

# “Hind氏의 側溝式餘水吐의 計算法”

威 俊 鎬

## § 1. 序 論

우리나라 餘水吐의 大部分인 側溝式餘水吐는 棍山氏公式 卽 Wadsworth氏 公式의 變形公式을 使用하여왔으나 此公式은 水深을 一定케하고 水路勾配(水面勾配)를 一定하게 하므로써 各點의 斷面幅을 變化시키는 方法이나 이는, 急傾斜로된 우리나라 餘水吐의 側溝에 있어서 斷面幅의 過大한 增加는 往往히 巨額의 工事費를 必要케하는 例가 있으므로 이러한 地點에 있어서는 도리어 水路幅을 一定케하는 水路水深 卽 水面勾配를 變化하는 Hind氏의 運動量에 依한 公式의 利用이 工事費의 節約을 圖謀할수 있다고 生覺되므로 다음의 그 計算法을 略記하여 使用에 便宜를 圖謀하고자함. 但 公式의 誘導는 省略함.

- 參照 1. 農業水利, 狩野德太郎著  
 2. Engineer for dam Vol. I  
 3. 農業土木 Hand Book

## § 2. 基本公式

$$Q = qx \dots\dots\dots(1)$$

$$V = ax^n \dots\dots\dots(2)$$

$$y = \frac{n+1}{n} hv \dots\dots\dots(3)$$

$$y = \frac{a^2(n+1)}{2gh} x^{2n} \dots\dots\dots(4)$$

$H = a + y$ 가 最小일때의

$$hv = \frac{n}{n+1} \frac{A}{2T} \dots\dots\dots(5)$$

$$y = \frac{A}{2T} \dots\dots\dots(6)$$

記號의 說明(第一圖)

- $Q$  = 斷面을 通過하는 流量
- $q$  = 堰의 單位長의 溢流量
- $x$  = 原點부터의 距離
- $v$  = 斷面에 있어서의 流速
- $a, n$  = 任意的 假定定數
- $hv$  = 速度水頭
- $A$  = 斷面積
- $T$  = 水路斷面의 水面幅
- $y$  = 堰頂에서부터 水面降下量
- $d$  = 水深
- $H = a + y$  水路底까지의 距離

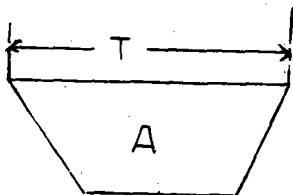
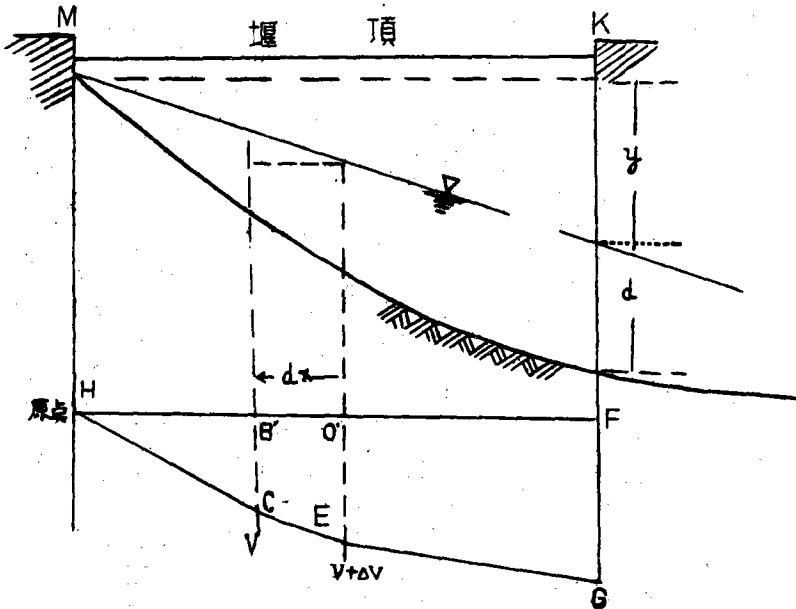
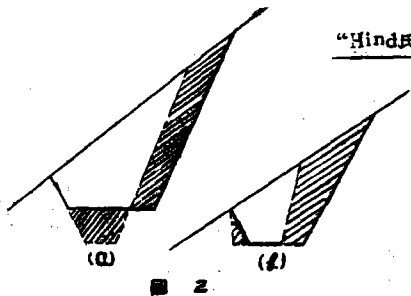


圖 1.

