

Ⅲ - A36

三軸試験による砂と粘土の混合土の変形・強度特性

名古屋工業大学 学生会員 ○市原 亘

正会員 孫 徳安, 松岡 元

成瀬浩之

実際の地盤の中には、幅広い粒径の土粒子が混じり合っており砂か粘土かにはっきりと分類することが困難なものも多く存在する。しかし、砂と粘土の混合土の力学的特性は砂や粘土に比べてまだ十分に解明されておらず、砂と粘土の混合土の力学的特性がそれらの混合配合比によってどのような影響を受けるのかを把握する必要がある。そこで、本研究では砂と粘土を混合した供試体を用いて、平均主応力を一定とした排水条件下での三軸圧縮・三軸伸張試験を行い、砂と粘土の混合土の変形・強度特性を考察した。

1. 実験方法

各種混合土の変形・強度特性を比較するためには統一的な方法で供試体を作製する必要がある。そこで本研究では砂、粘土を含む全ての混合土を以下のような同一の方法で作製した。まず試料には、豊浦砂と藤の森粘土を使用し、供試体は重量配合比で(砂:粘土)=(10:0),(8:2),(7:3),(3:7),(0:10)の5種類の比率で混ぜ合わせ、水を加えて十分に練り返した後内径5cm、高さ15cmのアクリル製円筒モールド内に投入して直ちに凍結させた。そして完全に凍結した後脱型して両端面を2.5cm程度切断して供試体として実験に用いた。試験機としては、自動計測方式の中圧三軸試験機を用いて、10kgf/cm²までの等方圧密及び異方圧密後、平均主応力を一定とした排水条件下の三軸圧縮・三軸伸張試験を行った。

2. 実験結果および考察

(1) 圧密試験結果について

図-1は各試料の等方圧密試験結果を体積ひずみ ϵ_v ～平均主応力 σ_m の対数関係で整理したものである。また、図-2は圧縮指数 C_c を粘土混合率に対して整理したものである。図-1,2より各試料とも粘土混合率が高くなるにつれてほぼ比例的に圧縮指数が増加していることがわかる。また、圧密時主応力比を1.5, 2.0, 2.5と変化させて同様に $\sigma_m=10\text{kgf/cm}^2$ まで異方圧密を行ったが圧縮指数は等方圧密と同様の結果を示した。

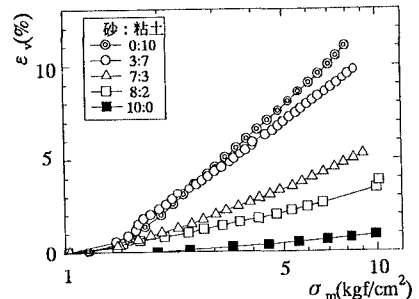


図-1 全試料の等方圧密時の変形特性

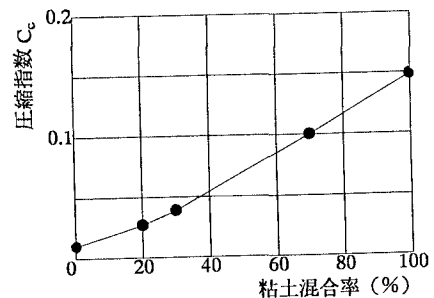


図-2 圧縮指数 C_c と粘土混合率の関係
砂 ← → 粘土

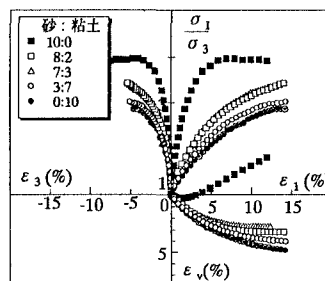


図-3 三軸圧縮せん断時の変形特性

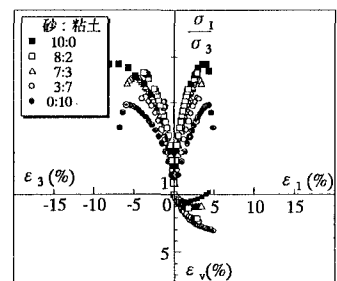


図-4 三軸伸張せん断時の変形特性

キーワード：混合土、三軸試験、等方圧密試験、ダイレイタンスー特性

〒466 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学社会開発工学科 TEL 052-735-5497 (FAX 同左)

