

Ⅲ - A182

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程度を安全値の目安にしている。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土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、四国、佐賀の粘性土を $850\mu\text{m}$ のふるいで選別し、圧密応力 0.049MPa 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 $0.1^\circ/\text{min}$ で垂直応力 $0.049, 0.098, 0.196, 0.294, 0.392\text{MPa}$ 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圧密非排水条件下でせん断を行った。

3. 実験結果および考察

リングせん断試験結果より c, ϕ グラフ
図-(1)では各荷重段階でのせん断応力のピークをプロットしたものできれいな直線を描いている。これは、同一供試体を連続でせん断するため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。

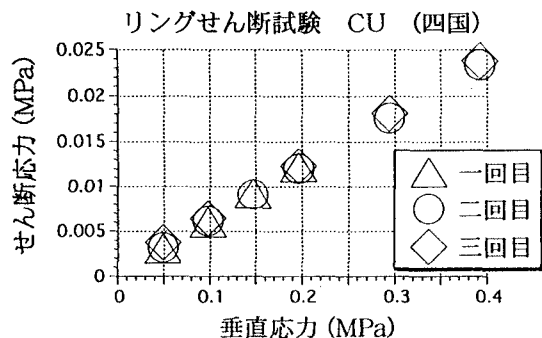
4. 仮想盛土の安定解析と結果

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、 $Fs=1.0$ として $c=0.0147\text{MPa}$ ($1.5tf/m^2$)と仮定し、 $\tan\phi=0.246$ を逆算した。従来使われている安定計算式(2)で ϕ を使って計算した。式(3)は盛土

リングせん断試験、盛土の安定解析、地すべり粘土の強度増加

〒813 福岡県福岡市東区松香台2丁目3番1号 TEL 092-673-5685 FAX 092-673-5699



せん断応力と垂直応力の関係 図-(1)

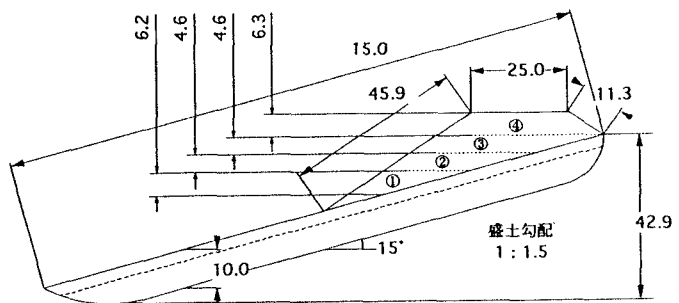


図 - (2) 仮想盛土モデル (m)

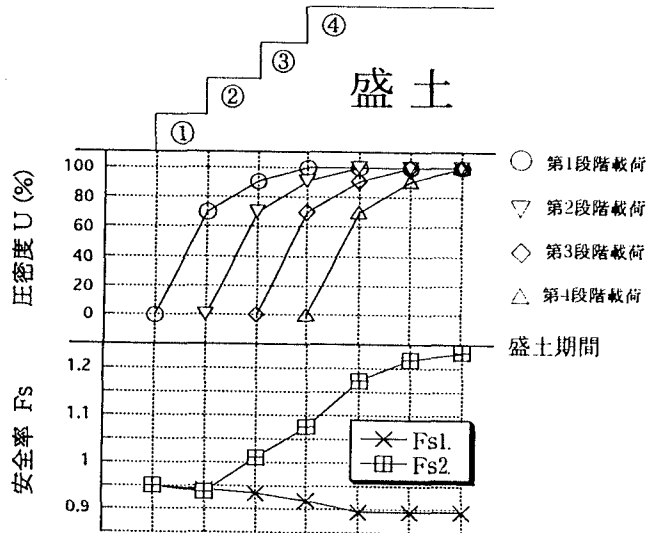
による圧密により強度増加を考慮し、強度増加を得られる場所とそうでない場所を盛土領域内と外に分け、実験から求めた ϕ_{cu} （ここでは ϕ_2 とする）と逆算で求めた ϕ_1 を使って計算した。また、盛土施工時は、一段目の盛土の圧密度が70%に達してから二段目の盛土を施工、三段目の盛土施工時点では、一段目、二段目の盛土の圧密度90%、70%、四段目の盛土施工時点では、一段目、二段目、三段目の盛土の圧密度100%、90%、70%にそれぞれ達していると仮定し各段階での安全率を求めた。

四国の例を図-（3）に示す。

d1：スライス幅、u1：水圧

U：圧密度、c：粘着力、

N1：盛土外領域の抵抗力 N2：盛土領域の抵抗力



载荷段階における圧密度と安全率の関係 図-（3）

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

T1：盛土外領域の滑動力

T2-n：盛土領域の滑動力

ϕ_1 ：逆算による強土増加率

ϕ_2 ：実験による強土増加率

$$(1) \quad F_s = \frac{\sum (c \cdot l_n + (N_n - u_n \cdot d_n) \cdot \tan \phi_1)}{\sum T_n}$$

$$(2) \quad F_{s1} = \frac{\sum (c \cdot l_1 + (N1 + N2 - n - u_1 \cdot d_1) \cdot \tan \phi_1)}{\sum (T1 + T2 - n)}$$

$$(3) \quad F_{s2} = \frac{\sum (c \cdot l_1 + (N1 + N2 - n - u_1 \cdot d_1) \cdot \tan \phi_1 + N2 - n \cdot U \cdot (\tan \phi_2 - \tan \phi_1))}{\sum (T1 + T2 - n)}$$

上記の方法で逆算による $\tan \phi_1$ 北海道、四国、佐賀の試料での実験値 $\tan \phi_2$ を用いて安全率を算出してみると、右の表の様な結果が得られた。Fs1においては、盛土を載荷するにつれ安全率が低下していくため抑止杭などによる対策が必要である。Fs2においては、一段目の盛土した時点では安全率が1.0をきるので、地下水をうまく排水させ間隙水圧を低下させるていどの対策でよいと思われる。以後は安全率は上昇していくため排水による効果も含めより盛土の安定が見込まれる。

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。

	1 段階	2 段階	3 段階	4 段階
逆算	$\tan \phi_1 =$	0.246		
Fs1 =	0.992	0.985	0.969	0.944
佐賀	$\tan \phi_2 =$	0.6008		
Fs2-1 =	0.988	1.060	1.126	1.224
Fs2-2 =	1.025	1.111	1.182	1.283
四国	$\tan \phi_2 =$	0.6128		
Fs2-1 =	0.991	1.066	1.136	1.238
Fs2-2 =	1.030	1.120	1.194	1.299
北海道	$\tan \phi_2 =$	0.5543		
Fs2-1 =	0.976	1.034	1.085	1.170
Fs2-2 =	1.009	1.079	1.134	1.222

盛土段階における安全率 Fs 表-（1）