

流動化処理土の圧密特性に関する考察

中央大学 正会員 國生 剛治 中央大学 学生会員 吉尾 泰輝
 同上 学生会員 ○大川 武巳 同上 学生会員 飯塚 俊介

1 はじめに

都市部の地中構造物や埋設配管などの埋め戻しや充填に利用されている流動化処理土が、強地震を受けた時の力学特性を解明するための基礎的実験として、本研究ではカオリン粘土の泥水と豊浦標準砂、そしてセメントを混合し固化させた試料に対し、三軸試験機を用いて地震を模擬した繰り返し載荷試験を行った。また、セメンテーション効果によって現れる圧密降伏応力が流動化処理土の力学特性にどのような影響を与え、地震によりどれほど圧密沈下を起こすかを調べることを目的としている。

2 試験方法

本試験に用いた配合はカオリン粘土($I_p=23$, $\rho_s=2.729\text{g/cm}^3$)に水道水を加え攪拌し、密度 $\rho_f=1.20\text{g/cm}^3$ の泥水を作成した。この泥水 1m^3 当りの固化材(一般軟弱土用セメント系)添加量 C は 100kg と一定にし、砂の混合割合 p 値¹⁾(泥水重量/砂室乾重量)で、豊浦標準砂($\rho_s=2.640\text{g/cm}^3$)を混合し、 $p=0.5 \sim \infty$ の間で変化させた。ここで $p=\infty$ とは砂を含まない配合を意味する。また固化材添加量 C を減らすことで、どれほどまでに流動化処理土としての特性を保てるかを調べるため $p=1.0$ の下、 $C=25, 50\text{kg/m}^3$ の試料も作成した。

試験には材齢 28 日以降の試料を用い、図-1 に示す三軸試験機による次の 2 種類の試験を行った。

圧密応力を 29kPa から最大 330kPa まで段階的に上げていき、各段階につき $\sqrt{t}$ 法を用い圧密度 90% 以上で 1 次圧密終了を確認し、次の段階に進む等方圧密試験を行う。背圧 294kPa 、有効拘束圧 $\sigma'_c=98\text{kPa}$ で等方圧密した後、非排水状態にし応力比の異なる繰り返し載荷を行った。繰り返し載荷試験での応力比を $R=\sigma_d/2\sigma'_c$ で表す。ここに、 σ_d は繰り返し応力片振幅、 σ'_c は等方圧密応力である。そしてその後、そのまま静的せん断試験するケースと、コックを全て開け圧密量を測定し、その後静的せん断試験をするケースの 2 種類行った。

参考のため、等方圧密試験より求めた各試料の透水係数は、 $k=2 \sim 6 \times 10^{-6}(\text{cm/s})$ 程度と難透水性であった²⁾。

3 試験結果

図-2 は試験により測定した配合条件の異なる試料の圧密試験結果で $e \sim \log p'$ 曲線を示す。図中には各配合条件のデータより読み取った圧密降伏応力 p'_c を示

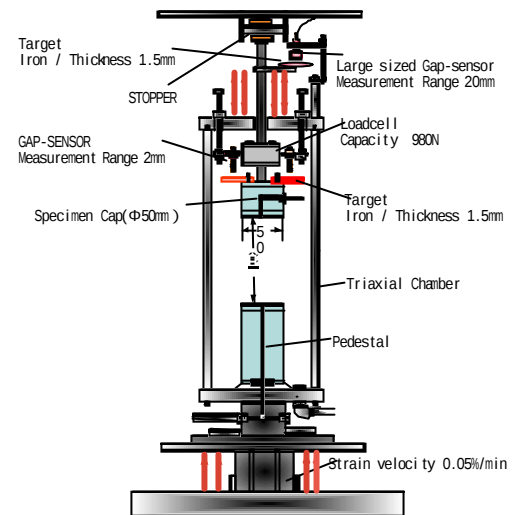
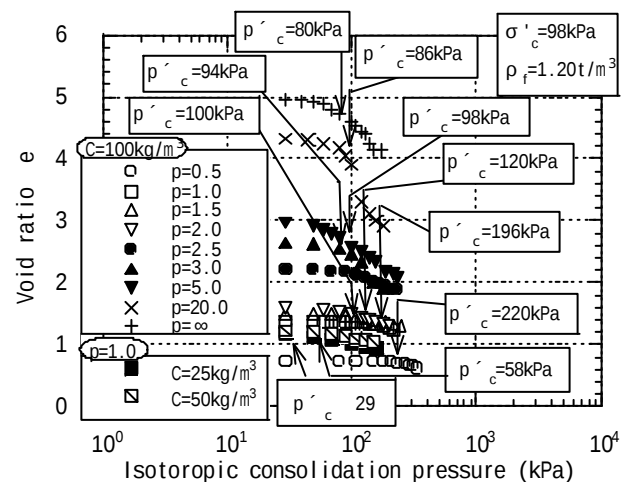


図-1 三軸試験機概略図

図-2 $e \sim \log p'$ 曲線

キーワード 流動化処理土、 p 値、圧密、圧密降伏応力、繰り返し載荷

〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 Tel 03-3817-1799 中央大学理工学部土木工学科土質研究室

