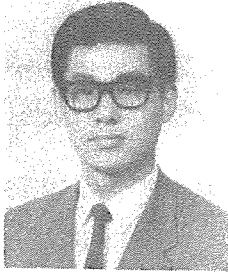


効率的인 構造 設計法 (1)

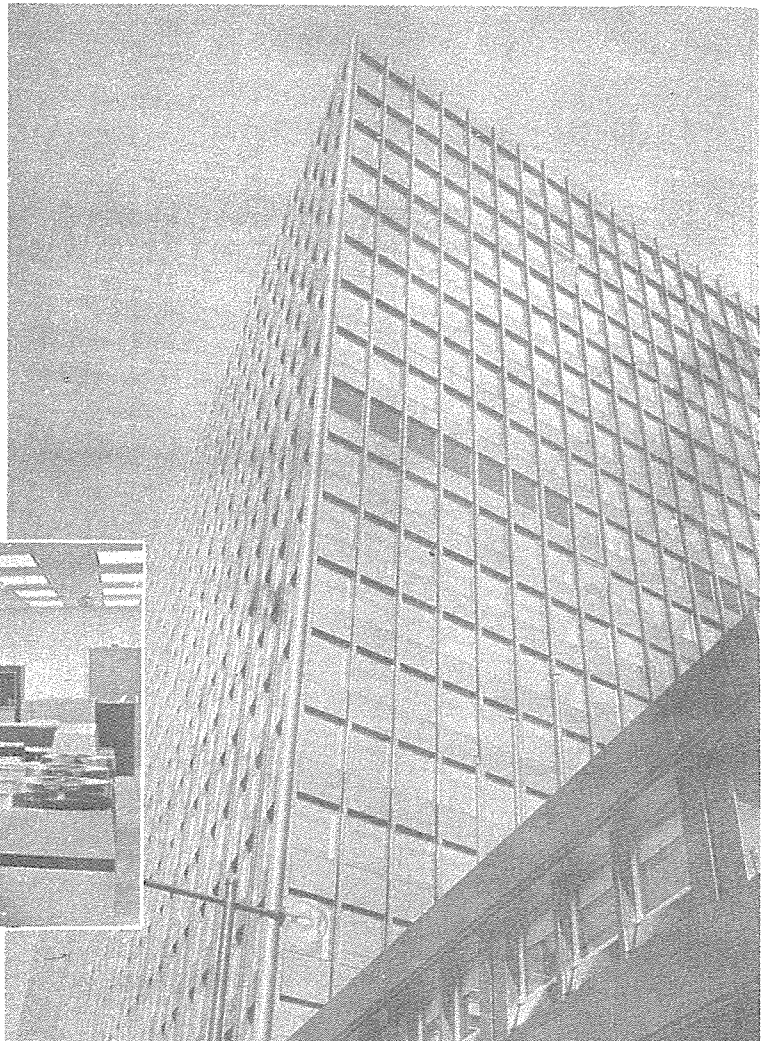
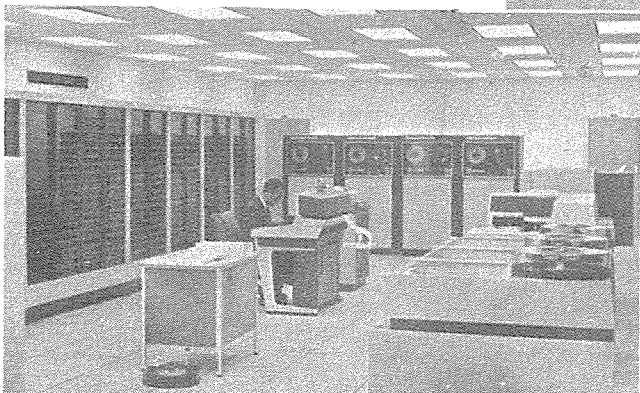


曹 鐵 鎬

한양대학교 강사
한국건축컴퓨터 응용연구소

筆者は 現在 한국 건축 컴퓨터 응용연구소(KOREA CASES—Computer Aided Structural Engineering Services)에 在職 中이며 構造設計分野의 実務에 도움을 줄 수 있는 各種 data와 建築分野에 利用할 수 있는 PROGRAM을 開發 保有하고 있으므로, 동료 建築士: 여러분의 문의를 언제나 환영하고 있습니다. ㉘-6158 KOREA CASES (편집자 註)

대형 컴퓨터 시스템과 건물



I 序 論

社會生活이 복잡다양화하고 이 다양한 가운데 國民生活이 高度化됨에 따라 복잡하고 많은 時間을 要하는 일을 처리하는데 필요한 도구를 찾게 되었다.

이리하여 高度의 發展을 거듭해 온 科學文明의 혜택으로 必要한 도구는 거듭 발전 COMPUTER 에까지 이르게 되었고 제 2 차 대전 중 탄도 측정에서부터 APPOLO의 달 정복에까지에 主役을 담당하여 왔다. 뿐만아니라 科學技術 계산을 떠난 인 사관리, 판매관리, 재고관리, 경영관리 등의 업무를 수행하며 現在 先進國에서는 시행예측까지 함 으로서 産業革命이 아닌 情報革命時代에 漸入되고 있다.

先進國이나 우리나라에서도 建築作品活動에서 構造에 관한 部分을 專攻하고 그것을 專業으로 하는 職種으로 分業化되어가고 있는 것은 事實이다.

建物は 外力에 對하여 安全하고 經濟적으로 지 어져야 되겠다는 것은 建築主나 建築家나 構造技術者가 바라는 것이겠다.

建築設計者가 設計要求에 따라 諸要求條件을 만족할 수 있도록 애를 써서 計劃을 하고 나서 本設計 作業을 爲한 構造設計가 의뢰되면 그 建築計劃에 따라 構造設計를 여러 方法으로 할 수 있다. 그 여러 方法中 가장 적절한 方法에 依해 予算에 맞는 構造計劃을, 또 가장 工事費가 적게 드는 즉 經濟的인 構造計劃을 해낸다는 것은 꼭 보람있는 일 일 것이다.

또 構造計劃을 한 후 즉시 개략 공사비의 내역을 알 수 있었으면 하는 것이 建築設計者나 構造技術者나 建築主가 다함께 바라는 바가 아닐까 생각된다.

