

従来型一面せん断試験におけるゴムスリーブ影響の検討実験

日本大学理工学部 正会員 梅津喜美夫
 日本大学大学院 学生会員 濱奇純

1. はじめに 通常的一面せん断試験(従来型)では、装置の構造上供試体に作用する応力と変形が一様にならないので、筆者らは载荷応力の一様となる傾斜分割箱一面せん断試験装置を考案し開発を行ってきた¹⁻³⁾。また、同時に従来型的一面せん断試験装置を作成し、両試験の比較を目指して実験を行っている⁴⁾。しかし、両試験機とも同一構造特性(粒子配列)の供試体を作成する関係で供試体を飽和状態にしなければならないため、供試体をゴムスリーブで覆う構造となっている。そのため、供試体のせん断変形に伴ってゴムスリーブに張力が発生し、供試体の強度に影響を与えることが予想される。そこで今回は従来型の試験機について、ゴムスリーブ張力の影響を考慮した検討実験を行った。

2. 従来型一面せん断試験機 2-1. 装置と実験方法 装置の概略を図1(a)に示す。(b)図はせん断箱断面を示したもので、今回のゴムスリーブ張力を調べるために行った検定試験の状況を示している。通常はこのゴムスリーブ(厚さ:0.3mm)の内側に砂供試体(岐阜砂6号, D_{50} :0.32mm)がセットされる。この供試体は、矩形モールドに砂を堆積させ、70%の不飽和にして凍結させたもので、堆積面の向きが(c)図のようになるようセットされる。実験の際には15.68kN/m²の上載圧下で解凍したあと下から通水して飽和状態にし、所定の上載圧をかけて垂直応力一定の排水条件で実験される。今回のゴムスリーブ張力の検定試験は、上述の砂供試体の部分に、(b)図に示すように木材、ステンレス板、ステンレス球をセットして一定の垂直荷重(40, 60, 80kN/m²)を载荷した状態で下箱を一定速度で変位させて行った。なお、その後せん断部分の装置を改良し、図2に示すように水槽を設置して、ゴムスリーブを用いない実験も行ってみた。

2-2. 実験結果と考察 図3にゴムスリーブ張力の検定結果を示す。横軸にせん断変位を、縦軸には張力をせん断抵抗力に換算したものを示しており、往復2回計測した結果を示している。計測器の感度の関係で大部分ぶれているがこのデータの平均をもとに実測値を補正したものが図4である。図の横軸は垂直応力、縦軸はせん断抵抗角を示しており、□印は実測値で、■印が補正值である。また、△印は水槽を用いたゴムスリーブ無しのデータである。これより次の諸点がみとめられる。(1)ゴムスリーブ張力の補正により実測のせん断抵抗角は0.4~1.2°ほど下がる。(2)その割合は、垂直応力のレベルが小さいほど大きい。(3)従って、垂直応力が0.35 kN/m²の1点を除くと、補正したせん断抵抗角は垂直応力によらず、ほぼ一定の値を示している。(4)水没させたゴムスリーブ無しの結果は、2°近くゴムスリーブ補正のデータより低い。

この両者の違いは、実際の供試体がある場合のゴムスリーブ状況と検定時のゴムスリーブ状況の違いによるとも考えられるが、このほか、供試体のセット時における両者の応力状態の違いも考えられる。つまり、ゴムスリーブ装着の場合と

