

地すべり粘土の強度増加について

九州産業大学大学院 学生員 ○ 西川 醇太郎
九州産業大学工学部 正会員 奥園 誠之
同 上 正会員 松尾 雄治

1. はじめに

現在、盛土の安定性は一般にすべり破壊に対する安全率の値で評価され、通常1.2~1.3程度を安全値の日安にしている。地すべりの安定解析におけるすべり面のせん断強さは、現況安全率を1.0として滑動力から逆算して求めるのが一般的である。しかし、地すべりブロック上に盛土を緩速施工で行うような場合、盛土荷重によってすべり面の粘土の圧密が進行し、それに伴いせん断強さが増加することが考えられ、現手法では過大設計の可能性がある。このことは、緩速施工において粘土の強度増加を加味した安定解析を行うことで、より経済的な設計へ結び付く可能性がある。本実験では、すべり面粘土に対して上載荷重を増加させながら、せん断試験（応力制御）を行い、そのせん断強度の変化率（強度増加率）を求め、対策工の設計へ反映させようとするものである。

2. 実験方法

本試験では、実際に地すべりを起こした北海道（ $\rho_s=2.659$, $WL=96.2$, $I_p=57.60$ ）
四国（ $\rho_s=2.668$, $WL=32.0$, $I_p=22.54$ ）
佐賀（ $\rho_s=2.755$, $WL=33.0$, $I_p=18.76$ ）
の粘性土を850 μ mのふるいで選別し、圧密応力0.5kgf/cm²であらかじめ予圧密した試料を用いた。この試料からリング試験 供試体（外径15.0、内径10.0幅2.5、高さ2.0cm）せん断速度0.1°/min、一面せん断試験 供試体（直径6.0高さ2.0cm、）せん断速度0.1mm/minで垂直応力0.5、1.0、1.5、2.0kgf/cm²の各段階で $\sqrt{t}$ 法でt90による一次圧密終了を確認し、圧密が落ち着いてからせん断を行った。両試験とも圧密非排水条件下で行った。

3. 実験結果および考察

リングせん断試験結果図-(3)において、垂直応力0.5kgf/cm²においては、プレロードと同じ力のためせん断応力はあまり大きくないが1.0kgf/cm²以上はせん断応力の急激な上昇、増加が段階を追うごとにみられる。垂直変位においては、垂直応力が増加するごとに変位量は小さくなっている。c、 ϕ グラフで一面试験 図-(1) とリングせん断試験 図-(2) を比較して見ると、一面せん断試験はプロットにばらつきがあるが、リングせん断試験はきれいな直線を描いている。これは、荷重ごとに供試体を取り替えるのと同一供試体を連続でせん断す

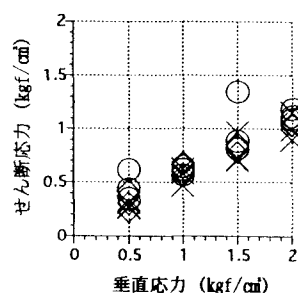


図-(1) 一面せん断試験 (CU)

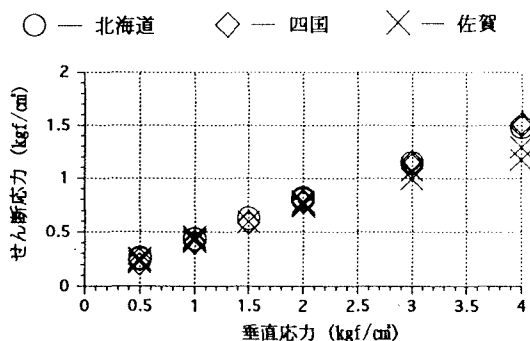


図-(2) リングせん断試験 (CU)

