1) 粘性土地盤（砂の含有量が50%未満のもの）

$$\tau = c_u \tag{2.3.18}$$

ここに、

τ　：せん断強さ（kN/m^2）

c_u　：非排水せん断強さ（kN/m^2）

2) 砂質土地盤（砂の含有量が80%以上のもの）

$$\tau = (\sigma - u)\tan\phi_D \tag{2.3.19}$$

ここに、

τ　：せん断強さ（kN/m^2）

σ　：せん断面上の直応力（kN/m^2）

u　：現位置における定常水圧（主に静水圧）（kN/m^2）

ϕ_D　：排水条件におけるせん断抵抗角（°）

なお、砂分が50～80%のものは砂質土と粘性土の中間的な性質を示すので中間土と呼ばれる。中間土のせん断強度の評価は砂質土や粘性土に比べて難しいので、最新の研究成果や調査・設計・施工事例を参考にして慎重に行うべきである。粘性土として取り扱える中間土の場合には、一軸圧縮強さからせん断強さを評価すると著しく過小評価してしまうことも多く、三軸CU試験等の結果を活用することが望ましい。ただし，後述するように，せん断に伴うダイレーション（体積膨張）が著しい場合には、強度の設定は慎重に行わなければならない。

(4) 砂のせん断強さ

砂地盤は透水性が高く完全排水条件であると考えられるので、砂のせん断強さは**式 (2.3.19)** で表される。排水条件におけるせん断抵抗角 ϕ_D は、三軸CD（圧密排水）試験によって求められる。砂は間隙比が小さく密度が高いほど ϕ_D が大きいので、地盤中の間隙比 e_0 を正確に求める必要があり、乱れの少ない試料を採取して乱さない試料として試験するべきである。同一の密度を有する砂であってもせん断の条件によって求められる ϕ_D の値は多少異なってくるが、原位置から得た乱さない試料を用いて設計条件に合わせた拘束圧で実施した三軸CD試験によって求められた ϕ_D は、安定解析における特性値として使用することができる。ただし、基礎の支持力問題の場合は進行性破壊の影響が大きいので、三軸CD試験から求められる ϕ_D をそのまま特性値として使用すると支持力を過大に評価する恐れがある。

一般に、砂の乱れの少ない試料の採取は粘性土の場合に比べ技術的に難しく費用も高い。このため砂地盤のせん断抵抗角は、室内試験ではなく標準貫入試験のN値から求める場合が多い。N値から ϕ_D を求める式としては**本章2.3.4 (4)　砂質地盤のせん断抵抗角**を参照できる。

(5) 粘性土のせん断強さ

ここでは、粘性土として粘土分とシルト分の含有率が50%以上のものを考える。粘性土の非排水せん断強さ c_u を求めるには以下のような方法があり、当該地盤での過去の経験、地盤の特性、施設の重要性等を総合的に判断して強度決定法を選択すべきである。

①q_u法：

乱さない試料から求めた一軸圧縮強さ q_u を用いる方法であり、性能照査に用いる非排水せん断強さ c_u は次式で表す。

$$c_u = q_u/2 \tag{2.3.20}$$

一軸圧縮試験方法は、**土の一軸圧縮試験方法（JIS A 1216）**に規定されている。一軸圧縮試験は、高塑性粘性土を主な対象として実施する。供試体に拘束圧を作用させないため、試料の乱れの影響を受けやすく、著しく小さな強さが得られることがある。特に、硬くクラックが発生しやすい洪積粘性土など、深部から採取した粘性土への適用は難しい。砂分含有率が高い中間土も、供試体内の有効応力が保持されず、その結果として著しく小さなせん断強さが得られるので、適用は難しいと考えるべきである。この場合、三軸試験や一面せん断試験など、拘束圧を作用させて圧密を行う他のせん断試験法を採用することが望ましい。

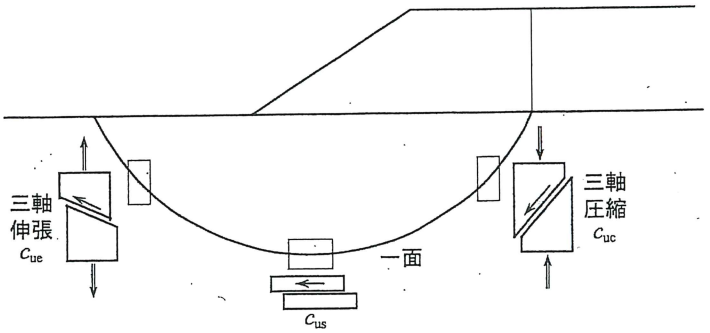
②初期応力と異方性を考慮した三軸試験による強度を用いる方法：

図－2.3.15のように、円弧すべりによる粘性土地盤上の盛土の安定解析を考える場合、盛土直下では、鉛直応力が増加することによりせん断が生じるので、三軸非排水圧縮試験（CU条件下での圧縮せん断試験）によりこれに相当するせん断強さを評価することができる（厳密には平面ひずみと軸対称の違いがあり、平面ひずみの方が若干大きな強度となる）。一方、円弧の終点、すなわち法先側のせん断は水平応力が増加することによりせん断が生じるので、三軸非排水伸張試験（CU条件下での伸張せん断試験）によりこれを評価することができる（厳密には平面ひずみと軸対称の違いがあるのはもちろんのこと、三軸伸張試験では軸力を減少させるのに対し、盛土の破壊では水平応力が増加するといった違いがある）。円弧の底部付近では、圧縮や伸張などといった変形モードではなく、ほぼ水平なせん断が生じるので、一面せん断試験あるいは単純せん断試験によってこれを評価することができる。

