

目录

一、基本信息.....	2
1.1 工程概况.....	2
1.2 技术标准.....	2
1.3 主要规范.....	2
1.4 结构概述.....	2
1.5 主要材料及材料性能.....	3
1.6 计算原则、内容及控制标准.....	3
二、模型建立与分析.....	3
2.3 荷载工况及荷载组合.....	4
三、承载能力极限状态验算结果.....	4
3.1 截面受压区高度.....	4
3.1 承载力极限及抗力验算.....	5
四、持久状况正常使用极限状态验算结果.....	5
4.1 使用阶段内力包络图.....	5
4.2 使用阶段裂缝宽度验算.....	6
五、支反力验算结果.....	7
六、下部结构计算.....	7

一、基本信息

1.1 工程概况

本桥平面跨古家大河，按城-B标准设计。

1.2 技术标准

- 1) 设计荷载等级：汽车荷载城-B级，人群荷载 3.5KN/m²。
- 2) 桥梁标准宽度：桥梁宽度采用 0.5m(栏杆)+3.0m(人行道)+9m(车行道)+3.0m(人行道)+0.5m(栏杆)=15.5m。
- 3) 抗震等级：本区地震基本烈度为Ⅵ度；
- 4) 防洪等级：常水位为 2.76m，河底标高 0.00m。
- 5) 桥梁设计基准期为 100 年，桥梁工作环境为Ⅰ类，桥梁安全等级为一级；
- 6) 桥梁属于中桥，设计使用年限为 50 年；

1.3 主要规范

- 1) 《城市桥梁设计规范》(CJJ 11-2011)2019 版
- 2) 《城市桥梁抗震设计规范》(CJJ 166-2011)
- 3) 《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60-2015)；
- 4) 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362-2018)；
- 5) 《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG 3363-2019)；

其他现行规范

1.4 结构概述

上部结构：主拱拱肋为圆曲线无铰拱，正交，计算跨径为 24m，矢跨比为 1/5.333；拱肋截面为实腹式，肋厚 0.5m，宽 15.5m，采用钢筋混凝土结构。腹拱为圆弧形拱，拱肋净跨径为 2.0m，净矢高为 0.6m，矢跨比为 1/3.33，全桥共 4 个，腹拱为三铰拱；拱肋截面为实腹式，肋厚 0.25m，宽 8m，采用钢筋混凝土结构。拱肋上设置侧墙，侧墙间填充碎石。

下部结构：采用重力式桥台、立墙，Φ120cm 钻孔灌注桩基础，桩底要求桩底进入持力层 1.5m，成孔后沉渣厚度小于 10cm。承台间设置 4 根预应力系梁以抵抗水平推力，系梁截面为 0.8x0.8m 矩形实心截面，每根系梁设置 6 束 4Φ^s15.2 高强度低松弛钢绞线；每根系梁下每隔 1 米（横向间距为 0.6m）设置一根预制小方桩，长度为 6.0m。

1.5 主要材料及材料性能

1)混凝土

混凝土表格

强度等级	弹性模量(MPa)	容重(kN/m³)	线膨胀系数	f_{ck} (MPa)	f_{tk} (MPa)	f_{cd} (MPa)	f_{td} (MPa)
C30	30000	25.00	0.000010	26.80	2.40	18.40	1.65

2)普通钢筋

普通钢筋表格

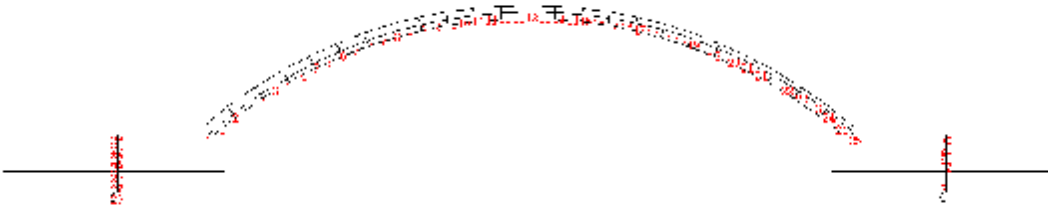
普通钢筋	弹性模量(MPa)	容重(kN/m³)	f_{sk} (MPa)	f_{sd} (MPa)	f_{sd} (MPa)
HRB400	200000	76.98	400	330	330

