

辺野古新基地設計変更に関する意見書 —主に日下部鑑定書について—

立石 雅昭

本鑑定書は、辺野古新基地建設に係る埋立地用途変更・設計概要変更承認申請書と、6回に渡って開かれた技術検討会の内容の当否に関して鑑定人(日下部治氏)が意見を述べたものである(令和4年3月2日)。内容は主に沖縄県の不承認処分理由項目を対象としたものであり、レベル1地震動の作成等に対する鑑定はしていない。

本小論は、この鑑定書の鑑定内容の妥当性について検討する。構成は、章・節は鑑定書のタイトルをそのまま引用し、叙述は、鑑定書の鑑定概要を述べてからその内容の妥当性を検討する。日下部氏は平成31年3月14日付で「地盤に係る設計・施行の検討結果 報告書 平成31年1月」の内容の当否に関する鑑定している。表-1は同鑑定書(p.3)からの引用であるが、H31年の鑑定書は実行可能性を検討した報告書であると述べている。その上で、詳細設計では必要に応じ、より密度の高い地盤調査などをしてより精緻な解析を実施するのが有益と考えられると述べていた。

表-1 「地盤に係る設計・施行の検討結果 報告書 平成31年1月」は実行可能性の検討書

<p>本報告書は、設置目的に対応した要求性能や所要の設計供用期間が明示されていない概略検討段階における事業の実行可能性を検討した報告書である。実行可能性が確認された後に、要求性能と設計供用期間の詳細が検討されることが想定される。(中略)</p> <p>詳細設計で要求される詳細調査では、必要に応じ、より密度の高い地盤調査や土質試験を実施するなどしてより精緻な解析を実施するのが有益と考えられる。</p>

1. はじめに

- ・(p.3)鑑定書は、文頭で「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(以下、港湾基準・同解説)による要求性能や設計供用期間について述べており、辺野古新基地は空港施設なのに「空港土木施設設計要領」にまったく触れていない。鑑定書は港湾基準・同解説を用いることができる正当な理由や、適用施設への範囲、他の空港施設が用いている基準等についての言及がない。

空港土木施設については、平成31年4月に基準体系の見直しが行われ「空港土木施設設計要領」が制定されている。辺野古の設計変更を鑑定する際の基準としてこの基準を採用するべきであり、鑑定の物差しである基準の選択を誤っているので再鑑定がなされなければならない。

2. 鑑定時点の情報

- ・(p.3)鑑定で用いられた情報は、H31年鑑定時の情報と合わせると膨大になるが、鑑定書は新たな情報として次の5点に集約されたとした(鑑定書では4点と誤記)。
 - (1) 要求性能と設計供用期間の決定
 - (2) 地盤調査並びに土質試験結果の整理・吟味、Avf-c層とAvf-c2層の区分の判断を含むより精緻化された設計地盤図の作成、各層の力学諸係数の吟味と選択
 - (3) 圧密試験の完了、その結果に基づいた滑走路の不同沈下量の推定・舗装の維持管理について検討、液状化の予測・判定

(4) 実行可能な施工工程の選択、要求性能に応じた施工工程を踏まえた安定性能照査の実施

(5) 動態観測計画の策定

鑑定書は、これらの情報に依拠し、3章以降の鑑定を行っている。

3. 設計地盤図の意義と精度

3.1 対象地盤

- ・(p.4)鑑定書は、対象地盤を“当該地層の土のみが特有な力学的挙動を示すことを示唆する科学的根拠は見いだせない。”と述べている。事実の確認と考えられるが、それは亜熱帯地方に共通の特性を述べているのであり、そのことをもって羽田国際空港や関西国際空港の地盤と同じ力学的挙動を示すということにはならない。

3.2 設計地盤図と設計システム

- ・(p.4,5)鑑定書は、設計システムについて論じたのち、“当該地盤の設計地盤図を作成するために、本事業では他の類似の海上空港建設と比較しても調査密度が高いボーリング、サウンディングを実施し、さらに成層構成の情報を補完するために音波探査が実施されている。併せて採取された試料について土質試験が実施された。平成31年鑑定書では調査密度の検討を行い土質試験が適正に実施されたことを確認している。”と述べている。

調査密度の検討を行っても土質試験が適正に実施されたかどうかは確認できない。平成31年鑑定書は、「これらの調査から得られる情報によって外周護岸部の地盤性状が把握でき、護岸部の安定性能照査が実施可能となることから、概略検討を行うには適切な調査密度と判断できる」や「法線直角方向においても概略検討を行うには適切な調査密度と判断できる」と述べていることから判断して、あくまで実現可能性を判断するために必要な調査密度だったのである。従って、H31年鑑定書で「概略検討を行うのに適切な調査密度」と評価していたのが、今回の鑑定書では追加の地盤調査をしていないにも関わらず、評価を変えた理由を明確に示さねばならない。辺野古新基地は起伏に富んだ地盤なので“他の類似の海上空港建設と比較しても調査密度が高い”は理由にならない。類似の空港である羽田国際空港や関西国際空港は平坦な地盤であるからである。

3.3 最弱リンク問題と平均値問題

3.4 当該地盤における設計地盤図

3.5 B-27 地点の力学的試験の必要性について

鑑定書は、B-27 地点で地盤調査を実施して力学的試験結果の情報を得なくても、現行の設計システムとしてC護岸の安定性能照査が適切にできる、と判断する根拠として6項目を挙げた。

- (1) 検討対象地盤は、非排水せん断強度が深さ方向に直線的に増加し強度の主要な支配要因が土の自重であるという特性を持つ。
- (2) 護岸の安定問題は、平均値問題に属する。
- (3) 空港建設に係る地盤の水平方向の相関性に関する過去の知見と矛盾していない。
- (4) 費用対効果が低い。
- (5) 安定性能照査の過程で、設計地盤図及び各層の力学諸係数の設定過程等に複数の安全側の配慮が存在する。
- (6) 動態観測施工を実施する計画である。

以下(1)～(6)の鑑定結果を具体的に検証する。

(1) 検討対象地盤は、非排水せん断強度が深さ方向に直線的に増加し強度の主要な支配要因が土の自重であるという特性を持つ

土の強度の主要な支配要因が土の自重であることは、過圧密な地盤でなければ、一般論として成り立つ。砂質土ならば深くなるほど摩擦力は増大し、粘性土ならば圧密されて粘着力が増えるからである。問題は、こうした一般論で作成した強度を、少しの強度の違いで安定性が損なわれてしまう地盤の検討に用いていることである。たとえば C-1-1-1 工区では地盤のすべり力 S と抵抗力 R の比 F が、 $F=S/R=0.992$ であり、すべり力 S か 抵抗力 R がわずかに 0.8% 変動するだけで不安定の結果になる。C-2 護岸を除く多くの基礎地盤はそれほどデリケートなので、『強度は自重が決める』などという一般論から求めた強度ではなく、C-1 護岸の地盤強度を直接調査することが求められるのである。

なお「3.7 沖縄県から提出された不承認通知書および弁明書について」において、鑑定書は弁明書が有効応力について理解が無いことを指摘している。弁明書は、S-3 地点と S-20 地点は海面から同じ深さの地層であっても海底面からの深さで強度が変わると述べている。これを記載した理由を以下のように推察する。埋没谷の地質推定断面図(図 2.2-14、第 1 回技術検討会資料 3、p29)から明らかのように、S-3 地点と S-20 地点では Avf-c 層と Avf-s 層の起伏が大きい。これは大浦湾に出入りする海流により両層が洗掘と堆積を繰り返した可能性があることを示している。すなわち、主要な支配要因が土の自重だとしたら、海流により洗掘と堆積を受ける地層厚(ここでは Avf-c 層と Avf-s 層)は時間と共に変化し、それに伴い自重も変化するので、上載土の堆積厚の変遷を考慮する必要があることを指摘したのである。

(2) 護岸の安定問題は、平均値問題に属する

鑑定書は、「護岸の安定問題は、B27 地点という特定地点の力学的試験がなければ安定性能照査の実施が不可能であるという性質の工学問題ではない」と断定している。

安定性照査に用いるすべり線は、強度にばらつきのある地盤を貫通するので、地層全体としては平均値の強度を考慮することになる。問題は、平均値問題かどうかではなく、平均値が護岸の強度を正當に反映しているかどうかである。B-27 地点のせん断強さ(平均値)の大小で地盤の安定性が照査されるのであって、平均値問題だからどの地点の強度でも良いというものではない。

次の①～④は、全て B-27 地点のせん断強さを大きくするよう考慮されたものであるが、鑑定書はこれらについて定性的な評価をしている項目はあるが、具体的な検討をしていない。中でも、③の「簡易 CUbar 試験、 q_u 法」の妥当性について言及していない。