性能照査に用いる非排水せん断強さc_u^*として、圧縮試験から求めたせん断強さc_{uc}と伸張試験から求めたc_{ue}の平均値として次式

$$c_u^* = \frac{c_{uc} + c_{ue}}{2} \tag{2.3.21}$$

を用いる考え方がより一般的である。あるいは、一面せん断試験から求めたせん断強さc_{us}を代表値とする考え方もある。なお、日本の粘土の場合、三軸非排水伸張せん断強さc_{ue}は三軸非排水圧縮せん断強さc_{uc}の7割程度となることが多い。



図－2.3.15　粘性土地盤上に築造された盛土の安定問題と強度異方性

サンプリングによる試料の乱れは、それを小さくする努力を重ねても、ある程度はやむを得ないものである。また、一軸圧縮試験は信頼性に欠ける試験であるといわれて久しいが、性能照査法がこれに基づいて経験的に確立していることが多く、他の方法を採用できないでいるというのが実態である。非排水せん断強さの決定法として、今日までに提案されている試験法の中で、最も信頼性が高いと考えられているのが、「**再圧縮法**（Recompression法）」と呼ばれている方法[14]である。この方法は、採取した試料に対して原位置と同等の応力状態を再現することで、圧密を行うことにより試料の乱れの影響を小さくできるという事実に基づいている。

再圧縮三軸試験は、地盤工学会基準として制定されている**土のK_0圧密非排水三軸圧縮（K_0CUC）試験方法（JGS 0525）**並びに**土のK_0圧密非排水三軸伸張（K_0CUE）試験方法（JGS 0526）**に準じて実施する。地盤中の要素は鉛直に有効土被り圧σ'_{v0}、水平に静止土圧σ'_{h0}（$=K_0\sigma'_{v0}$）を受けている。サンプリングされた試料は大気

圧の下で全応力はゼロとなり、サクションにより等方的な残留応力がある程度残っているにすぎない。再圧縮法では三軸試験機の中で $\sigma'_1=\sigma'_{v0}$, $\sigma'_3=K_0\sigma'_{v0}$ で圧密することにより（この過程を再圧縮という）、原位置の有効応力と同等の状態を再現した上で非排水せん断試験を行える。有効土被り圧 σ'_{v0} は、採取した試料の単位体積重量から算出することができるが、ここで問題になるのは静止土圧係数 K_0 値をどのようにして求めるかである。原位置試験から求める方法もいくつか提案されているが、室内試験からも三軸セルを用いた K_0 圧密試験（軸圧 σ_1 あるいは軸ひずみ ε_1 を増加させたときに供試体の断面積が変化しないようにセル圧 σ_3 を制御して行う圧密試験）により求めることもできる。この方法で求められる K_0 は正規圧密状態の K_0（K_{0NC} と表すことが多い）であるが、実際の地盤のように年代効果により疑似過圧密状態にある土の K_0 値もこれに近い値であると考えられる（著しい過圧密状態にある土の K_0 値はこれよりも遙かに大きい）。日本の粘性土では、多くの場合、正規圧密状態での K_0 値は0.45～0.55になる。

一面せん断試験でも再圧縮法は可能で、この場合、せん断リングによって供試体直径の変化は拘束されているから、圧密圧力を有効土被り圧 σ'_{v0} とするだけで特に K_0 値を意識する必要はない。

一軸圧縮試験から求められる非排水せん断強さ（$q_u/2$）は大きくばらつくものの、その平均値は、原位置と同等の応力状態を供試体に再現できる再圧縮法（σ'_{v0} と $K_0\sigma'_{v0}$ で圧密）による三軸圧縮及び伸張試験から得られる非排水せん断強さの平均値（c_{uc} と c_{ue} の平均値）とほぼ一致する。一軸圧縮試験よりも、力学的根拠や供試体の有効応力状態がより明らかな再圧縮法による三軸圧縮及び伸張試験を用いた方が、信頼性の高い試験結果が得られる。このため、本章**2.1　地盤物性値の推定**において、ばらつきの小さい結果が得られる三軸試験の方が性能照査上有利であることが期待できる。また、中間土に対しては、一軸圧縮試験から求められる非排水せん断強さは過小評価となり、不経済な設計になる可能性が高いことから、再圧縮法を用いることが望ましい。

再圧縮法は主に自然堆積粘土の原位置非排水せん断強さを得るために適用するが、載荷による地中応力増分を考慮して圧密を行えば、圧密による強度増加を期待した非排水せん断強さの評価にも適用できる。

伸張試験の実施が困難な場合、強度の異方性として非排水伸張強さと非排水圧縮強さの比 c_{ue}/c_{uc}（日本の粘土では0.7程度になることが多い）を用いて、圧縮せん断強さから伸張せん断強さを推定することもできる。

