

高湧水圧下における中尺ボーリングを用いた湧水圧モニタリング技術の適用事例

鹿島建設(株) 正会員 ○岡田侑子 升元一彦 野中隼人 川端淳一 田中久人
 鉦研工業(株) 倉岡研一 久我俊充

1. はじめに

山岳トンネル掘削時の突発的な湧水の発生は、工程遅延や甚大な災害につながる懸念があるため、事前に地質や湧水の情報を取得することは重要である。しかし、事前調査のみで地山情報を正確に把握することは難しく、特に土被りが大きい場合、地表から観測井を設けることは期待できず、切羽前方の湧水情報を把握することは困難であった。近年、先進ボーリングを利用して連続的な湧水情報を取得し、地質・湧水情報を総合的に判断して安全な掘削につなげる試みが進められている¹⁾。

なかでも、削孔長が100m程度の中尺の水平先進ボーリングを用いた中尺スリリモ(図-1, 2)²⁾は、削孔ロッドを保孔管として利用してパッカをボーリング孔先端付近に確実に設置できる特長を有しており、切羽前方の湧水圧を正確にモニタリングしながら安全に掘削を進めることができる。ここでは、高湧水圧が懸念された新北陸トンネル(葉原)工事において、中尺ボーリングを適用した事例を報告する。

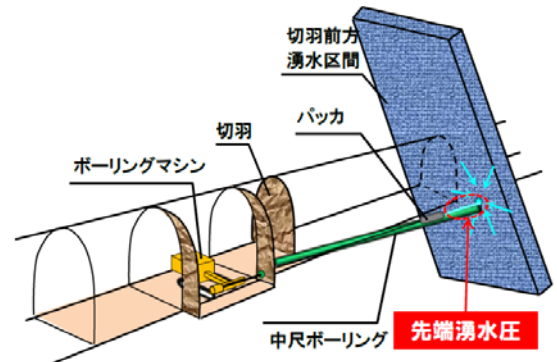


図-1 中尺スリリモの概要



図-2 パッカ挿入状況

2. 工事概要

新北陸トンネルは、北陸新幹線の金沢の～敦賀間のうち敦賀側の全長約20kmの新幹線トンネルである。そのうち本工事は、中間部敦賀側に位置し、斜坑延長557mおよび本坑延長4495mを施工するものである。地質は、2種類に大別することができ、起点側は古生層に貫入した花崗岩、終点側は主に古生代の砂岩、粘板岩の互層である(図-3)。起点側の花崗岩区間では、断層に沿って湧水が多いとされ、さらに土被りが最大で約440mあり高圧の湧水が懸念されていた。さらに、キロ程460km500m付近では、沢とトンネルが直行しているため、沢直下で大量・高圧の湧水が懸念されていた。そこで、キロ程460km575m、すなわち沢直下の約75m手前から切羽前方に中尺ボーリングを削孔し、湧水圧のモニタリングを実施した。

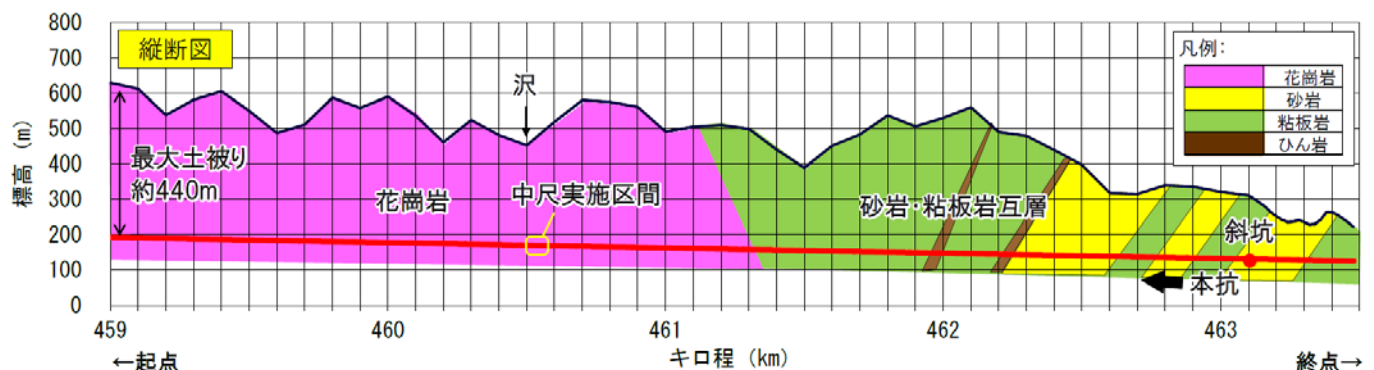


図-3 新北陸トンネル(葉原) 縦断面図

キーワード 山岳トンネル、先進ボーリング、中尺ボーリング、湧水圧、モニタリング

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL042-489-6596

3. 施工およびモニタリング結果

切羽に向かって右側壁より 55m の中尺ボーリングを削孔した。深度 45～47m で軟弱な層が出現し、その後増水が確認されたため、この軟弱層から奥に湧水区間があることが分かった(図-4)。この軟弱層は断層と考えられ、地形から断層に沿って沢が発達し断層付近に地下水が貯留されていると推測できた。沢はトンネルを横断するように続いており、トンネルと交差する地点において湧水の発生が懸念されたため中尺スイリモにて湧水区間の水圧をモニタリングした(図-

