

III-172

不均一場における土の力学特性解明のための三連単純せん断試験機

日本大学理工学部 ○正 会 員 徳江 俊秀
工科院地質調査所 釜井 俊孝
日本大学 大学院 学生会員 中山 泰孝

1. はじめに 実際の地盤は、そのほとんどが土質、応力の不均一場であるが故に、その破壊や変形を根本的に解明する為には、不均一場特有の影響が不可避免的に考慮されねばならない¹⁾。具体的に言えば、巨視的には破壊・変形の伝播性であり、微視的には破壊・変形に及ぼす隣接微小土要素間の相互作用である。言うまでもなく破壊は第一義的に重要であり、筆者等はこれまで巨視的には模型実験により破壊伝播特性^{2)~5)}を、微視的には上載圧分割型の直接せん断試験により複合強度特性⁶⁾をそれぞれ検討してきた。いずれの場合も(潜在)すべり面に注目し、面上要素の変形状況として単純せん断、一面せん断を想定したが、後述するように、一長一短があり、本格的な検討は今後の課題である。以上の課題遂行の一環として、今回、三連単純せん断試験機を開発したので報告する。

2. 試験装置 試験装置の概略図を図1に示す。三連単純せん断試験機とは単純せん断試験機を3つ直列に並べたもので、各々のベDESTALはロッドでつながれている。単純せん断試験機は図2に示すように供試体をゴムスリーブを介して多数の拘束リングで囲むSGI型を採用した。以下に単純せん断試験機の各構成を略記する。

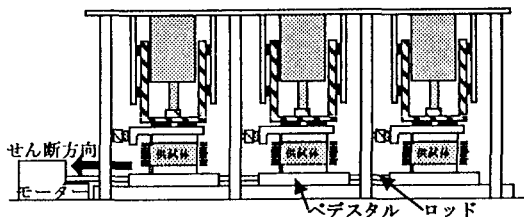


図1 試験装置の概要

2-1. 拘束リング 拘束リングは図3に示す円形のものを用いる。リングが供試体の体積変化、せん断変形に何等抵抗なく追従するようにリング間にゴム小片を挟む。

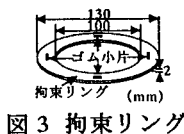


図3 拘束リング

2-2. 供試体寸法 供試体は直径10cmの円柱形とし、供試体高さはリングの積み重ねる枚数により10cmまで自由に変わることが出来る。

2-3. 垂直応力載荷部 垂直応力載荷用ボックスはLMローラー①によって上下方向にのみ滑らかに動くようになっている。垂直応力は空気圧駆動式のベロフラムシリンダーにより垂直応力載荷用ボックスを押し下げ、上部載荷板を介して供試体に加えられる。垂直応力はロードセル①によって計測する。

2-4. せん断部 せん断は下部可動型で行う。モーターによる変位制御によりロッドを介して各ベDESTALがせん断方向に動くようになっている。ベDESTAL及び上部載荷板の供試体と接する部分には供試体と良く噛み合うように歯形がついており、有効に供試体にせん断応力を伝達する。せん断応力は上部載荷板と接しているロードセル②によって計測する。上部載荷板はLMローラー②によって左右になめらかに動くので、ロードセル②の正確な計測を妨げない。またロードセル②の先端はスライダ機構となっており、供試体が垂直変位しても常に正確なせん断応力が計測できるようになっている。

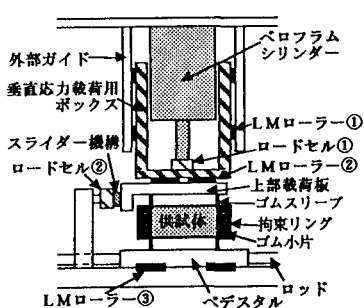


図2

3. 試料 試料として気乾状態の岐阜砂を用いる。

4. 本試験機の特長 本試験機の特長は要素毎の垂直応力とせん断歪みの調整が独立かつ自由にできる点にある。以下にその点について詳しく述べる。

4-1. 垂直応力 不均一応力場を設定して各要素の垂直応力を変えることができる。例えば図4のように左から(小, 中, 大)、その逆の(大, 中, 小)または(小, 大, 小)など、様々な不均一応力場の設定に

合わせて各要素の垂直応力を変えることができる。

4-2. せん断歪み せん断歪み分布を設定して試験を行うことができる。各要素のせん断歪みに変化を加えるために供試体の高さを変える。これによって例えば図5のように各要素の水平変位が同じであっても任意のせん断歪み分布を実現することができる。