本設計단계에서 개략공사비를 見積하기 前에는 모르기 때문에 一連의 設計가 끝난 다음에 예산에 맞지 않아 變更이 일어나 애써 일한 構造設計 및 本設計圖를 다시 해야 하는 일을 우리 주위에서 흔히 보게 된다. 이때 우리 建築技術者들은 눈물을 머금고 심지어는 밤을 새워가며 변경된 계획에 대하여 복잡하고 지루한 작업을 반복해야만 한다. 그렇다고 建築設計者가 주는 作業 期間內에 여러 方法으로 構造計劃을 해서 構造設計를 한 후 가장 적절한 것을 택해 주기에는 너무나 時間이 不足할 것이다. 筆者는 이러한 것을 해결하기 위해 몇년 前

부터 컴퓨터에 대하여 憧憬을 해 왔었다.

構造設計에 있어서 일초에 수백만번의 단일계산을 해 낼 수는 있어도 판단을 못하는 天才의이며 동시에 바보인 컴퓨터에게 人間이 복잡하고 지루하게 느끼는 計算作業만을 넘겨 주고 싶었던 것이다. 筆者가 實務에 從事한 6년동안 거의 700여 構造物을 다루어 보았다. 大部分의 時間을 곱하고 나누고, 더하고, 빼는 지루한 반복 作業의 計算에 애 았졌다. 어느 構造物 하나에도 時間을 充分히 주신 構造設計 의뢰자는 없었기에 計算에만 쫓겼다 해도 과언은 아니리라 생각한다. 다행히 建築構造 專攻 Computer Programmer로 3~4년간 일하면서 이런 복잡하고 지루한 계산 作業만을 신속정확하게 해 낼 수있는 Computer를 이용할 수 있었다. 따라서 構造設計者는 남는 時間에 구조 계획면에서 충실히 일할 수 있고 Computer가 해낸 결과치(out put)를 판단하는 것만으로도 훌륭한 경험을 쌓을 수 있으리라 생각한다.

경험이 豊富한 構造技術者가 처음에 入力(input), 資料(data)를 作成하고 나서 컴퓨터에 處理시킨 結果, 그 結果가 신통하지 않을 경우에 또 새롭게 入力資料를 다시 作成하여 컴퓨터를 利用하는 것이 一般的인 方法이다. 이러한 方法보다는 처음 入力資料로 變更된 資料 컴퓨터 內에서 만들어 쓸 수 있도록 自動構造設計를 할 수 있는 PROGRAM이 必要하고 이러한 PROGRAM은 構造設計 過程에서 개략공사비를 알려 줄 수 있게 될 것이다.

筆者는 이러한 問題를 解決하기 爲해 1968年 12月부터 1970年 10月까지(2년간) CASES(Computerized Architecture, Structure and Estimate Systems)과 1969年 3월부터 1971年 2月까지(2년간) CHULS(Computer and Human beings United Loading Systems)라는 PROGRAM을 開發하였다.

이 PROGRAM은 構造計劃에 對한 資料를 컴퓨터에 入力(input) 시켜 構造設計 및 見積을 同時에 해 내는 조직으로 經濟設計를 爲한 最適設計를 알 수 있으므로 構造設計 過程에서 개략공사비를 우리에게 알려 줄 수있는 것이다.

筆者는 이 PROGRAM을 국민은행본점(지상 20층), 한국 대학생 선교회 아카데미 빌딩(지상18층), 모미국 용역에서 의뢰한 외인 아파트 6동(ACI code에 依함) 등의 실무에 활용하여 實効를 거두고 있

으므로 이를 회원 여러분에게 소개하여 建築作品活動에 다소나마 도움이 된다면 다행이라고 생각한다.

筆者가 開發한 PROGRAM에 대해서는 本論의 主로 3章, 4章, 7章, 8章, 9章 그리고 10章~에서 具體的으로 說明하기로 한다.

II. 本 論

1. 컴퓨터를 利用한 構造解析方案

컴퓨터를 利用한 構造解析이라고 해서 새로운 計算法이 생긴 것은 아니다. 다만 컴퓨터라고 하는 새로운 強力한 計算手段이 出現했기 때문에 過去數世紀를 通해서 선배들이 쌓아올린 構造力學을 컴퓨터를 利用하는데 適當하게 變更할 必要가 생긴 것 뿐이다.

構造力學에서는 元數가 큰 聯立1次方程式을 푸는 問題가 많다. 이것은 構造物의 彈性變形이 微小하고 2次 以上の 項을 無視할 수 있다고 가정한 것, 다사 말해서 겹쳐서 맞추는 原理가 적용된다고 가정한 것의 當然한 結果라고 할 수 있다. 過去에는 聯立1次方程式을 푸는 것은 대단히 까다로운 일이었다. 10元 以上の 聯立方程式을 풀 일이 있는 사람이면 그것이 얼마나 귀찮은 일인가를 理解할 수 있을 것이다. 따라서 지금까지는 어떻게 해서 聯立1次方程式을 풀기 쉬운 形으로 만드느냐 하는 것이 中心 問題였다.

컴퓨터를 利用하면 聯立1次方程式을 푸는 일은 아주 쉬운 일이다. 따라서 이것을 풀기 쉬운 모양으로 만든다는 努力은 必要없게 된다. 그렇지만 여기에 새로운 問題가 생기게 된다. 그것은 相對가 機械인 탓으로 計算方法을 프로그램(program)이라는 모양으로 컴퓨터에 상세하게 알려주지 않으면 안된다는 것이다. 微分方程式, 彈性方程式, 變形法에 依한 方法等을 컴퓨터에 프로그램으로 알릴 수 있는 것이다. 그러므로 構造設計의 모든 過程을 프로그램으로 컴퓨터에게 알릴 수 있는 것이다. 筆者가 시도한 구체적인 컴퓨터를 利用한 構造解析에 대해서는 3章에서 부터 다시 자세하게 論하겠다.

2. 컴퓨터의 利用

컴퓨터가 構造解析以外에 어떤 方面에 利用되고 있는지를 알아 보는 것도 좋을 것이다. 컴퓨터의 利用面에서 살펴보면 事務計算, 技術計算, 實時間制御로 크게 나누는 것이 普通이다. 사무제산과 技術計算의 사이에는 確實히 區別이 없어져 간다.

