

可変応力型の傾斜分割箱一面せん断試験装置

日本大学理工学部 正会員 梅津喜美夫
日本大学理工学部 学生会員 濱奇純

1. はじめに

一般に、要素試験が具備すべき条件として「载荷応力の一様性」と「変形の一様性」が挙げられる。しかし、通常の一面せん断試験では、強制的に上下のせん断箱をずらして供試体を一面的にせん断破壊させるため、供試体に作用する応力状態は極めて複雑になり、供試体内部の破壊も様にならない。従って、通常の一面せん断試験は上述の2つの条件のどちらも満たしていないため、たとえばDavisの一面せん断強度と平面ひずみ強度の関係式¹⁾などを実験的に検討するような場合には、理論的前提に問題が生じることになる。そこで筆者らは、応力と変形の非一様な状況が、一面せん断強度にどのような影響を与えるのか検討するため、载荷応力の一様な傾斜分割箱一面せん断試験機を考案し、試験機の検討実験を行ってきた²⁾⁻³⁾。

そこで今回、従来型の一面せん断試験機との比較を行うため、可変応力型の傾斜分割箱一面せん断試験装置(以下、新型試験機と呼ぶ)を開発し、従来型の一面せん断試験機と同一条件での比較実験を試みたので、その報告をする。

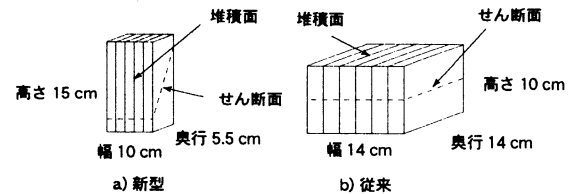


図-1 供試体寸法と堆積面

2. 試料及び供試体

新型、従来型試験機共に、試料として岐阜砂6号($G_s = 2.638$, $D_{50} = 0.32$ mm, $U_c = 1.50$)を使用した。供試体寸法は図-1に示すように新型試験機では奥行5.5 cm、幅10 cm、高さ15 cm、従来型試験機では奥行14 cm、幅14 cm、高さ10 cmで、同寸法のモールドに試料を自由落下させて作製した。この時、図-1のように供試体の堆積面がせん断面と直行するようにして、初期構造の異方性の影響が現れないようにしている。なお、作製した供試体は、成形後70%の不飽和状態で冷凍して、せん断箱内に納めた。

3. 試験機及び実験方法

3-1. 傾斜分割箱一面せん断試験

図-2はこの新型試験機の概略、図-3はこの試験機のせん断箱の断面を示したものである。図から分かるように、上下のせん断箱の分割部は水平面から60°傾斜している。さらにせん断箱全体を外側からゴムスリーブで被うことにより、供試体に負圧をかけることができる。

次に実験方法を応力経路(図-4)と対応させながら説明する。まず給排水管から負圧(80 kPa = 0.8 kgf/cm²)をかけた状態で供試体を解凍し、飽和状態にする。次に、負圧を任意の大きさ(今回の実験では40, 50, 60 kPa = 0.4, 0.5, 0.6 kgf/cm²)に調整し、この状態をせん断初期(図-4のA点)とする。さらに上箱の鉛直荷重载荷ボルトからワイヤーを介して鉛直荷重を载荷すると、応力は図-4のBの点に変化することになる。供試体のせん断は、この状態から鉛直荷重による垂直応力の増分だけ負圧を減少させて行う。従って、図-4のB→A'のような経路で供試体は分割面でせん断破壊する。しかし、通常的一面せん断試験は図-4のA→A'のような経路を取るのので、本実験ではこのプロセスを小刻みに行い擬似的にA→A'の経路を作り出して行った。

このように、新型試験機による一面せん断試験は、上下のせん断箱を強制的にずらして供試体をせん断させるのではなく、供試体内の応力状態をコントロールすることによって分割部で破壊を生じさせるので、通常的一面せん断試験に比べ、極めて一様に供試体内に応力を伝達することができる。

なお、計測は図-6に示すように水平変位を1個、垂直変位を2個の変位計で測定し、鉛直応力は図-2に示すようにロードセル、負圧は給排水管に接続した差圧計で測定し、排水条件で実験を行った。なお、以下の結果に示す応力や変位は、全て分割面を基準に換算し

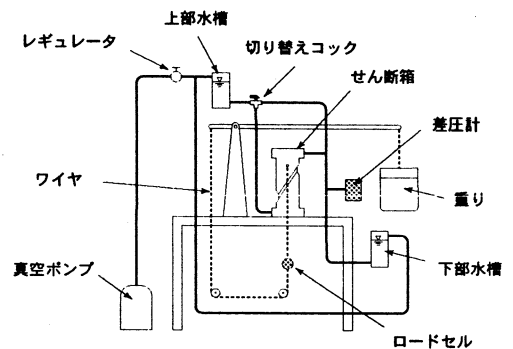


図-2 新型試験機概略

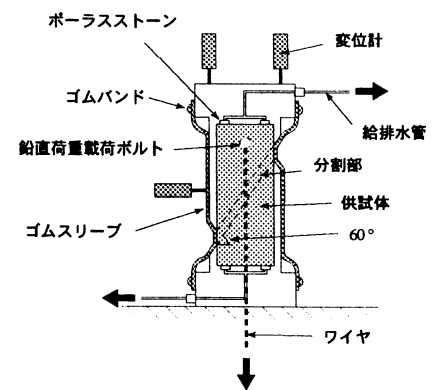


図-3 新型せん断箱

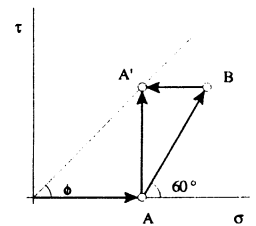


図-4 応力経路

キーワード：一面せん断試験、応力・変形の一様性、強度、砂、応力経路、初期構造特性

連絡先：101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 日本大学理工学部土木工学科 梅津研究室

である。

3-2. 従来型一面せん断試験

図-5は従来型試験機の概略、図-6は使用したせん断箱の断面を示したものである。図-6に示すようにこのせん断箱では供試体がゴムスリーブで被われている。また、垂直荷重の载荷ロッドにはガイドを設け、上箱の回転の防止を図っている。

