

1. はじめに

斜面崩壊の発生は、地層、地形、土質条件の重要性とともに、降雨による斜面内の含水状態の変化が土の強度定数に直接的に関与している重要性も見逃せない。すなわち、数多くの崩壊が先行降雨によって支配されていることを考えれば、降雨浸透と崩壊のうち、繰り返し降雨による弛みを受けた斜面、乾湿をくり返す地盤条件と崩壊の関係について研究する必要がある。こうした一連の動きから、ここでは目的を単純化した均一砂槽モデルにより、乾湿くり返し地盤における地下水位の上昇、変動と崩壊の機構について考察を加える。

2. 実験

1) 降雨と地盤条件：一般に斜面崩壊に影響する降雨は崩壊当日の降雨量だけでなく、本格降雨の前に地盤の膨潤化を促進する先行降雨の存在を考えなければならない。破砕帯地域を襲ったある崩壊¹⁾では、崩壊の3日前からの降雨(日雨量50mm, 24mm)が先行降雨の役割を果たし、当日33.2mmによって崩壊が発生している。風化帯の透水係数によって土の湿潤状態に差があるため、対象日数の取り方は若干異なるが、先行降雨の影響は、4日前からの50mm/day以下の弱い降雨が斜面内の飽和度を定常的に継続するとき、本格的降雨とのパイプ役を果たしている²⁾ことが知られている。こうした状況に関連して、本実験は繰り返し降雨による浸潤斜面の変化を目的とした3つの地盤状態を考えた。(i)薄乾燥斜面(初期含水比状態)に対して先行降雨、5~60mm/hr, (ii)浸潤斜面に対して集中豪雨40~100mm/hr, 降雨中断時間を長くした(iii)乾湿くり返し斜面に対して集中豪雨60~90mm/hr, をそれぞれ実施した。これにより、斜面内水位の発生と上昇速度、上昇量、斜面変形などの測定を行った。

2) 実験の概要：降雨に起因する斜面崩壊は、土質条件、斜面条件、拘束条件などによって崩壊形態が異なるため、ここでは表-1に示す3つのケース(I:先端部開放-自由排水条件, III:先端部拘束-湛水型, IV:先端部拘束-非湛水型)について実験した。砂槽はW90×H90×D130cmで可視化のためアクリル板を用いた。試験盛土は、砂分93%, シルト分7%, 初期含水比10.4%, 飽和含水比19%, $S_d = 1.75 \text{ g/cm}^3$, $k_s = 1.70 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$,

表-1 実験シリーズ

斜面条件	形式	記号
先端部開放 自由排水		I-1:1-a
		I-1:1.5-a
		I-1:1.5-a
		I-1:2-a
先端部開放 自由排水		II
先端部拘束 自由排水		III-1:1-a
		III-1:2-a
先端部拘束 強制排水		IV-1:1-a
		IV-1:1.5-a

表-2 局部破壊と地下水位

名称 ケース	地下水位発生		初期破壊		破壊時 水位 (cm)
	時間 (分)	水位 (cm)	時間 (分)	高さ (cm)	
I-1:1-a	20	1	34	9	3.5
I-1:1.5-a	20	0.6	44	7	3.8
I-1:1.5-a	30	2.6	23	5	0.8
I-1:2-a	30	0.9	45	11	4.1
III-1:1-a	60	4	171	29	20
III-1:2-a			—	—	—
IV-1:1-a			36	50	3
IV-1:1.5-a	20	2.7	—	—	—

水位: A点水位

$e = 0.58$, の諸値である。

3. 実験結果及び考察

1). 降雨浸透による崩壊実験は、土質、斜面条件によつて崩壊形態が異なり、表-2の5通りに本実験のケースI: 水平不透水層上の砂質モザルでは、斜面先端部の含水飽和の影響が大きく、早期に局所的な塑性破壊が生じ、その崩土の堆積を契機とした地下水位と動水圧配の連続的な上昇過程が生ずる。このような前駆現象をもつケースIから地下水位の変動と崩壊の関係は説明されない。

ケースIII, IVの一部(表中の一印)は、長時間の繰り返し降雨により地盤の弛みと十分な地下水位の上昇を経過しているが、ケースIのような崩壊は生じていない。一般的な斜面内水位と崩壊の関係を究明するためには、前駆条件の存在しないIII・IVのケースについて考察を行えば良いであろう。

