Articles

سیویلرن

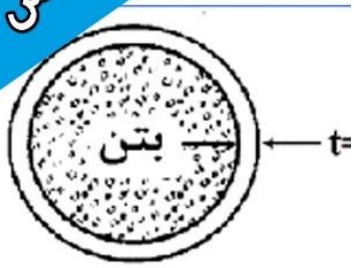
مقاله شماره نوزده

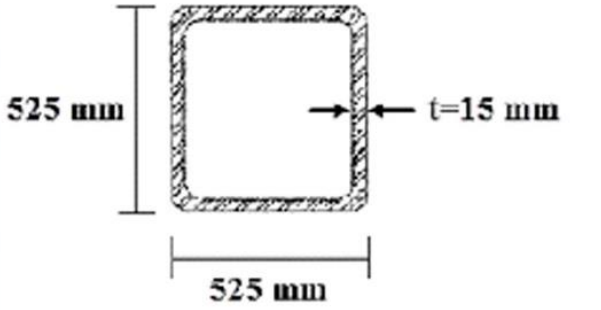
حل تست های تالیفی سازه های فولادی

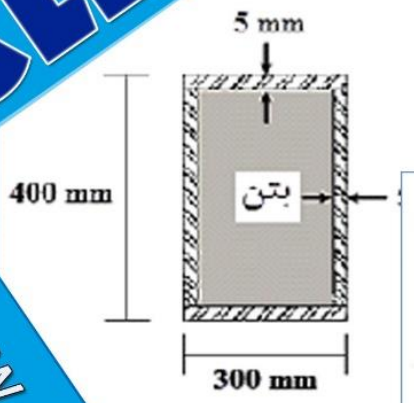
ویژه آزمون محاسبات ورود به حرفه نظام مهندسی

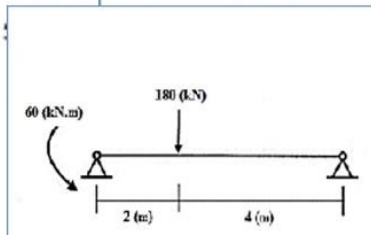
تالیف :مهندس میلاد ژیان

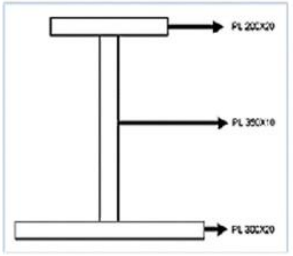
ARTICLE No.19

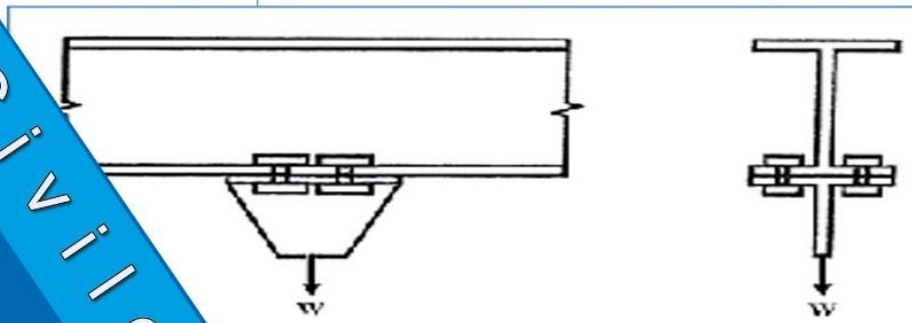


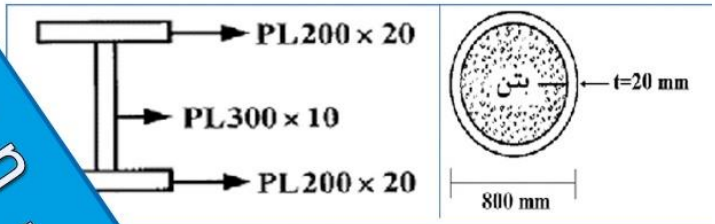


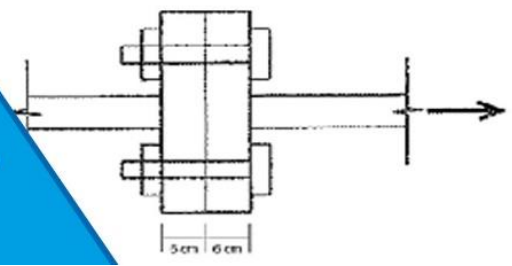












www.Civilearn.com

گروه آموزشی - مهندسی سیویلرن

Author : Eng.Milad.Jiyan

Published by : Civilearn Group

PDF

طراحی سریع و هوشمند انواع سقفهای متداول در ایران

SAZESAGHF

Arshia Iranian Software Group (A I G S)

نرم افزار سازه سقف اولین نرم افزار

هوشمند برای محاسبات انواع سقفهای متداول در ایران

(کامپوزیت عرشه فولادی- کامپوزیت معمولی- تیرچه بتنی و تیرچه کرومیت)

همراه با گزارش ریز محاسبات و متره کامل

- اعضای محترم سازمان نظام مهندسی کشور
- مهندسین مشاور گرامی
- دفاتر فنی پیمانکاران محترم
- شرکت های محترمی که در ساخت و اجرای سقف های فوق فعالیت دارید

نرم افزار سازه سقف ، نرم افزاری است کاملا هوشمند و با طرز کار بسیار آسان که تمامی نکات آیین نامه ای برای طراحی کامل انواع سقف های متداول در ایران را در محاسبات شما در نظر می گیرد

تلفیق هنر و تکنولوژی برای شما که با دانش روز حرکت می کنید

تلفن سفارش: ۰۹۱۲ ۸۸ ۷۶ ۱۰۰

Arshia Iranian Software Group (A I S G)

کارامحاسب

ابزار کار یک محاسب

- ابزارهای بسیار کاربردی
- آئین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم و چهارم
- ترکیبات بارگذاری آئین نامه ایران
- سازه ای کنترلهای هوشمند

www.Karamohaseb.com

☎ 021-77480262

ETABS 7 CONTROL

Assistant of Structure Designer

ETABS 2015 - ETABS 9.7

نرم افـزار تخصصـی کنترل طراحی سـازه ها

قابلیـت افزودن مشـخصات محاسب و دفتر طراحی جهت چاپ در خروجی

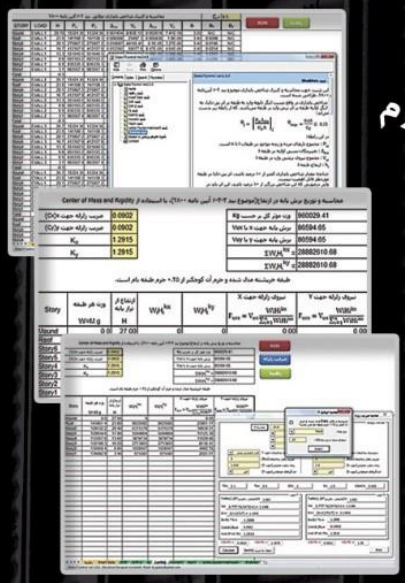
قابلیـت افزودن مشـخصات پروژه در کاور خروجی

