令和元年度 ジャスコ跡地ほか地質調査業務

報告書

令和元年9月

一般財団法人 鶴岡市開発公社



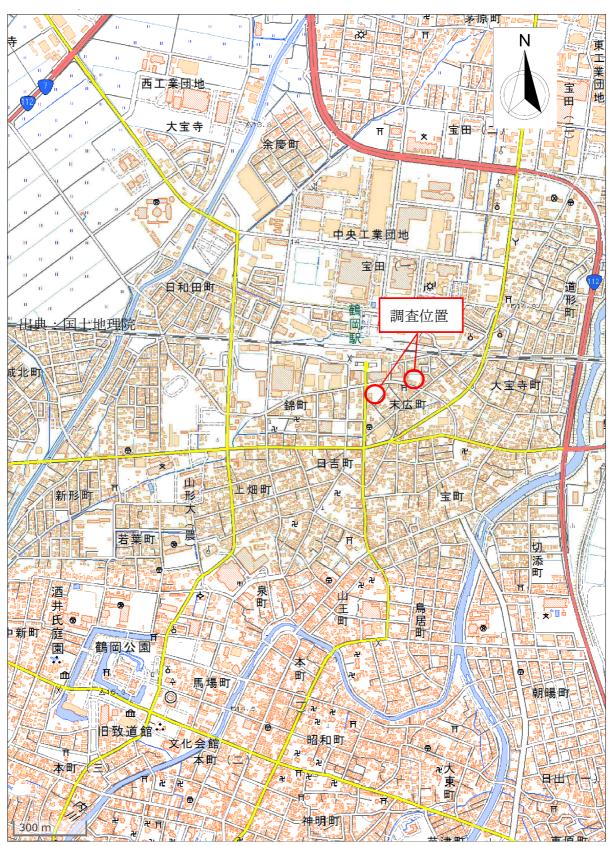
KiTAC 株式会社キタック

目 次

1.	業	務概要
2.	調	査の経緯3
2	. 1	調査経緯3
2	. 2	地震の諸元4
2	. 3	ジャスコ跡地の経緯6
3.	地	形・地質概要7
4.	調	查方法9
4	. 1	機械ボーリング9
4	. 2	標準貫入試験10
4	. 3	室内土質試験13
4	. 4	液状化判定13
5.	調	查結果14
5	. 1	ボーリング調査結果14
5	. 2	標準貫入試験結果19
5	. 3	土質試験結果24
6.	総	合解析 29
6	. 1	調査地における地盤状況29
6	. 2	液状化判定30
6	. 3	土質定数の設定38
6	. 4	対策工について40

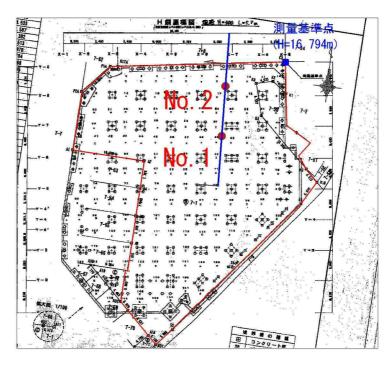
【卷末資料】

室内土質試験データ 1式 液状化判定データ集 1式 ボーリング柱状図 3葉 現場写真集 1式

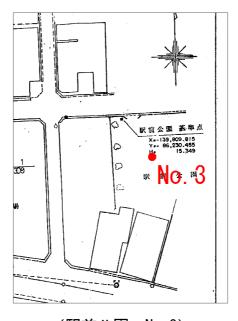


国土地理院 HP、「地理院地図 <u>http://maps.gsi.go.jp/</u>」より

調査地点案内図 (縮尺 Free)



(ジャスコ跡地 No.1、No.2)



(駅前公園 No.3)

ボーリング位置図 (1:1,000)

1. 業務概要

○業務名:令和元年度 ジャスコ跡地ほか地質調査業務

○発 注 者:一般財団法人 鶴岡市開発公社

TEL: 0235-22-9069 FAX: 0235-22-9232

○委託日数: 2019 年 8 月 1 日~2019 年 9 月 13 日 (44 日間)

○調 査 地:山形県鶴岡市末広町 地内

ジャスコ跡地内 2箇所 駅前公園内 1箇所

○業務目的:・調査対象地内でボーリング調査を行い、当該地の地盤状況を 把握するとともに、設計の基礎資料とすることを目的とする。

〇調査内容: $\phi 66mm$ ノンコアボーリング (3 箇所) $\Sigma L = 60m$

・標準貫入試験 $\Sigma N = 60$ 回

• 室内土質試験

土の粒度試験(ふるい分析含む) Σ N = 41 試料 土の液性限界試験 Σ N = 6 試料 十の塑性限界試験 Σ N = 6 試料

• 解析等調査業務

既存資料の収集・現地調査1式資料整理とりまとめ1式断面図等の作成1式総合解析とりまとめ1式液状化判定1式打合せ協議1式

○受注者及び業務担当:

〒950-0965 新潟市中央区新光町 10-2

株式会社キタック 技術第一部 地盤グループ第一課

TEL 025-281-1114 FAX 025-281-0004 (7p7)

主任技術者:小池 健 RCCM;土質及び基礎

担当技術者:五十嵐富浩 地質調査技士;現場技術·管理

高杉晴久 地質調査技士;現場技術·管理

表 1-1 調査数量表

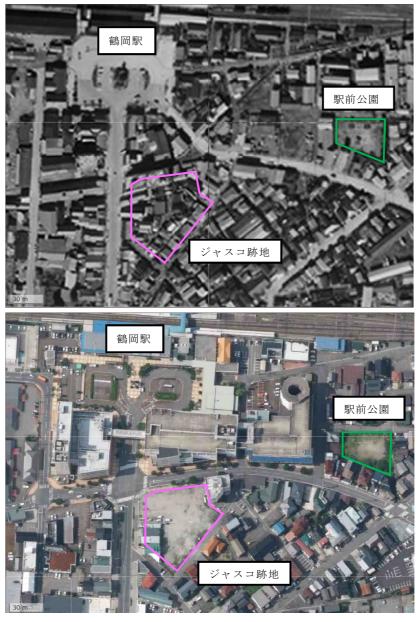
項目	種別	単位		孔番号		合計
			No. 1	No. 2	No. 3	
	粘性土・シルト	m	7. 2	7.7	6. 1	21.0
φ66mm ノンコアボーリング	砂・砂質土	m	12.0	12. 1	13. 9	38.0
掘進長	礫混じり土砂	m	0.8	0.2	0.0	1.0
	計	m	20.0	20.0	20.0	60.0
	粘性土・シルト	旦	7	8	5	20
標準貫入試験	砂・砂質土	旦	12	12	15	39
保华貝八码線	礫混じり土砂	旦	1	0	0	1
	計	旦	20	20	20	60
	土の粒度試験(ふるい)	点	15	13	13	41
室内土質試験	土の塑性限界試験	点	3	1	2	6
	土の液性限界試験	点	3	1	2	6

2. 調査の経緯

2.1 調査経緯

令和元年 6 月 18 日、22 時 22 分に日本海山形県沖地震(M6.7)が発生し、鶴岡市馬場町の鶴岡市役所では震度 5 弱を観測した。その際、臨時駐車場として貸付されていた鶴岡駅前のジャスコ跡地において地盤が液状化し、噴砂・地下水の上昇・地盤沈下が発生、駐車していた車両 1 台が液状化した土砂にタイヤを取られて脱出不能となった。

液状化の発生が局所的であったため、ジャスコ跡地内の液状化が見られた箇所 (No.1) と液状化の見られなかった箇所 (No.2)、および異常が認められなかった駅前公園内の1箇所 (No.3) でボーリング調査および土質試験を実施し、地盤状況を比較することとなった。



出典:国土地理院 HP、地理院地図

写真 2-1 調査地周辺の空中写真(上段:1960年代、下段:2007年以降)

2.2 地震の諸元

令和元年 6 月 18 日、22 時 22 分に発生した本震の規模は M6.7、新潟県村上市府屋で 震度 6 強、鶴岡市温海川で震度 6 弱、このほか山形県内を中心に隣県の新潟県や秋田県の 一部に震度 5 以上の強い揺れをもたらした。調査地に最も近い観測点、鶴岡市馬場町の 鶴岡市役所でも震度 5 弱を観測している。

				計測	最	大加速度(gal = cm/s/	/s)	 震央
都道府県	市区町村	観測点名	震度	震度	合成	南北 成分	東西 成分	上下 成分	距離 (km)
新潟県	村上市	村上市府屋*	6強	6.1	1191.3	714.7	1184.6	362.2	11.9
山形県	鶴岡市	鶴岡市温海川	6弱	5.8	750.3	461.3	675.3	298.7	20.4
山形県	鶴岡市	鶴岡市道田町*	5強	5.3	269.8	180.5	218.4	108.6	31.2
山形県	鶴岡市	鶴岡市温海 *	5強	5.2	653.4	633.4	570.6	213.9	10.0
山形県	酒田市	酒田市亀ケ崎	5弱	4.9	172.5	168.8	137.2	55.8	45.9
新潟県	村上市	村上市寒川*	5弱	4.8	250.5	233.4	212.3	153.8	18.0
山形県	三川町	三川町横山*	5弱	4.7	157.7	138.2	154.9	69.4	38.3
新潟県	長岡市	長岡市上岩井*	5弱	4.7	165.1	157.5	87.0	47.3	138.3
新潟県	村上市	村上市岩船駅前*	5弱	4.7	93.8	90.6	84.1	39.4	47.6
山形県	鶴岡市	鶴岡市馬場町	5弱	4.6	143.4	92.0	130.4	82.9	33.1
山形県	鶴岡市	鶴岡市上山添 *	5弱	4.6	226.4	166.4	203.5	105.6	33.2
山形県	大蔵村	大蔵村肘折 *	5弱	4.6	331.8	214.9	330.7	164.7	59.6
新潟県	柏崎市	柏崎市西山町池浦*	5弱	4.6	132.8	126.6	106.3	23.8	146.6
秋田県	由利本荘市	由利本荘市桜小路*	5弱	4.5	135.6	91.9	131.1	31.3	99.2
山形県	酒田市	酒田市宮野浦*	5弱	4.5	102.0	88.9	96.8	39.7	44.6
新潟県	長岡市	長岡市小島谷*	5弱	4.5	90.6	77.3	77.6	22.6	130.7
新潟県	阿賀町	阿賀町鹿瀬中学校*	5弱	4.5	201.2	180.1	159.0	45.9	102.8

表 2-2-1 震度 5 以上を観測した地震観測点

観測点名の*印は、地方公共団体または国立研究開発法人防災科学技術研究所の震度観測点を示す。

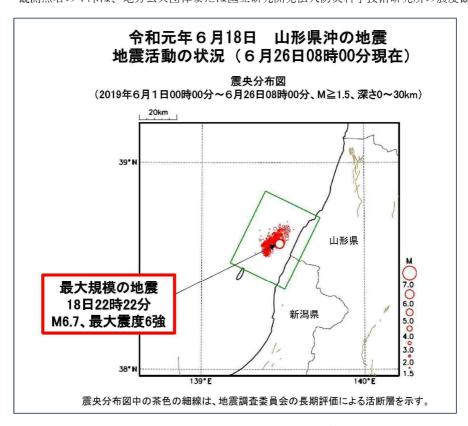
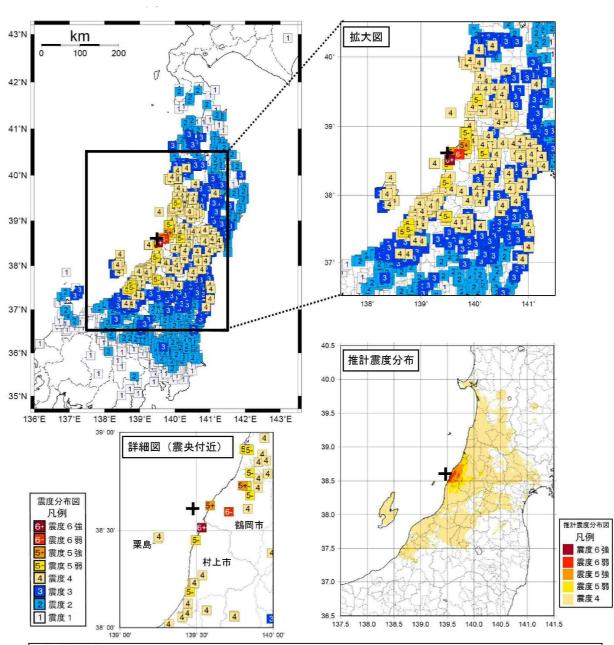


図 2-2-1 震源位置と地震規模



〈推計震度分布図について〉 地震の際に観測される震度は、ごく近い場所でも地盤の違いなどにより1階級程度異なることがある。また、このほか震度を推計する際にも誤差が含まれるため、推計された震度と実際の震度が1階級程度ずれることがある。 このため、個々のメッシュの位置や震度の値ではなく、大きな震度の面的な広がり具合とその形状に着目して利用されたい。 なお、この推計震度分布図は震度の精査後に再作成したものであり、地震発生直後に発表したものとは一部異なる。

図 2-2-2 震度分布図

2.3 ジャスコ跡地の経緯

液状化が発生した箇所はジャスコ鶴岡店が入っていた鶴岡末広ビルの跡地である。鶴岡 末広ビルは平成17年10月~平成18年4月にかけて解体され、以降、臨時駐車場として 利用されていた。

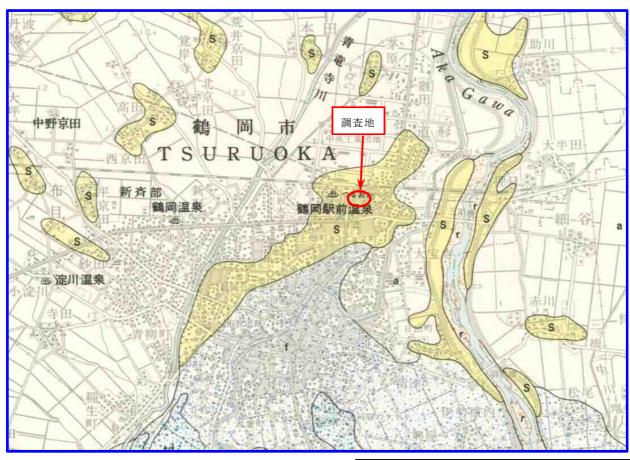
「鶴岡末広ビル解体撤去工事」の完成図書を参考にビル解体時の状況を箇条書きにして以下にまとめる。

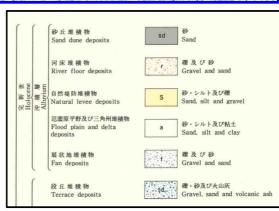
- ・地上5階・地下1階の建物で杭基礎の構造となっていた。
- ・解体の際、地下階の床版や梁は取り壊している。
- ・地下階の外周壁は上部 1.0~1.5m のみを取り壊しており、下部は残っている。
- ・建物を支えていた支持杭とH鋼はそのまま残されている。
- ・地下階の部分は、おもに砂丘砂によって埋め戻された。
- ・表層 20cm は砕石 (40mm クラッシャーラン)を敷き、臨時駐車場として利用していた。

3. 地形・地質概要

庄内平野は、北に鳥海山、東に出羽三山(羽黒山、月山、湯殿山)、南は朝日連峰の山々に囲まれた沖積平野である。日本海に面した西側には砂丘が発達し、最上川や赤川、藤島川などの諸河川によって運ばれた土砂が山地と砂丘の間を埋め、低平な氾濫原低地を形成している。各河川は山地から平野へと至る箇所で勾配の緩い扇状地を発達させるほか、新旧の河道に沿いには自然堤防が見受けられる。(次ページ、図-の全体図参照)

