

取入狀의 經濟的 計劃取入水深 算定方法에 對한 研究

A Study on a Calculation Method of Economical Intake Water Depth in the Design of Head Works

金 哲 基*
Choul Kee Kim

Summary

The purpose of this research is to find out mathematically an economical intake water depth in the design of head works through the derivation of some formulas.

For the performance of the purpose the following formulas were found out for the design intake water depth in each flow type of intake sluice, such as overflow type and orifice type.

(1) The conditional equations of the economical intake water depth in case that weir body is placed on permeable soil layer ;

(a) in the overflow type of intake sluice,

$$z\rho_1Lh_1 + \frac{1}{2}C\rho_3L(0.67\sqrt{q} - 0.61)$$

$$(d_0 + h_1 + h_0)^{-\frac{1}{2}} - \frac{3Q_1\rho_5h_1^{-\frac{5}{2}}}{2m_1(1-s)\sqrt{2gs}} + \left[\left\{ b + \frac{4C \times 0.61^2}{3(r-1)} + z(d_0 + h_0) \right\} \rho_1L \right.$$

$$\left. + (1 + \sqrt{1+z^2})\rho_2L + dC\rho_3L + nk\rho_5 + (2z_0 + m)(1-s)L_d\rho_7 \right] = 0$$

(b) in the orifice type of intake sluice,

$$z\rho_1Lh_1 + \frac{1}{2}C\rho_3L(0.67\sqrt{q} - 0.61)$$

$$(d_0 + h_1 + h_0)^{-\frac{1}{2}} - \frac{3Q_1\rho_5h_1^{-\frac{5}{2}}}{2m_2m'\sqrt{2gs}} + \left[\left\{ b + \frac{4C \times 0.61^2}{3(r-1)} + z(d_0 + h_0) \right\} \rho_1L \right.$$

$$\left. + (1 + \sqrt{1+z^2})\rho_2L + dC\rho_4L + (2z_0 + m)(1-s)L_d\rho_7 \right] = 0$$

where, z =outer slope of weir body (value of cotangent), h_1 =intake water depth (m), L =total length of weir (m), C =Bligh's creep ratio, q =flood discharge overflowing weir crest per unit length of weir ($\text{m}^3/\text{sec}/\text{m}$), d_0 =average height to intake sill elevation in weir (m), h_0 =freeboard of weir (m), Q_1 =design irrigation requirements (m^3/sec), m_1 =coefficient of head loss (0.9~0.95) $s=(h_1-h_2)/h_1$, h_2 =flow water depth outside intake sluice gate (m), b =width of weir crest (m), r =specific weight of weir materials, d =depth of cutting along seepage length under the weir (m), n =number of side contraction, k =coefficient of side contraction loss (0.02~0.04), m_2 =coefficient of discharge (0.7~0.9) $m'=h_0/h_1$, h_0 =open height of gate (m), ρ_1 and ρ_4 =unit price of weir body and of excavation

* 忠北大學 農工科

of weir site, respectively (won/m³), ρ_2 and ρ_3 =unit price of construction form and of revetment for protection of downstream riverbed, respectively (won/m²), ρ_5 and ρ_6 =average cost per unit width of intake sluice including cost of intake canal having the same one as width of the sluice in case of overflow type and orifice type respectively (won/m), z_0 : inner slope of section area in intake canal from its beginning point to its changing point to ordinary flow section, m : coefficient concerning the mean width of intak canal site, a : freeboard of intake canal.

(2) The conditional equations of the economical intake water depth in case that weir body is built on the foundation of rock bed ;

(a) in the overflow type of intake sluice,

$$z\rho_1Lh_1 - \frac{3Q_1\rho_5h_1^{-\frac{5}{2}}}{2m_1(1-s)\sqrt{2gs}} + \{[b+z(d_0+h_0)]\rho_1L + (1 + \sqrt{1+z^2})\rho_2L + nk\rho_5 + (2z_0+m)(1-s)L_d\rho_7\} = 0$$

(b) in the orifice type of intake sluice,

$$z\rho_1Lh_1 - \frac{3Q_1\rho_6h_1^{-\frac{5}{2}}}{2m_2m'\sqrt{2gs}} + \{[b+z(d_0+h_0)]\rho_1L + (1 + \sqrt{1+z^2})\rho_2L + (2z_0+m)(1-s)L_d\rho_7\} = 0$$

The construction cost of weir cut-off and revetment on outside slope of levee, and the damages suffered from inundation in upstream area were not included in the process of deriving the above conditional equations, but it is true that magnitude of intake water depth influences somewhat on the cost and damages. Therefore, in applying the above equations the fact that should not be over looked is that the design value of intake water depth to be adopted should not be more largely determined than the value of h_1 satisfying the above formulas.

