

5) 考察

当該項目は、工事管理の一環として実施する項目であり、「評価書」において事業影響の予測及び評価が実施されていない。ここでは、環境基準等と比較し、工事管理の観点から考察する。

当該項目は工事排水等に関する河川水質の監視を行ったものであり、環境基準が規定されている健康項目、生活環境項目について水質調査を実施している。

健康項目は環境基準を満足している。生活環境項目は、生物化学的酸素要求量及び大腸菌群数を除く全ての項目で環境基準を満足している。大腸菌群数については環境基準(50MPN/100mL以下)を超過するが、工事着手前から同程度の値が検出されている。また、夏季に比べて、冬季の分析結果の方が水質は改善される傾向が見られることから、自然由来の微生物の影響と考えられ、少なくとも工事の実施による影響ではないと考えられる。

生物化学的酸素要求量については、H29年2月に1.4mg/Lと基準を超過しており、H28年2月には1.0mg/Lと基準以下だが、高い値を示している。H28年、H29年は、橋梁工が終了(H28年3月)し、調査坑掘削の2年目、3年目に該当する。その後、調査坑の掘削が終了(R1年12月)するまで、生物化学的酸素要求は0.5mg/L未満と低い値が続いていることから、一時的に値が高くなった理由は不明であるが、自然由来の微生物の活動によるものと考えられ、少なくとも工事の実施による影響ではないと考えられる。

また、その他の項目について、特に問題となる現象は検出されていない。

6) 環境影響の程度が著しいことが明らかとなった場合の対応の方針

事後調査の結果、河川水質に対する工事の影響は見られないことから、事後調査計画に基づく調査を継続し、調査によって事業の実施が環境に及ぼす影響が見られた場合には、原因の究明に努める。

(2) 工事による排水及び地下水位

1) 調査項目

土木工事やトンネル掘削等により発生する排水及び地下水位を測定した。
実施した事後調査及び環境保全措置の調査項目を表 4-9 に示す。

表 4-9 実施した事後調査及び環境保全措置の項目

区分	調査項目
事後調査の状況	工事による排水の水質を測定した。 地下水位の測定を行った。
環境保全措置の状況	なし

2) 調査地点及び調査方法

工事による排水はその排水口で、「水質汚濁防止法」（昭和 45 年 12 月 25 日法律第 138 号）に準拠した方法にて測定した。

地下水位はトンネル予定地周辺で地下水位の状況が適切に把握できる地点で実施し、孔内水位常時監視にて測定した。

測定項目については、工事により発生しうる有害物質として「人の健康の保護に関する基準」のうち重金属に分類される 8 項目とし、分析した。なお、シアンも重金属に分類されるが、人工化合物であり、自然の土中には存在しないことから項目から除外した。また、重金属 8 項目以外に、工事排水のうち影響が大きいと想定される水素イオン濃度及び浮遊物質量を分析した。

調査方法を表 4-10 に、調査地点位置図を図 4-3 に示す。なお、調査方法の設定にあたっては、専門家等の指導・助言を受けて調査を行った。

表 4-10 工事による排水、地下水位の調査方法

調査項目	調査地点	調査方法
工事排水	濁水処理プラント排水口	工事排水に関する水質分析を実施。 水素イオン濃度（pH）、浮遊物質量、カドミウム、鉛、六価クロム、ヒ素、総水銀、セレン、フッ素、ホウ素
地下水位	H17-02	ボーリング孔を利用した観測孔において、自記記録式水位計により、水位を計測。

