

ヲ想像スルニ難カラス

之ヲ要スルニ譯者ノ希望スルハ一面幼稚ナル我製鐵業者ニ更ニ一層ノ改良ヲ促シ材質ノ改良ヲ圖ルト共ニ少クトモ枕木耐久ノ目的ヨリ現時たいふれ一とヲ敷設シ居ル區間及ヒ重キ機關車ヲ頻繁ニ運轉セシムル勾配線等ニ對シテハ傾斜セルたいふれ一とヲ使用シ軌條ノ耐久年限ノ増加ヲ計ランコトヲ切望スルモノナリ(完)

## 水管ノ經濟的直徑

(Engineering Record, Oct. 24, 1914.)

E. R. Bowen 氏ハ一九一三年十二月二十日ノ Eng. Record 誌上ニ於テ Los Angeles Aqueduct 在ル Jawbone 仰彎管 (Inverted siphon) ニ付キ “Designing Steel Pipe for Minimum Weight of Metal Consistent with Safety” ナル題下ニ記述セリ此ノ仰彎管ハ延長七〇九六呎ニシテ其ノ容量ハ四三〇秒呎ナリ而シテ最低ナル點ハ動水傾斜線 (Hydraulic gradient) ノ下八五〇呎ニ在リテ管ハ豁谷ヲ降ルカ故ニ其ノ水頭ノ増加ニ伴ヒ管ノ厚サヲ増サ、ル可ラス殊ニ管カ終始等シキ直徑ヲ有スル時ニ在リテハ其ノ必要有リ然ルニ等水頭ノ下ニ在リテハ管ノ厚サハ其ノ直徑ニ比例スルカ故ニ管カ低所ニ行クニ從ヒ其ノ直徑ヲ減スル時ハ著シク管ニ要スル金屬ノ量ヲ減少シ得可シサレト摩擦ニヨル水頭ノ消失ヲ與ヘラル、時ハ或ル管ハ他ノ管ヨリモ其レニ要スル金屬ノ量ノ甚タ僅少ナル事有ルヲ知ラン Jawbone 仰彎管ニ於キテハ摩擦ニヨル水頭ノ消失ハ二六呎ニ限ラレ其ノ容量ハ四三〇秒呎ニシテ此ニ要スル金屬ノ量最少ナルカ如クニ設計サレタリ

E. A. Bayley 氏ノ與ヘタル其ノ圖式解法ハ甚タ複雑ニシテ之ヲ行フニ當リ多大ノ勞力ヲ要スルモ

記者ハ之ニヨリ技術者ニトリテ裨益アル一ツノ好題目ヲ得タルカ故ニ此處ニ叙述セント欲ス  
 今一ツノ管路布設ナル可キ者トシテ其中或ル部分ハ地形ノ不規則ナル爲カ或ハ大ナル落差ヲ要  
 スル爲メカニヨリ他ノ部分ヨリ可ナリ高キ所ニ在ル者トス而シテ下記ノ諸件與ヘラレタルモノ  
 トス(1)管路ノ延長之ハ總延長ナリ場合ニヨリテハ一部ノ延長ト見ナス事有リ(2)管ノ容量(3)管  
 路ノ各部ニ又ハ或ル部分ニ於ケル靜水落差 (static head) 及ヒ側断面圖 (side elevation) 而シテ管ノ或  
 部分ニ於ケル高サニ對シ如何ナル直徑ヲ用ヒタル時カ之ニ要スル金屬ノ量ヲシテ最少ナラシム  
 ルカヲ示ス可キ方程式ヲ得ントスルニ在リ第一圖ニ於テ  $z_0$  ヲ一ツノ管路トナシ其總延長ヲ  
 トナス最低點  $O$  ハ  $z_0$  ヲヨリ  $h_1$  呎以下ニ在リテ  $z_0$  ヲヨリ上ノ靜水落差ハ  $h_1$  ナリトス然ル時ニハ  $O$  點  
 ニ於ケル總落差ハ  $h_1 + h_2 \parallel h$  ナル可シ  $O$  ヲ管ヲ流ル、水量トナシ  $h_1$  間ニ於テ摩擦ニ依リテ失ハ  
 ル、許容水頭ナリトス  $Q, h_1, h_2, h_3$  ハ與ヘラレタルモノナレハ皆常數ト考  
 ヘラル可キナリ故ニ任意ノ一點  $x$  ニ於ケル直徑  $D$  ト其ノ縱坐標 (ordinate)  
 $z$  トニ關シ所要ノ金屬ノ量ヲシテ極少ナラシム可キ一ツノ數學的關係  
 ヲ見出サントスルナリ

解法

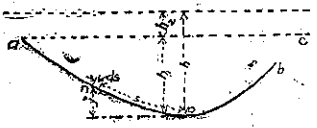


Fig. 1.

