

水壓鐵管經濟的直徑ノ圖式決定法ニ就テ (第六卷第三號所載)

會員 工學士 宮 長 平 作

水力發電所ニ於ケル水壓鐵管ノ經濟的直徑ヲ決定スル公式ニハ電力料金、水車及發電機ノ能率、發電機ノ負荷率、鐵管費ニ對スル利子、維持費並ニ元價償却金ノ割合、鐵管内ノ摩擦係數、水衝作用ノ割合、鋼板接手ノ効率等ノ變數ヲ含ミ此等ハ事情ニ依リテ著シキ差異アルコト珍ラシカラサルヲ以テ斯カル公式ヲ圖式ニテ表ハサンニハ時ニ實際ト甚タシキ懸隔ヲ生スルコトアリ寧ロ多少ノ手數ヲ掛クルモ對數表ニ依リテ計算スルヲ優レリト爲スコト少ナカラサル可シ然レトモ此ハ暫ク措キ著者カ用キラレタル公式ニ關シ些カ卑見ヲ陳ヘ著者ノ高教ヲ仰カントス

(一) 著者カ引用セラレシ公式

$$D = \left[ \frac{5 \times 64 \cdot p \cdot e \cdot Q^3 \cdot \mu}{2 \times 550 \times C^2 \cdot \pi^3 \cdot m \cdot w^2} \right]^{\frac{1}{4}}$$

$$m = \frac{p(h-h')}{2 \times 144 \cdot f} \quad (1)$$

ハ一條ノ水壓鐵管ニテハナル水頭ニ相當スル點ノ經濟的直徑ヲ算出スルモノニシテハカ減少スルニ從ヒDハ其ノ七乗根ニ比例シテ減スルコトヲ意味シ隨ツテ著者カ實例トシテ掲出セラレタル水量百四十個落差二百二十尺ノ發電所ノ水壓鐵管ハ五・五五呎ヲ以テ最モ經濟的直徑ナリト云フハ其ノ鐵管路ノ最下部即チ水頭二百二十尺ノ處ニテハ之ヲ以テ經濟的

トナスニ過キスシテ水頭ノ少ナキ上部ニ至ルニ從ヒ此ノ直徑ハ増大スルモノナレハ夫等ハ一々計算ヲ要スルモノトス然レトモ實際ノ計畫ニ當リテハ水壓鐵管ハ其ノ比較的長カラサルモノハ直徑ヲ一樣ニスルコト多ク落差高ク延長頗ル大ナルモノト雖モ管徑ハ之ヲ數種ニ分ツニ過キスシテ(1)式カ示ス如ク微分的ニ管徑ヲ變フルコトハ頗ル煩雜ニシテ實行のナラヌヲ憾トス依テ鐵管全體カ同一直徑ナルカ又ハ少ナクトモ或ル範圍ノ水頭ニ對シテハ同一直徑ヲ用ウルモノトシテ(1)式ヲ訂正スルヲ可トスヘシ

(二)著者ハムヲ以テ單ニ水車ノ能率ヲ表ハスモノトセラレシモコハ發電機ノ能率ヲ含ム合成能率ナラサルヘカラス發電機ノ能率ハ九五%内外ナレハ其ノ影響大ナラサルカ如シト雖モ本公式ノ如ク多數ノ因子ヲ有スルモノニテハ省略スルハ好マシカラス若シムヲ水車能率ノミトセハ電力料金計算ニ際シテ之レヲ加味スルヲ要スヘキニ著者カ算出セラレシニハ除外シアリ

(三)(1)公式ハ馬力單位ニ基ツキ作製シタルモノナレトモ現今我國ニ於テハ電力料金ハ殆トスルワツト時單位ニテ計算スルヲ普通トスルヲ以テ公式ハさるわつと單位トナスヲ實用的ト考フ從ツテハ一さるわつと一箇年ノ代價トナスヲ便利トスヘシ

(四)鐵管ノ重量ハ直徑 $d$ 、厚サ $t$ 、單位重量 $w$ ヨリ  $W = \pi d t w$ トシテ算出セラレタルモ實際鐵管ノ仕上リ重量ハりべつと鋼板ノ重襲、突縁、ぼゝると、伸縮管其他ニヨリ著シク増加シ其ノ割合ハ鍛接管ニ小ニシテ鋳綴管ニ大ナルヲ普通トシ直徑ノ小ナルモノニハ大ニシテ其ノ大ナルモノニハ小ナルヲ以テ元ヨリ一樣ナラスト雖トモ普通ノ大キサノ鐵管ニテハ鍛接管ニテ三割内外ヨリ鋳綴管ニテ四割程度ニ及フコト珍ラシカラサレハ公式ニハ之ニ關スル考慮ヲ必要トスヘシ

(五)鐵管ノ厚サヲ定ムルニハ鋼板接手ノ効率及ヒ水衝作用ニ因ル水壓ノ上昇ヲ加味スヘキハ勿論ニシテ之レヲ公式中ニ表ハスカ然ラスンハ鋼板ノ許容應力ヲ定ムルニ當リ之ヲ慮ラサルヘカラサルモ寧ロ公式中ニ表ハスヲ可トセスヤ蓋シ鋼板接手ノ効率ハ鋳綴管ニテ約  $\frac{2}{3}$  鍛接管ニテハ八五乃至九〇%トナスヲ得可ク水衝作用ニ基ツク壓力増加ノ割合ハ完

