

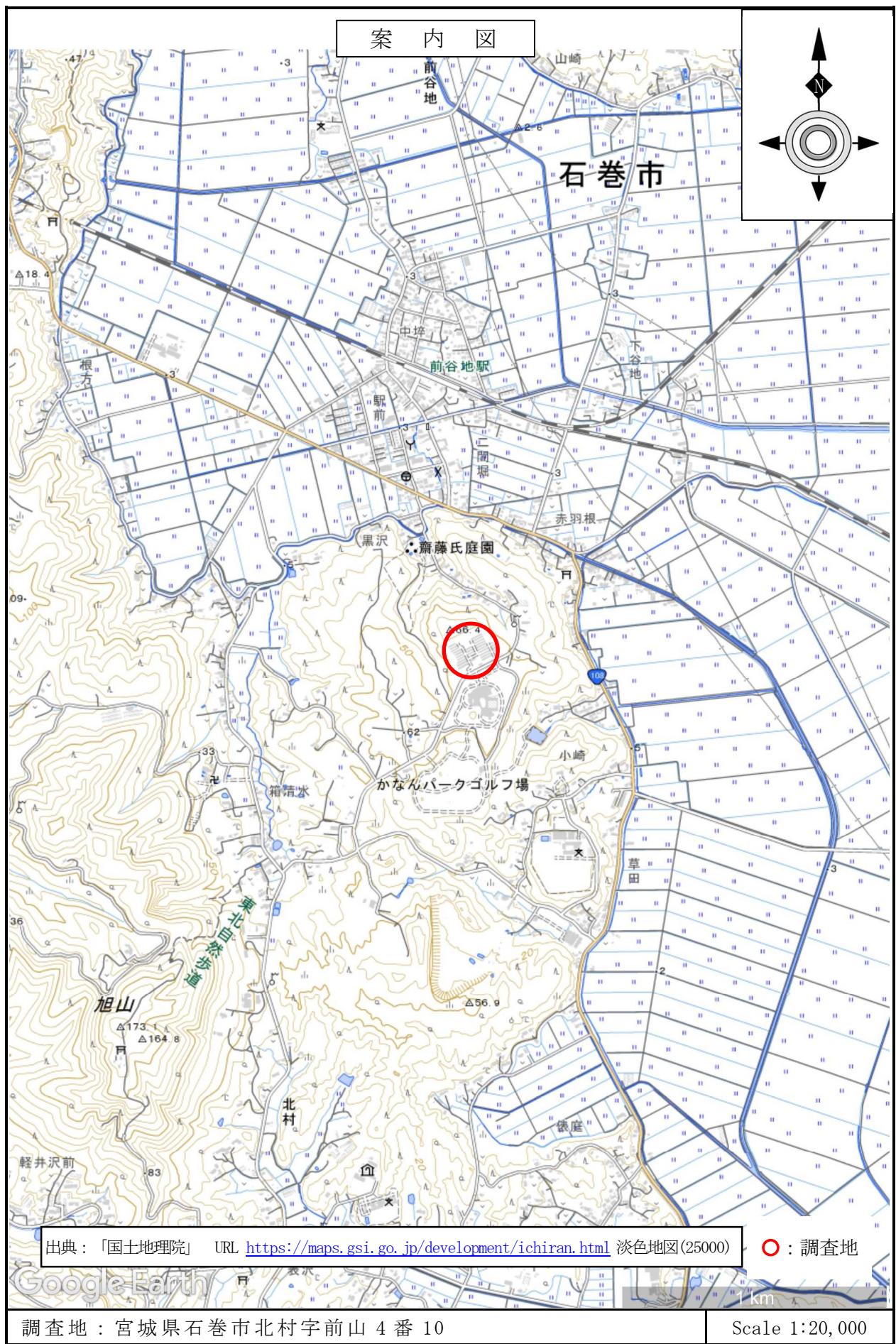
新学校給食センター建設地地質調査業務

報 告 書

令和 5 年 9 月

石 巻 市
株式会社 地盤調査事務所

案 内 図



目 次

○案内図

1. 業務概要

1-1 業務要目	1
1-2 業務項目	1
1-3 実施数量	1
1-4 調査位置	2

2. 調査及び試験の目的と方法

2-1 機械ボーリング（オイルフィード）	3
2-2 標準貫入試験	4

3. 地盤概要

3-1 石巻市の地形・地質概要	5
3-2 調査地付近の地形・地質	6
3-3 断層	8

4. 調査及び試験結果

4-1 調査位置の選点について	9
4-2 ボーリング調査結果	11

5. 調査結果に基づく検討

5-1 地盤定数の設定	17
5-2 基礎工と地盤について	21
5-3 直接基礎の長期許容支持力	24
5-4 滑動抵抗力について	26
5-5 即時・圧密沈下について	26
5-6 地震時における地盤の液状化について	26
5-7 凍結深度	27
5-8 断層・撓曲の影響について	27
5-9 その他留意事項	27
5-10 検討結果まとめ	29

添 付 資 料

調査位置図	巻末-1
調査位置図(旧地形重ね図)	巻末-2
調査位置図(包蔵地重ね図)	巻末-3
ボーリング柱状図・コア写真	巻末-4
地層断面想定図	巻末-14

1. 業務概要

1-1 業務要目

- (1) 件名：新学校給食センター建設地地質調査業務
- (2) 所在地：宮城県石巻市北村字前山 4 番 10
- (3) 期間：令和 5 年 7 月 25 日～令和 5 年 9 月 29 日
- (4) 目的：計画建物の基礎構造設計に必要な地盤情報を得るため、原位置試験を行うものである。
- (5) 発注者：石巻市
- (6) 調査業者：株式会社 地盤調査事務所 東北事務所

1-2 業務項目

1-2-1 調査項目

- (1) 機械ボーリング
- (2) 標準貫入試験

1-2-2 検討項目

- (1) 地盤定数の設定
- (2) 基礎工と地盤について
- (3) 直接基礎の長期許容支持力
- (4) 地震時の地盤の液状化について
- (5) その他

1-3 実施数量

表 1-1 ボーリング調査実施数量

孔番号		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	数量	
ボーリング長(m)	φ 66mm ノンコア	粘土・シルト	0.60	-	-	0.35	1.90	2.85
		砂・砂質土	4.20	2.55	0.60	0.30	5.00	12.65
		固結シルト	6.20	2.00	-	-	7.90	16.10
	φ 66mm オールコア	軟岩	5.00	5.45	5.40	5.35	5.20	26.40
	合計		16.00	10.00	6.00	6.00	20.00	58.00
標準貫入試験 (回)		粘土・シルト	-	-	-	-	1	1
		砂・砂質土	4	2	-	-	5	11
		固結シルト	6	2	-	-	8	16
		軟岩	6	6	6	6	6	30
		合計	16	10	6	6	20	58

*1) 各ボーリング地点の標高は、巻末調査位置図に示す仮ベンチマーク (T.P. +52.439m) を基準として求めた。

1-4 調査位置

以下に調査位置図を示す。

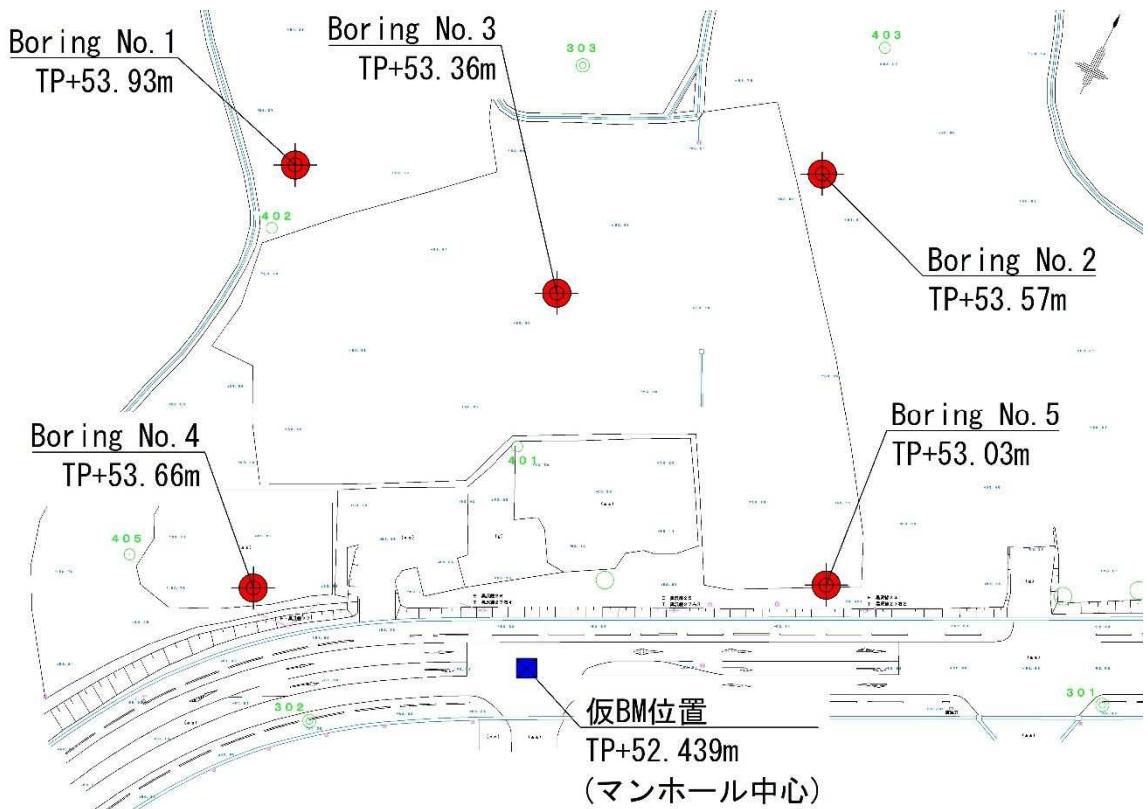


図 1-1 調査位置図 (任意縮尺)

2. 調査及び試験の目的と方法

2-1 機械ボーリング（オイルフィード）

ボーリングは、図 2-1 に示すロータリー式ボーリング機械を用いて削孔すると共に、標準貫入試験時のレイモンドサンプラーにて採取した試料により、土質、色調および混入物等を観察し、加えて掘進中の循環水の給水圧、スライム等から土質を推定し、総合的に判断してその結果を土質柱状図に表わした。

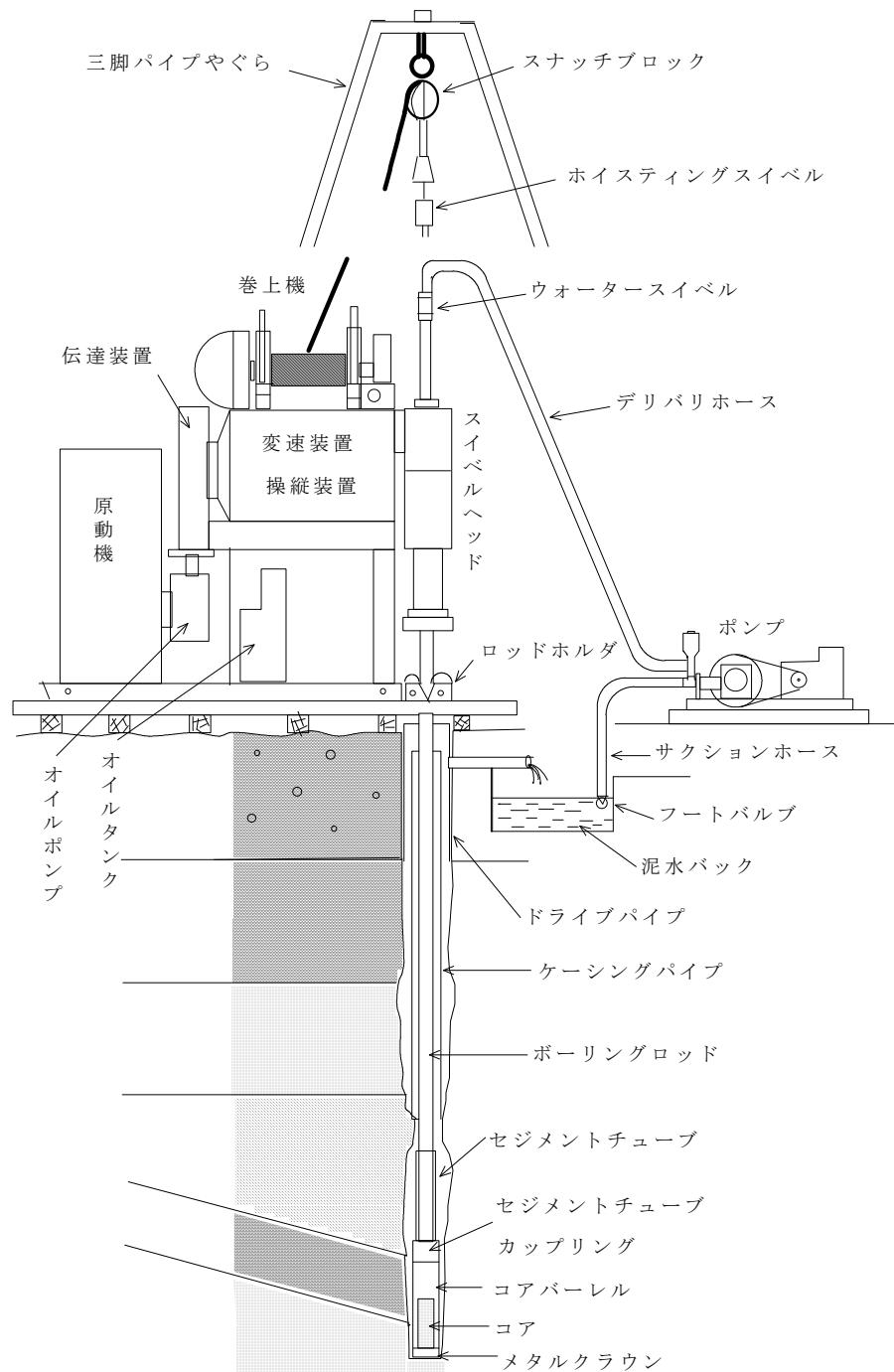


図 2-1 ボーリング姿図

2-2 標準貫入試験

標準貫入試験は、原位置(孔底)における土の硬軟あるいは締り具合の相対的指数であるN値の測定と、土の代表的試料の採取により地盤の構造と工学的性質の概要を推定するものである。試験は、JIS A 1219に基づき半自動落下法にて実施した。

試験方法は、図2-2に示すようにボーリングロッドの先端にSPTサンプラーを取り付けて孔底に下ろし質量 $63.5 \pm 0.5\text{kg}$ のハンマーを $760 \pm 10\text{mm}$ 自由落下させ地盤内に貫入させる。

予備打ち 150mm 、本打ち 300mm とし、サンプラーを地中に 300mm (本打ち)打ち込むのに要する打撃回数をN値として表した。また打撃回数が60に達した場合はその時点の貫入量を測定し、 300mm 貫入した場合の換算N値として柱状図に記載した。さらにN値が50以上と想定される地盤では予備打ちを適宜本打ちに切り替えた。

