

第8節 地下水

対象道路事業実施区域及びその周辺には住居等が存在し、切土工等及び道路（掘割式、地下式）の存在に係る地下水の影響が考えられるため、調査、予測及び評価を行いました。

8.1 切土工等及び道路（掘割式、地下式）の存在に係る地下水

1) 調査

(1) 調査の手法

① 調査した情報

a) 地下水位等の状況

地下水位の経時変動状況及び河川水位の状況を調査しました。

b) 帯水層の地質・水理・水質の状況

帯水層の分布と性状、水質及び化学反応による地下水の強酸性化等に関する情報を調査しました。

c) 地下水の利用の状況

地下水利用施設（既存井戸等）の位置及び水質を調査しました。

② 調査手法

調査は、既存資料調査及び現地調査により行いました。

既存資料調査は、調査地域及びその周辺における河川水位の状況、帯水層の地質・水理・水質の状況、並びに地下水の利用の状況を把握するため、表 8-8-1 に示す資料を整理することにより行いました。

表 8-8-1 既存資料一覧

調査した情報	資料名	発行者	発行年月又は資料確認時点
地下水位等の状況（河川水位の状況）	国土交通省水文地質データベース テレメータ河川水位データ	国土交通省 水管理・国土保全局	平成 27 年 3 月
	寝屋川水系改修工営所水位日報 テレメータ河川水位データ	大阪府寝屋川水系 改修工営所	平成 27 年 3 月
帯水層の地質・水理・水質の状況	寝屋川北部地下河川 鶴見調節池土質調査委託(その 1~6)報告書	大阪府寝屋川水系 改修工営所	平成 24 年 6 月 平成 25 年 5 月
	寝屋川北部地下河川 都島調節池土質調査委託(その 1~4)報告書	大阪府寝屋川水系 改修工営所	平成 24 年 6 月
地下水の利用の状況	「大阪府生活環境の保全等に関する条例」 に基づく地下水採取量報告井戸	大阪府	平成 25 年 12 月
	公共下水道使用開始届及び検針報告書	大阪市	平成 26 年 3 月

また、調査した情報ごとの調査方法は次頁より示すとおりです。

a) 地下水位等の状況

(a) 地下水位の状況

地下水位の状況は、地下水位観測孔において、地下水位の経時変動を自記式水位計により連続観測を行いました。また、ボーリング調査結果から得られた自然水位、透水試験結果から得られた平衡水位を整理することにより行いました。

(b) 河川水位の状況

河川水位の状況は、調査地域及びその周辺における河川テレメータによる観測結果を整理することにより行いました。

b) 帯水層の地質・水理・水質の状況

(a) 帯水層の地質の状況

帯水層の地質の状況は、既存資料調査及びボーリングによる現地調査を行いました。

また、地盤性状については、標準貫入試験等の原位置試験及び土質試験等の室内試験により行いました。

(b) 帯水層の水理の状況

帯水層の水理の状況は、浅層地下水及び深層地下水の位置及び流向・流速について、既存資料調査及び現地調査により行いました。

また、帯水層である砂及び砂礫層の透水性は、ボーリングによる現地調査時に現場透水試験を行うとともに、土質試験により行いました。

(c) 帯水層の水質の状況

帯水層の水質の状況は、ボーリング完了後に設置した地下水位観測孔から採取した地下水（浅層地下水及び深層地下水）を対象に水質試験を実施しました。

水質試験の項目は表 8-8-2 に示すとおりです。

表 8-8-2 水質試験項目

試験項目	適用基準
地下水の環境基準項目（28 項目）	地下水の水質汚濁に係る環境基準

(d) 地盤及び地下水の酸性化

地盤及び地下水の酸性化については、大深度地下に存在する地盤及び地下水として、対象道路事業実施区域及びその周辺に分布する大阪層群を主な対象とし、ボーリングによる現地調査時に採取した土質試料とボーリング完了後に設置した地下水位観測孔から採取した地下水を試料として、地盤及び地下水の酸性化に関する化学的な試験を実施しました。

表 8-8-3 地盤の酸性化に係る試験項目

試験項目	試験方法
pH(H ₂ O)	地盤工学会基準 JGS 0211 (2009)
pH(H ₂ O ₂)	地盤材料試験の方法と解説(2009) 第4編 2.5.3
硫酸塩	地盤工学会基準 JGS 0241 (2009)
二価鉄	日本工業規格 JIS K 0102 57.4 (2013)
酸化還元電位	底質調査方法 II-4.5 (2012)
過マンガン酸カリウム消費量	底質調査方法 II-4.7 (2012)

表 8-8-4 地下水の酸性化に係る試験項目

試験項目	試験方法
pH	日本工業規格 JIS K 0102 12.1 (2013)
EC	日本工業規格 JIS K 0102 13 (2013)
硫酸イオン	日本工業規格 JIS K 0102 41.3 (2013)
溶存酸素	日本工業規格 JIS K 0102 32.1 (2013)
酸化還元電位	河川水質試験方法 (案) (2008)
硫化物イオン	日本工業規格 JIS K 0102 39.1 (2013)

c) 地下水の利用の状況

地下水の利用施設の状況は、既存資料調査及び現地調査により行いました。

対象道路事業実施区域及びその周辺のうち、トンネル区間及び掘割区間付近に存在する既存井戸を対象に調査を行いました。

③ 調査地域

調査地域は、対象道路がトンネル構造及び掘割構造で通過する区間及びその周辺の地域において、住居等が存在する、あるいは将来の立地が見込まれる地域としました。

④ 調査地点

調査地点は、地下水位等の状況、帯水層の地質・水理・水質の状況及び地下水の利用の状況を適切に把握できる地点としました。

調査した情報ごとの調査地点は以下に示すとおりです。

a) 地下水位等の状況

(a) 地下水位の状況

地下水位、帯水層の地質・水理・水質の状況に関する調査地点を表 8-8-5 及び表 8-8-6 に示します。調査地点の位置は、図 8-8-1 に示すとおりです。

調査地域の地下を構成する地層は、既存資料^{※1}によると、表層部より沖積層、上部洪積層、大阪層群が分布しています。また、調査地域における地下水は、既存資料^{※2}によると、沖積層内に存在する不圧地下水と上部洪積層・大阪層群層内に存在する被圧地下水が分布しています。

このため、本環境影響評価においては、地表面から約 5m～25m の沖積層中に存在する地下水を浅層地下水、これより深い位置の上部洪積層・大阪層群中の砂層及び砂礫層中に存在する地下水を深層地下水と定義して調査を行いました。

※1：「新関西地盤 2007」（平成 19 年 12 月、KG-NET・関西圏地盤研究会）

「新編 大阪地盤図」（昭和 62 年 11 月、土質工学会編著）

「大阪層群」（平成 5 年 6 月、市原実編著）等

※2：「平成 25 年度 地下水情報に関する報告書」（平成 26 年 6 月、地下水地盤環境に関する研究協議会）

「平成 17・18 年度 地下水涵養研究委員会 研究活動報告書」（平成 19 年 6 月、地下水地盤環境に関する研究協議会 地下水涵養研究委員会）等

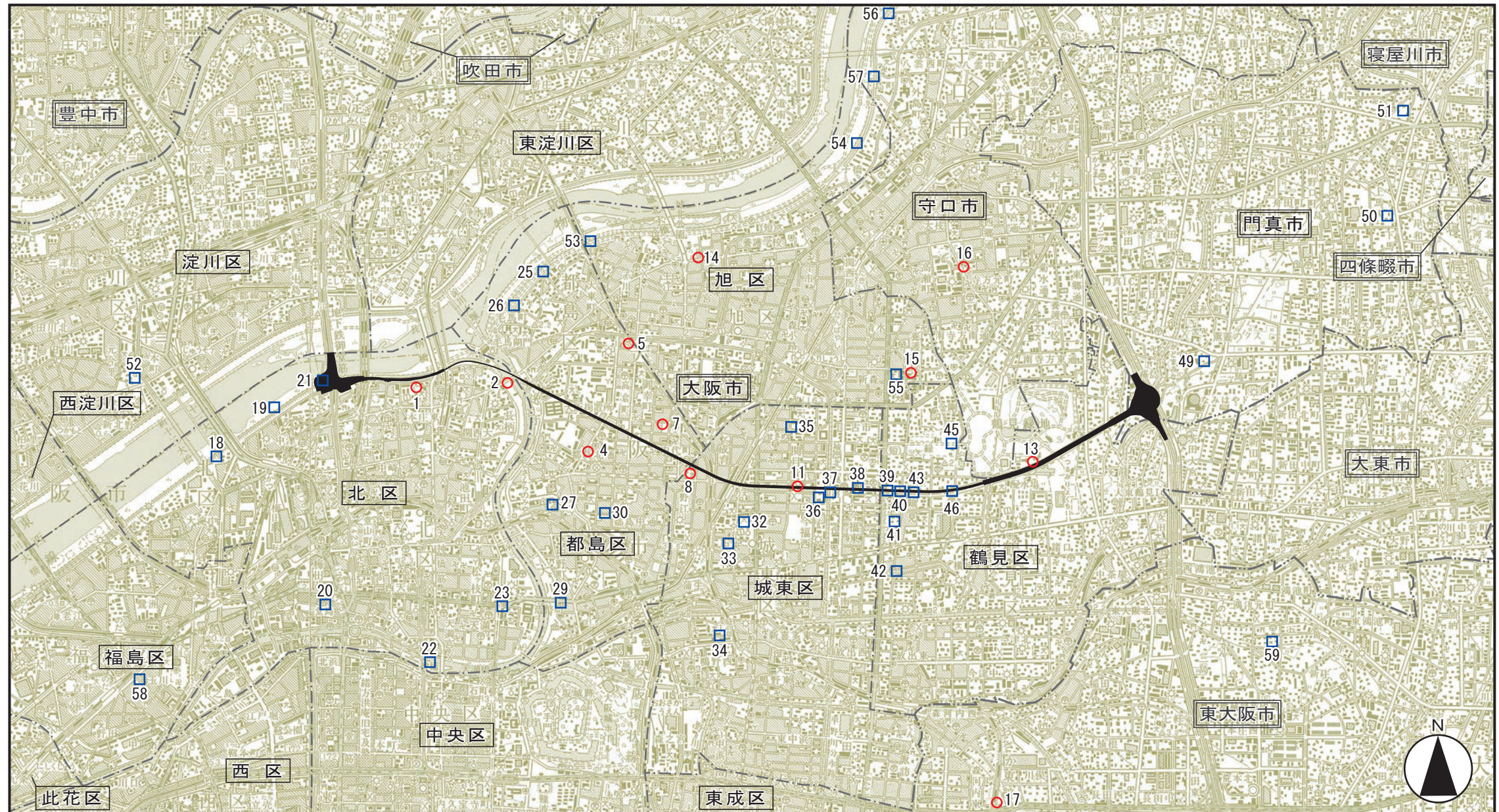
表 8-8-5 地下水位、帯水層の地質・水理・水質の状況に関する調査地点（現地調査）

番号	区市名	調査地点	地下水位 の状況	地質の状況		水理の状況		水質の状況
				地質調査	土質試験	透水試験	地下水の 流向・流速	地下水に係る 環境基準項目
1	北区	本庄小公園	○	○		○	○	○
2	北区	毛馬出張所	○	○		○	○	○
3	都島区	毛馬桜之宮公園		○				
4	都島区	都島北通 1 丁目	○ [※]	○		○		
5	都島区	高倉三公園	○	○				
6	都島区	都島北通公園		○				
7	都島区	内代公園	○	○	○	○	○	○
8	城東区	野江 4 丁目	○ [※]	○				
9	城東区	成育 1 丁目		○				
10	城東区	関目 1 丁目		○				
11	城東区	北大阪維持出張所	○	○	○	○	○	○
12	鶴見区	鶴見 5 丁目		○				
13	鶴見区	鶴見緑地公園	○	○	○	○	○	○
14	旭区	城北公園	○	○			○	
15	旭区	新森東公園	○	○			○	
16	守口市	大枝公園	○	○		○		
17	東大阪市	布施公園	○	○	○	○		

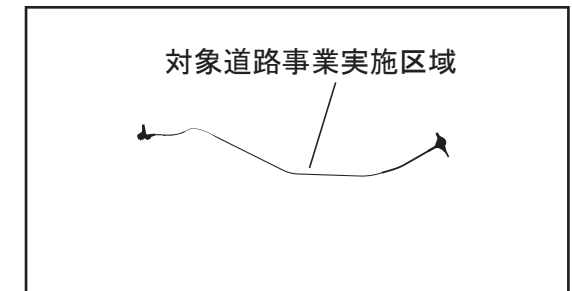
※ 地下水位の状況に関する調査地点のうち、No. 4、8 については、ボーリング調査結果から地下水位を求めた調査地点を示しています。

表 8-8-6 地下水位、帯水層の地質・水理・水質の状況に関する調査地点（既存資料調査）

番号	区市名	調査地点	地下水位 の状況	地質の状況		水理の状況		水質の状況
				地質調査	土質試験	透水試験	地下水の 流向・流速	地下水に係る 環境基準項目
18	北区	中津 7 丁目 7-19	○					
19	北区	中津 3 丁目 35-13	○					
20	北区	梅田 1 丁目 1 国道 2 号線	○					
21	北区	豊崎 7 丁目 9-5	○					
22	北区	中之島 1 丁目	○					
23	北区	天満橋 1 丁目 京阪国道	○					
24	北区	長柄東 2 丁目		○		○		
25	都島区	毛馬町 5 丁目 21-13	○					
26	都島区	毛馬町 4 丁目 12-12	○					
27	都島区	都島南通 1 丁目	○	○	○	○		
28	都島区	中野町 4 丁目		○		○		
29	都島区	中野町 1 丁目 京阪国道	○					
30	都島区	都島中通 1 丁目	○	○	○	○		
31	城東区	成育 1 丁目		○	○	○		
32	城東区	中央 3 丁目	○	○		○		
33	城東区	中央 3 丁目	○					
34	城東区	鳴野西 3 丁目	○					
35	城東区	関目 5 丁目	○	○		○		
36	城東区	関目 2 丁目	○	○	○	○		
37	城東区	古市 1 丁目	○	○		○		
38	城東区	古市 1 丁目	○	○		○		
39	鶴見区	鶴見 5 丁目	○	○	○	○		
40	鶴見区	鶴見 5 丁目	○	○		○		
41	鶴見区	鶴見 4 丁目	○	○		○		
42	鶴見区	鶴見 3 丁目 2-17	○					
43	鶴見区	鶴見 5 丁目	○	○		○		
44	鶴見区	鶴見 6 丁目		○		○		
45	鶴見区	緑 3 丁目	○	○		○		
46	鶴見区	鶴見 5 丁目	○	○	○	○		
47	鶴見区	横堤 4 丁目		○		○		
48	鶴見区	鶴見緑地公園前		○		○		
49	門真市	三ツ島 国道 1 号線	○					
50	門真市	四宮 5 丁目 9-30	○					
51	門真市	第二京阪道路(均一区間)	○					
52	淀川区	十三元今里 1 丁目	○					
53	旭区	赤川 4 丁目 30-11	○					
54	旭区	太子橋 3 丁目 5-3	○					
55	旭区	新森 6 丁目	○					
56	守口市	八雲北町 2 丁目 26-11	○					
57	守口市	下島町 13-12	○					
58	福島区	玉川 2 丁目 7	○					
59	東大阪市	南鴻池 1 丁目	○					

