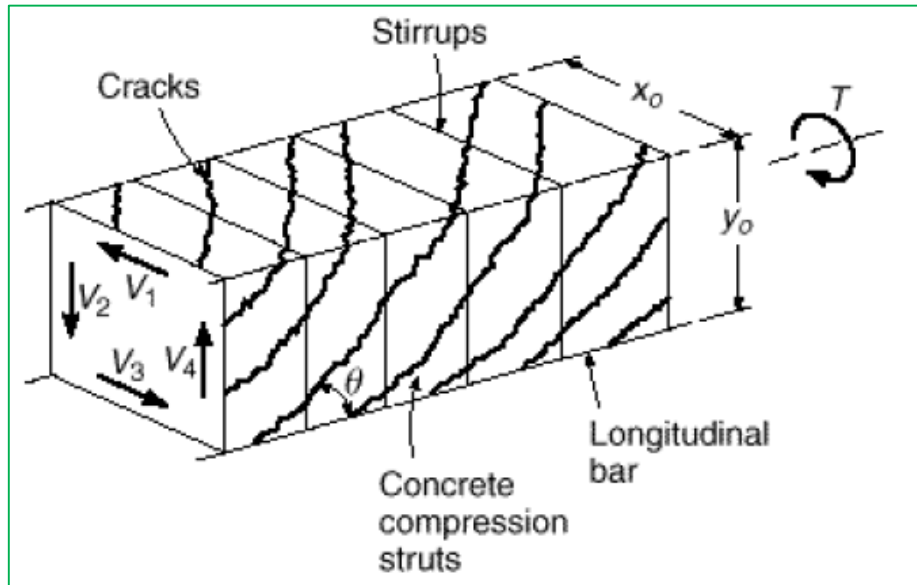


پیچش



پیچش:

درس و نکته:



پیچش در تیر ها زمانی ایجاد میشود که یک تیر فرعی متصل به یک تیر اصلی لی تحت خمش قرار گیرد که منجر میشود تیر اصلی تحت یک لنگر پیچشی قرار گیرد و یا اینکه یک یک دال طره ای به یک تیر متصل باشد که منجر به پیچش در تیر اصلی میشود. آنچه که مشهود است این است که لنگر پیچشی هم طولی عمل میکند هم عرضی به این صورت که در اثر پیچش نیرو های برشی در قسمت بیرونی مقطع ایجاد میشوند (در قسمت داخلی هم ایجاد میشوند اما بیشترین مقدار آن در بیرونی ترین وجه می باشد) که در طول مقطع تکرار میشوند و با توجه به شکل در بعضی مقاطع دو کوپل قائم و در بعضی مقاطع دو کوپل افقی مقدار بیشتری دارند که نتیجه آن منجر به ترک هایی می باشد که مانند یک مار به دور مقطع میچرخند و در طول مقطع حرکت می نمایند.

لذا برای کنترل این ترک ها هم به آرماتور طولی هم به آرماتور عرضی نیاز داریم.

پیچش:

درس و نکته:

در پیچش هم مانند برش و خمش باید مقدار لنگر پیچش وارده (T_u) از مقدار لنگر پیچشی مقاوم (T_r) کمتر باشد

$$T_u \leq T_r$$

* اگر مقدار T_u از $0.25T_{cr}$ کمتر باشد نیاز به طراحی پیچشی نیست اما اگر از مقدار $0.25T_{cr}$ بیشتر باشد باید طراحی پیچشی صورت گیرد.

نحوه طراحی پیچشی به این صورت است که اولاً از مقاومت پیچشی بتن صرف نظر میشود مقدار مقاومت پیچشی لازم با خاموت های عرضی تامین میشود اما با این تفاوت که این آرماتور های عرضی باید با تعدادی آرماتور طولی مهار شوند تا از اعوجاج آنها جلوگیری شود به عبارت دیگر معادله ۱ زمانی صادق می باشد که معادله ۲ برقرار باشد.

یک مفهوم دیگر اینکه آرماتور های عرضی ترک در مقطع را منترل میکنند و آرماتور های طولی از گسترش آنها در طول جلوگیری میکنند. (مثال مار)

$$T_{cr} = \left(\frac{A_c^r}{P_c} \right)^{1/3} v_c$$

$$T_u \leq T_r = T_s = \varphi_s A_o A_t \frac{f_{yv}}{S_n} \quad \text{معادله ۱}$$

$$A_l = \left(\frac{A_t}{S_n} \right) P_h \left(\frac{f_{yv}}{f_{yl}} \right) \quad \text{معادله ۲}$$

از رابطه ۱ به دست می آید

فاصله این آرماتورها نباید بیش از ۳۰۰ میلی متر از یکدیگر بوده و باید دور تا دور مقطع در داخل محیط خاموت بسته پیچشی به طور یکنواخت به نحوی توزیع شوند که حداقل یک میلگرد طولی به قطر معادل $\frac{S_n}{16}$ یا بیشتر در هر گوشه خاموت های پیچشی قرار گیرد.

