

単純型リングせん断試験機の試作における基礎的研究

愛媛大学院 学生員 ○船津 真弥
愛媛大技官 正会員 二神 治
愛媛大学院 学生員 田中 将義

1. 概要

実際の斜面安定を理解するうえで大きな要素となるのが、ピークから残留への強度減少である。これを室内実験で評価するためには、大きなせん断変位を要する。そこで開発されたのが一面型リングせん断試験機である。この試験機は、せん断面を規定してせん断を行なう特徴がある。しかし実際の斜面安定を考えると、供試体のせん断面を規定せずせん断させる必要がある。

本研究では、上記の事を改善すべく、一面型とは拘束条件が異なる試作段階の単純型リングせん断試験機の現段階での試験器の性能把握と、双方の拘束条件の違いがどのようにせん断強度へ影響を与えるかを検討する。性能把握としては、積層リング厚の違いによるせん断強度への影響、試料厚さの違いによるせん断強度への影響の2つのテーマについて試験を行う。

2. 試験機概要

1) 単純型・一面型リングせん断試験機の共通点

寸法は、外径 120mm、内径 80mm である。載荷部の間には O リングが装着されており、試料のはみ出し、試験機の摩擦低減をはかっている。上載荷重は空圧シリンダーによって与えられ、せん断は下部リングを回転させることにより行われる。供試体の層厚は 10～25mm が可能で、サンプルボックスはドーナツ上になっており、無限のせん断ひずみを与える事が可能である。せん断を排水状態で行うため、上下に排水孔が設けられている。

2) 単純型リングせん断試験機(以下単純型)

せん断枠部は、積層リング状のものを最大層厚約 20～1mm まで積み重なっており、積層の周囲リングをステンレスのガイドを装着している。また、せん断時にスリップリングが浮くのを抑えてある。せん断面は積層になっているため、供試体の自由面、すなわち弱面で形成される。スリップリングの厚さは 1.0・0.7・0.5mm の3種類がある。

3) 一面型リングせん断試験機(以下一面型)

せん断枠の間に O リングが装着されており、載荷部と同一の役割をなしている。せん断面は試験機の最下部から 10mm のところで規定している。

本報告の試験方法だが、供試体は、脱イオン水で液性限界以上の高含水比で練り返し、脱気した後、せん断枠に流し込んだ。供試体の上下には排水促進及び試料の漏れ防止のためペーパードレーンを取り付けてある。そして、段階的に所定の垂直応力 σ を作用させ圧密した。圧密終了は圧密沈下量 - 時間曲線より確認した。圧密終了後、せん断を行った。圧密圧力は、49.5・98・196kPa の3段階載荷で、せん断抵抗はロードセルで測定し、残留状態に達したことを確認後にせん断終了とした。せん断強度のピーク状態に対するせん断抵抗角を ϕ_d 、残留状態に対するそれを ϕ_r とする。せん断速度に関しては、0.36mm/min とした。

3. 試料・試験条件

試料には、豊浦標準砂、まさ土、カオリンを使用する。豊浦標準砂については、土粒子の密度が 2.617g/cm³、最大粒径が 0.425mm で 99%が中砂分のもの、まさ土については、土粒子の密度が 2.64 g/cm³、粒径は 0.425mm 通過分を用いる。カオリンについては、市販のものを使用する。