1. 結 言

取入水の設置에 있어, 이에 所要되는 工事費는 堰體工事費(apron 工事費 包含), 床止工事費, 터파기工事費, 護岸工事費, 取入水門 및 取水管渠工事費, 水替費 또는 其他 附帶施設工事費 등으로 構成 되어 있는데, 이中 計劃取入水深의 크기에 따라 影響을 상당히 받는 工事費로는 堰體工事費, 床止工事費, 터파기工事費, 取入水門 및 取水管渠工事費, 取入水門下流部 水路가 通常의 밑폭으로 變化하는 地點까지의 導水路工事費(以下 導水路工事費라고 稱함) 등을 들 수 있다. 即, 計劃取入水深을 크게 잡으면 잠을수록 보마루의 높이는 그에 比例하여 높아 지므로, 첫째 汎의 堰體斷面이 커지게 되어 콘크리트를 비롯한 커푸집의 所要量이 그만큼 커지고

둘째, Apron의 길이(滲透性 地盤에서의 경우)가 커져서 汎의 콘크리트 부피가 커지게 되고, 셋째, 下流部の 床止工 및 護岸工의 길이가 커져서 所要資材가 많아지고, 넷째, 滲透路長의 增加에 따르는 터파기量이 많아지며, 이에 또 堰體의 길이가 길어지면 이로 因한 工事費의 加重이 더욱 더하여 지는데 對하여 取入水門은 反對로 그 나비 또는 문짝의 個數가 減少될 것으로, 이에 따라 取入水門 및 取水管渠의 工事費와 導水路工事費는 작아지게 될 것이다. 計劃取入水深을 앞의 경우와는 反對로 낮게 잡게 되면 堰體의 높이 Apron의 길이, 床止工 및 護岸工의 길이, 터파기量 등이 減少하여 이에 對한 工事費는 작아지지만 取入水門은 그 나비 또는 문짝의 個數가 增加하게 되어 이에 對한 工事費는 커질 것으로, 특히 汎의 堰體의 길이 및 높이와 取入

水門의 規模와는 取入淤設計에 있어서 分離해서 생각하여서는 아니될 重要한 關係가 있다. 다시 말하면 計劃取入水深의 大小는 取入淤의 全體工事費의 增減에 決定的 要因이 되는 것으로 結局은 이들 堰體工事費, 床止工事費, 터파기工事費 등과 取入水門 및 取水暗渠工事費, 導水路工事費의 和로 된 全體工事費가 最小되게 할 수 있는 計劃取入水深을 얼마로 잡느냐가 가장 重要한 問題이다.

그런데 이제까지의 取入淤設計에 있어서는 一般的으로 보의 길이와 計劃取入水深의 大小가 보의 經濟性에 미치는 影響 등은 別로 考慮하지 않고 單純히 주먹구구式으로 灌溉期間의 最大用水量을 取入할 수 있는 取入水門의 通水斷面의 諸元 및 取入水門의 물턱높이에 따라 決定되는 計劃取入水位에 依하기만 하여서 종종 必要以上の 工事費가 加重되는 일이 많았다. 이러 함에도 現在 使用하고 있는 淤의 設計方法으로는 主로 水理의 力學的 側面에서 取扱하였을뿐 經濟的 側面에서 考慮된 方法은 아직 찾아볼 수 없는 事實이다.

따라서 本研究는 淤의 經濟的 設計를 目的한 것으로 農地의 區劃計劃, 側溝式餘水吐에서의 越流水深의 算定 등에 試圖되어 온 바 있는 OR 技法¹⁾²⁾³⁾을 導入하여 이에 依한 經濟的으로 有利한 計劃取入水深의 算定方法을 解析 導出하여 보았다.

II. 計劃取入水深과 보마루의 높이

一般的으로 보마루의 높이는 取入水門의 물턱의 標高에 計劃取入水深을 加하고, 渴水量이 計劃取水量보다 큰 경우에는 이로부터(渴水量-計劃取水量)에 依한 越流水深에 該當하는 높이 만큼을 減한 後 이에 餘裕高를 加한 높이로 하여왔다. 여기서 餘裕高는 下流方向으로의 바람밀림에 依한 越流現象을 防止함과 同時에 計劃水面의 低下를 막기 위한 機能을 갖는 것으로서 普通 15 cm, 取入水門의 물턱 標高는 그 灌溉面積을 支配할 수 있는 用水路始點의 底面標高와 河川의 用水路에로의 土砂流入抑制란 觀點에서 決定되어야 하므로, 이것은 淤의 經濟的 設計란 點에 비추어 볼 때 그리 問題가 되지 않는 것이나, 計劃取入水深의 大小는 바로 보의 높이의 高低에 直結되고 아울러 取入水門의 諸元 및 規模에 미치는 影響이 있는 것으로, 보의 높이를 決定하는데 있어 이 計劃取入水深을 經濟的 觀點에서 重視하는 것도 이 때문이다.

