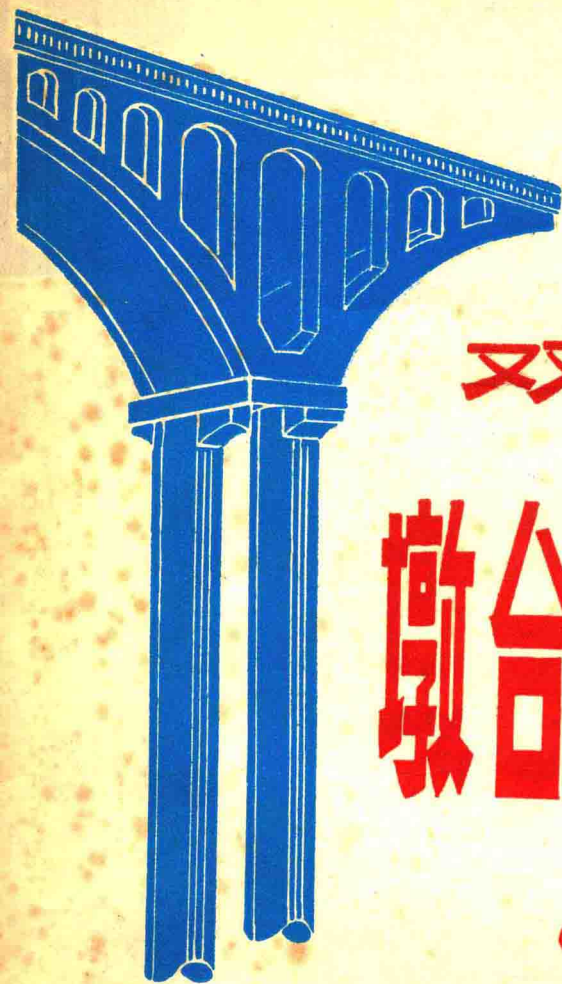
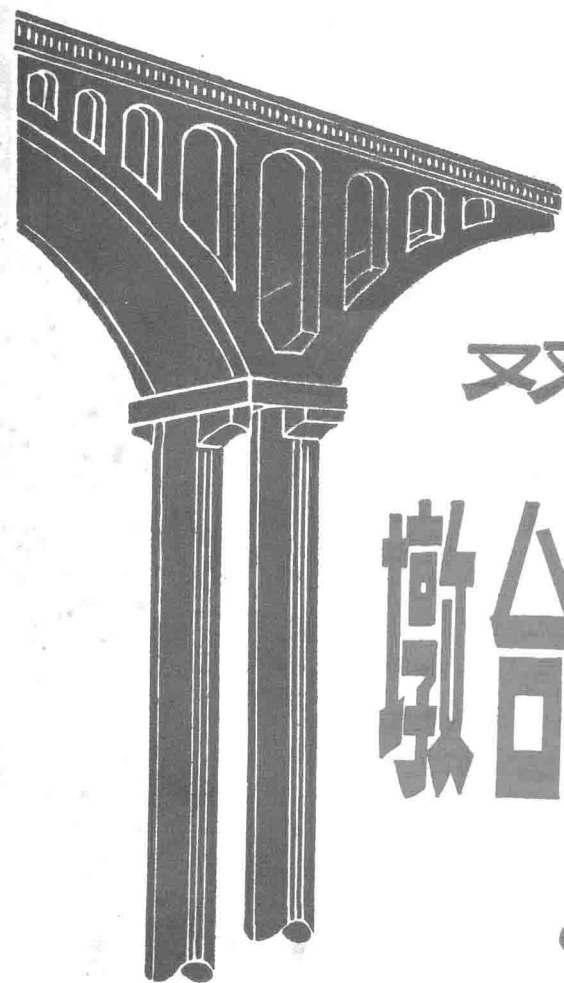




双曲拱桥 墩台基础计算实例

(内部资料)

湖南省交通邮政局陆运公司测设大队



双曲拱桥

墩台基础计算实例

(内部资料)

湖南省交通邮政局陆运公司测设大队

目 录

例一	1—90米 钻孔灌注桩后座式组合桥台	(1—8)
	一、设计资料	(1)
	二、外力组合	(1—4)
	三、桩基计算	(5—7)
	四、基桩承载力验算	(7—8)
例二	3—42米 钻孔灌注桩后座式组合桥台	(9—15)
	一、设计资料	(9)
	二、外力组合	(9—13)
	三、桩基内力	(13—15)
	四、基桩承载力	(15)
例三	4—40米 沉管后座式组合桥台	(16—21)
	一、设计资料	(16)
	二、外力组合	(16—19)
	三、内力计算	(20—21)
	四、基桩验算	(21)
	五、施工说明	(21)
例四	4—42.5米 沉井后座式组合桥台	(22—26)
	一、设计资料	(22)
	二、外力计算	(22—25)
	三、抗倾复稳定检算	(26)
	四、基底应力	(26)
	五、说明	(26)
例五	1—18米 前倾式轻型桥台	(27—34)
	一、计算资料	(27)
	二、内力计算	(27—34)
例六	4—50米 管柱式桥墩	(35—39)
	一、设计资料	(35)
	二、活载计算	(35—36)
	三、管柱内力计算	(36—38)
	四、施工说明	(38—39)
例七	5—40米 井柱式桥墩	(40—44)
	一、计算资料	(40)

