تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۴ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** یک ۱

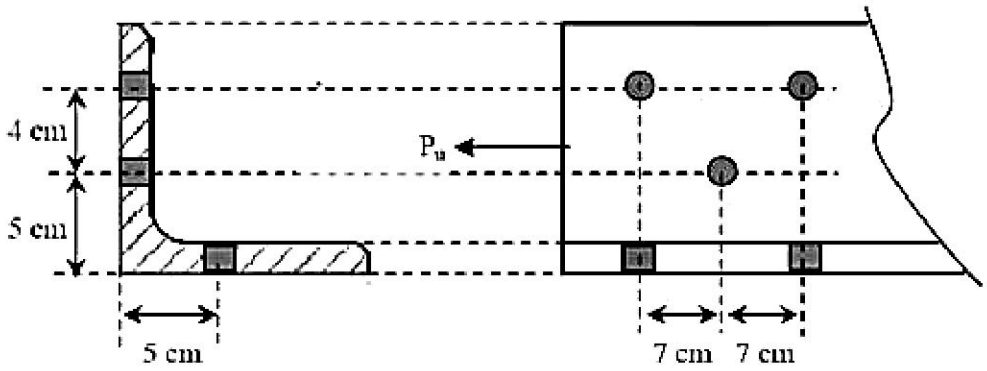
عنـــوان درس : سازه های فولادی 1،طراحی اجرایی 2،طراحی اجرایی 2وپروژه

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی مدیریت اجرایی ۱۳۱۱۰۱۶ - ، مهندسی مدیریت پروژه ۱۳۱۲۰۴۲ - ، مهندسی عمران، مهندسی عمران - سازه۱۳۱۳۰۶۰

استفاده از ماشین حساب مهندسی ، کتاب درسی ، کتاب قانون مجاز است

۱- ظرفیت کششی نبشی اتصال را محاسبه کنید. نبشی L120*120*12 و پیچها از نوع M25 هستند. نبشی تحت کشش خالص قرار دارد. ۲،۱۰ نمره

$A_g=27.5cm^2$ و $t=1.2cm.$ $F_Y=2400kg/cm^2$ و $F_U=3700kg/cm^2$

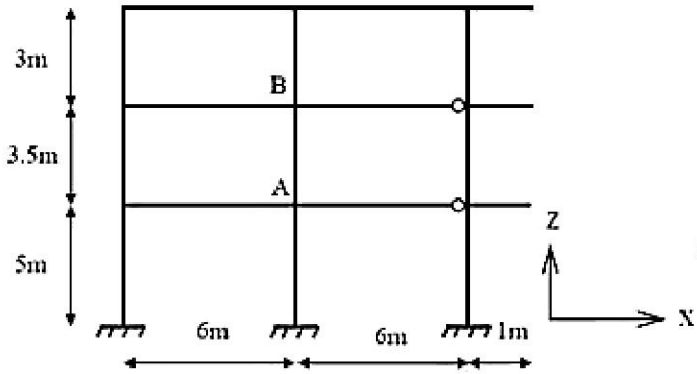


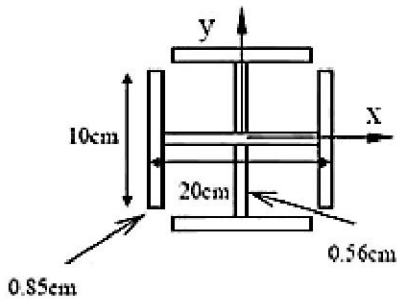
تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۴ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس : سازه های فولادی 1،طراحی اجرایی 2،طراحی اجرایی 2وپروژه

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی مدیریت اجرایی ۱۳۱۱۰۱۶ - ، مهندسی مدیریت پروژه ۱۳۱۲۰۴۲ - ، مهندسی عمران، مهندسی عمران - سازه۱۳۱۳۰۶۰

۲- به ستون AB تشکیل شده از دو نیمرخ IPE200 که در قاب خمشی شکل زیر واقع است، نیروی محوری فشاری برابر با 85 تن وارد میشود. کفایت ستون برای نیروی فشاری را بررسی نمایید. تمام ستونهای قاب از مقطع صلیبی طبق شکل زیر و تمام تیرهای قاب از مقطع IPE240 هستند. قاب عمود بر صفحه، دارای مهاربندی است. به اتصال مفصلی تیرها توجه کنید. جوش اتصال دو مقطع بصورت سرتاسری است. ۴،۲۰ نمره





