

6. 2. 構造物の支持地盤及び基礎の選定

構造物の支持地盤や基礎の選定については、「建設基礎構造設計指針」((社)日本建築学会、平成15年2月)に基づいて行う。「建設基礎構造設計指針」では、構造物の支持地盤や基礎の選定について以下の様に記述している。

1. 支持地盤や基礎の選定にあたっては、要求性能を満足する組み合わせを抽出し、その構造的な性能のほか、施工性や経済性等に関する比較を行った上で、最も合理的な基礎形式を選定する。
2. 基礎の選定にあたっては、敷地周辺に及ぼす影響を十分に考慮する。

(1) 構造物の支持地盤と基礎について

支持地盤は、表層部に硬い支持地盤が露呈する場合ばかりではなく、軟弱な沖積層が堆積する地域では建物を支持可能な地層の出現深度が50mを超えることもある。また、その場合は支持地盤に至る中間部に層厚の薄い中間的な支持層を見いだす場合もある。

3.3章で述べたとおり、本地域は軟弱な沖積層が60m以上連続することがわかった。以下の表-6.2.1にボーリング調査結果による地盤構成一覧表を示す。

表-6.2.1. ボーリング調査結果による地盤構成一覧表

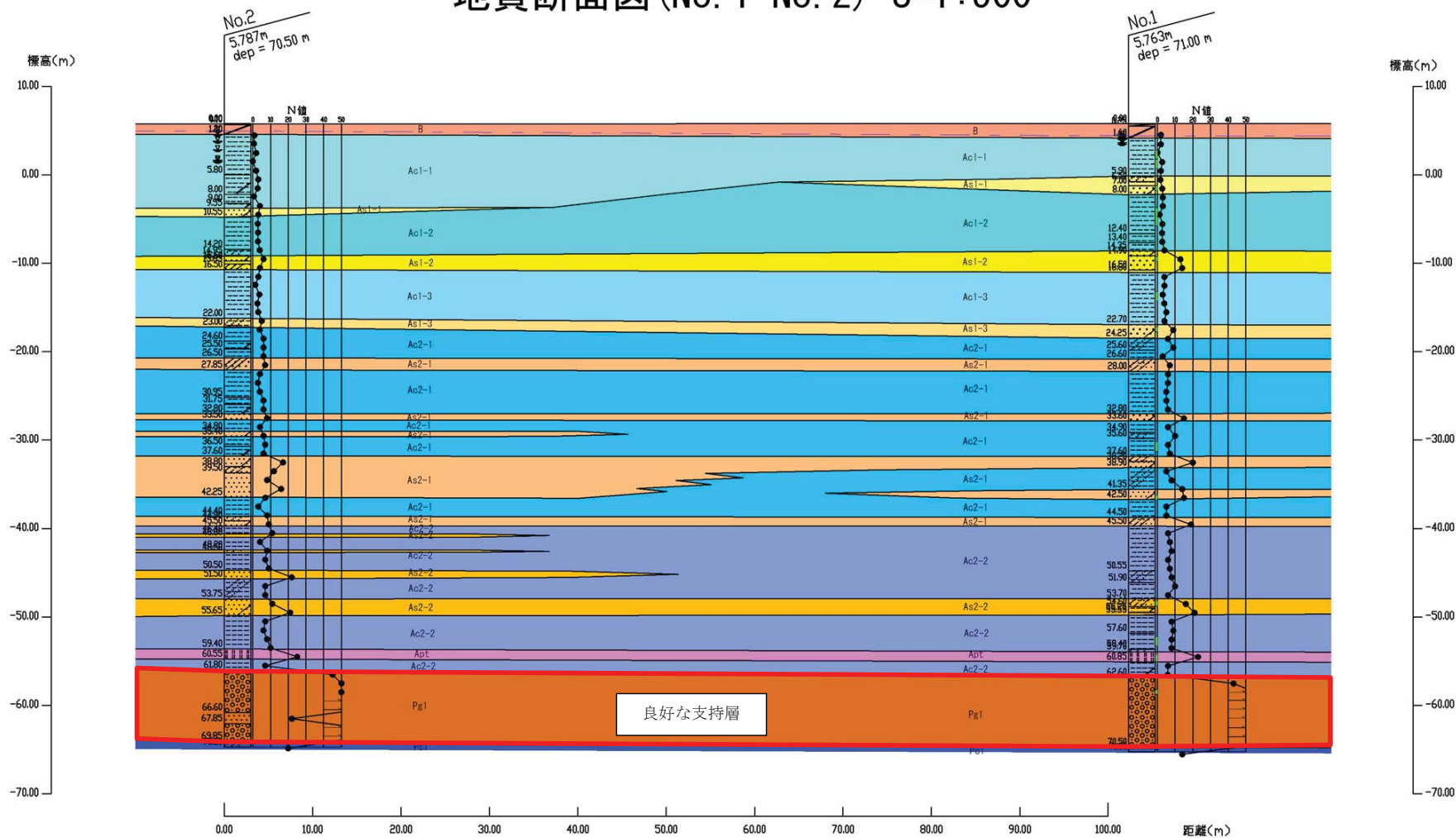
層区分	土質	深度分布(GL-m)			層厚(m)	N値	層相
		No.1	No.2	No.3			
表土・盛土 (B)	粘土片 シルト	0.00	0.00	0.00	1.20	1	乾燥した粘土片からなる表土と含水少なく粘性の小さい粘土やシルトからなる盛土で構成される。
		1.60	1.20	1.85	1.85	2	
沖積層上部層 第1粘性土層 (Ac1-1)	粘土、砂質シルト 砂混じり粘土	1.60	1.20	1.85	5.40	0	含水が多く、粘性が大きい粘土を主体とし、植物片や炭化物が点在する。 N値の分布範囲はN=0~4であるが、N=1~2程度が主体となる。
		7.00	9.55	8.25	8.35	4	
沖積層上部層 第1砂質土層 (As1-1)	シルト混じり細砂 砂質シルト 砂優勢砂シルト互層	7.00	9.55		1.00	3	未固結な細砂や細中砂からなり、部分的に不規則に粘性土が混入する。N=3となる。 No.3号孔では本層は認められなかった。
		8.00	10.55				
沖積層上部層 第2粘性土層 (Ac1-2)	粘土、砂質粘土 炭化物混じり粘土 シルト質粘土	8.00	10.55	8.25	4.40	1	含水が多く、粘性が大きい粘土やシルトを主体とし、炭化物が混入する。 N値の分布範囲はN=1~4であるが、N=2~3程度が主体となる。
		14.35	14.95	16.20	7.95	4	
沖積層上部層 第2砂質土層 (As1-2)	シルト混じり細中砂 中砂、細砂、粘土 粘土混じり細砂 粘土質細砂	14.35	11.70	16.20	0.60	4	未固結な細砂や細中砂からなり、部分的に不規則に粘性土が混入もしくは薄層として狭在する。 N=4~9で、粘性土が混入するとN=4~6、砂のみの場合N=13~14が認められた。
		16.80	16.50	16.80	2.45	14	
沖積層上部層 第3粘性土層 (Ac1-3)	粘土、砂質粘土 砂混じり粘土	16.80	16.50	16.80	5.50	1	含水が中位~少なく、粘性が中位~小さい粘土やシルトを主体とし、砂や炭化物が混入する。 N値の分布範囲はN=1~5であるが、N=3~4程度が主体となる。
		22.70	22.00	25.60	8.80	5	
沖積層上部層 第3砂質土層 (As1-3)	シルト混じり中砂 粘土質細中砂 砂質粘土 砂優勢砂シルト互層	22.70	22.00	25.60	1.00	4	シルトや粘土が混入する細中砂や砂分の多く混入する粘性土からなる。 N=4~9で、粘性土の混入が多く上位のAs1-2層よりN値は小さくなる。