1.6 计算原则、内容及控制标准

上部结构采用桥梁博士 4.0 计算程序，按 RC 偏心受压构件设计验算。

二、模型建立与分析

2.1 计算模型



图表 1 计算模型图

- 1)节点数量: 31;
- 2)单元数量: 30;
- 3)边界条件数量: 2; 其中桥墩采用弹性约束, 采用群桩基础换算刚度。

采用桥博群桩基础计算, 桥墩换算刚度为:

计算类别: 多排弹性基础计算

输入数据:

$h=54.000$ m, $l_0=0.000$ m

$\alpha = 0.172$, $m = 3500.000$, $C_0 = 189000.000$, $A_0 = 7.069$ m*m, $EA= 33929201.000$ KN, $EI = 2442902.000$ KN-m*m

外力 $P = 1.000$ KN, $H = 1.000$ KN, $M=1.000$ KN-m

基底不嵌入岩石层

桩排信息:

桩排号 桩坐标 桩数

1 3.000 4

2 0.000 4

3 -3.000 4

承台刚度信息:

承台单位竖向位移时,桩顶竖向反力合计 = 5.128e+006 KN

承台单位水平位移时,桩顶水平反力合计 = 1.582e+005 KN

承台单位水平位移时,桩顶反弯矩合计 = -8.527e+005 KN-m

承台单位转角时, 桩柱顶反弯矩合计 = 3.824e+007 KN-m

4)施工阶段数量: 2 , 施工阶段步骤如下:

 施工阶段 1 : 拱圈施工 , 持续时间 30 天;

 施工阶段 2 : 拱圈上部施工 , 持续时间 30 天

 施工阶段 3 : 桥面廊桥加载 , 持续时间 40 天;

 施工阶段 4 : 收缩徐变 , 持续时间 3650 天;

输入数据:

2.3 荷载工况及荷载组合

1)自重

 自重系数: 1.00

2)整体升降温

 温度降: -25.00 度

 温度升: 20.00 度

3)徐变收缩

 收缩龄期: 3 天;

 构件理论厚度: 1000m;

 理论厚度自动计算: 由程序自动计算各构件的理论厚度。公式为:

$$h = a \times A_c / u;$$

$$u = L_0 + a \times L_i;$$

4)可变荷载

活载(2): 人群荷载, 汽车荷载, 桥梁等级为城-A 级;

