

8.5. 地形・地質（現況地形）

8.5. 地形・地質（現況地形・土地の安定性）

8.5.1. 現況調査

(1) 調査内容

地形・地質の現況調査は、表 8.5-1 に示すとおり、「地形・地質の状況」を把握した。

表 8.5-1 調査内容（地形・地質（現況地形・土地の安定性））

調査内容	
地形・地質	地形・地質の状況 ・ 地形分類 ・ 傾斜区分 ・ 土の工学的特性

(2) 調査方法

ア 既存資料調査

調査方法は、表 8.5-2 に示すとおりとした。

表 8.5-2 調査方法（地形・地質（現況地形・土地の安定性））

調査項目	調査方法
地形・地質の状況 ・ 地形分類 ・ 傾斜区分	地形図、空中写真等の既存資料を基に把握することとした。

イ 現地調査

調査方法は、表 8.5-3 に示すとおりとした。

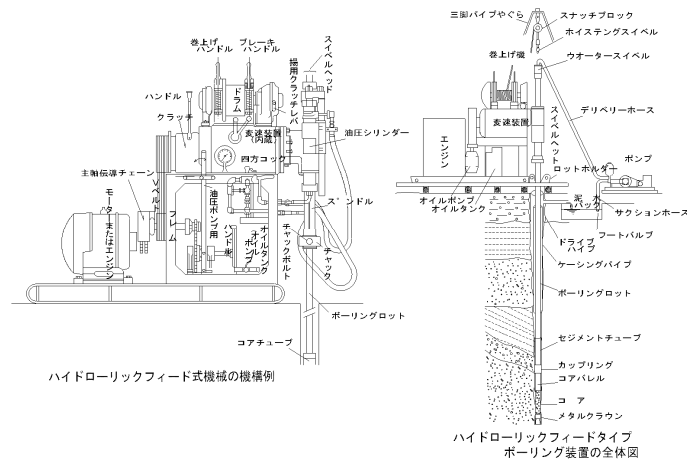
表 8.5-3 調査方法（地形・地質（現況地形・土地の安定性））

調査項目	調査方法
・ 土の工学的特性	地質調査（ボーリング調査）及び土質試験により把握するものとした。

ボーリング調査では、「土層構成の確認」、「標準貫入試験」及び「シンウォールサンプリング」を行うための試錐孔とすることを目的として実施した。

ボーリング装置は、ハイドロリックフィールド式ボーリング装置（油圧式ボーリングマシン）を使用し、掘削孔径はφ66mm～φ86mmで実施した。

ボーリング掘削に際しては、孔壁保護のためケーシング挿入を実施し、掘削能率の向上に努めた。



※「ボーリングポケットブック」(全国地質調査業協会連合会)を引用・加筆
 図 8.5-1 ハイドロリックフィールド式ボーリング装置全体図及び構造図

(ア) 土層構成の確認

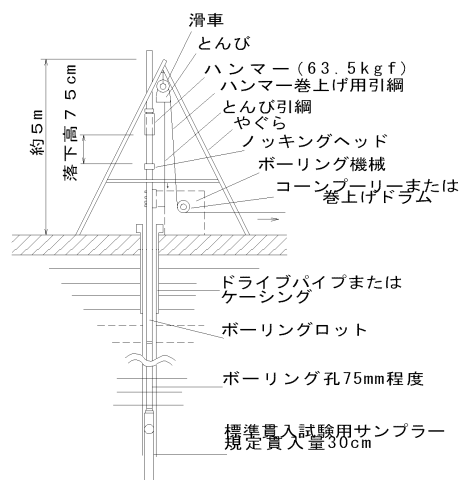
ボーリングによる地層判定は、掘進速度や押し込み圧力、泥水の色調、スライムの種類・量等の他、標準貫入試験で採取した試料を詳しく観察しながら行った。

(イ) 標準貫入試験

標準貫入試験は、「粘性土の硬軟」及び「砂質地盤の締り具合」の概略の指標となる「N値」を求めるとともに、乱した試料の採取を得ることを目的として実施した。

試験方法は、「JIS A 1219 : 2001」(土の標準貫入試験方法)に準拠し、使用機械は、標準貫入試験用サンプラー、ノッキングヘッド、ハンマー等を使用した。

本試験は、始めに 15cm の予備打ちを行い、次に重量 63.5kg のハンマーを高さ 75cm から自由落下させて、30cm 貫入(本打ち)に要する打撃回数(N値)を 10cm 毎に測定し、後に約 5cm の後打ちを行った。なお、本打ちの打撃数は、特に必要のない場合は 50 回を限度とし、その時の累計貫入量を測定した。



※「ボーリングポケットブック」(全国地質調査業協会連合会)を引用・加筆

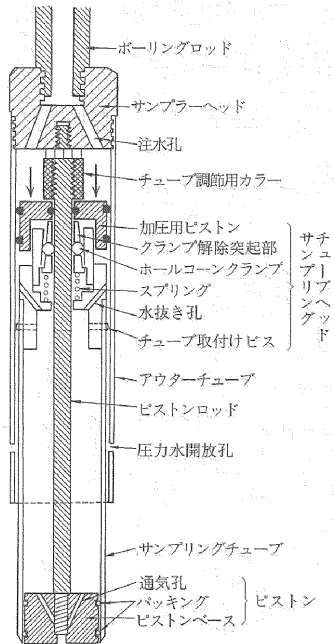
図 8.5-2 標準貫入試験概要図

(ウ) サンプリング

サンプリングは、土質試験用の乱れの少ない試料の採取を目的として行った。

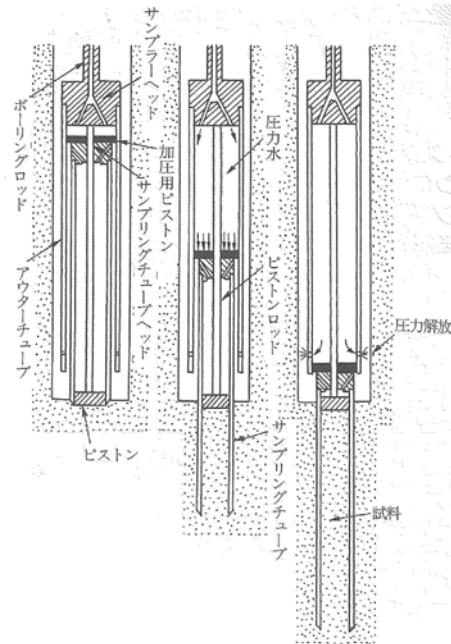
「乱れの少ない試料」とは、土の構造と工学的性質をできるだけ原位置の状態のまま維持し、乱れを最小限にとどめて採取した試料を示す。

本調査では、軟弱な粘性土を対象としているため、「固定ピストン式シンウォールサンプラー（水圧式）」を使用して、乱れの少ない試料を採取した。



※「地盤調査の方法と解説」
(地盤工学会)を引用

図 8.5-3 水圧式サンプラーの構造例



※「地盤調査の方法と解説」(地盤工学会)を引用

図 8.5-4 水圧式サンプラーによる資料採取の概念図

ウ 土の工学的特性（土質試験）

土質試験は、JIS、JGS 規格に準じて、表 8.5-4 に示す内容に準拠して実施した。

表 8.5-4 土質試験

試験名	基準	目的
①土の湿潤密度試験	JIS A 1225	土の物理的性質の把握
②土粒子の密度試験	JIS A 1202	
③土の含水比試験	JIS A 1203	
④土の粒度試験	JIS A 1204	
⑤土の液性限界試験	JIS A 1205	
⑥土の塑性限界試験	JIS A 1205	
⑦土の三圧縮試験 (UU)	JGS520	強度特性の把握
⑧土の圧密試験	JIS A 1217	圧密特性の把握

(3) 調査地域及び調査地点

ア 既存資料調査

調査地域は、事業実施に伴う土地の形状の変更により現況地形に影響を及ぼすことが想定される地域とし、事業予定地境界より 200m の範囲とした。

イ 現地調査

ボーリング調査は、図 8.5-5 に示すとおり、事業予定地内の 7 箇所において実施した。

ボーリングの箇所数は、宅地開発の基準となる「仙台市開発指導要綱」を参考に、250m 四方に 1 箇所程度とし、深さは支持層が確認できる程度とした。

(4) 調査期間等

ア 既存資料調査

地形・地質に係る既存文献等の最新年度版とした。

イ 現地調査

ボーリング調査は、表 8.5-5 に示す日程で実施した。

表 8.5-5 ボーリング調査時期

調査地点	調査時期	備考
No.1～3、7	平成 22 年 4 月 4～16 日	東北地方太平洋沖地震発生前
No.4～6	平成 23 年 4 月 6～15 日	東北地方太平洋沖地震発生後

