

## 퍼스널 컴퓨터를 이용한 鐵筋콘크리트 構造設計의 電算化에 관한 研究

강 석 봉  
건축학과  
(1984. 4. 27 접수)

### 〈要 約〉

本論文은 準備計算, 構造解析, 部材設計로 이루어지는 鐵筋콘크리트 構造設計 過程을 퍼스널 컴퓨터를 利用하여 電算化 하였다.

構造解析 方法은 컴퓨터 容量, 入力資料量等을 爲해 平面骨組에 對한 直剛性度法을 使用하였고 部材設計는 슬라브, 보, 기둥, 獨立基礎를 韓國 鐵筋콘크리트 規準에 맞도록 設計 하였다.

主 프로그램과 資料處理 補助프로그램의 活用으로 여러 骨組와 荷重狀態에 對한 代案檢討가 容易하게 되었다.

## A Study on Automatic Design of Reinforced Concrete Structures with Personal Computers

Kang, Seok-Bong  
(Dep. of Architecture)  
(Received April 27, 1984)

### 〈Abstract〉

This paper proposes a personal computer program for the automation of the RC structural design process which consists of the preparatory calculation, the structural analysis and the member design.

The direct stiffness method for plane frame is used for the reason of the computer capacity limit and the efficiency of data handling.

Slabs, girders, columns and isolated spread footings are designed in accordance with the Korean Standard Building Code for RC.

This program, with the aid of the subsidiary program for data handling, facilitates the process of reviewing alternatives and decision making.

### I. 序 論

鐵筋콘크리트 構造物의 構造設計 過程은 準備計算, 構造解析, 部材設計의 順序로 進行된다. 從來의 筆算法에 依한 境遇 가장 不利한 骨組選定, 安

全側의 값 使用 그리고 假定 斷面치수 變更과 여러 代案 比較, 檢討의 어려움 등으로 積極的인 構造設計에는 未洽한 點이 있었다.

本論文에서는 準備計算 過程에서 一般概要를 說明하고 許容應力度, 斷面二次모멘트, 그리고 部材 重量등을 求하여 構造解析과 部材設計 過程에 連結

시킴으로써 迅速, 正確性を 檢하고 構造解析 方法은 略算法인 모멘트 分配法, 처짐角法보다는 正確한 直剛性度法을 使用하며 컴퓨터 容量, 入力資料量, 여러 代案 檢討等を 爲해 立體 骨組解析 方法보다는 平面 骨組解析 方法을 擇하였고 部材設計 過程에서는 슬라브, 보, 기둥, 基礎를 韓國 鐵筋콘크리트 規準에 맞도록 設計 하였다.

本 論文은 요즘 널리 普及되어 있는 64KB의 PERSONAL COMPUTER의 言語는 BASIC을 使用하였으며 主 프로그램 以外에도 DATA 入力を 爲한 補助 프로그램을 만들어 여러 平面骨組와 荷重狀態에 對한 代案 檢討가 쉽도록하여 積極的인 構造設計가 可能하도록 하는等 構造設計 全過程의 電算化를 試圖하였다.

II. 프로그램 概要

1. 프로그램 FLOWCHART

主 프로그램의 全般的인 過程은 그림 1과 같다.

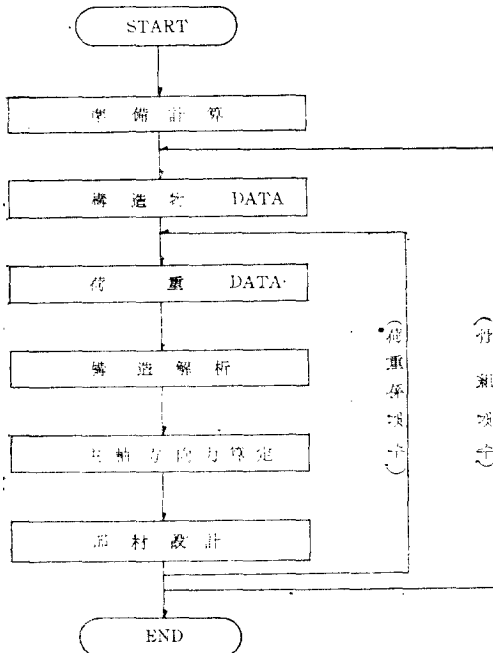


그림 1. 主 프로그램의 FLOWCHART

2. 프로그램 內容

本 프로그램은 鐵筋콘크리트 平面骨組 構造設計의 全過程을 電算化하여 一括處理 함으로써 最小의

入力資料로 最大의 結果를 얻도록 했다.

