

●資料 3 地質調査報告書

市民会館整備事業に係る地質調査業務委託

報 告 書

令和 4 年 7 月

山 形 市

株式会社 イヨテクニカル

山形市長 佐藤 孝弘 殿

委 託 業 務 名 ： 市民会館整備事業に係る地質調査業務委託

御用命を賜りました上記 市民会館整備事業に係る地質調査業務委託がこの程完了致しましたので、ここに、結果を取りまとめ本書の通り御報告申し上げます。

今回の御依頼に対し深くお礼を申し上げますと共に、本業務の遂行にあたり御指導、御協力をいただきました山形市役所都市整備部建築課の関係各位に対し、深く感謝申し上げます。

令和 4 年 7 月

山形市上柳 17 番地の 1
株式会社 イヨテクニカル
代表取締役 高田 厚

目 次

調査位置案内図（S = 1 : 50,000） 巻頭

§ 1. 調 査 概 要	1
1-1.調査目的	1
1-2.業務概要	1
1-3.総則	4
§ 2. 調 査 内 容	5
2-1.機械ボーリング	5
2-2.標準貫入試験	7
2-3.室内土質試験	10
§ 3. 地 形 ・ 地 質 概 要	12
§ 4. 調 査 結 果	16
4-1.調査位置関係	16
4-2.調査地の地質構成状況	18
4-3.室内土質試験	23
参考資料 1 地盤定数の推定	参-1
参考資料 2 基礎工に対する考察	参-13

付 図

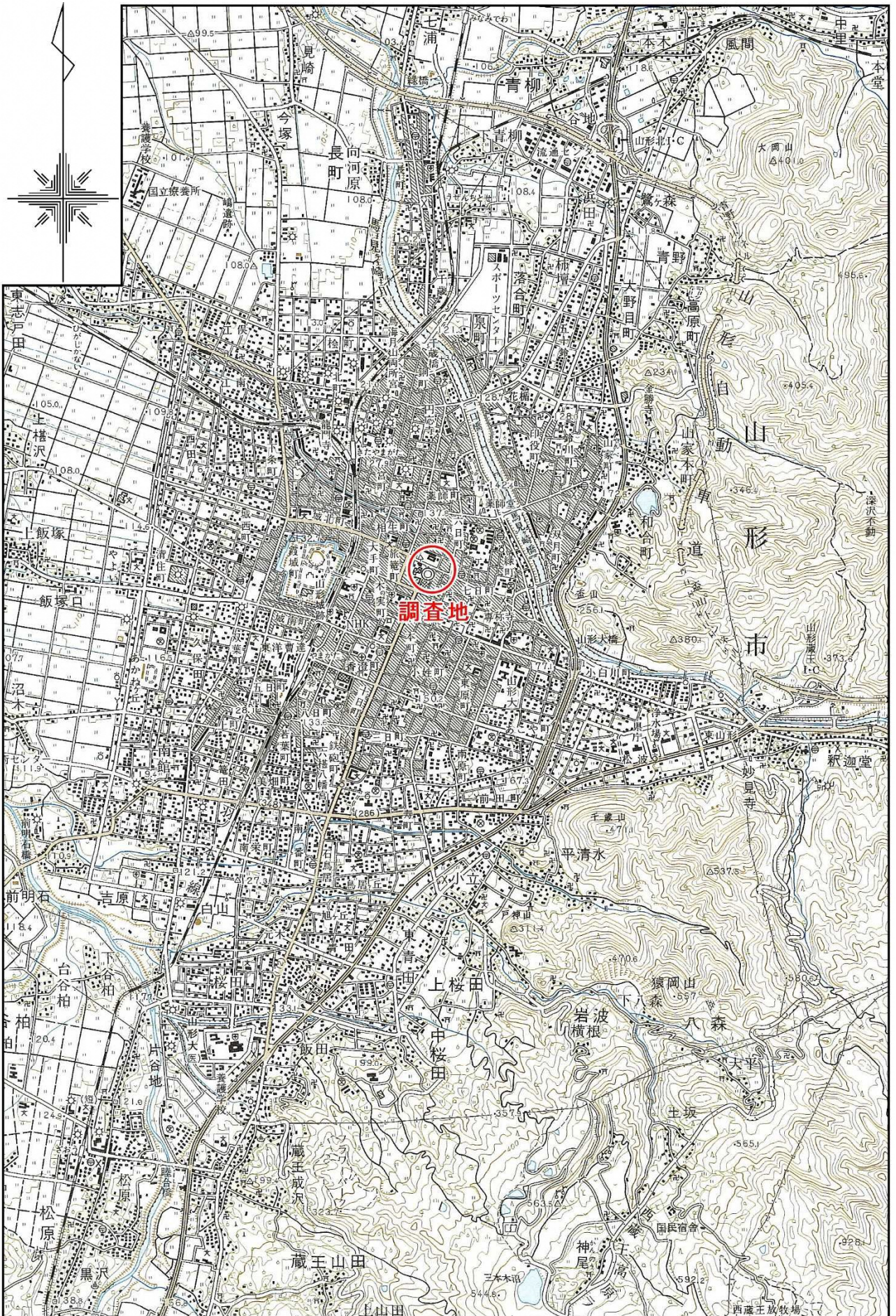
1. 調査位置平面図(縮尺 1:200)1 葉 (袋入り)
2. ボーリング柱状図1 葉 (巻 末)

添 付

- ・ 室内土質試験成績書1 式 (巻 末)
- ・ 現場写真集
- ・ 地盤登録検定証明書1 式 (巻 末)

別 添

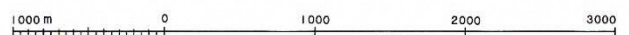
- ・ 土質標本（貫入試料 1 箱）1 式



調査位置案内図

1:50,000

山形



§ 1. 調 査 概 要

1-1. 調査目的

本業務は、旧山形県県民会館の敷地内に新市民会館建設が計画され、新市民会館建設工事に係わる調査業務である。

機械ボーリング・原位置試験・室内土質試験を実施し、計画されている新市民会館の設計・施工における基礎資料を得る目的で下記の調査概要に基づき実施したものである。

1-2. 業務概要

(1) 委託業務名： 市民会館整備事業に係る地質調査業務委託

(2) 履 行 場 所： 山形市七日町三丁目 地内

(3) 履 行 期 間： 自 令和 4 年 4 月 28 日
至 令和 4 年 7 月 8 日

(4) 発 注 者： 山形市長 佐 藤 孝 弘

〒990-8540 山形市旅籠町二丁目 3 番 25 号

TEL : 023-641-1212

(5) 受 注 者： 株式会社 イヨテクニカル

〒990-2212 山形市上柳 17 番地の 1

TEL 023-676-6151

主任技術者： 植 松 禎 祐 (RCCM : 土質及び基礎)

(6) 業務内容

主な業務内容

項 目	単 位	数 量	備 考
調査業務			
調査ボーリング φ66mm 鉛直下方 シルト・粘性土	m	0.70	ノンコアボーリング
調査ボーリング φ66mm 鉛直下方 砂・砂質土	m	6.50	〃
調査ボーリング φ66mm 鉛直下方 礫混じり土砂	m	1.70	〃
調査ボーリング φ66mm 鉛直下方 玉石混じり土砂	m	14.10	〃
標準貫入試験 シルト・粘性土	回	1	1m 掘進毎
標準貫入試験 砂・砂質土	回	6	〃
標準貫入試験 礫混じり土砂	回	2	〃
標準貫入試験 玉石混じり土砂	回	14	〃
室内土質試験	式	1	土粒子の密度試験
足場仮設 平坦地(地上高 0.30m以下)	箇所	1	
調査孔閉塞	箇所	1	
資料整理取りまとめ	業務	1	
地盤情報データベース登録	式	1	

成果品

・ 報告書(印刷 A4) 3 部

(7) 調査数量：今回実施した数量の内訳を次頁に示す。

表 1-1. 調 査 数 量

●機械ボーリング・標準貫入試験

上段: 当初数量

下段: 実施数量

項 目 ボーリング地点		機 械 ボーリング (m)											標 準 貫 入 試 験 (回)					
		ノンコアボーリング																
		φ 66mm						φ 86mm (試験孔)										
		シルト・粘性土	砂・砂質土	礫混じり土砂	玉石混じり土砂		合計	シルト・粘性土	砂・砂質土	礫混じり土砂	玉石混じり土砂		合計	シルト・粘性土	砂・砂質土	礫混じり土砂	玉石混じり土砂	
B-No.1	1.00	4.00	0.00	15.00		20.00							1	4	0	15		20
	0.70	6.50	1.70	14.10		23.00							1	6	2	14		23
合 計	当初数量	1.00	4.00	0.00	15.00		20.00						1	4	0	15		20
	実施数量	0.70	6.50	1.70	14.10		23.00						1	6	2	14		23
	増 減	-0.30	2.50	1.70	-0.90		3.00						0	2	2	-1		3

●室内土質試験・原位置試験

上段: 当初数量

下段: 実施数量

項 目 ボーリング地点		サンプリング (試料)				室内土質試験						原位置試験 (回)		足場仮設 (箇所)			運搬 (t)		
						(試料)													
		シン ウォール	デニ ソン	トリ プル	貫入 試料	土 粒 子 の 密 度	含 水 比	粒 度		液 性 限 界	塑 性 限 界	一 軸 圧 縮			平 坦 地 足 場 地上高 0.30m 以下	平 坦 地 足 場 地上高 0.30m 以上	傾 斜 地 地 足 場 15° 以上 30° 未 満	特 装 車 運 搬 100m 以下	特 装 車 運 搬 100m 超 500m 以下
								ふる い 分 け	沈 降 分 析										
B-No.1					3									1					
					3									1					
合計	当初数量				3									1					
	実施数量				3									1					
	増 減				0									0					

※. 数量の増減 : 数字青色は±0 または 増(+), 数字赤色は減(-)

1-3. 総則

1-3-1. 準拠基準

- ・ 市民会館整備事業に係る地質調査業務委託 特記仕様書
- ・ 敷地調査共通仕様書 令和 4 年版 : 国土交通大臣官房官庁営繕部
- ・ 地盤調査の方法と解説 : 公益社団法人 地盤工学会
- ・ 地盤材料試験の方法と解説 : 公益社団法人 地盤工学会
- ・ 設計要領 第一集 土工編 : NEXCO(高速道路株式会社)
- ・ 設計要領 第二集 橋梁建設編 : NEXCO(高速道路株式会社)
- ・ 建築基礎構造設計指針 (第三版) : (一社)日本建築学会
- ・ その他

1-3-2. 既存資料

参考資料

- ・ 土地分類基本調査「山形」国土調査 : 山形県

§ 2. 調 査 内 容

2-1. 機械ボーリング

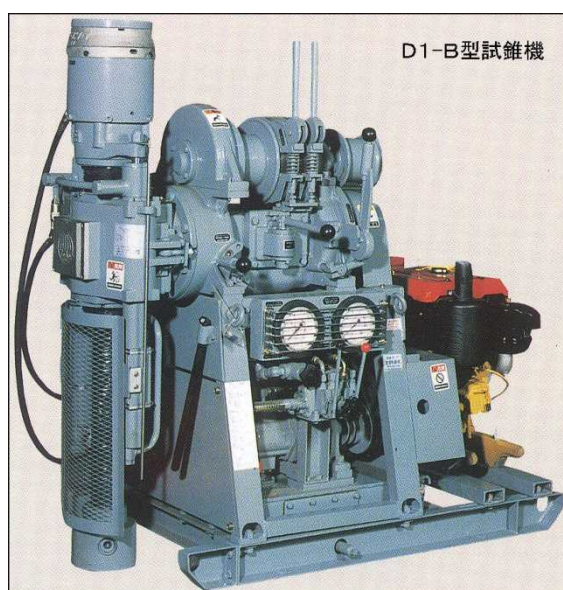
本調査では、機械ボーリングとして地層構成を明らかにするとともに、標準貫入試験を実施するための孔の作製を目的としてφ66mmのノンコアボーリングを実施した。

試錐には一般的に用いられているスピンドル型油圧フィード式ボーリングマシンを用いた。この機械の特徴は、ビットの速い回転と油圧シリンダーによる給圧及び泥水圧により掘り進み、掘削泥水の色、ロッドに伝わるショック、掘進速度の変化、ポンプ圧の増減等により地層境界を判定するものである。

なお、今回主に使用したボーリングマシンの概要を下記に示す。

表 2-1-1. 使用機械一覧表

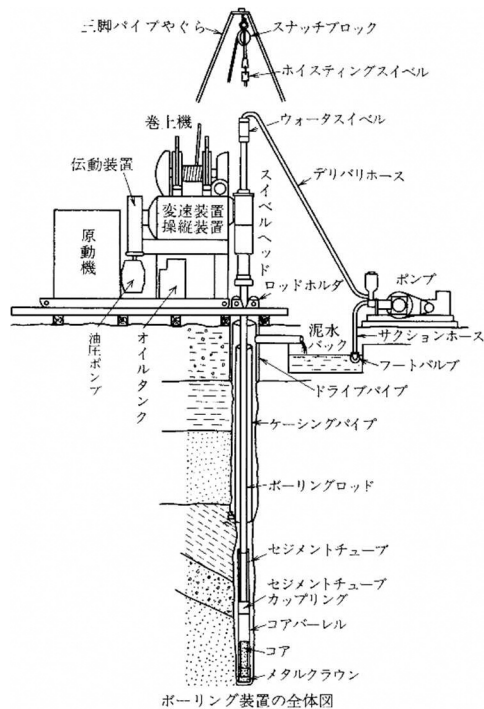
機械名 数量	ボーリングマシン	エンジン	試錐ポンプ
1 台	東邦地下工機社製 油圧フィード式小型試錐機 D1-B 型	ヤンマー社製 ディーゼルエンジン TF120 型	東邦地下工機社製 BG-3 型



スピ ン ド ル	内 径	43mm	48mm	58mm
	回 転 数(rpm)	(A) 50:150:300 (B) 75:220:440 (C) 160:470:920	(A) 65:185:360 (B) 90:265:520	(A) 50:140:280 (B) 70:200:400
	ス ト ロ ー ク	400mm	500mm	
	給 進 力	20.2kN{2060kgf}		
	引 抜 力	27.0kN{2750kgf}		
所 要 動 力		5.5kW/4Pまたは8PS/1800rpm		
機 体 寸 法(L×W×H)		1400×670×1340mm	1400×670×1325mm	1400×670×1365mm
機 体 質 量		500kg	510kg	520kg

写真 2-1-1. 今回主に使用したボーリングマシンと同型機種とその概要

また、次頁において掘削方法とその手順を要約した機械ボーリング工の概要書を添付する。



ハイドロリックフィード式機械の全体図

(出典:地盤調査の方法と解説 地盤工学会 に加筆修正)

