

三次元多平面安定解析と他の解析手法から得られる安全率の比較

神戸大学工学部 正会員 沖村 孝
 神戸大学大学院 学生会員 前田 勉
 神戸大学大学院 学生会員 ○鈴木洋平

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。表層崩壊による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。昨年度の支部年講において崩壊源の大きさを予測する手法として、二次元 ($Y-Z$) 断面上の多平面安定解析手法¹⁾をすべり方向 (図-1 参照) およびすべりと直交方向 (図-2 参照) に拡張した三次元多平面安定解析手法を提案した²⁾。本報では、この三次元多平面安定解析手法の妥当性を検討するため、本手法、三次元Hovland法、三次元簡易Janbu法および二次元簡易Janbu法、二次元多平面安定解析手法をモデル斜面上に適用して得られた安全率を比較する。

2. 各解析手法の安全率の比較

図-3に示すモデル斜面 (格子間隔は5m) を想定した。このモデル斜面上における三次元解析では図-4に示す仮定すべり土塊を対象とし、二次元断面では図-4に示す縦断面図で示した仮定すべり面を対象として計算を行った。斜面の土質条件は単位体積重量 $\gamma_t = 1.7 \text{ tf/m}^3$ 、内部摩擦角 $\tan \phi = 0.6$ 、粘着力 $c = 0.5 \text{ tf/m}^2$ と仮定した。なお、本報ではすべり土塊の最下端のセルでは潜在すべり面より地表面に向けて水平にすべり面が出現すると仮定した。斜面勾配 $\beta = 35^\circ, 40^\circ$ の2通りの場合の計算結果を表-1に示す。

まず、二次元の2つの手法を比較すると各斜面勾配で、ほぼ等しい安全率が得られていることが表よりわかる。

次に、二次元解析と三次元解析から得られる安全率を比較すると多平面安定解析法、簡易Janbu法のいずれの手法においても三次元手法の方が大きな安全率を示している。これは従来より指摘されている傾向と同じ結果となった。

さらに、各斜面勾配における三次元の3つの手法から得られた安全率を比較すると、その差は $0.02 \sim 0.04$ となっており3手法ともほぼ等しい値を示すことがわかる。このため、昨年度提案した

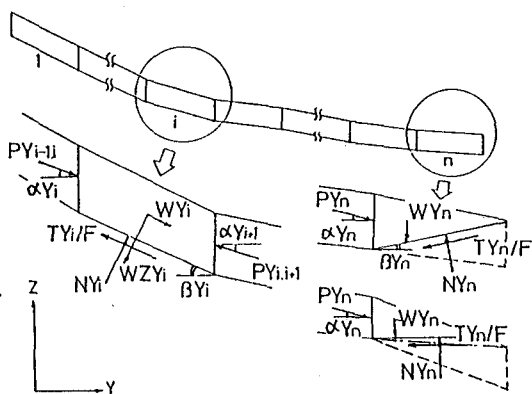


図-1 縦断方向の力のつり合い (第 j 列)
 および最下端ブロックでのすべり
 面仮定方法

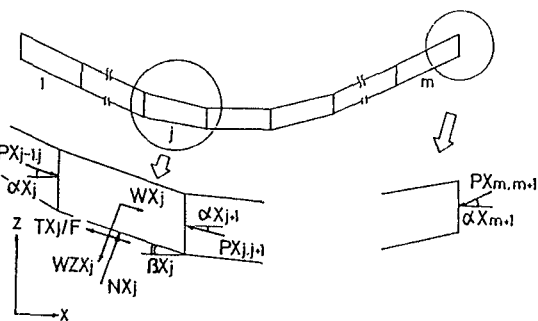


図-2 横断方向の力のつり合い (第 i 行)

Takashi OKIMURA (Kobe University), Tsutom MAEDA (Former Graduate Student, Kobe University)
 and Yohei SUZUKI (Graduate student, Kobe University)