برای نیمرخ صلیبی این مساله:

$E=2100000kg/cm^2$ $G=808000kg/cm^2$ $A=57cm^2$ $I_x \approx Iy=2082cm^4$ $J=10.43cm^4$ $C_w=26810cm^6$

رابطه تعیین ضریب طول موثر برای قاب دارای حرکت جانبی:

$$K_{AB}=\sqrt{\frac{1.6G_AG_B+4(G_A+G_B)+7.5}{G_A+G_B+7.5}}$$

برای مقطع IPE240: $I_x=3890cm^4$

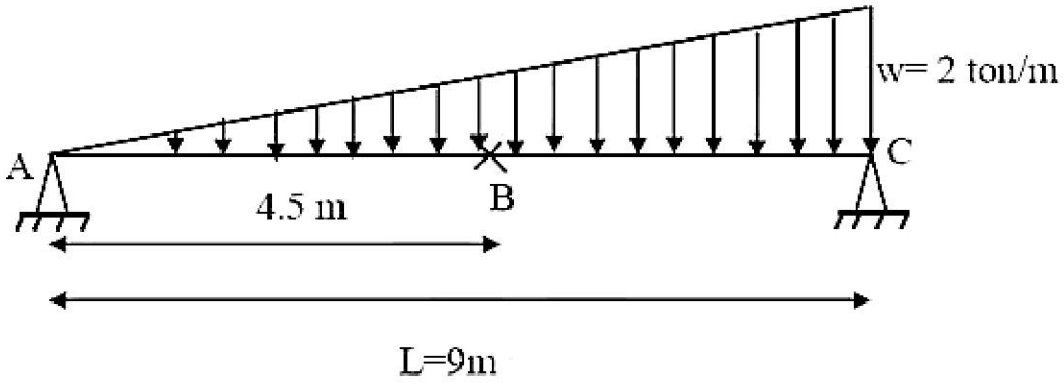
تعداد سوالات : تستی : ۰ **تشریحی :** ۴ **زمان آزمون (دقیقه) : تستی :** ۰ **تشریحی :** ۱۲۰ **سری سوال :** ۱ یک

عنـــوان درس : سازه های فولادی 1،طراحی اجرایی 2،طراحی اجرایی 2وپروژه

رشته تحصیلی/کد درس : مهندسی مدیریت اجرایی ۱۳۱۱۰۱۶ - ، مهندسی مدیریت پروژه ۱۳۱۲۰۴۲ - ، مهندسی عمران، مهندسی عمران - سازه۱۳۱۳۰۶۰

۳- بزرگترین مقطع موجود در بازار، IPE240 است. کفایت تیر شکل زیر از این مقطع برای لنگر خمشی موجود را کنترل نموده و در صورت لزوم ابعاد ورق تقویتی لازم با ضخامت 10 میلیمتر را تعیین کنید. لازم نیست محل ورق تقویتی را مشخص کنید. تیر در نقطه B دارای مهار برای کمانش جانبی است. در طراحی تیر تقویت شده، مقاومت نهایی خمشی مقطع مرکب را برابر $0.75M_p$ درنظر بگیرید. ۴،۲۰ نمره

$L_r=458.6cm$ ، $L_p=138.3cm$ $F_Y=2400kg/cm^2$ $Z_x=346cm^3$



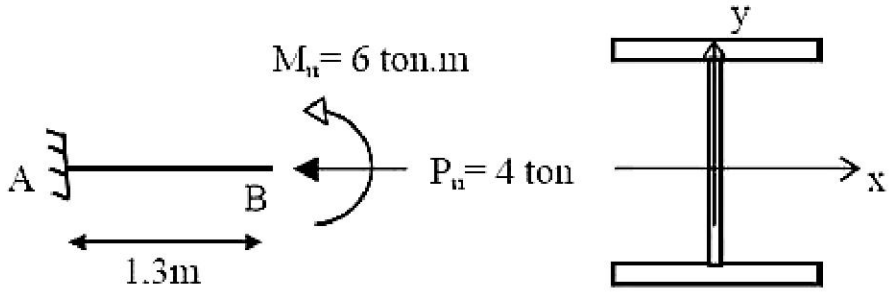
۴- برای عضو سازه ای AB، از مقطع IPE240 استفاده شده است. کفایت مقطع را کنترل کنید. ۳،۵۰ نمره

