

www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران

ارائه كتابها و جزوات رايجان مهندسي عمران

بهترين و برترين مقالات روز عمران

انجمن هاي تفصلي مهندسي عمران

خبرنگاه تفصلي مهندسي عمران



دانشگاه آزاد اسلامی واحد آبادان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی عمران - عمران

عنوان درس :

پروژه سازه های فولادی

موضوع پروژه:

تحلیل و طراحی مجتمع تجاری ۵ طبقه بروی پارکینگ + ۱

طبقه زیرزمین

واقع در شهر سنندج

استاد راهنما :

مهندس سید عبدالنبی رضوی

تهیه و تنظیم :

عارف حیدریان - ۸۹۰۲۳۵۹۵۹

نیمسال دوم ۹۲-۹۳

تقدیم به :

پدر و مادر عزیزم

فهرست پروژه

۳	مقدمه
۴	فصل اول: پلان معماری ، مدل و صورت پروژه
۷	فصل دوم : بارگذاری پروژه
۱۳	فصل سوم :طراحی سقف تیرچه بلوک
۱۹	فصل چهارم: محاسبه دستی برش پایه و مقایسه آن با تحلیل کامپیوتری
۲۳	فصل پنجم: طراحی دستی تیرهای پروژه
۳۷	فصل ششم :طراحی کامپیوتری تیرهای پروژه
۳۸	فصل هفتم : طراحی دستی ستون های پروژه
۸۲	فصل هشتم : طراحی کامپیوتری ستون های پروژه
۸۳	فصل نهم : طراحی دستی مهاربندی پروژه
۸۸	فصل دهم :طراحی کامپیوتری مهاربندی پروژه
۸۹	فصل یازدهم : طراحی دستی تکیه گاه ها و اتصالات
	فصل دوازدهم : طراحی دستی وصله ستون ها
	فصل سیزدهم : طراحی دستی جوش اتصالات مهاربند به تیر و ستون
۹۶	فصل چهاردهم : تیپ بندی و طراحی دستی کف ستون ها
۹۹	فصل پانزدهم: آنالیز و طراحی کامپیوتری فونداسیون
۱۰۰	فصل شانزدهم : نقشه های اجرایی ترسیم شده با اتوکد
۱۰۱	فصل هفدهم : متره و برآورد پروژه
۱۰۲	فصل هجدهم : منابع و مراجع

مقدمه:

سازه فولادی نوعی سازه است که مصالح اصلی آن برای تحمل تحمل نیروها و انتقال آنها به کار می رود از فولاد است. اتصالات به کار رفته در این نوع سازه ها از نوع جوشی ، پرچی و یا پیچ می باشد و بسته به نوع اتصالات قطعات طرح شده و کنترل های مربوطه بر روی آنها انجام می شود . در حال حاضر فولاد از مهمترین مصالح برای ساخت ساختمان و پل و سایر سازه ثابت است.

در این پروژه یک مجتمع تجاری ۵ طبقه بروی پارکینگ + ۱ طبقه زیرزمین واقع در شهر سنندج تحلیل و طراحی می شود. در تمامی مراحل این پروژه از آیین نامه های بارگذاری و طراحی ایران (آیین نامه های مقررات ملی ساختمان) استفاده شده است . همچنین از همه اساتید محترم گروه عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد آبادان برای زحمات بی پایانی که می کشند تشکر ویژه می نمایم.

فصل اول:

پلان معماری، مدل و صورت پروژه

طراح :

عارف حیدریان

نرم افزار طراحی :

ETABS ver 9.7.0

STEEL STRUCTURES PROJECT

پروژه سازه های فولادی

دانشگاه:	(پروژه طراحی سازه های فولادی)		مدرس:
.....	نیمسال تحصیلی: اول <input type="checkbox"/> دوم <input checked="" type="checkbox"/> تابستان <input type="checkbox"/>	سال تحصیلی: ۹۲-۹۳	سید عبدالنبی رضوی

نام و نام خانوادگی	شماره دانشجویی	تاریخ آزمون (جامع/اول/دوم)	تلفن همراه	ایمیل
حسین کاف				ایین نامه تهیه پروژه و راهنمای تهیه پروژه را دقیق و کامل مطالعه کرده و کلیه شرایط مندرج را قبول دارم.

مشخصات کلی پروژه:

۱- شهر محل پروژه: **سنندج (استان کردستان)**

۲- تعداد طبقات: ۵ طبقه + بروی ۱ طبقه پارکینگ + بروی ۱ طبقه زیرزمین

ارتفاع طبقات: ۳/۱۰ متر ارتفاع پارکینگ: ۲/۹۰ متر ارتفاع زیرزمین: ۲/۹۵ متر

۳- کاربری ساختمان: **تجاری**

۴- سیستم مقاوم جانبی: **قاب ساده بادبندی**

۵- سیستم مقاوم ثقلی: **تیرچه بلوک یونولیتی**

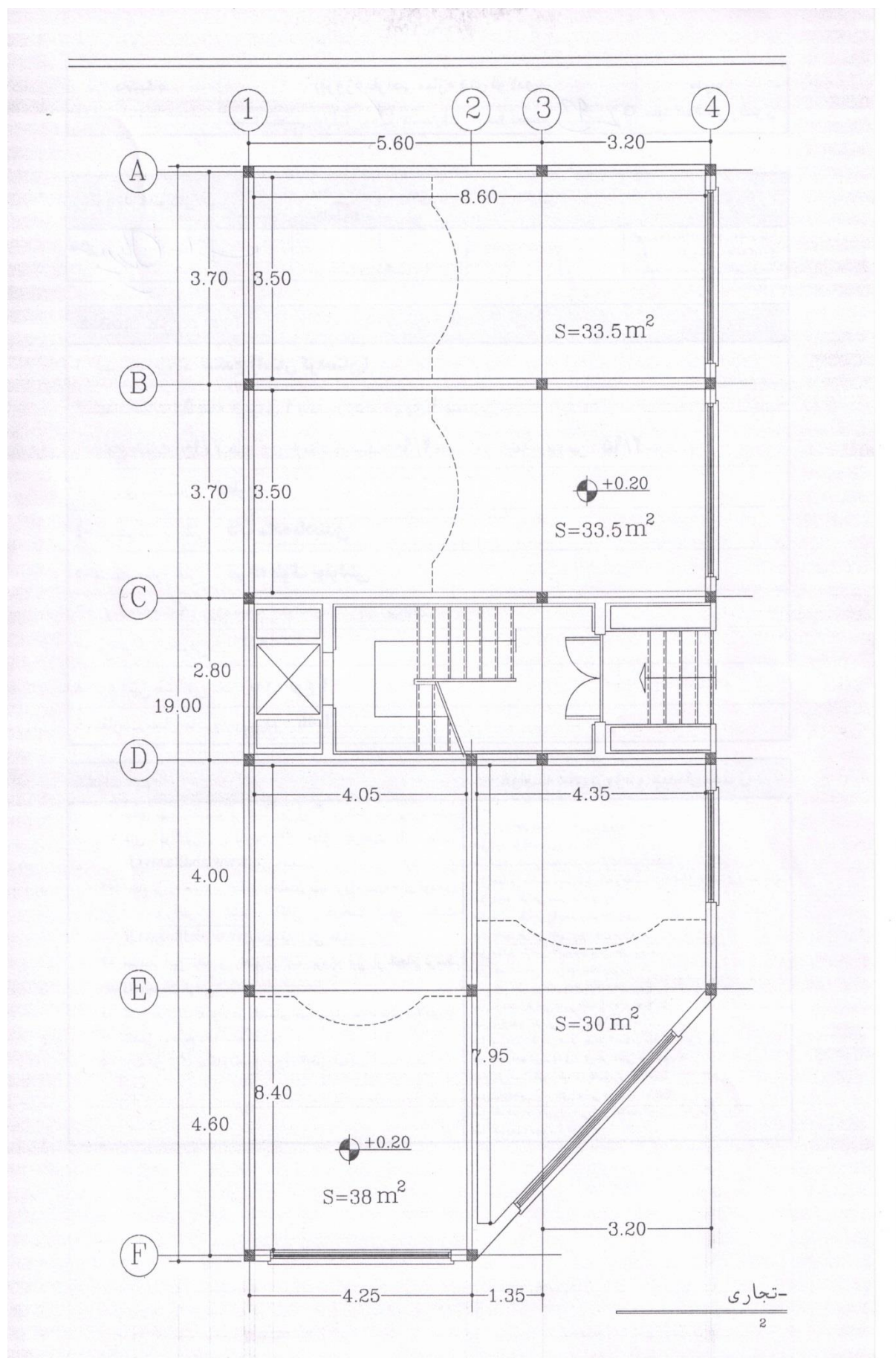
۶- f_c (مقاومت ۲۸ روزه نمونه استوانه‌ای): $270 kg/cm^2$

