

別添資料 2

地質調査資料

平野送水場更新工事基本設計業務委託
報告書（抜粋）

9. 支持地盤及び基礎形式の検討

9-1. 地層の概要

9-1-1. 地質調査の概要

井田川水源導水管推進工設計のための基礎調査として、平成20年に「平野導水管 地質調査業務委託」を実施している。

【調査内容】

標準貫入試験併用ボーリング	20m×2箇所
現場透水試験	2回
土質試験	4試料
土粒子の密度試験、含水比試験、粒度試験 液性・塑性限界試験、湿潤密度試験	

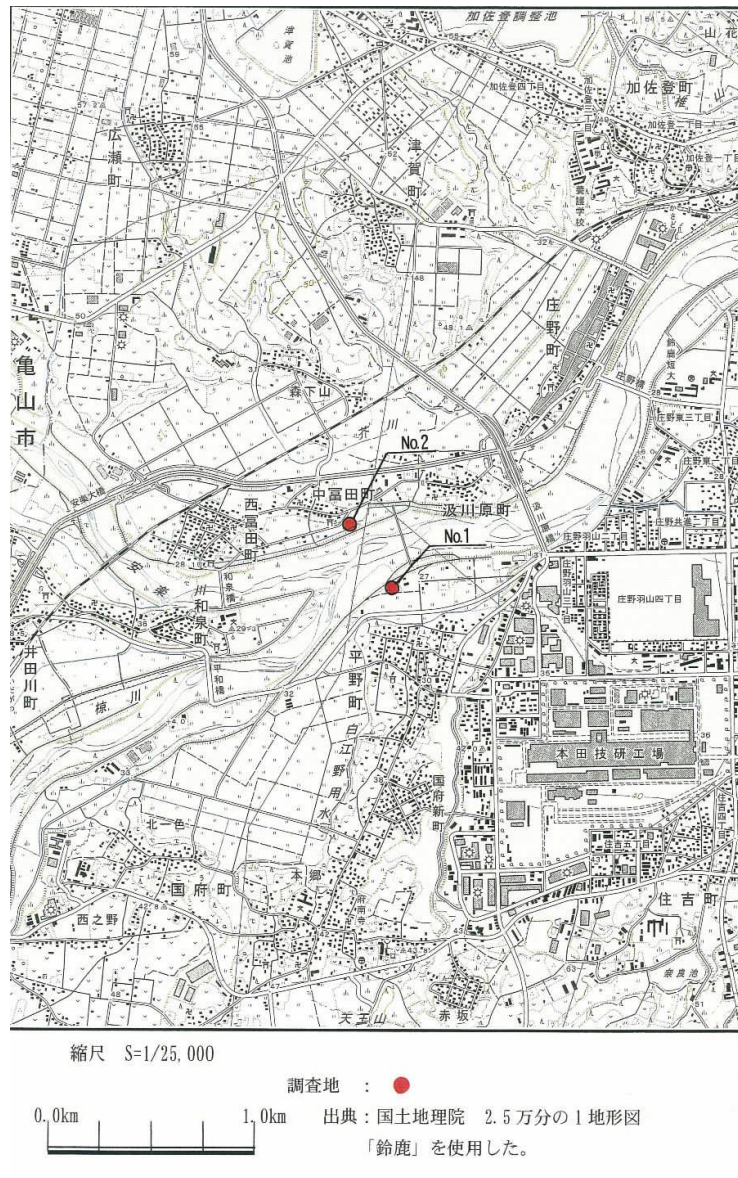


図 9-1 調査位置図

9-1-2. 地層の概要

ボーリング調査より明らかとなった地質構成は、第三紀鮮新世に形成された亀山累層を基底とし、上位に第四紀更新世の段丘堆積物、同紀完新世の沖積層が分布する。亀山累層は、よく固結した粘性土からなる。洪積層は、砂礫層を主体に構成され、中間に粘性土（一部、砂質土となる）を介在する。沖積層は、砂質土を主体に構成され、上位には、砂礫や粘性土からなる盛土が分布する。

【No. 1 地点 (H=27.62m)】

○盛土層 : B (GL-0.00m~2.80m)

土質は、砂質土、シルト混じり砂、砂礫よりなり、所々にコンクリート片や瓦礫を混入する。含水量は少ない。

○第四紀沖積世 砂質土層 : As (GL-2.80m~6.50m)

土質は細砂~粗砂で粒子不均一である。φ2~10mm程度の礫を混入する。含水量は低位であるが、深度4m付近より多くなる。

○第四紀洪積世 第1砂礫層 : Dg1 (GL-6.50m~10.20m)

土質は、φ5~30mm程度の礫を主体とする。所々にφ30~50mm程度の礫を混入する。Max φ70mm程度。マトリックスは細砂~粗砂で粒子不均一である。含水量は多い。

○第四紀洪積世 粘性土層 : Dc (GL-10.20m~11.40m)

土質は、シルト混じり砂からなり、当該地点では、砂が優勢である。
砂は、細砂~粗砂からなり、細礫を混入する。

○第四紀洪積世 第2砂礫層 : Dg2 (GL-11.40m~16.10m)

土質は、φ5~30mm程度の礫を主体とする。Max φ50mm程度。マトリックスは粗砂を主体とする。部分的に礫量が少なくなり、一部、薄い粘性土を挟む。

○第三紀鮮新世 亀山累層 粘性土層 : Tc (GL-16.10m 以深)

土質は、含水量の少ない固結したシルトからなる。所々に、砂分や炭化物を混入する。

【No. 2 地点 (H=24.833m)】

○盛土層 : B (GL-0.00m~1.30m)

土質は、砂混じりシルトよりなり、腐植物を混入する。含水量は多い。

○第四紀沖積世 砂質土層 : As (GL-1.30m~4.20m)

土質は細砂~粗砂で粒子不均一である。φ5~30mm程度の礫を混入する。含水量は高位である。

○第四紀洪積世 第1砂礫層 : Dg1 (GL-4.20m~7.70m)

土質は、φ5~30mm程度の礫を主体とする。所々にφ50mm程度の礫を混入する。マトリックスは細砂~粗砂で粒子不均一である。含水量は多い。

○第四紀洪積世 粘性土層 : Dc (GL-7.70m~11.50m)

土質は、含水量高位~中位のシルト~砂質シルトからなり、所々、細砂~微細砂を

混入する。

○第四紀洪積世 第2砂礫層 : Dg2 (GL-11.50m～21.20m)

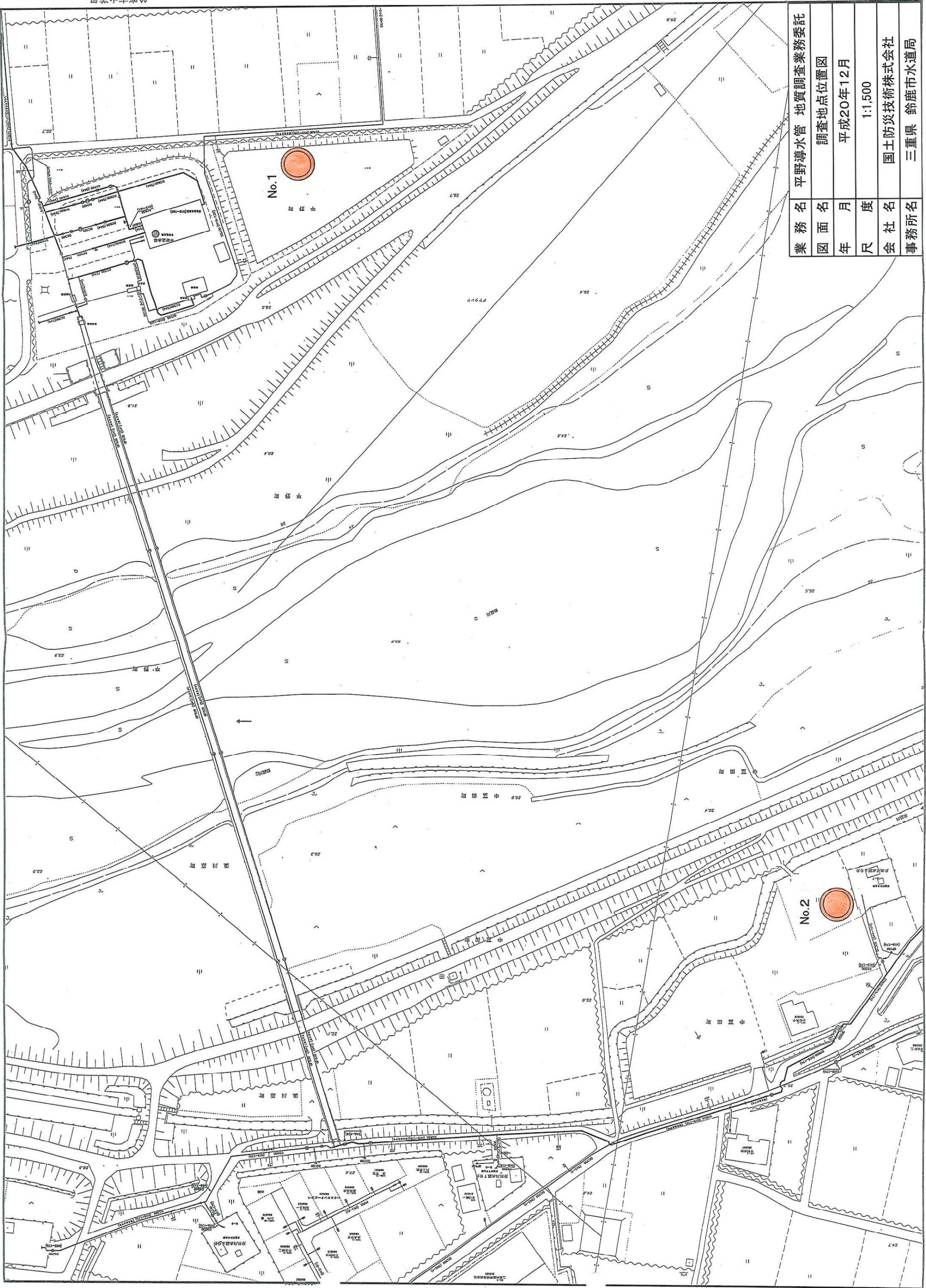
土質は、φ5～30mm程度の礫を主体とする。Max φ50mm程度。マトリックスは粗砂を主体とする。含水量は多い。

