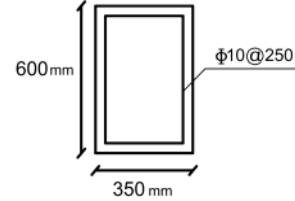
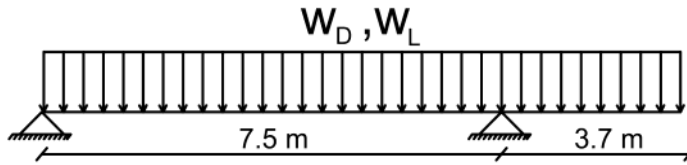


مثال:

تیر شکل زیر تحت بار مرده و زنده ضریب دار 5 kN/m و 50 kN/m قرار دارد. محل قطع آرماتورهای منفی و مثبت را تعیین نمایید.



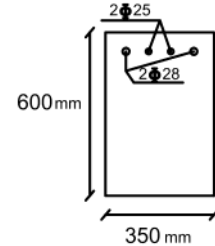
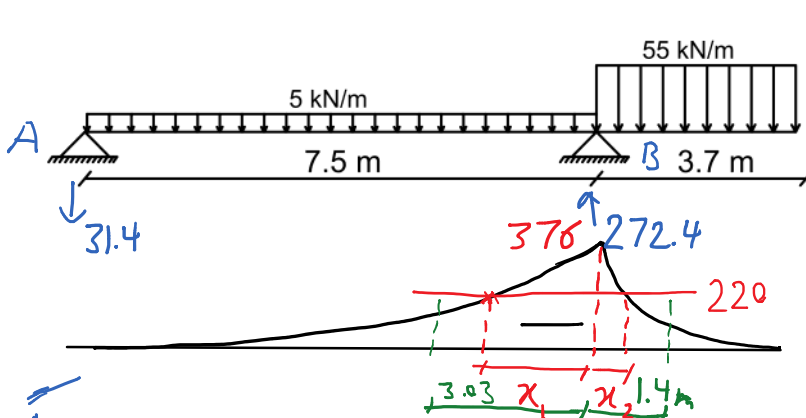
(الف) آرماتور منفی

$$M_u^- = \frac{55 \times 3.7^2}{2} = 376 \text{ kN.m}$$

$$A_s = \frac{M_n}{f_y (0.9d)} = \frac{376 \times 10^6}{400 \times 0.9 \times 530} = 2192 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{try } 2\phi 28 + 2\phi 25 \quad A_s = 2214 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{f_y A_s}{0.85 f'_c b} = \frac{400 \times 2214}{0.85 \times 25 \times 350} = 119 \text{ mm}$$

$$\phi M_n = \phi f_y A_s (d - \frac{a}{2}) = 0.9 \times 400 \times 2214 \times (530 - \frac{119}{2}) = 375 \text{ kN.m} \approx M_u = 376 \text{ kN.m}$$

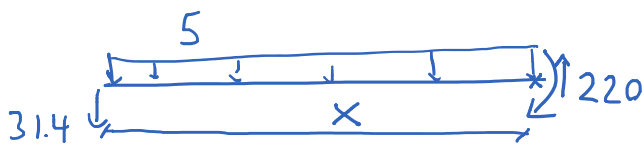


لتر مقاوم برابر

$$a = \frac{400 \times (2 \times 616)}{0.85 \times 25 \times 350} = 66 \text{ mm} \quad M_n = 400 \times (2 \times 616) \times (530 - \frac{66}{2}) = 245$$

$\phi M_n = 220 \text{ kN.m}$

سمت چپ تیر نگاه B



$$\frac{5x^2}{2} + 31.4x - 220 = 0$$

$$x = \frac{-31.4 \pm 56.4}{5} = 5 \text{ m}$$

محل قطع تیری

$$2\phi 25 : x_1 = 7.5 - 5 = 2.5 \text{ m}$$

محل قطع تیر II

$$C = \min(\frac{87.3}{2}, 72)$$

$$L < 40 A_s$$

2φ25

محل قطع عمل

$$2\phi 25 : 2.5 + \max(0.53, 12 \times 0.025) = 3.03 \text{ m} \geq l_d = 51d_b \quad \checkmark$$

$$c = \min\left(\frac{0.15}{2}, 72\right)$$

$$k_{tr} = \frac{40 A_{tr}}{5 n} =$$

$$\frac{40 \times 2 \times 78.5}{250 \times 2} = 12.5$$

$$l_d = \frac{\psi_t \psi_s \psi_e \psi_o}{\left(\frac{C_b + k_{tr}}{d_b}\right)} \frac{0.9 f_y}{\sqrt{f'_c}} d_b = \frac{1.3 \times 1 \times 1 \times 1}{\left(\frac{33.6 + 12.5}{25}\right)} \times 72 d_b = 51 d_b$$