N値の結果より、砂の相対密度および粘土の相対稠度として表2-1および表2-2のように表現しボーリング柱状図に書き入れた。

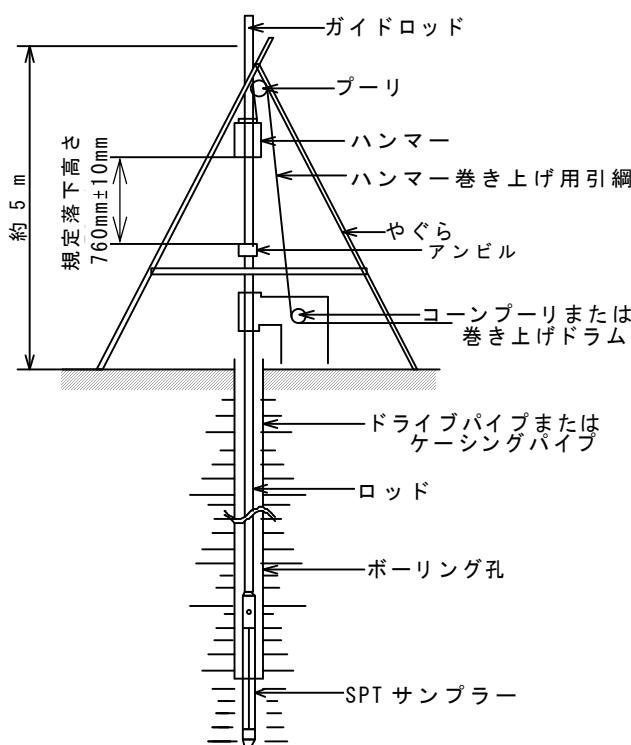


図2-2 標準貫入試験装置

表2-1 砂の相対密度

N値	相対密度
0～4	非常に緩い
4～10	緩い
10～30	中位
30～50	密な
50以上	非常に密な

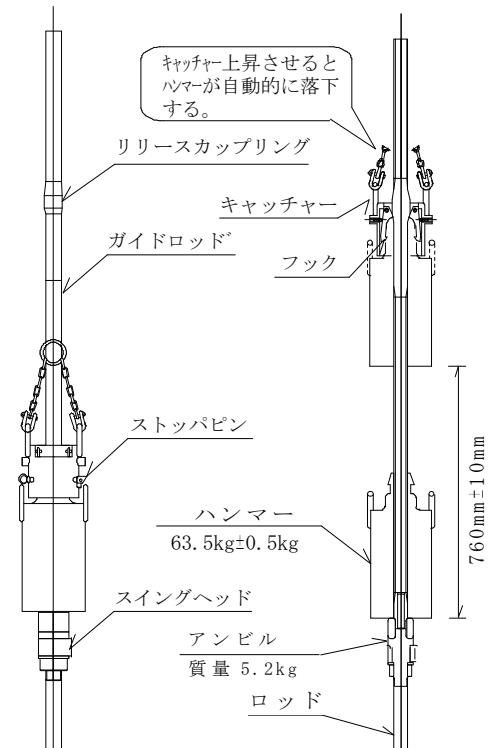


図2-3 半自動落下装置

表2-2 粘土の相対稠度

N値	相対稠度
0～2	非常に軟らかい
2～4	軟らかい
4～8	中位
8～15	硬い
15～30	非常に硬い
30以上	固結

3. 地盤概要

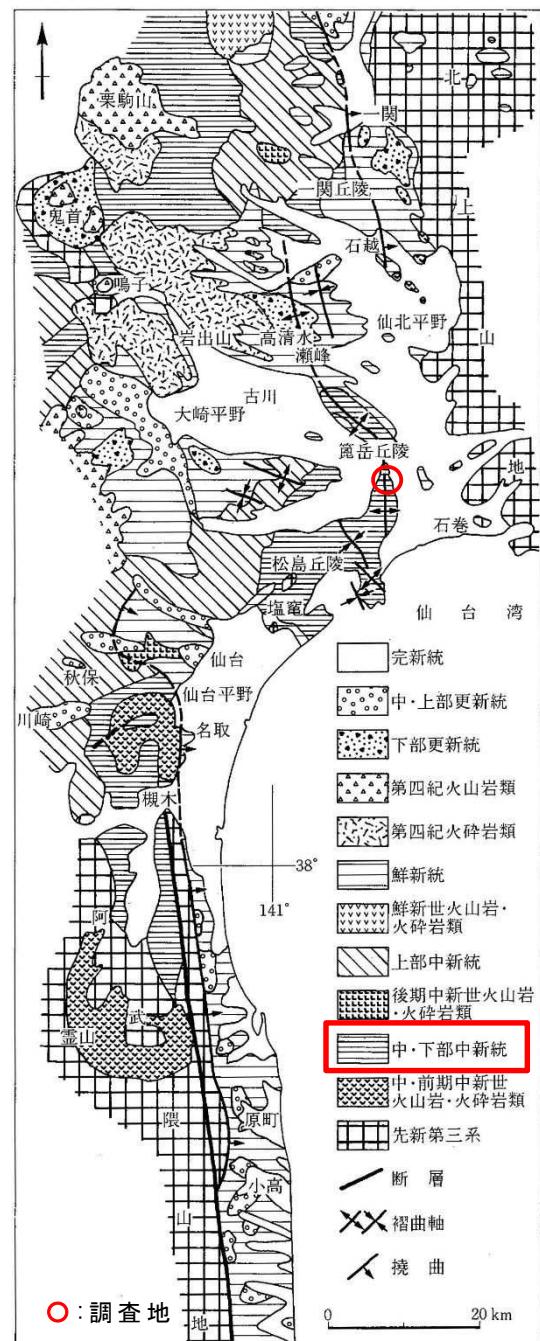
3-1 石巻市の地形・地質概要

東北地方の地形概況は、南北にのびる高地と低地が交互に並んだ帶状配列が特徴である。主な高地列は、東から順に北上山地－阿武隈山地、奥羽山脈、出羽山脈の3列である。北上山地－阿武隈山地の東側には太平洋沿岸の丘陵地があり、また、西側には北上川沿岸－阿武隈川沿岸の低地帯がある。この低地帯にはさらに低平丘陵地と海岸平野に区分できる。

北上山地と阿武隈山地は離れていて、また北上川と阿武隈川の河口も互いに隔たっている。その間の海岸は大きくくびれて仙台湾となり、西側の低地帯が湾岸まで広がる。石巻市は北からのびてきた北上山地と北上川海岸平野が仙台湾の北岸で終わる付近にあたる。

石巻市の基盤をなすのは、先第三系および新第三紀中新統である。更新統は河岸段丘堆積物として、旧北上川沿いに分布し、大半は低平な海浜を構成する河川性および海浜性の完新世の未固結堆積物である。

図 3-1 仙台地域の新第三系・第四系の地質概略
(日本の地質2 東北地方, 日本の地質『東北地方』編集委員会, 1989, p. 120)



3-2 調査地付近の地形・地質

本調査地は、石巻線「前谷地」駅の南約1kmに位置する。地形的には、松島丘陵の北西端に位置する。松島丘陵は、北側の江合川を挟んで笠岳丘陵へ連続する。調査地付近の松島丘陵は、河川による開析が進んでおり、東側の迫川（旧北上川）沿岸低地と西側の江合川沿岸低地に挟まれて細長く分布するに過ぎない。

調査地付近の丘陵地の地質は、主に新第三系中新統の追戸層からなる。平野部は第四系の後背湿地堆積物からなり、自然堤防の発達が悪い地域である。特に調査地東側の平野部は、かつて広渕沼が広大に分布していた地域である。

追戸層は、下部の和渕礫岩、上部の笠岳火碎岩（安山岩質火碎岩、安山岩溶岩を挟む）、両者と指交関係にある追戸砂岩の3部層に区分されている。

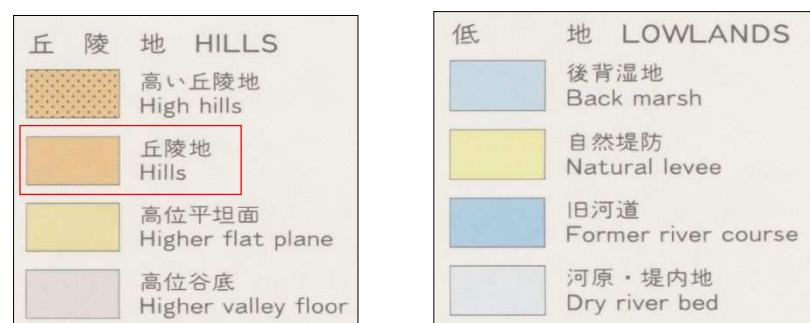


図 3-1 調査地付近の地形区分

「出典：国土交通省 国土政策局 国土情報課 HP」

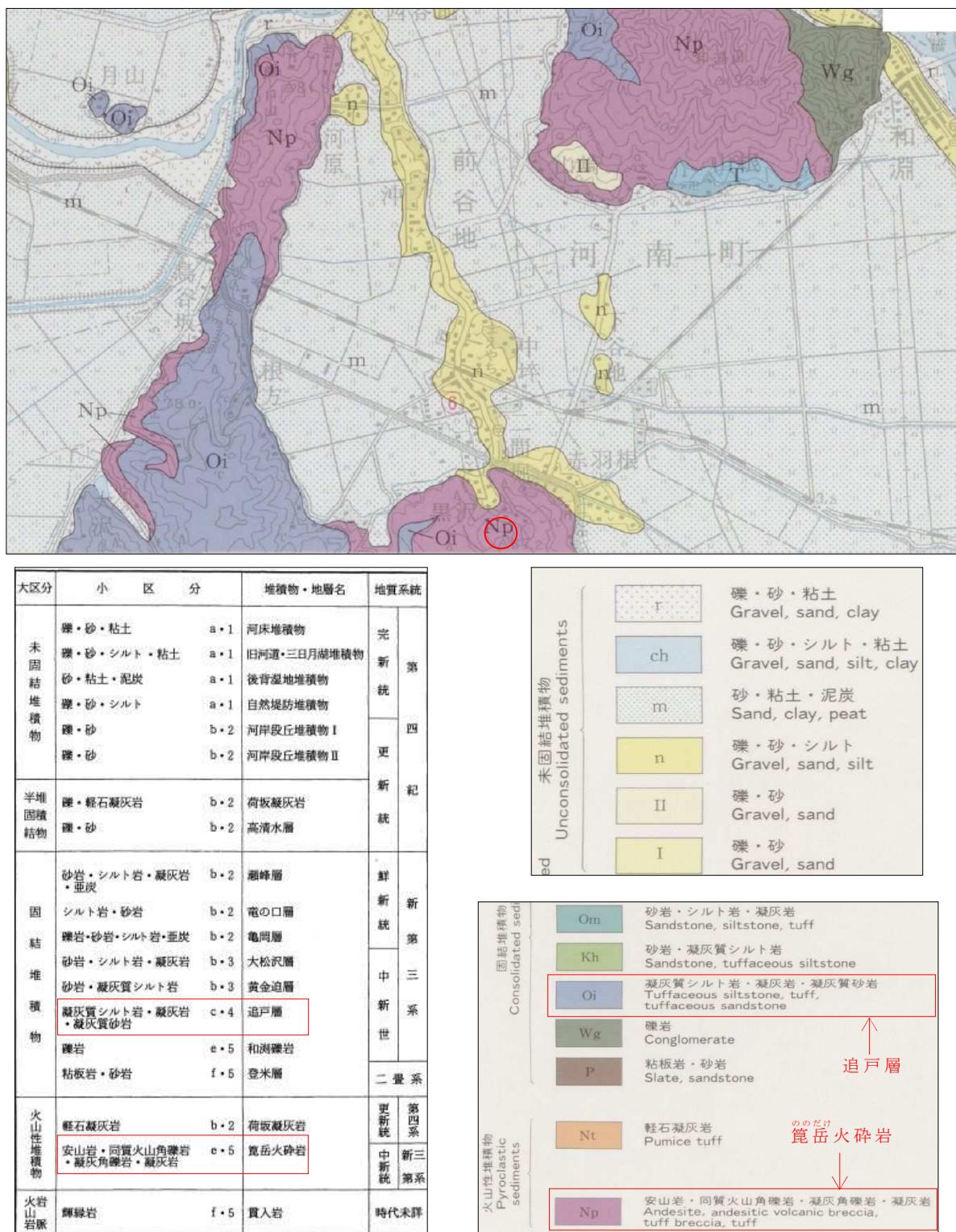


図 3-2 調査地付近の表層地質図
「出典：国土交通省 国土政策局 国土情報課 HP」

3-3 断層

調査地の近傍には旭山撓曲^{※1}と呼ばれる地質構造がある。旭山撓曲は地質調査所の「松島地域の地質、昭和 57 年」に詳しく紹介されており、旧河南町青木や旧矢本町上前柳などで逆断層となって現れており、この撓曲を堺として西上がり東落ちの活構造の疑いがある。調査地と撓曲崖の最も近接する箇所は 300m 程度の離隔と想定される。



図 3-2 旭山撓曲

出典：産総研地質調査総合センター、20万分の1日本シームレス地質図V2（地質図更新日：2022年3月11日），<https://gbank.gsj.jp/seamless>

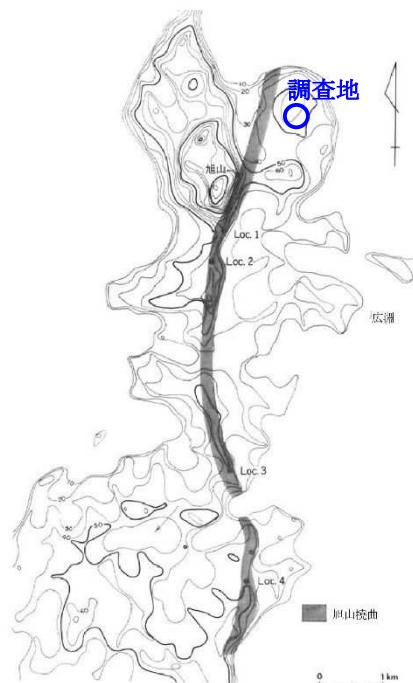


図 3-3 旭山撓曲沿いの埋谷面図

出典：通商産業省工業技術院 地質調査所、松島地域の地質、1982, pp. 97

※1 撓曲とは、水平または傾斜の緩い地層が狭い範囲で曲がり、段差を持つ構造のことである。

4. 調査及び試験結果

4-1 調査位置の選点について

計画地は前章「調査地付近の地形・地質」のように旧来丘陵地であったが、河南町複合文化施設用地として主に切土造成によってほぼ現在の地形となった。地質は新第三紀中新世の追戸3部層のうち、箇岳火碎岩であり、周辺の露頭観察から凝灰岩、凝灰角礫岩が堆積しているものと想定される。また、表土や岩の風化部については切土造成のため剥ぎ取られ、計画地は表層より岩が確認されることが想定された。

本敷地は、計画されている新給食センターの想定される敷地規模(8,000m²)に対応できる十分な敷地(地番4-10・約48,000m²)を有しているため、施設配置の自由度も高い。ただし、敷地内に埋蔵文化財包蔵地があるため、開発計画・建築計画の内容によっては、これに関連する届出や手続きが必要となる。

上記より、本計画地での調査位置検討条件としては、特記仕様書の予定調査位置を参考とし、

- ・敷地が広いため施設配置の自由度が高いことから、計画敷地は不定形の施設形状とする必要がないと考え、調査位置は矩形内に配置する。
- ・埋蔵文化財包蔵地を避ける。
- ・旧地形は丘陵尾根と斜面からなることから、尾根、斜面、谷戸等の地形区分を考慮した調査位置とし、切土厚の相違による岩風化部の有無や、局所的な盛土の有無等を把握する。

ものとし、検討した結果、包蔵地を避け、旧地形の特性を考慮した配置を次ページの図4-1、図4-2のように思考した。検討図は巻末にも添付したので参照されたい。

- No.1：包蔵地を避けた矩形の北西地点。旧地形は丘陵南西向き斜面。
- No.2：包蔵地を避けた矩形の北東地点。旧地形は丘陵北東向き緩斜面。
- No.3：包蔵地を避けた矩形の中央に該当。旧地形は丘陵尾根。
- No.4：包蔵地を避けた矩形の南西地点。旧地形は南に飛び出た半島状尾根。
- No.5：包蔵地を避けた矩形の南東地点。旧地形は浅い谷戸。

参考文献：

日本建築学会：建築基礎設計のための地盤調査計画指針, 1958

国土地理院：1:5,000 国土基本図, 昭和57年

宮城県遺跡地図情報, <https://www.pref.miyagi.jp/site/maizou/bunkazaimap.html>

国土交通省 国土政策局 国土情報課, <https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/inspect.html>

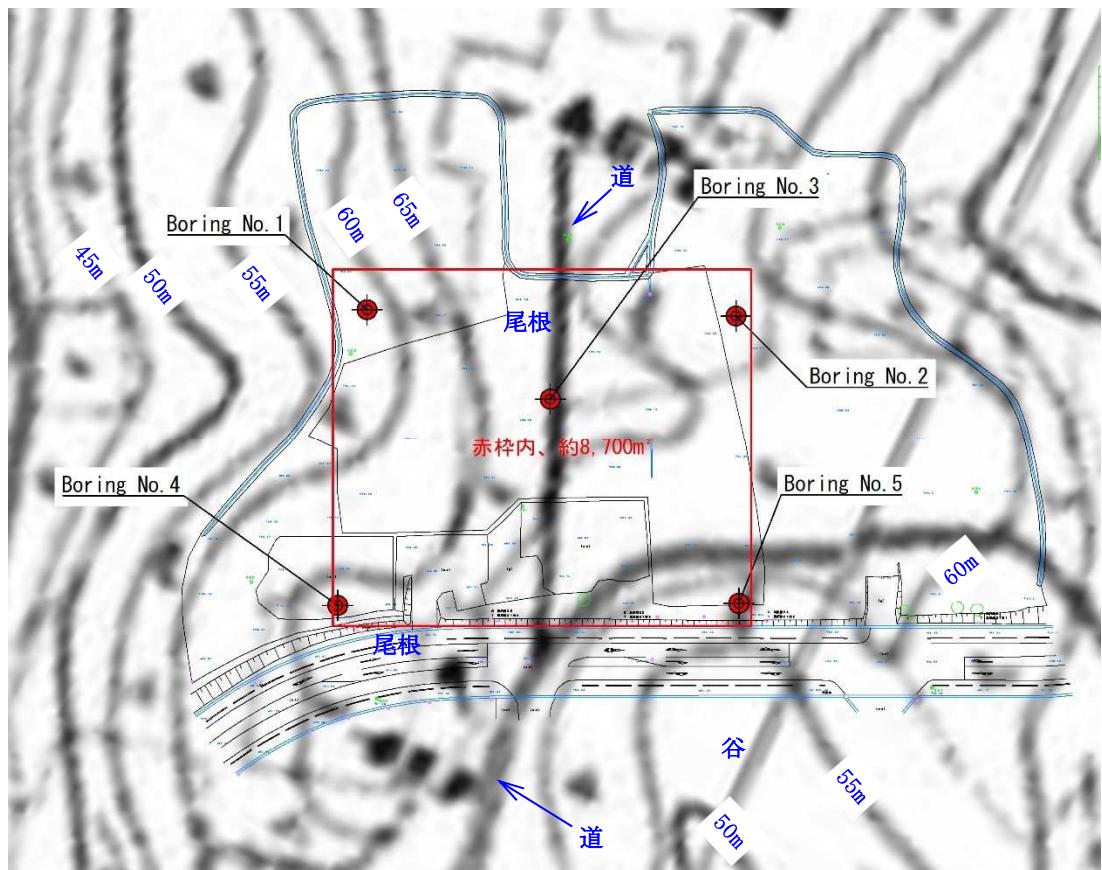


図 4-1 旧地形重ね図

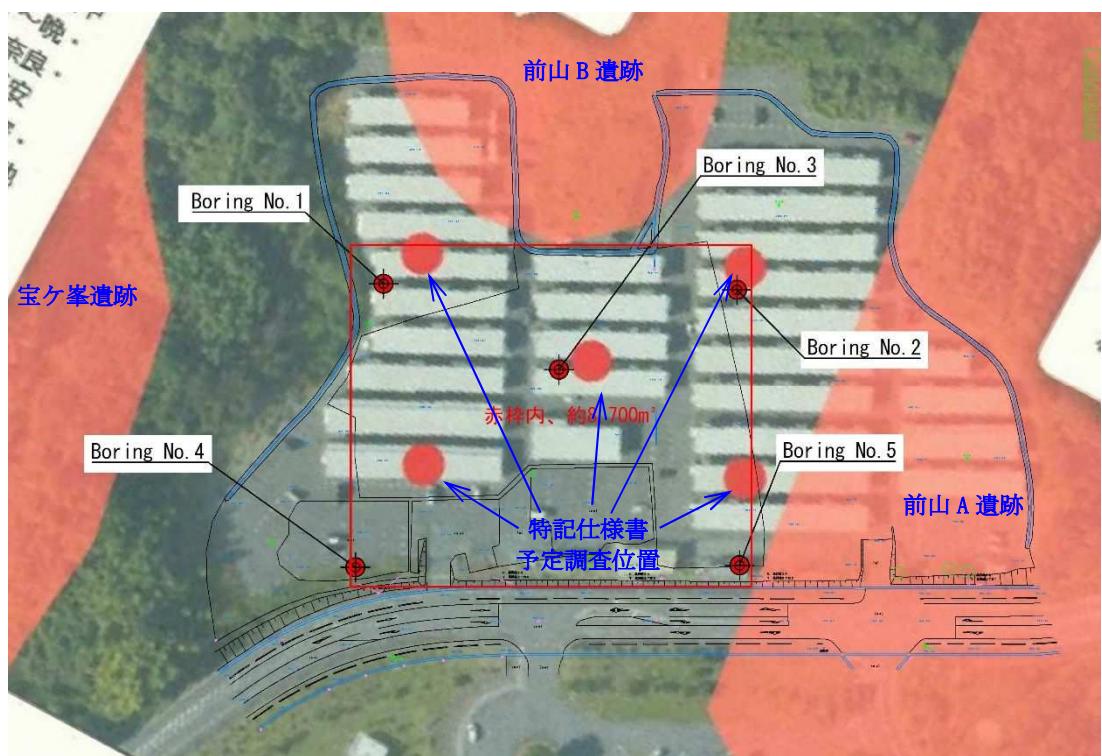


図 4-2 包蔵地重ね図

4-2 ボーリング調査結果

(1) 地層層序

調査地内の 5 箇所で実施したボーリング調査結果により設定した地層断面図を図 4-3 に示す。また調査によって確認された地層についてその特徴についてまとめると表 4-5 のようになる。なお、ボーリング調査詳細については巻末に「ボーリング柱状図」および「地層断面想定図」として添付した。下図に示す標高は GNSS 測量で求めた TP 標高である。

