

5. 地盤に関する考察

5.1 軟弱沖積層の分布

調査地の地盤は、沖積層下の洪積層が形成する埋没地形により、次のように各街区で特徴が異なっている。

表 5.1.1 埋没地形の特徴と沖積層層厚

地 区	埋没地形の特徴	沖積層層厚(m)	洪積地盤出現標高
5 街区	埋没台地（埋没波食台）上	4～13	A.P. - 6m～ -18m
6 街区	埋没谷上	17～29	A.P. -26m～ -34m
7 街区	埋没斜面～埋没段丘上	8～23	A.P. - 8m～ -28m

図 5.1.2 に沖積層基底の等深線図と沖積層基底の形状の概念図を示す。この図は、今回のボーリングデータのほか、既往のボーリングデータ（表 3.1.1）を用いて作成した。

この図でもわかるように、5 街区は、洪積地盤が浅く（約 A.P. -6m）台地状に出現し、軟弱な沖積層が他の街区にくらべて最も薄い地区となっている。5 街区の西端部は、埋没台地の縁辺～斜面部にかかっており、西端部へ向かって沖積層が徐々に厚くなっている。なお、5 街区の埋没台地の上面は、A.P. -6m 前後とほぼ一定の高さを示しており、沖積層形成時の海水準の停滞期に形成された波食台の一部であると考えられている。

6 街区の地下には、沖積層基底の標高が A.P. -34m 付近にまで達する埋没谷が縦断しており、5 街区とは対照的に、厚い沖積層が形成されている。この埋没谷内に分布する沖積層・有楽町層は、 N 値 1～2 の軟弱なシルトを中心とする地層であり、今後の盛土の進行によっては、圧密沈下が懸念される地層である。

7 街区は、5 街区から延びる埋没台地から 6 街区を縦断する埋没谷へとつながる埋没斜面域となっている。この埋没斜面域には、A.P. -20m 付近に段丘状の平坦面～緩斜面が存在している。したがって、7 街区に分布する沖積層は、大局的には東部から西方の埋没谷方向へ厚くなっていくが、埋没段丘上の部分では 15m 前後の厚さで一定している。

