

PSIII-12

自然斜面の崩壊予測

愛媛大学工学部 ○矢田部龍一・八木則男・榎明潔

1. まえがき

降雨時の自然斜面の崩壊予測に関しては、社会的要請が高まっていることとあいまって、最近多くの研究が行なわれている。予測すべき事項としては、場所、規模、時期がある。本報告では、時期の予知に関して述べる。時期を予測するためには、崩壊に先立つ斜面の何らかの変状や誘因としての降雨の変化を調べることが考えられる。これらの現象を把握、或いは定量化して予測法に結び付けるためには、現場実験、現地観測、室内実験、数値解析などを行なう必要がある。著者等は前兆現象に基づく降雨時の砂質土斜面の表層崩壊発生時刻の予測の可能性を調べるため、地表変位、地中ひずみ、間隙圧を測定した現地実験および室内実験を行なった。そして、地表変位、地中ひずみは予測因子として適切でないこと、間隙圧は予測因子となりうる可能性があることなどを明らかにしている^{1)・2)}。また、降雨時の斜面の崩壊の問題は、水の浸透と土の安定の複合問題であるが、浸透問題、安定問題に関して定量的取り扱いが可能であること^{3)・4)}、そしてこの手法を用いれば従来経験的に提案されている危険降雨量などを数値解析により求められること²⁾も明らかにしている。本報告では、愛媛県東予地域、広島県呉地域を対象に危険降雨量を数値解析により求め、実際の崩壊資料によるものとの比較により、その妥当性を検討した結果を報告する。

2. 解析に用いた諸定数、解析方法

解析に用いる定数を得るため、松山(試料A)および呉(試料B、C)で表層部より不かく乱まき土を採取し、浸透物性および強度定数などを室内実験により求めた。各物性を表-1に示す。また、浸透特性を図-1に示す。強度定数(c_d 、 ϕ_d)は飽和試料を用いて三軸試験により、また、水分特性曲線($pF \sim \theta$ 関係)は吸引法により求めている。飽和透水係数は実測で、相対透水係数($k_r = k/k_s$)はIrmay法により求めた。松山と呉のまき土を比較してみると、間隙比が等しければ強度定数は似たようなものであるが、飽和透水係数は松山の方が1オーダー小さい。

解析に当って、斜面角度と透水層厚は、各々過去の崩壊資料をもとに崩壊例の多い 35° および1mとした。安定解析はFellenius法により行ない、間隙圧の変化、自重の増加を考慮し、強度定数は表-1の値を用いた。間隙圧および自重の変化は飽和・不飽和浸透流解析により求めた。浸透解析に際しての地盤の初期飽和度(初期の圧力ポテンシャル)は、図-2に示すものを用いた²⁾。これは松山での実測値である。呉でも同様な観測に基づいた実測値を用いるべきであるが、まだ測定を行っていないので松山で得られたものを代用した。解析は図中実線で示す関係を仮定し、

初期の圧力ポテンシャルとして -30gf/cm^2 (無降雨日数0日に相当)、 -100gf/cm^2 (無降雨日数5日)、 -250gf/cm^2 (無降雨日数10日)、 -500gf/cm^2 (無降雨日数15日)の4ケースに対して行なった。なお、横

表-1 試料の諸物性

物性 試料	G_s	γ_d (gf/cm^3)	D_{50} (mm)	k_s (cm/sec)	c_d (gf/cm^2)	ϕ_d ($^\circ$)
A	2.69	1.38	0.28	1.8×10^{-4}	0	31.4
B	2.67	1.37	0.47	2.3×10^{-3}	0	32.7
C	2.64	1.48	1.75	3.0×10^{-3}	0	31.6

