

【题目】某焊接组合工字形偏心受压柱，翼缘板为 -200×14 ，腹板为 -500×10 ，承受静力设计偏心压力 N 作用， $N=700\text{KN}$ ，偏心距 $e=300\text{mm}$ 。试设计该偏心受压柱的柱头，Q235 钢，E43 焊条。

【解答】

分析：柱头构造如图 1 所示。

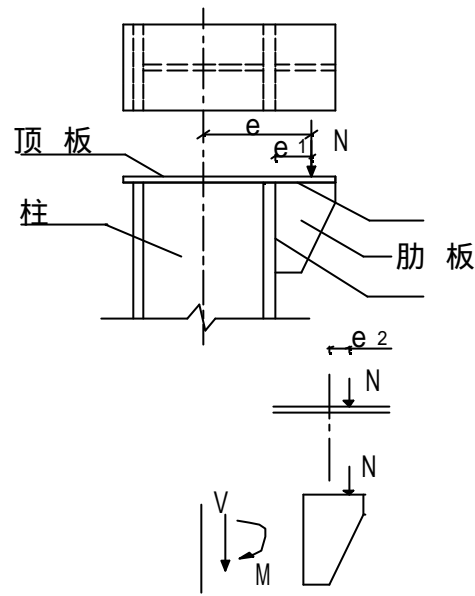
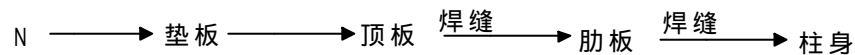


图 1

传力路径为：



焊缝 的长度，可先按偏心距 e 的大小决定， $e = 300\text{mm}$ ， $e_1 = 36\text{mm}$ ，可取肋板宽为 60mm ，如果由此验算焊缝 的承载力不足，可适当加宽肋板，如还不足，则要考虑用端面承压的办法满足传力要求。焊缝 的承载力和肋板高度有关。

(1) 验算焊缝 的承载能力

由 $e_1 = 36\text{mm}$ ，取肋板宽 $b = 60\text{mm}$ ，肋板厚取和柱的腹板一致， $t = 10\text{mm}$ ，柱顶板厚取 14mm ，由焊缝构造要求， $h_f > 1.5\sqrt{14} = 5.6\text{mm}$ ， $h_f = 1.2 \times 10 = 12\text{mm}$ ，取 $h_f = 12\text{mm}$ 。

焊缝 承受 $N = 700\text{KN}$ ， $M = N \cdot e_2 = 700 \times 6 = 4200\text{KN} \cdot \text{mm}$

$$s_{f1}^N = \frac{N}{2 \times 0.7 h_f l_w} = \frac{700 \times 10^3}{2 \times 0.7 \times 12 \times 50} = 833 \text{ N/mm}^2 > 1.22 f_f^w = 195 \text{ N/mm}^2$$

不满足要求，加宽肋板 $b = 400 \text{ mm}$ ，则 $e_2 = 164 \text{ mm}$

$$M = N \cdot e_2 = 700 \times 164 = 1.148 \times 10^5 \text{ KN} \cdot \text{mm}$$

$$s_f^N = \frac{N}{2 \times 0.7 h_f l_w} = \frac{700 \times 10^3}{2 \times 0.7 \times 12 \times 390} = 107 \text{ N/mm}^2$$

$$s_f^M = \frac{6M}{2 \times 0.7 h_f l_w^2} = \frac{6 \times 1.148 \times 10^8}{2 \times 0.7 \times 12 \times 390^2} = 269 \text{ N/mm}^2$$

$$s_f = s_f^N + s_f^M = 107 + 269 = 376 \text{ N/mm}^2 > 1.22 f_f^w = 195 \text{ N/mm}^2$$

不满足要求，再加宽肋板 $b = 600 \text{ mm}$ ，则 $e_2 = 264 \text{ mm}$

$$M = N \cdot e_2 = 700 \times 264 = 1.848 \times 10^5 \text{ KN} \cdot \text{mm}$$

$$s_f^N = \frac{N}{2 \times 0.7 h_f l_w} = \frac{700 \times 10^3}{2 \times 0.7 \times 12 \times 590} = 71 \text{ N/mm}^2$$

$$s_f^M = \frac{6M}{2 \times 0.7 h_f l_w^2} = \frac{6 \times 1.848 \times 10^8}{2 \times 0.7 \times 12 \times 590^2} = 189 \text{ N/mm}^2$$

$$s_f = s_f^N + s_f^M = 71 + 189 = 260 \text{ N/mm}^2 > 1.22 f_f^w = 195 \text{ N/mm}^2$$

仍不满足要求，由于加大肋板宽，相应也加大了 e_2 ，加大了 M ，因而不解决问题，构造也不合理，改用端面承压，并取 $b = 400 \text{ mm}$ 。

$$s^N = \frac{N}{A} = \frac{700 \times 10^3}{10 \times 400} = 175 \text{ N/mm}^2$$

$$s^M = \frac{M}{W} = \frac{6 \times 1.148 \times 10^8}{10 \times 400^2} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$s_{\max} = s^N + s^M = 175 + 430 = 605 \text{ N/mm}^2 > f_{ce} = 320 \text{ N/mm}^2$$