本 論文에서는 構造物의 모든 內容을 기둥, 콘보, 작은보, 地中보, 슬라브, 壁體, 階段으로 區分하여 表現하였다. 部材重量 計算의 過程에서 使用 豫想되는 材料의 名稱과 單位體積當 重量을 DATA FILE에 미리 入力시켜 놓고 該當 固有番號의 材料두께만 주어지면 單位面積當 重量이 計算되도록 했으며, 몇가지 材料를 使用하여 屢번히 施工하는 方法은 單位面積當 重量을 直接 利用하도록 했다. 기둥, 콘보, 작은보의 여러 斷面形態에 따른 剛性은 충분히 考慮되었고 節點荷重의 入力은 多樣한 荷重形態를 豫想하여 最小限의 入力資料로 解決되도록 하였다.

各 過程에 對한 內容은 다음과 같다.

1) 準備計算

準備計算 過程에는 一般概要 說明과 消容應力變, 斷面二次모멘트, 部材重量의 算定이 包含된다. 보 (GIRDER와 BEAM)의 斷面二次모멘트 算定에는 規準에 依한 有効幅을 計算하여 슬라브에 依한 強度 增大率을 使用하였고 슬라브와 階段의 重量은 單位面積當 自重과 積載荷重의 合을 求해 構造解析과 部材設計 過程에서 使用하도록 했다.

2) 構造物 DATA

構造物說明 過程으로 構造物概要, 節點坐標, 支點狀態의 說明과 部材說明이 包含된다.

3) 荷重 DATA

荷重係의 名稱, 節點荷重과 部材荷重의 入力範圍으로 주어질 荷重形態를 利用하여 節點荷重과 部材荷重을 入力시키며, 廻轉모멘트의 節點荷重은 直接 入力시킨다. 部材荷重에 對해서는 兩端의 固定 端 모멘트와 水平反力, 垂直反力을 求하여 構造解析에 連結시킨다.

4) 構造解析

本 過程은 DIRECT STIFFNESS METHOD를 利用한 平面骨組의 構造解析 過程이다.

5) 主軸 方向力 算定

한 節點에 作用하는 主軸 方向力은 윗기둥의 中間에서 아랫기둥 中間까지 作用하는 荷重이 되도록 했으며, 第一 위 節點에서부터 累計를 求하여 기둥과 基礎設計過程의 主軸 方向力으로 使用되도록 했다.

6) 部材設計

部材設計過程에서는 슬라브, 보, 기둥, 獨立基礎

를 最小限의 入力資料로 建築法과 韓國 鐵筋콘크리트 規準에 맞도록 設計하는데 슬라브와 獨立基礎의 所要 鐵筋斷面積은 미리 指定된 使用 鐵筋의 鐵筋間隔으로 確保하였고 보와 기둥의 境遇는 所要 鐵筋斷面積만 出力시키고 附着應力 檢討는 하지 않았다.

슬라브는 連結된 슬라브로서 設計하였고 入力資料에 對해 1方向, 2方向 슬라브를 判定하고 슬라브 最小 두께를 檢討하며 長短邊의 兩端部와 中央部에 作用하는 彎모멘트를 求하여 이에 對한 鐵筋間隔과 最小 鐵筋比(0.2%)와 各 方向 最小 鐵筋間隔을 考慮한 鐵筋間隔을 求하였다.

보 設計에 對한 入力資料는 必要없으며 보의 中央部와 兩端部에 對해 長方形보, T形보를 判斷하여 設計한다. 地中보는 모두 長方形보로 設計하고, T形보에서 中立軸이 슬라브안에 있으면 有效幅을 보의 幅으로 하는 長方形보로 設計한다. 複筋보인 境遇 引張 및 壓縮鐵筋量<sup>(7)</sup> 算定하고 規準에 따른 最小 鐵筋量을 算定한다.

