

## 一面せん断試験による摩擦強度の速度効果について (その3)

九州共立大学 学○田中 伯和 九州共立大学 正 前田 良刀  
九州共立大学 正 荒巻 真二 九州共立大学 学 田嶋 宏崇

## 1. はじめに

当研究室では、地盤材料と鋼材の摩擦強度の速度効果に関する一面せん断試験を行ってきた。その結果、乾燥砂と鋼材間の摩擦応力には速度依存性が無いことを確認した。<sup>1)</sup> 一方、粘土（カオリナイト、蓮池層粘土）と鋼材間の摩擦力は載荷速度の影響が見られ、載荷速度と摩擦応力の増加率（動的試験の最大せん断応力を静的試験の最大せん断応力で除した値）の関係式を試験結果から求めた。ここで、対象となったのは正規圧密粘土であった。<sup>2)</sup>

本研究は過圧密粘土を対象として昨年度と同様の試験を実施し、過圧密粘土と鋼材間の摩擦力の載荷速度依存性について行ったものである。

## 2. 試験装置および試験方法

試験装置の概略を図-1に示す。せん断力載荷装置にエアシリンダー（最大載荷力10 kN）を利用した試験機である。試験条件を表-1に示す。せん断試験は定圧試験で行った。また、エアシリンダーの載荷力Pを調整することでせん断載荷速度を変えた。

測定は荷重（鉛直・水平）、変位（鉛直・水平）と加速度（水平）をロードセル、変位計および加速度計で行った。サンプリング間隔は0.5msecとし、デジタルレコーダー（DRA-110）を用いて計測を行った。

また、比較の基準とする静的試験として0.2mm/minのせん断変位速度としたせん断試験も併せて行った。

## 3. 試料および供試体作成方法

試料は佐賀県佐賀郡東与賀町の地中約2.2m地点から採取した蓮池層粘土を用いた。

供試体の作成方法として、圧密試験機を利用し、図-2に示すように段階的に鉛直応力を増加させながら、最終的に垂直応力 $\sigma_0 = 157\text{kPa}$ で圧密がほぼ完了するまで放置した。図-3にその時の圧密量と時間の関係を示す。圧密が完了した試料は成形後、せん断試験装置の固定箱に移した。可動箱（せん断箱上側）には直径6cm、高さ1cmの表面の滑らかな鋼製の円柱体を挿入し、所定の鉛直応力を載荷させ、24時間放置した後、せん断試験を実施した。この時、せん断面（固定箱と可動箱）の隙間はステンレス製の隙間ゲージによって常に0.15mmとなるように調整した。

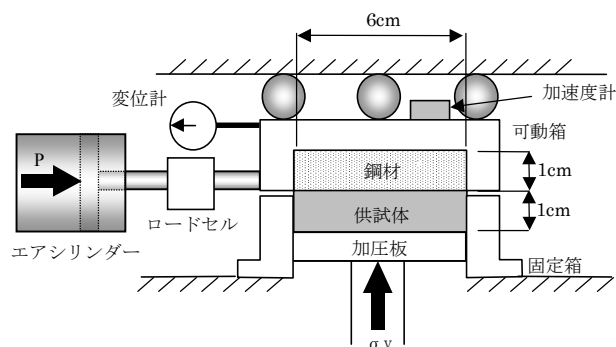


図-1 試験装置

表-1 試験条件

|              | 垂直応力(kPa)      |                  | 載荷力 P(kN) |
|--------------|----------------|------------------|-----------|
|              | 圧密時 $\sigma_0$ | せん断時 $\sigma_v'$ |           |
| 過圧密 (OCR=2)  | 157            | 78               | 2         |
|              |                |                  | 8         |
| 正規圧密 (OCR=1) | 157            | 157              | 2         |
|              |                |                  | 4         |
|              |                |                  | 8         |