۷- نوع میلگرد مصرفی: **AII**

۸- نوع زمین طبق آئین نامه ۲۸۰۰: **نوع ۱**

۹- مقاومت مجاز خاک (kg/cm^2): **۱.۴۶**

تذکرات مهم:	خواسته های پروژه و چیدمان فصول:
۱- مبنای تهیه، تنظیم و ارزشیابی پروژه "آیین نامه تهیه پروژه سازه های فولادی - نسخه ۲" (قابل دریافت از سایت www.abdRazavi.ir) می باشد.	مقدمه فصل اول: پلان معماری و صورت پروژه فصل دوم: بارگذاری پروژه فصل سوم: طراحی سقف (تیرچه بلوک/کامپوزیت/...) فصل چهارم: محاسبه دستی برش پایه و مقایسه آن با تحلیل کامپیوتری و آنالیزسازه فصل پنجم: طراحی دستی تیرهای پروژه فصل ششم: طراحی کامپیوتری تیرهای پروژه فصل هفتم: طراحی دستی ستون های پروژه فصل هشتم: طراحی کامپیوتری ستون های پروژه فصل نهم: طراحی دستی مهاربندهای پروژه فصل دهم: طراحی کامپیوتری مهاربندهای پروژه فصل یازدهم: طراحی دستی تکیه گاه ها و اتصالات فصل دوازدهم: طراحی دستی وصله ستون ها فصل سیزدهم: طراحی دستی جوش اتصالات مهاربند به تیر و ستون فصل چهاردهم: تپ بندی و طراحی دستی کف ستون ها فصل پانزدهم: آنالیز و طراحی کامپیوتری فونداسیون فصل شانزدهم: نقشه های اجرایی ترسیم شده با اتوکد فصل هفدهم: متره و برآورد پروژه و خلاصه گزارش مراحل طرح پروژه فصل هجدهم: منابع و مراجع
۲- انجام پروژه صرفا بر اساس راهنمای تهیه پروژه سازه های فولادی - ویرایش ششم (قابل دریافت از سایت www.abdRazavi.ir) قابل قبول می باشد.	
۳- مطالعه آیین نامه و راهنمای تهیه پروژه قبل از انجام توسط دانشجویان الزامی است.	
۴- شرح جزئیات فصول در راهنمای-تهیه پروژه سازه های فولادی به تفصیل توضیح داده شده است.	
۵- ارائه این برگ بهنگام تحویل پروژه الزامی است.	



فصل دوم:

بارگذاری پروژه

طراح:

عارف حیدریان

نرم افزار طراحی:

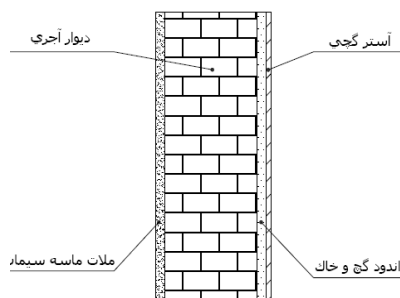
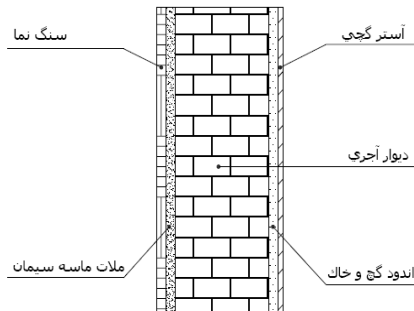
ETABS ver 9.7.0

فصل دوم: بار گذاری

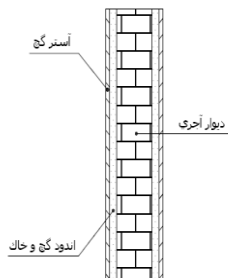
- بار گذاری دیواره های نما دار

آجر کاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان $1.0/2 \times 170 = 850$ ملات ماسه سیمان $2.0/02 \times 2100 = 42$ گچ و خاک $3.0/01 \times 1600 = 16$ گچ $4.0/01 \times 1300 = 13$ نمای کفسنگ $5.0/02 \times 2000 = 40$ 281 kg/m^2

- بار گذاری دیوارهای بدون نما

آجر کاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان $1.0/2 \times 850 = 170$ ملات ماسه سیمان $2.0/02 \times 2100 = 42$ گچ و خاک $3.0/01 \times 1600 = 16$ گچ $4.0/01 \times 1300 = 13$ 241 kg/m^2 

- تیغه ۱۰ سانتی



$$\text{گچ} \quad 1.0/02 \times 1300 = 26$$

$$\text{گچ و خاک} \quad 2.0/02 \times 1600 = 32$$

$$\text{آجر کاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان} \quad 3.0/1 \times 850 = 85$$

$$\underline{143 \text{ kg/m}^2}$$

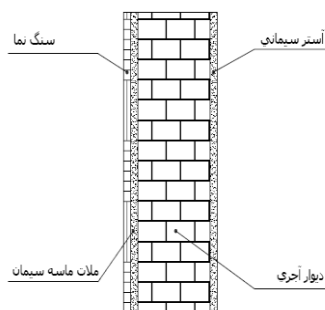
- دیوارهای جان پناه بام

$$\text{نمای کفسنگ} \quad 1.0/02 \times 2000 = 40$$

$$\text{ملات ماسه سیمان} \quad 2.0/02 \times 2100 = 42$$

$$\text{آجر کاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان} \quad 3.0/2 \times 850 = 170$$

$$\underline{252 \text{ kg/m}^2}$$



$$\text{WD} = 252 \times 0/7 = \underline{176 \text{ kg/m}}$$

- بارگذاری سقف

- جزئیات سقف طبقات

$$1. 0/01 \times 2100 = 21 \text{ کاشی سرامیکی}$$

$$2. 0/02 \times 2100 = 42 \text{ ملات ماسه سیمان}$$

$$3. 0/05 \times 600 = 30 \text{ پوکه معدنی}$$

$$4. 0.05 \times 2500 = 125 \text{ دال بتنی}$$

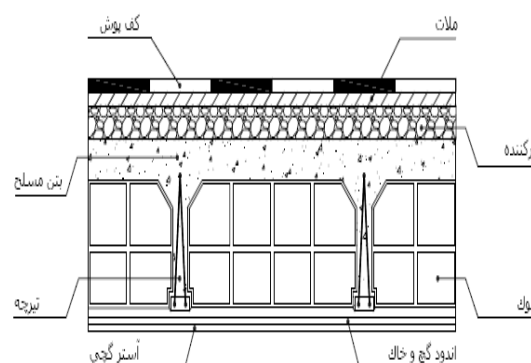
$$5. 0.15 \times 0.2 \times 2 \times 2500 = 150 \text{ بتن آرمه}$$

$$6. 0.01 \times 1600 = 16 \text{ اندود گچ و خاک}$$

$$7. 0.01 \times 1300 = 13 \text{ آستر گچ}$$

وزن یک متر مربع بلوک یونولیتی 5

$$\underline{390 \text{ kg /m}}$$



جزئیات سقف بام

$$1. 0/02 \times 2100 = 42 \text{ ملات ماسه سیمان}$$

$$2. 0/05 \times 600 = 30 \text{ پوکه معدنی}$$

$$3. \quad = 15 \text{ قیر اندود دو لاگونی}$$

$$4. 0.05 \times 2500 = 125 \text{ دال بتنی}$$

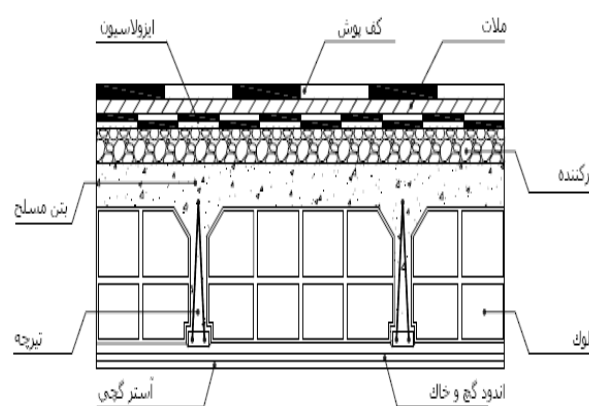
$$5. 0.15 \times 0.2 \times 2 \times 2500 = 150 \text{ بتن آرمه}$$