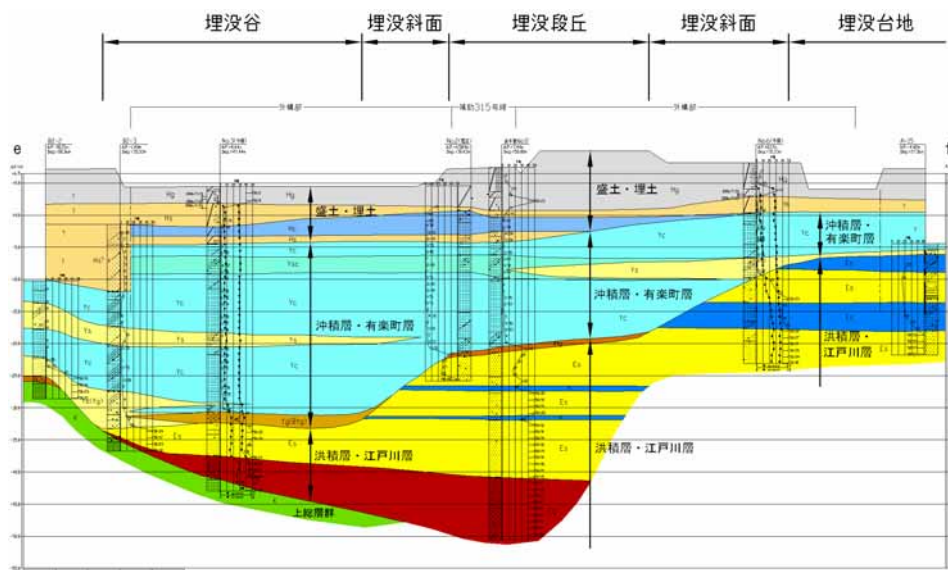


図 5.1.1 調査地の地質断面と埋没地形の関係（6 街区～7 街区）
5 街区は図の右端の埋没台地の延長部となる。

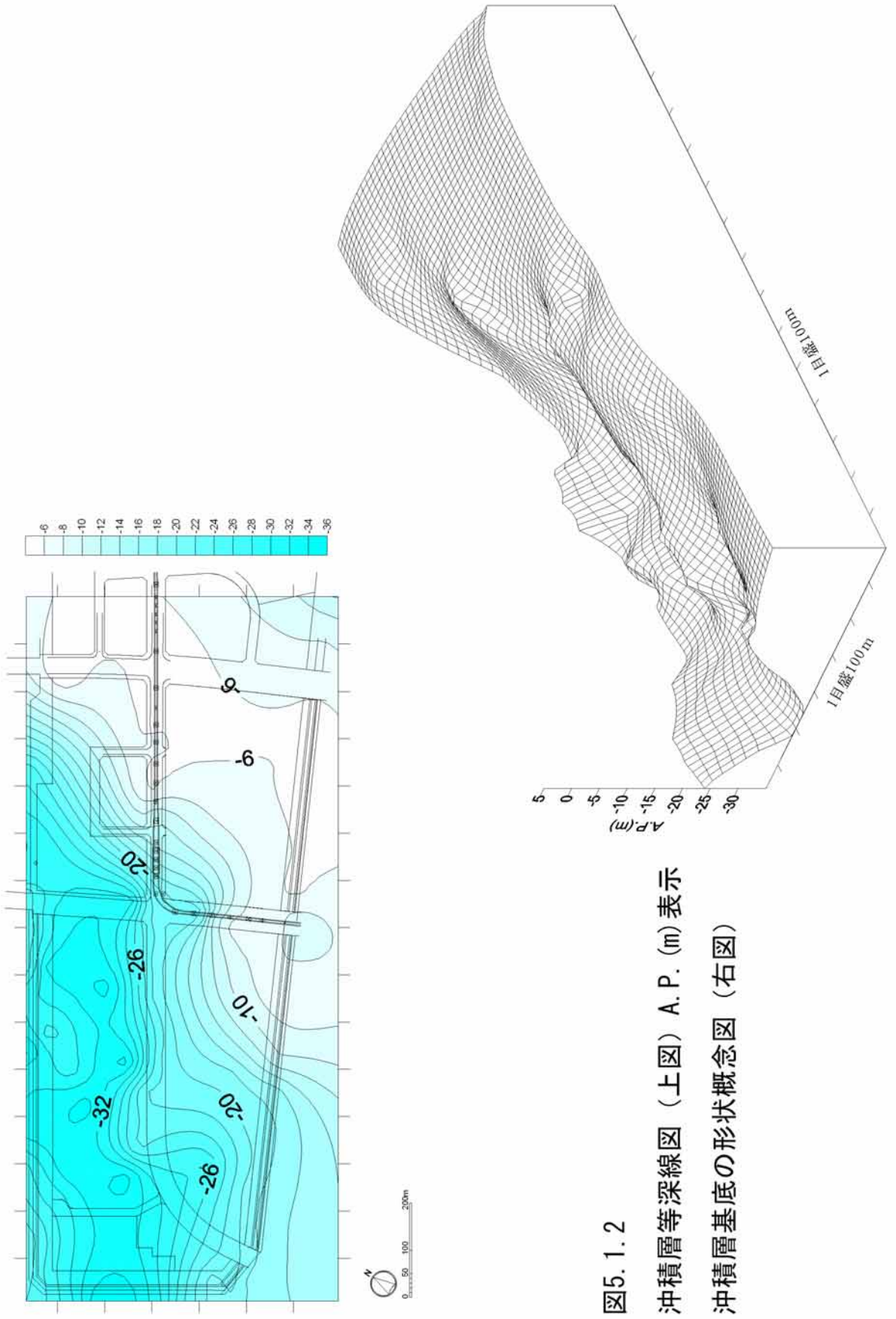


図5.1.2
 沖積層等深線図（上図）A.P. (m)表示
 沖積層基底の形状概念図（右図）

5.2 液状化検討の主要対象層

調査地における地盤の液状化についての詳細な検討は、地盤解析報告書でおこなうので、ここではボーリング調査で明らかとなった調査地の地盤構成で、液状化の主要対象層として留意すべき地層について述べる。

