



مقاومت مصالح (۱) - تمرینات تکمیلی فصل ششم: تنش برشی (ویژه کلاس‌های مجازی)

مدرس: دکتر علیرضا امامی (هیئت علمی دانشگاه آزاد-واحد اصفهان)

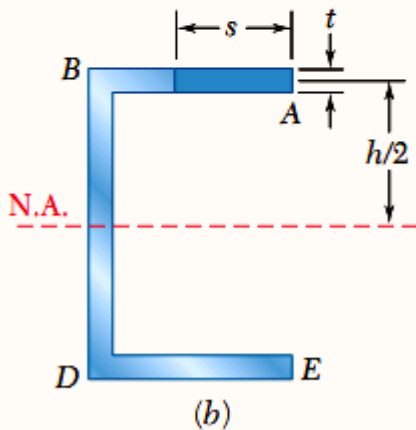
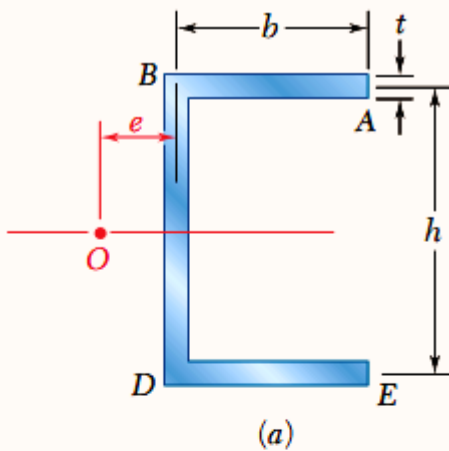


Fig. 6.46 (a) Channel section.
(b) Flange segment used for calculation of shear flow.

کاربرد سوم در حل مسئله (۶.۵)

مرکز ثقل نادرین مقابل با همیست یکسانست t را بدست آوریم

داریم: $b = 4 \text{ in}$, $h = 6 \text{ in}$, $t = 0.15 \text{ in}$.

حل مسئله. مطابق شکل $6.46b$ فاصله s را از نقطه A

در نظر گرفته در این فاصله مقطع می زنیم. در این صورت

مساحت هاشور خورده $A' = t \times s = st$ خواهد بود و

فاصله مرکز سطح A' تا مرکز ثقل بخش $\bar{y} = \frac{h}{2}$ است.

در نتیج مقدار ثابت در اول سطح یعنی Q برابر است با:

$$Q = A' \bar{y} = (st) \left(\frac{h}{2} \right) = \frac{sth}{2}$$

$$q = \frac{VQ}{I} \Rightarrow q = \frac{Vth}{2I} s$$

رابطه مقابل نشان می دهد که جریان برش در بال بر حسب

فاصله افقی (s) به صورت خطی تغییر می کند. اکنون با انتگرال گیری

از جریان برش در طول بال نیروی افقی F را می بینیم

$$q = \frac{dF}{ds} = \frac{\text{نیروی افقی}}{\text{طول افقی}}$$

$$\Rightarrow dF = q ds = \frac{Vth}{2I} s ds \Rightarrow F = \int_0^b \frac{Vth}{2I} s ds$$

$$F = \frac{Vth}{2I} \int_0^b s ds = \frac{Vth}{2I} \times \frac{b^2}{2} \Rightarrow F = \frac{Vthb^2}{4I}$$

نیروی F در بال با نیروی F در بال پایین تشکیل یک گوی را دارد که با گوی ve سازنی می شود.

$$ve = \frac{Vthb^2}{4I} \times h \Rightarrow e = \frac{th^2b^2}{4I}$$



(ویژه کلاس های مجازی)

مقاومت مصالح (۱) - تمرینات تکمیلی فصل ششم: تنش برشی

مدرس: دکتر علیرضا امامی (هیئت علمی دانشگاه آزاد - واحد اصفهان)

مطلب: همان انرژی حول محور حتی در عرض

$$I = 2 I_f + I_w = \sum \bar{I} + A d_y^2$$

ممان اینرسی حول
ممان اینرسی حول

$$I = 2 \left[\frac{b t^3}{12} + (b t) \left(\frac{h}{2} \right)^2 \right] + \left[\frac{t h^3}{12} + (t h) (0)^2 \right]$$

صورت آخر (ت³ نه)

$$\Rightarrow I = \frac{2 b t h^2}{4} + \frac{t h^3}{12} = \frac{6 b t h^2 + t h^3}{12}$$

$$I = t h^2 \left(\frac{6 b + h}{12} \right)$$

فاصله از مرکز تا لبه : $e = \frac{t h^2 b^2}{4 \left[t h^2 (6 b + h) / 12 \right]} \Rightarrow e = \frac{3 b^2}{6 b + h}$

$$e = \frac{3 (4 \text{ in.})^2}{[6 \times 4 + 6] (\text{in.})} = \frac{48}{30} \Rightarrow e = 1.8 \text{ in.}$$



مقاومت مصالح (۱) - تمرینات تکمیلی فصل ششم: تنش برشی (ویژه کلاس‌های مجازی)

مدرس: دکتر علیرضا امامی (هیئت علمی دانشگاه آزاد - واحد اصفهان)

کاربرد مفهوم در محل بند (۶.۲)

در بند قبل بارش من $V = 2.5 \text{ kip}$ توزیع تنش در بال و جان
نار دانی را درست آورده و ترسیم کنید.

