

Ⅲ-B61 新第三紀春日山層地すべり地帯におけるトンネル坑口部対策工

日本道路公団 正会員 大窪克己 明道俊治 橋爪昭広
 (株)鴻池組 ○正会員 後藤裕一 坂口和雅

1. はじめに

長野県境から新井市を経て上越JCTに至る上信越自動車道のうち、天神堂トンネル（ $L=521\text{m}$ ）と鮫ヶ尾トンネル（ $L=369\text{m}$ ）の地層は新第三紀春日山層に属し、岩質は泥岩砂岩主体のスランプ構造¹をなす軟岩脆弱地山で、上信越・北陸地方の地すべり多発地帯に位置している。同地層のスランプ構造をなす地山では、切土斜面の強度劣化が激しく、変状崩壊等の問題が発生していた。

天神堂トンネル中郷側坑口部は偏圧地形、脆弱地山であること、鮫ヶ尾トンネル上越側坑口部では山すそと平行に土被り $1\sim4\text{m}$ の低土被り区間が 100m にわたり続くことより、慎重な施工が求められた。そのため、地質構造の再度の調査と評価、対策の検討と綿密な計測を実施した。本報告では、地すべり軟岩脆弱地山での坑口部施工対策の概要と、計測結果より判明した地山の特性について報告する。

2. 天神堂トンネル中郷側坑口部

(1) 対策の概要

地山の再評価より、トンネル基面付近はN値50程度の比較的固結度の高い地山であるが、トンネル掘削部および上部の地山は泥岩 $q_u=10\text{kg/cm}^2$ ～砂岩 $q_u=40\text{kg/cm}^2$ が混在し地層岩質の連続性のない脆弱な乱堆積層（スランプ）で、偏圧地形を呈していることよりトンネル掘削時の切羽崩壊、支保の沈下、地山の緩みによる地すべりの誘発などが懸念された。このためパイプ歪み計、地すべり伸縮計、地表面沈下計の設置、地表面の3次元変位測定の実施など監視体制を整えた。偏圧地形への対策として地山表層部および風化部の撤去置換、坑口部押さえ盛土形状の変更を実施した。偏土圧、地耐力不足に対し吹付けコンクリートの上半仮インパートによる早期の断面閉合、鋼製支保工底盤の受圧面積拡大、支保工連結による作用荷重の分散を計った。また、切羽の安定確保のため、AGF工法（ $L=12.5\text{m}$ 、 $\phi=114.3\text{mm}$ 、シリカゲル注入）を3シフト実施し、切羽の自立が困難な場合には鏡吹付け、核残しを行った。崩壊が著しい場合にはGRP中空鏡ボルトを打設しウレタンの注入を実施した。

