

降雨による斜面内浸透流の実験

愛知工業大学 正会員 木村 勝行
愛知工業大学 学生員 ○ 山本 浩昭

1. はじめに

降雨時の斜面の安定性を評価するには、降雨によって斜面内に生起する浸透流の性状の把握が必要となる。この浸透流のように、飽和及び不飽和の両領域にわたる浸透流の研究は、これまでに実験やあるいは数値計算によっていくつか行われている。^{1), 2)}

しかし、これらの研究においては、雨水による斜面内の浸透流に関して、実験あるいは計算方法とその結果が示されているものの、結果の応用については言及されていない。従って、その成果の利用は実験方法や計算手法に限られ、他の斜面の雨水浸透を知るためにはやはり実験あるいは数値計算を行わなければならないことになる。望むべくは、概略的であれ、斜面内の雨水浸透流の状態が簡便に把握できることであろう。

このような浸透流の基礎的研究として、ガラスビーズと潤滑油を利用した粗粒子モデルにより水平不透水基盤上の等方透水性の均一斜面内の雨水浸透流実験を行い報告している。^{3), 4)}今回は斜面表面付近の透水性が内部と異なる斜面に対して実験を行い、浸透流の性状と降雨強度などとの関係について調べ、均一斜面に対する結果との関連性について検討を加えた。

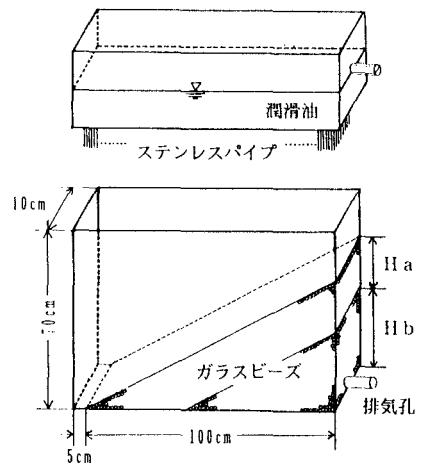


図-1 実験装置概略

2. 実験装置及び実験方法

実験斜面は毛管上昇の影響を少なくするためガラスビーズを用いて作成し、降雨には潤滑油を使用した。図-1は実験装置の概略図であり、実験斜面の構築用の箱と降雨発生装置からなっている。箱は高さ70cm、底面長さ105cm、幅10cmの透明なアクリル樹脂板製であり、一端の側壁下部には実験時における斜面内の間隙空気を閉塞を防止するための排気孔が設けてある。実験斜面は図示のように底面長を一定(100cm)とし浸透係数の組み合わせ及び層厚(Ha:Hb)を変化させた。斜面上位の給油槽の底面には内径1.5~2.0mmのステンレスパイプを1.25cm間隔で正方形に配置してあり(計640本)、パイプの径や長さなどを変えることによって斜面上への供給強度Rを変化させた。実験は恒温室において行い、このときの実斜面における浸透係数、飽和体積含水率及び初期体積含水率に相当するものは表-1に示す通りである。

斜面内の浸透状態の変化は写真撮影し、流出量と測定時間を記録した。実験は供給強度、浸透係数の組み合わせ、層厚を変え、表-2に示す35通りの実験を行った。

表-2 試料特性

試料	ガラスビーズ粒径(mm)	θ_s	θ_i	K
A	2.00 ~ 2.83	0.362	0.0411	1.68×10^{-2}
B	1.41 ~ 2.00	0.358	0.0398	8.10×10^{-3}
C	0.84 ~ 1.19	0.361	0.0613	3.77×10^{-3}

θ_s : 飽和体積含水率
 θ_i : 初期体積含水率
K : 浸透係数 (cm/s)

表-2 実験条件

No.	R/K	Ha:Hb	上/下
1	0.299	1:1	A/B
2	0.496	1:1	A/B
3	0.706	1:1	A/B
4	0.100	1:2	A/B
5	0.298	1:2	A/B
6	0.489	1:2	A/B
7	0.301	1:3	A/B
8	0.497	1:3	A/B
9	0.706	1:3	A/B
10	0.102	1:4	A/B
11	0.235	1:4	A/B
12	0.366	1:4	A/B
13	0.497	1:4	A/B
14	0.299	1:1	A/C
15	0.495	1:1	A/C
16	0.704	1:1	A/C
17	0.101	1:2	A/C
18	0.297	1:2	A/C
19	0.497	1:2	A/C
20	0.300	1:3	A/C
21	0.497	1:3	A/C
22	0.704	1:3	A/C
23	0.102	1:4	A/C
24	0.233	1:4	A/C
25	0.366	1:4	A/C
26	0.501	1:4	A/C
27	0.300	1:0	A/A
28	0.495	1:0	A/A
29	0.705	1:0	A/A
30	0.299	1:0	B/B
31	0.497	1:0	B/B
32	0.704	1:0	B/B
33	0.300	1:0	C/C
34	0.497	1:0	C/C
35	0.705	1:0	C/C

