

形態로 구부리아 볼트, 핀, 리벳트, 후렌지 其他 架設에 必要한 附屬品으로써 施設하여야 한다. 業者는 設計圖의 表示에 따라 이를 組立, 架設하여 塗裝하여야 한다. 混凝土內에다 附着시킬 欄干은 完全히 組立하여 混凝土를 넣을때 함께 施設하거나 또는 凹部를 만들어 놓거나 混凝土據置後에 구멍을 뚫어놓고 欄干을 組立하여 세멘트注入劑(cement grout)로써 位置에 定着시킨다.

14. 塗 裝

機械裝置가 아닌 全露出된 金屬部分에는 페인트 칠을 하여야 한다. 工場에서 塗裝된 金屬品을 使用할때는 最大限으로 塗裝을 損傷치 않도록 積卸, 取扱, 運搬, 架設時에 細心한 注意를 하여야 한다. 架設後, 塗裝된 表面은 完全히 淨化하여 最初塗裝이 損傷된 部分은 모든 再塗裝하여야 한다. 이 補修塗料가 完全히 마른後에 全露出部分에 對하여, 一回以上 페인트로써 다시 現場塗裝을하여

야 한다. 水中에 잠기게 될 排水門의 門扉나 其他部分 및 混凝土와 接觸하지 않는 鑄鐵物에 對하여는 工場塗裝이 되어있지 않으면 于先 워-타-스-개스타르(water-gas tar)로써 一回 칠하고 그다음 塗裝示方書에 따라서 코-르-개스 타르 coal-gas tar)를 二回 칠하거나 金屬保存페인트(metal preservative paint)를 一回以上 칠하여야 한다. 機械 表面 및 混凝土와 接觸할 金屬表面은 指示가 없는限 칠하지 말아야 한다. 鐵管欄干에는 指示된 色彩의 오일 페인트(oil paint) 또는 에나멜로써 一回以上 칠하여야 한다. 大概의 境遇, 鐵管欄干은 于先 녹(鏽), 鏽皮(scale) 및 附着油를 깨끗히 씻어내고 赤鉛(red lead)으로써 一回의 基礎칠을 加한後 工事監督官이 指示하는 色彩의 오일 페인트나 에나멜로써 二回の 塗裝을 하여야 한다. 모든 塗裝은 熟練工에 依하여 良心的으로 實施되어야 하며 한번 칠한것이 完全히 마른 後에 다음 칠을 하여야 한다. (筆者; 水聯事業部勤務)

龍亭堤 (明岩堤水利組合) 縮切計劃에 있어서의 堤塘의 洪水調節限界高 決定에 對하여

金 哲 基

(1) 緒 言

本堤塘은 錦江支流 無心川의 支川溪谷 忠北 靑原郡 四州面 龍亭里에 位置하고 있으며 灌溉面積 80町步 流域은 直接流域 128町步 間接流域 58町步 都合 186町步인 極히 小規模의 貯水池라 하겠다. 即 林相은 良好한 便이나 直接流域 間接流域을 合한 全流域이 灌溉面積의 約2.3倍밖에 되지 않는 貯水池라고 볼수 있다.

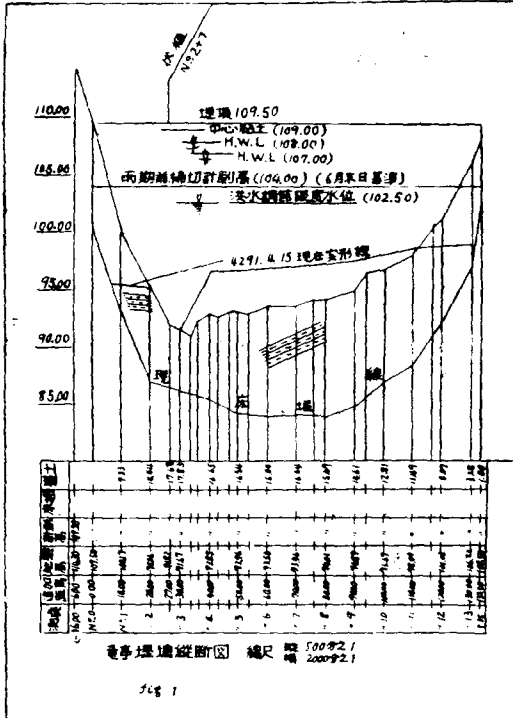
然이나 既히 施工完了한 伏樋이 1.02m²인 比較的 큰 斷面을 가진데 對하여 直接流域은 128町步에 不過함으로 닥쳐오는 洪水期에 餘水吐 放水路에 依하지 않고라도 堤塘높이를 어느 限度까지 높이던 伏樋만으로 充分히 洪水량을 排除할수 있는 可能性이 었보이며 本地區에 關한 洪水調節 公式를 誘導하여 縮切計劃 限界高를 算出시켜 하는

것이다.

그런데 資金 勞力關係는 姑捨하고 一般的으로 土堰堤 縮切施行에 있어서는 堤塘의 縮切部 以外는 거의 施工完了한 狀態이어야함은 勿論 餘水吐 放水路의 床堀도 完了하였거나 또는 적어도 雨季前에 充分히 完了할수있는 可能性이 있어야 하는 것이나 本地區(檀紀 4289年 12월에 着工)는 檀紀 4291年 4月 15日 現在(縮切計劃基準年月日)의 實形高로 보아서 이와 正反對인 條件 即 堤塘의 縮切部 以外에 對하여 施工한 것으로는 床堀完了와 함께 粘土填充 및 盛土作業進歩이 堤塘全長에 對하여 地盤線上 若干의 높이까지 다다렸을뿐 餘水吐 放水路의 床堀亦是 雨季前에 到底히 完了할수 없음에도 不拘하고 縮切作業을 施行한 點에 本地區 縮切計劃의 特徵이 있다고 하겠다. (fig 1 參照)

