

令和2年度
新川子ども屋内レクリエーション施設
整備予定地地質調査業務

報 告 書

令和2年12月

北日本地質株式会社

《目 次》

調査地案内図	
§ 1 調査概要	1
§ 2 調査地概要	3
2-1 地形	3
2-2 地質	7
2-3 活断層	9
§ 3 調査方法	12
3-1 調査ボーリング	12
3-2 標準貫入試験	13
3-3 室内土質試験	14
§ 4 調査結果	16
4-1 調査ボーリング結果	16
4-2 標準貫入試験結果	29
4-3 室内土質試験結果	35
§ 5 考察	41
5-1 地層構成	41
5-2 支持地盤について	50
5-3 地盤定数	51
5-4 液状化の検討	58
5-5 設計・施工上の留意点	65
参考文献	67

<巻末資料>

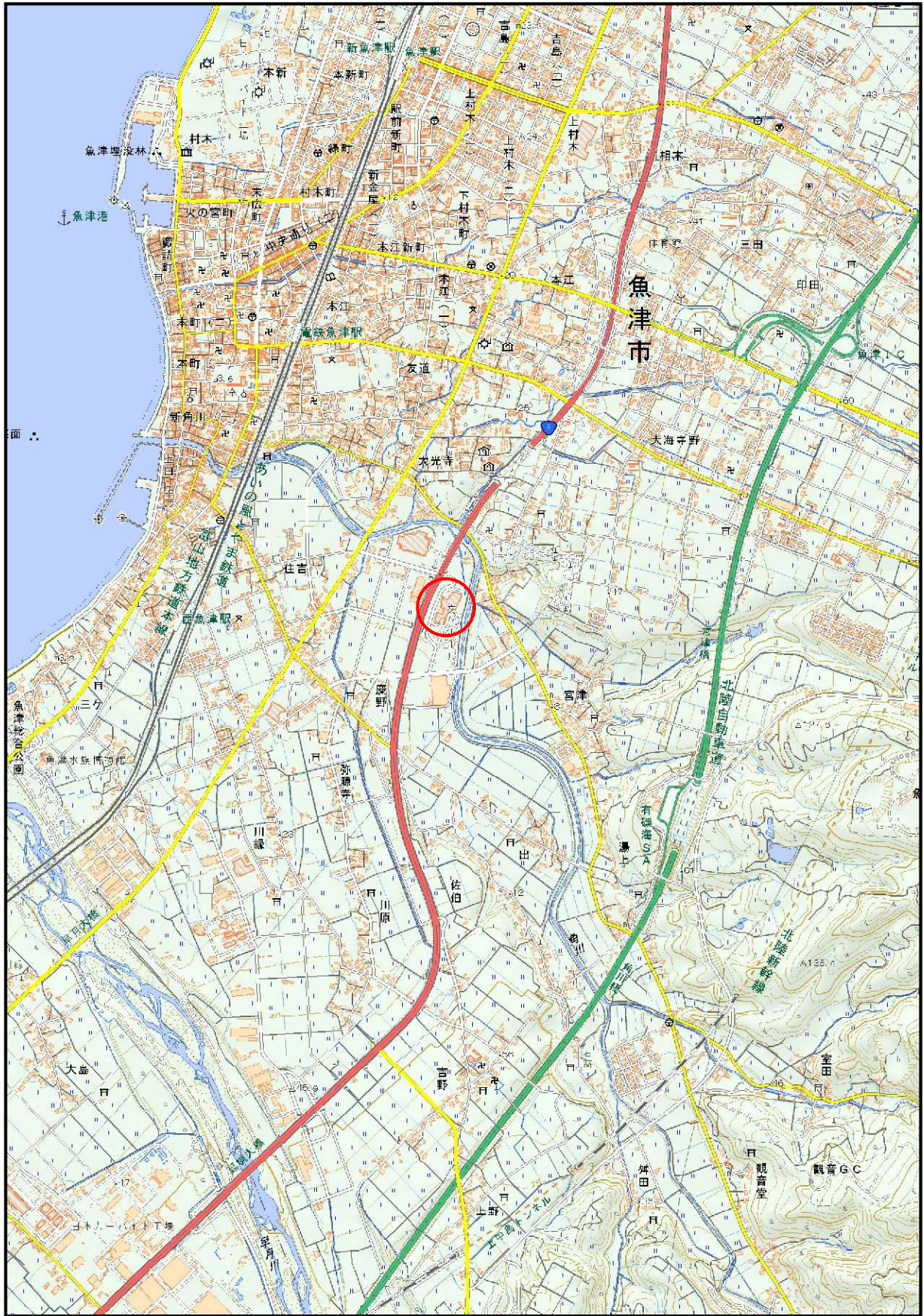
ボーリング柱状図
室内土質試験結果
液状化判定結果
写真集

<添付資料>

調査位置平面図（縮尺 1：1500） 1 枚
地質断面図（縮尺 1：250） 3 枚

調査地案内図

縮尺 1 : 25,000



§ 1 調査概要

本業務は、魚津市宮津地内の新川文化ホールイベント広場に計画されている、新川こども屋内レクリエーション施設整備に伴い、必要な地質状況を把握することを目的とした。

本業務を実施するに当たっては、「地質調査業務共通仕様書」（富山県土木部 令和元年8月）に準拠した。

調査の概要は、次の通りである。

- (1) 調査名 令和2年度
新川こども屋内レクリエーション施設整備予定地地質調査業務
- (2) 調査地 魚津市宮津 地内
- (3) 調査期間 令和2年10月2日 より 令和2年12月18日 まで
- (4) 調査内容 ① 調査ボーリング（ノンコア φ66mm） 97m/2孔
② 標準貫入試験 97回/2孔
③ 室内土質試験 一式（調査数量表の通り）
④ 地質解析（資料整理とりまとめ、断面図等作成）
- (5) 調査担当 北日本地質株式会社
- (6) 調査数量 表1-1-1の通り

表 1 - 1 - 1 調査数量表

項目	土質	数量		
		No.1	No.2	計
ノンコアボーリング φ86mm (m)	シルト・粘性土	18.60	22.90	41.50
	砂・砂質土	22.05	16.05	38.10
	礫混じり土	10.35	7.05	17.40
	計	51.00	46.00	97.00
標準貫入試験 (回)	シルト・粘性土	21	23	44
	砂・砂質土	21	16	37
	礫混じり土	9	7	16
	計	51	46	97
室内土質試験 (試料)	土の粒度試験 (ふるい)	22		22

本業務では、次の調査項目を実施した。

- (1) 標準貫入試験を伴う調査ボーリングを行い、採取された試料の観察と、掘削時の状況より地層を判定し、ボーリング柱状図を作成した。
- (2) この柱状図、周辺の地質、既存の資料などに基づき、調査地の地層構成を推定し、地層断面図を作成した。
- (3) 標準貫入試験結果（N値）から、「地盤調査の方法と解説」（地盤工学会 2013）、「設計要領-道路編」（北陸地方整備局監修 2017）、などに示される推定式および推定表などを参考に、地盤定数を推定した。
- (4) 室内土質試験は、標準貫入試験時に採取された『乱れた試料』により、「土の粒度試験」を行った。
この試験から求められた細粒分含有率を用いて、地震時の液状化の可能性について検討を行った。
- (5) 調査結果に基づき、地層の解析と考察をまとめた。

§ 2 調査地概要

調査地は、北陸自動車道「魚津 IC」より西南へおよそ 2.0 km の、魚津市宮津地内である。新川文化ホールのイベント広場に位置する。調査地東を、角川が北流する。

2-1 地形

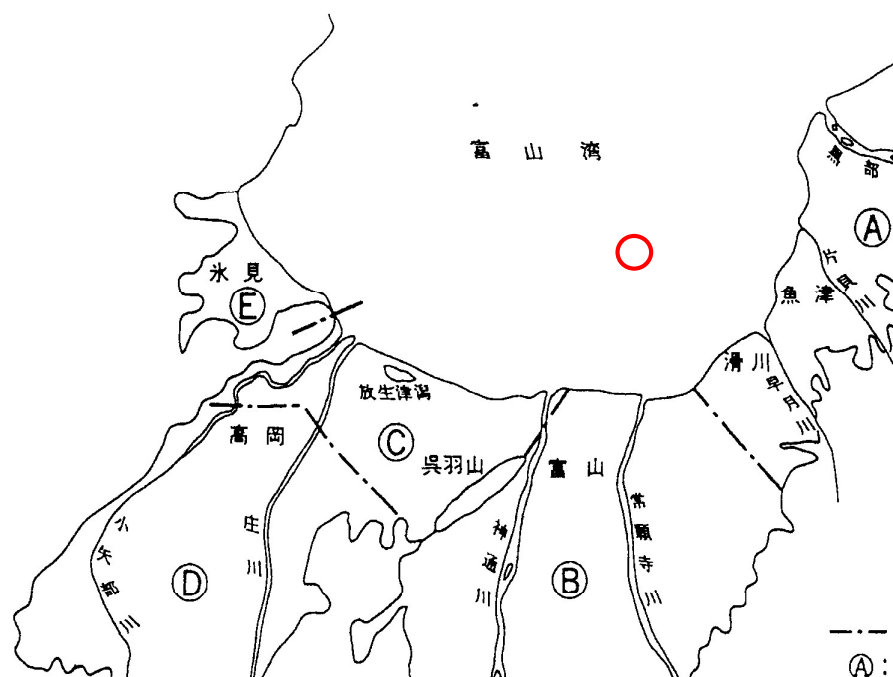
富山県は三方を山地と丘陵によって囲まれ、北は富山湾に向かって開けた半盆地状の地形を呈している。

富山県南部には、飛越県境の 1,500m 内外の大起伏山地がある。

その北に接して縁辺山地から高度を減じて北へ延び、標高 200m 内外の小起伏山地となり、やがて射水丘陵性山地から山麓丘陵地となって富山県中部へ突出し射水平野に臨む。

その東端は呉羽丘陵性山地となって、富山県東部（呉東）の複合扇状地平野と、西部（呉西）の庄川扇状地である砺波平野および低平な射水平野とに大きく二分され、更に、その地形的特徴と形成過程から見て、5つの平野に大別される。

調査地は、富山湾の最も東側の東部扇状地平野（調査地付近は、早月川と片貝川が形成した扇状地）東方の、県東部山地の縁辺山地山麓の台地内に位置する。



出典：「富山県平野部の地盤図集」建設省北陸地方建設局（1979）

図 2-1-1 富山県の平野区分図

富山県東部には、3000m内外の高山性の大起伏山地（立山連峰）とその縁辺山地、およびその山麓の隆起扇状地群の台地がある。

調査地周辺は、立山連峰から流れる早月川、片貝川の下流域の山地と、砂礫台地および段丘からなる。

台地面が、およそ、100mから300m余りまでの高度に渡って階段状に配置している。

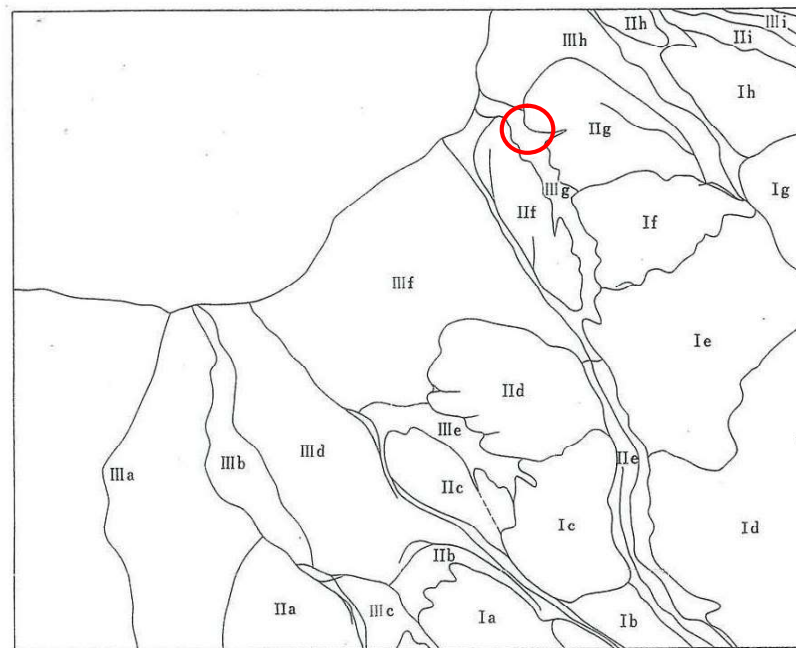
この砂礫台地および段丘は、早月川、片貝川などの下流域に、これらの河川が形成した古い開析扇状地と、隆起し段丘化した旧扇状地である。

調査地付近の地形は、図 2-1-4 の『地形分類図 魚津（富山県 1983）』に示す通り、台地・段丘は、「GU：砂礫台地（開析扇状地）」、「Gt1：砂礫段丘Ⅰ・Gt2：砂礫段丘Ⅱ（新規隆起扇状地）」、「Gt3：砂礫段丘Ⅲ・Gt4：砂礫段丘Ⅳ」、低地は、「P3：谷底平野」に分類される。

調査地は、図 2-1-2 の地形区分図によれば、「角川谷平野」に相当する地域である。

角川谷平野は、角川が形成した谷平野である。

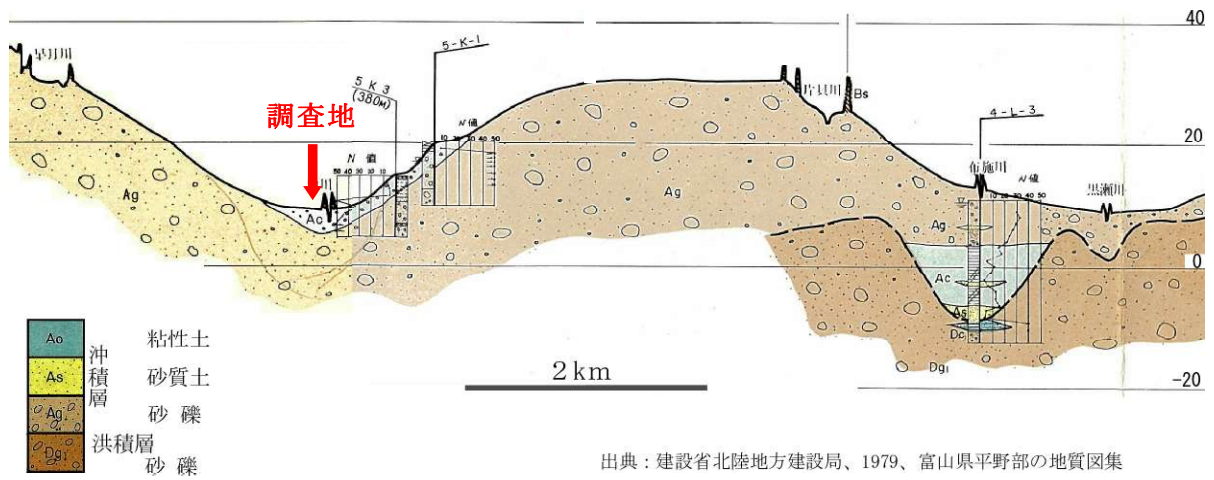
図 2-1-2 地形区分図



I 山地	Ia 大岩山地	IIf 中島台地
	Ib 千石山地	IIg 大海寺・石垣台地
	Ic 五位尾山地	IUh 天神野台地
	Id 白倉山地	IUi 布施川段丘帯
	Ie 古鹿熊山地	IIIa 常願寺川新扇状地
	If 大谷北山山地	IIIb 白岩川流域平野
	Ig 山女山地	IIIc 白岩川谷平野
	Ih 御影山地	IIIe 上市川扇状地
II 台地・段丘	IIa 常願寺川段丘扇状地	IIIe 郷川谷平野
	IIb 丸山・湯崎野段丘	IIIf 早月川新扇状地
	IIc 広野・片地台地	IIIg 角川谷平野
	IIe 東福寺・大崎野台地	IIIh 片貝川新扇状地
	IIe 早月川谷段丘	IIIi 布施川谷平野
	III 低地	

図 2-1-3 地質模式断面図（調査地西を通る南北の断面）に示す通り、角川流域の谷平野は、早月川右岸の中島台地と片貝川隆起扇状地間の谷平野で、上野隆起扇状地を挟んで早月川新扇状地とはおよそ 30m 余り低くなっている。

