

中央大学理工学部 学生会員○江野澤 太裕

中央大学理工学部 正会員 國生 剛治

中央大学理工学部 学生会員 小見山 義朗

1. はじめに

従来、礫質土は、砂質土に比べ大きな均等係数と乾燥密度を有することから液状化強度が高いとされてきた。しかし、1995年の兵庫県南部地震では礫質地盤が液状化し、ライフラインや港湾施設に甚大な被害を与えた。さらにその液状化したまき土からなる礫質地盤はかなりの細粒分を含んでいた。そこで我々は、礫質地盤のせん断強度において、含まれている非塑性細粒分の影響を検討する目的で、堅硬で良配合の沖積砂礫に対してまき土細粒分を0～30％に変化させた試料を用いて、非排水せん断試験を行ってきた。今回は相対密度50％及び70％での非排水単調載荷試験の結果を報告する。

2. 試験装置

図-1に示す中型三軸圧縮試験装置を用いて非排水単調載荷試験を行った。この試験装置は側圧一定タイプで、その載荷システムは上部を固定し下部からひずみ制御で単調載荷できる。直径100mm、高さ200mmの供試体サイズを考慮し、最大粒径26.5mmの礫を含む材料を選出した。

3. 試験試料及び試験方法

試験に用いた試料は、堅硬で良配合($U_c=13.1$)の砂礫試料に対して、ほぼ非塑性($I_p=3$)の細粒分含有率を0、2.5、5、10、20、30％に調整した6種類である。各試料の粒度分布を図-2に示す。供試体はウェットタンピング法で作成し、471gの重さのランマで軽く突き固めながら相対密度を調整した。

供試体を拘束圧29kPaで自立させ、供試体内に炭酸ガス、さらに脱気水を循環させ完全に飽和させた後、有効拘束圧98kPaで等方圧密した。圧密時間は3時間としたが、全てのケースで一次圧密の終了を確認した。相対密度は50％及び70％を目標とし、等方圧密終了後にこの値にほぼ一致す

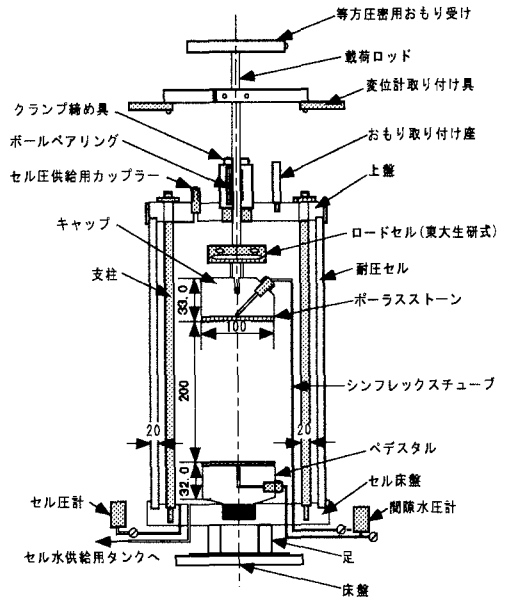


図-1 中型三軸試験装置

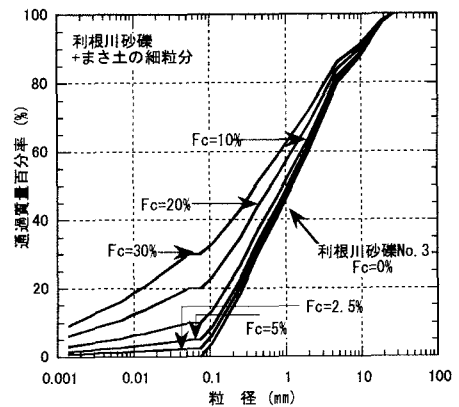


図-2 粒度分布

キーワード：非排水単調載荷試験、せん断強度、礫質土、非塑性細粒分

連絡先：〒112-8551 文京区春日1-17-23 中央大学理工学部 Tel 03-3817-1799 FAX 03-3817-1803

るよう努力した。なおB値は0.95以上を条件とした。その後、非排水単調載荷試験を、有効拘束圧 98kPa、ひずみ速度は 0.09%/min の条件で、軸ひずみ $\varepsilon=20\%$ まで行った。¹⁾

