

福井大学大学院 学生員 田行 啓一
福井大学工学部 正会員 荒井 克彦

1 まえがき 斜面安定解析に非円形すべり面法を用いる場合、最小安全率を与えるすべり面の決定方法が問題になる。変分法を利用する方法などが提案されているが、適用対象が均一斜面に限られるなどの欠点がある¹⁾ 2) 3)。ここでは、数理計画法に基づいて、最小安全率を与える非円形すべり面を決定することを試みる。

2 定式化 Janbuliによる非円形すべり面法を用いる⁴⁾。安全率は、すべり面上のせん断抵抗の和/すべり面上のせん断応力の和で定義され、具体的には、図-1を参照して次式で与えられる。

$$F_s = \frac{\sum F_i}{\sum G_i} \quad (1)$$

$$F_i = \frac{(c' + \Delta W_i / \Delta x_i \cdot \tan \phi') \cdot \Delta x_i \cdot F_s \cdot (1 + \tan^2 \alpha_i)}{F_s + \tan \alpha_i \cdot \tan \phi'} \quad (2) \text{ 式(1)の左辺}$$

$$G_i = \Delta W_i \cdot \tan \alpha_i \quad (3)$$

ここで、 ΔW_i ……分割土重量、 Δx_i ……分割幅、 c' ……粘着力、 ϕ' ……せん断抵抗角、 γ ……土の単位重量、 F_s ……安全率
図-1に示すように、分割幅 Δx_i を与えると、すべり面の縦距 y_i を決定すれば、すべり面が完全に決定される。式(2)(3)中の ΔW_i 、 α_i などは、 y_i が決まれば計算されるから、 y_i のみが独立な変数となる。したがって、次式を目的関数として、 y_i を決定する最適化問題を解くことにより、最小安全率を与えるすべり面が決定されるはずである。

$$J = F_s \rightarrow \text{minimum} \quad (4)$$

一方、式(2)に示すように、式(1)右辺にも安全率 F_s が入るため、このままでは最適化計算を行えない。 y_i だけでなく F_s も変数と考え、式(1)を制約条件としてペナルティ法を用いる方法も行ったが、結果は不安定であった。ここでは、式(2)右辺の F_s を仮定して、式(1)の F_s を最小にする y_i を決定し、その結果から図-2に示すようにして、最小安全率 F_s を決定した。なお、式(1)の F_s を最小にする y_i を求める際に、数理計画法における共役勾配法を用いた。

3 解析例 対象地盤モデルを図-3に示す。図-3に示すように、対象地盤を11分割し計算を行った。すべり面が地表面と交わる点の手え方により、最小安全率を与えるすべり面の形状が異なって表われ、現時点では、

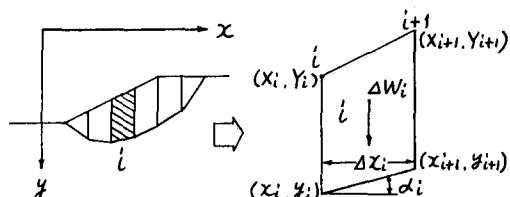


図-1 Janbuliの方法

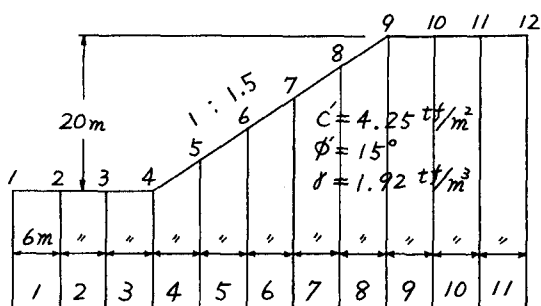
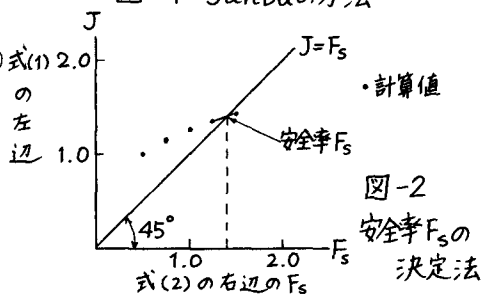


図-3 解析モデル

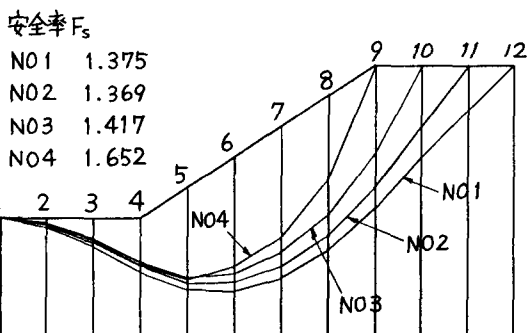


図-4

この問題を解決し得ていない。ここでは、すべり面が地表面と交わる点を、種々の場合を考えて、与えてみた結果を示す。図-4~7は、各場合の安全率最小のすべり面の形状と安全率である。図-8は、図-4~7を通じて、安全率最小のすべり面の形状である（図-7におけるNO14と同一）。この時の安全率 F_s は1.265であった。図-9は、同一の対象地盤モデルを用いて、Bishopによる円形すべり面法での最小安全率を与えるすべり面の形状である。この時の安全率は1.451であった。また、図-9で求めたBishopによる円形すべり面法でのすべり面を、Janbuliによる非円形すべり面法で安全率を計算すると、1.783であった。図-8で得られた結果と、図-9で求めたBishopの方法でのすべり面とを、直接比較することには、まだ問題があるが、かなり異なったすべり面が得られている。また、Bishopの方法での安全率1.451より小さい値が得られていることも興味ある結果である。

4 あとがき 土質が不均質で単位重量や強度定数の異なる各層からなるときは、すべり面が単一の円にならず、軟弱層に沿う形になる可能性が高い。本方法は、このような場合への適用が考えられ、今後さらに検討を続ける予定である。

〈参考文献〉 1) E.Castillo, A.Luceno International journal for numerical and analytical methods in geomechanics Vol 6 (1982) 2) R.Baker, M.Garber Géotechnique 28 (1978) 3) E.Castillo, J.Revilla Proc 9th International Conference on Soil Mechanics and Foundations Engineering Tokyo 2 (1977) 4) 土質工学ハンドブック