○第三紀鮮新世 亀山累層 粘性土層 : Tc (GL-21.20m以深)

土質は、含水量の少ない固結したシルトからなる。

表 9-1 ボーリング結果一覧

地質時代	地層名		記号	下限深度 (GL-m)	N値 (平均値)	土性特徴
新生代第四紀	現世	盛土	B	1.3～2.8	7～27 (17)	土質はNo. 1が砂礫、No. 2が砂混じりシルトからなる。
	完新世	沖積層 砂質土	As	4.2～6.5	4～33 (16)	砂は細砂～粗砂で粒径不均一。Φ5～30mm程度の礫混入。含水高位。
	更新世	第1砂 礫	Dg1	7.7～10.2	24～47 (35)	φ2～30mm程度の礫が主体、max φ 50mm程度。マトリックスは細砂～粗砂主体。含水高位。
		粘性土	Dc	11.0～11.5	5～14 (8)	含水高位のシルトからなる。部分的に砂を介在する。No. 1地点では砂が優勢である。
		第2砂 礫	Dg2	16.1～21.2	15～50 (42)	φ2～30mm程度の礫が主体、max φ 50～70mm程度。マトリックスは細砂～粗砂主体。含水高位。
第三紀	鮮新世 亀山累層	粘性土	Tc	21m以深	50 (50)	含水低位の固結状のシルト。炭化物混入。



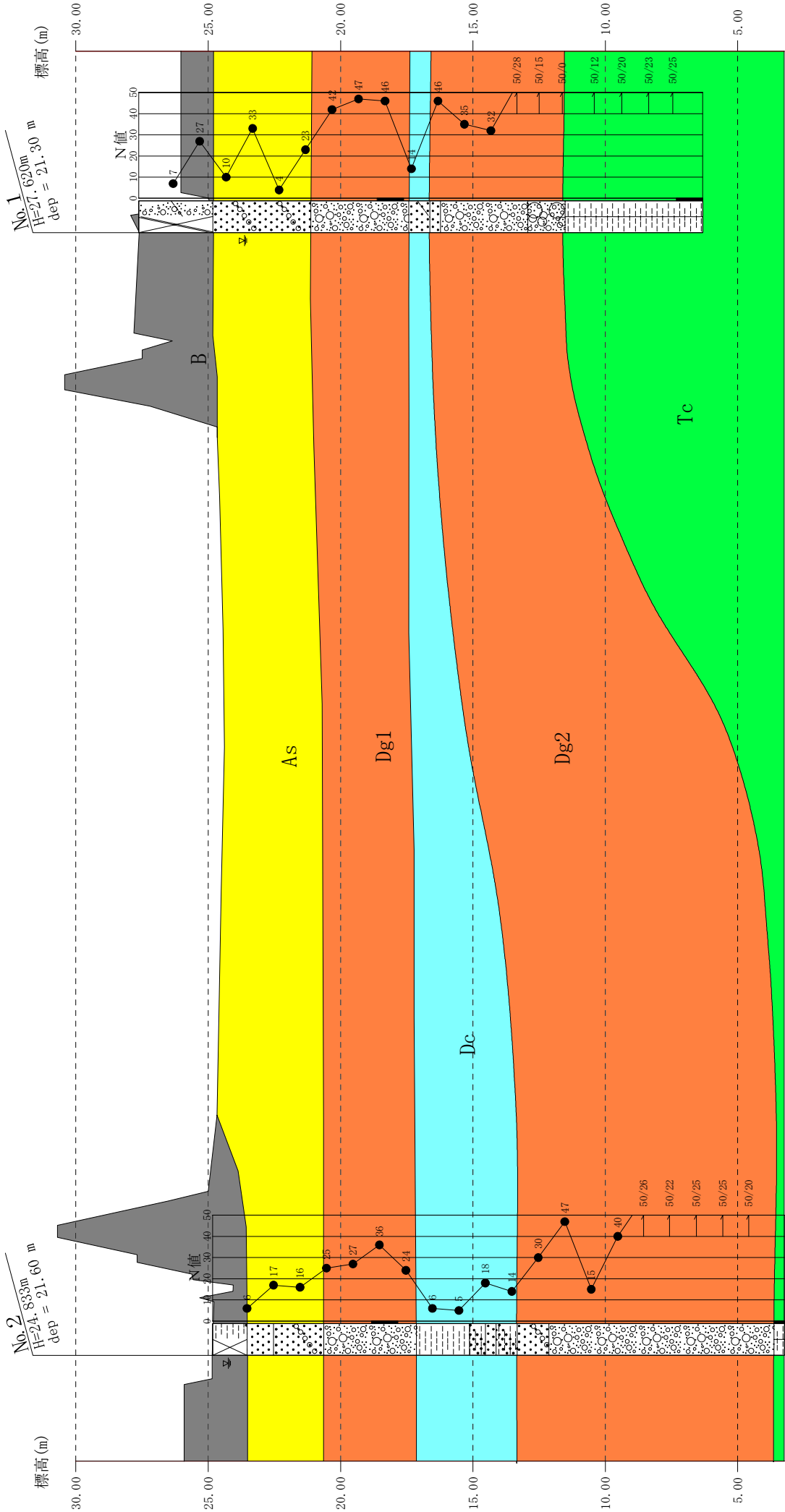
業務名	平野導水管 地質調査業務委託
図面名	調査地点位置図
年 月	平成20年12月
尺 度	1:1,500
会社名	国土防災技術株式会社
事務所名	三重県 鈴鹿市水道局

この資料は水道管路の概要図ですので、現場と一致しない場合があります。設計・工事等の際には十分留意していただきます。

鈴鹿市水道局

地質推定断面図

縮尺 縦=1／200
横=1／2000



地質記号凡例

地質時代		地層名	記号
第四紀	現世	盛土	B
		沖積層	砂質土
	更新世	砂 礫	As
		粘性土	Dg1
		砂 礫	Dc
第三紀	鮮新世	粘土層	Dg2
		粘土層	Tc

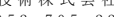
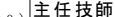
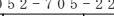
ボーリング柱状図

調 査 名 平成19年度（ ）第4721号 平野導水管地質調査業務委託

ボーリングNo.	0	0	1							
----------	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--

事業・工事名

シート No.

