

### 3.3 地盤調査概要

敷地の地盤について、平成 29 年 8 月に地盤調査が実施され、同年 10 月に調査報告書が提示されている。その概要及び調査結果に対する見解を以下に示す。

#### 1) 地形概要

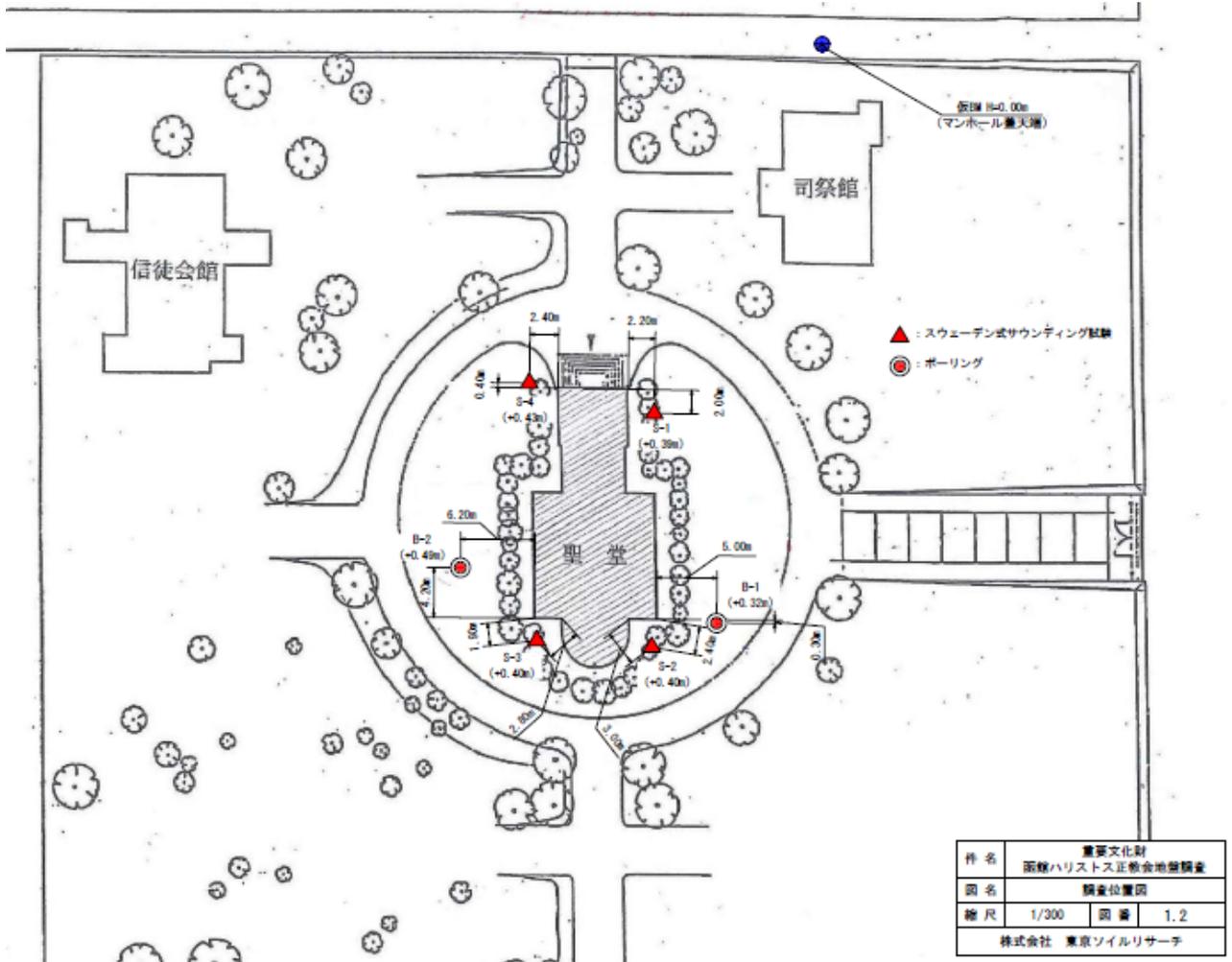
調査地は函館市元町地内にあり、J R 函館本線「函館」駅の南西方約 2km に位置する。地形的に、調査地は函館山地域と呼ばれる山岳地形に位置している(下図参照)。調査地が位置する函館山の東側の山麓部には、ややなだらかな斜面状地形と台地状地形が発達しており、本調査値は、北東側山麓部分に相当する標高 43m 程の緩傾斜地に位置する。



