

K_0 圧密条件下で長期圧密履歴を受けた細粒分を含む砂の液状化強度特性

九州工業大学工学部 学生会員 西谷 紗弥香

九州工業大学工学部 正会員 永瀬 英生 廣岡 明彦

九州工業大学大学院 高木 悟

1. はじめに

これまで、液状化強度を測定する試験法には繰返し三軸試験等が実施されてきた。繰返し三軸試験では等方圧密した供試体を用いられる。しかし、実際の地盤の初期応力状態が等方状態であるのは稀であり、地震時における地盤内での応力状態を正確に再現することはできない。

そこで、実際の水平地盤に地震力が作用する場合を正確に再現するために、軸圧縮力あるいはセル圧を制御するフィードバック方式による K_0 圧密を行い、供試体の側方変位を間接的に測定して側方変位が生じないようにした二重セル型中空ねじり試験装置を用いて、長期圧密された砂の液状化強度特性を調べた。

2. 試料および実験方法

本研究では、博多湾で浚渫されてアイランドシティ埋立に用いられている、細粒分含有率 $F_c=65\%$ の粘性土を $F_c=30\%$ に粒度調整した試料を用いた。図 1 に粒径加積曲線を示す。供試体は外径 10cm、内径 6cm、高さ 10cm の中空円筒形とし、振動を与え、相対密度を調整しながら水中落下させる方法で作製した。その後、二酸化炭素と脱気水で十分に飽和させて試験を行った。

圧密方法は K_0 圧密で、軸圧制御により載荷盛土工法を再現し、長期間圧密された砂の液状化強度特性を調べた。表 1 に実験ケースを示す。圧密時における側方ひずみは $\pm 0.05\%$ 以内に収まるように側圧にて制御し、繰返し載荷は、供試体の鉛直変位を拘束しながら周波数 0.1Hz の正弦波荷重を用いて行った。また、繰返し回数が 20 回のときのせん断応力比を液状化強度比 R_{120} と定義し、実験結果をまとめた。

3. 繰返しねじりせん断試験

博多湾浚渫土 ($F_c=30\%$) における過圧密比 $(OCR)_v=1$ のときの繰返し応力比 τ/σ'_v と繰返し回数 N_c の関係を過去の実験結果¹⁾とともに図 2 に示す。図中に黒点で示されているのが今回行ったケースについての結果である。図 2 から、圧密時間が長くなるほど、液状化強度比は大きくなっていることが分かる。過去の実験では空中落下法により供試体を作製していたが、この方法では、細粒

表 1 実験ケース

試料	$(OCR)_v$	圧密時間
博多湾浚渫土 ($F_c=30\%$)	1	1,6,24,72,168,672hr

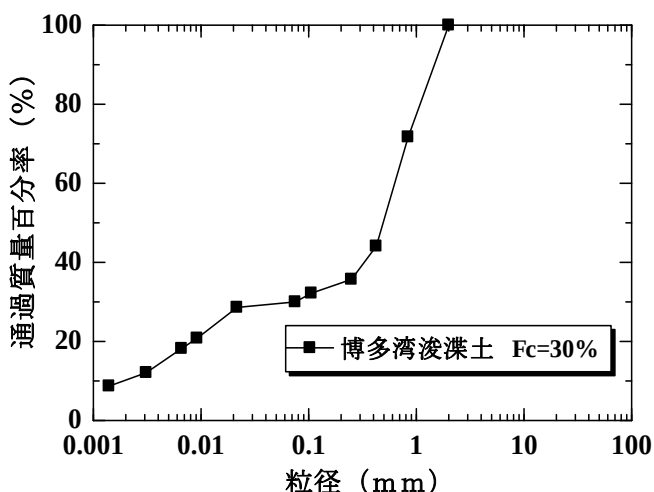
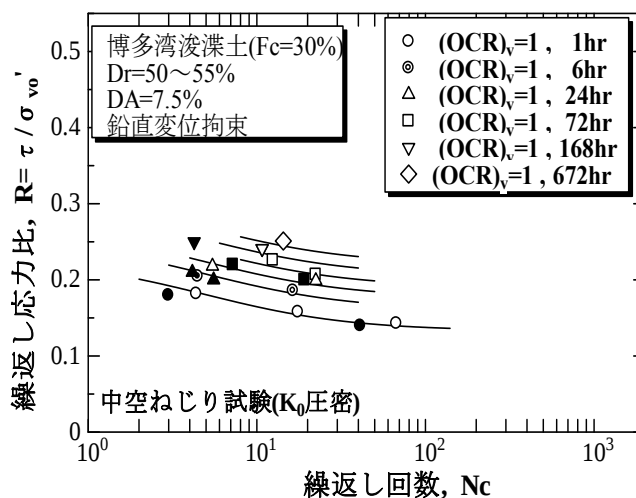


