

トンネル掘削の地下水に与える影響について

阪神高速道路公団 正会員 岡本 信也
京都大学 フェロー 大西 有三
阪神高速道路公団 正会員 曾根 英樹

1.はじめに

山岳トンネルにおける地下水に関して、施工時においては切羽部の集中湧水の有無や、トンネル内の排水規模の検討などが問題となる。更に、安全に施工するための地下水対策工の必要性の検討が重要な課題である。一方、周辺環境においては、地下水環境への損傷や周辺住居地域の井戸枯渇などに代表される既設水源に及ぼす渇水影響の検討や保全対策が重要な課題である。本検討は、トンネル計画ルート上に信仰上また、景観的にも非常に重要な河川と位置づけられる河川（以下三の橋川と呼ぶ）が存在しているため、トンネル掘削による影響を懸念するところである。また、当該場所の地山は、断層破碎帯を多く含む地山であり、且つ弾性波探査、現地踏査等の結果では地表部分に透水係数の低い崖錐が存在することも分かっている。以上のことを考慮に入れ、地山条件や地形、地質条件の3次元分布を考慮し、3次元地山モデルを作成し、トンネル切羽が影響区間へ近づくまでの掘削段階に伴う地下水への影響や、その間に発生する複雑な地下水挙動を予測する。

2.地山条件等

地層区分としては、丹波層群、及び崖錐堆積物である。丹波層群は、古生代石炭期中期～中生代ジュラ紀後期の地層で粘板岩、頁岩、砂岩、チャートからなっている。本解析の検討箇所は、丹波層群の山岳部であり、大部分は砂岩と粘板岩の互層である。また、この互層を断層破碎帯が数カ所に存在する、地層の走向は北西～東南方向、傾斜は全体的にやや南傾斜である。

地山の透水係数はルジオン試験結果によれば岩盤部での透水係数は $10^{-5} \sim 10^{-4} \text{cm/sec}$ であり、断層破碎帯の透水係数は $10^{-3} \sim 10^{-2} \text{cm/sec}$ であり高透水性を示した。

トンネル工事の概要は、延長約1,466m、東行と西行の2本で、掘削断面積は各々約80 m^2 である。機械、発破併用方式である。

3.解析方法

3次元地質モデルの作成に当たっては、地山の岩盤状況が水理地質的に砂泥互層の発破帯に大きく関与していることから破碎帯モデルが適切であると判断し、図-1に示すようなモデルとした。3次元解析モデルは、82,782節点、75,888要素で、境界条件は水位固定条件、トンネル内面は浸出条件として有限要素法を用いた3次元浸透流解析を行った。

透水係数は表-1に示すように各方向の異方性も考慮した値としている。また、初期の地下水位は沢水流量やボーリング孔における孔内水位を参考にして求めた。

キーワード：山岳NATM、断層破碎帯、3次元予測解析

連絡先 京都市中京区烏丸通錦小路上ル 烏丸中央ビル6F tel.075-223-1770 fax.075-223-5898

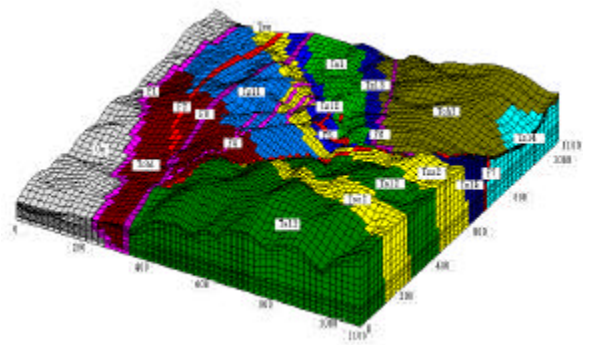


図-1 解析モデル

表-1 地山透水係数

	透水係数(cm/sec)			体積含水率 %	比貯留係数 m-1
	X軸方向	Y軸方向	Z軸方向		
大阪層群	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	10	0.00001
断層破碎帯	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	7	0.000001
チャート	10^{-5}	10^{-5}	10^{-5}	5	0.00001
砂岩	10^{-5}	10^{-5}	10^{-5}	5	0.00001
砂泥互層	10^{-5}	10^{-5}	10^{-5}	5	0.00001
崖錐堆積物	10^{-2}	10^{-2}	10^{-2}	10	0.00001

4.解析結果

三の橋川流域区間のトンネル湧水量予測図を示す。

解析手法としては、トンネル掘削前半部における導水路トンネル交差部検証解析予測と同じであり、そのグラフを経過時間を横軸として伸ばしたものである。三の橋川流域に入る前後のトンネル掘削実績と、今回の湧水量予測を比較してみると大きなずれはなく、ほぼ妥当な値となっていると考えられる。

