

不定流の図式解法

中日本建設コンサルタント㈱ 正員 山本 廣次

ダムにおける流量調製の図式解法については、物部法・Cheng法などが知られているが、操作が煩雑であり利用されていない。ここに、より簡易な物部改良法を紹介する。

1 連続式

ダムと湖水における流量調製の基本式は

$$I = Q + A \frac{dH}{dt} = Q + \frac{dS}{dt} \quad \text{----- (1)}$$

ここに

I: 流入量 Q: 流出量 dH: 貯水池水位の変化
dt: 単位時間 dS: 貯水量の変化 A: 貯水池の水面積

一般に、貯水池の水面積 A・貯水量 S は、水位に対応する関数で既知である。流入量曲線 I(t) と流出量 Q(t) を与えれば、(1)式から H(t) を求めることができる。(1)式を変形して

$$I - Q = dQ = \frac{dS}{dt} = A \frac{dH}{dt} \quad \text{----- (2)}$$

とおく。

いま、横軸に流量 I・Q・S/at、縦軸に水位 H ととり、貯水量曲線より図-1のごとく S/at 曲線を描く。任意の点 M において、I・Q を与えれば N 点がきまり dH は容易に求まる。a. 水面の広い湖水の流量調製
b. 洪水調製率をきめたダムの洪水調製 c. 月平均流量によるダムの長期流量調製 などについてはこの方法により、水位と流量の関係が容易に求まる。マスカーブも利用されているが、(2)式の方法が簡単で正確である。

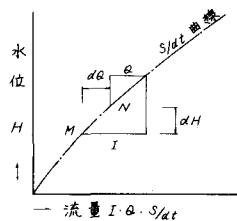


図-1 (2)式による解法

2 物部改良法

洪水流量は、時間間隔 dt により大きく変化する。基本式に添字を付けて

$$S_1 - \frac{1}{2} Q_1 dt + \frac{1}{2} (I_1 + I_2) dt = S_2 + \frac{1}{2} Q_2 dt \quad \text{----- (3)}$$

物部法は、上式において $\psi_1 = S_1 - \frac{1}{2} Q_1 dt$, $\phi_1 = S_1 + \frac{1}{2} Q_1 dt$, $\frac{1}{2} (I_1 + I_2) dt = I_1 dt$ とおけば(3)式は

$$\psi_1 + I_1 dt = \phi_1 \quad \text{----- (4)}$$

となり、 ψ ・ ϕ はいつでも H の関数であるから図表にしておけば、洪水波のような変化のある調製についても求めることができる。

(4)式は、各項に dt がはいる煩雑であるから、(3)式を dt で除して

$$S_{1/at} - \frac{1}{2} Q_1 + \frac{1}{2} (I_1 + I_2) = S_{2/at} + \frac{1}{2} Q_2 \quad \text{----- (5)}$$

いま $\psi_1 = S_{1/at} - \frac{1}{2} Q_1$, $\phi_1 = S_{1/at} + \frac{1}{2} Q_1$, $\frac{1}{2} (I_1 + I_2) = I_1$ とおけば

(4)式と同様に

$$\psi_1 + I_1 = \phi_1 \quad \text{----- (6)}$$

ゲートの構造・寸法をきめて、 $Q = f(H)$ を求め、貯水量曲線より

H・S/at 曲線を描き、流入量曲線 I(t) を与えれば、(6)式により 物部法

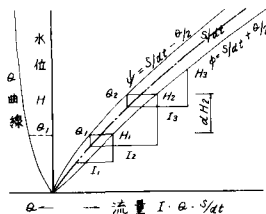


図-2 物部改良法

と同様に、図-2のごとく水位と流出量の变化が求まる。

(6)式は流量 $I \cdot Q$ のみで dt 項が入らないから、物部法よりも作業が容易である。

3 作 図

a. 連続式による場合

いま、高さ 100m 、全貯水量 $50 \times 10^6\text{m}^3$ 、図-3のごとき貯水量曲線のダムを想定する。有効水深を 50m 、有効貯水量 $43.5 \times 10^6\text{m}^3$ 、内洪水調治水深 15m 、調制容量 $18.5 \times 10^6\text{m}^3$ とし、最大計画洪水量 $5,000\text{m}^3/\text{s}$ を $2,000\text{m}^3/\text{s}$ 調制する計画である。

