

4 - 7 水 象

4-7 水象（地下水）

4-7-1 調査

1) 調査方法

現地踏査と聞き取り調査により、地下水の利用状況を把握し、地下水位の観測可能な観測井を選定し、定期的な地下水位を観測した。また、地質の状況についてボーリング資料を収集・整理した。

2) 調査項目

水象の地下水に関する調査項目は以下に示すとおりである。

表 4-7-1 水象の現地調査及び既存資料調査方法

調査項目	調査頻度	調査方法
水利用及び地下水位	通年 (1回/月)	水利用については、現地踏査、聞き取り調査、地下水位については「地盤調査法」(地盤工学会)により、地下水面の高さを測定した。
地質の状況	-	既存資料(ボーリングデータ)より地質の状況を収集・整理した。

3) 調査地点

(1) 水象(地下水位)調査区域及び調査地点

水象(地下水)の調査区域は、半径 500m の範囲内における既存の井戸を所有する民家に聞き取り調査を行い、井戸の利用状況を把握し、観測できる観測井を把握した。

水位の観測可能な調査地点は、表 4-7-2 及び図 4-7-1 に示す対象事業実施区域内の観測井(St.1)とその周辺部の3ヶ所(St.2~4)のみであった。

表 4-7-2 調査地点

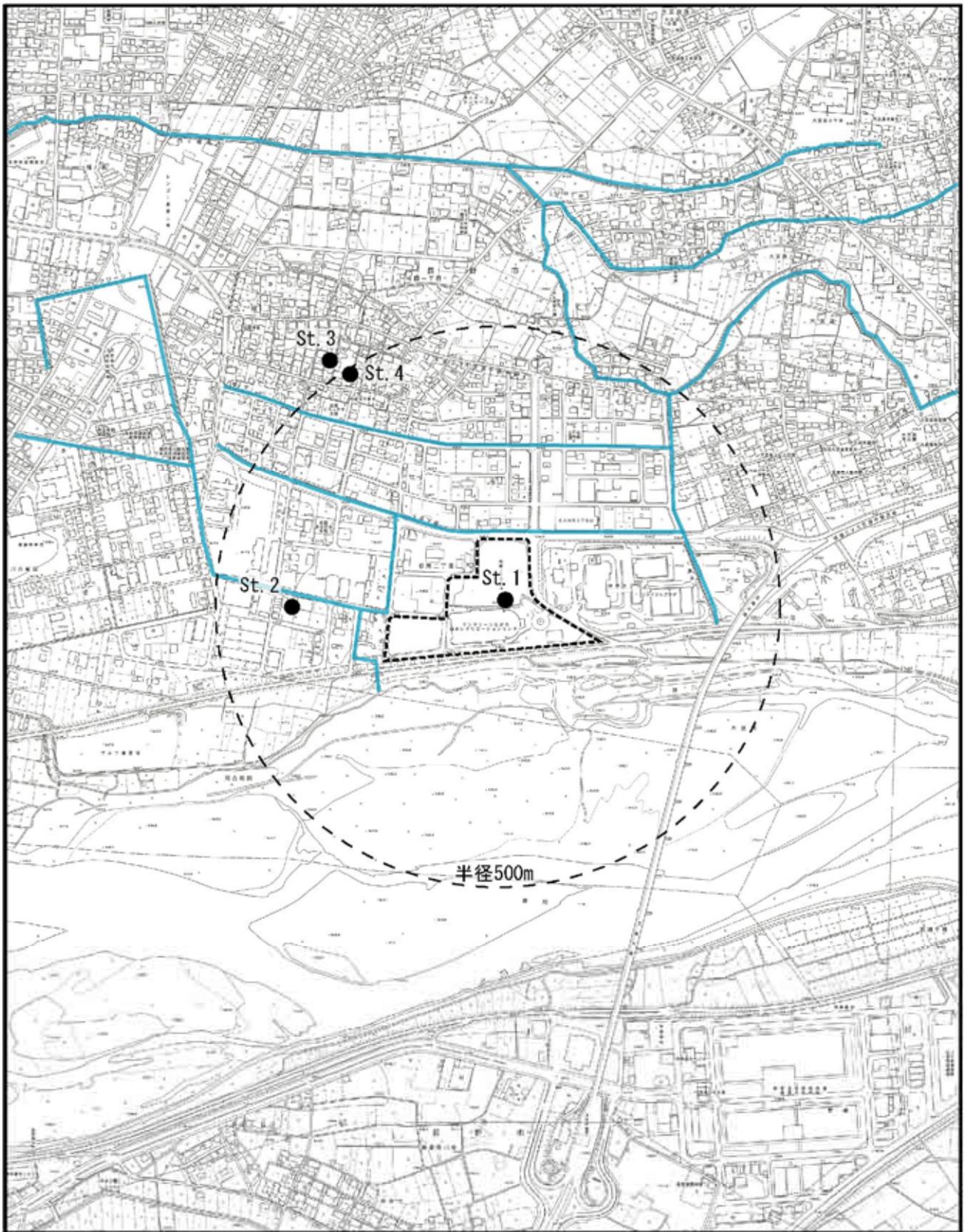
調査項目	地点数	地点 No.	調査地点位置及び選定理由	
地下水位	4	St.1	対象事業実施区域内観測井 対象事業実施区域内の観測井であり、年間の地下水位変動を把握する地点として選定した。	
		St.2	工場の取水井	西 380m 地点 この井戸は自動車の洗車用水として利用している井戸であり、調査にあたっては、平常の水位と思われる工場の稼働前の朝に地下水位の測定を行うものとした。
		St.3	手漕きポンプの撤去後の掘削井	北北西 530m 地点 この井戸は手漕きポンプの撤去後の掘削井であり、井戸水の利用のない井戸である。
		St.4	取水井のパイプ	北北西 490m 地点 この井戸は、民家の解体により更地化され、井戸のパイプのみが残った状態となっている井戸である。

(2) 既存資料(ボーリングデータ)調査区域

既存資料の調査区域は、半径 500m の範囲内におけるボーリングデータを収集・整理した。

(3) 調査時期

調査は平成 21 年 6 月から平成 22 年 5 月まで毎月 1 回実施した。



凡 例	
	対象事業実施区域
	地下水調査対象井戸
	既存水路



図 4-7-1 地下水位調査のための観測井の位置図



St.1 地点



St.2 地点



St.3 地点



St.4 地点

図 4-7-2 調査地点の状況

4) 調査結果

(1) 地下水の利用状況

対象事業実施区域周辺(半径 500m の範囲内)における既存の揚水施設・井戸を調査し、分布状況を把握した。また、個人所有等の井戸についてはその井戸の利用状況を調査した。図 4-7-3 に既存揚水施設と既存井戸の分布状況を示す。

既存揚水施設の設置状況

長野市公害防止条例に基づき届出されている、対象事業実施区域周辺の地下水の揚水施設の設置状況は、表 4-7-3(1)に示すとおり、対象事業実施区域から半径 500mの範囲内に 3 施設、その周辺に 2 施設が存在する。なお、これらの井戸は、構造上、地下水位の調査は困難である。

表 4-7-3(1) 既存揚水施設の設置状況

NO	施設名称	揚水施設の設置場所	ストレーナー位置 m		揚水能力 m ³ /日	揚水量(H21) m ³ /年	用途区分
			上限	下限			
1	サンマリーンながの	松岡 2 丁目27-19	50	75	40	42,486	その他
2	長野市清掃センター	松岡 2 丁目42-1	35	80	60	150,961	工業用
	長野市清掃センター	松岡 2 丁目42-1	35	80	60		
	長野市清掃センター	松岡 2 丁目42-1	40	60	50		
3	(株)信越ケイテック	松岡 2 丁目5-15			15	6,049	工業用
4	トライアン(株)鍋久 松岡工場	松岡 2 丁目6-18		12	1	155	飲用水
	トライアン(株)鍋久 松岡工場	松岡 2 丁目6-18		12	0	83	その他
5	(有)轟商会	大豆島6021	16	18	145	52,925	工業用