二、外力组合.....	(40—42)
三、截面验算.....	(42—43)
四、人工井柱施工简介.....	(43—44)

例八 4—30米 单排钻孔灌注桩桥墩.....(45—55)

一、说明及计算资料.....	(45—46)
二、作用于桩上荷载.....	(46—48)
三、桩的计算长度.....	(48—50)
四、水平力连拱分配.....	(50—51)
五、桩的内力计算.....	(51—53)
六、桩截面强度验算.....	(53—55)

例九 3—42米 双排钻孔灌注桩桥墩.....(56—71)

第一部分 水平力连拱分配

一、说明.....	(56)
二、设计资料.....	(56—58)
三、刚度计算.....	(59—60)
四、拱墩节点变位.....	(60)
五、水平力连拱分配系数.....	(60—61)

第二部分 2号墩钻孔支承桩基

一、计算简图及施工说明.....	(62)
二、外力计算.....	(62—63)
三、内力计算.....	(63—64)
四、地基承载力验算.....	(64—65)
五、桩身强度验算.....	(65)
六、桩的稳定性计算.....	(66)
七、桩的横向容许承载力.....	(66)

第三部分 3号墩钻孔摩擦桩基

一、计算简图及施工说明.....	(67)
二、外力计算.....	(67)
三、内力计算.....	(68)
四、单桩垂直向极限承载能力估算.....	(68—69)
五、桩基下沉量的计算.....	(69)
六、桩基底面土壤承载力的验算.....	(69—70)
七、桩身稳定性的验算.....	(70)
八、桩身直接剪应力验算.....	(70)
九、桩身强度验算.....	(70—71)

附录

甲、《钻孔桩基内力简化计算法》.....	(72—74)
乙、《连拱简化计算法》.....	(74—77)

双曲拱桥下部构造资料参考表

例一 1—90米 钻孔灌注桩后座式组合桥台

本例系钻孔灌注桩后座式组合桥台，分前后两部分，前面部分由8根直径1米的200号混凝土钻孔灌注桩组成。后座部分系奠基于砂砾层的U形桥台。

原来对于埋置于土壤的承台（或台后有填土的桥台）按土压力的大小划分其为高桩承台或低桩承台的计算方法都是不合理的。本桥系考虑桥台（前面桩基部分）与土壤共同变形并加入后座的摩阻力共同抵抗水平推力。在计算弯矩的时候并考虑了桩埋入土壤中的阻力。

外力计算考虑了下面两种情况：第一拱上活载布置使推力达最大值，台后无活载。第二活载布置与第一种同，并加入附加力的影响。因第一种情况不控制设计，故计算过程未列入。

组合式桥台前后两部分之间以构造缝分开，该缝必须严格按要求施工，既不能约束后座的垂直位移，又不能使前面部分受力后产生较大的塑性变形。本桥对构造缝的处理系两边以砂浆抹平，中间夹沥青油毛毡。同时对台后填土要选择好土（如砂砾）进行分层夯填以增加其密实度。

本桥地基土壤为夹有漂石的砂砾。本桥于一九六八年五月建成。

一、设计资料

设计载重	汽—13、拖—60
净跨	$L_0 = 90$ 米
净矢度	$\frac{f_0}{L_0} = \frac{1}{8}$
桥面宽	净7 + 2 × 0.25 = 7.5米
拱轴线	变截面悬链线 $m = 3.5$ $n = 0.4$
拱肋根数	5根

二、外力组合

1. 上部构造作用力

恒载	$V_g = 245.96 \times 5 = 1229.8$ 吨
	$H_g = 451.48 \times 5 = 2257.4$ 吨（包括弹性压缩）
活载：	

合计:

$$V = 1229.8 + 101.3 = 1331 \text{ 吨}$$

$$H = 2257.4 + 235.7 = 2493 \text{ 吨}$$

2. 承台恒重

$$P_1 = \frac{1}{2} \times (1.54 + 3) \times 0.95 \times 8 \times 2.4 = 41.4 \text{ 吨}$$

