

水壓鐵管經濟的直徑ノ圖式決定法ニ就テ

准員 工學士 中村光四郎

水壓鐵管直徑ノ經濟的決定法ハ已ニ古クヨリ研究セラレタリト雖モ其ノ算式極メテ煩雜ニシテ對數表ニ依ルニ非ラサレハ之ヲ計算スルコト能ハス從ツテ早急ヲ要スル場合若シクハ水利使用願調製ノ時ノ如キ大體ノ概念ヲ必要トスル場合算式ニ依リテ計算スルハ不便ノコト多シ

勿論老練ナル技術家ハ計算ヲ待ツ事ナク落差ト流量トニ依リ直チニ適當ノ判定ヲ下シ得ンモ著者ノ如キ經驗ニ乏シキ者ハ其ノ判定ニ苦シム場合多シ

著者ハ此ノ點ニ鑑ミ對數表ヲ用ヒ算式ニ依リテ計算スル不便ヲ避ケ圖式解法ニ依リテ輕易ニ之ヲ定メントス一般ニ廣ク使用セラル、算式ハ

- (一) 水壓鐵管內ニ於ケル摩擦損失力
- (二) 水壓鐵管費(元價償却、維持費、利子)

ノ和ヲシテ最小ナラシム可キ條件ヨリ誘導セラレタルモノニシテ次式ニ示スカ如シ

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

$$m = \frac{\rho(h-l)}{2 \times 141 f} \dots \dots \dots (1)$$

茲ニ

ρ 水一立方呎ノ重量(封度)

c 一馬力一箇年ノ價(圓)

Q 流量(毎秒立方呎)

μ 水車能率

C "Chezy"氏流速係數 ($C = c\sqrt{1/RS}$)

w 鋼鐵一立方呎ノ重量(封度)

而シテ此等諸數量中 Q ト h 及 h' ハ水力地點ニ依リテ異ルモ其ノ他ノ諸數量ハ之ヲ定數ト見做ス事ヲ得勿論此等ノ中ニ於テモ

e 一馬力一箇年ノ價

i 鐵管費

μ 水車能率

ノ如キハ絶對的ニ定數ト云フヲ得サルモ其ノ變化ノ範圍小ニシテ Q 及 h ニ對シテ之ヲ定數ト見做スハ敢テ不當ナラサルヘシ

從ツテ第一式ハ Q ト h 並ニ h' ノ函數トシテ表ハスコトヲ得

即チ

$$D = \left[\frac{K Q^3}{(h-h')} \right]^{\frac{1}{4}}$$

$$K = \frac{5 \times 64 \rho e \mu \times 2 \times 144 f}{2 \times 550 C^2 \pi^3 w i \rho}$$

.....(2)

然ルニ摩擦損失水頭 h' ハ一般ニ全水頭 h ニ比シ極メテ小ナルヲ以テ今 h' ヲ h ニ對シ省略スル時

$$D = \left[\frac{K Q^2}{h} \right]^{\frac{1}{4}} \dots \dots \dots (2)$$

トナリDハ全クQトハノミノ函數トナル

今(2)式ニ於テ對數ヲ取ルトキ

$$\text{Log } D = \left(\frac{1}{4} \text{Log } K + \frac{3}{4} \text{Log } Q \right) - \frac{1}{4} \text{Log } h \dots \dots \dots (3)$$

トナリ更ニ

$$\left(\frac{1}{4} \text{Log } K + \frac{3}{4} \text{Log } Q \right) = f(Q), \quad \frac{1}{4} \text{Log } h = f(h), \quad \text{Log } D = f(D)$$

トセム $f(D) = f(Q) - f(h)$

トナリ豫メ $f(D), f(Q), f(h)$ ノ曲線ヲ畫キ置ク時ハ任意ノQ及ハニ對シテ直チニ圖上ヨリ $f(h), f(Q)$ ノ値ヲ求ムルコトヲ得從ツテ其ノ差ニ應スルDノ値ヲ $f(D)$ 曲線ヨリ求ムルヲ得

今

流量(Q) 五〇〇個以下 水頭(h) 一〇〇〇呎以下 直徑(D) 一五呎以下

ニ對シテ $f(Q), f(h), f(D)$ ノ曲線ヲ求メム

之カ爲先ツ定數Kノ値ヲ定メサルヘカラス

$$K = \frac{5 \times 64 \rho e \mu \times 2 \times 144 f}{2 \times 550 C^2 \pi^3 w^2 \rho} \dots \dots \dots (2)$$

前式ニ於テ

$$\rho = 62.5 \text{ (密度)} \quad \mu = 0.30$$

$e=122$ (圖) (1 [きろわゝと時]=0.025 (圖) 荷重率=75% r 假定ス)