ボーリング名	No. 1		調査位置		鈴鹿市平野町 他 地内							北 緯 34° 52' 15.0"												
発 注 機 関	鈴 鹿 市 水 道 局				調査期間		平成 20年 10月 24日 ～ 20年 10月 28日					東 経 136° 31' 10.1"												
調 査 業 者 名	国土防災技術株式会社 電話 (052-705-2200)		主任技師		鈴木敏之		現 場 代 理 人		鈴木敏之		コ 鑑 定 者		鈴木敏之		ボーリング 責 任 者		太田義裕							
孔 口 標 高	H=27.620m		角				方				地盤勾配		鉛直 90° 水平 0°		使用機種		試 錐 機		カノーKR-100H		ハンマー 落下用具		コーンブーリー	
総 掘 進 長	21.30m		度				向						エンジン		ヤンマーNFD-80		ポン プ		カノーV-6					

標尺	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色調	相對密度	相對稠度	記号 事	孔内水位(m) / 測定月日	標準貫入試験					原位置試験		試験名 および結果	深 度 (m)	試料 番号	採取 方法	室内試験 ()	掘進 月日							
											深 度 (m)	10cmごとの 打撃回数			打撃回数 / 貫入量 (cm)	深 度 (m)	試験 結果													
												0 10	10 20	20 30																
1					盛土 (シルト混り砂礫)	暗灰			1.00mまでは主に砂質土 1.00mよりシルト混じり砂へ砂礫よりなる 所々にコンクリート片を混入 瓦礫を混入 含水少ない	11/27 4.00	1.15	2	2	3	7 30	7														
2	24.82	2.80	2.80								1.45	10	8	9	27 30	27		2.15	2	3	5	10 30	10							
3											3.15	2	3	5	10 30	10		3.45	10	11	12	33 30	33							
4					礫混り砂	褐灰 / 黄褐	中ぐらい / 緩い / 中ぐらい		礫はφ=2~10mm位 砂は細~粗砂で粒子不均一 含水少ない 5m付近より含水多くなる 5m付近シルト分を混入し緩い。 部分的に粘性土を薄く挟む		4.15	10	11	12	33 30	33														
5											4.45	2	1	1	4 30	4	4.45	6	8	9	23 30	23								
6	21.12	3.70	6.56								5.15	14	13	15	42 30	42	5.45	18	14	15	47 30	47								
7					砂礫	黄褐	密な		礫はφ=5~30mmが主体である 所々にφ=30~50mm程度の礫混入 砂は細~粗砂で粒径不均一 含水多い 8.90m付近にφ=70mm程度の礫を点注		6.15	8	3	3	14 30	14														
8											6.45	14	13	15	42 30	42	6.45	18	14	15	47 30	47								
9											7.15	14	13	15	42 30	42	7.45	18	14	15	47 30	47								
10	17.42	3.70	10.20		シルト混り砂	暗灰	中ぐらい		10.20~11.40mにシルトを挟む 砂は細砂を主体		8.15	14	18	14	46 30	46														
11	16.62	0.80	11.00								8.45	14	18	14	46 30	46	8.45	8	3	3	14 30	14								
12	16.22	0.40	11.40								9.15	8	3	3	14 30	14	9.15	15	16	15	46 30	46								
13					砂質土	灰	密な		シルト分混入 砂は細~中砂 細礫を混入		10.15	15	16	15	46 30	46														
14											10.45	12	12	11	35 30	35	10.45	10	10	12	32 30	32								
15											11.15	10	10	12	32 30	32	11.15	3	20	27 8	50 28	54								
16					砂礫	褐灰 / 黄褐	密な / 非常に密な		礫はφ=5~30mmが主体である 最大礫でφ=50mm程度 砂は細~粗砂で粒子不均一 部分的に礫量少くなる 14.20mに粘性土を薄く挟む		11.45	30	20	5	50 15	100														
17											12.15	30	20	5	50 15	100	12.15	40	10 2	50 12	125									
18											12.45	40	10	2	50 12	125	12.45	23	27	50 20	75									
19					固結シルト	暗青灰	固結した		含水非常に少ない 固結状のシルトを主体 所々に砂分を少量混入 18.00m付近に炭化物を混入		13.15	20	20	10 3	50 23	65														
20											13.45	20	20	10 3	50 23	65	13.45	16	22	12 5	50 25	60								
21	6.32	5.20	21.30								14.15	16	22	12 5	50 25	60	14.15	20	20	10 3	50 23	65								
											14.43	30	20	5	50 15	100														
											15.05	40	10	2	50 12	125														
											15.20	23	27	50 20	75															
											16.00	20	20	10 3	50 23	65														
											16.00	16	22	12 5	50 25	60														
											17.15	20	20	10 3	50 23	65														
											17.27	16	22	12 5	50 25	60														
											18.15	20	20	10 3	50 23	65														
											18.35	20	20	10 3	50 23	65														
											19.15	20	20	10 3	50 23	65														
											19.38	20	20	10 3	50 23	65														
											20.05	20	20	10 3	50 23	65														
											20.30	20	20	10 3	50 23	65														
																						</								

ボーリング柱状図

調 査 名 平成19年度（ ）第4721号 平野導水管地質調査業務委託

ボーリングNo.	0	0	2							
----------	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--

事業・工事名

シート No.

ボーリング名	No. 2	調査位置	鈴鹿市平野町 他 地内						北 緯	34° 52' 20.5"	
発 注 機 関	鈴 鹿 市 水 道 局				調査期間	平成 20年 10月 29日 ～ 20年 10月 30日			東 経	136° 31' 7.7"	
調 査 業 者 名	国土防災技術株式会社 電話 (052-705-2200)		主任技師	鈴木敏之		現 場 代 理 人	鈴木敏之	コ 鑑 定 者	鈴木敏之	ボーリング 責 任 者	太田義裕
孔 口 標 高	H=24.833m	角			方			地盤勾配	鉛 直 90° 水 平 0°		使用機種
総 掘 進 長	21.60m	度			向			試 錐 機	カノーKR-100H	ハンマー 落下用具	コーンブリー
								エンジン	ヤンマーNFD-80	ポン プ	カノーV-6

[illegible]

9-2. 地盤の液状化判定

以下の指針に従い地震時の地盤の液状化について検討する。

「水道施設耐震工法指針・解説(1997年版)」 社団法人日本水道協会発行

(以下、「耐震指針」とする)

9-2-1. 液状化検討の対象となる地盤

「耐震指針」では、「下記の条件を満足する土層について液状化の判定を行うものとする。」とされており、その条件は以下のとおりである。

- ① 地表面より 25m 以浅の飽和土層
- ② 平均粒径 D_{50} が 10mm 以下
- ③ 細粒分(0.075mm 以下の粒径をもつ土粒子)重量含有率が 30% 以下

調査地には地下水位以深に飽和土層(Ac, As1, As2)が分布していることから、液状化の検討が必要である。

9-2-2. 地中構造物の震度法による設計に用いる設計震度

○地震動レベル 1 の場合

地盤の液状化の判定においては、地表面の基準水平震度(K_{h01})を用い、設計水平震度(K_{h1})は以下の式で求められる。

$$K_{h1} = C_z \cdot K_{h01} \quad \dots\dots\dots \text{式 1.1.1}$$

ここに、 C_z は地域別補正係数で、次頁の表 9.2.1 による(三重県は $C_z=1.0$)。

K_{h01} は表 9.2.2 による。

表 9.2.1 地域別補正係数の地域区分

地域区分	補正係数 C_z	対象地域	建設省告示 第1793号第1 項中の表
A	1.0	北海道のうち釧路市、帯広市、根室市、沙流郡、新冠郡、静内郡、三石郡、浦河郡、様似郡、幌泉郡、河東郡、上川郡（十勝支庁）、河西郡、広尾郡、中川郡、足寄郡、十勝郡、釧路郡、厚岸郡、川上郡、阿寒郡、白糖郡、野付郡、標津郡、目梨郡 青森県のうち三沢市、十和田市、八戸市、上北郡、三戸郡 岩手県、宮城県 福島県のうち福島市、二本松市、相馬市、原町市、いわき市、伊達郡、相馬郡、安達郡、田村郡、双葉郡、石川郡、東白川郡 茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、長野県、山梨県 富山県のうち富山市、高岡市、氷見市、小矢部市、砺波市、新湊市、中新川郡、上新川郡、射水郡、婦負郡、東礪波郡、西礪波郡 石川県のうち金沢市、小松市、七尾市、羽咋市、松任市、加賀市、鹿島郡、羽咋郡、川北郡、能美郡、石川郡、江沼郡 静岡県、愛知県、岐阜県、 <u>三重県</u> 、福井県、滋賀県、京都府、大阪府、奈良県、和歌山県、兵庫県 鳥取県のうち鳥取市、岩美郡、八頭郡、気高郡 徳島県のうち徳島市、鳴門市、小松島市、阿南市、板野郡、阿波郡、麻植郡、名西郡、名東郡、那賀郡、勝浦郡、海部郡 香川県のうち大川郡、木田郡 鹿児島県のうち名瀬市、大島郡	(一)
B	0.85	北海道のうち札幌市、函館市、小樽市、室蘭市、北見市、夕張市、岩見沢市、網走市、苫小牧市、美唄市、芦別市、江別市、赤平市、三笠市、千歳市、滝川市、砂川市、歌志内市、深川市、富良野市、登別市、恵庭市、伊達市、札幌郡、石狩郡、厚田郡、浜益郡、松前郡、上磯郡、亀田郡、茅渚郡、山越郡、檜山郡、爾志郡、久遠郡、奥尻郡、瀬棚郡、島牧郡、寿都郡、磯谷郡、虻田郡、岩内郡、古宇郡、積丹郡、古平郡、余市郡、空知郡、夕張郡、樺戸郡、雨竜郡、上川郡（上川支庁）のうち東神楽郡、上川町、東川町および美瑛町、勇払郡、網走郡、斜里郡、常呂郡、有珠郡、白老郡 青森県のうち青森市、弘前市、黒石市、五所川原市、むつ市、東津軽郡、西津軽郡、中津軽郡、南津軽郡、北津軽郡、下北郡 秋田県、山形県 福島県のうち会津若松市、郡山市、白河市、須賀川市、喜多方市、岩瀬郡、南会津郡、北会津郡、耶麻郡、河沼郡、大沼郡、西白河郡 新潟県 富山県のうち魚津市、滑川市、黒部市、下新川郡 石川県のうち輪島市、珠洲市、鳳至郡、珠洲郡 鳥取県のうち米子市、倉吉市、境港市、東伯郡、西伯郡、日野郡 島根県、岡山県、広島県 徳島県のうち美馬郡、三好郡 香川県のうち高松市、丸亀市、坂出市、善通寺市、観音寺市、小豆郡、香川郡、綾歌郡、仲多度郡、三豊郡 愛媛県、高知県 熊本県のうち熊本市、菊池市、人吉市、阿蘇郡、菊池郡、上益城郡、下益城郡、八代郡、球磨郡 大分県のうち大分市、別府市、臼杵市、津久見市、佐伯市、竹田市、日田郡、玖珠郡、大分郡、直入郡、大野郡、北海部郡、南海部郡 宮崎県	(二)
C	0.7	北海道のうち旭川市、留萌市、稚内市、紋別市、士別市、名寄市、上川郡（上川支庁）のうち鷹栖町、当麻町、比布町、愛別町、和寒町、剣淵町、朝日町、風連町および下川町、中川郡（上川支庁）、増毛郡、留萌郡、苫前郡、天塩郡、宗谷郡、枝幸郡、礼文郡、利尻郡、紋別郡 山口県、福岡県、佐賀県、長崎県 熊本県のうち八代市、荒尾市、水俣市、玉名市、本渡市、山鹿市、牛深市、宇土市、飽託郡、宇土郡、玉名郡、鹿本郡、葦北郡、天草郡 大分県のうち中津市、日田市、豊後高田市、杵築市、宇佐市、西国東郡、東国東郡、速見郡、下毛郡、宇佐郡、鹿児島県（名瀬市および大島郡を除く）	(三)
		沖縄県	(四)