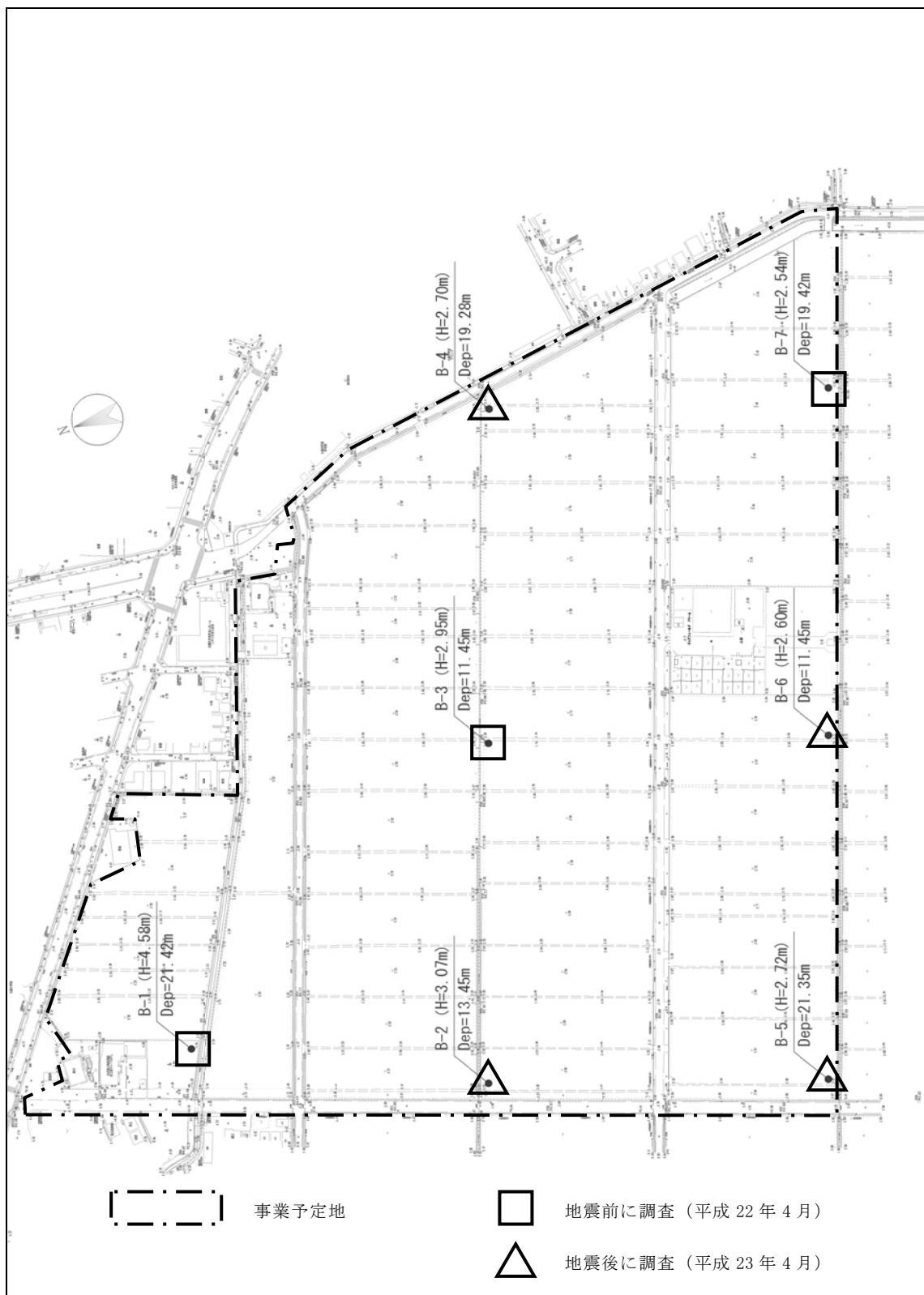


図 8.5-5 ボーリング調査地点図

(5) 調査結果

ア 既存資料調査

(ア) 地形

事業予定地は、図 8.5-6 によると、仙台東部道路「仙台東 IC」の南西方、約 1.4km 付近にあり、「宮城野原平野」と呼ばれる沖積低地に位置する。

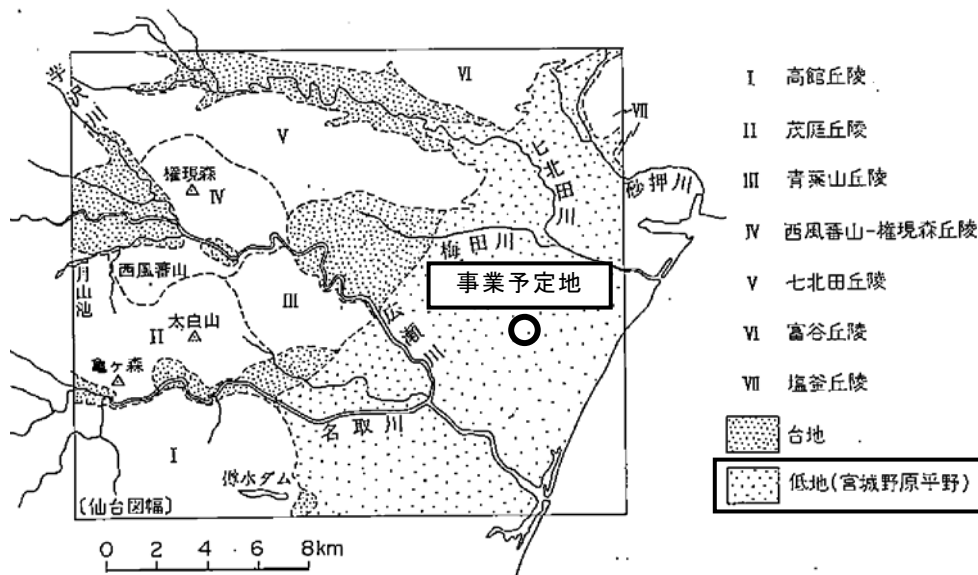
この沖積低地は、七北田川、広瀬川、名取川流域等の主要河川及びその支流沿いに発達し、現河道の運搬・堆積等により形成された低地面である。

事業予定地周辺の微地形区分図は、「6.地域の概況 6.1 自然的状況等 6.1.3 土壌環境」の図 6.1.3-1 に示したとおりである。

事業予定地周辺の低地内の地形面は、「旧河道」、「自然堤防」とその背後の「後背湿地」に微地形区分される。

事業予定地の標高は、約 2m であり、ほぼ平坦な地形である。

なお、事業予定地周辺は、急傾斜地崩壊危険箇所、地すべり防止区域、砂防指定地、崩壊危険箇所、地すべり危険箇所、土石流危険箇所、崩壊地などは存在しない。



出典：「仙台地域の地質」（昭和 61 年 地質調査所）

図 8.5-6 仙台地域の地形区分図

<p>きゅうかどう ○旧河道</p>	<p>洪水時の蛇行流路の変更等で、新たに河道が形成された時に残る、古い河道。</p>
<p>しぜんていぼう ○自然堤防</p>	<p>洪水時の川の水は、平水時の河道から氾濫し、浅い洪水流となって広がる。このとき、水流は、河道を離れると水深が急減し、物質を運搬する力も急減するので、比較的粗流な運搬物質を河道の周辺に堆積させる。氾濫にまで至らなくても、上流から運搬されてきた物質が河道のへりに堆積する。これが繰り返されると、河道に沿って比高数 10cm～数 m 程度の細長い微高地ができる。これを、自然堤防という。</p>
<p>こうはいしっち ○後背湿地</p>	<p>自然堤防の背後に位置し、自然堤防群や山地、台地などに取り囲まれて、浅い凹地になっている部分を後背湿地という。 ここは、氾濫水中の細粒物質が沈んで堆積した所で、一般に、排水状帯が悪く、低湿である。泥炭地や浅い沼沢地になっていることも多い。</p>

(イ) 地質

事業予定地周辺の表層地質図は、「6.地域の概況 6.1 自然的状況等 6.1.3 土壌環境」の図 6.1.3-2 に示したとおりである。

事業予定地周辺の地質は、第四紀完新世の「沖積層」に区分される。後背湿地堆積物・谷床平野堆積物（砂及び粘土（部分的に多賀城火山灰を挟む））、自然堤防堆積物（砂）により構成されている。

沖積低地の後背湿地には軟弱地盤層の分布が知られている。そのため、事業予定地は、軟弱地盤層が分布している可能性がある。

イ 現地調査

(ア) 地形・地質の状況

① ボーリング調査結果を踏まえた軟弱地盤の分布状況

本事業では、事業予定地内の7地点においてボーリング調査を実施している。調査結果は表 8.5-6 に、事業予定地内の推定断面図は図 8.5-7(1)~(5)に示すとおりである。（ボーリング調査結果の詳細は、資料編 p.2.5-1~8 参照）

事業予定地の地質構成は、表層部に最大厚 3m程度（表土含む）の軟弱な粘性土及び有機質土が分布している。両層は、同標高付近に事業予定地全域に分布しており、事業予定地の中央から南側に向かうに従い、粘性土から有機質土へ漸移していると考えられる。

また、この粘性土、有機質土の直下には、N値 5 以下のシルト混じり細砂が事業予定地全域に分布しており、その下位には、N値=16~50/26 の中砂、細砂が厚く堆積しており、洪積層上面部を覆っている。

さらに、これらの地層の下位には、洪積層が分布しており、部分的に分布している砂はN値=10 程度であるが、その他の砂礫、シルトについてはN値が高い。

なお、これら地質以外には、礫混じり砂、シルト混じり細砂等の分布が見られるが、面的連続性は無いものと考えられる。

一般的に軟弱地盤とは、粘性土でN値 4 以下、砂質土でN値 10~15 以下とされていることから（「道路土工—軟弱地盤対策工指針」（昭和 61 年 11 月、日本道路協会））、ボーリング調査結果からは有機質土、粘性土 1、砂質土 1、砂質土 2 が該当する。

表 8.5-6 事業予定地の地質とその分布状況

地質時代	地質名	記号	層厚 (m)	N値	分布状況及び内容		
第四紀	現世	盛土	Bs	0.70	—	No.1 のみに分布 山砂を材料とする盛土。 下部にアスファルト片混入。	
		表土	Ts	0.40	—	No.2～No.7 に分布 耕作土であり、粘土質シルト、砂混じりシルト の土質を示す。	
	完新世	沖積層	有機質土	Apt	0.80 ～2.13	0～3	No.1、No.5～No.7 に分布 有機物混じりシルト、有機質シルトの土質を示す。 腐植物、未分解の植物繊維を多量に混入する。
			粘性土 1	Ac1	1.00 ～2.36	0～4	No.1～4 に分布 シルト質粘土、砂質シルトの土質を示す。 腐植物、未分解の植物繊維を多く混入し、部分的に、有機質土の様相を呈する。
			砂質土 1	As1	0.40	(6)*	No.1 のみに分布 礫混じり砂の土質を示し、径 1cm 以下の亜円礫を混入する。
			砂質土 2	As2	0.17 ～1.10	3～5	全域に分布 シルト混じり細砂の土質を示し、未分解の植物繊維、腐植物を少量混入する。 所々で、細粒分を不規則に含む。
			砂質土 3	As3	5.49 ～9.10	16～50 以上	全域に分布 細～粗砂からなり、中砂を優勢とする。 径 0.5 程度の亜円礫を混入し、一部、径 4cm の亜円礫を含む。 下部に貝殻片を混入する。 B-6 地点では、一部、N 値 1 のシルト混じり細砂を介在するが、その他の所の最低N値は 16 を示す。
			砂質土 4	As4	0.15 ～7.50	19～50 以上	全域に分布 粒子均一な細砂を主体とし、細粒分を僅かに含む。 貝殻片を混入する。
	更新世	洪積層	粘性土 2	Dc	0.40 ～4.05	8～18	ほぼ全域に分布 均質なシルトであり、腐植物、貝殻片を少量混入する。
			砂質土 5	Ds	0.80	(9)*	No.1 のみに分布 腐植物、径 0.5cm の亜円礫を少量混入する細砂である。
			砂礫	Dg	0.90 ～2.22	50 以上	全域に分布 径 5cm 以下の亜円礫を主体とする。 礫質は、安山岩類の硬質な礫を主体とする。 マトリックスは、細粒分を僅かに含む砂である。

※ () 内のN値は、10cm 毎の打撃回数からの推定値を示す。

凡例 地質層序表

地質時代	地質名	記号	
第四紀	礫土	Bs	
	表土	Ts	
	有機質土	Apt	
	沖積層	砂質土 1	As1
		粘性土 1	Ac1
		砂質土 2	As2
		砂質土 3	As3
		砂質土 4	As4
	洪積層	粘性土 2	Dc
		砂質土 5	Da
砂礫層		砂礫 1	Dg

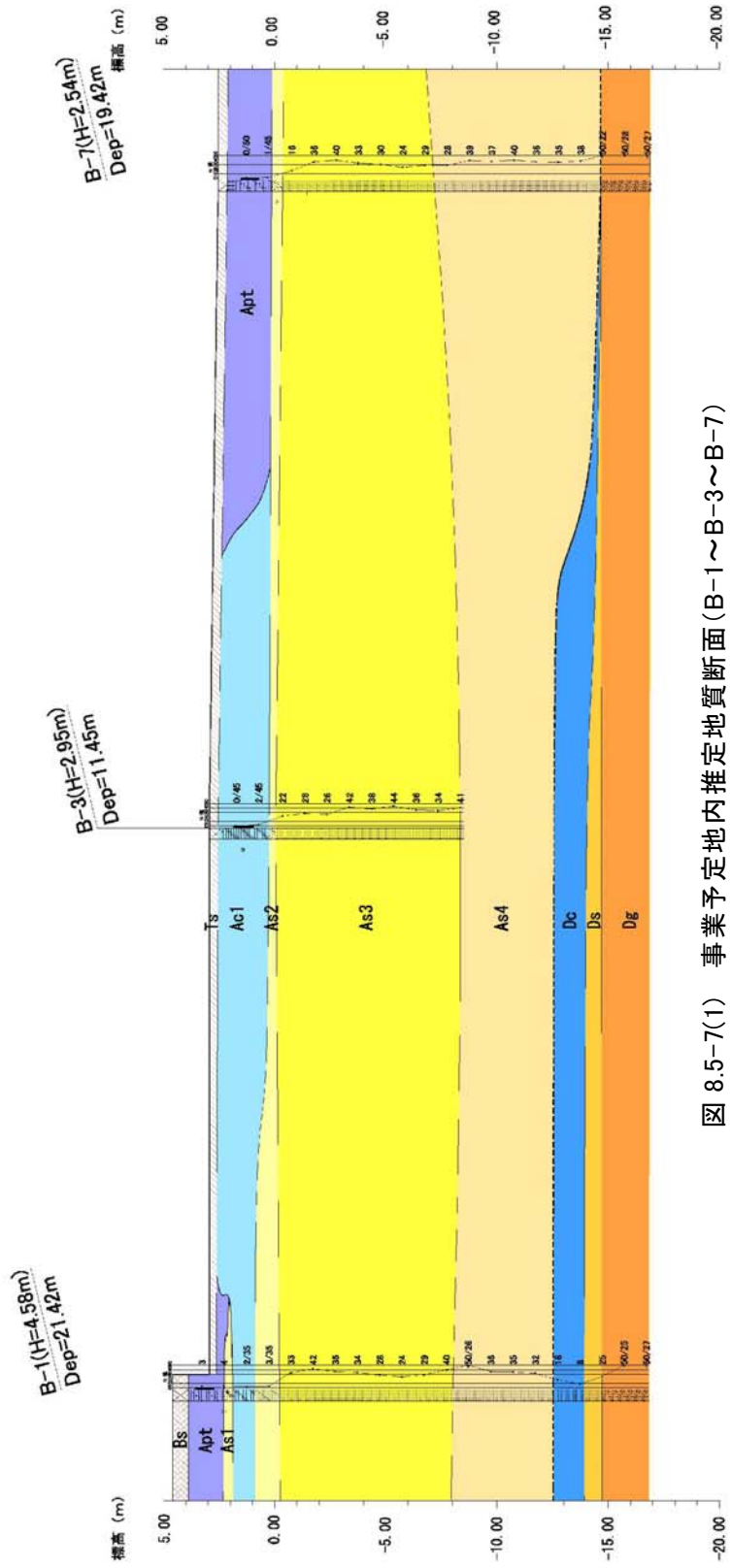


図 8.5-7(1) 事業予定地内推定地質断面(B-1~B-3~B-7)

