

繰返し載荷後の変形係数に与える攪乱の影響

東京電機大学 正会員 安田 進
日本道路公団 正会員 稲垣 太浩
東京電機大学 学生会員 ○石川 敬祐

1. はじめに

筆者たちは吉野川の河口付近の表層に堆積している緩い沖積砂層より不攪乱試料を採取し、繰返しねじりせん断試験を用いて、繰返し載荷後の変形特性を求めてきた¹⁾。本研究では、それを人工的に詰め直した試料を用いて同様の実験を行い繰返し載荷後の変形特性が不攪乱試料のそれと、どのように異なるか比較検討を行った。

2. 試料および試験方法

今回用いた試料は徳島県の吉野川周辺より連続的に不攪乱試料を採取したものである。採取した地点の土質柱状図、 N 値、 F_C 関係を図-1に示す。不攪乱試料では4深度の実験を行ったが、このうちG.L.-6、-10、-15m付近の試料で再構成試料の実験を行った。それらの試料の粒径加積曲線を図-2に示す。

試験には、繰返しねじりせん断試験装置を用いた。供試体の寸法は、外径7cm、内径3cm、高さ7cmの中空円筒形に不攪乱試料ではトリミング法を用いて作製し、再構成試料ではタッピング法を用いて作製した。ただし、再構成試料における供試体の密度は不攪乱試料のそれと等しくするように調整した。作製した供試体は、間隙水圧係数 B 値が0.95以上になるように飽和させた後に、所定の有効拘束圧（原位置における有効上載圧）で等方圧密を行った。その後、非排水状態で正弦波荷重を一定の繰返し応力比で20波載荷を行い、その後非排水状態を保ったまま静的単調載荷を行った。静的単調載荷は、ひずみ制御で行い載荷速度は10%/minとした。

静的単調載荷時の応力～ひずみ関係、つまり液状化後の応力～ひずみ関係は、下に凸のバイリニアとなる²⁾。供試体の剛性が回復する変化点を抵抗変曲点とし、その点までに要する区間を微小抵抗領域 γ_L 、抵抗変曲点までの割線勾配をせん断剛性 G_1 、抵抗変曲点からの回復領域の割線勾配をせん断剛性 G_2 と定義した。

3. 実験結果

3.1 液状化強度試験結果

G.L.-10.00m～G.L.-10.80m時の不攪乱試料および再構成試料のせん断応力比～繰返し回数関係を図-3に示す。この図は、せん断ひずみが7.5%時を液状化回数とし、その時の繰返しせん断応力比をプロットしたもの

キーワード：液状化，繰返しねじりせん断試験，不攪乱試料，再構成試料，変形特性

連絡先：〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 Tel 0492-96-2911(2748) Fax 0492-96-6501