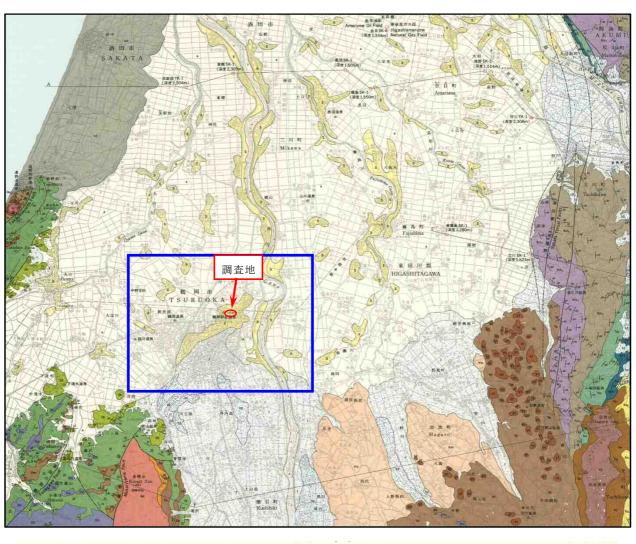
今回の調査地は JR 鶴岡駅の南側約 150m の旧ジャスコ跡地と、駅から東南東へ約 250m の駅前公園で、赤川が形成した扇状地の末端部と氾濫原低地の境界部に発達した自然堤防上に位置する。地質的には河川によって運ばれた砂やシルト、礫が分布する。(下図-参照)





(1/5万 地質図幅「鶴岡」: 地質調査所、1984)

図 3-1 調査地周辺の地質図



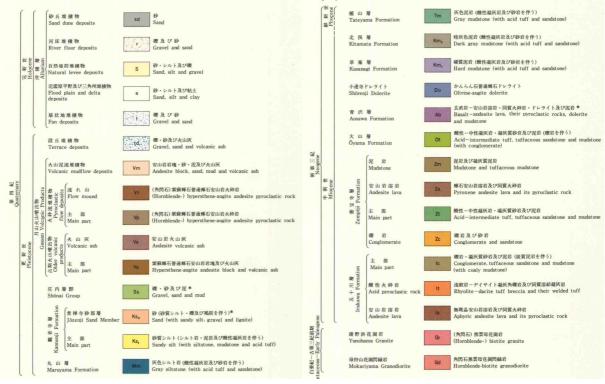


図 3-2 1/5万 地質図幅「鶴岡」(全体図) 地質調査所 1984 発行

4. 調査方法

4.1 機械ボーリング

機械ボーリングはボーリングコアの採取と、地下の土質分布、地下水位状況等を把握することを目的に実施する。今回の調査仕様は ϕ 66mm の標準貫入試験併用のノンコアボーリングである。

ボーリング機械は現地調査用として広く採用されているスピンドル型の回転給進機構を持つロータリーボーリングを使用し、オイルフィード式(ハイドロリック式フィード式)の機械でボーリング調査を行う。コア採取に使用するビットはメタルクラウンとダイヤモンドビット、コアチューブはシングルコアチューブとダブルコアチューブをそれぞれの地質の性状に応じて使い分ける。また、孔壁の押し出しや破壊する場合は、泥水材及びφ89~116mmのケーシングパイプを挿入し、孔壁を保護する。

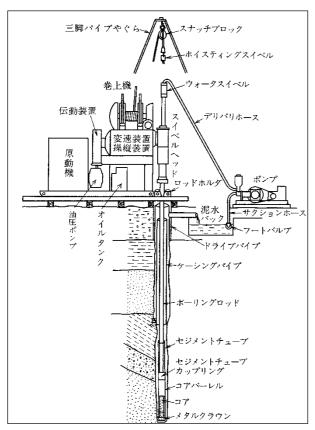




図 4-1-1 ボーリング機械の全体図及び設置状況

ボーリング機械は現地調査用として広く採用されているスピンドル型の回転給進機構を持つオイルフィード式(ハイドロリック式フィード式)の機械で実施した。今回のボーリング仕様はノンコアボーリングであり、併用する標準貫入試験で得られる試料の状況から地下の土質、分布状況等を把握した。ボーリング機械の概略図と設置状況を図 4-1 に示す。

4.2 標準貫入試験

今回の調査では深度 1.0m 毎に標準貫入試験を実施した。

標準貫入試験は、地盤の相対的強度を示す N 値の測定と地層の代表試料を採取することを目的と、試験方法は JIS A 1219(2013)『標準貫入試験方法』に規定されている。

N値とは「重量 63.5±0.5kg のハンマーを 760±10mm 自由落下させて、SPT サンプラーを 300mm 打ち込むのに要する打撃回数」と定義されている。

試験手順を以下に示す。

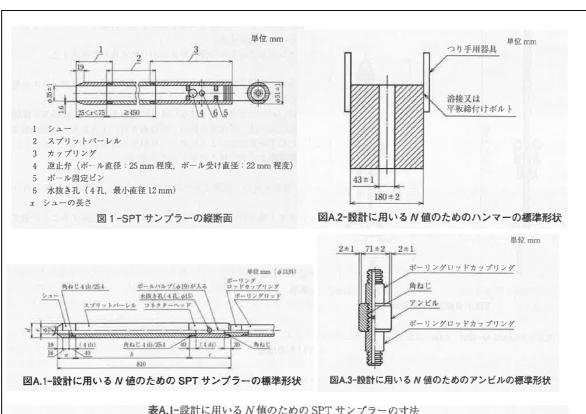
- ①所要の深度までボーリング孔を掘削し、ボーリング孔底のスライムを除去する。
- ②SPT サンプラーをロッドに接続し静かに孔底に下ろす。
- ③ロッド上部にアンビル及びガイドロッドを接続する。
- ④ハンマーの打撃によって原則 150mm の予備打ち、300mm の本打ちを行う。
- ⑤本打ちでは、貫入量 100mm ごとの打撃回数を記録する。なお本打ちの打撃回数が 50 回に達した場合は試験を終了し、このときの貫入量を記録する。
- ⑥SPT サンプラーを引き上げ2つに割り、採取試料を観察する。
- ⑦採取試料は容器に詰め、保管する。
- ⑧試験結果は、ボーリング柱状図に記載する。

次ページ以降に標準貫入試験の概略図を示す。

表 4-2-1 N値と粘性土のコンシステンシー、N値と砂の相対密度の関係

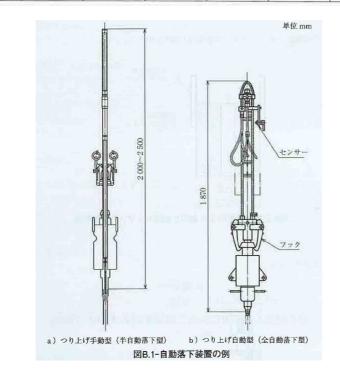
砂	N 値	相対密度	粘	N 値	コンシステンシー
	0∼ 4	非常に緩い	土	2以下	非常に軟らかい
	4~10	緩い		2~4	軟らかい
	10~30	中位の		4~8	中位の
	30~50	密な		8~15	硬い
	50 以上	非常に密な		15~30	非常に硬い
				30 以上	固結した

出典:「地盤調査の方法と解説-二分冊の1-」(2013.3.25)公益社団法人 地盤工学会



表A.1-設計に用いる N値のための SPT サンプラーの寸法

単位 mm (φ以外) ヘッド長 バーレル長 外径 刃先肉厚 内径 シュー角度 各部 全長 а Ь С d e φ ŧ 寸法 810±10 75 ± 1.0 560 ± 1.0 175 ± 1.0 51 ± 1.0 35 ± 1.0 19° 45′ ± 8′ 1.15 ± 0.05



出典:「地質調査の方法と解説」(2013.3)公益社団法人地盤工学会

図 4-2-1 標準貫入試験装置(その1)

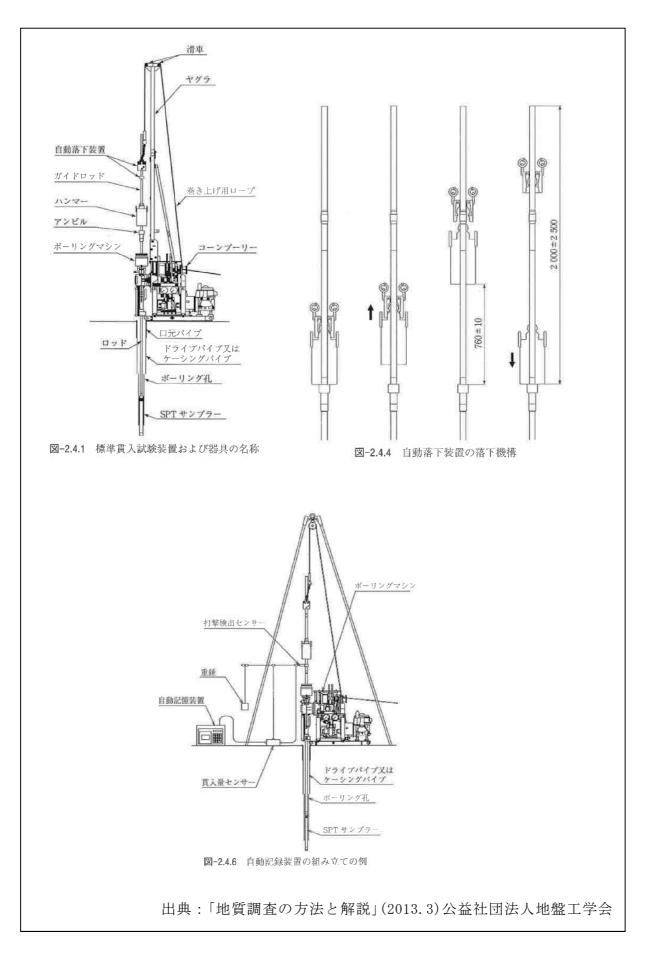


図 4-2-2 標準貫入試験装置(その 2)

4.3 室内土質試験

調査地における液状化判定のための基礎資料を得るため、標準貫入試験試料を用いて 粒度試験(ふるい分け)と、液性限界・塑性限界試験を実施した。

表 4-3-1 室内土質試験項目

試験項目	試験方法の種類	対応する諸	規格の番号	試験結果から得られる値	試験結果の利用			
		JGS JIS						
				・最大粒径	・土の分類			
粒度	・ふるい分析	JGS 0131	A-1204	・粒径加積曲線と各粒径	・粘土の圧縮性の判別			
	・沈降分析			・均等係数	・砂質土の安定性の判別			
				・曲率係数	・砂質土の液状化の判定			
				・細粒分含有率	• 簡易粒度組成判別			
				コンシステンシー指数	・自然状態の粘性土の安定性の判定			
コンシステンシー	• 液性限界試験	JGS 0141	A-1205	・液性限界	・材料としての土の判定			
	• 塑性限界試験			・塑性限界	・粘着性の度合の判定			
				・塑性指数	・路床路盤土の適否判定			

4.4 液状化判定

室内土質試験結果をもとに、「建築基礎構造設計指針(日本建築学会 2001.10)」に準じて調査孔ごとの液状化判定を実施する。

5. 調査結果

5.1 ボーリング調査結果

ボーリングは、ジャスコ跡地内の液状化が発生した箇所(No. 1)と液状化しなかった箇所 (No. 2)の2箇所、比較対象として液状化が発生しなかった駅前公園内で1箇所 (No. 3)実施した。ジャスコ敷地内で実施したボーリング No. 1 と No. 2 の距離は 13 mである。 駅前公園で実施したボーリング No. 3 は、No. 1 から東北東へ約 140 m に位置している。

各ボーリング地点の孔口標高は、ジャスコ跡地と北東側に隣接する渡元ビルとの境界杭を標高基準点(H=16.794m)としてレベル測量により求めた。

各ボーリングの地盤状況は巻末に添付したボーリング柱状図を参照されたい。

調査位置 ジャスコ跡地 ジャスコ跡地 駅前公園 地表面の液状化 あり なし なし 孔番号 No. 1 No. 3 No. 2 16.69 m 16.36m 孔口標高 16.63 m 調査深度 20.45 m $20.45\,\mathrm{m}$ 20.45 m 地下水位 (G.L.-) $0.50 \,\mathrm{m}$ 0.57m 1.07 m

表 5-1-1 ボーリング地点の諸元

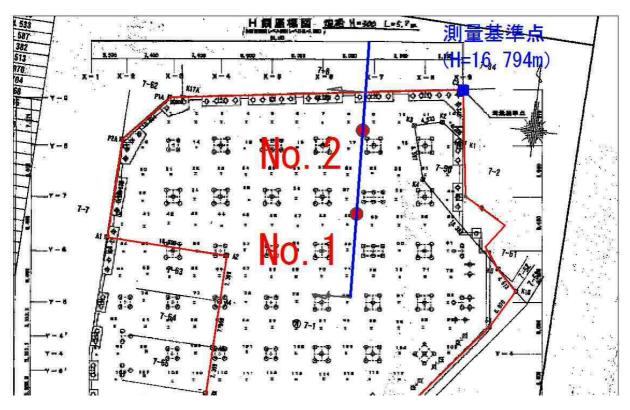


図 5-1-1 測量基準点位置図 (縮尺フリー)



(遠景) (近景)

写真 5-1 測量基準点位置

【ジャスコ跡地内 No.1、No.2】

ジャスコ跡地では深度 6.8m付近まで砂を主体とする埋土 (F-s) があり、その下、深度 7.5m付近までは地下階の床版を取り壊した際に残ったコンクリート片や細礫を含有する 砂 (F-g) が薄く分布する。元来の自然地盤(沖積層)は深度 7.5mから分布する礫混じり 粗砂 (As3) 以深である。なお、駅前公園の No.3 では深度 7.5m 付近までの間にも自然地盤 (Ac1, As1, Ac2, As2, Ac3) が分布するが、ジャスコ跡地では鶴岡末広ビルの地下階構築 の際に除去され、現在は埋土に置き換えられている。ジャスコ跡地における自然地盤の土層の始まりは、駅前公園の No.3 の地盤状況と比較して第 3 砂質土層 (As3) とした。

ジャスコ跡地における自然地盤の性状は砂質土層と粘性土層が互層状を呈すが、粘性土層がやや優勢である。また No.1 と No.2 の距離は 13m で、土層の分布状況や各土層の層厚、N値の出方など、ほぼ似通った状態にあり水平方向への連続性がよい。

No. 1、No. 2 いずれも地下水位は深度 0.5m程度と地表面付近に存在する。

(以上、図 5-1-2 地質断面図を参照)

表 5-1-2 地層構成表 (ジャスコ跡地、No. 1 および No. 2)

