

地質境界部における切羽前方探査を活用したトンネル施工

前田建設工業(株) 正会員 ○斉藤 輝

前田建設工業(株) 正会員 佐々木 直也

兵庫県 但馬県民局 新温泉土木事務所 浜坂道路第1課 非会員 小谷 映輔

1. はじめに

浜坂第2トンネル(仮称)(東工区)は兵庫県新温泉町に位置する延長2,800mのうち東側1,528mの山岳トンネルである。本論文は凝灰角礫岩と花崗岩との地質境界部において、各種の切羽前方探査を組み合わせることで、より精度の高い前方地山の性状把握を行い、掘削方法の検討に活用しながら施工を進めた報告である。

2. 切羽前方探査の概要

本トンネルの推定地質境界部は土被りが約130mあることから、計画・調査・設計段階における地表からの地質調査だけでは、地質構造の正確な位置予測が困難である。よって、問題となる地質構造の手前で切羽前方探査を実施すれば、予測精度をさらに向上させることができ、支保パターンを選定や補助工法の必要性の判断に役立てることができる。以上のことから、以下5つの前方探査を組み合わせ、より精度の高い切羽前方地山の性状把握を行った。

①長尺水平コアボーリング(L=150m):推定地質境界線の100m手前よりトンネル中心部のコア採取を行った。

ボーリング方法は全油圧式ロータリーパーカッションドリルによる急速コアサンプリングのワイヤーライン工法(PS-WL工法)で行った。②上記のボーリング孔内に透明管を挿入しカメラによりスキャナ観測を行うことで、壁面展開図から亀裂の有無、岩層の走行・傾斜を把握した。③TSP303(L=80m):トンネル側壁に設けた24孔の発振孔内で少量の火薬を発破し弾性波を発生させる。切羽前方の地質不連続帯からの反射波を4本の高感度3成分レシーバーで受振・記録し、解析により切羽前方地山の弾性波速度分布を推定した。④計測工B(水平傾斜計):切羽前方の先行変位を計測する目的で、トンネル天端に打設した鋼管にパイプひずみ計を挿入し、1m毎の先行沈下量を測定した。⑤切羽前方30m区間の比抵抗値を測定し、相対的な比抵抗値の変化から湧水帯や脆弱部の分布状況を把握した。

3. 切羽前方探査結果の評価

①長尺水平コアボーリングで採取したコアより、TD.367.3~378.3mは凝灰角礫岩と花崗岩の互層構造となっており風化により著しく脆弱化していること、TD.378.3m以降は新鮮な花崗岩が分布することを確認した。また、TD.371.3m以深で最大525

