

地すべり跡地における坑口部補助工法の設計と効果

国土交通省兵庫国道工事事務所 井越邦彰

(株) 鴻池組 和久田睦 正 山田浩幸 ○正 井上雅人

1. はじめに

トンネル坑口部は一般的に地山の強度が低い場合が多く、NATM では地山のアーチアクションを支保の一部と考えるため、切羽安定の目的で何らかの補助工法を採用することが多い。

今回対象とする大崎横田トンネルでは、坑口部が地すべり跡地形をなしており、地山状況も劣化が著しいことから、トンネル掘削時の切羽、天端崩落対策として、地山のゆるみを抑制するための補助工法の採用が必要であった。

本論文は地すべり跡地における坑口部の補助工法の設計とその効果について述べるものである。



写真-1 坑口部施工状況

2. トンネル工事の概要

大崎横田トンネルは舞鶴自動車道春日 IC と兵庫県和田山町とを結ぶ春日・和田山道路のうち、同県水上郡水上町に現在 NATM で施工中の山岳トンネルである。

トンネル周辺の地質は、基盤岩として古生代二畳紀～中生代ジュラ紀の丹波層群とよばれる堆積岩類（砂岩・頁岩互層、チャート、緑色岩類）が分布し、その上層に新生代第四紀の崖錐堆積層が厚く堆積している。また、地形的には横田側坑口全体に傾斜の緩やかな斜面が続き部分的に過去の地すべりをうかがわせる地形を呈していた（図-1）。

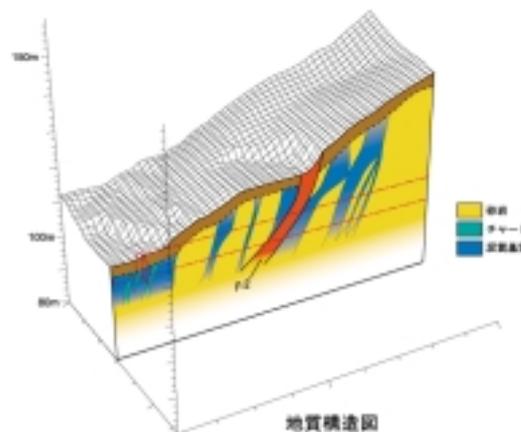


図-1 地質構造図（横田側坑口部）

3. 補助工法の検討

横田側坑口部のトンネル掘削を行うにあたり、地すべり跡地での掘削であることから、トンネルの安定とともに上部斜面への影響を極力少なくするために、地山を緩ませない補助工法を採用する必要があった。このような坑口部での対策工としてはパイプルーフ工法をはじめとする先受工が一般的に採用されるが、施工性、経済性、および工法の信頼性を重視し、複合注入式長尺多段フォアパイリング (HITM) を採用した。この工法は長尺先受けにより前方地山の緩みを確実に抑えることができ、地山状況に応じて施工範囲、施工本数の変更が可能な工法である。

表-1 AGF 工法と HITM 工法の比較

工法	HITM	AGF 工法
ビット	ロストビット	拡張ビット
打撃方法	ロッドによる先端部塩ビ管の損傷はほとんどなし。	鋼管及び塩ビ管の後端部塩ビ管が打撃により破壊されやすい。
鋼管と塩ビ管との接続	ネジ加工・カップラー式	ネジ加工（ねじ込み）
改良範囲	いずれの範囲でも2段以上の鋼管で支持する。（多段）	先端部（ラップ長さ：3～4m）のみ2本の鋼管で支持、他は断面に1本の鋼管で支持する。（シングル）
施工性	鋼管径を小径化できるので施工性が良い。 鋼管が短いためトラブルが少ない。 ビットの選択不要。	鋼管が長尺なためトラブルが多い。 ビットの選択が必要。
効果	多段のため支持効果が非常に大きい。	崖錐などでは支持効果が小さい。 鋼管のジョイントが弱点となる。
概要図		

キーワード：トンネル 地すべり跡地 補助工法 注入式長尺先受け工法 HITM

連絡先：大阪府中央区北久宝寺町3-6-1

(株) 鴻池組 TEL (06)-6244-3684 FAX (06)-6244-3676

4. 注入式長尺多段フォアパイリング (HITM) の特長

注入式長尺先受け工法としては、AGF工法が多く用いられているが、今回採用したHITMは管径がφ89.1mmとAGF工法(φ114.3mm)に比べて小口径であるため施工性に優れている。また、挿入管が本体鋼管(8m)+切削可能なプラスチック系管(4m)で構成されているため、トンネル断面の拡幅を伴わずに施工ができる。さらにHITM管打設を掘削進行4m間隔で行うことから、鋼管配置が多段となり高い先受け効果が期待できる。注入材に関してはHITM施工完了後即座に掘削する区間(4m)を樹脂系注入材、残りの8m区間を高強度モルタル注入材にて注入するため、経済的である(表-1, 図-2)。

