—講座—

洪水調節 內水排除計算의 圖式解法

金 治 弘*

1.0 序 言

一般으로 貯水池로부터의 流出 水門으로부터의 流出 河口近傍에 締切堤가 있을 때 潮汐 影響을 받고 內水가 外海로 流入할 때 等 懸案地點부터의 流出量이 水門 其他의 開度만으로 決定할 수 없고 上下流水位에 依해서도 影響을 받을 때 連續條件을 써서 逐次計算을 해서 結果가 假定한 水位와 맞을 때까지 試算할 必要가 있다. 그러나 이것은 大端한 計算手續을 必要로 하기 때문에 圖式的 近似解法이 여러가지 提案되어 왔다

勿論 最近은 高速의 電子計算機導入으로 簡單히 處理할 수 있게 되었으나 特定한 專門知識 없이는 그러한 處理는 一般的으로 不可能하기 때문에 우리들이 아주 簡單하게 할 수 있는 圖式解法을 여기에 詳細히 說明코저 한다.

2.0 連續式의 形態

一般으로

I_n : 時刻 n 에 있어서 流入量 (m^3/s)

O_n : 時刻 n 에 있어서 流出量 (m^3/s)

V_n : 時刻 n 에 있어서 總貯溜量(但 洪水調節等의 目的에서는 有效貯水量의 最下面부터 0으로 起算한다) (m^3)

Δt : 時刻 n 과 時刻 $n+1$ 와의 時間差 sec

라 하면 連續의 式으로부터 Δt間에 對해서

(平均流入量)×Δt=(平均流出量)×Δt+(Δt前後의 貯溜量差)

이므로 Δt間의 I, O의 變化가 直線的이라고 假定하여도 큰 誤差가 없을 程度로 Δt를 짧게 取하면

$$\left(\frac{I_n+I_{n+1}}{2}\right)\Delta t=\left(\frac{O_n+O_{n+1}}{2}\right)\Delta t+(V_{n+1}-V_n)$$

여기서 I_n, I_{n+1}는 旣知이므로

$$\frac{I_n+I_{n+1}}{2}=I_{(n,\,n+1)}$$ 라고 노면

$$I_{(n,n+1)}\Delta t=\left(\frac{O_n+O_{n+1}}{2}\right)\Delta t+(V_{n+1}-V_n)\cdots\cdots\cdots(1)$$

(1)式을 써서 여러가지 方法이 誕生된 셈이다.

A. 逐次計算方法

時刻 i에 있어 貯水池面積을 Fi라 하고 時刻 n과 $n+1$ 사이의 水面上昇量을 $\Delta h(m)$로 하면 (1)式은

$$I_{(n,n+1)}-\frac{1}{2}(O_n+O_{n+1})=\frac{1}{2}(F_n-F_{n+1})\frac{\Delta h}{\Delta t}\cdots\cdots(2)$$

인데 다음 單位時間內의 水面上昇量 Δh(下降時는 minus)를 假定하고 이것에 基礎로 F_{n+1} 및 O_{n+1}를 計算하고 (2)式의 兩邊이 같게 될때까지 反覆해서 Δh를 再假定하면서 行하는 方法으로 勿論 計算이 繁雜한 外에 下流水位도 影響할 때에는 O_{n+1}의 計算이 困難하게 된다.

B. Ekdahl의 方法

(1)式에서

$$I_{(n,n+1)}=\left(\frac{V_{n+1}}{\Delta t}+\frac{O_{n+1}}{2}\right)-\left(\frac{V_n}{\Delta t}-\frac{O_n}{2}\right)\cdots\cdots(3)$$

가 되므로

$$\phi=\frac{V}{\Delta t}+\frac{0}{2},\qquad \varphi=\frac{V}{\Delta t}-\frac{0}{2}$$

라는 2個의 카―브를 미리 計算하고 時刻 n에 있어서의 값을 알고 時刻 $n+1$에 있어서의 값을 求하는 것인데 한개의 流出條件에 對해서 2本의 曲線을 使用하기 때문에 流出條件이 變更하면 繁雜해진다.

C. Mononobe(物部)의 方法

(1)式부터

$$\left(V_n-\frac{O_n}{2}\Delta t\right)+I_{(n,n+1)}\Delta t=\left(V_{n+1}+\frac{O_{n+1}}{2}\Delta t\right)\cdots(4)$$

가 되므로

$$\phi=V+\frac{O}{2}\Delta t\qquad \varphi=V-\frac{O}{2}\Delta t$$

라는 2個의 曲線을 만들어 n에 있어서의 값을 알고 $n+1$에 있어서의 값을 求해나가는 것으로 Ekdahl의 方法보다 多少 簡單하지만 그래도 流出條件變更인 境遇에는 前者와 마찬가지이다.

D. Cheng의 方法

(1)式으로 부터

$$I_{(n,n+1)}\Delta t-O_n\Delta t+\left(V_n+\frac{O_n}{2}\Delta t\right)=\left(V_{n+1}+\frac{O_{n+1}}{2}\Delta t\right)\cdots\cdots\cdots(5)$$

*本學會 代議員 (株) 都和 綜合設計公社 副社長

가 되므로

$\phi = V + \frac{O}{2}\Delta t$와 $\varphi = O.\Delta t$

의 2개의 曲線을 그려 놓고, n에 있어선의 값을 알고 $n+1$에 있어서의 값을 求하는 것이다. 이것은 前2者보다 相當히 簡單은 하지만 그래도 流出條件의 變更에 對해서는 複雜한 것이 된다.