- ① B-58 地点の Avf-c2 層の試料を Avf-c 層へ評価替えしてせん断強さのアップを図っている、
- ② S-20 地点の細粒分質砂を Avf-c2 層として評価している、
- ③ S-3 地点だけに「簡易 CUbar 試験、 q_u 法」を適用し、せん断強さを過大に評価している、
- ④ せん断強さの推定を 13 データで行っている。②の細粒分質砂を除外し、③の 1 箇所 4 データを 1 データに減じた 9 データで、せん断強さの補正をすべきである。

(3) 「空港建設に係る地盤の水平方向の相関性に関する過去の知見と矛盾していない」

ア) 鑑定書は、土田・小野の論文から「不同沈下の事例を解析し水平方向の自己相関を調べた結果、沈下の水平方向の相関距離はほぼ 50～300m であることがわかった」を引用し、B-27 地点と他の 3 地点の距離を正当化している。

この判断は論文の意図するところをはき違えている。この論文は 50～300m 以内ならば同じ地盤として扱い、それ以上離れたら独立した地盤の不同沈下として取り扱えることを論じているのである。別の言い方をすれば、50～300m 離れたら地盤は独立として扱えるのである。ボーリング試験などの地盤調査密度と

同じであり、50～300m離れていても相関関係があるのではなく、それだけ離れたら相関は無いものとするというのである。それ故、地盤の調査密度は、たとえば表-1のような目安になっているのである。

表-1 調査位置間隔の目安(成層状態が水平・鉛直方向に比較的均質な場合)

(1) 調査位置の間隔の目安

ボーリング、サウンディング等の調査位置の間隔は、対象とする施設の大きさ、構造物の重量によって生じる地盤内の応力分布、地盤の成層状態の均質性を考慮して決定する。ただし、施設の重要度等も考慮する必要があるため、一概に規定できるものではない。一般には、表-3.2.7に示す配置間隔の目安を参考にして調査位置を決めることが多い。図-3.2.3にボーリング調査地点の配置例を示す。

表-3.2.7 ボーリング及びサウンディングの配置間隔の目安

①成層状態が水平方向にも鉛直方向にも比較的均質な場合 (単位：m)

		法線方向		法線直角方向			
		配置間隔		配置間隔		法線からの距離(最大)	
		ボーリング	サウンディング	ボーリング	サウンディング	ボーリング	サウンディング
概略調査	広範囲の地域	300～500	100～300	50	25	50～100	
	小範囲の地域	50～100	20～50				
詳細調査		50～100	20～50	20～30	10～15		

イ) 鑑定書は、「B27-(150m)-S3-(150m)-S20-(450m)-B58 という離隔の範囲で、それぞれが相関性があると十分推測される位置関係に存在するので、S-3、S-20、B-58 から得られた情報とB-27 の情報も、相関性を有すると十分推測されるとの趣旨である」と述べている。

これも的外れの主張である。確認すべきは、隣り合う地点の相関性だけではなく、B-27 地点を含む全地点間の相関性である。B-27 地点と 3 地点それぞれとの相関性がなければ、3 地点のせん断強さによる推定の意味がないからである。たとえばB27 地点と S3 地点の強度に 10%の誤差があり、S3 地点と S20 地点とで同じく 10%の誤差、S-20 地点と B58 地点とで 15%の誤差があったとしよう。B27 地点と B-58 地点の強度の許容誤差が 20%だとしたら、隣り合う地点どうしは許容誤差内に収まるが、B-27 地点と B-58 地点とでは最大は 35%になる場合もあり、許容誤差を超えてしまう。鑑定書の主張は、このようなケースを許すのである。

ウ) 鑑定書は、相関性を実証せずに“十分推測される”と述べているだけである。

鑑定書は、B-27 地点の強度を推定する根拠として、地点間で相関性を有することは決定的に重要であるが、「推測される」と述べるだけで確認をしていない。

Avf-c 層と Avf-c2 層の相関性を調べたのが、図-1 と図-2 である。Avf-c 層(図-1)には上述の 3 地点に加え S-2 地点が含まれている。Avf-c 層は、非排水せん断強さが深さ方向にほぼ同じ角度で直線的に増加している(詳細にみると海側(B-58 地点→S-2 地点)に向かって、非排水せん断強さが深さ方向に増大する割合が小さくなっている。すなわち海側ほど砂質土(内部摩擦角)よりも粘性土(粘着力)の影響が大きくなっている)このような関係があるので、Avf-c 層のせん断強さは B-27 地点を含む埋没谷内のどの場所でも適用することができる(ただし、B-27 地点の強度を外挿により求めることができるという証明はされていない。)

ところが Avf-c2 層(図-2)は、隣り合う地点間や B-27 地点と他の 3 地点間で、Avf-c 層のような相関性はまったくない。3 地点の試料数が多くなれば相関性が示せるかもしれないが、現状では相関性は

認められない。鑑定書は、Avf-c2 層の相関性の確認作業を怠り、平坦な地層の他空港の事例に依拠して推測した結果、決定的に重要な判断ミスをしてしまった。

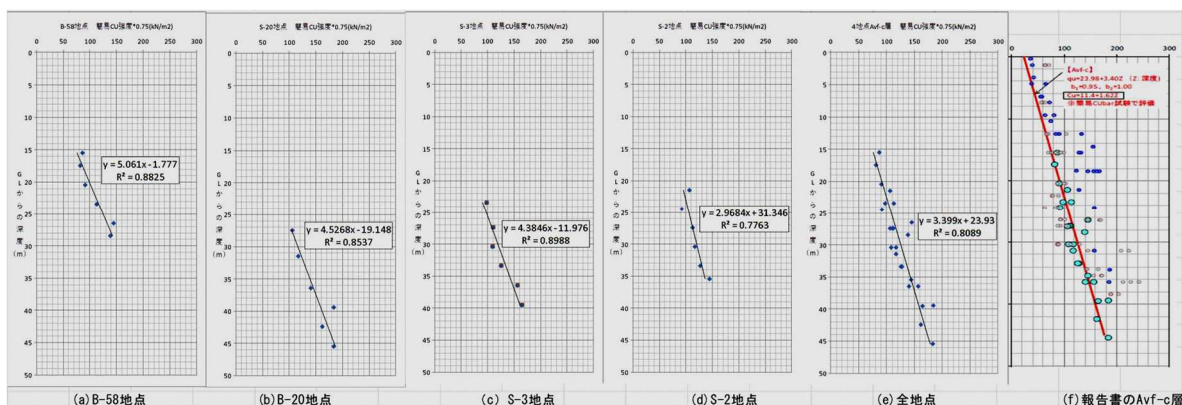


図-1 Avf-c 層の各地点の強度には相関性が認められ、バラツキ(R²)もほぼ同じである

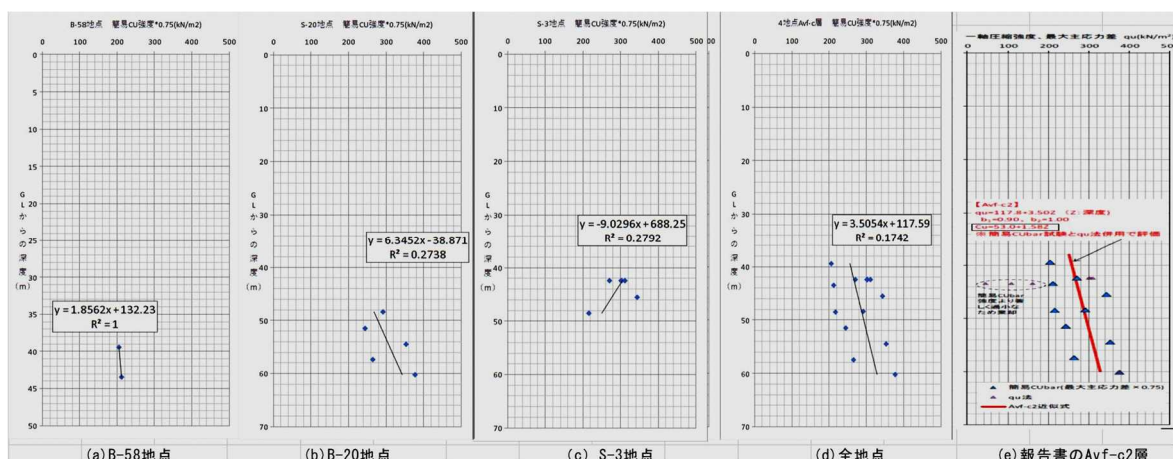


図-2 Avf-c2層は地点ごとの試料が少なく、各地点の強度には相関性が認められない
(鑑定書の求める 6 項目の一つである水平方向の相関性が証明できない)

