

B) 地下水の状況

①既存資料調査

大阪市域では地盤沈下の監視として、市内 11 地点において 15 本の観測井により地下水位観測が行われているが、事業計画地周辺の上町台地においては、大阪市及びその他の公共機関で測定されている地下水位観測井は存在しない。

なお、大阪市環境白書 平成 19 年版（大阪市、平成 20 年）によると、市内全域における平成 18 年の観測結果は、平成 17 年と比較して、地下水位の年平均水位が上昇した観測井は 4 本（0.08m～0.25m）、地下水位が下降した観測井は 11 本（0.02m～0.58m）となっている。

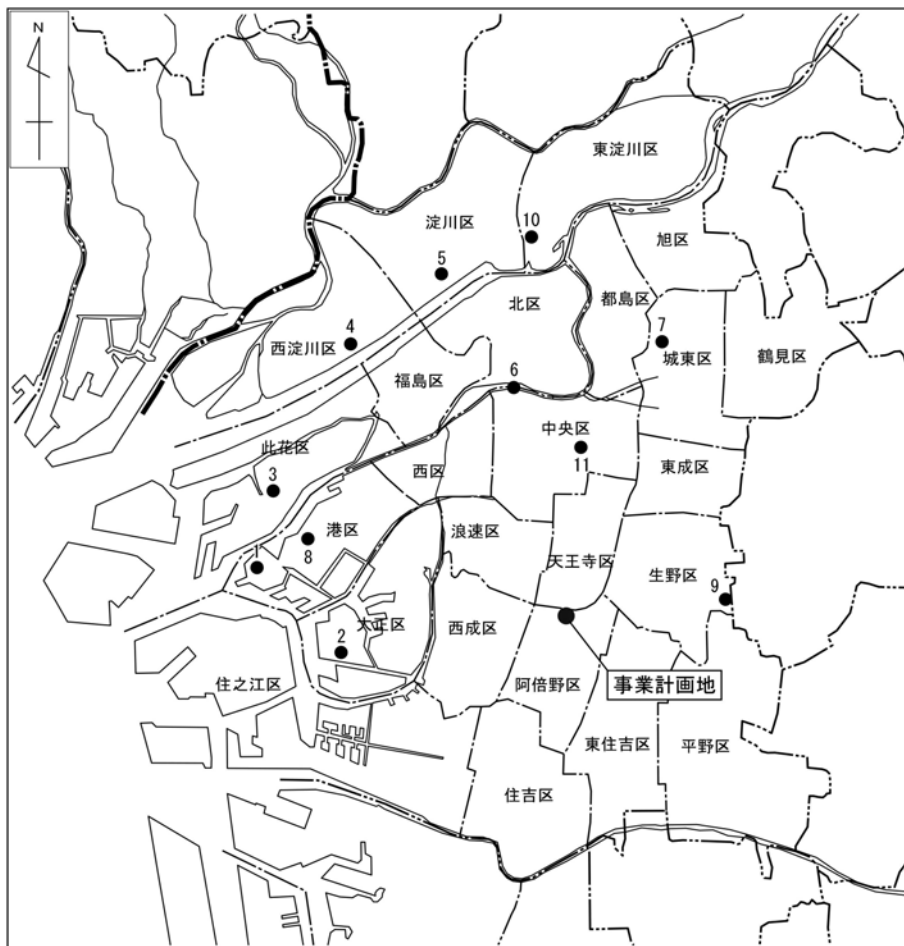


図 5.6.3 大阪市内観測所位置

②計画地周辺の地下水状況

i) 地下水位の状況

事業計画地周辺で実施したボーリング時の無水掘り水位は、No.1 地点で GL-7.00m (T.P.+9.50m) まで無水掘りを実施した時点で確認され、GL-6.75m (T.P.+9.75m) で安定していた。また、ボーリングコア観察の結果、無水掘り水位を確認した深度付近で含水が多い状態であったことから、事業計画地付近の不圧帯水層の自由地下水位は、平成 20 年 1 月時点では、GL-7.00m (T.P.+9.50m) 付近にあるものと考えられる。

