

T.A.F.E.M(Tunnel - Analysis by F.E.M) Program 紹介

趙 善 奎*

一般.

터널의掘削과 支保方法에 對한 概念을 導入한 NATM(New Austrian Tunnelling Method)이 등장한 以後, 이 新工法에 對한 研究와 그 應用作業이 急速히 遂行되어 왔으며, 現在는 世界各國에서 이 工法을 널리 使用하고 있는 실정이다. 우리나라에서도 1982年 서울 地下鐵 建設工事에서 본격적으로 使用하여, 現在는 터널 設計에 있어서 一般的 設計方向으로 정착되어 가고 있다. 이런 추세에 따라, 本 Program이 開發되었으며, 그에 關계된 內容을 다음과 같이 紹介코자 한다.

1. Program 概要

本 Program은 地盤自體를 主要한 支保材로 活하는 터널 新工法(NATM)에 對한 터널斷面의 解析 및 掘削에 依한 地盤의 舉動을 解析하기 위하여 開發된 有限要素 Program 이다. 本 Program은 彈塑性 有限要素 概念을 導入하고 있으며 使用要素로서는 地盤 및 Shotcrete 要素는 8節點 四邊形 要素, Rock-Bolt는 2 또는 3 節點 ROD 要素, 外部 境界는 無限境界 要素를 各各 使用하였다. 또한, 荷重増分法과 接線剛度法을 利用하였으며, 使用材料에 對한 直交흐름 法則과 Mohr-Coulomb 및 Drucker-Prager 降伏基準을 使用하였다. 塑性 變形과 應力과의 關係는 變形増分 理論을 근거로 하였으며, 各 應力經路에 따른 應力-變形 關係式

을 適用하였다. 그리고, 地盤自體가 引張을 거의 받을 수 없는 非引張 材料임을 감안하여 地盤을 취성 파괴 基準에 따르는 非引張 材料로 간주하여 취성 파괴 構成式을 適用하였다.

2. Program 構成

本 프로그램은 크게 4段階로 分類되며 다음과 같다.

- 1段階 : 人力 Data 作成(Pre-processing)

Automatic mesh generation 作業과 完成된 data에 對한 Screen 이나 Plotting 에 依한 검색 作業

- 2段階 : 有限要素 解析(Processing)

1段階에서 完成된 data를 利用하여, 有限要素法에 依한 解析을 遂行하고 掘削에 依한 掘削等價力의 計算 및 저장

- 3段階 : 出力 및 Plotting(Post-processing)

