

断層・褶曲を伴う押し出し性地山におけるトンネル施工

東日本高速道路(株)		大津 敏郎
東急建設(株)	正会員	徳留 修
東急建設(株)	正会員	広瀬 雅明
東急建設(株)		澤田 和也

1. はじめに

日本海東北自動車道二古トンネルは、秋田県由利本荘市岩城 IC の南約 600m の地点を北側坑口とし、南北方向に位置する延長 1417m の 2 車線高速道路トンネルである。本トンネル周辺の地山は、大部分が新第三紀の脆弱な船川層泥岩で構成され、南北系の北由利衝上断層や二古背斜に代表される多数の断層や褶曲構造を示す押し出し性地山である。本稿では、当地山における変状対策の経緯および計測結果について報告する。

2. 地質概要

トンネル周辺の地質は、新第三紀中新世後期の船川層泥岩が主体であり、凝灰岩と砂岩を挟在している。地質構造は、図 - 1 に示すように、南北系の北由利衝上断層群や二古背斜よりなる褶曲が発達し、複雑な構造を呈している。船川層泥岩は、これらの断層や褶曲の影響により破碎変質を受け部分的に粘土化し、先行水平ボーリング調査結果によると、一軸圧縮強度は、0.1N/mm² 以下（破碎変質部）～7N/mm² 以上（健全部）とばらつきが大きい。

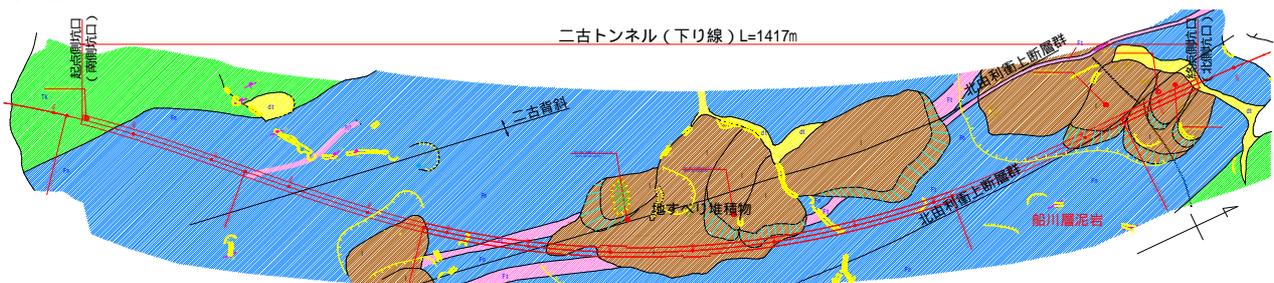


図 - 1 地質平面図

3. 変状対策経緯

(1) 坑口より 240m 付近まで

本工事では、図 - 2 に示すように、終点（北側）側坑口よりショートベンチカット工法により掘削を開始したところ、坑口より 70m 付近から 100mm を超える脚部沈下が発生したため、増しボルト、フットパイル、上半仮インバートおよび下半一次インバート等による対策を講じながら工事を進めた。しかし、土被りが大きくなると共に上半切羽後方の変状が大きくなり、坑口より 230m 付近で 460mm 程度の脚部沈下が発生した。

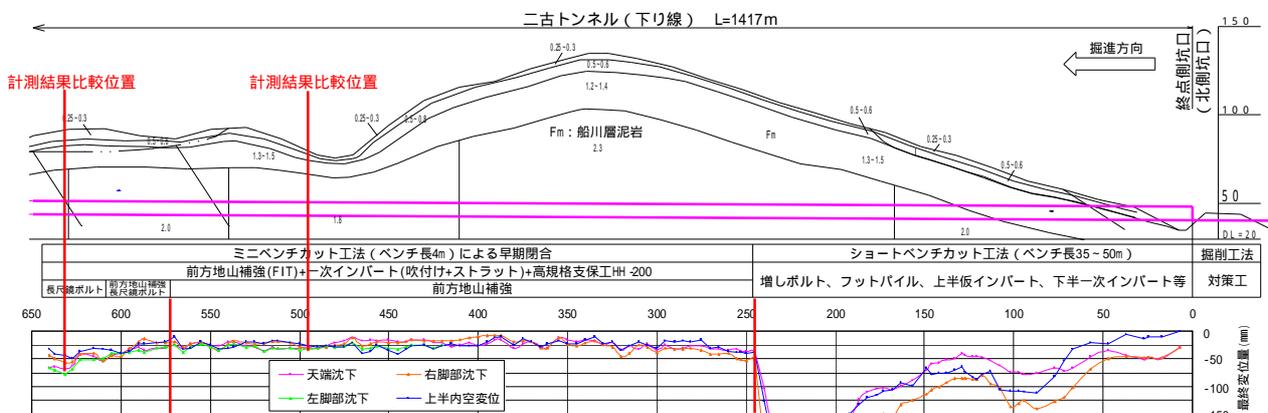


図 - 2 変状対策経緯と計測結果

キーワード 押し出し性地山, 断層・褶曲, 早期閉合, ミニベンチカット工法, 前方地山補強(FIT)

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷1-16-14 (渋谷地下鉄ビル) 東急建設(株)土木インフラ部 TEL03-5466-5274