不考虑汽车荷载纵向整体冲击系数 μ

5)人群荷载

 人群荷载: 4.5kN/m²。

5)预应力荷载

 预应力荷载简化为节点力作用于桥台上, 预应力荷载按照采用 0.46f_{pk}=855.6MPa, 弹性

模量 E_p=1.95×10⁵MPa, 每束钢绞线的张拉控制力为 479.14kN。系杆总的拉力为

479.1*16=7666.24kN。

三、承载能力极限状态验算结果

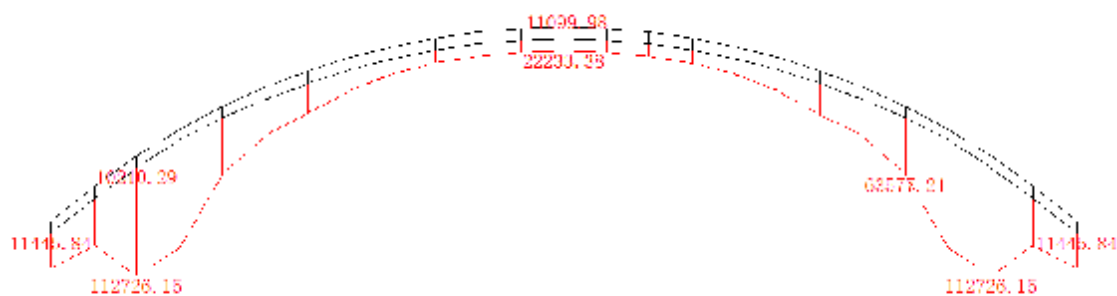
3.1 截面受压区高度

截面受压区高度相对界限受压区高度 ξ_b

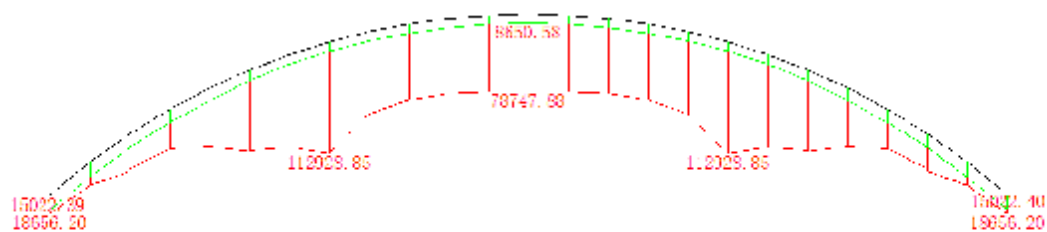
钢筋种类	C50 及以下	C55/C60	C65/C70	C75/C80
HPB300	0.62	0.60	0.58	-

