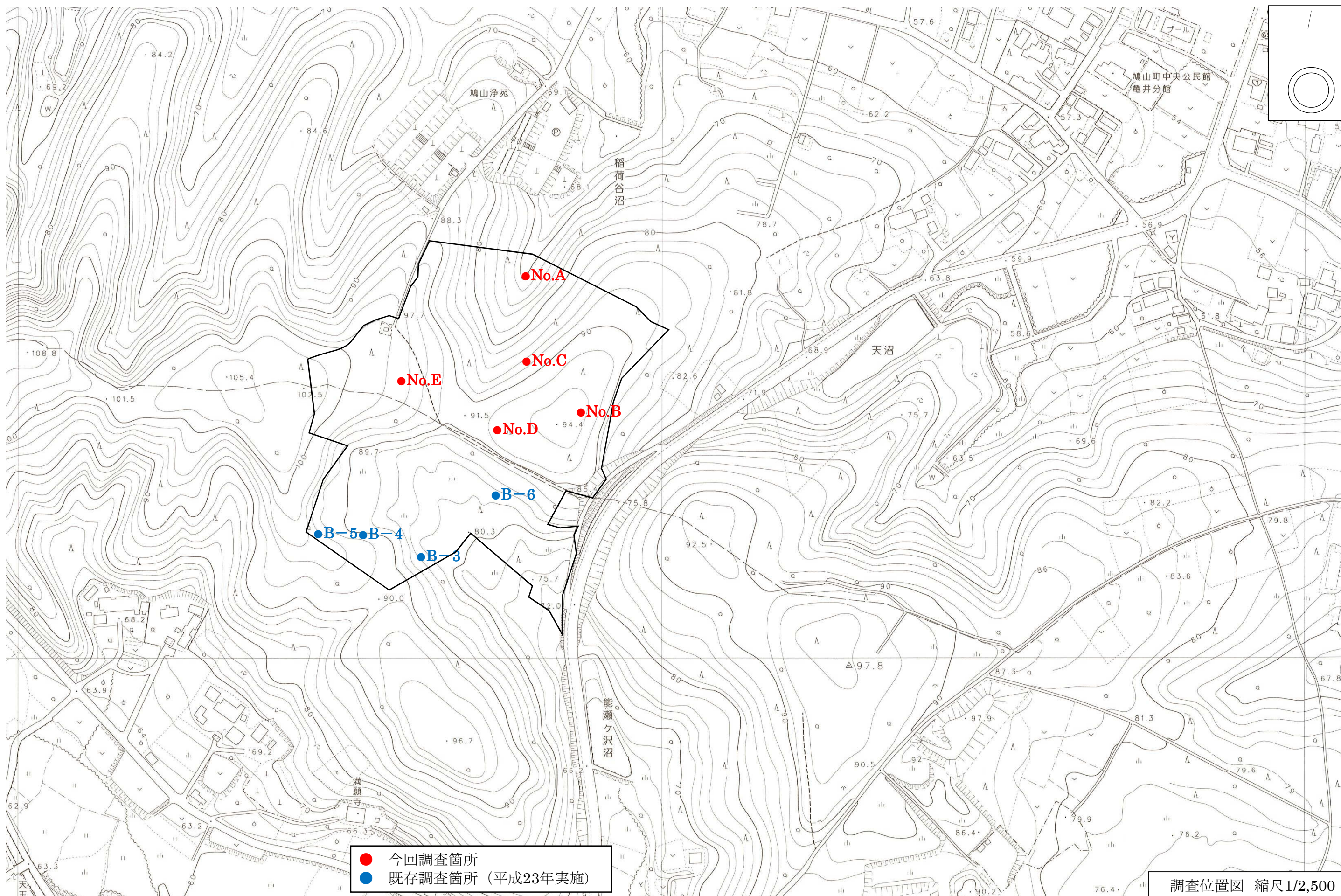


調査位置案内図

縮尺 1 : 25,000

● 調査位置





3. 地形・地質の概要

調査地は比企郡鳩山町大字泉井地内で最大標高 100m 程度を有する岩殿丘陵の一部に位置している。岩殿丘陵は北側の都幾川と南は越辺川の間にある丘陵で、比企南丘陵あるいは物見山丘陵とも呼ばれている。また、西側は外秩父山地に接しているが、山地との境には谷が発達していて地形的区別は明瞭である。

丘陵内は東側の物見山(136m)、西側の六地藏付近(137m)に高いところがあり、谷の発達には中央部に集中する地形的特徴を持っている。丘陵内には泉井川や鳩川等を中心として発達する谷が丘陵を開析し、沖積低地を形成している。また、谷に沿っては小規模な段丘も認められ比較的起伏に富んでいる。図 3.1.1 に埼玉県の地形区分図を示す。

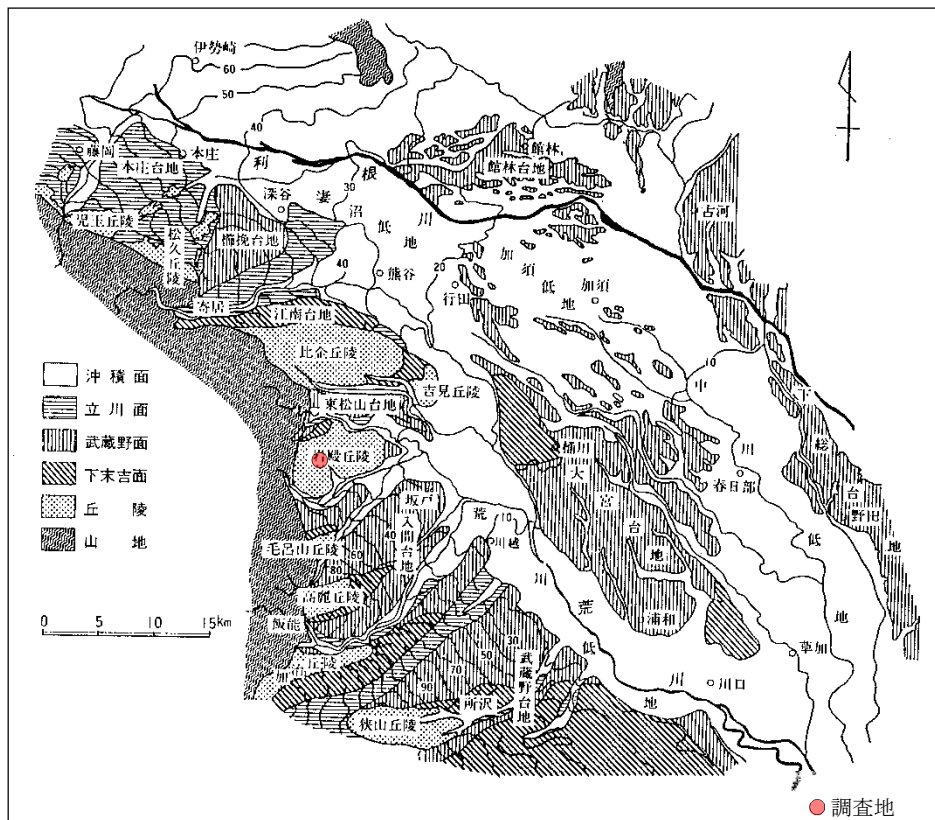


図 3.1.1 埼玉県の地形区分図(堀口万吉による)

岩殿丘陵を構成する地質は、新第三紀中新世の都幾川層群や第四紀更新世の物見山層で構成されている。表 3.1.1 に埼玉県の新期地層群対比表を示す。

表 3.1.1 埼玉県の新期地層群対比表(同前)

時 代			秩父盆地		児松 玉 丘 ・ 陵 久 丘 ・ 陵		比吉 企 丘 ・ 陵 見 丘 ・ 陵		岩 殿 丘 陵		毛呂・高麗 ・ 加治丘陵		狭山丘陵	
第四紀	前期 洪積世										仏 子 層		狭 山 層	
									物見山礫層		飯能(礫)層			
新 第 三 紀	鮮新世		？		板 鼻 層		楊 井 層							
					吉 井 層		土 塩 層							
	中 期	後・中期		秩父町層群		上平鷺奈倉層群 横仁ノ倉層群 瀬田巢層群		庭 谷 層 原 田 篠 層		福 田 層 七 荒 層 郷 川 層		都幾川層群		
	新 世		前 期		小鹿野町層群		井田層群 桜吉宮戸層		戸沢層群 井小牛層		園 瀨 居 層 小立寄層		上 唐 子 層	
					彦久保層群		牛首峠層							