(2) せん断試験結果について

$\sigma_m = 10 \text{ kgf/cm}^2$ まで圧密を行った試料について三軸圧縮・三軸伸張試験を行った。図-3,4にそれぞれ全試料の主応力比 σ_1/σ_3 ～主ひずみ ε_1 、 ε_3 ～体積ひずみ ε_v 関係を示した。また、図-5に最大・最小主応力比より求めた内部摩擦角 ϕ と粘土混合率の関係を示した。図-3,4,5より混合土の強度特性は粘土混合率の増加に従ってほぼ比例的に減少していることが見られる。しかし、主ひずみ ε_1 ～体積ひずみ ε_v 関係は砂が80%混合している試料においても体積圧縮の傾向を示しており砂試料のみが体積膨張を示す。このことから、混合土のダイレイタンス特性は粘土の高い圧縮性の影響を強く受けて粘土に近い傾向を示すことがわかる。

(3) 圧縮指数とせん断時の初期変形係数の相関性

図-6はせん断時の初期変形係数 E_{01} を圧密時の圧縮指数 C_c を用いた参考文献¹⁾に示す方法に従って予測した結果とせん断時の実測結果とを比較したものである。この場合も砂と粘土ではそれぞれ予測式が異なるが、混合土の場合には粘土の予測式を用いた方が良い結果が得られた。

(4) 空間滑動面(SMP)上での整理

図-7,8は各試料の三軸圧縮・三軸伸張試験結果を空間滑動面(SMP)²⁾上のせん断・垂直応力比 $\tau_{\text{SMP}}/\sigma_{\text{SMP}}$ とせん断ひずみ増分比 $(-d\varepsilon_{\text{SMP}}/d\gamma_{\text{SMP}})$ の関係でそれぞれ整理したものである。これより、各種試料とも三軸圧縮(図-7)・三軸伸張(図-8)の応力条件の違いによらず、ほぼ同じ直線上に整理されるのがわかる。また、砂と粘土の混合土試料の直線は粘土試料の直線とほぼ一致しているのが見られる(砂試料の直線(■印)だけが少し下にプロットされるようである)。よって、砂と粘土の混合土と粘土とのSMPに基づくストレス・ダイレイタンス関係はほぼ同じものと考えられる。

以上、混合土の圧密・せん断試験を通して圧密時の圧縮指数 C_c とせん断時の強度(内部摩擦角 ϕ)は粘土混合率に対してほぼ比例的に変化しているのが見られた。また、せん断時のダイレイタンス特性は砂が80%混合している試料においても粘土のそれに近く、負のダイレイタンス特性を示すという興味深い結果が得られた。このことから、混合土のダイレイタンス特性は粘土の高い圧縮性の影響を強く受け粘土に近い傾向を示すことがわかる。

3.参考文献

- 1) 松岡 元・孫 徳安・石黒 聡：圧密時の変形係数とせん断時の初期変形係数の相関性、第27回土質工学研究発表会、pp.727-730、1992
- 2) Matsuoka, H. and Nakai, T.: Stress-deformation and strength characteristic of soil under three different principal stresses, Proc. of JSCE, No. 232, pp. 59-70, 1974.

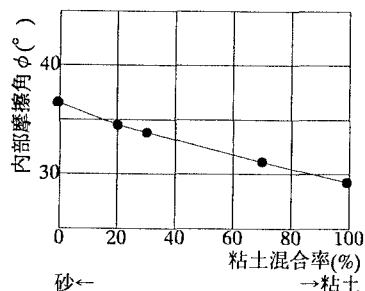
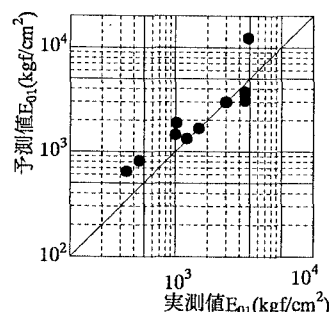
図-5 内部摩擦角 ϕ と粘土混合率の関係

図-6 せん断時の初期変形係数の予測値と実測値の比較

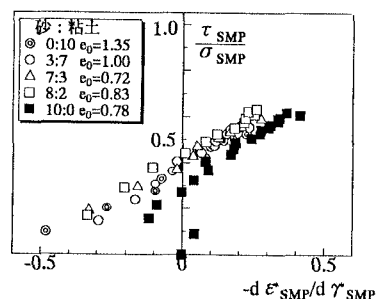


図-7 SMP上での三軸圧縮試験結果の応力比～ひずみ増分比関係の整理

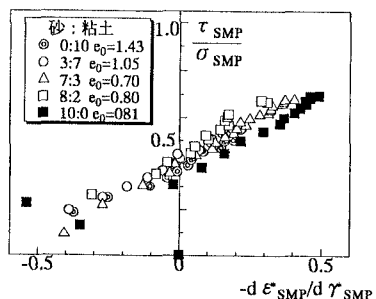


図-8 SMP上での三軸伸張試験結果の応力比～ひずみ増分比関係の整理