

IV-419 浸透流解析によるトンネル排水シミュレーションモデルの条件について

東日本旅客鉄道株式会社 高橋秀明
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 田中淳一
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○中村浩司

1. はじめに

山岳トンネルの効果的な維持管理のため、周辺地下水の挙動を把握し、効果的な対策工を考案するため、トンネル周辺の地盤と地下水位状態を模擬したモデルを作成し、有限要素法による浸透流解析に基づきモデルの適合条件を明らかにしたので報告する。

2. 予備調査

対象とした山岳トンネル（以下「トンネル」）について、解析の最適位置をトンネルと地下水の位置関係が最も明確となる地点に設定した。このためボーリング調査を行い、地盤構成、地下水位、地盤の有効間隙率を求めた。

3. 解析条件

(1) 基本モデルの検討

- ① トンネルの周辺地下水位は、ほぼ定常状にあると想定し、トンネルを横断する断面での2次解析とした。地下水位の時間変動を予測する場合は非定常解析とし、最終的な地下水位分布を予測する場合は定常解析とした。解析断面は、予備調査により砂質凝灰岩が多く分布している箇所とした。
- ② 解析モデルは、地下水の涵養を降雨浸透のみで模擬し、トンネル上方に緩み域を設定しない「降雨浸透、緩み域なし」とした。トンネルは全周から集水する地形条件にあることから、大気圧開放状態で、全周から地下水が浸透するとした（図1参照）。

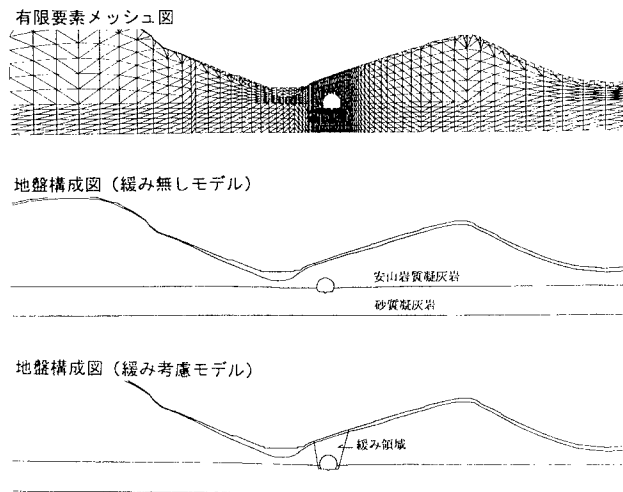


図1 有限要素法メッシュと地盤構成

表1 透水係数の組み合わせ

安山岩質凝灰岩	a: 2.2×10^{-8} (cm/s, 現位置試験) b: 3.6×10^{-5} (cm/s, 室内試験)
砂質凝灰岩	A: 4.5×10^{-5} (cm/s, 現位置試験) B: 8.4×10^{-5} (cm/s, 室内試験) C: 3.7×10^{-4} (cm/s, 現位置試験)
組み合わせ	caseAa, caseAb, caseBa, caseBb, caseCa, caseCb

(2) 水理定数

- ① 現位置試験と室内試験で求められた砂質凝灰岩と安山岩質凝灰岩の透水係数を表1のように設定した。
- ② 有効間隙率の室内試験値は、安山岩質凝灰岩で30.9%、砂質凝灰岩で49.1%であった。解析に採用した安山岩質凝灰岩の間隙率を30%、砂質凝灰岩の間隙率を50%とした。

キーワード: 浸透流解析、有限要素法、透水係数、降雨浸透量

連絡先: 〒331-0851 埼玉県大宮市錦町 630 番地 TEL048-643-5799 FAX048-649-3877

(3)境界条件

透水係数は、室内試験に対応した組み合わせのcaseBbとし、降雨浸透量は250mm/年(年降水量の約20%)とした。境界条件は左側と右側の水位固定および不透水(分水界)の組み合わせとした。予備解析によると、地下水位分布の変動はなく、右側方境界は標高410mに水位を固定し、不透水境界(分水界)とすることが適当と考えた

4.適合モデルの選定

caseBbの解析水位を初期値として、トンネル側壁背面の水位が測定された降雨パターンを与えて非定常解析した。地盤の水位変化はトンネル側壁から1mの地点とした。適合モデルのトンネル背後の水位変動状態条件と適合モデルの条件は以下の通りである。

(1)トンネル背後の水位変動状態

- ①地下水の涵養が降雨浸透のみでは、トンネル背後の水位はほとんど変動しない。
- ②水田涵養を加えると緩み域の有無にかかわらず、トンネル背後の水位は変動する。
- ③「降雨浸透+水田涵養、緩み域あり」で、緩み域の透水係数を5倍にすると解析水位と実測水位の変動がよく合うが、10倍にすると湧水量が大きくなる。

(2)適合モデルの特性

降雨浸透と水田涵養(緩み域の地表に水位を固定)を模擬したモデル「降雨浸透+水田涵養、緩み域あり」の組み合わせは、降雨浸透量の増減により、実測地下水位とトンネル湧水量によく一致した(図2参照)。

この結果、最もよく適合する条件は、降雨浸透量250mm/年、「降雨浸透+水田涵養、緩み域あり」の緩み域の透水係数を5倍、透水係数の組み合わせをcaseBb、地下水涵養を降雨浸透のみとする場合である(図3参照)。

5.現段階におけるまとめ

基本モデルについて、トンネル上方がより浸透しやすい状態で、かつ水田涵養がある等の条件を設定することによって、トンネルへの湧水量およびトンネル側壁背面(水田直下)の水変動の各実測値に適合するモデルを得ることができた。

今回は、このモデルを基本としたトンネル路盤排水対策シミュレーションについて述べる予定である。

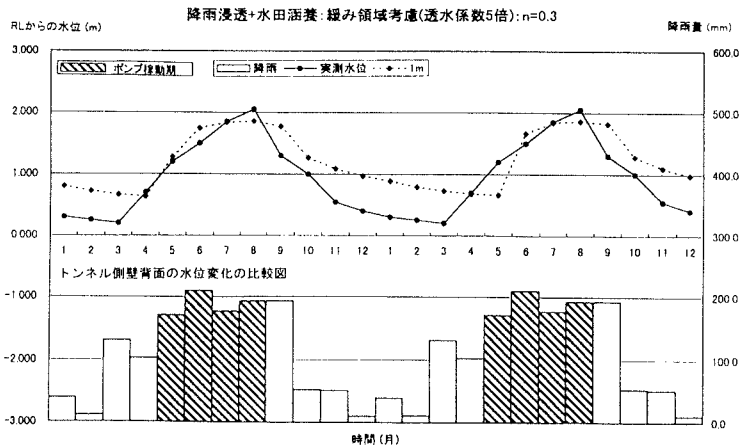


図2 非定常解析水位変動状態

case Bb5 (定常解析最適ケース)

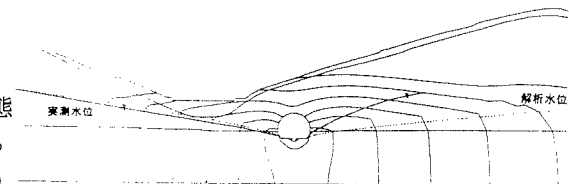
[砂質凝灰岩 8 4E-5, 安山岩質凝灰岩 3. 6E-5, 降雨浸透量250mm/年]



流速ベクトル図



水圧コンター図



水圧コンター図

図3 定常状態降雨浸透モデル