剪斷應力度가  $0.3\sqrt{F_c}$ 보다 적으면 規準에 依한 最大 間隔으로 스티럽을 配筋하고  $1.33\sqrt{F_c}$ 보다 크면 剪斷力에 比해 斷面積이 모자라므로 더 큰 斷面積을 要求하는 MESSAGE가 出力되도록 하였다. 스티럽 配筋은 D10을 使用하여  $n=2, 3, 4$ 일 境遇 兩端部에 對해 最小 鐵筋比(0.15%)를 考慮한 스티럽 間隔으로 出力시켰다.

기둥 設計에 對한 入力資料는 必要없으며 軸力은 主軸 方向力이고 彎모멘트는 平面 骨組解析에 依한 內容이며 彎모멘트가 0이 아닌 境遇는 引張 壓縮應力을 받는 기둥으로 設計하였다. 기둥의 柱頭와 柱脚에 對해 各各 設計하는데 기둥길이와 斷面 最小 치수와의 比에 依한 最小 鐵筋比, 콘크리트 設計基準 強度에 依한 最大 鐵筋比를 考慮하여 最大 鐵筋比 以上의 鐵筋斷面積을 要求하면 斷面增大의 MESSAGE가 出力되고 設計하지 않는다.

基礎設計過程에서는 正方形, 長方形 獨立基礎斷面을 設計하며 上部 構造物로부터의 彎모멘트는 考慮하지 않았고 基礎의 兩邊길이를 入力시키지 않으면 正方形 獨立基礎로 設計하고 基礎의 두께를 入力시키지 않으면 基礎 短邊길이의 5분의 1 값으로 始作하여 SHEAR STRESS와 PUNCHING SHEAR

STRESS를 檢討해서 不足하면 一定 두께(本 프로그램에서는 5cm)를 增加시킨다. 所要 鐵筋斷面積은 入力된 種類의 鐵筋間隔으로 確保하고 長方形基礎의 境遇 兩邊方向에 對해 設計하며 短邊方向에 平行한 鐵筋은 有效幅 部分과 兩쪽바깥 部分에 對한 各各의 鐵筋間隔을 規準에 맞도록 設計했다. 兩邊 方向에 對해 許容 附着應力度에 依한 所要 鐵筋갯수를 算定하여 彎모멘트에 依한 鐵筋갯수보다 많은 間 CHECK欄에 表示되도록 하였다.

### 3. 適用 範圍

- 1) 單位는 kg과 cm를 使用한다.
- 2) 鐵筋콘크리트의 平面骨組에 限하며 節點 上限線은 50個, 部材 上限線은 80個이다.
- 3) 슬라브는 四邊固定인 슬라브에 限한다.
- 4) 보 設計에서 비틀림은 考慮하지 않았다.
- 5) 기둥은 長方形 띠기둥과 圓形 螺旋기둥에 限한다.
- 6) 基礎는 獨立基礎에 限하며 SHEAR 및 PUNCHING SHEAR 檢討는 ACI 318-77 方法에 따른다.

## Ⅲ. 入出力 概要

### 1. 一般事項

PERSONAL COMPUTER 入力 SYSTEM은 INTERACTIVE SYSTEM으로 入力資料量이 많 아지면 入力過程에서 誤謬를 犯할 確率이 높고 한번 入力한 資料의 部分的인 修正 또는 再使用이 어렵다. 따라서 이러한 難點을 克服하기 爲해 資料入力, 入力된 資料의 確認, 部分修正, 部分修正後 새로운 DATA FILE 作成과 部分削除等이 可能한 DATA FILE SYSTEM의 補助資料入力 프로그램을 만들었다. 入力資料를 直接 入力하는 境遇 準備計算 內容을 다음 過程에 連結시킬 때 混亂이 일어나기 쉬우므로 別個의 說明書를 作成하여 利用하도록 했으며, 說明書의 備考欄에 任意의 符號를 使用하면 連結內容이 明瞭해질 것이다.

### 2. 入出力 內容

入出力 內容은 表 1과 같다.

表 1.

