



## 터널 공사의省力化 方案

Energy Saving Method of Tunnelling Works

許 墳\*  
Huh, Ginn

우리가 흔히 쓰고 있는 터널(Tunnel)의 語源을 찾아보면 佛語의 Tonne(大模)에서 나온 말로 管型 捕鳥網 또는 豎坑의 뜻으로 전해오다가 18世紀부터 지금의 Tunnel로 쓰이게 된 것으로 전해지고 있다.

터널의 技術 開發은 尖端의 特別한 技術이라고 보다는 平凡한 技術의 組織化된 것으로 多様な 技術의 蓄積과 核心 技術(core)을 組合한 Know how 라고하는 것이 타당한 것이다.

우리 나라 터널 工事に 있어서 일대 轉換點이라고 할 수 있는 1982年 4月 8日 서울 무악재 地下鐵 崩壞 事故를 잊을 수가 없다. 死亡 10名, 重輕傷 45名, 財產 被害 33億원이란 人爲的 災難은 마치 비가 온 다음 땅이 굳어진다는 옛말과 같이 唐詩 事故 調査를 맡았던 筆者가 서울 市長에게 報告한 死後 對策案이 大部分 받아들여졌다는 事實이다.

첫째, 앞으로 서울시 工事的 爆藥 使用에 있어서 는 다이내마이트 使用을 禁하고 含水 爆藥으로 代替하며 點火는 M/S 電氣 雷管을 普及토록 한다.

둘째, 穿孔은 Jumbo 굴착기를 普及 漸進的으로 代替할 것.

셋째, 火藥 管理 技師는 下請 業體에 속해 있는 日雇 身分을 工事 契約 當事者인 施工 業體가 正式 職員으로 採用하여 身元 保證을 할 것.

넷째, 火藥類 管理 業務는 內務部로부터 建設部 나 商工部로 移管하여 명실공히 技術 行政이 管理 토록 할 것.

이와 같은 事故 調査 處理가 圓滿이 解決되자 當時 東亞建設 그룹 Korea-Kaiser Engineering

會社 重役으로 있던 筆者는 서울 地下鐵 公事에서 일하게 되었던 것이다. 當時만 해도 꿈에 그리던 NATM 技術 導入이 實現을 보게되어 元祖인 오스트리아에서 NATM 監理團(Dr. Schubert) 그리고 7年間の 經歷을 가지고 있는 日本의 鐵道技術協力會 監理團 두 팀의 技術 指導를 받으면서 調査, 設計 및 施工의 實用化에 拍車를 加하게 했던 것이다. 勿論 當時 垂直溝 및 터널 NATM 公法을 배워가면서 일했던 즐거운 그때를 지금도 記憶하고 있다. 이리하여 從來의 山岳式 터널(American steel support Tunneling system)을 NATM(New Austrian Tunneling method)으로 우리 나라에 導入 普及하기 始作한 歷史의 한 페이지를 장식한 契機가 된 것이다. 어느 한 쪽보다는 오스트리아와 日本의 양 監理팀을 두게된 것을 뒤늦게 알게된 事實이지만 정말 잘 했다는 생각이 들었다. 예를 들어 防水 sheet를 施工하는데 前者는 全斷面 防水를 권했고 後者는 Invert部를 除外한 部分 防止를 主張한 나머지 다같이 받아들여졌던 것이다. 15年이지만 3, 4 號線의 防水 管理 狀態는 兩者 主張이 다같이 옳다는 것으로 實證되고 있다.

우리 나라 都心地에서 發破 作業이란 日本과 같이 軟弱 地盤에서는 想像할 수도 없는 노릇이다. 서울만 하더라도 江北은 侏羅紀(2億年 前)의 花崗岩에다 江南은 先 캄브리아紀(18億年 前)의 片麻岩으로 大部分이 普通岩 以上の 굳은 돌이다. 淸溪川 隣近의 風化된 花崗岩이라 하더라도 乾燥한 狀態에서 는 強度 自體는 높지 않으나 韌性(Toughness)의 發

\* 화약류관리 기술사, 한국기술사회 부회장

澆로 機械的인 破碎는 不可하여 오직 發破 作業만 이 可能한 것이다. 따라서 地下鐵 工事 터널 掘進을 비롯한 모든 터널 作業이 大部分 發破 作業으로 이루어지고 있는 탓으로 穿孔作業은 그 어느 부분보다도 技術開發의 必要性을 느끼고 있는 點이라 하겠다. 火藥 技術學會가 80年 初부터 開發한 精密 發破 穿孔 Pattern 卽 全 斷面을 上下 兩端으로 分割하여 Mini Bench로 하고 中拔 中心孔은 中口徑( $\phi$  45mm up)으로 하는 地下鐵 Tunnel 掘進이 이제 部分的이나 國產 Single Boom Jumbo( $\phi$ 38mm)가 稼動되고 있음은 隔世 知感을 느끼게 된다.

