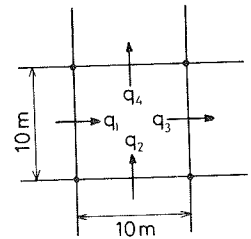


1. はじめに 花こう岩地域で豪雨中に発生する崩壊は表層崩壊の形をとることが多い。この表層崩壊発生のために重要な要因として傾斜、集水面積、表土層厚の三要因をとりあげ、傾斜・集水面積を評価した手法¹⁾、傾斜・表土層厚を評価した手法²⁾およびこれら二つの手法の結果を組み合わせた手法³⁾をすでに提案した。しかし、これらの手法は、1)対象斜面を谷型斜面に限定している、2)才1の手法は経験的に得られる結果を活用しているため、他の地域へ適用する場合には多くの調査済み重ねる必要がある、3)要因のみを対象としており誘因である降雨の評価が困難である、等の欠点を有している。このため、本報では上述した欠点を補うため、新たなモデルを提案しようとするものである。この手法は、1)地形を10 m格子間隔で数値地形モデル化し、2)調査地域内の谷型、尾根型、平行型の全ての斜面を対象とし、3)集水モデルにより表土層内の地下水位の時間変化を求め、4)この地下水位、地形要因、土質要因を用いて、各単位斜面(10 mの格子で囲まれた部分、以後これをセルと称する)で、有効応力法による無限長斜面安定解析によりセルの危険度を評価しようとするものである。



2. 集水モデルの作成 このモデルは、川谷の山地斜面における地表流 図-1 地下水の流れの流出解析モデルの考え方をもとに、これを地下水の流れに応用したもので、次に示す連続の式(1)とダルシー則式(2)、(3)よりなる。

$$\lambda \cdot \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = r \quad (1) \quad q_x = h \cdot k \cdot I_x \quad (2) \quad q_y = h \cdot k \cdot I_y \quad (3)$$

ここで、 h ：見かけの地下水位、 q ：単位時間あたりの単位幅流量、 I ：動水勾配、 r ：有効降雨強度、 k ：透水係数、 λ ：有効間隙率で、添字 x 、 y はそれぞれ x 、 y の方向を示す。本報では地形を数値モデル化しているため、式(1)を差分化して図-1に示すような地下水の流れを仮定して地下水位を求めた。

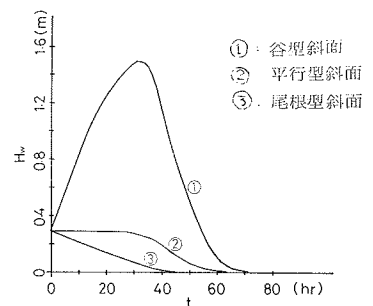


図-2. 地下水位の時間変化

3. モデルの妥当性についての検討 集水モデルにより妥当な結果が得られるか否かを理想斜面を用いて検討した。ここでは、斜面の横断形状による地下水の集水性の違いをみるため、等高線が同心円上に等間隔に分布する谷型斜面と尾根型斜面、更に等高線が平行で等間隔の直線を示す平行型斜面を設定した。この理想斜面に $k = 2.0(\text{m/hr})$ 、 $\lambda = 0.35$ と仮定し、単位時間を1hrとして計算を行った。図-2は全てのセルに0.3 mの初期水位を与えてこれが斜面型の違いによりどのように変化するかを示したもので

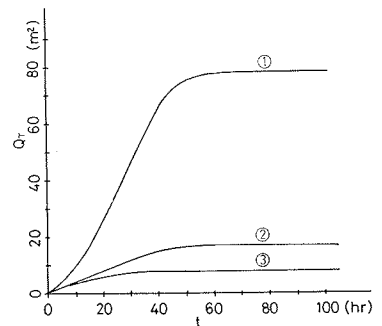


図-3 累加流入量の時間変化

当然のことながら谷型斜面で水位が増大することがわかる。図-3は $r = 0.1\%$ を与えた場合の斜面型の違いを示したものである。長時間になると集水面積に相当する量で一定となることがわかる。