地震時に液状化しやすい地盤の一般的な特徴は次のとおりである。

- ・地下水面が地表に近い。
- ・飽和した地盤で細粒分の含有率が低い。
- ・飽和した地盤で N 値が低い（緩い地盤）。

この一般的な特性を基本として、液状化検討の対象とする土や地盤の条件は、さらに、諸機関で取り扱いが定められている。「港湾の施設の技術上の基準・同解説」では、はじめに粒度分布や N 値により、予測・判定するとされており、「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編」では、液状化の判定を行う必要がある土層として、1) 地下水面が現地盤面から 10m 以内であって、かつ現地盤面から 20m 以内の深さにある飽和土層、2) 細粒分含有率 F_c が 35% 以下の土層、または F_c が 35% を越えても塑性指数 I_p が 15 以下の土層、3) 平均粒径 D_{50} が 10mm 以下で、かつ 10% 粒径 D_{10} が 1mm 以下である土層としている。このほか、鉄道や建築などにおいても取り扱いがそれぞれあり、検討対象とすべき地盤を定義している。

地盤解析報告書において「港湾の施設の技術上の基準」・「埋立地の液状化対策ハンドブック」に基づいて詳細な液状化の予測・判定をおこなうため、ここでは、上記の一般的な特徴である、地下水位以深に分布する飽和した地盤で細粒分の含有率の少ない、緩い土（＝砂質土）を地震時に液状化の懸念がある特に留意すべき地層としてあげると次の各層が選定される。

盛土・埋土の H_s 層及び H_c 層

沖積層・有楽町層の砂質土層 Y_s

埋没台地上面を構成する緩い洪積砂層 E_s

これらの地層のうち、調査地において液状化に対し、最も留意すべき地層は、とである。

H_s 層（砂質土主体）と H_c 層（粘性土主体）は、大部分が地下水面下に分布する浚渫に由来する埋土である。本層は、地層形成の経緯からもわかるように、十分な上載荷重（圧密）を経ていない土からなり、 H_s 層、 H_c 層とも緩いまたは非常にやわらかい土で構成され、地震時に液状化する懸念の高い地盤と判断される。

また、浚渫による人工地盤であるため、地層分布は必ずしも整然と分布しているとは限らず、 H_s 層と H_c 層が互層状などを呈するなど錯綜して分布している。 H_c 層のみが厚く分布する地点は、細粒土主体で液状化の懸念は少ないものの、 H_s 主体の部分または互層状の部分は十分留意すべき箇所である。

沖積層・有楽町層中にも地下水で飽和した緩い砂質土層 Y_s が挟まれている。液状化で問題となる浅く分布する Y_s 層は、各街区とも分布が局所的であり、調査地においては連続性が乏しい。なお、この Y_s 層は 6 街区のように沖積層上部に粘性土層 Y_c 中に薄く挟まれる部分と、5 街区から 7 街区の埋没台地上からその縁辺部付近に分布する砂質土層

に区分できる。

なお、上記の埋没台地上面を構成する洪積層・砂質土層 Es のうち、 N 値の低い部分も液状化検討の対象となるが、これまで「洪積土については兵庫県南部地震を含む既往の地震において液状化したという事例は確認されていない（道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編 P354）」ことを考慮すると、この地層にくらべ液状化の対象層としては重要度がやや低い地層と言える。なお、埋没台地の上面ばかりでなく、埋没斜面部においても、この N 値の低い部分が認められることを考慮すると、埋没地形形成時の地盤表層の緩みなどがこの N 値の低い部分の形成の一因と推定される。浸食作用がより活発であったと推定される埋没谷底付近においては、ほとんどこの N 値の低い部分が存在しないこともこれを裏付けているものと判断される。

5.3 支持層の分布

調査地の表層には不均質な土砂からなる盛土や緩いまたは非常にやわらかい粘性土からなる埋土（Hs 層、Hc 層）が分布し、その下位には N 値 0~2 の軟弱な沖積層・有楽町層が分布している。

これら各層は、中層以上の建築物の支持地盤として適さず、中層以上の建築物の支持地盤としては、より深部に分布する洪積層である江戸川層の砂層や砂礫層、上総層群の固結シルトなど、密に締まった地層または固結した地層が選定される。

これら洪積層の出現深度は、5.1 項で述べたように沖積層下の埋没地形によって各街区で異なっている。密に締まった砂層や砂礫層もこの埋没地形の分布と密接に関係しており、通常、建築物の良好な支持地盤とされる N 値 50 以上の連続する地層は、埋没台地上の 5 街区で最も浅く出現し、最も深く現れるのは埋没谷が縦断している 6 街区である。

7 街区は、両者の中間域にあたり、支持地盤の深さが変化している区域にあたる。

したがって、7 街区については、特に慎重に支持地盤を確認した上で杭長等を決定する必要がある。

図 5.3.1 は、今回のボーリングデータのほかに既往のボーリングデータを用いて作成した、支持地盤の出現位置（A.P.表示）を表した図である。また、参考まで、支持層上面の形状の概念図も併せて示した。この図では、 N 値 50 以上がほぼ 5m 以上連続する地層を支持地盤として作成した。