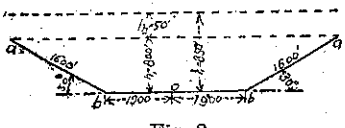


Fig. 2.

管ノ任意ノ一點ニ於ケル所要厚ハ下式ニテ與ヘラル  $t = \alpha(p - p_0)T = \alpha k(h - z)$   
 此所ニ於テ  $\alpha$  ハ常數  $k$  及  $z$  ハ圖ニ示ス如シ  
 管厚ノ斷面積ハ  $A = \pi dt = \pi \alpha k D^2 (h - z)$

$$V = \pi \alpha \int_a^b D^2 (h - z) ds \dots \dots \dots (1)$$

管ノ  $z$  ヲヨリ  $O$  ニ至ル迄ノ金屬ノ容積ハ

カクテ此ノ容積カ極少ナル爲メニハニハ常數ナルカ故ニ

$$V = \int_a^b x^2(h-y)ds \dots \dots \dots (2)$$

之カ極少ナルヲ要ス然レトモ管ヲ形成スル金屬ノ容積ハ摩擦ニヨル水頭ノ全損失ハマヲ超過ス可ラサルテフ條件ニ支配サル、カ故ニ異ナル様々ノ斷面ニ於キテ管ニ於ケル摩擦ニヨル水頭ノ損失ヲ與フル式ヲ見出サ、ル可ラス

管一呎ニ於ケル損失ハ  $cV^n/d^m$  ナリ此處ニテ  $c$  及  $m$  ハ使用サル、管ニヨリテ異ナル常數ナリ (“Transaction” of the Am. Society of Civil Engs. Vol. LI, 1903, p. 308 及ヒ “Connell Civil Eng. 一九一〇年五月號參照)

釘結鋼管 (Riveted steel pipe)  $cV^n/d^m = 0.00050V^n/d^{1.25}$   
 鑄鐵管 (cast iron pipe) “  $= 0.00038V^{1.58}/d^{1.25}$

故ニ全損失ハ

$$h_f = \int_a^b (cV^n/d^m) ds$$

$$Q = FV = \pi d^2 v / 4$$

$$V = 4Q / \pi d^2$$

$$h_f = (c(4Q/\pi)^n) \int_a^b \frac{ds}{d^{2n+m}} = \int_a^b \frac{K}{d^p} ds \dots \dots \dots (3)$$

此處ニ於テ  $K = c(4Q/\pi)^n$  及ヒ  $p = 2n + m$

斯クテ問題ハ下記ノ如クナル即チ  $V = \int_a^b d(h-y)ds$  カ極少ニシテ同時ニ  $\int_a^b \frac{K}{d^p} ds$  カ所要ノ  $h_f$  ナル價ヲ有スルカ如キ  $V$  ラ  $d$  ノ函數トシテ見出サントスルニ在リ故ニ此事タルヤ變分學 (Calculus of Vari-

(5)ノ一問題ト成ルニ至レリ

$$V = \int_a^b F ds \quad \text{此處ニテ } F = d^2(h-j)$$

$$h_j = \int_a^b F ds \quad \text{此處ニテ } F = K/d^2$$

故ニ變分學ニ依テ $\rho$ ノ函數トシテ $\rho$ ノ所要ナル價ハ $J = \int_a^b (F + \lambda F_1) ds$ ヲ極少ナラシメサル可ラス

故ニ微分方程式 (differential equation)  $\frac{\partial F}{\partial d} + \lambda \frac{\partial F_1}{\partial d} = 0$  (此所ニテ $\lambda$ ハ所要ノ常數)ヲ満足セサル可ラス若