被圧帯水層を対象に、No.3 地点で実施した地下水位の測定結果は、表 5.6.5 に示すとおりである。

表 5.6.5 被圧地下水の地下水位 (No.3 地点)

調査地点	対象土質 (土層)	測定区間 (GL-m) [T.P.±m]	平衡水位 (GL-m) [T.P.±m]
No.3	粘土混じり砂礫 (洪積砂・礫質土層 Dsg2)	15.50~16.50 [+1.05~+0.05]	9.63 [+6.92]
	礫混じり粗砂 (洪積砂質土層 Ds2)	27.60~28.60 [-11.05~-12.05]	16.21 [+0.34]
	細砂 (洪積砂質土層 Ds3)	39.50~40.50 [-22.95~-23.95]	16.73 [-0.18]
	礫混じり細砂 (洪積砂質土層 Ds4)	52.00~53.00 [-35.45~-36.45]	19.81 [-3.26]
	シルト質細砂 (洪積砂質土層 Ds4)	63.30~64.30 [-46.75~-47.75]	22.82 [-6.27]
	細砂 (洪積砂質土層 Ds5)	74.50~75.50 [-57.95~-58.95]	24.13 [-7.58]

ii) 地下水の流向・流速

事業計画地周辺において地下水の流向・流速測定等を実施した。測定方法は、単孔式加熱型流向・流速測定、CCD カメラによる流向・流速測定、電気伝導度による流速測定の 3 方法で行い、測定は、洪積砂質土層の Ds2 (GL-30.50m)、Ds3 (GL-42.50m)、Ds4 (GL-57.00m) の 3 深度を対象に実施した。

流速については、各測定方法の測定限界付近の流速と考えられ、各調査深度の流速は、表 5.6.6 に示すとおりである。流向については、概ね地層勾配と同じ東に向かう流れが観測された。

表 5.6.6 被圧地下水の流向・流速と透水係数 (No.4 地点)

調査地点	対象土層 (深度)	孔内流速 (cm/sec)	流向	透水係数 (cm/sec)
No.4	洪積砂質土層 Ds2 (GL-30.50m)	1.00×10^{-5}	東	2.19×10^{-3}
	洪積砂質土層 Ds3 (GL-42.50m)	4.45×10^{-5}	東	2.25×10^{-3}
	洪積砂質土層 Ds4 (GL-57.00m)	1.00×10^{-5}	東	4.59×10^{-3}

C) 地下水の採取量

大阪府生活環境の保全等に関する条例による報告の年ごとの集計に基づく、大阪市の地下水揚水量の経年変化は表 5.6.7 に示すとおりである。

大阪市内では、平成 17 年では、合計 437 本の井戸が届出され稼働しており、地下水採取量は合計 6 千 m^3 /日である。

表 5.6.7 用途別、井戸本数及び地下水揚水量経年変化

用途	平成 13 年			平成 14 年			平成 15 年			平成 16 年			平成 17 年		
	井戸本数	揚水量		井戸本数	揚水量		井戸本数	揚水量		井戸本数	揚水量		井戸本数	揚水量	
	本	千 m^3 /日	百万 m^3 /年	本	千 m^3 /日	百万 m^3 /年	本	千 m^3 /日	百万 m^3 /年	本	千 m^3 /日	百万 m^3 /年	本	千 m^3 /日	百万 m^3 /年
工業用	4	0	0	4	0	0	2	0	0	3	0	0	2	0	0
上水道用	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
農業用	437	3	1	434	3	1	405	2	1	405	3	1	400	2	1
その他	23	2	1	21	1	0	21	1	0	23	1	0	35	4	1
合計	464	5	2	459	4	1	428	3	1	431	4	1	437	6	2

資料：環境省ホームページ「全国地盤環境情報ディレクトリ」(平成 17 年度版)

(http://www.env.go.jp/water/jiban/dir_h17/index.html)、

大阪府生活環境の保全等に関する条例による報告の年ごとの集計 (対象ポンプ；揚水機の吐き出し口の断面積が 6 cm^2 を超え、稼働中のもの)

