

Ⅲ-A79

液状化強度試験におけるサイクリックモビリティとひずみの局所化

東京電力株式会社 ○正会員 武田 智吉 石川 博之
東電設計株式会社 正会員 中瀬 仁

1 まえがき 個別要素法による液状化解析手法¹⁾を改良し、これを用いた液状化強度試験の数値シミュレーションにおいて、サイクリックモビリティの過程で供試体に生じるひずみの局所化について観察したので報告する。

2 液状化強度試験のシミュレーション 3000個($D_{50}=5.6\text{mm}$)の要素に初期拘束圧(98kPa)をかけてパッキングし高さ14cm直径、14cm(周期境界)、相対密度30%の供試体(非排水繰返し中空ねじりせん断試験)を作成した。この供試体は、相対密度65%~70%の標準豊浦砂に対応する程度の液状化強度を発揮する²⁾。図-1および図-2に応力比0.3の繰返し荷重を加えたシミュレーション結果を示す。図-1は、供試体の平均的なせん断ひずみの時刻歴、図-2は有効応力経路を示す。有効拘束圧は初期拘束圧で除して基準化した。せん断ひずみは四波目の繰返し載荷で急激に増加し始め、有効応力経路図では、四波目後半からサイクリックモビリティを示している。

3 水平直ひずみの分布 供試体がサイクリックモビリティの状態にあるときの変形特性について、局所的な水平直ひずみの分布を調べる。着目する要素の水平直ひずみは、その要素を中心に半径 r_{cm} の範囲内にある要素をピックアップし、着目する要素に対して左右の要素群の平均的な移動量の差を r で除して得た。伸張を正とする。

図-3は、図-1のポイント394~ポイント426までに供試体に生じた局所的な水平直ひずみの分布を示す。この区間は、液状化を生じている最中の、上端の境界が紙面に対して最右端に変位する過程にあたる。近傍の要素をピックアップするための半径は2cmとした。このエリアにある要素数は平均して約70個であった。図-4は、ポイント515からポイント537までに生じた局所的な水平直ひずみの分布である。この区間は、サイクリックモビリティを示し始めた後、上端の境界が紙面に対して右方向に変位する過程にあたる。局所的な水平直ひずみの分布は図-3と図-4でよく対応しており、液状化の最中とサイクリックモビリティを示し始めた後とに関わらず、同方向の載荷時には、同じ場所でひずみの局所化が生じることが解る。図-5は、ポイント515からポイント537までに生じた圧縮を正とした場合の局所的な水平直ひずみの分布である。図-5は、図-4と互いに補完しあう関係にあることが解る。図-6に、ポイント433~480の間に生じた局所的な水平直ひずみの分布を示す。この区間は、上端の境界が紙面に対して最左端に変位する過程にあたる。図-6のひずみの局所化領域は、図-5のひずみの局所化領域とはほぼ対応している。図-5では圧縮状態にあった領域が、載荷の方向が逆になったことにより丁度そのまま伸張領域に転じていることを示す。図-7にポイント231~291の間に生じた局所的な水平直ひずみの分布を示す。この区間は、液状化を生じる前の、上端の境界が紙面に対して右方向に変位する過程にあたる。図-7の局所的な水平直ひずみの分布は図-3および図-4と対応しており、液状化する前に、すでにひずみが集中すべき領域が決定しており、液状化後はその領域に相対的に大きなひずみが集中することが解る。

4 あとがき 液状化強度試験に対する数値実験において、サイクリックモビリティの際に生じるひずみの局所化を観察した。この結果、液状化発生如何にかかわらず、同方向載荷時には同じ場所でひずみの局所化が生じること、逆方向載荷時にはこれを補完する領域にひずみが集中することが解った。個別要素法のプログラムは、京都大学澤田純男氏のDEMSを改良して用いた。

参考文献 1)Hakuno et. al.:A granular assembly simulation for the seismic liquefaction of sand, JSCE No.398/I-10, pp129-138 2)中瀬他:個別要素法による室内せん断試験のシミュレーション,第24回地震工学研究発表会論文集,pp489-492