③一面せん断試験による強度を用いる方法：

この方法は乱さない粘性土を原位置の有効土被り圧で一次元的に圧密した供試体に対して、一面せん断試験によって求めたせん断強さ τ_{DS} を使用する方法である。一面せん断試験は地盤工学会基準「**土の圧密定体積一面せん断試験方法（JGS 0560）**」の方法によって行うことができる。性能照査に用いる非排水せん断強さ c_u は次式で与えられる。

$$c_u = 0.85\tau_{DS} \tag{2.3.22}$$

ここに0.85はせん断速度効果に関する補正係数であり、導出値を求めるために、計測値に対して一次処理を施していることになる。

④一軸圧縮強さと三軸圧縮試験による強度を併用する方法：

一軸圧縮強さを用いる q_u 法は試料採取時の乱れの影響を著しく受けるため、実績の無い地盤では信頼性が低いという問題がある。本手法は、この問題を解決するために乱さない試料から求めた q_u と三軸CU試験の強度を組み合わせ、試料の品質の評価を行って強度を決定する方法である。この方法では、原位置の平均有効応力（K_0=0.5を仮定して $2\sigma'_{v0}/3$ になる）で2時間だけ等方圧密した後、非排水圧縮する三軸CU試験を対象としており、得られた非排水せん断強さを経験的に0.75倍するといった補正が必要である。すなわち、当該三軸試験では、一面せん断試験の場合と同様に、計測値に対して一次処理を施して導出値を求める必要がある。この三軸試験は簡易三軸試験（簡易CU試験）と称されており、再圧縮法による三軸試験の実施が困難な場合に代用されることがある。本手法は自然地盤を対象としており、埋立地のような未圧密地盤には適用できない。簡易三軸試験では間隙水圧を計測しなくても良い。詳細は文献15）16）を参照のこと。

令和2年3月10日　参議院　外交防衛委員会　沖縄の風　伊波洋一　出典：港湾の施設の技術上の基準・同解説（上巻）

⑤原位置ベーンせん断試験から求める方法：

ベーンせん断試験は、地盤工学会基準として制定されている**原位置ベーンせん断試験方法（JGS 1411）**により実施することができる。求められるせん断強さの平均を$c_{u(v)}$とすると、$c_{u(v)}$をそのまま性能照査に用いる非排水せん断強さc_uとしてよい[17]。原位置ベーンせん断試験は、現場で機動的に実施でき、一軸圧縮試験では供試体が自立しないような軟らかい粘性土のせん断強さも正確に求められることが長所である。したがって、例えばバーチカルドレーン工法で地盤改良する場合の施工管理に適している。試験方法や原理が簡単ではあるが、ロッドの摩擦などの影響に注意が必要であり、摩擦の影響のキャリブレーションや摩擦低減の工夫が必要である。ただし、港湾工事において実際にベーンせん断試験が実施された例はほとんどない。

⑥電気式コーン貫入試験から求める方法：

電気式コーン貫入試験は、地盤工学会基準として制定されている**電気式コーン貫入試験方法（JGS 1435）**により実施することができる。コーン貫入抵抗q_c、周面摩擦f_s、間隙水圧uの三成分を計測するが、貫入抵抗q_cについては、計測値に現れる間隙水圧の影響を補正した先端抵抗q_tとして報告する。粘性土の非排水せん断強さc_uは次式によって推定することができる。

$$c_u = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_{kt}} \tag{2.3.23}$$

ここに、σ_{v0}は全応力としての土被り圧、N_{kt}はコーン係数と称される定数である。コーン係数N_{kt}の値は地盤ごとに異なり，8～16程度の範囲にある。このため、乱さない試料に対する再圧縮三軸試験等の信頼できる方法により別途求めた非排水せん断強さとの比較を行い、調査対象地盤のN_{kt}の値を適切に設定しておく必要がある。

電気式コーン貫入試験は、深さ方向に実質的に連続となる細かい間隔でデータを取得することができ、不均質な地盤に見られる薄層であっても捉えることができる。一方で、礫を含む地盤の場合には、コーンが礫に当たると過大な先端抵抗が得られたり、貫入不能になったりしてしまう。近年では、ロータリー式ボーリングの機能を有する貫入機が開発され、礫や強固な地層にコーンが当たった場合には、ロータリー式ボーリングに迅速に切り替えて、貫入再開可能な深度まで掘り進める方法も実用化されている。

コーン係数N_{kt}の値を設定するために、サンプリング試料に対して室内試験を実施する①～④の方法、あるいはベーンにより直接的にせん断強さを計測する⑤の方法のいずれかを実施なければならないが、調査地点間のデータを補間するために多くの調査地点を必要とする場合などには、より簡便に調査を実施できる電気式コーン貫入試験は有用な調査手法となる。

これら①～⑥の方法はそれぞれ特徴があるのでそれらに留意し、必要に応じて目的や対象とする土質により選択して用いなければならない。

粘性土の非排水せん断強さc_uは圧密の進行とともに増大し、圧密荷重が大きいほど圧密後のc_uは大きい。したがって、土被り圧が大きな深部ほど圧密圧力が大きくなっていることから、正規圧密粘性土地盤のc_uは深度とともに増大するのが一般的であり、性能照査に用いる式は次式で表すことが多い。

$$c_u = c_{u0} + kz \tag{2.3.24}$$

ここに、

c_u　：粘性土層表面からの深さzにおける非排水せん断強さ

c_{u0}　：粘性土層表面における非排水せん断強さ

k　：深さzに対するc_uの増加割合

z　：粘性土層表面からの深さ

令和2年3月10日　参議院　外交防衛委員会　沖縄の風　伊波洋一　出典：港湾の施設の技術上の基準・同解説（上巻）

2. 動態観測の考え方

2.1 動態観測の目的

動態観測の目的は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成 30 年 5 月）」P.1745～1746[※2.1-1] を参考に、下記のとおりとした。

①仮設工を含む構造物の施工中の安全性の確認
②施工前に見込んでいた構造物の沈下量・変位量などの検証と設計・施工へのフィードバック
③構造物完成後の将来の沈下量・変位量などの予測と維持管理計画への反映