$w=490$ (封度) $f=10,000$ (封度)/平方時 $C=100$

$i=0.043$ (圖) 鐵管 1 噸(2,240 封割)=600 (圖) 維持費並利子=12% 元價償却金=4%

トヤク

$$\frac{1}{7} \text{Log } K = 0.1567789 \dots \dots \dots (5)$$

(5) 式ノ値ヲ(4) 式ニ代入シ Q 、 h 及 D ニ色々ノ値ヲ與ヘテ $f(Q)$ 、 $f(h)$ 、 $f(D)$ ノ値ヲ求ムル時次表ノ如シ

第 一 表

Q	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
$f(Q)$	0.585	0.714	0.793	0.843	0.885	0.919	0.947	0.972	0.994	1.019	1.031	1.048	1.063	1.076	1.089	1.101
Q	170	180	190	200	220	240	260	280	300	325	350	375	400	425	450	500
$f(Q)$	1.110	1.123	1.133	1.143	1.160	1.177	1.192	1.205	1.218	1.233	1.247	1.260	1.272	1.283	1.294	1.313

第 二 表

h	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
$f(h)$	0.143	0.186	0.211	0.229	0.243	0.254	0.264	0.272	0.279	0.286	0.292	0.297	0.302	0.306	0.311	0.315
h	170	180	190	200	220	230	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
$f(h)$	0.319	0.322	0.327	0.329	0.335	0.346	0.354	0.363	0.372	0.379	0.386	0.397	0.406	0.415	0.422	0.429

第 三 表

D	0.5	0.75	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
$f(D)$	1.699	1.875	0.000	0.301	0.477	0.602	0.699	0.778	0.845	0.903	0.954	1.000	1.041	1.079	1.114	1.146	1.176

前記ノ値ニ依リ Q 及 h ヲ横距 τ ニシテ $f(Q)$ 及 $f(h)$ ヲ縦距 τ ニシテ曲線ヲ畫ク時第一圖トナリ D ヲ横距 τ ニシテ $f(D)$ ヲ縦距 τ ニシテ曲線ヲ畫カハ第二圖トナル

斯クノ如ク是等 $f(Q), f(h), f(D)$ ノ三曲線ヲ得ハ直徑 D ハ次ノ方法ニ依リ容易ニ見出スコトヲ得ヘシ

圖式解法

今 Q 及 h カ與ヘラルノ時ハ Q ニ對スル $f(Q)$ 曲線ノ縦距 τ ニ對スル $f(h)$ 曲線ノ縦距 τ ノ差ヲ求メ之ヲ $f(D)$ 曲線ノ縦距 τ ニ對スル $f(D)$ 曲線ノ縦距 τ ニ對スル $f(D)$ 曲線ノ縦距 τ ノ差ヲ求ムル時是即チ所要ノ直徑ナリ

例題 (一)

今流量百四十個落差二百二十呎トセハ第一圖ニ於テ

$$od = 140 \text{ 個}$$

トシ a ヲ通スル垂直線ト $f(Q)$ 曲線ト b 點ニ於テ交ラシメ b ヲ通スル水平線ト縱軸 o トノ交點ヲ o トスルトキ o ハ $f(Q)$ ヲ表ハスモノナリ

同様ニシテ

$$od = 220 \text{ 呎}$$

トシ d 點ヲ定メ順次ニ e 及 f 點ヲ定ムルトキ o ハ $f(h)$ ヲ表ハスモノナリ
更ニ兩者ノ差即チ

$$oe - of = fo = 0.745$$

ヲ求メ第二圖ニ於テ

$$0.9 = 0.746$$

トシテ、 Q 點ヲ定メ、 Q ヲ通スル水平線ト (D) 曲線トノ交點ハ、 Q ヲ定メ更ニ、 Q ヲ通スル垂直線ト、横軸ト交ハル點ヲ、 i トセハ、 0.9 ハ求ムル直徑ナリ即チ

$$0.9 = 5.55 \text{ 呎}$$

電力並銅鐵價格ノ變動ニ伴フ直徑ノ變化

前記ノ解法ニ於テ

e 一馬力一箇年ノ價格

e 鐵管費

ハ變化セサルモノト假定シ

$$e = 122 \text{ 圓 (1 k.w. = 0.025 圓 荷重率 = 75\%)}$$

$$e = 0.043 \text{ 圓 (鋼鐵一噸ノ價 = 600 圓 利率維持費並元價償却金 = 16\%)}$$

トシタルモ、電力價格及鐵ノ價格ハ變動スルヲ免レ、 e ニ從ツテ、 e ノ變化ニ應スル修正ヲ必要トス、今一定ノ流量及落差ニ於テ

$$\frac{e}{2} = \frac{122}{0.043} = 2837$$

ニ對スル直徑ヲ D トシ

$$\frac{e}{2} = n$$

ニ對スル直徑ヲ D' トセハ、 D ト D' トノ關係ハ次式ニヨリテ表サル

$$D' = D \eta$$

$$\eta = \left[\frac{\frac{e'}{2}}{\frac{e}{2}} \right]^{\frac{1}{7}} = \left[\frac{2837}{n} \right]^{\frac{1}{7}}$$

