

モデル斜面からの流出について (9)

広島大学工学部 正 員 金丸 昭 治
 広島大学工学部 正 員 三 島 隆 明
 大成建設㈱ 堀 川 祐 毅
 広島大学大学院 ○ 学生員 松 尾 新 治

1. はじめに 雨水の浸透あるいは流出現象を流動水の流動特性に着目して分類すると、飽和的流動が卓越する現象と不飽和的流動が卓越する現象とに大別される。本研究では、屋内雨水流出実験を行なって、各時期における流動特性を調べるとともに、その取扱方法について検討した結果を述べる。

2. 実験装置および実験方法

モデル斜面は、斜面長14.05m、斜面幅30cm、深さ65cm、斜面勾配1/6のプラスチック製水路にまさ土を層厚40cm、平均空隙率40.7%に充填し、数年来流出を繰り返したものである。

降雨は貯水槽より導水した水道水を20cm間隔で一列に配置したスプレインズルより霧状にして間欠的に供給したものである。

なお、飽和度は、深さ方向に5cm間隔で9本のステンレス製電極を組み込んだものを、斜面中心線上に約1m間隔で配置し(13ヶ所)、電極間の電気抵抗を測定し、あらかじめ求めておいた較正式により算出した。

また、流量は下流端に設置した自動重量計で連続計測した。

降雨期および流量減衰期を含めた実験の周期は1週間とした。

3. 実験結果および考察 図1および図2は降雨強度20mm/hの一定降雨を供給した実験の13ヶ所の飽和度の変化を1枚のグラフに重ね合わせて示したものであり、図3はその時の流量の時間的变化を示したものである。

図1の(a)~(c)は降雨期における飽和度の変化であるが、(a)図からわかるように、前回の流出実験より約1週間経過後の降雨開始時の飽和度の変化を示したものであり、下流側の5断面辺りの底部付近に飽和度の比較的高い部分が残存し、長期流出末期の流出に寄与しているものと考えられる。

また、この図から流動が停止する飽和度は約35%と考えられる。

(b)図は、図3と対比してわかるように、流量が急に立ち上がる時、すなわち飽和流的な流動が表われ出す時期であり、その時の飽和度は約75%と考えることができる。これに対して不飽和的な流動をする部分の飽和度は30~40%である。飽和度が75%になった時の流動は飽和的な流動になると考えられるので、飽和流的な流動として取り扱う時の有効空隙率は約31%と考えれば良いことがわかる。また、飽和的な流動が始まるまでに、上部の不飽和領域を含め全体が約40%に達するように、水分が充足されるものと考えられる。

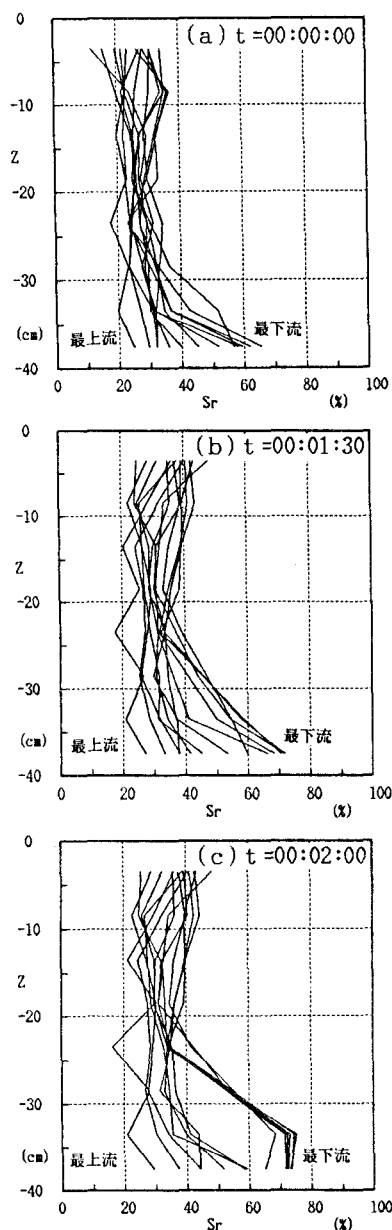


図1 飽和度の時間的变化(降雨期)

