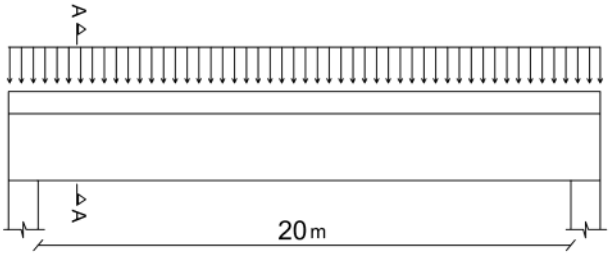
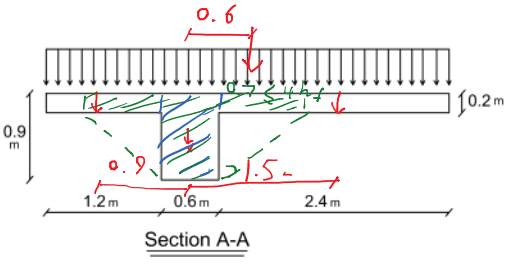
حل مثال پیچش تعادلی

Monday, May 18, 2020 3:36 PM

مثال:

دال و تیر نشان داده شده در شکل زیر، به عنوان اجزاء باربر یک سایبان به کار رفته اند. فرض کنید بار زنده و بار مرده (بدون احتساب وزن تیر و دال) به ترتیب $W_L = 2\ kN/m^2$ و $W_D = 1.5\ kN/m^2$ باشد. تیر را به آرماتور عرضی لازم مسلح کنید.





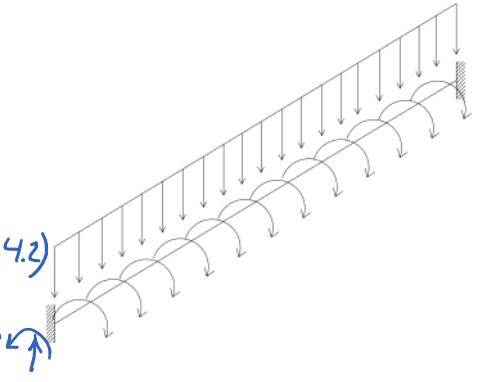
وزن تیر $= 24 \times 0.6 \times 0.9 = 12.96\ kN/m$

وزن دال سمت راست $= 24 \times 2.4 \times 0.2 = 11.52\ kN/m$

وزن دال سمت چپ $= 24 \times 1.2 \times 0.2 = 5.76$

$w_u = 1.2\ w_D + 1.6\ w_L = 1.2\ (12.96 + 11.52 + 5.76 + 1.5 \times 4.2) + 1.6\ (2 \times 4.2) = 57.29\ kN/m$

$w_{uL} = 13.44\ kN/m$



$t_u = 1.2\ t_D + 1.6\ t_L = 1.2\ (11.52 \times 1.5 - 5.76 \times 0.9 + 1.5 \times 4.2 \times 0.6) + 1.6\ (2 \times 4.2 \times 0.6) = 27.1\ kN.m/m$

$t_{uL} = 8.1\ kN.m/m$

برش تکیه‌گاه: $V = 57.29 \times 10 = 572.9\ kN$

وسط دهانه: $V = 13.44 \times \frac{20}{8} = 33.6\ kN$

برش تکیه‌گاه: $T = 27.1 \times 10 = 271\ kN.m$

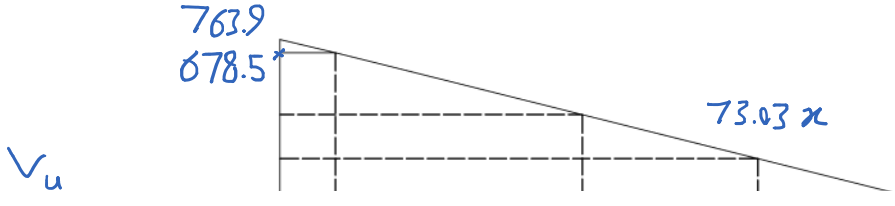
وسط دهانه: $T = 8.1 \times \frac{20}{8} = 20.25\ kN.m$

