

锚筋直径 $d := 10\text{mm}$

锚板厚度 $t := 12\text{mm}$

锚筋的数量 $n := 4$

预埋件构造要求

锚筋中心至锚板边缘的距离 $S_1 := \max(20\text{mm}, 2 \cdot d)$ 《混规》 9.7.4条

$$S_1 = 20 \cdot \text{mm}$$

实际锚筋中心至锚板边缘的距离 $S_{1\text{Actual}} := 50\text{mm}$

$$\text{HENCE}(S_1 \leq S_{1\text{Actual}}) = \text{"满足规范要求"}$$

锚筋至构件边缘的距离(顺剪力方向) $c_1 := \max(6 \cdot d, 70\text{mm})$

$$c_1 = 70 \cdot \text{mm}$$

实际锚筋至构件边缘的距离 $c_{1\text{Actual}} := 100\text{mm}$

$$\text{HENCE}(c_1 \leq c_{1\text{Actual}}) = \text{"满足规范要求"}$$

锚筋至构件边缘的距离(垂直剪力方向) $c_2 := \max(3d, 45\text{mm})$

$$c_2 = 45 \cdot \text{mm}$$

实际锚筋至构件边缘的距离 $c_{2\text{Actual}} := 100\text{mm}$

$$\text{HENCE}(c_2 \leq c_{2\text{Actual}}) = \text{"满足规范要求"}$$

实际锚筋间距(顺剪力方向) $b_1 := 100\text{mm}$

$$\text{HENCE}(\max(6 \cdot d, 70\text{mm}) \leq b_1 \leq 300\text{mm}) = \text{"满足规范要求"}$$

实际锚筋间距(垂直剪力方向) $b_2 := 95\text{mm}$

$$\text{HENCE}(b_2 \leq 300\text{mm}) = \text{"满足规范要求"}$$

钢筋面积计算

沿剪力作用方向的钢筋层数

二层

二层

钢筋层数影响系数
水平方向 a_r ，垂直 a_{r2}

$$a_r = 1$$

$$a_{r2} = 1$$

锚筋受剪承载力系数

$$a_v := \min \left[0.7, \left[4.0 - 0.08 \cdot \frac{d}{(\text{mm})} \right] \cdot \sqrt{\frac{f_c}{f_y}} \right]$$

$$a_v = 0.638$$

锚板弯曲变形系数

$$a_b := \min \left(0.6 + 0.25 \cdot \frac{t}{d}, 1 \right)$$

$$a_b = 0.9$$

锚筋面积计算

$$A_{s1} := \frac{V_y}{a_{r2} \cdot a_v \cdot f_y} + \frac{V_x}{a_r \cdot a_v \cdot f_y} + \frac{N_d}{0.8 \cdot a_b \cdot f_y} + \frac{M_y}{1.3 \cdot a_r \cdot a_b \cdot f_y \cdot z} + \frac{M_x}{1.3 \cdot a_{r2} \cdot a_b \cdot f_y \cdot z_2}$$

$$A_{s1} = 238.193 \cdot \text{mm}^2$$

$$A_{s2} := \frac{N_d}{0.8 \cdot a_b \cdot f_y} + \frac{M_y}{1.3 \cdot a_r \cdot a_b \cdot f_y \cdot z} + \frac{M_x}{1.3 \cdot a_{r2} \cdot a_b \cdot f_y \cdot z_2}$$

$$A_{s2} = 118.868 \cdot \text{mm}^2$$

锚筋实际锚固面积

$$A_0 := \frac{n \cdot \pi \cdot d^2}{4}$$

$$A_0 = 314.159 \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{HENCE}(\max(A_{s1}, A_{s2}) \leq A_0) = \text{"满足规范要求"}$$

锚板计算面积

$$A_o := \frac{N_d}{0.5 \cdot f_c}$$

$$A_o = 4.192 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

埋板尺寸

$$l_x := z + 100\text{mm} = 300 \cdot \text{mm}$$

$$l_y := z_2 + 100\text{mm} = 200 \cdot \text{mm}$$

锚板实际面积

$$A_a := l_x \cdot l_y$$

$$A_a = 6 \times 10^4 \cdot \text{mm}^2$$

锚板面积比

$$\text{HENCE}(A_o \leq A_a) = \text{"满足规范要求"}$$

混凝土抗压强度分析

埋板尺寸

$$l_x = 300 \cdot \text{mm}$$

$$l_y = 200 \cdot \text{mm}$$

$$d_{oy} := z_2 + 50 \text{mm} = 150 \cdot \text{mm}$$

$$d_{ox} := z + 50 \text{mm} = 250 \cdot \text{mm}$$

钢弹性模量

$$E_s := 206 \text{GPa}$$

混凝土弹性模量(C30)

