

6.6 地盤(地盤沈下)

本事業は、工事期間中に地下掘削を行うため、その実施に伴い地盤沈下が生じるおそれがあります。本事業の工事の実施による周辺地盤への影響を把握するために、調査、予測及び評価を行いました。

以下に調査、予測、評価等の概要を示します。

【地盤(地盤沈下)の環境影響評価の概要】

区分	結果等の概要	参照頁
調査結果の概要	<ul style="list-style-type: none"> 対象事業実施区域周辺における最近10年間の地盤累積変動は、2011年から2012年において東日本大震災による影響と推察される大きな沈下が見られるものの、その他の年では大きな変動は見られません。 対象事業実施区域の地層は、地表面から改変地盤、沖積層及び洪積層の3つに大別されます。改変地盤は、表土及び埋土で構成され、地表面から4.1m付近までの深さに分布しています。沖積層は、洪積層の埋没低地と埋没谷を埋めるように、細砂(As)と有機質シルト層(Ac)が分布しています。洪積層は、上位から相模層群の固結シルト(Tdc)、細砂(Tds)、砂礫(Tgr)、上総層群の泥岩(Kms)で構成されています。洪積層(硬い～密に締まった地盤)と沖積層(軟らかい～緩い地盤)の境界は、地表面から3.0～7.6m付近の深さに分布しており、洪積層上面は局所的に窪み、埋没低地と埋没谷が認められます。 上総層群の泥岩(Kms)は、N値50以上を示す堅固な地盤であり、地表面から約11.3～14.1m以深に分布しています。 対象事業実施区域の地下水位は、地表面から約1.2～2.6mの深さを示し、同時点の潮位より約0.2～1.8m程度高くなっています。 	p. 6.6-5 ～ p. 6.6-12
環境保全目標	<ul style="list-style-type: none"> 地下掘削工事に伴う地盤沈下を極力生じさせないこと 	p. 6.6-13
予測結果の概要	<ul style="list-style-type: none"> 既存ボーリング調査等の結果から、上総層群の泥岩は、N値50以上の堅固な地盤で、地表面から約11.3m以深に分布しており、土の性状から、上総層群の泥岩は、難透水性を示すと考えられます。 本事業では、掘削部の外周に剛性と遮水性の高い山留壁等を透水性の低い堅固な泥岩まで設置する計画としています。 山留壁等は、地下躯体基礎底部(基礎底部：平均地盤面から最大13m以深)よりも深く設置することにより、地下水の回り込みを防ぎ、掘削面からの地下水の湧出を抑制します。また、剛性と遮水性の高い山留壁等を利用するため、地盤沈下を生じにくくさせると予測します。 地下掘削に伴い、山留壁の変形が生じ、地盤沈下が発生する可能性も考えられますが、剛性の高い山留壁を利用するとともに、工事中に山留壁の変位を計測管理することで地盤沈下に対する影響は回避又は低減されると予測します。 	p. 6.6-14 ～ p. 6.6-15
環境保全措置の概要	<ul style="list-style-type: none"> 計画建築物は堅固な地盤に支持させます。 地下掘削では、剛性と遮水性の高い山留壁等を透水性の低い地層まで設置し、掘削面や山留壁からの地下水の湧出を極力防止します。 遮水性の高い山留壁等を利用し、掘削工事に伴う周辺の地下水位低下による地盤沈下を生じにくくさせます。 工事中は、山留壁の変位の計測管理を行います。 被圧水による盤ぶくれ対策として、ディーブウエルを設置して排水を行い、工事中の安全を確保します。 	p. 6.6-16
評価	<ul style="list-style-type: none"> 工事中においては、剛性と遮水性の高い山留壁等の設置、山留壁の変位の計測管理を行うため、環境保全目標「地下掘削工事に伴う地盤沈下を極力生じさせないこと」は達成されると考えます。 	p. 6.6-16

※調査、予測、評価等の詳細は、右欄の参照頁でご確認ください。

6.6.1 調査

1) 調査項目

調査項目は、以下に示すとおりです。

- (1) 地盤変状の状況
- (2) 地質及び地下水の状況
- (3) 関係法令、計画等

2) 調査方法

(1) 地盤変状の状況

既存資料の収集により、対象事業実施区域周辺の地盤変状の状況を整理しました。

(2) 地質及び地下水の状況

既存資料の収集により、対象事業実施区域及び周辺の地質及び地下水の状況を整理しました。

(3) 関係法令、計画等

以下に示す関係法令等の内容を整理しました。

- ・「横浜市生活環境の保全等に関する条例」
- ・「横浜市環境管理計画」

3) 調査地域・地点

(1) 地盤変状の状況

調査地域は、対象事業実施区域及びその周辺とし、調査地点は、図 6.6-1に示す国家水準点1地点及び横浜市水準点2地点としました。

(2) 地質及び地下水の状況

調査地域は、対象事業実施区域及びその周辺とし、調査地点は、図 6.6-1（対象事業実施区域周辺）及び図 6.6-2（対象事業実施区域内）に示す既存ボーリング調査等地点としました。

