

非塑性細粒分を含んだ砂の非排水単調載荷試験

中央大学 正会員 國生 剛治 中央大学 学生会員 伏木田 達朗
 中央大学 学生会員 村端 敬太 中央大学 学生会員 伊藤 菜穂子

1. はじめに

液状化地盤での構造物被害は地震による繰返しせん断よりも、液状化した土が構造物の自重などによって静的に非排水せん断されることによって生じる場合が多い。そこで本研究では砂質地盤において静的非排水せん断強度に細粒分がどのような影響を及ぼすかを調べるため、利根川砂にまさ土の細粒分含有率を異なる割合で混合し、目標相対密度をほぼ 33%, 46%, 70% とした供試体について中型三軸試験機を用いて非排水単調載荷試験を行った。

2. 試験試料および試験方法

試料は、利根川砂から人工的に粒度配合して作製した砂にほぼ非塑性のまさ土細粒分の含有率がそれぞれ 0, 5, 10, 20, 30, 40% となるように調整した 6 種類である。図-1 にこれらの試料の粒径加積曲線を示す。供試体はウエットタンピング法で作成し、471g のランマで軽く突き固めながら相対密度を調整し、供試体を完全に飽和させた後、有効拘束圧 0.049MPa で等方圧密し試験を行った。非排水単調載荷試験でのひずみ速度は 0.09%/min とし、最大軸ひずみ約 20% まで試験を行った。

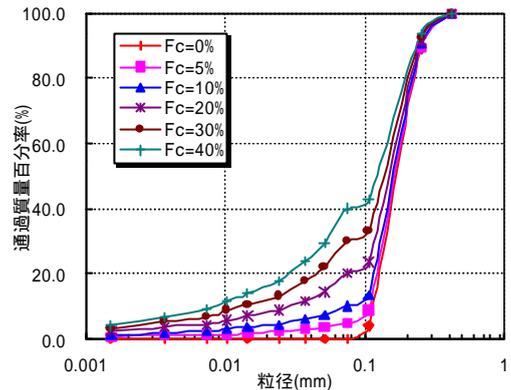


図-1 粒径加積曲線

3. 試験結果

試験の結果は目標相対密度ごとにまとめた。図-2 は Dr 33% の偏差応力と軸ひずみの関係をグラフにしたものである。Fc=0, 5% において偏差応力が増加しつづけるが、Fc 10% 以上ではほぼ一定で変化が見られない。これは、Fc=0, 5% では単調載荷により砂粒子の骨格がしっかりとかみ合い応力が増加したのに対し、Fc 10% 以上では細粒分が砂粒子の骨格からあふれ、土のダイレイタンシー特性が変化してしまうためと考えられる。Dr 33% の過剰間隙水圧と軸ひずみの関係を図-3 に示す。Fc=0, 5% では試験開始直後、正の過剰間隙水圧が計測されたが、軸ひずみ =2% 程度で負の値へ変化している。また Fc=20% 以上では軸ひずみ =5% ですでに $u=0.049\text{Mpa}$ に達し、有効応力はゼロになって液状化状態にあることが分かる。図-4 は Dr 46% の偏差応力と軸ひずみの関係のグラフである。Fc=0 ~ 10% では応力の増加が見られるが、Fc

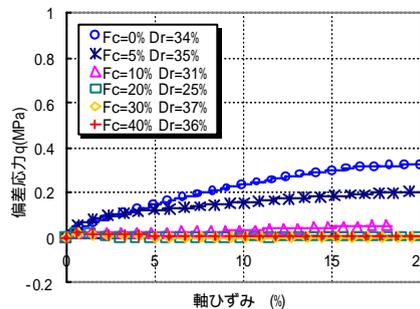


図-2 Dr 33% の $q \sim$ 関係

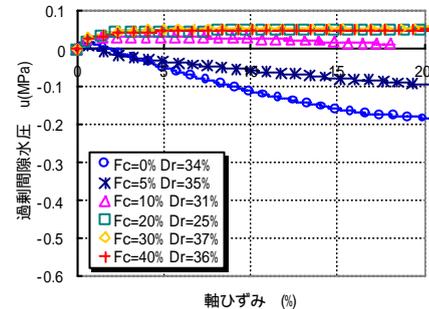


図-3 Dr 33% の $u \sim$ 関係

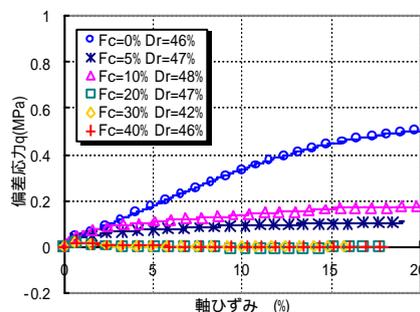


図-4 Dr 46% の $q \sim$ 関係

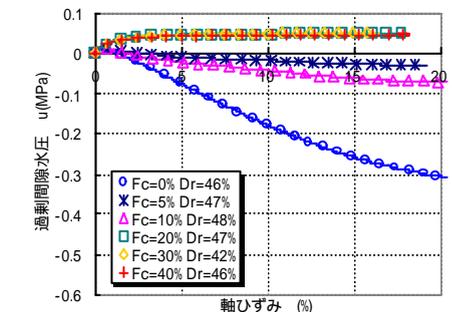


図-5 Dr 46% の $u \sim$ 関係

また Fc=20% 以上では軸ひずみ =5% ですでに $u=0.049\text{Mpa}$ に達し、有効応力はゼロになって液状化状態にあることが分かる。図-4 は Dr 46% の偏差応力と軸ひずみの関係のグラフである。Fc=0 ~ 10% では応力の増加が見られるが、Fc

