

哈爾濱工業大學

土木系

畢業設計

題目：鐵道橋樑基礎設計

1956

哈爾濱工業大學

畢業設計說明書

題目：鐵道橋樑基礎設計

江苏工业学院图书馆
藏书章
周光龍

設計者

指導者

教研室主任

蘇聯專家
科學技術副博士

П. Н. Чистяков

目 錄

第一部份：一般介紹

(一)	設計的目的和任務	1
(二)	建築地段之描述	1
(三)	水文地質情況	1
(四)	荷重種類	2
(五)	橋梁形式	2
(六)	土壤定名及地耐力計算	2

第二部份：橋墩的設計

(一)	橋墩之形式、尺寸及材料	4
(二)	荷重組合	4
(三)	強度檢查	12
(四)	方案之選擇	15
	1. 高樁承台	15
	2. 沉井基礎	23
	3. 深埋基礎	34
(五)	各種方案造價的估計	37
(六)	各種方案的比較	38
(七)	下沉量的計算	39
(八)	下沉與時間的關係	41
(九)	沉井施工用土島支撐的計算	41
(十)	橋墩施工設計	44

第三部份：橋台設計

(一)	第一方案：深埋橋台	49
(二)	第二方案：U形橋台	59
(三)	主要費用的估計	63
(四)	方案的比較	63
(五)	下沉量的計算	64
(六)	下沉與時間的關係	66
(七)	橋台施工方案的比較	66
(八)	橋台兩旁填土前擋土牆的計算	71
(九)	橋台施工設計	72

(十)	擋土牆施工設計.....	74
(十一)	各種統計表格.....	74

附 錄

(一)	圖名及編號.....	77
(二)	規範名稱.....	77
(三)	主要參考書目錄.....	77

第一部份 一般介紹

(一) 設計的目的和任務

爲了配合國家第一個五年計劃經濟建設之發展，按照鐵道建設計劃，決定將湘黔路湘潭至新化段修復以與粵漢、湘贛鐵路相銜接，溝通湘中各縣與外地交通以貫徹當今國家發展內地城市的原則，並進而爲第二個五年計劃中修築之湘黔鐵道先期完成一部份建築任務，路線在漣溪附近跨越資江。

計劃中擬修建一孔 80 m，二孔 60 m，二孔 30 m 之簡支桁架鋼橋，本設計之任務在於設計此橋之第一號橋台及第二號橋墩及其基礎能合乎強度、穩定之要求，並合於經濟之原則。

(二) 建築地段之描述：

鐵道所通過地區，山巒起伏，有適合塊石混凝土要求之石料，山區森林茂盛，建築材料不虞缺乏，氣候溫和，每年冬季僅下雪一、二次，唯四時多雨，尤以春季爲最。

橋梁跨越資江，水勢和緩，河身曲折，河床有很厚之淤泥。

(三) 水文地質情況：

河道等級：地域河流運輸道。

船舶特徵：兩層客船和平底船寬度到 56 m。

河道種類：III_a。

流速：最大時爲 0.2 m/сек

流量：在 ГВВ 時爲 $Q = 3.56 \text{ m}^3/\text{сек}$

風速：最大時爲 25 m/сек 風向南偏東

雪載：根據規範不考慮

冰凍綫期冰流不考慮。

溫度變化範圍（全年）： $+30^\circ\text{C} \sim 0^\circ\text{C}$

冲刷深度：由於不修引堤且水流徐緩，可不考慮；由於河床變化所引起之冲刷，根據水文計算，亦可不予考慮。

水位變化：ГВВ—177，ГНВ—172。



圖 1

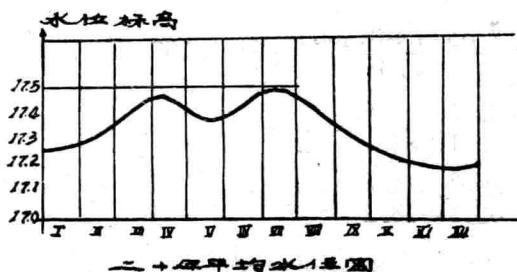


圖 2

地震力：根據 (§85) 不予考慮，本設計按四級計算。

雨量：1000 ~ 1500 mm.

地質條件：見附圖 1, 2, 3.

(四) 荷重種類：

中—22 級 單綫

(五) 橋梁形式：

一孔 80 m 桁架下承式鋼梁，主梁中距 7.0 m. 二孔 60 m 桁架下承式鋼梁，主梁中距為 7.0 m. 二孔 30 m 上承式鋼梁橋，主梁中距為 2.2 m. 支座中心相距 1 m. 橋道梁高 0.85 m. 枕木高 0.26 m. 軌高 0.14 m.