ایجـاد دفترچه محاسـبه با خروجی های شـکیل و آماده ارائه به نظام مهندسـی

بـر اسـاس آخریـن ویرایـش مقررات ملـی و ویرایـش چهارم اسـتاندارد ۲۸۰۰

۷ کنتـرل متـداول طراحـی سـازه بـا اسـتفاده از خروجـی های ETABS

- کنترل تغییر مکان نسبی سازه طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- محاسبه ضریب بزرگنمایی (Aj) و کنترل نا منظمی پیچشی طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- محاسبه و توزیع برش پایه ناشی از زلزله طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- محاسبه و کنترل لنگر واژگونی ناشی از زلزله طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- کنترل منظم بودن سازه از نظر جرم در ارتفاع و اعمال پیچش اتفاقی طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- کنترل مهار شده بودن سازه از طریق محاسبه ضریب پایداری طبق مبحث ۹
- محاسبه و کنترل شاخص پایداری سازه طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش چهارم



تست های تالیفی سازه های فولادی
ویژه آزمون محاسبات ورود به حرفه

تالیف : مهندس میلاد ژیان

کارشناس ارشد سازه؛ طراح و محاسب ساختمان

تست ۱: مقطع نشان داده شده در شکل زیر تحت اثر نیروی محوری فشاری و لنگر خمشی دو محوره نسبت به محورهای اصلی قراردارد. نسبت حداکثر قطر خارجی مقطع در حالتی که از منظر کمانش موضعی در شکل پذیری زیاد فشرده لرزه ای باشد به حالتی که این مقطع فشرده باشد تقریبا برابر است با

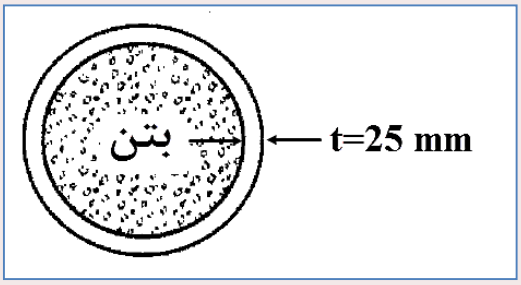
$E= 2*10^5$ Mpa و $Fy=360$ Mpa

۱) 2

۲) 0.5

۳) 0.25

۴) 4



تست ۲: مقاومت برشی طراحی مقطع نشان داده شده بر حسب کیلو نیوتن به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ (برای ساختن این مقطع قوطی شکل، از جوش قوس الکتریکی استفاده شده است)

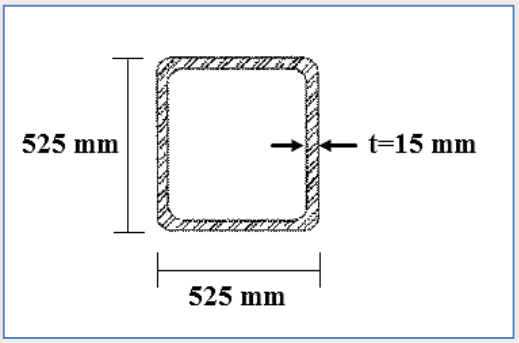
$E= 2*10^5$ Mpa و $Fy=240$ Mpa

۱) 1990

۲) 1730

۳) 1930

۴) 1790



www.Civilearn.com

تست ۳: حداکثر مقدار مقاومت پیچشی مقطع لوله ای شکل به طول ۳۰۰۰ میلی متر، ضخامت لوله ۱۰ میلی متر و قطر خارجی ۶۰۰ میلی متر بر حسب کیلو نیوتن متر به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

$E= 2*10^5$ Mpa و $Fy=240$ Mpa

۱) 320

۲) 780

۳) 360

۴) 710

تست ۴: در صورتیکه نیروی متمرکزی به یک تیر با مقطع IPE 200 وارد شود تغییرات مقاومت اسمی در حالتی که بال فشاری در مقابل دوران زاویه ای نگهداری شده است نسبت به حالتی که در مقابل دوران زاویه ای نگهداری نشده است تقریبا چقدر است؟ (بزرگترین طول بدون مهار جانبی هردو بال در محدوده اعمال بار متمرکز ۲ متر می باشد)

۱) 0.9

۲) 1.9

۳) 0.6

۴) 1.6

تست ۵: مقاومت کششی طراحی ستون با مقطع نشان داده شده بر حسب کیلونیوتن به کدام گزینه نزدیکتر است؟

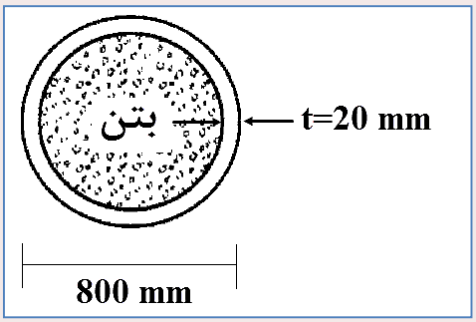
$Es= 2*10^5$ Mpa و $Fy=360$ Mpa و $Wc=2500$ kg/m^3

۱) 17650

۲) 11750

۳) 10550

۴) 15850



www.Civilearn.com

تست ۶: در اتصال انتهایی یک تسمه کششی که تحت بارگذاری محوری قرار دارد طول موثر جوش در هر طرف تسمه برابر ۱۰۰۰ میلی متر می باشد. اگر از جوش گوشه با بعد ۶ میلی متر برای این اتصال استفاده شود مجموع طول جوش در این اتصال چند میلی متر خواهد بود؟

۱) 1310

۲) 2290

۳) 4580

۴) 2620

تست ۷: ستونی به ارتفاع ۳،۵ متر با مقطع شکل زیر در یک ساختمان فولادی با سیستم قابل خمشی قرار دارد. مقاومت فشاری طراحی این ستون بر حسب کیلونیوتن به کدام گزینه نزدیکتر است؟

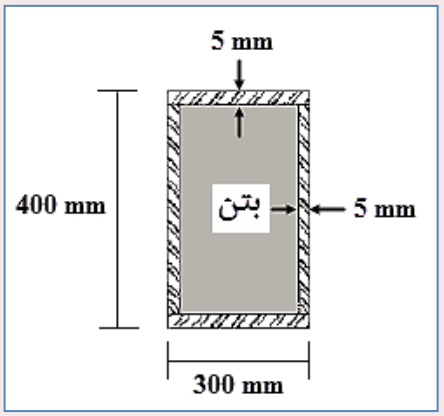
$E= 2*10^5$ Mpa و $Fy=240$ Mpa و $fc=25$ Mpa و $Wc=2500$ kg/m^3

۱) 3950

۲) 4050

۳) 2950

۴) 3050



www.Civilearn.com

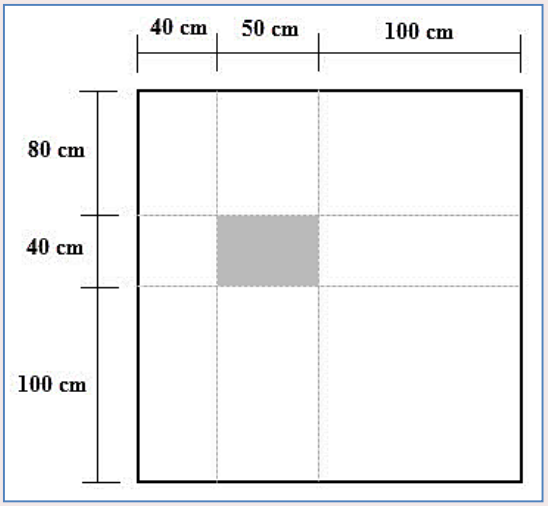
تست ۸: حداکثر بار محوری نهایی ستون فولادی وارد بر کف ستون نشان داده شده که بر روی تکیه گاه بتنی قرار دارد بر حسب کیلو نیوتن به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟ (رده بتن C30 می باشد)

