

三重大生物資源○川邊 洋、東大農 芝野博文
東大農 西尾邦彦、東農大農 山口伊佐夫

1. はじめに

地すべりを予知・予測し災害を防ぐという観点から重要なのは、地すべりを発生させる各種の因子と地盤の変動との相関や、地盤がクリープ状態から破壊へと移行する過程を、可能な限り自然に近い状況下で明らかにすることである。そこで、この目的を達成するため、小規模ではあるが自然の斜面に人為的に地すべりを発生させ、各種の観測を行った。ここでは、地盤の変形特性について報告する。

2. 実験の概要

試験地は静岡県由比地すべり地帯の一角に設けられた、斜面長約30m、幅約20m、傾斜約15°の自然の小斜面である(図-1)。人為的に地すべりを発生させる手段として、斜面上部よりの注水(約0.85m³/hr)と斜面下部の掘削(深さ約2m、幅約4m)を行った。図-2に注水開始(昭和63年2月2日14時)から半月間の地表面の移動を、図-3に孔内傾斜計による地盤の変動を示す。

3. 地盤の変形特性

図-2の移動量曲線によると、注水開始から約2日後に動き始め、しばらく落ち着いた後、6日12時頃より移動速度が増加していく傾向が見られる。応力～歪速度～時間の関係を次のように仮定する。

$$\frac{d\gamma}{dt} = \frac{d\gamma_1}{dt} + \frac{d\gamma_2}{dt} \quad \text{---(1)} \quad \tau = G\gamma_1 + \eta_1 \frac{d\gamma_1}{dt} \quad \text{---(2)} \quad \tau = \tau_0 + \eta_2 \frac{d\gamma_2}{dt} \quad \text{---(3)}$$
 ここで、 γ : 剪断歪、 γ_1 : Voigt Modelにおける歪、 γ_2 : Bingham Modelにおける歪、 τ : 剪断応力、 G : 剪断弾性係数、 τ_0 : 降伏応力、 η_1 : ずり粘性係数、 η_2 : 塑性粘性係数、である。

注水後約2日の間に間隙水圧と地下水位は上昇安定し、変形を来す状況が整った。このときの変形は(2)式のVoigt Modelによる変形のみで、 $\tau < \tau_0$ のため(3)式のBingham Modelによる変形はまだ生じていなかったものと仮定する。さらに、間隙水圧の上昇あるいは土の強度低下のために τ_0 は次第に減少していき、6日12時頃に $\tau = \tau_0$ となり、以後(2)式と(3)式が合成された(1)式に従って変形していったものと仮定する。

まず、4日12時から6日12時にかけての変形には(2)式を仮定したので、 $t = 0$ のとき $\gamma_1 = 0$ として(4)式が得られる。 $\tau = 11.4$ kPaが推算されたので、この値を用いて(4)式を図-2の実測値に

$$\gamma_1 = \frac{\tau}{G} \{1 - \exp(-\frac{G}{\eta_1} t)\} \quad \text{--- (4)}$$

適用すると、 $G = 4.1 \times 10^6$ Pa、 $\eta_1 = 2.0 \times 10^{11}$ Pa·sとなる。また、6日12時以降の歪速度は、(1)、(3)、(4)式より(5)式のように表わすことができる。6日12時の時点での状態を原点として、それ以

$$\frac{d\gamma}{dt} = \frac{\tau}{\eta_1} \{ \exp(-\frac{G}{\eta_1} t) \} + \frac{\tau - \tau_0(t)}{\eta_2} \quad \text{--- (5)}$$

後の歪～時間関係を実測値から求めると(6)式になるので(図-4)、これを(5)式に代入して、

$$\gamma_2 = 0.007 \cdot (e^{0.394t} - 1) \quad (t: \text{日}) \quad \text{--- (6)}$$

