

岐阜大学工学部 正会員 宇野 尚雄
日本電信電話 正会員の五十嵐 誠

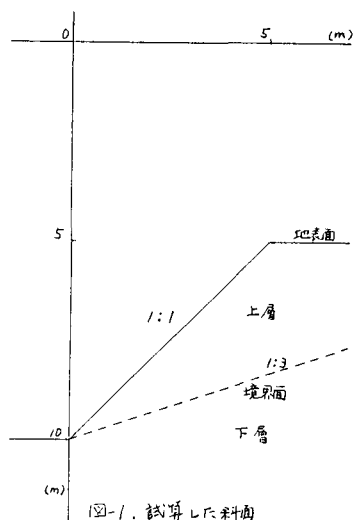
1. まえがき Bishop法などの円形すべり面解析法が、実務では依然としてよく利用されているが、①斜面土質の強度条件や、②解析条件(分割数の選定)による精度については十分解説された成書が見当たらない。実際には、堤体や斜面の安定性を検討するために破壊確率を算定するときなどに膨大な量の安全率計算をする。そこでその安全率を算出する方法としての円形すべり面解析法の精度を検討する必要がある。このため条件①、②が安全率や臨界円に及ぼす影響を試算し検討した。

2. 安全率 F_s に及ぼす解析条件(Bishop法) 解析条件として、すべり土塊の分割数、すべり面半径の分割数、そして中心点数を考えて 均一斜面の場合、二層斜面の場合を試算し、また、斜面土質の強度条件としては、粘着力、内部摩擦抵抗角それぞれの変化について試算した。そして各条件が安全率、またその精度にどのように影響するのかを調べ、臨界円(破壊規模)との関係も検討した。

3. 計算結果の考察(安全率と破壊規模の両面からの考察) すべり土塊の分割数変化においては、均一斜面の場合(粘着力 0.4tf/m^2 、内部摩擦角 30° 、単位体積重量 1.8tf/m^3)、分割数と安全率の関係をみると分割数の増加に伴い F_s の値がある値に収束する傾向が顕著に現れて、図-2の様になめらかな線となる。このときの安全率は分割数変化以外の影響をうけていないと考えられる。分割数と F_s 精度の関係をみると、 $1/200$ 程度の精度を得るのに10分割でよく、 $1/1000$ 程度の精度を得るのに30分割でよいことがわかる。

二層斜面の場合(下層の内部摩擦角 20° 、それ以外は均一斜面と同じ)も分割数と安全率の関係をみると、均一斜面の場合と比較して二層斜面の F_s 変化は乱れ、あまり明確でないけれども、ある値に収束する傾向がみられる。 F_s 精度に関しては $1/100$ 程度の精度を得るのに10分割、 $1/500$ 程度の精度を得るのに60分割、 $1/1000$ 程度の精度を得るのに80分割必要であることがわかり、均一斜面の場合と比較すると精度が低い。また破壊規模は均一斜面でも二層斜面でも安全率が安定すれば安定している。すべり面半径の分割数変化については均一斜面の場合(粘着力 0.4tf/m^2 、内部摩擦角 20° 、単位体積重量 1.8tf/m^3)のみについて分割数を5, 10, 20, 40, 99と、変化させ試算したが、すべり土塊の分割数変化の均一斜面の場合と同様な傾向がみられた。中心点数の変化については、中心点数を、49, 100, 169と変化させ、すべり土塊の分割数変化と同じ土質条件で試算した結果、中心点数と F_s 精度の関係をみると、均一斜面の場合は今回固定した中心点の領域内の100個の点で計算すれば $1/1000$ より良い精度が得られる。ここでも二層斜面の場合は分割数変化のときと同様に安全率の精度は乱れていて100個の点をとっても $1/500$ の精度が得られない。次に斜面土質の強度条件による影響の検討であるが、粘着力を変化させたときは $\phi=30^\circ$ を一定にし、内部摩擦角を変化させたときは $c=0.4\text{tf/m}^2$ を一定とし計算した結果が図-9で、破壊規模という観点からみると内部摩擦角と粘着力は表裏の関係にあり、内部摩擦角低下による安全率低下に呼応して破壊規模は増加し、粘着力低下による安全率低下に呼応して破壊規模は減少するという興味深い結果が得られた。

4. 結論 均一斜面の場合は 分割数と精度の関係が明確に現れて、ある精度に対応する分割数が選択できそうに思われる。しかし、二層斜面では均一斜面と比較すると精度が格段落ちてしまい、均一斜面と異なる境界面の存在による精度への影響を検討する必要があると考えられる。



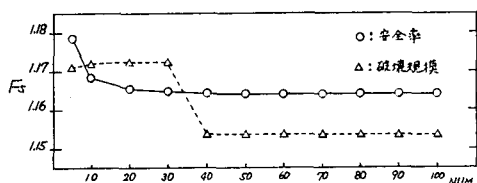


図-2. すべり土塊の分割数(NUM)と安全率, 破壊規模(均一斜面)

