

盛土された沢部直下を小土被りで通過する道路トンネルの施工 (その 2)

一さがみ縦貫葉山島トンネル工事一

国土交通省関東地方整備局相武国道事務所 佐久間博之 武井 桂樹
大成建設株式会社 正会員 ○上岡 亮一 中原 史晴 小原 伸高

1. はじめに

首都圏中央連絡自動車道(圏央道)の葉山島トンネル工事(完成後のトンネル名称は小倉山トンネル)は、延長約2.1kmの中間部に谷地形を埋めた地下水位の高い不法投棄盛土の直下を最小土かぶり7~9mで通過する区間がある。本稿では、この特殊条件下でのトンネル施工状況について報告する。

2. 地質概要

盛土部周辺の地質は砂岩頁岩互層 Kalt を主体とし、トンネル上半部は風化破碎による劣化の著しい Kalt(h) (D 級主体)、トンネル下半部では局所的に破碎された Kalt(w) (CL~CM 級) が分布すると想定された(図-1)。盛土の高さは最大で 65m あり、盛土内の地下水位はトンネル天端から 60m 上方である。

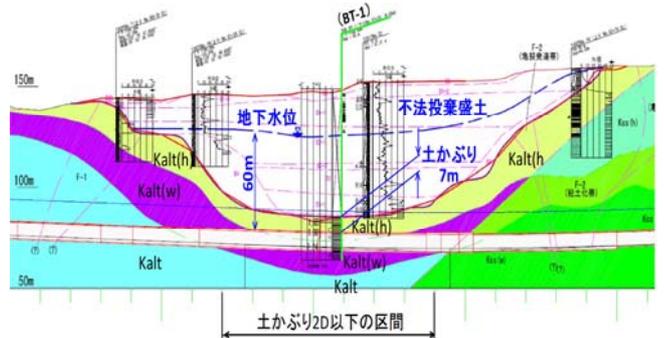


図-1 盛土部付近の地質縦断図(上り線)

3. 掘削時の切羽状況

掘削時にトンネル切羽で確認された地質は頁岩主体で事前の想定と整合していたが、風化の著しい箇所も確認された。岩塊が指圧でつぶれる程度の強度の箇所が多く存在し、設計段階に想定した風化度の異なる層別の地質は確認できなかった。掘削時に切羽の崩壊や抜け落ちは発生せず、AGF 工法による改良効果が有効であったと考えられる。上下線とも盛土部の切羽観察

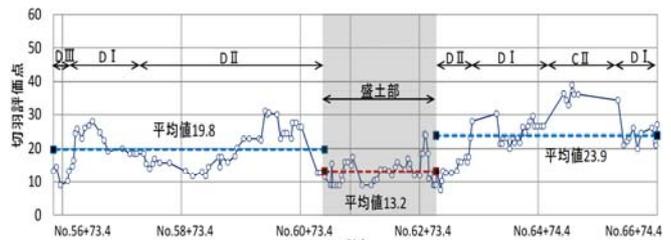


図-2 切羽評価点グラフ(上り線)

評価点は前後の区間に対して低い値となっており、地山が非常に脆弱であったことがわかる(図-2)。

4. A計測結果

図-3 に下り線(先進坑)のA計測結果を示す。想定より脆弱な地山が出現したため大きな変位が確認された。坑内観察では吹付コンクリートのクラックやロックボルトの破断など支保工の変状が確認された。これを受けて上り線(後進坑)では鋼製支保工を H-200 から H-250 へ、ロックボルトを高耐力ボルトへ変更している。この結果、初期変位が抑制されたことや、支保機能が損なわれなかったことで、下り線に比べて小さな変位で収束に至っている(図-4)。また、切羽近傍でインバート吹付けを行い早期閉合したことによる変位抑制効果も大きかったと考えられる。写真-5 に吹付けインバートによる早期閉合状況を示す。

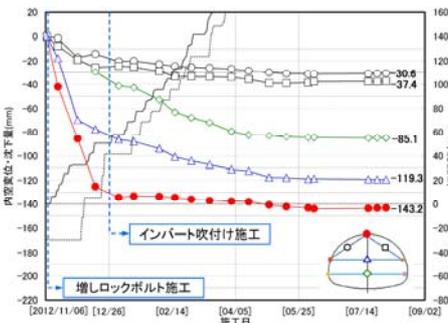


図-3 A計測結果(下り線 No.62+95)

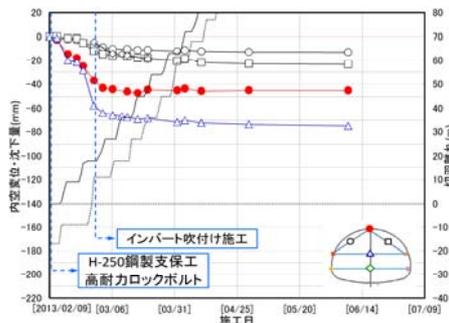


図-4 A計測結果(上り線 No.62+57)



写真-1 インバート吹付け早期閉合状況

キーワード 山岳トンネル, 盛土直下, A計測, B計測, 変状対策, 早期閉合

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株)土木本部 TEL 03-5381-5296

5. B計測結果

変位対策工の妥当性を確認するために、上下線各々1断面でB計測を実施した。図-5に下り線の鋼アーチ支保工応力分布を示す。上り線のトンネル掘削の影響による応力の増大が見られ、降伏点(-245N/mm²)を越える点があるなど、平均的に支保工全周において降伏応力に近い状態であったことが確認された。吹付コンクリートについても同様の傾向を示しているが、計測断面付近では支保工の変状は確認されておらず、支保工の一部に大きなひずみが発生していたものの、全体として支保機能が維持されていたものと考えられる。B計測結果による応力状態から見て支保工のランクアップは妥当であったと考えられる。

