

目 录

一、	编制依据	1
二、	工程参数	1
三、	新浇砼对模板侧压力标准值计算	4
四、	梁侧模板面板验算	4
五、	梁侧模板次楞验算	5
六、	梁侧模板主楞验算	7
七、	对拉螺栓验算	9
八、	梁底模板面板验算	9
九、	梁底模板次楞验算	11
十、	梁底模板主楞验算	12
十一、	可调托撑承载力验算	14
十二、	风荷载计算	14
十三、	立杆稳定性验算	15
十四、	支撑结构地基承载力验算	17

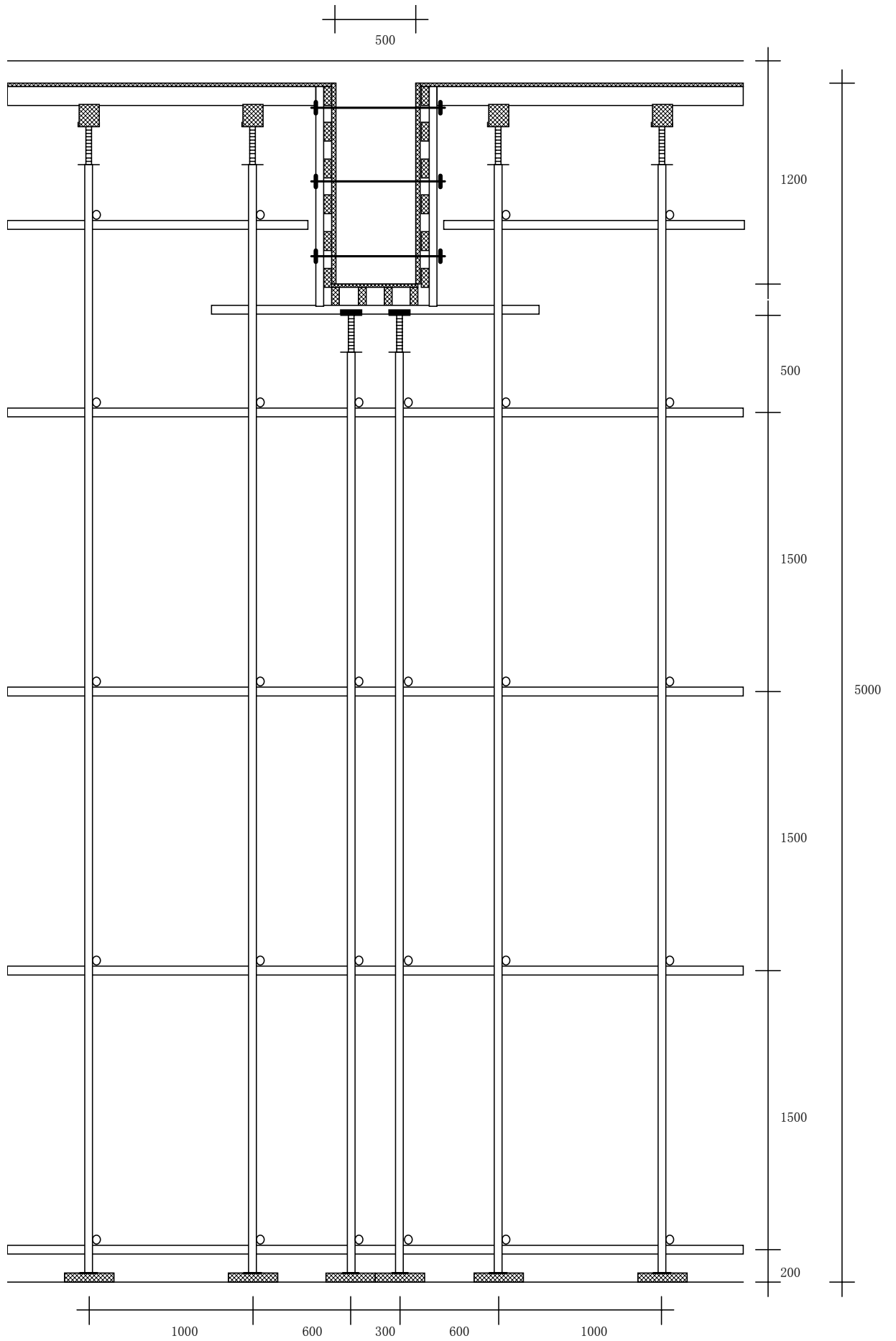
一、 编制依据

- 1、工程施工图纸及现场概况
- 2、《建筑施工安全技术统一规范》GB50870-2013
- 3、《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ300-2013
- 4、《混凝土结构工程施工规范》GB50666-2011
- 5、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130-2011
- 6、《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162-2008
- 7、《建筑结构荷载规范》GB50009-2012
- 8、《混凝土结构设计规范》GB50010-2010
- 9、《钢结构设计规范》GB50017-2003
- 10、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018-2002
- 11、《木结构设计规范》GB50005-2003
- 12、《混凝土模板用胶合板》GB/T17656-2008
- 13、《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》建质[2009]87号
- 14、《建设工程高大模板支撑系统施工安全监督管理导则》建质[2009]254号

二、 工程参数

梁模板支架参数					
建筑施工危险等级	I级	危险等级系数：支撑结构	1	水平杆件	1
梁截面宽度	0.5m		梁截面高度	1.2m	
支架高度	5m		楼板厚度	0.12m	
板底立杆纵距 la	1m		板底立杆横距 lb	1m	
梁立杆纵距	梁长度方向立杆纵距取 1/2 板底立杆纵距，0.5m				
梁侧与梁底立杆横距	梁下设置 2 根立杆，间距 600, 300, 600mm				
钢管类型	Φ 48×3.0mm				
水平杆最大步距	1.5m	顶步步距	1.5m	梁底步距是否加密	不加密
立杆伸出顶层水平杆长度 a	0.5m		扫地杆离地高度	0.2m	