۱) 6630

۲) 10200

۳) 13260

۴) 8620



تست ۹: یک تیر فولادی با مقطع نشان داده شده به عنوان یک عضو خمشی تحت بارگذاری مقابل قرار دارد. در صورتیکه تیر در تکیه گاه ها دارای مهار جانبی باشد، مقدار ضریب اصلاح کمانش پیچشی جانبی به کدامیک از مقادیر زیر نزدیکتر است؟

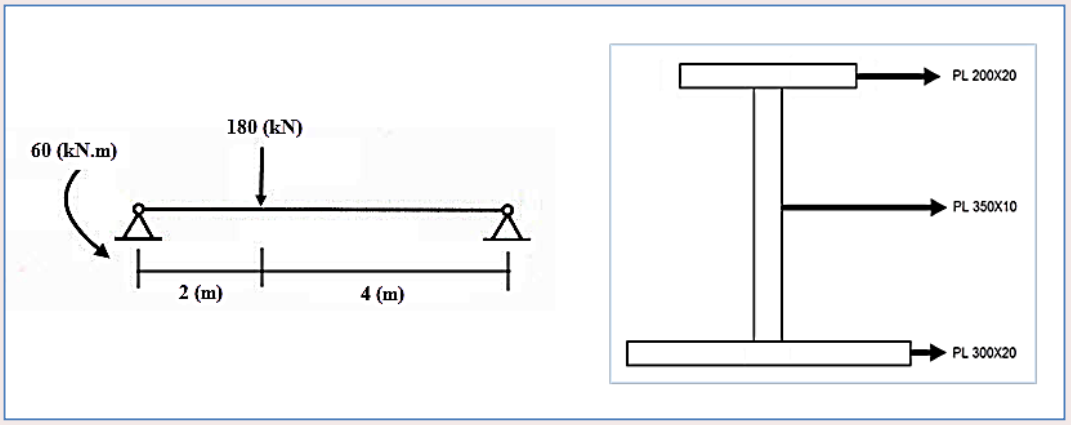
$Ix=103680\ (cm^4)$ و $Iy=15170\ (cm^4)$

۱) 1

۲) 3

۳) 0.7

۴) 1.45



www.Civilearn.com

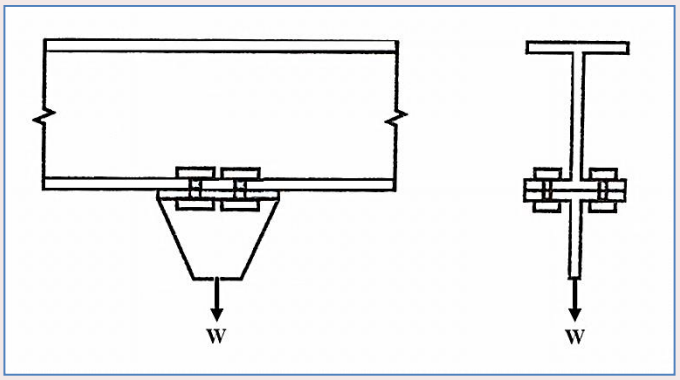
تست ۱۰: برای نگه داشتن یک وزنه ۲۰۰ کیلو نیوتنی از اتصال پیچی اصطکاکی نشان داده شده در شکل استفاده شده است. اگر مصالح فولاد مصرفی از نوع St-37 ، پیچ ها M22 و از نوع A325، سوراخ ها از نوع استاندارد و فاصله میان سوراخ ها از لبه و مرکز به درستی تنظیم شده باشد به ترتیب نیروی کششی موجود در هر پیچ و ظرفیت برشی طراحی بر حسب kN تقریبا برابر خواهد بود با:

۱) 60-100

۲) 180-175

۳) 180-100

۴) 60-175



تست ۱۱: تیر ورقی با مقطع نشان داده شده در یک دهانه ساده به طول ۸ متر استفاده شده است. این تیر ورق فاقد سخت کننده های عرضی می باشد. اگر بخواهیم از این مقطع در یک قاب مهاربندی شده واگرای ویژه به عنوان تیر پیوند استفاده کنیم، مقاومت برشی اسمی این تیرورق نسبت به حالت قبلی چه میزان تغییر خواهد کرد؟ فرض کنید طول تیر پیوند برابر ۸/۱ متر بوده و نسبت نیروی محوری نهایی در تیر به نیروی محوری تسلیم تیر پیوند برابر با ۱۳/۰ می باشد. ابعاد در شکل بر حسب میلی متر هستند.

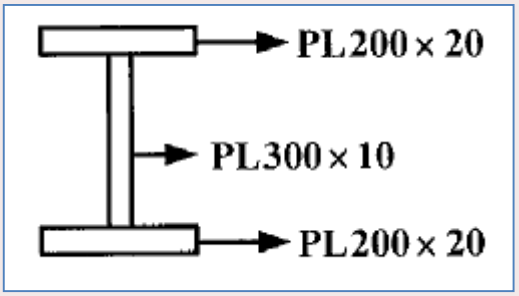
$Fy=240\ (MPa)$ و $Z=1505000\ (cm^3)$

۱) ۷% - کاهش

۲) ۱۸% - افزایش

۳) ۱۸% - کاهش

۴) ۷% - افزایش



www.Civilearn.com

تست ۱۲: برای یک تیر پیوند در مهاربند واگرا Mp=240 kN.m و Vp=160 kN می باشد. اگر طول تیر پیوند برابر ۳ متر باشد و در صورتیکه تغییرمکان جانبی نسبی طبقه برابر با تغییرمکان جانبی نسبی طرح فرض شود. حداکثر دوران غیرالاستیک تیر پیوند نسبت به ناحیه خارج از آن برای زلزله طرح بر حسب درجه به چه مقداری محدود می شود؟

۱) 0.056

۲) 3.7

۳) 0.065

۴) 3.2

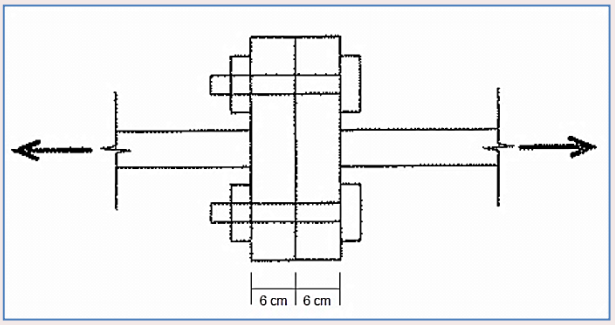
تست ۱۳: در اتصال اتکایی شکل زیر از پیچ های معمولی 4.6 و با قطر 20 mm استفاده شده است. مقاومت کششی طراحی پیچ ها به کدامیک از گزینه های زیر نزدیکتر است؟ مصالح مصرفی ورق ها از نوع St-37 و با Fy=240 Mpa و Fu=370 Mpa می باشد.