(六) 土壤定名及地耐力計算：

СКВ. № 204. 深度 2.0 m. 地層標高 168.0~164.2. 厚度 3.8 m.

$$\varepsilon = \frac{\gamma(1+w)}{g_w} - 1 = \frac{2.4(1+0.52)}{1.63} - 1 = 1.24$$

$$G = \frac{\gamma \cdot w}{\varepsilon} = \frac{2.4 \times 0.52}{1.24} = 1$$

$$B = \frac{52-21}{33-21} = 2.58$$

定名：飽和的肥淤泥

極限強度 (在深度 2.0 m 處)

$$p_{кр} = \frac{\pi(\gamma_w h + \frac{c}{\text{tg } \phi})}{\text{ctg } \phi + \phi - \frac{\pi}{2}} = \frac{\pi(1.63 \times 2 + \frac{1.2}{0.0699})}{14.3 + 0.0698 - 1.572} = 5 \text{ т/м}^2 = 0.5 \text{ кг/см}^2.$$

容許壓力 (K=1.75)

$$[p_3]' = \frac{0.5}{1.75} = 0.286 \text{ кг/см}^2$$

因河床在 ГНВ 以下 4.0 m 根據規範規定增加於下：

$$[p_3]^I = [p_3]' + 0.4 = 0.686 \text{ кг/см}^2$$

$$[p_3]^{II} = [p_3]' \times 1.2 + 0.4 = 0.743 \text{ кг/см}^2$$

СКВ. № 204. 深 5.2 m. 厚 164.2~159=5.2 m.

$$\varepsilon = \frac{2.55(1+0.468)}{1.73} - 1 = 1.165$$

$$G = \frac{2.55 \times 0.468}{1.165} \approx 1$$

$$B = \frac{46.8-18.2}{35.1-18.2} = 1.69$$

$$p_{кр} = \frac{\pi(1.73 \times 5.2 + \frac{1.1}{0.2126})}{4.705 + 0.209 - 1.572} = 11.34 \text{ т/м}^2 = 1.134 \text{ кг/см}^2$$

$$[p_3]' = \frac{1.134}{1.75} = 0.65 \text{ кг/см}^3$$

$$[p_3]^I = 1.05 \text{ кг/см}^2 \quad [p_3]^{II} = 0.65 \times 1.2 + 0.4 = 1.18 \text{ кг/см}^2.$$

СКВ. № 204. 深 11.2 м. 厚 152.5 ~ 159 = 6.5 м.

$$\varepsilon = \frac{2.64(1+0.395)}{1.8} - 1 = 1.042$$

$$G = \frac{2.64 \times 0.395}{1.042} = 1$$

$$W_n = 40 - 32 = 8$$

$$W = 39.5 > 32 (= W_p)$$

定名: 飽和的塑性狀態砂質粘土

$$[p_3]' = 2.5 - \frac{25-1}{40-32} (39.5-32) = 1.09 \text{ кг/см}^2$$

$$[p_3]^I = 1.49 \text{ кг/см}^2 \quad [p_3]^{II} = 1.31 + 0.4 = 1.71 \text{ кг/см}^2.$$

СКВ. № 204. 深: 16.5 м. 厚: 149.0 ~ 152.5 = 3.5 м

$$\varepsilon = \frac{2.66(1+0.22)}{2.05} - 1 = 0.585$$

$$G = \frac{2.66 \times 0.22}{0.585} = 1$$

$$D = \frac{0.62-0.585}{0.62-0.527} = 0.68$$

粒徑 > 0.25 мм 顆粒佔全重 65% > 50%

定名: 飽和的緊密的中砂

$$[p_3]' = 3.5 \text{ кг/см}^2 \quad [p_3]^I = 3.9 \text{ кг/см}^2$$

$$[p_3]^{II} = 4.2 + 0.4 = 4.6 \text{ кг/см}^2.$$

СКВ. № 204. 深 27.0 м. 厚 132.0 ~ 149 = 17 м.

$$\varepsilon = \frac{2.65(1+0.238)}{2.10} - 1 = 0.63$$

$$G = \frac{2.65 \times 0.238}{0.63} = 1$$

$$D = \frac{0.74-0.63}{0.74-0.583} = 0.71$$

粒徑 > 0.5 мм 者佔全重 81.6% > 50%

定名: 飽和的緊密的粗砂。

$$[p_3]' = 4.5 \text{ кг/см}^2. \quad [p_3]^I = 4.9 \text{ кг/см}^2. \quad [p_3]^{II} = 5.8 \text{ кг/см}^2.$$

