

現場一面セン断試験について (II)

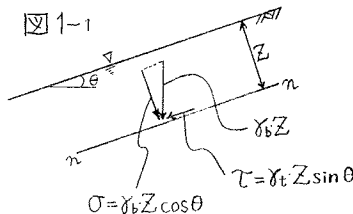
——比叡山・岩倉の表層崩壊に対する安定解析への応用——

京都大学農学部 海堀正博・佐々恭二
滋賀県土木部 高橋国男

1. はじめに：試作した砂防調査用現場一面セン断試験機を実際の崩壊現場で使用してみた。その結果、妥当と思われるデータを得たのでここに紹介する。なお調査現場は京都市内で、比叡山音羽川上流及び岩倉の表層崩壊のあるところを選んだ。

2. 安定解析の方法：図1-1に示

すように表面まで十分飽和した傾斜角が θ の斜面において、深さ Z （地表面に垂直な方向の深さ）で地表面に平行な n - n 面を考える。



ここでのセン断応力は $\tau = \gamma_t Z \sin \theta$

（ただし γ_t は飽和時の土の密度）、有効垂直応力は $\sigma = \gamma_b Z \cos \theta$ （ただし γ_b は浮力を考慮した土の密度で $\gamma_b = \gamma_t - 1$ ）である。セン断抵抗力は $\tau_f = c + \sigma \tan \phi$ で表わされるので、 $\tau = \tau_f$ とおくことにより

図1-2のように土中の途中に水面がある場合について考える。

この場合、水面上から地表までは便宜的に飽和度80%とする。

このとき、深さ Z でのセン断応力 τ 、セン断抵抗力 τ_f は、

$$\tau = (\gamma_{80} Z_1 + \gamma_t Z_2) \sin \theta, \quad \tau_f = c + (\gamma_{80} Z_1 + \gamma_b Z_2) \cos \theta \cdot \tan \phi$$

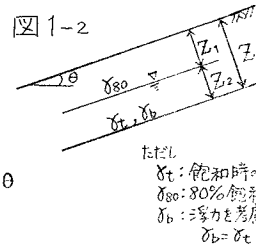
である。安全率1となる θ は $\tau = \tau_f$ とおくことにより次式から求められる。

$$(\gamma_{80} Z_1 + \gamma_t Z_2) \sin \theta = c + (\gamma_{80} Z_1 + \gamma_b Z_2) \cos \theta \cdot \tan \phi \quad \text{---(2)}$$

また(2)式は、あらかじめ θ の決まっている斜面では安全率1となる地下水深さ Z_1 を求めることができる。

3. 比叡山音羽川上流における調査：

花崗岩地帯の続くこの付近の地には表層崩壊跡が至るところで見られる。崩壊地ではないが林道沿いの切取法面もかなり崩れている。ここでは林道付近にあるゆるやかな未崩壊斜面で試験を行なった。深さ5cm～70cmの範囲で19回のセン断試験を行ない、図3のような結果を得た。太い実線は、各深度から取出した試料に、それに相当する垂直荷重をかけた時求められるセン断抵抗力をさないだものを表わしている。また、深さ20cm, 30cm, 40cm, 50cm, 60cmでは3コずつ試料を取り、土被り圧にあたる σ 以外にその0.5倍, 1.5倍の σ をかけて行ない、この3点より ϕ を求めた。（なお5cm, 10cmでは20cmの ϕ を、70cmでは60cmの ϕ を、それぞれ用いて整理した。）図中の細い実線がそのときの3点から引いたもので、その傾きが ϕ を示している。なお表1は、図3のデータを示したものである。さて、図3で θ が増えて $\tau = \tau_f$ となる最初の深さは $Z = 50$ cmの部分である。従って、水位 Z_1 をだんだん上昇させた時この部分のセン断強度 τ_f とセン断応力 τ とが等しくなるような傾斜角 θ を求めてみる。式(2)により求めた結果は次の様になった。つまり地表面まで飽