【工事による排水及び地下水位】

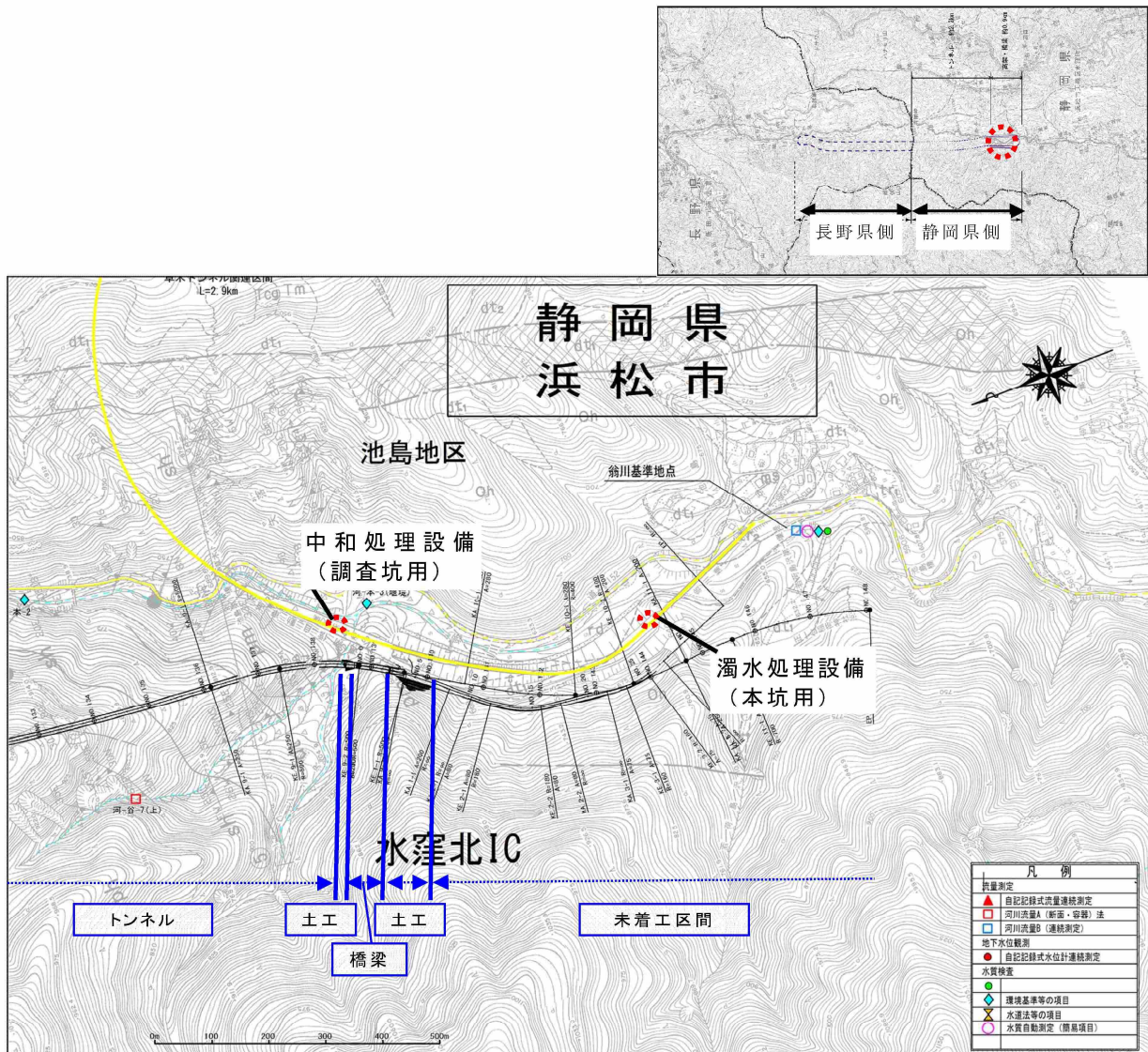


図 4-2 工事排水位置図

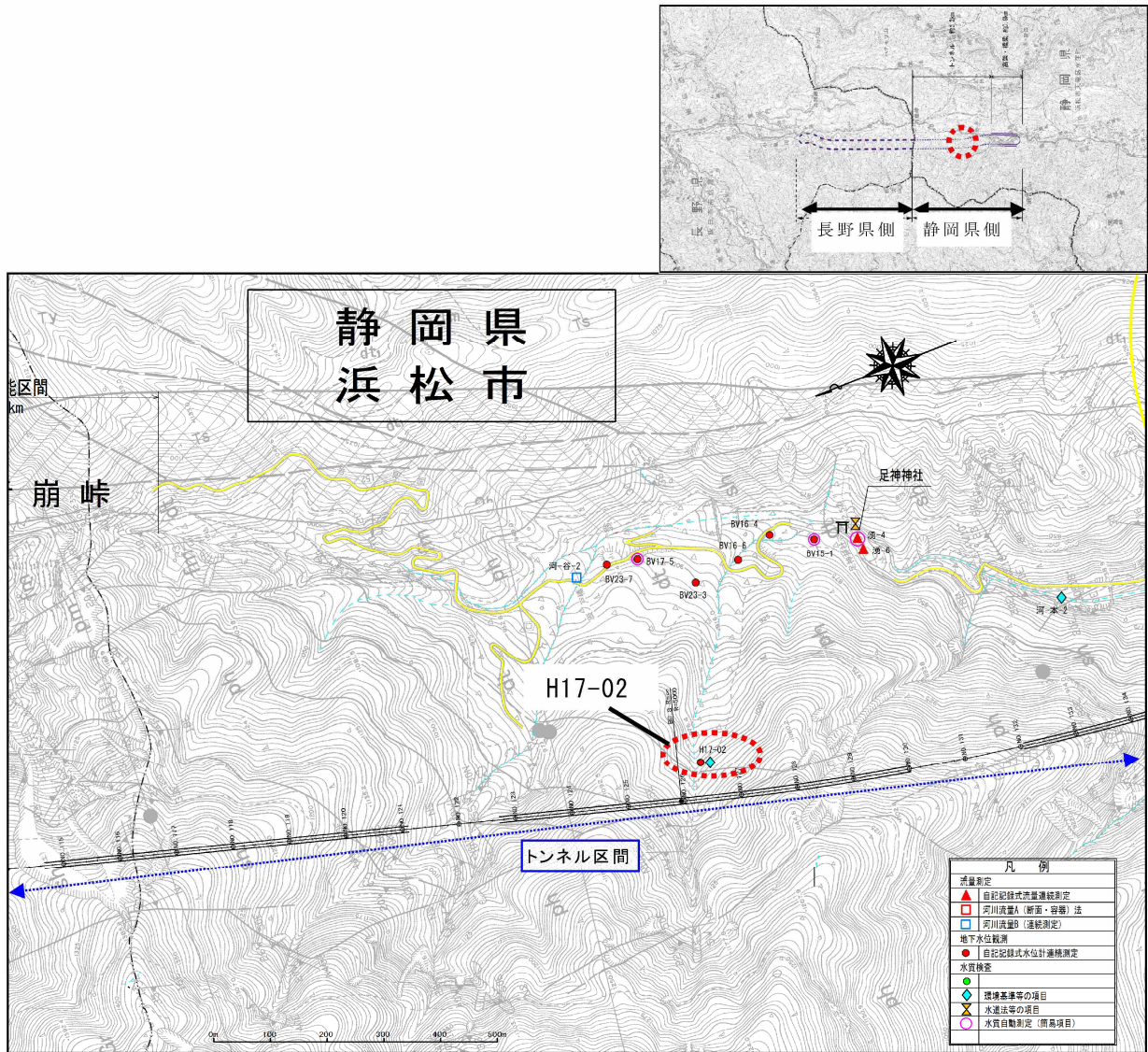


図 4-3 地下水位の調査地点位置図

3) 調査期間・頻度

土工工事着手前から開始し、トンネル工事が終了するまで調査を実施した。
調査頻度は、毎年1回とした。調査期間を表4-11に示す。

表 4-11 工事排水の調査期間

調査項目	年度	調査期間
工事排水	平成 26 年度	8～3 月
	平成 27 年度	4～3 月
	平成 28 年度	4～6 月、10 月 28 日、11 月 15 日、12 月 2 日、1 月 5 日、2 月 7 日、3 月 3 日
	平成 29 年度	4 月 3 日、5 月 8 日、6 月 1 日、7 月 3 日、8 月 1 日、9 月 1 日、10 月 3 日、11 月 2 日、12 月 4 日、1 月 8 日、2 月 5 日、3 月 1 日
	平成 30 年度	4 月 9 日、5 月 7 日、6 月 1 日、7 月 3 日、8 月 8 日、9 月 3 日、10 月 18、11 月 1 日、12 月 4 日、1 月 7 日、2 月 7 日、3 月 1 日
	平成 31 年度	4 月 11 日、5 月 9 日、6 月 3 日、7 月 9 日、8 月 6 日、9 月 3 日、10 月 7 日、11 月 1 日、12 月 6 日、1 月 30 日、2 月 29 日、3 月 31 日
地下水位	平成 21 年度 ～平成 31 年 度	平成 21 年 4 月～令和 2 年 3 月まで 1 時間に 1 回自動観測

