

* 11.5.5 案例

板式楼梯设计案例

【例题】某公共建筑现浇板式楼梯，楼梯平面布置如图所示，层高 3.6 m，踏步尺寸 150 mm × 300 mm。采用 C30 混凝土，板采用 HPB300 钢筋，梁纵筋采用 HRB335 钢筋，楼梯上均布活荷载标准值 $q_k = 3.5 \text{ kN/m}^2$ ，试设计该板式楼梯。

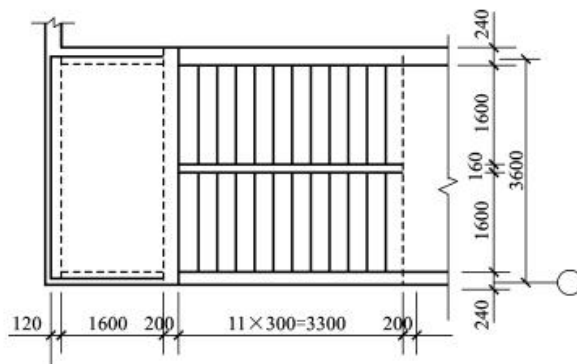


图 11.58

1. 梯段板设计

取板厚 $h = 120 \text{ mm}$ ，约为板斜长的 $\frac{1}{30}$ 。板倾角 $\tan \alpha = \frac{150}{300} = 0.5$ ， $\cos \alpha = 0.894$ ，取 1 m 宽板带计算。

(1) 荷载计算

水磨石面层

$$(0.3 + 0.15) \times 0.65 / 0.3 = 0.98 \text{ kN/m}$$

三角形踏步

$$\frac{\frac{1}{2} \times 0.3 \times 0.15 \times 25 \times 1.0}{0.3} = 1.88 \text{ kN/m}$$

混凝土斜板

$$0.12 \times 25 \times 1.0 / 0.894 = 3.36 \text{ kN/m}$$

板层抹灰

$$0.02 \times 17 \times 1.0 / 0.894 = 0.38 \text{ kN/m}$$

恒荷载

$$g_k = 6.6 \text{ kN/m}$$

活荷载

$$q_k = 3.5 \text{ kN/m}$$

恒荷载分项系数 $r_q = 1.2$ ；活荷载分项系数， $r_Q = 1.4$ ，总荷载设计值 P 。

$$P = 1.2 \times 6.6 + 1.4 \times 3.5 = 12.82 \text{ kN/m}$$

(2) 截面设计

板水平计算跨度 $l_n = 3.3 \text{ m}$

$$\text{弯矩设计值 } M = \frac{1}{10} P l_n^2 = \frac{1}{10} \times 12.82 \times 3.3^2 = 13.96 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

板的有效高度 $h_0 = 120 - 20 = 100 \text{ mm}$

$$\alpha_s = \frac{M}{\alpha_1 f_c b h_0^2} = \frac{13.96 \times 10^6}{1.0 \times 14.3 \times 1000 \times 100^2} = 0.0976$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.0976} = 0.103 < \xi_b$$

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b \xi h_0}{f_y} = \frac{1.0 \times 14.3 \times 1000 \times 0.103 \times 100}{270} = 546 \text{ mm}^2$$

