

컴퓨터의 試驗分析 應用과 有限要素法の 活用

尹 晚 善

<重交貿易 代表>

1. 序 論

美國을 비롯한 先進諸國은 自動車 車體의 構造解析 및 資料分析에 컴퓨터의 專用 프로그램을 이미 1960年代 以前에 開發하여 1970年代부터는 그 活用이 廣範圍하게 實施中이며 船舶設計 및 기타 裝備에도 構造解析 및 設計에 컴퓨터 프로그램을 商用化하여 販賣되고 있으며 우리나라도 1980年代에 들어오면서 韓國科學技術院(KAIST)은 NASTRAN, 韓國機械研究所(KIMM)는 ANSYS 및 AUTOKON 등의 컴퓨터 프로그램을 導入했거나 導入中에 있어, 特히 輸送機械, 船舶기타의 産業機械의 構造解析 및 設計, 試驗分析에 應用이 活潑히 될 것으로 보여 이제까지 널리 알려진 有限要素法上的 構造解析用 컴퓨터 프로그램을 中心으로 그 應用例를 紹介코자 한다.

2. 有限要素法에 있어서의 構造解析의 概要 및 프로그램의 開發經緯

2.1. 構造解析의 概要 및 區分

有限要素法에 있어 構造解析用 汎用 計算프로그램의 解析機能은 그림 1에 圖示되어 있다.

그림에서 보는 바와 같이 有限要素法이 近來

에는 彈性은 勿論 非彈性的의 靜的, 動的 構造解析 등의 利用에 活用되고 있다. 有限要素法에서는 그 解析區分에 있어 彈性 및 非彈性, 線形 및 非線形, 動的 및 靜的으로 나누어 생각하는 바 彈性解析이란 構造物에 加한 外力을 除去했을 때의 永久變形率(塑性變形率)이 생기지 않는 狀態로서 應力과 變形率의 關係가 線形 範圍內的 解析을 基準으로 삼고 非彈性解析은 熱變形率 등 彈性以外的 變形率을 取扱하게 되며 彈性範圍를 벗어나서 外力을 除去했을 때의 永久變形率이 생

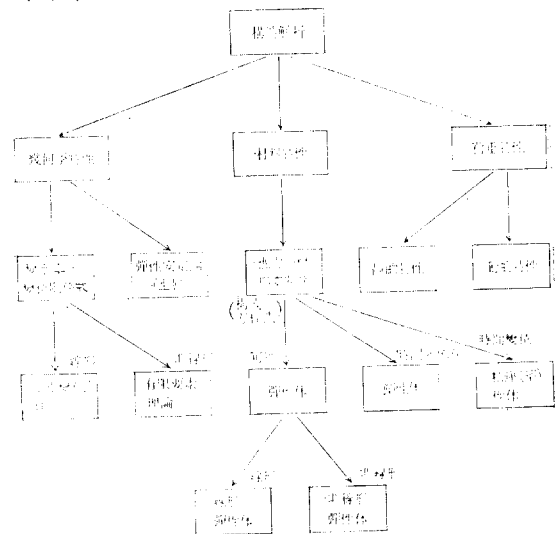


그림 1 有限要素法에 있어서의 構造解析

기는 應力과 變形率의 範圍까지의 解析을 行하는 彈塑性解析, 時間과 더불어 累積된 永久變形率을 考慮하여 分析하는 크리이프(creep) 解析등이 包含된다. 線形解析은 溫도와 荷重의 外的 作用에 對하여 構造物의 變形과 應力 및 變形率의 應答이 線形에 있다고 보고 非線形解析은 線形 以外的 範圍의 境遇로서 彈塑性크리이프 解析등의 材料非線形解析 大變形解析과 座屈(buckling) 解析등의 幾何學的 非線形解析, 接觸問題등을 考慮한 境界非線形等の 境遇가 있는데 이들 非線形性이 連成한 解析이 必要할 수도 있다. 動的 解析은 時間에 關係하는 變位の 2次微分項, 그 에 따른 加速度項을 包含한 解析등을 말하고 振動, 衝突, 破裂등의 解析등이 屬하며 靜의 解析은 그 이외의 것을 말한다.

2.2. 構造解析 計算프로그램의 開發經緯

有限要素法에 있어 컴퓨터 計算프로그램은 1960年代 以前에 始作, 그 數가 많기 때문에 本稿에서는 近來에 開發된 몇몇 프로그램을 調査 比較하기로 하고 表 1에 開發年代가 區分되어 있다.

표 1 構造解析 計算프로그램의 開發年代

年代	線形解析	非線形解析
1965	○STARDYNE ○STURDL ○ASKA-I	
1970	○ASKA-II ○SAP IV ○SAP-V	○ANSYS ○EPACA ○CREEP-PLAST ○NEPSAP ● ○BERSAFE ○MARC ○NONSAP ○ASKA-III
1980		○ADINA

(1) ANSYS (Engineering Analysis System)은 美國의 Swanson 解析시스템社의 Swanson 등이 開發한 것으로 動·靜의 解析, 彈塑性크리이프등의

非彈性解析 및 그에 따른 溫度解析등이 可能하다.

