

# 乱さない蓮池層上部粘土における圧密特性の異方性と微視的土構造

佐賀大学理工学部 学○ 有永圭一郎 正 柴錦春 同大学院工学系研究科 学 聶集祥  
佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正 日野剛徳  
佐賀大学大学院工学系研究科 正 根上武仁

## 1. はじめに

佐賀平野の地盤は軟弱粘土地盤であり、沿岸部の同地盤では約 10~30m の深さの中に蓮池層上部、有明粘土層、蓮池層下部の 3 層が存在している<sup>1)</sup>。この軟弱粘土地盤に土木プロジェクト等で圧密変形予測を行うためには、同地盤がどのような圧密特性を示すか知る必要がある。上述の軟弱粘土地盤においては、構造特性、透水特性、変形特性などの力学諸特性に異方性が存在することが報告<sup>2)</sup>されており、地盤特性の検討には異方性の考慮が不可欠となる。粘土粒子は堆積過程において次第に配向化する<sup>3)</sup>が、この配向化の微視的土構造は異方性に強く影響すると考えられる。本研究では蓮池層上部粘土を用い、同粘土の圧密特性における異方性の関連性について圧密挙動および微視的土構造の視点から検討した。

## 2. 試料、試験装置および試験方法

(1) **試料** 佐賀県小城市芦刈町の地表面から 3.0~3.9m の深さにおける蓮池層上部粘土をシンウォールサンプラーにより採取した。自然含水比  $w=122.3\%$ 、液性限界  $w_L=120.3\%$ 、粗性限界  $w_p=56.8\%$  であった。

(2) **試験装置** 使用した試験機は図-1<sup>4)</sup>に示す定ひずみ速度圧密試験機である。微視的土構造の観察には JEOL 製の走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いた。

(3) **試験手順** 図-2 に示すように、排水方向を変化させて定ひずみ速度圧密試験を行った。堆積面に対して水平に切り出した水平試料を鉛直方向に排水させる試験 (試験-1)、堆積面に対して鉛直に切り出した鉛直試料を水平方向に排水させる試験 (試験-2)、ならびに試料の中心に透水性の焼結金属を挿入することで、水平試料を水平方向に排水させる試験 (試験-3)、以上の 3 パターンを実施した。供試体作製は、まず直径 6cm×高さ 2cm にカットし、圧密リングに収める。次に、試験-1 と試験-2 の場合は供試体の上下に透水性の焼結金属を設置し、上下の透水を可能にする。試験-3 の場合は供試体の中心に穴を開け、円柱状の焼結金属を挿入し、水平方向の排水を可能にする。供試体を収めた圧密リングを試験機にセットし、飽和させるために供試体内に通水する。その後、200kPa の背圧を 12 時間保った後、圧密試験を開始する。他方、走査型電子顕微鏡 (SEM) による微視的土構造の観察については、堆積方向に対して水平断面と垂直断面を対象に実施した。電子顕微鏡観察用の供試体作製については凍結乾燥法<sup>5)</sup>を用いた。

## 3. 試験結果と考察

(1) **定ひずみ速度圧密試験結果** 間隙比と圧密圧力の比較を図-3 に示す。3 パターンとも初期間隙比は 3.3~3.4 とほぼ同じ値を示した。圧密降伏応力は切り出し方向の違いで差が生じた。試験-1 と試験-3 の圧密降伏応力は 45kPa であるの