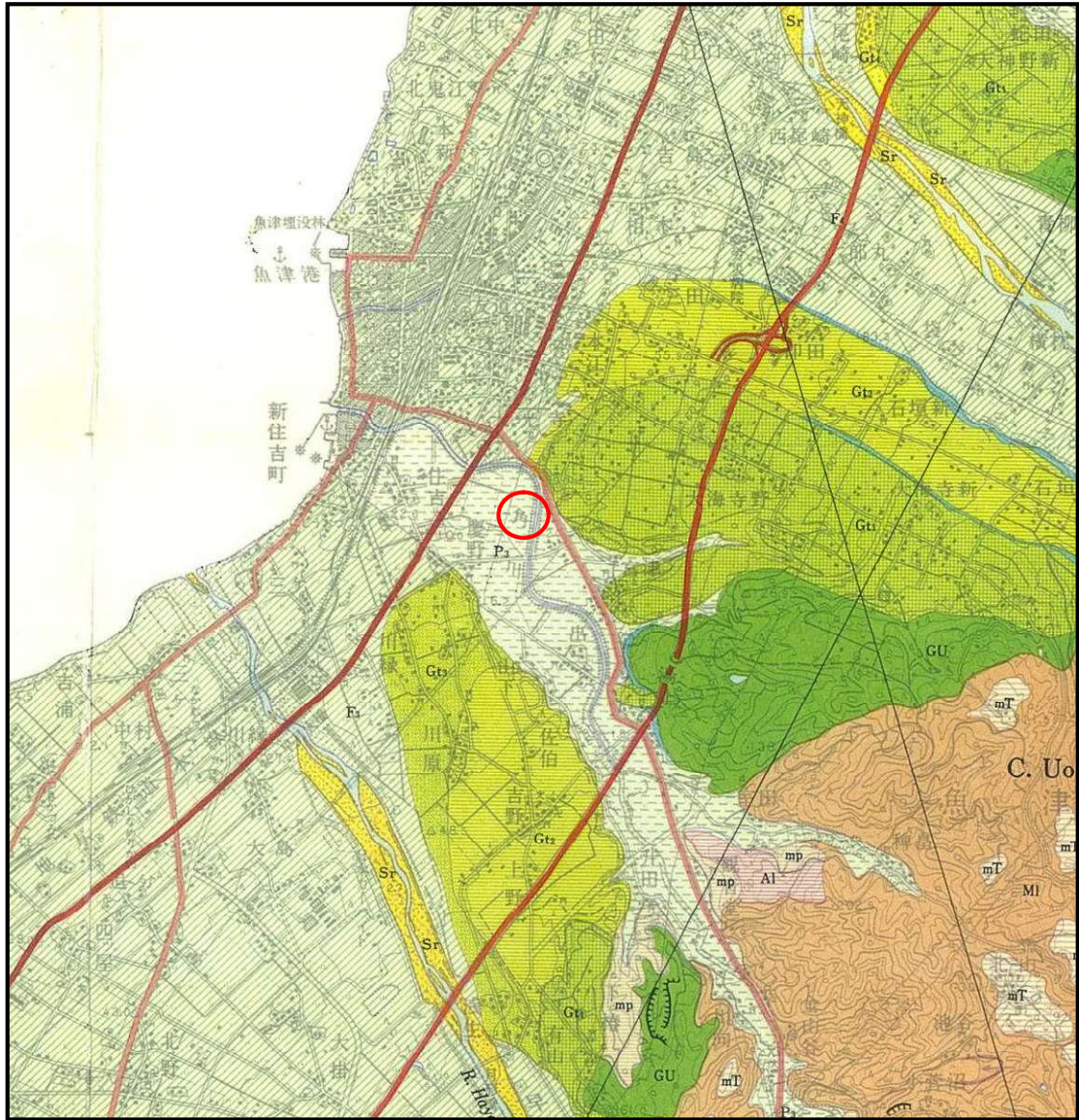
図 2 - 1 - 3 地層模式断面図



出典：建設省北陸地方建設局、1979、富山県平野部の地質図集

図 2-1-4 地形分類図

縮尺 1 : 50,000



凡 例 LEGEND

山地および丘陵地 MOUNTAINS AND HILL LANDS

- Mh 大起伏山地 (起伏量400m以上)
High relief mountain (relief energy > 400m)
- Mm 中起伏山地 (起伏量400~200m)
Middle relief mountain (relief energy 400~200m)
- Ml 小起伏山地 (起伏量200m以下)
Low relief mountain (relief energy < 200m)
- V1 小起伏火山地 (起伏量200m以下)
Low relief volcanic mountain (relief energy < 200m)
- mT 山頂・山腹緩斜面
Gentle slopes on the mountain ridge and mountain flanks
- mp 山麓丘陵地および山麓地 (起伏量100m以下)
Piedmont hill and piedmont land (relief energy < 100m)

台地・段丘 UPLANDS・TERRACES

- Gt1 砂礫台地 (最上位段丘)
Gravel upland (Oldest terrace)
- Gt1~Gt2 開析扇状地
Dissected fan
- Gt2 砂礫台地 (上位段丘)
Gravel upland (Upper terrace)
- Gt2~Gt4 隆起段丘扇状地
Upheaval terrace fan
- Gt3 砂礫段丘 (中位段丘)
Terrace fan II (Middle terrace)
- Gt4 砂礫段丘 (下位段丘)
4fo terrace (Low terrace)
- Gt5 砂礫段丘 (低位段丘)
5fiv terrace (Lower terrace)
- mF 土石流扇状地
Fan due to debris flow

低地 LOWLANDS

- P 谷底平野
Valley plain
- F1~F5 新扇状地
New alluvial fan

2-2 地質

調査地周辺の地質は、図 2-2-1 の『地質図 魚津（富山県 1973）』に示す通り、地形区分とほぼ一致し、小起伏山地は新第三紀の堆積岩、段丘は第四紀更新世の堆積物、低地は第四紀完新世の堆積物からなる。

調査地近傍には、新第三紀鮮新世の室田累層や音川累層の分布が見られ、調査地の基部を構成している。

室田累層は、浅海性の地層で、主に、凝灰岩などを挟んだ凝灰質砂岩および凝灰岩層からなる。

調査地周辺の台地には、更新世中期から末期の開析扇状地堆積物、河岸段丘堆積物が広く分布している。

地質図によれば、この堆積物は、年代の古い順に高位から低位にかけて、第 1 期から第 6 期に区分される。

堆積物は、どの期についても、大部分が、砂層・泥層を伴った河成の含礫砂層・礫層と見なされる。

これらの礫は、主に背後の立山連峰を構成する花崗岩や飛騨片麻岩起源の円～亜円礫で構成されている。

この開析扇状地・河岸段丘末端面は、角川の堆積物に覆われている。

角川谷平野は、その狭い谷幅の割に沖積層が厚く、厚さ数 10m 以上の泥質～砂質堆積物が開析扇状地堆積物の上に堆積している溺れ谷（陸上の谷に、海水面の上昇もしくは陸地の沈下によって、海水が侵入してできた地形）の構造を持っていると思われる。

調査地は、縄文海進期以前は角川による開析谷に当たり、海進による海域化に伴い、海成堆積物～河川下流の蛇行帯堆積物が、交互に重なりあって基盤の上位（沖積層）の堆積物が形成されていることが想定される。

調査地は、低位開析扇状地が角川の谷平野に没した所であり、角川の谷底堆積物である砂・礫および粘土からなる。

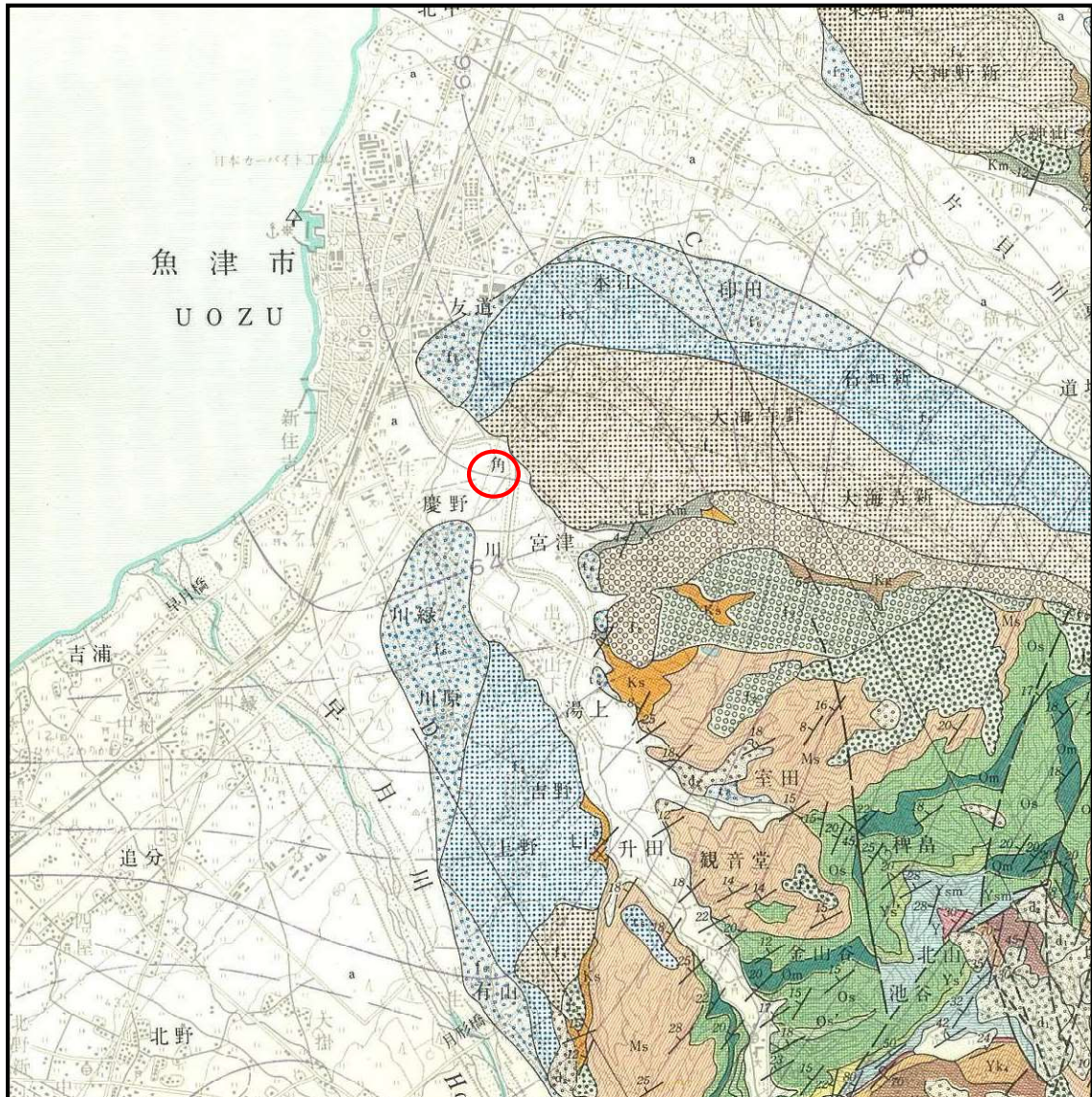
調査地周辺の層序は、表 2-2-1 の通りである。

表 2-2-1 調査地周辺の層序表

時代		地層		土質	地形
第四紀	完新世	沖積層	谷底堆積物	礫、砂および泥	谷底平野
	更新世	洪積層	開析扇状地堆積物	礫、砂および泥	前沢台地 谷底平野地下
新第三紀	鮮新世	室田累層	凝灰質砂岩層	凝灰質砂岩 凝灰岩	山地 調査地の基盤

図 2 - 2 - 1 富山県地質図

縮尺 1 : 50,000



凡 例

第四紀 完新世		新第三紀	
	沖積層		室田層
	新期崖錐堆積物		音川層
更新世			積泉寺層
	段丘堆積物(第5期)		凝灰岩
	段丘堆積物(第4期)		福平層
	古期崖錐堆積物		
	段丘堆積物(第3期)		
	段丘堆積物(第2期)		
	奥羽山礫層(砂層及び含礫砂層)		
	奥羽山礫層(礫層・含礫砂層及び凝灰岩)		

(地質調査所、1973、5万分の1「魚津」図幅、拡大)

2-3 活断層

調査地に近接して、魚津断層帯（活断層）が想定されている。
この活断層以外にも富山県には、図 2-3-1 に示す通り活断層が分布する。



(地震調査研究推進本部 Web より)

図 2-3-1 富山県の主要活断層帯

富山県の主要な活断層帯の特性を、表 2-3-1 に示す。

表 2-3-1 活断層帯の特性

活断層	平均活動間隔 ----- 最新活動時期	長さ	断層帯の位置	予想される マグニチュード	30年以内の 発生確率
砺波平野 断層帯東部	3000～7000年程度 ----- 約4300～3600年前	約21km	砺波市から旧平村に至る。	7.0程度	0.04～6%
呉羽山断層帯	3000～5000年程度 ----- 約3500年～7世紀	約22km 以上	旧八尾町から富山市を経て富山湾に至る。	7.2程度	ほぼ0～5%
砺波平野 断層帯西部	約6000～1万2000年 もしくはこれ以下 ----- 約6900年～1世紀	約26km	砺波平野北西麓の高岡市から南砺市に至る。	7.3程度	ほぼ0～2%もしくはそれ以上
魚津断層帯	8000年程度以下 ----- 不明	約32km	朝日町から入善町、黒部市、魚津市、滑川市を経て上市町に至る。	7.3程度	0.4%以上
跡津川断層帯	約2300～2700年 ----- 1858年（飛越地震）	約69km	立山町から旧大山町、飛騨市を経て岐阜県白川村に至る。	7.9程度	ほぼ0%
牛首断層帯	約5000～7100年 ----- 11～12世紀	約54km	旧大山町から旧細入村、岐阜県飛騨市、南砺市旧利賀村を経て岐阜県白川村に至る。	7.7程度	ほぼ0%

算定基準日 2020年1月1日（地震調査研究推進本部 Web より）

この評価よれば、魚津断層帯は、図 2-3-2 に示す通り、朝日町から、入善町、黒部市、魚津市、滑川市を経て、上市町に至る断層帯で、不動堂断層、魚津断層、石垣平断層、大浦断層などから構成される。

全体の長さは、約 32 km で、概ね北北東-南南西方向に延びる。

本断層帯は、断層の南東側が北西側に対して相対的に隆起する逆断層からなり、北東端付近では右横ずれを伴う。

この断層帯の過去の活動は、活動時期は不明であり、平均活動間隔は 8,000 年と推定される。

また、平均的な上下方向のずれの速度は、約 0.3m/千年以上と推定される。

将来の活動は、地震の規模はマグニチュード 7.3 程度、地震発生確率は 30 年以内の発生確率が 0.4%以上の可能性がある。



図 2 - 3 - 2 魚津断層帯

ボーリング調査の結果、調査地の地盤は、地表面から 20m 以内の深さに締りの緩い砂質土が存在し、地下水位が高いため、地下水に満たされている。

よって、液状化の可能性のある地盤と想定されるため、地下水位より下位の飽和砂質土層について、地震時における液状化の可能性及びその程度を判定する必要がある。

§ 3 調査方法

3-1 調査ボーリング

調査ボーリングは、指示された2地点で、ロータリー式試錐機により、標準貫入試験を併用した孔径66mmの垂直ボーリングを行った。

今回は、ノンコアボーリングであり、掘削速度や循環水の色調・スライムの状態などの観察と共に、標準貫入試験時に採取された試料の観察により地質を判定した。

ボーリング機械の配置は、図3-1-1に示す通りである。

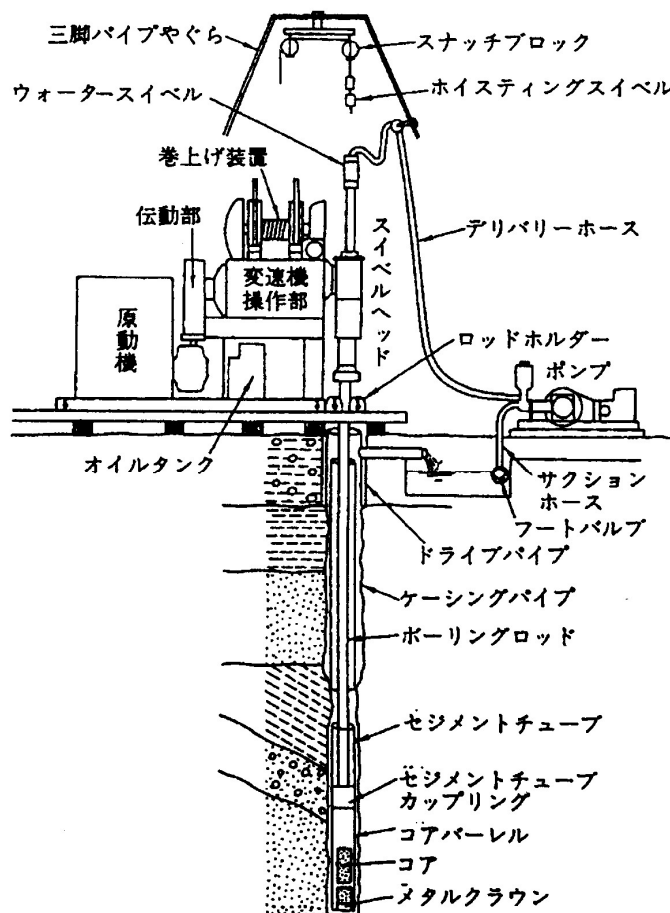


図3-1-1 ボーリング装置の全体図

3-2 標準貫入試験

標準貫入試験は、原位置における地盤の硬軟あるいは締まり具合の相対的指標であるN値の測定と、代表的試料の採取を目的とし、各1m毎に試験を行った。

本試験は、日本工業規格「標準貫入試験方法（JIS-A-1219）」に基づく試験である。

試験方法は、ボーリング孔を利用し、ボーリングロッドの先端に直径 5.1 ± 1 cm、長さ 81 ± 1 cmの標準貫入試験用サンプラーを取付け、重量 63.5 ± 0.5 kgのドライブハンマーを、 76 ± 1 cmの高さから自由落下させ、ボーリングロッド頭部に取付けたノッキングブロックを打撃し、サンプラーを地盤に打込む。