D) 地盤沈下の状況

大阪市の中心地域から南部の水準点の変動量は表 5.6.8 に示すとおりである。

湾岸域の西区、港区、大正区の水準点の変動は、平成 15 年以前は横ばいか上昇傾向を示していたが、平成 17 年は 1 cm 以上の沈下が記録されている。その他の区でも、平成 15 年以前は横ばいか上昇傾向であったが、平成 17 年は 1 cm の沈下箇所が増えている。

事業計画地近傍 3 地点の水準点の変動量は表 5.6.9 に示すとおりである。

事業計画地近傍の平成 17 年の変動量は、大阪市内の湾岸域を除いた他の地点と同じ 1 cm 以下程度の沈下である。

表 5.6.8 大阪市の中心地域から南部の水準点の変動量

地域	区名	水準点 番号	所在地	年間変動量(cm)				
				H10年	H11年	H13年	H15年	H17年
中心	北	中-7	茶屋町 1-40	(+0.49)	—	(-0.28)	-0.25	-0.92
	中央	中-28	大阪城 3	-0.03	-0.48	0.32	0.22	-0.01
	西	西-45	九条 2-19	-0.67	-0.38	0.15	-0.19	-1.45
	天王寺	国-234	生玉町 13	-0.04	-0.62	0.51	0.03	-0.27
	浪速	国-235	恵比寿西 1-2	-0.11	-0.54	0.68	0.16	-0.45
南東	生野	東-2	巽東 3-3	0.10	-0.10	0.44	0.35	-0.44
	阿倍野	南-18	王子町 4-1	(-0.08)	—	(+0.43)	0.59	-0.45
	東住吉	南-15	湯里 1-15	0.00	-0.11	0.53	0.66	-0.30
	平野	南-13	加美南 1-9	-0.05	-0.11	0.15	0.75	0.33
南西	港	西-19	海岸通 4-2	-0.38	-0.21	-0.05	-0.35	-1.65
	大正	西-30	泉尾 1-39	(+0.85)	—	(-0.03)	0.07	-1.22
	西成	国-243	天下茶屋 2-2	-0.15	-0.29	0.62	0.20	-0.36
	住之江	国-245	安立 2-11	0.04	-0.16	0.51	0.08	-0.52
	住吉	国-244	東粉浜 1-5	0.06	-0.07	0.68	0.33	-0.43

注) ()内は、前回観測から観測年までの変動量であり、+は隆起、-は沈下を示す。

資料：大阪市環境白書 平成 19 年版（大阪市、平成 20 年）

表 5.6.9 事業計画地近傍 3 地点の水準点の変動量

区名	水準点 番号	変動量(cm)					H17 年度標高 (T.P.m)
		H10年	H11年	H13年	H15年	H17年	
天王寺	中-43(Ⅱ)	—	—	—	+0.32	-0.54	9.7140
阿倍野	南-8(Ⅲ)	—	—	-0.47	+0.52	-0.73	14.2411
	南-9(Ⅲ)	-0.51	—	+0.37	+0.35	-0.75	16.0185

注) 南-8(Ⅲ)は平成 11 年 3 月再設、南-9(Ⅲ)は平成元年 9 月再設、中-43(Ⅱ)は平成 13 年再設。

+は隆起、-は沈下を示す。

資料：大阪市環境局聞き取り調査による

(大阪市内地盤沈下・地下水位観測結果報告書(平成 19 年)に基づく)

E) 法令による基準等

大阪市では、「工業用水法」(S31.6.11 施行)及び「建築物用地下水の採取の規制に関する法律」(S37.8.31 施行)によって、動力を用いて地下水を採取するための設備で、揚水機の吐出口の断面積が 6cm²を超える井戸を届出対象とし、また、揚水機の吐出口の断面積 21cm²以下、ストレーナーの深度 500~600m以深にすることと、厳しい技術的許可基準が定められている。

また、大阪府では「府生活環境保全条例」を改正し、平成 20 年 1 月 1 日から、大阪府全域で吐出口断面積が 6cm²を超える地下水採取の揚水設備を設置する事業所は地下水採取量を報告しなければならないとしている。

