

蛇紋岩(膨張性地山)における全断面早期閉合の実績

西松建設(株)西日本支社 正会員 ○土井 智矢
西松建設(株)土木設計部 諏訪 至

1. はじめに

国土交通省四国地方整備局発注の令和元-3年度 越知道路新今成トンネル工事は、松山市と高知市を結ぶ国道33号(越知道路)のうち、延長962mの道路トンネルをNATMで施工するものである。

本トンネルでは事前調査ボーリングの結果から、膨張性の可能性のある蛇紋岩(葉片状・塊状)の出現が予測されており、着工時に行った先進水平ボーリングからも蛇紋岩の存在が確認された。特に葉片状の蛇紋岩は湧水がある場合に膨張性の可能性が高く、将来的にも変状が生じた事例も多く報告されており、施工前に発注者と対策について協議を行い掘削方法の検討を行った。本稿では実施した対策及び施工結果について報告する。

2. 蛇紋岩による膨張性への対策

(1) 支保パターンの変更

当該部の蛇紋岩においては、事前のボーリングコアを用いた試料試験から、地山強度比が $G_n = q_u / \gamma_h = 0.2 \sim 0.13$ と小さく、スメクタイト含有量が($>20\text{cmol}(+)/\text{kg}$)と確認され、掘削中のみならず完成後にも盤ぶくれ等の変状の発生が懸念された。そこで、水平調査ボーリング(PS-WL)を実施して、前方地山の蛇紋岩の有無を確認し、膨張性の可能性について調査するため、図-1中に示すような地山試料試験を実施した。また、ヒストグラムを作成し対策の必要性の判断に活用し、図-2に示すようなフロー図により、事前に支保パターンを選定した。地山強度比が2未満の場合には、全断面早期閉合を採用することとした。

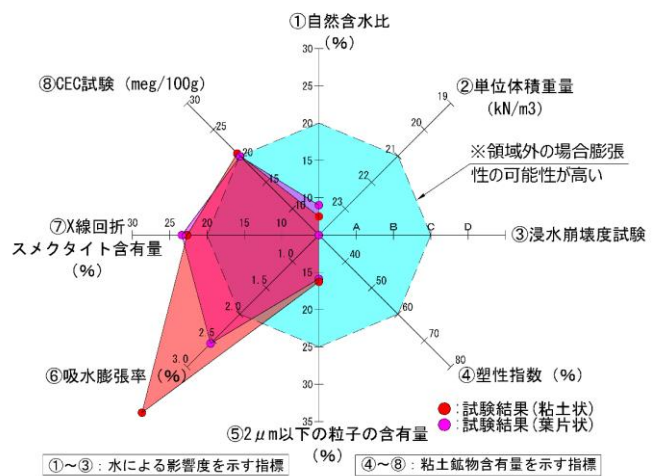


図-1 膨張性判定地山資料ヒストグラム

補助工法に関しては当初設計では、削孔水による泥濁化が懸念されていたので除外されていたが、蛇紋岩掘削の他事例も参考に、先行変位と切羽鏡面の押出しを抑制するため、長尺鋼管先受け工・長尺鏡補強工・鏡吹付けを追加した(図-3)

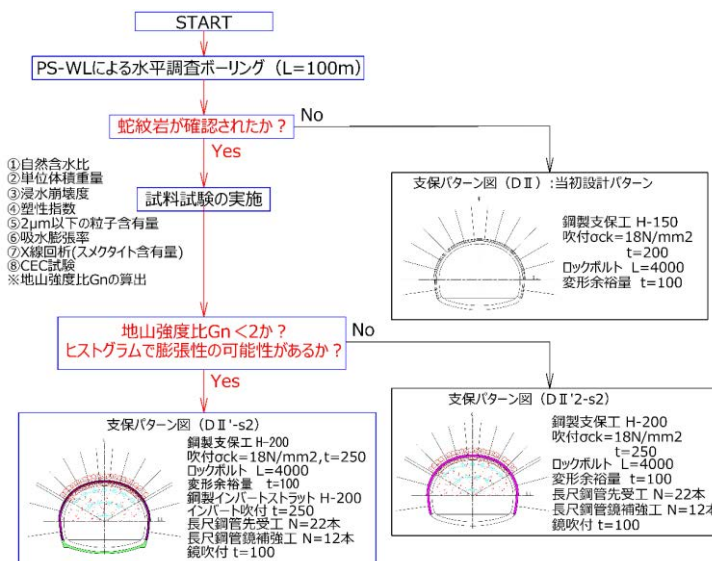


図-2 支保パターン選定フロー図

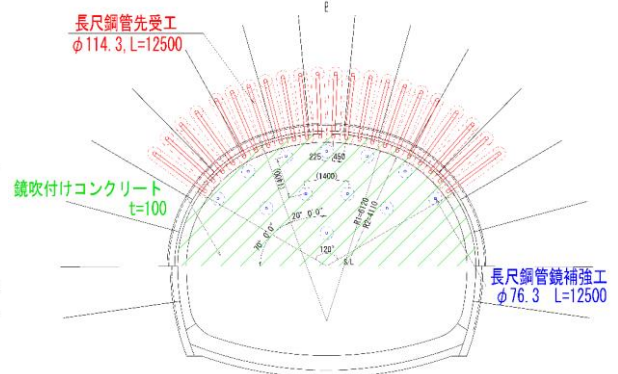


図-3 変更支保パターン及び掘削補助工法図(実施設計)