§ 3. 側溝의 經濟的斷面  
 餘水吐의 工費는 側溝의 斷面 堰體의 位置에 따라 큰 差異를 招來한다. 卽 이는  $a, n, d$ 의 假定과 側溝 및 堰體의 位置가 重要한 要素로 된다. 掘鑿量은 깊이가 얇고 底幅이 넓은 側溝보다 幅이 좁고 깊이가 깊은 側溝일수록 經濟的일 것이다. (第二圖 a) 故로



水路底幅은 斷面이 許容하는限 줄일것이며 最小限 掘鑿器具의 作業上 支障이 없는 程度까지 縮少시킬수 있을것이다. 側溝法은, 急하게 할수록 掘鑿量은 적게 되므로 堰體側은 堰體의 溢流曲線과 同一하게되고 (0.7~0.8) 反對地上側은 材料의安定이 許容하는 範圍內에서 急勾配르할것이다. (b) 第二圖 또한 Concrete lining 水路에 있어서는 Concrete lining 工에 多額의工費를 要하므로 濕潤周界가 가장 짧은 卽 水利上 有利한 斷面이 좋다. 以上과같은 條件에서 우리는 一般的으로 梯形斷面을 使用하고 있으나 餘水吐全體의 工費를 節約할라면 側溝末端의 斷面을 水理的 및 經濟的으로 有利한 斷面을 算出하고 그 보다 좀더 깊은 斷面이 가장有利한 結果를 나타낸다. 餘水吐 堰體의 位置는 Concrete의

量과 掘鑿量에 對한工費를 考慮하여 가장 有利한 位置를 擇함이 善운것이다. (第三圖)

§ 4. a, n.의 假定

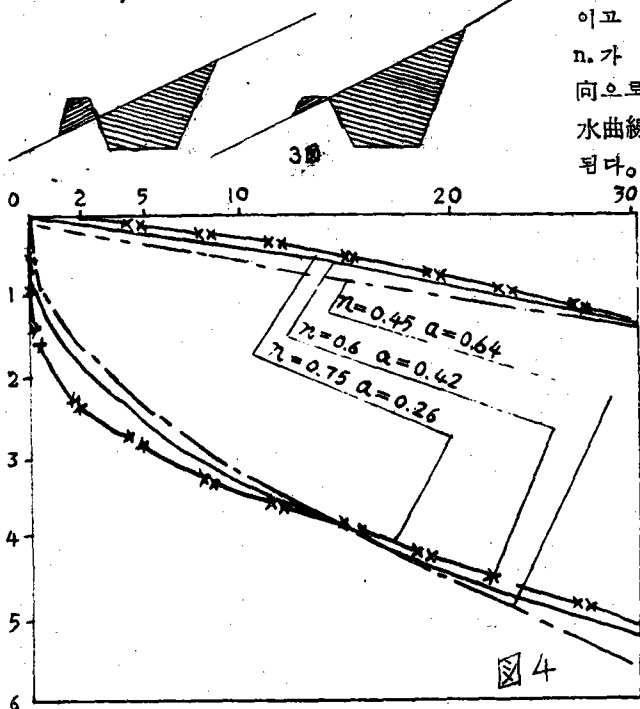
이 Hind氏의 公式을 利用함에 있어서 a, n을 假定함으로써 流速이 決定되고 同時에 水面의 縱斷面이 決定된다. 故로 此公式利用에 있어서 가장 不便한缺點이라고 할수있는 이 a, n.의 假定은 全體工事費에 미치는 影響이 크므로 여러번 a, n.의 假定을 試算하여 結果에있어 第一善은 卽 가장 工事費를 節約할수있는 a, n.를 採用해야한다. 이 a, n.에 對한 代數學的 解決이 없는點은 이公式으로 하여금 初學者의 利用을 주저케하는 原因이 되었었다. 그러나 여러번 a, n.의 假定值에 對해 試算함으로써 成功的으로 a, n.를 發見할수 있을것이다.