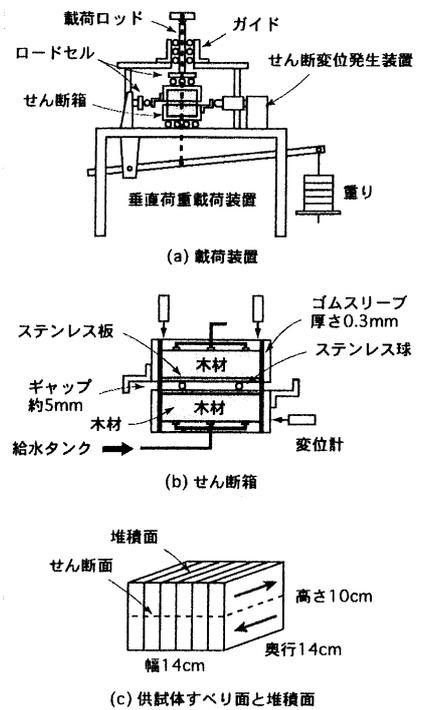


図1 従来型試験機

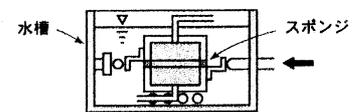


図2 水槽を用いた実験

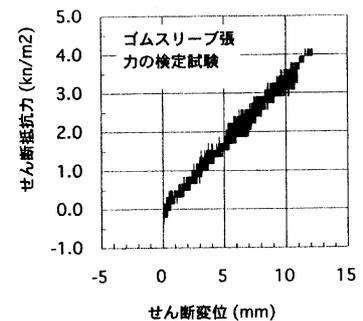


図3 従来型試験機でのゴムスリーブの張力

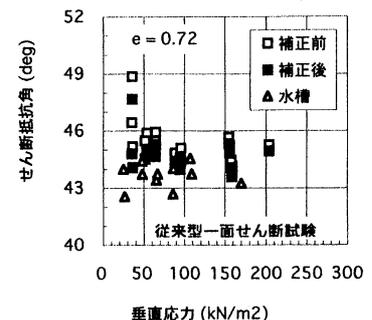


図4 垂直応力とせん断抵抗角の関係

キーワード：一面せん断試験, 応力, 試験装置, 砂, 変形
 連絡先：東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 TEL: 03(3259)0688

ゴムスリーブ無しの場合、両者のせん断箱と供試体作成モールドは同じものなので、ゴムスリーブ装着の供試体はゴムスリーブの厚さだけせん断箱側面から圧力を受け、この状態で解凍されることになる。従って、ゴムスリーブ装着の供試体は、ゴムスリーブ無しの供試体に比べ側方の初期応力がより大きくなっている。

3. 傾斜分割箱一面せん断試験との比較 この傾斜分割箱一面せん断試験については、まだゴムスリーブの張力についてあまり検討していないが、上述の従来型の結果の検討のために両者を比較してみる。

3-1. 傾斜分割箱一面せん断試験装置 まず、装置について簡単に記す(詳細は既報⁴⁾を参照)。装置の概略を図5(a), (b)図に示す。供試体は従来型と全く同様に作成し、供試体のセッティングも、従来型と同様になるよう堆積面の位置が(c)図のようになるようセットする。セットされた供試体は厚さ0.3mmの円筒形のゴムスリーブでせん断箱ごと密閉し、以下の手順で実験を行った。(1)負圧80 kPaの下で供試体を解凍する。(2)供試体を飽和状態にする。(3)供試体の負圧を所定の大きさにする。(4)鉛直荷重と負圧をコントロールしてすべり面上の垂直応力を一定にし、排水条件でせん断応力を増加させ供試体をせん断させる。

3-2. 実験結果の検討 図6に代表的な応力比 τ/σ とせん断変位Dの関係(◇印)を示す。図には、同条件($e=0.72$, $\sigma=63\text{kN/m}^2$)の従来型(ゴムスリーブ装着の場合と水槽使用の場合)の結果も記してある。強度については、図7で検討するとして、ここでは、体積変化特性に着目すると、従来型のゴムスリーブ装着の ϕ は、体積変化の収縮量が大きく、傾斜分割型のものと同様、軸ひずみが異なるが共に体積の収縮量が小さい。この理由として2-2.の最後に述べたように、従来型のゴムスリーブ装着のものはせん断箱内にゴムスリーブがあるので、その厚さ分だけ側方が圧縮され、供試体の粒子の配列構造が変化したためと考えられる。傾斜分割型の場合は、水槽使用の場合と同様、供試体はこのような側方の力は受けない。

