

アビターレ新有帆町 地質調査

報 告 書

令和4年10月

株式会社 エムエスコレーション

サンヨーコンサルタント株式会社

案内図

実施場所：山口県山陽小野田市新有帆町 地内



地理院地図(電子国土Web)より

目 次

調査地案内図 (S=1 : 25,000)

| | |
|----------------|----|
| 1. 調査概要 | 1 |
| 2. 調査・試験方法 | 2 |
| 2.1 機械ボーリング | 2 |
| 2.2 標準貫入試験 | 3 |
| 3. 地質調査結果 | 5 |
| 3.1 地形・地質概要 | 5 |
| 3.2 ボーリング結果 | 9 |
| 3.3 標準貫入試験結果 | 11 |
| 3.4 室内土質試験結果 | 13 |
| 4. 考 察 | 14 |
| 4.1 地層々序について | 14 |
| 4.2 設計地盤定数の提案 | 16 |
| 4.3 地盤の液状化について | 20 |
| 5. 調査結果のまとめ | 25 |

添 付 資 料

1. 調査位置平面図
2. ボーリング柱状図
3. 液状化判定
4. 室内土質試験結果
5. 調査記録写真

提 出 物

1. 地質調査成果報告書 (A4 版) 3 部
2. 土質標本箱 (10 本入り) 1 箱

1. 調査概要

| | |
|------|---|
| 業務名称 | アビターレ新有帆町 地質調査 |
| 調査場所 | 山口県山陽小野田市新有帆町 地内 |
| 調査日 | 令和4年10月13日（現場調査） |
| 調査目的 | 本調査は、アビターレ新有帆町の宅地造成に伴い、造成工事及び戸建て住宅基礎の設計・施工に必要な土質層序や土質特性、N値などの地盤情報を把握することを目的として実施した。 |
| 調査内容 | 地質調査業務 <ul style="list-style-type: none">・機械ボーリング(φ66mm) ノンコア 1箇所 8.0m・標準貫入試験(表層 m より 1.0m 毎) 1箇所 9回・粒度試験(ふるい分析) 1試料・資料整理とりまとめ 1式・断面図等の作成 1式・液状化の判定 1式・報告書の作成 1式 |

表 1.1 調査ボーリング数量一覧表

| 調査地点 | ボーリング φ66mm(ノンコア) | | 地盤高 (KBM) | 備考 |
|------------|-------------------|--------|--------------|---------------------|
| | 調査深度 | 標準貫入試験 | | |
| Bor. No. 1 | 8.00m | 9回 | -0.57m | 平坦地足場 給水(水タンク運搬) |

発注者 株式会社 エムエスコポレーション 宇部支店
〒754-0021 山口県宇部市北琴芝2丁目17番24-1
TEL 0836-37-1170 FAX 0836-37-1171

調査担当 サンヨーコンサルタント株式会社
〒755-0151 山口県宇部市大字西岐波宇部臨空頭脳パーク8番
TEL 0836-54-0200 FAX 0836-54-0184

2. 調査・試験方法

2.1 機械ボーリング

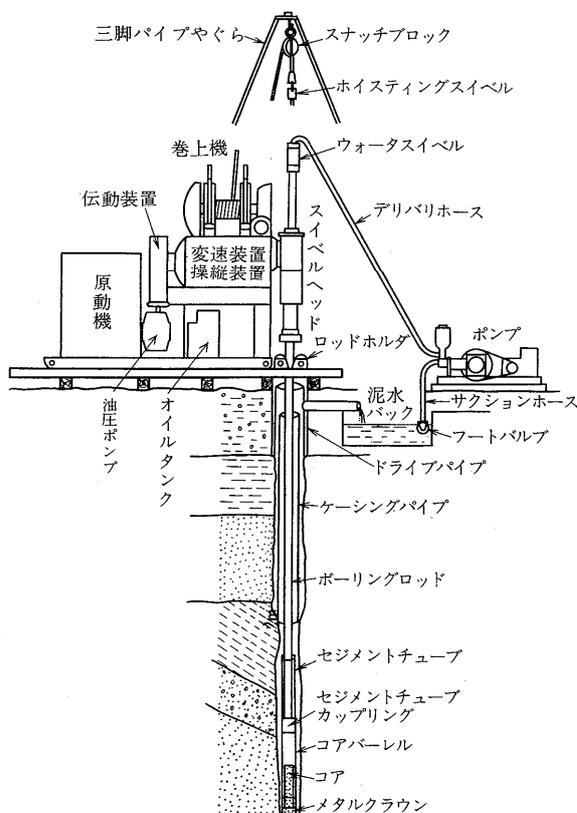


図 2.1.1 ボーリング実施模式図

出典：地盤調査の方法と解説(公社)地盤工学会 平成 25 年 3 月 p193

ボーリング掘進中は、ビット回転を円滑に保ち、地層の変化を判定するのに役立つスライム、排水色、油圧等に十分注意して作業を進めた。

また、ボーリング調査後の調査孔は砂、砂利等により埋め戻しを行い、原状復旧した。

調査に使用した機械の諸元は次表の通りである。

表 2.1.1 使用機械

| | 試錐機 | 試錐ポンプ | 掘削用具、他 |
|------|-----------|-------------|--------------------------|
| 製造元 | 東邦地下工機製 | 東邦地下工機製 | 東邦地下工機製 |
| 型式 | D-1B 型試錐機 | BG-3 型試錐ポンプ | ロッド、コアチューブ、ビット その他諸工具 |
| 掘進能力 | 250m | 40ℓ/min | |
| 総重量 | 550kg | 67kg | - |
| 用途 | 地盤の掘進 | 泥水の循環 | 地盤の掘進用具 |

2.2 標準貫入試験

標準貫入試験は、各層の N 値の測定、乱れた試料の採取等を目的に実施した。

実施頻度は、地盤面から 1m 毎に行った。

試験方法は、JIS-A-1219 に従って規格化された器具と方法を用いた。

貫入試験は、ロッドの上端に取り付けたアンビルにハンマー(63.5±0.5kg)を自由落下させ、先端に取り付けた SPT サンプラーを土層中に貫入させるものであるが、ボーリング孔底の土質の乱された影響範囲を除くために原則として 150mm 予備打ちをした後、正規の落下高(760±10mm)で 300mm 打ち込み、それに要する打撃回数を測定し、N 値とした。なお、自由落下は半自動落下装置を使用した。

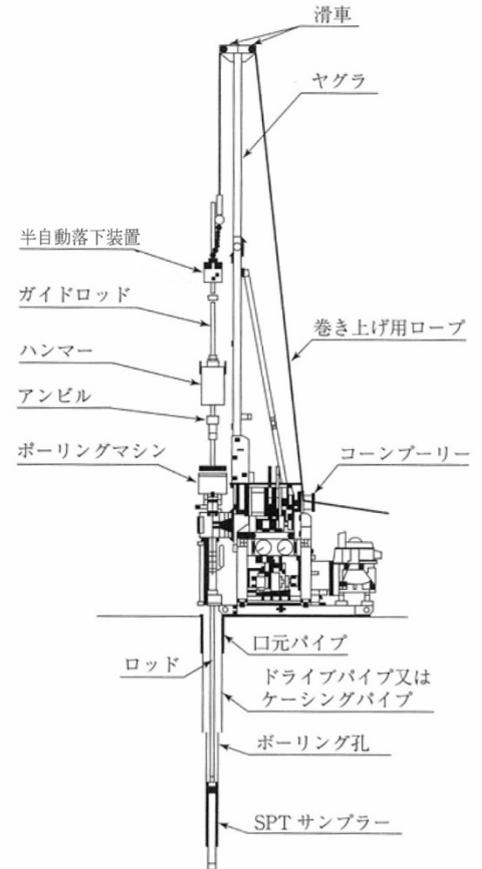


図 2.2.1 標準貫入試験実施模式図

図 2.2.1 に標準貫入試験模式図を示す。

出典:地盤調査の方法と解説(公社)地盤工学会 平成 25 年 3 月 p285～p295

試験結果はボーリング柱状図に示したが、たとえば 15/30 と記入してあれば、打撃回数 15 回、貫入量 30cm を示し、N 値 15 となる。

なお、本打ちの最大打撃回数は 60 回とし、打撃回数が 60 回となった場合はその時の貫入量を記録し、試験を終了した。

表 2.2.1 に N 値と砂の相対密度の関係を、表 2.2.2 に N 値と粘土のコンシステンシー、一軸圧縮強さの関係を示す。

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 and Peck) | 現場判別法 |
|-------|-----------------------------|----------------------------------|
| 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, 30cm 程度貫入 |
| >50 | 非常に密な (very dense) | 同上, 5~6cm 貫入, 掘削につるはし必要, 打込み時金属音 |