(「耐震指針」P.11～12)

表 9.2.2 地盤種別による基準水平震度 K_{h0I} (地震動レベル 1)

地盤種別	地表面における 基準水平震度
I 種	$K_{h0I}=0.16$
II 種	$K_{h0I}=0.20$
III 種	$K_{h0I}=0.24$

(「耐震指針」 P.16)

耐震設計上の地盤種別は原則として式 1.1.2 で算出される地盤の固有周期 T_G を基に、表 1.1.3 により区別するものとする。

$$T_G = 4 \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}} \quad \dots\dots\dots \text{式 1.1.2}$$

ここに、

T_G : 地盤の固有周期 (s)

H_i : i 番目の地層の厚さ (m)

V_{si} : i 番目の地層の平均せん断弾性波速度 (m/s)。

表 9.2.3 地盤の固有周期と地盤種別

地盤種別	地盤の固有周期 T_G (s)
I 種	$T_G < 0.2$
II 種	$0.2 \leq T_G < 0.6$
III 種	$0.6 \leq T_G$

地盤種別の概略の目安としては、I 種地盤は良好な洪積地盤及び岩盤、III 種地盤は沖積地盤のうち軟弱地盤、II 種地盤は I 種及び III 種地盤のいずれにも属さない洪積地盤及び沖積地盤と考えてよい。

耐震設計上の基盤面は、「 N 値 50 以上またはせん断波速度 300m/s 以上としてよい。」とされている。既往調査によれば、当該地では GL. -16.10m 以深で第三紀鮮新世の粘性土層(固結シルト)が確認されていることから、GL. -16.10m (H=11.52m) を耐震設計上の基盤面と想定する。また、地盤の固有周期 T_G を算出するために必要な地層の平均せん断弾性波速度 (V_{si}) は、弾性波探査や PS 検層によって測定することが望ましいが、実測値がない場合は表 9.2.4 によって N 値から推定してもよい。この場合の N 値は各層の平均的な N 値で代表し、むやみに計算を煩雑にする必要はない。

表 9.2.4 地盤のせん断弾性波速度(せん断歪みとの関係)

堆積時代別土質		$V_s(\text{m/s})$		
		10^{-3}	10^{-4}	10^{-6}
洪積世	粘性土	$129N^{0.183}$	$156N^{0.183}$	$172N^{0.183}$
	砂質土	$123N^{0.125}$	$200N^{0.125}$	$205N^{0.125}$
沖積世	粘性土	$122N^{0.0777}$	$142N^{0.0777}$	$143N^{0.0777}$
	砂質土	$61.8N^{0.211}$	$90N^{0.211}$	$103N^{0.211}$

注) ・砂, 粘土の組成成分の百分率により区分した。

・表層地盤では剪断歪みが 10^{-3} レベルの値を用い, 基盤においては 10^{-6} レベルの値を用いる。

(「耐震指針」P.73)

当該地の地盤の固有周期を算出すると表 9.2.5 のとおりであり、地盤種別はⅡ種地盤と判定される。

表 9.2.5 地盤のせん断弾性波速度(せん断歪みとの関係)

深 度 (m)	土 質	N_i (回)	H_i (m)	V_{si} (m/s)	$4 \times (H_i/V_{si})$
0.00~2.80	砂質土	17	2.80	112.36	0.099
2.80~6.50	砂質土	17	3.70	112.36	0.131
6.50~10.20	礫質土	45	3.70	197.95	0.074
10.20~11.00	砂質土	14	0.80	171.06	0.018
11.00~14.70	礫質土	40	3.70	195.05	0.075
14.70~16.10	礫質土	50	1.40	200.57	0.027
$T_G =$					0.424
地盤種別 : Ⅱ種地盤					

よって、設計水平震度(K_{hl})は式 1.1.1、表 9.2.2 から以下になる。なお、液状化の計算に用いる最大地表面加速度 $\alpha_{\max}$ は、 K_{hl} に重力加速度 $g(=980\text{m/s}^2)$ を乗じる必要がある。

$$K_{hl} = C_z \cdot K_{h0l} = 1.0 \times 0.20 = \underline{0.20}$$

○地震動レベル 2 の場合

地表面の設計水平震度 (K_{h2}) は表 9.2.6 による。

表 9.2.6 地盤種別による設計水平震度 K_{h2} (地震動レベル 2)

地盤種別	地表面における 設計水平震度
I 種	$K_{h2}=0.60\sim0.70$
II 種	$K_{h2}=0.70\sim0.80$
III 種	$K_{h2}=0.40\sim0.60$

(「耐震指針」 P.17)

上表では、II 種地盤の場合の設計水平震度は $0.70\sim0.80$ となっているが、ここでは安全を考慮して、上限値である $K_{h2}=0.80$ を用いる。なお、地震動レベル 1 と同様に、液状化の計算に用いる最大地表面加速度 $\alpha_{\max}$ は、 K_{h2} に重力加速度 $g (=980\text{m/s}^2)$ を乗じる必要がある。

9-2-3. 液状化の判定方法

地盤の液状化の判定は、次式の液状化抵抗係数 F_L が 1.0 以下である場合に地盤が液状化するものと判定する。

$$F_L = R/L \quad \dots\dots\dots \text{式 1.1.3}$$

上式において R は地盤の液状化に対する抵抗力を表す指標 (動的せん断強度比) であり、 L は地震動によって地盤中に生じるせん断応力を表す指標である。

L は下式によって算定される。

$$L = \frac{\alpha_{\max}}{g} \cdot \gamma_d \cdot \gamma_n \cdot \frac{\sigma_x}{\sigma'_x} \quad \dots\dots\dots \text{式 1.1.4}$$

上式において $\alpha_{\max}$ は地震動レベル 1、レベル 2 による最大地表面加速度である。 γ_d 、 γ_n 、 σ_x 、 σ'_x はそれぞれ地盤のせん断応力の深さ方向に沿った低減係数、地震動の繰り返し回数による補正係数、液状化の可能性を判定する深さでの全上載圧および有効上載圧であり、下式によって算定される。

$$\gamma_d = 1 - 0.015z$$

$$\gamma_n = 0.1(M-1)$$

$$\sigma_x = \gamma_{11}hw + \gamma_{12}(x-hw)$$

$$\sigma'_x = \gamma'_{11}hw + \gamma'_{12}(x-hw)$$

ここに、 x : 液状化の判定を行う地点の地表面からの深さ (m)

γ_{11} : 地下水面より浅い位置での土の単位体積重量 (kN/m^3)

γ_{12} : 地下水面より深い位置での土の単位体積重量 (kN/m^3)

