

III-392

斜面の三次元臨界すべり面探索法について

仁田ソイロック（株） 正会員 瀧 雅信
 徳島大学工学部 正会員 山上 拓男
 徳島大学工学部 正会員 小嶋 啓介

1. まえがき： 現在、与えられた三次元すべり面の安全率を算定する理論式がいくつか提案されているが、それらを用いて任意形状の三次元臨界すべり面を探索する方法の研究はほとんど行われていない。そこで、筆者らは乱数を利用して三次元臨界すべり面を探索する方法（以下探索法R）と非線形計画法（GRG法¹⁾）に基づく探索法（以下探索法G）を検討してきた²⁾。本文では、これら二つの方法の概要と適用例を示すとともに、今後の課題について述べるものである。なお、三次元安全率は、三次元簡易Janbu³⁾法により算定した。

2. 探索法R： まず、図-1のように $x-y$ 平面上において斜面に解析領域を設定し、これを格子状に分割する。次に、この格子の各節点上ですべり面の存在を仮定し得る範囲を定め、この範囲を適当な間隔で分割していくつかの点を設け番号を付けておく。そして、各節点ごとに整数乱数を発生させ、その乱数に対応する番号の点を結んでいけばある仮定すべり面を生成することができる。この様子を二次元に簡略化して図-2に示した。探索法Rは、この乱数を利用したすべり面生成作業を、時間の許す限り継続して数多くのすべり面を生成し、その中で最少安全率を持つすべり面を臨界すべり面とみなすものである。

3. 探索法G： 図-1のように解析領域を設定し格子状に分割すれば、この格子の各節点上の高さ（ z 座標）ですべり面を表すことができる。そこで、非線形計画法を援用した任意形状の二次元臨界すべり面探索法と同様に、各節点の z 座標を未知数とし、非線形計画法に属するGRG法を適用して三次元臨界すべり面を探索した。探索法Gでは、非線形計画法の難点として、本問題のように未知数の数が増えると探索の精度が著しく低下することが予想される。そのため、探索の出発点すなわち初期すべり面を数多く設定して解析し、その中で最少安全率を与えるすべり面を臨界すべり面とみなすことにした。

4. 適用例： 図-3に示す局部载荷を受ける単純斜面（勾配1:2, $\gamma=1.8\text{tf/m}^3$, $c=1.0\text{tf/m}^2$, $\phi=10.0^\circ$, $\angle\alpha=5.0\text{tf/m}^2$ ）に前述の二つの探索法を適用した。この斜面は $x-z$ 面について対称な形状を持つので、 y 軸の正の部分のみを解析した。図-4は、探索法Rによる解析結果である。図-4に示されるすべり面は、4時間計算した結果、6197個のすべり面が発生した中で最少安全率1.141を持つものである。図-5は、探索法Gによる解析結果である。図-5に示されるすべり面は、15種類の初期すべり面を設定して解析した結果、最少安全率1.118を与えたものである。図-4および図-5とも载荷領域の近傍で臨界す

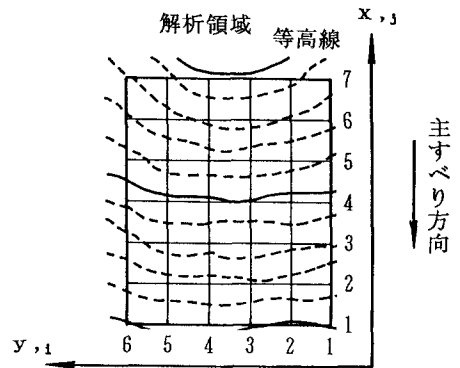


図-1 解析領域と格子分割

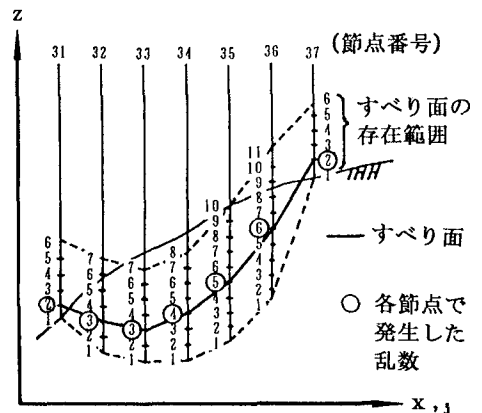


図-2 乱数を利用したすべり面の生成

べり面が探索されており、合理的な結果が得られたものと思われる。なお、探索法Gは、NEC PC-9801 DA（数値演算プロセッサ付き）を、探索法Gは、FACOM M770/10（徳島大学情報処理センター）を使用した。

