

III-347 締固めたしらす地盤への雨水の不飽和浸透特性

鹿児島高専 正員 ○ 岡林 巧
 山口大学 正員 村田 秀一
 鹿児島高専 正員 永吉 肇

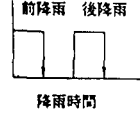
1. まえがき

南九州に広く分布するしらす斜面の特性の1つは、鹿児島市の過去75年間（1882-1957年）の年降雨量の平均値が2,246mm¹⁾であることから判るように、日本でも有数の多雨地域に属し、降雨を多く受けることである。また、しらす斜面の崩壊は、集中豪雨時に多発している。雨水浸透に伴う斜面崩壊を予知し、防災に資するためには、土中水の降雨下での不飽和浸透機構と斜面の不飽和状態での工学的性質を究明しなければならない。雨水浸透に伴う斜面崩壊に関する研究は、内外の研究機関で数多くなされている。しかし、その機構が複雑であるために、十分防災面に生かされているとは言えない。著者らは、これまでに一定の地盤条件下での雨水の不飽和浸透機構と地盤の有する浸透速度の減滅特性や、降雨停止に伴う地盤の有する浸透速度の回復特性を明らかにしてきた²⁾。本研究は、間隙比の異なった地盤条件下での雨水の不飽和浸透特性を明らかにしたものである。

2. 試料および実験方法

降雨下における締固めたしらす地盤への雨水の不飽和浸透特性を究明するために、鉛直一次元浸透試験を実施した。降雨強度の制御は、レギュレータによりできる。表-1に実験条件を示す。降雨強度は、降雨開始後短時間で表面流出水が発生する値とした。また、間隙比は、乱さないしらすとして実存する値とした。使用したしらすは、鹿児島県産の始良しらすである。

表-1 実験条件

実験	降雨パターン	降雨強度 (cm/sec)	間隙比	初期含水比 (%)
1		8.5×10^{-3}	1.08	19.90
2				
3		8.5×10^{-3}	1.24	20.83
4		8.5×10^{-3}	0.92	21.00

3. 降雨パターンと雨水の不飽和浸透速度

図-1に示すように、しらす地盤が受け入れることのできる雨水の不飽和浸透速度は、降雨と共に指数的に減滅し、次式によりほぼ表示できる²⁾。

(記号)

$$I_v = I_0 + (I_0 - I_c) \exp(-\kappa \cdot t) \quad \text{----- (1)}$$

I_v : 不飽和浸透速度
 I_0 : 不飽和初期浸透速度
 I_c, I_{c1} : 不飽和初期浸透速度
 κ, β : 定数 t, t_1 : 時間

一方、この不飽和浸透速度は、降雨休止に伴いしらす地盤に於ても次式で示すような指数関数的に回復することが実験的に判って来た。

$$I_v = I_0 + (I_{c1} - I_0) \exp(-\beta (t - t_1)) \quad \text{---- (2)}$$

4. 実験結果および考察

図-2は、降雨パターンと雨水の浸透特性を実験-3, 4に関して示したものである。図中の全浸透速度は、降雨強度から表面流出強度と表面貯留強度を差し引いたものである。飽和浸透速度は全浸透速度に土の間隙率を加味して定めた。また