注) 鉄筋は $\phi 13\text{mm}$

出典 地盤工学会 : 「地盤調査の方法と解説二分冊 1」 P305 平成 25 年 3 月

表 2.2.2 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 | q_u (kN/m^2) | コンシステンシー |
|-------|---------------------------|----------|
| 0~2 | 0.0~ 24.5 | 非常に軟らかい |
| 2~4 | 24.5~ 49.1 | 軟らかい |
| 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 |

出典 地盤工学会 : 「地盤調査の方法と解説二分冊 1」 P308 平成 25 年 3 月

3. 地質調査結果

3.1 地形・地質概要

本造成計画地は、JR山陽本線「小野田駅」より北東約2.1kmに位置しており、現在は駐車場及び休耕地である。近隣には、市立有帆小学校や小野田有帆郵便局などが在る。

調査地付近の地形状況写真を図3.1.1に、調査地全景写真を図3.1.2に示す。



図 3.1.1 調査地周辺の空中写真 (国土地理院地図 GSI Map より抜粋)



図 3.1.2 調査地全景写真

調査地付近の地形は、図 3.1.3 の調査地付近の地形図に示すように、北から南西へ蛇行しながら流下する有帆川によって開析された沖積低地が南北方向に細長く開けており、有帆川は三角州及び埋立地を経由して、調査地から約 5km で小野田港に達する。沖積低地の東側及び西側は標高 100m 内外の丘陵地が分布し、この丘陵地は全体に緩やかな山頂を形成するが、山頂部の一部には石炭の採掘跡と考えられる削剥の形跡をみることができる。

当該地は、図 3.1.3 によると有帆川周辺に分布する三角州に位置している。



図 3.1.3 調査地付近の地形図(ノンスケール) ○調査地

『この地図は、国土調査による 1/50,000 土地分類基本調査(地形分類図)「厚狭」「宇部」山口県(S49)を使用し国土交通省国土情報課が作成(複製)したものの、一部を使用した。』

調査地周辺の地質図を、図 3.1.4 に示した。

調査地周辺における丘陵地の地質は、古生代ペルム紀に成層した大田層群の頁岩・砂岩・礫岩、及び新生代古第三紀宇部層群宇部夾炭層が分布している。今回のボーリング調査では、宇部層群宇部夾炭層の砂岩頁岩および石炭層を確認した。

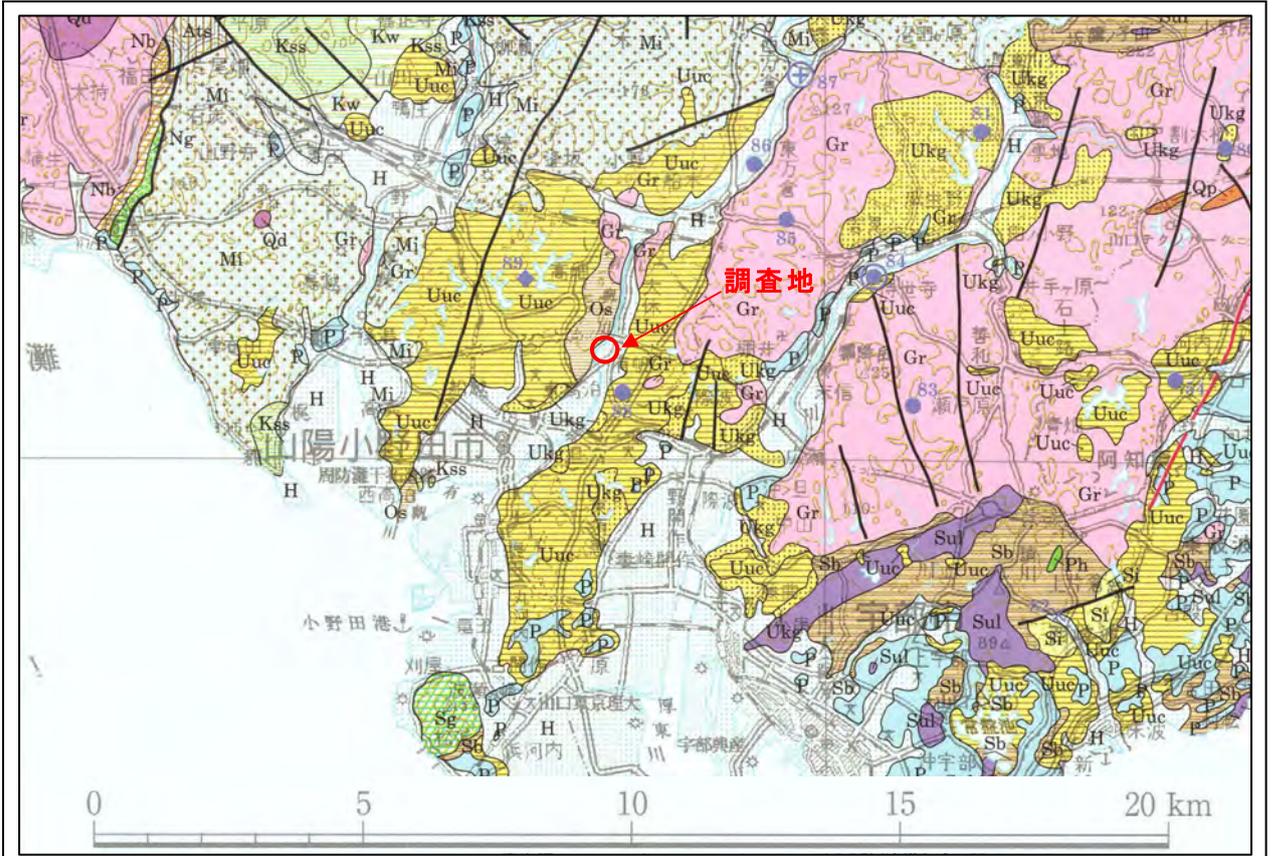
なお、当該地周辺は過去に宇部夾炭層内に成層する石炭を稼業対象として採掘しており、現在においても採炭跡(通称：古洞)が残存している状況である。当該地周辺で採炭されている石炭層は、「中腰炭層」と呼ばれ、層厚約 1.2～1.5m 程度が確認されている。

宇部山陽小野田地区において、かつて稼業対象となった地区別炭層対比表を表 3.1.1 に示す。

表 3.1.1 地区別炭層対比表

| 地区 | 岐波 | 宇部 | 本山 | 小野田 | 有 帆 | | 楠 |
|-------------|-----|-------------|-------------|-----|-----|-----|-----|
| 炭 層 名 | | 一重石 | 一重石 | 一重石 | 一重石 | 二重石 | 二重石 |
| | | 二重石 | 二重石 | 二重石 | 三 尺 | 七 化 | 四重石 |
| | 大派? | 大 派 | 大 派 | 七甲平 | 能 塊 | 大 派 | 中底掘 |
| | | サコ炭 | | | | 一重石 | 一重石 |
| | 5段? | 5 段 | 5 段 又は7甲 | 七 甲 | 四 石 | 四重石 | 中 腰 |
| | 2段? | 2 段 又は袴腰 | 三 徳 | 三 徳 | 三 徳 | 三 徳 | 三 徳 |
| 3尺? | 3 尺 | | | | | | |

鈹山地質 vol.11、no.45,46 宇部炭田の地質的展望「松本隆一、瀬戸弘之」より引用



〈凡 例〉



『出典：山口県地質図 第3版(15万分の1)H24.12より抜粋転記』

図 3.1.4 地 質 図 (S=1:150,000)

3.2 ボーリング結果

(1) 調査位置

ボーリング調査は、巻末添付資料の「調査位置平面図」に示す1箇所で行ったもので、その概要を表3.2.1、図3.2.1に示した。

なお、ボーリング調査深度はN値50以上の地盤を層厚5mまで確認して終了とした。

表 3.2.1 ボーリング深度一覧表

| 孔番 | 地盤高 KBM(m) | 掘進長 (GL-m) | 備考 |
|------------|---------------|---------------|----------------------------|
| Bor. No. 1 | -0.57m | 8.00m | 支持層確認。 N値50以上の地盤を層厚5m確認 |



