

鹿島建設(株) 土木設計本部(正会員)○高橋 祐治
土肥 穰

1 まえがき

実際の斜面の三次元的すべり形状をできるだけ近くモデル化するために二次元修正簡便法を三次元に拡張した、斜面安定解析プログラムSOS3D (Stability of Slopes in 3-D) については、すでに報告した。¹⁾ここでは、二次元簡易Bishop法を三次元に拡張した斜面安定解析法について報告する。

2 プログラム概要

(1) すべり面形状

すべり面形状は、円柱と円錐あるいは、円柱と楕円体を結合したものが地盤と交わる面とした。また、円柱部の長さや円錐部あるいは楕円体部の長さは、自由に变化させるものとする。

(2) 安全率の求め方

二次元簡易Bishop法に基づき、三次元でのすべり安全率は次式により求める。

$$F_s = \frac{\sum_m r \sum_n \left(\frac{c' \cdot dl \cdot ds \cdot \cos \theta + (\sigma_v + u) \cos \theta \cdot dx \cdot dz \cdot \tan \phi' + (c'/F_s) \cdot dl \cdot ds \cdot \sin \theta \cdot \sin^2 \phi \cdot \tan \phi'}{\cos \theta + \sin \theta \cdot \tan \phi' / F_s} \right)}{\sum_m r \sum_n W \cdot \sin \theta} \quad \dots (1)$$

- m : 斜面延長方向区間数
- n : 1区間でのスライス数
- W : $W = \sigma_v \cdot dx \cdot dz$
- σ_v : 鉛直応力
- u : 間ゲキ水圧
- r : 円弧の半径

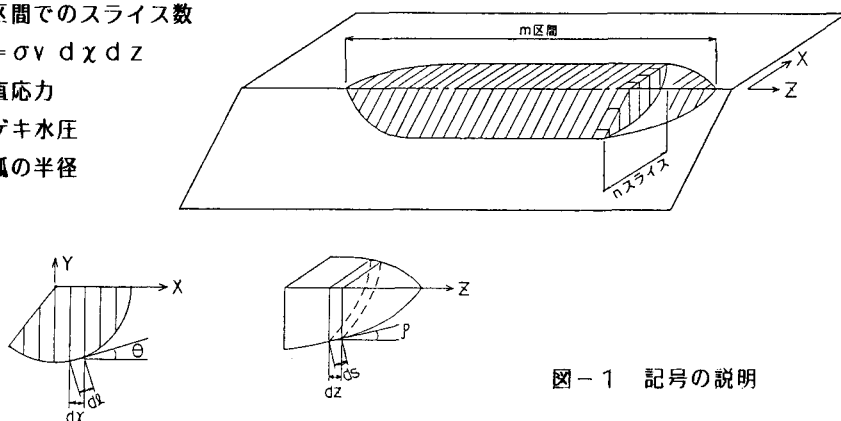


図-1 記号の説明

3 三次元簡易Bishop法の特徴

図-2に示す断面について、すべり面の形状を円柱と楕円体の結合体とし、円柱部の長さ ℓ_c とすべり土塊の長さ ℓ_T との比 ℓ_c / ℓ_T を変えて解析を行った。円柱部の半径Rが22m, 25mの2ケースについて解析した。このときの F_3 / F_2 の変化を図-3, 4に示す(F_3 、 F_2 は、それぞれ、三次元、二次元解析の安全率)。

また、同図には、修正簡便法による F_3 / F_2 も併せて示した。

(1) $\phi = 0$ の場合

F_3/F_2 の最小値は、 $R=22m$ の場合には 1.06、 $R=25m$ の場合には 1.09 であり、三次元効果を考慮すれば安全率は少なくともそれぞれ 6%、9% 増加することがわかる。円柱部の半径が大きいと F_3/F_2 の値が大きくなるのは、半径が大きい方が側面抵抗の比率が大きいためである。

なお、 $\phi = 0$ の場合には、簡易 Bishop 法と修正簡便法は同じ安全率を与える。

(2) $C = 0$ の場合

$R=22m$ の場合には、簡易 Bishop 法による F_3/F_2 は、修正簡便法による F_3/F_2 の約 0.9 倍であるが、 $R=25m$ の場合には、ほぼ同じ値になる。

したがって、円柱部の半径が大きい場合には、二次元解析を両解析手法で行い、三次元解析はどちらか一方で行えば、もう一方の三次元安全率はほぼ推定できる。

4 あとがき

すべり面の三次元効果を考慮して簡易 Bishop 法および修正簡便法の二解析手法による安定解析を行ったが、三次元安全率 F_3 と二次元安全率 F_2 の比、 F_3/F_2 は、粘土地盤の場合には、両解析法で同じ値になり、砂地盤の場合には、円柱部の半径が大きくなると両解析法でほぼ同じ値になった。

今後は、本手法を実斜面に適用し、検証を行っていく予定である。

表-1 解析条件および二次元安全率

解 析 法	R (m)	C (t/m^2)	ϕ ($^\circ$)	γ (t/m^3)	F_2
簡易 Bishop 法	22	0	45	1.8	1.76
"	22	2	0	1.8	1.11
修正簡便法	22	0	45	1.8	1.66
"	22	2	0	1.8	1.11
簡易 Bishop 法	25	0	45	1.8	3.06
"	25	2	0	1.8	0.89
修正簡便法	25	0	45	1.8	2.66
"	25	2	0	1.8	0.89

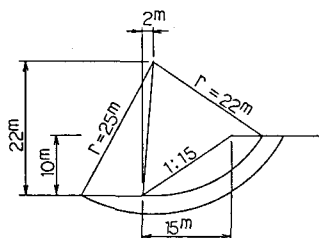


図-2 検討断面

凡例

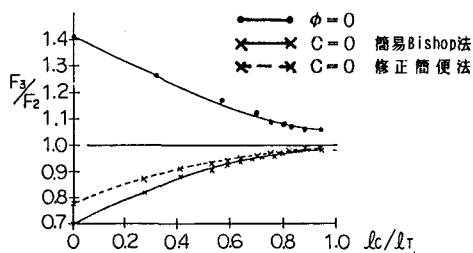


図-3 三次元と二次元の安全率比
($R = 22m$)

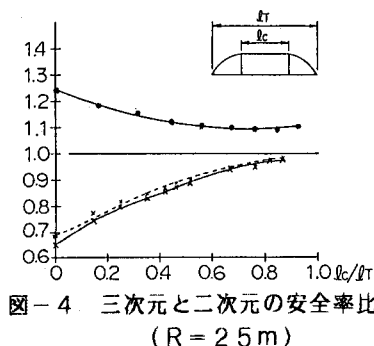


図-4 三次元と二次元の安全率比
($R = 25m$)

(参考文献)

- 1) 土肥・高橋：“三次元斜面安定計算”，第20回土質工学研究発表会，1985.6