

神戸大学大学院 学○市 川 龍 平
神戸大学工学部 正 沖 村 孝

1. はじめに

豪雨時に発生する崩壊による災害を防止するためには、崩壊防止対策を行うこと、警戒避難体制を確立すること等が考えらる。これらの対策のためには予め崩壊発生危険性を有する場所を予知する必要がある。筆者らは先に花崗岩地域で発生する表層崩壊を対象として、今後崩壊が発生すれば流下するであろう土層として「潜在崩壊層」を定義し、この土層の分布を活用した斜面安定解析法を提案した。この解析結果によれば、安全率最小の危険すべり面は過去の崩壊発生場所とよく一致することが明らかになった。本報では、この手法とは全く別の手法として地形の示す形状を活用した危険斜面予知手法を提案するとともに、この結果と安定解析結果との比較検討を行った。

2. 地形的滑動力示数による危険斜面の予知

羽田野²⁾は斜面の不安定度は斜面の傾斜および規模(集水面積)と正の相関を持つとともに、崩壊発生に必要な傾斜と斜面の規模との間には逆相関の関係があると考え、崩壊源部の平均傾斜 $S = \tan \theta$ と崩壊源の集水域の平均奥行 a (崩壊源の集水域 A_0 を崩壊下端幅 W で除した値)との関係を求めた。この結果、 S と a を両対数紙上に図示すると両者は逆相関の関係があること、 $S \times a^b = F$ (ただし、 b は定数)と「地形的滑動力示数」と名付けると、この値がある値以上では崩壊が発生しやすいことを指摘した。しかし未崩壊地においては崩壊源の下端幅 W が不明なことから、本報では a の代りに集水域 A を使用することとした。

これらの地形要因の地形計測と地図上で行うことはほとんど不可能であるため、本報では地形を10m格子間隔で数値化し、計算機により地形計測を行った。ただし根根型斜面、平行斜面では集水域の設定が困難であるため、谷型斜面のみを対象とした。図-1は六甲山系の一流域(流域面積約8.2km²)を対象に2次谷以上の水系上の格子点の $\tan \theta$ と A との関係を求めたものである。図中の崩壊は1972年に発生した崩壊を対象とした。この図より、(1) $\tan \theta$ と A は両対数紙上でほぼ直線上に分布すること、(2)崩壊発生地は非崩壊地に比して右上に位置すること、(3)崩壊源内の水系点の地形的滑動力示数の回帰式は $F = \tan \theta \times A^{0.22}$ となりこの流域で発生した崩壊は $F > 2.97$ であること等が明らかになった。このため、この流域では崩壊・非崩壊の限界地形的滑動力示数 F_{cr} を2.97とし、 $F > F_{cr}$ の点は危険水系点とみなした。図-2はこれらの点の分布を示したもので

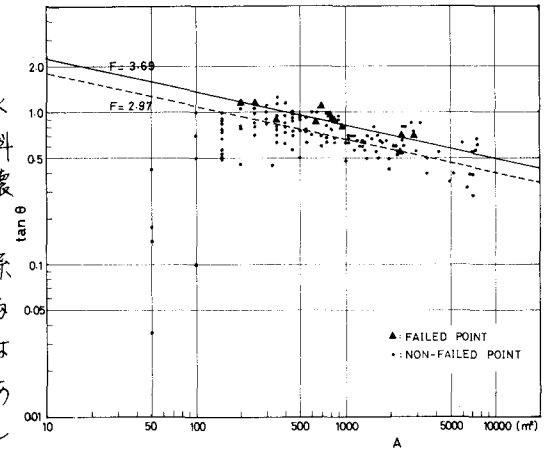


図-1 傾斜($\tan \theta$)と集水面積(A)の関係

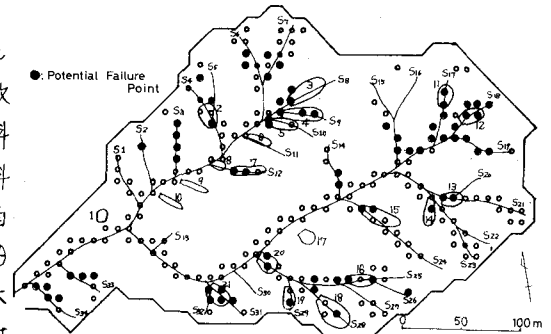


図-2 危険水系点の分布

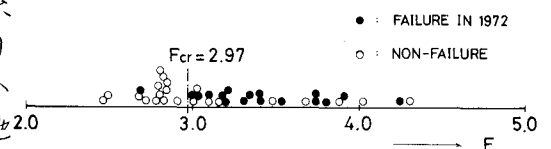


図-3 危険水系と崩壊との関係

ある。この図より、危険水系点ははもとめて現われ、一つの崩壊地の中に2個以上の危険水系点が現われる場合もあるに
め本報ではこの手法により得られる結果と危険水系点を指摘
するにためなく、危険水系と選ぶために活用するものと(1に
図-3は岐阜県瑞浪市内の一流域(流域面積約11km²)を対象
として同じ手法により1次谷の危険水系($F > F_{cr} = 2.97$ の水
系点が1個以上出現する水系)、安全水系($F < F_{cr}$)と1972
年に発生した崩壊との関係と求めたものである。これより1
個の水系を除いて崩壊の発生した水系は全て危険水系とみな
されることがわかるとともに、危険水系のうち64%に相当す
る水系で崩壊が発生したことがわかる。