۱) 65 kN

۲) 130 kN

۳) 140 kN

۴) 70 kN



تست ۱۴: مقطع تیر نشان داده شده در شکل زیر تحت خمش حول محور قوی قرار دارد. به ازای چه طول مهار نشده از این عضو، حالت حدی تسلیم خمشی و حالت حدی کمانش پیچشی – جانبی غیرارتجاعی به طور همزمان حاکم بر طرح می شوند؟ Fy=240 Mpa

۱) 4 m

۲) 4.5 m

۳) 5 m

۴) 5.5 m

www.Civilearn.com

پاسخ تشریحی

Articles

تست ۱:

منظور از تیردیوار محوری و لنگر خمشی دو محوره ← همان ستون + شکل پذیری زیاد

حالت شکل پذیری زیاد

کنترل مشترکی لرزه ای ← جدول ۱۰-۳-۴-۱ ص ۲۰۴ ← حالت اول: $\frac{D}{t} \leq 0.076 \frac{E}{Fy} \Rightarrow \frac{D}{25_{mm}} \leq 0.076 \frac{2*10^5 Mpa}{360 Mpa}$

$\Rightarrow \boxed{D \leq 1055.56}$

کنترل مشترکی ← جدول ۱۰-۲-۸-۱ ص ۱۱۸ ← حالت دوم: $\frac{D}{t} \leq 0.15 \frac{E}{Fy} \Rightarrow \frac{D}{25_{mm}} \leq 0.15 \frac{2*10^5 Mpa}{360 Mpa}$

$\Rightarrow \boxed{D \leq 2083.33}$

$\frac{\text{حالت اول}}{\text{حالت دوم}} = \frac{1055.56}{2083.33} = 0.51 \# \boxed{0.5}$ ← گزینه دو

تست ۲:

مقاومت برشی طراحی $\phi V_n = ?$

مقاومت برشی مقطع توخالی شکل ← بند ۱۰-۲-۷-۵ ص ۱۵۳

$V_n = 0.6 F_y . A_w . C_v$ ، $A_w = 2*h*t$ ، $k_v = 5$

h ← مقدار h ← با توجه به اینکه شعاع گردی در محل اتصال جان به بال وجود ندارد ⇒ h = فاصله بین خارجی بال‌ها − ۳ برابر ضخامت بال

$\Rightarrow h = 525_{(mm)} - 3(15) = 480 \ (mm)$

t ← مقدار ضخامت طراحی جان مقطع توخالی شکل ← برای مقطعی که با جوشکاری دورش الکترودی ساخته شده است ضخامت دیواره است ← $0.93\, t = 0.93(15) = 13.95 \ (mm)$

$\Rightarrow A_w = 2*h*t = 2*480*13.95 = 13392 \ (mm^2)$

برای محاسبه‌ی C_v بستگی نسبت $\frac{h}{t_w}$ را محاسبه کنیم ← با توجه به بند ۱۰-۲-۷-۲ ص ۱۵۲

بند (ب) برای مقاطع توخالی شکل کنترل اجباری

www.Civilearn.com

$$\frac{h}{t_w} = \frac{480\ (mm)}{13.95_{mm}} = 34.41$$

$$1.1\sqrt{\frac{k_v E}{F_y}} = 1.1\sqrt{\frac{5 * 2*10^5}{240_{Mpa}}} = 71 \quad \Rightarrow \quad \frac{h}{t_w} = 34.41 \leq 1.1\sqrt{\frac{k_v E}{F_y}} = 71 \ \text{Ok} \checkmark$$

ضریب کمانش برشی جان ضریب

$$\Rightarrow \quad \underline{C_v = 1} \quad , \quad \underline{\phi_v = 0.9}$$

مقاومت برشی اسمی

$$\Rightarrow \quad V_n = 0.6\, F_y . A_w C_v = 0.6 * 240_{Mpa} * 13392 * 1 * 10^{-3} = 1928.45\ (kN)$$

$$\Rightarrow \text{مقاومت برشی طراحی} \quad \phi V_n = 0.9 * 1928.45 = \underline{1735.6\ (kN)} \Rightarrow$$

نزدیکی دو

تست ۳:

مقاومت پیچشی مقطع لوله‌ای ← تست (الف) ۱-۴-۷-۲-۱۰ بند

مقاومت پیچشی طراحی $\phi T_n = ?$ — مقاومت پیچشی مقطع لوله‌ای $T_n = F_{cr} . C$ ← تنش کمانشی مقطع

تنش کمانشی مقطع $F_{cr} = Max$

$$\frac{1.23E}{\sqrt{\frac{L}{D}}\left(\frac{D}{t}\right)^{5/4}} \leq 0.6F_y \quad \Rightarrow \quad \frac{1.23 * 2*10^5\ (Mpa)}{\sqrt{\frac{3000}{600}}\left(\frac{600}{10}\right)^{5/4}} = 658.8_{Mpa} \not\leq 0.6(240) = 144_{Mpa}$$ (نیست)

$$\frac{0.6E}{\left(\frac{D}{t}\right)^{3/2}} \leq 0.6F_y \quad \Rightarrow \quad \frac{0.6 * 2*10^5}{\left(\frac{600}{10}\right)^{3/2}} = 258.2_{Mpa} \not\leq 0.6(240) = 144_{Mpa}$$ (نیست)

$$\Rightarrow \quad \underline{F_{cr} = 144\ (Mpa)}$$

ثابت پیچشی مقطع لوله‌ای

$$C = \frac{\pi (D-t)^2 * t}{2} = \frac{3.14 (600-10)^2 * 10}{2} = 5465170\ (mm^3)$$

مقاومت پیچشی اسمی $T_n = F_{cr} * C = 144_{Mpa} * 5465170_{(mm)^3} * 10^{-6} \simeq 787\ (kN.m)$

مقاومت پیچشی طراحی $\phi T_n = 0.9 * 787 = \underline{708\ (kN)}$

نزدیکی بیشتر

www.Civilearn.com

Articles

تست ۴:

تست ⑧

بند ۱۰-۲-۱۰-۹-۱۰-۴ صفحه ۱۸۱ ← کاهش جانبی جان در تیرهای تحت فشار

حالت اول ← در حالتیکه بال فشاری در تمام طول دهانه جانبی نگهداری شده باشد ← $\frac{\frac{h}{t_w}}{\frac{L_b}{b_f}}$ مقایسه با 2.3

حالت دوم ← در حالتیکه بال فشاری در تمام طول دهانه جانبی نگهداری نشده باشد ← $\frac{\frac{h}{t_w}}{\frac{L_b}{b_f}}$ مقایسه با 1.7