—— ボーリング装置の全体図 ——

◎機械ボーリング工の概要

機械ボーリング工は上図のような機械および装置を用い、ロッドに接続したコアバーレル（コアチューブ）およびクラウン（ビット）に回転・給圧を与え、地盤を切削・掘削する。通常、掘進時には掘削に伴う掘屑（スライム）の排出、孔壁の崩壊防止など目的にポンプによりロッドの中を泥水（主成分：ベントナイト）が循環している。掘削用ツール（主にコアバーレル、クラウン）には地盤の硬軟、コアリング（土試料の採取）の有無、掘削孔径などによって様々な種類があり、用途・目的に併せて適宜取り替えて用いる。

※備 考

地盤に適したビットを選択することができるため、土から岩まで適用範囲が広く、任意の方向に掘進することが可能である。掘削孔径は孔内での原位置試験などによって選定されるが、通常の地質調査においては大部分がφ66～116mmである。また、給進（給圧）方式によりハンドフィード式（人力）とハイドロリックフィード式（油圧）の2種類に分けられ、機械の機構もそれぞれ異なる。

ハンドフィード式は、構造が簡単で現場での分解組立、修理が容易。掘進中の地質状態の変化が直ちにレバーに伝達され、地層境界の判断が可能である。また、孔内条件の急変に際してハンドル操作が簡単で、事故防止が可能である。適応土質は硬質岩盤を除く全ての土質に対応可能。適用深度としては、100m以下が対象となる。

ハイドロリックフィード式は、高速回転が可能であり給圧も油圧により任意に調整できるので、硬質岩盤掘削時におけるダイヤモンドビットの使用には最適である。スピンドル径60mm以上の機種ではワイヤーライン工法が可能である。

2-2. 標準貫入試験

標準貫入試験はボーリング孔内で行う原位置試験の一つで”JIS A 1219”法に規定されている試験方法ならびに試験器具によって、重さ $63.5 \pm 0.5\text{kg}$ のドライブハンマを $760 \pm 10\text{mm}$ の高さから自由落下させ標準貫入試験用サンプラーを孔底から地中に 300mm 打ち込むのに必要な打撃回数(N値)を測定する試験で、深度 1m 掘進毎に実施する。

N 値によって原位置(自然状態)における土の硬軟、締まり具合の判定、また同時に試験区間の土試料採取が行われる事から地層構成の判定が行える。

なお、測定された N 値より砂(砂礫)地盤の相対密度と内部摩擦角及び粘性土(粘土・シルト)地盤のコンシステンシーと一軸圧縮強度の関係は良く知られており、その推定方法を下記に示す。

表 2-2-1. N 値と砂の相対密度の関係(Terzaghi and Peck)

N 値	相対密度 (Terzaghi・Peck)	現場判定法
0 ～ 4	非常に緩い (very loose)	鉄筋が容易に手で貫入
4 ～ 10	緩い (loose)	ショベル (スコップ) で掘削可能
10～30	中位の (medium)	鉄筋を 5 ポンドハンマで打込み容易
30～50	密な (dense)	同上、30 cm 程度貫入
> 50	非常に密な (very dense)	同上、5～6 cm 貫入、掘削につるはし必要、打込み時金属音

注)鉄筋は $\phi 30\text{mm}$

【「地盤調査の方法と解説 二分冊の 1」 P.305 より：地盤工学会】

表 2-2-2. N 値と内部摩擦角の関係

N 値 (相対密度)	内部摩擦角 ϕ (度)				
	Terzaghi ・ Peck	Meyerhof	Dunhum	大崎 ^{※1}	道路橋 ^{※2}
0 ～ 4 (非常に緩い)	$28.5 >$	$30 >$	①粒子丸・ 粒度一様 $\sqrt{12N} + 15$ ②粒子丸・ 粒度良 $\sqrt{12N} + 20$ ③粒子角・ 粒度一様 $\sqrt{12N} + 25$	$\sqrt{20N} + 15$	$\sqrt{15N} + 15$ ($N \geq 5$)
4 ～ 10 (緩い)	$28.5 \sim 30$	$30 \sim 35$			
10～30 (中位の)	$30 \sim 36$	$35 \sim 40$			
30～50 (密な)	$36 \sim 41$	$40 \sim 45$			
> 50 (非常に密な)	> 41	> 45			

※1: 建築基礎構造設計指針に引用されている。

※2: 道路橋示方書 1996 年版以前で採用されていた。

【「地盤調査の方法と解説 二分冊の 1」 P.305 より：地盤工学会】

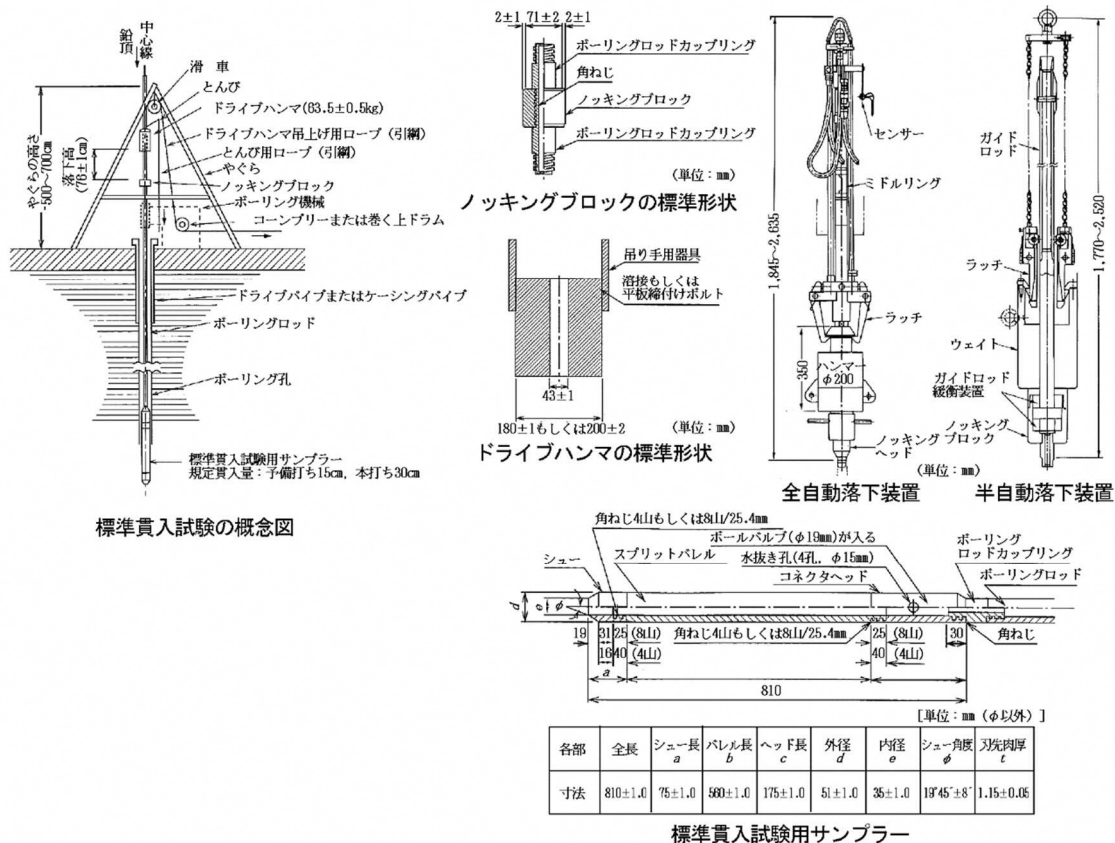
表 2-2-3. N 値と粘土のコンシステンシー、一軸圧縮強さ q_u の関係 Terzaghi and Peck

N 値	q_u (kN/m ²)	コンシステンシー
0 ～ 2	0.00 ～ 24.5	非常に柔らかい
2 ～ 4	24.5 ～ 49.1	柔らかい
4 ～ 8	49.1 ～ 98.1	中位の
8 ～ 15	98.1 ～ 196.2	硬い
15 ～ 30	196.2 ～ 392.4	非常に硬い
30 ～	392.4 ～	固結した

【「地盤調査の方法と解説 二分冊の 1」 P.308 より：地盤工学会】

標準貫入試験はこのように重要な情報が得られ、探査能力、適用土質も他のサウンディングと比べて優れていることから、一般土砂（軟岩も含む）を対象とする地質調査ではボーリングとともに非常に広く用いられている。

なお、次頁において試験装置及び試験方法を取りまとめた標準貫入試験の概要書を添付する。



(出典:ボーリングポケットブック 全地連 地盤調査の方法と解説 地盤工学会)

—— 標準貫入試験装置の例 ——

◎標準貫入試験の概要

標準貫入試験は、上図のような試験装置により原位置における地盤の硬軟、締まり具合の相対値を知るための N 値の測定と、乱した試料の採取を目的とする。

N 値とは質量 $63.5 \pm 0.5 \text{ kg}$ のドライブハンマを $760 \pm 10 \text{ mm}$ の高さより自由落下させてボーリングロッド頭部に取り付けたノッキングブロックを打撃し、ボーリングロッド先端に取り付けた標準貫入試験用サンプラーを地盤に 300 mm 打ち込むのに要する打撃回数のことである。打撃回数の上限は、特に必要のない場合は 50 回とし、そのときの累計貫入量を mm 単位で測定する。この他に、“自沈”あるいは“貫入不能”との定義もある。

通常、試験はボーリング 1m 掘進する毎に実施し、ボーリング孔底の掘屑（スライム）および地盤の乱れの影響を避けるために 150 mm の予備打ち後、本試験を行う。但し、予備打ちは硬質地盤の場合は短縮されることがある。また、最近ではおもり（ドライブハンマ）の落下高さを制御する自動・半自動落下装置、自動記録装置も実用化され、徐々に普及しつつある。

また、試験の適用地盤は、岩盤を除くほとんどすべての土質地盤に適用されている。但し、玉石・砂礫地盤などの礫径が大きい場合は、 N 値が過大に測定される傾向があるため適用上問題がある。また、 N 値が 2 以下の非常に軟弱な地盤でも正確な硬さの判定は難しく、設計情報として定量的価値も極めて低い。

2-3. 室内土質試験

室内土質試験は、標準貫入試験の貫入試料(乱れた試料)を用いて、物理的試験の内、土粒子の密度試験を実施した。

室内土質試験の内、物理的試験は土の判別分類や土性の判定のほか、その一般的な性質を求める目的とするものである。

これらの各土質試験は、日本工業規格（JIS）において定められている基準に準じて実施する。尚、下表の「表 2-3-1」、次頁の「表 2-3-2」に室内土質試験の内、物理的試験の項目と利用法を示した。

表 2-3-1. 土質試験の種類と利用法

土 質 試 験		求められる主な値	記 事
物 理 的 特 性 試 験	土粒子の密度試験 (JIS A 1202)	土粒子の密度	一般の土質調査ではこれらの試験を「物理試験」一式と称して、土の判別分類・土性の判定のために試験をするのが普通である。物理試験相互の値から飽和度、間隙比、乾燥密度等を算定でき土を総合的に判定するうえで、これらの物理試験は重要であるとされている。
	土の含水比試験 (JIS A 1203)	含水比	
	土の粒度試験(I) (JIS A 1204)	最大粒径 粒径加積曲線と各粒径 均等係数	
	土の液性限界試験 (JIS A 1205)	液性限界	
	土の塑性限界試験 (JIS A 1205)	塑性限界	
	土の湿潤密度試験 ノギス法(JIS A 1225)	湿潤密度 乾燥密度	

表 2-3-2. 土質試驗方法一覽表

[illegible]

【地盤材料試験の方法と解説】
二分区の1」P.8～9より:

§ 3. 地形・地質概要

〔 調 査 位 置 〕

本調査地は巻頭の「調査位置案内図」に示したように、山形市役所庁舎より略東北東方向へ約 150m 隔てた山形市七日町三丁目(旧山形県県民会館)地内に位置し、山形市市街地の中心部にある。

〔 地 形 概 要 〕

調査地周辺は巨視すれば、山形県最大の盆地である山形盆地の中央部北側に位置している。

山形盆地は奥羽・出羽両山地の造山運動に伴う断層に画された南北に約 35km、東西に約 15km におよぶ細長い船底型の地溝盆地であり、基盤（岩盤）の最深部は現在の東村山郡山辺町東部付近で、地盤面－400m 程度と見られている。かつてこの基盤を湖底とする湖であった盆地内部が周辺の河川より供給された土砂によって埋積され現在に至ったものである。盆地内にはこのように形成されたいくつもの扇状地の集まり（複合扇状地）により構成されているので、複雑な地盤面を形作っている。代表的な扇状地としては、東側に乱川沿いに発達した乱川扇状地、立谷川沿いに発達した立谷川扇状地、馬見ヶ崎川沿いに発達した馬見ヶ崎川扇状地があり、西側には寒河江川沿いに発達した寒河江川扇状地がある。

本調査地の山形市七日町は山形市市街地の中心部に位置し、山形盆地東縁に並ぶ扇状地の 1 つである馬見ヶ崎川扇状地の中央部に当たる。馬見ヶ崎川扇状地は山形市東部の松波地区付近を頂部（扇頂部）として北西方向へ広がって分布し、この扇状地はかつての馬見ヶ崎川等の流れによって形成した堆積面の集まりである。河川氾濫と共に変遷した流路によって扇形の堆積地（扇状地）が形作られたものである。扇状地は盆地内の河川上流に形成されるものであり、やや河川の勾配が大きく、河川の流水の勢力も強い地区に相当する。扇状地より下流側は次第に地盤が低平となり流水の勢いも低下する。地盤的には下流側ほど低湿となり、氾濫原～湿地帯へと変化していく。

〔地質概要〕

山形盆地の地質構造は盆地の底（いわゆる岩盤面）より、最上川やそれに流入する各河川により供給された土砂、辺縁の山地より崩落供給された土砂及び、堆積後の湖沼・湿地環境下で発生した植物骸等により順次埋積して生成したものである。

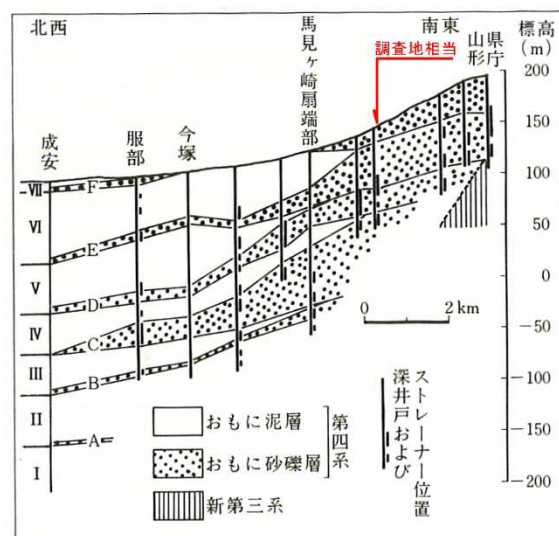
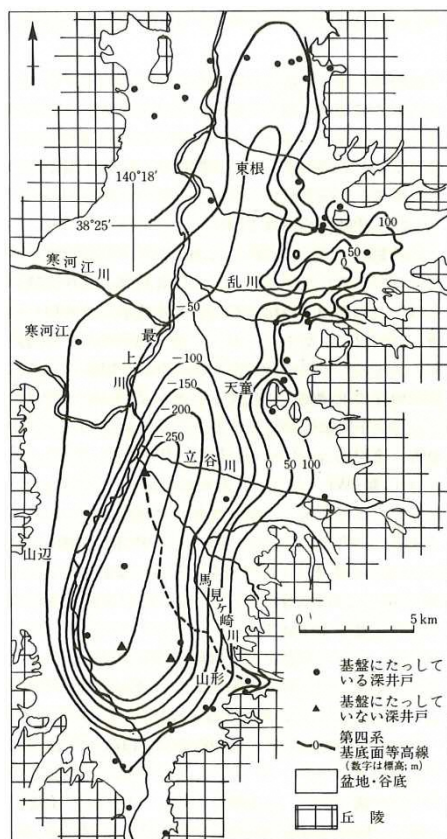