HRB400/KL400	0.53	0.51	0.49	-
钢绞线、钢丝	0.40	0.38	0.36	0.35
精轧螺纹钢	0.40	0.38	0.36	-

3.1 承载力极限及抗力验算



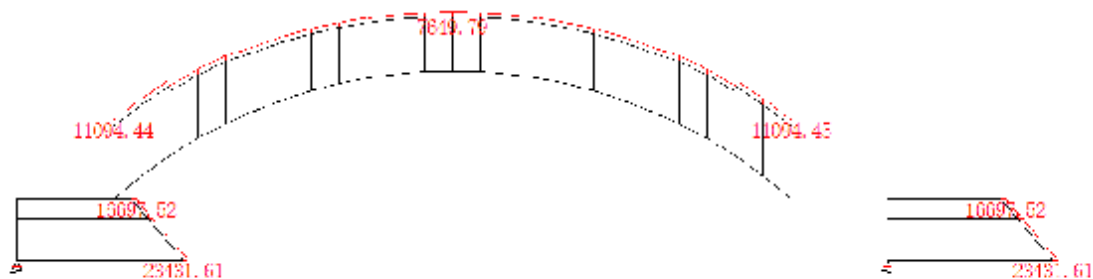
最大抗力对应最大内力



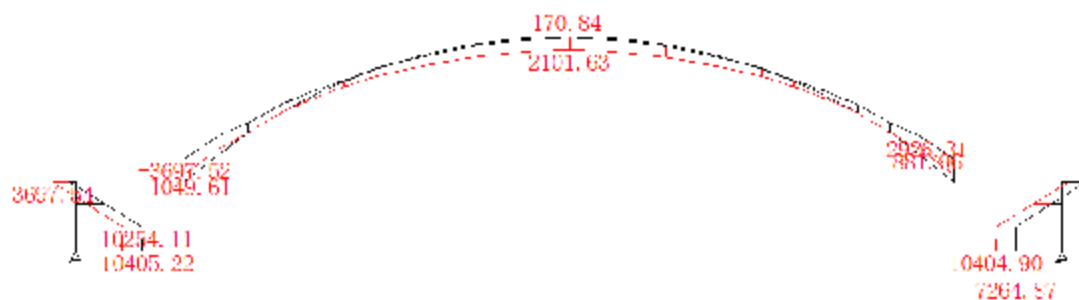
最小抗力对应最小内力

四、持久状况正常使用极限状态验算结果

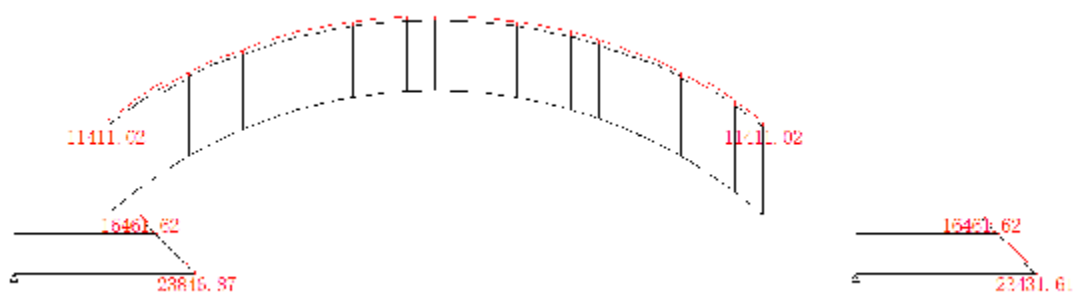
4.1 使用阶段内力包络图



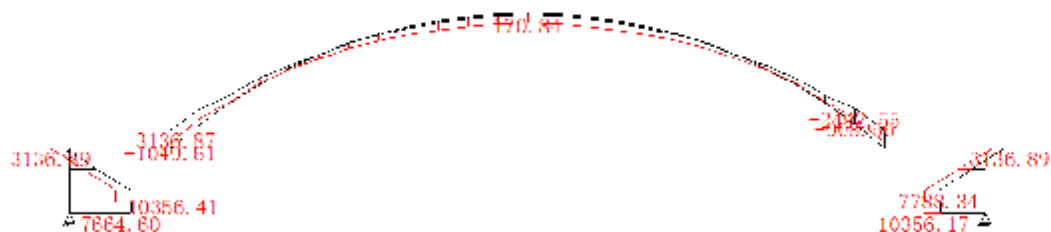
短期组合轴力包络图



短期组合弯矩包络图

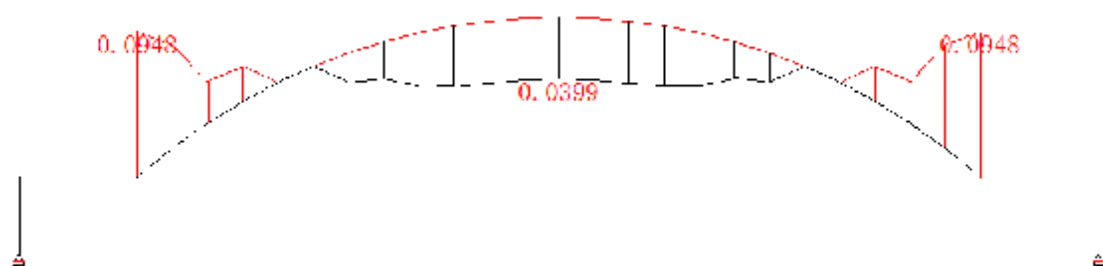


长期组合轴力包络图



长期组合弯矩包络图

4.2 使用阶段裂缝宽度验算



从上图可知，使用阶段裂缝宽度均小于 0.2mm,满足要求。

五、支反力验算结果

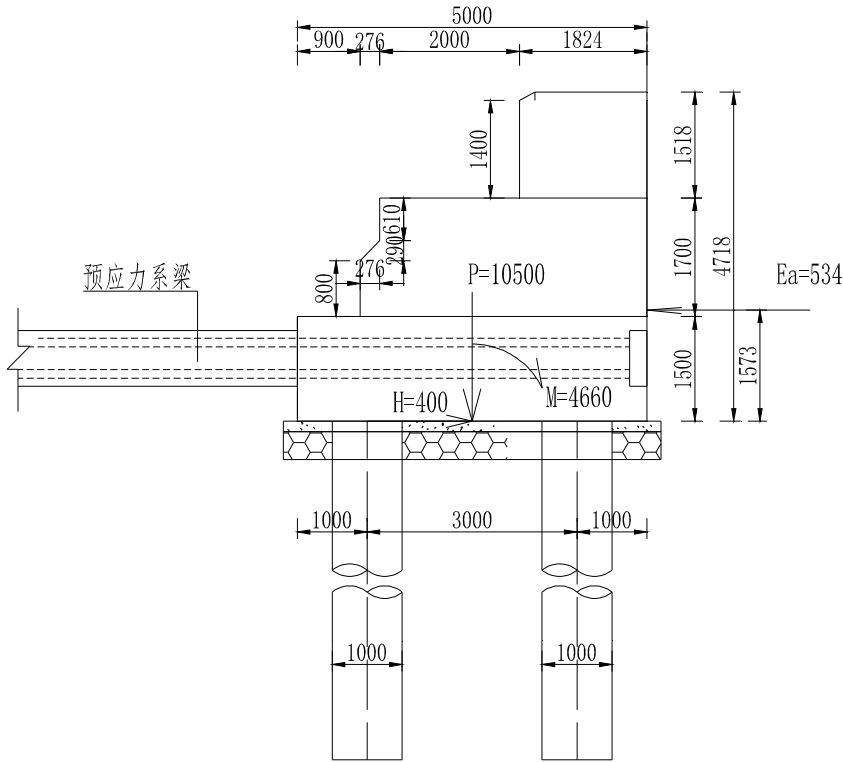
节点号	内力	水平最大	水平最小	竖向最大	竖向最小	最大弯矩	最小弯矩
29	水平力	1.2e+03	24.3	653	359	44.4	1.19e+03
	竖向力	2.42e+04	2.42e+04	2.46e+04	2.34e+04	2.43e+04	2.4e+04
	弯矩	-1.86e+04	-5.95e+03	-1.27e+04	-1.04e+04	-5.76e+03	-1.87e+04
33	水平力	-24.3	-1.2e+03	-653	-359	-1.19e+03	-44.4
	竖向力	2.42e+04	2.42e+04	2.46e+04	2.34e+04	2.4e+04	2.43e+04
	弯矩	5.95e+03	1.86e+04	1.27e+04	1.04e+04	1.87e+04	5.76e+03

标准值支反力效应组合（考虑预应力效应）

六、下部结构计算

1、桥台计算

桥墩计算根据支反力计算结果，并采用桥博的群桩计算程序进行复核算。



桥台一般构造图

<<桥梁博士>>---基础计算系统输出

计算类别: 多排弹性基础计算

输入数据:

h=54.000 m, lo=0.000 m

alfa = 0.172, m = 3500.000, Co = 189000.000, Ao = 7.069 m*m, EA= 33929201.000 KN, EI = 2442902.000 KN-m*m