4) 調査時期

入手可能な最新の既存資料の収集・整理を行いました。

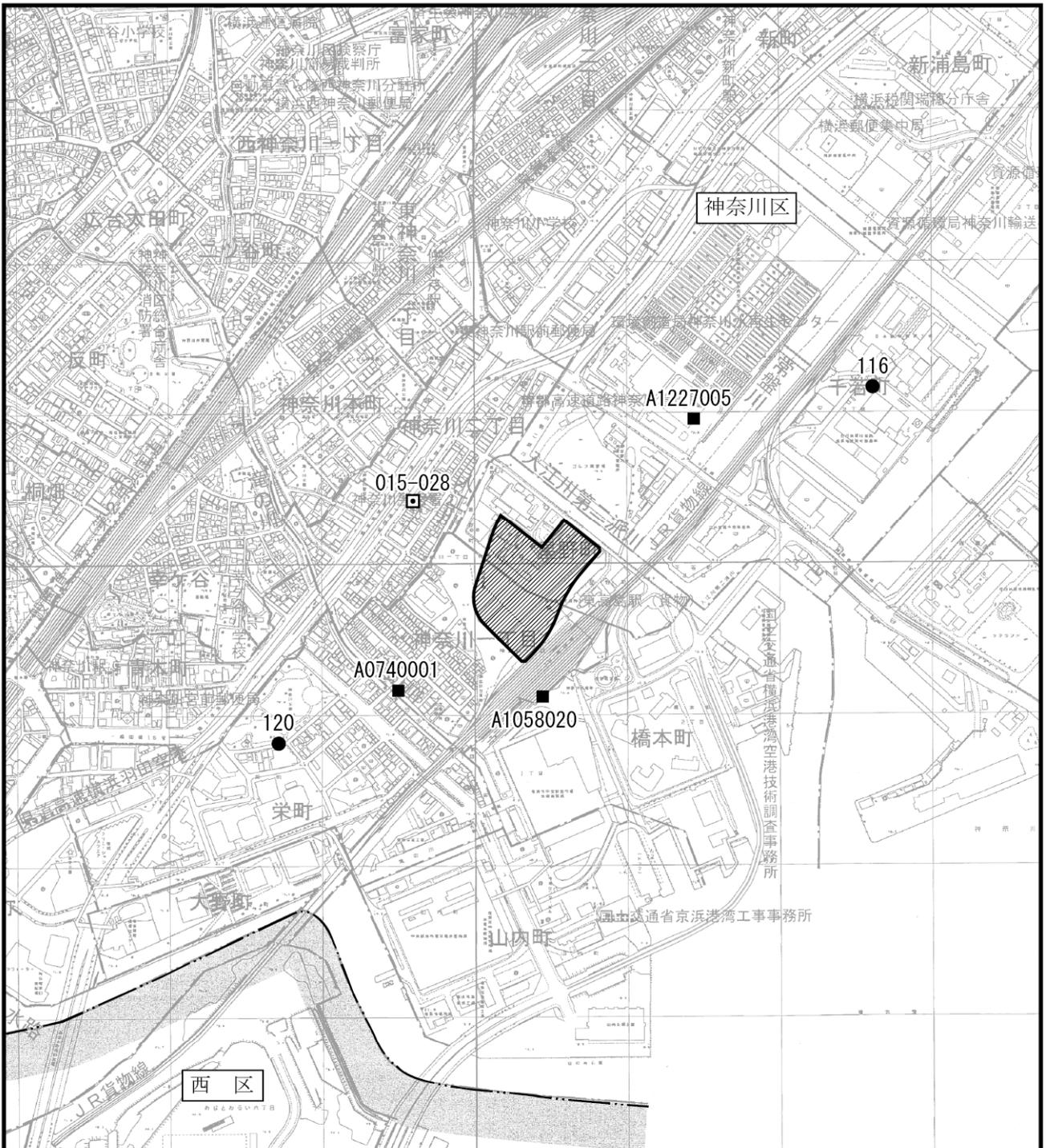


図 6.6-1 対象事業実施区域周辺の水準基準点及び既存ボーリング調査地点位置図

凡 例

-  : 対象事業実施区域
-  : 区 界
-  : 国家水準点 (記号は水準点のナンバー)
-  : 横浜市水準点 (記号は水準点のナンバー)
-  : 既存資料のボーリング調査地点 (地盤 View)

資料: 「横浜市水準測量成果閲覧サービス」
「横浜市行政地図情報提供システム (地盤 View)」
(横浜市ホームページ, 平成 28 年 12 月閲覧)



