

地すべりの移動量予測

松山市役所 正〇石井朋紀

愛媛大学工学部 正 八木則男・矢田部龍一

愛媛大学工学部 学 羽山里志

1. まえがき

わが国では多くの地すべりが発生し、社会的、経済的な問題となっている。地すべりの移動非常に遅く、クリープ的な活動を示すものが多く見受けられる。現在地すべりの対策工を行うに当たっては安全率の観点からのものがほとんどであるが、地すべりの変形挙動が解明され移動速度が予測できれば、変形の観点からの設計法も可能である。本研究では地すべり地粘性土のクリープ特性をおよびすべり層粘性土の応力レベルに基づいて変形解析を行い、移動速度の増分に対する予測法の開発を試みた。

2. 試料およびクリープ試験方法

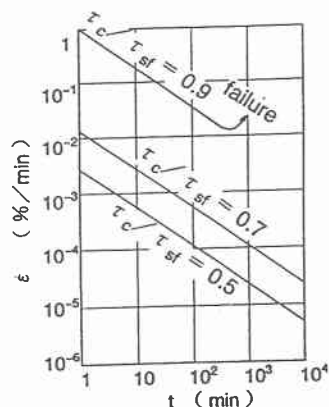
表-1 粒度および物性

対象とした地すべり地は四国の構造線上の地すべり地5箇所、第三紀層泥岩地帯の地すべり地4箇所の計9箇所である。試料は、孔内傾斜計により確認されたすべり層付近の粘性土をボーリングコアより採取し420 μ m通過試料を用いた。各試料の物性、粒度を表-1に示す。

Landslide	<2 μ m	2~20 μ m	>20 μ m	Gs	LL (%)	PL (%)	Ip
Zentoku	2.7	18.1	79.2	2.72	39.2	20.5	18.7
Utsugi	3.0	75.6	21.4	2.80	40.6	22.0	18.6
Taninouchi	7.5	22.5	70.0	2.80	26.3	14.7	11.6
Mikawa	12.8	34.4	52.8	2.79	40.6	22.0	18.6
Satayagami	32.8	49.5	17.7	2.74	68.8	25.2	43.3
Matsue	36.0	24.0	12.0	2.71	93.6	25.2	68.4
Betsusyo	3.0	35.7	61.3	2.84	68.7	29.8	38.9
Kunimi	14.0	44.0	42.0	2.65	67.8	25.0	42.8
Kawauchi	10.8	60.7	28.5	2.63	44.4	21.8	22.6

クリープ試験は三軸非排水試験で、先行圧密荷

重を2.0kgf/cm²とし、一定のクリープ荷重 τ_c を載荷し行った。クリープ荷重は静的三軸圧縮試験で求められた非排水せん断強度 τ_{sf} の0.5, 0.7, 0.9倍になるように与えた。図-1に怒田地すべり地粘性土のクリープひずみ速度 $\dot{\epsilon}$ と経過時間 t を示す。クリープ期間は1週間としている。クリープ期間内に破壊に至らない場合は、クリープひずみ速度と時間の関係は両対数紙上で直線関係にあり、各応力レベルでその傾きはほぼ同じである。また、地すべり地粘性土のひずみ速度は応力レベルの変動によって変わっていることが分かる。図-2に応力レベルとクリープひずみ速度の関係を示す。これより両者の関係は片対数紙上で直線関係で近似され、応力レベルの増加に伴いクリープひずみ速度は指数的に増加することが分かる。

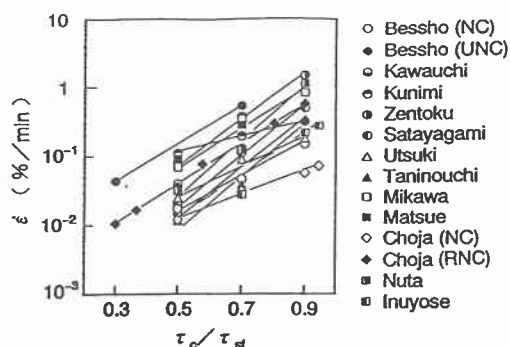
図-1 クリープひずみ速度 $\dot{\epsilon}$

3. 地すべりの移動量解析

クリープ試験による地すべり地粘性土のクリープひずみ速度と地すべり移動量の関係を示すにはすべり面の土が發揮している応力レベルを知る必要がある。すべり面の応力レベルは一樣ではないため現状のすべり面の応力レベルを知ることは困難である。しかし、すべり面の平均的な応力レベルの算定法は次の式で求めることができる¹⁾。

$$\tau_m / \tau_{sf} = \tan \phi_m / \tan \phi' \quad \cdots (1)$$

ここでサフィックス m は現に發揮されているせん断強度および内部摩擦角を意味する。図-3に(1)式から算定した怒田地すべりの地下水位変動に伴う応力レベルの変動と移動量を示す。これより応力レベルの変


