

大阪工業大学 正員 福田 護
 (株)武智工務所 正員 藤原 一憲
 大阪工業大学 学生員 小川 敬太郎

1. まえがき

土を締固めることによって、より強固な盛土の造成が可能なのは周知のとおりである。従来、盛土斜面の安定性の検討、とりわけマサ土のような風化砂質土の盛土斜面の設計に際しては、経験的な勘によるが、あるいは $C=0$ 、中法で一般に考えられ、締固め効果を加味した論理的な解析法は未だないようである。筆者らは、締固めによる強さの増加概念を入れ、堅固な水平地盤上の盛土の安定解析法をさきに報告した。¹⁾²⁾ つづき、本報告では堅固な傾斜地盤に築造される盛土斜面の安定解析法と解析例について述べる。

2. 締固めによる最大セリ断抵抗力の増加

図-1 に示すようにマサ土の最大セリ断抵抗力 S_f は応力履歴に大きく支配される³⁾。正規圧密土の破壊包絡線 (τ_{out}) は原点を通る直線で $S_f = \sigma \tan \phi_a$ 、過圧密土では C 、 ϕ_a を定数として S_f を求めることはできないが、垂直応力 σ と先行垂直応力 σ_0 の関係からそれを求めることができる。このことで、締固め時ならびに完成後の土中の応力状態に対応してみると水平面と角度傾く面の S_f は図-2 のように表わされる。 $S_f = f(\sigma, \sigma_0) \cdots (1)$ 、 $\sigma_0 = f(\sigma_{vo}) \cdots (2)$ 過圧密土では $\sigma < \sigma_0$ となり、 $\sigma_0 = \sigma_c = f(\sigma_{vo})$ 、ここにおいて σ_c は締固め時水平面と角度傾く面の垂直応力、また σ_{vo} は締固め荷重子による鉛直応力である。

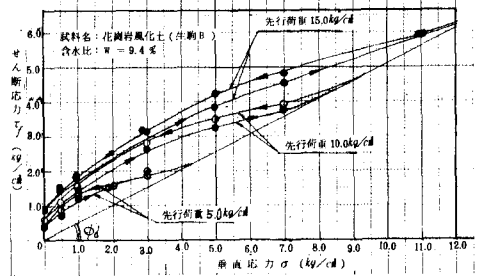


図-1 応力履歴と破壊セリ断応力

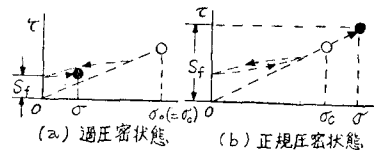


図-2 最大セリ断抵抗力 S_f について

3. 解析法

解析は、図-3 に示すように半径 R の地山に接する円弧 DC と直線 AD からの複合スベリとし、分割法で行なう。複合スベリ面 ADC に沿って生ずるスベリに対する安全率 F_b とすれば、土塊(I)において、円弧 DC 部分に対する抵抗モーメントは、弧長を l とすると、 $\frac{R}{2} \cdot (S_f \cdot l / F_b)$ 、滑動モーメントは $\frac{R}{2} \cdot W \sin \theta$ である。この両者の差が直線 ED に作用する圧力として土塊(II)に、伝えられるとする。作用点は ED の1/3点とすると、その合力 P は、

$$P = \frac{R \cdot \frac{R}{2} W \sin \theta - R \cdot \frac{R}{2} (S_f \cdot l / F_b)}{a} \cdots (3)$$

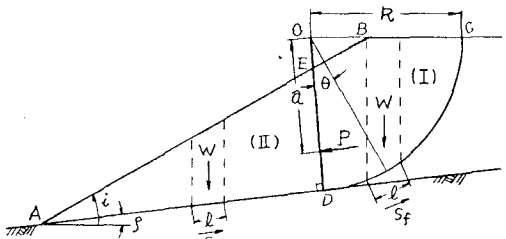


図-3 傾斜地盤上に築造される盛土斜面の安定解析

ここに、 a は円弧の中心から P の作用点までの距離である。次に、土塊(II)の部分で、すべりを起す力と抵抗する力を等しいとすると、

$$P + \frac{R}{2} W \sin \theta = \frac{R}{2} (S_f \cdot l / F_b) \cdots (4) \quad \text{したがって、式(3)(4)から、} P \text{ を消去すれば、安全率 } F_b \text{ は、}$$

$$F_b = \frac{a \cdot \frac{R}{2} S_f \cdot l + R \cdot \frac{R}{2} S_f \cdot l}{a \cdot \frac{R}{2} W \sin \theta + R \cdot \frac{R}{2} W \sin \theta} \cdots (5)$$

段切を設けない場合、式(5)中 $\alpha \frac{S_f}{S_f \cdot L}$ は $\alpha \frac{S_f}{S_f \cdot L} \cos \phi \cdot \tan \phi$ として表わされる。

$$F_s = \frac{\alpha \frac{S_f}{S_f \cdot L} \cos \phi \cdot \tan \phi + R \frac{S_f}{S_f \cdot L} (S_f \cdot L)}{\alpha \frac{S_f}{S_f \cdot L} \sin \phi + R \frac{S_f}{S_f \cdot L} \sin \theta} \quad (6)$$