これらの図でわかるように、5 街区では、支持地盤が浅く、A.P.-18m 付近から出現し、6 街区では、支持地盤が最も深く、A.P.-30m~34m 付近から支持地盤が出現する。

7 街区は、上述したように、支持地盤の深さの変化部に当たっており、7 街区の東部は支持地盤が浅く（A.P.-20m 前後）、西部は A.P.-30m 前後と深くなっている。

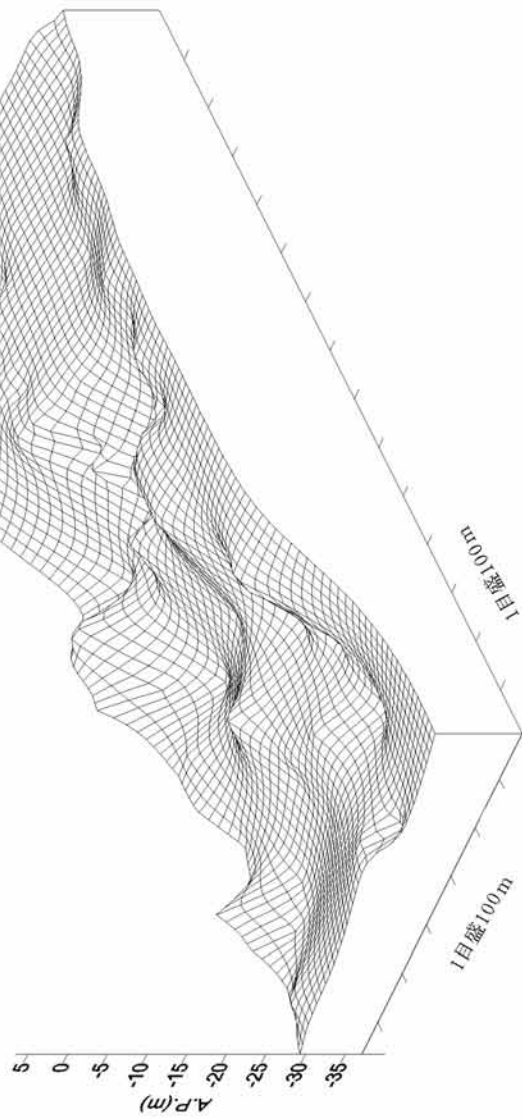
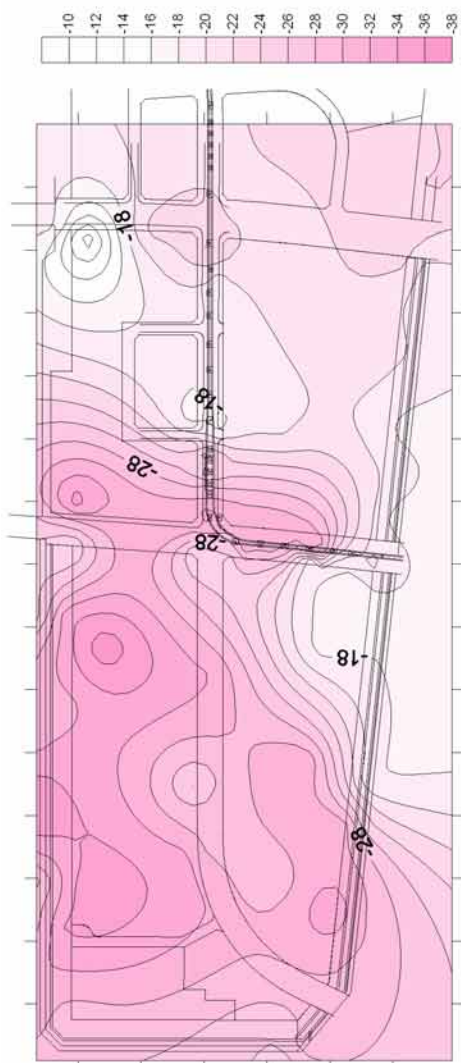