$$6. 0.01 \times 1600 = 16 \text{ اندود گچ و خاک}$$

$$7. 0.01 \times 1300 = 13 \text{ آستر گچ}$$

وزن یک متر مربع بلوک یونولیتی ۵

$$\underline{411 \text{ kg / m}^2}$$



بارگذاری پله

$$\frac{1}{0/28} = 3/57 \text{ = تعداد پله}$$

$$\frac{\tan 30^\circ}{3/57} = 0/16 \text{ = محاسبه ارتفاع پله ها}$$

$$(0/30)(1)(0/04)(2500)(3/57) = 107 \text{ = سنگ پله افقی}$$

$$(0/12)(1)(0/02)(2500)(3/57) = 21/42 \text{ = سنگ پله قائم}$$

$$\frac{1}{2}(0/28)(0/16)(1)(1850)(3/57) = 147/9 \text{ = آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان}$$

در پله ها

$$\frac{1}{\cos 30} \times (1)(0/1)(1750) = 201/25 \text{ = آجرکاری}$$

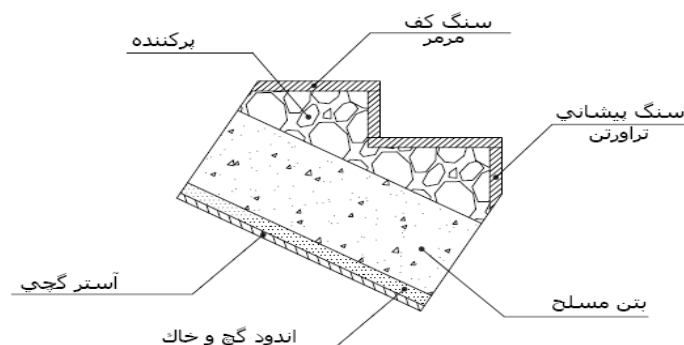
$$\frac{1}{\cos 30} \times (1)(0/07)(2100) = 170 \text{ = ملات ماسه سیمان}$$

$$\frac{1}{\cos 30} \times (1)(0/02)(1600) = 36/8 \text{ = ملات گچ و خاک}$$

$$\frac{1}{\cos 30} \times (1)(0/01)(1300) = 14/95 \text{ = ملات گچ}$$

$$\frac{1}{\cos 30} \times 15/8 \times 2 = 36 \text{ = وزن واحد تیر آهن}$$

$$700 \text{ kg / m}^2$$



فصل سوم :

طراحی سقف تیرچه بلوک

طراح :

عارف حیدریان

نرم افزار طراحی :

ETABS ver 9.7.0

فصل سوم : طرای سقف

$$W_{DL}=490 \quad f_c = 270$$

$$W_{LL} = 500 \quad f_y = 400$$

$$t = \frac{1}{25} \times L = \frac{1}{25} \times 350 = 14 \text{ تعیین ضخامت سقف}$$

$$t = 25cm \quad d = 23cm$$

$$W_u = 1.25W_{DL} + 1.5W_{LL} \text{ تعیین بار}$$

$$W_u = 1.25 \times 490 + 1.5 \times 500 = 1362.5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\overline{W}_u = 50W_u = 50 \times 1362.5 = 68125$$

تعیین لنگر طراحی

$$\frac{1}{24} \quad \frac{1}{14} \quad \frac{1}{10}$$

$$M_u = + \frac{1}{14} \times L^2 \times \overline{W}_u = + \frac{1}{14} \times 68125 \times 350 = 1703125 \text{ kg.cm}$$

$$M_u = - \frac{1}{10} \times L^2 \times \overline{W}_u = - \frac{1}{10} \times 68125 \times 350 = 2384375 \text{ kg.cm}$$

$$M_u = - \frac{1}{24} \times L^2 \times \overline{W}_u = - \frac{1}{24} \times 68125 \times 350 = 993489.5 \text{ kg.cm}$$

تعیین آرماتور فشاری (در محل لنگرهای منفی)

$$\alpha_1 = 0.85 - 0.0015f_c = 0.85 - 0.0015 \times 270 = 0.445$$

$$\beta_1 = 0.97 - 0.0025f_c = 0.97 - 0.0025 \times 27 = 0.9025$$

$$c_b = \frac{700}{700 + f_y} d = \frac{700}{700 + 400} \times 230 = 146.36$$

$$a_b = \beta_1 c_b = 0.9025 \times 146.36 = 132.09$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2M_u}{\alpha_1 f_c \phi_c b_e}} = 230 - \sqrt{230^2 - \frac{2 \times 2384375}{0.445 \times 270 \times 0.7 \times 150}} = 0.82$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{2384375}{0.7 \times 400 \left(230 - \frac{0.82}{2}\right)} = 37 = 370 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow 3\phi 14(461.8)$$

$$\rho = \frac{A_s}{b_e d} = \frac{461.8}{150 \times 230} = 0.013 > 0.0015 = \rho_{min}$$

تعیین آرماتور کششی (در محل لنگرهای مثبت)

$$\alpha_1 = 0.85 - 0.0015 f_c = 0.85 - 0.0015 \times 270 = 0.445$$

$$\beta_1 = 0.97 - 0.0025 f_c = 0.97 - 0.0025 \times 27 = 0.9025$$

$$c_b = \frac{700}{700 + f_y} d = \frac{700}{700 + 400} \times 270 = 146.36$$

$$a_b = \beta_1 c_b = 0.9025 \times 146.36 = 132.09$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2M_u}{\alpha_1 f_c \phi_c b_e}}$$

$$230 - \sqrt{230^2 - \frac{2 \times 1703125}{0.445 \times 270 \times 0.7 \times 150}} = 0.58 = 58 \text{ mm} < a_b = 132.08 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{1703125}{0.7 \times 400 \left(230 - \frac{0.58}{2}\right)} = 26.45 = 264 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow 2\phi 14(307)$$

کنترل برش

$$V_u = 1.15 \frac{\overline{W_u} \times L}{2} = 1.15 \times \frac{68125 \times 350}{2} = 13 \text{ N}$$

$$V_c = 0.2 \phi_c \sqrt{f_c} b_e d = 0.2 \times 0.7 \times \sqrt{27} \times 500 \times 230 = 83 \text{ N}$$

مقدار برش قابل تحمل توسط آرماتور برشی به شماره ۸ و فاصله ۲۰ سانتیمتری

$$V_s = \frac{d}{s} A_v \phi_s f_y (\sin \alpha + \cos \alpha) = 32526 \text{ N}$$

$$V_r = V_c + V_s > V_u$$

$$w_{DL}=490 \quad f_c = 270$$

$$W_{LL} = 500 \quad f_y = 400$$

$$t = \frac{1}{25} \times L = \frac{1}{25} \times 400 = 16 \text{ تعیین ضخامت سقف}$$

$$t = 25 \text{ cm} \quad d = 23 \text{ cm}$$

$$W_u = 1.25 W_{DL} + 1.5 W_{LL} \text{ تعیین بار}$$

$$W_u = 1.25 \times 490 + 1.5 \times 500 = 1362.5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\overline{W}_u = 50 W_u = 50 \times 1362.5 = 68125$$

تعیین لنگر طراحی

$$\frac{1}{24} \quad \frac{1}{14} \quad \frac{1}{10}$$

$$M_u = + \frac{1}{14} \times L^2 \times \overline{W}_u = + \frac{1}{14} \times 68125 \times 400 = 1946428 \text{ kg.cm}$$

$$M_u = - \frac{1}{10} \times L^2 \times \overline{W}_u = - \frac{1}{10} \times 68125 \times 400 = 2725000 \text{ kg.cm}$$

$$M_u = - \frac{1}{24} \times L^2 \times \overline{W}_u = - \frac{1}{24} \times 68125 \times 400 = 1135416 \text{ kg.cm}$$

