

人工斜面の降雨による崩壊への防止対策に関する研究

株式会社オーク(正) ○小関 紘子
鳥取大学大学院 (学) 森上 真治
鳥取大学工学部 (正) 榎 明潔

1. はじめに

降雨による斜面表層崩壊問題は浸透問題と破壊問題の混合問題であり力学的に解明できる。崩壊原因も見かけの粘着力の減少、自重の増加、地表流の発生に伴う表面浸食など様々な考え方があるが、その中でも間隙水圧の増加が主な原因だと考えられる。そこで、本研究では間隙水圧の減少につながる対策工法とその効果を実験及び数値解析から比較、検討する。

2. 実験方法及び実験条件

実験装置の概略図は図1を参照とする。斜面表層土には鳥取砂丘砂を用いた。試料の主な物性値を表1に示す。同じ降雨強度において、①小段のみの場合、②排水工のみを設置した場合、③排水工と遮水壁を設置した場合で実験を行い、土槽底面に設置した間隙水圧計、土槽壁面に設置したマンノメーターによってそれぞれの表層土中の水圧を測定する。

表1 試料の主な物性値

	単位体積重量 γ (tf/m^3)	内部摩擦角 ϕ ($^{\circ}$)	透水係数 k (cm/s)
鳥取砂丘砂	1.98	39	2.3×10^{-1}

3. 実験結果の比較・考察

まず、小段を設けた斜面に降雨強度 $R=210\text{mm/h}$ の降雨を与えた時の実験値の斜面長と水圧の関係を図2に示す。この実験で斜面長 $s=92\text{cm}$ において斜面崩壊が発生した。次に、同じ降雨強度を与え、②の場合の実験値の斜面長と水圧の関係を図3に、③の場合の斜面長と水圧の関係を図4示す。②場合の実験では斜面長 $s=97\text{cm}$ において斜面崩壊が発生した。今回の実験のまとめを表2に示す。上流部では②の場合が最も水圧を抑えることができ、下流部では③の場合が最も水圧を抑えることができることがわかる。上流部では全ての場合において斜面崩壊は発生しなかった。このことから、③の場合が、上流部及び下流部の水圧を抑えることができ、特に下流部に斜面安定効果が得られたと考えられる。

表2 まとめ

	上流部	下流部
水圧	①>③>②	①>②>③

	上流部	下流部
①	非崩壊	崩壊
②	非崩壊	崩壊
③	非崩壊	非崩壊

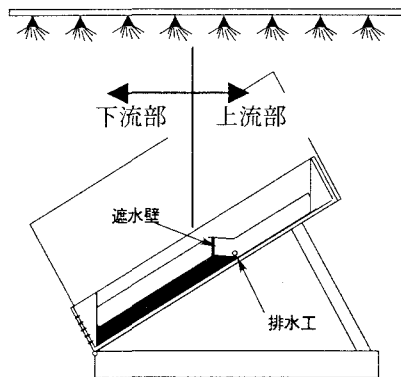


図1 実験装置概略図

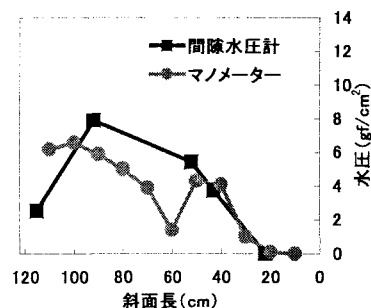


図2 u-s 関係(①)

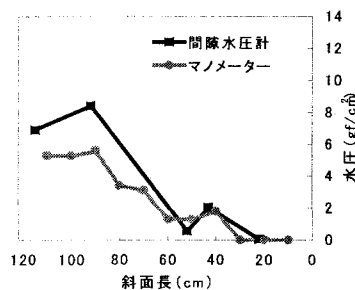


図3 u-s 関係(②)

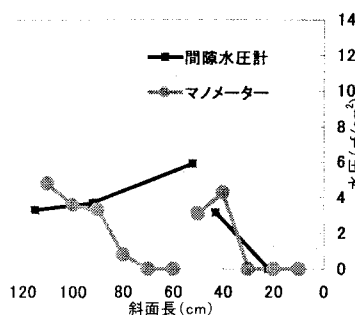


図4 u-s 関係(③)