پیچش:

درس و نکته:

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

$T_u \leq 0.25\phi T_{cr}$ نیازی آرماتور پیچشی نیست.

$T_u > 0.25\phi T_{cr}$ آرماتور پیچشی باید طراحی شود.

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_u}{2\phi A_o f_{yv}} = \frac{T_u}{1.7\phi A_{oh} f_{yv}}$$

آرماتور عرضی پیچشی

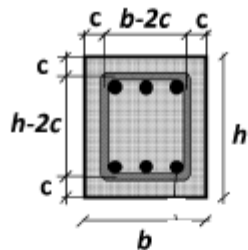
$$A_l = \left(\frac{A_t}{s_n} \right) P_h \frac{f_{yv}}{f_{yl}}$$

آرماتور طولی پیچشی

معرفی پارامترها:

درس و نکته:

به این صفحه خیلی دقت شود بسیار مهم



$$A_c = bh$$

$$P_c = 2(b+h)$$

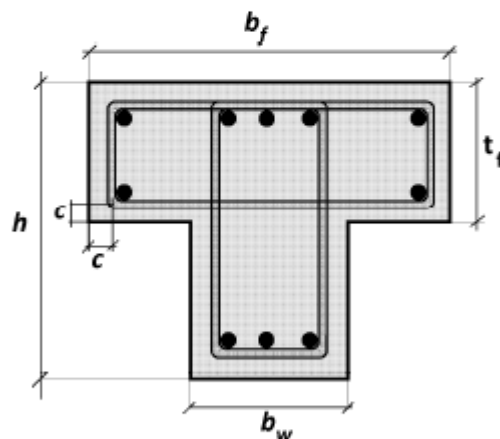
$$A_{oh} = (b-2c)(h-2c)$$

$$P_h = 2(b-2c) + 2(h-2c)$$

$$A_o = 0.85 A_{oh}$$

$$T_{cr} = \left(\frac{A_c}{P_c} \right) \sqrt{f_c}$$

$$T_S = \varphi_s A_o A_t \frac{f_{yv}}{S_n}$$



$$A_c = b_w h + t_f (b_f - b_w)$$

$$P_c = 2b_f + 2h$$

$$A_{oh} = (b_w - 2c)(h - 2c) + (t_f - 2c)(b_f - b_w)$$

$$P_h = 2(b_f - 2c) + 2(h - 2c)$$

$$A_o = 0.85 A_{oh}$$

A_{oh} = مساحت سطح محصور شده به وسیله محوره‌های اضلاع خاموت بسته پیچشی بیرونی در مقطع، شامل سطح سوراخ‌ها (در صورت وجود)، میلی‌متر مربع

معرفی پارامترها:

درس و نکته:

۹-۱۵-۳ حداقل آرماتور برشی

۹-۱۵-۴ چنانچه براساس بند ۹-۱۵-۷-۱ طراحی برای پیچش لازم باشد، حداقل سطح مقطع خاموت برشی و پیچشی بسته در مجموع از رابطه (۹-۱۵-۱۴) بدست می‌آید.

$$(A_{sv} + 2A_t)_{\min} = 0.6 \sqrt{f_c} \frac{b_w S_n}{f_{yv}} \quad (9-15-14)$$

این آرماتورها باید از نوع خاموت بسته باشد، ضمناً تعبیه حداقل فولاد پیچشی طولی نیز الزامی است.

۹-۱۵-۱۰ محدودیت‌های آرماتورهای پیچشی

۹-۱۵-۱۰-۵ حداکثر فاصله بین خاموت‌های بسته پیچشی از رابطه (۹-۱۵-۲۰) تعیین می‌گردد:

$$S_{\max} = \min\left(\frac{P_h}{\lambda}, 300\right) \quad (9-15-20)$$

۹-۱۵-۱۰-۷ حداکثر تنش در مقاطع قوطی شکل از رابطه (۹-۱۵-۲۱) و در مقاطع توپر از رابطه

(۹-۱۵-۲۲) بدست می‌آید.

$$\frac{V_u}{b_w d} + \frac{T_u P_h}{1/\sqrt{A_{oh}}} \leq 0.25 f_{cd} \quad (9-15-21)$$

