

サルカ故ニ定數ト見做スノ不當ナルハ明カナリト思惟ス知ラズ著者ノ高見ハ如何敢テ教示ヲ乞フ (完)

會員工學士 永 井 專 三

發電用水路ノ經濟的勾配ニ就テ松田氏ガ研究ノ一端ヲ本誌ニ發表セラレタルハ斯業従事者ノ注意ヲ喚起スルコト尠カラサルヘク左ニ Gary E. Hirtkinson ノ經濟的斷面ニ對スル解法 (The Journal of Am. Soc. of Mech. Engineers 一九一九年四月號所載) ヲ抄録シテ蛇足ヲ添フヘシ

Q 流量 (秒立方尺) (定數)

L 水路延長 (呎)

A 同 斷面積 (平方呎)

s 同 勾配

r 同 徑深 (呎)

w 同 潤邊 (呎)

v 流速 (秒呎)

c Chezy 公式ノ係數

e 水槽以後配電ニ至ル迄ノ合成能率 =  $0.085 \left( = \frac{62.5 \times 0.746}{550} \right)$  ヲ乘シタル係數

水路勾配 s ニ因ル電力損失 p (さろわつと) ハ

$$p = eqsL \dots \dots \dots (1)$$

ニシテ s ノ變化ニ伴フ p ノ變化ハ

$$dp = eQLds \dots \dots \dots (2)$$

ナルベク  $m$  ヲ一さるゝと年ノ利益金トスレバ勾配増加ニ因ル一さるゝと年ノ利益金ノ減收ハ

$$m dp = meQLds \dots \dots \dots (3)$$

ナリ之ニ對シテ水路建設工費ノ變化ヲ考フヘキナルカ水路ノ最適ナル大サハ Chezy ノ流速公式

$$v = \frac{Q}{A} = c(rs)^{0.65} \dots \dots \dots (4)$$

ヲ用ヒ流量  $Q$  ヲ定數トシテ之ヲ定ムヘク等式(4)ヨリ

$$\frac{dQ}{ds} = 0$$

及ヒ

$$\frac{dA}{ds} = -\frac{2A}{5s}; \quad \frac{dw}{ds} = -\frac{1}{5} \cdot \frac{w}{s}; \quad \frac{dr}{ds} = -\frac{1}{5} \cdot \frac{r}{s} \dots \dots \dots (5)$$

ノ關係アリ。ノ變化如何ニ應シ  $A$  或ハ  $r$  若クハ此二者即チ水路ノ大小形狀ヲ變化セシメ  $Q$  ヲ不變タラシムルコトヲ得ヘシ而シテ  $A$  及ヒ  $r$  間ノ一般的關係ヲ表示スヘキ方法ナキモ特殊ノ場合ニハ

$$A = w^2 = w r = \frac{w^3}{r} \dots \dots \dots (6)$$

ノ關係ヲ有スヘク此内  $a$  ハ變數ナレトモ普通ノ渠形ニ於テハ其變化ノ度合甚大ナラスシテ經濟的斷面ノ選定ニ對スル影響ハ甚タ輕微ナルヘシ第一表ハ普通ノ渠形ニ於ケル  $a$  ノ値ヲ表示セルモノニシテ假算ノ場合ニハ  $a = 9$  ヲ採用シテ可ナリ

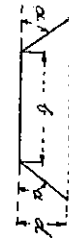
第一表

諸種ノ渠形ニ於ケル  $a$  ノ値

渠形	徑	深	斷面積	係數
半圓形 (半徑 $r$ )	$r/2$	$r/2$	$\pi r^2/2$	$2\pi$
				$a$
				$\sqrt{a}$
				2.51

討 議 發電用水路ノ經濟的勾配ニ就テ

111



$\tan \alpha = 1/1.5; b = 10d$   
 $\tan \alpha = 1/2; b = 10d$

渠 形	徑	渠 深	斷 面 積	係 數	
正 方 形 (邊長 $d$ )	$d/3$	$d/2$	$d^2$	$\alpha$	$\sqrt{\alpha}$
半 方 形 (深 $d$ )	$d/2$	$d/2$	$2d^2$	9	3.00
正六角形ヲ二分セル形 (深 $d$ )	$d/2$	$d/2$	$\sqrt{3}d^2$	8	2.83
鑿 形				$4\sqrt{3}$	2.55