(参考)土田・小野の論文 (p.128,129) にみる自己相関性

地盤内の土質定数は確率的に分布するが、地盤の水平距離が小さくなるにつれてそれぞれ独立して分布するとは考えにくくなる。すなわち、地盤の自己相関性が大きくなり、…それぞれに統計的に独立した確率変数を与えることが適切ではなくなる。前回のプログラムで地盤の水平方向の自己相関性を調べ、その大きさに基づいて平面メッシュのサイズを決定したのは、それぞれのメッシュにおける土質定数の統計的な独立性を確保するためであったが、このためにはメッシュのサイズがどうしても 100~200m といった大きいものにならざるを得ないのである。

(4) 費用対効果が低い

鑑定書は、技術検討委員の「B27 で改めてボーリング調査をするまでもない。…これ以上お金と時間をかけて調査したとしても新しく得られる情報はすごく少ない」という意見に同意し、B27 のボーリング調査をしても費用対効果が低い、と主張する。

技術検討委員や鑑定者は以下の事実を無視している。CPT 試験工事は 2017 年の 2~4 月の期間

に行われ、護岸法線方向では B-27 地点付近が沖積層の最深部になっていることが確認できた。従って、C-1 護岸（基礎地盤）の安定性照査に必要な非排水せん断強さが CPT 試験で求められなかったら、その時点で B-27 地点のボーリング試験をすることができた。そうすればボーリング試験は 1 回で済み、しかも CPT 試験結果との比較もできた。ところが沖縄防衛局は、急勾配の埋没谷に位置する S-20 地点、B-58 地点で追加試験を行い、その結果を使い B-27 地点のせん断強さを推定する方法を選択した。S-20 地点と B-58 地点の試験は、CPT 試験からおおよそ 1 年も経過した 2018 年 2～3 月に発注されている。しかも、表-4 から分かるように試験期間が長く、特に力学試験（CU 試験等）は試料採取から 4 か月程度経った 2018 年 6 月に行われている。室内試験は、応力解放などによる試料の劣化があるので試料採取後に速やかに行わなければならないのに、試料を採取してから 4 か月も放置した後に力学試験をするのは一般にない。2019 年 1 月には H31 鑑定書の対象書類である H31 報告書が提出されており、報告書としての体裁を整えるためにさまざまな試行錯誤があったことが伺える。

B-27 地点で試験を行ったほうが、早く・安く原位置の力学性状が把握でき、CPT 試験との比較もできた。よって時間も費用もかかる 3 地点の追加試験を選択したことが不合理なことは明らかであり、鑑定書の主張する「費用対効果が低い」は成立しない。

同じことが、別の視点からも指摘できる。

B-27 地点の CPT 試験は、2017.3.13～2017.3.16 に実施され、その結果、90m までの軟弱地盤の存在が判明した。しかしその後、深場のボーリング調査（傾動自在型工法）を 2017.3.29～2019.1.19 まで S-3、S-20、B-58 地点を含む 11 地点で実施したにもかかわらず、B27 地点では実施していない。S-3 地点などすぐ近くでボーリング調査をしていることから B27 地点で実施することは簡単だったはずである。時間も、試験装置もあったにもかかわらず、B27 地点のボーリング調査を敢えて行わなかったのは意図的と言わざるを得ず、鑑定書が主張する「費用対効果が低い」は成立しない。

（5）安定性能照査を実施する過程で、設計地盤図及び各層の力学諸係数の設定過程等に複数の安全側の配慮が存在する。

鑑定書は、下表に示す事例を引いて、安全側の配慮が存在するとしている。

<p>第 1 回技術検討会</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Avf-c 層と Avf-c2 層の層境界の設定に際し、強度の小さい Avf-c 層を大きい幅で取っている（議事録 p.12） ・ 中間土では、短期安定時に粘性土に、長期安定時では砂質土として扱っている（議事録 p.13） ・ Aco-c 層、Avf-s 層では応力パスで現れる変相点での強度を採用している（議事録 p.14） <p>第 2 回技術検討会</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 最も危険な状態を想定した検討断面を採用している（議事録 p.6,p.7,p.8）
--

以下にこれらの事例が本当に安全側の配慮になっているかの検討を行う。

「層境界の設定に際し、強度の小さい Avf-c 層を大きい幅で取っている」

B-58 地点を意図したものと考えられるが、これは安全側の配慮ではない。理由は一次資料であるボーリング柱状図の層境界 GL-29m を、GL-37m 変更したことである（図-3, 図-4）。これはせん断強さの小さい Avf-c2 層の試料を Avf-c 層に移すことにより Avf-c2 層のせん断強さを大きくする為だった。一方で Avf-c 層になった試料は、Avf-c 層としては強度が大きいとして、Avf-c 層のせん断強さの評価から棄却してしまった。結局、これらの試料(S58T-28, 31,34,36)は Avf-c 層と Avf-c2 層のどちらにも

評価されなかった。

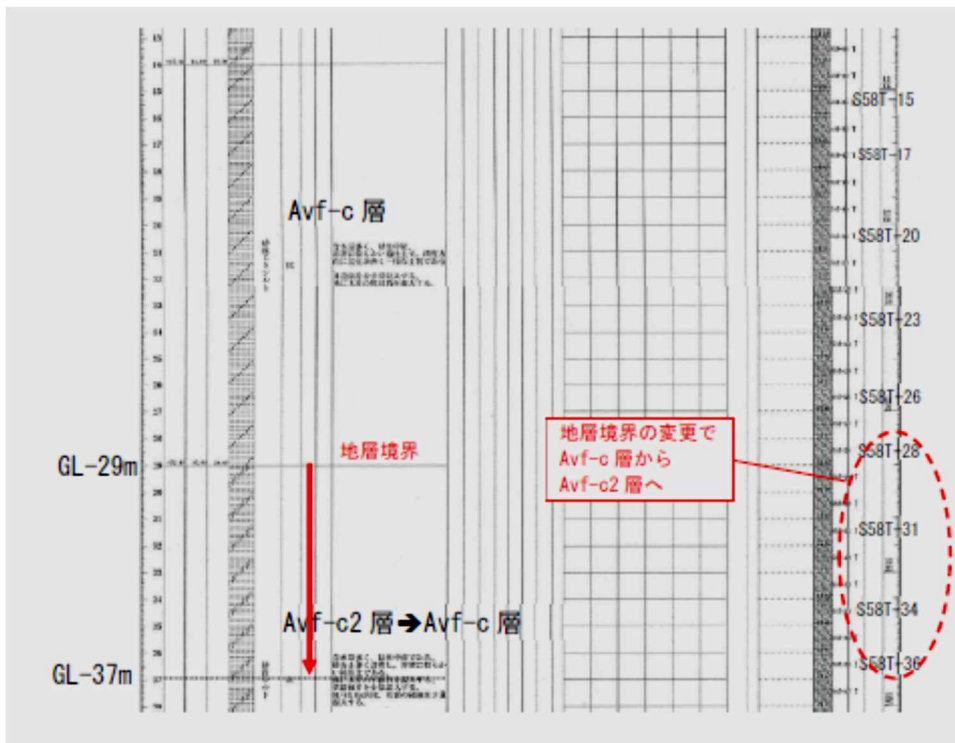


図-3 ポーリング柱状図 (B-58 地点) (一部加筆)

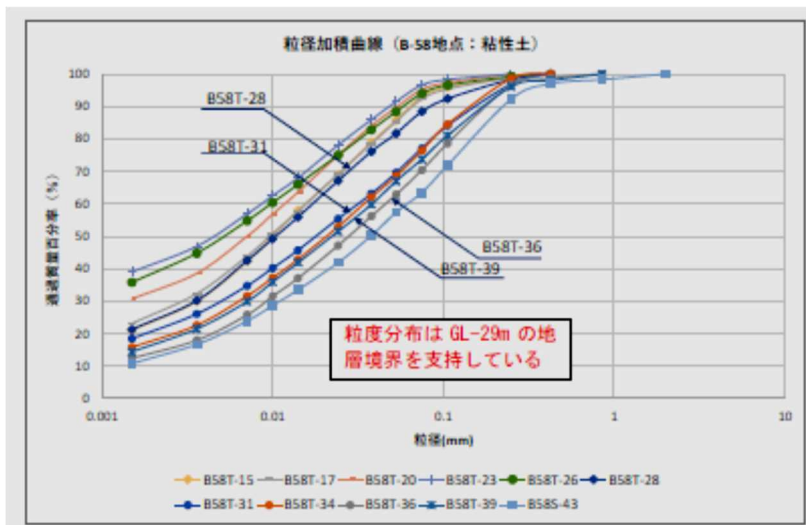


図-4 B-58 地点の粘性土層の粒度分布(一部加筆)

