

III-414 千葉県下の斜面崩壊予知とその地域性

(株)大林組 正会員 ○笠井克哲
埼玉大学工学部 正会員 風間秀彦

1. まえがき 豪雨による斜面崩壊は毎年多発して多くの被害をもたらされ、斜面崩壊の予知・予測手法の確立は、少なくとも被害の軽減や避難の点から重要な課題となっている。筆者らは表層滑落の斜面崩壊を対象に素因と誘因を考慮した不安定化挙動や崩壊予知の研究を行ってきた^{1, 2)}。そこで、本報告は崩壊予知のための降雨条件を求めるとともに、素因の違いによる影響とその地域性を明らかにすることを目的とした。

2. 調査・解析方法 調査・解析対象地域は、毎年のように豪雨などによって斜面崩壊が発生している千葉県下を対象にし、地質や斜面の土質工学的性質を考慮して成田層の砂質地域(第四紀)、泥質層地域Ⅰ(主に新第三紀)、泥質層地域Ⅱ(主に古第三紀およびそれ以前)の3つの地域に大きく分けた(図-1参照)。昭和45年以降の降雨量、崩壊の有無と発生時刻を各地域ごとに詳細に調査し、比較的多い降雨について解析を行った。また、成田層斜面については、降雨に伴う斜面の状態変化を飽和・不飽和浸透解析によって求め、その結果を考慮した安定解析から不安定化挙動および崩壊に対する降雨条件の妥当性も検討した。

3. 結果 各地域ごとに比較的多い降雨量について、斜面崩壊発生と未崩壊の降雨特性の違いを求めた結果が図-2である。横軸は降雨開始からの時間で、平均降雨強度はある時間までの累積雨量を降雨継続時間で除した値で、時間ごとの降雨の変化を表している。右側の図は崩壊に至らなかった場合、左側の図は崩壊が発生したときの場合で、図中の○印は崩壊発生時間帯を示し、また▽印は極く小規模の崖崩れ(例えば、路肩の崩れなど)を示す。図の(a)~(d)中の曲線は崩壊の有無を区別するために求めた限界降雨量曲線であり、この曲線によって崩壊と未崩壊がほぼ区別できる。しかし、図(e)、(f)の泥質層Ⅱでは、泥質層Ⅰに対比して比較的小さい降雨量で崩壊が発生し、また崩壊を発生させた降雨と同様なパターンや降雨量でも崩壊が発生していない場合もあり、崩壊と未崩壊を区別する限界降雨量曲線を求めることはできなかった。これは泥質層Ⅱの地域が地形・地質的に複雑であること、同時期に多くの崩壊や規模の大きい崩壊が発生していないこと、極く小規模の崩壊を含んでいることなどのためと考えられる。

成田層と泥質層Ⅰの地域の限界降雨量の比較が図-3である。平均降雨強度が大きな部分、つまり、降り始め直後に短時間に激しい雨が降る場合、成田層に比べ泥岩層Ⅰの方が崩壊に至るまでに多くの雨量を必要とする。しかし、弱い降雨が長い時間続きその後大きな降雨などがある場合は、素因の異なる両地域にほとんど差がない。これらのことは泥質層Ⅰの方が斜面の傾斜が大きく、また透水性も小さいために多量の降雨量では表面流出が多く、崩壊に関与する降雨の斜面内浸透量が少なく、結果的に崩壊を起こすためには多くの雨量を必要とすることに起因すると考えられる。逆に少量の降雨が長い時間継続する場合は斜面内への浸透が十分に行われるので両地域に差がなくなるとされる。以上のように、砂質と泥質の地域を比較すると、斜面形状、表層土の土質工学的性質、斜面内への降雨の浸透状況が異なるために、地域ごとに斜面崩壊と降雨の関係は当然異なる。

次に、成田層についての室内実験から得られた水分特性曲線、飽和度と不飽和透水係数の関係、飽和度上昇に伴う強度定数の低下の関係を用いて、飽和・不飽和浸透解析と安定解析を行った。図-4は表層土の厚さを1.5、2.0、2.5mに変化させ、一定量の降雨と実際に崩壊を生じたときの降雨を用いてモデル斜面の解析²⁾を行い、安全率が1に到達したときの平均降雨強度と時間の関係である。図の限界降雨量曲線は図-2(a)、(b)から得られたものである。解析で得られた限界降雨量は、実際の降雨の限界降雨量

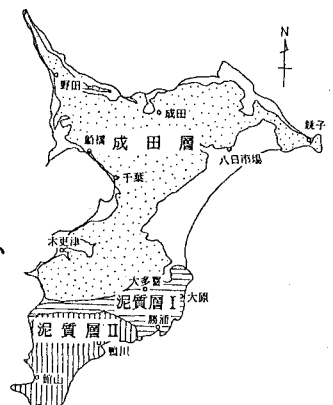


図-1 千葉県の地域区分

曲線よりも全体的に右上側にあり、表層土が厚くなるにつれて降雨浸透に時間を要するのでその差は大きくなるが、いずれの場合も曲線の形状はほぼ同じである。一方、実際の降雨による解析結果は一定降雨を降らせた場合と概略同じであるが、平均降雨強度が大きくなるとやや差が見られる。しかしながら、解析結果よりも実際の崩壊の降雨量曲線が下方にあるのは、実際の降雨は比較的小さい規模の崩壊も取入れて安全サ