次ニ水路ノ建設工費  $D$  ハ

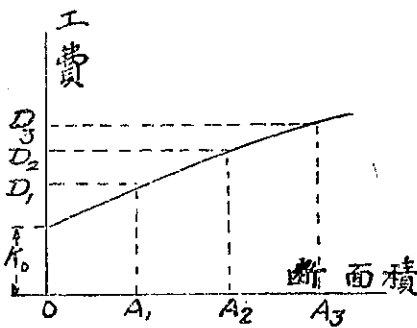
$$D = k_0 + k_1 A^n \dots \dots \dots (7)$$

$D$  一呎當リ工費 (弗)

$k_0$  同上ノ内水路ノ大小又ハ形狀ノ如何ニ係ハラス不變ナル部分

$k_1$  定數

$n$  指數 (一乃至〇・五)



第 一 圖

一ノ等式ヲ用ヒテ表示スヘク之ハ三箇以上ノ斷面積ニ對シテ一呎當リ工費ヲ計算シ之ニ據リテ第一圖ノ如キ圖表ヲ作製シ圖上ヨリ  $k_0$  ヲ知り更ニ

$$\frac{D_2 - k_0}{D_1 - k_0} = \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^n$$

ノ關係ヨリ  $n$  ヲ決定シ次テ

$$k = \frac{D_1 - k_0}{A_1^n}$$

ヨリ  $k$  ノ値ヲ定ムルヲ得ヘク其他數種ノ斷面ニ對シ精密ナル工費ヲ算定シ之等ヲ解析シテモ定數ヲ知ルコトヲ得ヘシ而シテ左記例示ノ場合ニ在リテハ等式(7)ハ甚タ簡單ナル形式ト爲ルヘシ

(第一) 單ニ岩盤ヲ掘鑿シテ水路ヲ建設シ工費ノ増減ガ斷面積ニ比例スル場合

$$D = k_0 + k_1 A \dots \dots \dots (7_a)$$

(第二) 木桶等ノ如ク工費ノ變化カ渠壁ノ表面積ニ比例スル場合

$$D = k_0 + k_1 A^{0.5} \dots \dots \dots (7_b)$$

更ニ建設資金ニ對スル利子、減價償却金、利益金等ヲ包含セル年利率ヲ  $i$  ニテ表示スレハ水路工費ニ對スル一箇年ノ總利息金  $I$  ハ

$$I = iL(k_0 + k_1 A^n) \dots \dots \dots (8)$$

ニシテ  $s$  ノ變化ハ  $I$  ノ變化ヲ來タスヲ以テ

$$dI = niLk_1 A^{n-1} \frac{dA}{ds} \dots \dots \dots (9)$$

ナルヘク之ニ等式(5)ノ値ヲ代入スレハ

$$dI = \frac{-2niLk_1 A^n}{5s} \dots \dots \dots (10)$$

ト爲リ  $s$  ノ増加ニ伴フ  $I$  ノ節約ハ少クトモ損失電力料金ト同額タラシムヘキヲ以テ

$$dI = m dp \dots \dots \dots (11)$$

之ニ等式(3)及ヒ(10)ノ値ヲ代入シ

$$5mncQs = 2mniA^n$$

ヲ得等式(4)及ヒ(6)ヨリ

$$s = \frac{v^2}{c^2 r} = \frac{v^2}{c^2 (A/a)^{0.5}}$$

及ヒ

$$Q = Aa$$

ナレハ

$$A^{n-0.5} = \frac{2.5mea^{0.5}}{mbkc^2} Q^3 \dots \dots \dots (12)$$

又ハ

$$A^{n+0.5} = \frac{2.5mea^{0.5}}{mbkc^2} Q^3 \dots \dots \dots (13)$$

ノ關係ヲ得ヘシ之ヨリ、 $A$ ノ大サヲ定ムルコトヲ得ヘキカ

$$N = \frac{2.5mea^{0.5}}{mbkc^2} \dots \dots \dots (14)$$

ト換置シ

$$A^{n+2.5} = NQ^3 \dots \dots \dots (15)$$

ノ形式ヲ以テ表示シ之カ對數式

$$\log A = \frac{\log N}{n+2.5} + \frac{3}{n+2.5} \log Q \dots \dots \dots (16)$$

