

強変質凝灰岩区間の施工計画

鉄道建設・運輸施設整備支援機構 小樽鉄道建設所※1 正会員 羽生田 康雄 ○辰巳 嘉大

1. はじめに

後志トンネル(塩谷)工区は、北海道新幹線の新函館北斗・札幌間約 212km のうち、倶知安駅^{くっちゃん}から新小樽(仮称)駅間に新設される後志トンネル(全長約 18km)の 4 工区の中の 1 工区であり、新函館北斗方から 3 番目に位置する掘削延長 4,050m の工区である。図-1 に本工区の想定地質縦断面図を示す。斜坑交点から 1,100~1,240m の区間では火山活動による熱水変質を強く受けた強変質凝灰岩が出現し、土圧による大きな変位・変状が発生した。そこで、各種補助工法を実施の上、二重支保工を採用した。しかし、想定を超える土圧により変位・変状を十分に抑制することが困難であった。内空変位・沈下の計測結果等から変位・変状の要因を分析し、強変質凝灰岩が再度出現した際の施工計画を策定したので報告する。

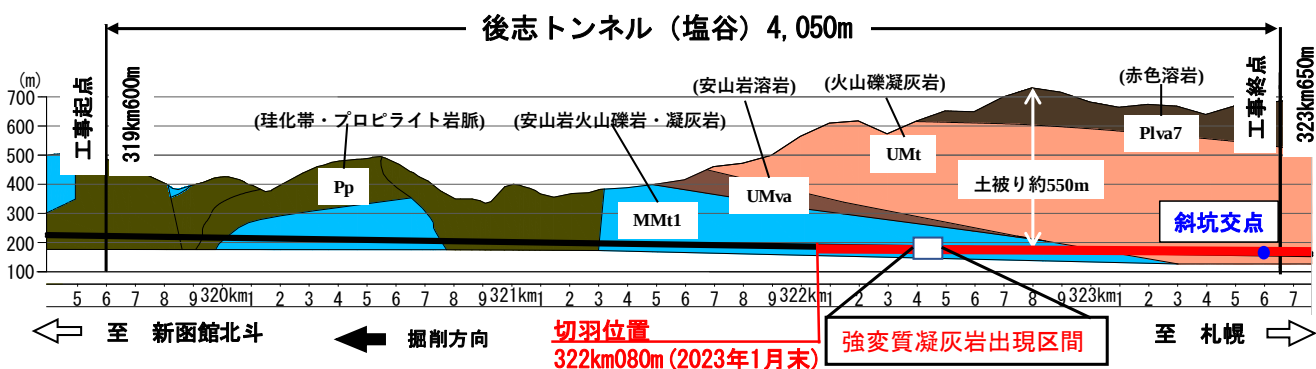


図-1 後志トンネル(塩谷)工区想定地質縦断面図

2. 強変質凝灰岩区間の施工

強変質凝灰岩区間は、土被りが 450m 程度と大きい。さらに、一軸圧縮強度が 1,000~2,000 kN/m² と小さいため、地山強度比が 0.1~0.2 程度であり、強大な土圧による押出しがあった。そのため、一重支保工パターンのロックボルトの本数と長さの増加、吹付け厚の増加等の対策を行ったが、変位の抑制に繋がらなかった。そこで、図-2 に示す二重支保工パターンを採用し掘削を行った。一重支保工パターンでは、切羽離れ 5m で 300mm を超える内空変位が発生していた。二重支保工パターンでは、図-3 に示すように切羽離れ 5m で 220mm の内空変位であり、初期変位は小さくなったものの、依然として初期変位が大きく最終変位も大きい結果となった。