4) 事後調査の結果

A) 工事排水

工事排水の水質分析結果を表 4-12 に示す。

なお、事後調査計画書に示された水質汚濁防止法に準拠した項目のうち、当初は自然由来の重金属の溶出を監視することに主眼を置いて事後調査を開始したが、それに加えて、濁水を影響のない濃度まで処理していることを記録に残す必要性を勘案し、平成 28 年 10 月以降は浮遊物質量も併せて計測した。

表 4-12 工事排水に係る事後調査の結果（濁水処理プラント排水口）

地点名	採水日	基準項目（健康項目）									
		水素イオン濃度 (pH)	浮遊物質 (SS) (mg/L)	カドミウム (mg/L)	鉛 (mg/L)	六価クロム (mg/L)	砒素 (mg/L)	総水銀 (mg/L)	セレン (mg/L)	フッ素 (mg/L)	ホウ素 (mg/L)
定量下限		—	—	0.001	0.001	0.01	0.001	0.0005	0.001	0.08	0.1
基準値(排水基準)		5.8-8.6	200	0.1	0.1	0.5	0.1	0.005	0.1	8	10
濁水処理プラント排水口	H26.8	6.7		0.001未満	0.001未満	0.05	0.001	0.0005未満	0.001未満	0.19	0.4
	H26.9	6.7		0.001未満	0.001未満	0.04	0.001未満	0.0005未満	0.001未満	0.19	0.4
	H26.10	6.7		0.001未満	0.001未満	0.06	0.001未満	0.0005未満	0.001未満	0.18	0.4
	H26.11	6.7		0.001未満	0.001未満	0.05	0.001未満	0.0005未満	0.001未満	0.17	0.5
	H26.12	7.2		0.001未満	0.001未満	0.05	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.24	0.2
	H27.1	6.9		0.001未満	0.001未満	0.04	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.31	0.1
	H27.2	7.0		0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.001	0.0005未満	0.0	0.25	0.1
	H27.3	7.9		0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.08未満	0.1未満
	H27.4	7.9		0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.08未満	0.1未満
	H27.5	6.9		0.001未満	0.001未満	0.09	0.004	0.0005未満	0.001未満	1.5	0.3
	H27.6	7.0		0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.001	0.0005未満	0.001未満	1.4	0.3
	H27.7	7.7		0.001未満	0.001未満	0.06	0.003	0.0005未満	0.001未満	1.8	0.3
	H27.8	7.6		0.002未満	0.001未満	0.01未満	0.002	0.0005未満	0.001未満	1.80	0.2
	H27.9	7.1		0.003未満	0.001未満	0.03	0.005	0.0005未満	0.001未満	1.70	0.3
	H27.10	7.0		0.004未満	0.001未満	0.03	0.006	0.0005未満	0.001未満	1.30	0.2
	H27.11	7.5		0.005未満	0.001未満	0.01未満	0.002	0.0005未満	0.001未満	2.30	0.2
	H27.12	7.0		0.006未満	0.001未満	0.01未満	0.002	0.0005未満	0.001未満	1.90	0.2
	H28.1	8.0		0.007未満	0.001未満	0.01未満	0.001	0.0005未満	0.001未満	1.90	0.2
	H28.2	8.0		0.008未満	0.001未満	0.01未満	0.001	0.0005未満	0.001未満	1.80	0.2
	H28.3	7.8		0.009未満	0.001未満	0.01未満	0.004	0.0005未満	0.001未満	2.40	0.2
	H28.4	8.1		0.010未満	0.001未満	0.01未満	0.004	0.0005未満	0.001未満	1.80	0.1
	H28.5	8.3		0.011未満	0.001未満	0.01未満	0.006	0.0005未満	0.001未満	3.70	0.3
	H28.6	8.1		0.012未満	0.001未満	0.01未満	0.004	0.0005未満	0.001未満	1.80	0.1
	H28.7										
	H28.8										
	H28.9										
	H28.10	8.2	1未満	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.003	0.0005未満	0.001未満	0.08未満	0.1未満
	H28.11	6.9	1未満	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.004	0.0005未満	0.001未満	3.10	0.3
	H28.12	7.1	1未満	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.004	0.0005未満	0.001未満	3.90	0.3
	H29.1	6.7	1未満	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.003	0.0005未満	0.001未満	2.40	0.2
	H29.2	7.6	1	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.48	0.1未満
	H29.3	7.8	2	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.13	0.1未満
	H29.4	6.8	4	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.83	0.1
	H29.5	6.8	9	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.001	0.0005未満	0.001未満	2.10	0.3
	H29.6	7.7	1	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.12	0.1未満
