

地すべり土の残留強度と比表面積の関係

Relationship between residual strength and specific surface area of landslide soils

中村 真也*, 宜保 清一*, 木村 匠**, ヴィタナ ブッディ シワンタ**

Shinya NAKAMURA, Seiichi GIBO, Sho KIMURA, Shriwantha Buddhi VITHANA

1. はじめに

地すべりの発生現場では、ライフラインの早期復旧や地すべり再発生の防止のため、適切且つ迅速な対策工事が求められる。しかし、地すべりの再発生を検討するために不可欠な残留強度 τ_r は、リングせん断試験による緩速・大変位せん断測定が必須条件（宜保，1994）であり、定数を得るまでに長時間を要する。そのため、せん断試験によらない τ_r 推定の研究（例えば，Voight，1973；Lupini et al.，1981；宜保ら，1992）が進められ、配向性粘土鉱物総量と τ_r の良好な関係が明らかにされている（宜保ら，2000）。しかしながら、配向性粘土鉱物量の分析には最短でも約 2 週間を要し、迅速性が課題となっている。また、配向性粘土鉱物を含まない蛇紋岩のような地すべり土も存在しており、そのような地すべり土の τ_r には、その関係を適用することができない。

本研究では、粘土鉱物と密接な関係があり、短期間（5 日程度）で測定が可能な土の比表面積と τ_r の関係について明らかにし、比表面積による τ_r 推定の可能性を検討した。

2. 試料および試験方法

沖縄・森川地すべり採取試料(425 μm フルイ通過)について、リングせん断試験を行い、大変位の排水せん断（定応力，変位速度 0.01mm/min）により τ_r を求めた（宜保，1994）。また、密度試験，液性・塑性限界試験および粒度試験（JIS A 1202，JIS A 1205 および JIS A 1204）を行い、試料の物理的性質を明らかにした。

比表面積 SSA (m^2/g) の測定は、EGME（エチレングリコールモノエチルエーテル）法によった（江頭ら，1977）。所定の垂直応力の下でリングせん断後，せん断面および非せん断面から分取した細片について SSA を測定した。また， τ_r が既知の土質・地質を異にする地すべり土 10 試料（425 μm ふるい通過）の SSA も測定した。

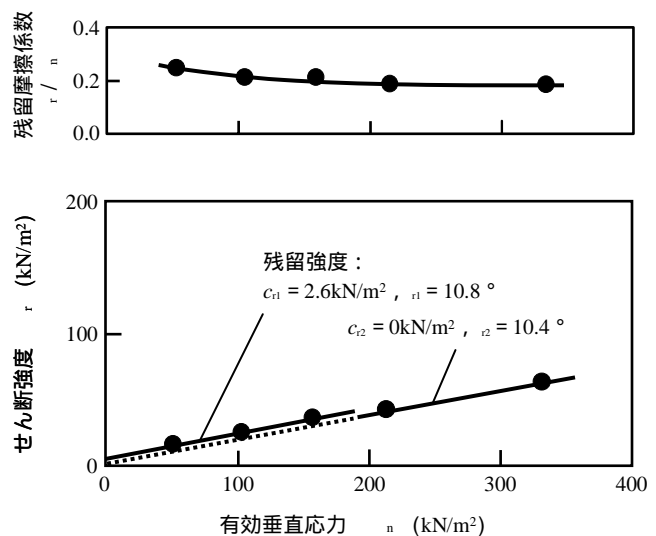


図 - 1 森川試料の残留摩擦係数と有効垂直応力の関係および残留強度包絡線と定数

Fig.1 Relationship between residual friction coefficient and effective normal stress and residual shear strength envelopes and strength parameters for Morikawa soil sample

*琉球大学農学部 Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus

**鹿児島大学大学院連合農学研究科 The United Graduate school of Agricultural Sciences, Kagoshima University

キーワード：土の静力学的性質，残留強度，比表面積

3. 結果および考察

森川試料の物理的性質は、液性限界 $w_L = 69.6\%$ 、塑性指数 $I_p = 46.8$ で、粒度組成は粘土 ($< 2\mu\text{m}$) 分 27.6% 、シルト ($2 \sim 20\mu\text{m}$) 分 28.1% 、細砂 ($20 \sim 200\mu\text{m}$) 分 43.3% 、粗砂 ($200 \sim 425\mu\text{m}$) 分 1.0% であった。

