

## 超長尺ボーリングを用いた湧水圧測定を模擬した室内試験について

鹿島建設(株) 正会員 ○清水清一郎 岡田侑子 升元一彦

### 1. はじめに

トンネルの掘削において、突発湧水などのトラブルを回避するためには、前方の湧水帯の位置や水圧を事前に把握することが重要である。特に土被りが大きく、高湧水圧が想定されるトンネルでは、先進ボーリングとして1,000m程度の削孔が可能となっている超長尺ボーリングの活用が有効である。従来、超長尺ボーリングも含めた先進ボーリングでは、削孔時に湧水に遭遇する都度、口元で湧水量と湧水圧を計測していたが、筆者らは超長尺ボーリングの削孔時に先端で水圧を連続的に測定するシステム「スイリモ(水(すい)リサーチ・モニター)」を開発した<sup>1)</sup>。一方、ボーリング中間部に大きな湧水帯がある場合、先端で計測する湧水圧に及ぼす影響が懸念される。(図-1)

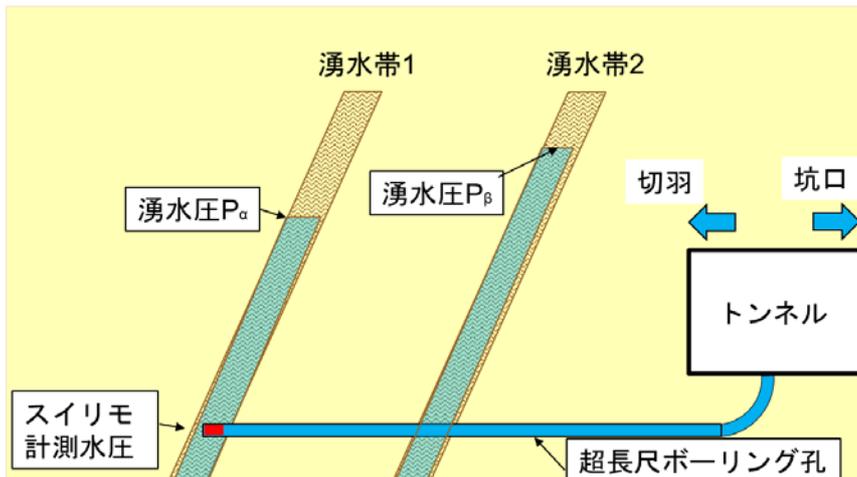


図-1 スイリモによる計測

そこで、今回、ボーリング時に複数の湧水帯に遭遇した場合を模擬した室内水理試験を実施し、中間部の湧水帯が先端で計測する水圧に及ぼす影響について考察した。

### 2. 室内水理試験について

複数の湧水帯を模擬するために作製した水理試験装置の概要を図-2に示す。ボーリング孔を模擬した本流管(L=100m, D=9mm, ナイロンチューブ製)の先端と中間に湧水帯を模擬した支流1,2(L=1m, ナイロンチューブ製)を取り付けた。

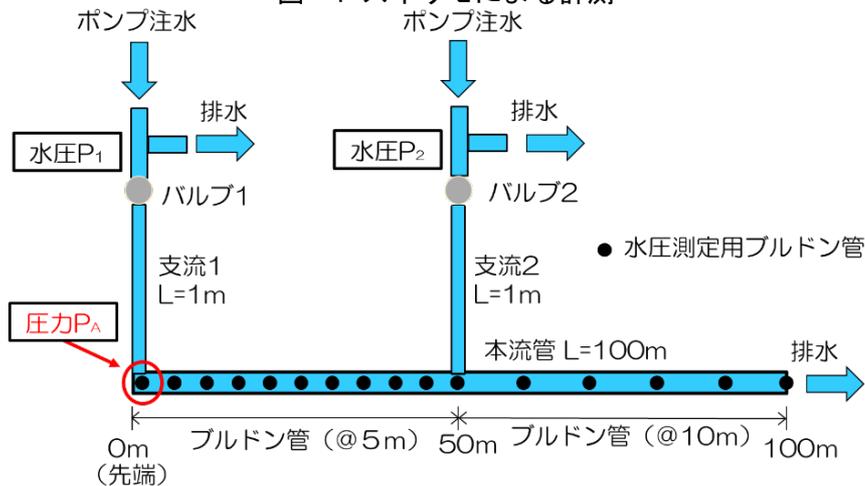


図-2 試験装置の概要

試験では、支流1,2にポンプでそれぞれ初期水圧 $P_1$ ,  $P_2$ を作用させた後に、支流のバルブを開け流れを定常にさせた。流れが定常になった後に、先端から50m区間については5m間隔、50mから排水口までは10m間隔でブルドン管により本流管内の水圧分布を計測した。ここで、スイリモが計測する湧水圧は、図-2中の本流管の先端で計測する $P_a$ に相当する。

### 3. 試験結果

試験結果を図-3に示す。本試験では、支流1(管径4.0mm)への加圧はすべて1.0MPa、支流1のみに通水したケースを基本ケースとした(図-3中、橙のプロット)。支流2について『管径4.0mm, 初期水圧1.0MPa, 支流間距離50m』をケース1とし(緑のプロット)、ケース2から5については、支流2の水圧と位置、管径を変化させた条件で試験を実施した(青のプロット)。

キーワード 超長尺ボーリング, 湧水計測, 水理試験, 前方探査, 山岳トンネル

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 TEL 042-489-6545

ケース1より、支流1のみに通水した基本ケースに比べて、支流1の加圧は同じ1.0MPaであっても、支流2に1.0MPaを加圧することによって、先端の $P_A$ は0.47MPaから0.64MPaに上昇しており、支流2の影響を受けていることがわかった。