$$P_2 = 3 \times 6.05 \times 8 \times 2.4 = 348.5 \text{ 吨}$$

$$P_3 = 9.12 \times 0.6 \times 7.8 \times 2.4 = 102.4 \text{ 吨}$$

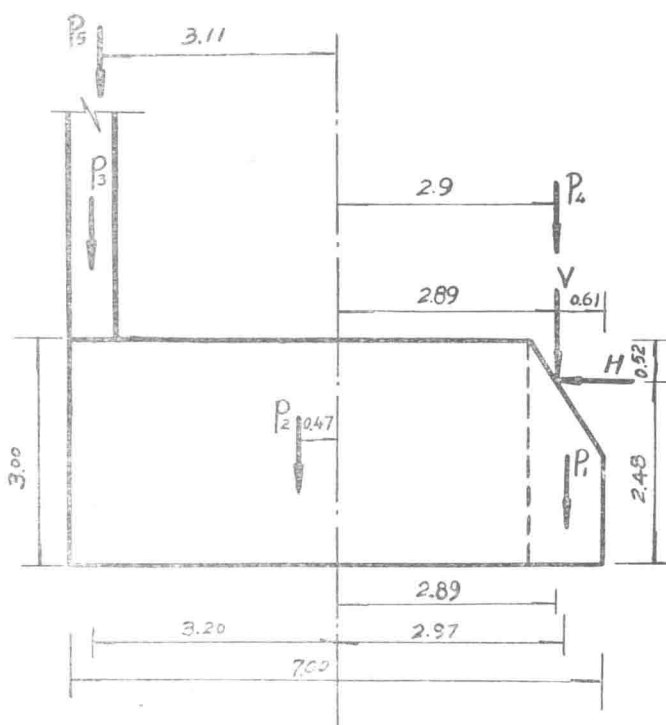
$$P_4 = 27.76 + 21.27 \times 5 = 134.1 \text{ 吨}$$

$$P_5 = \frac{1}{2} \times 21.27 \times 5 = 53.2 \text{ 吨}$$

合计

$$P_{1-5} = 41.4 + 348.5 + 102.4 + 144.2 + 53.2 = 690 \text{ 吨}$$

3. 各力对承台底面中心轴的弯矩



$$M_1 = -41.4 \times 2.97 = -122.96 \text{ 吨—米}$$

$$M_2 = 348.5 \times 0.47 = 163.79 \text{ 吨—米}$$

$$M_3 = 102.4 \times 3.2 = 327.68 \text{ 吨—米}$$

$$M_4 = -134.10 \times 2.9 = -388.89 \text{ 吨—米}$$

$$M_s = 53.2 \times 3.11 = 165.45 \text{ 吨—米}$$

$$M_H = 2493 \times 2.48 = 6182.64 \text{ 吨—米}$$

$$M_V = -1331 \times 2.89 = -3846.59 \text{ 吨—米}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M &= -122.96 + 163.79 + 327.68 - 388.89 + 165.45 + 6182.64 - 3846.59 \\ &= 2478.6 \text{ 吨—米} \end{aligned}$$

4. 考虑附加力影响

① 温度影响 (见上部构造计算书)

$$H_{\text{上升}} = 4.74 \text{ 吨} \times 5 = 23.7 \text{ 吨}$$

对承台底面中心轴的弯矩

$$M = 23.7 \times 2.48 = 58.8 \text{ 吨—米}$$

② 制动力

$$T_{\text{制}} = 107.9 \times 0.2 = 21.6 \text{ 吨}$$

规范规定一个汽车行列的制动力不超过 $1 \frac{1}{2}$ 辆标准车的重量, 又不小于 0.4 辆

标准车重量

$$\text{即: } T_{\text{制}} = 21.6 \text{ 吨} > 1.5 \times 13 = 19.5 \text{ 吨; } T_{\text{制}} \text{ 取 } 19.5 \text{ 吨}$$

作用于桥台的水平制动推力

$$H_{\text{制}} = \frac{1}{2} \times 19.5 = 9.8 \text{ 吨}$$

由制动力作用于桥台产生的垂直反力

$$V_{\text{制}} = \frac{T_{\text{制}} \cdot h_0}{L} = \frac{19.5 \times 10.53}{91.213} = \frac{205.335}{91.213} = 2.25 \text{ 吨}$$

制动力对承台底面中心轴的弯矩

$$M_{\text{制}} = 9.8 \times 2.48 - 2.25 \times 2.89 = 24.3 - 6.5 = 17.8 \text{ 吨—米}$$

③ 后座摩阻力

$$\begin{aligned} P_1 &= 3.75 \times 8.2 \times 1 \times (2.4 - 1) + 3.35 \times 7.8 \times 4.03 \times 2.3 + 3.35 \times 7.8 \times 3.37 \\ &\quad \times (2.3 - 1) = 43.1 + 242.2 + 114.5 = 399.8 \text{ 吨} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_2 &= 6.05 \times 8.2 \times 1 \times (2.4 - 1) + 5.65 \times 7.8 \times 4.03 \times 2.35 + 5.65 \times 7.8 \times 8.98 \\ &\quad \times (2.35 - 1) = 69.5 + 417.4 + 534.3 = 1021.2 \text{ 吨} \end{aligned}$$

$$H_{\text{阻}} = (399.8 + 1021.2) \times 0.5 = 1421 \times 0.5 = 710.5 \text{ 吨 (其中 } 0.5 \text{ 为摩阻系数)}$$

5. 外力组合

$$\text{垂直力 } V = 1331 + 690 + 2.3 = 2023 \text{ 吨}$$

$$\text{水平力 } H = 2493 + 23.7 + 9.8 - 710.5 = 1816 \text{ 吨}$$

$$\text{弯矩 } M = 2478.6 + 58.8 + 17.8 = 2555 \text{ 吨—米}$$

三、桩基计算

1. 嵌固深度 t 的计算 (注①)