3. 水面形及び斜面安定解析と解析結果

小段部及びその周辺の水面形の解析を行うために、UNSAF を用いて解析を行う。また、小段のある斜面の安定解析を簡便分割法を用いて行う。ここで必要な条件は実験条件と同じものを用いた。まず、水面形の解析結果から水圧を求めた。比較しやすくするために実験結果とあわせて、①小段がある場合の斜面長と水圧の関係を図 5 に、②排水工を設置した場合と③排水工と遮水壁を設置した場合の斜面長と水圧の関係を図 6、7 に示す。

次に、斜面安定解析の解析結果を図 8 に示す。

4. 解析結果の評価

UNSAF の解析結果と実験結果から、同じ傾向が見られる部分と、そうでない部分があり、特に水圧の値に大幅な違いが見られる。また、解析を行う上で降雨強度、試料の層厚、斜面傾斜角など必要な条件は実験条件と同じものを用いている。しかし解析結果と実験結果の水圧の値に大幅な違いが見られる。これは、数値解析の結果がパラメーターやメッシュの選択などに依存されるため、その選択に何か問題があった可能性がある。

次に、簡便分割法で解析した解析結果から①小段のみの場合、②排水工を設置した場合、③排水工と遮水壁を設置した場合のすべての場合において上流端から小段出口まで安全率が 1 より小さくなった位置があることがわかる。実験結果から、上流端から小段出口まで斜面崩壊は起こらなかったことがわかっている。このことから、すべての場合において上流端から小段出口まで斜面が安定していると考えられるが、対策工を設置した場合の方が安全率の値から見て、斜面安定効果が得られると推測する。小段出口から下流端にかけては①の場合よりも対策工を設置する方が斜面の安定化を図ることができ、②の場合よりも、③の場合の方が安全であることが安全率の定量的な比較でわかった。

5. 結論と今後の課題

小段を設けた斜面に排水工と遮水壁を設置することでその斜面の間隙水圧を抑える効果があることがわかった。しかし、排水工の排水機能が低いと上流部の水圧が高くなる可能性がある。また、UNSAF による数値解析は条件の設定、選択などを慎重に検討する必要がある、改良の余地がある。

参考文献

榎 明潔：降雨時の斜面表層崩壊の機構と植生の崩壊防止効果に関する研究，平成 10～平成 12 年度 科学研究費補助金研究成果報告書，2001。

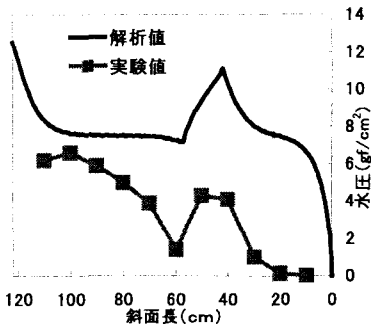


図 5 u-s 関係(①)

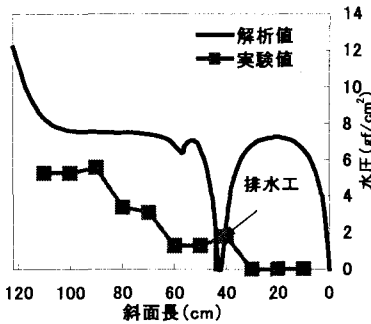


図 6 u-s 関係(②)

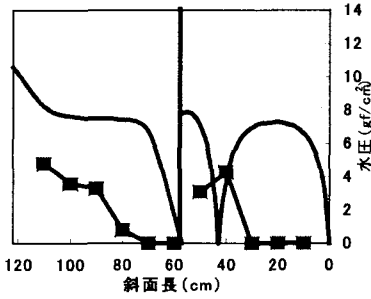


図 7 u-s 関係(③)

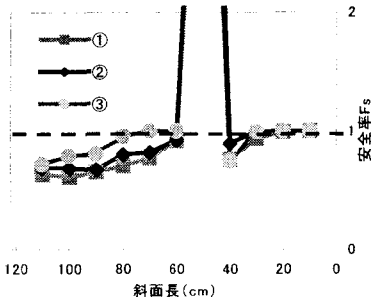
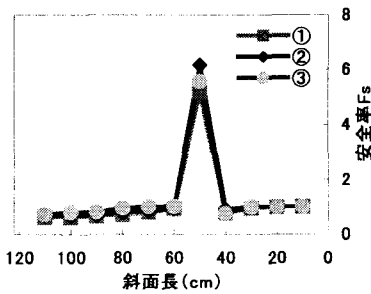


図 8 斜面長と安全率