

3次元浸透流解析について

水文・地質等の調査結果をもとに、トンネル掘削等による地下水の挙動をマクロ的に把握することを目的に実施した。この結果をもとに、影響が想定される注意箇所を抽出し、対策工の検討を行うとともに、施工時の適切な観測体制や、問題が生じた場合に迅速な対応を行うことが可能となる。

◆ 3次元浸透流解析とは

- ・連続方程式と運動方程式を組み合わせ、有限要素法により地下水の挙動を予測する手法
- ・地形や地質構成等を3次元的に考慮できる
- ・飽和・不飽和浸透流解析を用いることにより、降雨浸透を考慮できる
- ・現状で最も精度がよい予測手法

◆ 施工前の水文・地質調査項目

- ・空中写真判読、地形判読（断層等の把握）
- ・現地地質踏査（地表における地質、断層の把握）
- ・源頭調査（沢の流水状況、源頭の把握）
- ・水文調査（井戸水位、沢等の流量観測、水田等利水状況調査）
- ・水質調査（PH等）
- ・ボーリング（詳細な地質状況の把握）
- ・弾性波探査（地盤に伝わる弾性波の速度から、地盤の硬軟などを面的に把握）
- ・電気探査（地盤の電気の流れやすさから、地下水の状況を面的に把握）
- ・透水試験（地下水位、地盤の透水係数の把握）

◆ 解析上の限界

① 調査の限界

事前調査においては、路線周辺の地質について、現地調査やボーリングによる詳細調査等を行っている。しかし、実際の地質構成や透水性などは非常に複雑で、地点・深度によって異なるため、広域かつ正確に状況を把握することはできない。

② モデル化にあたっての限界

- ・調査の限界から、それぞれの地層の透水係数などを解析上は平均化している。
- ・複数の帯水層や難透水層の存在は確認できるものの詳細な分布が不明確なため、実際に複数存在する地下水をモデル化できない。
- ・降雨や観測している井戸水位、沢等の流量は日々変化しているが、解析上は平均化している。

⇒ 3次元浸透流解析は、現状で最も精度がよい予測手法であるが、全ての井戸や沢の流量のそれぞれについて、正確に再現・予測することはできないため、解析結果はマクロ的な地下水の動きを把握するものとして取り扱うべきものである。

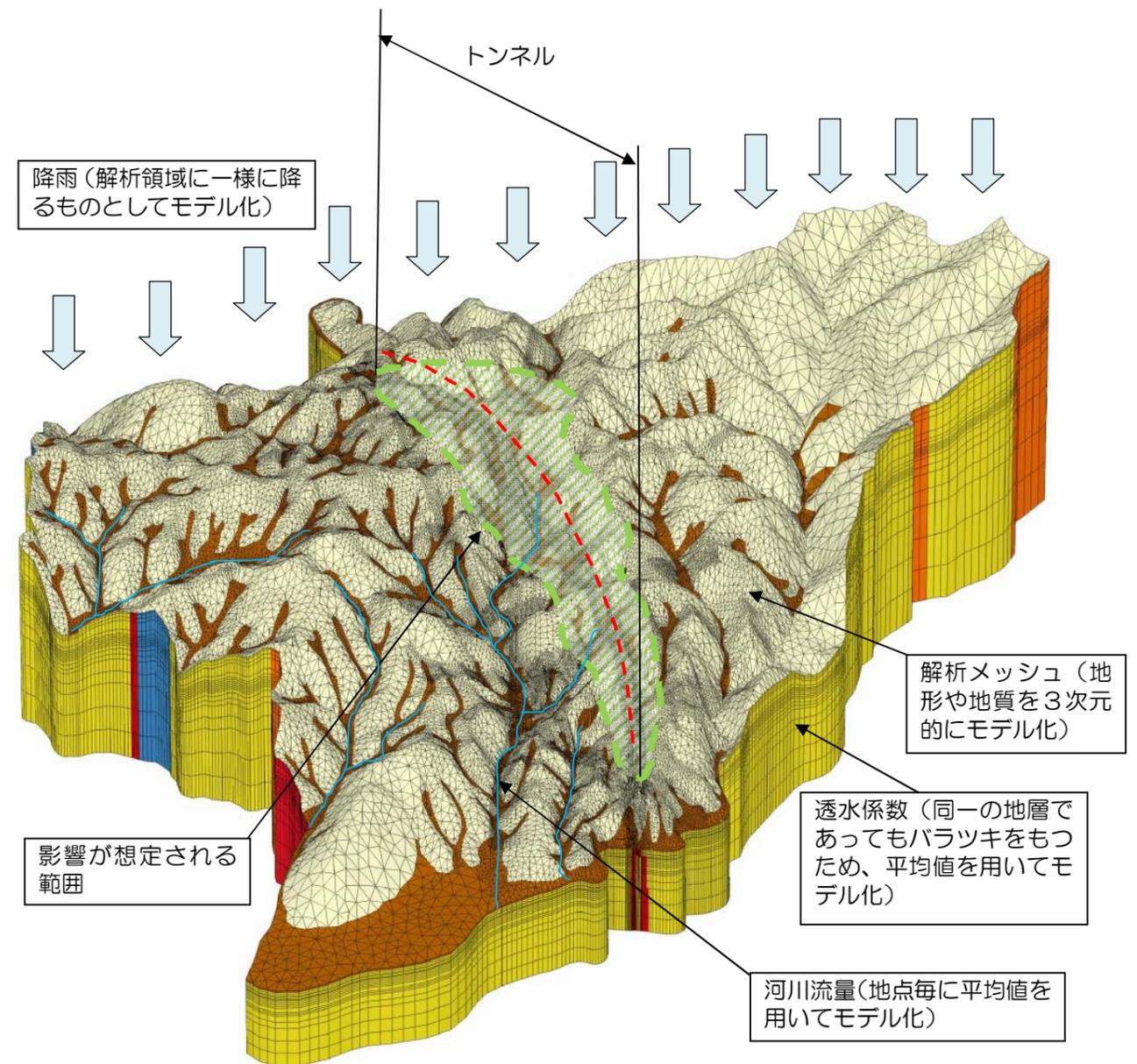


図 3次元浸透流解析モデルの概念図

箕面グリーンロードトンネルの施工に伴う実測地下水位の変動

箕面グリーンロードトンネルは平成11年5月に施工開始し、平成15年6月に本坑が貫通している。トンネル周辺において、施工前～施工中～施工後の地下水位を観測している。

■観測結果

- ・No.3 およびNo.6 は、近傍でトンネル掘削された時期から地下水位は低下する傾向がみられる。これらの観測孔はトンネルから近く、井戸の深さが50～150mと比較的深い。
- ・No.3 およびNo.6 以外の地点は、トンネル施工の前後で水位に明瞭な変化は見られない。そのうちトンネルから近いNo. 8は浅い井戸（深さ6.2m）である。

