

トンネル坑内の地下水水質から地質構造を評価する手法の検討

鹿島建設(株) 正会員 ○山下 慧 升元一彦 白鷺 卓 松下智昭
 山口大学大学院創成科学研究科 正会員 太田岳洋
 (独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 吉野弘明 福山拓郎 関谷碩之

1. はじめに

トンネル施工において、断層や破碎帯が切羽の崩壊、突発湧水など施工上の問題となる場合や、断層が水みちとなり坑内に地表水を引き込むことで、地表における湧水など周辺環境へ影響を与えることがある。これらのトラブルに対して適切に対処するためには、断層位置やその影響範囲を事前に予測し、対策を検討する必要がある。筆者らは、坑内湧水における地表水の混入程度を把握する手法として、坑内湧水の水質を利用した評価方法を検討しており、これまでに先進ボーリングの湧水の pH・EC（電気伝導度）から、地表水の混入程度を評価できる可能性を示した²⁾。今回、長尺先進調査ボーリングからの湧水の水質分析結果を切羽とコアの観察結果と比較し、地下水水質による切羽前方の地質構造の評価の可能性について検討した。本報では、中央アルプストンネル（山口）での評価例について報告する。

2. トンネル周辺の地質と採水位置

図-1 にトンネル地質縦断図およびトンネル平面図を示す。地質は主に中生代白亜紀の花崗斑岩や伊奈川花崗岩が分布している。また、阿寺断層の活動に伴ってできたと考えられる複数の破碎帯が確認されており、これらの破碎帯の走向は概ね NW-SE 方向で、トンネル線形とはほぼ直交する。

本トンネルでは、本坑掘削に先立ち調査坑を施工している。調査坑 TD.350m, TD.1270m から、調査坑掘削前に長尺先進調査ボーリング（SR1, SR3, L=450m）を実施しており、削孔中のボーリング孔からの湧水を採水し、水質分析を行った。さらに、壁面からの湧水（壁面湧水）を掘削が進む毎に採水し、この水質分析も行った。

3. 長尺先進調査ボーリング（SR1）からの湧水・壁面湧水の水質と地質性状の比較

長尺先進調査ボーリング SR1 削孔中の湧水の EC を図-2(上)に示す。TD.650m より手前の区間では EC 値が低く、ほぼ河川水（EC=3.5~8.67mS/m）に近い値であったが、TD.650m 付近で 3~4 倍程度まで上昇した。調査坑 TD に対する壁面湧水の各イオン（ HCO_3^- , Na^+ , Ca^{2+} ）濃度を図-2(下)に示す。TD.650m 付近から EC, Na^+ 濃度が上昇し、 Ca^{2+} 濃度が減少しており、SR1 の EC 値と同様に TD.650m 付近から水質が大きく変化したことがわかる。

水質が大きく変化した地点周辺の調査坑 TD.630m の切羽（図-3(左)）では、中央に断層ガウジが分布していることが観察された。調査坑に平行して掘削されている本坑でも、同様の断層ガウジが走向の延長線上に分布してい

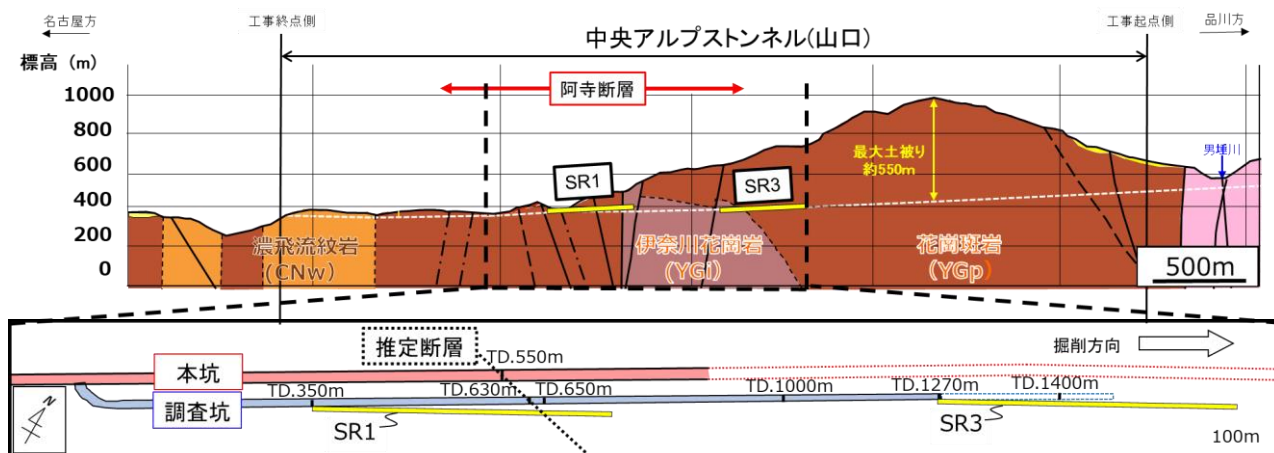


図-1 中央アルプストンネル（山口）のトンネル地質縦断図とトンネル平面図

キーワード 地下水, 水質, 断層, トンネル湧水, 長尺先進調査ボーリング

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 1-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-485-1111