調査地周辺の地勢図

2) 調査内容

- ・ボーリング及び標準貫入試験                      2箇所 (30m 及び 26m)
- ・PS 検層    1箇所 (30m のボーリング位置にて実施)
- ・スウェーデン式サウンディング試験                4箇所 (1.52m～2.22m)
- ・室内土質試験    含水比 及び 粒度 (各 9箇所)



地盤調査位置

### 3) 調査結果

#### ① 調査地の土層構成

本敷地で確認された土層の整理表及び土層断面推定図を次ページに示す。

確認された土層は、上位より「盛土層」、第四紀完新世の「崖錐堆積物」、新第三紀鮮新世の「高竜寺山溶岩」と考えられる。

各層の特徴は以下の通りである。

##### ・盛土層

黒褐色の砂質シルトやシルトからなり、粘性は乏しく、含水量は少ない。層中にはφ2～45mmの礫が少量混入するほか、φ100mm大の岩塊が点在する。N値は2を示す。

##### ・崖錐堆積物

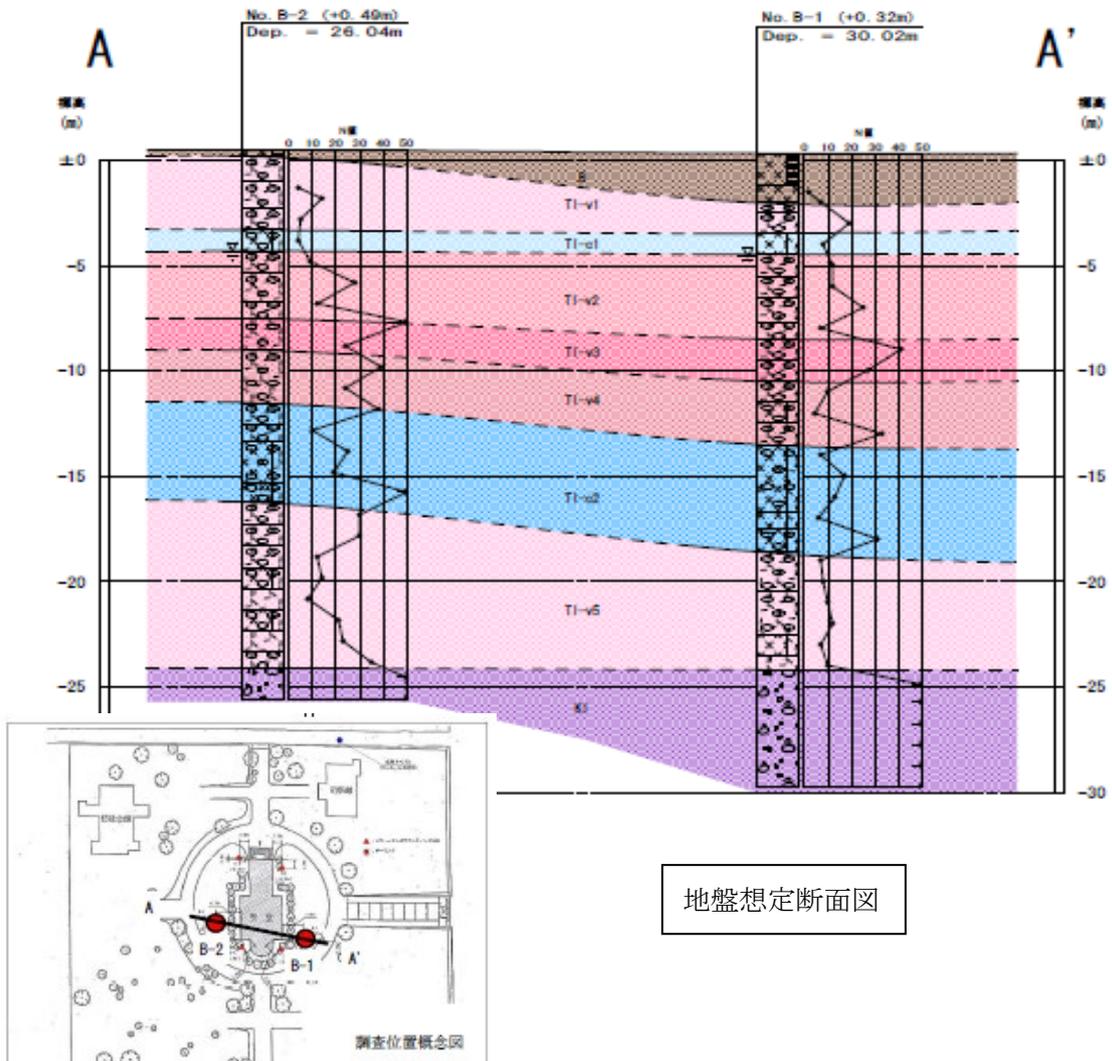
層相の違いにより7層に細分され、砂質シルトで構成される火山灰層が主体であり、表層から深度24m付近まで分布している。N値は4～50以上であり、深度4m付近及び深度16m付近には、粘性土層を有している。