E. Kubo(久宝)의 方法

(1)式으로 부터

$$I_{(n,n+1)} + \frac{2V_n}{\Delta t} = \frac{1}{2}(O_n + O_{n+1}) + \frac{V_{n+1} + V_n}{\Delta t}$$

$$\frac{1}{2}(O_n + O_{n+1}) = O_{(n,n+1)}$$

$$\frac{1}{2}(V_n + V_{n+1}) = V_{(n,n+1)}$$ 라 노면

$$I_{(n,n+1)} + \frac{2V_n - V_{(n,n+1)}}{\Delta t} = O_{(n,n+1)} + \frac{V_{(n,n+1)}}{\Delta t} \quad (6)$$

그래서 萬若

$$2V_n - V_{(n,n+1)} = V_{(n-1,n)} \quad \cdots\cdots(7)$$

라 假定할 수 있다면

$$I_{(n,n+1)} + \frac{V_{(n-1,n)}}{\Delta t} = O_{(n,n+1)} + \frac{V_{(n,n+1)}}{\Delta t} \cdots\cdots(8)$$

(8)式의 左邊은 旣知이므로 圖上에서 左邊의 길이를 2分해서 한편을 $O_{(n,n+1)}$로 假定했을 때 다른편이 그의 $O_{(n,n+1)}$에 對應하는 $V_{(n,n+1)}/\Delta t$가 되겠금 定할 수 있다면 좋다. 이것은 流出條件을 表示하는 曲線上의 點부터 45°의 線을 그으므로 얻어지는데 (7)式이 成立하기 爲해서 $2V_n = V_{n+1} + V_{n-1}$

即 Δt사이 뿐만 아니라 $2\Delta t$의 사이에서도 V의 變化가 直線的여야 한다는 것을 假定하지 않으면 안 되기 때문에 이것이 不成立 할 때에는 誤差가 크게 된다.

F. 改良方法

以上과 같이 只今까지의 解法은 主로 流出條件變更인 경우에 缺陷이 있으므로 이를 다음과 같이 改良했다.

(1)式을 變更해서

$$I_{(n,n+1)} = \frac{2O_n - O_n + O_{n+1}}{2} + \frac{V_{n+1}}{\Delta t} - \frac{V_n}{\Delta t}$$

$$(I_{(n,n+1)} - O_n) + \left(\frac{V_n}{\Delta t} + \frac{O_n}{2}\right) = \frac{V_{n+1}}{\Delta t} + \frac{O_{n+1}}{2}\Big) \cdots(9)$$

左右兩邊에 같은形으로 suffix만이 다른 項이 나왔기 때문에

$$\frac{Vi}{\Delta t} + \frac{Oi}{2} = \Phi i \quad \cdots\cdots(10)$$

라고 하면 (9)式은

$$(I_{(n,n+1)} - O_n) + \Phi_n = \Phi_{n+1} \quad \cdots\cdots(11)$$

이 된다. 故로 時刻 n의 貯水位가 附與되었다 하면 그 V_n과 이것에 對應하는 放流條件下의 O_n이 決定되고 左邊이 求해지므로 이 Φ_{n+1}을 써서

$$(I_{(n+1,n+2)} - O_{n+1}) + \Phi_{n+1} = \Phi_{n+2}$$

로서 Φ_{n+2}를 求하고 차례 차례로 各時刻의 水位와 流出量을 求할 수 있다.

따라서 作圖로서는 旣知의 Φ_n에 이것도 旣知量의 $I_{(n,n+1)} - O_n$을 加하므로서 Φ_{n+1}를 求하고 그 길이를 2分割하여 한쪽을 $V_{n+1}/\Delta t$로 假定 했을 때 남어지가 $O_{n+1}/2$가 된다는 것이 證明할 수 있으면 지금 假定한 $V_{n+1}/\Delta t$, 따라서 O_{n+1}라고 假定한 것이 옳았다는 것을 證明할 수 있다.

이 方法은 다음과 같은 경우에 適用할 수 있다.

1. 流出量이 gate開度條件外에는 上流側의 水位만에 依해 決定되는 경우……貯水池에 依한 洪水調節
2. 流出量이 gate條件外에 上流下流 雙方의 水位에 依해 影響되는 경우, 이때에는 下流水位의 性格에 의해서 다음의 2개로 나누어 진다.
   a. 下流水位가 流出量에 關係없이 獨立으로 定해지는 경우
   例 樋門에 依한 內水排除, 河口에 湖가 있고 潮汐있는 海面에 流入하는 경우의 洪水調節
   b. 下流水位가 流出量에 依해 定해지는 경우
   例 河口에 湖가 2個以上 直列로 位置하고 潮汐있는 海面에 流入하는 경우, 狹窄部에 의한 堰上問題 等