2.2 動態観測の実施範囲

動態観測の実施範囲は、地盤の圧密沈下や強度増加を考慮する中間土及び粘性土が分布する範囲を対象とする。

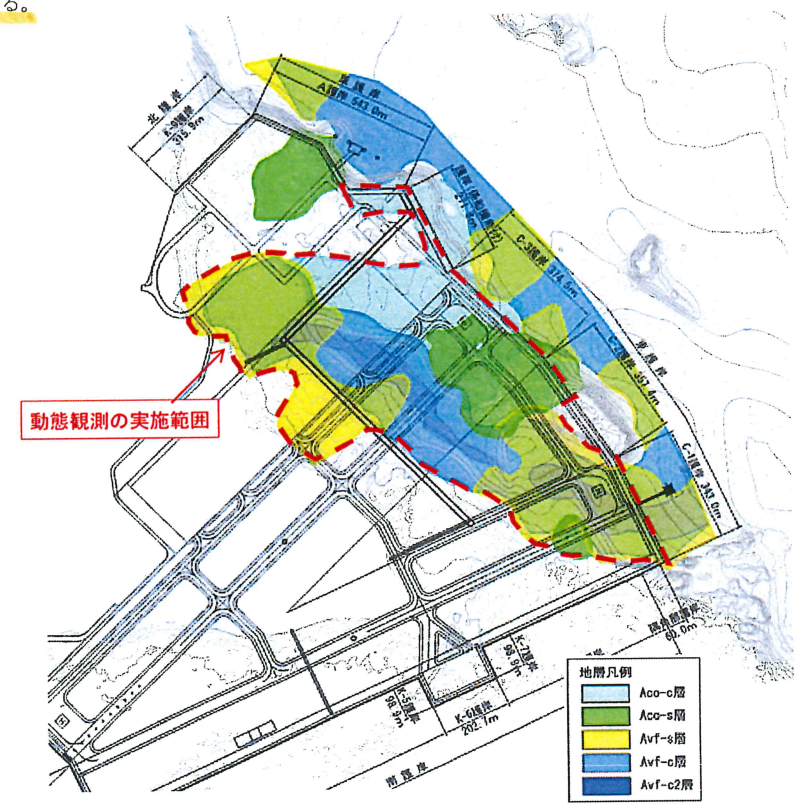


図 2.2-1 動態観測の範囲

2.3 動態観測の観測項目及び管理方法

2.3.1 外周護岸

外周護岸（C-1～C-3 護岸、護岸（係船機能付）及び A 護岸）を対象とした観測項目及び管理方法を表 2.3-1 に示す。

なお、観測に必要な計測機器の選定及び配置は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成 30 年 5 月）」P.1759～1769[※2.3-1] 等を参考に、護岸の施工実施段階における施工への影響等も配慮し、決定する。

表 2.3-1 動態観測の主な観測項目及び管理方法【外周護岸】

目的		観測項目 ＼ 観測する方法 ／ 観測結果を用いた管理方法の例	変位：地表面沈下：沈下板	変位：地表面沈下：沈下計（水圧式等）	変位：地表面沈下：測量	変位：層別沈下：層別沈下計	変位：水平変位：傾斜計	変位：水平変位：測量	応力：間隙水圧計	応力：土圧計	強度：CPT	その他[注1]：潮位	その他[注1]：地下水位
①	仮設工を含む構造物の施工中の安全性の確認	安定管理図による管理 ※2.3-2		○			○					○	○
		地盤の強度増加の確認									○		
		安定解析による次施工盛土の施工可否判断		○		○			○		○		
②	施工前に見込んでいた構造物の沈下量・変位量などの検証と設計・施工へのフィードバック	設計値との比較、パラメータ同定解析[注2]		○		○	○		○	○	○	○	○
		将来沈下量予測（双曲線法、logt法等） ※2.3-3		○		○						○	○
③	構造物完成後の将来の沈下量・変位量などの予測と維持管理計画への反映	将来沈下量予測（双曲線法、logt法等） ※2.3-3		○		○						○	○

注1) 沈下観測は水圧から間接的に推定する方法を用いる場合、潮位、地下水位を併せて観測する。
注2) パラメータ同定解析には、地盤の挙動観測結果に加え、埋立順序の施工履歴が必要となるが、これは別途施工管理の中で実施するものと仮定し、上記の表には含めていない。

令和2年3月10日 参議院 外交防衛委員会 沖縄の風 伊波洋一
出典：普天間飛行場代替施設建設事業に係る技術検討会（第4回）配付資料

何かメリハリをつけるという意味では、この計測管理項目と土層分布を、どのように関連づけて考えたらよろしいでしょうか。

○事務局　中間土、粘性土でございますので、例えば沈下が見込まれる Avf-c とか Avf-c2 といった、粘性土層が分布しているエリア、もしくは先ほど委員がおっしゃられましたように航空機のタッチダウンするエリアとか、そういった利用面も考えた上で重点観測区域等を定めていきたいと思っているところです。

○委員　そうすると、この図 2.2-1 になりますけれども、全体的に観測をするというのではなくて、地形などを反映した上で、ここは重点的にやるとか、ここは少し数を減らすとか、そのあたりはこれから検討していくという理解でよろしいですね。

