

洪水追跡 速算圖式解法에 對한 小考

A study on the quick graphical method of flood routing

朴 庭 權 *
Chung Keun Bahk

Summary

In many reservoir projects, economic considerations will necessitate a design utilizing surcharge. Determination of the most economical combination of surcharge and spillway capacity for a given spillway crest level will require flood routing studies and economic studies of the dam-reservoir-spillway combinations.

Many methods of actual flood routing have been devised, each of them with its advantages and disadvantages. Some of these methods are listed below:

- (1) Arithmetical trial-and-error method.
- (2) Modified Puls' method
- (3) Cheng's graphical method
- (4) Horton's arithmetical method
- (5) Ekadahl's arithmetical method
- (6) Digital computer programming.

For the purpose of preliminary design and cost estimating of dams and spillways, it is often required to estimate, for a given design flood and spillway crest level, the approximate values of two among the three characteristics of the spillway spillway length, maximum discharge and surcharge depth at maximum discharge, when one of these quantities is given.

As is well known, the outflow hydrograph for an ungated overflow spillway assumes the form of a wave-shaped curve with a minimum point for $Q=0$ At zero time and a maximum point for $Q=Q_{max}$ at its intersection with the falling leg of the inflow hydrograph (see Fig. 4) The shaded area between the inflow and outflow hydrographs represents at the approximate scale the temporary retention V_t .

In line with the remarks, draw by free hand the assumed outflow hydrograph with its maximum point for the given Q_{max} (see Fig. 4) and by planimetry

*농업진흥공사 농지확대개발기술단

find V_t .

From the reservoir capacity curve (Fig. 3) find V_s for the given spillway crest level and make $V = V_s + V_t$. From the above curve find surcharge water elevation for V and surcharge depth H_{max} over spillway crest. From the discharge formula compute

$$L = \frac{Q}{CH^{3/2}}$$

The method provides a means for a quick and fairly accurate estimation of spillway capacity.

I. 序 論

從來까지는 洪水追跡이 餘水吐의 經濟的 設計에 部分的으로 反映되어 왔다. 換言하면 流入洪水量을 基準하여 餘水吐通水斷面을 決定하고, 定하여진 餘水吐堰長을 갖이고서 洪水追跡을 實施하여 洪水調節水位를 堤塘高決定에 勘案하여 왔다.

어느 一定量의 滿水面上 貯溜容量이 있으면 實際 最大越流水量은 流入洪水量에 比하여 相當히 減少되어 진다. 이는 滿水面上 超過貯水空間이 一時的貯溜能力을 갖는 水理的作用의 結果이며 餘水吐를 越流하는 流出洪水量은 流入洪水量에 比하여 相當히 작어져서 貯水池밖으로 放出되어 지는 것이다. 따라서 超過貯溜容量의 大小에 따라서 同一한 流入洪水量에 對하여 流出洪水量은 달라지게 되고 設計者가 餘水吐를 計劃設計할 때에는 流入洪水量이 아니고, 滿水面上 貯溜容量을 勘案한 流出洪水量을 基準하여 餘水吐通水斷面을 決定하여야 된다. 即 流出洪水量을 餘水吐通水斷面計算에 使用함은 超過貯溜容量을 經濟的으로 利用하는 結果가 되는 同時에 이는 바로 堤塘과 餘水吐工事費를 相互結合시켜 經濟的 設計를 할수 있는 基本이 되어지는 것이다.

그림 1은 各種으로 結合된 餘水吐와 堤塘에 必要한 工事費의 比較를 例證한 것이요 또 總工事費가 最少로 될 組合를 指摘한다. 例證된 바와 같은 調査를 하려면 많은 洪水追跡, 餘水吐敷設, 그리고 餘水吐와 堤塘의 工事費計算이 必要하다. 一般的으로 必要貯水量이 決定되면 餘水吐堰頂標高는 定하여지고 따라서 여러가지 境遇의 洪水追跡과 그에 相應한 工事費對比로서 가장 經濟的인 組合를 찾을 수 있게 된다. 이와같이 洪水追跡은 貯水池計劃에 絶對的으로 必要한 要素가 되어 지고, 이의 速算圖式解法은 餘水吐의 經濟的 設計에 널리 活用되어 질수 있다고 思料된다.