거기다 振動 騒音의 節減을 爲해서 發破點火 때마다 計測을 통해서 隣近 住民들의 理解와 協調를 求하고 있음은 정말 아름다운 光景이 아닐 수 없다. 우리도 앞으로 先進國처럼 막장에 自動 마아크 標識(Automatic Plotting System, Mac 製)를 設置하여 最小 低抗線과 空間 距離 間의 精密 穿孔으로서 余掘 節減을 期하고 있다. 이제 하루 빨리 是正해야 할 點은 터널 막장의 作業組 構成이다. 甲乙班組(Crew)가 美國에서는 6名 日本에서 7名으로 各各 되어 있는데 各自가 穿孔, 裝藥 shotcrete 및 Arch 組立을 區分 없이 다 할 수 있는 基礎 訓練을 받고 現場에 臨하고 있는 事實이다.

우리는 어떠한가. 各自 맡는 일이 따로따로 되어 있음으로 비근한 例가 穿孔을 받고 있는 Jumbo operater는 技師라고 穿孔만 하고 일찌감치 미리 退勤하고 마는 兪지 못할 現象도 일어나고 있는 實情입니다. 80年代 初부터 火藥 技術學會에서는 서울市의 研究 調查費로 서울市 一帶의 地質 構造圖 作成과 振動植 遲發當 裝藥量 및 爆源과의 距離間 函數關係 發破 實驗式을 考案 普及함으로 各 地下鐵 現場 마다 騒音과 振動을 測定 記錄하여 地上 商街 住宅 構造物의 미치는 影響을 最小化하고 있다. 이

어 最近 多端 發破器(Sequential Blasting Machine)를 권장 普及하여 騒音 節減에도 多少의 效果를 보고 있다. 先進國에서는 이미 Computer 搭載의 全自動 掘鑿 Jumbo가 開發되어 發破 Pattern의 Expert system의 實用化가 可能하며 發破 作業의 省力化가 이루어지고 있으니 우리도 멀지 않을 것을 期待하는 바이다. 發破 廢石 作業의 省力化에 對해서도 作業規模의 差異는 있지만 移動式 Crusher를 現場에 設置 Container 方式 Capsule에 의해서 廢石 活用하는 方案도 實用化되고 있는 實情이다.

한편 發破 公法 以外 掘進 方法으로서 우리 나라에서 使用되고 있는 터널 掘削 マシン(Tunnel Boring Machine TBM)은 經驗에 의하면 첫째, 岩의 壓縮 強度가 700~1,000 kg/cm<sup>2</sup> 範圍를 넘어서는 안 되고 둘째, 巖盤이 均質 狀態(Homogeneous)가 絕對的 要素이며 莫場 自體 地盤이 自立 要件이 充分해야 된다. 셋째, 水平 Boring으로 前方 探查가 반드시 뒤따라야 하는 등 以外에도 高價裝備가 問題되고 있다. 따라서 우리나라에서도 90年代 初 導入時 技術的 配慮라기 보다는 特定 業體의 隨意 契約의 뜻을 품고 使用하게 된 것으로 알고 있다. 여기서 한 가지 짚고 넘어갈 것은 首都 高速道路 北岳 터널 現場에서의 일이다. T.M.B 莫場에서 直上 40m 地上의 住宅 注入의 陳情으로 諮問을 한적이 있다. 이는 TMB 稼動으로 發生하는 繼續的인 低周波 振動으로 發生한 陳情으로 判明되었다. 此外 中型 Shield machine도 普及되고 있으나 長短點을 比較 檢討하며 慎重한 選擇이 있어야 할 것으로 思料된다. 어쨌든 硬岩層을 主宗으로 하고 있는 우리나라 實情에는 發破 技術의 開發과 省力化의 結集으로 快適한 作業環境 造成에 힘쓰므로서 우리의 꿈인 터널 作業의 完全自動 掘鑿化로 눈앞에 닥쳐 올날을 確信하는 바이다.