第二部份 橋墩的設計

(一) 橋墩之形式、尺寸及材料

爲了適應河流情況橋墩設計成流綫型（由於上部高出水面甚多爲施工方便計在高水位以上仍做成矩形）基礎在河底以下作成矩形。

橋墩各面與重綫均交爲 $1/30$ 傾斜度。

各部尺寸見附圖

材料：

橋墩——用 170 號混凝土

基礎部份——110 號混凝土（§263）填沉井用 90 號混凝土滲 20% 片石

支承墊石——200 號混凝土（§263）

橋墩鑲面——貼以精選之粗料石以 120 號水泥砂漿（1:3）鈎縫。

容許應力：（片石混凝土爲混凝土容許應力 80%）

軸向及偏心應力：

主力 40 kg/cm^2

主力及附加力 50 kg/cm^2

（計算地震時再增加 30%）

(二) 荷重組合

1. 主力

a. 恆載：

1) 橋梁本身重

60 m 跨：

主梁用 $(300 + 32l) \text{ kg/m}$ 估計	$Q_1 = 133000 \text{ kg}$
雙風架用 320 kg/m 估計	$Q_2 = 320 \times 60 = 19200 \text{ kg}$
橋道梁用 $(60 + 120 \times 7) \text{ kg/m}$ 估計	$Q_3 = (60 + 120 \times 7) 60 = 54000 \text{ kg}$
橋面用 $(600 \text{ kg/m} \text{ §67})$ 估計	$Q_4 = 600 \times 60 = 36000 \text{ kg}$
	$\Sigma Q = 242200 \text{ kg}$

每端支承力 $A_{60\text{右}} = 121100 \text{ kg} = 121.1 \text{ t.}$

80 m 跨：

主梁	$Q_1 = (300 + 32 \times 80) 80 = 228500 \text{ kg}$
雙風架	$Q_2 = 320 \times 80 = 25400 \text{ kg}$
橋道梁	$Q_3 = (60 + 120 \times 7) 80 = 72000 \text{ kg}$
橋面	$Q_4 = 600 \times 80 = 48000 \text{ kg}$
	$\Sigma Q = 363900 \text{ kg}$

每端支承力 $A_{80\text{左}} = 181950 \text{ kg} = 181.95 \text{ t.}$

2) 橋墩本身重:

上段矩形截面部份

$$P_1 = (10.2 \times 88 \times 2.8) 2.3 = 579 \text{ t.}$$

下段流綫形截面部份

$$P_2 = \frac{1}{2} \left[(3.9 \times 7.0 + \frac{\pi}{4} 3.9^2) + (7.0 \times 4.53 + \frac{\pi}{4} 4.54^2) \right] \times 10.5 \times 2.3 = 980 \text{ t}$$

基礎重量

$$P_3 = 12.13 \times 6.33 \times 2.5 \times 2.3 = 358 \text{ t}$$

$$\Sigma P = 579 + 980 + 358 = 1917 \text{ t}$$

6. 活載: (計算實體墩台衝擊力不計)

1) 最大偏心荷重 (附圖 a)

60 m 跨:

$$Q_{60}^{\text{偏}} \cong 2.2 \left\{ 10 \left(1 + \frac{58.5}{60} + \frac{57}{60} + \frac{55.5}{60} + \frac{54}{60} \right) + 4.2 \left(\frac{52.5 + 22.5}{60} \times \frac{1}{2} \times 30 \right) + 3 \left(\frac{22.5^2}{60 \cdot 2} \right) \right\} = 306 \text{ t}$$

80 m 跨:

$$Q_{80}^{\text{偏}} \cong 2.2 \left\{ 10 \left(1 + \frac{78.5}{80} + \frac{77}{80} + \frac{75.5}{80} + \frac{74}{80} \right) + 4.2 \left(\frac{72.5 + 42.5}{80} \times \frac{1}{2} \times 30 \right) + 3 \left(\frac{42.5^2}{80 \cdot 2} \right) \right\} = 379.5 \text{ t}$$

(與從換算均荷計算結果比較於下:

$$Q_{60}^{\text{偏}} = \frac{1}{2} \times 2.2 \times 4.63 \times 60 = 306 \text{ t}$$

$$Q_{80}^{\text{偏}} = \frac{1}{2} \times 2.2 \times 4.31 \times 80 = 379 \text{ t} \cong 379.5 \text{ t}$$

2) 最大豎荷重:

$$Q^{\text{豎}} \cong 2.2 \left\{ 10 \left(\frac{54 + 55.5 + 57 + 58.5}{60} + 1 \right) + 4.2 \left(\frac{78.5 + 48.5}{80} \times \frac{1}{2} \times 30 \right) + 3 \left(\frac{48.5^2}{80 \cdot 2} \right) \right\} = 422 \text{ t}$$

2. 附加力:

a. 制動力: (作用點離軌頂 2 m)

1) 最大偏心活荷下: (60 m 跨在此墩為活支座, 只計 80 m 跨)

$$T_{\text{偏}} = \Sigma W_{80}^{\text{偏}} \times 10\% = 2.2 \left[5.10 + 4.2 \times 30 + 42.5 \times 3 \right] 0.1 = 66.6 \text{ t}$$