	各土 分布深				N	値	
地質 時代	No. 1	No. 2	地層区分 (地層記号)	記事	No. 1	No. 2	平均 N 値
人工地	6.8m	6.8m	埋土層 {砂} (F-s)	地下階部分へのへの埋土。 細砂〜中砂で構成され均質である。 含水が多く極めてルーズである。 No.1とNo.2のN値を比較すると No.2のN値は2程度低い。	1 2/35 1/70 1/50 1/70 1/65	6 2 1/55 3/52 3 4	層全体 1.5 No.1のみ (0.8) No.2のみ (2.9)
盤	7.5m	7.8m	埋土層 {砂礫} (F-g)	コンクリート片や細礫、砂などからなる。 地下階を取り壊した際に残留したものと 思われる。セメント臭あり。	36	14	25. 0
	8.5m	8.6m	第3砂質土層 (As3)	20mm以下の礫をい多く含有する砂で 粗砂〜細礫が主体である。 含水多く緩い。セメント臭はない。	6	14	10.0
自然	15. 5m	15. 8m	第 4 粘性土層 (Ac4)	砂質土層As4との互層を呈すシルトを 主体とする不均質な粘性土層。 単層厚は0.7~1.5m程度で 粘土質シルト〜砂質シルトまでの 粒径変化が見られる。	2, 5 5, 6	3, 6 6, 5 5	5. 0
地盤(沖積	17. 0m	17. 1m	第 4 砂質土層 (As4)	粘性土層Ac4との互層を呈する砂質土層。 単層厚は概ね1.0~1.5m程度で構成する砂は シルト質細砂~粗中砂まで変化が見られる。 含水や締まりは中程度である。	9、11 13、12	8 5 13	10.1
層)	19.7m	19. 7m	第 5 粘性土層 (Ac5)	粘土質シルトからなる粘性土層。 比較的細粒で均質である。 含水は中程度であるが比較的硬い。	7 8 6	6 8 9	7. 3
	20m以深	20m以深	第 5 砂質土層 (As5)	細粒~中粒の砂に構成されるが 細粒分や細礫も少量混じる。 含水、締まりは中程度。	16	15	15.5

【駅前公園内 No.3】

液状化の見られなかった駅前公園内の No.3 地点では表面に層厚 0.75m の盛土がある。 それ以深の地層は自然地盤で、全体的に見ると砂質土層が優勢である。特に深度 11m 以深 の砂質土層は層厚も厚く、N値も 20~40 程度と高い値を示す。

なお、11m 以深に分布する砂質土層はジャスコ跡地に分布する As4、As5 とほぼ同一標高にあるがN値が高い傾向にあるため、As4 '、As5' として区分した。

本孔の地下水位は深度 1.0m付近に存在した。

表 5-1-3 地層構成表 (駅前公園、No. 3)

地質時代	深度下限	地層区分 (地層記号)	記事	N値	平均 N 値
人工地盤	0. 75m	盛土層 (B)	細砂、マサ、礫混りシルトからなる。 公園造成時の盛土と思われる。	_	_
	1.7m	第 1 粘性土層 (Ac1)	軟質な粘土質シルトで 腐植物を少量混入する。	2	2. 0
	2.9m	第1砂質土層 (As1)	微砂〜細砂で構成される。 含水多く締まりは緩い。	8	8. 0
	3.5m	粘性土層 (Ac2)	シルト優勢で微砂を多く含む。	3	3. 0
自然	6. 45m	第2砂質土層 (As2)	細中砂〜粗中砂からなり、 2〜3mm程度の細礫の混入も見られる 含水多く、締まりは中程度〜やや緩い。	10 19 8	12.3
地盤(8.1m	第2粘性土層 (Ac3)	シルト及び粘土質シルトが主体。 粘性中位。	5	5. 0
· 沖 積 層	8. 45m	第3砂質土層 (As3)	微細砂からなる砂層。 腐植物が点在する。	11	11.0
\(\begin{align*}	10.95m	第 4 粘性土層 (Ac4)	粘土質シルトおよび砂質シルトからなる。 未分解の植物片が点在する。 含水は中程度で比較的硬い。	4 7	5. 5
	16.6m	第4砂質土層 (As4')	シルト質細砂〜礫混じり粗中砂まで 粒径変化が見られる。含水は中程度。 比較的締まった部分が多い。	16、24 33、27 10	23. 3
	17. 0m	第 5 粘性土層 (Ac5)	シルトからなる粘性土層。 本層の上面はジャスコ跡地の Ac5層の高さとほぼ一緒である。	-	-
	20m以深	第5砂質土層 (As5')	細粒〜中粒の砂に構成されるが 細粒分や細礫も少量混じる。 含水少なく締まっている。	31, 40 36, 30	34. 3

(図 5-1-2) 地質断面図

5.2 標準貫入試験結果

ここでは各調査孔で得られたN値についてまとめる。表 5-2-1~表 5-2-3 に各調査孔のN値を一覧し、表 5-2-4 に土層別のN値の平均値、最大値、最小値をまとめた。

【ジャスコ跡地】

表 5-2-1 標準貫入試験結果 (No. 1 号孔、液状化箇所)

									IX VV I							
試験	100	∄(m)	対象層	打擊回数/	貫入量	t-r #10 (C) #4.	-co 1 H.	試験結	果内訳	1-r #th (C) #4	er- 1 H.	N値		em当たりの 10~20cm		修正N値
1, 15	~	1. 45	F-s	1 /	30			打革四数	貝八里	打筝凹级	貝八里	1.0	1.0	10°~20cm	20/~ 30cm	1.0
2. 15	~	2. 50	F-s	2 /	35			1	20			1. 7	2.0	1.5		1.7
3, 00	~	3. 70	F-s	1 /	70			1	50			0. 4	0.0	0.6		0.4
4, 15	~	4. 65	F-s	1 /	50	-						0.6	0.6			0.6
5, 15	~	5, 85	F-s	1 /	70							0. 4	0.4			0.4
6. 15	~	6. 80	F-s	1 /	65	1	65					0. 5	0. 5			0. 5
7. 15	~	7. 45	F-g	36 /	30	12	10	12	10	12	10	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
8. 15	~	8. 45	As3	6 /	30	4	10	1	10	1	10	6.0	12.0	3.0	3.0	6.0
9. 15	~	9.45	Ac4	2 /	30	1	15	1	15			2.0	2.0	2.0		2.0
10. 15	~	10.45	As4	9 /	30	2	10	3	10	4	10	9. 0	6. 0	9.0	12.0	9.0
11. 15	~	11.45	Ac4	5 /	30	1	10	2	10	2	10	5. 0	3. 0	6.0	6.0	5.0
12. 15	~	12. 45	As4	11 /	30	3	10	4	10	4	10	11.0	9.0	12.0	12.0	11.0
13. 15	~	13. 45	Ac4	5 /	30	1	10	2	10	2	10	5. 0	3.0	6.0	6.0	5.0
14. 15	~	14. 45	As4	13 /	30	3	10	4	10	6	10	13.0	9.0	12.0	18.0	13.0
15. 15	~	15.45	Ac4	6 /	30	3	10	1	10	2	10	6.0	9.0	3.0	6.0	6.0
16. 15	~	16.45	As4	12 /	30	3	10	4	10	5	10	12.0	9.0	12.0	15.0	12.0
17. 15	~	17. 45	Ac5	7 /	30	1	10	2	10	4	10	7.0	3.0	6.0	12. 0	7. 0
18. 15	~	18.45	Ac5	8 /	30	2	10	3	10	3	10	8.0	6.0	9.0	9.0	8.0
19. 15	~	19.45	Ac5	6 /	30	1	10	2	10	3	10	6.0	3.0	6.0	9.0	6.0
20. 15	~	20. 45	As5	16 /	30	5	10	5	10	6	10	16.0	15.0	15.0	18.0	16.0

表 5-2-2 標準貫入試験結果 (No. 2 号孔、非液状化箇所)

			10 2	7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7	スノ い			(110. 2	2 /J 1	U \ 7			/		
⊕4.€	負区間	3 ()	対象層	打擊回数/貫入量			試験結	果内訳			N値	100	em当たりの	N値	修正N値
武湖	ア (스)目	J (m)	刈氷店	打革四级/貝八里	打擊回数	貫入量	打擊回数	貫入量	打擊回数	貫入量	NIE	0~10cm	10∼20cm	20~30cm	修正N恒
1. 15	~	1. 45	F-s	6 / 3) 2	10	1	10	3	10	6.0	6.0	3.0	9.0	6.0
2. 15	~	2.45	F-s	2 / 3) 1	15	1	15			2.0	2.0	2.0		2.0
3. 15	~	3. 70	F-s	1 / 5	5 1	55					0.5	0.5			0.5
4. 15	~	4. 67	F-s	3 / 5	2 1	12	1	10	1	30	1.7	2.5	3.0	1.0	1.7
5. 15	~	5. 45	F-s	3 / 3) 1	20	2	10			3.0	1.5	6.0		3.0
6. 15	~	6. 45	F-s	4 / 3) 1	10	1	10	2	10	4.0	3.0	3.0	6.0	4.0
7. 15	~	7.45	F-g	14 / 3	3	10	4	10	7	10	14.0	9.0	12.0	21.0	14.0
8. 15	~	8. 45	As3	14 / 3) 4	10	5	10	5	10	14.0	12.0	15.0	15.0	14.0
9. 15	~	9. 45	Ac4	3 / 3) 1	15	1	10	1	5	3.0	2.0	3.0	6.0	3.0
10.15	~	10.45	Ac4	6 / 3) 1	10	2	10	3	10	6. 0	3. 0	6.0	9. 0	6.0
11. 15	~	11.45	Ac4	6 / 3) 1	10	2	10	3	10	6. 0	3.0	6.0	9. 0	6.0
12. 15	~	12. 45	As4	8 / 3) 2	10	3	10	3	10	8. 0	6.0	9.0	9. 0	8.0
13. 15	~	13. 45	Ac4	5 / 3) 1	10	2	10	2	10	5. 0	3.0	6.0	6.0	5.0
14. 15	~	14. 45	As4	5 / 3) 2	10	2	10	1	10	5. 0	6.0	6.0	3. 0	5.0
15. 15	~	15. 45	Ac4	5 / 3) 1	10	2	10	2	10	5. 0	3.0	6.0	6.0	5.0
16. 15	~	16. 45	As4	13 / 3) 4	10	5	10	4	10	13.0	12.0	15.0	12.0	13.0
17. 15	~	17. 45	Ac5	6 / 3) 1	10	2	10	3	10	6.0	3.0	6.0	9.0	6.0
18. 15	~	18.45	Ac5	8 / 3	2	10	3	10	3	10	8.0	6.0	9.0	9.0	8.0
19. 15	~	19.45	Ac5	9 / 3) 2	10	4	10	3	10	9.0	6.0	12.0	9.0	9.0
20. 15	~	20.45	As5	15 / 3	5	10	6	10	4	10	15. 0	15.0	18.0	12.0	15.0

【駅前公園】

表 5-2-3 標準貫入試験結果 (No. 3 号孔、非液状化箇所)

							V-00 C/11	7.5 ma 4.1.	田市和			.,.,	10	· em当たりの	N/A	
試験	区間] (m)	対象層	打擊回数/貫入	量	红癜同粉	曹工县	武殿而粉	木門訳	红癜同粉	告入县	N値	***************************************	10~20cm	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	修正N値
1. 15	~	1.45	Ac1	2 /	30	1 季四奴	20	1 字四数	10	打事四奴	貝八里	2.0	1.5	3.0	20 - 30011	2. 0
2. 15	~	2.45	As1	8 /	30	2	10	3	10	3	10	8.0	6. 0	9.0	9. 0	8. 0
3. 15	~	3. 45	Ac2	3 /	30	1	10	1	10	1	10	3.0	3.0	3.0	3.0	3. 0
4. 15	~	4. 45	As2	10 /	30	3	10	3	10	4	10	10.0	9. 0	9.0	12.0	10.0
5. 15	~	5. 45	As2	19 /	30	5	10	7	10	7	10	19.0	15. 0	21.0	21.0	19.0
6. 15	~	6. 45	As2	8 /	30	2	10	3	10	3	10	8.0	6.0	9.0	9.0	8. 0
7. 15	~	7. 45	Ac3	5 /	30	1	10	2	10	2	10	5.0	3.0	6.0	6.0	5. 0
8. 15	~	8.45	As3	11 /	30	3	10	3	10	5	10	11.0	9. 0	9.0	15.0	11.0
9. 15	~	9.45	Ac4	4 /	30	1	10	1	10	2	10	4.0	3.0	3.0	6.0	4.0
10.15	~	10.45	Ac4	7 /	30	2	10	2	10	3	10	7.0	6.0	6.0	9.0	7.0
11. 15	~	11. 45	As4'	16 /	30	3	10	5	10	8	10	16.0	9. 0	15.0	24.0	16.0
12. 15	~	12. 45	As4'	24 /	30	6	10	8	10	10	10	24.0	18. 0	24.0	30.0	24. 0
13. 15	~	13. 45	As4'	33 /	30	8	10	12	10	13	10	33.0	24.0	36.0	39.0	33.0
14. 15	~	14. 45	As4'	27 /	30	8	10	10	10	9	10	27.0	24.0	30.0	27.0	27. 0
15. 15	~	15. 45	As4'	30 /	30	10	10	10	10	10	10	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
16. 15	~	16. 45	As4'	10 /	30	3	10	4	10	3	10	10.0	9. 0	12.0	9.0	10.0
17. 15	~	17.45	As5'	31 /	30	9	10	10	10	12	10	31.0	27. 0	30.0	36.0	31.0
18. 15	~	18. 45	As5'	40 /	30	13	10	14	10	13	10	40.0	39. 0	42.0	39.0	40.0
19. 15	~	19.45	As5'	36 /	30	11	10	12	10	13	10	36.0	33.0	36.0	39.0	36.0
20.15	~	20.45	As5'	30 /	30	9	10	9	10	12	10	30.0	27. 0	27.0	36.0	30.0

表 5-2-4 各地点のN値(平均値、最大値、最小値)

· · · ·		, 4, 10, 0, 11	// / /							
土層		N値								
工僧	平均値	最大値	最小値							
F-s	0.8	1.7	0. 4							
F-g	36. 0	36. 0	36. 0							
As3	6. 0	6.0	6.0							
Ac4	4. 5	2.0	6.0							
As4	11. 3	13. 0	9.0							
Ac5	7. 0	8.0	6. 0							
As5	16. 0	16. 0	16.0							

No.1 号孔 (ジャスコ跡地、液状化箇所) No.2 号孔 (ジャスコ跡地、非液状化箇所)

十層		N値									
上僧	平均值	最大値	最小値								
F-s	2. 9	6.0	0.5								
F-g	14. 0	14.0	14.0								
As3	14. 0	14.0	14. 0								
Ac4	5. 0	6. 0	3.0								
As4	8. 7	13.0	5. 0								
Ac5	7. 7	9.0	6. 0								
As5	15. 0	15.0	15. 0								

ジャスコ跡地全体 (No.1+No.2)

	*/1 . 🗖 🞞 🖂	(110.11	· · · - /
土層		N値	
上眉	平均値	最大値	最小値
F-s	1.8	1.7	0.4
F-g	25.0	36. 0	14. 0
As3	10.0	14. 0	6.0
Ac4	5.0	6.0	2.0
As4	10. 1	13. 0	5.0
Ac5	7.3	9.0	6.0
As5	15. 5	16. 0	15. 0

No.3 号孔 (駅前公園内、非液状化箇所)

上屋		N値	
土層	平均值	最大値	最小値
Ac-1	2.0	2.0	2.0
As1	8.0	8.0	8.0
Ac2	3.0	3.0	3.0
As2	12. 3	19. 0	8.0
Ac3	5.0	5.0	5.0
As3	11.0	11.0	11. 0
Ac4	5.5	7.0	4.0
As4'	23.3	33.0	10.0
Ac5	_	_	-
As5'	34.3	40.0	30. 0

ジャスコ跡地で実施した No.1 と No.2 は地盤状況も似通っており、自然地盤における N値の出方も多少の差は見られるものの似たような結果である。着目すべき点は深度 6mまでの埋土層 (F-s) の N値である。

- ・埋土層 (F-s) は No. 1、No. 2 ともに含水が多くルーズな細砂で構成されるが、 液状化が発生した No. 1 の N 値は一様に 1 以下 (平均 (0. (8) を示した。
- ・一方、液状化が見られなかった No. 2 では、中間の $2\sim4$ mは No. 1 と同様、N値 $1\sim2$ を示すが地表面に近い深度 1mではN値 6 と、若干締まった状態を示している。
- ・No. 2 の埋土のN値は No. 1 に比べて高い値を示し、単純に平均N値を比較すると 3. 5 倍以上の差となっている。

