

Ⅲ－５ 任意形状斜面の安定解析

高松高専専攻科 学生会員 ○蓮井 康二
高松高専 正会員 春本 繁
高松市役所 谷本 直也

1. はじめに

我々のまわりに存在する自然、人工斜面は、一般に、その形状が任意で、地盤性状も多種多様である。こうした非均質で任意形状な斜面の安定性をより正確に把握することは、重要である。そこで、円形すべり面理論の中では精度のよい手法として評価されている簡便Bishop法に基づく多層地盤からなる任意形状斜面の安定解析プログラムを開発し、2、3の非均質で任意形状な斜面に適用し、プログラムの有用性を確認した。次に、小段を有する斜面、コンクリート擁壁で補強された斜面、及び砂杭で改良された斜面の安定解析に適用した。そして、小段幅や小段の有無、コンクリート擁壁による補強及び砂杭による改良などが斜面全体の安定性にどのように影響するかについて検討したので、その結果を報告する。

2. プログラムの概要

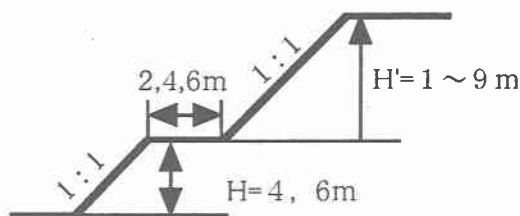
開発したプログラムの概要は以下の通りである。(1) 斜面内の任意の位置に仮想点(斜面仮想変曲点)を導入することで解析斜面に存在するすべてのすべり面について安定解析ができる。すなわち、構造物等を含む斜面全体の安定解析が可能である。(2) 地表面形状データで入力された点(仮想点も含む)には必ずスライス線が存在するよう工夫している。これは一つのスライス内に擁壁と土のように異質の材料が存在しないことを意味している。(3) 鉛直面を含む多層な非均質地盤も解析可能である。(4) 荷重が作用した場合についても解析可能である。

3. 解析概要

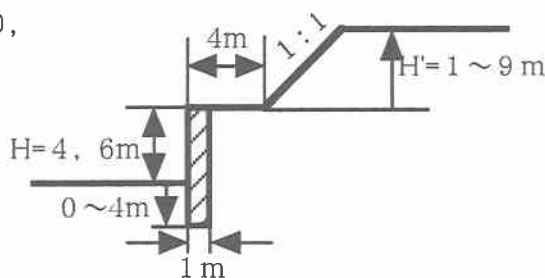
CASE 1は図－1のように斜面内に小段をひとつ設けた場合の小段幅と安全率との関係、また、CASE 2は図－2のようにコンクリート擁壁で斜面を補強した場合の擁壁の地中長及び擁壁背面の斜面高さとの安全率の関係を検討しようとするものである。また、CASE 3は図－3のように斜面が砂杭で地盤改良された場合の砂杭位置により安全率がどのように変化するかを調べるものである。解析例の斜面勾配はいずれも1:1であり、土の強度定数は、表－1に示す通りである。

表－1 強度定数

強度定数	γt (kN/m ³)	C (kN/m ²)	ϕ (度)
CASE1,2 土	17.64	9.8	20
CASE3 土	17.64	9.8	15
擁壁	23.50	850	0
砂杭	19.00	0.0	30



図－1 CASE 1の斜面

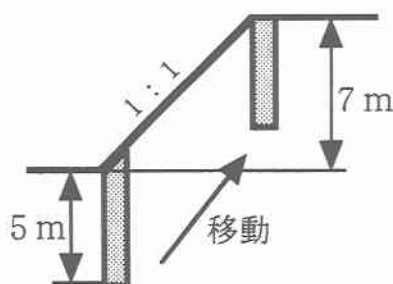


図－2 CASE 2の斜面

4. 解析結果と考察

(1) 小段幅と安全率の関係：図－4及び図－5より、 $H'/H \leq 1$ の場合は小段幅が大きくなるにつれて、安全率も大きくなる傾向が見られるが、 H'/H の値が1を超えるに従い、その効果は次第に小さくなる。これは、 $H'/H \leq 1$ の場合には、すべり面が小段下方の斜面に生じるが、小段背面斜面高が大きくなると背面斜面にすべり面が生じるようになるからである。