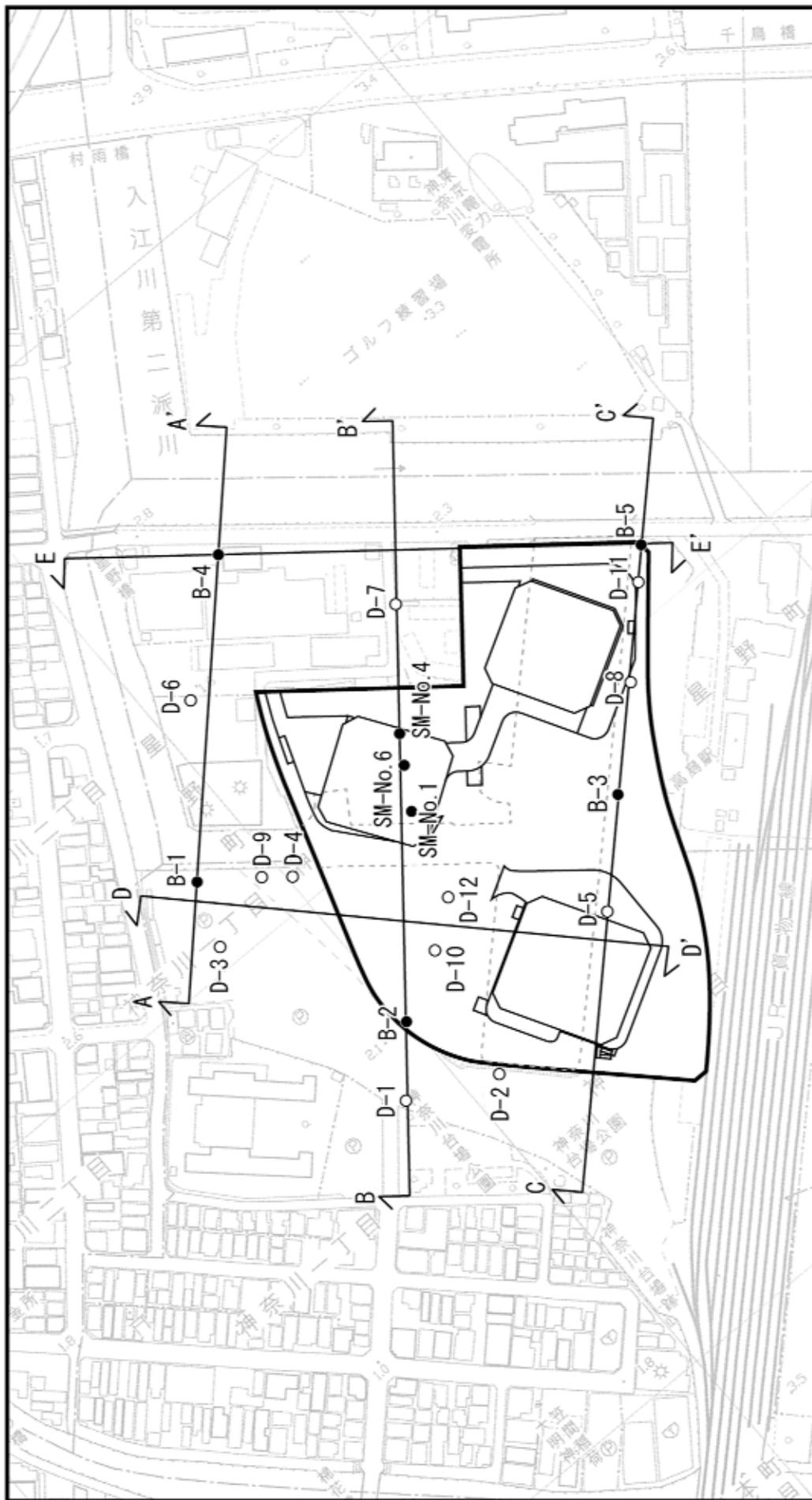


図 6.6-2 対象事業実施区域内の既存ボーリング調査等地点位置図

凡 例

- : 対象事業実施区域
- : 断面位置
- : 運河・水路位置
- : ボーリング調査位置
- : 動的コーン貫入試験位置



5) 調査結果

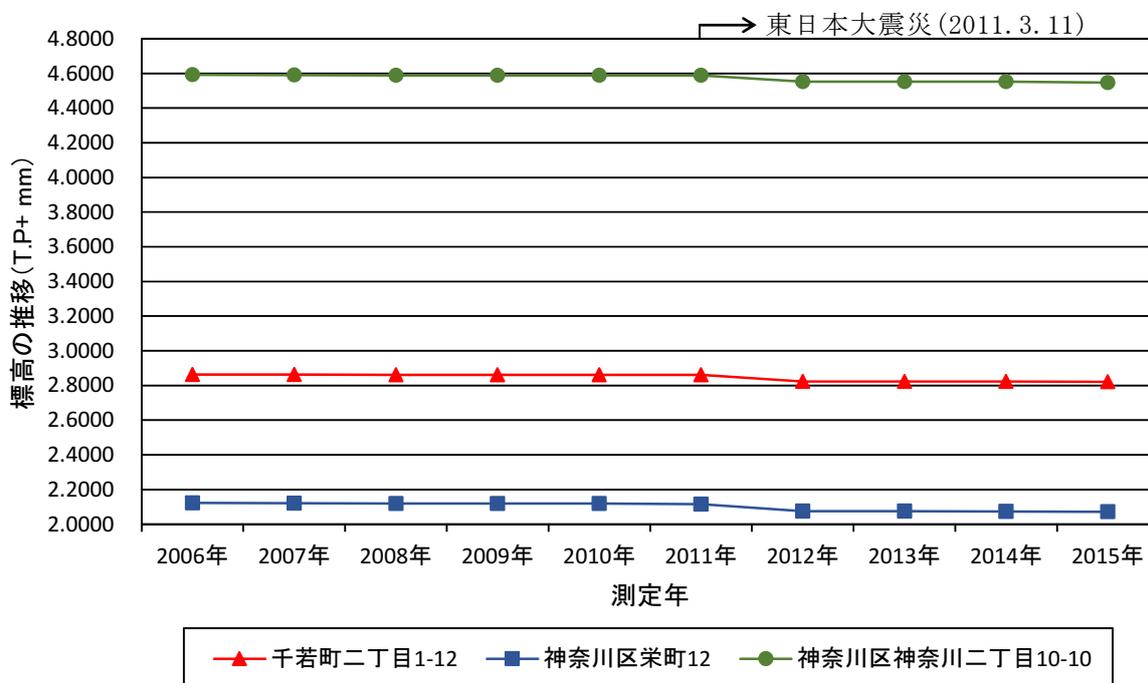
(1) 地盤変状の状況

対象事業実施区域周辺における最近10年間の横浜市水準測量成果表に基づく水準点の地盤累積変動は表 6.6-1に、水準点毎の標高の変動は図 6.6-3に示すとおりです。

2006年を基準 (0m) とした地盤沈下の傾向としては、2011年から2012年において東日本大震災による影響と推察される大きな沈下 (-35.8~-40.0mm) が見られるものの、その他の年では大きな変動は見られません。

表 6.6-1 対象事業実施区域周辺の水準点の地盤累積変動

測定年	神奈川県神奈川二丁目10-10 (国家水準点015-028)		神奈川県千若町二丁目1-12 (横浜市水準点 116)		神奈川県栄町12 (横浜市水準点 120)	
	標高 T.P. (m)	前年比 (mm)	標高 T.P. (m)	前年比 (mm)	標高 T.P. (m)	前年比 (mm)
2006年	4.5915	—	2.8639	—	2.1218	—
2007年	4.5898	-1.7	2.8628	-1.1	2.1203	-1.5
2008年	4.5889	-0.9	2.8608	-2.0	2.1197	-0.6
2009年	4.5880	-0.9	2.8608	±0.0	2.1189	-0.8
2010年	4.5891	+1.1	2.8613	+0.5	2.1182	-0.7
2011年	4.5881	-1.0	2.8614	+0.1	2.1154	-2.8
2012年	4.5523	-35.8	2.8234	-38.0	2.0747	-40.0
2013年	4.5523	±0.0	2.8230	-0.4	2.0753	+0.6
2014年	4.5529	+0.6	2.8233	+0.3	2.0735	-1.8
2015年	4.5470	-5.9	2.8219	-1.4	2.0721	-1.4