○事務局　はい。

○委員　あともう一つ、特に 2 ページ目の護岸なのですが、強度増加が非常に重要になると思うのです。今回は地盤改良をして護岸を構築するということですし、特に護岸のところはサンドコンパクションパイルでやる。そのときにも強度増加は非常に重要な項目になってきます。例えば、従来、色々な埋立地ではチェックボーリングをしたりということがあるのですが、チェックボーリングをやるにしても、採った試料が強度増加の過程にあるときに一軸圧縮試験をやっても、特に中間土的な沖縄の土の場合には、強度がわからなくなってしまう。では何をしたらいいかということで考えると、今回は CPT と書いてあるのです。RI は密度変化を求めるものなので、密度変化はというと、今度は間隙比の少ないこの土においては密度の変化がほとんど出てこない。なので CPT は良い選択と思います。今回取得したＣＰＴデータを初期値として、そこからの土の強度増加の過程をしっかり評価していただければいいと思います。

○事務局　御助言ありがとうございます。検討していきたいと思います。

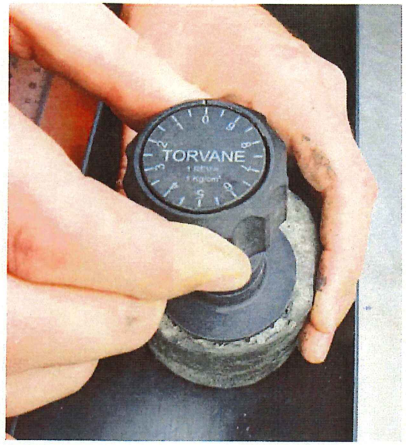
○委員長　それから、ここは結構相対変位が重要になってくるので、重点地区 1 カ所ではなくて、相対沈下がわかるようにしっかり観測計画を立てていただくといいかと思います。

○事務局　ありがとうございます。

令和2年3月10日　参議院　外交防衛委員会　沖縄の風　伊波洋一
出典：普天間飛行場代替施設建設事業に係る技術検討会（第4回）議事録

受注者が船上で行った簡易試験について

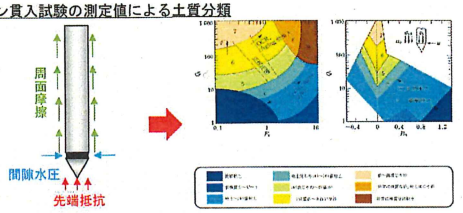
Torvane試験（イメージ）



Pocket Penetrometer試験（イメージ）

B-27を含むコーン貫入試験地点での調査の概要

①コーン貫入試験の測定値による土質分類

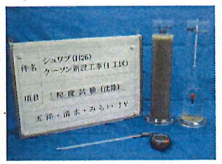


コーン貫入試験の３成分

３成分による土質分類チャート
(Robertson, 1990)