- ・「中間土では、短期安定時に粘性土に、長期安定時では砂質土として扱っている」
安全側の配慮として特筆すべきものではない。透水係数が比較的小さいので、短時間での排水は考慮せずに非排水状態（粘性土）とし、長期間では排水が進み排水状態（砂質土）とするのは、標準的な設計行為である。
- ・「Aco-c 層、Avf-s 層では応力パスで現れる変相点での強度を採用」
安全側の配慮というより砂質土系地盤を対象にしたダイレンタンシーを考慮した場合の強度の設定方法の一つである。
- ・「最も危険な状態を想定した検討断面を採用している」

設計として当前のことである。設計者は最も危険と考える断面を対象に設計している。

以上、鑑定書の主張は、層境界の変更は危険側の行為であり、他の主張は通常的设计で配慮すべき事項なのであり、安全側の配慮といえるものではない。

安全側の配慮とは、次のことなどを指すと考える。

- ① B-27 地点でボーリング試験をすること。相関性の認められない S-3、S-20、B-58 の 3 地点の強度から推定するのではなく、その地点の強度を直接把握すること、
- ② S-3 地点の「簡易 CUbar 試験、qu 法」は港湾基準・同解説にはなく、沖縄防衛局が独自に考案したものであり、強度を大きく評価するものである。「簡易CUbar 試験、qu 法」は安全側の配慮と正反対のものであり、これを正しく評価し、標準的な試験法である「簡易 CUbar 試験法」に戻すこと、
- ③ B-27 地点の Avf-c2 層の粒度分布が、他の 3 地点の粒度分布を包含することを証明し、埋没谷の粒度はどの地点でも同程度と主張するために、沖縄防衛局は次の操作を行った。すなわち B-27 地点と S-3

表-6 Avf-c2 層の細粒分の分布範囲

Avf-c2 層の地点	指示書 p.22 (Avf-c2 の下層地盤を含めた細粒分)	Avf-c2 層の細粒分
B-27 地点	24.2%~96.8%	93.4%~96.8%
S-3 地点	38.1%~88.4%	51.7%~88.4%
S-20 地点	35.2%~77.2%	35.2%~77.2%
B-58 地点	50.2%~73.7%	50.2%~73.7%

Avf-c2 層	B-27 地点			Avf-c2 層	S-20 地点		
	土質分類	細粒分(%)			土質分類	細粒分(%)	
Avf-c2 層	C-12(GL-17)	粘土 CL	93.4	Avf-c2 層	S20-48	砂質粘土 CHS	68.1
	C-13(GL-51)	シルト MH	96.8		S20-50	細粒分質砂 SF	35.2
	C-14(GL-56)	砂質シルト MH-S	91.9		S20-51	細粒分質砂 SF	36.6
	C-15(GL-99)	細粒分質砂 SF	24.2		S20-57	砂質粘土 CHS	77.2
					S20-60	細粒分質砂 SF	46.2
Avf-c2 層	S-3 地点			Avf-c2 層	B-58 地点		
	土質分類	細粒分(%)			土質分類	細粒分(%)	
	S3-11	砂質粘土 CHS	88.4		B58-39	砂質シルト MH-S	73.7
	S3-12	砂質粘土 CHS	83.5		B58-43	砂質シルト MH-S	63.5
	S3-15	砂質粘土 CHS	51.7	B58-44	堆積砂質シルト MH-S-G	50.2	
S3-18	砂質シルト MH-S	90.7					
S3-31	堆積砂質粘土質砂 SF-G	38.1					

地点の 2 地点の Avf-c2 層より下の層を Avf-c2 層とみなして Avf-c2 層の細粒分の分布範囲に含めた(表-6の 2 列目)。その結果、B-58,S-20,S-3 地点の細粒分は B-27地点の細粒分の分布範囲に収まった。しかし Avf-c2 層の下層を除いた細粒分の分布は 3 列目であり、B-27 地点の分布範囲は他の 3 地点をまったく包含していない。図-5 にこれら試料の粒径加積曲線を示すが、B-27 地点と他の地点の粒度ははっきり違っている。

このように沖縄防衛局の行為は、目的の為には手段を選ばない間違ったもので、安全側の配慮とは言えない。

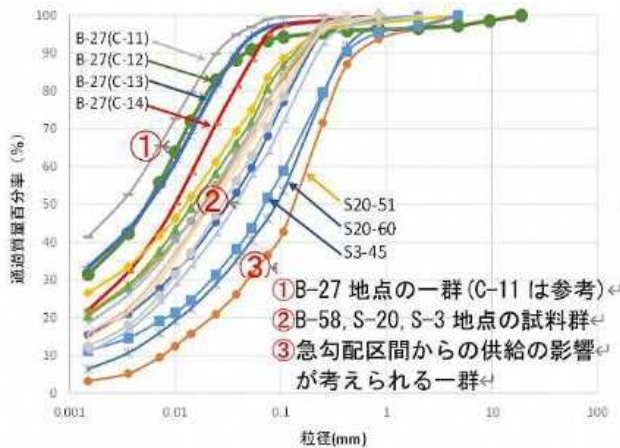


図-5 B-27 地点のものと異なる3 地点の粒径分布

④ B-27 地点の Avf-c2 層のせん断強さの推定には、3 地点のデータ 13 個を採用しているが、安全側の配慮をするならば、次の理由により 13 個のデータのうち 5 個のデータを除外すべきである。

・ S-20 地点の 2 データ(S20-51 と S20-60)は細粒分質砂であり、粘性土ではない(図-5)

S-3 地点(S3T-42)だけに適用している、依拠すべき根拠の無い「簡易 CUbar 試験,qu 法」をやめて、他の場所と同じ「簡易 CUbar 試験法」を適用する。これにより S3T-42 のデータを 4個から1個に正

す。これは安全側の配慮というより当然の設計判断であり、この扱いで3 地点のデータ数の合計は 8 個となる。せん断強さを推定するフロー（港湾基準・同解説 p305～307）によれば、データ数が 10 未満の場合には $b_2=1-0.5/n$ で補正する。データ数 $n=8$ を式に代入すると $b_2=1-0.5/8=0.9375$ になり、補正したせん断強さは現在の値の 0.9375 倍になる。このような措置が安全側の配慮と考える。

なお、沖縄防衛局は S20S-51 の細粒分質砂が“粘性土の挙動”を示すとして Avf-c2 層に含めている。その根拠としてストレスパスの挙動が粘性土を示している(第 5 回技術検討会,p12)としているので、これについて検討する。図-6 はストレスパスであり、横軸の p' は平均有効応力度、縦軸の $\sigma_1-\sigma_3$ は最大軸差応力度を示す。

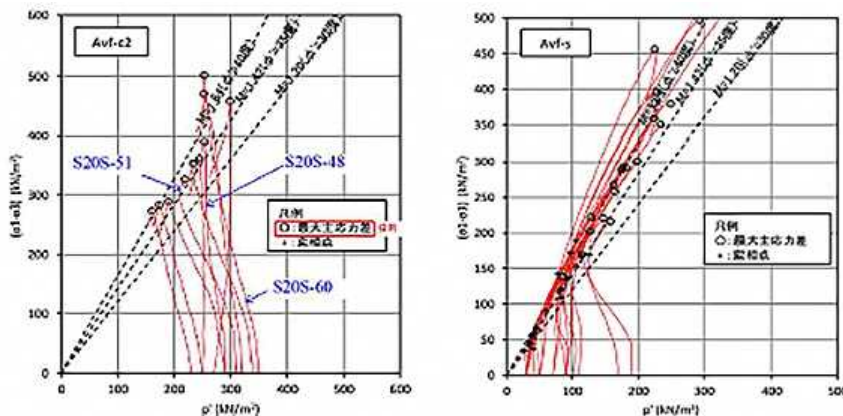


図-6 Avf-c2 層と Avf-s 層のストレスパス

土質が緩すぎないか密すぎなければ、せん断変形に伴う体積変化は小さいので間隙水圧の変化も小さく、軸差応力の増大に伴いストレスパスはほぼ直線に近いかたちで上昇する。従ってストレスパスが似ているという理由だけで同じ Avf-c2 層であるとするのは乱暴な議論である。更に、粗粒分が 63.4%の試料 S20S-

51 の場合、

ストレスパスの上部が S 字形になっており、

せん断の進行に伴い、負の間隙水圧が発生していることを示す。このように S20S-51 のストレスパスは他の粘性土とは異なっており、“粘性土の挙動”を示すと言えない。参考に、砂質土である Avf-s 層のストレスパスを図-6 に示す。S 字形のストレスパスであることを確認できる。

(6) 「動態観測施工を実施する計画である」

鑑定書は、「载荷時に鉛直沈下と側方変位を現地計測することによって、地盤の安定性を判定することが可能となる。この判定にはいくつかの方法が提案されており(注：道路土工)、現場計測観測によって建設中の盛土を段階的に構築する制御技術は確立しているといつてよい」と述べている。

