

8-2-3 地下水の水質及び水位

工事の実施時におけるトンネルの工事及び鉄道施設（トンネル）の存在により、地下水への影響のおそれがあることから、環境影響評価を行った。

(1) 調査

1) 調査すべき項目

ア. 地下水の水質の状況

調査項目は、水温、透視度、電気伝導率、自然由来の重金属等、地下水の酸性化とした。なお、自然由来の重金属等の測定項目は、カドミウム、六価クロム、水銀、セレン、鉛、ヒ素、ふっ素、ほう素とした。地下水の酸性化の測定項目は、pH、硫酸イオン、溶存酸素量、酸化還元電位、硫化物イオンとした。

イ. 地下水の水位の状況

調査項目は、水位とした。

2) 調査の基本的な手法

ア. 地下水の水質の状況

文献調査により、既存の井戸、湧水等の分布状況及び測定結果等の文献、資料を収集し、整理した。また、文献調査の補完のため、関係自治体等へのヒアリングを行った。

現地調査の方法を表 8-2-3-1 に、地下水の酸性化の測定項目の試験方法を表 8-2-3-2 に、それぞれ示す。

表 8-2-3-1 地下水の水質の現地調査方法

調査項目	調査方法
水温、透視度、電気伝導率	「地下水調査および観測指針（案）」（平成 5 年 建設省河川局）に定める測定方法に準拠する。
自然由来の重金属等	「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル（暫定版）」（平成 22 年 3 月 建設工事における自然由来重金属等含有土砂への対応マニュアル検討委員会）に定める測定方法に準拠する。

表 8-2-3-2 地下水の酸性化の測定項目の試験方法

測定項目	試験方法
pH	「地下水調査および観測指針（案）」（平成5年 建設省河川局）
硫酸イオン	JIS K 0102 41.3
溶存酸素量	JIS K 0102 32.1
酸化還元電位	「河川水質試験方法（案）[1997年版]」（平成9年 建設省河川局）
硫化物イオン	JIS K 0102 39.1

イ. 地下水の水位の状況

文献調査により、井戸、湧水等の分布状況及び測定結果等の文献、資料を収集し、整理した。また、文献調査の補完のため、関係自治体等へのヒアリングを行った。

現地調査の方法を、表 8-2-3-3 に示す。

表 8-2-3-3 地下水の水位の現地調査方法

調査項目	調査方法
水位	地下水は「地下水調査および観測指針（案）」（平成5年 建設省河川局）に定める測定方法に準拠する。 湧水は「JIS K 0102 4」に定める測定方法に準拠する。

3) 調査地域

対象事業実施区域及びその周囲の内、山岳トンネル、非常口（山岳部）を対象にトンネルの工事及び鉄道施設（山岳トンネル、非常口（山岳部））の存在に係る地下水の水質及び水位への影響が生じるおそれがあると認められる地域とした。