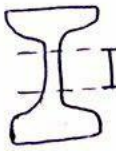
اشکال

h : ارتفاع آزاد جان هست یعنی فاصله‌ی بین انتهای دو هیچ‌بال و بال در مقاطع نورد شده یعنی بمقدار $h-2c$ از جدول

t_w : ضخامت جان

L_b : بزرگترین طول بین نقاط جانبی هر دو بال در محدوده‌ی اعمال بار متمرکز که خود شکل نشان داده 2 مقدار داره

b_f : پهنای بال



از جدول اشکال IPE 200 ⟨ $h-2c = 15.9\ cm$, $t_w = 0.56\ cm$, $b_f = 10\ cm$

if $M_u < M_y$ 6.62×10^6 Mpa

if $M_u > M_y$ 3.31×10^6 Mpa ← ضریب اصلاح کمانش جانبی پیچشی

حالت اول: $\frac{\frac{h}{t_w}}{\frac{L_b}{b_f}} = \frac{\frac{15.9\ cm}{0.56\ cm}}{\frac{200\ cm}{10\ cm}} = 1.42 \leq 2.3$ ok ✓ $\Rightarrow R_{n_1} = \frac{C_r t_w^3 t_f}{h^2}\left[1 + 0.4\left(\frac{\frac{h}{t_w}}{\frac{L_b}{b_f}}\right)^3\right]$ ← ضخامت بال

حالت دوم: $\frac{\frac{h}{t_w}}{\frac{L_b}{b_f}} = 1.42 \leq 1.7$ ok ✓ $\Rightarrow R_{n_2} = \frac{C_r t_w^3 t_f}{h^2}\left[0.4\left(\frac{\frac{h}{t_w}}{\frac{L_b}{b_f}}\right)^3\right]$

$$\Rightarrow \frac{R_{n_1}}{R_{n_2}} = \frac{1 + 0.4\,(1.42)^3}{0.4\,(1.42)^3} = 1.87$$

پاسخ: درصد تغییرات: $\frac{1.87 R_{n_2} - R_{n_2}}{R_{n_2}} = 0.87 \approx \boxed{0.9}$ ← گزینه‌ی یک

www.Civilearn.com

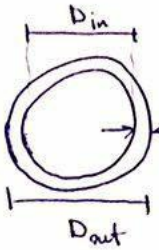
تست 6:

مقاومت کششی طراحی ستون پرشده بتنی: $\phi P_n = ?$

بند ۱۰-۲-۸-۲-۲ تست (ب) → مقاومت کششی طراحی ستون پرشده بتنی

ص ۱۲۱

مقاومت کششی اسمی $P_n = A_s F_y + A_{sr} F_{ysr}$ (هسته فولادی — میلگرد — پروفیل دیده نداریم — ترک دوم برابر صفر است) $\Rightarrow A_s F_y$



$A_s = \frac{\pi}{4}(D_{out}^2 - D_{in}^2) = \frac{\pi}{4}(800^2 - 760^2) = 49008.84 \ (mm^2)$

$D_{in} = D_{out} - 2(20) = 800 - 2(20) = 760 \ mm$

$\Rightarrow$ مقاومت کششی اسمی $P_n = A_s F_y = 49008.84 * 360 * 10^{-3} = 17643.2 \ (kN)$

مقاومت کششی طراحی $\phi P_n = 0.9 * 17643.2 = 15878.9 \ (kN)$ → پاسخ صحیح

تست 7:

بند ۱۰-۲-۹-۲-۲ تست (ب) → جزئیات لوله در تقویت کششی

شکل (d)

طول موثر جوش $L_e = 1000 \ (mm)$ — بعد جوش لوله $a = 6 \ (mm)$

طول واقعی جوش L — ضریب کاهش طول واقعی جوش β

طول موثر جوش $L_e = \beta L$ ، $\beta = 1.2 - 0.002 \frac{L}{a}$

$\Rightarrow L_e = \beta . L \Rightarrow 1000_{(mm)} = \left[1.2 - 0.002\left(\frac{L}{6_{mm}}\right)\right] * L \Rightarrow 1000 = 1.2L - 0.002 \frac{L^2}{6}$

$\Rightarrow$ بایل معادله درجه ۲ $\Rightarrow$ $L <$ 2290 (mm) / 1310 (mm)

if $L = 2290 \ (mm)$

$\frac{L}{a} = \frac{2290}{6} = 381 > 300 \Rightarrow L_e = 180\, a = 180(6) =$ 1080 (mm)

یعنی طول موثر جوشی با بستی حداقل 1080 mm باشد که این بصورت کشرال تا تقن دار دینی 1000 mm.

if $L = 1310 \ (mm)$ → $\frac{L}{a} = \frac{1310}{6} = 218.33 < 300 \Rightarrow$ ok $\Rightarrow$ طول جوش $= 2 * 1310 =$ 2620 mm → پاسخ صحیح

www.Civilearn.com

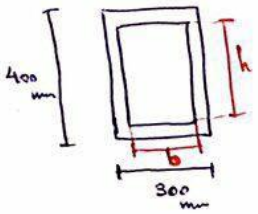
Articles

تست ۷:

تست ③

بند ۱۰-۲-۸-۲-۲ قسمت (ب) → مقاومت مشارکتی طراحی ستون‌های مرکب پرشده با بتن

ابتدا با بستی کامل مقطع را کنترل کنیم یعنی بحث های فشردگی اما فشردگی ای که برای مقاطع مختلط (کامپوزیت) با بستی کنترل کنیم یعنی جدول ۱۰-۲-۸-۱ صفحه ۱۱۵



$b = 300_{(mm)} - 2(5)_{\text{ضخامت بال}} = 290_{(mm)}$

$h = 400_{(mm)} - 2(5)_{\text{ضخامت بال}} = 390_{(mm)}$

$\frac{b}{t} = \frac{290}{5} = 58$

$\frac{h}{t} = \frac{390}{5} = 78$

تایید با: $2.26\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 2.26 * 28.87 = 65.28$ ← برای مقطع A37

$65.28 \rightarrow$ بال فشرده است

$65.28 \rightarrow$ جان فشرده نیست

$\Rightarrow$ مقطع فشرده نیست اما با بستی لاغربودن را هم کنترل کنیم.

$\frac{b}{t} = 58 <$

$\frac{h}{t} = 78 <$ نیست ✗

حد لاغری: $3\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 3(28.87) = 86.61 \Rightarrow \frac{h}{t} = 78 \leq 86.61$ ok ✓

پس مقطع غیرفشرده است

بنابراین بایستی از حالت دوم مقاومت مشارکتی مقطع را محاسبه کنیم یعنی حالت غیرفشرده.

$$P_{no} = P_p - \frac{P_p - P_y}{(\lambda_r - \lambda_p)}(\lambda - \lambda_p)^2$$

P_{no}: مقاومت مشارکتی اسمی — P_p: $P_{plastic}$ — P_y: تسلیم

λ: نسبت پهنا به ضخامت

λ_p: حد لاغری برای بال و جان غیرفشرده برای جدول ۱۰-۲-۸-۱ صفحه ۱۱۵

λ_r: حد لاغری برای بال و جان فشرده برای جدول ۱۰-۲-۸-۱ صفحه ۱۱۵

برای مقطع $\lambda = \frac{h}{t} = \frac{390}{5} = 78$ ← بزرگتر

$\lambda_p = 2.26\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 2.26(28.87) = 65.24$