$$s_{\min} = s^N - s^M = 175 - 430 = 255 \text{ N/mm}^2 \text{ (拉应力)}$$

端面承压也不满足要求。说明图 1 所示的构造，不能满足 N 很大，而力的作用点又正好在柱边附近的情况，

改用如图 2 所示构造，

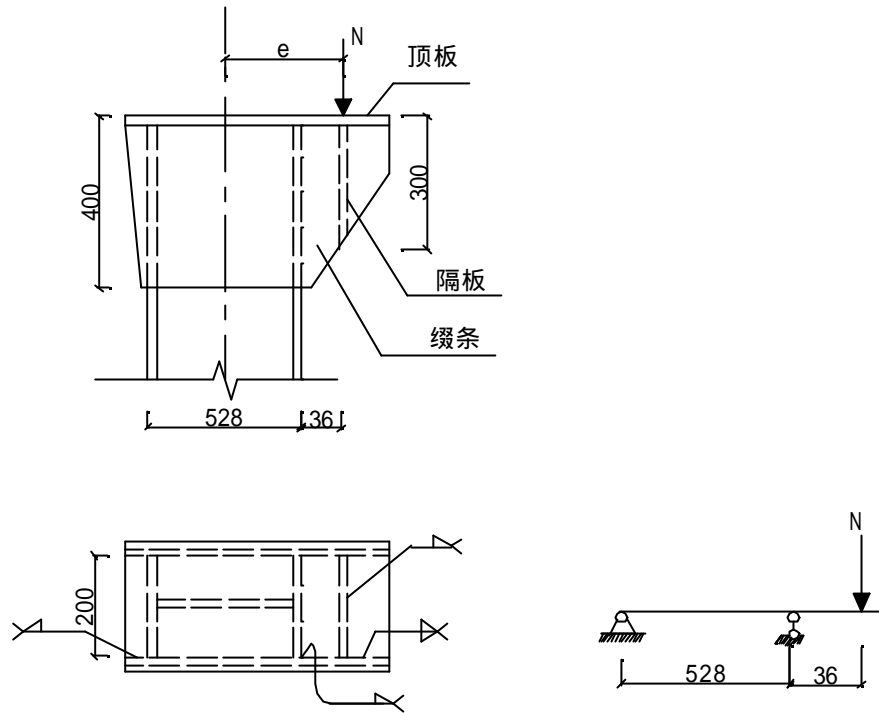
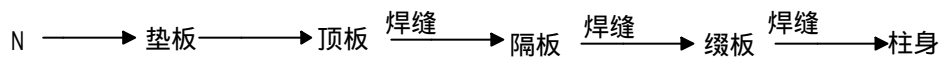


图 2

其传力途径是：



隔板和柱顶板都取厚度 $t = 14 \text{ mm}$ ，焊缝 取 $h_f = 14 \text{ mm}$

$$s_f^N = \frac{N}{0.7h_f l_w} = \frac{700 \times 10^3}{0.7 \times 14 \times 190} = 376 \text{ N/mm}^2$$

$$> 1.22 f_f^w = 195 \text{ N/mm}^2$$

不满足要求，改用端面承压：

$$s = \frac{N}{tb} = \frac{700 \times 10^3}{14 \times 200} = 250 \text{ N/mm}^2 < f_{ce} = 320 \text{ N/mm}^2$$

满足要求。

(2) 验算焊缝

设缀板厚度 $t = 14 \text{ mm}$ ，隔板高度取 300 mm ，焊缝 取 $h_f = 14 \text{ mm}$ ，则每条焊缝 受

$$\text{力 } V = \frac{N}{2}。$$

$$t_f = \frac{V}{0.7h_f l_w} = \frac{350 \times 10^3}{0.7 \times 14 \times (300 - 10)} = 123 \text{ N/mm}^2 < f_f^w = 160 \text{ N/mm}^2$$

(3) 验算焊缝、焊缝

$$\text{焊缝 受力为 } R_3 = V \frac{564}{528} = 350 \times \frac{564}{528} = 374 \text{ KN}$$

$$\text{焊缝 受力为 } R_4 = R_3 - V = 374 - 350 = 24 \text{ KN}$$

取缀板高 400 mm, $h_f = 14 \text{ mm}$

$$t_f = \frac{R_3}{0.7h_f l_w} = \frac{374 \times 10^3}{0.7 \times 14 \times 390} = 98 \text{ N/mm}^2 < f_f^w = 160 \text{ N/mm}^2$$

焊缝、焊缝 取 $h_f = 14 \text{ mm}$, 都满足要求。

(4) 验算隔板强度

近似按简支梁计算。

$$q = \frac{N}{l} = \frac{700 \times 10^3}{200} = 3.5 \times 10^3 \text{ N/mm}$$

$$M = \frac{1}{8} q l^2 = \frac{1}{8} \times 3.5 \times 10^3 \times 200^2 = 1.75 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$s = \frac{M}{W} = \frac{1.75 \times 10^7}{\frac{1}{6} \times 14 \times 300^2} = 83 \text{ N/mm}^2 < f = 215 \text{ N/mm}^2$$

$$V = \frac{1}{2} q l = \frac{1}{2} \times 3.5 \times 10^3 \times 200 = 3.5 \times 10^5 \text{ N}$$

$$t_{\max} = 1.5 \frac{V}{A} = 1.5 \times \frac{3.5 \times 10^5}{14 \times 300} = 125 \text{ N/mm}^2$$

$$= f_v = 125 \text{ N/mm}^2$$

满足要求。

(5) 验算缀板强度

近似按悬伸梁计算。

$$M = V \cdot e_1 = 3.5 \times 10^5 \times 36 = 1.26 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$s = \frac{M}{W} = \frac{1.26 \times 10^7}{\frac{1}{6} \times 14 \times 400^2} = 34 \text{ N/mm}^2 < f = 215 \text{ N/mm}^2$$

$$V = 3.5 \times 10^5 \text{ N}$$

$$\tau_{\max} = 1.5 \frac{V}{A} = 1.5 \times \frac{3.5 \times 10^5}{14 \times 400} = 94 \text{ N/mm}^2$$

$$< f_v = 125 \text{ N/mm}^2$$