外力 P = 24000.000 KN, H = -1190.000 KN, M=18700.000 KN-m

基底不嵌入岩石层

桩排信息:

桩排号 桩坐标 桩数

1 3.000 4

2 0.000 4

3 -3.000 4

承台刚度信息:

承台单位竖向位移时,桩顶竖向反力合计 = 5.128e+006 KN

承台单位水平位移时,桩顶水平反力合计 = 1.582e+005 KN

承台单位水平位移时,桩顶反弯矩合计 = -8.527e+005 KN-m

承台单位转角时, 桩柱顶反弯矩合计 = 3.824e+007 KN-m

承台位移计算结果:

承台竖向位移 = 0.0047 m, 水平位移 = -0.0056 m, 转角位移 = 0.0004 弧度

各单桩桩顶内力及地面处的内力列表

桩号	X 坐标	N	Q	M	Mo	Qo
1	3.0	2468.1	-99.2	622.0	622.0	-99.2
2	0.0	2000.0	-99.2	622.0	622.0	-99.2
3	-3.0	1531.9	-99.2	622.0	622.0	-99.2

单桩效应输出

地面处桩柱弯矩: Mo=622.0 KN-m, 剪力 Ho=-99.2 KN

桩柱顶弯矩: Ma = 622.0 KN-m

地面处桩柱变位: 水平位移 = -0.0056 m, 转角 = -0.0004 弧度

桩柱底弯矩: Mh = 0.0 KN-m

坐标	位移	弯矩	剪力	土应力
0.00	-0.0056	622.0	-99.2	0.0
-2.70	-0.0057	361.5	-91.4	-54.2
-5.40	-0.0048	140.9	-70.2	-91.5
-8.10	-0.0035	-12.1	-42.6	-99.5
-10.80	-0.0022	-90.4	-16.5	-83.0
-13.50	-0.0011	-106.1	2.8	-53.8
-16.20	-0.0004	-82.6	13.5	-21.6
-18.90	0.0001	-42.9	14.1	7.4
-21.60	0.0005	-12.2	7.3	38.5
-24.30	0.0007	0.0	0.0	62.3
-27.00	0.0007	0.0	0.0	69.2
-29.70	0.0007	0.0	0.0	76.2
-32.40	0.0007	0.0	0.0	83.1
-35.10	0.0007	0.0	0.0	90.0
-37.80	0.0007	0.0	0.0	96.9
-40.50	0.0007	0.0	0.0	103.9