2-1. 事務計算

資料(data)의 數가 많아 入力(input)과 出力(output)에 時間이 걸리지만 計算은 簡單한 것이 특징이라고 할 수 있다. 給料計算, 資材管理等을 생각한다면 그 사정을 理解할 수가 있다. 예를들어 給料計算의 경우 社員全部의 給与元帳을 어떤 形態로 數字의 配列로 이루어지는 코드(code)로 만들어 컴퓨터에 저장(store)시켜 두었다가 처리하게 된다.

最近에는 給料計算과 같은 資料 처리 뿐만 아니라 資材의 最適在庫量計算, 需要予測, 予算統制, 政策決定, 工事費積算, 工程管理等の 方面에 利用하고 있다. 그래서 그 計算手段으로서는 最適值를 求하는 일을 中心으로 하는 方法을 채택하고 있다.

2-2. 技術計算

資料의 數는 적지만 計算이 복잡한 것이 특징으로 되어있다. 뒤에 자세하게 말하는 構造解析을 비롯해서 線形計算, 写真測量, 線路選定, 水路網計算等 土木의 分野에 있어서 例는 얼마든지 있다. 計算手段으로서는 數值計算法이 中心이지만 最近에는 從來의 設計法에만 집착하지 않고 應力의 許容應力內에 들어가야 된다는 條件 아래 建設費를 最小로 하는 方法等이 研究되고 있다. 筆者가 開發한 構造設計 및 見積을 위한 프로그램도 이러한 方法에 속하는 것이다.

2-3. 實時間制御

이것은 앞에서 말한 두가지와는 전혀 다른 利用方法이다. 航空機, 鐵道, 其他의 交通機關에 있어서의 座席予約의 問題를 생각한다면 어떠한 利用法人가를 想像할 수 있을 것이다. 現場과 電子計算機를 直結해서 現場에서 發生한 問題에 대해서 즉시 그 解答을 주자는 것이다. 여기에 속하는 것으로는 航空機의 飛着制御, 交通量에 따르는 信號機制御, 化學工場의 自動制御等이 있다. 나아가서 軍事目的을 가진 레에다網의 制御도 여기에 속한다.

以上 컴퓨터가 어떻게 利用되고 있는가에 대해서 말했지만 얼마나 넓은 範圍로 利用되고 있다는 것을 理解했다고 보겠다.

우리나라도 이제 20여대의 컴퓨터 도입으로 대학에비고사의 채점, 체신부의 전화요금처리, 은행의 예금계산 등 그 大部分이 事務計算에 利用되고 있어 技術計算으로의 利用은 극히 限定된 部分을 맡고 있을 뿐이다. 하지만 技術計算의 分野에서 過去의 計算手段에서 새로운 計算手段으로 옮겨 가고 있다.

위에서 말한 바와 같이 構造解析 以外에도 興味 있는 問題가 많은 것을 알 수 있다.

世界 컴퓨터 設置現況은 『표-1』과 같다.

『表 1』 世界 컴퓨터設置現況 (1970, 1, 1 現在)

国	名	設置台數	設置費用 (100萬弗)	比率(%)	備 考
美	國	62,685	21,925	59.8%	
西	獨	6,070	2,165	5.8	
英	國	5,910	1,660	5.7	
日	本	5,900	1,390	5.6	
프	랑	4,500	1,330	4.3	
소	련	4,500	1,125	4.3	
캐	나	3,000	930	2.9	
伊	太	2,730	505	2.6	
스	칸	1,520	515	1.5	
네	덜	1,080	315	1.0	
오	스트	925	290	0.9	
스	웨	870	295	0.8	
벨	지	650	200	0.6	
룩	셈	650	200	0.6	
한	국	20	5	—	
기	타	4,390	1,350	4.2	
계		104,750	34,000	100.0	

* 動 向

美國, 西獨, 日本等 先進國을 除外한 其他 各國은 每年 約 50% 가량의 增加率을 보이고 있다.

3. 構造設計 및 見積用 PROGRAM-CASES

筆者가 1968年 12월부터 1970年 10월까지(2년간) 開發한 構造設計 및 見積用PROGRAM을 CASES (Computerized Architecture, Structure and Estimate Systems—Computer Aided Structural Engineering Systems)라고 名命했다.

CASES란 이름은 우리에게 밀접한 관계가 있다. 人間을 담고 人間の 環境을 造成하는 통(case)을 構造物이라 한다면 너무 誇張된 表現일까? 計算만 빠르게 할 수있고 융통성이 없는 Computer란

최몽치에 전달할 수 있는 CARD를 담은 통(case)이 必要한 것이다. 또 case는 “경우”라는 意味를 가진다. 構造設計에는 여러가지 경우(case)가 많을 것이다. 이 경우(case)에 따라 해결한다는 意味에서 CASES라고 칭하는 것도 좋을 것이다.

CASES의 “C”는 Construction, Civil, Consulting, Cost, Concrete 등의 意味를 가지고, “A”는 Architecture, Application, Art 등의 意味, “S”는 Structure, Stress, Space, Steel, “E”는 Engineering, Electronic Estimate, Electricity,

“S”는 System, Services 등의 意味를 내포할 수 있어 外國에 있는 CARDS (Computerized Architectural Design System)와 꼭 어울리는 이름이 아닌가 생각된다.

Computer를 利用하여 構造設計를 하는데 手作業보다 時間이 절약되지 않는다고 말하는 사람들이 있다.

이 사람들은 자기가 직접 PROGRAM을 개발하지 않고 外國에서 개발한 PROGRAM等에 依해 外應力 算定만을 Computer를 利用하고 다른 사항(보의 設計 및 건축, 기둥의 設計 및 見積, 基礎의 設計 및 見積等)은 다시 手作業으로 했으리라 생각된다. 筆者가 개발한 構造設計 및 見積을 한꺼번에 해낼 수있는 大型 CASES PROGRAM의 全 System을 利用하면 이러한 문제는 생기지 않을 것이다.

