

Ⅲ - A93

細粒分を含む砂の非排水繰返しせん断強度

東京理科大学	学生会員	古川 園	健朗
東京理科大学	正会員	石原 研	而
東京工業大学	正会員	桑野 二	郎
東京理科大学	正会員	塚本 良	道
(株) ニュージェック	正会員	杉原 弘	一

はじめに

細粒分を含む砂地盤の液状化の被害が報告されている。そこで細粒分を含む砂の液状化特性を調べるために、豊浦標準砂に細粒分としてカオリンや藤の森粘土を混入させ非排水繰返し三軸試験を行い、骨格間隙比が繰返し強度の値に影響を与えることが示されたり。今回は細粒分として非塑性のマイカ（雲母）を使用し、細粒分の種類が繰返しせん断特性に与える影響を調べ、繰返し強度の評価に対する骨格間隙比の有効性等について検討した。

実験試料

試料は豊浦標準砂に所定量混入させ作製した。細粒分含有率 FC は 0～100%の範囲で、カオリン混合砂は 10 種類、藤の森混合砂は 6 種類、マイカ混合砂は 8 種類変化させた。各細粒分の特性を表 1 にまとめる。

表 1 各細粒分の特性

細粒分	カオリン	藤の森粘土	マイカ
粘土分含有率(%)	48	24	14.5
シルト分含有率(%)	52	73	85.5
塑性限界 ω_p (%)	37.6	26.6	NP
液性限界 ω_L (%)	74.2	64.3	NP
塑性指数 I_p	36.6	37.7	NP

実験方法

供試体作製法として気乾状態の混合試料を漏斗より落下、堆積させ供試体を作製する空中落下法を用いた。供試体作製後、二重負圧法によって飽和させ、B 値が 0.96 以上と確認された供試体のみ拘束圧 98kPa で等方圧密を行った。等方圧密終了後、応力制御によって周波数 0.1Hz の繰返し対称荷重を载荷する非排水繰返し三軸試験を行った。なお载荷終了後、供試体含水比より等方圧密終了時の間隙比を逆算し求めた。

実験結果

(1) 非排水繰返しせん断特性

カオリン混合砂では細粒分含有率の増加に伴い過剰間隙水圧がある回数で急増する挙動から徐々に蓄積される挙動へと移行したが、藤の森混合砂やマイカ混合砂では細粒分含有率に関わらず蓄積される挙動のみを生じた。図 1 にマイカ混合砂の代表的な有効応力経路を示す。マイカ混合砂では細粒分含有率の増加に関わらず、過剰間隙水圧が初期有効拘束圧に等しくなる傾向を示したが、カオリン混合砂や藤の森混合砂では細粒分含有率が増加していくに従い初期有効拘束圧に達しなくなる傾向を示した。

(2) 繰返し载荷時の変形特性

図 2 はカオリンが塑性を有し、マイカが非塑性であることに着目し、繰返し強度 SR_5 に対する繰返し強度 SR_{10} の比を細粒分含有率 FC との関係を示したものである。なお、繰返し強度 SR_5 は繰返し载荷回数 20 回

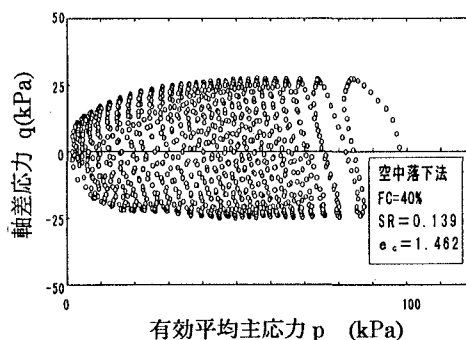


図 1 マイカ混合砂の有効応力経路

でDA=5%生じる時の、繰返し強度 SR_{10} は、DA=10%生じる時の繰返しせん断応力比としている。この図からカオリン混合砂ではFC=20%付近を越えると SR_{10}/SR_5 の値が1を越えるようになるが、マイカ混合砂はほぼ $SR_{10}/SR_5=1$ で一定している。 $SR_{10}/SR_5=1$ とは繰返し載荷回数 20 回で軸ひずみが 10% まで急激に増加することを示している。このことから塑性を有する細粒分を含むカオリン混合砂では FC=20% を越えると突発的な大変形が生じなくなりねばり強い土へ変化するが、塑性を有しない細粒分を含むマイカ混合砂では細粒分含有率の値に関わらず変形特性は変わらず、突発的な大変形が生じることが分かる。これは、塑性を有するカオリン細粒分が粘着力を有している反面、マイカ細粒分では塑性を有しないために粘着力が存在しない違いがあらわれたものであると考えられる。