(II) 本地區 洪水調節 公式의 誘導에 있어서 考慮하여야 할 諸條件

- a. 全流域中 直接流域만의 面積은 比較的 작은 데 對하여 伏樋 設計斷面이 比較的 크다는 點
- b. 締切後도 恒常流入水量을 伏樋에 依하여 排除하는 故로 貯水池內는 恒常 空虛의 狀態에 있다는 點



c. 直接流域이 작음으로 流路延長도 짧아 洪水量의 貯水池 까지의 流達時間이 微少함으로 無視한 點 (後述 (三)의 2 參照)

d. 雨季까지 餘水吐 放水路의 床堀이 完了할 수 있는 可能性이 없다하더라도 伏樋만에 依하여 洪水調節코져 한 點

e. 締切部 以外에 對하여 堤頂까지 盛土作業이 完了하지 못하였으나 堤塘延長(137.5 m)이 짧은 便임으로 殘餘盛土量과 粘土量도 比較的 少量인 關係로 現在使用中인 機械力(Bulldozer 및 Scraper Dump truck)에 依하여도 雨季前에 殘餘盛土 作業과 粘土作業을 完成할수있는 可能性이 있다는點

(III) 洪水被害를 除去할수 있는 堤塘의 安全限界高의 決定 (雨季前施工計劃線)

a. 截斷 直圓錐形(漏斗狀)으로 본 貯水池 fig 2와 같은 不規則 形狀의 等高線에 依한 貯水池를 便宜上 規則的 形狀으로된 近似的인 幾何 양과 부피를 가진 截斷 直圓錐形으로 變形시킨 것이다. 即 fig 2에서 各等高線을 圓形으로 變形하고 第一表에서 보는바와 같이 이들의 半徑을 求하여 fig 3과 같은 截斷 直圓錐形으로 變形코져 한다.

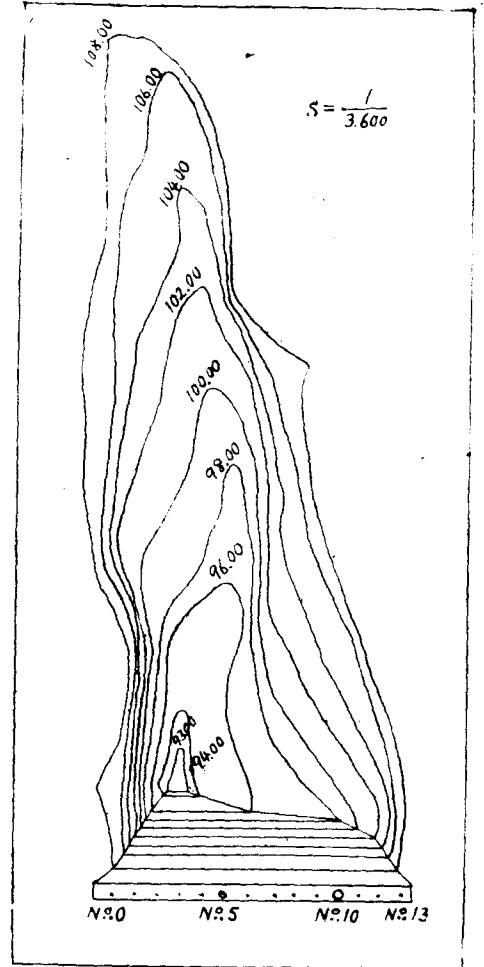


fig 2 貯水池平面 Contour

다음 第一表中의 標高를 y軸에 plot 하고 半徑을 x軸에 plot 하여 座標 x, y를 fig 3에 表示하였는데 y座標에 對하여는 1/500 x座標에 對하여는 1/1000의 縮尺을 使用하였다.

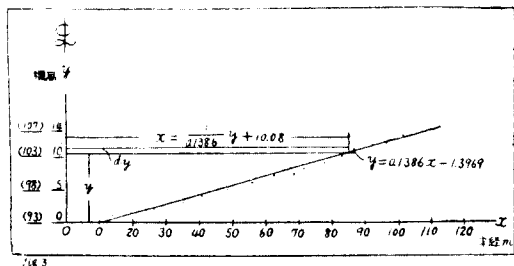
fig 3과 第一表에서 各點의 座標를 가장 近似하게 滿足시킬수 있는 方程式을 直線形 回歸線으로 假定하여 最小自乘法에 依하여 算出하면 다음

第 一 表

標 高	累 計 內 容 積 面	積 面	積/π	半 徑	座 標(x·y)	備 考
93 m	— m ³	59.98 m ²	19.09 m ²	4.37 m	4.37, 0	標高를 y座標
94	333.24	606.51	193.06	13.89	13.89, 1	半徑을 x座標
95	1,722.89	2,172.79	691.62	26.30	26.30, 2	로합. 標高93
96	4,752.13	3,865.70	1,230.48	35.08	35.08, 3	을 始點으로
97	9,297.66	5,225.36	1,663.28	40.78	40.78, 4	하여 y=0 94
98	15,626.08	7,411.48	2,359.14	48.57	48.57, 5	는 y=1 95는
99	24,257.25	9,850.87	3,135.62	56.00	56.00, 6	y=2……로定
100	35,361.14	12,356.91	3,933.32	62.72	62.72, 7	합. x의 値는
101	49,610.91	16,142.63	5,138.35	71.68	71.68, 8	半徑의 數字
102	67,159.85	18,955.26	6,033.67	77.68	77.68, 9	그대로 쓰기
103	87,474.77	21,674.58	6,899.22	83.06	83.06, 10	로 합.
104	110,375.71	24,127.30	7,679.94	87.63	87.63, 11	
105	137,075.70	29,272.68	9,317.76	96.53	96.53, 12	
106	167,861.33	32,698.59	10,280.94	101.39	101.39, 13	
107	201,859.49	35,697.74	11,593.40	106.58	106.58, 14	滿水位

과 같다.

