

地すべり粘土の残留せん断抵抗力に及ぼす せん断変位速度・加速度の影響

日本大学 正会員 ○梅村 順
(元)日本大学 正会員 森 芳信

1. 目的 地すべりや斜面崩壊での土砂到達範囲の予測に関して、移動体底面すべり面の残留せん断抵抗力の評価に係わる研究が多くなされている。本文では、地すべりの移動体滑動過程でのそのせん断抵抗力評価の一つとして、速度依存性を表現できる Bingham 塑性流動モデルの適用を考慮して、大型リングせん断試験装置を用いて再構成地すべり粘土を対象としたせん断変位速度およびせん断変位加速度を変化させる実験を行った結果について報告する。

2. 試料・試験装置・試験および評価方法 試料には、福島県大沼郡金山町西谷地内にある白沢地すべり地から採取した地すべり粘土を、 $425\mu\text{m}$ 以下に粒度調整したものを用いた。本地すべり地は移動体が塑性流動的な滑動をする点で特徴的であり、移動体全体が地すべり粘土で構成されている。この地すべり粘土には、緑泥石-ス멕タイト系の膨潤性粘土が含まれていることを確認している。その物理的性質を図-1 に示す。

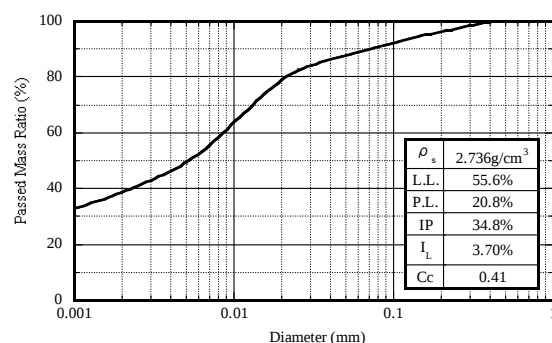


図-1 試料の物理的性質

試験には、外径 350mm、内径 200mm、供試体高さ 60~85mm の大型リングせん断試験装置を用いた。この装置にリング回転モータに比例制御盤とファンクションシンセサイザを取り付け、PC でせん断過程中にせん断速度を制御できるようにした。

試験はまず、試料を液性限界の 2~3 倍の含水比に調整してスラリー状にしたものを試験装置のせん断リングに投入し、装置内で予圧密して供試体を作成した。その後、そのまま所定の垂直圧まで段階的に载荷した。圧密過程終了後、せん断リング間隔を 1.5mm とし、供試体円周方向中心線上で 0.05mm/min のせん断速度で Pre-shear を与えた後、せん断変位速度、せん断変位加速度を変化させて、それぞれのせん断抵抗力の変化を計測した。なお、排水条件は、従来の残留せん断抵抗力を求めるためのリングせん断試験と同様、排水条件で行った。