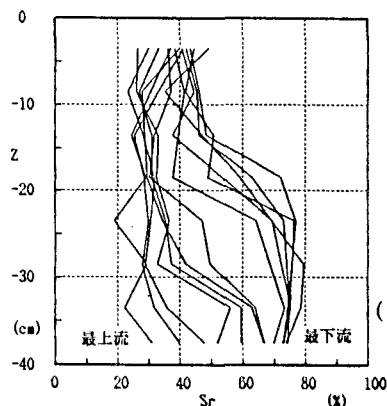
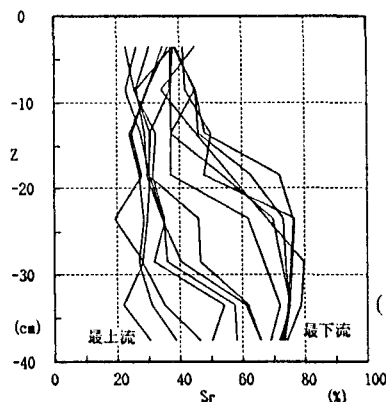
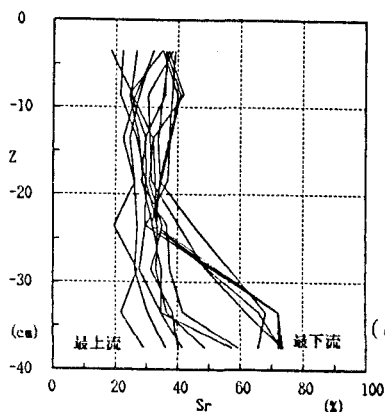
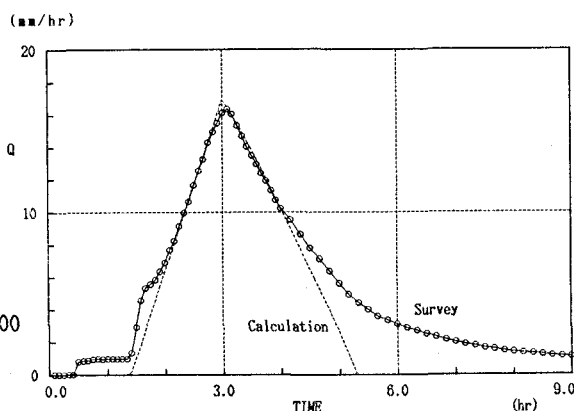
(a) $t=00:03:00$
(降雨終了時)(b) $t=00:03:30$ (c) $t=00:06:00$ 図2 飽和度の時間的变化
(流量減衰期)

図3 流出高の時間的变化

(c)図は降雨に伴う飽和流的な流動が安定化し始める時の飽和度分布を示したものであり、下流側近傍において、雨水の流動水深が一様化し、上流側で変化していることがわかる。

図2の(a)～(c)は定常到達後の飽和度の変化を示したものであり、定常時には飽和的な水深分布が斜面内に分布し、時間の経過に伴って、その分布が下流方向へ移動していくことがわかる。

また、この時期においては、飽和流的な流動をする領域の上部に存在する不飽和領域の飽和度も減少しており、これらの水分は飽和的な流動へしだいに大きく影響することになる。

以上の結果を基に、上部の不飽和帯からの供給を無視した時の無次元化流量式を求めると¹⁾、(1)および(2)式ようになる。この式によって求めた理論流量は、図3中の破線のように表わされ、流動性状を良く表わしていることがわかる。

$$\text{降雨期} : Q \doteq \frac{3}{4} R_0 \times \tan \theta \left\{ -\frac{C_1^{4/3}}{(T+C_1)^{1/3}} + (T+C_1) \right\} \quad \text{---- (1)}$$

$$\text{流量減衰期} : Q \doteq \tan \theta \times \left\{ -\frac{\tan^2 \theta (t+C'_1)^2}{6(T+\tan \theta / 6 R_0 + C'_1)} + \frac{\frac{R_0}{\tan \theta} \times \left(\frac{\tan \theta}{6 R_0 m_0} \right)^{1/3}}{(T+\tan \theta / 6 R_0 + C'_1)^{1/3}} \right\} \quad \text{---- (2)}$$

ここに、 Q は流出高、 R_0 は降雨強度、 $\tan \theta$ は斜面勾配、 $C_1 \cdot C'_1$ は時間補正の定数である。

今後、上部の不飽和領域の影響を含めた検討を行なっていく予定である。

参考文献 1) 金丸・三島；第35回年講