تعیین آرماتور فشاری (در محل لنگرهای منفی)

$$\alpha_1 = 0.85 - 0.0015f_c = 0.85 - 0.0015 \times 270 = 0.445$$

$$\beta_1 = 0.97 - 0.0025f_c = 0.97 - 0.0025 \times 27 = 0.9025$$

$$c_b = \frac{700}{700 + f_y} d = \frac{700}{700 + 400} \times 230 = 146.36$$

$$a_b = \beta_1 c_b = 0.9025 \times 146.36 = 132.09$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2M_u}{\alpha_1 f_c \phi_c b_e}} = 230 - \sqrt{230^2 - \frac{2 \times 2725000}{0.445 \times 270 \times 0.7 \times 150}} = 0.9$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{2725000}{0.7 \times 400 \left(230 - \frac{0.9}{2}\right)} = 42 = 420 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow 3\phi 14 (461.8)$$

$$\rho = \frac{A_s}{b_e d} = \frac{461.8}{150 \times 230} = 0.013 > 0.0015 = \rho_{min}$$

تعیین آرماتور کششی (در محل لنگرهای مثبت)

$$\alpha_1 = 0.85 - 0.0015f_c = 0.85 - 0.0015 \times 270 = 0.445$$

$$\beta_1 = 0.97 - 0.0025f_c = 0.97 - 0.0025 \times 27 = 0.9025$$

$$c_b = \frac{700}{700 + f_y} d = \frac{700}{700 + 400} \times 270 = 146.36$$

$$a_b = \beta_1 c_b = 0.9025 \times 146.36 = 132.09$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2M_u}{\alpha_1 f_c \phi_c b_e}}$$

$$230 - \sqrt{230^2 - \frac{2 \times 1946428}{0.445 \times 270 \times 0.7 \times 150}} = 0.67 = 67 \text{ mm} < a_b = 132.08 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{1946428}{0.7 \times 400 \left(230 - \frac{0.67}{2}\right)} = 30 = 300mm^2$$

$$\rightarrow 2\phi 14(307)$$

کنترل برش

$$V_u = 1.15 \frac{\overline{W}_u \times L}{2} = 1.15 \times \frac{68125 \times 400}{2} = 13.6 \text{ N}$$

$$V_c = 0.2 \phi_c \sqrt{f_c} b_e d = 0.2 \times 0.7 \times \sqrt{27} \times 500 \times 230 = 83 \text{ N}$$

مقدار برش قابل تحمل توسط آرماتور برشی به شماره ۸ و فاصله ۲۰ سانتیمتری

$$V_s = \frac{d}{s} A_v \phi_s f_y (\sin \alpha + \cos \alpha) = 32526 \text{ N}$$

$$V_r = V_c + V_s > V_u$$

فصل چهارم:

محاسبه برش پایه و مقایسه آن با تحلیل کامپوتری

طراح:

عارف حیدریان

نرم افزار طراحی:

ETABS ver 9.7.0

فصل چهارم: بارگذاری لرزه ای (محاسبه دستی برش پایه)

با استفاده از ضوابط مندرج در آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ محاسبات مورد نیاز را انجام می دهیم.

$$V = CW$$

$$C = \frac{ABI}{R}$$

= نسبت شتاب مبنای طرح A

= ضریب برش پایه C

= وزن ساختمان W

= ضریب رفتار R

= ضریب اهمیت سازه I

= ضریب بازتاب زمین B

محاسبه وزن ساختمان

محاسبه وزن تیغه ها

$$(4+4.5+4.6+4+3.2+5.6) \times 2.8 \times 175 = 12691 \text{kg} \approx 12 \text{ton}$$

محاسبه وزن دیوارهای پیرامونی

$$\left[\begin{aligned} (19 + 8.8) \times 2.8 \times 281 &= 22 \text{ton} \\ (19 + 8.8) \times 2.8 \times 241 &= 18 \text{ton} \end{aligned} \right]$$

محاسبه وزن بام

$$((19 \times 8.8) - 16.8) \times 411 = 61 \text{ton}$$

محاسبه وزن سقف طبقات

$$((19 \times 8.8) - 16.8) \times 390 = 59 \text{ ton}$$

محاسبه بار زنده

$$150 \times 500 = 75 \text{ ton}$$

$$150 \times 150 = 22 \text{ ton}$$

$$16.8 \times 350 = 5.7 \text{ ton}$$

* میزان درصد مشارکت بار زنده بدلیل تجاری بودن ساختمان برابر با ۴۰ درصد می باشد.

$$75 \times 0.4 = 30$$

$$22 \times 0.4 = 8.8$$

$$5.7 \times 0.4 = 2.28$$

وزن کل ساختمان به انضمام ۵ درصد سازه فولادی برابر است با ۷۵۰ تن

برای برآورد ضریب زلزله از ویرایش سوم آیین نامه ۲۸۰۰ استفاده می شود.

با توجه به بندهای ۱-۱-۸-۱ و ۲-۱-۸-۱ آیین نامه ۲۸۰۰ ساختمان ما در پلان و ارتفاع منظم است.

$$C = \frac{ABI}{R}$$

ضرایب و پارمترهای لرزه ای

$$A = 0/3$$

$$I = 1$$

$$R_x = R_y = 6$$

$$H = 18.4 \text{ ، } S = 1.5 \text{ ، } T_s = 0.4 \text{ ، } T_0 = 0.1$$

$$T_x = T_y = (0/05)(H)^{\frac{3}{4}} = (0/05)(18.4)^{\frac{3}{4}} = 0/444$$

$$T < 0/7S \Rightarrow F_t = 0$$

$$T > TS \Rightarrow B = (S + 1)\left(\frac{T_s}{T}\right)^{\frac{2}{3}} = (1.5 + 1)\left(\frac{0.4}{0.444}\right)^{\frac{2}{3}} = 2.33$$

$$C_x = C_y = \frac{ABI}{R} = \frac{0/3 \times 2/33 \times 1}{6} = 0/1165$$

$$V = CW$$

$$V = 0/1165 \times 750 = 87.375 \text{ ton}$$

$$V_{\min} = 0/1AIW = 11.25 \text{ ton}$$

$$V > V_{\min} \Rightarrow OK$$

بار برف

$$P_r = C_s P_s$$

ضرایب مورد نیاز با توجه به مبحث ششم استخراج گردیده اند

$$C_s = 1, P_s = 150$$

$$P_r = 150$$

فصل پنجم :

طراحی دستی تیرهای پروژه

طراح :

عارف حیدریان

نرم افزار طراحی :

ETABS ver 9.7.0

فصل پنجم: طراحی دستی تیر

AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK Units: Ton-m (Summary for Combo and Station)						
Level: STORY2 Element: B22 Station Loc: 3.045 Section ID: 2IPE220						
Element Type: Braced Frame Classification: Non-Compact						
L=5.600						
A=0.007 I22=2.431E-05 I33=5.544E-05						
S22=2.210E-04 S33=5.040E-04 r22=0.060 r33=0.091						
E=20389019.200 fy=24000.000						
RLLF=1.000						
F-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0.976 = 0.034 + 0.942 + 0.000						
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS						
		P	M33	M22	V2	V3
Combo	DSTLS2	3.306	6.836	0.000	0.466	0.000
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H2-1)						
		fa	Fa	Ft		
		Stress	Allowable	Allowable		
Axial		494.868	9717.015	14400.000		
		fb	Fb	Fe	Cm	K
		Stress	Allowable	Allowable	Factor	Factor
Major Bending	13562.789	14400.000	30104.519	1.000	1.000	0.961
Minor Bending	0.000	14400.000	13198.964	1.000	1.000	0.961
SHEAR DESIGN						
		fv	FV	Stress		
		Stress	Allowable	Ratio		
Major Shear	181.621	9600.000	0.019			
Minor Shear	0.000	9600.000	0.000			

$$F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{\text{req}} = \frac{M_{\text{max}}}{F_b} = 6.836 \times 10^5 / 1440 = 474.7 \text{ cm}^3 \rightarrow \text{جدول اشتال} \rightarrow \text{Try}$$

$$\text{IPE220} = \begin{cases} A = 33.4 \text{ cm}^2 \\ d = 22 \text{ cm} \\ b_f = 11 \text{ cm} \\ S_x = 252 \text{ cm}^3 \\ I_x = 2770 \text{ cm}^4 \\ t_f = 9.2 \text{ cm} \\ t_w = 0.59 \text{ cm} \end{cases}$$