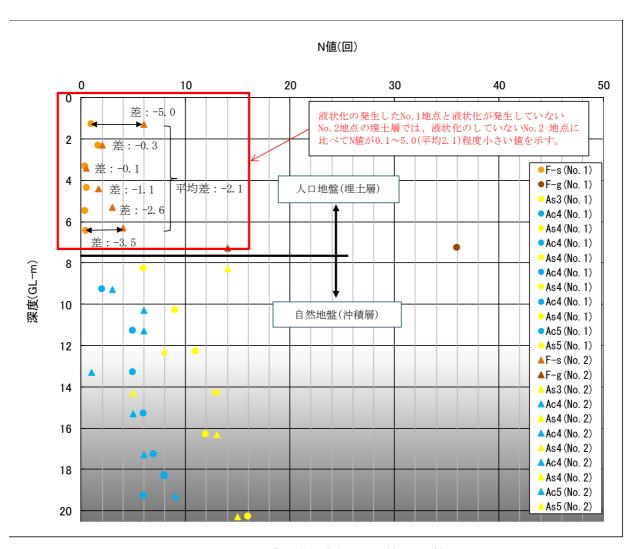


図 5-2-1 盛土層 (F) のN値の比較

下図 5-2-2 は、駅前公園の No. 3 を追加した N値である。

- ・No.3 は長年にわたり土地改変されておらず、表面の薄い盛土を除き、全てが自然地盤 (沖積層)である。
- ・No. 3 における砂のN値は深度 10mまでは $8\sim10$ 、深度 11m 以深の砂はN値が高く As4'で $25\sim30$ 程度、As5'では $30\sim40$ を示す。
- ・No.3 地点に分布する深度 11m 以深の砂層 As4'と As5'はジャスコ跡地に分布する同一深度の砂層 As4、As5 に比べ、かなり締まった状態にあるのがわかる。

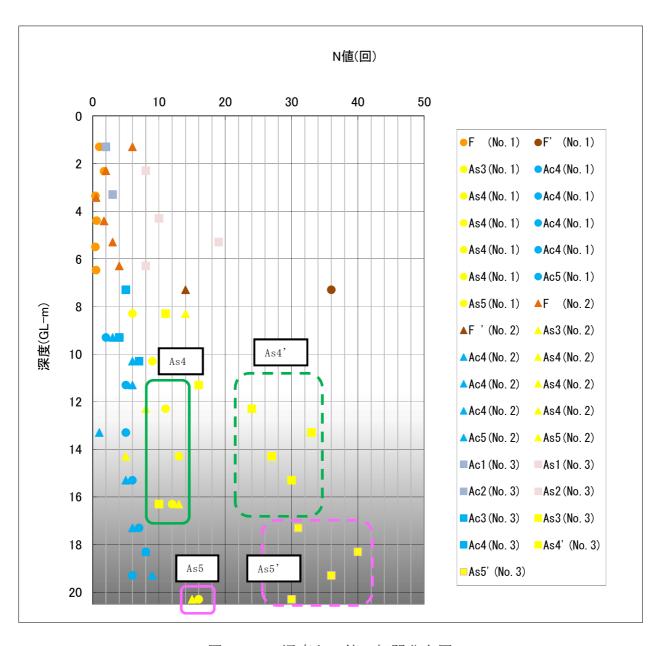


図 5-2-2 深度と N値の相関分布図

5.3 土質試験結果

標準貫入試験によって採取した料を用いて液状化判定の基礎資料とするため、室内土質試験を実施した。

「建築基礎構造設計指針(日本建築学会 2001.10)」によると、液状化判定の対象とする 土層として以下が記載されている。

- ・深度 20m 程度以浅の飽和土層
- ・細粒分含有率が35%以下の土
- ・細粒分含有率が 10%以下、または、塑性指数が 15%以下の埋立て等による人工造成地盤

以上の記述から、基本的に砂および砂質土を試験対象として抽出したが、砂分を多く含むシルト層も粒度試験の対象とした。また粒度試験の結果、細粒分が35%以上と判定された箇所については液性限界・塑性限界試験を追加で実施した。

表 5-3-1~表 5-3-3 に土質試験結果一覧表を提示する。

表 5-3-1 土質試験結果一覧表 (No. 1 号孔)

	試 料 番 号	P1-1	P1-2	P1-3	P1-4	P1-5	P1-6	P1-7	P1-8	P1-10	P1-11	P1-12	P1-13	P1-14	P1-16	P1-20
	調 査 孔 No.	No. 1	No. 1	No. 1	No. 1	No. 1	No. 1	No. 1	No. 1	No. 1	No. 1	No. 1	No. 1	No. 1	No. 1	No. 1
	採取深度 (m)	1.15~1.45	2.15~2.50	3.00∼3.70	4. 15~4. 65	5. 15~5. 85	6. 15~6. 80	7. 15~7. 45	8. 15~8. 45	10. 15~10. 45	11. 15~11. 45	12. 15~12. 45	13. 15~13. 45	14. 15~14. 45	16. 15~16. 45	20.15~20.45
	土層区分	F	F	F	F	F	F	F'	As3	As4	Ac4	As4	Ac4	As4	As4	As5
	礫 分 2~75mm %	5. 9	2.0	3. 6	0. 1	0.0	0. 1	56. 3	60.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0. 9	0.2	6. 1
	砂 分 75μm~2mm %	87. 4	91. 1	94. 2	98. 7	97. 2	96	34. 6	38	55. 5	40. 6	62. 2	34. 9	90. 6	89. 1	87. 2
粒	シルト分 5~75μm % 粘 土 分 5μm未満 %	6. 7	6. 9	2.2	1.2	2.8	3. 9	9. 1	1.7	44. 4	59. 4	37.8	65. 1	8. 5	10. 7	6. 7
	最大粒径 mm	19	19	19	4. 75	2	4. 75	26. 5	19	4. 75	2	0.85	0.85	4.75	4. 75	9. 5
度	均 等 係 数 Uc	2.39	2. 24	1.77	1.82	1. 97	1.9	59. 7	6. 18	-	-	-	_	6.03	-	4. 98
	50% 粒 径 D50 mm	0.312	0. 311	0. 333	0.332	0.312	0.327	3.08	2. 49	0.0917	D50<10mm	0. 0966	D50<10mm	0. 535	0. 216	0. 501
	10% 粒 径 D10 mm	0. 146	0. 154	0. 209	0. 2	0. 175	0. 189	0. 0937	0. 489	D10<1mm	D10<1mm	D10<1mm	D10<1mm	0. 104	D10<1mm	0. 123
	細粒分含有率 %	6. 7	6. 9	2. 2	1. 2	2. 8	3. 9	9. 1	1.7	44. 4	59. 4	37.8	65. 1	8. 5	10. 7	6. 7
分	分 類 名	細粒分 礫まじり砂	細粒分 まじり砂	分級された砂	分級された砂	分級された砂	分級された砂	細粒分まじり 砂質礫	分級された 砂質礫	細粒分質砂	砂質シルト (高液性限界)	細粒分質砂	砂質シルト (低液性限界)	細粒分 まじり砂	細粒分 まじり砂	細粒分礫 まじり砂
類	分類記号	(S-FG)	(S-F)	(SP)	(SP)	(SP)	(SP)	(GS-F)	(GPS)	(SF)	(MHS)	(SF)	(MLS)	(S-F)	(S-F)	(S-FG)
ンシ	液性限界 LL %	_	_	_	_	_	_	_	_	33. 8	50. 6	NP	46. 0	_	_	_
ステ	塑性限界 PL %	_	_	_	_	_	_	_	_	25. 8	30. 5	NP	29. 9	_	_	_
> 1	塑性指数 Ip kN/m²	_	_	_	_	_	_	_	-	8.0	20. 1	NP	16. 1	_	_	

表 5-3-2 土質試験結果一覧表 (No. 2 号孔)

	試料番号			P2-1	P2-2	P2-3	P2-4	P2-5	P2-6	P2-7	P2-8	P2-12	P2-13	P2-14	P2-16	P2-20	
	調 査 孔 No.			No. 2	No. 2	No. 2	No. 2	No. 2	No. 2	No. 2	No. 2	No. 2	No. 2	No. 2	No. 2	No. 2	
	採取深度		(m)	1.15~1.45	2.15~2.50	3. 15~3. 70	4. 15~4. 67	5. 15~5. 45	6. 15~6. 80	7. 15 ~ 7. 45	8. 15~8. 45	12. 15~12. 45	13. 15~13. 45	14. 15~14. 45	16. 15~16. 45	20. 15~20. 45	
	土層区分			F-s	F-s	F-s	F-s	F-s	F-s	F-g	As3	As4	Ac4	As4	As4	As5	
	礫 分	2~75	mm %	0.0	0.0	0.0	0. 2	0.0	0.0	18.8	9. 7	0.0	0.0	0.0	0.0	2. 7	
	砂分	75 μ m \sim 2	mm %	95. 6	97. 3	97. 8	95. 7	97.3	96. 7	57. 7	86. 1	67. 5	30	81. 1	89. 4	82. 6	
	シルト分	5∼75 µ	ιm %	4. 4	2.7	2. 2	4. 1	2. 7	3, 3	17. 6	4. 2	32. 5	70	18. 9	10. 6	14. 7	
粒	粘 土 分	5μm未	満 %	4.4	2. 1	2. 2	4. 1	2. 1	3. 3	5. 9	4. 2	32. 9	70	10. 9	10. 6	14. /	
度	最大粒径		mm	2	2	2	4. 75	2	2	26. 5	26. 5	0.85	2	2	2	9. 5	
及	均等係数	Uc		2.12	1.81	1.92	2.02	1. 9	1. 96	34	4. 51	-	-	-	-	-	
	50% 粒 径	D50	mm	0.318	0. 326	0.314	0.317	0.323	0. 32	0. 28	0.717	0. 112	D50<10mm	0. 197	0. 189	0. 199	
	10% 粒 径	D10	mm	0. 165	0. 197	0.18	0.174	0. 187	0. 181	0. 0126	0. 191	D10<1mm	D10<1mm	D10<1mm	D10<1mm	D10<1mm	
	細粒分含有率		%	4. 4	2.7	2. 2	4. 1	2. 7	3. 3	23. 5	4.2	32. 5	70	18. 9	10. 6	14. 7	
分	分 類 名			分級された砂	分級された砂	分級された砂	分級された砂	分級された砂	分級された砂	細粒分質 礫質砂	分級された 礫まじり砂	細粒分質砂	砂質シルト (低液性限界)	細粒分質砂	細粒分 まじり砂	細粒分 まじり砂	
類	分類記号			(SP)	(SP)	(SP)	(SP)	(SP)	(SP)	(SFG)	(GPS)	(SF)	(MLS)	(SF)	(S-F)	(S-F)	
コ ン シ	液性限界	LL	%	_	_	_	_	_	_	_	_	_	40. 9	_	_	_	
ステ	塑性限界	PL	%	_	_	_	_	_	_	_	_	_	28. 2	_	_	_	
> 1	塑性指数	Ip	${\rm kN/m^2}$	_	_	_	_	_	_	_	_	_	12. 7	_	_	_	

表 5-3-3 土質試験結果一覧表(No.3 号孔)

	試 料 番 号	P3-2	P3-4	P3-5	P3-6	P3-8	P3-11	P3-12	P3-13	P3-14	P3-15	P3-16	P3-17	P3-19	
	調 査 孔 No.	No. 3	No. 3	No. 3	No. 3	No. 3	No. 3	No. 3	No. 3	No. 3	No. 3	No. 3	No. 3	No. 3	
	採取深度 (m)	3. 15∼3. 45	4. 15~4. 45	5. 15∼5. 45	6. 15~6. 45	8. 15~8. 45	11. 15~11. 45	12. 15~12. 45	13. 15~13. 45	14. 15~14. 45	15. 15~15. 45	16. 15~16. 45	17. 15~17. 45	19. 15~19. 45	
	土層区分	As1	As2	As2	As2	As3	As4'	As4'	As4'	As4'	As4'	As5'	As5'	As5'	
	礫 分 2~75mm %	0.0	0.0	7. 1	4. 6	1. 2	0.8	1. 6	27. 3	47. 6	0.0	1. 0	8. 2	2. 5	
	砂 分 75μm~2mm %	91. 1	90. 6	87. 0	53. 6	85.8	84. 9	91. 9	65. 6	47.8	47. 3	95. 1	82. 8	96. 0	
	シルト分 5~75μm %	8. 9	9. 5	5. 9	9. 6	12.0	47. 7	6. 5	7. 1	4.6	52. 7	3. 9	9	1.5	
粒	粘 土 分 5μ ш未満 %	0.9	9. 5	5. 9	9. 6	13. 9	41.1	6. 5	7.1	4. 0	52. 1	3. 9	9	1. 5	
	最大粒径 mm	2	2	9. 5	4.75	7. 45	4. 75	4. 75	9. 5	9. 5	2	4. 75	4.75	9. 5	
度	均 等 係 数 Uc	2.77	4.64	6. 2	5. 99	-	-	4. 5	9. 94	8.38	-	3. 47	7. 49	4. 22	
	50% 粒 径 D50 mm	0. 209	0.312	1	0.369	0. 241	0. 0797	0. 594	1. 33	1.9	D50<10mm	0. 533	0. 551	0. 674	
	10% 粒 径 D10 mm	0. 0857	0.0791	0. 187	0. 0789	D10<1mm	D10<1mm	0. 146	0. 16	0. 277	D10<1mm	0. 178	0. 0932	0. 194	
	細粒分含有率 %	8. 9	9. 5	5. 9	9. 6	13. 9	47. 7	6. 5	7. 1	4.6	52. 7	3. 9	9	1.5	
分	分 類 名	細粒分 まじり砂	細粒分 まじり砂	細粒分礫 まじり砂	細粒分 まじり砂	細粒分 まじり砂	細粒分質砂	細粒分 まじり砂	細粒分まじり 礫質砂	分級された 礫質砂	砂質シルト (低液性限界)	分級された砂	細粒分 礫まじり砂	分級された砂	
類	分類記号	(S-F)	(S-F)	(S-FG)	(S-F)	(S-F)	(SF)	(S-F)	(SG-F)	(SPG)	(MLS)	(SP)	(S-FG)	(SP)	
ンシ	液性限界 LL %	_	_	_	_	_	33. 6	_	_	_	39. 4	_	_	_	
ステ	塑性限界 PL %	_	_	_	_	_	24. 9	_	_	_	25. 2	_	_	_	
> > 1	塑性指数 Ip kN/m²	_	_	_	_	_	8. 7	_	_	_	9. 7	_	_	_	

5.3.1 粒度試験結果

各調査孔の粒度試験の結果を粒径加積曲線にまとめた。

グラフ中に液状化しやすい土の範囲を示したが、埋土層 (F-s) は粒径の揃った「分級された砂)」で構成され、"特に液状化の可能性が高い"とされる範囲の中央付近でほぼ同一の曲線を描いている。

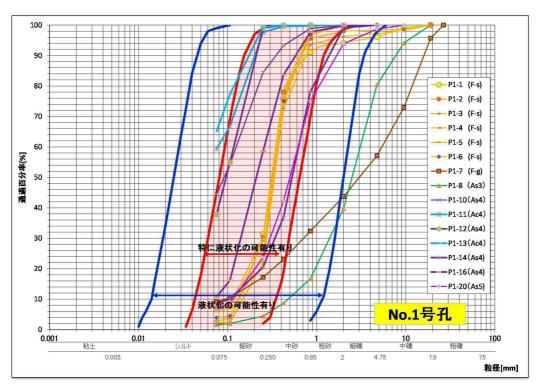


図 5-3-1 粒径加積曲線 (No. 1 号孔)