(2)坑口より 240m～570m 付近

これまでの観察・計測結果を踏まえた対策工の検討を行い¹⁾、図-3に示す「ミニベンチカット工法による早期閉合」、「高規格鋼HH-200」および「前方地山補強(FIT)」による対策を実施したところ、坑内変位は50mm以内で収束傾向を示し、変位抑制効果が見られた。鋼アーチ支保工応力は土被りの大きい区間において、最大400N/mm²程度まで発生し、高い応力状態である。

(3)坑口より 570m～640m 付近

前区間において、土被りが小さくなると共に支保工応力が低下傾向を示し、その反面、鏡面からの剥落が見られるようになったため、FITの打設方向を、前方外周を補強するタイプ（前方地山補強）から直接鏡面を補強するタイプ（長尺鏡ボルト）へ移行を図った。その結果、鏡面の安定性は向上したが、初期沈下が急激に大きくなったため、次施工区間から前方地山補強を再開した。

4. 計測結果の比較

以下では、前方地山補強を施工した区間（前方地山補強区間）と施工していない区間（長尺鏡ボルト区間）について、計測結果の比較を行う。

(1)坑内変位

図-2によると、前方地山補強区間の坑内変位はいずれも50mm以内で収束しているのに対し、長尺鏡ボルト区間の脚部沈下は最大75mm程度まで発生している。また、図-2に示す各計測位置における坑内変位の経時変化（図-4参照）では、前方地山補強区間は、長尺鏡ボルト区間に比べて、初期変位が小さく、一次インバート設置（閉合）後の変位収束も早いことが確認できる。特に、天端沈下・脚部沈下において、その傾向が大きく見られる。

(2)支保工応力

図-5に示す支保工応力の分布図によると、長尺鏡ボルト区間においては、偏圧の影響により右肩部の支保工応力が450N/mm²程度（高規格鋼の降伏応力440N/mm²以上）まで発生しているのに対し、前方地山補強区間においては、応力発生が均等化される傾向があり、最大応力は310N/mm²程度で収束している。

5. おわりに

本工事においては、断層・褶曲を伴う押し出し性地山対策として、早期閉合および周辺地山を補強する前方地山補強による対策工を採用し変位抑制効果を得ている。前方地山補強の有無による計測結果の比較によると、補強した区間は、変位抑制効果が大きく、また、当地山のように偏圧を受ける地山に対しては、局部的な支保工応力の増加を抑制する効果があるものと考えられる。現在、これらの対策を組合せながら工事を進めており、今後も対策工の効果を検証する予定である。

参考文献

- 1) 大津・広瀬・澤田：塑性変形による押し出し性地山における変状対策，平成17年度土木学会東北支部技術発表会，5, pp798-799

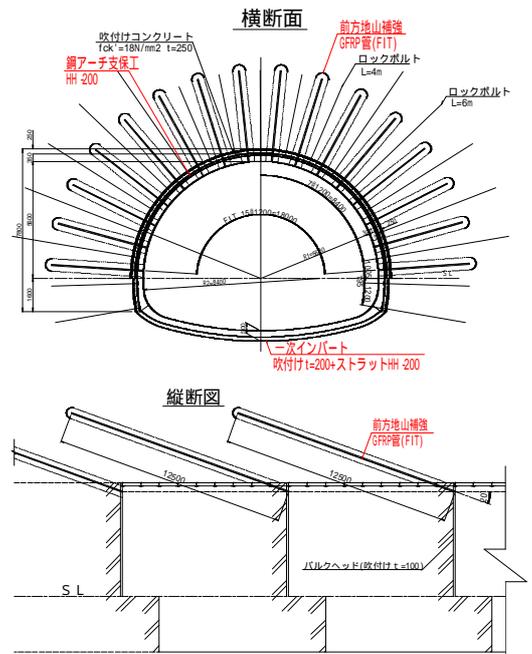


図-3 変状対策工

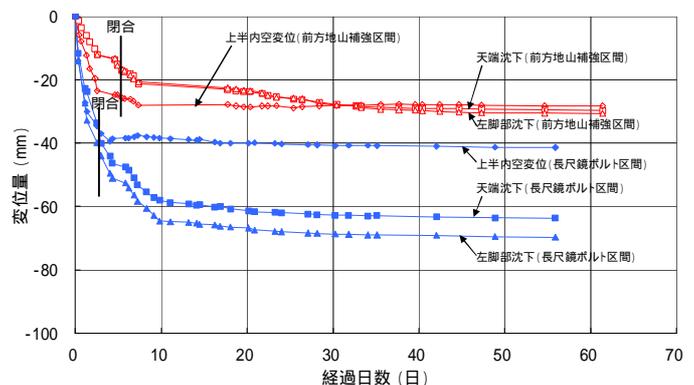


図-4 坑内変位経時変化図

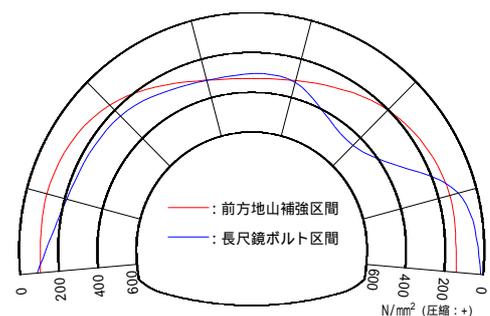


図-5 支保工応力(内側)分布図