

地すべり性崖錐崩積土及び落石性崖錐崩積土におけるトンネル施工について

福島県会津若松建設事務所

鈴木典勝

福島県土木企画課

正会員 松本英夫

1. はじめに

一般国道252号(仮称)早戸第2トンネル工事は、福島県南西部に位置する老朽化した既設スノーシェッドの代替えとしてのトンネル工事であり、付近にはJR只見線の早戸駅や温泉施設がある。

また、起点側坑口付近には地すべり対策工が施工されており、トンネル中央部では離隔距離が小さいJR只見線の早戸トンネル上部を交差する構造となっていて、JRトンネル対策工事と工程調整を要する工事である。

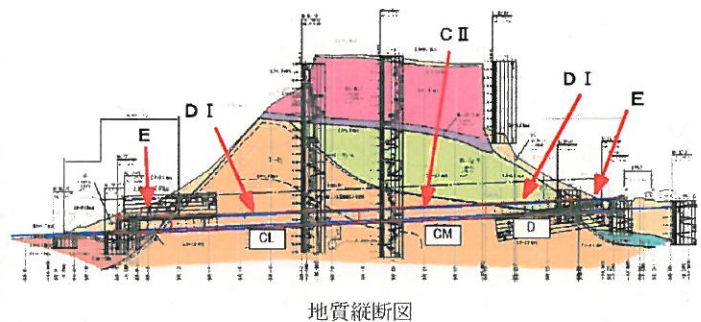
トンネル計画地は、キャップロック状に分布する溶結凝灰岩台地であり、トンネル通過部は第三紀系流紋岩が基盤となるが、起点側坑口部は地すべり性崖錐崩積土がトンネル下面3～5mまで分布している。また、終点側坑口部は凝灰質礫岩や熔結凝灰岩の落石性崖錐崩積土が分布している。



(仮称)早戸第2トンネルL=330m

地すべり性崖錐崩積土

落石性崖錐崩積土



地質縦断面図

2. トンネル掘削補助工法の計画

掘削時の切羽安定と地耐力対策のため、起終点の崖錐崩積土区間には注入式長尺鋼管フォアパイリングとウイングリブ付き支保を当初計画より取り入れていた。

終点側は転石を主体とした崖錐のため、鏡面吹付け・鏡ボルト、脚部補強にフットパイルを計画し、起点側については核残しで切羽面が安定できるものと想定していた。

3. トンネル掘削時の地山挙動

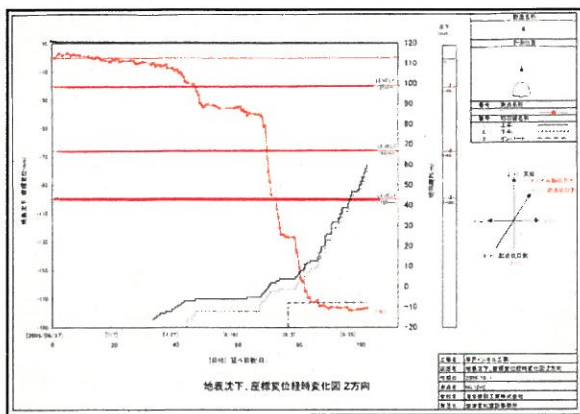
起点側坑口部は地すべり性崩積土からなるため、全体的に地質が攪乱されている状態であったため、掘削当初から核残しも困難な状態で、AGF鋼管間の天端部から砂質土の流砂状の抜け落ちがあり、ロックボルト削孔時の孔壁も自立しなかった。このような状況からトンネル工事に伴う挙動観測(伸縮計、孔内傾斜計、パイプ歪計)に累積変動が見られた。坑口上部地表面沈下や内空変位が顕著であり、挙動管理レベル2超過とほぼ同時に坑口側方地山のコンクリート吹付け面にクラックが発生し、数日後には上部法面にもクラックが発生した。隣接する地すべり対策済区域の観測にも累積変動が確認されたことから、これとの関係も懸念されたため、対策工事後の挙動観測である地すべり観測と合せて、総体的な観測を実施した。