采用: 土壤弹性阻力系数 $K = 1.2 \times 10^5$ 吨/米³
桩直径 $d = 1.0$ 米
桩材料弹性模量 $E = 18 \times 10^5$ 吨/米²
桩截面惯矩 $I = \frac{1}{64} \pi \cdot 1 = 0.049$ 米⁴

即形变系数

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{kd}{4EI}} = \sqrt[4]{\frac{1.2 \times 10^5 \times 1}{4 \times 18 \times 10^5 \times 0.049}} = \sqrt[4]{\frac{1.2}{3.53}} = \sqrt[4]{0.341}$$
$$= 0.7638$$

假设 $t = 5.2$ 米

$$0.05 \alpha^3 t^4 - \frac{1}{2} \alpha t^2 - t - \frac{1}{2 \alpha} = 0$$

$$0.05 \times 0.7638^3 \times 5.2^4 - \frac{1}{2} \times 0.7638 \times 5.2^2 - 5.2 - \frac{1}{2 \times 0.7638} = 0$$

$$0.05 \times 0.4456 \times 731 - \frac{1}{2} \times 0.7638 \times 27.04 - 5.2 - 0.66 = 0$$

$$16.29 - 10.33 - 5.2 - 0.66 = 0.10 \approx 0$$

2. 内力计算

桩截面积 $F = 0.785$ 米²; $EF = 14.1 \times 10^5$ 吨; $EI = 0.88 \times 10^5$ 吨—米²。

桩长 $L_N = 20.0$ 米; $L_M = 5.2$ 米。

承台宽 $b = 8.0$ 米

全部为竖直桩 $\sin \varphi_i = 0$; $\cos \varphi_i = 1$

参数计算 (注②)

$$\rho_1 = \frac{EF}{L_N} = \frac{14.1 \times 10^5}{20} = 0.705 \times 10^5 \text{ 吨/米}$$

$$\rho_2 = \frac{12EI}{L_M^3} = \frac{12 \times 0.88 \times 10^5}{5.2^3} = \frac{10.56 \times 10^5}{140.61} = 0.075 \times 10^5 \text{ 吨/米}$$

$$\rho_3 = \frac{6EI}{L_M^2} = \frac{6 \times 0.88 \times 10^5}{5.2^2} = \frac{5.28 \times 10^5}{27.04} = 0.195 \times 10^5 \text{ 吨}$$

$$\rho_4 = \frac{4EI}{L_M} = \frac{4 \times 0.88 \times 10^5}{5.2} = \frac{3.52 \times 10^5}{5.2} = 0.677 \times 10^5 \text{ 吨—米}$$

典型方程式系数计算

承台基床系数

$$C_{\Pi} = m h_{\Pi} = 2400 \times 13.01 = 31224 = 0.312 \times 10^5 \text{ 吨/米}^3$$

$$C_o = 0$$

m ——高于基底的土和在地基中的土的比例系数查“桥规”附表 3—6

$$\Sigma b F^c = b C \frac{h}{2} = 8 \times 0.312 \times 10^5 \times \frac{13.01}{2} = 16.236 \times 10^5$$

$$\Sigma b S_x^c = b C_{\Pi} \frac{h^2}{6} = 8 \times 0.312 \times 10^5 \times \frac{13.01^2}{6} = 70.412 \times 10^5$$

$$\Sigma b I_x^c = b C_{\Pi} \frac{h^3}{12} = 8 \times 0.312 \times 10^5 \times \frac{13.01^3}{12} = 458.031 \times 10^5$$

$$C_o F_o^b = C_o I_o^{b^0} = 0$$

$$\gamma_{aa} = \Sigma P_2 \cos \varphi_i + \Sigma b F^c = 8 \times 0.075 \times 10^5 \times 1 + 16.236 \times 10^5 = 0.600 \times 10^5 + 16.236 \times 10^5 = 16.836 \times 10^5$$

$$\begin{aligned} \gamma_{a\beta} = \gamma_{\beta a} &= -\Sigma P_3 \cos \varphi_i + \Sigma b S_x^c = -8 \times 0.195 \times 10^5 \times 1 + 70.412 \times 10^5 \\ &= -1.560 \times 10^5 + 70.412 \times 10^5 = 68.852 \times 10^5 \end{aligned}$$

$$\gamma_{cc} = \Sigma P_1 \cos^2 \varphi_i + C_o F_o^b = 8 \times 0.705 \times 10^5 \times 1 = 5.64 \times 10^5$$

$$\begin{aligned} \gamma_{\beta\beta} &= \Sigma P_1 X_i^2 \cos \varphi_i + \Sigma P_4 + \Sigma b I_x^c + C_o I_o^{b^0} = 6 \times 0.705 \times 10^5 \times 2.5^2 \times 1 + 8 \\ &\quad \times 0.677 \times 10^5 + 458.031 \times 10^5 = 26.438 \times 10^5 + 5.416 \times 10^5 + 458.031 \\ &\quad \times 10^5 = 489.885 \times 10^5 \end{aligned}$$

$$\gamma_{ac} = \gamma_{ca} = \gamma_{c\beta} = \gamma_{\beta c} = 0$$

解典型方程式

$$a \gamma_{aa} + c \gamma_{ac} + \beta \gamma_{a\beta} - H = 0$$

$$a \gamma_{ca} + c \gamma_{cc} + \beta \gamma_{c\beta} - V = 0$$

$$a \gamma_{\beta a} + c \gamma_{\beta c} + \beta \gamma_{\beta\beta} - M = 0$$

以上述各系数值代入典型方程式，并解之：

$$16.836 \times 10^5 \times a + 68.852 \times 10^5 \times \beta - 1816 = 0 \dots\dots\dots ①$$

$$5.64 \times 10^5 \times C - 2023 = 0 \dots\dots\dots ②$$

$$68.852 \times 10^5 \times a + 489.885 \times 10^5 \times \beta - 2555 = 0 \dots\dots\dots ③$$

