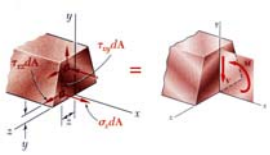


5. Carregamento Transversal

Conteúdo

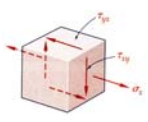
Introdução
Cisalhamento na Face Horizontal de um Elemento de Viga
Problema Exemplo 5.1
Determinação da Tensão de Cisalhamento numa Viga
Tensões de Cisalhamento t_{xy} em Tipos Comuns de Vigas

Introdução



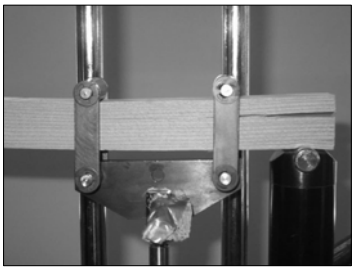
- Carregamento transversal aplicado a uma viga resulta em tensões normais e de cisalhamento em seções transversais.
- A distribuição de tensões normais e de cisalhamento satisfaz a:

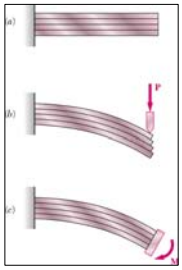
$$F_x = \int \sigma_x dA = 0 \qquad M_x = \int (y\tau_{xz} - z\tau_{xy}) dA = 0$$
$$F_y = \int \tau_{xy} dA = -V \qquad M_y = \int z\sigma_x dA = 0$$
$$F_z = \int \tau_{xz} dA = 0 \qquad M_z = \int (-y\sigma_x) = M$$



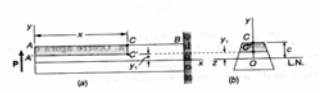
- Quando tensões de cisalhamento são exercidas nas faces verticais de um elemento, tensões iguais devem ser exercidas nas faces horizontais.
- Tensões de cisalhamento longitudinais devem existir em qualquer membro sujeito a carregamento transversal.

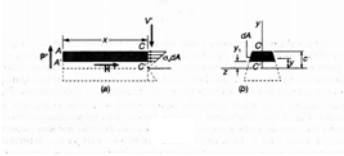
Cisalhamento na Face Horizontal de um Elemento de Viga





Cisalhamento na Face Horizontal de um Elemento de Viga





- Considere uma viga prismática
- Para equilíbrio do elemento de viga:

$\Sigma F_x = 0,\ H - \int (Pxy/I)dA = 0$

$H = (Px/I)\int ydA$

- Note que (de Mec. Tec. – Centroides),

$Q = \int ydA$ (momento de 1a. ordem)

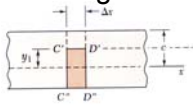
- Substituindo,

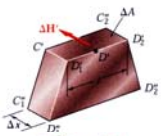
$$H = \frac{PQ}{I}x$$

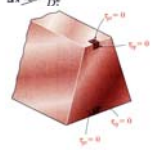
$$q = \frac{H}{x} = \frac{PQ}{I}$$ (fluxo cisalhante)

Obs: P = V

Determinação da Tensão de Cisalhamento numa Viga





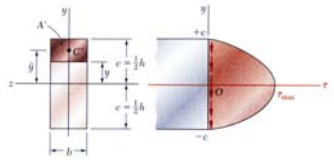


- A tensão de cisalhamento *média* na face horizontal do elemento é obtida dividindo a força de cisalhamento no elemento pela área da face.

$$\tau_m = \frac{\Delta H}{\Delta A} = \frac{q\Delta x}{\Delta A} = \frac{VQ}{I}\frac{\Delta x}{t\Delta x} = \frac{VQ}{It}$$

- Nas superfícies superior e inferior da viga, $\tau_{yx} = 0$. Portanto $\tau_{xy} = 0$ nas extremidades superiores e inferiores das seções transversais.

