

VI-324 トンネル坑口部の地すべり変状対策

住友建設東北支店 正会員 安田 直由
同 上 正会員 今村 新吾
住友建設土木設計部 藤波 ひかる
同 土木部 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では、トンネル掘削が250m進捗した時点で地すべりが活発化し、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順次実施した結果、地すべりを安定させることができた。¹⁾

図-1に地すべり対策工図を示す。

トンネルは、坑口から約65m区間が地すべり移動層に存在するため、地すべりに伴ってトンネル本体が移動して100m区間の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引き出された。このため、設計断面を確保するためにトンネルの再掘削（縫い返し）が必要となった。

本文では、坑口部の変状対策工のうち、薬液注入工と縫い返し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、縫い返し工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 $t=2.5\text{m}$ とし、土質工学的理論計算によってその妥当性を検証した。
- 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'とした。坑口から20m区間はフォアパイリングを採用した。
- 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、坑内片側1車線を施工ヤードとし、坑奥のトンネル掘削と並行作業とした。

表-1に薬液注入工の諸元を示す。

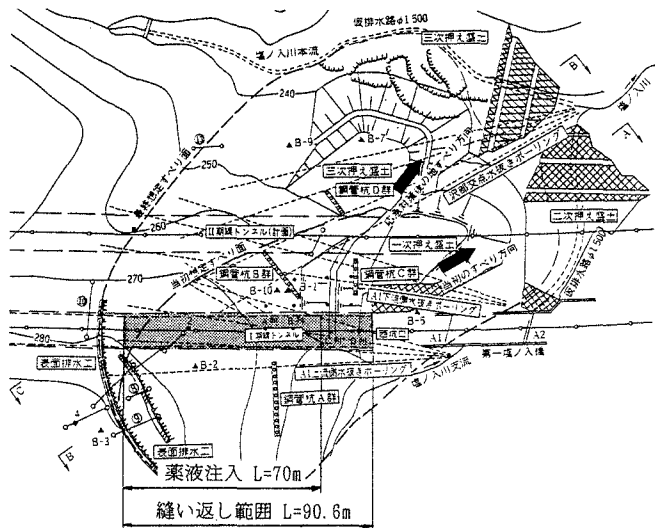


図-1 地すべり対策工平面図

表-1 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 $t=2.5\text{m}$ 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	580.780K $\varnothing$ （総開孔長 1,106.2m）

3. 縫い返し工事の設計・施工

縫い返しは、トンネル貫通後にトンネル内の補強支柱応力と内空変位・天端沈下などの計測および坑外の動態観測を行って地すべりに与える影響を監視しながら、慎重に実施した。図-2にトンネル断面図、表-2に支保の諸元を示す。

縫い返し工事の設計・施工では、

- 1) 施工手順は、①上半縫い返し(坑奥→坑口)、②下半縫い返し(坑口→坑奥)、③インバート縫い返し(坑奥→坑口)、とした。
- 2) 縫い返し掘削には油圧ブレイカ（THBB-1600、チゼル付ブラケット重量1,480kg）、補強支柱や既設ロックボルトの切断・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を期待して、モルタル後注式を採用した。
- 4) トンネル本体の剛性を高めるために、インバートの形状を当初の内径R=16.5mからR=10.0mに変更し、覆工とインバ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、インバート1ヶ月で完了した。図-3の計測結果に示すように、坑口から45m地点の内空変位は4mm（拡大）、天端沈下は32mmと当初掘削時の変位（地すべりが活発化する以前の変位）の30%程度で、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。写真-1に縫い返し施工状況を示す。

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、地山補強と適切な施工方法により無事完工できた。類似の施工の参考になれば幸いである。

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。

参考文献

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

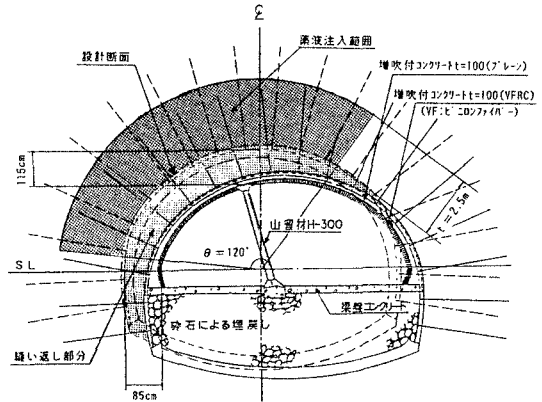


図-2 断面図

表-2 支保の諸元

	当初設計支保	縫い返し支保
鋼7-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)
インバート	45cm	50cm(補強鉄筋)
ロックボルト	4.0m	4.0m(後注式)

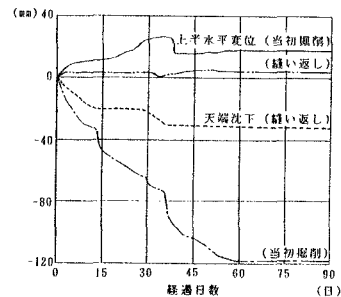


図-3 計測結果(STA698+00)

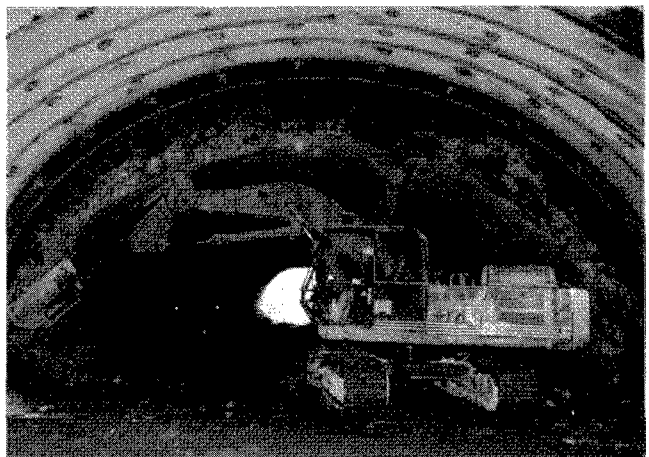


写真-1 縫い返し施工状況