γ'_{12} : 地下水面より深い位置での土の有効単位体積重量 (kN/m^3)

hw : 地下水位の地表面よりの深さ(m)

M : 対象とする地震のマグニチュード(地震動レベル 1 およびレベル 2 の
内陸直下地震については $M=7$ とする)

液状化抵抗を表す指標 R は以下のように求める。

$$R = \tau_l / \sigma'_x$$

上式では τ_l は液状化抵抗を表すせん断応力で、下記の補正 N 値 (N_a) を用い、図 9.2.1 より求める。この場合、地震動レベル 1 に対しては、せん断ひずみ $\gamma = 5\%$ 、地震動レベル 2 に対しては $\gamma = 10\%$ の値を用いる。

$$N_a = N_1 + \Delta N_f$$

$$N_1 = C_N \cdot N$$

$$C_N = \sqrt{98 / \sigma'_x}$$

ここに、 N_a は補正 N 値、 N_1 は換算 N 値、 ΔN_f は細粒分含有率 F_c に応じた補正 N 値増分で図 9.2.2 による値、 C_N は換算 N 値係数である。

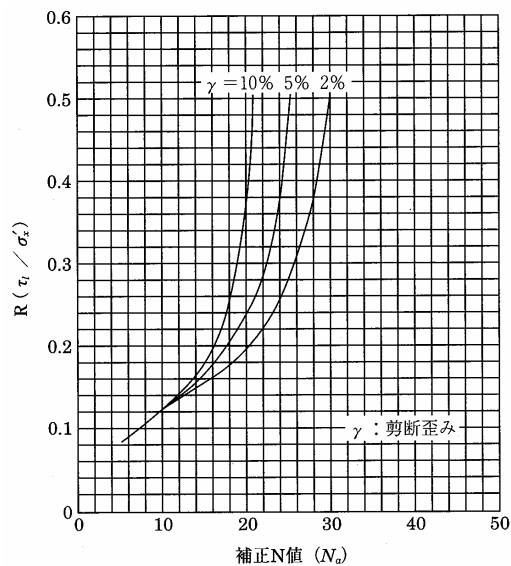


図 9.2.1 補正 N 値と飽和土層の
液状化抵抗比

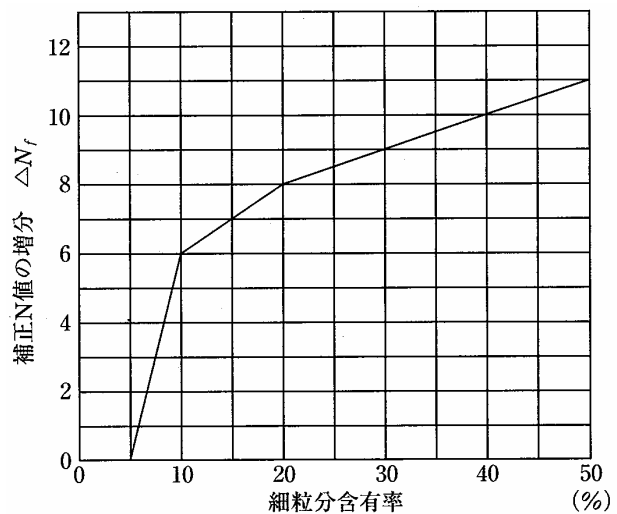


図 9.2.2 細粒分含有率と ΔN_f の関係

(両図とも「耐震指針」P.23)

9-2-4. P_L 値について

P_L 値は、各深度の液状化判定結果から算出できる「地盤全体としての液状化の危険度を表す指数」である。表 9.2.7 に P_L 値による地盤全体としての液状化の危険性を示す。

表 9.2.7 P_L 値と地盤全体としての液状化の危険性

$P_L = 0$	: 地盤全体として液状化の危険性がかなり低い。
$0 < P_L \leq 5$	: 地盤全体として液状化の危険性が低い。
$5 < P_L \leq 15$	: 地盤全体として液状化の危険性が高い。
$15 < P_L$	: 地盤全体として液状化の危険性が極めて高い。

・ P_L の計算方法

(参考文献；岩崎敏男, 龍岡文夫, 常田賢一, 安田進：地震時地盤液状化程度の予測について。
土と基礎, Vol128, No. 4, pp23～29, 1980.4 より)

前述した液状化抵抗係数 F_L が、ある地点の計算深度ごとの液状化の程度を示す指数であるのに対し、計算深度ごとではなく計算地点(地盤全体として)での液状化の程度を示す指数として、岩崎・龍岡らの提案している液状化指数 P_L がある。

P_L の計算式は、以下により規定される。

$$P_L = \int_0^{20} F \cdot W(z) dz$$

$$W(z) = 10 - 0.5 \cdot z$$

[記号] P_L : 液状化指数
 F : $F_L \leq 1.0$ のとき、 $F = 1 - F_L$
 $F_L > 1.0$ のとき、 $F = 0$
 F_L : 液状化に対する安全率
 $W(z)$: 重み係数
 z : 地表面からの深さ (m)
(地下水位面は $F = 0$ ($F_L > 1$) とする)

(P_L 計算上の注意事項)

- 図9.2.4に示すように、計算最下限深度がGL-20m以深の場合は、それ以深の計算を実施しない。
- 図9.2.5に示すように、地下水位のすぐ下の計算地点での F_L が1以下の場合は、地下水位と同一深度に仮の計算地点 ($F_L=1$) を用いて計算する。

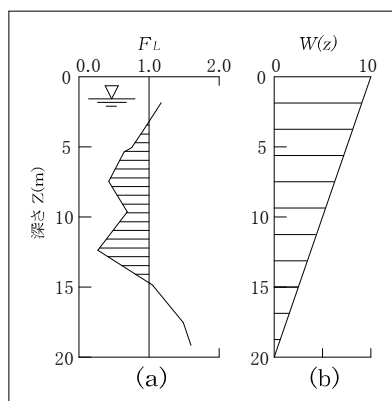


図 9.2.3 F_L の積分法

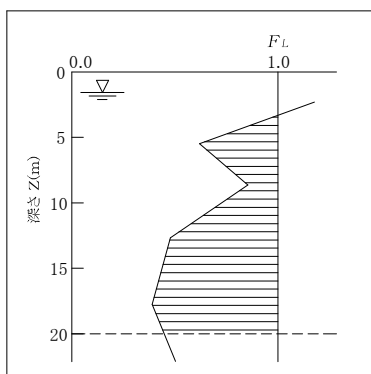


図 9.2.4

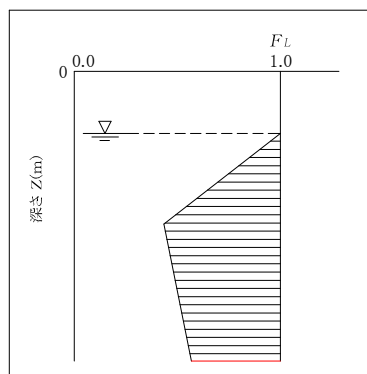


図 9.2.5

9-2-5. 液状化の判定

以上のことにしたがって、当該地における液状化の判定を以下に示す仮定条件に基づいて行う。

○仮定条件

1. 対象地点：No.1 地点(既往調査：平成 19 年度 平野導水管地質調査業務委託)
2. 計算下限深度：GL. -16.10m
3. 地域別補正係数： $C_z=1.0$ (A 地域)
4. 地盤種別：Ⅱ種地盤
5. 地震動レベル：地震動レベル 1、地震動レベル 2
6. 設計水平震度：レベル 1； $K_{h1}=0.20$ ，レベル 2； $K_{h2}=0.80$
7. 地表面加速度：レベル 1；196gal，レベル 2；784gal
8. マグニチュード：7
9. 単位体積重量(γ_t)：既往調査報告により提案された値を基に、表 9.2.9 のとおり定めた。
10. 細粒分含有率(F_c)：既往調査報告により土質試験を実施している地層については試験値を用い、これ以外については表 9.2.8 を参考に、表 9.2.9 のとおり定めた。

表 9.2.8 土質分類と単位重量, 平均粒径, 細粒分含有率の概略値

土質分類	地下水位面下の単位重量 γ_{t2} (kN/m ³)	地下水位面上の単位重量 γ_{t1} (kN/m ³)	平均粒径 D_{50} (mm)	細粒分含有率 F_c (%)
表 土	17.0	15.0	0.02	80
シルト	17.5	15.5	0.025	75
砂質シルト	18.0	16.0	0.04	65
シルト質細砂	18.0	16.0	0.07	50
微細砂	18.5	16.5	0.1	40
細砂	19.5	17.5	0.15	30
中砂	20.0	18.0	0.35	10
粗砂	20.0	18.0	0.6	0
砂れき	21.0	19.0	2.0	0

(「道路橋示方書(V耐震設計編)・同解説」 社団法人日本道路協会 P.357)

