

表層の透水性が異なる斜面内の降雨浸透性状

東邦地水株式会社 正会員 ○荻田誠実
愛知工業大学工学部 正会員 木村勝行, 奥村哲夫, 成田国朝

1. はじめに

降雨を起因とした斜面崩壊は、降雨の浸透による盛土重量の増加やせん断抵抗の低下によって引き起こされ
ると考えられる。均一材料から成る斜面の降雨浸透に関しては、これまでにいくつかの研究が行われており、
基本的な浸透特性についての成果も得られている。しかし、不均一あるいは多層構造の斜面の降雨浸透に関し
ては基本的な浸透性状についても十分に解明されているとは言い難い。

本研究では、遠心模型実験装置を用いた降雨浸透実験を行って表層の透水性が異なる盛土斜面の降雨浸透現
象を再現し、その浸透特性について考察を加えたものである。

2. 実験概要

実験装置の概略を図-1に示す。模型斜面は所定の締固め密度で作成
した盛土（高さ12.5cm，勾配1:2）の表面に表層（厚さ4.0cm）を設け
て作成した。実験は模型底面に30Gの遠心加速度を与えた後、降雨装
置に給水を開始し、斜面上に雨を降らせる。盛土内の飽和域の成長過
程は盛土底部に設置した計8個の間隙水圧計の値から決定した。表-1
に実験条件を示す。実験は統一土質分類でシルト質砂，シルト混じり
砂および粘土質砂に分類される3種類の試料A,BおよびCを用いて行
った。なお、実験に用いた降雨強度 r は $r=8.4\text{mm/h}$ ($=2.3\times10^{-4}\text{cm/s}$)
一定であり、盛土および表層部の飽和透水係数を k_1, k_2 とするとCASE2
では $k_1 < k_2$ ，CASE3では $k_1 > k_2$ となっている。

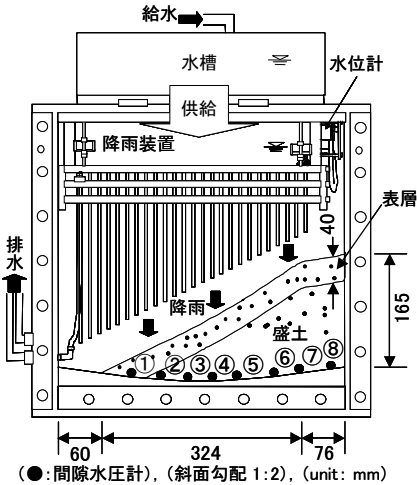


図-1 実験装置の概略図

表-1 実験条件

実験CASE	CASE 1	CASE 2		CASE 3	
土質構造	均一盛土	二層盛土		二層盛土	
		表層	盛土	表層	盛土
試料	試料A	試料B	試料A	試料C	試料A
土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.62	2.55	2.62	2.63	2.62
締固め密度 $\rho_d(\text{g/cm}^3)$	1.70	1.73	1.70	1.71	1.70
初期飽和度 $Sr_0(\%)$	40	30	40	35	40
飽和透水係数 $k(\text{cm/s})$	1.65×10^{-3}	3.00×10^{-3}	1.65×10^{-3}	3.35×10^{-4}	1.65×10^{-3}
降雨強度 $r(\text{mm/h})$	8.4				
有効間隙率 $\theta_s - \theta_i$	0.218				

3. 実験結果と考察

図-2は盛土底部に設置した間隙水圧計の値から浸潤面
高さを推定し、飽和域形状の時間的変化を示したものであ
る。(a)図に示すように飽和域は降雨の浸透により徐々に
高さを増しながら盛土内部に進行していくことが分かる¹⁾。
また(b)図より、二層盛土においても均一盛土と同様な
傾向にあることが分かる。このことにより、多層土質構造
であっても本実験の透水係数の違い程度では降雨の浸透に
よる飽和域の成長形状は均一盛土と大差ないと言える。

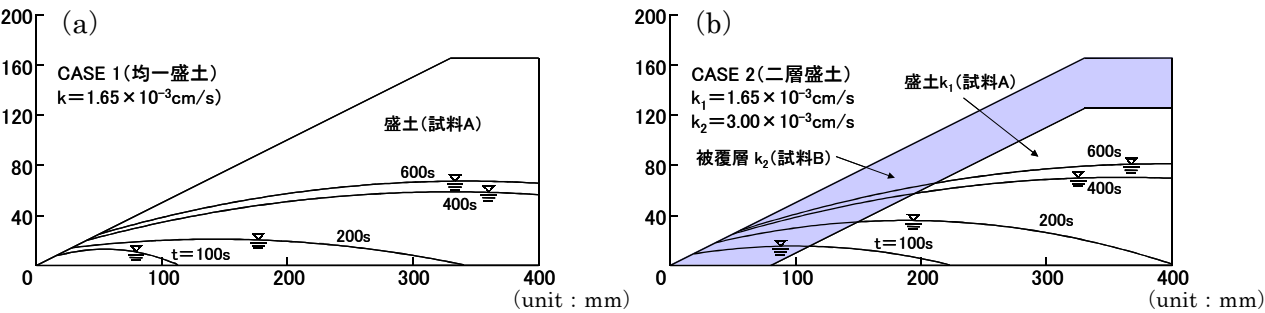


図-2 飽和域の成長過程の比較

キーワード：降雨浸透実験，遠心載荷，不均一構造，透水性，安定性
連絡先：〒461-0004 名古屋市東区葵 3-15-31 TEL：052-937-0100 FAX：052-937-6902