$$E_c := 30 \text{GPa}$$

受压区面积的宽度

$$d_{ny} := \frac{E_s \cdot f_c \cdot d_{oy}}{E_s \cdot f_c + E_c \cdot f_y}$$

$$d_{nx} := \frac{E_s \cdot f_c \cdot d_{ox}}{E_s \cdot f_c + E_c \cdot f_y}$$

$$d_{ny} = 32.146 \cdot \text{mm}$$

$$d_{nx} = 53.576 \cdot \text{mm}$$

计算参数

$$l_{py} := d_{oy} - \frac{d_{ny}}{3}$$

$$l_{px} := d_{ox} - \frac{d_{nx}}{3}$$

$$l_{py} = 139.285 \cdot \text{mm}$$

$$l_{px} = 232.141 \cdot \text{mm}$$

由弯矩产生的压力

$$N_{cy} := \frac{M_y}{l_{px}} = 389 \text{N}$$

$$N_{cx} := \frac{M_x}{l_{py}} = 654.085 \text{N}$$

最大压应力

$$f_{nc} := \frac{2N_{cx}}{l_{px} \cdot l_y} + \frac{2N_{cy}}{l_{py} \cdot l_x} + \frac{N_d}{l_x \cdot l_y}$$

$$f_{nc} = 0.546 \cdot \text{MPa}$$

混凝土应力比值

$$\text{HENCE}(f_{nc} \leq f_c) = \text{"满足规范要求"}$$

钢筋锚固长度计算

预埋件钢筋截面面积

$$A_1 := \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$A_1 = 78.54 \cdot \text{mm}^2$$

锚板中一横排中锚筋的数量

$$n_x := 2 \quad n_y := 2$$

单个锚筋最大拉力

$$F_t := \frac{M_y}{l_{px} \cdot n_x} + \frac{M_x}{l_{py} \cdot n_y} + \frac{N_d}{n \cdot a_1 \cdot a_2}$$

此处受拉锚筋数量 $n = 4$

$$F_t = 8.015 \cdot \text{kN}$$

预埋筋的最大应力值

$$\sigma_{\max} := \frac{F_t}{A_1}$$

$$\sigma_{\max} = 102.044 \cdot \text{MPa} \quad \text{小于} 360 \text{MPa}$$

锚筋的外形系数(带肋)

$$\alpha_1 := 0.14$$

受拉钢筋基本锚固长度

$$l_{ab} := \alpha_1 \cdot \frac{\sigma_{\max}}{f_t} \cdot d$$

$$l_{ab} = 99.904 \cdot \text{mm}$$

锚固长度修正系数
(一侧贴焊&抗震要求)

$$\xi_a := 0.6 \cdot 1.1$$

依据《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第8.3.1条以及8.3.3条条锚筋的锚固长度不应小于15锚筋直径, 且不小于200mm

受拉钢筋锚固长度

$$L_a := \max(\xi_a \cdot l_{ab}, 200 \text{mm}, 15 \cdot d)$$

$$L_a = 200 \cdot \text{mm}$$

锚筋实际锚固长度

$$L_{\text{actual}} := 200 \cdot \text{mm}$$

$$\text{HENCE}(L_a \leq L_{\text{actual}}) = \text{"满足规范要求"}$$

埋板厚度校核

将锚筋作为支座, 埋板可简化为简支梁结构, 将最大弯矩位于锚筋处, 受到混凝土的反作用力

锚筋中心到锚板边缘距离

$$z_0 := 50 \text{mm}$$

锚筋处的最大压应力

$$f_n := \left| \frac{f_{nc} \cdot (d_{ny} - z_0)}{d_{ny}} \right| + \left| \frac{f_{nc} \cdot (d_{nx} - z_0)}{d_{nx}} \right|$$

$$f_n = 0.34 \cdot \text{MPa}$$

埋板许用弯曲应力

$$P_b := 215 \text{MPa}$$

埋板的许用弯曲应力&构造要求

$$t_{\min} := \max \left[\sqrt{\frac{6 \cdot \left(\frac{f_{nc} \cdot z_0^2}{3} + \frac{f_n \cdot z_0^2}{6} \right)}{P_b}}, 0.6 \cdot d \right]$$