直線의 方程式의 一般型 $y = a'x + b'$ 에 各座標를 代入하여 觀測 方程式을 만드러



- 0 = 4.37a' + b' 8 = 71.68a' + b'
- 1 = 13.89a' + b' 9 = 77.68a' + b'
- 2 = 26.30a' + b' 10 = 83.06a' + b'
- 3 = 35.08a' + b' 11 = 87.63a' + b'
- 4 = 40.78a' + b' 12 = 96.53a' + b'
- 5 = 48.57a' + b' 13 = 101.39a' + b'
- 6 = 56.00a' + b' 14 = 106.58a' + b'
- 7 = 62.72a' + b'

로되었다면

이에 對한 規準 方程式은

$$\begin{cases} 912.26a' + 15b' = 105 \\ 69,933.63a' + 912.26b' = 8,388.38 \end{cases} \text{로 된다.}$$

여기서 a', b' 를 求하면 $a' = 0.1386, b' = -1.3969$ 이며 이를 $y = a'x + b'$ 에 代入하여 求하고 저하는 x 에 對한 y 의 回歸線 即 $y = 0.1386x - 1.3969$ 를 얻으며 또 이 方程式은 直圓錐形의 母線을 決定짓는다. (fig 3 參照) 다시 이 方程式을 x 에 對하여

變形한 結果는 $x = 1/0.1386 y + 10.08$ 을 얻는다.

b. 流域에 對한 流出量 計算

1) 洪水의 流達時間 Rziha' 公式

$$t = \frac{L}{W} \quad W = 72 \left(\frac{H}{L} \right)^{0.6} \text{ km/hr}$$

$$W = 72 \left(\frac{0.03}{1.3} \right)^{0.6} = 72 \times 0.10423 = 7.5046 \text{ km/hr}$$

t ……流達時間(hr)

L ……流路延長 1.3 km

W ……傳播速度 km/hr

H …… L 間의 高低差(30 m = 0.03 km)

$$\therefore t = \frac{L}{W} = \frac{1.3}{7.5046} = 0.174 \text{ hr} = 11 \text{分}$$

故로 本地區에서는 洪水量이 即時 到達하는 것으로 看做함이 計劃의 安全上 좋지않을가 한다.

2) 降雨強度의 決定

確率 降雨強度 公式으로서는 Talbot 型 및 U. S.A. Cleveland 型이 있으나 여기서는 Sherman 型 公式을 使用하여 降雨 強度를 決定코져 한다. Sherman 型公式

$$r = r_0 \left(\frac{24}{t} \right)^{0.603}$$

r_0 ……最大 日雨量의 平均 降雨強度 (mm/hr)

淸州地方 最大 日雨量 360 mm

$$r_0 = 360/24 = 15 \text{ mm/hr}$$

r ……降雨 繼續時間 t 에 있어서의 確率

平均 降雨降度 (mm/hr)

t ……降雨 繼續時間 (hr)

t=1 時間型 2 時間型 3 時間型 等的 平均 降雨強度 로서 決定하면 다음과 같다.

t=1 時間型
 $r_1 = 15 \times \left(\frac{24}{1}\right)^{0.603} = 15 \times 6.8 = 102 \text{ mm/hr}$
 t=2 時間型
 $r_2 = 15 \times \left(\frac{24}{2}\right)^{0.603} = 15 \times 4.4 = 66 \text{ mm/hr}$
 t=3 時間型 $r_3 = 15 \times 3.4 = 51 \text{ mm/hr}$
 t=4 時間型 $r_4 = 15 \times 2.9 = 43.5 \text{ mm/hr}$
 t=5 時間型 $r_5 = 38.3 \text{ mm/hr}$

第 二 表

t (hr)	1	2	3	4	5	6	8	12	14
r(mm/hr)	102	66	51	43.5	38.3	34.5	28.5	22.5	15.0

3) 洪水量計算

$q = 0.2778 f.A.r$ 에서

q = 洪水量(m³/sec) f = 流出係數 0.8

A = 流域面積(km²) 1.28 km²

r = 降雨強度(mm/hr)

r₁ = 102 mm 일때

$q_1 = 0.2778 \times 0.8 \times 1.28 \times 102 = 30 \text{ m}^3/\text{sec}$

r₂ = 66mm 일때

$q_2 = 0.2778 \times 0.8 \times 1.28 \times 66 = 19 \text{ m}^3/\text{sec}$

r₃ = 51 mm 일때

$q_3 = 14.3 \text{ m}^3/\text{sec}$

r₄ = 43.5 mm 일때

$q_4 = 12 \text{ m}^3/\text{sec}$

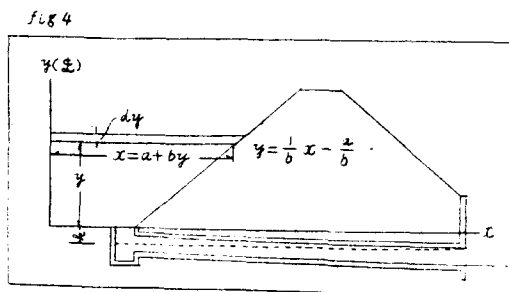
r₅ = 38.3 mm 일때

$q_5 = 10.9 \text{ m}^3/\text{sec}$

그런데 6 時間型 降雨以下에 對한 洪水量은 本地區에 對하여 試算할 餘地없이 安全함으로 算出省略함은 後述한 바와 같다.

c. 洪水調節公式의 誘導

洪水調節作用에 關하여는 主로 餘水吐溢流에 適用되는 Horton 公式 등이 있으나 本地區에서는 堤塘의 높이를 어는 限度까지 雨季前에 施工完了 하면 一部伏樋만에 依하여 排除하면서 洪水를 充分히 調節할 能力이 있을가? 하는데 着眼하여



Ekdahl의 方法을 參考하하였다. 다음 fig 4에 依하여 洪水調節公式를 誘導하면 다음과 같다.