資料：「横浜市水準測量成果閲覧サービス」(横浜市ホームページ、平成 28 年 12 月閲覧)

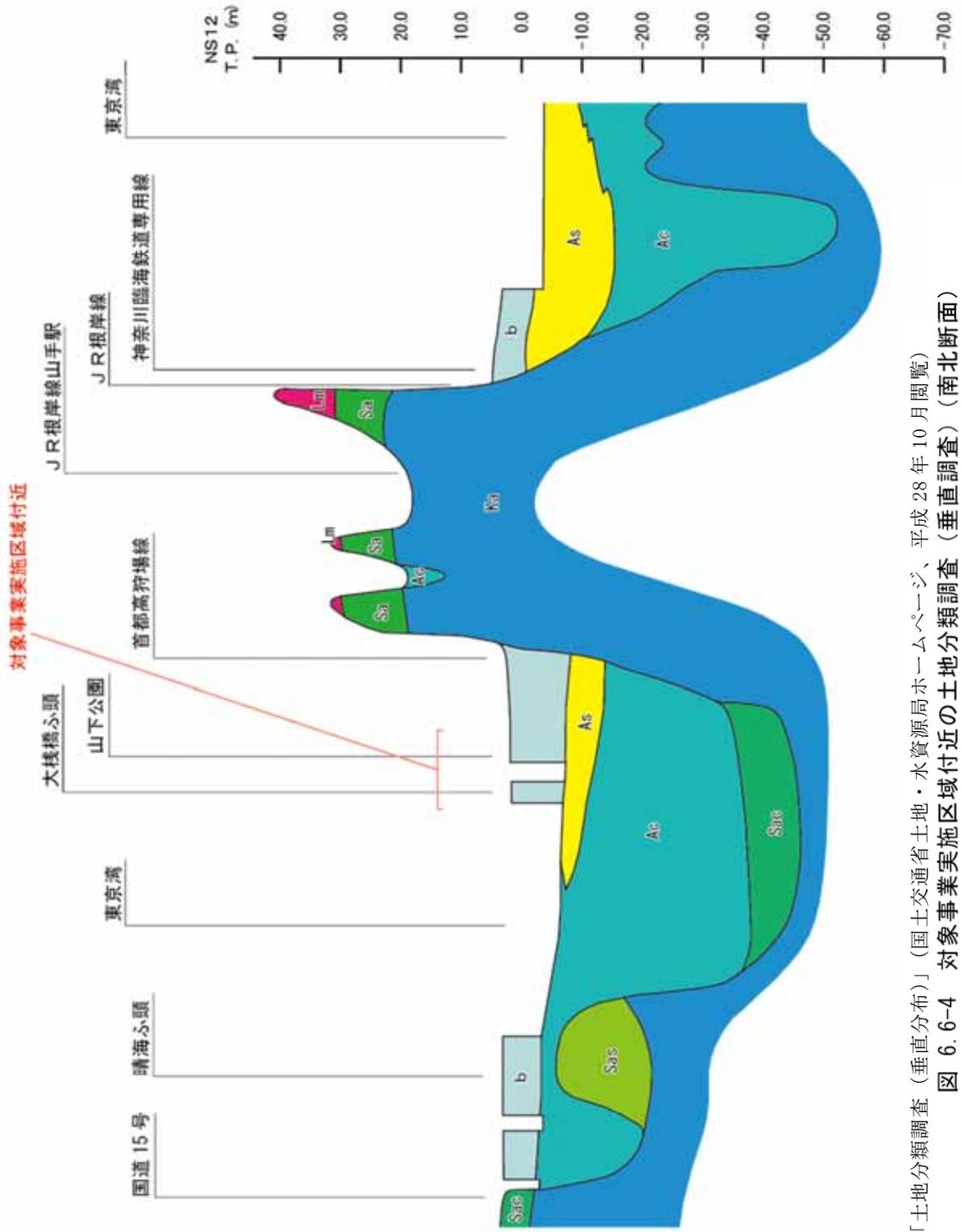
図 6.6-3 水準点毎の標高の変動

(2) 地質及び地下水の状況

対象事業実施区域は横浜港に面する旧水面上の埋立地に位置し、1882年から1906年にかけて埋立・整地され、現在では平坦な地形となっています。

対象実施事業区域付近の地質は、図 6.6-4～図 6.6-5に示す土地分類調査（垂直調査）によると、南北方向は、上位より埋立地・盛土（b）、沖積層の砂質土（As）、粘土（Ac）、相模層群の粘土（Sac）、上総層群の泥岩・砂岩・礫岩（Ka）が分布しています。東西方向は、上位より埋立地・盛土（b）、沖積層の粘土（Ac）、上総層群の泥岩・砂岩・礫岩（Ka）が分布しています。

また、横浜市地盤図集（横浜市、平成8年）によると、図 3.2-4（p.3-6参照）に示したとおり、対象事業実施区域周辺は0～5m程度の軟弱地盤が分布する可能性があると考えられています。



年代	地質・土質・地質記号	
	神奈川地域	
第四紀	埋立地・盛土	b
		粘土
	沖積層	As
		A ₁
立川・武蔵野・下河原・多摩川一上層	Al ₁ ・武蔵野・下河原・多摩川一上層	
	相模層群	粘土 SaB 砂 S ₁ B
第三紀	上総層群	泥岩・砂岩・礫岩
		SaB

資料：「土地分類調査（垂直分布）」（国土交通省土地・水資源局ホームページ、平成28年10月閲覧）
 図 6.6-4 対象事業実施区域付近の土地分類調査（垂直断面）（南北断面）

対象事業実施区域内における既存ボーリング調査等の結果は表 6.6-2に、想定地質図は図 6.6-6(1)～(5)に示すとおりです。柱状図等については資料編 (p. 資3.4-4～22参照) に示すとおりです。