図 3-1. 山形盆地の水分地質断面図

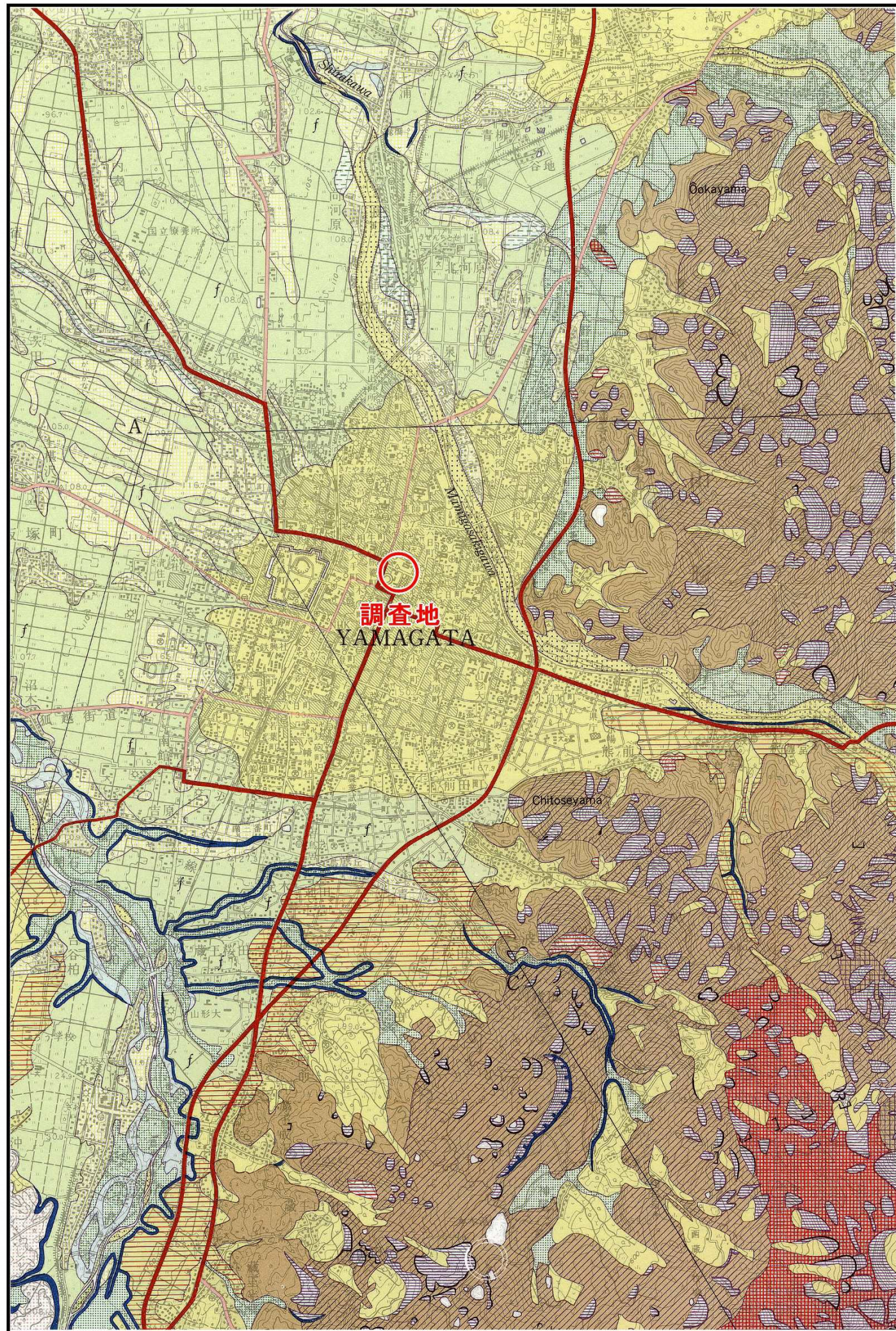
【日本の地質 2 東北地方：共立出版株式会社より】

図 3-2. 山形盆地の第四系の基底面等高線図

【日本の地質 2 東北地方：共立出版株式会社より】

山形市街地付近の地質構造は、基盤として新第三紀中新世の堆積岩（泥岩・砂岩・凝灰岩）等を底としてその上部に馬見ヶ崎川の供給土砂が厚く累重して形成されている。基底の基盤面までの深さは上流部（県庁付近）では深度 100m 付近以内と浅いが、国道 13 号バイパス付近を境に急激に深くなり、深度 200～300m 程度となる。よってこの国道 13 号線付近に山形盆地西部を境する断層が潜在しているとの説もある。盆地基底面は盆地中心軸に向かって徐々に深度を増し、現在の山辺町北部で最大約 400m 程度に達しているものと推察される。

調査地点を乗せる馬見ヶ崎川扇状地は、馬見ヶ崎川の供給土砂、主に砂礫が幾重にも累重している。上流側では玉石を主体とする大径の礫・転石が、また、下流側（先端部）ではやや小径の礫ないし砂層等を主体としているものと考えられる。調査地点の山形市役所庁舎付近は、扇状地中央部に近い位置関係にあるが、この扇状地を形成した馬見ヶ崎川の営力が強いため、上流側に見られるような玉石や大径の礫からなる砂礫が主体を占める地盤と云える。なお、これら砂礫層は馬見ヶ崎川の流路方向に連続して堆積しているものであり、流路方向（調査地付近では東西方向）では地盤土質の変化が少ないと考えられるが、横切る方向（調査地付近では南北方向）では地層の変化が若干見られるものと推察される。また、深度が深くなるに従い、局部的に河川の流路（堆積環境）変遷に伴って堆積した砂・粘土層の狭在も見られるようになると考えられる。



凡 例 LEGEND

山 地 MOUNTAINS

- 大起伏山地
Large relief mountains
- 中起伏山地
Middle relief mountains
- 小起伏山地
Low relief mountains
- 大起伏火山地
Volcanic large relief mountains
- 火山山麓地
Volcanic piedmont slope

丘陵地 HILLY LANDS

- 丘陵地
Hilly lands

台地および段丘 UPLANDS AND TERRACES

- 段丘 (I)
Terrace (upper)
- 段丘 (II)
Terrace (middle)
- 段丘 (III)
Terrace (lower)

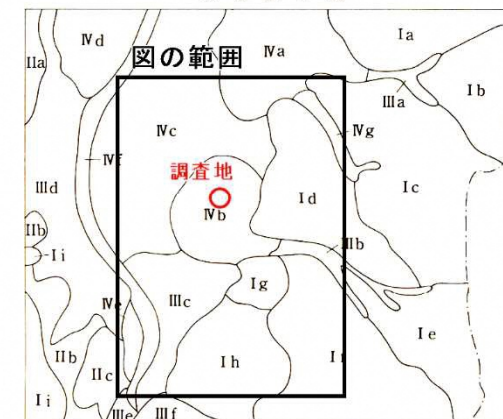
低 地 LOWLANDS

- 谷底平野
Valley plain
- 扇状地・崖錐 (一部はT (II)あるいはT (III)と同時期)
Fan, Talus
- 自然堤防
Natural levee
- 河間低地
Lowland between rivers or natural levees
- 扇状地前縁部
Frontage of fan
- 後背低湿地
Back swamp, lowland
- 旧河道
Former river course
- 河 原
Dry river bed

そ の 他 MISCELLANEOUS

- 山頂、山腹緩斜面
Gentle surface on the top and slope of the mountain
- 崩壊地形
Landforms due to landslide
- 地すべりおよび崩落地形
Landforms due to landslide or landslide
- 遷移点
Nick point
- 構造性地形 (小崖)
Tectonic topography (scarplet)
- 天井川
Rised river bed
- 崖
Cliff
- 人工改変地 (切り取りによるもの)
Cut and rolled surface
- 河川・溜池・せき
River, irrigation pond, intake dam
- 国道及び主要県道
- 地形界
Boundary of landforms

地 形 区 分 図



- I. 山地・火山地
 - Ia 雨峰山地
 - Ib 雨峰山地・火山地
 - Ic 瀬ノ原山地・火山地
 - Id 深沢不動山地
 - Ie 雁戸山地・火山地
 - If 蔵王山地・火山地
 - Ig 千歳山地
 - Ih 西蔵王山地
 - Ii 鷹取山地
- II. 丘陵
 - IIa 愛宕山丘陵
 - IIb 山形西部丘陵
 - IIc 久保手 (火山泥流) 丘陵
- III. 台地・段丘
 - IIIa 山寺段丘
 - IIIb 宝沢段丘
 - IIIc 桜田段丘
 - IIId 山辺段丘
 - IIIe 上山段丘
 - IIIf 蔵川泥流台地
- IV. 低地
 - IVa 立谷川扇状地
 - IVb 馬見・崎川扇状地
 - IVc 陣崎低地
 - IVd 長崎低地
 - IVe 金井低地
 - IVf 須川氾濫原
 - IVg 高瀬川谷底平野

土地分類基本調査「山形」国土調査 山形県より

図 3-3. 地形分類図 S=1:50000

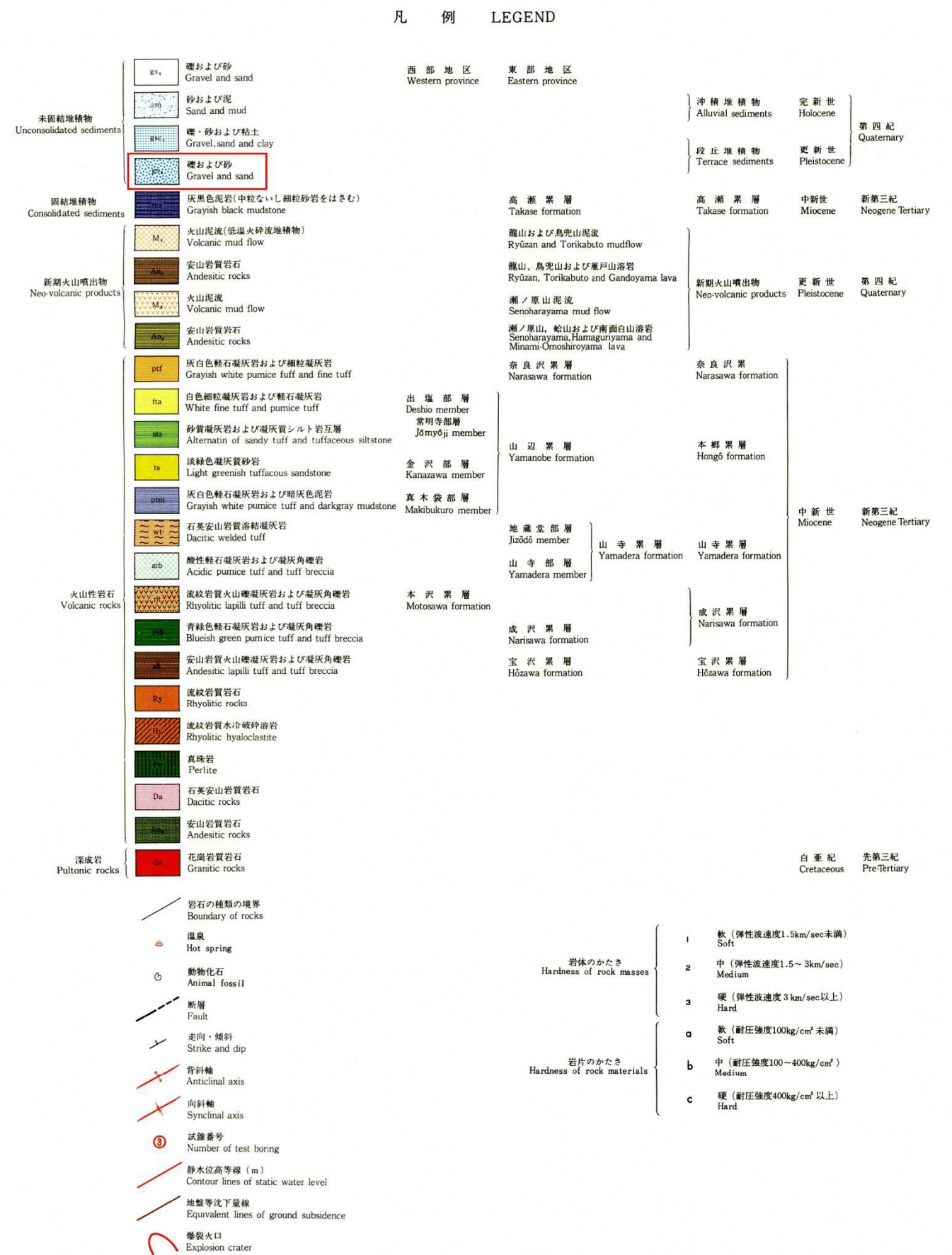


圖 3-4. 表層地質圖 S=1:50000

§ 4. 調 査 結 果

本調査は新市民会館が計画されている敷地(旧山形県県民会館)の地質構成を把握するため、次頁の「図 4-1-2.調査地点見取り図」に示したように、地質調査(機械ボーリング, 標準貫入試験)及び室内土質試験を実施した。

地質調査の結果の詳細は、巻末資料に示す“調査位置平面図”, “ボーリング柱状図”, “土質試験成績書”に取りまとめた。

4-1. 調査位置関係

今回実施した調査地点の掘削深度と孔口の高さ等は、下表に示した通りである。また、調査位置の配置は「図 4-1-1.調査位置関係」及び「図 4-1-2. 調査地点見取り図」に示した通りである。

尚、今回調査の詳細は巻末の調査位置平面図を参照願います。

表 4-1-1. 掘削深度と孔口の高さ

地 点 名	掘削深度 (m)	孔口の標高 (m)	緯 度	経 度
B-No.1	23.08	145.39	38° 15′ 20.8″	140° 20′ 27.4″