以下、調査地域に係る地層について簡単に示す。

①物見山層・・・物見山礫層とも言う。岩殿丘陵の南部に広く分布する砂礫層で、加治丘陵の飯能礫層に対比される。層厚は 50～60m 程度。更新世の堆積物である。

②都幾川層群・・・大橋層・岩殿層からなる。

・大橋層・・・丘陵中央部の大橋川とその周りの丘陵部に分布する主として砂岩。下位の鳩山砂岩シルト岩部層と上部の今宿砂岩部層に 2 分される。

鳩山砂岩シルト岩部層は中～粗粒砂岩とシルト質細粒砂岩・砂質シルト岩との互層で層厚は 200m。

今宿砂岩部層は中～粗粒砂岩で層厚は 150m とされている。ときには礫質となり、厚さ 10～20m の亜炭層を挟む。

・岩殿層・・・下位から神戸礫岩部層・根岸砂岩部層および將軍沢シルト岩部層からなる。

図 3.1.2 は調査地域の地質図を示したものであるが、建設候補地は泥岩の分布域となっている。

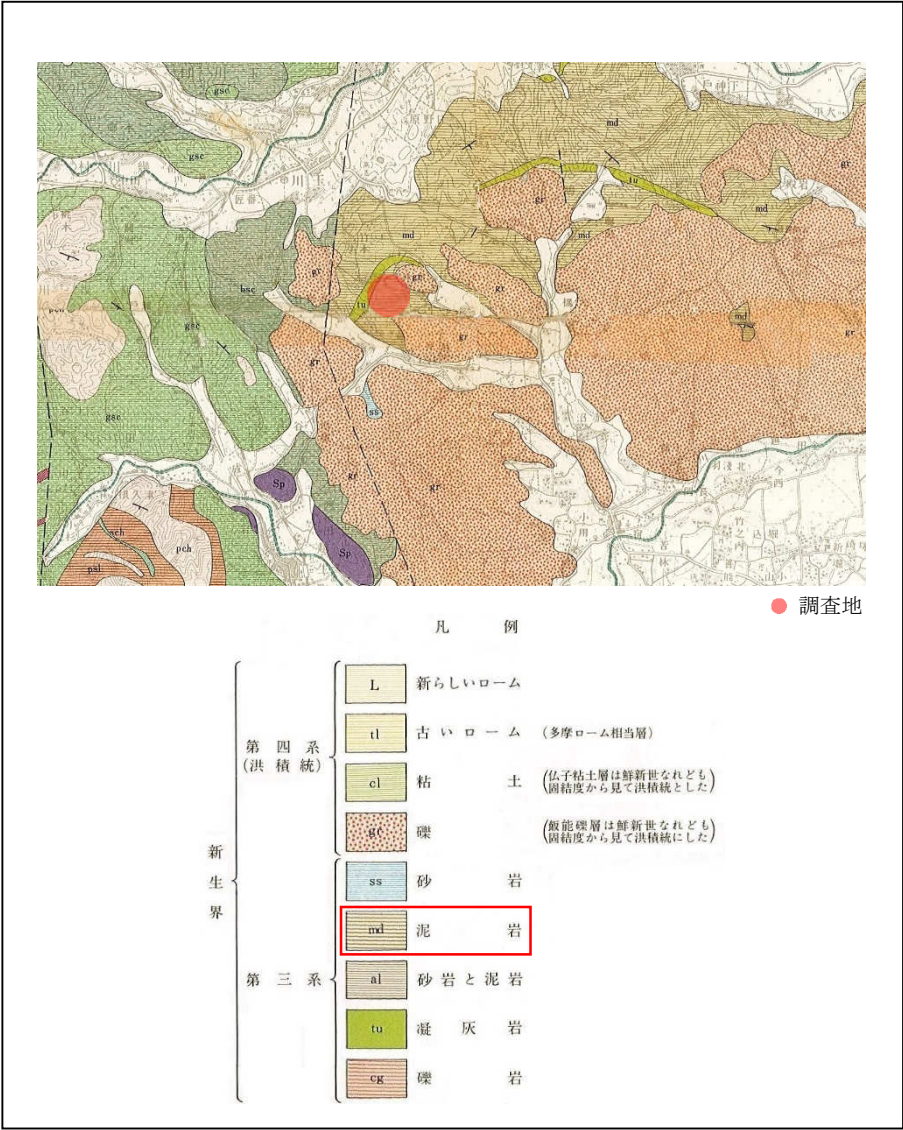


図 3.1.2 調査地域の地質図(縮尺 1/50,000)

また、図 3.1.3 は岩殿丘陵の地質図を示したものである。これによるとこの泥岩層は大橋層の鳩山砂岩シルト岩部層に相当する地層と考えられる。

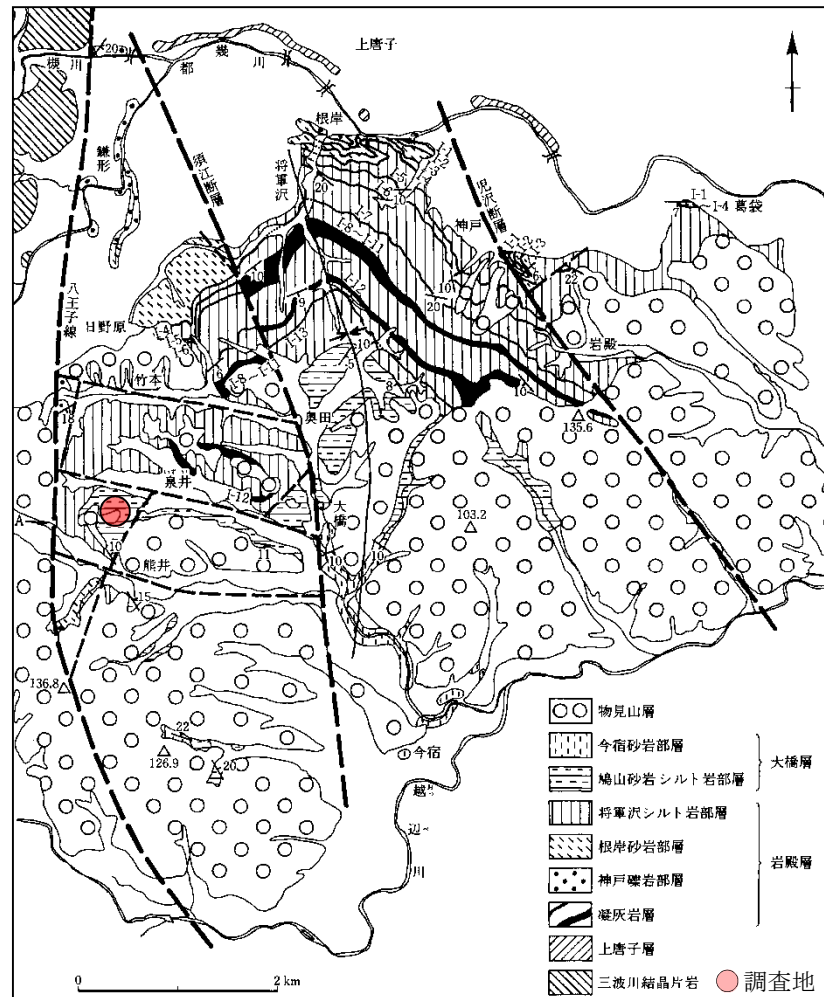


図 3.1.3 岩殿丘陵地質図

4. 調 査 結 果

4.1 建設候補地の地盤構成

建設候補地の地盤構成は、調査資料に『ボーリング柱状図』として示した。また、その結果と既存調査結果（平成 23 年 8 月・・・有限会社地質技研調査、以下既存データと記す）や文献をもとに図 4.1.1 に示す『推定地層断面図』を作成した。それによると建設候補地の地盤構成は次のとおりである。

- ・表土層(F)
- ・風化泥岩(WMs)
- ・泥岩(Ms)
- ・砂岩(Ss)

大略的には泥岩で構成される丘陵で、その上部には泥岩の風化帯である硬質の粘土、地表部は火山灰であるローム主体の表土層が分布している。泥岩層は図 3.1.3 の大橋層の鳩山砂岩シルト岩部層に相当する地層と考えられ、本来はシルト岩(シルトとは粘土と砂の中間の粒子を呼ぶ)と表現すべきであろうが、大部分の文献では泥岩と表現しているので本報告書でも『泥岩』とする。以下、各地層の地盤性状について示す。