図 3.2.1 調査位置配置図

(2) 調査結果

ボーリング結果の詳細は、巻末添付資料の「ボーリング柱状図」に示したが、地層区分と共に表3.2.2にボーリング結果を示した。

表 3.2.2 Bor. No. 1 の調査ボーリング結果

| 孔番 | 地盤高 KBM(m) | 掘進長 | 地下水位 | 着岩深度 |
|------------|---------------|-------|-------------------|----------|
| Bor. No. 1 | -0.57m | 8.00m | 無水掘り GL-1.85m で確認 | GL-3.00m |

| 標尺 (m) | 層高 (m) | 厚 (m) | 深 (m) | 柱状 図 | 土質 区分 | 色 調 | 相対 密度 | 相対 稠度 | 記 事 | 孔内 水位 (m) / 測定 月日 | 標準貫入試験 | | | | 原位置 試験 深 (m) | 試験名 および 結果 | 採取 深 (m) | 採取 番号 | 採取 方法 | 室内 試験 (月日) | |
|-----------|-----------|----------|----------|---------|--------------------------|--------|----------|----------|---|-------------------------------|----------|-------------------------|-------------------------------|--------|-----------------------|------------------|----------------|----------|----------|----------------------|--|
| | | | | | | | | | | | 深 (m) | 10cm ごとの 打撃回 数 | 打撃 回数 / 貫入 量 (cm) | N 値 | | | | | | | |
| | -0.17 | 0.20 | 0.20 | | 鋪装等 硬土(高 層部)の 砂 | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | アスファルト5cm, 卵盤砕石, マサキ系, 砂の粒径は不均一, 粒径2~10mmの礫を含む。 | 新生 代 第四 紀 | B | 0.50 | 1 | 1 | 1 | 3 | | | | | |
| 1 | -1.27 | 0.50 | 0.70 | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 1.15 | 1 | 1 | 1 | 3 | | | | | |
| 2 | -2.17 | 0.60 | 1.60 | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 1.65 | 1 | 1 | 1 | 3 | | | | | |
| | -2.17 | 0.60 | 1.60 | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 1.65 | 1 | 1 | 1 | 3 | | | | | |
| 3 | -3.57 | 1.40 | 3.00 | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 2.45 | 6 | 5 | 5 | 15 | | | | | |
| | -3.57 | 1.40 | 3.00 | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 2.45 | 6 | 5 | 5 | 15 | | | | | |
| 4 | -4.92 | 1.35 | 4.33 | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 3.40 | 29 | 31 | 60 | 60 | | | | | |
| | -4.92 | 1.35 | 4.33 | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 3.40 | 29 | 31 | 60 | 60 | | | | | |
| 5 | -6.17 | 1.25 | 5.60 | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 4.34 | 69 | 9 | 60 | 9 | | | | | |
| | -6.17 | 1.25 | 5.60 | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 4.34 | 69 | 9 | 60 | 9 | | | | | |
| 6 | -6.17 | 1.25 | 5.60 | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 5.10 | 22 | 28 | 10 | 60 | | | | | |
| | -6.17 | 1.25 | 5.60 | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 5.10 | 22 | 28 | 10 | 60 | | | | | |
| 7 | -8.07 | 1.80 | 7.50 | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 6.57 | 60 | 8 | 60 | 8 | | | | | |
| | -8.07 | 1.80 | 7.50 | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 6.57 | 60 | 8 | 60 | 8 | | | | | |
| 8 | -8.57 | 0.50 | 8.00 | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 7.13 | 69 | 5 | 60 | 5 | | | | | |
| | -8.57 | 0.50 | 8.00 | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 7.13 | 69 | 5 | 60 | 5 | | | | | |
| 9 | | | | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 8.00 | 69 | 5 | 60 | 5 | | | | | |
| | | | | | 砂質シル ト | 黒灰 | 中位 | 軟らかい | 粘り気が強い。 | 代 第四 紀 | Hc | 8.00 | 69 | 5 | 60 | 5 | | | | | |



標準貫入試験サンプル試料写真

3.3 標準貫入試験結果

標準貫入試験によるN値は巻末添付資料の「ボーリング柱状図」に併記したが、地層区分毎に集計すると表 3.3.1 のとおりとなる。なお、集計の根拠を表 3.3.2 に示す。

表 3.3.1 地層毎の平均N値一覧表

| 地層 | 地層名称 及び 記号 | サンプル数 | 最小値 | 最大値 | 平均N値 | 標準偏差 | 変動係数 V=標準偏差/平均値 |
|-------|------------|-------|-----|-----|-------|------|--------------------|
| 盛土 | 砂質土 B | 1 | 3 | 3 | 3.0 | - | - |
| 沖積層 | 粘性土 Hc | 1 | 3 | 3 | 3.0 | - | - |
| | 砂礫 Hsg | 1 | 15 | 15 | 15.0 | - | - |
| 宇部夾炭層 | 石炭 Co | 2 | 95 | 106 | 100.5 | 7.8 | 0.0 |
| | 頁岩 Sh | 2 | 82 | 225 | 177.3 | 82.6 | 0.4 |
| | 砂岩 Ss | 1 | 360 | 360 | 360.0 | - | - |

ばらつきがないもの(変動係数 ≤ 0.2)、ばらつきがあるもの(変動係数 > 0.2)

- ・盛土(砂質土)Bは、N値3を示し、相対密度は「非常に緩い」。
- ・沖積層の粘性土Hcは、N値3を示し、相対調度は「軟らかい」。
- ・沖積層の砂礫Hsgは、N値15を示し、相対密度は「中位」。
- ・宇部夾炭層の石炭Coは、N値95~106、平均N値100.5、標準偏差7.8、変動係数0.0を示し、N値にばらつきがない。
- ・宇部夾炭層の頁岩Shは、N値82~225、平均N値177.3、標準偏差82.6、変動係数0.4を示し、N値にばらつきがある。
- ・宇部夾炭層の砂岩Ssは、N値360を示す。

表 3.3.2 N 値の集計結果一覧表

| 地層名 | | 盛土 | 沖積層 | | 宇部夾炭層 | | |
|----------------|------------|----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 砂質土 B | 粘性土 Hc | 砂 礫 Hsg | 石 炭 Co | 頁 岩 Sh | 砂 岩 Ss |
| N 値 データ | Bor. No. 1 | 3 | 3 | 15 | 106 | 225 | 360 |
| | | | | | 95 | 82 | |
| | | | | | | 225 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| サンプル数 | | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| 最 小 値 | | 3 | 3 | 15 | 95 | 82 | 360 |
| 最 大 値 | | 3 | 3 | 15 | 106 | 225 | 360 |
| 平 均 値 | | 3.0 | 3.0 | 15.0 | 100.5 | 177.3 | 360.0 |
| 標準偏差 | | - | - | - | 7.8 | 82.6 | - |
| N値平均-標準偏差/2 | | - | - | - | 96.6 | 136.0 | - |
| 変動係数V=標準偏差/平均値 | | - | - | - | 0.0 | 0.4 | - |
| 代表N値 | | 3 | 3 | 15 | 100 | 136 | 300 |

3.4 室内土質試験結果

液状化強度の算定を目的として、地下水位以下のN値の低い地盤を対象として乱れた試料(標準貫入試験時のサンプリング試料)を用いて室内土質試験(ふるい分析)を実施した。

土質試験結果は巻末添付資料に示したが、表 3.4.1 に土質試験結果一覧表を示す。

表 3.4.1 土質試験結果一覧表

| 試料番号(深さ) | 地層区分 | 自然含水比 W _n (%) | 粒度特性 | | | | | 分類名 (分類記号) |
|----------------------|------|-----------------------------|--------|--------|---------|-----------|------------|------------------|
| | | | 礫分 (%) | 砂分 (%) | 細粒分 (%) | 最大粒径 (mm) | 50%粒径 (mm) | |
| P-2 (GL-2.15m~2.45m) | Hs1 | 10.4 | 72.1 | 21.2 | 6.7 | 26.5 | 8.88 | 細粒分混じり砂質礫 (GS-F) |

- ・ 砂礫 (Hsg) は、細粒分 6.7% (≦35.0%) を示し、液状化判定の対象土となる。
- ・ 土質分類の結果、砂礫 (Hsg) は「細粒分混じり砂質礫」に区分された。