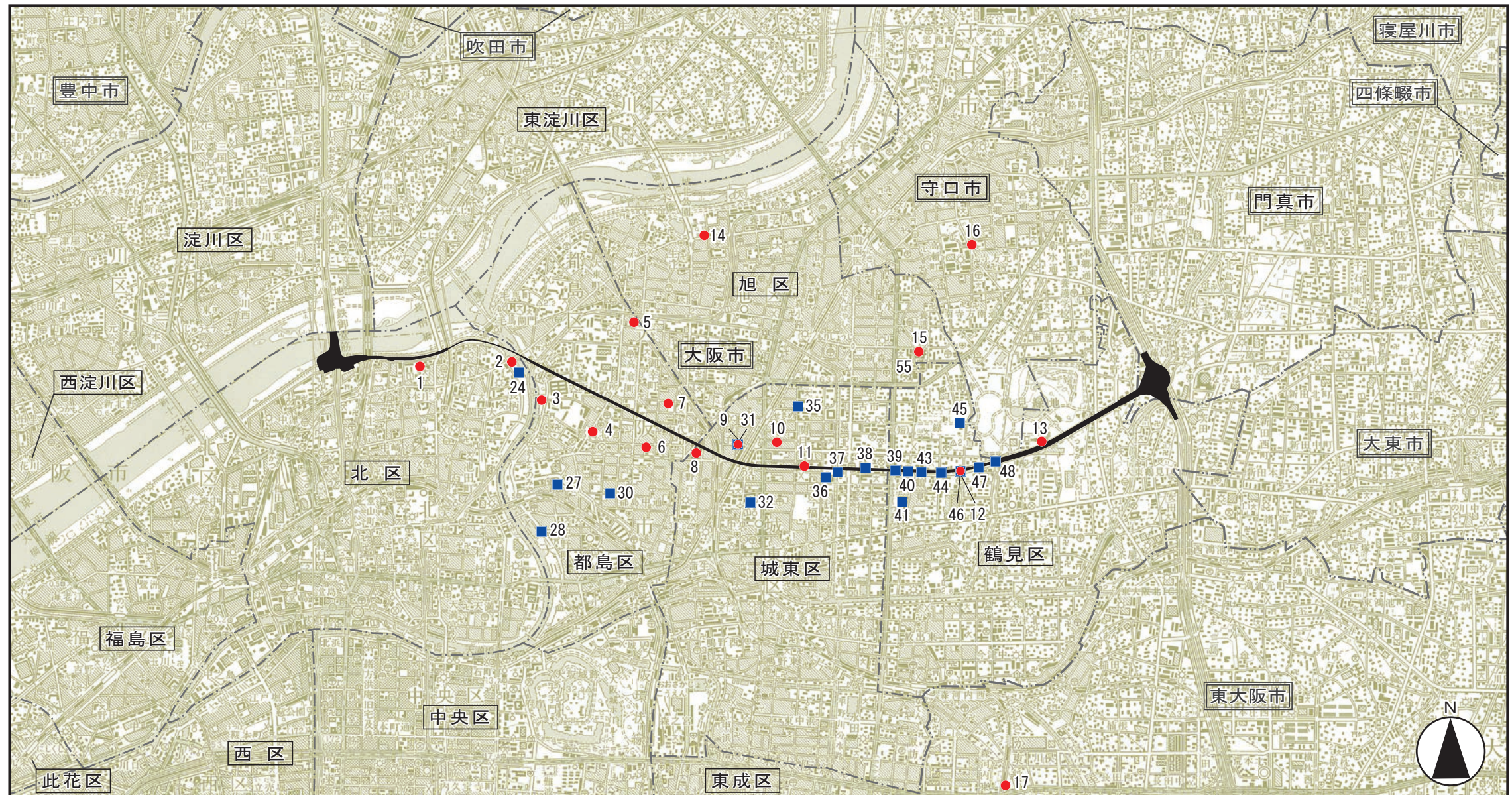


凡 例			
記号	番号	項目	備考
○	1, 2, 4, 5, 7, 8, 11, 13~17	地下水位の状況	現地調査
□	18~23, 25~27, 29, 30, 32~43, 45, 46, 49~59		既存資料調査



図名

図8-8-1 調査地点位置図
(地下水位の状況)



凡例

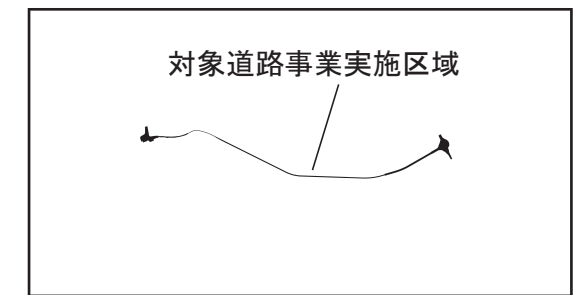
【現地調査：●】

項目	番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
地質調査		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
土質試験								○				○		○				○
透水試験		○	○		○			○			○		○				○	○
地下水の流向・流速		○	○					○			○		○	○	○			
地下水に係る環境基準項目		○	○					○			○		○					

【既存資料調査：■】

項目	番号	24	27	28	30	31	32	35	36	37	38	39	40	41	43	44	45	46	47	48
地質調査		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
土質試験			○		○	○			○			○						○		
透水試験		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

※既存資料調査では、「地下水の流向・流速」及び「地下水に係る環境基準項目」の調査は行っていません。



1000m 0 1 2km
Scale 1:50,000

図名

図8-8-2 調査地点位置図
(帯水層の地質・水理・水質の状況)

(b) 河川水位の状況

河川水位の状況については、表 8-8-7 に示す 13 地点（5 河川：淀川、大川、寝屋川、城北川、古川）における観測データ（平成 26 年 3 月～平成 27 年 2 月）の整理を行いました。

表 8-8-7 河川水位の調査地点

番号	河川名	テレメータ観測所名	所在地
1	淀川	堰上流	左岸 10.20k
2		堰下流	左岸 9.8k
3		福島	左岸 4.80k
4		枚方	左岸 25.90k
5	大川	大川口水門（外水位）	大阪市都島区友渚町 1 丁目
6	寝屋川	京橋	大阪市都島区片町 1 丁目
7		古堤橋	大阪市城東区今福南 3 丁目
8	城北川	南今福橋	大阪市城東区今福南 4 丁目
9		香蘭橋	大阪市旭区中宮 1 丁目
10		大川口水門（内水位）	大阪市都島区友渚町 1 丁目
11		葦橋	大阪市旭区新森 2 丁目
12	古川	徳庵橋（内水位）	大阪市鶴見区徳庵 2 丁目
13		桑才	門真市北島 849

b) 帯水層の地質・水理・水質の状況

(a) 帯水層の地質の状況

帯水層の地質の状況に関する調査地点は、表 8-8-5 及び表 8-8-6 に示すとおりです。また、調査地点の位置は、図 8-8-2 に示すとおりです。

(b) 帯水層の水理の状況

帯水層の水理の状況に関する調査地点は、表 8-8-5 及び表 8-8-6 に示すとおりです。また、調査地点の位置は、図 8-8-2 に示すとおりです。

なお、地下水の流向・流速については、表 8-8-8 に示す各調査地点に設置された観測孔（15 孔）において調査を行いました。

表 8-8-8 帯水層の水理の状況（地下水の流向・流速）に関する調査地点

番号	孔番	調査地点	地 先	ストレーナー 区間 (GL-m)
1	1-1	本庄小公園	大阪市北区本庄東 3 丁目	10.0～15.0
	1-2			4.0～8.0
2	2-1	毛馬出張所	大阪市北区長柄東 2 丁目	23.0～28.0
	2-2			4.0～8.0
7	7-1	内代公園	大阪市都島区内代町 3 丁目	23.0～28.0
	7-2			13.0～16.0
11	11-1	北大阪維持出張所	大阪市城東区関目 2 丁目	63.0～75.0
	11-2			42.0～45.0
	11-3			14.0～17.0
	11-4			9.0～11.0
13	13-1	鶴見緑地公園	大阪市鶴見区緑地公園 2	40.0～48.0
	13-2			19.0～25.0
14	14	城北公園	大阪市旭区生江 3 丁目	59.0～64.0
15	15-1	新森東公園	大阪市旭区新森 6 丁目	59.0～64.0
	15-2			16.0～21.0

(c) 帯水層の水質の状況

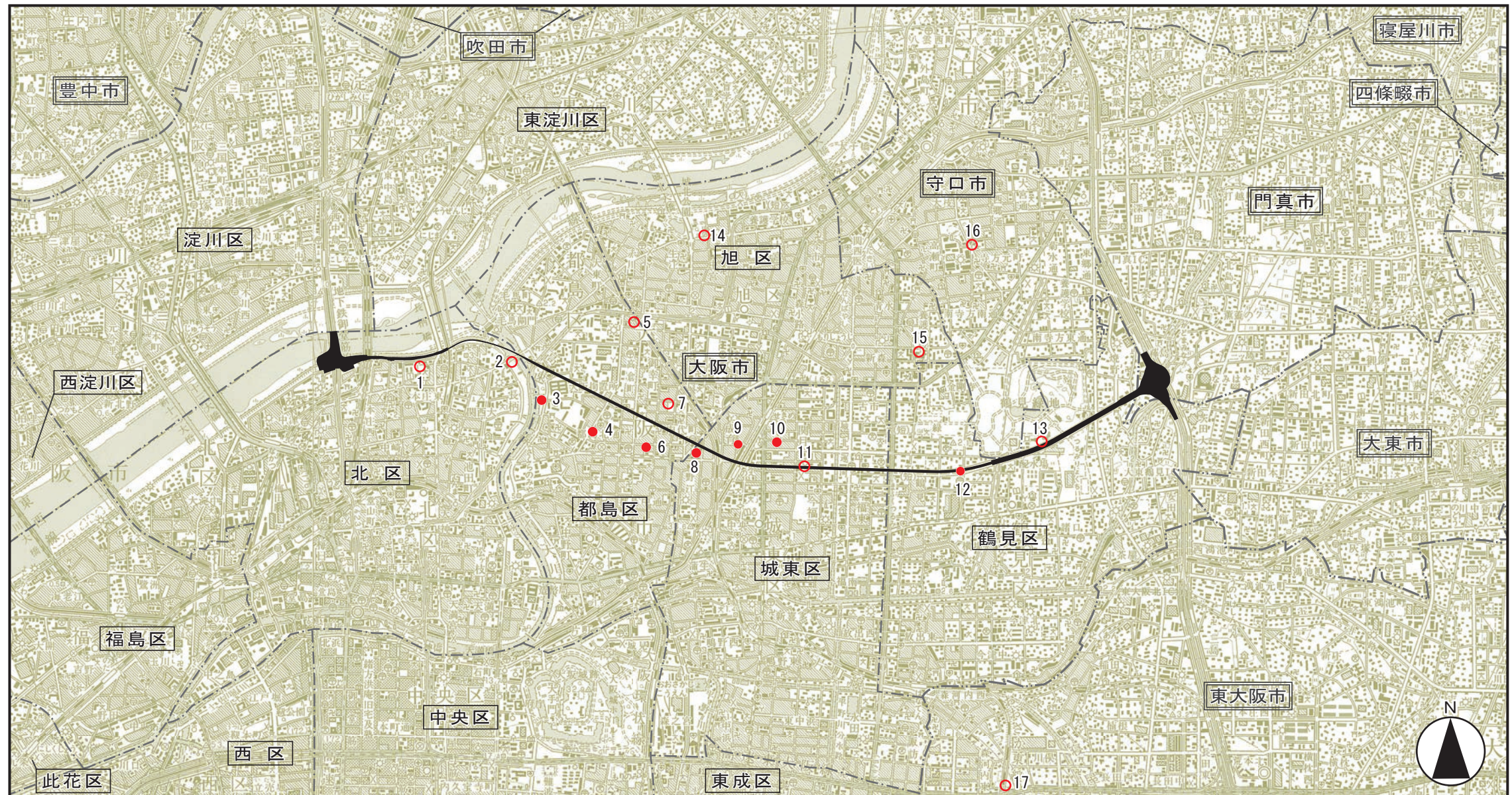
帯水層の水質の状況に関する調査地点は、表 8-8-5 及び表 8-8-6 に示すとおりです。また、調査地点の位置は、図 8-8-2 に示すとおりです。

(d) 地盤及び地下水の酸性化

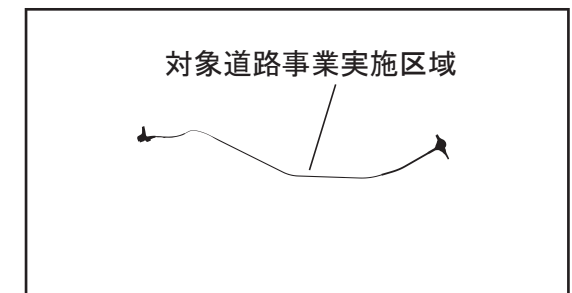
地盤及び地下水の酸性化に関する調査地点を表 8-8-9 及び図 8-8-3 に示します。

表 8-8-9 地盤及び地下水の酸性化に関する調査地点

番号	区市名	調査地点	地盤の酸性化	地下水の酸性化
1	北区	本庄小公園	-	○
2	北区	毛馬出張所	-	○
3	都島区	毛馬桜之宮公園	○	-
4	都島区	都島北通 1 丁目	○	-
5	都島区	高倉三公園	-	○
6	都島区	都島北通公園	○	-
7	都島区	内代公園	-	○
8	城東区	野江 4 丁目	○	-
9	城東区	成育 1 丁目	○	-
10	城東区	関目 1 丁目	○	-
11	城東区	北大阪維持出張所	-	○
12	鶴見区	鶴見 5 丁目	○	-
13	鶴見区	鶴見緑地公園	-	○
14	旭区	城北公園	-	○
15	旭区	新森東公園	-	○
16	守口市	大枝公園	-	○
17	東大阪市	布施公園	-	○
調査地点数			7 地点	10 地点



凡 例			
記号	番号	項目	備考
●	3, 4, 6, 8~10, 12	地盤の酸性化	現地調査
○	1, 2, 5, 7, 11, 13~17	地下水の酸性化	



