

Ⅲ－23

粘土の残留状態再現用大変位一面せん断試験装置の試作

○岩手大学 学生員 辻 広成
岩手大学 正会員 大河原正文

1. はじめに

残留強度は、大変位を受けて残留状態に至った時点でのせん断強さで、再滑動型地すべりのすべり面でのせん断強さと考えられている¹⁾。これまでに、残留強度の測定方法や試料の違いによるせん断特性について多くの研究がなされているものの、最も基本的な発現機構に関する研究は極めて少ない²⁾。そこで本研究では、残留強度の発現機構に関する研究として、まず、残留状態を再現するための試験装置を試作した。従来の残留状態を得るための試験方法は、繰り返し一面せん断試験、リングせん断試験などであり、厳密には実際の地すべりなどの直線的な一方せん断とはせん断機構が異なっている。

2. 試験装置の概要

大変位一面せん断試験装置の概要を図1に示す。本装置は、上部固定・下部可動型で、垂直力は上部より3台のペロフラムシリンダーにより空気圧で載荷する構造になっている。せん断力は、可変モーターによりロッドを介してせん断箱へ伝達され、最大水平変位量 600mm までの一方せん断が可能である。試験中は、コンピューターによって自動計測・制御がなされ、圧密定圧・定体積条件での一面せん断試験が可能である。以下に、本試験装置の特徴を示す。

垂直力の載荷方法

本装置は、せん断箱の寸法が長さ 600mm、幅 30mm と横方向に長いので、供試体に一樣に垂直力を載荷するための工夫をしている。すなわち、せん断箱下部の3箇所（図1）に高剛性ロードセルを設置し、せん断箱の中央とその両側の垂直力をそれぞれ計測している。さらに、各ロードセルの直上に垂直力載荷用ペロフラムシリンダーを配置し、試験中は各々のロードセルの値をもとに、それとセットになった直上のペロフラムシリンダーを制御することで定圧・定体積条件を満たしている。このときロードセルがせん断に伴い移動する下せん断箱に着いていかないように、下せん断箱とロードセルの間にはリニアローウエイが取り付けられている。なお、本装置では垂直力測定用ロードセルが周面摩擦の影響を受けずに、せん断面上の垂直力を正確に測定出来るように、試験機本体から下せん断箱を独立させている（図2）。

載荷板

前述のとおり、本装置のせん断箱は横に長いので、せん断中に供試体にモーメントが発生する。そこで、モーメントを考慮した2種類の載荷板を試作した。その1つは、中央のペロフラムシリンダーロッドと載荷板を剛結し、載荷板が回転しないタイプの「支点固定型」である。もう1つは中央のペロフラムシリンダーロッドと載荷板をあえて回転する機構とし、載荷板が回転した際、両端のペロフラムシリンダーにより空気圧を加圧・減

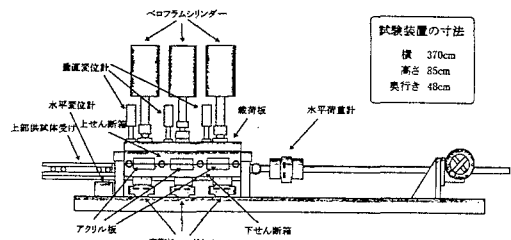


図1 大変位一面せん断試験装置概要図

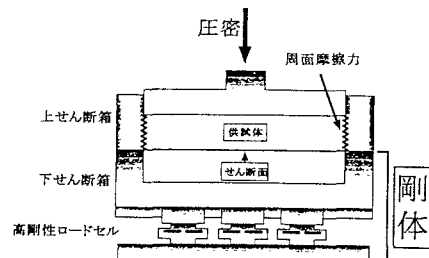


図2 周面摩擦力の補正図

押し、定圧に保つタイプの「支点回転型」である。なお、支点固定型において、両側のペロフラムシリンダーのロッドは、固定棒の役割をもつ。

せん断力の測定方法

下せん断箱には、せん断中に上せん断箱内の供試体の落下を防止するために「上部供試体受け」が装着されている。せん断変位が大きくなると、供試体と上部試料受け（金属）との接触面積が大きくなるため、供試体－試料受け（金属）間の摩擦を無視できなくなる。そのため、せん断力は水平ロッドに取り付けられたロードセルにより測定された全せん断力から、あらかじめ測定しておいた供試体と供試体受けとの摩擦力を差し引いて求めている。

マイクロスコープ

せん断面の構造を観察するために、せん断箱の側壁に丸い溝を設け、マイクロスコープを差し込むような形で装着して、粒子スケール（450倍～3000倍）での観察が出来る構造にした。このほか、せん断箱横の3箇所にアクリル板を取り付けて肉眼での観察が出来るようにしている。

3. 実験方法

NSF 粘土を用いて圧密定圧条件での大変位一面せん断試験を行った。NSF 粘土は、150kPa で 7 日間、予圧密した後、長さ 600mm、高さ 45mm、幅 30mm に成形し供試体とした。試験条件は、せん断面からの試料漏れが生じないように、垂直応力 100kPa、せん断速度 1.0mm/min とした。載荷板は「支点回転型」を用い、載荷板とペロフラムシリンダーは接続せずに行った。これは、垂直力載荷時に 3 台のペロフラムシリンダーが複雑な動きをしたとき、接続部分に支障をきたす可能性があるためである。

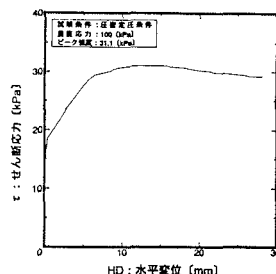


図3 せん断応力(τ)－水平変位(HD)

4. 実験結果および考察

せん断試験により得られたせん断応力(τ)－水平変位(HD)関係を図3に示す。水平変位約 12mm においてピーク強度が確認され、その後、漸次低下して残留強度に収束する傾向を示している。

図4は実験終了後、せん断箱より乱さないよう試料を取り出し、せん断面を横方向からマイクロスコープにより観察した写真である。連続するせん断面が確認され、供試体はこの面を境に剥離した。

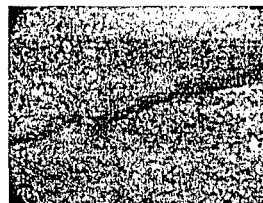


図4 マイクロスコープによるせん断面

今回の実験での最大の問題点は試料漏れであった。試料漏れは、せん断開始前の垂直力載荷時にすでに発生し、せん断中も常に漏れていた。本装置では、上下せん断箱間に摩擦が発生しないように、0.3 mmの隙間を設けている。

5. おわりに

今回の実験では、本試験装置がプログラムにより正常に作動することが確認できた。今後、試料漏れ対策を施すことが必要である。

<参考文献>

- 1) 中潤植：地すべり屋の回顧，地すべり，第36巻，第2号，pp.1－2，1999
- 2) 大河原文文・三田地利之・棚田真：粘性土の残留強度発現機構に関する基礎的研究，第34回地盤工学研究発表講演集，231，pp.463－464，1999.7