-43.20	0.0007	0.0	0.0	110.8
-45.90	0.0007	0.0	0.0	117.7
-48.60	0.0007	0.0	0.0	124.6
-51.30	0.0007	0.0	0.0	131.6
-54.00	0.0007	0.0	0.0	138.5

计算成功完成结论:

桥台水平位移为 $0.0056\text{m} < 0.006\text{m}$, 说明桥墩桩基处理弹性状态。

桥墩桩顶内力最小为 11531.9KN , 说明桩基均为受压状态。

2、单桩承载力计算

本桥单桩承载力按照摩擦桩计算:

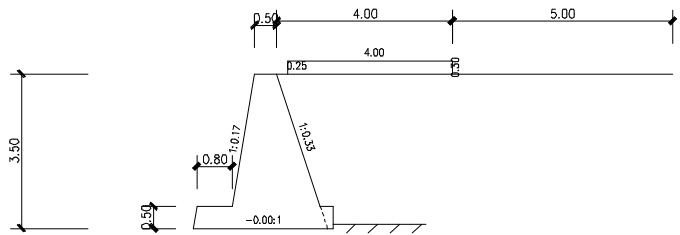
军民桥单桩承载力计算书										
采用钻孔灌注桩		桩径=	1200		周长 u_p =	3.768	(m)	面积 A_p =	1.1304	(m ²)
桩端持力层为6粉质粘土				桩长53	米	持力层桩端土承载力特征值[fa0			400	(kPa)
桩端承载力容许值qr =			1000	(kN)	m0取0.7; λ取0.85; κ2取5; γ2取7.5kN/m3; fa0=400kPa, 经计算qr为1063kPa,取1000进行计算					
				桥台桩						
孔号 土深		Z1								
		土深 (m)	侧阻 (kN)							
2（1）-1淤泥	12	10.83	129.96							
2（2）-2淤泥	14	12.4	173.6							
2-2淤泥	15	6.1	91.5							
③2粘土	30	22.4	672							
④3圆砾	120	1.27	152.4							
			0							
			0							
求和=		53	1219.46							
桩侧承载力			4594.925							
端承值=			1000							
单桩承载力=			3297.463							

重力式挡土墙验算[执行标准：通用]

计算项目： 重力式挡土墙 10

计算时间：2021-07-07 14:00:41 星期三

原始条件：



墙身尺寸：

墙身高：3.500(m)

墙顶宽：0.500(m)

面坡倾斜坡度：1:0.170

背坡倾斜坡度：1:0.330

采用 1 个扩展墙趾台阶：

墙趾台阶 b1：0.800(m)

墙趾台阶 h1：0.500(m)

墙趾台阶与墙面坡度相同

墙踵台阶 b3：0.300(m)

墙踵台阶 h3：0.500(m)

墙底倾斜坡率：0.000:1

物理参数：

圬工砌体容重：23.000(kN/m³)

圬工之间摩擦系数：0.400

地基土摩擦系数：0.400

墙身砌体容许压应力：2100.000(kPa)

墙身砌体容许剪应力：110.000(kPa)

墙身砌体容许拉应力：150.000(kPa)

墙身砌体容许弯曲拉应力：280.000(kPa)

场地环境：一般地区

墙后填土内摩擦角：35.000(度)

墙后填土粘聚力：0.000(kPa)

墙后填土容重：19.000(kN/m³)

墙背与墙后填土摩擦角：17.500(度)