本調査で確認された地質は、表層のみ造成・整地時の盛土が見られたが、以深は全般には凝灰角礫岩であった。柱状図としては、得られたコア試料から目視によって混入礫の径、マトリックス（礫間の充填物）によって、凝灰岩、凝灰質砂岩、火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩に細分し記載した。

表 4-1 火山碎屑岩の分類

混入礫の径	マトリックス	岩の種類
32mm 以上	砂質・礫質	凝灰角礫岩
4～32mm		火山礫凝灰岩
4mm 以下		凝灰質砂岩
	泥質	凝灰岩

次に風化について、本調査では強風化、風化、新鮮岩として区分した。風化は地表にさらされて水や空気などの作用により、岩石・岩盤中の鉱物がルーズな含水物質に変化する過程のことで、物理的風化と化学的風化、および生物的風化などがあるが、本調査は建築物の基礎に対するものであることから風化の過程は考慮せず、標準貫入試験の結果である N 値を主眼とし、以下のとおり強風化凝灰岩類 (wwTf)、風化凝灰岩類 (wTf)、凝灰岩類 (Tf) を区分した。このため、厳密な風化を表していないことに注意されたい。

表 4-2 風化の区分の目安

N 値	風化区分
30 未満	強風化凝灰岩類 (wwTf)
30 以上、50 未満	風化凝灰岩類 (wTf)
50 以上	凝灰岩類 (Tf)

地層断面図を作製するに当たっては、各調査地点での岩の種類は反映せず、風化区分の境界を地層境界として捉えた。また、調査地が切土による造成地であることを考慮し、旧地形図から旧地表の標高を想定し、旧地表からの各風化帶深度をまとめた。

表 4-3 各地点の風化帯下限標高

	標高 TP+ (m)				
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
旧地表	57	62	67	66	57
強風化帯 (wwTf) 下限	49. 23	—	—	53. 01	46. 33
風化帯 (wTf) 下限	42. 93	48. 57	—	—	38. 23

表 4-4 各地点の想定風化帯層厚

	層厚 (m)				
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
旧地表～強風化帯 (wwTf) 下限	7.77 [4.70]	—	—	12.99 [0.65]	10.67 [6.70]
旧地表～風化帯 (wTf) 下限	14.07 [11.00]	13.43 [5.00]	—	—	18.77 [14.80]

※ []内は柱状図上の GL からの層厚

※ No. 4 地点の wwTf 層は切土時やその後の土地利用によって生じた緩み領域の可能性があることから除外

表 4-4 より、想定される風化帯の層厚について、切土された現況での層厚(柱状図上での層厚)は wwTf 層下限で 4.70~6.70m となり、旧地表を想定したものは 7.77~10.67m となった。これについては 2 地点での比較であるため評価しづらい。他方の wTf 層下限は、切土された現況での層厚が 5.00~14.80m、旧地表を想定したものは 13.43~18.77m と、明らかに旧地表面を想定した後者の方が風化帯層厚としては調和的である。このことから、断面図作製に当たっては旧地表面線を想定した上で地層境界を想定する方が現実的であると判断した。

上記に則って作製した地層断面図の一例を以下に示す。

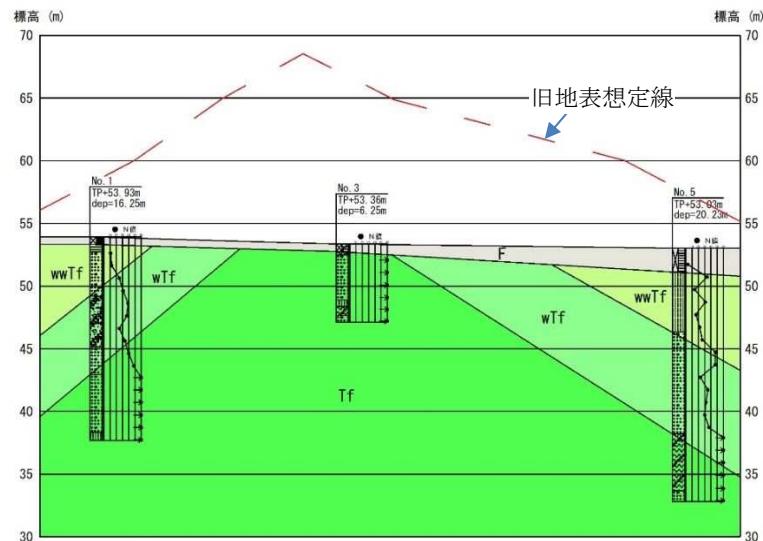


図 4-3 地層断面図(左側が敷地西側, 縦横比 = 1:2.5)

以上より、本調査では N 値を考慮し凝灰岩類の風化区分を設定した後に、旧地表面を想定した地層断面を想定した。想定断面詳細は巻末の地層断面想定図を参照されたい。

それぞれの位置の地層断面は旧地形を参考に想定しているため、当然ながら旧地形に調和的であり、現況では切土量の多い No. 3 および No. 4 地点では N 値 60 以上の Tf 層が表層から出現する。また、調査位置の提案でも述べたとおり、No. 1, 2 および No. 5 は旧尾根から下がった斜面や谷戸に当たっており、風化作用による N 値低下に起因する強風化凝灰岩類 (wwTf) や風化凝灰岩類 (wTf) が厚くなっていることがわかる。

表 4-5 地層層序表

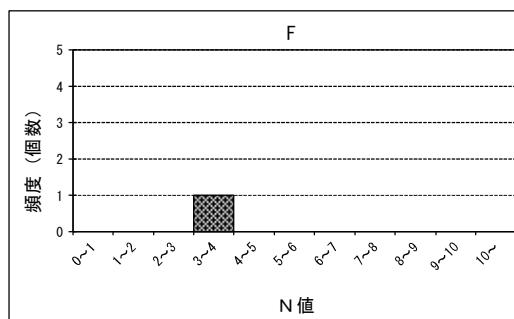
時代	地層名	地層記号	主な土質名	N 値 [平均]	記事
第四紀 完新世	盛土層	F	粘性土 砂質土	3	層厚 0.30~1.90m。No. 4 地点の表層のみアスファルトおよび碎石。他地点は表層より径 40mm 程度までの礫を含む粘性土、砂質土からなる。色調は茶褐、暗灰、褐灰色等を呈する。
新第三紀 中新世	強風化 凝灰岩類	wwTf	凝灰岩、粘土 凝灰質砂岩	11~34 [21.9]	層厚 0.35~4.80m。全般に風化に程度は一様ではなく、コアは様々な様相で採取され、片状～棒状コアとなる。また一部原岩が分からぬほど風化し粘土化している。層中には炭化物や浮石を混入する。色調は茶褐、黄灰、淡黄灰色等、全般に黄色系の酸化色を呈する。
	風化 凝灰岩類	wTf	凝灰質砂岩 火山礫凝灰岩	23~48 [34.7]	層厚 0.45~8.10m。上部は主に砂状、片状コア、一部粘土状コアであり、深くなるに連れ棒状コアで採取される。色調は黄褐灰、褐灰、暗褐灰色等であり、やや黄色系の酸化色を呈する。
	凝灰岩類	Tf	凝灰質砂岩 凝灰角礫岩	62.1 ~100 [94.2]	62.1 ~300 [140.7]

※N 値は調査地内ボーリング 5 箇所の集計値。また N 値 60 以上は 100 または 300 を上限とする換算 N 値とし、それを平均した。

(2) N 値

各層の標準貫入試験結果である N 値は表 4-5 に集計されたとおりであるが、各層の N 値頻度分布の特徴について述べる。

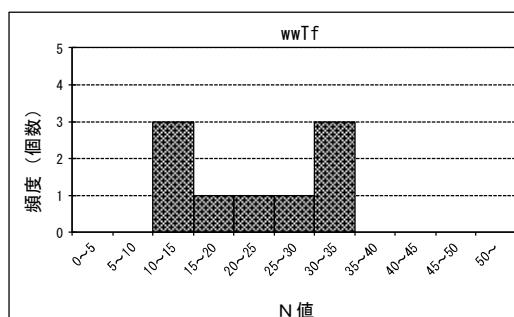
○ 盛土層 (F)



サンプル数 $n = 1$ 最小 N 値 = 3.0
 平均値 $N = 3.0$ 最大 N 値 = 3.0
 標準偏差 — 变動係数 = —

F 層は層厚が薄く、標準貫入試験の試験深度に達しているのは 1 箇所のみである。N 値は 3 が得られ、粘性土として評価すれば「軟らかい」相対稠度、砂質土として評価すれば「非常に緩い」相対密度となる。

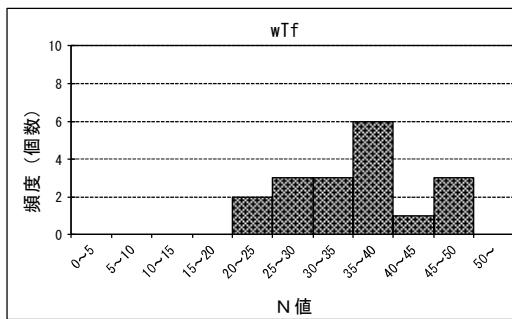
○ 強風化凝灰岩類 (wwTf)



サンプル数 $n = 9$ 最小 N 値 = 11.0
 平均値 $N = 21.9$ 最大 N 値 = 34.0
 標準偏差 $\sigma = 8.8$ 变動係数 = 0.40

wwTf 層は N 値 11~34、平均 21.9 を示す。粘土状、片状～棒状コアで採取されるが、N 値は凝灰岩類としては軟らかい値である。N 値の相対評価としては、粘性土とすれば「硬い」～「固結」の相対稠度、砂質土とすれば「中位」～「密な」相対密度となる。N 値によって凝灰岩類の層区分をおこなっているため、頻度分布は最頻値が 10~15 と 30~35 にあり不定な形状をとる。

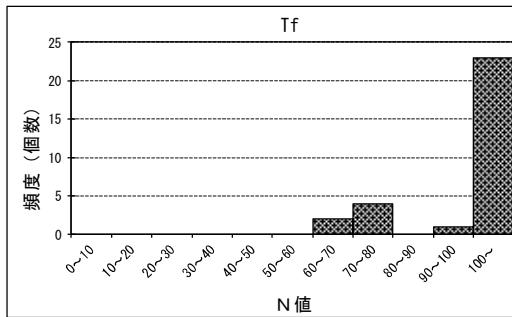
○風化凝灰岩類(wTf)



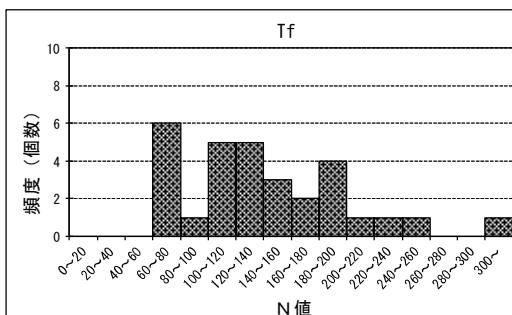
サンプル数 n = 18 最小N値 = 23.0
 平均値 N = 34.7 最大N値 = 48.0
 標準偏差 σ = 8.1 変動係数 = 0.23

wTf 層は N 値 23~48、平均 34.7 を示す。砂状、片状～棒状コアで採取されるが、N 値は凝灰岩類としては軟らかい値である。N 値の相対評価としては、粘性土とすれば「非常に硬い」～「固結」の相対稠度、砂質土とすれば「中位」～「密な」相対密度となる。N 値によって凝灰岩類の層区分をおこなっているため、頻度分布はやや不定な形状をとるが、最頻値が 35~40 であり、平均値に近い。

○凝灰岩類(Tf)



サンプル数 n = 30 最小N値 = 62.1
 平均値 N = 94.2 最大N値 = 100.0
 標準偏差 σ = 11.4 変動係数 = 0.12



サンプル数 n = 30 最小N値 = 62.1
 平均値 N = 140.7 最大N値 = 300.0
 標準偏差 σ = 56.7 変動係数 = 0.40

wTf 層は N 値 60 以上であり、換算 N 値の上限を 100 とすると平均値は 94.2、上限を 300 とすると 140.7 を示す。N 値の相対評価としては、粘性土とすれば「固結」の相対稠度、砂質土とすれば「非常に密な」相対密度となる。N 値によって凝灰岩類の層区分をおこなっているため、頻度分布は換算 N 値 100 を上限とするとほぼ 8 割が 100 以上であるため最頻値が 100 以上に偏る。換算 N 値 300 を上限とすると不定な形状をとるが、N 値が高くなるにつれ頻度が少なくなる傾向が見えてくる。

(3) 地下水位

各ボーリング孔で測定した孔内水位の一覧を表 4-6 に示す。

本調査では削孔完了後に孔内を清水で満たし静置した水洗い後の水位を確認した。その結果、No. 2 地点を除き、孔内水位は低下し続け、最終的には孔底まで水位は確認されなくなった。No. 2 については GL-7.00m で孔内水位を確認したが、他孔の状況を鑑みると、Tf 層の火山礫凝灰岩内に局所的に帶水した水平連続性に乏しい宙水であるものと考えられる。

以上より、本調査地ではボーリング削孔深度内には有意な地下水水面は存在しないものと考えられる。

表 4-6 孔内水位

ボーリング No.	孔内水位 (m)		測定種別	備考
	GL-	TP+		
1	—	—	水洗い後	孔底まで孔内水位なし
2	7.00	46.57	水洗い後	Tf層火山礫凝灰岩内の宙水
3	—	—	水洗い後	孔底まで孔内水位なし
4	—	—	水洗い後	孔底まで孔内水位なし
5	—	—	水洗い後	孔底まで孔内水位なし

5. 調査結果に基づく検討

5-1 地盤定数の設定

本調査地で得られた試験結果及び文献により地盤定数をまとめた。

表 5-1 地盤定数の設定

時代	土層名	地層 記号	設計 N値	単位体積重量(kN/m ³)		粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 φ (度)	変形係数 E (kN/m ²)	
				湿潤 γ_t	飽和 γ_{sat}				
第四紀	完新世	盛土層	F	3	15.0	16.0	18	0	2100
新第三紀	中新世	強風化 凝灰岩類	wwTf	17	16.5	16.5	90	20	18700
		風化 凝灰岩類	wTf	30	17.5	17.5	127	20	27700
		凝灰岩類	Tf	112	19.5	19.5	282	21	68900

※Tf 層は換算 N 値 上限 300 で集計。

以降は上記土質定数の設定根拠を列記する。

(1) 設計 N 値

地盤調査において実務的に広まった標準貫入試験は、それ以前に利用されていたサウンディングとの比較試験により、理論的な解釈がなされないまま各種の土質定数への換算が行われていた。しかし、この試験は砂質土、礫質土など、室内での各種力学試験が難しい土質について、簡易的な試験で各種定数を推定する優位な方法である。

設計 N 値を設定するにあたっては、N 値は個々のデータにばらつきを考慮し、標準偏差を加味した下式によって求める。

地盤工学会「土質データのばらつきと設計」より、

$$\text{設計 N 値} = (\text{N 値平均値}) - \frac{(\text{標準偏差})}{2}$$

N 値 50 を超えるものに対しては、土質は上限を 100、岩は上限を 300 として換算 N 値を用いることとした。なお、換算 N 値上限を 100 としたのは、既製杭の大引認定工法の一部にこの記述があるためであり、各工法で上限値を定めている場合にはこの限りではない。また、岩は地盤定数を参考とする関係式が上限 300 で成り立っているためである。

換算 N 値

$$\text{換算 N 値} = \frac{\text{打撃回数}}{\text{貫入量(cm)}} \times 30$$

表 5-2 N 値の再集計と設計 N 値の設定

時代		地層名	地層記号	平均 N 値	標準偏差	設計 N 値
第四紀	完新世	盛土層	F	3	—	3
新第三紀	中新世	強風化 凝灰岩類	wwTf	21.9	8.8	17
		風化 凝灰岩類	wTf	34.7	8.1	30
		凝灰岩類	Tf	140.7	56.7	112

※ Tf 層は換算 N 値上限 300 で集計。

(2) 単位体積重量 γ

土砂については表 5-4 の日本建築学会の参考値とした。岩については NEXCO 式を用い、湿潤密度 = 飽和密度として扱った。

$$\cdot \rho_{sat} = \frac{\rho_s + e}{1+e} \quad , \quad \gamma_{sat} = \rho_{sat} \times 9.8 \quad , \quad \gamma_t = \rho_t \times 9.8$$

ここで、 ρ_{sat} : 飽和密度 (g/cm^3)

ρ_t : 湿潤密度 (g/cm^3)

ρ_s : 土粒子の密度 (g/cm^3)

e : 間隙比

γ_{sat} : 飽和単位体積重量 (kN/m^3)

γ_t : 湿潤単位体積重量 (kN/m^3)

・ NEXCO 設計要領の式 :

$$\gamma_t = \gamma_{sat} = 11.5 + 3.9 \cdot \log(N) \quad (kN/m^3) \quad (\log の底は 10, 小数第 1 を四捨五入)$$

以下に設定した各層の単位体積重量をまとめた。単位体積重量は $0.5kN/m^3$ 単位で丸めた。

表 5-3 各層の単位体積重量設定値

時代		地層名	地層記号	設計 N 値	単位体積重量 (kN/m^3)		設定根拠
					湿潤 γ_t	飽和 γ_{sat}	
第四紀	完新世	盛土層	F	3	15.0	16.0	建築指針表 5-4 より「砂・ゆるい」と「シルト・やわらかい」の中間値
新第三紀	中新世	強風化 凝灰岩類	wwTf	17	16.5	16.5	NEXCO 設計要領の式より設定 $\gamma_t = 16.29 \rightarrow 16.5 (kN/m^3)$
		風化 凝灰岩類	wTf	30	17.5	17.5	NEXCO 設計要領の式より設定 $\gamma_t = 17.26 \rightarrow 17.5 (kN/m^3)$
		凝灰岩類	Tf	112	19.5	19.5	NEXCO 設計要領の式より設定 $\gamma_t = 19.49 \rightarrow 19.5 (kN/m^3)$

表 5-4 土の単位体積重量

土質	湿潤単位体積重量 (地下水位以浅)		飽和単位体積重量 (地下水位以深)		水中単位体積重量 (地下水位以深)	
	ゆるい (やわらかい)	密な (かたい)	ゆるい (やわらかい)	密な (かたい)	ゆるい (やわらかい)	密な (かたい)
礫	18	20	19	21	9	11
砂	16	18	17	19	7	9
シルト	14	16	15	17	5	7
粘土	13	15	14	16	4	6
関東ローム	12	14	13	15	3	5
高有機質粘土	9	12	10	13	0	3

※N値の目安・・・砂質土, 磨質土: 密な(N \geq 30), ゆるい(N<10)、粘性土: かたい(N \geq 8), やわらかい(N<4)

日本建築学会 : 建築基礎構造設計指針 2019 年版, p30.