している．試験条件を有効拘束圧 98kPa としているため， $p=2.0$ 以下は擬似過圧密状態， $p=2.5$ 以上は正規圧密状態であることが分かる．固化材添加量の少ない試料 $C=25, 50 \text{ kg/m}^3$ ($p=1$) に関しては正規圧密状態であった．試験で最初に等方圧密 98kPa で測定した体積ひずみ ε_v と配合条件の関係を示したのが図-3 である．この図からも分かるように正規圧密状態である $p=2.5$ 以上の試料， $C=25, 50 \text{ kg/m}^3$ の試料は体積ひずみが 5% 程度からそれ以上と大きな値になっているのに対し，過圧密状態の試料は圧密沈下が 1~2% にとどまっている．また，この過圧密・正規圧密の境界が流動化処理土の強度及び変形特性の変化点に対応していることが分かった³⁾．

図-4 は繰り返し載荷後の圧密による体積ひずみを繰り返し応力比に対してプロットしたものである．図中の矢印は繰り返し載荷中に破壊した場合である．これより，圧密体積ひずみは応力振幅がある値まではほとんど発生しないが，破壊応力比に近づく急増する点が見ることが分かる．

図-5 は繰り返し載荷前後の圧密による体積ひずみと静的強度の関係を示したものである．この図より，最初の圧密による体積ひずみの大きさは，98kPa の有効拘束圧において擬似過圧密が正規圧密かによって大きく異なるが，繰り返し載荷後は応力振幅が破壊寸前の大きい場合でも初期に比べ小さいものとなった．したがって，地震後に圧密沈下が大きく進行する可能性は低いと言える．

4 まとめ

カオリン粘土，豊浦標準砂，セメント系固化材からなる流動化処理土を対象に三軸試験機により圧密特性を調べた結果，以下の点が明らかとなった．

- 1) p 値を変化させた流動化処理土について，その力学特性値の多くは $p=2.5$ 位を境として変化するが，これは今回用いた有効拘束圧 98kPa の下での正規圧密と過圧密の変化点に対応しているためである．
- 2) 圧密降伏応力よりも有効拘束圧が大きな場合，初期の圧密による体積ひずみはかなり大きく発生するが，繰り返し載荷後は応力振幅が破壊寸前の大きい場合でも初期に比べて小さな値に留まる．

<参考文献>1) 久野悟郎編著：土の流動化処理工法，技報堂出版，1997．2) 飯塚・國生・吉尾・大川：流動化処理土の力学特性に関する基礎的実験，第 29 回関東支部技術研究発表会講演概要集，pp490～pp491．3) 國生・大川・吉尾・飯塚：流動化処理土の地震時力学特性に関する基礎的実験（細粒材・粗粒材の混合割合の影響），第 37 回地盤工学研究発表会，投稿中．

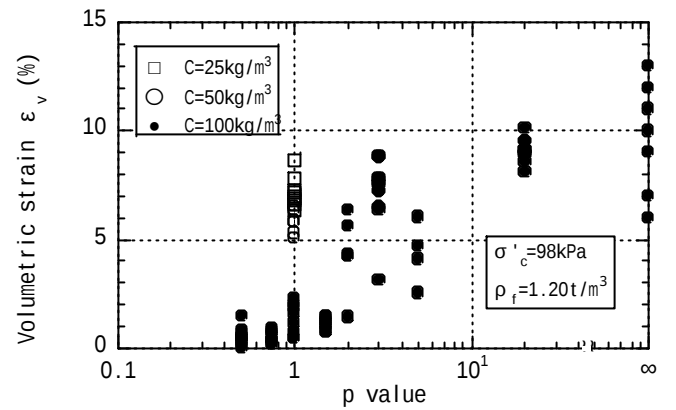


図-3 各配合における初期の体積ひずみ

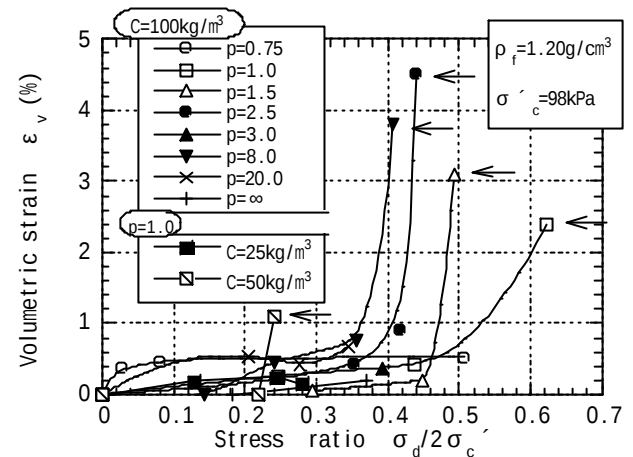


図-4 体積ひずみと繰り返し応力比の関係

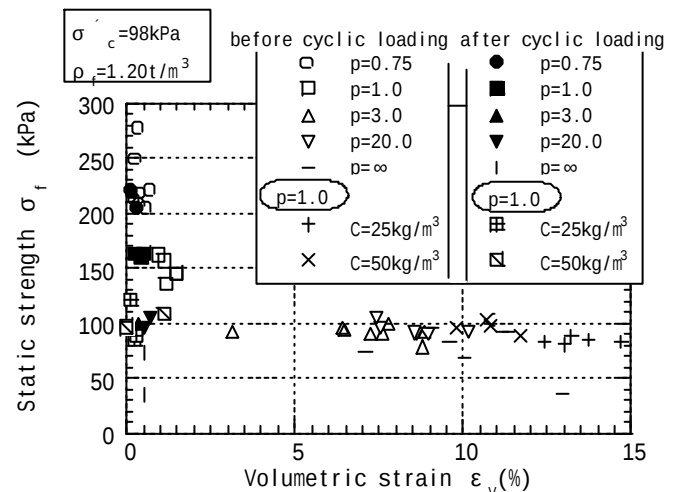


図-5 静的強度と体積ひずみの関係