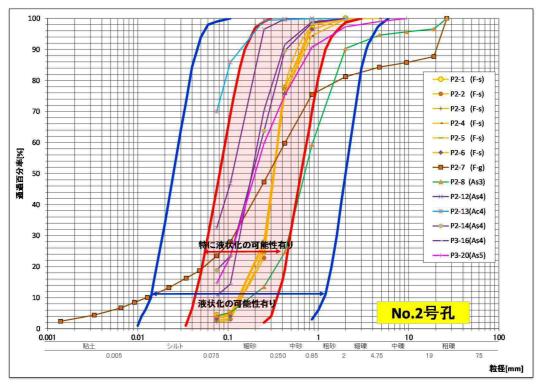


図 5-3-2 粒径加積曲線 (No. 2 号孔)

駅前公園内の No. 3 にも粒度的に"特に液状化の可能性が高い"範囲に判定される部分はあるが、 ジャスコ跡地に比べるとややバラついている。

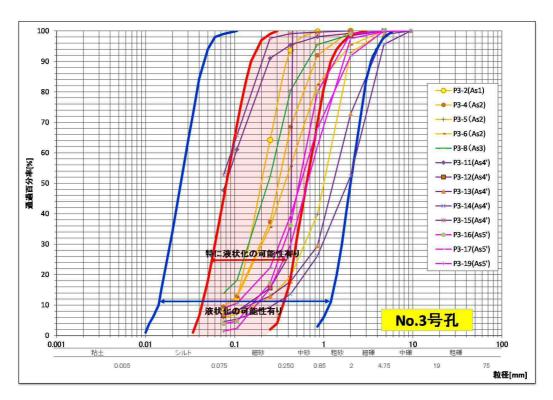


図 5-3-3 粒径加積曲線 (No. 3 号孔)

5.3.2 液性·塑性試験結果

液性限界試験および塑性限界試験からはそれぞれ液性指数 WL と塑性限界Wp が得られる。 液性限界WLと塑性限界Wp の差が塑性指数 Ip であり、液性限界と塑性指数の関係をグラフ化した 塑性図からは圧縮性、堆積変化率、透水性など、おおまかな土の特性が読み取れる。

また、液状化の判定基準として塑性指数 Ip が 15 以下の土は、液状化判定を行なうとされている。 試験結果から、P1-10 と P1-13 (いずれも Ac4) は塑性指数が 15 以上となったため、液状化判定の対象からは除外されることになる。

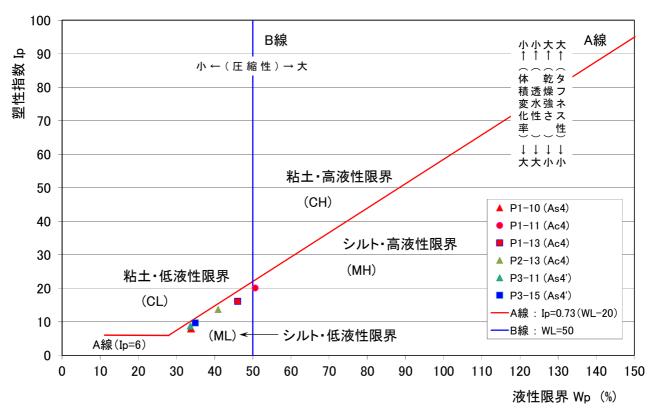


図 5-3-4 塑性図

6. 総合解析

6.1 調査地における地盤状況

ボーリング調査の結果から判明した地盤状況を箇条書きにして以下に記す。

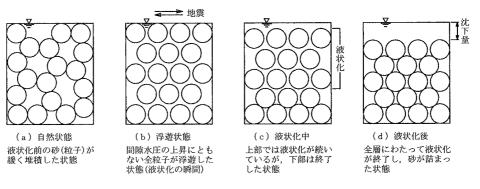
- ・各調査地点とも自然地盤として沖積層の粘性土と砂質土が互層状に分布し、地下水位はいずれ も深度 0.5~1.0m付近と地表面に近い位置に存在する。
- ・ジャスコ跡地の No. 1 地点と No. 2 地点では、深度 7.5m付近まで埋土が分布する。
- ・No.1、No.2 に分布する埋土層は鶴岡末広ビルの地下階を埋めたもので、表部の砕石や埋土最下部の礫混じり土以外は、細粒~中粒の均質な砂で構成される。 解体撤去工事の資料から、埋土は砂丘砂であることが判明した。
- ・ジャスコ跡地の自然地盤は粘性土層優勢の互層で、砂の層厚は最大 1.5m程度である。
- ・ジャスコ跡地内の No. 1 と No. 2 の距離は 13 mであり、土質構成や分布深度、層厚、N値の出方など、ほほ同一の地盤状況にある。
- ・駅前公園内のNo.3は、液状化が発生したジャスコ敷地内のNo.1地点から東北東方向へ約140m離れている。
- ・No.3 地点では薄い盛土 (0.75m) の直下から沖積層の粘性土と砂質土が互層状に分布するが、 ジャスコ跡地とは異なり砂質土層が優勢である。
- No. 3 地点の深度 11m 以深は砂質土層を主体に構成されており、N値は 20~40 程度の高い値を示す。

6.2 液状化判定

ここでは「建築基礎構造設計指針:日本建築学会、2001.10」に従って液状化判定を行なう。

一般に、飽和した締まりの緩い飽和した砂質土層や、埋立地などの人工造成地盤が液状化しやすいとされ、液状化判定の対象土層として以下の項目が挙げられている。

- 深度 20m 程度以浅の飽和した沖積層
- 細粒分含有率が 35%以下の土
- 粘土分の含有率が 10%以下、または、塑性指数が 15%以下の埋立て等による人工造成地盤 この条件に該当するのは、埋土層の F-s および F-g、砂質土層の As1~As5 である。



出典:小規模建築物基礎設計指針;日本建築学会、2008.2 図 6-2-1 液状化のメカニズム

液状化判定は「建築基礎構造設計指針」に従いM7.5 を想定し、地表面水平加速度 200gal と 350gal の 2 ケース ^(*) で実施する。

※:建築基礎構造設計指針に示される地表面水平加速度の推奨値は、損傷限界検討用として 150~200cm/s²(gal)、 終局限界検討用として 350cm/s²(gal)程度である。なお 350gal は 1995 年の兵庫県南部地震などの際、 液状化した地盤上で観測された最大値にほぼ対応している。 液状化の判定は図 6-2-2~図 6-2-4 を用いて、以下の手順により実施した。

① 地震時に検討地点の各深さに発生する等価な繰り返しせん断応力比($\tau d/\sigma z'$)を下式 5-4-1 により求める。

$$\tau d/\sigma z' = rN(\alpha max/g \times \sigma z/\sigma z') \cdot rd$$
 ····· 式 6-4-1

ここに、τd:水平面に生じる等価な一定繰り返しせん断応力振幅(KPa)

σz':検討深さにおける有効土被り圧(KPa)

rN:等価の繰り返し回数に関する補正係数で

$$rN = 0.1(M-1)$$
 $M: \forall f = f = f$

α 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(KPa)

rd:地盤が剛体でないことによる低減係数で

rd = 1-0.015z z:地表面からの検討深さ(m)

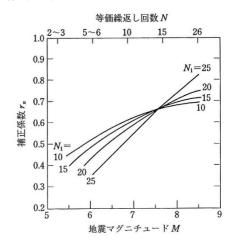


図 6-2-2 補正 N 値、マグニチュード、 繰り返し回数と補正係数の関係

② 対応する深度の補正N値(Na)を、次式より求める。

 $CN = \sqrt{98/\sigma z}$

Na = N1 + / Nf

ここに、N1:換算 N 値

CN: 拘束圧に関する換算係数

N: トンビ法または自動落下法による実測 N 値

∠Nf:細粒土含有率 FC に応じた補正係数

(右図 6-2-3)

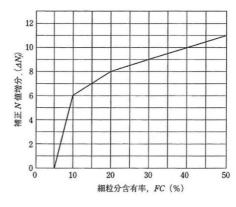


図 6-2-3 細粒分含有率と N 値の補正係数

③ 限界せん断ひずみ曲線 5%を用いて補正 N 値 (Na) に対する飽和土層の液状化抵抗比 $R=\tau 1/\sigma z$ 'を求める。ここに $\tau 1$ は水平面における液状化抵抗である。

(右図 6-2-4)

④ 各深さにおける液状化発生に対する安全率 FL を 次式により計算する。

 $FL = (\tau 1/\sigma z')/(\tau d/\sigma z')$ $\pm 6-4-3$

FL>1: 液状化発生の可能性はない。 FL<1: 液状化発生の可能性がある。

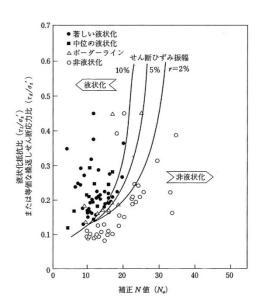


図 6-2-4 補正 N 値と液状化抵抗、 動的せん断ひずみの関係

N 値が大きく出やすい礫質土では図 6-2-5 の N 値補正係数を暫定的に用いることができる。 本調査では砂礫からなる埋土層 (F-g) に対して この補正係数を用いた。

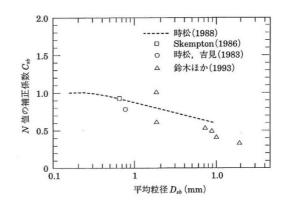


図 6-2-5 砂礫地盤の N 値補正係数

なお、液状化判定に用いる単位体積重量は、次項「6.3地盤定数の設定」で設定した値を用いた。

次ページからの図 6-2-6~図 6-2-8 に各孔における液状化判定の結果図を示す。

地点名 No.1(ジャスコ跡地) - 地表面加速度200gal P L値 水の単位体積重量 42 89 地下水位面 0.50 (m) (注) 判定外 10.0 (kN/m³) **1 地下水位より上(液状化の可能性は低い) 上載荷重 0.0 (kN/m2) **2 td/σ'vが0.0以下である(液状化の可能性は低い)

**3 Fc~ △Nfグラフ範囲外(液状化の可能性は低い)

4 全上載圧または有効上載圧が0.0以下となる層である 使用曲線 5 (%) 建築基礎構造設計指針 基準名 200.00 (gal) 設計加速度 判定方法 地表面設計用水平加速度と、実測N値 Fe>50%の取扱い 液状化の判定外とする 地表変位(Dev) 59.06 (cm) 液状化の程度 甚大 W 特 性 液状化の判定 ± せん断振幅 有上 數 効圧 飽和重量 抵抗値 土層種類 平均粒径 定 EL (m) (m) (kN/m³ (%) D50 砂質土 15. 23, 4 6. 0.313 0.00 N值 0, 98 4.56 0, 08 0, 198 0, 44 砂質土 1.7 2. 33 23.6 41.9 6.9 0.311 0.00 0.00 N镇 0.965 5.4 5.74 0.098 0.227 0.433 砂質土 0.4 3, 35 31.8 60.3 2.2 0.333 0.00 0.00 N值 0.950 7.6 0.70 0.034 0. 239 0.144 砂質土 0.6 4.40 40.2 79.20.332 0.00 0.00 N值 0.934 9.8 0.94 0.040 0.244 0.163 1.2 砂質土 0. 331 0.00 0.00 N值 0.918 12.0 0.57 0.031 0. 246 0.4 5. 50 49.0 2.8 0.126 6.80 砂質土 0.70 礫質土 0.00 N值 0.00 N值 14. 0 15. 5 0. 033 0. 246 0. 245 0. 135 0. 903 0. 891 0.66 1.00 砂質土 6.0 8.30 71.4 149. 4 2, 490 0.00 0.00 N值 0.876 17.4 7.03 0.109 0.243 0.448 8.50 18.0 18.0 粘性土 2.0 9.30 78.6 166.6 0.0 0.000 0.00 0.00 N值 Ltzvi 0.000 0.0 2.23 0.061 0.000 18: 38 1:38 砂質土 10.30 13:8 44. 4 0. 092 0.00 N值 20.6 15.79 5.0 17:8 85.7 183.7 0.845 0.173 0.240 0.721 1.00 粘性土 99. 90 92. 9 11.50 17.0 17.0 砂質土 11.0 12.30 100.7 218.7 37.8 0.097 0.00 0.00 N值 0.816 23. 7 20. 63 0.253 0.235 1.078 13.00 18.0 18.0 粘性土 0.0 99.90 5. 0 13.30 108.4 236. 4 65. 1 0. 000 0.00 0.00 N值 0.000 0.600 0.000 1.00 砂質土 0.70 0.80 粘性土 17. 0 18. 0 17. 0 0.00 N值 13.0 14.30 26, 4 16, 16 6.0 15.30 123.1 271.1 0.0 0.000 0.00 0.00 N值 しない 0.000 0.0 5.35 0.095 0.000 砂質土 12.0 16.30 130.9 288. 9 0.0 0.216 0.00 0.00 N值 0.756 29. 0 10. 38 0.133 0.221 0.600 17.00 1.50 粘性土 18.0 18.0 7. 0 17. 30 138.6 0.00 N値 しない 0,000 0.0 5.89 0.100 0.00 粘性土 8. 0 18. 30 145.6 323.6 0.0 0.00 0.00 N值 しない 0.000 6.56 0. 105 0.000 粘性土 6.0 19.30 152.6 340.6 0.0 0.000 0.00 0.00 N值 しない 0.000 0.0 4.81 0.090 0.000 20.30 33. 0 14. 55 0. 162 0. 206 地点名 No. 1(ジャスコ跡地) - 地表面加速度350gal 地下水位面 0.50 (m) PL值 53.91 10.0 (kN/m³) 0.0 (kN/m²) 判定外 **1 地下水位より上(液状化の可能性は低い) 水の単位体積重量 上載荷重 *2 rd/σ ' / がが0.0以下である(液状化の可能性は低い)