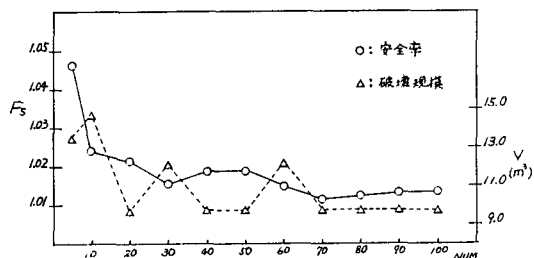


図-3. すべり土塊の分割数と安全率, 破壊規模.(二層斜面)

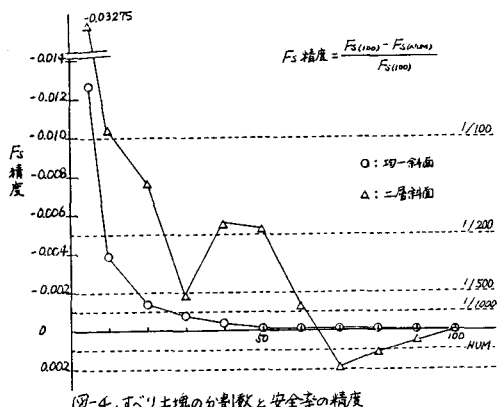


図-4. すべり土塊の分割数と安全率の精度

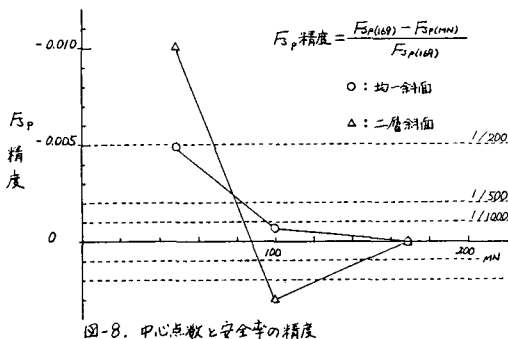


図-8. 中心点数と安全率の精度

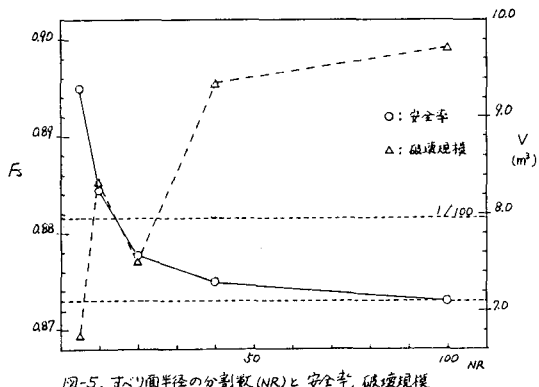


図-5. すべり面半径の分割数(NR)と安全率, 破壊規模

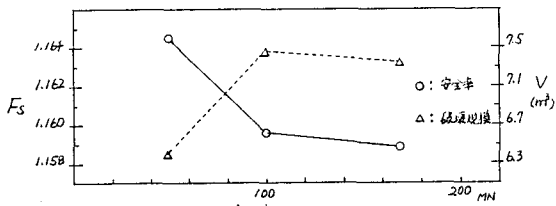


図-6. 中心点数(MN)と安全率, 破壊規模.(均一斜面)

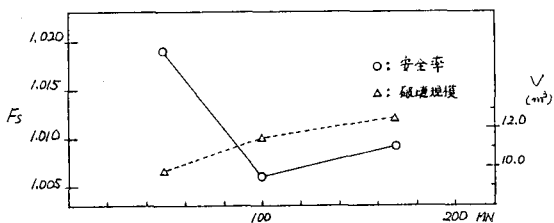


図-7. 中心点数と安全率, 破壊規模.(二層斜面)

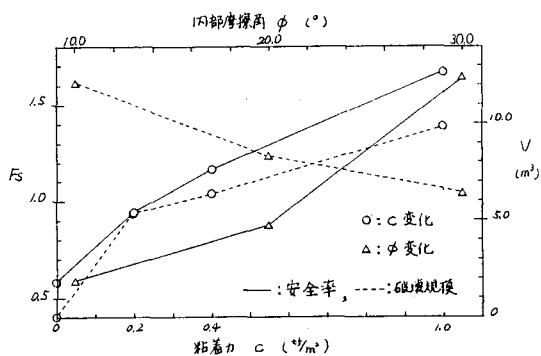


図-9. 斜面土質の強度条件と安全率, 破壊規模

記号説明 F_s : 安全率

NUM : すべり土塊の分割数

MN : 中心点数

V : すべり土塊の体積(単位奥行当り)

NR : すべり面半径の分割数

(最大円と最小円の間すべり面半径の数)

(註) 図-1において 均質斜面: $\gamma = 1.8 \text{ tf/m}^3$, $c = 0.4 \text{ tf/m}^3$, $\phi = 30^\circ$

二層斜面: 上層 $\gamma = 1.8 \text{ tf/m}^3$, $c = 0.4 \text{ tf/m}^3$, $\phi = 30^\circ$

下層 $\gamma = 1.8 \text{ tf/m}^3$, $c = 0.4 \text{ tf/m}^3$, $\phi = 20^\circ$