I. a, n.의 一般의關係

a, n.를 假定함으로써 流速斷面이 決定되고 同時에 y의 值가 決定됨으로 流水表面曲線은 決定된다. 卽 이 a, n.는 水路縱斷의 形體와 相對經濟를 考慮하여 가장 有利한 (또 經濟的인) 斷面이 될수 있는 a와 n를 假定해야 한다. 萬一  $n=0.5$ 이면 流水表面曲線은 直線이고 水路底는 下流側으로 구부러진다. 萬一 n.가 0.5보다 크면 流水表面曲線은 上流側方向으로 구부러진다. 萬一 n.가 꼭 1이면 流水曲線은 拋物線이되며 底面勾配도 拋物線이 된다. 萬一 n.가 0.5~1 사이에 있으면 底面線은 Crest 始點에서 始作한다. 萬一 n.가 1을 超過하면 底面線은 理論的으로 水路의上流끝에 있어서 限定된 깊이에 떨어진다. 餘水吐에 있어서 a, n.의 變化에 따르는 流水表面縱斷의 影響은 第四圖와 같다.

經濟的으로 가장 有利한 a, n.의 值의 選擇은 圖學上檢討를 加하는 同時에 여러번 實驗하고 經驗함으로써 發見할수있다. 一般的으로 實際利用에 있어서는 a는 n의 決定에 따라 變할수 있다. 普通 n는 0.4~0.8 程度이다.

2. a, n.의 數學的概算



Spillway Crest부터의 掘鑿量을 가장 적게 하려면 H. 卽 Crest부터 水路底面까지의 깊이가 가장 적은 條件인  $hv = \frac{n}{n+1} \frac{A}{2T}$ 를 各點에서 滿足할때이며 이때  $y = \frac{A}{2T}$ 가 된다. 다음 水深 d를 假定하여 水面幅 T와 面積 A를 求한다음 n의 어떤 值를 假定하므로써 hv를 算出하고  $hv = V/2g$ 에서 V를 求하면  $V = ax^2$ 에서 a는 決定할수가 있다. 여기서  $A \times V = Q = qx$ 가 되면 假定한 d는 正確한 것이며 萬一 크던지 적던지하면 d의 假定을 反復하여 同一하게 될때까지 試算해야 한다.

以上과 같이 n 또는 a의 어느쪽의 值가 假定되면 指定된點에 있어서 가장 經濟的인 其他의 要求된 值는 이를 方程式으로 發見할수 있다. 그러나 어디까지나 全體 餘水吐에 對해 가장 有利한 斷面이 나올수 있을때까지 計算을 反復하여 最適의 值가 發見될때까지 繼續해야 한다.

### 3. 比較經費

a. n의 여러가지 值의 變化는 直接水路의 流水表面曲線과 水路底面曲線 卽 水深을 變更케 하고 따라서 全體的인 餘水吐의 工費를 左右하게 되므로 n, a의 變化와 工事의 相關關係를 把握하여 全體的으로 가장 經濟的인 n, a의 值를 反復試算에 依해 發見하여 公式의 利用에 萬全을 期하여야 할 것이다.

