

浸透解析による降雨時の斜面内水圧に及ぼす斜面形状の影響

愛媛大学工学部 矢田部 龍一・八木 則男

榎 明潔・〇仁尾 雅人

1. まえがき

豪雨時には透水性の良い砂質土からなる斜面の崩壊が多発している。降雨浸透による斜面崩壊の要因としては自重の増加、間隙圧の増加、強度定数の低下等が考えられる図-1、2に室内および現地での降雨による斜面崩壊実験により得られた崩壊に至るまでの間隙圧の経時変化を示す。いずれの場合も崩壊前に間隙圧の急激な増加がみられる。これから、降雨時の斜面崩壊の主要因は間隙圧の増加である場合が多いと考えられる。従って、斜面内間隙圧を精度よく推定しなければ、安定解析結果の信頼度は小さい。もちろん、降雨時の自然斜面の安定を論じる場合、地形、地質などが複雑で一般的な取り扱い是非常に困難であろう。しかし、複雑な現象を単純化して、ある一般的な結果を見出すことも現状では意味があることと思われる。

本報告では降雨時の斜面内水圧に及ぼす斜面形状の影響について若干の考察を加え、また、斜面内水圧（特に上向き浸透）を考慮して安定解析を行なう場合の問題点を述べる。

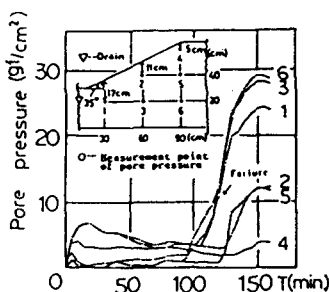


図-1 間隙圧の経時変化

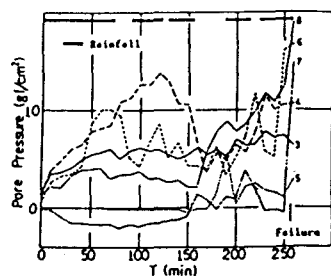


図-2 間隙圧の経時変化

2. 地形の緩急遷移点での上向き浸透

(室内実験)

(現地実験)

降雨時の斜面内間隙圧は不均一な、複雑な分布をしている。浸透解析結果の1例として透水層厚さが5mで、斜面先前面が非排水条件である場合の間隙水圧の経時変化を図-3に、定常状態での等水圧線および等ポテンシャル線を図-4に示す。浸透解析にあたっての初期条件等の詳細は参考文献に示す。これから、斜面先下部に大きな間隙水圧が発生していることがわかる。この斜面先下部での間隙水圧は斜面表面まで水が湛水しているとした場合の静水圧よりかなり大きい。斜面内間隙圧のこのような現象は、室内実験により得た図-1に示す定常状態における斜面先下部の測点1にも見られる。この斜面先下部での過大な間隙圧の発生は斜面安定に重大な影響を及ぼすであろう。斜面先下部に静水圧より大きな間隙水圧が発生するのは、その付近で上向き浸透が生じているからである。上向き浸透が発生していることは、図-4に示した等ポテンシャル線をみると明らかである。

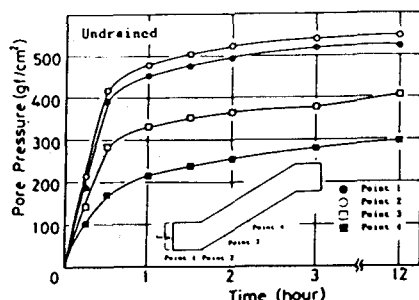


図-3 間隙水圧の経時変化

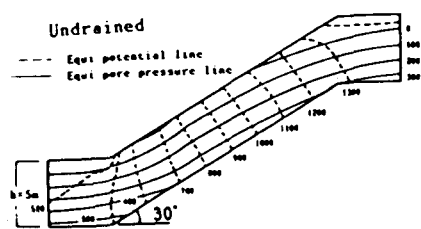


図-4 等ポテンシャル線

地形の緩急遷移点で上向き浸透が発生する場合があることを室内実験、浸透解析により指摘したが、このような上向き浸透は現地計測でも観察されている³⁾。図-5に現地観測による斜面内浸透水の等ポテンシャル線を示す。これをみると地形の緩急遷移点付近で上向き浸透が発生していることが認められる。