図 3.4.1 に、粒径加積曲線総括図を示した。

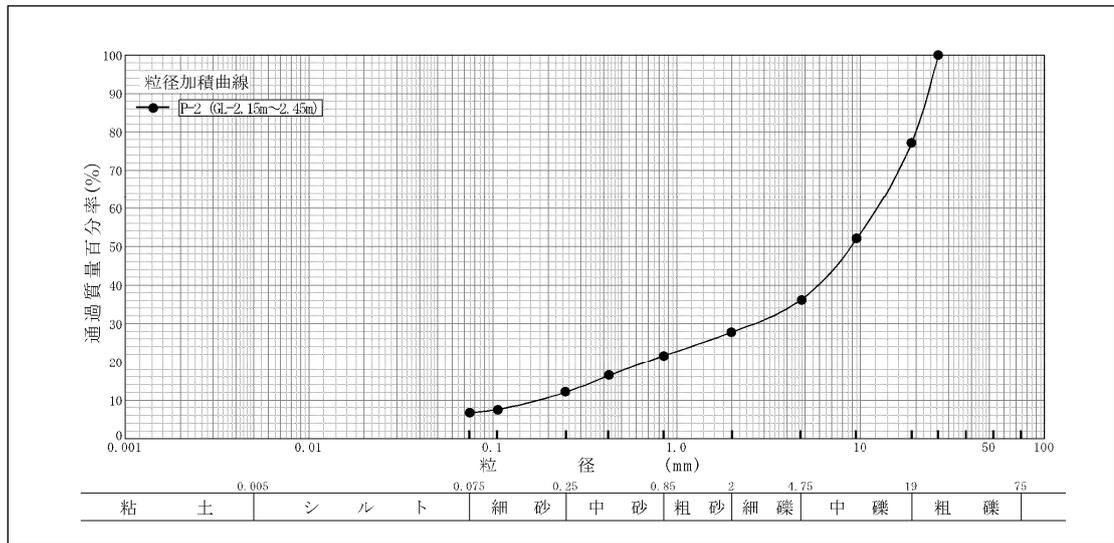


図 3.4.1 粒径加積曲線総括図

4. 考 察

以上の調査結果を基に、建築基礎地盤としての考察を行う。

4.1 地層々序について

- ・当該地は、有帆川周辺の三角州が分布する地域である。
- ・表層 20cm は、アスファルト舗装と路盤碎石が確認された。
- ・盛土(礫混じり砂)B は GL-0.70m まで確認された。マサ土系の砂質土による盛土地盤であり、砂の粒径は不均一で、細礫を混入する。N 値 3 を示し、相対密度は非常に緩い状態である。
- ・沖積粘性土(Hc)は、GL-0.7m～1.6m 間に確認されたもので、上位 30cm は粘り気が低いシルト(旧表層土)、下位は粘り気が強い粘土からなる。N 値 3 を示し、相対調度は軟らかい状態である。
- ・沖積砂礫(Hsg)は、中粗砂分多く。粒径 2～40mm の亜角礫が主体で、単位体積重量が比較的重い状態である。N 値 15 を示し、相対密度は中位の状態である。
- ・宇部夾炭層は GL-3.0m 以深に、石炭・頁岩・砂岩を確認した。
- ・石炭(Co)は、層厚 1.4m 程度で砂礫直下に分布している。炭粉や細礫状に砕ける状態であり、稼業対象にはなり難い状態ではある。岩級区分 DH 級、土軟硬区分は軟岩に対比される。
- ・頁岩(Sh)は、層厚 3.1m 程度で上位は炭質頁岩、下位は砂質頁岩である。上位は極薄な炭を狭在する状態で片状に割れやすい。下位は短柱状コアを残すようになる。岩級区分 DH 級、土軟硬区分は軟岩に対比される。
- ・砂岩(Ss)は、GL-7.5m 以深に確認したもので、上位 15cm 程度は硬砂岩状を呈し、柱状コアで採取される。岩級区分は CL 級～DH 級、土軟硬区分は軟岩に対比される。
- ・地下水位は、無水掘りにより GL-1.85m に確認された。賦存土層は砂礫層である。

当該地の地層分布概略図を次頁の図 4.1.1 に、各層の代表 N 値を表 4.1.1 に示す。

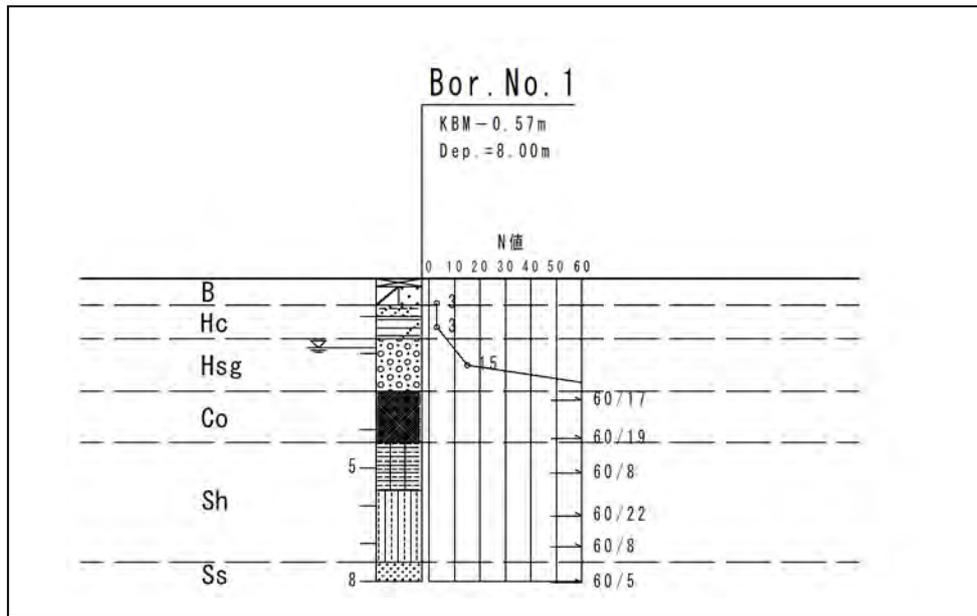


図 4.1.1 地層分布概略図

表 4.1.1 各層の代表 N 値一覧表

| 地層 | 地層名称 及び 記号 | 下縁深度 (GL-m) | N値範囲 | 平均N値 | 標準偏差 | 平均N値 - 標準偏差/2 | 変動係数 (標準偏差/平均値) | 代表N値 |
|-------|------------|----------------|--------|-------|------|------------------|--------------------|------|
| 盛土 | 砂質土 B | 0.70 | 3 | 3.0 | - | - | - | 3 |
| 沖積層 | 粘性土 Hc | 1.60 | 3 | 3.0 | - | - | - | 3 |
| | 砂礫 Hsg | 3.00 | 15 | 15.0 | - | - | - | 15 |
| 宇部夾炭層 | 石炭 Co | 4.35 | 95~106 | 100.5 | 7.8 | 96.6 | 0.0 | 100 |
| | 頁岩 Sh | 7.50 | 82~225 | 177.3 | 82.6 | 136.0 | 0.4 | 136 |
| | 砂岩 Ss | 8.00 | 360 | 360.0 | - | - | - | 300 |

4.2 設計地盤定数の提案

ボーリング調査結果に基づき、設計地盤定数を以下のとおり提案する。

提案する各地層の地盤定数は、代表 N 値、単位体積重量 γt 、粘着力 c 、せん断抵抗角 ϕ 、変形係数 E とした。

提案する地盤定数の一覧を表 4.2.1 に示すとともに、以下に各項目について設定方法について述べる。

表 4.2.1 設計地盤定数(案)一覧表

| 地層 | 地層名称 及び 記号 | 代表N値 | 単位体積重量 γt (kN/m ³) | 粘着力 c (kN/m ²) | せん断抵抗角 ϕ (°) | 変形係数 E (kN/m ²) |
|-------|------------|------|---|---------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| 盛土 | 砂質土 B | 3 | 17.0 | 0 | 21 | 2,100 |
| 沖積層 | 粘性土 Hc | 3 | 16.0 | 18 | 0 | 2,100 |
| | 砂礫 Hsg | 15 | 20.0 | 0 | 32 | 10,500 |
| 宇部夾炭層 | 石炭 Co | 100 | 18.0 | 24 | 21 | 63,000 |
| | 頁岩 Sh | 136 | 19.0 | 25 | 21 | 78,000 |
| | 砂岩 Ss | 300 | 20.0 | 20 | 41 | 136,000 |

(1) 代表 N 値

代表 N 値は表 4.1.1 に示した N 値の分布範囲より、データのバラツキを考慮して以下の方法で設定した。

- 1) バラツキがないもの(変動係数 ≤ 0.2) 代表 N 値 = 平均 N 値
- 2) バラツキがあるもの(変動係数 > 0.2) 代表 N 値 = 平均 N 値 - 標準偏差 $\div 2$

(2) 単位体積重量 γ_t

土砂部の単位体積重量は、表 4.2.2 に示す一般値を参考に設定した。

表 4.2.2 土質定数の一般値

| 種類 | 状態 | 単位体積重量 (kN/m^3) | 内部摩擦角 ($^\circ$) | 粘着力 (kN/m^2) | 摘要 (統一分類) | | |
|----------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|------------------|-----------|
| 自然 地盤 | 礫 | 密実なものまたは粒度の良いもの | 20 | 40 | 0 | (GW) (GP) | |
| | | 密実でないものまたは粒度の悪いもの | 18 | 35 | 0 | | |
| | 礫まじり砂 | 密実なもの | 21 | 40 | 0 | (GW) (GP) | |
| | | 密実でないもの | 19 | 35 | 0 | | |
| | 砂 | 密実なものまたは粒度の良いもの | 20 | 35 | 0 | (SW) (SP) | |
| | | 密実でないものまたは粒度の悪いもの | 18 | 30 | 0 | | |
| | 砂質土 | 密実なもの | 19 | 30 | 30以下 | (SM) (SC) | |
| | | 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 | (ML) (CL) | |
| | | やや軟いもの (指の中程度の力で貫入) | 17 | 20 | 30以下 | | |
| 軟いもの (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 | (CH) (MH) (ML) | | |
| | やや軟いもの (指の中程度の力で貫入) | 16 | 15 | 30以下 | | | |
| | 軟いもの (指が容易に貫入) | 14 | 10 | 15以下 | | | |
| 関東ローム | | 14 | 5 (ϕu) | 30以下 | (VH) | | |
| 盛 土 | 礫および 礫まじり砂 | 締固めたもの | 20 | 40 | 0 | (GW) (GP) | |
| | 砂 | 締固めたもの | 粒度の良いもの 粒度の悪いもの | 20 | 35 | 0 | (SW) (SP) |
| | | 19 | | 30 | 0 | | |
| | 砂質土 | 締固めたもの | 19 | 25 | 30以下 | (SM) (SC) | |
| | 粘性土 | 締固めたもの | 18 | 15 | 50以下 | (ML, CL, MH, CH) | |
| 関東ローム | | 14 | 20 | 10以下 | (VH) | | |