		24.25	23.00	27.50	1.90	9	
沖積層中部層 第1粘性土層 (Ac2-1)	粘土、砂質シルト シルト、砂混じり粘土 炭化物混じりシルト 炭化物混じり粘土	24.25	23.00	27.50	18.35	3	砂分や炭化物が混入するシルトや粘土からなるが、シルトの割合が大きい。 N値の分布範囲はN=3~14で、砂分の混入により大きくなる部分もあるが、N=4~6程度が主体となる。
		44.50	44.40	45.85	21.40	14	
沖積層中部層 第1砂質土層 (As2-1)	シルト混じり細中砂 シルト質細中砂、細砂 粘土混じり細砂	26.60	26.50	32.70	0.70	6	粘性土が混入する未固結な砂が主体となり、Ac2-1層中に0.7~5.0m程度の層厚で分布する。 N=7~22で、N=10~20程度が主体となる。
		45.50	45.50	46.50	5.00	22	
沖積層中部層 第2粘性土層 (Ac2-2)	粘土、砂質シルト 炭化物混じり粘土 腐食物混じりシルト シルト	45.50	45.50	46.50	15.25	4	砂分の混入する含水が少なく、粘性が小さい粘土やシルトからなり、主にシルトの割合が大きい。 N値の分布範囲はN=4~11であるが、N=6~8程度が主体となる。
		62.60	61.80	61.75	17.10	11	
沖積層中部層 第2砂質土層 (As2-2)	シルト質細砂 砂混じりシルト 細砂、礫混じり中粗砂	53.70	46.40	50.95	1.85	7	粘性土が混入する未固結な砂が主体となり、Ac2-2層中に0.3~5.5m程度の層厚で分布する。 N値の分布範囲はN=7~54で、N=15~22程度が主体となる。No.3はN値50以上が確認された。
		55.55	55.65	55.50	9.25	54	
沖積層中部層 有機質土層 (Apt)	有機質土	59.70	59.40	60.00	1.15	11	貫入試験部分は含水が非常に少なく、粘性が非常に小さいが、コア採取部分は水分を含み粘性が大きくなる。 N=11~25で、As2-2と同程度のN値となる。
		60.85	60.55	61.50	1.50	25	
上部更新統 礫質土層 (Pg1)	砂礫、細砂、中砂	62.60	61.80	61.75	7.90	22	平均礫径φ20~40mm程の垂円礫とマトリックスの粗砂からなる。部分的に礫の少ない部分がある。 N=22~75で、砂礫部分ではN値50以上が連続する。
		70.50	69.85	70.55	8.80	75	
上部更新統 粘性土層 (Pc1)	シルト、砂質シルト	70.50	69.85	70.55	0.65	14	含水が少なく、粘性が小さいシルトもしくは砂質シルトからなる。 N=14~20で、非常に締まっている。
		71.50	70.50	71.50	1.00	20	

ここで「建築基礎設計のための地盤調査計画指針」（(社)日本建築学会、平成 23 年 5 月）によれば、支持層の目安は砂質土・礫質土では N 値 50(または 60)以上、粘性土では 20～30 以上とすることが多く、地盤条件や建物の要求性能、想定される複数の基礎形式を勘案して設計者が適切に判断するとしている。また、「建築基礎設計のための地盤調査計画指針」によれば、杭基礎を想定する場合の調査では、建物規模や杭仕様にもよるが支持層に相当する地層の厚さを 5～10m 確認するとしている。

当地で確認された土層を見た場合、上部更新統礫質土層 (Pg1) は N 値が N=22～50 (大部分は 50 以上となるが、一部礫の少ない部分で N 値が小さくなる) であり、層厚も 3 箇所の調査孔で全て 8m 前後の層厚を確認した。上部更新統礫質土層 (Pg1) は、上述の支持地盤の条件を満たしており、最も大きな支持力が得られる良好な支持層と判断できる。