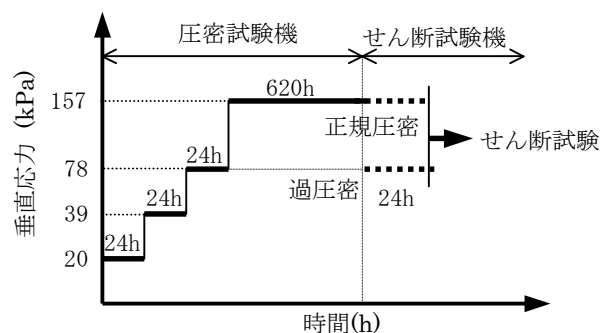
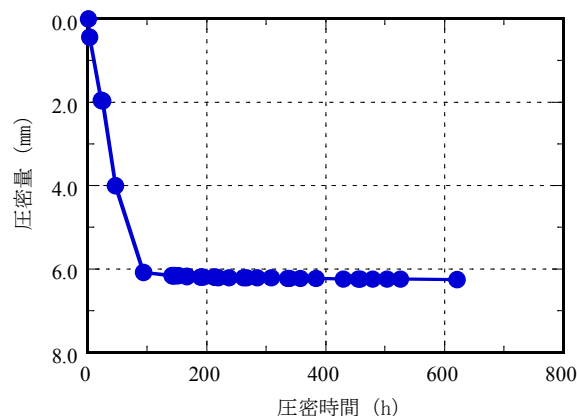


図-2 試料の圧密過程

図-3 圧密量と圧密時間 ( $\sigma_0 = 157\text{kPa}$  時)

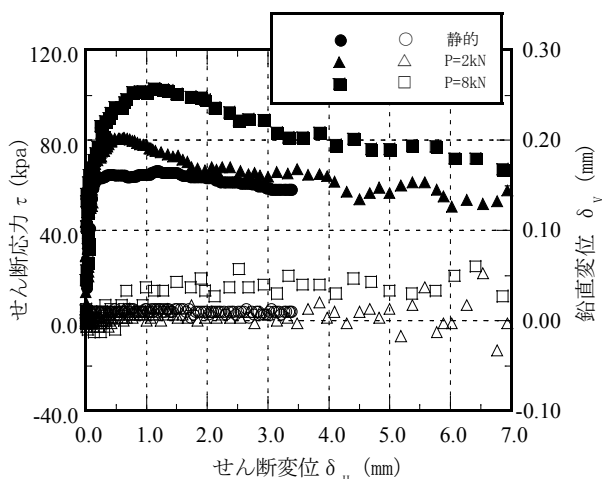


図-4  $\tau \sim \delta_H \sim \delta_V$  の関係 (正規圧密粘土)  
( $\sigma_v' = 157 \text{ kPa}$ ,  $\text{OCR} = 1$ )

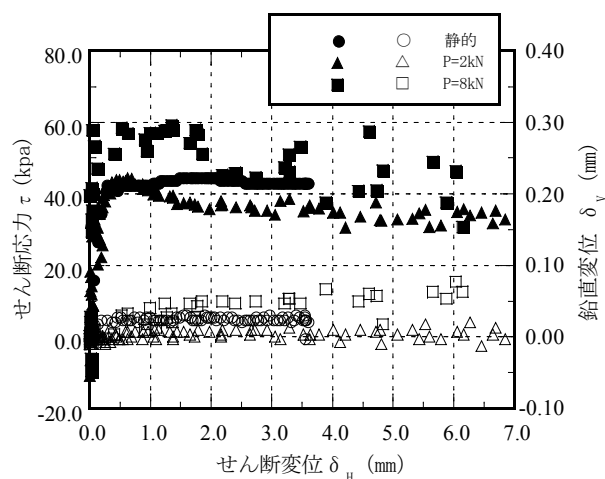


図-5  $\tau \sim \delta_H \sim \delta_V$  の関係 (過圧密粘土)  
( $\sigma_v' = 78 \text{ kPa}$ ,  $\text{OCR} = 2$ )