これらの結果はいずれも妥当な結果であるため、このモデルを自然斜面へ適用する。

4. 斜面安定解析モデル 本報ではセルを対象に、そのセルの危険度を評価しようとするため、ここではセルに次式で示される無限長斜面安定解析法を適用した。

$$SF(t) = \frac{c_s + c_r + \{(\gamma_{sat} - \gamma_w)H_w(t) + \gamma_t(H - H_w(t))\}\cos^2\beta \cdot \tan\phi}{\{\gamma_{sat} \cdot H_w(t) + \gamma_t(H - H_w(t))\} \cdot \sin\beta \cdot \cos\beta} \quad \dots (4)$$

ここで、 $SF(t)$ ：時刻の安全率、 c_s ：土の粘着力、 c_r ：根系による粘着力、 ϕ ：土の内部摩擦角、 γ_t ：土の埋積単位体積重量、 γ_{sat} ：土の飽和単位体積重量、 γ_w ：水の単位体積重量、 H ：基岩面からの表土層厚、 $H_w(t)$ ：時刻における基岩面からの地下水位、 β ：基岩面勾配、である。

5. 崩壊危険図の作成 本報ではこの考え方を竹平試験地に適用した。ここで表土層厚はセルを構成する4点の格子点の表土層厚の平均値とした。しかし、格子点の土層厚は本調査のため、現地踏査により基岩が現れている格子点はゼロ、その他は1.2mと仮定した。各セルの傾斜は基岩標高の4点のデータを用いて傾斜面の1次回帰の平面近似により求めた。根系による粘着力 c_r は、これも不明であるが、本報では地下水位がゼロの時の安全率が1.05以下になったセルにおいて、この c_r で補正することにより初期安全率1.05となるようにした。その他は $c_s = 0.5\%/m^2$ 、 $\tan\phi = 0.6$ 、 $\gamma_{sat} = 1.9\%/m^3$ 、 $\gamma_t = 1.7\%/m^3$ 、 $\gamma_w = 1.0\%/m^3$ 、 $\lambda = 0.35$ 、 $b = 2\%/m$ と仮定し、 $r = 20\%/m$ と50時間一様に降らせ、各セル毎に安全率 $SF(t)$ を求めた。各セルの危険度は安全率が1.0以下となる時間(t_{cr})を指標として評価することにした。これは危険斜面はより短い降雨経総時間で崩壊が発生するであろうと仮定したためである。この結果

を図-4に示す。この図では危険度をAは10時間以内、Bは20時間以内、Cは30時間以内、Dは40時間以内、Eは50時間以内とした。図中、太線で囲まれている部分は1972年の豪雨により発生した崩壊源のセルを示す。これよりすべての崩壊源においてはA又はBの危険度の高いセルが出現して

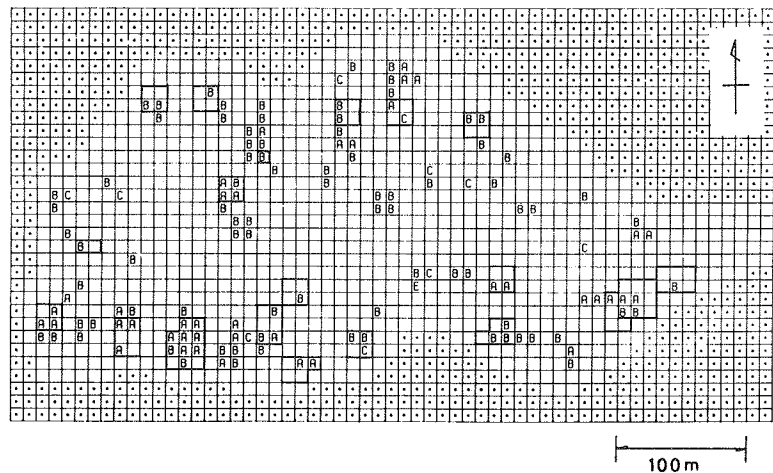


図-4 竹平NW試験地の崩壊危険予測図

いることがわかり、この手法によっても崩壊危険度の予知が可能になると思われる。なお、本研究は昭和58年度科研費自然災害特別研究(2)(代表沖村)の成果によるものであり、記して謝意を表します。

参考文献 1)沖村孝, 新砂防, 35(3), pp.1~8, 1983, 2)沖村孝, 新砂防, 35(1), pp.9~18, 1983, 3)沖村孝, 新砂防, 35(4), pp.14~20, 1984, 4)川谷健, 地形, 2(1), pp.67~72, 1981