※BM 位置: 孔口の高さは、文翔館前の歩道上(車道との境界付近)に設けられている「街区三角点 1033A(H=144.000m)」を基準とした。

BM 位置は写真撮影し、巻末の現場写真集に添付しています。

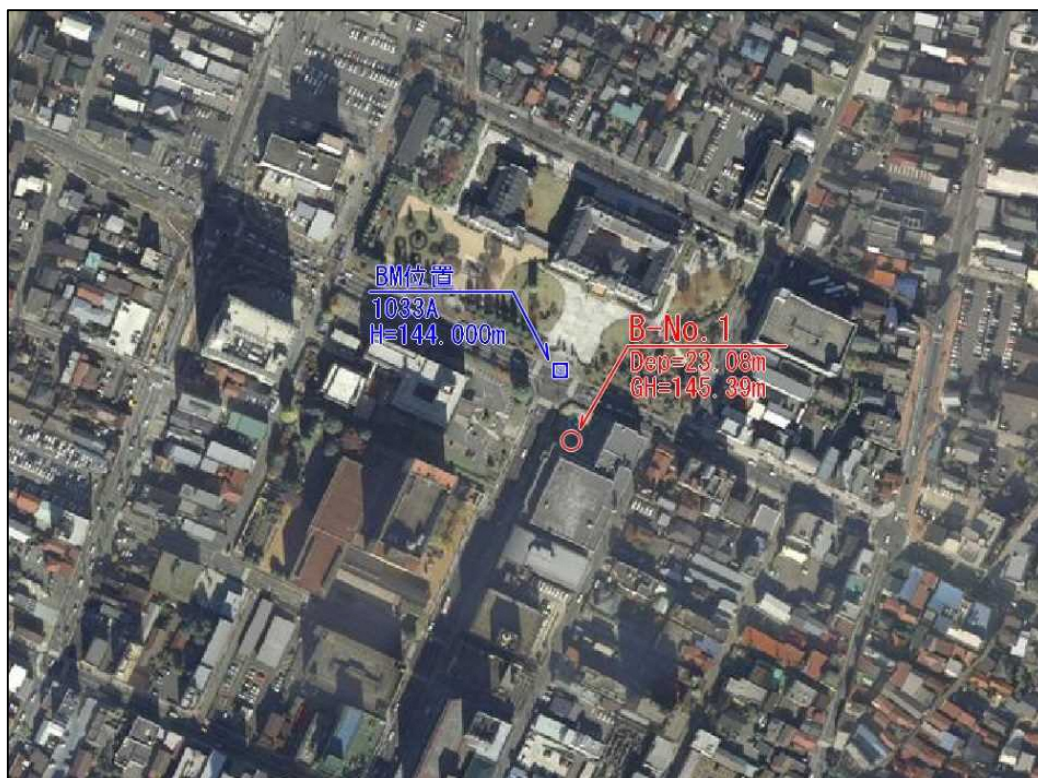


図 4-1-1. 調査位置関係(国土地理院地図より)

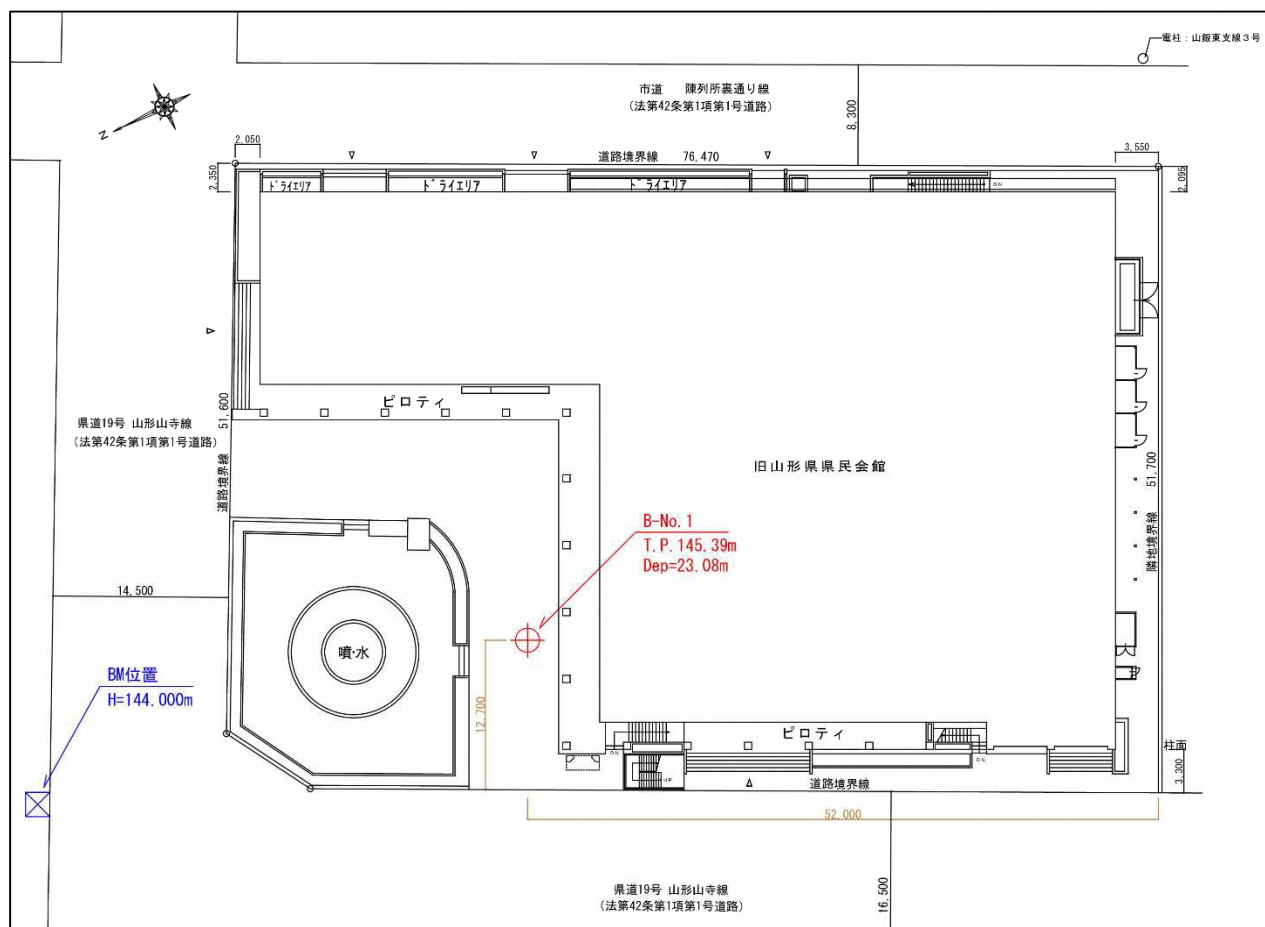


図 4-1-2. B-No.1 調査地点見取り図(縮小版)

次章の「4-2.調査地の地質状況」において、今回実施した調査地点の各土層の土質状況について説明する。

4-2. 調査地の地質状況

4-2-1. B-No.1 地点

◇調査地の地質構成状況

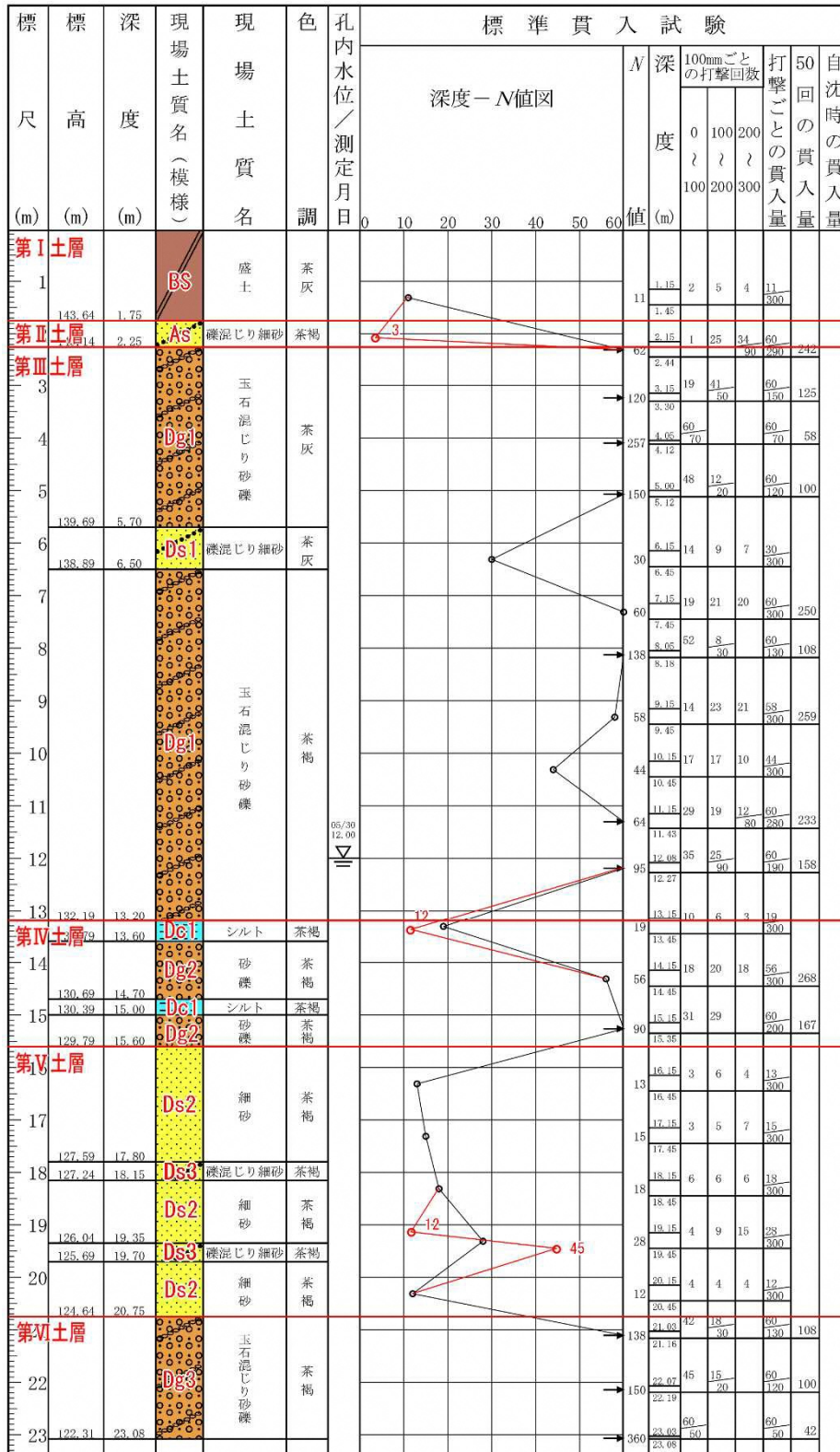
本調査地の地質構成状況としては、下表の『土層一覧表』に示した通り「第Ⅰ土層」～「第Ⅵ土層」の6土層に分類される。

表 4-2-1. 土層一覧表

地質年代		土層名	出現深度 (GL－ m)	土質記号	土 質 名
第四紀	完新世	第Ⅰ土層	0.00	BS	盛土（玉石混じり砂礫）
		第Ⅱ土層	1.75	As	礫混じり細砂
	更新世	第Ⅲ土層	2.25	Dg1	玉石混じり砂礫
			5.70	Ds1	礫混じり細砂
			6.50	Dg1	玉石混じり砂礫
		第Ⅳ土層	13.20	Dc1	シルト
			13.60	Dg2	砂礫
			14.70	Dc1	シルト
			15.00	Dg2	砂礫
		第Ⅴ土層	15.60	Ds2	細砂
			17.80	Ds3	礫混じり細砂
			18.15	Ds2	細砂
			19.35	Ds3	礫混じり細砂
			19.70	Ds2	細砂
		第Ⅵ土層	20.75	Dg3	玉石混じり砂礫

土質ボーリング簡略柱状図

調査名	市民会館整備事業に係る地質調査業務委託		
事業名／工事名			
ボーリング名	B-No.1	孔口標高	T.P. 145.39m
調査位置	山形市七日町三丁目 地内	総削孔長(m)	23.08m
調査期間	2022年 5月 24日 ～ 2022年 6月 1日	北緯／東経	38° 15' 20.8" ／ 140° 20' 27.4"



※ 標準貫入試験(N 値)内の赤字で示した値は土層を跨いでいることから、100mm 毎の打撃回数から換算した値である。

図 4-2-1. 土質ボーリング簡略柱状図

本調査地の地盤構成の概要は、下記の「各土層の概要」に集約される。
尚、地質の詳細は、巻末の「ボーリング柱状図」を参照願います。

◇各土層の概要

第Ⅰ土層 BS：盛土層

正面出入り口前の盛土層である。土層構成は以下のとおりである。

- ・表層部 0.30m までコンクリートが施されている。
- ・0.30m～1.75m 間、玉石混じり砂礫状を呈す。主な礫は径 ϕ 5～30mm 程度の亜円～亜角礫で、径 ϕ 50～70mm 程度の亜円礫を混入する。礫間充填物は粒子不均一な砂で、細砂を主体とする。全体に中砂及び粗砂を不均一に混入する。含水分少なく、締まり具合は緩い状態の盛土層である。

第Ⅱ土層 As：礫混じり細砂層

盛土層下に層厚 0.50m 確認される。

全般に粒子不均一で、細砂を主体とする。全体に中砂を混入し、径 ϕ 2～10mm 程度の亜円～亜角礫の混入が見られ、少量であるがシルト分を含む。含水分は中位程度で、N 値は「100mm 毎の打撃回数」から N 値=3 と換算され、締まり具合は「非常に緩い」地盤である。

第Ⅲ土層 Dg1：玉石混じり砂礫層

Ds1：礫混じり細砂層

本土層は深度 13.20m まで確認され、土層厚は 10.95m である。玉石混じり砂礫層(Dg1)が厚く分布する土層であるが、深度 6m 付近に礫混じり細砂層(Ds1)を層厚 0.80m 挟在する。

・Dg1：玉石混じり砂礫層

礫は径 ϕ 5～40mm の亜円～円礫を主体に、コア長 L=40～100mm（推定礫径 ϕ 120～300mm）の礫を混入する。礫間充填物は粒子不均一な砂で、細砂及び中砂を主体に粗砂を不均一に混入する。部分的に中・粗砂を主体とし、シルト分を含むところが見られる。また、部分的に礫分が少なく、薄層であるが礫混じり砂層を挟む。含水分は少なく、測定 N 値は N=44～60 以上を示す。礫分が少ない部分で低目の N 値を示す傾向にあるが、締まり具合は「密な～非常に密な」地盤である。

・Ds1：礫混じり細砂層

礫混じり細砂層は、砂分が優位の土層である。粒子は不均一で、中砂及び粗砂を不均一に混入する。所々に径 ϕ 5～20mm 程度の亜円～円礫を混入する。含水分は少なく、測定 N 値は N=30 を示し、締まり具合は「密な」地盤である。

第Ⅳ土層 Dg2：砂礫層

Dc1：シルト層

本土層は深度 15.60m まで確認され、土層厚は 2.40m である。砂礫層(Dg2)主体の土層であるが、シルト層(Dc1)が層厚 0.30m～0.40m で互層状に挟在する複雑な堆積状況を示す。

・ Dg2：砂礫層

礫は、径 ϕ 5～40mm の亜円～円礫が多い。礫間充填物は粒子不均一な砂で、細砂及び中砂を主体に粗砂を不均一に混入する。部分的にシルト分を含むところが見られる。含水分は少なく、測定 N 値は $N=56\sim60$ 以上を示し、締まり具合は「非常に密な」地盤である。尚、掘進の際に泥水の逸水が確認されている。