2.0 流出量이 門扉條件外에는 上流水位만에 依해 定해지는 경우의 圖解法

(9)式에 있어서 時刻 $n+1$에서 門扉開度가 變更되었을 경우, 門扉의 捲揚速度는 0.3~0.4m/min程度이므로 $1m$程度의 開度變更에 要하는 時間은 約 3分이고 이 사이의 流量變化에 依한 貯水位의 變化는 無視해도 좋다. 따라서 V_{n+1}은 變치 않으나 O_{n+1}은 門扉開度의 變更에 依해 瞬間的으로 O'_{n+1}로 變한다고 생각해서 좋다(瞬間的으로 開度變更을 했을 때 그 變更後의 量에 dash記號를 부치기로 한다). 그래서 (11)式의 右邊 Φ_{n+1}을 써서 그 以後의 計算을 한다. 時刻 n과 $n+1$사이의 平均流出量으로서

$$O_{(n,n+1)} = \frac{O_n + O_{n+1}}{2} \quad \cdots\cdots(12)$$

를 取해도 좋다고 한다면 開度變更後의 $(O'_n + O'_{n+1})/2$에 對하여 $(O'_{n+1} - O_{n+1})/2$만큼 적게 나오게 되므로 開度變更後의 Φ_{n+2}를 求하려면 次式에 依할 必要가 있다

$$\Phi_{n+2} = (I_{(n+1,n+2)} - O'_{n+1}) + \Phi_{n+1} + \frac{O'_{n+1} - O_{n+1}}{2} \quad (13)$$

따라서 Fig. 1과 같이 右側에 時間(T), 上側으로 流量(Q), 左側에 換算貯水量($V/\Delta t$) 下側으로 貯水位(H)를 取하고 圖式計算을 할 수가 있다. 但 換算貯水量 $V/\Delta t$라 함은 例를 들어 Q軸上에 5cm의 길이가 $1000m^3$/sec가 되어 있으면 $V/\Delta t$軸上에도 5cm의 길이

를 1000m³/sec라고 記入한다. 이것은 Δt를 3600秒로 取했다면 $1000\times3600=3,600,000$m³의 貯水量에 該當하는 것이 된다. 따라서 Δt를 1800秒(半時間)로 取한다면 이 5cm의 길이는 180萬m³에 該當하는 것이 된다.

다음에 右上의 第1象限에는 流入量時間曲線(I-T curve) 即 洪水波形을 記入한다. 左下의 第3象限에는 標高와貯水量의 關係 即 貯水容量曲線($H-V/\Delta t$ curve)를 記入한다. 第2象限에는 지금 誘導한 $H-V/\Delta t$ curve를 利用해서 貯水量과 流出量의 關係를 門扉의 種類, 開度가 다를때마다 몇 本인가 記入한다.

圖式計算의 結果 第1象限에는 流出量時間曲線이 第4象限에는 貯水位時間曲線이 記入이 되게 된다.

作圖는 Fig, 1의 番號順으로 行하기로 한다. 지금 時刻n時의 貯水位와 流入量 I_n 및 門扉의 開度條件은 條件A임이 알고 있는 것으로 한다.

그리하여 ①부터 A線과의 交點 ②로 進入하고 다음에 右側으로 가면 ③이 流出曲線上의 點이 되고 또 右側으로 가서 時刻n과 $n+1$의 中間點$(n, n+1)$線과의 交點을 ⑤로 한다.

②로부터 Δ_1^2라는 勾配로 나려서 ④를 求하면

$$\overline{O\text{①}}=V_n/\Delta t$$

$$\overline{\text{①④}}=\overline{\text{①②}}/2=O_n/2$$

이므로 (10)의 定義에 依해

$$\overline{O\text{④}}=V_n/\Delta t+O_n/2=\Phi_n$$

여기서 ④로부터 左側方向으로($I_{(n,n-1)}<O_n$일 때는 右側方向으로 한다) $\overline{\text{⑤⑥}}=I_{(n,n-1)}-O_n$에 같은 길이로 $\overline{\text{④⑦}}$을 取하면 (11)에 依해서

$$\overline{O\text{⑦}}=\overline{O\text{④}}+\overline{\text{④⑦}}=\overline{O\text{④}}+\overline{\text{⑤⑥}}$$
$$=\Phi_n+(I_{(n,n+1)}-O_n)=\Phi_{n-1}$$

時刻 $n+1$에 있어서 開度條件을 A로부터 B로 變更했다 하면 時刻 $n+1$時의 水位는 그대로 두고 流出量은 變化하고 開度 B의 편이 클때에는 ⑩까지 올라가고 右個으로 가서 O_{n+1}은 瞬間的으로 O'_{n+1}가 되고 時刻$(n+1, n+2)$線과의 交點을 ⑬이라 하면

$$\overline{\text{⑬⑭}}=I_{(n+1,n+2)}-O'_{n+1}$$

또 ⑩부터 Δ_1^2의 勾配로 나리면

$$\overline{\text{⑦⑫}}=\frac{O'_{n+1}-O_{n+1}}{2}$$

따라서 $\overline{\text{⑬⑭}}$에 같고 $\overline{\text{⑫⑮}}$를 取하면 定義 (10)에 依해

$$\overline{O\text{⑮}}=\overline{O\text{⑦}}+\overline{\text{⑦⑫}}+\overline{\text{⑫⑮}}$$
$$=\Phi_{n+1}+\frac{O'_{n+1}-O_{n+1}}{2}+(I_{(n+1,n+2)}-O'_{n+1})$$
$$=\Phi_{n+2}$$

