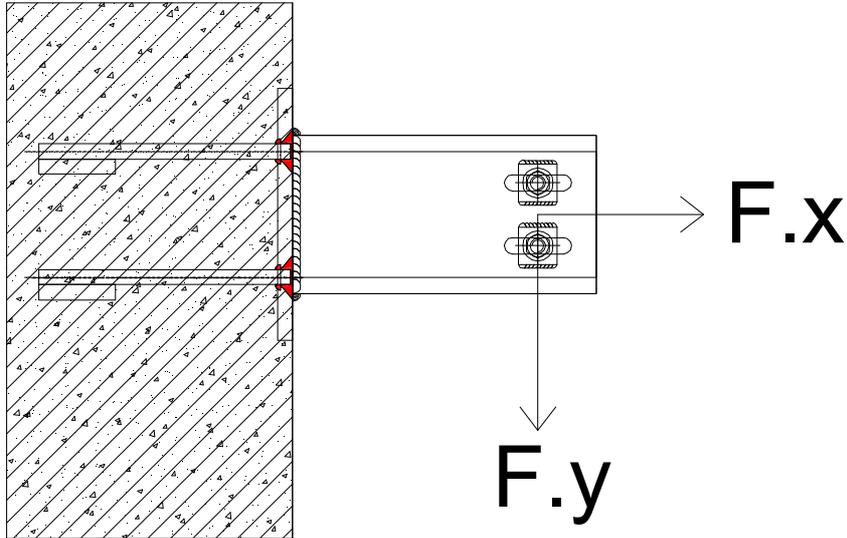


## 02 立柱连接件校核分析



### 支点连接校核分析



承载力极限状态组合线性荷载设计值  $ULS := 2.103\text{kPa}$

立柱分格宽度(左)  $a_1 := 1550\text{mm}$

立柱分格宽度(右)  $a_2 := 1550\text{mm}$

上下层立柱跨度  $H_{\text{up}} := 6600\text{mm}$

$H_{\text{down}} := 6600\text{mm}$

重力荷载设计值  $DL := 14.124\text{kN}$

拉力设计值  $F_x := ULS \cdot \frac{(a_1 + a_2)}{2} \cdot \frac{H_{\text{up}} + H_{\text{down}}}{2}$

$F_x = 21.514 \cdot \text{kN}$

竖向剪力设计值  $F_y := DL = 1.412 \times 10^4 \text{N}$

合力  $F_{v,\text{max}} := \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 2.574 \times 10^4 \text{N}$

## 螺栓校核分析

螺栓材质

A2-70

螺栓许用拉应力

$$f_{tb.A2\_70} = 280 \cdot \text{MPa}$$

<GB50429>表4.3.5-1

螺栓许用剪应力

$$f_{vb.A2\_70} = 265 \cdot \text{MPa}$$

螺栓公称直径

$$d_{ls} := 12 \text{mm}$$

螺距

$$p := 1.75 \text{mm}$$

螺栓有效面积计算公式：

$$A_{ls}(d_{ls}, p) := \frac{\pi}{4} \cdot \left[ \frac{d_{ls} - \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{8} \cdot p + \left[ d_{ls} - \frac{5 \cdot \sqrt{3}}{8} \cdot p - \frac{1}{6} \cdot \left( \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot p \right) \right]}{2} \right]^2$$