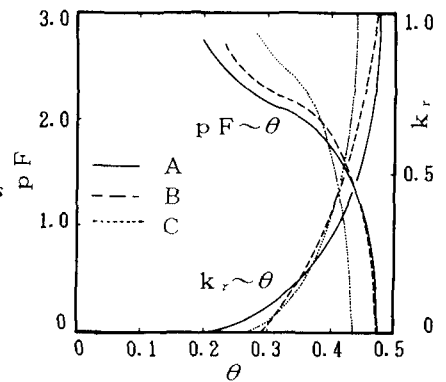


図-1 浸透特性曲線

軸の無降雨日数とは最終降雨後の経過日数を意味している。

3. 解析結果と考察

図-3に数値解析より得られた崩壊発生までの総降雨量と無降雨日数の関係を示す。また、図-4に過去の崩壊資料より求めた崩壊発生日前の1週間降雨量と崩壊発生当日の日降雨量の関係を示す。図-3と図-4を比較してみると、数値解析によるものは愛媛県東中予地域と呉地域の実際の崩壊資料に基づく危険降雨量を比較的良好に説明しており、このような解析法は一応妥当なものであると思われる。また、愛媛県東中予地域と呉地域の危険降雨量を比較すると呉の方がかなり小さいが、これは表-1に示した透水係数の違いが大きく影響していると思われる。

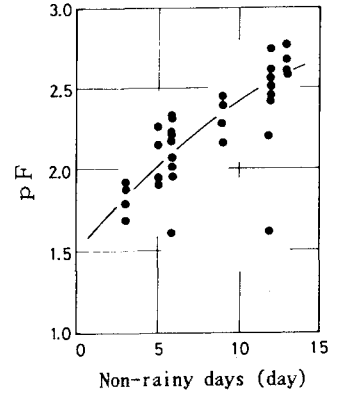


図-2 pFと無降雨日数の関係

危険降雨量を求める場合、透水係数や透水層厚などの浸透に関係するパラメーターの影響が非常に大きいので、それらのパラメーターが比較的揃った地域で考える必要がある¹⁾。今回、対象とした愛媛県東中予地域、広島県呉地域は、何れもまさ土地域（ただし、東中予地域は松山型、呉は広島型）で、比較的均一な地質であるので、このような結果を得たものと思われる。

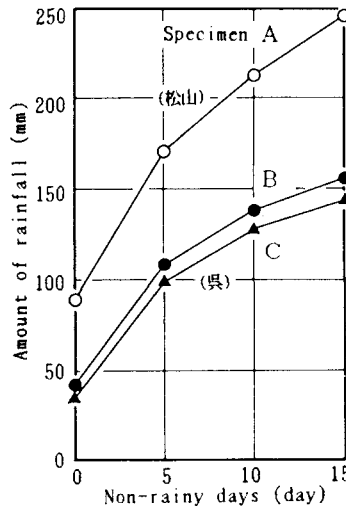


図-3 数値解析により求めた危険降雨量

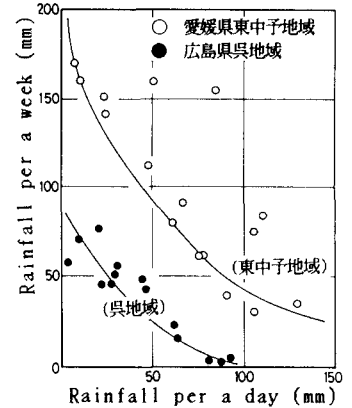


図-4 崩壊資料より求めた危険降雨量

4. あとがき

実測した諸物性をもとに数値解析を行えば、危険降雨量を得る可能性があることが明らかになった。しかし、自然斜面の浸透問題をこのような理想化したモデル

でどの程度再現できるか、また、根系を含む土のせん断強度はどの程度であるのかなど解決すべき問題が多く残されており、これらの問題を解決してはじめて実用的な予測法となり得ると思われる。

図-4の関係を求めるに際して、愛媛県土木部砂防課および呉市消防局の急傾斜地崩壊資料を使用した。記して感謝致します。

参考文献

- 1) 八木則男、矢田部龍一、榎明潔：降雨時の斜面崩壊予知に関する室内および現地実験、地すべり、22-2、pp. 1-7、1985。
- 2) 矢田部龍一、八木則男、榎明潔：降雨による砂質土斜面の崩壊発生時期の予知法に対する検討、土木学会論文集、第376号、pp. 297-305、1986。
- 3) 八木則男、矢田部龍一、山本浩二：雨水浸透による斜面崩壊、土木学会論文報告集、第330号、pp. 107-114、1983。
- 4) 矢田部龍一、八木則男、榎明潔：降雨浸透を考慮した斜面安定解析法の検討、地すべり、22-3、pp. 1-7、1985。