III. 計劃取入水深을 算定하기 위한 數理的 解析과 式의 誘導

1. 數理解析上的 諸假定

(1) 보에 依한 上流部의 浸水被害는 計劃取入水深의 增大에 따라 別로 생기지 않는다.

(2) 水替費와 計劃取入水深과는 別로 關係가 없다.

(3) 計劃取入水深의 增大가 堰體의 止水壁工事費 및 護岸工事費에 미치는 影響은 別로 없다.

(4) 基礎地盤이 岩盤으로 되어 堰體를 岩盤 위에 設置하는 경우에는 Apron 과 止水壁은 必要없는 것으로 한다. 이때 計劃取入水深은 主로 堰體의 크기 및 取入水門의 規模에 影響을 주므로 計劃取入水深이 工事費에 미치는 影響은 堰體의 길이가 큰 곳 일수록 顯著하여진다.

(5) 基礎地盤이 滲透性地盤인 경우에도 計劃取入水深은 堰體의 크기 및 取入水門의 規模에 影響을 준은 勿論 보의 Apron 의 길이, 床止工의 길이 및 터파기量에 미치는 影響도 크며, 또한 堰體의 길이가 큰 곳일수록 計劃取入水深이 工事費에 미치는 影響은 더욱 커진다.

(6) 堰體에 附着되는 排砂口 등 附帶施設에 對한 工事費는 別途로 考慮하지 않기로 한다.

2. 數理的 解析과 式의 誘導

(1) 堰體工事費

먼저 基礎地盤이 滲透性地盤인 경우를 생각하자. (Fig. 1 및 Fig. 2 參照)

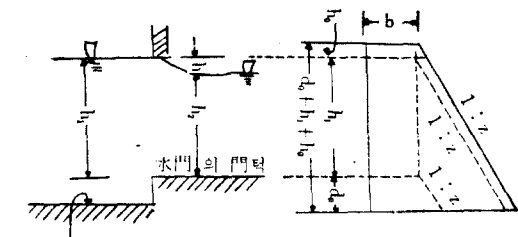
堰體의 基礎底面에서 水門의 물턱에 이르는 平均 높이를 d_0 , 보마루의 나비를 b , 堰體의 下流面 기울기를 $1:z$, 上流面 기울기를 鉛直이라 하고, d_0 에 相應하는 堰體平均斷面積을 A_0 라고 하면

$$A_0 = bd_0 + \frac{z}{2} d_0^2 \dots \dots \dots (1)$$

그런데 淤의 縱斷上의 各測點에 對한 水門의 물턱의 標高에 이르는 實際의 堰體斷面積을 $a_0, a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n$ 라고 하고, 그 測點間의 거리를 $l_1, l_2, l_3, \dots, l_i, \dots, l_n$ 로 하여 堰體의 全體길이 $L = \sum_{i=1}^n l_i$ 라고 하면 式(1)의 A_0 의 값은

$$A_0 = \frac{V_0}{L} = \frac{1}{L} \left\{ \frac{a_0 l_1 + a_n l_n}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} a_i \left(\frac{l_i + l_{i+1}}{2} \right) \right\} \dots \dots \dots (2)$$

여기서 V_0 : 水門의 물턱에 이르는 平均높이 d_0 에 相應하는 堰體의 부피, a_i ; $a_i = bd_i + \frac{z}{2} d_i^2$, d_i ; 任



배사구의 尺標高

Fig. 1. 堰體 및 取水門 側面

意測點에서 그 堰體基礎底面으로 부터 水門의 물턱에 이르는 높이. 式 (2)에서 水門의 물턱에 이르는 堰體全延長 L 에 對한 부피 V_0 는

$$V_0 = \frac{a_1 l_1 + a_n l_n}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} a_i \left(\frac{l_i + l_{i+1}}{2} \right) \dots (2')$$