II. 洪水追跡의 在來式方法

지금까지 우리가 適用하여온 洪水追跡方法에는 아래와 같이 數種이 있으나, 그들 方法에는 各기 特性이 있다.

1. 試行錯誤法
2. 修正 Puls法
3. Cheng의 圖式解法
4. Ekdahl의 數值計算法
5. Horton法
6. 電子計算解法

이들 方法中에서도 試行錯誤法과 修正 Puls法은 簡單하여 널리 利用되어져오고 있다. 特히 試行錯誤法은 貯水池水位를 假定하여 그水位에 相當한 流出總水量을 計算하고 그時間間隔에서 流入流出量計算을 하여 計算上 貯水位를 求하고, 이것이 假定한水位와 0.02m 程度誤差로서 一致할때 計算은 끝나며, 一致하지 않을 境遇에는 2回째의 貯水位를 假定하여 試算하고 一致할때까지 計算을 反復한다. 그림 2의 洪水流入量圖와 餘水吐堰頂標高(+100m, 堰長 $L=8.0m$ 의 境遇 試行錯誤法에 依한 洪水追跡은 表 3에서 例示한 바와 같다.

이와 같은 煩雜한 計算過程을 거치지 않고 充分한 精度를 갖는다고 生覺되는 새로운 圖式解法은 앞으로의 餘水吐設計에 있어 貯水池洪水追跡을 통한 가장 經濟的인 餘水吐設計에 크게 活用되어 질수 있다고 思料된다.

III. 洪水追跡의 速算圖式解法

貯水池에 流入되는 洪水量은 貯水池의 餘水吐 堰頂까지 貯溜되며 滿水以後에는 차츰 放流되기 始作한다. 이放流水量은 流入되는 洪水量, 貯水池의 貯溜水量과의 三者間에는 어떤 關係를 維持하게 된

다. 이 相關 關係는 貯水量을 媒介로 하여 流入水量과 流出水量의 一定한 關係가 이루어 지게 되는 것이다. 이와 같은 定義에서 洪水追跡은 連續하는 時間間隔 Δt 에서 洪水의 流入流出關係를 一時貯溜水量을 媒介로 하여 다음과 같은 基本方程式으로 表示할 수 있다. 即

$$\Delta S = Q_i \Delta t - Q_o \Delta t$$

윗式에서

$$\Delta S = \Delta t \text{ 時間동안의 流達區間內 貯溜水量의 變化量(m}^3\text{)}$$

$$Q_i = \Delta t \text{ 時間동안의 平均流入量(m}^3\text{/sec)}$$

$$Q_o = \Delta t \text{ 時間동안의 平均流出量(m}^3\text{/sec)}$$

洪水追跡計算을 實施하려면 設計洪水流入量圖에 附加하여 (1) 貯水池內容積曲線圖(그림 3), (2) 貯水池水位-餘水吐越流量曲線圖(그림 8) 等資料를 必要로 한다.

지금 設計流入量圖(그림 2)와 內容積曲線圖(그림 3)가 各各 주어져 있고, Ogee 形 餘水吐에 水門이 設置되지 않은 境遇를 生覺한다. 洪水初期에 貯水池面은 餘水吐堰頂까지 到達하고 있는 滿水狀態인 것으로 본다.

符號說明

$$Q = \text{餘水吐越流量(m}^3\text{/sec)}$$

$$L = \text{餘水吐堰長(m)}$$

$$P = \text{堰頂까지의 接近水路水深(m)}$$

$$H = \text{堰頂上 總越流水頭(m)}$$

$$V_1 = \text{餘水吐堰頂上 一時貯溜水量(m}^3\text{)}$$

$$V_2 = \text{餘水吐堰頂까지의 貯水量(m}^3\text{)}$$

$$V = V_2 + V_1 = \text{最大貯水面까지의 總貯水量(m}^3\text{)}$$

Q, L, H 의 關係를 나타내는 餘水吐越流量公式은 아래와 같이 Francis 水理公式을 適用한다.

$$Q = CLH^{3/2}$$

윗式에서 流量係數 C 는 $\frac{P}{H_0}$ 에 따라 다르며, 그림 9와 같다.