図-2 応力レベル (τ_c / τ_{uf})

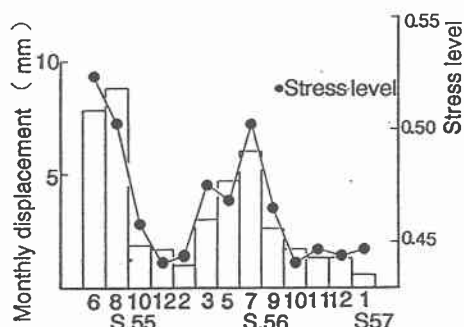
～クリープひずみ速度 $\dot{\epsilon}$ の関係


図-3 観測期間中の応力レベルの変動

動に対して移動量が増減していることがわかる。図-4に応力レベルと移動量の関係を片対数紙上にプロットすると両者の関係は直線で近似できる。図-2、図-4より応力レベルに対するクリープひずみ速度および移動量の関係は類似しており、両者の間に一意的な関係が成り立つように思われる。

応力レベル (τ_c / τ_{uf}) を X とするとクリープひずみ速度 $\dot{\epsilon}$ および移動量 d は次式となる。

$$\log \dot{\epsilon} = pX + q \quad (p, q: \text{定数}) \quad \cdots (2)$$

$$\log d = rX + s \quad (r, s: \text{定数}) \quad \cdots (3)$$

ここで応力レベルが X_1 から X_2 に変化すると各変化率は

$$\log(\dot{\epsilon}_2 / \dot{\epsilon}_1) = p(X_2 - X_1) \quad \cdots (4)$$

$$\log(d_2 / d_1) = r(X_2 - X_1) \quad \cdots (5)$$

となる。以上の式から変化率の関係式は次式で表せる。

$$d_2 / d_1 = (\dot{\epsilon}_2 / \dot{\epsilon}_1)^{r/p} \quad \cdots (6)$$

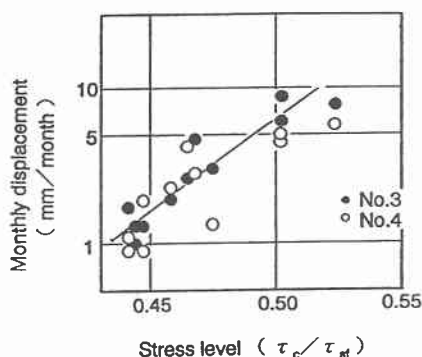
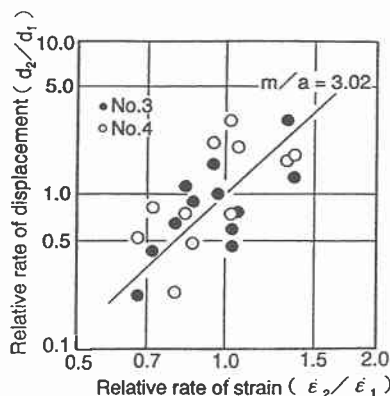
この式はクリープ速度の変化率が地すべりの移動量の変化率を左右していることを示している。

図-5に実測による移動量変化率とクリープ試験によるひずみ速度変化率の関係を示す。図中の実線は式(6)で得たものである。これより両者の関係は図中の実線と同傾向を示しており、地すべりの移動量は地すべり地粘性土のクリープ特性に依存している可能性があるといえる。今回、誌面の関係で怒田地すべりのみを示しているが、他の地すべり地でも同様の結果を得ている。

4. あとがき

地すべり地の移動量解析を行った結果、その挙動は地すべり地粘性土のクリープ特性に依存している可能性が見いだされた。今後、現場データの継続的な収集と解析結果を比較検討していくことにより解析法をより信頼性の高いものにできるものと思われる。

参考文献 1) 八木他：犬寄地すべりの挙動に対する土質力学的検討，地すべり Vol.23, No.1, pp.8 ~ 15, 1986.


図-4 応力レベル (τ_c / τ_{uf})
～移動量 d の関係

図-5 クリープひずみ速度 ($\dot{\epsilon}_2 / \dot{\epsilon}_1$)
～移動量変化率 (d_2 / d_1) の関係