他の土層については、断面図にも示されるように N 値が低い、または部分的に N 値が 50 回以上を示すものの局所的な状況にある。このため、構造物の規模（軽量構造物）によっては基礎を支持させる地盤としての可能性は残すものの（後述）、良好な支持層には該当しないと言える。

地質断面図 (No. 1-No. 2) S=1:500



地質断面図凡例

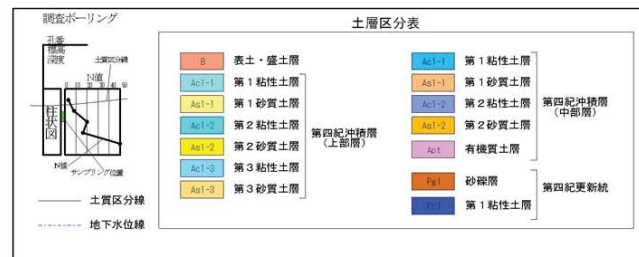


図-6.2.1. 地質断面図-1 (No. 1-No. 2) S=1:500

当地において、より大きな支持力が必要とされる場合の良好な支持層は上部更新統礫質土層(Pg1)であることは先に述べた。しかしながら、構造部の規模、荷重によっては、pg1層以外で支持させる場合も考えられる。

基礎形式について、支持地盤深度と基礎形式の組み合わせの分類を以下の図-6.2.2と表-6.2.2に示した。

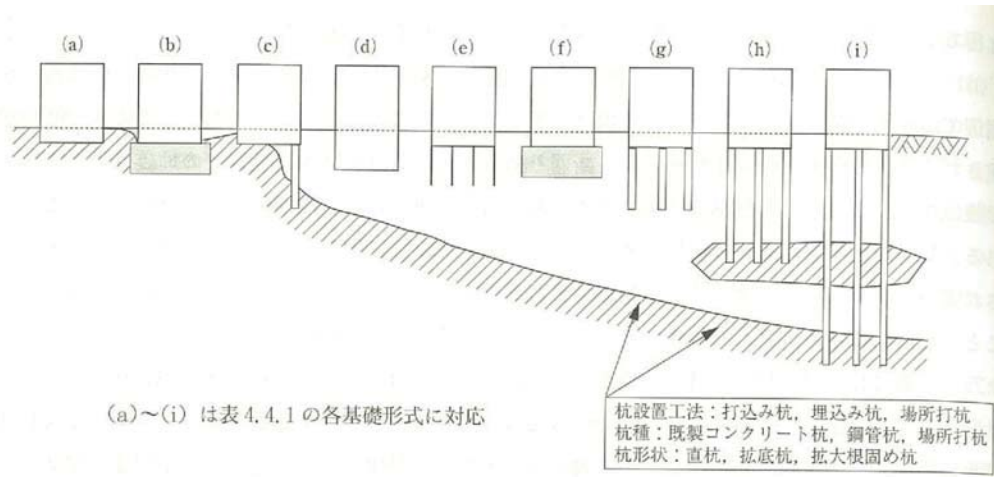


図-6.2.2. 支持地盤の深度と適用可能な基礎形式
 (建築基礎構造設計指針, (社)日本建築学会より引用)

表-6.2.2. 基礎形式毎の検討事項一覧表

基礎形式	基礎部材	検討事項
(a) 直接基礎	基礎スラブ／べた基礎・布基礎・独立基礎等	地盤の鉛直支持力，滑动抵抗力，浮上がり抵抗力 即時沈下，圧密沈下 凍結震度，地下水位
(b) 直接基礎+地盤改良工法（ラップルコンクリート地業を含む）	同上+改良体，改良地盤	改良地盤の鉛直（水平）支持力，改良地盤の滑动抵抗力，支持地盤の鉛直支持力 即時沈下，圧密沈下 改良体の設計基準強度，発生（圧縮・せん断）応力度
(c) 併用基礎（異種基礎）	基礎スラブ，改良体，改良地盤，杭基礎（摩擦杭，中間支持層への支持杭，支持杭）	直接基礎，地盤改良工法，杭基礎の該当欄のほか，傾斜地盤の鉛直支持力，境界部応力，基礎のねじれ
(d) フローティング基礎	基礎スラブ	直接基礎の項のほか，排土重量，地中応力など
(e) 併用基礎（パイルド・ラフト基礎）	べた基礎，摩擦杭	同上+平均鉛直ばね定数，ラフトの相対剛性
(f) 直接基礎+地盤改良工法	同上+改良体，改良地盤	(b) 直接基礎+地盤改良工法の検討事項+層状地盤の鉛直支持力
(g) 杭基礎（摩擦杭）	パイルキャップ，杭頭接合部各種の杭種，杭工法	杭の鉛直支持力，引抜き抵抗力，水平抵抗力 群杭効率，負の摩擦力，地盤変位を考慮した耐震設計，液状化地盤の水平抵抗，傾斜地盤の鉛直支持力・水平抵抗力
(h) 杭基礎（中間支持層への支持杭）	同上	杭基礎の即時沈下，圧密沈下，基礎の変形角・傾斜角 杭体（圧縮，曲げ，せん断）耐力，杭頭接合部耐力
(i) 杭基礎（支持杭）	同上	

(建築基礎構造設計指針, (社)日本建築学会より引用)

大きな支持力を必要とする場合には、pg1層を支持層とした杭基礎：図-6.2.2における(i)が適切であり、調査地に隣接する第2クリーンセンターも深度60m以深に分布する砂礫層(本調査のPg1)を支持層として、杭基礎で支持させている。

以外の相対的に軽量の構造物を支持させる場合には、図-6.2.2における(d)～(h)が考えられる。ただし、その際には表-6.2.2に示されている検討事項について十分な検討を行った上で採用する必要がある。