N値は、サンプラーを30 cm打ち込むのに必要な打撃回数である。

試験の概略は、図3-2-1に示す通りである。

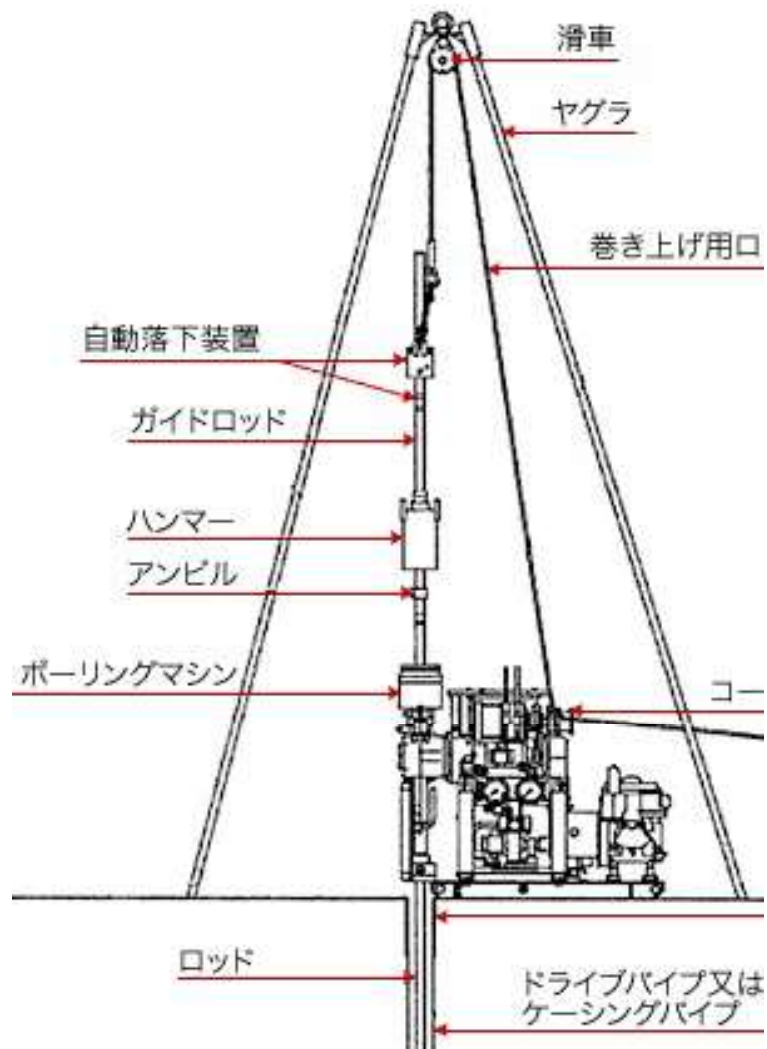


図3-2-1 標準貫入試験概要図

3-3 室内土質試験

室内土質試験は、標準貫入試験時に採取された『乱れた試料』により、「土の粒度試験」を行った。

この試験から、求められた細粒分含有率を用いて、地震時の液状化の可能性について検討を行った。

試験の方法は、JIS規格や地盤工学会基準に基づいて実施した。

土質試験の方法、試験結果の利用については、表3-3-1に示す。

なお、土質試験の試料については、「乱した土の試料調整方法（JIS-A-1201）」に準拠した。

表3-3-1 土質試験の方法、試験結果の利用、規格・基準

区分	試験の項目	試験方法の種類	試験結果から得られる主な値	試験結果の利用	規格・基準番号	
					JGS	JIS
物理的性質試験	粒度	<ul style="list-style-type: none"> ・ふるい分析 ・沈降分析 ・石分を含む地盤材料の粒度分析 	<ul style="list-style-type: none"> ・最大粒径 ・粒径加積曲線と各粒径 ・均等係数 ・曲率係数 	<ul style="list-style-type: none"> ・土の分類 ・粘土の圧縮性の判別 ・石分を含む地盤材料の安定性の判別 	0131 0132	A-1204

「地盤材料試験の方法と解説 P.8-11 抜粋」（地盤工学会 2013）

室内土質試験の概要は、以下の通りである。

土の粒度試験

粒度とは、地盤を構成する土粒子径の分布状態を全質量に対する百分率で表したものをいう。

粒度試験は、高有機質土以外の土を対象とし、土を構成する粒径の範囲が広いため、75 μm (0.075 mm) 以上の土粒子の粒径についてはふるい分析により、それ未満については沈降分析により行う。

粒度試験の結果は、主として土の分類に使われる。

砂質土の場合には、その粒度により土の工学的性質を大きく左右するので、この粒度特性から、土の締固め易さ、透水性、液状化の可能性などの推定が可能である。

なお、土質試験による分類名と現場土質名との対比を、表 3-3-2 に示す。

表 3-3-2 (土質試験による) 分類名と現場土質名との対応

(a) 粗粒土

地盤材料の分類名			現場土質名	
大分類	中分類	小分類	大区分	小区分
粗粒土	礫 {G}	礫 (G)	礫質土	礫(粗礫・中礫・細礫)
		砂まじり礫 (G-S)		砂まじり礫
		細粒分まじり礫 (G-F)		腐植物(貝殻・火山灰)まじり礫
	細粒分砂まじり礫 (G-FS)			
	砂礫 {GS}	砂質礫 (GS)		砂礫
		細粒分まじり砂質礫 (GS-F)		粘土まじり砂礫
[GF]	細粒分質礫 (GF)	粘土質礫(砂礫)		
	砂まじり細粒分質礫 (GF-S)	有機質礫(砂礫)		
	細粒分質砂質礫 (GFS)	火山灰質礫(砂礫) 凝灰質礫(砂礫)		
土	砂 {S}	砂 (S)	砂	砂(粗砂・中砂・細砂)
		礫まじり砂 (S-G)		礫まじり砂
		細粒分まじり砂 (S-F)		粘土(シルト)まじり砂
		細粒分礫まじり砂 (S-FG)		腐植物(貝殻・火山灰)まじり砂
	礫質砂 {SG}	礫質砂 (SG)	質土	砂礫
		細粒分まじり礫質砂 (SG-F)		粘土まじり砂礫
[SF]	細粒分質砂 (SF)	粘土(シルト)質砂		
	礫まじり細粒分質砂 (SF-G)	有機質(火山灰質・凝灰質)砂		
	細粒分質礫質砂 (SFG)			

(b) 細粒土等

地盤材料の分類			現場土質名			
大分類	中分類	小分類	大区分	小区分		
細粒土	粘性土 {M}	シルト(低液性限界) (ML)	粘性土	砂質シルト		
		シルト(高液性限界) (MH)		礫(砂)まじりシルト 腐植物(貝殻)まじりシルト シルト		
	[Cs]	粘土(低液性限界) (CL)		シルト(砂)質粘土		
		粘土(高液性限界) (CH)		礫(砂)まじり粘土 腐植物(貝殻)まじり粘土 火山灰まじり粘土 粘土		
	Fm	有機質土 {O}		有機質粘土(低液性限界) (OL)	有機質土	有機質粘土
				有機質粘土(高液性限界) (OH)		火山灰まじり有機質土
有機質火山灰土 (OV)			有機質火山灰			
[V]	火山灰質粘性土	火山灰質粘性土(低液性限界) (VL)	火山灰土	ローム		
		火山灰質粘性土(I型) (VH ₁)		凝灰質粘土		
		火山灰質粘性土(II型) (VH ₂)		(火山灰質粘性土)		
高有機質土 {Pt}	泥炭(Pt) 黒泥(Mk)		高有機質土	泥炭 黒泥		
人工材料 Am		廃棄物(Wa) 改良土(I)	その他	廃棄物, 改良土, 瓦礫, 盛土, 埋土, 硬質粘土, 固結粘土, 岩盤(硬岩・中硬岩・軟岩)		

「地盤材料試験の方法と解説 P.66」(地盤工学会 2013)より

§ 4 調査結果

4-1 調査ボーリング結果

1. ボーリング地点の地質状況

調査ボーリングは、調査位置平面図に示す2地点で、標準貫入試験を併用した孔径66mmの垂直ボーリングを行った。

調査ボーリングの結果は、ボーリング柱状図として巻末に添付した。

調査地の地層を、5-1の地層構成により区分し、各地層の土質の状況をまとめた。上位より、盛土、沖積堆積物、洪積堆積物に大別される。

北側よりNo.1地点を望む



東側よりNo.2地点を望む



No.1 孔 削孔深度 51.00m (孔口標高 8.80m)

ボーリングNo.1 地点は、イベント広場北に位置する。

地層		記号	深度 (m)	土質	色調	記事
現世	盛土	B	1.70	砂礫	黄褐	表層 5 cm は、芝の根。 径 5~6 cm の円礫が点在する。 径 3 cm 以下の円礫~亜円礫を多く含む。 礫には風化が見られる。 基質は、粘土が混じる砂。細砂が多い。 含水小。
完 新 世	上 位 層	Ac1-1	2.90	砂質粘土	暗褐灰	粘性が強い。 砂は、細砂~中砂を主体とする。 細砂が多い。砂が多く混じる。 黒色の腐植片を混入する。含水小。
			4.30	砂質シルト	暗青灰	砂は、細砂を主体とする。 砂が多く混じる。 黒色の腐植片を混入する。含水小。
		Ag1	6.80	砂礫	暗灰	最大径 4~5 cm、径 3 cm 以下の円礫を多く含 含む。礫量は、30%程度。 GL-6.00m より、礫径、礫量が大きくなる。 礫量は、50%程度。 基質は、細砂~粗砂まで含む。中砂が多い。 含水小~中位。
		Ac1-2	8.50	砂質シルト	暗青灰	砂は、細砂~中砂を主体とする。 細砂が多い。 上部は、砂が多く、シルト質砂。 下部は、シルトを挟む。含水小~中位。
		As1	10.15	シルト質砂	暗灰	砂は、細砂~中砂を主体とする。 細砂が多い。シルトを薄く挟む。 黒色の木片、腐植物を混入する。含水小。
		Ac1-1	11.30	腐植土	暗褐灰	砂質粘土。粘性が強い。 砂は、細砂~中砂を主体とする。 細砂が多い。 黒色の木片、腐植物を多く混入する。 含水小。

完新世	中位層	Ac2	12.80	砂質シルト	暗青灰	砂は、細砂を主体とする。 所々に、細砂を挟む。 含水小。
			13.70	粘土	暗青灰	粘性が強い。 細砂を僅かに混入する。 黒色の木片、腐植片を混入する。 含水小。
			14.60	砂質シルト	暗灰	砂は、細砂を主体とする。 所々に、細砂を挟む。 黒色の腐植片を混入する。 含水小。
		As2	15.35	砂	暗灰	細砂～中砂を主体とする。 中砂が多い。 シルト、粘土が混じる。 腐植土を挟む。 大きい木片を混入する。 含水小。
			15.70	砂	暗灰	中砂～粗砂を主体とする。 径0.5cm以下の細礫を混入する。 含水大。
			16.90	シルト質砂	暗灰	細砂～中砂を主体とする。 細砂が多い。 シルトを薄く挟む。 黒色の腐植片を混入する。 含水小。
		Ac2	19.75	砂質粘土	暗青灰	粘性が強い。 砂は、細砂～中砂を主体とする。 下部は、細砂が多い。 細砂、シルトを挟む所がある。 黒色の木片、腐植片を混入する。 含水僅か。
		As2	21.80	シルト質砂	暗青灰	砂は、細砂～中砂。細砂が多い。 シルトを不均一に混入する。 砂質シルトを挟む。 黒色の木片、腐植片を混入する。 含水小。
			27.70	砂	暗灰	GL-25.60mまでは、細砂～中砂を主体。 GL-25.60mより、中砂～粗砂を主体。 中砂が多い。 径1cm以下の円礫を僅かに混入する。 含水小。

完 新 世	下 位 層	Ac3	29.30	砂混じりシルト	暗青灰	砂は、細砂～中砂。砂を挟む所がある。 黒色の腐植片を混入する。含水僅か。
		As3	29.80	シルト質砂	暗灰	砂は、細砂を主体とする。 シルトを薄く挟む。含水僅か。
		Asg3	30.90	礫混じり砂	暗灰	径2cm以下の円礫を多く含む。 礫量は、30%程度。 基質は、細砂～粗砂まで含む。 中砂、粗砂が多い。 シルトをブロック状に挟む。含水小～中位。
		As3	32.25	砂	暗灰	細砂～中砂を主体とする。細砂が多い。 径0.5cm以下の細礫を僅かに混入する。 シルト、粘土が多く混じる。 植物片を混入する。含水小。
		Asg3	33.40	礫混じり砂	暗灰	径2cm以下の円礫を多く含む。 礫量は、30%程度。 基質は、細砂～粗砂まで含む。 中砂、粗砂が多い。含水小～中位。
		As3	34.20	砂	暗灰	中砂～粗砂を主体とする。 径1cm以下の円礫を混入する。含水小。
		Ag3	34.90	砂礫	暗灰	最大径3～4cm、径2cm以下の円礫を多く含む。 基質は、中砂～粗砂を主体とする。 含水中位～大。
		Ac3	36.30	砂質シルト	暗褐灰	砂は、細砂～中砂。細砂が多い。 砂が多く混じる。含水僅か。
		Ag3	36.60	砂礫	暗灰	径3cm以下の円礫を多く含む。 基質は、細砂～粗砂まで含む。含水僅か。
		As3	37.90	砂	暗灰	細砂～粗砂まで含む。中砂が多い。 径0.5cm以下の細礫を僅かに混入する。 シルトを挟む。 黒色の腐植片を多く混入する。 含水中位～大。
		Asg3	38.70	礫混じり砂	暗灰	径1cm以下の円礫を混入する。 径4cmの円礫がある。 基質は、中砂～粗砂を主体とする。含水小。
		As3	39.90	砂	暗灰	細砂～粗砂まで含む。中砂が多い。 径1cm以下の円礫を僅かに混入する。 含水中位。

完新世	下位層	As3	39.90	砂	暗灰	細砂～粗砂まで含む。中砂が多い。 径1cm以下の円礫を僅かに混入する。 含水中位。
		Ac3	41.80	砂質シルト	暗灰	砂は、細砂～中砂。細砂が多い。 黒色の腐植片を混入する。 含水僅か。
			43.10	腐植土	暗褐灰	粘土。粘性が強い。 黒色の木片、腐植片を混入する。 細砂～中砂を僅かに混入する。 含水僅か。
更新世	段丘堆積物	Dc1	43.90	礫混じり粘土	暗褐灰	最大径4cm、径2cm以下の円礫を混入する。 基質は、細砂～粗砂が混じる粘土。 上部に、黒色の木片、腐植片を混入する。 含水僅か。
		Dg1	45.85	礫混じり砂	暗灰	上部は、径3～4cmの円礫が点在する。 径2cm以下の円礫を混入する。 風化礫を混入する。 基質は、細砂～粗砂まで含み、中砂が多い。 シルト、粘土が多く混じる。 黒色の腐植片を混入する。 含水僅か。
		Dg2	51.00	粘土混じり砂礫	黄褐	最大径3～4cm、径2cm以下の円礫を多く含む。 風化礫を多く混入する。 全体に風化が進行し、指先で簡単に崩せる。 基質は、風化土状を呈し、砂状～粘土状化が著しい。 コアは、細砂～粗砂まで含み、中砂が多い。 シルト、粘土が多く混じる。 含水僅か。

No.2 孔 削孔深度 46.00m (孔口標高 9.08m)

ボーリングNo.2 地点は、イベント広場中央に位置する。

地層		記号	深度 (m)	土質	色調	記事
現世	盛土	B	1.75	砂礫	黄褐灰	表層 8 cm は、芝の根。 径 5~6 cm の円礫が点在する。 径 3 cm 以下の円礫~亜円礫を多く含む。 基質は、粘土が混じる砂。細砂が多い。 含水小。
完 新 世	上 位 層	As1	2.80	シルト質砂	暗灰~ 黄褐灰	砂は、細砂~中砂を主体とする。 シルトを薄く挟む。 径1cm以下の礫を僅かに混入する。 GL-2.60mより、径3cm以下の円礫を混入する。 含水僅か。
		Ac1-1	3.50	砂質シルト	暗青灰	砂は、細砂~中砂を主体とする。 砂が多く混じる。 GL-4.00mより、粘性が強い。 黒色の腐植片、植物片を混入する。 含水僅か。
			7.00	砂混じり粘土	暗青灰	粘性が強い。 細砂を不均一に混入する。 GL-4.50mまでは、砂が多く、砂質粘土。 植物片を混入する。含水小。
		Ac1-2	7.70	砂質シルト	暗青灰	砂は、細砂~中砂を主体とする。 細砂が多い。 黒色の腐植片を混入する。 GL-7.35mより、砂が多い。含水小。
		Ac1-1	10.80	砂混じり粘土	暗青灰	粘性が強い。上部は、均質な粘土。 細砂を不均一に混入する。 黒色の腐植片、植物片を混入する。 GL-10.00mより、粘性が弱い。含水小。
			11.40	腐植土	暗褐灰	均質な粘土。粘性が強い。 黒色の木片、腐植片を多量に混入する。 含水小。
			13.00	粘土	暗青灰	砂は、細砂を主体とする。 所々に、細砂を挟む。含水小。