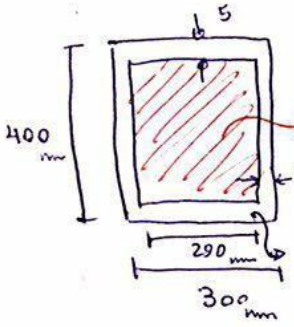
$\lambda_r = 3\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 3(28.87) = 86.61$

$$P_y = F_y A_s + 0.7 f_c \left[A_c + A_{sr}\frac{E_s}{E_c}\right]$$

A_s: سطح مقطع هسته فولادی (ستون) — A_c: سطح مقطع بتن — A_{sr}: مجموع سطح مقطع میلگردهای طولی — $\frac{E_s}{E_c}$: مدول الاستیسیته فولاد / مدول الاستیسیته بتن

چون آرماتور طولی $A_{sr} = 0$

www.Civilearn.com



$A_c = 390 * 290 = 113100 \ (mm^2)$

$A_s = 2(400*5) + 2(290*5) = 6900 \ (mm^2)$

$$P_y = (F_y * A_s) + 0.7 f_c \left[A_c + A_{sr}^{0} \frac{E_s}{E_c}\right] = \left[\left(\frac{F_y}{240\ Mpa} * \frac{A_s}{6900\ mm^2}\right) + (0.7)(25)\left(\frac{f_c}{Mpa}\right)\left(\frac{A_c}{113100\ mm^2}\right)\right] * 10^{-3} = \boxed{3635.25 \ (kN)}$$

(آرماتور فشاری)

ضریب ثابت کردن تنش سطحی توزیع = 0.85

$$P_{plastic} \quad P_p = F_y A_s + C_2 \left(A_c + A_{sr}^{0} \frac{E_s}{E_c}\right) f_c = \left[\left(\frac{F_y}{240\ Mpa} * \frac{A_s}{6900\ mm^2}\right) + \left(\frac{C_2}{0.85}\right)\left(\frac{A_c}{113100\ mm^2}\right)\left(\frac{f_c}{25}\right)\right] * 10^{-3} = \boxed{4059.375 \ (kN)}$$

مقاومت فشاری اسمی

$$P_{no} = P_p - \frac{P_p - P_y}{(\lambda_r - \lambda_p)^2} (\lambda - \lambda_p)^2 = 3908.16 \ (kN)$$

مقاومت فشاری طراحی ϕP_{no} => دقت کنید در مورد ضریب ϕ آیین‌نامه اشاره کرده که بایستی براساس ردیف‌بندی ۱۰-۲-۸-۲-۱- به صفحه ۱۱۷ عمل کنیم که در این بند ضریب ϕ برابر 0.75 است

بنابراین:

مقاومت فشاری طراحی $\phi P_{no} = 0.75 (3908.16) = \boxed{2931.12 \ (kN)}$

سرنیزه سه

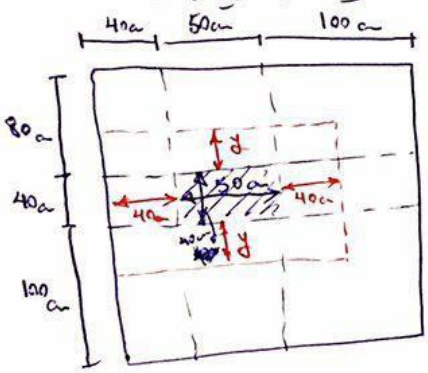
www.Civilearn.com

Articles
سیویلرن

تست ۸:

تست ④ ← کنترل برش پانچی دال ← بند ۱۰-۲-۹-۸ مبحث ۹ (ب) ص ۱۷۴

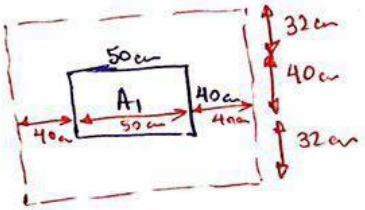
برای تعیین یک سطح هم مرز و متشابه باورق کنار ستون می بایست کمترین فاصله نسبت به طرفین را در نظر گرفت یعنی عدد 40 cm کمترین فاصله تا طرفین را دارد.



اما در راستای دیگر فقط داریم به فاصله ای y در نظر بگیریم تا یک سطح هم مرز و متشابه را در نظر بگیریم

پس با استفاده از تشابه مثلث ها داریم:

$$\frac{40+50+40\ cm}{50\ cm} = \frac{y+40\ cm+y}{40\ cm} \Rightarrow y = 32\ (cm)$$



$A_1 = (50_{cm})(40_{cm}) = 2000\ cm^2$

$A_2 = (40+50+40)(32+40+32) = 13520\ cm^2$

مقاومت آیین نامه ای محدوده ستون پانچی: $P_p = 0.85 f_c A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 0.85 * 300\ (kg/cm^2) * 2000\ cm^2 \sqrt{\frac{13520\ cm^2}{2000\ cm^2}} * 10^{-2} = 13260\ (KN)$

$\Rightarrow$ کمترین $P_p = 13260\ (KN) \not\leq 1.7 f_c A_1 = 1.7(300\ kg/cm^2) * 2000 * 10^{-2} = 10200\ (KN)$ نیست

رابطه برقرار نیست

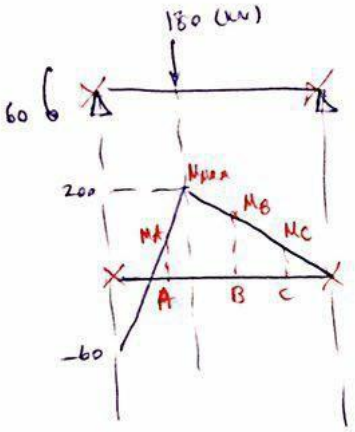
$\Rightarrow$ مقاومت آیین نامه ای $P_p = 10200\ (KN)$

$\Rightarrow$ مقاومت آیین طراحی: $\phi P_p = 0.65 * 10200\ (KN) =$ **6630 (KN)** ← گزینه یک

www.Civilearn.com

Articles
سیویلرن

تست ۹:



$$\begin{cases} A \text{ نقطه}: & \frac{1}{4}(6) = 1.5 \ (m) \\ B \sim: & \frac{1}{2}(6) = 3 \ (m) \\ C \sim: & \frac{3}{4}(6) = 4.5 \ (m) \end{cases}$$

با تناسب

$$\begin{cases} M_A = 135 \ (kN.m) \\ M_B = 150 \ (kN.m) \\ M_C = 75 \ (kN.m) \end{cases}$$

از روی دیاگرام لنگر

$M_{Max} = 200 \ (kN.m)$

$$C_b = \frac{12.5 M_{Max}}{25M_{Max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} = \frac{12.5(200)}{25(200) + 3(135) + 4(150) + 3(75)} = 1.44 \lesssim 3$$ ok

$$R_m = 0.5 + 2\left(\frac{I_{J\,Top}}{I_J}\right)^2$$

$$I_{J\,Top} = \left[\frac{hb^3}{12} + A.d^2\right] = \left[\frac{20(300)^3}{12} + \overset{d=0}{0}\right] * 10^{-4} = 4500 \ (cm^4)$$

بیشتر بال فوقانی! یا؟!

$$\Rightarrow R_m = 0.5 + 2\left(\frac{4500}{15170}\right)^2 = 0.68$$

عددی تست داده

$$\Rightarrow R_m . C_b = 0.68 * 1.44 \simeq 0.98 \# 1 \longrightarrow$$ نزدیکی

www.Civilearn.com

Articles

تست ۱۰:

