

地盤工学会関東支部
中空ねじりによる液状化強度試験の高精度化に関する研究委員会
2020年度 第2回委員会 議事録

【開催日時, 場所, 出席者】

日 時	2020年12月10日(木) 10:00~12:00					開催方法	Zoom 会議	
委員長	清田 隆	○	幹 事	三上 武子	○	委 員	石川 敬祐	○
委 員	石橋 利倫	○	委 員	岩本 哲也	○	委 員	海野 寿康	○
委 員	大矢 陽介	○	委 員	荻野 一彦	○	委 員	掛川 智仁	○
委 員	金井 勇介	○	委 員	加茂 由紀彦	○	委 員	規矩 大義	○
委 員	久保 裕一	○	委 員	隈元 隆	○	委 員	沢津橋 雅裕	○
委 員	新垣 芳一	○	委 員	仙頭 紀明	○	委 員	瀧原 徹也	×
委 員	谷本 俊輔	○	委 員	豊田 浩史	○	委 員	西尾 竜文	○
委 員	西村 聡	○	委 員	野坂 知正	○	委 員	橋本 精一郎	○
委 員	平松 登史樹	○	委 員	藤井 紀之	○	委 員	安 浩輝	○
委 員	吉田 望	○						

○：出席， ×：欠席

【配付資料】

- 資料 2020-2-1：2020年度第2回委員会 議事次第
- 資料 2020-2-2：2020年度第1回委員会 議事録案
- 資料 2020-2-3：話題提供資料（荻野委員）
- 資料 2020-2-4：話題提供資料（野坂委員）
- 資料 2020-2-5：話題提供資料（平松委員）
- 資料 2020-2-6：話題提供資料（久保委員）
- 資料 2020-2-7：科研費申請書抜粋版（規矩委員）
- 資料 2020-2-8：今後の進め方（清田委員長）

【議事内容】

1. 委員会の録画について

委員会では有用な情報やコメントがたくさん出ていることから Zoom の機能を使って録画することを提案し、同意を得た。今回から録画する。

2. 議事録案の確認（三上, 資料 2020-2-2）

承認された。

3. 話題提供（荻野委員, 資料 2020-2-3）

「中空ねじり液状化試験の疑問点（試験業者（試験者）の視点から）」と題し、基準化されていないため発注者から仕様を提示されず試験者任せとなるケースがある、どのような場合に中空ねじり

液状化試験を採用するのか、供試体サイズやピストン固定の有無など試験条件をどのように選定するのが適切か、中空ねじり液状化試験結果と三軸液状化試験結果の相違についてどのような条件の時に違いが出るか検証する必要があるのではないかとの問題提議がなされた。

- ・”試験者任せ”とあるが具体的に何か？（石川委員）⇒供試体サイズ、周波数など（荻野委員）。
- ・発注者は基準がないことを知らないのではないか？（吉田委員）
- ・供試体サイズが異なると応力誤差も変わってくる（吉田委員）。
- ・三軸とねじりでは載荷機構が異なるため結果が同じになる必要はなく、基準化できない理由でもない（吉田委員、豊田委員）。
- ・ネッキングを起こすため三軸では適切に試験・評価できない試料はねじりで実施するなど三軸とねじりをすみ分ければよいのではないか（清田委員長）。
- ・三軸よりもねじりの方が質の高いデータを得ることができ、高級であると感じて（発注者は）発注あるいは（業者は）提案されているのではないか（清田委員長）。
- ・三軸とねじりが同じ結果になることが理想ではなく、中空の変形モードが理想的なモードであるので、より良い結果が合理的かつ両者がばらつきなく得られるように基準を作ることが理想である（清田委員長）。
- ・供試体サイズやピストンの固定など試験方法をどうするかについては、様々な影響因子があると思われるので文献調査を行って明らかにしていきたい。これについては、最後の議題で説明する（清田委員長）。

4. 話題提供（野坂委員、資料 2020-2-4）

「委員会活動を通じての取り組み」と題して、試験方法や供試体作製について課題が報告された。

- ・周波数の問題については、動的の要因と静的の要因を分けて考える。試験はあくまでも静的と考え、動的の要因の影響があるとすれば、別の試験で求めればよい（吉田委員）。
- ・周波数の影響について、遠心実験での水圧の上がり方から逆算した液状化強度と液状化試験結果を比較した事例ではかなり整合していた（谷本委員）。
- ・鉄やコンクリートでは載荷速度が 50 倍も違えば影響がある。土だけ周波数の影響がないとは思えない（吉田委員）。
- ・載荷速度が速くなると摩擦の影響も出てくるので注意する必要がある（久保委員）。