تنش برشی در بال ها در بند قبل جریان برش در بال را

$$\text{چون کردیم در بند } q = \frac{Vth}{2I} \text{ دانستیم}$$

$$q = \tau t \quad \text{یا} \quad \tau = \frac{q}{t} = \frac{Vh}{2I} \times s$$

توزیع تنش برشی در بال بر حسب فاصله s خطی است.

در بند قبل برای $I = th^2 \left(\frac{6b+h}{12} \right)$ بدست آوردیم

$$I = 0.15 \times 6^2 \left(\frac{6 \times 4 + 6}{12} \right) = 13.5 \text{ in.}^2$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{2.5 \times 6}{2 \times 13.5} \text{ ksi}$$

$$A) \quad s = 0 \Rightarrow \tau_A = 0 \text{ ksi}$$

$$B) \quad s = 4 \Rightarrow \tau_B = 2.22 \text{ ksi}$$

تنش برشی در جان. توزیع تنش برشی در جان بصورت لگنی

درجه دوم است و آنزیم آن می تارضتی رخ می دهد.

$$Q = A_1 \bar{y}_1 + A_2 \bar{y}_2 = (bt)(h/2) + (th/2)(h/4)$$

$$Q = (4 \times 0.15)(6/2) + (0.15 \times 6/2)(6/4)$$

$$Q = 2.475 \text{ in.}^3$$

$$\tau_{max} = \frac{2.5 \times 2.475}{13.5 \times 0.15} \Rightarrow \tau_{max} = 3.06 \text{ ksi}$$

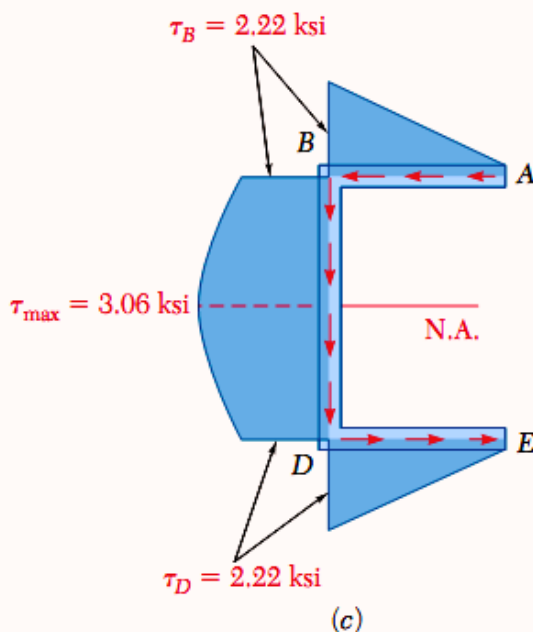
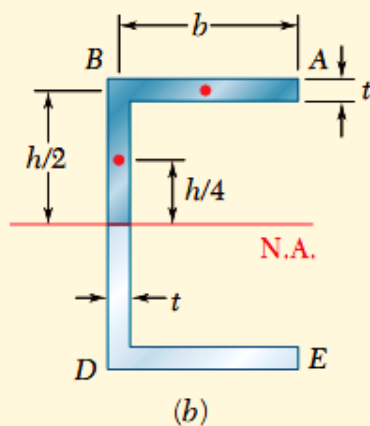
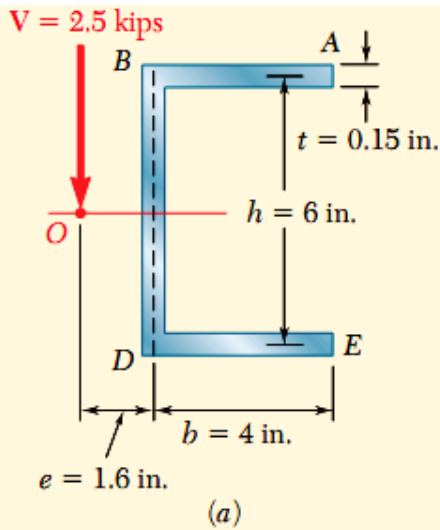
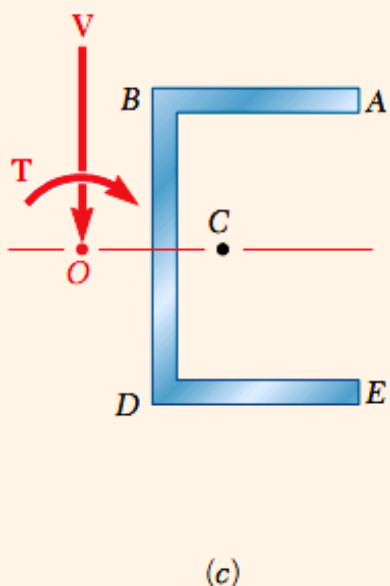
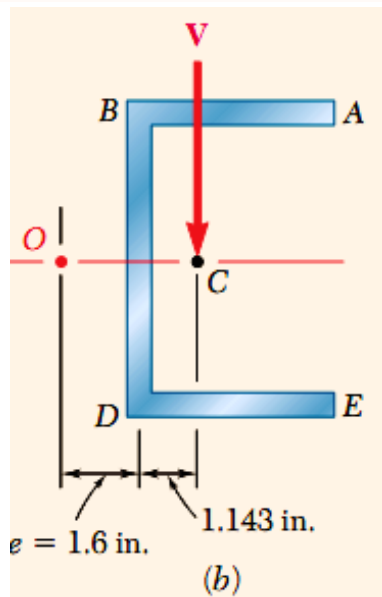
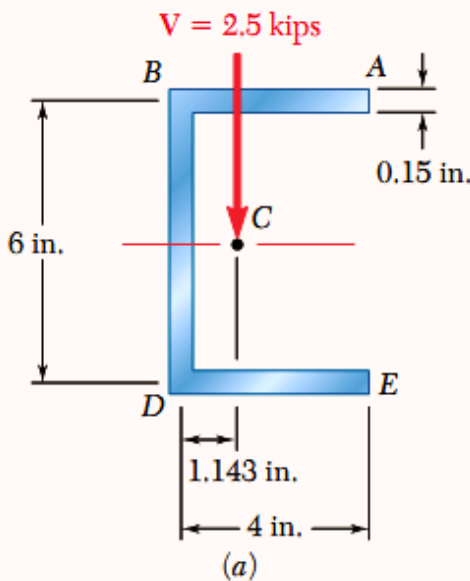