地基土容重: 18.000(kN/m3)
修正后地基承载力特征值: 100.000(kPa)
地基承载力特征值提高系数:
 墙趾值提高系数: 1.000
 墙踵值提高系数: 1.000
 平均值提高系数: 1.000
墙底摩擦系数: 0.400
地基土类型: 土质地基
地基土内摩擦角: 30.000(度)
土压力计算方法: 库仑

坡线土柱:

坡面线段数: 2

折线序号	水平投影长(m)	竖向投影长(m)	换算土柱数
1	4.000	0.000	1
第 1 个: 距离 0.250(m), 宽度 4.000(m), 高度 0.300(m)			
2	5.000	0.000	0

坡面起始距离: 0.000(m)
地面横坡角度: 0.000(度)
填土对横坡面的摩擦角: 35.000(度)
墙顶标高: 0.000(m)

=====

第 1 种情况: 一般情况

【土压力计算】 计算高度为 3.500(m)处的库仑主动土压力

按实际墙背计算得到:

第 1 破裂角: 23.778(度)

Ea=53.884(kN) Ex=43.724(kN) Ey=31.492(kN) 作用点高度 Zy=1.223(m)

因为俯斜墙背, 需判断第二破裂面是否存在, 计算后发现第二破裂面不存在

墙身截面积 = 5.321(m2) 重量 = 122.389 (kN)

(一) 滑动稳定性验算

基底摩擦系数 = 0.400

滑移力= 43.724(kN) 抗滑力= 61.552(kN)

滑移验算满足: Kc = 1.408 > 1.300

(二) 倾覆稳定性验算

相对于墙趾点, 墙身重力的力臂 Zw = 1.737 (m)

相对于墙趾点, Ey 的力臂 Zx = 2.646 (m)

相对于墙趾点, Ex 的力臂 Zy = 1.223 (m)

验算挡土墙绕墙趾的倾覆稳定性

倾覆力矩= 53.490(kN-m) 抗倾覆力矩= 295.953(kN-m)

倾覆验算满足: $K_0 = 5.533 > 1.500$

(三) 地基应力及偏心距验算

基础类型为天然地基, 验算墙底偏心距及压应力

作用于基础底的总竖向力 = 153.881(kN) 作用于墙趾下点的总弯矩=242.463(kN-m)

基础底面宽度 $B = 3.185$ (m) 偏心距 $e = 0.017$ (m)

基础底面合力作用点距离基础趾点的距离 $Z_n = 1.576$ (m)

基底压应力: 趾部=49.847 踵部=46.781(kPa)

最大应力与最小应力之比 = $49.847 / 46.781 = 1.066$

作用于基底的合力偏心距验算满足: $e=0.017 \leq 0.250 \times 3.185 = 0.796$ (m)

墙趾处地基承载力验算满足: 压应力=49.847 ≤ 100.000 (kPa)

墙踵处地基承载力验算满足: 压应力=46.781 ≤ 100.000 (kPa)

地基平均承载力验算满足: 压应力=48.314 ≤ 100.000 (kPa)

(四) 基础强度验算

基础为天然地基, 不作强度验算

(五) 墙底截面强度验算

验算截面以上, 墙身截面积 = 5.321(m²) 重量 = 122.389 (kN)

相对于验算截面外边缘, 墙身重力的力臂 $Z_w = 1.737$ (m)

相对于验算截面外边缘, E_y 的力臂 $Z_x = 2.646$ (m)

相对于验算截面外边缘, E_x 的力臂 $Z_y = 1.223$ (m)

[容许应力法]:

法向应力检算:

作用于验算截面的总竖向力 = 153.881(kN) 作用于墙趾下点的总弯矩=242.463(kN-m)

相对于验算截面外边缘, 合力作用力臂 $Z_n = 1.576$ (m)

截面宽度 $B = 3.185$ (m) 偏心距 $e_1 = 0.017$ (m)

截面上偏心距验算满足: $e_1= 0.017 \leq 0.300 \times 3.185 = 0.956$ (m)

截面上压应力: 面坡=49.847 背坡=46.781(kPa)

压应力验算满足: 计算值= 49.847 ≤ 2100.000 (kPa)