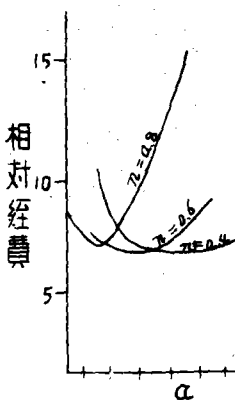


圖 5

同一한 n의 值에 對한 a의 變化에 따르는 工事費의 變化를 表示하는 曲線을 여러가지로 作成하여 各曲線中 가장 低廉한 工事費를 取할수 있는 n와 a의 值를 發見할수가 있다. (第五圖) 다음 各n의 值에 對한 各曲線의 最小值를 다시 結合함으로써 曲線을 作圖할수 있으며 最適의 值를 求할수가 있다.

## § 5. 設計順序

1. 아무런 制限이 없을때

水面의 位置分配 斷面의 形狀 底面分配等에 何等限定된 條件없이 自由로운 立場에 있을 때는 다음과 같이 斷面을 計算할수 있다.

(1) n, a를 任意로 假定함 (經濟上 有利하게)

(2) (4)式에 依해서 側溝의 水面曲線을 決定함

(3) (1)及(2)式에 依해 水路의 各點의 流速及 流量을 計算함

(4)  $A = \frac{Q}{V}$ 에서 斷面積을 算出함

(5) A에 對한 水深 d를 算出함

(6) 流水表面은 알고 있으므로 d에 따라 水路表面曲線을 算出함

2. 가장 有利한 經濟的斷面의 決定

(1) 側溝의 末端 k點의 掘鑿量이 最小가 되는 n을 假定決定함

(2) k點의 水深 d를 假定함

(3) 圖上에서 水面幅 T, 및 面積 A를 求함

(4) (5)式에서 hv를 算出함

(5)  $hv = \frac{V}{2g}$ 에서 V를 算出함

여기서  $A \times V = qx = Q$ 가 되면 d의 假定은 正確하고 萬一 差가 있으면 새로이 d를 假定하여 同一할때까지 試算함

(6) (6)式에서 y를 算出함

(7)  $H = d + y$ 式에 依하여 가장 有利한 掘鑿深을 求함

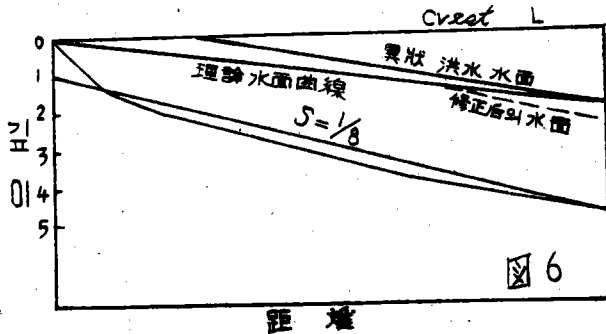
(8) a의 值는 (2)~(4)式에서 求함

(9) (2) (3) (4)式에 依해서 各點의 流速 水面降下量을 求한다. 各點의 水深은 流速을 알수있으므로 容易하게 算出할수 있다.

## § 6. 水路勾配의 修正

前述한 計算에서 得한 水路底面은 一般的으로 曲線을 이루어 實際上 施工에 支障을 招來하고 있으므로 普通 此를 直線으로 變更함이 便利하다. 底面勾配의 修正 方法으로서는 普通 側水路의 末端과 上流側에서 側水路長의  $\frac{1}{10}$ 程度의 點의 計算水路底面을 連結함이 可하다. 또한 前述한 側溝末端의 水深은 水理學的 條件보다도 工費를 가장 적게 하기 爲하여 經濟的條件에 支配되어 있으므로 一般的으로는 限界水深보다 크다. 故로

實際의 側水路內의 水流는 水理學의 基礎에 依해 修正되어야한다。이修正의 起點이 되는 點을 Control Point라 말하고 側溝의 全長에 對해 限界水深이 되는位置이다。이 Control Point를 基點으로 하여 順次的으로 上下流에 向하여 斷面을 決定 修正 해야한다。限界水深이라 함은 限界流速이 일어나는때의 水深 卽 그點의 有效水頭를 最小로하는  $h_v = \frac{A}{2T}$ 의 條件이 滿足할때의 流速과 水深을말한다。(第六圖)