備考：届出に記載がないものは、空白となっている
用途区分は、上水道・飲用・生活・工業・その他から最も近い用途を記載している

出典：長野市環境部環境政策課

既存井戸の状況

対象事業実施区域から半径500mの範囲における既存井戸を所有する民家の聞き取り調査結果を表4-7-3(2)に、その位置を図4-7-3に示す。

掘削井戸については、深度2.9~3.5mと浅く、すべて井戸枯れの状態であった。

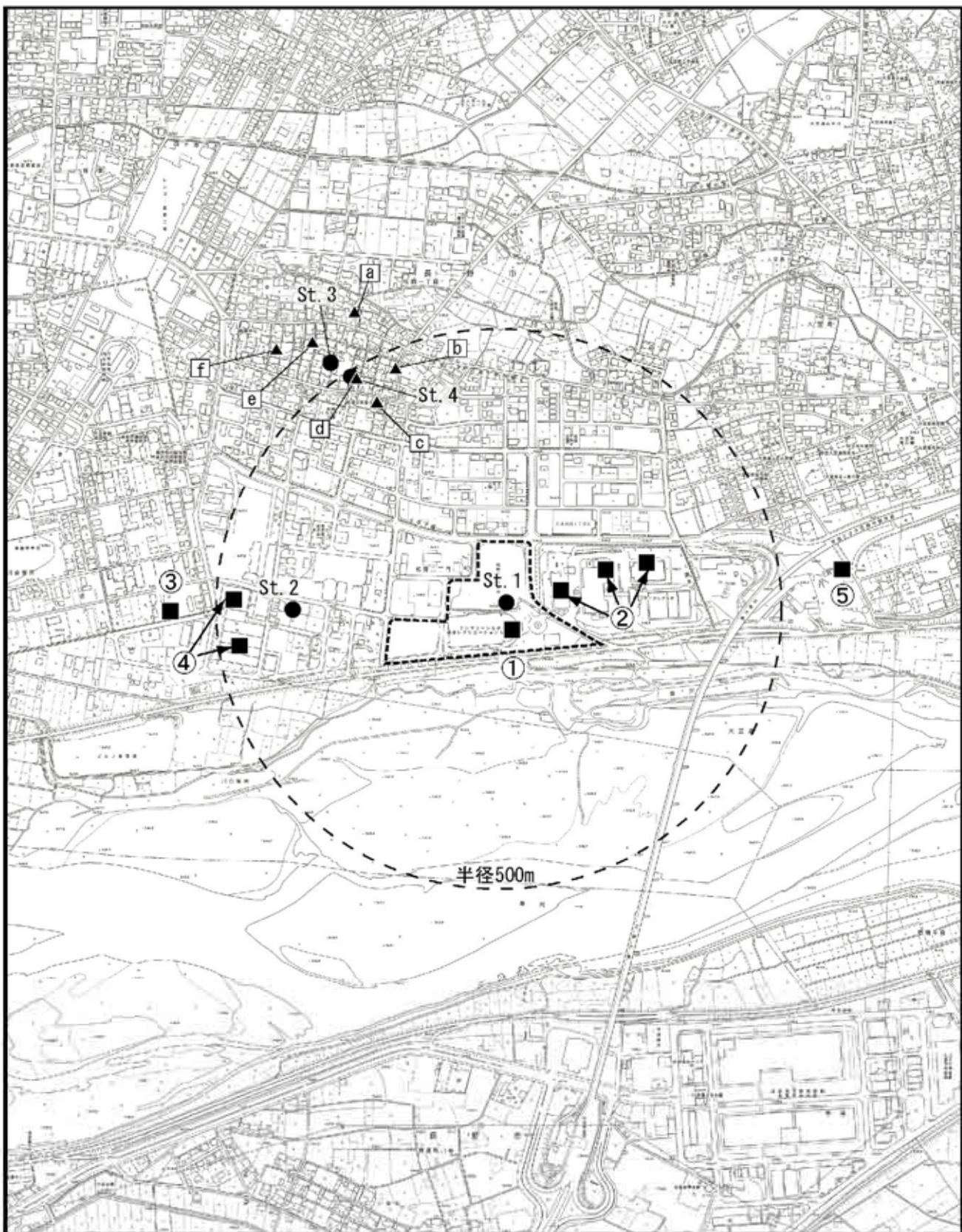
また、地下水の利用が確認された6ヶ所(a~f)については、鉄管により更に深い地下水を電気式ポンプにより揚水を行っている状況で、主な利用目的は、手洗い・農業用水・洗車等であり、飲用の井戸は確認されなかった。

なお、これらの井戸は、構造上、地下水位の調査は困難であり、確認された10地点の既存井戸のうち、水位が観測可能な調査地点は、対象事業実施区域内の観測井(St.1)とその周辺部の3ヶ所(St.2~4)のみであった。

表4-7-3(2) 水利用の状況(聞き取り調査)の結果

地点	井戸の型式	井戸の大きさ	掘削深	利用の有無	揚水方法	主な利用用途
a	掘削井戸	-	2.9m	×	-	
	打ち込み井戸	-	不明		電気ポンプ	その他
b	打ち込み井戸	-	不明		電気ポンプ	手洗い等
c	打ち込み井戸	-	不明		電気ポンプ	農業用水、手洗いなど
d	打ち込み井戸	-	不明		電気ポンプ	手洗い等
e	掘削井戸	-	3.5m	×	-	
	打ち込み井戸	-	不明		電気ポンプ	手洗い等
f	掘削井戸	-	3.0m	×	-	
	打ち込み井戸	-	不明		電気ポンプ	池への灌水
St.1	打ち込み井戸	40mm	30m	×	-	水位の観測井
St.2	打ち込み井戸	600mm	35m		電気ポンプ	洗車等
St.3	打ち込み井戸	450×450mm	3.6m	×	-	
St.4	打ち込み井戸	45mm	4.5m	×	-	

注：掘削深は掘削井の地盤からの深さをいう。



凡 例	
	対象事業実施区域
	既存揚水施設（長野市公害防止条例に基づく届け出施設） （番号は表4-7-3(1)に対応する）
	既存井戸（ヒアリング調査のみ実施した井戸） （番号は表4-7-3(2)のa～fに対応する）
	調査対象井戸（既存井戸のうち水位測定可能な井戸） （番号は図4-7-3(2)のSt. 1～4に対応する）



図 4-7-3 既存揚水施設・井戸の位置及び地下水位調査のための観測井の位置図

(2) 地下水位の状況

水象(地下水)の調査結果を表 4-7-4 及び図 4-7-4(1)に示した。

地下水の深さは、年平均で St.1 が地表から-3.35m(±0.22)、St.2 が地表から-3.54m(±0.24)、St.3 が-3.22(±0.32)、St.4 が-3.54m(±0.31)となっていた。各地点の地下水位はおよそ 342 TP.m とほとんど同じ高さにある。

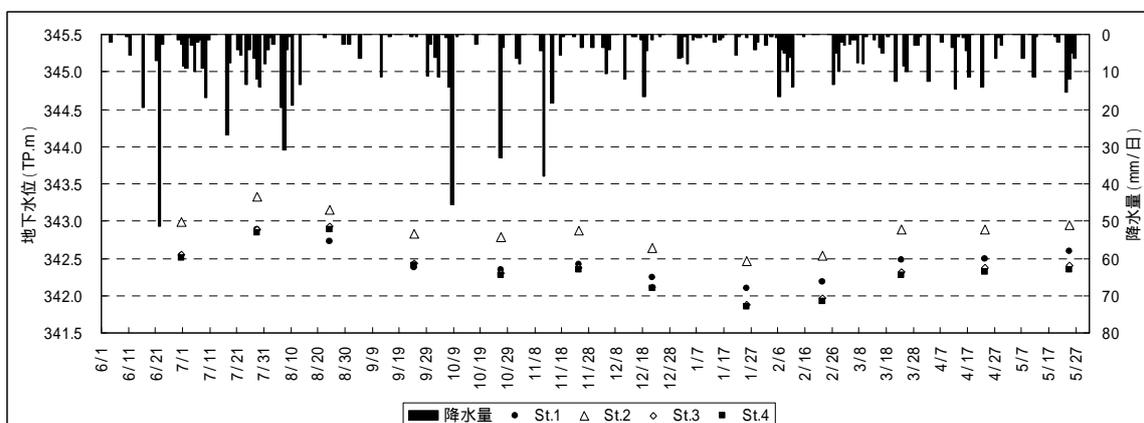
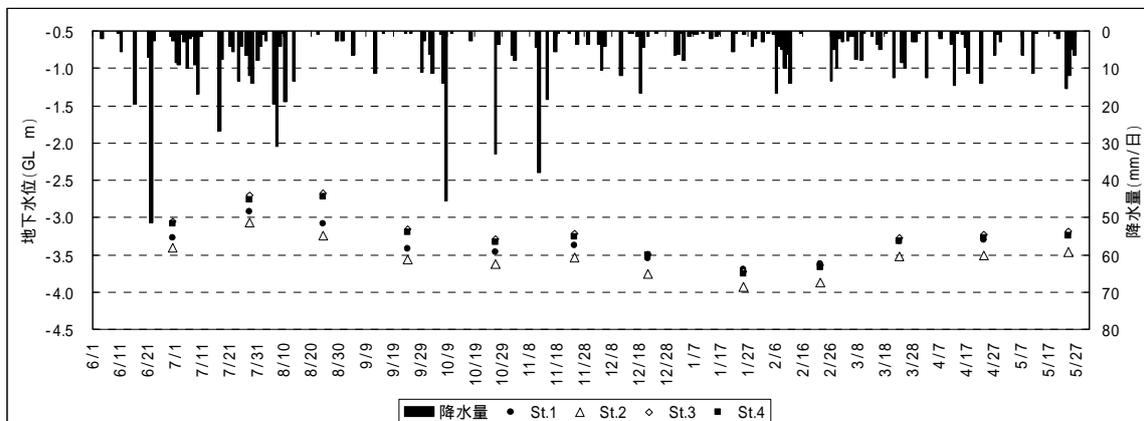
降水量は 6~7 月に多くなっているが、地下水位はやや遅れて上昇がみられる。また、地下水位の変動幅は 0.78~1.05m であり、観測地点の 4 地点ともに同じような上昇、下降の傾向を示していた。

定期的に毎週観測している St.1 地点における地下水位の変動をみると、平成 19 年 1 月から平成 22 年 6 月までの期間においては、図 4-7-4(2)に示すように、降水量との関係がよく現れており、平均水位は地表面から-3.45m(±0.26)である。