過 程	入 力 事 項	入力事項 以外の 出力事項	
準	一 般 概 要	工事名, 住所, 建物用途, 地上下層數, 構造 主體種類, 基礎種類	
	許 容 應 力 度	콘크리트 設計基準強度, 鐵筋降伏強度, 許容 地耐力度, 彈性係數比, 地耐力度 測定길이, 螺旋기둥 境遇 螺旋鐵筋 降伏強度 1. 콘크리트에 관한 內容 · 許容壓縮應力度 · 許容된 壓縮應力度 · 許容剪斷應力度 · 許容附着應力度 2. 鐵筋에 관한 內容(圓形, 異形鐵筋) · 許容引張壓縮應力度 · 剪斷補強鐵筋의 許容引張應力度	
備 計 算		骨組構造 設計用 積載荷重과 슬라브 設計用 積載荷重	
	기 둥	斷面形態番號, 斷面치수, 마감材料番號, 마감두께 圓形螺旋기둥 境遇 皮服두께, 螺旋鐵筋 Pitch, 螺旋鐵筋種類 斷面積, 기둥 形態에 따른 強度 增大率, 斷面二次모멘트, 單位 길이當 重量	
	큰 보	斷面形態番號, 斷面치수, 마감材料番號, 마감두께, 슬라브두께, 슬라브 中心間 距離, 큰보 길이 斷面積, 슬라브에 依한 強度 增大率, 斷面二次모멘트, 單位길이當 重量	
	斷面二次 모멘트와 部材重量	작은보	斷面形態番號, 斷面치수, 마감材料番號, 마감두께, 슬라브두께, 슬라브 中心間 距離, 작은보 길이 斷面積, 슬라브에 依한 強度 增大率, 斷面二次모멘트, 單位길이當 重量
		地中보	斷面 치수 斷面積, 斷面二次모멘트, 單位 길이當 重量
		슬라브	하나의 슬라브 構成材料갯수, 材料番號, 材料두께 슬라브 單位面積當 自重과 積載荷重과 의 合
		壁 體	하나의 壁體 構成材料갯수, 材料番號, 材料두께 壁體 單位 面積當 自重
		階 段	하나의 階段構成材料갯수, 디딤板치수, 쉘板치수, 傾斜진 材料和 角진 材料의 確認, 材料番號, 材料두께 階段 傾斜, 階段單位 面積當 自重과 積載荷重과 의 合
構 造 物 DATA		設計한 全體 骨組갯수와 該當骨組名稱	
		部材數, 支點數, 節點數, 荷重係의 數, 彈性係數, 線膨脹係數	
		節點 座標	
		部材始作 節點番號, 部材끝 節點番號, 部材種類番號, 部材種類內 該當 固有番號, 部材端部條件	斷面積, 斷面二次모멘트, 部材길이
		支點의 X方向, Y方向, 迴轉變位에 對한 拘束與否	

過 程	入 力 事 項	入力事項 以外の 出力事項
荷 重 DATA	節點荷重 個수, 部材荷重 個수, 荷重係의 名稱	
	節點荷重에 關한 內容 • 節點番號 • 荷重形態番號 • 荷重의 部材 種類番號 • 荷重의 部材 種類內 該當 固有番號 • 節點荷重인 廻轉 모멘트 • 같은 荷重形態의 全體 節點數 • 같은 荷重形態의 節點番號	單位 面積當 또는 單位길이當 荷重크기, 節點荷重(X方向, Y方向)
	部材 荷重에 關한 內容 • 部材番號 • 荷重形態 番號 • 荷重의 部材種類 番號 • 荷重의 部材種類內 該當 固有番號 • 같은 荷重形態의 全體部材數 • 같은 荷重形態의 部材番號	單位 面積當 또는 單位길이當 荷重크기, 兩端 固定端 모멘트 最大  휨 모멘트 發生位置
構 造 解 析		節點 變位量(X方向 變位量, Y方向 變位量, 廻轉變位量), 各 節點에 對한 軸 方向力, 剪斷力, 휨 모멘트, 部材 中央 部의 휨 모멘트 支點反力(X方向 反力, Y方向 反力, 휨 모멘트 反力)
主 軸 方 向 力 算 定	該當 基礎위에 있는 全體 節點 個수 該 節點에 傳達되는 荷重 個수 荷重의 部材種類 番號 荷重의 部材種類內 該當 固有番號 主軸方向力이 휨 部材의 面積 또는 길이 같은 荷重받는 全體 節點個수 같은 荷重받는 節點番號	各 節點別 主軸 方向力과 累計
部 材	短邊 方向으로 連結된 全體 슬라브 個수 短邊 方向 全體 슬라브內의 順番 슬라브內 該當 固有番號 슬라브 兩邊길이 슬라브 두께	슬라브 單位面積當 自重과 슬라브 設計 用 積載荷重의 合 1方向, 2方向 슬라브 判定 長短邊의 中央部와 兩端部에 作用하는 휨 모멘트 D10, D10+D13, D13으로 配筋하는 境 遇 作用 휨 모멘트에 對한 鐵筋間隔 D10, D10+D13, D13으로 配筋하는 境 遇 規準을 考慮한 鐵筋間隔
	콘 보 設 計	有効幅 T形보, 長方形보 判定 作用 剪斷力 作用 휨 모멘트

