

集水面積を考慮した降雨時の斜面内間隙水圧

愛媛大学工学部 正 員 八木則男・榎明潔・矢田部龍一
愛媛大学工学部 学生員○大倉浩二

1. まえがき

降雨時の斜面崩壊の中でも崩壊の主要因が降雨浸透に伴う斜面内の間隙圧の増加である場合、従来その崩壊に関する研究に用いられた降雨浸透の解析モデルは奥行き方向一定の二次元モデルである。しかし、自然斜面は様々な地形を成し、二次元モデルでは十分に解析ができていないとも言えない。特に谷型の斜面では二次元モデルで再現されている、等高線の直線的な斜面に比べて、より大きな間隙圧が発生すると考えられる。しかし、このような地形条件(集水面積)を考慮する場合、3次元浸透解析は非常に複雑である。また集水面積を考慮した斜面崩壊の予測法もあるが、経験的なもので力学的な裏付けはされていない。本研究では谷型斜面を、図-1に示す軸対称モデルで再現し、集水面積が斜面内間隙圧の挙動に与える影響について調べたので報告する。

2. 実験装置及び実験方法

図-2に実験装置と模型斜面の概要を示す。土槽の奥行きは50cmで、底面と側面は不透水面になっている。また、図-3に軸対称モデルの模型斜面の平面図を示す。側面には間隙圧測定のための小孔を設け、その測定には内径3mmの硬質ビニールパイプで作成したマンオメータを用いた。人工降雨は農業用のスプリンクラーを改良して用いた。降雨強度は100mm/hourとし、各測点の間隙圧を5分おきに記録した。降雨強度の100mm/hourは実際の降雨としては非常に強いが、実験の目的は降雨の浸透による斜面内間隙圧の変化であるので、この値を用いた。

実験に用いた試料は市販の海砂で、2000 μ mのふるいを通して粒径を調整した。

3. 実験、解析結果及び考察

図-4に実験における間隙圧の時間変位を示す。降雨開始後しばらく間隙圧の上昇はない。この時間には二次元も、軸対称も浸潤前線はほぼ斜面に平行に降下する。浸潤前線が不透水面に達した後、急激な間隙圧の上昇が始まるが、軸対称のほうがより急激に上昇している。上昇が始まるまでの時間については、両者の初期の飽和度が異なって入るので比較はできない。また、斜面上層部の測点1, 4, 5で二次元ではほとんど間隙圧の上昇がみられないのに対して、軸対称では急激な上昇があり、定常値では測点1, 4でその深さに相当する静水圧よりも大きくなっている。軸対称では、約32分で法先から崩壊をしはじめているので、間隙圧の定常値はもうすこし大きくなると思われる。

解析には有限要素法による飽和・不飽和浸透流解析法²⁾を使用した。解析には試料の浸透特性が必要であり、ここでは飽和透水係数は定水位透水試験で求め、不飽和透水係数は土中法及びImmary法によって求めた。図-5に解析による間隙圧の時間変位を示す。地盤の初期状態は斜面内を均一とし-50gf/cmのサク

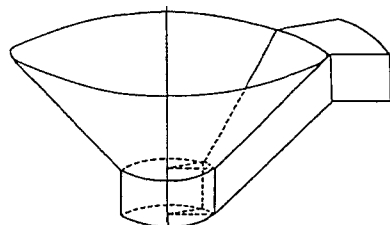


図-1 軸対称モデル図

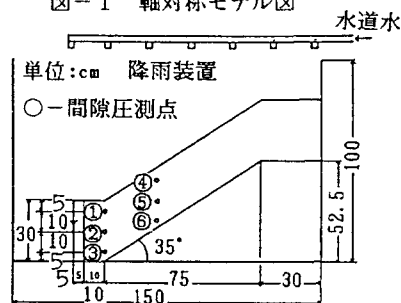


図-2 実験装置と模型斜面

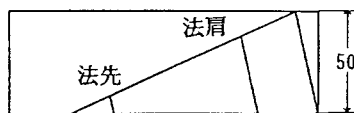


図-3 軸対称斜面平面図

ションを与えている。軸対称では、実験結果とよく一致しているのに対して二次元では測点1, 4, 5の間隙圧の上昇が解析で得られている。これは、法先前面での排水条件がうまく合わなかった為と考えられる。軸対称では解析結果でも測点1では静水圧以上の間隙圧が発生している。