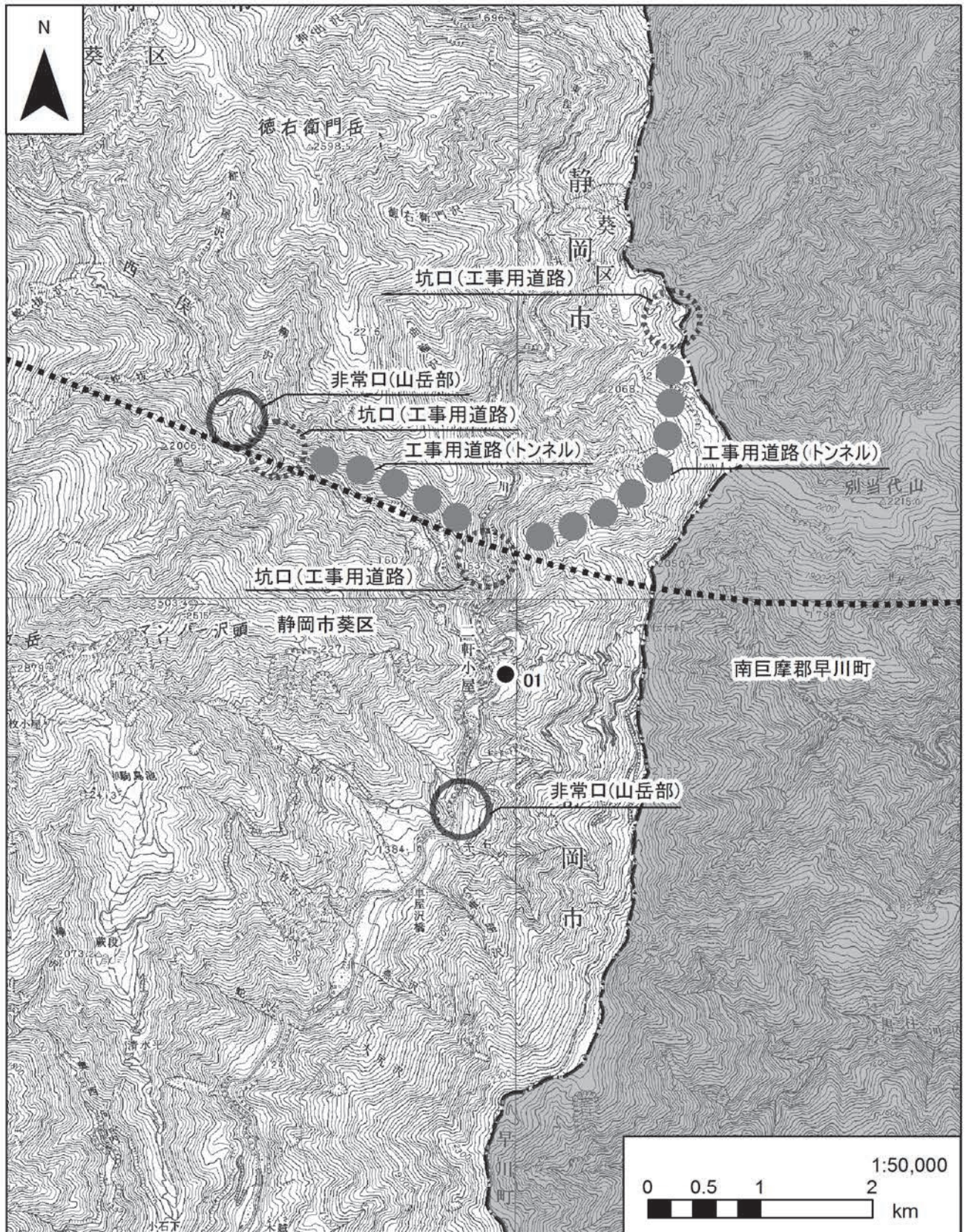
4) 調査地点

調査地域では該当する文献は存在せず、自治体ヒアリングでも関連する情報は得られなかった。

現地調査地点は、調査地域の内、住居等の分布状況並びに利用状況を考慮し、地下水の水質及び水位の現況を適切に把握できる地点として、既存の井戸を設定した。現地調査地点は、表 8-2-3-4 及び図 8-2-3-1 に示す。