過 程	入 力 事 項	入力事項 以外の 出力事項
設		抵抗 휨 모멘트 鐵筋과 콘크리트의 許容應力度와 實際應力度 中立軸 距離比 平衡 鐵筋比 實際 鐵筋比, 複筋比 所要 引張 鐵筋 斷面積 所要 壓縮 鐵筋 斷面積 D10을 스테럽으로 使用하여, n=2,3,4 일 境遇 兩端部에 對한 스테럽 間隔
	기 등 說 計	기등 形態 斷面 갯수 斷面積 기등 길이 기등 길이와 斷面 最小갯수의 比 主軸 方向力 휨 모멘트 所要 鐵筋 斷面積 鐵筋比 鐵筋과 콘크리트의 實際應力度
計	使用 鐵筋 種類 基礎 節點 番號 기등 部材 番號 基礎위의 홑뚜껑 基礎 兩邊 갯수 基礎 두께	最終 決定된 基礎兩邊 갯수와 두께 기등斷面 갯수 主軸 方向力 地耐力度 PUNCHING SHEAR 檢討 剪斷力 檢討 地盤력에 의한 휨 모멘트 휨 모멘트에 對한 所要 鐵筋 斷面積, 鐵筋 問題에 所要 鐵筋 갯수 附着應力 檢討

### Ⅶ. 結 論

鐵筋콘크리트 平面骨組 構造設計의 全過程을 PERSONAL COMPUTER 를 利用하여 電算化한 結果는 다음과 같다.

1) 本 프로그램은 使用法이 簡單하여 構造設計에 對한 高度의 專門知識이 없어도 使用이 可能하며 資料入力 프로그램의 活用으로 여러 骨組와 荷重狀態에 對한 代案 檢討가 容易하여 積極的인 構造設計가 可能하게 되었다.

2) 入力資料 準備過程에서 計算過程이 必要없으

므로 誤謬를 犯할 確率이 줄어들었다.

3) 關聯規準 內容檢討와 모든 部材의 設計가 可能하므로 正確性과 經濟性을 確保할 수 있게 되었다.

4) PERSONAL COMPUTER 는 費用의 負擔이 크지않아 購入이 容易하고 大形 컴퓨터에 비해 實行時間이 오래 걸리지않 恒常 使用할 수 있으므로 큰 問題가 되지 않는다.

5) 部材의 치수는 OPTIMIZATION 에 根據를 두어 自動的으로 決定되도록 하는 것이 바람직하다.

參 考 文 獻

1. 大韓建築學會：鐵筋콘크리트 構造計算 및 解說, 大韓建築學會(1977)
2. ACI Committee 318: Building Code Requirements for Reinforced Concrete(ACI 318-77), ACI(1977)
3. William Weaver, Jr., James M. Gere: Matrix Analysis of Framed Structures, D. Van Nostrand(1980)
4. George Winter, Arthur H. Nilson: Design of Concrete Structures, McGraw-Hill(1979)
5. Frank L. Friedman, Elliot B. Koffman: Problem Solving and Structured Programming in BASIC, Addison Wesley(1981)
6. Curtis F. Gerald: Applied Numerical Analysis, Addison Wesley(1978)
7. 曹鐵鎬：鐵筋콘크리트 보의 컴퓨터 應力을 爲한 實用式 誘導에 관한 研究, 大韓建築學會誌(1978, 6月號)
8. Klaus-Jurgen, Edward L. Wilson Fred E. Peterson: A Structural Analysis Program for Static and Dynamic Response of Linear Systems, Univ. of California. Berkeley.
9. 池田博俊・矢島輝夫：構造設計における コンピュータ의 利用(その 1), 콘ワ리트工學, Vol. 16, No.12, (Dec. 1978)
10. 池田博俊・矢島輝夫：構造設計における コンピュータ의 利用(その 2), 콘ワ리트工學, Vol.17, No.1, (Jan. 1979)