⇒ 地下水は、浅層部と深層部で動きが異なる。

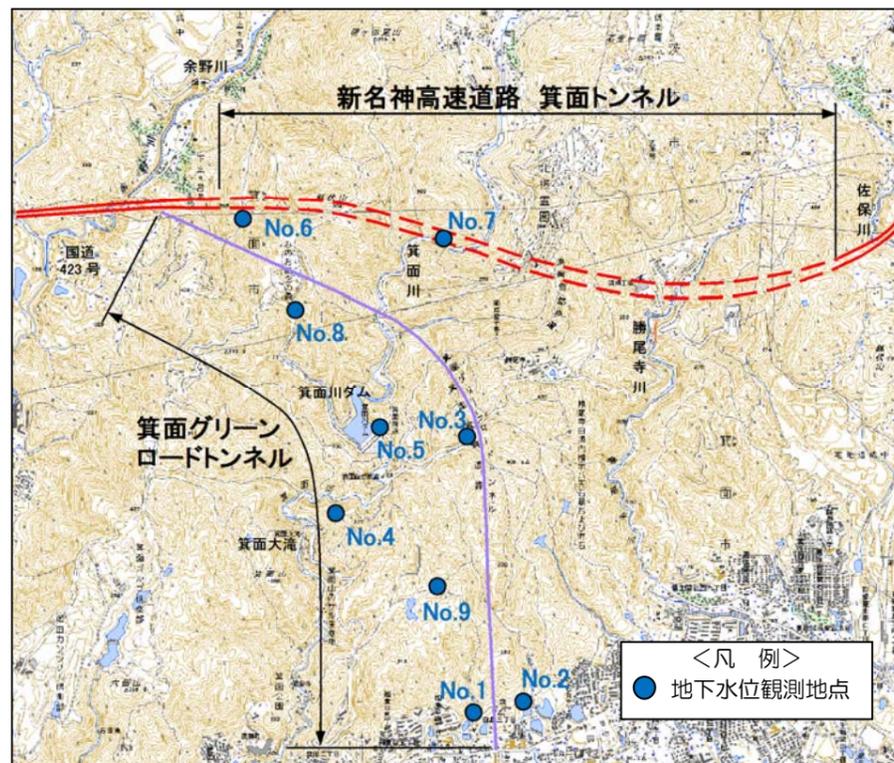


図 地下水位観測孔の位置図

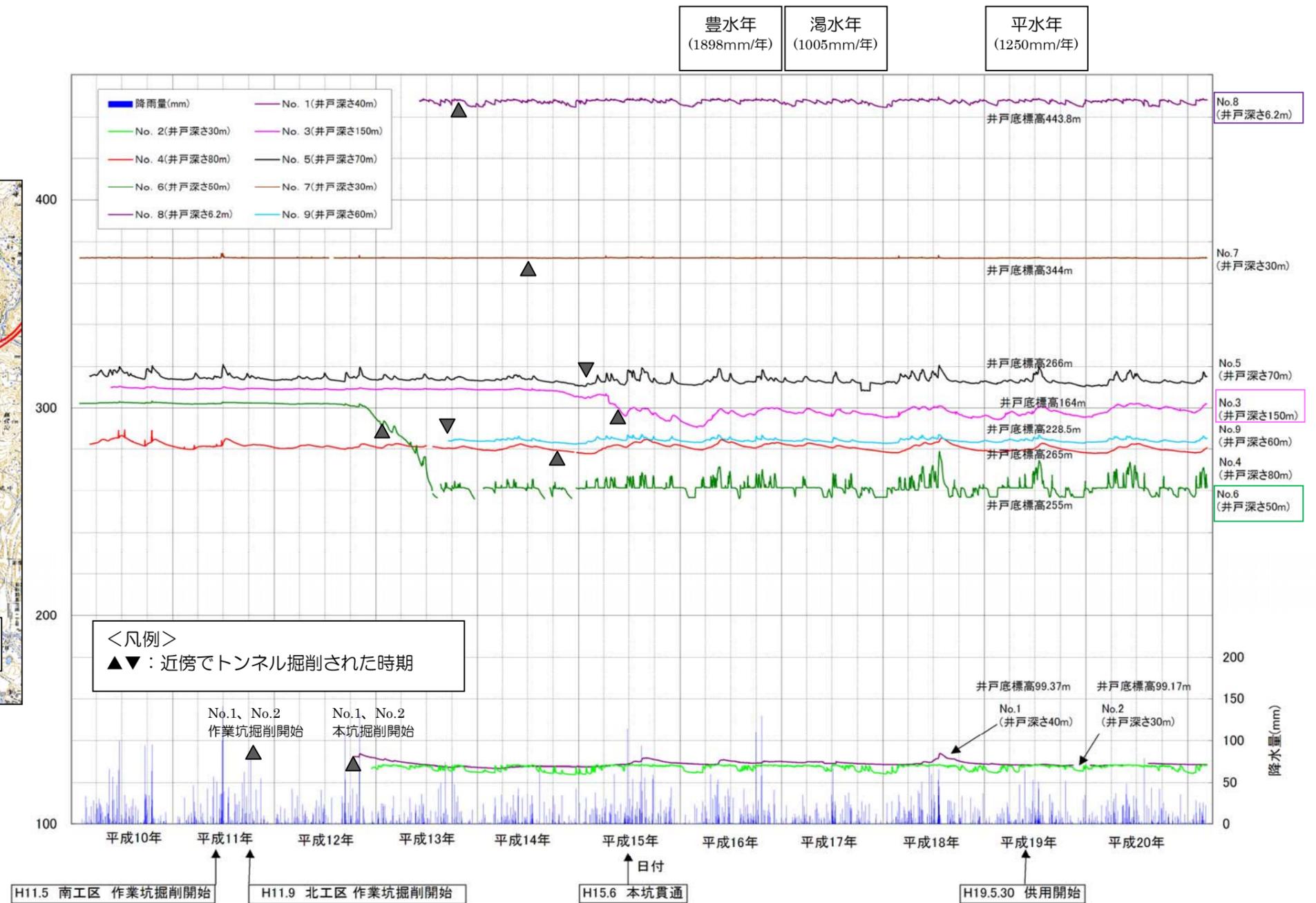
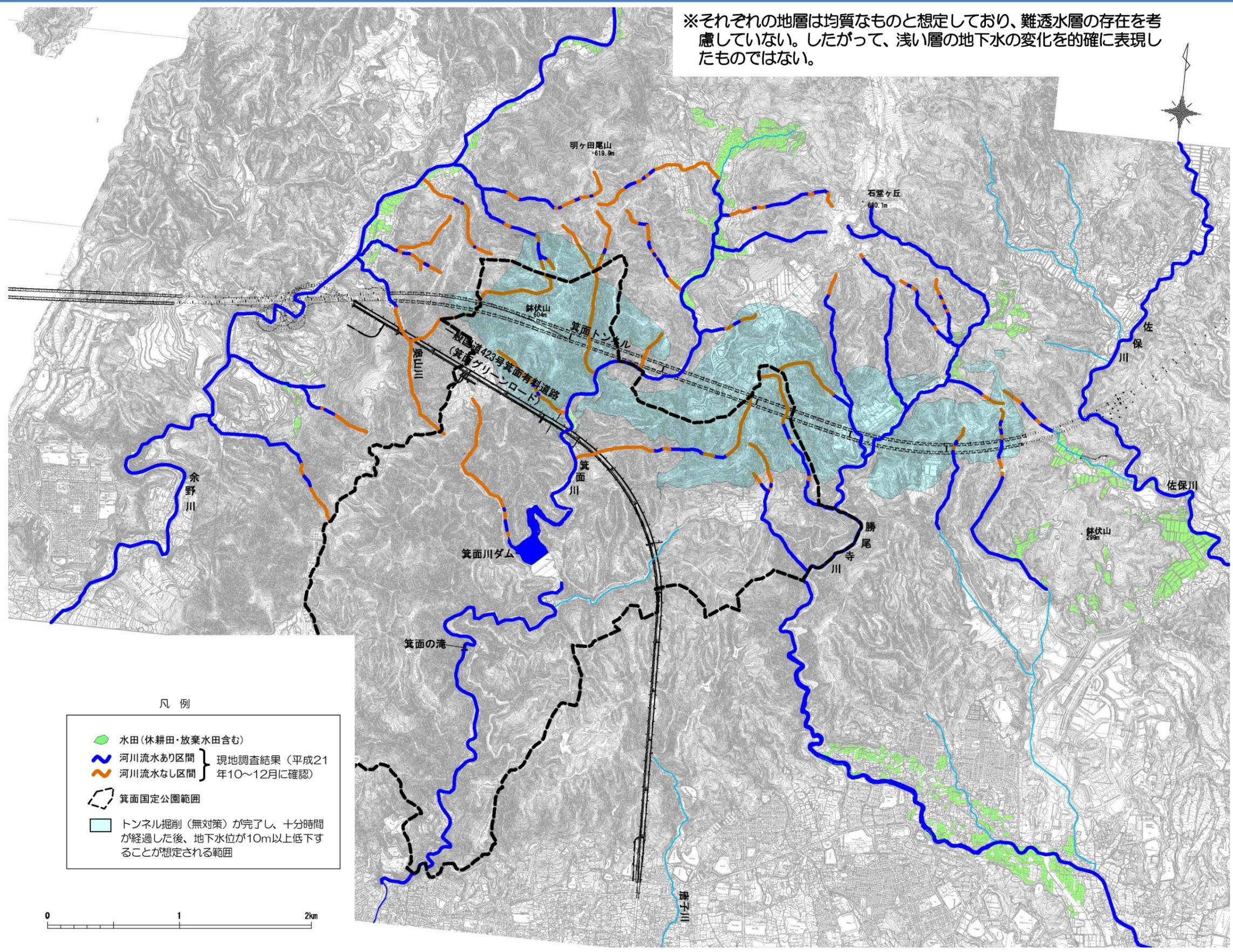