餘水吐設計의 세가지 要素인 Q, L, H 中 어느하나가 設計計劃上 既知이면 나머지 두개 因子를 쉽고 빠르게 計算해 낼수 있는 이 速算圖式解法은 아래와 같이 세가지 境遇로 區分되어 計算되여 진다. 即

CASE 1. 餘水吐最大越流量 Q_{max} 이 既知이고 堰上最大越流水頭 H_{max} 과 餘水吐堰長 L 을 求할 때

CASE 2. 堰上最大越流水頭 H_{max} 이 既知이고 餘水吐最大越流量 Q_{max} 과 餘水吐堰長 L 을 求할 때

CASE 3. 餘水吐堰長 L 이 既知이고, 餘水吐

最大越流量 Q_{max} 과 最大越流水頭

H_{max} 을 求할 때

따라서 以上の 3세가지 境遇를 其計算過程에서 說明하고, 實際活用に 便宜를 圖謀코져 例題를 各 各 하나씩 들어풀이코져 한다.

[CASE I]

條件: 餘水吐最大越流量 Q_{max} (m³/sec), 餘水吐堰頂標高

解: H_{max} 과 L 을 求함.

(過程)

지금까지 알려진 知識에 依하면 水門開閉調節이 아닌 餘水吐에서의 越流量曲線은 放流初期에서 $Q=0$ 이고, 流入量曲線의 下降部의 어느點과 交叉하는 點에서 $Q=Q_{max}$ 인 波狀型曲線을 이룬다고 生覺할수 있으며, 그림 4에서 例示한바와 같다.

流入 또는 流出量曲線사이의 斜線部分은 t 時間 동안 貯水池內에 一時的으로 遲滯하는 一定한 貯溜水量 V_1 를 나타낸다. 叙上한 바에 따라 주어진 流入量曲線에 對하여 最大流出量 Q_{max} 을 流入量曲線 下降部에서 갖는 假定流出量曲線을 그림 4와 같이 Freehand로 作圖한다. 그리고 斜線部分을 求積하여 V_1 를 얻는다.

그림 3의 貯水池內容積曲線에서 주어진 餘水吐堰高에 對하여 V_2 를 求하고, $V = V_2 + V_1$ 를 計算한다. 그림 3의 內容積曲線圖에서 V 에 該當한 最大貯水面標高와 餘水吐堰上 總越流水頭 H_{max} 을 求한다. 다음에 越流量公式에서 餘水吐堰長 L 을 計算한다.

$$L = \frac{Q}{CH^{3/2}}$$

윗式에서 C 는 定하여진 堰頂까지의 接近水路水深 P 와 求하여진 H 의 比에 따라 그림 9에서 얻는다.

[例題]

條件: $Q_{max} = 80 \text{ m}^3/\text{sec}$

堰頂標高 = 100.00m

解: H_{max} 과 L 을 求함.

(풀이)

그림 4에서 $V_1 = 1380 \times 10^3 \text{ m}^3$

그림 3에서 $V_2 = 1200 \times 10^3 \text{ m}^3$

$$V = V_2 + V_1 = 2580 \times 10^3 \text{ m}^3$$

V 에 對한 最大貯水面標高는 그림 3에서 101.48m 이므로

$$\therefore H_{max} = 101.48 - 100.00 = 1.48 \text{ m}$$

$P = 1.0 \text{ m}$, $H = 1.48 \text{ m}$ 인때 $C = 2.1$ 이므로 越流量 公式에서

$$\therefore L = \frac{Q}{CH^{3/2}} = \frac{80}{2.1 \times 1.48^{3/2}} = 21 \text{ m}$$

[CASE 2]

條件: 堰上最大越流水頭 H_{max} , 餘水吐堰頂標高

解: Q_{max} 과 L 을 求함.