表 4-7-4 水象(地下水位)の調査結果

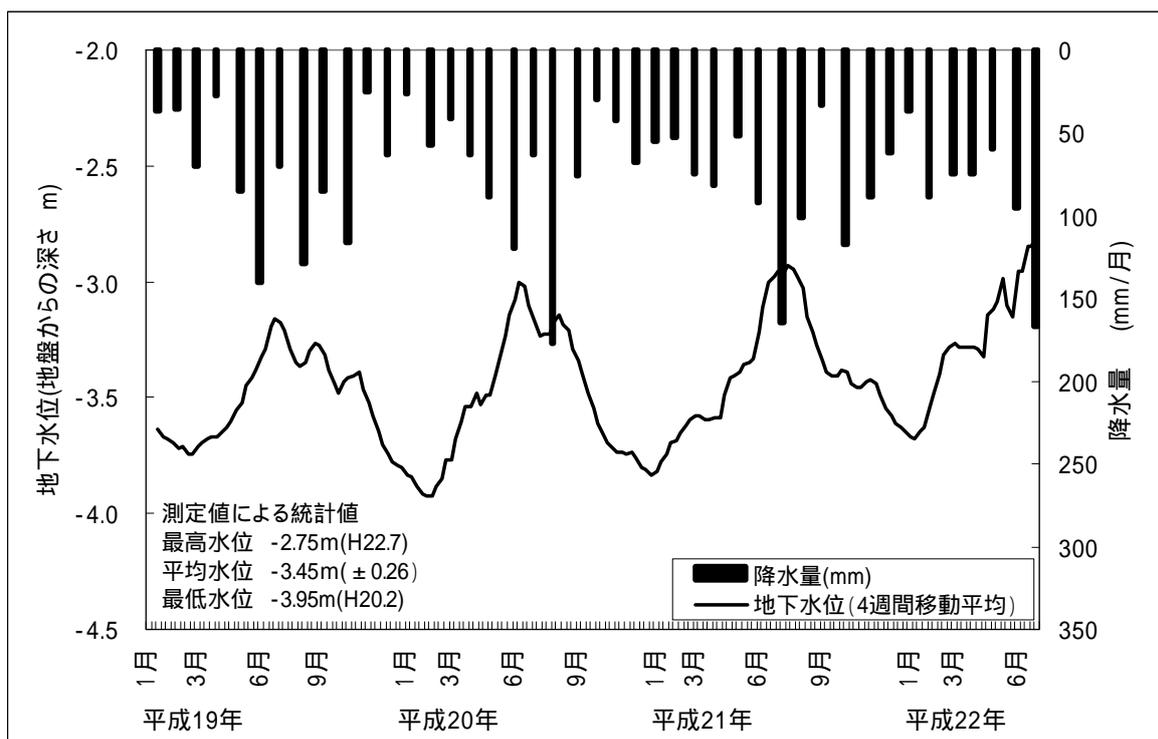
項目	地点	平成 21 年						平成 22 年					平均	標準偏差	備考 地盤高	
		6月 30日	7月 28日	8月 24日	9月 24日	10月 26日	11月 24日	12月 21日	1月 25日	2月 22日	3月 23日	4月 23日				5月 24日
(m) 地下水深	St.1	-3.27	-2.92	-3.08	-3.42	-3.46	-3.38	-3.55	-3.70	-3.62	-3.32	-3.30	-3.21	-3.35	±0.22	-
	St.2	-3.41	-3.07	-3.25	-3.57	-3.62	-3.53	-3.76	-3.93	-3.87	-3.52	-3.51	-3.46	-3.54	±0.24	-
	St.3	-3.05	-2.71	-2.67	-3.16	-3.29	-3.22	-3.49	-3.72	-3.64	-3.28	-3.23	-3.19	-3.22	±0.32	-
	St.4	-3.09	-2.76	-2.72	-3.20	-3.33	-3.26	-3.50	-3.75	-3.67	-3.32	-3.28	-3.25	-3.26	±0.31	-
(TP.m) 地下水位	St.1	342.5	342.9	342.7	342.4	342.3	342.4	342.3	342.1	342.2	342.5	342.5	342.6	342.5	±0.22	345.8
	St.2	343.0	343.3	343.2	342.8	342.8	342.9	342.6	342.5	342.5	342.9	342.9	342.9	342.9	±0.25	346.4
	St.3	342.6	342.9	342.9	342.4	342.3	342.4	342.1	341.9	342.0	342.3	342.4	342.4	342.4	±0.31	345.6
	St.4	342.5	342.8	342.9	342.4	342.3	342.3	342.1	341.9	341.9	342.3	342.3	342.4	342.3	±0.30	345.6

注：TP.とは TokyoPei I (東京湾平均海面)で標高の基準となる値を指す。



注：降水量は長野地方気象台の日降水量

図 4-7-4(1) 水象(地下水位)の経月変化



注：降水量は長野地方気象台の月降水量

図 4-7-4(2) 既存観測井(St.1 地点)における地下水位の移動平均値と降水量

(3) 地下水の流れの状況

地下水位の調査結果及び地形図(2500分の1)を基に、最高水位時(平成21年7月28日)及び、最低水位時(平成23年1月25日)の地下水位の状況を断面(図4-7-6参照、St.1とSt.2を軸としたA断面、St.2とSt.4を軸としたB断面)で示すと、図4-7-5のとおりである。

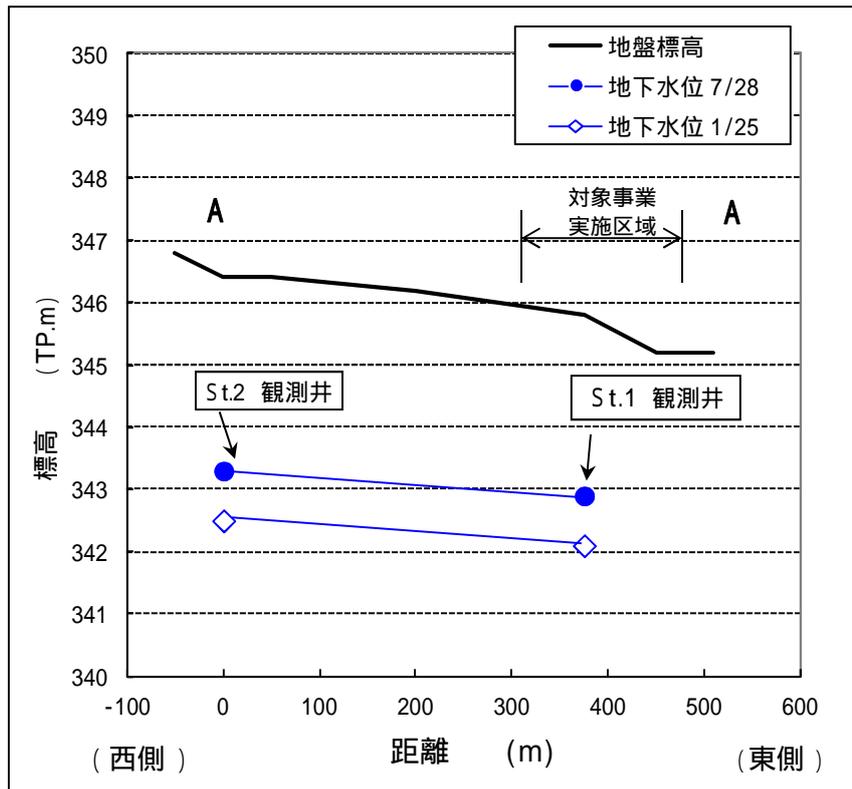
この結果から対象事業実施区域での地下水の流れとしては、A断面では西から東方向の流向、B断面では犀川側から市街地側の南から北方向の流向と推定され、全体として図4-7-6に示す流向が想定された。

また、対象事業実施区域内で実施された「Aごみ焼却施設地質調査業務報告書」(平成18年12月)では、透水係数は、 $5.41 \times 10^{-4} \sim 3.36 \times 10^{-3}$ m/sec (平均 1.90×10^{-3} m/sec) であり、清浄な礫、砂及び砂礫に対応する値であった(表4-7-5)。このことから、対象事業実施区域は全般に地盤の透水係数は高く、砂礫層や砂層は犀川の伏流水の影響を強く受けた豊富な帯水層となっていると考えられる。

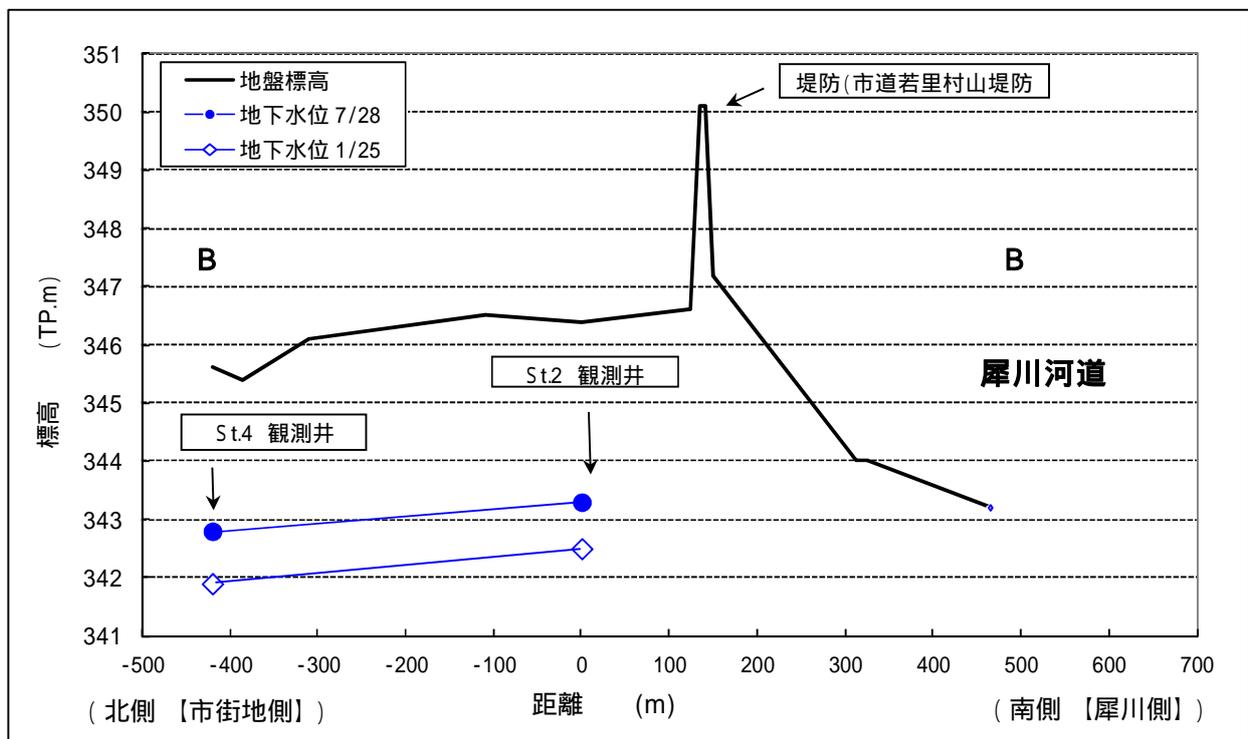
表 4-7-5 土の透水性と帯水層・難帯水層の区分

ボーリング名	試験深度(m)	地質名	地層記号	試験方法	透水係数 cm/sec	透水性
No. 1	20.00~20.50	砂層	As3	定常法(揚水法)	5.41×10^{-2}	中位
No. 2	20.00~20.50	砂礫層	Ag3	定常法(揚水法)	1.68×10^{-1}	高い
No. 3	19.00~20.00	砂礫層	Ag3	定常法(揚水法)	3.36×10^{-1}	高い
透水係数の平均値					1.9×10^{-1}	高い

出典：「Aごみ焼却施設地質調査業務報告書」(平成18年12月)