また、変位量累積が速い状態のため、挙動管理レベル1超過後は計測頻度を2回/日とし、レベル2超過後はトンネル軸横断方向の観測点を追加して、周辺地山の挙動も観測した。

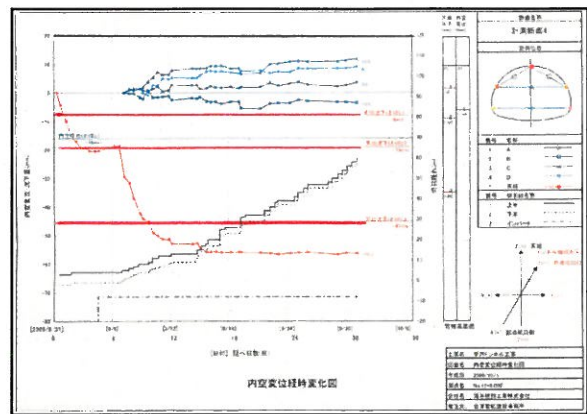
次のグラフは、掘削直後から発生した変状と対策工を実施した結果における変状収束のデータである。

キーワード：崖錐崩積土

福島県会津若松建設事務所道路課(福島県会津若松市追手町7番5号 TEL 0242-29-5440, FAX 0242-29-5459)



地表面沈下データ(管理レベル3：-100mm)-176.8mm



内空変位データ(管理レベル3：天端-45mm)-56.2mm

4. 対策工の検討

内空変位は天端及び両脚部が相対的に現れており、変位量はその上部の地表面沈下量と差があった。これは緩んでいた土被り層内で工事施工影響による圧密が生じたものと判断された。継続した観測の結果から孔内傾斜計やパイプ歪み計に現れた変位もトンネル掘削に起因して周辺地山が緩んだものであるが、地すべり対策工計画時に想定していた変位量の 1/3 程度であり、地すべり対策区域への影響は無いとの結論に至った。これにより、トンネル本体の対策のため、随時開催したトンネル専門技術委員会で検討を重ね、挙動状況に応じて段階的に次の掘削補助工法を実施した。

- ・切羽面対策（鏡ボルト、局部的なフォアポーリング）
- ・坑口表層崩壊対策（押え土のう、切土補強ロックボルト）
- ・掘削済み区間の脚部沈下対策（レッグパイル_側方打設、仮インバートコンクリート_吹付けで対応）
- ・未掘削部の脚部沈下対策（レッグパイル_前方打設）

5. 施工結果

坑口表層崩壊対策は仮設的な施工ではあったが、変状が抑止され効果が発揮された。

脚部沈下対策は、レッグパイル施工により脚部改良体を形成することで沈下抑制を図ったが、地山そのものが緩んでいたため、坑口側方地山のコンクリート吹付け面に再度クラックが発生し、掘削内空天端及び脚部の相対的な沈下は収束しないまま、変位量が加速度的に増加して坑口部の挙動管理レベル3（地表沈下量-100mm、内空変位天端沈下量-45mm）を超過する状況となった。

この時点で上半盤での仮インバート工も検討したが、下半盤掘削時に同様の対策が必要となるため、吹き付けコンクリートによる仮インバート（ $t=20\text{cm}$ ）を本インバート断面以外の外周部に施工し、内空断面の早期閉合を図った結果、ようやく変位収束に至った。トンネル専門技術委員会では、これまでの対策でも変位量が収束しない場合は、地盤改良まで検討していたが、結果的に施工までには至らなかったことは幸いであった。

6. あとがき

トンネル中間付近でJRトンネルと交差したが、JRの観測データに本トンネル施工による大きな変状は現れなかった。起点坑口部30m区間の掘削に約2ヶ月間を要したが、この間に度重なるトンネル専門技術委員会で検討を重ね、段階的な対策で変状状態を長期間に渡らせなかったことが重要と考える。当初、表題にあるように、終点側坑口部の落石性崖錐崩積土についても報告することとしていたが、予定以上に掘削に時間を要しているため、現時点で終点側坑口部まで到達していない。

今後、終点側坑口部においても発生が予想される変位とその対応について報告したいと考えている。