(3) 粘着力 c

盛土は強度値としては粘性土として扱い、テルツァギーの関係より N 値から一軸圧縮強さを換算し、粘着力とした。岩については表 5-6 の関係式により(小数点第一位を切り捨て設定した。

$$q_u = 12.3 N \sim 13.1 N \approx 12.5 N \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$c = q_u/2 = 6.25 N \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad (\text{小数点第一位を切り捨て})$$

以下に設定した各層の粘着力をまとめます。

表 5-5 各層の粘着力設定値

時代	地層名	地層記号	設計 N 値	一軸圧縮強さ q_u (kN/m ²)	粘着力 c (kN/m ²)	設定根拠
第四紀	完新世	盛土層	F	3	$12.5 \times 3 = 37.5$	$37.5/2 = 18.75 \rightarrow 18$ 粘性土として扱った
新第三紀	中新世	強風化 凝灰岩類	wwTf	17	—	90.1→90 NEXCO 設計要領 表 5-6 の凝灰岩式
		風化 凝灰岩類	wTf	30	—	127.2→127 NEXCO 設計要領 表 5-6 の凝灰岩式
		凝灰岩類	Tf	112	—	282.7→282 NEXCO 設計要領 表 5-6 の凝灰岩式

表 5-6 NEXCO 設計要領 換算 N 値とせん断強さ

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

※log の底は 10

(4) 内部摩擦角 ϕ

盛土については粘性土として扱い安全側に ϕ を無視した。岩については表 5-6 に示す関係を用いて小数点第一位を切り捨て設定した。

以下に設定した各層の内部摩擦角をまとめます。

表 5-7 各層の内部摩擦角設定値

時代		地層名	地層記号	設計N値	内部摩擦角 ϕ (度)	設定根拠
第四紀	完新世	盛土層	F	3	0	粘性土として安全側に無視
新第三紀	中新世	強風化 凝灰岩類	wwTf	17	20.3→20	NEXCO 設計要領 表 5-6 の凝灰岩式
		風化 凝灰岩類	wTf	30	20.6→20	NEXCO 設計要領 表 5-6 の凝灰岩式
		凝灰岩類	Tf	112	21.1→21	NEXCO 設計要領 表 5-6 の凝灰岩式

(5) 変形係数 E

土砂については建築基礎構造設計指針に示される N 値からの換算式により算定する。岩については下記の NEXCO 設計要領の式による。提案値は有効数字 3 桁で丸めた。

- 建築基礎構造設計指針：沖積砂質土式

$$E = 0.7N \text{ (MN/m}^2\text{)} = 700 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- NEXCO 設計要領の式：

$$E = 2659N^{0.69} \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

以下に設定した各層の変形係数をまとめます。

表 5-8 各層の変形係数設定値

時代		地層名	地層記号	設計N値	変形係数 E (kN/m ²)	設定根拠
第四紀	完新世	盛土層	F	3	2100	沖積砂質土より設定
新第三紀	中新世	強風化 凝灰岩類	wwTf	17	18781→18700	NEXCO 設計要領の式
		風化 凝灰岩類	wTf	30	27792→27700	NEXCO 設計要領の式
		凝灰岩類	Tf	112	68972→68900	NEXCO 設計要領の式

5-2 基礎工と地盤について

(1) 建物、基礎工と地盤について

一般に構造物の基礎形式は、次のような要因により選定される。

- | | |
|---------------|--------------|
| ①構造物の規模、 | ②支持地盤の深さと支持力 |
| ③中間層の状態、 | ④被圧水の有無 |
| ⑤地盤沈下の有無と程度、 | ⑥敷地状況・施工空間 |
| ⑦環境条件（騒音・振動）、 | ⑧経済性と工期 |

また、沖積および洪積地盤における標準的な基礎形式は、表 5-10 のように分類される。

表 5-9 建築物の分類

建物の分類	建物の地上階数
低層建築物	1～2
中層建築物	3～5
高層建築物	6以上

表 5-10 沖積地盤における標準的基礎

		低層	中層	高層	
沖積層厚	10m以下	II、III		III	I : 直接基礎
	10m～20m	II、III		III	II : 地盤改良
	20m～30m	II	II、III	III	III : 支持杭
	30m以上	II、III、IV		III	IV : 摩擦杭

表 5-11 洪積地盤における標準的基礎

		低層	中層	高層	
地山	粘性土 $N > 10$	I			I : 直接基礎
	砂質土 $N > 15$	I			II : 地盤改良
	粘性土 $10 \geq N > 5$	I		II, III	III : 支持杭
	砂質土 $15 \geq N > 10$	I		II, III	IV : 摩擦杭
盛土	粘性土 $5 \geq N > 2$	I	II, III, IV	II, III	I : 直接基礎
	砂質土 $10 \geq N$	I	II, III, IV	II, III	II : 地盤改良
粘性土 $2 \geq N$		I	II, III, IV	II, III	III : 支持杭
盛 土		[I] * , II, III, IV		II, III	IV : 摩擦杭

[I] *は低層建築物のみに適用可。

表 5-9, 表 5-10, 表 5-11(出典)住宅・都市整備公団、建築構造設計要領、平成 10 年 12 月

直接基礎、杭基礎のいずれを選定するかは、支持層の深さによるところが大きい。直接基礎では地下階が無い場合、一般に支持層の深さは 5m くらいが限度である。

る。一方、杭基礎の場合は、鉛直支持力や水平支持力の利点を生かすために、フーチング下端から支持層までの深さを 5m 以上とすることが多い。

(2) 計画建物の基礎工と検討事項

当敷地で計画されている建築物は学校給食センターである。市内の既存センターは地上 1 階(一部 2 階)の RC 造建物であることから、本計画についてもこれに近い建物になることが想定される。よって、前述の表 5-9 より、建築物の分類としては低層建築物に該当する。

ボーリング調査結果は、新第三紀中新世の凝灰岩類が表層から確認される地盤であるため、洪積層よりも古い時代の堆積となることから建築物の標準的な基礎としては表 5-11 が参考となる。地山は表層の盛土層(F)直下、谷地形で調査を行った No.5 地点が最も深く深度 1.9m、その他は深度 1m 以浅であり、RC 造の一般的な建築物の床付け深度を内に概ね地山が出現するものと想定される。床付け付近の地盤は凝灰岩類ではあるが、風化の違いにより面的には強風化凝灰岩類(wTf)、風化凝灰岩類(wTf)、凝灰岩類(Tf)が出現することとなる。これらは岩盤であるため、粘性土、砂質土の区分はないが、半固結～固結地盤であることを考えれば粘性土として扱うことが適当と考えられる。洪積地盤の低層建築物は、表 5-11 より粘性土の N 値 2 以上で直接基礎が想定でき、本調査地においては計画建築物の基礎工法としては直接基礎が候補として挙げられる。直接基礎にはベタ基礎、布基礎、独立基礎があるが、調査の結果では支持層となる凝灰岩類の平均 N 値はそれぞれ wTf 層が 20 程度、Tf 層が 30 程度、Tf 層が 60 以上となり、支持地盤の強度的にはベタ基礎は過剰設計であり、布基礎または独立基礎が妥当と考えられる。

基礎別の検討事項としては次に示す建築基礎構造設計指針の図 5-1、表 5-12 が参考となる。

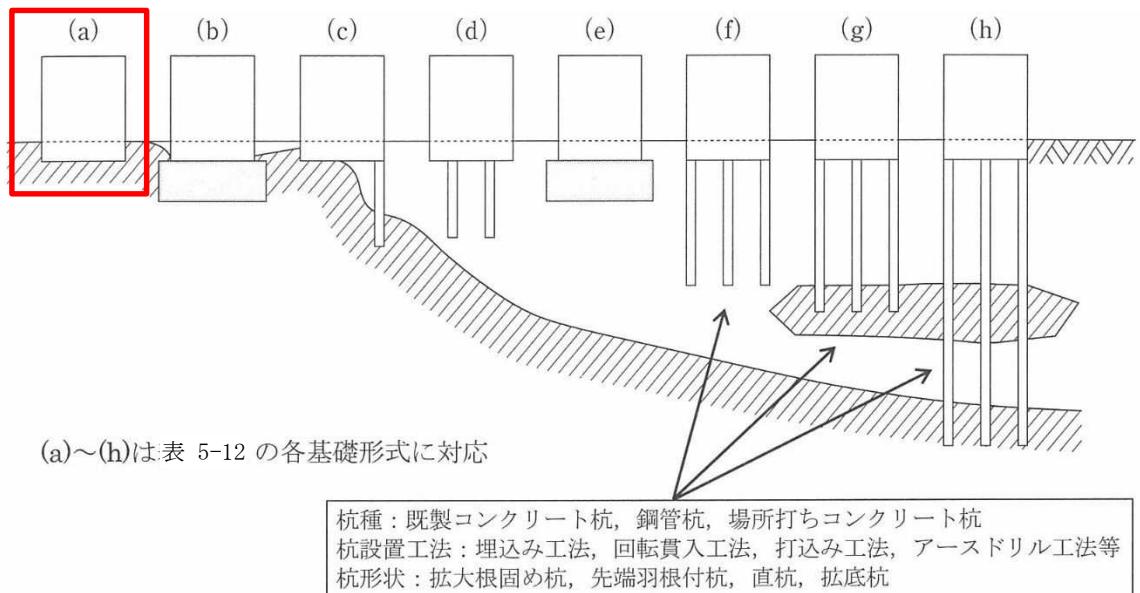


図 5-1 支持地盤の深度と適用可能な基礎形式

表 5-12 基礎形式ごとの主な検討事項

基礎形式	基礎部材	検討事項	本文該当章
(a) 直接基礎	基礎スラブ（べた基礎）、フーチング（連続基礎、独立基礎）、基礎梁	地盤の鉛直支持力、滑動抵抗力、即時沈下、圧密沈下、液状化、凍結深度、地下水位	5章
(b), (e) 直接基礎 + 地盤改良（ラップルコンクリート地業を含む）	同上	改良地盤の鉛直（水平）支持力、改良地盤の滑動抵抗力、支持地盤の鉛直支持力、即時沈下、圧密沈下、液状化、凍結深度、地下水位	5章
(c) 異種基礎	基礎スラブ（べた基礎）、フーチング（連続基礎、独立基礎）、基礎梁、杭基礎（摩擦杭、薄層支持杭、支持杭）	直接基礎、杭基礎の検討事項、境界部応力、基礎のねじれ	8章
(d) パイルド・ラフト基礎	基礎スラブ、基礎梁、杭体	直接基礎、杭基礎の検討事項、杭とラフトの（鉛直・水平）荷重分担	7章
(f) 杭基礎（摩擦杭）	パイルキャップ、杭頭接合部、基礎梁、杭体、杭体継手部	杭の鉛直支持力、引抜き抵抗力、水平抵抗力、負の摩擦力、即時沈下、圧密沈下、液状化、杭体（軸力、曲げ、せん断）応力、杭頭接合部応力、杭体継手部応力	6章
(g) 杭基礎（薄層支持杭）			
(h) 杭基礎（支持杭）			

図及び表より、直接基礎での検討事項としては地盤の鉛直支持力、滑動抵抗力、即時沈下、圧密沈下、液状化、凍結深度、地下水位が挙げられている。

5-3 直接基礎の長期許容支持力

ここでは、本調査地での直接基礎の長期許容支持力度を参考に求めてみる。

(1) 長期許容支持力算定式

建築基礎構造設計指針(2019年改定版)では直接基礎の使用限界状態における鉛直支持力の設計用限界値(R_d)を5-1式で求めるものとしている。

$$R_d = \phi_R \cdot q_u \cdot A \quad \dots \dots 5-1$$

$$q_u = i_c \cdot \alpha \cdot c \cdot N_c + i_\gamma \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_\gamma + i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q \quad \dots \dots 5-2$$

ここに、 ϕ_R :耐力係数(使用限界状態 $\phi_R=1/3$)

q_u :上部層の極限鉛直支持力度(kN/m^2)

A :基礎の底面積(偏心がある場合には有効底面積 A_e を用いる。)

i_c 、 i_γ 、 i_q :荷重の傾斜に対する補正係数

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

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

θ :荷重の傾斜角(度、 $\tan \theta = \text{水平荷重}/\text{鉛直荷重}$ 、 $\theta > \phi$ の場合は ϕ)

ϕ :基礎下面地盤の内部摩擦角(度)

γ_1 :基礎より下面地盤の単位体積重量(kN/m^3)

γ_2 :基礎より上面地盤の単位体積重量(kN/m^3)

(γ_1 、 γ_2 は地下水位以下の場合は、水中単位体積重量を用いる)

D_f :基礎に近接した最低地盤面から基礎下面までの深さ(м)

N_c 、 N_γ 、 N_q :内部摩擦角に応じた支持力係数

$$N_q = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \exp(\pi \tan \phi)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi, \quad N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$$

B 、 L :基礎の短辺幅、長辺幅(м)

c :基礎下面地盤の粘着力(kN/m^2)

η : $(B / B_0)^{-1/3}$ ただし、 $B_0 = 1\text{m}$

α 、 β :形状係数(表5-13による)

表 5-13 基礎荷重面に関する形状係数

	円形	円形以外
α	1.2	$1.0 + 0.2 B / L$
β	0.3	$0.5 - 0.2 B / L$

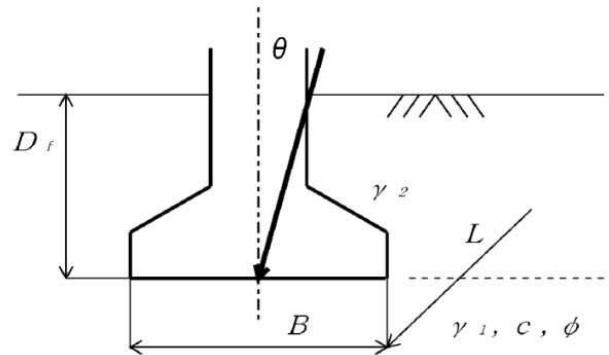


図 5-2 記号説明図

(2)長期許容支持力の算定

【計算条件】

基礎深度 : GL-1.50m

支持地盤 : 強風化凝灰岩類(wwTf)

支持地盤の土質定数

$\phi_R = 1/3$ (長期許容支持力算定のため耐力係数は使用限界状態のものを使用)

$N = 17$ (表 5-1wwTf 層の設計 N 値)

$\phi = 20^\circ$ (表 5-1wwTf 層の内部摩擦角提案値)

$c = 90.0 \text{ kN/m}^2$ (表 5-1wwTf 層の粘着力提案値)

$\theta = 0$ 度 (荷重傾斜は考慮しない)

$i_c = i_q = i_\gamma = 1.000$

$B = 2.0 \text{ m}, L = 2.0 \text{ m}$ (仮定: 独立基礎)

$\alpha = 1.200, \beta = 0.300$

$\gamma_1 = 16.5 \text{ kN/m}^3$ (表 5-1wwTf 層の湿潤単位体積重量提案値)

$\gamma_2 = 16.5 \text{ kN/m}^3$ (表 5-1wwTf 層の湿潤単位体積重量地盤定数提案値)

$D_f = 0 \text{ m}$ (安全を考慮し無視する)

$\eta = (B \times B_0)^{-1/3} = 0.79$

$N_c = 14.8, N_\gamma = 2.9, N_q = 6.4$

以上の諸値より、長期許容支持力度 (q_a) は次のように算出される。

$$q_u = i_c \cdot \alpha \cdot c \cdot N_c + i_\gamma \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_\gamma + i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q \\ = 1598.4 + 22.7 + 0 = 1621.1 \text{ kN/m}^2$$

$$q_a = R_d / A = \phi_R \cdot q_u = 1/3 \times 1621.1 = 540 \text{ kN/m}^2$$

(3)長期許容支持力の提案

算定の結果、地盤の長期許容支持力度は 540 kN/m^2 となった。本算定では基礎深度での支持地盤を地山では最も強度の低い強風化凝灰岩類(wwTf)とした。RC 造の階当たりの荷重を 16 kN/m^2 とし、柱スパン 7m、2 階建てを想定した場合、1 柱の軸力は 2000 kN 程度となる。建築指針の支持力式から算定される長期許容支持力は 540 kN/m^2 となったため、2m 角の独立基礎で概ね支持できるものと想定される。