面板	15mm 厚木胶合板			
梁底次楞	50×100mm 方木, 4 根			
梁底主楞	双钢管			
梁侧次楞	50×100mm 方木, 间距 200mm			
梁侧主楞	双钢管, 间距 500mm			
穿梁螺栓	穿梁螺栓直径 12mm, 间距: 500mm×400mm			
剪刀撑设置	依据 JGJ300-2013 规范要求, 采用有剪刀撑框架式支撑结构, 剪刀撑宽度: 纵距方向 4 跨, 横距方向 4 跨			
支撑结构与既有结构连接情况		支撑结构与既有结构通过连墙件可靠连接		
荷载标准值参数				
永久荷载	新浇砼自重	24kN/m ³	钢筋自重	1.5kN/m ³
	面板次楞自重	0.3kN/m ²	支架自重	0.123kN/m
可变荷载	施工荷载及设备荷载	2.5kN/m ²	砼下料水平荷载	2kN/m ²
风荷载	北京, 基本风压: 0.3kN/m ²			



三、新浇砼对模板侧压力标准值计算

依据《砼结构工程施工规范GB50666-2011》，采用插入式振动器且浇筑速度不大于10m/h，砼坍落度不大于180mm时，新浇筑砼对模板的侧压力标准值，按下列公式分别计算，并取其中的较小值：

$$F = 0.28\gamma_c t_0 \beta V^{\frac{1}{2}} = 0.28 \times 24 \times 5.7 \times 1 \times 1.22 = 46.73 \text{ kN/m}^2$$

$$F = \gamma_c H = 24 \times 1.2 = 28.8 \text{ kN/m}^2$$

其中 γ_c -- 混凝土的重力密度，取24kN/m³；

t_0 -- 新浇混凝土的初凝时间，按200/(T+15)计算，取初凝时间为5.7小时。T：混凝土的入模温度，经现场测试，为20℃；

V -- 浇筑速度，为砼浇筑高度（厚度）与浇筑时间的比值，取1.5m/h；

H -- 混凝土侧压力计算位置处至新浇混凝土顶面总高度，取1.2m；

β -- 混凝土坍落度影响修正系数，取1。

根据以上两个公式计算，新浇筑混凝土对模板的侧压力标准值取较小值28.8kN/m²。

四、梁侧模板面板验算

面板采用木胶合板，厚度为15mm，验算跨中最不利抗弯强度和挠度。计算宽度取1000mm。

$$\text{面板的截面抵抗矩 } W = 1000 \times 15 \times 15 / 6 = 37500 \text{ mm}^3;$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 1000 \times 15 \times 15 \times 15 / 12 = 281250 \text{ mm}^4;$$

（一）强度验算

1、面板按三跨连续板计算，其计算跨度取支承面板的次楞间距，L=0.20m。

2、荷载计算

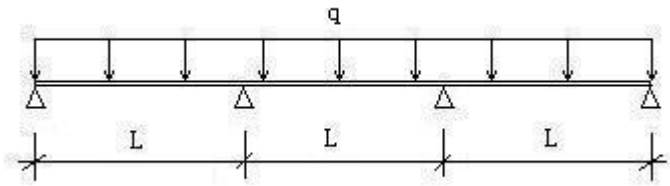
新浇筑混凝土对模板的侧压力标准值 $G_{4k} = 28.8 \text{ kN/m}^2$ ，砼下料产生的水平荷载标准值 $Q_{2k} = 2 \text{ kN/m}^2$ 。

均布线荷载设计值为：

$$q_1 = (1.2 \times 28.8 + 1.4 \times 2) \times 1 = 37.36 \text{ KN/m}$$

$$q_2 = (1.35 \times 28.8 + 1.4 \times 0.7 \times 2) \times 1 = 40.84 \text{ KN/m}$$

取较大值 $q = 40.84 \text{ KN/m}$ 作为设计依据。



3、强度验算

施工荷载为均布线荷载：

$$M_1 = 0.1q_1l^2 = 0.1 \times 40.84 \times 0.20^2 = 0.16 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

面板抗弯强度设计值 $f = 12.5 \text{ N/mm}^2$ ；

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{0.16 \times 10^6}{37500} = 4.27 \text{ N/mm}^2 < f = 12.5 \text{ N/mm}^2$$

面板强度满足要求！

(二) 挠度验算

$$q = 1 \times 28.8 = 28.8 \text{ kN/m}；$$

面板最大容许挠度值： $200/400 = 0.5 \text{ mm}$ ；

面板弹性模量： $E = 4500 \text{ N/mm}^2$ ；

$$v = \frac{0.677q_1^4}{100EI} = \frac{0.677 \times 28.800 \times 200^4}{100 \times 4500 \times 281250} = 0.25 \text{ mm} < 0.5 \text{ mm}$$

满足要求！

五、 梁侧模板次楞验算

次楞采用 $50 \times 100 \text{ mm}$ (宽度 \times 高度) 方木，间距： 0.2 m ，截面抵抗矩 W 和截面惯性矩 I 分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 50 \times 100 \times 100 / 6 = 83333 \text{ mm}^3；$$

$$\text{截面惯性矩 } I = 50 \times 100 \times 100 \times 100 / 12 = 4166667 \text{ mm}^4；$$

(一) 强度验算

1、次楞承受面板传递的荷载，按均布荷载作用下三跨连续梁计算，其计算跨度取主楞间距， $L = 0.5 \text{ m}$ 。

2、荷载计算

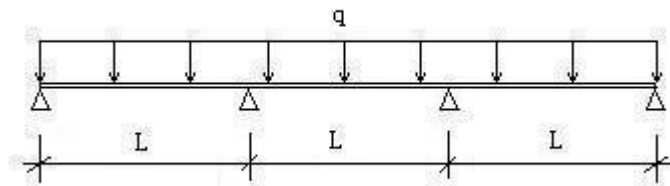
新浇筑混凝土对模板的侧压力标准值 $G_{4k}=28.8\text{kN/m}^2$ ，砣下料产生的水平荷载标准值 $Q_{2k}=2\text{kN/m}^2$ 。

