

不安定坑口斜面の安定対策工について

五洋建設 技術研究所 正会員 ○大森 禎敏

五洋・金本・山一建設共同企業体 早川 幸男

五洋・金本・山一建設共同企業体 福與 智

五洋・金本・山一建設共同企業体 高橋 剛士

1. はじめに

国道 361 号番所トンネルは、図-1 に示すように長野県伊那市と木曽郡日義村を結ぶ地域高規格道路「伊那木曽連絡道路」のうち木曽側の櫛川村に計画された総延長 828m の 2 車線道路トンネルである。当トンネル 1 工区は、長野県発注で起点側（伊那側）の 373m を施工するものである。当工区の工事概要を表-1 に、トンネルの標準断面図を図-2 に示す。

当工区は、2003 年 7 月よりトンネル掘削を開始したが同年 8 月に大雨に見舞われ坑口斜面に変状を発見した。本稿は、変状を発見した起点側坑口斜面の安定対策工の選定から施工結果までの経緯について報告するものである。

2. 地形・地質状況

当トンネルは、平行して流下する奈良井川左岸の標高 1,120～1,170m の山腹に計画されている。当工区は、約 60% の区間が土被り 2D 未満（D はトンネル掘削幅）の低土被り区間である。

当該トンネル計画域には、隣接する権兵衛トンネル木曽側工区と同様にジュラ紀付加体として考えられている美濃帯が分布する。主な構成岩種は中古生層の砂岩・粘板岩・チャートである。これらのうち砂岩と粘板岩が混ざり合ってメランジュ相を成している。また、当トンネル計画域は、神谷断層と奈良井断層が交差する付近にあたる。このため、当トンネル計画域の地山は著しい破碎作用を受けているものと推察された。

3. 変状発生とその経緯

当工区は、2003 年 7 月よりトンネル掘削を開始した。16m 掘進した 8 月 14 日に 90mm/日の降雨を観測した。翌 15 日、斜面に設置した地表面伸縮計の観測記録に異常を確認したので、現地調査と地表面沈下測定および内空変位測定を行った。その結果、坑口斜面の尾根部には斜面のすべりと思われる亀裂が発生していた。また、トンネル山側からは地下水が坑内に流れ落ちており、トンネル切羽鏡面には押出しと見られる変形により、鏡吹付けコンクリートがひび割れ、はく離していた。

キーワード 坑口部、坑口斜面、グラウンドアンカー

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設（株）技術研究所 TEL 0287-39-2107

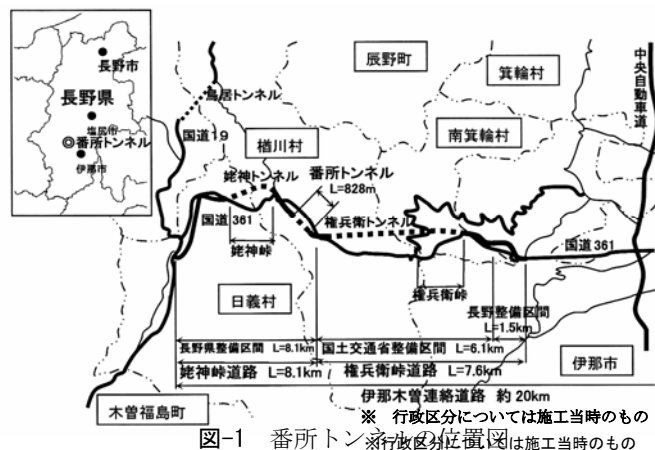


図-1 番所トンネルの位置図

表-1 工事概要

工 事 名	平成 14 年度 国補道路改良工事 (番所トンネル 1 工区)
発 注 者	長野県 木曽建設事務所
施 工 者	五洋・金本・山一建設共同企業体
工 事 場 所	長野県木曽郡櫛川村番所
工 事 延 長	373m (トンネル部分)
掘削断面積	93.5m ² (完成内空 67.2m ²)
工 期	平成 14 年 12 月 20 日～平成 17 年 1 月 31 日
施 工 方 法	NATM (上半先進ショートベンチ)
掘 削 方 式	機械掘削 (ずり出し：タイヤ方式)

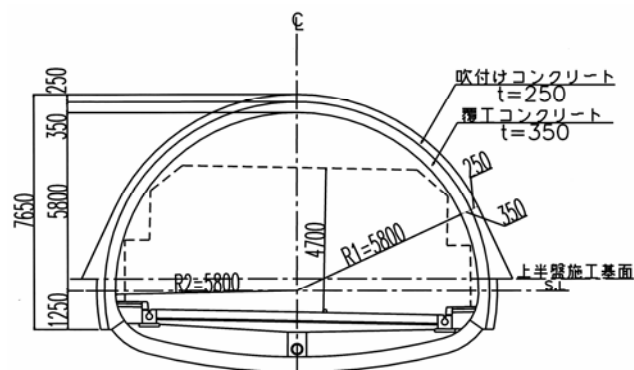


図-2 標準断面図 (DIIIa)

4. 発生原因の推定と対策工

坑口斜面の変状発生後、図-3 に示す位置に孔内傾斜計を設置するとともに、地表面伸縮計（図-3 の S-5～10）を増設した。4箇所に設置した孔内傾斜計では、ボーリング時にコアを採取し、地質状況の確認も行った。孔内傾斜計の観測記録やのり面伸縮計の記録などから、斜面の変状範囲やすべり面の深度を推定した。その結果、今回発生した斜面の変状は、図-5 に示すように坑口斜面の大きなすべり範囲と抱き擁壁を中心とする川側の小さなすべりブロックに大別できると考えられた。また、当トンネル起点側坑口斜面で発生した変状の原因として以下のことが考えられた。