$$t_{\min} = 6 \cdot \text{mm}$$

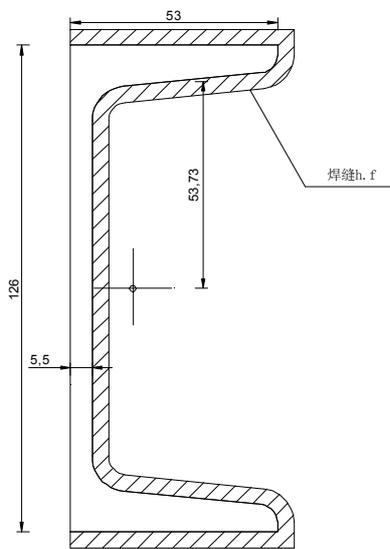
实际锚板厚度

$$t_{\text{actual}} := t = 12 \cdot \text{mm}$$

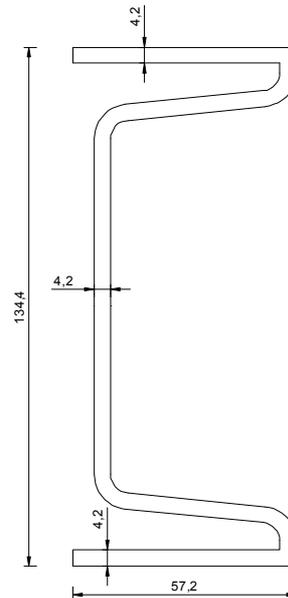
$$\text{HENCE}(t_{\min} \leq t_{\text{actual}}) = \text{"满足规范要求"}$$

焊缝强度校核分析

连接件截面(12#槽钢)



焊缝截面



焊缝截面参数

截面几何参数表(主单位为cm)

A(cm ²)	13.3234	I _p (cm ⁴)	400.9861
I _x (cm ⁴)	361.4084	I _y (cm ⁴)	39.5777
i _x	5.2082	i _y	1.7235
W _x (上)(cm ³)	53.7810	W _y (左)(cm ³)	16.3502
W _x (下)(cm ³)	53.7810	W _y (右)(cm ³)	11.9955
绕X轴面积矩	32.3798	绕Y轴面积矩	10.2199
形心离左边缘距离	2.4206	形心离右边缘距离	3.2994
形心离上边缘距离	6.7200	形心离下边缘距离	6.7200
主矩I1(cm ⁴)	361.4084	主矩1方向	(1.000,0.000)
主矩I2(cm ⁴)	39.5777	主矩2方向	(0.000,1.000)

转接件个数

$$n_b := 2$$

侧埋件所受的轴力设计值

$$N_d = 2.997 \times 10^4 \text{ N}$$

剪力设计值

$$V_y = 2.591 \times 10^4 \text{ N}$$

$$V_x = 1.482 \times 10^3 \text{ N}$$

弯矩设计值

$$M_y = 9.03 \times 10^4 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$M_x = 9.11 \times 10^4 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$$

E43焊缝设计强度

$$f_{w,E43} := 160 \text{ MPa}$$

焊脚尺寸	$h_f := 6\text{mm}$	
焊脚计算厚度	$h_e := 0.7h_f = 4.2\cdot\text{mm}$	
有效焊缝截面积 (三面围焊)	$A_w := 13.3234\text{cm}^2$	
焊缝截面惯性矩	$I_x := 361.4084\text{cm}^4$	$I_y := 39.5777\text{cm}^4$
焊缝截面抵抗距	$Z_{wx} := 53.7810\text{cm}^3$	$Z_{wy} := 11.9955\text{cm}^3$
焊缝正应力	$\sigma_A := \frac{N_d}{A_w} + \frac{M_x}{Z_{wx}} + \frac{M_y}{Z_{wy}}$	
	$\sigma_A = 31.718\cdot\text{MPa}$	
	$V_d := \sqrt{V_y^2 + V_x^2} = 2.596 \times 10^4\text{N}$	
焊缝剪应力	$\tau_A := \frac{V_d}{A_w}$	
	$\tau_A = 19.483\cdot\text{MPa}$	
荷载特征	<input type="text" value="承受静载或间接动载"/>	
正面焊缝强度增大系数	$\beta_f = 1.22$	
《钢规》式7.1.3-3	$\tau_w := \frac{1}{n_b} \sqrt{\left(\frac{\sigma_A}{\beta_f}\right)^2 + \tau_A^2}$	
	$\tau_w = 16.244\cdot\text{MPa}$	
E43焊缝设计强度	$f_{w.E43} = 160\cdot\text{MPa}$	
焊缝截面应力分析	HENCE($\tau_w < f_{w.E43}$) = "满足规范要求"	