

實用
橋樑計算學

實用
橋樑計算學

陳兆坤著

陳魁建築事務所出版

序

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，亦能行的經火車而無妨！此無他，是有安全的學術在矣。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與表格。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

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，均由陳建泉君熱心擔任。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 材料接筍	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。

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

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。

假定總載重爲8700磅，長度8L6" 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爲常數。

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。

$j = \left(1 - \frac{K}{3}\right)$ = (抵轉力距與d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"之總彎矩=52200吋磅，寬度440"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"處。

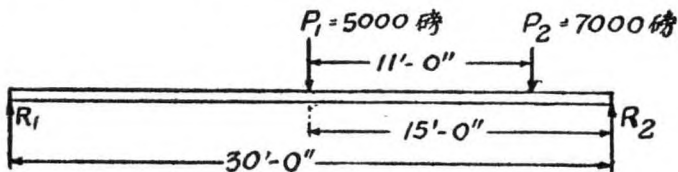
$$\text{又 } A_s = \frac{52200 \times 0.387}{18000 \times 5 \times .89} = 0.252 \text{ 方吋。}$$

用 $\frac{3}{8}$ " ϕ @ 5" 中距，排於540"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噸輾路機之載重 P_1 與 P_2 及 P_3 ，參考第一圖。



第一圖

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

分解 $R = \text{反力} \circ$

$V = \text{剪力} \circ$

$P = \text{載重} \circ$

$a = \text{壓路機前後輪跨距} \circ$

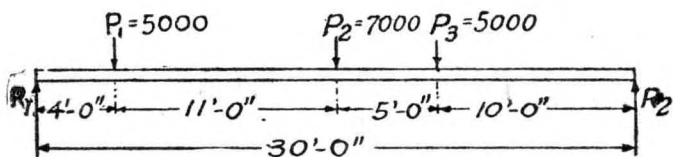
$L = \text{樑身跨距} \circ$

$\sum = \text{各段重量相加之附號} \circ$

(甲) 車輪 P_1 經過橋中時之反力，推算如下。

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

(乙) P_2 在橋之中央，如第二圖。

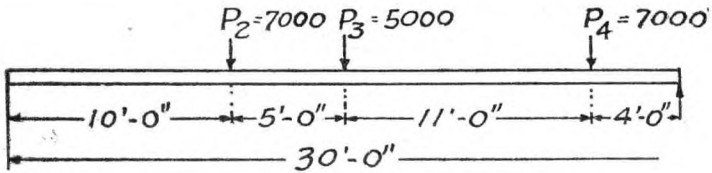


第二圖

橋上總重 $P = P_1 + P_2 + P_3 = 17000$ 磅。

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

(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_2 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_3 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 $M = 8100 \times 15 - 7000 \times 5 = 86500$ 呎磅。

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

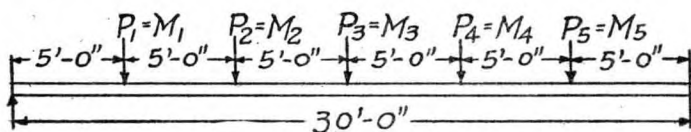
注意一 P_2 與 P_3 之彎矩用較大者為最安全。

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，形似磚駁，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 3L0" 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。 $D = \frac{\sqrt{2.5 + \frac{1}{2} \times 3}}{4} + .2 = \frac{2}{4} + .2 = .7$ 呎。或 $8\frac{1}{2}$ 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。

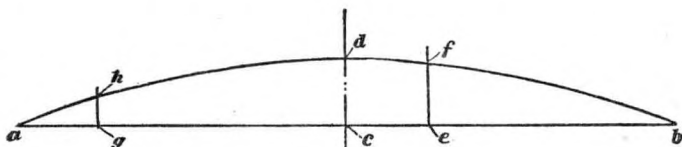
X = 離縱軸之平距。

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 $\frac{11}{8}$ 之比，即 8.8 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ef 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。

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

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。

$$D = \sqrt{65} + \frac{65}{10} + \frac{200}{200} + \frac{300}{400} = 16.3123 \text{ 吋。}$$

總深度約18吋。

推算 $\frac{1}{4}$ 處之厚度，即 $1\frac{1}{2} \times 18 = 27$ 吋。又末端之厚度，即 $2 \times 18 = 36$ 吋。

(五) 鋼積

根據上題求得橋拱之厚度，再行推算每一直呎闊之鋼積如下。

$$18 \times 12 \times \frac{1}{100} \times \frac{4}{10} = 0.864 \text{ 方吋。}$$

[查23頁鋼積一覽表]用 $1-\frac{3}{4}'' \phi @ 6''$ 中距，在上部。再用 $1-\frac{3}{4}'' \phi @ 6''$ 中距，在下部。(參考 = Masonry Arches)

第二章 材料力學

第一節 計算應力

(一) 單位應力

推算木料之單位應力(即順木紋壓力)公式如下。

$$S_b = \frac{Mc}{I}$$

分解 S_b = 單位應力。

M = 彎矩。

$c = \frac{1}{2}d$ = 中立軸(即 c 值)又 d = 樑之深度。

$$I = \text{複幾} = \text{樑之剖面相乘之積} = \frac{bd^3}{12}。$$

例題 有一黃松木樑，闊 6 吋，深 12 吋，彎矩 $M = 171360$ 吋磅。問，該料之單位應力若干磅。

答。先行推算 $C = \frac{1}{2}d = \frac{1}{2} \times 12 = 6$ 。再行推算 $I = \frac{bd^3}{12} = \frac{6 \times 12^3}{12} = 864$ 。隨後依次計算如下。

$$S_b = \frac{Mc}{I} = \frac{171360 \times 6}{864} = 1190 \text{ 每方吋磅。}$$

[查木料應力表] 1200 每方吋磅，已屬安全。

(二) 壓力與拉力

推算木料之壓力與拉力，公式如下。

$$S_c = \frac{S}{A} \quad \text{又} \quad S_t = \frac{S}{A}$$

分解 $S_c =$ 單位壓力。

$S =$ 總壓力(或總拉力)。

$A =$ 木料剖面積。

$S_t =$ 單位拉力。

例題 有一白松短木料， $b = 3$ 吋， $d = 8$ 吋，總壓力 12000 磅。問，白松之安全單位壓力每方吋若干磅，解答如下。

$$S_c = \frac{S}{A} = \frac{12000}{3 \times 8} = 500 \text{ 每方吋磅。}$$

答。白松單位壓力每方吋 500 磅。

(三) 剪力

推算木料之單位剪力，公式如下。

$$S_s = \frac{3V}{2bd}$$

分解 $S_s =$ 單位剪力。

$V =$ 總剪力。

3 與 2 = 常數。

$b =$ 闊度。

$d =$ 深度。

例題 有一木樑， $b=6$ 呎， $d=10$ 呎，總剪力 2400 磅。

問，單位剪力每方呎若干磅，解答如下。

$$S_s = \frac{3V}{2bd} = \frac{3 \times 2400}{2 \times 6 \times 10} = 60 \text{ 每方呎磅。}$$

答。每方呎 60 磅。(料用黃松則適當，用白松欠妥)

(四) 木柱壓力

根據已知之單位壓力，欲推算 10'0" 呎以上之木柱壓力是否安全，公式舉例如下。

$$S'_c = \frac{S_c}{1 + .004 \left(\frac{L}{d} \right)^2}$$

分解 $S'_c =$ 由已知求未知之單位壓力附號。

$S_c =$ 單位壓力。

$1 + .004 = \text{常數} \circ$

$L = \text{高度} \circ$

$d = \text{寬度} \circ$

例題 有一黃松柱，高 15'0" 呎。10吋方，已知木料之單位壓力 800 每方吋磅。問，該柱之安全壓力每方吋若干磅，解答如下。

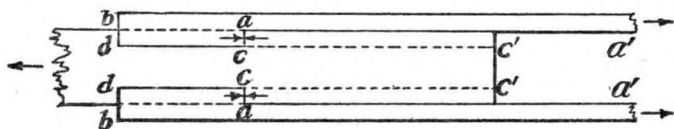
$$S'_c = \frac{S_c}{1 + .004 \left(\frac{L}{d} \right)^2} = \frac{800}{1 + .004 \left(\frac{15 \times 12}{10} \right)^2} = 348.4 \text{ 磅} \circ$$

答。該柱壓力每方吋 348.4 磅。

第二節 材料接筍

(一) 拉力

木料接筍之參考，如第六圖。



第六圖

查上圖abcd係附加木料之切割綫，是乃二塊木料之合并處。

用螺釘絞緊，即有相當之拉力。至于算法，舉例如下。

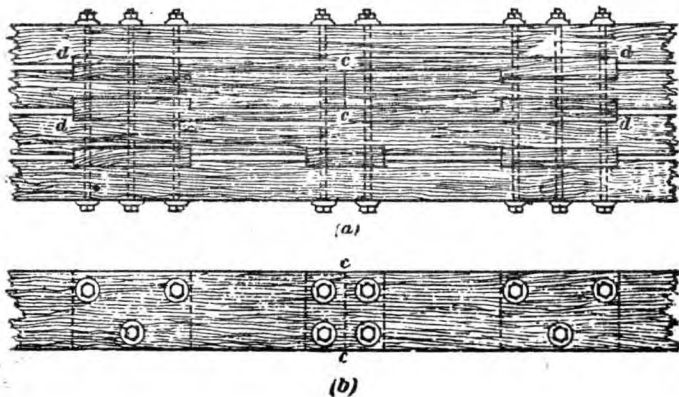
假如有一木料，係四塊木料合并者，兩端接筍處附加16吋長與1½吋(1.5)厚之木料二塊。但須注意者，除去釘眼共2吋，即 $16-2=14$ 吋。用黃松每方吋單位拉力為1000磅。今欲推算接筍木之總拉力若干磅。先求木料剖面積如下。

$$2 \times (16-2) \times 1.5 = 42 \text{ 方吋。}$$

再行推算總拉力如下。

$$S = AS_t = 42 \times 1000 = 42000 \text{ 磅。}$$

附參考，查圖附有c-c' 為木料斷聯處，亦為二塊附加木之接筍，如第七圖。



第七圖

(二) 剪力

查第六圖 cd 爲原有木料，ab 爲附加木料二塊，abcd 爲接筭處。假如用亞克（即橡木）木料長度爲16吋，剪力距離cd之闊爲12吋。今欲推算總剪力若干，先求附加木料接筭處之剖面面積如下。

$$A = 2bd = 2 \times 12 \times 16 = 384 \text{ 方吋。}$$

再行推算總剪力如下。

$$V = AS_s = 384 \times 100 = 38400 \text{ 磅。}$$

(三) 彎曲應力

推算彎曲應力如第六圖，假如ac點之闊1½吋，長16吋。料用白松，先行推算剖面面積如下。

$$A = 2bd = 2 \times 1.5 \times 16 = 48 \text{ 方吋。}$$

[查 22 頁木料應力一覽表]白松之單位彎曲應力 = $S_g = 800$ 每方吋磅。隨後推算如下。

$$S = AS_g = 48 \times 800 = 38400 \text{ 磅。}$$

(四) 切割面剪力

推算剪力如第六圖cc'之長24吋，闊16吋，共計二塊，料用白松之單位剪力 = $S_s = 50$ 每方吋磅。先行推算該木料之剖面面積如下。

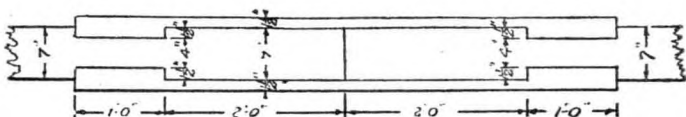
$$A = 2bd = 2 \times 16 \times 24 = 768 \text{ 方吋。}$$

再行推算總剪力如下。

$$V = AS_s = 768 \times 50 = 38400 \text{ 磅。}$$

(五) 切割面拉力

推算木樑之切割面拉力，參考第八圖。



第八圖

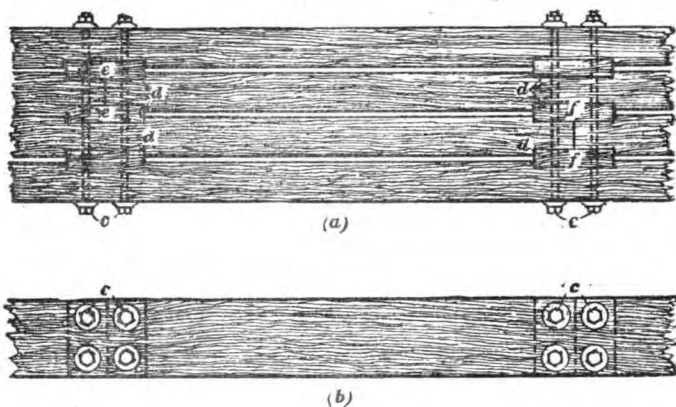
查上圖闊 7 吋，長 24 吋，兩面接筭處割去 $1\frac{1}{2}$ 吋，故樑之有效闊度為 $7 - 2 \times 1\frac{1}{2} = 4$ 吋。又樑之深度除去釘眼 1 吋，故 $24 - 1 = 23$ 吋。其剖面積為 $4 \times 23 = 92$ 方吋。木料用白松，「查表」單位拉力 $= S_t = 650$ 每方吋磅。隨後推算如下。

$$S = AS_t = 92 \times 650 = 59800 \text{ 磅。}$$

(六) 附參考

(1) 全部木料用螺釘絞緊者

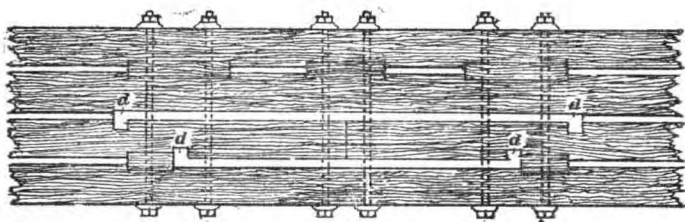
木樑接筭之形式不一，有全部木料用螺釘絞緊者，參考如第九圖。



第九圖

(2) 木料中間隔以鐵板者

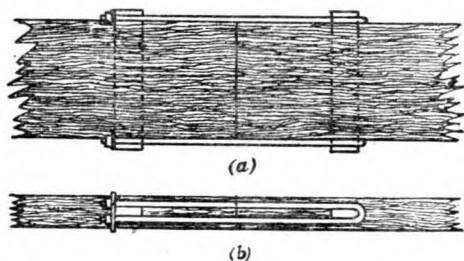
全部木料中間隔以鐵板者，參考如第十圖。



第十圖

(3) 木料兩旁用鋼板與螺釘絞緊者

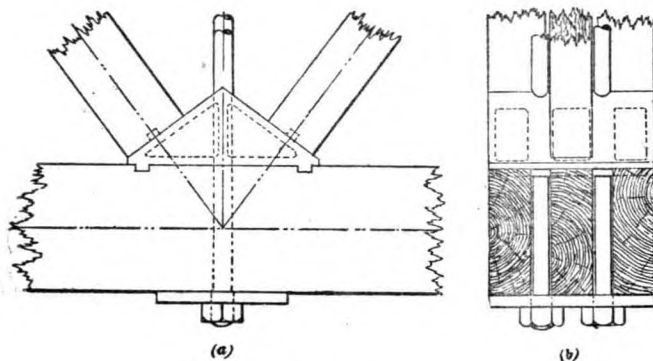
全部木料之接筭，兩旁用鋼板與螺釘絞緊者，如第十一圖。



第十一圖

(4) 木料之接筭處用牽鐵與三角鐵者

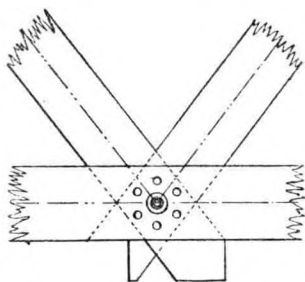
木料接筭處用牽鐵與三角鐵之形式，參考第十二圖如下。



第十二圖

(5) 斜撐之接筭用螺釘絞緊者

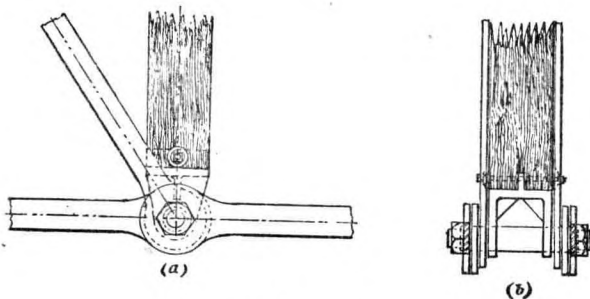
斜撐之接筭，但用螺釘絞緊之形式，參考第十三圖如下。



第十三圖

(6) 中全木之接筭用拉鐵者

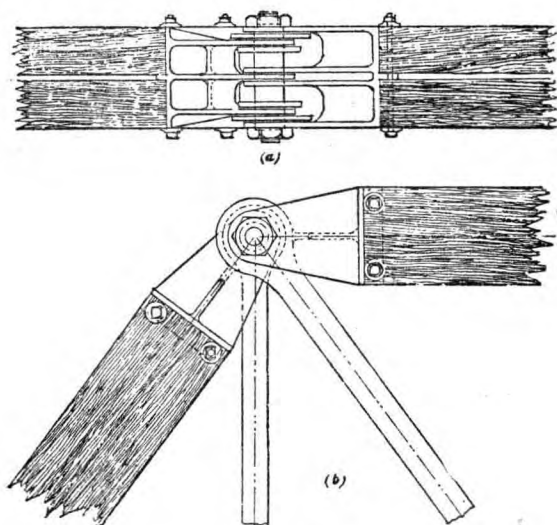
中全木用拉鐵與斜拉鐵之接筭，參考第十四圖如下。



第十四圖

(7) 斜撐接筭之間以拉鐵者

斜撐與橫料之接筭間以拉鐵者，參考第十五圖如下。



第十五圖

第三節 表格

附 種 類	號	壓 力		拉 力	剪 力		彎曲應力	每 方 吋 磅
		順木紋 S_b	逆木紋 S_c	S_t	順本紋 S_s	逆木紋 S_a	S_g	
黃	松	1200	800	1000	80	400	1250	
白	松	750	500	650	50	200	800	
潑	露松	750	600	800	60	同上	同上	
橡	木	1000	700	900	100	600	1250	
杉木，本松		900	200	750	80	500	1000	
紅	松	1400	350	800	100	1000	1200	
硬	木	同上	1400	1200	200	同上	同上	

木料應力一覽表

風力	30 至 40	每 平 方 呎 磅	鋼骨混凝土	150	每 立 方 呎 磅
磨擦力	100		磚鋪路面	同上	
擊撞力	30		碎石路	140至150	
雪力	12		柏油路	120	
			泥土	100	
			木料	40	

材料死力一覽表

前輪	9噸	8000磅	單 輪	4000磅	跨 距	4-8"呎	寬 度	4-4"
後輪	噸	10000磅		5000磅		，，		，，
前輪	12噸	10000磅		5000磅		，，		4L8"
後輪	噸	14000磅		7000磅		，，		，，
前輪	15噸	12000磅		6000磅		，，		5L0"
後輪	噸	18000磅		9000磅		，，		，，

壓路機分力一覽表

6噸	前輪	4000磅	單 輪	2000磅	跨 距	12-0"呎	寬 度	6-0"呎
	後輪	8000磅		4000磅		，，		，，
12噸	前輪	8000磅		4000磅		，，		，，
	後輪	16000磅		8000磅		，，		，，
18噸	前輪	12000磅		6000磅		，，		，，
	後輪	24000磅		12000磅		，，		，，

運貨車分力一覽表

公厘	3"	6"	8"	10"	13"	16"	19"	22"	25"
英吋	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1
方積	0.0156	0.0625	0.0977	0.1406	0.2500	0.3906	0.5625	0.7656	1.0000
圓積	0.0123	0.0491	0.0767	0.1104	0.1963	0.3068	0.4418	0.6013	0.7854
外週	0.3927	0.7854	0.9818	1.1781	1.5708	1.9635	2.3562	2.7489	3.1416

鋼積一覽表

英		公 尺	分 公	釐	英 呎	公 尺	分 公	釐	英 呎	公 尺	分 公	釐
呎	吋											
	1"	0	025		31	9	449		72	21	946	
	2	0	050		32	9	754		73	22	250	
	3	0	075		33	10	058		74	22	555	
	4	0	100		34	10	363		75	22	860	
	5	0	125		35	10	668		76	23	165	
	6	0	150		36	10	973		77	23	470	
	7	0	175		37	11	278		78	23	774	
	8	0	200		38	11	582		79	24	079	
	9	0	225		39	11	887		80	24	384	
	10	0	250		40	12	192		81	24	689	
	11	0	275		41	12	497		82	24	994	
1		0	305		42	12	802		83	25	298	
2		0	610		43	13	106		84	25	603	
3		0	914		44	13	411		85	25	908	
4		1	219		45	13	716		86	26	213	
5		1	524		46	14	021		87	26	518	
6		1	829		47	14	326		88	26	822	
7		2	134		48	14	630		89	27	127	
8		2	438		49	14	935		90	27	432	
9		2	743		50	15	240		91	27	737	
10		3	048		51	15	545		92	28	042	
11		3	358		52	15	850		93	28	346	
12		3	658		53	16	154		94	28	651	
13		3	962		54	16	459		95	28	956	
14		4	276		55	16	764		96	29	261	
15		4	572		56	17	069		97	29	566	
16		4	877		57	17	374		98	29	870	
17		5	182		58	17	678		99	30	175	
18		5	486		59	17	983		100	30	480	
19		5	791		60	18	288		200	60	960	
20		6	096		61	18	593		300	91	440	
21		6	401		62	18	898		400	121	920	
22		6	706		63	19	202		500	152	400	
23		7	010		64	19	507		600	182	800	
24		7	315		65	19	812		700	213	360	
25		7	620		66	20	117		800	243	840	
26		7	925		67	20	422		900	274	320	
27		8	230		68	20	726		1000	304	800	
28		8	534		69	21	031		1100	335	280	
29		8	839		70	21	336		1200	365	760	
30		9	144		71	21	641					

英呎翻公尺一覽表

英 磅	公 斤	英 磅	公 斤
1	0.454	300	136.077
2	0.907	400	181.436
3	1.361	500	226.795
4	1.814	600	272.154
5	2.268	700	317.513
6	2.721	800	342.872
7	3.175	900	408.231
8	3.629	1000	453.590
9	4.082	1100	498.949
10	4.536	1200	544.308
20	9.072	1300	589.667
30	13.608	1400	635.020
40	18.144	1500	680.385
50	22.680	1600	725.744
60	27.215	1700	771.103
70	31.751	1800	796.462
80	36.287	1900	861.821
90	40.823	2000	907.180
100	45.359	3000	1360.770
110	49.895	4000	1814.360
120	54.431	5000	2267.950
130	58.967	6000	2721.540
140	63.503	7000	3175.230
150	68.039	8000	3628.720
160	72.574	9000	4082.310
170	77.110	10000	4535.900
180	81.646	20000	9071.800
190	86.182	30000	13607.700
200	90.718	40000	18143.600

英磅翻公斤一覽表

英 磅	公 噸	英 磅	公 噸
1	0.00050	200	0.09072
2	0.00091	300	0.13608
3	0.00136	400	0.18144
4	0.00182	500	0.22680
5	0.00227	600	0.27216
6	0.00272	700	0.31752
7	0.00318	800	0.36288
8	0.00363	900	0.40824
9	0.00408	1000	0.45360
10	0.00454	1100	0.49896
20	0.00907	1200	0.54431
30	0.01361	1300	0.58967
40	0.01815	1400	0.63502
50	0.02268	1500	0.68039
60	0.02725	1600	0.72574
70	0.03175	1700	0.77110
80	0.03629	1800	0.79646
90	0.04082	1900	0.86182
100	0.04536	2000	0.90718
110	0.04990	3000	1.36077
120	0.05443	4000	1.81436
130	0.05897	5000	2.26795
140	0.06350	6000	2.72154
150	0.06804	7000	3.17523
160	0.07257	8000	3.62872
170	0.07711	9000	4.08231
180	0.08165	10000	4.53590
190	0.08618	20000	9.07180