図 地下水位経時変化図（大阪府箕面グリーンロードトンネルの観測データを引用）

箕面トンネル トンネル掘削に伴う深層部地下水の予測

※それぞれの地層は均質なものと想定しており、難透水層の存在を考慮していない。したがって、浅い層の地下水の変化を的確に表現したのではない。

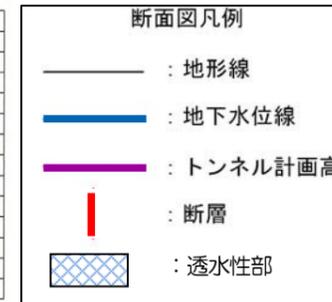


箕面グリーンロードトンネルの施工実績から想定される新名神高速道路 箕面トンネルの湧水状況

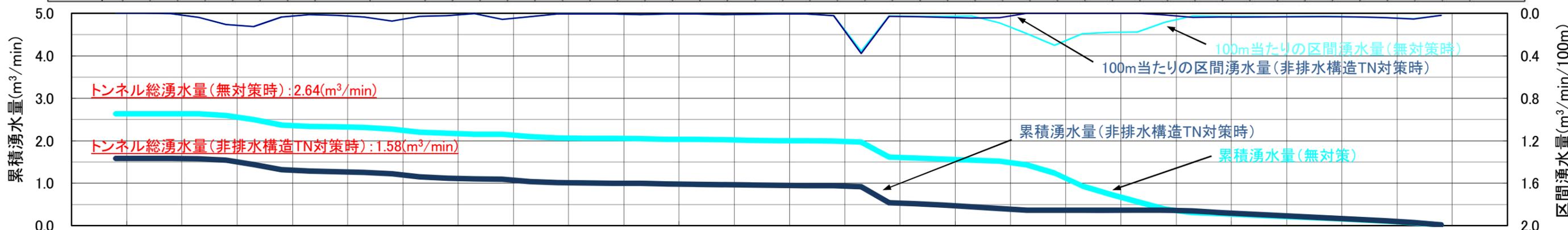
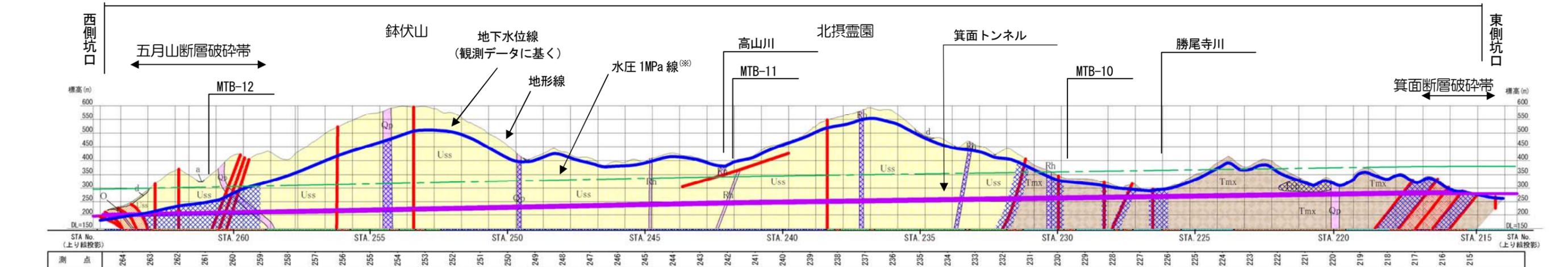