図5.3.1 支持地盤等深線図（上図）
 及び、支持地盤上面の形状概念図（右図）
 A.P. (m)表示

支持地盤：N値50以上がほぼ5m以上連続

5.4 土質定数

今回の土質試験データや原位置試験データ（N値）をもとに調査地に分布する各層の基本的な土質定数を提案すると表5.4.1のようになる。

表5.4.1 土質定数一覧表

地質時代	地層名	層相・土質	記号	N値	特徴	平均N値	設計N値 (平均値- /2)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 (度)	単位体積重量 t (kN/m ³)	変形係数 E (MN/m ²)	
完 新 世 新 生 代 第 四 紀 更 新 世	盛土・埋土	礫混じり土砂 (残土、瓦礫)	Hg	1~ 50以上	コンクリート片やレンガ片、 礫等を混入する礫質土や礫混 じり土砂よりなる。残置基礎 の一部も含む。	8 (N値50以上を 除いた平均)	5	0	24 (N値より)	20* (礫質土主体の場合: 推定値)	2.1 (既往データ)	
		砂質土	Hs	1~11	主に浚渫により形成された貝 殻混じり砂質土よりなる。含 水量多く、緩い。一部、薄い 粘性土と互層状を呈する。貝 殻片を多量に含む特徴があ る。	3	2	0	20 (参考データなし N値より)	17 (試験値)	1.8 (既往データ)	
		粘性土	Hc	1~8	浚渫により形成された軟弱な 粘性土主体で一部礫等を混入 する建設残土系の粘性土 (ローム質土も含む)よりな る。	4	3	38 (qu/2:試験値)	0	16 (試験値)	1.4 (既往データ)	
	沖積層	有楽町層	砂質土	Ys	1~8	含水量が多く、非常に緩い細 砂よりなる。細粒分を含む。 有楽町層の最上層付近に主に 分布しており、埋土とした浚 渫土(砂質土Hs)と類似した 層相を示す。見かけはHsより 貝殻片の混入が少ない。	4	3	0	30 (既往データCD 試験より)	18 (試験値)	1.8 8.9(5街区) (既往データ)
			中間土 (砂質シルト ~シルト質砂)	Ysc	1~5	微細砂や細砂薄層を頻りに挟 む粘性土からなり、部分的に はシルト質細砂状である。 A.P.-6.5m~9.0m付近に分布 するYs層にほぼ連続する。貝 殻片をしばしば多量に含む。	2	2	70 (qu/2:試験値)	0	16 (15.8:試験値)	(Ycと同じ)
			粘性土	Yc	0~6	非常に軟弱なシルトよりな る。砂分の混入の多い部分 が見られるが、全体にはほぼ 均質なシルトで構成される。 最上部は埋土の粘性土Hcとの区 分が不明瞭である。基底部付 近は褐色を帯びる有機質な シルトが分布する。	1	1	C=3.7・Z-14.4 (Zは深さ) C=-3.7・h+0.5 (hは標高A.P.)	0	16 (15.5:試験値)	2.2 (既往データ)
			砂礫	Yg	20~38	6街区の沖積層底部に分布 する厚さ2m弱の緩い砂礫層 と環状2号線と補助315号線 の交差部付近の沖積層中に挟 まれるほぼ綿まっている砂礫 からなる。6街区の砂礫層 は、埋没段丘礫層6tの可能 性もある。今回の調査では後 者の沖積層中に挟まれる砂礫 層は確認していない。	27	23	0	34 (N値より)	20 (推定値)	16 (E=700N)
			七号地層	-	N	-	今回未確認	-	-	-	-	-
	埋没段丘 堆積層	粘性土	Btc	1~5	有機質なローム質土よりな る。7街区の有楽町層下に分 布が確認された。	4	3	70 (既往データ)	0	14.5 (既往データ)	2.1 (E=700N)	
		砂礫	Btg	31~42	2mm~30mmくらいの円礫を 主とする砂礫層で厚さは0.4m ~2m弱である。含水量多く、 ややルーズである。	37	33	0	37 (N値より)	20 (推定値)	23 (E=700N)	
		東京層	-	T	-	今回未確認	-	-	-	-	-	
	江戸川層	砂質土	Es	6~ 50以上	主に密に締まった砂層で構成 され、微細砂から粗砂、礫混 じり砂まで種々の粒径の砂層 よりなる。5街区や7街区の沖 積層などの被覆層直下の部分 はやや緩い部分が認められ る。これらの部分は東京層 (晴海層)に相当する可能性 もある。	53	41	0	40 (N値より)	19 (16.7:今回試験値)	32 (既往データ)	
粘性土		Ec	11~ 50以上	5街区のA.P.-15m~-20m付 近に分布する。一部固結状を呈 する硬質な粘性土である。地 層の厚さの変化が著しい。こ のほかEs層中に薄く挟まれ る粘性土も含む。	31	25	700 (今回試験値)	0	18 (試験値)	19.5 (既往データ)		
砂礫		Eg	71~ 50以上	6街区でのみ確認した。2mm ~50mmくらいの円礫、亜円礫 よりなる密に締まった砂礫層 である。礫はほぼ新鮮で硬質 なものが多い。直下の上総層 群を覆うように分布する。	111	92	0	45 (N値より)	20 (推定値)	64 (E=700N)		
上総層群 固結シルト (軟岩)		K	50以上	全体に砂分を少量含む固結シ ルトで構成される。いわゆる 「土丹」とよばれる地層に相 当する。被覆層との境界部は やや軟弱となるが、主体はほ ぼN値50以上を示している。 既往資料では砂層をしばしば 挟む。	80	66	1000 (qu/2:既往データ: 「送水管路線」)	0	18.5 (既往データ)	46 (E=700N)		

