

性能設計に対応した 繰返しせん断試験検討小委員会

—平成29年度 活動報告—

幹事：三上 武子（前田建設工業）

メンバーと活動期間

- ◆ 活動期間：2015.4～2019.3（4年間）
- ◆ メンバー：13名

委員長	渦岡 良介	京都大学防災研究所
幹事	三上 武子	前田建設工業（株）
委員	吉田 望	関東学院大学
	飛田 善雄	東北学院大学
	一井 康二	関西大学
	大矢 陽介	（国研）海上・港湾・航空技術研究所
	矢部 正明	（株）長大
	塩見 忠彦	（株）マインド
	上田 恭平	京都大学防災研究所
	仙頭 紀明	日本大学
	市川 卓也	東電設計（株）
	兵頭 順一	東電設計（株）
	金田 一広	（株）竹中工務店

設立の背景と目的

- ◆ 現行の「土の繰返しせん断試験」は、最近のニーズに十分に
応えることができない状況にある。
- ◆ そこで、現在不十分と考えられる試験法を改善する方法を検討
することを目的として、本研究小委員会が設立された。

	変形特性を求めるための 繰返しせん断試験	液状化強度を求めるための 繰返しせん断試験（液状化試験）
ニーズ	➢ 従来よりも遥かに入力地震動が大きくなったため、大ひずみレベルの挙動を求めることが要求される	➢ 性能設計の導入によって、液状化する地盤であっても変位を求めることが要求される
現状	➢ 適用範囲は0.1%を少し超えたところ	➢ 液状化発生（4%程度のひずみ）の有無を評価する試験であり、変位を求める試験ではない
問題点	➢ 0.1%程度～液状化以前の挙動を求める試験法がない	➢ 液状化以後をターゲットにした試験法がない
活動内容	➢ 液状化以前の変形特性を調べる試験法の検討 ➢ H27、H28年度に検討 ➢ H29年度に成果を土木学会論文集に投稿	➢ 液状化強度に加えて、液状化による変形を求めることのできる試験法の検討 ➢ H29年度から検討開始

活動報告

年度	検討項目	活動内容
H27年度	変形特性 を求める ための試験	➢ 3回の委員会を開催 ・2015/7/3・2015/10/16・2016/2/23 ➢ 現行の変形特性を求めるための繰返しせん断試験法の問題点を整理
H28年度		➢ 4回の委員会を開催 ・2016/5/19・2016/8/5・2016/11/24・2017/3/2 ➢ 0.1%を超えるひずみ領域の評価にも適用可能な試験法を提案 ⇒ 成果のとりまとめ
H29年度	液状化試験	➢ 4回の委員会を開催 ・2017/6/13・2017/9/4・2017/12/22・2018/3/12 ➢ 成果のとりまとめ ⇒ 土木学会論文集への投稿 ➢ 現行の液状化試験法の問題点を整理し、これらを改善する試験法の方向性を検討
H30年度		➢ 4回の委員会を開催予定 ➢ 液状化強度に加えて液状化による変形も評価できる試験法を提案 ⇒ 成果を取りまとめて土木学会論文集に投稿する予定

提案法の概要 (変形特性を求めるための繰返しせん断試験)

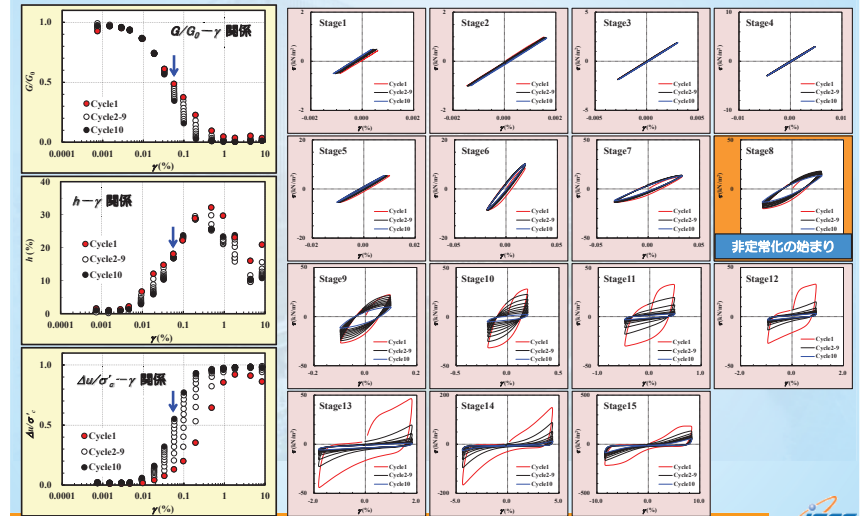
◆ 検討方針

- 地震応答解析に用いる力学的特性を得るための最低限の試験法
- 大ひずみ領域 (0.1%~3%程度) にも適用できること
- 現行法から大きく逸脱しないこと
- 既存データとの整合も可能な限り図ること