지금까지 國內에서 利用된 PROGRAM은 外應力 算定用 PROGRAM만으로 構造技術者는 Computer를 利用할 경우 應力 해석을 한 結果值를 電子計算室에서 가져와 보 및 기초의 산정을 해 내어야 했으므로 지금까지 構造技術者가 해 온 手作業에 비해 별로 時間을 절약하지 못해 처음 外應力 算定用 PROGRAM을 利用하던 분도 아예 포기해온 國內의 實情인데, 여러가지 構造計劃에서 小量의 DATA로 全부재의 設計 및 見積을 한꺼번에 해낼 수 있는 PROGRAM을 개발하여 利用할 수있어 時間을 最大限으로 節約할 수있고 개략 공사비를 즉시 알 수있다는 점에서 꼭 의미있는 일이 아닌가 생각된다.

어떤 構造物의 構造設計를 효율적으로 하자면 CASES PROGRAM의 全 System을 利用하는 것이 좋을 것이다. 따라서 外應力 算定만을 해내는 PROGRAM보다 많은 일의量(SLAB設計에서부터

基礎設計까지 見積을 포함해서)을 해 내기 때문에 大型電子計算機의 記憶장치가 必要하다. 다행히 國內에는 CDS-3300(98K), IBM-360(64K), UNIVAC-1106(120K) 등의 大型電子計算機가 도입되어 어떠한 構造物도 解析이 可能하게 되었다.

필자는 建築構造專攻 COMPUTER PROGRAMMER로 3~4년간 일해온 터라 全体構造 및 見積用 CASES PROGRAM의 개발에 있어 國內의 넉넉지 못한 經濟여건 및 設計용역비를 위해 한장의 CARD, 1초의 COMPUTER RUN TIME도 아끼도록 애썼고 正確度는 外國에서 개발된 PROGRAM의 水準에 맞도록 하여

1) 時間을 절약; 數日내지 數個月이 소요되는 作業을 몇분, 몇시간 내에 結果를 얻을 수 있고,

2) 正確한 해석; 手作業에 의존하는 約산법이 아니고 COMPUTER를 이용하는 精算法이기 때문에 正確한 結果를 얻을 수 있고,

3) 경비의 절약; 時間當 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 저렴해지고,

4) 檢討의 不要; 構造計劃 및 荷重條件을 正確히 入力(input) 시킨 後의 복잡한 계산과정에 대하여 전혀 檢산을 要하지 않으므로 安心할 수 있고,

5) 工事費의 決定; 見積을 해 내도록 개발하였으므로 예산에 적합한 계획 및 設計를 할 수 있다.

4. 建築計劃用 PROGRAM-CHULS

筆者가 1969년 3월부터 1971년 2월까지(2년간) 開發한 建築計劃用 PROGRAM을 CHULS(Computer and Human beings United Loading System)라 했다.

이 CHULS는 建築設計者와 構造設計 專攻 프로그래머가 컴퓨터로 의장적 효과를 고려하여, 부재의 断面을 決定하는 우리나라 現實에 맞도록 개발한 PROGRAM이다.

CHULS라는 이름은 建築構造物에 쓰이는 材料가 鐵骨構造, 鐵筋콘크리트구조, 其他構造에 있어서 거의 鐵(Steel)이므로 “鐵”의 한글 발음 대로 만들었다. 그리고 筆者의 이름의 가운데자를 意味하기도 한다.

이 CHULS라는 PROGRAM의 內容에 對해서는 다음 機會에 자세한 紹介를 할 予定이다.

5. 컴퓨터의 歷史와 外國에서 開發된 PROGRAM

컴퓨터의 發達을 史的으로 살펴본다면 그 歷史가 너무 짧을는지 모른다.

컴퓨터는 1958년 以前에 進공관 회로에 依해 milli sec의 연산속도라는 제 1세대에서 1964년 이후에 IC 등에 依한 직접회로 nano sec라는 연산속도의 제 3세대로 變遷해왔다. 우리나라에 들어온 기종은 대부분 제 3세대에 속한다. 最近에는 빛이 30 야드 直進할 때 이미 어떤 計算 하나를 할 수 있는 제 4世代的 概念의 컴퓨터까지 등장했다. 그 進歩는 놀랄만 한 것이다. 이 進歩는 결코 演算能力의 飛躍的인 增大만을 意味하는 것이 아니다. 컴퓨터의 大型化, 나아가서는 그 記憶容量의 增大를 意味하는 것만도 아니다. 그와 같은 컴퓨터와 周邊機器 또는 그것들을 驅使하는 Software의 進歩를 合해서 컴퓨터의 進歩라고 생각하는 것이다. 特定의 一機器에 對하여 말하는 것은 결코 아니다.

컴퓨터가 商用機로서 使用된 始初가 美國에 있어서 1957년 당시니까 15年 程度가 된다. 이 15年 동안 우리들에게 관계가 있는 面에서 이 利用思想의 變遷을 내다볼 때

第一期……解析手法에서 數值計算手法에의 移行時期로 Stored Program System이 利用되었다.

計算의 順序를 事前에 指定하지 않고 問題의 展開에 따라서 스스로 그 길을 求하는 性能과 計算時間의 飛躍的인 向上이 評價되어 從來의 解析手法에서 數值計算手法으로 移行하여간 時代이다.

그 當時는 겨우 2,000語程度의 記憶容量밖에 가지지 못한 컴퓨터도 中型機로서 堂堂히 行세한 時代였다.

第二期……汎用性있는 PROGRAM作成時期. 構造物이면 무엇이던 할 수 있도록 하려고 努力해왔다. 이 때 Truss 解析의 PROGRAM은 모든 形狀의 Truss가 풀릴 수 있도록 開發되고 Frame 解析의 PROGRAM은 形狀의 여하를 묻지 않고 풀릴 수 있도록까지 開發되었다.

第三期……PROBLEM ORIENTED LANGUAGE 時代.

問題마다의 PROGRAM이라는 態度를 取하지 않고 그 問題를 限定해서 그 範圍內에서 問題의 規定에 무엇인가의 專門의 知識도 必要로 하지 않

는 것을 목적으로 한 것이다. 쉽게 말하자면 第一期인 數值計算手法에서는 各各의 問題마다 PROGRAM을 作成해서 쓰던 것을 PROBLEM ORIENTED LANGUAGE 時代에서는 일일이 PROGRAM을 쓰지 않고 문제를 직접 쓸 수 있는 LANGUAGE로 이용자는 PROGRAM을 몰라도 쓸 수 있게 한 것이다.