ただし
 γ_t : 飽和時の土の密度
 γ_{80} : 80%飽和時の土の密度
 γ_b : 浮力を考慮した土の密度
 $\gamma_b = \gamma_t - 1$

$$\tau = \tau_f$$

$$\gamma_t Z \sin \theta = c + \sigma \tan \phi$$

$$= c + \gamma_b Z \cos \theta \tan \phi \quad \text{---(1)}$$

$Z_1(\text{cm})$	$\theta(^{\circ})$
30	46
20	43
10	39
0	34

和しておれば斜面の傾斜角 θ が 34° 以上で不安定となり、地下水位が 10cm であれば、 θ は 39° 以上で不安定となる。

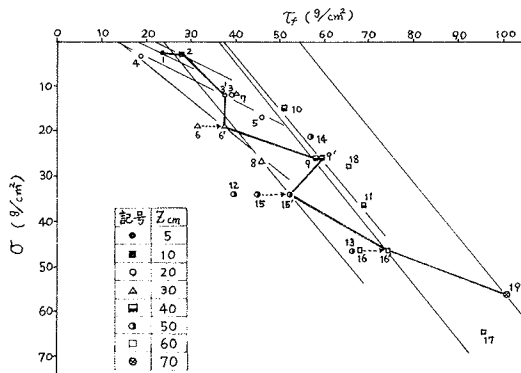


図3 比叡山での現場一面せん断試験結果

次にこの結果を確かめる意味も含めて、この音羽川流域内186ヶ所の崩壊の傾斜角 θ を地図上(縮尺 $1/2500$)から読み取った。その頻度分布図を図4に示す。母集団が明確でないので厳密なことは言えないが、崩壊地の傾斜角 θ は $34^{\circ} \sim 45^{\circ}$ が比較的多いようだ。このことは現場一面せん断試験により求められる結果が現況と良く一致することを示している。

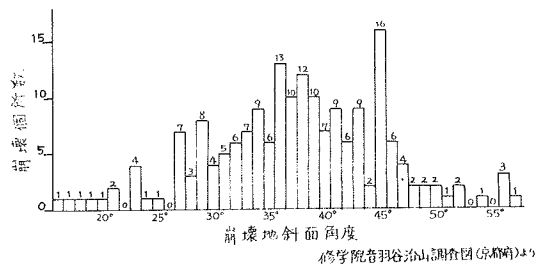


図4 崩壊地斜面角度一箇所数の関係(比叡山)

4. 岩倉の表層崩壊地での調査: 比叡山の場合と同様に試験をした。(2)式において $\theta = 33^{\circ}25'$ と $40^{\circ}50'$ と固定した時、水位がそれぞれ 10cm 、 31cm で浅では深度 60cm の部分が危険になることがわかった。(以下詳細は口頭で説明する)

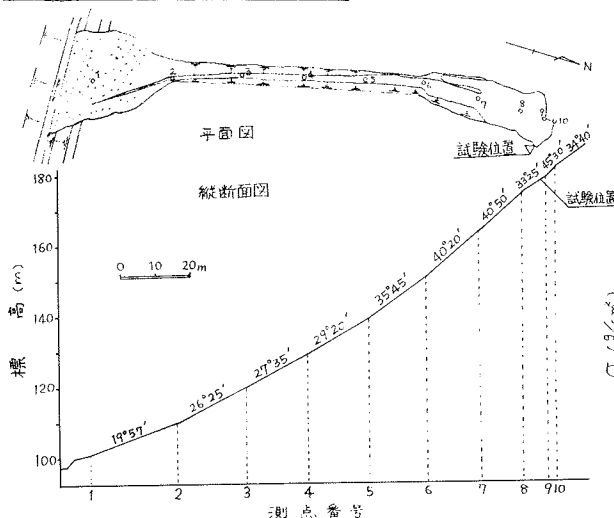


図5 岩倉崩壊跡

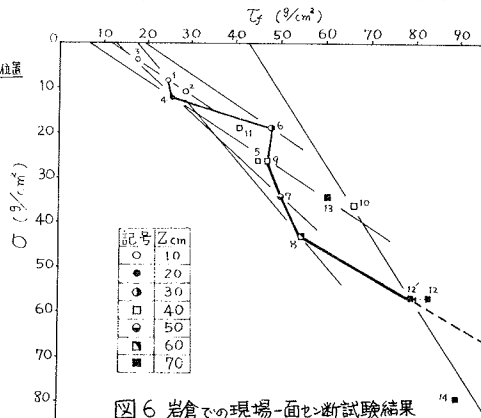


図6 岩倉での現場一面せん断試験結果