伏樋으로부터 微小時間에 排出하는 流量을 dQ 라면 貯水池에서는 $\pi x^2 dy$ (Aidy) 만큼 貯水量이 減少하므로 $dQ = \pi x^2 dy$(1)

그런데 $x = a + by$ }
 $dQ = AVdt$ }.....(1')

(1')를 (1)에 代入하면

$AVdt = \pi(a + by)^2 dy$(2)

그런데 洪水量 q를 伏樋단으로는 全量 排除할 수 없다면 微小時間에 貯溜하는 量은 $(q - AV)dt$ 임으로 이 瞬間에 上昇한 水位는

$dy = \frac{(q - AV)dt}{\pi x^2} = \frac{(q - AV)}{\pi(a + by)^2} dt$... (3)

故로 $dt = \frac{\pi(a + by)^2}{q - AV} dy$

$t = \int \frac{\pi(a + by)^2}{q - AV} dy + C'$ (4)

이 때 伏樋은 潛管의 機能을 가지게 됨으로

$A'V = A' \sqrt{\frac{2g(k + y)}{1 + f_1 + f_2 \frac{l}{R}}} = e(k + y)^{\frac{1}{2}}$... (4')

여기서 $e = A' \sqrt{\frac{2g}{1 + f_1 + f_2 \frac{l}{R}}}$ (4'')

(4')를 (4)에 代入하면

$t = \int \frac{\pi(a + by)^2}{q - e(k + y)^{\frac{1}{2}}} dy + C'$
 $= \pi \int \frac{a^2 + 2aby + b^2y^2}{q - e(k + y)^{\frac{1}{2}}} dy + C'$ (5)

$\int \frac{a^2 + 2aby + b^2y^2}{q - e(k + y)^{\frac{1}{2}}} dy = a^2 \int \frac{1}{q - e(k + y)^{\frac{1}{2}}} dy$
 $+ 2ab \int \frac{y}{q - e(k + y)^{\frac{1}{2}}} dy$
 $+ b^2 \int \frac{y^2}{q - e(k + y)^{\frac{1}{2}}} dy$ (5')

$q - e(k + y)^{\frac{1}{2}} = \rho$(a)로 置換하면

$y = \left(\frac{q - \rho}{e}\right)^2 - k$(b)이를 微分하면

$dy = \frac{-2(q - \rho)}{e^2} d\rho$(c) (5')式에서의

$\int \frac{1}{q - e(k + y)^{\frac{1}{2}}} dy, \int \frac{y}{q - e(k + y)^{\frac{1}{2}}} dy,$
 $\int \frac{y^2}{q - e(k + y)^{\frac{1}{2}}} dy$ 에 (a) (b) (c)를 代入하

의 풀면

$$\int \frac{1}{q-e(k+y)^{\frac{1}{2}}} dy = - \int \frac{2(q-\rho)}{\rho e^2} d\rho = -\frac{2}{e^2} \left\{ \left(\frac{q}{\rho} - 1 \right) d\rho = -\frac{2}{e^2} (q \log_e \rho - \rho) \dots (51')$$

$$\int \frac{y}{q-e(k-y)^{\frac{1}{2}}} dy = -\frac{2}{e^4} \int \frac{q^3 - 3q^2\rho + 3q\rho^2 - \rho^3}{\rho} d\rho + \frac{2k}{e^2} \int \frac{q-\rho}{\rho} d\rho = -\frac{2}{e^4} \left\{ \left(\frac{q^3}{\rho} - 3q^2 + 3q\rho - \rho^2 \right) d\rho + \frac{2k}{e^2} \left\{ \left(\frac{q}{\rho} - 1 \right) d\rho = -\frac{2}{e^4} (q^3 \log_e \rho - 3q^2\rho + \frac{3}{2} q\rho^2 - \frac{\rho^3}{3^2}) + \frac{2k}{e^2} (q \log_e \rho - \rho) \dots (52')$$

$$\int \frac{y^2}{q-e(k+y)^{\frac{1}{2}}} y dy = \int \frac{\left(\frac{q-\rho}{e} \right)^4 - 2k \left(\frac{q-\rho}{e} \right)^2 + k^2}{\rho} \cdot \frac{-2(q-\rho)}{\rho^2} d\rho = - \int \frac{2(q-\rho)^5}{\rho e^6} d\rho + \int \frac{4k(q-\rho)^3}{\rho e^4} d\rho - \int \frac{2k^2(q-\rho)}{\rho e^2} d\rho = -\frac{2}{e^6} (q e^5 \log_e \rho - 5q^4\rho + 5q^3\rho^2 - \frac{10}{3} q^2\rho^3 + \frac{5}{4} q\rho^4 - \frac{\rho^5}{5}) + \frac{4k}{e^4} (q^3 \log_e \rho - 3q^2\rho + \frac{3}{2} q\rho^2 - \frac{\rho^3}{3}) - \frac{2k^2}{e^2} (q \log_e \rho - \rho) \dots (53')$$

