

# 穿孔時 비트의 選擇要領

張 來 燮\*

## 1. 序 論

地下連續壁 工法中 柱列式 方法으로 地中을 穿孔機械로 岩石掘鑿時 “비트”를 選擇할 때 掘鑿코자하는 岩石의 壓縮強度에 依해 判斷하기 쉬우나, 穿孔“비트” 選擇은 地盤의 岩質分析도 重要하지마는 岩石의 壓縮強度만을 基準으로 하여 穿孔判斷을 한다는 것은 매우 危險하다. 最近 數年間 穿孔經驗에 依한 成果를 日本 建設省 技術講習會에서 發表한 것을 要約 記述코자 한다.

岩石의 掘鑿은 壓縮強度에 依하여 그 掘鑿速度나 掘鑿費가 左右되는 것은 아니다. 岩石에는 여러 種類의 成分이 合成結合되어 있으므로 그 主成分의 組織如何에 따라서 切削性 등이 크게 左右되는 것이다. 따라서 壓縮強度만으로 掘鑿速度를 判斷하여 “비트”를 選擇 工期나 掘鑿費를 算出하는 것은 危險한 일이다. 例로서 A의 花崗岩의 壓縮強度가  $1,800 \text{ kg/cm}^2$  로서, B의 花崗岩이  $1,500 \text{ kg/cm}^2$  의 境遇 반드시 B側이 掘鑿하기 쉬운 것은 아니다. 石英含有率이 B쪽이 많으면 切削齒의 消耗도 크고 掘鑿能率도 A쪽보다 극히 떨어진다. 또한 安山岩과 같이 比較的 壓縮強度가 낮은 岩石類일지라도 斜長石 등이 含有되어 있거나 粘着性이 있으면 破碎가 힘들어 “비트”의 消耗도 比較的 크고 掘鑿速度도

豫想보다 떨어지는 境遇가 있다. 따라서 壓縮強度만으로 岩石掘鑿의 掘鑿速度를 定하는 것은 잘못된 것이다.

岩石의 掘鑿이라함은 칼로 나무를 깎거나, 가위로 종이를 자르는 것 등과는 달리 粒子의 分解를 하는 것이다. 따라서 岩石을 掘鑿하는 것은 큰 面壓이나 回轉力이 아니고 重要한 것은 先端의 齒先이라 할 것이다. 即 相對 岩石粒子의 分解에 適合한 “비트”의 角度와 切削의 配置나 回轉速度에 있다. 硬岩 掘鑿에 있어 터무니없이 面壓이나 回轉力을 增加시키면 先端掘鑿齒가 破壞되고 岩石掘鑿은 不可能하다. 또 切削齒의 角度가 不適合하면 岩石에 아무리 面壓을 加하거나 回轉力을 增加하여도 先端 “비트”는 破壞되지 않는다 하더라도 滑動만 할뿐 掘鑿은 되지 않는 境遇도 있다. 切削齒의 角度가 正位置로 되면 작은 掘鑿機로도 切削齒의 角度와 面壓과의 上載荷重에 있어서 掘鑿面의 作業은 可能한 것이다. 實例로 40馬力の 작은 掘鑿機로 岩石을 掘鑿한 例도 있다. 硬岩을 掘鑿하는 것은 결코 強度로써만 決定되는 것이 아님을 알 수 있다.