完 新 世	中 位 層	Ac2	17.60	砂質シルト	暗青灰	細砂を不均一に薄く挟む。 黒色の腐植片、植物片を混入する。 GL-15.00～15.50m間は、黒色の腐植片を 多量に混入する。 GL-16.00～16.50m間は、均一なシルト。 含水小。
			19.50	砂混じり粘土	暗褐～ 暗灰	粘性が強い。 シルト、細砂が混じる。 黒色の腐植片を混入する。含水僅か。
		As2	21.70	シルト質砂	暗青灰	砂は、細砂を主体とする。 上部は、シルトを挟む。 下部に従い、砂が多くなる。含水小。
		Ac2	22.60	粘土	暗青灰	均質な粘土。 黒色の腐植片を混入する。含水僅か。
		As2	24.90	シルト質砂	暗青灰	砂は、細砂を主体とする。 シルトが多く混じる。 黒色の腐植片を混入する。含水僅か。
		Ac2	26.20	粘土	暗青灰	均質な粘土。粘性が強い。 黒色の腐植片を混入する。含水僅か。
		As2	27.00	砂	暗青灰	細砂～中砂を主体とする。細砂が多い。 シルトを薄く挟む。含水僅か。
	下 位 層	Ac3	28.80	粘土	暗青灰	上部は、腐植土。 黒色の腐植片を多く混入する。含水僅か。
			30.70	砂質シルト	暗青灰	砂は、細砂を主体とする。 砂が多く混じる。含水小。
		As3	32.60	砂	暗灰	細砂～粗砂まで含む。中砂が多い。 径1cm以下の礫を混入する。 黒色の木片、腐植片を混入する。含水小。
		Asg3	34.80	礫混じり砂	暗灰	最大径4～5cm、径2cm以下の円礫を多く含む。 礫量は、30%程度。 基質は、細砂～粗砂まで含む。中砂、粗砂が 多い。含水小。
		As3	35.60	シルト混じり砂	暗灰	砂は、細砂～中砂を主体とする。 細砂が多い。 含水小。
		Ac3	36.80	砂質シルト	暗青灰	砂は、細砂を主体とする。 含水僅か。
		Asg3	39.70	礫混じり砂	暗灰	最大径2cm、径1cm以下の円礫を多く含む。 礫量は、15%程度。 基質は、細砂～粗砂まで含む。 中砂、粗砂が多い。 含水小。

更新世	段丘堆積物	Dc1	砂質粘土	暗黄灰	砂は、細砂～中砂を主体とする。 砂が多く混じる。 風化土状を呈す。 黒色の腐植片を混入する。 含水小。
		40.70			
		Dg1	砂礫	暗灰	最大径4～5cm、径3cm以下の円礫を多く含む。 礫量は、50%程度。 基質は、細砂～粗砂まで含む。 シルト、粘土が多く混じる。 含水中位。
43.80					
Dg2	粘土混じり砂礫	黄褐	径2cm以下の円礫を多く含む。 風化礫を多く混入する。 全体に風化が進行し、指先で簡単に崩せる。 基質は、風化土状を呈し、砂状～粘土状化が著しい。 コアは、細砂～粗砂まで含み、中砂が多い。 シルト、粘土が多く混じる。 含水僅か。		
46.00					

2. 掘削中の孔内水位

地下水位状況を把握するために、ボーリング掘削作業中の孔内水位を、作業前、作業後に測定した。

ボーリング作業中の一時期に確認した孔内水位は、必ずしも地下水位と一致しない場合があり、孔内水位を使用する場合は、よく注意して地下水位を判断する必要がある。

「地盤調査の方法と解説」の孔内水位の記述には、“掘削途中でのボーリング孔から得る水位は孔内水位と呼ばれ、厳密な意味での地下水位ではない。孔内水位は、掘削深さにとまって変動するだけでなく、季節、天候および周辺の環境によっても変動することが多い。掘削当初に無水掘りで確認する初期の水位は、その時点の地下水位を表す情報と成る。また、毎日の作業開始前に孔内水位を測定することによって、地層の水頭の分布傾向を判断する目安とすることができる。柱状図には、自然水位か泥水水位かの区別を測定日時とともに記録する”とある。「地盤調査の方法と解説 P.177」（地盤工学会 2013）

また、「ボーリングポケットブック」の孔内地下水調査の項には、“ボーリング作業時に観測された孔内水位は貴重な情報であるが、それを利用するうえでは特別な注意が必要である”とする。「ボーリングポケットブック P.253」（全国地質調査業協会連合会 2020）

孔内水位が正しい地下水位を示さない理由としては、

1. ボーリングには一般的にベントナイト泥水が使用されていること。すなわち孔壁に泥水被膜が形成され帯水層の透水性が低下すること。
2. ボーリング孔は、多くの帯水層を掘り抜いている危険性があることで、どの帯水層の水位か不明であり複数帯水層の地下水からなる複合水位の可能性があること。
3. それぞれの帯水層には、それぞれ別の高さ（深さ）の水位を示す地下水が存在しうること。
4. 地下水位は常に変動していることがあり、1回の測定で得た水位が全体平均とならないこと。

などが挙げられる。

地下水位状況を把握するために、ボーリング掘削作業中の孔内水位を、作業前、作業後に測定した。

掘削深度、ケーシング挿入深度と孔内水位との関係を、『ボーリング掘進中の水位変動図』としてまとめ、巻末に添付した。

掘削作業中の孔内水位の状況は、表 4-1-1～4-1-2 の通りである。

No.1 孔

当初水位は、GL-6.45mまで掘削完了後（ケーシング GL-5.00mまで挿入）、翌朝に、GL-2.55mに水位が確認された。

掘削終了時（ケーシング抜管後）の水位は、GL-2.62mに確認された。

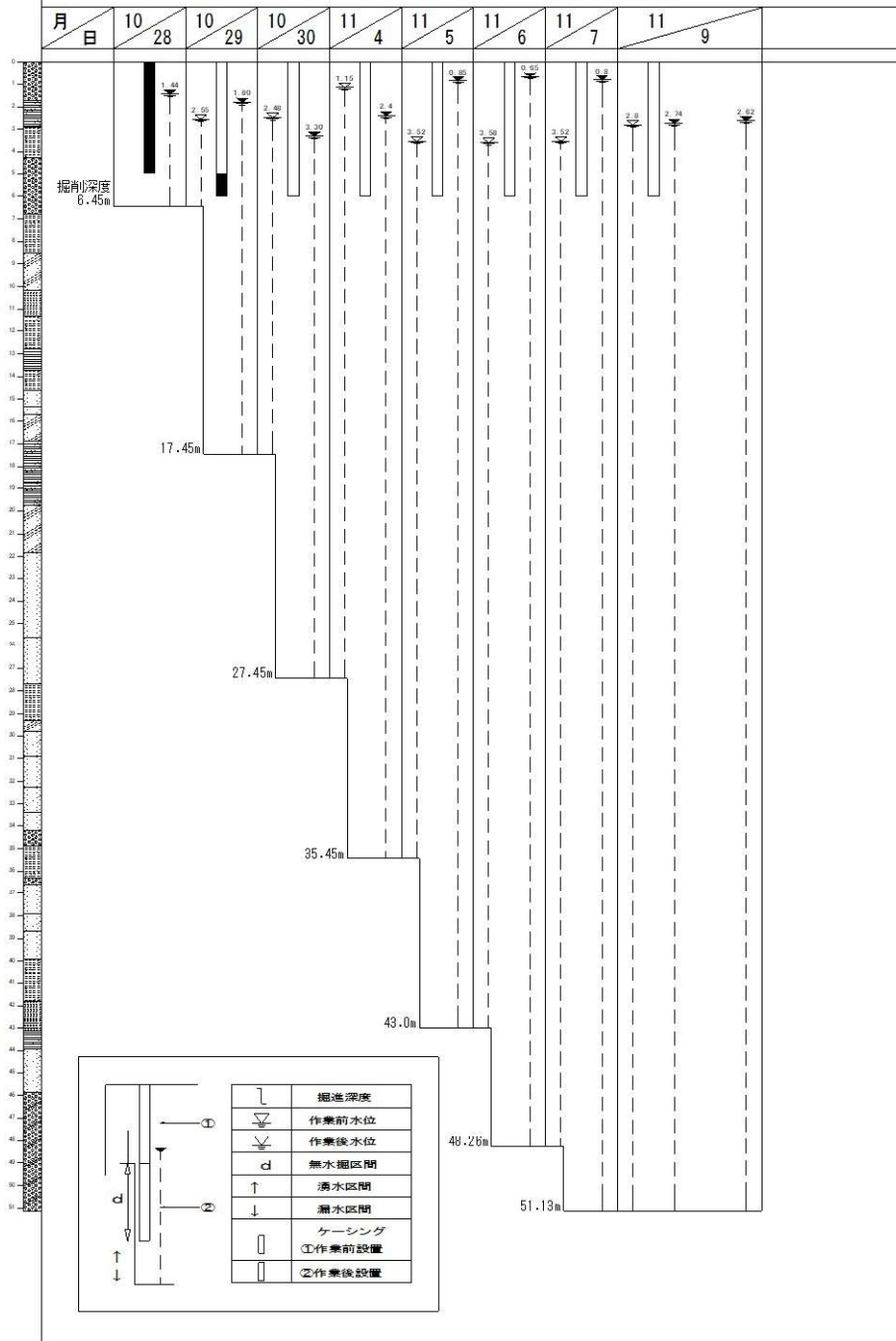
表 4 - 1 - 1 掘削中の孔内水位の変化

日付	当日作業 (GL-m)		孔内水位 (GL-m)	
	掘削深度	ケーシング	作業前	作業後
10/28	6.45	5.00		1.44
10/29	17.45	6.00	2.55	1.80
10/30	27.45	6.00	2.48	3.30
11/4	35.45	6.00	1.15	2.40
11/5	43.00	6.00	3.52	0.85
11/6	48.26	6.00	3.58	0.65
11/7	51.13	6.00	3.52	0.80
11/9	51.13	6.00	2.80	2.74
	51.13	0.00		2.62

抜管後

No. 1
 F.P. 4.20m
 Den. -0.13m
 経緯: 127° 24' 23.330"
 緯緯: 35° 48' 14.540"

ボーリング掘進中の水位変動図



No.2 孔

当初水位は、GL-5.45mまで掘削完了後（ケーシング GL-4.00mまで挿入）、翌朝に、GL-1.14mに水位が確認された。

掘削終了時（ケーシング抜管後）の水位は、GL-2.62mに確認された。

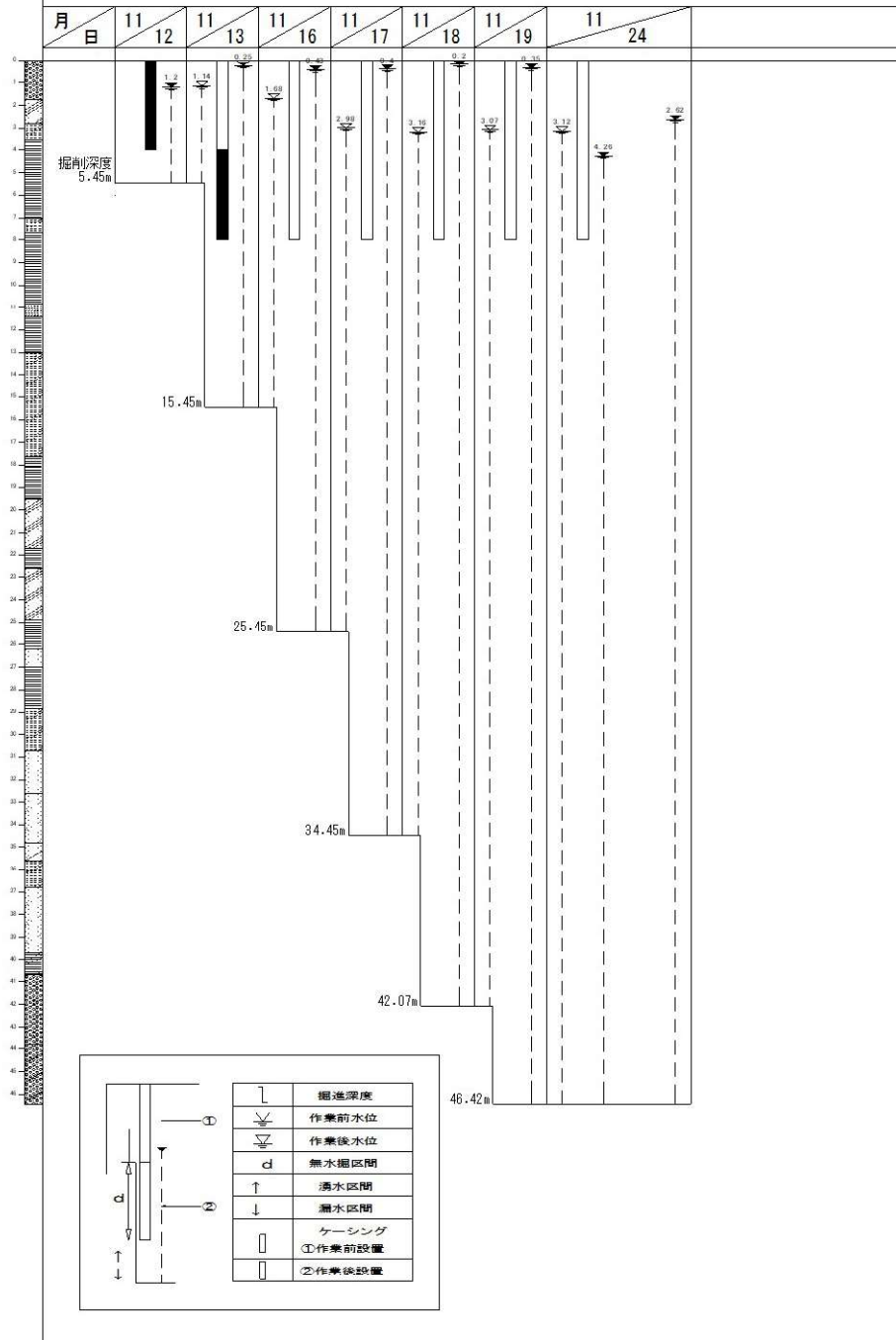
表 4 - 1 - 2 掘削中の孔内水位の変化

日付	当日作業 (GL-m)		孔内水位 (GL-m)	
	掘削深度	ケーシング	作業前	作業後
11/12	5.45	4.00		1.20
11/13	15.45	8.00	1.14	0.25
11/16	25.45	8.00	1.68	0.43
11/17	34.45	8.00	2.98	0.40
11/18	42.07	8.00	3.16	0.20
11/19	46.42	8.00	3.07	0.35
11/24	46.42	8.00	3.12	4.26
	46.42	0.00		2.62

抜管後

No. 2
 1.7-9.6m
 11-11-42
 11月-12月 24 23 11:27
 11月-12月 43 12.4307

ボーリング掘進中の水位変動図



4-2 標準貫入試験結果

標準貫入試験の結果（N値）は、ボーリング柱状図に併記した通りである。

今回の調査地は、砂礫に玉石の混入が見られ、礫量も大きいため、N値は、混入する礫の影響で非常に高い値が見られる。

よって、換算N値の算定に当っては、「打撃50回で貫入量30cm未満」の箇所については、10cm毎の打撃回数の中で明らかに礫の影響と思われる区間を除いて換算N値とした。

試験の結果を、表4-2-1のN値整理表に示す。

表4-2-1 N値整理表

No.1 孔

土質	記号	深度 m		N値				地層N値	
				10	20	30	N値	換算	平均
砂礫	B	1.70	1.15 ~ 1.45	5	4	6	15	15	15
砂質粘土	Ac1-1	2.90	2.15 ~ 2.45	2	1	1	4	4	4
砂質シルト		4.30	3.15 ~ 3.45	1	1	1	3	3	3
	4.15 ~ 4.30		1			5	3		
砂礫	Ag1	6.80	4.30 ~ 4.45		1		3	5	9
			5.15 ~ 5.45	4	4	4	12	12	17.3
			6.15 ~ 6.45	8	9	14	31	31	
砂質シルト	Ac1-2	8.50	7.15 ~ 7.45	3	2	2	7	7	6
			8.15 ~ 8.45	1	2	2	5	5	
シルト質砂	As1	10.15	9.15 ~ 9.45	2	3	3	8	8	8
腐植土	Ac1-1	11.30	10.15 ~ 10.45	1	1	1	3	3	4.5
			11.15 ~ 11.30	2			5	6	
砂質シルト	Ac2	12.80	11.30 ~ 11.45		1		2	5	6
			12.15 ~ 12.45	2	2	2	6	6	6
粘土		13.70	13.15 ~ 13.45	2	2	2	6	6	
砂質シルト		14.60	14.15 ~ 14.45	2	3	3	8	8	8
砂	As2	15.35	15.15 ~ 15.35	5	5		13	15	15
砂		15.70	15.35 ~ 15.45			3		9	9
シルト質砂		16.90	16.15 ~ 16.45	3	4	6	13	13	13
砂質粘土	Ac2	19.75	17.15 ~ 17.45	2	1	2	5	5	6
			18.15 ~ 18.45	2	1	3	6	6	
			19.15 ~ 19.45	2	2	3	7	7	
シルト質砂		21.80	20.15 ~ 20.45	4	4	5	13	13	11.5
			21.15 ~ 21.45	3	3	4	10	10	
砂	As2	25.60	22.15 ~ 22.45	5	9	11	25	25	19.5
			23.15 ~ 23.45	7	6	7	20	20	
			24.15 ~ 24.45	6	6	4	16	16	
			25.15 ~ 25.45	7	5	5	17	17	
砂		27.70	26.15 ~ 26.45	7	8	9	24	24	20.5
			27.15 ~ 27.45	6	6	5	17	17	

