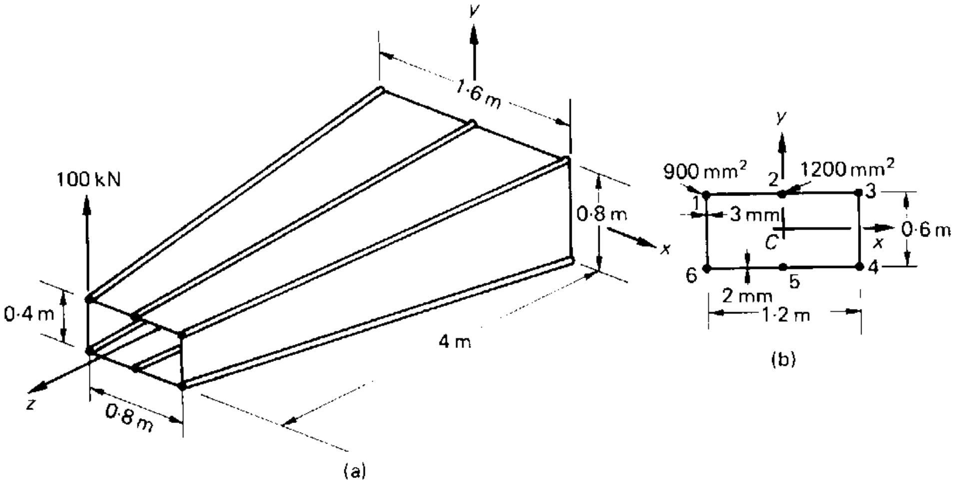
Exemplo 1.04:
Resolver o *exemplo 1.02* considerando as diferenças nas forças dos “booms” em secções da viga antes e depois da secção dada. Neste exemplo as áreas dos tensores não variam ao longo do comprimento da viga mas o método é idêntico.



É necessário determinar a distribuição do fluxo de corte na secção a 2 m da ponta encastrada da viga. Para tal, calculam-se as cargas nos “booms” 0,1 m antes e 0,1 m depois desta secção. Assim, a uma distância de 2,1 m da ponta encastrada tem-se

$$M_x = -100 \times 1{,}9 = -190 \text{ kNm}$$

As dimensões desta secção são facilmente obtidas por proporção e são $largura = 1{,}18$ m e $altura = 0{,}59$ m. Assim o segundo momento de área é

$$I_{xx} = 4 \times 900 \times 295^2 + 2 \times 1200 \times 295^2 = 5{,}22 \times 10^8 \text{ mm}^4$$

e $$\sigma_{z,r} = \frac{-190 \times 10^6}{5{,}22 \times 10^8} y_r = -0{,}364 y_r$$

Então

$$P_1 = P_3 = -P_4 = -P_6 = -0{,}364 \times 295 \times 900 = -96642 \text{ N}$$

e $$P_2 = -P_5 = -0{,}364 \times 295 \times 1200 = -128856 \text{ N}$$

Na secção que fica a 1,9 m da raiz tem-se

$$M_x = -100 \times 2{,}1 = -210 \text{ kNm}$$

e as dimensões da secção são $largura = 1{,}22$ m e $altura = 0{,}61$ m de forma que

$$I_{xx} = 4 \times 900 \times 305^2 + 2 \times 1200 \times 305^2 = 5{,}58 \times 10^8 \text{ mm}^4$$

e $$\sigma_{z,r} = \frac{-210\times10^6}{5{,}58\times10^8}\,y_r = -0{,}376 y_r$$

Então

$$P_1 = P_3 = -P_4 = -P_6 = -0{,}376\times305\times900 = -103212\ \text{N}$$

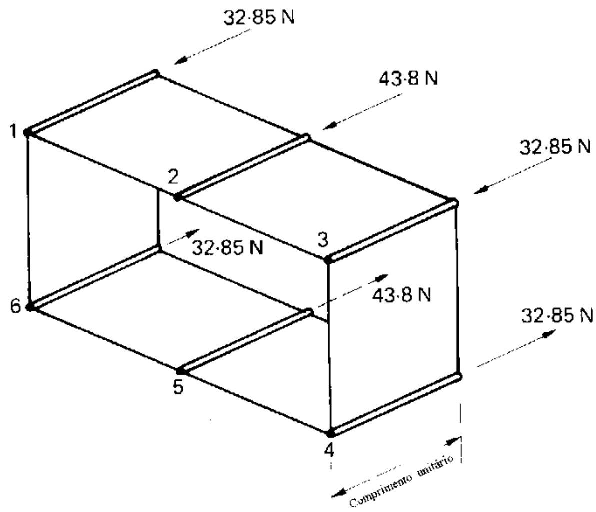
e $$P_2 = -P_5 = -0{,}364\times295\times1200 = -137616\ \text{N}$$