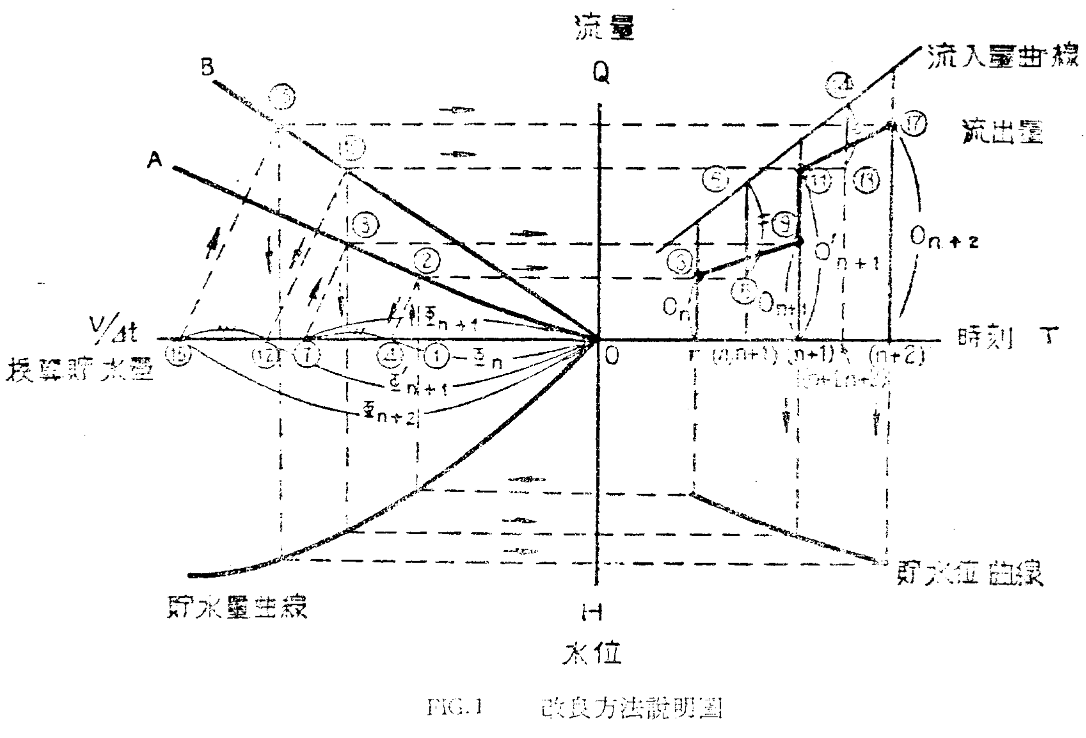


FIG. 1 改良方法說明圖

따라서 이 $\overline{O⑮}$를 2分割하는 點을 ⑮로 부터 Δ_1^2의 勾配로 올라가 그때의 開度條件 B線과의 交點 ⑯으로 부터 $V/\Delta t$軸에 나린 垂線의 발을 ⑱로 定하여 $\overline{⑯⑱}$을 O_{n+2}라 假定하면 定義(10)부터

$$\overline{⑮⑱}=\overline{⑯⑱}/2=O_{n+2}/2$$

$$\overline{O⑱}=\overline{O⑮}-\overline{⑮⑱}=\Phi_{n+2}-O_{n+2}/2$$

$$=V_{n+2}/\Delta t$$

그래서 逆으로 ⑱⑯은 貯水量 V_{n+2}에 對應하는 流出量이 되고 O_{n+2}와 같지 않으면 안 된다는 것이 되어 이 分割方法은 옳았다는 셈이 된다. 以下 이와같이 하여 作圖를 進行하고 流出量曲線, 貯水位曲線을 求할 수가 있다.

但 이 경우에 制限放流量이 있을 때에는 變更後의 開度로 Δt時間 持續한 後에도 制限放流量을 넘지 않도록 考慮할 必要가 있다. 이 때문에 開度持續時間을 30分 乃至 20分으로 하는 편이 좋다. Δt를 30分으로 取할 때에는 지금까지 3600으로 나누고 있던 것을 1800으로 나누기 때문에 左軸의 길이가 倍만큼 必要하게 되는데 紙面에 그 餘裕가 없을 때에는

$$\frac{I_{(n,+1)}-O_n}{2}+\left(\frac{V_n}{2\Delta t}+\frac{O_n}{4}\right)=\frac{V_{n+1}}{2\Delta t}+\frac{O_{n+1}}{4}\cdots(13)$$

로 생각해서 $I_{(n,n+1)}-O_n$의 길이로 左横軸上에 取할 때 그 길이를 2等分해서 1點부터 1:4(지금까지는 1:2)의 勾配線을 긋고 交點을 求해 나가는 것이 된다. 이때 $V/\Delta t$軸은 지금까지 1000m³/sec로 써 있던 곳에 2000m³/sec라고 記入하므로서 3600로 나눌 때와 마찬가지로 같은 圖面을 使用할 수가 있다.

流入量에 比하여 貯水量이 大端히 클 때에도 마찬가지로 左横軸이 길게 되는데 이 경우는 左軸을 $1/n$의 길이로 取하고 縱軸으로 부터 옮기는 길이는 모두 $1/n$로 하고 勾配線은 $1:2n$을 取하므로서 紙面이 옆으로 길게 되는 것을 막을 수가 있다. 이의 逆이 縱方向으로 길 경우는 縱의 길이를 줄여서 左横軸으로 옮기고 勾配線은 $1:2/n$으로 取하면 된다.

3.0 流出量이 門扉條件外에 上流 및 下流水位의 雙方에 依해 影響되는 경우의 図解法

이 경우는 前節과 相異한 것은 流出量이 지금까지의 條件外에 下流水位에 依한 制約도 받는다는 點도 있어 그 때문에 第4象限은 우선 下流水位曲線을 記入하고 第2象限에는 各時刻의 下流水位 $H_o(n)$인 경우의 上流水位와 流出量의 關係를 記入한다.