**3 Fc~ _ / Mfグラフ範囲外(液状化の可能性は低い)

**4 全上載圧または有効上載圧が0.0以下となる層である 使用曲線 5 (%) 基進名 建築基礎構造設計指針 設計加速度 350.00 (gal) 判定方法 地表面設計用水平加速度と、実測N値 Fc>50%の取扱い 液状化の判定外とする 地表変位(Dev) 61.91 (cm) 液状化の程度 甚大 質 特 性 液状化の判定 深 有上載知 低減係数 均粒径 3 W FL (m) (kN/m²) (kN/m³) (kN/m²) (%) (kN/m²) (kN/m²) t 1/σ' : d/σ' 砂質土 1. 0 1, 3 15.4 23.4 6.7 0.312 0.00 N值 0.98 5.3 4.56 0.088 0.34 0.253 砂質土 1.7 2. 33 23.6 41.9 6.9 0.311 0.00 0.00 N値 0.965 9.4 5.74 0.098 0.397 0.247 砂質土 0.4 31.8 0.333 0.950 13.3 0.70 0.034 0.418 2.2 砂質土 0.6 4. 40 40.2 79.2 1.2 0.332 0.00 0.00 N值 0.934 17. 2 0. 94 0.040 0.427 0.093 砂蟹牛 0.4 5.50 49.0 99.0 2.8 0.331 0.00 0.00 N/m 0.918 21.1 0.57 0.031 0.430 0.072 0.00 0.00 N値 24. 4 0. 66 0.033 0.430 0.077 砂質土 0.5 6.48 56.8 116.6 0.327 0.903 6.80 學質土 63.4 131. 4 27. 2 32. 63 0.428 1.00 砂質土 149. 4 0.00 0.876 30.4 7.03 8.50 6.0 8. 3 18.0 18.0 71.4 1.7 2, 490 0.00 N值 0.109 0.425 0.2560.0 2.23 0.061 18:28 1.38 砂質土 5, 0 10.30 17:8 17:8 85, 7 183, 7 44. 4 0.092 0,00 0.00 N值 0, 845 36.1 15.79 0, 173 0.421 0.412 1.00 粘性土 9.0 11.30 92.9 200.9 59.3 0.000 0.00 0.00 N值 しない 0.000 0.0 99.90 0.600 0.000 砂質土 12.30 41. 4 20. 63 0. 253 0.411 1.50 粘性土 18.0 5, 0 13.30 108.4 236, 4 65, 1 0.000 0,00 0.00 N值 0,000 0.0 99.90 0,600 0, 000 14. 00 14. 70 1.00 0.70 17.0 18.0 17. 0 18. 0 13.0 14.30 115.7 253. 7 8.5 0.535 0.00 0.00 N值 0.785 46. 3 16. 16 0. 177 0.400 0.443 0.80 粘性土 0.00 N值 0.000 0.0 5.35 0.095 6.0 15.30 123.1 271.1 しない 15.50 17.0 砂質土 12.0 16.30 130.9 288. 9 0.0 0. 216 0.00 0.00 N值 0.756 50. 7 10. 38 0. 133 0.387 0. 343 17.00 1.50 18.0 18.0 粘性土 7.0 17.30 138.6 306.6 0.0 0.000 0.00 0.00 N值 しない 0.000 0.0 5.89 0.100 0.000 粘性土 8.0 18.30 145.6 323.6 0.0 0.000 0.00 0.00 N值 しない 0.000 0.0 6.56 0.105 0.000 料件士 340. 6 0.0 0.00 N值 しない 0.000 0.0 4.81 0.090 152.6 2.70 砂質土 16.0 20.30 160.2 358. 2 6.7 0.501 0.00 0.00 N值 0.696 57. 8 14. 55 0. 162 0.361 0.450

図 6-2-6 No. 1 号孔 (ジャスコ跡地) 液状化判定結果図 (上段: 200gal、下段: 350gal)

P L値 水の単位体積重量 上載荷重 地点名 No. 2(ジャスコ跡地) - 地表面加速度200gal

地下水位面 0.50 (m)
(注) 判定外
**1 地下水位より上(液状化の可能性は低い)
**2 τd/a 'vが0.0以下である(液状化の可能性は低い)
**3 Fc~ △ MY グラブ範囲外(液状化の可能性は低い)
**4 全上載圧または有効上載圧が0.0以下となる層である
液状化の程度 甚大 34.68 10.0 (kN/m^3) 0.0 (kN/m^2) $\gamma = 5$ (%) 200.00 (ga1)使用曲線 建築基礎構造設計指針 基準名 設計加速度 マグニチュード 地表変位(Dcy) 判定方法 地表面設計用水平加速度と、実測N値 7.5 48.74 (cm) Fc>50%の取扱い 液状化の判定外とする

							土 質	特	性								せんと	听摄幅			液状	代の判定		
上面已分	深さ	厚	土層種類	N	値	判定深さ	湿潤重量	飽和重量	有上 数圧 σ'v	全上載圧	細含 粒有 土率	平均粒径	抵抗値	周抵 面際 擦	応算 力出 比法	液状化判定	低減係数	せ応ん力断	補 正 N 値	液抵 状抗 化比	せ応 ん力 断比		判	定
	(m)	(m)		0 50 FITTI		(n)	(kN/m³)	(kN/m³)	(kN/m²)	(kN/m^{ϵ})	(%)	D50	(kN/m²)	(kN/m²)				(kN/m²)	Na	τ1/σ'ν	τ d/ σ' v	FL	0	1
	0.0		砂質土	<u> </u>	Z 6.0	1, 30			15. 4	23. 4	4. 4	0, 318	0.00	0.00	N値		0, 980	3.0	15. 14	0, 167	0. 198	0, 847	1 1	
			砂質土	1911111	2. 0				23. 6	41.9	2.7	0. 326	0.00	1.114.400	N値		0. 965	5.4	17 50	0. 167	10. 10000	0, 365		٥
l			砂質土	Ži i i i	0. 8		1		31. 8	60.3	2. 2	0. 314	0.00	100000	N値		0, 950	7.6	7 70	0, 038	11.72000	0. 161	18	
			砂質土	IIIIII	1. 7	-74 70			40. 2	79. 2	4.1	0, 317	0,00		N値		0, 934	9.8	0.00	0.067	0, 244	0. 274	9	
			砂質土	THIII .	3. 0		1		49. 0	99.0	2.7	0. 323	0,00	0,00	NI		0. 918	12.0		0. 085		0.344	191	
	0.00	0.00	砂質土	THE STATE OF THE S	4. (10.0	56. 8	116. 6	3.3	0. 320	0.00		N値		0. 903	14. 0		0.094		0.383	1 11	
	6.90 7.80	6, 90	弾質土		14.0	7, 30	18.0		63. 4	131. 4	23. 5	0. 280	0.00	0.00	N値		0, 891	15. 5	17. 26	0. 190	0. 245	0.775	1 4	p
	8.60	0.80	殊質土	- P	14. (8, 30			71. 4	149. 4	4.2	0.717	0.00	0.00	N値		0.876	17. 4	14. 83	0. 165	0. 243	0.678	1 18	(
			粘性土	 	3. (9. 30			78. 7	166. 7	0.0	0.000	0.00	0.00	N値	しない	0.000	0.0	3.35	0.075	0.000			
			粘性土	1	6. (85. 7	183. 7	60.0	0.000	0.00	2000000	N値	しない	0.000	0.0		0.600				
	11.80	3.20	粘性土	HILLI	6. (17.0	17. 0	92. 7	200. 7	59. 3	0,000	0.00		N値	しない	0.000	0.0		0.600			i i	
	13, 00	1.20	砂質土 粘性土	191111	8. 0	15.00	19.0	18. 0	100.2	218. 2	32. 3	0.112	0.00	100.50	N/m		0. 816	23. 6	00 000	0. 188	1	0, 799	1 1	0
	13. 90	0.90	砂質土	191111	5, (17.0		107.9 115.3	235. 9 253. 3	70. 0 18. 9	0, 000	0.00		N値 N値	しない	0.000	0, 0 26, 4		0.600		0. 639	1 1	
	14.80	0.90	お性土	INTERNAL PROPERTY.	5. (905.000	18.0	18. 0	122.8	270. 8	0.0	0, 000	0.00	1000000	N値	しない	0, 000	0.0	10. 0163	0, 140	0, 229	V. 000	0	
	15.80	1.00	砂質土	Milli	13. (17.0	17. 0	130.3	288. 3	10.6	0, 189	0.00	100.00	N値	0.81	0, 756	28. 9	1000 000	0. 191		0, 863		
	17.10	1.30		II/IIII	6, 0		18.0	18. 0		306, 1	0.0	0,000	0.00	0,00	N値	しない	0, 000	0.0		0, 092	0,000			0
			粘件十		8. (18.30			145.1	323. 1	0.0	0. 000	0.00	0.00	N値	Liter	0.000	0.0	6.57	0. 105	0.000			
	19. 70	2.60	粘性土		9. (19.30	17.0	17. 0	152.1	340. 1	0.0	0.000	0.00	0.00	N値	しない	0.000	0.0	7.22	0. 110	0.000		1 1	
	20. 45		砂質土	171111	15.0	20.30	19.0		159.7	357. 7	14.7	0. 199	0.00	0.00	N値		0.696	33. 0	18. 69	0. 211	0, 207	1.021	1 1	

地点名 No. 2(ジャスコ跡地) - 地表面加速度350gal

地下水位面 0.50 (m)
(注) 判定外

**1 地下水位より上(液状化の可能性は低い)

**2 τd/σ νが0.0以下である(液状化の可能性は低い)

**8 Fc~_」がグラン範囲外(液状化の可能性は低い)

**4 全上載圧または有効上載圧が0.0以下となる層である
液状化の程度 甚大 50.68 10.0 (kN/m^3) 0.0 (kN/m^2) $\gamma = 5$ (%) 350.00 (gal)7.5 52.70 (cm)P L 値 水の単位体積重量 上載荷重 使用曲線 設計加速度 基准名 建築基礎構造設計指針 設計加速度 マグニチュード 地表変位(Dcy) 地表面設計用水平加速度と、実測N値 判定方法 Fc>50%の取扱い 液状化の判定外とする

							土 質	特	性						応算	液を	せん	折扳幅			液状	代化の判定		
	深さ	厚	土層種類	N	値	判定深さ	湿潤重量	飽和重量	有上 数圧 σ'ν	全上載圧	細含有土土	平均粒径	抵抗値	周抵面際線	力出比法	松 状 化 判 定	低減係数	せ応力断	補正N値	液抵 状抗 化比	せ応ん力断比		判	定
	(m)	(m)		0 50 FFTFF		(m)	(kN/m ²)	(kN/m ³)	(kN/m²)	(kN/m ²)	(%)	D50	(kN/m²)	(kN/m ²)				(kN/m²)	Na	τ 1/σ'v	td/σ'v	FL	0	
	0.0			Hilling.	7-																			
			砂質土	111111	6.0	1. 30			15. 4	23. 4	4.4	0, 318	0.00	0.00	N値		0.980	5.3	15. 14	0. 167	0.346	0.484		
			砂質土		2.0	2. 33			23. 6	41.9	2.7	0. 326	0.00	0.00	N値		0. 965	9.4	4.07	0.083	0.397	0. 208	1 /	
			砂質土	Î i i i i	0.5	3. 35			31. 8	60.3	2.2	0.314	0.00	0.00	N値		0.950	13. 3	0.88	0.038	0.418	0.092	1	
			砂質土		1. 7	4. 40			40. 2	79. 2	4.1	0.317	0.00	0.00	N値		0. 934	17. 2	2.65	0.067	0.427	0. 157	i Ii	
			砂質土		3. 0	5, 50			49. 0	99.0	2, 7	0. 323	0.00	0.00	N値		0.916	21. 1	4.24	0.065	0.430	0. 196	11 1	
	6, 90	6, 90	砂質土		4. 0	6, 48	18.0	18, 0	56. 8	116.6	3.3	0. 320	0.00	0.00	N値		0. 903	24. 4	5.25	0.094	0.430	0. 219	11	
_	7, 80	0.90	弾質土	No.	14.0	7. 30	19.0	18. 0	63. 4	131. 4	23. 5	0. 280	0.00	0.00	N値		0.891	27. 2	17. 26	0. 190	0.428	0.443	10	
	8.60	0.80	礫質土	11111	14.0	8, 30	18.0	18. 0	71.4	149. 4	4.2	0.717	0.00	0.00	N値		0.876	30. 4	14. 83	0. 165	0.425	0.387	1 8	
			粘性土	VIII	3. 0	9. 30			78. 7	166. 7	0.0	0.000	0.00	0.00	N値	しない	0,000	0.0	3, 35	0, 075	0.000			
			粘性土		6. 0	10, 30			85. 7	183. 7	60.0	0,000	0.00	0.00	N値	しない	0.000	0.0	99. 90	0.600	0.000			
	11.80	3.20	粘性土		6. 0	11.30	17.0	17. 0	92. 7	200.7	59. 3	0.000	0.00	12.000	N値	しない	0.000	0.0	99. 90	0.600	1000 0000			
	13.00	1, 20	砂質土		8.0	12.30	18.0	18. 0	100.2	218. 2	32. 3	0.112	0.00	60,000	N値		0.816	41.3		0. 188	0.412	0. 456		
	13, 90	0.90	粘性土	-	5. 0	13.30	17.0	17. 0	107.9	235. 9	70.0	0,000	0.00	20 122	N値	しない	0, 000	0.0	C20 1201	0.600	500	0000000	i i	
	14.80	0.90	砂質土	-	5. 0	14. 30	18.0	18.0	115.3	253. 3	18. 9	0. 197	0.00		N値	2.72	0. 785	46. 2		0. 146		0.365	0	
	15.80	1.00	粘性土	HHH	5. 0	15.30	17.0	17. 0	122.8	270.8	0.0	0.000	0.00	0.50	N値	しない	0.000	0.0	1.000 000	0. 087	0.000	10.100	1	
	17, 10	1.30	砂質土	111111	13.0	16.30	18.0	18. 0	130.3	288. 3	10.6	0. 189	0.00		N値	2.00	0. 756	50. 6		0. 191	0. 388	0. 493	! 9	
	11.10	1.00	粘性土	14111	6.0	17.30	10.0	10.0	100.1	306. 1	0.0	0,000	0.00		N値	しない	0.000	0.0	1.00	0.092	0.000		1 1	
			粘性土 粘性土	191111	9, 0	18.30 19.30			145. 1 152. 1	323. 1 340. 1	0.0	0,000	0.00		N値 N値	しない	0,000	0.0	7.22	0, 105			1 1	
_	19.70	2.60		141111	15.0	20, 30	17.0		152.1	357. 7	14. 7	0, 199	0.00		N値	L/LV.	0.696	57. 8		0. 110		0, 583		
-	20. 45	0.75	少異工		13.0	20. 30	19.0	18. 0	100.1	551.1	Tar. I	0.100	0.00	0.00	+N 100.		0.090	51.0	10.00	0. 211	0.002	0.000		0