① 潜在的に存在したすべり面の一部を、トンネル掘削することによって切除してしまった。

② 5日間の累積降水量が 200mm 以上となる大量降雨があった（図-4 参照）。

③ トンネルが地下水の流路を遮断した。

斜面安定対策工として、押さえ盛土工、抑止杭工、アンカー工の効果や施工性などを比較検討した結果、図-5 に示すアンカー工を採用した。図-5 に示した対策工では、図-3 に示した大きなすべりブロックとトンネル坑口川側の小さなすべりブロックそれぞれに対して、長期の安全率を確保できるように設計した。また、トンネル掘削を再開するにあたっては、より慎重な施工が必要と考え注入式長尺鋼管フォアパイリングと長さ 12.5m の鏡止めボルトなどを併用することとした。

5. 対策工の実施結果

トンネル掘削は図-5 に示したグラウンドアンカーのトンネル山側部分が施工完了した時点で再開することとし、トンネル掘削再開後の斜面挙動やトンネル計測の結果から、川側部分のアンカーを施工することとした。その理由としては、大きなすべりブロックが安定していれば、川側の小さなすべりブロックは安定すると考えられたからである。トンネル山側のグラウンドアンカーの施工が完了するとともに、トンネル掘削を再開した。しかしながら、25m ほど掘削した時点でトンネルの沈下量が大きくなり、このままでは覆工コンクリートの設計厚さを確保できなくなる恐れがあった。そこで、坑内からサイドパイルとレッグパイルを施工して沈下抑制を図った。この時点で斜面に目立った変状は確認できなかったが、坑口部の長期的な安定を確保するためにトンネル川側のグラウンドアンカーも施工することとした。川側のグラウンドアンカー施工中には切羽を進行させず、下半掘削とインバートによる断面閉合を行った。

再び、トンネル掘削を再開した後は、斜面やトンネルに顕著な変状は見られず、掘削作業を完遂できた。

参考文献 1) ジェオフロンテ研究会：付加体地質とトンネル施工、2004。

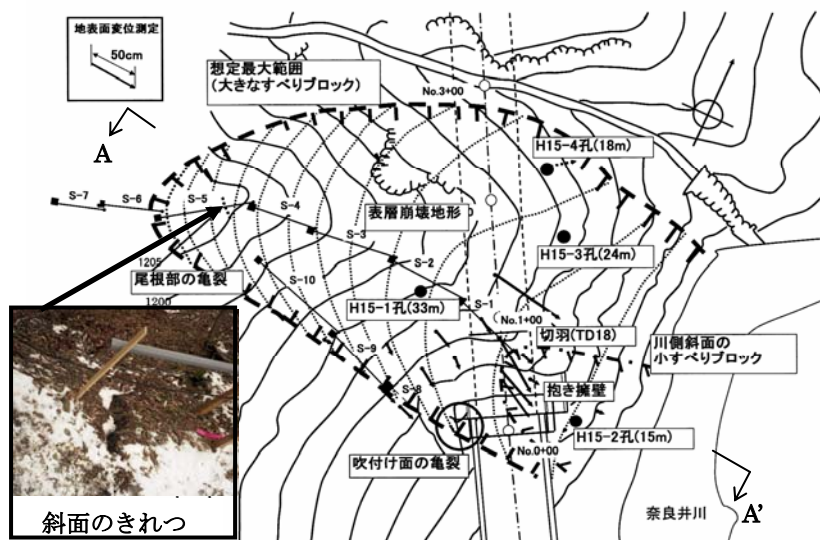


図-3 推定されたすべり域の平面図

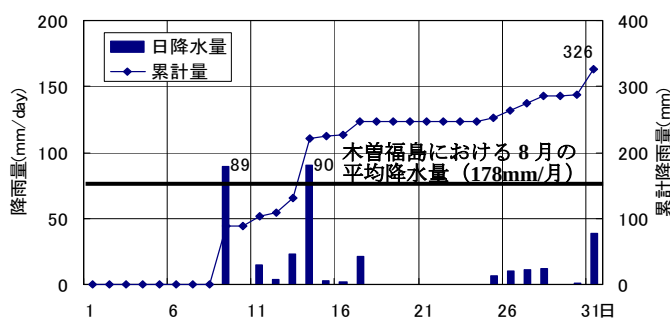


図-4 2003年8月の降雨記録

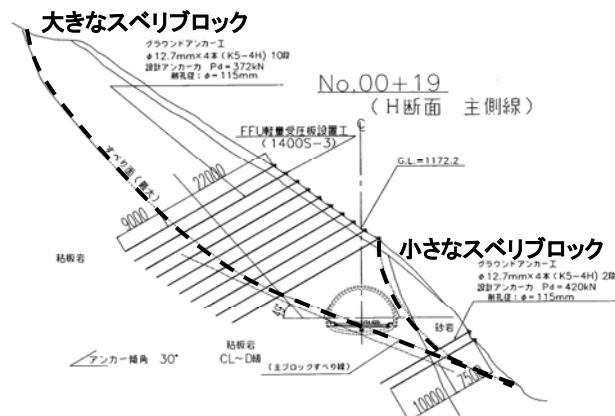


図-5 アンカーによる斜面安定対策工の概要(A-A')