

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

神戸大学工学部 沖村 孝

神戸大学大学院 西尾成夫

神戸大学大学院 ○前田 勉

1. はじめに

崩壊による土石流堆積域を推定する場合には、崩壊源の大きさを知らることがぜひ必要になってくる。このため本報では花崗岩地域で発生する表層崩壊を対象として、崩壊源の大きさを予測するモデルの作成を試みた結果を報告する。予測モデルは従来筆者らが提案してきた二次元 ($X-Z$) 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もので、本報では崩壊源の形状を矩形と仮定した。

2. 危険斜面の予測および数値地形モデルの座標の組みかえ

広域を対象とする場合、まず予め三次元解析を行うべき危険斜面を選び出すことにし、その危険斜面を対象に数個のセル (格子で囲まれた最小単位) よりなる解析領域を設定し、その解析領域内で危険すべり土塊を求めることにする。本報の場合、危険斜面予測は筆者らがかつて提案した危険セルを求める手法²⁾を適用し、得られる危険セルを中心として解析対象領域を設定した。解析は Y 軸方向に平行にすべりが発生するものとして行うため、危険セルの傾斜方向が Y 軸となるように数値地形モデルの座標を変換した。

3. 三次元多平面安定解析の考え方

横 (X 軸) 方向に m 個、縦 (Y 軸) 方向に n 個のセルよりなる仮定すべり土塊を考える。安定解析は横 (X 軸) 方向で多平面安定解析を実施する。仮定すべり土塊の一方の側面にはクラックが入っているものとし、他端の側面に働く力 ($PX_{n,m+1}$) を求め (図-1 参照)、これより側面のせん断抵抗力 (TS) を算定する (図-3 参照)。これを ($n-1$) 列まで求める。一方、縦断 (Y 軸) 方向でも多平面安定解析を行う。これは上流側の仮定すべり土塊の側面にはやはりクラックが入っているものと仮定し ($n-1$) 個目のセルまでセル内の仮想壁面に作用する力 ($PY_{n-1,n}$) を求める (図-2 参照)。一方、最下流セル (n 番目) ではセルの対角線方

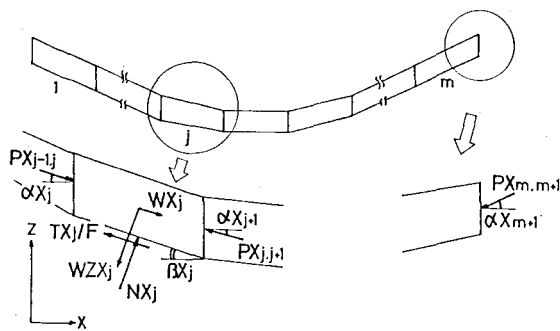


図-1 横断方向の力のつり合い

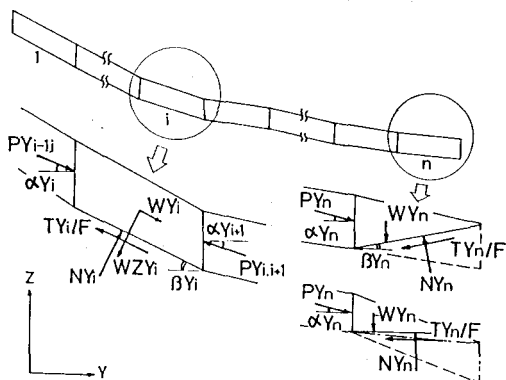


図-2 すべり方向の力のつり合い

向にすべり面が出現すると仮定し、この三角形の安定を求め、隣接する ($n-1$) 番目セルとの間の仮想壁面の力 (PY_n) を求めた (図-2 参照。本報の場合、セルの大きさによっては対角線では大きな抵抗力を示す場合もあり、水平線ですべり面が出現する場合も仮定し小さい方の値を採用するものとした)。これら $PY_{n-1,n}$

Takashi OKIMURA, Shigeo NISHIO, Tsutomu MAEDA

と PY_n は m 行すべてで計算する。安全率 F は次式を満足した時に仮定した F とする（図-3 参照）。

$$\left| \sum_{j=1}^m (PY_{n-1,n})_j - \sum_{j=1}^m (PY_n)_j - \sum_{i=1}^n (TS)_i \right| < \varepsilon$$