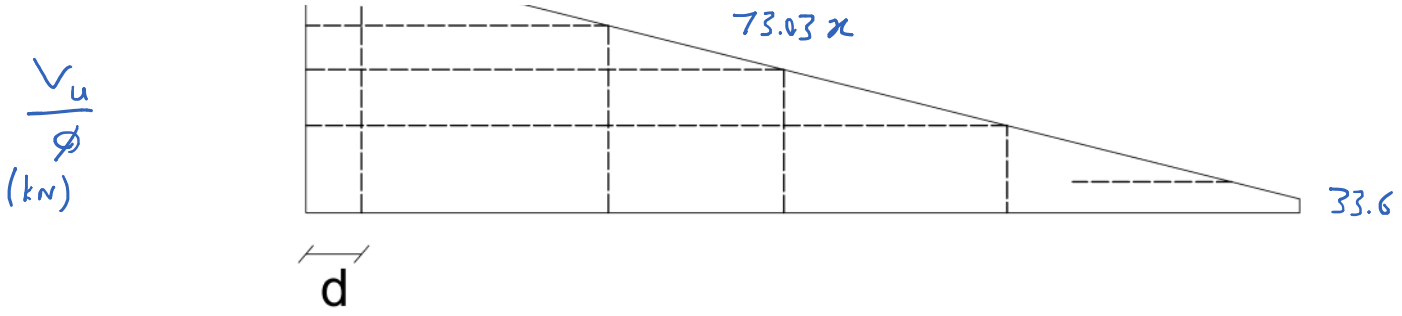
$A_{cp} = 2 \times 700 \times 200 + 600 \times 900 = 820 \times 10^3\ mm^2$

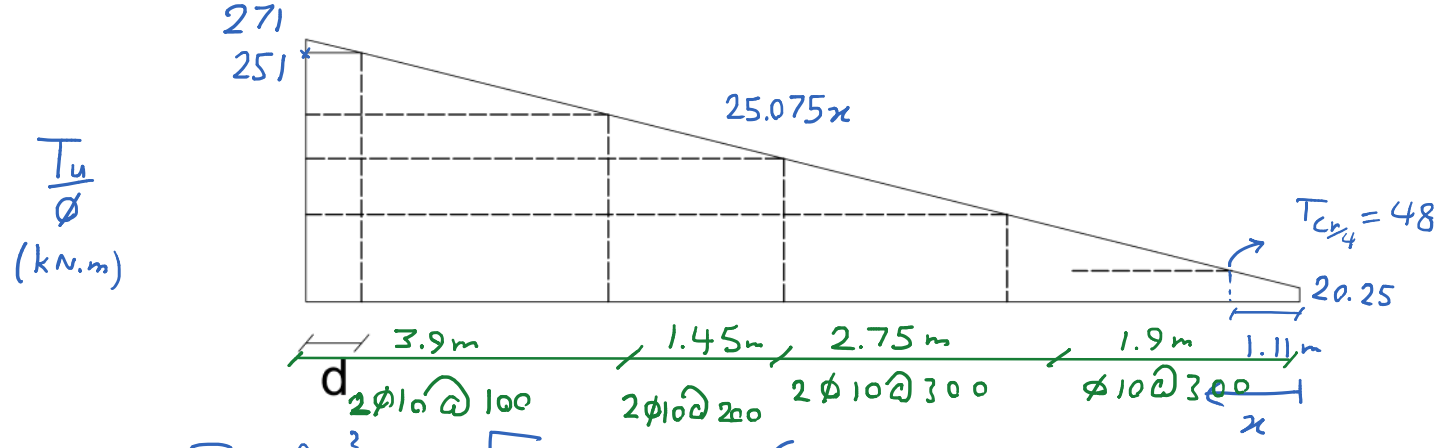
$P_{cp} = 2 \times 2000 + 2 \times 900 = 5800\ mm$

$T_{cr} = \frac{1}{3}\sqrt{f'_c}\ \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}$