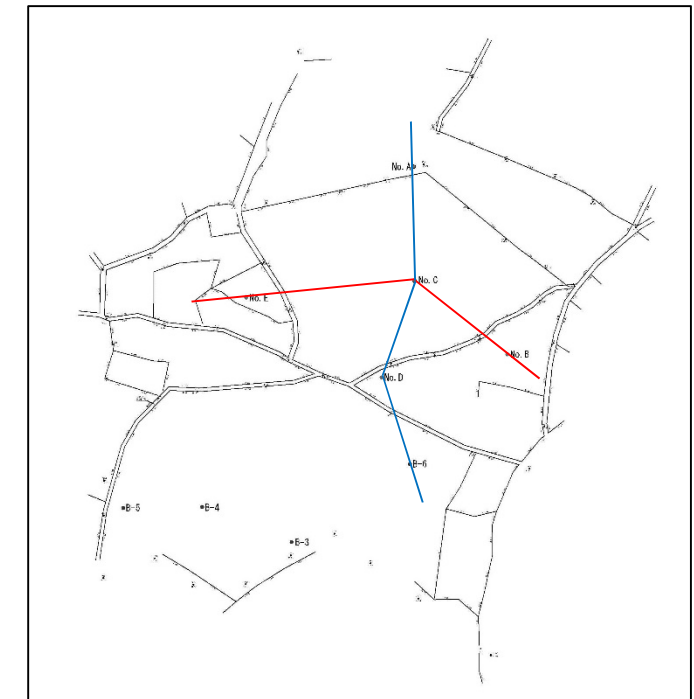
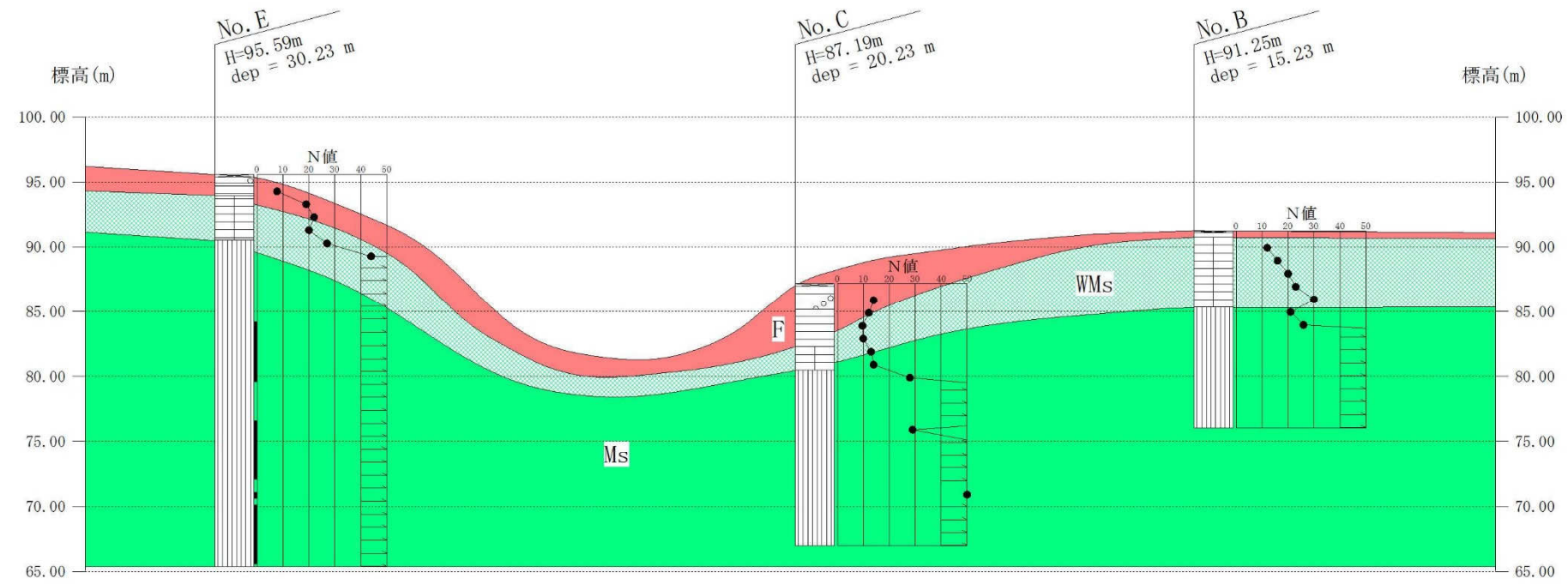
・表土層(F)・・・各調査地点の最上部には腐葉土状のロームが分布している。以深は粘土質ロームや凝灰質な粘土などの火山灰質の粘土からなり、一部ではφ2～40mm 位の角・亜角礫が混入している。このうち、No.C では礫の混入量が多く、乱した試料の採取時には、最大礫径φ200mm 程度の礫を確認した。層厚が比較的厚いのでこの部分は崖錐性の堆積物と推定されるが、分布域は当該区域に限られる。層厚は 0.30～4.90m、*N* 値は 8～14 を示す。

・風化泥岩(WMs)・・・泥岩が風化して粘土化したものと考えられる硬質粘土からなり、部分的に細砂を混入している。また、No.B では部分的に砂分が優勢している箇所も認められ、細砂層と互層状を呈している。標高の低い No.A では分布していないが、No.B では層厚 5.40m となっている。*N* 値は 9～30 で粘性土と考えるとコンシステンシーは硬い～固結し

た状態を示す。また、場所や風化度合いにより強度は大きく異なるものと考えられる。

・泥岩 (Ms)・・・主に暗灰・暗緑灰色の泥岩である。全般に固結していてボーリングコアは棒状で採取される。所々に亀裂があり、亀裂面は劣化し褐色に変色している部分も認められ、その部分は岩片状や礫状を呈している。本層は図 3.1.3 の大橋層の鳩山砂岩シルト岩部層に相当する地層と考えられる。 N 値は 21～50 以上で粘性土と考えるとコンシステンシーは非常に硬い～固結した状態を示す。しかし、大部分が $N>50$ を示し、重量級の構造物の支持層として十分に期待出来る地盤である。

・砂岩 (Ss)・・・既存 B-5 で確認された地層で今回の調査では確認されていないことから、分布域は著しく狭域と判断される。固結した状態の細砂・粘土混じり細砂であることから大橋層の鳩山砂岩シルト岩部層の一部と考えられる。 N 値は 50 以上で砂質土と考えると相対密度は非常に密な状態を示す。本層も構造物の支持層として期待出来る地盤である。



— No.E~No.C~No.B 断面(上段)

— No.A~No.C~No.D~既存 B-6 断面(下段)

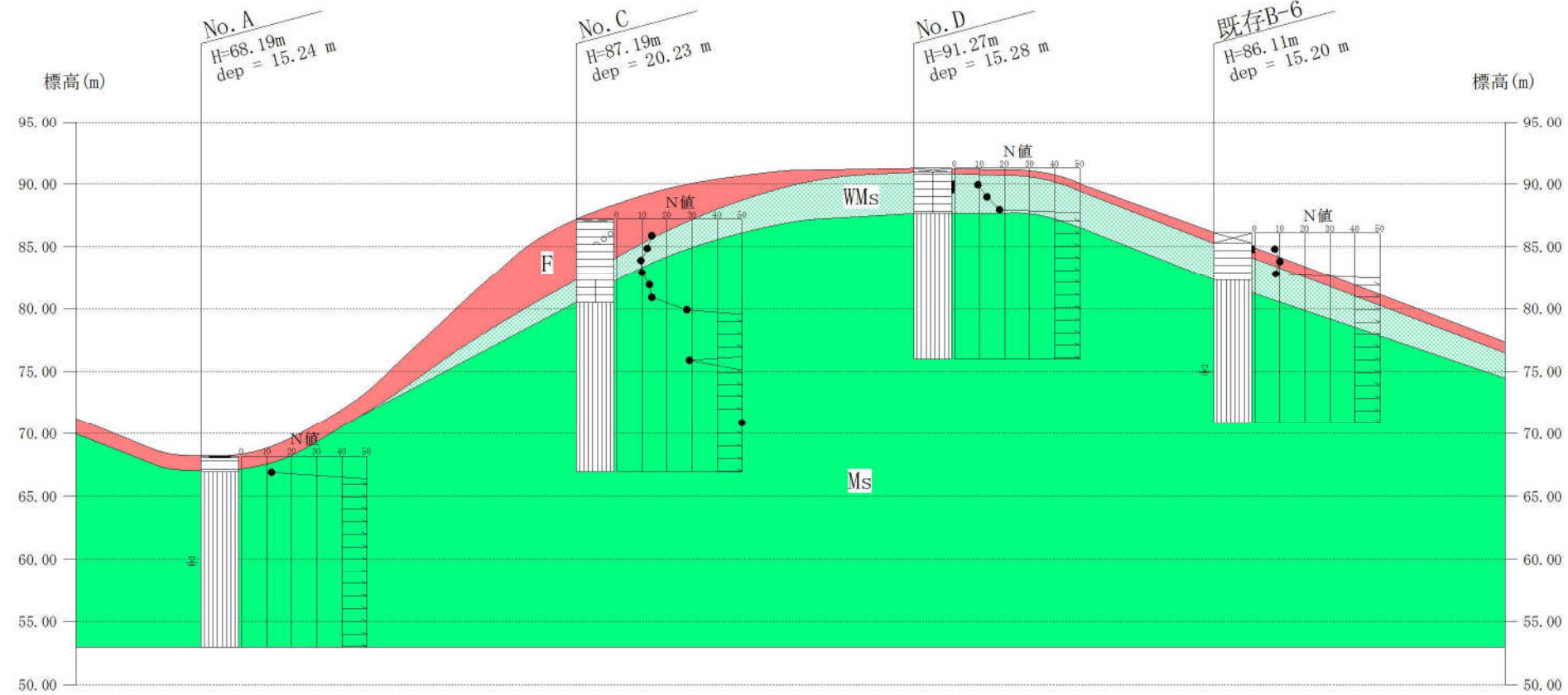


図 4.1.1 推定地層断面図 (縮尺 縦 1/500 横 1/1,000)