3. 結果および検討

降雨中の斜面内の浸透状態は無次元量 R/K の値が $R/K < 1$ と $R/K > 1$ の場合に大別することができる。また、以後上層の浸透係数を K 、下層の浸透係数を K' ($K > K'$) とする。

均一層で $R/K < 1$ の場合、浸潤面の変化は図-2に示すように斜面の先端から斜面内部へ飽和域が進行しつつ上昇する。時間は浸潤面が基盤上の25cm、50cm、75cm、100cmに達したときの時間である。

浸透係数が違うものを組み合わせた $R/K' < 1$ の場合の浸透状態の例を図-3に示す。図に見られるように、基盤上の浸潤面が下層に達した後の浸潤面形状は、均一層の場合とかなり相違する。

No. 34

$$R/K = 0.496 < 1$$

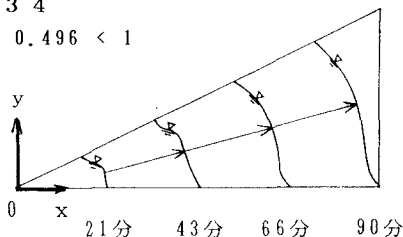


図-2 均一層の浸潤面変化

No. 23

$$R/K = 0.102$$

$$R/K' = 0.502 < 1$$

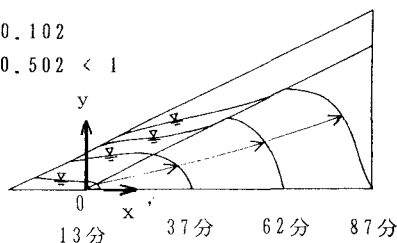


図-3 異なる浸透係数組み合わせの浸潤面変化

さて、図-2の $R/K (=0.496)$ と図-3の下層の $R/K' (=0.502)$ の値はほぼ等しい。両者、試料Bを用いている。いま、図-2については、降雨開始時点を $t=0$ 、斜面先から基盤上の距離を x 、一方、図-3については、基盤と浸潤面の交点が上下層の境界点に達した時点を $t'=0$ 、この点からの基盤上の距離を x' とし、次のような比較を行った。

まず、図-2の浸潤面と斜面表面との交点の高さを y_T 、図-3の上下層の境界面上の浸潤面高を y'_T とし、 $y_T - t$ と $y'_T - t'$ との関係を示したのが図-4である。次に、図-2の基盤上の浸潤面の距離を x_B 、図-3のそれを x'_B とし、 $x_B - t$ と $x'_B - t'$ の関係を示したのが図-5である。両図から、これら関係はほぼ一致するといえる。

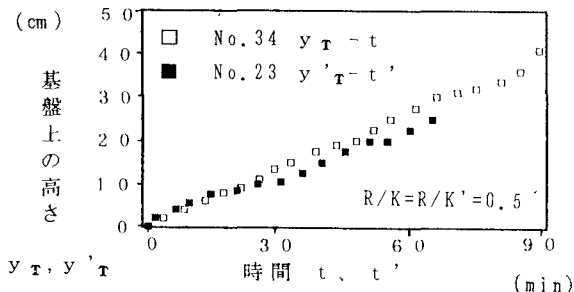


図-4 時間-基盤上高さの関係

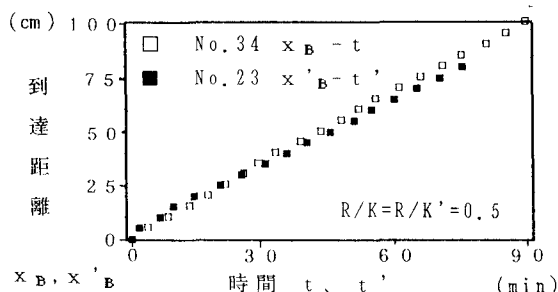


図-5 時間-到達距離の関係

4. まとめ

異なる透水係数の組み合わせは、無次元量 R/K が同じであれば均一の場合を参考に浸潤域変化を推測する事が可能である。均一層に関しての推定式は文献4)を参考にされたい。

今後は、 $R/K' > 1$ の場合に対応する均一層の場合を検討していきたい。

【参考文献】

- 1) 久楽勝行・石塚広史：雨水の浸透と盛土の安定性，土と基礎，Vol.30，No.9，pp37-43，1982。
- 2) 八木則男・矢田部龍一・山本浩司：雨水浸透による斜面崩壊，土木学会論文報告集，第330号，pp107-114，1983。
- 3) 木村勝行・大根義男：降雨による斜面内浸透流の模型実験，第23回土質工学研究発表会，pp.1835-1836，1983。
- 4) 木村勝行・大根義男：斜面の降雨浸透流の実験，土質工学会中部支部第2回地盤工学シンポジウム，