切向应力检算：

剪应力验算满足：计算值= -5.598 <= 110.000(kPa)

(六) 台顶截面强度验算

[土压力计算] 计算高度为 3.000(m)处的库仑主动土压力

按实际墙背计算得到：

第 1 破裂角： 23.886(度)

Ea=40.371(kN) Ex=32.759(kN) Ey=23.594(kN) 作用点高度 Zy=1.051(m)

因为俯斜墙背，需判断第二破裂面是否存在，计算后发现第二破裂面不存在

[强度验算]

验算截面以上，墙身截面积 = 3.750(m²) 重量 = 86.250 (kN)

相对于验算截面外边缘，墙身重力的力臂 Zw = 0.904 (m)

相对于验算截面外边缘，Ey 的力臂 Zx = 1.653 (m)

相对于验算截面外边缘，Ex 的力臂 Zy = 1.051 (m)

[容许应力法]：

法向应力检算：

作用于验算截面的总竖向力 = 109.844(kN) 作用于墙趾下点的总弯矩=82.537(kN-m)

相对于验算截面外边缘，合力作用力臂 Zn = 0.751(m)

截面宽度 B = 2.000 (m) 偏心距 e1 = 0.249(m)

截面上偏心距验算满足：e1= 0.249 <= 0.300*2.000 = 0.600(m)

截面上压应力：面坡=95.883 背坡=13.961(kPa)

压应力验算满足：计算值= 95.883 <= 2100.000(kPa)

切向应力检算：

剪应力验算满足：计算值= -5.589 <= 110.000(kPa)

=====

各组合最不利结果

=====

(一) 滑移验算

安全系数最不利为：组合 1(一般情况)

抗滑力 = 61.552(kN), 滑移力 = 43.724(kN)。

滑移验算满足: $K_c = 1.408 > 1.300$

(二) 倾覆验算

安全系数最不利为: 组合 1(一般情况)

抗倾覆力矩 = 295.953(kN-M), 倾覆力矩 = 53.490(kN-m)。

倾覆验算满足: $K_0 = 5.533 > 1.500$

(三) 地基验算

作用于基底合力偏心距验算最不利为: 组合 1(一般情况)

作用于基底合力偏心距验算满足: $e=0.017 \leq 0.250 \times 3.185 = 0.796(m)$

墙趾处地基承载力验算最不利为: 组合 1(一般情况)

墙趾处地基承载力验算满足: 压应力=49.847 $\leq 100.000(kPa)$

墙踵处地基承载力验算最不利为: 组合 1(一般情况)

墙踵处地基承载力验算满足: 压应力=46.781 $\leq 100.000(kPa)$

地基平均承载力验算最不利为: 组合 1(一般情况)

地基平均承载力验算满足: 压应力=48.314 $\leq 100.000(kPa)$

(四) 基础验算

不做强度计算。

(五) 墙底截面强度验算

[容许应力法]:

截面上偏心距验算最不利为: 组合 1(一般情况)

截面上偏心距验算满足: $e_1= 0.017 \leq 0.300 \times 3.185 = 0.956(m)$

压应力验算最不利为：组合 1(一般情况)

压应力验算满足：计算值= 49.847 <= 2100.000(kPa)

拉应力验算最不利为：组合 1(一般情况)

拉应力验算满足：计算值= 0.000 <= 280.000(kPa)

剪应力验算最不利为：组合 1(一般情况)

剪应力验算满足：计算值= -5.598 <= 110.000(kPa)

(六) 台顶截面强度验算
[容许应力法]:

截面上偏心距验算最不利为：组合 1(一般情况)

截面上偏心距验算满足：e1= 0.249 <= 0.300*2.000 = 0.600(m)

压应力验算最不利为：组合 1(一般情况)

压应力验算满足：计算值= 95.883 <= 2100.000(kPa)

拉应力验算最不利为：组合 1(一般情况)

拉应力验算满足：计算值= 0.000 <= 280.000(kPa)

剪应力验算最不利为：组合 1(一般情况)

剪应力验算满足：计算值= -5.589 <= 110.000(kPa)

=====

软件版本:理正岩土 6.5PB4