(過程)

CASE 1에서 이미 說明한바와 같이 Q_{max} 을 여러가지로 變化시켜 各各 다른 流出量曲線을 그림 5와 같이 Freehand로 作圖하고, 各 Q_{max} 에 對하여 주어진 餘水吐堰頂標高에서 V_1 와 V 를 決定한다.

그림 6의 曲線㉔와 같이 $Q_{max}-V$ 關係를 나타내는 曲線을 作圖한다. 주어진 H_{max} 과 餘水吐堰頂標高에 對하여 最高貯水面標高를 찾고 그림 3에서 이에 相當하는 V 를 求한다. 그림 6에서 求하여진 V 에 相當하는 Q_{max} 을 찾는다. 다음에 아래 越流量公式에서 餘水吐堰長 L 을 求한다.

$$L = \frac{Q}{CH^{3/2}}$$

윗式에서 C 는 주어진 P 와 H_{max} 값에 따라 變하는 流量係數이며 그림 9에서 얻는다.

[例]

條件: $H_{max}=1.20m$

餘水吐堰頂標高=100.00m

解: Q_{max} 과 L 을 求함.

(풀이)

주어진 洪水流入量圖(그림 5)와 堰頂標高에 對하여 $Q_{max}-V$ 關係를 그림 5의 表와 같이 나타내고, 그림 6의 曲線 ㉔와 같이 圖表化한다.

最高貯水面標高-(100.00+1.20)=101.20m

그림 3에서 標高 101.20m 인데 $V=2320 \times 10^3 m^3$

그림 6에서 V 에 相應하는 Q_{max}

$\therefore Q_{max}=99 m^3/sec$

$P=1.0m, H=1.20m$ 인데 그림 9에서 $C=2.15$ 이므로 越流量公式에서

$$\therefore L = \frac{Q}{CH^{3/2}} = \frac{99}{2.15 \times 1.2^{3/2}} = 35m$$

[CASE 3]

條件: 餘水吐堰長 L

餘水吐堰頂標高

解: Q_{max} 과 H_{max} 을 求함.

(過程)

CASE 2에서 說明한바 대로 주어진 餘水吐堰頂標高에 對하여 그림 5를 利用, Q_{max} 諸值에 對한 V 를 決定하고, 그림 6의 曲線 ㉔와 같이 $Q_{max}-V$ 關係를 圖表化한다.

또한 그림 6에서 주어진 餘水吐堰長 L 과 堰高에

對하여 V 를 函數로 하는 餘水吐越流量曲線을 曲線 ㉔로 나타낸다. 曲線 ㉔는 越流量公式 $Q=CLH^{3/2}$ 과 그림 3 貯水池內容積曲線의 $H-V$ 關係에서 容易하게 計算 및 作圖되어 진다.

總貯水量 V 에 對한 流出量 Q 의 計算結果는 表 1과 같다. 曲線 ㉔와 ㉔의 交叉點은 Q_{max} 과 이에 相應한 V 값을 나타낸다. H_{max} 은 그림 3 貯水池內容積曲線圖에서 V 값에 相當하는 貯水位를 找으므로 求할수 있다.

[例題]

條件: 餘水吐堰長 $L=100m$

餘水吐堰頂標高=100.00m

解: Q_{max} 과 H_{max} 을 求함

(풀이)

주어진 洪水流入量圖(그림 5), 貯水池內容積曲線圖(그림 3) 및 餘水吐堰頂標高에 對하여 $Q_{max}-V$ 關係와 $L=100m$ 인데 $Q-V$ 關係를 各各 그림 6의 曲線 ㉔와 ㉔와 같이 圖表化한다.

㉔와 ㉔의 二個曲線의 交叉點座標上에서

$Q_{max}=135 m^3/sec; V=1870 \times 10^3 m^3$ 의 二個값을 얻고, 그림 3에서 V 값에 相當하는 貯水面標高는 100.72m 이다.