図名 図8-8-3 調査地点位置図
(地盤及び地下水の酸性化)

c) 地下水の利用の状況

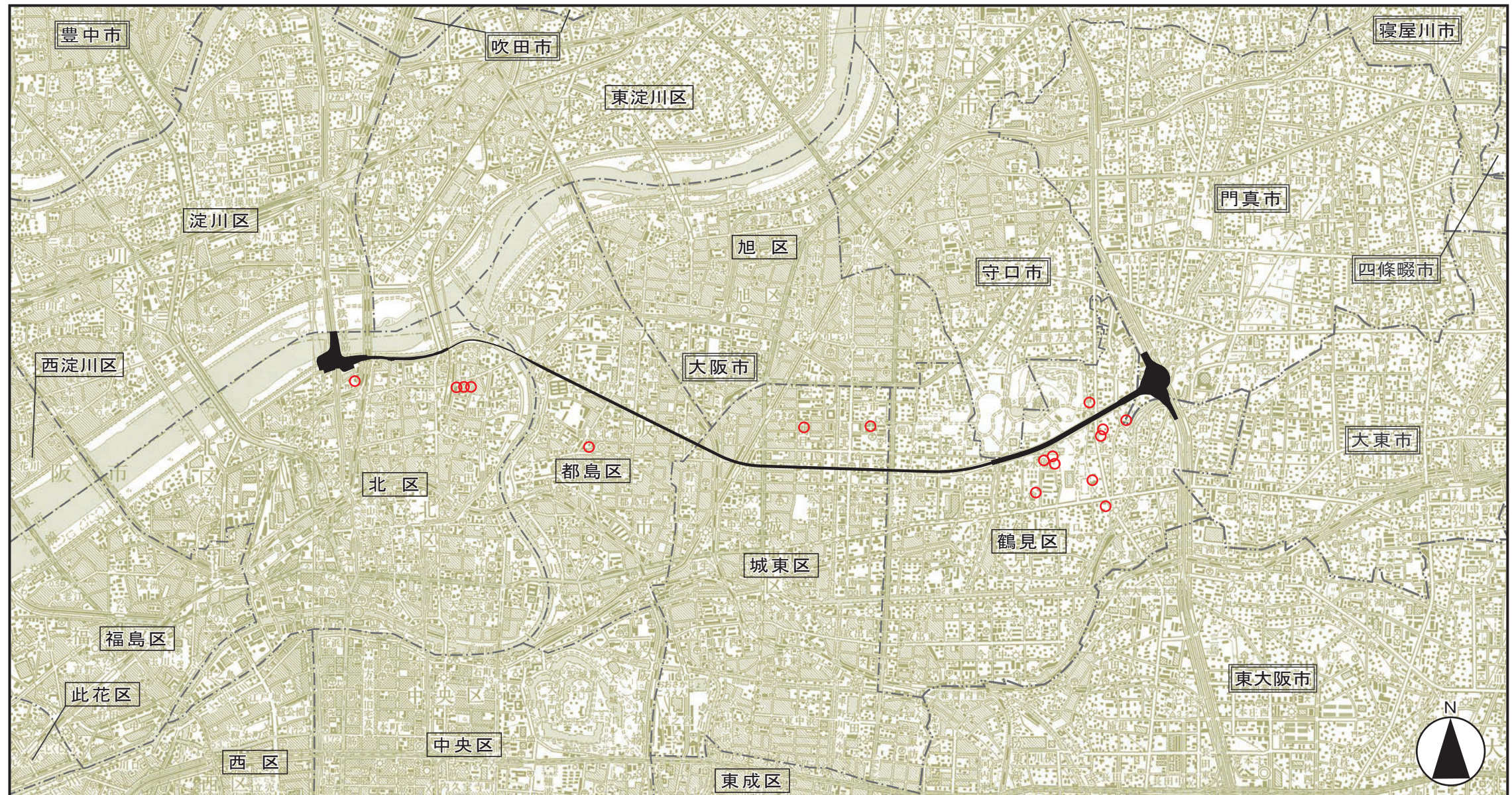
対象道路事業実施区域及びその周辺のうち、トンネル区間及び掘割区間付近には、農業用（水田、畑）及び業務用（風呂水、掃除等の雑用水等）の井戸が存在しています。

地下水の利用の状況として、地下水の利用施設数及び利用目的を表 8-8-10 に示します。

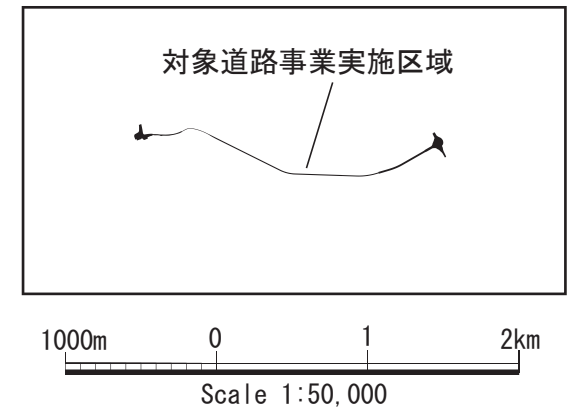
また、地下水の利用施設の分布状況を図 8-8-4 に示します。なお、守口市においては、地下水の利用施設が確認されていません。

表 8-8-10 地下水の利用施設数及び利用目的

区市名	地下水の利用施設数	地下水の利用目的		
		農業用	業務用	未使用
大阪市北区	4 箇所	—	4 箇所	—
大阪市都島区	1 箇所	—	1 箇所	—
大阪市城東区	2 箇所	—	1 箇所	1 箇所
大阪市鶴見区	9 箇所	9 箇所	—	—
守口市	0 箇所	—	—	—
門真市	1 箇所	1 箇所	—	—
計	17 箇所	10 箇所	6 箇所	1 箇所



凡 例	
記号	名 称
○	地下水の利用施設



図名

図8-8-4 調査地点位置図
(地下水の利用施設)

⑤ 調査期間等

現地調査の調査期間は、地下水位の状況等を適切に把握できる期間として、表 8-8-11 に示す期間に行いました。

表 8-8-11 現地調査期間

調査項目	調査内容	調査期間	備考
地下水位の状況	地下水位の経時変動 (地下水位観測調査)	平成 25 年 3 月～ 平成 27 年 2 月	自記式水位計 による連続観測
帯水層の地質・水理・ 水質の状況	帯水層の地質の状況 (地質調査、土質試験)	平成 24 年 11 月～ 平成 25 年 2 月	1 孔あたり 1 回
	帯水層の水理の状況 (透水試験)	平成 24 年 11 月～ 平成 25 年 2 月	1 孔あたり 1 回
	帯水層の水理の状況 (地下水の流向・流速)	平成 26 年 2 月	1 孔あたり 1 回
	帯水層の水質の状況 (地下水質調査)	平成 26 年 1 月	1 孔あたり 1 回
	地盤の酸性化 (土質試験：化学的試験)	平成 25 年 7 月～ 平成 26 年 3 月	1 孔あたり 1 回
	地下水の酸性化 (地下水質調査)	平成 25 年 9 月	1 孔あたり 1 回
地下水の利用の状況	地下水の利用施設	平成 25 年 9 月	1 孔あたり 1 回

(2) 調査の結果

① 地下水位等の状況

a) 地下水位の状況

地下水位の調査結果を表 8-8-12 に示します。

調査期間 1 年目と 2 年目における地下水の平均水位を比較した結果、年平均水位変動量は、最大で 0.2m 程度の状況となっていました。

なお、浅層地下水は、年間水位変動幅が約 0.4～1.0m（平均：約 0.7m）であり、地下水位は降雨に反応して上昇する傾向が見られました。深層地下水は、年間水位変動幅が約 0.4m～1.0m（平均：約 0.5m）であり、地下水位は夏季に低下し、冬季に上昇する傾向が見られました。地下水位の平均年間変動幅を表 8-8-13(1)～(2)に示します。

また、井戸からの揚水の影響を受けていると考えられる調査地点の年間水位変動幅は約 3.0m となっており、その他の調査地点と比較して水位変動が大きい状況でした。

表 8-8-12 地下水位の調査結果

番号	孔番	調査地点	ストレーナー 区間 (GL-m)	対 象 帯水層	平均水位 ^{注1)} (OP+m)		年平均水位 変動量(m)
					1 年目	2 年目	
1	1-1	本庄小公園	10.0～15.0	As	1.32	1.36	+0.04
	1-2		4.0～ 8.0	As	1.30	1.33	+0.03
2	2-1	毛馬出張所	23.0～28.0	As	1.44	1.51	+0.07
	2-2		4.0～ 8.0	As	1.33	1.40	+0.07
5	5-1	高倉三公園	77.0～81.0	Os	-2.61	-2.45	+0.16
7	7-1	内代公園	23.0～28.0	Dg	-2.56	-2.39	+0.17
	7-2		13.0～16.0	As	-1.91	-1.76	+0.15
11	11-1	北大阪維持出張所	63.0～75.0	Os	-3.78	-3.54	+0.24
	11-2		42.0～45.0	Os	-2.18	-2.13	+0.05
	11-3		14.0～17.0	Dg	-0.05	-0.03	+0.02
	11-4		9.0～11.0	As	0.89	0.90	+0.01
13	13-1	鶴見緑地公園	40.0～48.0	Os	-4.61	-4.38	+0.23
	13-2		19.0～25.0	Os	-2.97	-2.79	+0.18
14	14-1	城北公園	59.0～64.0	Os	-2.96	-2.77	+0.19
15	15-1	新森東公園	59.0～64.0	Os	-2.11	-2.10	+0.01
	15-2		16.0～21.0	Dg	0.04	0.04	+0.00
16	16-1	大枝公園	49.0～65.0	Os	-3.44	-3.45	-0.01
	16-2		9.0～14.0	Os	-1.58	-1.57	+0.01
	16-3		15.0～20.0	As	0.57	0.55	+0.02
17	17-1	布施公園	53.0～60.0	Os	-3.44	-3.24	+0.20
	17-2		32.0～35.0	Dg	-2.78	-2.38	+0.40 ^{注2)}
	17-3	隣接公園予定地	23.0～27.0	Dg	-1.96	-1.52	+0.44 ^{注2)}
	17-4		2.0～ 6.0	As	1.49	1.47	+0.02

注1) 地下水位の調査期間は、下記に示すとおりです。

1年目：平成25年3月～平成26年2月、2年目：平成26年3月～平成27年2月

注2) No. 17における調査結果は、1年目に長期の欠測期間が含まれているため誤差が大きくなっています。

注3) 対象帯水層の記号は、下記に示すとおりです。

As：沖積砂層、Dg：洪積砂礫層、Os：大阪層群砂層

表 8-8-13(1) 地下水位の平均年間変動幅（浅層地下水）

番号	孔番	調査地点	ストレーナー 区間 (GL-m)	対 象 帯水層	地下水位の年間変動幅(m)		
					1年目	2年目	平均
1	1-1	本庄小公園	10.0～15.0	As	0.70	0.68	0.69
	1-2		4.0～ 8.0	As	0.72	0.67	0.70
2	2-1	毛馬出張所	23.0～28.0	As	1.08	0.91	1.00
	2-2		4.0～ 8.0	As	1.14	0.90	1.02
7	7-2	内代公園	13.0～16.0	As	0.41	0.38	0.40
11	11-4	北大阪維持出張所	9.0～11.0	As	0.43	0.44	0.44
16	16-3	大枝公園	15.0～20.0	As	1.00	0.88	0.94
17	17-4	布施公園 隣接公園予定地	2.0～ 6.0	As	0.45	0.39	0.42
平均年間変動幅							0.70

注1) 地下水位の調査期間は、下記に示すとおりです。

1年目：平成25年3月～平成26年2月、2年目：平成26年3月～平成27年2月

注2) 対象帯水層の記号は、下記に示すとおりです。

As：沖積砂層

表 8-8-13(2) 地下水位の平均年間変動幅（深層地下水）

番号	孔番	調査地点	ストレーナー 区間 (GL-m)	対 象 帯水層	地下水位の年間変動幅(m)		
					1年目	2年目	平均
5	5-1	高倉三公園	77.0～81.0	Os	0.50	0.46	0.48
7	7-1	内代公園	23.0～28.0	Dg	0.38	0.37	0.38
11	11-1	北大阪維持出張所	63.0～75.0	Os	0.60	0.50	0.55
	11-2		42.0～45.0	Os	0.64	0.45	0.55
	11-3		14.0～17.0	Dg	0.37	0.43	0.40
13	13-1	鶴見緑地公園	40.0～48.0	Os	(3.26)	(3.14)	(3.20)
	13-2		19.0～25.0	Os	1.01	0.83	0.92
14	14-2	城北公園	59.0～64.0	Os	0.76	0.37	0.57
15	15-1	新森東公園	59.0～64.0	Os	0.39	0.56	0.48
	15-2		16.0～21.0	Dg	0.46	0.42	0.44
16	16-1	大枝公園	49.0～65.0	Os	0.44	0.58	0.51
	16-2		9.0～14.0	Os	0.47	0.42	0.45
17	17-1	布施公園 隣接公園予定地	53.0～60.0	Os	1.09	0.79	0.94
	17-2		32.0～35.0	Dg	(0.80)	0.64	(0.72)
	17-3		23.0～27.0	Dg	(0.76)	0.71	(0.74)
平均年間変動幅							0.55

注1) 地下水位の調査期間は、下記に示すとおりです。

1年目：平成25年3月～平成26年2月、2年目：平成26年3月～平成27年2月

注2) 対象帯水層の記号は、下記に示すとおりです。

Dg：洪積砂礫層、Os：大阪層群砂層

注3) () 書きの調査結果については、年間平均変動幅に計数していません。

- ・No. 13-1：周辺井戸における揚水の影響を受けているため変動幅が大きくなっています。
- ・No. 17-2, 3：1年目に長期の欠測期間が含まれているため誤差が大きくなっています。

b) 河川水位の状況

調査地域及びその周辺における河川水位観測結果を表 8-8-14 に示します。

河川の年間水位変動幅は、淀川が約 1.6～5.9m(平均：約 3.5m)、大川及び寝屋川水系の河川(寝屋川、城北川、古川)が約 2.0～3.2m(平均：約 2.4m)の状況となっていました。

なお、淀川の淀川大堰より下流側、大川及び寝屋川水系の河川については、大阪湾の潮位変動の影響を受けており、約 1.0m の日水位変動が見られました。

表 8-8-14 河川水位観測結果

番号	河川名	テレメータ観測所名	観測期間 平均水位 (OP+m)	観測期間 最高水位 (OP+m)	観測期間 最低水位 (OP+m)	変動幅 (m)
1	淀川	堰上流	3.000	4.340	2.710	1.630
2		堰下流	1.629	4.330	0.270	4.060
3		福島	1.580	2.940	0.510	2.430
4		枚方	3.270	8.780	2.848	5.932
5	大川	大川口水門(外水位)	1.716	2.850	0.570	2.280
6	寝屋川	京橋	1.665	2.850	0.510	2.340
7		古堤橋	1.592	3.550	0.400	3.150
8	城北川	南今福橋	1.664	3.030	0.490	2.540
9		香蘭橋	1.673	2.780	0.500	2.280
10		大川口水門(内水位)	1.677	2.760	0.530	2.230
11		葦橋	1.660	2.950	0.480	2.470
12	古川	徳庵橋	1.551	2.930	0.390	2.540
13		桑才	1.617	2.960	0.890	2.070