$E=2100000kg/cm^2$ $G=808000kg/cm^2$

برای مقطع IPE240 :

$L_p=138.3cm$ ، $I_y=284cm^4$ ، $I_x=3890cm^4$ ، $J=9.28cm^4$ ، $C_w=37624cm^6$ ، $A=39.1cm^2$

، $r_y=2.70\ cm$ ، $r_x=9.90\ cm$



تعداد سؤالات: تستی: -- تشریحی: 4 زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: 120

نام درس: سازه های فولادی 1,طراحی اجرایی 2,طراحی اجرایی 2 و پروژه

رشته تحصیلی/ کُد درس: مهندسی مدیریت اجرایی1311016-مهندسی مدیریت پروژه 1312042- عمران سازه-1313060 --

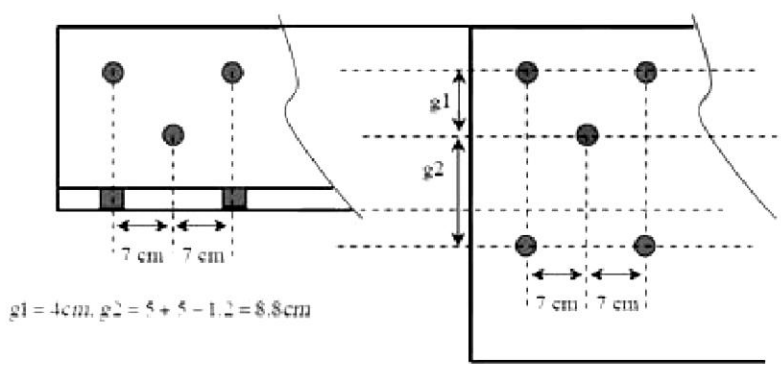
استفاده از: کتاب درسی ماشین حساب وکتاب قانون**مجاز است.**

پاسخ سوال 1-

دو ضابطه حد تسليم و حد نهايي بايد كنترل شود.
براي حد تسليم:

$$P_{U1} = \phi_{t1} A_g F_y = 0.9 \times 27.5 \times 2400 = 59400\,kg$$

براي حد نهايي بايد سطح مقطع خالص موثر حساب شود. چون اتصال از هر دو بال صورت گرفته U=1 و بنابراين كافيست سطح مقطع خالص با توجه به بدترين وضعيت ممكن گسيختگي حساب شود:



مسير 1 گسيختگي: مسير قائم با 2 سوراخ:

$$A_n = 27.5 - 1.2 \times \left[2 \times (2.5 + 0.3 + 0.2)\right] = 20.3cm^2$$

مسير 2 گسيختگي: مسير مايل با 3 سوراخ:

$$A_n = 27.5 - 1.2 \times \left[3 \times (2.5 + 0.3 + 0.2)\right] + 1.2 \times \left[\frac{7^2}{4 \times 4} + \frac{7^2}{4 \times 8.8}\right] = 22.04cm^2$$

پس مسير 1 بحراني تر است.

$$P_{U2} = \phi_{t2} A_e F_U = 0.75 \times 20.3 \times 3700 = 56333\,kg$$

$$P_U = \min\{P_{U1}, P_{U2}\} = 56333\,kg$$

تعداد سؤالات: تستی: -- تشریحی: 4 زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: 120

نام درس: سازه های فولادی 1,طراحی اجرایی 2,طراحی اجرایی 2 و پروژه

رشته تحصیلی/ کُد درس: مهندسی مدیریت اجرایی1311016-مهندسی مدیریت پروژه 1312042- عمران سازه-1313060 --

استفاده از: مجاز است.

پاسخ سوال 2-

چون قاب عمود بر صفحه مهاربندی شده است، $K_x=1$. بنابراین لازم است مقدار K_y را برای ستون تعیین کرد. چون هر دو پروفیل غیر لاغر هستند و جوش اتصال هم سرتاسری است، مقطع صلیبی غیرلاغر است.