箕面トンネル 非排水構造適用検討箇所の決定

地質時代		地層名・岩体名	記号	岩相・層相
新生代	第四紀	未固結堆積物	a	河床堆積物と崖堆積物の礫・砂・泥
	更新世	大阪層群	Qp	砂礫
中生代	白亜紀後期	頁岩	Rh	石英斑岩、花崗斑岩
		流紋岩	An	安山岩～玄武岩
	ジュラ紀	頁岩	Gd	花崗閃緑岩
		砂岩優勢層	Tss	砂岩、砂岩優勢砂岩・頁岩互層
古生代	ペルム紀	混在岩	Tmx	頁岩主体で砂岩、緑色岩、チャート等を含む
		頁岩優勢層	Uss	砂岩、砂岩優勢砂岩・頁岩互層
	石炭紀	頁岩	Ush	頁岩、頁岩優勢頁岩・砂岩互層
		混在岩	Tmx	頁岩主体で砂岩、礫岩、凝灰岩等を含む

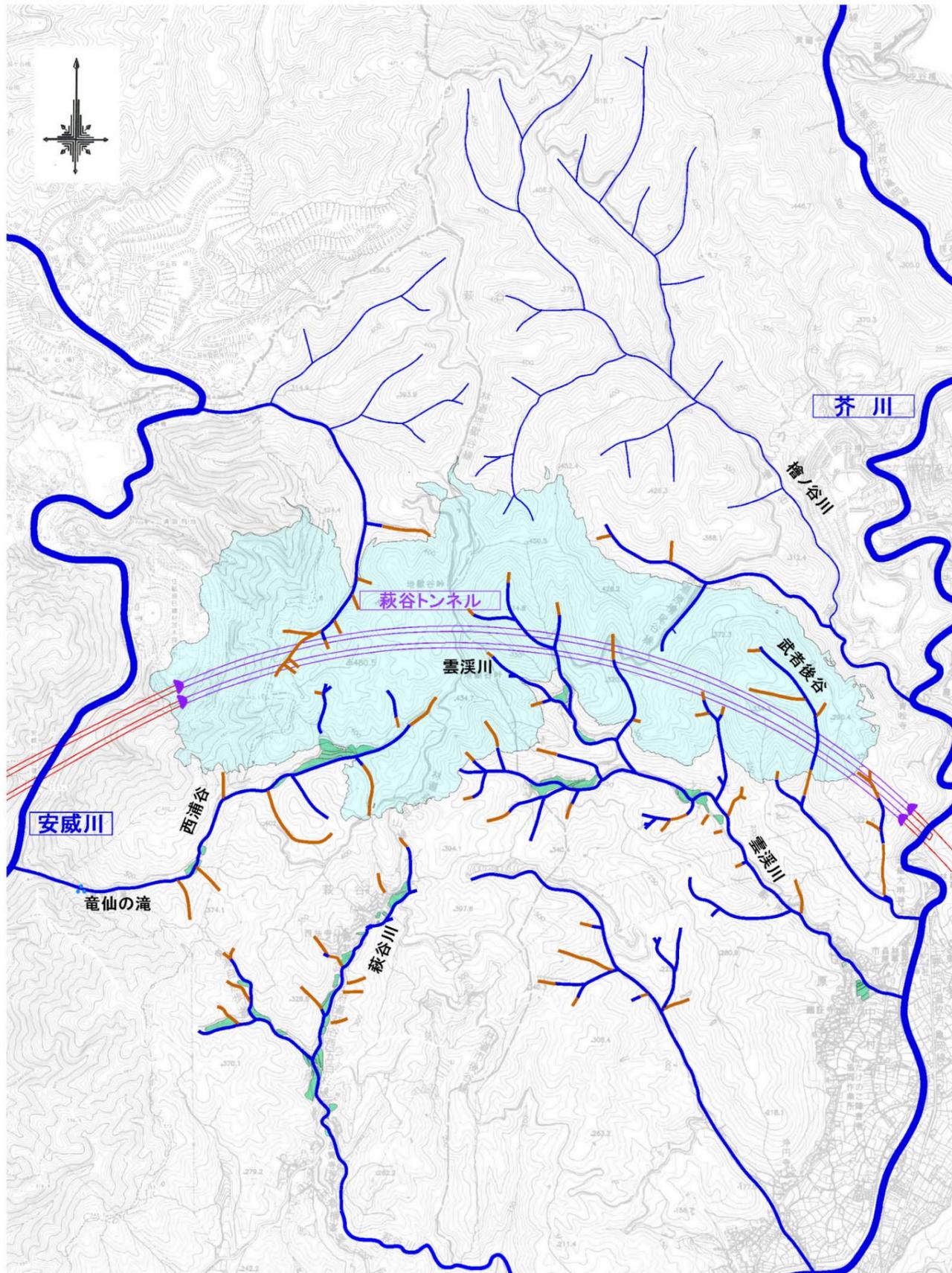


箕面トンネル L ≒ 5km

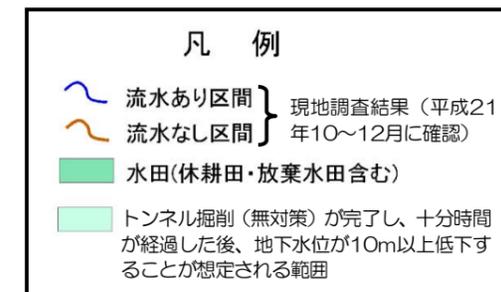


透水性地山区間	湧水の発生が想定される区間	対策検討区間の選定根拠
①	①	<ul style="list-style-type: none"> 水平ボーリングで湧水は見られないことを確認している。 箕面有料道路トンネルによって、周辺地下水位の低下があったものと想定される。 <p>⇒先進ボーリング等を行って、必要に応じて施工時に薬液注入等により対応する。</p>
②	②	<ul style="list-style-type: none"> 土被りが厚い（浅層と深層の地下水は独立に存在する）ため、地表近くの地下水に直接影響は出ないと想定される。 <p>⇒先進ボーリング等を行って、必要に応じて施工時に薬液注入等により対応する</p> <p>※箕面有料道路トンネルの実績を参照し、掘進時の湧水を推定すると</p> <p>②：顕著な湧水は発生しない。</p> <p>③：湧水が発生する可能性がある。</p> <p>④⑤：箕面有料道路トンネルの実績からは推定できない。</p>
③	③	
④	④	<ul style="list-style-type: none"> 土被りが薄く（土被り厚 18m）、表層近くの地下水や河川水を引き込む恐れがある。 <p>⇒トンネル掘削による影響が発生する可能性があるため、非排水構造適用検討区間とする。</p>
⑤	⑤	
⑥	⑥	<ul style="list-style-type: none"> 水平ボーリング結果から湧水量は少ないことを確認している。 <p>⇒先進ボーリング等を行って、必要に応じて施工時に薬液注入等により対応する</p>
⑦	⑦	
対策検討区間		非排水構造適用検討区間

