

土木学会 原子力土木委員会 基礎地盤の変形評価に関する研究小委員会  
第2回技術文書審議タスク 議事録

日時：2024年1月19日（金）14:50～17:00

場所：土木学会 B 会議室、オンライン

出席者（順不同・敬称略）

技術文書審議タスク：風間主査（東北大学）、糸井副査（東京大学）、香川（鳥取大学）、竿本（産業技術総合研究所）、仙頭（日本大学）、大矢（港湾空港技術研究所）、西（電中研）

以下はオブザーバー

原子力土木委員会：中村委員長（日本大学）、中島幹事長（電中研）、篠田幹事（防大）、中村武幹事（電中研）

基礎地盤の変形評価に関する研究小委員会：澤田（電中研）、小早川（電中研）、石丸（電中研）、吉田（電中研）

資料：

2-1 第1回技術文書審議タスク議事録（基礎地盤の変形評価に関する研究小委員会）

2-2 技術文書審議 最終段階説明資料

2-3 最終報告段階の評価記入表

2-4 総合評価以降 委員会 小委員会対応スケジュール

## 1. 技術文書審議に係る説明

資料 2-2 に基づき、中村委員長より技術文書審議の進め方について説明された。

## 2. 技術資料の評価結果と質疑

### (1) 第2部：断層変位の影響評価

断層変位担当の各委員より評価記入表の内容の説明があり、質疑応答を行った。

#### 【香川】

- ・マニュアル的な記載箇所と解析事例の位置づけについて冒頭で解説しておくが良い。
- ・硬質地盤を対象としているが、解析事例紹介は軟らかい層を想定したものが多い。それぞれの事例の適用先の記載が弱い。事例の一覧表（活用法を含む）があるとよい。
- ・2.2.1 の解説について：伊方 SSHAC では断層変位は対象ではなく地震動のみの検討になる。また、伊方の PFDHA の論文が別途発表されている。適切に引用、記載する必要がある。
- ・読者への配慮として、例えば、個別要素法の初出時に図での例示で説明があると分かりや

すい。

#### 【竿本】

- ・技術資料の位置づけ、使い方が分かりにくいので、記載が必要である。
- ・引用される文献が委員会メンバーに限られている印象を受ける。引用の偏見と判断されることがないように広く文献を収集・解説されるべき。
- ・原子力施設への変位入力等が最もシビアになる状態（断層の傾斜など）を考え、そのような変位になる主断層のマグニチュードを示すような、帰納的な視点が必要と考える。
- ・短期的および長期的な取り組みの方向性について示されているが、アクションプラン（何をいつまでにやる）が不明瞭

下記の質疑応答があった。

糸井：原子力サイトでは詳細な地質調査により断層の分布は把握されている。最もシビアになる状態とは、調査で不確実なものについて、という理解でよいか。

竿本：そのとおりである。

澤田：学会として研究のアクションプラン、特に時間的な観点を示すことは難しい。

#### 【西】

- ・State of the art として有用な技術資料となっている。
- ・断層変位の評価に関しては、関連技術が総括された段階であり、これらの手法がどれだけ実現象に迫れるのかは今後の大きな課題である。実際に生じた事象への適用などを進め、信頼性の向上に努めていただきたい。

#### 【糸井】

- ・主断層上のずれ変位を設定する際にレシピを基本にしているが、レシピは地震動の評価のためにまとめられたもので、断層変位の評価に適用できることは一般的ではない。そのことを理解した上での記載にすべき。

下記の質疑応答があった。

香川：レシピは地震動評価のためのもので、断層変位への適用性は示されていない。

澤田：レシピだけでなく、津波波源の設定式など代替手法についても記載する。

### (2) 第3部：液状化の影響評価

液状化担当の各委員より評価記入表の内容の説明があり、質疑応答を行った。

### 【風間】

- ・各委員の評価結果（平均）は、2 から 3 の間となっている。有用性はあるが、まだ練れていない箇所も散見される。
- ・技術文書の位置づけが曖昧であるため、技術文書をどのように活用すべきかを前置きに書いてほしい。
- ・有効応力解析が中心の内容になっているが、有効応力解析のパラメータをどのように設定するのか、あるいはその値が土の種類によってどの範囲にあるのか等を示せば、技術資料として有用と思われる。