5-4 滑動抵抗力について

調査地は敷地面積が広く、平坦地であるため、計画建物に偏土圧が係るような設計にはならならず、また地震時に建物に作用する慣性力については、支持地盤が強固であり粘着力が高く、結果的に基礎底との付着力も大きくなる。ただし、支持層が粘性土の場合は、粘着力以上のせん断抵抗は取れないため、基礎底面の接地圧に摩擦係数(0.4~0.6)を乗じた値が粘着力よりも小さくなることを確認しておく必要がある。

5-5 即時・圧密沈下について

本調査地は強固な地盤であり、地盤定数も地山に関しては高強度の値となっている。このため即時沈下や圧密沈下についても建築物に対して構造的に有害な沈下が発生することはないと想定される。

5-6 地震時における地盤の液状化について

国土交通省住宅局建築指導課監修の「2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書」によれば、基礎構造における支持力確保の観点からの液状化のおそれのある地盤の判定条件として、

- ①地表面から20mの深さ以内にあること。
- ②砂質土で粒径が比較的均一な中粒砂などからなること。
- ③地下水位以深にあって、水で飽和していること。
- ④N値がおおむね15以下であること。

としている。また、日本建築学会「建築基礎構造設計指針(2019年改定版)」によれば、液状化の判定を行う飽和土層を以下の地盤条件としている。

- ①地表面から20m程度以浅の土層。
- ②細粒分含有率が35%以下の土層。ただし、細粒分含有率が35%以上であっても、粘土分が10%以下、または塑性指数が15以下の埋立あるいは盛土地盤。

本調査地はボーリング調査の結果、層厚1m程度の盛土層(F)の下位に凝灰岩類の地山が確認された。当該層は堆積年代が新第三紀中新世と一般的な洪積層と呼ばれる地層よりも古い。また、風化は見られるものの岩盤であるため強度が高い。さらに地下水位は、ボーリング調査深度内では有意なものが確認できていないため、地下水位はさらに深部にあるものと想定される。

以上より、上記液状化判定を行う要件を満たす地層は確認されていない。よって、本調査地では地震時に地盤の液状化を起こす可能性は極めて低いものと判断される。

5-7 凍結深度

凍結深度は宮城県の農業農村整備事業における「凍結深の運用基準」が参考となり、に示す標高・凍結深一覧表より、石巻は設計凍結深が25cmは標高34m、凍結深30cmは標高145mとなる。本調査地は標高50m程度であることから、凍結深は30cm以下となり、通常の基礎深度はこれを超えることから凍結に関しては特に問題がないと判定される。なお、計画建築物は学校給食センターであるため、建物周囲は構内舗装が想定される。また、側溝等の排水設備も配置されることとなるため、路床や排水路基礎等は凍結深度を考慮した設計が必要と思われる。

表 5-14 標高・凍結深一覧表

【標高・凍結深表】

番号	区域名	標高地盤					標高0(m)地盤					計 凍 結 深 (cm)												
		標高 (m)	データ 数	凍結 指數	凍結 期間	定 数 C	凍結深 (cm)	凍結 指數 C	定 数 C	凍結深 (cm)	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
1 気仙沼	62	13	137	48	3.848	31.5	122	3.788	29.3		20	162	307	467	630	803	990	1186	1410	1640	1891			
2 志津川	38	11	115	62	3.760	28.2	103	3.712	26.4		77	186	299	423	549	683	828	979	1153	1331	1517			
3 石巻	43	13	97	59	3.688	25.4	84	3.636	23.3		34	145	260	378	508	641	782	934	1093	1275	1462	1658		
4 米山	5	16	170	77	3.988	36.3	168	3.972	36.0															
5 築館	25	15	184	75	4.036	38.3	175	4.000	37.0															
6 栗駒山	217	18	236	95	4.208	45.3	133	3.832	30.9															
7 花山	150	16	120	64	3.780	29.0	72	3.588	21.3		70	172	278	387	507	629	759	899	1046	1214	1387	1567		
8 川渡	170	16	172	82	3.988	36.6	102	3.708	26.2															
9 跳の湯	525	18	348	102	4.496	58.7	80	3.620	22.7		28	92	158	227	302	379	460	548	640	746	854	967		
10 漆沢	280	18	235	101	4.205	46.1	94	3.676	24.9		1	66	133	203	278	356	438	527	620	727	836	950		
11 古川	23	13	137	112	3.848	31.5	124	3.796	29.6			5	66	128	197	266	341	421	505	601	699	802		
12 鹿島台	3	13	132	64	3.828	30.8	131	3.824	30.6															
13 大衡	55	17	117	65	3.768	28.5	99	3.696	25.7		86	190	298	416	536	664	802	947	1112	1282	1460			
14 新川	264	15	174	86	3.996	36.9	60	3.540	19.2		10	79	155	234	315	404	495	592	696	805	930	1059	1193	
15 川崎台	200	13	157	70	3.928	34.5	87	3.648	23.8			21	114	211	311	421	532	651	779	914	1067	1225	1390	
16 仙台	39	10	51	32	3.504	17.5	45	3.480	16.3		125	310	514	726	945	1184	1428	1688	1969	2263	2598	2943	3305	
17 塙釜	105	14	91	54	3.664	24.5	63	3.552	19.7		8	117	238	364	494	635	780	934	1101	1275	1474	1678	1892	
18 仙台航空	2	11	66	41	3.564	20.3	66	3.564	20.3			140	300	465	636	822	1013	1216	1435	1664	1926	2196	2478	
19 白石	86	10	80	52	3.620	22.7	58	3.532	18.8			27	141	267	397	532	679	829	989	1162	1343	1549	1762	1984
20 亘理	8	9	54	34	3.516	18.1	53	3.512	17.9			71	245	437	637	843	1068	1298	1543	1807	2083	2399	2724	3064
21 丸森	18	10	79	58	3.616	22.5	74	3.596	21.7			71	184	300	421	553	688	831	986	1148	1334	1524	1723	

出典：宮城県ホームページ、農業農村整備事業における「凍結深の運用基準」の改定について、<https://www.pref.miyagi.jp/site/sekisankijyun/freezedata1.html>

5-8 断層・撓曲の影響について

3章で触れた調査地近傍の旭山撓曲については、深い位置にある逆断層の影響で地表に撓曲として活構造が現れているものである。ボーリング調査の結果では採取コアに破碎の痕跡がないことや、強風化帯、風化帯の分布も概ね旧地表面形状に調和的であるために、断層運動による本調査地への明白な影響は見られていない。旭山撓曲の断層運動はかなり古く、産業技術総合研究所の活断層データベースでは活断層(活撓曲)としての認知※されており、平均活動間隔2100年、平均変位速度0.1m/千年の記載がある。ただし、断層が動いた場合でも、本調査地は断層の直上ではなく、撓曲崖からも300m程度離れていることから、大きな地盤変位による構造体の破壊的変状はないものと想定される。

※産業技術総合研究所、活断層データベース：旭山起震断層の活動セグメントの概要とパラメータ代表値
https://gbank.gsj.jp/activefault/segment_param?SearchTYPE=&fval_type1=267-02&segment_id=267-02&topic_list=2&search_mode=2

5-9 その他留意事項

本調査地はボーリング調査の結果、支持層としは良質な地盤が表層より出現することが分かった。ただし、当該地は尾根を切り取った切土地盤であるために、支持層としては強風化凝灰岩類(wwTf)、風化凝灰岩類(wTf)、凝灰岩類(Tf)が同深度で現れ、建物の位置によって支持地盤の強度が大きく異なる可能性が高い。こ

これらの地層は机上では区分しているが、実施工においては見分けがつかないことが想定される。また、火山角礫岩、凝灰角礫岩および火山礫凝灰岩等の礫を混入する箇所はマトリックス(礫間充填物)の硬軟よりも礫の硬さが目立つため、掘削時に礫があるから硬いと誤認識される可能性がある。よって、根切り掘削時に支持層としての可否が目視では分からず、重機掘削においても掘削の難易によっての支持層確認もしづらい状況になることが考えられる。このため、支持層確認においては、設計床付けレベルでの支持力確認のための平板載荷試験の実施、さらに同地点での簡易支持力試験を行い平板載荷試験と簡易支持力試験での支持力値の比較検討によって、その他の地点で簡易支持力試験による支持層判定ができるよう準備しておくこと、およびマトリックス(礫間充填物)の硬軟を判別できるように簡易支持力試験の試験位置を選定することが望ましい。

また、Tf 層など高強度の地盤が床付けとなる箇所では掘削難易が問題となる。さらに排水管路や埋設型の浸透・貯留施設等、本体建物よりも深い深度まで掘削する場合は基礎深度を浅くする工夫が必要と思われる。基礎深度が深くなつた場合には、掘削の手間が大幅に増え、施工の進捗に影響が出る可能性があるため注意が必要である。特に No. 3、No. 4 地点は旧地形の尾根部に当たつており、貫入試験の結果も N 値は表層から 60 以上となっている。No. 4 地点はその貫入量に注目され、予備打ちは通常 15cm 行うが、凝灰岩類が硬いため 15cm 未満で試験開始をし、貫入量は 10cm 以下となっていることも特筆されることである。

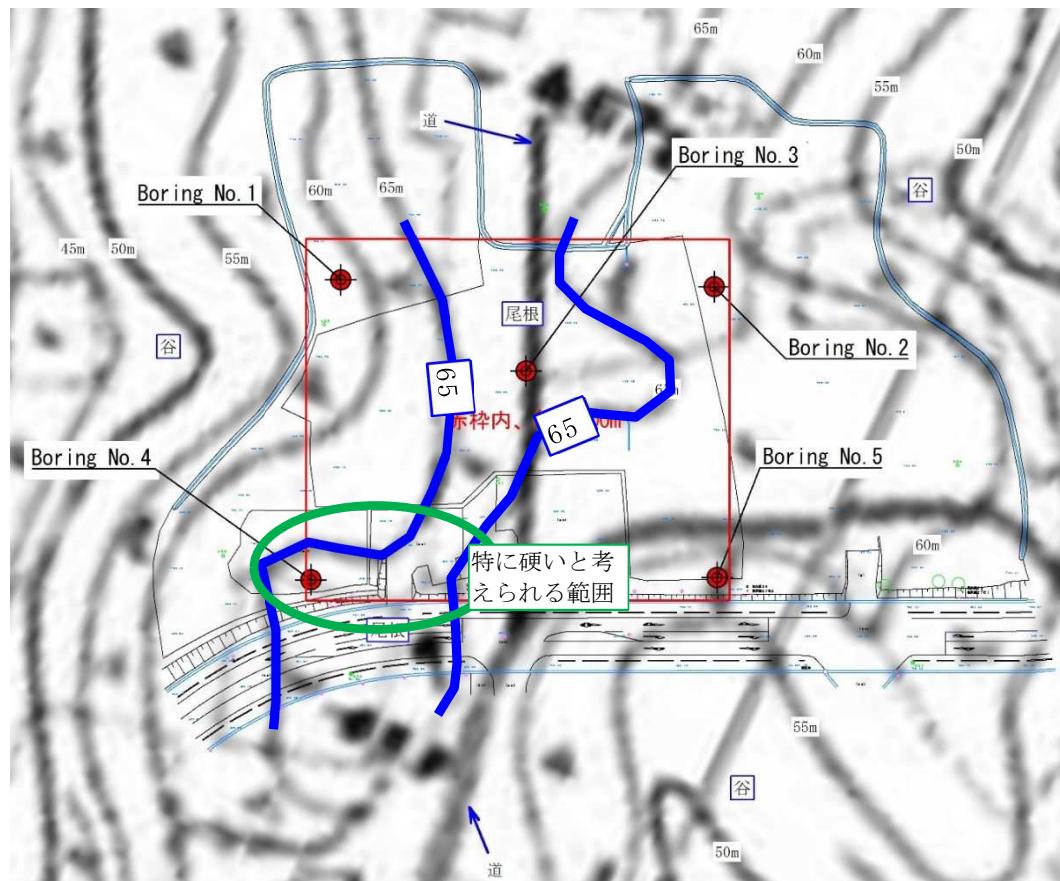


図 5-3 旧地形重ね図(部分図, 尺度フリー)

5-10 検討結果まとめ

前項までの検討結果をまとめます。

表 5-15 地盤定数提案値

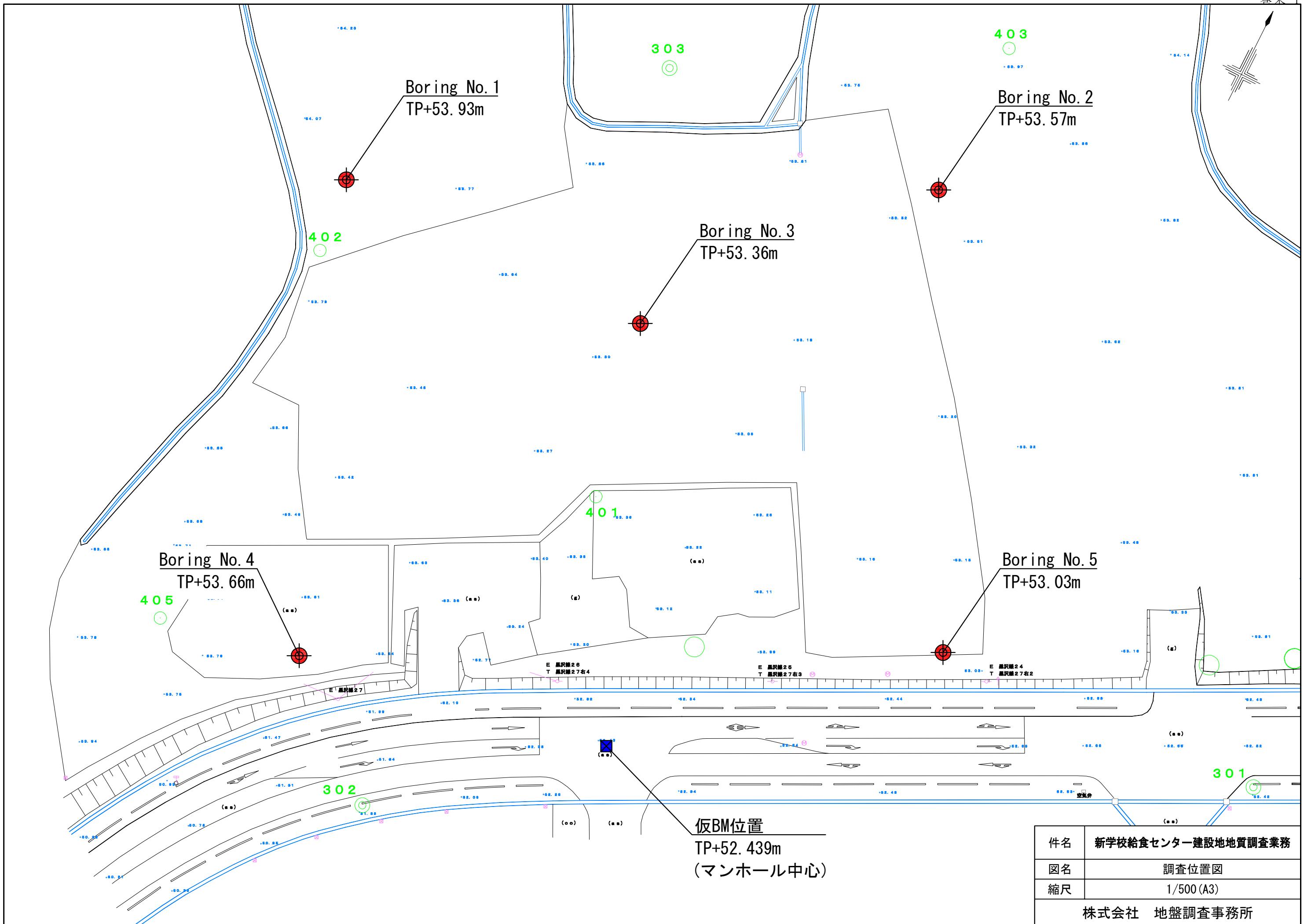
時代	土層名	地層 記号	設計 N値	単位体積重量(kN/m ³)		粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 φ(度)	変形係数 E (kN/m ²)	
				湿潤 γ_t	飽和 γ_{sat}				
第四紀	完新世	盛土層	F	3	15.0	16.0	18	0	2100
新第三紀	中新世	強風化 凝灰岩類	wwTf	17	16.5	16.5	90	20	18700
		風化 凝灰岩類	wTf	30	17.5	17.5	127	20	27700
		凝灰岩類	Tf	112	19.5	19.5	282	21	68900

