

黄土高原地すべり土のせん断強度特性

Shear Strength Characteristics of Soil Samples from Loess Landslide

宜保清一^{*}，中村真也^{*}，陳伝勝^{**}，山下友美^{***}

Seiichi GIBO, Shinya NAKAMURA, Chuansheng CHEN, Tomomi YAMASHITA

1. はじめに

黄土高原の地すべりは、主に降雨が誘因となって引き起こされ、多くは黄土層中にすべり面があるため再滑動しない初生型地すべりであるとの考えが主流であった。一方、最近の研究では、すべり面の位置に基づいて、(A)すべり面が黄土層中にある、(B)すべり面が黄土層と下層の基盤岩との境界付近にある、(C)すべり面が基盤岩にある、の3タイプの類別化がなされている¹⁾。地すべりの発生・再発生機構を考えるにあたっては、黄土とともに基盤の土岩のせん断強度特性を明らかにすることが重要となる。本研究では、Bタイプの廟湾地すべりおよび二道岔地すべりからの採取土についてリングせん断試験を行い、それらの強度特性を明らかにした。

2. 採取試料と試験方法

試料は、廟湾地すべりより採取した馬蘭黄土および二次黄土と、二道岔地すべりより採取した馬蘭黄土および頁岩である。420 μ mふるい通過分をスラリーに調整した試料を所定の垂直応力 ($\sigma_n = 50, 100, 200, 300\text{kN/m}^2$) の下で正規圧密後、リングせん断試験 (定応力, 変位速度 0.01mm/min) を行い、完全軟化強度定数 τ_{sf} および残留強度定数 τ_r を求めた。

3. 試験結果と考察

Fig. 1 に廟湾の馬蘭黄土・二次黄土の、Fig. 2 に二道岔の馬蘭黄土・頁岩のリング試験結果を示す。馬蘭黄土(廟湾)の応力 - 変位曲線は、せん断変位 $D=20\text{mm}$ で摩擦係数 $\tau_{sf}/\sigma_n' = 0.700$ のピークを示した後漸減し、 $D=150 \sim 200\text{mm}$ の大变位を経て $\tau_r/\sigma_n' = 0.600$ 前後と高めの残留状態に至った ($\sigma_n' = 300\text{kN/m}^2$)。 $\sigma_n' = 100\text{kN/m}^2$ 時のせん断挙動は、ピーク後、 $\tau_r/\sigma_n' = 0.65$ の残留状態に至った。これは主にシルトと細砂からなる試料においてよく見られる現象で、低い垂直応力の下では拘束圧が弱いため、土粒子相互の干渉作用が活発となり、せん断面付近の土粒子が配向しないためである。馬蘭黄土(二道岔)でも同様の挙動を示した。二次黄土では、 $D=15\text{mm}$ で $\tau_{sf}/\sigma_n' = 0.600$ のピークを示した後、 $D=100\text{mm}$ の大变位を経て $\tau_r/\sigma_n' = 0.500$ の残留

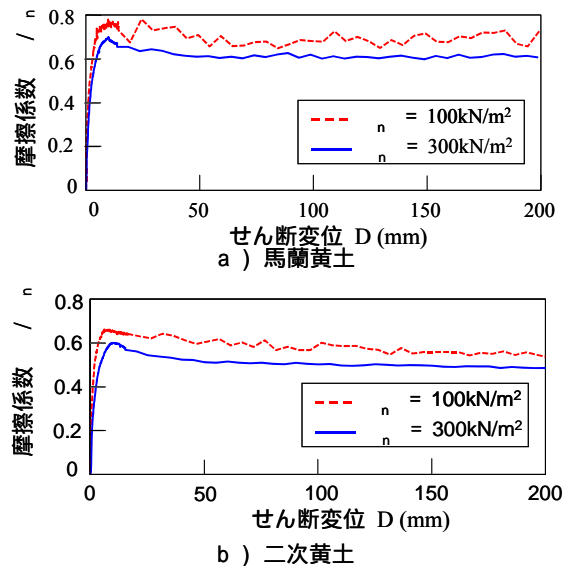


Fig.1 廟湾地すべりの馬蘭黄土および二次黄土試料の応力 - 変位曲線
Stress-displacement curves for the Malan and secondary loesses from Miaowan landslide

^{*} 琉球大学農学部 Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus キーワード：土の静力学的性質，せん断強度，リングせん断
^{**} 鹿児島大学大学院連合農学研究科 The United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima University
^{***} 琉球大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, University of the Ryukyus

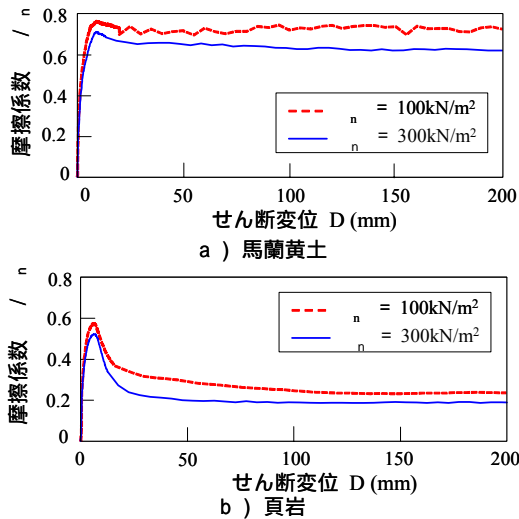


Fig.2 二道岔地すべりの馬蘭黄土および頁岩試料の応力-変位曲線
Stress-displacement curves for the Malan loess and shale from Erdaocha landslide