また、その付近では浸透水が地表に噴出している。

降雨時の斜面崩壊は地形、地質、土質等の影響を受けて発生すると思われるが、上向き浸透は斜面崩壊の主要な原因であろう。微地形の影響により上向き浸透が発生すれば、その部分の安全率の低下は非常に大きい。今まで、降雨時の斜面安定解析を行なうにあたって、このような上向き浸透の影響は考慮に入れていなかった。しかし、上向き浸透が崩壊の引き金になっていることも十分考えられるので、上向き浸透ならびにパイピング破壊も含めて、その影響を考える必要があろう。また、今後、いかなる地形、地層、土質等の条件のもとで上向き浸透が発生するかを明らかにすることは重要なことであろう。

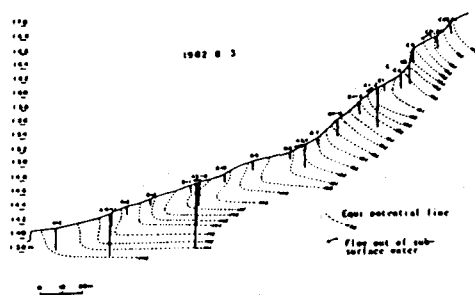


図-5 現地観測による等ポテンシャル線

3. 上向き浸透が発生している場合の安定解析の問題点

上向き浸透が発生している斜面の安定解析を行なうにあたっての問題点を述べる。安定解析を行なうにあたって自重と間隙圧の変化は浸透解析により求めた。内部摩擦角 $\phi' = 40^\circ$ で飽和、不飽和にかかわらず一定とし、粘着力 c' は不飽和時に 0.1 kgf/cm^2 、飽和時に0とした。

図-6に斜面角度 $\beta = 30^\circ$ 、斜面先の長さ $L = 5 \text{ m}$ 、層厚 $H = 3 \text{ m}$ の斜面の安全率のコンターラインを示す。すべり円の半径は 0.5 m を最小としてある。図にはコンターの中心が3つ存在しているが、最小半径を 1 m にすると一番小さいすべり円は存在しなくなる。すべり円の半径をさらに小さくすれば斜面先下部に発生している上向き浸透の影響により、図に示す最小すべり円よりさらに小さいすべり円が存在すると思われる。

上向き浸透が発生していることを考慮すれば、このような非常に小さい崩壊が起こるわけであるが、小崩壊が全体崩壊へと発展していくかどうか今後数値計算により検討する必要がある。また、実際の崩壊でも、このようなメカニズムにより小崩壊に続いて大崩壊が起こっている場合がかなりあると思われるので、崩壊事例をそのような観点から検討することも必要であろう。

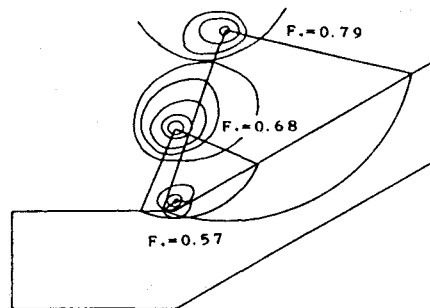


図-6 コンターライン

4. あとがき

今回、降雨時には地形の緩急遷移点で上向き浸透が発生する場合があることを指摘し、また、上向き浸透が発生している斜面の安定解析を行なうにあたっての問題点を述べた。今後、このようなことを考慮して降雨時の斜面安定に及ぼす斜面形状等の影響を明らかにする必要がある。

参考文献

- 1) 八木則男、矢田部龍一、山本浩司：雨水浸透による斜面崩壊、土木学会論文報告集、第330号、1983。
- 2) 矢田部龍一、八木則男、榎明潔：不かく乱まき土の強度特性と斜面安定解析、切土のり面および斜面の風化と安定に関するシンポジウム発表論文集、1985。
- 3) 新藤静夫他：谷頭部斜面に発生する崩壊と地中水の挙動、自然災害特別研究報告書、1983。