(2) ASKA(Automatic Systems for Kinematic analysis)은 西獨의 슈트트가르트工大의 研究機關인 ISD(Institut für Statik und Dynamik der Luft und Raumfahrtkon struktionen)의 Agris 教授가 中心이 되어 開發한 것으로 처음에는 線形解析의 ASKA-I 이 作成되었고 後에 動的 解析의 ASKA-II (俗稱 DYNAN), 材料非線形解析을 爲한 ASKA-IIIa 및 座屈解析의 ASKA-IIIb 등이 이어서 開發되었다.

(3) MARC는 美國의 MARC 解析研究所에서 브라운大學의 Marcal 教授를 中心으로 基礎를 作成한 汎用 計算프로그램으로 材料非線形解析 및 幾何學的 非線形解析의 두가지 機能을 重視하여 作成하였다.

(4) NASTRAN(NASA STRuctural ANalysis)은 美國의 航空宇宙局에서 航空宇宙開發計劃에 使用할 目的으로 作成한 것으로 그 첫번째 version인 12에서 始作하여 現在는 15, 15.5, 16, 17, 17.5 등이 이어서 開發된 것으로 알려져 있으며 現在까지는 主로 動的 및 靜의 解析, 彈性 및 座屈解析, 溫度解析이 可能하고 이어서 將次 level 18~19에서는 現在 使用이 制限되어 있는 非線形 및 彈塑性크리이프解析이 可能하도록 擴張할 豫定인 것으로 알려졌다.

(5) SAP-IV (Structural Analysis Program)은 美國 켈리포니아大學의 Wilson 教授를 中心으로 開發한 것으로 彈性範圍內的 靜의 解析과 動的 解析이 可能하다.

(6) ADINA(A Finite Element Program for Automatic Dynamic Incremental Nonlinear Analysis)는 SAP-IV를 作成할 때 同그룹의 Bathe 教授를 中心으로 NONSAP(NONlinear Structural Analysis Program)을 開發하였는데 NONSAP은 SAP를 非線形解析에의 擴張을 爲始하여 材料非線形, 大變形, 大變形率等の 解析이 可能하나 프로그램상의 若干의 誤差를 發生시켜 Bathe 教授는 NONSAP를 經驗으로 마사추세츠工科大 大學에서 ADINA를 開發하였는데 이로서 靜의 및 動的 解析 그에 따른 彈塑性의 크리이프解析이

☐ 資 料

可能하게 되었다.

(7) NEPSAP (Nonlinear Elastic-Plastic Structural Analysis Program)은 美國의 록히드 미사일·스페이스社에서 開發한 것으로 彈塑性 및 크리이프解析이 可能하다.

(8) BERSAFE (Berkeley Structural Analysis by Finite Element)는 英國의 中央電力廳이 設定한 것으로 彈塑性·크리이프解析프로그램인 TESS 를 改良시킨 것으로 알려졌다.

(9) EPACA(Elastic Plastic And Creep Analysis)는 美國의 프랭크린研究所에서 開發한 것으로 亦是 彈塑性, 크리이프解析이 可能하다.

(10) CREEP-PLAST(CREEP-PLASTIC analysis program)는 美國의 제네랄 엘렉트릭社에서 開發, 後에 오크리지國立研究所에서 一般公開한 것으로 彈塑性, 크리이프 解析프로그램이 있고 變形率의 平面應力, 平面變形率 및 軸對稱要素의 取扱이 可能한 것으로 알려졌다.

(11) STRUDL 은 美國의 마사추세츠工科大学의 ICES(Integrated Civil Engineering System)의 一環으로 開發된 것으로 靜的, 動的 構造解析이 可能하다.

(12) STARDYNE 은 美國의 Mechanics Research Inc.에서 開發한 것으로 control data corp.의 cybernet system 과 더불어 많이 普及되어 왔다.

3. 컴퓨터에 의한 試驗分析의 自動化와 應用

컴퓨터의 連結 및 構成은 front computer 와 host computer 및 central computer 가 있을 때는 보통 front computer 에서는 試驗測定裝備와 連結하여 simultaneous real-time processing 의 試驗測定을 하고 이를 그림 2 와 같이 host computer 및 central computer 에 連結하고 여기서 display terminal 등을 構成하고 multi-channel 에서 測定分析된 資料는 data recorder 등을 利用, 記錄하거나 이를 magnetic disc 에 保管시켜 FORTRAN 등에 依해 읽을 수 있도록 하기위해