توجه به اینکه S_{req} موجود جوابگو نمی باشد از دو تیر آهن استفاده می کنیم

$$\text{Try 2ipe220} \rightarrow s = 252 \times 2 = 504 \geq 474.7$$

Try 2IPE220

$$\frac{b}{2t} = \frac{22}{2 \times 0.92} = 11 < \frac{545}{\sqrt{F_y}} = 11.12$$

$$\frac{F_a}{F_y} = 0 < 0.16$$

$$\frac{d}{t_w} = \frac{22}{0.59} = 37.340 < \frac{5365}{\sqrt{F_y}} = 109$$

تیر فاقد اتکای جانبی می باشد

$$L_b = 560$$

$$L_c = \frac{635b_f}{\sqrt{F_y}} = \frac{635 \times 11}{\sqrt{2400}} = 142 / 6$$

$$L_b \neq L_c$$

$$C_b = 1 / 75$$

$$F_{b^2} = \frac{840000C_b}{\frac{Ld}{Af}} = \frac{840000 \times 1 / 75}{\frac{560 \times 22}{22 \times 0.92}} = 2415 \leq 1440$$

$$F_b = 0.6 F_y = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_v \leq F_v \text{ کنترل تنش برشی تیر}$$

طبق ضابطه ۱۰-۱-۵-۴ مبحث دهم تنش برشی مجاز عبارتست از:

$$\frac{d}{t_w} = \frac{22}{0.59} = 37.3 < \frac{3185}{\sqrt{2400}} = 65 \rightarrow F_v = 0.4 F_y = 960 \text{ kg/c}$$

$$f_v = \frac{V}{A_w} = \frac{V_{\max}}{d \cdot t_w} = \frac{466}{22 \times 0.59} = 36 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < F_v = 960 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK}$$

کنترل خیز تغییر مکان

در تیرهای بادخانه بزرگ، خیز تیر عامل کننده طراحی است.

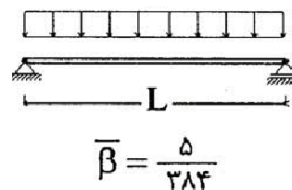
بند ۱۰-۱-۱۲-۳-الف مبحث دهم:

$$\Delta_{\max} \leq \Delta_{\max} \text{ مجاز موجود}$$

$$L = 5.6\text{m} \rightarrow \Delta_{\max} \text{ مجاز} \rightarrow \Delta_{D+L} = \frac{560}{240} = 2.33 \text{ cm}$$

برای تیر ساده با ممان اینرسی ثابت و بار گسترده یکنواخت

$$\Delta_{\max} = \beta \frac{W.L^4}{EI}$$



$$\begin{aligned} W_{D+L} &= (DL + LL) \times \text{عرض بار گیر تیر} \\ &= (490 + 500) \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \times 2 \\ &= 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 10^{-2} \\ &= 20 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{\max} &= \frac{5.W.L^4}{384EI} = \frac{5 \times 20 \times 560^4}{384 \times 2.1 \times 10^6 \times 2770 \times 2} = 2.2\text{cm} \\ &< \Delta_{\max} \text{ مجاز} = 2.33 \text{ cm} \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

پس خیز تیر هم جوابگو می باشد.

Use2 IPE 220

STEEL STRUCTURES PROJECT

پروژه سازه های فولادی

AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK										Units: Ton-m (Summary for Combo and Station)																																																																					
Level: STORY7										Element: B22										Station Loc: 3.045										Section ID: 2IPE180																																																	
Element Type: Braced Frame										Classification: Non-Compact																																																																					
L=5.600																																																																															
A=0.005										i22=1.192E-05										i33=2.634E-05																																																											
s22=1.309E-04										s33=2.927E-04										r22=0.050										r33=0.074																																																	
E=20389019.200										fy=24000.000																																																																					
RLLF=1.000																																																																															
F-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is										0.941										= 0.000 + 0.940 + 0.000																																																											
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS																																																																															
										P										M33										M22										V2										V3																													
Combo										DSTLS2										-0.039										3.961										0.000										0.270										0.000																			
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-3)																																																																															
										fa										Fa										Ft																																																	
										Stress										Allowable										Allowable																																																	
Axial										8.168										8229.586										14400.000																																																	
										fb										Fb										Fe										Cm										K										L										Cb									
										Stress										Allowable										Allowable										Factor										Factor										Factor										Factor									
Major Bending										13533.286										14400.000										19988.160										1.000										1.000										0.961										1.000									
Minor Bending										0.000										14400.000										9042.324										1.000										1.000										0.961																			
SHEAR DESIGN																																																																															
										fv										FV										Stress																																																	
										Stress										Allowable										Ratio																																																	
Major Shear										143.320										9600.000										0.015																																																	
Minor Shear										0.000										9600.000										0.000																																																	

$$F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{\text{req}} = \frac{M_{\text{max}}}{F_b} = 3.961 \times 10^5 / 1440 = 275.06 \text{ cm}^3 \rightarrow \text{جدول اشتال} \rightarrow \text{Try}$$

$$\text{IPE180} = \begin{cases} A = 23.9 \text{ cm}^2 \\ d = 18 \text{ cm} \\ b_f = 9.1 \text{ cm} \\ S_x = 146 \text{ cm}^3 \\ I_x = 1320 \text{ cm}^4 \\ t_f = 0.8 \text{ cm} \\ t_w = 0.53 \text{ cm} \end{cases}$$

توجه به اینکه S_{req} موجود جوابگو نمی باشد از دو تیر آهن استفاده می کنیم

$$\text{Try 2ipe180} \rightarrow s = 2 \times 146 = 292 \geq 275.06$$

$$\frac{b}{2t} = \frac{9.1}{2 \times 0.8} = 5.68 < \frac{545}{\sqrt{F_y}} = 11.12$$

پس مقطع غیر فشرده می باشد

$$\frac{d}{2t} = \frac{18.2}{2 \times 0.8} = 11.3 < \frac{795}{\sqrt{F_y}} = 16.12$$

$$L_b = 560$$

$$L_c = \frac{635b_f}{\sqrt{F_y}} = \frac{635 \times 18.2}{\sqrt{2400}} = 235.9$$

$$L_b \neq L_c$$

$$C_b = 1/75$$

$$F_{b^2} = \frac{840000C_b}{\frac{Ld}{Af}} = \frac{840000 \times 1/75}{\frac{560 \times 18}{18.2 \times 0.98}} = 2601 \leq 1440$$

$$F_b = 0.6F_y = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_v < F_v \text{ کنترل تنش برشی تیر}$$

طبق ضابطه ۱۰-۱-۵-۴ مبحث تنش برشی مجاز عبارتست از:

$$\frac{d}{t_w} = \frac{18}{0.53} = 33.9 < \frac{3185}{\sqrt{2400}} = 65 \rightarrow F_v = 0.4F_y = 960 \text{ kg/c}$$

$$f_v = \frac{V}{A_w} = \frac{V_{\max}}{d \cdot t_w} = \frac{270}{18 \times 0.53} = 28.3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < F_v = 960 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK}$$

Use 2 IPE ۱۸۰

کنترل خیز

در تیرهای بادخانه بزرگ، خیز تیر عامل کننده طراحی است.

