

ため池堤体内に設置されるベントナイト系遮水シートの力学特性に関する検討  
 Mechanical Characteristics of Geosynthetic Clay Liners Installed in Small Earth Dams

○重元凜太郎\* 澤田豊\* 清水敬三\*\* 西村達也\*\* 神信浩一\*\*\* 河端俊典\*

Rintaro SHIGEMOTO, Yutaka SAWADA, Keizo SHIMIZU,  
 Tatsuya NISHIMURA, Koichi KAMINOBU, Toshinori KAWABATA

1. はじめに

ため池堤体の改修において、上流側堤体に遮水材料としてベントナイト系遮水シート(Fig. 1)を用いる事例が増えつつある。しかしながら、ため池堤体内のシートの力学特性には未解明な部分が多く、ベントナイト系遮水シートを用いたため池堤体の設計手法は確立されていない。そこで本研究では、ため池堤体内における遮水シートの膨潤特性や透水性、せん断特性を把握することを目的として、圧密試験ならびに一面せん断試験を実施した。

2. 試験概要

2.1 圧密試験

乾燥状態で約 6 mm のシートは、浸潤することで 11 mm 程度に膨潤することが知られている。また通常、シートは乾燥状態で敷設し、改修完了後の湛水により膨潤する。しかしながら、降雨等により施工時に浸潤することも考えられる。覆土前の浸潤がシート厚さや透水係数に及ぼす影響について調べるために、浸潤条件を変えて圧密試験(JIS A 1217:2009)を行った。試験ケースを Table 1 に示す。

2.2 一面せん断試験

シートと堤体土の境界面におけるせん断抵抗は、堤体土のものに比べて小さいことが懸念される。シートと土の境界面におけるせん断特性を検討することを目的として、Table 2 に示す条件において一面せん断試験を実施した。土試料には、6・7号混合硅砂を用いた。硅砂の土粒子密度及び最大・最小乾燥密度はそれぞれ、2.64 g/cm<sup>3</sup>, 1.58 g/cm<sup>3</sup>, 1.23 g/cm<sup>3</sup>である。シートを用いた試験のせん断速度は ISO 12957-1「土とジオシンセティックスの一面せん断試験方法」に準じて実施した。垂直応力は堤体内の低応力状

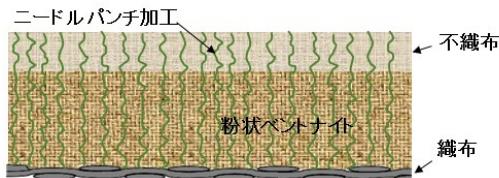


Fig. 1 遮水シート断面図  
 Cross section of GCL

Table 1 圧密試験条件  
 Conditions of consolidation test

浸水条件	供試体寸法	圧密応力	
		段階载荷*	
载荷前 (プレハイドレーション)	φ 60 φ 100	9.8	
		39.2	
		157	
载荷後	φ 60 φ 100	9.8	
		39.2	
		157	

\*9.8, 19.6, 39.2, 78.4, 157, 314, 628, 1256 kPa

Table 2 一面せん断試験条件  
 Conditions of direct shear test

境界面	状態	せん断速度 (mm/min)	垂直応力 (kPa)	
不織布-砂	乾燥	1.00	25	
織布-砂	乾燥	1.00		
不織布-砂	浸潤	1.00		
織布-砂	浸潤	1.00		
シート内部	浸潤	1.00		100
砂	乾燥	0.20		
砂	浸潤	0.20		

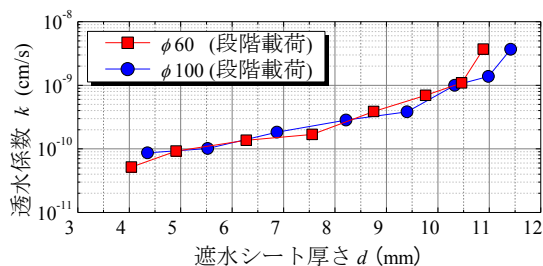


Fig. 2 シート厚さと透水係数の関係  
 Relationships of thickness of GCLs  
 and permeability coefficient

\*神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University

\*\*丸紅テツゲン株式会社 MARUBENI TETUGEN CO., Ltd.,

\*\*\*復建調査設計株式会社 Fukken Co., Ltd.,

ため池, ベントナイト系遮水シート, 圧密試験, 一面せん断試験, 透水係数

態を想定して、25, 50, 100 kPa とした。

### 3. 試験結果

#### 3.1 圧密試験

段階荷重による圧密試験を行った結果、Fig. 2 に示すようにシートの厚さの減少に従い、透水係数は低下することがわかる。各浸水条件における圧密終了後のシートの厚さを Fig. 3 に示す。荷重後に浸水させた条件の方がシート厚さは減少することがわかる。したがって、Fig. 2 と Fig. 3 より、荷重後に浸水させた条件の方が透水係数は小さく遮水性が高いことがわかる。