따라서 堰上總越流水頭 H_{max} 은

$$\therefore H_{max}=(100.72-100.00)=0.72m$$

IV. 洪水追跡의 經濟分析에의 應用 限界

주어진 滿水位와 採擇된 設計洪水流入量에 對하여 超過貯溜水量과 餘水吐의 通水斷面의 가장 經濟的 組合을 決定하기 爲한 檢討를 함에 있어 堤塘-餘水吐의 工事費組合은 餘水吐의 規模, 總越流水頭와 關聯되어 算出되어야 한다.

이러한 經濟的檢討는 그림 7에서 보는 바와 같이 圖表를 利用하므로써, 상당히 容易하고 迅速하여 질수 있게 된다. 그림 7은 주어진 餘水吐堰高와 設計流入量에 對하여 세가지 變數 H, L, Q 의 關係를 나타내고 있다. 洪水追跡速算圖式解法을 適用하므로써 이 關係는 빠르고 쉽게 設定되어 질수 있으며, 그結果 $Q=f(H)$ 와 $Q=f'(H)$ 가 그림 7에서와 같이 圖表化되어 진다. 이와 같은 二個曲線의 相關座標計算은 表 2와 같다.

以上에서와 같이 滿水面上 超過貯溜水量을 洪水追跡에 依하여 貯水池設計計劃에 反映시켜 줌으로써 經濟的인 餘水吐, 堤塘 및 附帶構造物全體의 設

합가 可能하여 지는 것이다. 然이나, 洪水追跡은 그 適用에 어느 限界가 있으며, 小規模貯水池設計에 있어서는 最少의 工事費를 決定하기 爲한 洪水追跡을 하지 않을 때도 많이 있다. 이에 對한 一般의인 考慮事項은 아래와 같다.

1. 우리나라의 氣象, 地形條件이 特히 強한 降雨強度의 降雨을 隨伴하여 洪水를 誘發시키므로 流域面積이 5km^2 보다 작거나 또는 洪水到達時間이 1 時間未滿의 農業用貯水池에서는 原則的으로 貯水池의 洪水調節能力은 餘水吐의 計劃設計에 있어서 考慮하지 않는다.

2. 滿水面積이 流域面積의 $\frac{1}{3}$ 보다 크고, 洪水到達時間이 긴 境遇에는 貯水池의 洪水調節能力은 아주 顯著하게 나타난다. 即 流入洪水量에 對한 貯水池에서의 流出은 相當히 減少되어 餘水吐工事費를 減少시킬 수가 있다. 따라서, 貯水池의 洪水調節能力을 考慮해도 좋다.

3. 높이가 낮은 堤塘의 大部分의 境遇에는 餘水吐下流水路가 작고, 堤塘이 決潰해도 被害가 그다지 크지 않으므로 洪水到達時間이 1 時間以內의 小流域에 있어서도 流域面積과 滿水面積의 比가 3 以下인 境遇는 到達時間內의 降雨強度나 貯溜可能水量等を 充分히 考慮해서 貯水池의 洪水調節能力을 考慮해도 좋다. 但, 어느 境遇에나 餘水吐規模를 過度히 縮少해서는 안된다.

