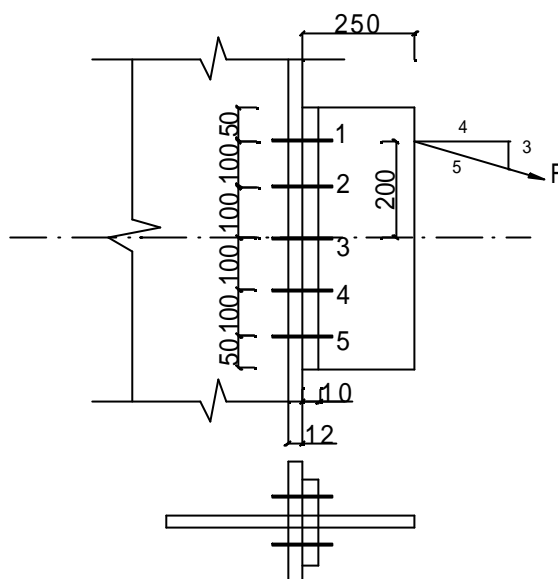


【题目】如图所示，采用 10.9 级 M20 的摩擦型高强度螺栓连接，钢材 Q235，预拉力 $P=155\text{KN}$ ，接触面采用喷砂处理，抗滑移系数 $m=0.45$ ， $F=250\text{KN}$ （设计值），试验算此连接的强度。



【解答】

分析：此连接同时承受拉力和剪力的共同作用，外力作用下“1”号螺栓的受力计算，与普通螺栓计算的不同点，就是在弯矩 M 作用下，高强度螺栓的旋转中心与螺栓群形心重合。按同时承受拉力和剪力作用的摩擦型高强度螺栓验算。其验算方法是使最不利螺栓“1”的抗剪承载力设计值大于其所承受的剪力 N_1^V 。

将外力 F 向螺栓群形心简化，得

$$N=200\text{KN}, \quad V=150\text{KN}, \quad M=77500\text{KN}\cdot\text{mm}$$

“1”号螺栓在 N 、 V 、 M 、作用下所受的力：

$$N_{1r}^N = N/n = 20 \text{ KN}$$

$$N_{1r}^V = V/n = 15 \text{ KN}$$

$$N_{1r}^M = M \cdot y_1 / (m \sum y_i^2) = \frac{77500 \times 200}{4 \times (100^2 + 200^2)} = 77.5 \text{ KN}$$

$$l_1 = 400 \text{ mm} > 15d_0 = 323 \text{ mm}, \text{ 故 } b = 0.976。$$

作用于一个螺栓的最大拉力：

$$N_{1r} = N_{1r}^M + N_{1r}^N = 77.5 + 20 = 97.5 \text{ KN} < 0.8P$$

$$= 0.8 \times 155 = 124 \text{ KN}$$

最不利螺栓“1”的抗剪承载力设计值：

$$\begin{aligned}
 N_V^b &= \mathbf{b} \cdot 0.9n_f \mathbf{m}(P - 1.25N_{1t}) \\
 &= 0.976 \times 0.9 \times 1 \times 0.45 \times (155 - 1.25 \times 97.5) \\
 &\approx 13.1 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$N_1^V = 15 \text{ KN} > N_V^b$$

不符合要求，必须增加螺栓数目。若螺栓数增加为 12 个，栓距改为 80mm，则

$$N_{1t}^N = N/n = 200/12 \approx 16.7 \text{ KN}$$

$$N_1^V = V/n = 150/12 = 12.5 \text{ KN}$$

$$N_{1t}^M = M \cdot y_1 / (m \sum y_i^2) = \frac{77500 \times 200}{4 \times (40^2 + 120^2 + 200^2)} \approx 69.2 \text{ KN}$$

$$N_{1t} = N_{1t}^M + N_{1t}^N = 69.2 + 16.7 = 85.9 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned}
 N_V^b &= \mathbf{b} \cdot 0.9n_f \mathbf{m}(P - 1.25N_{1t}) \\
 &= 0.976 \times 0.9 \times 1 \times 0.45 \times (155 - 1.25 \times 85.9) \\
 &\approx 27.1 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$N_1^V = 12.5 \text{ KN} < N_V^b$$

符合要求。