

地すべり性地山を有するトンネル掘削における地山挙動の監視について

(株)大林組 正会員 ○伊藤 正寛 対馬 祥一 濱田 崇

1. まえがき

金沢東部環状道路は、石川県金沢市今町を起点に、金沢市街地の東側の丘陵地を抜けて金沢市鈴見台を終点とする延長 9.4km の地域高規格道路である。現在 2 車線で暫定供用を開始し、4 車線化の二期線工事中である。本工事は、そのうち金沢市月浦町地先から金沢市神谷内町地先までの延長 1020m のトンネルを構築するものである(図-1)。

本トンネルの起点部坑口の上部には大規模で明瞭な地すべりブロックが多数認められている。地質は、風化変質により粘性化した、地すべり性堆積物が主体である(図-2)。そのため、地すべり予知をしながら、掘削作業を進める必要があった。また、供用中の一期線との近接施工(離隔幅 20m)であることからその予兆を把握し、迅速な対応をする必要もあった。

そこで、当工事では通常の計測工 A を自動計測化し、さらに、トンネル直上に水平傾斜計を設置し、地山挙動の常時把握を行いながらトンネル掘削を行った。

本稿では、地すべり性地山でのトンネル掘削における地中変位の監視について報告する。

2. 支保パターンと掘削方法

当工事の坑口部の支保パターンを図-3 に示す。地山への影響を抑えるため、設計段階から、掘削補助工法が 180° 配置され、インバート早期閉合を行うことになっていた。長尺先受工法と長尺鏡ボルトの注入材は、シリカレジンをを用い、注入量は、それぞれ 144 kg/本と 43 kg/本とした。

NATM 工法のミニベンチ付き全断面掘削工法機械掘削方式を採用し、切羽との最大離隔 8m でインバート早期閉合を行うこととした。



図-1 当該工区位置図

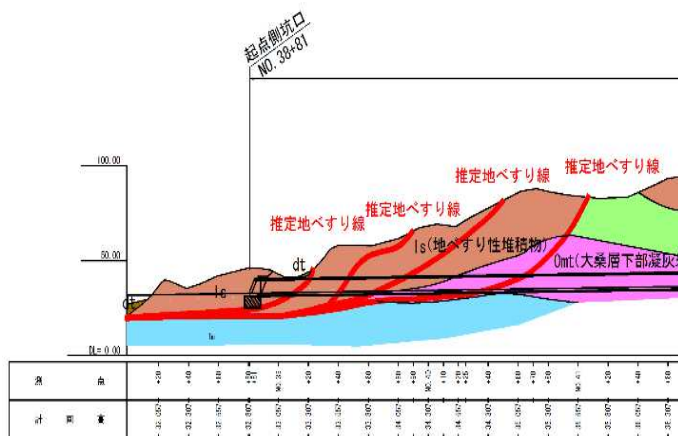


図-2 起点部地質縦断面図

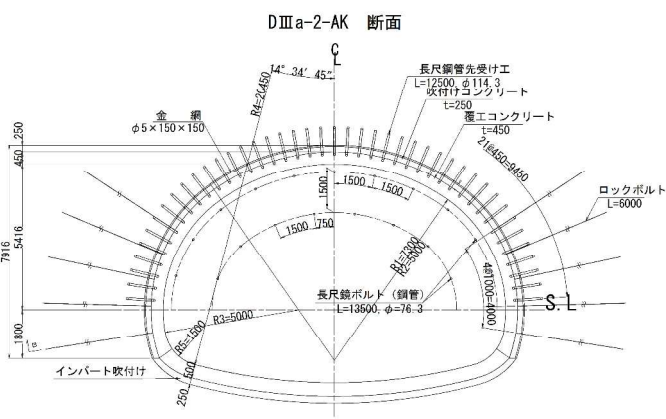


図-3 支保パターン図

キーワード 地すべり性堆積物、地山挙動、先行変位

連絡先

〒920-0178 石川県金沢市月浦町 99-1 金沢月浦トンネル工事事務所

TEL076-255-0865

3. 計測概要

計測位置図を図-4に示す。地表の沈下測定は、坑口部の安定性の確認をする目的で行う。マルチ GNSS 地盤変位計測システムを用いて 3 次元で自動計測する。トンネル天端部中央には、トンネル直上 2.3m~3.5m の位置に水平傾斜計を設置して、10 分ごとに自動計測する。

