

21333

實用

橋樑計算學

陳兆坤著

1
4

作者書社總經售

實用 橋樑計算學

陳兆坤著

陳魁建築事務所出版

吾國原有橋樑，如竹橋，木橋，石橋，與環龍橋等，大抵不能載過重的壓力。否則危險立至，此無他，構造者疏於研究故也。彼歐美各國，雖建木橋，亦能行經火車而無妨！此無他，是有安全的學術在焉。徒以文字各別，學者隔閡。著者秉任事之經驗與研究之心得，輯成此書，共分四編：第一編為算法，即初步橋樑算術與材料力學暨參考表格。第二編為設計，係推算木橋與鋼骨混凝土橋。第三編為涵洞與拱橋及橋座等計劃。第四編為圖案，是乃經過事實，供讀者作借鏡，故名之曰實用橋樑計算學。

中華民國二十六年一月 陳兆坤書

0018868

例 言

(一) 本書選材簡要，切合實用。凡土木工程專科員生，高級職業建築學校，附設橋樑科者；或工程師，建築師，設計師，練習生，以及有志研究橋樑術者，均宜人手一冊，以資參考。

(二) 本書共分四編。第一編算法，第二編設計，第三編涵橋，第四編圖案。

(三) 本書敘述木橋與鋼骨混凝土橋的算法及指示涵洞與拱橋初步計劃的捷訣。且附例題多種，以助學者理解而明用法。

(四) 本書編制，仍用英磅與英吋制。學者如欲改用新制，可查第一編二章三節數表譯之。

(五) 本書採用公式，對於參考各書，詳實用建築學；牽涉他書，則另註原版名稱。

(六) 本書算題，均用泛尺推算，故結數不甚準確，僅能指示用法。

(七) 本書雖經數次易稿，但因倉猝付印，校閱未週，尙祈工學大家不吝糾正。

(八) 本書繪圖與抄寫，均由陳建皋君熱心擔任。附筆紀載，以彰勞績。

目 錄

第一章 橋涵學

頁數

第一節 橋面與橋板 1—5

(一) 橋面寬度。(二) 橋板厚度。

(三) 鋼骨混凝土橋板之彎矩。附例題。

(四) 鋼積。附例題。

第二節 橋樑與橋座 5—9

(一) 移動力之反力與彎矩。(二) 固定

力之反力與彎矩。(三) 橋座。

第三節 涵洞與橋拱 9—12

(一) 半徑。(二) 涵洞厚度。(三) 拱高。

(四) 橋拱厚度。(五) 鋼積。

第二章 材料力學

第一節 計算應力 12—15

(一) 單位應力。附例題。(二) 壓力與

拉力。附例題。(三) 剪力。附例題。

(四) 木柱壓力。附例題。

第二節 材料接筭 15—22

(一) 拉力。(二) 剪力。(三) 彎曲應力。

(四) 切割面剪力。(五) 切割面拉力。

(六) 附參考。

第三節 表格 22—28

(一) 各種定限應力表。(二) 鋼積一覽表。

(三) 各種換算表。(四) 角度一覽表。

實用橋樑計算學

第一編 算法

第一章 橋涵學

第一節 橋面與橋板

橋面有效寬度必須另行推算，以保安全，分述如下。

(一) 橋面寬度

$$\text{公式 } e = \frac{2}{3}(L + C)$$

分解 e = 橋面寬度。

$\frac{2}{3}$ = 常數。

L = 橋板跨距。

C = 壓路機之後輪寬度 1'4"。

例題 假定設計鋼骨混凝土橋一座，淨跨距 30'0" 呎，分爲六段，每段長度 5'0" 呎。應用上列公式，推算橋面有效寬度若干呎，解答如下。

$$e = \frac{2}{3}(L + C) = \frac{2}{3} \times 5 + 1'4" = 4'2"$$

答。橋面之有效寬度 = 4 呎 2 吋。

(二) 橋板厚度

橋板之計算，舉例如下。

假如橋中經過六噸運貨車。其載重（即活力）之估計為前輪 $=\frac{9}{3}=1$ 噸 $=2000$ 磅。後輪 $=\frac{6}{3}=2$ 噸 $=4000$ 磅。加死力之估計約800磅。共計載重 $P=4000+800=4800$ 磅。推算彎矩如下。（橋面寬度假定24呎）