4.2 地下水位

ボーリング孔を利用して測定した地下水位は既存データ含めて示すと表 4.2.1 のとおりである

表 4.2.1 地下水位

調査地点	孔口標高 (H= m)	地下水位		測定日
		地表からの深度(GL= m)	標高表示(H= m)	
No.A	68.19	8.46	59.73	H27.2.6
No.B	91.25	確認できず	—	H27.2.14
No.C	87.19	確認できず	—	H27.2.12
No.D	91.27	確認できず	—	H27.2.17
No.E	95.59	確認できず	—	H27.2.3
既存B-3	81.87	11.73	70.14	H23.7.13
既存B-4	90.22	12.51	77.71	H23.7.11
既存B-5	93.20	15.01	78.19	H23.7.7
既存B-6	86.11	11.15	74.96	H23.7.7

既存および今回の調査ともオールコア方式で実施しており、無水状態での掘削は不可能であったので、清水を送水しながらの掘削を行った。この水位は掘削終了後に孔内を洗浄した後、揚水ポンプやベラー(既存)で孔内の水を汲み上げた後の安定した水位を測定したものである。

また、泥岩は固結していて透水係数は不透水性に近く、この層内には地下水位は存在しないと思われる。しかし、泥岩自体は亀裂が多いので上表の値は割れ目を通じて流れている地下水(裂か水)やそれが孔内に溜まった水位も含まれるものと考えられる。既存調査箇所ではすべての箇所で水位が確認されているが、今回の調査箇所では No.A 以外では確認されていない。これは調査時の季節による違いではないかと考えられ、特に既存データは調査時期が6～7月の豊水期にあたるため、裂か水が溜まった水位である可能性が高いと考えられる。

4.3 現場透水試験結果

ボーリング孔を利用して No.A の GL—13.50～—15.00m（標高 54.69～53.19m）間で現場透水試験(JFT 法)を実施した。測定結果から透水係数を算出すると $k=7.73 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ($7.73 \times 10^{-4} \text{cm/s}$) が得られている。ただし、この値は地層内に存在する亀裂などによる水の動きも含まれ、室内土質試験結果における泥岩の透水係数 $k=2.37 \times 10^{-10} \text{m/s}$ ($2.37 \times 10^{-8} \text{cm/s}$) とは全く異なるものである。

一方、図 4.3.1 は土質による透水性の概略値を表したものであるが、亀裂などの影響を考慮しても、透水性は『低い』と考えてよいと思われる。

		透水係数 k (m/s)											
		10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0
透水性		実質上不透水		非常に低い		低い			中位		高い		
対応する土の種類		粘土性 (C)		微細砂 シルト 砂 - シルト - 粘土混合土 (SF) (S-P) (M)					砂及びひれき (礫) (GW) (GP) (SW) (SP) (G-F)			清浄なれき (GW) (GP)	
透水係数を直接測定する方法		特殊な変水位透水試験		変水位透水試験					定水位透水試験		特殊な変水位透水試験		
透水係数を間接的に測定する方法		圧密試験結果から計算			なし				清浄な砂及びひれきは、粒度と間げき(隙)比とから計算				
		室内透水試験						現場透水試験					

図 4.3.1 透水性と試験方法の適用性

4.4 土質試験結果

調査敷地内における代表的な地層から乱した試料、風化泥岩を対象に乱れの少ない試料を採取して物理・力学試験を実施した。今回の試験結果と建設候補地にかかわる既存データを含めて示すと次のとおりである。

ただし、今回の調査では乱した試料(No.E)の風化泥岩・泥岩の力学試験における土塊は各モールド内に入る程度に砕いたのみに対し、既存データでは可能な限り土塊を細かく砕いて実施している。

表 4.4.1 土質試験結果一覧表

採取方法		乱した試料						乱れの少ない試料		
調査地点		No.B	No.C	No.E		既存B-5		No.D	既存B-3	既存B-6
試料番号		B-1	C-1	E-1	E-2	5-1	5-2	D-1	3-1	6-1
試験深度(GLー m)		1.00～1.50	0.50～1.50	2.00～5.00	6.50～10.50	2.00～8.20	8.20～13.20	1.00～2.00	2.00～2.75	1.00～1.60
湿潤密度 ρ t(g/cm ³)		1.863	1.958	1.810	1.761	1.967	1.870	1.632	1.609	1.616
土粒子の密度 ρ s(g/cm ³)		2.702	2.784	2.727	2.590	2.588	2.627	2.593	2.643	2.634
自然含水比 Wn(%)		29.1	20.1	36.8	36.7	22.4	33.8	54.8	59.8	55.1
粒度組成 (%)	礫分	0.5	39.7	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	砂分	34.9	15.8	14.8	7.9	77.4	14.3	6.8	6.5	18.0
	シルト分	28.5	23.3	48.4	71.8	11.2	53.7	61.1	53.6	45.1
	粘土分	36.1	21.2	36.8	20.3	8.1	32.0	32.1	39.9	36.9
コンシ ステン シー	液性限界WL(%)	48.9	69.9	64.4	53.8	Np	53.1	79.9	83.7	82.2
	塑性限界Wp(%)	27.2	31.2	23.2	42.2		31.1	33.3	34.9	43.2
	塑性指数Ip	21.7	38.7	41.2	11.6		22.0	46.6	48.8	39.0
締固め 特性	最大乾燥密度 ρ dmax(g／cm ³)	1.482	1.505	1.438	1.191	1.486	1.342	—	—	—
	最適含水比 Wopt(%)	26.0	24.8	27.4	42.0	25.2	31.9	—	—	—
強度 特性	CBR(%)	—	—	3.3	—	—	—	—	—	—
	コーン指数qc(kN/m ²)	1,034	949	1,055	10,126	6,762	6,825	—	—	—
強度 定数	C (kN/m ²)	75	108	533	1,601	40	50	44	41	35
	φ (°)	7.7	5.6	1.4	41.8	31.2	35.1	13.5	18.4	20.4
圧密 指数	圧縮指数Cc	—	—	—	—	—	—	0.754	—	—
	圧密降伏応力Pc(kN/m ²)	—	—	—	—	—	—	726.1	—	—
pH		5.4	5.2	5.9	7.3	5.3	5.7	—	—	—
透水係数k(cm/s)		—	—	—	2.37×10 ⁻⁸	5.17×10 ⁻⁵	—	—	—	—
土 質 名		硬質粘土	礫混じり粘土	硬質粘土	泥岩	砂岩主体	泥岩	硬質粘土	粘土	粘土
地層区分名称(記号)		WMs	F	WMs	Ms	Ss	Ms	WMs	WMs	WMs

※No.Eと既存B-5の湿潤密度およびNo.Eの透水試験はコアにより測定したので乱れの少ない試料に相当する。

5. 調査結果からの考察

5.1 地盤定数の提案

調査結果をもとに設計に使用する地盤定数(単位体積重量 γ ・粘着力 C ・内部摩擦角 ϕ)を提案する。また、試験結果の無いデータは既存報告書より参照する。

1) 地山の状態・・・風化泥岩については乱れの少ない試料からの試験結果から提案する。試験結果の無い地層については標準貫入試験や参考資料から推定する。

①単位堆積重量 γ (P24 参照)

・表土層(F)・・・試験結果は $\rho t=1.958\text{g}/\text{cm}^3$ が得られている。しかし、粒度試験結果からもわかるように礫・砂分が優勢している部分の値であり、礫を混じるロームの代表値としては値が大き過ぎると思われる。また、表 4.4.6 (P23) では「関東ローム 湿潤密度」の最大値は $\rho t=1.5\text{g}/\text{cm}^3$ であり、礫を混じることを考慮して経験的な判断から $\rho t=1.8\text{g}/\text{cm}^3$ を提案する。単位堆積重量は $\gamma=10 \cdot \rho t$ とすると $\gamma=18\text{kN}/\text{m}^3$ 。

・風化泥岩(WMs)・・・試験結果としては既存データを含めて4試料(D-1・E-1・3-1・6-1)があり、 $\rho t=1.609\sim 1.810\text{g}/\text{cm}^3$ を示している。この平均値は $\rho t=1.667\text{g}/\text{cm}^3$ であり、 $\gamma=16.67\text{kN}/\text{m}^3$ となる。0.5 単位に端数を丸めて $\gamma=17\text{kN}/\text{m}^3$ とする。