$1.84 \leq 2.5$

کنترل برش $V_u = 31.4 + 5 \times 4.47 = 53.7 \text{ kN} \leq \frac{2}{3} \phi V_n = 144 \text{ kN} \quad \checkmark$

$$V_n = V_c + V_s = \frac{1}{8} \sqrt{25 \times 350 \times 530} + 400 \times \frac{2 \times 78.5}{250} \times 530 = 154 + 133 = 288 \text{ kN}$$

محل قطع 2φ28 : ردت کلیه

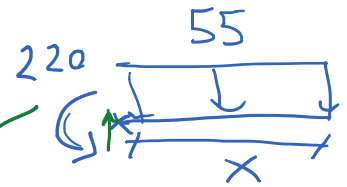
$$C = \min\left(\frac{202}{2}, 74\right)$$

کنترل طول بربار: $7.5 - 2.5 = 5 \text{ m} \geq l_d = \frac{1.3}{2.5} \times 72 d_b = 37 d_b = 1.05 \text{ m} \quad \checkmark$

کنترل برش: $V_u = 31.4 \text{ kN} \leq \frac{2}{3} \phi V_n = 144 \text{ kN} \quad \checkmark$

$$55 \frac{x^2}{2} = 220 \rightarrow x = 2.83 \text{ m}$$

کنترل راست کلیه



محل قطع 2φ25 : $x_2 = 3.7 - 2.83 = 0.87 \text{ m}$

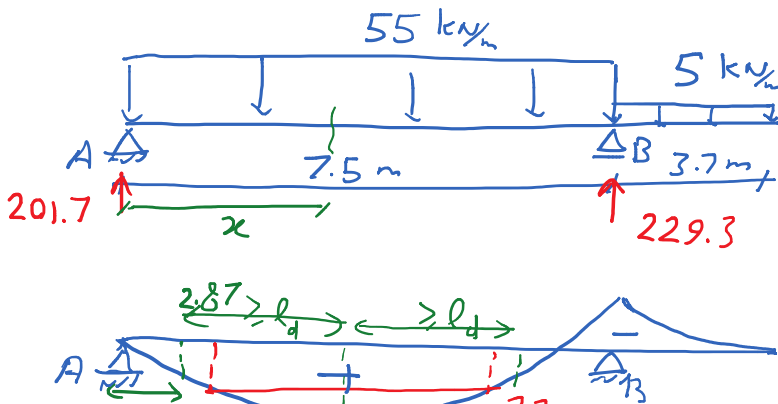
محل قطع عملی : $0.87 \text{ m} + \max(0.53, 12 \times 0.025) = 1.4 \text{ m} > l_d = 51 d_b = 1.27 \text{ m}$

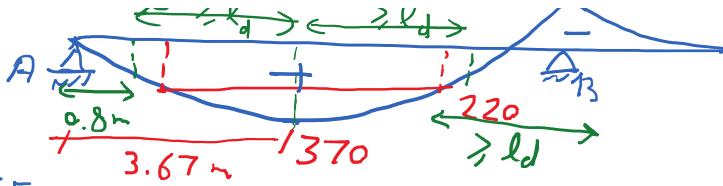
کنترل برش: $V_u = 55 \times 2.3 = 126 \text{ kN} \leq \frac{2}{3} \phi V_n = 144 \quad \checkmark$

محل قطع عمل : سرا آزاد تیر

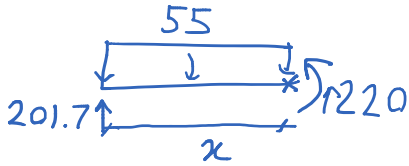
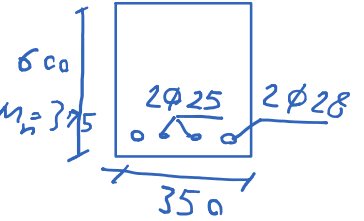
کنترل طول بربار: $3.7 - 0.87 = 2.83 \text{ m} \geq l_d = 37 d_b = 1.05 \text{ m} \quad \checkmark$