均布线荷载设计值为：

$$q_1=(1.2\times 28.8+1.4\times 2)\times 0.2=7.472\text{kN/m}$$

$$q_2=(1.35\times 28.8+1.4\times 0.7\times 2)\times 0.2=8.168\text{kN/m}$$

取较大值 $q=8.168\text{kN/m}$ 作为设计依据。



3、强度验算

计算最大弯矩：

$$M_{\max}=0.1q_1^2=0.1\times 8.168\times 0.5^2=0.204\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{最大支座力： } 1.1q_1=1.1\times 8.168\times 0.5=4.49\text{kN}$$

次楞抗弯强度设计值 $[f]=17\text{N/mm}^2$ 。

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{0.204 \times 10^6}{83333} = 2.448\text{N/mm}^2 < 17\text{N/mm}^2$$

满足要求！

(二) 抗剪强度验算

$$\text{次楞最大剪力设计值 } V_1=0.6q_1l=0.6\times 8.168\times 0.5=2.450\text{kN}$$

木材抗剪强度设计值 $f_v=1.6\text{N/mm}^2$ ；

抗剪强度按下式计算：

$$\tau = \frac{3V}{2bh} = \frac{3 \times 2.450 \times 10^3}{2 \times 50 \times 100} = 0.735\text{N/mm}^2 < f_v=1.6\text{N/mm}^2$$

次楞抗剪强度满足要求！

(三) 挠度验算

验算挠度时不考虑可变荷载值，仅考虑永久荷载标准值，故其作用效应的线荷载计算

如下：

$$q = 28.8 \times 0.2 = 5.76 \text{ kN/m};$$

$$\text{次楞最大容许挠度值} = 500/250 = 2 \text{ mm};$$

$$\text{次楞弹性模量: } E = 10000 \text{ N/mm}^2;$$

$$v = \frac{0.677ql^4}{100EI} = \frac{0.677 \times 5.76 \times 500^4}{100 \times 10000 \times 4166667} = 0.058 \text{ mm} < 2 \text{ mm}$$

满足要求!

六、 梁侧模板主楞验算

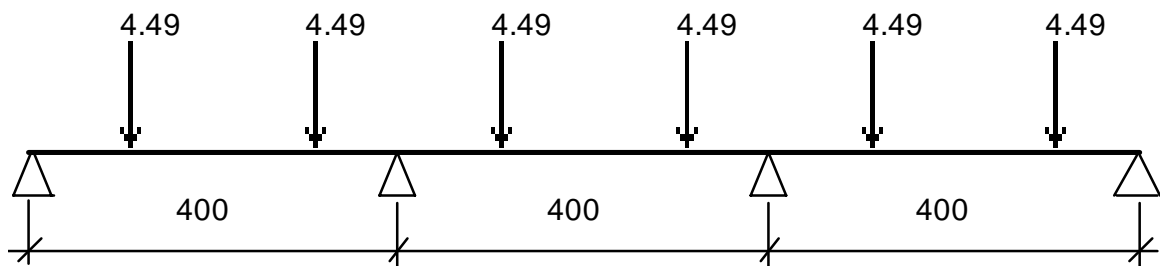
主楞采用双钢管，间距：0.5m，截面抵抗矩W和截面惯性矩I分别为：

$$\text{截面抵抗矩 } W = 8990 \text{ mm}^3;$$

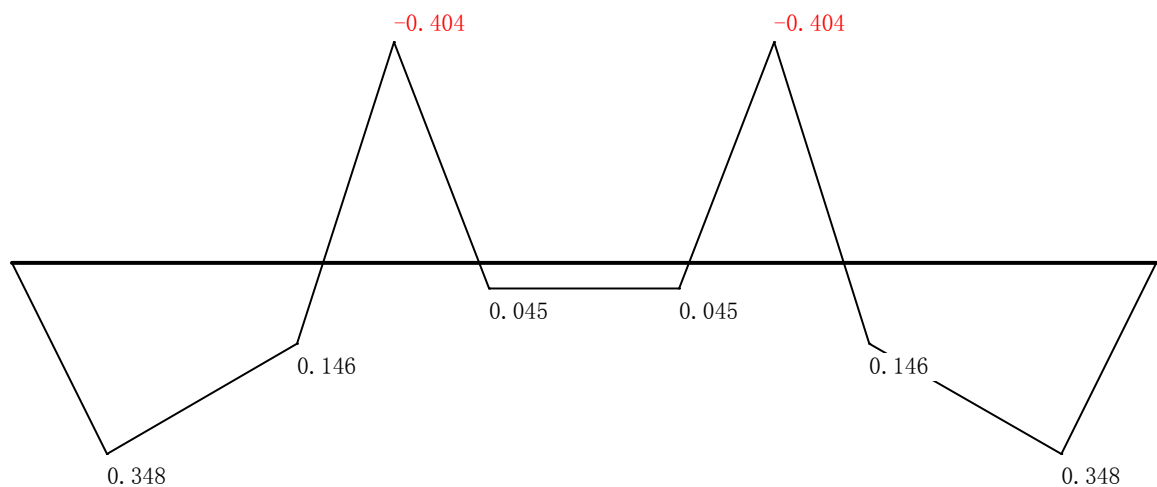
$$\text{截面惯性矩 } I = 215700 \text{ mm}^4;$$