ヲ用ヒ $Q$ ノ所定範圍ニ對シ圖表ヲ作製スルヲ便ナリトス例ヘン

$$m = 10, \quad e = 0.67 \times 0.085 = 0.057$$

$$i = 0.15, \quad c = 120$$

ト假定スレハ  $a = 9$  トシ

$$N = \frac{10^{-3} \times 2}{mb} \dots \dots \dots (17)$$

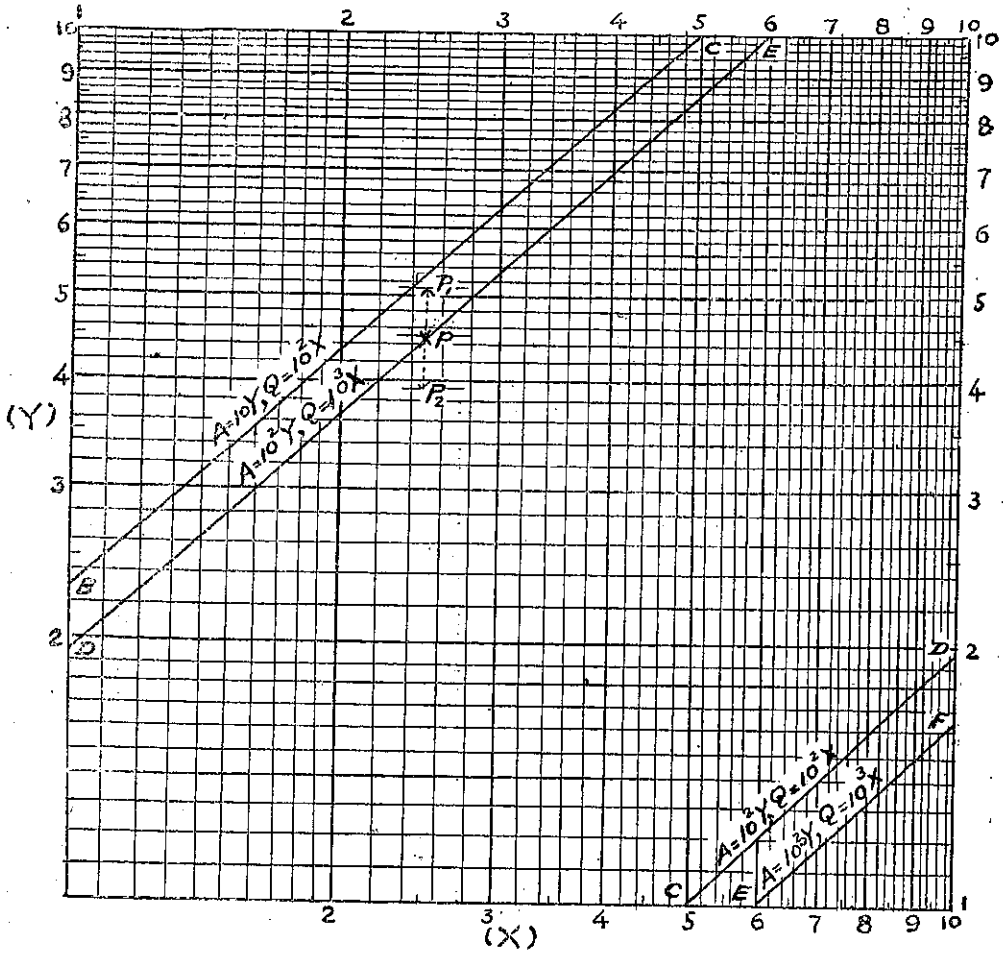
ニシテ  $n = 0.75$  及  $b = 0.10$  ナルニ

$$N = 10^{-2} \times 2.67$$

ト爲リ

$$\log A = \frac{\log (10^{-2} \times 2.67)}{3.25} + 0.923 \log Q = -0.485 + 0.923 \log Q \dots \dots \dots (18)$$

討  
議  
發  
電  
用  
水  
路  
ノ  
經  
濟  
的  
勾  
配  
ニ  
就  
テ



第二圖 等式(18)ノ對數圖表

第 二 表

第二圖ヨリ算出セル諸種ノ値

一五

Q	A	V	r	$\frac{s}{1,000}$ 呎每=呎
100	23	4.35	1.60	0.821
500	100	5.00	3.33	0.523
1,000	195	5.13	4.66	0.392
2,500	450	5.56	7.07	0.304
10,000	1,610	6.21	13.37	0.200

ナルベク第二圖ハ一〇〇乃至一〇、〇〇〇ノ流量ニ對スル等式(18)ノ對數圖表ニシテ縱距及ヒ横距ヲ  $BC$  ハ一〇倍及ヒ一〇〇倍、 $CD$  ハ一〇〇倍及ヒ一〇〇〇倍、 $DE$  ハ一〇〇〇倍及ヒ一、〇〇〇〇倍、 $EF$  ハ一、〇〇〇〇倍及ヒ一、〇〇〇〇〇倍スヘク第二表ハ第二圖ヨリ得タル $A$ ニ據リテ算出セル諸種ノ値ナリ

