

日大生産工学部 正員 三浦 晃
 日大生産工学部 正員 西川 肇
 ○ 日大生産工学部 正員 坂松 学

模型装置を用いて降雨の流出現象を解析する事は流出過程が複雑な為、又流出に影響を及ぼす多くの要素が相互に有机的に関連を有している事などから、同一縮尺に近い値を持つ様な模型装置を介する事は不可能に近い。それゆゑ流出現象に於ける浸透湧水蒸発などの現象に関する問題はこれからの実験に待ってし渾に地表面の單純な変化(例えば宅地造成等)による降雨流出の変化、同一地区に於いて降雨パターンを変化させた場合の流出変化等は模型で定性的に解析する事は可能であると思われる。この報告は上記の如き観点より流出の基礎的実験を行ない、この後行なうとしてゐる都市化による流出変化実験解析の爲の基礎資料を得る事を目的とした。実験装置は約3500 μ のノズルを持つ降雨強度、降雨パターンを変化させる降雨装置と、約2m $\times$ 2mの面積を持つ流域模型装置及び流出量、浸透量測定装置とからなる。

流域の模型化に當り縮尺を決定する事が先決となるが、何と基準として決めるかは目的により異なると思われるが流出波形のピーク位置、並びにハイドログラフの上昇下降時の時間に対する変化をもとめる事に主眼を置けば降雨に対して地表流の伝播速度、並びに地表面貯留量、排水路の配置等が影響を及ぼす主なものである。

降雨に対しての地表流の伝播時間は、 L_0 を山腹斜面長、 r_m を過剰降雨量、 t_m と時間($t-t$)内の平均過剰降雨強度、 K_0 を山腹の粗度と勾配により決まる定数、 P_0 を定数とすると到達時間 t_0 は次の式で示される。

$$t_0 = K_0 \cdot L_0^{P_0} / r_m^{1-P_0} \quad \text{eq(1)}$$

$$\text{こゝに } r_m = \int_0^t dt / (t-t), \quad K_0 = (n_0 / \sqrt{\sin \theta})^{P_0}$$

実験装置に於ても上記の式が成り立たなければならぬ。そこで表面処理をしたベニア板及び布を張った板を用いて降雨強度勾配を変えた場合の上流端からの距離と時間の関係についての実験結果は図-1の様になった。又上記の材質で eq 1 により計算した値を破線で示す。よつてこれを一致させるには次の式を eq 1 に乗ずればよい。

$$f = A \cdot L_0^B \quad \text{eq(2)}$$

こゝに於て $A = 0.64 \sim 1.05$ $B = -0.061 \sim -0.022$ 。実験によると上記の関係が成り立つ範囲は $32.4 \text{ mm/h} \leq r \leq 142.8 \text{ mm/h}$ $2^\circ 35' \leq \theta \leq 5^\circ 19'$ $L_0 \leq 1.7 \text{ m}$ である。なお実際の粗度と粗度係数と一致させる為に模型に於て他の材質を使用し実験する場合には上記の実験を行ない eq 2 の修正係数を算出し修正すればよい。

次に降雨の表面滞留であるが、実際の流出解析に於ける初期損失は降雨遮断量と表面貯留量により構成されるが本実験に於ては兩者を同一として扱った。又これ等の現象を實際とある比で持った模型にする事は困難であると思われる。こゝでは、これ等により貯留される量と比とすると $v_i = S_i(1 - e^{-\alpha r})$ の形態をとる事が望ましい。 S_i は植種や状態による定数。しかしこの模型

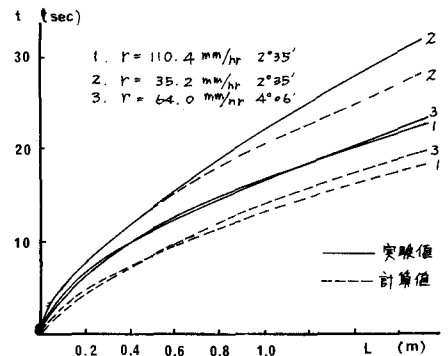


Fig. 1

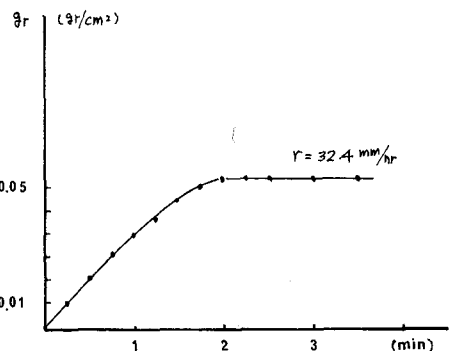


Fig. 2

装置では単位時間当りの降雨強度が強いため $v_i \neq S_i$ と考えて良いと思われる。又連続降雨に対しての本実験での貯留量の時間変化は一割として図-2に示す様相曲線とす。

