

III-367 千曲川砂の非排水繰返しせん断強度

信州大学大学院 学生会員 荻 窪 孝

信州大学工学部 正会員 小 西 純 一

1. はじめに

砂質土の細粒分含有率の液状化強度に対する影響が大きいことが指摘されているが、その影響についてはまだ不明確な点が多い。本研究では、千曲川の河川敷より採取した砂を用いて、細粒分含有率を調整した場合の非排水繰返しせん断強度を求め、比較検討した。

2. 試料

試料は千曲川の河川敷から採取し、 $420\mu\text{m}$ 以上(0.33%)を除去したものである。これらを細粒分($74\mu\text{m}$ 以下)の含有率が30、17、0%になるように粒度調整したものをそれぞれ千曲川砂A、千曲川砂B、千曲川砂Cとする(17%は採取したときの細粒分含有率)。試料の物理的性質を表-1に示し、また、粒径加積曲線を図-1に示す。土質工学会の砂の最大・最小密度試験法は細粒分含有率5%以下のみを対称としているが、本研究では千曲川砂A、Bについてもこの方法を用い乾燥状態で最大・最小密度を求め、これらを用いて相対密度を計算した。細粒分はコンシステンシー限界試験によって無塑性(NP)であることが確認された。粘土分は5.6%である。試料は繰返し使用した。

3. 単調載荷試験

基本的な力学特性を調べるために、排水三軸圧縮試験を行った。圧密後に $D_r=55\%$ 、 65% となるように供試体を空中落下法で作成し、有効拘束圧 $\sigma'_v=1\text{kgf/cm}^2$ で30分等方圧密後ひずみ制御(ひずみ速度0.25%)でせん断する。供試体は高さ14cm、直径7cmであり、端面は摩擦が除去してある。試験結果を図-2($D_r=55\%$)と図-3($D_r=65\%$)に示す。細粒分含有率が増加することにより圧密せん断強度は低下し、体積ひずみは初期における収縮がかなり増加している。

4. 繰返し試験

試験装置は空圧制御式の振動三軸圧縮試験機で、高さ12cm、直径5cmの供試体を使用し、上下端面は全面ポーラスストーンである。供試体は圧密後に相対密度が55%、65%(千曲川砂Aは65%のみ)となるように空中落下法で作成した。背圧は 2kgf/cm^2 であり、B値0.95以上を確保した。有効拘束圧 $\sigma'_v=1\text{kgf/cm}^2$ で30分等方圧密後、0.05Hzの正弦波で非排水繰返しせん断試験を行った。5%の両振幅軸ひずみが生じる繰返し回数と繰返し応力比の関係を図-4($D_r=55\%$)と図-5($D_r=65\%$)に示す。図-6は細粒分含有率と液状化強度(10回の繰返しで $DA=5\%$ に至らせる繰返し応力比)の関係を示す。これらによると $D_r=55\%$ の場合では細粒分含有率の増加による差はほとんど見られない。しかし、 $D_r=65\%$ の場合では液状化強度は細粒分含有率の増加に伴い低下し、さらにその低下の割合は細粒分含有率が高いほど大きくなっている。図-7は、繰返し応力比0.155、相対密度65%で細粒分含有率が異なる場合について繰返し回数と両振幅軸ひずみの関係を示している。ただし、繰返し回数は $DA=10\%$ を生じるのに必要な繰返し回数 N_{10} により正規化している。いずれの砂においても両振幅軸ひずみは0.5%付近より急増している。また、 $DA=8\%$ 付近まで直線とみなすとその傾きは細粒分含有率の減少に伴って大きくなっており、細粒分含有率が高いほど変形の進行が遅いことがわかる。

5. まとめ

細粒分が液状化強度に影響を与えることが確認され、無塑性の細粒分が含まれる場合液状化強度が低下する。さらにその低下割合は細粒分含有率の増加に伴い増加する。今後、他の密度や含有率についても細粒分含有率と液状化強度の関係を明確にしてゆくつもりである。

参考文献 古関潤一、石原研而、藤井光久；細粒分を含む砂の三軸液状化試験，第21回土質工学研究発表会

表1 物理的性質

試料名	千曲川砂A	千曲川砂B	千曲川砂C
細粒分含有率	30%	17%	0%
比重 G_s	2.678	2.677	2.672
最大密度 ρ_{max}	1.663	1.548	1.481
最小密度 ρ_{min}	1.154	1.167	1.154
最大間隙比 e_{max}	1.321	1.294	1.315
最小間隙比 e_{min}	0.713	0.729	0.804
最大粒径 D_{max}	0.420	0.420	0.420
平均粒径 D_{50}	0.117	0.135	0.145
均等係数 U	36.39	11.68	1.418