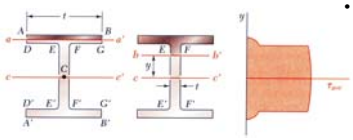
Tensões de Cisalhamento τ_{xy} em Tipos Comuns de Vigas



- Para uma viga retangular estreita,

$$\tau_{xy} = \frac{VQ}{Ib} = \frac{3}{2}\frac{V}{A}\left(1 - \frac{y^2}{c^2}\right)$$

$$\tau_{max} = \frac{3}{2}\frac{V}{A}$$



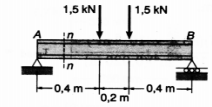
- Para perfis comerciais padrão,

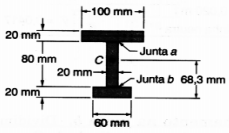
$$\tau_{méd} = \frac{VQ}{It}$$

$$\tau_{max} = \frac{V}{A_{alma}}$$

PROBLEMA RESOLVIDO 5.1

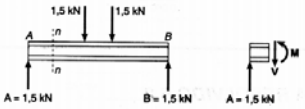
A viga *AB* é constituída por três peças coladas umas às outras e está submetida ao carregamento indicado, que atua em seu plano de simetria. Sabendo-se que a largura de cada junta colada é de 20 mm, determinar a tensão de cisalhamento média na seção *n-n* da viga. O esquema indica a localização do centróide da seção transversal, e o momento de inércia da seção é $I = 8{,}63 \times 10^{-6}$ m^4. A tensão de cisalhamento deve ser calculada nas juntas coladas.





Força cortante na seção *n-n*. Como a viga e seu carregamento são simétricos em relação ao centro do vão, temos $A = B = 1{,}5$ kN ↑. Se considerarmos a parte da viga à esquerda da seção *n–n* como corpo livre, podemos escrever

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0: \quad 1{,}5\text{ kN} - V = 0 \quad V = 1{,}5\text{ kN}$$

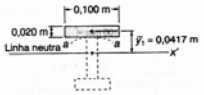


Tensão de cisalhamento na junta *a*. Passando uma seção *a-a* ao longo da junta colada, separamos a seção transversal em duas partes. Vamos calcular *Q* determinando o momento estático da área acima da seção *a-a* em relação à linha neutra.

$$Q = A\bar{y}_1 = [(0{,}100\text{ m})(0{,}20\text{ m})](0{,}0417\text{ m}) = 83{,}4 \times 10^{-6}\text{ m}^3$$

Usamos a Eq. 5.10 para a determinação da tensão de cisalhamento nessa junta, com largura de 0,020 m.

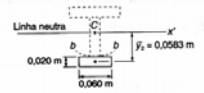
$$\tau_{méd} = \frac{VQ}{It} = \frac{(1500\ \text{N})(83{,}4 \times 10^{-6}\ \text{m}^3)}{(8{,}63 \times 10^{-6}\ \text{m}^4)(0{,}020\ \text{m})} \qquad \tau_{méd} = 725\ \text{kPa} \blacktriangleleft$$



Tensão de cisalhamento na junta *b*. Dividimos a viga pela seção *b*-*b* e usamos a área abaixo dessa seção para o cálculo de Q

$$Q = A\bar{y}_2 = [(0{,}060\ \text{m})(0{,}20\ \text{m})](0{,}0583\ \text{m}) = 70{,}0 \times 10^{-6}\ \text{m}^3$$

$$\tau_{méd} = \frac{VQ}{It} = \frac{(1500\ \text{N})(70{,}0 \times 10^{-6}\ \text{m}^3)}{(8{,}63 \times 10^{-6}\ \text{m}^4)(0{,}020\ \text{m})} \qquad \tau_{méd} = 608\ \text{kPa} \blacktriangleleft$$



TENSÕES DEVIDAS A COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO

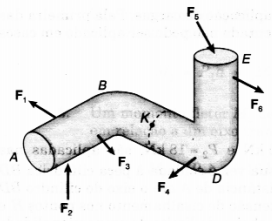


Fig. 5.43

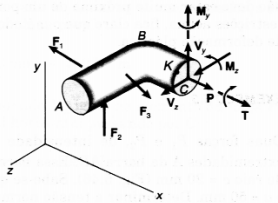


Fig. 5.44

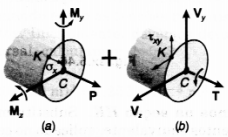


Fig. 5.45