強度に至った ($\sigma_n' = 300 \text{ kN/m}^2$)。頁岩では、 $D=10 \text{ mm}$ で $\tau_{sf}/\sigma_n' = 0.542$ のピークを示した後急減し、 $D=150 \text{ mm}$ 付近で $\tau_r/\sigma_n' = 0.200$ の残留強度に至った ($\sigma_n' = 300 \text{ kN/m}^2$)。 $\sigma_n' = 300 \text{ kN/m}^2$ における強度低下率は、馬蘭黄土(廟湾)で 11.2%，二次黄土で 22.9%，馬蘭黄土(二道岔)で 15.6%，頁岩で 64.6% だった。頁岩試料は他の 3 試料とはかなり異なり、大きな強度低下率を示した。

粘着力 $c = 0$ として得た ϕ_{sf} および ϕ_r は、馬蘭黄土(廟湾)で $\phi_{sf} = 36.1^\circ$ 、 $\phi_r = 33.0^\circ$ 、二次黄土で $\phi_{sf} = 31.4^\circ$ 、 $\phi_r = 25.2^\circ$ 、馬蘭黄土(二道岔)で $\phi_{sf} = 36.1^\circ$ 、 $\phi_r = 31.9^\circ$ 、頁岩で、 $\phi_{sf} = 28.2^\circ$ 、 $\phi_r = 10.8^\circ$ を得た。

頁岩試料の残留強度 $\phi_r = 10.8^\circ$ は、かなり低く、地すべりの発生・再発生機構を考える上でキーとなる。

参考文献

- 1) 孫ら (2004): 中国・寧夏南部の黄土地すべりの特徴とすべり面の位置による分類, 自然災害科学, 23(1), pp.79-92.
- 2) 宜保ら (1998): 黄土高原固原地区の廟湾(Miaowan)地すべりについて, 第 79 回農業土木学会九州支部講演集, 農業土木学会, pp.243-246.

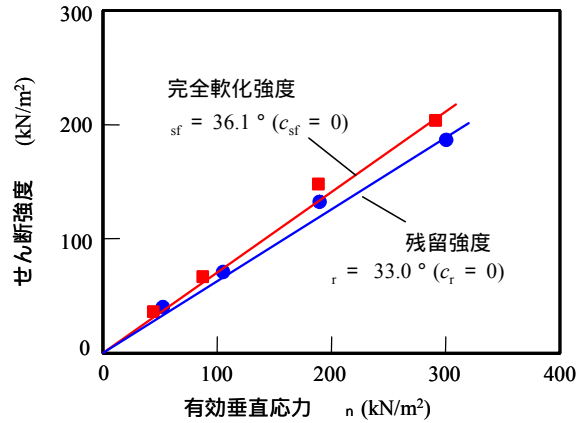


Fig.3 馬蘭黄土(廟湾)の完全軟化強度および残留強度定数
Fully-softened and residual strength parameters for the Malan loess from Miaowan landslide

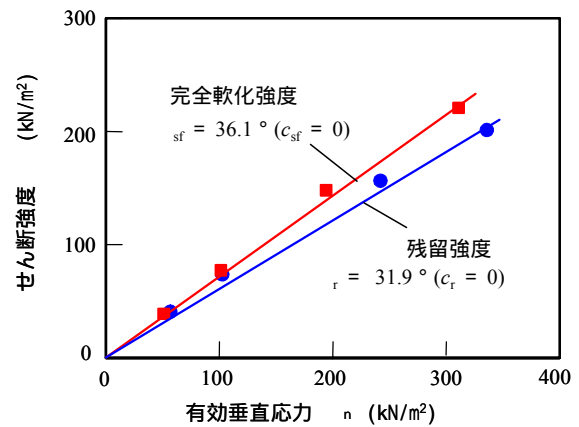


Fig.4 馬蘭黄土(二道岔)の完全軟化強度および残留強度定数
Fully-softened and residual strength parameters for the Malan loess from Erdaocha landslide

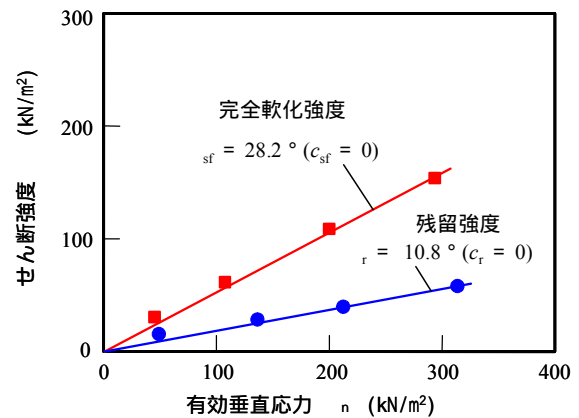


Fig.5 頁岩試料(二道岔)の完全軟化強度および残留強度定数
Fully-softened and residual strength parameters for the shale from Erdaocha landslide