次に実験方法は新型試験機と同様にまず凍結供試体を図-6に示すようにセットした後、载荷ロッドを介して垂直荷重(100 N = 10 kgf)を载荷した状態で解冻する。次に下部給水管から水を通水して飽和状態にたら、垂直荷重を任意の大きさ(今回の実験では 40, 50, 60 kPa = 0.4, 0.5, 0.6 kgf/cm²)まで増加させ、この状態をせん断初期(図-4のA点)とする。さらに下箱を一定速度で変位させ、供試体を破壊する。このせん断過程での応力の変化は図-4のA→A'のようになる。

なお計測は、図-6に示すように载荷力の測定は垂直方向、水平方向ともロードセルで行い、垂直変位、せん断変位をそれぞれ2個のダイヤルゲージで測定している。また、実験は排水条件で行った。

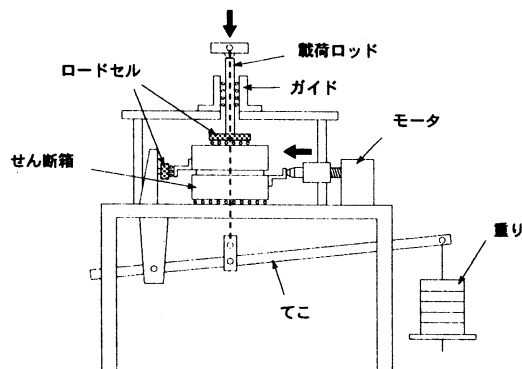


図-5 従来型試験機概略

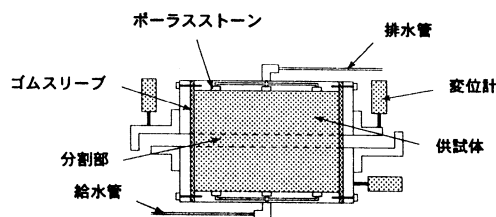


図-6 従来型せん断箱

4. 試験結果

4-1. 応力と変位の関係

図-7に新型試験機および従来型試験機の代表的な実験結果を示す。図には、せん断変位 D と応力比 τ/σ および垂直変位 d の関係が示してある。この図より、両者の間隙比が異なるが、新型試験機の方が破壊時の発生せん断変位が小さく、またせん断初期の体積の収縮量も少なくなっている。

4-2. 強度

図-8に両試験機の破壊時における垂直応力とせん断応力の関係を示す。なお、この図では全てのデータを間隙比が0.1増加すると ϕ が 4° 減少するとして、間隙比0.72での値に補正している。

この図に示すように、応力の一様性を図った新型試験機の結果も、従来型の結果も、ほぼ同一の直線($\phi = 45.3^\circ$)付近に分布しており、有意な差は認められない。

5. おわりに

以上、载荷応力の一様性を図った傾斜分割箱一面せん断試験と従来型一面せん断試験を、供試体の初期構造特性および応力経路を考慮して比較実験を行って見たところ、変形については従来型が若干大きめの値が得られるが、強度については、差があまりないという結果が得られた。今後はさらに装置の精度を高めると共に試験技術を高めて、広範囲の条件で両者の比較実験を行っていきたい。

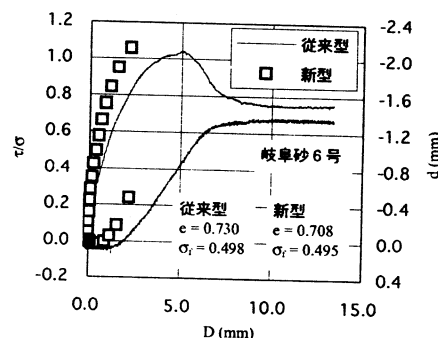


図-7 せん断変位と応力比および垂直変位

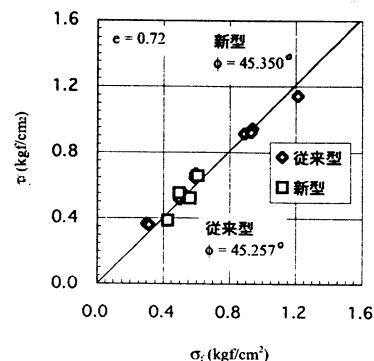


図-8 垂直応力とせん断応力

【参考文献】

- 1) Davis, E.H. (1968) Theories of plasticity and failures of soilmasses, SoilMechanics, selected topics (ed.I.K.Lee), London:Butterworth
- 2) 梅津, 吉本 (1997) 载荷応力の一様性をはかった一面せん断試験の検討実験, 第32回地盤工学研究発表会
- 3) 梅津, 吉本 (1998) 間隙水圧を利用した傾斜分割せん断箱による一面せん断試験, 第33回地盤工学研究発表会