陸上の道路土工の盛土では制御技術が確立しているといつてよいと述べているが、起伏に富んだ地形で深さが 70mにも達する SCP 海上工事に適用できると判断した根拠、資料を示していない。そして、なによりも「動態観測施工を実施する計画」と、「B-27 地点の力学的試験の必要性がないこと」の関

連性が述べられていない。

動態観測施工の計画の問題点は「4. 不確実性を考慮した地盤設計」で述べるが、本鑑定には「動態観測施工を実施する計画である」から、なぜ B-27 地点の力学的試験の必要性がないとするのかという説明がない。考えられるのは、B-27 地点の Avf-c 層を GL-70mまで SCP 施工をしたときに、Avf-c2強度にバラツキがあり地盤改良域の沈下量等が想定以上に大きくなったとしても、動態観測しているので必要に応じた対策工を施工することにより対処できる、ということである。この考え方だと Avf-c2 層の強度などの力学的諸定数は、動態観測施工においては、大して重要ではないということになる。この意味で「B-27 地点の力学的試験の必要性がない」としたら非常に問題である。地盤強度の不確実な部分を動態観測施工で補うというのと、動態観測による施工中の護岸の安定性照査はまったく別のものである。従って、「動態観測施工の実施する計画」があるから「B-27 地点の力学的試験の必要性がない」とは暴論といってよい。

まとめると鑑定書が示した本節の 6 項目は、定性的な主張や的外れなもので、実証的で説得力のある指摘はない。特に、3 地点のせん断強さの相関性に関しては、鑑定者は「推測」により相関性があると結論しているが、具体的なデータに当たらず、その結果として誤った判断をしたのである。本鑑定内容の基本的な前提が崩れたことは明らかである。

3. 6 審査請求書について

鑑定書は、審査請求書と同じ判断であると述べている。

H31 年の鑑定書は実行可能性を検討した報告書であると述べている。その上で、詳細設計では必要に応じ、より密度の高い地盤調査などをしてより精緻な解析を実施するのが有益と考えられると述べた。H31 年の鑑定以降に地盤調査を実施していないのに、R4 鑑定書は「本事業では国内の類似の工事と比較して同等以上の調査密度と土質試験数が実施され」との評価になっている。国内の類似の工事として羽田国際空港や関西国際空港を指していると考えますが、これらは大浦湾の地層と比較してはるかに平坦な沖積層に覆われているので、このような評価は成り立たない。鑑定の信ぴょう性を疑わせる評価である。

3. 7 沖縄県から提出された不承認通知書および弁明書について

鑑定書は、沖縄県から提出された不承認通知書および弁明書の内容を、3.5 節の 6 項目の理由から否定している。なお、「土質力学の重要原理である有効応力の原理の理解を欠いていること をうかがわせる」ことに対する見解は、本文 p.3 で述べている。

4. 不確実性を考慮した地盤設計

4.1 部分係数および調整係数について

鑑定書は、弁明書の「調整係数は、地盤条件の不確定要素を調整するための係数」という理解に対し、「調整係数は、過去の経験に基づく方法によって規定される安全性の水準と同等の構造断面になるように調整するための係数（基準 p.28）」と指摘している。

この指摘に対し「地盤条件等の不確定要素」と訂正する。

4.2 調整係数の論点

鑑定書は、多くの紙面を割いて調整係数の説明をしてから、「では、施工時の安全率（調整係数）の数値

はいくつが妥当なのであろうか」と自問し、港湾基準・同解説から「計測施工を実施する場合には 1.10 以上の値を用いることができる」を根拠に 1.10 を採用し、審査請求書では道路土工盛土工指針の「情報化施工を適用する場合には、盛土工直後の安全率を 1.1 としてよい」を引用したとしている。そのあと調整係数の変遷をのべ、「施工中に地盤の変位及び応力を観測する計測施工を実施する場合には、施工時、完成時を通して安全率を 1.10 以上とすることが『過去の経験に基づく方法』として定着していたことを含意していると読み取ることができる。」と述べている。その際に土田・湯論文にも触れるが「完成時の安全率を議論したものと解釈するのが妥当である」と施工時の安全率も記述している事実を捨象している。

以下、鑑定書の主張を検討する。

表-8 地盤状況に応じた安全率

a) 地盤が均一で地盤定数の信頼度が高い場合 ($V=0.10$ 程度)	
観測施工・対応可 ($n \leq 0.5$)	1.10
重要度低い ($0.5 < n \leq 1.0$)	1.15
一般の構造物 ($1.0 < n \leq 3.0$)	1.20
重要な構造物 ($n > 3.0$)	1.25
b) 地盤が不均一あるいは地盤定数の信頼度が低い場合 ($V=0.15$ 程度)	
観測施工・対応可 ($n \leq 0.5$)	1.15
重要度低い ($0.5 < n \leq 1.0$)	1.20
一般の構造物 ($1.0 < n \leq 3.0$)	1.25
重要な構造物 ($n > 3.0$)	1.30
c) 地盤が非常に不均一で地盤定数の信頼度が低い場合 ($V=0.20$ 程度)	
観測施工・対応可 ($n \leq 0.5$)	1.20
重要度低い ($0.5 < n \leq 1.0$)	1.25
一般の構造物 ($1.0 < n \leq 3.0$)	1.30
重要な構造物 ($n > 3.0$)	1.35

ア) 土田・湯論文について

同論文は施工時・完成時の両方を扱っているにもかかわらず鑑定書は施工時を検討対象外としている。理由は明らかである。施工時を認めれば表-8 に示す「観測施工・対応可」に言及せざるを得ないからである。しかし、同論文(p.136)には「観測施工・対応可」についての注釈があり(表-9)、それは SCP 施工の観測施工を指しているものと考えることができる。

※ C-1 護岸の SCP 施工における「観測施工・対応可」は、海面下 70m にまで達する直径 2m と 1.2m の砂杭を施工する時に、変形等を観測し、杭が曲がったり折れたりする危険が予想される場合にはただちに対策をとることができることが含まれると考えられる。しかし、動態観測を述べた第4回技術検討会の資料(p2,3)は、SCP施工時の動態観測の観測項目や管理方法は述べるが、施工計画や施工フローは述べていない。

表9 「観測施工・対応可」に関する観測施工の部分の注釈

「観測施工・対応可」というのは、たとえばプレロード用の盛土を行う場合などであり、施工中に地盤の変形等を観測し、危険が予測される場合にはただちに盛土を中止して放置期間を設けたり押さえ盛土するなどの採択が可能な状況を想定している。

土田・湯論文には変動係数 $V=0.15$ の地盤で「観測施工・対応可」の場合の調整係数として 1.15 が示されているのに、鑑定書は、それを無視し何の根拠もなく、総合的判断で 1.10 を支持している。

因みに、B-27 地点の Avf-c2 層のせん断強さを推定する際の変動係数は $V=0.18$ である。

イ) 港湾基準・同解説による安全率は「1.10 以上」であって「1.10 とする」ではない

鑑定書は、港湾基準・同解説に施工時安全率を「1.10 とする」が無いので、「以上」には 1.10 が含まれるというのを根拠に 1.10 とし、道路土工盛土工指針の記述「軟弱地盤上の盛土で詳細な土質試験を行い適切な動態観測による情報化施工を適用する場合には、盛土工直後の安全率を 1.1 としてよい」を引用している。鑑定書の主張に対する評価は 4.4 節で行う。

ウ) 総合的に判断して安全率(調整係数)1.1 の採用に異論はないとしていること

鑑定書は「以上を総合的に考慮して、施工時の地盤の安定性に係る調整係数については、…を前提に、

施工時の安全率（調整係数）に 1.10 を採用することに鑑定人に異論はない」と結論している。

技術検討会の資料は、SCP の動態観測施工について施工フローなどを述べていないので調整係数の鑑定はできないはずである。そこで「…を前提に」総合的に判断をしているのである。「…を前提に」の部分は、「計画された動態観測を着実にやり、計測施工を実施し、施工告示第六条「技術基準対象施設を建設し、又は改良する者は、第四条に基づく施工管理及び前条に基づく安全管理を施工する専門的知識及び技術又は技能を有する者で行うことを標準とする。（基準 p.67）を遵守することを前提に」であるが、これは“安全率が 1.10 の施工をすることを前提に総合的に判断し”ているのと同じ意味である。どうしたら計画された動態観測や施工ができるのか。どうして施工管理者が、専門的知識及び技術又は技能を有することが安全率 1.1 の施工と結びつくのかなど、不明のままである。

