

ま之がき 水路の形状や側壁などの性質が甚だしく複雑な場合には、厳密解法とされている特性曲線法や差分法などにより洪水を追跡することが困難である。ふえて追跡を試みようとすると河道貯留法、例えばマスキングム法などに頼らなければならぬ。この解法は簡便法であり、近似波形で追跡距離が短ければ適合性が良いが、波形が異なったり、波長の比で追跡距離が大きくなると追跡が困難となる。また、これらの方法は、水理学的にも多くの仮定があり必ずしも論理的に合理的な解法とは限らぬ。

本報ではむしろ、このような曖昧な理論や仮定を極力避け、不明な部分は不明な部分として認め、この部分をブラックボックスと考え、ブラックボックスの中身を説明せずに分析したりせず、入力波と出力波の測定値のみが信頼できる唯一の事実とみなし、これらを分析することによってブラックボックスの効果のみを説明し複雑な水路における洪水波を追跡することを試みる。

1. 理論的考察

水路の上流端より洪水波が流入すれば、その下流端より変形された到達波が流出する。この水路が複雑であればある程、この洪水波を理論的に追跡することは困難である。しかし、この水路部分の計算が困難であって入力波があれば必ずある法則に従って到達波が下流端より流出して来る。したがって、たとえこの部分が計算不可能な部分(ブラックボックス)だとして、入出力波の資料を丹念に分析すれば少なくとも分析した資料の範囲の洪水追跡は可能は必ずである。図-1は水路の上流端より洪水波が流入し下流端より到達波が流出する場合の模式図である。前者を入力波、後者を出力波としてさらに一般化して模式化すれば、図-2のよう

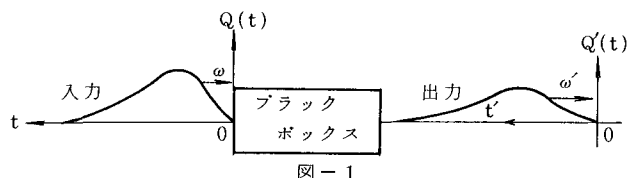


図-1

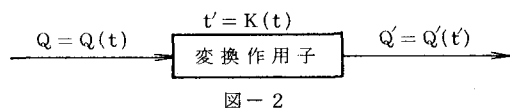


図-2

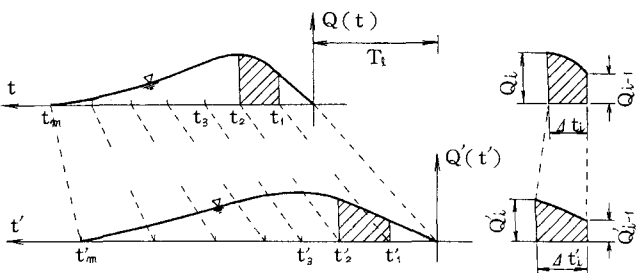


図-3

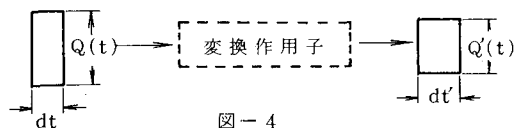


図-4

入力 : $Q = Q(t)$

出力 : $Q' = Q'(t)$

媒介変数 : $t' = K(t)$

のように考えることができる。

ここで出力波の時刻を t' を図-3のように入出力波のハイドログラフを区間分けし、端から順に同順位の区間の面積が等しくなるように入力波の時刻 t に対応させると、同図または図-4より次式が成立する。

$$Q dt = Q' dt' \therefore Q' = \frac{1}{R(t)} Q(t)$$

$$\begin{aligned} R(t) &= \frac{dt'}{dt} = \frac{Q(t)}{Q'(t)} \\ R(t) &= \frac{d}{dt} K(t) \end{aligned}$$

$$t' = \int R(t) dt$$

洪水波の資料より、 t に対する t' と Q が求まれば表-1のようにして $R_1(t)$ 、 $R_2(t)$ 、 $R(t)$ などが求め

られる。また、尚、 R が既知であれば入力波より出力波(到達波)が算出できる。

注) $R_1 = \frac{\Delta t_i'}{\Delta t_i}$, $R_2 = \frac{\bar{Q}_i}{Q_i}$, $R = \frac{1}{2}(R_1 + R_2)$

$R(t)$ は

Q_{max} : 最大流量

T_1 : 増水継続時間

T_2 : 減水継続時間

T_L : 洪水到達時間

dQ/dt , t etc.