(ب) آرماتور مناسب





$$V_u = 201.7 - 55x = 0 \rightarrow x = 3.67 \text{ m} \rightarrow M_u = 370 \text{ kN.m} \leq \phi M_n = 375$$



$$\frac{55x^2}{2} - 201.7x + 220 = 0$$

$$x = \frac{201.7 \pm 128.4}{55} = \begin{cases} 1.33 \text{ m} \\ 6.0 \text{ m} \end{cases}$$

محل قطع سمت چپ: $3.67 - 1.33 = 2.34 \text{ m}$

محل قطع عمل $2\phi 25$: $2.34 + \max(0.53, 12 \times 0.025) = 2.87 \text{ m} \geq l_d = \frac{1}{1.84} \times 72 d_b = 39 d_b = 980 \checkmark$

کنترل برش $V_u = 201.7 - 55 \times 0.8 = 157.7 > \frac{2}{3} \phi V_n = 144 \text{ kN}$

محل قطع $2\phi 28$: 150 mm در تکیه گاه، جگانه شود \rightarrow انتقال تکیه در A

کنترل طول باریک: $1.33 > l_d = 28.8 d_b = 0.8 \text{ m}$

کنترل برش $V_u = 201.7 > \frac{2}{3} \phi V_n = 144 \text{ kN}$

$$V_{n, req} = 403 \text{ kN} \rightarrow V_s = V_n - V_c = 403 - 154 = 249 \text{ kN}$$

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} = \frac{249 \times 10^3}{400 \times 530} = 1.17 \text{ mm} \xrightarrow{\text{try } \phi 10} \frac{2 \times 78.5}{s} = 1.17 \rightarrow s = 134 \text{ mm}$$

تصمیم گرفتیم 4 آرماتور را در تکیه گاه A ادامه دهیم \rightarrow USE $\phi 10 @ 125$

$$l_d \leq 1.3 \frac{M_n}{V_u} + l_a$$

$$l_d = 39 d_b = 1.09 \text{ m} \leq 1.3 \frac{416.7}{201.7} = 2.69 \text{ m} \checkmark$$

محل قطع تئوری $2\phi 25$: $6 - 3.67 = 2.33 \text{ m}$

محل قطع سمت چپ تکیه گاه B

محل قطع عمل $2\phi 25$: $2.33 + \max(d, 12 d_b) = 2.86 \text{ m} \geq l_d = 39 d_b = 0.98 \text{ m} \checkmark$

کنترل برش $V_u = 201.7 - 55 \times 6.53 = 157 > \frac{2}{3} \phi V_n = 144 \text{ kN}$

بر محل مشکل برش از بند (C) استفاده می کنیم. طول $3 d_b$ و $\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} = \frac{0.416 d_b}{8 \beta_b}$

بزرگترین مساحت برش در سازه است. چون $\frac{A_v}{s} > \left(\frac{A_v}{s}\right)_{min}$ و $\left(\frac{A_v}{s}\right)_{min} = \frac{0.41 b_c}{4 d}$

$$S_{hav} = \frac{d}{8 \left(\frac{2 \times 491}{2214}\right)} = \frac{530}{3.54} = 150 \rightarrow \frac{A_v}{s} = \frac{2 \times 78.5}{150} = 1.05 > \left(\frac{A_v}{s}\right)_{min} = \frac{0.41 \times 350}{400} \checkmark$$

محل قطع تئوری $2\phi 28$: $\frac{55}{2} x^2 - 201.7 x = 0 \rightarrow x = 7.33 \text{ m}$

کنترل طول گبر برای $2\phi 28$: $7.8 - 0 = 1.8 \text{ m} > l_d = 28.8 d_b = 0.8 \text{ m} \checkmark$

کنترل قطر آرماتور برای $2\phi 25$: $l_d = 28.8 d_b = 0.8 < \frac{M_u}{V_u} + l_a = \frac{244.4}{201} + 0.47 = 1.68 \text{ m} \checkmark$

محل قطع $2\phi 25$ ، از تکیهگاه A، 6.53 m و محل قطع $2\phi 28$ باقیمانده $7.8 - 0.6 = 7.2 \text{ m}$ است.