英磅翻公噸一覽表

度數	0'	10'	20'	30'	40'	50'
0	0.00000	0.00291	0.00582	0.00873	0.01164	0.01455
1	0.01746	0.02036	0.02328	0.02619	0.02910	0.03201
2	0.03492	0.03783	0.04075	0.04366	0.04658	0.04949
3	0.05241	0.05533	0.05824	0.06116	0.06408	0.06700
4	0.06993	0.07285	0.07578	0.07870	0.08163	0.08456
5	0.08749	0.09042	0.09335	0.09629	0.09923	0.10216
6	0.10510	0.10805	0.11099	0.11394	0.11688	0.11983
7	0.12278	0.12574	0.12869	0.13165	0.13461	0.13758
8	0.14054	0.14351	0.14648	0.14945	0.15243	0.15540
9	0.15838	0.16137	0.16435	0.16734	0.17033	0.17333
10	0.17633	0.17933	0.18233	0.18534	0.18835	0.19136
11	0.19438	0.19740	0.20042	0.20345	0.20648	0.20952
12	0.21253	0.21560	0.21864	0.22169	0.22475	0.22781
13	0.23087	0.23393	0.23700	0.24008	0.24316	0.24624
14	0.24933	0.25242	0.25552	0.25862	0.26172	0.26483
15	0.26795	0.27107	0.27419	0.27732	0.28046	0.28360
16	0.28675	0.28990	0.29315	0.29621	0.29938	0.30255
17	0.30573	0.30891	0.31210	0.31530	0.31850	0.32171
18	0.32492	0.32814	0.33136	0.33460	0.33783	0.34108
19	0.34433	0.34758	0.35085	0.35412	0.35740	0.36068
20	0.36397	0.36727	0.37057	0.37388	0.37720	0.38053
21	0.38386	0.38721	0.39055	0.39391	0.39727	0.40065
22	0.40403	0.40741	0.41081	0.41421	0.41763	0.42105
23	0.42447	0.42791	0.43136	0.43481	0.43828	0.44175
24	0.44523	0.44872	0.45222	0.45573	0.45924	0.46277
25	0.46631	0.46985	0.47341	0.47698	0.48055	0.48414
26	0.48773	0.49134	0.49495	0.49858	0.50222	0.50587
27	0.50953	0.51320	0.51688	0.52057	0.52427	0.52798
28	0.53171	0.53545	0.53920	0.54296	0.54674	0.55051
29	0.55431	0.55812	0.56194	0.56577	0.56962	0.57348
30	0.57735	0.58124	0.58513	0.58905	0.59297	0.59691
31	0.60086	0.60483	0.60881	0.61280	0.61681	0.62083
32	0.62487	0.62892	0.63299	0.63707	0.64117	0.64528
33	0.64941	0.65355	0.65771	0.66189	0.66608	0.67028
34	0.67451	0.67875	0.68301	0.68728	0.69157	0.69588
35	0.70021	0.70455	0.70891	0.71329	0.71769	0.72211
36	0.72654	0.73100	0.73547	0.73993	0.74447	0.74900
37	0.75355	0.75812	0.76272	0.76733	0.77196	0.77661
38	0.78129	0.78598	0.79070	0.79544	0.80020	0.80498
39	0.80978	0.81461	0.81946	0.82434	0.82923	0.83415
40	0.83910	0.84407	0.84906	0.85408	0.85912	0.86419
41	0.86929	0.87441	0.87955	0.88473	0.88992	0.89515
42	0.90040	0.90569	0.91059	0.91633	0.92170	0.92709
43	0.93252	0.93797	0.94345	0.94896	0.95451	0.96008
44	0.96569	0.97133	0.97700	0.98270	0.98843	0.99420
45	1.00000					

Tan. γ 角度一覽表

度數	0'	10'	20'	30'	40'	50'
0	1.00000	1.00000	0.99998	0.99996	0.99993	0.99989
1	0.99985	0.99979	0.99973	0.99966	0.99958	0.99949
2	0.99939	0.99929	0.99917	0.99905	0.99892	0.99878
3	0.99863	0.99847	0.99831	0.99813	0.99795	0.99776
4	0.99756	0.99736	0.99714	0.99692	0.99668	0.99644
5	0.99619	0.99594	0.99567	0.99540	0.99511	0.99482
6	0.99452	0.99421	0.99390	0.99357	0.99324	0.99290
7	0.99255	0.99219	0.99182	0.99144	0.99106	0.99067
8	0.99027	0.98986	0.98944	0.98902	0.98858	0.98814
9	0.98769	0.98723	0.98676	0.98629	0.98580	0.98531
10	0.98481	0.98430	0.98378	0.98325	0.98272	0.98218
11	0.98163	0.98107	0.98050	0.97992	0.97934	0.97875
12	0.97815	0.97754	0.97692	0.97630	0.97566	0.97502
13	0.97437	0.97371	0.97304	0.97237	0.97169	0.97100
14	0.97030	0.96959	0.96887	0.96815	0.96742	0.96667
15	0.96593	0.96517	0.96440	0.96363	0.96285	0.96206
16	0.96126	0.96046	0.95964	0.95882	0.95799	0.95715
17	0.95630	0.95545	0.95459	0.95372	0.95284	0.95195
18	0.95106	0.95015	0.94924	0.94832	0.94740	0.94646
19	0.94552	0.94457	0.94361	0.94264	0.94167	0.94068
20	0.93969	0.93869	0.93769	0.93667	0.93565	0.93462
21	0.93358	0.93253	0.93148	0.93042	0.92935	0.92827
22	0.9278	0.92669	0.92499	0.92388	0.92276	0.92164
23	0.92050	0.91936	0.91822	0.91706	0.91590	0.91472
24	0.91355	0.91236	0.91116	0.90996	0.90875	0.90753
25	0.90631	0.90507	0.90383	0.90259	0.90133	0.90007
26	0.89879	0.89752	0.89623	0.89493	0.89363	0.89232
27	0.89101	0.88968	0.88835	0.88701	0.88566	0.88431
28	0.88295	0.88158	0.88020	0.87882	0.87743	0.87603
29	0.87462	0.87321	0.87178	0.87036	0.86892	0.86748
30	0.86603	0.86457	0.86310	0.86163	0.86015	0.85866
31	0.85717	0.85567	0.85416	0.85264	0.85112	0.84959
32	0.84805	0.84650	0.84495	0.84339	0.84182	0.84025
33	0.83867	0.83708	0.83549	0.83389	0.83228	0.83066
34	0.82904	0.82741	0.82577	0.82413	0.82248	0.82082
35	0.81915	0.81748	0.81580	0.81412	0.81242	0.81072
36	0.80902	0.80730	0.80558	0.80386	0.80212	0.80038
37	0.79864	0.79688	0.79512	0.79335	0.79158	0.78980
38	0.78801	0.78622	0.78442	0.78261	0.68079	0.77897
39	0.77715	0.77531	0.77347	0.77162	0.76977	0.76791
40	0.76604	0.76417	0.76229	0.76041	0.75851	0.75661
41	0.75471	0.75280	0.75088	0.74896	0.74703	0.74509
42	0.74314	0.74120	0.73924	0.73728	0.73531	0.73333
43	0.73135	0.72937	0.72737	0.72537	0.72337	0.72136
44	0.71934	0.71732	0.71529	0.71325	0.71121	0.70916
45	0.70711					

Cos.y 角度一覽表

目 錄

第一章 甲種木橋

	頁數
第一節 分解公式	1—3
(一) 拉力公式。(二) 壓力公式之一。(三) 壓力公式之二。(四) 彎矩。(五) 壓力公式之三。	
第二節 應用公式	3—6
(一) 拉力。(二) 壓力之一。(三) 壓力之二。(四) 彎矩。附例題。	

第二章 乙種木橋

第一節 分解公式 (甲)	7—9
(一) 拉力公式之一。(二) 壓力公式之一。(三) 壓力公式之二。(四) 壓力與拉力。(五) 彎矩。(六) 拉力公式之二。	
第二節 應用公式	10—12
(一) 拉力。(二) 壓力之一。(三) 壓力之二。(四) 拉力與壓力。(五) 彎矩。附例題。	
第三節 分解公式 (乙)	12—15
(一) 總拉力。(二) 彎矩。(三) 單位拉力。(四) 附圖參考。	

第三章 鋼骨混凝土橋

- 第一節 分解公式 15—18
- (一) M 之公式。
 - (二) d 公式之一。
 - (三) A_s 之公式。
 - (四) B 之公式。
 - (五) V 之公式。
 - (六) v 之公式。
 - (七) d 公式之二。
 - (八) b 之公式。
- 第二節 應用公式之一 18—20
- (一) 橋板彎器。
 - (二) 厚度。
 - (三) 鋼積。
 - (四) 鋼距。附例題。
- 第三節 應用公式之二 21—23
- (一) 樑之深度。
 - (二) 鋼積。
 - (三) 總剪力。
 - (四) 單位剪力。附例題一，例題二。

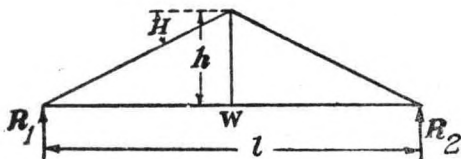
實用橋樑計算學

第二編 設計

第一章 甲種木橋

第一節 分解公式

橋之形式不一，故公式之用途亦異。參考第一圖。



第一圖

(一) 拉力公式

拉力在 b B 點之公式如下。(參看第二圖，下做此)

$$S_1 = \frac{5W}{8}$$

分解 $S_1 =$ 拉力。

$\frac{5}{8} =$ 常數。

$W =$ 重量。

注意 橋之形式改變時，如第一圖人字形翻轉向下。則以上公式改為壓力。

(二) 壓力公式之一

壓力在 a B 與 Ba' 點之公式如下。

$$S_3 = \frac{5W}{16} \csc H$$

分解 $S_3 =$ 壓力。

$\frac{5}{16} =$ 常數。

$W =$ 重量。

$\csc H =$ 度數。

注意 全上入字形向下，則(二)之公式變為拉力。

(三) 壓力公式之二

壓力在 ab 與 ba' 點之公式如下。

$$S_3 = \frac{5WL}{32h}$$

分解 $S_3 =$ 壓力。

$\frac{5}{32} =$ 常數。

$W =$ 重量。

$L =$ 跨距。

$h =$ 橋頂高度。

(四) 彎矩公式

最大之彎矩在 aa' 處 (在 b 點) 公式如下。

$$M = \frac{WL}{32}$$

分解 $M = \text{彎矩} \circ$

$W = \text{重量} \circ$

$L = \text{淨跨距} \circ$

$32 = \text{常數} \circ$

(五) 壓力公式之三

最大之壓力在aa'處 (在b點) 公式如下。

$$S = \frac{WL}{32hbd^2} \times [5d + 6h]$$

分解 $S = \text{壓力} \circ$

$W = \text{重量} \circ$

$L = \text{跨距} \circ$

$32 = \text{常數} \circ$

$h = \text{橋頂高度} \circ$

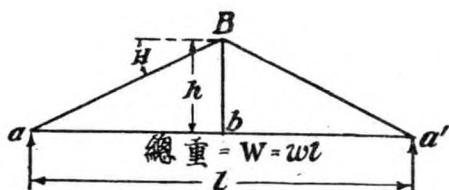
$b = \text{樑之闊度} \circ$

$d = \text{樑之深度} \circ$

5與6 = 常數。

第二節 應用公式

應用第一節之各類公式，參考第二圖，假如樑之淨跨距 $L = 20L_0$ 呎，橋面中央至橋頂 $h = 5L_0$ 呎，橋身每一直呎重



第二圖

量為2000磅，今欲推算（1）在bB點之拉力。（2）在Ba'之壓力。（3）在ab點之壓力。（4）在aa'點之彎矩，分述如下。

橋之淨跨距為 2040 呎，每一直呎之重量為2000磅。總重量為 $2000 \times 20 = 40000$ 磅。又 $L = 20 \times 12 = 240$ 呎， $h = 5 \times 12 = 60$ 呎，隨後逐步推算如下。

（一）拉力

在bB點之拉力，算式如下。

$$S_1 = \frac{5W}{8} = \frac{5 \times 40000}{8} = 25000 \text{ 磅。}$$

（二）壓力之一

在Ba'點之壓力，先求度數之算式如下。

$$\csc H = \frac{\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + h^2}}{h} = \frac{\sqrt{\left(\frac{240}{2}\right)^2 + 60^2}}{60} = 2.236$$

隨後推算壓力如下。

$$S_2 = \frac{5W}{16} \csc H = \frac{5 \times 40000}{16} \times 2.236 = 27950 \text{磅。}$$

(三) 壓力之二

在 ab 點之壓力，算式如下。

$$S_3 = \frac{5WL}{32h} = \frac{5 \times 40000 \times 240}{32 \times 60} = 25000 \text{磅。}$$

(四) 彎矩

在 aa' 處之彎矩（最大點在 b）算式如下。

$$M = \frac{WL}{32} = \frac{40000 \times 240}{32} = 300000 \text{吋磅。}$$

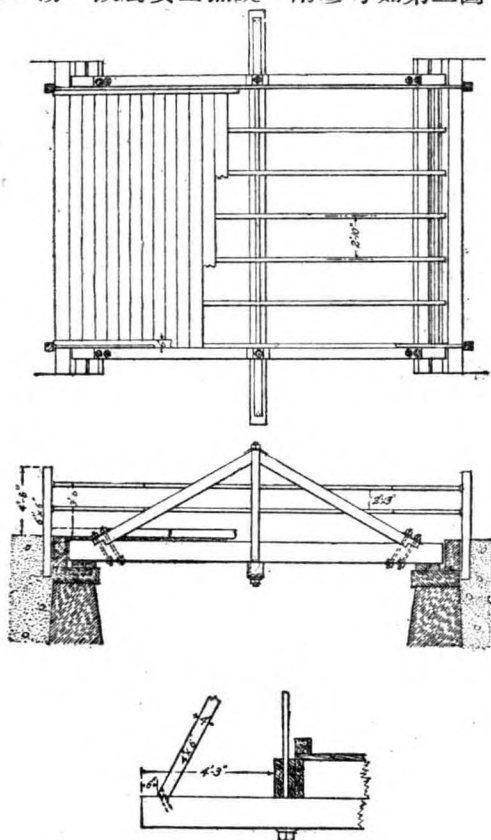
例題 根據上題，假如在樑身 aa' 處撰用黃松木料二根，闊 8 吋，深 16 吋，今欲推算該項木料最大之單位壓力每方吋若干磅。但須注意者，在除去釘眼 1 吋，（即二塊木料之寬度須各除 1 吋）存 7 吋，故二塊木料合并為 14 吋，又木料之呎吋大抵不足數，故對於深度亦宜除去 $\frac{1}{2}$ 吋。盡數為 15 $\frac{1}{2}$ 吋。隨後推算該樑最大之單位壓力若干磅，解答如下。

$$\text{公式 } S = \frac{WL}{32hbd^2} \times [5d + 6h]$$

$$\begin{aligned} \text{算式 } S &= \frac{40000 \times 240}{32 \times 60 \times 14 \times 15.5^2} \times (5 \times 15.5 + 6 \times 60) \\ &= 650 \text{吋磅。} \end{aligned}$$

答。每方吋單位壓力磅 650。[查木料應力一覽表]對於黃松之單位壓力每方吋為 800 磅，今求得結數為每方吋

650 磅，故屬安全無誤。附參考如第三圖。



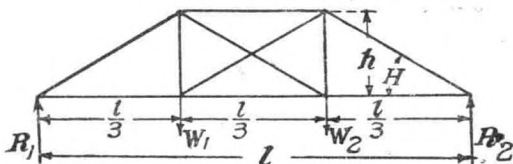
第三圖

注意 = 橋板之設計可參考第一編第一章第二頁(二)
 又欄機與人字木等，求木料剖面積之計算，可參閱
 實用築建學之屋頂與樑板法。

第二章 乙種木橋

第一節 分解公式 (甲)

橋背有剪刀撐之參考，如第四圖。



第四圖

(一) 拉力公式之一

拉力在 bB 與 $b'B'$ 點之公式如下。(參看第五圖，下做此)

$$S_1 = 0.367W$$

分解 $S_1 =$ 拉力。

$0.367 =$ 常數。

$W =$ 重量。

(二) 壓力公式之一

壓力在 aB 與 $B'a'$ 點之公式如下。

$$S_2 = 0.367W \csc H$$

分解 $S_2 =$ 壓力。

$0.367 =$ 常數。

$W =$ 重量。

$\text{csc}H =$ 度數。

(三) 壓力公式之二

壓力在 bB' 與 $b'B$ 點之公式如下。

$$S_3 = \frac{W}{9} \text{csc}H$$

分解 $S_3 =$ 壓力。

$W =$ 重量。

$\text{csc}H =$ 度數。

(四) 壓力與拉力

壓力在 BB' 與拉力在 ab 與 $b'a'$ 點之公式如下。

$$S_4 = \frac{0.122WL}{h}$$

分解 $S_4 =$ 在 BB' 點為壓力，在 ab 與 $b'a'$ 點為拉力。

$0.122 =$ 常數。

$W =$ 重量。

$L =$ 淨跨距。

$h =$ 橋背高度。

(五) 彎矩

最大彎矩在ab與b'a'點之公式如下。

$$M = \frac{WL}{90}$$

分解 $M =$ 彎矩。

$W =$ 重量。

$L =$ 淨跨距。

90 = 常數。

(六) 拉力公式之二

最大之拉力在ab與b'a'點之公式如下。

$$S = \frac{WL}{90hbd^2}(11d + 6h)$$

分解 $S =$ 最大之單位拉力。

$W =$ 重量。

$L =$ 淨跨距。

90 = 常數。

$h =$ 橋背高度。

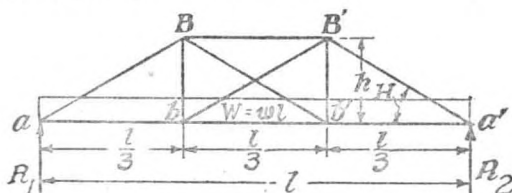
$b =$ 樑闊。

$d =$ 樑深。

11與6 = 常數。

第二節 應用公式

上列公式之附號，參考第五圖如下。



第五圖

橋背高度 $6L_0$ 呎，樑之淨跨距 $30L_0$ 呎，假定橋身每一直呎之重量1800磅，今欲推算總重若干磅，算式如下。

$$W = WL = 1800 \times 30 = 54000 \text{ 磅。}$$

以上總重已知，隨後推算拉力與壓力及彎矩，分述如下。

(一) 拉力

在bB點之拉力，算式如下。

$$S_1 = 0.367W = 0.367 \times 54000 = 19818 \text{ 磅。}$$

(二) 壓力之一

在aB點之壓力，先求度數，查上圖淨跨距 $L = 30L_0$ 呎，分為三段 $\frac{1}{3} \times 30 = 10L_0$ 呎。又橋背高度 $h = 6L_0$ 呎，推算度數之算式，排列如下。

$$\csc H = \frac{\sqrt{L^2 + h^2}}{h} = \frac{\sqrt{10^2 + 6^2}}{6} = 1.944$$

隨後推算 aB 點之壓力，算式如下。

$$S_2 = 0.367W \csc H = 0.367 \times 54000 \times 1.944 = 38500 \text{ 磅。}$$

(三) 壓力之二

在 bB' 與 b'B 點之壓力，算式如下。

$$S_3 = \frac{W}{9} \csc H = \frac{54000}{9} \times 1.944 = 11664 \text{ 磅。}$$

(四) 拉力與壓力

在 BB' 與 ab 及 b'a' 之拉力與壓力，算式如下。

$$S_4 = \frac{0.122WL}{h} = \frac{0.122 \times 54000 \times 30 \times 12}{6 \times 12} = 32900 \text{ 磅。}$$

注意 (32900 在 BB' 點爲壓力磅。又在 ab 與 b'a' 點爲拉力磅)

(五) 彎矩

在 ab 與 b'a' 點之最大彎矩，算式如下。

$$M = \frac{WL}{90} = \frac{54000 \times 30 \times 12}{90} = 216000 \text{ 吋磅。}$$

例題 根據上題假定樑闊 7 吋，深 14 吋，共二根。總

重 $W = 54000$ 磅，淨跨距 $= L = (30 \times 12) = 360$ 吋，橋背高度 $h = (6 \times 12) = 72$ 吋，樑之闊度宜除釘眼 1 吋，即 $b = 2 \times (7 - 1) = 12$ 吋。又樑之深度宜除去虛數 $\frac{1}{2}$ 吋，即 $d = 14 - \frac{1}{2} =$

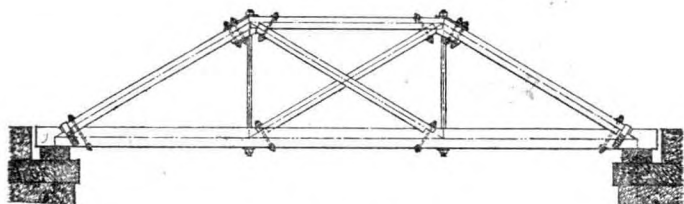
13.5吋。問，樑之單位拉力是否安全，解答如下。

$$\text{公式 } S = \frac{WL}{90hbd^2} (11d^b + 6h)$$

$$\text{算式 } S = \frac{54000 \times 360}{90 \times 72 \times 12 \times 13.5^2} \times (11 \times 13.5 + 6 \times 72) = 796$$

答。每方吋 796 磅。

「查木料應力表」用杉木與本松欠妥，用紅松或黃松則拉力 800 至 1000 為安全者，參考第六圖。

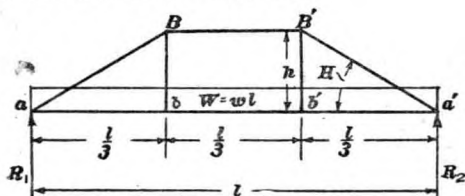


第六圖

注意 以上橋樑亦可翻轉構造，其拉力與壓力之改變的學理，同甲種公式。

第三節 分解公式 (乙)

橋背無剪刀撐之參考，如第七圖。



第七圖

(一) 總拉力

在 ab 與 $b'a'$ 點之公式如下。

$$S = \frac{W_2 L}{6h}$$

分解 $S =$ 拉力。

$W_2 =$ 重量自乘方。

$L =$ 淨跨距。

$6 =$ 常數。

$h =$ 橋背高度。

(二) 彎矩

在 ab 與 $b'a'$ 點之彎矩，公式如下。

$$M = \frac{W_2 L}{18}$$

分解 $M =$ 彎矩。

$W_2 =$ 重量自乘方。

$L =$ 淨跨距。

$18 =$ 常數。

(三) 單位拉力

最大之單位拉力在 ab 與 $b'a'$ 點之公式如下。

$$S = \frac{W_2 L}{6hbd^2} (d + 2h)$$

分解 $S =$ 單位拉力。

$W_2 =$ 重量自乘方。

$L =$ 淨跨距。

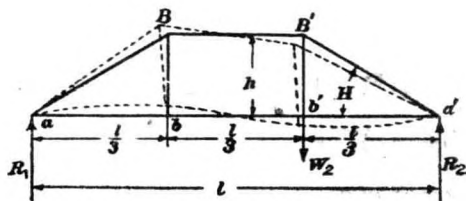
$6 =$ 常數。

$h =$ 橋背高度。

$b =$ 樑之闊度。

$d^2 =$ 樑深自乘方。

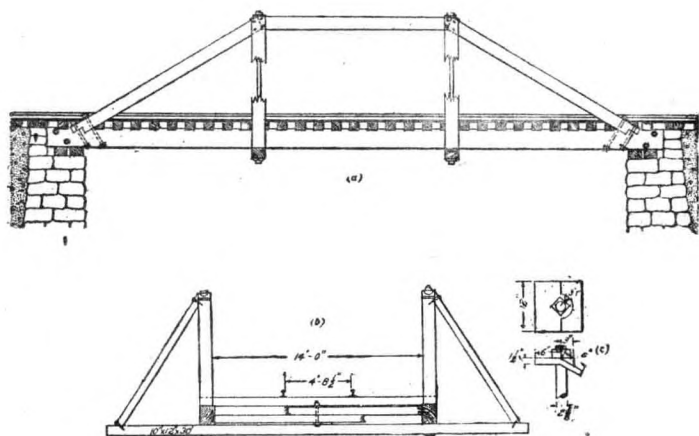
注意 以上公式之應用與第二章第二節相同。但有不同之點，即所用材料較為不經濟。如有失察或減省材料，則危險立至，參考如第八圖。



