

圖를 平板에 依하여 地形測量을 細密히 하여야 한다.

平面圖에는 正確한 等高線을 넣고 各 測線을 明示한다 地質關係는 手掘 또는 Boring에 依하여 徹底하게 調査하여야 한다 閘門附近 地形圖는 1/600~1/1,200縮尺으로 依成할 것이며 等高線은 閘門 床掘計算의 基礎가 되는 境遇도 있으므로 高低差 0.50~1.00m 間隔으로 詳細하게 圖示하여야 한다.

11. 其他 調査

- 干拓地區內 瀉土의 鹽分濃度를 調査할것
- 防潮堤 築造用 土取場의 場所 및 土砂埋藏量을 詳細히 調査할것
- 防潮堤 築造用 石材의 採取場所及 埋藏量
- 各 構造物用 砂 砂利의 採取場所 埋藏量 및 運搬方法
- 干拓事業 豫定地區 附近의 交通狀況

f. 干拓事業 地區內에 製鹽業 鑛業權 漁業權 港灣施設 및 其他 既得權益이 存在할때 此에對한 現況을 細密히 調査할것.

g. 干拓事業 豫定地 附近의 農業狀況

h. 干拓事業 豫定地 附近의 氣象狀況.

12. 結 論

以上으로써 干拓事業 豫定地區의 調査測量要領을 略記하고 設計 및 施工에 關하여는 다음 機會로 미룬다. 우리나라의 干拓事業은 一般 土地改良 事業에 比하여 前途 有望한바 있으며 이에對한 吾等 技術陣의 活動도 期待되는바 크다 上述한 바와 如히 干拓事業은 多額의 工事費와 勞力 및 工期가 所要되므로 此에 對한 調査 및 設計 施工에 關하여 좀더 研究하고 徹底를 期하여야 할 것이며 調査測量의 粗漏 및 不備로 因하여 事業施行의 支障을 招來하는 일이 없기를 바란다.

(筆者, 水聯第一 調査係長)

溢流堰下流의 水平鎮水池 設計에對하여

趙 鏞 七

1. 緒 言

鎮水池(靜水池)의 目的은 溢流堰에서 流下한 高速射流가 가지는 勢力(energy)을 最短距離에서 減勢시키어 (運動energy→渦energy→熱energy로 最大限變換) 下流河床의 洗掘을 防止하며 따라서 本堰堤 構造物을 保護하자는 것이다.

이의 減勢方法은 自然下流水位와 跳水水位에 따라 여러가지 方法이 있으며 그中에 經濟的인 水叩(apron)型態를 選擇하여야 할 것이다.

2. 跳水水位와 自然下流水位와의 相互關係에 따라 適應할 水叩의 型式

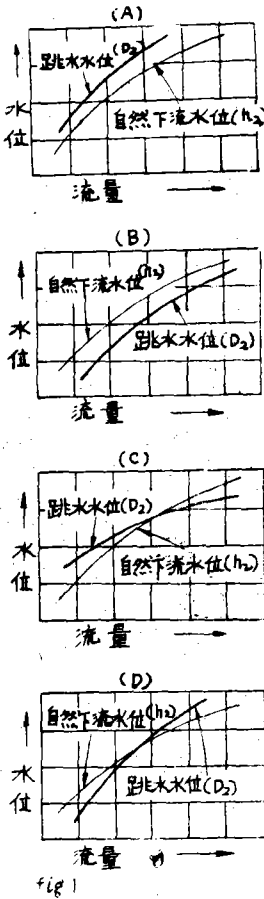
a. 跳水水位와 自然下流水位와의 關係

自然下流水位·流量曲線과 跳水水位曲線이 符合되는것은 매우 드문것이며 跳水水位曲線이 自

然下流水位·流量曲線의 上, 下, 또는 相互交叉되는 다음 네가지 境遇를 생각 할수있다.