実験、解析結果から相対的に軸対称の方が各測点で大きな間隙圧が発生している。

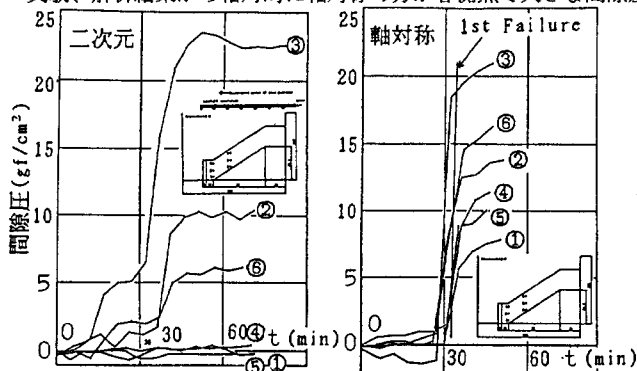


図-4 経過時間と発生間隙圧の関係 (実験値)

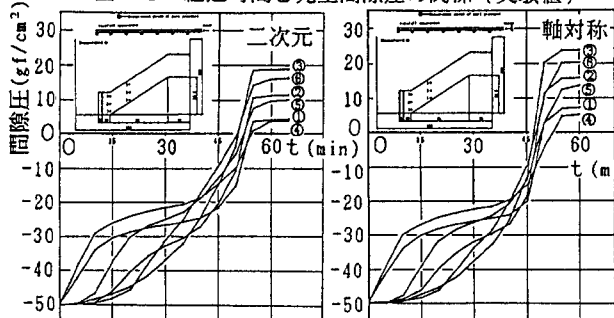


図-5 経過時間と発生間隙圧の関係 (解析値)

4. 実大斜面への適用

次に、実際のスケールの斜面において、浸透解析を行なった。図-6にモデルを示す。ここでは、松山のまさ土斜面を対象とし、過去の崩壊事例から次のような値を用いた。斜面角度 β は 35° 、表土層厚 H は1.0m、法先長さ L については崩壊事例から得られないので今回は、1.0m, 3.0mを用い、法先前面で排水、非排水で行なった。浸透特性については、過去に求められたものを用いた。地形条件としては、羽田野³⁾が提案している地形的滑動力示数(F 値)で用いられている比集水面積を用いて、発生間隙圧の比集水面積の違いによる影響を調べた。図-7に比集水面積と間隙圧の関係を両対数紙上に表わしたものを示す。間隙圧の値は法先より10cmの点を代表させた。条件によって多少異なるが間隙圧は地形的影響はあまり受けないようである。ただし、飽和帯は比集水面積に比例して大きくなるので崩壊に影響すると思われる。

5. あとがき

集水面積を考慮し降雨時の斜面内間隙水圧を調べた。今後、この解析で得られた間隙圧を用いて安定解析を行い、従来の地形条件を考慮した崩壊予知法に力学的な意味付けを行なうことが望まれる。

参考文献

- 1) 矢田部龍一：まさ土地帯における降雨時の斜面崩壊の機構とその予測に関する研究、京都大学学位論文、1986
- 2) 赤井、大西、西垣：有限要素法による飽和・不飽和浸透流の解析、土木学会論文報告集、第264号、pp. 87-96、1977
- 3) 羽田野誠一：崩壊性地形(その2)、土と基礎、22-11、pp. 85-93、1974

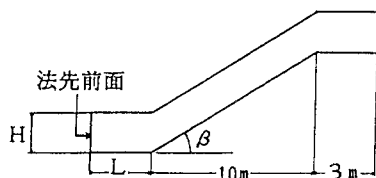


図-6 斜面モデル

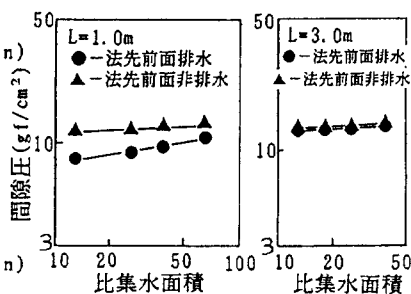


図-7 両対数紙上に示した
比集水面積と間隙圧の関係