※トンネル施工において、非排水構造が可能となる水圧は、最大1MPa程度である。



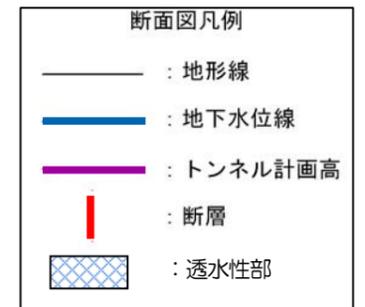
※それぞれの地層は均質なものと想定しており、難透水層の存在を考慮していない。したがって、浅い層の地下水の変化を的確に表現したのではない。



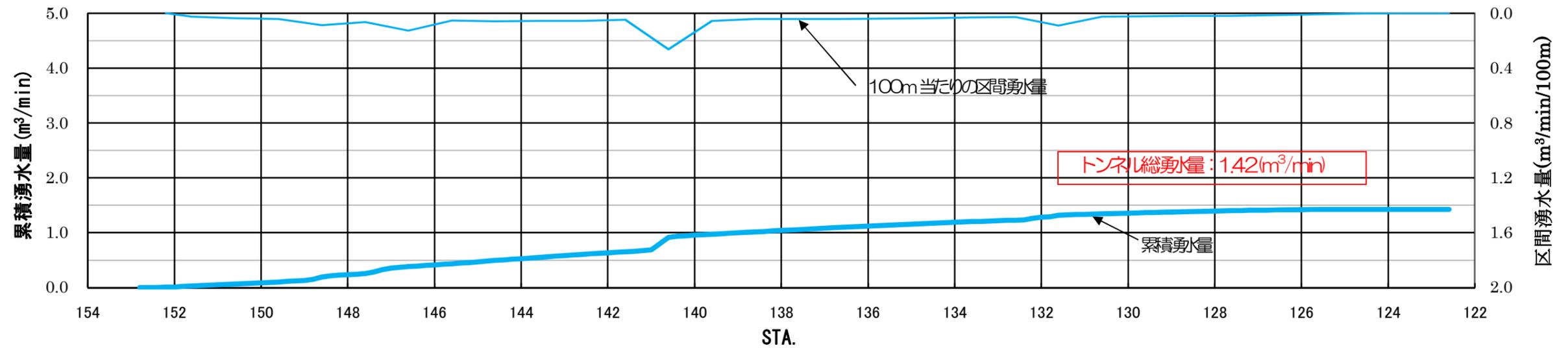
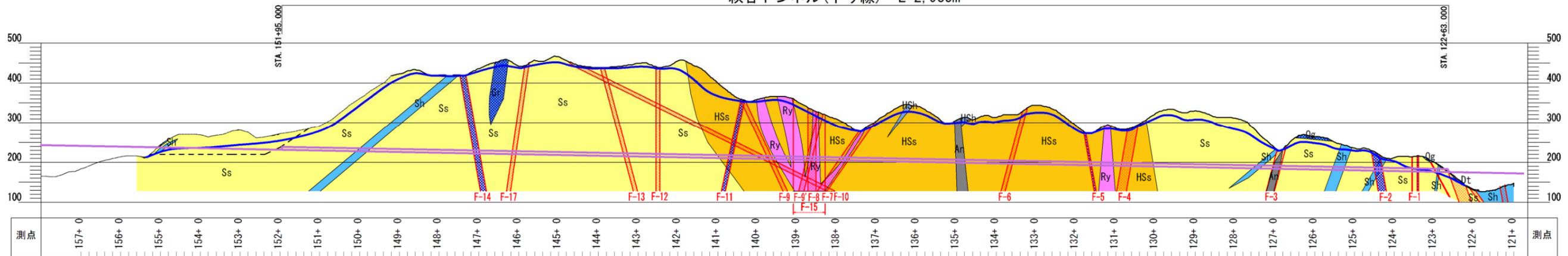
萩谷トンネル 予測されるトンネル湧水量