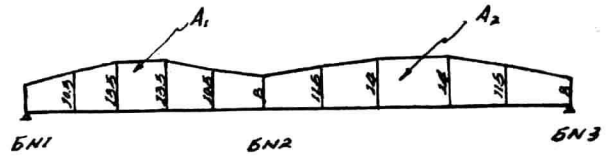
2) 最大豎荷重下: (只計 80 m 跨)

$$T_{\text{豎}} = \Sigma W_{80}^{\text{豎}} \times 10\% = 2.2 \left[10 + 4.2 \times 30 + 48.5 \times 3 \right] 0.1 = 61.9 \text{ t}$$

6. 風力: (高水位時) (作用點離支座約 6 m)

1) 梁上風力: 受風面積

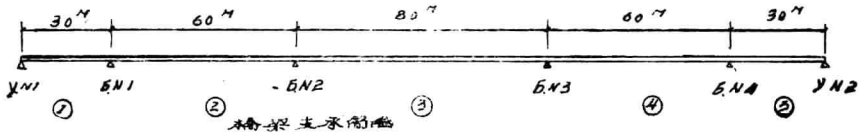
$$A = \frac{1}{2}(A_1 + A_2)0.4 = 0.4 \left\{ \frac{8+10.5}{2} \times 10 + \frac{10.5+13.5}{2} \times 13.3 + 13.5 \times 6.65 \right\} + \left(\frac{8+11.5}{2} \times 13.3 + \frac{11.5+14}{2} \times 17.8 + 14 \times 8.9 \right) = 136.5 + 192.5 = 329 \text{ M}^2.$$