螺纹有效面积

$$A_s := A_{ls}(d_{ls}, p) = 84.267 \cdot \text{mm}^2$$

螺栓抗拉承载力

$$F_{tb.A2\_70} := f_{tb.A2\_70} \cdot A_s$$

$$F_{tb.A2\_70} = 23.595 \cdot \text{kN}$$

螺栓许用剪应力

$$F_{vb.A2\_70} := f_{vb.A2\_70} \cdot A_s$$

$$F_{vb.A2\_70} = 22.331 \cdot \text{kN}$$

受剪截面（单个螺栓）

$$n_v := 2$$

螺栓数量

$$n_{\text{bolt}} := 2$$

螺栓实际所受剪力

$$F_v := \frac{F_{v.\text{max}}}{n_{\text{bolt}} \cdot n_v}$$

$$F_v = 6.434 \times 10^3 \text{ N}$$

$$\text{HENCE}(F_v \leq F_{vb.A2\_70}) = \text{"满足规范要求"}$$

## 铝型材局部承压承载力校核

材质类型	6063-T6
局部承压强度设计值	$f_{cb.6063\_T6} = 240 \cdot \text{MPa}$
	$f_{vs.6063\_T6} = 85 \cdot \text{MPa}$
连接处竖框局部壁厚	$t_c := 3 \text{mm}$
螺栓直径	$d_{ls} = 12 \cdot \text{mm}$
螺栓间距	$e_{net} := 70 \text{mm}$
承压面数(总)	$n_c := n_{bolt} \cdot n_v = 4$
型材端部承压破坏承载力	$N_{c1} := n_c \cdot t_c \cdot d_{ls} \cdot f_{cb.6063\_T6}$
	$N_{c1} = 3.456 \times 10^4 \text{ N}$
螺栓间型材剪切破坏承载力	$N_{c2} := \frac{n_c}{2} \cdot (e_{net} - d_{ls}) \cdot t_c \cdot f_{vs.6063\_T6}$
	$N_{c2} = 2.958 \times 10^4 \text{ N}$
考虑较小值	$N_c := \min(N_{c1}, N_{c2}) = 2.958 \times 10^4 \text{ N}$
校核分析	HENCE( $F_{v.max} \leq N_c$ ) = "满足规范要求"

## 垫片局部承压承载力校核

材质类型	Q235B
局部承压强度设计值	$f_{ce.Q235} = 320 \cdot \text{MPa}$
抗剪强度设计值	$f_{v.Q235} = 125 \cdot \text{MPa}$
抗压强度设计值	$f_{ts.Q235} = 215 \cdot \text{MPa}$
方垫片垫片尺寸	$a_{dp} := 30 \text{mm}$
	$b_{dp} := 30 \text{mm}$
垫片厚度	$t_{c\_dp} := 4 \text{mm}$

螺栓直径

$$d_{ls} = 12 \cdot \text{mm}$$

承压面数

$$n_c = 4$$

型材端部承压破坏承载力

$$N_{c1\_dp} := n_c \cdot t_{c\_dp} \cdot d_{ls} \cdot f_{ce.Q235}$$

$$N_{c1\_dp} = 6.144 \times 10^4 \text{ N}$$

垫片剪切厚度

$$e_{net\_dp} := \frac{a_{dp} - d_{ls}}{2} = 9 \cdot \text{mm}$$

型材剪切破坏承载力

$$N_{c2\_dp} := n_c \cdot e_{net\_dp} \cdot t_{c\_dp} \cdot f_{v.Q235}$$

$$N_{c2\_dp} = 1.8 \times 10^4 \text{ N}$$

考虑较小值

$$N_{c\_dp} := \min(N_{c1\_dp}, N_{c2\_dp}) = 1.8 \times 10^4 \text{ N}$$

按厚度分配剪力大小

$$F_{v.bp} := F_{v.max} \cdot \frac{t_{c\_dp}}{t_{c\_dp} + t_c} = 1.471 \times 10^4 \text{ N}$$

校核分析

$$\text{HENCE}(F_{v.bp} \leq N_{c\_dp}) = \text{"满足规范要求"}$$

### 垫片焊缝验算

角焊缝强度设计值(E43)