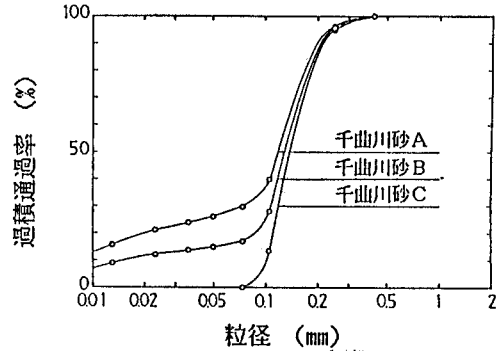


図1 粒径加積曲線

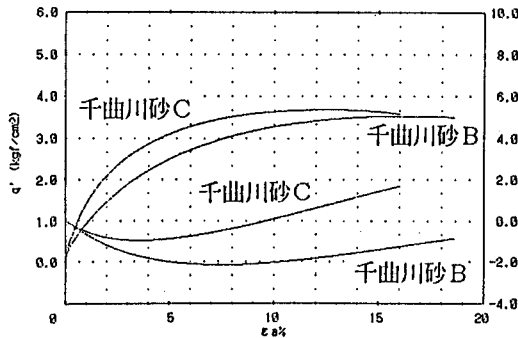


図2 $Dr=55\%$ の時の ε_s - q' - ε_v の関係

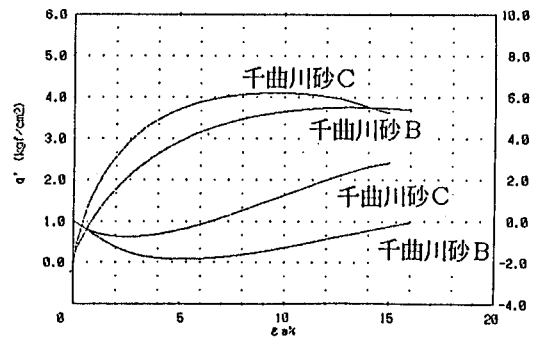


図3 $Dr=65\%$ の時の ε_s - q' - ε_v の関係

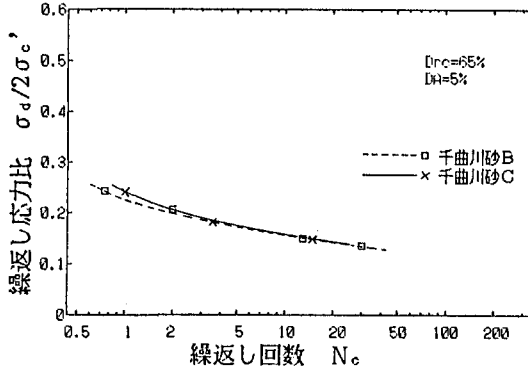


図4 繰返し回数と応力比の関係 $Dr=55\%$

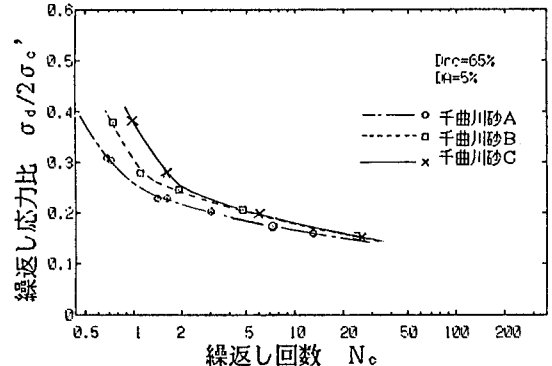


図5 繰返し回数と応力比の関係 $Dr=65\%$

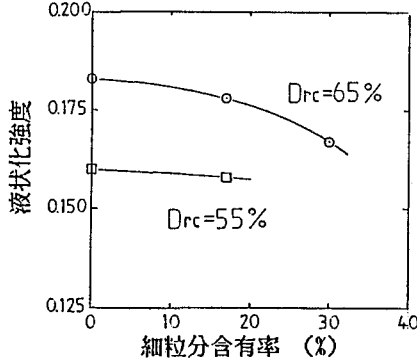
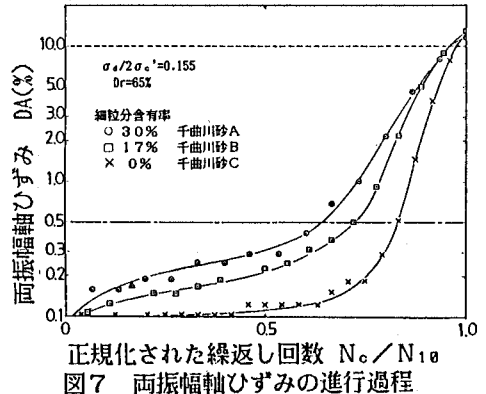


図6 細粒分含有率と液状化強度の関係



正規化された繰返し回数 N_c/N_{10}
図7 両振幅軸ひずみの進行過程