・ Dc1：シルト層

全般に均質なシルト層で、含水分は中位、粘性も中位である。測定 N 値は深度 13m の「100mm 毎の打撃回数」から $N=12$ に換算され、硬さは「硬い」地盤である。

第Ⅴ土層 Ds2：細砂層

Ds3：礫混じり細砂層

本土層は深度 20.75m まで確認され、土層厚は 5.15m である。細砂層(Ds2)主体の土層であるが、深度 18m 付近及び深度 19.5m 付近に礫混じり細砂層(Ds3)が層厚 0.35m 程度挟在する土層である。

・ Ds2：細砂層

土粒子はやや均一である。中砂を不均一に混入し、シルト分を含むところが見られる。所々シルト質細砂層を薄層に挟み、部分的に礫混じり細砂層を挟在する。含水分は小～中位で、測定 N 値は $N=12\sim18$ を示し、締まり具合は「中位の」地盤である。尚、上位層内の掘進の際に泥水の逸水が確認されている。

・ Ds3：礫混じり細砂層

土粒子は不均一で、中砂及び粗砂を不均一に混入する。全体に径 ϕ 2～30mm 程度の亜円～円礫を混入する。含水分は小～中位で、測定 N 値は深度 19m の「100cm 毎の打撃回数」から $N=45$ と換算され、締まり具合は「密な」地盤である。

第Ⅵ土層 Dg3：玉石混じり砂礫層

本土層は調査深度 23.08m まで確認され、層厚は 2.33m である。

礫は径 ϕ 5～40mm の亜円～円礫を主体に、コア長 $L=50\sim90\text{mm}$ (推定礫径 ϕ 150～270mm) の礫を混入する。礫間充填物は粒子不均一な砂で、細砂及び中砂を主体に粗砂を不均一に混入する。所々粒子が粗く、中・粗砂の多いところが見られる。また、若干であるがシルト分を含む。本土層は全般に礫分の割合が高く、礫の多い土層である。含水分は少なく、掘進の際に、少量であるが泥水の逸水が確認されている。測定 N 値は $N=60$ 以上を示し、締まり具合は「非常に密な」地盤である。

4-2-2. 地下水について

下表の孔内水位は、ボーリング掘削時に確認された水位を観測し測定したものである。

表 4-2-2. 孔内水位観測結果表

調査位置	孔内水位 (GL- m)	対象土層名	水位高 (m)	測定年月日	備 考
B-No.1	12.00	玉石混じり砂礫	133.39	R4.5.30	作業前 (泥水位)

掘削作業中の孔内の水位は、GL-12.00m で確認された。前日の深度 16.45m まで泥水循環による掘削後の翌日作業前の水位で、泥水の水位である。

掘削作業中に、孔内水位の上昇或いは泥水が清水に変わる等は確認されない。また所々で泥水の逸泥が認められている。部分的に含水分がやや多い状況(あくまでも推測であるが、礫間充填物に細粒分を多く含む部分で遮断され、地下水が一時的に溜まっていた可能性が考えられる)にあるものの、掘削時の状況及び貫入試料の状態から、今回の調査深度内では自然水位を形成するような地下水はないと考えられ、自然水位としてはより下方に位置するものと判断する。

4-3. 室内土質試験

室内土質試験は、基礎工の検討に必要な特性値を得る事を目的に実施したものである。

試験は、深度 6.50m～13.20m 間に分布する「Dg1：玉石混じり砂礫層」、深度 13.60m～14.70m 間に分布する「Dg2：砂礫層」、深度 15.60m～17.80m 間に分布する「Ds2：細砂層」を対象に、「ペネ(貫入)試料」を用いて下記の土質試験を実施した。

○ 物理的試験

・土粒子の密度試験（JIS A 1202）

表 4-3-1. 室内土質試験試料一覧表

ボーリング名	地質記号	土質名	試験試料		土質区分	採取方法	試験内容
			試料番号	試験深度 (GL-)			
B-No.1	Dg1	玉石混じり 砂礫	1-1	7.15～7.45	礫質土	ペネ(ー)	土粒子の密度
	Dg2	砂礫	1-2	14.15～14.45	礫質土	ペネ(ー)	土粒子の密度
	Ds2	細砂	1-3	16.15～16.45	砂質土	ペネ(ー)	土粒子の密度

土質試験の結果については、下表の土質試験結果一覧表に示したとおりである。

ここに、土質試験の結果に対し若干の説明を付する。

表 4-3-2. 室内土質試験結果一覧表

ボーリング名	地質記号	土質名	試験試料		土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)
			試料番号	試験深度 (GL-)	
B-No.1	Dg1	玉石混じり 砂礫	1-1	7.15～7.45	2.732
	Dg2	砂礫	1-2	14.15～14.45	2.727
	Ds2	細砂	1-3	16.15～16.45	2.708

○土粒子の密度試験 JIS A 1202

土粒子の密度とは土を形作っている土粒子群（土塊全体を構成する各種鉱物）の平均的な密度をいう。土粒子の密度そのものは直接設計などに用いられる事はないが、間隙比や飽和度、沈降分析を伴う粒度試験などには結果の整理過程で必要となるほか、締固め試験におけるゼロ空隙曲線などを求める場合にも用いられる。また、土の基本的な性質を表すために他の物性値と併用されることが多く、土の状態を把握する場合の基礎となるものである。

土粒子の密度は、鉱物の種類や含有量および鉱物の風化の程度、有機物の含有量などの影響を受ける。土粒子は無機質分と有機質分で構成され、無機質分の主な鉱物は下表に示すように 2.7 g/cm^3 付近の値を示す。代表的な土粒子の密度は下表からもわかるように、一般的な無機質土であれば、 $2.5 \sim 2.8 \text{ g/cm}^3$ のごく狭い範囲の値を示す。また、有機質分を含む泥炭（PEAT）などの有機質土の場合は、 $1.4 \sim 2.3(\text{g/cm}^3)$ の範囲内の低い値を示す傾向にある。

表 4-3-3. 主な鉱物と土粒子の密度の例

鉱物名	密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	鉱物名	密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$
石英	2.6～2.7	豊浦砂	2.64
長石	2.5～2.8	沖積砂質土	2.6～2.8
雲母	2.7～3.2	沖積粘性土	2.50～2.75
角閃石	2.9～3.5	洪積砂質土	2.6～2.8
輝石	2.8～3.7	洪積粘性土	2.50～2.75
磁鉱物	5.1～5.2	泥炭（PEAT）	1.4～2.3
クロライト	2.6～3.0	関東ローム	2.7～3.0
イライト	2.6～2.7	まさ土	2.6～2.8
カオリナイト	2.5～2.7	しらす	1.8～2.4
モンモリロナイト	2.0～2.4	黒ぼく	2.3～2.6

【「地盤調査の方法と解説 二分冊の1」P.101 より：地盤工学会】

「Dg1：玉石混じり砂礫層」の密度は $\rho_s = 2.732(\text{g/cm}^3)$ 、「Dg2：砂礫層」の密度は $\rho_s = 2.727(\text{g/cm}^3)$ 、「Ds2：細砂層」の密度は $\rho_s = 2.708(\text{g/cm}^3)$ を示す。

3 試料共に「表 4-3-3：主な鉱物と土粒子の密度の例」の「洪積砂質土の土粒子の密度 $2.6 \sim 2.8(\text{g/cm}^3)$ 」の範囲内の値を示している。

参考資料 1 地盤定数の推定

前述までの調査結果を基に、土層毎における定数を提案する。

1. 土砂の推定・算出方法

○設計N値： \bar{N}

設計N値は、原則として土層毎に於ける標準偏差によるN値を採用する。但し、標準貫入試験が複層に跨る場合や異質土層の影響を受けた値は、下記の「補正N値」に示したようにN値の補正を行うものとする。なおN値の上限は $N=50$ とし、極端な過大・過小値については除外する。

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

○補正N値

標準貫入試験の途中で地層の変化や異質土層の介在によりN値が過大値(過小値)を示すと判断された場合には、N値の補正が必要である。

標準貫入試験の途中で地層が変化した場合は、100mm 毎の打撃回数を3倍にして該当する地層の換算N値とする。また、異質土層の地盤の影響を受けたと判断される値は基本的に除外し、安全を考慮して最小値の3倍を補正し換算N値として採用する。

○盛土並びに自然地盤(土砂)の土質定数一般値

NEXCO 設計要領には、盛土並びに自然地盤について各土質の状態時の γ 、 C 、 ϕ について土質試験が行われていない場合の参考値として、表 1-1 に示す一般値が挙げられている。

表 1-1. 土の設計用土質定数一般値

種 類		状 態		単 位 体 積 重 量 γ (kN/m^3)	せん断 抵抗角 ϕ (度)	粘 着 力 C (kN/m^2)	地盤工学会 基 準
盛 土	礫 お よ び 礫 混 じ り 砂	締固めたもの		20	40	0	{G}
	砂	締固めたもの	粒径幅の広いもの	20	35	0	{S}
			分級されたもの	19	30	0	
	砂 質 土	締固めたもの		19	25	30 以下	{SF}
	粘 性 土	締固めたもの		18	15	50 以下	{M}, {C}
	関 東 ロ ー ム	締固めたもの		14	20	10 以下	{V}
自 然 地 盤	礫	密実なものまたは粒径幅の広いもの		20	40	0	{G}
		密実でないものまたは分級されたもの		18	35	0	
	礫 混 じ り 砂	密実なもの		21	40	0	{G}
		密実でないもの		19	35	0	
	砂	密実なものまたは粒径幅の広いもの		20	35	0	{S}
		密実でないものまたは分級されたもの		18	30	[0]	
	砂 質 土	密実なもの		19	30	30 以下	{SF}
		密実でないもの		17	25	0	
	粘 性 土	固いもの(指で強く押し多少へこむ)		18	25	50 以下	{M}, {C}
		やや軟らかいもの(指の中程度の力で貫入)		17	20	30 以下	
		軟らかいもの(指が容易に貫入)		16	15	15 以下	
	粘土および シルト	固いもの(指で強く押し多少へこむ)		17	20	50 以下	{M}, {C}
		やや軟らかいもの(指の中程度の力で貫入)		16	15	30 以下	
		軟らかいもの(指が容易に貫入)		14	10	15 以下	
	関 東 ロ ー ム			14	5(ϕ_u)	30 以下	{V}

(注意)

- 地下水位以下にある土の湿潤密度は、それぞれ表中の値から飽和土の場合は 10.0、不飽和土の場合は 9.0 を差引いた値とする。
- 湿潤密度の値を決定する場合は次の点に注意すること。
 - 砕石は、礫と同じ値とする。
 - トンネルずりや岩塊などでは、粒径や間隙により値が異なるので既往の実績や現場試験により決定する。
 - 礫混じり砂質土や礫混じり粘性土は、礫の混合割合および状態により適宜値を定める。
- せん断抵抗角及び粘着力の値は、圧密非排水せん断に対する概略的な値である。この場合、盛土に対する地下水、湧水などの影響は考慮していない。
- 砕石・トンネルずり、岩塊などのせん断抵抗角及び粘着力は、礫の値を用いてよい。
- 粒径幅の広い土とは、さまざまな粒径の土粒子を適当な割合で含んだ土で締固めが行いやすい。分級された土とは、ある狭い範囲に粒径のそろった土で、密な締固めが行いにくいものをいう。
- 粘性土、粘土及びシルトの区分でN値の目安は、概ね次の通りである。
 - 固いもの (N=8~15) , やや軟らかいもの (N=4~8) , 軟らかいもの (N=2~4)
- 地盤工学会基準の記号は、おおよその目安である。【設計要領第一集 P. 1-37 より】

○土の単位体積重量(γ)

建築基礎構造設計指針には、「試験結果がない場合、表 1-2 に示す自然地盤を対象とした単位体積重量を参照してもよい」とある。なお、盛土や埋戻し土などの単位体積重量を設定する場合は、その締固め具合を考慮する。

表 1-2. 土の単位体積重量

表 2.7.3 土の単位体積重量 (kN/m^3)

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
高有機質土	9	12	10	13	0	3

【出典：建築基礎構造設計指針 P. 27：日本建築学会より】

各土層の単位体積重量(湿潤)は、下表のとおりである。

表 1-3. 単位体積重量一覧表

土層区分	深度 (m)	層厚 (m)	設計N値	単位体積重量 γ (kN/m^3)	備考
BS 礫質土	0.80	0.80	11.0	20.00	表5-1-1. 土の設計用土質定数一般値 「盛土→礫および礫混じり砂→締固めたもの」より
As 砂質土	2.00	1.20	3.0	16.00	「砂→ゆるい」より
Dg1 礫質土	3.00	1.00	50.0	20.00	「礫→密な」より
Ds1 砂質土	4.15	1.15	30.0	18.00	「砂→密な」より
Dg1 礫質土	13.20	9.05	47.8	20.00	「礫→密な」より
Dc1 粘性土	13.60	0.40	12.0	16.00	「シルト→かたい」より
Dg2 礫質土	14.70	1.10	50.0	20.00	「礫→密な」より
Dc1 粘性土	15.00	0.30	12.0	16.00	「シルト→かたい」より
Dg2 礫質土	15.60	0.60	50.0	20.00	「礫→密な」より
Ds2 砂質土	20.75	5.15	12.7	16.00	「砂→ゆるい」より
Dg3 礫質土	23.08	2.33	50.0	20.00	「礫→密な」より

○粘性土の粘着力(C)

粘性土において、室内試験（一軸、三軸試験）や他の原位置試験から粘着力を求めることとされている。しかし、現実には十分な数の試験を精度良く実施するのは困難である。このことから、標準貫入試験のN値から粘着力(C)を推定することがあるが、N値と粘着力の関係式はそれほど多くなく、Terzaghi-Peck 式と大崎式、竹中・西垣、奥村式が知られている。ここでは、N値と粘着力、一軸圧縮強さの関係を「地盤調査の方法と解説（地盤工学会発行）」より推定する。

・ Terzaghi and Peck 式

表 1-4. N 値と粘土のコンシステンシー、一軸圧縮強さの関係 Terzaghi and Peck

—— N値と粘着力，一軸圧縮強さの関係 ——

N 値	qu (kN/m ²)	コンシステンシー
0 ～ 2	0.00 ～ 24.5	非常に柔らかい
2 ～ 4	24.5 ～ 49.1	柔らかい
4 ～ 8	49.1 ～ 98.1	中位の
8 ～ 15	98.1 ～ 196.2	硬い
15 ～ 30	196.2 ～ 392.4	非常に硬い
30 ～	392.4 ～	固結した

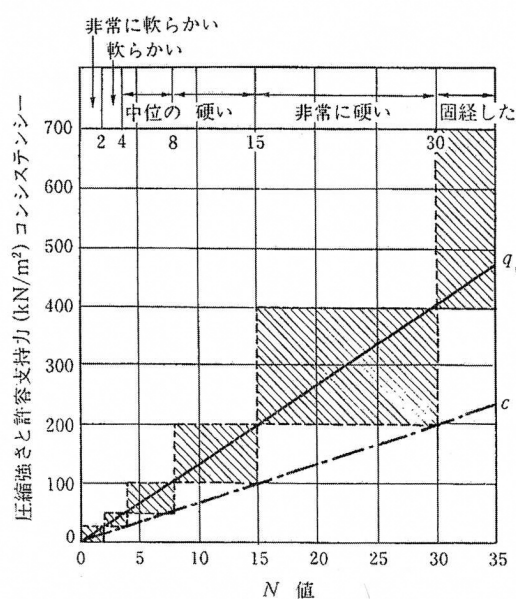


図 1-1. N 値と粘土のコンシステンシー、一軸圧縮強さとの関係

(Terzaghi and Peck に加筆修正)