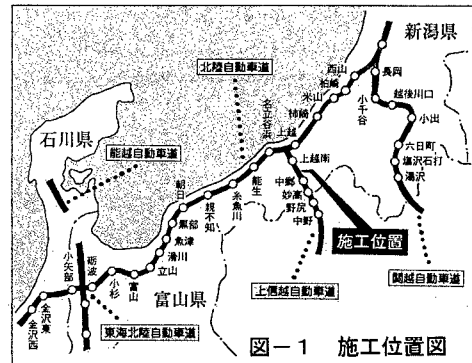


図-1 施工位置図

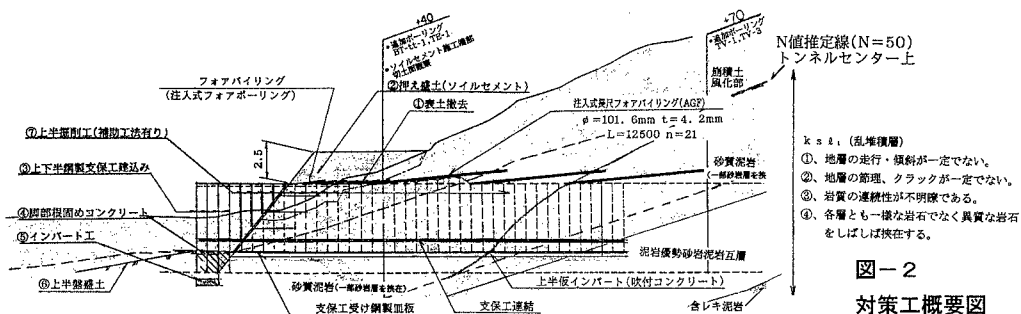


図-2 対策工概要図

キーワード：第三紀春日山層 スランプ構造 軟岩脆弱地山 地すべり トンネル坑口部

連絡先：〒101-8316 東京都千代田区神田駿河台2-3-11 TEL 03-3296-7601

（２）計測結果および施工結果

図－３にパイプ歪み計の歪み値、内空変位および地表の変位を示す。パイプ歪み計の最大値は、切羽の通過直後からトンネル掘削面と地表の変位を示す線を結んだライン付近（ $45 + \phi / 2$ 度の崩壊角）に歪みの累積が観測された。また土被り2 D付近まで地表沈下量と上半脚部の沈下量が－60 mm 前後とほぼ等しく、山側脚部の沈下が大きく測定された。また、上半掘削後、切羽離れが5 D付近まで変位が収束しないなどの状況より、掘削による地山の緩みはほぼ地表まで及んでいた。

これらの計測データから、今後、下半掘削時及びインバート施工時に地山の安定性のさらなる低下を招かない為、鋼製支保工の連結と連結鋼材のボルトでの縫いつけ（ $L=6.0m$ ）を行い、下半掘削時の脚部増吹付けを実施した。また、本設インバート掘削時の吹付けコンクリートによる仮閉合、小スパン（ $L=5.0m$ ）長での本設インバートの早期施工を実施した。これらの結果、上半施工時での変位の増大を押さえる事で無事坑口部から約60 m区間のトンネル施工を完了した。

3. 鉸ヶ尾トンネル上越側坑口部低土被り区間

低土被り区間は新潟県史跡公園鉸ヶ尾城址跡に位置し、付近一帯は市民の憩いの場として親しまれており、景観や今後の利用を考慮した検討が必要となった。

・対策工と施工結果

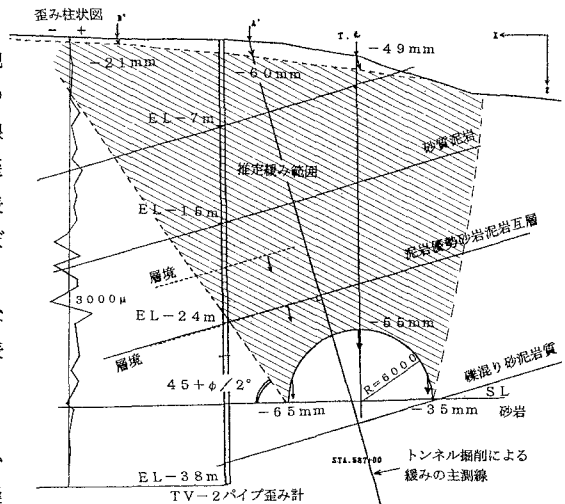
地山の再評価を行ったところ図－４に示す地すべりブロックが想定されたため、斜面の安定解析を実施し対策工を検討した。その結果、深礎杭や鋼管杭による地すべり抑止工、垂直縫地ボルト工、法枠アンカー工等も比較検討したが、抑止力、施工性、工期の制約、2期線への影響等を勘案し、抑止効果が最も確実で経済的な「地すべり土塊の排土・押さえ盛土工」を採用した。また公園との調和を図るために景観シュミレーションを実施し最終形状をモデル化する事で視覚的確認を行った。

以上の対策を実施後、上半先進でトンネルを掘削したが、偏圧による脚部の不等沈下、地表面沈下、パイプ歪み計等の変位も微少で、斜面の安定を損なうことなく無事掘削を完了した。

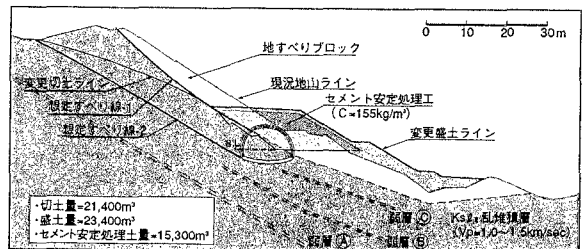
4. おわりに

新第三紀軟岩地山での坑口部の施工を通じて、支保工の支持地盤がN値50付近であってもスランプ構造をもつ地質でのトンネルは沈下を示すこと、変位の収束まで時間が掛かること等の地山の特性が判明した。これらに対し下半施工時の変位が増大する前、適切な補助工法を実施することが肝要であるとの知見が得られた。また鉸ヶ尾トンネル低土被り区間では、切盛り土工による斜面の安定対策工の実施で人工物を地表に残すことなく景観についても配慮できた。

注1；堆積物の2次移動の一形式、乱堆積層、地層岩質の連続性がなく不明瞭：地学団体研究会、地学事典、平凡社



図－３ 地山変位断面図



図－４ 斜面安定検討断面図



写真－１ 景観設計模型