第八圖

(四) 附參考圖

根據上列公式必須慎重推算，而後得到圓滿的結果，其結構形式，參考第九圖。



第九圖

參考 = Wooden Bridges By I. C. S. Staff

第三章 鋼骨混凝土橋

第一節 分解公式

(一) M之公式

鋼骨混凝土樑板之彎矩，公式如下。

$$M = \frac{WL}{8}$$

分解 M = 每一直呎樑板之彎矩。

W = 每一直呎樑板之重量。

L = 每一直呎樑板之跨距。

8 = 常數。

(二) d 公式之一

鋼骨混凝土樑板厚度之公式如下。

$$d = \sqrt{\frac{M}{89b}}$$

分解 d = 樑板厚度。

$\sqrt{\quad}$ = 開方附號。

M = 彎矩。

89 = $p f_s j$ 相乘之結數。

b = 樑板每一直呎之闊度。

(三) A_s 之公式

鋼骨混凝土樑板鋼積之公式如下。

$$A_s = pbd$$

分解 A_s = 鋼積附號。

p = 常數 0.0056 。

b = 樑板闊度。

d = 樑板厚度。或樑之深度。

(四) B 之公式

置放鋼條距離吋數之公式如下。

$$B = \frac{A_s}{Pd}$$

分解 $B =$ 鋼距吋數。

$A_s =$ 鋼積。

$P = 0.0056$ 常數。

$d =$ 樑板厚度。或樑之深度。

(五) V 之公式

樑之總剪力，公式如下。

$$V = \frac{1}{2}W$$

分解 $V =$ 總剪力。

$\frac{1}{2} =$ 常數。

$W =$ 總重。

(六) v 之公式

樑之單位剪力，公式如下。

$$v = \frac{V}{b \left(d - \frac{K}{3} \right)}$$

分解 $V =$ 總剪力。

$v =$ 單位剪力。

$b =$ 樑之闊度。

d = 樑之深度。

$K = 0.3333d$ 。(壓力面至中立軸與樑高之比)

3 = 常數。

(七) d 公式之二

樑之深度，公式如下。

$$d = \sqrt[3]{\frac{M}{89 \times 0.6}}$$

分解 d = 樑之深度。

$\sqrt[3]{}$ = 立方附號。

M = 彎矩。

$89 = p f_s j$ = 相乘之結數。

0.6 = 常數。

(八) b 之公式

樑之闊度，公式如下。

$$b = 0.6d$$

分解 b = 樑之闊度。

0.6 = 常數。

d = 樑之深度。

第二節 應用公式之一

(一) 橋板彎矩

假定設計橋板一塊，跨距 44.6 呎，活力每平方呎 336 磅。假定橋板 5 吋厚，死力每平方呎 62 磅。算式如下。

$$\text{重量 } W = \text{每一直呎活力} = 336 \times 4.5 = 1512 \text{ 磅。}$$

$$\left(\frac{5}{12} \times 1 \times 150 \right) \text{ 死力} = 62 \times 4.5 = 281 \text{ 磅。}$$

$$\text{總重} = 1793 \text{ 磅。}$$

$$\text{彎矩 } M = \frac{WL^2}{8} = \frac{1793 \times 4.5 \times 12}{8} = 12103 \text{ 吋磅。}$$

(二) 厚度

$$d = \sqrt{\frac{M}{89b}} = \sqrt{\frac{12103}{89 \times 12}} = 3.36 \text{ 吋。}$$

(三) 鋼積

$$A_s = pbd = 0.0056 \times 12 \times 3.36 = 0.226 \text{ 方吋。}$$

(四) 鋼距

假如用 $\frac{3}{8}$ " $\phi = 0.1104$ 方吋，算式如下。

$$\text{鋼距 } B = \frac{A_s}{Pd} = \frac{0.1104}{0.0056 \times 3.36} = 5.82 \text{ 吋。}$$

讓步 $5\frac{1}{2}$ " 中距。

例題 假定橋之淨跨距 30.40 呎，樑闊 15 吋，深 30 吋，活力每一直呎 = $(1800 \div 2) = 900$ 磅，解答如下。

重量 $W = \text{死力} = 1.25 \times 2.5 \times 150 \times 30 = 14060 \text{磅} \circ$

活力 $= 900 \times 30 = 27000 \text{磅} \circ$

總重 $= 41060 \text{磅} \circ$

推算樑之彎矩如下。

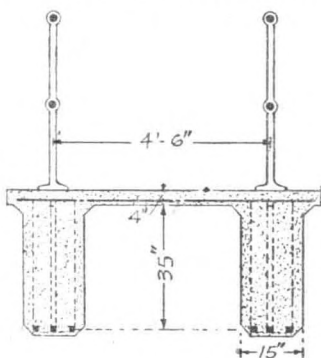
$$M = \frac{WL^2}{8} = \frac{41060 \times 30 \times 12}{8} = 1847700 \text{吋磅} \circ$$

推算樑之深度如下。

$$d = \sqrt[3]{\frac{M}{89b}} = \sqrt[3]{\frac{1847700}{89 \times 15}} = 37 \text{吋} \circ$$

推算樑之鋼積如下。

$A_s = Pbd = 0.0056 \times 15 \times 37 = 3.1 \text{方吋} \circ$ 附參考第十圖。



第十圖

注意 = 樑之深度 $= d = 37$ 吋與假定之數不符，在實地設計時，必須重行推算為妥。

第三節 應用公式之二

根據上題欲使樑身縮小，可用二面鋼骨樑之公式，推算如下。

(一) 樑之深度

$$d = \sqrt{\frac{M}{152b}} = \sqrt{\frac{1847700}{152 \times 15}} = 28.4 \text{ 吋。}$$

(二) 鋼積

壓鐵 $A_s = Pbd = 0.0108 \times 15 \times 28.4 = 4.6 \text{ 方吋。}$ (在上)

拉鐵 $A_c = a = 4.6 \text{ 方吋。}$ (在下)

又剪力之推算，舉例如下。(參考第二節例題，總重 = 41060 磅)

(一) 總剪力

$$V = \frac{W}{2} = \frac{41060}{2} = 20530 \text{ 磅。}$$

(二) 單位剪力

$$v = \frac{V}{b \left(d - \frac{K}{3} \right)} = \frac{20530}{15 \times \left(28.4 - \frac{9.5}{3} \right)} = 54.22 \text{ 方吋磅。}$$

注意 = 推算剪力，大抵用于單樑。兩面鋼骨者，可不用計算。茲姑舉例，以示用法。

例題一 根據上題假定淨跨距 30' 呎，活力 27000 磅，樑高 4' 呎，厚 6 吋，死力 = $4 \times 0.5 \times 150 \times 30 = 9000 \text{ 磅}$

，總重 = $W = 9000 + 27000 = 36000$ 磅，解答如下。

$$M = \frac{WL^2}{8} = \frac{36000 \times 30 \times 12}{8} = 1620000 \text{ 吋磅。}$$

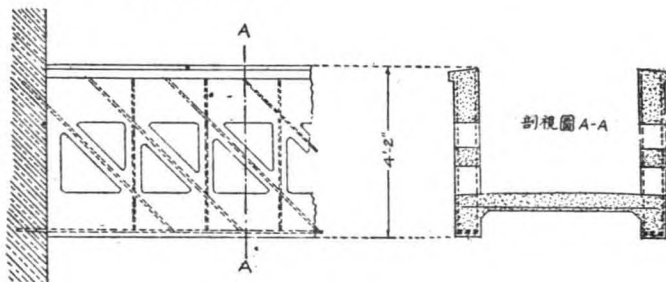
$$b = \frac{M}{89d^2} = \frac{M}{89 \times 48^2} = 7.81 \text{ 吋。}$$

$$A_s = Pbd = 0.0056 \times 7.81 \times 48 = 2.22 \text{ 方吋。}$$

$$V = \frac{W}{2} = \frac{36000}{2} = 18000 \text{ 呎磅。}$$

$$v = \frac{V}{b\left(d - \frac{K}{3}\right)} = \frac{18000}{7.81 \times \left(48 - \frac{0.3333 \times 48}{3}\right)} = 55 \text{ 每方吋磅。}$$

附圖參考，如第十一圖。



第十一圖

例題二 根據上題改為獨樑橋，假如橋板總重 54000 磅

，樑身總重 28000 磅。解答如下。

$$M = \frac{WL^2}{8} = \frac{(54000 + 28000) \times 30 \times 12}{8} = 3690000 \text{ 吋磅。}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M}{89 \times 0.6}} = \sqrt[3]{\frac{3690000}{89 \times 0.6}} = 42 \text{ 吋。}$$

$$b = 0.6d = 0.6 \times 42 = 25.2 \text{ 吋。}$$

$$A_s = 0.0056bd = 0.0056 \times 25.2 \times 42 = 5.93 \text{ 方吋。}$$

用 6-1" 方鋼條。

又樑之兩面凸出各 15 吋，載重之估計如下。

$$\text{活力} = 1.25 \times 3 \times 112 = 420 \text{ 呎磅。}$$

$$\text{死力} = \text{假定 3 吋厚} = 40 \text{ 呎磅。}$$

$$\text{總重} = 460 \text{ 呎磅。}$$

$$M = \frac{WL}{2} = \frac{460 \times 1.25^2 \times 12}{2} = 4308 \text{ 吋磅。}$$

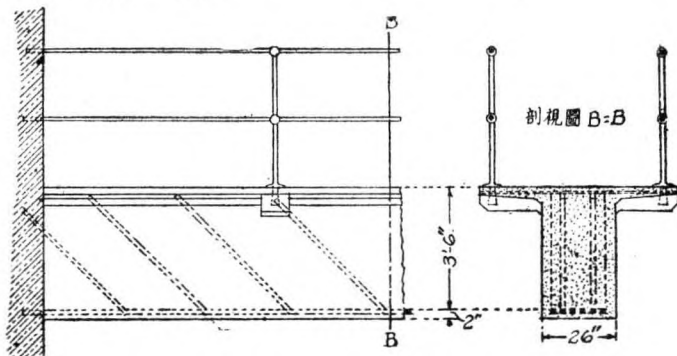
$$d = \sqrt{\frac{M}{89 b}} = \sqrt{\frac{4308}{89 \times 12}} = 2 \text{ 吋。}$$

$$A_s = Pbd = 0.0056 \times 12 \times 2 = 0.1344 \text{ 方吋。}$$

用 $\frac{3}{8}$ " ϕ @ 6" 中距。

加 $\frac{1}{4}$ " ϕ @ 6" 中距。

附參考如第十二圖。



第十二圖

目 錄

第一章 涵洞

頁數

- 第一節 涵洞算法 1—4
 (一) 半徑。(二) 半段重量。(三) 一段重量。
 (四) 彎矩。(五) 重心與抵抗力。
- 第二節 涵洞之設計 4—7
 (一) 角度。(二) 重量。(三) 土方。
 (四) 彎矩。(五) 推力。
- 第三節 涵洞之計算 7—10
 (一) 高度。(二) 厚度。(三) 重量。
 (四) 彎矩。(五) 應力。(六) 推力。

第二章 拱橋

- 第一節 橋拱 10—13
 (一) 劃拱圈圖。(二) 活力與死力。(三) 變案綫。
 (四) 分段綫。(五) 分段重。(六) 總重。
- 第二節 計算應力 13—17
 (一) 劃應力圖。(二) 分段應力。(三) 單位應力。
 (四) 測驗KW之推力。(五) 計算推力。
- 第三節 橋座 18—23
 (一) 劃應力圖。(二) 座背應力。(三) 座背推力。
 (四) 總應力。(五) 橋座與泥土之重心力。
 (六) 偏心應力。

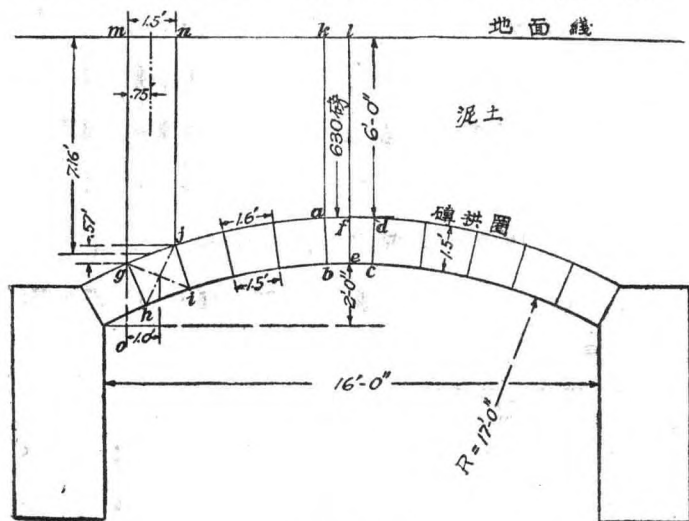
實用橋樑計算學

第三編 涵橋

第一章 涵洞

第一節 涵洞算法

假如有一磚砌之涵洞，淨跨距 16L0" 呎，分爲11段。厚一呎六吋。拱高2L0"呎。上面填土6L0"呎，參考第一圖。



第一圖

(一) 推算半徑

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

分解 $S^2 = \text{跨距}(16'0")^2 \text{自乘方}。$

$H^2 = \text{高度}(2'0")^2 \text{自乘方}。$

$4 = 8 = \text{常數}。$

$R = \text{半徑}。$

$$\text{算式} R = \frac{16^2 + 4 \times 2^2}{8 \times 2} = 17'0" \text{呎}。$$

(二) 推算半段重量

查上圖 ad 之半數 $= \frac{1}{2} \times 1.6 = .8$ 呎。再乘填土高度 $6'0"$ 呎 $= 6 \times .8 = 4.8$ 立方呎。假定泥土重量每立方呎 100 磅，共重 480 磅。再求 $abef$ 之磚身重量，即上面 $af = (1.6 \div 2) = .8$ 呎。又下面 $be = (1.5 \div 2) = .75$ 呎。故面積 $= \frac{.8 + .75}{2} \times 1.5 = 1.16$ 平方呎。假定每立方呎磚重為 130 磅，即 $130 \times 1.1625 = 151.125$ 磅，約 150 磅。總重 $= 480 + 150 = 630$ 磅。參考同上。

(三) 推算一段重量

查上圖 $mnjg = 1.5 \times 7.16 = 10.74$ 立方呎，乘土重 $100 \times 10.74 = 1074$ 磅。再求磚重 $= \frac{1.6 + 1.5}{2} \times 1.5 \times 1 \times 130 = 302.25$ 磅，約 300 磅。故總重 $= 1074 + 300 = 1374$ 磅。

(四) 推算彎矩

根據上題 (三) 重量 1074 磅，查上圖 mn 之半數 $= .75$ 呎。又

ghij 之半數 = 1.40 呎，隨後推算 mo 處之彎矩如下。

重量	平距	彎矩
1074 × .75 =		805.5 呎磅。
<u>300 × 1.00 =</u>	<u>300</u>	<u>呎磅。</u>
總重 = 1374 磅。	總彎矩 = 1105.5 呎磅。	

(五) 重心與抵抗力

根據上題推算 mo 處在 ghij 之重心與水平抵抗力如下。

重心 $1105.5 \div 1374 = .8046$ (約 .8 呎) 再行說明水平抵抗力之公式與參考，如第二圖。

公式 $H = \frac{1}{3} W d L$

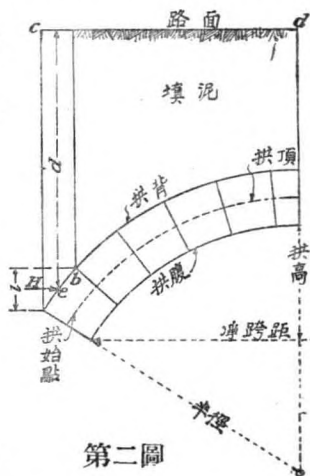
分解 H = 水平抵抗力。

$\frac{1}{3}$ = 常數。

W = 土重 = 100 每立方呎磅。

d = 高度 = 7.16 呎。

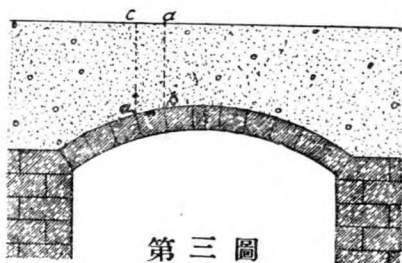
L = 拱背一段之斜坡高度 = .57 呎。



第二圖

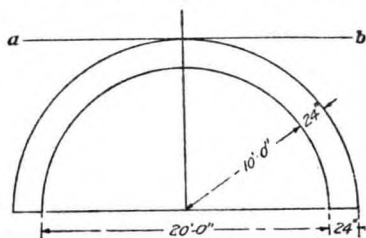
算式 $H = \frac{1}{8} \times 100 \times 7.16 \times .57 = 136.04$ 磅。(約136磅)

「較小於上列(三)磚之本重300磅之半數」認為妥當安全，參考如第三圖。



第二節 涵洞之設計

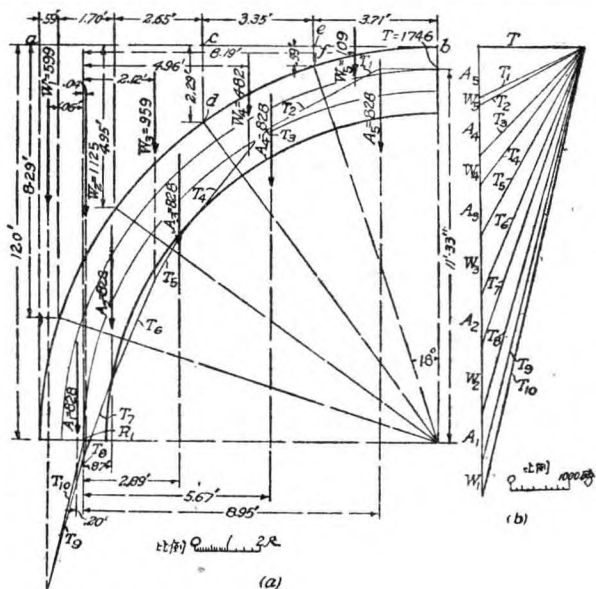
擬建一涵洞，假定淨跨距 20'0" 呎。半徑 10'0" 呎。厚度 2'0" 呎。上面土重每立方呎100磅。參考第四圖如下。



(一) 度角

涵洞中心分角為90度。再分五段，每段 $90 \div 5 = 18^\circ$ 度。

參考第五圖如下。



第五圖

(二) 重量

量得每段石塊為 6.9 立方呎。假定石料每立方呎 = 120 磅。故 $6.9 \times 120 = 828$ 磅。

(三) 土方

查第五圖量得每段之長與闊，求土方面積之算式如下。

$$\begin{aligned} \frac{120 + 8.29}{2} \times .59 &= 5.99 \text{ 立方呎。} \\ \frac{8.29 + 4.95}{2} \times 1.70 &= 11.25 \text{ 立方呎。} \\ \frac{4.95 + 2.29}{2} \times 2.65 &= 9.59 \text{ 立方呎。} \end{aligned}$$

$$\frac{2.29 + .59}{2} \times 3.35 = 4.82 \text{ 立方呎。}$$

$$\frac{.59}{2} \times 3.71 = 1.09 \text{ 立方呎。}$$

假定土重每立方呎 100 磅，則每段之結數如下。

$$5.99 \times 100 = 599 \text{ 呎磅。}$$

$$11.25 \times 100 = 1125 \text{ 呎磅。}$$

$$9.59 \times 100 = 959 \text{ 呎磅。}$$

$$4.82 \times 100 = 482 \text{ 呎磅。}$$

$$1.09 \times 100 = 109 \text{ 呎磅。}$$

(四) 彎矩

參考第五圖(a)推算各部份之正負彎矩與總彎矩如下。

	重量	平距	正彎矩	負彎矩
$A_5 =$	828	$\times 8.95 =$	7410.60 呎磅。
$W_5 =$	109	$\times 8.19 =$	892.71 呎磅。
$A_4 =$	828	$\times 5.67 =$	4694.76 呎磅。
$W_4 =$	482	$\times 4.96 =$	2390.72 呎磅。
$A_3 =$	828	$\times 2.89 =$	2392.92 呎磅。
$W_3 =$	959	$\times 2.12 =$	2033.08 呎磅。
$A_2 =$	828	$\times 0.87 =$	720.36 呎磅。
$W_2 =$	1125	$\times 0.04 =$	45.00 呎磅。
$A_1 =$	828	$\times 0.20 =$		= 165.60 呎磅。
$W_1 =$	599	$\times 1.06 =$		= 634.94 呎磅。
			總計 = 20580.15	= 800.54 呎磅。

$$\text{總彎矩} = 20580.15 - 800.54 = 19779.61 \text{ 呎磅。}$$

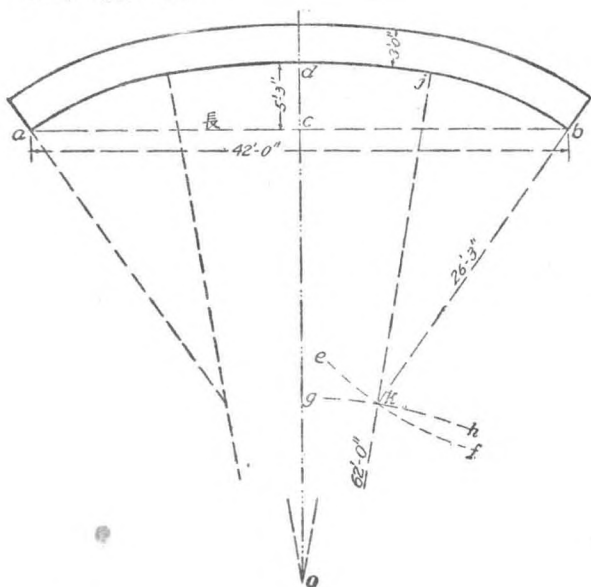
(五) 推力

求各段之推力(T)查第五圖(a)半徑綫 11.33 呎，即 19779.