注 1 ; N 値の目安は、概ね次のとおりである。

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)

注 2 ; 地盤工学会基準の記号は、およその目安である。

出典：東日本・中日本・西日本高速道路(株)「設計要領 第一集・土工」参 1-2(H28.8)

基盤岩の単位体積重量は、表 4.2.3 に示す値を参考に設定した。

表 4.2.3 花崗岩の単位体積重量

| 岩級区分 | | γ (kN/m^3) | せん断定数 | | 変形係数 (弾性係数) | | 岩盤状況 |
|------|----|---------------------------------|------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---|
| | | | ϕ (°) | c (kN/m^2) | 常時 E_0 (kN/m^2) | 地震時 E_{04} (kN/m^2) | |
| D | DL | 18.0 | 30.0 | 100 | 120,000 | 240,000 | マサ状風化が顕著であり土砂化が著しい。岩の組織はわずかに認められるがほとんど識別不能。割れ目は消滅している。指圧で容易にマサ化する。 |
| | DM | 19.0 (中間値) を採用 | | | | | |
| | DH | 20.0 | 32.5 | 250 | 250,000 | 500,000 | マサ状に風化しているが岩の組織は明瞭に認められる。割れ目はほぼ消滅している。ハンマーで崩すことができる。 |
| CL | | 22.0 | 35.0 | 400 | 500,000 | 1,000,000 | 割れ目は2~10cm間隔で発達し開口しマサ化、粘土化している。岩塊内部まで風化され軟質。硬質で割れ目が密集する部分もある。 |
| CM | | 24.0 | 37.5 | 600 | 1,000,000 | 2,000,000 | 割れ目は10~30cm間隔で発達し粘土シームを挟むことがある。岩塊内部はおおむね新鮮だが青色鉱物の周囲は褐色を帯びる。ハンマー音は半濁音。 |
| CH | | 25.0 | 40.0 | 900 | 2,000,000 | 4,000,000 | 割れ目は15~50cm間隔で発達し割れ目沿いは若干風化変質。おおむね新鮮で堅硬な岩盤。ハンマー音は金属音。 |
| B | | 26.0 | 42.5 | 1500 | 4,000,000 | 6,000,000 | 割れ目は50cm以上の間隔で発達しごくまれに割れ目沿いに微弱な風化をうけている。全般に未風化で新鮮。ハンマー音は金属音。 |

出典：岩盤分類(応用地質学会)1992

(3) 土砂部の粘着力, せん断抵抗角, 変形係数

1) 粘着力 c

本業務では N 値より設定した(土の三軸圧縮試験を実施した際に求められる値)。

砂質土においては $c=0$ とした。

粘性土については、テルツァーギの提案式 $q_u=12.5N$ (kN/m^2)、 $c=q_u/2$ 及び表 4.2.2 を参考にした。なお、算定に用いる N 値は代表 N 値を用いた。

粘性土である Pc 層については、c は代表 N 値より $N>4$ において $q_u=25N\sim 50N$ (kN/m^2) の関係から、 $q_u=25N$ 、 $c=q_u/2$ より算定する場合もある。

出典：地盤工学会「地盤調査の方法と解説(平成25年3月)」p308, p309

2) せん断抵抗角 ϕ

本業務では N 値より設定した(土の三軸圧縮試験を実施した際に求められる値)。

粘性土においては、 $\phi = 0$ とした。

砂質土については、 $\phi = 15 + \sqrt{12N}$ Dunham の式

$\phi = 15 + \sqrt{15N}$ ($N \geq 5$) 旧道路橋示方書の式

$\phi = 15 + \sqrt{20N}$ ($N \geq 5$) 日本建築学会の式

出典：地盤工学会「地盤調査の方法と解説(平成25年3月)」p305

なお、表 4.2.2 に示す土質定数の一般値より大きくなるものは一般値を採用した。

N 値 5 以下の土層については、Dunham の式を使用する。

3) 変形係数 E

本業務では N 値より設定した(孔内水平載荷試験を実施した際に求められる値)。

設計に用いる変形係数としては、 $E = 700N$ (kN/m^2) より算定した。

出典：地盤工学会「地盤調査の方法と解説(平成25年3月)」p309

(4) 基盤岩の粘着力，せん断抵抗角，変形係数

1) 粘着力とせん断抵抗角 (N 値 300 以下)

表 4.2.4 の算定式により推定する。

深成岩類 の算定式を用いる。

表 4.2.4 粘着力とせん断抵抗角の測定例

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

出典：東日本・中日本・西日本高速道路(株)「設計要領 第二集・橋梁建設編」P4-10(H28.8)

2) 変形係数 (N 値 300 以下)

次式により算定する。

$$E = (27.1 \times N^{0.69}) \times 98.1 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

出典：東日本・中日本・西日本高速道路(株)「設計要領 第二集・橋梁建設編」P4-13(H28.8)

4.3 地盤の液状化について

液状化の検討に際しては、「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会 2019）の基準に従う。

以下に、液状化判定の対象とすべき土層を示す。

液状化の判定を行う必要がある飽和土層は、原則的に地表面から 20m 程度以浅の土層で、考慮すべき土の種類は、細粒土含有率が 35%以下の土とする。ただし、埋立地盤等の造成地盤で地表面から 20m 程度以深まで連続している場合には、造成地盤の下端まで液状化の判定を行う必要がある。また、埋立地盤等の造成地盤では、細粒土含有率が 35%以上の低塑性シルト、液性限界に近い含水比を持ったシルトなどが液状化した事例も報告されているので、粘土分(0.005mm 以下の粒径を持つ土粒子)含有率が 10%以下、または塑性指数が 15%以下の埋立地盤あるいは盛土地盤については液状化の検討を行う。ただし、20m 以深に関しては液状化危険度予測の精度が悪くなるので、地盤応答解析を用いることが奨励される。また、細粒土を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫、洪積層でも N 値が小さな土層では液状化の可能性が否定できないので、そのような場合にも液状化の検討を行う。

※日本建築学会「建築基礎構造設計指針 2019.11」P.50

液状化判定の対象とすべき土層は、日本建築学会「建築基礎構造設計指針」より、一般に地表面から 20m 程度以浅の沖積層及び埋め立てあるいは盛土地盤の飽和土層および洪積層でも N 値が小さな土層を対象となる。

