

中尺ボーリング先端区間の湧水圧モニタリング技術

鹿島建設(株) 正会員 ○滝 英明 志水俊仁 升元一彦 岩野圭太 岡田侑子 川端淳一
 鉾研工業(株) 倉岡研一 久我俊充 橋本淳弘

1. はじめに

山岳トンネルの掘削に伴う大量・高圧の湧水は切羽崩落などを招く原因となるため、湧水情報を事前に把握することは非常に重要である。特に長大な山岳トンネルにおいては、地表から複数のボーリング調査を行うことが困難であるため、トンネル坑内からの水平ボーリングによって前方の湧水状況を把握することが望まれている。

そこで、筆者らは安全にトンネル掘削を進めるための湧水計測システム「スイリモ（水リサーチ・モニター）」¹⁾の開発を進めている。これまでに 500m 級の超長尺ボーリングを用いて湧水区間の位置とその程度を把握する技術を開発した。今回、100～150m の中尺ボーリングに新開発のパッカシステムを用いて湧水圧を正確にモニタリングするシステム（図-1）を開発したので、その概要と現場適用した試験結果について報告する。

2. ボーリング先端部にパッカを設置する意義

本システムはボーリング孔内にパッカを設置し、ボーリング先端からパッカ位置までの区間水圧を計測するものである。この方法でトンネル切羽前方の湧水圧を計測する場合、パッカを適切な位置に設置することが重要である。

図-2 にボーリング孔の口元にパッカを設置した場合と、湧水帯の手前にパッカを設置した場合におけるトンネル掘進に伴うボーリング先端の湧水圧の変化について示す。口元にパッカを設置した場合、トンネルが進行するにつれてボーリング孔内の水がトンネル側壁から逸水し、実際より低い水圧値が計測される可能性がある。これでは、湧水帯の水圧が十分に下がっていないにも関わらず、水圧が低下したと危険側に判断し水圧の高い状態で掘削を進めてしまう恐れがある。一方、湧水帯手前の適切な位置にパッカを設置した場合、トンネルの進行によらず湧水帯の正確な圧力を計測することができる。

3. 水圧モニタリングシステムの概要

上述したとおり、ボーリング先端部の適切な位置にパッカを設置することは重要であるが、100m 級のボーリングキーワード 山岳トンネル、先進ボーリング、中尺ボーリング、パッカ、湧水圧、モニタリング

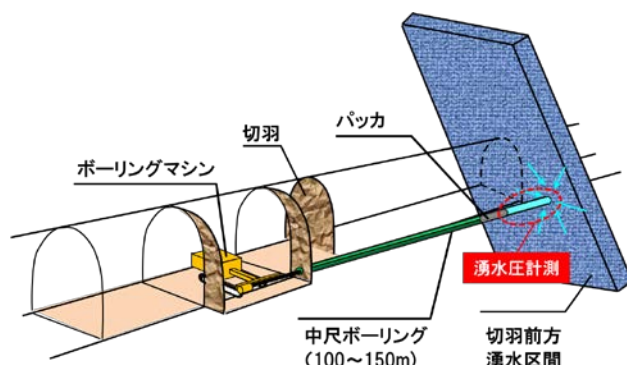


図-1 水圧モニタリングシステムの概要

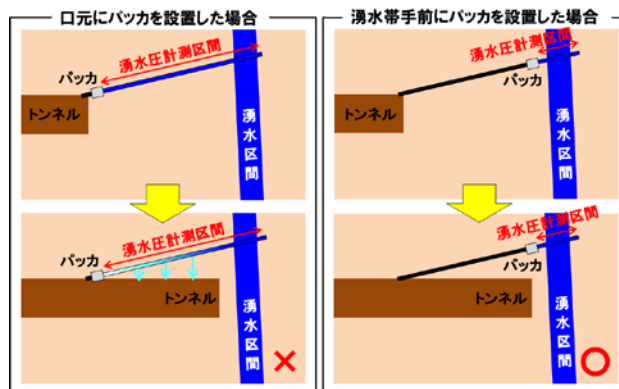


図-2 パッカ設置位置の重要性

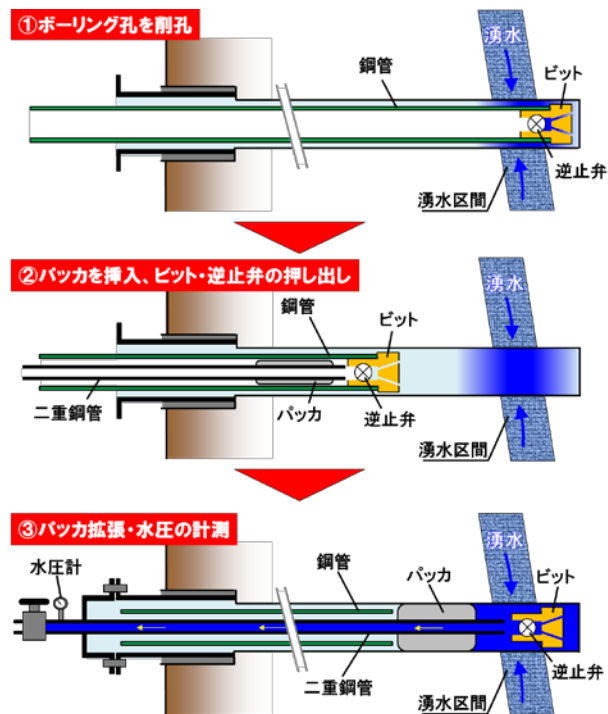


図-3 水圧モニタリングの実施手順

グ先端部にパッカを設置することは容易ではない。

パッカを設置する場合、従来ボーリング削孔後に削孔鋼管を一旦引き抜いて、再度パッカを挿入する必要があった。これでは孔崩れのリスクがあり、先端部までパッカを挿入できない可能性があった。また、大量の湧水が出水している場合には、湧水が噴出する孔内にパッカを押し込むことは困難である。