	H29.7	7.0	7	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.001未満	0.0005未満	0.001未満	1.30	0.1
	H29.8	7.8	1未満	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.003	0.0005未満	0.001未満	0.17	0.1未満
	H29.9	7.8	1	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.003	0.0005未満	0.001未満	0.13	0.1未満
	H29.10	7.7	1	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.003	0.0005未満	0.001未満	0.08未満	0.1未満
	H29.11	7.6	1	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.14	0.1未満
	H29.12	6.9	3	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.001	0.0005未満	0.001未満	0.47	0.1未満
	H30.1	6.4	4	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.001	0.0005未満	0.001未満	0.55	0.1未満
	H30.2	6.9	2	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.28	0.1未満
	H30.3	7.6	15	0.001未満	0.002	0.02	0.001未満	0.0005未満	0.001未満	0.90	0.1
	H30.4	7.7	1未満	0.001未満	0.001未満	0.06	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.08未満	0.1未満
	H30.5	7.2	6	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.001未満	0.0005未満	0.001未満	0.08	0.1未満
	H30.6	7.0	5	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.001未満	0.0005未満	0.001未満	1.50	0.2
	H30.7	7.5	4	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.57	0.1未満
	H30.8	7.3	1	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.003	0.0005未満	0.001未満	0.21	0.1未満
	H30.9	7.0	3	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.71	0.1
H30.10	7.6	1	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.38	0.1未満	
H30.11	7.8	1未満	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.003	0.0005未満	0.001未満	0.20	0.1未満	
H30.12	7.3	5	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.001	0.0005未満	0.001未満	0.69	0.1未満	
H31.1	7.7	1未満	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.003	0.0005未満	0.001未満	0.10	0.1未満	
H31.2	7.1	4	0.001未満	0.001未満	0.01	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.26	0.1未満	
H31.3	7.6	2	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.003	0.0005未満	0.001未満	0.14	0.1未満	
H31.4	6.9	1	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.005	0.0005未満	0.001未満	0.08未満	0.1未満	
R1.5	7.3	4	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.003	0.0005未満	0.001未満	0.51	0.1未満	
R1.6	7.8	2	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.003	0.0005未満	0.001未満	0.41	0.1未満	
R1.7	7.1	2	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.34	0.1未満	
R1.8	7.9	1未満	0.001未満	0.001未満	0.02	0.002	0.0005未満	0.001未満	0.47	0.1未満	
R1.9	8.0	1	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.001未満	0.0005未満	0.001未満	0.30	0.1未満	
R1.10	8.5	1未満	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.004	0.0005未満	0.001未満	3.80	0.4	
R1.11	7.5	3	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.005	0.0005未満	0.001未満	3.50	0.4	
R1.12	7.9	1未満	0.001未満	0.001未満	0.01未満	0.001	0.0005未満	0.001未満	0.08未満	0.1未満	
R2.1	6.6	6	0.001未満	0.001未満	0.06	0.003	0.0005未満	0.001未満	0.15	0.1未満	
R2.2	6.9	5	0.001未満	0.001未満	0.06	0.003	0.0005未満	0.001未満	0.23	0.1未満	
R2.3	7.0	2	0.001未満	0.001未満	0.09	0.005	0.0005未満	0.001未満	0.30	0.2	