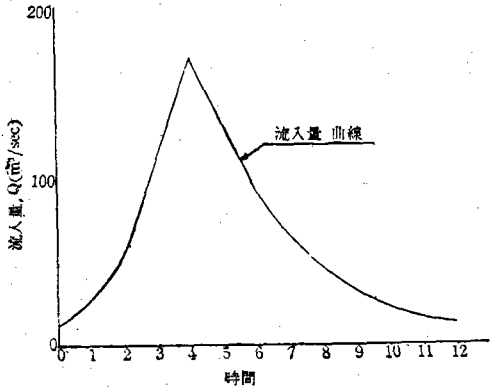


그림 2. 流入量 曲線圖

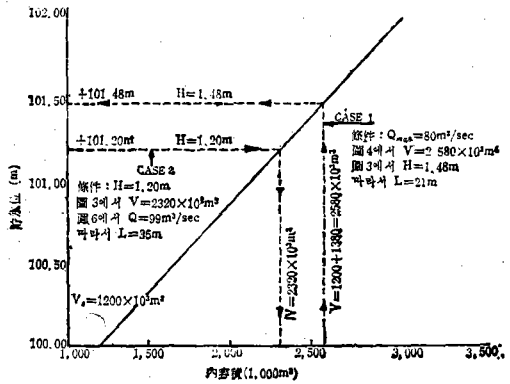


그림 3. 貯水池 內容積曲線圖

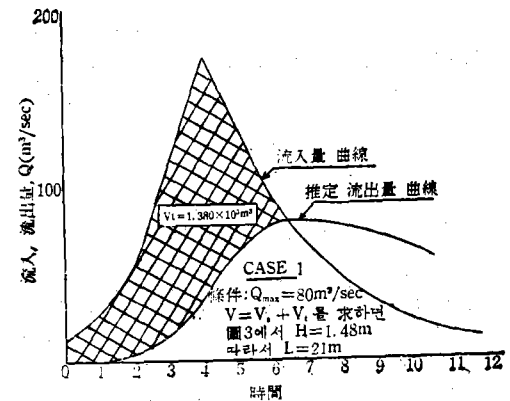
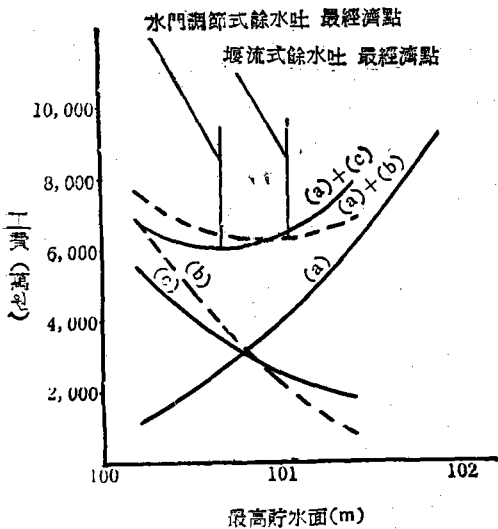


그림 4. 流入, 流出量 曲線圖

(주어진 Q_{max} 에 對한 通水斷面 H 와 L 를 求함)

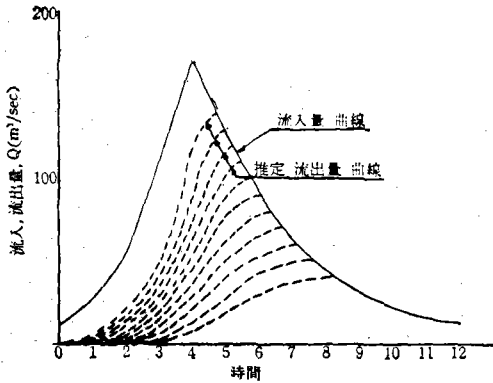


- (a) 堤塘工事費
- (b) 堰流式餘水吐工事費
- (c) 水門調節式餘水吐工事費

그림 1. 堤塘餘水吐組合에 依한 工事費比較

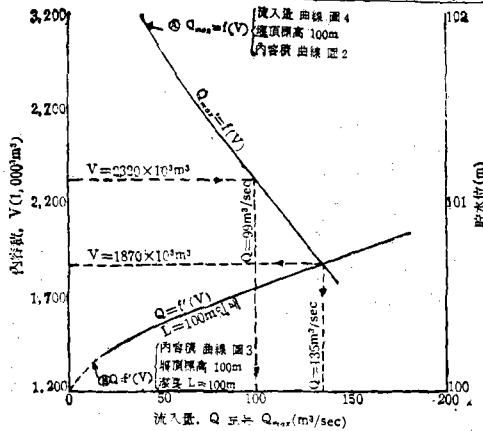
餘水吐堰頂 標高-100.00m

$V_s = 1200 \times 10^3 \text{ m}^3$



그린 5. Qmax 諸值에 對한 概略流出量曲線圖

Q_{max} m^3/sec	V_t 10^3 m^3	$V = V_s + V_t$ 10^3 m^3
140	600	1800
130	730	1900
120	850	2050
110	975	2175
100	1100	2300
90	1230	2430
80	1360	2560
70	1500	2700
60	1660	2860
50	1820	3020
40	1990	3190