本研究では $\alpha X_{i+1} = \beta X_i/3$ 、 $\alpha Y_{i+1} = \beta Y_i/3$ と仮定した。数値計算上では初期安全率を2.00と仮定し、再計算のための安全率のきざみは 0.01 で増加もしくは減少させた。また上式の ε は 0.05 ton とした。

4. 適用例

前節において提案した解析手法の妥当性を検討するため、崩壊発生前の地形が判明している宮城県宮城郡利府町内の入管谷地区を選んだ。表土層厚は崩壊地においては崩壊前と崩壊後の標高との差とし、非崩壊場所は1.0mと仮定した。格子間隔は5mとし、 $c = 0.5 \text{ tf/m}^2$ 、 $\tan \phi = 0.6$ 、 $\gamma_t = 1.6 \text{ tf/m}^3$ と仮定した。なお、解析対象領域は危険セルを中心として 7×7 のセルで表わされる領域とした。この解析対象領域内で危険セルを必ず含むあらゆる仮定すべり土塊を設定し、そのなかで最も低い安全率を示す仮定すべり土塊を危険すべり土塊とした。その結果を図-4に示す。この図でブロックダイアグラムは解析領域、黒いセルは危険セル、アミ目は上述した手法により得られた危険すべり土塊を示す。これより本手法は表土層厚、メッシュ間隔等細かい検討を更に積み重ねる必要はあるが、ほぼ危険規模が予測できるものであると考えられる。

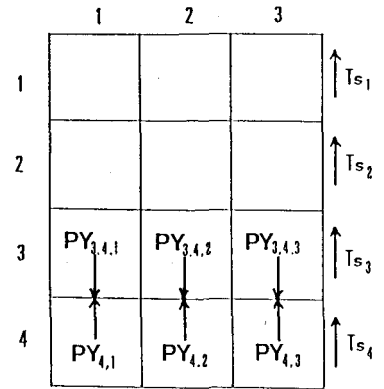


図-3 仮定すべり土塊に作用する力
(例として 4×3 の場合)

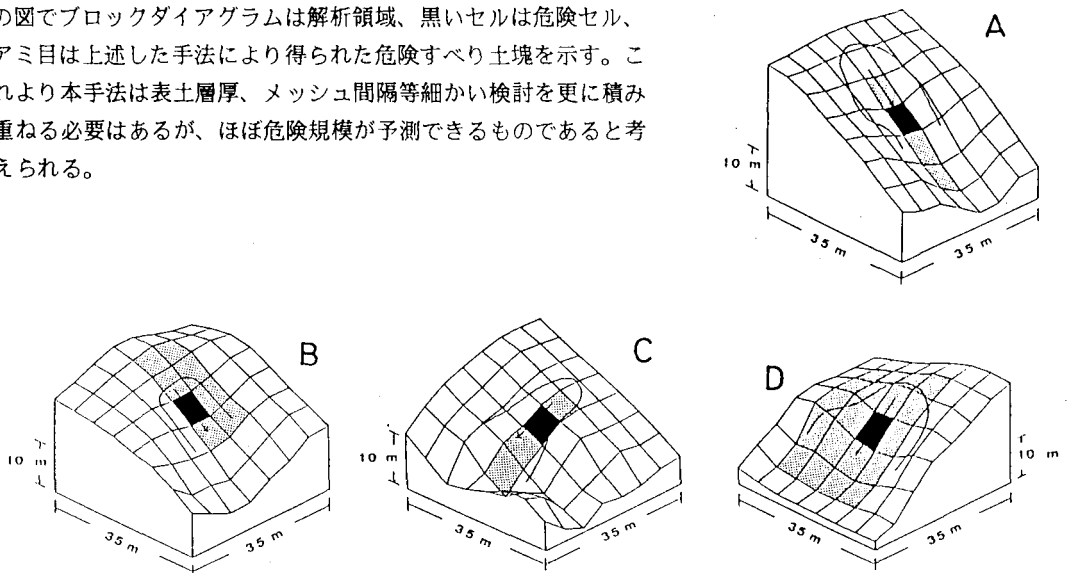


図-4 崩壊規模の推定結果

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、pp.13-20、1983.
- 2) 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.