ケース2では支流2の水圧を0.5MPaに下げると、先端の $P_A$ は0.51MPaとなり、ケース1に比べて、支流2の影響は小さくなっていることがわかる。一方ケース3のように、支流2の水圧を1.5MPaまで上げると、先端の $P_A$ は0.75MPaとなり、ケース1に比べて、支流2の影響は大きくなっている。

これらのことから、スイリモで計測できる水圧は、中間部の湧水帯の影響を受けるが、その度合いは、中間部の水圧の大きさによって異なることがわかった。

次に、ケース4では、ケース1と初期水圧は同じ1.0MPaを加圧したが、支流2の位置を支流1から80mと、ケース1の50mよりも離して配置した。その結果、水圧 $P_A$ は0.51MPaとなり、ケース1に比べると支流2の影響は小さくなることがわかった。

最後に、ケース5では、ケース1と同じ条件下で管径のみ4.0mmから2.5mmと細い管を使用した。その結果、水圧 $P_A$ は0.46MPaとなり、ケース1よりも影響は小さく、基本ケースと比べても、支流2の影響はほとんど見られないことが分かった。ケース5は、中間部の湧水帯の透水係数が小さい場合を想定しており、中間部の影響は水圧だけでなく、湧水帯の透水係数によって、先端の水圧の影響の度合いが異なることがわかった。

4. まとめ

中間部の湧水帯の条件を変えて試験した結果、中間部の水圧や位置、透水係数によって、先端で計測される水圧への影響は異なることがわかった。今後、超長尺ボーリングにおいてスイリモで取得できる水圧を評価する場合の参考とし、高湧水帯への的確な対策へ活かしたいと考えている。

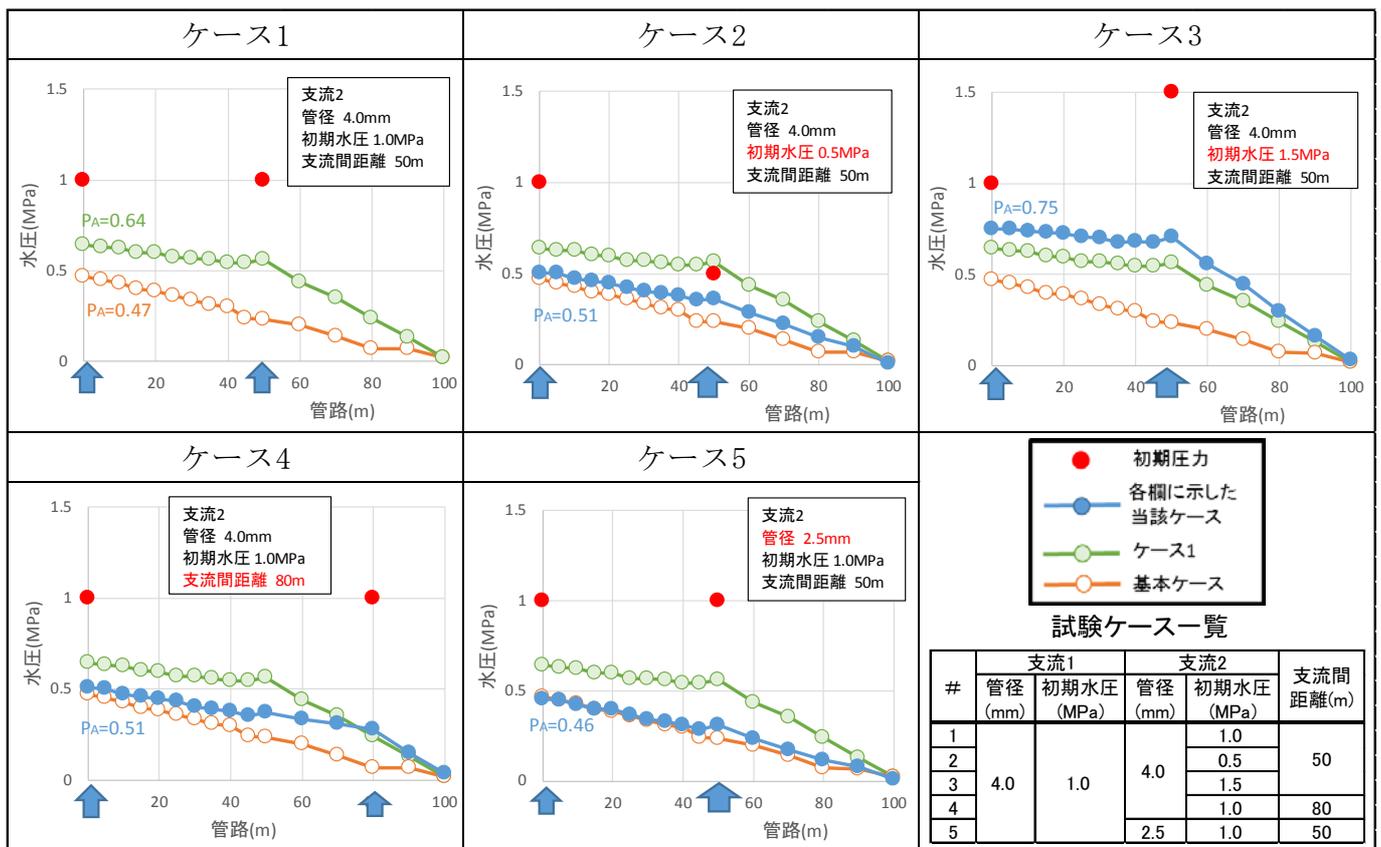


図-3 試験結果

参考文献

1) 岡田ほか：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，2017，1