§ 7. 側溝의 水路底가 直線勾配일 때의 特殊計算法

水路底面이 直線勾配 일때는 前記 一般計算法보다는 後述하는 方法을 利用함이 簡便하다。

1. 使用公式

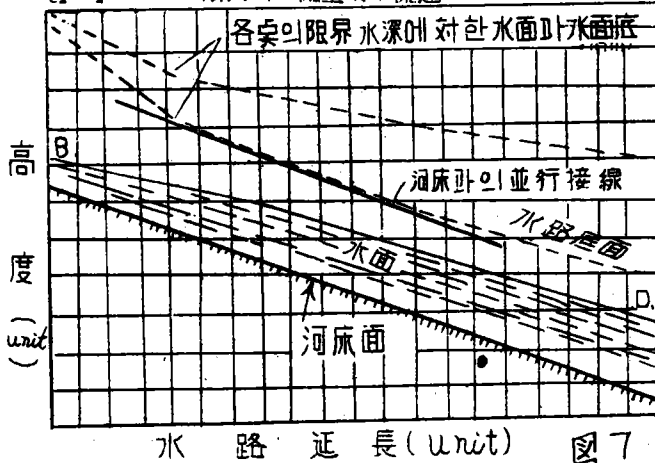
$$\Delta y = \frac{Q_1(V_1+V_2)}{g(Q_1+Q_2)} \left[ \Delta V + \frac{bV_2\Delta x}{Q_1} \right] \dots\dots(7)$$

or

$$\Delta y = \frac{Q_1(V_1+V_2)}{g(Q_1+Q_2)} \left[ \Delta V + \frac{bV_1\Delta x}{Q_2} \right] \dots\dots(8)$$

$Q_1 V_1 = B^1 C^1$  斷面의 流量 및 流速

$Q_2 V_2 = D^1 E^1$  斷面의 流量 및 流速



$\Delta y =$  巨離  $\Delta x$  區間의 水面曲線의 低下量  
 $\Delta V =$  巨離  $\Delta x$  區間의 水面流速의 變化量  
 $h =$  單位堰長의 溢流量  
 $g = 9.8$

이公式를 利用함에 있어서 優先 全堰長區間의 限界水深의 位置를 求하고 그點의 流速 水深을 알고 그點을 基點으로 하여 順次 上下流에 向하여 斷面을 決定한다。(第七圖)

2. 計算順序

(1) 水理學의 및 經濟的으로 有利한 斷面을 여러번 試算에 依하여 假定하고 此 斷面의 各種水深 d에 對한 限界水頭  $h_0 = A/2T$ ,

$$\text{限界流速 } V = \sqrt{2g hc}$$

限界流量 (A.V) 制水半徑 ( $R = \frac{A}{P}$ )를 求한다..... (A表參照)

(2) A表를 利用하여 水路의 各點(x)에 있어서의 限界流速 및 限界水深을 求함。

(3) (7)式을 利用하여 此에 必要한  $\Delta y$  卽 流下量을 求함。

(4) 此에 摩擦損失水頭  $H_f$ 를 求하여  $\Delta y$ 에 加算함  $H_f = \frac{V^2 \Delta x}{C^2 R}$   $V_c = \sqrt{R J} = C \sqrt{R \frac{H_f}{\Delta x}}$

여기서  $C=50$  程度로함。

(5)  $\Sigma y = \Sigma(\Delta y + H_f)$ 에 依해 水面曲線을그림

(6) 限界水深에 依해 底面曲線을 그림

(7) 附與된 水路底面에 並行하고 限界流速 水路의 底面曲線에 接하는 直線을 만들고 그接合點의 位置를 求한다。이點이 卽 Control Point가 된다。이點부터 上流는 常流 下流는 射流가된다。Control Point에 있어서는 實際水路의 流速과 水深이 同一하므로 이 點의 流速과 水深을 既知로하여 上流는 (7)式으로 下流는 (8)式에 依해 計算을 進行한다。 이때  $\Delta y$ 를 假定하여 算出한 結果值가  $\pm 0.01m$  程度以內이면 許容範圍內라고 볼수 있다。萬一 그以上인 境遇는 다시 計算을 反復하여 試算을 經