$61 \div 11.33 = 1746$ 磅。參考上圖(b)依法繪製應力圖。量得各部份之推力及最大之推力，如第五圖。

第三節 涵洞之計算

擬建一涵洞，淨跨距42'0"呎。假定平均死力每呎200磅。活力每平方呎75磅。磚塊用混凝土砌做。推算依一直呎為標準，參考如第六圖。



第六圖

(一) 半徑

涵洞拱高依 $\frac{1}{12}$ 之比，即 $42 \times \frac{1}{12} = 3'6"$ (假定5'3") 隨後推算半徑如下。

$$R = \frac{S^2 + 4H^2}{8H} = \frac{42^2 + 4(5.25)^2}{8 \times 5.25} = 44.625 \text{ 呎。}$$

(二) 厚度

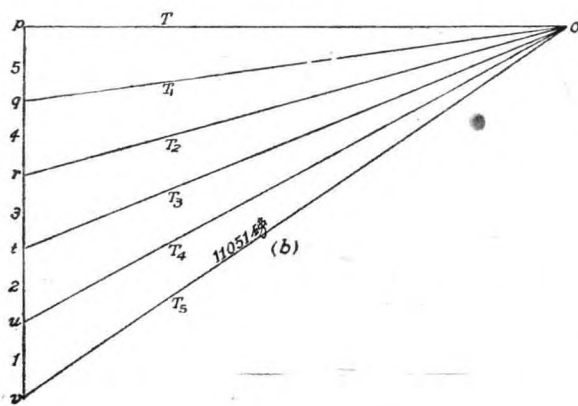
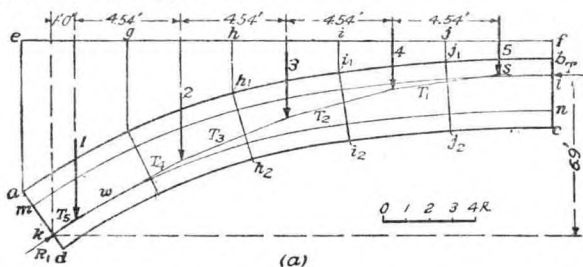
推算涵洞之厚度，算式如下。

$$D = \frac{\sqrt{R + \frac{1}{2}S}}{4} + .2 = \frac{\sqrt{44.625 + \frac{48}{2}}}{4} + .2 = 2.225 \text{ 呎。}$$

該結數乘 $\frac{1}{5}$ 之比，即 $\frac{1}{5} \times 2.225$ 呎（約31.0"呎）參考第六圖。

(三) 重量

推算每段重量，查第七圖 (a) 之路面上的 ef 綫為22.7呎，分與 $\frac{1}{5}$ ，即 $22.7 \div 5 = 4.54$ 呎。又乘活力與死力 $= (200 + 75) = 275$ 磅，即 $4.54 \times 275 = 1248.5$ 磅。每段自1至5之重量相全，參考如第七圖。



第七圖

(四) 彎矩

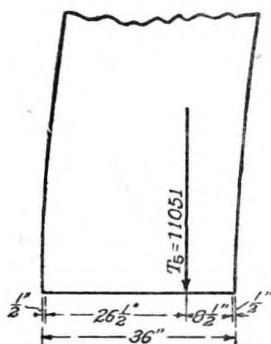
查第七圖 (a) 每段呎吋，依次相加。再乘各段重量，即得分段彎矩與總彎矩如下。

重量	平距	彎矩
1	$= 1248.5 \times 1$	$= 1248.50$ 呎磅。
2	$= 1248.5 \times 5.54$	$= 6916.69$ 呎磅。
3	$= 1248.5 \times 10.08$	$= 12584.88$ 呎磅。
4	$= 1248.5 \times 14.62$	$= 18253.07$ 呎磅。
5	$= 1248.5 \times 19.16$	$= 23921.26$ 呎磅。

總彎矩 $= 1248.5 \times 50.40 = 62924.40$ 呎磅。

(五) 應力

推算應力之公式，排列如下。



第八圖

$$K_1 = \frac{2P(2L - 3L_1)}{L_2}$$

$$\text{又 } K_2 = \frac{2P(2L_1 - 3L_2)}{L_2}$$

分解 $L = 35$ 吋。〔查第八圖 $340'' - (\frac{1}{2}'' + \frac{1}{2}'')$ 〕

$$L_1 = 26\frac{1}{2}'' \text{ 吋。}$$

$$L_2 = 8\frac{1}{2}'' \text{ 吋。}$$

$P =$ 查第七圖應力 (b) 量得 $T_5 =$

11051 磅。

$$\text{故 } K_1 = \frac{2 \times 11051 (2 \times 35 - 3 \times 26.5)}{8.5} = 171 \text{ 拉力磅。}$$

$$K_2 = \frac{2 \times 11051 (2 \times 35 - 3 \times 8.5)}{8.5} = 803 \text{ 壓力磅。}$$

再行推算單位應力，即 $171 \div 12 = 14$ 磅， $803 \div 12 = 67$ 磅。注意〔(磚之應力)用黃砂水泥砌做，土窰磚每平方呎 70 磅。機製磚 115 磅〕以上兩種應力均不逾上數。故屬安全無誤。

(六) 推力

查第七圖拱頂之高 6.9 呎，以總彎矩歸之即得推力 (T) 算式如下。

$$T = \frac{62924.40}{6.9} = 9119 \text{ 磅。}$$

再依上法繪製應力圖，即可量得各段之推力，如 T_1 至 T_5 參考第七圖 (b)。

第二章 拱橋

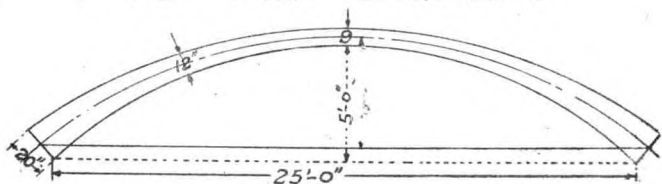
擬建拱橋一座，淨跨距 25' 0" 呎，拱高 5' 40" 呎。假定橋身厚度 9 吋， $\frac{1}{4}$ 之處 12 吋，末端 20 吋。每一直呎之內，用 $4 - \frac{3}{4}$ " ϕ 鋼條。拱背填泥 3' 40" 呎 (根據實在情形，填泥 1' 40" 呎至呎半為標準) 泥土本重每立方呎 100 磅。橋面假定活力每平方呎 336 磅，圖上應改繪 3.36 呎。隨後依次推算，分段說明如下。

第一節 橋拱

(一) 劃拱圈

淨跨距 25' 0" 呎，劃一平行點綫。由下端起，劃一 5' 40" 呎拱

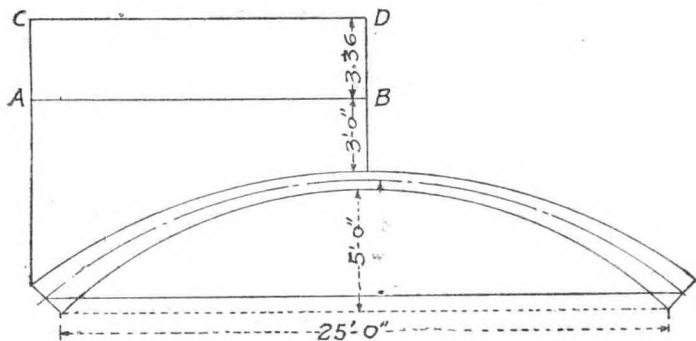
圈線。再抬高劃第二平行綫與拱圈綫。必須中央適合 9 吋，
 1/4 處 12 吋，末端 20 吋爲標準，參考第九圖如下。



第九圖

(二) 活力與死力

自拱背中段起，高 3'-0" 呎之處劃死力線如 AB。再自 AB 抬高 3.36 呎，劃活力線如 CD。參考第十圖如下。

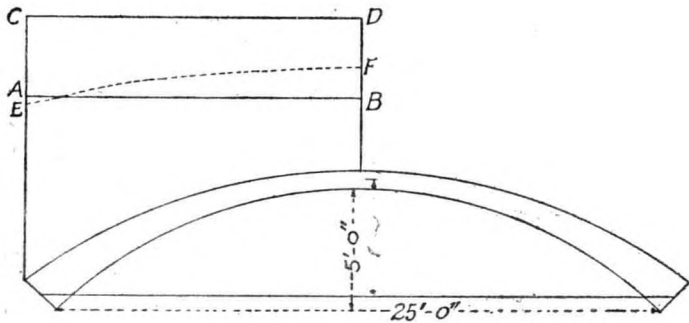


第十圖

(三) 變案綫

假如泥土每立方呎 100 磅，混凝土每立方呎 150 磅。

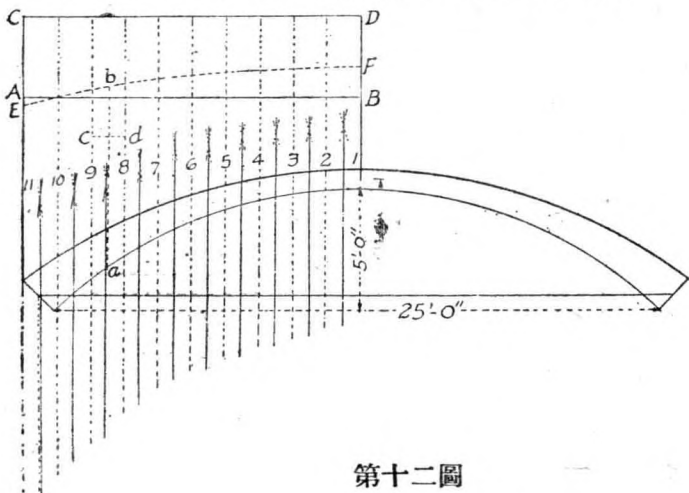
即 $\frac{100}{150} = \frac{2}{3}$ 呎。參考第十一圖 EF 點綫如下。



第十一圖

(四) 分段綫

以淨跨距之半數歸10得1.38呎。自1,2,3,4,5,6,7,8,9,10至11爲分段點綫。再于 $\frac{1}{2}$ 處劃分段直綫。參考第十二圖。



第十二圖

(五) 分段重

假如用呎量得第十二圖8與9之間，即C-D為1.38呎。中間直綫ab為7.3呎。推算如下。

$$ab \times cd \times 150 = 7.3 \times 1.38 \times 150 = 1511 \text{ 磅。}$$

(六) 總重

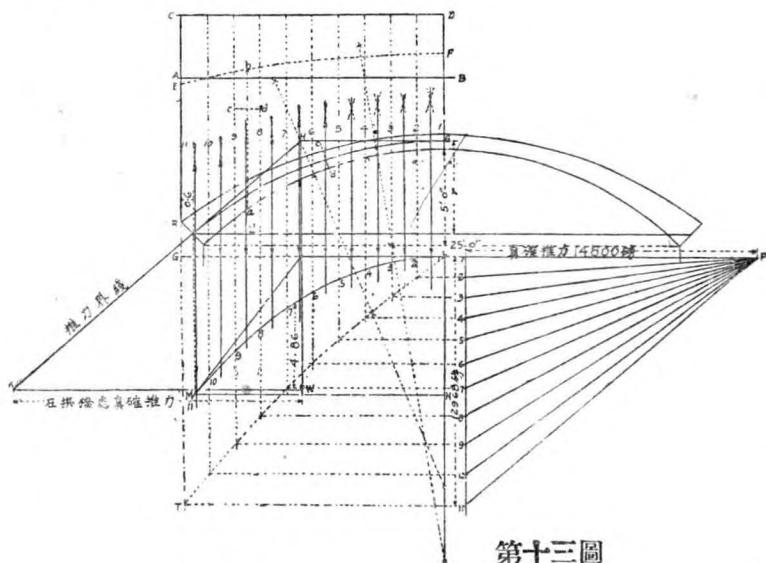
查第十二圖，自1至10用呎在每段分力綫上量得呎數互相加并。再乘 1.38×150 即得總重如下。

$$W = (5 + 5.05 + 5.15 + 5.4 + 5.7 + 6.15 + 6.7 + 7.3 + 8 + 8.2) \times 1.38 \times 150 = 62.65 \times 207 = 12968.55 \text{ 磅。}$$

第二節 計算應力

(一) 劃應力圖

根據上圖，在拱頂劃GH平行綫，又 $\frac{1}{4}$ 處與KH成交角。再劃HW垂綫與WK接連成三角形。用呎量得HW = 12968.55磅。WK = 14800磅。再將WK與HW移右劃分角綫。自P1至P10，各平行點綫與垂綫成交角，劃斜點綫。參考第十三圖TL與ML如下。



第十三圖

(二) 分段應力

自 P1 至 P10，每段用呎均可于應力圖上量得分段應力。假如重量在 P₅ 查第十三圖 c-d 之間，在應力圖上量得 P₅ = 15900 磅。

(三) 單位應力

假如根據上圖量得橋拱 cd 之厚度為 11 吋。用 4- $\frac{3}{4}$ " ϕ 鋼積為 1.76 方吋。該處之每方吋平均 C 值，推算如下。

$$C = \frac{P_5}{A + 14A_c} = \frac{15900}{11 \times 12 + 14 \times 1.76} = 101.5$$

以上 $C=101.5$ 為橋拱各截面之平均數。再行推算混凝土與鋼骨之單位應力如下。

混凝土壓力 $F_c = 600 - 101.5 = 498.5$ 每方吋磅。

鋼條拉力 $F_s = 16000 + 15 \times 101.5 = 17522.5$ 每方吋磅。

又上列 (三) F_c 與 F_s 之推算，係求敏捷的約數。尚有計算各法，較為準確，公式如下。

$$K = \sqrt{\frac{2N(ad + A_c y)}{b} + \left[\frac{NA_c + a}{b}\right]^2} - \frac{N(A_c + a)}{b}$$

根據上題有效深度 $d = 9.5$ 吋，橋拱上下用 $4 - \frac{3}{4}$ 吋 ϕ ，鋼積 $a = 0.88$ 方吋， $A_c = 0.88$ 方吋，拱腹下附屬水泥 $y = 1.5$ 吋，混凝土大於鋼骨之比 $N = 15$ ，寬度 $b = 12$ 吋，算式如下。

$$\begin{aligned} K &= \sqrt{\frac{2 \times 15(0.88 \times 9.5) + 0.88 \times 1.5}{12} + \left[\frac{15 \times 1.76}{12}\right]^2} - \\ &\frac{15 \times 1.76}{12} = \sqrt{\frac{250.8 + 1.32}{12} + 4.84} - 2.2 = \sqrt{25.85} - \\ &2.2 = 2.87 \end{aligned}$$

又推算 F_c 之公式如下。

$$F_c = \frac{2M}{bN\left(d - \frac{K}{3}\right) + 2A_c N \frac{K - y}{K}(d - y)}$$

分解 = M 等於 6 乘 P_5 之應力，即 $6 \times P_5 = 6 \times 15900 = 95400$ 吋磅。算式如下。

$$F_c = \frac{2 \times 95400}{12 \times 15 \times \left(9.5 - \frac{2.87}{3}\right) + 2 \times 0.88 \times 15 \times \frac{2.87 - 1.5}{2.87} \times (9.5 - 1.5)} = \frac{190800}{1537.2 + 111.2} = 115.8 \text{ 每方吋混凝土}$$

壓力磅。

又推算 F_s 之方法如下。

$$F_s = \frac{F_c N(d - K)}{K} = \frac{115.8 \times 15(9.5 - 2.87)}{2.87} = 4013 \text{ 每方吋}$$

鋼條拉力磅。

又 $\frac{1}{4}$ 內之切斷面，該處必須推算混凝土之偏心應力，公式如下。

$$F_c = \frac{W}{A'} + \frac{W_y}{Z}$$

$$\text{分解} = A' = bd + 14(a + A_c) = 12 \times 11 + 14 \times 1.76 = 156.64$$

$$W = 15900$$

$$y = 1.5$$

$$Z = \frac{bd^3 + 42A_c d_1^2}{6d} = \frac{12 \times 11^3 + 42 \times 1.76 \times 9.5^2}{6 \times 11} = 342.3$$

$$\text{算式 } F_c = \frac{W}{A'} + \frac{W_y}{Z} = \frac{15900}{156.64} + \frac{15900 \times 1.5}{342.3} = 101.5 +$$

69.7 = 171.2 每方吋混凝土之壓力磅。

(四) 測驗KW之推力

查第十三圖LN之重心綫，量得上端垂綫7.2呎。下端4.86呎

。推算如下。

$$\frac{7.2}{4.86} \times 10 = 14.814 \text{ 呎} = 14814 \text{ 磅}。 \text{ 與 } KW = 14800 \text{ 磅}$$

。相似無誤。

(五) 計算推力

查第十三圖量得 ER = 8.2 呎。再由下端 GL 量至 GT 處 = 12.88 呎。其餘依此類推。排列如下。

$$\begin{aligned} & (8.2 \times 0.7 + 8 \times 2.1 + 7.3 \times 3.4 + 6.7 \times 4.72 + 6.15 \times \\ & 6.12 + 5.7 \times 7.5 + 5.4 \times 8.84 + 5.15 \times 10.5 + 5.05 \\ & \times 11.6 + 5 \times 12.88) \div (8.2 + 8 + 7.3 + 6.7 + 6.15 + \\ & 5.7 + 5.4 + 5.15 + 5.05 + 5) = \frac{384}{62.65} = 6.13 \text{ 呎}。 \end{aligned}$$

除去拱始點 ER 處之距離為 0.6 呎。

$$L_1 = 6.13 - 0.6 = 5.53 \text{ 呎}。$$

隨後計算推力如下。

$$T = \frac{WL}{r} = \frac{12968.55 \times 5.53}{4.86} = 14756 \text{ 磅}。$$

注意一 冷熱度對於漲縮應力之規定，查 R. C. Construction PATE 2 Page 226 頁 (Temperature stresses) 可假定於每方吋水泥 = 500 磅。又鋼骨不得超過 15000 每方吋磅。

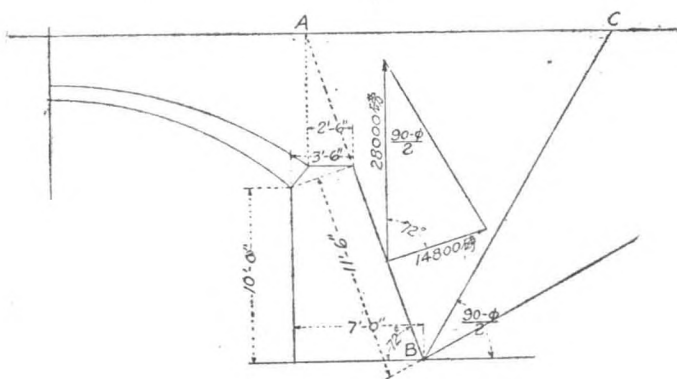
注意二 全上 No. 231 頁 Shear stress 對於剪力可如普通樑之推算，詳實用建築學第三編。

第三節 橋座

假如求得推力 = $T = 14800$ 磅，隨後設計橋座分解如下。

(一) 劃應力圖

假定橋座高 $10'0''$ 呎，座背之闊 $3'6''$ 呎，座底之闊 $7'0''$ 呎。上面運動活力每平方呎 100 磅，泥土與混凝土合併重量每立方呎 130 磅。根據 AB 推力 = 14800 磅，求得 A, B, C 三角內之土重 = 28000 磅，參考如第十四圖。



第十四圖

查推力 14800 磅，即 T 之力點在橋座 $\frac{1}{2}$ 處向上劃直綫，同時下平綫以 $\frac{90-\phi}{2}$ 除斜坡度靜止綫。再查 B 角為 72° 度，故 T

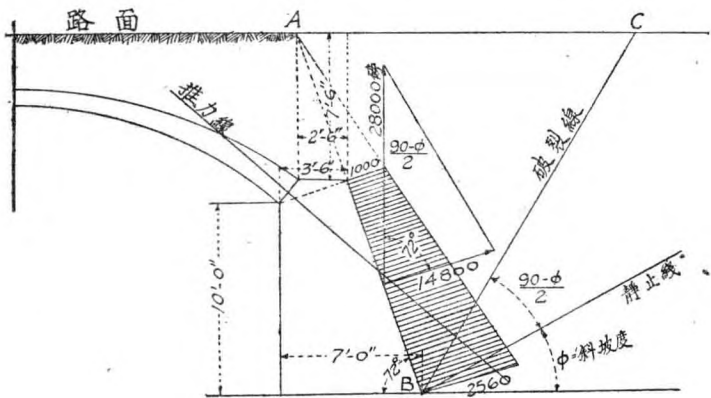
點亦為 72° 度，劃斜線折而向上，與上綫相交成三角形，量得垂綫（土重）為28000磅。參考第十四圖。

(二) 座背應力

量得座背長距 $AB = 11.6$ 呎，下面應力之推算如下。

$$\frac{2T}{AB} = \frac{2 \times 14800}{11.5} = 2560 \text{ 磅。}$$

用尺繪製 A 點垂斜綫，量得上面 1000 磅，參考第十五圖。



第十五圖

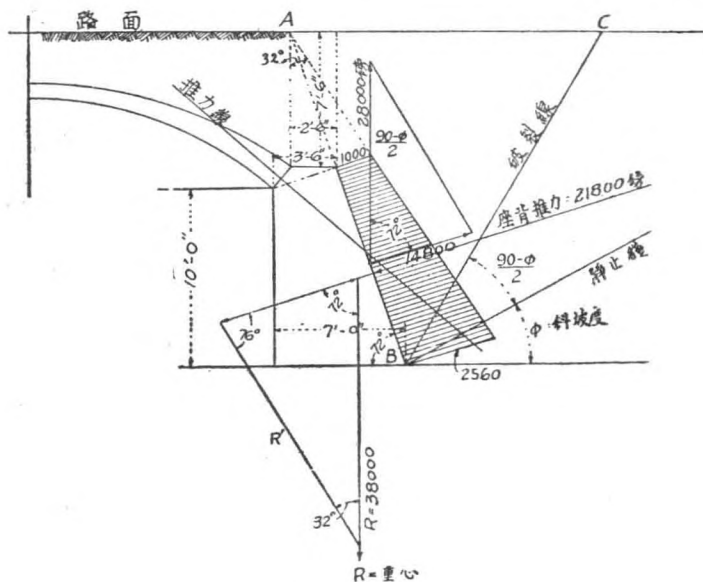
(三) 座背推力

$$P = \frac{2560 + 1000}{2} \times 11.5 = 21800 \text{ 磅。}$$

(四) 總應力

由重心距 $\frac{h}{3} = \frac{10}{3} = 3.333$ 呎，劃 21800 磅之座背推力綫與上

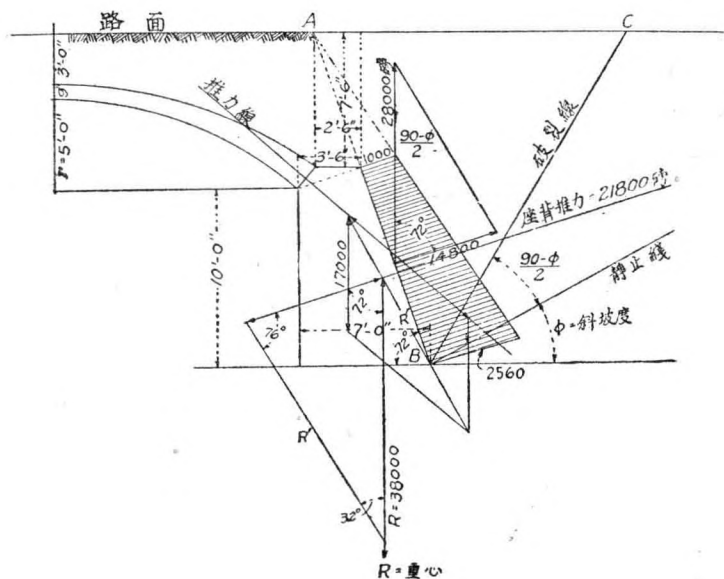
綫平行。由上向下劃垂綫與 B 角同為 72° 度。再查 A 角 32° 度，被減于 $180^\circ - (72^\circ + 32^\circ) = 76^\circ$ 度。垂綫上量得總應力 $R = 38000$ 磅。參考第十六圖。