凡例 地質層序表

地質時代	地質名	記号	
第四紀	盛土	Bs	
	表土	Ts	
	全新世	有機質土	Apt
		砂質土 1	As1
		粘性土 1	Ac1
		砂質土 2	As2
		砂質土 3	As3
		砂質土 4	As4
	更新世	粘性土 2	Dc
		砂質土 5	Ds
砂礫層		Dg	
砂礫 1		Dg	

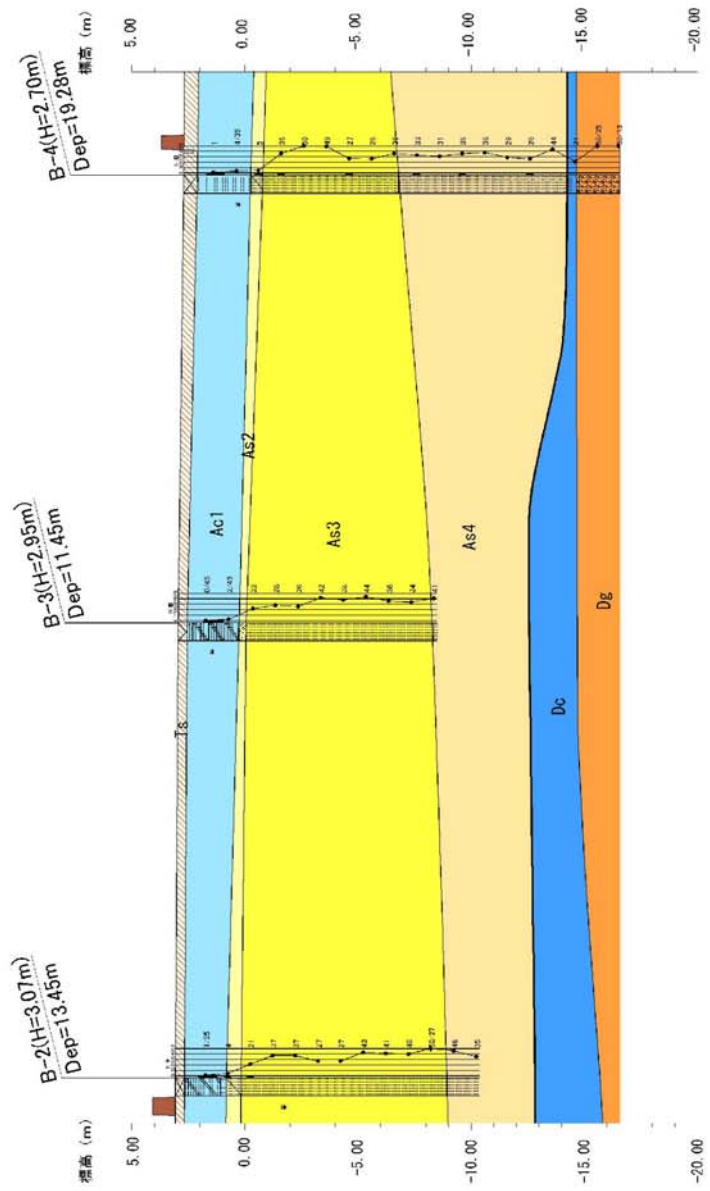


図 8.5-7(2) 事業予定地内推定地質断面 (B-2~B-3~B-4)

凡例 地質層序表

地質時代	地質名	配号	
第四紀	盛土	Bg	
	表土	Ts	
	光新世	有機質土	Apt
		砂質土 1	As1
		粘性土 1	Ac1
		砂質土 2	As2
	更新世	砂質土 3	As3
		砂質土 4	As4
		粘性土 2	Dc
		砂質土 5	Ds
	砂礫 1	Dg	

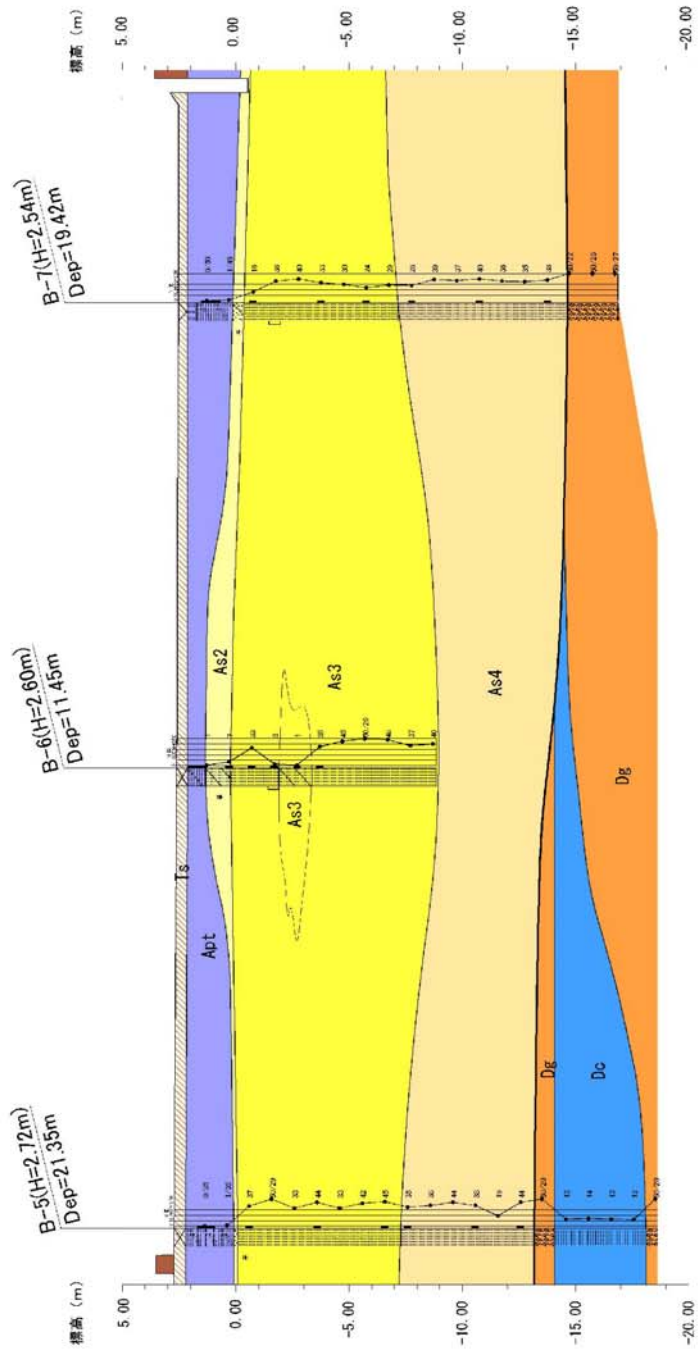


図 8.5-7(3) 事業予定地内推定地質断面(B-5~B-6~B-7)

凡例 地質層序表

地質時代	地質名	記号	
第四紀	盛土	Bs	
	表土	Ts	
	有機質土	Apt	
	光新世	砂質土 1	As1
		粘性土 1	Ac1
		砂質土 2	As2
		砂質土 3	As3
		砂質土 4	As4
		粘性土 2	Dc
	更新世	砂質土 5	Ds
砂礫 1		Dg	

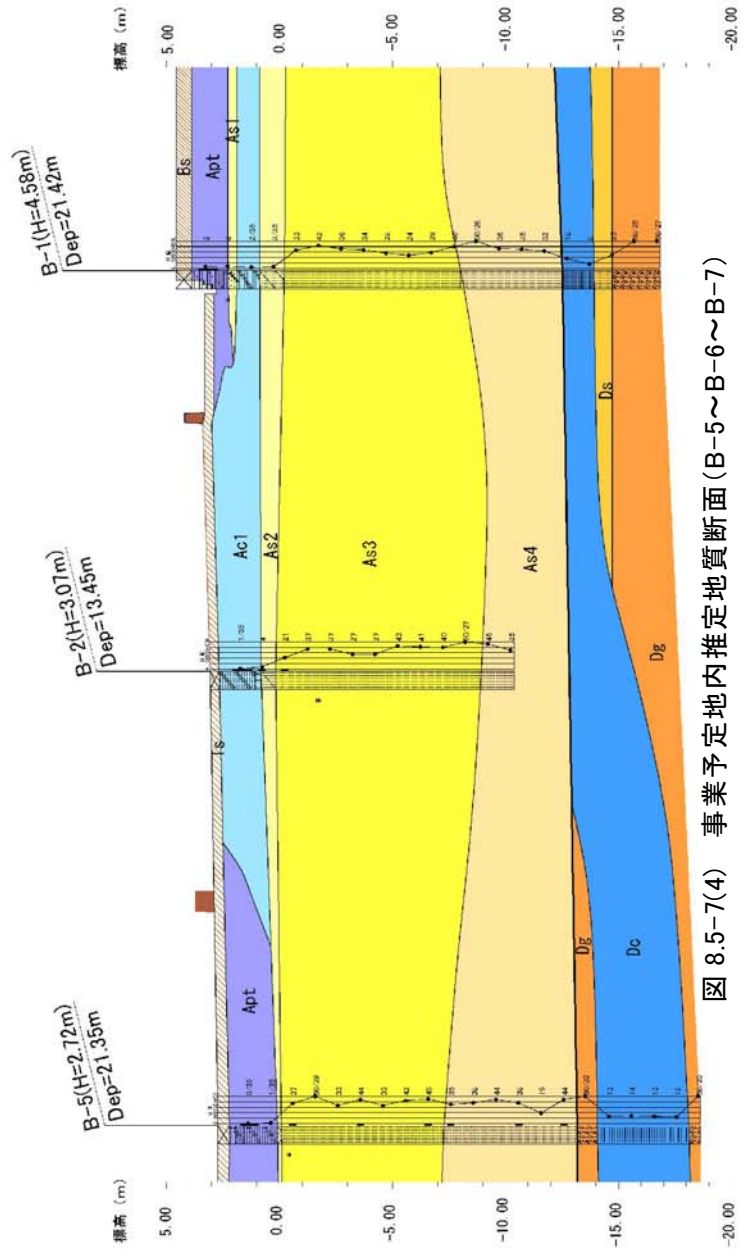


图 8.5-7(4) 事業予定地内推定地質断面 (B-5~B-6~B-7)

凡例 地質層序表

地質時代		地質名	記号
第四紀	全新世	礫土	Bs
		表土	Ts
		有機質土	Apt
		砂質土 1	As1
		粘性土 1	Ac1
		砂質土 2	As2
		砂質土 3	As3
		砂質土 4	As4
	更新世	粘性土 2	Dc
		砂質土 5	Ds
		砂礫 1	Dg