$\eta_2 = 10^4$ Pa·sと仮定すると次式が得られる。図-5に歪～時間関係の実測値と(4)、(6)式による計算値を示した。

$$\tau_0(t) = 11.4 - 0.0319 e^{0.394t} \quad (\text{kPa}) \quad \text{--- (7)}$$

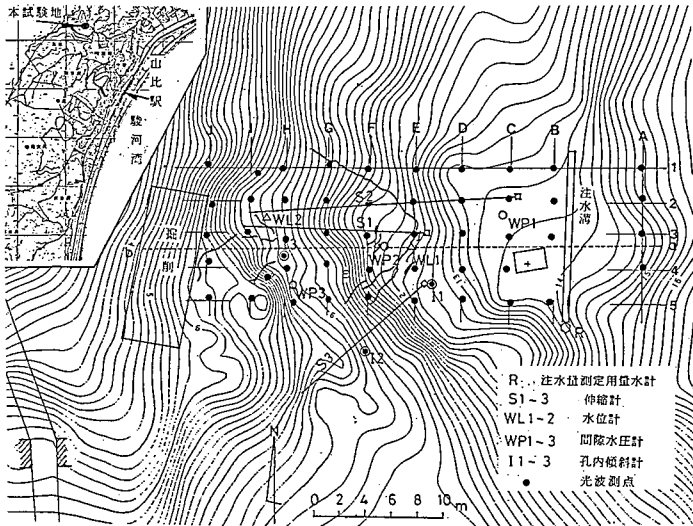


図-1. 試験地平面図

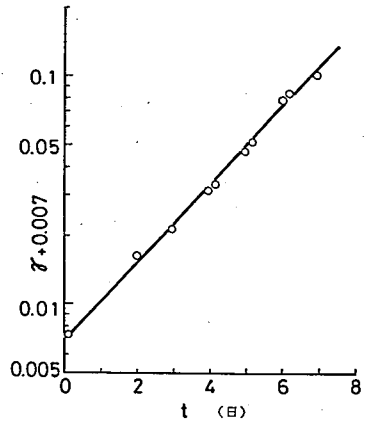


図-4. 6日12時以降の $\gamma \sim t$ 関係

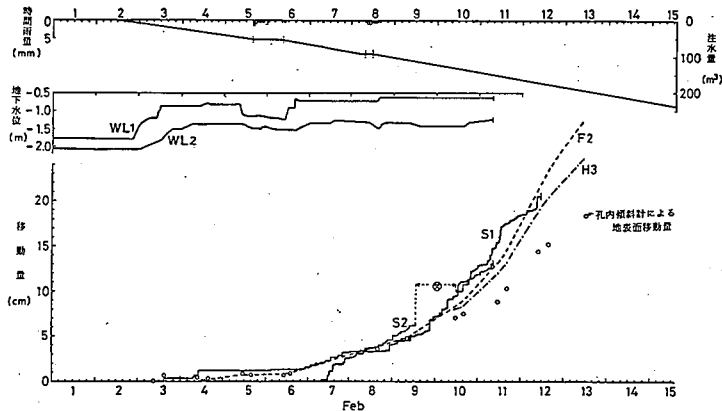


図-2. 観測値の経時変化

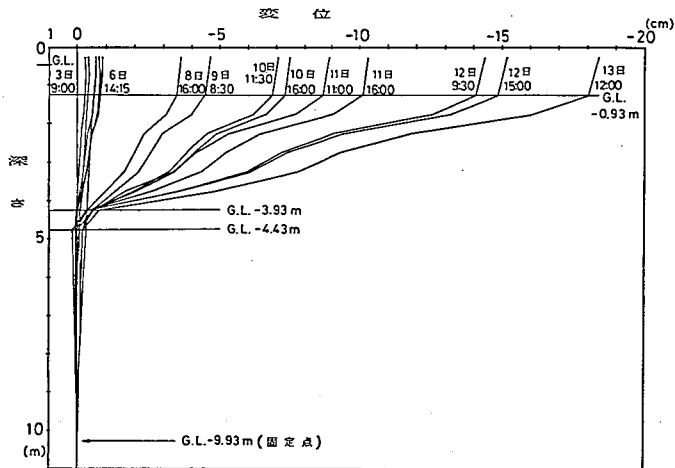


図-3. 地盤の変形 (孔内傾斜計 I 3)

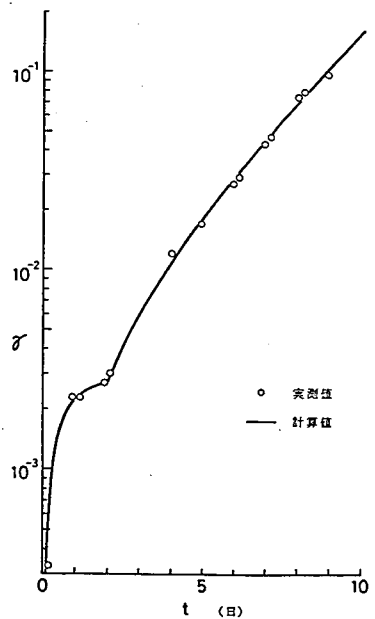


図-5. $\gamma \sim t$ 関係