$$f_{w.E43} = 160 \cdot \text{MPa}$$

焊脚高度

$$h_w := 4 \text{ mm}$$

有效焊脚高度

$$h_e := 0.7 \cdot h_w = 2.8 \cdot \text{mm}$$

最大剪力

$$F_{v.max} = 2.574 \times 10^4 \text{ N}$$

焊缝总面积

$$A_w := 2a_{dp} \cdot h_e$$

$$A_w = 168 \cdot \text{mm}^2$$

焊缝的剪应力

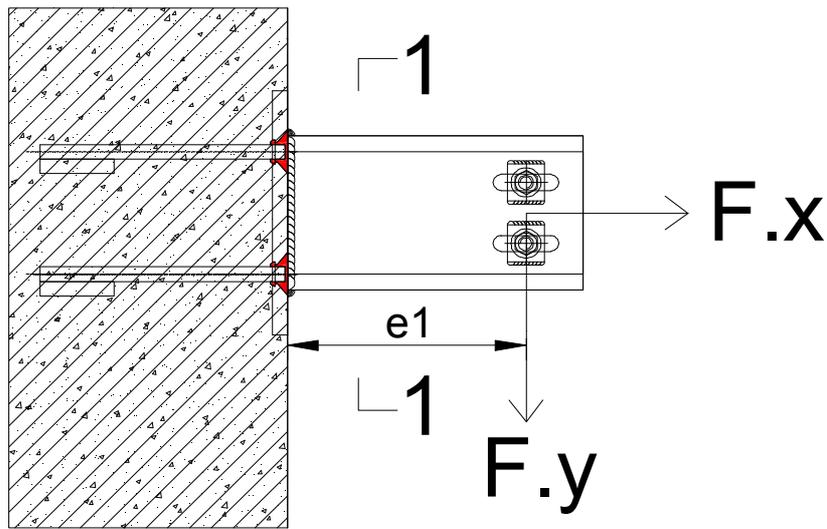
$$\tau_A := \frac{F_{v.max}}{n_c \cdot A_w}$$

$$\tau_A = 38.297 \cdot \text{MPa}$$

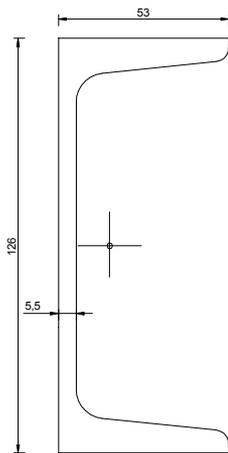
应力分析

$$\text{HENCE}(\tau_A < f_{w.E43}) = \text{"满足规范要求"}$$

## 1-1截面校核分析



有效截面特性如下所示



截面几何参数表(主单位为cm)

A(cm <sup>2</sup> )	15.6858	I <sub>p</sub> (cm <sup>4</sup> )	426.5390
I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	388.5262	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	38.0128
i <sub>x</sub>	4.9769	i <sub>y</sub>	1.5567
W <sub>x</sub> (上)(cm <sup>3</sup> )	61.6708	W <sub>y</sub> (左)(cm <sup>3</sup> )	23.8785
W <sub>x</sub> (下)(cm <sup>3</sup> )	61.6708	W <sub>y</sub> (右)(cm <sup>3</sup> )	10.2514
绕X轴面积矩	36.3690	绕Y轴面积矩	10.5605
形心离左边缘距离	1.5919	形心离右边缘距离	3.7081
形心离上边缘距离	6.3000	形心离下边缘距离	6.3000
主矩I1(cm <sup>4</sup> )	388.5262	主矩1方向	(1.000,0.000)
主矩I2(cm <sup>4</sup> )	38.0128	主矩2方向	(-0.000,1.000)

材质类型

Q235B

抗拉强度设计值

$$f_{ts,Q235} = 215 \cdot \text{MPa}$$

抗剪强度设计值

$$f_{v,Q235} = 125 \cdot \text{MPa}$$

转接件型号

12#槽钢

截面参数

$$A_{bn} := 15.6858 \text{cm}^2$$

$$W_{bx} := 61.6708 \text{cm}^3$$

偏心距参数

$$e_1 := 90 \text{mm} + 25 \text{mm}$$

$$e_2 := 25 \text{mm}$$

转接件个数

$$n_b := 2$$

附加弯矩

$$M_{1\_1} := F_y \cdot e_1 + F_x \cdot e_2$$

$$M_{1\_1} = 2.162 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

截面最大正应力

$$\sigma_1 := \frac{F_x}{n_b \cdot A_{bn}} + \frac{M_{1\_1}}{n_b \cdot W_{bx}}$$

$$\sigma_1 = 24.387 \cdot \text{MPa}$$

截面最大剪应力

$$\tau_1 := \frac{DL}{n_b \cdot A_{bn}}$$

$$\tau_1 = 4.502 \cdot \text{MPa}$$

等效主应力

$$\sigma_e := \sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau_1^2}$$

$$\sigma_e = 25.603 \cdot \text{MPa}$$

应力比值

$$\text{HENCE}(\sigma_e < f_{ts.Q235}) = \text{"满足规范要求"}$$