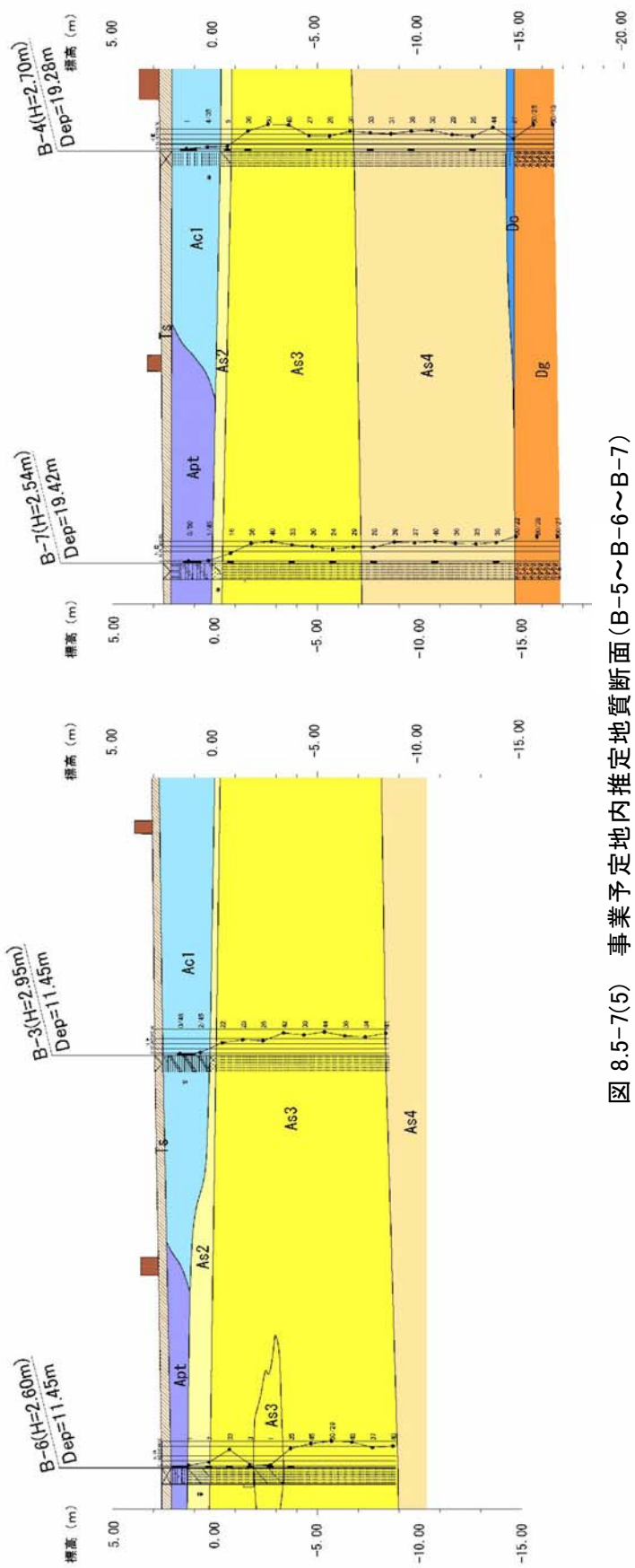


図 8.5-7(5) 事業予定地内推定地質断面(B-5~B-6~B-7)

② 土の工学的特性（土質試験結果）

(a) 粘性土の土質試験結果

湿潤密度は、土（土粒子＋水＋空気）の単位面積当たりの質量を示す。標準的なわが国における土の密度のおおよその範囲は、表 8.5-7 のとおりである（土質試験結果の詳細は、資料編 p.2.5-1～60 参照）。

各試料の試験結果は、

- ・ 湿潤密度：1.345～1.498 (g/cm²)
- ・ 乾燥密度：0.651～0.831 (g/cm²)

の範囲にあり、有機質の混入の影響により、沖積粘性土の下限值程度に相当していると考えられる。

また、自然含水比は、土粒子の密度に対する水の重量比を百分率で表したものを示すが、各試料の試験結果は、

- ・ 含水比：79.4～112.6 (%)

の範囲にあり、T1-1、T5-1、T6-1 及び T7-1 は有機物の混入の影響により、他の試料より高い値を示していると考えられる。

表 8.5-7 わが国における土の密度のおおよその範囲

	沖積層		洪積層 粘性土	関 東 ローム	高有機 質 土
	粘性土	砂質土			
湿潤密度 ρ_t (g/cm ²)	1.2～1.8	1.6～2.0	1.6～2.0	1.2～1.5	0.8～1.3
乾燥密度 ρ_d (g/cm ²)	0.5～1.4	1.2～1.8	1.1～1.6	0.6～0.7	0.1～0.6
含水比w (%)	30～150	10～30	20～40	80～180	80～1200

出典：「地盤材料試験の方法と解説」（地盤工学会）

※ 太枠は、事業予定地の土質試験結果の該当範囲を示す。

土粒子の密度は、土粒子と有機物からなる土の固体部分の単位体積当たりの平均重量を示す。主な鉱物と土粒子の密度の例を表 8.5-8 に示す。

各試料の試験結果は、

- ・ 土粒子の密度：2.345～2.618 (g/cm³)

の範囲にあるが、T1-1 については有機物の混入の影響により、他の試料より低い値を示していると考えられる。

表 8.5-8 主な鉱物と土粒子の密度の例

鉱物名	密度 ρ_s (g/cm ³)	土質名	密度 ρ_s (g/cm ³)
石英	2.6~2.7	豊浦砂	2.64
長石	2.5~2.8	沖積砂質土	2.6~2.8
雲母	2.7~3.2	沖積粘性土	2.50~2.75
角閃石	2.9~3.5	洪積砂質土	2.6~2.8
輝石	2.8~3.7	洪積粘性土	2.50~2.75
磁鉄鉱	5.1~5.2	泥炭(PEAT)	1.4~2.3
クロライト	2.6~3.0	関東ローム	2.7~3.0
イライト	2.6~2.7	まさ土	2.6~2.8
カオリナイト	2.5~2.7	しらす	1.8~2.4
モンモリロナイト	2.0~2.4	黒ぼく	2.3~2.6

出典：「地盤材料試験の方法と解説」(地盤工学会)

※ 太枠は、事業予定地の土質試験結果の該当範囲を示す。

間隙比は、土中の間隙（水と空気）の体積と固体部分（土粒子と有機物）の体積比を示す。実測例を以下に示す。

- ・ 砂質土：0.6~1.4 程度
- ・ 粘性土：0.9~3.5 程度
- ・ 泥 炭：5~20 程度

出典：「土質工学用語辞典」(土質工学会)

各試料の試験結果は、

- ・ 間隙比：2.118~2.762

の範囲にあり、T1-1、T5-1、T6-1、T7-1 については有機物の混入の影響により、他の試料より大きい値を示していると考えられる。

飽和度は、間隙中を占める水の体積百分率を示す。

各試料の試験結果は、

- ・ 飽和度：96.3~100 (%)

の範囲にあり、おおむね飽和状態にあると考えられる。

各層を構成する土粒子の粒度特性は、表 8.5-9 に示すとおりであり、砂分がほとんどなく、シルト分が約 37.0%、粘土分が約 61.4%で構成されている。

表 8.5-9 調査地点ごとの土粒子の粒度特性の割合

調査地点	T1-1	T2-1	T3-1	T4-1	T5-1	T6-1	T7-1	平均
礫分 (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
砂分 (%)	9.9	0.4	0.1	0.2	0.2	0.5	0.1	1.6
シルト分 (%)	26.8	42.7	32.4	40.7	46.3	43.7	26.3	37.0
粘土分 (%)	63.3	56.9	67.5	59.1	53.5	55.8	73.6	61.4
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

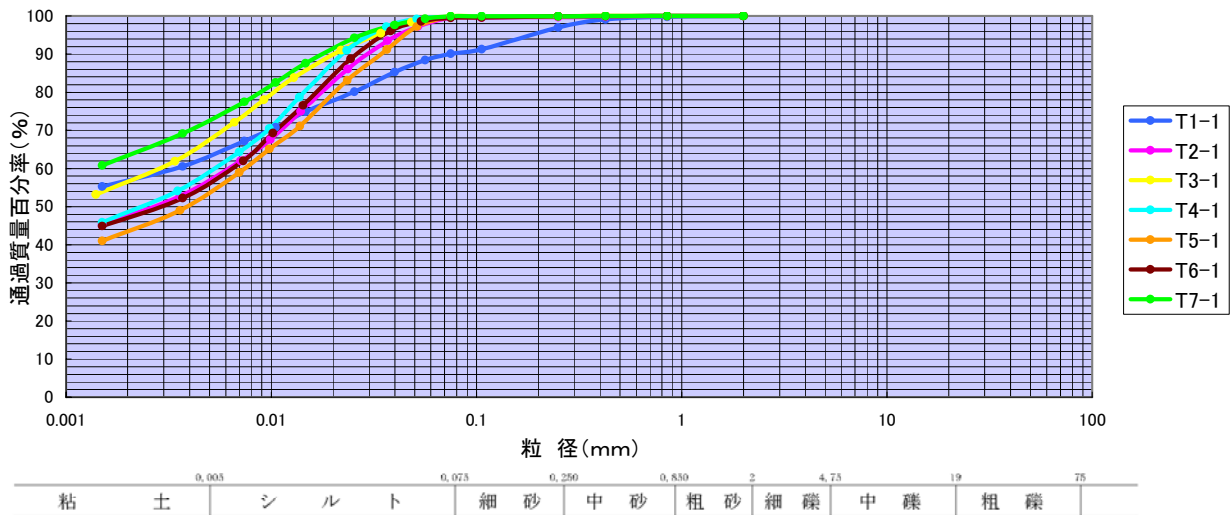


図 8.5-8 粒径加積曲線

液性限界とは、「土が塑性体として最小のせん断強さにあるときの含水比」を示し、塑性限界とは「土の含水比がそれ以上になると脆くなって、亀裂が生じやすくなり、自由に変形をしなくなる時の含水比」を示す。

「自然含水比 < 液性限界」の関係にあれば、比較的安定した土質とされ、一般に粘土含有量、有機物含有量が多いほど液性限界は高くなる。

各資料の試験結果は、塑性体の範囲に相当する。

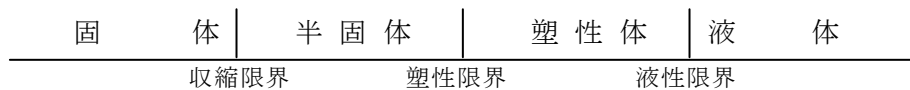


図 8.5-9 土の状態とコンシステンシー限界

表 8.5-10 粘性土の土質試験結果一覧表

孔番	地層記号	試料番号	深度 (G.L-m)	室				内				質				試				験				
				湿潤密度 (g/cm ³)	乾燥密度 (g/cm ³)	土粒子の密度 (g/cm ³)	含水比 (%)	間隙比	飽和度 (%)	礫分 (%)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	細粒分 (%)	最大粒径 (mm)	液性限界	塑性限界	塑性指数	分類名	分類記号	圧縮指数	圧密降伏応力 (kN/m ²)	粘着力 (kN/m ²)	内部摩擦角 (度)
B-1	Apt	T1-1	1.00~1.85	1.345	0.651	2.345	112.6	2.602	100.0	0.0	9.9	26.8	63.3	90.1	2.0	127.3	50.1	77.2	砂混じり有機質粘土 (高液性限界)	OH-S	1.91	51.8	39.8	0.00
B-2	Acl	T2-1	1.00~1.85	1.486	0.819	2.565	80.9	2.132	97.3	0.0	0.4	42.7	56.9	99.6	2.0	97.9	36.0	61.9	粘土 (高液性限界)	CH	0.63	85.7	21.3	0.00
B-3	Acl	T3-1	1.10~2.00	1.495	0.814	2.618	82.2	2.216	97.3	0.0	0.1	32.4	67.5	99.9	2.0	99.7	40.7	59.0	粘土 (高液性限界)	CH	0.93	36.6	17.4	0.00
B-4	Acl	T4-1	1.00~1.80	1.498	0.831	2.591	79.4	2.118	97.1	0.0	0.2	40.7	59.1	99.8	2.0	96.3	35.6	60.7	粘土 (高液性限界)	CH	0.69	54.5	16.9	0.21
B-5	Apt	T5-1	1.00~1.80	1.424	0.716	2.607	99.7	2.641	98.4	0.0	0.2	46.3	53.5	99.8	2.0	111.6	38.3	73.3	粘土 (高液性限界)	CH	1.10	48.8	12.7	1.16
B-6	Apt	T6-1	0.50~1.30	1.369	0.668	2.513	109.0	2.762	99.2	0.0	0.5	43.7	55.2	99.5	2.0	115.1	38.7	76.4	粘土 (高液性限界)	CH	0.97	40.0	21.5	0.25
B-7	Apt	T7-1	1.00~1.85	1.398	0.678	2.547	104.2	2.757	96.3	0.0	0.1	26.3	73.6	99.9	2.0	119.9	42.1	77.8	粘土 (高液性限界)	CH	1.27	38.3	18.2	0.51