(圖1 參照)

- 跳水水位 (D_2)가 恒時 自然下流水位 (h_2)보다 높을境遇 $D_2 > h_2$ (圖 1-A)
- 跳水水位 (D_2)가 恒時 自然下流水位 (h_2)보다 낮을境遇 $D_2 < h_2$ (圖 1-B)
- 流量이 어느 一定量보다 적을때는 跳水水位 (D_2)가 自然下流水位 (h_2)보다 높으나 ($D_2 < h_2$) 流量이 어느 一定量보다 많아짐에 따라 跳水水位 (D_2)가 自然下流水位 (h_2)보다 낮아지는境遇 ($D_2 < h_2$) (圖 1-C)
- 流量이 어느 一定量보다 적을때는 跳水水位 (D_2)가 自然下流水位 (h_2)보다 낮으나 ($D_2 < h_2$) 流量이 많아짐에 따라 跳水水位 (D_2)가 自然下流水位 (h_2)보다 높아질境遇 ($D_2 < h_2$)



(圖 1-D)

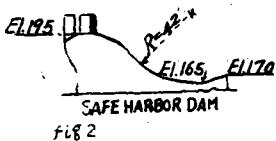
以上 네가지 條件은 水叩構造型式에 크게 影響하여 그의 適應性을 略述하면 다음과 같다.

b. 水叩의 適應型式

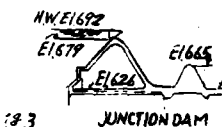
1. 跳水水位曲線 A의 境遇

跳水水位가 恒時 自然下流水位 보다 높을 境遇 ($D_2 > h_2$)에는 堤趾附近에서 跳水作用을 하지 않고 高速流로 下流河床을 洗掘하는 것이다. 急流河川에 堰堤를 設置할 境遇 또는 河床이 硬固한 岩盤으로 되어있어 洗掘에 耐할수 있을때 가끔 있는 것이다. 이境遇에 適應되는 水叩型式은 (1) 逆傾斜水叩法 (2) bucket式水叩法 (3) 副堰堤法 (4) 水叩面低下法 (5) 傾斜水叩法等이다.

逆傾斜水叩 또는 bucket式水叩은 高速射流가 堤趾의 仰曲線부터 崩壞의 危險이 없을 程度의 距離로 放射하여 河床및 水面上을 衝擊하므로써 勢力(energy)은 消散되는 것이다. 이型式은 (圖 2) Safe Harbor Dam 같은 것이다.



副堰堤法은 跳水作用에 不足한 自然下流水位를 主堰堤下流의 適當한 地點에 얇은 堰堤 即 副堰堤를 築造하여 流量의 多少를 莫論하고 跳水作用에 符合한 水深을 附與 하자는 것이며 圖3의 Junction Dam과 같다. 우리 한국의 全北水利組合 大雅池가 이것에 屬한다.



水叩面低下法은 自然下流水位가 跳水水位에 適合

하도록 河床을 掘下하는 것이며 圖4의 Wheeler Dam과 같은 것이다.

傾斜水叩法은 溢流한 高速水流가 傾斜水叩床을 跳水深에 알맞은 水位까지 流下하여 跳水作用을 한다. 그러므로 어떤 流量에 對하여도 効果的인 跳水作用을 할수 있는 것이 特徵이다. 이 傾斜水叩法에 對하여는 다음 機會에 詳述하기로 하고 圖5와 같은 것이다.

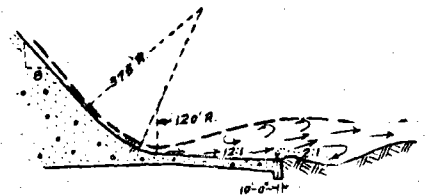
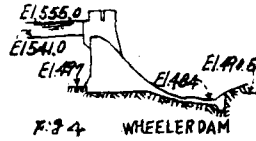


圖 5 傾斜水叩 (SLOPING APRON)

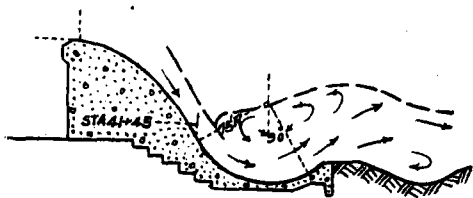
2. 跳水水位曲線 B의 境遇

堰堤築造地盤이 相當이 얇을 때 自然下流水位가 跳水水位보다 높을 境遇다. 이境遇에 適應되는 水叩型式은 다음과 같다.