第十六圖

(五) 橋座與泥土之重心力

查第十六圖 R' 之長距，由 B 角向上與中央垂綫相交。量得重心力為 17000 磅，參考第十七圖如下。



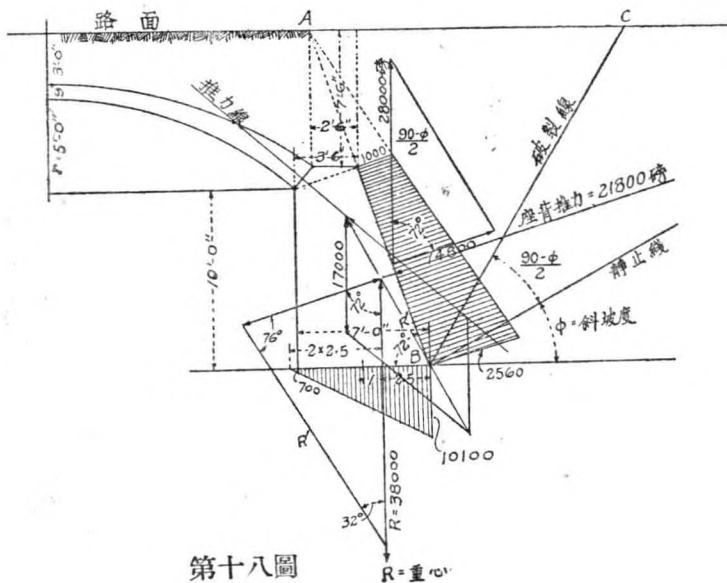
第十七圖

(六) 偏心應力

最大之偏心應力，推算如下。

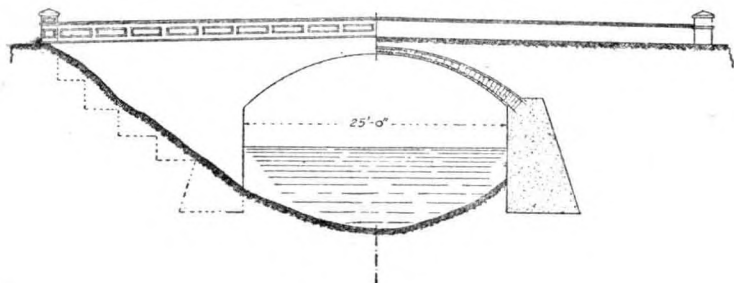
$$\text{Max } P = \frac{2}{3} \times \frac{R}{d} = \frac{2}{3} \times \frac{38000}{2.5} = 10100 \text{ 磅。}$$

隨後補劃橋座底之偏心應力，參考第十八圖。



第十八圖

拱橋側樣與一部份之剖視圖，參考第十九圖。



第十九圖

注意一 以上參考書爲 Reinforced concrete construction Part two Arches and Bridges. 對於拱橋之設計，種類繁多。因橋之跨距與高度不一，故算式亦隨之變換。學者有志高深的研究，請讀原版西書。茲將書名抄錄如下。

<u>書 名</u>	<u>著 作 人</u>
1. Reinforced Concrete Construction	Hool
2. Structural Engineers Handbook	Ketchum
3. Bridge & Structural Design	Thomson
4. Bridge & Structural Design	Hunter
5. Bridge Engineering	Waddel
6. Economical Highway Bridge Types	Mecullongh
7. Elastic Arch Bridge	Mecullongh
8. Reinforced Concrete Multiple Arch Bridge on Elastic Piers	Yu. H
9. Reinforced Concrete Arch Design	Manning
10. The Rigid Frame Bridge	Hayden
11. Reinforced Concrete Bridge Design	Chettoe & Adams
12. The Bridge of Rhine, Roman, Medieual & Modern	Mohranger

目 錄

第一章

鋼骨混凝土鄉村小橋之計劃

	頁數
第一節 橋板.....	1—5
(一)重量。(二)寬度。(三)彎矩。	
(四)鋼積。	
第二節 支樑.....	5—6
(一)彎矩。(二)鋼積。(三)剪力。	
第三節 任樑.....	6—9
(一)反力與彎矩。(二)鋼積。(三)剪力。	
第四節 橋座.....	10—10
(一)彎矩。(二)鋼積。	
第五節 支柱.....	10—11
(一)應力。(二)偏心應力。	
第六節 柱脚.....	11—13
(一)載重與面積。(二)彎矩。(三)鋼積。	
第七節 撐架.....	13—14
(一)彎矩。(二)鋼積。(三)剪力。	
第八節 橋樣與放圖.....	14—18
(一)平面圖。(二)橋面樣。(三)剖視圖。	
(四)紮鐵放圖。	

第二章

鋼骨混凝土城市公橋之計劃

- 第一節 橋板..... 19—21
 (一) 寬度。(二) 重量。(三) 彎矩。
 (四) 鋼積。
- 第二節 支樑..... 21—22
 (一) 彎矩。(二) 鋼積。(三) 剪力。
- 第三節 任樑..... 22—24
 (一) 重量。(二) 正彎矩與負彎矩。
 (三) 鋼積。(四) 剪力。
- 第四節 橋座板..... 25—25
 (一) 彎矩。(二) 鋼積。
- 第五節 支柱..... 25—26
 (一) 支柱之設計。(二) 無鋼混凝土偏心柱之
 應力。
- 第六節 柱脚..... 26—28
 (一) 載重與面積。(二) 彎矩。(三) 鋼積。
- 第七節 撐架..... 29—30
 (一) 應力與彎矩。(二) 鋼積。
- 第八節 橋樣與放圖..... 30—37
 (一) 地形圖。(二) 平面圖。(三) 橋面樣。
 (四) 剖視圖。(五) 紮鐵放圖。

第三章 橋駁之計劃

- 第一節 駁牆..... 37—42
 (一) 彎矩。(二) 鋼積。(三) 剪力與滑力。
- 第二節 駁牆裏底脚..... 42—44
 (一) 彎矩。(二) 剪力。(三) 鋼積。
- 第三節 駁牆外底脚..... 45—46
 (一) 應力。(二) 彎矩。(三) 鋼積。
- 第四節 牛腿..... 46—49
 (一) 彎矩。(二) 鋼積。
- 第五節 木樁與放圖..... 49—52
 (一) 應力。(二) 樁距。(三) 紮鐵放圖。

實用橋樑計算學

第四編 圖案

第一章

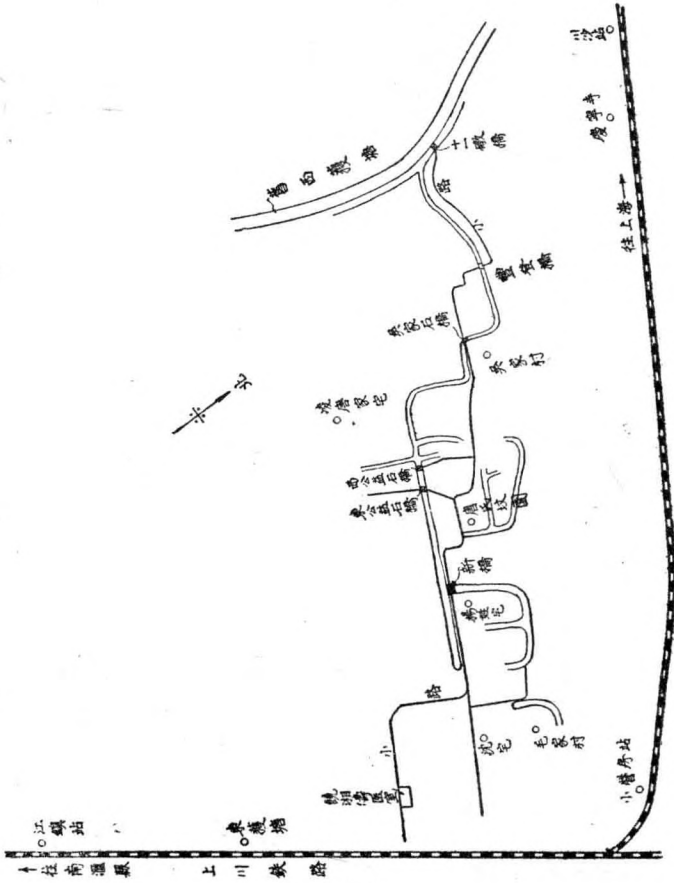
鋼骨混凝土鄉村小橋之計劃

業主唐裕卿，獨資興建公橋一座。地點在江蘇南匯縣七圖三甲，楊家宅路口，定名新橋。於民國二十五年四月委托著者設計，五月興工，七月完工。茲將落成圖影與計劃手續，分段排列，以供讀者參考如下。



第一圖

建築地點，查地形圖上註明新橋字樣，參考第二圖如下。



第二圖

↑ 往南通縣 上川鐵路 教公塘地點

第一節 橋板

(一) 重量

$W = \text{風力} = 30$ 每平方呎磅。

擊撞力 = 30 每平方呎磅。

磨擦力 = 100 每平方呎磅。

雪重 = 12 每平方呎磅。

4 吋碎石路 = 50 每平方呎磅。

6 吋填泥 = 50 每平方呎磅。

5 吋橋板 = 62 每平方呎磅。

總重 = 334 每平方呎磅。

假定橋板寬度 6'0" 呎。

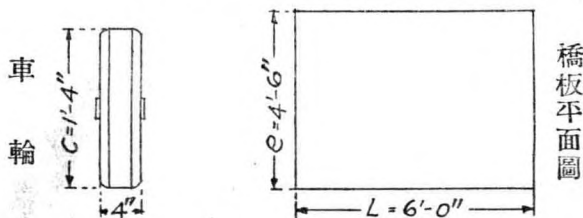
故 $W6 = 334 \times 6 = 2004$ 每一直呎磅。

(二) 寬度

假定車輪之高度 = 1'4" 呎 (1.33)，闊 4 吋 (0.33)，跨距 6'0" 呎，推算如下。

$$e = \frac{2}{3}(L + C) = \frac{2}{3} \times 6 + 1.33 = 5'4" \text{ 呎。}$$

讓步 = (6'0" × 4'6") 參考第三圖。



第三圖

(三) 彎矩

假定移動重量 = 6 噸，查第一編三章一節 (三) 運貨車 6 噸
= 前面單輪 = 2000 磅。總重之估計如下。

$$P = 2000 + 2004 = 4004 \text{ 磅。}$$

隨後推算彎矩如下。

$$M = \frac{PL}{10} = \frac{4004 \times 6}{10} = 2402.4 \text{ 呎磅。}$$

$$2402.4 \times 12 = 28827 \text{ 吋磅。}$$

(四) 鋼積

$$\text{比值} = f = \frac{0.05R + 0.45L}{B} = \frac{0.05 \times 4.5 + 0.45 \times 6}{4.5}$$

$$= \frac{0.225 + 2.7}{4.5} = 0.65$$

$$\text{比值} = r = (1 - 0.65) = 0.35$$

$$\text{假定 } d = 4 \text{ 吋。} \quad d_t = 5 \text{ 吋。}$$

$$\text{彎矩 } M' = 28827 \times 0.35 = 10090 \text{ 吋磅。}$$

$$\text{鋼積 } A'_s = \frac{M'}{F_s \times d \times .89} = \frac{10090}{18000 \times 4 \times .89} = 0.158 \text{ 方吋。}$$

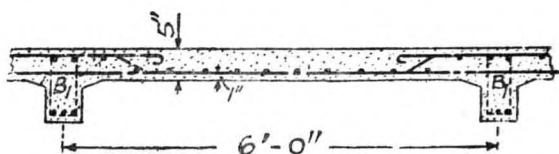
讓步 用 $\frac{3}{8}$ " ϕ @ $7\frac{1}{2}$ " 中距 (長度 61'0" 呎)

$$\text{彎矩 } M'' = \frac{[2000 + (334 \times 4.5)] \times 4.5 \times 12}{10} \times 0.65 = 12295$$

$$\text{吋磅。}$$

$$\text{鋼積 } A_s = \frac{12295}{18000 \times 4 \times .89} = 0.192 \text{ 方吋。}$$

用 $\frac{3}{8}$ " ϕ @ 6" 中距 (41'6" 長度) 參考第四圖。



第四圖

第二節 支樑

(一) 彎矩

支樑跨距 4'6" 呎，彎矩之推算如下。

$$M' = \frac{PL}{5} = \frac{4004 \times 4.5}{5} = 3604 \text{ 呎磅。}$$

$$3604 \times 12 = 43248 \text{ 吋磅。}$$

再行估計支樑本身重量，假定闊 6 吋，深 12 吋，推算如下。

$$W = \frac{6 \times 12}{144} \times 150 = 75 \text{ 每一直呎磅。}$$

$$\text{彎矩 } M'' = \frac{WL^2}{10} = \frac{75 \times 4.5^2}{10} = 152 \text{ 呎磅。}$$

$$152 \times 12 = 1824 \text{ 吋磅。}$$

$$\text{總彎矩 } = M = M' + M'' = 45072 \text{ 吋磅。}$$

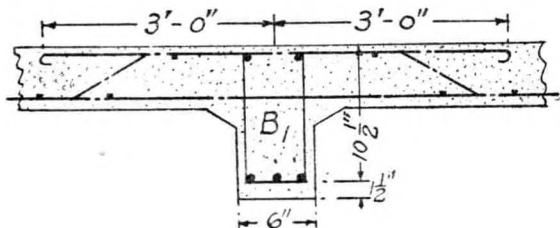
(二) 鋼積

假定 $b = 6$ 吋， $d = 10.5$ 吋， $d_t = 12$ 吋，推算如下。

$$\text{鋼積 } A_s = \frac{M}{F_s d \cdot 89} = \frac{45072}{18000 \times 10.5 \times .89} = 0.395 \text{ 方呎。}$$

讓步用 $3 - \frac{1}{2}'' \phi$ ($2 - \frac{1}{2}'' \phi$ 直鐵 + $1 - \frac{1}{2}'' \phi$ 彎鐵) 參考第五

圖如下。



第五圖

(三) 剪力

總剪力 $= V = (2.25 \times 75) + (4004 \div 2) = 2171$ 磅。

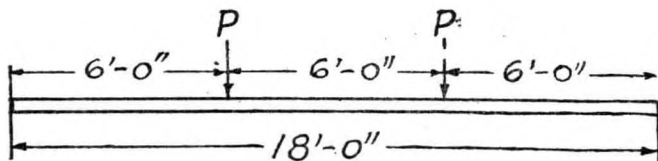
單位剪力 $= v = \frac{V}{bd.89} = \frac{2171}{10.5 \times 6 \times .89} = 39$ 每方吋磅。

讓步加 $6 - \frac{1}{4}$ " ϕ 鋼箍。

第三節 任樑

(一) 反力與彎矩

固定重量 $P = B_1 = (2171 + 2171) = 4342$ 磅。參考第六圖。



第六圖

反力 $R_1 = \frac{4342 \times 6 + 4342 \times 12}{18} = 4342$ 磅。

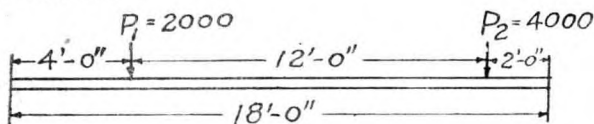
彎矩 $M_1 = 6R_1 = 6 \times 4342 = 26052$ 呎磅。

$$26052 \times 12 = 312624 \text{ 吋磅。}$$

樑重 $W = \frac{12 \times 24}{144} \times 150 = 300$ 呎磅。

$$\text{彎矩 } M_2 = \frac{WL^2 \times 12}{10} = \frac{300 \times 18^2 \times 12}{10} = 116640 \text{ 吋磅。}$$

再求移動重量，以 6 噸運貨車行經 P 點，推算二分點 P 之活力，參考第七圖。



第七圖

總重 $P = P' + P'' = 2000 + 4000 = 6000$ 磅。

$$\text{反力 } R = \frac{2000(\frac{1}{2} \times 18 + 12) + 4000 \times \frac{1}{2} \times 18}{18} = 4333 \text{ 磅。}$$

$$\text{彎矩 } M_3 = 4333 \times \frac{1}{2} \times 18 - 2000 \times 12 =$$

$$38997 - 24000 = 14997 \text{ 呎磅。}$$

$$14997 \times 12 = 179964 \text{ 吋磅。}$$

(二) 鋼積

將上列各彎矩合併如下。

$$\text{總彎矩} = M = M_1 + M_2 + M_3 =$$

$$312624 + 116640 + 179964 = 609228 \text{ 吋磅。}$$

隨後求樑之深度與鋼條剖面積如下。

假定 $b=12$ 吋。

$$\text{樑之深度 } d = \sqrt{\frac{M}{152b}} = \sqrt{\frac{609228}{152 \times 12}} = 18.3 \text{ 吋。}$$

假定 $d_t = 22\frac{1}{2}$ 吋。

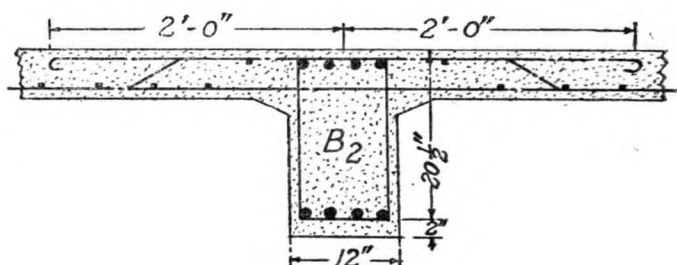
拉鐵 $A_s = 0.0108 \times 12 \times 18.3 = 2.372$ 方吋。

壓鐵 $A_c = 0.0108 \times 12 \times 18.3 = 2.372$ 方吋。

用 4-1" ϕ 底下拉鐵。

4-1" ϕ 上面壓鐵。

附參考如第八圖。



第八圖

又應用上列公式求彎矩，假定 $b=10$ 吋， $d=28$ 吋， $d_t=30$ 吋，推算如下。

$$\text{彎矩 } M_4 = \text{欄杆} = \frac{4 \times 36}{144} \times 150 \times \frac{18^2 \times 12}{10} = 58000 \text{ 吋磅。}$$

$$\text{總彎矩 } M = \frac{M_1}{2} + M_2 + \frac{M_3}{2} + M_4 = 420934 \text{ 吋磅。}$$

$$\text{鋼積 } a = 0.0056 \times 10 \times 28 = 1.56 \text{ 方吋。}$$

鋼積 $a' = \frac{420934}{1800(28-2).89} = 1.02$ 方吋。

比值 $K = 0.3333 \times 28 = 9.3$

鋼積 $A_c = \frac{1.02(28-93)}{9.3-2} = 2.63$ 方吋。

拉鐵 $a+a' = 2.57$ 方吋。 用 4-1" ϕ 下鐵。

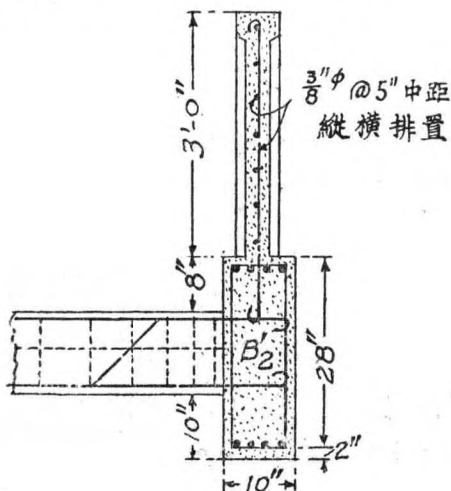
壓鐵 $A_c = 2.63$ 方吋。 用 4-1" ϕ 上鐵。

(三) 剪力

總剪力 $V = 4342 + 2700 + 4333 + 1350 = 12725$ 磅。推算單位剪力如下。

單位剪力 $v = \frac{V}{bd.89} = \frac{12725}{10 \times 28 \times .89} = 51$ 每方吋磅。

讓步加 $\frac{1}{4}$ " ϕ @ 6" 中距鋼箍。參考第九圖。



第九圖

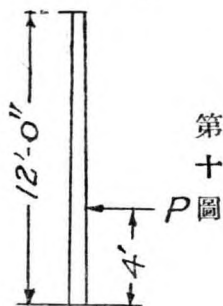
第四節 橋 座板

(一) 彎矩

假定泥土重量每立方呎 110 磅，橋座板高 12'0" 呎，推算如下。

P 距 $h/3 = 12 \times \frac{1}{3} = 4'0"$ 呎。參考

第十圖。



泥土壓力 $P_x = Wh_x = 110 \times 12 \times \frac{1 - .555}{1 + .555} = 380$ 磅。

P 距 $= \frac{1}{3} \times 12 = 4'0"$ 呎。總重 $P = 380 \times 4 = 1520$ 磅。

橋板跨距 $= 4'6"$ 呎。

彎矩 $M = \frac{PL}{10} = \frac{1520 \times 4.5}{10} = 684$ 呎磅。

厚度 $d = \sqrt[3]{\frac{M}{89}} = \sqrt[3]{\frac{684}{89}} = 2.77$ 吋。 $d_t = 4$ 吋。

(二) 鋼積

$A_s = \frac{M}{F_s d .89} = \frac{684 \times 12}{18000 \times 2.77 \times .89} = \frac{8208}{44320} = 0.185$ 方吋。

用 $\frac{3}{8}$ " ϕ @ 6" 中距直鐵。

加 $\frac{1}{4}$ " ϕ @ 8" 中距助鐵。

第五節 支柱

(一) 應力

支柱之計算，先求柱身 bd 如下。

$b = d = \frac{Bh}{15} = \frac{4.5 \times 12}{15} = 3.6$ 吋。讓步 12 吋方。

再算柱身重量如下。

$$W = \frac{bdh \times 150}{12 \times 12 \times 12} = \frac{12^2 \times 12 \times 12 \times 150}{1728} = 1800 \text{ 磅。}$$

相加得總重 P 如下。

$$P = (V + W) = 12725 + 1800 = 14525 \text{ 磅。參}$$

考第十一圖。

(二) 偏心應力

假定柱內用 4- $\frac{1}{2}$ " 直鐵 ($1 - \frac{1}{2}$ " 口 = 0.25)

$$\frac{Z = bd^3 + 42A_s d_1^2}{6d} =$$

$$\frac{12^4 + 42 \times (4 \times .25) \times 9^2}{6 \times 12} = \frac{20736 + 3402}{72} = 335.25 \text{ 吋。}$$

$$A' = bd + (14A_s) = 12^2 + 14 \times 4 \times .52 = 158 \text{ 吋。}$$

$$Y = \frac{Z}{A'} = \frac{335.25}{158} = 2.122 \text{ 吋。}$$

隨後推算每方吋混凝土單位壓力如下。

$$F_c = \frac{P}{A'} + \frac{PY}{Z} = \frac{14525}{158} + \frac{14525 \times 2.122}{335.25} =$$

$$91 + 91 = 182 \text{ 每方吋磅。}$$

$$91 - 91 = 0 \text{ 參考第十二圖。}$$

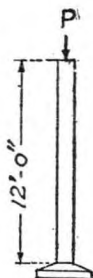
查每方吋混凝土壓力規定 600 磅，今求得 182

每方吋磅，故屬安全。

第六節 柱腳

(一) 載重與面積

柱基面積可由加樁而伸縮之。例如加用 5 根小頭 $4\frac{1}{2}$ " ϕ 與大頭



第十一圖



第十二圖

5½" φ @ 6L0" 呎長之杉木樁，推算如下。

$$\text{木樁阻力 } 200 \times \left(\frac{4\frac{1}{2} + 5\frac{1}{2}}{24} \right) \times 3.1416 \times 6 = 1560 \text{ 磅。}$$

$$5 \text{ 根樁} = (5 \times 1560) = 7800 \text{ 磅。}$$

$$\text{柱基提重 } F_t = P = 14525 \text{ 磅。}$$

$$\text{加柱基本重} = 1453 \text{ 磅。}$$

$$\text{總重} = 15978 \text{ 磅。}$$

$$\text{減樁之阻力} = 7800 \text{ 磅。}$$

$$\text{載重 } P = 8178 \text{ 磅。}$$

$$\text{基地面積} = A = \sqrt{\frac{8178}{1600}} = 2.25 \text{ 方呎。}$$

讓步 (3L0" × 3L0" 呎方。假定 d = 6 吋。

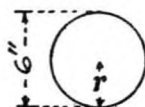
d_t = 8" 吋。參考第十三圖。推算應力如下。

$$\text{每平方呎應力 } W = \frac{\text{泥土總載重} - \text{柱基本重}}{\text{柱基面積}}$$

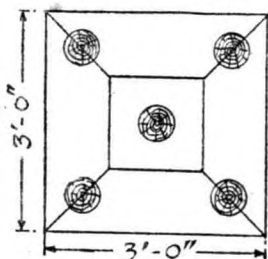
$$\frac{1600 (3^2 - 5 \times 3.1416 \times 0.25^2) - 3^2 \times .5 \times 150}{3 \times 3} =$$

$$= \frac{12829 - 675}{9} = 1350.5 \text{ 磅。參考十四圖如下。}$$

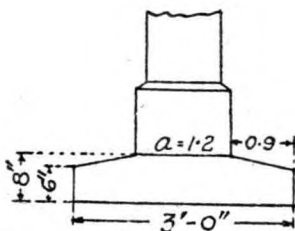
$$r = 0.25$$



第十三圖



第十四圖



(二) 柱脚幕彎

彎矩 $M = (6ac^2 + 8c^3)W =$

$(6 \times 1.2 \times .9^2 + 8 \times .9^3) \times 1350.5 = 15752$ 吋磅。

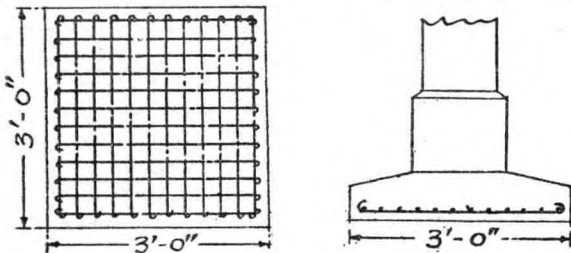
木椿反力 $M = 1600 \times 2 \times 10 = \underline{32000}$ 吋磅。

