

水路工作物의 水理計算法

韓 乙 出

1. 緒 言

I.C.A. 技術援助 計劃에 依하여 一年의 豫定으로 美國의 水利事業 研究視察次 1957年 8月 26日에 그리온 祖國을 出發 하였습니다.

여러분도 아시다싶이 美西部 十七州 乾燥地帶의 開拓을 擔當한 行政機構는 美 農林部가 아니고 內務部 開拓局(Bureau of Reclamation Department of the Interior)이며 庶務에 關한 本部는 華府(Washington D.C.)에 있지만 技術에 關한 本部는 各 現場 中心地인 Colorado州의 Denver에 있습니다. 이 Denver office에서 八個月余에 亶하여 調査 計劃 設計 實驗 工事契約 工事費單價 見積等 廣範圍한 室內 實務訓練을 받은後 3個月余를 西部各州에 散在하고있는 各 工事地區의 施工法, 既設地區의 維持管理 狀況等を 見學 또는 實習하는데 即 現場出張(Field Trip)에 消費 하였습니다. 그리고 歸路에는 歐洲 各 先進國을 歷訪한後 지난 9月 22日에 여러분의 熱狂的인 歡迎裡에 無事히 歸國 하였습니다. 其間 誕生되어 名實 共히 우리나라 一流專門誌로 發展되어 가는 農業 土木會誌의 第三號를 通하여 會員 여러분에게 歸國人事 兼 美國技術의 一端을 紹介하게 됨을 無限의 榮光으로 生覺하는 바입니다.

美國의 廣大한 疆土, 無盡藏한 天然資源, 世界 第一로가는 機械 및 物質文明等を 想起해 볼때 調査 設計 重機械에 依한 工事施工 工事의 規模에 있어 우리 韓國과 天壤之差別라는 것은 容易하게 理解할수 있거니와 美國技術을 우리 韓國에서 適用問題에 있어서 上述한 바와같이 兩國實情이 너무 顯著한 差가 있다는 皮相的인 理由아래에 이를 不可能視 한다는것은 賢明之策 이라고는 生覺되지 않으므로 茲에 卑近한 一設計法을 說明

하여 美國의 最新技術도 우리 農業土木部門에 容易하게 適用할수 있다는 것을 力說하고져 한다.

管水路(Pipe Lines, Pipe Systemes)가 아닌 一般用水路(Irrigation Canal Systemes)의 工作物의 分類는 美 開拓局에 依하면 다음과 같다.

1. Conveyance structures(運搬用 工作物)……比較的 短距離의 Canal Linings, Chutes(急流工), Drops(落差工), Culverts(用水暗渠), Flumes(掛樋), Inverted Siphons(用水潛管), Tunnels(隧道)等等.
2. Regulating Structures(調節用 工作物)……Checks(制水門), 量水用의 Weirs, Orifices, Flumes 및 Turnouts(分水管),
3. Protective Structures(保護用 工作物)……Inverted Syphons(排水潛管), Culverts(排水暗渠) Drain Inlets(流込工), Overchutes(一種의 排水架樋과 같은 것), Spillways(水路余水吐), Wasteways(放水工).
4. Bridges(橋梁)……土橋, 鐵筋Concrete 橋.

以上과 같이 여러 水路 工作物이 있으나 여기서 是는 用水潛管의 水理 計算法만을 說明하고 其他는 다음機會로 미루기로 한다.

2. 用水潛管의 水理 計算例

用水路의 一定한 通水斷面이 潛管, 掛(架)樋, 暗渠, 隧道等の Conveyance Structures 에가서 急激히 變化하는 關係로 Energy의 損失, Back water의 惹起等を 招來 하는수가 많다. 이러한 缺陷을 除去하기 爲하여서는 Conveyance Structures의 流入 流出口에 漸縮 漸擴하는 工作物을 挿入하여 야 하며 이러한 工作物을 Transitions(緩和工)이라고 말한다. 緩和工(Transitions)을 形態上으로 分類하면 다음의 四種類가 있다.