No. 2 号孔 (ジャスコ跡地) 液状化判定結果図(上段:200gal、下段:350gal) 図 6-2-7

地点名 No. 3(駅前公園) - 地表面加速度200gal PL值 2.04 地下水位面 0.50 (m) 水の単位体積重量 上載荷重 10.0 (kN/m³) 0.0 (kN/m²) **1 地下水位より上(液状化の可能性は低い) **2 τd/σ'vが0.0以下である(液状化の可能性は低い) **3 Fc~ _ Nfグラフ範囲外(液状化の可能性は低い) **4 全上載圧または有効上載圧が0.0以下となる層である 使用曲線 5 (%) 建築基礎構造設計指針 基準名 設計加速度 200.00 (gal) 判定方法 地表面設計用水平加速度と、実測N値 マグニチュ・ Fc>50%の取扱い △Nf=11-定とする 地表変位(Dcy) 5.57 (cm) 液状化の程度小 特 性 土 80 せん断振幅 液状化の判定 有上數分圧 土層種類 0.75 18. (粘性土 1, 30 14. 0.00 N值 しない 5.14 1.70 0.95 16.0 17. 0 砂質土 0.00 N値 0. 276 22. 5 8.9 0.209 5.2 21.39 0. 231 1.20 粘性土 3. 0 3. 30 30. 1 58.0 0.0 0.000 0.00 0.00 N值 しない 0.000 0.0 5.42 0.096 0.000 砂質土 16.0 4.30 37.9 75.8 9.5 0.312 0.00 0.00 N值 0.936 9.4 31.15 0.600 0.249 2.413 砂質士 0.00 N值 11.5 28.86 2.401 2.95 砂質土 8. 0 6.30 53. 9 111.8 9.6 0.369 0.00 0.00 N值 0.903 13. 4 16. 31 0.179 0. 249 0.716 6.45 18.0 18.0 0.00 N值 粘性土 5. 0 7.30 61.0 129.0 0.0 0.000 0.00 しない 0.000 0.0 6.34 0.103 0.000 8.10 1:95 砂質土 0.00 N值 0.876 17. 0 19. 97 8.30 68. 2 146. 2 13. 9 0. 241 0.00 0.237 0.249 11.0 0.950 0.00 N值 0.0 4.56 粘性土 10, 30 82.4 180, 4 0.0 0,000 0,00 0.00 N值 しない 0,000 0.0 7.64 0.113 0,000 10.95 砂質土 16.0 11.30 89.7 197.7 47. 7 0.080 0.00 0.00 N值 0.831 21.8 27.49 0.600 0.243 2.471 24.0 12.30 215.7 23. 3 25. 84 2, 226 砂質土 33.0 13. 30 105.7 233. 7 0.00 N值 0.801 24. 8 34. 30 0. 235 砂質土 27.0 14.30 113.7 251.7 4.6 1,900 0.00 0.00 N值 0.785 26. 2 25. 07 0.467 0.231 2.024 砂質土 0.00 N值 2.649 30.0 15.30 121.7 269. 7 52. 7 0. 005 0.00 0.771 27. 6 37. 92 0.600 0.227 129.7 287. 7 3. 9 0. 533 0. 121 0. 222 16.60 18. 0 17. 0 19.0 砂質土 31.0 17.30 137.9 305. 9 0.00 0.00 N值 0.740 30. 0 30. 93 0.600 2.754 9. 0 0. 551 0.218 砂質上 40.0 18.30 147.9 325.9 9.0 0.551 0.00 0.00 N值 0.725 31.4 37.36 0.600 0. 212 2. 829 36.0 19.30 32. 6 28. 36 0. 600 砂質土 157.9 345.9 1.5 0.674 0.711 0. 206 3.45 砂質土 167.9 33. 8 22. 92 0.336 20.30 0.674 0.00 N値 0.201 20.45 20.0 地点名 No. 3(駅前公園) - 地表面加速度350gal 地下水位面 0.50 (m) 水の単位体積重量 10.0 (kN/m³) 判定外 (注) ruZ-/・**1 地下水位より上(液状化の可能性は低い) **2 τd/σ'vが0.0以下である(液状化の可能性は低い) **3 Fc~⊿Nfグラフ範囲外(液状化の可能性は低い) 上載荷重 0.0 (kN/m²) = 5 (%) 使用曲線 基準名 建築基礎構造設計指針 設計加速度 350.00 (gal) 判定方法 地表面設計用水平加速度と、実測N値 7.5 8.16 (cm) **4 全上載圧または有効上載圧が0.0以下となる層である 地表変位(Dcy) Fc>50%の取扱い △Nf=11-定とする 液状化の程度 小 ± X10 特 性 ·社人,断接越 液状化の判定 周面摩擦 深 有上 敷圧 記号 粒有 × 厚 FL (%) (kN/m^3) (kN/m^2) (kN/m^2) τ1/σ' 18. 粘性土 1.30 14.8 22.8 0.00 0.00 N値 しない 0.00 0.0 5.14 0.09 0.000 1.70 0.95 16.0 17. 0 砂質土 8.0 2.30 22.5 40.5 8.9 0.209 0.00 0.00 N値 0.965 9.1 21.39 0.2760.404 0.6843. 30 30. 1 0.00 N値 しない 0.0 5.42 砂質土 16.0 4. 30 37. 9 75.8 0.312 0.00 0.00 N値 0.936 16. 5 31. 15 0.600 0.435 1. 379 砂質土 19.0 5.30 45.9 93.8 5.9 1.000 0.00 0.00 N値 0.920 20. 1 28. 86 0.600 0.437 1.372 2.95 砂質士 6, 30 53. 9 111.8 0.369 0.00 0.00 N値 0. 908 23. 5 16. 31 0. 179 0.437 8. 18.0 0.409 粘性土 61.0 129. 0 0.000 0.00 N値 0.0 6.34 0. 103 17.8 8-19 1.65 砂質十 11.0 8, 30 17.8 68. 2 146. 2 13. 9 0.241 0.00 0.00 N值 0.876 29. 7 19. 97 0. 237 0.436 0.543 粘性土 4.0 9.30 75. 4 163.4 0.0 0.000 0.00 0.00 N值 しない 0.000 0.0 4.56 0.088 0.000 粘性土 0.00 N値 0.000 0.0 7.64 10.30 82.4 180. 4 0.000 0.00 しない 0.113 砂質土 砂質土 24.0 12.30 97.7 215.7 6.5 0.594 0.00 0.00 N值 0.816 40.8 25.84 0.532 0.418 1.272 砂質土 33.0 13.30 233.7 1.330 0.00 0.00 N値 0.801 43, 4 34, 30 0.600 105.7 0.411 1.460 27.0 14. 30 251.7 45. 9 25. 07 1. 156 砂質十 30.0 15.30 121.7 269.7 52. 7 0.005 0.00 0.00 N値 0.771 48. 2 37. 92 0.600 0.396 1.514 砂質土 10.0 16.30 129.7 287.7 3.9 0.533 0.00 0.00 N值 0.756 50.5 8.69 0.121 0.389 0.311 16.60 17.00 5.65 19.0 17.0 18.0 17.0 砂質土 52. 6 30. 93 0. 600 31.0 17.30 137. 9 305. 9 9.0 0.551 0.00 0.00 N値 0.740 0.381 1.573 砂質土 1. 617 40.0 18.30 325. 9 0. 551 54. 9 37. 36 0.600 0.371 147.9 0.725 19.30 0.711 57. 1 28. 36 0. 600 59. 1 22. 92 0. 336 砂質土 36.0 157.9 345.9 1.5 0.674 0.00 0.00 N值 0.361 1.661 30.0 0.00 0.00 N値 20, 45 3.45 砂質土 20.30 167.9 365. 9 1.5 0.674 0.696 0.352 0.955

図 6-2-8 No. 3 号孔 (駅前公園) 液状化判定結果図 (上段:200gal、下段:350gal)

液状化の可能性の評価としては、地表面変位Dcy による評価、PL 値による評価、非液状化層厚 H1、PL 値、地表面変位Dcy の判定表による評価などがある。

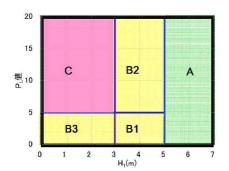
表 6-2-2 地表面変位 Dcy と液状化の程度 表 6-2-3 PL 値と液状化の影響の関係

地表面変位 _ D cy (cm)	液状化の程度
0	なし
~05	軽微
05~10	小
10~20	中
20~40	大
40~	甚大

出典:「建築基礎構造設計指針」

P _L =0	液状化による被害発生の可能性はない
0 <p<sub>L≦5</p<sub>	液状化による被害発生の可能性は低い
0 <p<sub>L≦15</p<sub>	液状化による被害発生の可能性がある
15 <p<sub>L</p<sub>	液状化による被害発生の可能性が高い

出典:「市街地液状化対策推進ガイダンス」



判定結果	H₁の値	P _L の値	液状化の可能性
С	3m 以下	5 以上	顕著な被害の可能性が高い
В3	3m 以下	5 未満	
B2	3mを超え、	5 以上	顕著な被害の可能性が比較的低い
B1	5m以下	5 未満	
Α	5mを超える	-	顕著な被害の可能性が低い

出典:「市街地液状化対策推進ガイダンス」: 令和元年6月、国土交通省都市局都市安全課 図 6-2-7 液状化被害の可能性と判定表

図 6-2-6~図 6-2-8 に示した液状化判定の結果図から主な指標について下の表 6-2-4 にまとめ、 判定結果を表 6-2-5 に示す。

表 6-2-4 液状化判定の主な指標

計算位置		ジャス	コ跡地		駅前	公園
引 昇 江 恒	No	o.1	No	0.2	No	o.3
非液状化層厚 H1	0.5	m	0.5	im	6.0)m
(地表面加速度)	ケース① 200gal	ケース② 350gal	ケース① 200gal	ケース② 350gal	ケース① 200gal	ケース② 350gal
PL値	42.89	53.91	34.68	60.68	2.04	7.94
地表面変位 Dcy (cm)	59.06	61.91	48.74	52.70	5.57	8.16

表 6-2-5 液状化の判定結果

計算位置		ジャス	コ跡地		駅前	公園
計算型目	No	o.1	No	o.2	No	o.3
計算ケース (地表面加速度)	ケース① 200gal	ケース② 350gal	ケース① 200gal	ケース② 350gal	ケース① 200gal	ケース② 350gal
地表変位Dcyによる判定 (被害程度)	基大	基大	基大	基大	小	小
PL値による判定 (被害発生の可能性)	高い	高い	高い	高い	低い	比較的低い
H1-PLの値による判定 (顕著な被害の可能性)	高い	高い	高い	高い	低い	低い

今回発生した液状化の状況と、液状化判定結果を箇条書きにして以下にまとめる。

【ジャスコ跡地 No.1、No.2】

- ・No. 1 と No. 2 の違いとしては砂で構成される埋土層 (F-s) のN値が挙げられる。 No. 1 のN値が概ね 1 にも満たないのに対し、No. 2 では地表面に近い深度 $1 \,\mathrm{m}$ で N 値 6 と比較的高い値も出ている。
- ・埋土層 (F-s) の平均 N値は No. 1 が 0.8、No. 2 が 2.9、数値の差としては 2 程度でしかないが、 3.5 倍以上の差となっている。
- ・粒度試験の結果からも埋土層 (F-s) は粒径の揃った「分級された砂」と判定され、粒度分布的 に液状化する可能性が特に高い砂であることが判明した。
- ・液状化判定結果では地表面加速度 200gal 深度 5 強~6 弱程度に相当)で計算した時点で No. 1、No. 2 とも液状化の判定対象層の FL 値(液状化の可能性の有無の指標)は、ほぼ全てが 1 未満となり、PL 値や地表面変位 Dcy の値も「甚大な被害が発生する」との結果になった。地表面加速度を 350gal で計算したケースでは FL 値はさらに低下、PL 値や地表面変位 Dcy の値も大きな値を示すようになり、こちらも「甚大な被害が発生する」との結果になる。

【駅前公園 No.3】

- ・液状化が見られなかった駅前公園の No.3 は砂層優勢であるが深度 10 m 以浅に分布する砂の N値は概ね $8 \sim 10$ 、深度 1 lm 以深では $20 \sim 40$ と高い値を示す。
- ・粒度試験の結果、No. 1 や No. 2 の埋土層 (F-s) のように粒度の揃った「分級された砂」に判定されたのは深度 16m (N値 10) と 19m (N値 36) の部分のみであった。
- ・地表面加速度 200gal で計算した際の FL 値は深度 6m、8m、16mで 1 未満となる。 350gal で計算するとこれに加えて深度 2m、20mの部分も 1 未満となった。
- ・PL 値や地表面変位Dcy の値を見ると、地表面加速度 350gal で計算した際の PL 値が「比較的 低い」との判定結果となったが、他の指標では液状化被害の可能性は「低い」と判定された。 200gal での計算結果では PL 値による判定でも被害の可能性は「低い」と判定される。

これらの状況から、6月18日に観測した深度5弱の揺れでジャスコ敷地内に分布する埋土層の うち、N値2以下を示す部分で顕著な液状化が発生した可能性が高い。液状化判定を行なうとN値 2以下を示す部分はすべて、地表面加速度200galの揺れでFL値0.5以下を示した。

今回、No. 2 地点に顕著な液状化現象は見られなかったが、No. 1 地点に比べ地表面付近が比較的締まった状況にあったため地表面に見られなかっただけで、深度 $2\sim4$ mに分布するN値 $1\sim2$ 程度の緩い砂の部分では液状化した可能性が高い。

ジャスコ敷地内の地下階を埋めた範囲は、全て同じような地盤条件にあるため、震度 5 強以上の強い揺れを受けた場合や、さほど強い揺れでなくとも地震波の伝播方向・波形次第では No.1 と同様に液状化が発生する危険性がある。

6.3 土質定数の設定

土質定数の値を設定するにあたり、せん断抵抗角 ϕ 、粘着力cの値は「小規模建築物基礎設計指針;日本建築学会、2008.2」に示される算定式によって平均N値を用いて算出する。単位堆積重量 γ については、表 6.2 に示す一般的な値を参考に土質およびN値に見合うものを選定した。

また変形係数 E については、各土層の平均N値を用いて道路橋示方書に示される算定式(式 7.1) により算出した。

なお、粘性土のせん断抵抗角 o、および、砂質土の粘着力 c は見込まないものとする。

せん断抵抗角 ϕ の算定式 ϕ (度) = $\sqrt{(20N)+15}$ ……(式 7.1)

ただしφ max は 40 度とする

粘着力 c の算定式 c (kN/m2) = 6.25 N (式 7.2)

変形係数 E の算定式 E (MN/m2) = 0.7 N (式 7.3)

表 6-3-1 一般的な土質定数の値

	種類	状 態		湿潤密度	せん断抵抗角	粘 着 力	地盤工学会		
	性 類			(kN/m^3)	/m³) (度) (kN/n		基準		
	礫	締固めたもの		20	40	0	{ G }		
	礫混じり砂	締固めたもの		20	40	0	{ G }		
盛	731	締固めたもの	粒径幅の広いもの	20	35	0	{ S }		
	砂		分級されたもの	19	30	0	(3)		
土	砂質土	締固めたもの	•	19	25	30以下	{SF}		
	粘性土	締固めたもの		18	15	50以下	$\{M\}$ $\{C\}$		
	関東ローム	締固めたもの		14	20	10以下	{ V }		
	礫	密実なもの、粒径	幅の広いもの	20	40	0	[0]		
		密実でないもの、	分級されたもの	18	35	0	{G}		
	礫混じり砂	密実なもの		21	40	0	(C)		
		密実でないもの		19	35	0	{G}		
	砂	密実なもの、粒径	幅の広いもの	20	35	0	{ S }		
自		密実でないもの、	分級されたもの	18	30	0	(3)		
然	TALES I	密実なもの		19	30	30以下	{SF}		
	砂質土	密実でないもの		17	25	0	(3 F)		
地		固いもの	$(N = 8 \sim 15)$	18	25	50以下			
盤	粘性土	やや軟らかいもの	$(N = 4 \sim 8)$	17	20	30以下	{M} {C}		
		軟らかいもの	$(N = 2 \sim 4)$	16	15	15以下			
	粘土 および シルト	固いもの	$(N = 8 \sim 15)$	17	20	50以下			
		やや軟らかいもの	$(N = 4 \sim 8)$	16	15	30以下	{M} {C}		
		軟らかいもの	$(N = 2 \sim 4)$	14	10	15以下			
	関東ローム			14	5 (φu)	30以下	{ V }		

注:地下水位以下にある土の湿潤密度は、表中の値から飽和土の場合は10を、 不飽和土の場合は9を差し引いた値とする。

NEXCO中央研究所, 「設計要領 第1集 土工編; 平成18年4月」より抜粋、加筆

表 6-3-2 土質定数一覧表【ジャスコ跡地、No.1 および No.2】

地質時代	各土層の 分布深度下限			N値			地盤定数の提案値				適用		
	No. 1	No. 2	地層区分 (地層記号)	No. 1	No. 2	平均 N値	単位体積重量 γ (kN/m3)	せん断抵抗角 φ (度)	粘着力 C (kn/m2)	変形係数 E (MN/m2)	 γ:NEXC0中央研究所が提示する一般値から、 土質やN値に見合うものを採用 φ: √(200) +115と Uて平均N値か5算出 c: 6.25Nとして平均N値か5算出 E: 0.7Nとして平均N値か5算出 		
人工地盤	6.8m	6.8m	埋土層 {砂} (F-s)	1 2/35 1/70 1/50 1/70 1/65	6 2 1/55 3/52 3 4	層全体 1.5 No.1のみ (0.8) No.2のみ (2.9)	18	20	0	1, 1	人工地盤ではあるが、N値が極端に低いため 「自然地盤、砂、密実でないもの、分級されたもの」 の値を採用する。		
盤	7. 5m	7.8m	埋土層 {砂礫} (F-g)	36	14	25. 0	19	37	0	17. 5	人工地盤ではあるが、締め固めの状態が悪いと判断し 「自然地盤、礫混じり砂、、密実でないもの、分級されたもの」 の値を採用する。		
自然地盤(沖積層)	8. 5m	8.6m	第3砂質土層 (As3)	6	14	10.0	18	29	0	7. 0	「自然地盤、砂、密実でないもの、分級されたもの」		
	15.5m	15.8m	第 4 粘性土層 (Ac4)	2、5 5、6	3、6 6、5 5	5.0	17	0	31	3. 5	「自然地盤、粘性土、やや軟らかいもの(N=4~8)」		
	17.0m	17. 1m	第 4 砂質土層 (As 4)	9、11 13、12	8 5 13	10. 1	18	29	0	7. 1	「自然地盤、砂、密実でないもの、分級されたもの」		
	19.7m	19.7m	第 5 粘性土層 (Ac5)	7 8 6	6 8 9	7. 3	17	0	46	5. 1	「自然地盤、粘性土、やや軟らかいもの(N=4~8)」		
	20m以深		第 5 砂質土層 (As5)	16	15	15. 5	19	33	0	10. 9	「自然地盤、砂、密実でないもの、分級されたもの」と 「自然地盤、砂、密実なもの、粒径幅の広いもの」の 中間値を採用する		