(一) 强度验算

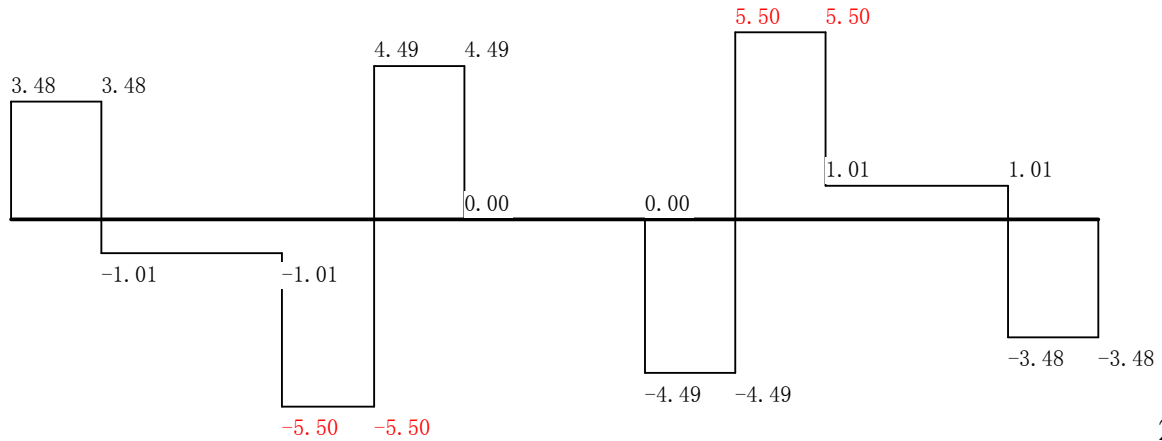
1、主楞承受次楞传递的集中荷载 $P=4.49\text{kN}$ ，按集中荷载作用下三跨连续梁计算，其计算跨度取穿梁螺栓间距， $L=0.4\text{m}$ 。



主楞计算简图 (kN)



主楞弯矩图 (kN·m)



强度验算

最大弯矩 $M_{\max}=0.404\text{kN}\cdot\text{m}$

主楞抗弯强度设计值 $[f]=205\text{N}/\text{mm}^2$ 。

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{0.404 \times 10^6}{8990} = 44.939\text{N}/\text{mm}^2 < 205\text{N}/\text{mm}^2$$

满足要求!

(二) 挠度验算

验算挠度时不考虑可变荷载值，仅考虑永久荷载标准值，其作用效应下次楞传递的集中荷载 $P=3.168\text{kN}$ ，主楞弹性模量： $E = 206000\text{N}/\text{mm}^2$ 。

主楞最大容许挠度值： $400/150=2.7\text{mm}$ ；

经计算主楞最大挠度 $V_{\max}=0.069\text{mm} < 2.7\text{mm}$ 。

满足要求!

(三) 悬挑段强度验算

穿梁螺栓距梁底距离 150mm ，次楞间距 200mm ，

弯矩 $M=4.49 \times 0.15=0.67\text{kN}\cdot\text{m}$

主楞抗弯强度设计值 $[f]=205\text{N}/\text{mm}^2$ 。

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0.67 \times 10^6}{8990} = 74.527\text{N}/\text{mm}^2 < 205\text{N}/\text{mm}^2$$

满足要求!

(四) 悬挑段挠度验算

验算挠度时不考虑可变荷载值，仅考虑永久荷载标准值，其作用效应下次楞传递的集中荷载 $P=3.168\text{kN}$ ，主楞弹性模量： $E = 206000\text{N}/\text{mm}^2$ 。

容许挠度值： $150 \times 2 / 400 = 0.8\text{mm}$ ；

经计算主楞最大挠度 $V_{\max} = 0.114\text{mm} < 0.8\text{mm}$ 。

满足要求！

七、对拉螺栓验算

对拉螺栓轴力设计值： $N = abF_s$

a——对拉螺栓横向间距；b——对拉螺栓竖向间距；

F_s ——侧模板承受的荷载设计值：

$F_s = 0.95 (r_G G_{4k} + r_Q Q_{2k}) = 0.95 \times (1.2 \times 28.8 + 1.4 \times 2) = 35.49\text{kN}$ 。

$N = 0.50 \times 0.40 \times 35.49 = 7.10\text{kN}$ 。

对拉螺栓可承受的最大轴向拉力设计值 $N_t^b = A_n f_t^b$

A_n ——对拉螺栓净截面面积，M12螺栓 $A_n = 76.0\text{mm}^2$

f_t^b ——螺栓的抗拉强度设计值，强度等级5.6级， $f_t^b = 210\text{N/mm}^2$

$N_t^b = 210 \times 76.0 / 1000 = 15.96\text{kN} > N = 7.10\text{kN}$ 。

对拉螺栓抗拉强度满足要求！

八、梁底模板面板验算

面板采用木胶合板，厚度为15mm。取梁底主楞间距0.5m作为计算单元。

面板的截面抵抗矩 $W = 50 \times 1.5 \times 1.5 / 6 = 18.75\text{cm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 50 \times 1.5 \times 1.5 \times 1.5 / 12 = 14.063\text{cm}^4$ ；