計劃取入水深을 h_1 이라고 할 때 計劃取入水位까지의 높이를 $d_0 + h_1$ 이라 하고, 餘裕高量 h_0 라고 하면 取入沢 마루까지의 堰體平均斷面積 A_m 는

$$A_m = b(d_0 + h_1 + h_0) + \frac{z}{2}(d_0 + h_1 + h_0)^2 \dots (3)$$

取入沢마루까지의 높이에 對한 堰體콘크리트의 부피를 V_1 , apron의 콘크리트의 부피를 V_2 , 콘크리트의 單位부피(m^3)에 對한 單價를 ρ_1 이라면 堰體의 콘크리트工事費 E_1 은

$$E_1 = (V_1 + V_2)\rho_1 \dots (4)$$

여기서 V_1 은 式 (3)에 依하면

$$V_1 = A_m L = \left[b(d_0 + h_1 + h_0) + \frac{z}{2}(d_0 + h_1 + h_0)^2 \right] L \dots (4')$$

apron의 콘크리트의 부피 V_2 는 apron의 길이를 l_0 , 그 두께를 t (apron과 堰體와의 連結點에서의 apron 두께를 取하기로 함)라 하면 apron의 콘크리트 부피 V_2 는

$$V_2 = l_0 \times t \times L \dots (4'')$$

$$\text{여기서 } l_0 = 0.61C\sqrt{H_a} \dots (4''a)$$

H_a 는 apron의 下流端에서 沢마루에 이르는 높이로 $H_a = d_0 + h_1 + h_0$ 임으로

$$l_0 = 0.61C\sqrt{d_0 + h_1 + h_0} \dots (4''b)$$

$$t = \frac{4}{3} \frac{H_k - h}{r - 1} \dots (4''c)$$

여기서 H_k : 上下流의 最大水位差(= $d_0 + h_1 + h_0$),

h : apron과 堰體와의 連結點에서의 浸透損失水頭

r : 堰體材料의 比重

그리고 또 h 는

$$h = \frac{H_k}{L_0} \times L' = \frac{H_k}{L_0} (L_0 - l_0) \dots (4''c-1)$$

여기서 L' : apron과 堰體와의 連結點에 이르는

浸透路延長, L_0 ; Bligh氏에 依한 浸透路延長(= CH_k), C ; 地盤의 種類에 依하여 달라지는 Bligh의 係數.

따라서 式 (4''c)는 式 (4''c-1) 및 $L_0 = CH_k$ 에 依하여

$$t = \frac{4l_0}{3(r-1)C} \dots (4''d)$$

그러므로, 式 (4'')는 式 (4''b) 및 式 (4''d)에 依하여

$$V_2 = l_0 t L = \frac{4C \times 0.61^2 (d_0 + h_1 + h_0) L}{3(r-1)} \dots (4''')$$

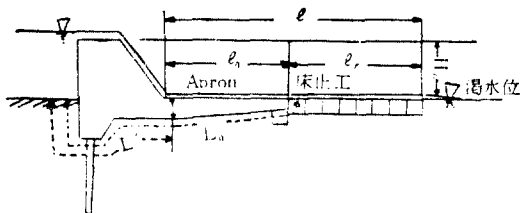


Fig. 2. 堰體 apron과 床止工 側面

따라서 式 (4)는 式 (4') 및 式 (4''')에 依하여

$$E_1 = (V_1 + V_2)\rho_1 = (d_0 + h_1 + h_0)$$

$$\left[\left\{ b + \frac{4C \times 0.61^2}{3(r-1)} \right\} + \frac{z}{2}(d_0 + h_1 + h_0) \right] \rho_1 L \dots (5)$$

그리고 堰體에 所要되는 거푸집은 堰體의 뒷면과 앞면에 대는 것이므로, 그 量을 $A_p(m^2)$ 라고 하면

$$A_p = (d_0 + h_1 + h_0)(1 + \sqrt{1+z^2})L \dots (6)$$

거푸집 單位 넓이(m^2)에 對한 單價를 ρ_2 라고 하면 거푸집의 工事費 E_2 는

$$E_2 = A_p \rho_2 = (d_0 + h_1 + h_0)(1 + \sqrt{1+z^2})\rho_2 L \dots (7)$$

(2) 床止工 工事費

床止工의 길이 l_f 는 (Fig. 2 參照)

$$l_f = l - l_0 = 0.67C\sqrt{qH_b} - 0.61C\sqrt{H_a} \dots (8)$$

여기서 q : 沢마루를 越流하는 沢마루 單位 길이에 對한 計劃洪水量($m^3/sec/m$), H_b 는 渴水時의 下流側 水位에서 沢마루에 이르는 높이로

$$H_b = H_a = d_0 + h_1 + h_0$$

따라서 式 (8)은

$$l_f = C(0.67\sqrt{q} - 0.61)(d_0 + h_1 + h_0)^{\frac{1}{2}} \dots (8')$$

床止工의 全體 넓이 A_f 는

$$A_f = l_f L = CL(0.67\sqrt{q} - 0.61)$$

$$(d_0 + h_1 + h_0)^{\frac{1}{2}} \dots (9)$$

床止工의 單位 넓이(m^2)에 對한 單價를 ρ_3 라고 하면 床止工의 工事費 E_3 는 式 (9)로부터

$$E_3 = CL(0.67\sqrt{q} - 0.61)(d_0 + h_1 + h_0)^{\frac{1}{2}} \rho_3 \dots (10)$$