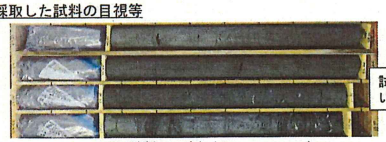
②物理試験

土粒子の密度試験



土の粒度試験

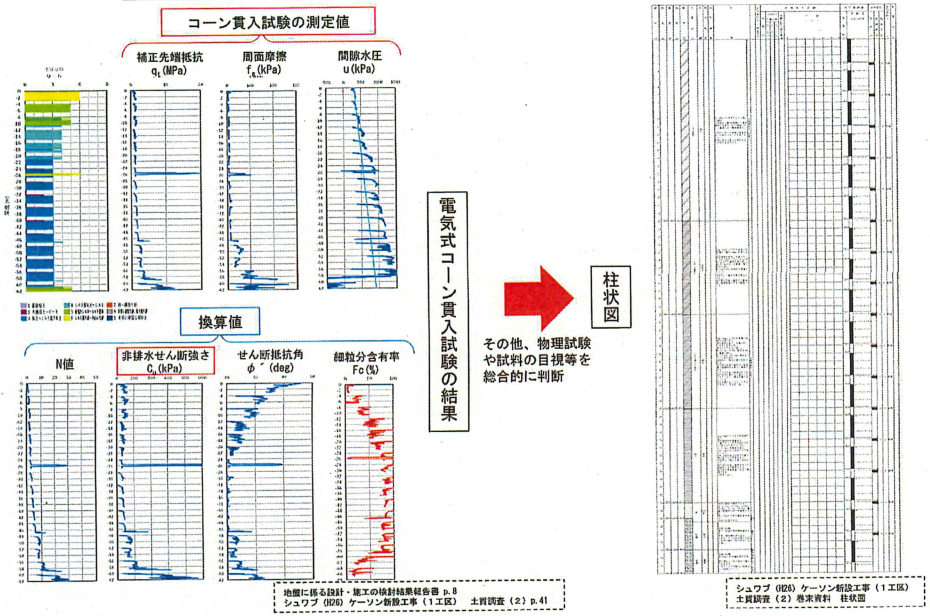
③採取した試料の目視等



試料の色や臭い等を確認

土の試料の一例（Ａｖｆ－ｃ２）

コーン貫入試験の測定値と換算値（Ｂ－２７地点）

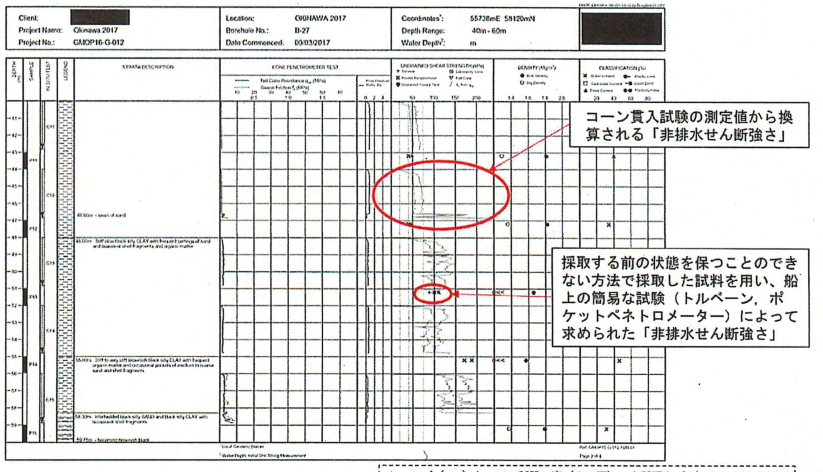


地盤に係る設計・施工の検討結果報告書 p. 8
シュワブ（H26）ケーソン新設工事（１工区）　土質調査（２）p. 41

シュワブ（H26）ケーソン新設工事（１工区）
土質調査（２）巻末資料　柱状図

報告書の巻末英語資料における非排水せん断強さ等

・コーン貫入試験及び試料の採取を行った受注者の下請け業者（海外企業）が、電気式コーン貫入試験の測定結果から推定される非排水せん断強さ及び採取した試料を用いた簡易的な試験結果をとりまとめて自主的に報告。



シュワブ（H26）ケーソン新設工事（１工区）　土質調査（２）巻末資料（抜粋）

令和2年3月10日　参議院　外交防衛委員会　沖縄の風　伊波洋一　出典:防衛省提供資料

資料１－⑩

詳細施工計画-2

シュワブ（H26）ケーソン新設工事（１工区）

詳細施工計画書
共通仮設　ポセイドンボーリング工

平成 29 年　1 月

五洋建設・清水建設・みらい建設工業建設共同企業体

1．工事概要

(1) 目的及び種類

沖縄防衛局調達部発注「シュワブ（H26）ケーソン新設工事（1工区）」に伴う確認ボーリングを行うものです。本業務は、辺野古沖合にて、POSEIDON-1を使用したコアサンプル採取及び、CPTデータの取得を目的とします。

取得したコアサンプル及び、CPTデータは、土質調査会社で解析するものとします。

(2) 作業期間

自）平成29年1月10日

至）平成29年7月31日

(3) 区域又は場所

名護市キャンプシュワブ沿岸域　　図1-1　調査位置図　参照

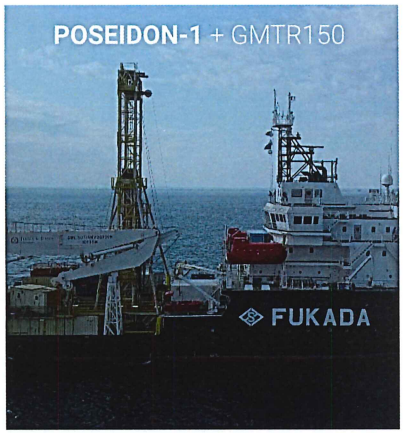
(4) 工事内容

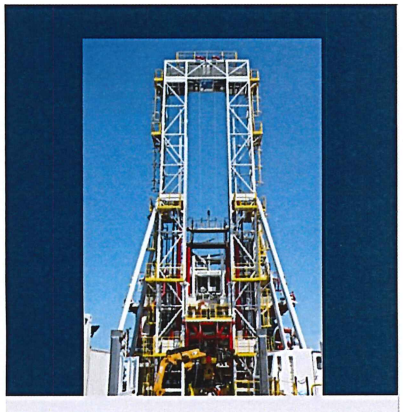
表 1-1　工事内容一覧表

	ボーリング No.	海底面高(m)	ボーリング長(m)	計測方法
1	S- 17	-15.09	33.80	4m cycle
2	S- 10	-26.05	9.03	4m cycle
3	S- 7	-35.16	24.79	4m cycle
4	S- 31	-26.72	17.28	4m cycle (cpt ｷｬﾘﾌﾞ)
5	B- 35	-27.01	18.24	4m cycle
6	B- 29	-31.20	23.14	4m cycle
7	B- 64	-40.63	21.78	4m cycle
8	B- 27	-29.90	51.03	4m cycle
9	S- 30	-30.39	46.96	4m cycle (cpt ｷｬﾘﾌﾞ)
10	S- 19	-21.69	25.95	4m cycle
11	B- 34	-26.87	15.14	4m cycle
12	S- 5	-26.69	17.24	4m cycle
13	S- 6	-17.42	20.31	4m cycle
14	S- 4	-19.81	24.79	4m cycle
15	S- 21	-21.06	42.38	4m cycle
16	B- 59	-22.00	27.75	4m cycle

〈詳細施工計画書　ポセイドンボーリング〉において、「(1)目的及び種類」で、CPTデータの取得を目的としている。
CPTデータの結果は、海外企業が自主的に報告したものではなく、当初からの受注契約の調査目的である。

令和2年3月10日　参議院　外交防衛委員会　沖縄の風　伊波洋一　出典:防衛省提供資料





DP2
クラス2ダイナミックポジショニング

厳しい海洋環境向けに設計および構築

Poseidon-1はDP2船で、2015年に日本で設計および製造され、最高水準の仕上げと技術を備えています。非常に強力な動的位置決めシステムを備えており、船舶が厳しい海洋環境で動作することを可能にします。