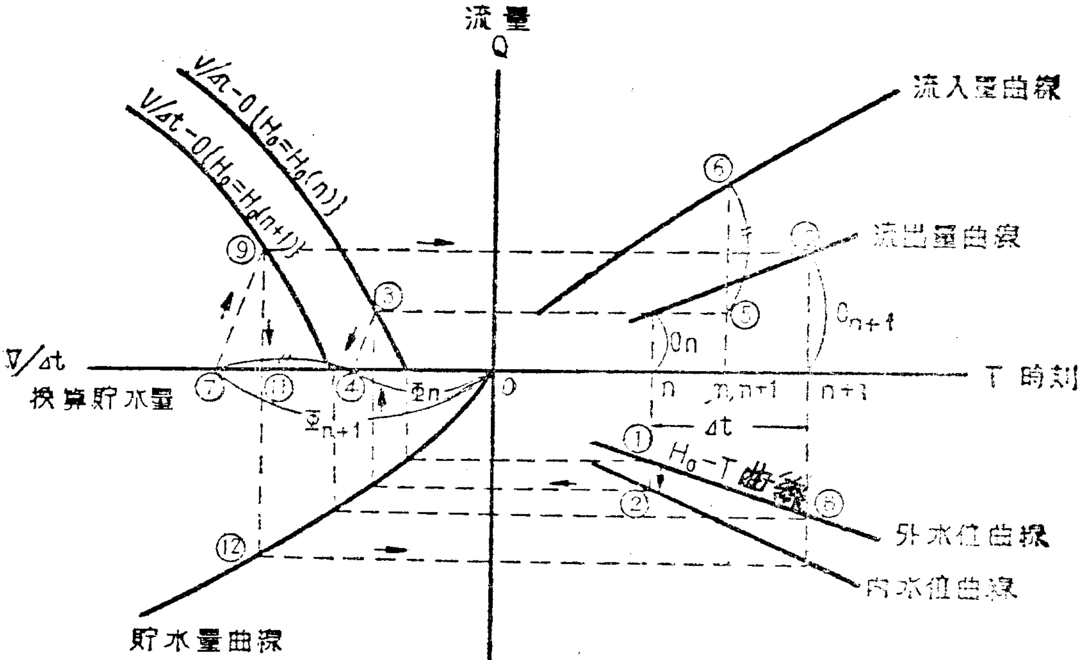


FIG 2. 下流水位의 影響이 있는 경우

問題를 一般化하기 爲해서는 오히려 一定間隔의 H_o에 對한 流出曲線을 그리고, 任意의 $H_o(n)$에 對해서는 그 曲線間에 內挿하여 使用하는 편이 좋다.

Fig.2에는 說明用으로 前述의 $H_o(n)$에 對한 流出曲線이 記入되어 있다.

지금 時刻 n에 있어서 流出量 O_n, 下流水位 $H_o(n)$, 上流水位 $H(n)$이 既知이므로 $\overline{O④}=\Phi_n$은 既知이고 여기에 $\overline{⑤⑥}$에 같은 $\overline{④⑦}$을 加하면

$\overline{O⑦}=\overline{O④}+\overline{④⑦}=\Phi_n+I_{(n,n+1)}-O_n=\Phi_{n+1}$ ⑦부터 1：2의 勾配로 올라가 $H_o(n+1)$의 下流水位에 對應하는 流出曲線과의 交點을 ⑨라 하면 Δt間의 下流水位의 變化가 直線的이라는 條件下에서 앞과 마찬가지로 $\overline{O⑦}$을 分割하므로서 ⑩은 流出曲線上의 點이 되고 ⑫로부터 上流水位도 求할 수 있다.

$H_o(n)$에 對應하는 流出曲線이 一定間隔의 H_o에 對하여 求해 저 있을 경우는 ⑦→⑨ 를求할 때 曲線群中을 適當히 內挿해서 求하면 된다.

4.0 図式計算의 順序

順序 1 直交座標를 만들고 右에 時間 T, 위에 流量 Q, 左側에 換算貯水量 $V/\Delta t$, 밑으로 水位H를 取한다. 時間間隔 Δt의 決定法은 順序 3,에 依하는데 第2象限은 多少 넓게 되겠금 決定하는 것이 좋다.

順序 2 Q軸에는 最大流入量까지 H軸에는 調節最低水面부터 最高水面까지를 割當한다.

順序 3 $V/\Delta t$軸 및 T軸은 Qmax와 $V/3600$사이의 關係에 依해 다음의 3가지 경우로 分類된다.

i) Qmax≒$V/3600$인 경우

Δt를 1時間으로 取하고 $V/\Delta t$軸上의 $1000m^3/s$를 軸上의 $1000m^3/s$와 같은 길이로 取하고 第2象限에 다음의 mark를 記入해 놓는다.

ii) Qmax≒$n(V/3600)$ $(n>1)$인 경우

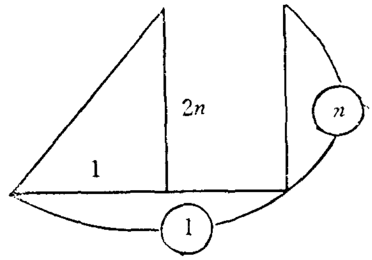
Δt를 n時間으로 取하고 i)과 같은 mark를 記入한다. 萬若에 Δt를 1時間으로 取하고 싶을 때에는 $V/\Delta t$軸上의 $1000m^3/s$는 Q軸上의 $1000m^3/s$의 $1/n$의 길이를 取하여 다음의 mark를 記入해서 使用해도 좋다.

iii) Qmax≒$1/n(V/3600)$ $(n>1)$인 경우

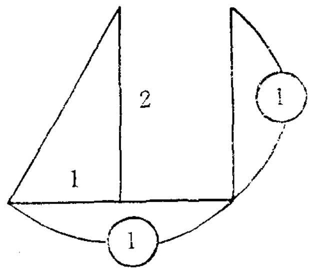
Δt를 $1/n$時間으로 取하고 i)과 같은 mark를 記入한다.

