

GIS を用いた Hovland 法による安定解析 GIS based stability analysis by Hovland method

○正田大輔*・ 川本 治*・ 山田康晴*・ 井上敬資*
D. SHODA, O. KAWAMOTO, Y. YAMADA, and K. INOUE

1. はじめに

農村地域における短時間強雨の増加や、人口減少・高齢化に伴う災害対応力の低下などによって、地すべり防災上の新たな課題が発生している。一方、種々の災害に対する GIS の活用や、斜面の安全度評価にも GIS を用いた研究¹⁾が近年なされている。

地すべりに対する農地保全を GIS によって管理する研究の一環として、本報では、地すべり防止区域内で発生した地すべり現場を対象とし、空間地理情報を用いて三次元極限平衡法により検討を行った。

2. 地すべり現地の概要と解析方法

Fig.1 に本報で対象とした地区の数値情報データを示す。農業集落界・地すべり防止区域・農道・ため池については、(財)日本水土総研の日本水土図鑑 GIS を、標高については、国土地理院の 10m メッシュ基盤地図情報を用いて、ESRI 社の ArcGIS で表示させたものである。対象地区は、地すべり防止区域が多く点在し、その中に農業用施設も多く含まれることがわかる。

Fig.1 のある地すべり防止区域で、現在対策が行われている地すべり土塊と地形図を Fig.2 に示す。地すべりは、棚田状水田の崩積土、および泥質凝灰岩の強風化層を地すべり土塊とする粘質土すべりが発生している。Fig.2 の土塊について、三次元安定解析を実施するにあたり、すべり面は式(1)の楕円体で仮定した。

$$\frac{(x-k)^2}{a^2} + \frac{(y-l)^2}{b^2} + \frac{(z-m)^2}{c^2} = 1 \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 x, y, z は各座標値、 a, b, c, k, l, m は未知数である。これらの未知数を決定するために、土塊内に含まれる上記の標高・平面データと、対策工計画断面図のデータをもとにニュートン・ラプソン法を用いた。

解析手法は Hovland 法で、要素を中村ら(1985)と同様で、三角柱とした。本報における地表面標高と地下水水位は、Fig.3 の断面図から決定した。地表面と地下水水位の標高は、同一 x 座標において一定とした。総要素数は 150 で、総接点数は

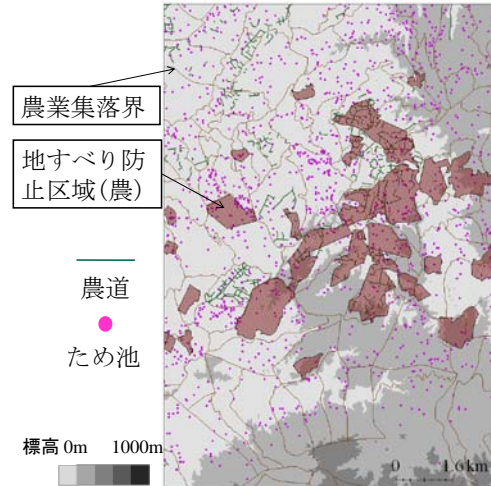


Fig.1 解析対象とした地区の数値情報データマップ
Digital data map of analysis area



Fig.2 地すべり土塊と地形図
Slide geometry and topographical map

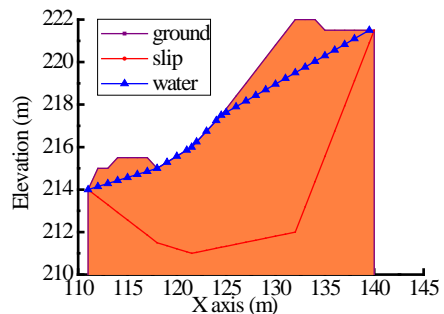


Fig.3 地すべり断面図
Slide geometry cross section

*農研機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering
キーワード：地すべり・極限平衡法・GIS

108 とした。

Fig.4 に解析メッシュ、Table 1 に解析で
 使用したパラメータをそれぞれ示す。本報で
 は、現況安全率が 1.0 となるように粘着力
 を決定し、地下水位の上昇と地すべり抑止
 杭の抵抗力について検討を行った。

3. 結果及び考察

上記の手法と条件で現況の安全率を 1.0
 として、以下の検討を行った。

Fig.5 に、地下水位上昇量と安全率の関
 係を示す。ここで、地下水上昇量は、Fig.3
 に示す地下水位を 0 とし、地表面に達してい
 ない箇所を 1m ずつ地表面に達するまで上
 昇させた時の総上昇量である。図より、地
 下水位上昇に伴って安全率が線形的に減少
 していることがわかる。このことから、本
 地点においても地下水位上昇が地すべりの
 リスクを高くしているといえる。