CASE 2 條件: $H_{max} = 1.20\text{m}$

圖 3에서 $V = 2320 \times 10^3 \text{ m}^3$

㉠ 曲線에서 $Q = 99 \text{ m}^3/\text{sec}$

따라서 $L = 35\text{m}$

CASE 3 條件: $L = 100\text{m}$

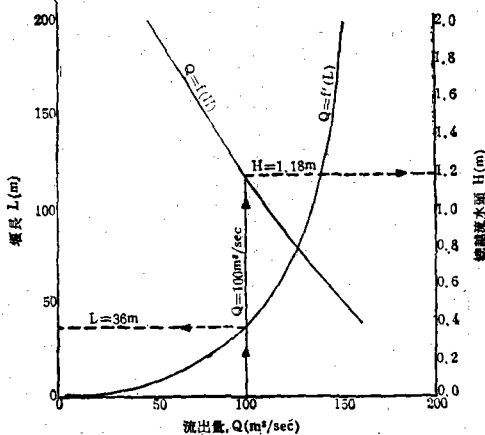
㉠ ㉡ 二曲線에서

$Q = 135 \text{ m}^3/\text{sec}$

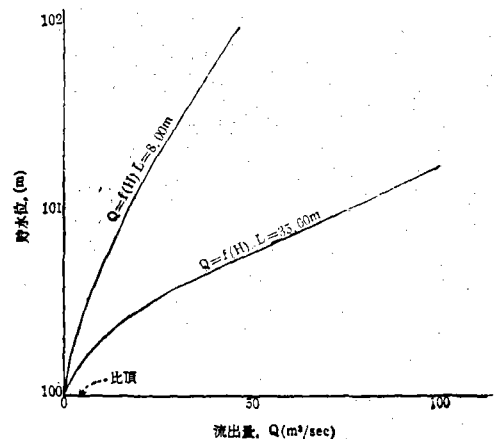
$V = 1870 \times 10^3 \text{ m}^3$

圖 3에서 $H = 0.72\text{m}$

그린 6. 一定流入量曲線에 對한 $V-Q_{max}$ 關係圖



그린 7. 流出量-堰長과 流出量-總越流水頭 關係曲線圖



그린 8. 水位對流出量 曲線圖

表-1. 餘水吐越流量 計算

$Q=CLH^{3/2}$; 堰高 $P=1m$; 餘水吐堰頂+100m

總越流水頭 H	$H^{3/2}$	總貯水量 $V=1200+\Delta V$ ※	流量係數 C	單位越流量 q	總越流量, $Q(m^3/sec)$					
					$L=8.0m$	$L=24m$	$L=35m$	$L=50m$	$L=100m$	$L=200m$
0.2	0.088	1380	2.186	0.192	1.53	4.60	6.72	9.60	19.20	38.40
0.4	0.254	1560	2.183	0.550	4.44	13.20	19.25	27.50	55.00	110.00
0.6	0.465	1750	2.170	1.020	8.16	24.48	35.45	51.00	102.00	204.00
0.8	0.730	1950	2.160	1.577	12.60	37.80	55.20	78.85	157.70	
1.0	1.00	2130	2.148	2.148	17.20	51.60	75.20	107.40	214.80	
1.25	1.40	2370	2.138	2.990	23.90	71.80	104.60	149.50	299.00	
1.50	1.84	2600	2.128	3.915	31.32	94.00	137.00	195.75		
1.75	2.32	2840	2.118	4.520	36.16					
2.00	2.84	3070	2.100	5.960	47.68					
2.25	3.38	3300	2.084	7.040	56.30					
2.50	3.95	3530	2.070	8.170	65.36					
2.75	4.56		2.060		75.20					