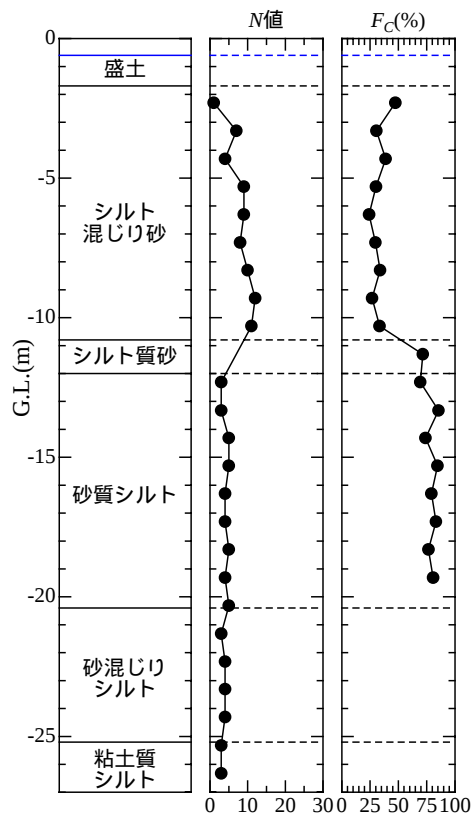


図-1 土質柱状図および N 値等の深度分布

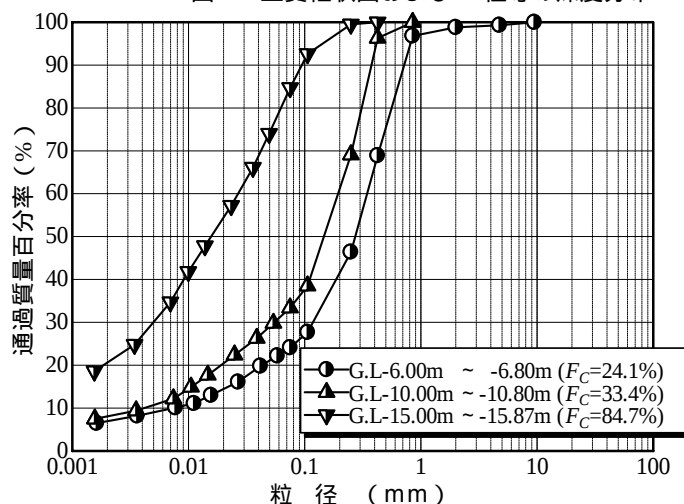


図-2 比較を行った試料の粒径加積曲線

である。これより、繰返し回数が 20 波時のせん断応力比を液状化強度比 R_L とする。その結果、不攪乱試料の液状化強度比 $R_L=0.228$ ，再構成試料の液状化強度比 $R_L=0.155$ となり，不攪乱試料に比べて再構成試料では液状化強度比が 2/3 程度に小さくなった。また，他の深度においても同様な結果となった。

3.2 繰返し載荷後の 変形特性

G.L-10.00m ~ G.L-10.80m 時の再構成試料における繰返し載荷後の応力～ひずみ関係を図-4 に示す。この図を見ると静的単調載荷直後には，非常に小さな応力でひずみが大きく発生し，ひずみの増加と共に強度が回復してくる傾向を示している。また，間隙水圧は強度が回復に伴って消散していくことがわかる。そして，液状化安全率 F_L が小さい値の時ほど強度が回復に必要なひずみが大きくなっていることがわかる。不攪乱試料も再構成試料と同様な傾向となったが，微小抵抗領域 γ_L は小さくせん断剛性 G_L は大きくなった。

そこで 3 つの試料に対して G_L と γ_L を比較した結果を図-5，6 に示す。前者は微小抵抗領域内でのせん断剛性 G_L を不攪乱試料のそれと比較したものであり，後者は微小抵抗領域 γ_L について同様に比較したものである。これらの図を見ると，再構成試料では不攪乱試料に比べてせん断剛性は 1/2 より小さい値となっている。また，微小抵抗領域は不攪乱試料に比べて 1.2 ~ 1.3 倍程度少し広がった。横軸に細粒分含有率をとっているので図-5 では右下がり，図-6 では右上がりになるのではないと思われる。但し，試験データが少ないために今後更にデータを追加し検討していくつもりである。

4. まとめ

徳島で採取した不攪乱試料および再構成した試料を用いて繰返しねじりせん断試験を行って液状化後の変形特性を求めた。その結果，再構成試料では液状化強度比が不攪乱試料のそれに比べて小さい値となった。また，液状化後のせん断剛性が小さく，微小抵抗領域が大きくなった。本文中でも述べているように今後も試験を続けてデータを蓄積していきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 安田進，緒方健治，稲垣太浩，出野智之：吉野川周辺の不攪乱試料における液状化後の変形特性，第 38 回地盤工学研究発表会，pp483-484,2003．
- 2) 安田進，吉田望，安達健司，規矩大義，五瀬伸吾，増田民夫：液状化に伴う流動の簡易評価法，土木学会論文集，No.63B/ -49，pp.71-89,1999．