水平傾斜計は、以下の機器を使用した（図-5）。

- ・計測機器：シェープアクセルアレイ（SAA）
- ・型式：SAAF500
- ・変換器：加速度センサー（MEMS）
- ・計測延長および測点：L=60m 120 点@50 点

4. 監視結果と施工への反映

No.39+30~No.40+40(L=110m)の掘削時の地中変位のデータを図-6に示す。概ね切羽直上より 10m 先から変位を開始し、掘削の進行と共に、沈下量が增大している。そして、掘削が 40m 過ぎると収束する傾向が確認された。

No.39+40 地点の切羽状況は、写真-1 のような岩強度が低い湧水もなく比較的安定している状況であった。この地点の先行変位量は 17.8 mm、最終沈下量は 58.2 mmであった。よって、先行変位率は、30.6%であることが分かった。そこで、先行変位量を基に最終沈下量の予測をして施工管理に役立てることとした。

その後の No.39+90 地点で写真-2 のように未固結のシルトが卓越し、多量の湧水が確認され不安定な状態になった。この地点での先行変位量は、41.2 mmまで達しており、最終変位量で 135 mmが予想された。そこで、施工時の上越し量を大きくすると同時に、切羽・支保工観察や内空計測の強化を行った。その結果、安全かつ品質を確保した施工をすることができた。

また、内空変位計測において、3 次元絶対変位を合わせて計測して、地すべりの兆候がないか監視したが、鉛直方向の変位が卓越しており、地すべりの兆候は見受けられなかった。

5. あとがき

本稿の手法が、地すべり性地山のトンネル掘削における地山挙動の把握に、有効であると考えられる。また、本稿の事例が、類似地山のトンネル工事の参考になれば幸いである。

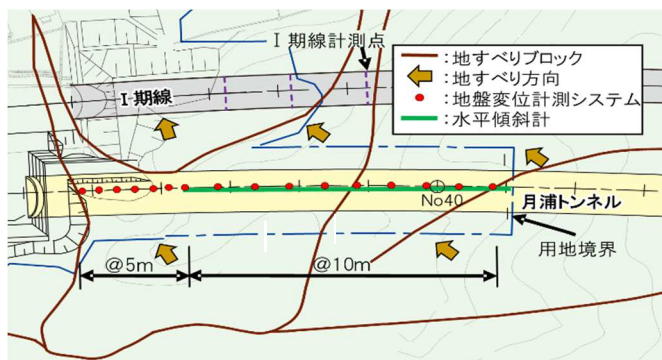


図-4 計測工位置図



図-5 水平傾斜計

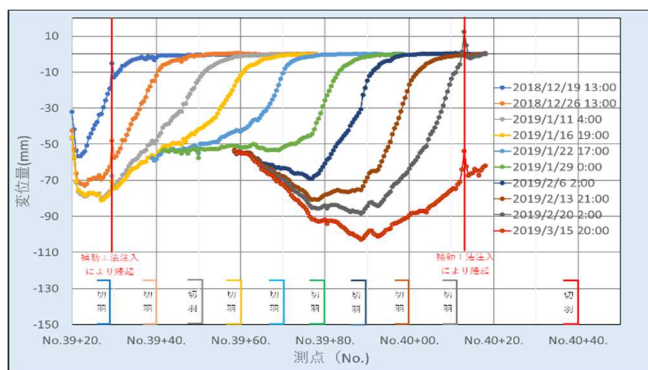


図-6 地中変位計測結果



写真-1 切羽状況 (No. 39+40)



写真-2 切羽状況 (No. 39+90)