

VI-35

地すべりによるトンネル変状部の縫い返し

○住友建設㈱ 東北支店 正会員 安田 直由
 住友建設㈱ 東北支店 正会員 今村 新吾
 住友建設㈱ 東北支店 正会員 高橋 浩

1. はじめに

東北地方のグリーンタフ地域に位置する磐越自動車道西会津トンネル西坑口部の地すべりは、トンネル掘削が約250m進捗した時点で活発化し、坑内外に顕著な変状が発生して危険な状態となった。地すべり変動に応じて、地すべり対策工とトンネル補強工を実施した結果、地すべりを安定させることができた。¹⁾ 図-1に地すべり対策工、表-1に地すべり対策工一覧表を示す。

トンネルは、坑口から約100m区間が地すべり土塊内にあるため、地すべりにともなってトンネル本体が移動して、支保工に著しい変状が発生した。補強後の断面欠損は天端で最大115cm、側壁部で85cmとなり、坑口位置も150cm引き出されている。このため、設計断面を確保するためのトンネル縫い返し（再掘削）が必要となった。

本文では、縫い返しに先だって実施した薬液注入工と縫い返し本工事の概要を報告する。

2. 薬液注入工の設計・施工

薬液注入工は、事前にトンネル周辺地山を改良（固結）することにより地山強度を増加させ、縫い返し時の緩みの発生を極力抑え、地すべりへの悪影響を防止することを主目的とした。

薬液注入工の設計・施工では

- (1) 改良厚さは、類似工事を参考に設定し、土質工学的理論計算によって妥当性を検証した。
- (2) 改良区間は、経済性を考慮して抑止杭より上方に位置する変状の著しい70m区間の上半120°とし、坑口から20m区間についてはフォアパイリングを採用することとした。
- (3) 注入材の選定条件は、①瞬結性であること、②地山を自立させるためのホモゲル強度 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ を満足すること、③注入時の支保工変形防止のためゲル後も流動性をもつこと、とした。
- (4) 施工は、坑奥のトンネル掘削と並行となるために坑内片側1車線を施工ヤードとした。

表-2に薬液注入工の諸元を示す。

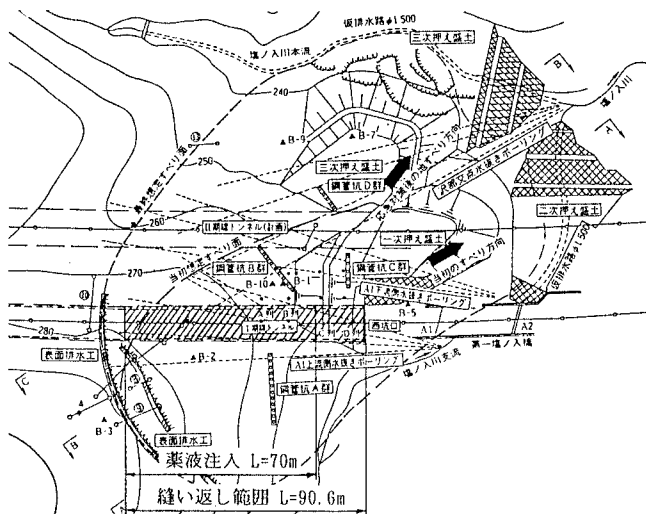


図-1 地すべり対策工平面図

表-1 地すべり対策工一覧表

対策工	単位	数量	摘要
応急対策	一次押え盛土	m ³ 11,500	坑口ヤードへの押え盛土
二次対策	二次押え盛土	m ³ 12,000	支流沢部への押え盛土
	水抜きボーリング	m 1,477	坑外3箇所で行った実施
	表面排水工	m 142	半割ポリエチレン管 φ200
三次対策	三次押え盛土	m ³ 36,000	本流沢部への押え盛土
	抑止杭	m 1,003	鋼管杭 φ500, L=47mm, 31本

3. 縫い返し本工事の施工

縫い返しは、トンネル内の補強支柱の応力と内空変位・天端沈下などの計測および坑外の動態観測を行い、地すべりに与える影響を監視しながら、慎重に実施した。

縫い返し工事の施工では、

- (1) 施工手順は以下のようにした。
 - ①上半縫い返し（坑奥→坑口）
 - ②下半縫い返し（坑口→坑奥）
 - ③インパート縫い返し（坑奥→坑口）
- (2) 縫い返し掘削には油圧フレーカー（本体870kg、ベースマシン0.7m³バックホウ）補強支柱の切断・撤去には鋼材切断カッター（TSカッター、ベースマシン0.4m³バックホウ）と酸素電弧溶断棒（ランサー棒）を使用した。
- (3) ロックボルトは地山改良効果も期待して、モルタル後注入式ボルトを採用した。
- (4) トンネル本体の剛性を高めるために、インパートの形状を当初の内径R=16.5mからR=10.0mに変更し、覆工とインパートに補強鉄筋を配置した。

縫い返し工事は、上半2ヶ月、下半0.5ヶ月、インパート1ヶ月で完了した。トンネルの内空変位は最大7mm（拡大）、天端沈下は最大29mmと比較的少なく、坑外の動態観測工でも累積傾向のある顕著な変動は観測されていない。図-2にトンネル断面図、表-3に支保の諸元、写真-1に縫い返し状況を示す。

4. おわりに

本件では、坑口部で発生した地すべりにより、トンネルの100m近くにわたって顕著な変状が発生し、縫い返しを余儀なくされたが、事前の地山補強と適切な施工方法により地すべりに悪影響を与えることなく、完工することができた。類似の施工の参考にできれば幸いである。

最後にトンネルの縫い返しについてのご指導を戴いた「西会津トンネル地すべり検討会」の委員をはじめ関係各位に感謝の意を表します。

表-2 薬液注入工諸元

改良区間	坑口から20～90m区間 L=70m
改良厚さ	縫い返し外周からt=2.5m 上半120°
注入方式	二重管単相注入方式
注入材量	水ガラス系薬液（懸濁型、無機、超微粒子系）
注 入 率	20%
総注入量	580.780Kℓ（総削孔長 1,106.2m）

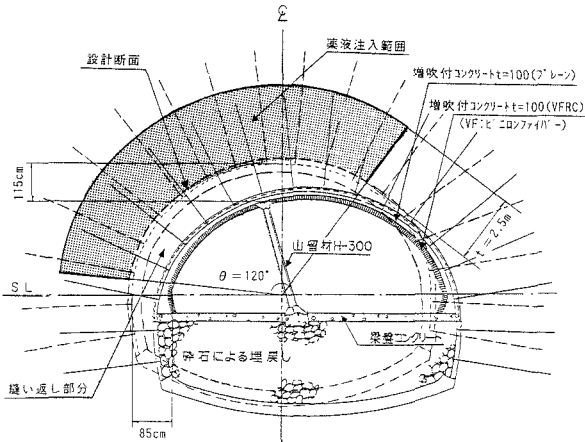


図-2 トンネル断面図

表-3 支保の諸元

	当初設計支保	縫い返し支保
鋼アーチ支保工	H-125	H-200
吹付コンクリート	15cm	25cm
覆 工	30cm	35cm(補強鉄筋)
インパート	45cm	50cm(補強鉄筋)
ロックボルト	4.0m	4.0m(後注入式)



写真-1 縫い返し施工状況

参考文献

- 1) 今村、他：トンネル坑口部の地すべり対策、土木学会第50回年次学術講演会、平成7年9月