に対し、試験-2 では 35kPa であった。図-4 に透水係数と間隙比の比較を示す。透水係数については、3 パター

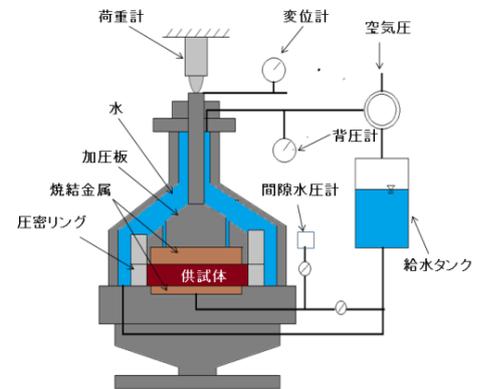


図-1 試験装置のモデル図

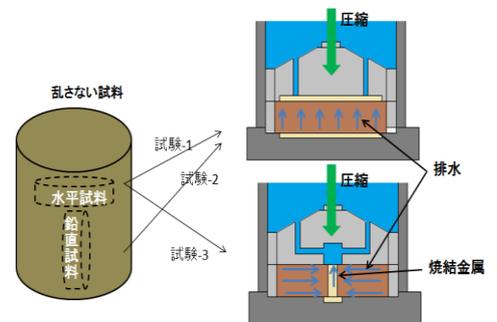


図-2 供試体と試験機内部の構造

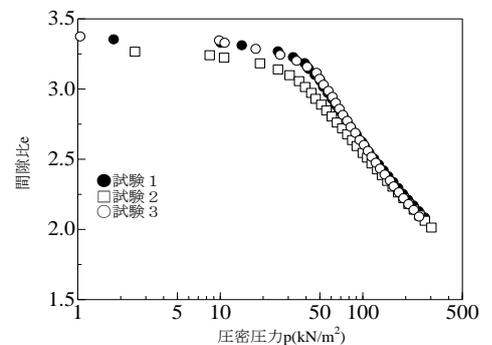


図-3 e-logp 曲線

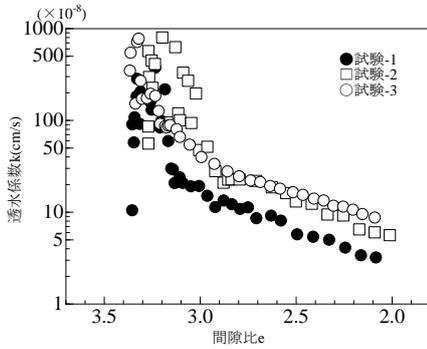


図-4 透水係数の変化

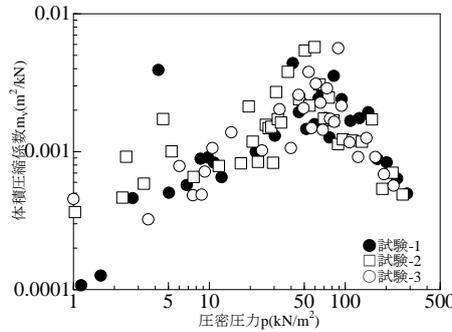


図-5 体積圧縮係数の変化

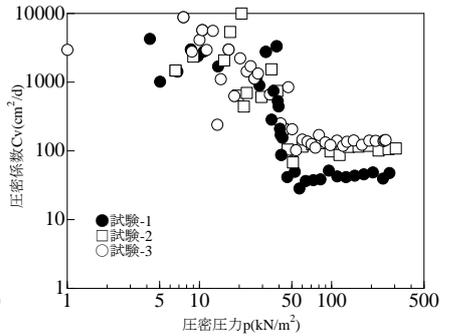


図-6 圧密係数の変化

ンとも圧密降伏以前のばらつきが大きい、圧密降伏応力以降は一定の減少傾向を示した。図-5に体積圧縮係数と圧密圧力の関係を示す。体積圧縮係数  $m_v$  は3パターンともに50~100kPaまでは上昇し、その後減少している。図-6に圧密係数と圧密圧力の関係を示す。透水係数の傾向と同様に圧密降伏以降で3パターンともある程度の減少傾向を示し、その後一定の値に収束している。

