

浸透力を考慮した斜面安定解析手法に関する一考察

鹿児島大学大学院 学生員 ○酒匂 一成
鹿児島大学工学部 正会員 北村 良介

1. まえがき

南九州にはしらす斜面が広く分布している。しらす斜面では梅雨期、台風来襲期の降雨に起因する斜面崩壊が頻発し、災害が発生している。斜面崩壊を予測するためには、雨水の斜面内への浸透挙動、体積含水率の増加、地下水位の上昇に伴うサクシヨンの変化挙動等を斜面安定解析の中で考慮しなければならない。このような認識に立ち、北村研究室では豪雨時のしらす斜面の崩壊予測システムの開発を行っている¹⁾。

本報告では、浸透力の影響を考慮した斜面安定解析手法について若干の考察を加えている。

2. 斜面安定解析における浸透流の取扱い

斜面安定解析における浸透流の取扱い方としては、水の浸透が土塊に与える力を物体力（浸透力と浮力）として取扱う方法（体積力法）と体積力をすべり土塊表面に働く表面力（水圧）に置き換えて扱う方法（水圧法）が挙げられ、どちらの方法でも土塊に作用する力学的効果は同じである²⁾。そこで、本報告では体積力法を用いることとした。図-1 は浸透力を定義するために用いられる模式図である。土要素の力の釣り合いを考えることによって、浸透力とは次式のように定義される。

$$j = \gamma_w \cdot i$$

ここに、 j ：浸透力， γ_w ：水の単位体積重量，
 i ：動水勾配

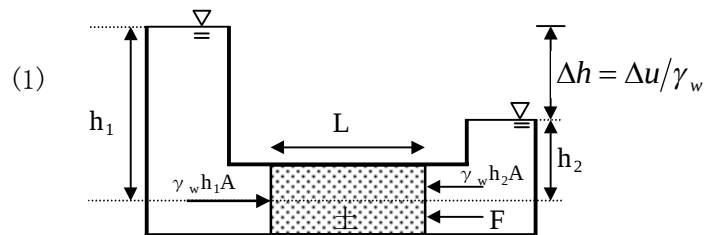


図-1 浸透力の説明

浸透力は重力と同じく単位体積当たりの物体力である。開発しようとしている斜面安定解析手法ではすべり土塊における力の釣り合いを考えることによって斜面の安定度を評価しようとしている。

3. 浸透力の影響を受ける場合の斜面安定解析

図-2 は潜在すべり面下端付近に地下水位が存在しているしらす斜面を想定している。豪雨時のしらす斜面の崩壊ほとんどは、すべり厚さが数十 cm 程度の表層すべり型崩壊である。このような潜在すべり面に対して Janbu 法を適用する。次式に浸透流の影響を体積力法で扱った Janbu の式を示す。また、今回は不飽和土中の浸透流の影響は考慮しないものとした。

$$F_j = \frac{\sum \left[\frac{c' \cdot b + \{W - \Delta V - P_v + j \cdot V_w \cdot \sin \alpha\} \cdot \tan \phi'}{m_j} \right]}{\sum \{ (W - \Delta V - P_v) \cdot \tan \alpha + j \cdot V_w / \cos \alpha \}}$$

$$m_j = \cos^2 \alpha + \sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi' / F_j$$

(2)

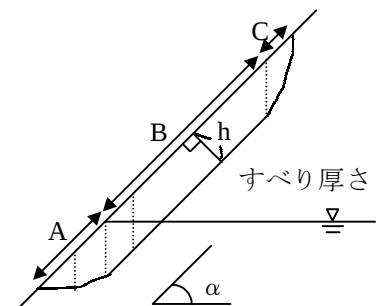


図-2 潜在すべり面を持つ急勾配斜面

ここに、 F_j ：安全率， b ：スライス幅， W ：スライス自重， α ：潜在すべり面の傾斜角，

ΔV ：鉛直方向のスライス間力の差， P_v ：浮力， j ：浸透力， V_w ：スライスの水浸した部分の体積。

キーワード：斜面安定解析，浸透力，しらす

連絡先：〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学工学部海洋土木工学科

式(2)は、どのスライスに関しても安全率が等しいという仮定の下で導かれている。しかし、実際には図-2のように潜在すべり面の最下端部付近に地下水位が存在している場合、各スライスにおける安全率は異なると考えられる。特に地下水位の存在する潜在すべり面の最下端でのスライスは、潜在すべり面上端部分のスライスに比べ、浸透力等の影響により不安定な状態であると考えられる。そこで、図-3の最下端のスライスにおける力の釣り合いから最下端のスライスでの浸透力を考慮した安全率の式は以下になる。