## 2. 面壓에 對하여

岩石을 掘鑿하는 데는 面壓이 必要하지만 크다고 좋은 것은 아니다. 先端의 切削齒를 岩石에

\* 正會員 · (株)建設振興公團 道路擔當理事 · 施工技術士

鑿孔시키는 데는 回轉速度와 切削齒의 角度와 面壓이지만 面壓이 不足하여도 안되고, 많아도 切削齒를 破壞하고 切削不能으로 되는 수도 있다. 切削齒가 摩耗되고 또한 破壞되어 角度를 잃어 岩石이 鑿孔되지 않고 滑動狀態에 있을 때 아무리 面壓을 加하여도 無意味한 것이다. 切削齒의 角度나 強度를 考慮한 다음 必要에 適應한 面壓을 加하는 것이 重要한 일이다. 鐵板切削 試驗時에 經驗한 일이지만, 鐵板은 岩石과 같이 凹凸이 없으므로 齒先鑿孔이 어려웠다. 그래서 面壓을 加하였더니 橫滑現象이 일어나 中心이 틀려져서 鐵板에 齒先이 鑿込되지 않고 齒先이 研磨되는 不利한 狀態로 되었다. 그래서 齒先의 角度를 바꾸어 面壓을 손으로 調整하여 中心이 틀리지 않게끔 回轉시켜 鐵板에 齒先을 鑿込시켜 鐵板切削이 可能하였다. 切削 所要時間은 板厚 32 m/m 가 34分 所要되었으며, 34分中 鐵板에 齒先鑿込까지의 時間이 16分 所要되었음을 보면 以上の 各例를 비추어 볼 때 面壓은 반드시 크다고만 좋은 것이 아님을 알 수 있다.

岩石 成分에는 齒先보다 硬質의 成分이 있으므로 터무니없이 面壓이나 回轉力을 增加하면 切削齒가 破壞되는 原因이 된다. 齒先이 破壞 안되게끔 하기 위하여서는 齒先角度를 檢討하여 一回의 齒先 作業量을 調節하면서 併行하여 面壓을 加하지 않으면 안 된다.

### 3. 回轉力에 對하여

回轉力도 面壓과 같은 原理가 된다. 先端의 切削齒가 岩石에 鑿込하면서 그 切削齒를 前方

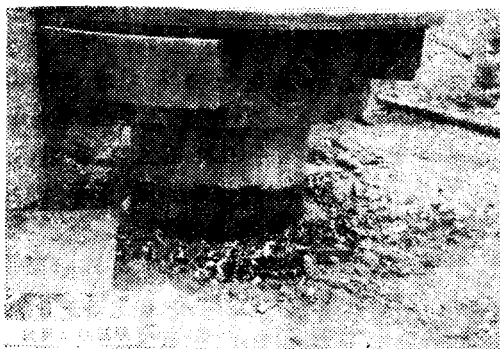


사진 1. 鐵板 切削試驗

向에 移動시키는 만큼의 힘만 있으면 된다.

軟한 肉木 等に 切削齒를 鑿込시키는 것과 달라서 切削齒의 岩石에 鑿込量은 岩石이 硬固할 수록 적어진다. 따라서 軟한 것보다 硬岩쪽의 回轉力이 반드시 크지 않으면 안된다고 말할 수는 없다.

### 4. 切削齒에 對하여

岩石은 各樣各色的 粒子의 綜合體이므로 岩石을 掘鑿하는 데는 粒子의 分解作用을 切削齒가 進行시킬 수만 있으면 된다. 粒子의 分解를 위해선 切削齒의 鑿込이 容易한 角度를 優先 考慮하지 않으면 안된다. 다음에 岩石을 掘鑿하면 粒子가 分解되어 먼지와 같은 濕泥狀態로 되므로 그 濕泥를 除去하지 않으면 안된다. 濕泥 排出 後方의 角度를 「逃避角」이라 하며, “빗트” 前方의 角度를 「救助角」이라고 부른다. 切削齒의 前方에서 보아 左右로 달라지는 斜面을 「傾斜角」이라고 부르고 있다. 이 3個의 角度에 依하여 岩石의 掘鑿速度는 大中으로 變速되며, 또한 如何한 硬岩도 切削되며 鐵板切削까지도 可能한 것이다. 岩盤을 掘鑿할 때 터무니없이 無理하게 “힘”과 面壓을 加하여도 掘鑿機만 大型化될 뿐 經濟的으로 岩盤掘鑿을 할 수 없다. 現場에서 作業에 들어가기 前에 掘鑿코자 하는 岩石에 對해서 사전에 잘 理解하고 先端 “빗트”에 附着할 齒先角度나 “끝날” 配置를 事전에 充分히 檢討하지 않으면 안된다.

### 5. 마루이찌식 오거工法에 對하여

如何한 硬岩도 掘鑿 可能한 先端빗트와 特別히 改造한 Screw 에 依해서 組立된 機械로서 掘鑿하는 穿孔工法을 마루이찌식 오거工法이라 한다. (사진 2)

#### 5-1. 마루이찌식 빗트

마루이찌식 빗트는 切削齒項에서 記述한 바와 같이 “끝날” 角度를 여러해동안 多角度로 研究試驗한 빗트로서 硬岩 鐵板 等도 切削할 수 있는 特殊 開發된 빗트이다(사진 3,4 참조).