表 8-2-3-4 地下水の水質及び水位の現地調査地点（既存の井戸）

地点番号	市町村名	所在地	備考
01	静岡市葵区	田代	民間井戸
02		田代	民間井戸



凡例

- 計画路線(トンネル部) ● 水質及び水位(既存の井戸)
- 県境
- 市区町村境

図 8-2-3-1(1) 現地調査地点

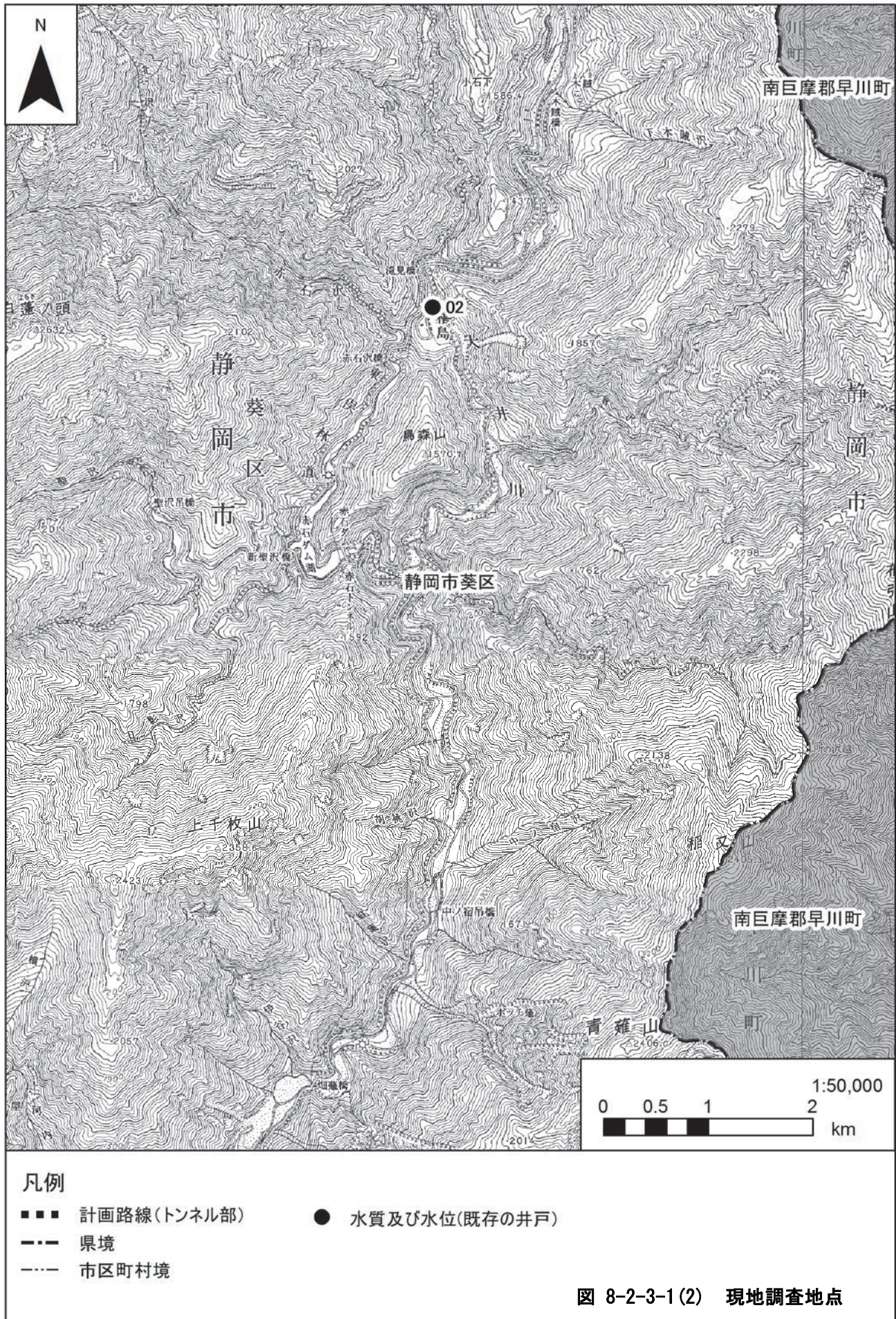


図 8-2-3-1(2) 現地調査地点

5) 調査期間

現地調査の期間を表 8-2-3-5 に示す。

表 8-2-3-5 現地調査期間

調査項目	調査期間
水質 (水温、透視度、電気伝導率、 自然由来の重金属等、 地下水の酸性化)	平成 24 年 12 月 5 日 (地点 01) 平成 24 年 12 月 4 日 (地点 02)
水位	春季：平成 24 年 5 月 22 日 (地点 01) 平成 25 年 5 月 15 日 (地点 02) 夏季：平成 24 年 8 月 9 日 秋季：平成 24 年 10 月 17 日 冬季：平成 24 年 12 月 4 日 ~ 平成 24 年 12 月 5 日

6) 調査結果

ア. 地下水の水質の状況

ア) 文献調査

調査地域では該当する文献は存在せず、自治体ヒアリングでも関連する情報は得られなかった。

イ) 現地調査

現地調査の結果を表 8-2-3-6 及び表 8-2-3-7 に示す。

表 8-2-3-6 地下水の水質の現地調査結果 (既存の井戸)

地点 番号	市町村名	所在地	備考	水温	pH	透視度 ^{※1}	電気伝導率
				℃	—	cm	mS/m
01	静岡市	田代	民間井戸	4.1	8.1	>50	12
02	葵区	田代	民間井戸	6.9	7.7	>50	14