##### ・高竜寺山溶岩

砂礫で構成され、N値はすべて50以上を示す。

調査地の地層構成

地質時代		土層区分		土層記号	主な土質	N値
現世		盛土層		B	砂質シルト, シルト	2
第四紀	完新世	崖錐堆積物	第1火山灰層	Tl-v1	礫混じり火山灰	4～19
			第1粘性土層	Tl-c1	礫混じり火山灰質シルト	4～8
			第2火山灰層	Tl-v2	礫混じり火山灰	7～28
			第3火山灰層	Tl-v3	礫混じり火山灰	24～50以上
			第4火山灰層	Tl-v4	礫混じり火山灰	5～33
			第2粘性土層	Tl-c2	礫混じり火山灰質シルト	6～50以上
			第5火山灰層	Tl-v5	礫混じり火山灰	7～35
新第三紀	鮮新世	高竜寺山溶岩		KI	砂礫	50以上



地盤想定断面図



## ② 調査地の地下水位

深度 4.8～4.9m で水位が認められた。水位が確認された土層は、透水性がやや不良な火山灰(シルト質砂)である。調査地のような斜面地の地下水位は、低地でみられる地下水位のように、一様に分布しているわけではなく、ある特定の箇所(水ミチあるいは地下水脈)を集中して流下する、不均質な地下水の賦存状態を呈していることがあり、調査地もこのような地下水の賦存状態が形成されている可能性がある。

## ③ PS 検層結果

本調査地盤における P 波・S 波の速度分布と、これらの速度値から計算された弾性諸定数は下表に示す通りである。土層区分、S 波速度分布に着目して下記 3 層に大別される。

PS 検層結果一覧表

深 度 GL-(m)	湿潤密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	P波速度 (m/s)	S波速度 (m/s)	ポアソン比	剛性率 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )	ヤング率 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )
0.00 ～ 2.35	1.63	180	90	0.333	13,200	35,200
2.35 ～ 8.00	1.73	480	240		99,600	265,700
8.00 ～ 8.80		1.84	660	320	0.346	177,200
8.80 ～ 10.80	188,400					507,300
10.80 ～ 18.90	1.73	630	300	0.353	177,200	477,000
18.90 ～ 24.50					155,700	421,400
24.50 ～ 30.00	2.14	1,100	460	0.394	452,800	1,263,000

### a) GL-0.00m～GL-2.35m

P 波速度は 180 m/s, S 波速度は 90 m/s である。

P 波速度は、水中伝播速度 ( $V_p \approx 1500 \text{ m/s}$ ) を下回り、飽和度の低下した地盤に見られる値となっている。

S 波速度は、200 m/s を下回り、軟弱な地盤に見られる値となっている。

### b) GL-2.35m～GL-24.50m

P 波速度は 480～660 m/s, S 波速度は 240～320 m/s である。

P 波速度は、飽和度の低下した地盤に見られる値となっている。

S 波速度は、概ね 300 m/s を上回り、締まった、あるいは硬い地盤に見られる値となっている。

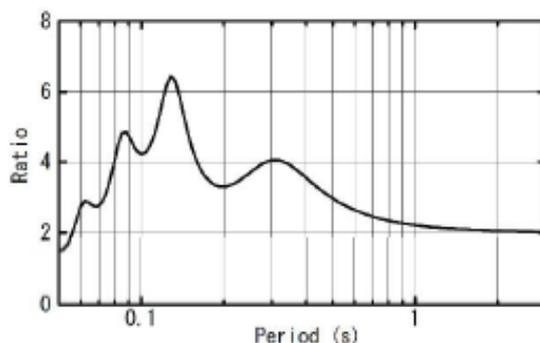
### c) GL-24.50m～GL-30.00m

P 波速度は 1,100 m/s, S 波速度は 460 m/s である。

P 波速度は、飽和度の低下した地盤に見られる値となっている。

S 波速度は、400 m/s を上回り、剛性の高い地盤に見られる値となっている。

PS 検層の S 波速度分布から SH 波の重複反射理論に基づき算出された調査地盤の増幅度特性から、0.31 秒付近が調査地の卓越周期である可能性が高いと判断される。