محاسبه شعاع ژیراسیون:

$$r_x \approx r_y = \sqrt{\frac{2082}{57}} = 6.04\,cm$$

محاسبه K_y (نکته: چون انتهای دور تیر سمت راست ستون مفصلی است، ضریب ۵/۰ در سختی آن ضرب می‌شود):

$$G_A = \frac{\left(\sum EI/L\right)_{Columns}}{\left(\sum EI/L\right)_{Beams}} = \frac{2082/500 + 2082/350}{3890/600 + 0.5\times 3890/600} = 1.04$$

$$G_B = \frac{\left(\sum EI/L\right)_{Columns}}{\left(\sum EI/L\right)_{Beams}} = \frac{2082/350 + 2082/300}{3890/600 + 0.5\times 3890/600} = 1.33$$

$$K_{yAB} = \sqrt{\frac{1.6\times 1.04\times 1.33 + 4\times(1.04+1.33)+7.5}{1.04+1.33+7.5}} = 1.394$$

محاسبه ضرایب لاغری حول دو محور اصلی:

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_x = \frac{1\times 350}{6.04} = 57.95 \quad , \quad \left(\frac{KL}{r}\right)_y = \frac{1.394\times 350}{6.04} = 80.78$$

بنابراین لاغری حول محور y حاکم بر طراحی است. با مراجعه به جدول ۱-۴-۲-۱۰، برای این مقطع باید کمانش خمشی و پیچشی را کنترل کرد:

کنترل کمانش خمشی:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2\times 2.1e6}{80.78^2} = 3176.23\,kg/cm^2$$

$$\frac{F_y}{F_e} = \frac{2400}{3176.23} = 0.7556 < 2.25 \rightarrow F_{cr1} = \left[0.658^{0.7556}\right]\times 2400 = 1749.28\,kg/cm^2$$

کنترل کمانش پیچشی:

تعداد سؤالات: تستی: -- تشریحی: 4 زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: 120

نام درس: سازه های فولادی 1,طراحی اجرایی 2,طراحی اجرایی 2 و پروژه

رشته تحصیلی/ کُد درس: مهندسی مدیریت اجرایی1311016-مهندسی مدیریت پروژه 1312042- عمران سازه-1313060

--

استفاده از: مجاز است.

$$F_e = \left[\frac{\pi^2 EC_W}{(K_Z L)^2} + GJ\right]\left(\frac{1}{I_x + I_y}\right) = 3113.23\,kg/cm^2$$

$$\frac{F_y}{F_e} = \frac{2400}{3113.23} = 0.7709 < 2.25 \rightarrow F_{cr2} = \left[0.658^{0.7709}\right] \times 2400 = 1738.12\,kg/cm^2$$

بنابراین کمانش پیچشی حاکم می‌شود. ظرفیت نهایی فشاری مقطع عبارت است از:

$$P_U = \phi_c F_{cr} A_g = 0.9 \times 1738.12 \times 57 = 89166\,kg = 89.166\,ton < 85\,ton$$

بنابراین مقطع کفایت فشاری لازم را داراست.

پاسخ سوال 3-

کفایت تیر در هر دو ناحیه AB و BC بطور جداگانه باید کنترل شود. براي تعیین مقدار لنگر در هر نقطه، معادله لنگر را باید نوشت. این معادله عبارت است از:

$$M(x) = 3x - x^3/27$$

حالت حدي تسليم:

$$M_n = M_p = ZF_y = 346 \times 2400 = 8.304\,ton.m$$

$$\phi_b M_n = 0.9 \times 8.304 = 7.47\,ton.m$$

حالت حدي كمانش پيچشي - جانبي:

چون $L_p<L_b<L_r$، مقدار ظرفيت اسمي خمشي از رابطه 4-5-2-10 بدست مي‌آيد و در نتيجه نياز به تعيين C_b در هر دو قسمت طول مهارنشده است. نقاط 'A، 'B و 'C