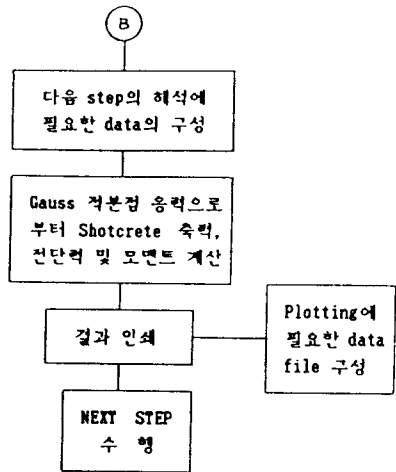
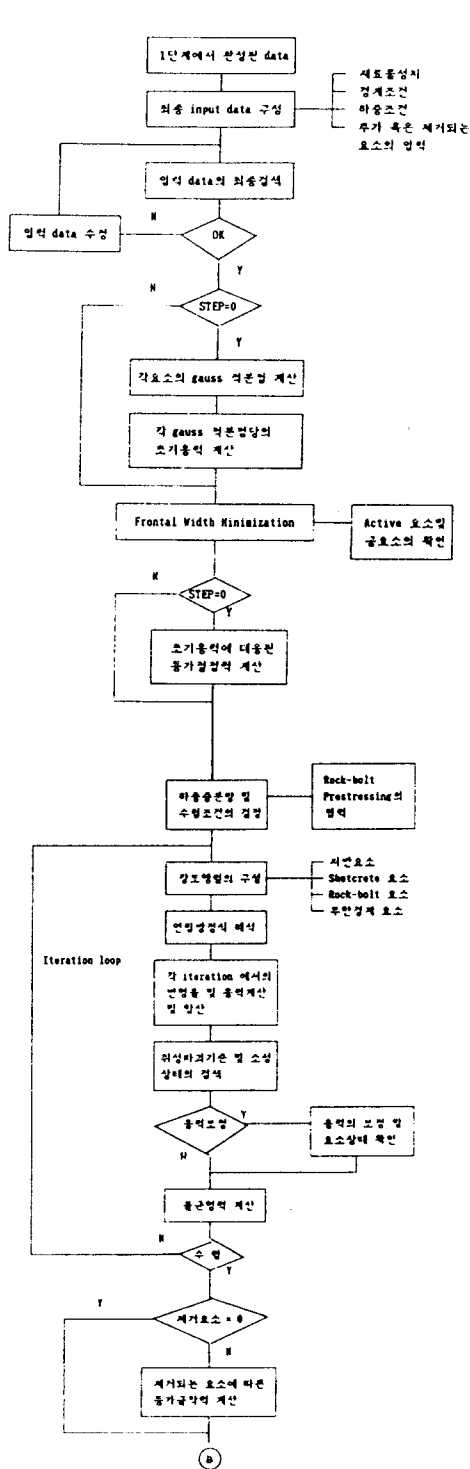
2段階에서 計算된 結果를 利用한 Printing 및 Plotting 作業

- 4段階 : 内部 Lining 設計

대상 구조물의 Lining을 단위 strip으로 假定, 樞 지배요소인 frame 要素를 使用하여 평면골조 구조물로 modeling 하였으며, 1주변 암반의 영향을 Spring 要素를 使用하여 고려하였다.

Lining 해석에 필요한 入力 자료들은 有限要素 解析時의 data 및 補助 data 로 모두 Program 내에서 自動적으로

* 韓國綜合技術開發公社 道路部



터널해석 프로그램 흐름도

3. 解析適用例

本 解析例는 中央高速道路 大邱-春川間 第1段階 實施設計에서 適用한 多富터널의 解析結果를 보여주고 있다. 多富터널(17K+020-18K+020)은 총연장이 1,040m 로서 2차선 斷面의 單線터널로 구성되어 있다. 本 解析에서는 入口部, 出口部の 半斷面 掘削에 따른 解析과 中央部の 全斷面 掘削에 의한 解析을 施工段階別로 解析하였다. 이때 使用한 Computer 기종 및 수행시간, 출력결과는 다음과 같다.

1) 使用機種

本 解析은 IBM-PS/2 Model 80(32 Bit)에 의하여 遂行되어졌는데, 本 Program을 運用하는데는 다음 규격이상의 P.C(16 Bit도 가능) 이상이면 충분할 것이다.

- CPU Speed 10 MHZ 以上
- Ram Memory 2MB 以上
- Hard Memory 20MB 以上

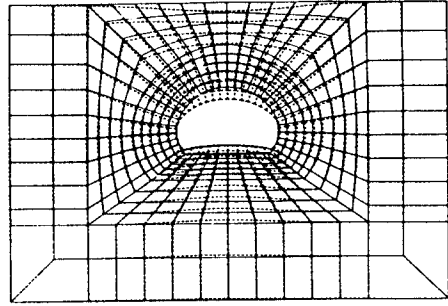
2) 解析遂行時間

半斷面 掘削時는 6段階, 全斷面 掘削은 4段階의 解析을 遂行하게 되는데, 한 段階 解析時 所要되는 時間은 CPU 80386-16 MHZ를 使用하는 基중에서 Tolerance 가 1%일 때, 약 20분이 所要되며, CPU 80286-10 MHZ에서는 Tolerance가 1% 일 때 약 38분이 所要되었다.