(3) 터파기 工事費

浸透路長 L_0 에 따라 平均깊이(또는 두께) d 로 터파기를 한다면 터파기의 全體土量 W 는

$$W = L_0 \times d \times L = dCL(d_0 + h_1 + h_0) \dots\dots\dots(11)$$

터파기 單位부피(m^3)에 對한 單價를 ρ_4 라고 하면 터파기 工事費 E_4 는

$$E_4 = W\rho_4 = dCL(d_0 + h_1 + h_0)\rho_4 \dots\dots\dots(12)$$

(4) 取入水門 및 取水管渠 工事費와 導水路 工事費

取水口의 取入水門 및 이에 連結되는 取水管渠의 通水斷面을 矩形으로 假定하고, 水門 및 管渠의 通水나비를 B , 문짝밖의 下流에서의 流深을 h_2 , 水門의 물턱에서 計劃取入水位까지의 높이를 h_1 , 水門內外的 水位差를 $h(h=h_1-h_2)$ 라고 하자(Fig. 1 참조).

그런데 計劃最大取水量(=最大用水量) Q_1 를 나타내는 式은 取水口의 流入型式에 따라 다르므로 이들 工事費를 越流式과 孔口式의 경우로 나누어 解析하면 다음과 같다.

가. 越流式의 경우

最大取水量 Q_1 은

$$Q_1 = m_1(B - nkh_1)h_2\sqrt{2g(h_1 - h_2)} \dots\dots\dots(13)$$

여기서 m_1 ; 損失水頭의 係數로 0.9~0.95, n ; 端收縮의 數, k ; 端의 形狀에 따라 달라지는 係數로 0.02~0.04, B ; 越流하는 나비.

水門內外的 水位差 $h=h_1-h_2$, $h/h_1=S$, $B/h_1=\mu$ 라고 하면 式(13)은

$$Q_1 = m_1(\mu - nk)(1-s)h_1^2\sqrt{2gSh_1} \dots\dots\dots(13')$$

여기서 μ ; 計劃取入水深 h_1 에 對한 通水나비 B 의 倍率, s ; 計劃取入水深 h_1 에 對한 水門內外的 水位差 h 의 比. 式(13)과 式(13')에 依하여 水門의 實際 通水나비 B 는

$$B = \frac{Q_1}{m_1(1-s)h_1\sqrt{2gsh_1}} + nkh_1 \dots\dots\dots(14)$$

取入水門, 取水管渠 및 導水路에 對한 通水나비 B 의 單位길이의 平均工事費를 ρ_5 라고 하면 取入水門 및 管渠와 導水路의 工事費 E_5 는

$$E_5 = B\rho_5 = \left\{ \frac{Q_1}{m_1(1-s)h_1\sqrt{2gsh_1}} + nkh_1 \right\} \rho_5 \dots\dots\dots(15)$$

나. 孔口式의 경우

取水最大流入量 Q_1 은

$$Q_1 = m_2Bh_0\sqrt{2g(h_1 - h_2)} \dots\dots\dots(16)$$

여기서, m_2 ; 流量係數로 0.7~0.9, h_0 ; 문짝의 열린 높이, B ; 孔口의 나비.

水門內外的 水位差 $h=h_1-h_2$, $h_0/h_1=m'$, $h/h_1=S$, $B/h_1=\mu$ 라고 하면,

$$Q_1 = m_2m'\mu h_1^2\sqrt{2gsh_1} \dots\dots\dots(16')$$

여기서, m' ; 計劃取入水深(h_1)에 對한 문짝의 열린 높이(h_0)의 比, μ 및 s ; 式(13')의 경우와 같음.

式(16)과 式(16')에 依하여 水門의 實際 通水나비 B 는

$$B = \frac{Q_1}{m_2m'h_1\sqrt{2gsh_1}} \dots\dots\dots(17)$$

通水나비 B 의 單位길이의 平均工事費를 ρ_5 라고 하면 取入水門 및 管渠와 導水路의 工事費 E_5 는

$$E_5 = B\rho_5 = \frac{Q_1\rho_5}{m_2m'h_1\sqrt{2gsh_1}} \dots\dots\dots(18)$$

(5) 導水路用地買收費

取入水門밖의 導水路始點에서 水路의 끝나비가 通常의 나비로 變化하는 地點까지는 計劃取入水深의 大小에 影響을 미치는 區間이므로 이 區間의 用地買收費를 E_7 이라하면

$$E_7 = B_d L_d \rho_7 \dots\dots\dots(19)$$

여기서 B_d : 變化點까지의 導水路의 平均數幅(Fig. 3 참조), L_d : 變化點까지의 區間距離, ρ_7 : 單位 넓이當의 平均單價,

導水路始點에서 導水路의 通水斷面이 通常의 끝나비로 變化하는 地點까지 平均數幅 B_d 는

$$\begin{aligned} B_d &= W + N + M + (2z_0 + m)(h_2 + a) \\ &= W + N + M + (2z_0 + m)\{(1-S)h_1 + a\} \dots\dots\dots(19') \end{aligned}$$