・泥岩(Ms)・・・試験結果としては既存データを含めて3試料(E-2・E-5・5-2)があり、 $\rho t=1.761\sim 1.870\text{g}/\text{cm}^3$ を示している。この平均値は $\rho t=1.811\text{g}/\text{cm}^3$ であり、 $\gamma=18.11\text{kN}/\text{m}^3$ となる。端数を丸めて $\gamma=18.5\text{kN}/\text{m}^3$ とする。

②強度定数 C ・ ϕ (P29 参照)

・表土層(F)・・・地表付近に分布している地層であり、自然状態ではほとんど期待出来ないものと考えられる。また、気象条件などに左右されやすく、乱さない状態での試験結果もないので省略する。

・風化泥岩(WMs)・・・乱れの少ない試料による試験は既存データも含めて3試料(D-1・3-1・6-1)があり、 $C=35\sim 44\text{kN}/\text{m}^2$ 、 $\phi=13.5\sim 20.4^\circ$ を示している。前述したように ϕ は粘性土としてはやや大きな値と判断されるので低減した値を提案する。 C はこの3試料

の平均値 $C=40\text{kN/m}^2$ とし、 ϕ は最小値の $\phi=13.5^\circ$ を丸めた $\phi=10^\circ$ とする。

・泥岩(Ms)・・・乱さない状態での三軸圧縮試験結果はないので、標準貫入試験からの N 値から求める。東日本高速道路(株)等の設計要領では換算 N 値と $C \cdot \phi$ の関係を次のように示している。

表 5.1.1 換算 N 値と $C \cdot \phi$

		砂岩・礫岩 深成岩類	安山岩	泥岩・凝灰岩 凝灰角礫岩	備考
粘着力 (kN/m^2)	換算 N 値と 平均値の関係	$15.2N^{0.327}$	$25.3N^{0.334}$	$16.2N^{0.606}$	
	標準偏差	0.218	0.384	0.464	・Log 軸上の値
せん断 抵抗角 (度)	換算 N 値と 平均値の関係	$5.10\text{Log}N$ +29.3	$6.82\text{Log}N$ +21.5	$0.888\text{Log}N$ +19.3	Log の底は 10
	標準偏差	4.40	7.85	9.78	

換算 N 値は次式によって求める。

$$\text{換算 } N \text{ 値} = 50 \times \frac{0.3(m)}{50 \text{ 回の打撃時の貫入量 (cm)}} \cdots (5-1-1)$$

換算 N 値は 21～500 で平均値は 158.5 になる (既存 B-2～B-6 のデータを含む)。

N 値に大きなばらつきがみられるので標準偏差を考慮した次式により代表(設計) N 値を求める。

$$\text{代表 } N \text{ 値} = \text{平均 } N \text{ 値} - \text{標準偏差} / 2 \cdots (5-1-2)$$

$$158.5 - 74.1 / 2 = 121$$

最小値・代表値より $C \cdot \phi$ を求めると次のとおりである。

$$C = 16.2 \cdot (21 \sim 121)^{0.606} = 102 \sim 296 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi = 0.888 \log(21 \sim 121) + 19.3 = 20 \sim 21^\circ$$

ここでは最小値から求めた値の端数を整理し、 $C=100\text{kN/m}^2$ 、 $\phi=20^\circ$ とする。

2) 乱した状態・・・盛土材料等に使用する場合の締固めた状態の時の地盤定数を提案する。

自然状態と違い、締固め時の含水比や締固め度によって大きく変わるのでなるべく安全側に設定する必要がある。

①単位体積重量 γ (P27 参照)

・表土層(F)・・・C-1 試料において締固め度を 90%とすると $\rho_d=1.355\text{g}/\text{cm}^3$ であり、湿润側の含水比 34.2%を採用すると、 $\rho_t=1.355 \times (1+0.342)=1.818\text{g}/\text{cm}^3$ となる。 $\gamma=10 \cdot \rho_t$ から $\gamma=18.18\text{kN}/\text{m}^3$ となり、0.5 単位に丸めて $18.5\text{kN}/\text{m}^3$ とする。

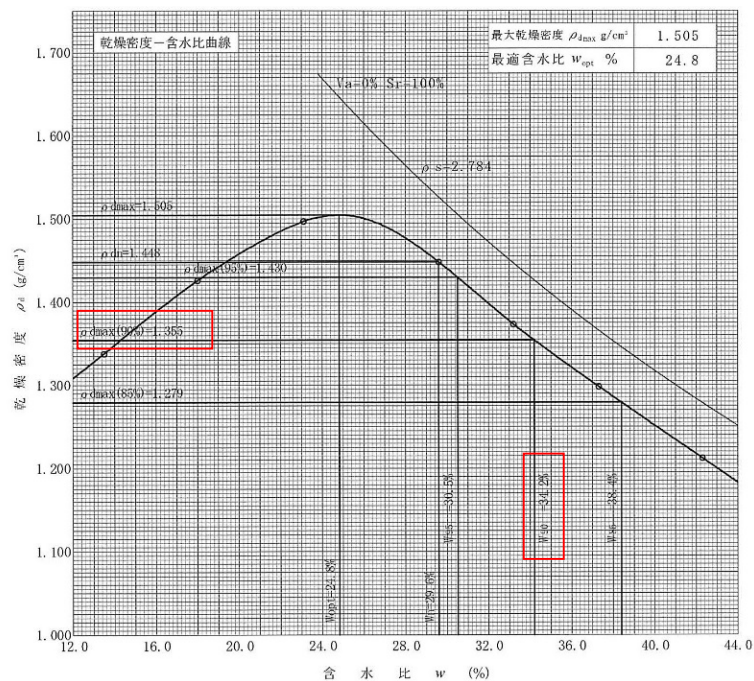


図 5.1.1 試料番号 C-1 の含水比と乾燥密度の関係

・風化泥岩(WMs)・・・B-1・E-1 試料の結果を採用する。締固め試験の結果から同様に読み取ると

$$B-1 \cdots \rho_{dmax}(90\%) = 1.334 \quad W_{90} = 35.0\%$$

$$\rho_t = 1.334 \times (1 + 0.350) = 1.80\text{g}/\text{cm}^3$$

$$E-1 \cdots \rho_{dmax}(90\%) = 1.294 \quad W_{90} = 36.8\%$$

$$\rho_t = 1.294 \times (1 + 0.368) = 1.77\text{g}/\text{cm}^3$$

平均値 $\rho_t = 1.785\text{g}/\text{cm}^3$ より $\gamma = 17.85\text{kN}/\text{m}^3 \rightarrow 18\text{kN}/\text{m}^3$ とする。

・泥岩 (Ms) . . . E-2・5-2 試料を採用する。

$$E-2 \cdot \cdot \cdot \rho_{dmax}(90\%) = 1.072 \quad W_{90} = 52.0\%$$

$$\rho_t = 1.072 \times (1 + 0.520) = 1.629 \text{ g/cm}^3$$

$$5-2 \cdot \cdot \cdot \rho_{dmax}(90\%) = 1.208 \quad W_{90} = 42.3\%$$

$$\rho_t = 1.208 \times (1 + 0.423) = 1.719 \text{ g/cm}^3$$

平均値 $\rho_t = 1.674 \text{ g/cm}^3$ より $\gamma = 16.74 \text{ kN/m}^3 \rightarrow 17 \text{ kN/m}^3$ とする。

②強度定数 $C \cdot \phi$ (P29 参照)

・表土層 (F) . . . 試験結果では $C = 108 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi = 5.6^\circ$ で特に C は非常に大きい値を示す。表土層は礫を含む関東ロームであり、特に締固めた状態ではこのような大きい値は期待できない。一方、表 5.1.2 は自然状態における関東ロームの工学的性質を示したものである。一般に関東ロームは一度乱してしまうと強度の低下が著しく、締固め度 90%としても自然状態の強度までは回復することはない、せいぜい同表の最小値程度と考えられる。ここでは、同表の最小値である $C = 20 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi = 5^\circ$ を提案する。

表 5.1.2 関東ロームの工学的性質

・ N 値	3～5
・ 自然含水比	$W_n = 80 \sim 150\%$
・ 一軸圧縮強さ	$q_u = 50 \sim 250 \text{ kN/m}^2$
・ 粘着力	$c_u = 20 \sim 60 \text{ kN/m}^2$
・ 内部摩擦角	$\phi = 5 \sim 17^\circ$

・風化泥岩 (WMs) . . . E-1 試料は $C = 533 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi = 1.4^\circ$ で C は非常に大きな値を示している。また、B-1 試料の試験結果は $C = 75 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi = 7.7^\circ$ であり、大きなばらつきを見せていることから場所により風化度合いや強度が異なるものと考えられる。 C は安全側を考え乱れの少ない試料で提案した $C = 40 \text{ kN/m}^2$ 程度に留めるものとする。 ϕ は自然状態より小さい $\phi = 5^\circ$ とする。

