造物에서는 X, Y, Z 方向) 斷面 2次 Moment를 부여하고 2번 節点이 Hinge 支點인 것을 明示해 주고 材料의 영율 (Young's Modulus)을 부여한다. 마지막으로 入力시켜야 할 事項은 荷重條件 (Loading Condition)인데 人力 Data를 準備하는데 있어서 가장 變化가 많고 有用性있는 項이다. 人力荷重으로서는 크게 部材荷重 (Member Load)과 節点荷重 (Joint Load)으로 나누지만 取扱區分으로 보아서 集中荷重 (concentrated Load) 등 分布荷重 (Uniform Load), 線型荷重 (Linear Load), 節点의 變位 (Joint Displacement), 비틀림 (Member Distortion), 部材端 Member End Moment, 溫度變化 (Temperature Change) 등으로 區分하여 위에 열거한 가운데에서 어느 형태의 荷重이던지, 또 몇번이던지 同時에 自由自在로 사용할 수 있다.

本例에서는 4, 7, ⑨, ⑩에 集重荷중이 作用하고 ④, ⑨, ⑩, ⑭, ⑮에 等分布荷중이, 그리고 ⑤에 線型荷중이 作用하고 있으므로 이러한 荷重들의 크기를 各各 부여해 주면 된다. 이와같이 하여 必要한 Data의 準備가 完了된 다음에 計算 作業遂行 (solve)의 命令을 計算機에 내려주면 自動적으로 計算作業을 하게 된다. 지금까지 說明한 入力 (Input) Data의 內容을 다시 한번 要約해서 순서대로 정리해 보면 다음과 같다.

- 1) 構造物의 類型
- 2) 節点 (Joint)의 個數
- 3) 部材 (Member)의 個數



YM : Y軸에 對한 휨 Moment

X1 : Y軸에서 最外側 鐵筋 中心까지의 거리

Y1 : X軸에서 最外側 鐵筋 中心까지의 거리

XCG, YCG : 圖心에서 重心까지 X方向, Y方向의 편심량

XCG, YCG를 除外하고 위의 記述한 事項들이 入力Data로서 必要한 資料들이고 그 以外에 軸荷重, Concrete係數 (Es/Ec or 彈性比), Concrete의 28日 強度, 鐵筋의 許容應力 등이 주어지면 入力Data의 準備는 完了하게 된다.

求해지는 解(output)는 入力시키는 問題들의 順序대로 다음과 같은 事項들을 印字하게 된다.

- 1) 鐵筋比
- 2) XCG 및 YCG
- 3) 鐵筋에 일어나는 最大壓縮應力 및 最大引張應力
- 4) 斷面의 네 모서리에 일어나는 Concrete의 應力
- 5) Concrete의 許容應力

이와같이 計算해서 印字해 낸 結果는 하나의 斷面에 對해서도 몇개의 값을 算出해 내기 때문에 그 중에서 가장 適合한 값을 使用하면 된다.

### C) 見積 (Cost Estimate Program)

#### ① 概 要

設計圖面이 作成되면서, 工事を 遂行하기 위해서 必要한 資材와 人員 및 裝備, 그리고 工事費를 算出해 내는, 소위 見積을 하게 된다. 見積은 設計圖面에서 원천적으로 算出되어지는 工事數量과 거기에 다시 單價 및 일위대가를 적용시켜서 나오는 費用의 計算 등을 병행하여 나가는 作業으로서 計算作業量의 방대함은 勿論이려니와 計算過程에서 錯誤 등을 고려할 때 計算의 結果值과 綜合的인 값의 精確성도 문제가 되는 것이다.

大單位의 工事 見積에서는 위의 記述한 事項들은 좀더 심각한 문제가 되며 이미 見積이 完了되어진 內容을 다른 樣式의 見積型態을 취하려면 처음부터 다시 作業을 해야하며 PERT式 工程管理를 적용시키려 할때에도 마찬가지이다. 예를 들어 說明하면, 建物 10棟의 見積을 내려고 할때, 처음에는 各棟別로 그리고 各層別로 資料, 人員, 裝備 및 工事費를 算出하여 棟別로 綜合하고 다시 10棟에 對한 合計를 求하였다. 다음에 다른 目

的의 必要性에 따라서 資材項을 建築, 土木, 電氣, 워생, 난방 등의 區分을 하여 各棟別, 各層別로 綜合하려면 集計하는 데에만 해도 상당한 시일이 소요될 것이다. 이러한 경우는 위의 例에서 뿐만 아니라 자주 여러가지 경우로 나타날 것이다. 電子計算機로 見積을 하는 方法은 장차 예기되는 모든 사항들을 몇개의 數字의 配列로 이루어지는 코드 (code)로 만들어서 電子計算機에 저장(store)시켜 두었다가 코드의 조합으로서 언제나 必要한 樣式대로 印字해 낼수 있는 것이다.

CEP (Cost Estimate Program)는 元來 美國內에서 施行하는 樣式에 따라 Program 이 되어 있으나, 다시 우리나라의 現實情에 맞도록 開發한 것으로서 建物の 區分別 數量算出根據, 單價表, 일위대가표 등 基本資料만 부여하면 그 以後의 作業은 計算機가 모두 遂行하게 된다. 以上과 같은 見積過程의 흐름을 圖示하면 그림 3-1과 같다.

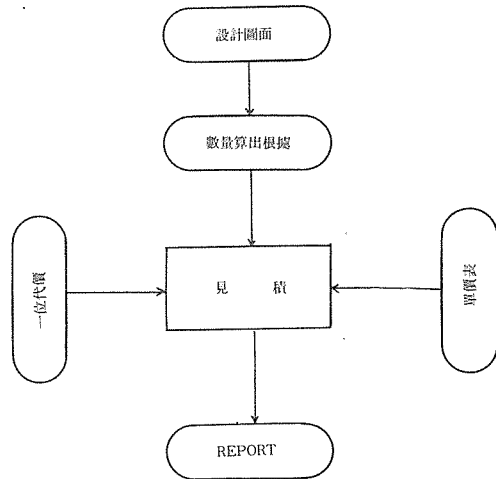


그림 3-1

#### ② 利用方法

電子計算機로 見積을 遂行하기 爲해서 基礎資料를 記載하는 樣式은 그림 3-2와 같다. 그림 3-2의 樣式은 서울合同技術開發公團에서 여의도 모범 아파트 24棟의 設計 및 施工을 담당하면서 本電子計算研究所에 見積을 의뢰한 양식이다. 手作業으로 見積을 할때의 算出조서와 큰 차이는 없고, 여러가지 사항을 고려한 코드를 두었고 數字를 記載하기 容易하도록 일정한 칸을 두었을 뿐이다. 그