$\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} = \frac{820^2 \times 10^6}{5800} = 115.93 \times 10^6\ mm \geq \frac{(600 \times 900)^2}{2(600+900)} = 97.2 \times 10^6\ mm$







$$T_{cr} = \frac{1}{3}\sqrt{f'_c}\,\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} = \frac{1}{3}\sqrt{25}\times 115.93\times 10^6 = 193\ \text{kN.m}$$

$\frac{T_u}{\phi} > \frac{T_{cr}}{4} \rightarrow 251\ \text{kN.m} > \frac{193}{4}\ \text{kN.m} \rightarrow$ طراحی برای پیچش لازم است.

$$A_{oh} = x_o y_o = 490\times 790 = 387.1\times 10^3$$

$$P_h = 2(x_o + y_o) = 2(490+790) = 2560$$

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} \le \frac{5}{6}\phi\sqrt{f'_c}$$

$$\sqrt{\left(\frac{0.75\times 687.5\times 10^3}{600\times 800}\right)^2 + \left(\frac{0.75\times 251\times 10^6\times 2560}{1.7\times 387.1^2\times 10^6}\right)^2} = 2.18\ \text{MPa} \le 3.125$$

(1.07 and 1.89 under the two terms)

ابعاد انتخابی مناسب است.

$$\frac{A_v}{s} = \frac{\left(\frac{V_u}{\phi} - V_c\right)}{f_y d} = \frac{(687.5-400)\times 10^3}{400\times 800} = 0.9$$

$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{25}\times 600\times 800 = 400\ \text{kN}$$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{\frac{T_u}{\phi}}{1.7 A_{oh} f_y} = \frac{251\times 10^6}{1.7\times 387.1\times 10^3\times 400} = 0.95$$

$$\rightarrow \frac{A_v}{s} + 2\frac{A_t}{s} = 2.8 > \left(\frac{A}{s}\right)_{min} = 0.52 \checkmark$$

$$s_{max} = \min\left(\frac{2560}{8}, 300, \frac{800}{2}\right) = 300$$

تنگ بسته: $4\times 78.5 - 2\times 8 \rightarrow c = 112\ \text{mm} < s$ ✓ $\rightarrow$ **USE 2ϕ10@100**

try $2\phi10$: $\frac{4\times78.5}{S}=2.8 \rightarrow S=112\ mm < S_{max}$ ✓ $\rightarrow$ USE $2\phi10@100$

$\begin{cases} V_u \le \frac{\phi V_c}{2} \\ T_u \le \frac{\phi T_{cr}}{4} \end{cases}$ $\rightarrow$ از وسط دهانه 1.11 m $\rightarrow$ $d+b_t=800+600=1400\ mm$

برش بیشتر

درهیچ کجا از طول تیر نتوان خاموت ها را کنار گذاشت.

try $\phi10@300$: $\frac{2\times78.5}{300}=0.52 \ge \left(\frac{A}{S}\right)_{min}=0.52$ ✓

تا 5m از وسط دهانه نیاز به خاموت برش نداریم ($V_u \le \phi V_c$). ببینیم تا کجا از وسط دهانه می‌توان از $\phi10@300$ برش بیشتر استفاده کرد.

$\frac{A_t}{S}=\frac{78.5}{300}=0.26$

$\frac{A_t}{S}=\frac{T_u/\phi}{1.7\,A_{oh}\,f_y}=\frac{(20.25+25.075x)\times10^6}{1.7\times387.1\times10^3\times400}=0.26 \rightarrow x=1.92\ m$

try $2\phi10@300$

$\frac{(20.25+25.075x)\times10^6}{1.7\times387.1\times10^3\times400}=0.52 \rightarrow x=4.65\ m$

try $2\phi10@200$

$\frac{A_v}{S}+2\frac{A_t}{S}=\frac{4\times78.5}{200}=1.57 \rightarrow \frac{\left(\frac{V_u}{\phi}-V_c\right)}{f_y\,d}+2\frac{\frac{T_u}{\phi}}{1.7A_{oh}f_y}=1.57$

$\frac{(33.6+73.03x-400)\times10^3}{400\times800}+2\frac{(20.25+25.075x)\times10^6}{1.7\times387.1\times10^3\times400}=1.57$

$(0.228x-1.145)+(0.154+0.19x)=1.57 \rightarrow x=6.13\ m$