Fig.6 に、地下水位上昇量と 1 本あたりの
 杭の抵抗力の関係を示す。ここで、地下水
 位上昇量は Fig.5 の縦軸と同一であり、杭
 の抵抗力は、実際に対策が行われている
 Fig.3 の横軸 123-124m の箇所で、Fig.4 の Y
 軸方向に 2m 間隔で杭を設置した場合の杭
 1 本あたりの抵抗力である。さらに、抵抗
 力については対策後の安全率が 1.2 となる
 ように、設置位置に関わらず発揮するもの
 とする。この図より、水位の上昇にともな
 い、杭の抵抗力が増加することがわかる。
 水位上昇によるすべり面での抵抗力の低下
 で、杭が発揮する抵抗力が増加したため
 である。さらに、この現地で使用された杭
 の許容耐力は 1782(kN) であり、Fig.6 より地
 下水位が上昇した場合でも杭の抵抗力が問
 題なく発揮されると考えられる。

4. 結論

本報では、地すべり現場を対象とし、空
 間地理情報を用いて三次元 Hovland により
 検討を行い、以下の結論を得た。(1) 本現
 場でも地下水位上昇が地すべりのリスクを
 高くなる。(2) 地下水位が上昇した場合
 でも杭の抵抗力により安全率が確保され
 ると
 考えられる。

今後は、スライス間の力を考慮し、地す
 べり対策工の効果について検討を加える。

参考文献: 1) Xie, M. et al. : GIS-Based Implementation of Three-Dimensional Limit Equilibrium Approach of Slope Stability, J. Geotech. and Geoenviron. Engrg. ASCE, 132, (5), 656-660 2006.

2) 中村ら : Hovland 法による地すべり 3次元安定解析手法, 土木研究所資料, No.2265, 1985.

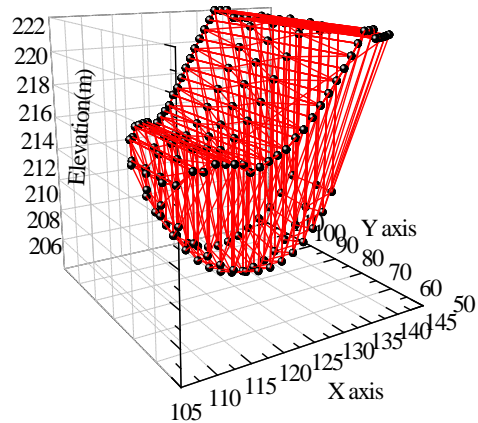


Fig.4 解析メッシュ
 Analysis mesh

Table 1 解析パラメータ
 Analysis parameter

内部摩擦角 (°)	粘着力 (kN/m ²)	密度 (kN/m ³)
15.84	3.21	18.0

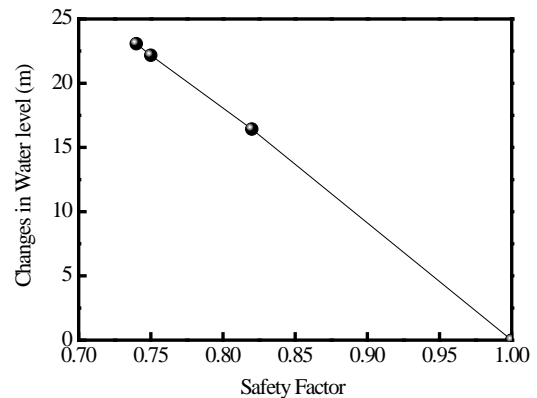


Fig.5 地下水位上昇量と安全率の関係
 Changes water level and safety factor relationship

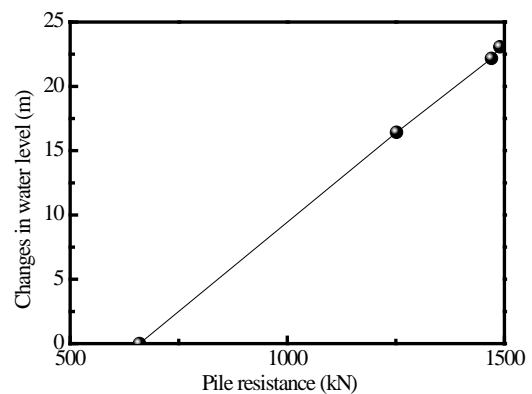


Fig.6 地下水位上昇量と抵抗力の関係
 Changes water level and pile resistance relationship