- (1) 末端返上水叩
- (2) 傾斜水叩 (Sloping apron)
- (3) 凹底水叩 (Roller bucket)
- (4) 隙間凹底水叩 (Slotted bucket)

溢流面下流가 從來와같은 枯息的인 Ogee Curve로서만 된 水叩은 溢流水가 下流河床面을 相當한 距離에 不完全한 跳水作用으로서 高速潛流하여 河床을 洗掘하는 것이다. 跳水水位와 自然下流水位가 더 接近되면 될수록 高速潛流의 長이는 短縮된다. 故로 水叩末端部를 返上시키어 跳水를 이 르키는 것이다.

凹底水叩은 圖6과 같은 것이며 이의 代表的인 것 은 美國 Grand Coulee Dam (圖7)의 것이다. 이型式의 水理現象은 bucket曲線으로 因하여 水表面에 回轉渦가 發生하여 그 一部는 反轉하여 나머지는 河床面에 直突하지 않고서 回轉流下하는 것이다. 이 回轉渦流는 bucket 直下流部의 河床面을 卷上하여 그面이 콘크리트 일때는 磨削을 當하여 河床을 洗掘 하므로 跳水深에 알맞은 水深을 附與하여야 할 것이다. 下流水深이 너무 얇을 때는 물은 bucket에 充滿하지 않고서 一種의 放



F.2.6 凹底水叩 (ROLLER BUCKET)

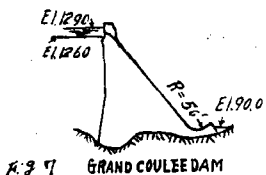
射式水叩 型態를 나타내며 下流水面에 放射된다.

隙間凹底水叩(slotted bucket) (圖8)는 凹底水叩를 修正한 것으로

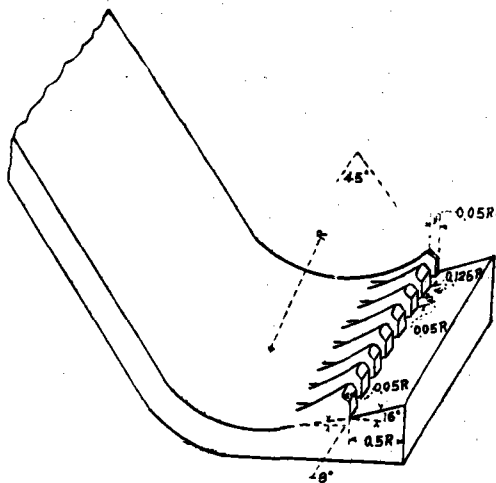
서 隙間된 闕과 그 下流部에 짧은 水叩를 가지고 있다. 이 水理現象은 凹底水叩와 같은 水表面의 激甚한 渦流과 河底面에 發生하는 底面渦를 排除하기 위한 것이며 噴流(jet)를 擴散시키어 그目的을 達하는 것이다. 凹底水叩은 水平鎮水池에 設計되는 水深보다 若干 깊은 水深에 適用되나 隙間凹底水叩은 이範圍보다 廣範圍한 下底水深에 適用될 수있다. 隙間凹底水叩의 下流部流腔은 水流는 水平에서 16°仰角로되어 있으며 이것은 下流水叩에 噴流가 直擊하기 前에 擴散을 目的으로 하여 底面渦를 減하기 위한것이다. 隙間凹底水叩의 隙間과 下流水叩의 “치수”를 bucket의 半徑R에 對하여 規定하였다.

3. 跳水水位曲線 C의 境遇

小流量時는 自然下流水位가 跳水水位보다 小



F.2.7 GRAND COULEE DAM



F.2.8 隙間凹底水叩 (Slotted bucket)

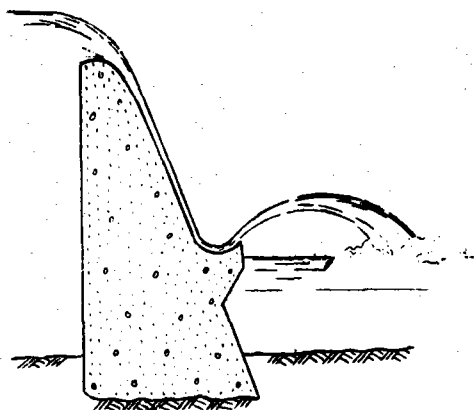
나 大流量時는 跳水水位에 餘裕가 있게되는 境遇인바 이것이 大部分의 境遇라 할것이다. 이것에 適應되는 水叩法은 (1) 副堰堤法 (2) 水叩面低下法 (3) 傾斜水叩法 等이다.