5. 話題提供（平松委員、資料 2020-2-5）

レキの液状化試験における軸ひずみの妥当性と間隙水に砂糖水+ミネラルオイルを使用する場合のメンブレンについて話題提供があった。

【レキの液状化試験について】

- ・過去に同じような試料で実施した事例では間隙水圧は上がらず、ある一定のひずみを繰り返して疲労破壊した。報告の事例では水圧は上がったか？（掛川委員）⇒過剰間隙水圧比 0.95 まで上がった。
- ・応力比はどれぐらいか？（仙頭委員）⇒ $R_{L20}=0.55$ （平松委員）⇒応力比が 0.5 を超えると試験として成立しない。ネッキングするような試料はねじり、緩い試料は三軸とすみ分ければよいのではないか（仙頭委員）。

- ・供試体の中で液状化する部分がどこにあるかで間隙水圧の上昇がしてもメンブレンのコンプライアンスに消費されてしまい液状化に至らないケースもある。このような事例では人によって結果が変わる可能性がある（西村委員）。
- ・供試体サイズと最大粒径の関係が基準から逸脱しており、模型実験のようになっている。要素試験の限界を見据えた基準作りが必要。基準化によって緩い試料は三軸、密な試料はねじりとすみ分けができ、業者の方が提案できるようになれば良い（清田委員長）。

【砂糖水+ミネラルオイルの使用について】

- ・試験後の配管、タンクは交換 or 洗浄のどちらで対応したか？（掛川委員）⇒洗浄した（平松委員）。
- ・海成土の試験では錆、目詰まり等が発生する場合がある。発注者は試験者の苦労や設備にダメージがあることを理解し、時間や金額に配慮して発注してほしい（掛川委員）。

6. 話題提供（久保委員，資料 2020-2-6）

「中空ねじり試験による液状化強度判定」と題して、密度を変化させた豊浦砂の中空ねじり液状化試験結果の紹介があった。

- ・軸応力の変化について、応力一定条件とひずみ一定条件は同時には成立しないのではないかと（吉田委員）⇒試験は軸応力一定条件（軸ひずみの発生を許す）で実施しているが、フィードバック機構がないためせん断ひずみが大きくなると軸応力一定条件が満足できず、結果として軸ひずみも変動し軸応力も変動している（三上）。
- ・せん断応力が小さくなるのはなぜか？（吉田委員）⇒ゲイン、反力低下のため。ゲインを上げすぎると発振するので設定が難しい（久保委員）。
- ・軸応力の追随性については、ロッドの重さの影響があるためフィードバックをかけたとしても限界がある。せん断応力については、すべてのひずみレベルで追随させることは困難なため、どこに着目するかで設定を変えて対応することになるのではないかと。液状化強度を求めたいのであれば液状化までしっかり追随するようにゲインを設定する、液状化以後の挙動に着目するのであれば、なるべく追随するようなゲインに設定するなど（仙頭委員）。
- ・軸応力追随性の誤差は応力比に換算するとごくわずかであり、この程度は許容できるのではないかと。誤差を見込んだ解析で対応できないかと（仙頭委員）。⇒誤差の影響は解析屋が判断すべきであるが、解析屋が入手できる情報はひずみと間隙水圧ぐらいしかないため判断は困難（吉田委員）。
- ・AI を活用してシリンダを制御する方法も可能かもしれない。基準化にあたっては、限界を見極め、どこまで許容できるか議論が必要と思われる。軸応力の制御については、一面せん断試験で定圧、定体積を使い分けるように、“液状化まで”と“液状化以後”を軸ひずみ固定と軸応力一定で使い分けるなど、目的に応じて仕様を考え、試験装置に落とし込むことも必要ではないかと（掛川委員）。
- ・変形特性を求めるための中空ねじり試験の基準には“応答”に関する規定はあるが、“制御”に関する規定はない。等方と異方で軸ひずみを固定する／しないを変えるのは試験法としておかしい。軸応力を一定に保つことが本当に正しいのか議論の余地がある。軸ひずみを固定することは技術的にそれほど難しくはないが、ニーズのない試験条件には技術的な対応の準備ができ