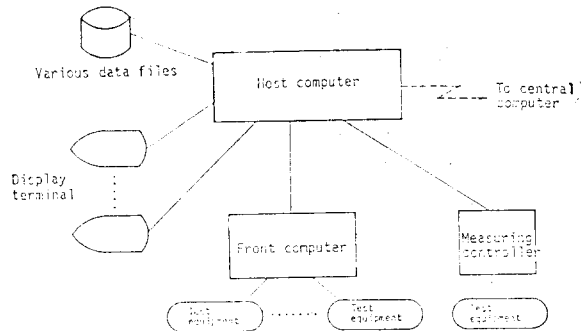


그림 2 컴퓨터와 하드웨어 및 소프트웨어의 구성

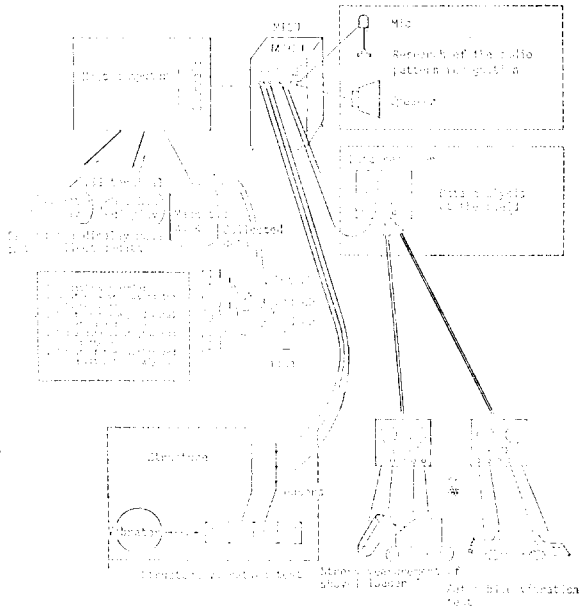


그림 3 MICU(Measurement Information Controller Unit)의 設置例.



그림 4 自動車의 試驗分析 및 研究를 위한 一例.

그림 3처럼 measurement controller 등을 設置할 수도 있다. 이처럼 分析, 測定된 資料는 改良된 研究開發에 活用할 수 있도록 컴퓨터와 關聯施設을 패키지(package)化하여 活用方案을 擴大할 수 있으며 그림 4는 自動車의 엔진의 測定과 試驗分析을 하기 爲한 一例를 圖示하였다.

一般的으로 有限要素法을 適用하기 爲해서는 미니컴퓨터는 basic analysis 나 modal analysis 를 行하고 finite element analysis 나 動力學 시스템 시뮬레이션을 爲해서는 유니버설 컴퓨터의 소프트웨어를 活用 解析하게 되는 바 그림 5

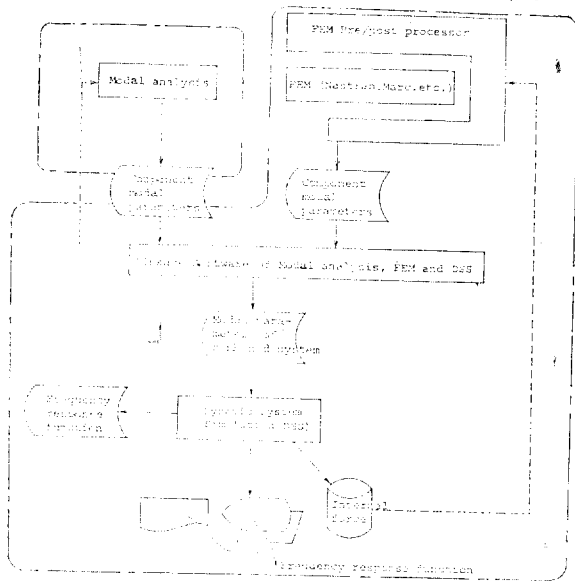


그림 5 振動測定을 위한 소프트웨어의 構成例.

는 振動測定을 하기 爲한 一例를 圖示하였다.

4. 結 言

컴퓨터에 依한 試驗·分析과 構造解析·設計의 自動化는 (i) 測定 및 試驗分析에 時間의 短縮과 짧은 時間에 mass-data 의 處理 (ii) 可變인 모드에서 自由로운 選擇으로 測定 및 試驗分析技術의 革新 (iii) 試驗分析和 解析의 高能率化 (iv) 測定 및 試驗分析資料의 綜合的인 評價 및 利用 (v) 新製品·新技術 開發을 爲한 所要時間의 短縮 등으로 그 活用方案은 앞으로 漸次 增大될 것으로 豫想된다.

參 考 文 獻

1. 幾島 毅外; 日本原子力學會誌 Vol. 23, No.7 (1981) pp. 470-476
2. 尾田十八; 日本機械學會誌 Vol. 79, No. 691 (1976.6) pp. 494-501
3. Private information; Fuji Facom Corp.
4. Richard Rosen; Mechanical Engineering Jan., 1974 pp. 21~26
5. W.C. Hamann; Mechanical Engineering Feb., 1974 pp. 30~36
6. 朴潤植; NASTRAN 을 利用한 構造物의 Dynamic Analysis, 大韓機械學會 學術講演會抄錄 1982. 7. 20