自然下流水位가 不足할 境遇의 副堰堤法은 大, 小流量에 對하여 跳水水位에 充分한 높이를 가진 堰堤라야하며 水叩面低下法 亦是 跳水水位를 附與하는 깊이를 掘下하여야 한다.

萬若 流速이 過히 크지 않을時는 baffle pier 또는 end sill을 設置하면 有效한 境遇가 많으며 이範圍는 農士第一卷 第一號 減勢工設計에 詳論 하였다.

4. 跳水水位曲線 D의 境遇

自然下流水位가 小流量일 境遇에는 跳水水位에 充分하며 大流量일 때는 不足할 境遇라 이것 亦



F.2.9 放射式水叩 (Flip bucket)

是 (1) 副堰堤法 (2) 水叩面低下法 等으로 解決될 것이며 이境遇에는 大流量時에 充分한 水深이 附與되도록 設計하여야 할것이다. 이럴境遇에는 大流量時는 너무 過大한 下流水深(Tail water Depth)이 될것이나 計劃溢流量이 적을때는 過히 念慮될바가 아니다. 萬若 念慮된다면 傾斜水叩法으로 하면 水深은 調節될것이다.

이외에 放射式水叩(flip bucket) (圖9)가있으며 廣範圍한 下流水位에 利用될수있다하나 水脈落下地點에 激甚한 衝擊波로 河床洗掘을 招來하므로 下流水深이 充分히 깊을때에 考慮될 型式이며 또 發電所가 近接되면 不可하다. bucket의 附設은 下流水位近處 또는 더 上部面에 設置될것이나 噴流(jet)는 bucket를 떠나면서 空中으로 放射된다.

叙上 洗掘을 防止하는 가장 效果의인 方法이 副堰堤法 水叩面低下法 傾斜水叩法 또는 bucket 式等 跳水作用을 利用하는 方法이다. 그러므로 流量에 對하여 靜水池의 標高는 正確하게 計算決定하지 않으면 안된다.

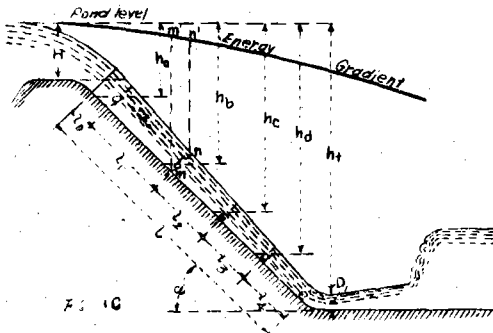
3. 鎖水池 計算法

a. 鎖水池에 突入되는 射流水深

Fig 10과 같은 急勾配의 溢流面에 對한 水深決定方法은 一般緩勾配水路에서는 測定된 水頭는 流水方向에 垂直이되나 急勾配面에 對한 流水水頭는 斜가 되므로 同一橫斷面에서도 水底面과 水表面은 그 勢力(energy)量이 다르다.

Fig 10의 (b)斷面에서 水底面 m點과 水表面 n點을 勢力線(energy gradient)에 各其 投影하므로서 m'n'의 差高만큼 勢力(energy)이 틀리는 것이다. 急勾配面에서도 Bernoulli 公式으로 滿足할 만한 概算值를 算出할수 있지만 急勾配가 더 急해질때는 그 傾斜面에 對한 摩擦損失보다도 重力이 더 支配的인 要素가 된다. 그러므로 이 두個를 分離해서 考慮함이 더 簡便할 時가있다.