萬若 Δt를 1時間으로 取하고 싶을 때에는 $V/\Delta t$軸上의 $1000m^3/s$는 Q軸上의 $1000m^3/s$의 n倍의 길이로 取하고 다음의 mark를 使用해도 좋다.

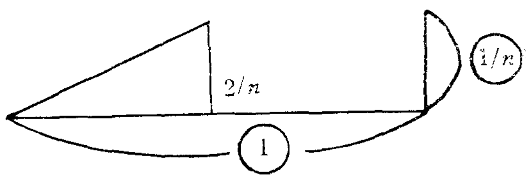
順序 4. 第1象限에 $Q-T$曲線, 第3象限에 $V/\Delta t-H$曲線, 第2象限에 $Q-V/\Delta t$曲線을 記入하고 또 下流



i)의 경우



ii)의 경우



iii)의 경우

의 影響이 있을 경우는 第4象限에 下流水位—時間曲線과 第2象限에 下流水位에 對한 $Q-V/\Delta t$曲線을 開度條件마다 記入한다.

順序 5. 制限條件記入, 制限放流量을 1,2象限에 制限水位를 2,3,4象限에 記入한다.

順序 6. 境界條件記入, 出發時의 水位流量等이 附與되어 있으면 이것을 記入한다.

順序 7. 初期條件의 水位로부터 出發한 것과 $V/\Delta t$軸上에 出發時刻 n에 對하여 $\boxed{n}$이고 記入하고, 以後所定의 開度條件의 放流曲線에 向하여 各 mark로 指

定된 1 : 2 또는 1 : 2*n* 等의 勾配線을 긋는다. 下流水位의 影響이 없는 경우는 그 交點부터 右側으로, 下流水位의 影響이 있을 때에는 그 勾配線上에서 下流水位가 된 點을 內挿 또는 外挿하여 右側으로 나가고 時刻 *n*의 線과의 交點을 求하면 이것이 그 時刻의 流出量 O_n이 된다.

順序 8. 時刻 *n*과 *n*+1사이의 平均流入量과 O_n과의 差를 圖上에서 求한다. 萬若에 I가 이사이에서 直線變化이면 *n*과 *n*+1의 中點에서 作圖하면 된다.

順序 9. $V/\Delta t$軸上 $\boxed{n}$ 點부터 $I_{(n,n+1)}-O_n>0$ 이면 左向으로 <0이면 右向으로 順序 8에서 求한 길이를 取하여 $\boxed{n+1}$ 라고 記入한다. 이 경우 左向으로 取했을 때는 $V/\Delta t$軸의 下側으로, 右向으로 取했을 때는 上側에 記入하면 check에 便利하다.

堰頂 10 이때 順序 3의 mark에 注意하고 右側의 數字가 ①이면 順序 8에서 取한 길이를 그대로 써도 좋지만 ⓝ라 있을 때에는 *n*倍, (1/n)라고 있을 때에는 1/*n*倍를 할 必要가 있다.

5.0 貯水池에 依한 洪水調節인 경우

어떤 댐의 水門이 幅 12m, 높이 9m의 것 5門이 있었다고 한다. 堰頂以上이 調節容量으로 하여 우선 다음 資料를 準備한다.

(1) 堰上의 높이와 貯水容量의 關係

다음 表와 같이 $V/\Delta t$를 計算한다. 지금의 경우 水門開度變更時間은 1時間으로 하였기 때문에 $\Delta t=3600$秒로 하였다.

높 이	$V(10^4\text{m}^3)$	$V/3600$
1	160	444
2	310	881
⋮	⋮	⋮
13	2,300	1,389

(2) 水位와 越流量의 關係

(a) 全開인 경우

$Q=CBH^{3/2}$ m^3/s

B; 12m

$$C=1.64+\left[0.056+0.416\left(\frac{B}{B+b}\right)\right]\frac{H}{H_s}$$

b는 pier幅이고 이 경우는 3m, H_s는 越流水深이고 지금의 경우 13m 5門에 對하여 5*Q*를 求한다.