キーワード:液状化強度、相対密度、非排水中空ねじりせん断試験、個別要素法、数値シミュレーション

連絡先:〒230 東京都台東区東上野3丁目3番3号、東電設計上野センター技術開発本部、中瀬仁

TEL:03-5818-7791,FAX:03-5818-7608,E-mail:nakase@aed.tepsco.co.jp

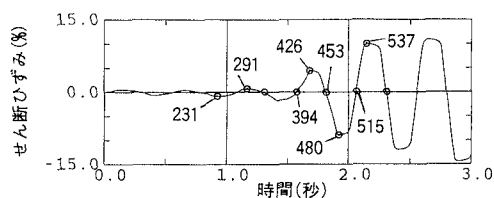


図-1 供試体の平均的せん断ひずみ波形

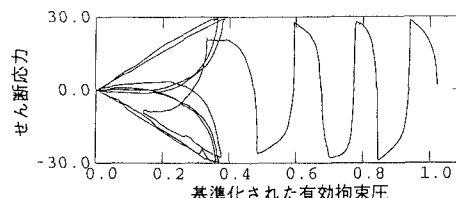


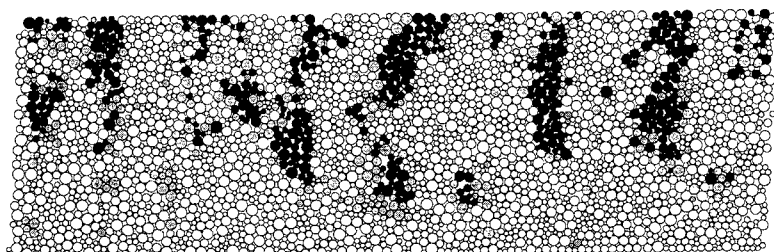
図-2 有効応力経路

Lateral Strain

a = 2.0%

● a -
● 0.7a - a
⊙ 0.3a - 0.7a
○ - 0.3a

図-3 水平直ひずみの分布
(伸張) (394~426)

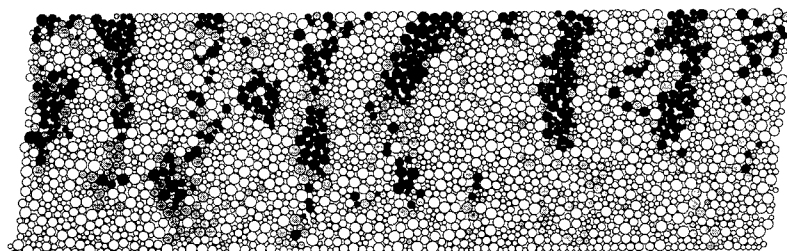


Lateral Strain

a = 4.0%

● a -
● 0.7a - a
⊙ 0.3a - 0.7a
○ - 0.3a

図-4 水平直ひずみの分布
(伸張) (515~537)

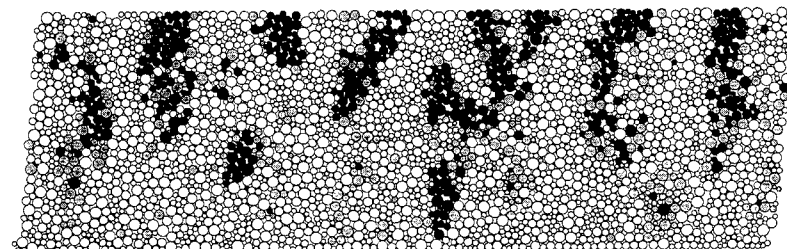


Lateral Strain

a = 4.0%

● a -
● 0.7a - a
⊙ 0.3a - 0.7a
○ - 0.3a

図-5 水平直ひずみの分布
(圧縮) (515~537)

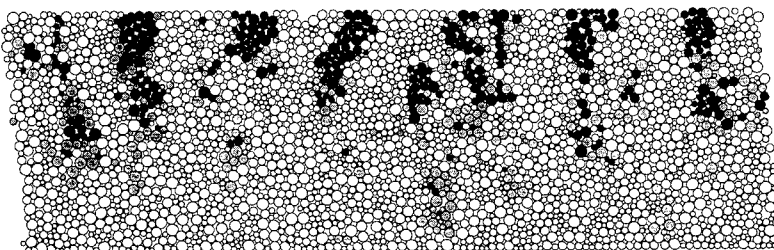


Lateral Strain

a = 4.0%

● a -
● 0.7a - a
⊙ 0.3a - 0.7a
○ - 0.3a

図-6 水平直ひずみの分布
(伸張) (453~480)



Lateral Strain

a = 0.5%

● a -
● 0.7a - a
⊙ 0.3a - 0.7a
○ - 0.3a

図-7 水平直ひずみの分布
(伸張) (231~291)