(3) 繰返し強度と骨格間隙比との関係

図3に各混合砂の繰返し強度 SR_5 と細粒分含有率 FC の関係を、図4に骨格間隙比 e_s と細粒分含有率 FC の関係を、図5に SR_5 と e_s の直接の関係を示す。カオリン混合砂および藤の森混合砂では砂分の最大間隙比に等しい砂の骨格間隙比の値は、細粒分の混入によって繰返し強度が増加を始める境界値となったり。そして図3および図4からマイカ混合砂においても同様な傾向が示された。また FC が約 50% を越えると、SR はどの混合砂もほぼ一定となり同程度の値を示された。図5からは砂分骨格のみの間隙は大きくなって、細粒分により繰返しせん断に抵抗できるようになり、SR も増加していると考えられる。

まとめ

細粒分の種類によらず、砂分の最大間隙比に等しい砂の骨格間隙比の値は、細粒分の混入によって繰返し強度が増加を始める境界値となる。

<謝辞>

実験に協力してくれた元東京理科大学の高嶋卓造 (日本道路公団)、清水隆之 (JR 東日本コンサルタンツ) 両氏に謝意を表します。

<参考文献>

- 1) 桑野・杉原ら：細粒分を含む砂の非排水繰返しせん断強度、第31回地盤工学研究発表会、pp.993-994
- 2) 桑野・杉原ら：カオリンを含む液状化強度、第50回土木学会年次学術講演会概要集、pp.506-507

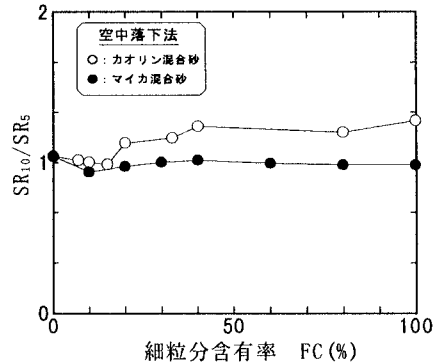


図2 SR_{10}/SR_5 ~ 細粒分含有率 FC (%)

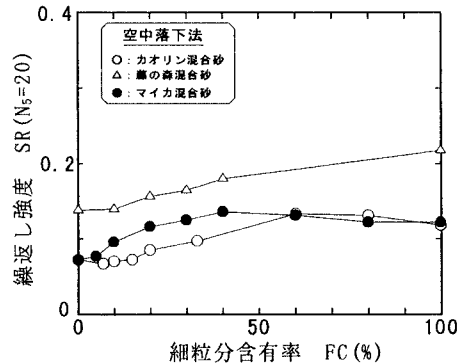


図3 繰返し強度 SR_5 ~ 細粒分含有率 FC (%)

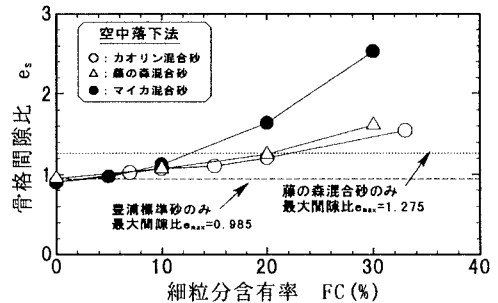


図4 骨格間隙比 e_s ~ 細粒分含有率 FC (%)

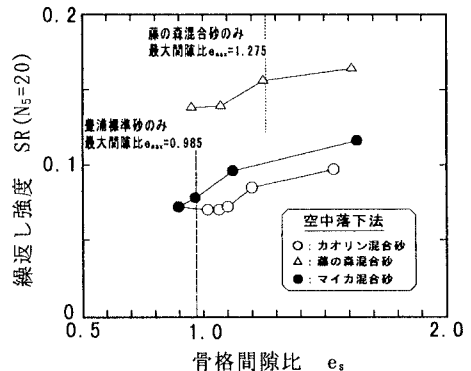


図5 繰返し強度 SR_5 ~ 骨格間隙比 e_s