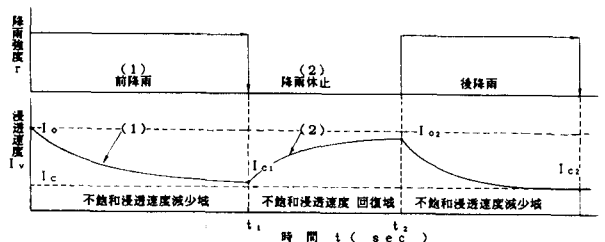


図-1 雨水の浸透特性

不飽和浸透速度は、飽和浸透速度に予備実験により求めた土の飽和度を更に考慮したものである。図から明らかなように、どの間隙比条件にあって雨の浸透速度は、降雨の継続と共に漸次減少し、やがて定常状態となることが判る。ただし、間隙比の大きな条件の浸透速度と比較して間隙比の小さなそれは、定常値化しにくい状況にある。また、最終浸透速度（最終的に定常値化した浸透速度）は、間隙比の小さな地盤条件ほど小さな値を示す傾向にある。この現象は、間隙比の小さな地盤条件ほど雨水の浸透率が低いことを意味し、間隙空気と水との交換が容易になされにくいことを示唆するものである。降雨初期での雨水の浸透は、下部閉塞状態としたが浸潤前線が下端まで達した時点でバルブを開いた。この下部開放と同時に間隙比の大きな実験-3の浸透速度が大きく回復していることは、特記すべき挙動である。間隙水圧特性を示したものが図-3である。間隙水圧は、どの地盤条件についても雨水の浸透に伴って上昇し、最終浸透速度に達した時点から定常値化する傾向を一般的に示している。ただ、間隙水圧の挙動で土の構造の違いによるものと考えられるものは、前降雨の下部閉塞時に見られる。即ち、(a)では降雨開始後急激に全ての間隙水圧計の値が同程度の高い値を示しているのに対し、(b)では、長時間かけて漸次下層部ほど高い間隙水圧を示して定常値化している。これは、前者が間隙比の大きい条件であることから、このような土の構造を有する地盤は、雨水の浸透と同時に間隙空気圧が下層部まで伝播することを示唆するものである。図-4は、間隙空気圧特性を示したものである。図から間隙空気圧は、雨水が不飽和浸透する場合、間隙水圧とほぼ同様な挙動を程すと言える。図-5は、雨水の不飽和浸透深度と降雨時間の関係を示したものである。雨水の不飽和浸透速度は、間隙比の大きな地盤ほど大きいと言えよう。雨水の不飽和浸透深度Dの計算は、次式によった。

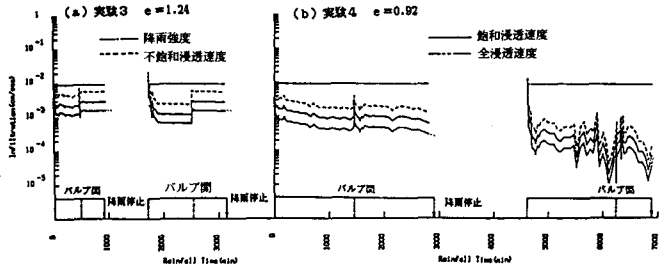


図-2 降雨パターンと雨水の浸透特性

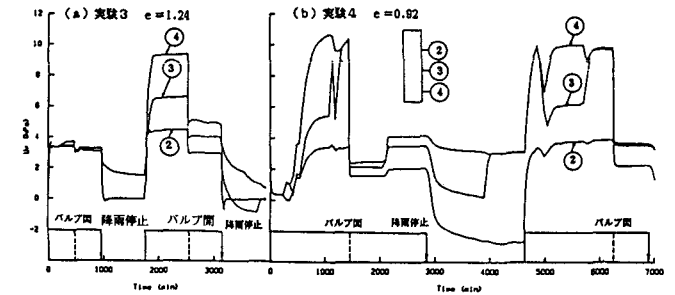


図-3 間隙水圧特性

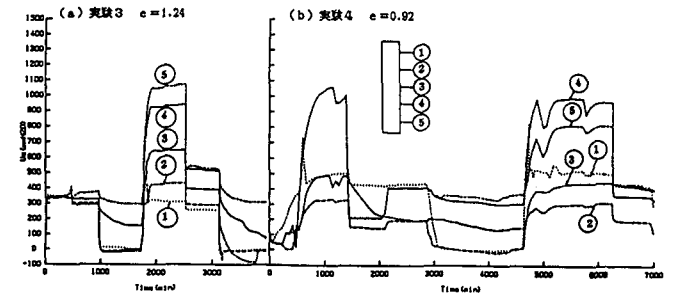


図-4 間隙空気圧特性

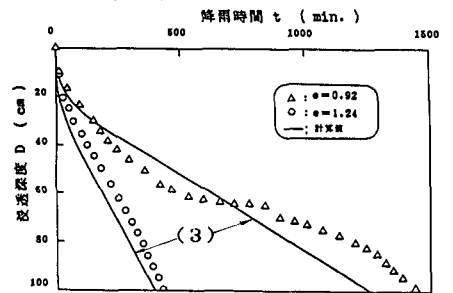


図-5 雨水の不飽和浸透深度と降雨時間

$$D = I_c \cdot t + (I_0 - I_c) (1 - \exp(-\kappa \cdot t)) / \kappa \quad (3)$$

5. あとがき

本研究では、間隙比の小さな地盤ほど雨水の浸透率が低く、間隙空気と水との交換が行われにくい。間隙比の大きな地盤では、雨水の浸透と同時に間隙空気圧が下層部まで伝播することなどがほぼ明らかになった。

参考文献：1) 山内、後藤、村田、岡林：降雨下における桜島火山灰斜面の侵食崩壊機構について、桜島地域学

術調査協議会調査研究報告、1980 p.116-127.

2) 村田、岡林：降雨パターンの違いによる雨水の不飽和浸透に関する研究、土木学会西部支部、1985 p.334-335.