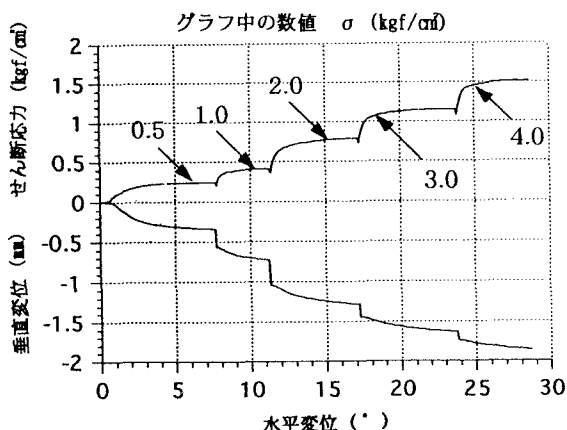


図-(3) リングせん断試験 CU (四国)

るのとの差であると思われる。またリングせん断試験のほうがc、φが小さな値を示すのは垂直応力が変わっても同一（又はそれに近い）せん断面ができるためと思われる。

4. 仮想盛土の安定解析と結果

地すべり地盤上の盛土の安定解析のケーススタディーとして、舟形すべり面上の盛土構造物を仮定し、分割法を用いて行った。盛土荷重による圧密に伴うせん断強度の増加を考慮に入れた安定計算を行った。式(1)から、 $c=1.5tf/n$ と仮定し、 $\phi=0.254$ を逆算した。従来使われている安定計算式(2)でφ1を使って計算した。式(3)は盛土によるせん断強度増加を得られる場所とそうでない場所を盛土領域内と外に分け、実験から求めたφ2と逆算で求めたφ1を使って計算した。

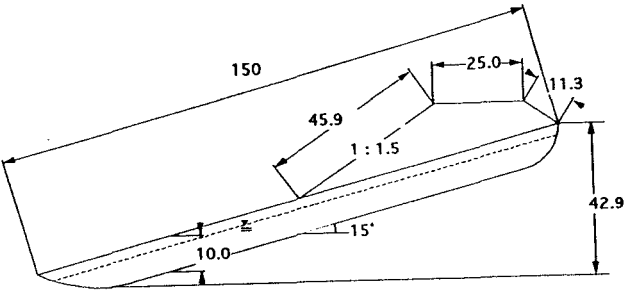


図 - (4) 仮想盛土モデル (m)

$$Fs = \frac{\sum (c \cdot l_n + (N_n - U_n \cdot d_n) \tan \phi_1)}{\sum T_n} \dots\dots\dots (1)$$

$$Fs1 = \frac{\sum (c \cdot l_n + ((N_{n1} + N_{n2}) - U_n \cdot d_n) \tan \phi_1)}{\sum (T_{n1} + T_{n2})} \dots\dots\dots (2)$$

$$Fs2 = \frac{\sum (c \cdot l_n + (N_{n1} - U_{n1} \cdot d_{n1}) \tan \phi_1) + ((N_{n1} + N_{n2}) - U_{n2} \cdot d_{n2}) \tan \phi_2}{\sum (T_{n1} + T_{n2})} \dots\dots\dots (3)$$

C: 粘着力、 Un: 水圧、 dn: スライス幅、
Nn1: 盛土外領域の抵抗力、 Tn1: 盛土外領域の滑動力、 φ1: 逆算による強土増加率、
Nn2: 盛土内領域の抵抗力、 Tn2: 盛土内領域の滑動力、 φ2: 実験による強土増加率、
Fs1: 従来の求め方による安全率、 Fs2: 強度増加を考慮した安全率、

上記の方法で北海道、四国、佐賀の試料での実験値φ2を用いて解析してみると、逆算φ1で求めたFs=0.95に対し、北海道ではFs=1.16、四国ではFs=1.20、佐賀ではFs=1.22、という結果より0.2~0.25の安全率の増加がみられる。

	逆算 φ1	安全率 Fs1	実験値 φ2	安全率 Fs2
北海道	0.254	0.953	0.354	1.16
四国	0.254	0.953	0.374	1.20
佐賀	0.254	0.953	0.384	1.22

表 - (1)

5. まとめ

- 1. 盛土荷重による圧密強度増加を考慮に入れた安定計算から従来の過大評価を和らげることができる。
- 2. 今後の課題として現場におけるすべり面粘土の圧密が実際にどのように進行して行くのかを計測確認する必要がある

あとがき この研究に際し一連の実験は、本学土木工学科卒業研究生 下田 寛志、西尾 哲也、脇山 善嗣 君らの協力に感謝します。