（一）强度验算

1、梁底次楞为4根，面板按三跨连续板计算，其计算跨度取梁底次楞间距， $L = 0.167\text{m}$ 。

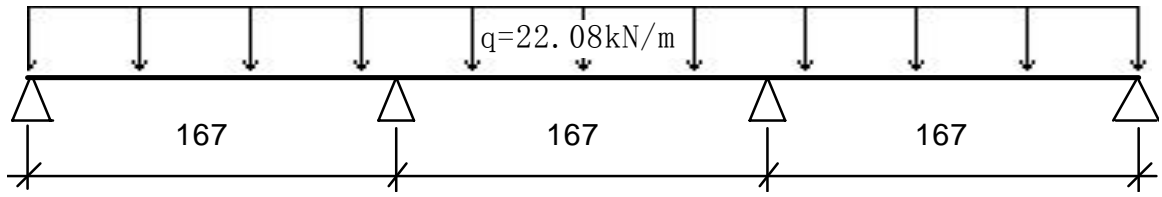
2、荷载计算

作用于梁底模板的均布线荷载设计值为：

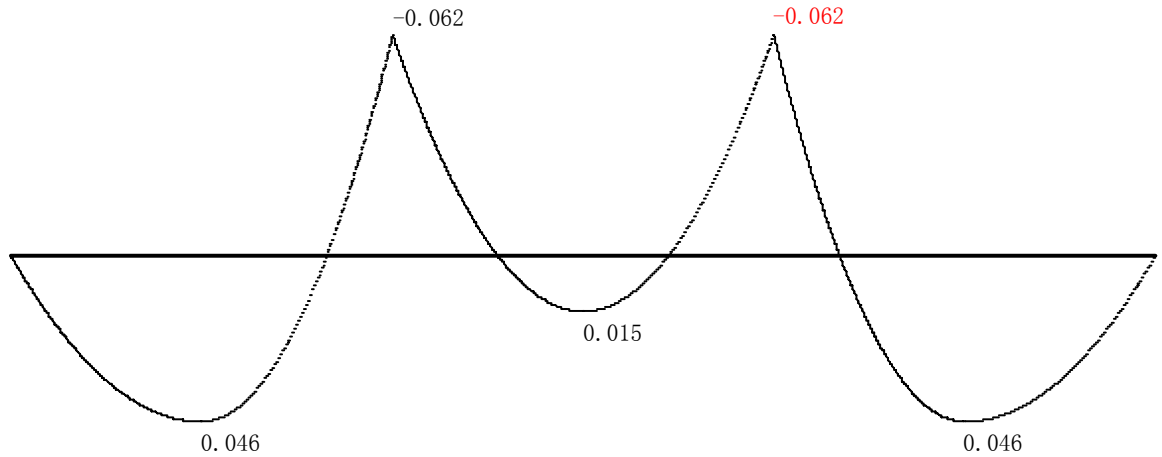
$q_1 = [1.2 \times (24 \times 1.2 + 1.5 \times 1.2 + 0.3) + 1.4 \times 2.5] \times 0.5 = 20.29\text{kN/m}$

$q_2 = [1.35 \times (24 \times 1.2 + 1.5 \times 1.2 + 0.3) + 1.4 \times 0.7 \times 2.5] \times 0.5 = 22.08\text{kN/m}$

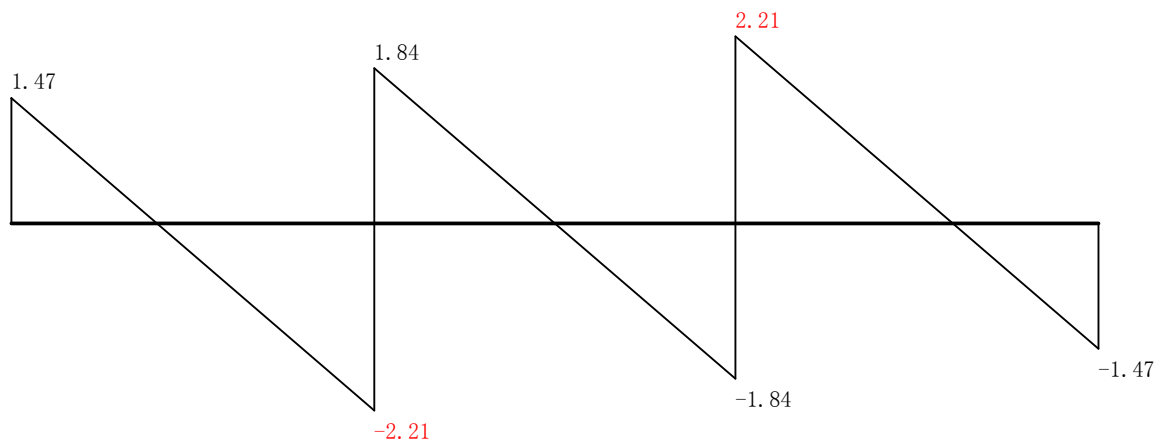
根据以上两者比较应取 $q = 22.08\text{kN/m}$ 作为设计依据。



计算简图 (kN)



弯矩图 (kN·m)



剪力图 (kN)

经过计算得到从左到右各支座力分别为：

$$R_1=1.47\text{kN}; R_2=4.06\text{kN}; R_3=4.06\text{kN}; R_4=1.47\text{kN};$$

最大弯矩 $M_{\max} = 0.062\text{kN}\cdot\text{m}$

梁底模板抗弯强度设计值 $[f]$ (N/mm^2) $=12.5 \text{ N}/\text{mm}^2$;

梁底模板的弯曲应力按下式计算：

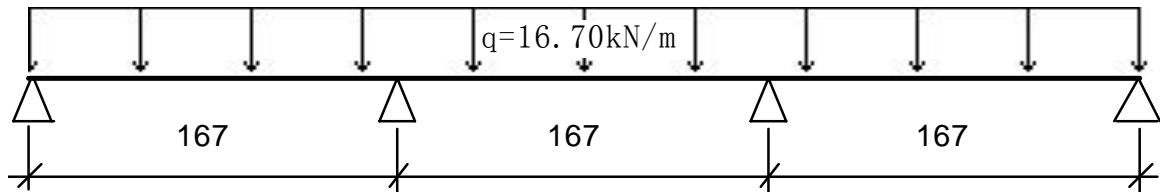
$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{0.062 \times 10^6}{18.75 \times 10^3} = 3.307\text{N}/\text{mm}^2 < 12.5\text{N}/\text{mm}^2$$

满足要求!

(二) 挠度验算

挠度验算时，荷载效应组合取永久荷载+施工均布荷载，分项系数均取1.0。

$$q = 0.5 \times (24 \times 1.2 + 1.5 \times 1.2 + 0.3 + 2.5) = 16.70 \text{ kN/m};$$



面板弹性模量: $E = 4500 \text{ N/mm}^2$;

经计算，最大变形 $V_{\max} = 0.139 \text{ mm}$

梁底模板的最大容许挠度值: $167/400 = 0.4 \text{ mm}$;

最大变形 $V_{\max} = 0.139 \text{ mm} < 0.4 \text{ mm}$

满足要求!