### 【仙頭】

- ・有用性、信頼性はあると判断したが、完成度については結果の解釈の点で誤解を招く内容があると思われる。
- ・液状化に対してこれまでは非排水条件を前提として解析を実施してきたが、この技術資料では地震中に排水を伴う岩ずりを対象としており、現状の技術レベルでは再現が難しいと考えている。そのため、現状の解析手法でどこまで再現できるのか、また課題は何か分かるような記載が望ましい。
- ・貴重な室内土質試験、模型実験、数値解析の結果が掲載されているため、書き方に留意すれば、実務者に役立つ内容になると思われる。

### 【大矢】

- ・従来の非排水条件の解析手法と、新しい排水条件の解析手法を比較して議論されているが、対象とする構造物は何か、性能照査するための指標は何か、その限界値はどの程度かを示さないと、解析手法の妥当性が判断できない。
- ・模型実験、数値解析の有用性はあると思うが、信頼性については条件がわからない中での比較であり、また比較する条件が揃っていないのではないかと懸念がある。
- ・本技術資料で用いられている解析手法は、港湾施設を中心に用いられてきたものであるが、港湾施設を対象とした場合と異なるパラメータ設定をしている箇所があり、どのような条件で設定したのか読み取れない。設計で使うことを想定するのであれば、そのあたりを追記すべきである。
- ・模型実験、数値解析の結果は示されているが、設計で使うという視点に立つと、完成度はやや低い。
- ・フローにおいて、模型実験を併用する流れは良いと思うが、排水挙動の再現が十分ではない現状では、このフローの流れで良いかどうか判断が難しい。

### 【西】

- ・いわゆる流動化しない地盤に対して、模型実験、数値解析をここまで行った事例はないと思うので、有用性、信頼性、完成度とも一定の価値はある。
- ・流動化しない地盤に対しては、第3部の表題「液状化の影響評価」は誤解を招く可能性があるため、「過剰間隙水圧の発生と消散を考慮した岩ずり及び固結砂地盤の地震時変形評価」などに見直しを検討すべきである。
- ・現行の評価は有効応力解析手法に固執しているが、有効応力解析結果をどこまできちんと評価できるのかについて懸念がある。重要な構造物の場合はある程度保守性は必要であるため、有効応力解析以外の評価も含めて、将来的にフローの見直しを図るべきである。
- ・他の委員が指摘されているように、液状化強度曲線の下限值を用いることの是非や、有効応力解析手法の適用要否に関する判断材料が技術資料の中では見当たらない。

下記の質疑応答があった。

石丸：対象構造物に関するご指摘があったが、今回は対象構造物を設定せず、岩ずりあるいは固結砂のような地盤材料に対して、どのような解析手法やパラメータ設定が適しているかといった視点でまとめている。そのため、ご指摘に対応するのは難しいと考えている。

大矢：そのような点を前置きに記載してはどうか。

石丸：ご指摘を踏まえて記載を見直したい。なお、設計としてはまだ使えないとのご指摘もあったが、設計の中の照査の一つとして使えるような手法を整備することを考えている。

大矢：技術資料で示した事例のみで解析手法の妥当性を判断せず、対象構造物が決まれば模型実験を新たに実施して、構造物ごとの限界値と照らし合わせて解析手法の妥当性確認を行う流れを記載すべきと思う。

石丸：模型実験を必須とする流れが可能かどうかは、関係者で議論したいと思う。

大矢：模型実験を実施せずに、実被害事例がない状況で、解析手法の妥当性をどのように示すのかといった点に懸念がある。

石丸：構造物ごとにクライテリアが変わるため、厳密にはご指摘の流れで行うべきかもしれないが、一方で、ある地盤材料に対して妥当性が確認された解析手法があれば、構造物の形式が多少変わってもその手法を適用するという流れもあると思うので、そのあたりを踏まえて記載したい。