이 PROBLEM ORIENTED LANGUAGE로 만든 PROGRAM에는 아래의 같은 여러가지가 있다.

COGO (Coordinate Geometry).....最初로 시도한 美 MIT의 C. L. Miller 博士의 지도하에 이루어진 PROGRAM이다.

주로 解析幾何的인 問題로 測量의 問題나 土量의 計算問題를 처리하는 것이다.

STRESS (應力解析用 Structural Engineering System Solver).....1964年 美 MIT 教授陣에 의해 2年半동안 開發된 PROGRAM으로 Steven J. Fenves, Robert D. Logcher, Samuel P. Mauch, Kenneth F. Reinschmidt 등의 여러 사람이 개발하였다.

이 PROGRAM은 外應力算定用으로 構造工学問題의 解析을 爲해서 마련된 것이다.

두 개 혹은 세 개의 첫수로 되어있는 角材로 되어있고 Pin으로 고정되어 있거나 고정된 節點을 가지고 있으며, 집중하중, 등분포하중, 이동하중 또는 기온의 變化에 처한 영향에 의해서 應力을 받는 構造體의 모든 계산을 할 수 있다.

우리 나라에서는 1969년 12월에 IBM-1130(8K)에 의해 도입되어 筆者도 초창기에 1130 Monitor System, Version 2에 의해 STRESS를 利用해 보았다.

STRUDL (STRUctural Design Language).....주로 Pro. Roger에 의해 개발된 PROGRAM이다. 大型 컴퓨터의 面에서 構造的 資料의 정보 발전에 대한 해설적인 제도의 개발이다.

ICES (Integrated Civil Engineering System).....土木用 PROGRAM

BRIDGE.....橋梁設計用 PROGRAM

FRAN (FRamed structural ANalysis)....格子構造物 設計用 PROGRAM

TRAN.....交通問題 解析用 PROGRAM

STAN (STRUctural ANalysis).....日本 販部 正等に 의해 주로 開發된 PROGRAM이다. (1965~1966년) 日本의 建築構造에 있어서의 Pattern을 같이 하는 문제를 集中的으로 처리하기 爲해 개발한 PROBLEM ORIENTED DATA CONTROLLING SYSTEM이다.

PERT/TIME (Program Evaluation and Review Technique).....工程管理用 PROGRAM

PERT/COST.....工程管理用 PROGRAM

CPM (Critical Path Method).....工程管理用 PROGRAM

주로 建築, 土木에 대한 PROGRAM만 紹介하였다. 그외에도 外國에서 開發된 PROGRAM은 많다. 各 PROGRAM은 大部分이 많은 研究費를 지급하고 개발된 것이기 때문에 기계어로 바꾸어 보급하므로 PROGRAM의 자세한 內容을 알 수 있는 Source PROGRAM을 얻기란 거의 불가능하므로 도입된 機種에서만 쓸 수 있게 되는 것이 보통이다.

6. CHULS, CASES 에 의한 構造計劃 및 構造設計

우리들은 建築을 構造 解析 設計하는데 어떤 慣習을 가지고 있다. 이러한 韓國的 慣習으로 考慮하여 獨自的으로 開發한 Program이 CHULS와 CASES이다. 建築構造에 関한 構造計劃 또는 構造設計를 機能的으로 생각하면 『그림-1』과 같은 것이다. 諸條件 또는 制約에 의해 設計要求가 이루어지면 構造計劃을 하고 나서 部材假定을 하고 荷重算定, 應力解析, 部材断面算定, 見積의 處理過程에 의해 部材假定段階가 다시 수정되기도 한다.

6-1 構造計劃.....人間과 컴퓨터와의 協同的 思考 (Computer and Human beings United...)를 適用하여 具體的으로 어떤 成果를 期待해 보는 段階로 CHULS가 여기에 해당되는 Program이다. 構造計劃은 構造物의 諸要求事項에 따라 可能性을 檢討하는 것이다. 따라서 諸要求事項을 만족 하려고 애쓰는 것이다.

架構 (FRAME)의 幾何學的 認識을 하고 나서 어떠한 곳에 기둥(柱, Column)을 세우고 어떠한 곳에 보(梁, Girder)를 거는가 하는 것은 모두 人間의 머리속에서 人間의 知識과 과거 經驗을 통해

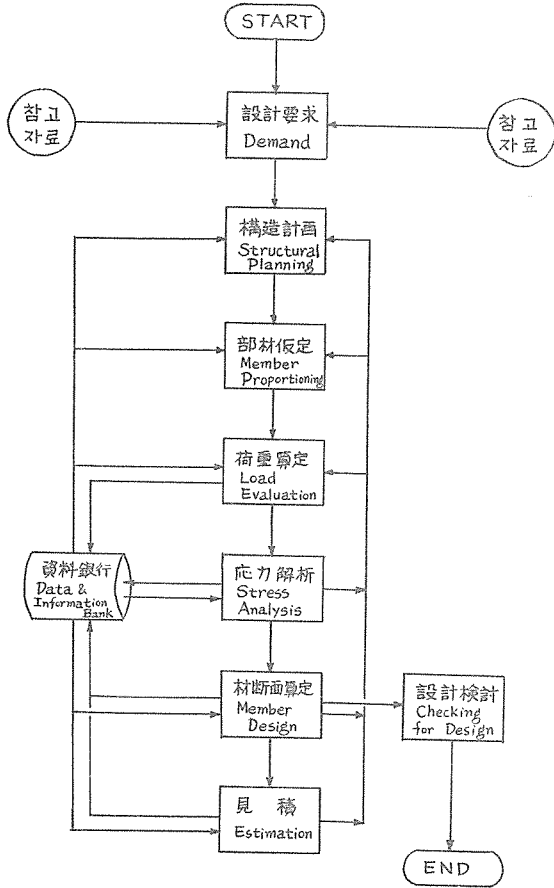


그림- 1 Computer Aided Design

決定되고 그와 같은 架構를 發見하게 된다. 마치 의사가 患者에게 청진기를 대고, 患者의 病의 狀態를 대화로 듣고 나서 患者의 체온등을 토대로 의사의 머리속에서 의사의 知識과 과거 경험을 통해 決定하여 진단하는 과정과 같은 方法일 것이다. 人間의 머리속에서 決定된 架構에 對한 作圖가 必要하게 된다. 이와 같은 것은 人間과 컴퓨터와의 媒体로서의 Graphic Display가 크게 도움이 될 것이다. 컴퓨터에 架構의 形狀을 알리기 위해 各節點의 座標를 記憶시켜 주는 方法을 취하고 있다. 장래에는 圖形을 그 自体를 주어서 이것을 數值的인 情報로 바꾸어 컴퓨터에 記憶시킬 수 있을 것이다.