(b) 砂質土の土質試験結果

各層の粒度分布を表 8.5-11 に示す。(土質試験結果の詳細は、資料編 p.2.5-1～60 参照)

表 8.5-11 砂質土の土質試験結果一覧表

As2層の粒度分布

試料番号	深度 (G.L-m)	礫分 (%)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)
D2-1	2.15～2.25	0.0	83.3	4.8	11.9
D4-1	3.15～3.45	0.0	83.5	5.6	10.9
D6-1	2.15～2.45	1.8	84.5	4.7	9.0

As3層の粒度分布

試料番号	深度 (G.L-m)	礫分 (%)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)
D6-2	3.15～3.45	0.4	85.5	3.8	10.3
D6-3	4.15～4.45	0.0	85.4	4.8	9.8

As4層の粒度分布

試料番号	深度 (G.L-m)	礫分 (%)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)
D6-4	5.15～5.45	0.0	66.1	11.5	22.4

As5層の粒度分布

試料番号	深度 (G.L-m)	礫分 (%)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)
D2-2	3.15～3.45	0.0	89.7	2.7	7.6
D4-2	4.15～4.45	0.0	88.7	2.6	8.7
D4-3	7.15～7.45	0.0	89.9	1.7	8.4
D5-1	3.15～3.45	0.0	90.9	3.8	5.3
D5-2	6.15～6.45	6.0	82.5	2.5	9.0
D5-3	9.15～9.45	0.0	86.8	3.9	9.3
D6-5	6.15～6.45	1.2	87.4	4.0	7.4
D7-1	3.15～3.45	0.0	90.5	2.7	6.8
D7-2	6.15～6.45	0.7	95.3	1.4	2.6
D7-3	8.15～8.45	4.1	89.3	0.9	5.7

As6層の粒度分布

試料番号	深度 (G.L-m)	礫分 (%)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)
D4-4	10.15～10.45	0.0	91.0	3.4	5.6
D4-5	12.15～12.45	0.0	84.2	5.6	10.2
D4-6	15.15～15.45	0.0	71.2	12.1	16.9
D5-4	10.15～10.45	0.0	82.7	6.8	10.5
D5-5	13.15～13.45	0.0	82.5	6.5	11.0
D5-6	15.15～15.45	0.0	78.0	8.9	13.1
D7-4	10.15～10.45	0.0	91.5	2.6	5.9
D7-5	13.15～13.45	0.0	90.2	3.7	6.1
D7-6	16.15～16.45	0.0	84.1	5.5	10.4

(イ) 東日本大震災における地盤への影響

本事業で実施したボーリング調査は、表 8.5-5 及び図 8.5-5 に示したとおり、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の前後で事業予定地内において実施している。

地震後において、事業予定地では液状化による“噴砂跡”は確認されていないが、地中内で液状化が発生し、時間経過とともに液状化発生の原因となる過剰間隙水圧が消散された可能性は考えられることから、地震前に自主的に実施していたボーリング調査結果と、それと同一地点ではないが概ね同じ土地利用条件であって、地震後に実施した 250m 程度離れた地点のボーリング調査結果から、地質の性状の変化の程度を確認した。(液状化発生のメカニズム及び比較結果の詳細は、資料編 p.2.5-61～65 参照)

① 粒度分布の変化について

地震発生前後の砂質土層における粒度構成は、全体的に左上がり（砂の粒径が小さく、細粒分が増加する傾向）に僅かにシフトしているようにも見受けられるが、粒度特性に大きな違いはないと考えられる。

② N 値の変化について

地震後の N 値の方が高い値を示す区間が多く見られ、全体的には上部の N 値が高くなっている傾向が見られる。

液状化後の再堆砂により、密度が締まり、N 値が高い値を示したとも考えられるが、上部の N 値の方が高くなっている傾向であることから、液状化により上部に緩み領域が発生することに反する結果となっており、液状化に起因するとは言い難い。

8.5.2. 予測

(1) 工事による影響（土地の安定性）

ア 盛土の安定性

(ア) 予測内容

盛土の安定性の検討のため、プレロード盛土厚を考慮した全盛土厚（施工時の安定）及び計画盛土高（供用開始時の安定）に対するすべり破壊について予測した。

(イ) 予測地域及び予測地点

予測地点は、盛土高が高く、かつ周辺が田面部（道路盛土等の押さえ盛土効果がない）である B-4 地点（基礎地盤が粘性土）と B-6 地点（基礎地盤が有機質土）の 2 箇所とした。

(ウ) 予測時期

予測時期は、工事中とした。

(エ) 予測方法

① 盛土の安定性

盛土の安定性の検討については、「道路土工軟弱地盤対策工指針」（昭和 61 年 11 月、日本道路協会）に示される次式に基づき予測を行った。

$$F_s = \frac{\sum (Cu \times l + W \times \cos \alpha \times \tan \phi_u)}{\sum W \times \sin \alpha} \quad \dots \text{予測式 3}$$

ここに、
 Cu : 細片部のすべり面に沿う土の粘着力 (kN/m²)
 ϕ_u : 細片部のすべり面に沿う土の排水せん断角 (度)
 l : 細片部のすべり面の長さ (m)
 W : 細片部の土の全重量 (kN/m²)
 α : 細片部のすべり面平均傾斜角 (度)

② 全盛土厚による粘性土の強度増加

「道路土工軟弱地盤対策工指針」（昭和 61 年 11 月、日本道路協会）に示される粘性土の強度増加量計算方法とした。

$$c_u = c_{u0} + m \times (p_0 - p'_c + \Delta p) \times U$$

ただし $p_0 + \Delta p \leq p'_c$ では、 $c_u = c_{u0}$

$p_0 + \Delta p > p'_c$ では、

$$c_u = m \times p_t = m \times \{p'_c + (p_0 - p'_c + \Delta p) \times U\}$$
$$= c_{u0} + m \times (p_0 - p'_c + \Delta p) \times U$$

ここに、
 c_{u0} : 盛土前の原地盤における土の非排水粘着力
 m : 強度増加率
 P_0 : 盛土前土かぶり圧 (tf/m²)
 P'_c : $p'_c = c_{u0}/m$ (tf/m²)
 Δp : 盛土加重によってすべり面の土に生じる増加応力 (tf/m²)
 U : すべり面の土の圧密度

(オ) 予測条件

Case1. 施工時の安定性

盛土条件を瞬時載荷（粘性土の強度増加を考慮しない）とし、プレロード盛土厚を含めた全盛土厚の立ち上がり時の安全性を検討した。施工時の安全性が保たれる最小安全率は「1.1 以上」（道路土工－軟弱地盤対策工指針、昭和 61 年 11 月、日本道路協会）とした。

Case2. 供用開始時の安定性

プレロード盛土を含めた全盛土厚による粘性土の強度増加を考慮して、プレロード盛土撤去後の盛土形状にて盛土の安定性を検討した。供用開始後の安定性が保たれる最小安全率は「1.5 以上」（宅地防災マニュアル「I」、平成 19 年 12 月）とした。

(カ) 予測結果

施工時の安定性については、図 8.5-9(1)～(2)上段及び表 8.5-12 に示すとおりである。B-4、B-6 とも瞬時載荷で最小安全率 1.1 を上回り、盛土の安定性が保たれると予測する。

供用開始時の安定性については、図 8.5-9(1)～(2)下段及び表 8.5-12 に示すとおりである。B-4、B-6 とも計画盛土高で最小安全率 1.5 を上回り、盛土の安定性が保たれると予測する。

プレロード工法による盛土工事に伴う土地の安全性については、通常施工での盛立てを行っても、盛土のすべり崩壊等の可能性が低い結果（最小安全率以上）となったことから、盛土工事による事業予定地周辺に影響を及ぼす可能性は低いと予測する。

表 8.5-12 盛土の安定性予測結果

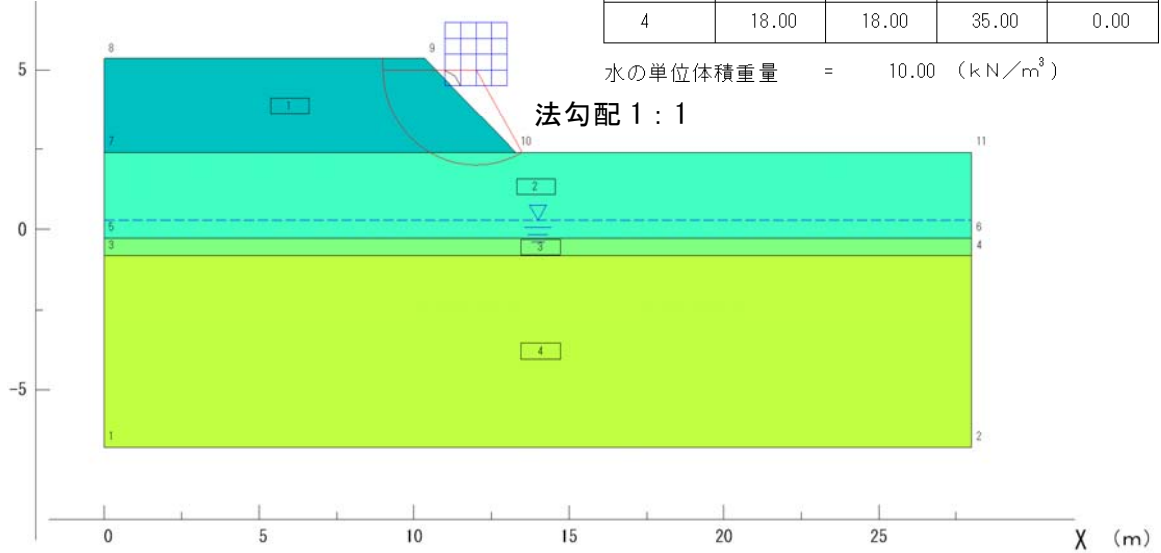
予測条件	最小安全率		最小安全率	判定
	B-4	B-6		
Case1. 施工時の安定性	1.133	1.315	1.1	OK
Case2. 供用開始時の安定性	1.775	2.151	1.5	OK

施工直後
(盛土条件：プレロード盛土厚考慮、粘性土の強度条件：現況地盤強度)

最小安全率 $F_{S\ MIN} = 1.133$
 円弧の中心 $X = 12.00$ (m)
 $Y = 5.00$ (m)
 半径 $R = 3.00$ (m)
 抵抗モーメント $M_R = 199.4$ (kN・m)
 起動モーメント $M_D = 176.0$ (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)
1	19.00	19.00	25.00	0.00
2	15.00	15.00	0.00	15.00
3	17.00	17.00	25.00	0.00
4	18.00	18.00	35.00	0.00

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)



供用開始後
(盛土条件：計画盛土高、粘性土の強度条件：現況地盤強度)

最小安全率 $F_{S\ MIN} = 1.775$
 円弧の中心 $X = 12.50$ (m)
 $Y = 5.00$ (m)
 半径 $R = 3.00$ (m)
 抵抗モーメント $M_R = 131.0$ (kN・m)
 起動モーメント $M_D = 73.8$ (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)
1	19.00	19.00	25.00	0.00
2	15.00	15.00	0.00	15.00
3	17.00	17.00	25.00	0.00
4	18.00	18.00	35.00	0.00

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)