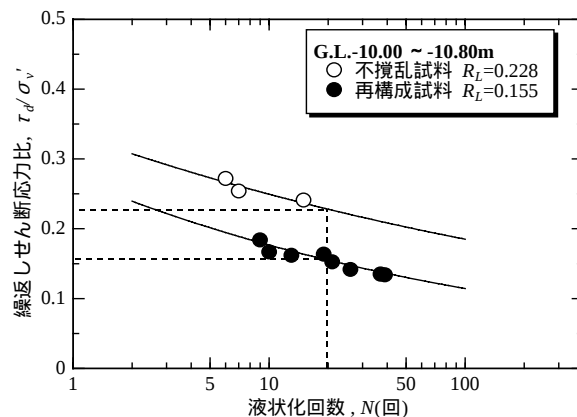


図-3 せん断応力比～繰返し回数関係

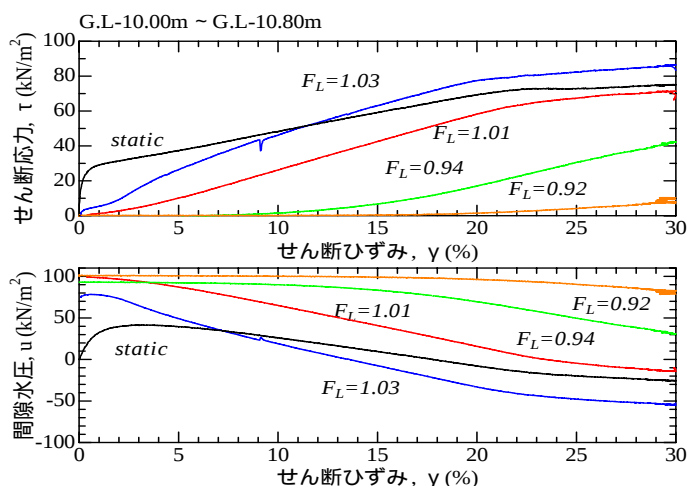


図-4 繰返し載荷後の応力～ひずみ関係

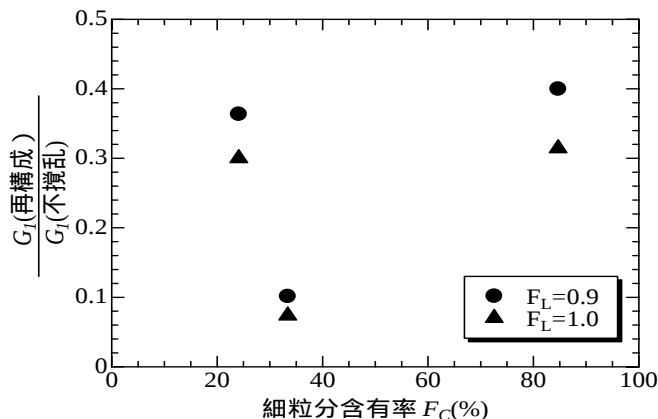


図-5 不攪乱試料と再構成試料での液状化後のせん断剛性の違い

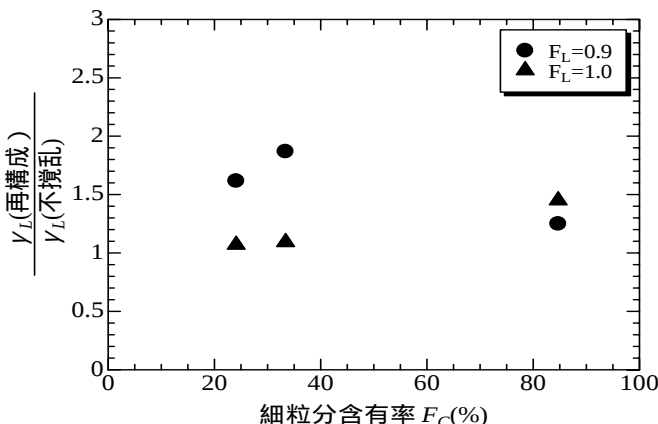


図-6 不攪乱試料と再構成試料での液状化後の微小抵抗領域の違い