5.6.2 工事の実施及び施設の存在に伴う影響の予測及び評価

(1) 予測概要

工事の実施及び施設の存在により、その周辺地域に地盤沈下の恐れがあることから、事業計画の内容を踏まえ、工事の実施及び施設の存在がその周辺地域に及ぼす地盤沈下の影響の程度について予測を行った。予測内容は、表 5.6.10 に示すとおりであり、予測事項は、遮水壁の打設による地下水流動阻害、地下水位の変化及び地盤沈下とした。

なお、山留め変形による地盤沈下については、周辺構造物の管理基準値を超えることがないよう、山留め壁に高い剛性を確保できる TSW 工法を採用するとともに、逆打ち工法を採用することにより掘削時の山留め変形を抑止し、さらには周辺構造物の観測施工を行うことから、予測評価の対象外とした。

表 5.6.10 予測内容

予測事項	予測時期	予測範囲	予測方法
遮水壁による地下水流動阻害、地下水位の変化、地盤沈下	工事中及び施設存在時	事業計画地周辺	数値実験に基づく地下水流動阻害の評価式による予測及び粘性土の圧密沈下、砂質土の弾性沈下計算

(2) 予測方法

計画地の地盤柱状図と建物計画深度及び山留め予定深さを図 5.6.4 に示す。

本事業計画による周辺地下水位低下の可能性としては、山留め壁としての連続遮水壁及び本設地下構造物により、地下水の流れに影響が出ることが考えられる。ここで既に存在している既存旧館建物が GL-12m 程度まであり、また GL-20m 程度まで地下鉄等の周辺地下構造物で囲まれていることから、ボーリング調査時に確認された表層の不圧帯水層（自由地下水位：GL-7.00m 付近）及び比較的浅い被圧帯水層（Dsg2 平衡水位：GL-9.63m）は対象外とし、GL-20m 以深の被圧帯水層（Ds2、Ds3、Ds4）を対象とする。また、検討対象となる 3 層の被圧帯水層はそれぞれ、明確な難透水層で区切られているため、地下水流動の現象を各帯水層の平面 2 次元問題として評価できると考えられる。

そこでまず、地下水流動阻害の評価式を用いて、周辺水位への影響を評価する。これにより得られた水位低下量と地盤調査（PS 検層、圧密試験）結果に基づき、粘土層の圧密沈下量と帯水層の弾性沈下量を算定することにより、影響評価を行うこととする。