次に、異方性について検討した。試験-2と試験-3は水平排水であるが、この2パターンは透水係数  $k$ 、圧密係数  $c_v$  ともにほぼ同じ曲線を示している。排水方向で比較した場合、体積圧縮係数  $m_v$  については3パターンともばらつきがあるものの異方性はないと考えられる。透水係数  $k$  と圧密係数  $c_v$  は水平排水の方が垂直排水に比べ大きな値を示しており、圧密に異方性が存在していることが分かる。透水係数  $k$  と圧密係数  $c_v$  が大きいのは、排水がされやすく圧密が進行しやすいことを意味する。図-7に  $k_h/k_v$  と間隙比  $e$  の関係を示す。間隙比ごとに鉛直排水の透水係数  $k_v$  と水平排水の透水係数  $k_h$  の比を算出した。圧密降伏以前では  $k_h/k_v$  の値にばらつきが生じているが、その後は1.5~2.2の値を示している。透水係数は水平排水の方が鉛直排水より約2倍大きい。圧密係数については、 $c_{vh}/c_{vv}$  の値は2.0~2.8の値を示し、水平排水の方が約2.5倍大きい結果となった。

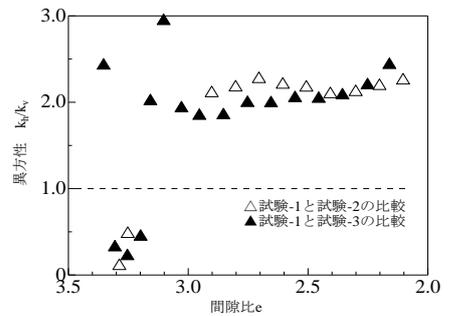
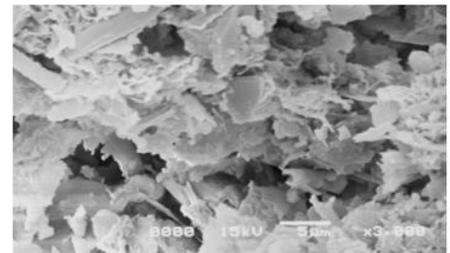
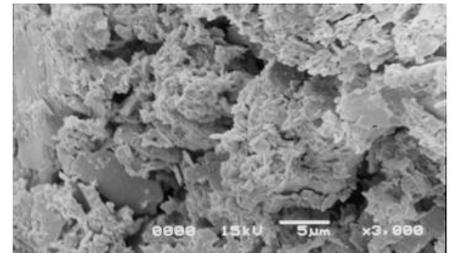


図-7 透水係数の異方性

(2) 微視的土構造観察結果 図-8に乱さない試料の鉛直断面と水平断面の走査型電子顕微鏡 (SEM) 写真を示す。紙面の都合上、一部の観察結果のみ記載するが、垂直断面の場合、板状の粘土粒子が折り重なるように分布し、奥行き方向に間隙が発達している傾向がみられた。このような微視的土構造上の違いが圧密特性の異方性に影響すると考えられる。



(a) 垂直断面



(b) 水平断面

図-8 乱さない試料のSEM写真 (1μm)

#### 4. まとめ

排水方向を変化させて定ひずみ速度圧密試験を行うことにより、乱さない蓮池層上部粘土の圧密特性の異方性を検討した。試料の堆積方向に対して水平排水の2パターン、垂直方向排水の1パターンの試験を行った。鉛直排水と水平排水とで比較した場合、透水係数  $k$  は同じ間隙比であっても水平排水の方が大きく、その差は約2倍である。同じく圧密係数も水平排水の方が大きく、約2.5倍の差が存在する。堆積方向に対して、垂直方向と水平方向に切り出した試料を用いて電子顕微鏡写真による微視構造の観察結果により、圧密特性の異方性は試料の微視的土構造に関連があることを示している。

参考文献：1)下山ら：地域地質研究報告，5万分の1地質図幅，福岡（14）第71号，NI-52-11-9，（独）産業技術総合研究所地質調査総合センター，97p，2010。2)鬼塚ら：土質工学論文報告集，vol.16，No.3，1976。3)嘉門ら：土木学会編新体系土工学，16 土の力学(1)，pp.104-223，1988。4)Jia, R.：佐賀大学大学院工学系研究科都市工学専攻博士論文，p.25，2010。5)根上ら：低平地研究，No.12，pp.35-38，2003。