対象事業実施区域の地層は、改変地盤、沖積層及び洪積層の3つに大別されます。

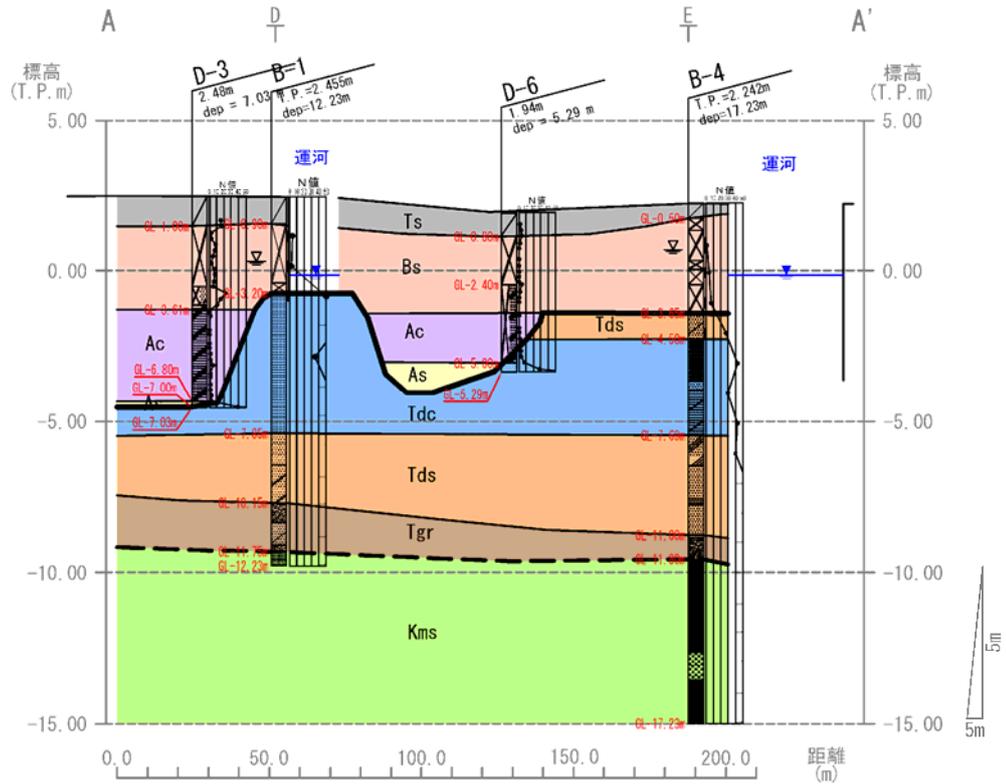
改変地盤は、表土及び埋土で構成され、地表面から4.1m付近までの深さに分布しています。

沖積層は、洪積層の埋没低地と埋没谷を埋めるように、細砂 (As) と有機質シルト層 (Ac) が分布しています。洪積層は、上位から相模層群の固結シルト (Tdc)、細砂 (Tds)、砂礫 (Tgr)、上総層群の泥岩 (Kms) で構成されています。洪積層 (硬い～密に締まった地盤) と沖積層 (軟らかい～緩い地盤) の境界は、図 6.6-6(1)～(5)の想定地質図において黒色太線で示すとおり、地表面から3.0～7.6m付近の深さに分布しており、洪積層上面は局所的に窪み、埋没低地と埋没谷が認められます。また、上総層群の泥岩 (Kms) は、N値50以上を示す堅固な地盤であり、図 6.6-6(1)～(5)の想定地質図において黒色破線で示すとおり、地表面から約11.3～14.1m以深に分布しています。