5. 本装置と垂直応力分割型一面せん断試験機の比較

本研究は不均一応力場の変形、破壊機構の解明を目的としている。筆者等は同様の目的で垂直応力分割型一面せん断試験を既に行っている⁶⁾。図6に垂直応力分割型一面せん断試験機の概要を示す。垂直応力分割型一面せん断試験機とは従来の一面せん断試験機の上部載荷板を三分割したもので、上部載荷板にはそれぞれペロフラムシリンダーが搭載されている。そのため不均一応力場を設定して垂直応力を調整し実験することができる。そこで表1に両実験の各要素を対象に項目別に比較してみた。その結果をもとに両実験装置の欠点と利点を整理してみると次のようになる。

垂直応力分割型一面せん断試験機

（欠点）各要素のせん断歪み、せん断応力が制御、計測できない。

一面せん断試験ではどうしてもせん断箱の前後端に応力と歪みが集中しそこから進行性破壊が生じてしまう。そのため供試体内の応力、歪み分布が複雑であり、要素毎のせん断歪みとせん断応力が簡単には計測できない。

（利点）相互作用が直接的である。

供試体が一体となっているため実験結果には要素間の変形と応力の相互作用が反映されている。

三連単純せん断試験機

（欠点）相互作用が間接的である。

各要素が完全に分割されているためロードを通じて応力や変形の相互作用が間接的には存在するが、要素間の変形の直接的な相互作用が生じない。

（利点）要素毎のせん断応力、せん断歪みが制御、計測できる。

各要素が完全に分割されているために要素毎のせん断応力、せん断歪みが制御、計測できる。

垂直応力分割型一面せん断試験機では各要素のせん断歪みとせん断応力が計測できないのに対して三連単純せん断試験では計測できる。しかし三連単純せん断試験機では要素間の相互作用が間接的であり、変形の相互作用が直接的でないので不均一応力場本来の変形、破壊状態が想定できているか検討する必要がある。そこで垂直応力分割型一面せん断試験機のように変形の相互作用が直接的な実験結果と比較する事により上記課題の検討が可能になると思われる。

6. おわりに

試験装置を製作して下さった東京試験工業の橋本氏に深く感謝します。

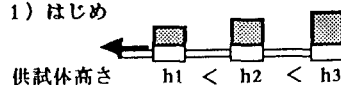
<参考文献>

- 1) 徳江（1993）：地盤の破壊問題に関する一考察、第28回土質工学研究発表会
- 2) 徳江・釜井・宮本（1992）：モデル斜面の破壊伝播機構と変形の役割、第47回土木学会年次学術講演会
- 3) 徳江・釜井・宮本（1993）：表面上部載荷による模型砂斜面の破壊伝播、第28回土質工学研究発表会
- 4) 徳江・釜井・宮本・青澤（1993）：地盤の破壊伝播形態とその機構、第28回土質工学研究発表会
- 5) 徳江・釜井・青澤（1994）：載荷による模型砂斜面の破壊伝播機構、第29回土質工学研究発表会
- 6) 徳江・釜井・中森（1994）：垂直応力分割型直接せん断試験における砂の複合強度特性、第29回土質工学研究発表会



図4 垂直応力载荷パターン

1) はじめ



2) ベDESTALの変位 a

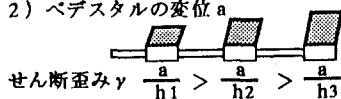


図5 供試体高さとせん断歪み

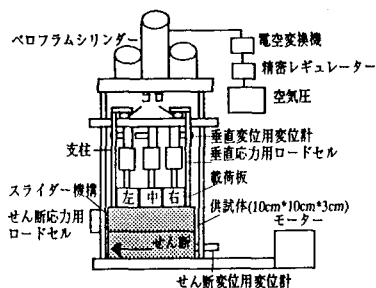


図6 垂直応力分割型一面せん断試験装置の概要

表1

項目	垂直応力分割型一面せん断試験		三連単純せん断試験	
	計測	制御	計測	制御
各要素の垂直応力	可	可	可	可
各要素のせん断応力	不可	不可	可	(可)
各要素の垂直変位	可	可	可	可
各要素のせん断歪み	不可	不可	可	可
要素間の相互作用	直接的		間接的	

() : 応力制御時