

軟岩地山の機械掘削における スロープベンチ工法

水越 史郎*
Fumio Mizukoshi

遠藤 智**
Satoshi Endo

1. はじめに

日本道路公団北陸自動車道薬師トンネル（Ⅱ期線）工事に用いたスロープベンチ工法を紹介する。

軟岩地山に機械掘削を適用する場合、地山の強度にもよるが、80m²程度の断面であれば、上半先進工法を採用するのが普通である。この場合、上下半を結ぶ斜路の確保と路盤の維持および掘削断面の早期閉合が大きな課題となる。当現場では、スロープベンチ工法（現場造語）を案出し、さらに切羽をドーム状に保持すること（ドーム型切羽）により、諸問題の解決を試みた。なお、ドーム型切羽の効果は、Ⅰ期線工事記録と比較して確認した。

Ⅰ期線建設当時、近隣各工区の多くは自由断面掘削機ロードヘッダMRH90を使用していた。薬師トンネル（Ⅰ期線）も同様の施工法により対応していたが、流れ盤に起因する切羽前方上方からの崩壊・滑落が多く、鏡吹付けコンクリートや鏡ロックボルト等の補助工法を駆使して掘進したとの報告がある。これは、機械の特徴でもあるが、ずりかき寄せ部が前方に張り出しており、軟弱地山・崩壊性地山安定に効果のあるリングカットを適用できないことが大きな理由になっていた。重い機体重量を支えるために、フロントリガーとなっているかき寄せ部を取り外すことができなかつたと考えられる。これらの報告を参考にⅡ期線工事にあたってはツインヘッダMT2000A（写真-1）を採用することとした。本機の採用により、カッターヘッド移動の自由度が高くなり、崩壊性地山ではリングカット、また、比較的良好な地山では、ドーム状掘削を適用し、崩壊の少ない安定した切羽を維持することが可能になった。

2. スロープベンチ

(1) スロープベンチ

機械掘削の特性に配慮しながら、早期閉合による地山の安定確保および坑内の環境整備を目的としてスロープベンチを採用した。併せて鏡をドーム状に掘削して、切羽の安定性向上を図った（図-1）。

上下半併進の場合、ショートベンチもしくはロングベンチを採用し、片側斜路を設置して施工するのが普通である。しかし、地山が軟弱な場合や湧水が多い場合あるいはトンネル幅が狭い場合には、斜路を健全な状態で維持することが難しい。

当薬師トンネルでは、泥岩地山にしては湧水量が多く切羽で約20ℓ/min、坑口で約200ℓ/minが計測された。そのために泥濁化が著しく、路盤の維持には細心の注意が要求された。そこでショートベンチ部をスロープにして常に切羽に接近させる方法を考案した。刻々と泥濁化するスロープの表層を切羽の進行に合わせて鋤きとり、できる限り新鮮な基盤岩上に走路を確保した。



写真-1 MT2000A型ツインヘッダ

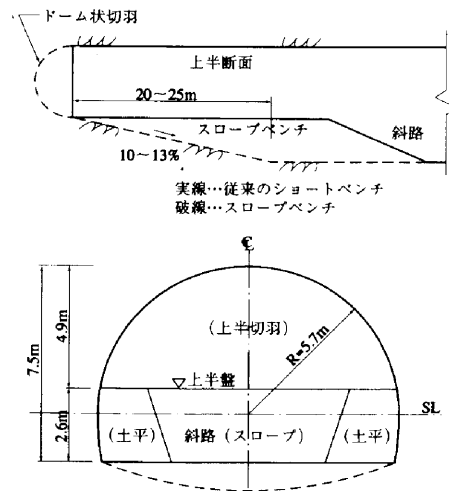


図-1 スロープベンチ

* 関東(支)薬師トンネル(出)