地層層序表

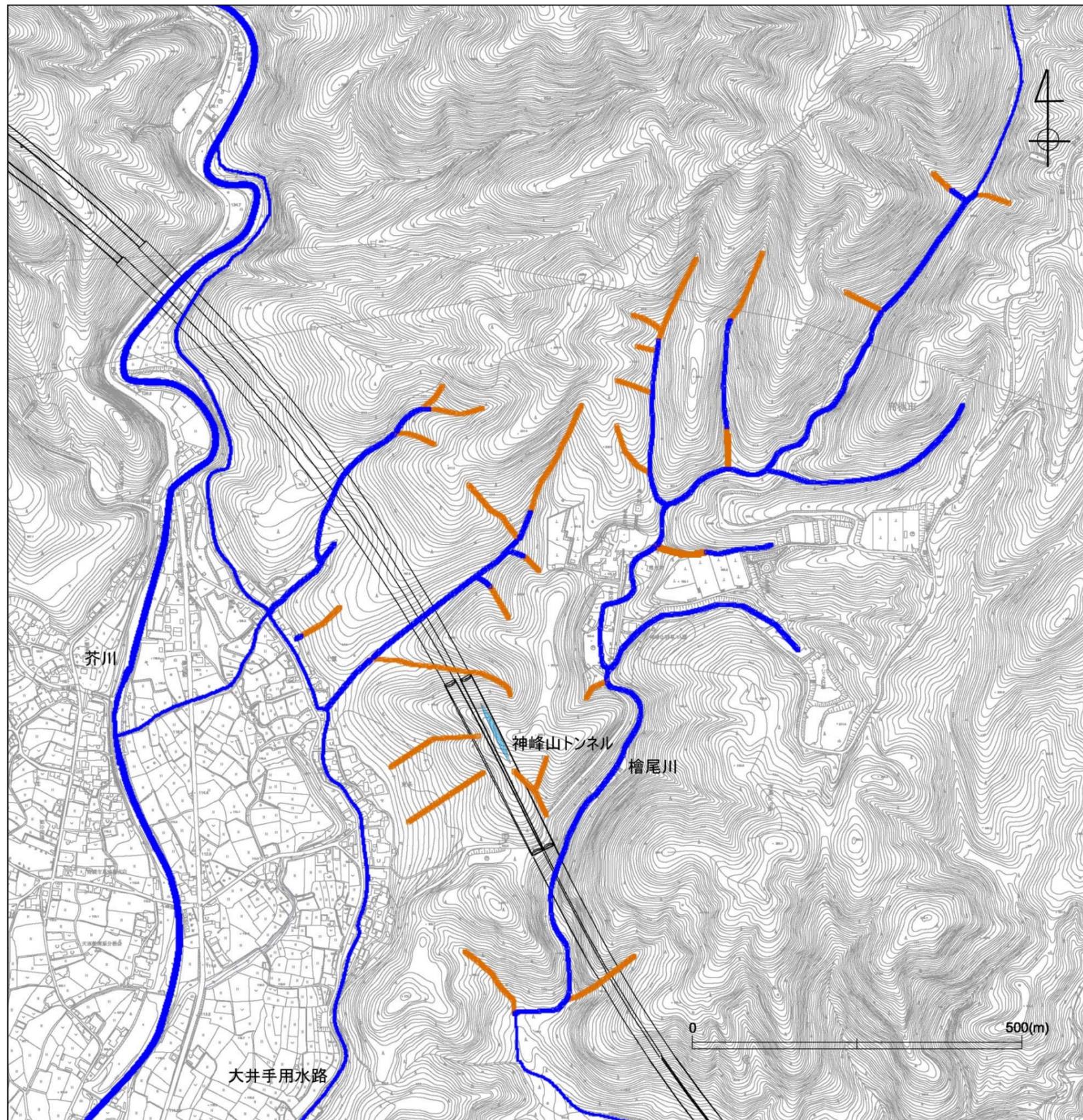
時代	地質区分	地層名	地層記号
新生代 第四紀	崖錐堆積物		Dt
	大阪層群砂礫層		Dg
中生代 白亜紀	貫入岩	流紋岩	Ry
		安山岩	An
中生代 三畳紀	超丹波帯 (ホルンフェルス化)	砂岩	HSs
		頁岩	HSh
古生代 ペルム紀	超丹波帯	砂岩	Ss
		頁岩	Sh
		緑色岩	Gr



萩谷トンネル(下り線) L=2,935m



神峰山トンネル トンネル掘削に伴う地下水の予測

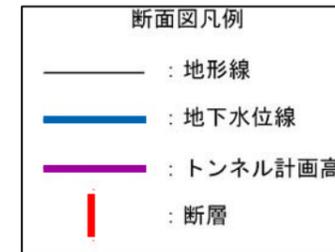


※それぞれの地層は均質なものと想定しており、難透水層の存在を考慮していない。したがって、浅い層の地下水の変化を的確に表現したのではない。

凡例

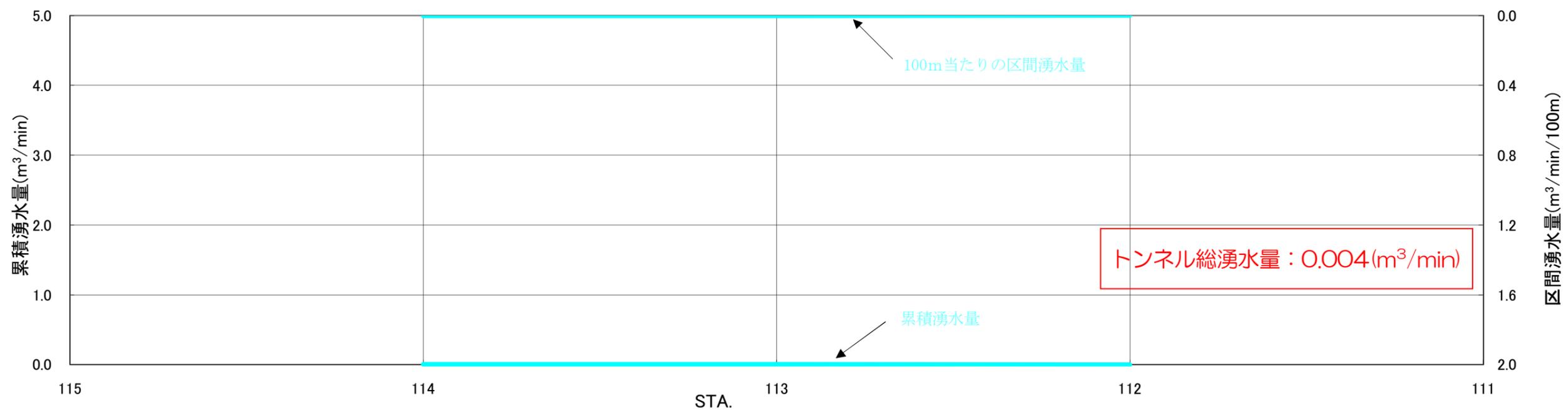
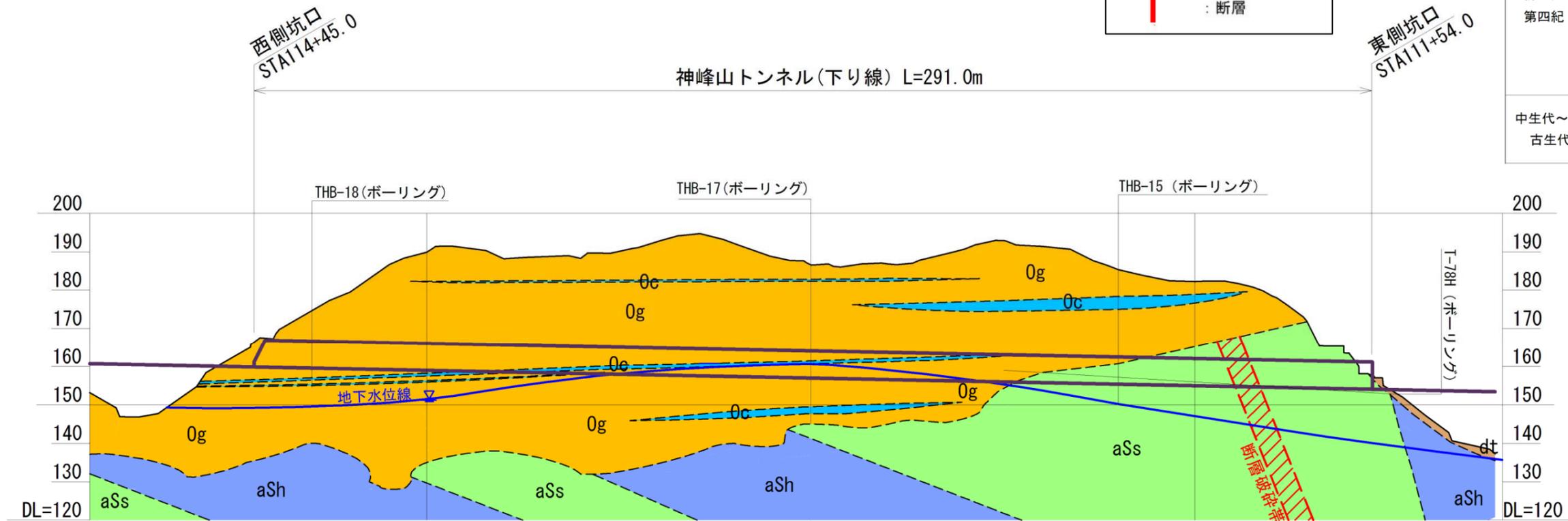
- 河川流水あり区間 } 現地調査結果（平成21年10～12月に確認）
- 河川流水なし区間 }
- トンネル掘削（無対策）が完了し、十分時間が経過した後、地下水位が5m以上低下することが想定される範囲