・泥岩 (Ms)・・・E-2 試料は $C=1,601\text{kN/m}^2$ 、 $\phi=7.3^\circ$ で C は非常に大きな値を示している。一方、5-2 試料の試験結果は $C=50\text{kN/m}^2$ $\phi=35.1^\circ$ と大きな違いを見せている。これは、前述したように土塊をモールド内に入る程度に砕いたのに対し、可能な限り土塊を崩して実施したことによる違いと考えられる。採用値としては将来的にスレーキング現象を考慮しなければならないことも考えられるので、安全側である既存データを採用する必要があると考えられる。したがって、 $C=50\text{kN/m}^2$ とし、 ϕ は 10° 程度に留めるものとする。

以上から地盤定数提案値をまとめると表 5.1.3 のとおりである。なお、砂岩は今回の調査箇所では分布していなかったので既存報告書の提案値を採用する。

表 5.1.3 地盤定数提案値

試料の状態 地層名 (記号)	乱さない状態			乱した状態		
	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)
表土層 (F)	18	—	—	18.5	20	5
風化泥岩 (WMs)	17	40	10	18	40	5
泥岩 (Ms)	18.5	100	20	17	50	10
砂岩 (Ss)	20	70	35	18.5	40	30

※乱した状態では締固め度が90%以上は締固めるものとする。

5.2 地盤の許容応力度と構造物の基礎形式について

1) 地盤の許容応力度の算定 現況の地盤の支持力について示す。すでに述べたように建設候補地の地盤構成は表土層(F)～風化泥岩(WMs)～泥岩・砂岩(Ms・Ss)で構成されている。

このうち、表土層は植物の生育する土で締固めを行わない限り構造物の基礎とするような状況にはない。また、風化泥岩は場所により風化度合いや強度が異なるものと考えられる。一方、泥岩はほとんどが $N > 50$ を示す堅固な地層である。ここでは調査結果を用いて支持力公式にあてはめ、泥岩の地盤の許容応力度を算定する。

支持力公式は国土交通省告示(平成 13 年 7 月 2 日国告第 1113 号 地盤の許容応力度及び基礎杭の許容支持力)の次式による。

$$q_a = \frac{1}{3}(i_c \alpha C N_c + i_r \beta \gamma_1 B N_r + i_q \gamma_2 D_f N_q) \cdots (5-2-1)$$

記号 q_a : 地盤の長期許容応力度(単位 kN/m^2)。短期は $\frac{2}{3}$

i_c , i_r 及び i_q : 基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角に応じて次の式によって計

算した数値

$$i_c = i_q = (1 - \theta / 90)^2$$

$$i_r = (1 - \theta / \phi)^2$$

θ : 基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角(θ が ϕ を超える場合は ϕ とする)(単位 度)

ϕ : 地盤の特性によって求めた内部摩擦角(単位 度)

α 及び β : 基礎荷重面の形状に応じて表 5.2.1 に掲げる係数

C : 基礎底面下にある地盤の粘着力(単位 kN/m^2)

B : 基礎荷重面の短辺又は短径(単位 m)

N_c , N_r 及び N_q : 地盤内部の摩擦角に応じて表 5.2.2 に掲げる支持力係数

γ_1 : 基礎荷重面下にある地盤の単位体積重量または水中単位体積重量
(単位 kN/m^3)

γ_2 : 基礎荷重面より上方にある地盤の平均単位体積重量または水中単位体積

重量(単位 kN/m^3)

D_f : 基礎に近接した最低地盤面から基礎荷重面までの深さ(単位 m)。

表 5.2.1 基礎の形状係数

基礎荷重面の形状 係数	円形	円形以外の形状
α	1.2	$1.0 + 0.2B/L$
β	0.3	$0.5 - 0.2B/L$
B及びLは、それぞれの基礎荷重面の短辺又は短径及び長辺又は長径の長さをあらわす。(単位 m)		

表 5.2.2 支持力係数

内部摩擦角 支持力係数	0度	5度	10度	15度	20度	25度	28度	32度	36度	40度以上
N_c	5.1	6.5	8.3	11.0	14.8	20.7	25.8	35.5	50.6	75.3
N_r	0.0	0.1	0.4	1.1	2.9	6.8	11.2	22.0	44.4	93.7
N_q	1.0	1.6	2.5	3.9	6.4	10.7	14.7	23.2	37.8	64.2
この表に掲げる内部摩擦角以外の内部摩擦角に応じた N_c , N_r , N_q は、表に掲げる数値をそれぞれ直線的に補間した数値とする。										

・泥岩層(M_s)の地盤の許容応力度

算 定 条 件

- ・基礎の形状・・・円形以外の基礎を想定して $\alpha = 1.0$, $\beta = 0.5$ とする。
- ・基礎の根入れ深さ・・・ $D_f = 0\text{m}$ とする。
- ・地盤定数・・・提案値より $\gamma = 18.5\text{kN}/\text{m}^3$ $C = 100\text{kN}/\text{m}^2$ $\phi = 20^\circ$
- ・支持力係数・・・支持力係数・・・ $\phi = 20^\circ$ から $N_c = 14.8$, $N_r = 2.9$, $N_q = 6.4$
- ・許容応力度の算定 i_c , i_r , i_q は $\theta = 0$ とするとそれぞれ1.0とする。

$$\begin{aligned}
 q_a &= \frac{1}{3}(1.0 \times 1.0 \times 100 \times 14.8 + 1.0 \times 0.5 \times 18.5 \times B \times 2.9 + 0) \\
 &= \frac{1}{3}(1480 + 26.8B) \quad B = 1.0\text{m} \text{ とすると} \\
 q_a &= \frac{1}{3}(1480 + 26.8) = 502\text{kN}/\text{m}^2
 \end{aligned}$$

以上のように、根入れ効果を見捨てた場合の地盤の許容応力度は $q_a = 502\text{kN}/\text{m}^2$ となる。

一方、表 5.2.3 は道路橋示方書で示す岩盤の最大地盤反力度であり、建設候補地に分布する泥岩は、目安とする一軸圧縮強度や変形係数は同表の『軟岩・土丹』に相当している。

表 5.2.3 岩盤の最大地盤反力度の上限値

		最大地盤反力度(kN/m ²)		目安とする値	
岩盤の種類		常時	レベル1 地震時	一軸圧縮強度 (MN/m ²)	孔内水平載荷試験による 変形係数(MN/m ²)
硬 岩	亀裂が少ない	2,500	3,750	10以上	500以上
	亀裂が多い	1,000	1,500		500未満
軟岩・土丹		600	900	1以上	

また、表 5.2.4 は建築基準法施工令 93 条による許容応力度である。泥岩は算定結果では 502kN/m²となるが、表 5.2.4 では『土丹盤』に相当するので $q_a=300\text{kN/m}^2$ になる。支持力的に差があるが、風化により支持力が低下することも予想されるので計画段階では $q_a=300\text{kN/m}^2$ 程度に留めた方が賢明であると考えられる。

また、風化泥岩は下表からは『堅い粘土質地盤』に相当し、 $q_a=100\text{kN/m}^2$ 程度は期待出来るものと考えられるが、場所により風化度合いや強度が異なることが予想されるので平板載荷試験によって支持力を確認する必要があると考えられる。

表 5.2.4 建築基準法施工令 93 条による許容応力度

地 盤	長期許容応力度 kN/m ²	短期許容応力度 kN/m ²
岩盤	1,000	長期許容応度のそれぞれの2倍とする
固結した砂	500	
土丹盤	300	
密実な礫層	300	
密実な砂質地盤	200	
砂質地盤 (地震時に液状化のおそれのないものに限る)	50	
堅い粘土質地盤	100	
粘土質地盤	20	
堅いローム層	100	
ローム層	50	

