

地すべり地山におけるトンネル坑口部の施工

国土交通省 北陸地方整備局 金沢河川国道事務所 非会員 池田 和彦
 (株)鴻池組 名古屋支店 正会員 ○新庄 大作
 (株)鴻池組 名古屋支店 非会員 春海 正和
 (株)鴻池組 土木技術部 正会員 坂口 和雅

1. はじめに

一般国道470号 能越自動車道 七尾氷見道路 麻生トンネルは、石川県七尾市と富山県氷見市の28.1kmを結ぶ高規格道路の一部で、石川県七尾市に位置し、トンネル延長は576m（内空断面積は64.5 m²）である。

本トンネルの出口側坑口部には、合計8箇の地すべりブロック（長さ200m、幅230m）が想定され、排土、水抜きボーリングおよびアンカーを組合せた地すべり対策が計画され、このうちD4、D5の2ブロックでトンネルがすべり面を貫通するなど、掘削時の地山の緩みによる地すべりの誘発が懸念された。

本稿では、麻生トンネル出口側坑口部で採用したトンネル掘削時の地すべり対策と計測結果を報告する。

2. 地質状況

新第三紀穴水累層の凝灰角礫岩・火山凝灰岩・凝灰岩の新鮮部を基盤として、その上位にN値10程度の粘土化した強風化岩が層厚約15mで分布し、地すべり移動土塊を形成している。表-1に地質調査と現況斜面の安全率 $F_s=1.03$ と想定し逆算した、地すべり対策検討時の設計定数を示す。

また、図-1に想定地すべりブロックの平面図を示し、図-2に地すべり主測線（D4）の縦断図を示す。

表-1 地すべり対策の設計定数

岩種	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)
崩積土(dt)	17	15	18
強風化岩(D~CL級、地すべり層)	18	70	20
基岩(CM級以上、支持地盤層)	19	360	20

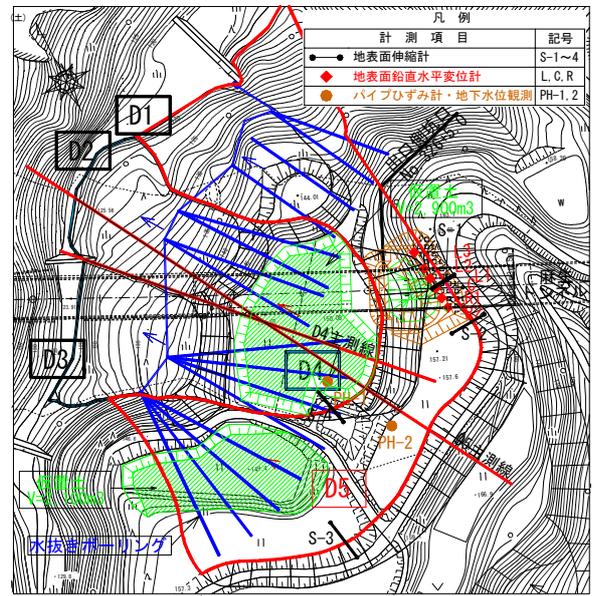


図-1 平面図

3. トンネル掘削時の地すべり対策

当初設計では、トンネル掘削時の地すべりを防止するため、計画安全率 $F_s=1.1$ とし、トンネル到達に先立ち9,600m³の先行切土を行って、トンネル掘削時の地すべりを抑止する計画であったが、掘削土を幅3.0~3.5m、延長2.8kmの市道（無舗装）を4tダンプで搬出する必要があったため、

トンネル到達前に先行切土の完了が困難と判断された。そこで、①水抜きボーリングを先行施工し地下水低下を図る、②先行切土量を5,000m³に低減する、③掘削土は地すべりブロック内に仮置き（高さ2m）して、トンネル貫通後、仮置き土をトンネル内より搬出する、④計画安全率 F_s を、D4、D5ブロックともに現況斜面の安全率1.03を満足する、計画に変更した。

