

十勝砂における液状化強度の拘束圧の影響

東京電機大学 正会員 安田 進
東京電機大学 学生会員 山下 丈二
東京電機大学 学生会員 ○小宮 真悟

1. はじめに

最近では液状化に関する研究の一つとして模型振動台実験が行われている。模型振動台実験は重力場で行われるため、実際の地盤より拘束圧が小さくなってしまふ。土の挙動は拘束圧の影響を強く受けるため、この種の実験の解析を行う際には土の低拘束圧下での物性把握が必要である。これまでに液状化強度の拘束圧依存性に関する研究は幾つか報告されており、そのいずれもが拘束圧が低くなると液状化強度は大きくなるといったものであった。ただしそこで用いられた砂は細粒分を含まないものであったため、本研究では細粒分を含んだ十勝砂に対し低拘束圧用の繰返し中空ねじりせん断試験装置を用い、液状化強度及び液状化後の変形特性を求めた。

ここに、十勝砂は十勝港にて行われたダイナマイト発破による大規模埋設管浮上り実験にて使用され、その後大型振動台模型埋設管浮上り実験にて使用された砂である。

2. 実験概要

試料は図-1の粒径加積曲線で示されるような十勝砂を用いた。最小間隙比 $e_{\min}$ ・最大間隙比 $e_{\max}$ はそれぞれ 0.781, 1.291 である。相対密度を 70%・85% の2パターンとし、拘束圧は $[\sigma_v', \sigma_h'] = [49, 49]$, $[9.8, 9.8]$ [kPa] の等方応力とした。

実験装置には低拘束圧用の繰返しねじりせん断試験装置を用いた。低拘束圧試験ではレギュレーターが低圧でも精度良く供給できるものを用い、また有効拘束圧をU字管にて正確に測れるようにした。供試体作成時の影響を考え、ロータを12秒で一周するよ

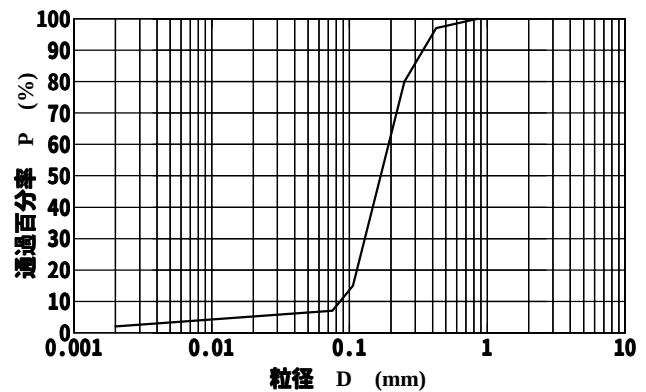


図-1 十勝砂の粒径加積曲線

うな速度で回転させ、反転する箇所を回転ごとに変化させ試料を投入した。その後タッピング法により外モールドの周囲を均等に木槌で打撃し、所定の相対密度となるように作成した。次に負圧にて自立させ、低拘束圧試験ではこの時点で供試体寸法を測定し圧密後の供試体体積を算出した。2時間以上二酸化炭素を通した後、12時間以上通水させた。そして飽和度が96%以上であることを確認したうえで、軸方向変位固定・非排水状態で繰返しせん断を行った。通常拘束圧試験では通水、圧密後に排水量を測定し、圧密後の供試体体積を算出した。通常拘束圧での試験においては0.1Hzの正弦波で繰返し載荷を行い、低拘束圧での試験においては載荷速度も強度に影響があると考え、ひずみ速度を毎分1%で一定として繰返し載荷を行った。

3. 液状化強度の拘束圧の影響

繰返しせん断応力比と液状化回数の関係(液状化強度曲線)を拘束圧別に示したものを図-2に、相対密度別に示したものを図-3に示す。この液状化強度曲線より繰返し回数が20回で両ひずみ振幅7.5%となる繰返しせん断応力比を読み取り、その砂の持つ液状化強度比 R_L とした。各拘束圧・各相対密度での液状化強度比の結果を表-1に示す。これらより拘束圧が低くなるほど、また相対密度が大きくなるほど液状化強度比 R_L は大きくなった。

キーワード 液状化 繰返し中空ねじりせん断試験 液状化試験 拘束圧依存性

連絡先 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 東京電機大学 tel. 049-296-2911 (2748)