砂混じりシルト	Ac3	29.30	28.15 ~ 28.45	2	3	3	8	8	8.5
			29.15 ~ 29.30	3			11	9	
シルト質砂	As3	29.80	29.30 ~ 29.45		3	5		15	15
礫混じり砂	Asg3	30.90	30.15 ~ 30.45	9	12	14	35	35	35
砂	As3	32.25	31.15 ~ 31.45	3	4	8	15	15	21
			32.15 ~ 32.25	9			36	27	
礫混じり砂	Asg3	33.40	32.25 ~ 32.45		11	16		40.5	31.5
			33.15 ~ 33.40	9	6	4	19	22.5	
砂	As3	34.20	33.40 ~ 33.45					-	-
			34.15 ~ 34.20	18			50/25	-	
砂礫	Ag3	34.90	34.20 ~ 34.40		20	12/5		64	64
砂質シルト	Ac3	36.30	35.15 ~ 35.45	3	3	4	10	10	11
			36.15 ~ 36.30	4			18	12	
砂礫	Ag3	36.60	36.30 ~ 36.45		4	10		30	30
砂	As3	37.90	37.15 ~ 37.45	8	6	6	20	20	20
礫混じり砂	Asg3	38.70	38.15 ~ 38.45	6	7	13	26	26	26
砂	As3	39.90	39.15 ~ 39.45	5	7	7	19	19	19
砂質シルト	Ac3	41.80	40.15 ~ 40.45	3	3	4	10	10	11
			41.15 ~ 41.45	4	4	4	12	12	
腐植土	Dc1	43.10	42.15 ~ 42.45	3	3	3	9	9	9
礫混じり粘土		43.90	43.15 ~ 43.45	3	2	8	13	13	13
礫混じり砂	Dg1	45.85	44.00 ~ 44.12	36	14/2		50/12	-	29
			45.15 ~ 45.45	8	9	12	29	29	
粘土混じり砂礫	Dg2	51.13	46.00 ~ 46.18	22	28/8		50/18	66	57.5
			47.15 ~ 47.39	18	18	14/4	50/24	54	
			48.05 ~ 48.26	23	24	3/1	50/21	71.4	
			49.15 ~ 49.40	13	19	18/5	50/25	48	
			50.05 ~ 50.23	16	34/8		50/18	48	
			51.00 ~ 51.13	42	8/3		50/13	-	

■: 礫当たり値とし平均値に用いない

№.2 孔

土質	記号	深度 m		N 値				地層 N 値	
				10	20	30	N 値	換算	平均
砂礫	B	1.75	1.15 ~ 1.45	9	15	26/4	50/24	36	36
シルト質砂	As1	2.80	2.15 ~ 2.45	2	3	3	8	8	8
砂質シルト	Ac1-1	3.50	3.15 ~ 3.45	1	2	1	4	4	4
砂混じり粘土		7.00	4.15 ~ 4.45	1	1	1	3	3	2
			5.15 ~ 5.45	1	1	1	3	3	
		7.00	6.15 ~ 6.45	0/50			0/50	0/50	
砂質シルト	Ac1-2	7.70	7.15 ~ 7.45	1	1	4	6	6	6
砂混じり粘土	Ac1-1	10.80	8.15 ~ 8.45	1	1	1	3	3	2
			9.15 ~ 9.45	0/50			0/50	0/50	
			10.80	10.15 ~ 10.45	1	1	1	3	3
腐植土		11.40	11.15 ~ 11.40	1	1	1	3	3	3
粘土	13.00	11.40 ~ 11.45				1	3	-	4
		12.15 ~ 12.45	1	1	2	4	4		
砂質シルト	Ac2	17.60	13.15 ~ 13.45	2	3	2	7	7	6.2
			14.15 ~ 14.45	2	2	3	7	7	
			15.15 ~ 15.45	2	2	2	6	6	
			16.15 ~ 16.45	1	2	1	4	4	
			17.60	17.15 ~ 17.45	2	2	3	7	7
砂混じり粘土	19.50	18.15 ~ 18.45	2	1	3	6	6	5.5	
		19.15 ~ 19.45	2	1	2	5	5		
シルト質砂	As2	21.70	20.15 ~ 20.45	3	3	4	10	10	11.5
			21.15 ~ 21.45	4	3	6	13	13	
粘土	Ac2	22.60	22.15 ~ 22.45	2	2	2	6	6	6
シルト質砂	As2	24.90	23.15 ~ 23.45	4	4	5	13	13	15
			24.15 ~ 24.45	5	5	7	17	17	
粘土	Ac2	26.20	25.15 ~ 25.45	2	2	3	7	7	7
			26.15 ~ 26.20	2			12	-	
砂	As2	27.00	26.20 ~ 26.45		4	6		15	15
粘土	Ac3	28.80	27.15 ~ 27.45	2	2	3	7	7	8.5
			28.15 ~ 28.45	3	3	4	10	10	
砂質シルト			30.70	29.15 ~ 29.45	4	5	5	14	14
		30.15 ~ 30.45		4	4	5	13	13	
砂	As3	32.60	31.15 ~ 31.45	3	3	4	10	10	14
			32.15 ~ 32.45	3	7	8	18	18	
礫混じり砂	Asg3	34.80	33.15 ~ 33.45	16	15	12	43	43	36.5
			34.15 ~ 34.45	7	10	13	30	30	
シルト混じり砂	As3	35.60	35.15 ~ 35.45	8	10	11	29	29	29
砂質シルト	Ac3	36.80	36.15 ~ 36.45	4	4	5	13	13	13

礫混じり砂	Asg3	39.70	37.15 ~ 37.45	9	9	11	29	29	35
			38.15 ~ 38.45	8	13	13	34	34	
			39.15 ~ 39.45	11	19	12	42	42	
砂質粘土	Dc3	40.70	40.15 ~ 40.45	8	8	5	21	21	21
砂礫	Dg1	43.80	41.05 ~ 41.24	18	32/9		50/19	54	54
			42.00 ~ 42.07	50/7		50/7	-		
			43.00 ~ 43.03	50/3		50/3	-		
粘土混じり砂礫	Dg2	46.42	44.15 ~ 44.42	13	18	19/7	50/27	55.6	57.9
			45.15 ~ 45.39	14	25	11/4	50/24	62.5	
			46.15 ~ 46.42	12	18	20/7	50/27	55.6	

■: 礫当たり値とし平均値に用いない

地層区分（5-1 地層構成参照）によりN値をまとめると、表 4-2-2 の通りである。

表 4-2-2 地層とN値

地層		記号	土質	N 値の範囲		個数	平均 N 値		
				No.1	No.2				
現世	盛土	B	砂礫	15	36	2	25.5		
沖積層	谷底堆積物	上位層	Ac1-1	粘土 砂混じり粘土 砂質粘土 砂質シルト 腐植土	3~6	0~4	14	3	
			As1	シルト質砂	8	8	2	8	
			Ac1-2	砂質シルト	5、7	6	3	6	
			Ag1	砂礫	9~31		3	17.3	
		中位層	Ac2	粘土 砂混じり粘土 砂質粘土 砂質シルト	5~8	4~7	16	6.2	
			As2	砂 シルト質砂	9~25	10~17	16	15.4	
		下位層	Ac3	粘土 砂混じりシルト 砂質シルト	8~13	7~21	11	10.7	
			As3	シルト混じり砂 シルト質砂 砂	15~27	10~29	8	19.1	
			Asg3	礫混じり砂	22.5~ 40.5	29~43	9	33.6	
			Ag3	砂礫	30、64		2	47	
		洪積層	段丘 堆積物	Dc1	砂質粘土 腐植土 礫混じり粘土	9、13	21	3	14.3
				Dg1	礫混じり砂 砂礫	29	54	2	41.5
Dg2	粘土混じり砂礫			48~71.4	55.6~62.5	8	57.6		

■: 分布が見られない

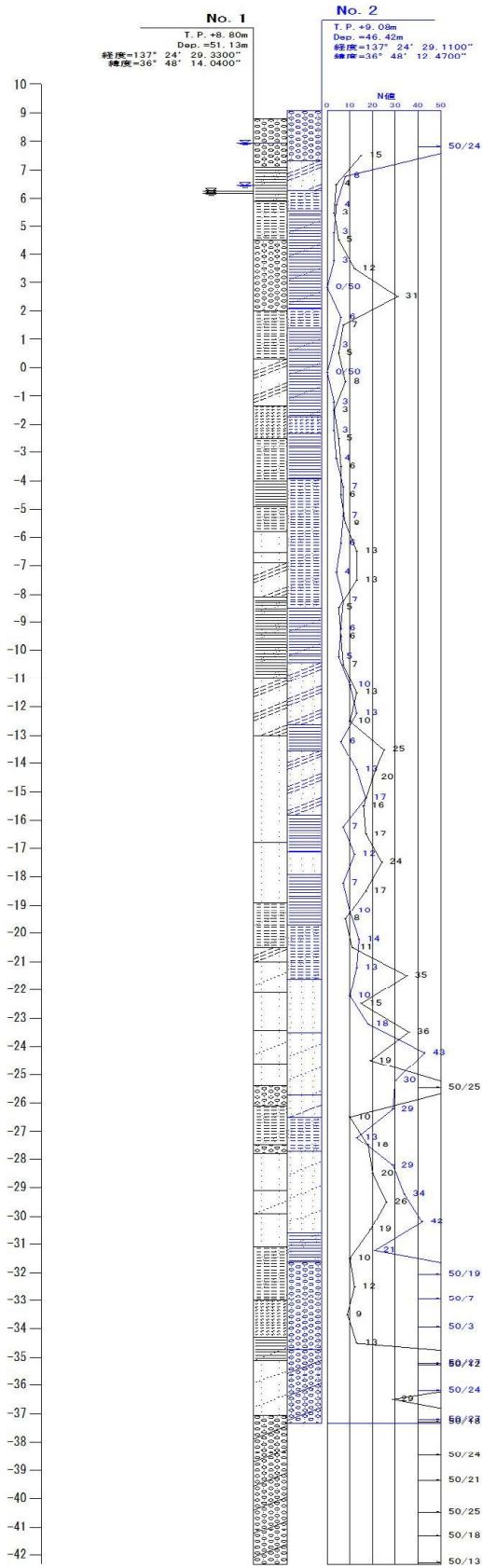


図 4 - 2 - 1 N値分布図

4-3 室内土質試験結果

室内土質試験は、標準貫入試験時に採取された『乱れた試料』により、「土の粒度試験」を行った。

本業務では、液状化の検討に当たり、細粒分含有率を確認する必要があるため、「ふるい分析」を行った。

室内土質試験の結果は、「室内土質試験データシート」として巻末に添付した。

土質の主な特性は、次の通りである。

1. 粒度組性

各土層の粒度組性は、表 4-3-1 に示す通りである。

表 4-3-1 土質試験結果一覧表

No.1 孔

試料 番号	土質	記号	深度 (GL-m)	N 値	土の分類	粒度 (%)			均等 係数
						細粒分	砂分	礫分	
1-2	砂質粘土	Ac1-1	2.15 ~ 2.45	4	礫混じり砂質粘性土	59.5	35.4	5.1	
1-3	砂質シルト		3.15 ~ 3.45	3	砂質粘性土	63.2	36.8	0.0	
1-4-1			4.15 ~ 4.30	3	礫混じり粘性土質砂	39.1	54.2	6.7	
1-4-2	砂礫	Ag1	4.30 ~ 4.45	9	粘性土質礫質砂	16.4	45.9	37.7	
1-5			5.15 ~ 5.45	12	粘性土混じり砂質礫	12.5	36.9	50.6	
1-6			6.15 ~ 6.45	31	粘性土混じり砂質礫	5.8	21.9	72.3	57.1
1-7	砂質シルト	Ac1-2	7.15 ~ 7.45	7	粘性土質砂	34.5	65.5	0.0	
1-8			8.15 ~ 8.45	5	砂質粘性土	63.5	36.5	0.0	
1-9	シルト質砂	As1	9.15 ~ 9.45	8	粘性土質砂	26.8	73.2	0.0	
1-10	腐植土	Ac1-1	10.15 ~ 10.45	3	砂質粘性土	68.7	31.3	0.0	
1-11-1			11.15 ~ 11.30	6	砂質粘性土	79.4	20.6	0.0	
1-11-2	砂質シルト	Ac2	11.30 ~ 11.45	6	砂質粘性土	61.9	38.1	0.0	
1-12			12.15 ~ 12.45	6	砂質粘性土	58.5	41.5	0.0	
1-13	粘土		13.15 ~ 13.45	6	砂混じり粘性土	89.2	10.8	0.0	
1-14	砂質シルト		14.15 ~ 14.45	8	砂質粘性土	56.9	43.1	0.0	
1-15-1	砂	As2	15.15 ~ 15.35	15	粘性土混じり砂	13.7	84.9	1.4	
1-15-2	砂		15.35 ~ 15.45	9	粘性土混じり礫質砂	7.9	59.3	32.8	12.2
1-16	シルト質砂		16.15 ~ 16.45	13	粘性土質砂	31.3	68.7	0.0	
1-17	砂質粘土	Ac2	17.15 ~ 17.45	5	砂質粘性土	68.9	31.1	0.0	
1-18			18.15 ~ 18.45	6	砂質粘性土	63.9	36.1	0.0	
1-19			19.15 ~ 19.45	7	砂質粘性土	69.2	30.2	0.6	
1-20	シルト質砂	As2	20.15 ~ 20.45	13	粘性土質砂	36.0	64.0	0.0	

№.2 孔

試料 番号	土質	記号	深度 (GL-m)	N 値	土の分類	粒度 (%)			均等 係数	
						細粒分	砂分	礫分		
2-2	シルト質砂	As1	2.15 ~ 2.45	8	礫混じり粘性土質砂	25.2	68.8	6.0		
2-3	砂質シルト	Ac1-1	3.15 ~ 3.45	4	砂質粘性土	56.7	42.4	0.9		
2-4	砂混じり粘土		4.15 ~ 4.45	3	砂質粘性土	58.1	40.5	1.4		
2-5			5.15 ~ 5.45	3	砂質粘性土	83.0	17.0	0.0		
2-6			6.15 ~ 6.45	0/50	砂混じり粘性土	92.3	7.7	0.0		
21-7	砂質シルト	Ac1-2	7.15 ~ 7.45	6	粘性土質砂	48.0	52.0	0.0		
2-8	砂混じり粘土	Ac1-1	8.15 ~ 8.45	3	粘性土	98.6	1.4	0.0		
2-9			9.15 ~ 9.45	0/50	砂混じり粘性土	86.1	13.9	0.0		
2-10			10.15 ~ 10.45	3	砂混じり粘性土	85.9	14.1	0.0		
2-11-1	腐植土		11.15 ~ 11.40	3	粘性土	98.8	1.2	0.0		
2-11-2	粘土		11.40 ~ 11.45	-	粘性土	96.5	3.5	0.0		
2-12			12.15 ~ 12.45	4	砂質粘性土	63.5	36.5	0.0		
2-13	砂質シルト	Ac2	13.15 ~ 13.45	7	砂質粘性土	80.7	19.3	0.0		
2-14			14.15 ~ 14.45	7	砂質粘性土	80.4	19.6	0.0		
2-15			15.15 ~ 15.45	6		97.2	1.8	1.1		
2-16			16.15 ~ 16.45	4	砂質粘性土	72.0	28.0	0.0		
2-17			17.15 ~ 17.45	7	砂混じり粘性土	91.1	8.9	0.0		
2-18			砂混じり粘土	18.15 ~ 18.45	6	砂混じり粘性土	92.7	7.3	0.0	
2-19	19.15 ~ 19.45			5	砂質粘性土	83.7	16.3	0.0		
2-20	シルト質砂		As2	20.15 ~ 20.45	10	砂質粘性土	53.9	46.1	0.0	

2. 均等係数

均等係数 U_c は、粒径加積曲線の通過質量百分率のある値に相当する粒径を用いて、粒径加積曲線の広がりを経数的に表した指数であり、 U_c が大きくなるほど粒度分布が広いことを示している。

均等係数 U_c は、次の式より求める。

$$\text{均等係数 } U_c = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

均等係数 U_c は、 $U_c \geq 10$ が「粒径幅が広い」、 $U_c < 10$ が「分級された」としている。

ただし、これは細粒分 5%未満の粗粒土に適用される。

粒径幅が広い土は、粒径の異なる土粒子が混じり合っており、よく締め固めると大きい密度が得やすいので、土工（盛土材料）には適した土になる。

また、均等な粒度の砂質土は、地震時に液状化する可能性が高いため、均等係数は、液状化の検討のための一つの指標となる。

今回は、全ての試料が、細粒分 5%以上の細粒土である。

3. 粒度試験から透水係数の推定

粒度加積曲線の通過質量百分率のある値に相当する粒径を用いて、砂質土の透水係数の概略値を推定する方法が多く用いられている。

(「地盤材料試験の方法と解説 P.129」地盤工学会 2013)。

Creager (クレージャー) は、20%粒径 D20 と透水係数 k との関係を、表 4-3-2 に示す通りに提案した。

この表に基づいて、次式の概算式にて透水係数 k を求める。

$$k = 0.359D20^{2.37} \quad (0.005 \text{ mm} \leq D20 \leq 2 \text{ mm})$$

ここで、k : 透水係数 (cm/s)、D20 : 20%粒径 (mm)