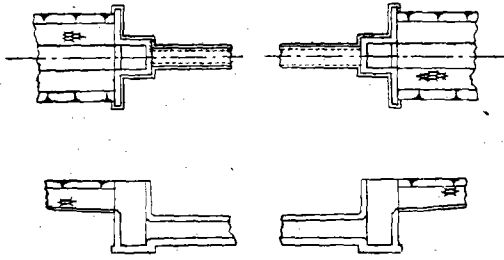


Fig. 5. 在來式 潛管

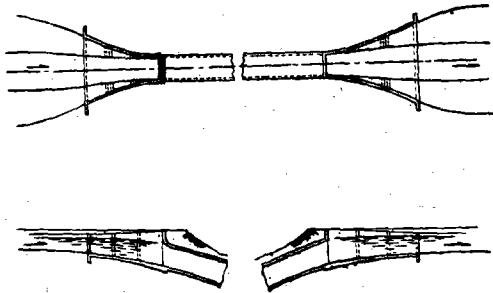


Fig. 6. 美式(流線式) 流管

Fig 5와 같이 現在까지 우리나라에 施工된 用水潛管을 보면 流入 流出部에 반드시 Tank(水槽)를 附加하는것이 慣習으로 되어있거니와 이는 水理學的으로 볼때 매우 不經濟的이다. 왜냐하면 Tank에 있어서 渦流其他에 消費되는 Energy loss가 너무 많기때문 이다. 그러므로 最近 數十年間에 있어서 美國같은 나라에서는 流入 流出部에 Tank를 附加하지않고 Transition을 附加하여 (Fig 6及 Fig 1, 2, 3 參照) Energy loss를 最少限度로 하는 同時에 可及的 smooth하게 通水되도록 하는 水理設計法을 使用하고 있다.

다음에 우리나라 在來式 用水潛管(即 Tank를 有한 것)의 損失水頭와 美式 用水潛管(即 Tank代身 Transition을 有한 것)의 損失水頭를 比較計算해 보면

美式: Fig 7에 있어서 計算資料는 다음과 같다.

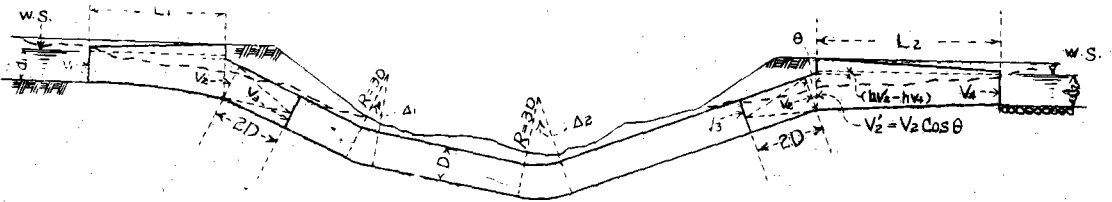


fig 7

一般的인 潛管의 縱斷

流入 流出部 緩和工의 水路端

水路底巾 = 25.0'

法 面 = 1 : 1.5

水 深 $d_1 = d_2 = 10.00'$

流 量 $Q = 1000 \text{ ft}^3/\text{sec}$

通水斷面 $A = 400.00 \text{ ft}^2$

流 速 $V_1 = V_4 = 2.50 \text{ ft}/\text{sec}$

流速水頭 $h_{v1} = h_{v4} = 0.097'$

動水半徑 $r = 6.55'$

粗度係數 $n = 0.014$

勾 配 $s = 0.00005$

潛管軀體와 緩和工을 連絡하는 閉鎖된 一種의 緩和工(四角斷面으로, 부터 圓形斷面으로 漸變함)