注) 観測期間：平成26年3月～平成27年2月

② 帯水層の地質・水理・水質の状況

a) 帯水層の地質の状況

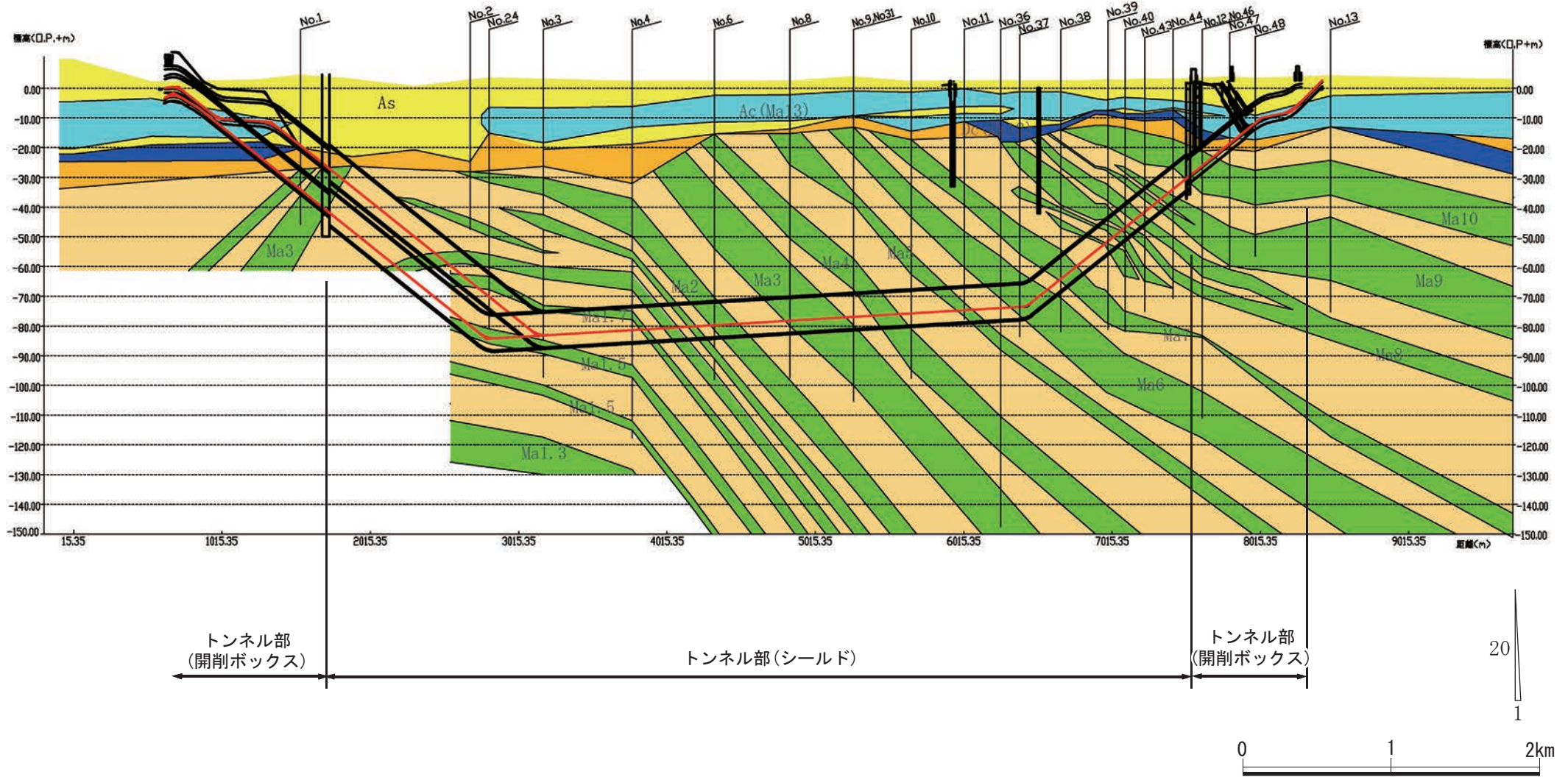
帯水層の地質の状況について、各地層の地盤性状を表 8-8-15 に示します。また、地質断面図を図 8-8-5 に示します。

対象道路のトンネル区間のうち開削区間（豊崎地区及び鶴見地区）については、主に沖積層～上部洪積層が分布しています。沖積層は完新世に形成された新しい地層であり、礫・砂、粘土・シルトで構成され、N 値が小さい軟弱地盤となっています。当該層の下には上部洪積層が分布し、砂礫優勢層である第 1 洪積砂礫層、第 2 洪積砂礫層と洪積粘性土層（Ma12 層、Ma11 層）で構成されています。上部洪積層の砂質土は締まった地層であり、粘性土は沖積層の粘性土と比較して硬い地層となっています。

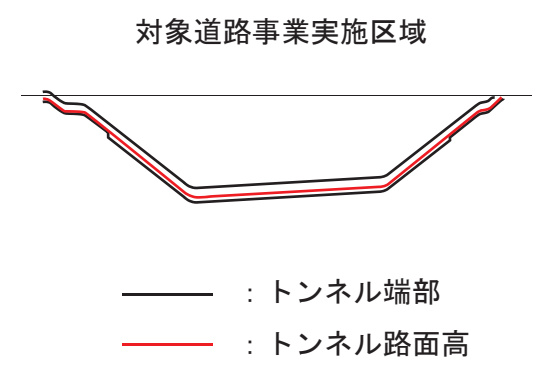
対象道路のトンネル区間のうち、シールド区間については、主に大阪層群が分布しています。大阪層群は大阪平野に分布する第三紀鮮新世～第四紀中期更新世の地層であり、主に粘土・シルト、砂・礫で構成される互層状の地層となっています。大阪層群内の粘性土層は硬質な海成粘土で、下位より Ma-1、Ma0、Ma1…Ma10（Ma:marine clay の略）として区分されます。また、大阪層群内の砂・礫層は N 値が大きい締まった地層となっています。なお、調査地域の大阪層群は全体的に東へ緩く傾斜しています。

表 8-8-15 各地層の地盤性状

地質時代		地層名	土質名	地質記号	層相	N値	
第四紀	完新世	沖積層	砂質土	As	緩い砂	5 以下	
			粘性土	Ac	軟質な粘性土	5 以下	
	更新世	後期	第一洪積砂礫層	礫質土	Dg1	締まった砂礫	20～50
			Ma12 層	粘性土	Dc	硬質な粘性土	5～15
			第二洪積砂礫層	礫質土	Dg2	締まった砂礫	20～50 以上
		中期	Ma11 層	粘性土	Dc	硬質な粘性土	10～20
			上部洪積層 及び大阪層群	砂質土	Os	締まった砂	40～50 以上
				粘性土	Ma/Oc	硬質な粘性土	10～40
第三紀	鮮新世						



		凡 例			
地質時代	地層名	土質名	地質記号	層相	
第四紀	完新世	沖積層	砂質土	As	緩い砂
			粘性土	Ac	軟質な粘性土
	後期	第一洪積砂礫層	礫質土	Dg1	締まった砂礫
		Ma12層	粘性土	Dc	硬質な粘性土
		第二洪積砂礫層	礫質土	Dg2	締まった砂礫
	中期	Ma11層	粘性土	Dc	硬質な粘性土
		上部洪積層 及び大阪層群	砂質土	Os	締まった砂
粘性土	Ma/Oc		硬質な粘性土		
第三紀	鮮新世				



図名 図8-8-5 地質断面図

b) 帯水層の水理の状況

帯水層の水理の状況について、地下水の流向・流速の調査結果を表 8-8-16 に示します。また、地下水水位分布図を図 8-8-6 に示します。

(a) 浅層地下水

<豊崎地区（開削区間）>

浅層地下水は、沖積層内の砂層 (As) に存在しています。また、地下水の平均流向は、南南西、南西、西南西又は西北西となっています。

<シールド区間～鶴見地区（開削区間）>

浅層地下水は、沖積層内の砂層 (As) に存在しています。また、地下水の平均流向は、南西又は西となっています。

(b) 深層地下水

<豊崎地区（開削区間）>

深層地下水は、上部洪積層内の砂礫層 (Dg)、大阪層群層内の砂層 (Os) に存在しています。また、地下水の平均流向は、南南東又は南西となっています。

<シールド区間>

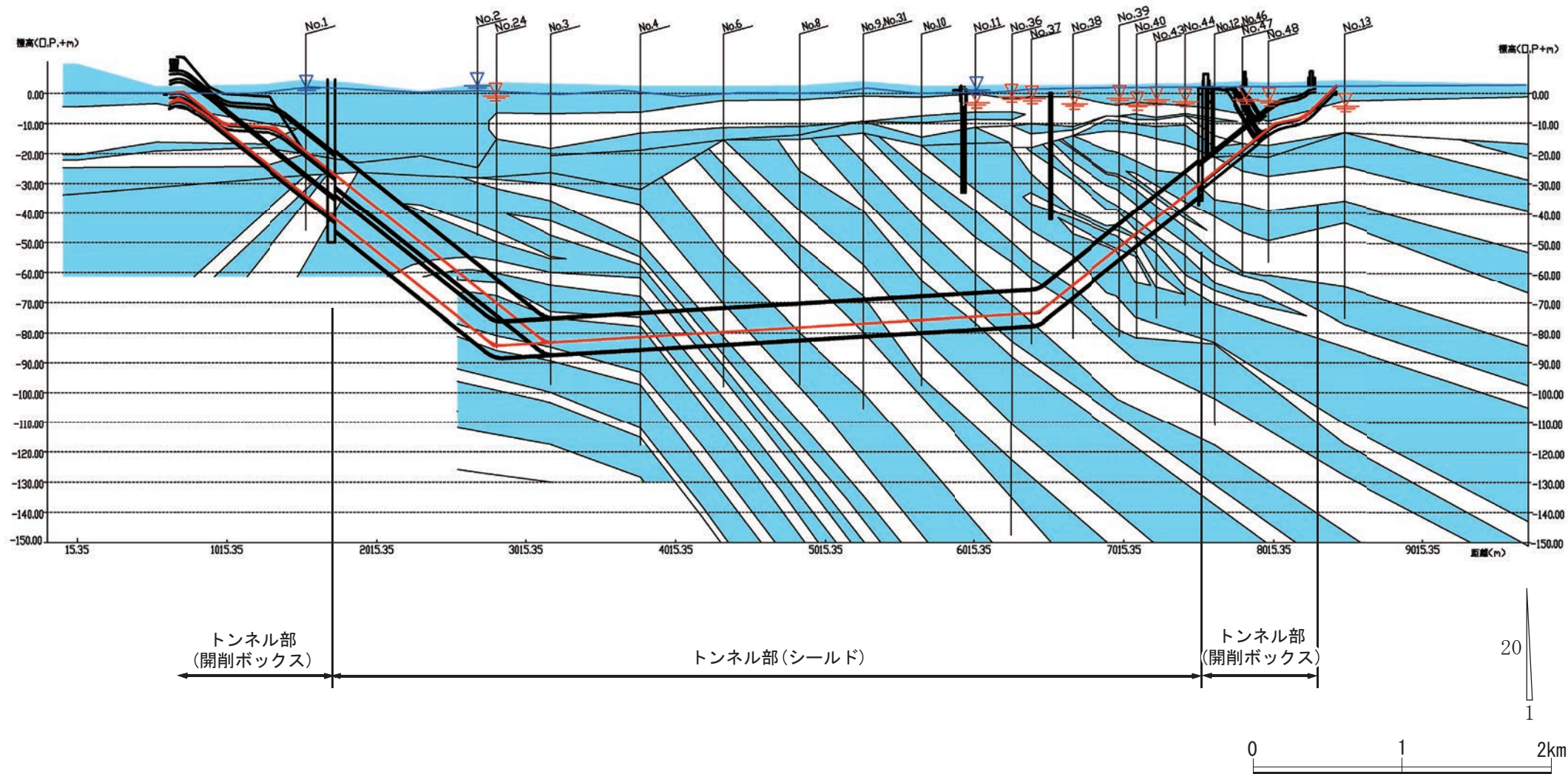
深層地下水は、上部洪積層内の砂礫層 (Dg)、大阪層群層内の砂層 (Os) に存在しています。また、地下水の平均流向は、南南東、南西又は西となっています。

<鶴見地区（開削区間）>

深層地下水は、上部洪積層内の砂礫層 (Dg)、大阪層群層内の砂層 (Os) に存在しています。また、地下水の平均流向は、北東、東、南南東又は西北西となっています。

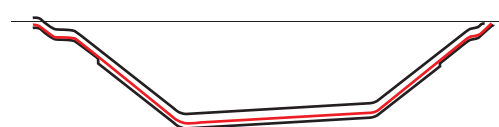
表 8-8-16 地下水の流向・流速の調査結果

番号	孔番	調査地点	ストレーナー区間 (GL-m)	観測深度 (GL-m)	平均流向 (16 方位)	平均流速 (cm/min)	地下水区分	区間
1	1-1	本庄小公園	10.0～15.0	12.3	南南西	0.009	浅層	豊崎地区 (開削区間)
	1-2		4.0～8.0	4.1	南西	0.019		
2	2-1	毛馬出張所	23.0～28.0	25.5	西北西	0.008		
	2-2		4.0～8.0	4.5	西南西	0.015		
7	7-1	内代公園	23.0～28.0	25.5	南南東	0.168	深層	シールド 区間
	7-2		13.0～16.0	14.5	西	0.014	浅層	
11	11-1	北大阪維持出張所	63.0～75.0	64.3	南西	0.044	深層	
	11-2		42.0～45.0	43.0	南南東	0.387		
	11-3		14.0～17.0	15.0	南南東	0.041	浅層	
	11-4		9.0～11.0	10.0	南西	0.004		
13	13-1	鶴見緑地公園	40.0～48.0	42.5	西北西	0.013	深層	鶴見地区 (開削区間)
	13-2		19.0～25.0	21.5	南南東	0.006		
14	14	城北公園	59.0～64.0	61.5	北東	0.029		
15	15-1	新森東公園	59.0～64.0	61.5	南南東	0.012		
	15-2		16.0～21.0	17.5	東	0.010		



凡 例	
記号	名 称
	浅層地下水の帯水層
	深層地下水の帯水層
	浅層地下水位
	深層地下水位

対象道路事業実施区域



— : トンネル端部
 — : トンネル路面高

図名

図8-8-6 地下水位分布図

c) 地盤及び地下水の酸性化

地盤の酸性化に関する調査結果を表 8-8-17 に示します。また、地下水の酸性化に関する調査結果を表 8-8-18 に示します。

地盤及び地下水の酸性化に関する調査結果は以下に示すとおりです。

- 地盤の酸性度を示す pH(H₂O) 試験では、強酸性を示す 3 未満の地点はありませんでした。
- 地盤に含まれる硫化物を強制的に酸化させた時の地盤の酸性度を示す pH(H₂O₂) 試験では、強酸性を示す 3 未満の地点が 7 箇所のうち 4 箇所あり、潜在的な酸性傾向が認められました。
- 地下水の酸性度を示す pH 試験では、強酸性を示す 3 未満の地点はありませんでした。

表 8-8-17 地盤の酸性化に関する試験結果

番号	採取位置 G. L. (m)	地層名	pH (H ₂ O)	pH (H ₂ O ₂)	硫酸塩 (mg/g)	二価鉄 (mg/kg)	酸化還元 電位 (mv)	過マンガン酸 カリウム 消費量 (mg/g)
3	GL-65.50~65.70m	Oc	8.0	2.0	17.0	49,000	113	4.0
	GL-68.50~68.70m	Os	7.7	2.2	9.0	5,800	342	<1
4	GL-35.38~36.00m	Os	8.7	6.2	0.03	570	241	0.5
	GL-46.50~47.00m	Ma2	9.4	2.4	<0.01	9,300	355	5.7
	GL-52.45~53.00m	Os	9.3	6.3	0.01	1,000	439	0.9
	GL-58.50~59.00m	Oc	9.1	2.2	0.01	6,400	397	4.3
	GL-62.34~63.00m	Os	9.4	8.7	0.01	2,200	428	0.9
	GL-66.50~67.00m	Oc	9.6	7.3	0.03	5,800	405	8.3
	GL-74.38~75.00m	Os	9.3	7.2	0.01	4,700	438	1.8
	GL-79.50~80.00m	Ma1.7	9.2	3.1	0.02	14,000	388	8.5
	GL-86.27~87.00m	Os	9.6	6.7	0.01	4,100	258	0.8
GL-99.00~99.50m	Ma1.5	9.5	2.2	0.12	2,000	244	8.3	
6	GL-74.50~74.70m	Ma2	9.3	5.5	2.0	36,000	11	4.0
	GL-85.20~85.40m	Os	9.2	3.5	5.0	19,000	111	<2
8	GL-78.55~78.85m	Ma3	9.2	5.9	0.11	42,000	278	7.8
	GL-82.55~82.85m	Os	9.9	5	0.04	430	286	1.5
9	GL-21.20~21.40m	Ma6	9.0	2.4	0.02	7,200	324	6.7
	GL-36.30~36.50m	Ds	9.3	6.4	0.1	110	344	0.6
	GL-40.60~40.80m	Ma5	9.4	2.0	0.07	8,400	332	8.7
	GL-48.30~48.50m	Ds	9.2	6.1	0.03	190	343	0.7
	GL-55.40~55.60m	Ma4	9.7	8.6	0.01	7,300	329	1.5
	GL-60.00~60.20m	Ds	9.4	6.4	0.05	310	337	1.2
	GL-65.50~65.70m	Ma4	9.3	6.8	0.08	11,000	351	4.3
	GL-75.70~75.90m	Ds	9.5	6.2	0.08	630	379	0.5
GL-88.00~88.20m	Ma3	9.5	7.0	0.13	13,000	367	7.9	
10	GL-72.60~72.90m	Os	9.7	3.8	0.07	370	302	1.9
	GL-85.60~85.90m	Ma4	9.0	6.8	0.07	5,800	296	4.2
12	GL-19.80~20.00m	Ma12	8.3	1.9	0.41	4,400	393	21.0
	GL-23.30~23.50m	Dg	9.0	6.1	0.01	3,100	404	0.5
	GL-30.30~30.50m	Ma10	9.4	2.7	0.21	10,000	384	16.0
	GL-42.80~43.00m	Dg	9.0	6.0	0.03	1,100	413	0.6
	GL-49.80~50.00m	Ma9	9.1	2.5	0.01	9,700	383	16.2
	GL-58.80~59.00m	Os	9.0	2.7	0.04	1,400	405	2.3
	GL-63.80~64.00m	Ma8	8.8	2.2	0.07	6,700	375	16.2
	GL-68.80~69.00m	Os	8.3	2.9	0.18	6,900	428	7.7
	GL-72.80~73.00m	Ma8	9.0	6.6	0.08	3,800	402	6.9
	GL-80.00~80.20m	Os	9.2	8.2	0.06	3,800	447	1.4
	GL-87.80~88.00m	Ma7	8.5	6.5	0.03	1,600	386	1.0
	GL-95.80~96.00m	Os	8.9	4.2	0.01	470	414	1.0
GL-108.00~108.20m	Ma6	8.6	2.1	0.31	6,700	399	17.2	