Fig. 6.47 (a) Channel section loaded at shear center. (b) Section used to find the maximum shearing stress. (c) Shearing stress distribution.



مقاومت مصالح (۱) - تمرینات تکمیلی فصل ششم: تنش برشی (ویژه کلاس های مجازی)

مدرس: دکتر علیرضا امامی (هیئت علمی دانشگاه آزاد-واحد اصفهان)



کلید مفهوم در حل مسئله (۹.۷)

برای نادرانی مورد نظر در مسئله (۹.۵۱) ماکزیمم تنش برشی در اثر نیروی $V = 2.5 \text{ kip}$ که در نقطه C اعمال شده را بدست آورید. فاصله نقطه C تا مرکز جاذب نادرانی 1.143 in. است.

سیستم نیرو-گرمیل هم ارز (معادل) در مسئله ۶.۵ مشخص شده مرکز برش به فاصله $e = 1.6 \text{ in.}$ از مرکز جاذب در سمت چپ آن قرار دارد. بنابراین می توان V را از نقطه C به O در مرکز برش انتقال داد به شرط آنکه گشتاور بیضی حاصل از آن خنثی شده اضافه گردد:

$$T = V(oc) = 2.5(1.6 + 1.143) = 6.86 \text{ kip.in.}$$

تنش برشی در اثر نیروی برشی: زمانی که نیروی برشی V در محل مرکز برش (O) اعمال شود، توزیع تنش برشی همانند مثال (۹.۹) خواهد بود و برابر ماکزیمم تنش برشی داریم