船舶には、今日のオフショア市場で最も有能な有線CPT /プッシュサンプラー/ピストンサンプラースプレッドの1つを含むGMTR150掘削パッケージが装備されています。ガスハイドレートなどの市場では、全圧コアリングの広がりと掘削中のロギング（LWD）システムを利用できます。

船上土壌実験室

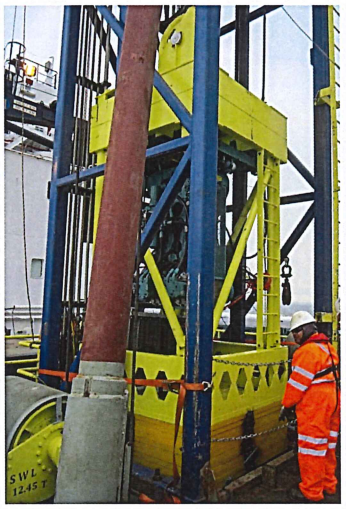
Geoquip Marine土壌研究所はPoseidon-1に搭載されており、当社の地質工学エンジニアは、土壌分類をすぐに行い、沖合でリアルタイムで設計、分析、評価のための強度パラメーターを決定できます。このデータにより、エンジニアはボアホールの進行に合わせて船内でスパッド缶の貫通および/または杭の容量/設置解析を行うことができ、実際のボアホールの深さを最適化できます。

実験室には、標準的な土壌試験実験を実施するために必要なツールが装備されています。日常のサンプル処理、写真撮影、分類、保管は、研究室での日常的な作業プロセスの一部です。サンプルで実行される作業の範囲はさまざまであり、プロジェクトに合わせて調整できます。

回収されたサンプルは、陸上施設への出荷前に温度管理された環境に保管されます。

シーブシステム

Poseidon-1は、オプションとしてGeoquip MarineのGMC201 20T海底ユニットを搭載することもできます。



このプロジェクトは、プロジェクトで浅水または深海のいずれかの*現場*でのテストが必要な場合に迅速に展開でき、ターンアラウンドの短縮とコストの削減を実現します。

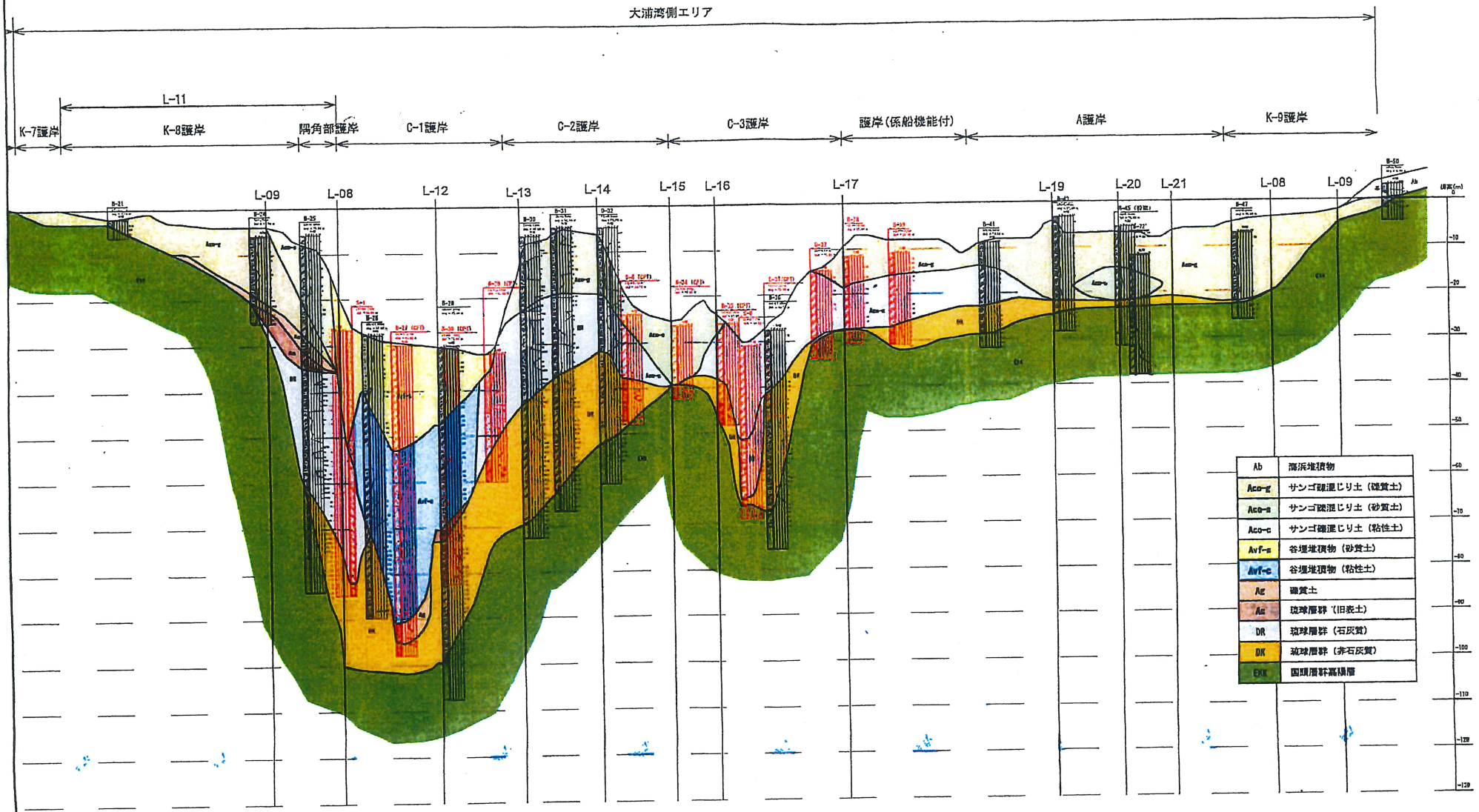
海底システムは、リグデリックと補償システムを使用して、船舶のムーンプールを介して展開できます。

