

(株) 沖繩技術コンサルタント 小波蔵 政良

○吉 沢 光三

新 垣 康徳

1. まえがき

島尻層泥岩土地帯にみられる地すべりは小規模なものが多く、それらはほとんどが崩壊的性質を有し、基礎岩の崩落や侵食によって形成された崩積土層や強風化部分において多く発生している。今回起きた地すべり性崩壊は巾約5m、長さ25m程度の非常に小規模的なものであるが、ボーリング調査の結果で推定した(図-2)すべり面と、実際のすべり面が異なっているので地質的背景等の考察を行い、それぞれ(図-1)の各所で得られた試料について試験を行なって検討したので報告する。

2. 地すべり性崩壊の概況

本地すべり性崩壊地は、標高150m程度の丘陵地で北東、南東及び南西側にゆるやかな傾斜面を有したところである。民家の庭先に小さなクマツ等が生じたため早急に対策を講じるとともに詳細調査が行われた。

3. 地質、土質

地質は沖縄本島中南部に広く分布する第三紀の島尻層泥岩に属する。一般に島尻層群には小断層がみられ、正断層が圧倒的に多い。本地すべり性崩壊斜面にもみられ、その面は不連続面を有し間隙性に富み複雑である。また面には酸化鉄等によるいわゆるさびのみられるものが多く、ところによつては鏡肌(slickenside)も発達している。

土質は、軟岩と土の境界領域に在るため地山状態では非常に硬く支持層となっているが、切り土や掘削により、様相が一変する。大気とさらすと風化が速く、乾湿のくり返しにより、容易に崩壊し、細粒化が進み浸水状態では吸水軟化し強度低下が著しい²⁾。

4. 結果及び安定解析

ボーリング調査も行なった結果、図-2にみられるように、ボーリングで得られた推定すべり面と実際のすべり面が異なっていることが判明した。実際のすべり面は泥岩中にあり、前述したように不連続面を有し間隙性に富み、面には酸化鉄等によるさびがみられモザイク状になっていた。このようなことから、地すべり性崩壊は泥岩自体が崩壊しやすいことと、風化しやすいことと原因があるものと思われる。また、泥岩の小断層、節理面、層理面及びき裂が内在していることが地すべり性崩壊の素因となっているようである。

試料採取を行い、物理試験及び三軸試験を行った。試料採取は、基礎で(S-1)ある泥岩土と風化した(S-

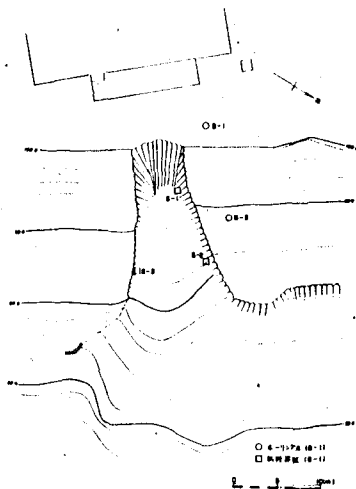


図-1 地形平面図

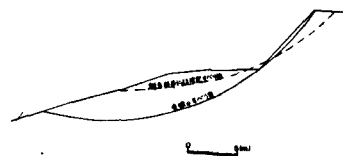


図-2 断面図

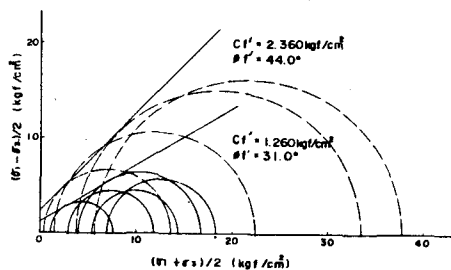


図-3 モールの応力円

2. 3) (地すべりを起こした土、つまり基盤岩と風化帯の境界面上部)である。これらの試料について三軸圧縮試験結果を基にしてモールの応力円を描いたものが図-3 (試験JCU、間接水圧判定、有効応力解析)である。これより通常求められるようにしてピーク粘着力(C_f)及びピークせん断抵抗角(ϕ_f)を求めると、泥岩土 $C_f=2.36 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $\phi_f=44.0^\circ$ 、風化土 $C_f=1.26 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $\phi_f=31.0^\circ$ を得る。表-1にそれぞれの物理特性を示す。