t_i	Δt_i	Q_i	$\bar{Q}_i$	t_i'	$\Delta t_i'$	Q_i'	$\bar{Q}_i'$	$k(t)$	$k_2(t)$	$k(t)$

表-1

最大流量 Q_{max}	波長 T	継続時間比 T_2/T_1
大	長	大 参 2
中	中	中 3
小	短	小 5

表-2

などの関数と考えられるが、洪水波の規模や波形が定まれば、それぞれの洪水波に対応してある定まったもののみの関数となる。したがって、表-2のようにパターン分けされた洪水波(緩変流の不定流)の資料を分析し、それぞれに対応する $R(t)$ を求めておけば同種の洪水波に対しては大きな変化はしなく考えられるから、洪水追跡が可能となる。

2. 計算法

入力波 Q_i の測定時間間と同時時間間隔($\Delta t_{oj} = \Delta t_i$)で測定した場合の t_{oj} , Q_{oj} より図-3の如く、 Q_i に対応する t_i , Q_i は次のようにして求められる。

$$\Delta V_i = \bar{Q}_i \Delta t_i \quad , \quad V_0 = \sum_j \bar{Q}_{oj} \Delta t_{oj}$$

のとき、 V_0 がはじめて

$$V_0 \geq \sum_j \Delta V_i$$

の条件を満足したとすれば、図-5を参照して次式以下が成立する。

$$\Delta Q_{oj} = Q_{oj} - Q_{oj-1} \quad , \quad \Delta t_{oj} = t_{oj} - t_{oj-1}$$

$$Q_i' = Q_{oj} - \frac{\Delta Q_{oj}}{\Delta t_{oj}} \Delta t_0 \quad , \quad \Delta V_0 = \frac{\Delta t_0}{2} (2Q_{oj} - \frac{\Delta Q_{oj}}{\Delta t_{oj}} \Delta t_0)$$

$$\therefore (\Delta t_0)^2 - 2b \Delta t_0 + c = 0$$

$$\text{従って、} \quad b = \frac{\Delta t_{oj}}{\Delta Q_{oj}} Q_{oj} \quad , \quad c = \frac{2 \cdot \Delta t_{oj} \Delta V_0}{4 Q_{oj}}$$

$$\Delta t_0 = b \pm \sqrt{b^2 - c}$$

$$t_i' = t_{oj} - \Delta t_0$$

従って、 Δt_0 の式の中の複号は $\Delta Q_{oj} > 0$ の場合(-)で、 $\Delta Q_{oj} < 0$ の場合(+)である。

$\Delta Q_{oj} = 0$ の場合は、図-6を参照して Δt_0 は次式となる。

$$\Delta t_0 = \frac{\Delta V_0}{Q_{oj}}$$

以上より、 $R(t)$ の計算法をフロー図で示すと図-7となる。

参考文献

安田禎輔：複雑な水路における洪水追跡法の一提案，第27回日大工学部学術研究報告会講演集，1984.12

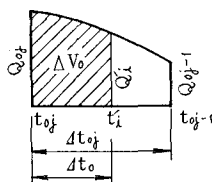


図-5

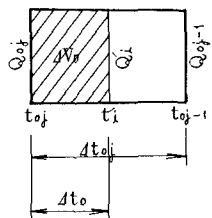


図-6

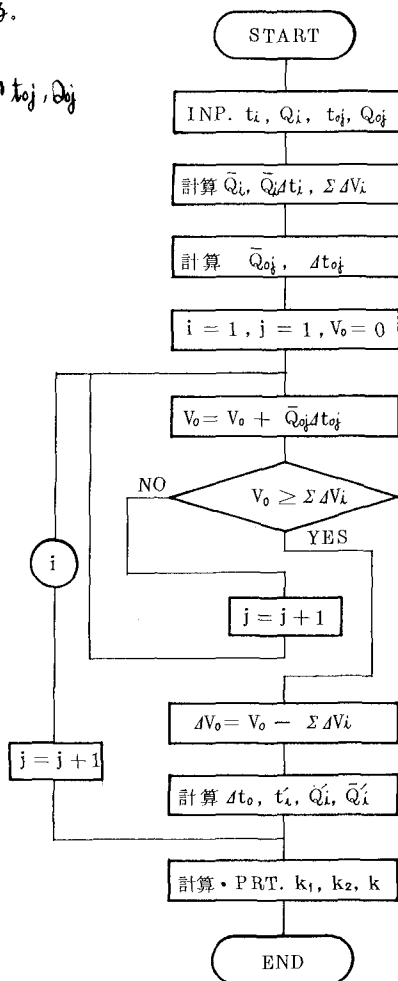


図-7