여기서 W ; 導水路始點에서 數幅이 變化하는 地點에 이르는 通水 끝나비, M, N ; 양둑의 頂幅, z_0 ; 둑의 안쪽 기울기(할), m ; B_d 의 값에 따라 決定되는 係數, h_2 ; 導水路計劃流深, a : 餘裕高, s ; ($= (h_1 - h_2)/h_1$), h_1 ; 計劃取入水深.

따라서 式(19)는

$$E_7 = [W + M + N + (2z_0 + m)\{(1-s)h_1 + a\}] L_d \rho_7 \dots\dots\dots(20)$$



Fig. 3. 導水路 斷面

(6) 全工事費上에서 本 計劃取入水深에 對한 經濟的 條件

가. 越流式인 경우

式(5), (7), (10), (12), (15) 및 (20)에 依하여 全工事費 E_{T1} 은

$$\begin{aligned}
 E_{T_1} &= E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 \\
 &= (d_0 + h_1 + h_0) \left[\left\{ b + \frac{4C \times 0.61^2}{3(r-1)} \right\} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{z}{2} (d_0 + h_1 + h_0) \right] \rho_1 L \\
 &\quad + (d_0 + h_1 + h_0) (1 + \sqrt{1+z^2}) \rho_2 L + CL \\
 &\quad (0.67 \sqrt{q} - 0.61) (d_0 + h_1 + h_0)^{\frac{1}{2}} \rho_3 \\
 &\quad + dCL (d_0 + h_1 + h_0) \rho_4 \\
 &\quad + \left\{ \frac{Q_1}{m_1(1-s)h_1 \sqrt{2gsh_1}} + nk h_1 \right\} \rho_5 \\
 &\quad + [W + M + N + (2z_0 + m) \{ (1-s)h_1 + a \}] \\
 &\quad L_d \rho_7 \dots \dots \dots (21)
 \end{aligned}$$

全工事費 E_{T_1} 의 計劃取入水深 h_1 에 對한 最小條件은 $\frac{dE_{T_1}}{dh_1} = 0$ 임으로

$$\begin{aligned}
 \frac{dE_{T_1}}{dh_1} &= z\rho_1 L h_1 + \frac{1}{2} C\rho_2 L (0.67 \sqrt{q} - 0.61) \\
 &\quad (d_0 + h_1 + h_0)^{-\frac{1}{2}} - \frac{3Q_1 \rho_3 h_1^{-\frac{3}{2}}}{2m_1(1-s) \sqrt{2gs}} \\
 &\quad + \left[\left\{ b + \frac{4C \times 0.61^2}{3(r-1)} + z(d_0 + h_0) \right\} \rho_1 L \right. \\
 &\quad \left. + (1 + \sqrt{1+z^2}) \rho_2 L + dC\rho_4 L + nk\rho_5 \right. \\
 &\quad \left. + (2z_0 + m)(1-s)L_d \rho_7 \right] = 0 \dots \dots (22)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 z\rho_1 L &= A_1 \\
 \frac{1}{2} C\rho_2 L (0.67 \sqrt{q} - 0.61) &= B_1 \\
 -\frac{3Q_1 \rho_3}{2m_1(1-s) \sqrt{2gs}} &= C_1 \\
 \left\{ b + \frac{4C \times 0.61^2}{3(r-1)} + z(d_0 + h_0) \right\} \rho_1 L \\
 + (1 + \sqrt{1+z^2}) \rho_2 L + dC\rho_4 L + nk\rho_5 \\
 + (2z_0 + m)(1-s)L_d \rho_7 &= D_1
 \end{aligned}$$

라고 하면

$$A_1 h_1 + B_1 (d_0 + h_1 + h_0)^{-\frac{1}{2}} + C_1 h_1^{-\frac{3}{2}} + D_1 = 0 \dots (23)$$

即, 式 (22) 또는 式 (23) 을 滿足시키는 h_1 값은 取水口의 流入型式이 越流式인 경우의 經濟的으로 有利한 計劃取入水深이 될 것이다.