由②式得

$$C = \frac{2023}{5.64 \times 10^5} = 358.7 \times 10^{-5}$$

以④式得

$$68.852 \times 10^5 \times a + 281.605 \times 10^5 \times \beta - 7427 = 0 \dots\dots\dots ④$$

③—④

$$208.28 \times 10^5 \times \beta + 4872 = 0$$

$$\beta = \frac{-4872}{208.28 \times 10^5} = -23.3 \times 10^{-5}$$

以 β 值代入①式得:

$$16.836 \times 10^5 \times a + 68.852 \times 10^5 \times (-23.3 \times 10^{-5}) - 1816 = 0$$

$$a = \frac{1816 + 1604}{16.836 \times 10^5} = \frac{3420}{16.836 \times 10^5} = 203 \times 10^{-5}$$

求各桩轴向力 N_i 和水平力 T_i :

轴向力

$$\begin{aligned} N_i &= \rho_1 (C + X_i \beta) \cdot \cos \varphi_i = 0.705 \times 10^5 \times [358.7 \times 10^{-5} \mp 2.5 \times (-23.3 \times 10^{-5})] \\ &\times 1 = 0.705 \times 10^5 \times [358.7 \times 10^{-5} \pm 58.3 \times 10^{-5}] = 0.705 \times 10^5 \\ &\times \left[\frac{417.0}{300.4} \times 10^{-5} \right] = 294 \text{ 吨/根 或 } 212 \text{ 吨/根} \end{aligned}$$

水平力

$$\begin{aligned} T_i &= \rho_2 a \cos \varphi_i - \rho_3 \beta = 0.075 \times 10^5 \times 203 \times 10^{-5} \times 1 - 0.195 \times 10^5 \times (-23.3 \times 10^{-5}) \\ &= 15.2 + 4.5 = 19.7 \text{ 吨/根} \end{aligned}$$

承台顶面水平位移

$$\Delta = a + \beta h = 0.00203 + (-0.000233) \times 3 = 0.0013 \text{ 米}$$

考虑土壤的阻力求桩的弯矩

第一个弹性零点处弯矩:

$$\begin{aligned} M_t &= \frac{T_i}{\alpha \left(\frac{\alpha^2 t^2}{3} - 1 \right)} = \frac{19.7}{0.7638 \times \left(\frac{0.7638^2 \times 5.2^2}{3} - 1 \right)} \\ &= \frac{19.7}{0.7638 \times 4.26} = \frac{19.7}{3.254} = 6.0 \text{ 吨—米} \end{aligned}$$

桩顶弯矩

$$\begin{aligned} M_o &= M_t \left(1 + \alpha t - \frac{\alpha^3 t^3}{6} \right) = 6 \left(1 + 0.7638 \times 5.2 - \frac{0.7638^3 \times 5.2^3}{6} \right) \\ &= 6 (1 + 3.97 - 10.44) = 6 \times 5.47 = 32.8 \text{ 吨—米} \end{aligned}$$

四、基桩承载力验算

1. 按材料强度计算承载力

轴向力: $N_1 = 294$ 吨/根 $N_2 = 212$ 吨/根

弯矩: $M_i = 32.8$ 吨—米

应力:

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{N_1}{F} \pm \frac{M_1}{W} = \frac{294}{0.785} \pm \frac{32.8}{0.098} \\ &= 375 \pm 334 = 709 \text{ 吨/米}^2 \text{ 或 } 41 \text{ 吨/米}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{F} \pm \frac{M_2}{W} = \frac{212}{0.785} \pm \frac{32.8}{0.098}$$

$$= 272 \pm 334 = 606 \text{ 吨/米}^2 \text{ 或 } -62 \text{ 吨/米}^2$$

200# 之钢筋混凝土 $[\sigma]_{\text{拉}} = 5.5 \times 1.25 = 6.9 \text{ kg/cm}^2$

承台以下 2 ~ 4 米按构造配 16 根 20 钢筋。

2. 按桩基计算基岩承载力

桩底截面积 ($d = 1$ 米) $F = 0.785 \text{ 米}^2$

基岩为石灰岩采 $R_{\text{基}} = 4000 \text{ 吨/米}^2$

采 工作条件系数 $m = 3$

单轴向受压极限强度匀质系数 $K = 0.17$

即 基岩轴向受压强度为:

