

VI-14

トンネル坑口周辺の地すべり対策の設計・施工

日本道路公団仙台建設局会津若松工事事務所 正会員 堀内 信
 ◎住友建設(株) 東北支店 正会員 今村新吾
 住友建設(株) 東北支店 正会員 高橋 浩

1. まえがき

トンネル坑口部は、一般に地形・地質などの地山条件からみて不安定であり、施工時においてはトンネル掘削や地表改変などが要因となって、地すべり、斜面崩壊、偏圧などを引き起こし、その対策に難渋するばかりか多大な費用を必要とすることもある。

磐越自動車道西会津トンネルにおいて発生した地すべりは、上半切羽が250m以上進行した段階で活発化したために約3カ月間の切羽休止を余儀なくされ、応急対策工、地すべり抑制工・抑止工、トンネル補強工などを実施して地すべりを抑制した。本稿では、その設計・施工の概略を報告する。

2. 坑口部の地形・地質概要

西側坑口付近には坑口を取り囲むように主尾根から派生した支尾根が延びて全体に谷地形を呈しており、トンネル横断方向の地形が非対称で高低差の大きい偏圧地形となっている。

地質は、上位より風化砂岩・凝灰岩、泥岩で構成されている。

3. 地すべり対策工の設計・施工

当該トンネルで実施した地すべり対策工を以下に示す。また、図-1に地すべり対策工図を示す。

地すべり対策工の設計では、特に以下について考慮している。

- ①抑制工(押さえ盛土、水抜きボーリング)の効果で計画安全率 $F_{sp}=1.20$ に満たない分を抑制工(鋼管杭)に負担させている。なお、現状(一次盛土完了後)の安全率は $F_s=1.00$ とした。(表-1)
- ②杭工の設計はくさび杭形式を基本としている。
- ③杭の配置は地形やトンネルに制約を受けることから、杭配置区間全体の必要本数を算出し、それを設置可能な場所に配置している。

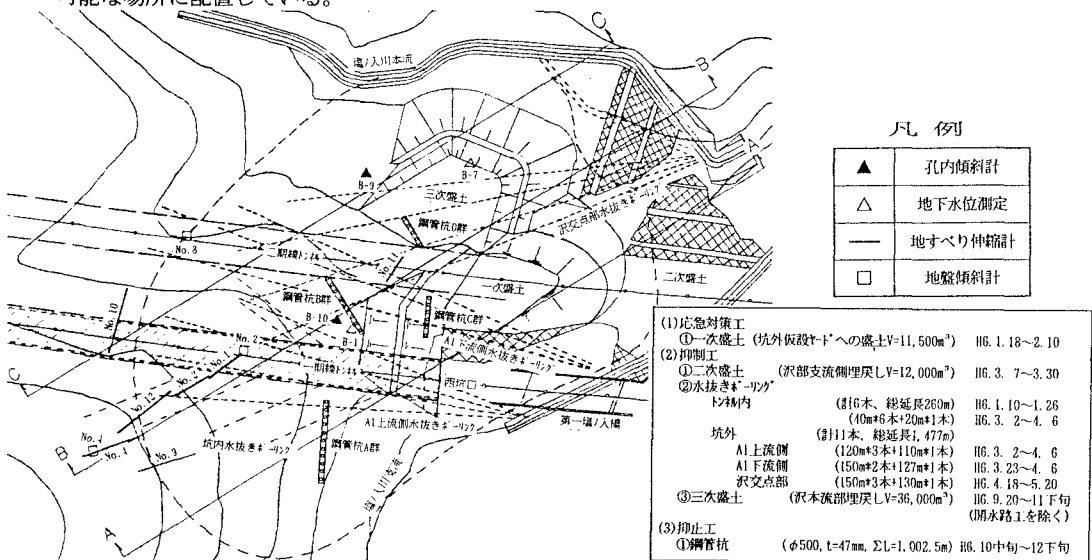


図-1 地すべり対策工および動態観測工位置図

4. トンネル補強工の設計・施工

一般には、地すべりに起因してトンネルに変状が発生した場合、トンネル本体を補強して地すべりに対する抑止効果を期待すべきでなく、また抑止力を持たせるよう剛性を高めることも困難である。今回は、