桁架輪廓面積

圖 3

1:200



2-1:100

② 兩跨支承簡圖

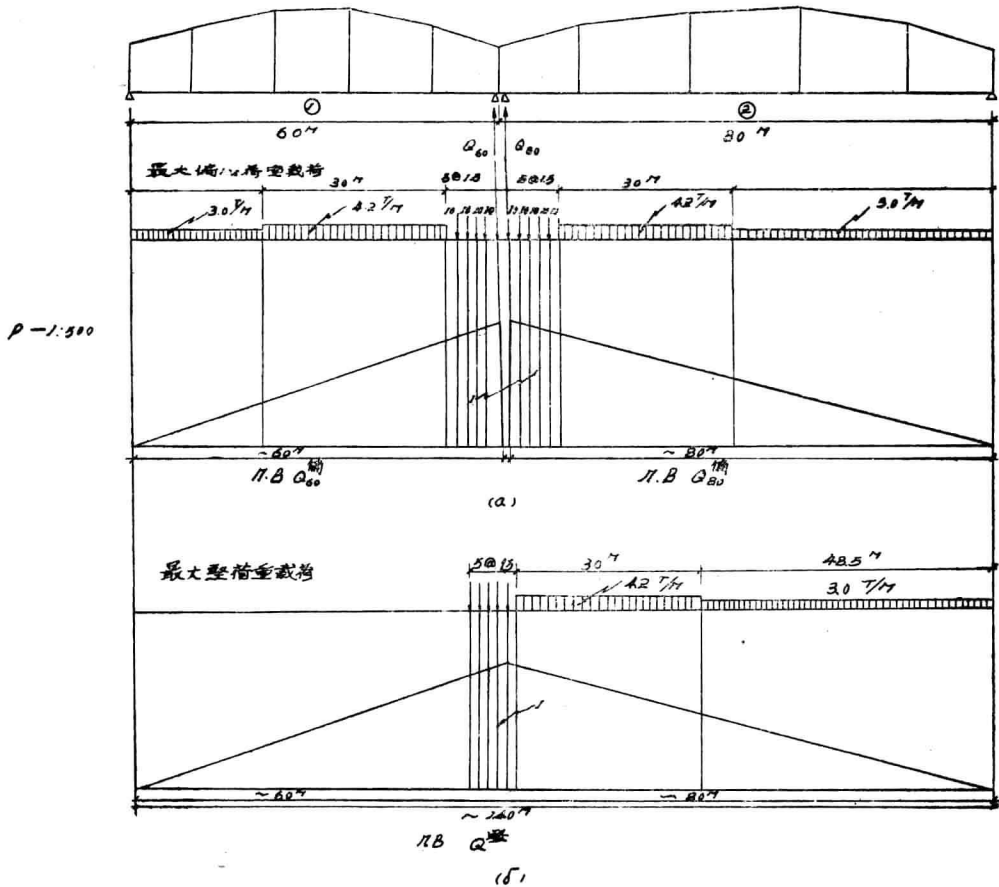


圖 4

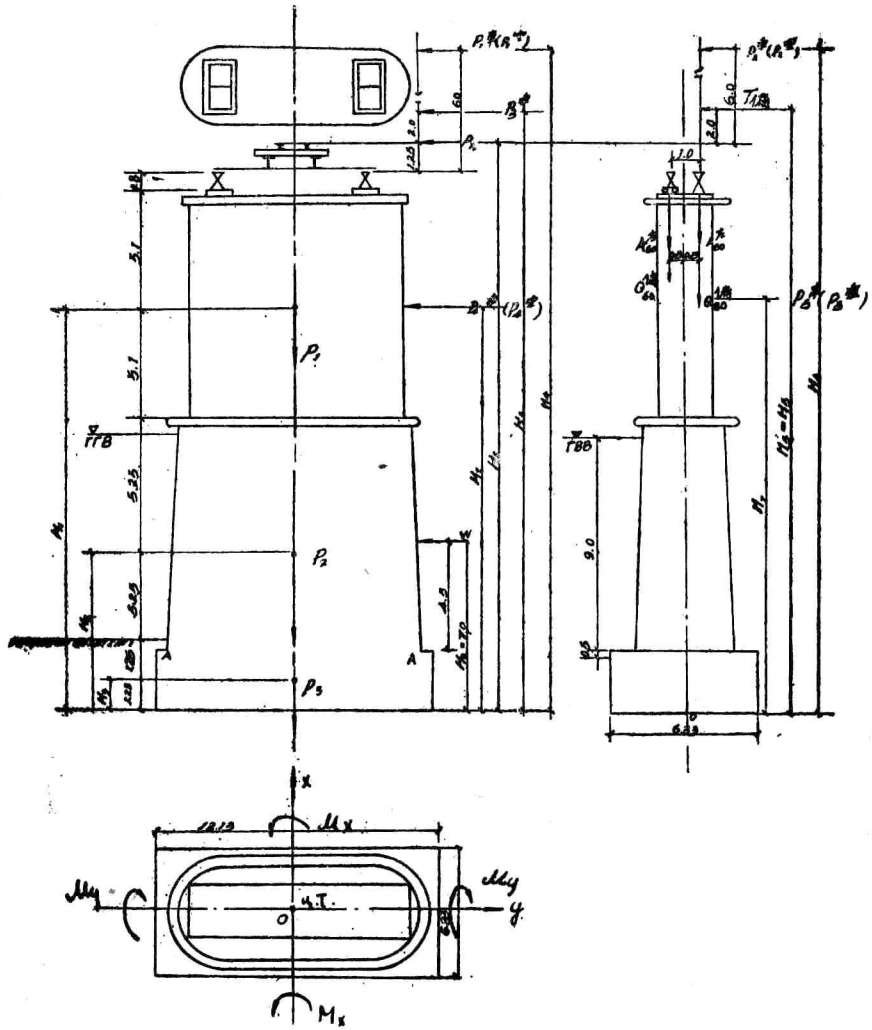


圖 5

(甲) 橫:

橋上有車時: $(125 > w = 0.1 v^2 = 0.1 \times 25^2 = 62.5 \text{ kg/m}^2)$

$P_1 \text{車} = A \times 125 = 329 \times 125 = 41000 \text{ kg} = 41 \text{ t}$ (地震時 20.5 t)

(根據公路規範 2226)

橋上無車時:

$P_1 \text{空} = A \times 225 = 329 \times 225 = 74000 = 74 \text{ t}$ (地震時 37 t)

(乙) 縱: (只計 80 m 跨)

橋上有車時

$P_2 \text{車} = A_2 \times 40\% = 125 \times 40\% = 19.25 \text{ t}$ (地震時 8.2 t)

橋上無車時

$P_2 \text{空} = A_2 \times 40\% = 225 \times 40\% = 34.6 \text{ t}$ (地震時 14.8 t)

2) 車上風力 (只計橫向) (作用點在軌頂上 2 m)

$$P_3^{\text{車}} = 3 \times 125 \times \frac{1}{2}(60 + 80) = 26250 = 26.25 \text{ T} \quad (\text{地震時 } 13.13 \text{ T})$$

3) 墩上風力 (高水位時)

(甲) 橫:

高水位以上墩面積

$$A = 10.2 \times 2.8 = 28.6 \text{ m}^2$$

橋上有車時

$$P_4^{\text{車}} = A \times 125 = 28.6 \times 125 = 3580 \text{ kg} = 3.58 \text{ T} \quad (\text{地震時 } 1.79 \text{ T})$$

橋上無車時

$$P_4^{\text{空}} = A \times 225 = 28.6 \times 225 = 6.44 \text{ T} \quad (\text{地震時 } 3.22 \text{ T})$$

(乙) 縱:

高水位以上墩面積

$$A = 10.8 \times 8.8 = 95 \text{ m}^2$$

橋上有車時

$$P_5^{\text{車}} = A \times 125 = 11900 \text{ kg} = 11.9 \text{ T} \quad (\text{地震時 } 5.95 \text{ T})$$

橋上無車時

$$P_5^{\text{空}} = A \times 225 = 21350 \text{ kg} = 21.33 \text{ T} \quad (\text{地震時 } 10.68 \text{ T})$$

в. 水力: $W = cv^2$. 根據「米振德」212 頁 圓頭橋墩 $c = 0.166$.

