

III-A 205

高速リングせん断試験による土砂崩壊・流動時の摩擦抵抗特性の把握

(株)大林組技術研究所 ○山本 彰、鳥井原 誠  
平間 邦興

1. はじめに

降雨、あるいは地震によって崩壊した土砂が道路、鉄道、宅地にまで流出するといった土砂災害が毎年のように発生し、社会的に大きな被害を及ぼしている。このような崩壊土砂による災害の防止、軽減を効率的に図るためには、その到達距離・範囲を想定した待ち受け型の対策や被害区域の設定などの対策が必要であり、土砂崩壊時、移動（運動）時の土の強度特性の把握が重要となる。そこで、この報告では土砂の運動時における摩擦抵抗特性の把握を目的として、高速リングせん断試験装置を用いた砂のせん断試験を実施し、内部摩擦角に与えるせん断速度、せん断距離の影響について検討している。

2. 試験装置

図-1、写真-1は高速リングせん断試験装置の概要、試験装置のセル容器を示している。せん断箱の寸法は内径21cm、外径31cmの円筒形であり、供試体の高さは6~8cmで自由に設定できる。垂直荷重は供試体上部から油圧シリンダーによって載荷する構造となっており、最大500kPaの垂直応力を与えることができる。せん断力はサーボモータにより制御されており、せん断速度は0.001~6000cm/minで変化させることが可能である。また、上箱と下箱の間および上箱と下箱の間に作用する垂直荷重は主軸に取り付けたフラットジャッキ、サーボシリンダーによって2/1000mm、1.0Nの精度での制御が可能であり、上箱と下箱の間には試料が外側にこぼれ出さないようにゴムリングを取り付けている。

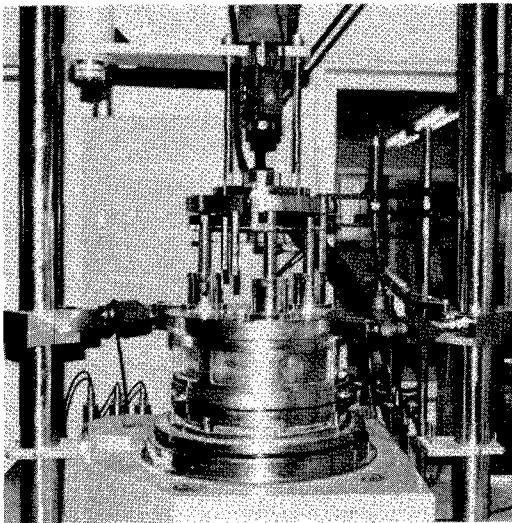


写真-1 リングせん断試験装置セル

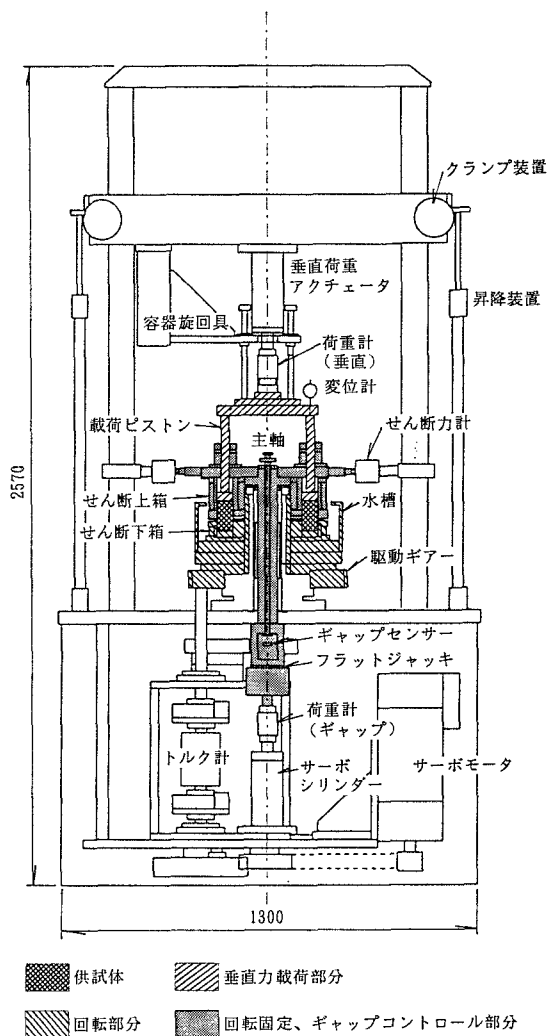


図-1 高速リングせん断試験装置概要

### 3. 試験方法

試験に用いた試料は2.0mmのふるいで調整した鬼怒川砂であり、供試体は相対密度が70%になるように空中落下法で作成した。試験に当たっては試料作成後、上蓋をセットし、上箱と下箱の間に200Nの荷重が作用するようにせん断箱の間隔を設定した。試験は垂直応力12.5kPaを加え、10.0cm/minで一定期間せん断した後、せん断速度（10.0～5000.0cm/min）と距離（20～4200cm）を変化させ、せん断速度制御によって行った。せん断試験では佐々ら<sup>1)</sup>の試験方法に従い一定速度でせん断しながら、垂直荷重を0～75.0kPaで漸増させた。