表 4-3-2 D20 と透水係数の関係

D20 (mm)	k (cm/sec)	土質分類	D20 (mm)	k (cm/sec)	土質分類
0.005	3.00×10^{-6}	粗粒粘土	0.18	6.85×10^{-3}	微粒砂
0.01	1.05×10^{-5}	細粒シルト	0.20	8.90×10^{-3}	
0.02	4.00×10^{-5}	粗粒シルト	0.25	1.40×10^{-2}	
0.03	8.50×10^{-5}		0.30	2.20×10^{-2}	中粒砂
0.04	1.75×10^{-4}		0.35	3.20×10^{-2}	
0.05	2.80×10^{-4}		0.40	4.50×10^{-2}	
0.06	4.60×10^{-4}	極微粒砂	0.45	5.80×10^{-2}	
0.07	6.50×10^{-4}		0.50	7.50×10^{-2}	
0.08	9.00×10^{-4}		0.60	1.10×10^{-1}	
0.09	1.40×10^{-3}		0.70	1.80×10^{-1}	
0.10	1.75×10^{-3}	微粒砂	0.80	2.15×10^{-1}	粗粒砂
0.12	2.60×10^{-3}		0.90	2.80×10^{-1}	
0.14	3.80×10^{-3}		1.00	3.60×10^{-1}	
0.16	5.10×10^{-3}		2.00	1.80	

「地盤材料試験の方法と解説 P.129」(地盤工学会 2013)

土の粒度試験により、20%粒径より推定される透水係数は、表 4-3-3 の通りである。

表 4-3-3 粒度分布 D20 による透水係数

No.1 孔

試料番号	土質区分	記号	深度 (GL-m)	N 値	20% 粒径 D20 (mm)	透水係数 (cm/sec)	
1-2	砂質粘土	Ac1-1	2.15 ~ 2.45	4	なし		
1-3	砂質シルト		3.15 ~ 3.45	3	なし		
1-4-1			4.15 ~ 4.30	3	なし		
1-4-2	砂礫	Ag1	4.30 ~ 4.45	9	0.112	2.00×10^{-3}	
1-5			5.15 ~ 5.45	12	0.223	1.02×10^{-2}	
1-6			6.15 ~ 6.45	31	0.775	1.96×10^{-1}	
1-7	砂質シルト	Ac1-2	7.15 ~ 7.45	7	なし		
1-8			8.15 ~ 8.45	5	なし		
1-9	シルト質砂	As1	9.15 ~ 9.45	8	なし		
1-10	腐植土	Ac1-1	10.15 ~ 10.45	3	なし		
1-11-1			11.15 ~ 11.30	6	なし		
1-11-2	砂質シルト	Ac2	11.30 ~ 11.45	6	なし		
1-12			12.15 ~ 12.45	6	なし		
1-13			粘土	13.15 ~ 13.45	6	なし	
1-14			砂質シルト	14.15 ~ 14.45	8	なし	
1-15-1	砂	As2	15.15 ~ 15.35	15	0.140	3.40×10^{-3}	
1-15-2	砂		15.35 ~ 15.45	9	0.306	2.17×10^{-2}	
1-16	シルト質砂		16.15 ~ 16.45	13	なし		
1-17	砂質粘土	Ac2	17.15 ~ 17.45	5	なし		
1-18			18.15 ~ 18.45	6	なし		
1-19			19.15 ~ 19.45	7	なし		
1-20	シルト質砂	As2	20.15 ~ 20.45	13	なし		

No.2 孔

試料番号	土質区分	記号	深度 (GL-m)	N 値	20% 粒径 D20 (mm)	透水係数 (cm/sec)
2-2	シルト質砂	As1	2.15 ~ 2.45	8	なし	
2-3	砂質シルト	Ac1-1	3.15 ~ 3.45	4	なし	
2-4	砂混じり粘土		4.15 ~ 4.45	3	なし	
2-5			5.15 ~ 5.45	3	なし	
2-6			6.15 ~ 6.45	0/50	なし	
21-7	砂質シルト	Ac1-2	7.15 ~ 7.45	6	なし	
2-8	砂混じり粘土	Ac1-1	8.15 ~ 8.45	3	なし	
2-9			9.15 ~ 9.45	0/50	なし	
2-10			10.15 ~ 10.45	3	なし	
2-11-1	腐植土		11.15 ~ 11.40	3	なし	
2-11-2	粘土	11.40 ~ 11.45	-	なし		
2-12		12.15 ~ 12.45	4	なし		
2-13	砂質シルト	Ac2	13.15 ~ 13.45	7	なし	
2-14			14.15 ~ 14.45	7	なし	
2-15			15.15 ~ 15.45	6	なし	
2-16			16.15 ~ 16.45	4	なし	
2-17			17.15 ~ 17.45	7	なし	
2-18	砂混じり粘土		18.15 ~ 18.45	6	なし	
2-19		19.15 ~ 19.45	5	なし		
2-20	シルト質砂	As2	20.15 ~ 20.45	10	なし	

一般に透水性と土質と関係は、図 4-3-1 の通りに示される。

		透水係数 k (cm/s)											
		10 ⁻⁹	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁰	10 ⁺¹	10 ⁺²
透水性		事実上不透水		非常に低い		低い		中位		高い			
対応する土の種類	粘性土	微細砂、シルト 砂-シルト-粘土混合土				砂及び礫			清浄な礫				
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				清浄な砂と礫は粒度と間隙比から計算							

「地盤調査の方法と解説 P.488」 (地盤工学会 2013)

図 4-3-1 透水性と土質区分

§ 5 考察

5-1 地層構成

調査地は、地形・地質概要で述べた通り、角川流域の谷平野に位置する。

調査地は、低位開析扇状地が角川の谷平野に没した所であり、角川の谷底堆積物である砂・礫および粘土からなる。

調査ボーリングの結果、調査地の地層は、上位より、盛土、谷底堆積物、洪積層の開析扇状地堆積物に大別される。

各地層の特徴は、以下の通りである。

なお、地層の分布状況は、地層断面図に示す通りである。

(1) 盛土

調査地は、新川文化ホールのイベント広場に位置する。

広場造成に伴う盛土箇所である。

No.1 地点では、GL-1.70mまで、No.2 地点では、GL-1.75mまで分布する。

表層 5～8 cmは、芝の根。

径 5～6 cmの円礫が点在する。

径 3 cm以下の円礫～亜円礫を多く含む。

礫には風化が見られる。

基質は、粘土が混じる砂。細砂が多い。

含水小。

N値は、混入する礫の影響で、15～36（平均N値 25.5）であるが、締まっている。

(2) 沖積層

角川流域の谷平野は、早月川右岸の中島台地と片貝川隆起扇状地間の谷平野で、上野隆起扇状地を挟んで早月川新扇状地とはおよそ 30m 余り低くなっている。

角川沿いは低地となっており、調査地点は、角川の谷平野の、旧谷筋付近に当たると思われる。

背後の山地から流入する、角川が運搬した土砂で、沖積層が厚く堆積している。

谷底堆積物は、礫、砂、シルト、粘土が、非常に不規則、不均質に混じり、粘性土と砂質土の互層からなる。

この堆積環境の特徴は、河川の営力（地表面の変動を引き起こす自然力）や蛇行による河道の位置、海面の変動などにより、堆積する土質に差異があり、互層が形成される。

河川の営力が強大な時には砂礫が堆積し、流れが緩やかな時には細砂、シルト、粘土の堆積が見られる。

また、蛇行による河道の位置により、堆積物の構成が異なる。

沖積層は、その特徴から、上位層、中位層、下位層の 3 層に区分できる。

No.1 地点では、GL-41.80m まで、No.2 地点では、GL-39.70m まで分布する。

1. 上位層

No.1 地点では、GL-11.30m まで、No.2 地点では、GL-13.00m まで分布する。

粘性土 (Ac1-1、Ac1-2)、砂質土 (As1)、砂礫 (Ag1) からなる。

粘性土 (Ac1-1)

盛土の下位に、広く分布する。

暗青灰色を示す。

軟らかい粘土、シルトを主体とし、細砂～中砂を不均一に混入する。

粘土、砂混じり粘土、砂質粘土、砂質シルトからなる。

黒色の腐植片、植物片を混入する。

含水小。

No.1 地点では、GL-10.15～11.30m 間に、No.2 地点では、GL-10.80～11.40m 間に、腐植土が介在する。

暗褐色を示す、粘土、砂質粘土からなる。

黒色の木片、腐植片、腐植物を多量に混入する。

含水小。

N 値は、自沈～6（平均 N 値 3）で、非常に軟らかい～軟らかい。

砂質土 (As1)

No.1 地点では、GL-8.50～10.15m間に、No.2 地点では、盛土下位に GL-2.80mまで分布する。

暗灰～暗褐色を示す、シルト質砂からなる。

砂は、細砂～中砂を主体とし、シルトを薄く挟む。

一部に、黒色の木片と腐植片、径 1 cm以下の礫を混入する。

含水小。

N値は、8 で、締まりは緩い。

粘性土 (Ac1-2)

No.1 地点では、GL-6.80～8.50m間に、No.2 地点では、GL-7.00～7.70m間に、砂質シルトが分布する。

暗青灰色を示す。

砂は、細砂～中砂を主体とする。シルト、砂を挟む所がある。

黒色の腐植片を混入する。

含水小～中位。

N値は、5～7 (平均N値 6) で、中位硬い。

砂礫 (Ag1)

No.1 地点では、GL-4.30～6.80m間に分布する。

暗灰色を示す。

最大径 4～5 cm、径 3 cm以下の円礫を多く含む。礫量は、30%程度。

GL-6.00mより、礫径、礫量が大きくなる。

礫量は、50%程度。

基質は、細砂～粗砂まで含む。中砂が多い。

含水小～中位。

N値は、混入する礫の影響でバラツキがあり、9～31 (平均N値 17.3) で、中位締まる。

2. 中位層

No.1 地点では、GL-27.70mまで、No.2 地点では、GL-27.00mまで分布する。
粘性土（Ac2）と砂質土（As2）の、不規則な互層からなる。

粘性土（Ac2）

暗青灰色、一部は、暗灰～暗褐色を示す。
中位硬い粘土、シルトを主体とし、細砂～中砂を不均一に混入する。
粘土、砂質粘土、砂質シルトからなる。
砂は、細砂～中砂を主体とする。
シルト、砂を挟む所がある。
黒色の木片、腐植片を混入する。
含水僅か～小。
N値は、4～8（平均N値 6.2）で、中位硬い。

砂質土（As2）

暗灰～暗青灰色を示す。
砂、シルト質砂からなる。
砂は、細砂～中砂を主体とする。
一部は、中砂～粗砂を主体とし、径 1 cm以下の礫を混入する。
シルト、粘土が混じる所、腐植土を挟む所があり、黒色の木片と腐植片を混入する。
含水僅か～小。
N値は、9～25（平均N値 15.4）で、中位締まる。

3. 下位層

No.1 地点では、GL-43.90mまで、No.2 地点では、GL-40.70mまで分布する。
礫の堆積が見られる。
粘性土（Ac3）、砂質土（As3）、礫混じり砂（Asg3）、砂礫（Ag3）の、不規則な互層からなる。

粘性土（Ac3）

暗青灰色、一部は、暗灰～暗褐灰色を示す。
中位硬い粘土、シルトを主体とし、細砂～中砂を不均一に混入する。
粘土、砂混じりシルト、砂質シルトからなる。
砂は、細砂～中砂を主体とする。
黒色の腐植片を混入する。

含水僅か～小。

N値は、7～21（平均N値 10.7）で、硬い。

砂質土 (As3)

暗灰色を示す。

シルト混じり砂、シルト質砂、砂からなる。

砂質土は、細砂～中砂を主体とし、シルトを薄く挟む。

砂は、細砂～粗砂まで含む。

径 1 cm以下の円礫を僅かに混入する。

シルト、粘土が混じる所があり、黒色の木片と腐植片を混入する。

含水小～中位。

N値は、10～29（平均N値 19.1）で、中位締まる。

礫混じり砂 (Asg3)

暗灰色を示す。

径 2 cm以下の円礫を多く含む。

径 4～5 cmの円礫がある。

砂は、細砂～粗砂まで含む。

中砂、粗砂が多い。

礫量は、15～30%程度。

含水小～中位。

N値は、22.5～43（平均N値 33.6）で、密に締まる。

砂礫 (Ag3)

暗灰色を示す。

最大径3～4cm、径2cm以下の円礫を多く含む。

基質は、細砂～粗砂まで含む。

含水中位～大。

N値は、30、64（平均N値 47）で、密に締まる。

(3) 洪積層 (段丘堆積物)

調査地は、洪積層の開析扇状地末端面が、角川の谷底平野に没した所であり、角川沿いの平坦地の地下には、段丘堆積物が広く分布している。

ボーリング調査の結果、調査地は礫層が卓越する。

礫層には、風化の進行が認められる。

上位より、粘性土 (Dc1)、礫混じり砂～砂礫 (Dg1)、粘土混じり砂礫 (Dg2) に区分できる。

谷底堆積物の下位に、No.1 地点では、GL-41.80mより、No.2 地点では、GL-39.70mより分布する。

1. 粘性土 (Dc1)

No.1 地点では、GL-43.90mまで、暗褐灰色を示す、腐植土～礫混じり粘土からなる。

粘土を主体とし、細砂～中砂を僅かに混入する。

黒色の木片、腐植片を混入する。

GL-43.10mより、最大径 4 cm、径 2 cm以下の円礫を混入する。

含水僅か。

No.2 地点では、GL-40.70mまで、暗黄灰色を示す、砂質粘土からなる。

砂は、細砂～中砂を主体とする。

風化土状を呈す。

黒色の腐植片を混入する。

含水小。

N値は、9～21 (平均N値 14.3) で、硬い。

2. 礫混じり土～砂礫 (Dg1)

No.1 地点では、GL-45.85mまで、No.2 地点では、GL-43.80mまで分布する。

暗灰色を示す。

最大径 4～5 cm、径 3 cm以下の円礫を多く含む。

礫量は、最大 50%程度。

基質は、細砂～粗砂まで含む。シルト、粘土が多く混じる。

一部に、黒色の腐植片を混入する。

含水僅か～中位。

N値は、29、54 (平均N値 41.5) で、密に締まる。

3. 粘土混じり砂礫 (Dg2)

No.1 地点では、GL-45.85mより、No.2 地点では、GL-43.80mより、ボーリング深度まで分布する。

黄褐色を示す。

最大径3～4cm、径2cm以下の円礫を多く含む。

風化礫を多く混入する。

全体に風化が進行し、指先で簡単に崩せる。

基質は、風化土状を呈し、砂状～粘土状化が著しい。

コアは、細砂～粗砂まで含み、中砂が多い。

シルト、粘土が多く混じる。

含水僅か。

N値は、混入する礫の影響で非常に高い値を示すが、礫当たりの影響を除けば、48～71.4 (換算N値 57.6) で、非常に密に締まる。

《混入する礫について》

礫、玉石は、旧河床や扇状地などに分布することが多く、大小さまざまな径の礫が堆積しており、ボーリングで玉石に当たらないことも多い。

また、河川堆積物の礫、玉石の形は、多くの場合球状ではなく扁平で、平たく並ぶ傾向があるので、垂直に確認するボーリングでは、礫径は短辺となる可能性がある。

ボーリング時の最大礫径は5cmであり、ボーリングにおける礫径の推定は難しいので、経験則により、ボーリング調査による最大径の2～4倍の石が含まれていることが示されている。

調査地の地層層序を、表 5-1-1 に示す。

表 5-1-1 調査地の地層層序

地層		記号	土質	色調	平均 N 値	土質特性	
現世	盛土	B	砂礫	-	25.5	調査地は、イベント広場に位置する。 地質は非常に不均質であり、盛土と想定される。	
完新世	谷底堆積物	上位層	Ac1-1	粘土 砂混じり粘土 砂質粘土 砂質シルト	暗青灰	3	軟らかい粘土、シルトを主体とし、細砂～中砂を不均一に混入する。 黒色の腐植片、植物片を混入する。含水小。 一部に、暗褐灰色を示す、腐植土が介在する。 黒色の木片、腐植片、腐植物を多量に混入する。 含水小。
			As1	シルト質砂	暗灰～ 暗褐灰	8	砂は、細砂～中砂を主体とし、シルトを薄く挟む。 一部に、黒色の木片と腐植片、径 1 cm 以下の礫を混入する。含水小。
			Ac1-2	砂質シルト	暗青灰	6	砂は、細砂～中砂を主体とする。 シルト、砂を挟む所がある。 黒色の腐植片を混入する。含水小～中位。
			Ag1	砂礫	暗灰	17.3	最大径 4～5 cm、径 3 cm 以下の円礫を多く含む。 礫量は、30%程度。 GL-6.00m より、礫径、礫量が大きくなる。 基質は、細砂～粗砂まで含む。含水小～中位。
	中位層	Ac2	粘土 砂質粘土 砂質シルト	暗青灰 ・ 暗灰～ 暗褐色	6.2	中位硬い粘土、シルトを主体とし、細砂～中砂を不均一に混入する。 砂は、細砂～中砂を主体とする。シルト、砂を挟む所がある。 黒色の木片、腐植片を混入する。含水僅か～小。	
		As2	砂 シルト質砂	暗灰～ 暗青灰	15.4	砂は、細砂～中砂を主体とする。一部は、中砂～粗砂を主体とし、径 1 cm 以下の礫を混入する。 シルト、粘土が混じる所、腐植土を挟む所があり、黒色の木片と腐植片を混入する。含水僅か～小。	
	下位層	Ac3	粘土 砂混じりシルト 砂質シルト	暗青灰 ・ 暗灰～ 暗褐色	10.7	中位硬い粘土、シルトを主体とし、細砂～中砂を不均一に混入する。 砂は、細砂～中砂を主体とする。 黒色の腐植片を混入する。含水僅か～小。	
		As3	シルト混じり砂 シルト質砂 砂	暗灰	19.1	砂質土は、細砂～中砂を主体。シルトを薄く挟む。 砂は、細砂～粗砂まで含む。径 1 cm 以下の円礫を僅かに混入する。 シルト、粘土が混じる所があり、黒色の木片と腐植片を混入する。含水小～中位。	
		Asg3	礫混じり砂	暗灰	33.6	径 2 cm 以下の円礫を多く含む。 径 4～5 cm の円礫がある。 砂は、細砂～粗砂まで含む。中砂、粗砂が多い。 含水小～中位。	
		Ag3	砂礫	暗灰	47	最大径 3～4 cm、径 2 cm 以下の円礫を多く含む。 基質は、細砂～粗砂まで含む。 含水中位～大。	