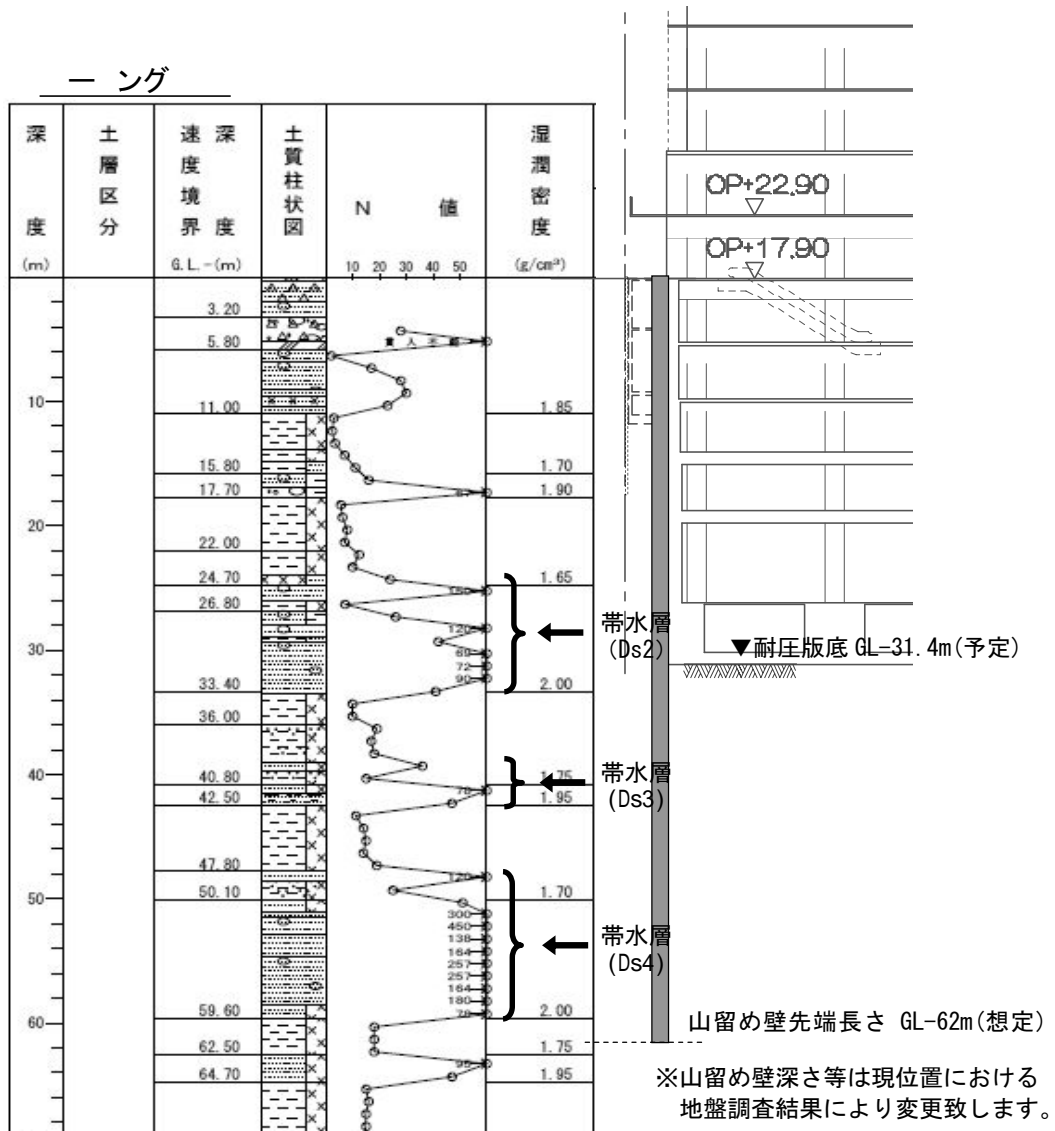


図 5.6.4 検討対象土層

(3) 予測結果

A) 被圧地下水位低下量の算定

事業計画地周辺で実施した地下水の流向・流速及び透水係数の測定結果を用い、遮水山留め壁及び本設地下構造物による被圧地下水位低下量の算定を行う。ここで、遮水山留め壁及び本設地下構造物による下流側地下水位低下量の算定には、数値実験に基づく地下水流動阻害の評価式¹⁾を用いた。

$$Sc = I L \sin$$

Sc : 下流側水位低下量 (= 上流側水位上昇量)

I : 自然状態における地下水の動水勾配

L : 不透水構造物の半長

: 自然地下水流動方向と不透水構造物がなす交角

ここで、

地下水を遮る不透水構造物の長さ ($2L$) = 80m

自然地下水流動方向と不透水構造物がなす角 () = 90°

Ds2、Ds3、Ds4 の各層の孔内流速、流向、透水係数を用いて、層毎に動水勾配、水位差を求め、表 5.6.11 に示した。

その結果によれば、最も大きな水位差は Ds3 層で約 24cm である。また、Ds4 層は、動水勾配が非常に小さく、滞留状態にあると考えられる。

表 5.6.11 被圧帯水層の動水勾配と水位差

	洪積砂質土層 Ds2 (GL-30.50m)	洪積砂質土層 Ds3 (GL-42.50m)	洪積砂質土層 Ds4 (GL-57.00m)	備考
孔内流速(cm/sec)	1.00×10^{-5}	4.45×10^{-5}	1.00×10^{-5}	① (測定値)
ダルシー流速(cm/sec)	3.00×10^{-6}	1.34×10^{-5}	3.00×10^{-6}	×0.3
透水係数(cm/sec)	2.19×10^{-3}	2.25×10^{-3}	4.59×10^{-2}	③ (測定値)
動水勾配	1.37×10^{-3}	5.94×10^{-3}	6.54×10^{-5}	②/③→④ (=I)
1/x	731	168	15287	④の逆数
下流側水位低下量(m)	0.055	0.238	0.003	$I L \sin$