項目	現行法	問題点	提案法
載荷回数	11サイクル載荷	<ul style="list-style-type: none"> 履歴曲線の非定常化 試料の密実化 載荷履歴情報の消失 	3サイクル載荷
ひずみ増分	2倍程度		各桁1, 2, 5 (ひずみ増分2~2.5倍)
排水条件	<ul style="list-style-type: none"> 載荷中: 排水, 非排水 載荷後: 排水 	全過程で非排水 (ステージ間の排水なし)	
制御方法	応力制御, ひずみ制御	人的誤差	<ul style="list-style-type: none"> ひずみ制御 小ひずみ領域では応力制御も可 切替の目安は$\gamma=0.01\%$, $G/G_0=0.5$など
結果の報告	<ul style="list-style-type: none"> 応力, ひずみの波形記録 5, 10サイクルの履歴曲線 $G-\gamma$関係, $h-\gamma$関係 	<ul style="list-style-type: none"> 間隙水圧の情報なし 離散的な情報のため非定常化の判断が困難 	<ul style="list-style-type: none"> 過剰間隙水圧の情報を追加 出力例: $\Delta u/\sigma'_c-\gamma$関係, 波形記録など

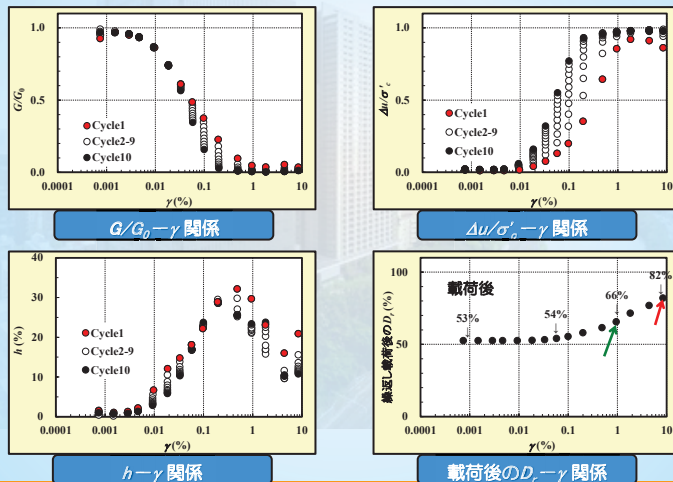
履歴曲線の非定常化

- 豊浦砂 ($D_r=50\%$, $\sigma'_c=100\text{kPa}$) の繰返しねじりせん断試験結果
- 非定常化の始まり: 8ステージ ($\gamma=0.06\%$, $\Delta u/\sigma'_c=0.5$)
- 各サイクルでの履歴曲線の差 \Rightarrow 最大値の評価に影響あり



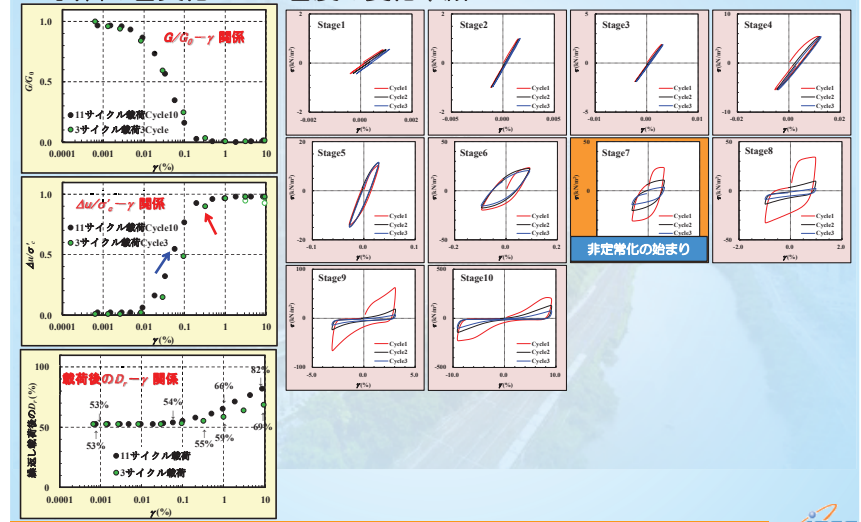
試料の密実化

- 豊浦砂 ($D_r=50\%$, $\sigma'_c=100\text{kPa}$) の繰返しねじりせん断試験結果
- $\gamma=0.1\%$ 付近から密度の変化が顕著になる
- $D_r=53\%$ (初期) $\Rightarrow D_r=66\%$ ($\gamma=1\%$) $\Rightarrow D_r=82\%$ ($\gamma=10\%$)
- 同一試料の試験結果とは言い難い