$$M = \frac{PL}{10} = \frac{4800 \times 2}{10} = 960 \text{ 呎磅。}$$

$$960 \times 12 = 11520 \text{ 吋磅。}$$

推算橋板厚度如下。（假定橋板之闊12吋）

$$bd^2 = \frac{6M}{S} = \frac{6 \times 11520}{1000} = 69.12 \text{ 吋。}$$

$$d = \sqrt{\frac{69.12}{12}} = 2.39 \text{ 吋。}$$

假如橋板之闊改為8吋，則加0.23吋。改為6吋，則加0.35吋。改為4吋，則加0.46吋。今求得厚度2.39吋，加0.46則 $2.39+0.46=2.85$ 吋，即3×4吋為標準。

注意 以上橋板假定料用黃松，對於拉力 S_t = 每方吋1000磅則妥。但壓力 S_c = 每方吋800磅，欠妥。

(三) 鋼骨混凝土橋板之彎矩

彎矩之算法，公式如下。

$$M = \frac{PL}{10}$$

分解 $M = \text{彎矩}$

$P = \text{載重}$ 。

$L = \text{橋板長度}$ 。

10 = 常數。

例題 根據上題假定鋼骨混凝土橋板厚度6吋，寬度510"呎。橋上鋪碎石路面4吋，填泥6吋，排列如下。

$P = \text{死力 (固定力)} = \text{風力} = 30 \text{ 每平方呎磅}。$

雪力 = 12 每平方呎磅。

擊撞力 = 30 每平方呎磅。

磨擦力 = 100 每平方呎磅。

4" 碎石路 = 50 每平方呎磅。

6" 填泥 = 50 每平方呎磅。

6" 橋板 = 75 每平方呎磅。

總重 = 347 每平方呎磅。

再乘寬度 = $5 \times 347 = 1735$ 每一直呎磅。

加活力 = (移動力) = 7000 每一直呎磅。

總載重 = $P = 8735$ 每一直呎磅。

假定總載重為8700磅，長度846" 呎。問，彎矩若干吋磅，推算如下。

$$M = \frac{PL}{10} = \frac{8700 \times 8.5}{10} = 7395 \text{ 呎磅。}$$

$$\text{答。} 7395 \times 12 = 88740 \text{ 吋磅。}$$

(四) 鋼積

鋼積算法與推算普通樑板之法相同，公式如下。

$$f = \frac{0.05B + 0.45r}{B}$$

分解 * 0.05與0.45為常數。

B = 橋板寬度。

f = 橋板寬度之比值。

r = 橋板長度之比值。

$$\text{又公式 } A_s = \frac{M}{F_s d j}$$

分解 M = 彎矩。

F_s = 每方吋鋼條拉力。

d = 橋板厚度。

$$j = \left(1 - \frac{K}{3}\right) = (\text{抵轉力距與} d \text{ 高之比率})$$

A_s = 鋼積。

例題 假如橋板厚度5吋，總厚度6吋，長度540吋之總
彎矩=52200吋磅，寬度440吋之總彎矩=40260吋磅。試
推算橋板之縱橫鋼積各若干方吋，解答如下。

$$\text{算式 } f = \frac{0.05 \times 4 + 0.45 \times 5}{4} = 0.613$$

$$r = 1 - 0.613 = 0.387$$

$$\text{故 } A_s = \frac{40260 \times 0.613}{18000 \times 5 \times .89} = 0.308 \text{ 方吋。}$$

用 $\frac{3}{8}$ " ϕ @ 4" 中距，排於440吋處。

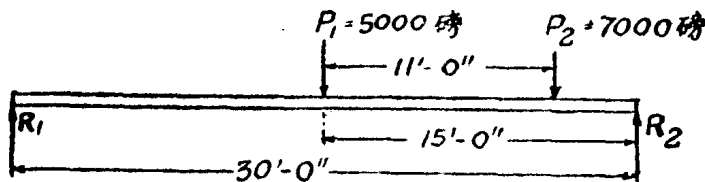
$$\text{又 } A_s = \frac{52200 \times 0.387}{18000 \times 5 \times .89} = 0.252 \text{ 方吋。}$$