【「地盤調査の方法と解説 二分冊の 1」P.308 より：地盤工学会】

Terzaghi and Peck は、コンシステンシーの曖昧さに対して N 値によって定量的に評価することを検討し、粘土のコンシステンシーと N 値、一軸圧縮強さ q_u の関係を「表 1-4」、「図 1-1」のよう

に与えている。
上記の関係より、範囲の中央を通る N 値と q_u の関係は「 $q_u = 12.3N \sim 13.1N \div 12.5N (\text{kN/m}^2)$ 」となり、コンシステンシーとの関係よりも N 値と q_u の関係として利用されることがある。

・大崎式及び竹中・西垣、奥村式

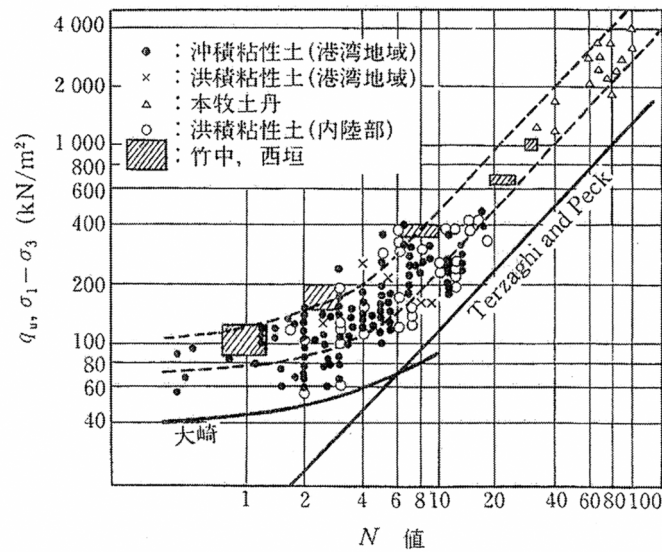


図 1-2. q_u と N 値との関係（奥村に加筆修正）
 【「地盤調査の方法と解説 二分冊の 1」 P.309 より：地盤工学会】

大崎は東京の地盤について「 $q_u = 40 + 5N (\text{kN/m}^2)$ 」を示した。また、竹中・西垣、奥村は、Terzaghi and Peck の N 値と q_u の関係が標準貫入試験用サンプラーで採取された乱された試料の結果であり、過小であることを指摘した。これらの関係を「図 1-2」に示す。竹中・西垣、奥村は $N > 4$ において「 $q_u = 25N \sim 50N (\text{kN/m}^2)$ 」の関係を与えている。

通常、内部摩擦角 $\phi = 0^\circ$ とした場合、粘着力 C と一軸圧縮強度 q_u との間には、 $C = q_u / 2$ の関係が成り立ち、一軸圧縮強度／2 が粘着力相当の値となる。

これを踏まえて、今回の粘着力の推定方法としては N 値より次式を用いて推定する。

○ 粘 着 力(C) : $C = q_u / 2 (\text{kN/m}^2) = 12.5N / 2 (\text{kN/m}^2) \div \underline{6.0N (\text{kN/m}^2)}$

表 1-5. N 値と粘着力

土層区分	深度 (m)	層厚 (m)	設計 N 値	粘着力 $C=6.0N$ (kN/m^2)	備考
BS 礫質土	0.80	0.80	11.0	0	表5-1-1. 土の設計用土質定数一般値 「盛土→礫および礫混じり砂→締固めたもの」より
As 砂質土	2.00	1.20	3.0	0	$C=6.0N$
Dg1 礫質土	3.00	1.00	50.0	0	礫質土であるため、 $C=0$
Ds1 砂質土	4.15	1.15	30.0	0	$C=6.0N$
Dg1 礫質土	13.20	9.05	47.8	0	礫質土であるため、 $C=0$
Dc1 粘性土	13.60	0.40	12.0	72	砂質土であるため、 $C=0$
Dg2 礫質土	14.70	1.10	50.0	0	砂質土であるため、 $C=0$
Dc1 粘性土	15.00	0.30	12.0	72	$C=6.0N$
Dg2 礫質土	15.60	0.60	50.0	0	砂質土であるため、 $C=0$
Ds2 砂質土	20.75	5.15	12.7	0	砂質土であるため、 $C=0$
Dg3 礫質土	23.08	2.33	50.0	0	礫質土であるため、 $C=0$

○砂質土の内部摩擦角(ϕ)

Terzaghi and Peck は、砂質土の相対密度 D_r と N 値の目安を「表 1-6」のように与えている。

表 1-6 . N 値と砂の相対密度の関係(Terzaghi and Peck)

N 値	相対密度 (Terzaghi・Peck)	現場判定法
0 ~ 4	非常に緩い (very loose)	鉄筋が容易に手で貫入
4 ~ 10	緩い (loose)	ショベル (スコップ) で掘削可能
10 ~ 30	中位の (medium)	鉄筋を 5 ポンドハンマで打込み容易
30 ~ 50	密な (dense)	同上、30 cm 程度貫入
> 50	非常に密な (very dense)	同上、5 ~ 6 cm 貫入、掘削につるはし 必要、打込み時金属音

注) 鉄筋は $\phi 30\text{mm}$

【「地盤調査の方法と解説 二分冊の 1」P.305 より: 地盤工学会】

測定 N 値と ϕ の関係は、Terzaghi and Peck、Meyerhof、Dunhum、大崎等によって提案されており、これらを「表 1-7」及び「図 1-3」にまとめた。

表 1-7 . N 値と内部摩擦角の関係

N 値 (相対密度)	内部摩擦角 ϕ (度)				
	Terzaghi ・Peck	Meyerhof	Dunhum	大崎 ^{※1}	道路橋 ^{※2}
0 ~ 4 (非常に緩い)	28.5 >	30 >	①粒子丸・ 粒度一様 $\sqrt{12N} + 15$ ②粒子丸・ 粒度良 $\sqrt{12N} + 20$ ③粒子角・ 粒度一様 $\sqrt{12N} + 25$	$\sqrt{20N} + 15$	$\sqrt{15N} + 15$ ($N \geq 5$)
4 ~ 10 (緩い)	28.5 ~ 30	30 ~ 35			
10 ~ 30 (中位の)	30 ~ 36	35 ~ 40			
30 ~ 50 (密な)	36 ~ 41	40 ~ 45			
> 50 (非常に密な)	> 41	> 45			

※1: 建築基礎構造設計指針に引用されている。

※2: 道路橋示方書 1996 年版以前で採用されていた。

【「地盤調査の方法と解説 二分冊の 1」P.305 より: 地盤工学会】

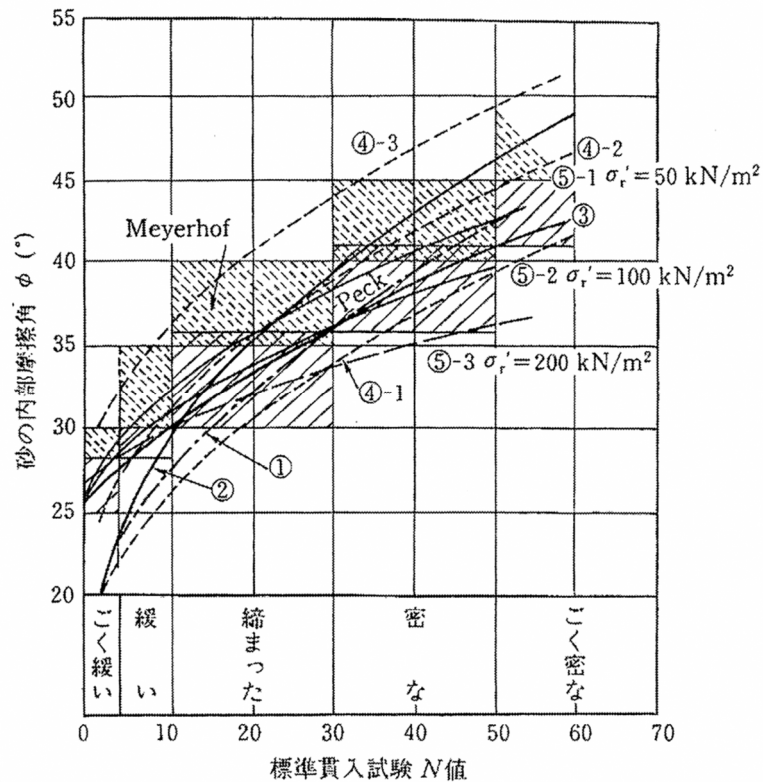


図 1-3. 内部摩擦角と N 値との関係

【「地盤調査の方法と解説 二分冊の 1」 P.306 より： 地盤工学会】

①道路橋示方書

$$\phi = 4.8 \ln \left\{ \frac{170N}{\sigma_v' + 70} \right\} + 23 \quad (N > 5)$$

②港湾の施設の技術上の基準

$$\phi = 25 + 3.2 \sqrt{\frac{100N}{70 + \sigma_v'}}$$

③鉄道構造物等設計基準基礎構造物・杭土圧構造物

$$\phi = 1.85 \left\{ \frac{N}{0.01\sigma_v' + 0.7} \right\}^{0.6} + 26$$

$$\phi = 0.5N + 24 \quad (\text{地震時の上限値})$$

④建築基礎構造設計指針

$$\phi = \sqrt{20N} + 15$$

$$\phi = \sqrt{20N_1} + 20 \quad (3.5 \leq N_1 \leq 20)$$

$$\phi = 40 \quad (20 < N_1)$$

N 値から内部摩擦角(ϕ)を推定する式は前頁の通り多数ある。このうち、建築の場合は一般には大崎の提案式 2.7.1 式 $\phi = \sqrt{20N} + 15$ が広く利用されている。また、畑中らは細粒分含有率 20%以下の砂質土について式 2.7.2 を提案している。

本業務では、「Dg1・Dg3：玉石混じり砂礫層」、「Dg2：砂礫層」、「Ds1・Ds2・Ds3：(礫混じり)細砂層」の細粒分含有率は 20%以下と想定し、式 2.7.2 を用いて土層全体の設計 N 値から、土層中心における有効上載圧の場合を想定して内部摩擦角 ϕ を設定した。

・ 建築基礎構造設計指針 P.30 より

$$\phi = \sqrt{20N} + 15 \quad \dots \dots \text{式 2.7.1}$$

$$\phi = \sqrt{20N_1} + 20 \quad (3.5 \leq N_1 \leq 20) \quad \dots \dots \text{式 2.7.2}$$

$$\phi = 40 \quad (20 < N_1)$$

$$\text{ただし、} N_1 = \frac{N}{\sqrt{\frac{\sigma_z'}{100}}}$$

ここに ϕ ：せん断抵抗角 (°)

σ_z' ：有効上載圧 (kN/m²)

表 1-8. 内部摩擦角一覧表

地下水位：23m以深									
土層区分	深度 (m)	層厚 (m)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	土層全重量 累計 (kN/m ²)	有効上載圧 σ_z' (kN/m ²)	設計N値	N1	内部摩擦角 Φ (°)	適用推定式
BS 礫質土	1.75	1.75	20.00	35.00	17.50	11	26.3	40	表5-1-1 土の設計用土質定数一般値 「盛土→礫および礫混じり砂 →締固めたもの」より
As 砂質土	2.25	0.50	16.00	43.00	39.00	3.0	4.8	29	$\sqrt{(20 \times N1)+20}$
Dg1 礫質土	5.70	3.45	20.00	112.00	77.50	50.0	56.8	40	$\sqrt{(20 \times N1)+20}$
Ds1 砂質土	6.50	0.80	18.00	126.40	119.20	30.0	27.5	40	$\sqrt{(20 \times N1)+20}$
Dg1 礫質土	13.20	6.70	20.00	260.40	193.40	47.8	34.4	40	$\sqrt{(20 \times N1)+20}$
Dc1 粘性土	13.60	0.40	16.00	266.80	263.60	12.0	—	0	
Dg2 礫質土	14.70	1.10	20.00	288.80	277.80	50.0	30.0	40	$\sqrt{(20 \times N1)+20}$
Dc1 粘性土	15.00	0.30	16.00	293.60	291.20	12.0	—	0	
Dg2 礫質土	15.60	0.60	20.00	305.60	299.60	50.0	28.9	40	$\sqrt{(20 \times N1)+20}$
Ds2 砂質土	20.75	5.15	16.00	388.00	346.80	12.7	6.8	31	$\sqrt{(20 \times N1)+20}$
Dg3 礫質土	23.08	2.33	20.00	434.60	411.30	50.0	24.7	40	$\sqrt{(20 \times N1)+20}$

「内部摩擦角 ϕ 」の推定においては、粘性土の場合 $\phi=0$ (°)として土質定数を提案する。

○地盤の変形係数(E)

建築基礎構造設計指針では変形係数Eを求める方法として、下記の方法を示している。

- ① ボーリング孔内で測定した地盤の変形係数
- ② 一軸または三軸圧縮試験から求めた地盤の変形係数
- ③ 対象土層の平均N値より $E_0=700 \cdot N$ で推定した地盤の変形係数

ここで、N値と孔内水平載荷試験から求めた：
 E との関係は、図 1-4 に整理されており、土質を問わず $E=670N^{0.986} \div 700N(kN/m^2)$ の関係が近似的に成り立つ（土谷・豊岡）。

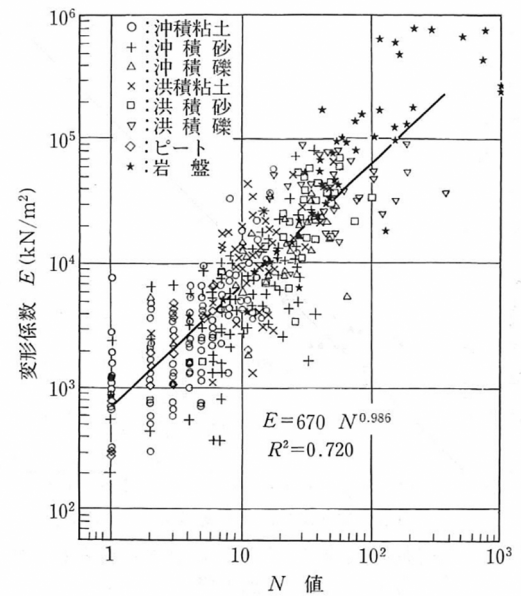


図-2.6.1 孔内載荷試験より得られた変形係数とN値との関係（土谷・豊岡⁶⁵⁾に加筆修正）

図 1-4. 変形係数とN値との関係

【「地盤調査の方法と解説 二分冊の2」P.687 より：地盤工学会】

今回はN値より、上記③より下式を用いて推定する。

$$E=700 \cdot N \quad (kN/m^2)$$

表 1-9. 変形係数一覧表

土層区分	深度 (m)	層厚 (m)	設計N値	変形係数 $E=700N$ (kN/m^2)	備考
BS 礫質土	0.80	0.80	11.0	—	
As 砂質土	2.00	1.20	3.0	2100	$E=700N$
Dg1 礫質土	3.00	1.00	50.0	35000	$E=700N$
Ds1 砂質土	4.15	1.15	30.0	21000	$E=700N$
Dg1 礫質土	13.20	9.05	47.8	33443	$E=700N$
Dc1 粘性土	13.60	0.40	12.0	8400	$E=700N$
Dg2 礫質土	14.70	1.10	50.0	35000	$E=700N$
Dc1 粘性土	15.00	0.30	12.0	8400	$E=700N$
Dg2 礫質土	15.60	0.60	50.0	35000	$E=700N$
Ds2 砂質土	20.75	5.15	12.7	8908	$E=700N$
Dg3 礫質土	23.08	2.33	50.0	35000	$E=700N$