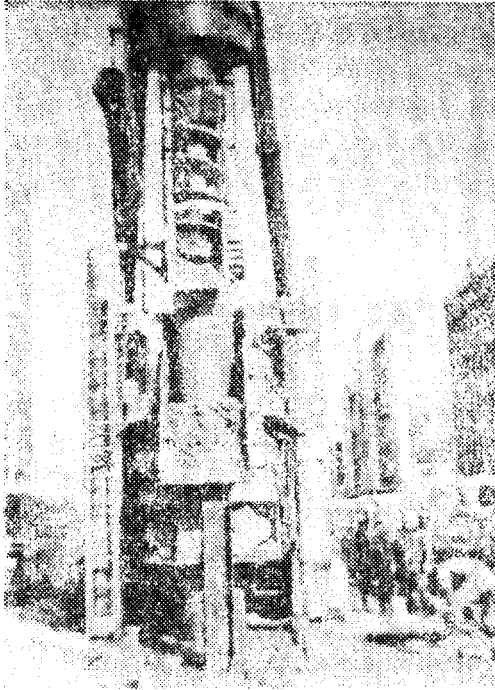


사진 2. 마루이찌식 오거機(釜山地下鐵 2-1工區 中央洞施工全景)

### 5-2. 마루이찌식 스크류에 對하여

스크류는 “先端빗트”가 掘鑿한 土砂를 스크류 下部에 附着한 아지테이터(攪拌翼)로서 地下水 또는 벤트나이트液으로서 攪拌混合하여 스리파(壓密翼)으로 孔壁에 壓密하여 安定된 孔壁을 築造한다.



사진 3. 內側빗트

壓密된 孔壁은 透水性이 없게되면서 崩壞防止는 完壁해질 수 있다. “벤트나이트”液은 崩壞防止를 위하여 使用하는 것이 아니고, Screw 自體의 潤滑油 役割을 하기 위하여 使用되는 것이므로 掘鑿하는 地盤에 粘土質의 地盤이 있으면 ‘벤

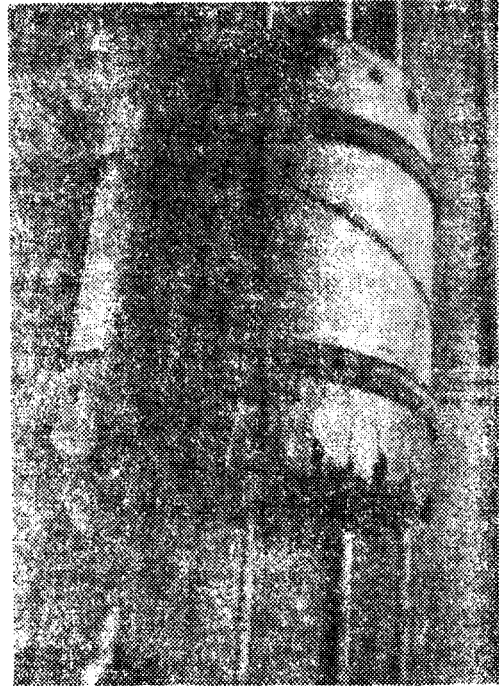


사진 4. 外側빗트

트나이트’는 不必要하며 工費의 節減이 된다.