ることが確認され(図-3(右)),連続性のある断層を境界として水質が変化していると推定できる(図-1)。

4. 長尺先進調査ボーリング(SR3)からの湧水の水質とコア観察結果の比較

長尺先進調査ボーリングSR3削孔中の湧水の各イオン濃度とECを図-4に示す。TD.1400mより手前の区間では、 HCO_3^- と Na^+ 濃度、ECが高く、 Ca^{2+} 濃度が低いのが、TD.1400mより深部の区間では、 HCO_3^- と Na^+ 濃度、ECが減少し、 Ca^{2+} 濃度が上昇した。

長尺先進調査ボーリングSR3のTD.1400mより手前の区間と深部の区間の代表的なコア写真を図-5、図-6に示す。TD.1400mより手前の区間では、粘土主体のコアや粘土混じりの角礫状のコアなど断層運動が想定されるコアの性状が確認され、TD.1400mより深部の区間ではCM級以上と思われる硬質なコアが確認された。このことから、TD.1400mよりも手前の区間は阿寺断層の影響範囲、TD.1400mよりも深部の区間は阿寺断層の影響範囲外であると推測される。TD.1400mを境に湧水の水質も変化していることから、ボーリング孔からの湧水の水質の違いは地下水が賦存している地質構造の違いを反映していると考えられる。今後、調査坑の掘削時の切羽を観察することでも、地質構造の違いを確認する。

5. おわりに

今回のトンネル坑内における湧水の水質と地質構造との関連性を評価した結果、先進調査ボーリングにおける湧水の水質から、前方地山の地質構造を評価できる可能性が示された。地表から地質性状が確認しづらい大土被りの現場では、前方地山の性状を把握するためのツールとして地下水水質を用いた評価手法は有効と考えられるので、実現場でのデータを蓄積していく予定である。

参考文献

- 1) (公社)土木学会：2016年制定 トンネル標準示方書[共通編]・同解説/[山岳工法編]・同解説，p303，2016。
- 2) 山下慧，白鷺卓，升元一彦，松下智昭，太田岳洋：先進ボーリング坑から湧出した湧水の地化学的特徴から地表水との連結度を評価する手法の検討，土木学会全国大会第76回年次学術講演会講演概要集，VI-457，2021。

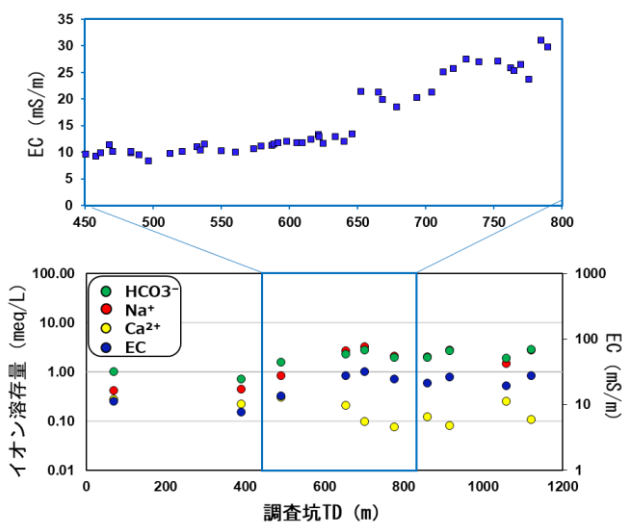


図-2 ボーリングSR1削孔中の湧水のEC値(上)と調査坑TDに対する壁面湧水の各イオン濃度とEC値(下)



図-3 調査坑TD630m付近の切羽写真(左)と本坑TD550m付近の切羽写真(右)

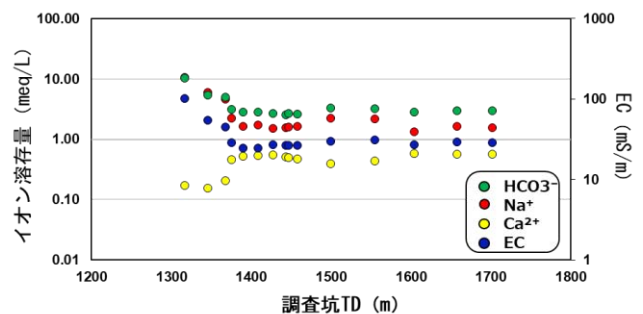


図-4 ボーリングSR3削孔中の湧水の各イオン濃度とEC値

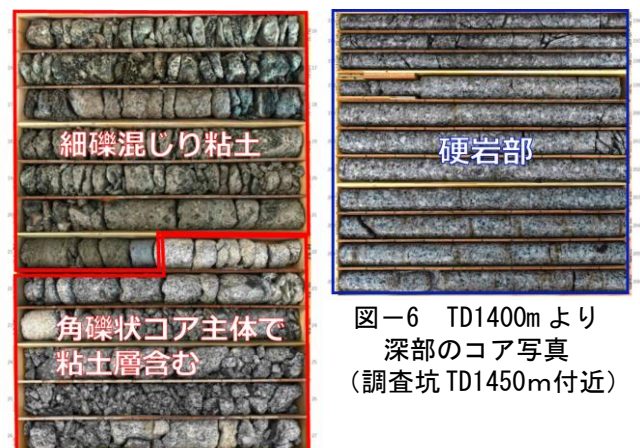


図-5 TD1400mより手前のコア写真(調査坑TD1300m付近)

図-6 TD1400mより深部のコア写真(調査坑TD1450m付近)