表 6.6-2 既存ボーリング調査等による地層の状況

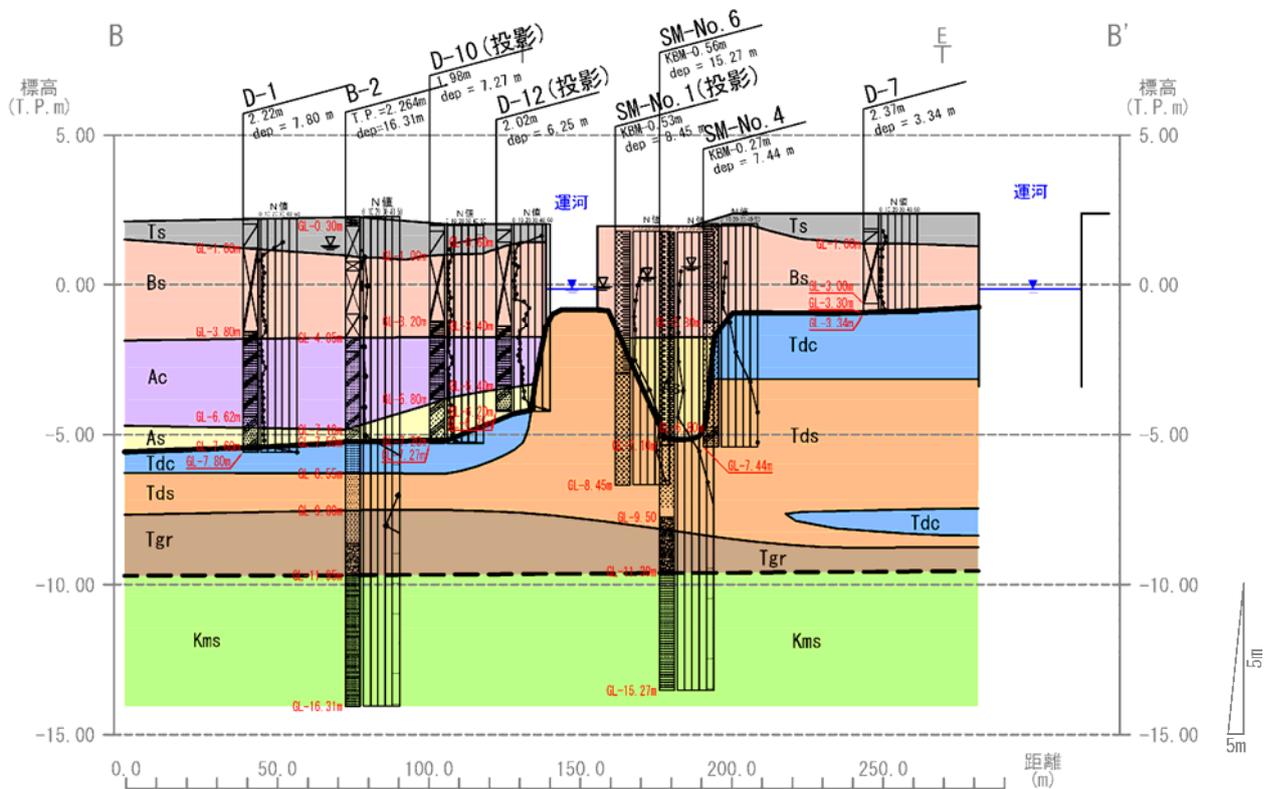
地質年代	地層区分	土質区分	記号	出現標高 (G.L. -m)	層厚 (m)	土質の特徴	
第四紀	改変地盤	表土	Ts	～1.4	0.3～1.4	表層はコンクリートと碎石を主体とし、下部は粘土質シルト、瓦礫が混在しています。地表面から1.4m付近までの深さに分布しています。	
		埋土	Bs	0.3～4.1	2.0～3.4	全体的に不均質で緩い土性です。砂質粘性土を主体とし、下部には所々焼却灰等の物質が混在しています。地表面から0.3～4.1m付近に分布しています。	
	沖積層	有機質シルト	Ac	3.4～7.1	0.6～3.4	黒灰色の非常に緩い粘性土層です。主に対象事業実施区域周辺の埋没低地に分布しています。地表面から3.4～7.1m付近に分布しています。	
		細砂	As	3.3～7.6	0.4～5.5	暗緑灰の非常に緩い砂層です。対象事業実施区域周辺の埋没低地と埋没谷に分布しています。地表面から3.3～7.6m付近に分布しています。	
	洪積層	相模層群	固結シルト	Tdc	3.0～11.7	1.1～4.7	暗緑灰の固結シルトと暗灰緑～淡黄緑灰の砂質土が全体的に互層をなし、対象事業実施区域全域に分布しています。
			細砂	Tds	3.2～11.1	0.9～4.2	地表面から3.0～11.7m付近に分布しています。
			砂礫	Tgr	9.8～14.1	0.8～2.3	暗灰～暗緑灰の非常に密な砂礫です。対象事業実施区域全域に分布しています。地表面から9.8～14.1m付近に分布しています。
	上総層群	泥岩	Kms	11.3～	0.5～5.4	暗灰～暗緑灰の非常に密な泥岩です。地表面から約11.3m以深の対象事業実施区域全域に分布しています。	

注)表6.6-2の土質区分は「土地分類調査」(国土交通省土地・水資源局ホームページ)を基に作成しました。



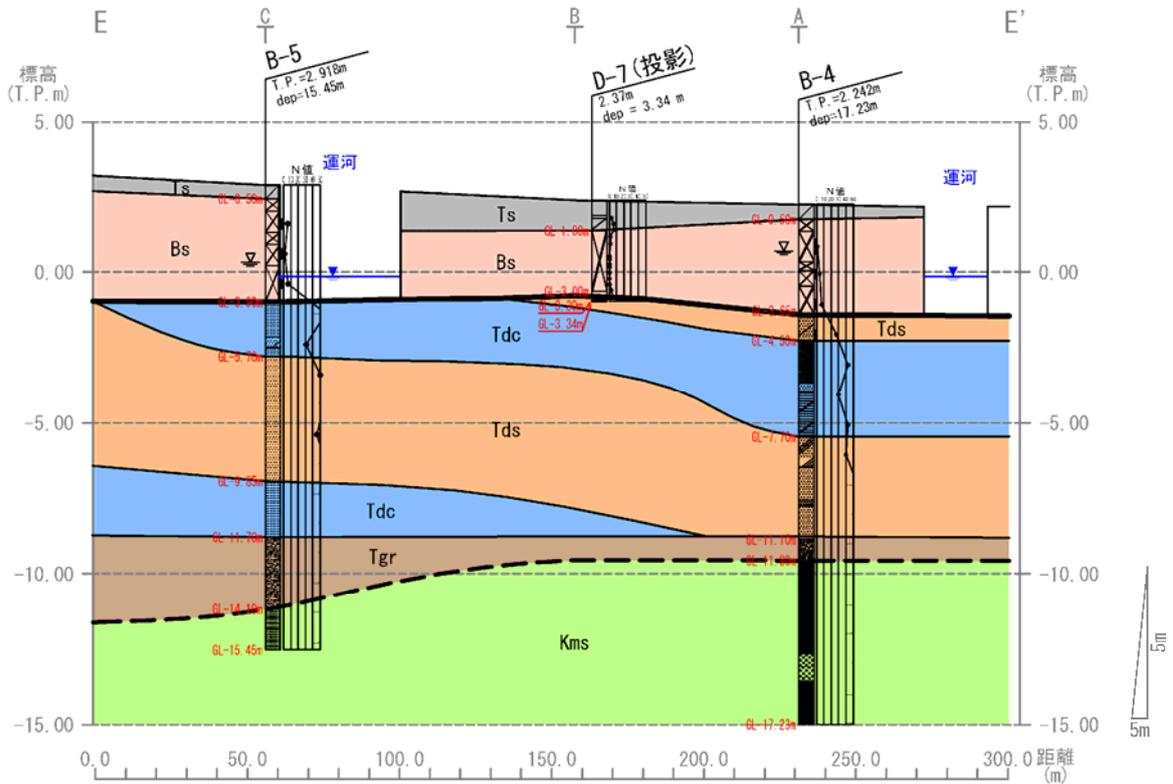
注) 地層の凡例は表6.6-2参照

図 6.6-6(1) 既存ボーリング調査等による想定地質図 (A-A')