九、 梁底模板次楞验算

本工程梁底模板次楞采用方木，宽度50mm，高度100mm。

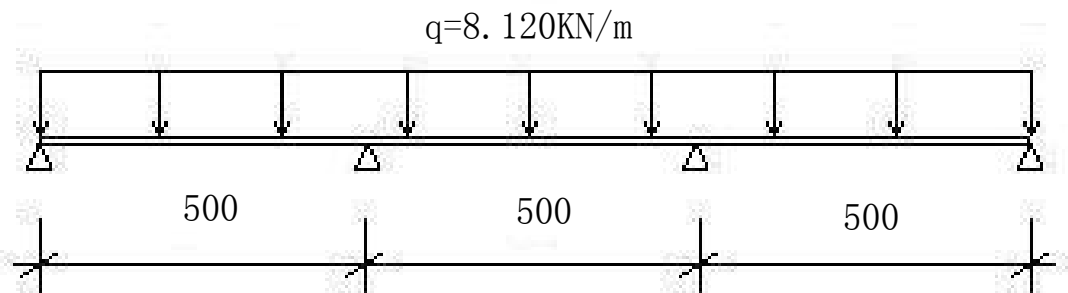
次楞的截面惯性矩I和截面抵抗矩W分别为:

$$W = 5 \times 10 \times 10 / 6 = 83.333 \text{ cm}^3;$$

$$I = 5 \times 10 \times 10 \times 10 / 12 = 416.667 \text{ cm}^4;$$

(一) 强度验算

最大弯矩考虑为永久荷载与可变荷载的计算值最不利分配的弯矩和，取受力最大的次楞，按照三跨连续梁进行计算，其计算跨度取次楞下主楞的间距， $L=0.5\text{m}$ 。



次楞计算简图

荷载设计值 $q = 4.06/0.5 = 8.120\text{kN/m}$;

最大弯矩 $M_{\max} = 0.1ql^2 = 0.1 \times 8.120 \times 0.5^2 = 0.203 \text{ kN} \cdot \text{m}$;

次楞抗弯强度设计值 $[f] = 17\text{N/mm}^2$;

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{0.203 \times 10^6}{83.333 \times 10^3} = 2.436\text{N/mm}^2 < 17\text{N/mm}^2$$

次楞抗弯强度满足要求!

(二) 抗剪强度验算

$V = 0.6ql = 0.6 \times 8.120 \times 0.5 = 2.436\text{kN}$

木材抗剪强度设计值 $f_v = 1.6\text{N/mm}^2$;

抗剪强度按下式计算:

$$\tau = \frac{3V}{2bh} = \frac{3 \times 2.436 \times 10^3}{2 \times 50 \times 100} = 0.73\text{N/mm}^2 < f_v = 1.6\text{N/mm}^2$$

次楞抗剪强度满足要求!

(三) 挠度验算

次楞最大容许挠度值: $1/250 = 500/250 = 2 \text{ mm}$;

挠度验算时, 荷载效应组合取永久荷载+施工均布荷载, 分项系数均取1.0。

$q = 3.068/0.5 = 6.136\text{N/mm}$;

次楞弹性模量: $E = 10000\text{N/mm}^2$;

$$v = \frac{0.677ql^4}{100EI} = \frac{0.677 \times 6.136 \times 500^4}{100 \times 10000 \times 416.667 \times 10^4} = 0.062\text{mm} < 2\text{mm}$$

次楞挠度满足要求!