POSEIDON-1の資料によると、「POSEIDON-1には、船上土壌実験室が搭載され、地質工学エンジニアは、土壌分析をすぐに行い、沖合でリアルタイムで設計、分析、評価のための強度パラメーターを決定できます。実験室には、標準的な土壌試験実験を実施するために必要なツールが装備されています。」 とされている。報告されたCPTデータは簡易的な試験結果ではなく、信頼性が高いものである。

令和2年3月10日　参議院　外交防衛委員会　沖縄の風　伊波洋一　伊波洋一事務所作成
出典：Geoquip Marine社ホームページより（https://www.geoquip-marine.com/fleet/poseidon-1-with-gmr150/）

護岸法線地質断面図（大浦湾側エリア）　縮尺　H=1：4000, V=1：400（A1）

L-11



令和2年3月10日　参議院　外交防衛委員会　沖縄の風　伊波洋一
出典：防衛省提供資料　シュワブ(H26)ケーソン新設工事(1工区)確認ボーリング報告土質調査(1)　平成30年12月

表-3.1.1（1）　地層層序一覧（大浦湾側）

地質時代			地層名	土質	土質記号	最小層厚(m)	最大層厚(m)	N値(回)	記事
新生代	第四紀	完新世～更新世	サンゴ礫混じり土	第1礫質土	Aco-g	5.00	15.80	0～12 (2.8)	・礁池に分布するサンゴ礫混じり土でC-2および係船機能付護岸で確認された。 ・径2～40mmのサンゴ礫を多く含みマトリックスはシルト質砂が多い。 ・地点によって細粒分の混入はバラツキがみられる。 ・サンゴ礫は希に大型のものがあり礫の大きさはバラツキがある。
				第2粘性土	Aco-c	8.90	20.50	0～13 (2.1)	・C-3～係船機能付護岸周辺で分布が確認されたサンゴ礫を混入する粘性土。 ・C-3では海底部から分布するが係船機能付護岸付近では，Aco-gの下位に分布しており，マトリックスはAco-gよりシルト分が優勢となった層である。
			谷埋堆積物	第1砂質土	Avf-s	8.00	27.00	0～35 (13.6)	・護岸法線上ではC-1付近の海底谷地形って確認される。ここから火薬庫に向かう海底谷地形で確認される緩い砂質土層。 ・均質な細砂からなる。場所によってはシルト分も含むが基本的に粘性はほとんど無い。 ・谷の中央付近はN値低いが，両側の谷側部に近づくにつれ，サンゴ礫を少量含むはじめやや不均質となる。
				第1粘性土	Avf-c	20.00	43.90	－	・海底谷地形を埋める形で堆積しAvf-sの下位に分布する軟らかい粘性土。 ・砂質シルト～粘土からなり，比較的均質な土層となっている。 ・上位層との境界は明瞭さに欠ける。 ・全般にN値は低く0を示す事が多い。
				第2砂質土	As	7.00		47	・ごく一部に分布する砂層で，洪積層の上面に局所的に分布する。 ・今回はS-2地点で確認された。 ・礫は石英礫を混入し，シルトを全体に含む不均質な層である。 ・砂は細～中砂を主体としている。
				礫質土	Ag	6.60	13.10	6～28 (16.9)	・洪積層の上面に分布する層で，As層と同様に局所的に分布する。 ・As層よりも礫径が大きく玉石程度のものも混入する。 ・マトリックスは砂質土でほとんど粘性を含まず粗い。
			琉球層群（石灰質）	第1砂質土	DR	0.30	28.00	0～40 (19.9)	・石灰質の層で，C-2周辺では石灰岩が当層に該当するが，その他は砂質土および礫質土となっている。 ・砂質土および礫質土はDK層と類似する部分も多いが，大きく違う点は礫が風化していることが少なく未風化で基質部分は石灰質である。
			琉球層群（非石灰質）	第2砂質土	DK	1.00	5.00	20～41.3 (100)	・嘉陽層の上位に分布するが，部分的に欠落するところもみられる。 ・礫は風化した砂岩や頁岩を混入することが多く，マトリックスは粘土で含水も低い状態となっている。 ・礫は，指圧で潰れる程度の硬さで，一部未風化礫もみられる。
	第三紀	嘉陽層	基盤岩	砂岩・頁岩	EKK	>1.1	>3.5	31～214 (105.3)	・完新世や更新世で不整合に覆われる当該地の基盤岩。 ・大浦湾側のボーリングでは砂岩や頁岩が確認された。岩種は一様ではなく，全体的に見れば砂岩頁岩互層で構成されていると推定される。 ・一部風化により軟質化している部分もあるが，風化層厚は薄く概ね最上部から硬質な状態で，N値50以上を示す。

※（　）内は平均値を示す。
N値50以上は換算N値を示す。

令和2年3月10日　参議院　外交防衛委員会　沖縄の風　伊波洋一
出典：防衛省提供資料　シュワブ（H26）ケーソン新設工事（1工区）確認ボーリング報告土質調査（1）　平成30年12月