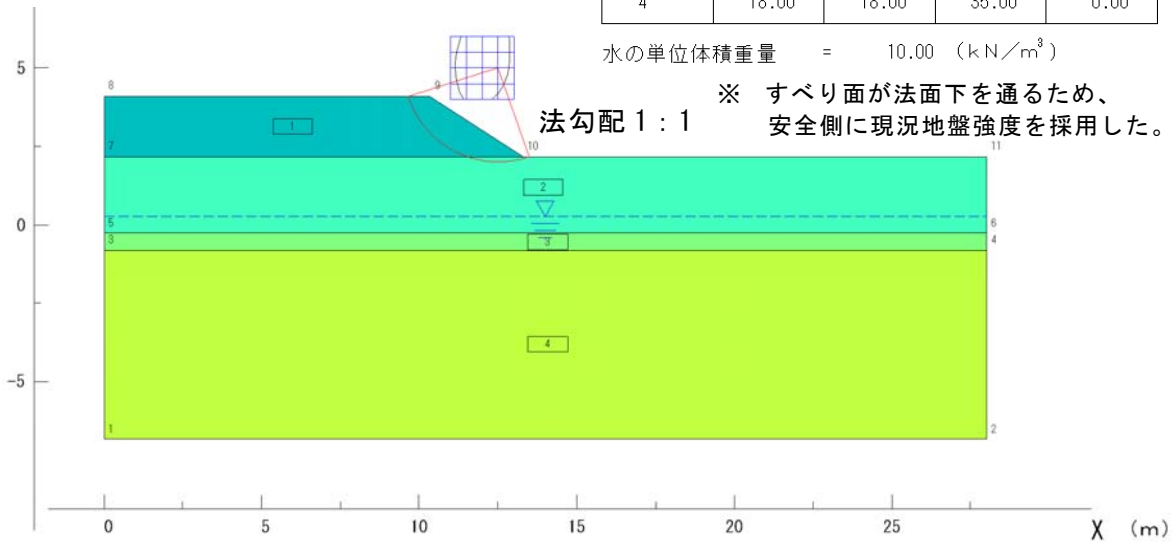


図 8.5-9(1) プレロード盛土による安定解析結果 (B-4)

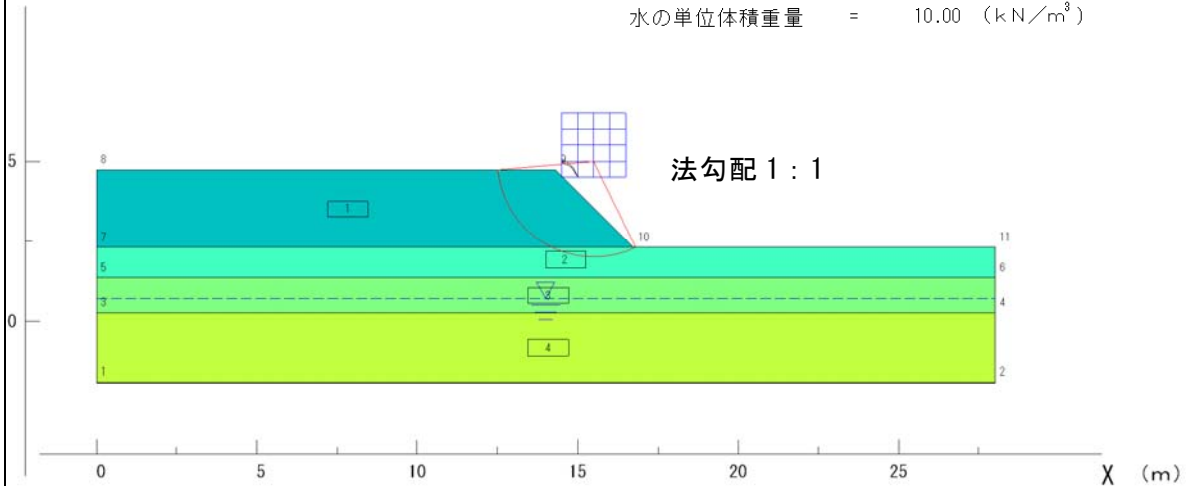
施工直後

(盛土条件：プレロード盛土厚考慮、粘性土の強度条件：現況地盤強度)

最小安全率 $F_{S\ MIN} = 1.315$
 円弧の中心 $X = 15.50$ (m)
 $Y = 5.00$ (m)
 半径 $R = 3.00$ (m)
 抵抗モーメント $M_R = 175.3$ (kN・m)
 起動モーメント $M_D = 133.3$ (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)
1	19.00	19.00	25.00	0.00
2	14.00	14.00	0.00	15.00
3	17.00	17.00	25.00	0.00
4	18.00	18.00	35.00	0.00

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)



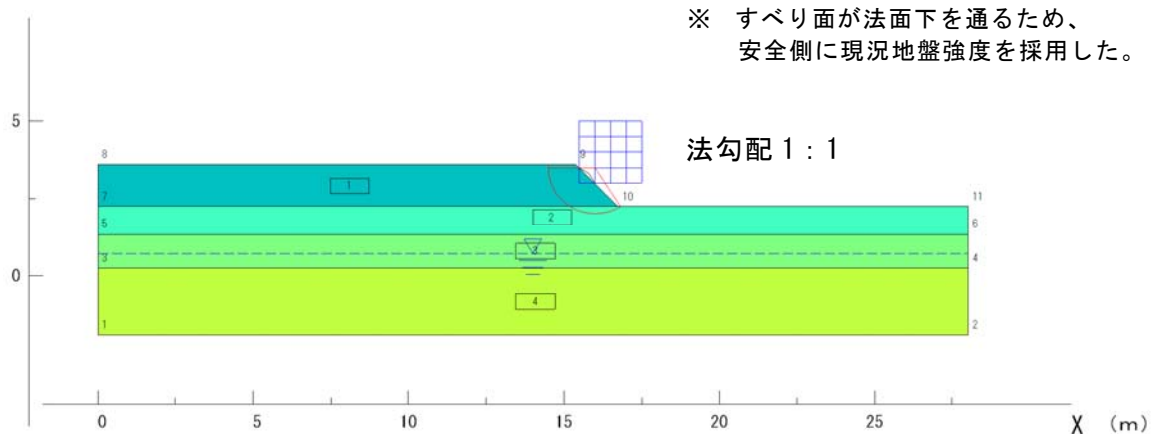
供用開始後

(盛土条件：計画盛土高、粘性土の強度条件：現況地盤強度)

最小安全率 $F_{S\ MIN} = 2.151$
 円弧の中心 $X = 16.00$ (m)
 $Y = 3.50$ (m)
 半径 $R = 1.50$ (m)
 抵抗モーメント $M_R = 44.4$ (kN・m)
 起動モーメント $M_D = 20.7$ (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)
1	19.00	19.00	25.00	0.00
2	14.00	14.00	0.00	15.00
3	17.00	17.00	25.00	0.00
4	18.00	18.00	35.00	0.00

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)



※ すべり面が法面下を通るため、安全側に現況地盤強度を採用した。

図 8.5-9(2) プレロード盛土による安定解析結果 (B-6)

イ 液状化現象

(ア) 予測内容

事業予定地内では、大規模な地震が発生した場合、液状化現象を起こす可能性がある砂層の存在があることから、日本建築学会に基づき、液状化現象が生じる可能性を予測した。

(イ) 予測地域及び予測地点

予測地域は、事業予定地全域とした。

(ウ) 予測時期

予測時期は、工事が完了した時点とした。

(エ) 予測方法

存在による影響としては、供用後の土地の安全性という視点から、「建築基礎構造設計指針」（2001年、日本建築学会）に基づき、液状化現象の発生する可能性の判定を行った。

液状化現象が発生する可能性の判定対象とした土層条件は、以下に示す同指針の内容に従った。

液状化の判定を行う必要のある飽和土層は、一般に地表面から 20m 程度以浅の沖積層で、考慮すべき土の種類は、細粒分含有率が 35%以下の土とする。

但し、埋立地盤など人工造成地盤では、細粒分含有率が 35%以上の低塑性シルト、液性限界に近い含水比を持ったシルトなどが液状化した事例も報告されているので、粘土分（0.005mm 以下の粒径を持つ土粒子）含有率が 10%以下、または塑性指数が 15%以下の埋立あるいは盛土地盤については液状化の判定を行う。

細粒分を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫は液状化の可能性が否定できないので、そのような場合にも液状化の判定を行う。

（「建築基礎構造設計指針」（2001年、日本建築学会）p.62 抜粋）

(オ) 予測条件

液状化現象が発生する可能性の判定条件は、表 8.5-13 に示すとおりである。

モデル地盤は、事業予定地の角部にあたる B-2、B-4、B-5、B-7 と他検討地点と異なる砂質土層が存在する B-6 の 5 地盤とした。以降に示す予測式を用いて、事業実施後の液状化現象が発生する可能性の判定を行った。

表 8.5-13 液状化現象が発生する可能性の判定条件

モデル地盤	B-2、B-4、B-5、B-6、B-7
土質定数	「土質定数」で設定した値を用いる。表 8.5-14 参照
対象層	砂質土 (As2、As3、As4)
地震のマグニチュード	7.3 (1995 年 1 月 兵庫県南部地震の規模) (「建築基礎構造設計指針」(日本建築学会、2001 年改定))
設計水平加速度 ^{※1}	<ul style="list-style-type: none"> ・ 200Gal (損傷限界^{※2}) ・ 300Gal ・ 350Gal (終局限界^{※3})
使用ソフト	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「LIQUEUR (リキュール)」 富士通エフ・アイ・ピー(株)

※1: 設計水平加速度 (Gal = cm/s²)

旧気象庁震度階 (1949 年)

震度	呼称	説明	加速度 (Gal)
0	無感	人体に感じないで地震計に記録される程度。	~0.8
1	微震	静止している人や特に地震に注意深い人だけに感ずる程度の地震。	0.8~2.5
2	軽震	大ぜいの人に感ずる程度のもので、戸障子がわずかに動くのがわかる程度の地震。	2.5~8
3	弱震	家屋がゆれ、戸障子がガタガタと鳴動し、電灯のような吊り下げ物は相当ゆれ、器内の水面の動くのがわかる程度の地震。	8~25
4	中震	家屋の動揺が激しく、すわりの悪い花びんなどは倒れ、器内の水はあふれ出る。また、歩いている人にも感じられ、多くの人々は戸外に飛び出す程度の地震。	25~80
5	強震	壁に割れ目が入り、墓石・石どうろうが倒れたり、煙突・石垣などが破損する程度の地震。	80~250
6	列震	家屋の倒壊は30%以下で、山くずれが起き、地割れを生じ、多くの人人が立っていることができない程度の地震。	250~400
7	激震	家屋の倒壊が30%以上に及び、山くずれ、地割れ、断層などを生じる。	400~

※2: 損傷限界

基礎構造が構造的な被害を受けることにより、構造物を再使用するためには、構造上の補修、補強等を必要とする状態。

※3: 終局限界

地盤や構造物が破壊することにより、上部構造を支持することが出来なくなる状態。構造物や地盤の強度上の検討としては、最大の損傷レベル。

表 8.5-14 土質定数一覧

地質名	地質記号	N 値	設計 N 値	単位 体積 重量 kN/m ³	粘着力 kN/m ²	内部 摩擦角 度	透水係数 cm/sec	圧密特性
既設盛土	Bs	—	3	19	0	25	—	—
有機質土	Apt	既設盛土部	3	14	25	0	—	圧密定数-1
		耕地部	0~1	0	14	15	0	—
粘性土 1	Ac1	0~4	1	15	15	0	—	圧密定数-3
砂質土 1	As1	—	6	19	0	25	—	—
砂質土 2	As2	3~5	3	17	0	25	4×10 ⁻³	—
砂質土 3	As3	16~50/27	30	18	0	35	5×10 ⁻³	—
砂質土 4	As4	19~50/26	35	18	0	35	3×10 ⁻³	—
粘性土 2	Dc	8~18	10	17	60	0	—	—
砂質土 5	Ds	—	9	18	0	25	—	—
砂礫	Dg	50/28 ~50/13	45	20	0	40	—	—

圧密定数-1 (Apt : 盛土部)

圧密定数-2 (Apt : 耕地部)