表 8-8-18 地下水の酸性化に関する試験結果

調査地点	ストレーナー 深度 (GL- m)	帯水層	水温 °C	pH	EC	硫酸イオン	溶存酸素	酸化還元電位	硫化物イオン	
					mS/m	mg/L	mg/L	mV	mg/L	
1	1-1	10.0~15.0	As	20.1	<u>8.9</u>	<u>73.1</u>	89.1	<u>2.7</u>	330	0.1 未満
	1-2	4.0~8.0	As	23.0	6.9	<u>70.5</u>	38.4	<u>4.5</u>	330	0.1 未満
2	2-1	23.0~28.0	As	16.7	7.1	19.1	14.1	5.7	349	0.1 未満
	2-2	4.0~8.0	As	22.0	7.0	<u>56.8</u>	37.8	5.2	335	0.1 未満
5	5-1	77.0~81.0	Os	20.8	7.2	<u>41.0</u>	0.2	<u>0.5 未満</u>	282	0.1 未満
7	7-1	23.0~28.0	Dg	20.2	7.6	<u>67.3</u>	37.8	<u>0.9</u>	334	0.1 未満
	7-2	13.0~16.0	As	21.4	8.0	<u>78.8</u>	1.7	<u>0.5 未満</u>	329	0.1 未満
11	11-1	63.0~75.0	Os	21.7	7.4	<u>36.7</u>	0.1 未満	<u>0.5 未満</u>	277	0.1 未満
	11-2	42.0~45.0	Os	22.6	7.6	<u>64.9</u>	18.0	<u>1.3</u>	255	0.1 未満
	11-3	14.0~17.0	Dg	21.7	7.0	<u>74.8</u>	76.9	<u>0.5 未満</u>	269	0.1 未満
	11-4	9.0~11.0	As	20.9	7.2	<u>66.7</u>	40.4	<u>0.5 未満</u>	265	0.1 未満
13	13-1	40.0~48.0	Os	19.3	7.2	<u>116.0</u>	<u>283.0</u>	<u>1.7</u>	376	0.1 未満
	13-2	19.0~25.0	Dg	20.1	7.4	<u>83.6</u>	20.3	<u>1.9</u>	290	0.1 未満
14	14-1	59.0~64.0	Os	19.2	7.7	<u>41.1</u>	1.4	<u>0.7</u>	319	0.1 未満
15	15-1	59.0~64.0	Os	22.0	7.4	<u>79.8</u>	48.4	<u>0.6</u>	305	0.1 未満
	15-2	16.0~21.0	Dg	19.5	6.5	<u>72.7</u>	<u>215.0</u>	<u>0.5 未満</u>	304	0.1 未満
16	16-1	49.0~65.0	Os	20.2	8.2	<u>61.0</u>	54.2	<u>0.5</u>	256	0.1 未満
	16-2	9~14, 15~20	Dg	19.9	7.1	<u>65.4</u>	57.7	<u>0.7</u>	277	0.1 未満
	16-3	2.0~6.0	As	23.8	7.0	<u>58.4</u>	30.2	<u>0.9</u>	291	0.1 未満
17	17-1	53.0~60.0	Os	20.7	7.9	<u>57.4</u>	17.1	<u>3.9</u>	259	0.1 未満
	17-2	32.0~35.0	Dg	21.0	7.2	<u>61.2</u>	0.1 未満	<u>0.5 未満</u>	279	0.1 未満
	17-3	23.0~27.0	Dg	21.3	6.9	<u>66.0</u>	1.6	<u>0.8</u>	286	0.1 未満
	17-4	2.0~6.0	As	22.5	7.2	<u>30.9</u>	30.3	<u>2.8</u>	291	0.1 未満
最大値				23.8	8.9	116.0	283.0	5.7	376	0.1 未満
最小値				16.7	6.5	19.1	0.2	0.5	255	0.1 未満

注) 上表中、下線の付いた値は、下記の判定基準から外れていることを示します。

・水道水質基準

pH : 5.8~8.6

・農業（水稻）用水基準

pH : 6.0~7.5、EC : 30 mS/m 以下、溶存酸素 : 5mg/L 以上

d) 帯水層の水質の状況

帯水層の水質調査結果（環境基準項目）を表 8-8-19 に示します。

調査の結果、地下水の環境基準項目（28 項目）のうち、砒素、塩化ビニルモノマー、1,2-ジクロロエチレン、ベンゼン、鉛について環境基準を超過する調査地点がありました。

表 8-8-19 水質調査結果（環境基準項目）

番号	孔番	調査地点	ストレーナー 区間 (GL-m)	調査結果
1	1-1	本庄小公園	10.0~15.0	砒素、塩化ビニルモノマー、1,2-ジクロロエチレン、ベンゼンについて環境基準を超過。
	1-2		4.0~8.0	砒素について環境基準を超過。
2	2-1	毛馬出張所	23.0~28.0	すべての項目で基準を満足。
	2-2		4.0~8.0	すべての項目で基準を満足。
7	7-1	内代公園	23.0~28.0	塩化ビニルモノマーについて環境基準を超過。
	7-2		13.0~16.0	すべての項目で基準を満足。
11	11-1	北大阪維持出張所	63.0~75.0	すべての項目で基準を満足。
	11-2		42.0~45.0	鉛について環境基準を超過。
	11-3		14.0~17.0	塩化ビニルモノマーについて環境基準を超過。
	11-4		9.0~11.0	すべての項目で基準を満足。
13	13-1	鶴見緑地公園	40.0~48.0	塩化ビニルモノマー、1,2-ジクロロエチレンについて環境基準を超過。
	13-2		19.0~25.0	すべての項目で基準を満足。

注) 地下水の水質汚濁に係る環境基準は以下のとおりです。

砒素：0.01mg/l、塩化ビニルモノマー：0.002mg/l、1,2-ジクロロエチレン：0.04mg/l、

ベンゼン：0.01mg/l、鉛：0.01mg/l

③ 地下水の利用の状況

対象道路事業実施区域及びその周辺のうち、トンネル区間及び掘割区間付近には、農業用及び業務用の井戸が存在しています。井戸の分布を表 8-8-20 に示します。

また、各井戸の水質の状況を表 8-8-21 に示します。

表 8-8-20 井戸調査結果（分布）

区市名	農業用井戸	業務用井戸	未使用井戸
大阪市北区	0	4	0
大阪市都島区	0	1	0
大阪市城東区	0	1	1
大阪市鶴見区	9	0	0
守口市	0	0	0
門真市	1	0	0
計	10	6	1

表 8-8-21 井戸調査結果（水質）

区市名	利用目的	井戸深度	井戸水位		水温 (°C)	EC (mS/m)	pH
		(GL-m)	(GL-m)	(OP+m)			
大阪市北区	業務用	600~700	—	—	33.0	240.0	7.4
	業務用	400	34.7	-30.2	—	—	—
	業務用	100~120	10.1	-5.6	—	—	—
	業務用	102	(5.0)	(-2.2)	19.5	82.8	7.4
大阪市都島区	業務用	20~30	—	—	21.5	62.1	7.4
大阪市城東区	業務用	100	6.1	-3.6	—	—	—
	未使用	153	(8.2)	(-8.0)	—	—	—
大阪市鶴見区	農業用	63	7.3	-4.4	16.0	249.0	7.4
	農業用	60	—	—	15.5	105	7.6
	農業用	60	—	—	16.6	187	6.9
	農業用	62	7.0	-4.7	—	—	—
	農業用	73	5.4	-3.0	18.1	140	7.2
	農業用	50	8.2	-6.1	17.5	101	7.1
	農業用	69	6.0	-3.6	17.5	136	7.0
	農業用	60	6.0	-3.8	18.5	98.2	7.0
門真市	農業用	70	—	—	—	—	—

2) 予測

(1) 予測の手法

① 予測手法

a) 予測手順

切土工等及び道路（掘割式、地下式）の存在に係る地下水の予測は、地下水位の変動量を図8-8-7に示す手順に従って、三次元浸透流解析と呼ばれる数値シミュレーションにより行いました。

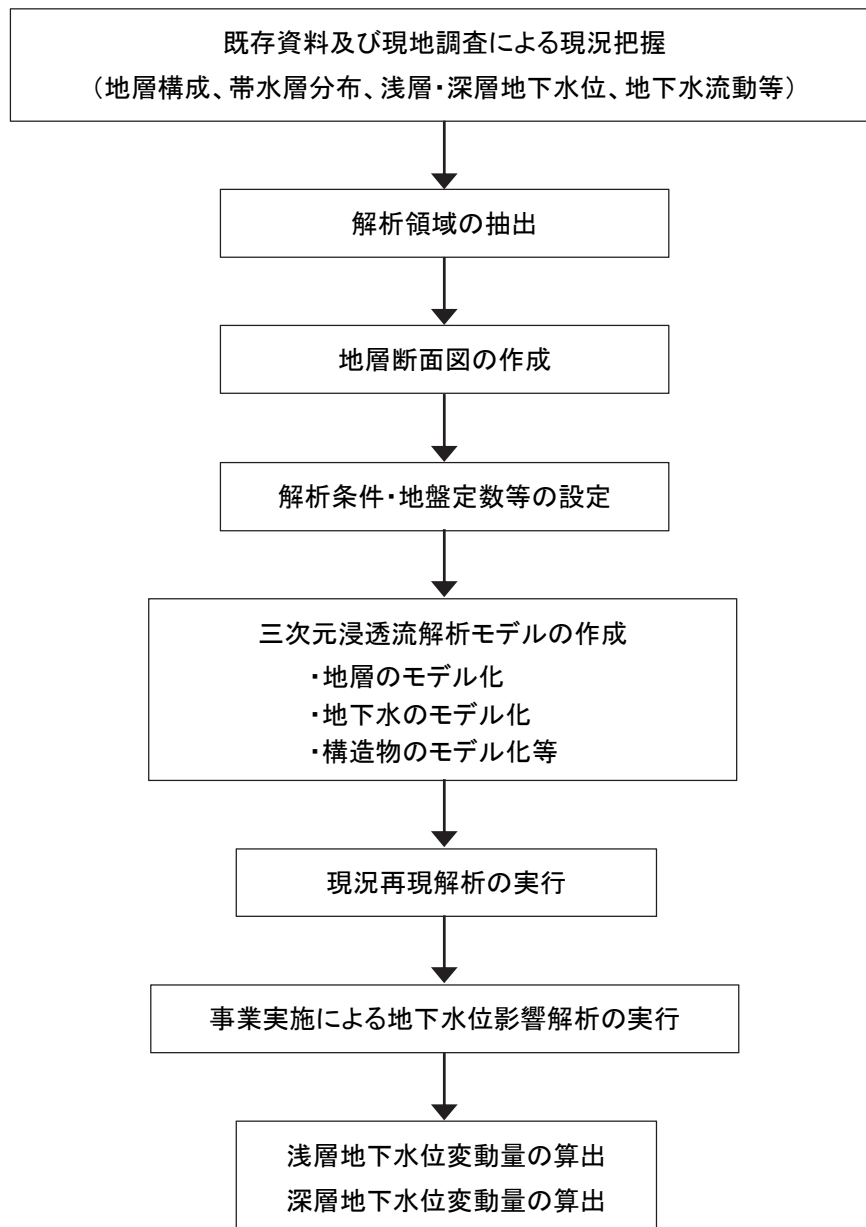


図 8-8-7 数値シミュレーションによる地下水位の予測手順

b) 予測手法の概要

対象道路及びその周辺における土地利用は、大部分が市街地となっており、淀川等の河川以外に地表水はほとんど見られません。このため、対象道路及びその周辺における地下水位に及ぼす影響（水位変動量）の予測は、淀川等の河川を涵養源の一部とした地下水の流動に着目し、「不飽和一飽和三次元地下水流動モデル」による三次元浸透流解析により行いました。「不飽和一飽和三次元地下水流動モデル」では、以下の浸透に関する基本方程式を有限要素法により離散化することにより、地下水の流動を数値解析しています。

また、地下水の水質に及ぼす影響の予測は、調査結果を基に定性的な予測を行いました。

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial x} \left[K_r K_{xx}^s \frac{\partial \varphi}{\partial x} + K_r K_{xy}^s \frac{\partial \varphi}{\partial y} + K_r K_{xz}^s \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} + 1 \right) \right] \\ & + \frac{\partial}{\partial y} \left[K_r K_{yx}^s \frac{\partial \varphi}{\partial x} + K_r K_{yy}^s \frac{\partial \varphi}{\partial y} + K_r K_{yz}^s \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} + 1 \right) \right] \\ & + \frac{\partial}{\partial z} \left[K_r K_{zx}^s \frac{\partial \varphi}{\partial x} + K_r K_{zy}^s \frac{\partial \varphi}{\partial y} + K_r K_{zz}^s \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} + 1 \right) \right] + q = (\beta S_s + C) \frac{\partial \varphi}{\partial t} \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

ここで、 K_{ij}^s は飽和透水係数、 K_r は比透水係数、 q は単位体積あたりのシンク/ソース流量、 S_s は比貯留係数、 $C \equiv d\theta/d\varphi$ は比水分量、 t は時間です。ただし、定常解析では $t = \infty$ であるので、(1)の右辺項は0です。

また、 $\beta = \{0: \text{不飽和領域}, 1: \text{飽和領域}\}$ です。

(1)式はあくまでも1つの微小要素内での釣合いを考慮したものであるため、微小でない大きさの有限要素にわたって釣合い関係の評価するためには、要素内での水頭分布を近似する必要があります、この水頭近似には内挿関数が用いられます。内挿関数は、以下のように表されます。

$$\varphi^N(x, y, z, t) = \sum_{i=1}^N N_i(x, y, z, t) \varphi_i(t) \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $\varphi_i(t)$ は、多角形頂点（節点）上の水頭、 N_i は各節点に対応した要素内の内挿関数、 φ^N は内挿近似水頭を示します。また、内挿関数の特徴を以下に示します。