(2) 杭基礎について

ここでは、Pg1 層を杭基礎とした場合において、地盤条件（地層構成、地下水等）を考慮して、次頁の表-6.2.3 の杭基礎の選定表から、杭形式について考察する。

杭基礎選定の際の留意事項を以下に列挙する。

- ・支持層の深度は 60m 以上で、土質は砂・砂礫 ($N \geq 50$) である。
- ・中間層には N 値 10 回以下と軟らかい粘性土層 (Ac1-1~Ac2-2) が分布する。
- ・中間層に N 値 30 回以下（一部 30 以上となる）の砂質土層 (As1-1~As2-2) が分布する。
- ・Pg1 層の平均礫径は $\phi 20 \sim 50\text{mm}$ 程で、概ね 5cm 以下の礫からなる。
- ・地下水位は地表面近くに位置している。
- ・ネガティブフリクションの問題がある。
- ・平成 4 年度の調査時には、有機質土層 (Apt) から可燃性ガスの噴出が確認されている。

●適用可能な基礎形式の考察

深度 60m 以上の杭の場合、適用できる一般的な工法は、打ち込み工法の中の PHC 杭と鋼管杭、埋め込み工法のプレボーリング工法と中堀工法、現場打ちコンクリート杭のリバース工法に限られている。

いずれの工法についても、中間層が N 値 10 以下の粘性土層 (Ac1-1~Ac2-2) と N 値 30 以下の砂質土層 (As1-1~As2-2) からなるため、適用可能である。また、支持層の状態も概ね礫径 $\phi 5\text{cm}$ 以下の礫からなるため、上記の工法で適用可能である。

しかし、No. 3 号孔で確認されたように、As2-2 は部分的に N 値が 50 程度大きくなる。中間層に N 値 > 30 の砂質土が分布する場合は、打ち込み工法の PHC 杭や埋め込み工法のプレボーリング工法や中堀工法は適用する場合に検討が必要となる。このような部分的な層相の変化にも対応できる工法としては、打ち込み工法の鋼管杭や場所打ちコンクリート杭のリバース工法が考えられる。

また、当地の特殊な条件として可燃性ガスの発生が挙げられる。平成 4 年の調査時は No. 4-1 で勢いよく吹き出し、1 週間程度止まらなかったとあるが、今回の調査ではボコボコと湧き出る程度であった。

ガスは地中においては地下水中に溶存している。この地下水に作用している圧力が掘削等により解放されると、溶存していたガスが遊離する。従って、可燃性ガスを有する地下水を、ある一定の圧力下で管理すれば可燃性ガスは遊離しないことになる。ゆえに、最も有効な対策は可燃性ガスの賦存層を解放しないことである。しかしながら、安定した支持層 pg1 層まで杭を打設するためには、ガスの賦存層である Apt を掘削する必要がある。

可燃性ガスの発生を抑制するためには、安定液等を使用しながら掘削する施工法の採用が望ましい。この点で、プレボーリング工法による既製杭、またはリバース工法などの場所打ち杭工法が適している。これらの工法は杭と地盤との密着性が高いことから、完成後のガス対策としても有効である。しかしながら杭の打設により地盤内に不連続面が形成されることから、ガスの通り道となる可能性が残るため、検討が必要である。これとは逆に、中堀杭のような中空となる杭の場合には十分な検討が必要である。

現時点では、地盤条件から複数の工法が対象となるが、施工性、経済性、周辺環境等を十分に考慮して工法を選定する必要がある。

表-6.2.3. 杭基礎の選定表

杭の種類 及び 杭工法		既製杭					場所打ちコンクリート杭					備考
		打ち込み工法		埋め込み工法			アース ドリル 工法	オールケーシング工法		リバース 工法	深礎工法	
		PHC杭	鋼管杭	プレキャスト コンクリート 工法	中掘工法	回転工法		掃動式	全周 回転式			
選定項目	300~800	400~600	300~1000	450~800	300~600	800~3000	800~2000	800~3000	800~4000	1200~4000		
施工杭径		300~800	400~600	300~1000	450~800	300~600	800~3000	800~2000	800~3000	800~4000	1200~4000	
荷重規模 1)	2000kN 以下	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1) 柱 1 本当たりの軸力を示す。
	2000~5000kN	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	5000~12000kN	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	
	12000kN 以上	△	○	△	○	×	○	○	○	○	○	
支持層の深さ	5m 以下	○	○	△	△	△	△	△	△	×	○	
	5~10m	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	
	10~20m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	20~30m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	
	30~40m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	
	40~50m	○	○	○	○	×	○	△	○	○	×	
	50~60m	○	○	○	○	×	○	×	△	○	×	
60~70m	○	○	○	○	×	△	×	△	○	×		
中間層の状態 (層厚 4~5m)	粘土 N値<4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	・既製杭の中間層の打抜きについては試験杭で確認することが望ましい。 ・砂又は礫の場合、杭周固定液の逸水に注意すること。
	N値 4~10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	N値 10~20	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	
	砂質土 N値<15	○	○	○	○	○	○ ²⁾	○	○	○ ²⁾	○	
	N値 15~30	○	○	○	○	○	○	○ ¹⁾	○	○	○	
	N値>30	△	○	△	△	△	○	△ ¹⁾	○	○	○	
	礫 5cm以下	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
礫・粗石 5~10cm	△	△	△	△	△	○	○	○	○	○		
10~15cm	△	△	△	△	△	△	○	○	△	○		
礫・粗石・巨石 15cm以上	×	×	×	×	×	×	○	○	×	○		
支持層の状態	軟 岩	-	-	-	-	-	×	×	○	△	△	・岩盤、土丹の場合打ち込み杭は支持層中に貫入させることは前提にしない。 ・場所打ち杭は支持層に貫入可能かどうかを参考に示す。 1) 支持層の変化を事前に十分調査することが必要である。
	土丹 N値<75	-	-	-	-	-	○	△	○	○	○	
	砂質土 N値 30~50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	N値>50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	礫 5cm以下	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	礫・粗石 5~10cm	△	△	○	○	△	△	○	○	○	○	
	10~15cm	△	△	△	△	×	×	○	○	△	○	
礫・粗石・巨石 15cm以上	×	△	×	×	×	×	△	○	×	○		
土丹 傾斜 30° 以下	△	○	△	○	○	△	△	○	△	○		
傾斜 30~45°	△	△	△	△	△	×	△	○	×	○		
支持層の確認	○	○	△ ¹⁾	△ ¹⁾	△ ¹⁾	○	○	○	○	○		
地下水の状態	先端の被圧水	○	○	○	△	○	○	○	○	○	×	逸水 ① 砂礫層で掘削液が周囲に逃げる場合 ② 不透水層を貫いて水位が急に低下する場合 1) 流速 3m/分以上の場合はコンクリートの打設が難しいで避ける。
	伏流水	○	○	△	△	△	△ ¹⁾	△ ¹⁾	△ ¹⁾	△ ¹⁾	×	
	逸水 ①	○	○	×	○	○	△	○	○	×	○	
②	○	○	△	○	○	△	○	○	×	○		
その他	有害ガス	○	○	○	○	○	○	△	△	○	×	
	騒音振動	×	×	○	○	○	○	△	△	○	○	
	作業スペース	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	