注) 地層の凡例は表6.6-2参照

図 6.6-6(2) 既存ボーリング調査等による想定地質図 (B-B')



注) 地層の凡例は表6.6-2参照

図 6.6-6(5) 既存ボーリング調査等による想定地質図 (E-E')

ボーリング調査時に観測した地下水位の状況及び地下水位測定時の潮位は、表 6.6-3に示すとおりです。

地下水位は、同時点の潮位より約0.2～1.8m程度高くなっています。B-4地点の地下水位については、直前の満潮位とほぼ同じ高さとなっています。なお、図 6.6-6(1)～(5)中の潮位は、2013/3/30～2013/4/13期間中の平均潮位であるT.P. -0.14mとしています。

表 6.6-3 地下水変動の状況

地点	測定日時	地下水位 (G. L. m)	地下水位 標高 (T. P. m)	潮位 (T. P. m)	地下水位－ 潮位 (m)	水位測定の 直前満潮位 (T. P. m)	直前満潮 時刻
B-1	2013/4/13 14 : 50	-2.15	0.31	-0.47	+0.78	+0.59	5 : 49
B-2	2013/4/12 15 : 30	-1.15	1.11	-0.25	+1.36	+0.60	5 : 25
B-3	2013/4/10 13 : 55	-1.50	0.36	-0.16	+0.52	+0.58	4 : 38
B-4	2013/3/30 13 : 00	-1.55	0.69	-1.05	+1.74	+0.66	6 : 09
B-5	2013/4/4 11 : 45	-2.60	0.32	+0.09	+0.23	+0.19	10 : 02

(3) 関係法令、計画等

ア. 「横浜市生活環境の保全等に関する条例」(平成14年12月25日横浜市条例第58号)

本条例では、規則で定める掘削作業を行う事業者は、当該掘削作業による地盤の沈下の防止に努めなければならないと定めています。また、本条例の規定に基づき、表6.6-4に示すとおり、掘削作業による地盤の沈下の防止に関する指導基準が定められています。

本事業における掘削工事は、本条例で定める「掘削作業」に該当します。

表 6.6-4 掘削作業による地盤の沈下の防止に関する指導基準

1	掘削作業の計画に際して、止水性が高く、かつ、周辺地盤や地下水位に与える影響を極力少なくする工法を選定すること。
2	掘削作業の実施に際して、地盤の崩壊、地表面の陥没あるいは沈下のおそれがある場合は、事前に適切な補助工法を選定し、地盤の安定を図ること。
3	掘削作業中は掘削構内のみならず、周辺の地盤や構造物についても異常の早期発見に努めると共に、地下水位、地盤変動等の観測を行うこと。
4	当該掘削作業による地盤沈下が生じた場合には、工事の一時中止を含め、必要な措置を講ずること。

資料:「掘削作業による地盤の沈下の防止に関する指導基準」(横浜市、平成15年4月)

イ. 「横浜市環境管理計画」(横浜市、平成27年1月改定)

「横浜市環境管理計画」は、環境に関する横浜市の計画・指針等を束ねる総合計画として策定されており、様々な面での環境に対する目標や取組などがまとめられています。地盤環境の保全に関しては、表 6.6-5に示す環境目標が掲げられています。

表 6.6-5 「横浜市環境管理計画」における環境目標等

2025年度までの環境目標	地盤沈下や土壌・地下水汚染による被害がなく、きれいな湧き水が見られるなど、安定した地盤環境のもとで暮らしています。	
達成状況の目安となる環境の状況	項目	改善指標(～2017年度)
	地盤沈下	地下水の過剰な摂取などにより、地盤に悪影響が及んでいない。
	土壌汚染	土壌汚染の拡散が防止されている。
	地下水の水質汚濁	・地下水の水質汚濁に係る環境基準の適合。 ・地下水汚染の未然防止、拡散防止が行われている。
※達成指標(～2025年度)は、2017年度までの達成状況の評価により検証します。		

6.6.2 環境保全目標の設定

本事業における地盤沈下に係る環境保全目標は、表 6.6-6に示すとおり設定しました。

表 6.6-6 環境保全目標(地盤(地盤沈下))

区分	環境保全目標
【工事中】 ・地下掘削	・地下掘削工事に伴う地盤沈下を極力生じさせないこと

6.6.3 予測及び評価等

1) 予測項目

予測項目は、地下掘削工事に伴う地盤の変化としました。

2) 予測地域・地点

予測地域は、対象事業実施区域及びその周辺としました。

3) 予測時期

予測時期は、地下掘削工事時としました。

4) 予測条件、予測方法

施工計画から、地下水位の変動を抑制させる効果を明らかにし、地盤に対する影響を定性的に予測しました。

5) 予測結果

既存ボーリング調査等の結果から、上総層群の泥岩は、N値50以上の堅固な地盤で、地表面から約11.3m以深に分布しています。表 6.6-7は、土砂の種類と透水性の関係を示しており、上総層群の泥岩は、本表の粘土に相当するため、難透水性を示すと考えられます。

本事業では、図 6.6-7に示すとおり、掘削部の外周に剛性と遮水性の高い山留壁等を透水性の低い堅固な泥岩まで設置する計画としています。

山留壁等は、地下躯体基礎底部（基礎底部：平均地盤面から最大約13m以深）よりも深く設置することにより、地下水の回り込みを防ぎ、掘削面からの地下水の湧出を抑制します。また、剛性と遮水性の高い山留壁等を利用するため、地盤沈下を生じにくくさせると予測します。

地下掘削に伴い、山留壁の変形が生じる可能性も考えられますが、剛性の高い山留壁を利用するとともに、工事中に山留壁の変位を計測管理することで地盤沈下に対する影響は回避又は低減されると予測します。