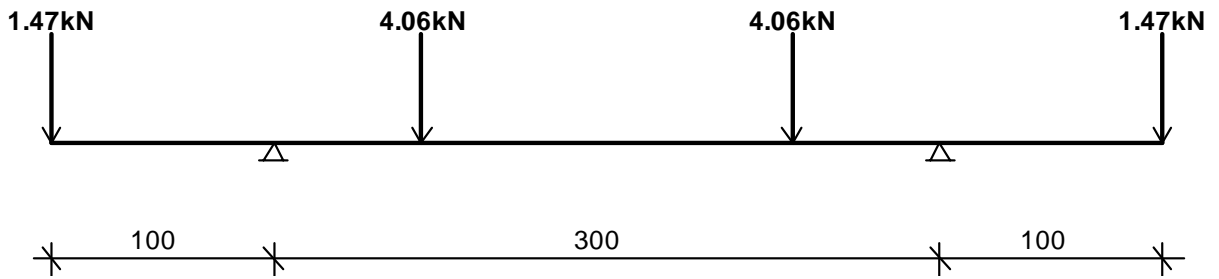
十、 梁底模板主楞验算

主楞采用: 双钢管

截面抵抗矩 $W = 8.99\text{cm}^3$

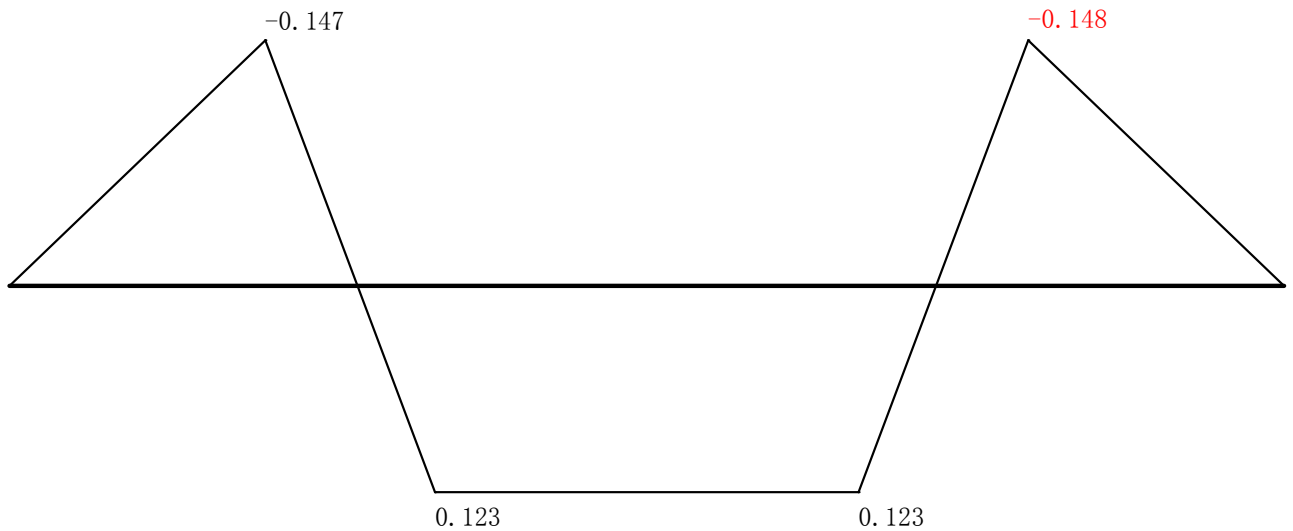
截面惯性矩 $I = 21.57\text{cm}^4$

集中荷载 P 为次楞传递荷载。



计算简图 (kN)

(一) 抗弯强度验算



弯矩图 (kN·m)

经计算，从左到右各支座力分别为：

$$R_1=5.53\text{kN}; R_2=5.53\text{kN};$$

最大弯矩 $M_{\max}=0.148\text{kN}\cdot\text{m}$;

主楞抗弯强度设计值 $[f](\text{N}/\text{mm}^2) = 205\text{N}/\text{mm}^2$;

主楞弯曲应力按下式计算：

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{0.148 \times 10^6}{8.99 \times 10^3} = 16.463\text{N}/\text{mm}^2 < 205\text{N}/\text{mm}^2$$

主楞抗弯强度满足要求！

(二) 挠度验算

主楞的最大容许挠度值： $L/150 = 300/150 = 2.0\text{mm}$ 或 10mm ;

经计算，主楞的最大变形 $V_{\max} = 0.028\text{mm} < 2.0\text{mm}$

主楞挠度满足要求！

十一、 可调托撑承载力验算

主楞通过可调托撑传递给立杆的最大荷载设计值为 5.53kN，可调托撑受压承载力设计值为 40kN。

5.53kN < 40kN，可调托撑承载力满足要求！

十二、 风荷载计算

1. 风荷载标准值

风荷载标准值应按下式计算： $\omega_k = \mu_s \mu_z \omega_0$

ω_0 ---基本风压，按北京10年一遇风压值采用， $\omega_0 = 0.3 \text{ kN/m}^2$ 。

μ_s ---支撑结构风荷载体形系数 μ_s ，将支撑架视为桁架，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》表8.3.1第33项和37项的规定计算。支撑架的挡风系数 $\varphi = 1.2 \times A_n / (l_a \times h) = 1.2 \times 0.108 / (0.5 \times 1.5) = 0.173$

式中 A_n ---一步一跨范围内的挡风面积， $A_n = (l_a + h + 0.325 l_a h) d = 0.108 \text{ m}^2$

l_a ----立杆间距，0.5m， h -----步距，1.5m， d -----钢管外径，0.048m

系数1.2-----节点面积增大系数。系数0.325-----支撑架立面每平米内剪刀撑的平均长度。

单排架无遮拦体形系数： $\mu_{st} = 1.2\varphi = 1.2 \times 0.173 = 0.21$

无遮拦多排模板支撑架的体形系数：

$$\mu_s = \mu_{st} \frac{1 - \eta^n}{1 - \eta} = 0.21 \frac{1 - 0.88^{10}}{1 - 0.88} = 1.26$$

η ----风荷载地形地貌修正系数。 n ----支撑架相连立杆排数。

支撑架顶部立杆段距地面计算高度 $H = 5\text{m}$ ，按地面粗糙度C类 有密集建筑群的城市市区。风压高度变化系数 $\mu_z = 0.65$ 。

支撑架顶部立杆段风荷载标准值 $\omega_k = \mu_s \mu_z \omega_0 = 0.65 \times 1.26 \times 0.3 = 0.246 \text{ kN/m}^2$

2. 风荷载引起的立杆轴力标准值 N_{wk}

支撑结构通过连墙件与既有结构可靠连接时，可不考虑风荷载作用于支撑结构引起的立杆轴力 N_{wk} 和弯矩 M_{TK} 。

3. 风荷载引起的立杆弯矩设计值 M

P_{wk} —风荷载的线荷载标准值, $P_{wk}=\omega_k l_a=0.246\times 1=0.25\text{kN/m}$

ω_k —风荷载标准值, $\omega_k=0.246\text{kN/m}^2$, l_a —立杆纵向间距, $l_a=1\text{m}$

风荷载引起的立杆弯矩标准值 $M_{wk}=M_{Lk}$

$$M_{Lk}=\frac{P_{wk}h^2}{10}=\frac{0.25\times 1.5^2}{10}=0.056\text{kN}\cdot\text{m}$$

风荷载引起的立杆弯矩设计值 $M=\gamma_q M_{wk}=1.4\times 0.056=0.078\text{kN}\cdot\text{m}$

十三、立杆稳定性验算

(一) 立杆轴力设计值

梁底立杆承受梁荷载设计值: 5.53kN ;

立杆承受支架自重荷载设计值: $1.2\times 5\times 0.123=0.74\text{kN}$

梁底立杆轴向力设计值: 6.27kN ;

