

III-595

直方体要素を用いた不連続性斜面の安定解析

石川県庁 ○越井 信行
金沢大学工学部 太田 秀樹
(株)ホクコク地水 大森 晃治

1. はじめに

岩盤斜面内の軟弱層（不連続面）に沿ってすべり崩壊が発生する場合、形成されるすべり土塊の大きさやすべりの方向は軟弱層の分布形態と地表面の形（切土する方向と形）によって決定づけられたものとなる。軟弱層が分布する岩盤斜面において切土によって斜面崩壊が発生するかどうかの要因を図-1に示す。本研究では図-1の各要因を数量化し、直方体要素を用いた3次元の斜面安定計算について報告する。

2. 計算方法

解析対象範囲を直方体要素で近似して計算を行う（図-2）。XY平面上の任意の点Aから直方体要素を積み上げて行くと、下面が不連続面、上面が地表面で囲まれた部分の要素を数えることですべり岩体を求める。解析範囲全体で上記のことを繰り返し岩体形状を求める。数えた要素数から岩体の体積、重量を計算し、XY平面上に投影した時の平面上の要素数（N1とN2）から岩体の底面積を計算する。岩体にかかる水圧についても図-2の地表面かわりに水位面を用いて同様の計算を行う。

3. 解析の精度

安定計算を行う場合すべり出す岩体の正確な重量、底面積を求める必要がある。本研究では直方体要素で岩体を近似する。そのため誤差が生じる。対応として地表面の等高線数を増すことと、分割を細分化して直方体要素の数を増すことが挙げられる。しかし現場への適応を考えると以下のことが問題となる。

- ① 現場の施工図は1:500程度の縮尺である
- ② 斜面崩壊の大きさは数10～数100m
- ③ 解析精度上一辺が50cm～1mの直方体要素を用いる（②より100万個の要素数が必要）
- ④ 解析の利用方法：切土による崩壊の要因を事前調査ですべてつかむことは困難である。そこで切土途中の状況を現場で測りながら判断を行う
- ⑤ ④から計算機としては現場にもちこめるパソコンを使用することが考えられるが①～③より計算機のメモリ容量と実行スピードが問題（プログラム

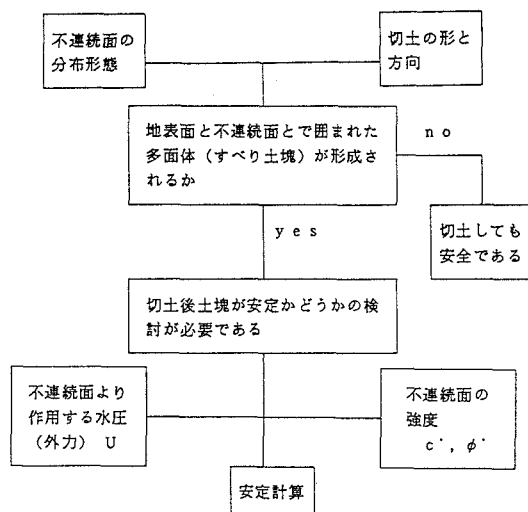


図-1 安定性の要因

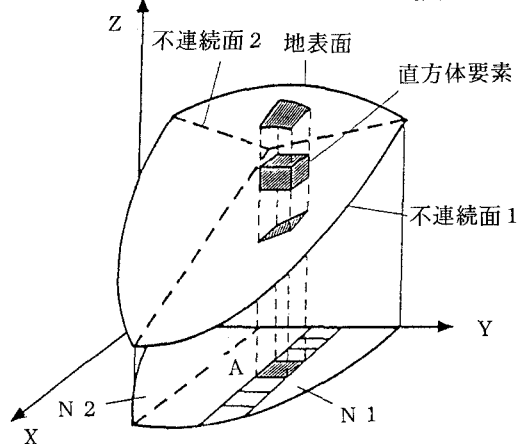


図-2 直方体要素を用いた岩体の表し方

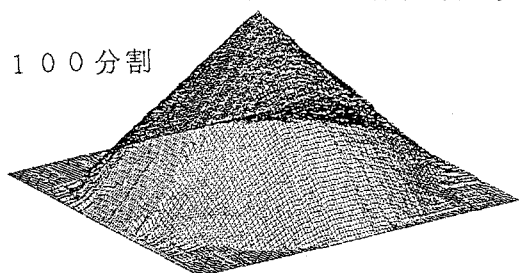


図-3 直方体要素で表した円錐体

上での対応)