鑑定すべきは、「たれば」のような議論ではなく、起伏の激しい埋没谷で SCP 施工中に起こりうる砂杭の変状などの施工困難に対し、動態観測施工でどのように対処するか、あるいは復旧対策がきちんと書かれているかを判断し、それに基づいて調整係数を一律 1.10 とすることが妥当かどうかと判断することである。

以上、鑑定書の「施工時の安全率（調整係数）に 1.10 を採用することに異論はない」とする結論は、鑑定者の思いであって、科学的鑑定とは言えない。

4. 3 審査請求書について

本節は、審査請求書（沖縄防衛局）の調整係数に関連したもので、前節 4.2 節と内容的に重複すると考える部分は割愛する。

ここでは「道路土工盛土工指針の記述『適切な動態観測による情報化施工を適用する場合には、盛土施工直後の安全率を 1.1 としてよい。』を、鑑定人の判断と同趣旨とみなせる」という鑑定書の判断を検討する。

鑑定書が引用した道路土工盛土工指針の文章の直前に「軟弱地盤上の盛土で詳細な土質試験を行い」との条件が付いている。道路土工盛土工指針は軟弱地盤上の盛土施工を対象とし、詳細な土質試験（例えば盛土の締固め試験など）を行うことを情報化施工や安全率 1.1 の条件にしている。

外周護岸部の SCP 施工に、この指針の安全率 1.1 を適用するのであったら、「軟弱地盤上の盛土で詳細な土質試験」と同等の SCP 施工に必要な土質試験（例えば均一な砂杭を作成するための土砂の種類や粒度分布など）あるいは陸上の軟弱地盤上の盛土施工と、水面下70mにも達する軟弱地盤内の SCP 施工が同等の難易度であることを示すべきである。

道路土工軟弱地盤対策工法指針 p.369 に軟弱地盤における情報化施工の実施フローがある。このフローに SCP 施工が含まれているのかは不明であるが、動態観測で沈下管理と安定管理を行っている。動態観測の結果、管理値内に収まらないときには沈下管理・安定管理ともに盛土放置をしてから必要に応じて対策工を施工する。埋設谷での SCP 施工では、このフローに示す盛土放置ができない。

高橋英紀(2008)は砂杭が途中で破壊する代表的な形態を示した（港湾空港技研資料 No.1181 「砂杭・粘性土複合地盤の破壊過程に関する基礎的検討」,p.104,）。SCP施工が行われるC-1護岸位置の沖積層底面は起伏に富み、勾配は大きい。しかも SCPがAvf-c2層まで届かない浮き型 SCP である。施工中にこれらの変状が生じる可能性をどのように考えているのか、あるいは変状発生の兆候に対し、どのような対策をとるのか。申請書も鑑定書も具体策を示さず、ただ道路土工で安全率を 1.1 としているから、SCP の情報化施工の場合も 1.1 とすると述べているにすぎない。

盛土工のような地上の施工では GNSS(Global Navigation Satellite System/全球測位衛星システム)を

含むICT を活用した情報化施工ができ、目視による確認や各種の対策工を施工できる。しかし、海面下70mに達する SCP 施工での情報化施工において、GNSS を使うにしても砂杭の位置決めなどがせいぜいで、変状に対するフィードバックの対策は困難であろう。両者に同じ調整係数（安全率）を設定するには無理がある

4. 4 沖縄県から提出された不承認通知書及び弁明書について

鑑定書は、沖縄県の不承認通知書・弁明書の調整係数に関する主張について鑑定をしている。ここでは、弁明書の主張である①～④の項目を鑑定しているので、これについて鑑定する。

弁明書の主張① 基準 p.749 の要求は「1.10 以上」であり「1.10」ではない。

弁明書の主張② 変動係数Vの大きさによって安全率を与えるべき(土田・湯論文が根拠)。

弁明書の主張③ 関西国際空港、東京国際空港D 滑走路では $1.10 \leq F_s < 1.30$ など

弁明書の主張④ 道路土工 盛土工指針の指針は、SCP 地盤改良工事に直ちに妥当しない。

【弁明書の主張①に対する鑑定内容とそれに対する反論】

鑑定書は、1.10 以上とは、数学的表現の \geq を意味し、1.10 も含まれるから問題ないとしている。建設コンサルタント業者が、「1.10 以上」の解釈を 1.10 も含まれるからとして一律 1.10 に設定したら、その業者は不適格の烙印を捺されてしまうだろう。たとえば深く起伏に富み不均質な地質の地盤（変動係数 $V=0.30$ とする）と、浅くて成層、地質が均質な地盤（変動係数 $V=0.10$ とする）の両地盤を対象に SCP 工法で地盤改良するとき、安全率（調整係数）は「1.10 以上」とあるから、一律に 1.10 とする設計者はいない。

【弁明書の主張②に対する鑑定内容とそれに対する反論】

鑑定書は、②の指摘に対して、主として完成後の構造物に対する永続状態時における安全照査の議論と解釈するのが順当であることから、「施工状態時」に直接適用するには注意が必要である、としている。

4.2 節で、沖縄防衛局や鑑定書が「施工時」を無視していることを指摘し、その誤りを指摘したが、鑑定書は、②に対しまともに反論できず“「施工状態時」に直接適用するには注意が必要である”と意味不明の鑑定をしている。注意をしたら変動係数の大きさによって安全率を 1.10 以外に設定するのであろうか。

【弁明書の主張③に対する鑑定内容とそれに対する反論】

鑑定書は、③の指摘に対して、他の空港建設の事例は、いずれも $1.10 \leq F_s$ であって 1.10 を含むのであって 1.10 を排除するものではない、としている。

弁明書では1.10 を排除するかどうかではなく、関西国際空港、東京国際空港 D 滑走路の安全率の考え方や $1.10 \leq F_s \leq 1.30$ の意味を知り、1.10 と設定することが適切かどうかを判断することを望んでいる。

「D 滑走路 埋立部の設計～高盛土海上空港の埋立・断面について～」(国交省関東地整 東京空港整備事務所 東京国際空港 D 滑走路建設工事 技術報告会(第一回),2006/9)という論文がある(著者:三木隆之ほか)。この論文は「安定計算は修正フェレニウス法により行い、許容安全率は常時 1.3 以上、施工時 1.3 以上とする。ただし、施工時の安全率が $1.1 \leq F_s < 1.3$ の場合は、施工中に地盤の変位及び応力を観測する計測施工を実施することとした」と述べ、「捨石1施工時」と「揚土2施工時」の計算結果を示している。「捨石1施工時」のものでは安全率 $F_{smin}=1.21, 1.22$ であり、「揚土2施工時」の場合は安全率 $F_{smin}=1.30$ である。同論文では施工時の安全率は 1.3 以上とするが、それを下回るときは安全率が 1.1 以上の場合に限り、計測施工を行うことを条件に、その安全率を認めると理解できる。計測施工をするにし

ても安全率は 1.3 に近いほうが望ましいが、最小でも 1.10 は確保しなさいである。これは沖縄防衛局の申請書や日下部鑑定書が主張する計測施工を条件に安全率は 1.10 でよいという考え方とは全く違うことが分かる。

羽田国際空港 D 滑走路の埋立部は、ほぼ水平な沖積層で深さが AP-40m 強であるにも関わらず、上記の設計条件としている。鑑定書の判断が、見識を欠くものであることは明瞭である。

【弁明書の主張④に対する鑑定内容とそれに対する反論】

鑑定書は、④の指摘に対し、SCP 地盤改良工事の施工管理の実務では、陸上盛土における安定管理手法を「無処理地盤に限らず、SCP を打設した地盤においてもこれらの手法を適用」している現状を反映していない、と述べている。

沖縄県は、道路土工 盛土工指針の調整係数を SCP 地盤改良工事にただちに適用できない、と指摘したのであり、陸上盛土における安定管理手法を適用できないと言っていない。鑑定書は、話をすり替え、論点を外しており、鑑定になっていない。

以上のとおり、弁明書①～④に対する鑑定は、1.10 ありきで行われており、鑑定の質が問われるものである。

5. 各護岸等・地盤の安定性の検討(p.19)

鑑定書は、5 章のタイトルを「5. 各護岸等・地盤の安定性の検討」としている。

このタイトルには大きな問題がある。沖縄防衛局が使っている「C-1～C-3 護岸及び護岸（係船機能付）」(例えば第 2 回技術検討会資料 p12)を用いれば良いのに、わざわざ「各護岸等・地盤」に変更している。

沖縄防衛局の護岸の設計のフロー(同資料 p 13)には、壁体の安定性照査と地盤の安定性照査が入っている。従ってその解釈は【護岸=壁体+地盤】である。ところが鑑定書は、地盤を独立させることにより【護岸=壁体】と解釈変更をした。

