

(Ⅲ-13) 有限な軟弱ゾーンを含む斜面の安定解析

宇都宮大学工学部 正員 ○黒岩 久一

宇都宮大学工学部 正員 横山 幸満

宇都宮大学工学部 正員 日下部 治

1 はじめに、

産業廃棄物を用いた盛土などでは多種多様の材料を用いて盛り立てるため、高含水比で軟弱な汚泥などが弱層となり、それをどのように配置して盛り立てるかにより盛土の安定性が決定されると考えられる。

このような軟弱ゾーンを含む斜面に対して、円弧すべり法を用いた斜面安定解析を行ない、軟弱ゾーンをどの位置に、どの位の規模を入れたら、斜面全体の安定性を損わずに盛り立てることができるかを検討した。今回、計算に用いたのは、Fellenius法とBishop法による円弧すべり安定計算のプログラムであり、これによれば複数の有限領域地層構成を持つような斜面の安定解析を行なうことができる。

2 計算例

計算例として図-1のような斜面 ($\beta = 30^\circ$ 、高さ8m) に長方形の軟弱層(ゾーン)を入れ、その位置、大きさによる斜面の安全率の変化を求めた。

斜面全体は、c、 ϕ 材とし、Janbuによる安定数 ($\lambda_{c\phi}$)

$$\lambda_{c\phi} = \gamma H \tan \phi / c \quad (1)$$

で表わした。軟弱層は、 $a \times b$ の長方形で粘性土の材料とし、非排水強度 c_u でその強度を代表させ、今回は、 $c_u = 0.5 \text{ tf/m}^2$ として計算を行なった。また、軟弱層を横に2つ並べその間隔 (D) による安全率の変化も調べた。

(I) 軟弱層の位置による安全率の変化

図-2は、 $\lambda_{c\phi} = 3$ ($c = 1.70 \text{ tf/m}^2$, $\phi = 20^\circ$) の斜面に 1×4 (m) の軟弱層を深さ $h = 5, 8, 11$ (m)、 $0 \leq x \leq 30$ (m) についての結果(表-1)をグラフに示したもので横軸に軟弱層のX方向の位置を表わす x を、縦軸にFellenius法により求めた安全率 F_s をそれぞれプロットしたものである。この図から最小の安全率は、軟弱層が斜面の比較的上部にある場合 ($h = 5 \text{ m}$) は 1.225、斜面の中央部 ($h = 8 \text{ m}$) では 1.184、深い位置 ($h = 11$) では 1.308 であり、中央部に軟弱層がある場合の安全率が他と比べ小さいことがわかる。

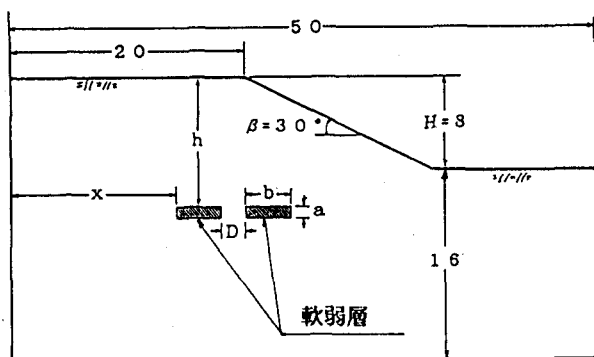


図-1 計算モデル

表-1

斜面強度	軟 弱 層					
	位 置		数	間 隔	規 模	
	h(m)	x(m)			縦a(m)	横b(m)
(I)	5	0~30	1	---	1	4
	8	0~30	1	---	1	4
	11	0~30	1	---	1	4
(II)	8	0~30	1	---	1	2
					1	4
					1	8
(III)	8	0~30	2	1~5	1	4
	11	0~30	2	1~5	1	4

(II) 軟弱層の大きさによる安全率の変化

図-3は、 $\lambda_{cs}=3$ の斜面中に縦1m、横2、4、6、8mの4種類の大きさの軟弱層を $h=8$ mの深さに入れ軟弱層の大きさによる低減率(式-(2)より)の変化をプロットしたものである。

$$\mu = (F_{s0} - F_{si}) / F_{s0} \quad (2)$$

ただし、

F_{s0} : 軟弱層の無い場合の斜面の安全率

Fellenius法による $F_{s0} = 1.54$

Bishop法による $F_{s0} = 1.65$

F_{si} : 軟弱層を入れた場合の安全率

図-3からしれるように、軟弱層が大きくなるに従って低減率も増加しており、軟弱層の大きさに比例してほぼ直線的に斜面安全率が低下し、次式(3)で F_{si} を求められることができそうである。

$$F_{si} = (1 - 0.05b) F_{s0} \quad (3)$$

(III) 2ヶの軟弱層の間隔による安全率の変化

図-4は、同じ大きさの軟弱層を2つ並べ、その間隔(D)と低減率(μ)の関係を表わしたものである。この図から軟弱層の間隔が広くなるにつれて低減率が減少するが、それは $h=11$ mの時の方が顕著である。これは、Dが近くなると、すべり面が2つの軟弱層を通るためである。

3 最後に、

以上から、斜面の安定性を損なわずに軟弱層を埋め立てる場合、斜面先端部は避け、なるべく深い位置にいれる。また、同じ大きさのものを入れる場合は、幾つかに分け間隔をあけて持ち立などの工夫が必要であろう。

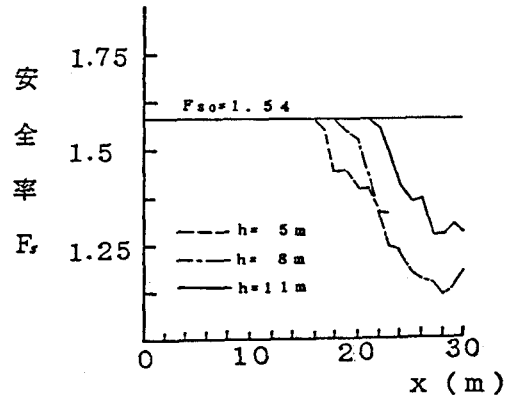


図-2 軟弱層の位置と安全率の関係

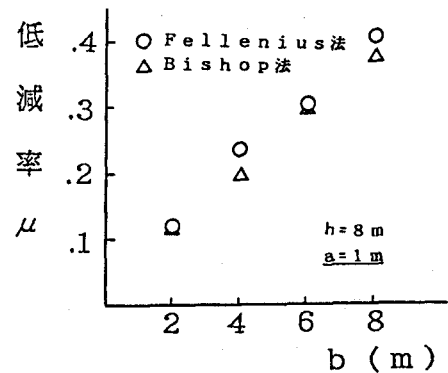


図-3 軟弱層の大きさと低減率の関係

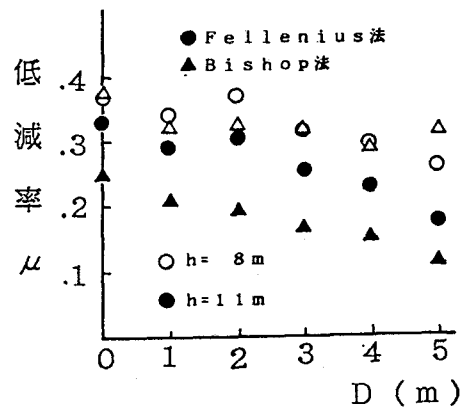


図-4 軟弱層の間隔と低減率の関係