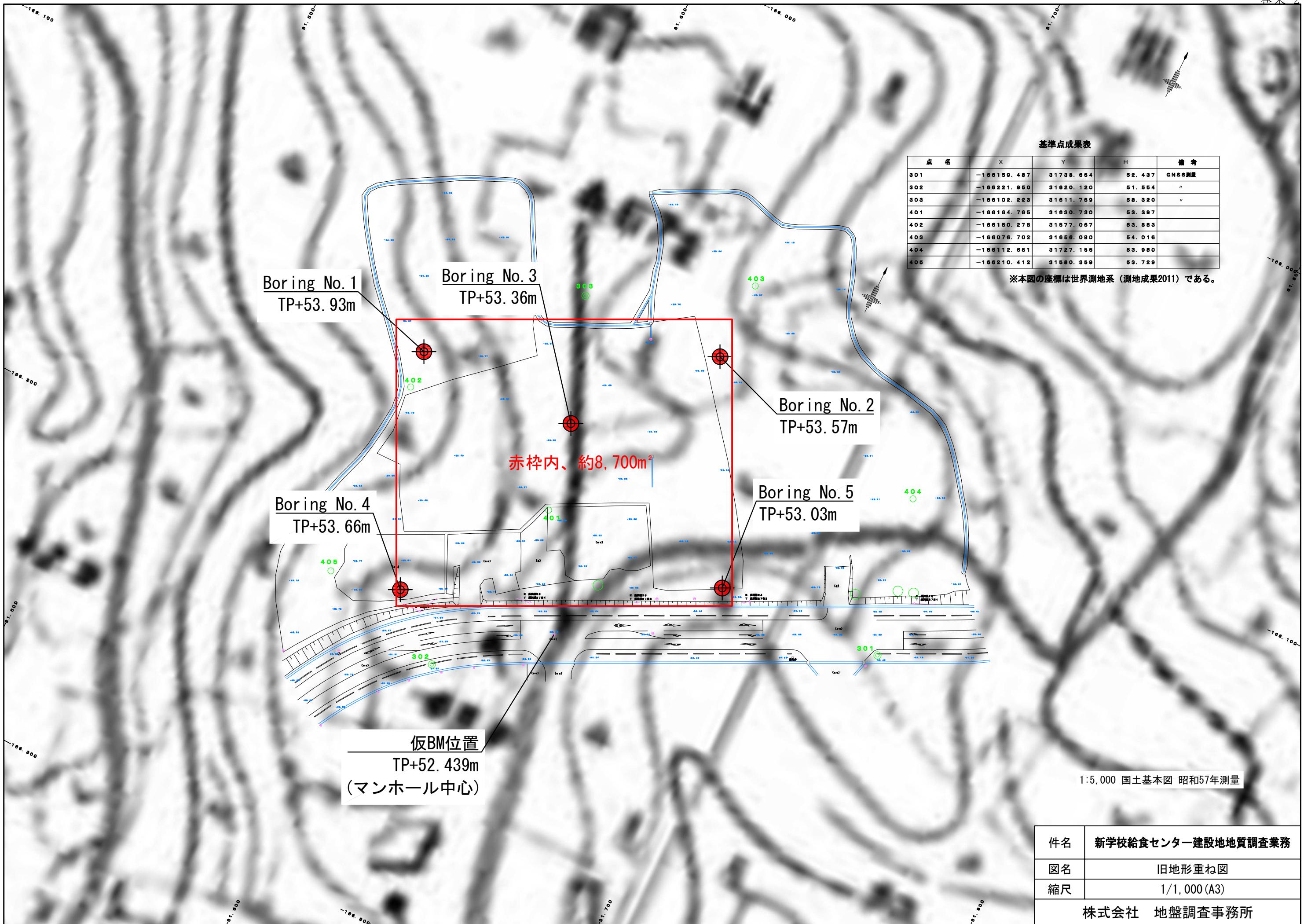
表 5-16 検討結果のまとめ

検討内容	内容
建築物支持層	浅層から出現する強度の高い凝灰岩類(wwTf, wTf, Tf)が直接基礎の支持層として有望である。
地盤の鉛直支持力	強風化凝灰岩類(wwTf)での長期許容支持力として540kN/m ² が期待できる。
滑動抵抗力	支持地盤の強度が高いため、大きな滑動抵抗力が期待できる。ただし、接地圧、摩擦係数と粘着力の関係に注意する。
即時・圧密沈下	支持地盤の強度が高いため特段の即時・圧密沈下への配慮は必要なし。
液状化	発生の可能性は極低い。
凍結深度	25~30cmとなるため設計での配慮が必要である。
地下水位	有意な地下水位はなし。
断層・撓曲	調査地への影響は認められない。
その他	施工時の支持層判別には工夫が必要である。 高強度地盤の深い掘削は注意が必要である。

以上

添付資料







ボーリング柱状図

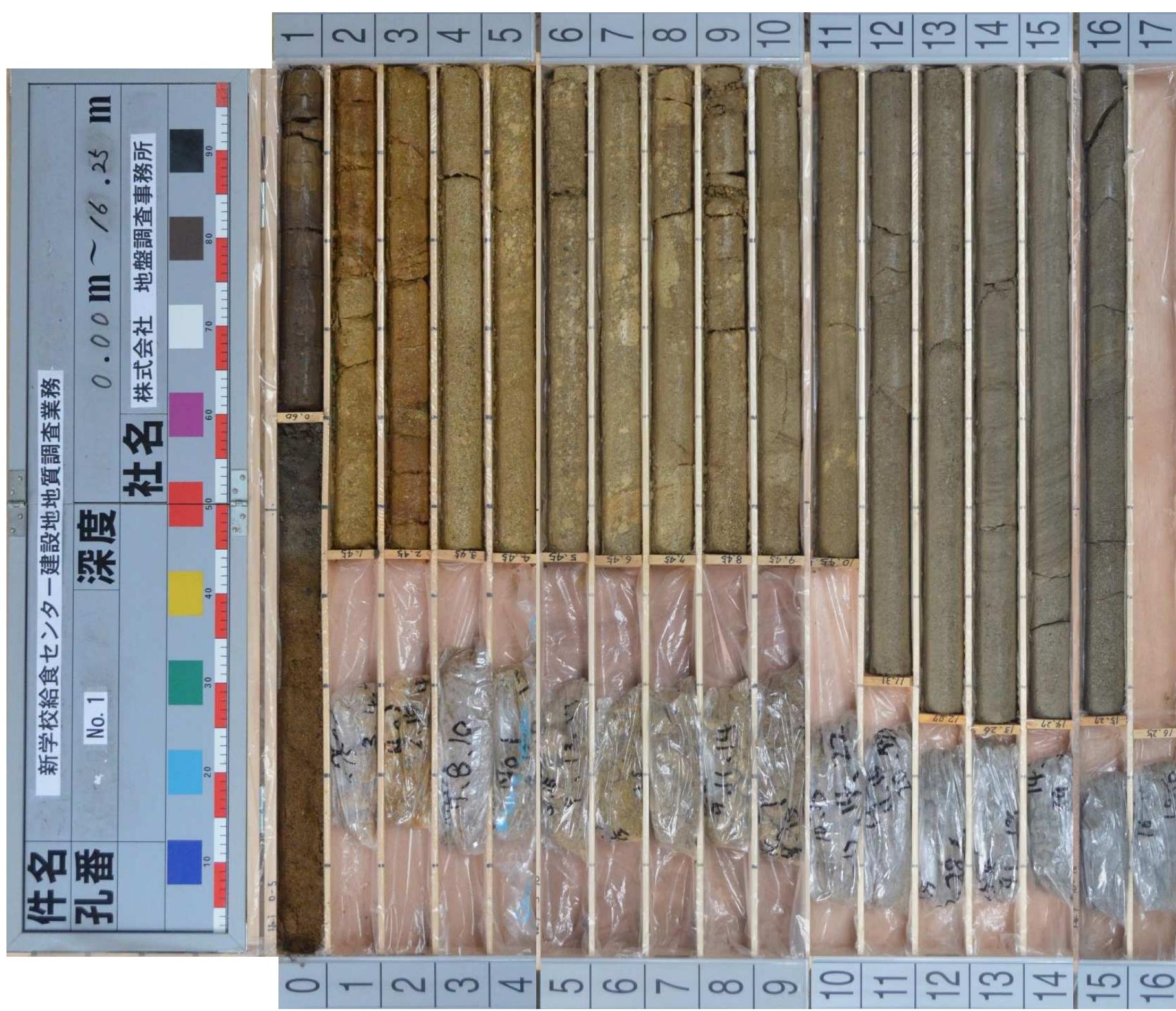
調査名 新学校給食センター建設地地質調査業務

事業・工事名

ボーリングNo. 2 3 0 6 7 3 - 0 1

ボーリング名	No. 1			調査位置			宮城県石巻市北村字前山4番10			北緯 38° 30' 10.14"		
発注機関	石巻市						調査期間			東経 141° 11' 43.28"		
調査業者名	株式会社 地盤調査事務所 東北事務所 (0248-76-2453)			主任技師	太田 智之	代理人	佐藤 一志	コア 鑑定者	大島 厚利	ボーリング責任者	高倉 和一	
孔口標高	TP +53.93m	角 180°	方 90°	北 0°	地盤勾配	水平 0°	試錐機	東邦地下工機製 D-0	ハンマー落 下用具	半自動落下		
総掘進長	16.25m	度	下 0°	向 180°	東 90°	西 90°	エンジン	ヤンマー製 NFAD10	ポンプ	東邦地下工機製 BG-3C		

標尺	標高	層厚	深度	柱状図	土質区分	相対密	標準貫入試験			原位置	試験名	試験結果	試料番号	採取方法	室内試験(月日)						
													孔内水位m/測定日	10cm毎の打撃回数	N値						
1	53.33	0.60	0.60	1.20	盛り砂質土	—	—	—	—	—	—	—	1.15	3 4 4 11	11.0	30	50	60	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
2	52.73	0.60	1.20	1.20	盛り砂質土	—	—	—	—	—	—	—	1.45	3 4 4 11	11.0	30	50	60	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
3	49.23	3.50	4.70	4.70	凝灰質砂岩	硬い	黄灰	茶褐色	黄灰	茶褐色	黄灰	茶褐色	2.45	4 4 5 13	13.0	30	50	60	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
4	45.13	4.10	8.80	8.80	凝灰質砂岩	固結	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	3.45	7 8 10 25	25.0	30	50	60	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
5	42.93	2.20	11.00	11.00	凝灰質砂岩	固結	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	4.45	8 10 13 31	31.0	30	50	60	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
6	40.73	2.20	11.00	11.00	凝灰質砂岩	固結	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	5.45	9 13 17 39	39.0	30	50	60	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
7	38.53	4.60	15.60	15.60	凝灰質砂岩	固結	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	6.45	9 12 16 37	37.0	30	50	60	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
8	37.68	0.65	16.25	16.25	凝灰質砂岩	固結	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	7.45	7 8 10 25	25.0	30	50	60	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
9	36.43	2.20	11.00	11.00	凝灰質砂岩	固結	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	8.45	9 11 14 34	34.0	30	50	60	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
10	35.23	2.20	11.00	11.00	凝灰質砂岩	固結	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	9.45	10 14 16 40	40.0	30	50	60	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
11	34.03	2.20	11.00	11.00	凝灰質砂岩	固結	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	10.45	12 14 22 48	48.0	30	50	60	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
12	32.83	2.20	11.00	11.00	凝灰質砂岩	固結	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	11.45	20 40 60	60	12.5	16	16	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
13	31.63	2.20	11.00	11.00	凝灰質砂岩	固結	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	12.45	32 28	60	50.0	12	12	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
14	30.43	2.20	11.00	11.00	凝灰質砂岩	固結	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	13.45	41 19	60	63.6	11	11	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
15	29.23	2.20	11.00	11.00	凝灰質砂岩	固結	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	14.45	39 21	60	50.0	12	12	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
16	28.03	2.20	11.00	11.00	凝灰質砂岩	固結	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	黄灰	15.45	43 17	60	50.0	12	12	m	打撃回数/貫入量	— ○ —
													16.45	60	60	80.0	10	10	m	打撃回数/貫入量	— ○ —



ボーリング柱状図

調査名 新学校給食センター建設地地質調査業務

事業・工事名

ボーリングNo. 2 3 0 6 7 3 - 0 2

ボーリング名	No. 2			調査位置			宮城県石巻市北村字前山4番10			北緯 38° 30' 11.38"		
発注機関	石巻市			調査期間			令和5年8月17日～5年8月21日			東経 141° 11' 46.60"		
調査業者名	株式会社 地盤調査事務所 東北事務所 (0248-76-2453)			主任技師	太田 智之	代理人	佐藤 一志	コア鑑定者	大島 厚利	ボーリング責任者	浦山 剛志	
孔口標高	TP +53.57m	角 180° 上 90° 下 0°	方 0°	北 0°	地盤勾配	水平 0° 鉛直 90°	試錐機	東邦地下工機製 D-0D	ハンマー落下降下用具	半自動落下		
総掘進長	10.18m	度					エンジン	ヤンマー製 NFD9	ポンプ	東邦地下工機製 BG-3C		

標尺	標高	層厚	深度	柱状図	土質区分	相対密	相対密	相対密	相対密	相対密	相対密	相対密	標準貫入試験			原位置	試験名	試験結果	試料採取方法	室内試験(一)			
													孔内水位m	孔内水位m	孔内水位m	孔内水位m	孔内水位m	孔内水位m	孔内水位m	孔内水位m	孔内水位m		
1	52.57	1.00	1.00	盛土(砂質土)	礫混りシルト質砂岩	礫径2~30mm、礫は軟岩塊	1.15	5	8	12	25	25.0	打撃回数	打撃回数/貫入量	N値	- ○ -	深度m	試験名	および結果	深試料番号	掘進日		
2	51.07	1.50	2.50	砂岩	透灰質砂岩	暗褐色	1.45	9	15	13	37	37.0	0	10	20	30	40	50	60	m		8/17	
3				礫岩	透灰質礫岩	褐色～黃褐色	2.15	9	15	13	37	37.0	10	20	30	40	50	60	m				
4	49.02	2.05	4.55	砂岩	透灰質砂岩	褐色～黃褐色	2.45	8	8	7	23	23.0	10	20	30	40	50	60	m				
5	48.57	0.45	5.00	砂岩	凝灰岩	黃褐色	3.15	12	15	12	39	39.0	10	20	30	40	50	60	m				
6	47.12	1.45	6.45	砂岩	火山礫凝灰岩	茶褐色	3.45	8	8	7	23	23.0	10	20	30	40	50	60	m				
7				砂岩	火山礫凝灰岩	褐色	4.45	5	15	12	39	39.0	10	20	30	40	50	60	m				
8				砂岩	火山礫凝灰岩	褐色	5.15	12	15	12	39	39.0	10	20	30	40	50	60	m				
9				砂岩	火山礫凝灰岩	褐色	5.15	12	15	12	39	39.0	10	20	30	40	50	60	m				
10	43.39	3.73	10.18	砂岩	火山礫凝灰岩	褐色	6.26	6	10	40	60	63.6	10	20	30	40	50	60	m				
11				砂岩	火山礫凝灰岩	褐色	7.35	7.10	18	24	18	60	12.5	10	20	30	40	50	60	m			
							8/21	7.00	18	24	18	60	72.0	10	20	30	40	50	60	m			
														10	20	30	40	50	60	m			
														8/18	7.35	18	24	18	60	72.0	m		
														8/19	9.06	6	9	29	60	62.1	m		
														8/20	8.44	15	6	39	60	62.1	m		
														8/21	9.06	6	6	39	60	62.1	m		
														8/22	10.06	44	16	60	60	62.1	m		
														8/23	10.18	3	13	13	60	63.5	m		



ボーリング柱状図

新学校給食センター建設地質調査業務名

事業・工事名

レジリエンスNo. 3 3 0 6 7 3 = 6

ボーリング名		No. 3		調査位置		宮城県石巻市北村字前山4番10				北緯		38° 30' 10.15"	
発注機関	石巻市	令和5年8月25日～5年8月26日				調査期間				東経		141° 11' 45.31"	
調査業者名	株式会社 地盤調査事務所 東北事務所 (0248-76-2453)	所長	主任技師	太田 智之	代理	現場	佐藤 一志	コア	鑑定者	大島 厚利	ボーリング責任者	浦山 剛志	ハシマー落下用具
孔口標高	TP +53.36m	角	180°	方	北 0°	地盤勾配	水平 0°	鉛直	90°	東邦地下工機製 D-0D	エンジン	ボンブ	半自動落下
総掘進長	6.25m	度	90°	下	270°	東	180°	西	0°	ヤンマー製 NFD9	東邦地下工機製 BG-3C		

ボーリング柱状図

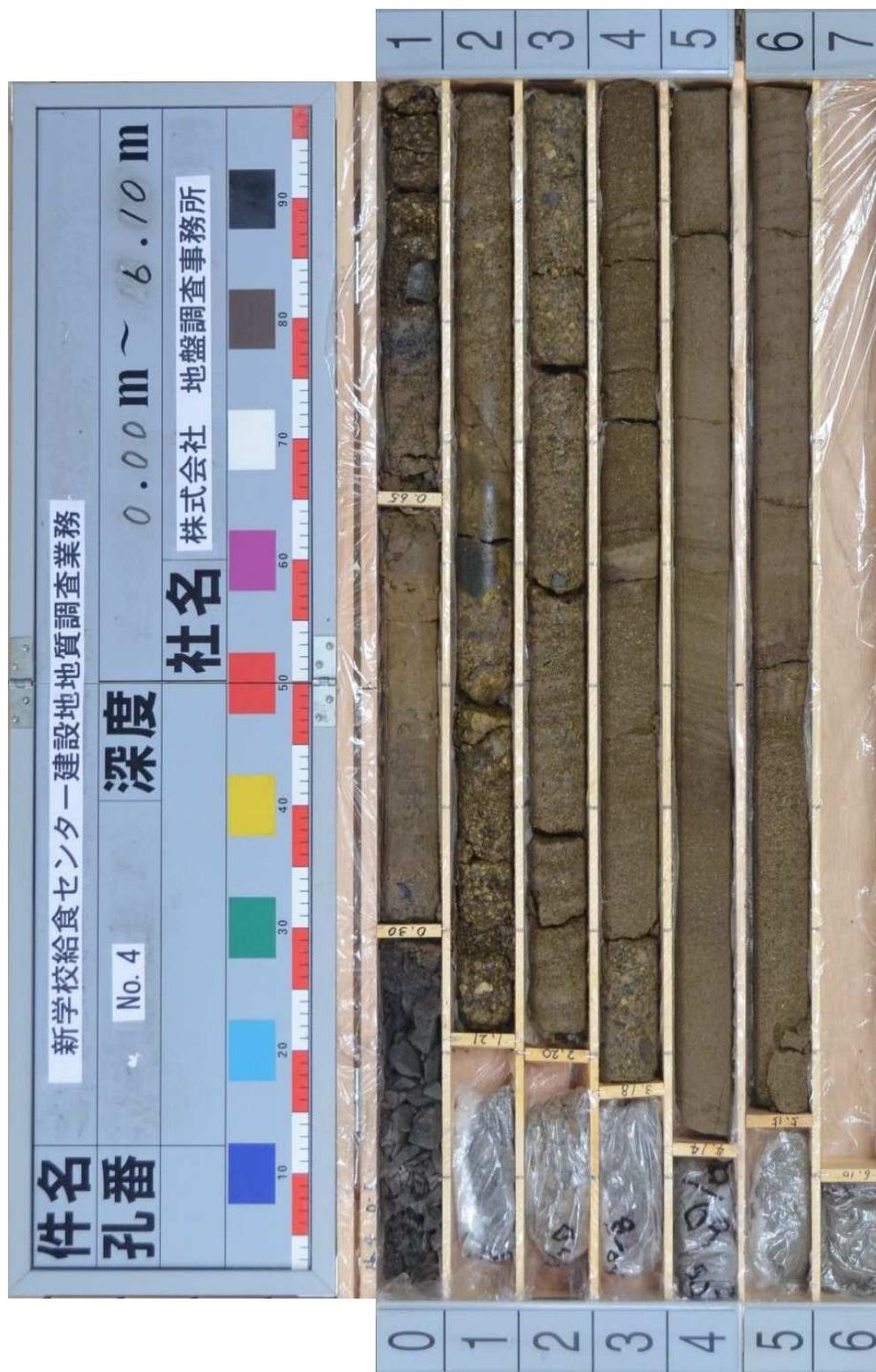
新学校給食センター建設地質調査業務
名 材 契 調

事業・工事名

務業調查報告書

ボーリングNo. 1 2 3 0 6 7 3 = 8 4

事業・工事名	シートNo. 宮城県石巻市北村字前山4番10										北緯	38° 30' 7.96"
発注機関	調査位置			調査期間							北緯	38° 30' 7.96"
調査業者名	株式会社 地盤調査事務所 東北事務所 (0248-76-2453)	所長	主任技師	太田	智之	現場代理人	佐藤	一志	コア鑑定者	大島	厚利	ボーリング責任者
孔口標高	TP +53.66m	角	方	北	0°	試錐機	東邦地下工機製	D-0	ハシマー落下用具	半自動落下	高倉 和一	
総掘進長	6.10m	度	勾配	地盤	水平0°	工エンジン	ヤンマー製	NFAD10	ボンブ	東邦地下工機製	BG-3C	