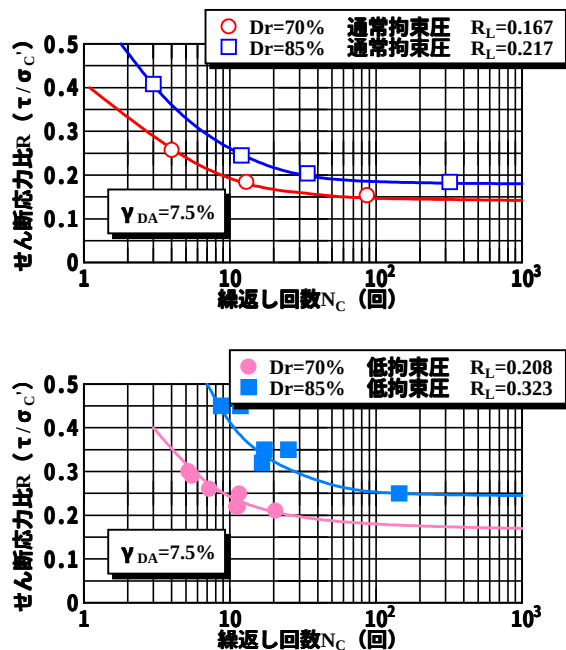


図-3 液状化強度曲線（拘束圧別）

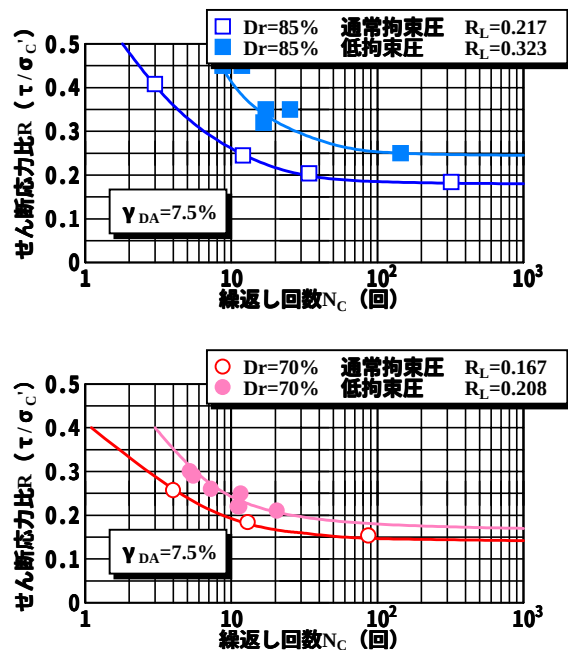


図-4 液状化強度曲線（相対密度別）

このような結果となったのは、低拘束圧下においては土粒子の噛み合わせがせん断応力に対し大きく影響するため、インターロッキングによる見かけの粘着力的な効果が表れている可能性があると考えられる。

表-1 液状化強度比の比較

	通常拘束圧 $\sigma_v' = 49 \text{ kPa}$	低拘束圧 $\sigma_v' = 9.8 \text{ kPa}$
Dr=70%	RL=0.167	RL=0.208
Dr=85%	RL=0.217	RL=0.323

4. 液状化後の変形特性

低拘束圧下での液状化後の変形特性を知るため、繰返し回数 20 行った後静的単調載荷を行った。その時のせん断ひずみとせん断応力、過剰間隙水圧比の関係を図-5 に示す。図中の F_L とは液状化安全率で、液状化強度比 R_L を各試験で与えた繰返しせん断応力比 L で除したものである。また static は繰返し載荷を行わずに静的単調載荷のみのものである。これより液状化安全率 F_L が小さくなる程せん断応力の回復、過剰間隙水圧の減少が遅くなった。

5. まとめと今後の課題

拘束圧が液状化強度比にどのような影響を与えるかを検討するため、通常拘束圧[σ_v' , σ_h']= [49, 49] [kPa], 低拘束圧[9.8, 9.8] [kPa] の繰返し中空ねじりせん断試験を行った。その結果、拘束圧が低くなると液状化強度比は大きくなるという結果が得られた。

豊浦砂を用いて低拘束圧下の液状化試験をさらに相対密度を変化させて行い、液状化強度及び液状化後の変形特性を検討していく。また得られた物性値を種々の模型振動台実験の解析に適用し、実験値と解析値の比較・検討を行っていく予定である。

【参考文献】

- 1) 龍岡 文夫・福島 伸二・生原 修：低拘束圧下における砂の三軸圧縮試験と模型支持力試験，土と基礎，Vol.32,No.2,pp.57,1984
- 2) 天谷 宗徳・佐藤 剛司・古関 潤一・真栄城 徳泰：豊浦砂の低拘束圧下における非排水繰返しせん断特性，土木学会第 52 回年次学術講演会,III - A65,pp130~131,1997

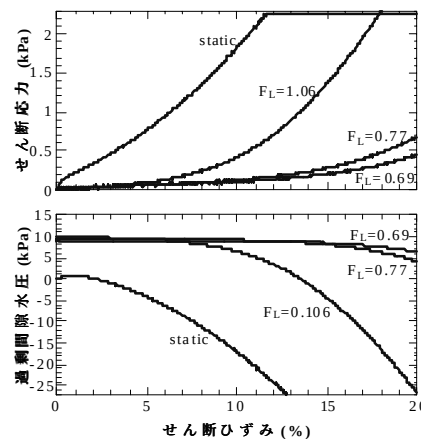


図-5 $\gamma - \tau \cdot u$ 関係
(静的単調載荷時)