بيانگر يكچهارم، يكدوم و سه‌چهارم طول AB و نقاط "A، "B و "C بيانگر يك-چهارم، يكدوم و سه‌چهارم طول BC هستند. براي ناحيه AB، مقادير لنگر، C_b و ظرفيت خمشي عبارتند از:

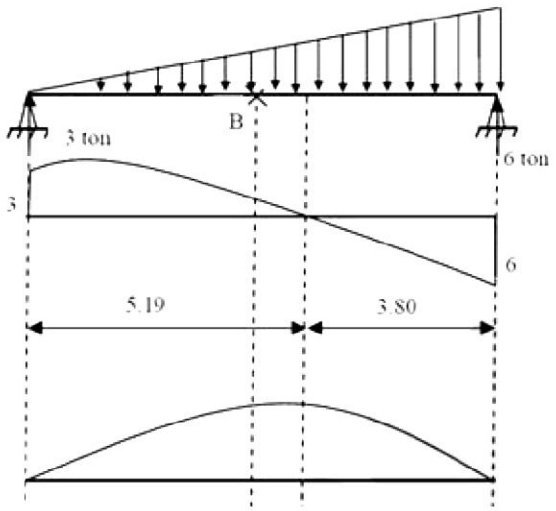
تعداد سؤالات: تستی: -- تشریحی: 4 زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: 120

نام درس: سازه های فولادی 1,طراحی اجرایی 2,طراحی اجرایی 2 و پروژه

رشته تحصیلی/ کُد درس: مهندسی مدیریت اجرایی1311016-مهندسی مدیریت پروژه 1312042- عمران سازه-1313060

--

استفاده از: مجاز است.



$$\left.\begin{aligned} M_{A'} &= M(x=1.125m) = 3.32\,ton.m \\ M_{B'} &= M(x=2m) = 6.33\,ton.m \\ M_{C'} &= M(x=3.3745m) = 8.70\,ton.m \\ M_{\max-AB'} &= M_B = 10.125\,ton.m \end{aligned}\right\} \rightarrow C_b = 1.46 \rightarrow M_n = C_b\left[M_p - (M_p - 0.7F_yS_x)\left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p}\right)\right] = 6.46\,ton.m < M_p$$

$$\rightarrow M_n = 6.46\,ton.m \rightarrow M_c = \phi_b M_n = 0.9 \times 6.46 = 5.82\,ton.m$$

برای ناحیه BC، مقادیر لنگر، C_b و ظرفیت خمشی عبارتند از:

$$\left.\begin{aligned} M_{A''} &= M(x=5.625m) = 10.28\,ton.m \\ M_{B'} &= M(x=6.75m) = 8.86\,ton.m \\ M_{C'} &= M(x=7.875m) = 5.54\,ton.m \\ M_{\max-BC} &= M(x=5.19 = 10.39\,ton.m \end{aligned}\right\} \rightarrow C_b = 1.19 \rightarrow M_n = C_b\left[M_p - (M_p - 0.7F_yS_x)\left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p}\right)\right] = 6.57\,ton.m < M_p$$

$$\rightarrow M_c = \phi_b M_n = 0.9 \times 6.57 = 5.91\,ton.m$$

بنابراین با توجه به مقادیر بیشینه لنگرهای موجود در نواحی AB و BC، هر دو قسمت لازم است با ورق تقویت شود.

در قسمت AB:

مقدار لنگر مقاوم مورد نیاز که ورق باید تامین کند:

$$M_{req} = 10.25 - 5.82 = 4.43\,ton.m = Z_{PL}F_y\frac{0.75M_p}{M_p} \rightarrow Z_{PL} = 246cm^3$$

$$Z_{PL} \cong A_P d = A_P \times 24 \rightarrow A_P = 10.25cm^2$$

تعداد سؤالات: تستی: -- تشریحی: 4 زمان ازمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: 120

نام درس: سازه های فولادی 1,طراحی اجرایی 2,طراحی اجرایی 2 و پروژه

رشته تحصیلی/ کُد درس: مهندسی مدیریت اجرایی1311016-مهندسی مدیریت پروژه 1312042- عمران سازه-1313060 --

استفاده از: مجاز است.

با توجه به ضخامت بال مقطع، با فرض ضخامت 10 میلیمتر براي ورق، عرض ورق تقویتي خواهد بود: b=10.25cm. بنابراین از دو ورق PL110*10mm در بالا و پایین تیر استفاده مي‌کنیم.