또 人間과 컴퓨터와의 共同思考體는 어떤 여러 가지 條件 또는 制約에 의해 力學的인 可能性을 追求해야 하는 것이다. 그 條件 또는 制約에는 아래와 같은 것들이 있을 것이다.

- * 荷重的 條件
- * 法規的 條件 (制約)
- * 技術的 條件 (制約)
- * 美觀的 條件 (制約)
- * 豫算的 條件 (制約)
- * 市場的 條件 (制約)

이러한 條件 또는 制約은 設計 要求에 依해 當장 決定될 수도 있지만 대체로 計劃者의 判斷에 따르는 것도 많다. 즉 人間의 두뇌안에 저장되어 있는 知識, 記憶과 判斷, 經驗에 따라 條件 또는 制約이 定하여 진다. 따라서 計劃者의 實力과 經驗에 따라 差異가 생길 수도 있는 것이다. 또 人間の 經驗中에서 꺼내는 것 뿐만 아니고, 컴퓨터안에 설치할 수 있는 資料銀行(Data and Information Bank)에서 꺼낼 수도 있다. 처음 資料銀行을 設置하지 않고 쓰는 System으로 運用해 나가다가 차차 이 資料銀行을 設置하여 利用할 수도 있다. 이러한 條件 또는 制約에 의한 可能性의 檢査는 그와 같은 構想이 과연 어떠한 結果를 가지고 올까 라는 定量的인 檢査가 必要하게 된다. 이러한 定量化는 構造計劃段階에서 할 수 있는 것이 아니고 다음 段階의 断面假定, 断面設計, 見積等의 諸過程에서 行하여지는 것이다. 正確한 答案을 얻는 것보다 짧은 時間에 答案을 얻어 人間の 期待에 곧 反應하도록 해야 한다. 따라서 設計 段階에서는 正確한 答案을 求할 수 있는 方法에서 略算으로 求할 수 있는 것까지의 여러 Level의 手法을 준비해 두어야 할 것이다. 이렇게 준비된 여러가지의 Level을 任意로 選擇해서 쓸 수 있도록 해야 한다. 略算式의 研究로 짧은 時間에 計算이 이루어 질 수 있는 System도 必要하게 되는 것이다.

이와 같은 다음 段階에서의 結果는 곧 바로 되돌아가 人間과 컴퓨터와의 共同思考體의 人間の 判斷에 호소할 수 있도록 되어 있어야 한다. 資料銀行에서 情報 또는 知識을 꺼내어 計劃段階에 주어질 수도 있을 것이다. 어떤 建物의 基本計劃段階에 있어서 이와 같은 또는 비슷한 先例가 過去에 있었다고 하면 그 經驗은 크게 活用되어야 한다. 이와같은 種類는 數없이 存在하지만 대개의 경우 人間の 머리 안에 또는 設計圖面, 計算書로서 保存되어 있게 된다. 이러한 設計圖面, 計算書가 상당히 많을 境遇 찾아 본다는 것은 꽤 귀찮은 일이 되기에 새로이

다시 일을 하는 수도 있다. 이러한 귀찮은 일을 해소하기 위해 資料銀行을 컴퓨터에 設置하는 것이 좋겠다. 어떤 構造物의 計劃이 끝나고 다음 段階에서 精度가 높은 方法으로 採択된 境遇 이것은 最終인 處理가 될 것이며 이러한 結果를 一定한 順序 또는 統計的 處理 아래 蒐集하여 컴퓨터의 外部記憶을 시킬 수 있다. 이렇게 蒐集된 資料는 Data and Information Bank에 保管되고 또 이 資料銀行에서 얻어진 結果가 經驗의 反映으로서 計劃者에게 꼭 도움을 주리라 생각된다.

CHULS 라는 Program은 이러한 資料銀行 없이 人間の 經驗을 入力(input) 시켜서 얻을 수 있는 System이다. 構造計劃 段階에서 기대되어야 하는 것은 어떠한 構造計劃이 가장 적절하며 經濟的 이냐 하는 것이다. 이를 Data and Information Bank를 利用하여 아는수도 있고 다음 段階인 設計의 各 段階가 이루어진 다음 計劃者가 判斷할 수도 있을 것이다.

韓國은 부유한 나라는 아니라고 본다. 같은 建物を 세우는 경우, 보다 經濟的인 建物を 세우도록 애쓰는 것도 보람있는 일이라 하겠다.

「그림-1」과 같이 構造計劃段階에 이어서 部材 假定, 荷重算定 등의 順序로 設計의 各 段階가 있는데 이러한 諸段階는 人間과 컴퓨터와 이것을 얻을 수 있는 컴퓨터 Printer와 Display 등에 의해 構成되는 基本的인 機能이 받아야 할 일이다. 그렇게 하여 보다 짧은 時間에 人間の 判斷을 받을 수 있게 하는 것이다. 計劃段階에 이어지는 各 設計段階를 部材假定, 荷重算定 등의 順序로 思考와 處理를 해나가는데 그것들의 諸機能에 對해서 山단히 說明하면 아래와 같다.

6-2 部材假定……設計要求에 의해 定해진 構造計劃에 따라 要求된 條件과 같은 經驗을 할 일이 있는가 또는 先例가 Data로써 있는가를 찾아 利用하는 것도 좋을 것이다.