※1.>50は、透視度が、最大値50を超過したことを示す。

表 8-2-3-7 地下水の水質の現地調査結果（自然由来の重金属等）

項目	地下水の水質汚濁に係る環境基準(平成9年3月13日環境庁告示第10号)	地点			
		番号	02		
		深度	民間井戸 5~8m程度		
試験項目	基準値				
自然由来の重金属等	カドミウム	0.003mg/L以下	mg/L	<0.0003	
	六価クロム	0.05mg/L以下	mg/L	<0.025	
	水銀	0.0005mg/L以下	mg/L	<0.0005	
	セレン	0.01mg/L以下	mg/L	<0.002	
	鉛	0.01mg/L以下	mg/L	<0.005	
	ひ素	0.01mg/L以下	mg/L	<0.005	
	ふっ素	0.8mg/L以下	mg/L	0.11	
	ほう素	1mg/L以下	mg/L	<0.1	
地下水の酸性化	pH			7.7	
	硫酸イオン			mg/L	13
	溶存酸素			mg/L	10
	酸化還元電位			mV	240
	硫化物イオン			mg/L	<0.1

イ. 地下水の水位の状況

ア) 文献調査

調査地域では該当する文献は存在せず、自治体ヒアリングでも関連する情報は得られなかった。

イ) 現地調査

現地調査の結果を表 8-2-3-8 に示す。

表 8-2-3-8 地下水の水位の現地調査結果（既存の井戸）

地点番号	市町村名	所在地	備考	地下水水位 (GL-m)			
				春季	夏季	秋季	冬季
01	静岡市	田代	民間井戸	20.68	21.52	22.21	21.70
02	葵区	田代	民間井戸	4.03	4.30	4.46	4.39

注. 水位は井戸孔口 (GL) からの深さ。

(2) 予測及び評価

1) トンネルの工事及び鉄道施設（トンネル）の存在

ア. 予測

ア) 予測項目

トンネルの工事及び鉄道施設（山岳トンネル、非常口（山岳部））の存在に係る地下水への影響とした。

イ) 予測の基本的な手法

a) 地下水の水質

影響を与える要因である施工方法を勘案し、地下水の水質への影響を定性的に予測した。

b) 地下水の水位

高橋の水文学的方法（「トンネル湧水に関する応用地質学的考察」（昭和 37 年、鉄道技術研究報告第 279 号））により、トンネル内に地下水が流入する可能性のある範囲（以下、予測検討範囲とする。）を求め、水文地質的検討から地下水の水位への影響を予測した。なお、高橋の水文学的方法の概要は、「資料編 5-2 高橋の水文学的方法について」に示す。

ウ) 予測地域

トンネルの工事及び鉄道施設（山岳トンネル、非常口（山岳部））の存在に係る地下水への影響が生じるおそれがあると認められる地域として、高橋の水文学的方法で求めた予測検討範囲とした。

