

明治大学 正員 山本光男
筑波大学 “ 杉山博信
“ 細野正夫

／ まえがき

洪水時の河川の流れにみられるように、非定常流の流量は、同じ水位（水深）に対して、増水時の流量は、減水時の流量よりも大きくなる（図1）。

降雨の流出実験等の非定常領域の流出量を、量水ゼキによって測定するに当たって、定常状態で求めたゼキの水位流量曲線をそのまま用いることがあるが、非定常流では、定常状態のときの越流水深をそのまま用いて流量を求めると、同じ越流水深に対して増水時と減水時とで、定常状態のときの流量よりも増減がある。

このことは、非定常性の強い流れのときほど顕著である。したがって、量水ゼキも用いて非定常流の流量を測定する場合にはこのような増減する流量の補正をする必要がある。

本報は、非定常項を考慮した、非定常流の流量測定について、実験・考察したものである。

2 非定常流の量水槽への流入と流出

図2に示すように、非定常流の量水槽への流入量が Q_i 、量水槽からの流出量が Q_o のとき、 $4t$ 時間に量水槽に貯留される水量を $4S$ 、水深の変化を $4H$ とすると、

$$Q_i - Q_o = \pm \frac{4S}{4t} \quad (1)$$

または

$$Q_i = Q_o \pm (A \frac{4H}{4t}) \quad (2)$$

A : 量水槽の水面積

となる。したがって、このときの非定常流の流出量（量水槽への流入量） Q_i は、量水ゼキの越流水深 H で流出する越流量 $Q_o = kH^n$ に、 $4t$ 時間に量水槽内に貯留される量 $A \frac{4H}{4t} (=4Q_i)$ を補正したものになる。

3 非定常項 $A \frac{4H}{4t}$ の確定

定水頭タンクに、1本当たり100 cc/sec程度の流量を定常的に流下し得るよう、相当数のビニール管を配置し、0~3 %の範囲の流量を計量し得る、60°三角ゼキを取付けた、水面積 A

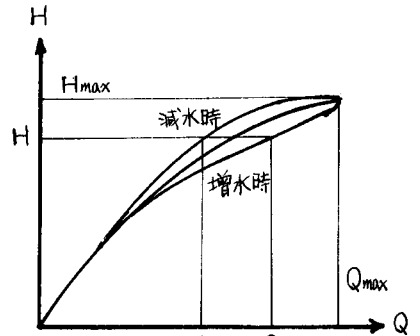


図1 非定常流の水位(水深)と流量

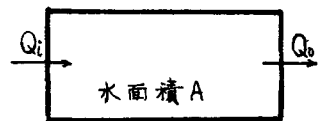
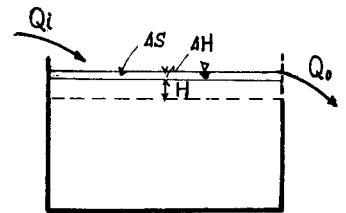


図2 非定常流の量水槽への流入と流出

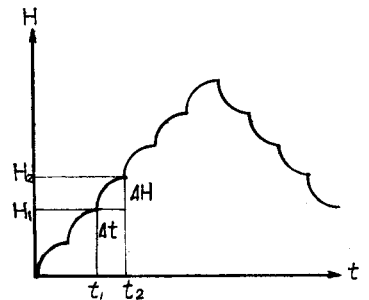


図3 量水ゼキの越流水深 H と $4t$ 、 $4H$ との関係を示すハイドログラフ

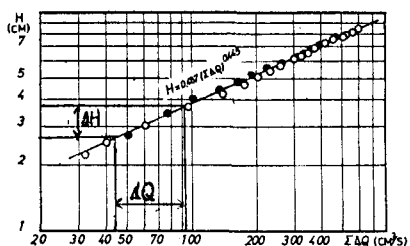


図4 量水ゼキの越流水深 H と $\Sigma\Delta Q = \Sigma A \frac{\Delta H}{\Delta t}$ との関係

$= 1.276 \cdot 0.5 \text{ cm}^2$ の量水槽に、ビニール管を1本ずつ順次にそう入、抜取りができるようにする。このとき、1本のビニール管をそう入して、量水槽が定常状態になったのち、次のビニール管をそう入する。このような操作をピーク流量に達するまで順次繰返す。ピーク流量に達したのちは、そう入のときとは逆に、1本ずつビニール管を抜取る操作を繰返すと、図3に示すようなハイドログラフが得られる。