※ V 는 그림 3 內容積曲線圖에서 읽음

表-2. 越流量諸值에 對한 L 과 H 의 計算

Q m^3/sec	그림 6에서 V 1000 m^3	그림 3에서 H m	P/H	C	$H^{3/2}$	q $m^3/sec/m$	L m
160	1550	0.38	2.62	2.184	0.235	0.512	313.0
150	1680	0.52	1.92	2.176	0.375	0.815	184.0
140	1800	0.65	1.54	2.168	0.525	1.138	123.0
130	1900	0.77	1.30	2.160	0.68	1.490	87.0
120	2050	0.91	1.10	2.155	0.87	1.875	64.0
110	2175	1.05	0.95	2.148	1.08	2.320	47.5
100	2300	1.18	0.85	2.144	1.28	2.745	36.4
90	2430	1.32	0.76	2.138	1.52	3.250	27.7
80	2560	1.47	0.68	2.130	1.78	3.790	21.1
70	2700	1.60	0.63	2.123	2.02	4.290	16.3
60	2860	1.78	0.56	2.114	2.30	5.030	11.9
50	3020	1.96	0.51	2.104	2.75	5.780	8.7
40	3190	2.13	0.47	2.095	3.10	6.540	6.1

- 計算資料: 1. 流入量曲線圖 그림 5
 2. 餘水吐堰頂 標高 100m
 3. 貯水池內容積曲線圖 그림 3
 4. 接近水路水深 $P=1m$
 5. 流量係數 C 그림 9

表-3. 洪水追跡計算

(1) 時間 (hr)	(2) Δt (hr)	(3) 流入量 Q_i m ³ /sec 그림 2	(4) Δt 에 對 한 平均 流入量 m ³ /sec	(5) Δt 에 對 한 平均 流入 總量 1000m ³	(6) Δt 後의 貯水 試驗 池算位 m	(7) 流出量 Q_o m ³ /sec 그림 8에 서	(8) Δt 에 對 한 平均 流出 總量 m ³ /sec	(9) Δt 後의 平均 流出 總量 1000m ³	(10) 貯水增 加量 ΔS (5)-(9) 1000m ³	(11) 總貯水量 V 1000m ³	(12) Δt 後 貯水位 그림 3에 서	(13) 備考
0		13			100.00	0			0.00	1200	100.00	
1	1.0	26	19.50	70.25	100.09	0.40	0.20	0.72	69.53	1269	100.08	o.k
2	1.0	56	41.00	147.50	100.22	1.65	1.02	3.60	143.90	1413	100.22	o.k
3	1.0	114	85.00	306.00	100.54	6.95	4.30	15.50	290.50	1703	100.54	o.k
4	1.0	172	143.00	515.00	101.04	17.95	12.45	44.70	470.30	2173	101.04	o.k
5	1.0	131	151.50	545.00	101.53	31.95	24.95	90.00	455.00	2629	101.53	o.k
6	1.0	93	112.00	407.00	101.85	42.55	37.25	134.00	273.00	2902	101.83	o.k
7	1.0	65	79.00	285.00	101.96	46.25	44.40	160.00	125.00	3027	101.97	o.k
8	1.0	46	55.50	200.00	101.99	47.25	46.75	168.00	32.00	3059	101.99	o.k
9	1.0	31	38.50	138.50	101.96	46.25	46.75	168.00	-29.50	3029	101.96	o.k
10	1.0	21	26.00	93.50	101.89	43.80	45.03	162.00	-68.50	2961	101.89	o.k
11	1.0	15	18.00	65.00	101.80	41.00	42.40	152.50	-87.50	2873	101.79	o.k
12	1.0	13	14.00	50.30	101.70	38.00	39.50	142.00	-91.70	2781	101.69	o.k

計算資料: 堰長 $L=8.0m$

堰高 (+) 100.00m

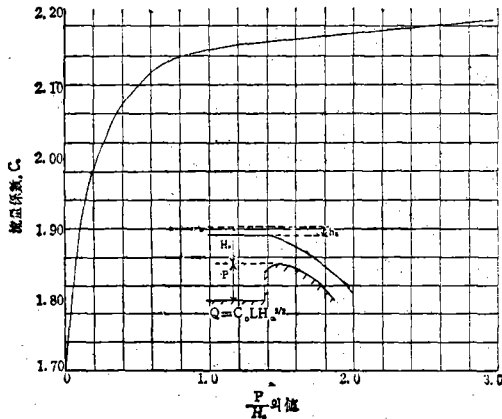


그림 9. P/H 에 對한 流量係數 C