(注) 中掘工法:最終打撃又は圧入による工法を対象とする。

・凡例 ○:一般的に使用される場合 △:使用するには慎重な検討が必要となる場合 ×:ほとんど使用されない場合

●負の周面摩擦力(ネガティブフリクション)について

構造物の荷重により沈下しようとする杭を支える周辺地盤の摩擦力は、杭に対し上向きに作用しており、これを正の周面摩擦角という。これに対し、杭の周辺地盤が圧密などによって沈下すると、周辺地盤は摩擦力により杭にぶら下がるように杭を引き込もうとし、このとき杭に作用する周辺地盤の摩擦力は下向きに働いており、これを負の周面摩擦力という。負の周面摩擦現象の模式図を図-6.2.3に示す。負の周面摩擦力が杭に作用する場合には、構造物の荷重とともに杭に作用する押込み力が極限支持力を超える場合もある。また、極限支持力を超えない場合でも、周辺地盤の沈下が長期にわたる場合には、杭の沈下も供用後長期間継続することになり、あらかじめこれを考慮していない構造物は所定の性能を満足できないことになる。

当地における建設計画の詳細は決まっていないが、例えば構造物周辺部に大きな圧密沈下を生じさせるような造成盛土が行われる場合がこれに該当する。また、高田平野は広域的な地盤沈下地帯でもあり、毎年僅かではあるが、地盤沈下が継続している。このような地盤沈下が基礎に影響を及ぼすため、これを考慮した杭基礎の設計、あるいは周辺地盤の沈下を防止するなどの対策の検討も場合によっては必要となる。

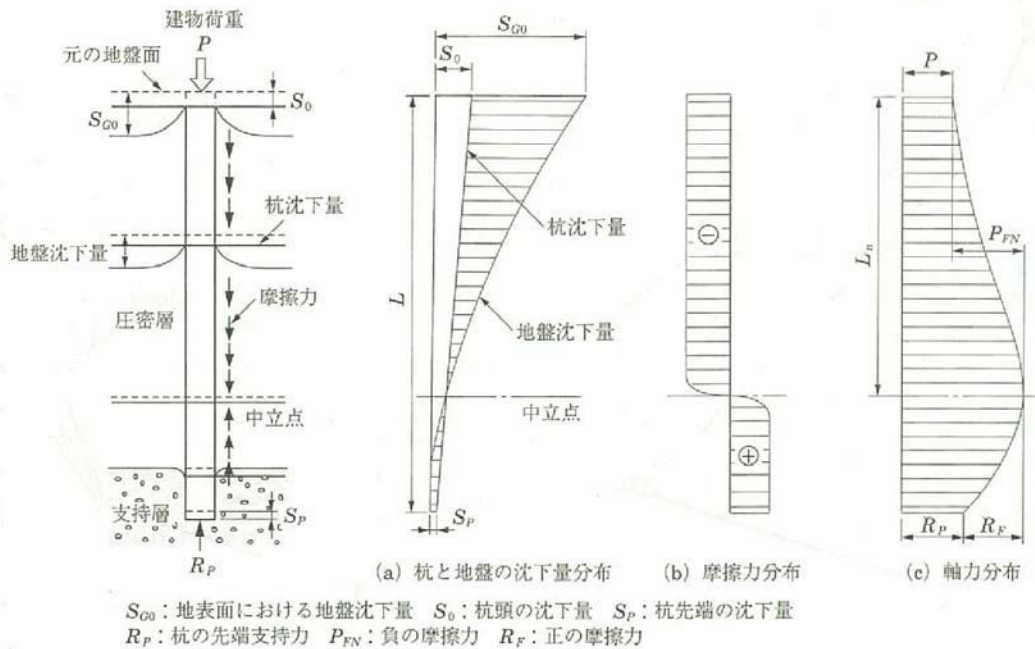


図-6.2.3. 負の周面摩擦現象の模式図
 (建築基礎構造設計指針, (社)日本建築学会より引用)

6.3. 地盤の液状化判定

地盤の液状化は、GL-20m 以浅に分布し、地下水で飽和している砂層の場合、地震時に液状化を起し、急激に強度が低下する恐れがある。よって、本章は地震時の液状化の判定を行う。

本調査は焼却施設建設のための地盤の調査であるため、具体的な砂地盤の液状化の検討は、「建設基礎構造設計指針」（(社)日本建築学会、平成 15 年 2 月）に基づいて行う。