そこで、ボーリング削孔後に鋼管を引き抜くことなく、すなわち裸孔にすることなくパッカを挿入し確実に先端部にパッカを設置するシステムを開発した(図-3)。設置の手順は、以下①～③の通り。①ボーリング削孔後、所定位置まで削孔鋼管を引抜き、②削孔鋼管内にパッカを挿入し、パッカ先端でビットを押し出す、③パッカを所定位置で拡張(水圧計測の開始)する。削孔後に取外し可能なビット機構を用いることで、削孔鋼管を保孔管として利用することができる。また、ビットは逆止弁を有するため、上記②で湧水圧に抵抗することなくパッカを鋼管内に挿入することができる。本システムにより、100m 級の中尺ボーリングに対して孔先端の適切な位置に確実にパッカを設置し、正確な湧水圧をモニタリングすることが可能となった。

4. 現場適用試験

トンネル掘削に伴う湧水が懸念された新名神高速道路 羽根トンネル工事で本システムを適用した(図-4)。本工事では図-5に示す砂礫層区間で湧水が懸念されたため、地表からのディープウェルによる排水工法を適用しながら掘削を進めた。砂礫層区間の約100m 手前から本システムを搭載した水平ボーリングを削孔し(削孔実績 120m)、82m 先にパッカを設置した。削孔から水圧の計測開始まで週末の昼夜4 方以内で実施し、その後約3 ヶ月間の水圧モニタリングを実施した。その結果、本システムで計測した水圧と観測井 No.1 で計測した水圧が同様の変動のトレンドを示し、ボーリング先端部の湧水圧を計測していることを確認した(図-6)。

5. まとめ

中尺ボーリング先端区間の湧水圧をモニタリングする技術を開発し、現場適用試験で確実に切羽前方の湧水圧を計測できることを確認した。これにより切羽が湧水帯に到達する前に湧水圧を把握し、事前に対策工を検討することが可能になった。また、対策後の効果の評価や追加対策工の検討にも役立てることが可能である。本システムを適用することにより、今後の長大山岳トンネルの生産性の向上と、工事の更なる安全性の向上を目指していく予定である。

参考文献

1) 岡田侑子, 升元一彦, 岩野圭太, 瀬尾昭治, 川端淳一, 北村義宜: 超長尺ボーリングを利用したトンネル切羽前方の湧水状況計測システムの適用, 第14回岩の力学国内シンポジウム, 2017。



図-4 現場適用状況

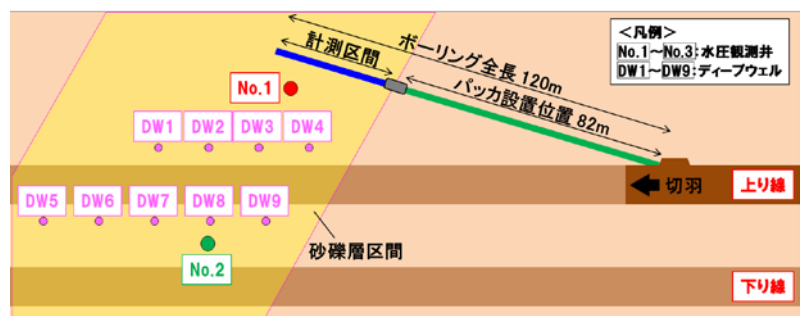


図-5 羽根トンネル平面図

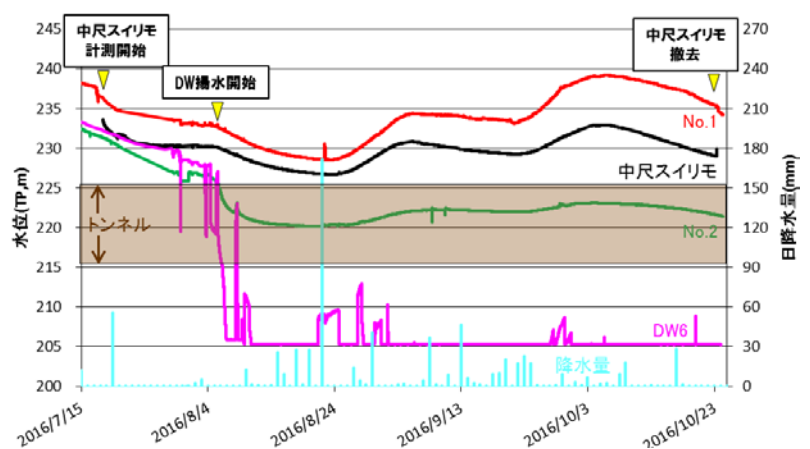


図-6 モニタリング結果