(2) 擁壁背面斜面高さ及び地中長と安全率の関係：図－6より、



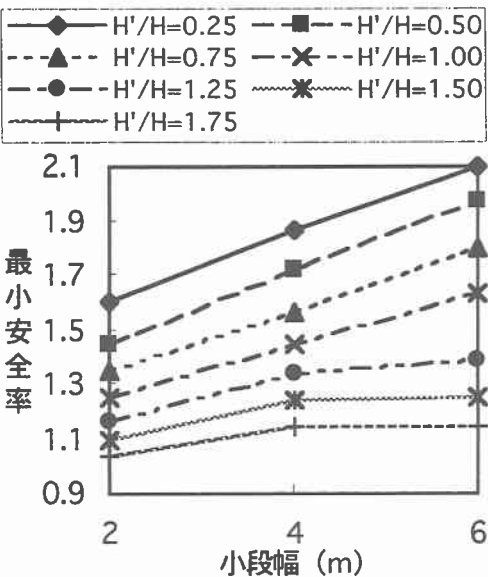
図－3 CASE 3の斜面

地中長が2mのときすべり面は、背面斜面高さが5mまでは擁壁底部より下方に、6m以上になると擁壁頂部より上方（局部破壊をする）に生じることを示している。また、地中長が1mの場合、背面斜面高さが7m以上になるとすべり面は背面斜面に生じるために、地中長2mの場合と同じ値となる。地中長が0mの場合にはすべり面は常に擁壁底部より下方に生じる。図一7より、 H'/H が0.5程度の場合には、地中長が大きくなるにつれて安全率は増加の傾向が見られる。しかし、 H'/H が1以上になると増加傾向も小さくなり、ある値を超えると地中長をいくら大きくしてもその効果が見られないと予想される。

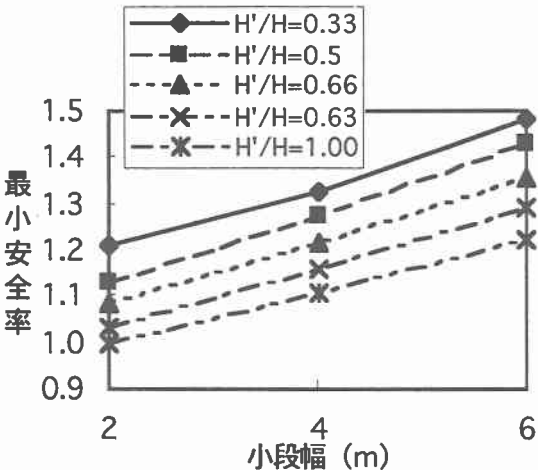
（3）砂杭位置と安全率の関係：図一8より、砂杭が斜面中央部よりやや上部の位置にあるとき安全率が最大となる。これは、従来から言われている「斜面の安定性は土の体積力とせん断強さとのバランスによる。」ことの証明でもある。

5. まとめ

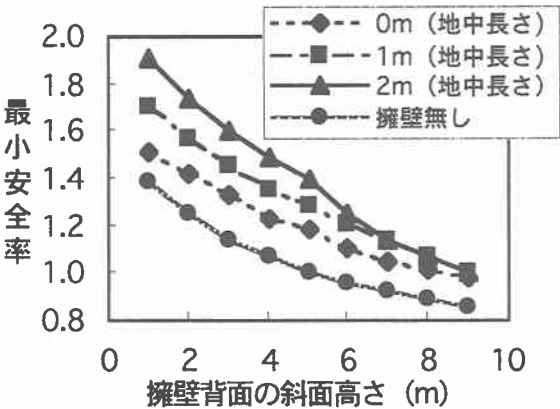
- （1）開発したプログラムは、便法ではあるが、任意形状斜面全体の安定性を検討するのに有用である。
- （2）斜面内に小段を設ける場合、その効果は位置や幅をいかにするかで決まる。
- （3）コンクリート擁壁で補強された斜面の安定性は、背面斜面高さが小さい間は地中長に支配されるが、大きくなるにつれて背面斜面高さに支配されるようになる。
- （4）砂杭位置と安全率の関係は、上方に凸な曲線形状となり、最適な杭位置が存在する。



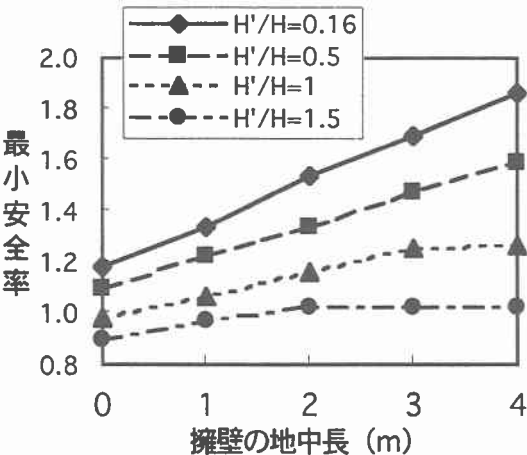
図一4 小段幅と最小安全率の関係 (H=4m)



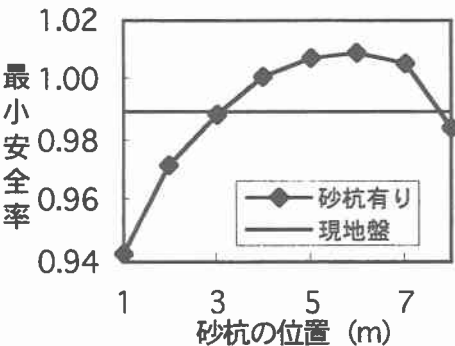
図一5 小段幅と最小安全率の関係 (H=6m)



図一6 擁壁背面の斜面高さ
と最小安全率の関係 (H=4m)



図一7 擁壁地中長と最小安全率の関係 (H=6m)



図一8 杭の位置と最小安全率の関係