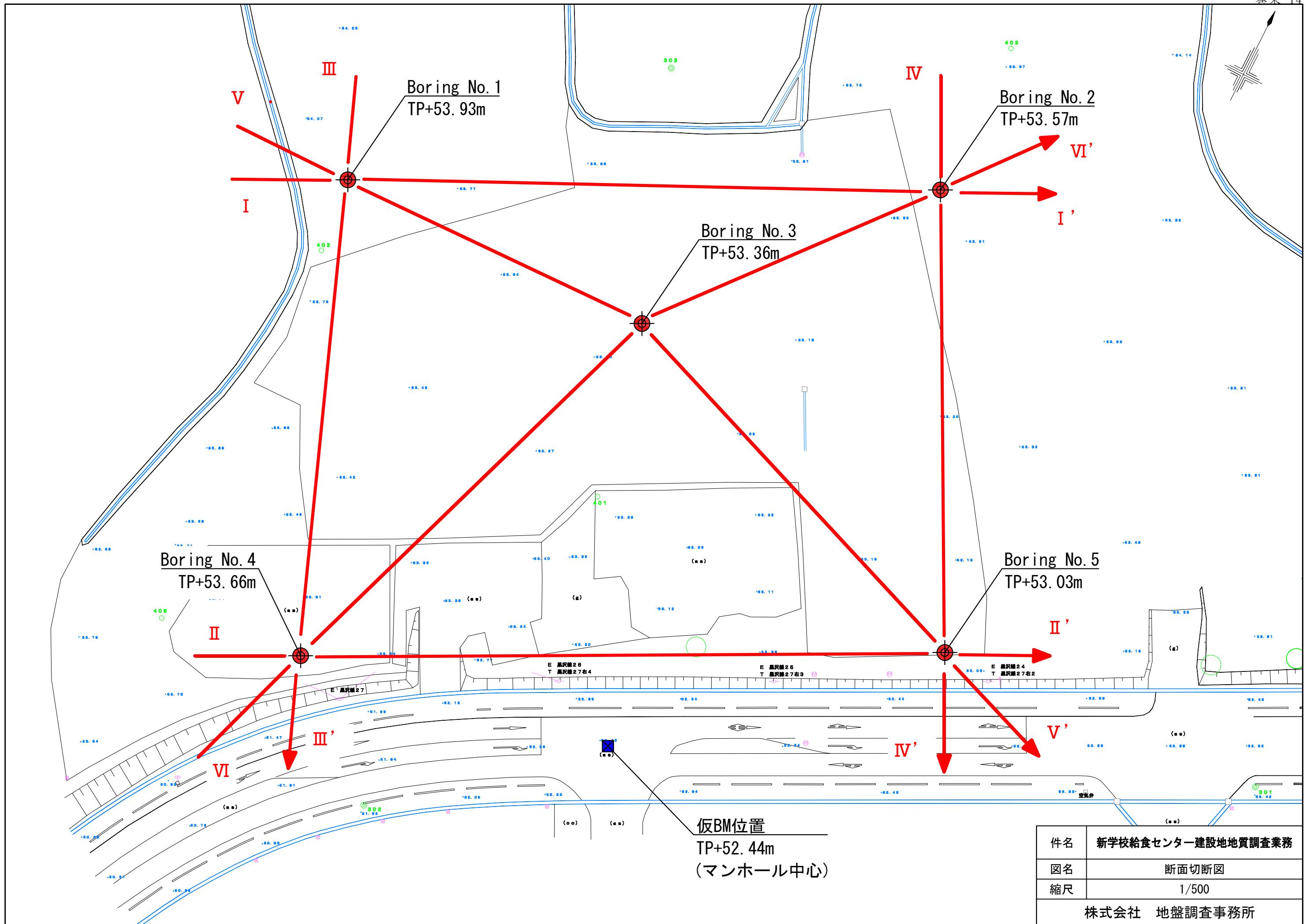
ボーリング柱状図

新学校給食センター建設地質調査業務名

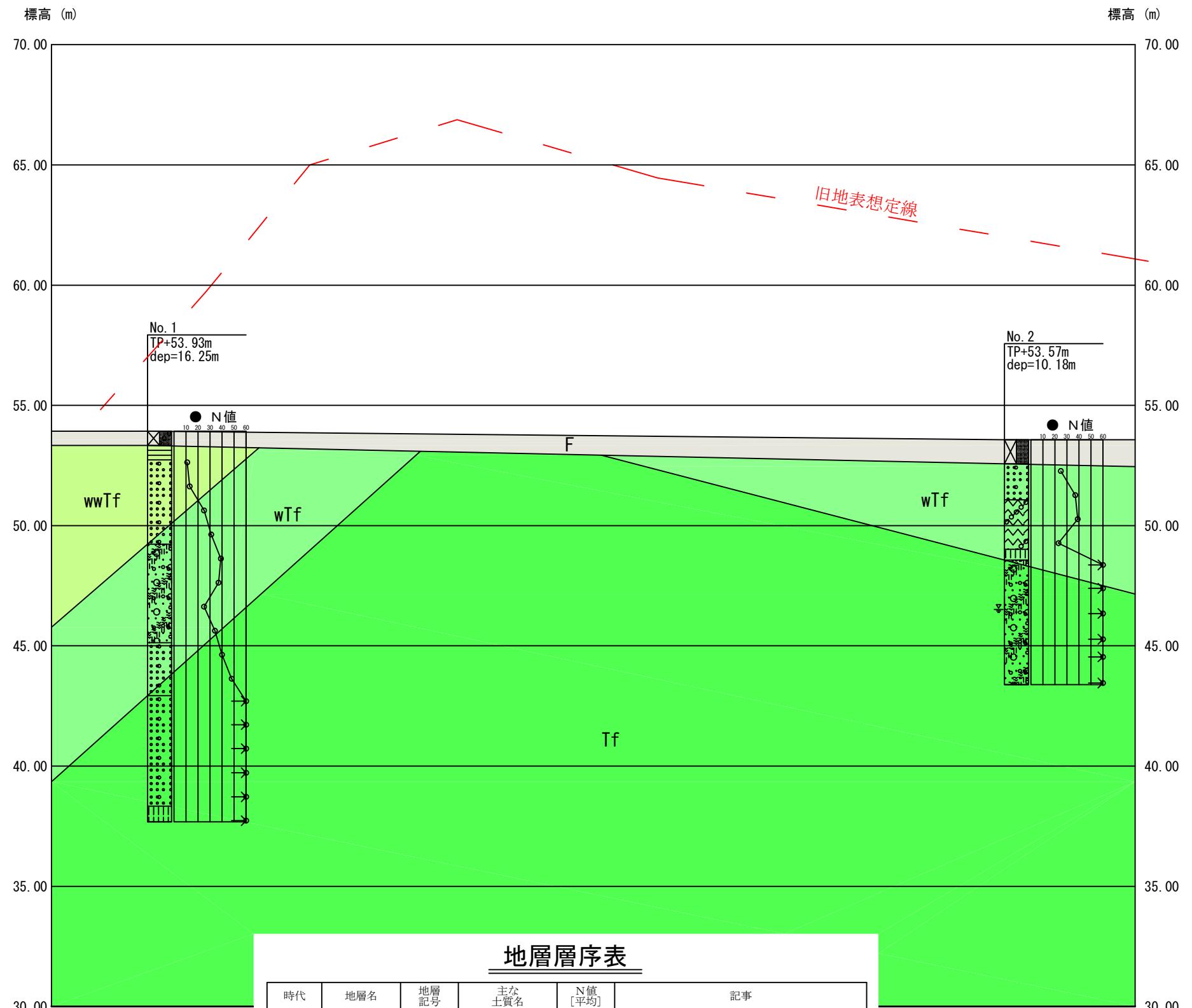
事業・工事名

ボーリング名		No. 5		調査位置		宮城県石巻市北村字前山4番10		北緯 38° 30' 9.37"	
発注機関		石巻市							
調査業者名		株式会社 地盤調査事務所 東北事務所 電話 (0248-76-2453)		主任技師		太田 智之		現場 代理人	
孔口標高		TP +53.03m		方位		北 0°		地盤 勾配	
総掘進長		20.23m		度		270° 90° 0°		水平 0°	
								鉛直 90°	
								90°	
								180°	
								南	
								180°	
								西	
								北	
								上	
								下	
								0°	



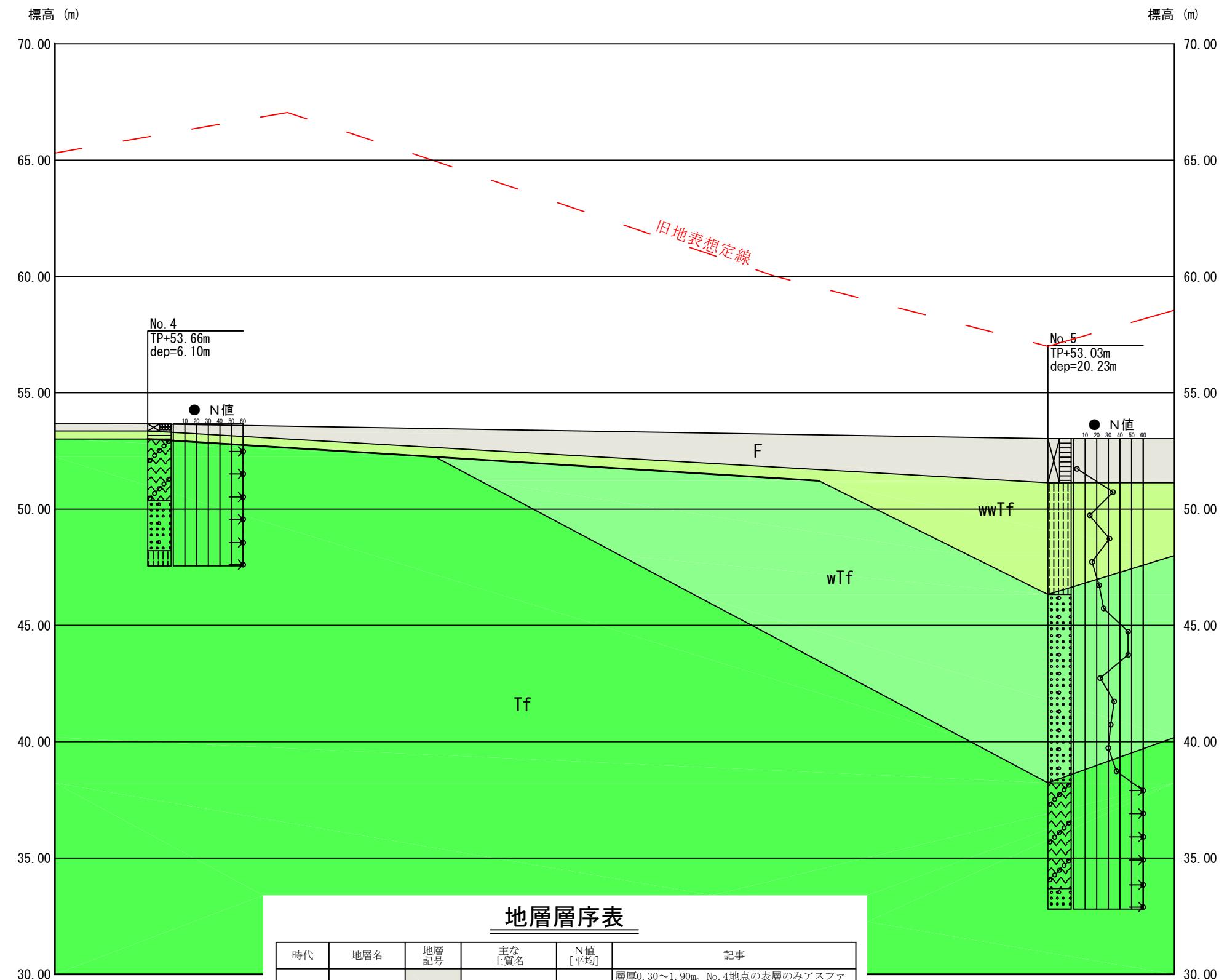


I - I' 断面

H=1/500
V=1/200

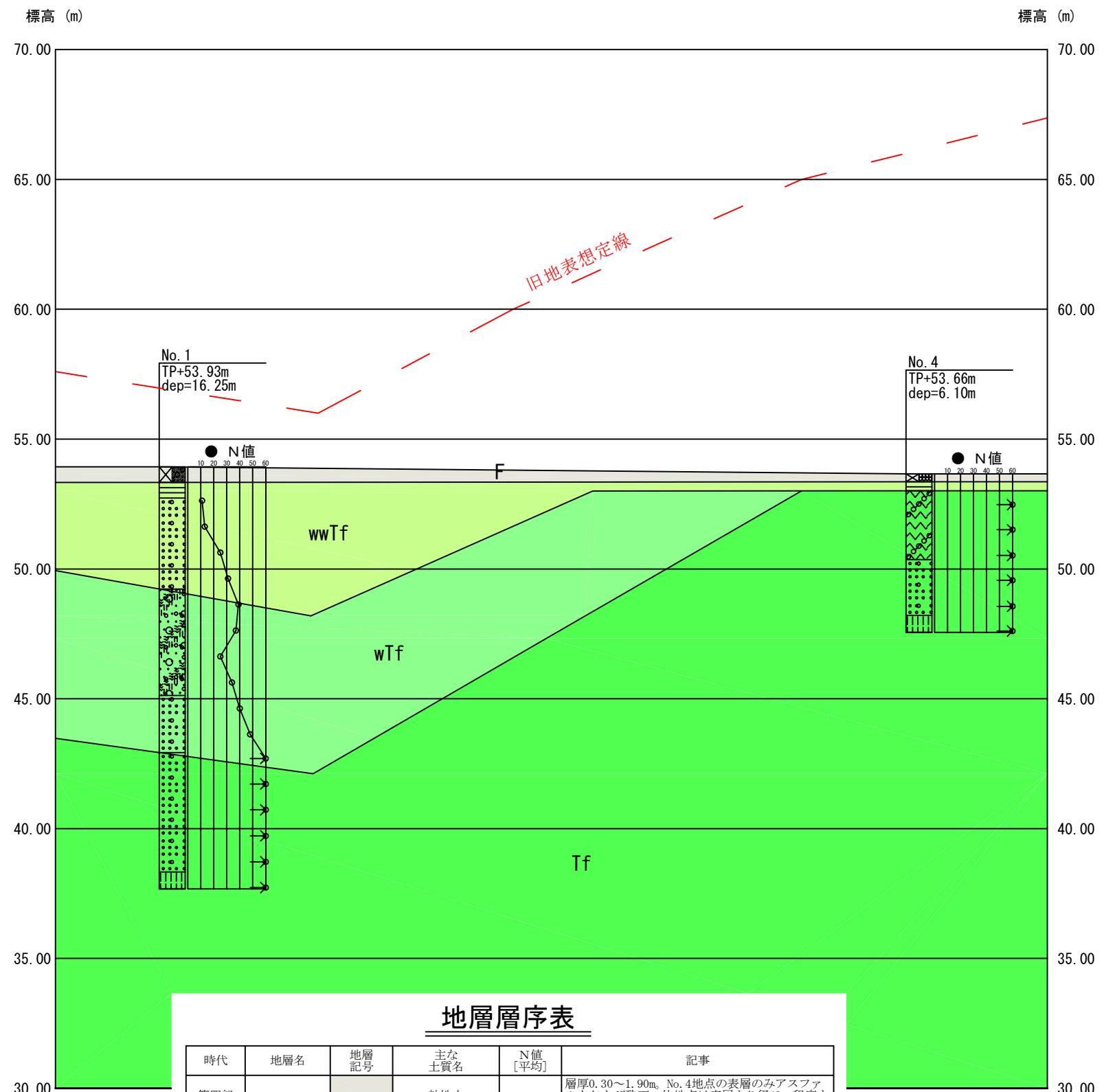
件名	新学校給食センター建設地 地質調査業務
図名	土層断面想定図(1/6)
縮尺	H=1/500 V=1/200
株式会社 地盤調査事務所	