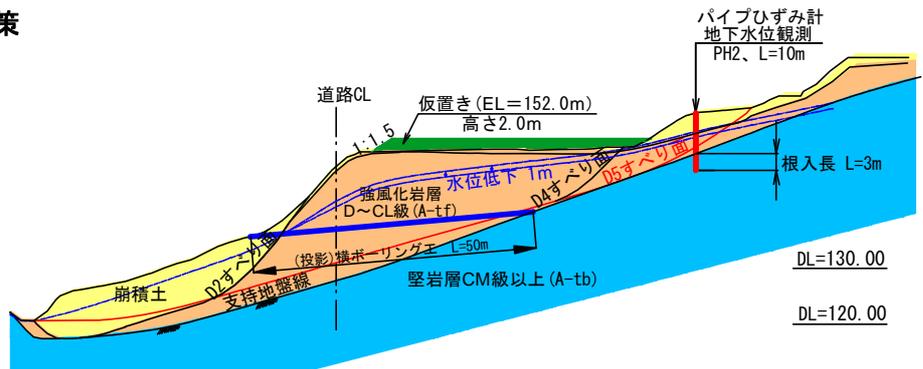


図-2 地すべり主測線（D4）

キーワード トンネル、地すべり、動態観測、地下水位観測、坑口部

連絡先 〒530-8517 大阪市北区梅田3-4-5 TEL06-6343-3290

4. 動態観測の結果

トンネル掘削時の動態観測結果を記す。なお、下記の計測項目は、地すべりの兆候等に対して迅速な対応を行えるよう、自動計測で行った（計測位置は図-1参照）。

①地下水位

地下水位は、降雨に伴い1.0m~4.5mの上昇が認められたが、地すべり対策として設定した地下水位（PH-1：GL-3.5m、PH-2：GL-4.5m）を何れも満足し、PH-1でGL-5.5m、PH-2でGL-7mを示した。

②地表面変位

1)鉛直変位

鉛直変位は、中央の測点Cで最大の-16.6mm、中心より左3mの測点L3で-2.9mm、右6mの測点R2で-1.0mmであり、左側の方が大きな数値を示した。

2)水平変位（トンネル縦断方向）

水平変位は、切羽到達前に山側（切羽側）に最大2.5mm変位したのち、切羽到達時~通過後に谷側に反転し、最大で7.5mmの変位を示した。変位のピーク位置はトンネル中心より左3mの測点L2であり、トンネル中心より右の測点R1、R2では、-0.5~0.1mmとごく小さな数値であった。

3)鉛直変位・水平変位ともに、切羽到達1D手前から生じ、切羽通過後10日程度で収束傾向を示しており、管理基準値の「点検・要注意または観測強化」程度で収束した。

③パイプひずみ計

パイプひずみ計測の最大値は、D4ブロックの監視を目的としたPH-1では、GL-11.5mで92μ（谷側方向）、D5ブロックの監視を目的としたPH-2では、GL-3.5mで38μ（谷側方向）と、何れも管理基準値の「点検・要注意または観測強化」で収束傾向を示した。ただし、想定すべり面で最大値を示しており、今後、切土等の恒久的斜面对策の実施時にも継続して地すべりの観測が必要であると判断された。

④地表伸縮計

地表伸縮計S1~S4の測定値は-5.5~-1.5mm（縮）と管理基準値の「点検・要注意または観測強化」であり、地すべりの兆候は認められなかった。

5. まとめ

① 当初計画を変更し、工期内で地すべりを誘発することなく、無事、トンネルの坑口部の施工を完了した。

② 今回、自動計測結果を、異常時および1日2回、現場担当者の携帯メールに自動送付する警報システムを採用し、地すべりの挙動をリアルタイムに観測し、その有効性を確認できた。