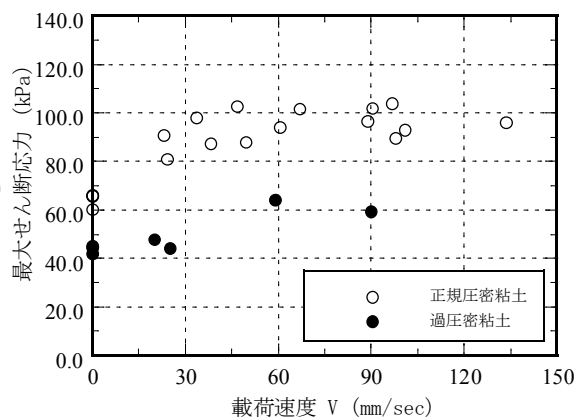


図-6 粘着力と載荷速度の関係

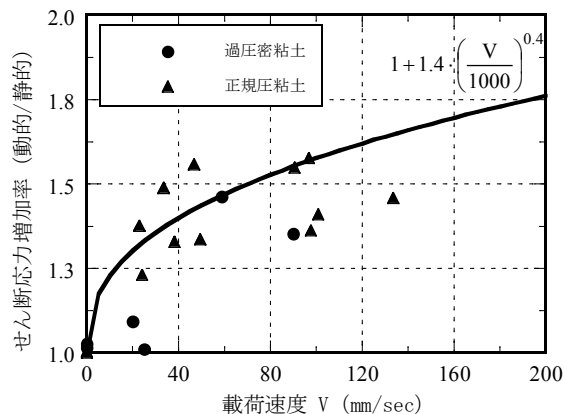


図-7 最大せん断応力増加率と載荷速度の関係

#### 4. 試験結果

図-4, 5はそれぞれ正規圧密粘土, 過圧密粘土と鋼材間でのせん断変位に対するせん断応力と鉛直変位の関係をそれぞれ示したものである. 静的なせん断応力は鋼材との接触面ですべりが生じる場合, 圧密圧力  $\sigma_0 = 157 \text{ kPa}$  が同じでも, 過圧密の程度に影響されず, すなわち粘土の強度に依らず, 試験時の垂直応力の大きさ  $\sigma_v'$  に依存して, その抵抗力が発現する. したがって,  $\text{OCR} = 2$  の抵抗力が  $\text{OCR} = 1$  より小さくなっていることは, 従来の研究と一致する.<sup>3)</sup>

#### 5. 摩擦強度の速度効果

図-6 は粘土と鋼材の最大せん断応力と載荷速度の関係である. ここで, 載荷速度  $V$  は最大せん断応力時のせん断変位と時間の関係から求めたものである. 過圧密粘土も正規圧密粘土と同様, せん断応力が載荷速度に依存していることが分かる.

図-7 は粘土と鋼材のせん断応力増加率 (動的試験の最大せん断応力を静的試験の最大せん断応力で除した値) を示したものである. 図中には昨年提案した式も

併せて示す. 載荷速度に対する強度増加率は過圧密の程度による違いは見られずほぼ同じ値であった.

これは, 鋼材との接触面ですべりが生じているためである.

#### 6. まとめ

今回, 過圧密粘土と鋼材の摩擦強度の速度効果に関する一面せん断試験を実施した. その結果, 過圧密粘土でも摩擦強度に載荷速度の影響が見られた. その強度増加率はすべりが鋼材との接触面で発生しているため, 正規圧密粘土の場合と同程度であった.

#### <参考文献>

- 1) 中拂, 前田, 荒巻, 鶴原: 一面せん断試験による摩擦強度の速度効果について (その1), 平成14年度土木学会西部支部研究発表会講演集, 2003
- 2) 山本, 前田, 荒巻, 古城: 一面せん断試験による摩擦強度の速度効果について (その2), 平成15年度土木学会西部支部研究発表会講演集, 2004
- 3) 落合, 安福, 大嶺, 大野, 三倉: 粘土—鋼材間の摩擦特性試験の過圧密粘土への適用, 九州大学工学集報第70第2号, 1997. 3