図3によって、各ビニール管から量水槽への流入量 Q_i に対する、 $\Delta H = H_2 - H_1$ と $\Delta t = t_2 - t_1$ との関係から、

$A \frac{\Delta H}{\Delta t} = \Delta Q$ が求まり、さらに図4に示すような、量水ゼキの越流水深 H と $\Sigma\Delta Q = \Sigma A \frac{\Delta H}{\Delta t}$ との関係が求められる。

一方量水ゼキで流量測定するときのハイドログラフが図5のようであると、このグラフの上で時刻 t_1 、 t_2 に対応する越流水深 H_1 、 H_2 を求め、これを図4の上に移すと、このときの補正流量 ΔQ が確定される。

量水ゼキの水位流量曲線が、図6のように、 $Q = 11.17 H^{2.4} \text{ cm}^3/\text{sec}$ であると、これから越流水深 H に対する流出量 Q_0 が求まるので、 $Q_i = Q_0 + \Delta Q$ によって非定常流の流量を求めることができる。

図7は、幅1m、長さ10m、底コウ配 $1/20$ の降雨流出実験水路に、層積法によって計量しながら放水(散水)したときの実験ハイドログラフに基づいて $H-Q$ の関係を描いたものである。増水時と減水時の流量の増減が示されている。

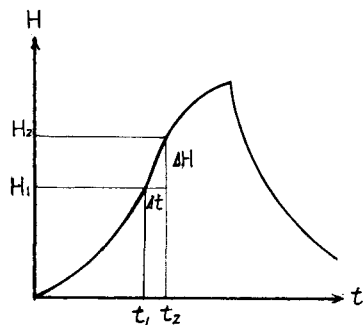


図5 流量測定ハイドログラフ

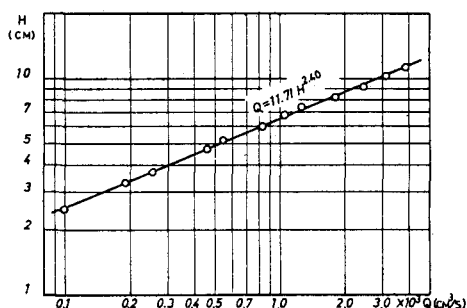


図6 実験量水ゼキの $H-Q$ 線

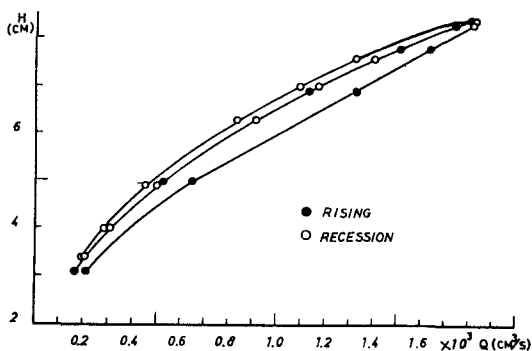


図7 降雨流出実験ハイドログラフに基づいて求めた $H-Q$ の関係の例

4 あとがき

実験の結果、非定常流の測定に当たって、量水ゼキを用いる場合、非定常項を考慮する必要性を確かめたが、図4に示すような、量水ゼキの越流水深 H と、 $\Sigma\Delta Q = \Sigma A \frac{\Delta H}{\Delta t}$ との関係は、個々の量水ゼキごとに異なるので、それぞれの量水ゼキについて、あらかじめ求めておく必要がある。