石丸：液状化強度の下限值を使っている点については、審査の要求事項の観点もある。審査では液状化しない条件も想定した評価と、液状化強度の下限值を使って変形が生じやすい条件の評価を比較して、厳しい方の条件を採用すること等も行われている。

風間：地盤調査は実施すればするほど物性値の精度が上がり、信頼性が高まるものであるが、下限値を使う場合は地盤調査をすればするほど悪くなるため、下限値を使うロジックは明確にだめだと言うべきである。

石丸：技術資料の中では審査事例の紹介の立場をとっており、技術資料の中でだめとは書き

にくい。

風間：下限値を使う場合では、都合の悪いデータを棄却、あるいは良いデータが得られればそこで地盤調査を打ち切るようなことも想定されるため、明確にだめと言うべきと考える。

中村：技術文書の中では、引用している審査資料の是非は別の議論である。一方で、2章および3章の数値解析では地盤物性値の平均値を使用しており、ご指摘の方向性とは矛盾していないと思う。

風間：これまでの審査資料を否定するつもりはないので、下限値を使用することについて課題があるという点を記載すればよい。

系井：平均値を使うことの意義をポジティブに記載することはできないか。

石丸：別途、模型実験を実施しているので、その結果を引用しながら平均値を使うことの妥当性等を今後の課題に記載する。

中村：設計のプロセスとしては、現実的な応答を求めるために平均値を使用しており、不確実性をどのように考慮するかという観点で、下限値を使う場合は極端なケースを想定したリスク評価の概念が含まれていると思う。技術資料では、設計のプロセスとして提案していくことが重要である。

風間：そのような趣旨がわかるように記載されていればよい。

石丸：承知した。

西：供試体の本数の問題が大きいと思う。岩ずりの場合はサンプリングが非常に難しく、本数を増やすためには多大な費用、時間がかかる。データがばらついているときに、これくらいの本数を揃えれば大丈夫といった基準はあるのか。

石丸：現時点ではそのような基準はないため、下限値を用いているのが実状である。サンプリングが難しい問題については、再構成試料を使った試験で平均値を使って評価することも提案していきたいと考えている。

風間：西委員の指摘内容についても、技術資料に記載しておくべきである。

石丸：承知した。

石丸：岩ずりの排水を伴う挙動に関してご指摘いただいたが、岩ずりの初期状態の透水係数は、一般的な砂よりも3オーダー程度小さく、模型実験において、表層付近で粒子骨格が大きく乱される場合は加振中からの排水の影響が確認できるが、地盤深部では必ずしもそのような状態になっていない。排水だけの影響により、岩ずりのサイクリックモビリティが強調されているわけではないと考えている。

仙頭：実験結果において、負圧が発生するほど過剰間隙水圧が急激に低下するような状況や、沈下の発生が即時沈下のような状況ではないことから排水の影響が大きいと考えたが、そのあたりを整理して記載されていればよい。現状の解析手法でどこまで再現できて、課題は何か記載されていれば、実務者に役に立つ内容になると思う。

石丸：承知した。

### (3) 第1部：基礎地盤の変形評価

#### 【香川】

・等価線形解析として言及する範囲に DYNEQ や FDEL も入れても良いと思う。後は細かい指摘が多いが修正いただきたい。

#### 【西】

- ・有用性、信頼性、完成度があると判断した。
- ・25P など最大傾斜の計算方法に関する説明があると良い。

#### 【糸井】

- ・断層変位と地殻変動は安全上の影響が全く異なる。混然一体とした記載になっているので、報告書全体として、両者の節を分割するなどして、分けて議論すべきである。
- ・学術用語とは異なる行政用語を用いる際には留意する必要がある。
- ・地殻内地震発生時の副断層によるものが報告書における断層変位の主な検討対象であり、そのこと自体は問題ない。一方で、海溝型地震発生に伴う活断層における断層変位、小さな規模の地震による新たな主断層の変位の出現など、実際はさまざまであり、後者を無視してよいというように誤読されないように報告書の記載をするべきである。
- ・原子力安全やリスク概念、原子力安全規制の対象、他分野の性能設計、国際基準に関する不理解、主観的な記述が散見される。
- ・以上の観点から細かい指摘を挙げている。