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1/\sqrt{A_{oh}}}\right)^2} \leq 0.25 f_{cd} \quad (9-15-22)$$

$$T_s = 2\phi_s A_o A_t \frac{f_{yv}}{S_n}$$

مقطع قوطی و تو خالی

مقطع توپر

پیچش نامعین:

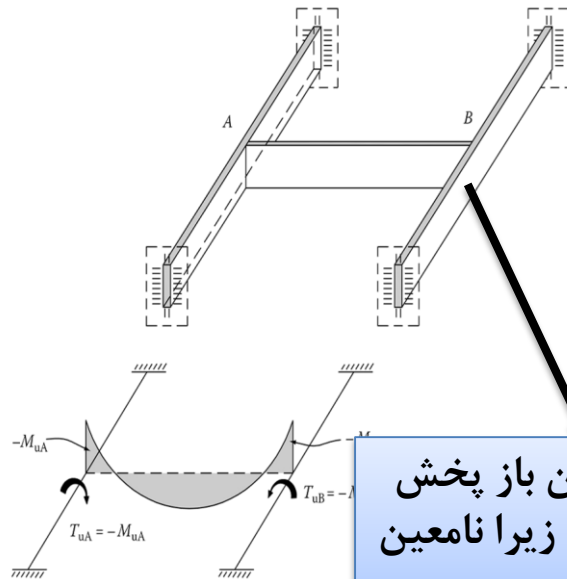
درس و نکته:

۱۴-۳- پیچش نامعین

۹-۱۵-۱۱ لنگر پیچشی نهایی در اعضای ساختمان‌های نامعین

۹-۱۵-۱۱-۱ در مواردی که مقاومت در برابر لنگر T_u برای برقراری تعادل عضوی لازم باشد، عضو مورد نظر باید برای تحمل تمام لنگر پیچشی معادل T_{cr} ، مطابق ضوابط بند ۹-۱۵-۷ طراحی شود.

۹-۱۵-۱۱-۲ در مواردی که امکان کاهش لنگر پیچشی در اثر باز پخش لنگرهای داخلی در عضوی از یک ساختمان نامعین موجود باشد، می‌توان مقدار T_u را به $0.67T_{cr}$ کاهش داد به شرطی که اثر لنگرها و برش‌های تعدیل‌شده عضو در سایر اعضای مجاور با استفاده از روابط تعادل، محاسبه و در طراحی به کار گرفته شود.



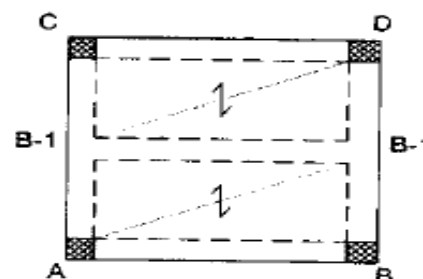
در این تیر امکان باز پخش لنگر وجود دارد زیرا نامعین می باشد.

در این تیر امکان بازپخش لنگر پیچشی وجود ندارد چون اگر فرض کنیم طول دال L و مقدار بار p در انتهای آن وراد میشود میزان لنگر پیچشی pL به صورت کاملاً معین به تیر وارد میشود



حل:

۱۵- شکل روبرو پلان تیرریزی یک ساختمان بتن آرمه را نشان می‌دهد. تحلیل سازه نشان می‌دهد که T_u (لنگر پیچشی نهایی) ناشی از بارهای ثقلی در تیرهای B-1، 23.5 kN.m است. کمترین لنگر پیچشی نهایی که تیرهای B-1 را می‌توان برای آن طراحی کرد به کدامیک از گزینه‌های زیر نزدیک‌تر است؟ (مقطع تیرهای B-1 دارای عرض 400 mm و ارتفاع 500 mm بوده و اثر تعدیل لنگر پیچشی در آنها در اعضای مجاور در نظر گرفته خواهد شد. بتن از رده C25 با سنگدانه‌های معمولی و میلگرد از نوع S400 در نظر گرفته شود).



13.5 kN.m (۱)

27.5 kN.m (۳)

23.5 kN.m (۳)

18.5 kN.m (۴)

محاسبات ۹۶

تست:

حل:

۳۶- برای مسلح نمودن یک عضو بتن آرمه با مقطع مستطیلی شکل تحت اثر لنگر پیچشی تنها، کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(۱) آرماتور عرضی لازم بوده و آرماتور طولی به عنوان آرماتورهای اجرایی بکار برده می‌شوند.

(۲) هر دو نوع آرماتورهای طولی و عرضی مورد نیاز هستند.