單位力 $w = 0.166 \times 0.2^2 = 0.00664 \text{ kg/m}^2$ 作用點約在水半深處

$$\text{總水力 } W = A \times w = \frac{3.9 + 4.53}{2} \times 9 \times 0.00664 = 0.252 \text{ T.}$$

г. 橫向搖擺力: (作用於軌頂平面)

P_n = 換算均佈荷重 (P) 之 5%

$$P_n^{60} = 2.2 \times 4.63 \times 0.05 = 0.51 \text{ T/m} > 0.5 \text{ 用 } 0.5 \text{ T/m}$$

$$P_n^{80} = 2.2 \times 4.31 \times 0.05 = 0.43 \text{ T/m}$$

$$P_n = \Sigma P_n = \frac{1}{2}(60 \times 0.5 + 80 \times 0.43) = 36.7 \text{ T}$$

(鐵 § 65 不與風力及離心力同時計算)

д. 浮力: (高水位時) (當基礎埋置深度為 3 m 時)

$$v = 1 \times \left\{ \frac{1}{2}(3.9 \times 7.0 + \frac{\pi}{4} 3.9^2) + (7.0 \times 0.53 + \frac{\pi}{4} \times 4 \times 54^2) \times 10.5 + (12.13 \times 5.13 \times 2.5) \right\} = 582 \text{ T}$$

豎向荷重之和 $\Sigma w = 2642.05 \text{ T}$

由豎向荷重引起之壓力

$$p = \frac{2642.05}{12.13 \times 5.13} = 42.4 \text{ T/M}^2 > [p_3] = 6.86 \text{ T/M}^2$$

(尚未考慮由 M 引起之附加應力)

∴ 必須採取其他方案。

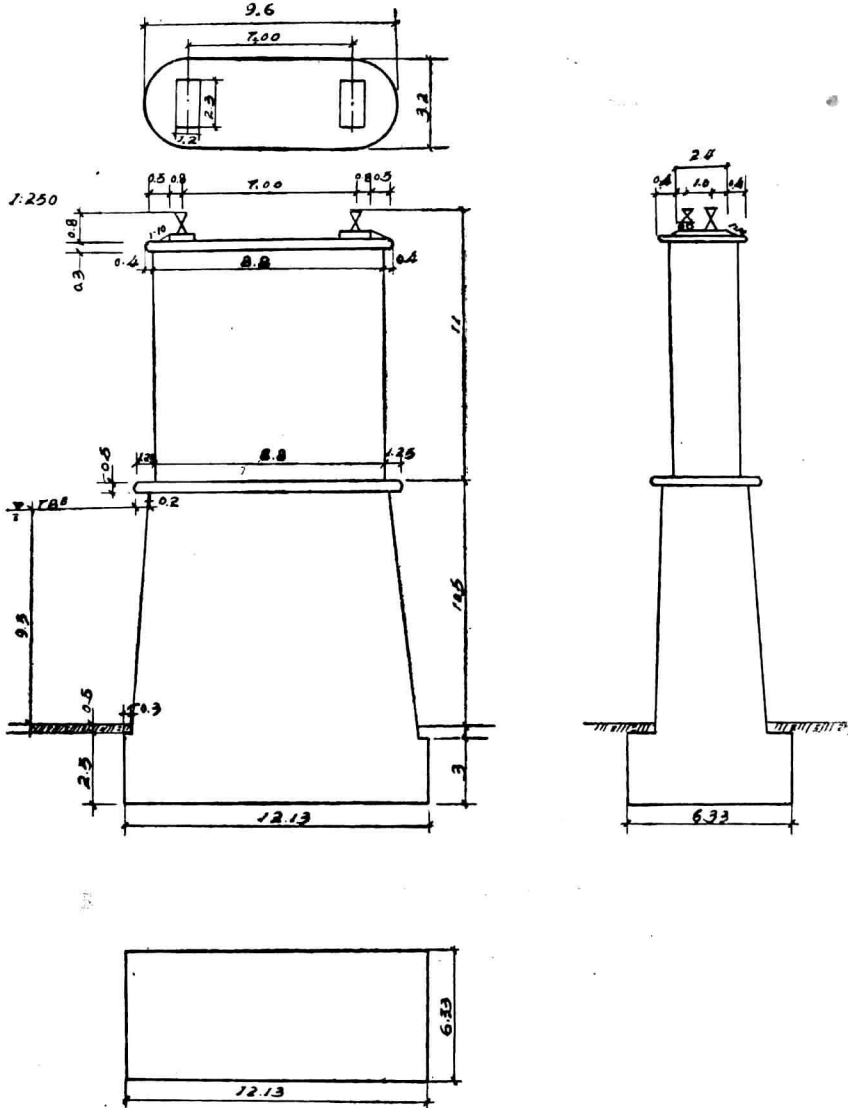


圖 6

3. 地震力:

四級地震: 地震係數 $\varepsilon = \frac{1}{40}$ (不驗算譜震作用) 根據「公」§ 2226.