更ニ等式(15)ヲ特殊ノ場合ニ適用センニ

(第一) 工費カ渠壁ノ表面積ニ比例スル場合

$$z = 0.5 \text{ ニシテ}$$

$$A^2 = NQ^3$$

ト爲リ  $v = Q/A$  ナラン

$$v^3 = \frac{1}{N} \dots \dots \dots (19)$$

之レ水路ノ大小ニ關係ナク一個ノ最適ノ流速ノ存スルコト即チ最適ナル流速ハ水路ノ大小ニ關係ナキコトヲ示スモノナリ

(第二) 工費カ掘鑿量ニ比例スル場合

$$z = 1.0 \text{ ニシテ}$$

$$A^{3/2} = NQ^3 \dots \dots \dots (20)$$

ト爲リ之ハ第二圖ノ如キ圖表ヲ作製スルカ若クハ

$$A^{0.5} = Nv^3 \dots \dots \dots (21)$$

及ヒ

$$Q = Av$$

ヲ用ヒ等式(21)ニ於テ $v$ ヲ假定シテ $A^{0.5}$ 即チ $A$ ヲ計算シ $Q$ 及ヒ $A$ ノ關係ヲ圖示スルモ可ナリ

其他單位長ノ工費カ第二圖ノ作製ニ當リテ採用セル値ト同一ナラサル場合ニ於テ新曲線ヲ描クコトナクAノ變化ヲ計算スルヲ得ヘシ即チ

$$N' = fN$$

トスレハ

$$\log N' = \log f + \log N$$

ニシテ曲線中ノ任意ノ點ノ縱距 =  $\log f / (w + 2.5)$  ノ長ヲ加ヘテ  $N' = fN$  ニ對スルYノ値ヲ定メ得ヘク此時fカ一ヨリモ小ナランニハ之ヲ減シテYノ値ヲ得ヘシ例ハ第二圖ノP點ニ對シテハ

$$Q = 2,500$$

$$A = 450$$

$$w = 5.56$$

ナルカ  $f = 1.5$  ナランP點ハP點以上

$$PP_1 = \frac{\log 1.5}{w + 2.5} = \frac{\log 1.5}{3.25}$$

ニ在リ  $f = 1/1.5$  ナランニハP點以下同距離ノ箇所ニ在ルヘク第三表ハ之等ノ値ヲ表示セルモノナリ

第 三 表

N	Q	A	w
$10^{-2} \times 2.67 \times 1.5 = 10^{-2} \times 4.00$	2,500	510	4.90
$10^{-2} \times 2.67$	2,500	450	5.56
$10^{-2} \times 2.67 + 1.5 = 10^{-2} \times 1.78$	2,500	395	6.32

以上ハハッちんそんノ解法ナルガ記者ハ曾テ使用水量甚タ多ク落差比較的低キ一ニノ水路設計ニ當リ Kelvin 方則ヲ適用セル Taylor and Braymer ノ方法ヲ參酌シ經濟的勾配ヲ定ントセシトアリシガ豫期以上緩ニ過キ多大ノ工費ヲ要スルノ結果ヲ得タリ之レ電力料金カ比較の高率ナル我邦ノ現狀ニ在リテハ或ハ當然ノ結果ナランカト思ハル、モ設計ノ數多カラザルヲ以テ未タ之ヲ斷定スルニ至ラス更ニ水路勾配ノ決定ニ當リ一考スヘキコトニ資金ノ問題モアリ即チ最終ノ經



濟ハ兎モ角當初ノ投下資金節減ノ點ヨリ水路ヲ安上リナラシメンカ爲メ經濟的勾配以上ノ急勾配ト爲スヲ可トスル場合モアランカト思ハル、ナリ其他水量多クシテ落差少キモノト落差多クシテ水量少キモノナトニ因リテ或ハ勾配決定上ノ趣ヲ異ニスルモノアルヘク又使用水量ノ極少ナル水路ニ至リテ隧道ノ如キハ掘鑿ノ關係ヨリ形狀及ヒ斷面積ヲ局限セラ  
ル、ヲ以テ經濟的勾配以下ノ緩勾配タラシムヘキ場合モアルヘシ之ヲ要スルニ水路勾配ハ諸種ノ實際條件ヲ彼此參酌シ  
テ適當ナルモノヲ定ムヘク何等ノ根據ナク漫然之ヲ決定スヘキニ非サルヤ言フヲ須ヒス (完)