

III-70 三次元多平面安定解析手法の有用性

神戸大学大学院 学生会員 森本 功彦
 神戸大学大学院 学生会員 鈴木 洋平
 神戸大学工学部 正会員 沖村 孝

1. はじめに

斜面崩壊の中でも表層崩壊は小規模であるが数多く発生する。その被害は直接崩土によるもののほか崩土に起因する土石流によるものがある。この土石流の堆積域を推定するには崩壊の位置および土量を知ることが必要である。崩壊源の大きさを予測する手法としては、二次元（X-Z）断面平面上の多平面安定解析手法¹⁾を三次元に拡張した三次元多平面安定解析手法²⁾を既に提案した。本報ではこの手法の有用性を検討するため、本手法、三次元Hovland法、三次元簡易Janbu法をモデル斜面に適用して得られた安全率を比較するとともに、本手法を適用する際のメッシュ間隔の違いが崩壊源予測規模に与える影響について検討する。

2. 他の解析手法との安全率の比較

本報では図-1に示すモデル斜面を使用する。この斜面は、以前に提案した危険セルを求める手法³⁾を適用すると中心のセルが危険セルとなるように地表面形状及び表土層厚が設定されている。斜面の土質条件は単位体積重量 $\gamma_t=1.7\text{tf/m}^3$ 、内部まさつ力 $\tan\phi=0.6$ 、粘着力 $c=0.5\text{tf/m}^2$ と仮定した。図-2の斜線で示されたすべり土塊に対して得られた安全率を表-1に示す（この値はメッシュ間隔が5mの場合である）。3つの手法から得られた安全率を比較すると、他の2手法に比べて多平面安定解析手法が0.18~0.17大きな値を示すことがわかるが、これは本手法がすべりと直交方向の力のつり合いも考慮し、すべり土塊側面に作用するせん断力を評価しているためと思われる。

3. メッシュ間隔の違いによる崩壊源予測規模の違いについて

次に前述した数値地形モデルの危険セルの中心を原点としてメッシュ間隔1m、3m、5m、7m、9mの5通りモデル斜面を作成し、三次元多平面安定解析手法を適用した。設定した解析領域内で危険セルを必ず含むあらゆる矩形形状の仮定すべり土塊を設定し、そのすべての仮定すべり土塊で安全率を求め、その中で最小の安全率を示す仮定すべり土塊を、危険すべり土塊として求めるべき解とした。しかし、下流側最終分割柱のすべり面形状は潜在崩土層厚とメッシュ間隔の関係によりすべり面の傾斜角が変化し、メッシュ間隔が1mの場合は