なお、この判定法は、大まかな目安を与えるものであり、設計時においては、計画建築物及び基礎構造物を踏まえた液状化の検討を行う必要がある。

地下水位以深の沖積砂礫(Hsg)を対象として、液状化判定を行う。

建築基礎構造設計指針に基づく液状化判定手法を表 4.3.1 に、液状化検討結果に基づく判定区分を表 4.3.2～表 4.3.4 に示す。

液状化検討ソフト： 液状化検討支援システム 液状対策 Version4.02
五大開発株式会社 を使用。

表 4.3.1 建築基礎構造設計指針に基づく液状化判定手法一覧表

| 指針・基準名 | 液状化判定の対象とすべき土層 | 液状化の判定方法 | 液状化強度の求め方 | 地震外力の求め方 | 構造物への影響の評価 |
|---|--|---|---|--|---|
| <p>建築基礎構造設計指針</p> <p>日本建築学会 2019.11</p> | <p>・20m程度以浅の飽和土層</p> <p>・ただし、埋立地盤等の造成地盤で地表から20m程度以深まで連続している場合は造成地盤の下端までとする。</p> <p>・細粒分含有率FCが35%以下の土層</p> <p>・ただし埋立あるいは盛土地盤については、粘土分含有率が10%以下または塑性指数が15%以下の土層についても液状化判定を行う。</p> <p>・細粒分を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫。</p> <p>・洪積層でもN値が小さい土層。</p> | <p>・下式を用いて液状化判定を行う。</p> <p>$F_L > 1$: 液状化する可能性はない</p> <p>$F_L \leq 1$: 液状化する可能性がある</p> <p>$F_L = \frac{\tau_L / \sigma'_z}{\tau_d / \sigma'_z}$</p> <p>ここで</p> <p>$\tau_L / \sigma'_z$: 液状化抵抗比</p> <p>τ_d / σ'_z : 等価な繰返しせん断応力比</p> <p>・F_L値が小さくなるほど液状化発生危険度が高く、F_L値が1以下となる土層が厚くなるほど液状化発生危険度が高くなるものと判断する。</p> <p>・20m以深に関しては、ここで示す液状化危険度予測の精度が悪くなるので、地盤応答解析を用いることが推奨される。</p> | <p>液状化抵抗比 τ_L / σ'_z は図-1の $\gamma = 5\%$の曲線を用いて求める。図-1の補正N値 (N_a) は次式を用いて計算を行う。</p> <p>$N_a = N_1 + \Delta N_f$</p> <p>$N_1 = C_N \cdot N$</p> <p>$C_N = \sqrt{100 / \sigma'_z}$</p> <p>ここに、</p> <p>$N_1$: 換算N値</p> <p>$\Delta N_f$: 細粒分含有率FCに応じた補正N値増分(図-2)</p> <p>C_N: 拘束圧に関する換算係数</p> <p>N: 自動落下法による実測N値</p> <p>σ'_z: 深さz[m]における有効上載圧 (kN/m²)</p> <p>砂礫地盤</p> <p>N値が大きくなりやすい礫質土に対しては、平均粒径D_{50}により図-3に示すN値補正係数C_aをN値に掛けてN値を低減することができる。</p> <p>細粒分の多い地盤</p> <p>細粒分含有率が比較的高く、N値の信頼性が低いと考えられる土に対してはN値を用いた推定法に頼らず、例えばコーン貫入試験を用いた推定法または不攪乱試料に対する室内試験法を用いて液状化抵抗を求めることが望ましい。</p> <p>図-4より拘束圧と粒度の影響を補正したコーン貫入抵抗q_{ta}を用いて液状化強度を推定することができる。q_{ta}は次式で求められる。</p> <p>$q_{ta} = C_N q_t F(I_c)$</p> <p>ここに、</p> <p>q_t: 原位置で測定されたコーン貫入抵抗 (kN/m²)</p> <p>C_N: 拘束圧に関する補正係数</p> <p>$F(I_c)$: 図-5から求められる粒度に関する補正係数</p> <p>I_c: 次式で与えられる土の挙動特性指標</p> <p>$I_c = \sqrt{(3.47 - \log Q_t)^2 + (\log F_R + 1.22)^2}$</p> <p>$Q_t = (q_t - \sigma'_z) / \sigma'_z$</p> <p>$F_R = 100 f_s / (q_t - \sigma'_z)$</p> <p>ここに、</p> <p>$f_s$: 周面摩擦抵抗 (kN/m²)</p> <p>$Q_t$: 基準化先端抵抗</p> <p>$F_R$: 基準化摩擦比 (%)</p> <p>$\sigma'_z$: 深さz[m]における全上載圧及び有効上載圧 (kN/m²)</p> | <p>等価な繰返しせん断応力比 τ_d / σ'_z は次式によって求める。</p> <p>$\frac{\tau_d}{\sigma'_z} = r_n \frac{\alpha_{max}}{g} \frac{\sigma_z}{\sigma'_z} r_d$</p> <p>ここに、</p> <p>$\tau_d$: 水平面に生じる等価な一定繰返しせん断応力振幅 (kN/m²)</p> <p>σ'_z: 検討深さにおける有効土被り圧(鉛直有効応力) (kN/m²)</p> <p>r_n: 等価な繰返し回数に関する補正係数で、$r_n = 0.1(M-1)$、ただし、Mは地震のマグニチュードで通常は7.5</p> <p>α_{max}: 地表面における設計用水平加速度 (m/s²)</p> <p>g: 重力加速度 (9.8m/s²)</p> <p>σ_z: 検討深さにおける全土被り圧(鉛直全応力) (kN/m²)</p> <p>r_d: 地盤が剛体でないことによる低減係数で(1-0.015z)、zはメートル単位で表した地表からの検討深さ</p> <p>α_{max} は以下の値を推奨する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・レベル1荷重検討用: 1.5~2.0m/s² ・レベル2荷重検討用: 3.5m/s²程度 | <p>(1) 地盤剛性の低下</p> <p>液状化した水平地盤での直接基礎の沈下量予測や等価線形応答解析による地盤変形予測に必要な地盤剛性は以下の方法によることができる。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 図-6の剛性低下率 G/G_0 とひずみの関係から各層のせん断ひずみに適合した等価剛性を推定する。 ② 液状化に対する安全率 F_L が1以上で、有効応力低下の影響を評価したい場合は、図-7または $r_n = F_L^{-7}$ から過剰間隙水圧比 r_u を求め、剛性が有効応力の平方根に比例すると考えて等価剛性を推定する。 <p>(2) 水平地盤反力係数の低減</p> <p>水平地盤反力係数 k_{HL} および塑性水平地盤反力 p_{yL} を次式により低減する。</p> <p>$k_{HL} = \frac{k_{HL0}}{\sqrt{y_r / 0.01}} = \frac{\beta_L k_{H0}}{\sqrt{y_r / 0.01}}$</p> <p>$p_{yL} = \alpha_L \cdot p_y$</p> <p>ここに、</p> <p>$\alpha_L$: 補正係数(暫定的に $\alpha_L = \beta_L$ とする)</p> <p>β_L: 補正係数(図-8)</p> <p>k_{HL0}: 基準水平地盤反力係数 (kN/m³)</p> <p>k_{HL}: 液状化した地盤における基準水平地盤反力係数 (kN/m³)</p> <p>y_r: 液状化を考慮した杭と地盤の相対変位 (m)</p> <p>p_y: 砂質土の塑性水平地盤反力度 (kN/m²)</p> |

