

Ⅲ - A199

降雨時の斜面表層崩壊に対する表層被覆の効果

鳥取大学 (学)安達和徳 (正)榎 明潔

日産建設 (正)松浦秀幸 不動建設 (正)中村正邦・萩野芳章

1. はじめに

降雨による斜面表層崩壊の機構は、以下のように考えられている。¹⁾ ①斜面表面から水が浸入し、斜面表面に平行な Wetting Front が形成され、斜面深部方向へ下降して基岩に到達する。②基岩面に平行な方向に浸透流が発生する。③図-1に示すような基岩部での間隙水圧の上昇により、基岩部と表層土の境界面をすべり面とする斜面崩壊が発生する。このような機構の崩壊を抑制するには表層被覆をすることが有効である。効果としては雨水の浸透防止、雨水の保水、表面浸食の防止等が考えられる。本研究では、表層被覆の効果の中で、主として雨水の浸透防止効果について模型実験により考察する。

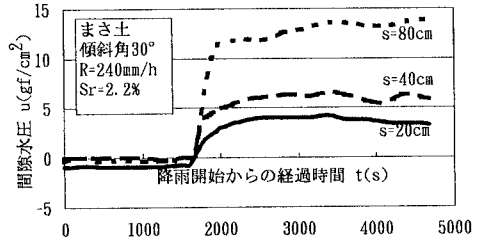


図-1 間隙水圧の経時変化の一例

2. 降雨時の斜面崩壊の機構に関する仮説と理論的検討²⁾

2-1. 降雨の鉛直浸透

図-2に示すような斜面の鉛直浸透過程について考える。浸透域の上下面の全水頭の差と距離は、ともに $h_1 - h_2$ であるから動水勾配は1となる。よって、鉛直方向の透水係数を k_v 、降雨強度を R とすると、 $R > k_v$ の場合には実際に浸入する流量は k_v で残りは地表流となる。また、 $R \leq k_v$ の場合には実際に浸入する流量は R である。

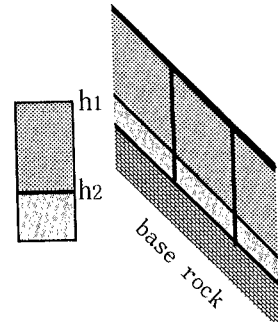


図-2 土柱内の鉛直浸透

2-2. 雨水浸透のある場合の基岩に沿う定常浸透流

斜面表面から単位面積・単位時間当たり R の雨水の供給がある場合の表層土内の定常浸透流を考える。地下水流に対しては Dupuit の仮定（基岩面と平行な流速成分が卓越するので基岩面に垂直な流速成分は無視できる）を採用する。図-3のA面とB面に挟まれた微小区間（基岩表面沿いに ds の幅を持つ）に入出入りする水の質量保存則から、 $H_w = s \cdot R / (k_b \sin \beta) + H_{w0}$ を得る。ここで H_{w0} は対象としている領域の最上流部での地下水の水深、 k_b は基岩と平行方向の透水係数である。

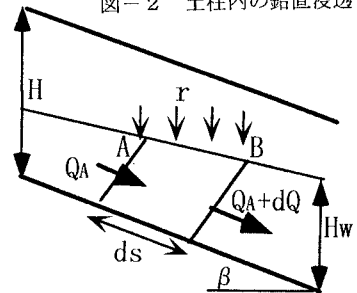


図-3 雨水浸透のある場合の定常浸透流

3. 表層被覆の効果に関する模型斜面実験³⁾

・試料土及び被覆材料 試料土は

鳥取県八頭郡用瀬町周辺で採取されたまさ土を5mmふるいで調整したものを用いた。試料土の物性値を表-1に示す。表-2に示す被覆材料は、一部のものについて厚さ d と配列を変え、現地の状態を想定して1時間水浸後、2時間放置して使用した。

表-1 試料の物性値

土粒子の比重 G_s	2.63
最大間隙比 e_{max}	0.94
最小間隙比 e_{min}	0.62
透水係数 k_r (cm/s)	1.23×10^{-2}
透水係数 k_b (cm/s)	1.66×10^{-1}

表-2 被覆材料

被覆材料	乾燥単重 (gf/cm²)	d (cm)	配列
ガラスカー	2.2×10^{-2}	1.5	縦、横
わらこも	7.8×10^{-2}	2.0, 1.0	縦、横
わら	3.4×10^{-2}	3.0, 1.5	縦
落葉	1.0×10^{-2}	5.0	縦