ここに、 ϕ は段切を設けない場合の盛土と地山接面の最大摩擦抵抗角である。この接面における最大せん断抵抗力に関する目安をうけるため、直接せん断試験機を用い、せん断面が=層の接面になるよう試料をセットし、基礎的なせん断試験を行なった。

試験結果を表-1に示す。表のように通常の締固め程度では過圧密による最大せん断抵抗力の増加はほとんど期待できない。したがって、=層接面の最大せん断抵抗力は、最大摩擦角 ϕ を定数として求めることができる。

4. 解析結果

(1) 解析条件: 1) $\theta = 10^\circ$, 2) $\alpha = 29^\circ$ (1割8分)

3) $H = 5, 10, 20 \text{ m}$ 4) $\gamma = 10, 30, 100 \text{ t/m}^3$

5) $\phi_a = 29^\circ$ 6) $\phi_g = 19, 29^\circ$ 7) $K_n = 0.5$ 8) 締固めは一律に行なわれるものとする。

(2) 解析結果: 図-4に解析結果の一例を示す。

$H = 10 \text{ m}$, $\theta = 10^\circ$, $\gamma = 30 \text{ t/m}^3$ の条件で、図中の

各すべり面に対する「段切あり」と「段切なし」の場合の名すべり面に対する安全係数 F_s が示されている。両者の差は大きく、段切を設けることの有効性が明確にわかる。これは、段切により図-3中のA-D面の S_f が締固め効果により増加し、盛土の F_s が増大することである。一方、段切を設けない場合、前述のA-D面の S_f は、締固めによりその増加を期待することはできず、締固め条件に関係なく ϕ_g は一定であるとするのが妥当と考えられ、締固めを強化しても盛土の F_s はあまり増加しないことになる。また、地山表面がなめらかな場合(岩盤のような)および地表面が粗い場合の ϕ_g をそれぞれ 19° , 29° とした解析結果をみると、両者の差は 10° あるにもかかわらず、 F_s の差はあまりない。図-5は H , γ , F_s の相互関係を示す。図のように、 γ が大なるほど、 H が小なるほど F_s は大となり、 H が小くなるほど γ の増加に伴う F_s の増加割合は大となる。

5. あとがき

以上、締固め効果を考慮し、段切の有無に関する斜面の安定解析法を示し、具体的な解析例から、締固めの効果と、段切の有効性を検証することができた。

- 参考文献 1) 福田中次・西, 締固め効果を考慮した盛土斜面の安定解析(第1報), 土木学会年次講演会, III-52(51年)
2) 福田藤原・小川, 締固め効果を考慮した盛土斜面の安定解析例, 土木学会年次講演会, III-53(51年)
3) 福田, 風化砂質土の応力履歴とせん断強さについて, 土木学会年次講演会, III-211(50年)

表-1 2層接面のせん断試験結果

基 材	応力履歴とせん断抵抗力 $\sigma_v = 5 \text{ t/m}^2$ $\sigma_v = 10 \text{ t/m}^2$		最大摩擦角 ϕ_g (正規圧密状態)	収縮・膨張の傾向 正圧密状態 過圧密状態	
	$\sigma_v = 5 \text{ t/m}^2$	$\sigma_v = 10 \text{ t/m}^2$		収縮	膨張
A 基材: 研削した鉄板 (なめらかな岩盤)	X	X	19°	収縮	膨張
B 基材: ペースト仕上げのコンクリート (普通の岩盤)	X	O	25°	収縮	膨張
C 基材: モルタル仕上げのコンクリート (地山・粗い岩盤)	Δ	O	26°	収縮	膨張
D 基材: 締固めのため土	O	O	27°	収縮	膨張

O 影響を受ける Δ 若干影響を受ける X 影響を受けない

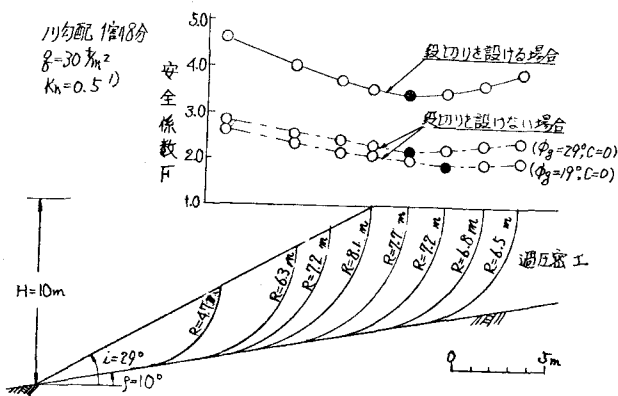


図-4 スべり面と安全係数

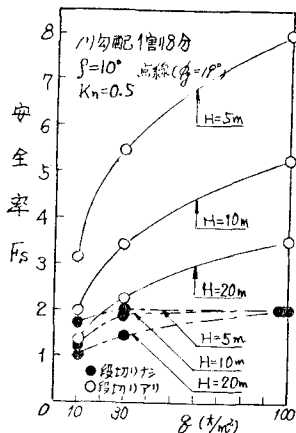


図-5 γ , H および F_s の関係