قسمت ①

اتصالات پیچی

نیروی کششی هر پیچ = $\frac{200\ (kN)}{4} = 50\ (kN)$

تعداد پیچ‌ها ۴ عدد است نه ۲ عدد

نیروی پیش‌کشیدگی ⇐ طبق بند ۱۰-۲-۹-۲ ص ۱۷۸ ⇒ نیروی پیش‌کشیدگی = 176 (kN)

برای پیچ M22 و از نوع A325 یعنی 8.8

چون نیروی کششی هر پیچ (50 kN) < نیروی پیش‌کشیدگی (176 kN) ⇒ یعنی ورق‌ها از هم جدا نمی‌شوند و نیروی کششی موجود در هر پیچ برابر با نیروی پیش‌کشیدگی است

نیروی کششی موجود در هر پیچ = 176 (kN)

پایان قسمت اول

ظرفیت برشی طراحی پیچ در اتصال اصطکاکی $\phi R_{nv} = ?$ ← بند ۱۰-۲-۹-۳ ص ۱۷۹

چون نیروی کششی هم وجود دارد ← تقاضای لغزش برای

$R_{nv} = \mu * D_u * h_f * T_b * n_s * n * k_{sc}$

ضریب اصطکاک | نسبت پیش‌کشیدگی متوسط پیچ‌ها به پیش‌کشیدگی مینیمم به دلیل وجود نیرو | نیروی پیش‌کشیدگی | سطح برش | تعداد پیچ‌ها

ظرفیت برشی اسمی

$R_{nv} = 0.3 * 1.13 * 1 * 176\ (kN) * 1 * 4 * 0.75 \approx 179\ (kN)$

چون نداره A ظاهر می‌کنه ← سوراخ‌های استاندارد | بدون سخت‌کننده در نظر می‌گیریم | از جدول ص ۱۷۸ | سطح برش | ۴ پیچ

$k_{sc} = 1 - \frac{T_u}{D_u T_b n_b} = 1 - \frac{200\ (kN)}{1.13 * 176\ (kN) * 4} \approx 0.75$

نیروی کششی | ورق بیرون کششی عمل می‌کند | نیروی

1.13 عدد | پیش‌تنیدگی | تعداد پیچ‌های ناحیه کششی

ϕR_{nv} ما همان ظرفیت برشی طراحی واحی خواهیم یعنی

چون سوراخ استاندارد است

$\Rightarrow \phi R_{nv} = 1 * 179\ (kN) = 179\ (kN)$

سه نمره‌ی دو

www.Civilearn.com

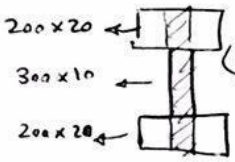
تست ۱۱ :

درصد تغییرات مقاومت برشی اسمی = ؟

بند ۱۰.۲.۲.۶.۲.۱ صفحه ۹۵ → مقاومت برشی اسمی در حالت اول → چون مهاری ایجاد نمی‌شود نگرده نیاز به بررسی ندارد و تنها عمل میدان کششی در مقاومت تیر

$V_n = 0.6 F_y A_w C_v = 0.6 * 240_{Mpa} * (340_{mm} * 1) * 1 * 10^{-3} = 490\ (kN)$

(A_w = ضخامت جان * ارتفاع کل مقطع)



C_v برای محاسبه → عدد سمت چپ نامساوی بیشتر شده است → $\frac{h}{t_w} = \frac{300}{10} = 30 < 260 \Rightarrow k_v = 5$

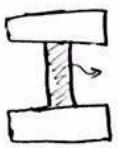
با $\frac{h}{t_w}$ مقایسه → $\frac{h}{t_w} = 30 < 1.1\sqrt{\frac{k_v E}{F_y}} = 1.1\sqrt{\frac{5 * 2 * 10^5 Mpa}{240 Mpa}} = 71$ ok ✓ $\Rightarrow C_v = 1$

مقاومت برشی اسمی در حالت دوم → مقاومت برشی اسمی تیر پیوند → بند ۱۰.۳.۱۲.۳.۲۲ صفحه ۲۲۲

$V_n = \min \begin{cases} V_p \\ \frac{2M_p}{e} \end{cases} \Rightarrow$ عنوان کرده : $\frac{P_u}{P_c} = 0.13 < 0.15 \Rightarrow \begin{cases} V_p = 0.6 F_y A_{LW} \\ M_p = Z.F_y \end{cases}$

$V_p = 0.6 * 240_{Mpa} * (300_{mm} * 10_{mm}) * 10^{-3} = 432\ (kN)$

(A_{LW} = ضخامت جان * ارتفاع جان)



$M_p = Z.F_y = 1505000_{(mm^3)} * 240_{Mpa} * 10^{-6} = 361.2\ (kN.m)$

(سمت راست دار.)

$V_n = \min \begin{cases} V_p = 432\ (kN) \\ \frac{2M_p}{e} = \frac{2 * 361.2}{1.8(m)} = 401.3\ (kN) \end{cases} \Rightarrow V_n = 401.3\ (kN) \Rightarrow$ درصد تغییرات $= \frac{401.3 - 490}{490} = -0.18$

کاهش 18٪ ← درصد تغییرات

www.Civilearn.com

Articles

تست ۱۲:

بند ۱۰-۳-۱۲-۵ صفحه ۲۴۴ ← مدار کنترل دوران تیرپیوند

دوران تیرپیوند

دراین بند: →
$$\begin{cases} \text{if } e \le 1.6\frac{M_p}{V_p} \Rightarrow \gamma_p = 0.08 \text{ (Rad)} \\ \text{if } e \ge 2.6\frac{M_p}{V_p} \Rightarrow \gamma_p = 0.02 \text{ (Rad)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1.6\frac{M_p}{V_p} = 1.6\frac{240}{160} = 2.4 \text{ (m)} \\ 2.6\frac{M_p}{V_p} = 2.6\frac{240}{160} = 3.9 \text{ (m)} \end{cases} \rightarrow \text{صورت تست } e = 3 \text{ (m)} \Rightarrow \text{بایستی دوران را کنترل کنیم}$$

طول تیرپیوند

$$\begin{cases} 2.4 \text{ (m)} \rightarrow 0.08 \text{ (Rad)} \\ 3 \text{ (m)} \rightarrow x = ? \\ 3.9 \text{ (m)} \rightarrow 0.02 \text{ (Rad)} \end{cases} \Rightarrow \frac{3.9-2.4}{3-2.4} = \frac{0.02-0.08}{x-0.08} \Rightarrow x = 0.056 \text{ (Rad)}$$

$$\Rightarrow \text{تا حدود تست برحسب درجه می‌خواهد} \Rightarrow \text{تبدیل درجه به رادیان کرد}: \frac{D}{360} = \frac{G}{400} = \frac{Rad}{2\pi} \Rightarrow \frac{D}{360} = \frac{0.056 \text{ rad}}{2*3.14} \Rightarrow D = 3.21^\circ$$

گزینه ۳

تست ۱۳:

بند ۱۰-۲-۹-۳-۳ صفحه ۱۲۲ ← مقاومت کششی طراحی پیچ در اتصال آبای

$$\phi R_{nt} = \phi F_{nt} A_{nb} = ?$$

$$F_{nt} = 0.75 * F_u = 0.75 * \frac{400}{4.6 \text{ پیچ } F_u} \text{ Mpa} = 300 \text{ (Mpa)}$$