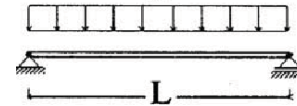
بند ۱۰-۱-۱۲-۳ الف مبحث دهم

$$\Delta_{\max} \leq \Delta_{\max} \text{ مجاز}$$

$$L = 5.6\text{m} \rightarrow \Delta_{\text{max}} \text{ مجاز} \rightarrow \Delta_{D+L} = \frac{560}{240} = 2.33 \text{ cm}$$

برای تیر ساده با ممان اینرسی ثابت و بار گسترده یکنواخت

$$\Delta_{\text{max}} = \beta \frac{W.L^4}{EI}$$



$$\bar{\beta} = \frac{5}{384}$$

$$\begin{aligned} W_{D+L} &= (DL + LL) \times \text{عرض بارگیر تیر} \\ &= (411 + 150) \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \times 2.4 \\ &= 1178 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 10^{-2} = 13 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{max}} &= \frac{5.W.L^4}{384EI} = \frac{5 \times 11 \times 560^4}{384 \times 2.1 \times 10^6 \times 1320 \times 2} = 2.31\text{cm} \\ &< \Delta_{\text{max}} \text{ مجاز} = 2.33 \text{ cm} \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

پس خیز تیر هم جوابگو می باشد.

Use2 IPE ۱۸۰

AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK Units: Ton-m (Summary for Combo and Station)					
Level: STORY3 Element: B20 Station Loc: 1.600 Section ID: IPE180F5X1					
Element Type: Braced Frame Classification: Non-Compact					
L=3.200					
A=0.003 i22=1.218E-06 i33=2.220E-05					
s22=2.678E-05 s33=2.220E-04 r22=0.019 r33=0.081					
E=20389019.200 fy=24000.000					
RLLF=1.000					
P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0.660 = 0.007 + 0.652 + 0.000					
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS					
	P	M33	M22	V2	V3
Combo DSTLS2	-0.106	2.086	0.000	0.000	0.000
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-3)					
	fa	Fa	Ft		
	Stress	Allowable	Allowable		
Axial	31.311	4248.967	14400.000		
	fb	Fb	Fe	Cm	K
	Stress	Allowable	Allowable	Factor	Factor
Major Bending	9394.696	14400.000	77434.668	1.000	1.000
Minor Bending	0.000	14400.000	4248.967	1.000	1.000
				L	Cb
				Factor	Factor
				0.931	1.000
SHEAR DESIGN					
	fv	FV	Stress		
	Stress	Allowable	Ratio		
Major Shear	0.000	9600.000	0.000		
Minor Shear	0.000	9600.000	0.000		

$$F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{req} = \frac{M_{max}}{F_b} = 2.186 \times 10^5 / 1440 = 151.8 \text{ cm}^3 \rightarrow \text{جدول اشتال}$$

$$\rightarrow \text{Try IPE180} = \begin{cases} A = 23.9 \text{ cm}^2 \\ d = 18 \text{ cm} \\ b_f = 9.1 \text{ cm} \\ S_x = 146 \text{ cm}^3 \\ I_x = 1320 \text{ cm}^4 \\ t_f = 0.8 \text{ cm} \\ t_w = 0.53 \text{ cm} \end{cases}$$

جوابگو نمی باشد از دو تیر ورق استفاده می کنیم

$$A_p = \frac{S - 0.9S_b}{d} = \frac{151.8 - 0.9 \times 146}{18} = 1.13 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use : 2 PL5} \times 1 \rightarrow A_p = 5 \text{ cm}^2$$

$$I = 2 \times 1320 + 2 \left(\frac{5 \times 1^3}{12} + (5) \left(\frac{18}{2} + 0.5 \right)^2 \right) = 3063.3$$

$$s = \frac{I}{c} = \frac{3063.3}{9} = 340 \geq S_{req}$$

Try IPE ۱۸۰+PL5X1

$$\frac{b}{2t} = \frac{9.1}{2 \times 0.8} = 5.68 < \frac{545}{\sqrt{F_y}} = 11.12$$

پس مقطع غیر فشرده می باشد

$$\frac{d}{2t} = \frac{18.2}{2 \times 0.8} = 11.3 < \frac{795}{\sqrt{F_y}} = 16.12$$

$$L_b = 320$$

$$L_c = \frac{635b_f}{\sqrt{F_y}} = \frac{635 \times 18.2}{\sqrt{2400}} = 235.9$$

$$L_b \neq L_c$$

$$C_b = 1/75$$

$$F_{b^2} = \frac{840000C_b}{\frac{Ld}{Af}} = \frac{840000 \times 1/75}{\frac{320 \times 18}{18.2 \times 0.98}} = 4551 \leq 1440$$

$$F_b = 0.6F_y = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_v < F_v \text{ کنترل تنش برشی تیر}$$

طبق ضابطه ۴-۵-۱۰-۱۰ مبحث تنش برشی مجاز عبارتست از:

$$\frac{d}{t_w} = \frac{18}{0.53} = 33.9 < \frac{3185}{\sqrt{2400}} = 65 \rightarrow F_v = 0.4F_y = 960 \text{ kg/c}$$

$$f_v = \frac{V}{A_w} = \frac{V_{\max}}{d \cdot t_w} = \frac{0}{18 \times 0.53} = 0 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < F_v = 960 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK}$$

Use IPE ۱۸۰ +PL5X1

کنترل خیز

در تیرهای بادخانه بزرگ، خیز تیر عامل کننده طراحی است.

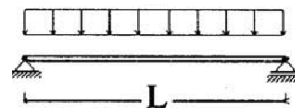
بند ۱۰-۱-۱۲-۳-الف مبحث دهم

$$\Delta_{\max} \leq \Delta_{\max} \text{ مجاز}$$

$$L = 3.2\text{m} \rightarrow \Delta_{\max} \text{ مجاز} \rightarrow \Delta_{D+L} = \frac{320}{240} = 1.33 \text{ cm}$$

برای تیر ساده با ممان اینرسی ثابت و بار گسترده یکنواخت

$$\Delta_{\max} = \beta \frac{W.L^4}{EI}$$



$$\bar{\beta} = \frac{5}{384}$$

$$\begin{aligned} W_{D+L} &= (DL + LL) \times \text{عرض بار گیر تیر} \\ &= (490 + 500) \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \times 1.6 \\ &= 1584 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 10^{-2} \\ &= 15 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{\max} &= \frac{5.W.L^4}{384EI} = \frac{5 \times 15 \times 320^4}{384 \times 2.1 \times 10^6 \times 3063.3} = 0.31\text{cm} < \Delta_{\max} \text{ مجاز} \\ &= 1.33 \text{ cm Ok} \end{aligned}$$

پس خیز تیر هم جوابگو می باشد.

محاسبه ی طول ورق تقویت :

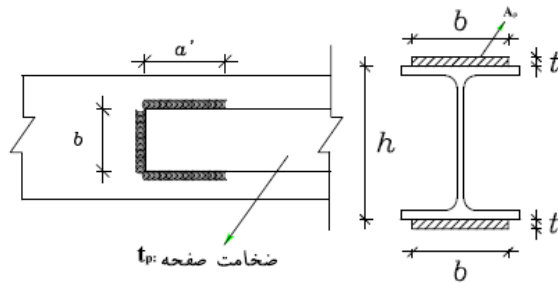
لنگری که تیر به تنهایی میتواند تحمل کند :

$$M = SF_b = 146 \times ۱۴۴۰ = 2.1 \text{ ton. M}$$

$$M_x = 3x - 0.23x^2 \rightarrow x = 0.4$$

$$\text{طول ورق تقویت} = 3.2 - (2 \times 0.4) = 2.4$$

محاسبه بعد جوش



با توجه به ضخامت پلیت و بال تیر از جوش به ضخامت بعد ۰.۸ استفاده میکنیم.

