

豪雨による斜面崩壊発生時刻の予測法

鳥取大学工学部 正員 道上 正規
 鳥取大学工学部 正員 藤田 正治
 日本建設コンサルタント(株) 正員 ○山田 龍男
 中央開発(株) 松尾 一弘

1. はじめに 豪雨時に発生する斜面崩壊は、その誘因である雨水の浸透に伴う土層の自重の増加と土の強度の低下により斜面内の力学的安定が崩れることによって発生する。自然斜面において、その崩壊発生に影響を与える要因は、非常に多くまた複雑である。本研究では、多くの崩壊発生要因の中から特に重要な影響を与える地下水位の上昇に注目して、単純な斜面について模型実験を行い、その崩壊発生機構について検討する。さらに、得られた斜面内間隙水圧のデータより、崩壊発生時刻を予測する方法について検討する。

2. 模型実験の概要および実験結果 実験に用いた斜面は勾配 30° 、層厚 30cm であり、その概要は、文献1)のものと同様であり、それを参照されたい。また、実験に使用した試料はまさ土で、その物性値も文献1)のものと同一である。実験は、降雨強度 120mm/h で、次の4つの場合について行った。Case1:勾配 30° 、層厚 30cm の斜面に降雨を与える。Case2:Case1の条件で、地下水の供給を斜面上端から与える。Case3:Case1の条件で法先に高さ 13cm 、長さ 30cm の三角形の凸部を設ける。Case4:Case1の条件で、側方に溝を切り排水させる。計測は、間隙水圧について行った。間隙水圧計は、図-1(a)~(d)中の○を付した3点の底面に設