$$R = mKR_{\text{基}} = 3 \times 0.17 \times 4000 = 2040 \text{ 吨/米}^2$$

而 200# 混凝土的容许压应力为

$$[\sigma_{\text{压}}] = 720 \text{ 吨/米}^2 < 2040 \text{ 吨/米}^2$$

故本桩基系桩的材料强度控制设计。

参考资料

注① 铁路桥梁桩基设计 P 87

注② 公路设计资料第八期 P 104 及
铁路桥梁桩基设计 P 152

例二 3—42米 钻孔灌注桩后座式组合桥台

一、设计资料

1. 上部构造

设计荷载:	汽—13 拖—60
净 跨:	$L_0 = 42$ 米
净 矢 度:	$f_0/L_0 = \frac{1}{6}$
桥 面 宽:	净8 + 2 × 1.00米
拱轴线型:	等截面悬链线
拱轴系数:	$m = 2.24$
拱肋根数:	6 根 (不悬半波)

2. 下部构造

本桥台系由桩基和 U型后座桥台两部分组成, 上部构造水平推力由静止土压力和后座桥台产生之摩阻力平衡, 故桩基按“低桩承台”计算。桩基系由 6 根 $\Phi 100$ 之钻孔灌注桩组成。

钻孔灌注桩用钢护筒护壁至砂砾石层 (5 米)。用冲抓机钻孔施工, 桩长 14~30 米不等。桩尖奠基于石灰岩表面 (未嵌入岩层), 施工中有三根灌注桩经实地检查, 桩尖与岩石接触面有 0.2~0.3 米淤泥, 为保证质量, 补桩 3 根, 实际用 9 根桩。(1970 年 5 月建成)

二、外力组合

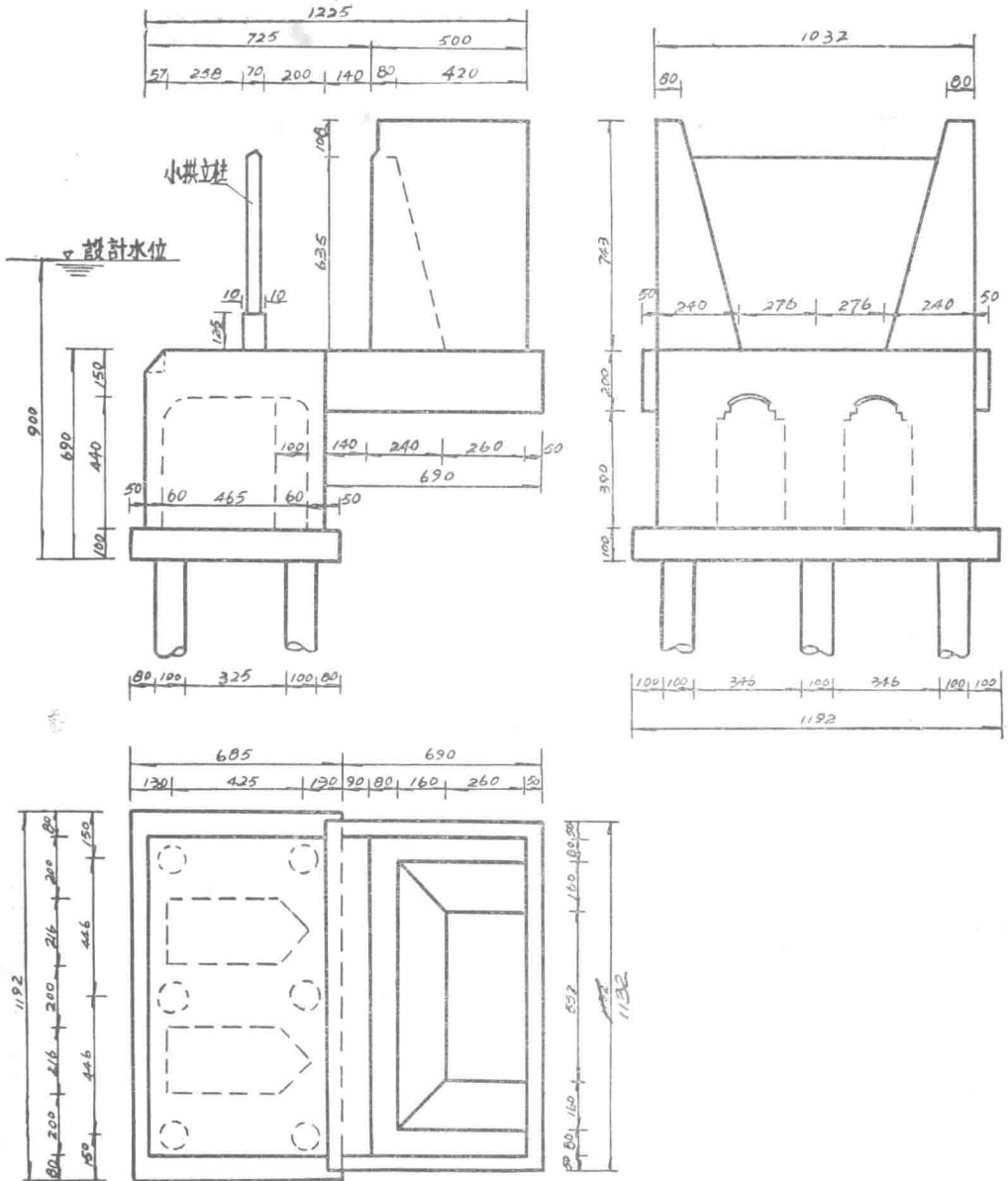
1. 桥台自重

① 台身部分

$$\begin{aligned} P_1 &= [5.85 \times 5.90 \times 10.32 - 2 (2.16 \times 4.4 \times 3.65 + 4.4 \times 1 \times 2.16 \times \frac{1}{2})] \times 2.3 \\ &= [356.19 - 2 (34.69 + 4.75)] \times 2.3 = 277.31 \times 2.3 = 637.81 \text{T} \end{aligned}$$