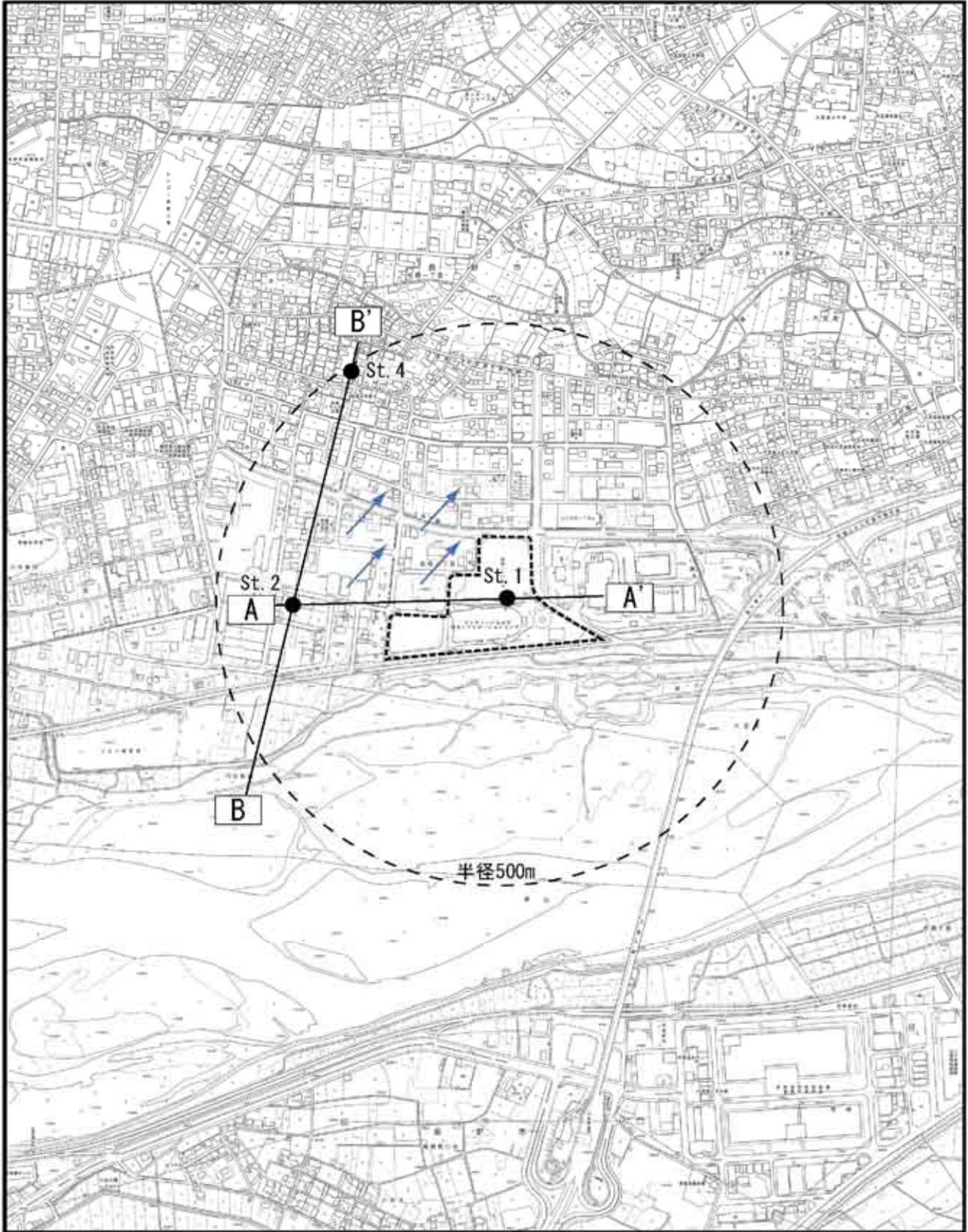


A断面 (St.1とSt.2を軸とした断面)



B断面 (St.2とSt.4を軸とした断面)

図 4-7-5 地下水位と地形の断面図



凡 例	
	対象事業実施区域
	地下水調査対象井戸
	地下水の流れ方向 (推定)



図 4-7-6 地下水の流れ方向の推定結果

(4) 地質の状況

対象事業実施区域内及びその周辺の地質調査は、既存資料として図 4-7-7(1)～(2)に示す 23カ所でボーリング調査が行われており、その調査結果から対象事業実施区域内及びその周辺の地質を確認した。また、図 4-7-8 については対象事業実施区域内の 3ヶ所のボーリング調査結果から作成した地質断面図〔「A ゴミ焼却施設地質調査業務報告書〔平成 18 年 12 月〕〕を示す。

本事業による掘削深度(9.1m)を参考に、深度 0～15m の地質をみると、図 4-7-7～9 に示すように、表土を除いてほとんどが砂礫であり、一部礫混じり砂等もみられる。ただし、深度(10m 付近)に、透水係数が高いと想定される玉石混りの砂礫層(Ag2)が確認されていることから、掘削時に多量に湧水、ボーリング等の現象を生じる可能性も考えられる。

図 4-7-9 には対象事業実施区域における地下水位の観測結果と掘削深度を併記した。

河川や自然排水路による微地形の形成については、図 4-7-10 昭和 50 年の土地利用状況(対象事業実施区域内及びその周辺部)に示すように、過去の航空写真(土地利用)からみると、対象事業実施区域内及びその周辺は、昭和 50 年には樹林地及び農用地であった。また、河川や自然排水路等もなく、対象事業実施区域及びその周辺は地下水への涵養源であった。

現在は、対象事業実施区域及びその周辺は土地区画整理事業を終えているものの、地下水への涵養源としては十分に存在している。さらに、500m 以遠においては当時の土地利用とほぼ同様であり著しい変化は認められない。

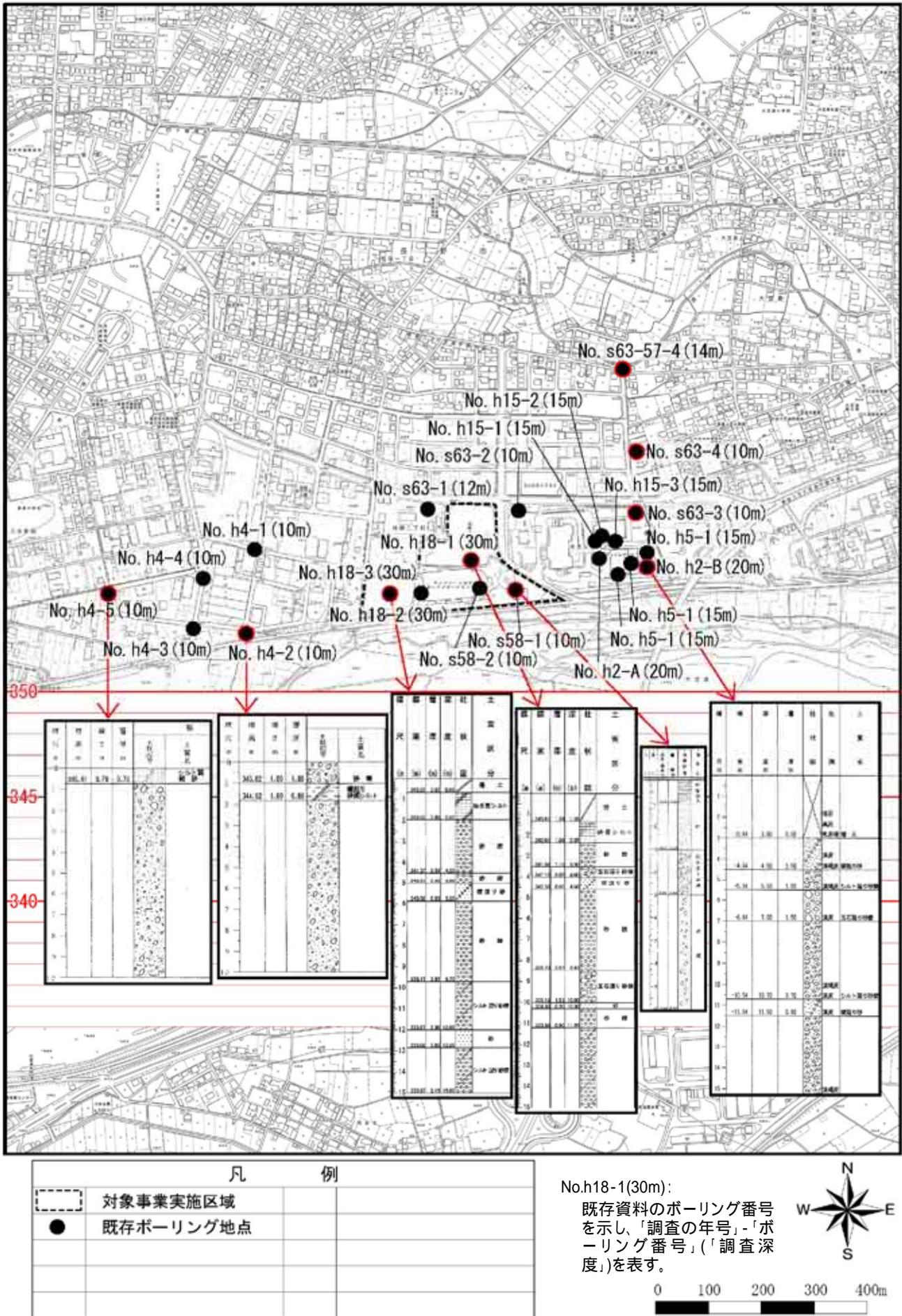
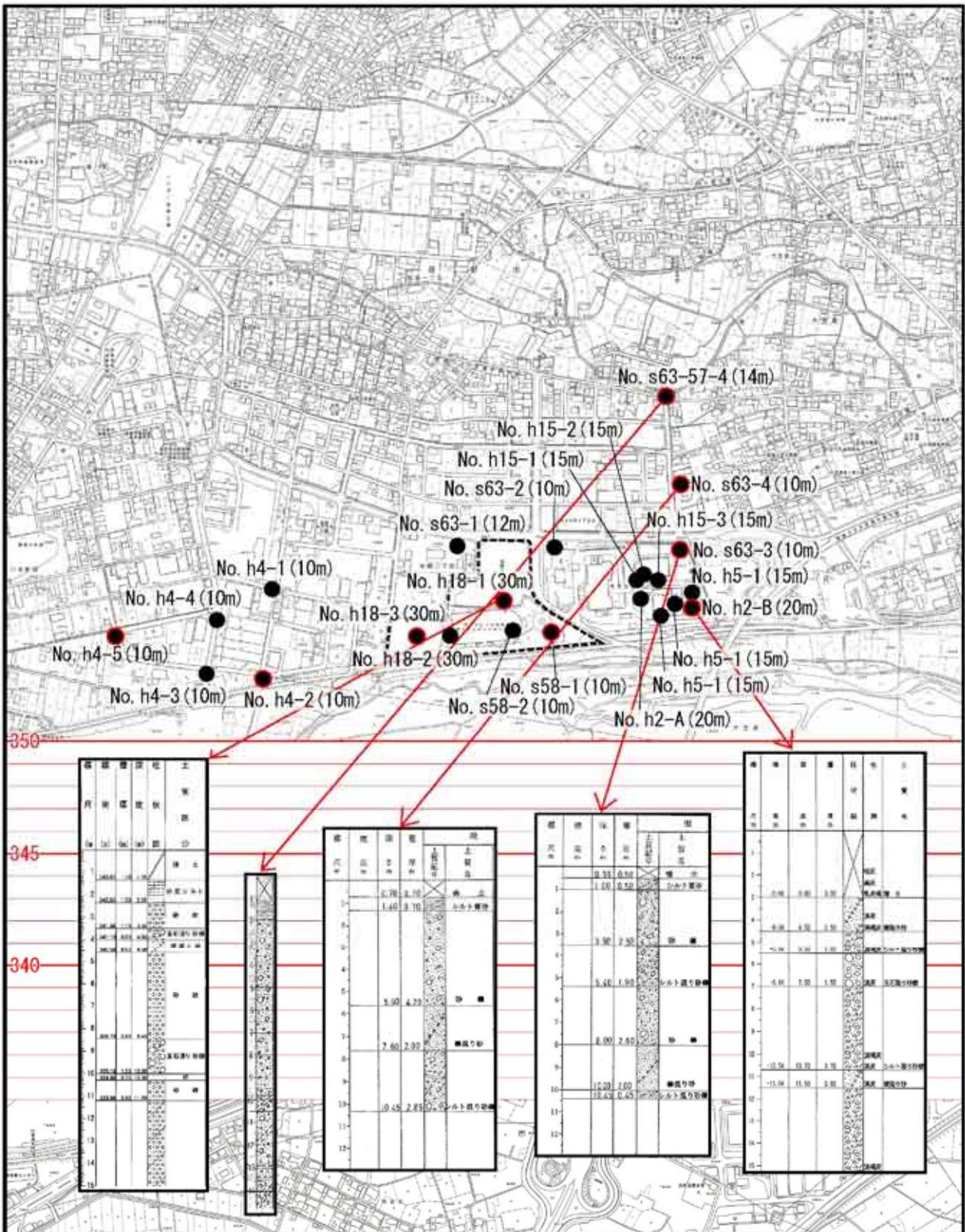