洪積層	段丘堆積物	Dc1	腐植土～礫混じり粘土	暗黄灰	14.3	No.1 地点では、粘土を主体とし、細砂～中砂を僅かに混入する。 黒色の木片、腐植片を混入する。 GL-43. 10mより、最大径 4 cm、径 2 cm以下の円礫を混入する。含水僅か。
			砂質粘土	暗黄灰		No.2 地点では、粘土を主体とし、細砂～中砂が多く混じる。風化土状を呈す。 黒色の腐植片を混入する。含水小。
		Dg1	礫混じり砂～砂礫	暗灰、茶灰色	41.5	最大径 4～5 cm、径 3 cm以下の円礫を多く含む。礫量は、最大 50%程度。 基質は、細砂～粗砂まで含む。シルト、粘土が多く混じる。一部に、黒色の腐植片を混入する。 含水僅か～中位。
		Dg2	粘土混じり砂礫	黄褐	57.6	最大径3～4cm、径2cm以下の円礫を多く含む。 風化礫を多く混入する。 全体に風化が進行し、指先で簡単に崩せる。 基質は、風化土状を呈し、砂状～粘土状化が著しい。 コアは、細砂～粗砂まで含み、中砂が多い。 シルト、粘土が多く混じる。 含水僅か。

5-2 支持地盤について

調査ボーリングは、新川こども屋内レクリエーション施設の設計を実施するに当たり、建築基礎部の支持地盤を確認するために行った。

本業務の特記仕様書によれば、“N値 50 以上の支持層を 5m 以上確認した時は、調査職員の指示を受ける”としている。

構造物の支持地盤としては、一般的に、N値が 30 程度以上の砂層、砂礫層またはN値が 20 程度以上の粘性土層が対象とされることが多い。（「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 P. 278～279」 日本道路協会 2012）

また、「設計要領〔道路編〕P. 16-12」（北陸地方整備局 2017）によれば、“支持層の確認は、支持層（N値 50 以上）に達してから、層厚を最低 5m（標準貫入試験で 6 回）確認する”としている。

しかし、支持地盤は、荷重や基礎形状などの条件により、決定することが望ましい。

また、地震時に液状化発生の可能性により、支持地盤の選定に配慮が必要である。

調査ボーリングの結果、調査地では、洪積層の砂礫（Dg1）、粘土混じり砂礫（Dg2）、が支持地盤の条件を満たしており、最も良好な支持地盤と判断される。

N値の分布には、ボーリング地点で違いが見られるため、ボーリング孔別に支持地盤について考察する。

1. No.1 孔

調査ボーリングの結果、GL-43.90mよりN値 50 以上の粘土混じり砂礫（Dg2）となり、N値 50 以上が 5m 以上連続した。

2. No.2 孔

調査ボーリングの結果、GL-40.70mよりN値 50 以上の砂礫（Dg1）となり、N値 50 以上が 5m 以上連続した。

5-3 地盤定数

地盤定数は、土質試験により決定されるが、土質試験が実施されない場合にはN値から推定される。

各地層の一般的な地盤定数を、「地盤調査の方法と解説」（地盤工学会 2013）、「設計要領-道路編」（北陸地方整備局監修 2017）などに示される推定式および推定表などを参考に推定する。

1. 単位体積重量 γ_t

土質状態が対応する、表5-3-1の土の単位体積重量により、表5-3-2の通り推定する。

表5-3-1 土質状態から推定される単位体積重量・内部摩擦角・粘着力

種類		状態		土の単位体積重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (°)	粘着力 (kN/m ²)	
盛土	砂利混じり砂	締め固めたもの		①	20	40	0
	砂	締め固めたもの	粒度の良いもの	②	20	35	0
			粒度の悪いもの	③	19	30	0
	砂質土	締め固めたもの		④	19	25	30以下
粘性土	締め固めたもの		⑤	18	15	50以下	
自然地盤	砂利	密実なもの又は粒度の良いもの		⑥	20	40	0
		密実でないもの又は粒度の悪いもの		⑦	18	35	0
	砂利混じり砂	密実なもの		⑧	21	40	0
		密実でないもの		⑨	19	35	0
	砂	密実なもの又は粒度の良いもの		⑩	20	35	0
		密実でないもの又は粒度の悪いもの		⑪	18	30	0
	砂利と土砂の混合物	密実なもの		⑫	20	35	30以下
		密実でないもの		⑬	17	25	0
	砂質土	密実なもの		⑭	19	30	30以下
		密実でないもの		⑮	17	25	0
	粘性土	固いもの (N=8~15)		⑯	18	25	50以下
		やや軟らかいもの (N=4~8)		⑰	17	20	30以下
		軟らかい (N=2~4)		⑱	16	15	15以下
	粘土及びシルト	固いもの (N=8~15)		⑲	17	20	50以下
		やや軟らかいもの (N=4~8)		⑳	16	15	30以下
軟らかいもの (N=2~4)		㉑	14	10	15以下		

『設計要領-道路編 9-120』（国交省北陸地方整備局 2017）より

表 5-3-2 単位体積重量推定表

地層		記号	土質	平均 N値	単位体積重量 γ_t kN/m ³	根拠 (表5-3-1参考)
現世	盛土	B	砂礫	25.5	20	① 締め固めた砂礫
完新世	谷底堆積物	Ac1-1	粘土 砂混じり粘土 砂質粘土 砂質シルト 腐植土	3	16	⑬ 軟らかい粘性土
		As1	シルト質砂	8	17	⑮ 締まりの緩い砂質土
		Ac1-2	砂質シルト	6	17	⑰ 中位硬い粘性土
		Ag1	砂礫	17.3	20	⑧ ⑨ 中位締まる砂礫
		Ac2	粘土 砂質粘土 砂質シルト	6.2	17	⑰ 中位硬い粘性土
		As2	砂 シルト質砂	15.4	18	⑭ ⑮ 中位締まる砂質土
		Ac3	粘土 砂混じりシルト 砂質シルト	10.7	18	⑯ 硬い粘性土
		As3	シルト混じり砂 シルト質砂 砂	19.1	18	⑭ ⑮ 中位締まる砂質土
		Asg3	礫混じり砂	33.6	21	⑧ 密締まる礫混じり土
		Ag3	砂礫	47	21	⑧ 密締まる砂礫
更新世	段丘堆積物	Dc1	砂質粘土 腐植土 礫混じり粘土	14.3	18	⑯ 硬い粘性土
		Dg1	礫混じり砂 砂礫	41.5	21	⑧ 密締まる礫混じり土
		Dg2	粘土混じり砂礫	57.6	21	⑧ 密締まる砂礫

2. N値

N値は、表 4-2-2 の地層N値（地層の平均N値）とする。

3. 砂質土及び砂礫の内部摩擦角 ϕ

N値と内部摩擦角の関係は、有効上載圧の影響を強く受けているため、有効上載圧を考慮した、道路橋示方書の提案式により推定する。

粘着力 $C=0\text{kN/m}^2$ として、土の内部摩擦角は、次式により算定する。

$$\phi = 4.8 \cdot \ln\{170N / (\sigma v' + 70)\} + 21 \quad (N > 5)$$

ここで、N：N値

ϕ ：内部摩擦角 (°)

$\sigma v'$ ：有効上載圧 (kN/m^2)

「地盤調査の方法と解説 P. 306」

算定値は、表 5-3-3 に示す。

表 5 - 3 - 3 内部摩擦角の推定値

No.1 孔

水位：GL-2.62mとする

深度 (GL-m)	記号	土質	N値	層厚 h (m)	単位体積重量 γt (KN/m^3)	$h \times \gamma$	有効上載圧 $\sigma v'$ (KN/m^2)	内部摩擦角 ϕ (°)
0.00~1.70	B	砂礫	15	1.70	20	34	17	37.2
1.70~2.62	Ac1-1	砂質粘土	4	0.92	16	14.72		0
2.62~2.90				0.28	6	1.68		
2.90~4.30		砂質シルト	3	1.40	6	8.4	0	
4.30~6.80	Ag1	砂礫	17.3	2.50	10	25	71.3	35.6
6.80~8.50	Ac1-2	砂質シルト	6	1.70	7	11.9		0
8.50~10.15	As1	シルト質砂	8	1.65	7	11.55	101.475	30.9
10.15~11.30	Ac1-1	腐植土	4.5	1.15	6	6.9		0
11.30~12.80	Ac2	砂質シルト	6	1.50	7	10.5		0
12.80~13.70		粘土	6	0.90		6.3	0	
13.70~14.60		砂質シルト	8	0.90		6.3	0	
14.60~15.35	As2	砂	15	0.75	8	6	140.25	33.0
15.35~15.70		砂	9	0.35		2.8	144.65	30.4
15.70~16.90		シルト質砂	13	1.20		9.6	150.85	32.1
16.90~19.75	Ac2	砂質粘土	6	2.85	7	19.95		0
19.75~21.80	As2	シルト質砂	11.5	2.05	8	16.4	183.8	30.8
21.80~25.60		砂	19.5	3.80		30.4	207.2	33.0
25.60~27.70		砂	20.5	2.10		16.8	230.8	32.8

27.70~29.30	Ac3	砂混じりシルト	8.5	1.60	8	12.8		0
29.30~29.80	As3	シルト質砂	15	0.50	8	4	254	30.9
29.80~30.90	Asg3	礫混じり砂	35	1.10	11	12.1	262.05	34.9
30.90~32.25	As3	砂	21	1.35	8	10.8	273.5	32.2
32.25~33.40	Asg3	礫混じり砂	31.5	1.15	11	12.65	285.225	34.0
33.40~34.20	As3	砂	-	0.80	8	6.4	294.75	-
34.20~34.90	Ag3	砂礫	64	0.70	11	7.7	301.8	37.2
34.90~36.30	Ac3	砂質シルト	11	1.40	8	11.2		0
36.30~36.60	Ag3	砂礫	30	0.30	11	3.3	318.5	33.4
36.60~37.90	As3	砂	20	1.30	8	10.4	325.35	31.3
37.90~38.70	Asg3	礫混じり砂	26	0.80	11	8.8	334.95	32.5
38.70~39.90	As3	砂	19	1.20	8	9.6	344.15	30.9
39.90~41.80	Ac3	砂質シルト	11	1.90	8	15.2		0
41.80~43.10	Dc1	腐植土	9	1.30	8	10.4		0
43.10~43.90		礫混じり粘土	13	0.80	8	6.4		0
43.90~45.85	Dg1	礫混じり砂	29	1.95	11	21.45	391.675	32.4
45.85~51.00	Dg2	粘土混じり砂礫	57.5	4.15	11	45.65	425.225	35.3
				51.00		448.05		

内部摩擦角の算定深度は、層の中心とする。

(水中単位体積重量) = (飽和単位体積重量) - 10

No.2 孔

水位 : GL-2.62mとする

深度 (GL-m)	記号	土質	N値	層厚 h (m)	単位体積重量 γ_t (KN/m ³)	$h \times \gamma$	有効上載圧 σ_v' (KN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)
0.00~1.75	B	砂礫	36	1.75	20	35	17.5	30.3
1.75~2.62	As1	シルト質砂	8	0.87	17	14.79	42.395	33.0
2.62~2.80				0.18	7	1.26	50.42	32.6
2.80~3.50	Ac1-1	砂質シルト	4	0.70	6	4.2		0
3.50~7.00		砂混じり粘土	2	3.50		21		0
7.00~7.70	Ac1-2	砂質シルト	6	0.70	7	4.9		0
7.70~10.80	Ac1-1	砂混じり粘土	2	3.10	6	18.6		0
10.80~11.40		腐植土	3	0.60		3.6		0
11.40~13.00		粘土	4	1.60		9.6		0

13.00~17.60	Ac2	砂質シルト	6.2	4.60	7	32.2		0
17.60~19.50		砂混じり粘土	5.5	1.90		13.3		0
19.50~21.70	As2	シルト質砂	11.5	2.20	8	17.6	167.25	31.1
21.70~22.60	Ac2	粘土	6	0.90	7	6.3		0
22.60~24.90	As2	シルト質砂	15	2.30	8	18.4	191.55	31.9
24.90~26.20	Ac2	粘土	7	1.30	7	9.1		0
26.20~27.00	As2	砂	15	0.80	8	6.4	213.05	31.6
27.00~28.80	Ac3	粘土	8.5	1.80	8	14.4		0
28.80~30.70		砂質シルト	13.5	1.90		15.2		0
30.70~32.60	As3	砂	14	1.90	8	15.2	253.45	30.6
32.60~34.80	Asg3	礫混じり砂	36.5	2.20	11	24.2	273.15	34.9
34.80~35.60	As3	シルト混じり砂	29	0.80	8	6.4	288.45	33.6
35.60~36.80	Ac3	砂質シルト	13	1.20	8	9.6		0
36.80~39.70	Asg3	礫混じり砂	35	2.90	11	31.9	317.2	34.1
39.70~40.70	Dc1	砂質粘土	21	1.00	8	8		0
40.70~43.80	Dg1	砂礫	54	3.10	11	34.1	358.2	35.7
43.80~46.00	Dg2	粘土混じり砂礫	57.9	2.20	11	24.2	387.35	35.7
				46.00		399.45		

内部摩擦角の算定深度は、層の中心とする。

(水中単位体積重量) = (飽和単位体積重量) - 9

4. 粘性土の粘着力 C

N値と一軸圧縮強度の関係は、数多く提案されているが、設計として安全側である、テルツァギーとペックの提案式により推定する。

なお、砂質土および砂礫については、粘着力は $C=0$ (kN/m²) とした

粘性土の粘着力 C は、次式により算定する。

$$C = qu/2$$

$$qu = 12.5N$$

ここで、C : 粘着力 (kN/m²)

qu : 一軸圧縮強度 (kN/m²)

「地盤調査の方法と解説 P. 308」

5. 変形係数 E_p

「地盤調査の方法と解説」の孔内水平載荷試験の記述には、“孔内水平載荷試験から得られた変形係数 E と標準貫入試験の N 値との関係については、吉中を始め、両者を比較した例は多く、地盤材料に関わらず、 $E = 678N^{0.9985} \doteq 700N$ (kN/m^2) という関係が近似的に成立している”とする。

「地盤調査の方法と解説 P. 309」

6. 調査地の地盤定数

室内土質試験の結果および N 値から推定される調査地の地層の地盤定数は、ボーリング孔別と、断面図に示す地層別に、表 5-3-4 に示す通りに推定される。

なお、地盤定数の設定に当たっては、

1. 調査ボーリングの結果、盛土 (B1、B2) は、粘土、シルト、砂、礫が非常に不均一に混じる。

このように、盛土の土質が非常に不均質なものであるため、埋め戻し材として使用する場合は、改めて地盤定数を確認することが望ましい。

2. 内部摩擦角は、表 5-3-3 に示す地層ごとの算定値の、平均値を採用した。
3. N 値と一軸圧縮強度の関係は、数多く提案されている（「地盤調査の方法と解説 P. 308」）が、竹中・西垣、奥村は、 $N > 4$ の粘性土において、 N 値と一軸圧縮強度の関係を与えている。