- ・任意点での関数値の総和は1です。
- $$\sum_{i=1}^N N_i(x, y, z) = 1$$
- ・節点 i 上での内挿関数 N_i は1、それ以外の関数値は0です。

以上より、水頭分布を内挿関数で近似したため、実際の水頭分布と幾ばくかの差異が生じます。言い換えると、支配方程式 $L(\varphi(x, y, z, t)) = 0$ に内挿近似関数 φ^N を導入すると、残差があることから、以下の(3)式のように式値は0とはなりません。

$$L(\varphi^N(x, y, z, t)) \neq 0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\begin{aligned} L(\varphi^N(x, y, z, t)) \equiv & \frac{\partial}{\partial x} \left[K_r K_{xx}^s \frac{\partial \varphi^N}{\partial x} + K_r K_{xy}^s \frac{\partial \varphi^N}{\partial y} + K_r K_{xz}^s \left(\frac{\partial \varphi^N}{\partial z} + 1 \right) \right] \\ & + \frac{\partial}{\partial y} \left[K_r K_{yx}^s \frac{\partial \varphi^N}{\partial x} + K_r K_{yy}^s \frac{\partial \varphi^N}{\partial y} + K_r K_{yz}^s \left(\frac{\partial \varphi^N}{\partial z} + 1 \right) \right] \\ & + \frac{\partial}{\partial z} \left[K_r K_{zx}^s \frac{\partial \varphi^N}{\partial x} + K_r K_{zy}^s \frac{\partial \varphi^N}{\partial y} + K_r K_{zz}^s \left(\frac{\partial \varphi^N}{\partial z} + 1 \right) \right] \\ & + q - (\beta S_s + C) \frac{\partial \varphi^N}{\partial t} \quad \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

そこで、有限要素法では、残差方程式に重みを掛けたものを領域全体にわたって平均化（積分）することで、全体領域 V での全体の残差を0にする重み付き残差法(WRM:Weighted Residual Method)を採用しています。重み関数を $W(x, y, z)$ として、以下に式(5)として示します。

$$\int_V L(\varphi^N(x, y, z, t)) W(x, y, z) dV = 0 \quad \dots\dots\dots (5)$$

さらに、重み関数 $W(x, y, z)$ に内挿関数 N を適用するガラーキン法を用いて三次元有限要素式を定式化しています。以下に、三次元有限要素式を示します。

$$[A_{ij}]\{\varphi_j\} + [F_{ij}] \frac{d\varphi_j}{dt} = \{Q_j\} - \{B_j\} - \{D_j\} \quad \dots\dots\dots (6)$$

ここで、

$$\begin{aligned} [A_{ij}] &= \sum_{l=1}^{Num.Elements} [A_{ij}]^l \\ &= \sum_{l=1}^{Num.Elements} \int_{V^l} \left[\begin{aligned} & \frac{\partial W_i^l}{\partial x} \left(K_r K_{xx}^s \frac{\partial N_j^l}{\partial x} \right) + \frac{\partial W_i^l}{\partial x} \left(K_r K_{xy}^s \frac{\partial N_j^l}{\partial y} \right) + \frac{\partial W_i^l}{\partial x} \left(K_r K_{xz}^s \frac{\partial N_j^l}{\partial z} \right) \\ & + \frac{\partial W_i^l}{\partial y} \left(K_r K_{yx}^s \frac{\partial N_j^l}{\partial x} \right) + \frac{\partial W_i^l}{\partial y} \left(K_r K_{yy}^s \frac{\partial N_j^l}{\partial y} \right) + \frac{\partial W_i^l}{\partial y} \left(K_r K_{yz}^s \frac{\partial N_j^l}{\partial z} \right) \\ & + \frac{\partial W_i^l}{\partial z} \left(K_r K_{zx}^s \frac{\partial N_j^l}{\partial x} \right) + \frac{\partial W_i^l}{\partial z} \left(K_r K_{zy}^s \frac{\partial N_j^l}{\partial y} \right) + \frac{\partial W_i^l}{\partial z} \left(K_r K_{zz}^s \frac{\partial N_j^l}{\partial z} \right) \end{aligned} \right] dV^l \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \{B_j\} &= \sum_{l=1}^{Num.Elements} \{B_j\}^l \\ &= \sum_{l=1}^{Num.Elements} \int_{V^l} K_r K_{xz}^s \frac{\partial W_i^l}{\partial x} + K_r K_{yz}^s \frac{\partial W_i^l}{\partial y} + K_r K_{zz}^s \frac{\partial W_i^l}{\partial z} dV^l \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \{Q_j\} &= - \sum_{l=1}^{Num.Elements} \{Q_j\}^l \\ &= - \sum_{l=1}^{Num.Elements} \int_{R^l} W_i^l N_j^l (V_{xj} + V_{yj} + V_{zj}) dR^l \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \{D_j\} &= \sum_{l=1}^{Num.Elements} \{D_j\}^l \\ &= \sum_{l=1}^{Num.Elements} \int_{V^l} q W_i^l dV^l \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [F_j] &= \sum_{l=1}^{Num.Elements} [F_j]^l \\ &= \sum_{l=1}^{Num.Elements} \int_{V^l} (\beta S_s + C) N_j W_i^l dV^l \end{aligned}$$

なお、要素形状については、有限要素モデルでは三角形、若しくは四角形で分割します。

② 予測地域

予測地域は、対象道路がトンネル構造及び掘割構造で通過する区間及びその周辺の地域において、住居等が存在する、あるいは将来の立地が見込まれる地域としました。

③ 予測地点

予測地点は、地質の状況、土地利用の状況等から、予測地域の地下水の水位及び水質の変化を的確に把握できる地点としました。

④ 予測対象時期等

予測対象時期は、道路（掘割式、地下式）の設置が完了する時期、及び影響が最大になると想定される工事（掘割式、地下式の区間）の時期としました。

⑤ 予測条件

予測条件の概要を表 8-8-22 に示します。

表 8-8-22 予測条件の概要

項目	内容
離散化手法	有限要素法
プログラム名	UNSAF 3D
節点数	181, 148
要素数	764, 306
最小メッシュ幅	3.5m
解析領域	X（東西）×Y（南北）=約 9km×約 4km
境界条件	河川：淀川及び、大川、城北川の一部の通年平均水位固定 その他の境界：解析領域の境界上の水位で固定

a) 解析ケース

現況再現解析により三次元浸透流解析モデルの検証を行った後、事業実施による地下水位変動解析を行いました。

b) 解析領域・境界条件の設定

解析領域は、地下水の水位に変化が生じるおそれがあると想定される地域、及び境界条件となる周辺の河川の位置を踏まえ、図 8-8-8 に示す範囲を設定しました。

また、境界条件は、現況再現解析により得られた解析境界上の地下水位及び淀川の河川水位、並びに大川、城北川の一部の河川水位を設定しました。

なお、解析領域の深さ方向については、大深度地下の予測を行うため、一般的に適用されるトンネル影響範囲（トンネル直径の 2 倍：2D）より広くすることとし、トンネル下面より 3D を設定しました。

c) 地層のモデル化

ボーリング調査結果から作成した地層断面図を基に、解析領域内を三次元の地層としてモデル化しました。また、地表部の地形は、「基盤地図情報数値地図 5mメッシュ標高」(国土地理院、平成 23 年)を用いて設定しました。

d) 地下水のモデル化

解析モデルに用いた地下水は、事業の実施により地下水の流動阻害を生じるおそれのある沖積砂層に存在する浅層地下水(不圧地下水)、上部洪積砂礫層及び大阪層群砂層に存在する深層地下水(被圧地下水)としました。

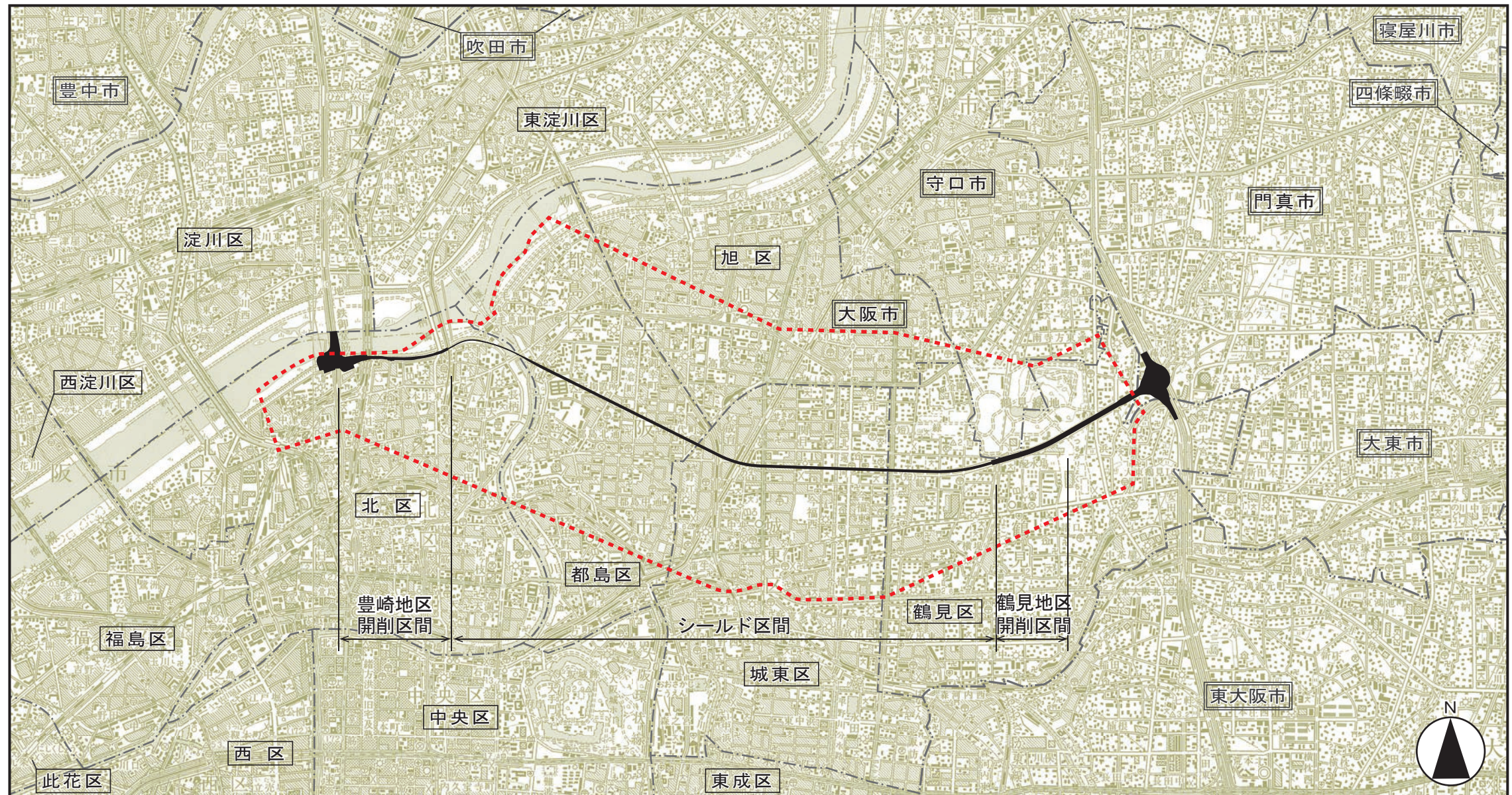
また、地下水位の設定にあたっては、地下水位調査結果及び既存資料[※]の地下水位データにより得られた地下水位等高線図に基づき設定しました。地下水位等高線図を図 8-8-9 及び図 8-8-10 に示します。


※:「平成 25 年度 地下水情報に関する報告書」(平成 25 年、地下水地盤環境に関する研究協議会)

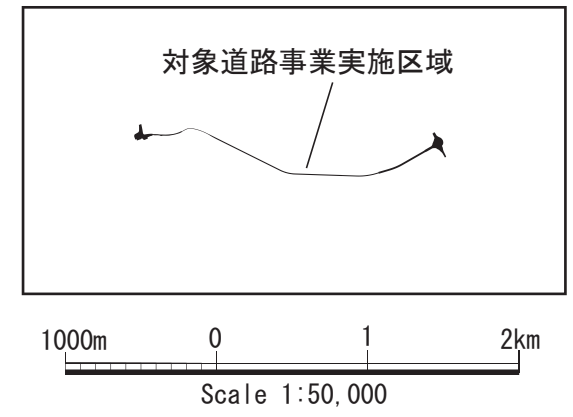
e) 構造物のモデル化

道路構造物は、対象道路の掘割区間及びトンネル区間を三次元モデルとして設定しました。なお、開削トンネル区間については、土留め壁下端までをブロックとしてモデル化しました。これらの構造物は止水性が高いことから、不透水として設定しました。

なお、地下水位の解析領域には、既設の地下構造物として、地下鉄(御堂筋線、谷町線、堺筋線、今里筋線)及び地下河川(寝屋川北部地下河川〔供用区間])が存在しています。これら既設の地下構造物は、その大部分が粘性土層(Ma10 及び Ma13)に存在しており、既設地下構造物の止水性が高いことから、地下水への影響は小さいと考えられるため、モデル化していません。一方、砂質土層に存在している既設の地下構造物については、二次元浸透流解析により最大水位変動量を求め、ジハルトの式により影響範囲を算出した結果、既設の地下構造物による地下水への影響範囲は最大 10m 程度であり、解析領域と比較して極めて狭い範囲となっているため、モデル化していません。また、今後施工が予定される地下構造物(寝屋川北部地下河川〔計画区間])については、構造物の規模・位置等が未定のため、モデル化していません。