ていない状況もあるので、基準化にあたっては、どのような試験条件とするのが適切かの議論に加えて世間に普及している試験機のスペックも考慮する必要があると思われる（西村委員）。

- ・実地盤を考えると解析屋の立場からは、側方向のひずみを拘束して載荷してほしい。このとき、軸ひずみは発生してよい。非排水+軸固定で $\varepsilon_r=0$ とする方法については、従来は比較的小さいひずみを対象としていたのでこの方法でも良かったかもしれないが、大変形を対象とした場合でも $\varepsilon_r=0$ が保たれているか？（吉田委員）
- ・基準化の考え方からすると非排水+軸固定は試験はやりやすく安定した結果を得ることができるので良いと思う。しかし、実地盤を考えたときに全応力の σ_a はどうなっているかや疑問がある？また、大変形で水膜ができたときに軸固定は本当に有効か（谷本委員）。
- ・全応力の条件が実地盤と実験で異なったとしても、有効応力で考えればよいのではないか（西村委員）。
- ・吉田委員の言われる条件を試験で再現する場合、軸ひずみの発生を許し、側方向ひずみが発生しないように側圧を制御することになるので非常に複雑な試験となりハードルが高い（仙頭委員）。

7. 科研費申請の報告（規矩委員，資料 2020-2-7）

科研費の申請書類について説明があった。

- ・タイトルは「液状化およびポスト液状化挙動を解明する中空ねじり試験の標準化・高精度化」
- ・目的は2つ。1つは、高度な試験性能と拡張性を有していながら、これまで標準化・基準化されてこなかった中空ねじり試験に関して、液状化強度を求める試験法の標準化を図ること。もう1つは、ポスト液状化挙動を予測するためのパラメータを見出し、中空ねじり試験を用いて求める標準的な試験法を確立すること。
- ・これらの目的を達成するため、アンケート調査や全国一斉試験を実施する。
- ・全国一斉試験においては、参加機関の条件を統一するため、試料や供試体作製器具を配布する。
- ・全国一斉試験の仕様は研究グループ内で予備実験を行って決定する。その際に、新規に製作する二方向（軸力、トルク）ロードセルと回転角の検定装置を用いて各機関のセンサーのキャリブレーションを実施し、結果の正当性と異なる機関におけるデータ互換性を担保する。
- ・標準化された試験法の実用化に向けて、原位置試験で得られる指標と中空ねじり試験による液状化強度との関係の定式化を行う。
- ・ポスト液状化挙動に関する試験法の確立においては、各種解析プログラムへの適用性・妥当性の検討を行い、試験の実用化・一般化を目指す。
- ・標準化する試験法は、一定水準以上の国内すべての試験機関で実施可能な試験法とし、試験機に求められる基本性能、供試体作製方法、各種センサーの計測方法と要求性能を盛り込む。
- ・成果報告の場としてシンポジウムを開催する。また、地盤工学会の基準部に対して、ポスト液状化挙動も含めた中空ねじり試験の基準化を目指した提案を行う。

8. 今後の活動の進め方について（清田委員長）

- ・次回の話題提供は解析シリーズとする。
- ・現状把握と基準化の必要性を確認するためアンケートを行う。ベンダーエレメント試験法の基準化の際に実施したアンケートが参考となる。次回委員会までにたたき台を作成する（担当：三上）。

- ・文献調査を全員で行う。次回委員会までに各自、ねじり試験に関する文献をピックアップし **Spread Sheet** に入力する（複数名が同時に入力できる）。これをもとに次回委員会で分担を決める。URLがない場合はページ番号を入力する。目的等を書き込めるように備考欄を追加する。
- ・委員会スケジュール
 - 第3回：2月中旬頃，アンケートの内容検討，文献調査の担当決め
 - 第4回：4月～5月頃，アンケート結果発表，文献調査の話題提供，一斉試験の内容検討
 - 第5回：6月～7月頃，文献調査の発表，一斉試験開始⇒年度末まで
 - 第6回以降，一斉試験の様子を見て開催時期を判断

【次回の予定】

日時 : 2021年2月18日（木）13:00～15:00

開催方法 : Zoom

内容 : アンケートの内容検討

文献調査の担当決め

話題提供（解析シリーズ）

安達様（地盤ソフト工房），大矢委員，藤井委員，東電設計の委員から1名

議事録作成者：三上