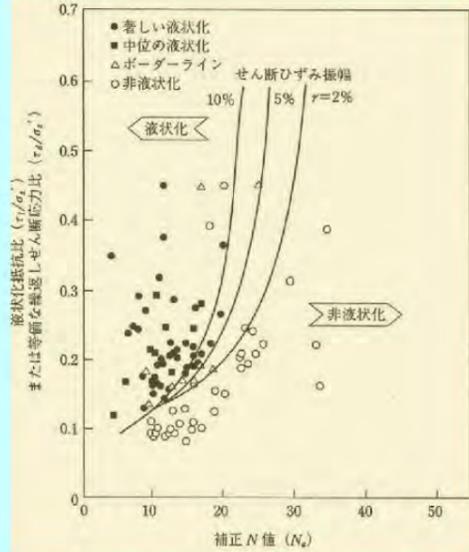


図-1 補正N値と液状化抵抗、動的せん断ひずみの関係

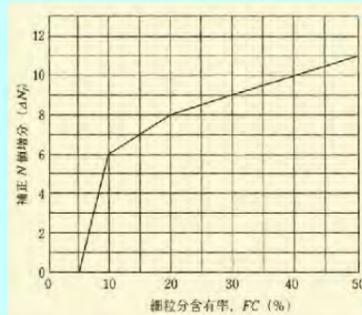


図-2 細粒分含有率とN値の補正係数

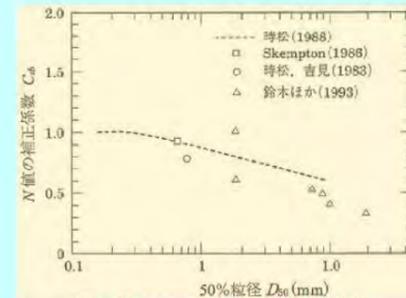


図-3 砂礫地盤のN値補正係数

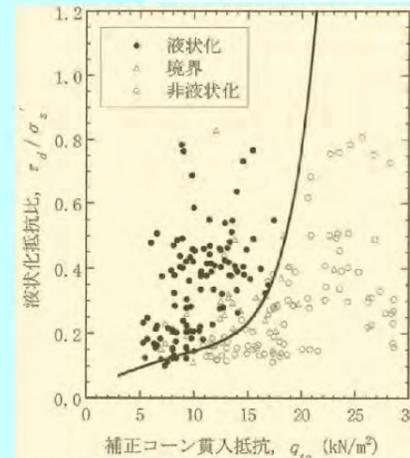


図-4 コーン貫入抵抗と液状化強度の関係

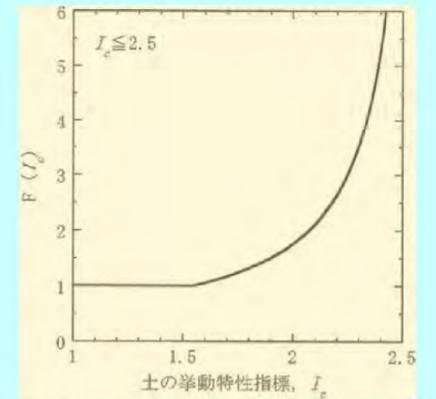


図-5 細粒分含有率とコーン貫入抵抗の補正係数

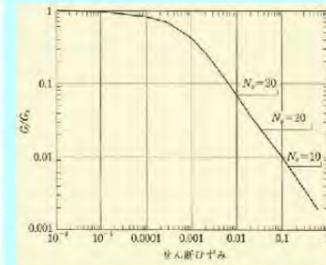


図-6 補正N値と剛性低下率の関係

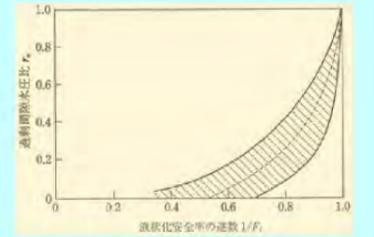


図-7 安全率と水圧上昇の関係

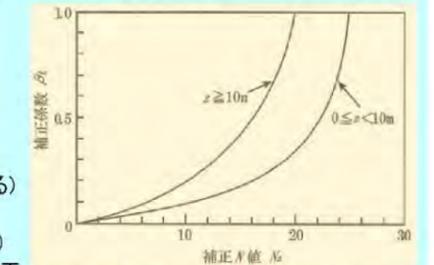


図-8 地盤反力係数の低減率

(2) 液状化の判定区分方法

FL 値による判定

表 4.3.2 FL 値による液状化判定区分

| | | |
|------|-------------|---------------|
| FL値 | $FL > 1.0$ | $FL \leq 1.0$ |
| 判定基準 | 液状化する可能性はない | 液状化する可能性がある |

FL 値が小さくなるほど液状化発生危険度が高く、また FL 値が 1 以下となる土層が厚くなるほど危険度が高くなる。

PL 値(流動化指数)による判定

判定地点で求めた FL 値に、深さの重み関数をかけることにより、その地点での液状化の危険度を表す指標(PL 値)を利用して、液状化の危険度を判定する場合は、下表のとおりである。

表 4.3.3 PL 値による液状化危険度判定区分

| | | | | |
|------|--------------|-----------------|------------------|--------------|
| PL値 | PL=0 | $0 < PL \leq 5$ | $5 < PL \leq 15$ | $15 < PL$ |
| 判定基準 | 液状化危険度はかなり低い | 液状化危険度は低い | 液状化危険度が高い | 液状化危険度が極めて高い |

Dcy 値(地表変位量の予測)による判定

沈下量は、以下の手順で算定する。

- 1) 図 4.3.1 を用い補正 N 値とせん断応力比に対応した繰返しせん断ひずみ γ_{cy} を求め、これを体積ひずみと読み替え、各層の体積ひずみを推定する。
- 2) 各層の体積ひずみを鉛直方向に積分して、地表面沈下量を算定する。

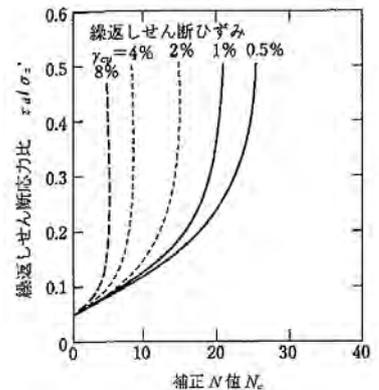


図 4.3.1 補正 N 値と繰返しせん断ひずみの関係

地表変位を Dcy とし液状化程度の指標とすると、液状化の程度は Dcy の値により

表 4.3.4 となる。

表 4.3.4 Dcy と液状化程度の関係

| | |
|-----------|--------|
| Dcy (m) | 液状化の程度 |
| 0 | なし |
| ~0.05 | 軽微 |
| 0.05~0.10 | 小 |
| 0.10~0.20 | 中 |
| 0.20~0.40 | 大 |
| 0.40~ | 甚大 |

(3) 液状化検討結果

液状化判定結果の詳細は、巻末添付資料に収納した。なお、液状化係数 (FL 値) と液状化指数 (PL 値) 及び地表変位 (Dcy) の結果を表 4.3.5 に、深度毎の液状化係数 (FL 値) を表 4.3.6 に示す。

表 4.3.5 液状化判定結果一覧表

| | | | レベル1 | | | | レベル2 | |
|------------|--------------------|-----|---------------------|--------|---------------------|--------|---------------------|-------|
| | | | 1.5m/s ² | | 2.0m/s ² | | 3.5m/s ² | |
| Bor. No. 1 | 液状化係数 (液状化の可能性) | FL | 1.790 | 液状化しない | 1.343 | 液状化しない | 0.770 | 液状化する |
| | 液状化指数 (液状化危険度) | PL | 0.000 | かなり低い | 0.000 | かなり低い | 1.880 | 低い |
| | 地表変位量 (液状化の程度) | Dcy | 0.000 | なし | 0.000 | なし | 0.012 | 軽微 |

・ 液状化係数 (FL 値)

液状化判定の結果、表 4.3.6 に示す液状化安全率 (FL 値) の赤字箇所が 1.0 以下であることから、設計加速度 3.5m/s² において「液状化の可能性がある」。

・ 液状化指数 (PL 値)

設計加速度 1.5m/s² と 2.0m/s² のとき、液状化危険度は「かなり低い」

設計加速度 3.5m/s² のとき、液状化危険度は「低い」 となる。

・ 地表変位 (Dcy 値)

設計加速度 1.5m/s² と 2.0m/s² のとき、地表変位量は「なし」

設計加速度 3.5m/s² のとき、地表変位量は「軽微」 となる。

表 4.3.6 Bor. No.1 液状化判定結果 (液状化判定ソフト結果)

地点名 Bor.No.1 設計水平加速度 1.5m/s² 地震動の種類 レベル1 レベル2 液状化指数 PL(m2) 判定
 地下水位 h_w = 1.850 (m) (地表面から 2.350(m)) 液状化の程度(地表変位) Dcy 0.000m

| 深度(調査)(m) | 堆積時代 | 適用土質 | N値(回) | 細粒分含有率FC(%) | 粘土分含有率Cc(%) | 塑性指数Ip | 全土被り圧σ _z (kN/m ²) | 有効土被り圧σ' _z (kN/m ²) | 深さ方向低減rd | 換算係数CN | 補正N値増分ΔNf | 換算N値NI | N値補正Csb | 補正N値Na | 液状化抵抗比τ/σ' _z | 繰返しせん断応力比τ _d /σ' _z | 液状化安全率FL | 判定結果 |
|-----------|-------|-------|-------|-------------|-------------|--------|--|--|----------|--------|-----------|--------|---------|--------|-------------------------|--|----------|--------|
| 1 | 0.650 | 沖積 砂質 | 3 | | | | 19.55 | 19.55 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 水位より上 |
| 2 | 1.300 | 沖積 粘性 | 3 | | | | 30.00 | 30.00 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 水位より上 |
| 3 | 2.300 | 沖積 礫質 | 15 | 6.7 | | | 49.16 | 44.75 | 0.958 | 1.661 | 2.040 | 15.273 | 0.613 | 17.313 | 0.188 | 0.105 | 1.790 | しない |
| 4 | 3.235 | 岩盤 | 106 | | | | 68.14 | 54.57 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 5 | 4.245 | 岩盤 | 95 | | | | 87.13 | 63.66 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 6 | 5.140 | 岩盤 | 225 | | | | 104.74 | 72.51 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 7 | 6.260 | 岩盤 | 82 | | | | 126.92 | 83.71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 8 | 7.090 | 岩盤 | 225 | | | | 143.35 | 92.01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 9 | 8.025 | 岩盤 | 360 | | | | 162.39 | 101.89 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

地点名 Bor.No.1 設計水平加速度 2.0m/s² 地震動の種類 レベル1 レベル2 液状化指数 PL(m2) 判定
 地下水位 h_w = 1.850 (m) (地表面から 2.350(m)) 液状化の程度(地表変位) Dcy 0.000m

| 深度(調査)(m) | 堆積時代 | 適用土質 | N値(回) | 細粒分含有率FC(%) | 粘土分含有率Cc(%) | 塑性指数Ip | 全土被り圧σ _z (kN/m ²) | 有効土被り圧σ' _z (kN/m ²) | 深さ方向低減rd | 換算係数CN | 補正N値増分ΔNf | 換算N値NI | N値補正Csb | 補正N値Na | 液状化抵抗比τ/σ' _z | 繰返しせん断応力比τ _d /σ' _z | 液状化安全率FL | 判定結果 |
|-----------|-------|-------|-------|-------------|-------------|--------|--|--|----------|--------|-----------|--------|---------|--------|-------------------------|--|----------|--------|
| 1 | 0.650 | 沖積 砂質 | 3 | | | | 19.55 | 19.55 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 水位より上 |
| 2 | 1.300 | 沖積 粘性 | 3 | | | | 30.00 | 30.00 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 水位より上 |
| 3 | 2.300 | 沖積 礫質 | 15 | 6.7 | | | 49.16 | 44.75 | 0.958 | 1.661 | 2.040 | 15.273 | 0.613 | 17.313 | 0.188 | 0.140 | 1.343 | しない |
| 4 | 3.235 | 岩盤 | 106 | | | | 68.14 | 54.57 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 5 | 4.245 | 岩盤 | 95 | | | | 87.13 | 63.66 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 6 | 5.140 | 岩盤 | 225 | | | | 104.74 | 72.51 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 7 | 6.260 | 岩盤 | 82 | | | | 126.92 | 83.71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 8 | 7.090 | 岩盤 | 225 | | | | 143.35 | 92.01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 9 | 8.025 | 岩盤 | 360 | | | | 162.39 | 101.89 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