得られたデータに、次式の Bingham 塑性流動モデルを適用して結果を整理した。

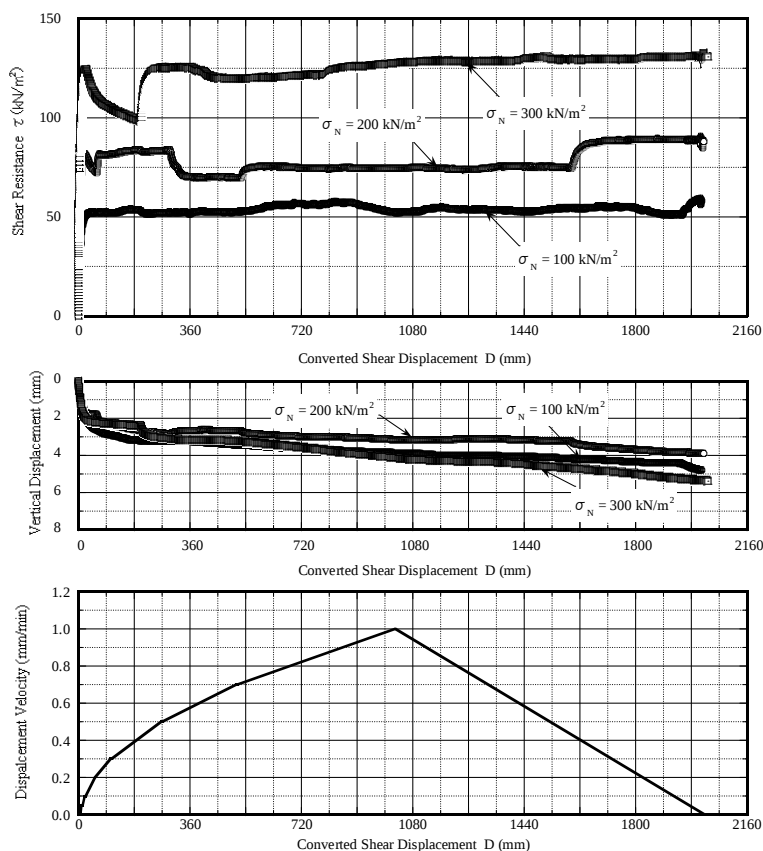


図-2 せん断速度を変化させたリングせん断試験結果

キーワード リングせん断試験, 地すべり粘土, 残留強さ

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 日本大学工学部 TEL 024-956-8709

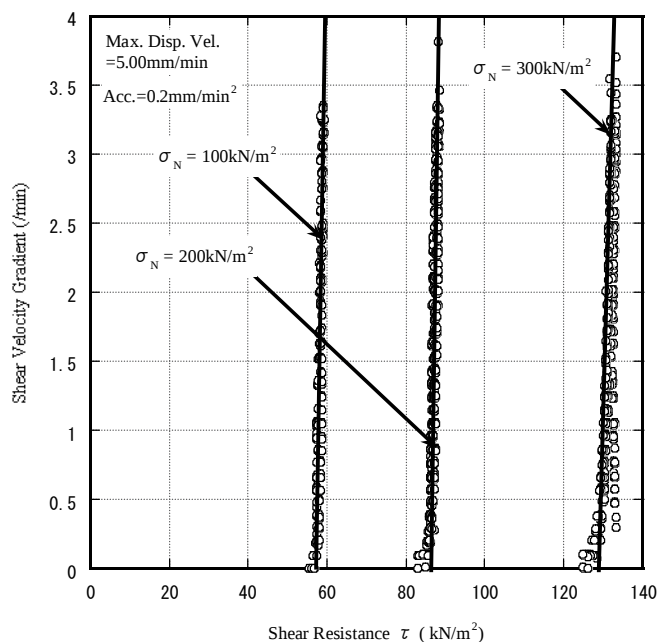


図-3 せん断速度勾配とせん断抵抗力の関係

$$\tau - \tau_0 = \eta \dot{D}/dh$$

ここに、 τ_0 : Bingham 降伏値、 η : 粘性係数、 D/dh : せん断速度勾配で、本文では dh をせん断箱間隔 1.5mm とした。

3. 試験結果と考察 試験結果の一例を図-2 に示した。これらの結果に Bingham 塑性流動モデルを適用し、図-3 のように横軸切片から Bingham 降伏値、その降伏値以降の曲線では、せん断速度を減少させる過程での平均勾配から粘性係数をそれぞれ求めた。図-4 には τ_0 と垂直荷重 σ_N の関係を、最大せん断変位速度 1.00 および 5.00 mm/min それぞれについて示した。 τ_0 と σ_N の間にはほぼ直線の関係が認められ、せん断変位速度が大きくなると、その直線が τ_0 の大きい方へシフトすることが示唆された。また、この τ_0 は、せん断変位速度 0 mm/min でのせん断抵抗力に相当し、図-3 から最小のせん断抵抗力であるので、いわゆるリングせん断試験で求められる残留せん断強さに相当すると考えることができる。従来のリングせん断試験では、せん断変位が十分に大きいところでの最小のせん断強さを残留強さとしているが、この方法はそれを客観的に評価することができる点で優れていると思われる。この視点から図-4 を評価すると、内部摩擦角はせん断変位速度が変化してもほぼ一定であるが、粘着力はその速度と共に増加する傾向にあった。図-5 には τ_0 と σ_N の関係を、せん断変位加速度それぞれについて示した。加速度の変化は τ_0 には影響しないことが分かった。図-6 は、せん断変位加速度を変化させたときの粘性係数 η の変化を σ_N との関係で示した。 η の値は、 $0.16 \sim 1.46 \text{ kN} \cdot \text{min}/\text{m}^2 = 2.67 \sim 24.3 \text{ N} \cdot \text{sec}/\text{m}^2$ の範囲で、湿った土 ($pF=1 \sim 3$) の一般値 $103 \sim 1011 \text{ N} \cdot \text{sec}/\text{m}^2$ と比較して、ほぼ妥当な値であった。 η は、加速度、および、 σ_N と共に増加する傾向を示した。

参考文献 1) 村上謙吉: レオロジー基礎論, 産業図書, 260p. (1991) 2) 東山勇: レオロジーと塑性, 土の物理学第7章, 土壤物理研究会編, 森北出版, pp. 147-199 (1979) 3) 小野木重治: レオロジー要論, 槇書店, 210p. (1957)