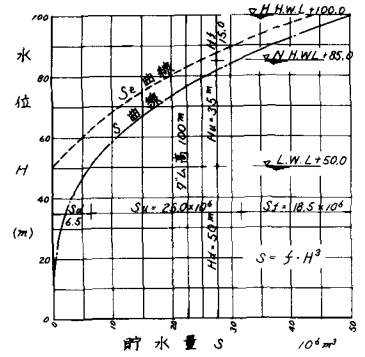


図-3 ダムの貯水量曲線

有効貯水量により、 S_e/dt 曲線を描きピークまでは一定率40%をカットするものとすれば、(2)式を用い dQ を利用して 図-4のごとく容易に水位・流量の変化を求めることができる。

実際の洪水調制は、現在以降の流入量の想定がむづかしい上に、オリフィス・ゲートを細かい開度操作を行わなければならないので、作業はかなりむづかしい。

b. 物部改良法

上記のダムについて、身替り治水ダムとして穴明きダムについて、物部改良法で作業する。

L.W.L.+50mに $7 \times 7\text{m}$ のコンドット3門を設け、図-4と同じ洪水について自然操作を行なうと、図-5のとおりである。

洪水のピークは $2,000\text{m}^3/\text{s}$ カットされ、身替りダムの高さは 80m でよい。調制により洪水波は1時間遅れる。作図でも判るとおり、水位の低いときは多少の誤差がある。この方法でゲートの開度調制をする場合についても利用できる。

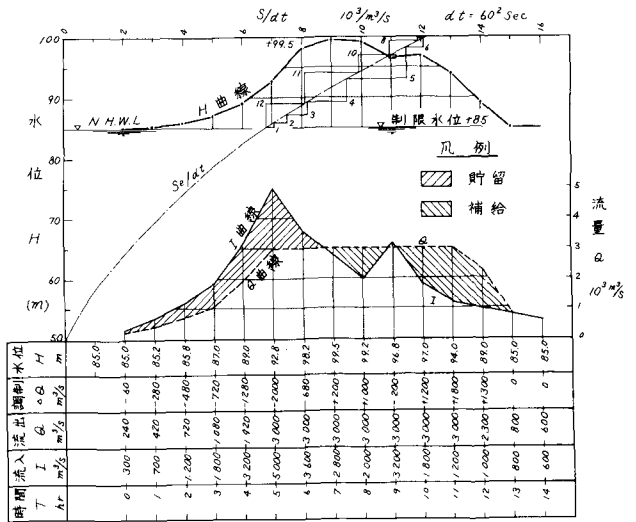


図-4 一定率洪水調制

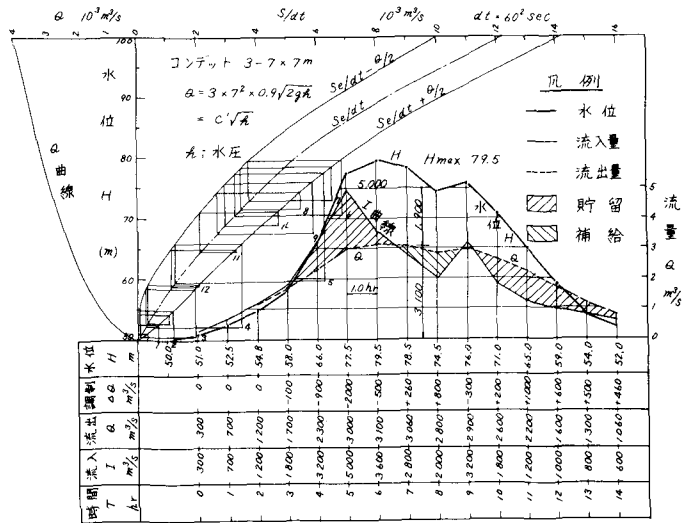


図-5 穴明きダムの洪水調制