このタイトル変更には理由があったと考える。【護岸=壁体+地盤】のままでは、レベル 1 地震動で安定性照査する際に、地盤は考慮しないとする論理だてが困難だったからである。【護岸=壁体】と狭義の解釈をすれば、地盤に対するレベル 1 地震動による安定性照査を理由なく外すことができるからである。

このような変更の最大の理由は、平成31年4月に制定された「空港土木施設設計要領」に基づかず港湾基準・同解説に「準拠」したことにある。

本小論が調べた範囲であるが、羽田国際空港、関西国際空港、那覇空港の 3 空港の土木施設の設計は、H31/4 以前の空港土木施設の設計基準に基づいている。下表のとおり港湾基準・同解説に準拠するとした空港土木施設はない。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">・那覇空港の増設…『空港土木施設の設置基準・同解説（平成 20 年 7 月国土交通省航空局監修）
（那覇空港滑走路増設案に関する施設計画段階レポート,H21.6）・羽田国際空港 D 滑走路…「空港土木施設の耐震設計指針(案)」（平成 12 年運輸省航空局）
（D 滑走路の設計の基本的考え方（その 1）～設計条件及び性能規定～）。・阪神国際空港進入灯点検橋…「空港土木施設設計基準」（国土交通省航空局監修、財団法人港湾空港建設技術サービスセンター編）「道路橋示方書・同解説」（社団法人日本道路協会編） |
|--|

そこで土木施設設計要領と港湾基準・同解説の法的関係を調べると、空港土木施設設計要領（耐震設計編）は「空港土木施設の耐震性能の評価項目は…一般的には表-2.1 に示すとおりである。また、その際、以下の施設はこれに加えて他の基準・指針等も参考とすることができる」と述べている。この「以下の施設はこれに加えて他の基準・指針等も参考とすることができる」は、「護岸・土構造物はこれに加えて港湾基準・同解説も参考とすることができる」と解釈でき、「とすることができる」は“条件によって実施することがよい事項”と説明してされている(同要領、字句の意味、序-3)。

このように空港土木施設の設計では、空港土木施設設計要領が優先されるのであり、港湾基準・同解説は条件によって参考とすることができるという位置づけである。ここで“条件によって”とは、たとえば護岸の基礎地盤が堅固で崩壊する危険がないと判断できるなどという条件と考えられ、その条件が成り立って初めて基礎地盤を含まない護岸を対象に、港湾基準・同解説を参考にレベル1地震動による耐震性照査を行うことができると解釈すべきものである。

ところが、沖縄防衛局はこの条件に触れずに「埋立地盤及び護岸の設計は、『港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成30年5月）に準拠』（第五回技術検討会資料 p.3) するとして、無条件に港湾基準・同解説に準拠できるようにした。これによりレベル1地震動による安定性照査の対象が【護岸=壁体】だけになった。

5. 1 技術検討会で検討された安定性能照査項目 ← 特になし

5. 2 採用された検討手法について

鑑定書は、技術検討会で検討された安定性能照査について下記の項目の確認を行っている。

- ① 「要求性能の決定」、「基準に沿った設計状態区分と作用荷重の組合せの選択」が適切に選択され整理されているか
- ② 検討断面の選択は適切か？
- ③ 設計プロセスが適切で、照査式の計算は基準に準拠したものであるか？
- ④ 照査結果では安全性が確保されているか？

これらについて 5.3 節で具体的に鑑定を行っているので、本評価もそれに従う。

5. 3 ケーソン護岸の安定性照査

- ① 「要求性能の決定」、「基準に沿った設計状態区分と作用荷重の組合せの選択」が適切に選択され整理されているか

鑑定書は、「C 護岸の設計は、第2回技術検討会で検討されている。C 護岸の要求性能等は、第1回技術検討会 p.54 表 5.1-1 に示されたものに加えて、躯体の安定性能照査については第2回検討会資料 p.21 表 2.5-8 に適切に整理されている」と述べている。

要求性能に関わって、鑑定すべきは表 5.1-1 や表 2.5-8 に示された要求性能等が適切かどうかである。

第1回技術検討会資料 p.54 表 5.1-1 は、重力式護岸構造の性能規定の欄で「L1 地震動の作用に対し、壁体が安定すること」としている。壁体が安定するには、基礎地盤が安定でなければならないことからすれば、表 5.1-1 の性能規定の対象に基礎地盤が入るのが当然であるが、設計では基礎地盤が排除されている。また、第2回検討会資料 p.21 表 2.5-8 は、壁体の安定性照査におけるレベル1地震動を含む荷重の組合せであり、地盤の安定性照査は 2.5.5 項 p.25 に示されているが、そこにレベル1地震動はない。

鑑定書は、地盤の安定性照査でレベル1地震動を考慮していないことを指摘してしない。港湾基準・同解説に準拠することを受け入れているからである。そこで空港土木施設設計要領(施設設計編)で基礎地盤

とケーソン護岸の地震時に対する方針を確認する。同設計要領(施設設計編)pp.127～pp.131 は、「護岸等」を用いず、埋立地盤と護岸と使い分け、それぞれに対しレベル 1 地震動、レベル 2 地震動を規定している。表-11 はその一部の抜粋である。

表-11 空港土木施設設計要領(施設設計編)にみる埋め立て地盤と護岸の性能規定等

- ・埋立地盤は、空港の施設の基礎地盤、空港管理のための用地等の地盤を海域等に確保するためのものである。
- ・自重、土圧、レベル地震動、水圧、変動波浪等による損傷等が埋立地盤の上部にある施設の機能を損なわず、継続して使用することに影響を及ぼさないこと。
- ・埋立地盤については、レベル地震動、変動波浪等の変動作用による損傷等が埋立地盤の上部にある施設の継続的な使用に影響を及ぼさないこととしているが、滑走路等や燃料供給施設等の重要な施設の埋立地盤は、レベル地震動等の偶発作用に対する修復性が求められる場合がある。

② 検討断面の選択は適切か？

鑑定書は、「護岸の構造形式は、直立消波ブロック式との比較からスリットケーソン式が選定された。C 護岸および護岸(係船機能付)は、11 工区に対して 11 の検討断面が設定され、**護岸や地盤の安定上最も危険となる位置を適切に選択している**」、と述べている。

これに関しては、検討断面の選択の適否を判断するのに必要な地盤・地形等の詳細等の情報が不足しており評価できない。

③ 設計プロセスが適切で、照査式の計算は基準に準拠したものであるか？

鑑定書は、港湾基準・同解説に準拠して設計プロセスが書かれていることを述べ、内容に踏み込まずにそれを認めている。

設計プロセスの重要部分に地盤の安定性照査プロセスがあり、この問題点は①で述べた。設計プロセスには他に圧密沈下や圧密に伴う強度増加があり、滑走路の平坦性や地盤の安定性照査に必要なものである。

ア) Ag 層、DK 層、EKK 層の透水係数の根拠が不明であり、圧密計算結果は信用できない

第 1 回技術検討会資料 p.32 表 2.2-10 は EKK 層の透水係数を示していないのに、第 2 回技術検討会資料 p138 において「排水層は、第 1 回技術検討会で設計上の土質区分として「砂質土」評価とした、Aco-g、Aco-s、Ag、As、DR、DK が該当する。EKK 層は亀裂の存在や、EKK 層上部を覆う洪積層、沖積層の基底部 (As、Ag) が砂質土評価であるため、水平方向の連続性等も考慮し、排水層とみなした。」とか、第 2 回技術検討会議事録 p15 で「また、下層の EKK 層も亀裂があることや、EKK 層上部を覆う洪積層、沖積層の基底部が砂質土評価であるため、排水層とみなしてごまかします。」と述べて、根拠を示さずに EKK 層を排水層とした。

第 2 回技術検討会資料 p.137 には両面排水と推測される一次元圧密解析結果が載っており、第 3 回技術検討会資料 p65～p68 では二次元 FEM 解析を用いて地盤の変形が照査されている。二次元 FEM 解析では、出典不明のまま EKK 層の透水係数 k を $1.0E-03$ cm/s(p206 表 8.3-2-3砂質土・礫質土及び盛り土の地盤定数(線形弾性))とし、排水層(透水係数 1×10^{-3} cm/s)としている。

問題は、EKK 層を透水層にしたことにより、圧密の進行が早まり、Avf-c 層、Avf-2 層の強度増進が早まったことである。C-1-1-1 工区の場合、完成時の作用耐力比が 0.992、0.990 なので、EKK 層を不透水層とし片面排水条件にすれば圧密速度は半分程度になり、強度増進は遅れるので作用耐力比は 1 以上になる可能性が大きい。

