

京都大学工学部 学生会員 ○狩野 修志
京都大学大学院 フェロー会員 岡 二三生
京都大学大学院 正会員 木元 小百合, 肥後 陽介, 松本 真明

1. 研究の目的および背景

不飽和土の非排気・非排水条件下における力学挙動については十分解明されていない。本研究では砂質土を用いて非排気・非排水条件下で繰返し載荷試験を行い、その強度・変形特性について調べた。また、従来三軸試験装置のペDESTALに用いられているセラミックディスクの代わりに排水性の高い微細多孔質膜¹⁾を用い、その影響について検討した。

2. 試験の概要

2.1 試験用土試料

本研究では淀川堤防の改修に用いられる砂質土を用いた。試料の物理特性を表 1 に、粒径加積曲線を図 1 に示す。

表 1 物理特性

砂分 (%)	73.2
シルト分 (%)	14.7
粘土分 (%)	12.1
最大粒径 (mm)	2
平均粒径 (mm)	0.29
均等係数 U_o	71.4
土粒子密度 (g/cm^3)	2.661

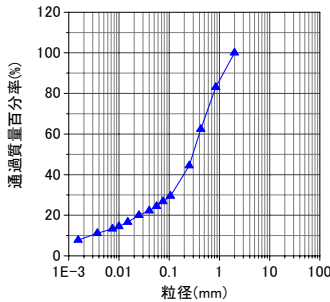


図 1 粒径加積曲線

2.2 試験方法

最適含水比である 13.7%に調整した試料をモールドに入れ、高さ 100 mm、直径 50 mm、締固め度が 85%となるように静的締固め機を用いて締固め、供試体を作製した。作製した供試体を三軸試験機に設置し、セル圧 100kPa、間隙空気圧 u_a を 200kPa、間隙水圧 u_w を所定のサクション $s(=u_a-u_w)$ となるように与え、排水/吸水過程を行い、その後せん断試験を行った。

本試験ではセル内にギャップセンサーを設置し、供試体の側方変位を測定し、体積変化を算定している。間隙空気圧は供試体上部にポリフロンフィルターを、間隙水圧は供試体下部に微細多孔質膜を挟んだペDESTALを用いることで分離して計測している。間隙空気

圧はより正確に測定するために供試体上部のキャップで計測しており、非排気試験を行う際は、空気作動式バルブにセル外から空気圧を与えてバルブを閉じる。

本研究では、応力変数として次式で定義される平均骨格応力 σ'_m ^{2) 3)}を用いている。

$$\sigma'_m = \sigma_m - P^F = \sigma_m - [(1 - S_r)u_a + S_ru_w] \quad (1)$$

ここで、 σ_m は平均全応力、 P^F は平均間隙圧²⁾、 S_r は飽和度、 u_a は間隙空気圧、 u_w は間隙水圧である。

2.3 微細多孔質膜

本研究では微細多孔質膜を 2 重にして試験を行った。膜とセラミックディスクの仕様を表 2 に示す。

表 2 微細多孔質膜とセラミックディスクの仕様

	微細多孔質膜	セラミックディスク
A.E.V.(kPa)	250	200
厚さ(mm)	0.14	7
直径(mm)	20	42
透水係数(cm/sec)	$2.1 \sim 4.1 \times 10^{-6}$	$1.5 \sim 1.8 \times 10^{-7}$

2.4 試験条件

ひずみ速度 0.1%/min、応力振幅 50kPa でせん断試験を行った。本報では初期サクション 10,50 kPa の結果について示す。また、2.2 節で述べたようにせん断試験前に初期サクションで排水/吸水過程を行った。表 3 に排水/吸水過程前後の供試体諸量を示す。

表 3 排水/吸水過程前後の供試体諸量

	排水/吸水過程前			排水/吸水過程後			圧密時間 (hour)
	w(%)	Sr(%)	e	w(%)	Sr(%)	e	
微細多孔質膜 サクション10kPa	13.6	53.8	0.672	13.2	53.7	0.651	120
セラミックディスク サクション10kPa	12.9	53.0	0.645	12.8	53.5	0.632	24
微細多孔質膜 サクション50kPa	13.7	55.1	0.659	12.6	52.8	0.630	48
セラミックディスク サクション50kPa	13.1	52.7	0.662	12.7	52.5	0.642	24

3. 試験結果

3.1 初期サクション 10kPa

図 2 にひずみ速度 0.1%/min、応力振幅 50kPa、初期サクション 10kPa、微細多孔質膜とセラミックディ

スクのケースの試験結果を示す。軸ひずみ-体積ひずみ関係を見てみると、両者ともほぼ同様の挙動を示した。間隙空気圧と間隙水圧は、微細多孔質膜のケースでは間隙空気圧が上昇し、間隙水圧は空気圧よりも大きく上昇したためサクシオンは減少していったが、セラミックディスクのケースでは間隙空気圧、間隙水圧ともにあまり上昇せず、上昇量はほぼ等しかったためサクシオンは変化しなかった。応力径路では、微細多孔質膜の方が平均骨格応力の減少が大きくなった。