なお、今後事業者が実施するボーリング調査によって、支持層の位置等を把握し、掘削深さ等の詳細を決定します。

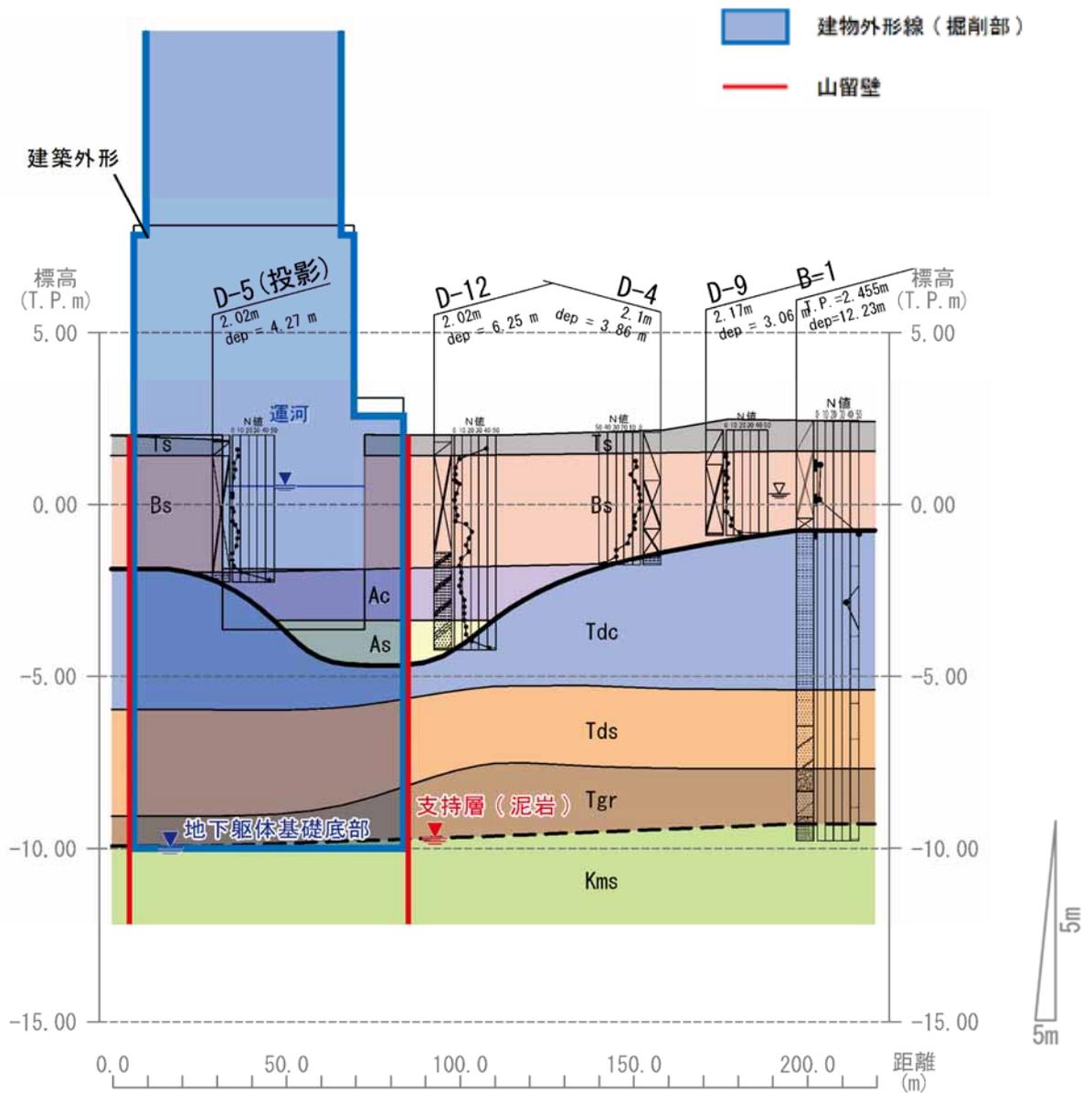
表 6.6-7 土砂の種類と透水性の関係

k (cm/s)	10^2	1.0	10^{-2}	10^{-4}	10^{-6}	10^{-8}
土砂の種類	きれいな砂利		きれいな砂 きれいな砂利 まじりの砂	細砂, シルト, 砂とシルトの 混合砂		難透水性土 粘土
決定法	揚水試験法, 定水位法, 実験公式			変水位法		

上総層群の泥岩が相当

k : 透水係数と呼ばれ、地下水の流れ易さを表す指標となる。

資料: 「水理公式集」(土木学会、平成11年版) に加筆



注) 地層の凡例は表6.6-2参照

図 6.6-7 山留壁の想定根入れ深さと予定掘削底の関係図

6) 環境の保全のための措置

掘削工事中の地盤沈下を回避・低減させるため、表 6.6-8に示す環境の保全のための措置を実施します。

表 6.6-8 環境の保全のための措置（地下掘削工事に伴う地盤沈下）

区分	環境の保全のための措置
【工事中】 ・地下掘削	<ul style="list-style-type: none">・計画建築物は堅固な地盤に支持させます。・地下掘削では、剛性と遮水性の高い山留壁等を透水性の低い地層まで設置し、掘削面や山留壁からの地下水の湧出を極力防止します。・遮水性の高い山留壁等を利用し、掘削工事に伴う周辺の地下水位低下による地盤沈下を生じにくくさせます。・工事中は、山留壁の変位の計測管理を行います。・被圧水による盤ぶくれ対策として、ディープウエルを設置して排水を行い、工事中の安全を確保します。

7) 評価

地下掘削では、剛性と遮水性の高い山留壁等を透水性の低い地層まで設置することで、地下水の回り込みを防ぎ、掘削面や山留壁からの地下水の湧出を抑制します。また、剛性の高い山留壁等を利用することで、山留壁の変形に伴う地盤沈下を抑制します。さらに、工事中は、山留壁の変位の計測管理を行うことで、地盤沈下に対する影響を回避・低減させます。

以上のことから、環境保全目標「地下掘削工事に伴う地盤沈下を極力生じさせないこと」は達成されると考えます。