図-3は盛土全体の面積を A 、飽和域の面積を A_{sat} とし、飽和域が盛土全体に占める割合（ A_{sat}/A ）の経時変化を示したものである。図より飽和域の占める割合が最も大きいのは $t=400s$ まではCASE2、 $t=500s$ 以降においてはCASE3であること分かる。いずれの実験においても盛土の透水性が降雨強度を上回っている（ $r < k_1, k_2$ ）ため降雨が全て盛土内部へ浸透するものとする、降雨は斜面表面から一定の湿潤領域を形成しながら浸透していく²⁾が、CASE2の様に盛土部に比べ表層部（被覆層）の透水係数が大きい場合は表層部の飽和度の上昇が小さく、下方へと浸透する水分量が均一盛土よりも増加するため、降雨初期段階において飽和域の成長が速い。またCASE3の様に表層部の透水係数が小さい場合では表層部の飽和度の上昇が大きく、下方へと浸透する水分量が少ないため降雨初期段階では飽和域の成長は遅い。しかし、盛土内に形成される飽和域は主として盛土への降雨の流入量と盛土からの流出量の差で決定されるため、表層部の透水係数が小さいと盛土内部からの排水量が抑制されるため上述の現象が現れたと考えられる。図-4は各実験での降雨停止時の飽和域形状の比較を示したものである。降雨を停止させる時刻は各実験とも水圧計の値がほぼ一定となった時とした。図より降雨停止時の飽和域は均一断面であるCASE1が最も小さく、 $k_1 > k_2$ のCASE3が最も大きくなることから分かる。図-5は降雨終了時を $t'=0s$ とし、降雨終了時からの各実験の排水率の経時変化を示したものである。なお、ここで定義する排水率は図-4に示した降雨停止時の飽和域 A'_{sat} と任意時刻における飽和域 A_{sat} の差を A'_{sat} で除して算出した。図より均一盛土であるCASE1の排水速度が最も速く、つぎにCASE2,3の順になっていることが分かる。通常、透水係数が大きい盛土ほど排水速度は速くなると考えられるが、二層盛土においてはこの考えが当てはまらない結果となった。CASE3については被覆層による排水抑制の影響と湿潤領域からの水分の供給が考えられるが、今後更なる実験により原因を究明する必要がある。

以上のことから、降雨時の盛土斜面の安定性を考えると、盛土表面に難透水性材料を用いた場合、降雨の盛土内への浸透を抑制することで安定性の向上を図れると考えられる。しかし、降雨終了後の安定性に対しては、表面の被覆層は排水速度を抑制するため安定性を低下させると考えられる。

4. まとめ

飽和域の成長は均一盛土と二層盛土のいずれも降雨の浸透によって斜面先から飽和域が形成されていくことが分かった。また、表面被覆層に難透水性材料を用いることで盛土への降雨の浸透を抑制し安定性の向上が期待されるが、材料の浸透特性に大きく影響すると考えられる。これについてさらなる検討が必要であると考えられる。

<参考文献>

- 1) 荻田・奥村・木村・成田：斜面内の降雨浸透に関する遠心模型実験，平成12年度土木学会中部支部，pp293-294，2001。
- 2) 荻田・木村・奥村・成田：斜面内の降雨浸透性状について，平成13年度土木学会中部支部，pp301-302，2002。

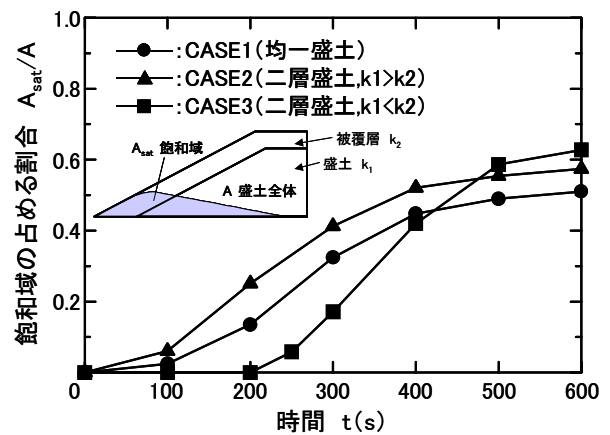


図-3 飽和域の経時変化

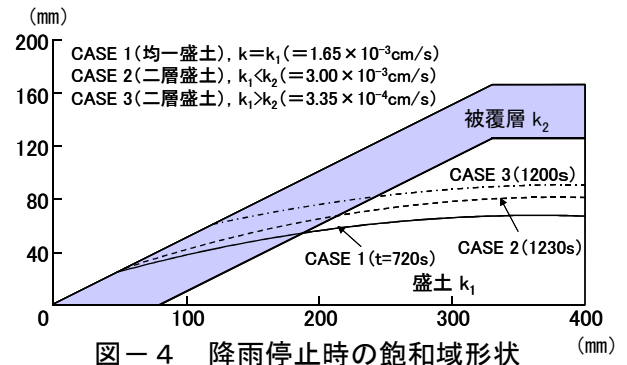


図-4 降雨停止時の飽和域形状

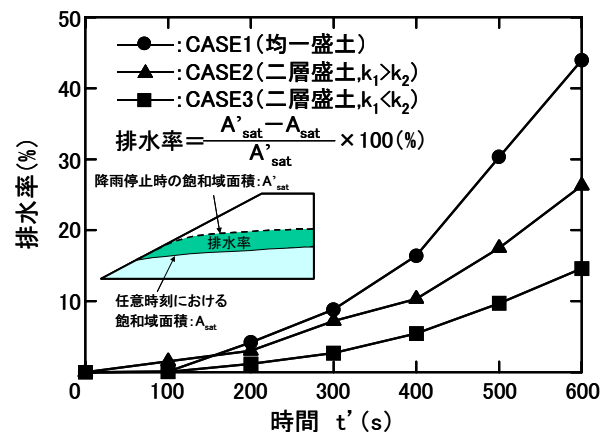


図-5 排水率の経時変化