2. 各土層の推定地盤定数

土層毎に、土質及びN値・換算N値等を踏まえて地盤定数を設定した。

尚、土層毎の「粘着力C」及び「内部摩擦角 ϕ 」の推定においては、砂質土の場合 $C=0$ (kN/m²)、粘性土の場合 $\phi=0$ (°)として地盤定数を提案する。

各土層の推定地盤定数は、『推定地盤定数表』に示したとおりである。

表 2-1. 推定地盤定数表

標尺	標高	深度	現場土質名 (模様)	現場土質名	色調	孔内水位／測定月日	標準貫入試験										深度	地質記号	土性	※3 N値・換算N値										平均 N値	標準 偏差	設計 N値	単位体積 重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内 部 摩擦角 φ (度)	変形係数 E ₀ (kN/m ²) E=700Nから 推定
							深度－N値図		N 値	深 度 (m)	100mmごとの 打撃回数			打撃ごとの貫入量	50 回 の 貫入 量	自沈時の貫入量				※3 N値・換算N値																
							0	10			20	30	40							50	60	0	100	200	100	200	300	0	100							
第Ⅰ土層	1		BS	盛土	茶灰												BS	※1 礫質土	11										11.0	－	11.0	20.00	0	40	－	
第Ⅱ土層	2	143.64	As	礫混じり細砂	茶褐												As	砂質土	3										3.0	－	3.0	16.00	0	29	2100	
第Ⅲ土層	3		Dg1	玉石混じり砂礫	茶灰												Dg1	礫質土	50	50	50	50							50.0	0.0	50.0	20.00	0	40	35000	
	4		Ds1	礫混じり細砂	茶灰												Ds1	砂質土	30										30.0	－	30.0	18.00	0	40	21000	
	5	139.69	Dg1	玉石混じり砂礫	茶褐												Dg1	礫質土	50	50	50	44	50	50					49.0	2.4	47.8	20.00	0	40	33443	
	6	138.89	Ds1	礫混じり細砂	茶灰												Ds1	砂質土	30										30.0	－	30.0	18.00	0	40	21000	
	7		Dg1	玉石混じり砂礫	茶褐												Dg1	礫質土	50	50	50	44	50	50					49.0	2.4	47.8	20.00	0	40	33443	
	8		Dg1	玉石混じり砂礫	茶褐												Dg1	礫質土	50	50	50	44	50	50					49.0	2.4	47.8	20.00	0	40	33443	
	9		Dg1	玉石混じり砂礫	茶褐												Dg1	礫質土	50	50	50	44	50	50					49.0	2.4	47.8	20.00	0	40	33443	
	10		Dg1	玉石混じり砂礫	茶褐												Dg1	礫質土	50	50	50	44	50	50					49.0	2.4	47.8	20.00	0	40	33443	
	11		Dg1	玉石混じり砂礫	茶褐												Dg1	礫質土	50	50	50	44	50	50					49.0	2.4	47.8	20.00	0	40	33443	
	12		Dg1	玉石混じり砂礫	茶褐												Dg1	礫質土	50	50	50	44	50	50					49.0	2.4	47.8	20.00	0	40	33443	
	13	132.19	Dc1	シルト	茶褐												Dc1	粘性土	12										12.0	－	12.0	16.00	72.0	0	8400	
第Ⅳ土層	14	130.69	Dg2	砂礫	茶褐												Dg2	礫質土	50										50.0	－	50.0	20.00	0	40	35000	
	15	130.39	Dc1	シルト	茶褐												Dc1	粘性土	－	※2									12.0	－	12.0	16.00	72.0	0	8400	
	16	129.79	Dg2	砂礫	茶褐												Dg2	礫質土	50										50.0	－	50.0	20.00	0	40	35000	
第Ⅴ土層	17		Ds2	細砂	茶褐												Ds2	砂質土	13	15	18	12	12						14.0	2.5	12.7	16.00	0	31	8908	
	18	127.59	Ds3	礫混じり細砂	茶褐												Ds3	砂質土	13	15	18	12	12						14.0	2.5	12.7	16.00	0	31	8908	
	19	127.24	Ds2	細砂	茶褐												Ds2	砂質土	13	15	18	12	12						14.0	2.5	12.7	16.00	0	31	8908	
	20	126.04	Ds3	礫混じり細砂	茶褐												Ds3	砂質土	13	15	18	12	12						14.0	2.5	12.7	16.00	0	31	8908	
	21	125.69	Ds2	細砂	茶褐												Ds2	砂質土	13	15	18	12	12						14.0	2.5	12.7	16.00	0	31	8908	
第Ⅵ土層	22	124.64	Dg3	玉石混じり砂礫	茶褐												Dg3	礫質土	50	50	50								50.0	0.0	50.0	20.00	0	40	35000	
	23	122.31	Dg3	玉石混じり砂礫	茶褐												Dg3	礫質土	50	50	50								50.0	0.0	50.0	20.00	0	40	35000	

※1 盛土層の定数は、NEXCO設計要領「土の設計用土質定数一般値」から「盛土－礫および礫混じり砂－締固めたもの」の値を採用した。
※2 深度14.70m～15.00m間のシルト層のN値は不明であるため、深度13.20m～13.60m間のN値=12を採用した。
※3 「N値・換算N値」の欄で赤字で示した値は土層を跨いでいることから、標準貫入試験の打撃回数の内訳から換算した換算N値である。

各土層の推定地盤定数から、本調査地盤の地盤定数は概ね下表に示した値が推定される。

表 2-2. 推定地盤定数一覧表

地質年代		土層名	地質記号	地質区分	地質名	測定N値 (換算N値)	設計N値	単位体積 重量 γ_t (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)
第四紀	完新世	第Ⅰ土層	BS	礫質土	盛土	11	11	20.0	0	40	—
		第Ⅱ土層	As	砂質土	礫混じり細砂	3	3.0	16.0	0	29	2100
	更新世	第Ⅲ土層	Dg1	礫質土	玉石混じり砂礫	44,50,50,50, 50,50,50,50, 50,50	48.5	20.0	0	40	33600
			Ds1	砂質土	礫混じり細砂	30	30.0	18.0	0	40	21000
		第Ⅳ土層	Dg2	砂質土	砂礫	50,50	50.0	20.0	0	40	35000
			Dc1	粘性土	シルト	12	12.0	16.0	72	0	8400
		第Ⅴ土層	Ds2	砂質土	細砂	12,12,13,15,18	12.7	16.0	0	31	8400
		第Ⅵ土層	Dg3	礫質土	玉石混じり砂礫	50,50,50	50.0	20.0	0	40	35000

※. N値で赤字の数値は、100mm毎の打撃回数からの換算N値。

※ 上記の値は土質試験から得られた値でなく、あくまで推定値であることから、詳細設計（構造設計）に当たっては改めて照査・検討されたい。

参考資料 2 基礎工に対する考察

1. 支持地盤の選定

一般に構造物の基礎工はその構造の如何を問わず、原則として建築物を構造耐力上安全に支持し得る十分に締まった厚い土層・岩盤を支持地盤として構築される。

良質な支持地盤としての条件は構造物の規模、構造等によっても大きく異なり一概には言えないが、通常、「砂質土（砂・砂礫）地盤においては N 値：N=30 以上」、「粘性土（シルト・粘土）地盤においては N=20 以上」を目安として十分な層厚を有すること等を判断基準とする。

本調査地盤の堆積状況は、下記に示した様な内容にまとめられる。

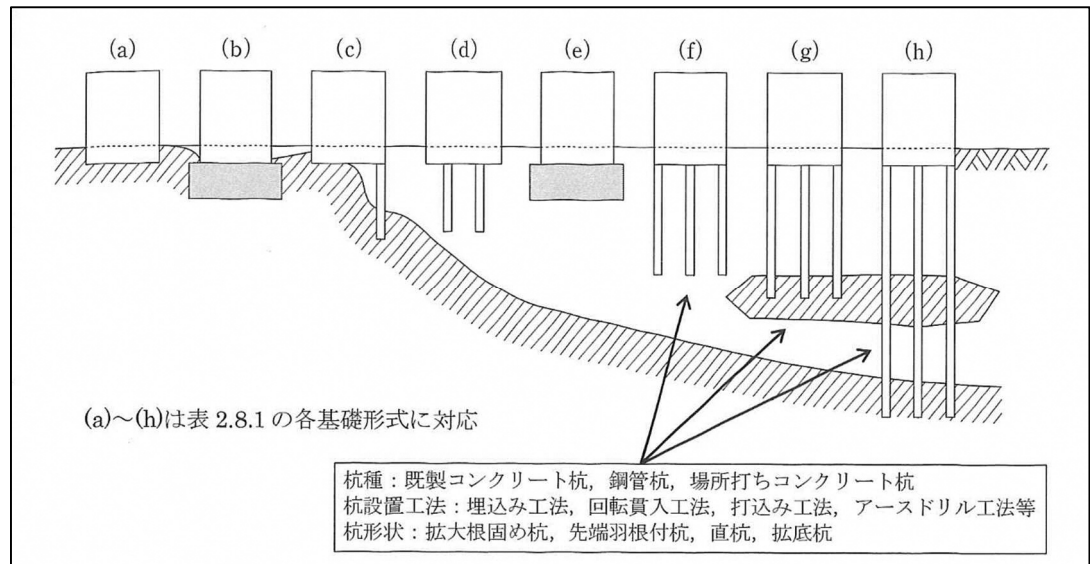
土層名	土質名	出現深度 (m)	土層厚 (m)	N 値	備 考
第Ⅰ土層	盛土層	0.00	1.75	11	GL-0.0m～0.3m 間、コンクリートが施される。 GL-0.3m 以深、玉石混じり砂礫状を呈す。
第Ⅱ土層	礫混じり細砂層	1.75	0.50	3 程度	締まり具合は、「非常に緩い」地盤。
第Ⅲ土層	玉石混じり砂礫層	2.25	10.95	30～60 以上	締まり具合は、「密な～非常に密な」地盤。部分的に礫混じり細砂層を挟む。
第Ⅳ土層	砂礫層・シルト層の互層	13.20	2.40	砂礫層 56～60 以上 シルト層 12 程度	砂礫層主体にシルト層を互層状に挟む。 砂礫層は、締まり具合が「非常に密な」地盤。シルト層は、硬さが「硬い」地盤。
第Ⅴ土層	細砂層 礫混じり細砂層 挟む	15.60	5.15	細砂層 12 程度～18 礫混じり細砂層 45 程度	細砂層主体に礫混じり細砂層を挟む。 細砂層は、締まり具合が「中位の」地盤。礫混じり細砂層は、「密な」地盤。
第Ⅵ土層	玉石混じり砂礫層	20.75	2.33 調査深度までの確認	60 以上	締まり具合は、「非常に密な」地盤。
地下水の状況		掘削時にて確認された水位は、掘削時に使用した泥水の水位である。 掘削時の状況(逸泥)及び貫入試料の状態(含水分)等から、調査確認深度内の地盤に自然水位を形成するような地下水はないと考えられる。			

深度 2.25m 付近から深度 13.20m まで堆積する「第Ⅲ土層：玉石混じり砂礫層(礫混じり細砂層挟在)」は、N 値が N=30～60 以上を示し土層厚も 10m 以上確認され、非常に締まり良く安定した地盤である。よって、支持地盤の条件である『N 値=30 以上が連続する砂質土(砂・砂礫)』を満足する地盤は、「第Ⅲ土層：玉石混じり砂礫層」が考えられる。

2. 基礎工の選定

下図は、支持地盤の状況によって採用される各基礎構造、及びその基礎形式の組合せを示した。

基礎構造は支持層の分布状況やその支持形式により「直接基礎」「杭基礎」及び「併用基礎」に大別される。更に直接基礎では基礎スラブの形式、また杭基礎では杭の設置工法と支持形式等により更に細分化される。よって、支持地盤及び基礎の選定にあたっては、計画構造物における要求性能（支持性能及び沈下・変形性能等）を満足する組合せを抽出し、その構造的なほかに、施工性・経済性に関する比較検討、更に敷地周辺に及ぼす影響等を考慮した上で最も合理的な基礎形式を選定する。