エ) 予測対象時期

a) 地下水の水質

トンネルの工事は工事中、鉄道施設（山岳トンネル、非常口（山岳部））の存在は鉄道施設の完成後とした。

b) 地下水の水位

地下水の水位への影響が大きくなる時期として、鉄道施設（山岳トンネル、非常口（山岳部））の完成後とした。

カ) 予測結果

ア) 地下水の水質

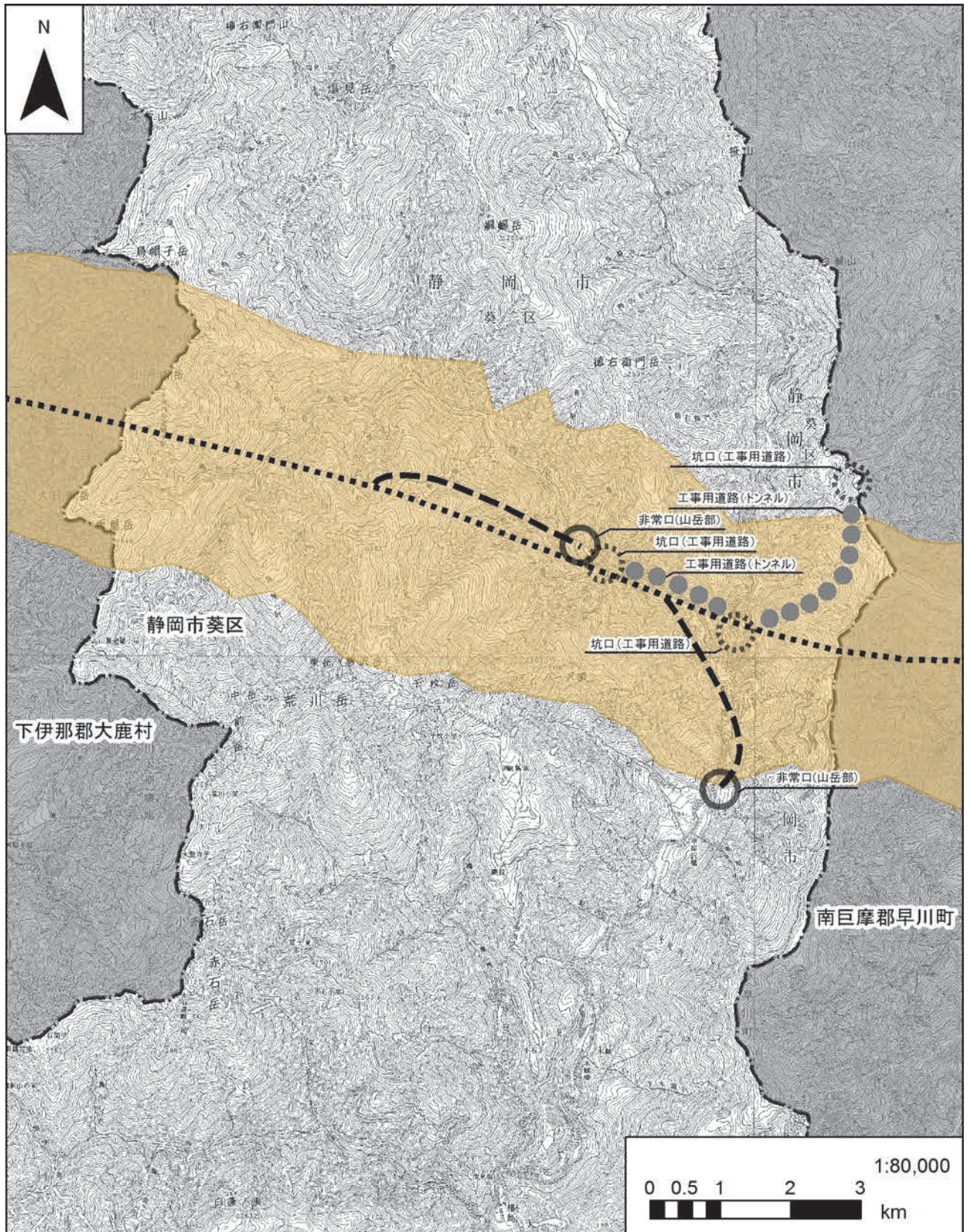
トンネルの工事において、地下水の水質に影響を及ぼす要因として、トンネルの工事に伴うトンネル切羽等の崩壊及び湧水を抑止するための補助工法としての薬液注入工法が想定されるが、薬液注入工法を使用する場合には、「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針」（昭和49年7月10日、建設省官技発第160号）に従い工事を実施することから、地下水の水質への影響は小さいと予測する。自然由来の重金属等は、現地調査結果より、環境基準を超える地下水は確認されておらず、排水による公共用水域の水の汚染の影響はないと予測する。さらに、地下水の酸性化は、「8-3-2 土壌汚染」から長期にわたって空気に触れた場合に地下水を酸性化する恐れのある地盤は確認されていない。したがって、トンネル工事により地下水が酸性化することはないと予測する。

また、鉄道施設（山岳トンネル、非常口（山岳部））の存在においては、地下水の水質に影響を及ぼす要因はないことから、地下水の水質への影響はないと予測する。

イ) 地下水の水位

① 予測検討範囲

高橋の水文学的方法による予測検討範囲を図8-2-3-2に示す。また、静岡県内（赤石山脈）の地質縦断図を図8-2-3-3に示す。



凡例

- | | | | |
|------|-------------|-----|-----------------|
| ■■■ | 計画路線(トンネル部) | ■ | 予測検討範囲 |
| --- | 県境 | --- | 非常口(山岳部(トンネル部)) |
| ---- | 市区町村境 | | |

