

地すべり安定解析における すべり面強度の決定について

(株)新東京ジオ・システム

瀬野孝浩

○佐藤拓二

1.はじめに

活動中の地すべりにおけるすべり面強度の決定は安定解析に大きな影響を及ぼすものと考えられる。また、地すべり対策においても重要な位置にあると考えられる。今回ご紹介するのは、活動中の地すべりにおけるすべり面強度の決定に土質試験(繰返し一面せん断試験)を利用した一事例を紹介する。

2.地すべり活動状況

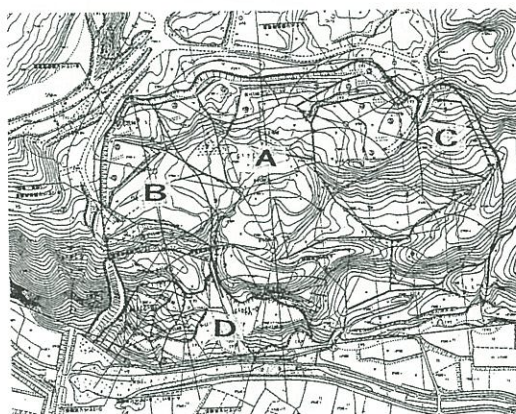
事例となった地すべり地は山形県の南西部に位置している。地すべり地はABCDの4ブロックに区分される。現時点において調査が進んでいるブロックはBブロックである。

地すべり地の地質状況は上位崩積土(礫混り粘土・粘土質砂礫)、風化岩(シルト岩・砂岩・礫岩)、基岩(シルト岩・砂岩・礫岩)となっており、ブロック中央部には向斜軸が推定されており船底型の推積状況を示している。

Bブロックでの概要は次のとおりである。

- ・Bブロック頭部付近は、地すべり発生当初より滑落崖方向に傾斜しつつある。
- ・風化シルト岩内には鏡肌が存在している。
- ・歪計観測の結果、鏡肌付近において準確定程度の歪が検出され、一時的に顕著な累積が認められる。
- ・ブロック内には被圧地下水が無数に存在している。

以上の結果から、緩慢ながらも活動中であることが明確であり、すべり面は歪検出深度及びブロック内の地質構造に支配された風化シルト岩に沿った船底型のすべり面と推定した。



3.すべり面強度の決定

通常、すべり面強度(C, φ)は地すべりを構成する地質、すべり面形状、地表勾配ならびに一般すべり面強度(表-1)などを参考として、現在有していると推定される安定度を考慮して決定している。

表-1 地質(土質)特性に伴うC、φ決定基準

地すべり土塊の 主要構成地質	一般土塊強度		主対象となる 地すべりタイプ
	粘着力(C)	内部摩擦角(φ)	
粘性土	1.0~4.0t/m ²	5~10°	弧状すべり
砂質土	0.5~2.0t/m ²	10~25°	直線すべり
D t 及び W t	C ≤ 3.0t/m ²	φ ≤ 10°	一般地すべり
W t ~ W t	C ≤ 4.0t/m ²	φ ≤ 10°	岩盤すべり
表層土及び泥炭	C ≤ 1.0t/m ²	φ ≤ 10°	—

ここで、Bブロックは活動状況を考慮し、F_{so}=0.98とし、すべり面強度を以下の様に推定した。

・粘着力(C)

粘着力は活動中の地すべりを除けばすべり面粘土の土質以外に一義的に決定する手段がなく、一般的には下式を参考として求められることが多い。

$$*C=1/10 \times h(\text{kN/m}^2)$$

h:地すべり最大層厚

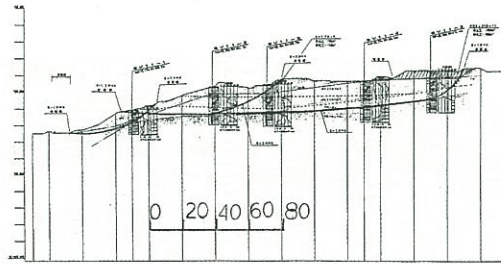


図-2 安定解析断面図

Bブロックの場合、観測結果から活動中であることが明確であったことから粘着力は非常に小さいものと考えられるが最も安全側に配慮して粘着力を $0.00\text{kN}/\text{m}^2$ と設定した。

・内部摩擦角(Φ)

内部摩擦角については、粘着力を $0.00\text{kN}/\text{m}^2$ と設定し、逆算により $\Phi=8.71^\circ$ と設定した。

4.すべり面強度の妥当性

活動中の地すべりにおいて一般的に行われているすべり面強度(特に内部摩擦角)の妥当を判断する目的ですべり面が形成されていた風化シルト岩において土質試験を行った。

4.1 土質試験法

Bブロックは緩慢ながらも活動中であることが明確であることから表-2を参考に繰返し一面せん断試験を選択した。表-2によれば、地すべり地形を示すすべり面等の分離があり、過去の地すべりの経歴を持つブロックについて、設計強度定数の取り方を3つのケースに分類している。

- a. 活動中の休止した古い地すべり
→ 完全軟化強度(ピーク強度)
- b. 移動量が小さく断続的活動の地すべり
→ 中間強度(分離面形成時強度)
- c. 移動量が大きく活動中の地すべり
→ 残留強度

また、日本大学理工学部釜井俊孝専任講師も上記のb)に相当する「分離面形成時強度(中

間強度)」を提唱しており、その強度がすべり面の全域で変動が認められる地すべりの安定度を良く表現できているとしている。

4.2 試験結果

今回すべり面が確認された風化シルト岩にはついても、完全軟化試料(スラリー試料)を用いた定体積繰返し一面せん断試験を4試料実施し、土塊強度についての検討を行って見た。その結果を以下に示す。

- ・完全軟化強度(ピーク度:a)
 $C=0.0\text{kN}/\text{m}^2$ $\Phi=15.39\sim 16.56^\circ$
- ・中間強度(分離面形成時強度:b)
 $C=0.0\text{kN}/\text{m}^2$ $\Phi=9.50\sim 11.90^\circ$
- ・残留強度
 $C=0.0\text{kN}/\text{m}^2$ $\Phi=6.28\sim 9.38^\circ$

以上が4試料から得られた試験結果である。

この試験結果と前述の逆算したすべり面強度(内部摩擦角)を比較すると、すべり面強度は試験結果の中間強度(分離面形成時強度)と残留強度の中間的な値を示している。また、Bブロックの活動状況から土塊強度は残留強度よりも多少大きな値と判断される。よって、先に設定したすべり面強度がほぼ妥当であると判断し、安定解析にもこのすべり面強度を使用した。

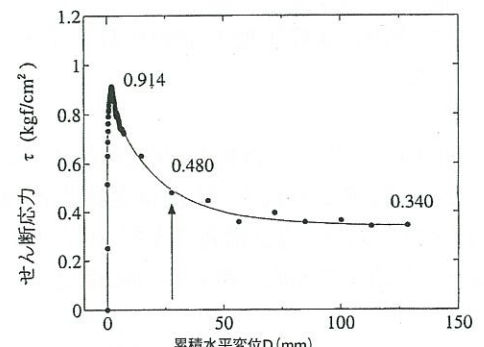


図-3 繰返し一面せん断試験結果

5.まとめ及び今後の課題

今回、活動中の地すべりに対してのすべり面強度の設定に対して一般的な逆算法に疑