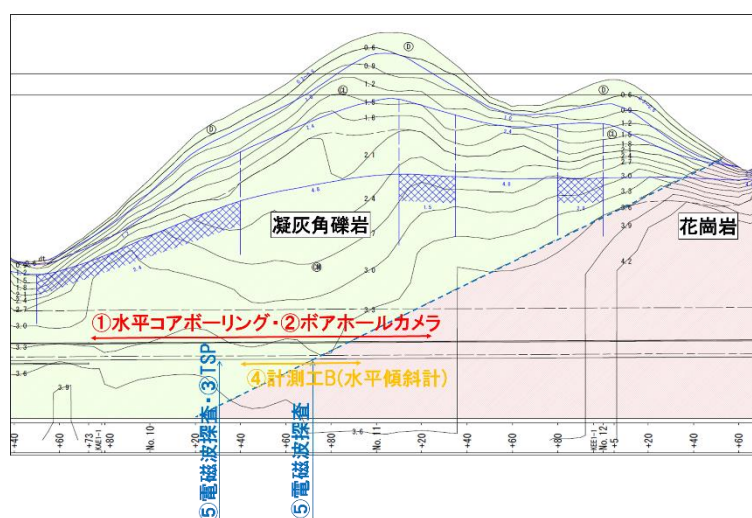


図-1 前方探査実施位置図

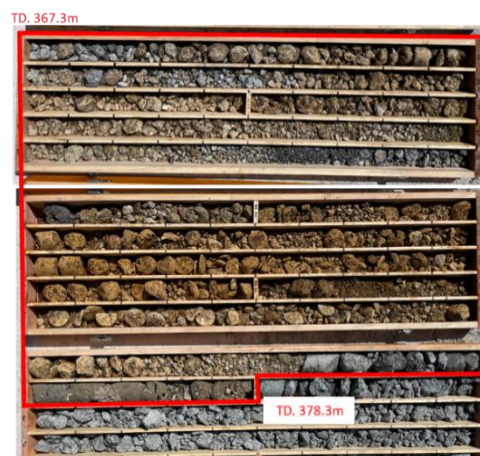


写真-1 脆弱部のコア状況

キーワード 凝灰角礫岩 花崗岩 PS-WL工法 ポアホールカメラ TSP303

連絡先 〒541-8529 大阪府大阪市中央区久太郎2丁目5-30 前田建設工業(株)関西支店 TEL 06-6243-2383

0/分の湧水を確認した。②ボアホールカメラのスキャン画像で得られた層境部の走行・傾斜は、当初の推定地質境界線の傾きとほぼ一致していた。③TSP303 探査結果から、TD. 366. 3～381. 3m において湧水指標である V_p/V_s 比が増加し大量湧水発生の可能性を想定した。この区間はボーリングコアで確認された脆弱区間と一致しており、湧水帯の分布と風化による軟質化や亀裂の密集が想定された。不連続面の反射面の傾きはボアホールカメラで得られた走行・傾斜とほぼ一致した。④水平傾斜計の測定結果から天端部の先行沈下量は -4 mm 以下であり、最終変位量は管理レベル I (-9 mm) 以内で収束すると想定した。⑤電磁波探査の結果では、TD. 371. 3～386. 3m の右側において低比抵抗となり、局所的な地山不良、湧水量が多い可能性が考えられた。この区間はボーリングコアの観察と、ボーリング中に発生した湧水及び TSP 結果とほぼ一致した。

各種の前方探査結果を総合的に見ると、TD. 366. 3～381. 3m 区間に湧水帯及び亀裂の密集する脆弱な地山が分布していることが一致した。

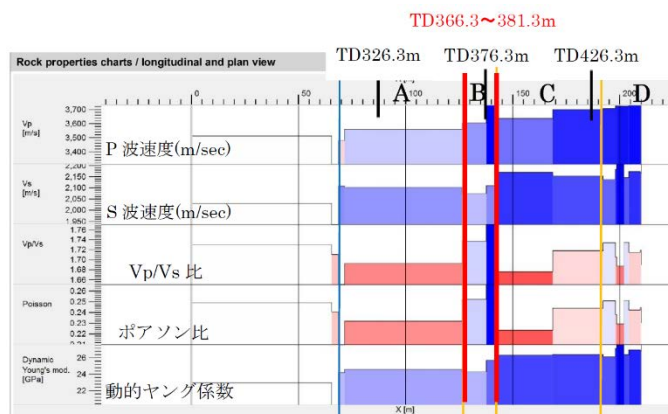
4. 探査結果の施工への反映

切羽前方探査により得られた情報から地質境界部付近の脆弱区間を安全に施工するために、以下のとおり施工に反映した。①支保パターンのランクアップ：脆弱区間への変化位置にて切羽判定を行い、実際の切羽における脆弱地山の分布状況を確認し、30m 区間を CII から DI に変更した。②補助工法の採用：DI を採用しても岩盤の粘着力が乏しく、風化が進み著しく脆弱した地山が崩壊することが予測されたため、安全性確保のために小口径長尺鋼管先受工（パノラマ工法）を採用することとした。対象区間は DI へ支保パターン変更した地点である TD. 364. 5～383. 3m ($L=12.5m$) とし、天端 120° の範囲に 31 本打設することで長尺鋼管による先受けと、注入効果により切羽の安定を確保しながら掘削を進めることができた。

尚、大量湧水が想定されていたが、水平コアボーリング孔が水抜き孔の役割を果たし、孔からの湧水量は次第に減少していった。

5. おわりに

コア採取による直接的な岩質変化の把握と、孔壁スキャナ及び TSP による境界部の走行・傾斜、電磁波探査と先行沈下量計測を組み合わせることで、層境部の地山性状をより正確に事前把握することができた。これらの情報は当該区間のトンネル掘削方法を検討する上で非常に重要な情報となった。特に①長尺水平コアボーリングと③TSP303 による前方探査からは、有益な事前情報が多く得られ、確実な掘削工程確保に寄与した。



Vp/Vs 急増→湧水帯が想定される

図-2 TSP 結果



写真-2 切羽状況(TD.372.5m)

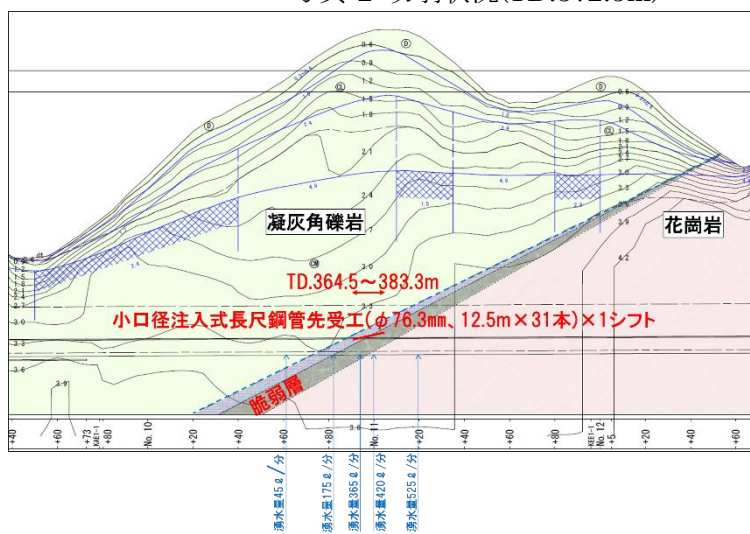


図-3 補助工法実施位置図