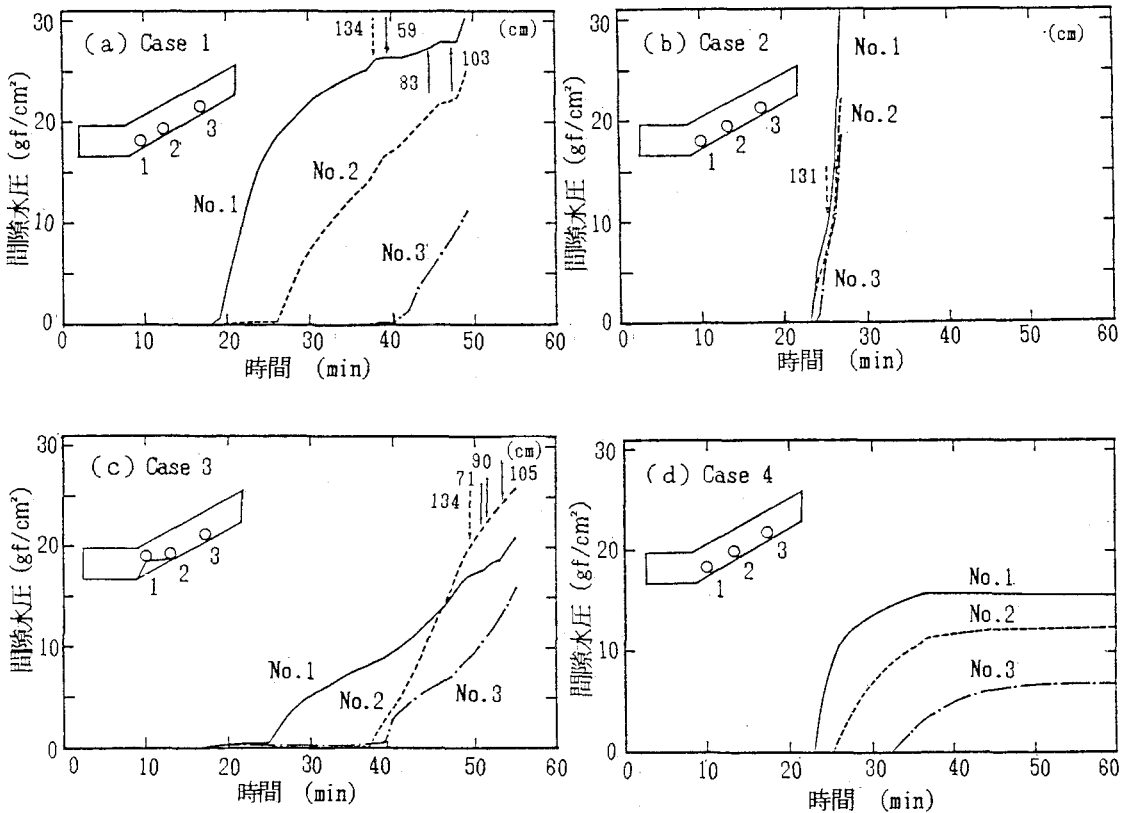


図-1 間隙水圧の経時変化

置し斜面下部からNo.1,2,3とする。図-1(a)~(d)に各条件での斜面内間隙水圧の経時変化を示す。図中--->はクラック発生時刻を、—>は崩壊発生時刻を示している。矢印に付した数値は、下流端からクラックもしくは崩壊発生位置までの距離を表す。Case1では、斜面内間隙水圧は、法先から徐々に上昇し、その値がある限界を越えると崩壊に至っている。この時崩壊は、法先が小規模に崩れそれが徐々に上部へ伝播する形で発生している。Case2では、間隙水圧は、斜面全体で一度に上昇し、そのため崩壊も斜面全体にわたっている。Case3では、凸部の頂点付近では、下流側の不透水層が急勾配のため水位の上昇が緩やかで、約45分後には、その上流側の間隙水圧の方が大きくなっている。このため、凸部の上流端付近で崩壊が生じている。

また、Case4では、横排水の影響で間隙水圧の値は、それほど上昇しないうちに一定値で安定しており、崩壊も発生していない。以上のように、崩壊発生には、地下水の流入条件、斜面内の不透水層の形状、排水条件等が大きく影響していることがわかる。

3. 崩壊発生時刻の予測法 時々刻々変化する地下水位が予測できれば崩壊発生時刻がある程度予測できる。すなわち、降雨条件から浸透流解析によって、地下水位を求め、斜面の安定解析より崩壊発生時刻が予測できる。また、浸透流解析の結果を一定時間毎に観測値と比較し、修正して行けばより予測精度を良くすることができる。図-2に Case1の場合の法先における間隙水圧の実験値と、その地下水位の予測結果から求めた間隙水圧の値を示す。ここでは、 $t=25$ 分、30分、35分に飽和度の修正を行って、実験値と予測値が一致するようにしている。しかし、このように、地下水位を正確に予測できたとしても安定解析において平均的な土質定数を用いると、土質定数の不均一性もあって安全率が1で必ず崩壊が発生するとは限らない。平均的には法先部の飽和水深が24.4cmで崩壊が発生し、安定解析から逆算して粘着力を求めると $C=0.037\text{kgf/cm}^2$ となる。このCの値を用いて、崩壊時の安全率を求めると $0.85 < S_f < 1.10$ になり、このことを考慮する必要がある。そこで、安全率が1.10のものと0.85のものを用いて降雨開始後任意の時刻（横軸）における崩壊発生までの所要時間を予測したのが図-3である。この図でハッチをつけた範囲で崩壊が発生する事を示しており、実際にもこの範囲内で崩壊が発生している。また、安全率の確率分布がわかれば、確率的に崩壊発生時刻の予測が行えるようになる。

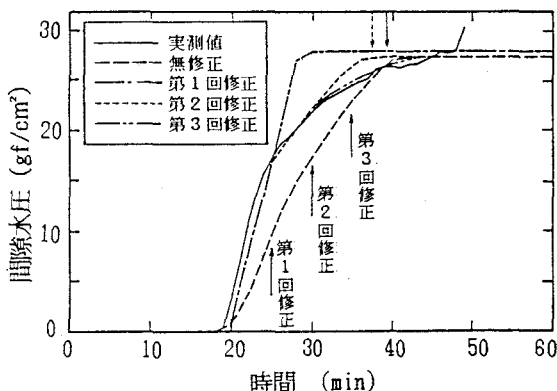


図-2 間隙水圧の予測結果

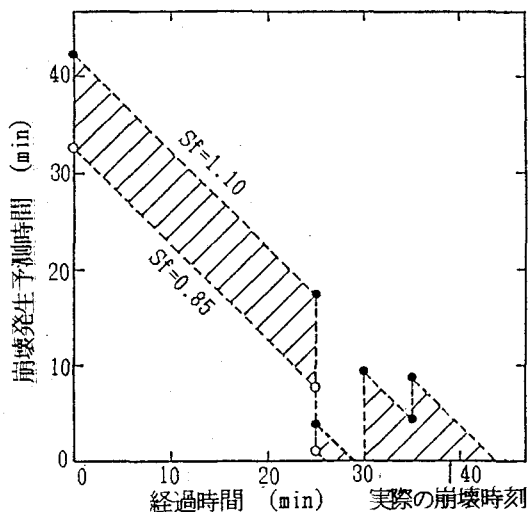


図-3 崩壊発生時刻の予測結果

4. おわりに 以上のようにして崩壊発生時刻の予測が行えるが、ここでの計算は、模型実験に対するものであり実斜面に適用するには、土質定数の決定方法、間隙水圧の測定精度、降雨量の予測精度などまだまだ問題が残されている。

<参考文献> 1) 道上ら：豪雨による斜面崩壊発生の予測法，第40回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集，1988.5，pp100～101