堰을 溢流하는 물의 流速算出方法은 Fig 10과 같으며 처음에 概算으로 堤趾의 流速 V_T 는



$$V_T = \sqrt{2g(h_i - h_f)} \quad h_i \dots \text{貯水水面부터 堤趾까지의 高}$$

$$h_f \dots \text{摩擦損失水頭}$$

萬若 $h_f = 0.1h_i$ 로하면 上式으로서 V_T 는 算出되므로 따라서 突入되는 射流水深 D_1 도 求할수있다 다음 堰面의 길이 l 는 既知이므로 l_1, l_2, l_3 , ($l_n = \frac{H_e^n - H'e}{S_n - S_1}$) 으로 區切한다. 길이가 짧아지면 流速은 增大하며 最上端 l_0 는 端區로 處理하여 $h_a = H + l \sin \alpha$ α 線의 流速은 $V_a = \sqrt{2gh_a}$ 堰全面의 平均流速 $V_m = 1/2(V_a + V_i)$

溢流堰面에 對한 摩擦損失水頭는 全長 l 에 對하여 Manning 公式으로 計算한다 以下 各區間을 $V_i = \sqrt{2gh_i}$

$$l_i \text{區間의 平均流速 } V_m = 1/2(V_a + V_i)$$

上述한 順序로 最後突入 射流流速 V_i 를 求하게 되므로 그의 水深 D_1 도 求하여진다.

b. 圖表를 使用한 計算

그러나 勾配 1:0.8 또는 이것보다 急한것은 그 計算이 困難複雜하므로 實驗과 計算 그리고 Shasta 및 Grand Coulee Dam의 實測值等을 綜合하여 Fig 11의 圖表를 作成하였다 이圖表에 依해서 突入射流流速 및 水深 (V_i, D_1) 을 算出하는데에는 滿足할만한 正確한 圖表이다.

이圖表 11은 豎軸은 差高 h (貯水池水面부터 水叩床까지)이며 橫軸은 理論流速 $V_T = \sqrt{2g(h - H/2)}$ 에 對한 實際流速 V_A 의 比로서 曲線은 溢流堰頂上의 各其 다른 水頭 H 로 圖示 되었다. 그림에서 보는바와같이 水頭 H 가 크면 클수록 實際流速이 理論流速에 接近된다 例를 들면 $h = 230'$ $H = 40'$ 이면 $V_T = 0.95$ 되는데 $h = 230'$ $H = 10'$ 이면 $V_T = 0.75$ 突入水深 D_1 은 單位流量 q 를 實際流速 V_i 으로 除하면 求하여진다.

計算例

$$q = 100 \text{ } f^3/sec/f_t \quad H = 10' \quad h = 90' \quad g = 32.2 \text{ } f_t/sec^2$$

$$V_T = \sqrt{2g(h - H/2)} = \sqrt{2 \times 32.2(90 - 10/2)} = 73.99 \text{ } f_t/sec$$

$$\frac{V_A}{V_T} = 0.90 \quad V_A = 73.99 \times 0.90 = 66.59 \text{ } f_t/sec$$

$$D_1 = \frac{q}{V_i} = \frac{100}{66.59} = 1.50' \text{ } f_t$$

$$F = \frac{V_i}{\sqrt{gD_1}} = \frac{66.59}{\sqrt{32.2 \times 1.5}} = \frac{66.59}{6.95} = 9.58$$