—— 支持地盤の深度と適用可能な基礎形式 ——

【建築基礎構造設計指針：日本建築学会 より】

—— 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）			

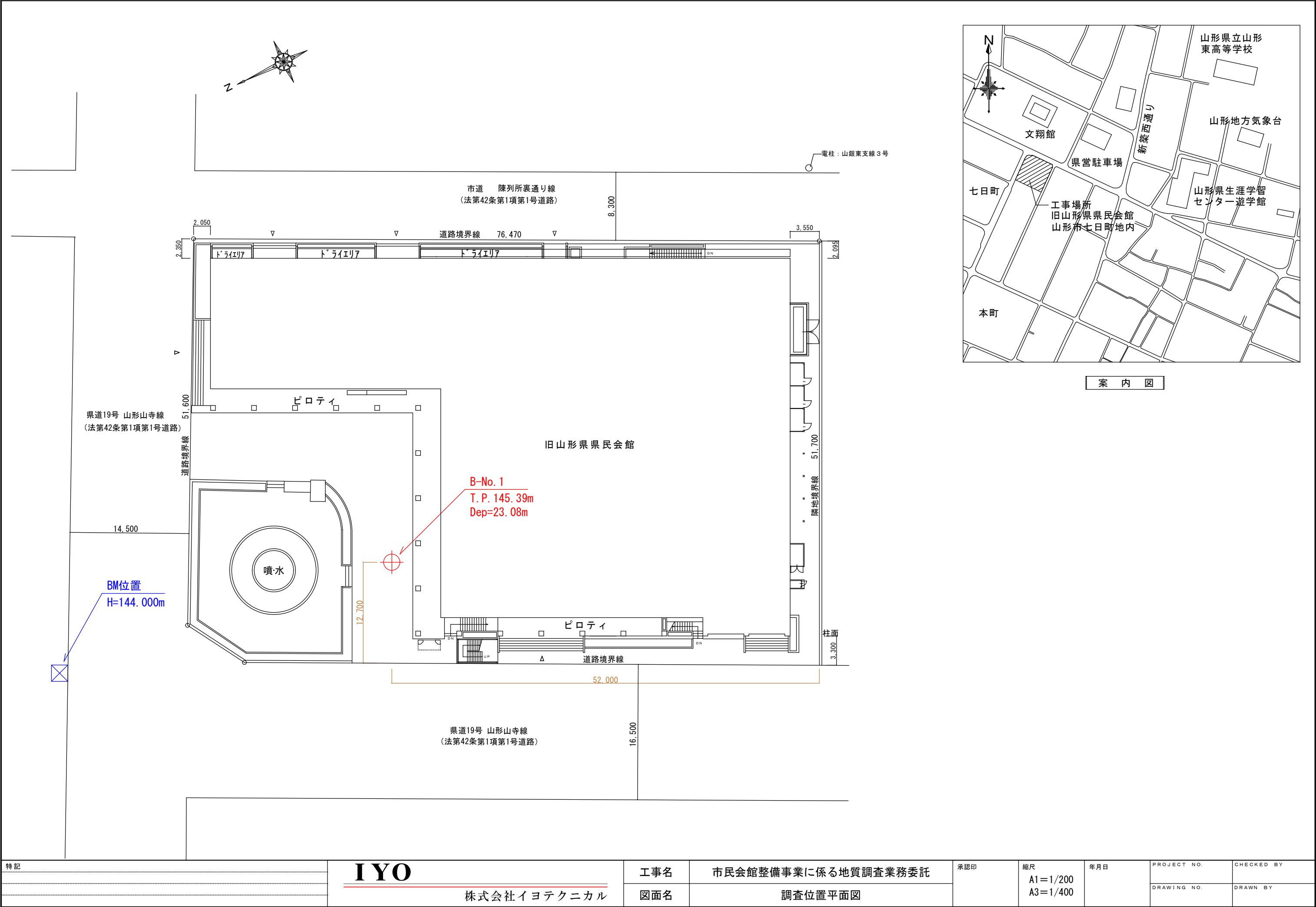
【建築基礎構造設計指針：日本建築学会 より】

調査結果における地盤状況を踏まえ「支持地盤の深度と適用可能な基礎形式」より基礎形式を選定すれば、「第Ⅲ土層：玉石混じり砂礫層(礫混じり細砂層挟在)」に支持させる直接基礎の採用が可能と考える。

但し、基礎の設計・施工に対し下記に示したような内容を考慮したうえで検討する必要がある。

- ・ 深度 2.25m 以深の「第Ⅲ土層：玉石混じり砂礫層」は、礫径 $\phi 5\sim 40\text{mm}$ の礫を主体に推定であるが礫径 $\phi 100\sim 300\text{mm}$ 程度以上の玉石が混入する。礫質は安山岩質及び花崗岩質が多く、硬質である。床掘等の掘削においては、注意が必要である。
- ・ 深度 13.20m 以深の「第Ⅳ土層」は、砂礫層を主体に層厚 0.30m \sim 0.50m のシルト層を互層状に挟む堆積状況である。詳細の調査において、計画される構造物の規模及び地下構造によっては、シルト層の堆積状況を注視する必要があると考える。
- ・ 深度 15.60m 以深の「第Ⅴ土層：細砂層」は、測定 N 値が $N=12\sim 18$ を示している。締まり具合が「中位の」やや緩い状態の砂質土層で、層厚は 5m 程度と厚く分布する。計画される構造物の地下構造によっては、基礎選定において注意が必要である。
- ・ 本調査地盤では、調査深度内に自然水位は無いと判断される。このため、今回確認した調査深度内においては地下水に飽和した土層は無いと云え、地震時における液状化の恐れはない、或いは極少ないと推察される。
- ・ 計画地周囲は、東側及び南側に、築構造物が隣接していることから、振動及び騒音には十分な対策を講じる必要である。

実際に基礎形式や施工方法を選定する際には、計画建物における要求性能（支持性能及び沈下・変形性能等）の他、施工性・経済性等を十分考慮した上での総合的な検討を行い、最も適する基礎形式を決定する必要がある。

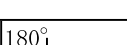
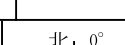
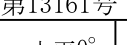


案内図

特記	<div>IYO</div> <div>株式会社イヨテクニカル</div>	工事名	市民会館整備事業に係る地質調査業務委託	承認印	縮尺 A1=1/200 A3=1/400	年月日	PROJECT NO.	CHECKED BY
		図面名	調査位置平面図				DRAWING NO.	DRAWN BY

土質ボーリング柱状図（標準貫入試験）

調	査	名	市民会館整備事業に係る地質調査業務委託
事業名 または 工事名			
調査目的及び調査対象		建築 構造物基礎	

ボーリング 名		B-No. 1		調査位置		山形県山形市七日町三丁目 地内				北 緯		38° 15′ 20.8″									
発 注 機 関		山形県山形市				調査期間		2022年 5月 24日 ~ 2022年 6月 1日				東 経		140° 20′ 27.4″							
調 査 業 者 名		株式会社 イヨテクニカル 電 話 023-676-6151		主任技師		植松禎祐 地質調査技士 登録番号: 第13161号		現 代 理 人		植松禎祐 地質調査技士 登録番号: 第13161号		コ 鑑 定 者		植松禎祐 地質調査技士 登録番号: 第13161号		ボーリング 飯坂賢一 責 任 者 地質調査技士 登録番号: 第22478号					
孔 口 標 高		T. P. 145.39m		角 度				方 位				地盤勾配				使用機種		試 錐 機		東邦地下工機 D1-B型	
総 削 孔 長		23.08m		度				エンジン		ヤンマー製 TF120型				ポ ン プ		東邦地下工機 BG-3型					

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	現場土質名 (模様)	現場土質名	地盤材料の工学的分類	色調	相対密度	相対稠度	地質時代名	記 事	孔内水位／測定月日	標準貫入試験										試料採取			室原位置試験	削孔月日				
												深度－N値図						N値	深度 (m)	100mmごとの打撃回数			50回の貫入量	自沈時の貫入量			深度 (m)	試料番号	採取方法	
																				0 ～ 100	100 ～ 200	200 ～ 300								
1				盛土		茶灰				GL-0.0m～0.3m間、コンクリートが施される。 GL-0.3m以深、玉石混じり砂礫状を呈す 径φ5～30mm程度の垂円～亜角礫多く、 径φ50～70mm程度の礫混入。礫間充填物は 粒子不均一な砂。細砂主体に中・粗砂を不均一に混入。含水分小位。						11	1.15	2	5	4	11 300							5 24		
2	143.64	1.75		礫混じり細砂		茶褐	非常に緩い			粒子不均一。中砂を不均一に混入。シルト分を含む。径φ2～10mm程度の垂円～亜角礫混入。含水分中位。					62	2.15	1	25	34 90	60 290	242									
3				玉石混じり砂礫		茶灰	非常に密な			径φ5～40mm程度の垂円～円礫多い。 コア長L=40～80mm程度の礫混入。 礫間充填物は、粒子不均一な砂。 細・中砂主体に粗砂を不均一に混入。 所々シルト分を若干含む。 部分的に砂分多く、礫混じり砂状を呈す。 含水分小～中位。					120	3.15	19	41 50	60 150	125									5 25	
4						茶灰								257	4.05	60 70		60 70	58											
5														150	5.00	48	12 20	60 120	100											
6	139.69	5.70		礫混じり細砂		茶灰	密な			粒子不均一。中・粗砂を不均一に混入 径φ5～20mm程度の垂円～円礫混入。 含水分少位。					30	6.15	14	9	7	30 300										
7	138.89	6.50												60	6.45															
8				玉石混じり砂礫										138	7.15	19	21	20	60 300	250		7.15	1-1	⊖	密度				5 26	
9						茶褐	密な ～非に密な			径φ5～40mm程度の垂円～円礫多い。 コア長L=40～100mm程度の礫混入。 礫間充填物は、粒子不均一な砂。 細・中砂主体に粗砂を不均一に混入。 部分的に中・粗砂多い。 所々シルト分を含む。 部分的に砂分多く、礫混じり砂状を呈す。 含水分小～中位。局部的に若干の含水を帯びる。					58	7.45	52	8 30	60 130	108				7.45						
10														44	8.05	17	17	10	44 300											
11														64	9.15	29	19	12 80	60 280	233										
12											05/30 12.00 ▽			95	10.15	35	25 90	60 190	158											
13	132.19	13.20		シルト		茶褐		硬い		全般に均質。含水分・粘性共に中位。 固結化が進んでいる。				19	11.15	10	6	3	19 300											
14				砂礫		茶褐	非常に密な			径φ5～40mm程度の垂円～円礫多い。礫間充填物は、粒子不均一な砂。細・中砂多く、粗砂を混入。シルト分を含む 含水分少位。逸泥認める				56	13.45	18	20	18	56 300	268		14.15	1-2	⊖	密度					
15	130.69	14.70		シルト		茶褐				全般に均質。				90	14.45	31	29		60 200	167		14.45								
16	130.39	15.00		砂礫		茶褐	非常に密な			径φ5～40mm程度の垂円～円礫多い。礫間充填物は、粒子不均一な砂。細・中砂多い。含水分小位。				13	15.15	3	6	4	13 300			16.15	1-3	⊖	密度			5 27		
17	129.79	15.60		細砂		茶褐	中ぐらい			粒子ややや均一。所々中砂を不均一に混入。部分的に礫混じり細砂層を挟む。 含水分小位。逸泥認める。				15	16.45	3	5	7	15 300			16.45								
18	127.59	17.80		礫混じり細砂		茶褐				粒子不均一。中・粗砂を不均一に混入 径φ2～20mm程度の垂円礫を混入。				18	17.15	6	6	6	18 300											
19	127.24	18.15		細砂		茶褐	中ぐらい			粒子ややや均一。上部中・粗砂を不均一に混入。所々シルト質細砂層を薄層に挟む。含水分小位。				28	18.45	4	9	15	28 300											
20	126.04	19.35		礫混じり細砂		茶褐	密な			粒子不均一。中・粗砂を混入。径φ5～30mm程度の円礫混入。				12	19.15															
21	125.69	19.70		細砂		茶褐	中ぐらい			粒子ややや均一。中砂を不均一に混入。シルト分を若干含む。含水分中位。				138	20.15	4	4	4	12 300											
22	124.64	20.75		玉石混じり砂礫						径φ5～40mm程度の垂円～円礫多い。 コア長L=50～90mm程度の礫混入。 礫間充填物は、粒子不均一な砂。 細・中砂多く、粗砂を不均一に混入。 所々中・粗砂多い。 シルト分を若干含む。 全般に、礫分が多い。 含水分小位。少量の逸泥認める。				150	21.03	42	18 30	60 130	108											
23	122.31	23.08				茶褐	非常に密な							360	22.07	45	15 20	60 120	100										5 30	

土質試験結果一覧表（基礎地盤）

調査件名 市民会館整備事業に係る地質調査業務委託

整理年月日

令和 4年 6月 16日

整理担当者

植松禎祐

試料番号 (深 さ)		1-1 (7.15～7.45m)	1-2 (14.15～14.45m)	1-3 (16.15～16.45m)			
一般	湿潤密度 ρ_t g/cm ³						
	乾燥密度 ρ_d g/cm ³						
	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.732	2.727	2.708			
	自然含水比 w_n %						
	間隙比 e						
	飽和度 S_r %						
粒度	石分 (75mm以上) %						
	礫分 ¹⁾ (2～75mm) %						
	砂分 ¹⁾ (0.075～2mm) %						
	シルト分 ¹⁾ (0.005～0.075mm) %						
	粘土分 ¹⁾ (0.005mm未満) %						
	最大粒径 mm						
	均等係数 U_c						
コンシステンシー特性	液性限界 w_L %						
	塑性限界 w_p %						
	塑性指数 I_p						
分類	地盤材料の 分類名						
	分類記号						
圧密	試験方法						
	圧縮指数 C_c						
	圧密降伏応力 p_c kN/m ²						
一軸圧縮	一軸圧縮強さ q_u kN/m ²						
	一軸圧縮強さ q_u kN/m ²						
	一軸圧縮強さ q_u kN/m ²						
	一軸圧縮強さ q_u kN/m ²						
せん断	試験条件						
	全応力 c kN/m ²						
	ϕ °						
	有効応力 c' kN/m ²						
	ϕ' °						

特記事項

1) 石分を除いた75mm未満の土質材料
に対する百分率で表す。[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

JIS A 1202 JGS 0111	土 粒 子 の 密 度 試 験 (測定)	
------------------------	----------------------	--

調査件名 市民会館整備事業に係る地質調査業務委託 試験年月日 令和 4年 6月 14日

試 験 者 植松禎祐

試 料 番 号 (深 さ)		1-1 (7.15～7.45m)			1-2 (14.15～14.45m)		
ピ ク ノ メ ー タ ー No.		70	22	19	5	23	57
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 m_b g		179.596	173.737	179.674	171.380	174.577	178.652
m_b をはかったときの内容物の温度 T °C		22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
T °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm ³		0.99777	0.99777	0.99777	0.99777	0.99777	0.99777
温度 T °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター)質量 m_a g		159.481	152.356	156.942	150.837	153.886	158.617
試 料 の 炉 乾 燥 質 量	容 器 No.	70	22	19	5	23	57
	(炉乾燥試料+容器)質量g	87.415	83.424	87.321	80.375	83.645	74.142
	容 器 質 量 g	55.718	49.731	51.526	47.911	50.949	42.677
	m_s g	31.697	33.693	35.795	32.464	32.696	31.465
土 粒 子 の 密 度 ρ_s g/cm ³		2.731	2.730	2.734	2.717	2.717	2.747
平 均 値 ρ_s g/cm ³		2.732			2.727		
試 料 番 号 (深 さ)		1-3 (16.15～16.45m)					
ピ ク ノ メ ー タ ー No.		42	51	56			
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 m_b g		179.465	178.878	180.907			
m_b をはかったときの内容物の温度 T °C		22.0	22.0	22.0			
T °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm ³		0.99777	0.99777	0.99777			
温度 T °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター)質量 m_a g		157.045	155.070	158.506			
試 料 の 炉 乾 燥 質 量	容 器 No.	42	51	56			
	(炉乾燥試料+容器)質量g	77.243	77.595	78.134			
	容 器 質 量 g	41.773	39.852	42.677			
	m_s g	35.470	37.743	35.457			
土 粒 子 の 密 度 ρ_s g/cm ³		2.712	2.702	2.710			
平 均 値 ρ_s g/cm ³		2.708					
試 料 番 号 (深 さ)							
ピ ク ノ メ ー タ ー No.							
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 m_b g							
m_b をはかったときの内容物の温度 T °C							
T °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm ³							
温度 T °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター)質量 m_a g							
試 料 の 炉 乾 燥 質 量	容 器 No.						
	(炉乾燥試料+容器)質量g						
	容 器 質 量 g						
	m_s g						
土 粒 子 の 密 度 ρ_s g/cm ³							
平 均 値 ρ_s g/cm ³							

特記事項 1) ピクノメーターの検定結果から求める。

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$