

2つの試験装置を用いた液状化後のせん断剛性低下率の比較

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 学正会員 櫻井 裕一
 東京電機大学 学生会員 石川 敬祐

1. 目的

筆者たちは、繰返しねじりせん断試験装置を用いて、液状化後の変形係数についていくつかの実験を行っている。ところが一般の液状化試験では、実務的に装置や操作が比較的容易である繰返し三軸試験装置が最も広く用いられている。そこで本研究では、繰返し三軸試験装置を用いて、液状化後の変形係数が繰返しねじりせん断試験結果にどれだけ近い精度で求められるかについて、既往の結果と比較検討した。

2. 用いた試料及び試験方法

試料には、吉野川周辺の3地点における G.L-4.00m ~ G.L-4.80m までの砂混じりシルト層，G.L-4.00m ~ G.L-4.80m と G.L-9.00m ~ G.L-9.80m までのシルト混じり砂層，G.L-16.00m ~ G.L-16.80m と G.L-19.00m ~ G.L-19.80m までの砂質シルト層（いずれも沖積層）から採取した不攪乱試料を用いた¹⁾。各試料の粒径加積曲線を図1に示す。

供試体は、トリミング法により整形し、直径5cm、高さ10cmの円筒形に作成した。そして、間隙水圧係数B値を0.95以上となるように飽和させた後に、所定の有効拘束圧（原位置での有効上載圧）で等方圧密した。その後、非排水状態で一定の応力比を保ちながら20波で繰返し載荷を行い、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。また、静的単調載荷のみを行う場合には、局所軸ひずみ測定装置を供試体に貼りつけ測定を行った。

3. 液状化後の応力～ひずみ関係

液状化後の応力～ひずみ関係をモデル化した図を図-2に示す。この図より強度が回復する点を抵抗変曲点とし、それまでの区間を微小抵抗領域と定義する。抵抗変曲点までの割線勾配より得られるヤング率 E_1 を用いて、 $G_1 = E_1 / 2(1 + \nu)$ よりせん断剛性 G_1 を求めた。また、 $G_{0,i}$ は静的単調載荷のみを行った試験結果よりせん断ひずみが 10^{-3} 時の割線勾配より求めた。 G_N は、N値より、 $E = 2800N$ (kPa) よりヤング率 E を求め G_N を算出した。また、飽和しているためポアソン比 $\nu = 0.5$ とみなした。

4. 試験結果

(1) 両試験でのせん断剛性 $G_{0,i}$ の比較

各深度の試料での、静的単調載荷のみを行いせん断ひずみが 10^{-3} 時の両試験でのせん断剛性 $G_{0,i}$ の試験結果

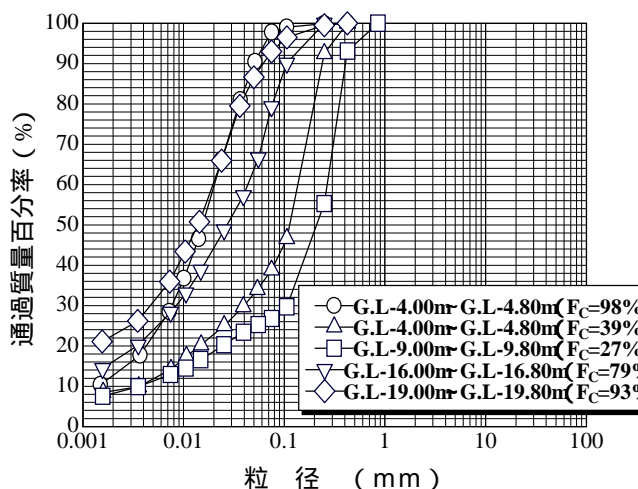


図1 粒径加積曲線

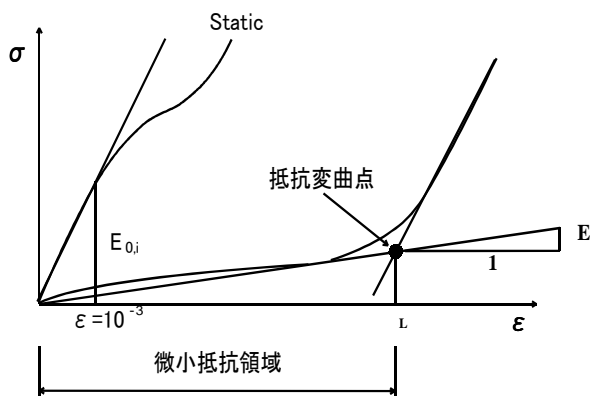


図-2 応力～ひずみ関係モデル

を図-3 に示す。この図より、多少のばらつきがあるが比較的に一致している。

(2) せん断剛性低下率 $G_1/G_{0,i}$ ~ 細粒分含有率 F_c 関係

各試料で求めた液状化後のせん断剛性 G_1 を常時の $G_{0,i}$, G_N で除したものをせん断剛性低下率と定義する。両試験のせん断剛性低下率 $G_1/G_{0,i}$ と細粒分含有率 F_c の関係を図-4 に示す。この図より、両試験とも細粒分を多く含む土ほど剛性の低下の割合が小さくなるのがわかった。これは、細粒分が多く含まれることによって、土の粘着力が生じることや、噛み合わさりやすくなるのが考えられる。