「建設基礎構造設計指針」では、液状化について以下の様に記述している。

1. 飽和砂地盤においては、地震時における液状化発生の可能性を適切な方法により評価する。
2. 液状化の可能性が高いと判断された地盤においては、液状化の程度、液状化後の地盤変形、変状の程度と地盤剛性、地盤反力の低下などを適切な方法により評価する。
3. 液状化の可能性の高いと判断された地盤における基礎構造設計の際には、液状化による影響を考慮して基礎形式の選定を行うとともに、必要に応じて適切な対策を講じるようにする。

(1) 液状化の判定を行う必要がある砂質土層

「建設基礎構造設計指針」では、液状化の判定を行う必要がある飽和土層は、一般に地表面から 20m 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%以下の土とするとしている。以上の条件を満たす沖積層の飽和砂質土は地震時に建物や基礎に影響を与える液状化が生じる可能性があるため、液状化の判定を行わなければならない。

○判定土層

本調査では、各砂質土層を対象として粒度試験を実施している。ここで、本地域では As1-1 と As1-2 の 2 層が地表面から 20m 以浅にある砂質土層である。粒度試験結果から、As1-1 と As1-2 は細粒分含有率が 35%以下となるため液状化判定の対象となる。

As1-1 と As1-2 の粒度試験結果を以下の表-6.3.1 に示す。

表-6.3.1. 土質試験結果(液状化判定土層)

試料 No.	採取深度 (GL-m)	土質記号	土質	礫分 (2~75mm) (%)	砂分 (75μm~2mm) (%)	シルト分 (5~75μm) (%)	粘土分 (5μm未満) (%)	細粒分含有率 Fc (%)	50%粒径 D ₅₀ (mm)	10%粒径 D ₁₀ (mm)
P-1	7.00~7.50	As1-1	砂優勢砂シルト互層	0.3	69.9	16.1	13.7	29.8	0.1953	0.0023
P-2	15.00~15.50	As1-2	シルト混じり中砂	0.4	89.5	4.0	6.1	10.1	0.2364	0.0664

As1-1 と As1-2 は液状化する可能性のある土層となるため、次頁の方法によって液状化の判定を行う。

(2) 液状化の判定方法

「建設基礎構造設計指針」で液状化の判定は、以下の手順により行うとしている。

① 検討地点の地盤内の各深さに発生する等価な繰り返し剪断応力比を次式①で求める。

$$\frac{\tau d}{\sigma' z} = \gamma n \frac{\alpha \max}{g} \frac{\sigma z}{\sigma' z} \gamma d \quad \dots \textcircled{1}$$

τd : 水平面に生じる等価な一定繰り返し剪断応力振幅 (kN/m²)

$\sigma' z$: 検討深さにおける有効土被り圧(鉛直有効応力) (kN/m²)

γn : 等価の繰り返し回数に関する補正係数で $0.1(M-1)$, M : マグニチュード

$\alpha \max$: 地表面における設計用水平加速度 (cm/s²)

g : 重力加速度 (980cm/s²)

σz : 検討深さにおける全土被り圧(鉛直全応力) (kN/m²)

γd : 地盤が剛体でないことによる低減係数

$$\gamma d = 1 - 0.015z \quad \dots \textcircled{2}$$

z : メートル単位で表した地表面からの検討深さ (m)

② 対応する深度の補正 N 値 (N_a) を次式⑤から求める。

$$N1 = C_N \cdot N \quad \dots \textcircled{3}$$

$$C_N = \sqrt{98 / \sigma' z} \quad \dots \textcircled{4}$$

$$N_a = N1 + \Delta N_f \quad \dots \textcircled{5}$$

$N1$: 換算 N 値

C_N : 拘束圧に関する換算係数

ΔN_f : 細粒分含有率 F_c に応じた補正 N 値増分

N : トンビ法または自動落下法による実測 N 値

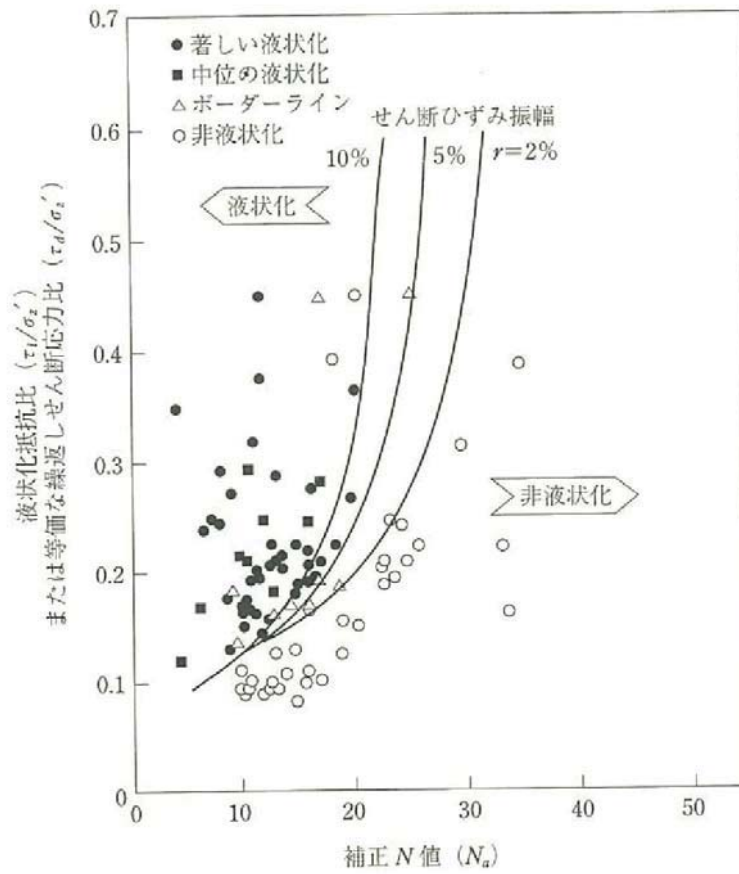


図-6.3.1. 補正 N 値と液状化抵抗, 動的剪断ひずみの関係
(建築基礎構造設計指針, (社)日本建築学会より引用)