下記の質疑応答があった。

吉田：22番の指摘については、「最適なものではないため」の前に「必ずしも」という文言を付けて表現に配慮をしているので問題ないのではないか。

糸井：承知した。指摘についてはニュアンスを弱めるような1案として書いているので理解してください。

吉田：18番の指摘については、他分野での技術分野でも新しい知見が取り入れていると本文中に明記しているので問題ないのではないか。

糸井：承知した。「一方」の接続詞の通り文のつなげ方が悪いのだと思う。それを取って対比するような意味にはしないでいただきたい。

吉田：承知した。

### (4) 技術資料全体に関する意見への対応、および技術資料の妥当性評価

技術資料全体について、下記のような意見への質疑応答および対応の考え方が示された。

香川：能登半島地震について何等か記載すべきである。

澤田：能登半島地震について記載することは可能であるが、「はじめに」や「まとめ」への記載でもよいか。

風間：今後のスケジュールは？

中村：スケジュールありきではないが、ベースとなっている小委員会は 3/19 までである。延長することは可能である。

風間：能登半島地震について、数か月で反映するのは難しいと思う。出版のタイミングに合わせて、記載するレベルを変えればよいと思う。

糸井：前書き、委員長挨拶など、審議対象ではないところで能登半島地震について触れる方針でもよい。

技術文書の妥当性評価について、審議を実施した。

風間：委員によって、大幅な修正や変更が必要か否かの意見が異なる。

香川：第 1 部から第 3 部で技術文書としての構成が異なる。全体的な方針を示すことが不足している。

風間：各部の書きぶりが異なるので、前書きで記載する。また、各部ごと個別の評価にする。

香川：妥当性評価として、第 1 部・第 3 部は 4、第 2 部は 3 である。

糸井：第 1 部の完成度 1 の評価は、今後、適切に修正される見通しがあることをもって 3 に変更する。

技術文書の妥当性評価について、委員の意見に基づき、技術文書の妥当性の評価は全体としてではなく、各部を独立に評価することとした。

各部の評価として、3つの評価項目に対する各委員の評価結果とその根拠を踏まえ、第 1 部・第 2 部は糸井副査が示した 3、第 3 部は風間主査が示した 3 とすることが承認された。ここで妥当性評価の 3 とは「適切な修正は必要であるものの妥当である」という評価である。

### 3. 今後のスケジュール

中村委員長より資料 2-4 に基づき、今後の進め方の説明があった。

下記のような質疑応答があった。

西：原子力土木委員会の顧問は、原子力土木委員会の判断に関わらないのか。

中村：そのとおりである。

西：技術文書審議タスクの審議があることで、小委員会内の審議・活動がルーズにならないか懸念される。

中村：今回は問題ないとの認識であるが、今後もそのようなことにならないように留意したい。

篠田：規定では、技術文書審議タスクが外部意見照会先を決めることになっている。

中村：原子力土木委員会や小委員会が、外部意見照会先の案を作る。今回は他学協会の専門家への意見照会は特段必要なく、土木学会の地震工学委員会、地盤工学委員会、岩盤力学委員会を案として考えている。

委員からの意見照会として推薦する関係機関は特にないということもあり、当該技術文書の意見照会は、提案の土木学会における地震工学委員会、地盤工学委員会、岩盤力学委員会の3委員会とすることを決定した。

本日の審議結果〔技術文書の妥当性評価、3項目の評価（有用性、信頼性、完成度）に関する議事録、各委員の評価意見記入シート〕は2月9日に開催する第3回原子力土木委員会に報告し、委員会としての総合評価を実施する。その結果は、担当幹事より小委員会、技術文書審議タスクに報告を行うこととした。

その後の手順として、小委員会は適切な修正対応を実施し、担当幹事を介してその結果を技術文書審議タスクに報告し、タスクは修正の妥当性を判断する。その結果は、担当幹事を介して委員会に報告し、委員会として技術文書を承認する。その後、技術文書審議タスクが担当幹事を支援して外部意見照会を実施し、意見は担当幹事が集約し修正の可否を判断したのち、原子力土木委員会および小委員会に報告し、適切な修正対応を実施するという流れについても承認された。