- ①切羽作業の再開に向けて、作業の安全と短期的なトンネルの安定性を向上させる。
- ②トンネル断面の剛性を高め、断面の変形を抑える（トンネルを潰さない）

などを目的として、トンネルの補強工を設計した。

図-2にトンネル補強の一例を示す。

5. 動態観測工・計測工の結果

坑口部の切土前から孔内傾斜計を設置し、以降は地すべり挙動と対策工の進捗に応じて観測項目、箇所数を増減して地すべり挙動の把握に努めた。

図-1に動態観測位置を、表-2に動態観測一覧表を示す。

トンネル計測工は10m間隔で計測工A(内空変位、天端沈下)を測定するとともに、トンネル補強の支柱応力も測定している。

以上の観測・計測結果から

- ①地すべり範囲は幅約120m、長さ約180mと比較的規模が大きく地表変位は最大水平方向移動量135cm、最大鉛直方向移動量75cmと大きな値を示した。これは、トンネル断面の移動量とほぼ一致している。
- ②トンネルの最大水平相対変位は192mm(拡大)、最大天端絶対沈下量は805mmを示し、トンネル断面を辛うじて保持しながら地すべり土塊と共に移動している。
- ③地すべりの主原因は坑口部の切り土(V=30,000m³)と推定されるが、トンネル掘削の影響も無視することができないと判断している。
- ④地すべりが活発化した原因は、平成5年12月中旬からの降雨・降雪により地下水位が急激に上昇した(B-1で約5m上昇)ことで斜面の安全率が低下したためと考えられる。
- ⑤地すべり対策工のうち、特にA1上流側・下流側で実施した水抜きボーリングと二次盛土が効果的であったと評価される。このことは、B-1の地下水位が5～6m低下したこと、地表変位の変位速度が二次盛土の進捗とともに緩慢になっていることなどから判断している。
- ⑥地すべり挙動の休止とともに、トンネル支保も安定した状態となっている。

6. おわりに

現在、地すべり対策工をほぼ完了し、地すべり挙動は休止している。また、トンネル掘削も650m以上進行し(トンネル全長L=1,016m)、これまでの遅れを取り戻すべく鋭意施工中である。今後の坑口部変状区間の縫い返し(L=90m)については、別の機会に発表したいと考えている。

最後に地すべり対策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-1 負担安全率と必要抑止力

	A-A断面	B-B断面	C-C断面	摘 要
水抜きボーリング	0.05	0.05	0.05	地下水位低下3mとした
一次～三次盛土	0.04	0.10	0.18	
抑止杭(鋼管杭)	0.11	0.05	-	
合 計	0.20	0.20	0.23	Fsp=1.00+0.20=1.20
杭の必要抑止力	153	92	-	単位 tf/m

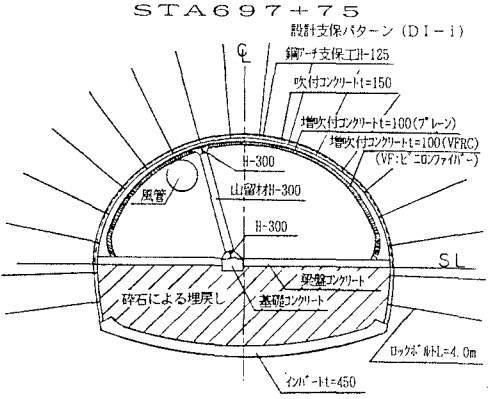


図-2 トンネル補強工の一例

表-2 動態観測一覧表

観測項目	単位	数 量	摘 要
変位杭	箇所	15	光波距離計による座標計測
孔内傾斜計	箇所	10	
地すべり伸縮計	箇所	13	
地盤傾斜計	箇所	8	水管式傾斜計
地下水位測定	箇所	3	孔内傾斜計の測定管にて測定

ただし、数量は延べ数量を表す。