神峰山トンネル 予測されるトンネル湧水量

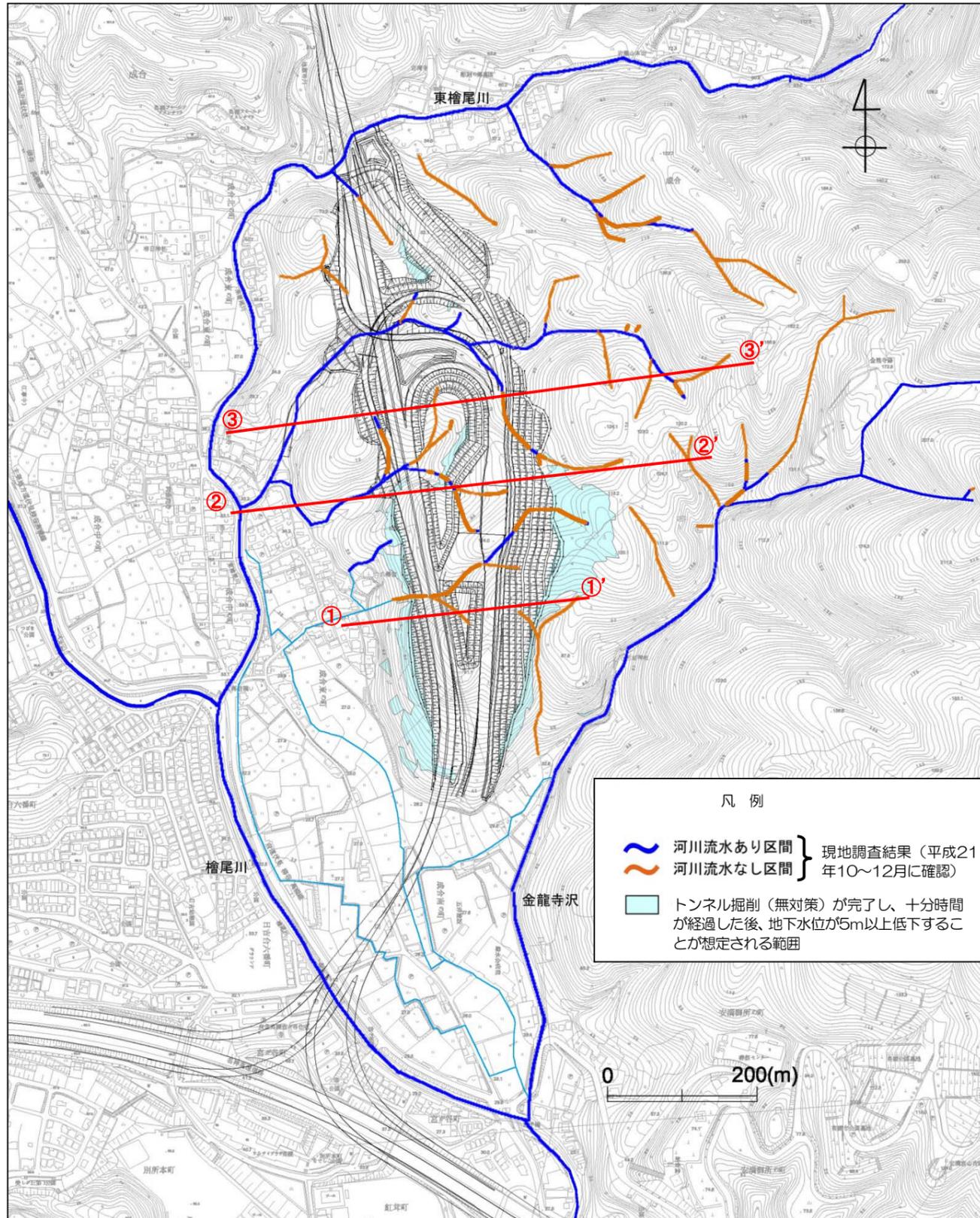


地層層序表

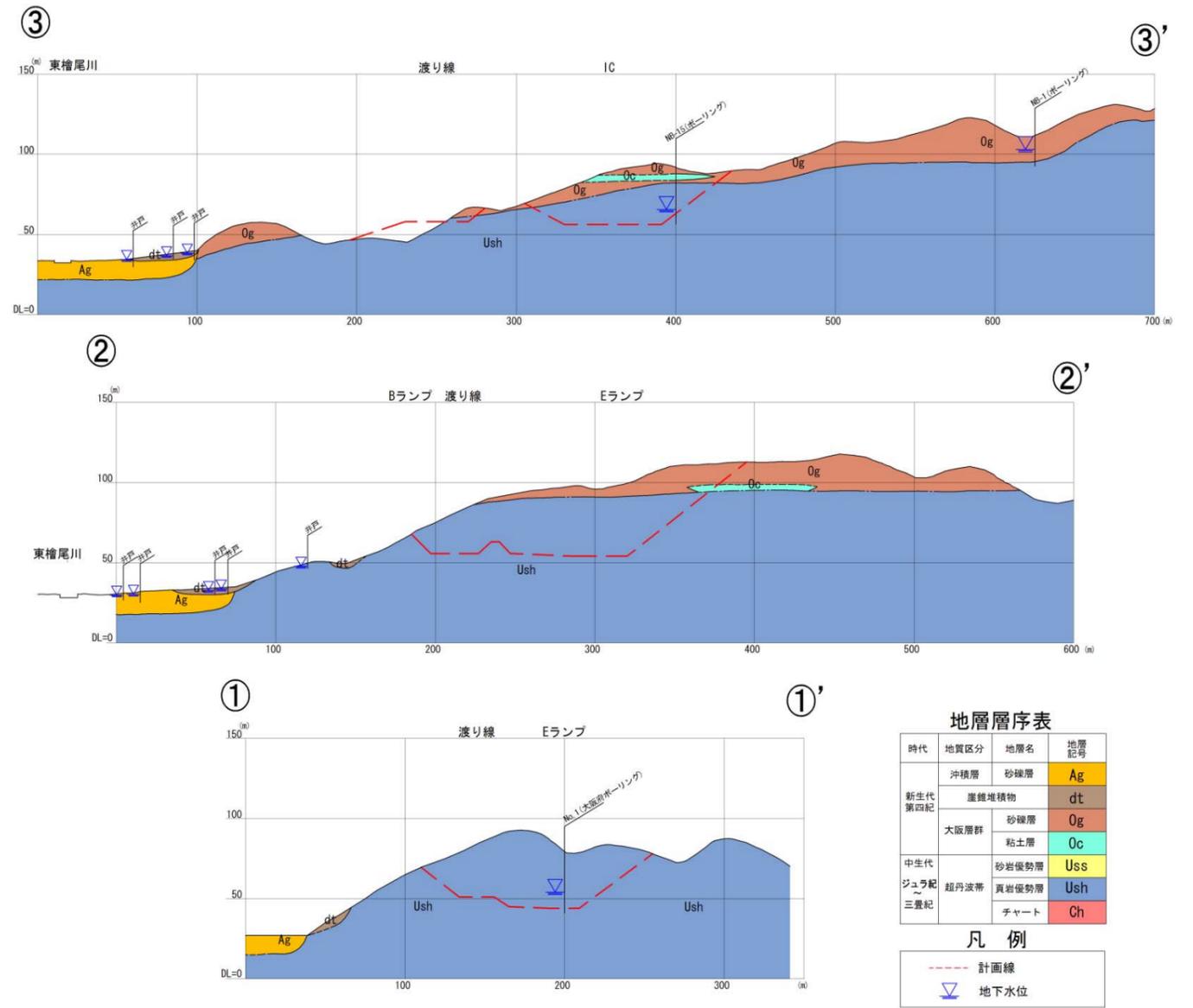
地質時代	地層名	記号	
新生代 第四紀	崖錐堆積物	dt	
	段丘堆積物	T	
	大阪層群	砂礫	0g
		粘土	0c
中生代～ 古生代	超丹波帯		
	頁岩優勢互層	aSh	