わずか2つの要素だけでは模型縮尺を決定することには問題が残るが流域の流下伝播時間を基準として模型比を考えるならば、模型に於て実際の勾配と相度降雨強度を同じとし、伝播に対しての時間の比を λ とすれば、流方向への長さの縮尺は定常状態の場合 eq.1, eq.2より次の様になる。模型での時間及びその前に降雨の上流端からの伝播距離をそれぞれ t, L とすると実際の時間と距離 T, L は次の様に示される。

$$T = \frac{1}{\lambda} \cdot t \qquad L = \left(\frac{A}{\lambda} \right)^{\frac{1}{n}} \cdot l^{1 + \frac{B}{n}} \qquad \text{eq. (3)}$$

例えば eq.2で定数が $A=1.046$ $B=-0.022$ の斜面(例えばベニア)を用いた流域模型に於ては時間縮尺比 $1/60$ では模型での上流端から1.7m地点に於ては実際の約2.16 Km, 又時間縮尺比 $1/5$ では約0.21 Kmに相当する。

今回の実験では勾配排水路降雨強度等を変化させてその時の流出の定性的な変化をみた。単に出水時間のおくは eq.1, eq.2及び装置の測定位置と流量による補正を行なうと実験値のピーク位置の誤差は約10%以内であると思われる。実験結果をみると、単純な流出模型実験にもかなり定性的にはつまり示されているので、この変化を解析し、それをもとに広範囲な同一の地形の変化に対する流出解析に適用すれば、実際の地形での流出の増減、並びにピーク位置のどの程度の検討が可能であると思われる。

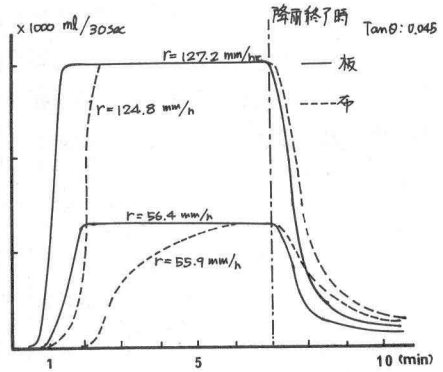


Fig. 3

Fig-3 は水路のない斜面での同一降雨による板及び布斜面での流出曲線を示している。Fig-4は勾配の違いによる流出曲線を示す。Fig-5は布と張った斜面での水路の違いによる流出曲線の違いを示す。Fig-6は各流出曲線の減水部分の形状を示す。

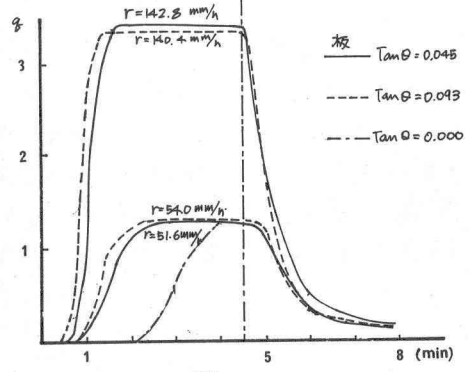


Fig. 4

実験結果についての解析及び対比については講演時述べたい。今後の課題として浸透水路の位置表面状態の変化による流出の変化を検討する必要がある。

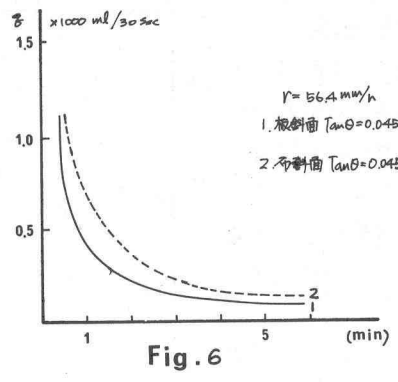
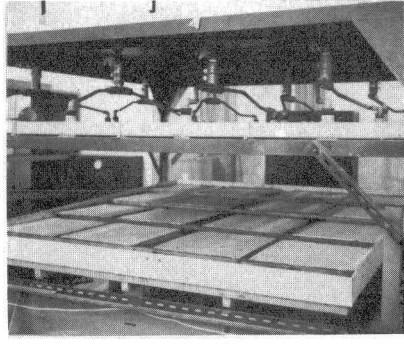


Fig. 6

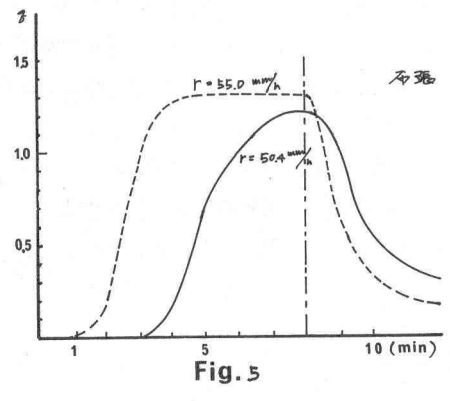


Fig. 5

参考文献
石原謙次郎 水工水理学
山本 三郎 河川工学