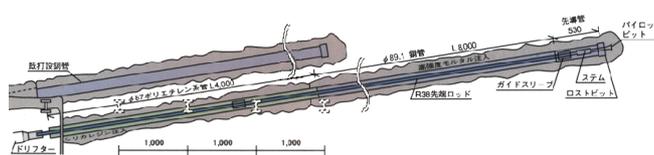


図-2 HITM注入削孔システム

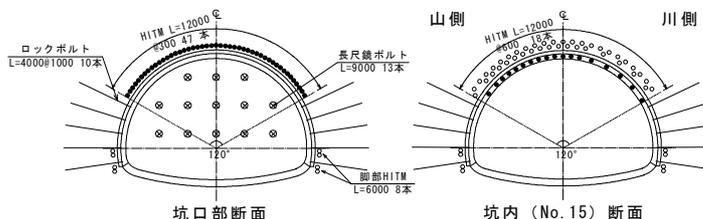


図-3 HITM施工断面図

5. 補助工法の設計

HITMの施工範囲は、F2断層(図-1)が現れると想定される坑口から約40mまでの区間とし、施工本数は、従来のパイプルーフの設計方法に基づき、トンネル天端部120°の範囲に60cmピッチで打設することにした。また、偏圧の影響を考慮して、土圧が大きくなる山側をダブル、土圧の小さい川側をシングルとした(図-3)。さらに、緩み土圧を確実に支えるため脚部にも前方にHITM鋼管を打設し、切羽からの地山の押し出しを防ぐ目的で鏡ボルト、鏡吹付けを実施することにした(図-4)。

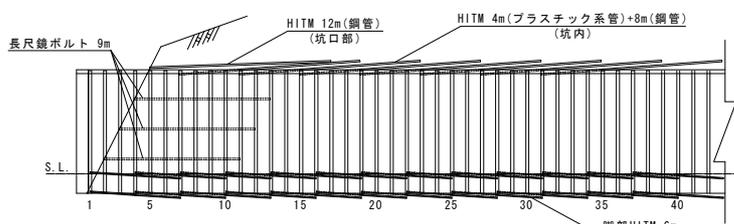


図-4 HITM施工縦断面図

6. 補助工法の効果 (計測結果の分析)

HITM施工区間におけるA計測結果を図-5に示す。天端沈下量は6.5mm、内空変位量は13.8mmで収束しており、管理基準値の注意レベルI(天端沈下:25mm, 内空変位50mm)以下であった。また、内空変位の初期変位速度も1.0mm/dayとなり、通常のDパターンの初期変位速度に比べて小さい値を示した。

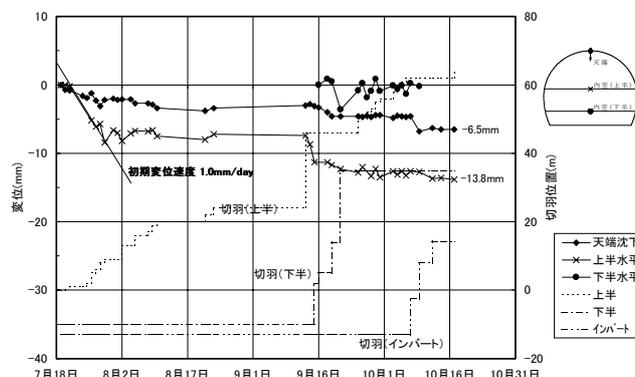


図-5 A計測結果 (No.14断面)

通常、坑口部で土被りの薄いDパターン断面では、地山のアーチアクションが形成されずトンネル内空変位に比べて天端沈下が卓越するようなモードを示すことが多いが、計測結果からするとこのような傾向は見られず、HITMによるアーチ形成効果が発揮されたものと判断された。

7. おわりに

今回採用したHITMでは、注入式長尺先受け工法の課題を改善し、多段とすることで先受け効果を高めることができた。また、施工過程に応じて複合注入を採用するとともに、4m毎に打設することで地山状況に応じて施工範囲を変更できるなど経済面についても配慮できた。

今後、同種の工事において今回の報告が参考になれば幸いである。