برای طول تثوریک ورق تقویت داریم:

$$D \geq 0.75t_p \rightarrow a' \geq b_p \rightarrow a' \geq 10 \text{ cm} \rightarrow a = 15 \text{ cm} \rightarrow L = 2.4 + (2 \times 0.15) = 2.7 \text{ m}$$

Use IPE ۱۸0 + 2 PL۲.۷x۵x1

AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK Units: Kgf-cm (Summary for Combo and Station)							
Level: STORY5 Element: B1 Station Loc: 255.545 Section ID: 2IPE160							
Element Type: Braced Frame Classification: Non-Compact							
L=560.000							
A=40.200 I22=812.362 I33=1738.000							
S22=99.069 S33=217.250 r22=4.495 r33=6.575							
E=2038901.920 fy=2400.000							
RLLF=1.000							
F-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0.820 = 0.010 + 0.811 + 0.000							
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS							
		P	M33	M22	V2	V3	
Combo	DSTLS2	564.698	253566.435	0.000	-172.815	0.000	
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H2-1)							
		fa	Fa	Ft			
		Stress	Allowable	Allowable			
Axial		14.047	718.199	1440.000			
		fb	Fb	Fe	Cm	K	L
		Stress	Allowable	Allowable	Factor	Factor	Factor
Major Bending		1167.164	1440.000	1568.226	1.000	1.000	0.961
Minor Bending		0.000	1440.000	733.008	1.000	1.000	0.961
SHEAR DESIGN							
		fv	FV	Stress			
		Stress	Allowable	Ratio			
Major Shear		10.947	960.000	0.011			
Minor Shear		0.000	960.000	0.000			

$$F_b = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{req} = \frac{M_{max}}{F_b} = 2.54 \times 10^5 / 1440 = 176.4 \text{ cm}^3 \rightarrow \text{جدول اشتال}$$

$$\rightarrow \text{Try IPE160} = \begin{cases} A = 20.1 \text{ cm}^2 \\ d = 16 \text{ cm} \\ b_f = 8.2 \text{ cm} \\ S_x = 109 \text{ cm}^3 \\ I_x = 869 \text{ cm}^4 \\ t_f = 0.74 \text{ cm} \\ t_w = 0.5 \text{ cm} \end{cases}$$

توجه به اینکه S_{req} موجود جوابگو نمی باشد از دو تیر آهن استفاده می کنیم

$$\text{Try 2ipe160} \rightarrow s = 2 \times 109 = 218$$

$$\frac{b}{2t} = \frac{8.2}{2 \times 0.74} = 5.5 < \frac{545}{\sqrt{F_y}} = 11.12$$

پس مقطع غیر فشرده می باشد

$$\frac{d}{2t} = \frac{16}{2 \times 0.5} = 16 < \frac{795}{\sqrt{F_y}} = 16.12$$

$$L_b = 560$$

$$L_c = \frac{635b_f}{\sqrt{F_y}} = \frac{635 \times 16.4}{\sqrt{2400}} = 212.57$$

$$L_b \neq L_c$$

$$C_b = 1/75$$

$$F_{b^2} = \frac{840000C_b}{\frac{Ld}{Af}} = \frac{840000 \times 1/75}{\frac{560 \times 16}{16.4 \times 0.74}} = 1991 \leq 1440$$

$$F_b = 0.6F_y = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_v < F_v \text{ کنترل تنش برشی تیر}$$

طبق ضابطه ۱۰-۱-۵-۴ مبحث تنش برشی مجاز عبارتست از:

$$\frac{d}{t_w} = \frac{16}{0.5} = 32 < \frac{3185}{\sqrt{2400}} = 65 \rightarrow F_v = 0.4F_y = 960 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_v = \frac{V}{A_w} = \frac{V_{\max}}{d \cdot t_w} = \frac{172}{16 \times 0.5} = 21.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < F_v = 960 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK}$$

Use 2 IPE ۱6۰

کنترل خیز

در تیرهای بادخانه بزرگ، خیز تیر عامل کننده طراحی است.

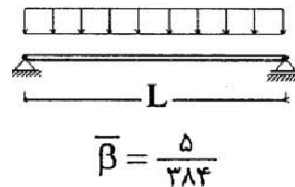
بند ۱۰-۱-۱۲-۳ الف مبحث دهم

$$\Delta_{\max} \leq \Delta_{\max} \text{ مجاز موجود}$$

$$L = 5.6 \text{ m} \rightarrow \Delta_{\max} \text{ مجاز} \rightarrow \Delta_{D+L} = \frac{560}{240} = 2.33 \text{ cm}$$

برای تیر ساده با ممان اینرسی ثابت و بار گسترده یکنواخت

$$\Delta_{\max} = \beta \frac{W.L^4}{EI}$$



$$\begin{aligned} W_{D+L} &= (DL + LL) \times \text{عرض بار گیر تیر} \\ &= (490 + 500) \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \times 2 \\ &= 1980 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 10^{-2} \\ &= 19 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{5.W.L^4}{384EI} = \frac{5 \times 19 \times 560^4}{384 \times 2.1 \times 10^6 \times 869 \times 2} = 2\text{cm} < \Delta_{\max} \text{ مجاز Ok}$$

پس خیز تیر هم جوابگو می باشد.

Use 2 IPE 160

فصل ششم :

طراحی کامپوتری تیرهای پروژه

طراح :

عارف حیدریان

نرم افزار طراحی :

ETABS ver 9.7.0

فصل هفتم :

طراحی دستی ستون های پروژه

طراح :

عارف حیدریان

نرم افزار طراحی :

ETABS ver 9.7.0

فصل هفتم: طراحی دستی ستون

ستون B-1

طبقه پنجم

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 30 \rightarrow A = 53/8 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{53/8}{557} \times 100 = 9/65$$

$$C/C = 30cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(604 + 53/8(15)^2) = 25418$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{25418}{15} = 1694/5$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 53/8}{1694/5} \times 100 = 6/34$$

$$P_{eq} = 8000 + (9/65 \times 0/29 \times 10^3) + (6/34 \times 0/29 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 12700$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{12700}{1000} = 12.7cm^2 \leq 113$$

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 220 \rightarrow A = 33/4 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{33/4}{252} \times 100 = 13.25$$

$$C/C = 22cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(205 + 33/4(11)^2) = 8492/8$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{8492/8}{11} = 772$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 33/4}{772} \times 100 = 8/65$$

$$P_{eq} = 8000 + (13/25 \times 0/29 \times 10^3) + (8/65 \times 0/29 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 14351$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{14351}{1000} = 14.3cm^2 \leq 39.1$$

$$Try \rightarrow IPE 220 \left[\begin{array}{ll} A = 33/4 & t = 0.92cm \\ S_x = 252 & t_w = 0.59cm \\ b = 11cm & r_x = 9.11 \\ d = 22cm & r_y = 2.48 \\ m = 26/2 & \end{array} \right.$$

$$r_{yII} = \sqrt{\frac{I_{yII}}{2A}} = \sqrt{\frac{8492/8}{2 \times 33/4}} = 11/27$$

$$K_x = K_y = 1$$

$$\lambda_x = \frac{k_x L}{r_x} = \frac{1 \times 310}{9/11} = 34$$

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{1 \times 310}{11/27} = 27$$

$$\lambda_{max} = 34 < 200$$

$$ok \Rightarrow Fa = 1315$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{14351}{2 \times 33/4} = 214/8$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{0/29 \times 10^5}{2 \times 252} = 57/53$$

$$L_b \leq L_c \Rightarrow 310 \neq L_c = \frac{635 \times b}{\sqrt{Fy}} = 106.$$

$$F_{b2} = \frac{840000 C_b}{\frac{Ld}{Af}} \xrightarrow{C_b=1} F_{b2} = \frac{840000 \times 1}{\frac{310 \times 22}{11 \times 0.92}} = 1246 \leq 1440$$

$$\lambda = \frac{L_b}{r_T} = \frac{L_b}{1/2 r_y} = \frac{310}{1/2 \times 11/27} = 22/9$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 C_b}{Fy}} = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 \times 1}{2400}} = 54/78$$

$$\lambda < \lambda_1 \rightarrow F_{b1} = 0/6 Fy \Rightarrow F_{bx} = 1440$$

$$f_{by} = \frac{My}{Sy} = \frac{0/29 \times 10^5}{772} = 58$$

$$F_{by} = 0.75F_y \quad F_{by} = 1800$$

$$f_{by} < F_{by} \quad f_{bx} < F_{bx} \quad fa < Fa$$

$$58 < 1800 \quad 57/53 < 1440 \quad 214/8 < 1315$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{214/8}{1315} = 0.163 \leq 0.15$$

$$F'_{ex} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{r_x}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{9/11}\right)^2} = 9067$$

$$F'_{ey} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{r_y}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{11/27}\right)^2} = 13877$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{C_{mx}f_{bx}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ex}}\right]F_{bx}} + \frac{C_{my}f_{by}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ey}}\right]F_{by}} \leq 1$$

$$\frac{214/8}{1315} + \frac{1 \times 57/53}{\left(1 - \frac{214/8}{9067}\right) \times 1440} + \frac{1 \times 58}{\left(1 - \frac{214/8}{13877}\right) \times 1800} \leq 1$$

$$0.163 + 0.12 + 0.05 \leq 1$$

$$\frac{f_a}{0.6F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1 \rightarrow 0.54 \leq 1$$

$$USE \rightarrow 2IPE 220C / C 22$$

طبقه چهارم

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 30 \rightarrow A = 53/8 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{53/8}{557} \times 100 = 9/65$$

$$C/C = 30cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(604 + 53/8(15)^2) = 25418$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{25418}{15} = 1694/5$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 53/8}{1694/5} \times 100 = 6/34$$

$$P_{eq} = 15000 + (9/65 \times 0/27 \times 10^3) + (6/34 \times 0/27 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 19320$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{19320}{1000} = 19/3cm^2 \leq 113$$