또한 H型 鋼杭이나 鋼管杭의 打込은 杭의 自重만으로도 孔中에 完全히 定着되므로 진동함이나 “풍기”의 打込이 必要치 않으므로 振動 騒音 등이 없다. 先端 Screw 에 附着한 아지테이터와 스리파의 作用으로 孔壁이 完全히 마무리가 되면 上部 날개가 붙은 Screw 가 아니고 “로드”(Rod)로 좋으므로 Screw 에 걸리는 摩擦抵抗은 低減되고 大深度 等の 掘鑿에 有利하며, 또한 先端 “빗트”의 面壓調節이 可能하고 掘鑿作業에는 重大한 役割을 하고 있는 것이다. 從來의 螺旋 Screw 는 날개가 콘베이어가 아니고 로드와 一體가 되어있는 관계로 掘鑿 土砂는 날개 사이에 壓密되어 押上됨으로써 로드와 날개 周面에 걸리는 摩擦抵抗은 큰 것이다. 그것을 相殺할 수 있는 機械的인 파워는 크지 않으면 안 된다. 마루이찌식 스크류는 이러한 問題點 등을 改良한 것이다. 또 마루이찌식 스크류는 孔壁의 崩壞가 없으므로 도나쓰 오거와 같이 外側을 케이싱으로서 崩壞防止를 할 必要가 없다. 但 柱列式으로 掘鑿할 때는 掘鑿土砂의 壓密이 안되므로 掘鑿土砂를 케이싱 內에서 地土에 排出하므

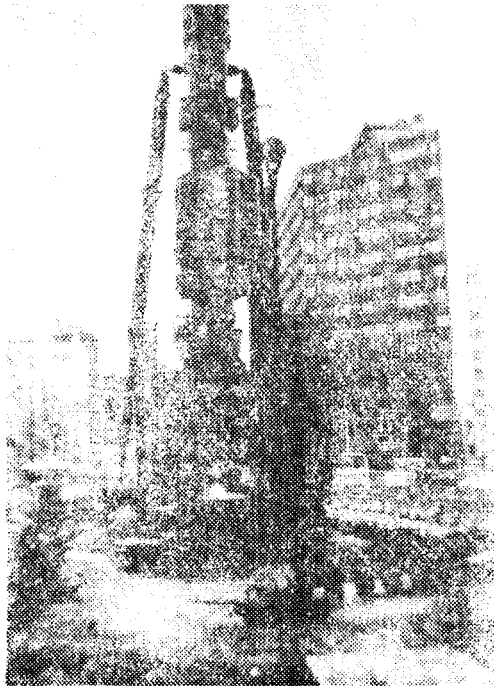


사진 5. 도-나쓰 요-거(釜山地下鐵 2-1工區 中央洞)

로써 이를 위해 使用한다. 柱列式 掘鑿以外の 境偶에는 케이싱을 必要치 아니한다. 도나쓰式 으로는 岩盤, 玉石層의 掘鑿은 比較的 價格이 높아진다. 또 掘鑿深度가 깊어지면 케이싱의 連結이음 等 作業에 時間이 많이 所要되고 工期도 늦어진다. 여기 實例를 들면 壓縮強度가 約 2,000 kg/cm<sup>2</sup>의 石英粗面岩에 掘鑿徑  $\phi$  500 m/m, 길이 36 M 掘鑿하여  $\phi$  400 m/m, L=36 M의 鋼管抑止枕을 建込하는데 掘鑿孔徑과 鋼管徑의 CLEARANCE가 적은데다가 36 M의 길이는 근소한 완곡도 許容되지 않으므로, 精度를 考慮하여 도나쓰式으로 掘鑿하였던 바, 前述한 바와 같이 케이싱의 連結 이음 等 準備時間이 必要하므로서 工期의 短縮을 考慮 마무리式으로 變更하여 精度도 問題없이 鋼管抑止枕의 建込을 完了하였고 施工時間은 約 40%까지 短縮되었다.

## 6. 結 論

國內에서의 施工例를 들면 釜山地下鐵 1號線 2-1工區(中央洞)側에 柱列式 工法으로 施工中 當初 빗드를 日本에서 施工한 實績에 맞추어 製作 作業을 하였으나 빗드가 磨耗되어 作業을 中斷하고 빗드를 岩質에 맞도록 製作하여 施工하였다(사진 6).

大體的으로 岩의 壓縮強度는 1,800~1,950 kg/cm<sup>2</sup> 岩質은 石英質이었으며 전석층으로서 掘鑿에 어려움이 많았다. 故로 穿孔機로 岩石을 掘鑿時에는 地盤의 岩質을 優先 正確히 分析하여 되고, 특히 “빗드” 選擇은 岩의 壓縮強度를 基準하여 判斷하면 매우 危險하므로 岩質分析 結果(成分)에 따라 빗드를 製作하여야 될 것이다.



사진 6. 柱列式 工法施工