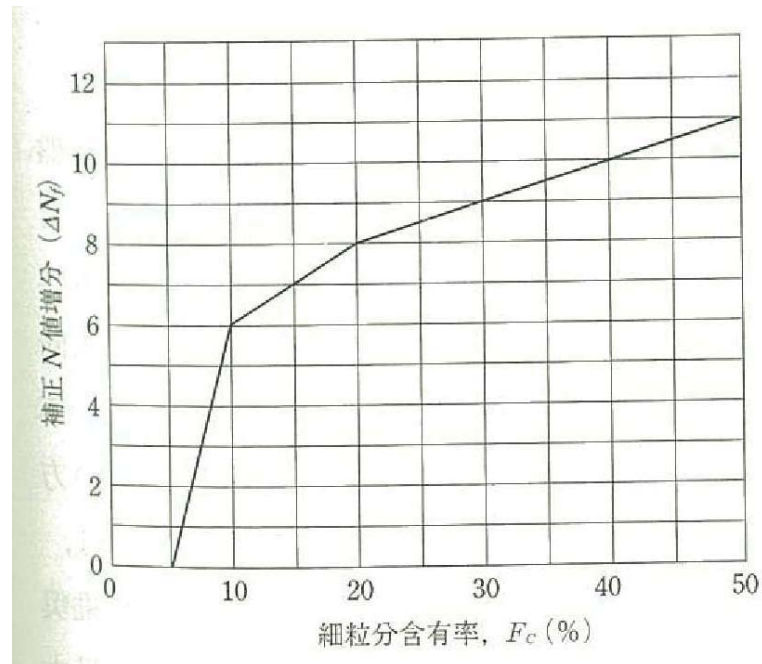


図-6.3.2. 細粒分含有率と N 値の補正係数
(建築基礎構造設計指針, (社)日本建築学会より引用)

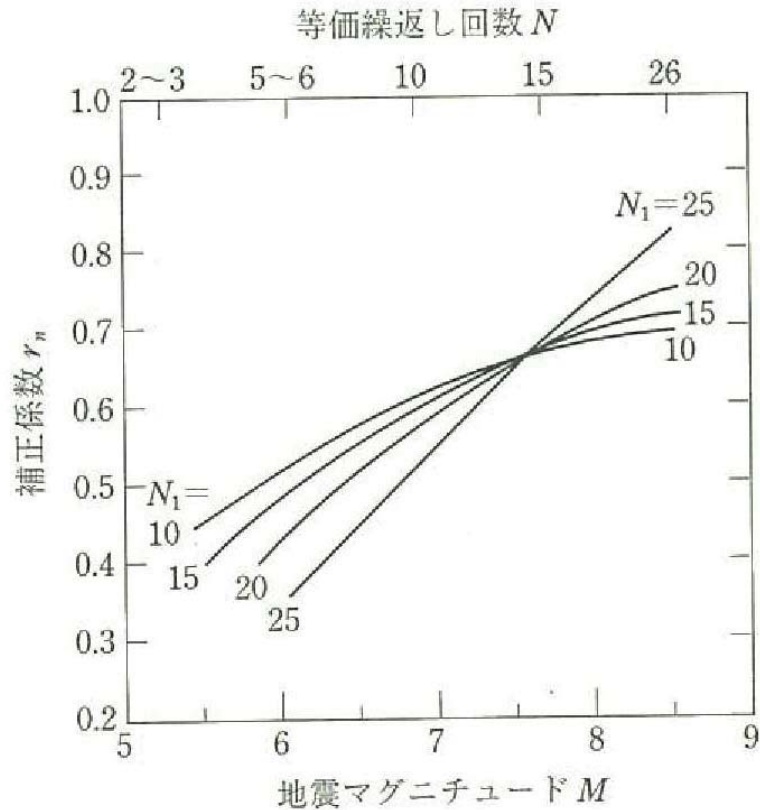


図-6.3.3. 補正 N 値, マグニチュード, 繰り返し回数と補正係数の関係
(建築基礎構造設計指針, (社)日本建築学会より引用)

③図-6.4.1 中の限界剪断ひずみ曲線 5%を用いて、補正 N 値(N_a)に対応する飽和土層の液状化抵抗比 $R = \tau_l / \sigma'_z$ を求める。ここに、 τ_l は、水平面における液状化抵抗である。

④各深さにおける液状化発生に対する安全率 F1 を次式⑥により求める。

$$F1 = \frac{\tau_l / \sigma'_z}{\tau_d / \sigma'_z} \dots \textcircled{6}$$

⑥式から求めた F1 値が 1 より大きくなる土層については、液状化発生の可能性はないものと判定し、逆に 1 以下となる場合は、その可能性があり、値が小さくなるほど液状化発生危険度が高いと判定する。また、F1 値が 1 を切る土層が厚くなるほど危険度が高くなるものと判定する。

(3)液状化判定結果

ここで液状化判定の検討条件として、想定される地震のマグニチュードは平成 16 年の中越地震でM6. 8、平成19年の中越沖地震でM6. 8が観測されたことから、安全側を考慮してM=7. 0とする。また、水平加速度は「建設基礎構造設計指針」によれば損傷限界検討用の水平加速度が 150~200gal であるため、最大値の 200gal を採用する。

液状化の判定は $FL \leq 1.0$ となる箇所が液状化の可能性があると判定される。次頁の図-6. 3. 4 に実施した液状化判定結果図を示す。

液状化の判定を行った箇所の内、As1-1 では $FL \leq 1.0$ となり液状化の可能性ありと判定される。また、As1-2 では $FL > 1.0$ となり液状化の可能性の低いものと判定される。