図 4-7-7(1) 対象事業実施区域内及びその周辺におけるボーリング調査結果



凡 例	
	対象事業実施区域
	既存ボーリング地点

No.h18-1(30m):
 既存資料のボーリング番号
 を示し、「調査の年号」-「ボ
 ーリング番号」(「調査深
 度」)を表す。

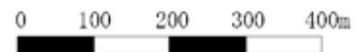
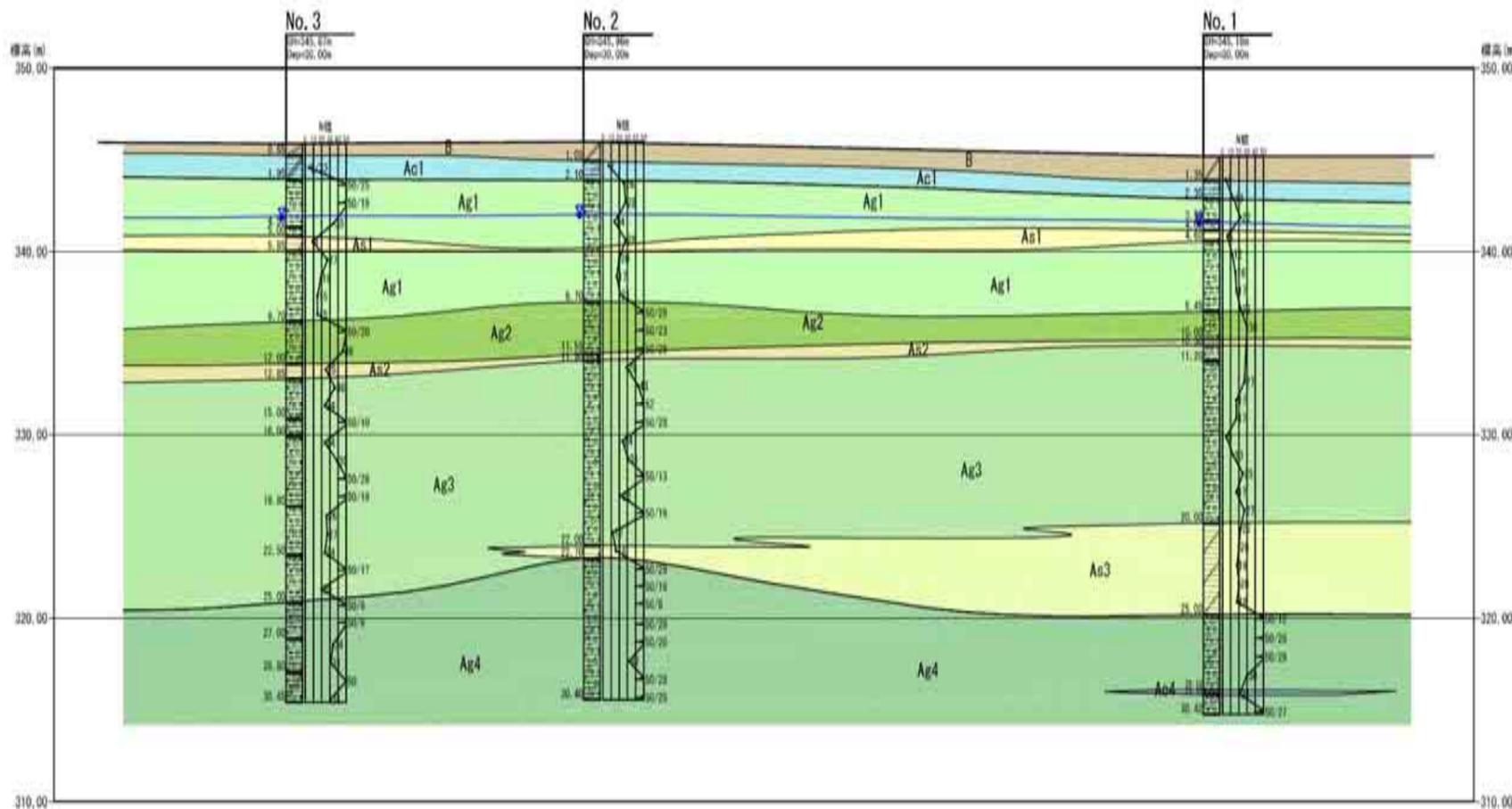
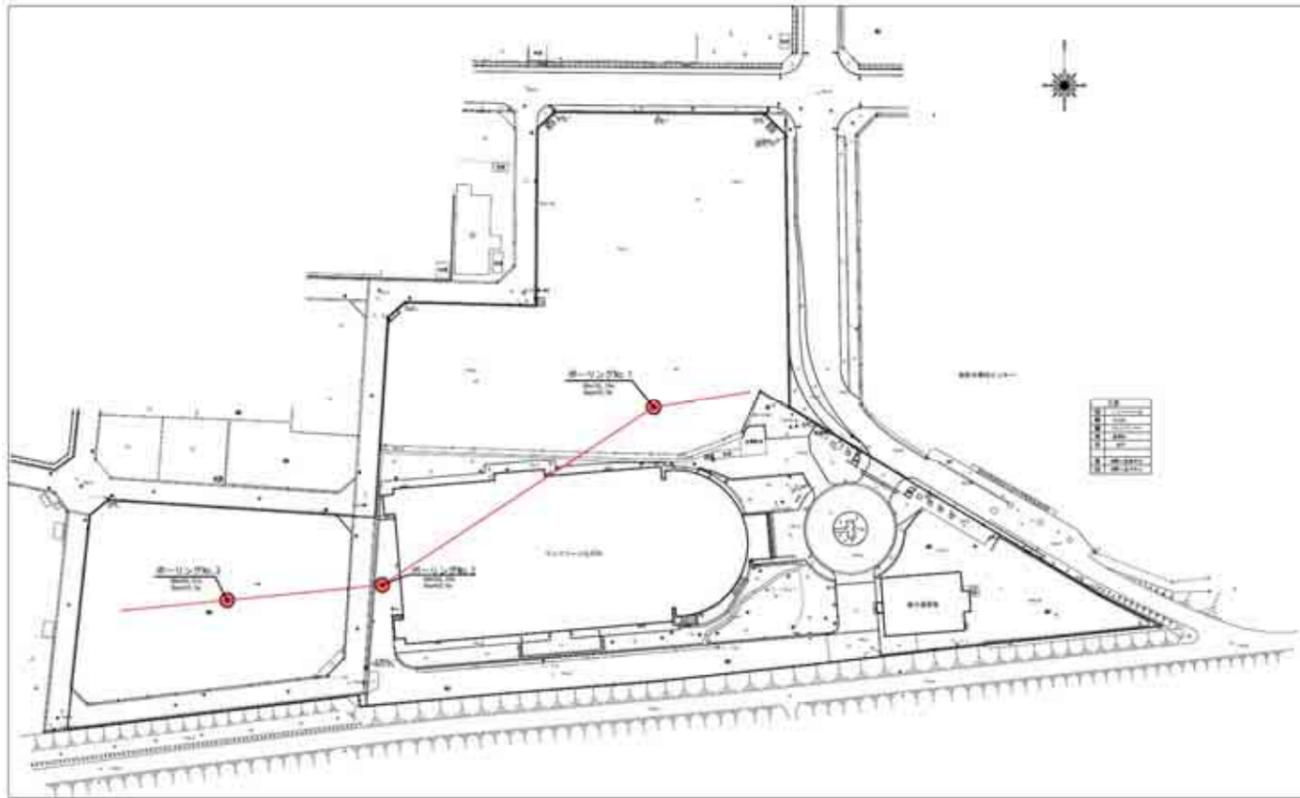