図 1 粒径加積曲線

図 2 τ/σ'_v - N_c 関係

分を多く含む砂を完全に飽和させることは困難であったため、今回は、より飽和度を高くすることに重点を置き、B 値が 95%以上の供試体についてのみ実験を行った。その結果、今回のケースでは、各圧密時間において、過去の実験結果(B 値=90%程度)よりも低い液状化強度比が得られた。さらに、圧密時間が長期になるほど、高い飽和度が液状化強度比低下に与える影響は、より大きくなると考えられる。

また、設定応力比 0.22、過圧密比 1 で 72 時間圧密した博多湾浚渫土($F_c=30\%$)の繰返し試験で得られた、液状化に至るまでの過剰間隙水圧比 $\Delta u/\sigma_{h0}'$ およびせん断ひずみ γ の時刻歴を、過去の実験結果(B 値=90%)および今回のケース(B 値=95%)についてそれぞれ図 3 に示す。これより両者とも繰返し载荷に伴い、過剰間隙水圧が次第

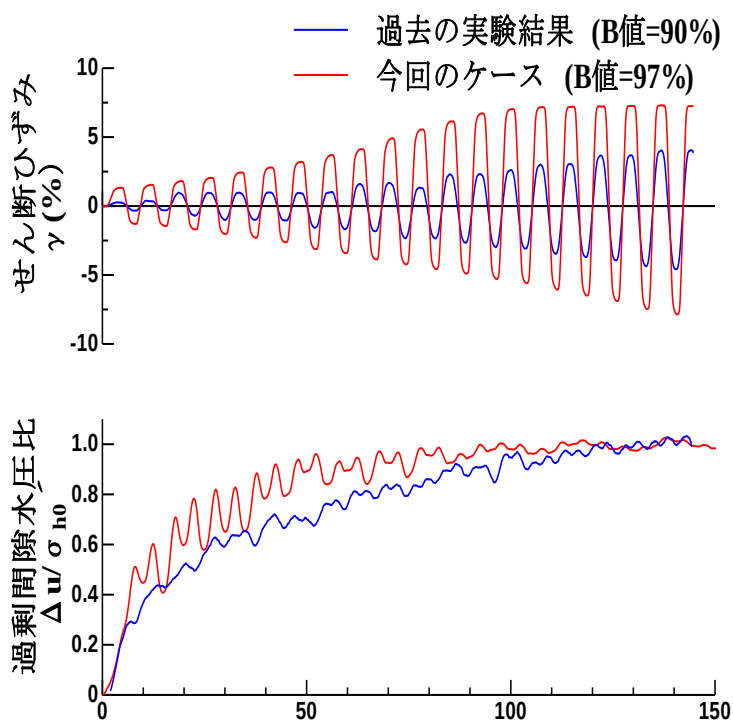


図 3 過剰間隙水圧比およびせん断ひずみの時刻歴

に増加し、初期有効拘束圧に近くなるに従ってせん断ひずみがだんだんと大きくなり、最終的に過剰間隙水圧比が 1.0 に達し、液状化したことが確認できる。今回のケースは、過去の実験結果よりも、繰返し载荷を開始した直後の過剰間隙水圧比の増加が顕著で、せん断ひずみも大きく、最終的に約 6 波目で液状化したことが分かる。過去の実験結果では約 12 波目で液状化していることから、飽和度の高い今回のケースの方が液状化しやすいということが分かった。

これまでに行われてきた様々な研究から、より飽和度が高い方が液状化強度は低くなることが分かっているが、以上のことから本研究においても同様の傾向が確認できた。

4. まとめ

本研究では、フィードバック方式による K_0 圧密条件下において過圧密および長期圧密履歴を受けた砂の液状化強度特性を明らかにすることを目的として、二重セル型中空ねじり試験装置によって载荷盛土工法を想定し、 K_0 圧密によって長期圧密された博多湾浚渫土の液状化強度特性を調べた。本研究で得られた結論を以下に示す。

- ・細粒分含有率 30%の博多湾浚渫土において、圧密時間が長くなるほど、液状化強度比が大きくなっており長期圧密履歴を与えたことによる液状化強度の増加が確認できた。
- ・過去の実験結果(B 値=90%程度)との比較より、より高い飽和度(B 値=95%以上)のもとでは液状化強度比は低くなることが確認できた。
- ・圧密時間が長いほど、高い飽和度が液状化強度比低下に与える影響は大きくなる。
- ・飽和度が高いほど繰返し载荷開始直後の過剰間隙水圧比の増加量は大きく、最終的に 1.0 に達する時間も早いことが確認できた。

5. 参考文献

- 1) 澤田修平：過圧密および長期圧密履歴を組み合わせて受けた砂の液状化強度特性に関する研究、九州工業大学修士論文