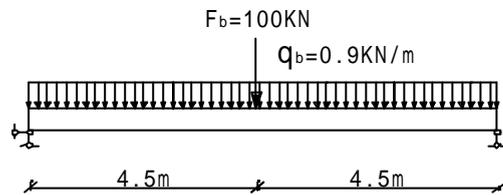


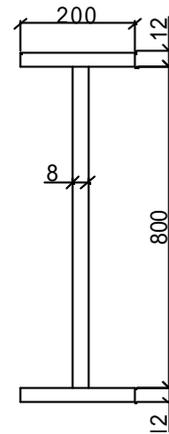
【题目】Q235 钢简支梁如下图所示。自重标准值 0.9KN/m (荷载分项系数 1.2), 跨中承受悬挂集中力标准值 100KN (荷载分项系数 1.4), 集中力作用于上翼缘。

1. 梁在跨中无侧向支承, 验算截面的整体稳定性;
2. 如改用 16Mn 钢, 是否满足要求;
3. 仍用 Q235, 荷载悬挂于下翼缘, 是否满足要求;
4. 仍用 Q235, 荷载作用位置不变, 跨中增加一侧向支承点, 整体稳定是否满足要求?
5. 验算梁翼缘和腹板的局部稳定性, 并提出加强局部稳定的方法 (不具体设置)。

(a)



(b)



【解答】

分析:(1) 验算梁的整体稳定性时, 应先计算梁的 l_1/b 值, 如 l_1/b 值满足规范中不需验算整体稳定 l_1/b 值的要求, 可不必验算梁的整体稳定性。 l_1 是梁侧向支承点的距离, 如梁在跨中无侧向支承, 则 l_1 即为梁的跨度。

(2) 验算工字型焊接组合梁的整体稳定性时, 主要应掌握计算梁的整体稳定系数 φ_b 的公式。 φ_b 公式中的 φ_b 由参数 λ_y 确定。 $\lambda_y = l_1 t_f / b_1 h$ 中的 b_1 是梁受压翼缘的宽度。如计算所得 $\varphi_b > 0.6$ 时, 说明梁失稳时已进入弹塑性状态, 应用相应的 φ_b' 代替 φ_b , 进行整体稳定验算。

(3) 梁的整体稳定验算不满足要求时, 提高梁的整体稳定承载力的措施是很多的。经过本题各种方法计算结果的比较, 应掌握在不改变截面和荷载作用位置时, 最有效的提高梁的整体稳定承载力的措施是在跨中增加侧向支承点。

(4) 验算梁翼缘的局部稳定时, 计算翼缘板的宽厚比 b_1/t (b_1 为受压翼缘板自由悬伸宽度); 如 b_1/t 值小于作为三边简支一边自由保证局部稳定的宽厚比限值, 则翼缘的局部稳定能保证。

对于梁腹板, 则计算 h_0/t_w , 根据 h_0/t_w 值的范围, 设置加劲肋, 以保证腹板的局部稳定。

1. 验算原给定条件梁的整体稳定性

(1) 研究是否需要验算梁的整体稳定性

查相关表可知, 梁跨中无侧向支承时, 荷载作用于上翼缘时, Q235 钢梁不需验算整体稳定的最大 l_1/b 值为 13。

$l_1/b=9000/200=45 > 13$,应验算整体稳定。

(2) 梁跨中的最大弯矩

$$M_{\max}=1/8ql^2 + 1/4Fl=1/8 \times (0.9 \times 1.2) \times 9^2 + 1/4 \times 100 \times 1.4 \times 9=325.94\text{KN}\cdot\text{m}$$

(3) 截面几何特性

$$A=2 \times 200 \times 12 + 800 \times 8=11200\text{mm}^2$$

$$I_x=1/12 \times (200 \times 824^3 - 192 \times 800^3) =1.133 \times 10^9 \text{mm}^4$$

$$W_x=I_x/y=1.133 \times 10^9/412=2.749 \times 10^6 \text{mm}^3$$

$$I_y=2 \times 1/12 \times 12 \times 200^3 + 1/12 \times 800 \times 8^3=1603.4 \times 10^4 \text{mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{1603.4 \times 10^4}{1.12 \times 10^4}} = 37.84$$

$$\lambda_y=l_1/i_y=9000/37.84=238$$

(4) 计算 η_b (或 η_b')

$$=\lambda_1 t_1 / b_1 h = 9000 \times 12 / (200 \times 824) = 0.655 < 2.0$$

查相关表可知, 无侧向支承, 集中力作用于上翼缘情形:

$$\eta_b = 0.73 + 0.18 \lambda_y = 0.73 + 0.18 \times 0.655 = 0.8479$$

$$\begin{aligned} \eta_b &= \eta_b' \frac{4320}{I_y^2} \frac{Ah}{W_x} \sqrt{1 + \left(\frac{I_y t_1}{4.4h} \right)^2} \\ &= 0.85 \times \frac{4320}{237.84^2} \times \frac{11.2 \times 10^3 \times 824}{2.749 \times 10^6} \sqrt{1 + \left(\frac{237.84 \times 12}{4.4 \times 824} \right)^2} = 0.2773 \end{aligned}$$