地点名 Bor.No.1 設計水平加速度 3.5m/s² 地震動の種類 レベル1 レベル2 液状化指数 PL(m2) 判定
 地下水位 h_w = 1.850 (m) (地表面から 2.350(m)) 液状化の程度(地表変位) Dcy 0.012m

| 深度(調査)(m) | 堆積時代 | 適用土質 | N値(回) | 細粒分含有率FC(%) | 粘土分含有率Cc(%) | 塑性指数Ip | 全土被り圧σ _z (kN/m ²) | 有効土被り圧σ' _z (kN/m ²) | 深さ方向低減rd | 換算係数CN | 補正N値増分ΔNf | 換算N値NI | N値補正Csb | 補正N値Na | 液状化抵抗比τ/σ' _z | 繰返しせん断応力比τ _d /σ' _z | 液状化安全率FL | 判定結果 |
|-----------|-------|-------|-------|-------------|-------------|--------|--|--|----------|--------|-----------|--------|---------|--------|-------------------------|--|----------|--------|
| 1 | 0.650 | 沖積 砂質 | 3 | | | | 19.55 | 19.55 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 水位より上 |
| 2 | 1.300 | 沖積 粘性 | 3 | | | | 30.00 | 30.00 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 水位より上 |
| 3 | 2.300 | 沖積 礫質 | 15 | 6.7 | | | 49.16 | 44.75 | 0.958 | 1.661 | 2.040 | 15.273 | 0.613 | 17.313 | 0.188 | 0.244 | 0.770 | 液状化する |
| 4 | 3.235 | 岩盤 | 106 | | | | 68.14 | 54.57 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 5 | 4.245 | 岩盤 | 95 | | | | 87.13 | 63.66 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 6 | 5.140 | 岩盤 | 225 | | | | 104.74 | 72.51 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 7 | 6.260 | 岩盤 | 82 | | | | 126.92 | 83.71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 8 | 7.090 | 岩盤 | 225 | | | | 143.35 | 92.01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 9 | 8.025 | 岩盤 | 360 | | | | 162.39 | 101.89 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 基盤面より下 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

5. 調査結果のまとめ

アビターレ新有帆町の造成工事にあたり、地質調査結果を以下にまとめた。

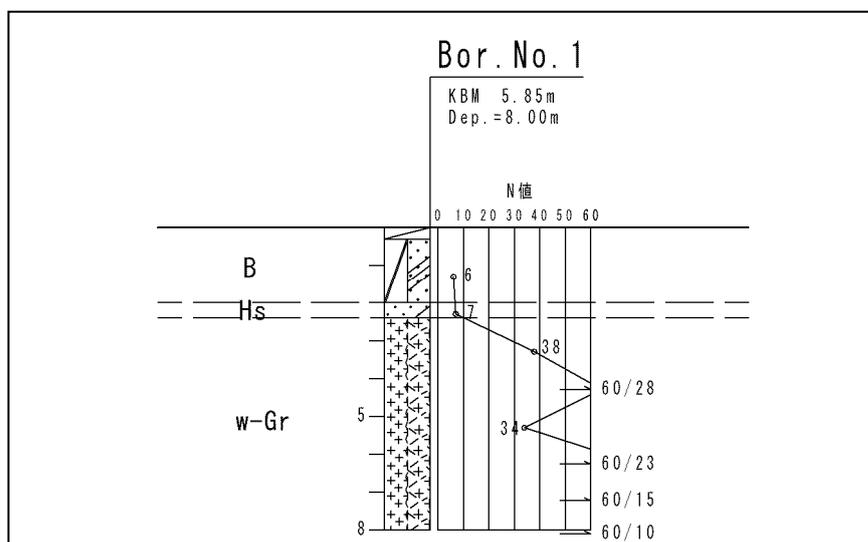


図 5.1 当該地の地層分布概略図

- ・当該地は、有帆川周辺の三角州が分布する地域である。
- ・表層 20cm はアスファルト舗装と路盤砕石であり、盛土(礫混じり砂)B は GL-0.70m まで確認された。マサ土系の砂質土による盛土地盤であり、砂の粒径は不均一で、細礫を混入する。N 値 3 を示し、相対密度は非常に緩い状態である。
- ・沖積粘性土(Hc)は、GL-0.7m~1.6m 間に確認されたもので、上位 30cm は粘り気が低いシルト(旧表層土)、下位は粘り気が強い粘土からなる。N 値 3 を示し、相対調度は軟らかい状態である。
- ・沖積砂礫(Hsg)は、中粗砂分が多く、粒径 2~40mm の亜角礫が主体で、単位体積重量が比較的重い状態である。N 値 15 を示し、相対密度は中位の状態である。
- ・宇部夾炭層は GL-3.0m 以深に、石炭・頁岩・砂岩を確認した。
- ・石炭(Co)は、層厚 1.4m 程度で砂礫直下に分布している。炭粉や細礫状に砕ける状態であり、採炭の対象にはなり難い石炭の状態である。岩級区分 DH 級、土軟硬区分は軟岩に対比される。なお、当該地周辺において石炭採掘が行われたことは事実である。
- ・頁岩(Sh)は、層厚 3.1m 程度で上位は炭質頁岩、下位は砂質頁岩を確認した。上位は極薄な炭を狭在する状態で片状に割れやすい。下位は短柱状コアを残すようになる。

岩級区分 DH 級、土軟硬区分は軟岩に対比される。

- 砂岩 (Ss) は、GL-7.5m 以深に確認したもので、上位 15cm 程度は硬砂岩状を呈し、柱状コアで採取される。岩級区分は CL 級～DH 級、土軟硬区分は軟岩に対比される。
- 地下水位は、無水掘りにより GL-1.85m に確認された。賦存土層は砂礫層である。
- 液状化の判定を、沖積砂礫土を対象として行った結果、設計加速度 1.5m/s^2 と 2.0m/s^2 のとき「液状化の可能性はない」が、設計加速度 3.5m/s^2 において「液状化の可能性はある」。なお、設計加速度 3.5m/s^2 のときの液状化危険度は「低い」に対比される。
- 参考として、地盤の長期許容支持力度の概算値の式を、以下に示した。

地盤の長期許容支持力度の概算値

1) 「N 値による地盤の評価」基礎工 Vol. 10, No. 6, PP16-25, 1982 より、以下に示す。

地盤の長期許容支持力度 q_a (kN/m^2)

$$q_a = N/2 \times 10 \quad (\text{礫層})$$

$$q_a = N \times 10 \quad (\text{砂層})$$

$$q_a = (2.5 \sim 5) N \times 10 \quad (\text{粘性土層})$$

2) 道路土工 擁壁工指針 (平成 24 年 7 月)

(3) 基礎地盤の諸定数 1) 地盤の支持力

表 5.1 安全率

| 常 時 | 地震時 |
|-----|-----|
| 3 | 2 |

-略- なお、斜面上でない高さ 8m 以下の擁壁で、現地の試験を行うことが困難な場合には、表 5.2 に示す 許容鉛直支持力度を使用してもよい。表 5.2 の値は常時のものであり、地震時にはこの 1.5 倍の値としてもよい。

表 5.2 基礎地盤の種類と許容鉛直支持力 (常時値)

| 基礎地盤の種類 | | 許 容 鉛直支持力度 q_a (kN/m^2) | 目安とする値 | |
|---------|-------------|--|-------------------------------------|-------|
| | | | 一軸圧縮強度 q_a (kN/m^2) | N 値 |
| 岩 盤 | 亀裂の少ない均一な硬岩 | 1000 | 10,000 以上 | - |
| | 亀裂の多い硬岩 | 600 | 10,000 以上 | |
| | 軟岩・土丹 | 300 | 1,000 以上 | |
| 礫 層 | 密なもの | 600 | - | - |
| | 密でないもの | 300 | | |
| 砂質地盤 | 密なもの | 300 | - | 30~50 |
| | 中位なもの | 200 | | 20~30 |
| 粘性土地盤 | 非常に硬いもの | 200 | 200~400 | 15~30 |
| | 硬いもの | 100 | 100~200 | 10~15 |

以 上