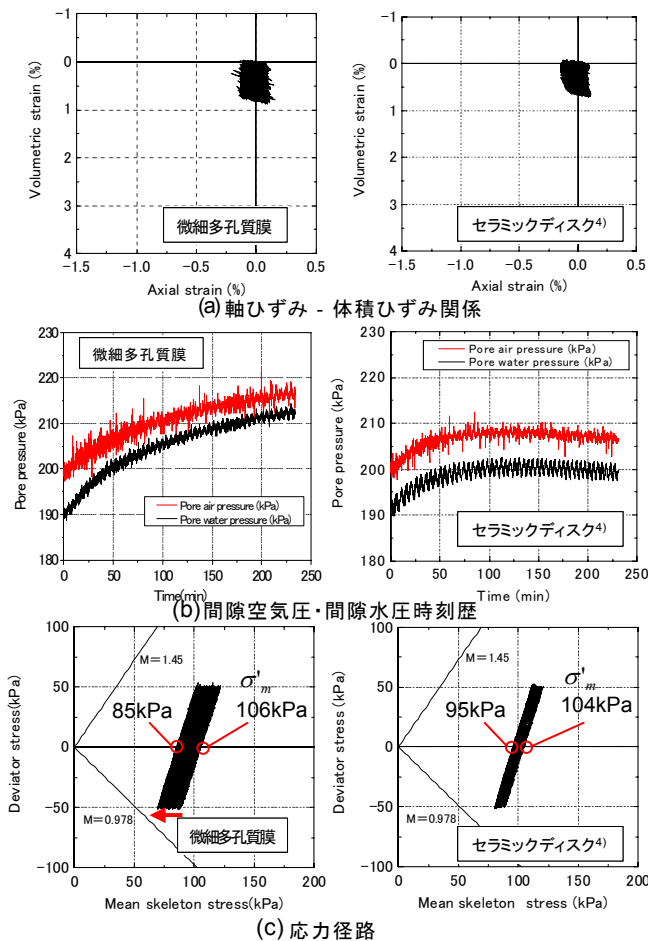


図 2 初期サクシオン 10kPa

3.2 初期サクシオン 50kPa

図 3 にひずみ速度 0.1%/min, 応力振幅 50kPa, 初期サクシオン 50kPa, 微細多孔質膜とセラミックディスクのケースの試験結果を示す。軸ひずみ-体積ひずみ関係を見てみると、微細多孔質膜の方が体積ひずみは圧縮側に大きく出た。間隙空気圧と間隙水圧は、微細多孔質膜のケースでは初期サクシオン 10kPa のケースと同様に間隙空気圧が上昇、間隙水圧が空気圧に漸近しサクシオンが減少していった。セラミックディスクのケースでは間隙空気圧が若干減少し、間隙水圧は空気圧に漸近してサクシオンが減少した。応力径路も

初期サクシオン 10kPa のケースと同様に、微細多孔質膜の方が平均骨格応力の減少が大きくなった。

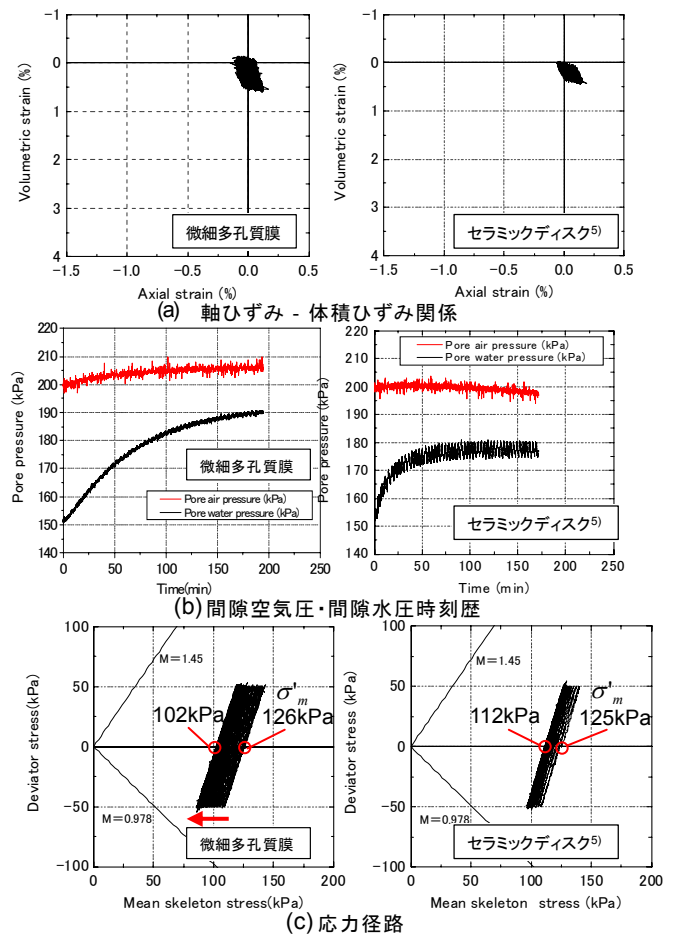


図 3 初期サクシオン 50kPa

4. まとめ

初期サクシオン 50kPa のケースの方が圧縮体積ひずみの発生量が小さく、サクシオンによる強度増加が確認できた。長期圧密した微細多孔質膜のケースではせん断で間隙空気圧が上昇するという挙動を示した。セラミックディスクのケースは微細多孔質膜のケースに比べて間隙水圧が間隙空気圧に漸近しにくいという傾向が確認できた。

5. 参考文献

- 1)西村友良, 古関潤一 : 土木学会第 62 回年次学術講演会講演概要集, 3-009, pp.197-198, 2007. 2)Jommi, C. : Experimental Evidence and Theoretical Approaches in Unsaturated Soils, Tarantino, A. and Mancuso, C. eds., Balkema, pp.139-153, 2000. 3)Oka, F. et al. : Proc. 1st European Conference on Unsaturated Soils, Durham, pp.735-741, 2008. 4)松本真明 : 平成21年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, III-6. 5)松本真明 : 第 44 回地盤工学研究発表会, 平成 21 年度発表講演集, pp.657-658, 2009.