	砂岩優勢互層	aSs	



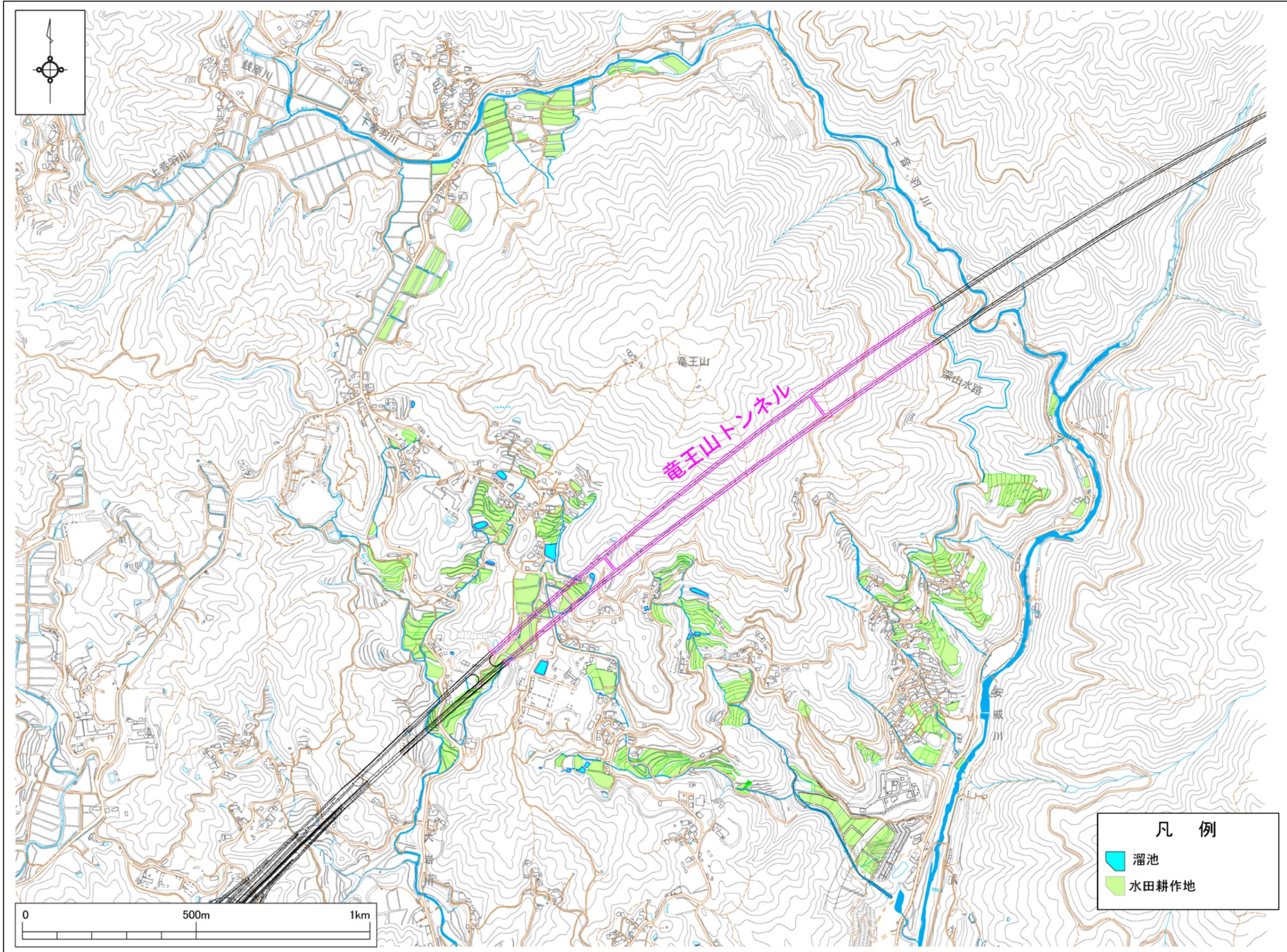
成合切土 切土掘削に伴う地下水の予測



※それぞれの地層は均質なものと想定しており、難透水層の存在を考慮していない。したがって、浅い層の地下水の変化を的確に表現したものではない。



竜王山トンネル 周辺状況



※源頭位置については調査中。

東畦野トンネル 周辺状況