SH 波の増幅度特性

この卓越周期は、建築基準法施行令で定める地盤種別の判定基準と照合すると、 $0.2 < T_g \leq 0.75$  秒に相当し、調査地の地盤種別は「第 2 種地盤」と判断される。

④ スウェーデン式サウンディング試験結果

試験対象地盤は、換算 N 値 1~13 程度を示す礫混じり粘性土からなる盛土層と想定されるが、深度 0.3~1.0m 以深には  $\phi 100\sim 300\text{mm}$  の岩塊が混入し、深度 1.52~2.22m と浅い深度で試験が終了となった。

⑤ 室内土質試験結果

室内土質試験結果を下表に示す。

室内土質試験結果一覧表

試料番号		B-1-P1	B-1-P2	B-1-P3	B-1-P4	B-1-P5
地点 No.		B-1	B-1	B-1	B-1	B-1
試料採取深度 深度 m		5	6	8	11	19
現場土質判定		礫混じり火山灰	礫混じり火山灰	礫混じり火山灰	礫混じり火山灰	礫混じり火山灰
土層区分		T1-v2	T1-v2	T1-v2	T1-v4	T1-v5
近傍 N 値		12	12	7	10	7
自然含水比 $W_n$ (%)		27.4	24.8	34.8	26.2	25.4
粒 度	礫分含有率 (%)	32.3	26.1	32.1	25.3	28.2
	砂分含有率 (%)	32.7	44.1	33.1	40.0	39.4
	シルト分含有率 (%)	35.0	29.8	34.8	34.7	32.4
	粘土分含有率 (%)					
試料番号		B-2-P1	B-2-P2	B-2-P3	B-2-P4	
地点 No.		B-2	B-2	B-2	B-2	
試料採取深度 深度 m		5	7	13	19	
現場土質判定		礫混じり火山灰	礫混じり火山灰	礫混じり火山灰	礫混じり火山灰	
土層区分		T1-v2	T1-v2	T1-v4	T1-v5	
近傍 N 値		9	12	10	12	
自然含水比 $W_n$ (%)		32.3	39.9	24.4	21.6	
粒 度	礫分含有率 (%)	38.2	12.5	57.2	30.5	
	砂分含有率 (%)	32.0	35.8	26.9	45.3	
	シルト分含有率 (%)	29.8	51.7	15.9	24.2	
	粘土分含有率 (%)					

粒度試験の結果、B-1 地点の深度 6m, 8m付近(Tl-v2 層), 深度 11m付近(Tl-v4 層), 深度 19m付近(Tl-v5 層)、および B-2 地点の深度 5m付近(Tl-v2 層), 深度 13m付近 (Tl-v4 層), 深度 19m付近(Tl-v5 層)は、細粒分含有率 (シルト分+粘土分) が 35%未満を示す。

#### 4) 調査結果に対する考察

##### ① 地盤の長期許容支持力

標準貫入試験で得られた表層近傍の地盤物性値より、地盤の長期許容支持力を算定する。計算式は国土交通省告示 1113 号とする。

$$q_a = 1/3 \cdot (i_c \cdot \alpha \cdot c \cdot N_c + i_\gamma \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q)$$

基礎底面の形状は布基礎とし、形状係数  $\alpha = 1.0$ 、 $\beta = 0.5$  とする。

基礎底面に作用する荷重の偏心角  $\theta = 0$  とする。(  $i_c = i_\gamma = i_q = 1.0$  )

粘着力  $c$  は、一軸圧縮強さ  $q_u = 12.5 \text{N}$  として、 $c = q_u / 2$  とする。

内部摩擦角は、粘性土層として  $\phi = 0$  とする。(  $N_c = 5.1$ 、 $N_\gamma = 1.0$ 、 $N_q = 0$  )