以下の表-6. 3. 2 に液状化判定結果表を示す。

表-6. 3. 2. 液状化判定結果表

試料 No.	土質記号	土質	分布深度 (m)	判定深度 (m)	FL値	判定
P-1	As1-1	砂優勢砂シルト互層	6. 50~8. 00	7. 32	0. 77	×
P-2	As1-2	シルト混じり中砂	14. 50~16. 80	15. 30	1. 02	○
		シルト混じり中砂		16. 30	1. 09	○

As1-1 層については、液状化するものとして、設計の際には液状化の程度、液状化後の地盤変形、変状の程度と地盤剛性、地盤反力の低下などを適切な方法により評価する。また、液状化による影響を考慮して基礎形式の選定を行うとともに、必要に応じて適切な対策を講じるようにする。

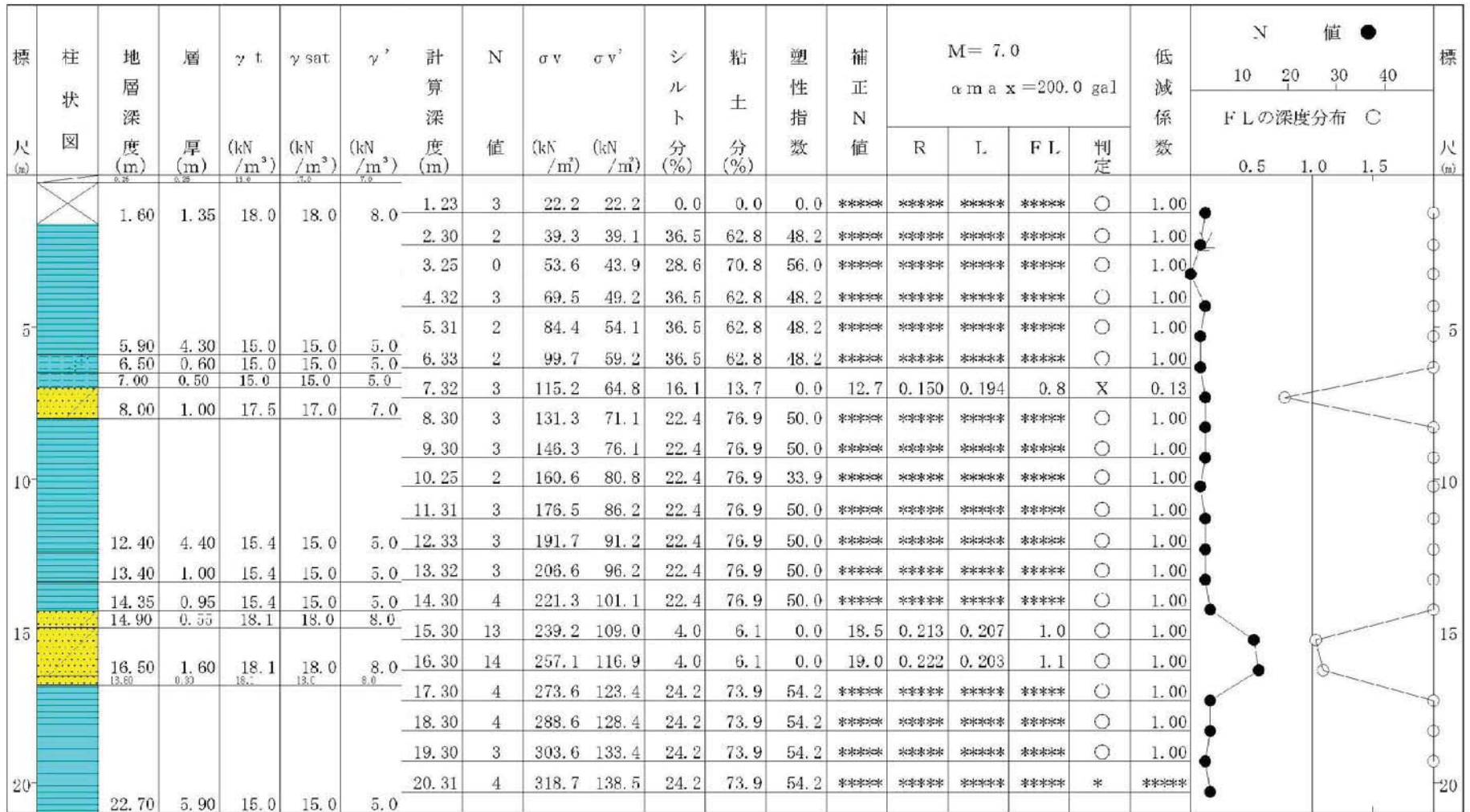
ただし、本調査地は基本的に粘性土地盤であり、深度 20m 以浅において砂質土は粘性土中にレンズ状に挟在する程度である。今回の結果では、この薄層の一部で液状化の可能性ありと判定されるため、土質定数を低減させる必要はあるが、液状化によって構造物に変状を及ぼすような大きな沈下が生じる可能性は低いと考えられる。

参考までに調査地周辺の地盤液状化履歴図を図-6. 3. 5 に示す。古い地震の資料ではあるが、調査地付近では液状化の履歴は存在していないことがわかる。また、近年公表された「液状化しやすさマップ」を図-6. 3. 6 に示す。この液状化しやすさマップによれば、調査地の液状化の危険度は 1であり、「液状化の可能性が非常に低い」範囲に分類されている。

件名： (仮称)ト越市新クリーンセンター施設整備事業に係る地質調査業務委託 ホーリングNo. No. 1

地盤標高： 5.76m

地下水位：G1- 2.28m



沈下量	P L 法	1.70
0.99 cm		○

F L 値による判定
 X-液状化すると判定
 ○-液状化しないと判定
 P L 法による判定
 X-P L > 1.5 液状化危険度が極めて高い
 △-1.5 ≤ P L < 5 液状化危険度が高い
 ○-P L ≤ 5 液状化危険度が低い

図-6.3.4. 液状化判定結果図