② 小拱立柱部分

桥台尺寸简图



$$P_2 = (1.25 \times 0.7 \times 10.32 + 5.10 \times 0.5 \times 10.32) \times 2.4 = (9.03 + 26.32) \times 2.4 = 84.84T$$

③小拱圈部分 (包括护拱, 侧墙、填料、路面)

$$\text{矩形面积: } F = 4 \times 1.35 = 5.4M^2$$

$$\begin{aligned} \text{弓形面积: } F &= R_o^2 (\varphi_o - \sin \varphi_o \cos \varphi_o) = 2.5375^2 (0.76101 - 0.68965 \times 0.72414) \\ &= 6.4389 (0.76101 - 0.49940) = 1.68M^2 \end{aligned}$$

$$(L_o = 3.5M; f/L = 1/5; R_o = 0.725L_o = 2.5375)$$

$$(\sin \varphi_o = 0.68965; \cos \varphi_o = 0.72414; \varphi_o = 0.76101)$$

$$P_3 = (5.40 - 1.68) \times 10.32 \times 2.3 = 88.30T$$

④承台部分

$$P_4 = 1 \times 6.85 \times 11.92 \times 2.5 = 204.13^T$$

2. 后座桥台自重

①总体积

$$V = 5 \times 7.43 \times 10.32 + 2 \times 11.32 \times 6.90 = 383.39 + 156.22 = 539.61^{M^3}$$

②砌体体积

$$\begin{aligned} V_1 &= 5 \times \frac{0.8 + 2.40}{2} \times 7.43 \times 2 + 6.35 \times \frac{0.8 + 2.40}{2} \times \frac{8.72 + 5.52}{2} \\ &= 10 \times 1.6 \times 7.43 + 6.35 \times 1.6 \times 7.12 = 118.88 + 72.34 = 191.22^{M^3} \\ V_2 &= 2 \times 11.32 \times 6.90 = 156.22^{M^3} \\ \Sigma V &= 191.22 + 156.22 = 347.44^{M^3} \end{aligned}$$

③填土体积

$$V_3 = 539.61 - 347.44 = 192.17^{M^3}$$

④桥台总重量

$$P_5 = 347.44 \times 2.3 + 192.17 \times 1.8 = 799.57 + 345.55 = 1145.12^T$$

3. 土压力

①土壤比重

a. 不考虑水浮力时, 在空气中土的容重 $\gamma_1 = 1.8 (T/M^3)$

b. 考虑水浮力时, 水中土的容重 $\gamma_2 = 1.134 (T/M^3)$

$\therefore$ 土壤颗粒比重 $\Delta = 2.7 (T/M^3)$

单位体积 (V) 土容重中, 土的重量

$$Q_s = \gamma_1 \cdot V = 1.8 \times 1 = 1.8^T$$

单位体积土 (自然状态) 颗粒所占体积

$$V = \frac{Q_s}{\Delta} = \frac{1.8}{2.7} = 0.666 (M^3)$$

自然状态下单位体积土的颗粒所排开水的重量, 即浮力

$$\gamma_3' = V \cdot \Delta_{\text{水}} = 0.666 \times 1 = 0.666^T$$

$\therefore$ 每立方米土所减少的重量 $\gamma_3 = 0.666 (T/M^3)$

考虑水浮力时, 土在水中的容重

$$\gamma_2 = \gamma_1 - \gamma_3 = 1.8 - 0.666 = 1.134 (T/M^3)$$

②静止土压力系数

$$B = \frac{\mu}{1 - \mu}$$

土壤泊桑比 $\mu = 0.3$ (强风化红砂土)