シ $F$ 及 $F_1$ ヲ夫々置キ換ヘ運算ヲ施ス時ハ

$$2d(h-j) - \rho K/d^{p+1} = 0.$$

此ヲ $\rho$ ニ付キテ解ケハ

$$d^{p+2} = \rho K/2(h-j) \dots \dots \dots (4)$$

此處ニテ

$$\rho = 2n + m \quad K = c(4Q/\pi)^n \quad \text{及ヒ } n \text{ハ所要ノ常數}$$

今常數 $n$ ヲ決定スルカ爲メニ $d$ ハ

$$\int_a^b \frac{K}{d^p} ds = h_j \quad \dots \dots \dots (5)$$

ナル條件ヲ満足ス可キテ $\rho$ 事ヲ用フ斯クテ(4)ヨリ得タル $d$ ノ價ヲ(5)ニ入ルレハ

$$h_j = \frac{K}{K(pK/2)^{2/p}} \int_a^b (h-j)^{2/p} ds$$

此處ニテ

$$a = p/(p+2)$$

$n$ ニ付キ解キテ

$$K^2 = \frac{K}{h_j (pK/2)^{2/p}} \int_a^b (h-j)^{2/p} ds$$

$$= D \int_a^b (h-y)^{2n} ds \dots \dots \dots (6)$$

(5)式ハ下ヲ決定セシメ得之ヨリ得タル價ヲ(6)式ニ置キテ

$$D^{2n+2} = \lambda p K / 2(h-y) = G / (h-y) \dots \dots \dots (4)$$

斯クテ今考ヘタル管路ノ任意ノ縦坐標ニ對スル直径 $\lambda$ ヲ與フル比較的簡單ナル方程式ヲ得タリ  
 下ヲ決定スルニハ  $\int_a^b (h-y)^{2n} ds$  ニヨラサル可ラス然ルニ今管路ノ側斷面圖ヲ知ルカ故ニ縦坐標 $y$   
 ヲ知レリ此ノ $\lambda$ ノ函數トシテ考フ若シ全水路或ハ其ノ中ノ或ル部分カ簡單ナル既知ノ曲線  
 ニ近似セル時ハ $\lambda$ ノ項ニヨリ表示スル事ヲ得ルカ故ニカクシテ上記ノ積分ヲナスナリ  
 然ルニ實際ニ於テハ管路ハ簡單ナル曲線ニ近似セサルヲ常トスルカ故ニ下記ノ如クシテ取扱フ  
 水路ノ全部或ハ其ノ一部ヲ $\lambda$ ナル長サニ等分スレハ(6)式ハ下ノ如クナル

$$\lambda^n = D \lambda^n \sum (h-y)^{2n}$$

斯クテ  $(h-y)^{2n}$  ヲ各部分ノ中央縦坐標 (middle ordinate) トシテ決定シ之ヲ合計スレハ  $\sum (h-y)^{2n}$  ヲ得  
 シ

釘結鋼管 (Riveted steel pipe)

(4)及(6)式ハ釘結鋼管ニ於テハ尙簡單トナル即チ此場合ニハ  $cV^n/d^m = 0.00050 V^n/d^{1.25}$  ナルカ故ニ  $n=2$   
 $m=1.25$   $c=0.00050$   $p=2n+m=5.25$   $a=p/(p+2)=0.724$  此等ノ價ヲ(4)及(6)式ニ入ルノ時

$$d^{1.75} = 0.00213 Q^2 \lambda / (h-y) \dots \dots \dots (A)$$

$$\lambda^{0.724} = \frac{0.0697 Q^{0.562}}{h_y} \int_a^b (h-y)^{0.724} ds \dots \dots \dots (B)$$

○及ヒ $h_y$ ノ既知ナル場合ニハ(B)ニヨリ常數 $\lambda$ ヲ得ルカ故ニ(A)式ハ $d$ 及 $\lambda$ ノ簡單ナル關係トナル

今 (A) 及 (B) 式ヲ Jawbone (Inverted pipe) 仰彎管ニ應用スルニ

$$Q = 430 \text{ 秒 呎}$$

$$h_1 = 26 \text{ 呎}$$

$$l = 7,000 \text{ 呎}$$

$$h = 850 \text{ 呎}$$

ニシテ  $h_2$  ハ 50 呎ト假定ス

問題ヲ簡單ニスル爲メニ管路ハ O ヲ過ル垂直軸ニツキ左右對稱ナリト假定スル事第二圖ニ示スカ如シ然ル時ニハ (B) 式ハ下ノ如クナル

$$\lambda_{0.724} = 0.0762 \times 2 \int_0^a (h-y)^{0.724} dy$$

然ルニ  $ob$  間ニテ  $h-y=0$   $ba$  間ニテ  $h-y=2a$  ナルカ爲メ下記ノ如クナル

$$\lambda_{0.724} = 0.1524 \left[ \int_0^{1800} (850)^{0.724} ds + \int_0^{1800} \left(850 - \frac{s}{2}\right)^{0.724} ds \right]$$