(51') (52') (53')를 (5')에 代入하면

$$\int \frac{a^2 + 2aby + b^2y^2}{q-e(k+y)^{\frac{1}{2}}} dy = \frac{-2a^2}{e^2} (q \log_e \rho - \rho) - \frac{4ab}{e^4} (q^3 \log_e \rho - 3q^2\rho + \frac{3}{2} q\rho^2 - \frac{\rho^3}{3}) + \frac{4abk}{e^2} (q \log_e \rho - \rho) - \frac{2b^2}{e^6} (q^5 \log_e \rho - 5q^4\rho + 5q^3\rho^2 - \frac{10}{3} q^2\rho^3 + \frac{5}{4} q\rho^4 - \frac{\rho^5}{5}) + \frac{4kb^2}{e^4} (q^3 \log_e \rho - 3q^2\rho + \frac{3}{2} q\rho^2 - \frac{\rho^3}{3}) - \frac{2b^2k^2}{e^2} (q \log_e \rho - \rho) = \frac{2(a^2qe^4 + 2abq^3e^2 + b^2q^5 - 2kabe^4q - 2kb^2e^2q^3 + k^2b^2e^4q)}{e^6} \times \log_e \rho + \frac{2(a^2e^4 + 6abq^2e^2 + 5b^2q^4 - 2kabe^4 - 6kb^2q^2e^2 + k^2b^2e^4)}{e^6} \rho - \frac{2(3abqe^2 + 5b^2q^3 - 3kb^2e^2q)}{e^6} \rho^2 + \frac{2(2abe^2 + 10b^2q^2 + 2kb^2e^2)}{3e^6} \rho^3$$

$$- \frac{5b^2q}{2e^6} \rho^4 + \frac{2b^2}{5e^6} \rho^5 \dots (5'')$$

$$A = \frac{-2(a^2qe^4 + 2abq^3e^2 + b^2q^5 - 2kabe^4q - 2kb^2e^2q^3 + k^2b^2e^4q)}{e^6}$$

$$B = \frac{2(a^2e^4 + 6abq^2e^2 + 5b^2q^4 - 2kabe^4 - 6kb^2q^2e^2 + k^2b^2e^4)}{e^6}$$

$$C = \frac{-2(3abqe^2 + 5b^2q^3 - 3kb^2e^2q)}{e^6}$$

$$D = \frac{2(2abe^2 + 10b^2q^2 - 2kb^2e^2)}{3e^6}$$

$$E = -\frac{5b^2q}{2e^6} \quad F = \frac{2b^2}{5e^6}$$

(d)

여기서 a, b, ... (1')式的 x = a + by 에 依함

q, ... 洪水量 m³/sec

$$\rho, \dots A' \sqrt{\frac{2g}{1 + f_1 + f_2 \frac{l}{R}}}$$

A', ... 伏樋 斷面積(m²)

g, ... 重力加速度 9.8 m/sec²

f₁, ... 入口損失係數

$$f_2 = a' \left(1 + \frac{b'}{R} \right), \dots \text{摩擦損失係數}$$

l, ... 伏樋기리 (m), R, ... 徑深

k, ... 貯水池 最低地盤 標高와 伏樋流出部 頂端標高와의 差(m)

$$\int \frac{a^2 + 2aby + b^2y^2}{q-e(k+y)^{\frac{1}{2}}} dy = A \log_e \rho + B\rho + C\rho^2 + D\rho^3 + E\rho^4 + F\rho^5 \dots (5''')$$

(5''')를 (5)에 代入하면

$$t = \pi(A \log_e \rho + B\rho + C\rho^2 + D\rho^3 + E\rho^4 + F\rho^5) + C' \dots (6)$$

洪水量 q 가 貯水池에 流入하는 瞬間부터 一部는 貯溜되기 始作함으로 이 貯溜되는 始發時刻 t=0 일때 y=0 라는 境界條件에 依하여 積分常數 C' 를 求한다면 다음과 같다. y=0 라면

(a)에 依하여

$$\rho_{y=0} = q - ek^{\frac{1}{2}} = \lambda \dots (7)$$

(7)를 (6)에 代入하고 t=0 라면

$$C' = -\pi(A \log_e \lambda + B\lambda + C\lambda^2 + D\lambda^3 + E\lambda^4 + F\lambda^5) \dots (8)$$

이 (8)를 (6)에 代入하면

$$t = \pi((A \log_e \rho + B\rho + C\rho^2 + D\rho^3 + E\rho^4 + F\rho^5)$$

$$-(A \log_e \lambda + B \lambda + C \lambda^2 + D \lambda^3 + E \lambda^4 + F \lambda^5) \dots (9)$$

로 된다. 이 (9)式을 伏樋에 依한 洪水調節 公式
으로 부르고저 한다. 이 (9)式을 使用하려면 (a)
(b) (d) (7) 및 (8)式을 運用함으로써 解決된다.

b. 本堤塘의 洪水調節 限界高의 算出

本地區에 附與된 諸條件에 依하여 다음과 같이
洪水調節 限界高를 算出코저 한다. (b)式中의 a.
b. q. e. k의 算出

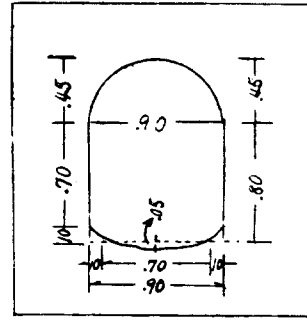


fig 5

fig 3과 (1')式에 依하여

$$x = a + by = 10.08 + \frac{1}{0.1386} y$$

故로 $a = 10.08$ $b = \frac{1}{0.1386} \dots (7)$

洪水量 q를 1時間 2時間 3時間 4時間 및 5時
間型으로 區分하면 (■) b. 3)에 依하여

$$q_1 = 30m^3/s, \quad q_2 = 19m^3/s, \quad q_3 = 14.3m^3/s$$

$$q_4 = 12m^3/s, \quad q_5 = 10.9m^3/s \dots (L)$$

(4'')에 依하여

$$e = A' \sqrt{\frac{2g}{1 + f_1 + f_2 \frac{l}{R}}} = 1.05 \sqrt{\frac{19.8}{1 + 0.5 + 1.08}}$$