** 香港(支)ルート3(出)

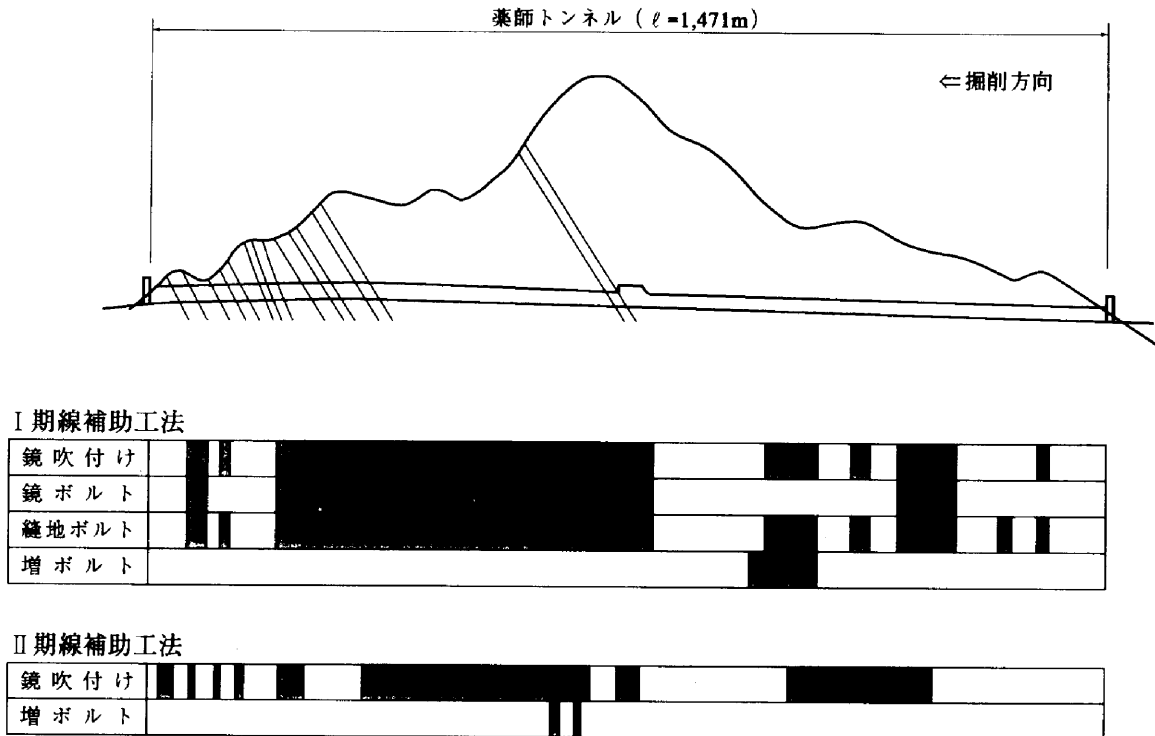


図-2 補助工法比較図

(2) スロープベンチの施工

上下半併進ショートベンチ工法が指定されていたので、掘削作業サイクルを下記のように設定し実施した。

＜作業サイクル＞ D1タイプ

1方目	上半掘削	3m
2方目	— 〃 —	3m
3方目	— 〃 —	3m
4方目	下半掘削	9m

斜路付替

上記の繰返し 9m/2昼夜=4.5m/日

ベンチ部を傾斜させたことにより作業効率の低下が懸念されたが、実際には全く問題がなかった。バックホウベースのツインヘッダの施工性は良好であったし、また、ずり積み作業は斜路後方のダンプまで前後距離が20～25mになるが、全体サイクルに影響するほどではなかった。吹付け機の設置については、姿勢が若干傾斜するが、作業に支障はなかった。

(3) スロープベンチの効果

スロープベンチの利点・効果をまとめると以下のとおりになる。

- ①上半盤の維持・保守の負担が軽減される。
- ②上下半の競合作業が無くなり、より安全になる。
- ③早期閉合が可能になり、トンネルの収束が速い。
- ④斜路の付替えが容易で施工が簡便なことから、掘削

の進行が速まり、工期短縮が可能である。

- ⑤切羽付近の排水が良好になる。また、切羽部の環境が比較的整然と保たれる。

3. 補助工法について

I期線工事と比較する(図-2)。

II期線はI期線に比較して30m山側に位置しているが、地質条件はほぼ同じであると考えられる。また、湧水量においても両トンネルは似かよっていた。それにも拘わらず、II期線の補助工法はI期線に比較して非常に少なく制限されており、機械掘削、掘削方法の優位性が認められる。また、II期線施工時に計測された変位量も相対的に小さく、地山の乱れを効果的に抑制したことを示している。

4. おわりに

当現場は、第三紀の泥岩地山ではあるが、湧水が多く着工当初は泥田の中で作業しているようであった。作業員を交えた試行錯誤の結果、湧水処理・上下半併進・切羽の安定・支保の軽減・工期短縮・安全環境対策等の問題点を解決する工法としてスロープベンチ工法を考案し実施した。その結果、6ヶ月(掘削工期の25%)の工期短縮が可能になった。