※水素イオン濃度の環境基準は、地域特性を考慮し、河川環境基準の AA 類型を当てはめる
 ※排水基準の数値は、許容限度の数値である

B) 地下水位

自記記録式水位計による孔内水位観測結果を図 4-4 に示す。

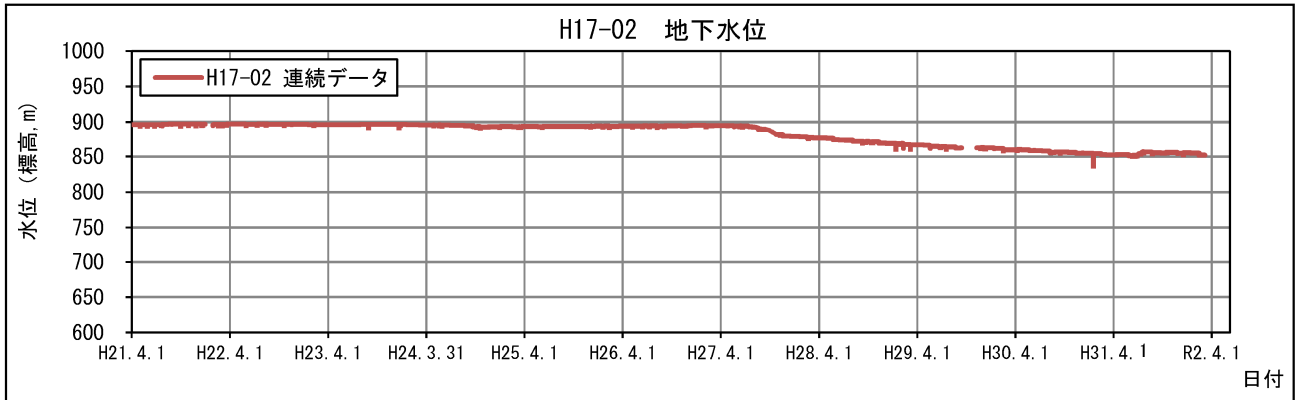


図 4-4 地下水位に係る調査地点及び調査結果 (H17-02)

5) 考察

当該項目は工事による排水及び地下水位の監視を行ったものである。

工事排水は、工事管理の一環として実施する項目であり、「評価書」において事業影響の予測及び評価が実施されていないことから、排水基準及び環境基準等との比較を考察する。地下水位に関しては、「評価書」において「トンネルが近接し、深層地下水位の低下が想定されるものの、湧水量の大部分を構成する浅層地下水の変化は小さく、地下水の湧水量の減少量は小さいと予測される。」としている。

A) 工事排水

工事排水においては、いずれの項目でも排水基準の超過はなく、特に問題となる数値は検出されていないことから、問題はないものと考えられる。

B) 地下水位

H17-02 において、平成 27 年度以降は徐々に水位の低下が観測されている。ただし、足神神社の湧水量は工事前から現在まで大きな変化は観測されていないことから、地下水位に関しては「評価書」の予測及び評価の範囲内であると考えられる。

表 4-13 評価書の予測・評価と事後調査結果の比較(地下水位)

「評価書」の予測・評価	事後調査の結果	考察
・トンネルが近接し、深層地下水位の低下が想定されるものの、湧水量の大部分を構成する浅層地下水の変化は小さく、地下水の湧水量の減少量は小さいと予測される。	・H17-02 において、平成 27 年度以降は徐々に水位の低下が観測されているが、足神神社の湧水量は工事前から現在まで大きな変化は観測されていない。	・トンネル工事の実施により、深層地下水の水位は低下しているが、予測地域の湧水量の減少は確認されていないことから、「評価書」の予測及び評価で想定された範囲内であると考えられる。

6) 環境影響の程度が著しいことが明らかとなった場合の対応の方針

事後調査の結果、工事排水は排水基準の超過はなく、地下水位も評価書における予測及び評価の範囲内であることから、事後調査計画に基づく調査を継続し、調査によって事業の実施が環境に及ぼす影響が見られた場合には、原因の究明に努める。