・変形係数Eは、既往調査(新交通臨海線延伸部地質調査(その2))の孔内水平載荷試験データを今回の地層区分に対応させて引用し、既往データにもない場合は、N値(E=700N)より求めた。
 ・砂質土の内部摩擦角 ϕ は、N値より求めた($\phi = \sqrt{15N} + 15$)。その場合、粘着力Cは0(kN/m²)とした。
 ・粘性土の粘着力Cは、C=qu/2として一軸圧縮強さquから求めた。その場合、内部摩擦角 ϕ は0度とした。
 ・Yc層の粘着力Cは、No.1地点の深さ、標高との相関式を採用した。

以下、各土質定数の設定方法・理由について述べる。

【設計N値】

設計N値は、今回実施した標準貫入試験の結果を地層ごとに平均した値（表中の平均N値）からデータのバラツキを考慮して標準偏差の1/2を引いて設定した。

なお、盛土のHg層については、明らかに礫や瓦礫を打撃したN値と判断されるN値（50以上の値）を除いた値を平均して求めた値から算定した。

【粘着力C】

粘性土の粘着力Cは、今回土質試験で得られた一軸圧縮強さquから、 $C=qu/2$ の関係式（港湾、道路、建築等の基準・指針）を用いて設定した。

Yc層については、深さ方向へquが増加する傾向を示しているため深さや標高との相関式（4.5.2項参照）を示した。なお、表中の相関式は、今回の調査地点で盛土等による強度増加の影響が最も少ないと判断されるNo.1地点における相関式である（安全側の値となる）。

なお、砂質土や礫質土については、粘着力を見込まない設定とした。

【内部摩擦角】

内部摩擦角は、Ys層については既往の土質試験データ（Aブロック護岸地質調査）を採用したが、他の砂質土、礫質土についてはN値との相関式より算定した。なお、N値から求める場合の内部摩擦角の上限は45度とした。

とN値の相関式（道路土工、旧道路橋など）
$$\phi = \sqrt{15N} + 15 \quad 45$$

【単位体積重量】

原則として今回の土質試験で得られた値を採用し、一部既往データより引用した。砂礫層（Yg層、Btg層、Eg層）の値は、既往データにもないため、密な礫質土の一般値である20kN/m³（道路土工、道路橋、建築など）を採用した。

なお、礫混じり土砂で構成される盛土Hg層の単位体積重量に関しても、密な礫質土の一般値である20kN/m³が採用できるが（表中の*印）、本層の土質は一樣に砂礫層のみで構成されているわけではなく、水平方向にも鉛直方向にも、粘性土主体や砂質土主体の礫混じり土に変化している。このことを考慮すると、詳細な検討をおこなう場合のHg層の単位体積重量は、その主要な土質に応じて、Hs層（砂質土）の17kN/m³やHc層（粘性土）の16kN/m³といった値も参考にして設定することが望ましいと判断される。

【変形係数】

表に示した変形係数Eは、水平方向の変形係数である。鉛直方向の変形係数は、表の値の約4倍の値となる。

ここで示した変形係数Eは、既往調査「新交通臨海線延伸部地質調査（その2）」で実施され、層別に集計されている孔内水平載荷試験の値を、今回の地層区分に対応させて引用した。既往データにもないものは、一般的なN値との相関式 $E=700N$ （kN/m²）より算定した。