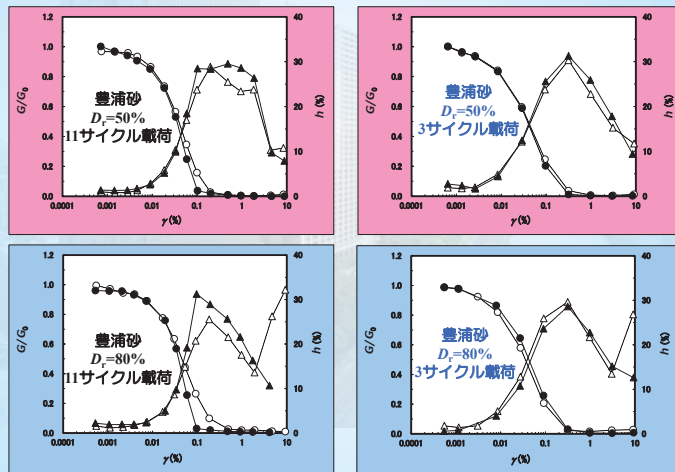
載荷条件の比較

- 11サイクル, ひずみ増分2倍 \Rightarrow 3サイクル載荷, ひずみ増分3倍
- 非定常化の始まり: $\gamma=0.06\%$ \Rightarrow $\gamma=0.3\%$
- 試料の密実化: 密度の変化半減



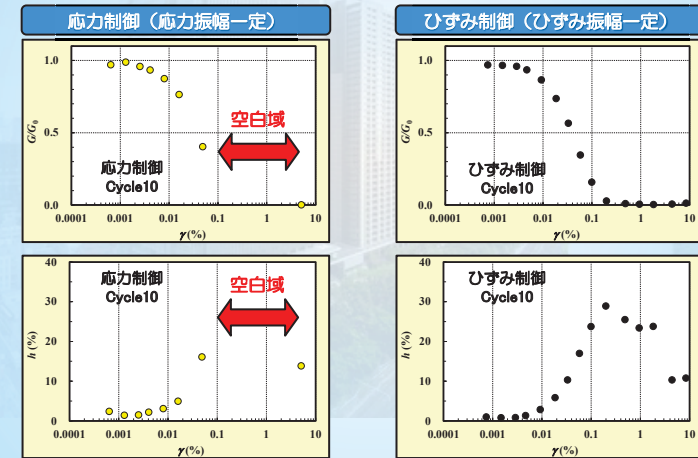
排水条件の比較

- ◆ ステージ間排水 (●, ▲) ⇒ ステージ間非排水 (○, △)
- ◆ サイクル数を少なくすれば排水条件の影響 (試料の密実化, 劣化) は小さい
- ◆ ステージ間非排水とすれば载荷の履歴が残る



人的誤差

- ◆ 豊浦砂 ($D_r=50\%$, $\sigma'_v=100\text{kPa}$) の繰返しねじりせん断試験結果
- ◆ 応力制御では過剰間隙水圧の上昇により载荷を繰り返す毎にひずみが増大するためデータ間隔が不揃い ⇒ 必要な情報が得られない
- ◆ 载荷応力の設定は試験者の判断 ⇒ 試験者によって結果が異なる



まとめと今後の活動予定

- ◆ 変形特性を求めるための現行試験法の問題点を整理し、これに代わる試験法を提案した。
 - 3サイクル载荷
 - ステージ間の排水なし
 - ひずみ制御
- ◆ 提案法の普及を図るため、『地盤材料試験の方法と解説』改訂版 (2019年度発刊予定) の解説への掲載を依頼する予定
- ◆ 最終年度であるH30年度は、液状化以後も視野に入れた新しい液状化試験法を提案し、成果の公表を行う。
- ◆ 最後に

構成モデル, 土質試験, 解析に関する技術者が集まって試験法および解析法との関係について議論したことが、本研究小委員会活動の意義であると考え。ここでの成果が、構成モデルや試験結果の利用に関する研究のきっかけになれば幸いである。