در قسمت BC:

مقدار لنگر مقاوم مورد نیاز که ورق باید تامین کند:

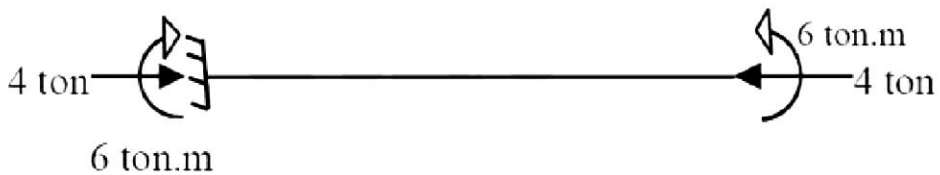
$$M_{req} = 10.39 - 5.91 = 4.48\,ton.m = Z_{PL}F_y \frac{0.75M_p}{M_p} \rightarrow Z_{PL} = 249cm^3$$

$$Z_{PL} \cong A_P d = A_P \times 24 \rightarrow A_P = 10.37cm^2$$

با توجه به ضخامت بال مقطع، با فرض ضخامت 10 میلیمتر براي ورق، عرض ورق تقویتي خواهد بود: b=10.37cm. بنابراین از دو ورق PL110*10mm در بالا و پایین تیر استفاده مي‌کنیم.

پاسخ سوال 4-

عضو به شکل زیر تحت نیروی محوری فشاری و لنگر خمشی قرار خواهد گرفت:



الف- تعیین ظرفیت فشاری. چون المان طره است K=2

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_x = \frac{2\times130}{9.97} = 26.08 \quad , \quad \left(\frac{KL}{r}\right)_y = \frac{2\times130}{2.70} = 96.30$$

بر اساس کمانش خمشی:

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_{max} = \left(\frac{KL}{r}\right)_y = 96.30 < 4.71\sqrt{\frac{E}{F_y}} \rightarrow F_{cr} = \left[0.658^{F_y/F_e}\right]F_y$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} = 2235\,kg/cm^2 \rightarrow F_{cr} = 1531\,kg/cm^2 \rightarrow P_{c1} = \phi_c F_{cr} A_g = 0.9\times1531\times39.1 = 53.88\,ton$$

بر اساس کمانش پیچشی:

تعداد سؤالات: تستی: -- تشریحی: 4 زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: 120

نام درس: سازه های فولادی 1,طراحی اجرایی 2,طراحی اجرایی 2 و پروژه

رشته تحصیلی/ کُد درس: مهندسی مدیریت اجرایی1311016-مهندسی مدیریت پروژه 1312042- عمران سازه-1313060

--

استفاده از: مجاز است.

$$F_e = \left[\frac{\pi^2 EC_w}{(K_z L)^2} + GJ\right]\left(\frac{1}{I_x + I_y}\right) = \left[\frac{\pi^2 \times 2.1e6 \times 37624}{(1\times 130)^2} + 808000 \times 9.28\right]\left(\frac{1}{3890+284}\right) = 11055 kg/cm^2$$

$$\frac{F_y}{F_e} = 0.217 < 2.25 \rightarrow F_{cr} = \left[0.658^{0.217}\right] \times 2400 = 2192 kg/cm^2$$

$$P_{c2} = 0.9 \times 221e6 \times 39.1e-4 = 77.12 ton$$

بنابراین: $P_c=P_{c1}=53.88$ ton

ب- تعیین ظرفیت خمشی. چون $L_b<L_p$، فقط لازم است حالت حدی تسلیم کنترل شود:

$$M_n = M_p = ZF_y = 346 \times 2400 = 8.304 ton.m \rightarrow M_c = 0.9 \times 8.304 = 7.47 ton.m$$

پ-کنترل روابط اندرکنشی:

$$\frac{P_u}{P_c} = \frac{4}{53.88} = 0.074 \rightarrow \frac{P_u}{2P_c} + \frac{M_{ux}}{M_{cx}} = \frac{4}{2\times 53.88} + \frac{6}{7.47} = 0.84 < 1$$

بنابراین مقطع دارای کفایت لازم است.