總彎矩 = 47752 吋磅。

(三) 鋼積

$A_s = \frac{M}{F_s \cdot 89d} = \frac{47752}{18000 \times .89 \times 6} = 0.495$ 方吋。

讓步用 12- $\frac{3}{8}$ " ϕ 縱橫排置，參考第十五圖如下。



第十五圖

第七節 撐架

(一) 彎矩

假定運貨車全重之半數，其推力 $P = 6000$ 磅，參考第十六圖，推算如下。

重心距 $X = \sqrt{\frac{b+h}{h}} =$

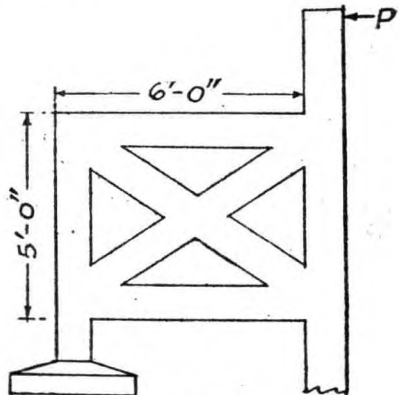
$\sqrt{\frac{6^2 + 5^2}{6}} = 1.28$ 呎。

彎矩 $M = P_x = 6000 \times$

$1.28 = 7680$ 呎磅。

$7680 \times 12 = 92160$ 吋磅。

(二) 鋼積



第十六圖

假定撐大料 $b=10''$ 吋。 $d=10''$ 吋。

$$c. \text{ 鋼積 } A_s = \frac{M}{F_s 0.89 \times d} = \frac{92160}{18000 \times 0.89 \times 7} = 0.83 \text{ 方吋。}$$

讓步用 $4-\frac{1}{2}''$ 方鋼條。

(三) 剪力

$$\text{總剪力 } V = \frac{P_x}{2} = \frac{7680}{2} = 3840 \text{ 磅。}$$

$$\text{單位剪力 } v = \frac{V}{bd.89} = \frac{3840}{7 \times 7 \times .89} = 88 \text{ 每方吋磅。}$$

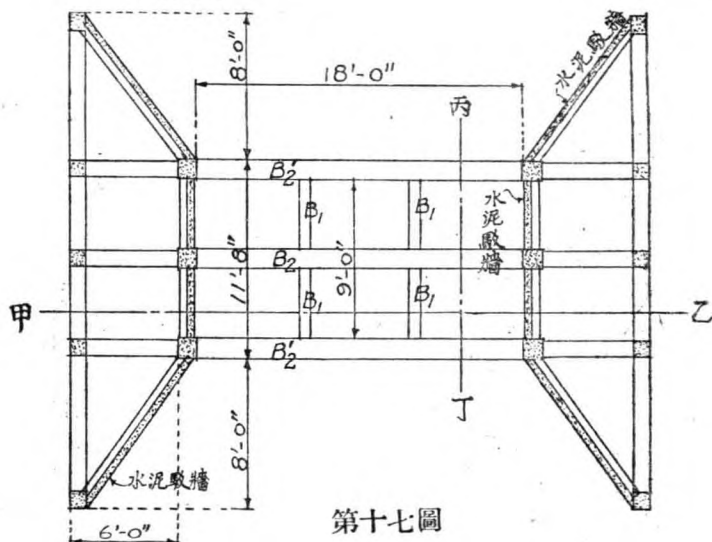
$$\text{剪力距 } X_1 = \frac{v-60}{2v} \times L = \frac{88-60}{2 \times 88} \times 6 = 0.96 \text{ 呎。}$$

$$V_2 = 6(88-60) \times 7 \times 0.96 = 1160 \text{ 磅。}$$

讓步用 $6-\frac{1}{4}'' \phi$ 鋼箍。

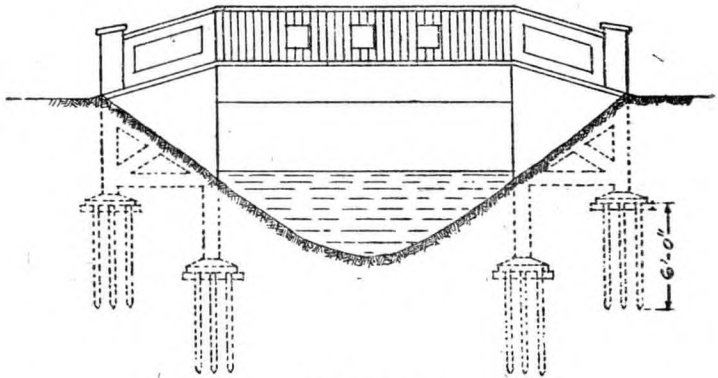
第八節 橋樣與放圖

(一) 平面圖



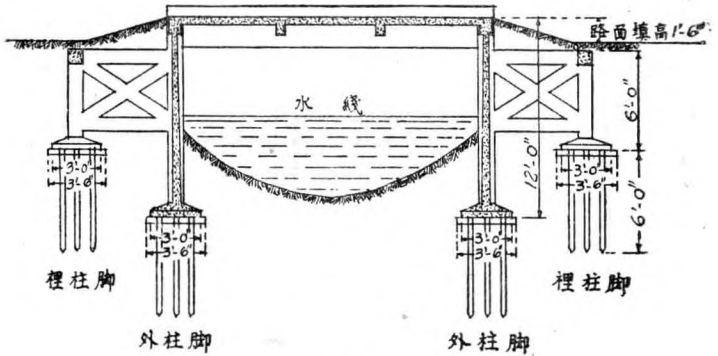
第十七圖

(二) 橋面樣



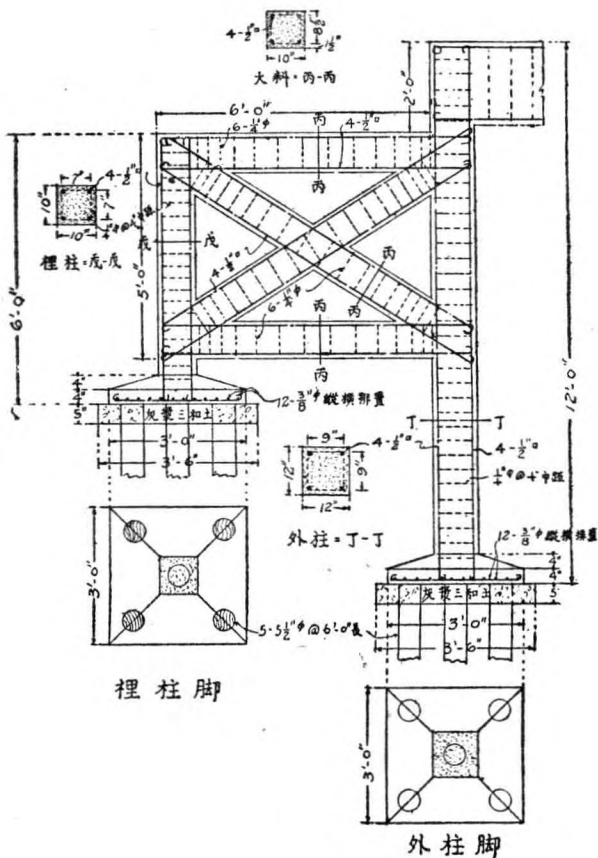
第十八圖

(三) 剖視圖

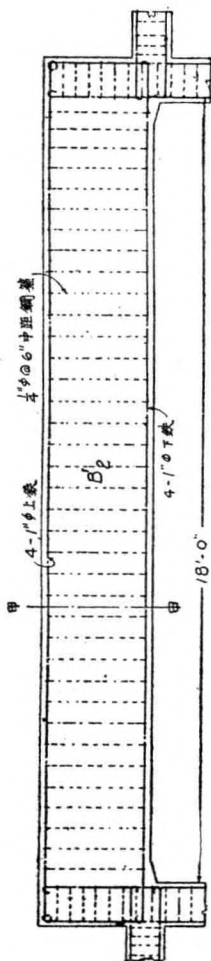


第十九圖

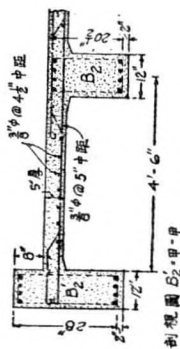
(四) 紮鐵放圖



第二十圖

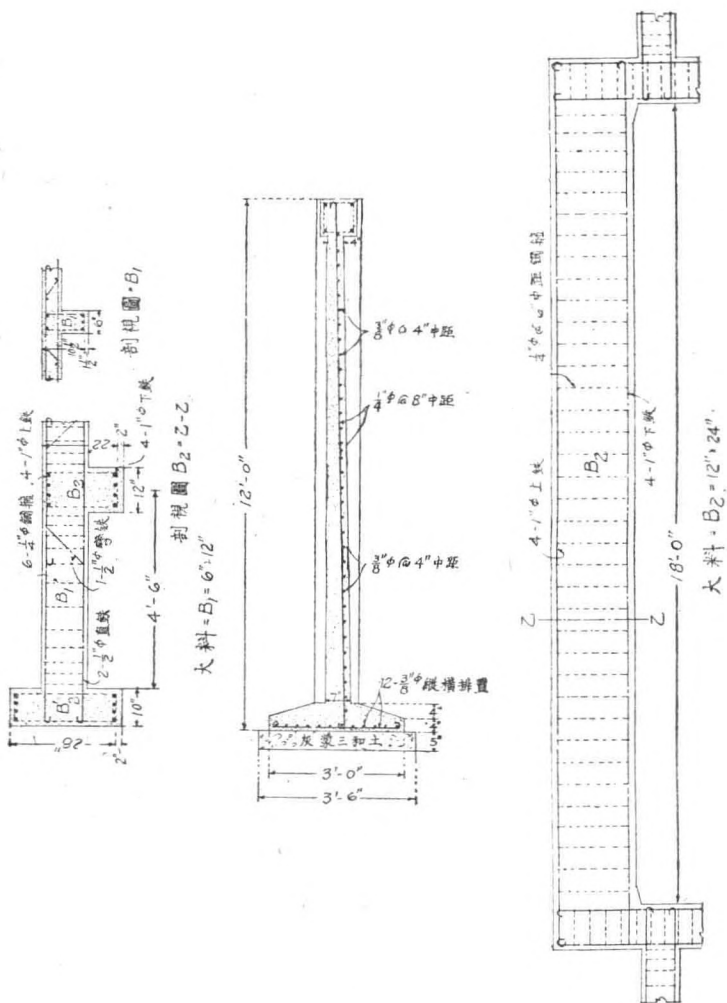


大料 = $B_2 = 12" \times 30"$



水泥標板·5"厚

第二十一圖



第二十二圖

第二章

鋼骨混凝土城市公橋之計劃

民國十一年，作者任職滬南工巡捐局工程處覆勘專員，兼職于楊駿總工程師處為滬閩長途汽車公司貼費興建斜土路裡日暉港平蔭橋一座之設計圖案如下。

該橋淨跨距34呎，總寬度聯人行道35呎，分為四段三個支點。每段跨距 8'6" 呎。假定寬度 7'0" 呎，橋面移動重量以12噸運貨車為標準。

第一節 橋板

(一) 寬度

$$e = \frac{2}{3}(L \times C) = \frac{2}{3}(8.5 + 1.33) = 6.55 \text{ 呎。}$$

假定橋面中到中7'0"呎，今求得淨寬度6.55呎，已屬安全。

(二) 重量

P = 風力 = 30 每平方呎磅。

雪重 = 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。

假定橋板6" 厚度 = 75 每平方呎磅。

總重 = 347 每平方呎磅。

推算橋板每一直呎重量如下。

死力 = $347 \times 7 = 2429$ 每一直呎磅。

活力 = 車重 = 4000 每一直呎磅。

總重 = 6429 每一直呎磅。

(三) 彎矩

$$\text{比值 } f = \frac{0.05 \times 7 + 0.45 \times 8.5}{7} = \frac{0.35 + 3.85}{7} = 0.6$$

$$\text{彎矩 } M_1 = \frac{PLf}{10} = \frac{6429 \times 7 \times 0.6}{10} = 2700 \text{ 呎磅。}$$

$$2700 \times 12 = 32400 \text{ 吋磅。}$$

(三) 厚度

$$d = \sqrt{\frac{M}{88.89 \times 12}} = \sqrt{\frac{32400}{1067}} = 5.4 \text{ 吋。}$$

假定 $d = 5$ 吋。 $d_t = 6$ 吋。

(四) 鋼積

$$A_s = \frac{32400}{18000 \times 5 \times .89} = 0.405 \text{ 方吋。}$$

用 $\frac{5}{8}$ " ϕ @ 5" 中距。

再行推算橋板每一直呎重量如下。

死力 = $347 \times 8.5 = 2950$ 每一直呎磅。

活力 = 車重 = 4000 每一直呎磅。

總重 = 6950 每一直呎磅。

比值 $r = 1 - 0.6 = 0.4$

$$\text{彎矩 } M_2 = \frac{PLr}{10} = \frac{6950 \times 8.5 \times 0.4}{10} = 2363 \text{ 呎磅。}$$

$$2363 \times 12 = 28356 \text{ 吋磅。}$$

假定 $d = 5.25$ 吋。 $d_t = 6$ 吋。

$$\text{鋼積 } A_s = \frac{28356}{18000 \times 5.25 \times .89} = 0.338 \text{ 方吋。}$$

用 $\frac{5}{8}$ " ϕ @ 6" 中距。

第二節 支樑

(一) 彎矩

重量 $W_1 = \text{活力} = 4000$ 每一直呎磅。

$(347 \times 8.5) = \text{樑板} = 2950$ 每一直呎磅。

總重 = 6950 每一直呎磅。

$$\text{集中重彎矩 } M_1 = \frac{6950 \times 7}{5} = 9730 \text{ 呎磅。}$$

$$9730 \times 12 = 116760 \text{ 吋磅。}$$

$$\text{支樑本重 } W_2 = \frac{6 \times 8}{144} \times 150 = 50 \text{ 磅。}$$

$$\text{均佈重彎矩 } M_2 = \frac{50 \times 7^2}{10} = 245 \text{ 呎磅。}$$

$$245 \times 12 = 2940 \text{ 吋磅。}$$

總彎矩 $M = M_1 + M_2 = 116760 + 2940 = 119700$ 吋磅。

(二) 鋼積

假定 $b=6$ 吋。 $d=12.5$ 吋。 $d_t=14$ 吋。

$$\text{鋼積 } A_s = \frac{119700}{18000 \times 12.5 \times .89} = 0.5985 \text{ 方吋。}$$

讓步用 $4-\frac{1}{2}'' \phi$ (2根直鐵, 2根彎鐵)

(三) 剪力

總剪力 $V = (6950 \div 2) + (50 \times 3.5) = 3650$ 磅。

$$\text{單位剪力 } v = \frac{V}{12.5 \times 6 \times .89} = \frac{3650}{66.75} = 54.4 \text{ 每方吋磅。}$$

讓步用 $6-\frac{1}{4}'' \phi$ 鋼箍。

第三節 任樑

(一) 重量

$W = 4''$ 碎石路面 = 50 每平方呎磅。

6'' 填泥 = 50 每平方呎磅。

$$\text{橋板} = \frac{6 \times 12}{144} \times 150 = 75 \text{ 每平方呎磅。}$$

$$\text{支樑} = \frac{6 \times 8}{144} \times 150 = (50 \times 8.5) = 5.8 \text{ 每平方呎磅。}$$

總重 = 180.8 每平方呎磅。

再乘跨距 = $180.8 \times 7 = 1265.6$ 每一直呎磅。

$$\text{加任樑本重} = \frac{12 \times 20}{144} \times 150 = 250 \text{ 每一直呎磅。}$$

總重 = 1515.6 每一直呎磅。

(二) 正彎矩與負彎矩

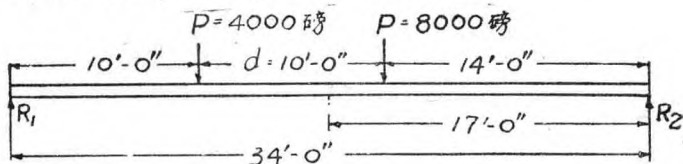
$$\text{正彎矩 } M_1 = \frac{1515.6 \times 34^2}{24} = 73001 \text{ 呎磅。}$$

$$73001 \times 12 = 876012 \text{ 吋磅。}$$

$$\text{負彎矩} = M_1' = \frac{1515.6 \times 34^2}{12} = 146002 \text{ 呎磅。}$$

$$146002 \times 12 = 1752024 \text{ 吋磅。}$$

參考第二十三圖，推算反力如下。



第二十三圖

$$\text{反力 } R_1 = \frac{4000(\frac{1}{2} \times 34 + 10) + 8000 \times \frac{1}{2} \times 34}{34} = 7177 \text{ 磅。}$$

$$\text{彎矩 } M_2 = 7177 \times \frac{1}{2} \times 34 - 4000 \times 10 = 122009 - 40000 = 82009 \text{ 呎磅。}$$

$$82009 \times 12 = 984098 \text{ 吋磅。}$$

$$\text{總彎矩} = M = M_1 + M_2 = 876012 + 984098 = 1860110 \text{ 吋磅。}$$

$$(d = 0.3333 \times 24 = 7.999)$$

(三) 鋼積

假定 $b = 12$ 吋， $d = 24$ 吋， $d_t = 26$ 吋。

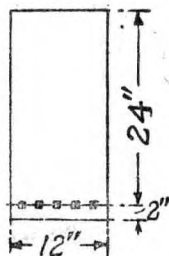
$$\text{鋼積 } A_s = \frac{M}{18000 \times 24 \times 0.89} =$$

$$\frac{1860110}{384000} = 4.84 \text{ 方吋。}$$

用 5-1" 口方。參考第二十四圖。

(四) 剪力

$$\text{總剪力 } V = 1515.6 \times 17 + 7177 = 32942 \text{ 磅。}$$



第二十四圖

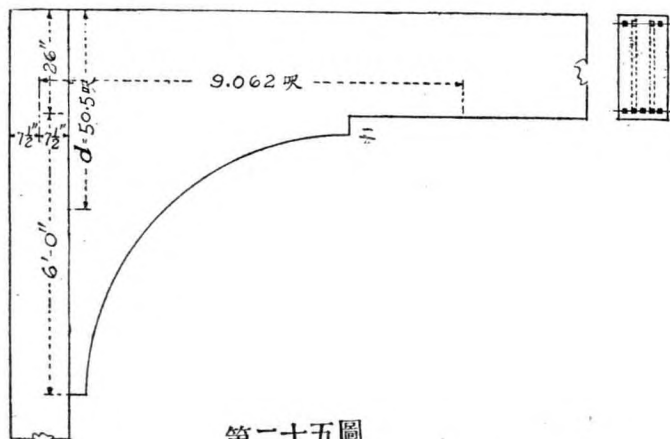
$$\text{單位剪力 } v = \frac{V}{12 \times 24 \times 0.89} = \frac{32942}{256.32} = 128.5 \text{ 每方吋磅。}$$

$$\text{剪力距 } X_1 = \frac{(128.5 - 60)34}{2 \times 128.5} = \frac{2329}{257} = 9.062 \text{ 呎。}$$

$$\text{總彎矩 } M' = M_1' + M_2 = 1752024 + 984098 = 2736122 \text{ 吋磅。}$$

$$\text{樑之深度 } d = \sqrt{\frac{M'}{89b}} = \sqrt{\frac{2736122}{89 \times 12}} = 50.5 \text{ 吋。}$$

總深度 $d_s = 52$ 吋。參考第二十五圖。



第二十五圖

$$V_2 = 6(128.5 - 60)12 \times 9.062 = 44694 \text{ 磅。}$$

$$\text{加 } (2-1''\text{口}) = 2 \times 10000 = \underline{20000 \text{ 磅。}}$$

$$\text{減餘} = 24694 \text{ 磅。}$$

$$\text{鋼環根數 } \phi = \frac{24694}{16000 \times 0.0491 \times 2} = 15.8$$

讓步用 $16 - \frac{1}{4}'' \phi @ 4.6.10.12$ 中距箍鐵。

第四節 橋座板

(一) 彎矩

參考第二十六圖，第二十七圖，算式如下。

$$\text{泥土應力 } P_x = Wh_x = 110 \times 25 \times \frac{1 - .555}{1 + .555} = 790 \text{ 磅。}$$

$$P \text{ 距} = \frac{1}{3}h = \frac{1}{3} \times 25 = 8.333 \text{ 呎。}$$

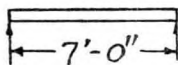
$$\text{總重 } W = P_x \times P = 790 \times 8.333 = 6583 \text{ 磅。}$$

$$\text{彎矩 } M = \frac{WL}{10} = \frac{6583 \times 7}{10} = 4608 \text{ 呎磅。}$$

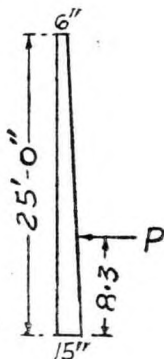
(二) 鋼積

假定橋座板 $d = 10$ 吋。

$d_t = 11$ 吋 (中央)。



第二十七圖



第二十六圖

$$\text{鋼積 } A_s = \frac{M}{F_s j d} = \frac{4608 \times 12}{18000 \times .89 \times 10} = 0.345 \text{ 方吋。}$$

$$\text{鋼距} = \frac{0.1406 \times 12}{0.345} = 4.8 \text{ 吋。}$$

用 $\frac{3}{8}$ " \square @ 4 $\frac{1}{2}$ " 中距縱橫排置。 $d_t =$ 上端 6 吋。

下端 15 吋。

第五節 支柱

(一) 支柱之設計

$$d = \frac{Bh}{15} = \frac{7 \times 25}{15} = 11.7 \text{ 吋。}$$

讓步 (12" \times 18") 長方柱。

用 $6-\frac{1}{2}$ " 口 加 $\frac{1}{4}$ " ϕ @ 4" 中距。

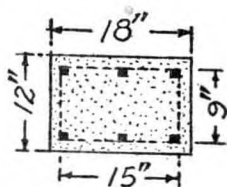
參考第二十八圖。

(二) 無鋼混凝土偏心柱之應力

(係屬假定情形) 算式如下。

$$\text{重量 } W_1 = \frac{(12 \times 18) 25 \times 150}{144} =$$

5625 磅。



第二十八圖

$$W_2 = V + W_1 = 32942 + 5625 = 38567 \text{ 磅。}$$

$$\frac{W_2}{A} = \frac{38567}{12 \times 18} = 178.5 \text{ 吋磅。}$$

$$\text{總剪力 } P = P \times L = 790 \times 7 = 5530 \text{ 磅。}$$

$$\text{彎矩 } M = \frac{Ph}{8} = \frac{5530 \times 25 \times 12}{8} = 207375 \text{ 吋磅。}$$

$$Z = \frac{bd^2}{6} = \frac{12 \times 18^2}{6} = 648 \text{ 吋。}$$

$$\frac{M}{Z} = \frac{207375}{648} = 320 \text{ 吋磅。}$$

$$\text{單位應力 } C = \frac{W_2}{A} \pm \frac{M}{Z} = 178.5 + 320 = 498.5 \text{ 每方吋磅。}$$

$$178.5 - 320 = -141.5 \text{ 每方吋磅。}$$

第六節 柱脚

(一) 載重與面積

$$\text{柱基載重 } F_c = P = W_2 = 38567 \text{ 磅。}$$

$$\text{加柱基本重} = 3857 \text{ 磅。}$$

$$\text{總重} = 42424 \text{ 磅。}$$

$$\text{減樁之阻力} = 31416 \text{ 磅。}$$

$$\text{載重 } P = 11008 \text{ 磅。}$$

$$\frac{4.5 + 5.5}{24} \times 3.1416 \times 15$$

$$\times 200 = 3927 \text{ 磅。}$$

$$\text{樁} = 8 \times 3927 = 31416 \text{ 磅}$$

$$\text{面積 } A = \frac{11008}{1600} = \sqrt{6.88} = 2.62 \text{ 呎方。}$$

讓步 316" × 416" 呎。

假定 $d = 5''$ 吋， $d_t = 6''$ 吋。

$$\begin{aligned} \text{應力 } W &= \frac{1600(15.7 - 8 \times 3.1416 \times 0.25^2) - 15.7 \times .5 \times 150}{3.5 \times 4.5} \\ &= \frac{22500 - 1165}{15.7} = 1360 \text{ 每平方呎磅。} \end{aligned}$$