5)。ボーリング削孔完了時の水圧は 1.5MPa と高水圧であったが、43m 先へパッカを挿入することができ、高湧水圧下でも確実にパッカをボーリング孔先端に設置できるシステムであることが確認できた。

図-6 に切羽進捗と中尺スイリモで計測した水位の経時変化を示す。当初、トンネル天端から 150m 相当あった水頭は切羽の進捗に伴って 100m 相当まで低下した。その後、対策工として長さ 30m の短尺水抜きを実施し水頭は 80m 相当まで低下したが、十分に水位が低下しなかったため再度短尺水抜きを実施し十分に水位を低下させてからトンネルの掘削を進めた。トンネル切羽が沢の直下に到達した際には、粘土層を挟んで亀裂の発達した花崗岩から数 10L/min の湧水が確認されたため、断層に沿って湧水が貯留されていたことが分かった。中尺スイリモを用いて切羽前方の水圧をモニタリングすることで、切羽で湧水の懸念がある箇所に対し、有意な水圧データを事前に取得することができ、安全にトンネル掘削を進めることができた。

4. まとめ

中尺ボーリングに伴う水圧モニタリングシステム(中尺スイリモ)を高湧水圧が懸念される新北陸トンネルに適用した。その結果、1.5MPa の高湧水圧下でも問題なく施工できるシステムであることが確認できた。また、切羽前方の湧水区間の水圧をモニタリングすることで、対策工の要否を判断することができトンネル掘削を安全に進めることができた。今後も湧水が懸念されるトンネルに積極的に適用し、工事の更なる安全性向上を目指していく所存である。

参考文献

- 1) 岩野圭太ほか、山岳トンネルの切羽前方における湧水データ連続計測技術の開発、第 26 回トンネル工学研究発表会、2016
- 2) 岡田侑子ほか、中尺ボーリングを用いたトンネル切羽前方の湧水圧モニタリング技術、日本地下水学会秋季講演会、2017

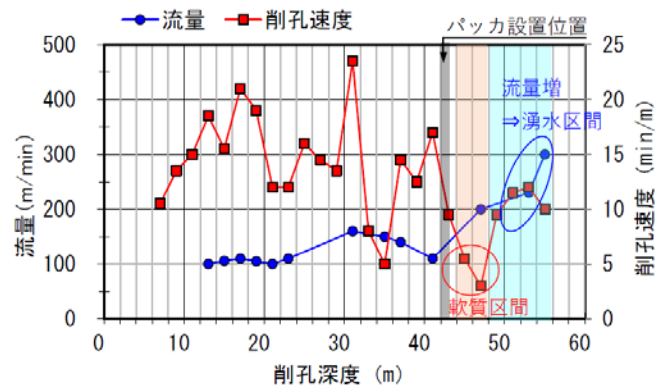


図-4 削孔時の流量と削孔速度

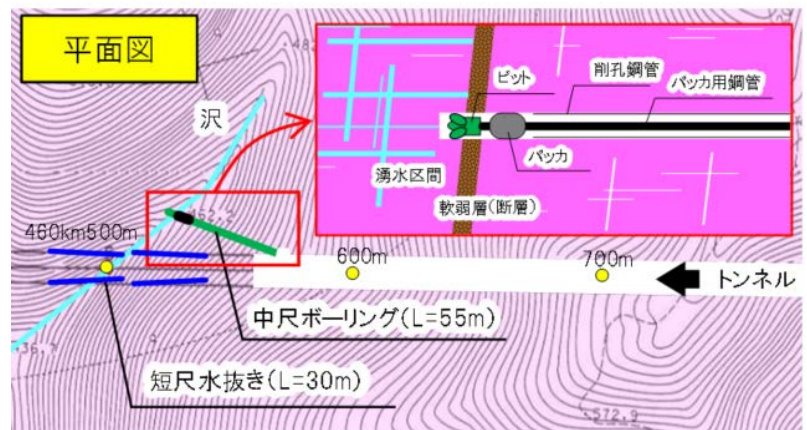


図-5 平面図・中尺実施位置

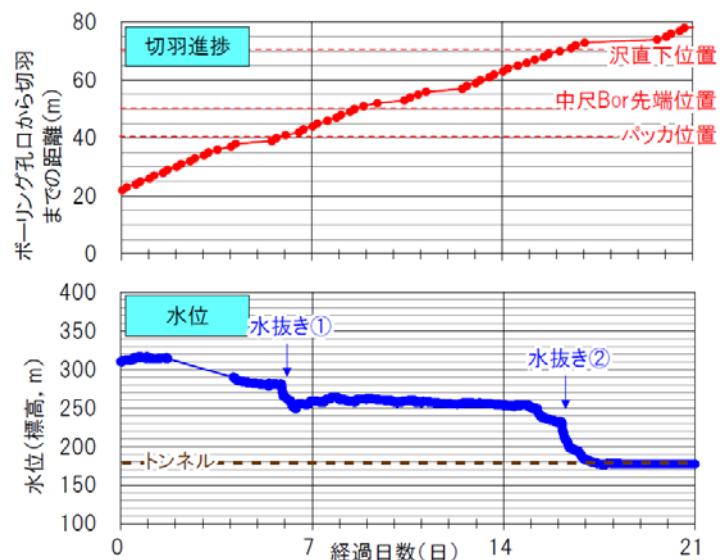


図-6 水圧モニタリング結果