よって、軟弱な粘性土 ($N \leq 4$) の粘着力は、表 5-3-1 を参考に推定した。

4. N 値がない地層は、表 5-3-1 を参考に推定した。

表 5 - 3 - 4 調査地の地盤定数表

地層		記号	土質	平均 N値	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	内部摩擦角 ϕ (°)	粘着力 C (kN/m ²)	変形係数 E (kN/m ²)		
現世	盛土	B	砂礫	25.5	20	33.8	0	17205		
完新世	谷底堆積物	上位層	Ac1-1	粘土 砂混じり粘土 砂質粘土 砂質シルト 腐植土	3	16	0	(15以下)	234	
			As1	シルト質砂	8	17	32.2	0	5407	
			Ac1-2	砂質シルト	6	17	0	37.5	4057	
			Ag1	砂礫	17.3	20	35.6	0	11679	
		中位層	Ac2	粘土 砂質粘土 砂質シルト	6.2	17	0	38.8	4192	
			As2	砂 シルト質砂	15.4	18	31.9	0	10398	
		下位層	Ac3	粘土 砂混じりシルト 砂質シルト	10.7	18	0	66.9	7228	
			As3	シルト混じり砂 シルト質砂 砂	19.1	18	31.6	0	12893	
			Asg3	礫混じり砂	33.6	21	33.9	0	22661	
			Ag3	砂礫	47	21	35.3	0	31682	
		更新世	段丘堆積物	Dc1	砂質粘土 礫混じり粘土 腐植土	14.3	18	0	89.4	9657
				Dg1	砂礫	41.5	21	34.1	0	27980
Dg2	礫混じり砂 砂礫			57.6	21	35.5	0	38816		

() は、表 5-3-1 を参考に推定

5-4 液状化の検討

一般に液状化とは、地盤内に働く繰り返しせん断応力によって地盤中に生じる過剰間隙水圧が、土粒子を拘束していた初期有効応力と等しくなる結果、有効応力が0になる現象と定義される。

地下水位より下位の飽和砂質土層について、地震時における液状化の可能性及びその程度を判定する必要がある。

1. 液状化の判定を行う必要がある土層

ボーリング調査の結果、調査地の地盤は、地表面から20m以内の深さに締りの緩い砂質土が存在し、地下水位が認められる。

よって、今回の調査地は、液状化の検討対象とした。

「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会 2019）によれば、液状化の判定を行う必要がある飽和土層は、

- ・ 深度20mまでの沖積層
 - ・ 細粒分含有率 $F_c \leq 35\%$ の土層
 - ・ 粘土含有率 $P_c \leq 10\%$ 、または塑性指数 $I_p \leq 15\%$ 以下（埋立、盛土地盤）
- 「建築基礎構造設計指針 P.50」（日本建築学会 2019）

とされる。

ここでは、液状化の判定方法として、図5-4-1に示す手順で、液状化対象層ごとに液状化に対する安全率FL値を求める（FL法）ことを基本とする。

「建築基礎構造設計指針」の条件により、液状化の判定が必要な箇所を抽出し、表5-4-1に示す。表中の○印箇所で、動的せん断強度比R、地震時せん断強度比L、液状化抵抗率FL値を求める。

本業務では、R1-No.2孔の地盤で、各地層より代表層を抽出し液状化の検討を行った。

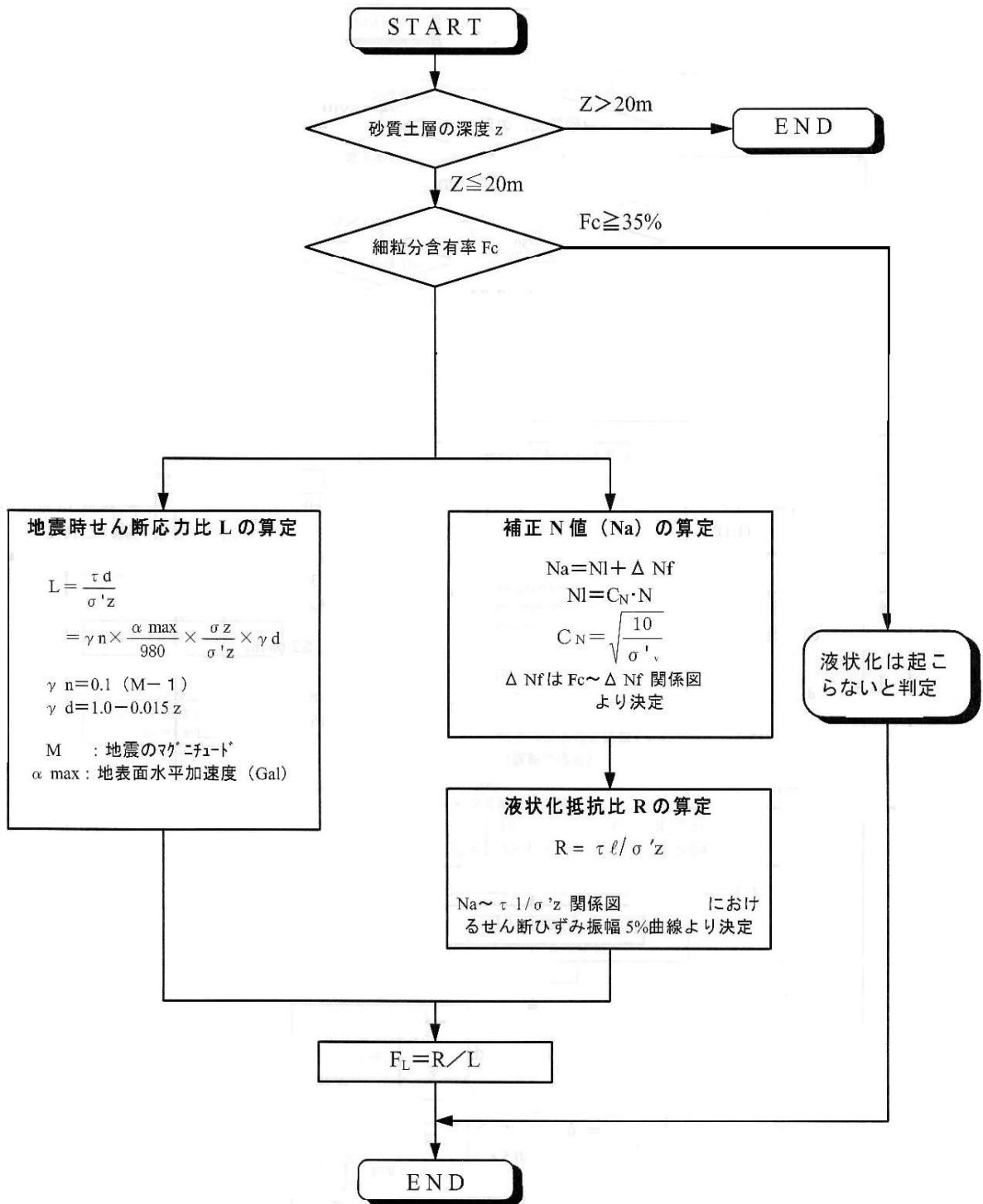



図 5-4-1 液状化判定フロー

表 5-4-1 液状化判定の対象とする層の抽出と地層条件

No.1

孔内水位 : GL-2.62m

土質	記号	深度 m	N 値	単位体積重量 γ kN/m ³	Fc %	判定を ○:する ×:しない
砂礫	B	1.15 ~ 1.45	15	20	-	
砂質粘土	Ac1-1	2.15 ~ 2.45	4	16	59.5	
砂質シルト		3.15 ~ 3.45	3		63.2	
		4.15 ~ 4.30	3		39.1	
砂礫	Ag1	4.30 ~ 4.45	9	20	16.4	○
		5.15 ~ 5.45	12		12.5	○
		6.15 ~ 6.45	31		5.8	○
砂質シルト	Ac1-2	7.15 ~ 7.45	7	17	34.5	○
		8.15 ~ 8.45	5		63.5	
シルト質砂	As1	9.15 ~ 9.45	8	17	26.8	○
腐植土	Ac1-1	10.15 ~ 10.45	3	16	68.7	
		11.15 ~ 11.30	6		79.4	
砂質シルト	Ac2	11.30 ~ 11.45	6	17	61.9	
		12.15 ~ 12.45	6		58.5	
粘土		13.15 ~ 13.45	6		89.2	
砂質シルト		14.15 ~ 14.45	8		56.9	
砂	As2	15.15 ~ 15.35	15	18	13.7	○
砂		15.35 ~ 15.45	9		7.9	○
シルト質砂		16.15 ~ 16.45	13		31.3	○
砂質粘土	Ac2	17.15 ~ 17.45	5	17	68.9	
		18.15 ~ 18.45	6		63.9	
		19.15 ~ 19.45	7		69.2	

 : 表 5-4-1 の規定により、判定は不要。

土質	記号	深度 m	N値	単位体積重量 γ kN/m ³	Fc %	判定を ○:する ×:しない
砂礫	B	1.15 ~ 1.45	36	20	-	
シルト質砂	As1	2.15 ~ 2.45	8	17	25.2	
砂質シルト	Ac1-1	3.15 ~ 3.45	4	16	56.7	
砂混じり粘土		4.15 ~ 4.45	3		58.1	
		5.15 ~ 5.45	3		83.0	
		6.15 ~ 6.45	0		92.3	
砂質シルト	Ac1-2	7.15 ~ 7.45	6	17	48.0	
砂混じり粘土	Ac1-1	8.15 ~ 8.45	3	16	98.6	
		9.15 ~ 9.45	0		86.1	
10.15 ~ 10.45		3	85.9			
腐植土		11.15 ~ 11.40	3		98.8	
粘土		11.40 ~ 11.45	-		96.5	
		12.15 ~ 12.45	4		63.5	
砂質シルト	Ac2	13.15 ~ 13.45	7	17	80.7	
		14.15 ~ 14.45	7		80.4	
		15.15 ~ 15.45	6		97.2	
		16.15 ~ 16.45	4		72.0	
		17.15 ~ 17.45	7		91.1	
砂混じり粘土		18.15 ~ 18.45	6		92.7	
		19.15 ~ 19.45	5		83.7	

: 表 5-4-1 の規定により、判定は不要。

2. 液状化判定結果

液状化判定のための設計条件は、以下の通りとする。

1. 地震規模がマグニチュード**M=7.2**とする。
2. 設計用水平加速度 α_{max} は、「建築基礎構造設計指針 P.52」（日本建築学会 2019）により、 $\alpha_{max}=200$ ガルと $\alpha_{max}=350$ ガルについて検討する。
3. 地下水位は、
No.1 孔 GL-2.62m、No.2 孔 GL-2.62mとする。

液状化判定の計算結果は、表 5-4-2 液状化判定結果表（計算表は巻末に添付）に示した通りである。

液状化の判定は、液状化に対する抵抗率FLを求め、 $FL \leq 1.0$ の地層が液状化の可能性があるとみなす。

判定結果の概要は、次の通りである。


1. 水平加速度 $\alpha_{max}=200gal$ の場合
シルト質砂層（As1）、砂層（As2）で、液状化の可能性があると判定される。
2. 水平加速度 $\alpha_{max}=350gal$ の場合
砂礫層（Ag1）、砂質シルト層（Ac1-2）、シルト質砂層（As1）、砂層（As2）で、液状化の可能性があると判定される。

表 5 - 4 - 2 液状化判定結果表

No.1 孔

水位 GL-2.62m


土質	記号	深度 (GL-m)	N値	Fc (%)	200ガル		350ガル	
					FL	判定	FL	判定
砂礫	B	1.15 ~ 1.45	15	-		不要		不要
砂質粘土	Ac1-1	2.15 ~ 2.45	4	59.5		不要		不要
砂質シルト		3.15 ~ 3.45	3	63.2		不要		不要
		4.15 ~ 4.30	3	39.1		不要		不要
砂礫	Ag1	4.30 ~ 4.45	9	16.4	1.379	○	0.788	×
		5.15 ~ 5.45	12	12.5	1.569	○	0.897	×
		6.15 ~ 6.45	31	5.8	18.35	○	10.49	○
砂質シルト	Ac1-2	7.15 ~ 7.45	7	34.5	1.062	○	0.607	×
		8.15 ~ 8.45	5	63.5		不要		不要
シルト質砂	As1	9.15 ~ 9.45	8	26.8	0.998	×	0.571	×
腐植土	Ac1-1	10.15 ~ 10.45	3	68.7		不要		不要
		11.15 ~ 11.30	6	79.4		不要		不要
砂質シルト	Ac2	11.30 ~ 11.45	6	61.9		不要		不要
		12.15 ~ 12.45	6	58.5		不要		不要
粘土		13.15 ~ 13.45	6	89.2		不要		不要
砂質シルト		14.15 ~ 14.45	8	56.9		不要		不要
砂	As2	15.15 ~ 15.35	15	13.7	1.181	○	0.675	×
砂		15.35 ~ 15.45	9	7.9	0.744	×	0.425	×
シルト質砂		16.15 ~ 16.45	13	31.3	1.235	○	0.706	×
砂質粘土	Ac2	17.15 ~ 17.45	5	68.9		不要		不要
		18.15 ~ 18.45	6	63.9		不要		不要
		19.15 ~ 19.45	7	69.2		不要		不要

 : 液状化の可能性があると判定される。

No.2 孔

水位 GL-2.62m

土質	記号	深度 (GL-m)	N値	Fc (%)	200ガル		350ガル	
					FL	判定	FL	判定
砂礫	B	1.15 ~ 1.45	36	-		不要		不要
シルト質砂	As1	2.15 ~ 2.45	8	25.2		不要		不要
砂質シルト	Ac1-1	3.15 ~ 3.45	4	56.7		不要		不要
砂混じり粘土		4.15 ~ 4.45	3	58.1		不要		不要
		5.15 ~ 5.45	3	83.0		不要		不要
		6.15 ~ 6.45	0	92.3		不要		不要
砂質シルト	Ac1-2	7.15 ~ 7.45	6	48.0		不要		不要
砂混じり粘土	Ac1-1	8.15 ~ 8.45	3	98.6		不要		不要
		9.15 ~ 9.45	0	86.1		不要		不要
		10.15 ~ 10.45	3	85.9		不要		不要
腐植土		11.15 ~ 11.40	3	98.8		不要		不要
粘土		11.40 ~ 11.45	-	96.5		不要		不要
		12.15 ~ 12.45	4	63.5		不要		不要
砂質シルト	Ac2	13.15 ~ 13.45	7	80.7		不要		不要
		14.15 ~ 14.45	7	80.4		不要		不要
		15.15 ~ 15.45	6	97.2		不要		不要
		16.15 ~ 16.45	4	72.0		不要		不要
		17.15 ~ 17.45	7	91.1		不要		不要
砂混じり粘土		18.15 ~ 18.45	6	92.7		不要		不要
		19.15 ~ 19.45	5	83.7		不要		不要

 : 液状化の可能性があると判定される。

5-5 設計・施工上の留意点

建築工事における設計・施工に際しては、以下の点に留意が求められる。

(1) ボイリング、ヒービングについて

地下水位の高い砂質地盤や軟弱な粘性土で、土留め工や掘削を行う場合は、ボイリング、ヒービングを生じやすいと想定される。

調査地では、盛土を除き、No.1孔では、GL-11.30mまで、No.2孔では、GL-13.00mまで、軟らかい粘性土（Ac1-1）が比較的厚く分布する。

地下水位は、角川の影響を受け、GL-2.62mと高い。

N値は、自沈～6（平均N値3）の値を示し、含水多く非常に軟らかい。

よって、粘土地盤では『ヒービング現象』（軟弱な粘土地盤を掘削する場合、掘削背面の土塊重量が掘削面下の地盤支持力より大きくなると、地盤内にすべり面が発生し、このために掘削底面に盛り上がりが生ずる現象）を発生する可能性がある。

また、No.1港では、GL-8.50～10.15mに締まりの緩い砂質土（As1）が分布する。

細砂～中砂を主体とし、シルトを薄く挟む。

N値は、8で、締まりは緩い。

よって、遮水性の土留め壁を用いて掘削する場合に、『ボイリング現象』（地下水位が高い砂質地盤において、矢板などの土留め壁を設置した後に、土止め壁の下を地下水が迂回して、根切り面の表面に水と砂が沸き出すように吹き上げられる現象）を発生する可能性は想定される。

遮水壁の場合でも、漏水部分を発見した場合は、いち早く処理をする必要がある。

(2) 圧密沈下

建設工事において、飽和した粘性土層の地盤上に、構造物や盛土などの加重が加わった場合や地下水位の低下により、圧密沈下が発生する可能性がある。

調査地では、前述した通り、地表浅くに、含水多く非常に軟らかい粘性土（Ac1-1）が比較的厚く分布するため、圧密沈下が発生する可能性が想定される。

(3) 支持杭基礎について

既存の調査によれば、調査地の建築基礎部に対する支持地盤として、洪積砂礫層（Dg1～Dg2）が提案されている。

調査地では、支持地盤は、No.1孔では、GL-43.90m、No.2孔では、GL-40.70m以深の深い位置に分布するため、基礎の形式としては支持杭基礎が最適と考えられる。

支持地盤としては、以下の項目が指摘される。

1. 既存の調査と今回の調査により、支持地盤（Dg1～Dg2）の出現深度がボーリング地点で違いが見られる。
2. 調査地では、No.1孔では、支持地盤上部の礫混じり砂（Dg1）は、一部に、シルト、粘土が多く混じり、N値が29の値を示す所がある。
3. 粘性土の圧密沈下の発生により、杭に負の摩擦力が作用する。

参考文献

- 富山県平野部の地盤図集（建設省北陸地方建設局 1980）
5万分の1「魚津地形分類図」より（富山県 1983）
5万分の1「魚津地質図」より（富山県 1973）
富山県の地震活動（地震調査研究推進本部 Web）
地盤調査の方法と解説（地盤工学会 2013）
地盤材料試験の方法と解説（地盤工学会 2013）
ボーリングポケットブック（全国地質調査業協会連合会 2020）
設計要領 道路編（国交省北陸地方整備局 2017）
道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編（日本道路協会 2017）
「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会 2001）