以下では解析範囲内の等高線数および分割数と解析精度の関係を示す（図-3、図-4）。

図-3は半径50m、高さ50mの円錐型の山を取り、一辺を100分割した図である。図-4に計算結果を示す。図は理論値と計算値の誤差を縦軸に、解析範囲内の等高線数を横軸にとる。図-4から分割数を細かくすると精度が上がるのが判る（等高線数を10本以上にして100分割すると誤差が1%内）。また等高線数が20本を超えると精度はほぼ分割数で決まるものとなっている。

4. 解析結果

底辺の長さ100m、高さ50mの四角錐型の山を例に取り安定計算を行った。図-5に断面図を示す。四角錐の頂点より20m下の位置Aに不連続面を仮定し図-6に示す各傾斜角について計算した。不連続面にかかる水圧は底辺の長さ100m、高さ30m～高さ50mまでの四角錐型の地下水位線を仮定した（計算は5mごとの5ケース実施）。以下では底辺より30mの高さを基準（0m）として地下水位線を示す。

図-6に安定計算結果を示す。縦軸に岩体にかかる水圧と岩体の安全率を、横軸に地下水位の高さを示す。図中の線種の違いで不連続面の傾斜角の違いを表す。

図から地下水位の上昇により岩体にかかる水圧が増加していき、安全率が低下していくことが判かる。また地下水位が一定のとき不連続面の傾斜角が大きくなると安全率が低下することが判る。

5. まとめ

- ① 地表面と不連続面で囲まれた岩体の安定解析を100万個の直方体要素を用いて計算した。
- ② 解析範囲内の一辺の分割数を100分割にすると精度を1%以内に抑えることが出来る。
- ③ 四角錐型の山をモデルにして三次元斜面の安定解析を行い、不連続面の分布・地下水位の変化と安全率の関係を求めた。

参考文献

- 1) 太田秀樹・大森晃治・寺田武彦：不連続性岩盤斜面におけるすべり岩体の特定と安定性の評価，土木学会論文集，NO. 424, pp. 217-225, 1990
- 2) 太田秀樹他：岩盤斜面内の軟弱層に沿うすべり崩壊の解析事例，土質工学会第27回土質工学研究発表会，pp. 1913-1916, 1992

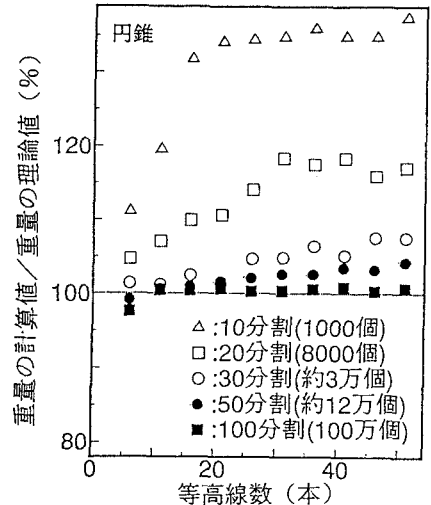


図-4 解析範囲の等高線数・分割数と岩体の重量の誤差の関係

地下水位（0～20m）

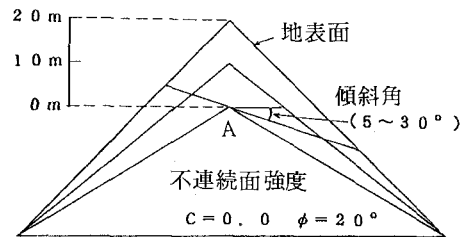


図-5 四角錐型の山の断面図

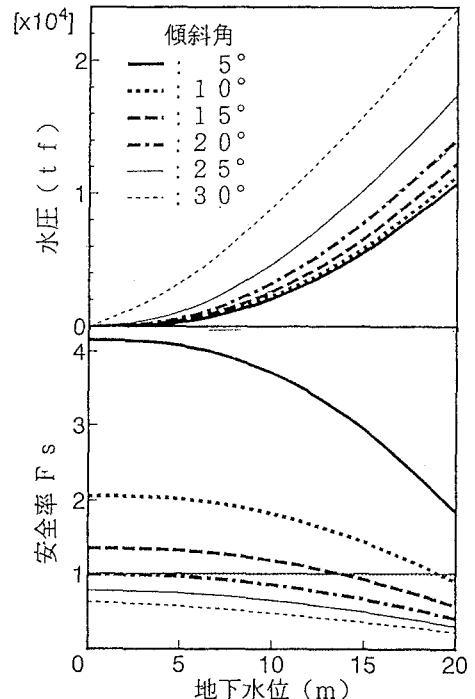


図-6 地下水位と水圧・安全率の関係