表 9.2.9 液状化計算に用いた γ_t および F_c

境界深度 (GL.-m)	地層記号	構成土質	単位体積重量 γt (kN/m ³)	計算深度 (GL.-m)	細粒分含有率 F_c (%)
2.80	B	盛 土 (砂質土) (シルト混じり砂) (砂 礫)	20.0	1.30	30.0
				2.30	30.0
				3.30	30.0
6.50	As	礫混じり砂	18.0	4.30	30.0
				5.30	30.0
				6.30	30.0
				7.30	14.5
10.20	Dg1	砂 礫	20.0	8.30	14.5
				9.30	14.5
				10.30	30.0
11.00	Ds	シルト混じり砂	16.0	11.30	14.5
11.40	Dg2	砂質土	20.0	12.30	14.5
14.70		砂 礫		13.30	14.5
				14.29	14.5
				15.13	14.5
16.10		玉石混じり砂礫		16.00	14.5

※表中の細粒分含有率 (F_c)

B, As, Ds 層……表 9.2.8 の細砂の値を利用

Dg1 層 ……既往調査報告の値を利用 ($F_c = 14.5\%$)

Dg2 層 ……Dg1 層と同類層と判断し、Dg1 層の値を利用

○計算結果

表 9.2.10 に液状化計算結果を示す。なお、計算結果の詳細は巻末資料の「液状化判定結果」に示す。

計算結果によれば、地震動レベル 1 では「 $F_L < 1$ 」となる深度はなく、「地盤全体として液状化の危険度」を示す P_L 値は 0.00 で「液状化の危険性はかなり低い」と評価される。

地震動レベル 2 では、6 深度で「 $F_L < 1$ 」となった。 P_L 値は 6.36 で「地盤全体として液状化の危険性が高い」と評価される。

表 9.2.10 液状化計算結果一覧表 (No. 1 地点)

地層記号	主な構成土質	計算深度 (GL.-m)	N 値	液状化抵抗係数 F_L		判定外の理由
				地震動レベル1	地震動レベル2	
B	盛土(砂質土)	1.30	7	判定の対象外	判定の対象外	地下水位より上位の地層
		2.30	27	判定の対象外	判定の対象外	
As	礫混じり砂	3.30	10	判定の対象外	判定の対象外	
		4.30	33	5.152	1.288	-
		5.30	4	1.200	0.312	-
		6.30	23	4.455	1.114	-
Dg1	砂 礫	7.30	42	4.278	1.069	-
		8.30	47	4.163	1.041	-
		9.30	46	4.086	1.022	-
Ds	シルト混じり砂	10.30	14	1.757	0.684	-
Dg2	砂質土	11.30	46	3.980	0.995	-
	砂 礫	12.30	35	3.969	0.992	-
		13.30	32	3.972	0.993	-
		14.29	50	3.985	0.996	-
	玉石混じり砂礫	15.13	50	4.002	1.001	-
		16.00	50	4.027	1.007	-
液状化指数 P_L (地盤全体としての液状化の危険度)				0.00 (かなり低い)	6.36 (高い)	

(6) 土質定数の低減

「耐震指針」によれば、地盤が液状化する可能性がある場合について、埋設管路および基礎構造の設計に用いる地盤反力係数および地盤摩擦力の低減係数として表 9.2.11 が示されている。

低減係数は液状化抵抗係数 F_L 、地表面からの深さ z 、補正 N 値 N_a により定められており、今回の計算結果によれば、表 9.2.12 のようになる。液状化の可能性があると判定された各深度の地盤反力係数および地盤摩擦力の低減については同表を参考に検討された。

表 9.2.11 液状化の度合いによる地盤反力係数の低減

液状化発生に対する 安全率 F_L の範囲	地表面からの 深さ z (m)	地盤反力係数に乘じる低減係数			
		$N_a \leq 8$	$8 < N_a \leq 14$	$14 < N_a \leq 20$	$20 < N_a$
$F_L \leq 0.5$	$0 \leq z \leq 10$	0	0	0.05	0.1
	$10 < z \leq 25$	0	0.05	0.1	0.2
$0.5 < F_L \leq 0.75$	$0 \leq z \leq 10$	0	0.05	0.1	0.2
	$10 < z \leq 25$	0.05	0.1	0.2	0.5
$0.75 < F_L \leq 1.0$	$0 \leq z \leq 10$	0.05	0.1	0.2	0.5
	$10 < z \leq 25$	0.1	0.2	0.5	1.0

(「耐震指針」 P.27)

表 9.2.12 液状化計算結果から得られた低減係数

地層 記号	計算深度 z (GL.-m)	地震動レベル1			地震動レベル2		
		F_L	N_a	低減係数	F_L	N_a	低減係数
B	1.30	判定の対象外	-	-	判定の対象外	-	-
	2.30	判定の対象外	-	-	判定の対象外	-	-
As	3.30	判定の対象外	-	-	判定の対象外	-	-
	4.30	5.152	-	-	1.288	-	-
	5.30	1.200	-	-	0.312	13.22	0.0
	6.30	4.455	-	-	1.114	-	-
Dg1	7.30	4.278	-	-	1.069	-	-
	8.30	4.163	-	-	1.041	-	-
	9.30	4.086	-	-	1.022	-	-
Ds	10.30	1.757	-	-	0.684	20.92	0.5
Dg2	11.30	3.980	-	-	0.995	38.16	1.0
	12.30	3.969	-	-	0.992	28.07	1.0
	13.30	3.972	-	-	0.993	31.76	1.0
	14.29	3.985	-	-	0.996	37.71	1.0
	15.13	4.002	-	-	1.001	-	-
	16.00	4.027	-	-	1.007	-	-

液 状 化 判 定 結 果

地点名

平野送水場液状化判定

PL値

(注) 判定外

水の単位体積重量
上載荷重
使用曲線
設計加速度
 γ_n

0.00 (kN/m³)
10.0 (kN/m²)
0.0 (kN/m²)
 $\gamma = 5$ (%)
196.00 (gal)
0.60

基準名
水道施設耐震工法指針・解説(地震動 $\times \gamma_1$)

判定方法
地表面設計用水平加速度と、実測N値

F_c > 50%の取扱い

液状化の判定外とする

標尺	深さ (m)	土質特性										計算 出力 比法	液状化感 判定	せん断振幅				液状化の判定			
		層厚 (m)	土層種類	N値	判定深さ (m)	湿潤重量 (kN/m ³)	飽和重量 (kN/m ³)	有上載 効圧 (kN/m ²)	全上載 圧 (kN/m ²)	細含有 土率 (%)	平均粒 径 D50			抵抗 値 (kN/m ²)	周面抗 摩 (kN/m ²)	抵抗 係数 (Td/Sv)	補正 値 (Tl/Sv)	せん断 力 比 (Td/Sv)	判定		
0	0.0																				
			礫質土		7.0			26.0	26.0	30.0	0.000	0.00	0.00	N値		0.980	3.1	13.59	**1	**1	
			礫質土		27.0			46.0	46.0	30.0	0.000	0.00	0.00	N値		0.965	5.3	39.41	**1	**1	
	2.80	2.80	砂質土		10.0	20.0		65.0	65.0	30.0	0.000	0.00	0.00	N値		0.951	7.4	21.28	**1	**1	
			砂質土		33.0			80.0	83.0	30.0	0.000	0.00	0.00	N値		0.936	9.3	45.52	0.600	0.116	5.152
			砂質土		4.0			88.0	101.0	30.0	0.000	0.00	0.00	N値		0.920	11.2	13.22	0.152	0.127	1.200
			砂質土		23.0	18.0		96.0	119.0	30.0	0.000	0.00	0.00	N値		0.905	12.9	32.24	0.600	0.135	4.455
			礫質土		42.0			105.6	138.6	14.5	0.000	0.00	0.00	N値		0.891	14.8	40.46	0.600	0.140	4.278
			礫質土		47.0			115.6	158.6	14.5	0.000	0.00	0.00	N値		0.876	16.7	43.27	0.600	0.144	4.163
			礫質土		46.0			125.6	178.6	14.5	0.000	0.00	0.00	N値		0.860	18.4	40.63	0.600	0.147	4.086
10	10.20	3.70	砂質土		14.0	20.0		135.2	198.2	30.0	0.000	0.00	0.00	N値		0.845	20.1	20.92	0.261	0.149	1.757
	11.00	0.80	礫質土		46.0	16.0		142.4	215.4	14.5	0.000	0.00	0.00	N値		0.831	21.5	38.16	0.600	0.151	3.980
			礫質土		35.0			152.4	235.4	14.5	0.000	0.00	0.00	N値		0.816	23.0	28.07	0.600	0.151	3.969
			砂質土		32.0			162.4	255.4	14.5	0.000	0.00	0.00	N値		0.800	24.5	31.76	0.600	0.151	3.972
			礫質土		50.0	20.0		172.3	275.2	14.5	0.000	0.00	0.00	N値		0.786	25.9	37.71	0.600	0.151	3.985
	14.70	3.30	礫質土		50.0			180.6	291.9	14.5	0.000	0.00	0.00	N値		0.773	27.1	36.83	0.600	0.150	4.002
			礫質土		50.0	20.0		189.4	309.4	14.5	0.000	0.00	0.00	N値		0.760	28.2	35.97	0.600	0.149	4.027
	16.10	1.40	礫質土		50.0																
20	21.30	5.20				18.0	18.0														
30																					