図 - 1 に残留摩擦係数 r/n および残留せん断応力 r と有効垂直応力 n の関係を示す。 r/n は、高い垂直応力レベルで一定となり、低い垂直応力レベルでは n が小さくなるに伴って大きくなった。残留強度定数は、大小二つの垂直応力レベル別に決定した。大小の垂直応力レベルの設定は、上図が直線からわずかに曲線へと移行する変曲点とし、対応する n を境界として、 $n = 50 \sim 150\text{kN/m}^2$ と 200 kN/m^2 以上の二つに分けた。森川試料の残留強度は低い垂直応力レベルにおいて $c_{r1} = 2.6 \text{ kN/m}^2$ 、 $r_1 = 10.8^\circ$ 、高い垂直応力レベルにおいて $c_{r2} = 0 \text{ kN/m}^2$ 、 $r_2 = 10.4^\circ$ となった。残留強度定数は、同一試料でも垂直応力レベルの大小によって異なることから、垂直応力レベル別の残留状態せん断面の発達が異なることを示唆する。

せん断試験後の供試体のせん断面と非せん断面から分取した細片の SSA は、 $n = 50\text{kN/m}^2$ においてせん断面が $201\text{m}^2/\text{g}$ 、非せん断面が $172 \text{ m}^2/\text{g}$ 、 $n = 300\text{kN/m}^2$ においてせん断面が $222 \text{ m}^2/\text{g}$ 、非せん断面が $168 \text{ m}^2/\text{g}$ となり、せん断面細片で大きくなり、また、高い垂直応力レベルにおいて大きかった (表 - 1)。

森川試料を加えた地すべり土 11 試料について、横軸を対数目盛りに取った r と SSA の関係を図 - 2 に示す。両者の関係は良好で、 r は SSA の増加に伴って小さくなった。配向性粘土鉱物を含まない蛇紋岩についても関係直線の近傍にプロットされた。相関式として、 $y = -8.5\text{Ln}(x) + 57.$ が得られた。この関係を充実させることにより、地すべり土の r の迅速推定が可能になると考える。

参考文献

江頭ら (1977) : 粘土科学, 17(2), pp.38-47. 宜保 (1994) : 地すべり, 31(3), pp.46-50. 宜保ら (1992) : 農業土木学会論文集, 159, pp.57-63. 宜保ら (2000) : 農業土木学会論文集, 210, pp.69-74. Lupini et al. (1981) : Géotechnique, 41(1), pp.181-213. Voight, B. (1973) : Géotechnique, 23(2), pp.265-267.

表 - 1 せん断後の供試体から分取した細片の比表面積 SSA

Table 1 Specific surface area SSA of the soil fragment picked from specimens after shear test

| 有効垂直応力 (n) (kN/m^2) | 比表面積 SSA (m^2/g) | |
|--|--|-------|
| | せん断面 | 非せん断面 |
| 50 | 201 | > 172 |
| 300 | 222 | > 168 |

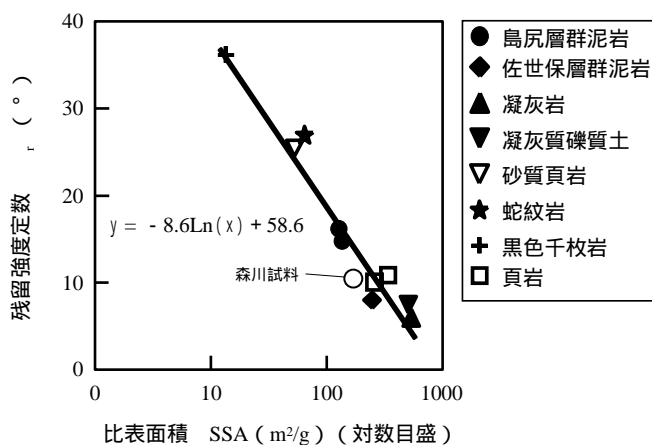


図 - 2 残留強度定数 r と比表面積 SSA の関係

Fig.2 Relationship between residual strength parameters r and specific surface area SSA of landslide soils