(3) トンネル掘削による地質

1) 調査項目

トンネル本坑の掘削前に実施する先進ボーリングにより、地質に含まれる有害金属を測定した。なお、地質の基準項目に関しては重金属を対象とした8項目に加え、pH及びECを基本事項として選定し、計10項目について分析した。シアンも重金属であるが、人工化合物であり、自然の土中には存在しないことから除外した。

実施した事後調査及び環境保全措置の調査項目を表4-14に示す。

表 4-14 実施した事後調査及び環境保全措置の項目

区分	調査項目
事後調査の状況	溶出量試験を実施した。
環境保全措置の状況	なし

2) 調査地点及び調査方法

先進ボーリング等により採取した試料を現地にて試験した。

「土壌汚染対策法」（平成21年4月24日：法律第23号）に準拠した方法により、有害金属の溶出量試験を実施した。

調査方法を表4-15に示す。

表 4-15 トンネル掘削による地質の調査方法

調査項目	調査地点	調査方法
溶出量試験	トンネル調査坑	土壌汚染対策法に準拠した溶出量試験

3) 調査期間・頻度

池島トンネル調査坑の工事中に、先進ボーリング等により採取した試料を順次試験した。トンネル掘削による地質の調査期間を表 4-16 に示す。

表 4-16 トンネル掘削による地質の調査期間

調査項目	年度	調査期間
溶出量試験	平成 26 年度	7 月、8 月 23 日～24 日、9 月 13 日～14 日、10 月 19 日～20 日、11 月 15 日～16 日、12 月 13 日～14 日、1 月 17 日～18 日、2 月 14 日～15 日、3 月 14 日～15 日
	平成 27 年度	4 月 9 日～14 日、5 月 28 日～6 月 7 日、7 月 11 日～12 日、8 月 7 日～8 日、9 月 25 日～27 日、11 月 7 日～8 日
	平成 28 年度	3 月 18 日～19 日
	平成 29 年度	6 月 3 日～5 日、7 月 29 日～30 日、10 月 7 日～8 日、12 月 9 日～10 日、2 月 3 日～4 日
	平成 30 年度	4 月 14 日～15 日、6 月 30 日～7 月 1 日、8 月 25 日～27 日

4) 事後調査の結果

砒素については、各年度とも土壌溶出量基準値（0.01 mg/L以下）を超過する値（0.011～0.170mg/L）が 46 検体（全 433 検体）で検出されたが、砒素以外の項目は調査期間を通じて、基準値を満足した。

表 4-17(1/2) トンネル掘削による地質調査結果(土壌溶出基準を超過した検体数)

基準項目	基準値	H26 年度	H27 年度	H28 年度
水素イオン濃度 (pH)	—	(8.0～11.4) ^{※1}	(7.0～10.4) ^{※1}	(9.3～9.7) ^{※1}
電気伝導率 (EC:ms/m)	—	(4.4～42.8) ^{※1}	(4.6～12.3) ^{※1}	(5.6～6.6) ^{※1}
カドミウム (mg/L)	0.01 以下	0検体/150 検体	0検体/112 検体	0検体/18 検体
鉛 (mg/L)	0.01 以下	0検体/150 検体	0検体/112 検体	0検体/18 検体
六価クロム (mg/L)	0.05 以下	0検体/150 検体	0検体/112 検体	0検体/18 検体
砒素 (mg/L)	0.01 以下	3 検体/150 検体 (0.012～0.014)	26 検体/112 検体 (0.011～0.170)	3 検体/18 検体 (0.011～0.015)
総水銀 (mg/L)	0.0005 以下	0検体/150 検体	0検体/112 検体	0検体/18 検体
セレン (mg/L)	0.01 以下	0検体/150 検体	0検体/112 検体	0検体/18 検体
フッ素 (mg/L)	0.8 以下	0検体/150 検体	0検体/112 検体	0検体/18 検体
ホウ素 (mg/L)	1.0 以下	0検体/150 検体	0検体/112 検体	0検体/18 検体

※1 pH及びECには土壌溶出基準が定められていないため、全検体中の最小値～最大値を記載した。

※2 表中の上段：土壌溶出基準を超過した検体数/その年度の全検体数

表中の下段：超過した値の最小値～最大値