四角斷面 = $11.0' \times 11.0'$

$Q = 1000$ $A = 121.00$

$V_2 = 8.26$ $h_{v2} = 1.061$

$r = 2.75$ $n = 0.014$

$s = 0.00155$

圓形的 潛管軀體

直經 $D = 11.0'$ $Q = 1000$

$A = 95.03$ $V_3 = 10.52$

$h_{v3} = 1.721$ $V = 2.75$

$n = 0.014$ $s = 0.00254$

延長 $L = 160'$

損失水頭 및 所要水頭의 算出

流入部 緩和工의 摩擦水頭 =

$$45'(L_1) \times \left(\frac{0.00005 + 0.00155}{2} \right) = 0.036'$$

流入部 緩和工의 漸縮水頭 =

$$0.1 \times [1.721(h_{v3}) - 0.097(h_{v1})] = 0.162'$$

閉鎖 緩和工의 摩擦水頭 =

$$2 \times 22' \times \left(\frac{0.00155 + 0.00254}{2} \right) = 0.090'$$

潛管 軀體의 摩擦水頭 = $160' \times 0.00254 = 0.406'$
 軀體 彎曲에 依한 水頭
 ($\Delta_1 = 15^\circ$) = $0.027 \times 1.721(h_{v3}) = 0.046'$
 軀體 彎曲에 依한 水頭
 ($\Delta_2 = 30^\circ$) = $0.058 \times 1.721(h_{v3}) = 0.100'$
 流出部 緩和工의 漸擴水頭 =
 $0.2 \times [1.721(h_{v3}) - 0.97(h_{v4})] = 0.325'$
 流出部 緩和工의 摩擦水頭 =
 $60'(L_2) \times \left(\frac{0.00005 + 0.00155}{2} \right) = 0.040'$

全 損失水頭 = 1.213'
 1割의 余裕 = 0.121'
 故로 所要水頭 = 1.334'

備考 1. 茲에 勾配 S는 摩擦勾配(Friction Slope)로서 單位長에 對한 摩擦損失水頭의 比率를 말하는 것이며 水路部에 있어서는 水路底勾配이지만 緩和工, 潛管軀體等에 있어서는 Manning's Formula,

$$V = \frac{1.486}{n} r^{2/3} s^{1/2} \dots \dots \text{呎 單位}$$

$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} s^{1/2} \dots \dots \text{米 單位}$$

에서 算出한 S를 말한다. 그러므로 어떤區間의 摩擦 損失水頭는 그 區間의 摩擦勾配 또는 平均 摩擦勾配에다 길이(Length)를 乘하면 된다.

2. 緩和工의 漸縮, 漸擴에 依한 損失水頭는 兩端의 流速水頭差에다 係數 k_1 (漸縮) k_2 (漸擴)를 乘하면 된다.

流線型 緩和工에 對하여서는 $k_1 = 0.1, k_2 = 0.2$
 折面型 緩和工에 對하여서는 $k_1 = 0.2, k_2 = 0.3$

3. 彎曲에 依한 損失係數는 一般 水理學에 一任한다.

在來式: 損失水頭 및 所要水頭의 算出

潛管軀體流入部의 流入 損失水頭
 = $0.5 \times \frac{v_3^2}{2g} = 0.5 \times 1.721(h_{v3}) = 0.860'$

軀體의 摩擦水頭
 = $0.00254 \times (160' + 2 \times 2 \times 11') = 0.518'$
 彎曲에 依한 損失水頭(既算出分)
 = $0.046' + 0.100' = 0.146'$

潛管軀體 流出部의 流出 損失水頭
 = $C \frac{v_3^2}{2g} = 1 \times 1.721(h_{v3}) = 1.721'$

全 損失水頭 = 3.245'
 以上의 一割의 余裕 = 0.324'
 故로 所要水頭 = 3.569'

이와같이 Tank 代身에 Transition 을 附함으로 서 相當한 head를 節約할수 있다. 卽 이 節約하는 程度는 Velocity가 크면 클수록 많은 것이다.

3. 結 論

Transition 에 關하여 詳細한 水理計算은 追後로 미루기로 하고 여기에서 結論으로 말하자면 用水潛管 前後의 地形關係에 있어서 落差가 많은 境遇에는 Transition 代身에 Tank 또는 落差付 Tank 을 使用하여 落差에 依한 Energy를 抹殺하여야 한다. 그러나 落差가 적을 境遇에서는 반드시 Tank 代身에 Transition 을 使用하여 所要水頭을 最少限度로 하여야 하며, 境遇에 따라서는 土工費의 節約을 圖謀할수 있을것이다.

이와같은 水路 工作物의 構造變更 및 水理計算은 앞으로의 우리나라 水路 計劃線에 一大變動을 招來할 것으로 生覺되는바이다.

(筆者: 農林部改良課長)