図 8-2-3-2 予測検討範囲

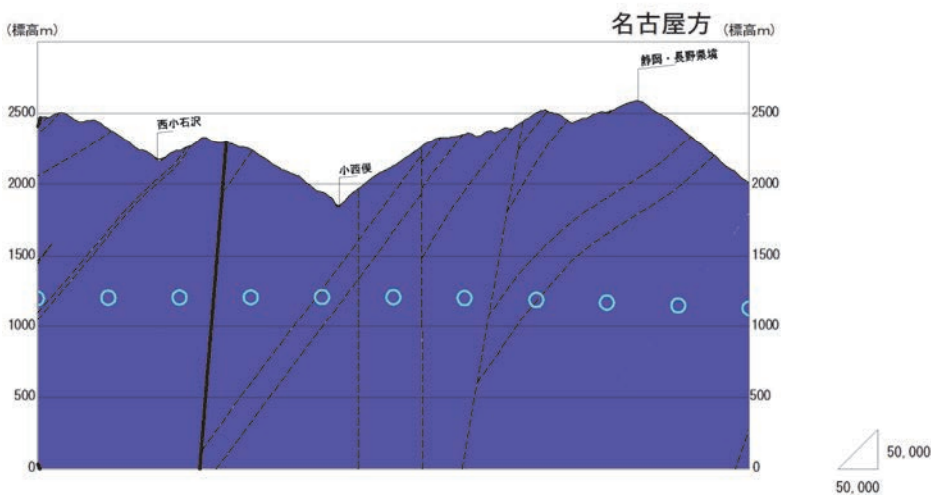
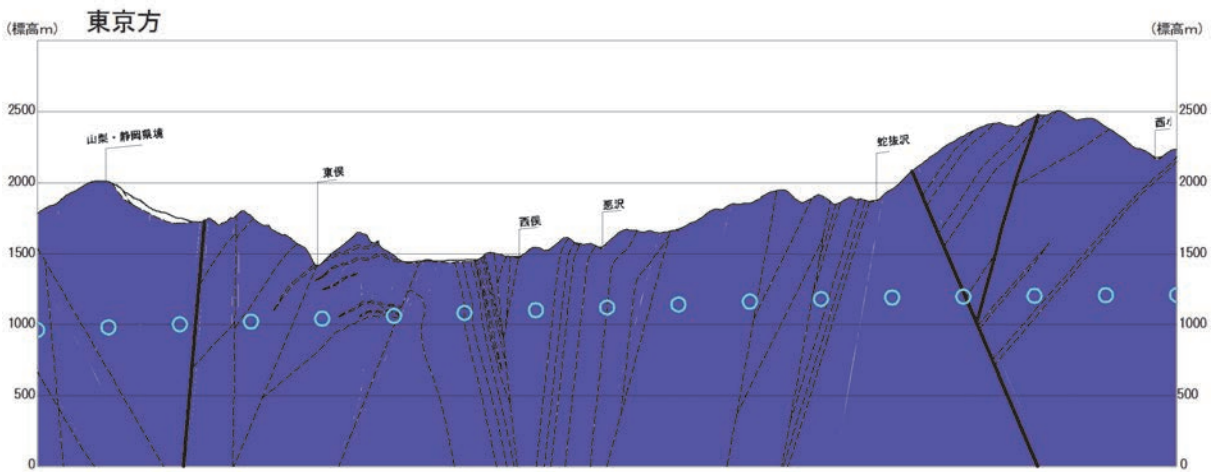
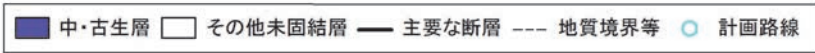


図 8-2-3-3 地質縦断図（赤石山脈）

②水位への影響

I 静岡県内（赤石山脈）

静岡県内の赤石山脈における地質は、中古生層に分類される四万十帯^{※1}（粘板岩、砂岩、緑色岩）と秩父帯中古生層（粘板岩、砂岩、チャート、石灰岩等）が分布している。これらはいずれも軟岩以上の硬質の岩石であり、へき開面や片理面の発達する片状岩が主体であるが、深層の新鮮部は緻密でへき開面や片理面は密着していると推定される。当該区間においてトンネルが通過する深層の新鮮岩部の多くは粘板岩や細粒砂岩に相当し、図 8-2-3-4 によれば、透水係数は $10^{-4} \sim 10^{-8}$ (cm/s) で、その値から透水性は低いと推定される。