農土會誌 第一卷 第一號 30頁 圖表(10)에서

$$\frac{T.W}{D_1} = 13.06 \quad T.W = D_1 \times 13.06$$

$$= 1.5 \times 13.06 = 19.59' \text{ } f_t$$

또는 跳水公式으로

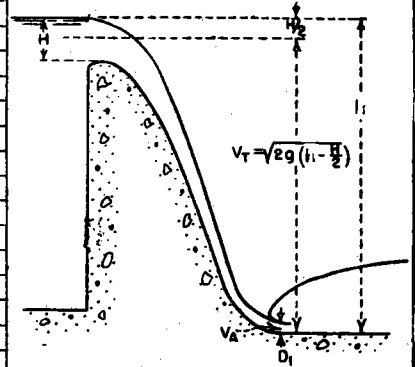
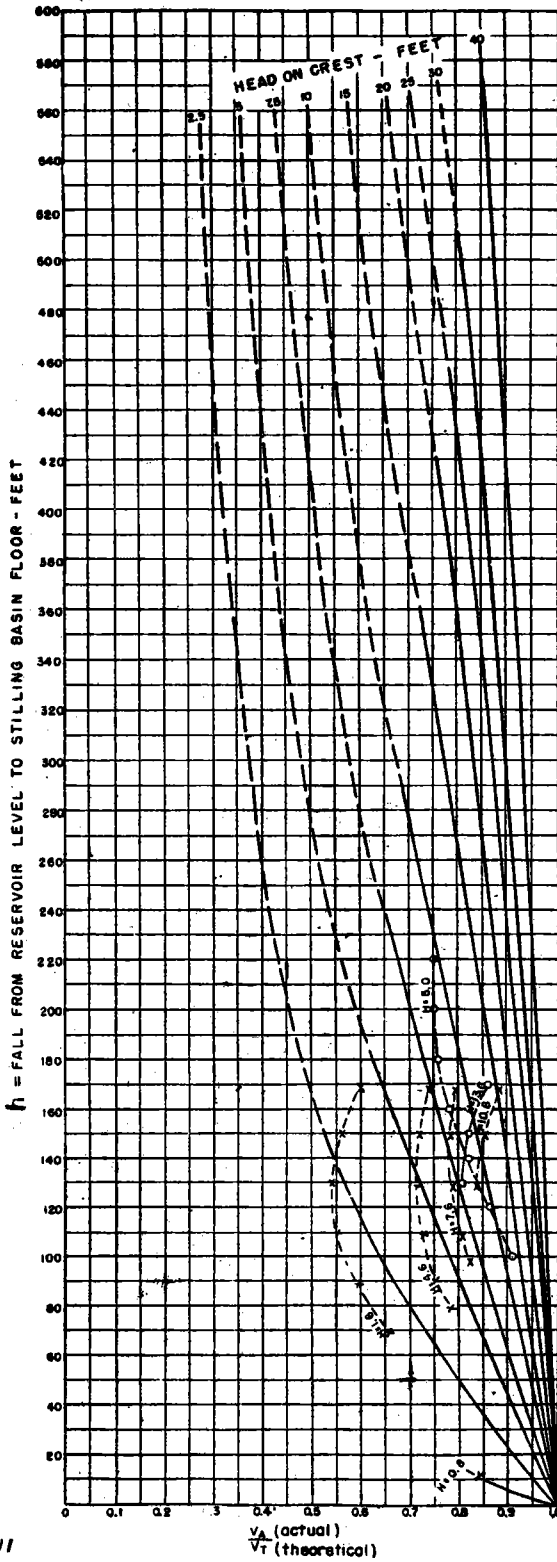
$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8q^2}{gD_1^3}} - 1 \right) = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8F^2} - 1 \right)$$

$$= \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8 \times 9.58^2} - 1 \right) = 13.06$$

跳水水深

$$D_2 = D_1 \times 13.06 = 1.5 \times 13.06 = 19.59' \text{ } f_t$$

鎖水池 II號型을 設置할時 그의 길이는 農土會誌 第一卷 第一號 30頁 圖表(11)에서



PROTOTYPE TESTS
 X Shasta Dam
 O Grand Coulee Dam

HYDRAULIC JUMP STUDIES

鎮水池에 突入되는 流速算定圖表
 急勾配 1:0.6 ~ 1:0.8

437 fig 11

$$\frac{L}{D_2} = 4.30 \quad L = 19.59 \times 4.30 = 84.24'$$

c. 摩擦損失을 無視한 直接解法

溢流堰에 對한 摩擦損失로 因한 實際流速의 關係는 Fig 11에서 一覽 되거니와 實地 高堰堤에 있어서는 摩擦抵抗이 多少 있으나 理論流速에 接近 되므로 이것을 無視하여 跳水公式을 適切히 變形 하므로써 試算法에 依한 複雜性을 除去하여 直接解法의 公式을 誘導 한것이다.

然故로 下流河川水位는 跳水水位보다 若干 높 아지게되며 이로 因하여 跳水末端部를 堰堤趾部에 反轉流 시키므로써 全體減勢作用面을 더 圓滑하게 한다는것이다.