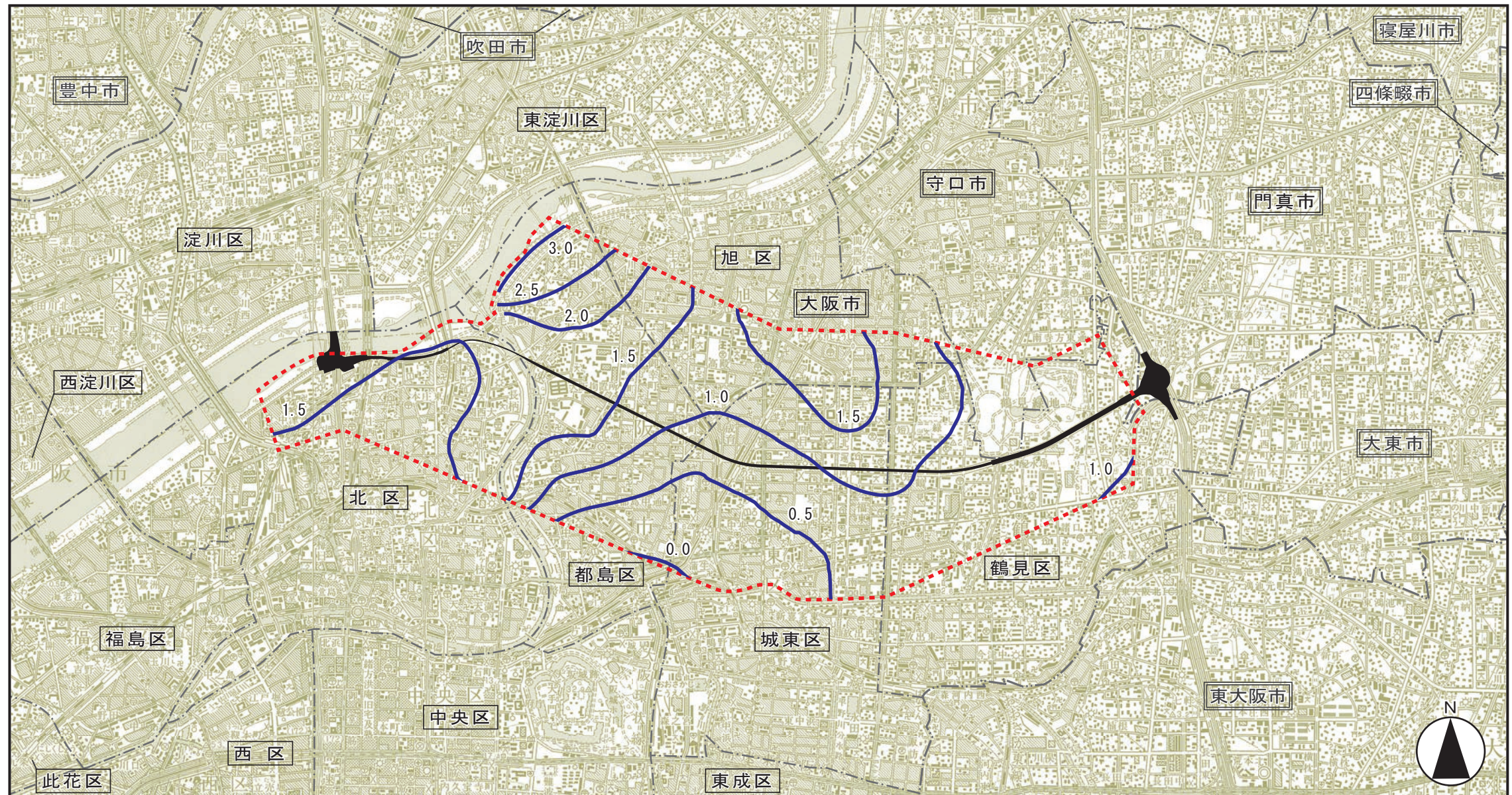




凡 例	
記号	名 称
	解析領域

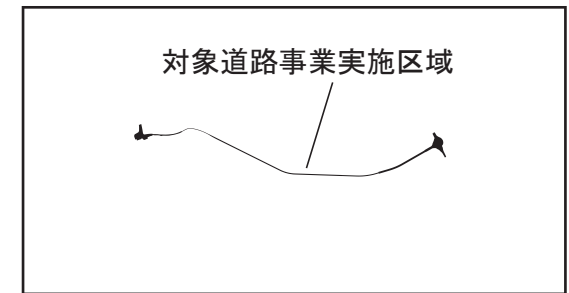


図名

図8-8-8 解析領域図



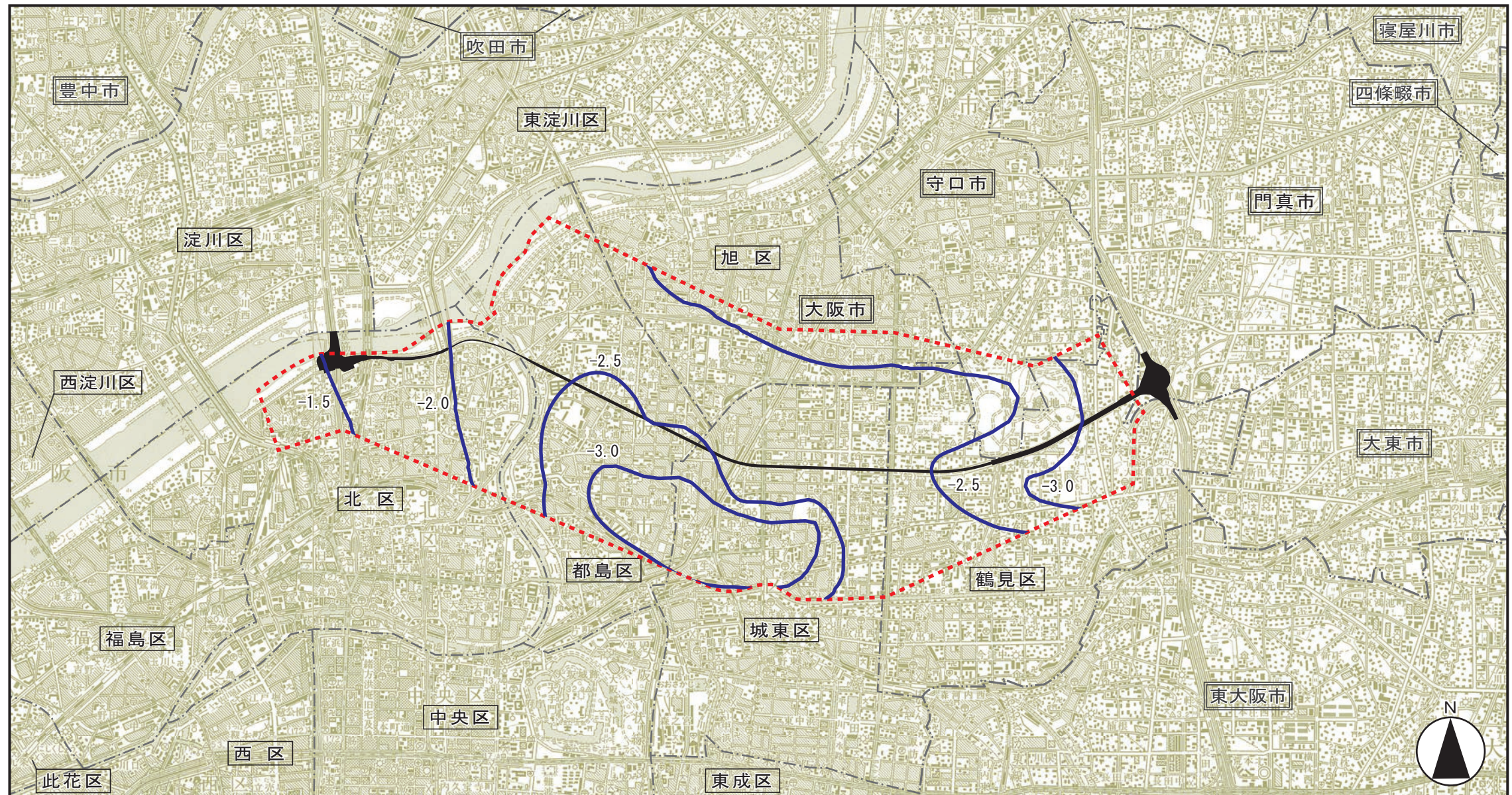
凡 例	
記号	名 称
	解析領域
	浅層地下水位等高線 (0. P. +m)





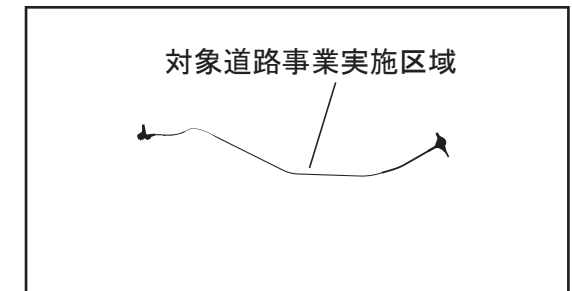
1000m 0 1 2km
Scale 1:50,000

図名

図8-8-9 浅層地下水位等高線図



凡 例	
記号	名 称
	解析領域
	深層地下水位等高線 (O. P. +m)



図名

図8-8-10 深層地下水位等高線図

(2) 予測の結果

① 地下水位に及ぼす影響

(a) 浅層地下水位に及ぼす影響

三次元浸透流解析から得られた切土工等及び道路（掘割式、地下式）の存在に伴う浅層地下水位に及ぼす影響の予測結果を表 8-8-23 及び図 8-8-11 に示します。

予測の結果、浅層地下水位の変動量は、豊崎地区で-18～+6cm、鶴見地区で-2～+1cm となります。

表 8-8-23 浅層地下水位の予測結果

予測地域	最大上昇量 (cm)	最大低下量 (cm)
豊崎地区 (開削区間)	約 6	約 18
鶴見地区 (開削区間)	約 1	約 2

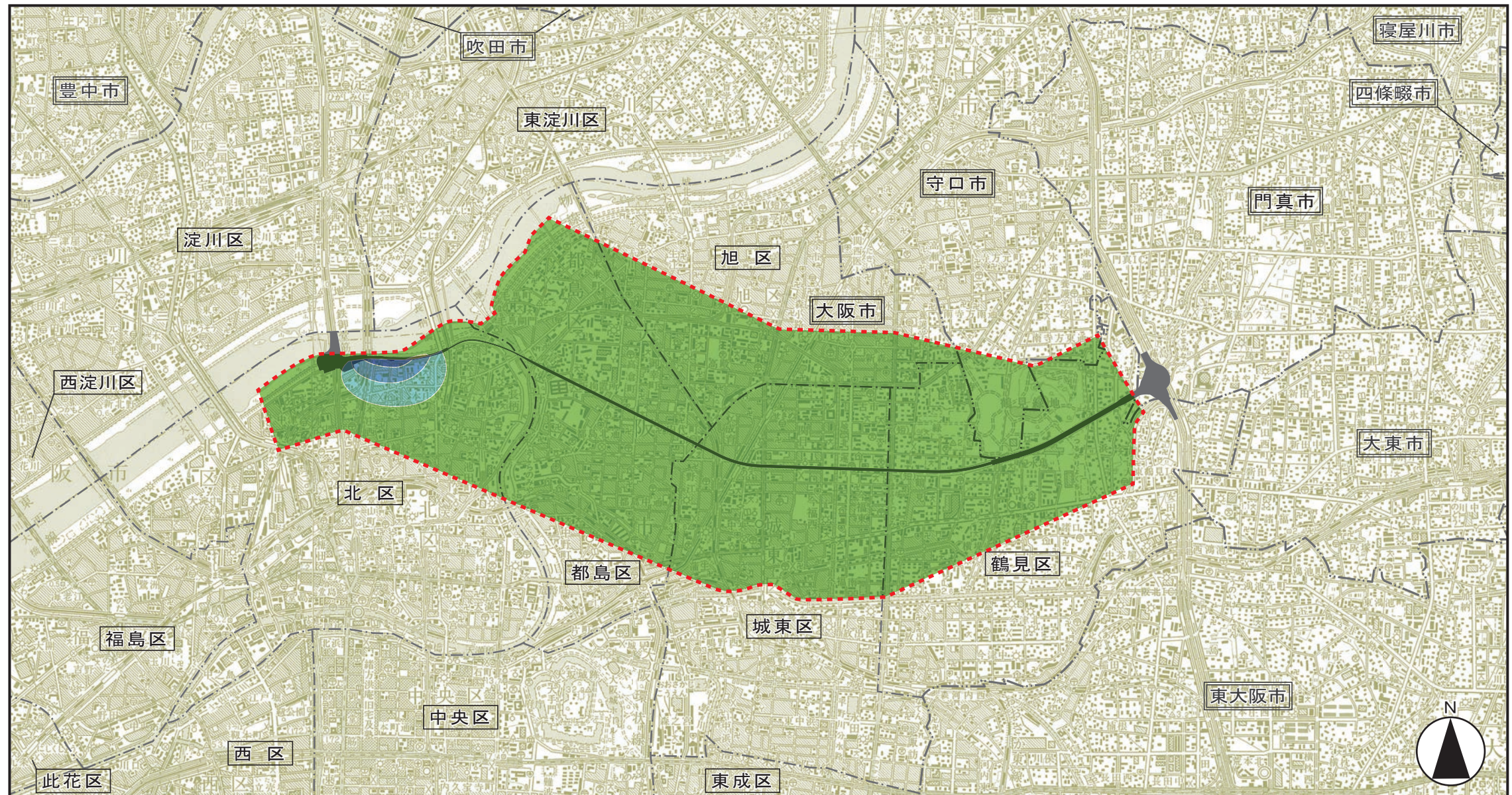
(b) 深層地下水位に及ぼす影響

三次元浸透流解析から得られた切土工等及び道路（掘割式、地下式）の存在に伴う深層地下水位に及ぼす影響の予測結果を表 8-8-24 及び図 8-8-12 に示します。

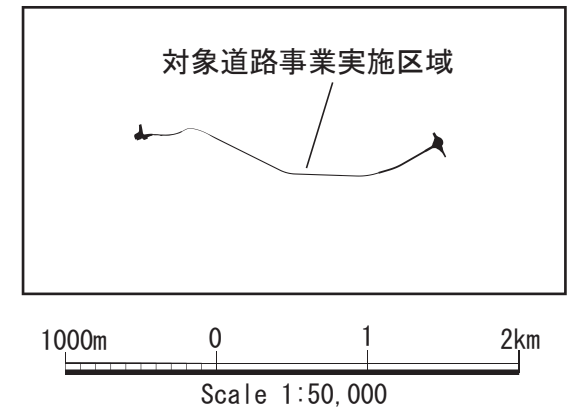
予測の結果、深層地下水位の変動量は、豊崎地区で-1～+1cm、シールド区間で-2～+2cm、鶴見地区で-7～+8cm となります。

表 8-8-24 深層地下水位の予測結果

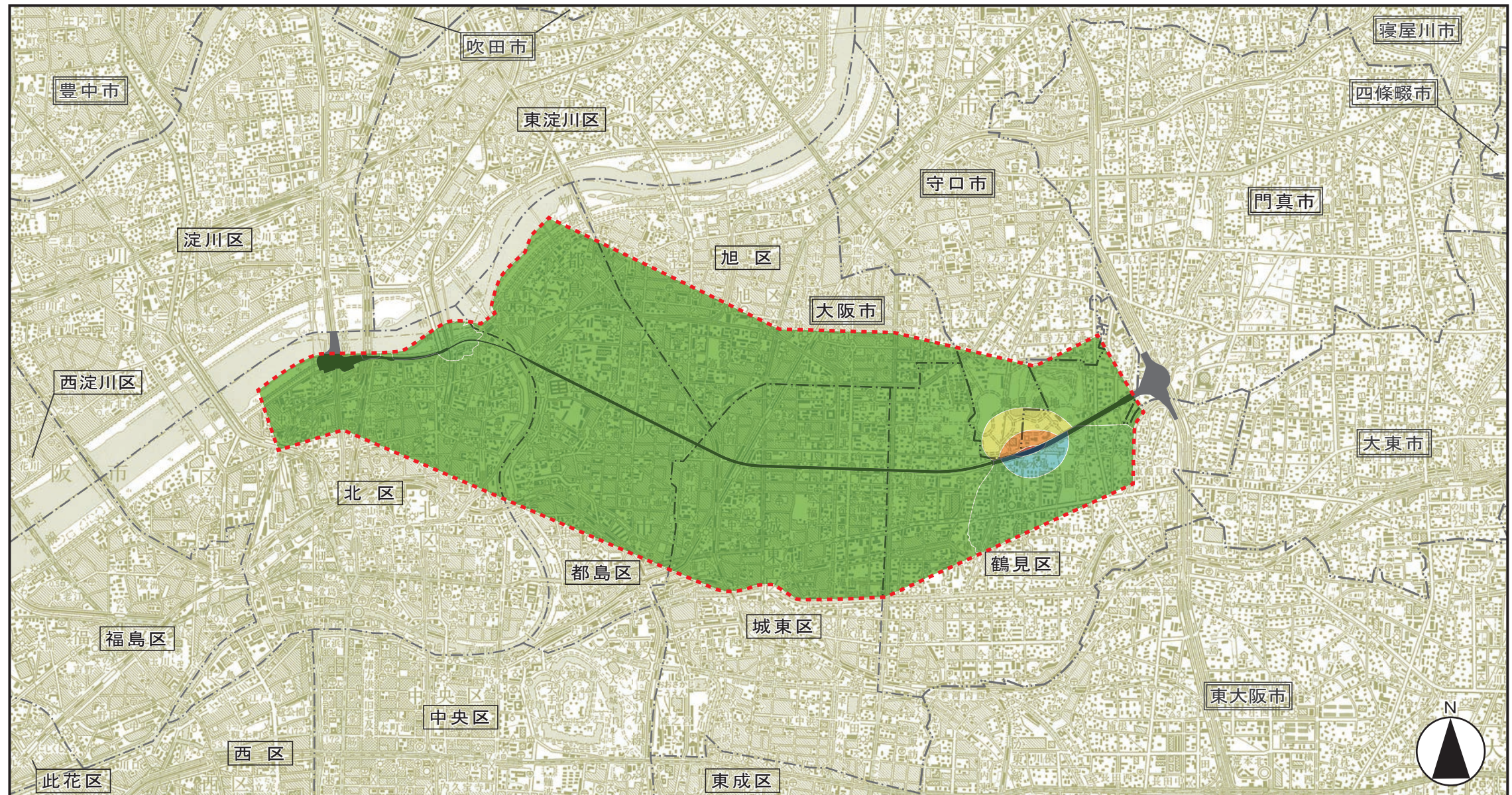
予測地域	最大上昇量 (cm)	最大低下量 (cm)
豊崎地区 (開削区間)	約 1	約 1
シールド区間	約 2	約 2
鶴見地区 (開削区間)	約 8	約 7