(二) 彎矩

參考第二十九圖。推算彎矩如下。

$$\text{彎矩 } M_1 = (6 \times 1 \times 1.125^2 + 8 \times 1.125^3) 1360$$

$$= (7.6 + 11.2) \times 1360 = 25800 \text{ 吋磅。} \quad \text{第二十九圖}$$

$$\text{木樁反力 } = M = 3927 \times 2 \times 7.5 = 58905 \text{ 吋磅。}$$

$$\text{總彎矩} = 84705 \text{ 吋磅。}$$

(三) 鋼積

$$A_s = \frac{84705}{18000 \times 5 \times .89} = 1.06 \text{ 方吋。}$$

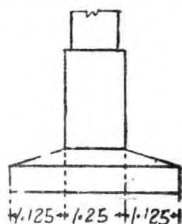
讓步用 $10 - \frac{3}{8}'' \phi @ 316''$ 長。

參考第三十圖。推算彎矩如下。

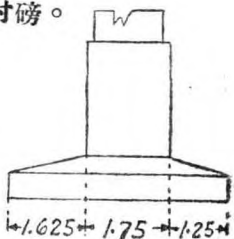
$$\begin{aligned} \text{彎矩 } M_2 &= (6 \times 1.5 \times 1.625^2 + 8 \times 1.625^3) 1360 = \\ &= (24 + 34.5) 1360 = 79560 \text{ 吋磅。} \end{aligned}$$

$$\text{木樁反力 } = M = 3927 \times 2 \times 3 = 23562 \text{ 吋磅。}$$

$$\text{總計} = 103122 \text{ 吋磅。}$$



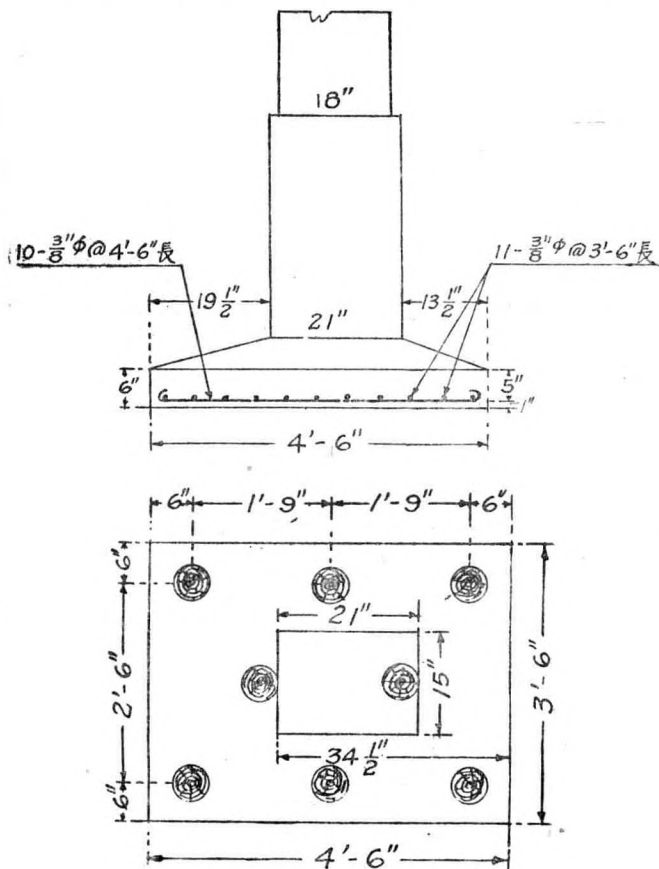
第二十九圖



第三十圖

鋼積 $A_s = \frac{103122}{18000 \times 5 \times .89} = 1.31$ 方吋。

讓步用 $11 - \frac{3}{8} \phi @ 4'6''$ 長。 參考第三十一圖。

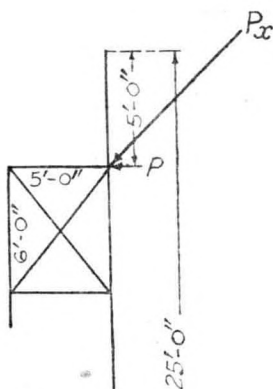


第三十一圖

第七節 撐架

(一) 應力與彎矩

假定運貨車 $\frac{1}{2}$ 之重量 = $P = 12000$ 磅。參考第三十二圖。



第三十二圖

$$\text{推力 } P_x = hp \frac{1 - .555}{1 + .555} = 5 \times 12000 \times \frac{1 - .555}{1 + .555} = 17500 \text{ 磅。}$$

$$\text{重心距 } X = \frac{\sqrt{5^2 + 6^2}}{5} = 1.56 \text{ 呎。}$$

$$\text{彎矩 } M = P_x X = 17500 \times 1.56 = 27300 \text{ 呎磅。}$$

$$27300 \times 12 = 327600 \text{ 吋磅。}$$

假定 $b = 12''$ 吋。 $d = 14.5$ 吋。 $d_t = 16$ 吋。

(二) 鋼積

$$a = 0.0056 \times 12 \times 14.5 = 0.97 \text{ 方吋。}$$

$$\text{比值 } K = \frac{nf_c d}{F_s + nF_c} = \frac{15 \times 600 \times 14.5}{18000 + 15 \times 600} = \frac{130500}{27000} = 4.83$$

$$\text{彎矩 } M' = 18000 \times 0.97 \left(14.5 - \frac{4.83}{3} \right) = 225060 \text{ 吋磅。}$$

$$\text{彎矩 } M'' = M - M' = 327600 - 225060 = 102540 \text{ 吋磅。}$$

$$\text{拉鐵 } a' = \frac{M''}{F_s(d-1.5)} = \frac{102540}{18000(14.5-1.5)} = 0.442 \text{ 方吋。}$$

$$\text{壓鐵 } A_c = \frac{M''}{nF_c \left(\frac{K-Y}{K} \right) d - 1.5} = \frac{102540}{15 \times 600 \times \left(\frac{4.83-1.5}{4.83} \right) (14.5-1.5)} = 1.27 \text{ 方吋。}$$

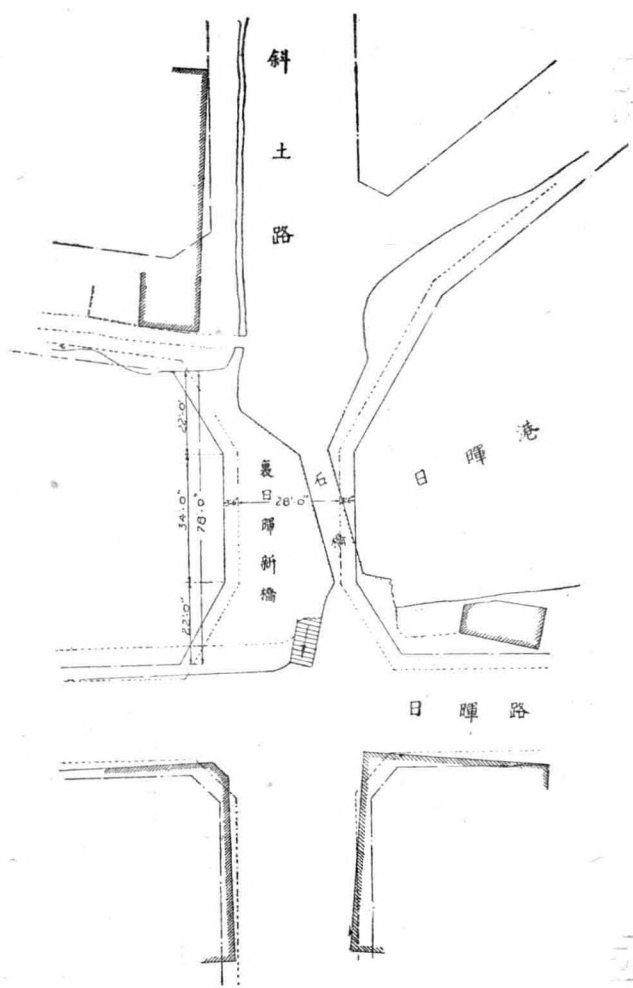
$$\text{鋼積 } a + a' = 0.97 + 0.442 = 1.412 \text{ 方吋。}$$

壓力 用 2-1" ϕ 上鐵。

拉力 用 2-1" ϕ 下鐵。加 $\frac{1}{4}$ " ϕ @ 4" 中距鋼箍。

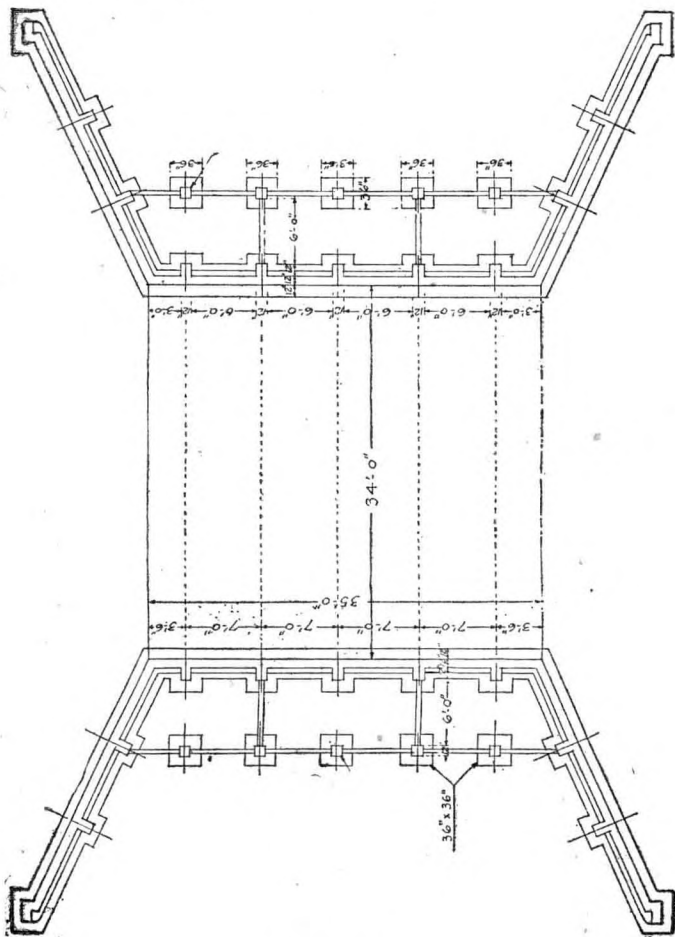
第八節 橋樣與放圖

(一) 地形圖參考第三十三圖。

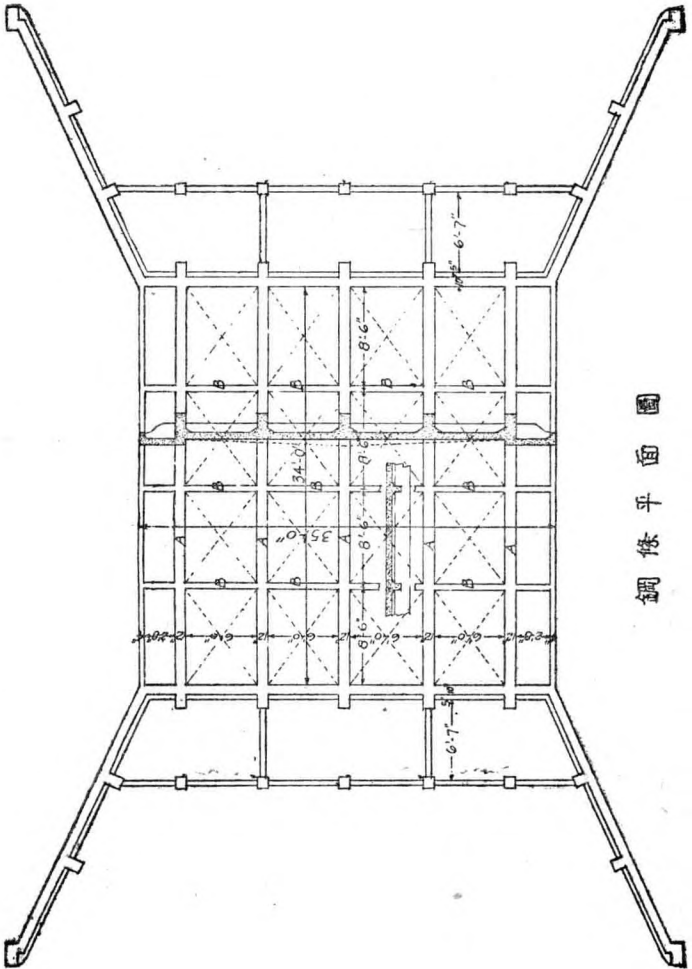


第三十三圖

(二) 平面圖



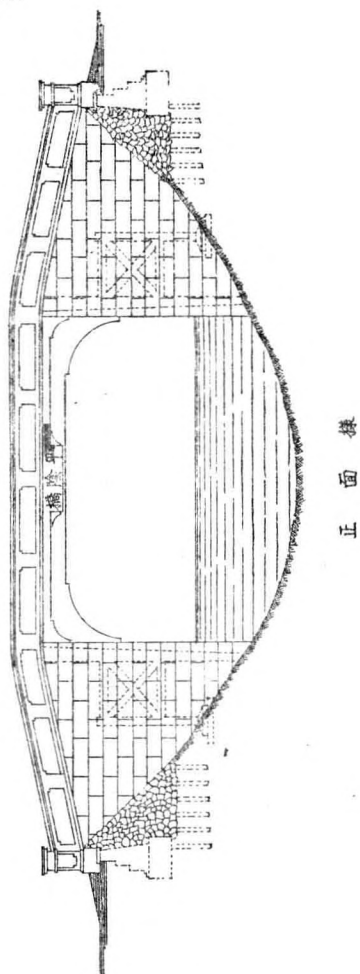
第三十四圖



鋼條平面圖

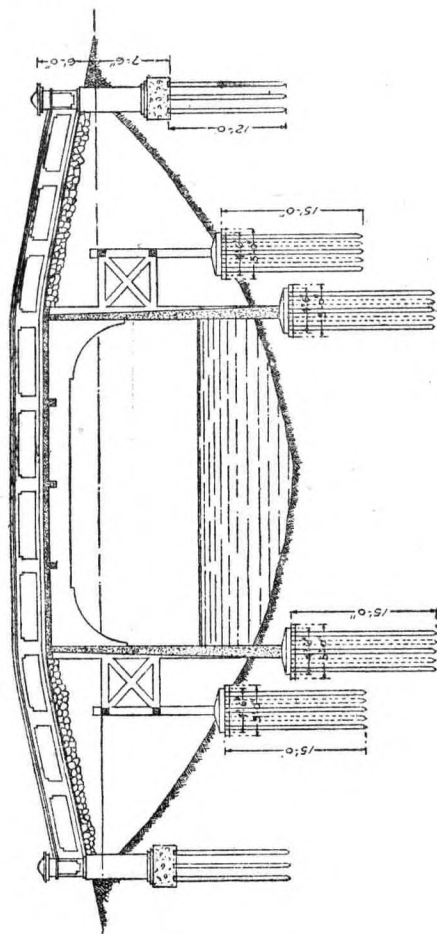
第三十五圖

(三) 橋面樣



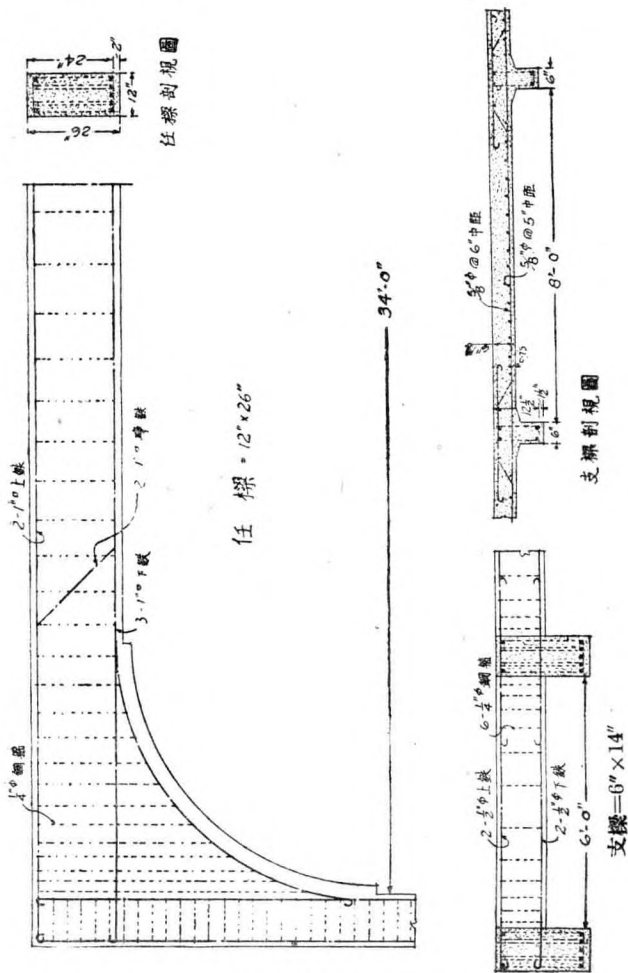
第三十六圖

(四) 剖視圖

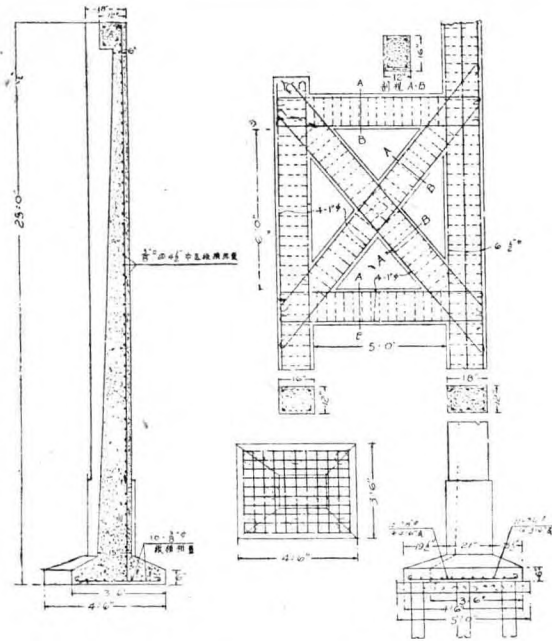


第三十七圖

(五) 繫鐵放圖



第三十八圖



第三十九圖

第三章 橋駁之計劃

第一節 駁牆

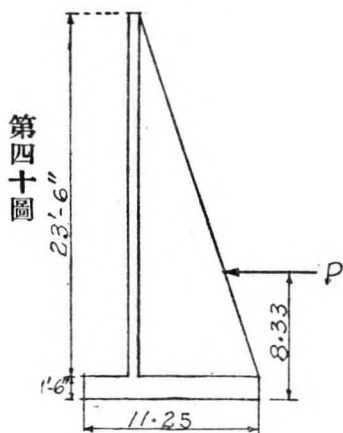
根據第三編第二章第三節橋座兩旁加做橋駁。假定高 25
 10" 呎。跨距每檔 710" 呎。泥土重量每立方呎 110 磅。斜坡
 1½:1 之比例，推算如下。

(一) 彎矩

底脚寬度 = $.45h = .45 \times 25 = 11.25$ 呎。

應力 $P = .143Wh^2 = .143 \times 110 \times 25^2 = 9831$ 磅。

P 距 = $\frac{1}{3}h = \frac{1}{3} \times 25 = 8.33$ 呎。參考第四十圖。



彎矩 = $M = P \frac{1}{3}h = 9831 \times \frac{1}{3} \times 25 = 82092$ 呎磅。

各部份重量

$R_v =$ 駁牆 $W_1 = 1 \times 23.5 \times 150 = 3525$ 呎磅。

底脚 $W_2 = 11.25 \times 2 \times 150 = 3375$ 呎磅。

泥土 $W_3 = 4.25 \times 23.5 \times 110 = 10996$ 呎磅。

總重 = 17896 呎磅。

($\frac{1}{3} \times 11.25 = 3.75$ 呎) 又 ($3.75 + 0.5 = 4.25$ 呎)

<u>重 量</u>	<u>彎 矩</u>
$\frac{1}{2} \times 11.25 = 3.75 \times 3525$	$= 13219 \text{ 呎磅} \circ$
$\frac{1}{2} \times 11.25 = 5.625 \times 3375$	$= 18984 \text{ 呎磅} \circ$
$11.25 - \frac{1}{2} \times 4.25 = 9.125 \times 10996$	$= 100339 \text{ 呎磅} \circ$
總彎矩 $M = 132542 \text{ 呎磅} \circ$	
抵彎矩 $R_m = 132542 - 82092 = 50450 \text{ 呎磅} \circ$	
重心距 $= \frac{R_m}{R_v} = \frac{50450}{17896} = 2.82 \text{ 呎} \circ$	

參考第四十一圖。

最小應力 $= R_v \cdot 0.6 = 17896 \times 0.6 =$

$10738 \text{ 磅} \circ$

外距應力 $= \frac{2R_v}{B} = \frac{2 \times 17896}{11.25} =$

$3181 \text{ 磅} \circ$ (即偏心應力)