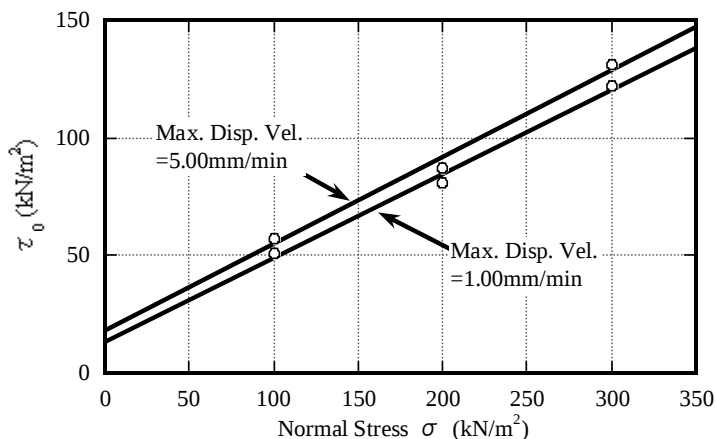


図-4 最大せん断変位速度と Bingham 降伏値の関係

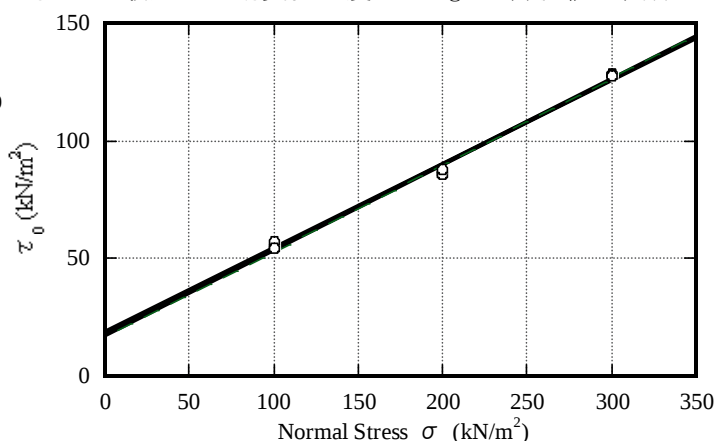


図-5 せん断変位加速度と Bingham 降伏値の関係

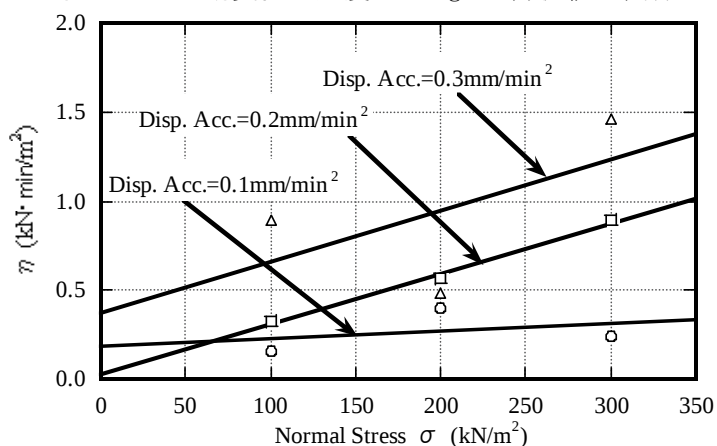


図-6 せん断変位加速度と粘性係数の関係

せん断抵抗力であるので、いわゆるリングせん断試験で求められる残留せん断強さに相当すると考えることができる。従来のリングせん断試験では、せん断変位が十分に大きいところでの最小のせん断強さを残留強さとしているが、この方法はそれを客観的に評価することができる点で優れていると思われる。この視点から図-4 を評価すると、内部摩擦角はせん断変位速度が変化してもほぼ一定であるが、粘着力はその速度と共に増加する傾向にあった。図-5 には τ_0 と σ_N の関係を、せん断変位加速度それぞれについて示した。加速度の変化は τ_0 には影響しないことが分かった。図-6 は、せん断変位加速度を変化させたときの粘性係数 η の変化を σ_N との関係で示した。 η の値は、 $0.16 \sim 1.46 \text{ kN} \cdot \text{min}/\text{m}^2 = 2.67 \sim 24.3 \text{ N} \cdot \text{sec}/\text{m}^2$ の範囲で、湿った土 ($pF=1 \sim 3$) の一般値 $103 \sim 1011 \text{ N} \cdot \text{sec}/\text{m}^2$ と比較して、ほぼ妥当な値であった。 η は、加速度、および、 σ_N と共に増加する傾向を示した。