### 4. 試験結果

図-2はせん断距離（420cm）を一定としてせん断速度を変化させた場合のせん断応力と垂直応力の関係を示している。この図から、せん断距離を一定とした場合、内部摩擦角 $\phi$ はいずれもせん断速度によらずほぼ一定（ $35^\circ$ ）となっており、佐々ら<sup>1)</sup>の試験結果と同様な結果となっている。なお、同じ密度の試料を用いた三軸圧縮試験で得られた内部摩擦角は $37.4^\circ$ であったことから、リングせん断試験結果は三軸試験結果に比べやや小さめの値を与える結果となっている。また、試験後の供試体を観察した結果、せん断速度によらずせん断面付近にはいずれも厚さ1.0～1.5cm程度の一部の砂粒子が破碎されたゾーンが確認された。

次に、図-3はせん断距離を変化させた場合のせん断試験結果を示している。なお、せん断距離20cmはせん断速度10.0cm/minで、せん断距離420cm、4200cmはせん断速度1000.0cm/minで行っている。この図から、せん断距離が長くなるほどデータのバラツキは大きくなる傾向が見られるが、これは砂粒子の破碎されたゾーンがせん断距離20cmでは見られなかったのに対し、せん断距離420cm、4200cmでは確認されたことから、粒子破碎による影響と考えられる。

そこで、図-4は試験前後の試料のふるい分け試験結果を示しており、せん断距離が大きいほど砂粒子の破碎されている量が多くなっている。これらのことから、せん断中の砂粒子の破碎はせん断速度よりもむしろせん断距離に依存し生じるものと考えられる。

### 5. おわりに

土砂崩壊・流動時の土の強度特性を把握するため、高速リングせん断試験による砂のせん断試験を実施した。

その結果、以下の点が明らかとなった。内部摩擦角のせん断速度依存性はほとんど見られなかった。また、高速せん断試験に伴う砂粒子の破碎は、せん断速度よりもむしろせん断距離に依存すると考えられる。

参考文献 1)佐々、福岡：高速リングせん断試験機による土砂の運動時の内部摩擦角の測定、地すべり、第29巻、第4号、1993。

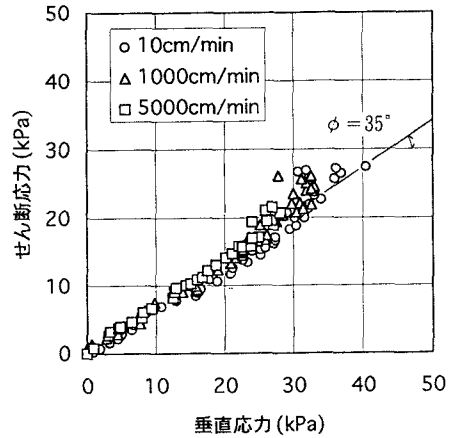


図-2 せん断速度の影響

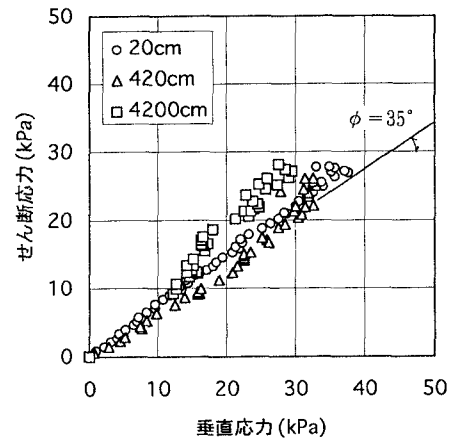


図-3 せん断距離の影響

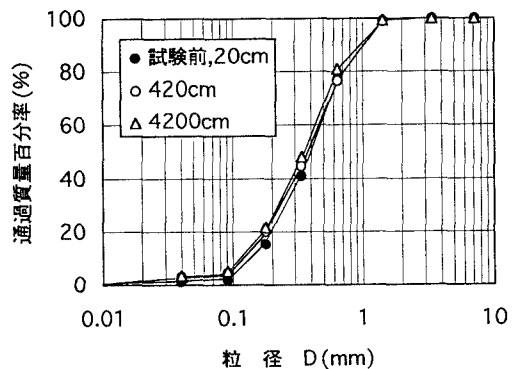


図-4 ふるい分け試験結果