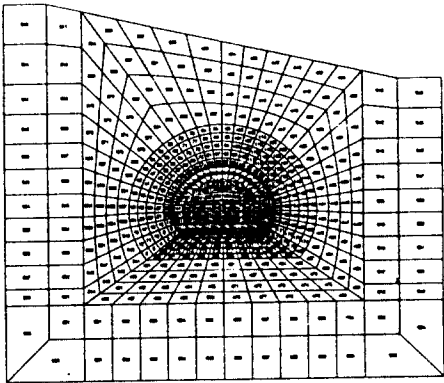
구성되어 解析을 遂行하도록 하였다.

3) 解析 結果

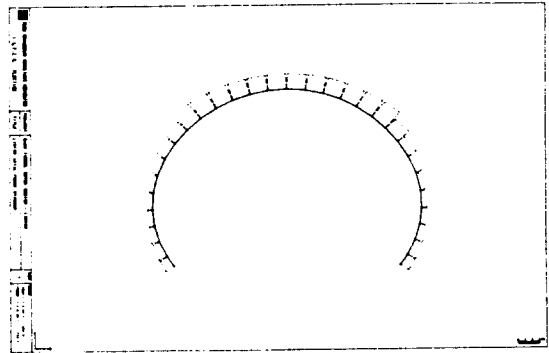
Post-Processing 에 의해 各 段階마다 遂行된 解析 結果들을 Plotting 하게 되는데, 主로 變位形 狀圖, 變位 Vector圖, 主 應力圖, 引張領域圖, 等變位 Contour, Shotcrete 斷面力圖, Rock-Bolt 斷面 力圖 및 Lining 解析圖를 出力하게 된다. 다음의 그림은 이중의 몇가지 결과를 보여주고 있다.



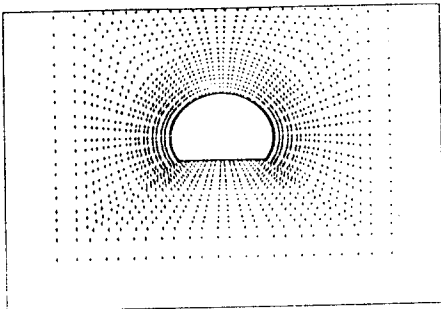
다부터널 중앙부 변위 형상도 (STEP 3)



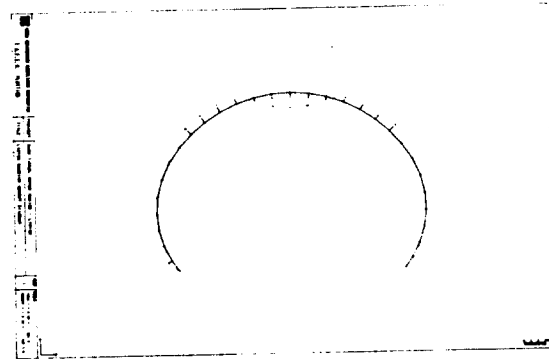
다부터널 출구부 Mesh-Diagram (STEP 0)



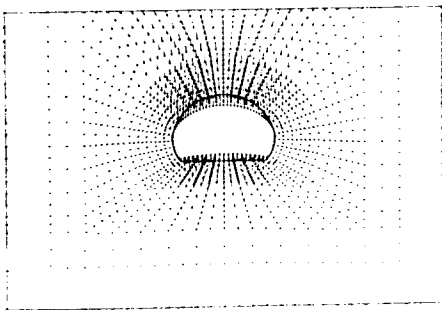
다부터널 입구부 Lining 軸力圖 (case 1)



다부터널 중앙부 主應力圖 (STEP 1)



다부터널 입구부 Lining 彎-Moment 圖 (case 1)



다부터널 중앙부 변위 Vector 圖 (STEP 2)