

徳島大学工学部 正 山上 拓男
阪神コンサルタンツ 正○植田 康宏
サン土木コンサルタンツ 正 前田 史男

1. まえがき： 複雑な土性を示す地盤の支持力計算には、もっぱら分割法が用いられている。筆者らも、斜面安定問題において展開してきた臨界すべり面探索法を利用し、地盤の極限支持力を求める手法を提案した¹⁾。そして、そこでは斜面上直接基礎の支持力問題への適用例を示した。その際、斜面問題ではスムーズな形状のすべり面が探索される手法であっても、支持力問題では必ずしもスムーズなすべり面が求まらないことが経験された。本報告では、この問題点の解消策として、つねに滑らかなすべり面を仮定しつつ探索を行う、という簡便な方法を試みた。

2. すべり面の決定方法： 数値計画法を応用した手法は、初期すべり面を地盤内の適当な位置に仮定し、各分割線上のすべり面位置を独立変数として探索を行うものであった。ところが図-1（Morgenstern-Price法+Simplex法）に一例を示すように、探索されたすべり面は必ずしもスムーズな形状とはならなかった。この傾向は安全率算定式にいずれを採用しようとも、またいかなる最適化手法を用いようとも同様であった。そこで、つねにスムーズなすべり面を仮定しつつ探索が行えるように、次に示す方法を採用した：

図-2において、なめらかな形状の初期すべり面を仮定し、その両端A、Bを結ぶ直線とすべり面との鉛直距離を h_i とする。いま、任意の変数 λ を導入して、これに h_i を乗じた値 λh_i だけ各鉛直線上ですべり面を移動させる。これによって作り出されるすべり面は、つねになめらかな形状となる。そして臨界すべり面の探索は、 λ をコンピューター内で自動的に変化させつつ、安全率が最小となる λ の値を探し出すことによってなされる。すなわち、この問題は λ を独立変数、安全率を目的関数とする最適化問題となり、本研究では、Golden Section Methodを用いて最適化を行った。ただし、この操作によって作り出されるすべり面はつねに初期すべり面と類似な形状であるため、初期すべり面形状を変化させた解析を行い、求めた支持力値の中で最小の値を地盤の極限支持力としなければならない。

3. 適用例： 本解析法の適用例として、第1報同様、日下部²⁾の問題を採用した。図-3に斜面形状を示す。図中、Bは基礎幅、 α は斜面肩幅と基礎幅の比、 β は斜面勾配を表す。日下部は α 、 β の値を種々変化させて、上界値計算により極限支持力を求めている。

筆者らも、彼の行った全てのケースについて極限支持力を求めた。ただし、強度定数は $c = 5.0 \text{ tf/m}^2$ 、 $\phi = 30.0^\circ$ 、基礎幅 $B = 3.0 \text{ m}$ 、単位体積重量 $\gamma = 1.667 \text{ tf/m}^3$ ($c/\gamma B = 1.0$) である。安全率算定式

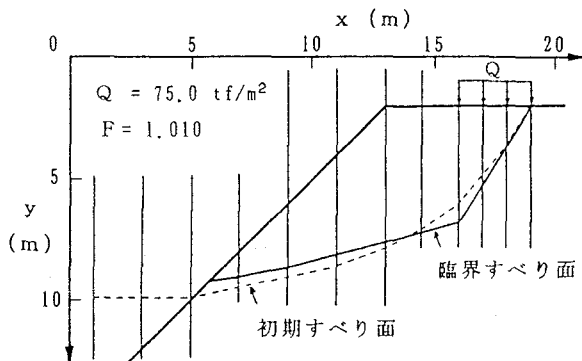


図-1 Morgenstern-Price法+Simplex 法

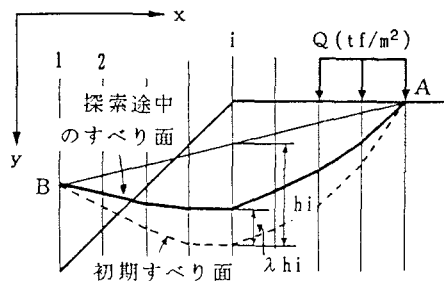


図-2 すべり面の決定方法

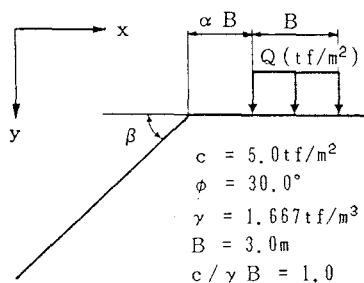


図-3 解析断面

には、Janbu厳密法、Morgenstern-Price法を用いた。初期すべり面は図-4に示すように4種類のすべり面を仮定した。図-4に示す例題は、 $\alpha = 1.0$ 、 $\beta = 45.0^\circ$ の場合である。各初期すべり面に対して求めた支持力値を表-1に示す。また図-5には、探索結果の一例としてMorgenstern-Price法を用いた場合の各上載荷重に対する臨界すべり面（臨界すべり面はほとんど一致）、および $Q \sim F$ 関係図を示す。初期すべり面はNo. 2である。表-2は α を1.0、0.0そして β を 30° 、 45° 、 60° とそれぞれ変化させた場合の極限支持力値を示す。表中には、日下部による上界値計算結果も併せ示した。表より、本手法による極限支持力は日下部の結果とほぼ一致している。