圧密定数-3 (Ac1)

e-logP 曲線		e-logCv-logP 曲線		e-logP 曲線		e-logCv-logP 曲線		e-logP 曲線		e-logCv-logP 曲線	
圧密圧力 (kN/m ²)	間隙比	平均 圧密圧力 (kN/m ²)	圧密係数 (cm ² /day)	圧密圧力 (kN/m ²)	間隙比	平均 圧密圧力 (kN/m ²)	圧密係数 (cm ² /day)	圧密圧力 (kN/m ²)	間隙比	平均 圧密圧力 (kN/m ²)	圧密係数 (cm ² /day)
0	4.07	2.5	2643.7	0	3.16	2.5	1509.7	0	2.51	2.5	763.3
5	4.05	7.1	1310.5	5	3.11	7.1	775.1	5	2.47	7.1	366.4
10	4.03	14.1	1061.7	10	3.09	14.1	840.9	10	2.44	14.1	288.9
20	3.98	28.3	1144.9	20	3.03	28.3	398.1	20	2.37	28.3	163.3
40	3.89	56.6	466.7	40	2.88	56.6	97.9	40	2.24	56.6	92.3
80	3.54	113.1	176.8	80	2.53	113.1	159.2	80	2.02	113.1	62.4
160	2.96	226.3	91.7	160	2.16	226.3	126.7	160	1.74	226.3	84.7
320	2.45	452.5	69.5	320	1.78	452.5	99.9	320	1.46	452.5	91.8
640	1.98			640	1.43			640	1.21		

また、液状化現象が発生すると想定された場合には、Dcy 法による変位量予測を行い、液状化現象発生時の地盤沈下の程度を予測する。

Dcy 法では、図 8.5-10 を基に、 $FL < 1.0$ の地質を対象に、補正 N 値 (N_a)、応力比 (τ_d / σ'_z) に対応する各層の繰返しせん断ひずみ (γ_{cy}) を読み取り、各層厚に γ_{cy} を乗ずることで変位量を算出する。

補正 N 値、応力比の値は、液状化検討結果による。

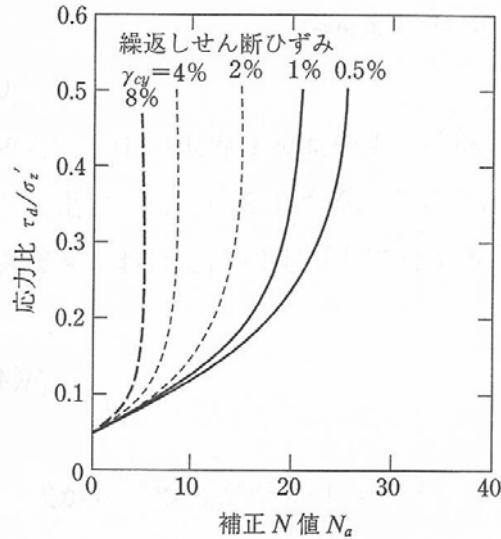


図 8.5-10 補正 N 値と繰返しせん断ひずみの関係

(「建築基礎構造設計指針」(2001 年、日本建築学会) p. 66 抜粋)

- ① 検討地点の地盤内の各深さに発生する等価な繰返しせん断応力比の算出

$$\frac{\tau_d}{\sigma'_z} = \gamma_n \cdot \frac{\alpha_{\max}}{g} \cdot \frac{\sigma_z}{\sigma'_z} \cdot \gamma_d$$

ここに、
 τ_d : 水平面に生じる等価な一定繰返しせん断応力振幅(kN/m²)
 γ_n : 等価な繰返し回数に関する補正係数 $\gamma_n = 0.1 * (M-1)$
※M は地震のマグニチュード
 σ'_z : 検討深さにおける有効土被り圧(kN/m²)
 σ_z : 検討深さにおける全土被り圧(kN/m²)
 α_{\max} : 地表面における設計用水平加速度(Gal)
 g : 重力加速度(980Gal)
 γ_d : 地表面が剛体で無いことによる低減係数(1-0.015Z)
※Z は検討深さ(m)

- ② 補正 N 値 (N_a) の算出

$$N_1 = C_N \times N$$

$$C_N = \sqrt{\frac{98}{\sigma'_z}}$$

$$N_a = N_1 + \Delta N_f$$

ここに、
 N_1 : 換算 N 値
 C_N : 拘束圧に関する補正係数
 ΔN_f : 細粒分含有率 Fc に応じた補正 N 値の増分
 N : 実測 N 値

③ 液状化抵抗比の算出

$$R = \frac{\tau_l}{\sigma'_z}$$

ここに、 R : 液状化抵抗比
 τ_l : 水平面における液状化抵抗

④ 安全率 (FL) の算出

$$FL = \frac{\tau_l / \sigma'_z}{\tau_d / \sigma'_z}$$

ここに、 FL : 液状化発生に対する安全率

(カ) 予測結果

事業実施後の液状化現象の発生の可能性に関する予測結果は、表 8.5-15(1)~(3) に示すとおりである。

事業予定地南東部の B-6 地点では、200Gal の時点で既に「砂質土層 (As3) の一部で液状化の危険性有り」、300Gal 以上で「砂質土層 (As2) で液状化の危険性有り」、B-2、B-4 地点では、300Gal の時点で、「砂質土層 (As2) で液状化の危険性有り」と予測する。

また、PL 値*による評価では、「液状化の危険性はかなり低い」~「低い」と評価される所が大部分を占めるが、B-6 地点 (砂質土層 (As3) の一部が液状化の危険性が高い所) のみ、「液状化の危険性が高い」と予測する。

上記液状化現象の発生の可能性に関する予測結果を踏まえ、Dey 法による B-2、B-4、B-6 に対する 350Gal 時の変位量について予測を行った。

表 8.5-16 に示すとおり、PL 値による判定で、「液状化の危険性が高い」と評価された B-6 地点の 350Gal の条件では、約 12cm 程度の沈下量が発生すると予測する。

また、「液状化の危険性が低い」と評価された B-2、B-4 地点の 350Gal の条件では、1~2cm 程度の沈下量が発生する結果となり、対象区域の大部分は、B-4 地点程度の沈下量であると予測する。

地質分析の結果、液状化の危険性が高い地質と判断された土層を含む事業予定地内の想定地質断面図の状況は、図 8.5-11 に示すとおりである。

※PL 値：液状化指数。PL 値はある地点の液状化の可能性を総合的に判断しようとするものであり、各土層の液状化強度 (せん断応力に対する強度) を深さ方向に重みをつけて足し合わせた値。

PL 値による地盤の液状化危険度のランク付け

- PL=0 : 液状化の危険度はかなり低い。液状化にかんする詳細な検討は一般に不要。
- 0<PL≤5 : 液状化の危険度は低い。特に重要な構造物の設計に際しては、より詳細な調査が必要。
- 5<PL≤15 : 液状化危険度が高い。重要な構造物に対して、より詳細な調査が必要。液状化対策が一般に必要。
- 15<PL : 液状化危険度が極めて高い。液状化に関する詳細な調査と液状化対策は不可避。

表 8.5-15(1) 液状化判定結果一覧 (200Gal)

計算深度	B-2			B-4			B-5			B-6			B-7		
	N値	Fc(%)	FL	N値	Fc(%)	FL	N値	Fc(%)	FL	N値	Fc(%)	FL	N値	Fc(%)	FL
2	1			1											
3	4	16.7	1.14	4						3	13.7	1.01			
4	21	10.3	4.43	5	16.5	1.10	37	9.1	4.87	33	14.1	4.26	16	9.5	2.30
5	37		4.15	36	11.3	4.21	50		4.53	3	14.6	0.87	36		4.33
6	37		3.96	50		4.01	33		4.28	1	33.9	0.84	40		4.12
7	27		3.83	49		3.87	44	11.5	4.11	35	11.4	3.71	33	4	3.96
8	27		3.74	27	10.1	3.77	33		3.99	45		3.62	30		3.85
9	43		3.67	26		3.70	42		3.90	50		3.57	24	6.6	2.05
10	41			36		3.65	45	13.2	3.84	48		3.53	29		3.56
11	40			33	9	3.62	35	17.3	3.79	37		3.50	28	8.5	3.68
12	50			31		3.60	38		3.76	40		3.49	39		3.66
13	46			36	15.8	3.60	44		3.75				37		3.65
14	35			38		3.60	38	17.5	3.75				40	9.8	3.65
15				29		3.61	19		1.88				36		3.66
16				26	29	3.63	44	22	3.76				35		3.65
17				44		3.66	50						38	15.9	3.71
18				21			13						50		
19				50			14						50		
20				50			13						50		
PL値	0.00			0.00			0.00			3.27			0.00		
危険度	かなり低い			かなり低い			かなり低い			低い			かなり低い		

表 8.5-15(2) 液状化判定結果一覧 (300Gal)

計算深度	B-2			B-4			B-5			B-6			B-7		
	N値	Fc(%)	FL	N値	Fc(%)	FL	N値	Fc(%)	FL	N値	Fc(%)	FL	N値	Fc(%)	FL
2	1			1											
3	4	16.7	0.76	4						3	13.7	0.67			
4	21	10.3	2.95	5	16.5	0.73	37	9.1	3.25	33	14.1	2.84	16	9.5	1.54
5	37		2.77	36	11.3	2.81	50		3.02	3	14.6	0.58	36		2.89
6	37		2.64	50		2.67	33		2.86	1	33.9	0.56	40		2.74
7	27		2.55	49		2.58	44	11.5	2.74	35	11.4	2.47	33	4	2.64
8	27		2.49	27	10.1	2.51	33		2.66	45		2.41	30		2.57
9	43		2.45	26		2.47	42		2.60	50		2.38	24	6.6	1.36
10	41			36		2.43	45	13.2	2.56	48		2.35	29		2.38
11	40			33	9	2.41	35	17.3	2.53	37		2.33	28	8.5	2.45
12	50			31		2.40	38		2.51	40		2.33	39		2.44
13	46			36	15.8	2.40	44		2.50				37		2.43
14	35			38		2.40	38	17.5	2.50				40	9.8	2.43
15				29		2.41	19		1.25				36		2.44
16				26	29	2.42	44	22	2.51				35		2.45
17				44		2.44	50						38	15.9	2.47
18				21			13						50		
19				50			14						50		
20				50			13						50		
PL値	1.17			1.00			0.00			6.94			0.00		
危険度	低い			低い			かなり低い			高い			かなり低い		

表 8.5-15(3) 液状化判定結果一覧 (350Gal)

計算深度	B-2			B-4			B-5			B-6			B-7		
	N値	Fc(%)	FL	N値	Fc(%)	FL	N値	Fc(%)	FL	N値	Fc(%)	FL	N値	Fc(%)	FL
2	1			1											
3	4	16.7	0.65	4						3	13.7	0.58			
4	21	10.3	2.53	5	16.5	0.63	37	9.1	2.78	33	14.1	2.43	16	9.5	1.32
5	37		2.37	36	11.3	2.41	50		2.58	3	14.6	0.49	36		2.47
6	37		2.26	50		2.29	33		2.45	1	33.9	0.48	40		2.35
7	27		2.19	49		2.21	44	11.5	2.35	35	11.4	2.12	33	4	2.26
8	27		2.13	27	10.1	2.15	33		2.28	45		2.07	30		2.20
9	43		2.10	26		2.11	42		2.23	50		2.04	24	6.6	1.17
10	41			36		2.08	45	13.2	2.19	48		2.01	29		2.04
11	40			33	9	2.07	35	17.3	2.17	37		2.00	28	8.5	2.10
12	50			31		2.06	38		2.15	40		1.99	39		2.09
13	46			36	15.8	2.05	44		2.14				37		2.09
14	35			38		2.05	38	17.5	2.14				40	9.8	2.09
15				29		2.06	19		1.07				36		2.09
16				26	29	2.07	44	22	2.15				35		2.10
17				44		2.09	50						38	15.9	2.12
18				21			13						50		
19				50			14						50		
20				50			13						50		
PL値	1.70			1.40			0.00			8.38			0.00		
危険度	低い			低い			かなり低い			高い			かなり低い		