キーワード 蛇紋岩, 膨張性地山, スメクタイト, 全断面早期閉合, NATM

連絡先 〒760-8563 香川県高松市番町3-81-11 西松建設(株)四国支店 TEL 087-831-1471

(2) B 計測の実施結果

変更した支保パターンの妥当性の検証を目的に B 計測を実施した。計測項目は図-4 に示す通り、地中変位（4 か所）、ロックボルト軸力（4 か所）、支保工応力（7 か所）である。B 計測のうちロックボルト軸力計測結果の一例を図-5 に示す。最終的には管理レベル I（通常施工）を超えるが、全ての計測箇所、測点において管理レベル II（計測頻度増、注意強化）以内での収束が確認された。施工前はロックボルトとモルタルの付着力よりもモルタルと蛇紋岩の周面摩擦力が小さくなることが懸念されたが、ロックボルトに一定の軸力が発生していたためロックボルトの定着には問題なかったと考えられる。

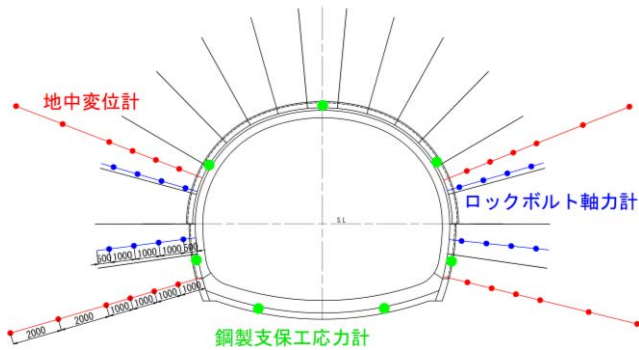


図-4 B 計測工計画図

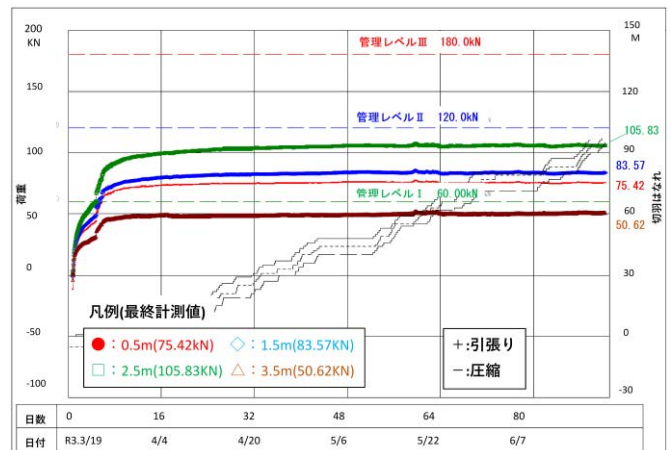


図-5 B 計測ロックボルト軸力計測結果 (左肩)

(3) A 計測結果

図-6 に最大変位箇所の A 計測結果を示す。蛇紋岩区間の A 計測断面の 19 測点のうち、管理レベル II を超えたもの（要注意体制）が 3 測点あった。しかし、鋼製支保工・吹付コンクリート・ロックボルトの支保部材に外観上の変状が見られなかったことや、天端沈下・内空変位の 5 点の内、管理レベル II を超えた点以外の変位が小さかったことから、追加の補助工法は行わなかった。

全体的な変位の傾向として、SL 部の内空変位が大きく、次に左肩部の内空変位が大きく、右肩部および下半部の内空変位は小さい傾向にあった。

(4) 蛇紋岩区間終点の確認

蛇紋岩区間の終点位置の判断基準は以下とした。

- ① 水平ボーリング採取コアにおいて蛇紋岩が 20m 以上継続して見られず、かつ X 線回析試験結果に蛇紋石が検出されないこと。
- ② 切羽観察において切羽内に蛇紋岩が含まれていなく、かつ切羽での採取試料の X 線回析試験結果に蛇紋石が検出されないこと。
- ③ 切羽前方探査の結果、地質変化が確認されること。

以上を満たしたうえで、段階確認、岩判定により蛇紋岩区間の終点を確認し、通常の支保パターンに戻した。

3. まとめ

蛇紋岩区間において、水平調査ボーリングを利用した地山試料試験による膨張性判定と、過去の施工事例を参考に支保パターンを事前に検討し、全断面早期閉合（写真-1）を採用して掘削施工を行った結果、懸念された蛇紋岩の膨張による大きな変状はなく掘削を終えることができた。

本工事の施工実績が今後の蛇紋岩を対象とするトンネル掘削工事の参考になれば幸いである。

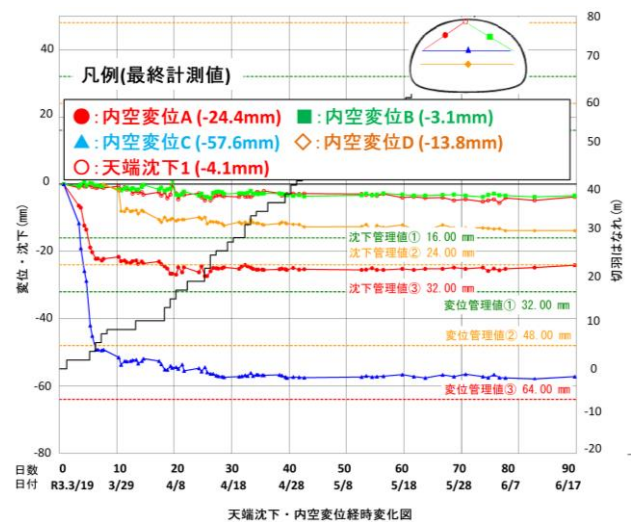


図-6 蛇紋岩区間の A 計測結果 (最大変位箇所)



写真-1 インポートストラット施工状況