5. 今後の課題： 探索法Rおよび探索法Gには、それぞれ次のような問題点が指摘できる。前者は、斜面形状が複雑になれば、時間当たりのすべり面生成数が減少し、充分な数のすべり面を生成することが難しくなることであり、後者は、初期すべり面の近くの局所的な最少安全率しか探索できないので、多数の初期すべり面を設定して解析しなければならないことである。そこで、これら問題点を解消する方法として、探索法Rと探索法Gを組み合わせた方法が考えられる。すなわち、探索法Gにより探索されたすべり面を探索法Gの初期すべり面とする方法である。図-6には、この考え方に基づき図-3を解析した結果を示した。図-6に示されるすべり面は、前述の適用例において探索法Rを実行し発生させた6197個のすべり面のうち、安全率の小さな5個のすべり面を探索法Gの初期すべり面として解析した中で最少安全率1.085を持つものであり、図-4、図-5よりも良好な結果となっている。今後、この二つの探索法を組み合わせた方法を検討し、より精度の高い臨界すべり面探索法を開発していきたい。

【参考文献】

- 1) 富士通株式会社：FACOM OSIV/F4 NLPS 解説書，1977年
- 2) 山上拓男・小嶋啓介・瀧雅信：三次元臨界すべり面探索の試み，第36回土質工学シンポジウム-斜面の安定解析と安定化工法の諸問題-平成3年度発表論文集，pp.27～34，1991年
- 3) 鵜飼恵三・細堀健司：簡易Bishop法，簡易Janbu法およびSpencer法の三次元への拡張，土木学会論文集，第394号／Ⅲ-9，pp.21～26，1988年
- 4) 宮武修・脇本和昌：数学ライブラリー47 乱数とモンテカルロ法，森北出版（株），1978年

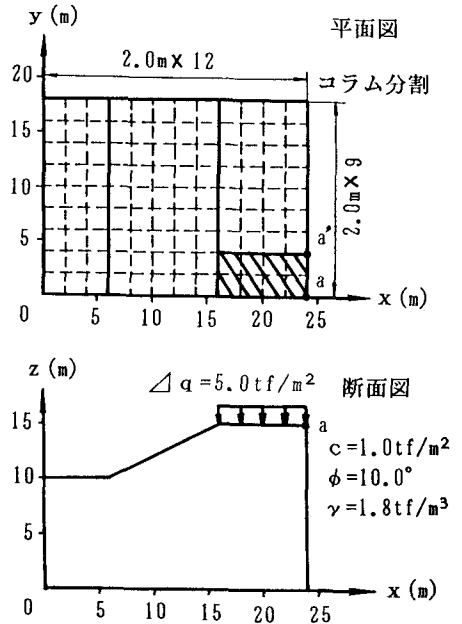
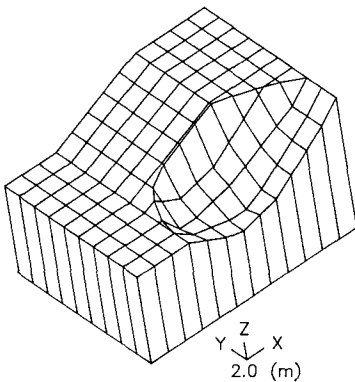
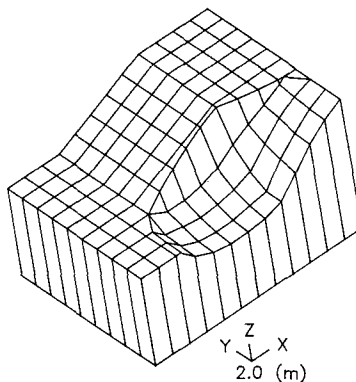


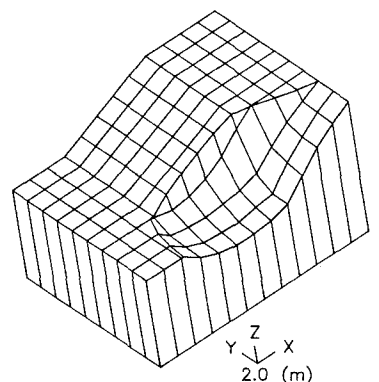
図-3 局所载荷を受ける単純斜面



安全率：1.141
計算時間：4(時間)
発生すべり面数：6197(個)
図-4 探索法Rによる解析結果



安全率：1.118
CPU time：2.4(秒)
図-5 探索法Gによる解析結果



安全率：1.085
CPU time：1.2(秒)
図-6 探索法Rと探索法Gを組み合わせた方法による解析結果