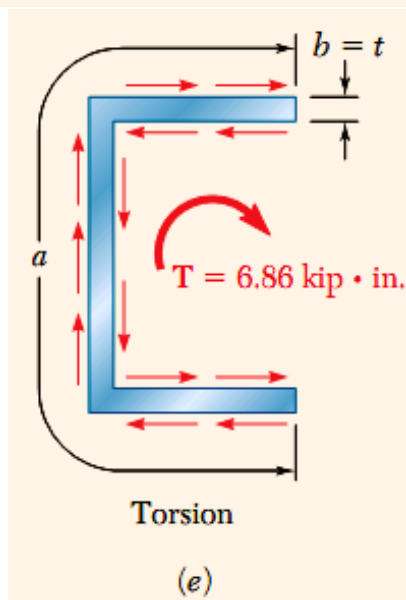
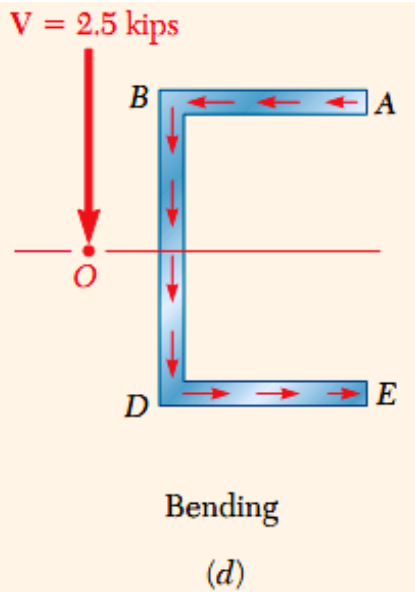
$$\tau_{max} = 3.66 \text{ ksi}$$

تنش برشی در اثر گشتاور بیضی: گشتاور بیضی (T) باعث تابیدگی مقطع می شود که توزیع آن در شکل (6.48e) نمایش داده شده است. از فصل سوم یادآور



مقاومت مصالح (۱) - تمرینات تکمیلی فصل ششم: تنش برشی

مدرس: دکتر علیرضا امامی (هیئت علمی دانشگاه آزاد-واحد اصفهان)



مرکنیم که مقاطع چهارنازک از بهر صورت یک مستقل معادل
از برای می شوند.
طول مستقل

$$a = 4 + 6 + 4 = 14 \text{ in.}$$

$$b = t = 0.15 \text{ in.}$$

$$b/a = 0.15/14 = 0.0107$$

$$a/b \geq 10: \quad C_1 = 1/3$$

$$a/b < 10:$$

$$C_1 = \frac{1}{3} (1 - 0.630 b/a) = 0.331$$

$$\tau_{max} = \frac{T}{C_1 a b^2}$$

$$\tau_{max} = \frac{6.86}{0.331 \times 14 \times 0.15^2} = 65.8 \text{ ksi}$$

$$\tau_{max} = 3.06 + 65.8 = 68.9 \text{ ksi}$$

τ_{max} کل در اینجا در محدد تنش تسلیم فولاد است که اهمیت و

تأثیر بیش تأثیرگی را نشان می دهد.

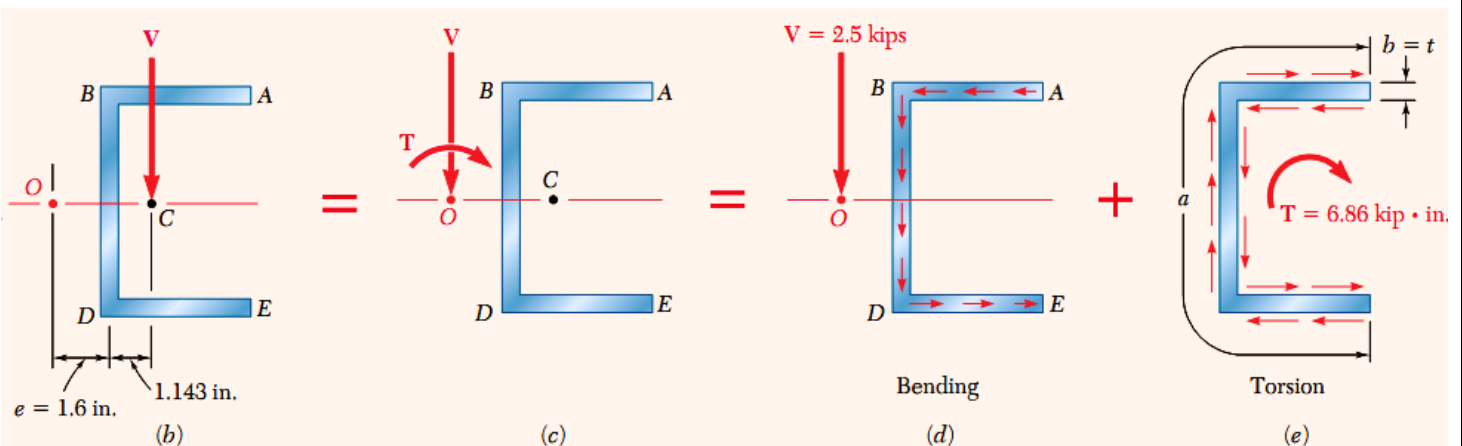


Fig. 6.48 (cont.) (b) Load at the centroid (c) is equivalent to a force-torque at the shear center, which is the superposition of shearing stress due to (d) bending and (e) torsion.