$$B = \frac{0.3}{1 - 0.3} = 0.43$$

③土坡计算高度

a. 桩基桥台受土坡压力的高度 $h_1 = 4.9^M$, 在土坡考虑浮力计算时, 土坡容重按 $\gamma_2 = 1.134T/M^3$ 采用。

b. 后座桥台受水浮力高度 $h'_2 = 4.1^M$

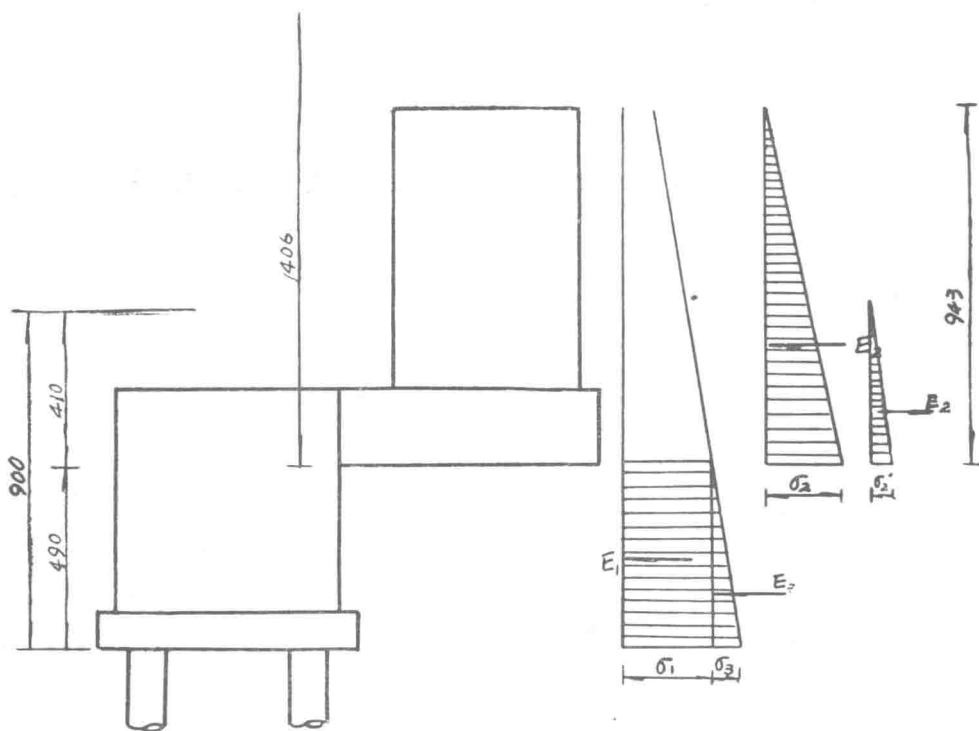
$$\text{水浮力 } Q_0 = V \times 1 = (2 \times 6.9 + 2.1 \times 5) 10.32 \times 1 = 251^T$$

c. 相当于 $\gamma_2 = 1.134$ 的土层高度

$$h_{\pm\text{浮}} = \frac{Q - Q_0}{B \cdot L \cdot \gamma_2} = \frac{1145 + \frac{88}{2} - 251}{10.32 \times 5.7 \times 1.134} = \frac{938}{66.7} = 14.06^M$$

5.7—后座桥台的平均宽度

④在计算水位时土压力



a. 土压力强度

$$\sigma_1 = \gamma_2 \cdot B \cdot h_{\pm\text{浮}} = 1.134 \times 0.43 \times 14.06 = 6.85 (T/M^2)$$

$$\sigma_3 = \gamma_2 \cdot B \cdot h_1 = 1.134 \times 0.43 \times 4.9 = 2.39 (T/M^2)$$

$$\sigma_2 = \gamma_1 \cdot B \cdot h = 1.8 \times 0.43 \times 9.43 = 7.30 (T/M^2)$$

$$\sigma'_2 = \gamma_3 \cdot B \cdot h'_2 = 0.666 \times 0.43 \times 4.1 = 1.17 (T/M^2)$$

b. 土压力

$$E_1 = \sigma_1 \cdot b \cdot h_1 = 6.85 \times 10.32 \times 4.9 = 346.4^T$$

$$E_3 = \frac{1}{2} \cdot \sigma_3 \cdot b \cdot h_1 = \frac{1}{2} \times 2.39 \times 10.32 \times 4.9 = 60.4^T$$

$$E_2 = \frac{1}{2} \sigma_2 \cdot b \cdot h = \frac{1}{2} \times 7.3 \times 10.32 \times 9.43 = 355T$$

$$E'_2 = \frac{1}{2} \cdot \sigma_2' \cdot b \cdot h'_2 = \frac{1}{2} \times 1.17 \times 10.32 \times 4.1 = 24.8T$$

C 力臂

$$\frac{1}{2} h_1 = e_1 = 2.45M$$

$$\frac{1}{3} h = e_2 = 3.14M$$

$$\frac{1}{3} h_1 = e_3 = 1.63M$$

$$\frac{1}{3} h_2' = e_2' = 1.37M$$

三、桩基内力

1. 由上部构造计算得

①恒载

$$H_g = 947T$$

$$V_g = 741T$$

②活载

$$H_p = 108T$$

$$V_p = 82T$$

③最大活载时的小拱反力

$$H_{小} = 38T$$

$$V_{小} = 36T$$

$$H = H_g + H_p = 1055T$$

$$V = V_g + V_p = 823T$$

2. 对承台桩基中心之弯矩

	力 值 (T)	力 臂 (M)	弯 矩 (T—M)
水 平 力	H=1055	6.59	+6952
	E ₁ =-346	2.45	-848
	E ₃ =-60	1.63	-98
	Σ H=649		
垂 直 力	P _{1,4} =842	0	0
	P _{2,3} +2V _小 =245	0.58	+142
	V=823	2.59	-2132
	Σ P=1910		Σ M=4016