4. 試験結果と考察

図-3 に目標相対密度 $Dr=50\%$ で、 $F_c=0\% \sim 30\%$ の試料の有効応力経路を平均有効主応力 p' と偏差応力 q の関係で示す。 $F_c=0\%$ の試料では載荷直後から p' が減少し、いったん回復を見せるが、その後せん断破壊し、収縮的挙動を示す。 $F_c=2.5\% \sim 30\%$ の試料の場合は、載荷直後から収縮的挙動を示す。このような結果から、細粒分はダイレイタンスー特性を大幅に変化させることが分かる。さらに図-3 から読み取った各試料の偏差応力のピーク値 q_p と F_c の関係及び軸ひずみ 20% 時の偏差応力を残留強度 q_{20} として F_c との関係を図-4 に示す。これより目標 $Dr=50\%$ では、 F_c の増加により非排水せん断時のピーク強度 q_p が減少する傾向が見られ、 $F_c=10 \sim 30\%$ の場合、 $F_c=0\%$ に比べほぼ半減することがわかる。 q_{20} は q_p に比べかなり小さいが、 $F_c=30\%$ では相対的に大きくなる傾向が表れている。

一方、目標 $Dr=70\%$ での $F_c=0\% \sim 20\%$ の試料の有効応力経路を p' と q の関係で図-5 に示す。 F_c の違いによる有効応力経路の変化幅が非常に大きいために両対数グラフで表している。 $F_c=0\%, 2.5\%$ 及び 5% では、いったん p' が減少を見せるが、その後増加を続ける。 $F_c=10\%$ 及び 20% の試料の場合は、載荷直後から収縮的挙動を示す。この結果から、細粒分はかなり密な砂礫についてもダイレイタンスー特性を大幅に変化させることが分かる。図-6 には F_c と q_p 及び q_{20} との関係を示す。縦軸は対数で表している。 F_c の増加により q_p が明瞭に減少する傾向が見られ $F_c=0\%$ のピーク強度に比べ、 $F_c=10\%, 20\%$ の場合は $1/10$ 以下に減少する。各試料とも q_{20} と q_p の違いは小さいことが分かる。また全体的に $Dr=50\%$ 時の q_p 及び q_{20} よりも大きくなっている。

5. まとめ

- ・目標 $Dr=50\%$ 及び 70% の有効応力経路から、どちらも細粒分はダイレイタンスー特性を大幅に変化させることが分かった。
- ・目標 $Dr=50\%$ の結果から F_c の増加によりピーク強度と残留強度のいずれも低下することが分かった。
- ・目標 $Dr=70\%$ では全体的にピーク強度がかなり大きく、 F_c の増加による変化幅も大きい。またピーク強度とひずみ 20% の時の残留強度はあまり違いが見られない。

〈参考文献〉 1) 小見山義朗(2001.11)「非塑性細粒分を含んだ非排水せん断強度について」礫質土の力学特性に関するシンポジウム論文集 P233~238

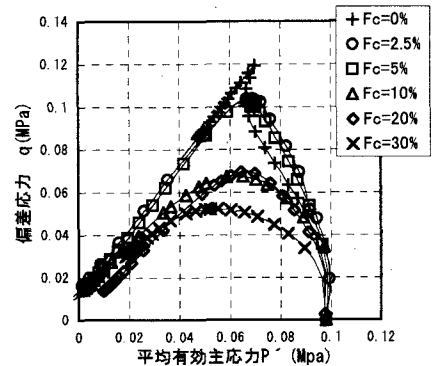


図-3 有効応力経路(目標 $Dr=50\%$)

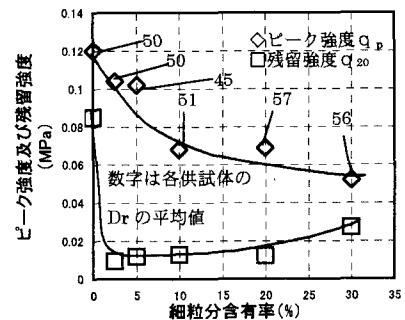


図-4 ピーク強度と細粒分含有率の関係(目標 $Dr=50\%$)

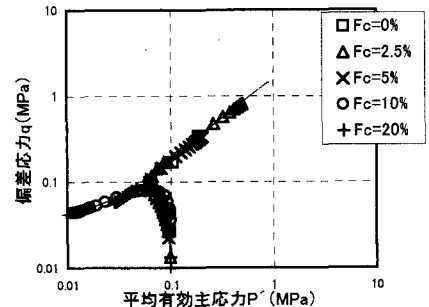


図-5 有効応力経路(目標 $Dr=70\%$)

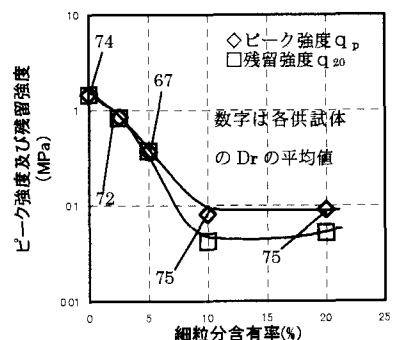


図-6 ピーク強度及び残留強度と細粒分含有率の関係(目標 $Dr=70\%$)