從ツテ豫メルノ種々ノ値ニ對シテリノ曲線ヲ畫キ置クトキ任意ノ n ニ對シテ修正係數ヲ圖上ヨリ求ムルコトヲ得
今

$$n = 1,000 \sim 7,000$$

ノ値ニ對シテリノ曲線ヲ畫カン

第 四 表

n	1,000	1,750	2,500	3,250	4,000	4,750	5,500	6,250	7,000
η	0.862	0.933	0.982	1.020	1.056	1.077	1.100	1.120	1.138

第四表ニ依リテリノ曲線ヲ畫クトキ第三圖ノ如シ前表ヨリ明ナル如ク e/i ノ變化ニ伴フ直徑 D ノ變化ハ比較的小ニシテ
一〇%以上ニ達スルコト稀ナリ

例題 (二)

流量 一四〇個 落差 二二〇呎 e/i 一、六〇〇

ナルトキハ直徑ヲ求ムルニハ先ツ第一圖第二圖ニヨリテ D ヲ求ムルトキ

$$D = 5.55 \text{ 呎 (例題 (1) 參照)}$$

更ニ第三圖ニヨリテリヲ求ム即チ

$$o_j = 1,600$$

トシテ通スル垂直線トリノ曲線ト n ニ於テ交リテヲ通スル水平線ト縱軸 o リト交ル點ヲ l トセハ

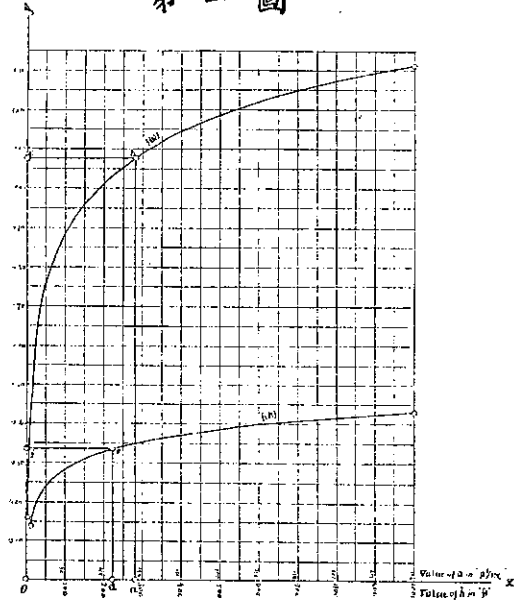
$$\eta = o/l = 0.91$$

ナリ從ツテ

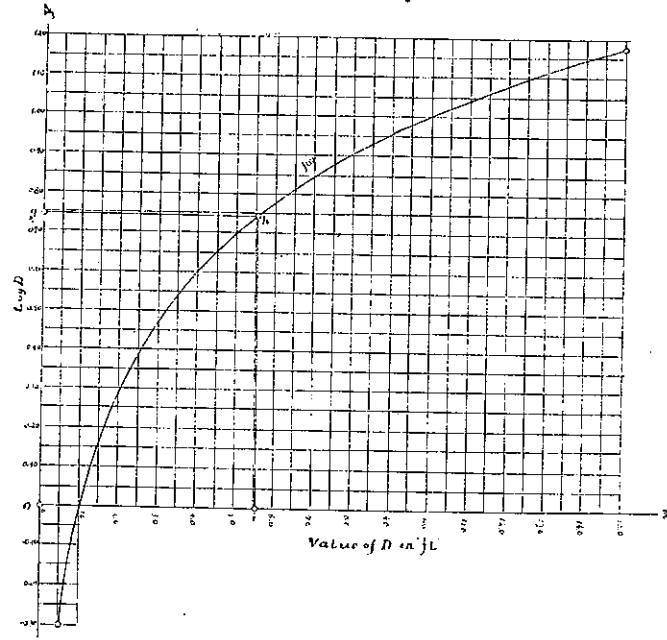
$$D' = 5.55 \times 0.91 = 5.05 \text{ 呎} \quad \text{!!!}$$

(完)

第一圖



第二圖



第三圖