2). 浸潤履歴による地盤の弛みの状態を評価す

るため、浸透水が斜面下部に達して初期野留されるまでの地下水位発生速度 k の形で示すと表-3のようになる。乾湿くり返し地盤の挙動として表われる弛みの度合いは、初期含水比状態 w と比較して1オーダーぐらいの低下がみられる。図-1, -2はケースIII・IVの地下水位と経過時間の変動を示した。地下水位が初期野留されるまでのA点水位の時間と高さ、その後の野留速度の変化が、地盤条件 w への差(土の膨潤化と飽和帯ごの挙動)によって変化する状況がよく説明されているものと思われる。

参考文献: 1) 前田他: 豪雨時における盛土斜面の崩壊(その1), 工学会中部大会, Ⅲ24, 1979.2, 2) 道土他: 豪雨によるけ崩れの発生を知, 第17回災害シンポジウム, 1980

表-8 地下水位発生速度 k .

地盤条件 ケース	(i) k_1	(ii) k_2	(iii) k_3
I-1; 1-a	8.3×10^{-4}	1.9×10^{-2}	
I-1; 1.5-a	5.0×10^{-4}	2.2×10^{-2}	
I-1; 1.5-a	1.4×10^{-3}	1.7×10^{-2}	
I-1; 2-a	5.0×10^{-4}	1.7×10^{-2}	
III-1; 1-a	1.1×10^{-3}	3.8×10^{-2}	2.5×10^{-2}
III-1; 2-a			
IV-1; 1-a			
IV-1; 1.5-a	2.2×10^{-3}	1.1×10^{-2}	

単位: cm/s

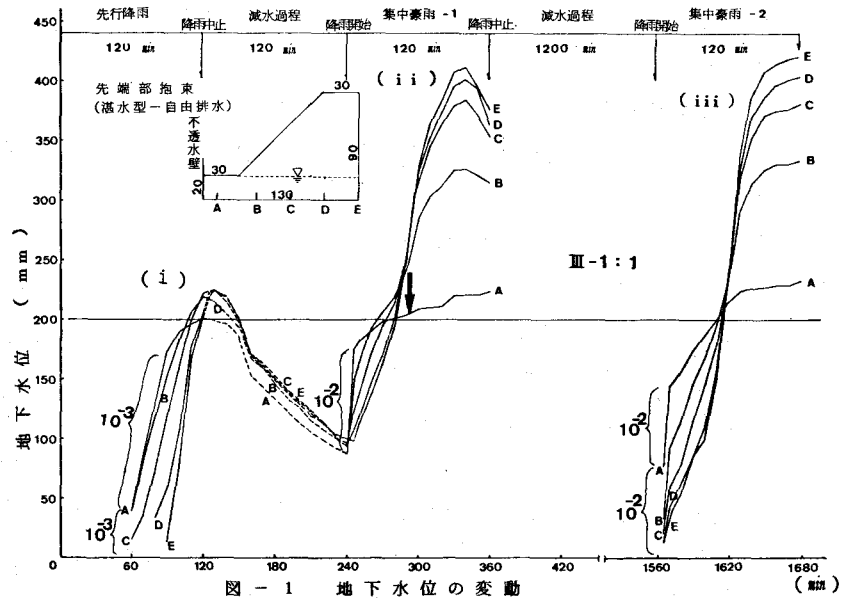


図-1

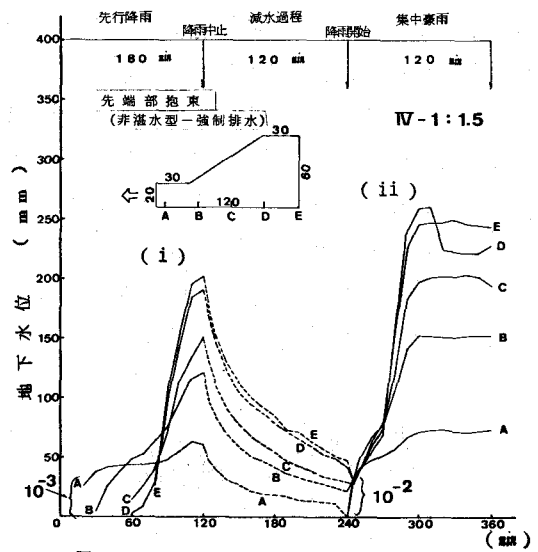


図-2