斜面、降雨、表層崩壊、表層被覆、間隙水圧

〒680 鳥取市湖山町南 4-101 鳥取大学工学部土木工学科 TEL 0857-31-5289 FAX 0857-28-7899

・実験装置及び方法 実験装置の概略を図-4に示す。土槽は間隙水圧を計測するために基岩とみなした底面に間隙水圧計とマノメーターを設置し、被覆材料部分の排水量を計測するために土部分と別に排水口を設けた。まず土槽に乾燥状態のまき土($e=0.70$)を厚さが20cmになるよう3層に分けて締め固めて作成し、傾斜 $\beta=30^\circ$ とした。その後、排水量が定常になるまで100mm/hの降雨量を与え、斜面を被覆材料で覆い、2時間排水させ測定を開始した。排水量は土部分の排水量 Q と被覆材料部分の排水量 q を単位時間流量が定常となった時に計測した。さらに被覆材料を取り換えて2時間排水後、再び降雨を与え、同様の測定を行った。なお基岩と平行方向の透水係数 k_b は、無降雨時に給水した上下タンクの水位を一定に保ち、単位時間流量を測定することにより求めた。

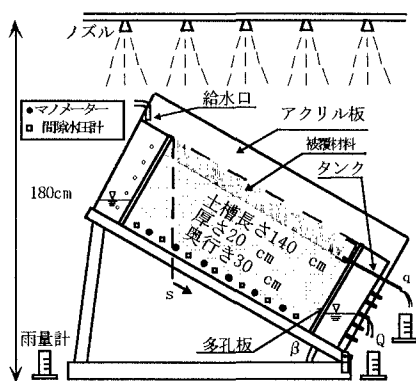


図-4 実験装置概略図

実験結果として単位時間あたりの被覆材料部分の排水量 q と土部分の排水量 Q の関係を図-5に示す。土部分の排水量が最も少なかったのはわらこもの縦配列の場合である。これにより、わらこもの縦配列に最も雨水の浸透量を減少させる効果がみられた。間隙水圧 u と斜面長 s の関係を図-6に示す。図よりわらこもの縦配列のものが最も水圧の勾配が小さい。これにより表層被覆の効果の大きいものほど間隙水圧が減少するのは明らかである。

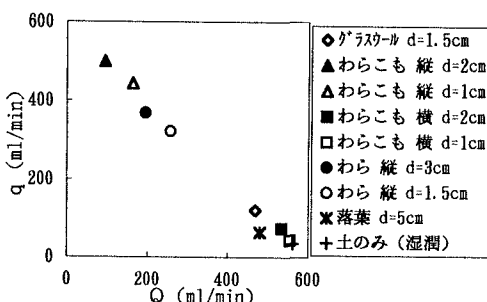


図-5 被覆材料と土部分の排水量の関係

4. 表層被覆の効果

表層被覆の効果としては、雨水の浸透防止、雨水の保水、表面浸食の防止等の効果が考えられる。本研究では主として雨水浸透防止の効果について模型実験により考察した。その結果、土部分に対する雨水浸透量を減少させることにより、間隙水圧が減少する効果が確かめられた。

被覆材料部分での浸透流の形態は、被覆材料の間隙を雨水が伝って流れる伝い流れと被覆材料内部又は上部に水位を形成する飽和浸透流が考えられる。いずれにおいても、被覆材料の配列が浸透性に影響するので方向性を考慮して敷設する必要がある。又、飽和浸透流においては、浸透流量を定量的に知るために被覆材料の透水性を知る必要がある。本実験では観測により水位が見られなかったため、主として伝い流れであったと考えられる。

本研究により斜面の表層被覆には、降雨時の斜面表層崩壊を抑止する効果があると考えられる。

5. おわりに

今後の課題としては、被覆材料の変質による効果の影響、被覆材料の透水試験法の確立、本研究の室内実験よりも小雨で長い斜面での効果の検討等が挙げられる。また植生の効果（表層被覆、根系による強度増加、土中水分の吸い上げ）についても今後の課題である。

参考文献

- 1) 八木・矢田部・榎明潔：降雨時の斜面崩壊予知に関する室内及び現地実験、地すべり、22-2、pp.1-7、1985。
- 2) 榎他：降雨による斜面崩壊の理論モデル、第32回地盤工学研究発表会発表講演集、1997。
- 3) 斜面表層土内の降雨による浸透流、第32回地盤工学研究発表会発表講演集、1997。

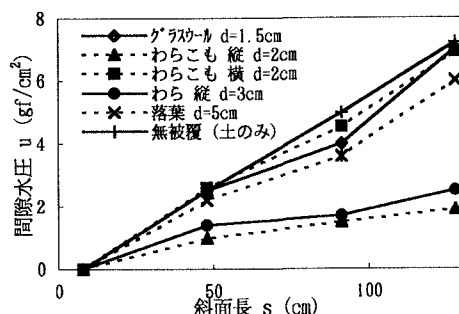


図-6 間隙水圧と斜面長の関係