此式ヲ解キテ  $\lambda = 3,782,200$  ナル事ヲ知ル

此ノ  $\lambda$  ノ價ヲ (A) 式ニ入ルレバ (C) 式ヲ得

$$d^{2.724} = 1,490,200,000 / (h-y) = G / (h-y) \dots \dots \dots (C)$$

(C) 式ハ任意ノ縱坐標  $z$  ニ對シテ直徑  $d$  ヲ與フ最低點  $o$  ニテ  $z=0$  故ニ  $d = 7.45$  呎 Bowen 氏ニヨレン 7.50 呎ナリノ點ニテ  $z = 800$  ( $h = 50$ ) 故ニ  $d = 10.7$  呎ナリ若シ  $h$  ニ大ナル價ヲ假定スルトキハ例ヘハ 100 呎トセハ  $o$  點ニテ  $z = 750$  トナルト雖モ (C) 式ニ於ル  $z$  ノ價ニハ大差ナク從テ  $o$  點ニ於ケル  $d$  ノ價ニモ大差ナシ然レトモ  $o$  點ニテ  $z = 9.7$  呎トナル Bowen 氏ハ Jawbone 仰彎管ニ於テ直徑ハ 7.5 乃至 10 呎ナリト述ヘタリ故ニ (A) 及 (B) 式ニヨリテ得タル結果ハ實際ニ使用サレタルモノトヨク符合スル事ヲ知ラン

(A) 及 (B) 式ハ釘結鋼管ニ對シテハ一般ナルモノナルカ故ニ之ヲ一般公式ト見ルヲ得ヘシ若シ側斷面圖 (side elevation) 與ヘラル、時ハ常數ハ (B) 式ニヨリ決定サレ從ツテ (A) 式ヲ考ヘラレタル點ノ高サト其點ニ於ケル直徑トノ關係ヲ與ブル簡單ナル式トナル事ヲ知ラシム (完)

## 有蓋貯水池 (Covered Reservoir) ノ經濟的深サ

(Eng. Record, Sep. 5, 1914.)

有蓋貯水池築造法ノ發達ニツレ漸次貯水池建設費減少シ從テ一定ノ水ヲ貯フル貯水池ノ深サニモ之ヲ十五年前ニ比較スレハ多少ノ變化アリテ例ヘハ貯水池屋蓋ニ普通混凝土ヨリナル十字拱 (Groined arch) ヲ用フル時ハ柱 (Pier) ノ上ニテ屋蓋ノ頂ヲ低下シ其ノ平均厚ヲ減ス又根本的ノ節約ハ側壁ノ建設費ニモ影響ヲ來シ後述スル設計ノ如キハ或ル意味ニ於テ單ナル重力壁 (Gravity Wall) ト見ルヲ得ルカ如キ薄キ側壁ヲ使用セリ又側壁ノ高サヲ減スル爲メニ斷面ニテ貯水池底ノ隅ヲ切取ル方經濟ナルヲ知レリ

今二千萬ガロンノ貯水池ヲ設計スルニ當リ先ツ後述ノ事項ヲ推定セリ即チ第一ニ經濟的深サヲ研究シ有蓋貯水池ノ價格ハ掘鑿費ト牀 (Floor) 及屋蓋費ト柱費ト側壁費トノ合計ナルヲ知レリ而シテ側壁費ト掘鑿費トハ前人ハ夫々高サ及長サノ二乘ニ比例スルモノト述ヘタルニモ關セス

$\frac{3}{2}$  乘ニ比例ス

今混凝土工ノ一立方碼ノ價格ヲ下ノ如ク假定ス即チ柱ハ九弗、屋蓋ハ八弗、側壁ハ七弗、牀ハ六弗而シテ屋蓋及牀ノ平均厚ニ關シテ一九〇一年ニ H. Gregory 氏ノ與ヘタル式ヲ應用シテ第一圖ニ示ス