II-II' 断面

H=1/500
V=1/200

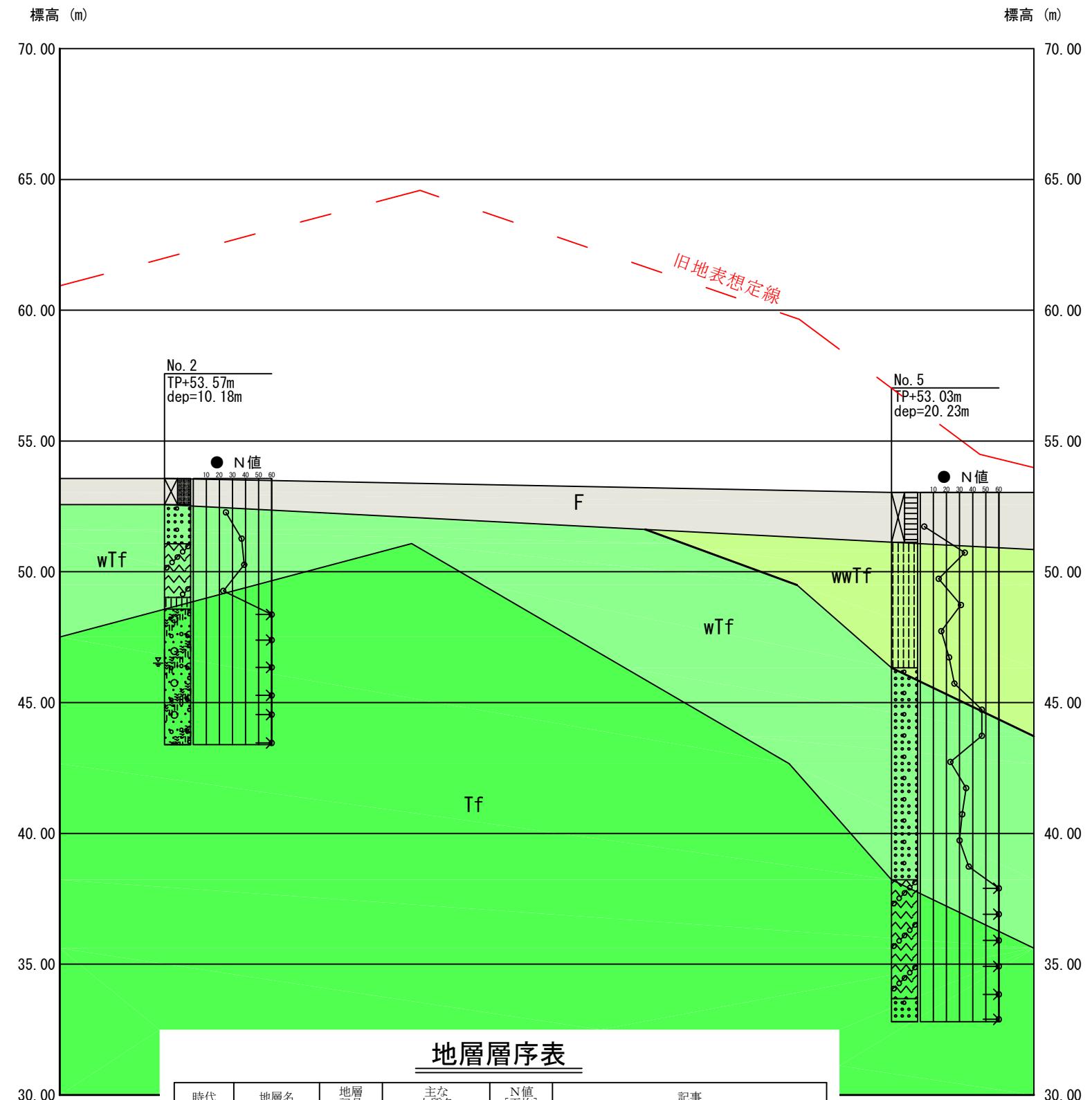
時代	地層名	地層記号	主な土質名	N値 [平均]	記事
第四紀 元新世	盛土層	F	粘性土 砂質土	3	層厚0.30~1.90m。No.4地点の表層のみアスファルトおよび碎石。他地点は表層より径40mm程度までの礫を含む粘性土、砂質土からなる。色調は茶褐色、暗灰、褐灰色等を呈する。
新第三紀 中新世	強風化 凝灰岩類	wwTf	凝灰岩、粘土 凝灰質砂岩	11~34 [21.9]	層厚0.35~4.80m。全般に風化的程度は一様ではなく、コアは様々な様相で採取され、片状~棒状コアとなる。また一部原岩が分からぬほど風化し粘土化している。層中には炭化物や浮石を混入する。色調は茶褐色、黄灰、淡黄灰色等、全般に黄色系の酸化色を呈する。
	風化 凝灰岩類	wTf	凝灰質砂岩 火山礫凝灰岩	23~48 [34.7]	層厚0.45~8.10m。上部は主に砂状、片状コア、一部粘土状コアであり、深くなるに連れ棒状コアで採取される。色調は黄褐色、褐色、暗褐色等であり、やや黄色系の酸化色を呈する。
	凝灰岩類	Tf	凝灰質砂岩 凝灰角砾岩	62.1~300 [140.7]	層厚4m以上。全体に比較的新鮮な岩で棒状コアで採取されるが、疊層の箇所は混入礫とマトリックスの密着性の相違により疊状、短棒状コアとなる。色調は主に褐灰色、暗褐色を呈する。

件名	新学校給食センター建設地 地質調査業務
図名	土層断面想定図(2/6)
縮尺	H=1/500 V=1/200
株式会社 地盤調査事務所	

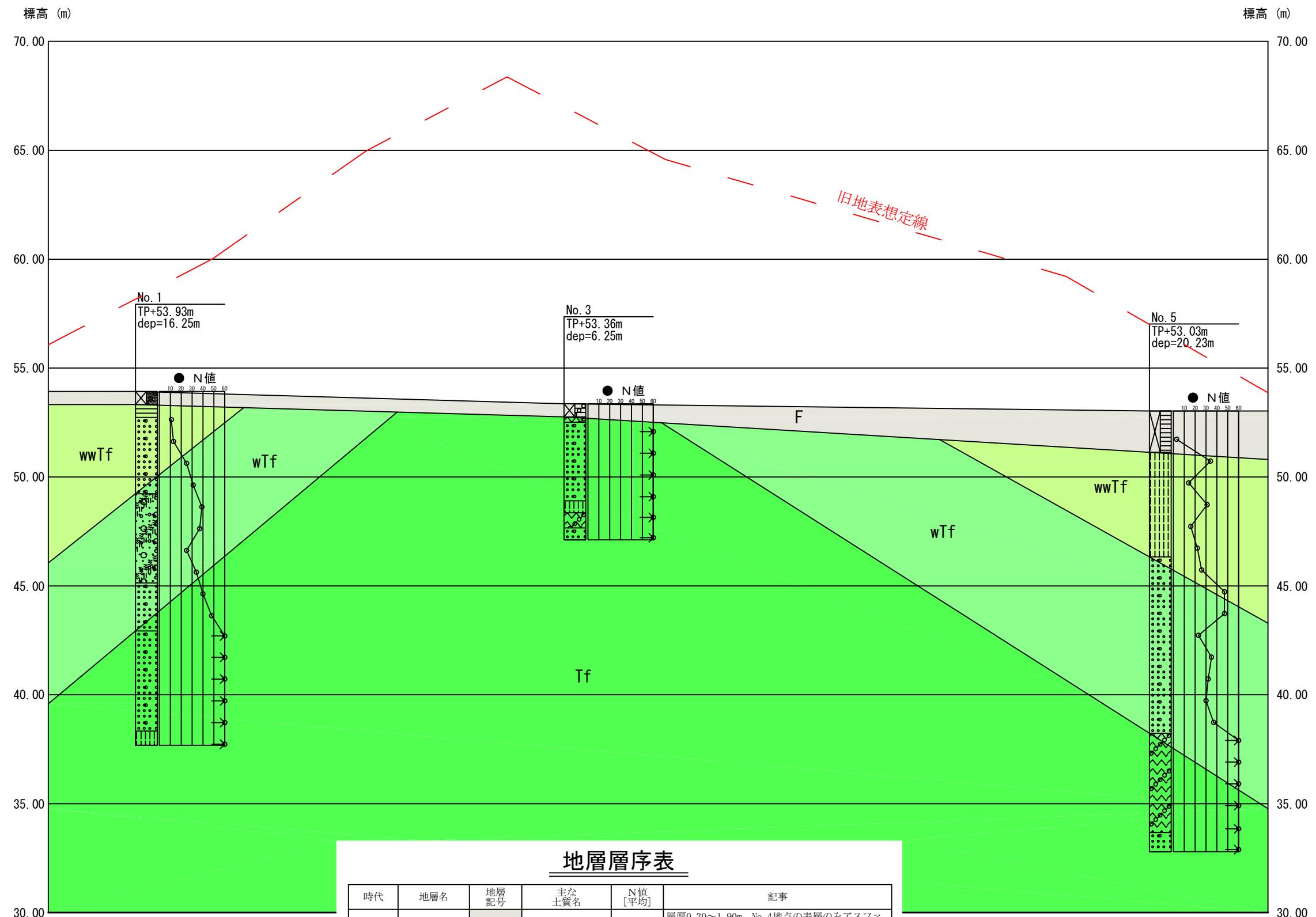
III-III' 断面 H=1/500
V=1/200

時代	地層名	地層記号	主な土質名	N値 [平均]	記事
第四紀 元新世	盛土層	F	粘性土 砂質土	3	層厚0.30~1.90m。No.4地点の表層のみアスファルトおよび碎石。他地点は表層より径40mm程度までの礫を含む粘性土、砂質土からなる。色調は茶褐色、暗灰、褐灰色等を呈する。
新第三紀 中新世	強風化 凝灰岩類	wwTf	凝灰岩、粘土 凝灰質砂岩	11~34 [21.9]	層厚0.35~4.80m。全般に風化的程度は一様ではなく、コアは様々な様相で採取され、片状~棒状コアとなる。また一部原岩が分からぬほど風化し粘土化している。層中には炭化物や浮石を混入する。色調は茶褐色、黄灰、淡黄灰色等、全般に黄色系の酸化色を呈する。
	風化 凝灰岩類	wTf	凝灰質砂岩 火山礫凝灰岩	23~48 [34.7]	層厚0.45~10m。上部は主に砂状、片状コア、一部粘土状コアであり、深くなるに連れ棒状コアで採取される。色調は黄褐色、褐色、暗褐色等であり、やや黄色系の酸化色を呈する。
	凝灰岩類	Tf	凝灰質砂岩 凝灰角礫岩	62.1~300 [140.7]	層厚4m以上。全体に比較的新鮮な岩で棒状コアで採取されるが、疊層の箇所は混入礫とマトリックスの密着性の相違により疊状、短棒状コアとなる。色調は主に褐色、暗褐色を呈する。

件名	新学校給食センター建設地 地質調査業務
図名	土層断面想定図(3/6)
縮尺	H=1/500 V=1/200
株式会社 地盤調査事務所	

IV-IV' 断面 H=1/500
V=1/200

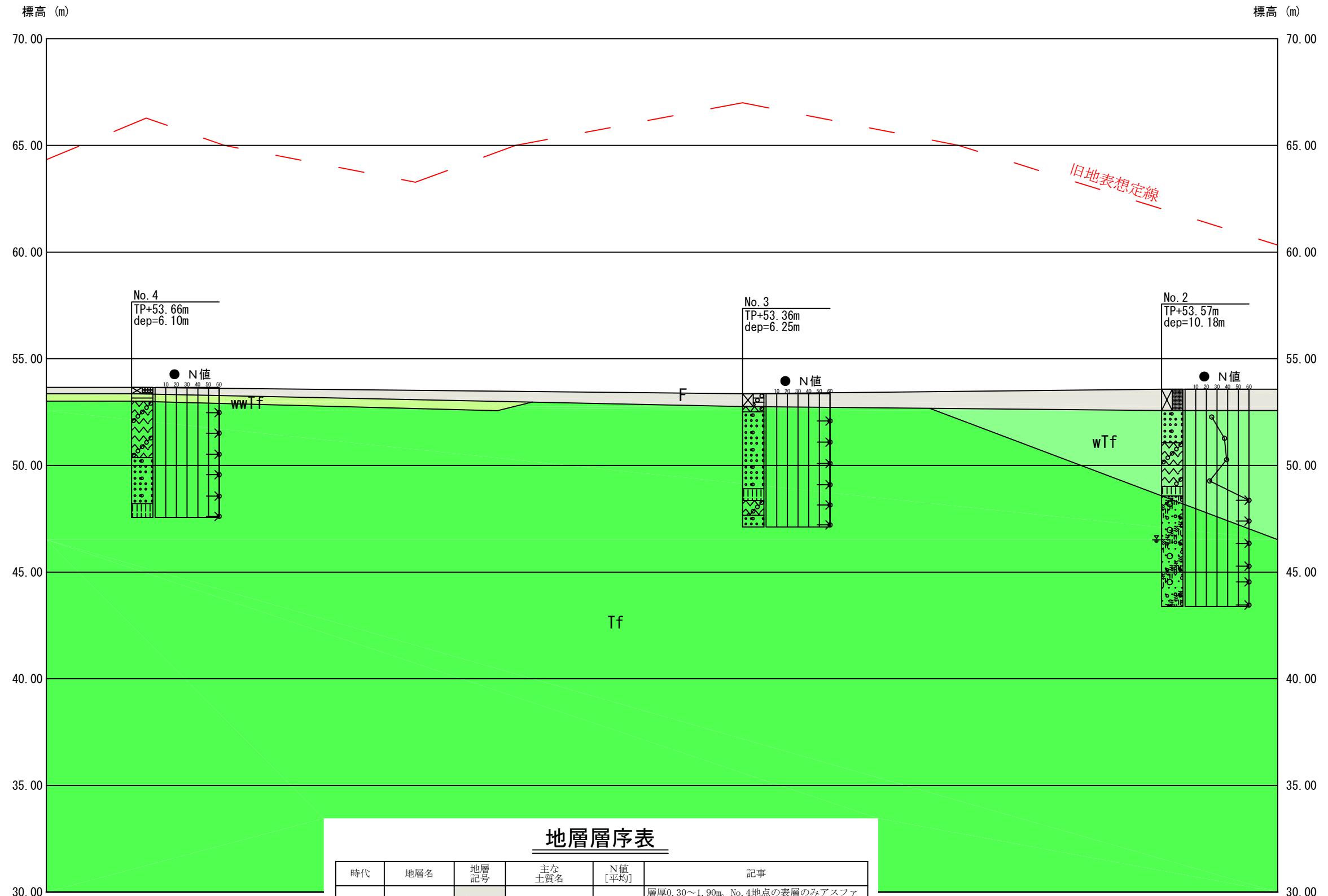
件名	新学校給食センター建設地 地質調査業務
図名	土層断面想定図(4/6)
縮尺	H=1/500 V=1/200
株式会社 地盤調査事務所	

V-V' 断面 H=1/500
V=1/200

地層層序表

時代	地層名	地層記号	主な土質名	N値 [平均]	記事
第四紀 元新世	盛土層	F	粘性土 砂質土	3	層厚0.30~1.90m。No.4地点の表層のみアスファルトおよび碎石。他地点は表層より径40mm程度までの礫を含む粘性土、砂質土からなる。色調は茶褐色、暗灰、褐灰色等を呈する。
新第三紀 中新世	強風化 凝灰岩類	wwTf	凝灰岩、粘土 凝灰質砂岩	11~34 [21.9]	層厚0.35~4.80m。全般に風化程度は一様ではなく、コアは様々な様相で採取され、片状~棒状コアとなる。また一部原岩が分からぬほど風化し粘土化している。層中には炭化物や浮石を混入する。色調は茶褐色、黄灰、淡黄灰色等、全般に黄色系の酸化色を呈する。
	風化 凝灰岩類	wTf	凝灰質砂岩 火山礫凝灰岩	23~48 [34.7]	層厚0.45~8.10m。上部は主に砂状、片状コア、一部粘土状コアであり、深くなるに連れ棒状コアで採取される。色調は黄褐色、褐色、暗褐色等である。やや黄色系の酸化色を呈する。
	凝灰岩類	Tf	凝灰質砂岩 凝灰角礫岩	62.1~300 [140.7]	層厚4m以上。全体に比較的新鮮な岩で棒状コアで採取されるが、疊層の箇所は混入礫とマトリックスの密着性の相違により疊状、短棒状コアとなる。色調は主に褐色、暗褐色を呈する。

件名	新学校給食センター建設地 地質調査業務
図名	土層断面想定図(5/6)
縮尺	H=1/500 V=1/200
株式会社 地盤調査事務所	

VI-VI' 断面 H=1/500
V=1/200

地層層序表

時代	地層名	地層記号	主な土質名	N値 [平均]	記事
第四紀 完新世	盛土層	F	粘性土 砂質土	3	層厚0.30~1.90m。No.4地点の表層のみアスファルトおよび碎石。他地点は表層より径40mm程度までの礫を含む粘性土、砂質土からなる。色調は茶褐色、暗灰、褐灰色等を呈する。
新第三紀 中新世	強風化 凝灰岩類	wwTf	凝灰岩、粘土 凝灰質砂岩	11~34 [21.9]	層厚0.35~4.80m。全般に風化的程度は一様ではなく、コアは様々な様相で採取され、片状~棒状コアとなる。また一部原岩が分からぬほど風化し粘土化している。層中には炭化物や浮石を混入する。色調は茶褐色、黄灰、淡黄灰色等、全般に黄色系の酸化色を呈する。
	風化 凝灰岩類	wTf	凝灰質砂岩 火山礫凝灰岩	23~48 [34.7]	層厚0.45~10m。上部は主に砂状、片状コア、一部粘土状コアであり、深くなるに連れ棒状コアで採取される。色調は黄褐色、褐色、暗褐色等であり、やや黄色系の酸化色を呈する。
	凝灰岩類	Tf	凝灰質砂岩 凝灰角礫岩	62.1~300 [140.7]	層厚4m以上。全般に比較的新鮮な岩で棒状コアで採取されるが、疊層中の箇所は混入礫とマトリックスの密着性の相違により疊状、短棒状コアとなる。色調は主に褐色、暗褐色を呈する。

件名	新学校給食センター建設地 地質調査業務
図名	土層断面想定図(6/6)
縮尺	H=1/500 V=1/200
株式会社 地盤調査事務所	