両試験での結果を比較すると細粒分が多いとかなり良く一致している傾向があった。これに対し、細粒分含有率 $F_c=20\sim30\%$ 以下で三軸試験でのせん断剛性低下率がねじりのそれに比べて小さくなる傾向が見られた。これは、ねじりせん断試験と三軸試験の載荷方法の違いが原因ではないかと考えられる²⁾。

(3) $G_1/G_{0,i}$, G_1/G_N ~ 細粒分含有率 F_c の比較

せん断剛性低下率 G_1/G_N と細粒分含有率 F_c の関係を図-5 に示す。図-4 と図-5 を比較すると、せん断剛性低下率の値で約一桁違う結果となった。これは、初期せん断剛性の $G_{0,i}$ と G_N のひずみレベルの違いによるもので、 $G_{0,i}$ のひずみレベルは 10^{-3} 時に対し、 G_N のひずみレベルは $10^{-2} \sim 10^{-3}$ と言われている。そのため、ひずみレベルが大きい初期せん断剛性の推定値 G_N は、 $G_{0,i}$ に比べ大きくなると考えられる。ただし、 $G_1/G_{0,i} \sim F_c$ 関係と同様に細粒分を多く含む土ほど剛性の低下の割合が小さくなるのがわかった。

5. まとめ

両試験装置の液状化後の変形係数について比較した結果以下のことがわかった。

細粒分含有率が多い時は、両試験結果の値が一致した。

これに対し、 F_c が $20\sim30\%$ 以下では、三軸試験でのせん断剛性低下率がねじりのそれに比べて小さくなった。

但し、 F_c が少ないところデータが少ないため今後追加して検討していくつもりである。

[参考文献]

- 1) 安田進, 稲垣太浩, 緒方健治, 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, 地盤工学会, 2003
- 2) 安田進, 櫻井裕一, 出野智之: 液状化後の変形係数に試験装置の違いが与える影響に関する研究, 土木学会第 29 回関東支部技術研究発表会, 2001

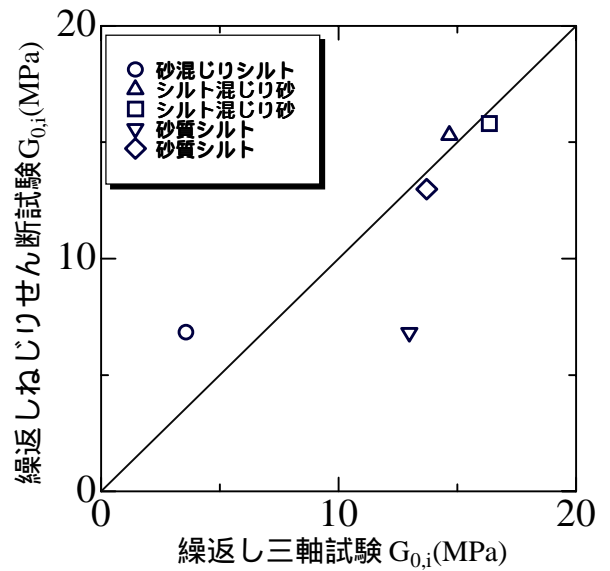


図-3 両試験での初期せん断剛性 $G_{0,i}$

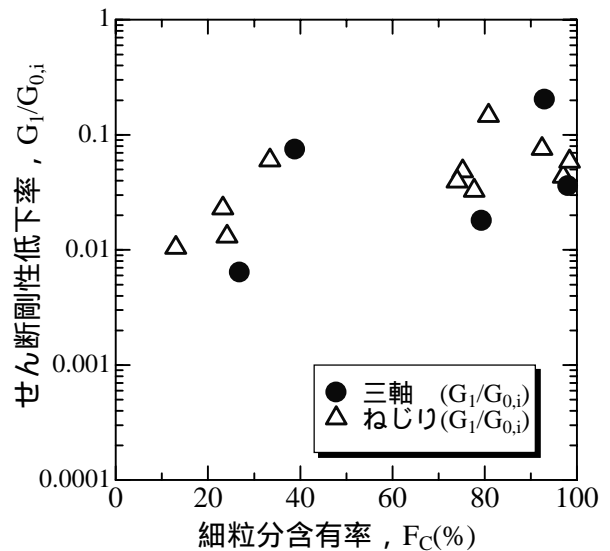


図-4 $G_1/G_{0,i} \sim F_c$ 関係

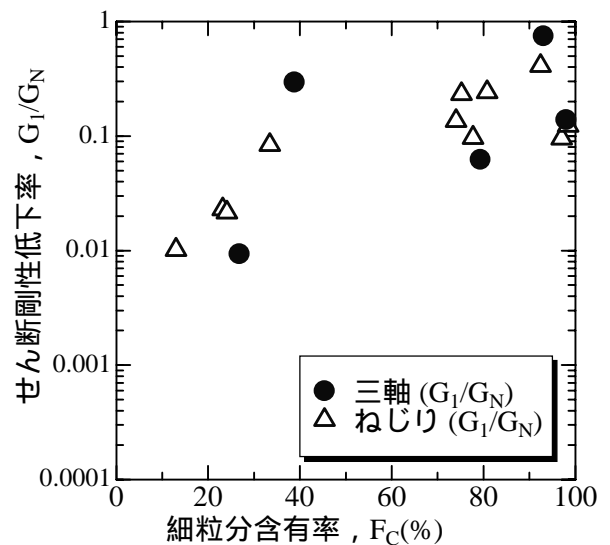


図-5 $G_1/G_N \sim F_c$ 関係