公式의 誘導

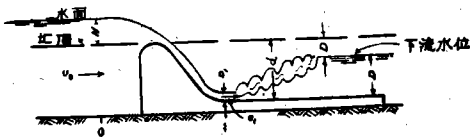
圖 12에서 0-1 區間의 勢力方程式을 表示함에 있어 接近速度 V_0 및 堰面의 摩擦損失을 無視하면 堤趾의 流速은

$$V_1 = \sqrt{2g(d+H)} \dots\dots\dots(1)$$

然故로 $D_1 = \frac{q}{V_1} \quad q \dots f^3/sec^2$

$$D_1 = \frac{q}{\sqrt{2g(d+H)}} \dots\dots\dots(2)$$

또는 $D_1 = \frac{q}{\sqrt{2} g^{1/2} (\frac{d}{H} + 1)^{1/2} H^{1/2}} \dots\dots\dots(3)$



(Fig 12)

下流河川水位는 跳水水位와 같게 하므로써 跳水公式으로 表現하면

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8q^2}{gD_1^3}} - 1 \right) \dots\dots(4)$$

圖 12를 參照하면

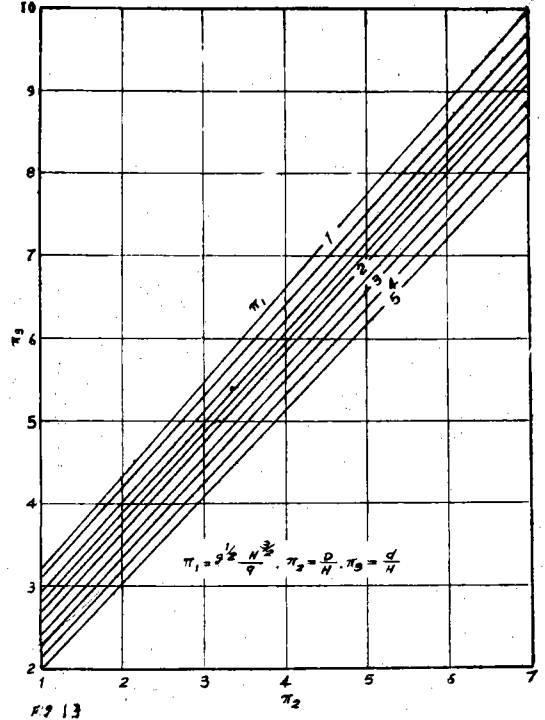
$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{d-D}{D_1} \dots\dots\dots(5)$$

(3), (5)式을 (4)式에 代入 하므로써 다음 式이 된다.

$$\frac{2d-2D}{D_1} + 1 = \sqrt{1 + \frac{16\sqrt{2} g^{1/2} (\frac{d}{H} + 1)^{3/2} H^{3/2}}{q}} \dots\dots\dots(6)$$

또는 無名數式으로 하면

$$\left(\frac{g^{1/2} H^{3/2}}{q} \right) \left(\frac{d}{H} + 1 \right)^{1/2} \left(\frac{d}{H} - \frac{D}{H} \right) + 0.353 = 0.125 + \frac{2.828 g^{1/2} H^{3/2} (\frac{d}{H} + 1)^{3/2}}{q} \dots\dots(7)$$



萬若 다음 符號로서 代置하여 (7)式에 代入하면
 $\pi_1 = \frac{g^{1/2} H^{3/2}}{q} \quad \pi_2 = \frac{D}{H} \quad \pi_3 = \frac{d}{H}$
 $\pi_1(\pi_3 + 1)^{1/2}(\pi_3 - \pi_2) + 0.353 = [0.125 + 2.828\pi_1(\pi_3 + 1)^{3/2}]^{1/2} \dots\dots(8)$

π_1 및 π_2 에 聯關된 π_3 의 值를 (8)式으로부터 計算 하여 圖表 13에 푸룻트 하였다.

π_1 의 斜線值는 設計者로서 恒常 當面되는것이 며 다음에 計算例를 例舉한다.

計 算 例

- 單位流量 $q = 100 f^3/sec^2$
- 貯水池 水面標高 $100 f'$
- 餘水吐 堰頂標高 $90 f'$
- 下流河川 水位標高 $31 f'$

π_1, π_2 를 計算하면

$$\pi_1 = \frac{g^{1/2} H^{3/2}}{q} = \frac{32.2^{1/2} \times 100^{3/2}}{100} = 1.79$$

$$\pi_2 = \frac{D}{H} = \frac{90-31}{10} = 5.9$$

敍上 π_1, π_2 의 計算值를 圖表 13에 插值하여 π_3 을 求하면

$$\pi_3 = \frac{d}{H} = 8.0$$

$$d = 8.0 \times H = 8.0 \times 10.0 = 80 f'$$

그러므로 鎮水池 標高는 $90 - 80 = 10 f'$ 가 되는것이다.