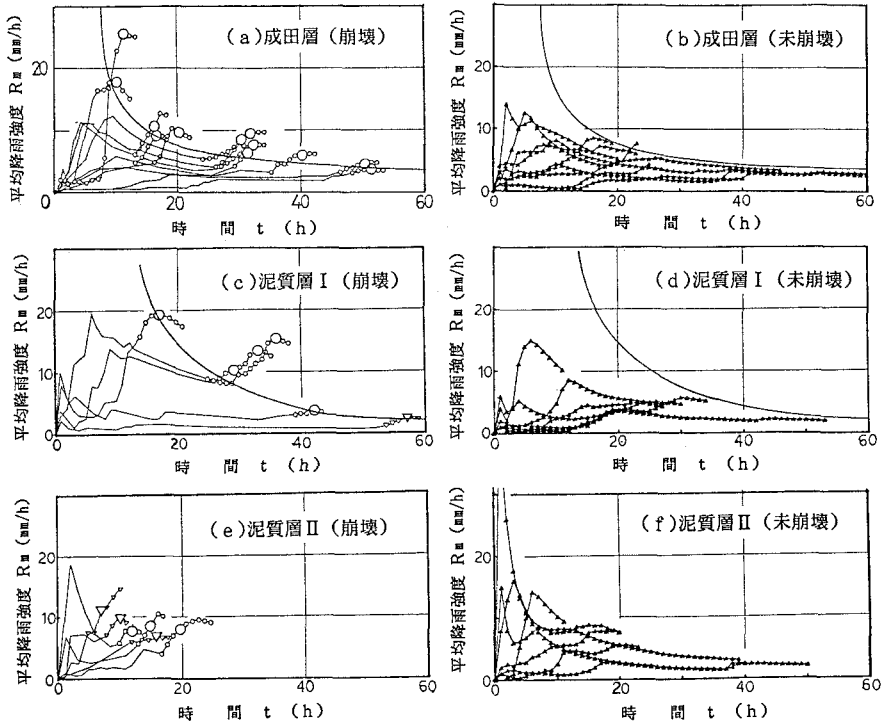


図-2 地域ごとの崩壊と未崩壊の降雨特性

イドであるのに対し、解析では大規模な崩壊を対象にしていること、解析のモデル化や物性値などに実際と若干の相違や進行性破壊などを考慮していないためと考えられる。以上のことから、実際の崩壊の有無から求めた平均降雨強度と時間の関係で表した降雨条件は（図-4参照）、浸透解析による状態変化を考慮した安定解析から得られた結果と傾向的一致し、その妥当性が検証された。平均降雨強度と時間の関係で表した降雨条件は斜面崩壊の予知手法になり得るといえる。即ち、雨の降り始めからの関係を追って行くことにより、現在の状況が危険な状態であるのかが簡単に判断でき、また、その後どれくらいの雨がどれくらいの時間で降れば危険な状態になるのかが判断できる手法である。そのためには素因の異なる地域ごとに過去の崩壊と降雨データを収集し、崩壊に対する降雨条件を求めておくことが必要である。

4. まとめ 実際の崩壊から求めた降雨条件は解析的にその妥当性が検証された。また、砂質斜面は泥質斜面より平均降雨強度が大きいときは少ない降雨で崩壊するが、小さくなると両者の差はなくなる。したがって、素因の異なる地域ごとに崩壊の対する降雨条件を求め、順次改善していく必要がある。

最後に、本研究の遂行にあたり、データの収集・整理などに多大な協力をいただいた平成元年度卒業の寺内敏也君（現：鹿島建設㈱）に厚く謝意を表します。

参考文献 1) 芥川他：ゆるみによる砂質斜面の不安定化と表層滑落、応用地質、Vol. 25, No. 3, pp. 32-40, 1984

2) 芥川他：降雨の浸透を考慮した砂質斜面の安定性、第18回土質工学研究発表会、pp. 1277-1280, 1983.

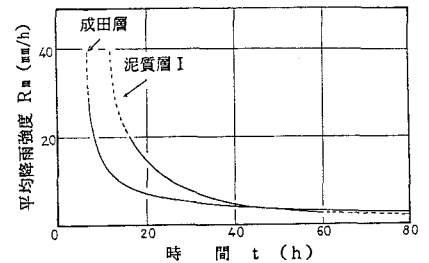


図-3 降雨条件の比較

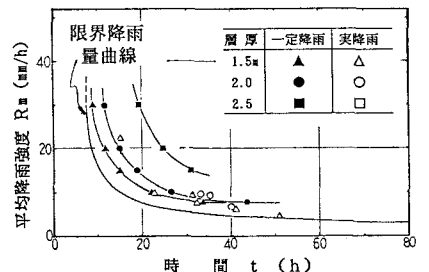


図-4 解析による降雨条件