基礎の根入れ効果  $D_f = 0$  とする。

(長期許容支持力算定)

B-1 地点  $N=7$ 、 $B=1.5\text{m}$  とする。

$$q_a = 1/3 \cdot (1.0 \cdot 1.0 \cdot 43.75 \cdot 5.1 + 1.0 \cdot 0.5 \cdot 18 \cdot 1.5 \cdot 1.0 + 0) = 78.9 \text{kN/m}^2$$

B-2 地点  $N=5$ 、 $B=1.5\text{m}$  とする。

$$q_a = 1/3 \cdot (1.0 \cdot 1.0 \cdot 31.25 \cdot 5.1 + 1.0 \cdot 0.5 \cdot 18 \cdot 1.5 \cdot 1.0 + 0) = 57.6 \text{kN/m}^2$$

現状の建物の接地圧は、解析モデルより  $50 \text{kN/m}^2$  程度と推定され、地盤の長期許容支持力以下となっている。建物荷重に対して、基礎に有害な圧密沈下が生じる可能性は小さいと考えられる。

② 液状化に対する考察

地盤の液状化判定結果の一覧表を下表に示す。

液状化判定結果一覧表

地表面水平 加速度(cm/s <sup>2</sup> =Gal)	調査地点	F <sub>L</sub> 値1未満の 地点数(F <sub>L</sub> 値)	液状化指数 P <sub>L</sub> 値	液状化 の危険度	地盤変位概略値 Dcy(cm)	液状化 の程度
150	B-1	0	0.00	かなり小さい	0.0	なし
	B-2	0	0.00	かなり小さい	0.0	なし
200	B-1	1(0.96)	0.01	低い	0.9	軽微
	B-2	0	0.00	かなり小さい	0.0	なし
350	B-1	3(0.55~0.70)	3.06	低い	4.3	軽微
	B-2	3(0.58~0.91)	1.93	低い	3.6	軽微

a)  $\alpha \max = 150 \text{ cm/s}^2$  の場合

調査地点 B-1、B-2 とも、液状化安全率 (FL) はすべての地点で  $FL > 1$  を示し、液状化の可能性は低いものと判断される。

液状化指数 (PL) は  $PL = 0$  となり、液状化の危険度は「かなり小さい」と判定される。地盤変位略算値 (Dcy) は  $Dcy = 0 \text{ cm}$  となり、液状化の程度は「なし」と判定される。

b)  $\alpha \max = 200 \text{ cm/s}^2$  の場合

調査地点 B-1 は、液状化安全率 (FL) は、1 地点 (深度 19m 付近) で  $FL < 1$  ( $= 0.96$ ) を示し、この部分で液状化の可能性があると判断される。

液状化指数 (PL) は、 $PL = 0.01$  となり、液状化の危険度は「低い」と判定される。

地盤変位略算値 (Dcy) は、 $Dcy = 0.9 \text{ cm}$  となり、液状化の程度は「軽微」と判定される。

調査地点 B-2 は、液状化安全率 (FL) はすべての地点で  $FL > 1$  を示し、液状化の可能性は低いものと判断される。

液状化指数 (PL) は  $PL = 0$  となり、液状化の危険度は「かなり小さい」と判定される。

地盤変位略算値 (Dcy) は  $Dcy = 0 \text{ cm}$  となり、液状化の程度は「なし」と判定される。

c)  $\alpha \max = 350 \text{ cm/s}^2$  の場合

調査地点 B-1 は、液状化安全率 (FL) は、3 地点 (深度 8, 11, 19m 付近) で  $FL < 1$  ( $= 0.55 \sim 0.70$ ) を示し、この部分で液状化の可能性があると判断される。

液状化指数 (PL) は、 $PL = 3.06$  となり、液状化の危険度は「低い」と判定される。

地盤変位略算値 (Dcy) は、 $Dcy = 4.3 \text{ cm}$  となり、液状化の程度は「軽微」と判定される。

調査地点 B-2 は、液状化安全率 (FL) は、3 地点 (深度 5,13,19m 付近) で  $FL < 1$  ( $=0.58 \sim 0.91$ ) を示し、この部分で液状化の可能性があると判断される。

液状化指数 (PL) は、 $PL = 1.93$  となり、液状化の危険度は「低い」と判定される。

地盤変位略算値 (Dcy) は、 $Dcy = 3.6\text{cm}$  となり、液状化の程度は「軽微」と判定される。