図 4-7-7(2) 対象事業実施区域内及びその周辺におけるボーリング調査結果



凡例

時代	区分	地層名	記号	主な土質	N値	記事
表層	埋土層		B	埋土	—	碎石や粘性土。
	粘性土層1		Ac1	砂質シルト 粘土質シルト	4~7	埋土の下から深度2.0ないし2.4m程度まで被う粘性土。 軟らかい~中位の硬さ。
上部	砂礫層1		Ag1	砂礫	12~50	φ40mm程度以下の硬質円礫を主体とするが、砂分の多いところや粗大な礫が多いところがあり、含礫率や密度のばらつきが大きい。礫当たりのためにN値50以上となる部分もあるが、全体的には中ぐらいの締めり。
	砂層1		As1	礫混り砂	6~9	かなり均等粒度の中砂~粗砂。 締めりは緩い。
中部	砂礫層2		Ag2	シルト混り砂礫 玉石混り砂礫	30~50	φ50mm以下の硬質円礫を主体とし、粗大な礫が混る。やや密な締めり。
	砂層2		As2	砂	25	かなり均等粒度の中砂が主体。中ぐらいの締めり。
下部	砂礫層3		Ag3	シルト混り砂礫 砂礫	5~50	φ50mm程度以下の硬質円礫を主体とし、粗大な礫が混る。砂分が多いところや粗大な礫が密集するところがある。含礫率や密度のばらつきが大きく、局部的だが細粒分が流出し礫間がルーズになっている部分が見られる。N値はかなりばらつきが、20~30程度のところが多く、No. 2, No. 3孔に比べNo. 1孔の方が小さい。全体的に中ぐらい~やや密な締めり。
	砂層3		As3	礫混り砂	16~22	中砂~粗砂を主体とし、少量の礫が混る。中ぐらいの締めり。
下部	砂礫層4		Ag4	シルト混り砂礫 砂礫	30~50	φ50mm程度以下の硬質円礫~亜円礫を主体とし、粗大な礫が混る。 上位の砂礫層と大きな土質の差はないが、礫間充填物の締めりはよくなる。 N値はすべて30以上を示し、N値50以上を示すところが多い。密な締めり。
	粘性土層4		Ac4	礫混りシルト	(7)	No. 1孔のAg4層中に局部的に狭在する粘性土。10cmごとの打撃回数から換算されるN値は7で、中位の硬さである。

図 4-7-8 対象実施区域の地質断面図

標尺	層高	層厚	層深	柱状	土質	色	相対	相対	相対	相対	記	孔内水位
(m)	(m)	(m)	(m)	図	区分	調	密	稠	度	度	事	測定月日
1	343.83	1.35	1.35		埋土	暗褐色					粘土質シルト。	11/28
2	342.83	1.00	2.35		砂質シルト	暗青灰					細砂を含む。含水中位。粘性中位。	3/30
3	341.88	1.15	3.50		砂礫	褐灰	中ぐらい				φ20mm以下の円礫及び粗砂が主体。一部シルト分含む。	
4	341.18	0.50	4.00		玉石混り砂礫	暗灰	中ぐらい				φ100mmの玉石やφ30~50mmの礫が多い。	
	340.58	0.60	4.60		礫混り砂	茶褐灰	緩い				細砂~中砂主体。φ2~30mmの礫混る。	
5												
6												
7												
8	336.73	3.85	8.45		砂礫	暗灰	中ぐらい				最大径80mm位。φ2~50mmの円礫が主体。礫間は中砂。6m付近まで少量のシルト分含む。6m以下深孔壁崩壊しやすい。	
9	335.18	1.55	10.00		玉石混り砂礫	暗灰	中ぐらい				φ30~50mmの礫が多い。礫間は粗砂が主体で、細粒分は殆ど含まない。掘削水は全濁水。	
10	334.88	0.30	10.30		砂	褐灰	中ぐらい				細砂が主体。	
11	333.98	0.90	11.20		砂礫	褐灰	中ぐらい				φ2~30mmの礫主体。孔壁の前壊激しい。	
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20	325.18	8.80	20.00		シルト混り砂礫	褐灰	中ぐらい				φ2~50mmの円礫~重円礫が主体。礫間はシルトが混る細砂~中砂。15.1m以下深々粗礫分少なくなり、礫混り砂状の部分挟む。孔壁の前壊激しい。	
21												
22												
23												
24												
25	320.18	5.00	25.00		礫混り砂	褐灰	中ぐらい				中砂~粗砂が主体。φ2~30mmの礫が少量混入し、粗大な礫点存在する。22.6mに砂礫挟む。23.8~25.0m細砂分多い。孔壁前壊激しい。	
26												
27												
28												
29	316.08	4.10	29.10		シルト混り砂礫	暗灰	非常に密な				φ5~40mmの礫が主体。礫間は細砂~中砂優勢で、少量のシルト分が混る。孔壁崩壊しやすい。	
	315.83	0.25	29.35		礫混りシルト	褐	中位				φ20mm程度の礫含む。	
30	314.76	1.07	30.42		シルト混り砂礫	灰	非常に密な				φ5~40mmの礫が主体。礫間は細砂~中砂優勢で、少量のシルト分が混る。孔壁崩壊しやすい。	

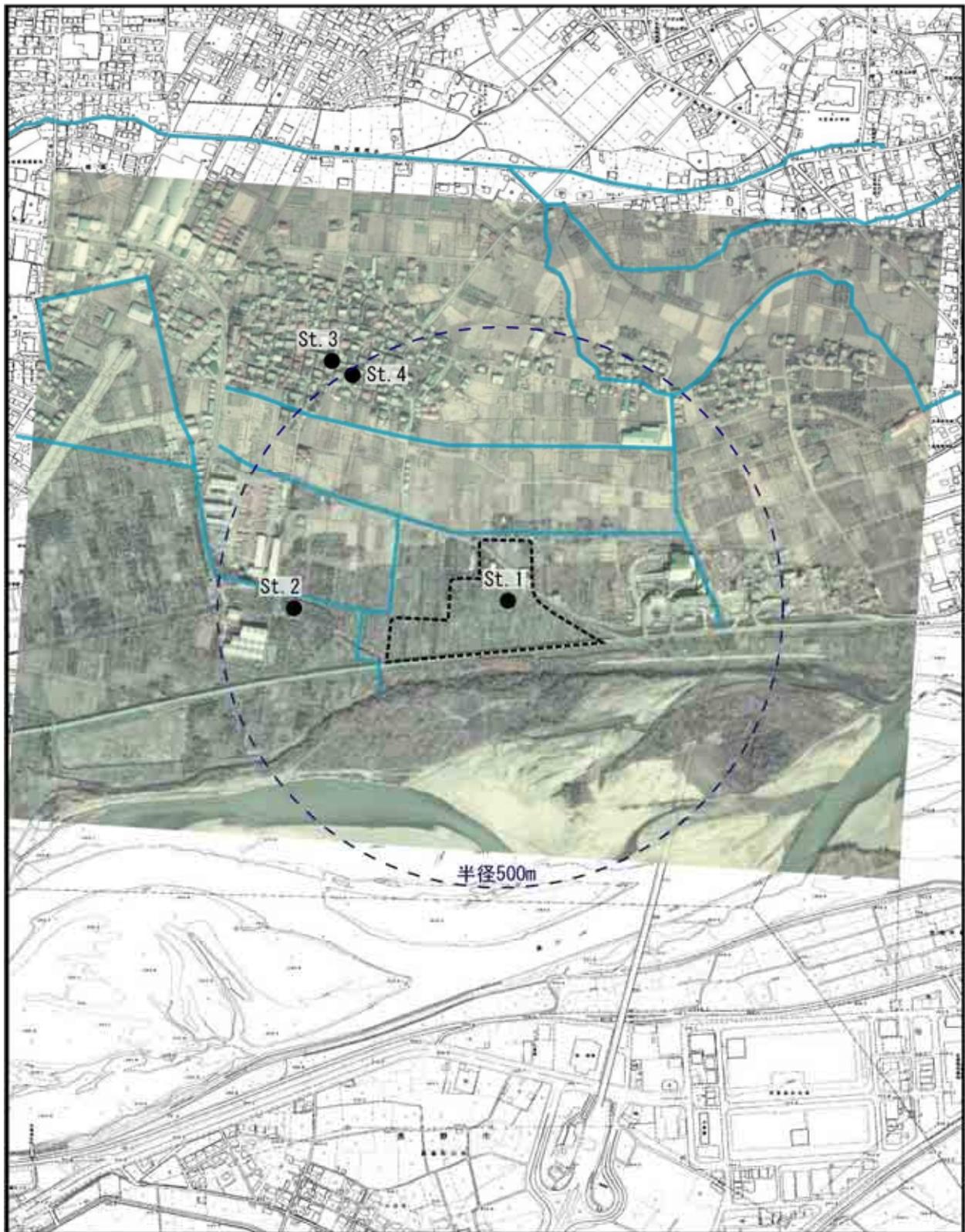
1年間(H21.6~H22.5)の測定結果
括弧内は既存資料(平成19年~平成22年7月)による測定結果

最高 -2.92m(-2.75m)
平均 -3.35m(-3.45m)
最低 -3.70m(-3.95m)

掘削計画深度 -9.1m

資料：A ごみ焼却施設地質調査業務報告書(平成18年12月)