〔P L 値一覧表〕

ケース名	P L 値	液状化危険度
平野送水場液状化判定	0.000	◎ かなり低い

〔平野送水場液状化判定〕

判定深さ (m)	計算層厚 (m)	F L	F (1-FL)	W (Z)	Δ P L
1.300	0.000	*****	0.000	9.350	0.000
2.300	0.000	*****	0.000	8.850	0.000
3.300	0.000	*****	0.000	8.350	0.000
4.300	0.800	5.152	0.000	7.850	0.000
5.300	1.000	1.200	0.000	7.350	0.000
6.300	0.700	4.455	0.000	6.850	0.000
7.300	1.300	4.278	0.000	6.350	0.000
8.300	1.000	4.163	0.000	5.850	0.000
9.300	1.400	4.086	0.000	5.350	0.000
10.300	0.800	1.757	0.000	4.850	0.000
11.300	0.400	3.980	0.000	4.350	0.000
12.300	1.400	3.969	0.000	3.850	0.000
13.300	0.995	3.972	0.000	3.350	0.000
14.290	0.905	3.985	0.000	2.855	0.000
15.125	0.863	4.002	0.000	2.438	0.000
16.000	0.538	4.027	0.000	2.000	0.000
		P L 値			0.000

[P L 値一覧表]

ケース名	P L 値	液状化危険度
平野送水場液状化判定	6.367	△ 高い

[平野送水場液状化判定]

判定深さ (m)	計算層厚 (m)	F L	F (1-FL)	W (Z)	Δ P L
1.300	0.000	*****	0.000	9.350	0.000
2.300	0.000	*****	0.000	8.850	0.000
3.300	0.000	*****	0.000	8.350	0.000
4.300	0.800	1.288	0.000	7.850	0.000
5.300	1.000	0.312	0.688	7.350	5.059
6.300	0.700	1.114	0.000	6.850	0.000
7.300	1.300	1.069	0.000	6.350	0.000
8.300	1.000	1.041	0.000	5.850	0.000
9.300	1.400	1.022	0.000	5.350	0.000
10.300	0.800	0.684	0.316	4.850	1.225
11.300	0.400	0.995	0.005	4.350	0.009
12.300	1.400	0.992	0.008	3.850	0.041
13.300	0.995	0.993	0.007	3.350	0.024
14.290	0.905	0.996	0.004	2.855	0.010
15.125	0.863	1.001	0.000	2.438	0.000
16.000	0.538	1.007	0.000	2.000	0.000
		P L 値			6.367

9-3. 基礎形式の選定

9-3-1. 支持地盤の推定

「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 平成14月 P250」によると、良質な支持層の目安として以下の様に示している。

- ・粘性土層は砂質土層に比べて大きな支持力が期待できず、沈下量も大きい場合が多いため支持層とする際には十分な検討が必要であるが、N値が20程度以上（一軸圧縮強度 q_u が 0.4N/mm^2 程度以上）であれば良質な支持層と考えてよい。
 - ・砂層・砂れき層はN値が30程度以上あれば良質な支持層とみなしてよい。ただし、砂れき層ではれきをたたいてN値が過大にでる傾向があるので、支持層の決定には十分な注意が必要である。
 - ・岩盤は材料としての強度が大きく、均質な岩盤を支持層とした場合には大きな支持力が期待できる。しかし、岩体に不連続面が存在したり、スレーキングなどの影響を受けやすい場合には、均質岩盤に比べて十分な支持力が得られないことがある。したがって岩盤を支持層とする場合には、これらの影響について事前に検討を行っておく必要がある。
- ※スレーキング：岩石が乾燥と湿潤による水分変化を受けると、鉱物粒子間の結合力が失われて次第に崩壊する現象。

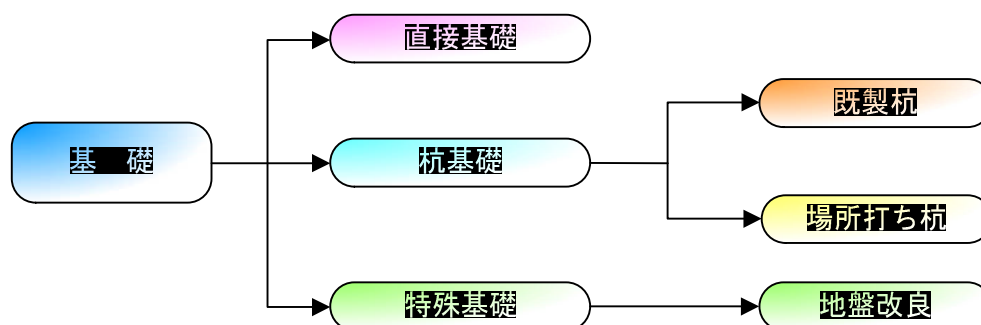
地質推定断面図及びボーリング柱状図(No.1)から、EL+16.22m(GL-11.40m)以深で確認されたN値30以上の洪積第2砂礫層を支持地盤とする。

浄水池建設予定地付近は昭和44年のB.26調査結果が参考になる。調査当時の基準高が不明であるが、GL-5m～GL-11.6mで密な砂礫層が確認されており、既設浄水池はこの層を支持層とした直接基礎である。しかし、GL-11.6m～GL-12.5mに層厚0.9mであるが、N値1のシルト質粘土が確認されている。この層はNo.1調査の洪積第1砂礫層(Dg1)の下に出現する粘性土層と推測される。

支持地盤 ： EL+16.22m 以深の洪積第2砂礫層 (N値30以上)

9-3-2. 基礎形式の選定

基礎形式は、地質条件，施行条件，構造物の特性，周辺環境等により選定する必要があり、一般的には次のように大別できる。



一般的に支持地盤までの深度が 5m 以内の場合には直接基礎や地盤改良の施工が有利であるが、5m 以上の場合には杭の採用が適しているものと判断される。

直接基礎は、底版を直接支持地盤に到達させる工法であり、杭基礎は深い位置にある支持地盤にパイル等により荷重を経済的に支持させる工法である。

「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 平成 14 月 P243」によると、「1 基の下部構造には原則として異種の基礎形式を併用してはならないものとする。これは各々の支持機構の間に大きな相違があり、特に、地震時の挙動に著しい差異が認められる等、両者間の荷重分担を適切に把握し、設計に反映させることが難しいためである。」との記述もあり、本計画においても 1 構造物に対して異種の基礎形式を併用しない方針とする。

支持地盤と各構造物の底版下面高の関係を以下に示す。

表 9-2 支持地盤までの深さ

(単位:m)

（単位：m）

施設名		底版下面高	支持地盤高	底版下面高から 支持地盤までの深さ	備考
1.土木構造物					
着水井・ 原水ポンプ井	一般部	EL+26.15	EL+16.22	9.93	
	ビット部	EL+24.50	EL+16.22	8.28	
脱炭酸塔 処理水槽	一般部	EL+26.90	EL+16.22	10.68	
	ビット部	EL+24.90	EL+16.22	8.68	
浄水池・管理棟	一般部	EL+22.00	EL+16.22	5.78	土木・建築複合構造物
	ビット部	EL+20.00	EL+16.22	3.78	
2.建築構造物					
自家発棟	一般部	EL+26.50	EL+16.22	10.28	フーチング下面高を GL-1.0mと仮定。
	---	---	---	---	
送風機棟	一般部	EL+26.50	EL+16.22	10.28	フーチング下面高を GL-1.0mと仮定。
	---	---	---	---	

表 9-2 に示す底版下面高から支持地盤までの深さから、着水井・原水ポンプ井、脱炭酸塔処理水槽、送風機室は杭基礎形式とし、浄水池・管理棟は地盤改良とする。

浄水池・管理棟の一般部は杭の根入れ(1m 程度)を考慮すると杭長は 7m 程度となるが、ピット部については杭長が短くなる。異種の基礎形式を併用しない方針から浄水池・管理棟の基礎形式は地盤改良(深層混合改良)とする。

ただし、浄水池・管理棟建設予定地付近での追加調査結果により、支持地盤が深くなる場合については、杭基礎形式の採用について検討が必要である。

基礎形式

杭基礎 : 着水井・原水ポンプ井、脱炭酸塔処理水槽、
自家発電棟、送風機棟

地盤改良(深層混合改良) : 浄水池・管理棟

既存調査資料(昭和 44 年 9 月)