表 8.5-16 Dcy 法による変位量の予測結果 (350Gal 時)

	対象地質	層厚 m	計算 深度 m	実測 N 値	補正 N 値 Na	せん断 応力 振幅 τ_d	有効土 被り 圧 σ'_z	τ_d / σ'_z	せん断 ひずみ γ_{cr}	深度 毎変位 量 m	変位 量 m
B-2	シルト混じり砂	0.65	4.8	4	11.7	17.7	81.6	0.22	3.0%	0.020	0.020
B-4	シルト混じり砂	0.54	5.8	5	12.6	20.7	88.9	0.23	2.0%	0.011	0.011
B-6	シルト混じり砂	0.46	4.75	3	10.1	17.7	78.4	0.23	4.0%	0.018	0.117
	細砂	1.00	6.8	3	10.0	24.8	94.7	0.26	4.0%	0.040	
	シルト混じり砂	1.46	7.8	1	10.4	27.9	101.9	0.27	4.0%	0.058	

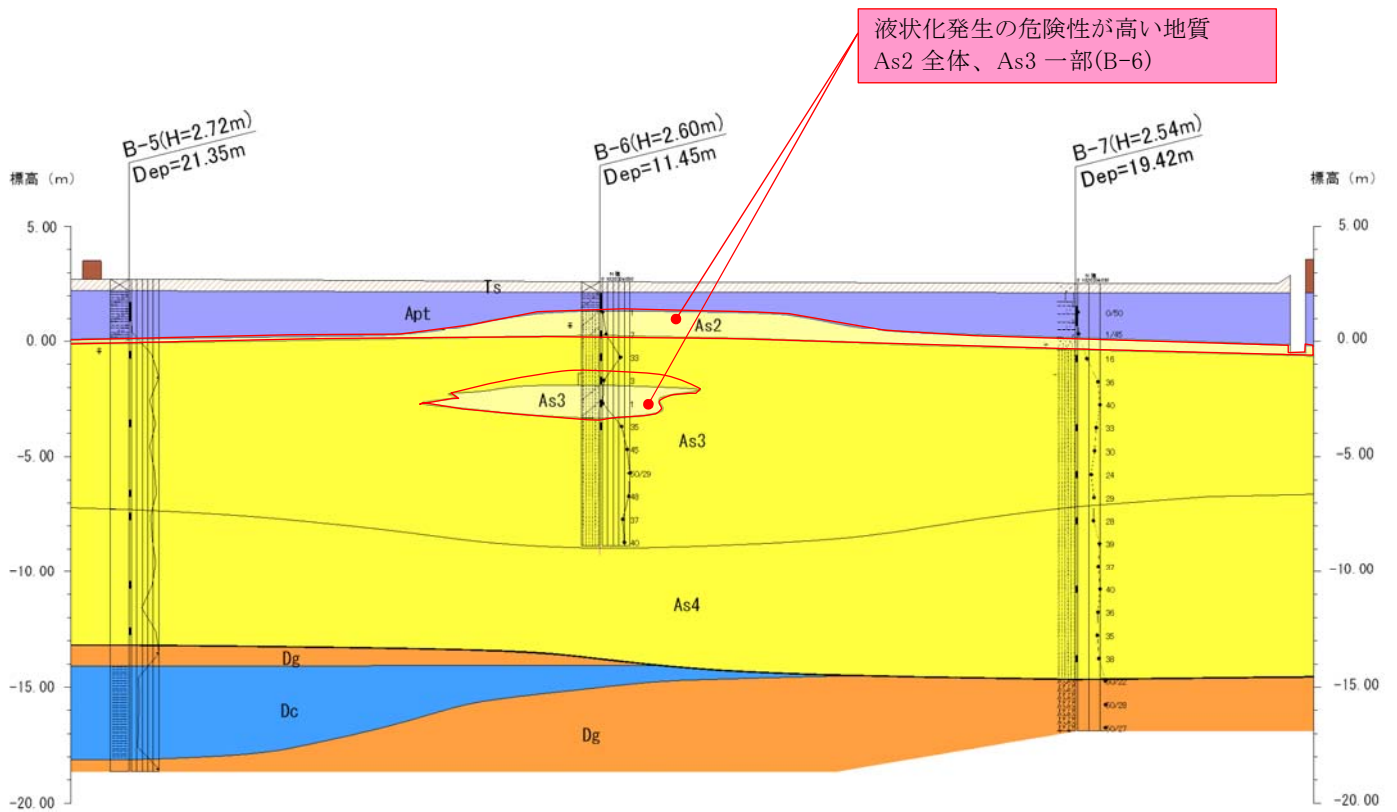


図 8.5-11 液状化の危険性が高い地質 (モデル図 : B-5~B-6~B-7 断面)

(2) 存在による影響（現況地形）

ア 予測内容

事業予定地周辺における現況地形の変化の程度について予測した。

イ 予測地域及び予測地点

予測地域は、現況地形の変化を十分に把握できる範囲として、調査地域と同様とした。予測地点は、予測地域全域とした。

ウ 予測時期

予測時期は、工事が完了した時点とした。

エ 予測方法

現況地形と事業計画との重ね合わせから、現況地形の改変の程度を定性的に予測した。

オ 予測条件

予測条件は、事業計画は「地形改変の範囲、施工方法等」、「構造物の配置、規模、構造等」、将来環境条件は「周辺の土地利用」、「水象」とした。

カ 予測結果

事業予定地は現在、主に水田及び耕作地として土地利用されており、事業実施により、ほぼ全域を盛土造成する計画としている。

土工量は、盛土約 30 万 m³であり、事業予定地外から約 30 万 m³の土砂を搬入する計画である。計画盛土高は H=1.02~1.83m としており、事業予定地北側の既成市街地との高低差は造成により解消し、造成法面は生じさせない。

なお、本事業の実施により、事業予定地内を通っていた仙台堀をはじめとする 8 つの農業用排水路のうち、仙台堀以外の 7 つの農業用排水路については、事業予定地西側に新設する水路に接続し、事業予定地南側の排水路に流下させる計画である。これらのことから、供用後において事業予定地とその周辺との高低差は生じず、平坦な地形が出現すると予測する。

8.5.3. 環境の保全及び創造のための措置

(1) 工事による影響（土地の安定性）

ア 盛土の安定性

プレロード工法による盛土工事に伴う土地の安定性については、通常施工での盛立てを行っても盛土のすべり崩壊等の可能性が低い結果（最小安全率以上）となったことから、盛土工事による事業予定地周辺に影響を及ぼす可能性は低いと予測した。

また、本事業の実施にあたっては、盛土の安定性への影響に対してさらに、以下の環境保全措置を講ずることとする。

- ・計画地外に土砂の流出が生じないように、法面の転圧を十分に行う。

イ 液状化現象

マグニチュード7.3クラスの地震が発生した場合、液状化が起こる可能性がある層は砂層（As3）の一部であり、想定される沈下量は最大で12cmと予測した。本事業の実施にあたっては、液状化に対する環境保全対策として以下の措置を講ずることとする。

- ・調査地点 B-6 において、液状化の可能性のある砂層（As3）が確認されたことから、工事着手前に補足ボーリング調査（詳細は、資料編 p.2.5-66～67 参照）を実施し、分布を把握する。
- ・補足ボーリング調査の結果を踏まえ、置換工法、深層混合処理工法、注入工法、サンドコンパクションパイル工法、振動締め固め工法などの液状化対策工法のうち、最も適した工法を選択する。

表 8.5-17 環境の保全のための措置の検討結果整理

環境保全措置	十分な法面の転圧	工事着手前の砂層分布の把握	地盤改良による液状化対策
実施期間	工事中		
実施位置	事業予定地内		
効果及び変化	効果を定量的に把握できないが、実行可能な範囲で影響を低減できる		
実行可能性	可能		
副次的な影響	なし		

8.5.4. 評価

(1) 工事による影響（土地の安定性）

ア 回避低減に係る評価

(ア) 評価方法

調査及び予測の結果並びに保全対策を踏まえ、周辺地域における住宅その他の建物等への地形・地質への影響が、事業者の実行可能な範囲で回避され、または、低減されているものであるか否かを評価した。

(イ) 評価結果

① 盛土の安定性

プレロード工法による盛土工事に伴う土地の安定性については、通常施工での盛立てを行っても盛土のすべり崩壊等の可能性が低い結果(最小安全率以上)となったことから、盛土工事による事業予定地周辺に影響を及ぼす可能性は低いと予測した。

また、本事業では、計画地外に土砂の流出が生じないように、法面の転圧を十分に行うなどの環境の保全のための措置を講ずることとしていることから、プレロード工法による盛土工事に伴う盛土の安定性への影響は、実行可能な範囲内で、最大限の回避・低減が図られていると評価する。

② 液状化現象

マグニチュード7.3クラスの地震が発生した場合、液状化が起こる可能性がある層は砂層（As3）の一部であり、想定される沈下量は最大で12cmと予測した。

また、本事業では、工事着手前に補足ボーリング調査を実施し、分布を把握するとともに、補足ボーリング調査の結果を踏まえ、置換工法、深層混合処理工法、注入工法、サンドコンパクションパイル工法、振動締め固め工法などの液状化対策工法のうち、最も適した工法を選択するなどの環境の保全のための措置を講ずることとしていることから、液状化現象の影響は、実行可能な範囲内で、最大限の回避・低減が図られていると評価する。

なお、保留地の販売にあたっては、土地購入者に対し、地質の状況を十分説明する。

イ 基準や目標との整合性に係る評価

(ア) 評価方法

予測結果が以下に示す基準又は目標との整合が図られるか否かを評価した。

- ・「周辺地域に対する影響を未然に防止すること」

(イ) 評価結果

① 盛土の安定性

本事業では、プレロード工法による盛土工事に伴う土地の安全性については、通常施工での盛立てを行っても盛土のすべり崩壊等の可能性が低い結果（最小安全率以上）となったことから、周辺地域に対する影響を未然に防止することと整合が図られていると評価する。

② 液状化現象

本事業では、液状化現象が想定される砂層については、工事着手前に補足ボーリング調査を実施し、分布を把握するとともに、補足ボーリング調査の結果を踏まえ、置換工法、深層混合処理工法、注入工法、サンドコンパクションパイル工法、振動締め固め工法などの液状化対策工法のうち、最も適した工法を選択するなどの環境の保全及び創造のための措置を講ずることから、周辺地域に対する影響を未然に防止することと整合が図られていると評価する。

(2) 存在による影響（現況地形）

ア 回避低減に係る評価

（ア）評価方法

調査及び予測の結果、保全対策を踏まえ、現況地形の改変の程度への影響が適切な施工方法、造成計画等により、事業者の実行可能な範囲で回避され、又は低減されているものであるか否かを評価した。

（イ）評価結果

回避・低減に係る環境保全措置の実施により、造成法面は生じず、事業予定地周辺と高低差は解消される。また、地震等による地盤沈下等の危険性がない安全な基盤形成がなされる。

よって、事業者の実行可能な範囲内で、本事業の存在する時点では環境影響を出来る限り回避・低減できるものと評価する。

イ 東日本大震災からの復旧に係る評価

（ア）評価方法

復旧は長期にわたるため、その詳細な内容、進捗等については未知数である。そのため、予測評価を行う時点で、明確になっている事項や確実に想定できる事項については、必要に応じて予測条件に盛り込み、定性的に予測・評価した。

（イ）評価結果

事業予定地北側一帯の既成市街地では、震災により一部地盤沈下などによる交通・電気・ガス・水道などのライフラインの寸断等の影響を受けたが、大規模な現況地盤の崩落、陥没などは見られなかった。事業予定地においても、市道の陥没、農業用排水路の部分的な崩落等が局所的に見られたものの、現況地盤に極端な変化はなかった。

現況調査で実施したボーリング調査は、震災前後で実施しているが、地質についてもその前後で極端な変化は認められていない。

本事業では、基盤形成にあたり、地震等による地形地質の変化が生じないよう、十分な施工計画を検討・実施していくことから、事業予定地の基盤は、整備後の地形を維持できるものと評価する。