図 4-7-9 対象事業実施区域内のボーリング (No.h18-1) 調査結果



凡 例	
	対象事業実施区域
	地下水調査対象井戸
	既存水路

注：昭和50年の航空写真

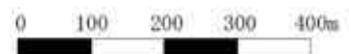


図 4-7-10 昭和 50 年の土地利用状況（対象事業実施区域内及びその周辺部）

4-7-2 予測及び評価の結果

1) 予測の内容及び方法

予測の内容及び方法に関する概要を表 4-7-6 に示す。

(1) 予測対象とする影響要因

工事による影響要因として「掘削工事(ピット等の地下構造物の設置)」、存在・供用による影響要因として施設の稼働に伴う「地下水の揚水」について行った。

(2) 予測地域及び予測地点

予測地域の設定は、地質の特性を踏まえて、掘削工事による地下水の水位に影響を与えるおそれがある地域とし、予測地点は既存の井戸の分布状況を考慮して設定した。

(3) 予測対象時期等

対象事業に係る掘削工事が最盛期となる時点及び対象事業の工事完了後で事業活動が通常の状態に達した時点に分けて予測する。

表 4-7-6 水象の予測方法

要 因		工事による影響	存在・供用による影響
		掘削工事	計画施設の稼働
区 分		工事中の湧水	地下水の揚水
項目	地下水位		
予測範囲		地質の特性を踏まえて、地下水の水位に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域とした。	
予測地点		既存の井戸の分布状況を考慮して設定した。	
予測時点		掘削工事による掘削深が最大となる時点及び計画施設が通常稼働の状態に達した時点とした。	
予測方法		地下水の状況を把握した上で、対象事業の特性及び地質条件による地下水位の変化の理論計算により行った。	

2) 工事による影響

(1) 予測項目

本事業の工事（ピット等の地下構造物の設置のための掘削工事）に伴って地下水を揚水（湧水）し、そのために周辺の地下水位が低下することが想定される。

予測項目は、この地下水位の低下に伴う周辺の井戸への影響とした。

(2) 予測地域及び地点

予測地域は、対象事業実施区域及びその周辺とし、予測地点は、表 4-7-7 に示すように対象事業実施区域周辺で地下水を利用している St.2 地点とした。なお、St.3 及び St.4 地点については水の利用を行っていないものの、地下水位の低下による影響の程度を把握した。

表 4-7-7 観測井戸の形状

地点 No.	井戸の現状	対象事業実施区域からの距離	掘削深	口径	備考
St.2	工場の取水井	西 380m 地点	35m	600mm	掘削深は聞き取りによる
St.3	手漕きポンプの撤去後の掘削井	北北西 530m 地点	3.6m	450 × 450mm	掘削深は現地測定
St.4	取水井のパイプ	北北西 490m 地点	4.5m	45mm	掘削深は現地測定

注：掘削深は掘削井の地盤からの深さをいう。

(3) 予測対象時期

予測対象時期は、対象事業に係る掘削工事が最盛期となる時期とした。

(4) 予測方法

予測手順

工事中による地下水の低下に伴う周辺井戸への影響の予測手順を図 4-7-11 に示す。

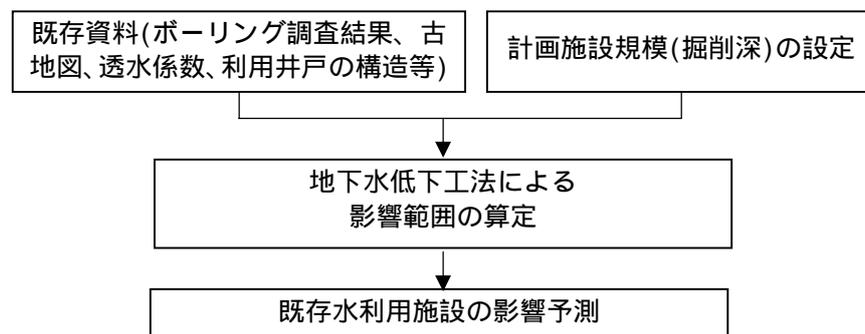


図 4-7-11 工事中の地下水低下の予測手順

予測方法

一般的に地下構造物の設置については、地下水位を低下させた後、掘削工事が行われる。また、掘削範囲が広範囲の場合は、複数本の揚水井戸（群井戸）により地下水位を低下させる工法により行われている。しかし、計画施設の詳細な整備計画が確定していないことから、掘削範囲自体を仮定の揚水井戸とし、既存の地質調査結果を活用した上で、矢板等の止水対策を行わない条件下で、掘削深度まで水位を低下させた場合の影響範囲、並びに掘削に伴い発生する揚水量を試算することにより予測を行った。

地下水影響圏範囲は、計画施設の掘削工事の深度と地質調査の透水係数を基に Sichart (ジハルト)、および不完全井戸で側壁および井戸底からの湧水がある場合の算出式 Forchheimer (フォルヒハイマー) の式にて求めた。

【影響圏の算定】

$$R = 3000 \times s \times \sqrt{k} \quad \dots \quad (式1)$$

- R : 影響圏半径 (m)
- s : 地下水位変化 (m) = (H-hw)
- k : 透水係数 (m/s)

【揚水量の算定】

$$Q = \frac{\pi \cdot k}{2.3 \log_{10}(R/rw)} \times \frac{H^2 - hw^2}{(hw/(hs + 0.5rw))^{0.5} (rw/(2rw - hs))^{0.25}} \quad \dots \quad (式2)$$

- Q : 揚水量 (m³/s)
- k : 透水係数 (m/s)
- H : 帯水層の水位高さ (m)
- hw : 水位低下時の水位高さ (m)
- hs : 井戸底から水位低下時の水位までの高さ (m)
- R : 影響圏半径 (m)
- rw : 仮定井戸半径 rw は、最大掘削面積 65m × 25m を一つの井戸と考えた場合の等価円の半径 (m) $rw = \sqrt{\frac{65 \times 25}{\pi}} = 22.7m$ (直径 45.4m)

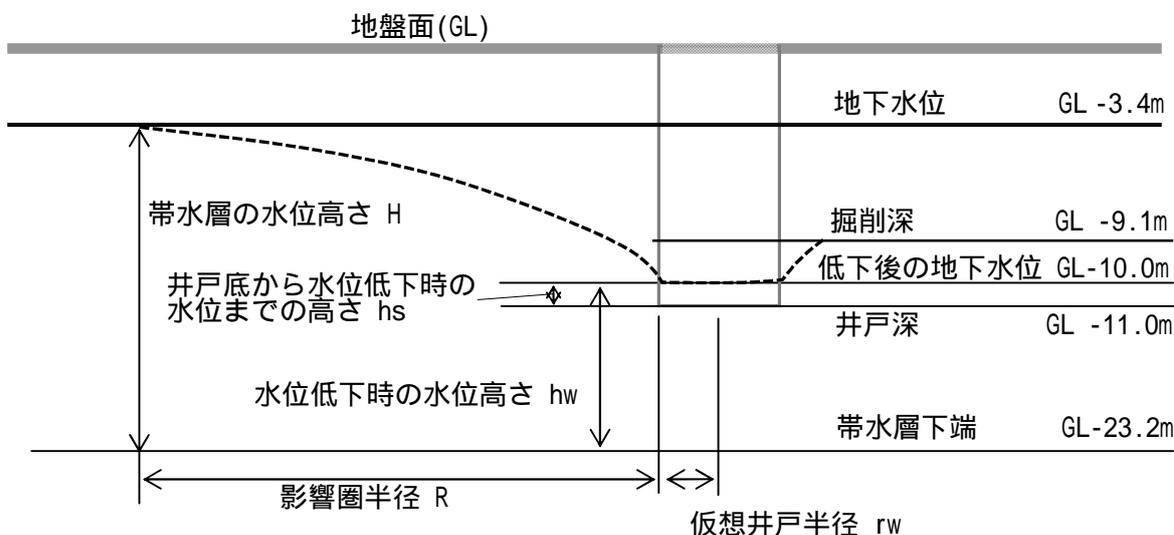


図 4-7-13 検討モデル図

予測条件の設定

予測条件は、表 4-7-8 のとおり設定した。

表 4-7-8 工事中の掘削工事及び地質等の設定

項目	記号	数値	設定の根拠
透水係数	k	$2.20 \times 10^{-3} \text{m/sec}$	A ごみ焼却施設地質調査業務報告書(平成 18 年 12 月)における透水係数を対象地層の層厚 (As3:3.2m、Ag3:16.6m No.1 地点) で加重平均した値を用いた。より現地の状況を反映した安全側の値とした。
透水量係数	T	$4.36 \times 10^{-2} \text{m/sec}$	帯水層厚さ 19.8m は H (帯水層の水位高さ) とした。
帯水層の水位高さ	H	19.8m	現況地下水位 GL-3.4m (表 4-7-4 の St.1 地点の平均値 (-3.35m)) と掘削範囲の水位低下時の地下水位 GL-10.0m の差 6.6m (水位低下量) の 3 倍とした。
水位低下時の水位高さ	hw	13.2m	帯水層の水位高さ 19.8m から水位低下量 6.6m を除いたものとした。
仮想井戸半径	rw	半径 22.7m	掘削面積の等価円の半径。掘削面積はピット内側の大きさ (60m × 20m) にコンクリート厚、作業範囲を考慮して 65m × 25m とした。

参考文献：土留め構造物の設計法（土質工学会）

(5) 予測結果

影響範囲の推定

計画施設の地下構造物を施工する時の掘削深度は、最大で地下 9.1m を計画している。

この掘削には地盤面から地下 10m まで地下水位を低下させる必要があると考えられる。この場合に、わずかでも地下水位が低下する影響圏の範囲は、影響圏の算定式(式 1)より 929 m と予測される。

$$R = 3,000 \times s \times k \quad \dots \quad (\text{式 1})$$

$$= 3,000 \times (19.8(\text{m}) - 13.2(\text{m})) \times (2.2 \times 10^{-3} (\text{m/s})) = 929 \text{ m}$$

揚水量の推定

地盤面から地下 10m まで地下水位を低下させる場合の揚水量は、揚水量の算定式(式 2)より 39,917m³/日と予測される。

$$Q = k(H^2 - hw^2) / 2.3 \log_{10}(R/rw) (hw / (hs + 0.5rw))^{0.5} (hw / (2hw - hs))^{0.25} \quad \dots \quad (\text{式 2})$$

$$= \times 2.2 \times 10^{-3} \times (19.8^2 - 13.2^2) / (2.3 \log_{10}(929/22.7)) \times (13.2 / (1 + 0.5 \times 22.7))^{0.5}$$

$$\times (13.2 / (2 \times 13.2 - 1))^{0.25}$$

$$= 1.50 / 3.25$$

$$= 4.62 \times 10^{-1} (\text{m}^3/\text{s})$$

$$= 4.62 \times 10^{-1} \times 60 \times 60 \times 24$$

$$= 39,917 (\text{m}^3/\text{日})$$

(6) 環境保全措置の内容

予測の結果、掘削時の揚水量が1日あたり39,917m³と極めて大きくなると想定され、影響範囲も約930mと予測された。このため、工事においては揚水量及び影響範囲を低減させる工法が必要と考えられる。