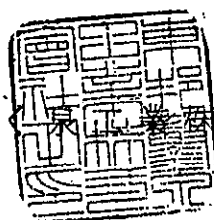
平野送水系統実施設計用
地質並に地耐力調査工事

報 告 書

昭和44年9月



東邦さく井工業株式会社





○ボーリング記録表

ボーリング番号	B-25 (No.3)			孔内水位	1.05	m	備考
調査名	水管橋設置予定地地質調査工事			発注者	鈴鹿市役所水道課		
所在地	鈴鹿市平野町地内						
調査年月日							
標高	m	基準	名称	東京港中等潮位との差			
ボーリング工法	ロータリーシステム			試錐口径	66	m	
実施者名	東邦鑿泉工業株式会社			責任者	荒川 誠		
試錐深度					1500	m	

標 尺 (m)	標 高 (m)	深 度 (m)	層 厚 (m)	試料採取位置 (m)	土質記号	色調	土質名	観察記事	相対密度及び コンシステンシー	単位cm当りのN値 N = 回 / 10cm			標準貫入試験、電気検層結果							
										10	20	30	N 値	10	20	30	40	50		
5		0.65	0.65	1.00		黄 灰	表 土	田 土	中位 と 非 常 に 密 な	5	5	5	15							
				1.30							7	8	9		24					
				2.00							9	9	10		28					
				2.30							12	9	21		42					
				3.00							21	28	7		88					
				3.30							貫入不能									
				4.00							8	7	7		22					
				4.30							7	7	8		22					
				5.00							2	3	2		7					
				5.17							4	2	3		9					
10		6.15	5.50	6.00		黄 褐	砂 礫		中位	8	7	7	22							
				7.00						7	7	8	22							
				7.30		暗 青 灰	細 砂			2										
				8.00		暗 灰	シルト質粘土			4	2	3	9							
		8.70	2.55	8.80						8	4	8	10							
				9.00						50/9			167							
				9.30						12	25	18/2	68							
				10.00						貫入不能										
				10.30																
				11.00																
15		11.55	1.15	11.30		"	シルト混り 細 砂		非常に密な	12	25	18/2	68							
				12.00		黄 灰	砂 礫													
				12.09																
				13.00																
		12.90	1.35	13.22																
				14.00																
				15.00		青 灰	土 丹													
20																				
25																				
30																				

ボーリング記録表

ボーリング番号	B-26	孔内水位	1.20	m	備	考
調査名	配水池築造予定地地質調査工事	発注者	鈴鹿市役所水道課			
所在地	鈴鹿市平野町地内					
調査年月日	昭和44年					
標高	m 基準名称	東京港中等潮位との差				
ボーリング工法	ロータリーシステム	試錐口径	66	mm	試錐深度	1500 m
実施者名	東邦鑿泉工業株式会社	責任者	荒川誠			

[illegible]

東邦鑿泉工業株式会社

9-4. 地下水について

9-4-1. 地下水位及び透水係数

No. 1 地点での地下水位及び透水係数を以下に示す。

孔口標高 : EL+27.620m

地下水位 : WL+24.120m (GL-3.5m)

※ボーリング柱状図は GL-4.0m と記録されているが、報告書には
GL-3.5m と記載されているため、安全側の GL-3.5m と設定した。

透水係数 : $K=1.56 \times 10^{-3}$ (cm/s)・・・現場透水試験結果より

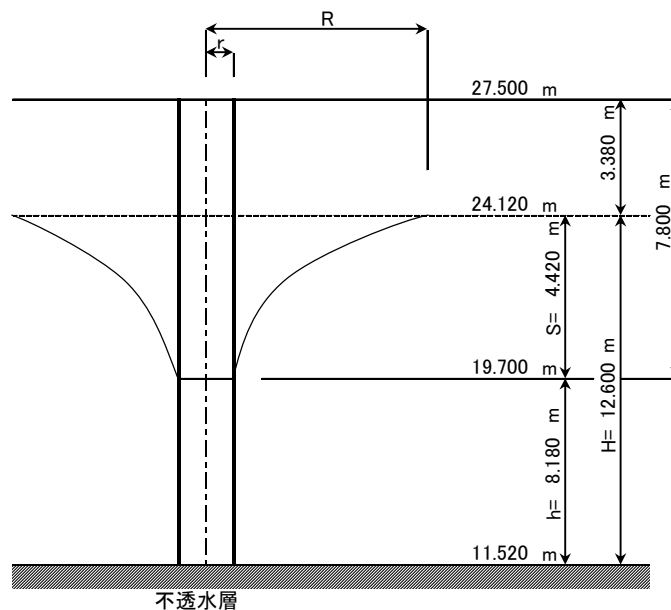
9-4-2. 水替工法の検討

ウェルポイント工法による地下水低下の検討を行う。

【排水量の計算】

1. 設計条件

1) 施工基盤面	EL+ 27.500 m	
2) 地下水位	EL+ 24.120 m	(No.1 データ参考)
3) 地下水低下水位	EL+ 19.700 m	(浄水池ビット部根切り面)
4) 不透水層	EL+ 11.520 m	
5) 透水係数	$K= 1.56 \times 10^{-3}$ (cm/sec)	
	$= 1.56 \times 10^{-5}$ (m/sec)	
	$= 0.94 \times 10^{-3}$ (m/min)	

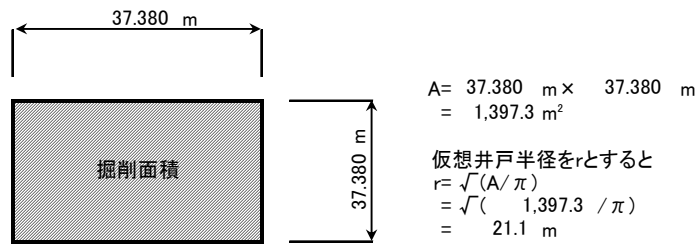


2. 排水量の計算

1) 仮想井戸半径の算出

掘削面積を仮想井戸として、テームの式により算出する。

浄水池寸法	= 28.300 m × 28.300 m
足場設置スペース	= 1.700 m
掘削下面面積	= 31.700 m × 31.700 m
	= 1004.9 m ²
掘削深度	= 7.800 m
小段幅	= 1.000 m (5m毎)
掘削勾配	= 1:0.6
掘削上面面積	= 43.060 m × 43.060 m
	= 1854.2 m ²
掘削平均面積	= 37.380 m × 37.380 m
	= 1397.3 m ²



2) 影響半径の算出

$$R = 3000 \cdot S \cdot \sqrt{K} \quad \dots \text{シーハルトの式}$$

$$= 3000 \times 4.420 \times \sqrt{(1.56 \times 10^{-5})}$$

$$= 52.4 \text{ m}$$

S: 水位低下量 4.420 m
K: 透水係数 $1.56 \times 10^{-5} \text{ (m/sec)}$

3) 排水量の算出

$$Q = \frac{\pi \cdot K \cdot (H^2 - h^2)}{2.3 \log(R/r)}$$

$K = 0.94 \times 10^{-3} \text{ m/min}$
 $H = 12.600 \text{ m}$
 $h = 8.180 \text{ m}$
 $R = 52.40 \text{ m}$
 $r = 21.10 \text{ m}$

$$Q = \frac{\pi \times 0.94 \times 10^{-3} \times (12.600^2 - 8.180^2)}{2.3 \times \log(52.40 / 21.10)}$$

$$= \frac{0.271}{0.909} = 0.298 \text{ m}^3/\text{min}$$

初期水量は 2 倍程度を考える。

$$Q_{\max} = 2 \times 0.298$$

$$= 0.596 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$= 35.8 \text{ m}^3/\text{h}$$

3. ウェルポイントの検討

ウェルポイント1本当たり揚水量 5 L/min

ウェルポイント延長 $(37.380 + 37.380) \times 2 = 149.5 \text{ m}$

ウェルポイント本数 $0.596 \text{ m}^3/\text{min} \div 5 \text{ L/min} = 120 \text{ 本}$

ウェルポイント間隔 $149.5 \text{ m} \div 120 \text{ 本} = 1.2 \text{ m}$

検討の結果、排水量 $0.596 \text{ m}^3/\text{min}$ でウェルポイントの打設間隔は 1.2m となった。

計算中の影響半径が砂礫層で水位低下 3.38m にあるにも関わらず、52.4m と比較的小さい。この砂礫層は、隣接する鈴鹿川の氾濫堆積層で、非常に透水性の良い帯水層であるが、この影響半径 R が小さく算出されたのは、透水係数が小さいと推定される。また、この帯水層は、隣接する鈴鹿川と直接つながっていると推定されることから、排水される地下水の供給源が近くにあり、充分注意が必要と考えられる。

地下水低下工法 : ウェルポイント工法