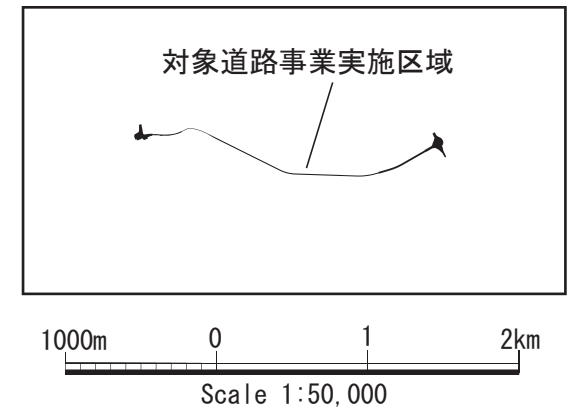
凡 例		
記号	名 称	備 考
	解析領域	
	+0.100 ~ +0.050	水位変動 結果 (単位 : m)
	+0.050 ~ -0.050	
	-0.050 ~ -0.100	
	-0.100 ~ -0.150	
	-0.150 ~ -0.200	



図名 図8-8-11 予測結果(浅層地下水位の影響)



凡 例		
記号	名 称	備 考
	解析領域	
	+0.100 ~ +0.075	水位変動 結果 (単位：m)
	+0.075 ~ +0.050	
	+0.050 ~ +0.025	
	+0.025 ~ -0.025	
	-0.025 ~ -0.050	
	-0.050 ~ -0.075	



図名 図8-8-12 予測結果(深層地下水位の影響)

② 地下水の水質に及ぼす影響

a) 工事の実施に伴う地下水の水質に及ぼす影響

工事の実施に伴い地盤凝固剤を使用する場合には、その使用を極力少なくするように努めるとともに、「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）に定められた指針に基づき施工を行うため、薬液注入箇所周辺の地下水については、水質基準が維持されると考えられます。

なお、工事の実施にあたっては、土壌に係る事後調査において、土壌汚染・地下水汚染が確認された場合には、「土壌汚染対策法」及び「ダイオキシン類対策特別措置法」等の法令等に基づくとともに、環境保全措置として「土壌汚染拡散防止措置」又は「地下水汚染拡散防止措置」を実施し、汚染土壌・汚染地下水を適切に処理することとしています。併せて、対象道路事業実施区域から掘削した汚染土を搬出する場合も、関係法令等に基づき適切に処理することとしています。このため、既に地中に存在するおそれのある地下水や地盤の汚染については、対象道路事業に係る工事の実施に伴って拡散するおそれはないと考えられます。

b) 化学反応による地下水の水質に及ぼす影響

化学反応による水質への影響は、地盤及び地下水の酸性化に伴い生じる可能性があります。

1950 年代～60 年代のシールドトンネル工事は、開放式シールド工法によるものであり、シールド掘進に伴う地下水対策として、地下水位低下工法や圧気工法等が採用されていました。これら工法のうち、圧気工法においては地盤及び地下水が空気に触れる時間が長時間となり、かつ高濃度の酸素を加圧して用いていたことから、地盤及び地下水が急激に酸性化することがありました。

一方、1970 年代以降のシールドトンネル工事は、技術進歩により開発された密閉型シールド工法が採用されるようになり、シールド掘進に伴う地下水対策として、泥水及び泥土圧によりシールド前面の地下水対策を行うことが可能となりました。現在のシールドトンネル工事では、ほとんどの工事で密閉型シールド工法が採用されています。

調査の結果、対象道路事業実施区域及びその周辺の地層は、長期間にわたって空気に触れた場合に酸性化するおそれのある地盤が存在しますが、本事業のシールドトンネル工事にあっても、密閉型シールド工法を採用することにより、シールドによる掘削直後に、セグメントにより露出した地盤を覆うため、地盤及び地下水が直接空気に触れることはなく、地盤及び地下水の急激な酸性化は生じないと考えられます。

なお、開削工法の採用を計画している浅い地盤については、現況の浅層地下水位の変動により、既に空気にさらされており、掘削により空気に触れることになっても酸性化が進むことはほとんどないと考えられます。

このため、事業実施による地盤及び地下水の酸性化に伴う有害なガスの発生、地盤の発熱及び強度低下についても生じないと考えられます。

したがって、化学反応による地下水の水質への影響は生じないものと予測されます。

3) 環境保全措置の検討

(1) 環境保全措置の検討の状況

予測の結果、切土工等及び道路（掘割式、地下式）の存在による地下水位低下量は、年間の変動幅の範囲に入っていますが、浅層地下水の涵養源となっていると考えられる淀川沿いに開削トンネルが計画されているため、事業者の実行可能な範囲内で環境影響をできる限り回避又は低減することを目的として、表 8-8-25 に示すとおり、環境保全措置の検討を行いました。

表 8-8-25 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
地下水流動保全工法の採用	適	工事の実施及び道路の存在により、地下水の流れを阻害するおそれのある区間において、地下水流動保全工法を採用することにより、地下水位の変動を低減することが見込まれます。

(2) 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

環境保全措置としては、「地下水流動保全工法の採用」を実施します。

環境保全措置の実施主体は事業者です。環境保全措置の実施内容等の検討結果は表 8-8-26 に示すとおりです。また、環境保全措置として採用する地下水流動保全工法の概念図を図 8-8-13(1)～(3)に示します。

地下水流動保全工法に関する施工方法の具体化にあたっては、事業実施段階における詳細な地質調査等の結果及び三次元浸透流解析等の結果を踏まえ、必要に応じて専門家等からの技術的助言を得ながら、当該工法の維持管理及び機能回復の方法も含めて検討を行います。

また、工事の完了後（道路構造物設置後）については、地下水流動工法の適切な維持管理を行い、当該工法の機能及び効果が恒久的に維持されるよう努めます。

表 8-8-26 環境保全措置の検討結果

実施内容	種類	地下水流動保全工法の採用
	位置	開削トンネル区間、掘割区間
保全措置の効果		地下水流動保全工法を採用することにより、地下水位の変動が低減します。
他の環境への影響		地下水流動を保全することにより、地盤への影響が緩和されます。

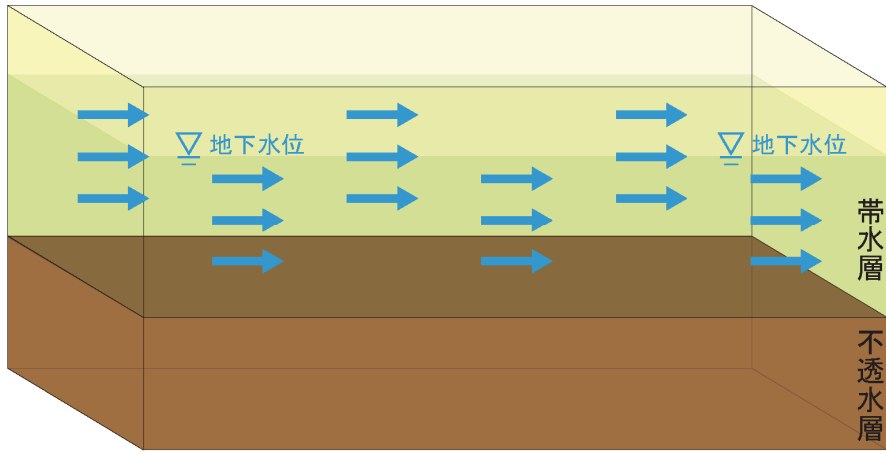


図 8-8-13(1) 地下水流動保全工法 概念図 (現況)

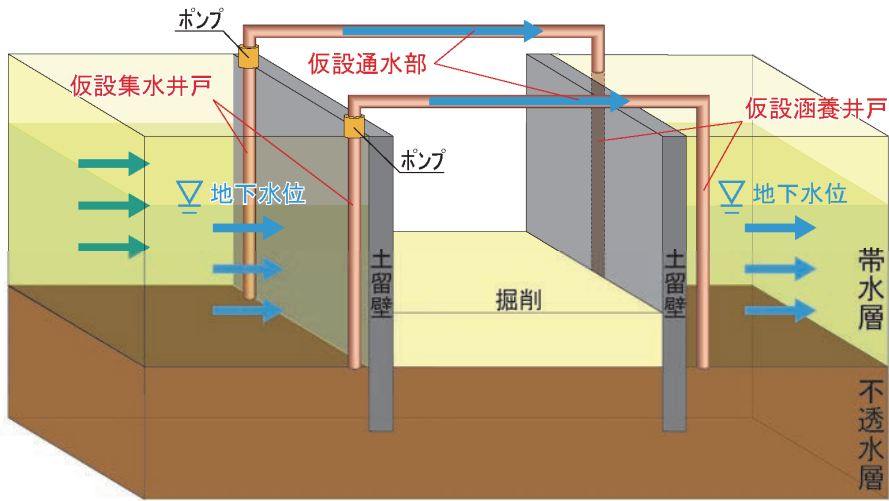


図 8-8-13(2) 地下水流動保全工法 概念図 (工事中)

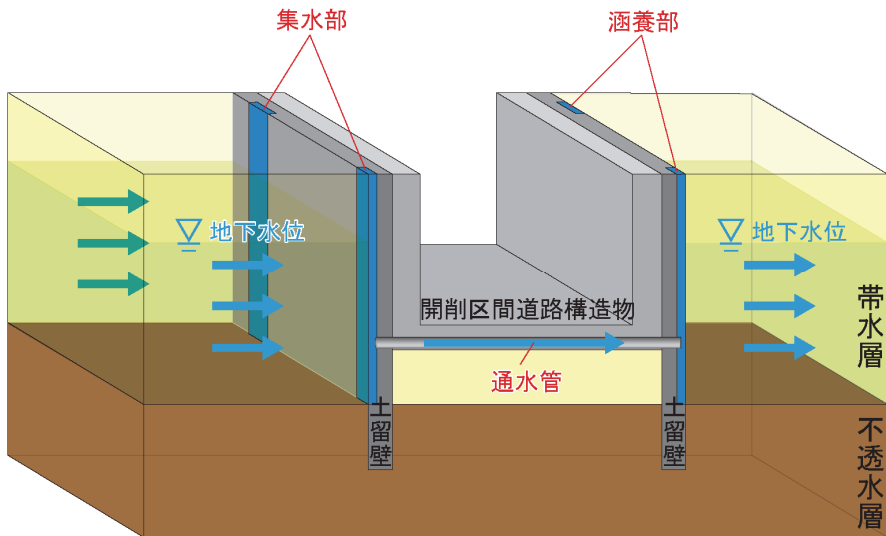


図 8-8-13(3) 地下水流動保全工法 概念図 (供用後)

4) 事後調査

(1) 事後調査の内容

環境保全措置として採用する地下水流動保全工法については、施工事例により効果が報告されているため不確実性はありますが、環境保全措置の実施にあたっては、その内容を詳細なものにする必要があるとともに、その効果を検証しながら施工を行う必要があることから、事後調査を実施します。

事後調査の実施主体は事業者です。事後調査の内容は表 8-8-27 に示すとおりです。

なお、事後調査の結果、地下水流動保全工法の効果が確認されない場合は原因究明を行い、その結果を踏まえ、関係機関と連携・調整を図り、必要に応じて専門家等からの技術的助言を得ながら、施工計画の見直しを含む必要な措置を講じます。

表 8-8-27 事後調査の内容

調査項目	調査内容
地下水の水位	○調査時期 工事中（土地の改変前を含む）、道路構造物設置から一定期間（下流側への地下水供給量が安定するまでの間） ○調査範囲 対象道路の開削トンネル区間、掘割区間 ○調査方法 地下水位観測井戸による地下水位の観測等による方法

(2) 事後調査の結果により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

当該対象道路事業に起因した、事前に予測し得ない環境影響の程度が著しいことが明らかとなった場合は、事業者が関係機関と協議し、専門家の意見及び指導を得ながら、必要に応じて適切な措置を講じます。

(3) 事後調査結果の公表方法

事後調査結果の公表については、原則として事業者が行います。対象道路事業に係る工事が完了した後、報告書を作成します。その際、工事の実施にあたって講じた環境保全措置の効果を確認した上で作成します。

また、対象道路事業に係る工事の実施中又は土地若しくは工作物の供用開始後において、環境保全措置の実施の内容等又は事後調査の結果等を公表します。

5) 評価

(1) 評価の手法

① 回避又は低減に係る評価

切土工等及び道路（掘割式、地下式）の存在に係る地下水の水位及び水質に関する影響が、事業者により実行可能な範囲内でできる限り回避され、又は低減されており、必要に応じその他の方法により環境の保全についての配慮が適正になされているかどうかについて、見解を明らかにすることにより評価を行いました。

(2) 評価の結果

① 回避又は低減に係る評価

切土工等及び道路（掘割式、地下式）の存在による地下水位低下量は、年間の変動幅の範囲に入っています。

工事の実施に伴い地盤凝固剤を使用する場合には、その使用を極力少なくするように努めるとともに、「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）に定められた指針に基づき施工を行うため、薬液注入箇所周辺の地下水については、水質基準が維持されと考えられます。また、事業実施による地盤及び地下水の酸性化に伴う有害なガスの発生、地盤の発熱及び強度低下は生じないと考えられます。

工事の実施にあたっては、シールド工法や地下水流動保全工法の採用により、地下水の流れへの影響がほとんどなくなると考えられます。また、土壌に係る事後調査において、土壌汚染・地下水汚染が確認された場合には、「土壌汚染対策法」及び「ダイオキシン類対策特別措置法」等の法令等に基づくとともに、環境保全措置として「土壌汚染拡散防止措置」又は「地下水汚染拡散防止措置」を実施し、汚染土壌・汚染地下水を適切に処理することとしています。併せて、対象道路事業実施区域から掘削した汚染土を搬出する場合も、関係法令等に基づき適切に処理することとしています。このため、既に地中に存在するおそれのある地下水や地盤の汚染については、対象道路事業に係る工事の実施に伴って拡散するおそれはないと考えられます。

また、環境保全措置として、表8-8-26に示す「地下水流動保全工法」を事後調査により効果を検証しながら実施するとともに、工事の完了後（道路構造物設置後）における当該工法の機能及び効果が恒久的に維持されるよう努めます。

これらのことから、切土工等及び道路（掘割式、地下式）の存在に係る地下水の水位及び水質に関する影響は、事業者により実行可能な範囲内でできる限り回避又は低減されていると評価します。