$$\approx 2.91 \dots (C)$$

$$A' = (0.8 \times 0.9 - 0.1^2) + \frac{\pi \cdot 0.45^2}{2} + \frac{2}{3} \times 0.05$$

$$\times 0.7 = 1.05 m^2$$

$$P = \frac{\pi \cdot 0.9}{2} + 2(0.7 + 0.14) + 0.71 = 3.80 m$$

$$R = \frac{1.05}{3.8} = 0.276, \quad f_1 = 0.5, \quad l = 85 m$$

$$f_2 = 0.00316 \left(1 + \frac{0.0305}{0.276} \right) = 0.00351$$

$$f_2 \frac{l}{R} = 0.00351 \times \frac{85}{0.276} = 1.08$$

$$k = 93.00 (\text{貯水池 最低地盤 標高}) - 91.50$$

$$(\text{伏樋流出部 頂端標高}) = 1.50 m \dots (D)$$

다음 (7)(L)(C)(D)를 (d)式에 代入하여 A,
B, C, D, E, F의 값을 第三表에 나타내겠다.

第 三 表

洪水量	$q_1=30m^3/sec$	$q_2=19m^3/s$	$q_3=14.3m^3/s$	$q_4=12m^3/s$	$q_5=10.9m^3/s$
係數					
A	-4,158,226.34	- 422,485.69	- 101,992.17	- 42,148.01	- 25,994.57
B	+ 693,575.07	+ 111,395.67	+ 35,757.78	+ 17,647.21	+ 11,994.57
C	- 23,132.61	- 5,871.44	- 2,504.9333	- 1,475.969	- 1,105.2927
D	+ 514.257	+ 206.215	+ 116.9166	+ 82.1975	+ 67.8012
E	- 6.4294	- 4.0719	- 3.06685	- 2.57178	- 2.33604
F	+ 00.03429	+ 0.03429	+ 0.03429	+ 0.03429	+ 0.03429

그리고 (7)式과 (L)(C)(D)에 依하여 α 의 값을 求하면 第四表와 같다.

第 四 表

洪水量	$q_1=30m^3/s$	$q_2=19m^3/s$	$q_3=14.3m^3/s$	$q_4=12m^3/s$	$q_5=10.9m^3/s$
λ					
$\log_e \lambda$	3.2748781	2.73696155	2.37397513	2.132982198	1.99333893
λ	26.44	15.44	10.74	8.44	7.34
λ^2	699.07	238.3936	115.3476	71.2336	53.8756
λ^3	18,483.51	3,680.797	1,238.833	601.212	395.447
λ^4	488,703.90	56,831.51	13,305.07	5,074.22	2,902.58
λ^5	12,921.331	877,478	142,896	42,826	21,305
備 考	$C_1' = 4,644,599.29\pi$	$C_2' = 278,379.61 \pi$	$C_3' = 40,058.50 \pi$	$C_4' = 8,260.30 \pi$	$C_5' = 2,562.20 \pi$

第三表 및 第四表의 各값을 (9)式에 代入하여 整理하면 다음과 같은 各 洪水量別 方程式을 얻는다.

$$\begin{aligned}
 q_1 &= 30 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ 일 때} \\
 t_1 &= \pi(-4,158,226.34 \log_{10} \rho_1 \\
 &+ 693,575.07 \rho_1 - 23,132.61 \rho_1^2 + 541,257 \rho_1^3 \\
 &- 6.4294 \rho_1^4 + 0.03429 \rho_1^5 + 4,644,599.29) \\
 &= \pi(-9,574,669.97 \log_{10} \rho_1 + 693,575.07 \rho_1 \\
 &- 23,132.61 \rho_1^2 + 541,257 \rho_1^3 - 6.4294 \rho_1^4 \\
 &+ 0.03429 \rho_1^5 + 4,644,599.29) \dots\dots\dots(\text{口})
 \end{aligned}$$

같은 方法으로 $q_2 = 19 \text{ m}^3/\text{sec}$ 일 때

$$\begin{aligned}
 t_2 &= \pi(-972,809.25 \log_{10} \rho_2 + 111,395.67 \rho_2 \\
 &- 5,871.44 \rho_2^2 + 206,215 \rho_2^3 - 4,0719 \rho_2^4 \\
 &+ 0.03429 \rho_2^5 + 278,379.61) \dots\dots\dots(\text{ハ})
 \end{aligned}$$

$q_3 = 14.3 \text{ m}^3/\text{sec}$ 일 때

$$\begin{aligned}
 t_3 &= \pi(-234,845.65 \log_{10} \rho_3 + 35,757.78 \rho_3 \\
 &- 2,504.9333 \rho_3^2 + 116.9166 \rho_3^3 - 3.06685 \rho_3^4 \\
 &+ 0.03429 \rho_3^5 + 40,058.50) \dots\dots\dots(\text{入})
 \end{aligned}$$

$q_4 = 12 \text{ m}^3/\text{sec}$ 일 때

$$\begin{aligned}
 t_4 &= \pi(-97,049.37 \log_{10} \rho_4 + 17,647.21 \rho_4 \\
 &- 1,475.969 \rho_4^2 + 82,1975 \rho_4^3 - 2,57178 \rho_4^4 \\
 &+ 0.03429 \rho_4^5 + 8,260.30) \dots\dots\dots(\text{〇})
 \end{aligned}$$

$q_5 = 10.9 \text{ m}^3/\text{sec}$ 일 때

$$\begin{aligned}
 t_5 &= \pi(-59,854.50 \log_{10} \rho_5 + 11,994.57 \rho_5 \\
 &- 1,105.2927 \rho_5^2 + 67,8012 \rho_5^3 - 2,33604 \rho_5^4 \\
 &+ 0.3429 \rho_5^5 + 2,562.20) \dots\dots\dots(\text{ズ})
 \end{aligned}$$