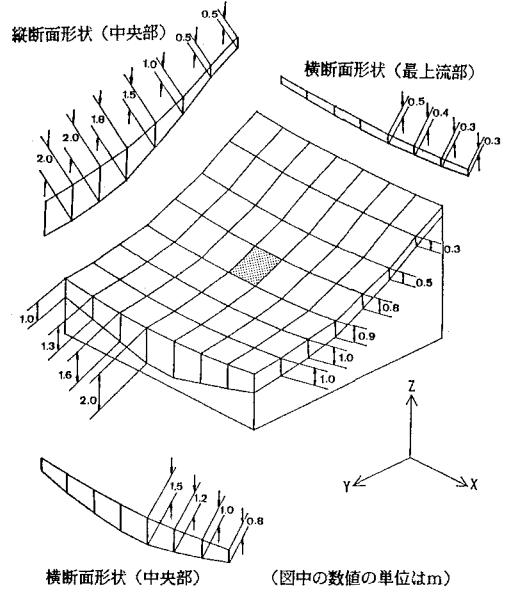


図-1 モデル斜面のブロックダイアグラム
 （水平方向に比して鉛直方向の縮尺は3倍）

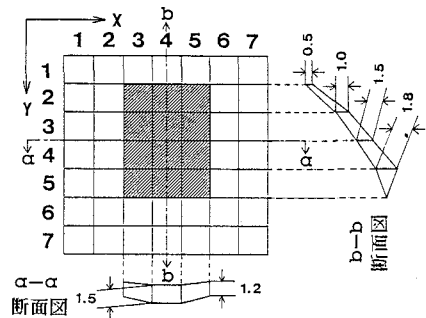


図-2 仮定すべり土塊の位置および中央部での縦断面形状
 （表土層厚の縮尺は2倍・図中の数値の単位はm）

現実に生じるすべり面と比較すると不自然な形状となるため、以後の解析は行わなかった。解析に用いた土質定数は上述したとおりである。図-3に解析結果を示す。図-3で外枠は解析領域、太枠で囲った部分は各メッシュ間隔のときの危険すべり土塊形状である。また、図中に示してある点線は、参考のためメッシュ間隔が5mのときの結果を示したものである。なおメッシュ間隔が5mのときの危険すべり土塊は、左右対象に2通り得られたため、これを平均化した危険すべり土塊とした。図-3より、各メッシュ間隔で得られた危険すべり土塊はほぼ同じ位置、形状で出現しており、メッシュ間隔の違いによって得られる危険すべり土塊の規模には大きな違いは生じないことが明らかになった。これらのことを数値的に確認するために、適中率、再現率という2つのパラメータを導入した。これらは次の式で示される。適中率 = Md/Sd 、再現率 = $(Sr - Sd - So + 2Md) / Sr$ 。ここで、 Sr ：メッシュ間隔5mの解析領域、 Sd ：各メッシュ間隔での推定面積、 So ：メッシュ間隔5mでの推定面積、 Md ：両者の共通面積である。結果を表-2に示す。この表より、メッシュ間隔5mで得られた危険すべり土塊に対して各メッシュ間隔の危険すべり土塊の適中率は80%以上、再現率は95%以上と高い値となっており、メッシュ間隔の違いによる危険すべり土塊の形状、位置に大差はないことが確認された。

また、安全率についても最大誤差が0.04とわずかであることから、メッシュ間隔の違いが安全率の値に及ぼす影響もかなり小さいことがわかった。これらのことから3mから9mの間ではどのようなメッシュ間隔を仮定しても得られる危険すべり土塊の形状、安全率は大差はないものと思われる。

しかし、数値地形モデルのメッシュ間隔を決める場合には、地形の複雑さ、表層崩壊の規模等を考慮する必要があると思われ、これらについては今後考察を進める予定である。

参考文献 1) 沖村孝：山腹表層崩壊位置の予知に関する一研究、土木学会論文報告集、331、pp.113-120、1983。 2) 沖村孝、前田勉：三次元多平面安定解析による表層崩壊源規模の推定、建設工学研究所報告、32、pp.141-155、1990。 3) 沖村孝、市川龍平：数値地形モデルを用いた表層崩壊危険度の予測法、土木学会論文集、358、pp.69-75、1985。

表-1 各手法より求められた安全率

	安全率
三次元Hovland法	1.65
三次元簡易Janbu法	1.66
三次元多平面安定解析法	1.83

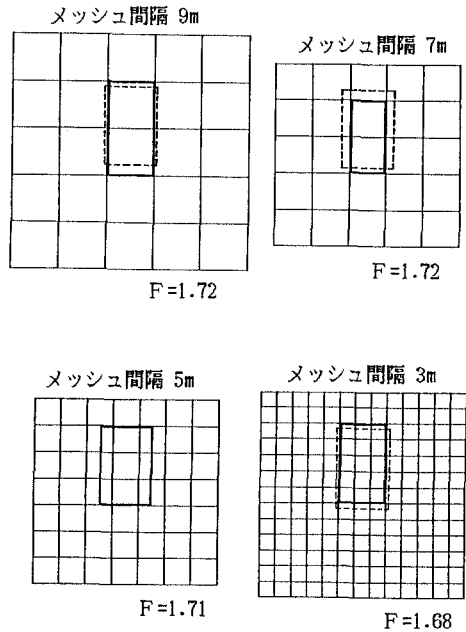


図-3 解析結果

表-2 適中率・再現率

	メッシュ間隔 3 m	メッシュ間隔 7 m	メッシュ間隔 9 m
適中率 (%)	93	93	83
再現率 (%)	97	95	97