土壤休止角減低 $1^\circ 25'$, 樁柱穩定計算四周影響不予考慮, 穩定係數 ≤ 1.1

風力減少 50% 地耐力增加 25%~50%

從高寬比決定剛度 $p = \frac{H}{b_{cp}}$

$$\text{橫向: } P_{\text{поп}} \cong \frac{10.2+10.5+2.5}{10} = \frac{23.2}{10} = 2.3 < 5 \quad \text{剛性}$$

$$\text{縱向: } P_{\text{про}} \cong \frac{23.2}{3} = 7.7 > 5 \quad \text{柔性}$$

力臂之計算 (墩身重心均假定在各部高度 $\frac{1}{2}$ 處)

只考慮固支上, $A_{80}^{\text{左}}$, $Q_{80}^{\text{偏}}$, 均假定作用於離軌頂 2 m 處

$$H_5 = 1.25 + 0.8 + 10.2 + 10.5 + 2.5 = 25.25 \text{ m}$$

P_1 :

$$H_1 = 5.1 + 10.5 + 2.5 = 18.1 \text{ m}$$

P_2 :

$$H_2 = 5.25 + 2.5 = 7.75 \text{ m}$$

P_3 :

$$H_3 = 1.25 \text{ m}$$

彎矩之計算: $M^c = \mu \times \varepsilon \times P \times H$

橫向 (M_x): $\mu = 1$.

由固支上, $A_{80}^{\text{左}}$, $Q_{80}^{\text{偏}}$ 引起者

$$M_{\text{偏}}^c = \frac{1}{40} \times (181.95 + 379.5) \times 25.25 = 561.45 \times 25.25 \times \frac{1}{40} = 355 \text{ T-M}$$

$$\text{由 } P_1: M_{P_1}^c = \frac{1}{40} \times 579 \times 18.1 = 262 \text{ T-M}$$

$$\text{由 } P_2: M_{P_2}^c = \frac{1}{40} \times 980 \times 7.75 = 190 \text{ T-M}$$

$$\text{由 } P_3: M_{P_3}^c = \frac{1}{40} \times 358 \times 1.25 = 11.2 \text{ T-M}$$

$$\Sigma M_x^c = 87.82 \text{ T-M}$$

縱向 (M_y): μ 在頂部定為 2, 底部定為 1, 中間用插入法。

$$\mu_{\text{偏}} = 2.$$

$$\mu_1 = 1 + 1 \times \frac{18.1}{23.2} = 1.78$$

$$\mu_2 = 1 + 1 \times \frac{7.75}{23.2} = 1.33$$

$$\mu_3 = 1 + 1 \times \frac{1.25}{23.2} \approx 1.1$$

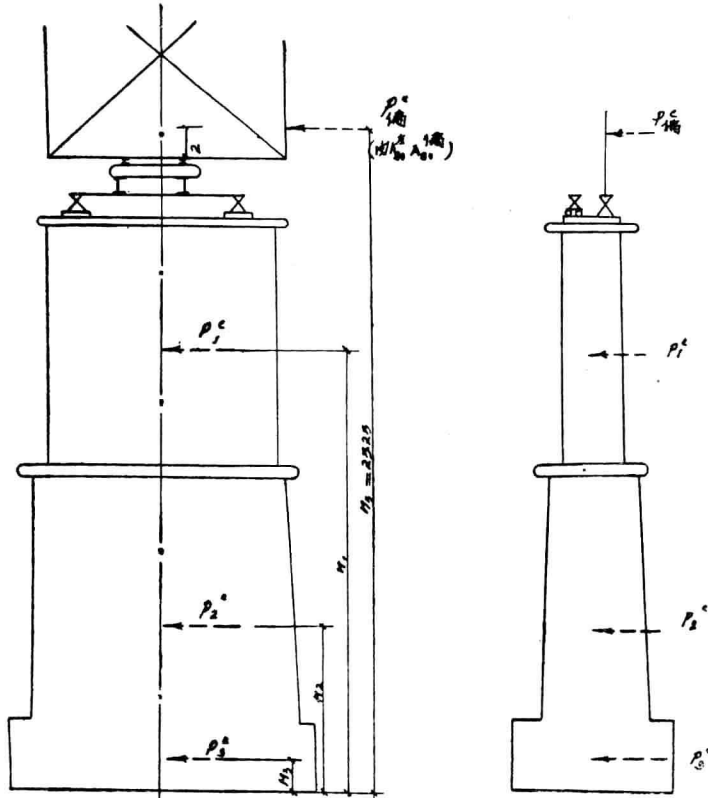


圖 7

由 A_{60} 左, Q_{60} 偏, A_{80} 右, Q_{80} 偏 :