一方、浅層部では岩石の風化とともに、へき開面や片理面、潜在的な亀裂に沿って開口しやすくなっていると推定される。表層部に規模の大きな洪積層、沖積層の未固結堆積物は分布せず、主要な河川沿いの河床堆積物又は狭小な段丘堆積物、山腹斜面や麓を覆う崖錐堆積物に限られる。これらは直下に分布する基盤岩の表層の緩み領域や風化帯とともに自由地下水に近い浅層の地下水を帯水しており、浅層の堆積物やその直下に分布する風化帯の透水性は深層と比較して高いと推定される。したがって浅層の堆積物及び風化帯とは異なり、深層の新鮮岩内は地下水の流動がほとんどないと考えられ、深層と浅層では地下水の帯水状態が異なっていると考えられる。

以上の地質の状況から、山岳トンネルにおける掘削に伴い切羽やトンネル側面に露出した岩盤の微小な亀裂や割れ目から地下水が坑内に滲出するが、トンネル内に湧出する地下水はトンネル周辺の範囲に留まり、それ以外の深層の地下水や浅層の地下水への影響は小さいと考えられる。また、一部において断層付近の破砕帯等、地質が脆弱な部分を通過することがあり、状況によっては工事中に集中的な湧水が発生する可能性がある。これに対しては安全性、施工性の観点から必要に応じて先進ボーリング等を実施することで予めその性状を確認し、トンネル内への湧水量を低減させるための補助工法を用いる等の措置を講ずるものの、一部破砕帯等の周辺においては、地下水の水位への影響の可能性はあるものと考えられる。

以上より、トンネルの工事及び鉄道施設（山岳トンネル、非常口（山岳部））の存在による地下水の水位への影響は、静岡県内（赤石山脈）のトンネル区間全般としては小さいものの、破砕帯等の周辺の一部においては、地下水の水位へ影響を及ぼす可能性があるものと予測する。

※1. 四万十帯の形成年代は、中生代白亜紀より新生代第三紀初期に形成されているが、岩石の固結程度は、中古生層と同様であるため、中古生層に分類した。

岩盤の種類	間 隙 率		透水係数の範囲 (cm/s)					井戸産出量			帯水層単元の型
	一次的 (粒子)	二次的 (破碎) ¹	10 ²	10	10 ⁻²	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	10 ⁻⁸	高	中	
	%										
未固結堆積物											
礫	30~40		—————					—			帯水層
粗 砂	30~40		—————					—			帯水層
中 ~ 細 砂	30~35		—————					—			帯水層
シルト	40~50	ときとして まれ (泥のクラック)	—————					—			難透水層
水 礫 粘 土	45~55		—————					—			難透水層
固結堆積物											
石灰岩・白雲岩	1~50	溶解, 節理面	—————					—			帯水層あるいは不透水層
粗~中粒砂岩	<20	節理, 破碎	—————					—			帯水層あるいは難透水層
細粒砂岩・泥岩	<10	節理, 破碎	—————					—			帯水層あるいは不透水層
頁岩・シルト岩	—	節理, 破碎	—————					—			不透水層あるいは帯水層
火 山 岩											
玄 武 岩	—	節理, 破碎	—————					—			帯水層あるいは不透水層
酸 性 火 山 岩	—		—————					—			不透水層あるいは帯水層
結晶質岩											
深成岩・変成岩		風化, 破碎 深くなるにつ れて減少する	—————					—			不透水層あるいは帯水層

図 8-2-3-4 各種地盤における透水係数の範囲（「地盤工学ハンドブック」P1450）

イ. 環境保全措置の検討

7) 環境保全措置の検討の状況

本事業では、計画の立案の段階において、「適切な構造及び工法の採用」について検討した。さらに、事業者により実行可能な範囲内で、トンネルの工事及び鉄道施設（山岳トンネル、非常口（山岳部））の存在による地下水に係る環境影響を回避又は低減することを目的として、環境保全措置の検討を行った。