그리고 그와 같은 種類의 建物の 統計的인 傾向을 情報로서 資料銀行에서 받고 人間の 判斷을 섞어서 部材斷面을 假定할 수 있는 것이다. 이러한 經驗이나 Data가 없는 경우에는 任意로 部材를 假定하여 材料面算定을 略算的으로 行하고 다시 修正하는 方法을 澤하기도 하지만 컴퓨터를 使用하는 時間이 많아지면 設計經費가 節約되지 않는다. 따라서 最小의 時間으로 最大의 效果를 얻는

것이 必要하다. 이 段階에는 CHULS 라는 Program이 利用된다.

6-3 荷重算定……經驗에 依하거나 先例에서 찾아보아 해당되는 것이 없으면 前段階인 設計要求, 構造計劃에서의 情報 아래서 算定한다.

一般的이라고 생각되는 것은 Code化하던지, Data and Information Bank에 保存한다. 算定方法은 몇개의 Level을 생각한다. 特히 水平荷重에 對하여 많은 資料를 얻어 算定에 도움이 되도록 해야 할 것이다. 이 段階에는 CASES 라는 Program이 利用된다.

6-4 応用解析……오늘날까지 컴퓨터를 가장 많이 利用하여 온 過程이다. Problem Oriented Language에 屬하는 STRESS FRAN 등이 여기에 屬한다. 매트릭스 構造解析法(Matrix Methods of Structural Analysis)이나, 變位法(Displacement Methods), 또는 Kani의 固定法 등에 依해 精算方法으로 解析할 수 있게 할 수도 있고 모멘트분배법(Moment Distribution)인 Cross's Method를 利用하게 할 수도 있다.

各種略算法 등 數種의 Level을 생각해서 必要에 따라서 어떤 Level의 것이든지 使用할 수 있도록 해야 할 것이다.

應力の 狀態를 컴퓨터 Printer에 依해 인쇄되거나, Graphic Display에 依해 그림으로서 人間에게 表示되어 알 수 있게 한다. 資料로써 必要하다고 생각되는 것은 統計的으로 處理한 다음 資料銀行에 保存하여 다음 建物の 設計過程에 도움을 주도록 해야 할 것이다.

立体로 처리 할 것인가

異形 Frame 인가

矩形一般 Frame 인가

階段式 層別 Frame 인가

異形+矩形 Frame 인가에 따라 必要한 Program을 불러 쓸 수 있도록 한다.

CASES를 개발하는데 가장 많은 時間을 所要한 部分이다.

6-5 斷面算定……前段階에서 解析된 外應力에 對하여 이미 해둔 資料가 있으면 그것을 利用하고 資料가 없으면 새로이 斷面을 算定하게 한다. 斷面算定에는 日本에 旧規準과 1971年 改正된 新規準, 美國의 ACI 規準 등을 다 準備해 놓고 設計

要求나 計劃者의 判斷에 따라 選擇해서 쓸 수 있도록 하였다. 算定方法에 對해서도 여러 가지의 Level의 것을 준비해서 利用하게 한다. 將來에 對해서 資料로써 必要한 것은 統計處理한 뒤 資料銀行에 保管하게 한다.

6-6 見積段階……圖面에서 數量을 算出하는 手法과는 달리, 이미 컴퓨터에 記憶 되어있는 断面算定의 結果에 따라 見積하게 한다.

材料의 時勢를 수시로 入力(input) 시킬 수 있도록 하여 利用하게 한다.

CASES program에 이 見積段階를 插入 하므로 計劃者는 짧은 時間內에 設計의 經濟性을 把握할 수 있게 되어 從來의 本 設計가 다 끝난 다음 見積을 通해 工事費를 알 수가 있었던 것을 構造設計過程에서 알 수 있게 된 것이다. 이 段階에서 予算에 맞지 않을 境遇 다시 計劃에 되돌아가 또 다시 設計의 段階를 밟을 수 있도록 하였다. 그 結果는 必要에 따라서 資料銀行에 保管 시켜 다음 다른 建物の 設計에 도움을 주게 한다.

6-7 設計檢討……構造計劃段階에서 見積段階까지 이루어진 모든 設計를 檢討하는 段階이다.

前段階로서 컴퓨터 Printer 나 Graphic Display가 併用되어 設計의 諸段階에 對해서 檢討를 Computer Time에 依해서 行하고 檢討의 結果 OK가 얻어진 것만을 作圖의 對象으로 해야 할 것이다.

Graphic Display의 裝置가 없는 境遇에는 Printer에 依해 印刷(output)된 것으로 設計檢討를 行하여 諸條件 또는 制約에 맞고 予算에 맞는 適切한 設計가 되었을 境遇(Case) 本設計를 할 수 있게 하면 될 것이다.

7. CASES (構造設計 및 見積用 PROGRAM)의 利用法

컴퓨터 프로그램에 대하여 전혀 지식이 없는 사람이라도 利用할 수 있도록 開發하였다. 利用法의 理解를 돕기 爲해 實例를 들어가며 說明하고자 한다. 例를 들어 構造物의 諸要求事項에 따라 可能性을 檢討한 結果 7,200m×7,200m 간격에 기둥(柱 Column)位置를 定할 수 있는 構造物이 있다고 하자. 경우에 따라 기둥을 中間에 세울 수 있을 때, 이러한 構造計劃은 『그림-2』와 같이 여러가지로 가능하다. 그러나 어떠한 構造計劃이 가장

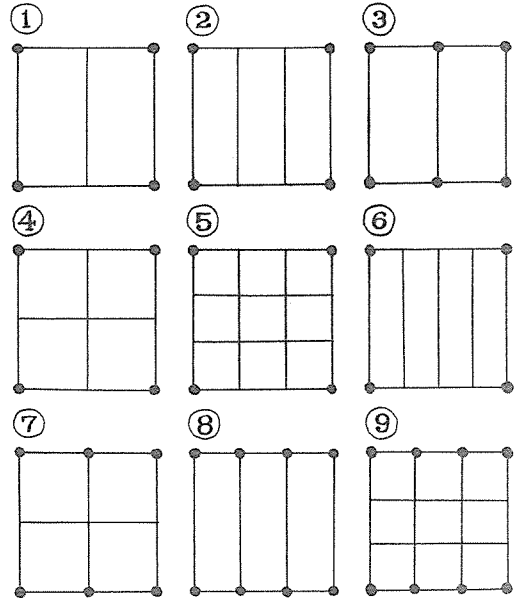


그림-2 각종 구조 계획

적절하며 經濟적인지를 우리는 흔히 本 設計가 다 끝난 다음 見積 및 積算에 依해 알 수 있게 된다. 多幸히 Date and Information Bank에 先例로서 提供된 構造物이라면 이를 금방 알 수 있겠지만 새로 提供되는 建物이라고 할 때 우선 몇 가지를 골라 공사비를 비교한 後 채택하는 것이 좋은 것이다. 필자는 『그림-2』에서 ①②③의 3가지만을 선택해서 說明하기로 한다.