(۳) آرماتور طولی لازم بوده و آرماتور عرضی به عنوان آرماتور اجرایی بکار برده می‌شوند.

(۴) فقط آرماتور گونه در دو وجه مقطع کفایت می‌کند.

محاسبات ۸۹

تست:

حل:

۴۰- در طراحی مقاطع اعضای بتن آرمه تحت اثر برش و پیچش توأم، باید فولادهای برشی و پیچشی به صورت

جدا محاسبه شده و و

الف) از مقادیر به دست آمده هر کدام بزرگ تر است انتخاب شده و به فولادهای محاسبه شده برای سایر تلاشها اضافه شوند.

ب) $1/33$ برابر بزرگ ترین مقدار فولاد برای برش یا پیچش همراه با فولادهای محاسبه شده برای سایر تلاش ها در مقطع استفاده شود.

ج) فولادهای عرضی پیچشی با فولادهای برشی جمع شده و در مقطع استفاده شوند.

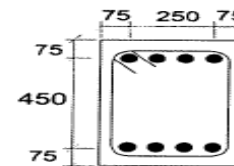
د) مقادیر فولاد به دست آمده با هم جمع و به فولادهای محاسبه شده برای سایر تلاش ها اضافه شوند.

محاسبات ۸۶

تست:

حل:

۳۵- فرض کنید یک مقطع بتنی به ابعاد $400 \times 600 \text{ mm}$ (مطابق شکل زیر)، تحت اثر توام برش (V_u) و پیچش (T_u) قرار دارد. اگر مقدار V_u برابر 50% حداکثر نیروی برشی مقاوم مقطع (در حالتی که مقطع فقط تحت اثر V_u قرار دارد) باشد، آنگاه در صورت تامین خاموت‌های برشی و پیچشی مورد نیاز، مقدار حداکثر لنگر پیچشی قابل اعمال بر مقطع در حضور نیروی برشی V_u برحسب کیلونیوتن متر به کدامیک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟ (بتن از رده C25 و میلگردها از نوع S400 هستند. در محاسبات قطر میلگردهای طولی را برابر 25 میلی‌متر و قطر میلگردهای عرضی را برابر 10 میلی‌متر در نظر بگیرید. ابعاد مقطع به میلی‌متر است. همچنین فرض کنید در عضو امکان کاهش لنگر پیچشی در اثر بازپخش لنگرهای داخلی وجود ندارد).



۱) 374

۲) 274

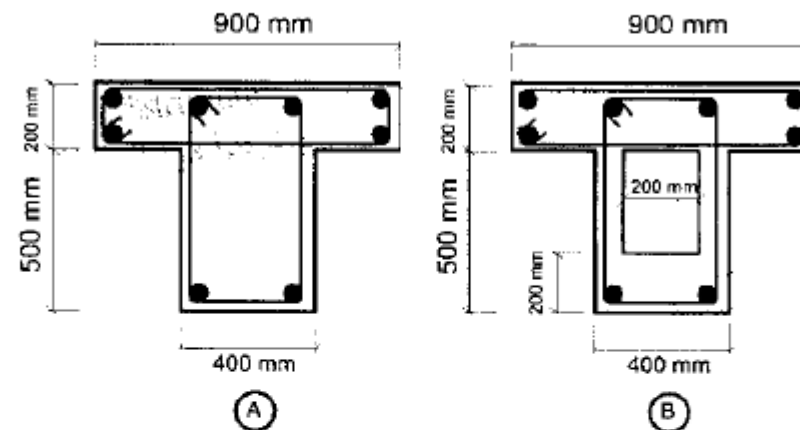
۳) 174

۴) 74

محاسبات ۹۷

حل:

۱۸- در صورت عدم انجام محاسبات دقیق تر و براساس مقررات ملی ساختمان در صورتی که آرماتورگذاری مقاطع زیر یکسان باشد، کدامیک از جملات زیر صحیح تر است؟



- (۱) مقاومت پیچشی نهایی مقطع A از B بیشتر است، مقاومت برشی نهایی مقطع B از A بیشتر است.
- (۲) مقاومت پیچشی نهایی مقطع B از A بیشتر است، مقاومت برشی نهایی مقطع A از B بیشتر است.
- (۳) مقاومت پیچشی نهایی و مقاومت برشی نهایی مقاطع A و B یکسان است.
- (۴) مقاومت پیچشی نهایی مقطع A و B برابر است، مقاومت برشی نهایی مقطع A از مقطع B بیشتر است.

محاسبات ۹۶

درس پنجم:

اثرات لاغری