$q_1 = 30 \text{ m}^3/\text{sec}$ 일 때 即 (口)式에 $t_1 = 1 \text{ 時間} = 3600 \text{ sec}$ 를 代入하여 整理하면

$$\begin{aligned}
 \log_{10} \rho_1 &= \frac{693,575.07 \rho_1 - 23,132.61 \rho_1^2}{9,574,669.97} \\
 &+ \frac{541,257 \rho_1^3 - 6.4294 \rho_1^4 + 0.03429 \rho_1^5}{9,574,669.97} \\
 &+ 4,643,453.40 \text{ 로 되는데}
 \end{aligned}$$

$\rho = 20$ 으르 假定하여 上式에 代入하여 運算하니

$$\begin{aligned}
 \log_{10} \rho_1 &= \frac{13,871,501.40 - 9,253,044 + 4,114,056}{9,574,669.97} \\
 &- \frac{1,028,704 + 109,728 + 4,643,453.40}{9,574,669.97} \\
 &= \frac{12,456,990.80}{9,574,669.97} = 1.30103604
 \end{aligned}$$

$$\therefore \rho_1 = 20$$

故로 ρ_1 의 數値에 對하여 또다시 假定하여 運算하지 않고서도 第一의 假定數値는 곧 上式을 滿足시키는 ρ_1 의 값이 되었다.

(b) 式에 (ㄴ)(ㄷ)(ㄹ) 및 $\rho_1 = 20$ 을 代入하여

y 의 값을 求하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 y &= \left(\frac{q_1 - \rho_1}{e} \right)^2 - k = \left(\frac{30 - 20}{2.91} \right)^2 - 1.5 \\
 &= 11.80 - 1.50 = 10.30 \text{ m} \dots\dots\dots(\text{ㄷ})
 \end{aligned}$$

即 $q_1 = 30 \text{ m}^3/\text{sec}$ 일 때 1 時間동안 伏樋으로 排除하는 一方 貯水池 水位가 10.30 m 까지 上昇함을 意味하는 것이다.

$q_2 = 19, q_3 = 14.3, q_4 = 12, q_5 = 10.9 \text{ m}^3/\text{sec}$ 일 때 即 (ハ)(入)(〇)(ズ) 式에 對하여도 같은 方法으로 上昇水位를 決定할수 있으나 計算의 繁雜을 避하기 然하여 다음과 같은 事實에 依하여 $y = 10.30 \text{ m}$ 에 對한 安全與否를 判別 코져 한다.

(5)式 (6)式 및 (9)式에서 t 와 y 는 比例하는 關係가 成立함으로 $y = y_1$ 일 때 $t = t_1$ 이 되고 $y = y_2 > y_1$ 일 때 $t = t_2 > t_1$ 이 된다면 이 때 $t = t_2 = t_1$ 即 t 를 一定하다고 生覺하고 $y = y_2 > y_1$ 를 代入할 때 (5)式에 依하여 (6)式을 檢討하면

$$\begin{aligned}
 t_{(t_2 - t_1)} &< \pi(A \log_e \rho + B \rho + C \rho^2 \\
 &+ D \rho^3 + E \rho^4 + F \rho^5) + C'
 \end{aligned}$$

로 되고 反對로 $y = y_1 = y_2$ 即 y 를 一定하다고 生覺하고 $t = t_2 > t_1$ 을 代入하면 上式은

$$\begin{aligned}
 t_{(t_2 - t_1)} &> \pi(A \log_e \rho + B \rho + C \rho^2 + D \rho^3 \\
 &+ E \rho^4 + F \rho^5) + C' \text{ 로 될 것이다.}
 \end{aligned}$$

換言하면 求하고자 하는 $y (= y_1)$ 의 값보다 큰 값을 가진 $y = y_2 (> y_1)$ 를 代入하면

$$t < \pi(A \log_e \rho + B \rho + C \rho^2 + D \rho^3 + E \rho^4 + F \rho^5) + C'$$

인 關係가 成立하고 $y = y_2 (< y_1)$ 를 代入하면 그 不等號가 바뀌어진다고 볼수있다.

故로 다음과 같은 判別式이 成立한다.

$$\begin{aligned}
 \pi(A \log_e \rho + B \rho + C \rho^2 + D \rho^3 + E \rho^4 + F \rho^5) \\
 + C' - t \leq 0 \text{ 이면} \dots\dots \text{安全}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \pi(A \log_e \rho + B \rho + C \rho^2 + D \rho^3 + E \rho^4 + F \rho^5) \\
 + C' - t < 0 \text{ 이면} \dots\dots \text{危險}
 \end{aligned}$$

다음 $y = 10.30 \text{ m}$ 일 때 (ハ)(入)(〇)(ズ) 式에 各 該當洪水量에 依한 (a) 式의 값을 代入하여 試算 判別하면 다음과 같다.