『그림-2』의 ①②③같은 構造로 철근 콘크리트조로 시공한다고 생각하기로 하자.

위의 구조를 Data and Information Bank를 생각하지 않고 CASES란 PROGRAM에 依하여 構造設計를 機能的으로 생각하면 『그림-3』, 『그림-4』와 같은 흐름(flow)이 될 것이다.

원래 CASES란 PROGRAM은 Data and Information Bank를 두는 System으로 개발한 것이지만 여기서는 說明을 간단히 하기 위해 Data and Information Bank(資料銀行)를 생각하지 않기로 한다.

CASES PROGRAM은 모두 SUB-PROGRAM으로 짜여져 있기 때문에 各 構造物의 特性에 따라 선택해서 組립이 可能하고, 各各 나누어 따로 쓸 수도 있다. 外國에서 開發하여 기계어(Machine language)로 보급하여 利用者의 수정이 불

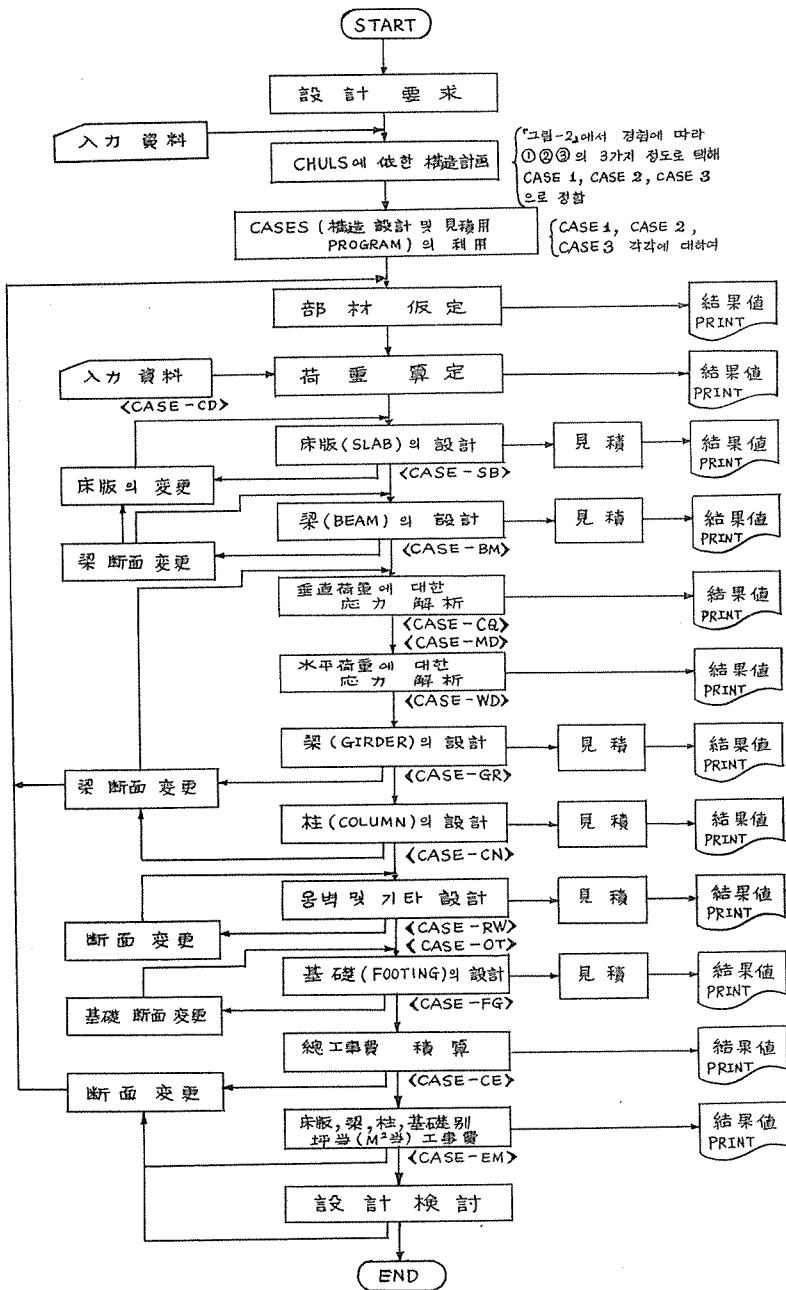


그림-3 CHULS, CASES에 의한 설계과정.

가능한 PROGRAM 과는 달리 筆者가 직접 FORT-RAN(FORMula TRANslation)이란 과학용 Computer Language로 개발하였으므로 수시 便利 하도록 수정이 가능하다.

建物の实例를 든 CASES의 利用에 對한 좀 더 자세한 說明은 다음호로 미룬다.

(계속)

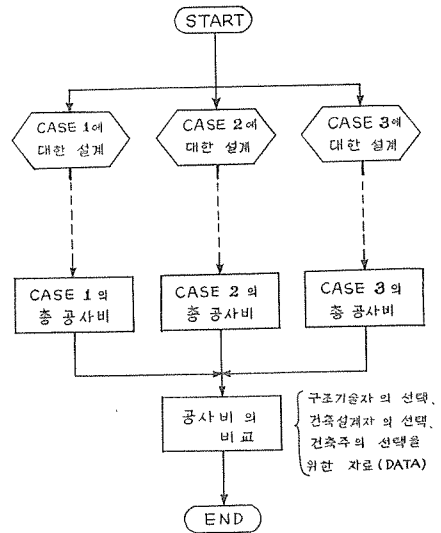


그림-4 경제 설계를 위한 CASES의 이용.