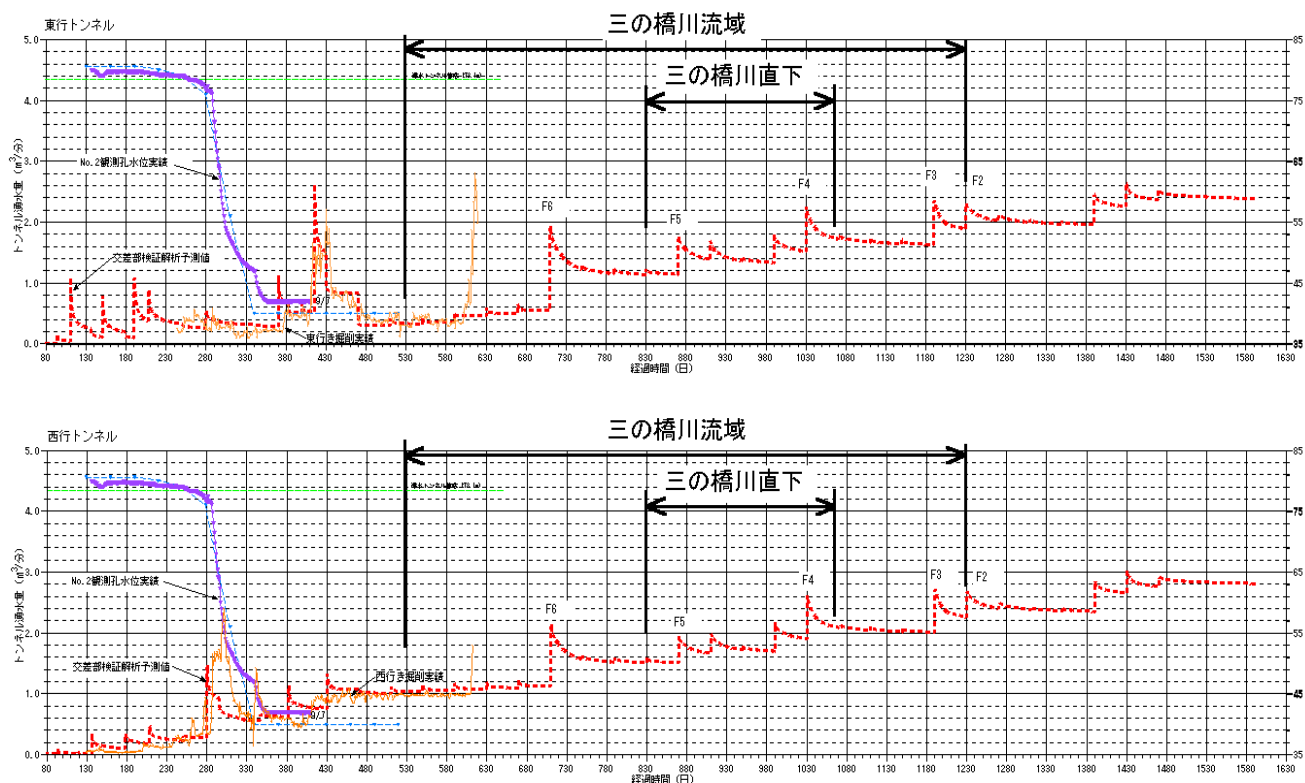


図-2 トンネル湧水量（東行、西行）

また、三の橋川浸出量分布図を示す。前回の解析では流域全体で200L/minの水がトンネルにより引水されとなっていたが、今回、断層破碎帯透水係数の見直しやトンネル掘削進捗の整合等により197L/minの引水となることと予測された。現在（トンネル切羽が三の橋川流域に到達した）の段階において、地表部分のR-7の沢水流量が減少し始めている事を考えると、この予測解析のおよその傾向は、現実と一致していると考えられる。

5.まとめ

解析結果により、トンネル湧水量は把握できたが切羽の安定には十分配慮する必要があると考えられる。

また、トンネル掘削により上部にある川に影響を与えることが十分に考えられる。今後、十分な流量の計測管理、水質調査等を行い、トンネルの影響かどうか判断したい。

最後に本検討に多大のご意見、ご協力をいただいた京都大学の大西先生、大津先生をはじめ関係各位にお礼を申し上げる。

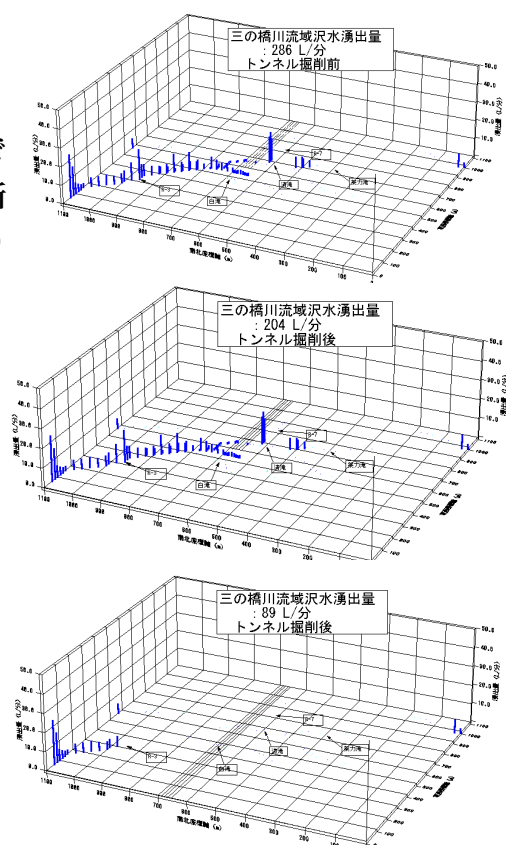


図-3 三の橋川沢水浸出量