

沖縄，安里地すべりの発生機構と土質強度

Shear strength characteristics and slide mechanism of mudstone landslide, Asato, Okinawa

木村 匠^{*}, 宜保 清一^{**}, 中村 真也^{**}
Sho KIMURA, Seiichi GIBO, Shinya NAKAMURA

1. はじめに

安里地すべりは，平成 18 年 6 月 10 日に沖縄県中城村安里地内において，梅雨の長雨と豪雨を誘因として発生した準初生泥岩地すべりである¹⁾。流動化した舌端部が住宅の近くにまで押し寄せ，最終的な地すべり長は約500mにも及び，近年の島尻層群泥岩地帯の地すべり災害^{2)~8)}では特異な形態と規模であった。本地すべりの不安定化要因としては，地質構造的弱面が潜在すべり面となっているだけでなく，地すべり斜面下半部の古い地すべり地形の存在と深い関わりがあったと考えられる。

本研究では，まず，安里地すべりの採取土について土質強度測定試験を行い，強度特性を明らかにした。次に，すべり形態，すべり面の状態を勘案し，土質試験により得られた強度定数を活用して，地すべりの発生機構について検討した。

2. 試料および試験方法

試料はスリーブ内蔵式 3 重管式コアチューブを用いたサンプリングにより採取したすべり面付近土を用いた。土質強度の測定は，不攪乱試料について三軸圧縮試験(CU)を，425 μ mふるい通過再調整試料についてリングせん断試験⁹⁾(定応力，変位速度 0.01mm/min)を行った。

3. 地すべりの発生機構と土質強度

採取した破碎泥岩試料の三軸圧縮試験結果をモールの応力円で整理し， $c_f = 12.1 \sim 52.8 \text{ kN/m}^2$ ， $\phi_f = 29.9^\circ \sim 33.0^\circ$ の範囲の定数を得た。

再調整試料のリングせん断試験結果は，粘着力 $c = 0$ として完全軟化強度定数 $\phi_{sf} = 27.8^\circ$ および残留強度定数 $\phi_r = 10.8^\circ$ を得た。

図 - 1 に示す地すべり停止時について，すべり面付近土の強度定数を活用して安定解析を行った。計算は，すべり土塊を二次元で取り扱い，修正簡便法によった。地下水位は調査

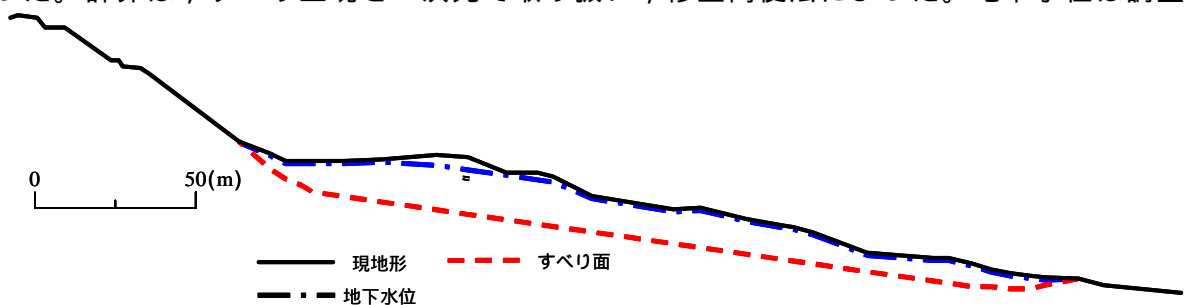


図 - 1 地すべり停止時の安定解析断面図

Fig.1 The cross section for stability analysis at the time when the landslide was recession period

^{*}琉球大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, University of the Ryukyus キーワード：土の静力学的性質，土質強度，安定解析
^{**}琉球大学農学部 Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus

結果に基づき $GL - 3m$ とした。安全率 $F_s = 1.00$ として式 $c = -86.3 \cdot \tan \phi + 27.8$ が導ける。すべり停止時のすべり面は、ボーリングコアより斜面中・上部部に残留強度 ($c_r = 0kN/m^2$, $\phi_r = 10.8^\circ$) が、下方部に強風化破碎ピーク強度 ($c_f = 12.1kN/m^2$, $\phi_f = 29.9^\circ$) が動員されると考える。「残留係数を導入した安定解析法」⁶⁾ の考え方に基づき、残留係数¹⁰⁾ $R = (\phi_r - \phi) / (\phi_f - \phi) = 0.75$, すべり面平均強度定数 $\bar{c} = 3.03kN/m^2$, $\bar{\phi} = 16.0^\circ$ が決まる。図 - 2 は本解析手法を図解的に示したものである。図 - 3 は、地すべり発生時の地形断面図で、現地地形断面と発生前の平面図等を基に再現したものである。まず、すべり停止時の地下水位 ($GL - 3m$) を充て、式 $c = -103.1 \cdot \tan \phi + 83.0$ ($F_s = 1.00$) となった。次に、すべり面について、地すべりの上半部では、古い地すべりの移動に伴って押さえ応力が軽減し、横圧解放により地盤が進行性破壊的に弱化し、地すべり下半部で古い地すべり面が本体のすべり面へ転化したことが推測される。前者に破碎ピーク強度 ($c_f = 52.8kN/m^2$, $\phi_f = 33.0^\circ$) が、後者に残留強度が動員されるとして「残留係数を導入した安定解析法」より、 $R = 0.37$, $\bar{c} = 33.43kN/m^2$, $\bar{\phi} = 25.7^\circ$ を得た (図 - 4)。地すべり発生時において、すべり面に破碎ピーク強度を単独で適用した場合、 $F_s = 1.44$ となり地すべり発生には至らず、地すべり発生には $R = 0.37$ の残留強度の関与が必要であることを明らかにした。

参考文献 1) 宜保ら (2006) : 地すべり, Vol.43, No.2, pp.44 - 47. 2) 宜保ら (1981) : 地すべり, Vol.18, No.2, pp.11 - 18. 3) 宜保ら (1984) : 地すべり, Vol.20, No.4, pp.1 - 6. 4) 宜保ら (1986) : 地すべり, Vol.23, No.3, pp.15 - 20. 5) 佐々木ら (1990) : 地すべり, Vol.27, No.2, pp.31 - 37. 6) 宜保清一 (1996) : 地すべり, Vol.33, No.2, pp.46 - 50. 7) 周ら (1996) : 地すべり, Vol.32, No.4, pp.26 - 33. 8) 中村真也ら (2004) : 農土木学会論文集, No.229, pp.47 - 53. 9) 宜保清一 (1994) : 地すべり, Vol.31, No.3, pp.24 - 30. 10) Skempton, A.W. (1964) : *Geotechnique*, 14(2), pp.77-101.

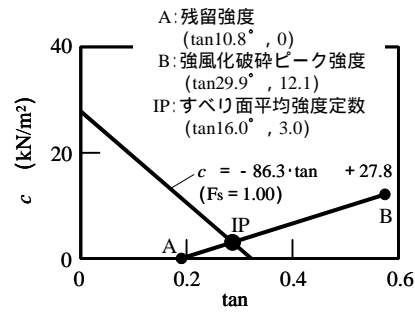


図 - 2 残留係数を導入した安定解析結果(停止時)
Fig.2 The $c - \tan \phi$ relationship from the stability analysis in which the residual factor is incorporated at the time when the landslide was recession period

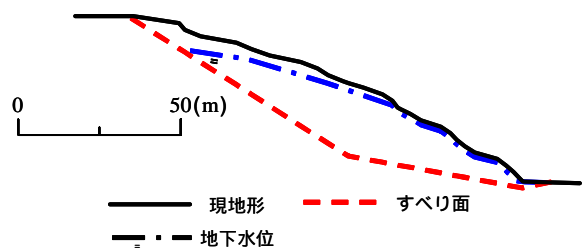


図 - 3 地すべり発生時の安定解析断面図
Fig.3 The cross section for stability analysis at the time when the landslide was occurred

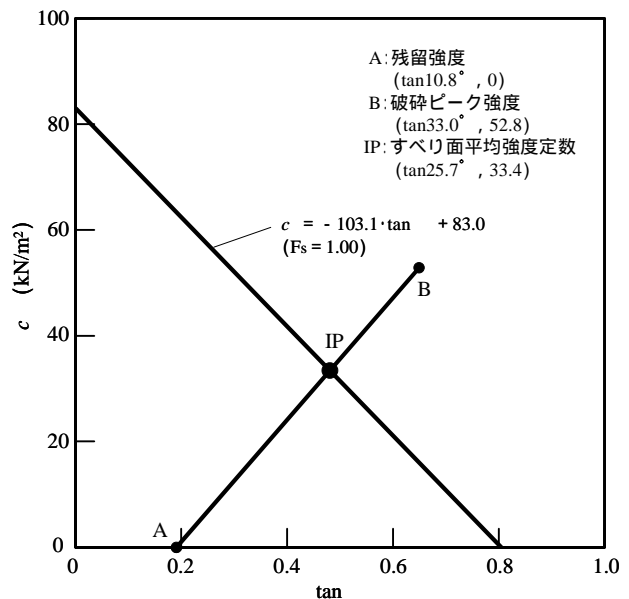


図 - 4 残留係数を導入した安定解析結果(発生時)
Fig.4 The $c - \tan \phi$ relationship from the stability analysis in which the residual factor is incorporated at the time when the landslide was occurred