現時点においては具体的な工法は確定していないが、計画施設の設計や施工の段階において、揚水による影響の解析を行い、その結果に基づき、表4-7-9に示す環境保全措置を行い、揚水量の低減、環境影響範囲の最小化を講じることとする。

表 4-7-9 環境保全措置(工事による影響)

環境保全措置	環境保全措置の内容	環境保全措置の種類
揚水量を低減する掘削工法等の検討	効果的な掘削工法等の検討、設計に必要な調査(試験揚水)を実施する。	最小化
掘削深度の最小化	施設設計にあたっては、ピット容量及び深度の最小化を図る。	最小化
止水矢板等の設置による影響範囲の最小化	止水矢板、地盤改良等により揚水量の最小化及び地下水位低下の影響範囲の最小化を図る。	最小化
地下水位モニタリングの実施	掘削工事に伴う揚水期間中及びその前後において、周辺の水利用施設及び地下水低下の影響が考えられる地下水流向の下流側で地下水位の変動を確認する。また、その結果、周辺での地下水利用や地盤沈下等に影響を与える場合には、地下水位回復のために必要な措置を実施する。	低減

【環境保全措置の種類】

- 回避：全部又は一部を行わないこと等により、影響を回避する。
- 最小化：実施規模または程度を制限すること等により、影響を最小化する。
- 修正：影響を受けた環境を修復、回復または復元すること等により、影響を修正する。
- 低減：継続的な保護または維持活動を行うこと等により、影響を低減する。
- 代償：代用的な資源もしくは環境で置き換え、または提供すること等により、影響を代償する。

(7) 評価方法

評価の方法は、調査及び予測の結果並びに検討した環境保全措置の内容を踏まえ、地下水の水象への影響が、実行可能な範囲内でできる限り緩和され、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を検討した。また、表4-7-10に示す環境保全に関する目標と整合が図れているかどうかを検討した。

表 4-7-10 環境保全に関する目標(工事による影響)

項目	環境保全に関する目標
水象	地下水の揚水によって地下水位を低下させ、地域住民の生活環境に著しい影響を与えないこと

(8) 評価結果

環境への影響の緩和に係る評価

事業の実施にあたっては、「(6)環境保全措置の内容」に示したように、「揚水量を低減する掘削工法等の検討」や「掘削深度の最小化」及び「地下水位モニタリングの実施」等の対策

を行う計画である。また、地下水位が高い地域での掘削工事において、揚水量を低減し地下水位低下の影響範囲を最小化することについては、一般的に多くの実績があり、今後、詳細な調査、検討を行うことで対応できるものとする。

以上のことから、工事中における地下水への影響は、必要な環境保全措置を実施することで環境への影響の緩和に適合するものとする。

環境保全に関する目標との整合性に係る評価

地下水の揚水を伴う掘削工事の際して、揚水量を低減する止水対策等を実施しない場合は、周辺地域において地下水位の低下が生じることが想定される。この地下水位低下が生じる影響範囲については、半径約 930m、揚水量は 1 日あたり 39,917m³と予測される。

また、地下水を利用している民家等の聞き取り調査において、最も近接の利用者は約 380m の距離になっていることから水位低下により地下水利用への影響があると考えられるため、当該地点において、地下水位の年間変動量の標準偏差(表 4-7-4 参照)の範囲内(±0.22~0.32 m)に地下水位低下を抑えるなどの検討が必要である。

このため、表 4-7-9 に示す環境保全措置を実施することで、周辺地域における地下水位低下の影響を最小化あるいは低減させることとする。

なお、対象事業実施区域周辺で地下水を利用している揚水施設としては、既存の長野市清掃センターがあるが、この揚水施設のストレーナーは 35m 以深で、計画施設の建設工事により低下する地下水位よりも深い位置から採水しているため、掘削工事の揚水による影響は受けないものと考えられる。

以上のことから、環境保全に関する目標との整合性は図られているものとする。

ただし、掘削工法等の工事計画、揚水量、地質条件等については現時点では未確定であるため、掘削工事に伴う揚水期間中及びその前後において、対象事業実施区域周辺の水利用施設及び地下水位低下の影響が考えられる地下水流向の下流側において地下水位の観測を行い、地下水利用への影響の有無を確認することとする。また、この結果、周辺での地下水利用や地盤沈下等に影響を及ぼしていることが確認された場合には、適切な対策を実施することとする。

3) 存在・供用による影響

(1) 予測項目

施設の供用に伴ってプラント用水の水源を地下水とする計画である。この地下水の揚水に伴って周辺の地下水位の低下が想定される。

予測項目は、この地下水位の低下に伴う周辺の井戸への影響とした。

(2) 予測地域及び地点

予測地域は、対象事業実施区域及びその周辺とし、予測地点は、対象事業実施区域周辺で地下水を利用している St.2 地点とした。なお、St.3 及び St.4 地点については水の利用を行っていないものの、地下水位の低下による影響の程度を把握した。

(3) 予測対象時期

予測対象時期は、施設の供用が通常の稼働状態に達した時期とした。

(4) 予測方法

予測手順

施設の使用による影響の予測手順を図 4-7-14 に示す。

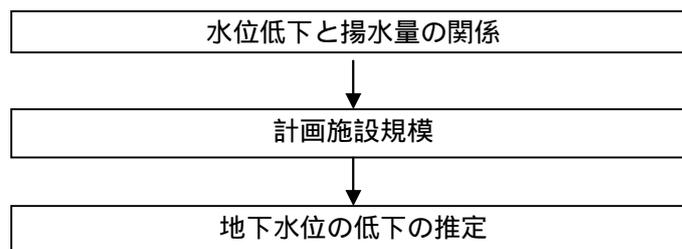


図 4-7-14 予測手順

予測条件の設定

存在・供用時における地下水の揚水量は、事業計画により 350 m³/日とした。

(5) 予測結果

対象事業実施区域及びその周辺の地下水位は地表面から 3~4 m 付近に位置しており、地下水を全体的にみると、対象事業実施区域では西から東方向の流向、南から北方向の流向と推定され、全体として図 4-7-6 に示す方向の地下水の流向が想定される。

対象事業実施区域における地層は砂礫等から形成され、透水係数は、 $1.90 \times 10^{-3} \text{m/sec}$ である。この透水係数等の水理地質条件による揚水量と地下水位の低下量の関係を示すように、存在・供用時における地下水の揚水量(350m³/日)を十分確保できるものと推定される。また、既存施設のサンマリーンながの及び清掃センターについても同様に地下水を水源として利用しており、上記のように地下水位は地盤より 3~4m 付近に位置し、水位低下する影響範囲も生じていない。

このように、透水能力が高く、帯水層も厚く分布し、既存施設の清掃センターの稼働に伴う影響も生じていないことから、本事業の供用に伴う地下水位の影響は少なく、周辺に及ぼす影響は小さいものと予測される。

(6) 環境保全措置の内容

本事業の実施においては、できる限り環境への影響を低減させるものとし、表 4-7-11 に示す「影響を最小化できる揚水井戸位置の選定」、「安全揚水量の検討」及び「利用井戸における地下水位の監視」を実施することとする。

表 4-7-11 環境保全措置(施設の稼働による影響)

環境保全措置	環境保全措置の内容	環境保全措置の種類
影響を最小化できる揚水井戸位置の選定	対象事業実施区域の犀川寄りを選定することで、堤内地側への影響を最小化する。	最小化
安全揚水量の検討	取水する帯水層における安全揚水量を確認する。	低減
利用井戸における地下水位の監視	対象事業実施区域周辺の水利用施設における地下水位の監視を行い、影響が確認され、利用者が地下水の利用が困難になった場合においては、代替水源の確保を検討する。	修正

【環境保全措置の種類】

回 避：全部又は一部を行わないこと等により、影響を回避する。

最小化：実施規模または程度を制限すること等により、影響を最小化する。

修 正：影響を受けた環境を修復、回復または復元すること等により、影響を修正する。

低 減：継続的な保護または維持活動を行うこと等により、影響を低減する。

代 償：代用的な資源もしくは環境で置き換え、または提供すること等により、影響を代償する。

(7) 評価方法

評価の方法は、調査及び予測の結果並びに検討した環境保全措置の内容を踏まえ、施設の稼働により地下水が揚水された場合の地下水への影響が、実行可能な範囲内でできる限り緩和され、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を検討した。また、表 4-7-12 に示す環境保全に関する目標と整合が図れているかどうかを検討した。

表 4-7-12 環境保全に関する目標(施設の稼働による影響)

項目	環境保全に関する目標
水 象	地下水の揚水によって地下水位を低下させ、地域住民の生活環境に著しい影響を与えないこと

(8) 評価結果

環境への影響の緩和に係る評価

事業の実施にあたって地下水を利用する場合の予測結果は、水理地質構造から存在・供用時における地下水の揚水量(350m³/日)を十分確保できるものと予想される。

さらに、事業者としてできる限り環境への影響を緩和するため、「(6)環境保全措置の内容」に示した「影響を最小化できる揚水井戸位置の選定」、「安全揚水量の検討」及び「地下水位の監視」といった環境保全措置を実施する考えである。

また、地下水の利用者については、地下水位の監視を行い、必要に応じた対策を講じ、影響の緩和に努めるものとする。

以上のことから、施設の稼働による水象への影響については、環境への影響の緩和に適合するものと評価する。

環境保全に関する目標との整合性に係る評価

地下水の揚水にあたっては、表 4-7-11 で示したような環境保全措置を実施することで、地下水の揚水（地下水位の低下）による取水障害等の影響はほとんどないと予測される。

このことから、環境保全に関する目標との整合性は図られているものと評価する。

ただし、施設の使用機器、設備、地下水揚水量等については現時点では未確定であり、予測条件と異なる場合が考えられる。そのため施設の稼働に際しては事後調査を行い、地域住民の生活環境に著しい影響を及ぼしていることが確認された場合には、適切な対策を実施することとする。