$q_2 = 19 \text{ m}^3/\text{sec}$ 일 때

$$\begin{aligned}
 \rho_2 &= q^2 - e(k + y) = 19 - 2.91 \times 11.80^{\frac{1}{2}} \\
 &= 19 - 9.99 = 9.01
 \end{aligned}$$

이 ρ_2 의 값을 (ハ) 式에 代入하고 $t = 2 \text{ 時間} = 7200 \text{ sec}$ 로하여 整理하면

$$\begin{aligned}
 -972,809.25 \log_{10} \rho_2 + 111,395.67 \rho_2 - 5,871.44 \rho_2^2 \\
 + 206,215 \rho_2^3 - 4,0719 \rho_2^4 + 0.03429 \rho_2^5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+276,087.81 = -928,765.12 + 1,033,674.99 \\
 &-476,644.08 + 150,832.39 - 26,834.67 \\
 &+ 2,036.06 + 276,087.81 = 387.38 > 0 \dots \therefore \text{安全} \\
 q_3 &= 14.3 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ 일때 } \rho_3 = 1.43 - 9.99 = 4.31 \\
 &t = 3 \text{ 時間}(= 10,800 \text{ sec}) \\
 q_4 &= 12 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ 일때 } \rho_4 = 12 - 9.99 = 2.01 \\
 &t = 4 \text{ 時間}(14,400 \text{ sec}) \\
 q_5 &= 10.9 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ 일때 } \rho_5 = 10.9 - 9.99 = 0.91 \\
 &t = 5 \text{ 時間}(18,000 \text{ sec})
 \end{aligned}$$

以上の各 ρ 및 t 의 값을 (入)(○)(ス)式에代入하여 整理하면

$$\begin{aligned}
 q_3; &-234,845.65 \log_{10} \rho_3 + 35,757.78 \rho_3 - 2,504.9333 \rho_3^2 \\
 &+ 116.9116 \rho_3^3 - 3.06685 \rho_3^4 + 0.03429 \rho_3^5 \\
 &+ 36,620.76 = 3,554.08 > 0 \quad \therefore \text{安全} \\
 q_4; &-97,049.37 \log_{10} \rho_4 + 17,647.21 \rho_4 - 1,475.969 \rho_4^2 \\
 &+ 82.1975 \rho_4^3 - 2.57178 \rho_4^4 + 0.03429 \rho_4^5 + 3,676.61 \\
 &= 4,386.08 > 0 \quad \therefore \text{安全} \\
 q_5; &-59,854.50 \log_{10} \rho_5 + 11,994.57 \rho_5 - 1,105.2927 \rho_5^2 \\
 &+ 67.8012 \rho_5^3 - 2.23604 \rho_5^4 + 0.03429 \rho_5^5 - 3,422.01 \\
 &= 9,079.43 > 0 \quad \therefore \text{安全}
 \end{aligned}$$

即 一時間型 雨量 102mm/hr 일때의 水位上昇高 $y = 10.30 \text{ m}$ 는 二時間型 三時間型 및 五時間型 雨量에 對하여 安全함을 알수있다. 그런데 $y = 10.30 \text{ m}$ 되는 點은 本 貯水池의 標高로 103.30 m 인바 이 點까지의 容量은 第一表에 依하여 $87,474.77 + (110,375.71 - 87,474.77)0.3 = 94,345.05 \text{ m}^3$ 이며 標高 104.00 m 線까지 必要한 盛土量 및 粘土量은 $55,353 \text{ m}^3$ 및 $8,842 \text{ m}^3$ 中 貯水池內로부터 가져오는 粘土量은 無視하고라도 盛土量에 依한 $30,000 \text{ m}^3$ 만큼 (盛土는 全的으로 貯水池 浸水範圍內에 依存함)은 적어도 그 容量이 增大하니가 $94,345.05 - 30,000 = 64,345.05 \text{ m}^3$ 인 容量을 가진 標高線에서 實際容量이 $94,345.05 \text{ m}^3$ 가 된다는 結論이 나온다. 그러면 第一表에 依하여 標高 102.00 m 線에서 充分하나 標高 103.

30 m 水位에서의 伏樋 排除能力보다 標高 102.00 m 水位에서의 그것이 低下하기 때문에 이 洪水調節 容量에 安全을 보기 依하여 標高 102.50 m 를 洪水調節 限界水位로 決定하고 波高 및 其他事情을 考慮하여 1.50 m 의 餘裕를 生각하여 標高 $102.50 + 1.50 = 104.00 \text{ m}$ 線을 本堤塘 縮切計劃高로 決定하였다. (fig 1 參照)

그리고 標高 102.50 m 水位에서의 伏樋의 排除能力은 $Q = e(k+y)^{\frac{1}{2}} = 2.91(1.5+9.5)^{\frac{1}{2}} = 9.65 \text{ m}^3/\text{sec}$ 가 되는바 即 34mm/hr 의 雨量(6時間型에 近似함)을 繼續的으로 排除할수 있는 結論이 나오므로 34 mm/hr 以下の 降雨量에 對하여는 檢討할 餘地없이 安全하다고 하겠다.

(IV) 結 論

以上은 本地區의 堤塘 縮切計劃에 있어서의 核心을 이룬 洪水調節作用 關係를 考察하여 왔다. 特히 本貯水池의 形狀을 最小誤差를 가진 意味에 있어서의 截斷 直圓錐形으로 假定함으로서 容易하게 誘導한 本 洪水調節公式에 依하여 本堤塘의 洪水調節 限界高를 算出하였으며 또 本公式은 (II)의 諸條件이 그 前提가 되었으므로 이와 類似한 條件下에 있는 貯水池의 縮切計劃에 있어서는 大體的으로 適用하기에 滿足할수 있으리라고 보나 이와 距離가 먼 條件下에 있는 貯水池縮切計劃에 있어서의 洪水調節作用 關係를 檢討하기에는 勿論 不適當하리라고 본다. 그러나 雨季後에는 計劃排除量이 작어짐으로 流域이 어느程度 크다 할지라도 이때의 堤塘縮切計劃에 對하여 適用할 餘地도 多分히 있지않는가? 生각된다. 以上 考察하여 온것중에 여러 가지 未備한 點에 對하여 批判을 加할 餘地가 許多히 있으리라고 본다. 先 輩諸賢의 아낌없는 批判과 敎示를 加하여 주시면 더욱 感謝하게 生각하는 바다.

(筆者; 水聯忠北支部勤務)