三次元多平面安定解析手法は従来より提案されている手法とほぼ同程度の精度を有するといえる。ただし、3つの手法の安全率は三次元Hovland法が最も小さく、三次元簡易Janbu法、次いで三次元多平面安定解析手法の順にいずれの場合も大きくなっていることがわかる。これは解析条件の違い、仮想壁面に作用する内部力の仮定条件の違い等に起因するものと思われるが、本手法の場合はより厳密な内部力の仮定およびすべりと直交方向の力のつり合いを考慮に入れているため少し大きめの安全率が得られたものと考えられる。

また、斜面勾配 β が 35° の場合と 40° の場合の安全率を比較すると各手法とも β が 35° の場合の方が安全率が大きくなっており、これも妥当な結果である。さらに β の減少にともなう安全率の増加は0.19～0.21であり、各手法ともほぼ等しいと言える。これより斜面勾配の変化に対するセンシティブィティ³⁾は、3手法ともほぼ等しいと考えられる。

3. まとめ

前節の結果より、ある1つの仮定すべり土塊に対して求められた安全率は各手法ともほぼ同じ値を示すことが明らかになり、昨年度提案した三次元多平面安定解析手法ではほぼ妥当な解が得られるものといえる。

本手法ではすべりと直交方向の力のつり合いも検討している。これは他の手法では見られない特徴であり、将来根系による粘着力等の抵抗力が評価できるようになれば、本手法ではこれらを導入できる可能性を有している。

今後は非矩形モデルの検討、格子間隔の違いにより得られる結果の検討、集水性を考慮した検討等を行ない、さらに現地調査で得られた正確なデータを入力することにより自然斜面に対する適用性についても検討していく予定である。

参考文献

- 1) 沖村孝：山腹表層崩壊発生位置の予知に関する一研究、土木学会論文報告集、331、13-20、1983.
- 2) 沖村孝ほか：三次元多平面安定解析による斜面崩壊規模の予測について、土木学会関西支部年講、III-26、1990.
- 3) 沖村孝：山地斜面の崩壊と対策、地質と調査、87-3、22-28、1987.

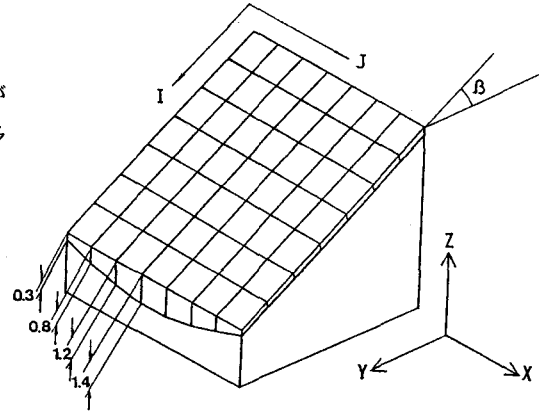


図-3 解析対象斜面とそこで仮定した表土層厚分布（図中の単位はm）

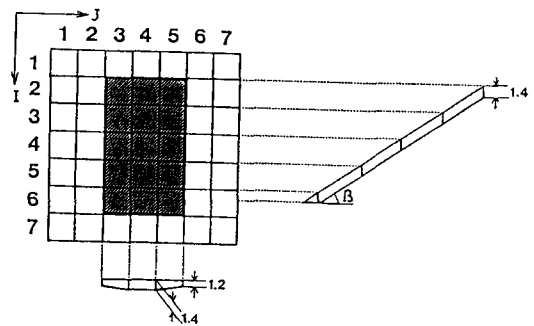


図-4 仮定すべり土塊の位置および縦横断面形状（図中の単位はm）

表-1 各手法より求められた安全率

	$\beta = 35^\circ$	$\beta = 40^\circ$
三次元Hovland法	1.47	1.28
三次元簡易Janbu法	1.48	1.29
三次元多平面安定解析法	1.51	1.30
二次元簡易Janbu法	1.46	1.28
二次元多平面安定解析法	1.45	1.26