鑑定書は圧密に関し、このような検討をしないで、そのプロセスを説明しているだけである。

イ) 不適切な盛上り土の強度設定

鑑定書は、SCP 施工に伴い生じる盛上り土の安定性照査に用いる強度として、Avf-s 層の強度を採用している。第二回技術検討会資料 p94,95 は、「盛上り土の強度は同じ深さの地盤とほぼ同じ」であり「地表部強度の小さい場合は地表部(正確には盛り上がり高さの 1/2 の深度)の原地盤とほぼ同じことが分かっている」と述べているが、適用に誤りがあると考ええる。

- ・引用した参考文献は、粘性土について述べたものであり、砂質土への適用性について述べていない。C-1 護岸の場合、粘性土の上にAvf-s 層が 20m程の厚さで堆積しているため、SCP施工で盛り上がる地盤の大部分は砂質土と考えられる。適用範囲外の土質である。
 - ・記述されている検討会資料は、盛上り土の強度と原地盤の強度がほぼ同じなので、原地盤と同じ強度として取り扱えるとしているが、これは参考文献にある留意点を無視している。参考文献は留意すべきこととして、原地盤の強度が大きくなる($q_u > 20\text{kN/m}^2$)場合には、盛り上がり部分の強度は原地盤に比べてやや弱くなるので、安定に対して注意が必要であると述べている。C-1-1-1 断面の Avf-s 層のせん断強度は、深さ 5mで約 38kN/m^2 (内部摩擦角 37° 、粘着力 0kN/m^2 、単位堆積重量 10kN/m^3 、上載荷重無の場合)になり、留意事項のせん断強さ $10\text{kN/m}^2(=q_u/2)$ より 4 倍ほど大きい。適用範囲外の強度である。
 - ・盛上り砂質土の強度回復を含む強度特性を明らかにしなければ、盛上り土の強度は設定できない。
- 以上、鑑定書は盛上り土の物性値に関し、このような検討をしないで、技術検討会資料を確認しているだけである。

ウ) 円弧すべりの抑止工として働かない軽量盛土SGM

SGM は、現場で発生した土に固化材や気泡・発泡ビーズなどの軽量化材を添加・混合して、軽量で一定の強度を有する地盤を造る。この SGM を円弧すべりの抑止工として、作用耐力比が1を上回った5 断面(C-1-1-1 工区、C-1-1-2 工区、C-2-4-1 工区、C-3-1-1 工区及び C-3-2-1 工区)に計画している。第二回技術検討会資料p.26 は“軽量盛土は護岸背後に使い、範囲(護岸法線直角方向)は円弧すべり計算の照査基準値を満足するように厚さ及び幅を変えて試行計算を行って設定した”と述べている。しかし、SGM の抑止工としての効果は、以下に述べるように期待できない。

C-1-1-1 断面

第三回技術検討会資料 p.77に 南側滑走路予定地の残留沈下量と護岸周辺で起こる不同沈下のポンチ絵が示されている。SCP 改良地盤の陸側端部の残留沈下量は約 9cm、そこから陸側に 10m 離れた地点の残留沈下量は約 15cm。SGM は弾性体ではなくもろい脆性材料なので、これだけの不同沈下が生じたらせん断や曲げによりひび割れが発生することにより、設計で想定したせん断強度が発現できなくなる。

他の 4 断面(代表:C-2-4-1 断面)

C-2-4-1 断面の円弧すべり線は、埋土～SGM～埋込土～SCP 改良地盤～Avf-c 層を通過しており、これらの層は剥がれないと仮定している。しかし、実際にはSGM と地盤は剥離して、すべる可能性が高い。ここでは、SGM と地盤は剥離する可能性が高いので、円弧すべり計算のような抑止効果は期待できない。その結果、C-2-4-1 断面の場合には、SGM 下端からのすべり線沿った抵抗力が期待できるだけなので、作用耐力比は 0.998 より大きい 1.0 以上になる可能性が高い。

④照査結果では安全性が確保されているか?

ア) 外周護岸(C-1～C-3 護岸及び護岸(係船機能付))の安定性照査

鑑定書は、“躯体の安定照査結果は、第 2 回技術検討会資料 pp.145 151 に示されており、滑動、転

倒、基礎地盤の支持力の3項目について安定照査基準を満たしている。また、地盤の安定照査結果は、第3回技術検討会資料 p.67、表 8.23 に整理され8断面のすべてについて作用耐力比は規定を満たしていることが示されているが、11断面すべてで要件を満たしていることは、第3回検討会資料 pp.197 204 から確認した”、と述べている。

安定性照査が行われた外周護岸は、いずれもSGM補強をしてかろうじて作用耐力比が1未満の0.992~0.997になっている。なお作用耐力比とは地盤に作用する力Sと地盤が抵抗する力Rの比(=S/R)をいう。常時の作用耐力比が0.997の場合、地震時に震度1~3程度の小さな地震力が作用したり、あるいは地盤が少し弱かったりしただけで、作用耐力比は1以上になり、計算上は不安定になってしまう非常に際どい値である。

沖縄県と沖縄防衛局の主要な対立点であるB-27地点の力学試験の必要性や調整係数1.10は、この基礎地盤の作用耐力比がほとんど1ということに原因を持つ。更に、沖縄防衛局が空港土木施設設計要領に基づかないで「港湾基準・同解説に準拠」に固執し、レベル1地震動による基礎地盤の安定性照査をしなかったり、地震時リスクマネジメントに全く触れなかったりするものも、同じ理由による。

鑑定書は、安定性照査の表面的な整合性を確認しただけであり、このような全体の連関性を検討したものではない。以上、鑑定内容は信頼できるものではない。

6. 鑑定書が言及していない地震時リスクマネジメント

沖縄辺野古調査団は、国土交通大臣や技術検討会の清宮委員長などに宛てて質問や要請を何度か行った。2020年5月7日の「再質問」では地震時リスクマネジメントの必要性に言及し、2020年7月2日には辺野古新基地の周辺護岸が震度1~3で崩壊する可能性を指摘し、「護岸の安定性に関する解析の要請」をした。沖縄防衛局は、沖縄辺野古調査団の質問の幾つかに対して第5回技術検討会および第6回技術検討会で、不十分ながらも応えた。まったく応えない質問も多くあった。その多くが、地震に関することであった。

鑑定書は、レベル1地震動に触れても、レベル1地震動による護岸の基礎地盤の安定性照査をしなくても良いことに対する評価はなかった。

①地震時リスクマネジメントの欠如

2011年3月11日に東北地方を襲った大地震を受けて、国・自治体の多くは巨大地震に対する施設の安全性等に関する評価や検討を行い、指針や基準等を見直してきた。沖縄県では平成26年3月に「平成25年度沖縄県地震被害想定調査報告書」を出し、国土交通省国土技術政策総合研究所は2015年9月に「空港総体での安全評価の問題点と地震リスクマネジメントに関するガイドラインの試案」を作成した。また、国際的な動きも手伝って、平成31年4月に空港土木施設設計要領が定められた。こうした中で羽田国際空港や関西国際空港はもちろん、沖縄県的那覇国際空港でもレベル2地震動による耐震性評価が行われた。

辺野古新基地(空港施設)の建設計画においても、普天間米軍基地の代替施設として、どのような大きさの地震に対し、どのような機能の維持が求められるのかを明らかにし、それに対して設計をしなければならないのは当然である。

ところが“港湾基準・同解説に準拠する”を御旗に、地震に強い空港をどのように作るかの検討はなく、滑走路の平坦性を維持するための液状化の検討と護岸(壁体等)の安定性照査をレベル1地震動で行っただけで、基礎地盤などの土木施設の耐震安全性に関して触れていない。

沖縄防衛局は“使用者である米軍と調整の上、護岸等の設計対象地震動は、レベル1地震動と設定”と述

べ、米軍との調整を国内法基準の上に置き、更に空港土木施設設計要領が「参考にすることができる」港湾基準・同解説を「準拠する」に格上げしてしまった。

現在の設計は、レベル1地震動に対して護岸(ケーソンなど)がすべり・回転・支持に対して安定ではあるが、基礎地盤のことは分からないというものであり、滑走路を含む空港施設としての機能が維持できるかどうかという最も重要な地震リスクマネジメントの視点が欠如している。

② 地震の震源、地震の規模、施設を襲いうる地震動の想定がいずれも極めて不十分なままでの設計は禍根を残す。

1995年の兵庫県南部地震以降、沖縄諸島を含む日本列島は地震活動期と言われ、政府をはじめ、各自治体でも地震に対する調査・研究が推し進められてきた。沖縄県においても、2015年には県としての地震調査結果がまとめられているし、また、政府の地震調査本部も太平洋側におけるプレート境界型地震の予測の精度を上げている。沖縄防衛局の辺野古新基地建設予定地の耐震設計ではこうした新しい予測を無視した設計となっていることに驚きを禁じ得ない。