6. まとめ

今回の調査結果から主な項目を列挙すると次のとおりである。

- ①建設候補地は岩殿丘陵に位置し、地質は表土層(F)～風化泥岩(WMs)～泥岩(Ms)・砂岩(Ss)で構成されている。このうち泥岩層はその大部分が $N > 50$ を示す堅固な地層で、重量級の構造物の支持層として十分に期待出来る地盤である
- ②ボーリング孔で地下水位を測定したが、標高の低い No.A 以外は確認することが出来なかった (P19 参照)。この水位は烈か水が溜まったものと判断される。また、水位が確認されなかった他の 4 地点にも、亀裂面が酸化している所や、劣化し変色している所も見受けられるので、既存データのように季節によっては裂か水があるものと考えられる。
- ③現場透水試験結果から泥岩(Ms)の透水性は亀裂などの影響を考慮しても『低い』と判断される。
- ④建設候補地における代表的な地層から土質試験を実施した。詳細については試験結果 (P21～P32 参照) で述べてあるが、泥岩は締固めた状態でも強度が大きく、現状の含水比で締固めても締固め度は 90%以上が得られる。また、室内透水試験結果の透水性は『実質上不透水』に該当する。各層の pH は中性～強酸性を示す。一部で中性を示すものの、酸性が強い地域であることが知られているので場合によっては何らかの対策が必要である。
- ⑤泥岩で岩石試験を実施した(P33～P35 参照)。スレーキング率試験結果はいずれもスレーキング率 30%以下の結果であり、スレーキングがほとんど生じない結果であった。しかし、一般的に泥岩はスレーキングしやすい岩盤といえるので、長期的な土構造物においては何らかの対策が必要と考えられる。
- ⑥スレーキング材料であっても建設残土削減の観点から現場内で使用する必要があると考えられる。盛土に用いる場合の対策案としては、排水処理を徹底することを前提に下記の対策案が考えられる。

破碎転圧・・・施工後の圧縮沈下を軽減するために転厚時にあらかじめ破碎しておくことが有効である。盛土の巻き出し時に空隙が生じないように砂分を混合して適度に粒度調整し

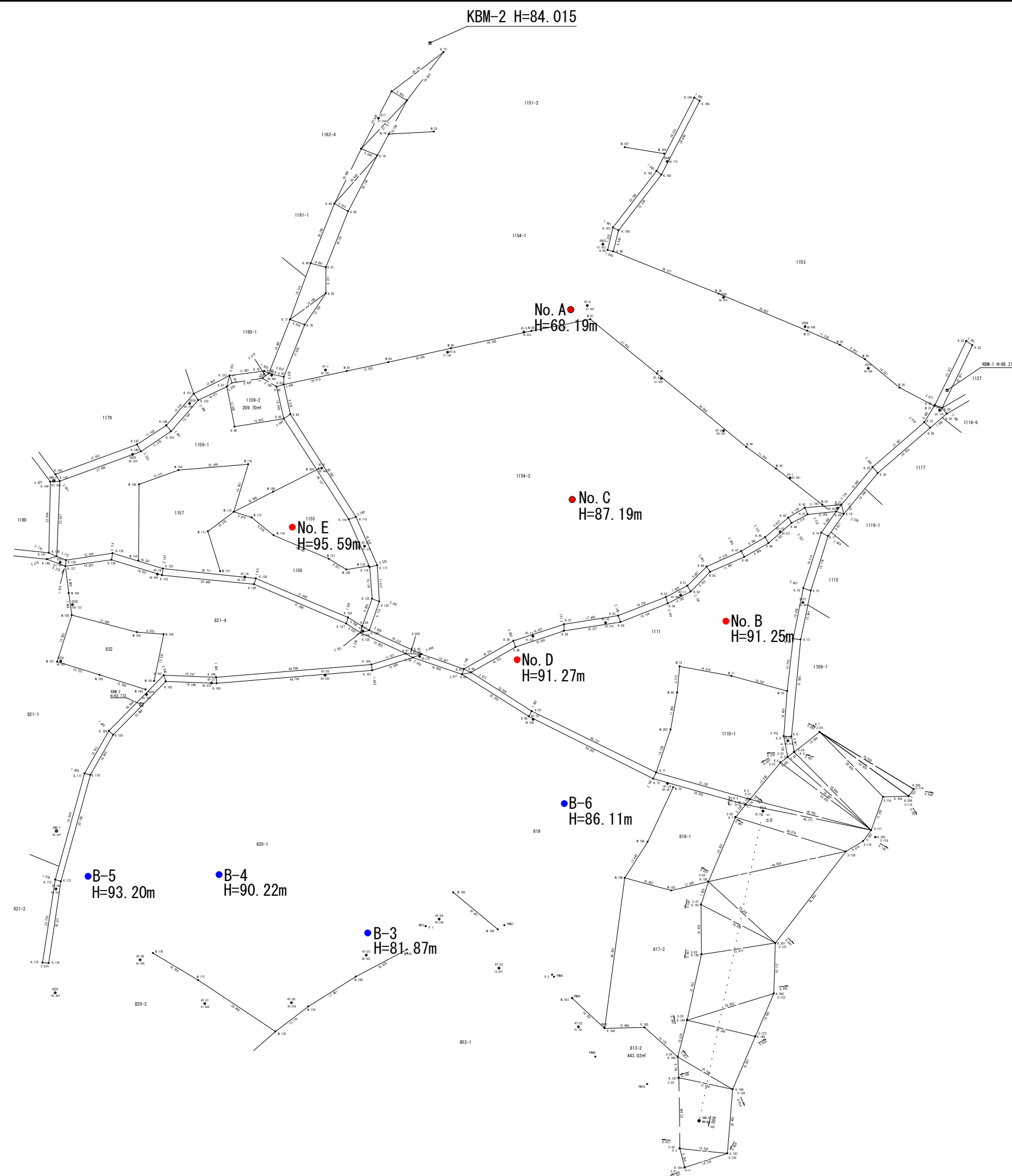
て締固めを行う。転圧の際は巻き出し厚さを薄くして転圧を行い、圧縮沈下の軽減を図る。

安定処理・・・破碎転圧が効きにくい場合は石灰やセメントなどを用いて安定処理工法を行う。スレーキング材料が塊状のままでは効果が薄いため、十分に破碎した上で混合し、その効果を確認した上で用いる。

品質管理・・・泥岩などのぜい弱岩は空気間隙率や飽和度によって締固め管理される。締固め管理は施工含水比を自然含水比とし、空気間隙率を 10%以下あるいは飽和度 85%以上としているのが一般的である。また、工法規定方式により締固めに用いる施工機械や締固め回数などの施工法そのものを管理するのも有効と考えられる。

以上のような対策案を考慮の上、完成後の圧縮沈下が生じないように施工的な配慮が必要である。

調 査 位 置 図



S=1:1500

- 今回ボーリング箇所
- 前回ボーリング箇所

ボ ー リ ン グ 柱 状 図

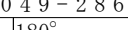
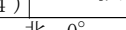
ボーリング柱状図

調 査 名	高倉クリーンセンター一次期更新施設地質調査業務
-------	-------------------------

ボーリングNo

事業・工事名

シート No

ボーリング名	No. A		調査位置		埼玉県比企郡鳩山町大字泉井1154番地2外						北緯	35° 59' 33.44"			
発注機関	埼玉県西部環境保全組合					調査期間	平成 26年 10月 10日 ~ 27年 3月 31日					東経	139° 18' 39.47"		
調査業者名	有限会社地質技研 電話 (049-286-1624)			主任技師	大畑貴則		現代理人	秋野英史		コ鑑 定 者	船木・秋野		ボーリング責任者	船木武	
孔口標高	H=68.19m	角 度		方 向		地盤勾配 鉛直 水平0° 90°	使用機種	試錐機	YBM-05		ハンマー 落下用具	半自動落下			
総掘進長	15.24m							エンジン	NFD-9			ポンプ	GP-5		

[illegible]

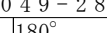
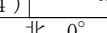
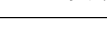
ボーリング柱状図

調 査 名	高倉クリーンセンター一次期更新施設地質調査業務
-------	-------------------------

ボーリングNo

事業・工事名

シートNo

ボーリング名	No. B			調査位置		埼玉県比企郡鳩山町大字泉井1154番地2外					北緯	35° 59' 29.77"	
発注機関	埼玉県西部環境保全組合					調査期間		平成 26年 10月 10日 ~ 27年 3月 31日			東経	139° 18' 40.02"	
調査業者名	有限会社地質技研 電話 (0 4 9 - 2 8 6 - 1 6 2 4)			主任技師		大畑貴則		現代場人	秋野英史	コ鑑定者	船木・秋野	ボーリング責任者	船木武
孔口標高	H=91.25m	角 度		方 向		地盤勾配		使用機種	試錐機	Y B M - 0 5		ハンマー落下用具	半自動落下
総掘進長	15.23m								エンジン	N F D - 9		ポンプ	G P - 5

[illegible]

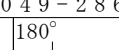
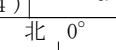
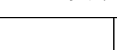
ボーリング柱状図

調 査 名	高倉クリーンセンター一次期更新施設地質調査業務
-------	-------------------------

ボーリングNo

事業・工事名

シート No

ボーリング名	No. C		調査位置		埼玉県比企郡鳩山町大字泉井1154番地2外					北緯	35° 59' 31.32"	
発注機関	埼玉県西部環境保全組合					調査期間	平成 26年 10月 10日 ~ 27年 3月 31日			東経	139° 18' 39.87"	
調査業者名	有限会社地質技研 電話 (049-286-1624)		主任技師	大畑貴則		現代理人	秋野英史	コ鑑定者	船木・秋野	ボーリング責任者	船木武	
孔口標高	H=87.19m	角 度		方 向		地盤勾配		使用機種	試錐機	YBM-05	ハンマー落下用具	半自動落下
総掘進長	20.23m								エンジン	NFD-9	ポンプ	GP-5