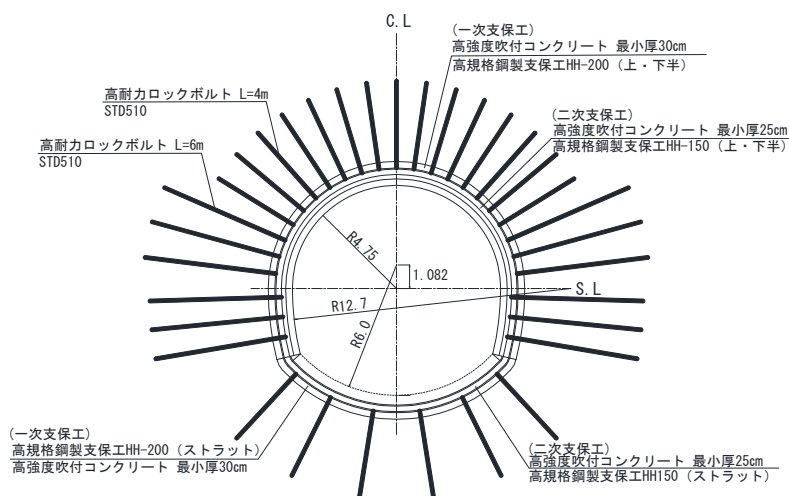


図-2 二重支保工パターン図

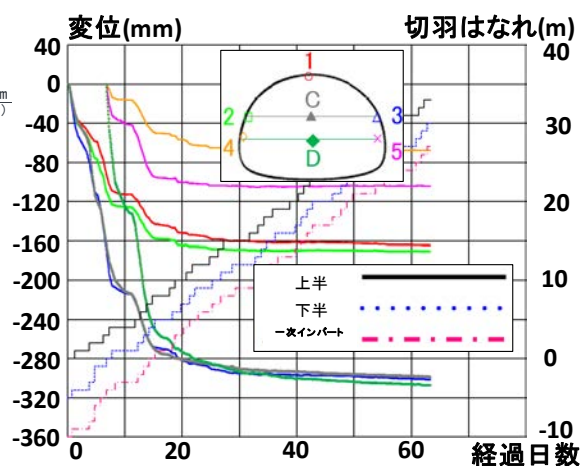


図-3 経時変化図

キーワード: 山岳トンネル(NATM), 施工, 特殊地山, 二重支保工

連絡先 ※1 〒047-0008 北海道小樽市築港11-1 ウイングベイ小樽 3F 1 番街 TEL0134-29-2700

3. 変位・変状の発生要因

まず、初期の剛性不足の要因が考えられる。図-3の結果より、一次インバート施工後は変位が収束する傾向であるが、掘削初期段階の変位スピードが非常に大きい。吹付けコンクリートは強度発現に時間を要しているため、掘削初期段階は鋼製支保工のみで荷重を負担している。そのため掘削初期段階は強変質凝灰岩区間の強大な土圧に対する剛性が不足していたと考えられる。

次に、断面形状の要因が考えられる。断面閉合後は、全周が圧縮状態となることが理想である。しかし、図-4に示すようにE測線において引っ張りが生じている。これは図-3に示すC測線、D測線の卓越した変位より、曲率が小さい下半部で円形状を保持できず吹付けコンクリートのアーチ形状による閉合効果が十分に得られていない事が考えられ、S.L.付近では断面閉合後に写真-1に示す座屈も発生している。

最後に、地質調査不足の要因が考えられる。強変質凝灰岩区間が出現する直前の先進調査ボーリングでは、100m程度コアを採取したが、強変質凝灰岩の出現を捉えられていなかった。このことから、本坑を掘削するまで強変質凝灰岩の出現を予測できず対策が後手となり、強変質凝灰岩が出現した直後の一重支保工区間において大きな変状が発生した。また、強変質凝灰岩区間は地質不良のため、通常100m程度である先進調査ボーリングによるコアが40m程度しか採取できず、切羽前方の地山状況の確認が不足していた。

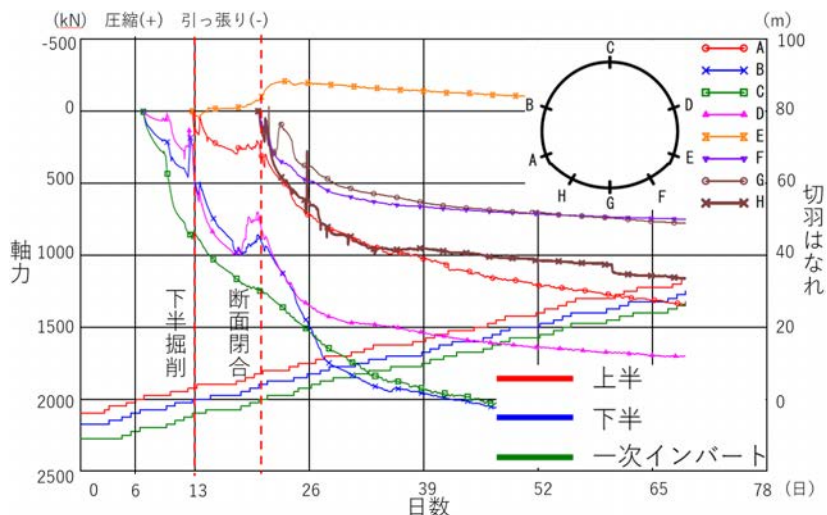


図-4 鋼製支保工（二次）軸力経時変化図



写真-1 鋼製支保工座屈状況

4. 今後の強変質凝灰岩区間の施工計画

上記の要因に対して、今後の強変質凝灰岩区間では以下の対策を講じて施工を行う予定である。

1) 初期高強度吹付けコンクリートの採用

掘削の初期段階において、鋼製支保工以外にも荷重を分担し、初期変位の発生を抑制する。

2) 下半の曲率を大きくしたより真円に近い断面の採用

図-5に示すようにS.L.の位置を下げることで下半の曲率を大きくし、全周が圧縮状態となりやすい形状とし、変状の発生を抑制する。

3) 更なる地質調査の実施

先進調査ボーリングを行い掘削を進めているが、今後はTSP探査の併用と先進調査ボーリングの高頻度化によって、早期に地質状況を把握し、早期に対策を行う。

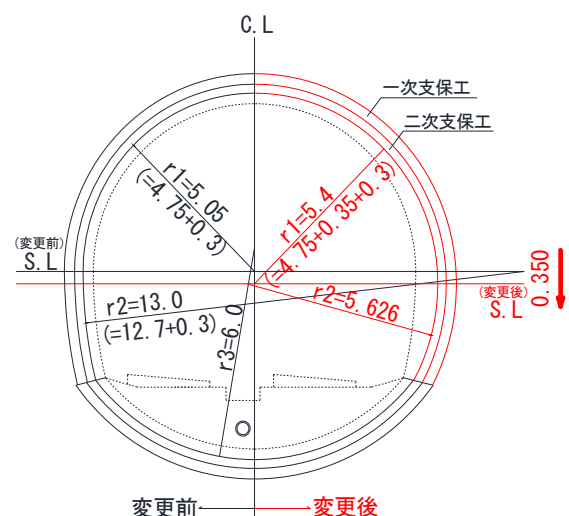


図-5 断面変更

さらに、早期に支保パターンを選定するためのフローを策定し、既施工区間の初期変位量と最終変位量の関係から掘削サイクルごと最終変位を予測して掘削を進める方針である。