از جدول ۱۰-۲-۹-۱۰ صفحه ۱۲۳ — برای پیچ محوری و اتصال آبای — پیچ نوردی

اما در این مورد باید به زیرنویس شماره‌ی ۲، هم توجه کرد یعنی آیین‌نامه اشاره کرده که در پیچ‌های معمولی اگر طول گیره از ۵ برابر قطر پیچ بیشتر باشد مقاومت برشی باید به ازای هر ۲ میلی‌متر طول اضافی گیره، یک درصد کاهش یابد:

$$\text{طول گیره} = b_{out} + b_{in} = 12 \text{ (cm)} = 120 \text{ (mm)}$$
$$5 \text{ برابر قطر پیچ} = 5 * 20_{mm} = 100 \text{ (mm)}$$
$$\rightarrow \text{اضافی}: 120_{mm} - 100_{mm} = 20 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{به ازای هر ۲ میلی‌متر طول اضافی گیره} \rightarrow \text{۱٪ کاهش مقاومت} \Rightarrow \frac{2 \text{ mm} \mid 1\%}{20_{mm} \mid x} \rightarrow x = 10\%$$

$$\Rightarrow \text{مقاومت کششی پایستی در } 0.9 \text{ ضرب شود} \Rightarrow 0.9 * 300 = 270 \text{ Mpa}$$

$$\Rightarrow \phi R_{nt} = \phi F_{nt} A_{nb} = \frac{0.75}{\phi} * 270 \text{ Mpa} * \frac{2}{\text{تعداد پیچ‌ها}} * \frac{1}{\text{یک سطح برشی پیچ}} * \frac{\pi (20)^2}{4} * 10^{-3} = 127.17 \text{ (kN)} \rightarrow \text{گزینه ۲}$$

www.Civilearn.com

مسئله ۱۴:

بین نقل پنجم ص ۶۱ ← جان ضعیف است

طول مهارنشده‌ی جهت دوم بین مهاربندی‌های جانبی سیستم کاهش پیشین ← L_p یعنی ← تا اول جایی که مقطع را الاستیک کنیم

تا سیم جزء که کدامیک از حالات جدول ۱۰-۲-۵-۱ ص ۶۱ هستیم

کنترل کاهش مقاومت خمشی بال فشاری ← جدول ۱۰-۲-۱ ص ۳۰ ← حالت ۱۱ ← $\frac{b_f}{2t_f} = \frac{500}{2*15} = 16.67 \not\leq 0.38\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0.38(28.87) = 10.97$ نسبت

بین بال فشرده نیست باستی کنترل کنیم غیرفشرده است یا لاغر ←

مقایسه: $\frac{b_f}{2t_f} = 16.67 < 0.95\sqrt{\frac{k_c E}{F_L}}$

k_c و F_L از ص ۳۲

$\bar{y}$ از وسط الاستیک بال تحتانی تا وسط ارتفاع مقطع دو بال برابر است

$\bar{y} = \frac{1200}{2} = 600\ mm \Rightarrow c_c = c_t = 600\ mm \Rightarrow \frac{S_{xt}}{S_{xc}} = \frac{\frac{I_x}{c_t}}{\frac{I_x}{c_c}} = \frac{c_c}{c_t} = 1 \geq 0.7$

$\Rightarrow F_L = 0.7 F_y = 0.7(240)_{Mpa} = 168\ Mpa$

$0.35 \leq k_c = \frac{4}{\sqrt{\frac{h}{t_w}}} \leq 0.76 \Rightarrow k_c = \frac{4}{\sqrt{\frac{1200-2(15)}{10}}} = 0.37 \Rightarrow 0.35 \leq k_c = 0.37 \leq 0.76$ ok ✓

$\Rightarrow \frac{b_f}{2t_f} = 16.67 \not\leq 0.95\sqrt{\frac{0.37*2*10^5\ Mpa}{168}} = 19.94 \Rightarrow$ ok ✓ $\Rightarrow$ بال غیرفشرده است

جان ← جدول ۱۰-۲-۱-۴ ص ۳۱ ← حالت ۱۸ $\Rightarrow \frac{h}{t_w} = \frac{1200-2(15)}{10} = 117 \not\leq 3.76\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 3.76(28.87) = 108.55$ نسبت

بین جان فشرده نیست بنابراین باستی کنترل کنیم غیرفشرده است یا لاغر

$\frac{h}{t_w} = 117 \leq 5.7\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 5.7(28.87) = 164.56 \rightarrow$ ok ✓ $\Rightarrow$ جان غیرفشرده است

بال و جان غیرفشرده هستند یعنی بند ۱۰-۲-۵-۴ از جدول ص ۶۱

L_p طول مهارنشده در حالت ۱۴ ← از ص ۶۹ به دست می‌آید ← $L_p = 1.1 r_t\sqrt{\frac{E}{F_y}}$

شعاع ژیراسیون در ناحیه‌ی فشاری کاهش پیشین جانبی

www.Civilearn.com

ادامه‌ی مبحث ۴:

مبحث ۴

$$L_p = 1.1\, r_t \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$r_t = \frac{b_{fc}}{\sqrt{12\left(1+\frac{1}{6}a_w\right)}} = \frac{500\ (mm)}{\sqrt{12\left(1+\frac{[1200-2(15)]*10}{6*500*15}\right)}} = 128.6\ (mm)$$

r_t: شعاع ژیراسیون مؤثر — b_{fc}: پهنای بال فشاری

a_w: برای فاصله‌ی بین تراز خنثی الاستیک تا وجه داخلی بال فشاری — $a_w = \frac{h_c \cdot t_w}{b_{fc} \cdot t_{fc}}$

h_c: ضخامت جان — b_{fc}: پهنای بال فشاری — t_{fc}: ضخامت بال فشاری

$$\Rightarrow L_p = 1.1\, r_t \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.1 * 128.6\ mm * 28.87 * 10^{-3} = 4.08\ (m)$$

فرضی یک

www.Civilearn.com

تالیف : مهندس میلاد ژیان

گروه آموزشی – مهندسی سیویلرن
مرجع طراحی و محاسبات ساختمان
مرکز آموزشهای علمی – کاربردی مهندسی عمران

www.Civilearn.com
Civilearn@gmail.com
Info@Civilearn.com
+98 912 88 76 100

مدیر مسئول : مهندس اتیلا امینی

سیویلرن در تلگرام (به ما بپیوندید)

گروه سیویلرن ۱ (گروه تخصصی طراحی و محاسبات ساختمان)

https://telegram.me/joinchat/BibZ5DwOZTbB9nSbNVqadw

کانال سیویلرن (انتشار محتوای سایت سیویلرن و اطلاع رسانی‌ها و اخبار مربوطه)

http://www.Telegram.me/Civilearn

همچنین میتوانید در محیط تلگرام تایپ کنید @Civilearn

ارتباط با مدیریت سیویلرن (مهندس امینی) در تلگرام @Atila_Amini

ادرس صفحات سیویلرن در شبکه های اجتماعی

ما را دنبال کنید

https://Facebook.com/Civilearn
https://Instagram.com/Civilearn_Group
https://ir.Linkdin.com/in/Civilearn
https://plus.Google.com/u/0/105826256029539623962
https://Twitter.com/Atila_Amini