$$M_{偏}^{c'} = \mu_{偏} M_{偏}^c = 2 \times 355 = 710 \text{ T-M}$$

$$M_{P1}^{c'} = \mu_1 M_{P1}^c = 1.78 \times 262 = 466 \text{ T-M}$$

$$M_{P2}^{c'} = \mu_2 M_{P2}^c = 1.33 \times 190 = 253 \text{ T-M}$$

$$M_{P3}^{c'} = \mu_3 \cdot M_{P3}^c = 1.1 \times 11.2 = 12.3 \text{ T-M}$$

$$\Sigma M_y^{c'} = 1441.3 \text{ T-M}$$

將各種情形荷重組合列表於另紙

從比較得知不考慮地震墩上有車的情形繞 y 軸彎矩最大, 設計以此為準。

$$e = \frac{2943.1}{2905.6} = 1.01 \text{ M} < \frac{\text{基底寬}}{6} = \frac{6.33}{6} = 1.06 \text{ M. 合於規範要求 (如}$$

在岩石上則不考慮彈性固着力 $e < \frac{h}{5}$)

(三) 强度檢查:

斷面 A-A

$$M_{\text{onp}}^A = P_2^{\text{車}} \times H_4' + T_{\text{偏}} \times H_5' + P_5^{\text{車}} \times H_7' + (A_{60}^{\text{左}} + Q_{60}^{\text{偏}} - A_{80}^{\text{左}} - Q_{80}^{\text{偏}}) 0.5 =$$

$$= 19.25 \times 27.5 + 66.6 \times 24.75 + 11.9 \times 15.65 - 134.35 \times 0.5 = 239.582 \text{ T-M.}$$

$$e_A = \frac{M_{\text{onp}}^A}{N_A - W} = \frac{239.582}{2905 - 358 - (582 - 358 \frac{1.3}{2.3})} = \frac{2547.6}{2167.6} = 1.75 < \frac{11.53}{6} = 1.9.$$

斷面 B--B

$$M_{\text{onp}}^B = P_2^{\text{車}} \times H_9' + T_{\text{偏}} \times H_{10}' + P_5^{\text{車}} \times H_{11}' + (A_{60}^{\text{左}} + Q_{60}^{\text{偏}} - A_{80}^{\text{左}} - Q_{80}^{\text{偏}}) 0.5 =$$

$$= 19.25 \times 17 + 66.6 \times 14.25 + 11.9 \times 5.15 - 134.35 \times 0.5 =$$

$$= 328 + 950 + 93 - 67.18 = 1303.82 \text{ T-M.}$$

$$e_B = \frac{M_{\text{onp}}^B}{N_B} = \frac{M_{\text{onp}}^B}{A_{60}^{\text{右}} + Q_{60}^{\text{偏}} + A_{80}^{\text{左}} + Q_{80}^{\text{偏}} + P_1} =$$

$$= \frac{1302.82}{121.1 + 306 + 181.95 + 579.5 + 579} = \frac{1302.82}{1567.55} = 0.83 \text{ M} > \frac{L_B}{6} =$$

$$= \frac{2.8}{6} = 0.47 \text{ M} \text{ 得配筋。}$$

鋼筋的計算:

1. 根據以上計算偏心 $e_B = 0.83 \text{ M}$
2. $e_B : a_2' = \frac{0.83}{2.8} \cong 0.3$. (相當於 $\frac{c}{d}$)
3. 混凝土標號為 170, $[\sigma_s] = 60 \text{ kg/cm}^2$ (§188)

$$K = \frac{a_1' \times a_2' \times [\sigma_s]}{N_B} = \frac{280 \times 880 \times 60}{1567.550} = 9.42$$

4. 用作用力在斷面核心以外得查圖 33.

根據 $K = 9.42$. $\frac{e_B}{a_2'} = 0.3$ 從圖得知 $\mu < 0.002$

而根據「鐵」§187 鋼筋最小 % 為 0.2%

∴ 採用 $p = 0.2 \%$

$$F_a = F_a' = 0.002 \times 280 \times 880 = 49.4 \text{ cm}^2.$$

5. 採用每邊 9 $\phi 27 \text{ mm}$ $F_a = 51.57 \text{ cm}^2 > 49.4 \text{ cm}^2$.

由於 $p >$ 需要者 ∴ 不加驗算。

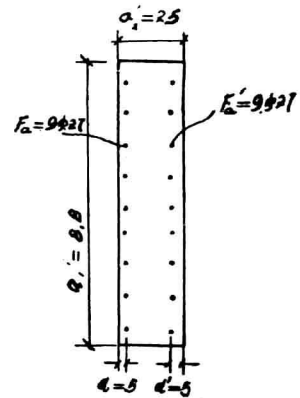


圖 8