	S-1	S-2	S-3	注
Wp (%)	21.5	35.6	40.0	S-1: 基盤土
Gs	2.705	2.770	2.708	
Vt (sec/m)	0.025	1.910	1.890	S-2: 風化土
Clay frac (%)	60.4	94.2	96.2	S-3: "
W (%)	54	60.2	25.2	風化土: 砂り
Lp (%)	23.2	22.6	25.2	風化土: 砂り
Ip (%)	30.9	37.4	33.5	風化土: 砂り

表-1 物理特性

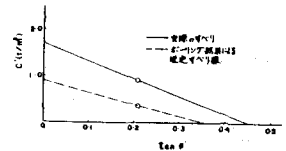


図-4 $C-\phi$ 図

地すべり安定解析においてすべり面に働く平均せん断強度定数を決めることは、対策上や新たな計画断面の設計等で最も重要である。しかし現状ではこれらの定数の決定法がないために逆算より求められる $C'-\phi'$ 関係において一方の定数を仮定して他方を求めており、それも慣例法に基づいている。この方法に基づいて $C'-\phi'$ 関係を示したのが図-4である。泥岩のより高過圧密粘土のルーチンテストに基づく安定解析では地すべり発生を十分に説明できない。つまり表-2に示されるように、ピーク強度定数 C_f 、 ϕ_f を用いた場合過大の安全率が得られ、残留強度定数 C_{dr} 、 ϕ_{dr} を用いた場合 $F_s < 1$ となり、実際とは矛盾するため、平均せん断強度ではピーク強度と残留強度の間に位置すると考えるのが自然である。そこで、Skempton の残留係数 R と $C'-\phi'$ 関係式とモール・クーロンの破壊基準を導入することにより、 C' 、 ϕ' の決定が可能になる。

表-2 安全率

強度定数	安全率
$C_f = 23.60 \text{ t/m}^2$ $\phi_f = 44.0^\circ$	$F_s = 15.38$ $F_s = 8.39$
$C_{dr} = 0$ $\phi_{dr} = 10.7^\circ$	$F_s = 0.42$
$\bar{C}' = 0.920$ $\bar{\phi}' = 12.4^\circ$	$F_s = 1.00$

すなわちそれは次式のように表わされる。

$$\sigma = \{R \cdot C_{dr} + (1-R)C_{df}\} + \sigma_n' \{R \tan \phi_{dr} + (1-R) \tan \phi_{df}\} \quad \text{----- (1)}$$

ここで σ はそれぞれ次式で算定される。

$$\bar{\sigma} = RC_{dr} + (1-R)C_{df} \quad \text{----- (2)} \quad \tan \bar{\phi}' = R \tan \phi_{dr} + (1-R) \tan \phi_{df} \quad \text{----- (3)}$$

ここで、ピーク強度定数は三軸圧縮試験で得られた結果を用い、残留強度定数は $C_{dr} = 0$ 、 $\phi_{dr} = 10.7^\circ$ を引用する。

よって、関係式 $\bar{C}' = -3.960 \tan \bar{\phi}' + 1.783$ から $\bar{\sigma}_n' = 3.960 \text{ t/m}^2$ 、 $\bar{\sigma} = 1.783 \text{ t/m}^2$ であるので、せん断強度定数とモール・クーロン式から $\bar{C}_{df} = 27.425 \text{ t/m}^2$ 、 $\bar{C}_{dr} = 7.480 \text{ t/m}^2$ となり、 $R = 0.961$ となる。これらの値を(2)、(3)式に代入すれば $\bar{C}' = 0.920 \text{ t/m}^2$ 、 $\tan \bar{\phi}' = 0.220$ を得る。以下同様にして計算を行なうのが図-4の0印である。

5. おわりに

島尻層泥岩で起きる地すべりは、比較的小規模でもそれらほとんどが地質的背景に大きく影響しているとともに、泥岩の残留強度にも影響している。図-4に示されるように、泥岩地帯では実際のすべりと調査結果に基づく推定すべり面には大きく異なるが生じ、それらの値も異なり実際に起きて始めてわかるケースがある。地すべり解析を行なうにあたり、強度低下は明らかであるが、泥岩の特性や生成過程及び風化機構、地質構造等を十分に調査し解析しなければならぬだろう。

参考文献

- 1) 江育哲人：沖縄本島の島尻層群中にみられる小断面の性状と新旧関係、琉球列島の地質的考察(1978)
- 2) 宜保清一 森田勲 吉沢光三：真地団地内地すべり性崩壊の発生要因と対策に関する一考察 第16回大震災学
- 3) 宜保清一 小波蔵政良 吉沢光三：那覇市真地団地内地すべり性崩壊の発生要因と平均せん断強度定数の決定

地すべり(1981)