泥土壓力 $P_x = Wh_x =$

$110 \times 23.5 \times \frac{1 - .555}{1 + .555} =$

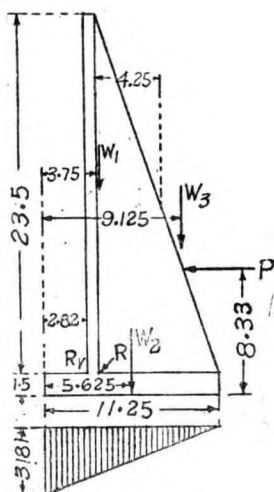
$741.5 \text{ 磅} \circ$

再求 B' 距 $11.25 - (2.82 + 1.5) =$

$6.93 \text{ 呎} \circ$

總重 $W = P_x B' = 741.5 \times 6.93$

$= 5138.6 \text{ 磅} \circ$



第四十一圖

剪力 $V = \frac{W}{2} = \frac{5138.6}{2} = 2569.3 \text{ 磅} \circ$

$$\text{彎矩 } M = \frac{WL}{12} = \frac{5138.6 \times 6.93}{12} = 2967.5 \text{ 呎磅。}$$

$$\text{厚度 } d = \sqrt{\frac{M}{89}} = \sqrt{\frac{2967.5}{89}} = 5.45 \text{ 吋。}$$

再求總剪力之有效厚度如下。

$$d = \frac{V}{.89bv} = \frac{2569.3}{.89 \times 12 \times 60} = 4.2 \text{ 吋。}$$

假定 $d = 7$ 吋。 $d_t = 8$ 吋。

(二) 鋼積

$$A_s = \frac{M}{F_s \cdot 89d} = \frac{2967.5}{18000 \times .89 \times 7} = 0.267 \text{ 方吋。}$$

用 $\frac{3}{8}$ " 口 = 0.1406 方吋。

$$\text{鋼距} = \frac{\phi}{A_s} = \frac{0.1406}{0.0267} = 5.25 \text{ 吋。}$$

讓步用 $\frac{3}{8}$ " 口 @ 5" 中距。參考第四十二圖。

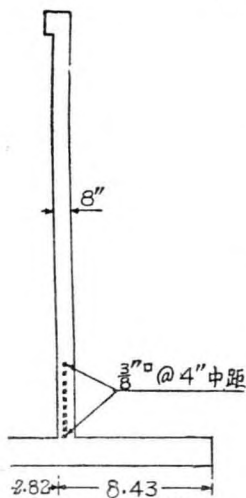
力之距點 = .2 × 8.33 = 1.666 呎。

$$\begin{aligned} \text{又 } 4.165 - 1.666 &= 2.499 \text{ 呎 } (\frac{1}{2} \times 8.33 \\ &= 4.165) \end{aligned}$$

(三) 剪力與滑力

$$\begin{aligned} \text{剪力 } V &= P \times 2.499 = 741.5 \times 2.499 \\ &= 1853 \text{ 磅。} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{滑力 } U &= \frac{V}{.89d\phi} \\ &= \frac{1853}{.89 \times 7 \times 3 \times \frac{3}{8} \times 4} \\ &= 67 \text{ 每方吋磅。} \end{aligned}$$



第四十二圖

$$\text{剪力 } V = \frac{W}{2} = \frac{5138.6}{2} = 2569.3 \text{ 磅。}$$

$$\text{滑力 } U = \frac{V}{.89d\phi} = \frac{2569.3}{.89 \times 7 \times 3 \times \frac{3}{8} \times 4} = 92 \text{ 每方吋磅。}$$

(滑力之規定每方吋不得超過80磅)

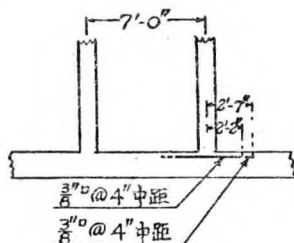
$$\text{再求跨距} = \frac{80}{92} \times 4 = 3.47 \text{ 吋。 } 3\frac{1}{2}'' \text{ 中距。}$$

$$\text{又 } \frac{3}{8} \text{ 之鋼條長度} = .5 + 1.666 = 2.166 \text{ 即 } 2L2'' \text{ 呎。}$$

$$\frac{1}{8} \text{ 之鋼條長度} = \frac{1}{8} \times \frac{\phi F_s}{2u} = \frac{1}{8} \times \frac{.1104 \times 18000}{2 \times 80} = 4.25 \text{ 吋。}$$

$$(4.25 = 0.35 \text{ 呎}) 2.16 + 0.35 = 2.51 \text{ 呎。即 } 2L7'' \text{ 呎。}$$

參考第四十三圖。



第四十三圖

再求駁牆上下之置放鋼條的距離如下。

(y = 假定鋼條置放距離 5", 6½", 10")

$$\text{第一距點 } hy = h \frac{s}{y} = 23.5 \times \frac{3.5}{5} = 16 \text{ 呎。}$$

$$\text{第二距點 } hy = h \frac{s}{y} = 23.5 \times \frac{3.5}{6.5} = 12.5 \text{ 呎 (12L6'')}$$

$$\text{第三距點 } hy = h \frac{s}{y} = 23.5 \times \frac{3.5}{10} = 8.2 \text{ 呎 (8L3'')}$$

參考第四十四圖。

推算加鐵 = $0.003 \times \frac{1}{8}h = 0.003 \times$

$$8.33 = 0.025(\frac{3}{8}'' \text{口} = 1.406)$$

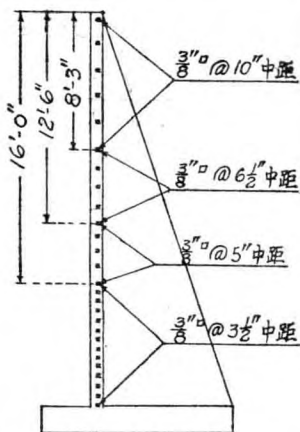
$$\text{鋼距} = \frac{0.1406}{0.025} = 5.6 \text{吋。}$$

讓步用 $\frac{3}{8}'' \text{口} @ 5\frac{1}{2}''$ 中距。參考

第四十五圖。

推算助鐵 = $3 \times 5.6 = 16.8$ 吋。

讓步用 $\frac{3}{8}'' \phi @ 16\frac{1}{2}''$ 中距，參考第
四十五圖。



第四十四圖

第二節 駁牆裏底脚

(一) 彎矩

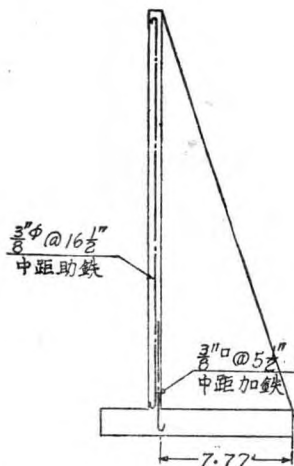
$$\begin{aligned} \text{每呎重量 } W &= bd150 + h \times 110 = \\ &1 \times 1.5 \times 150 + 23.5 \times 110 = \\ &2810 \text{磅。} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{彎矩 } M &= \frac{WL^2}{12} = \frac{2810 \times 7^2}{12} = \\ &11474 \text{呎磅。} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{深度 } d &= \sqrt{\frac{M}{89}} = \sqrt{\frac{11474}{89}} = \\ &12.9 \text{吋。} \end{aligned}$$

(二) 剪力

$$\begin{aligned} \text{總重} &= WL = 2810 \times 7 = \\ &19670 \text{磅。} \end{aligned}$$

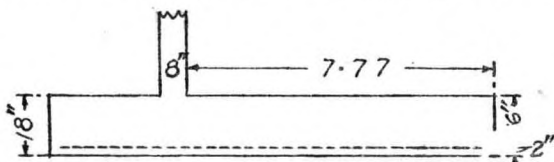


第四十五圖

$$\text{剪力 } V = \frac{WL}{2} = \frac{19670}{2} = 9835 \text{ 磅。}$$

$$\text{深度 } d = \frac{V}{.89bv} = \frac{9835}{.89 \times 12 \times 60} = 15.4 \text{ 吋。}$$

讓步 $d = 16$ 吋。 $d_t = 18$ 吋。 參考第四十六圖。



第四十六圖

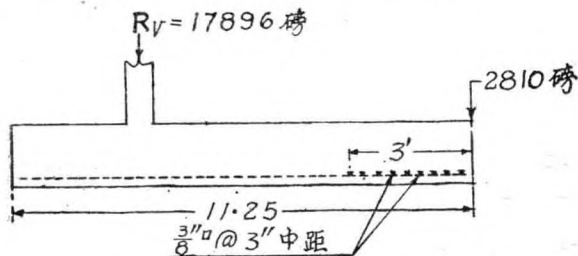
(三) 鋼積

$$A_s = \frac{M}{F_s \cdot .89 \times d} = \frac{11474}{18000 \times .89 \times 16} = 0.045 \text{ 方吋。}$$

用 $\frac{3}{8}$ " 口 = 0.1406 方吋。

$$\text{鋼距} = \frac{\phi}{A_s} = \frac{0.1406}{0.045} = 3.12 \text{ 吋。}$$

讓步用 $\frac{3}{8}$ " 口 @ 3" 中距，參考第四十七圖。



第四十七圖

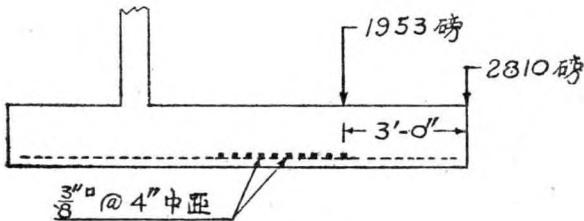
外距偏心應力 $S = 3181$ 磅 (參考第四十一圖)

$$\text{求 } 3L0'' \text{ 呎處之應力} = \frac{3}{B} S = \frac{3}{11.25} \times 3181 = 857 \text{ 磅。}$$

$$S = W - 857 = 2810 - 857 = 1953 \text{ 磅。}$$

$$\text{鋼距 } 3.12 \times \frac{W}{S} = \frac{3.12 \times 2810}{1953} = 4.5 \text{ 吋。}$$

讓步用 $\frac{3}{8}'' \square @ 4''$ 中距，參考第四十八圖。



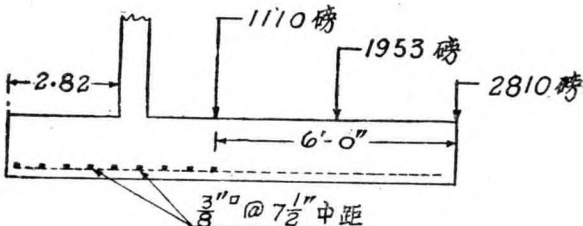
第四十八圖

$$\text{再求 } 6L0'' \text{ 呎處之應力} = \frac{6}{B} S = \frac{6}{11.25} \times 3181 = 1700 \text{ 磅。}$$

$$S = W - 1700 = 2810 - 1700 = 1110 \text{ 磅。}$$

$$\text{鋼距 } 3.12 \times \frac{W}{S} = \frac{3.12 \times 2810}{1110} = 7.85 \text{ 吋。}$$

讓步用 $\frac{3}{8}'' \square @ 7\frac{1}{2}''$ 中距，參考第四十九圖。



第四十九圖

第三節 駁牆外底脚

(一) 應力

推算長距 $11.25 - 2.82 = 8.43$ 呎。

$$\text{重量 } W = \frac{8.43}{11.25} \times 2810 = 2088 \text{ 磅。}$$

$$\text{又 } = \frac{2.82}{2} \times 2810 + 2088 = 6050 \text{ 磅。}$$

$$\text{又 } = 2.82 \times 1.5 \times 150 = 634.5 \text{ 磅。}$$

$$\text{剪力 } V = 6050 - 634.5 = 5415.5 \text{ 磅。}$$

(二) 彎矩

$$M = 2.82 \times 2088 \times \frac{2.82}{2} + \frac{1}{2} \times 2.82 \times (2810 - 2088) \times$$

$$\frac{2}{3} \times 2.82 = 9302 + 1914 = 11216 \text{ 呎磅。}$$

$$\text{又 } 634.5 \times \frac{2.82}{2} = 894 \text{ 磅。}$$

$$11216 - 894 = 10322 \text{ 呎磅。}$$

$$\text{深度 } d = \sqrt{\frac{M}{89}} = \sqrt{\frac{10322}{89}} = 10.8 \text{ 呎。}$$

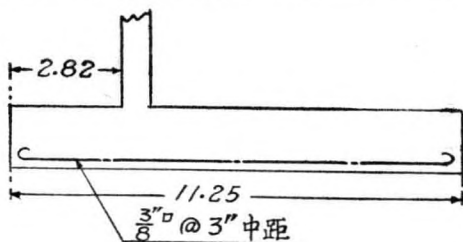
$$\text{讓步 } d = 16 \text{ 呎。 } d_t = 18 \text{ 呎。}$$

(三) 鋼積

$$A_s = \frac{M}{F_s \cdot 89d} = \frac{10322}{18000 \times .89 \times 16} = 0.0405 \text{ 方呎。}$$

$$\text{鋼距 } \frac{\phi}{A_s} = \frac{0.1406}{0.0405} = 3.48 \text{ 呎。}$$

讓步用 $\frac{3}{8}$ " \square @3" 中距，參考第五十圖。



第五十圖

第四節 駁牆牛腿

(一) 彎矩

單位重量 $W = 0.143 \times 110 \times 23.5 = 3697$ 磅。

總重 $P = 3697 \times 23.5 = 86880$ 呎磅。

最大彎矩 $\text{Max } M = 86880 \times 8.33 = 723710$ 呎磅。

深度 $d = 11.25 - 2.82 = 8.43$
 $= 101$ 吋。

闊度 $b = \frac{P}{.89 \times V \times 101} =$
 $\frac{86880}{.89 \times 120 \times 101} = 8.18$ 吋。

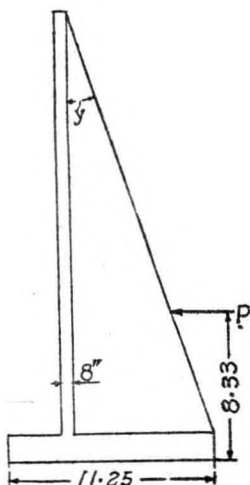
假定 $b' = 12$ 吋。

推算角度 $2.82 + .66 = 3.48$

又 $3.48 - 11.25 = -7.77$

$\tan. y = \frac{7.77}{11.25} = 0.69 (y =$
 $34^\circ 40')$

參考第五十一圖。



第五十一圖

[又($\cos y = 0.8225$) 查第一編29頁角度一覽表]

(二) 鋼積

$$\text{求 } A_s = \frac{M_{12}}{F_s 101 \cos y} = \frac{723710 \times 12}{18000 \times 101 \times 0.8225} = \frac{8684520}{1494305} = 5.81 \text{ 方吋。讓步用 } 6-1'' \text{ 吋方。}$$

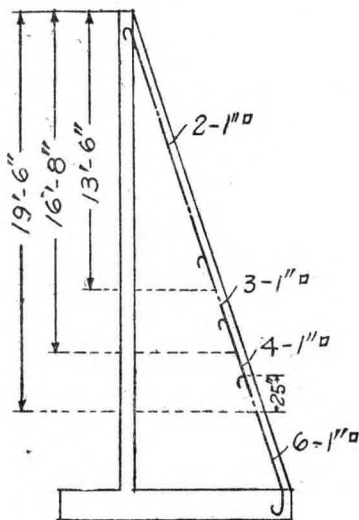
$$\text{第一彎距 } \frac{A_x}{A_s} = \frac{6-2}{6} = 0.667$$

$$h_x = h \sqrt{\frac{A_x}{A_s}} = 23.5 \times \sqrt{0.667} = 19.5 \text{ 呎 } (19.5 = 19'6'')$$

$$(.667 \div 2 = .333) \text{ 又 } (2.75 + .333 = 3.083)$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{1 \times 18000}{3.083 \times 60} = 25 \text{ 吋。每次鋼條露出吋數。}$$

參考第五十二圖。



第五十二圖

第二彎距 $\frac{3}{6}$ (即 4-1"口方, 參考第五十二圖)

$$\text{故 } \frac{A_x}{A_s} = \frac{3}{6} = .5 \text{ 即 } h_x = 23.5 \times \sqrt{.5} = 16.7 \text{ 呎 } (16.7 = 16L8")$$

第三彎距 $\frac{2}{6}$ (即 2-1"口方, 參考第五十三圖)

$$\text{故 } \frac{A_x}{A_s} = \frac{2}{6} = .333 \text{ 即 } h_x = 23.5 \times \sqrt{.333} = 13.5 \text{ 呎 } (13L6")$$

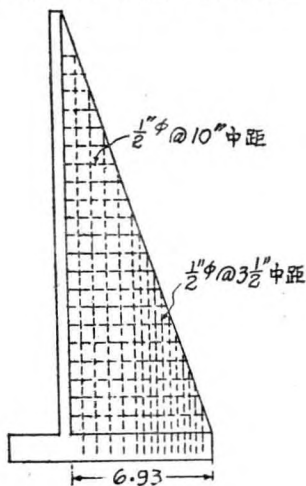
泥土壓力 = $P_x = 741.5$ 磅。

總剪力 = 總重 = $V' = P_x B' = 741.5 \times 6.93 = 5138.6$ 磅。

用 $2 - \frac{1}{2}'' \phi = 2 \times .1963 = 0.3926$ 方呎。

$$\text{鋼距 } \frac{V'}{\phi F_{s1}} = \frac{5138.6}{.3926 \times 18000 \times .89} = 0.822 \text{ 呎。}$$

讓步用 $\frac{1}{2}'' \phi @ 10''$ 中距, 參考第五十三圖。



第五十三圖

$$\text{又 } \frac{1.5}{11.25} \times 2569.3 = 342.5 \text{ 磅。}$$

$$2810 - 342.5 = 2467.5 \text{ 磅。}$$

$$2467.5 \times 6.93 = 17100 \text{ 磅。}$$

用鋼條 $\frac{1}{2}'' \phi = 0.1963$ 方吋 (假定 4 吋中距)

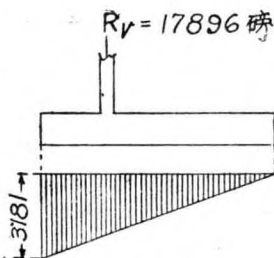
$$\text{鋼距} = \frac{17100}{18000 \times \frac{1}{4} \times .89} = 0.36 \text{ 吋。}$$

用 $\frac{1}{2}'' \phi @ 3\frac{1}{2}''$ 中距, 參考第五十三圖。

第五節 木樁

(一) 應力

總重 $R_v = 17896$ 磅。偏心應力 = 3181 磅。(用 $5\frac{1}{2}'' \phi \times 17'0''$ 呎長的杉木樁) 參考第五十四圖如下。



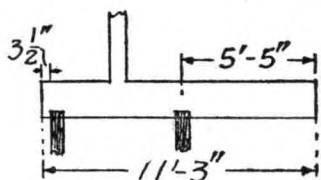
第五十四圖

$$\text{樁之阻力 } 200 \left(\frac{5.5 + 3.5}{24} \right) 3.1416 \times 17 = 4006 \text{ 磅。}$$

(二) 樁距

$$S = \frac{2 \times 4006}{17896} = 0.448 \text{ 呎。}$$

$$0.448 \div 2 = 0.224 (3\frac{1}{2}'') \text{ 參考第五十五圖。}$$



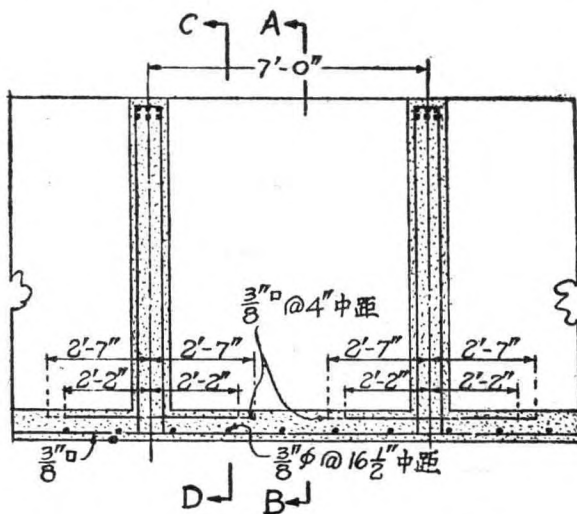
第五十五圖

$$11.25 - 0.448 = 10.802 \text{ 呎。}$$

$$10.802 \div 2 = 5.401 (5 \text{ 呎 } 5 \text{ 吋}) \text{ 參考第五十五圖。}$$

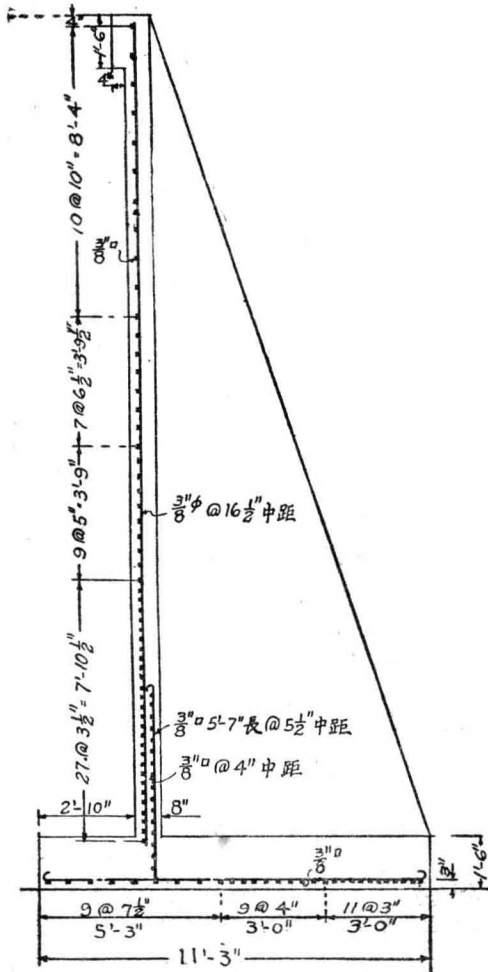
(三) 繫鐵放圖

根據上題推算之結果，各部份鋼條佈置圖，參考如下。



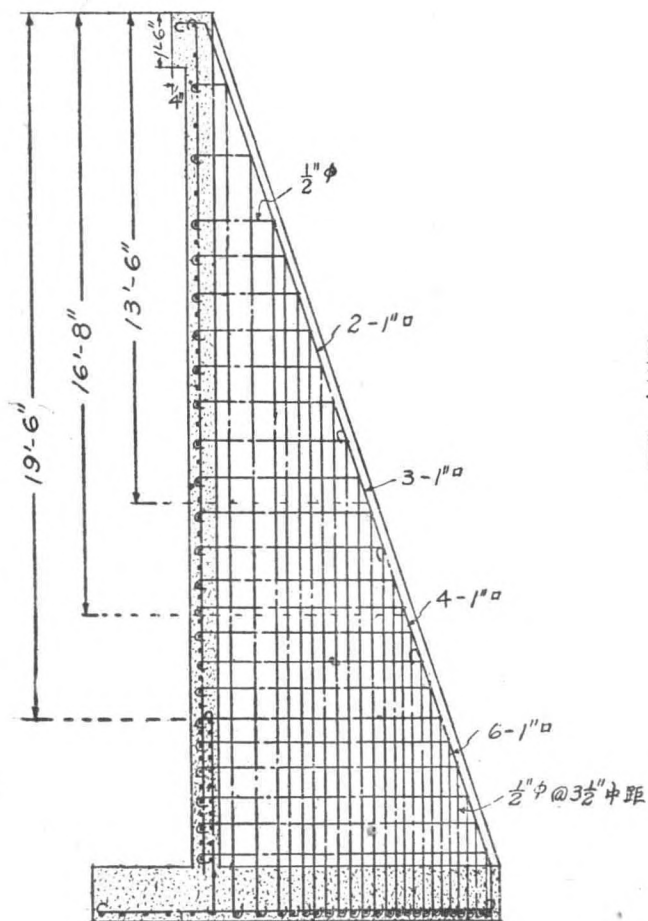
第五十六圖

平面圖。



第五十七圖

剖視圖A—B



第五十八圖

剖視圖C—D

