

短尺ボーリング水圧計測システムの開発と現場適用試験

鹿島建設(株) 正会員 ○小泉恵介 岩野圭太 岡田侑子 升元一彦
 鹿島建設(株) 正会員 福住幸雄 出水秀和 フェロー会員 川端淳一

1. はじめに

山岳トンネルでは、事前調査のみで地質・地下水等の地山条件を正確に把握することは難しい。特に地下水については、大量の突発湧水など工程遅延や甚大な災害につながる懸念があるが、特に土被りが大きいトンネルでは地表からの観測井が期待できず、トンネル坑内から切羽前方の情報を正確に得ることは困難であった。近年、500m以上の超長尺ボーリングが山岳トンネルで適用され、湧水圧・量を連続的に計測できるシステムが開発されている¹⁾。また、適用実績の多い100～150m級の中尺ボーリングにおいても孔内先端部にパッカを掛け、トンネル掘削中の湧水圧をモニタリングする手法が開発されつつある²⁾。このように坑内からの穿孔長に応じたボーリングで得られる連続的な湧水情報を総合的に判断し安全な掘削につなげる試みが進められている。ここではさらにその総合的な評価の一環としてトンネルジャンボで削孔する20～30m級の短尺ボーリング(図-1)について連続的な水圧データ計測が可能なシステムを開発し、現場適用を行った事例を報告する。

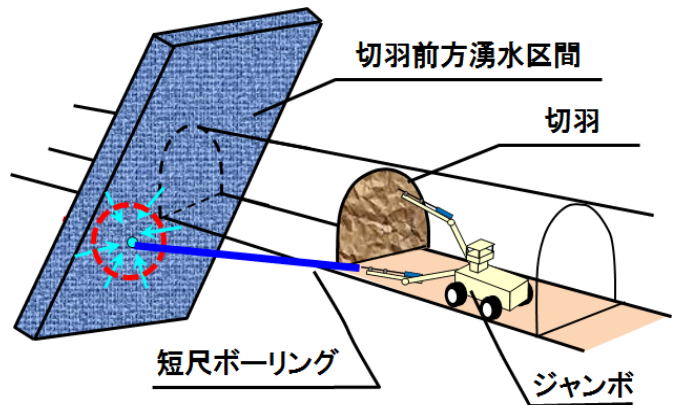


図-1 短尺ボーリングの概念図

2. 短尺ボーリング水圧計測システムの概要

トンネルジャンボにて削孔する水抜き孔を利用した水圧測定では、その長さが最長でも20～30mであることから、口元から1.5mの位置に設置できるメカニカルパッカによって水圧を計測するシステムとした(図-2)。また、短尺の水圧計測では従来、口元部に設置したブルドン管の読み値を断片的に取得する方法が一般的であったが、連続的なデータ取得とするためデジタル計測とし、水圧計をパッカシステム内に内蔵した。さらに、水抜き孔の削孔長が短く、口元が切羽近傍に位置することから、頻繁に計測データを回収することが困難になると想定されたため、データは無線で後方の計測PCに伝送する方法とした(図-3)。データ収録装置には、ロガーとマイコン、通信機器、バッテリーを組み込んでいる。



図-2 短尺水圧計測システム (全景)

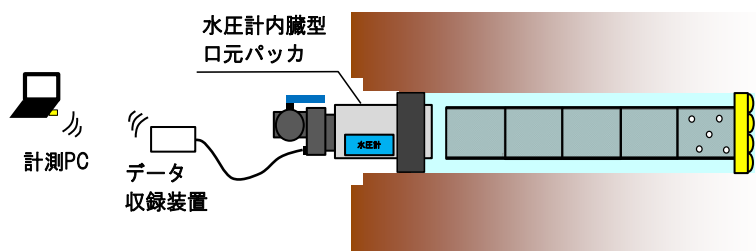


図-3 短尺用水圧計測システムの概要

キーワード 山岳トンネル, 短尺ボーリング, ジャンボ, 水圧測定, 無線通信

連絡先 〒732-0814 広島県広島市南区段原南 1-3-53 広島イーストビル 鹿島建設(株)中国支店. TEL082-553-7900

3. 現場適用試験

この短尺用水圧計測システムの現場適用試験を鳥取西道路気高第一トンネル西工事にて実施した。当現場では湧水を多く含んだ砂礫層が当初想定以上に切羽に出現したため、切羽の安定を目的に鏡ボルトや水抜きが実施されている。