(b) 半開인 경우

$Q=CB(H_1^{3/2}-H_2^{3/2})$

H_1은 堰頂에 있어서의 水頭, H_2는 半開한 水門下端

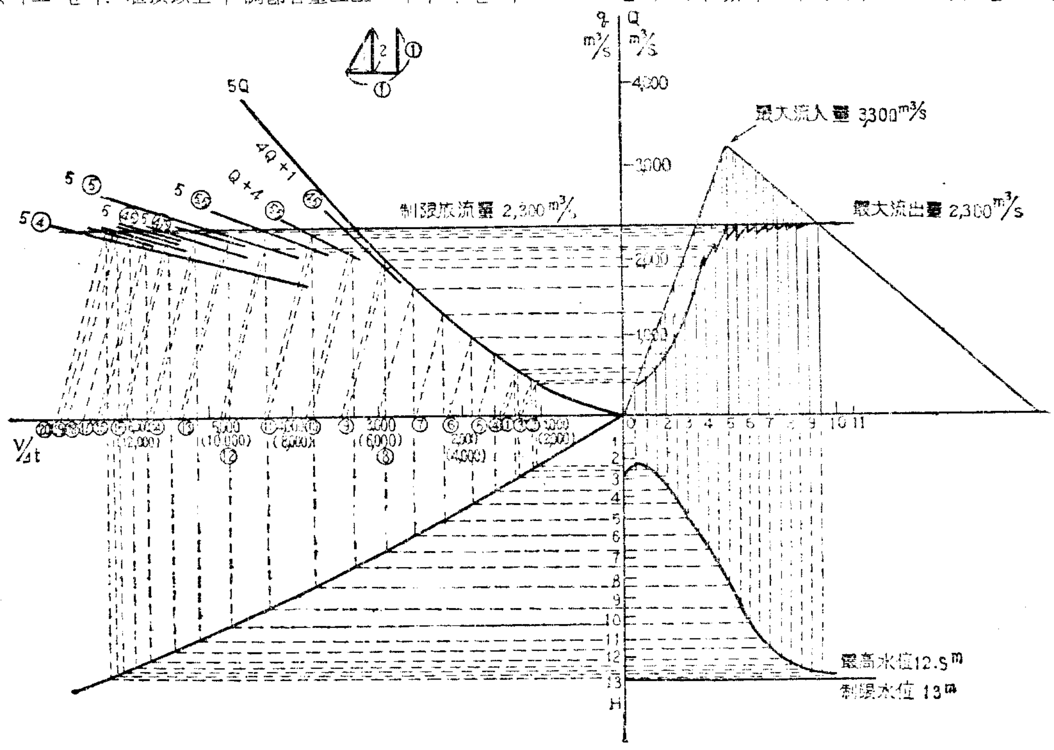


FIG. 洪水調節計算

의 水深이고, 標準越流狀態의 C에 對해서는 Wilson 댐에 있어 半開實驗의 結果를 써서 計算한다.

(3) 洪水波形의 記入

對象으로 하는 洪水波形 그대로를 第1象限에 記入한다.

(4) 計算條件

調節開始時의 水位는 3m로 해서 start한다. 이것은 附與된 條件에 따르면 된다. 放流方法으로서는 下流에 急激한 段波가 來襲하지 않도록 徐徐히 放流量을 增加하지 않으면 안 된다. 지금 制限放流量 2300m³/s, 制限水位 13m가 주어진 것은로 한다.

(5) 計　算

Fig.3과 같이 圖式計算을 한다. 一般的으로는 流入量만이 實測할 수 있으므로 氣象觀測 및 水位觀測의 結果 貯水池으로의 流入量이 減少하기 始作한 것을 確認한 다음 水門을 닫기 始作하여야 安全하다.

6.0 洪水到着前의 豫備放流를 行하는 境遇

前節의 댐에서 堰頂上 9m인 곳에 水位가 있는 狀態에서 初期의 流出量增加는 1時間 500ton以內, 初期의 最大放流量은 1000m³/s 以內로 해서 計算을 行한다.

(1) 水位와 越流量의 關係

이것은 前節의 것과 같은데 $V/\Delta t$가 큰 곳에서는 水門半開의 狀態에서 放水할 必要가 있으므로 Q가 1000 m³/s 以下의 部分에 對해 1.①→⑤①. 5②. 5.③ 等 및 2①+3② 等 適宜의 combination으로 選擇하고 記入한다. 選定의 條件으로서 水門 開度의 變更이 容易하겠금 選定한다.

(2) 計算條件

時刻 0의 水位는 9m, 當初의 5時間은 放流量을 1000m³/s, 時間當 500m³/s의 上昇率로 制限한다.

(3) 計　算

Fig.4에서 1,①에 依한 放流量은 $\overline{de}$가 되고 C로부터 $\overline{de}$에 갈겠금 左向으로(流出이 流入보다 클 때에는 右向) $\overline{cf}$를 取하고 f로부터 1:2의 勾配線을 긋고 前과 같은 條件의 1① 과의 交點을 g로 한다. 時刻 1에서 條件을 1①에서 5① 即 開度 1m로 5門을 열면 g로부터 垂直으로 올려서 5①과의 交點 h를 定하면 $\overline{lm}$은 時刻1의 流出量이 되고 k는 그때의 水位가 된다. 流入이 流出을 上廻할 때에는 左向으로 하고 6時間째에 堰頂上 2.20m까지 水位가 降下됨이 判定되었다.

7.0 樋門에 依한 內水排除計算인 경우

樋門에 依한 內水排除를 計劃하는 경우 湛水量, 湛水時間이 樋門의 流量, 即 內外水位에 關係되므로 이를 改良圖解法으로 풀어본다.

(1) 基礎資料

a. 水位湛水量曲線

懸案地點에서 內水에 依한 湛水區域에 對해 地形圖로부터 等高線間面積을 算出하여 計算한다. 지금 Δt를 3時間으로 한다.