基礎地盤이 岩盤이어서 apron 과 床止工이 必要 없는 경우에는 式 (23) 의 A_1 , B_1 , C_1 및 D_1 의 값은

$$\left. \begin{aligned}
 A_1 &= z\rho_1 L \\
 B_1 &= 0 \\
 C_1 &= \frac{-3Q_1 \rho_3}{2m_1(1-s) \sqrt{2gs}} \\
 D_1 &= \{ b + z(d_0 + h_0) \} \rho_1 L + (1 + \sqrt{1+z^2}) \rho_2 L \\
 &\quad + nk\rho_5 + (2z_0 + m)(1-s)L_d \rho_7
 \end{aligned} \right\} (23')$$

나. 孔口式의 경우

式 (5), (7), (10), (12), (18) 및 (20) 에 依하여 全工事費 E_{T_2} 는

$$\begin{aligned}
 E_{T_2} &= (d_0 + h_1 + h_0) \left[\left\{ b + \frac{4C \times 0.61^2}{3(r-1)} \right\} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{z}{2} (d_0 + h_1 + h_0) \right] \rho_1 L \\
 &\quad + (d_0 + h_1 + h_0) (1 + \sqrt{1+z^2}) \rho_2 L \\
 &\quad + CL (0.67 \sqrt{q} - 0.61) (d_0 + h_1 + h_0)^{\frac{1}{2}} \rho_3 \\
 &\quad + dCL (d_0 + h_1 + h_0) \rho_4 + \frac{Q_1 \rho_5}{m_2 m' h_1 \sqrt{2gsh_1}} \\
 &\quad + [W + M + N + (2z_0 + m) \{ (1-s)h_1 + a \}] \\
 &\quad L_d \rho_7 \dots \dots \dots (24)
 \end{aligned}$$

越流式의 경우와 같이

$$\begin{aligned}
 \frac{dE_{T_2}}{dh_1} &= z\rho_1 L h_1 + \frac{1}{2} C\rho_2 L (0.67 \sqrt{q} - 0.61) \\
 &\quad (d_0 + h_1 + h_0)^{-\frac{1}{2}} - \frac{3Q_1 \rho_3 h_1^{-\frac{3}{2}}}{2m_2 m' \sqrt{2gs}} \\
 &\quad + \left[\left\{ b + \frac{4C \times 0.61^2}{3(r-1)} + z(d_0 + h_0) \right\} \rho_1 L \right. \\
 &\quad \left. + (1 + \sqrt{1+z^2}) \rho_2 L + dC\rho_4 L \right. \\
 &\quad \left. + (2z_0 + m)(1-s)L_d \rho_7 \right] = 0 \dots \dots (25)
 \end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{aligned}
 z\rho_1 L &= A_2 \\
 \frac{1}{2} C\rho_2 L (0.67 \sqrt{q} - 0.61) &= B_2 \\
 -\frac{3Q_1 \rho_3}{2m_2 m' \sqrt{2gs}} &= C_2 \\
 \left\{ b + \frac{4C \times 0.61^2}{3(r-1)} + z(d_0 + h_0) \right\} \rho_1 L \\
 + (1 + \sqrt{1+z^2}) \rho_2 L + dC\rho_4 L \\
 + (2z_0 + m)(1-s)L_d \rho_7 &= D_2
 \end{aligned} \right.$$

라고 하면

$$A_2 h_1 + B_2 (d_0 + h_1 + h_0)^{-\frac{1}{2}} + C_2 h_1^{-\frac{3}{2}} + D_2 = 0 \dots (26)$$

即, 式 (25) 또는 式 (26) 을 滿足시키는 h_1 값은 取水口의 流入型式이 孔口式인 경우의 經濟的으로 有利한 計劃取入水深이 될 것이다.

越流式의 경우와 같이 apron 과 床止工이 必要 없는 경우에는 式 (26) 의 A_2 , B_2 , C_2 및 D_2 의 값은

$$\left. \begin{aligned}
 A_2 &= z\rho_1 L \\
 B_2 &= 0 \\
 C_2 &= \frac{-3Q_1 \rho_3}{2m_2 m' \sqrt{2gs}} \\
 D_2 &= \{ b + z(d_0 + h_0) \} \rho_1 L \\
 &\quad + (1 + \sqrt{1+z^2}) \rho_2 L \\
 &\quad + (2z_0 + m)(1-s)L_d \rho_7
 \end{aligned} \right\} \dots \dots (26')$$

그런데 式 (23) 이나, 式 (26) 을 滿足시키는 計劃取入水深 h_1 값을 算出하는데 있어서 看過하여서는

아니 될 일은 計劃取入水深 h_1 값과 取入水門 밖의 流深 h_2 값에 依하여 決定되는 s 값이 h_1 값과 同時에 滿足하여야 한다는 것이다. 即, h_1 값을 算出하는데 있어서는 式 (23)과 다음 式 (27)과를, 또는 式 (26)과 式 (27)과를 同時에 滿足시키는 s 값의 算出이 必要하다.

$$s = h/h_1 = (h_1 - h_2)/h_1 \dots\dots\dots (27)$$

IV. 結 論

本研究의 目的은 取入狀의 設計에 있어서 計劃取入水深을 얼마로 잡는 것이 經濟的으로 有利한가를 數理的으로 解析하고자 한 것이다.