#### 3.2 一面せん断試験

乾燥状態ならびに浸潤状態の織布と珪砂の境界面におけるせん断変位とせん断応力の関係を Fig. 4 に示す。浸潤状態の方がせん断強度は小さいことがわかる。このことは、Fig. 5 の右図に示すように、シート表面からのベントナイト粒子のにじみ出しに起因すると考えられる。

Fig. 6 に、各ケースにおける垂直応力とせん断強さの関係を示す。覆土相当の低応力条件下 (10~20 kPa) では浸潤による強度低下の影響は見られない。

### 4. まとめ

本研究では、遮水シートの力学特性を検討するため、圧密試験ならびに一面せん断試験を実施した。圧密試験より覆土に応じて遮水性能は向上することが明らかになった。また、浸水条件を変えて圧密試験を実施し、覆土前にシートが浸潤すると遮水性能は低下することが明らかになった。しかしながら、試験に使用したシートの規格の透水係数は  $5.0 \times 10^{-9}$  cm/s であり、施工中に浸潤したとしても所定の遮水性能は維持できていると言える。さらに一面せん断試験から、浸潤状態のシートと土のせん断強さは乾燥状態より減少し、これはシート表面からのベントナイトのにじみ出しに起因する可能性が示された。しかしながら、覆土相当の低応力条件下では浸潤による強度低下の影響は極めて小さいことが判明した。

#### 参考文献

- 1) Yu-min Chen, Wei-an Lin, Tony L.T. Zhan(2010): Investigation of mechanisms of bentonite extrusion from GCL and related effects on the share strength of GCL / GM interfaces, Geotextiles and Geomembranes , 28, 63-71.

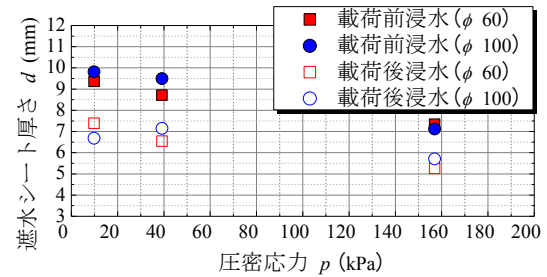


Fig. 3 圧密応力とシート厚さの関係  
Relationships of consolidation stress and thickness of GCLs

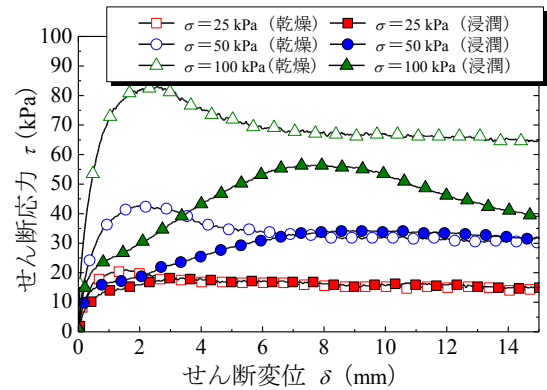


Fig. 4 一面せん断試験結果  
Direct shear test results

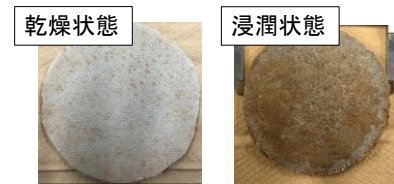


Fig. 5 一面せん断試験後の供試体  
GCLs after direct shear tests

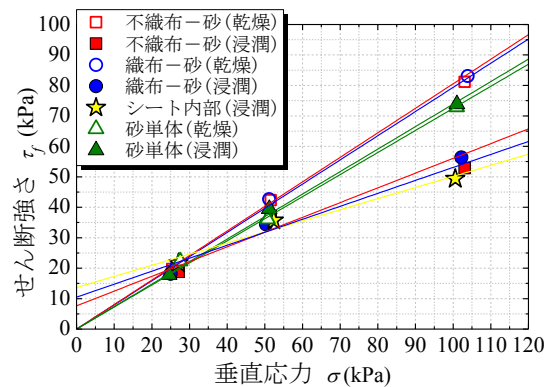


Fig. 6 垂直応力とせん断強さの関係  
Shear strength envelopes