図7に傾斜分割型と従来型(ゴムスリーブ補正と水槽)の垂直応力とせん断抵抗角の関係を示す。傾斜分割型のデータは垂直荷重が大きくなると 46° 付近に落ち着く傾向がある。どの垂直荷重レベルもゴムスリーブ張力は一定であるとすれば垂直荷重の大きさに応じてせん断応力は大きくなるので、この $\phi=46^\circ$ は、ゴムスリーブの張力の影響をあまり受けていない値ということになる。ちなみに、水槽使用のものはゴムスリーブを装着していないので、ばらつきはあるが垂直荷重によらずほぼ一定の ϕ を示しており、ゴムスリーブ補正のものも垂直応力が 0.35kN/m^2 の1点を除けば、同様にほぼ一定の ϕ を示している。

4. まとめ 従来型一面せん断試験機では水槽を用いることによってゴムスリーブの張力の影響を排除することが出来た。しかし、傾斜分割箱一面せん断試験機では供試体に負圧をかける必要があるため、ゴムスリーブを用いずに実験を行うことができない。今後、様々な角度から検討しなければならないと思っている。最後に、今回の報告のために実験を行ってくれた卒研生の久川和邦君、藤田輝男君、松井繁幸君、渡邊則子さんに感謝いたします。

[参考文献] 1)梅津喜美夫, 吉本龍彦「応力の一様性をはかった一面せん断試験」第31回地盤工学研究発表会 2分冊の1 (1996) pp.675-676 2)梅津喜美夫, 吉本龍彦「載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 2分冊の1 (1997) pp.515-516 3)梅津喜美夫, 吉本龍彦「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 2分冊の1 (1998) pp.529-530 4)梅津喜美夫, 濱寄純:「可変応力経路型傾斜分割箱一面せん断試験装置」第55回年次学術講演会講演概要集 第3部(A) (2000) pp.54-55

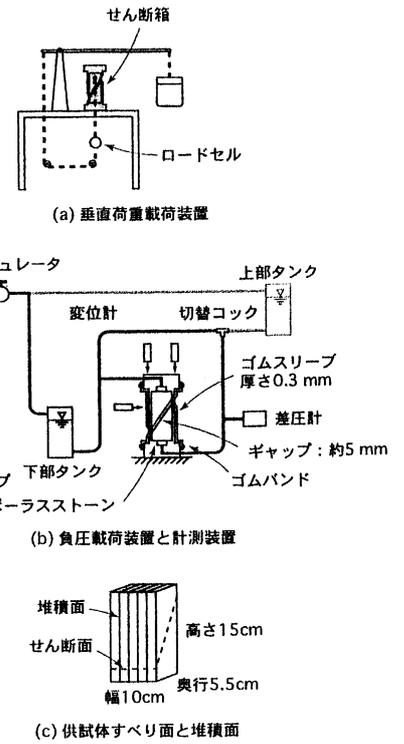


図5 傾斜分割箱一面せん断試験機

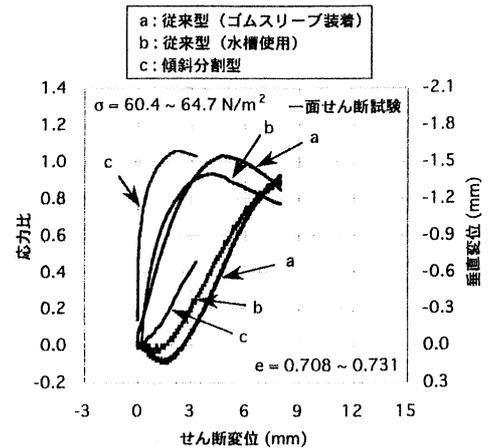


図6 せん断変位と応力比および垂直変位の関係

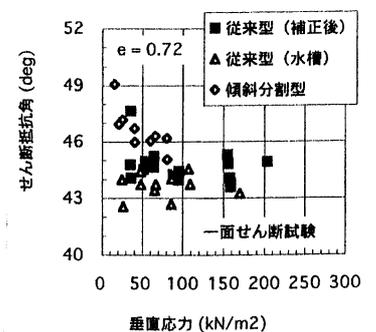


図7 垂直応力とせん断抵抗角の関係