(5) 验算整体稳定

$=M_x / (\eta_b W_x) = 325.94 \times 10^6 / (0.2773 \times 2.749 \times 10^6) = 427.58 \text{N/mm}^2 > 215 \text{N/mm}^2$, 不足整体稳定要求。

2. 改用 16Mn 钢, 重新验算

改用 16Mn 钢重新验算时, 因 f 有变化, η_b 也有变化。

$$\begin{aligned} \eta_b &= \eta_b' \frac{4320}{I_y^2} \frac{Ah}{W_x} \sqrt{1 + \left(\frac{I_y t_1}{4.4h} \right)^2} \frac{235}{f_y} = 0.2773 \times 235 / 345 = 0.1889 \\ &= M_x / (\eta_b W_x) = 325.94 \times 10^6 / (0.1889 \times 2.749 \times 10^6) = 627.67 \text{N/mm}^2 > 315 \text{N/mm}^2 \end{aligned}$$

由此可以看出, 提高钢材强度等级, 一般不能提高梁的整体稳定性。

3. 将悬挂集中力作用于下翼缘时, η_b 和 η_b' 都有变化。

查相关表可知, 无侧向支承, 集中力作用于下翼缘情形:

$$\eta_b = 2.23 - 0.28 \lambda_y = 2.23 - 0.28 \times 0.655 = 2.047$$

$$\eta_b = 2.047 \times \frac{4320}{237.84^2} \times \frac{11.2 \times 10^3 \times 824}{2.749 \times 10^6} \sqrt{1 + \left(\frac{237.84 \times 12}{4.4 \times 824} \right)^2} = 0.668 > 0.6$$

由相关表可查得, $\sigma_b = 0.633$

$$= M_x / (\sigma_b W_x) = 325.94 \times 10^6 / (0.633 \times 2.749 \times 10^6) = 187.31 \text{N/mm}^2 < 215 \text{N/mm}^2$$

因此, 整体稳定得到保证。

4. 在跨中增加一侧向支承点, $l_1 = 4500 \text{mm}$

$$l_1/b = 4500/200 = 22.5 > 13 \quad \text{仍应验算整体稳定。}$$

$$\lambda_y = l_1/i_y = 4500/37.84 = 118.92 \quad = l_1 t_1 / b_1 h = 4500 \times 12 / (200 \times 824) = 0.3277 < 2.0$$

查相关表可知, 跨中有一侧向支承, 集中力作用。 $\sigma_b = 1.75$

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \sigma_b \frac{4320 Ah}{I_y^2 W_x} \sqrt{1 + \left(\frac{I_y t_1}{4.4h} \right)^2} \\ &= 1.75 \times \frac{4320}{118.92^2} \times \frac{11.2 \times 10^3 \times 824}{2.749 \times 10^6} \sqrt{1 + \left(\frac{118.92 \times 12}{4.4 \times 824} \right)^2} = 1.93 > 0.6 \end{aligned}$$

应用 σ_b 验算, 由相关表可查得, $\sigma_b = 0.906$

$$= M_x / (\sigma_b W_x) = 325.94 \times 10^6 / (0.906 \times 2.749 \times 10^6) = 130.87 \text{N/mm}^2 < 215 \text{N/mm}^2$$

因此, 整体稳定得到保证。

比较以上提高整体稳定的措施, 可以看出在梁跨中增加侧向支承, 减小侧向支承点距离, 提高整体稳定承载力是最有效的。

5. 验算翼缘、腹板的局部稳定性

$$(1) \text{翼缘: } \frac{b_1}{t} = \frac{(200-8)}{12} = \frac{96}{12} = 8 < 13 \quad \text{翼缘截面满足局部稳定要求。}$$

$$(2) \text{腹板: } \frac{h_0}{t_w} = \frac{800}{8} = 100$$

$80 < \frac{h_0}{t_w} < 170$, 满足纯弯屈曲腹板的局部稳定要求, 但不满足纯剪屈曲腹板的局部稳定

要求, 应设置横向加劲肋, 保证腹板的局部稳定。