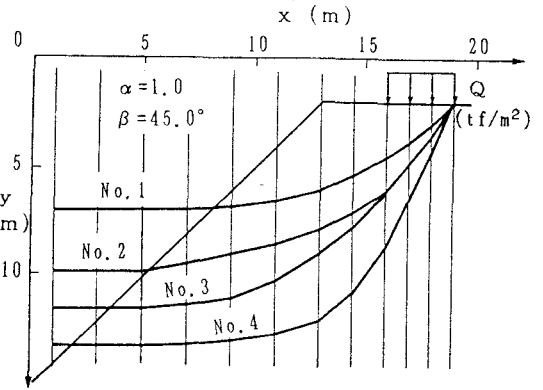


図-4 初期すべり面

表-1 初期すべり面の違いによる支持力値

初期すべり面	M-P法	Janbu厳密法
1	98.0	100.20
2	84.0	82.50
3	101.5	103.45
4	90.5	91.20

表-2 解析結果

β	α	M-P 法	Janbu厳密法	上界値
30.0	1	130.90	129.35	121.93
	0	100.35	99.80	91.22
45.0	1	84.00	82.50	84.93
	0	60.70	59.15	56.98
60.0	1	50.35	48.95	54.87
	0	34.95	36.10	35.32

4. むすび： 本報告では、つねにスムーズなすべり面を仮定しつつ探索を行う、というすべり面決定方法を用いて、非円形すべり面理論に基づく一支持力解析法を論じた。ここで用いた臨界すべり面の決定方法は、初期すべり面位置による探索結果への影響が大きい。したがって、数多くの初期すべり面について探索を行い、その中で最小となる支持力を地盤の極限支持力としなければならない。本解析例は、大型コンピュータで実行したため、初期すべり面位置に関する多量のデータを最初に入力しなければならなかった。今後、パーソナルコンピュータを利用して対話形式で実行できるように改良されれば、それまでの解析結果に基づいて以後の初期すべり面を仮定することができ、より効率的に極限支持力が求められるものと思われる。

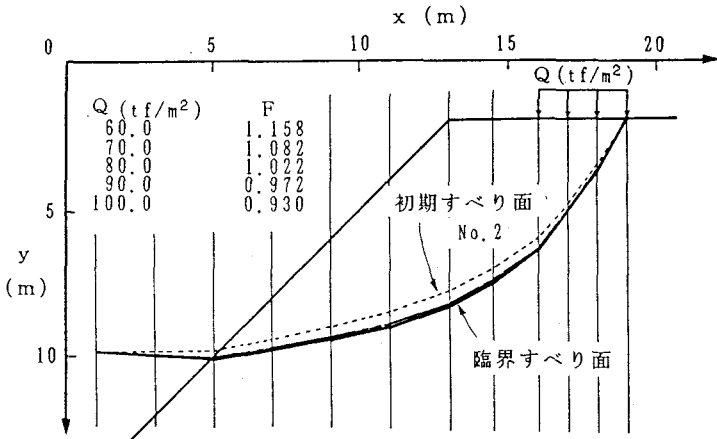
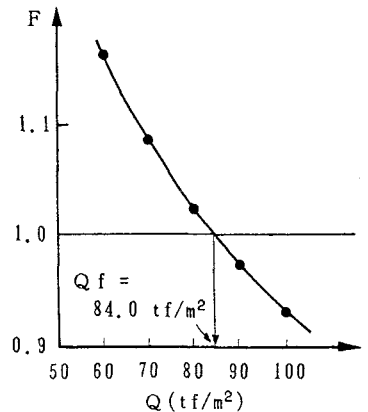


図-5 解析結果 (Morgenstern-Price法、初期すべり面No.2)



〔参考文献〕

- 1) 山上・植田・前田：非円形すべり面理論を用いた斜面上直接基礎の支持力解析、昭和63年度中四国土木学会、pp.268~269.
- 2) 日下部：斜面上直接基礎の支持力評価に関する計算、土と基礎、Vol.33、No.2、pp.7~12、1985