Daqui vê-se que há um aumento na força de compressão de $103212 - 96642 = 6570$ N nos “booms” 1 e 3 e um aumento da força de tração de 6570 N nos “booms” 4 e 6 entre as duas secções. A força de compressão no “boom” 2 aumenta em $137616 - 128856 = 8760$ N enquanto que a força de tração no “boom” 5 aumenta em 8760 N. Assim, o incremento na força dos “booms” por unidade de comprimento é dado por

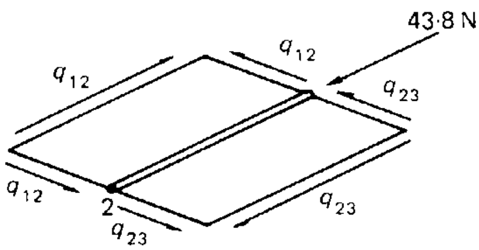
$$\Delta P_1 = \Delta P_3 = -\Delta P_4 = -\Delta P_6 = \frac{6570}{200} = 32{,}85\ \text{N}$$

e $$\Delta P_2 = -\Delta P_5 = \frac{8760}{200} = 43{,}80\ \text{N}$$

As forças nos « booms » por unidade de comprimento estão representadas na figura seguinte.



Suponha-se, agor,a que os fluxos de corte nos painéis 12, 23, 34, etc. são q_{12}, q_{23}, q_{34}, etc. e considere-se o equilíbrio no “boom” 2 como mostra a figura abaixo com porções adjacentes dos painéis 12 e 23.



Assim,

$$q_{23} + 43{,}80 - q_{12} = 0$$

ou $$q_{23} = q_{12} - 43{,}80$$

Da mesma forma, repetindo para cada um dos outros “booms”, tem-se

$$\begin{aligned}
q_{34} &= q_{23} - 32{,}85 = q_{12} - 76{,}65 \\
q_{45} &= q_{34} + 32{,}85 = q_{12} - 43{,}80 \\
q_{56} &= q_{45} + 43{,}80 = q_{12} \\
q_{61} &= q_{56} + 32{,}85 = q_{12} + 32{,}85
\end{aligned}$$

O momento resultante do fluxos de corte internos juntamente com os momentos dos componentes $P_{y,r}$ das cargas dos “booms” em torno de qualquer ponto na secção é equivalente ao momento das cargas externas aplicadas em torno do mesmo ponto. Pode ver-se do *exemplo 1.02* que para os momentos em torno do centro de simetria se tem

$$\sum_{r=1}^{6} P_{x,r}\eta_r = 0, \sum_{r=1}^{6} P_{y,r}\xi_r = 0$$

Assim, tirando momentos em torno do centro de simetria

$$\begin{aligned}
&100\times10^3 \times 400 = 2q_{12}\times600\times300 + 2(q_{12} - 43{,}80)\times600\times300 \\
&\quad + (q_{12} - 76{,}65)\times600\times600 + (q_{12} + 32{,}85)\times600\times600
\end{aligned}$$

ou $$\begin{aligned}
&40\times10^6 = (2\times600\times300 + 2\times600\times300 + 600\times600 + 600\times600)q_{12} \\
&\quad + (-43{,}80\times2\times600\times300 - 76{,}65\times600\times600 + 32{,}85\times600\times600)
\end{aligned}$$

ou $$40\times10^6 = 1{,}44\times10^6 q_{12} - 31{,}54\times10^6$$

de onde se tira

$$q_{12} = 49{,}68\,\mathrm{N/mm}$$

Então

$$q_{23} = 5{,}88\,\mathrm{N/mm}, \quad q_{34} = -26{,}97\,\mathrm{N/mm}, \quad q_{45} = 5{,}88\,\mathrm{N/mm}$$
$$q_{56} = 49{,}68\,\mathrm{N/mm}, \quad q_{61} = 82{,}53\,\mathrm{N/mm}$$

A solução é muito semelhante à solução exata do *exemplo 1.02*.