H(m)	V(m³)	$V/(3\times3600)$
2.0	132,000	12.23
2.5	338,000	31.33
⋮	⋮	⋮
5.0	3,368'000	312.00

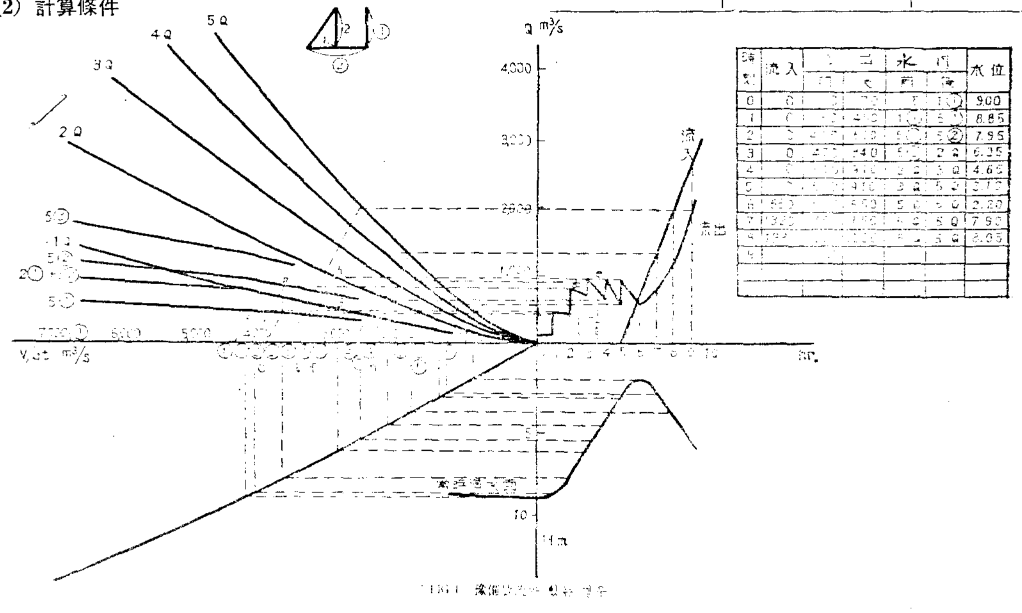


FIG. 4 豫備放流가 있는 경우

b. 樋門排水能力

樋門斷面은 幅 1.5m, 높이 1.8m, 길이 76.4m 2門으로 한다.

c. 樋門地內外水位曲線

適當한 確率年의 洪水波를 想定 또는 過去의 實績洪水波를 記入한다. 一例로서

時間	外水位
0	2.00
3	5.00
⋮	⋮
45	0.60

d. 內水流入波

適當한 確率洪水波를 設定한다.

時間	流入量
0	16.0
3	30.2
⋮	⋮
39	0

e. 外水位에 對한 流出量計算

外水位 50cm마다에 對하여 內水位의 變化에 依한 流出量을 求한다.

內水位 \ 外水位	0	0.5	………	4.5
1.8	11.98	10.96	………	—
2.0	13.50	12.54	………	—
⋮	⋮	⋮		⋮
5.0	27.10	25.66	………	9.34

(2) 計算條件

操作時間에 餘裕가 있으므로 Δt=3時間 또 圖面치수의 關係로 縱軸에 對해 橫樋을 1/4로 했기 때문에 勾配線은 1:8의 것으로 한다.

(3) 計算結果

Fig.5와 같이 15時間째에 內外水位는 一致하고 21時間째에는 內水位는 4.48m의 最高水位가 되고 減水하여 62時間째에 內水位 2m에 達한다(2m가 被害發生의 限界로 한다).

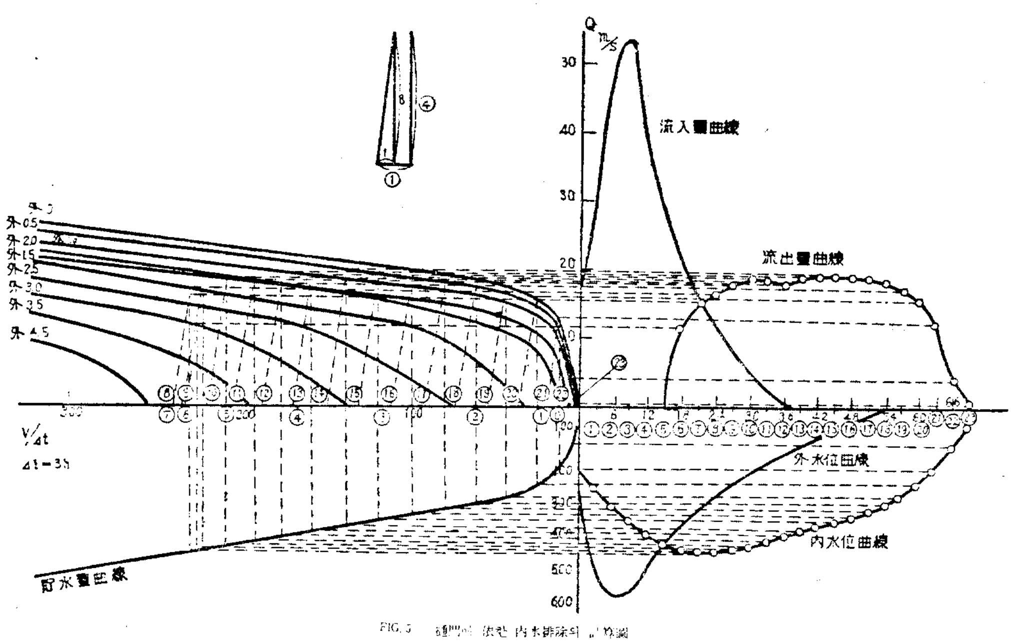


FIG. 5 樋門에 依한 內水排除의 計算圖