用 $\frac{3}{8}$ " ϕ @ 5" 中距，排於540吋處。

第二節 橋樑與橋座

(一) 移動力之反力與彎矩

推算移動力經過樑中時之反力，及最大之反力與彎矩，假定
12噸鐵路機之載重 P_1 與 P_2 及 P_3 ，參考第一圖。



第一圖

$$\text{公式 } R = V = PL = \frac{a}{L} \Sigma P$$

分解 $R = \text{反力}。$

$V = \text{剪力}。$

$P = \text{載重}。$

$a = \text{壓路機前後輪跨距}。$

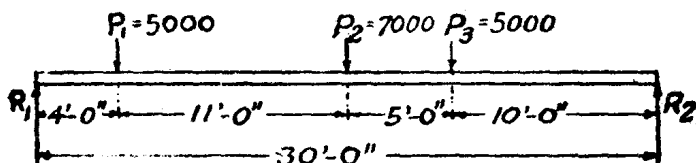
$L = \text{樑身跨距}。$

$\Sigma = \text{各段重量相加之附號}。$

(甲) 車輪 P_1 經過橋中時之反力，推算如下。

$$R = V = \frac{15}{30} \times (5000 + 7000) = 6000 \text{ 磅}。$$

(乙) P_2 在橋之中央，如第二圖。

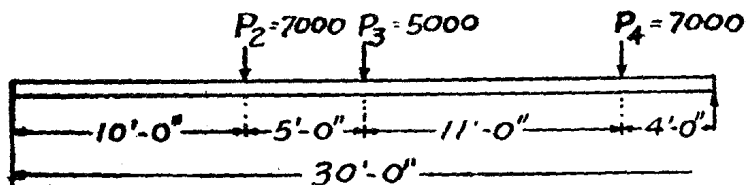


第二圖

橋上總重 $P = P_1 + P_2 + P_3 = 17000 \text{ 磅}。$

$$R = V = \frac{15}{30} \times 17000 = 8500 \text{ 磅}。$$

(丙) P_3 在橋之中央，如第三圖。



第三圖

疊并 $P_2 + P_3 + P_4$ 在橋上之總重如下。

$$P = 7000 + 5000 + 7000 = 19000 \text{ 磅。}$$

又 $P_2 + P_3 + P_4$ 之反力與剪力如下。

$$R = V = \frac{15}{30} \times 19000 = 9500 \text{ 磅。}$$

查以上最大之反力為(丙)再行推算 P_3 最大之反力如下。

$$R_1 = \frac{5000 \times 26 + 7000 \times 15 + 5000 \times 10}{30} = 9500 \text{ 磅。}$$

推算最大之彎矩如下。

$$M = 9500 \times 15 - 5000 \times 11 = 87500 \text{ 呎磅。}$$

$$87500 \times 12 = 1050000 \text{ 吋磅。}$$

又 P_4 最大之反力如下。

$$R_1 = \frac{7000 \times 20 + 5000 \times 15 + 7000 \times 4}{30} = 8100 \text{ 磅。}$$

推算最大之彎矩 $M = 8100 \times 15 - 7000 \times 5 = 86500 \text{ 呎磅。}$

$$86500 \times 12 = 1038000 \text{ 吋磅。}$$

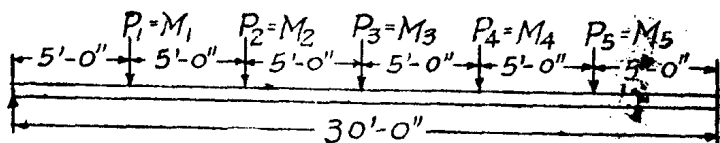
注意一 P_2 與 P_3 之彎矩用較大者為最安全。

注意二 推算長跨距與鋼架之公式，參考實用建築學。

(二) 固定力之反力與彎矩

推算固定力之反力與彎矩，舉例如下。

假如根據上題，該樑淨跨距30'0"呎，分爲六段，每段5'0"呎，有五個支點之接聯樑。每支點 $P = 2500$ 磅。列圖參考與推算如下。



第四圖

$$\begin{aligned} \text{算式 } \sum M = 0 = R_1 \times 0 + 2500 \times 5 + 2500 \times 10 + 2500 \times 15 \\ + 2500 \times 20 + 2500 \times 25 - R_2 \times 30 = 0 \end{aligned}$$