全ナル設備ヲ爲セル發電所ニテハ三割乃至四割ト見ル可キヲ以テ此等ヲ常數トシテ考フルハ當ヲ得サレハナリ著者カ實例トシテ揚ケラレシ  $f = 10,000 \text{ #/sq. ft.}$  ハ此ノ兩者ヲ加味セシモノトシテハ少ナキニ過ク可シ、今以上ノ各條件ヲ加味シテ(1)式ノ修正ヲ試ミントス

$r$  水衝作用ニ因ル水壓上昇ノ割合

$E$  鋼板接手ノ効率

$a$  鐵管ノ實重量ノ  $\pi D w$  ニ對シテ増加スル割合

$t$  水頭  $h$  ニ對シテ必要ナル厚サ

$\mu$  水車ト發電機トノ合成能率

$L$  鐵管ノ長サ(呎)

$e$  一きろわつと一箇年ノ電力代

其他ハ著者ノ記號ヲ其儘用フルモノトス

(A) 鐵管ノ全長ヲ通シテ同一直徑ノ場合

鐵管全長ニ對スル摩擦損失水頭  $N = 64 L Q^2 / C^2 \pi^2 D^5$  ニシテ夫レニ因ル損失電力ノきろわつと數ハ

$$k_{20} = \frac{3 \times 64 Q^2 L a \mu}{4 \times 550 C^2 \pi^2 D^5} \quad \text{コノ電力代ハ} \quad \frac{3 \times 64 L Q^2 p u e}{4 \times 550 C^2 \pi^2 D^5}$$

ナリ

水壓鐵管ノ厚サハ水頭少ナケレハ理論的ニハ薄キモノニテ差支ナキ筈ナレトモ實際ニハ甚ダシク薄キ鐵管ヲ用フルコトヲ得ス普通ノ大キサニテハ  $\frac{1}{4}$ 、大ナルモノニテハ  $\frac{3}{8}$  位マテヲ最小限トスルヲ可トス今  $h$  ヲ以テ之ノ最小限ノ厚サトシ  $h_1$  ヲ計算上  $h$  ヲ必要トスル水頭トセハ

$$h = \frac{h_1 \rho D (1+r)}{2 \times 144 f E} \quad \text{從ツテ} \quad h_1 = \frac{288 f E t}{\rho D (1+r)}$$

更ニ  $h$  ナル厚サノ部分ノ長サヲ  $L_1$  トシ鐵管路ノ勾配ヲ上下ニ通シテ同一ト假定セハ  $h$  ノ厚サヲ有スル部分ノ全重量ハ

$$W_1 = (1+a) t_1 \pi D w L_1 \quad \text{ニシテ} L_1 \text{ ハ } L_1 / h \text{ ヲ以テ} h_1 \text{ ハ } 288 f E t_1 / \rho D (1+r) \text{ ニテ置キ換ヘ得ルヲ以テ}$$

$$W_1 = 288 \pi (1+a) t_1^2 w f E L_1 / \rho (1+r) h \quad \text{トナリ此ハ} D \text{ ニ對シテハ常數ナリ}$$

トシテ水頭 \$h\$ ニ相當スル厚サトセハ厚サ \$t\$ ヨリ \$t\$ ニ至ル間ノ鐵管ノ全重量ハ

$$W_2 = \frac{t+t}{2} (1+a) \pi D_w L \left(1 - \frac{h_1}{h}\right) \\ = \frac{(1+a) \pi D_w^2 L \rho (1+r) h}{2 \times 288 f E} - \frac{288 (1+a) \pi w L f E t^2}{2 \rho (1+r) h}$$

トス然レトモ其ノ第二項ハ \$D\$ ニ對シテハ常數ナルヲ以テ \$D\$ ノ經濟的價値ハ

$$\frac{3 \times 64 L Q^3 \rho \mu e}{4 \times 550 C^2 \pi^2 D^6} + \frac{(1+a) \pi D_w^2 L \rho (1+r) h^2}{2 \times 288 f E}$$

ノ和ヲ最小ナラシムルモノニシテ

$$D = \left[ \frac{3 \times 5 \times 64 \times 288 Q^3 f E \mu e}{4 \times 550 (1+a) (1+r) C^2 \pi^2 w h^2} \right]^{\frac{1}{5}} \dots \dots \dots (2)$$

\$f\$ ヲ 15,000 lbs per sq. in. トシ \$w\$ ヲ 490 lbs. トスル

$$D = \left[ \frac{124 Q^3 E \mu e}{(1+a) (1+r) C^2 h^2} \right]^{\frac{1}{5}} \dots \dots \dots (3)$$

(B) 鐵管ノ直徑ヲ數種ニ分ツ場合

水頭 \$H\_1\$ ヨリ \$H\_2\$ マテヲ同一ノ直徑トシ \$T\_1\$ ヲ \$H\_1\$ ニ相當スル厚、 \$T\_2\$ ヲ \$H\_2\$ ニ對スル厚サトシ \$H\_1\$ ヨリ \$H\_2\$ マテノ鐵管ノ長サヲ \$L\$ トシ直徑ヲ \$D\_1\$ トセハ

$$T_1 = H_1 \rho D_1 (1+r) / 288 f E, \quad T_2 = H_2 \rho D_1 (1+r) / 288 f E \quad \dots \dots \dots \text{ニシテ鐵管ノ重量ハ}$$

$$\pi \rho D_1^2 (1+a) (1+r) (H_1 + H_2) L w / 2 \times 288 f E \quad \dots \dots \dots \text{トナリ此ヨリ(A)ノ場合ト同様ニシテ}$$