キーワード せん断面の規定 拘束条件 単純型リングせん断試験機 積層リング

連絡先 〒790-0823 愛媛県松山市文京町3 愛媛大学工学部 TEL 089-927-9817

4. 試験結果

1) 一面型・単純型のせん断強度の比較

ここでは、一面型と単純型のせん断強度について検討する。まさ土の試験結果を図-1.2に示す。ピーク強度については、一面型に比べ単純型の ϕ_d は低い値となっている。また、単純型の積層リングの違いで比較すると、ほとんど差は見られないが、積層リングが薄くなるにつれ、若干 ϕ_d が低下している。残留強度においても、差はほとんど見られないが、傾向としては、ピーク強度と逆に積層リングが薄くなるにつれ ϕ_r は増加している。これは、一面型のようにすべり面が強制的に決められているのであれば面でせん断され、分離面が形成されやすいのに対し、単純型ではすべり面の自由度が高く、積層リングが薄くなるとせん断面箇所が多くなると予想でき、弱面から弱面へのせん断面の移動が繰り返されるため、分離面が形成されにくいと考えられる。このため、単純型において積層リングが薄くなるにつれ、高い残留強度を示したと考えられる。カオリン、標準砂においては、ピーク強度についてはまさ土と同様に、一面型に比べ単純型の ϕ_d は低い値となっている。しかし、単純型の積層リングの違いで比較すると、1mmにおいて低い値を示している。0.5、0.7mmにおいてはほとんど差は見られない。残留強度においても、標準砂、カオリンともにピーク強度と類似した傾向が見られる。

以上のことから、残留強度においてまさ土、カオリンでは1mmの積層リング厚を除いて、一面型より高い値を示しており、積層リングが薄くなるにつれて増加傾向にあることが分かった。ピーク強度においては、標準砂、カオリンの結果から見られるように、1mmの適合性は見られない。これは、試料の粒径によって積層リングの厚さを変えて試験を行う必要性が伺える。

2) 試料高さの違いによるせん断強度への影響

単純型を用いて、供試体の高さを12mm、20mmの2種類を用意して試験を行った。カオリンの試験結果を表-1に示す。0.5mm、0.7mmにおいては、ピーク強度、残留強度ともに試料高さの違いによる差はほとんど見られない。しかし、1mmにおいては顕著な違いが見られる。標準砂においては、ピーク強度では12mmと比べて20mmの方が若干低い値を示している。残留強度においては差は見られない。まさ土においては、ピーク強度、残留強度ともにほとんど差は見られない。

表 - 1

試料高さ 12mm			試料高さ 20mm		
せん断抵抗角	ϕ_d	ϕ_r	せん断抵抗角	ϕ_d	ϕ_r
1.0mm	22.82	21.64	1.0mm	25.74	24.24
0.7mm	26.02	23.91	0.7mm	25.70	24.23
0.5mm	26.94	24.12	0.5mm	26.36	24.43
一面型	26.93	21.90			

5. まとめ

本研究では、単純型リングせん断試験機の試作ということで、下記の事が考えられる。

- 1) 残留強度は、まさ土、カオリンにおいて一面型より単純型の方が高く出る傾向があり、積層リング厚が薄くなるにつれ増加傾向にある。
- 2) 試料の粒径によって、積層リング厚を変えて試験を行う必要がある。
- 3) 粒分以下の粒径を多く含む試料においては、試料高さの影響が少ない。

上記の事が把握できたが、今後は、本研究と同様な試験を多くの試料で行い、試験機の改善を目指す必要がある。

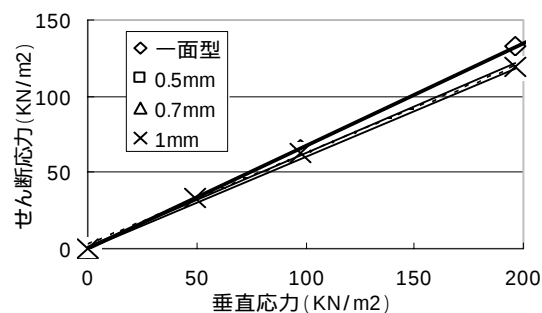


図 - 1 ピーク時の応力関係

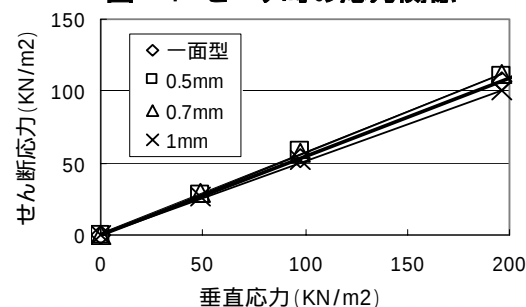


図 - 2 残留時の応力関係