表 6-3-3 土質定数一覧表【駅前公園、No. 3】

	深度下限	地層区分 (地層記号)				地盤定数	の提案値	適 用	
地質 時代			N値	平均 N値	単位体積重量 γ (kN/m3)	せん断抵抗角 φ (度)	粘着力 C (kn/m2)	変形係数 E (MN/m2)	γ:NEXC0中央研究所が提示する一般値から、 土質やN値に見合うものを採用 φ: √(20N) +15として平均N値から算出 c: 6.25Nとして平均N値から算出 E: 0.7Nとして平均N値から算出
人工地盤	0. 75m	盛土層 (B)	ı	I	I	I	-	-	-
	1.7m	第 1 粘性土層 (Ac1)	2	2. 0	16	0	13	1.2	「自然地盤、粘性土、軟らかいもの(N=2~4)」
	2.9m	第1砂質土層 (As1)	8	8. 0	18	28	0	5. 6	「自然地盤、砂、密実でないもの、分級されたもの」
	3.5m	粘性土層 (Ac2)	3	3. 0	16	0	19	2. 1	「自然地盤、粘性土、軟らかいもの(N=2~4)」
自然	6.45m	第2砂質土層 (As2)	10 19 8	12. 3	18	31	0	8.6	「自然地盤、砂、密実でないもの、分級されたもの」
地盤	8.1m	第 2 粘性土層 (Ac3)	5	5. 0	17	0	31	3.5	「自然地盤、粘性土、やや軟らかいもの(N=4~8)」
沖積層	8. 45m	第3砂質土層 (As3)	11	11. 0	18	30	0	7.7	「自然地盤、砂、密実でないもの、分級されたもの」
<u> </u>	10.95m	第 4 粘性土層 (Ac4)	4 7	5. 5	17	0	34	3.9	「自然地盤、粘性土、やや軟らかいもの(N=4~8)」
	16.6m	第 4 砂質土層 (As4')	16、24 33、27 10	23. 3	19	37	0	16.3	「自然地盤、砂、密実でないもの、分級されたもの」と 「自然地盤、砂、密実なもの、粒径幅の広いもの」の 中間値を採用する
	17. 0m	第 5 粘性土層 (Ac5)	-	5. 5	17	0	34	3.9	層厚が薄く、N値も不明のため、Ac4と同等の値とした 「自然地盤、粘性土、やや軟らかいもの(N=4~8)」
	20m以深	第5砂質土層 (As5')	31、40 36、30	34. 3	20	40	0	24. 0	「自然地盤、砂、密実なもの、粒径幅の広いもの」

6.4 対策工について

「建築基礎構造設計指針:(社)日本建築学会、2001.10」では、建築面で適用例の多い液状化対策工として、図 6-3-1 に示した脱・排水工法、締固め工法、固化工法等が挙げられている。調査地に対してこれらの工法を適用する場合、「脱・排水工法」は地下水の排除による沈下や周辺地盤の変状が懸念される。また、調査地のように地下水位の高い沖積平野では永久的に地下水の排除(ポンプアップ)が必要となる。「締固め工法」、「固化工法」については、騒音・振動、周辺地盤の変状を考慮する必要がある。

また、「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針・同解説(案): 平成 24 年度 宅地の液状化対策の推進に関する研究会」では、液状化に有効な工法として図 6-3-2~図 6-3-3 に示した工法が挙げられている。

今後の土地利用については中高層階の集合住宅の建設が計画されているが、一般的に工費や将来的な維持管理等を考慮すると当該地では静的締固め砂杭工法(締固め-内部-材料圧入)や機械攪拌混合処理工法(固化-固化材混合-機械攪拌)等の対策工が考えられる。

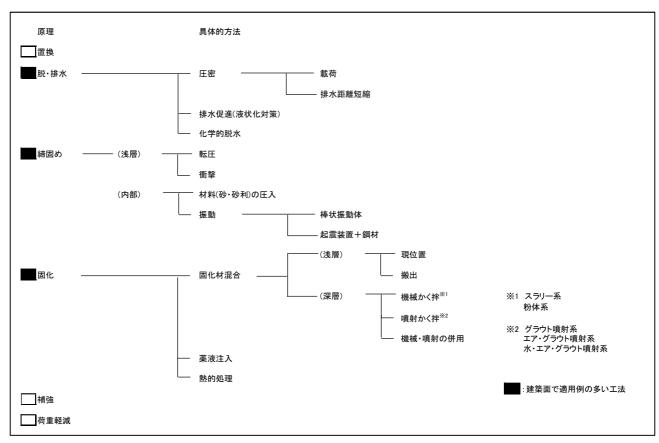


図 6-4-1 改良原理による分類と具体的方法

出典:「建築基礎構造設計指針」: 2001年10月、(社)日本建築学会、P84

表 6-4-1 新規造成宅地の液状化対策工法(その 1)

工法原理	工法概要	工法の特徴	対策効果	家屋建設の制約	その他の課題・留意点		概算工事	費(1戸当り	万円)	備考
/工法名	施工イメージ		(改良地盤の状態)	SAEACIA S IIII	CO ISO MAS HISTORY	対策規模	液状化 対策費	事前事後 調査費等	全体 工期	
0	油川モーターでケーシングパイプを地中貫入、砂排川、ケーシング引抜き、打戻しを繰り返すことで砂杭を造成し、周辺地盤を締め固める。(血素物) (異人表了) (温成元ア) (温元ア) (温成元ア) (温成元ア) (温元ア) (温成元ア) (温元ア) (温元	・低振動、低騒音の施工が可能。 ・施工実績が豊富で、液状化防止の 効果も多数確認されている。 ・深度 20m 程度まで地艦を締固める	・締まった砂地盤となり、常 時の剛性、液状化強度とも に増加する。	特に制約はない。 【抗基礎】	・対象地盤の物性で改良率 (工費) が変化する。 ・施工機械を反力としてケーシングを圧入するため、高さ 30m 程度の大型施工機械が必要である。 ・施工時の周辺地盤の変位を抑制するため、施工順序の工	7,542,10004	【深度 5m】 110~310	13 全体で事後 260	1~3ヶ月 (1台)	SAVE コンポー ザー工法 SDP 工法
密度増大 静的締固め砂杭工法 締因めー(内部) -材料圧入	モーター ケーシング バイブ リューフ第三	ことができる。 ・細粒分含有率30%程度までの地盤で効果が大きい。		特に制約はない。 【地下室がある場合】 改良深度より深い場合、別工法にて 対策する必要がある。	夫や外周部の変位吸収孔の設置が必要である。 ・地表面付近 (GL~1.5m 程度) は有効上載圧が小さく締固め効果が得にくい。	×20 棟 ≒3400m²	【滐度 3m】 70~170	11 全体で事後 210	1~2 ヶ月 (1 台)	ほか
密度增大	SAVE コンポーザー概要 地中に貰入した小径ロッドを通じ、砂やモルタルなどの材料をポンプを用いて地盤中に圧入することで、周辺地盤を締固める。	・低振動、低騒音の施工が可能。 ・施工機械は数mの人きさで、施工空間が比較的自由。 ・ボリングマシン等の削孔機を用いることで硬質層の削孔も可能。 ・細粒分含有率30%程度までの地盤で効果が大きい。	SAVE-SP (砂注入) ・締まった砂地盤となり、常時の剛性、被状化強度ともに増加する。	TO TOTAL STATE OF THE PROPERTY	・地盤の物性で注入量(工費)が変化する。 ・施工時の周辺地盤の変位を抑制するため、施工順序の工 大や外周部の変位吸収孔の設置が必要である。 ・地表面付近(GL~1.5m程度)は上載圧が小さいので締 固め効果が待にくい。	20 棟 13m ×13m ×20 棟 =3400m ²	【深度 5m】 340~1050 【深度 3m】 220~680	13 全体で事後 260 11 全体で事後 210	2~5ヶ月 (1プラント) 1.5~3ヶ月 (1プラント)	SAVE-SP 工法 CPG 工法
静的圧入締固め工法 周化 国化材混合 - 噴射攪拌	RBN:00世間パンプ MRB SAVE-SP 概要		CPG (モルタル注入) ・締まった砂地盤となり、常時の剛性、液状化強度ともに増加する。 ・固化したモルタルが散在した状態となる。	固化体が配管の障害になる場合がある。 【杭基礎】 固化体が杭の障害になる場合がある。	要あり。	×20 棟	【深度 5m】 470~1380 【深度 3m】 330~930	13 全体で事後 260	2~5ヶ月 (3プラント) 1.5~3ヶ月	
	CPG 概要			【地下室がある場合】 改良深度より深い場合、別工法にて 対策する必要がある。	・転売時、掘削、撤去を求められる可能性がある。			全体で事後 210	(3 プラント)	
地盤の固化	セメントスラリーや粉体セメント等の固化材を地中に吐出しつつ、攪拌装置を用いて原地盤と攪拌混合しソイルセメントを造成する。	・低振動、低騒音の施工が可能。 ・パックホウベースの施工機械が基本であるが、施工スペース、改良 規模、地盤条件により様々な機械 の選択が可能。 ・周辺地盤の変位が少ない工法を選	・qu=~1000kN/m²の固化体 ・固化体は液状化しない。 ・常時間重に対する支持力増加、洗下対策にも有効。 ・住宅では防振対策としても 有効である。	基礎下面と改良盤上面は揃うよう調整する必要がある。	・ 便質層がある場合は無削の補助が必要なこともある。 ・ 土地売却時には、掘削の障害物があることを明示する必要あり。 ・ 転売時、掘削、撤去を求められる可能性がある。 ・ 固化上からの六価クロム溶出の有無確認が必要。	20 棟 13m ×13m ×20 棟 ≒3400m²	【深度 5m】 330	22 全体で事前 290 事後 140	3 ヶ月 (1 台)	VM 工法 (~3m) RM/ARM 工法 (~4m)
機械攪拌混合処理 固化-固化材混合 -機械攪拌	259-77/2 277-657 MID-A 777-657 MID-A 777-6	択可能。		【地下室がある場合】 同化盤を撤去してしまうので別工法 にて対策する必要がある。			【深度 3m】 210	21 全体で事前 270 事後 140	2 ヶ月 (1 台)	パワーブレン ダー (~10m)。
間隙水圧消散ドレーン工法	【グラベルドレーン】 ケーシングパイプを地中に貫入し、透水性の良い砕石を地中に排出し砕石の柱を造成する。この柱が地震時に生じる過剰開隙水圧を消散させる。 【人工材ドレーン】 人工材料のドレーン材を設置し水みちとして間隙水圧のを消散させる。ドレーン材を設置し水みちとして間隙水圧のを消散させる。ドレーン材周面はフィルターで目詰まりを防止できる。	・低振動、低騒音の施工が可能。 ・周辺地盤変位はほとんどない。 ・細粒分が多い地盤や地震条件によっては、設計が成り立たないこともある(打設間隔が小さすぎ地盤の置き換えと同じになる)。 ・地震後は排水により沈下が生じる可能性がある。	・常時の剛性変化せず液状化 強度が増加するのみ	【共通事項】 地震後は排水により沈下が生じる 可能性がある。 【ベタ基礎、布基礎】 特に制約はない。 【杭基礎】 杭の干渉を避ける必要がある。	人工材ドレーン ・土地売却時には、掘削の障害物があることを明示する必要あり。 ・転売時、掘削、撤去を求められる可能性がある。 ※ 永久的に地下水を排除する必要があり、 維持管理が問題となる。	20 棟 13m ×13m ×20 棟 ≒3400m ²	【深度 5m】 140~520	事前事後ともに 調査なし	1.5~5 ヶ月 (1 台)	小径ドレーン 工法 グラベルドレ ーン工法 ポーラスドレ ーン工法
脱・排水 −排水促進	度に 20 棟 3400m²を施工可、専門業者の費用のみ(元請に			【地下室がある場合】 改良深度より深い場合、別工法にて 対策する必要がある。 【その他】 基礎下面とグラベルマット上面が揃 うよう調整する必要がある。 地表の仕上げによっては空気抜きや 水抜きの配管・砕石枡を設置する必要がある。			[深度 3m] 90~320	事前事後ともに調査なし	1~1.5 ヶ月 (1 台)	

出典:「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針・同解説(案): 平成24年度宅地の液状化対策の推進に関する研究会、P36に加筆

: 当該地で考えられる工法

表 6-4-2 新規造成宅地の液状化対策工法(その 2)

工法原理	工法概要	工法の特徴	対策効果	家屋建設の制約	その他の課題・留意点	概算工事費 (1戸当り 万円)				
/工法名	施工イメージ	(利点) (改良地盤の状態)				対策 規模	液状化 対策費	調査費等	工期	備考
有効応力増大 盛土工法 脱・排水 - 圧名 被荷	盛十村を撒き出し転圧し、盛土をすることで、被害防止に 分な非液状化層厚を確保する。 非液状化 層厚の確保 排水層	・簡便に施工できる。 ・大規模宅地開発の場合、有効であ る。	・確実に非液状化層厚を増大できる。 ・液状化層の応力増加により、液状化強度が改善する。 ・常時の剛性は変化しない。 ・盛土端部については、応力増加が限定的となるので、別途、対策が必要である。	特に制約はない。 【杭基礎】 特に制約はない。	・計画高が上がるので、造成地外周では擁壁や法面となり、 弱部となりやすい。 ・成立には20棟以上の広い上地を施工する必要がある。 (家へのアプローチ確保、隣接区画との調整など) ・ 盛土の材料管理が重要。 ・ 盛土造成の施工管理(転圧、含水比、など)が重要。 ・ 圧密層がある場合、応力増大で長期的な沈下が発生する 可能性が高い。 ・ 建物の不同沈下、杭基礎構造物への影響、区域外との段 差、ライフラインの切断等について検討が必要。	広さ 5000m ² と仮定 (上記から lm ³ 単価を	[高さ1.5m] 70 [高さ2.5m]	要、二次元地盤応答解析等の解析費が別途必要である。	【高さ 1.5m】 1ヶ月 【商さ 2.5m】 1.5ヶ月	

※工費算出条件 一度に 20 棟 3400m²を施工可、専門業者の費用のみ(元請け経費含まず)、対策費には施工費と組立解体運搬費を含む、固化では試料採取と配合試験のため事前調査費を計上、平成 25 年 1 月関東地区の物価を元に算出

出典:「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針・同解説(案): 平成24年度宅地の液状化対策の推進に関する研究会、P37に加筆