續하여야 한다。

§ 結 論

故로 우리는 餘水吐 側溝設計에 있어서 優先 水深을 一定하게 함이 有利한가 또는 水路巾을 一定하게 함이 有利한가를 檢討한 然後에 萬一 後者가 有利하다면 前述한 Hind氏의 公式에 依하여 가장 經濟的이고 水利學的으로 有利한 斷面을 假定하여 그에 對한 水面曲線과 水路底面曲線을 作成하고 現地에 適合한 直線水路勾配로 變更시켜 實際에 符合된 水面및水路底面을 直線으로 修正하여야 한다. 이것은 또한 既設 餘水吐에 對한 異

常洪水의 檢討에도 適用되며 異常洪水가 全 堰長에 對해 2/3 以內에서 이潛堰化하면 排除量에 큰 支障이 없으므로 安全을보아 堰體始點에서 2/3 以內로 潛堰化시키하면 可能하다고 볼 수 있다. 또한 側溝式 餘水吐에 있어서 側面에서 溢流落下하는 流水의 一部가 Vertex(渦) 또는 Bubble(泡)을 包含하므로 4~10%인 流水의 膨脹을 考慮하여 그만큼 斷面의 餘裕를보아 設計하면 安全하다고 할 수 있다. (筆者, 水聯事業部勤務)

美國의 農地保存事業에 對하여

金 學 榮

I 美國의 農業 및 農地保全事業에 對한 概觀

美國의 廣大한 地에 或에 걸친 農業의 特色은 氣候, 雨量, 土地의 自然條件 人種 및 宗教의 影響으로 各種各색의 營農型態를 나타내며 世界各地에서 集結된 民族의 歷史의 事實로서 剛健한 美國農家의 自立性을 造成하였다 이 多種多樣의 民族의 背景은 새로운 文化發展에 貢獻한바 至大하다 現在 이나라의 上記한 地域 및 其他 여러가지 條件으로 構成된 農業의 形態를 大體의 으로 列記하여보면 다음과 같다.

北 部—共同的 · 南 部—階級的  
 地域... 大西洋—保守的 · 太平洋—進步的  
 沿 岸 沿 岸

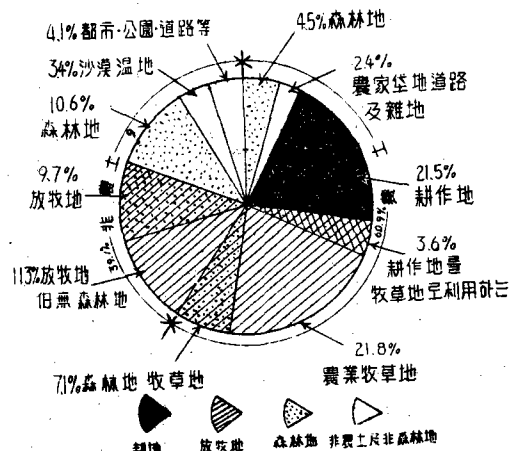
人種.....白 人—組織的 · 黑 人—未組織的 (멕시코人包含)

宗教.....舊 教—集權的 · 新 教—分權的  
 農民의 數는

總人口 約 1億6千萬名中 14%에 該當하는 2,400萬名이 된다. (1954年 調查)

美國의 主要土地利用을 圖示하면은 다음과 같다.

美國의 主要土地利用 1950年  
 美總土地面積(7億7千萬 Hectares)



그러면 다음에 農業經營의 規模와 經營者의 數를 圖示하면 다음과 같다.

農業規模 (農土) 1950年