(二) 立杆计算长度

有剪刀撑框架式支撑结构中的单元框架稳定性验算时, 立杆计算长度 $L_0=\beta_H \beta_a \mu h$

μ —立杆计算长度系数, 按《建筑施工临时支撑结构技术规范》附录表B-3水平杆连续取值。表中主要参数取值如下:

$$K=\frac{EI}{hk}+\frac{l_y}{6h}$$

有剪刀撑框架式支撑结构的刚度比,

其中 E —弹性模量, 取 $206000\text{ (N/mm}^2\text{)}$

I —钢管的截面惯性矩, 取 $107800\text{ (mm}^4\text{)}$

h —立杆步距, 取 1500mm

k —节点转动刚度, 取 $35\text{kN}\cdot\text{m/rad}$

l_y —立杆的 y 向间距, 取 1000mm

$$K=\frac{206000\times 107800}{1500\times 35\times 10^6}+\frac{1000}{6\times 1500}=0.53$$

a_x —单元框架 x 向跨距与步距 h 之比, $a_x=l_x/h=1/1.5=0.67$

n_x —单元框架的 x 向跨数, $n_x=4$

x 向定义: 立杆纵横向间距相同, x 向为单元框架立杆跨数大的方向, 取板底立杆纵距

方向（延梁长度方向）。

根据以上参数查表，立杆计算长度系数 $\mu = 1.49$

β_a —扫地杆高度与悬臂长度修正系数，按附录表B-5水平杆连续取值， $\beta_a = 1.05$

其中 a_1 —扫地杆高度与步距 h 之比， $a_1 = 0.2/1.5 = 0.13$

a_2 —悬臂长度与步距 h 之比， $a_2 = 0.5/1.5 = 0.33$

a — a_1 与 a_2 中的较大值， $a = 0.33$

β_H —高度修正系数，架体高度5m， $\beta_H = 1$

立杆计算长度 $L_0 = \beta_H \beta_a \mu h = 1 \times 1.05 \times 1.49 \times 1.5 = 2.35\text{m}$

（三）立杆稳定性验算

有剪刀撑框架式支撑结构，应按下式对单元框架进行立杆稳定性验算：

$$\frac{N}{\varphi A} \leq f$$

N —立杆轴力设计值，取6.27kN；

φ —轴心受压构件的稳定系数，根据长细比 $\lambda = L_0/i$ 查规范附录A取值；

λ —计算长细比， $\lambda = L_0/i = 2350/15.90 = 148$ ，查表 $\varphi = 0.316$ ；梁处支撑结构单元框架

加密，加密区立杆的稳定系数 $\phi = 0.8 \varphi = 0.8 \times 0.316 = 0.25$

L_0 —立杆计算长度，取2350mm， i —杆件截面回转半径，取15.90mm；

A —杆件截面积，取424mm²； f —钢材抗压强度设计值，取205N/mm²；

$$\frac{N}{\varphi A} = \frac{6.27 \times 10^3}{0.25 \times 424} = 59.151 \text{N/mm}^2 < f = 205 \text{N/mm}^2$$

立杆稳定性满足要求！

立杆局部稳定性验算

有剪刀撑框架式支撑结构，组合风荷载时，还应按下式进行立杆局部稳定性验算：

$$\frac{N}{\varphi A} + \frac{M}{W(1 - 1.1\varphi \frac{N}{N'_E})} \leq f$$

N —立杆轴力设计值，取6.27kN；

φ —轴心受压构件的稳定系数，根据长细比 $\lambda = L_0/i$ 查规范附录A取值；

λ —计算长细比, $\lambda = L_0/i = 250/1.59 = 157$, 查表 $\varphi = 0.284$

L_0 —立杆计算长度, 进行局部稳定性验算时, $L_0 = (1+2a)h = (1+2 \times 0.333) \times 1.5 = 2.50\text{m}$

a — a_1 与 a_2 中的较大值, $a = 0.333$

其中 a_1 —扫地杆高度与步距 h 之比, $a_1 = 0.2/1.5 = 0.133$

a_2 —悬臂长度与步距 h 之比, $a_2 = 0.5/1.5 = 0.333$

i —杆件截面回转半径, 取 1.59cm ;

A —杆件截面积, 取 424mm^2 ; f —钢材抗压强度设计值, 取 205N/mm^2 ;

M —风荷载引起的立杆弯矩设计值, $M = 0.078\text{kN} \cdot \text{m}$

W —杆件截面模量, $W = 4490\text{mm}^3$

N'_E —立杆的欧拉临界力,

$$N'_E = \frac{\pi^2 EA}{\lambda^2} = \frac{3.142^2 \times 206000 \times 424}{157^2} = 34.98\text{kN}$$

立杆稳定性验算如下:

$$\frac{6.27 \times 10^3}{0.284 \times 424} + \frac{0.078 \times 10^6}{4490 \times \left(1 - 1.1 \times 0.284 \times \frac{6.27}{34.98}\right)}$$

$$= 52.069 + 18.402 = 70.471\text{N/mm}^2 < f = 205\text{N/mm}^2$$

立杆局部稳定性验算满足要求!

十四、 支撑结构地基承载力验算

1、支承于地基土上时, 地基承载力设计值 f_g 按下式计算:

$$f_g = k_c f_{ak}$$

f_{ak} ——地基承载力特征值, 按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007 的规定确定, 地基土类型为粘性土, 取 $f_{ak} = 120\text{kN/m}^2$

k_c ——地基承载力调整系数, $k_c = 0.5$

地基承载力设计值 $f_g = 120 \times 0.5 = 60\text{kN/m}^2$

2、计算立杆基础底面积 A_g

立杆下设置垫板, 垫板作用长度 1m , 作用宽度 0.3m , 立杆基础底面积取垫板作

用面积。

立杆基础底面积 $A_g=1 \times 0.3=0.3\text{m}^2$

3、支撑结构传至立杆基础底面的轴力设计值 $N=6.27\text{kN}$

4、立杆基础底面的平均压力设计值 P 按下式计算：

$$P = \frac{N}{A_g} = \frac{6.27}{0.3} = 20.9\text{kN/m}^2 < f_g = 60\text{kN/m}^2$$

地基承载力满足要求！。