文 獻

1. Progress Report II. Reserch study on stilling basins, Energy Dissipators, and Associated Appurtenances HYD-399 U. S. R. R; June I 1955
 2. Direct solution for apron elevation E. A. EIEV-ATORSKI. A. S. C. E; August. 1958
 3. Hand book of Applied Hydraulics
 4. Hand book of Hydraulics; King
- (筆者; 農林部 農地管理局 企畫係長)

슈-트餘水吐의 水理計算例

宋 永 壽

序 言

1. Chute의 構成部分과 本稿의 目的

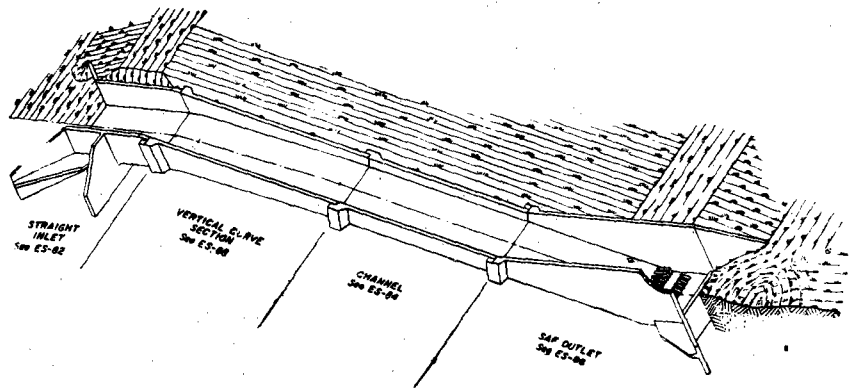
Fig(1)은 슈-트 餘水吐(以下 슈-트 라함)의 一例를 보여주는 그림이다.

이 圖面에서 보는바와 같이 슈-트는 普通 다음과 같은 4個의 部分으로 構成되어 있다. 이들 各構成 部分은 其의 水理計算 又は 構造學的 計算을 各其 獨立의 行할수 가 있으므로 計算上으로는 서로 獨立된 構造物로 取扱할수 가 있다.

- a. 流入部(inlet)
- b. 垂直曲線斷面(調整斷面)
(vertical curve section)
- c. 水路部 (channel)
- d. 流出部 (outlet)

Chute의 計算은 반드시 本稿에 紹介하는 原則을 追從하여야 한다는 것은 아니며 또 슈-트에 關한 理論은 다른 構造物에 對하여는 適用할수 없다는 것은 勿論 아니다. 다만 本稿에 紹介하는 슈-트의 設計原則은 延 12000餘回의 觀測結果를 背景으로 하는 것이기 때문에 가장 信憑性 있는 하나의 設計 標準이 되고있음을 밝혀둔다.

上記한 슈-트의 構成部分中 現地의 實情과 貯水池의 目的 工事費 又は 技術的인 角度에서 가장 慎重하게 檢討되어야 할것은 流入部의 型이다. 따라서 流入部의 型에는 여러가지의 型式이 있고 各型에따른 水理計算이 一히 相違하고 있을뿐 아



Fig(1) 슈-트餘水吐(原條形流入部)의 大要圖

니라 流入部外의 다른 3個 構成部分의 尺碼數(dimension. 工作物의 사이즈를云함)도 流入部의 型(type)에 左右되는데 크다 Fig(2)는 슈-트의 여러가지의 流入部 型式을 보여주는 것이다.

本稿에서는 이들 流入部의 全部에 對하여 論하지 않는다. 貯水池의 工費를 支配하는 因子는 堤塘의 工費와 餘水吐及 餘水吐의 設置에 隨伴한 掘鑿의 工費를 들수가 있다 여기서 問題가 되는것은 어떻게 하면 이들의 工費를 節減할수 있을가 하는 點이다. 普遍的인 경우는 차지하드라도 물의 保全을 主要目的으로하는 물-保全貯水池-