注) ダルシー流速=孔内流速×間隙率、間隙率は一般的な値 0.3 を採用した。

また、最も大きな水位差となる Ds3 層について、下流側、上流側へ水位低下、水位上昇が及び影響範囲 R は、図 5.6.5 に示すように

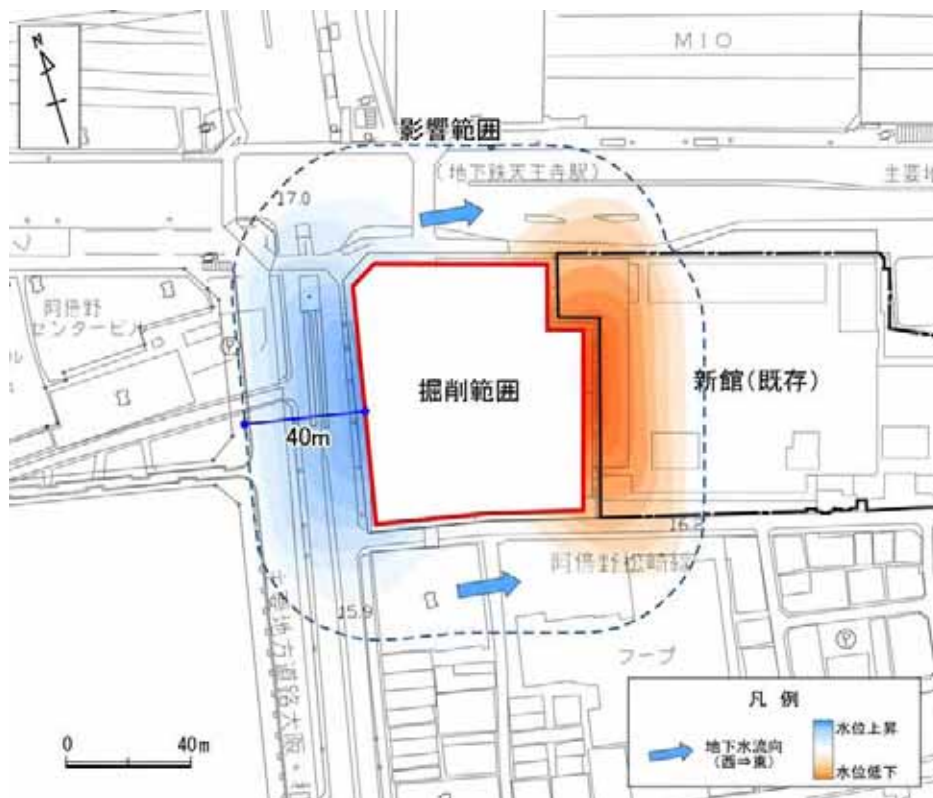
$$R = Sc / I = 0.238 / 5.94 \times 10^{-3} = 40\text{m}$$

と予想される。

地下水位の変化は、地下水流向が東向きであることから、流動方向の上流側となる建物西側で水位上昇が、下流側となる東側で水位低下が発生し、これらの水位変化は、影響範囲の40mで収束すると考えられる。

なお、流動方向と本施設地下構造物の向きが平行となる建物北側と南側は水位変化は小さくなると予想される。

1) 「地下水流動保全のための環境影響評価と対策」(地盤工学会)



※この図は、水位変化のイメージを示したものであり、絶対的な水位変化量を示すものではない。

図 5.6.5 周辺影響範囲と水位変化のイメージ

B) 地下水位低下に伴う地盤沈下量の算定

上記で求めた水位低下量と地盤調査（PS 検層、圧密試験）結果に基づき、粘土層の圧密沈下量と帯水層の弾性沈下量を算定する。

ここで粘性土の最終圧密沈下量は、Cc 法（(2.1)式）により算定する。ここで、今回の地質調査の土質試験の結果、粘性土層は過圧密であるため、圧縮指数 Cc の代わりに再圧縮指数 Cr (= 1/10Cc) を用いるものとする。

$$S_i = L_i \frac{C_c}{1+e_0} \log_{10} \frac{\sigma'_{z0i} + \sigma'_{wi}}{\sigma'_{z0i}} \quad (2.1)$$

