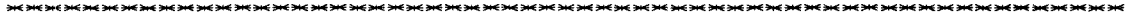




# 터널공사의 省力化

Economic Energies of the Tunnel works

許 垸°  
Ginn Huh



우리가 흔히 쓰고 있는 터널(Tunnel)의 語源을 찾아보면 佛語의 Tonne(大槓)에서 나온 말로 管型捕鳥網 또는 堅坑의 뜻으로 傳해오다가 18世紀부터 지금의 Tunnel로 쓰이게 된것으로 傳해지고 있다.

터널의 技術開發은 尖端의 特別한 技術이라기 보다는 平凡한 技術이 組織化된 것으로 多樣한 技術의 蓄積과 核心技術(Core)을 組合한 Know How 라고 하는 것이 妥當한 것이다.

우리나라 터널 工事に 있어서 一大 轉換點이라 할수 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 비가온 다음 땅이 굳어진다는 옛말과 같이 當時 事故 調査를 맡았던 筆者가 서울市長에게 報告한 事後 對策案이 大部分 받아들여졌다는 事實이다.

첫째, 앞으로 서울시 工事的 爆藥 使用에 있어서는 ダイナ마이트 使用을 禁하고 含水爆藥으로 代置하며 點火는 M/S 電氣雷管을 普及토록 한다.

둘째, 穿孔은 Jumbo 掘착機를 普及 점진的으로 對替할것.

셋째, 火藥管理 技師는 下請業體에 屬해 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 할것.

넷째, 火藥類 管理業務는 內務部로 부터 建設部나 商工部로 移管하여 名實共히 技術行政이 管理토

록 할것.

이와같은 事故調査 處理가 圓滿히 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 公社에서 일하게 되었던 것이다. 當時만해도 꿈에 그리던 NATM 技術 導入이 實現을 보게되어 原産인 奧地利에서 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 2個組의 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工法을 배워가면서 일했던 즐거움 그때를 지금도 記憶하고 있다. 이리하여 從來의 山岳式 터널(American Steel Support Tunneling Method)을 NATM(New Austria Tunneling Method)으로 우리나라에 導入 普及하기 始作한 歷史의 한 頁을 裝식한 契機가 된것이다. 어느 한 쪽보다는 奧地利와 日本의 兩監理組를 두게된 것을 뒤늦게 알게된 事實이지만 정말 잘했다는 생각이 들었다. 예를 들어 防水 sheet를 施工하는데 前者는 全斷面 防水를 勸했고 后者는 Invert部를 除外한 部分防止를 主張한 나머지 다같이 받아들였던 것이다. 15年이 지난 3, 4號線의 防水 管理狀態는 兩者 主張이 다같이 옳다는 것으로 實證되고 있다.

우리나라 都心地에서 發破作業이란 日本과 같이 軟弱地盤에서는 想像할수도 없는 노릇이다. 서울만

\* 韓國技術士會 副會長, 火藥類管理技術士, 美國 土木技術士

하더라도 江北은 2億年前의 花崗岩에다 江南은 先 坎布利亞紀(18億年前)의 片麻岩으로 大部分이 普通岩 以上の 굳은 돌이다. 淸溪川 附近의 風化된 花崗岩이라 하더라도 乾燥한 狀態에서는 強度 自體는 높지 않으나 韌性(Toughness)의 發達로 機械的인 破碎는 不可하여 오직 發破作業만이 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 上下兩端으로 分割하여 mini Bench로 하고 中拔 中心孔은 中口徑( $\phi 45\text{mm}$  up)으로 하는 地下鐵 Tunnel 掘進이 이제 部分的의 이나마 國產 Single Boom Jumbo( $\phi 38\text{mm}$ )가 稼動되고 있음은 隔世之感을 느끼게 한다.

거기다 振動 騒音의 節減을 爲해서 發破點火 때마다 計測을 通해서 附近 住民들의 理解와 協調를 求하고 있음은 정말 아름다운 光景이 아닐수 없다. 우리도 앞으로 先進國처럼 莫場에 自動 마크 標示(Automatic Plotting System, Mac製)를 設置하여 最小 抵抗線과 孔間距離 間的 精密 穿孔으로서 余掘 節減을 期하기 있다. 이제 하루 빨리 是 正해야 할 點은 터널 莫場의 作業組 構成이다. 甲 乙班組(Crew)가 美國에서 6名 日本에서 7名으로 各各 되어 있는데 各者가 穿孔, 裝藥 shortcrete 및 Arch 組立을 區分 없이 다 할수 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 比근한 例가 穿孔을 맡고 있는 Jumbo operater는 技師라고 穿孔만하고 일찌감치 미리 退勤하고 마는 웃지 못할 現像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 地質 構造圖 作成과 振動值 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함으로서 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 米치는 影響을 最少化하고 있다. 이

어 最近 多段 發破器(Sequential Blasting machine)을 勸獎 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작 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 않을것을 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을 活用하는 方案도 實用化되고 있는 實情이다.

한편 發破 工法 以外 掘進方法으로서 우리나라에서 使用되고 있는 터널 보링마신(Tunnel Boring Machine TBM)은 경험에 의하면 첫째, 岩의 壓縮 強度가  $700\sim 1000\text{kg/cm}^2$  範圍를 넘어서는 안되고 둘째, 岩盤이 均質 狀態(Homogeneous)가 絕對的 要素이며 莫場이 密閉式이 아닌 故로 莫場 自體 地盤이 自立 要件이 充分해야된다. 셋째, 水平 Boring으로 前方 探查가 반드시 뒤따라야 하는 等 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 한가지 짚고 넘어갈것은 首都 高速道路 北岳 터널 現場에서의 일이다. TBM莫場에서 直上 40m 地上의 住宅 注入의 陳情으로 諮問을 한 적이 있다. 이는 TBM稼動으로 發生하는 계속的인 低周波 振動으로 發生한 陳情으로 判明되었다. 外 中 型 Shield machine도 普及되고 있으나 長短點을 比較 檢討하여 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 힘쓰므로써 우리의 꿈인 터널 作業의 全自動 掘작化로 눈앞에 닥쳐 올날을 確信하는 바이다.