3. 危険水系(斜面)の多平面安定解析結果

次に上述した予知手法により得られる結果と以前に提案し
た多平面安定解析法により得られる結果との関係と調べた。
図-3に示した流域の1次谷(一部)で多平面安定解析と実
施し、危険すべり面の位置及び安全率を求めた。図-4は縦
軸に地形的滑動力示数、横軸に危険すべり面の安全率ととり
その結果を示した(なお、この図には1次谷の潜在崩上層厚
が未調査の斜面は1次谷上流端の集水域である源頭域での結
果を示している)。この図に図-1より得られた $F_{cr} = 2.97$ と
設定すると図-3よりすでに明らかになったように1個の斜
面を除いて崩壊斜面は全て危険斜面になるとともに、崩壊斜
面の危険すべり面は小さな安全率を示すことがわかる(安全
率の判別値は前報では0.86としたが、この図では0.90とし
た)。このことは、異なる手法により得られる崩壊発生位置予
知の結果は互に矛盾することなく、むしろ互に他の結果を補
完することを示している。図-5は多平面安定解析による1
次谷崩壊斜面の危険すべり面の位置を示す。この図より危険
すべり面の位置はほぼ過去のすべり面と一致していると思な
せる。従って、地形特性と利用した地形的滑動力示数により
まず危険斜面を判別し、この危険斜面で多平面安定解析を行
えば、広い流域を対象とした崩壊発生位置の予知が精度よく
行えることが推定される。しかし、 F_{cr} および安全率の判別
値 SF_{cr} は二つの流域からの結果であり、今後他流域にもこ
の手法を適用してこれらの値と更に信頼度の高いものに改良
していく必要がある。

参考文献 1)沖村・田中、一試験地における風化花こう岩斜
面の土層構造と崩壊発生深さに関する研究、新砂防、33-1、
2)沖村、山腹表層崩壊発生位置の予知に関する一研究、土論
集、331、3)羽田野、崩壊性地形(その2)、土と基礎、22-11

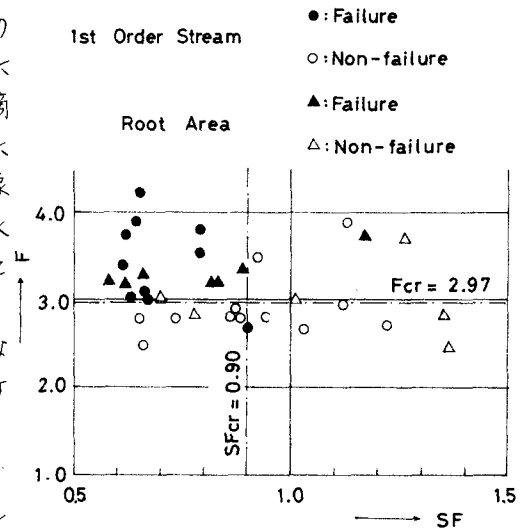


図-4 地形的滑動力示数と安全率の関係

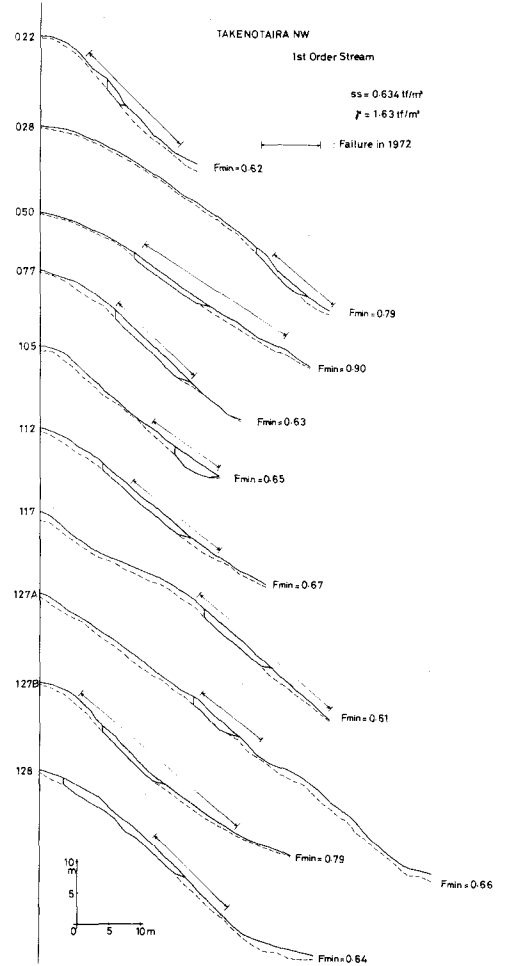


図-5 1972年崩壊斜面の危険すべり面の位置