选配 $\Phi 10@120$ ， $A_s = 654 \text{ mm}^2$

分布筋每级踏步 1 根 $\Phi 8$ ，梯段板配筋如下图

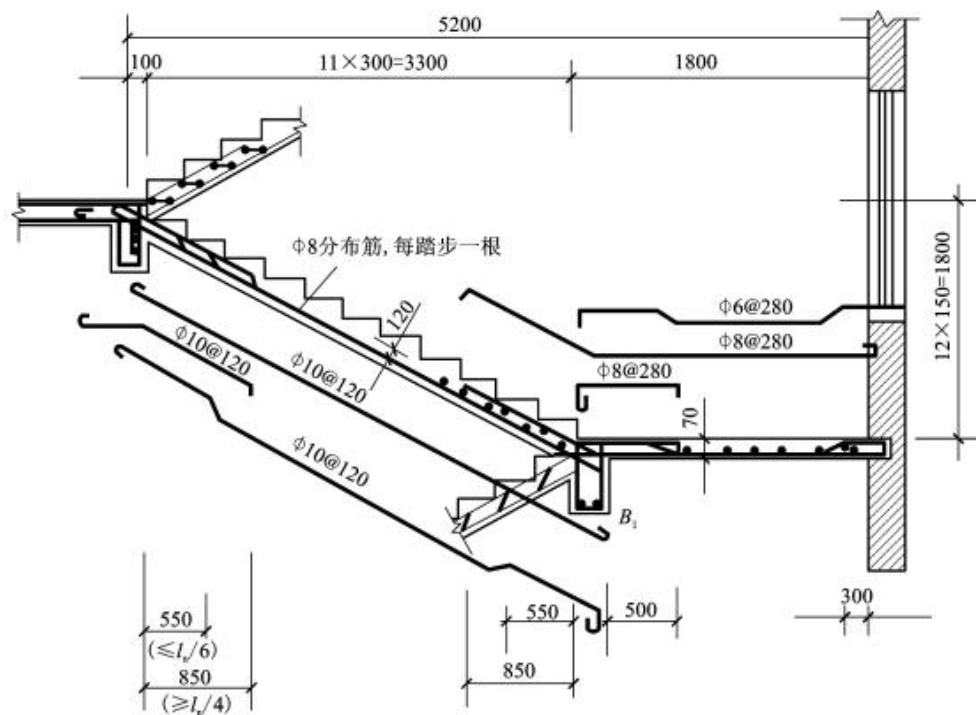


图 11.59 梯段板和平台板配筋

2. 平台板设计

设平台板板厚 70 mm，取 1 m 宽板带计算。

(1) 荷载计算

水磨石面层

0.65 kN/m

70 mm 厚混凝土板

$0.07 \times 25 = 1.75 \text{ kN/m}$

板底抹灰

$0.02 \times 17 = 0.34 \text{ kN/m}$

恒荷载

$g_k = 2.74 \text{ kN/m}$

活荷载

$q_k = 3.5 \text{ kN/m}$

总荷载设计值

$p = 1.2 \times 2.74 + 1.4 \times 3.5 = 8.19 \text{ kN/m}$

(2) 截面设计

平台板的计算跨度 $l_0 = 1.8 - \frac{0.2}{2} + \frac{0.12}{2} = 1.76 \text{ m}$

弯矩设计值 $M = \frac{1}{10} p l_0^2 = \frac{1}{10} \times 8.19 \times 1.76^2 = 2.54 \text{ kN/m}$

板的有效高度 $h_0 = 70 - 20 = 50 \text{ mm}$

$\alpha_s = \frac{M}{\alpha_1 f_c b h_0^2} = \frac{2.54 \times 10^6}{1.0 \times 14.3 \times 1000 \times 50^2} = 0.071$

$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.071} = 0.0737 < \xi_b$

$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b \xi h_0}{f_y} = \frac{1.0 \times 14.3 \times 1000 \times 0.0737 \times 50}{270} = 195 \text{ mm}^2$

选配 $\Phi 6/8@140$, $A_s = 281 \text{ mm}^2$

3. 平台梁设计

(1) 荷载计算

梁自重

$$0.2 \times (0.35 - 0.07) \times 25 = 1.4 \text{ kN/m}$$

梁侧粉刷

$$0.02 \times (0.35 - 0.07) \times 2 \times 17 = 0.19 \text{ kN/m}$$

平台板传来的荷载

$$2.74 \times 1.8/2 = 2.47 \text{ kN/m}$$

梯段板传来的荷载

$$6.6 \times 3.3/2 = 10.89 \text{ kN/m}$$

恒荷载

$$g_k = 14.95 \text{ kN/m}$$

活荷载

$$q_k = 3.5 \times \left(\frac{3.3}{2} + \frac{1.8}{2} \right) = 8.93 \text{ kN/m}$$

总荷载设计值

$$p = 1.2 \times 14.95 + 1.4 \times 8.93 = 30.44 \text{ kN/m}$$

(2) 截面设计

$$\text{计算跨度 } l_0 = 1.05l_n = 1.05 \times (3.6 - 0.24) = 3.53 \text{ m}$$

$$\text{弯矩设计值 } M = \frac{1}{8}pl_0^2 = \frac{1}{8} \times 30.44 \times 3.53^2 = 47.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{剪力设计值 } V = \frac{1}{2}pl_n = \frac{1}{2} \times 30.44 \times (3.6 - 0.24) = 51.1 \text{ kN}$$

$$\text{截面按例 } L \text{ 形计算, } b'_t = b + 5h'_t = 200 + 5 \times 70 = 550 \text{ mm}$$

$$\text{梁的有效高度 } h_0 = 350 - 35 = 315 \text{ mm}$$

经判别属第一类 T 形截面

$$\alpha_s = \frac{M}{\alpha_1 f_c b'_t h_0^2} = \frac{47.4 \times 10^6}{1.0 \times 14.3 \times 550 \times 315^2} = 0.0607$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.0607} = 0.0627 < \xi_b$$

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_c b'_t \xi h_0}{f_y} = \frac{1.0 \times 14.3 \times 550 \times 0.0627 \times 315}{300} = 518 \text{ mm}^2$$

$$\text{选配 } 3 \Phi 16, A_s = 603 \text{ mm}^2$$

配置双肢 $\Phi 6@200$ 箍筋, 则斜截面受剪承载力

$$\begin{aligned} V_{cs} &= 0.7f_t b h_0 + 1.25f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} \cdot h_0 \\ &= 0.7 \times 1.43 \times 200 \times 315 + 1.25 \times 270 \times \frac{56.6}{200} \times 315 \\ &= 93.15 \text{ kN} > V = 51.1 \text{ kN} \quad \text{满足要求} \end{aligned}$$

平台梁配筋见图。

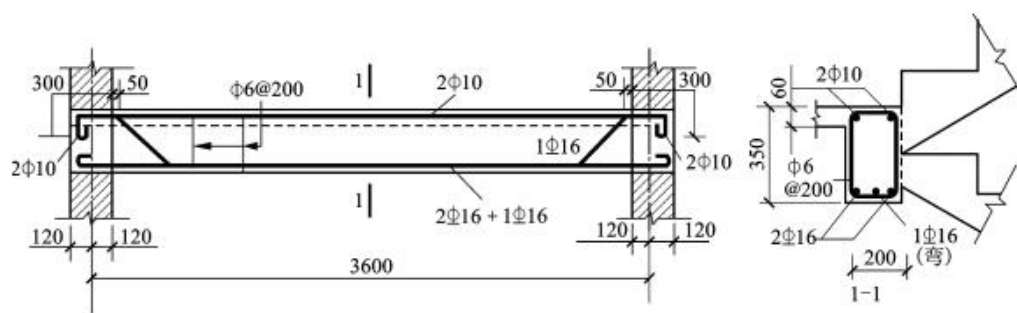


图 11.60 平台梁配筋