また、帯水層の弾性沈下量は、以下に示す方法で算定することとする。

- ① 各層 i における地下水位低下による有効応力の増分を考慮した地盤剛性 E_{0wi} を (2.2) 式により求める。

$$\frac{E_{0wi}}{E_{0i}} = \sqrt{\frac{1 + \sqrt{\sigma'_{z0i} / (\sigma'_{z0i} + \sigma'_{wi})}}{2 \times \{ \sigma'_{z0i} / (\sigma'_{z0i} + \sigma'_{wi}) \}}} \quad (2.2)$$

- ② 各層 i における地下水位の低下に伴う地盤のせん断ひずみを (2.3) 式により求める。

$$\theta_{wi} = \theta_{0wi} = \frac{\sigma'_{wi} \cdot (1 - \nu^2)}{E_{0wi} (1 - \nu)} \quad (2.3)$$

- ③ せん断ひずみによる剛性低下を考慮したせん断ひずみを (2.4) 式により求める。

$$\sigma'_{wi} = \theta_{0wi} + K \cdot \theta_{wi}^R \quad (2.4)$$

- ④ 各層 i における沈下量を (2.5) 式により求める。

$$s_i = \sigma'_{wi} \cdot L_i \quad (2.5)$$

ここに、 S_i : 土層 i における最終沈下量 C_c : 圧縮指数
 L_i : 土層 i の層厚 e_0 : 初期間隙比
 σ'_{z0i} : 水位低下前の地盤の有効鉛直応力
 σ'_{wi} : 水位低下に伴う有効応力の増分
 E_{0i} : 土層 i における初期変形係数
 E_{0wi} : 水位低下を考慮した変形係数
 θ_{wi} : 土層 i におけるせん断ひずみ

- : 地盤のポアソン比
- '_{wi} : せん断ひずみによる剛性低下を考慮したせん断ひずみ
- R, K : R-0 モデルの係数
- w_i : 水位低下による地盤の弾性沈下量

以上の方法により、地下水位低下による地盤沈下量の算定した結果を表 5. 6. 12 に示した。

被圧帯水層 Ds2、Ds3、Ds4 の地下水位が表 5. 6. 12 に示したとおり低下したと想定した場合、約 0.1 cm の沈下が起こると想定される。

(4) 評 価

A) 環境保全目標

評価の指針（「4.4 調査、予測及び評価の手法」参照）をもとに環境保全目標を以下の通り設定し、評価を行った。

- ・ 環境への影響を最小限にとどめるよう、環境保全について配慮されていること。
- ・ 工業用水、建築物用地下水の採取の規制に関する法律及び大阪府生活環境の保全等に関する条例に定められた規制基準に適合すること。
- ・ 大阪市環境基本計画の目標の達成と維持に支障がないこと。

B) 評価結果

本事業では、工事中及び施設供用時に地下水を揚水しないことから、「工業用水法」等の地下水規制には該当しない。

また、計画施設の工事の実施及び存在に伴う地下水流動阻害による水位低下により広域にまたがる地盤沈下等の影響が懸念されたが、水位差が最も大きい Ds3 層の影響範囲は約 40m であり、地下水位低下による広域への影響は少ないと考えられる。また地下水位低下の影響範囲と予測した本事業計画地東側 40m の範囲は事業者所有のターミナルビル新館部分であり、計画地周辺に井戸を用いている家屋もないため、地下水位の低下が周辺環境に与える影響も小さいと考えられる。

しかしながら、計画地周辺には沿道及び周辺埋設管、さらには周辺地下鉄構造物等があるため、それらの安全性の確保という観点からは、各々の周辺構造物に対しての管理基準値を超えない値とすることが必要である。