キーワード：非排水せん断試験、細粒分含有率、相対密度、過剰間隙水圧、ダイレイタンシー

連絡先：中央大学理工学部土木工学科土質研究室 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 Tel03-3817-1799

20%以上ではきわめて小さな強度しか得られない。Dr 46%の過剰間隙水圧と軸ひずみの関係を図-5に示す。Fc=0~10%では軸ひずみ2%付近で正の過剰間隙水圧から負の過剰間隙水圧に変化している。Fc=20%以上のグラフでは試験開始から過剰間隙水圧は上昇し、軸ひずみが3%ほどで $u=0.049\text{MPa}$ の値

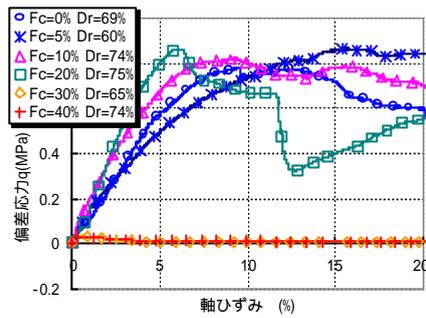


図-6 Dr 70%の $q \sim$ 関係

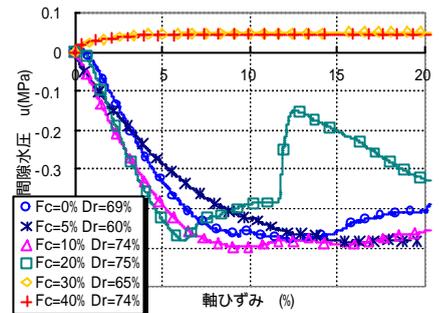


図-7 Dr 70%の $u \sim$ 関係

となった。図-6はDr 70%での偏差応力と軸ひずみの関係のグラフである。Fc=0~20%では応力が大きく増加するのに対し、Fc 30%以上ではきわめて小さな強度しか得られない。Dr 70%の過剰間隙水圧と軸ひずみの関係を図-7に示す。Fc=0~20%ではほぼ試験開始から負の過剰間隙水圧が増加しているが、Fc=30、40%ではDr=30、50%の場合とほぼ等しい形のグラフとなった。

4. 細粒分含有率の違いが非排水せん断強度に与える影響について

図-8(a)~(c)にそれぞれの相対密度ごとにまとめた細粒分含有率と強度の関係を示した。強度は軸ひずみ 15%時の偏差応力とした。ただし、偏差応力が一度ピークを迎えその後下降に転じている試料に関してはピーク強度と残留強度を定め、ピーク強度を偏差応力が最も大きくなった点とし、残留強度を軸ひずみ 15%時の偏差応力とした。当然のことながら相対密度が大きいほど強度が大きくなるが、いずれの密度においても細粒分の増加と共に強度は急激に低下する傾向が現れていることが分かる。供試体ごとの密度のばらつきがかなりあるが、強度の変化傾向を詳細に見ると以下のようなことが分かる。

- 1) いずれの密度においてもFc=0~20%の間で強度の低下が生じ、Fc=20%以上ではほぼ一定値に落ち着く。
 - 2) これは間隙水圧の変化すなわちダイレイタンスー特性と密接に関わっており、Fc=0~20%では水圧がマイナス側に発生するのに対し、Fc 20%以上ではプラス側にのみ発生し、ほぼ液状化状態に至っているためである。
- 以上より Fc 20%がダイレイタンスー特性の変化点となっていることが分かった。これは、この程度の細粒分含有率のときに粒子構造の大きな変化が起こるためと思われる。

(a)Dr 33%

(b)Dr 46%

(c)Dr 70%

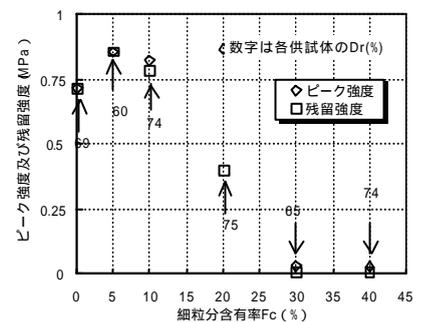
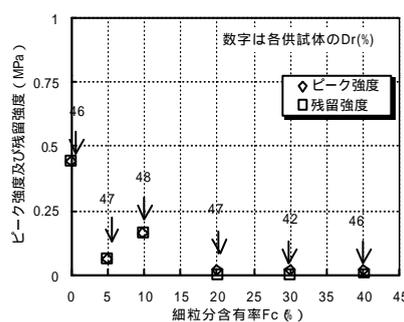
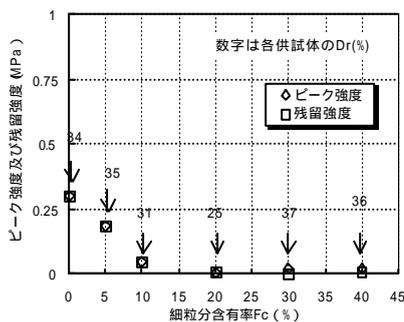


図-8 Fc と強度の関係

5. まとめ

- ・ 細粒分が0~20%まで増加する間に砂の非排水単調せん断強度は大幅に低下することが分かった。
- ・ Fc 20%を境界として試料のダイレイタンスー特性が大きく変化し、強度特性に影響を及ぼすことが分かった。

参考文献：小見山 義朗、國生 剛治(2001.11)「非塑性細粒分を含んだ礫質土の非排水せん断強度特性について」礫質土シンポジウム、pp.233-238