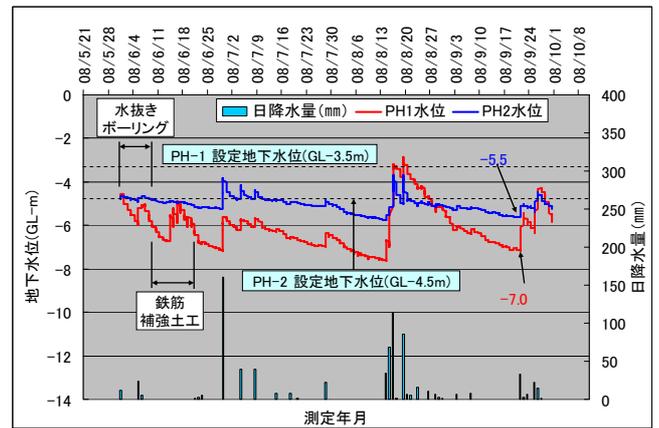


図-3 地下水位の経時変化

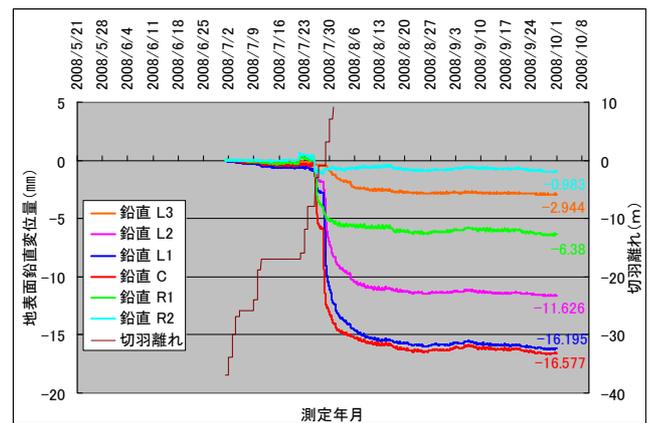


図-4 地表面鉛直変位の経時変化

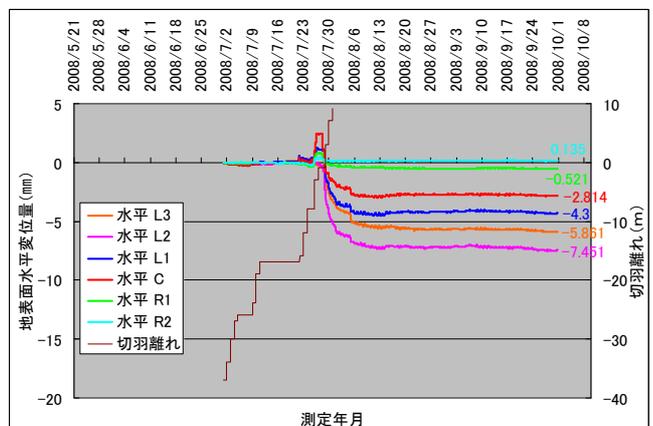


図-5 地表面水平変位の経時変化

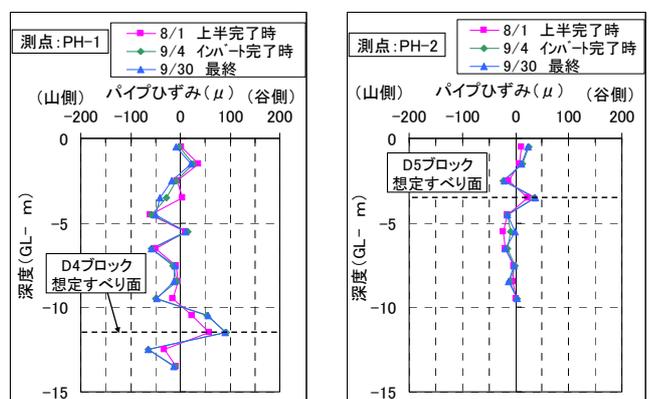


図-6 パイプひずみの深度分布結果