図-6に下り線の地中変位計分布図を、図-7に同経時変化図を示す。トンネル周辺地山の緩みは壁面から6mまで達しており、これが荷重として作用したことが支保工の応力増大の要因であると考えられる。経時変化図より、吹付けインバート施工後に収束傾向が顕著に表れており、早期閉合が周辺地山の緩み抑制に効果的であったことが確認された。

図-8に上り線のロックボルト軸力測定経時変化図を示す。最大185kNの軸力が発生しており、高耐力ロックボルト(降伏耐力297kN)に変更していなければ破断に至った可能性がある。

6. 事後考察

掘削時に事前検討の想定を超える大きな変位が発生した。事前の地質調査結果と比較して地山が劣化した状態であった理由として、トンネル掘削による応力解放の影響が考えられる¹⁾。これを確認する目的で、切羽から前方に行ったボーリング孔で孔内載荷試験を行った。切羽より前方37.5mで試験を実施した後、掘削を進め、試験位置が切羽前方3.0mとなった時点で再び試験を行った。変形係数は1310MPaから744MPaとなり、トンネル切羽の接近による変形係数の低下が確認された。

掘削時の変形状況の検証と鉄筋コンクリート(RC)覆工の再設計を目的として、事後解析による地山物性値の同定を行った。切羽観察状況から判断して、Kalt(h)とKalt(w)は区別せず同一物性とした。事後解析から得られたKalt(h)・(w)層の変形係数は100MPa程度と同定された(事前検討ではそれぞれ100MPaと300MPa)。これは切羽観察結果による評価点をDパターンの平均値を下回っていたことと整合している。RC覆工は、骨組構造解析における地盤反力係数に、事後解析で得られた変形係数を反映させて再設計を行い、コンクリート強度や配筋量の見直しを実施した。

7. おわりに

本稿では、谷地形を埋める地下水位の高い盛土直下を小土被りで通過するという特殊条件におけるトンネルの施工時の対応について報告した。施工時に発生した想定外の変位への変位抑制などの対応や、将来的なトンネルの安定に対する覆工設計について、本実績が今後の類似工事の参考となれば幸いである。

参考文献: 1) 土木学会編: 孔内載荷試験法の現状と課題, p.89, 1988.5. 2) 佐久間博之他: 不法に盛土された沢部直下を小土かぶり7mで貫く, トンネルと地下, Vol.45, No.36, pp.17-28, 2014.2.

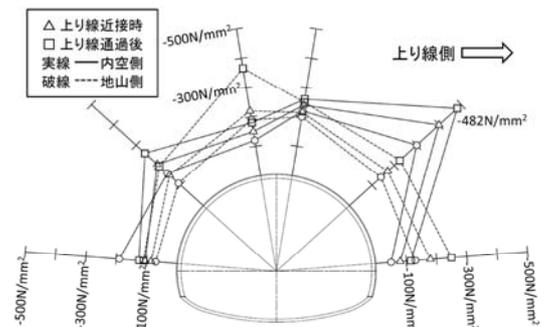


図-5 B計測結果(下り線 鋼アーチ支保工応力分布)

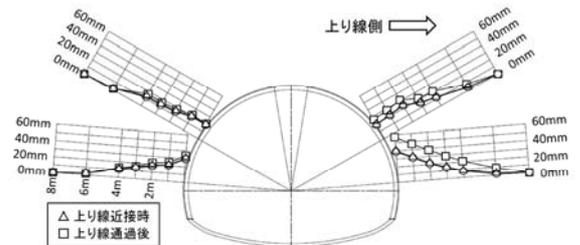


図-6 B計測結果(下り線 地中変位計分布)

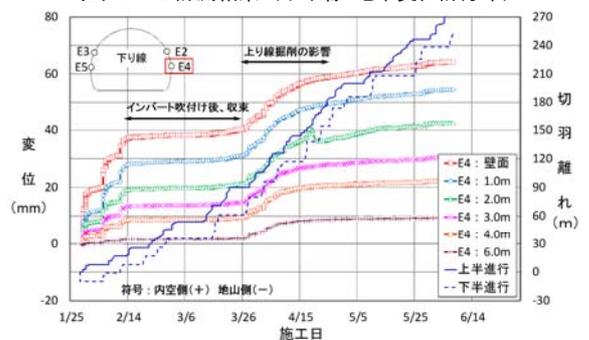


図-7 B計測結果(下り線 地中変位経時変化)

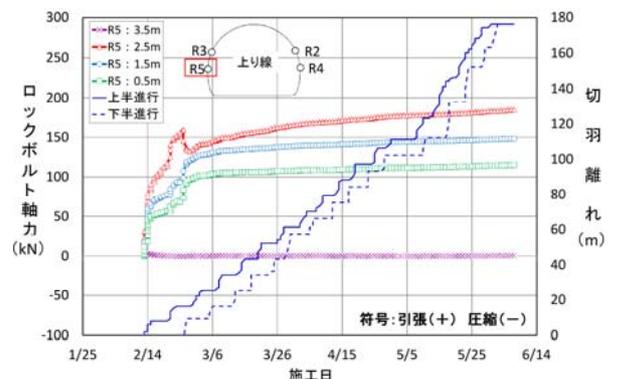


図-8 B計測結果(上り線 ロックボルト軸力経時変化)