$$\text{故 } 12500 + 25000 + 37500 + 50000 + 62500 = 187500 \text{ 磅。}$$

$$\text{結數 } R_1 = R_2 = \frac{187500}{30} = 6250 \text{ 磅。}$$

再行推算彎矩如下。

$$M_5 = M_1 = 5 \times 6250 = 31250 \text{ 呎磅。}$$

$$31250 \times 12 = 375000 \text{ 吋磅。}$$

$$M_4 = M_2 = 10 \times 6250 - [2500 \times (10 - 5)] = 50000 \text{ 呎磅。}$$

$$50000 \times 12 = 600000 \text{ 吋磅。}$$

$$M_3 = 15 \times 6250 - [2500 + 2500 \times (15 - 10)] = 43750 \text{ 呎磅。}$$

$$43750 \times 12 = 525000 \text{ 吋磅。}$$

注意 用最大彎矩爲妥。

(三) 橋座

橋座之形式與用料不一，視橋樑之情形爲斷。有木料，磚料，石料及混凝土類。大抵木橋之建築用木座與磚座或用石料。石橋則用石座或磚座。至于鋼骨混凝土橋樑，則用混凝土橋座較爲多數。而橋座之設計，形似磚墩，參考第三編。

第三節 涵洞與橋拱

(一) 半徑

半徑之推算，公式如下。

$$R = \frac{S^2 + 4H^2}{8H}$$

分解 $R = \text{半徑。}$

$S = \text{跨距。}$

$H = \text{拱高。}$

4與8 = 常數。

例題 假定拱高 6" 吋，跨距 340" 呎，試問半徑若干呎，推算如下。

$$\text{答。 } R = \frac{3^2 + 4 \times .5^2}{8 \times .5} = \frac{9 + 1}{4} = 2.5 \text{ 呎。}$$

(二) 涵洞厚度

推算涵洞之厚度，公式如下。

$$D = \frac{\sqrt{R + \frac{1}{2}S}}{4} + .2$$

分解 D = 涵洞本身之厚度。

R = 半徑。

S = 跨距。

例題 有一涵洞，跨距340呎，半徑2.5呎。問，厚度若干呎，解答如下。

答。 $D = \frac{\sqrt{2.5 + \frac{1}{2} \times 340}}{4} + .2 = \frac{8}{4} + .2 = .7$ 呎。或84吋。

(三) 拱高

推算橋拱之其他高度，公式如下。

$$y = H \left[1 - \left(\frac{2X}{S} \right)^2 \right]$$

分解 H = 拱高。

y = 其他各點拱高。

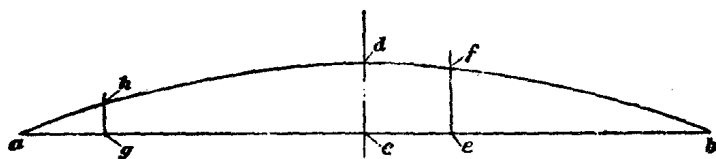
X = 離縱軸之平距。

S = 跨距。

例題 劃一橋拱，淨跨距88呎，分為八段，即 $88 \div 8 = 11$ 呎。中間拱高為五之比，即5.8呎。假定為9呎，依次推算如下。

$$y = 9 \times \left[1 - \left(\frac{2 \times 11}{88} \right)^2 \right] = 8.4375 \text{ 呎。}$$

查圖上之of記號，即推算之答數。參考第五圖如下。



第五圖

又查上圖 gh 之推算，則 $X = (3 \times 11) = 33$ ，算式如下。

$$y = 9 \times \left[1 - \left(\frac{2 \times 33}{88} \right)^3 \right] = 3.9375 \text{ 呎。}$$

即 gh 之答數。

(四) 橋拱厚度

推算橋拱之厚度，公式如下。

$$D = \sqrt{S} + \frac{S}{10} + \frac{L}{200} + \frac{F}{400}$$

分解 D = 橋拱厚度。

S = 淨跨距。

L = 每呎活力。

F = 每呎死力。

10與200及400為常數。

例題 劃一橋拱，淨跨距65呎，每平方呎活力 200 磅，
每呎平均死力 300 磅。隨後推算中央之厚度如下。