(1) 通信試験

短尺ボーリングを実施するにあたり、無線通信の試験を行った。収録装置—計測 PC 間の通信を確認した結果、鋼製防音扉 1 枚を挟んで最長 190m 離れた位置でも確実にデータを収録できた (図-4, 5)。本システムは切羽付近の孔位置に対し、後方の電源台車付近でデータ収録を行う想定であるが、通信状況が十分に機能することが確認できた。

(2) システム設置・水圧モニタリング

水圧測定孔は先頭管 (3m) のみを有孔管、以降の接続は無孔管 3 本 (=9m) とし、裸孔区間 1.5m を含め全長 13.5m 分とした。実施位置は想定された湧水区間の終端部に差し掛かっていたこと

から削孔直後の湧水量は 20L/min 程と少なめであったが、想定通りパッカを挿入できた (図-6)。本システムはもともと硬岩対応であるが、当該地山が砂質区間のため、メカニカルパッカによる止水は完全ではなかったものの、その他の施工性に関しては問題ないことを確認した。モニタリング開始に際し、口元のバルブ開閉にて水圧データが反応することを確認し (図-7)、サンプリングを開始した (図-8)。データ受信の PC は水圧計測孔の後方 160m の電源台車に設置したが、モニタリングを実施した約 9 日間滞りなく通信でき、トンネル進行に伴い、徐々に水位が低下していく状況が確認できた (図-9)。

4. まとめ

トンネル切羽前方湧水の総合的な評価の一環としてトンネルジャンボにて削孔する短尺ボーリングの水圧計測システムを開発し、現場試験を行った結果、適用性に問題がないことを確認した。今後は他現場へ展開を図る予定であり、トンネルの湧水に関するトラブルを解消し、安全な施工に貢献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) 滝 英明, 中尺ボーリング先端区間の湧水圧モニタリング技術の開発, 第 72 回土木学会年次講演会 (投稿中) (2017)



図-4 トンネル坑内通信試験

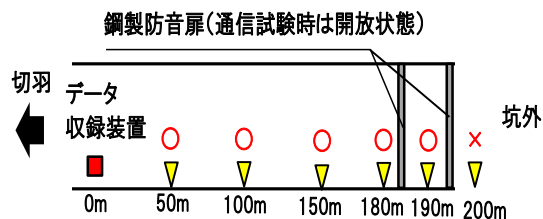


図-5 坑内無線通信試験の結果



図-6 パッカ挿入状況



図-8 モニタリング状況

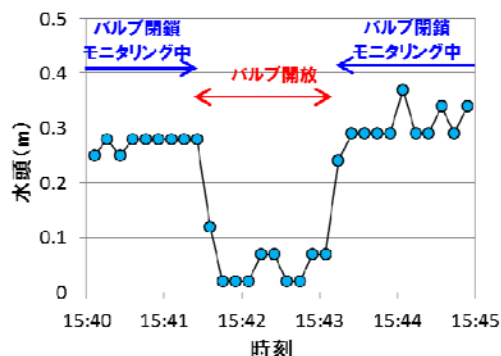


図-7 水圧計の反応テスト

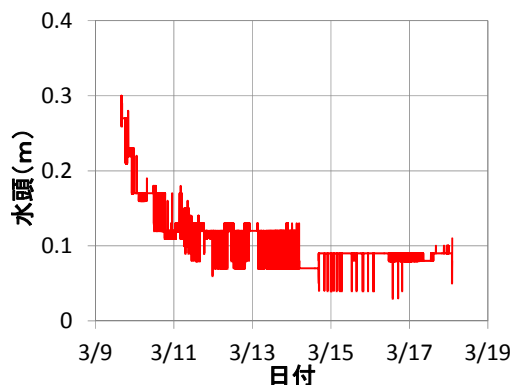


図-9 水圧モニタリングデータ