이에 따라 本研究에서는 取水口의 流入型式에 의하여 越流式의 경우와 孔口式의 경우로 나누어 經濟的 計劃取入水深을 算出하는 式을 誘導하였는데 그 結果는 다음과 같다.

(1) 堰體가 滲透性地盤에 設置되는 경우의 經濟的으로 有利한 計劃取入水深의 條件式은

가. 取水口가 越流式인 경우

式 (22)에 依하여

$$z\rho_1 Lh_1 + \frac{1}{2}C\rho_3 L(0.67\sqrt{q} - 0.61)(d_0 + h_1 + h_0)^{-\frac{1}{2}} - \frac{3Q_1\rho_3 h_1^{-\frac{5}{2}}}{2m_1(1-s)\sqrt{2gs}} + \left[\left\{ b + \frac{4C \times 0.61^2}{3(r-1)} + z(d_0 + h_0) \right\} \rho_1 L + (1 + \sqrt{1+z^2}) \rho_2 L + dC\rho_4 L + nk\rho_5 + (2z_0 + m)(1-s)L_d\rho_7 \right] = 0$$

나. 取水口가 孔口式인 경우

式 (25)에 依하여

$$z\rho_1 Lh_1 + \frac{1}{2}C\rho_3 L(0.67\sqrt{q} - 0.61)(d_0 + h_1 + h_0)^{-\frac{1}{2}} - \frac{3Q_1\rho_3 h_1^{-\frac{5}{2}}}{2m_1 m' \sqrt{2gs}} + \left[\left\{ b + \frac{4C \times 0.61^2}{3(r-1)} + z(d_0 + h_0) \right\} \rho_1 L + (1 + \sqrt{1+z^2}) \rho_2 L + dC\rho_4 L + (2z_0 + m)(1-s)L_d\rho_7 \right] = 0$$

(2) 堰體가 岩盤인 基礎地盤에 設置하는 경우의 經濟的 計劃取入水深의 條件式은

가. 越流式인 경우

式 (21)과 式 (21')에 依하여

$$z\rho_1 Lh_1 - \frac{3Q_1\rho_3 h_1^{-\frac{5}{2}}}{2m_1(1-s)\sqrt{2gs}} + \left[\left\{ b + z(d_0 + h_0) \right\} \rho_1 L + (1 + \sqrt{1+z^2}) \rho_2 L + nk\rho_5 + (2z_0 + m)(1-s)L_d\rho_7 \right] = 0$$

나. 孔口式인 경우

式 (24)와 式 (24')에 依하여

$$z\rho_1 Lh_1 - \frac{3Q_1\rho_3 h_1^{-\frac{5}{2}}}{2m_2 m' \sqrt{2gs}} + \left[\left\{ b + (d_0 + h_0) \right\} \rho_1 L + (1 + \sqrt{1+z^2}) \rho_2 L + (2z_0 + m)(1-s)L_d\rho_7 \right] = 0$$

그런데 위의 條件式들의 解析過程에서 無視되기는 하였지만 計劃取入水深의 大小가 또한 堰體部の 止水壁의 工事費, 護岸工事費 및 上流部の 水浸被害額의 增減에 多少나마 影響을 미치고 있으므로 위의 條件式들을 運用함에 있어서는 어떤 點을 考慮하여 設計에 適用할 計劃取入水深 h_1 값을 위의 條件式들을 滿足시키는 h_1 값보다 크게 定하여서는 아니된다고 본다.

參 考 文 獻

1. 金哲基(1960) : 經濟的으로 有利한 提塘 餘水吐溢流深에 對한 一考. 韓國農業土木會誌 Vol. 3. No. 1. pp. 72~75.
2. 桑野定義(1961) : 側溝餘水吐의 經濟的越流水深について, 農土研 Vol. 29. No. 2. pp.57~64.
3. 山崎不二夫(1967) : 地表排水に重點を置いて從來型の大區劃水田の排水距離を定める方法—OR手法による農地計劃の研究(1)—農土論集 No. 22. pp. 27~32.