環境保全措置の検討の状況を表 8-2-3-9 に示す。

表 8-2-3-9 環境保全措置の検討の状況

環境保全措置	実施の適否	適否の理由
薬液注入工法における指針の順守	適	薬液注入工法を施工する際は「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針」（昭和 49 年 7 月、建設省）に基づき適切に実施することで地下水の水質への影響を低減できることから環境保全措置として採用する。
適切な構造及び工法の採用	適	本線トンネルについては、工事の施工に先立ち先進ボーリング等、最先端の探査技術を用いて地質や地下水の状況を把握したうえで、必要に応じて薬液注入を実施することや、覆工コンクリート、防水シートを設置することで、地下水への影響を低減できる。また、非常口（山岳部）についても、工事前から工事中にかけて河川流量や地下水の水位等の調査を行い、掘削中は湧水量や地質の状況を慎重に確認し、浅層と深層の帯水層を貫く場合は水みちが生じないように必要に応じて薬液注入を実施するとともに、帯水層を通過し湧水量の多い箇所に対しては、覆工コンクリートや防水シートを設置し地下水の流入を抑えること等により、地下水への影響を低減できることから、環境保全措置として採用する。

4) 環境保全措置の実施主体、方法その他の環境保全措置の実施の内容

本事業では、トンネルの工事及び鉄道施設（山岳トンネル、非常口（山岳部））の存在による地下水に係る環境影響を低減させるため、環境保全措置として「薬液注入工法における指針の順守」及び「適切な構造及び工法の採用」を実施する。

環境保全措置の内容を表 8-2-3-10 に示す。

表 8-2-3-10(1) 環境保全措置の内容

実施主体	東海旅客鉄道株式会社	
実施内容	種類・方法	薬液注入工法における指針の順守
	位置・範囲	トンネルの工事を実施する箇所
	時期・期間	工事中
環境保全措置の効果	薬液注入工法を施工する際は「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針」（昭和 49 年 7 月、建設省）に基づき適切に実施することで地下水の水質への影響を低減できる。	
効果の不確実性	なし	
他の環境への影響	なし	

表 8-2-3-10(2) 環境保全措置の内容

実施主体	東海旅客鉄道株式会社	
実施内容	種類・方法	適切な構造及び工法の採用
	位置・範囲	トンネルの工事を実施する箇所
	時期・期間	計画時
環境保全措置の効果	本線トンネルについては、工事の施工に先立ち先進ボーリング等、最先端の探査技術を用いて地質や地下水の状況を把握したうえで、必要に応じて薬液注入を実施することや、覆工コンクリート、防水シートを設置することで、地下水への影響を低減できる。また、非常口（山岳部）についても、工事前から工事中にかけて河川流量や地下水の水位等の調査を行い、掘削中は湧水量や地質の状況を慎重に確認し、浅層と深層の帯水層を貫く場合は水みちが生じないように必要に応じて薬液注入を実施するとともに、帯水層を通過し湧水量の多い箇所に対しては、覆工コンクリートや防水シートを設置し地下水の流入を抑えること等により、地下水への影響を低減できる。	
効果の不確実性	なし	
他の環境への影響	なし	

ウ) 環境保全措置の効果及び当該環境保全措置を講じた後の環境の変化の状況

環境保全措置の効果は表 8-2-3-10 に示すとおりである。環境保全措置を実施することで、地下水に係る環境影響が低減される。

ウ. 事後調査

地下水の水質へ影響を与える要因と環境保全措置を明らかにした。さらに採用した環境保全措置は効果に係る知見が十分に把握されていると判断できるため、予測、効果の不確実性は小さいと考えられることから環境影響評価法に基づく事後調査は実施しない。

地下水の水位の予測は地質等調査の結果を踏まえ水文地質的に行っており、予測の不確実性の程度が小さく、採用した環境保全措置についても効果に係る知見が十分に蓄積されている。しかしながら、本線トンネル及び非常口（山岳部）において、破碎帯付近では状況によって工事中に集中的な湧水が発生する可能性があり、水資源に与える影響の予測の不確実性が一部あることから、本線トンネル及び非常口（山岳部）の破碎帯付近において地下水を利用した水資源を対象として、「8-2-4 水資源」において環境影響評価法に基づく事後調査を実施する。

エ. 評価

7) 評価の手法

a) 回避又は低減に係る評価

事業者の実行可能な範囲内で回避又は低減がなされているか検討を行った。

1) 評価結果

a) 回避又は低減に係る評価

本事業では、トンネルの工事及び鉄道施設（山岳トンネル、非常口（山岳部））の存在

による地下水に係る環境影響について一部の地域において影響があると予測したものの、表 8-2-3-10 に示した環境保全措置を確実に実施することから、地下水に係る環境影響の低減が図られていると評価する。