そのため、大阪市交通局との近接施工協議及び大阪市建設局路政課への沿道掘削申請・埋設企業体との協議等により、掘削に伴う山留め壁の安全性及び周辺地下鉄構造物・周辺埋設管等の安全性を確認して頂き、各々の周辺構造物に対しての管理基準値を元に、工事期間中に計測管理を行いながらの施工を行うこととする。

以上のことから、環境保全目標を満足するものと評価する。

表 5.6.12 地下水位低下による地盤沈下量

地層	下端深度 GL- m	層厚 Li m	過潤 密度 γ t/m ³	S波 速度 Vs m/s	ポアソン比 ν	地下水 位 GL- m	層下端 水圧 pw t/m ²	層下端 鉛直応力 t/m ²	層下端有効 鉛直応力 t/m ²	σ t/m ²	水位差 m	$\Delta\sigma$ t/m ²	有効応力 増分 t/m ²	圧密 降伏 応力 t/m ²	初期 せん断 剛性 G ₀ tf/m ²	初期 変形 係数 E ₀	水位低下を 考慮した 変形係数 E _{0wi}	γ_{0wi}	R-0.5 ν の 係数		せん断 ひずみ γ_{wi}	剛性低下 せん断 ひずみ γ'_{wi}	弾性 沈下量 ① δ_{wi} mm	初期 間隙比 e ₀	圧縮 指数 Cc	再圧縮 指数 Cr	圧密 沈下量 ② Si mm		
																			R	K									
F	5.8	5.8	1.85	320	0.450	-	0	10.7	10.7	10.7	-	0.0	0.0	-	19331	56059	56059	0.0E+00	0.0E+00	2.1	17013	0.0E+00	0.000	-	-	-	-	-	
Dsg1	11	5.2	1.85	340	0.475	-	0	20.4	20.4	20.4	-	0.0	0.0	21822	64376	64376	0.0E+00	0.0E+00	2.1	8483	0.0E+00	0.000	-	-	-	-	-	-	
De1	15.8	4.8	1.70	160	0.494	-	6.17	28.5	22.3	24.1	-	0.0	0.0	35.7	-	-	-	-	-	-	-	-	1.31	1.00	0.1	0.0	0.0	0.0	
Dsg2	17.7	1.9	1.90	310	0.481	9.63	8.07	32.1	24.1	24.1	-	0.0	0.0	18632	55187	55187	0.0E+00	0.0E+00	2.1	8483	0.0E+00	0.000	-	-	-	-	-	-	
De2	24.7	7.0	1.65	260	0.484	-	8.49	43.7	35.2	35.2	-	0.055	61.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.76	1.00	0.1	0.2	0.2	0.2	
Ds2	33.4	8.7	2.00	380	0.474	16.21	17.19	61.1	43.9	43.9	0.055	0.055	87.6	29469	86876	86917	9.2E-08	9.2E-08	2.1	8483	9.2E-08	0.001	-	-	-	-	-	-	-
De4	40.8	7.4	1.75	260	0.485	-	24.07	74.0	50.0	50.0	-	0.238	87.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.14	0.765	0.0765	0.5	0.5	0.5	
Ds3	42.5	1.7	1.95	310	0.480	16.73	25.77	77.3	51.6	51.6	0.238	0.238	103.4	19122	56601	56699	4.8E-07	4.8E-07	2.1	8483	4.8E-07	0.001	-	-	-	-	-	-	-
De5	50.1	7.6	1.70	310	0.480	-	27.28	90.3	63.0	63.0	-	0.003	103.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.37	1.28	0.128	0.0	0.0	0.0	
Ds4	59.6	9.5	2.00	410	0.472	22.82	36.78	109.3	72.5	72.5	0.003	0.003	103.4	34306	100997	100999	4.6E-09	4.6E-09	2.1	8483	4.6E-09	0.000	-	-	-	-	-	-	-
弾性沈下量 計： 0.002																						圧密沈下量 計： 0.727							
地盤沈下量 = 弾性沈下量①(δwi) 計 + 圧密沈下量②(Si) 計 =																						0.07							