標尺 (m)	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 事	孔内 水位 (m) ／ 測定 月日	標準貫入試験					原位置試験		試験採取			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)	N 値	深 度 (m)	試 験 名 お よ び 結 果 ()	深 度 (m)	試 料 番 号			採 取 方 法		
												0 ／ 10	10 ／ 20	20 ／ 30											
	86.95	0.20	0.20		表土	暗茶褐			粘性やや強い。含水中位。 ローム状。木の根を混入する。																
1					礫混じり粘土	褐 ／ 黄灰		硬 い	粘性強い。含水中位。 φ2～20mm位の亜角礫を混入。 最大礫径φ50mm程度。 所々酸化し褐色化。		1.15	4	4	6	14 ／ 30	14									
2	85.19	1.80	2.00								1.45														
3											2.15	4 ／ 11	4	5 ／ 11	13 ／ 32	12									
4					粘土	黄灰 ／ 乳灰 ／ 黄褐		硬 い	粘性やや強い～強い。 含水中位。凝灰質。 色調一定しない。 所々酸化し褐色化。 2.65m付近に礫を混入する。 φ20mm程度の礫が点在する。 下部は含水やや多い。		2.47														
5	82.29	2.90	4.90								3.15	3 ／ 12	3 ／ 9	4	10 ／ 31	10									
6					硬質粘土	黄褐 ／ 暗灰		硬 い	粘性・含水中位。シルト質。 5.30m付近で色調変化。 有機物が点在する。 細砂を薄層状および不規則に混じる 下部に従い硬くなる。 泥岩の強風化帯。		3.46														
7	80.49	1.80	6.70								4.15	3 ／ 11	4	3 ／ 9	10 ／ 30	10									
8											4.45														
9											5.15	4 ／ 11	4 ／ 9	5	13 ／ 30	13									
10											5.45														
11											6.15	4	5	5	14 ／ 30	14									
12											6.45														
13											7.15	8	9	11	28 ／ 30	28									
14											7.45														
15											8.15	24	26 ／ 8		50 ／ 18	83									
16											8.33														
17											9.15	23	27 ／ 8		50 ／ 18	83									
18											9.33														
19											10.15	31	19 ／ 4		50 ／ 14	107									
20											10.29														
21											11.15	9	9	11	29 ／ 30	29									
22											11.45														
23											12.15	15	20	15 ／ 7	50 ／ 27	56									
24											12.42														
25											13.15	17	22	11 ／ 3	50 ／ 23	65									
26											13.38														
27											14.15	50 ／ 9			50 ／ 9	167									
28											14.24														
29											15.15	41	9 ／ 2		50 ／ 12	125									
30											15.27														
31											16.15	11	17	22	50 ／ 30	50									
32											16.45														
33											17.15	50 ／ 8			50 ／ 8	188									
34											17.23														
35											18.15	42	8 ／ 2		50 ／ 12	125									
36											18.27														
37											19.15	36	14 ／ 4		50 ／ 14	107									
38											19.29														
39											20.15	50 ／ 8			50 ／ 8	188									
40											20.23														

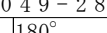
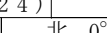
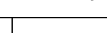
ボーリング柱状図

調 査 名	高倉クリーンセンター次期更新施設地質調査業務
-------	------------------------

ボーリングNo

事業・工事名

シート No

ボーリング名	N o . D			調査位置		埼玉県比企郡鳩山町大字泉井1154番地2外					北緯	35° 59' 28.89"		
発注機関	埼玉県西部環境保全組合					調査期間		平成 26年 10月 10日 ~ 27年 3月 31日			東経	139° 18' 38.76"		
調査業者名	有限会社地質技研 電話 (0 4 9 - 2 8 6 - 1 6 2 4)			主任技師		大畑貴則		現代場人	秋野英史	コ鑑ア者	船木・秋野	ボーリング責任者	船木武	
孔口標高	H= 91.27m	角 度		方 向		地盤勾配		使用機種	試錐機	Y B M - 0 5		ハンマー落下用具	半自動落下	
総掘進長	15.28m								エンジン	N F D - 9		ポンプ	G P - 5	

[illegible]

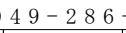
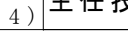
ボーリング柱状図

調 査 名 高倉クリーンセンター次期更新施設地質調査業務

ボーリングNo									
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

事業・工事名

シートNo

ボーリング名	No. E		調査位置		埼玉県比企郡鳩山町大字泉井1154番地2外						北緯	35° 59' 29.55"			
発注機関	埼玉西部環境保全組合					調査期間	平成 26年 10月 10日 ~ 27年 3月 31日					東経	139° 18' 35.65"		
調査業者名	有限会社地質技研 電話 (0 4 9 - 2 8 6 - 1 6 2 4)			主任技師	大畑貴則		現場代理人	秋野英史		コ 鑑 定 者	舩木・秋野		ボーリング 責任者	舩木武	
孔口標高	H= 95.59m	角 	方		地盤 勾配	 水平0° 鉛直90°	使用 機種	試錐機			YBM-05		ハンマー 落下用具	半自動落下	
総掘進長	30.23m		度					向	エンジン			NFD-9		ポンプ	GP-5

標 尺 (m)	標 高 (m)	層 厚 (m)	深 度 (m)	柱 状 図	土 質 区 分	色 調	相 対 密 度	相 対 稠 度	記 事	孔内水位(m)／測定月日	標準貫入試験										原 位 置 試 験		試料採取			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)	N 値	深 度 (m)	試 験 名 および結果	深 度 (m)	試 料 採 取 方 法	深 度 (m)	試 料 採 取 方 法					
												0 〃 10	10 〃 20	20 〃 30													
	95.39	0.20	0.20		表土	暗褐			上部は腐葉土。ローム状。 φ2～40mm位の角・亜角礫を混入。 最大礫径φ100mm程度。 ローム状。下部は粘性強い。		1.15	2 11	3	3	8 31	8											
1	94.89	0.50	0.70		礫混じり粘土	暗褐					1.46	5	7	7	19 30	19											
2	93.94	0.95	1.65		粘土	黄灰～黄乳灰		中 位	含水中位。粘性強い。 木の根を混入する。		2.15	5	7	7	19 30	19											
3											2.45	6	7	9	22 30	22											
4					硬質粘土	乳灰～褐黄灰		非 常 に 硬 い	粘性強い。含水中位。 所々酸化し褐色化。 全体に細砂を混じる。 3m付近に少量の有機物を混じる。 4.8m付近に細砂の薄層を挟む。 泥岩の強風化帯。		3.15	6	6	8	20 30	20											
5	90.54	3.40	5.05								4.45	8	9	10	27 30	27										1 28	
6											5.45	9	9	26	44 30	44											
7											6.45	50 8			50 8	188											
8											7.15	50 9			50 9	167											
9											8.24	50			50 10	150											
10											9.15	50 7			50 7	214											
11											9.25	50			50 7	214											
12											10.15	42	8 2		50 12	125											
13											10.22	19	26	5 1	50 21	71											
14											11.15	16	21	13 5	50 25	60										1 29	
15						暗 灰			非常に硬い。 棒状のコアで採取される。 6.35m付近まで風化しやや粘土化している。		14.40	41	9 2		50 12	125											
16						暗 緑 灰			6.25～6.35m間は酸化している。 8m付近は所々酸化している。 10m付近に白色の粒状物が点在する。 12.80～15.30m間は色調一定しない。 (黄褐・暗黄灰・灰・褐色等) 亀裂面は酸化し暗褐色化している。		15.15	39	11 3		50 13	115											
17						暗 黄 灰			14～15m間は亀裂が多い。 15.80m付近に亀裂が有り、酸化し褐色化。		16.15	41	9 2		50 12	125											
18						暗 緑 灰			16.20m付近は薄層状に黄褐色に変色している。		17.15	38	12 3		50 13	115											
19									17.60～17.90m間は黄褐色に変色している。		18.15	30	20 5		50 15	100											
20									18m以深はほぼ亀裂が無く均質。 22.85m付近は緩斜線状に亀裂があり、亀裂面は礫状を呈する。 最大コア長70cm程度。		19.15	50			50 10	150											
21											20.15	50			50 10	150											
22											20.25	50 9			50 9	167											
23											21.15	50 8			50 8	188											
24											21.25	50 7			50 7	214										1 31	
25											22.15	50 8			50 8	188											
26											22.24	50 8			50 8	188											
27											23.15	50 7			50 7	214											
28											23.23	50 9			50 9	167											
29											24.15	50 8			50 8	188											
30	65.36	25.18	30.23								24.22	50 8			50 8	188										2 2	