$$F_j = \frac{\left[\frac{c' \cdot b + (W - \Delta V - P_v + j \cdot V_w \cdot \sin \alpha) \cdot \tan \phi'}{m_j} \right]}{\{(W - \Delta V - P_v) \cdot \tan \alpha + j \cdot V_w / \cos \alpha + \Delta H\}} \quad (3)$$

$$m_j = \cos^2 \alpha + \sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi' / F_j$$

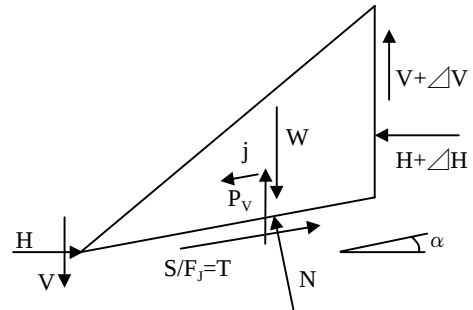


図-3 最下端のスライスにおける力の釣り合い

ここに、 ΔH ：水平方向のスライス間力の差。

ここで、地下水位が上昇すると式中の浸透力や浮力が増加し、釣り合いが破れてスライスがすべり面方向に移動する。瞬間的に起こるこのような現象をパイピングと称している。降雨時の斜面崩壊を予測するためには、(3)式を考慮した安定解析が必要である。そこで、浸透力の影響を受ける時の斜面安定解析として、図-4に解析の流れを示す。地下水位が存在する潜在すべり面の最下端のスライスにおける安全率の算出を式(3)より行い、不安定と判断されればパイピング及び進行性破壊が起こりうる。安定している場合、潜在すべり面上の全てのスライスによる斜面安定解析(式(2))を行い安全率を算出する。この安全率が不安定であると判断された場合、潜在

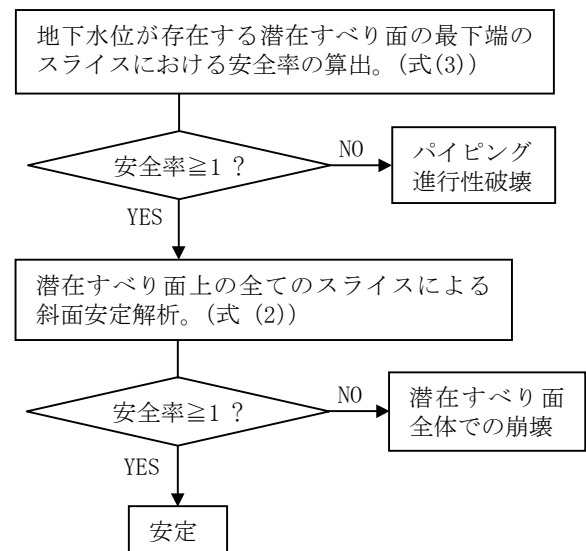


図-4 浸透力の影響を考慮した斜面安定解析の流れ

すべり面全体での崩壊が生じると考えられる。これまで降雨時の斜面安定解析手法として潜在すべり面上の全てのスライスに対する Janbu 法による解析のみを用い、潜在すべり面全体での崩壊について検討していたが、今回の安定解析手順によりパイピング等の進行性破壊についても検討することができる。このような斜面安定解析のプロセスは、降雨時及び潜在すべり面内に浸透流が存在する場合の安定解析として有用であると考えられる。

4. あとがき

本報告では、浸透力の影響がある場合の斜面安定解析について考察した。今回の斜面安定解析に降雨の影響及び不飽和土中の浸透の影響等を考慮することにより、降雨時の斜面崩壊予測に有用な安定解析を提案できると考える。

【謝辞】

本研究は科研費地域連携推進研究費 (No. 12792009, 代表：北村) の援助をいただいた。ここに謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 北村ら：しらす斜面崩壊予測システム確立に関する基礎的研究, 科研費報告書 (課題番号: 09555153), 2000.
- 2) (社) 地盤工学会編：斜面安定解析入門, pp. 40～42, 1988.