

III-415

三次元多平面安定解析による山腹崩壊規模(非矩形)の予測について

神戸大学工学部 (正) ○沖村 孝
大成建設㈱ (正) 西尾成夫
神戸大学大学院 (学) 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なければならぬ。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(Y-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、崩壊源形状を矩形と仮定した場合は、先に発表済²⁾であるので、本報では崩壊源形状が非矩形の場合について報告する。

2. 危険斜面の予測、数値地形モデルの座標の組みかえならびに仮定すべり土塊の設定方法

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³⁾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。仮定すべり土塊の設定は矩形モデルと同様、解析対象領域内で危険セルを含むあらゆる矩形形状の仮定すべり土塊をまず設定した。次に、仮定すべり土塊($m \times n$)内の各セルの最大傾斜方向を求め、Y軸(すべり方向)との交角が $\pm 45^\circ$ 以上を示すセルは仮定すべり土塊から除去した。さらに、除去したセルの上流側に位置するセルも仮定すべり土塊から除去した。以上のプロセスで残ったセルを仮定すべり土塊とした。

3. 三次元多平面安定解析の考え方

安定解析は横(X軸)方向で各列ごとに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($PX_{m,m+1}$)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)。除去セルが途中にある場合は別個にこれらの計算を行った。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最下流の一つ手前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向にすべり面が出現すると仮定し、この三角形

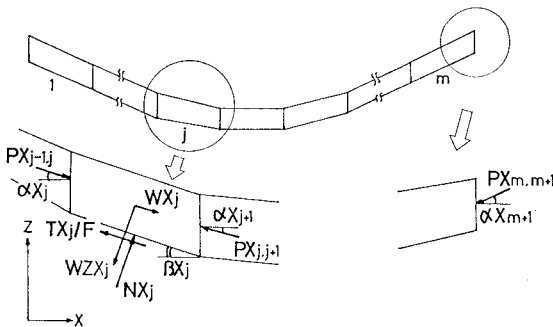


図-1 横断方向の力のつり合い

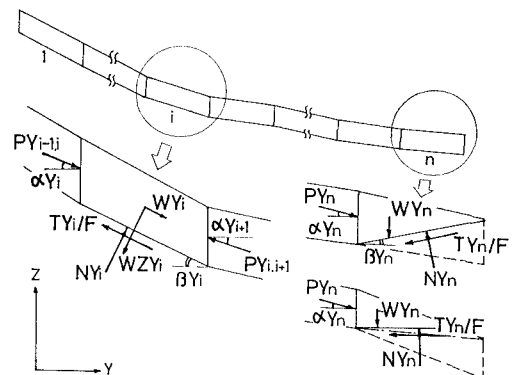


図-2 すべり方向の力のつり合い

の安定を求め、上流側で隣接する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 $PY_{n-1,n}$ 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）。

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

本研究では $\alpha X_{j+1} = \beta X_j / 3$ 、 $\alpha Y_{i+1} = \beta Y_i / 3$ 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。

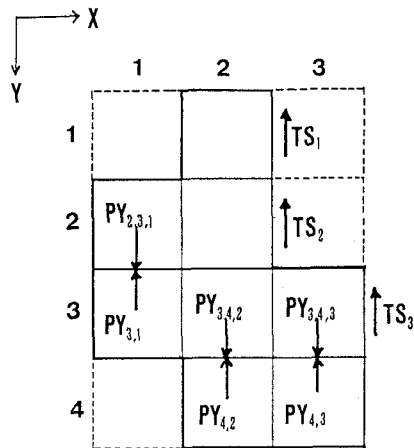


図-3 仮定すべり土塊に作用する力
（例として3×4の場合）

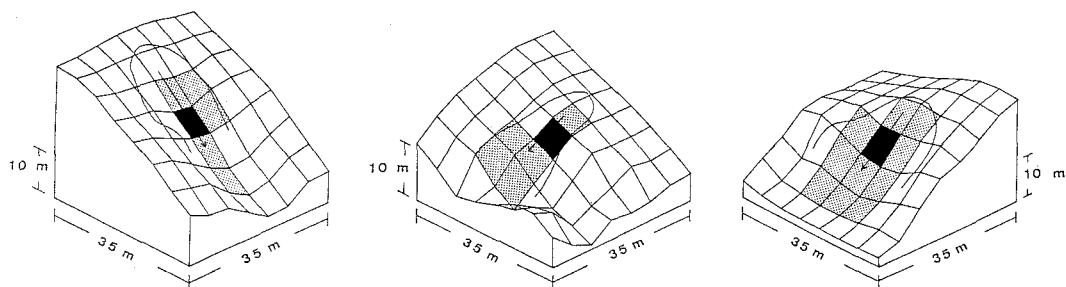


図-4 崩壊規模の推定結果

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 孝他：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、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。