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 220 \rightarrow A = 33/4 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{33/4}{252} \times 100 = 13.25$$

$$C/C = 22cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(205 + 33/4(11)^2) = 8492/8$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{8492/8}{11} = 772$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 33/4}{772} \times 100 = 8/65$$

$$P_{eq} = 15000 + (13/25 \times 0/27 \times 10^3) + (8/65 \times 0/27 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 20920$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{20920}{1000} = 20/9cm^2 \leq 39.1$$

$$\text{Try} \rightarrow \text{IPE 220} \left[\begin{array}{ll} A = 33/4 & t = 0.92\text{cm} \\ S_x = 252 & t_w = 0.59\text{cm} \\ b = 11\text{cm} & r_x = 9.11 \\ d = 22\text{cm} & r_y = 2.48 \\ m = 26/2 & \end{array} \right.$$

$$r_{yII} = \sqrt{\frac{I_{yII}}{2A}} = \sqrt{\frac{8492/8}{2 \times 33/4}} = 11/27$$

$$K_x = K_y = 1$$

$$\lambda_x = \frac{k_x L}{r_x} = \frac{1 \times 310}{9/11} = 34$$

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{1 \times 310}{11/27} = 27$$

$$\lambda_{\max} = 34 < 200$$

$$ok \Rightarrow Fa = 1315$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{20920}{2 \times 33/4} = 313/1$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{0/27 \times 10^5}{2 \times 252} = 53/57$$

$$L_b \leq L_c \Rightarrow 310 \neq L_c = \frac{635 \times b}{\sqrt{F_y}} = 106.$$

$$F_{b2} = \frac{840000 C_b}{\frac{Ld}{Af}} \xrightarrow{C_b=1} F_{b2} = \frac{840000 \times 1}{\frac{310 \times 22}{11 \times 0.92}} = 1246 \leq 1440$$

$$\lambda = \frac{L_b}{r_T} = \frac{L_b}{1/2 r_y} = \frac{310}{1/2 \times 11/27} = 22/9$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 \times 1}{2400}} = 54/78$$

$$\lambda < \lambda_1 \rightarrow F_{b1} = 0/6 F_y \Rightarrow F_{bx} = 1440$$

$$f_{by} = \frac{M_y}{S_y} = \frac{0/27 \times 10^5}{772} = 35$$

$$F_{by} = 0 / 75 F_y \quad F_{by} = 1800$$

$$f_{by} < F_{by} \quad f_{bx} < F_{bx} \quad fa < Fa$$

$$35 < 1800$$

$$57 / 57 < 1440$$

$$313 / 1 < 1315$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{313/1}{1315} = 0 / 23 \leq 0 / 15$$

$$F'_{ex} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{rx}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{9 / 11}\right)^2} = 9067$$

$$F'_{ey} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{ry}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{11 / 27}\right)^2} = 13877$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{C_{mx} f_{bx}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ex}}\right] F_{bx}} + \frac{C_{my} f_{by}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ey}}\right] F_{by}} \leq 1$$

$$\frac{313/1}{1315} + \frac{1 \times 57 / 57}{\left(1 - \frac{313/1}{9067}\right) \times 1440} + \frac{1 \times 35}{\left(1 - \frac{313/1}{13877}\right) \times 1800} \leq 1$$

$$0 / 23 + 0 / 04 + 0 / 019 \leq 1$$

$$\frac{f_a}{0 / 6 F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1 \rightarrow 0 / 48 \leq 1$$

$$USE \rightarrow 2IPE 220C / C 22$$

طبقه سوم

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$\text{Try} \rightarrow IPE 30 \rightarrow A = 53/8 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{53/8}{557} \times 100 = 9/65$$

$$C/C = 30cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(604 + 53/8(15)^2) = 25418$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{25418}{15} = 1694/5$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 53/8}{1694/5} \times 100 = 6/34$$

$$P_{eq} = 25000 + (9/65 \times 0/27 \times 10^3) + (6/34 \times 0/27 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 29320$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{29320}{1000} = 29/3cm^2 \leq 113$$

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$\text{Try} \rightarrow IPE 220 \rightarrow A = 33/4 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{33/4}{252} \times 100 = 13.25$$

$$C/C = 22cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(205 + 33/4(11)^2) = 8492/8$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{8492/8}{11} = 772$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 33/4}{772} \times 100 = 8/65$$

$$P_{eq} = 25000 + (13/25 \times 0/27 \times 10^3) + (8/65 \times 0/27 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 30920$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{30920}{1000} = 30/9cm^2 \leq 39.1$$

$$\text{Try} \rightarrow \text{IPE 220} \left[\begin{array}{ll} A = 33/4 & t = 0.92\text{cm} \\ S_x = 252 & t_w = 0.59\text{cm} \\ b = 11\text{cm} & r_x = 9.11 \\ d = 22\text{cm} & r_y = 2.48 \\ m = 26/2 & \end{array} \right.$$

$$r_{yII} = \sqrt{\frac{I_{yII}}{2A}} = \sqrt{\frac{8492/8}{2 \times 33/4}} = 11/27$$

$$K_x = K_y = 1$$

$$\lambda_x = \frac{k_x L}{r_x} = \frac{1 \times 310}{9/11} = 34$$

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{1 \times 310}{11/27} = 27$$

$$\lambda_{\max} = 34 < 200$$

$$ok \Rightarrow Fa = 1315$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{30920}{2 \times 33/4} = 462/8$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{0/27 \times 10^5}{2 \times 252} = 53/57$$

$$L_b \leq L_c \Rightarrow 310 \neq L_c = \frac{635 \times b}{\sqrt{Fy}} = 106.$$

$$F_{b2} = \frac{840000C_b}{\frac{Ld}{Af}} \xrightarrow{C_b=1} F_{b2} = \frac{840000 \times 1}{\frac{310 \times 22}{11 \times 0.92}} = 1246 \leq 1440$$

$$\lambda = \frac{L_b}{r_T} = \frac{L_b}{1/2ry} = \frac{310}{1/2 \times 11/27} = 22/9$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 C_b}{Fy}} = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 \times 1}{2400}} = 54/78$$

$$\lambda < \lambda_1 \rightarrow F_{b1} = 0/6Fy \Rightarrow F_{bx} = 1440$$

$$f_{by} = \frac{My}{Sy} = \frac{0/27 \times 10^5}{772} = 35$$

$$F_{by} = 0.75F_y \quad F_{by} = 1800$$

$$f_{by} < F_{by} \quad f_{bx} < F_{bx} \quad fa < Fa$$

$$35 < 1800 \quad 57/57 < 1440 \quad 462/8 < 1315$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{462/8}{1315} = 0.35 \leq 0.15$$

$$F'_{ex} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{r_x}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{9/11}\right)^2} = 9067$$

$$F'_{ey} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{r_y}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{11/27}\right)^2} = 13877$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{C_{mx}f_{bx}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ex}}\right]F_{bx}} + \frac{C_{my}f_{by}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ey}}\right]F_{by}} \leq 1$$

$$\frac{462/8}{1315} + \frac{1 \times 57/57}{\left(1 - \frac{462/8}{9067}\right) \times 1440} + \frac{1 \times 35}{\left(1 - \frac{462/8}{13877}\right) \times 1800} \leq 1$$

$$0.35 + 0.05 + 0.03 \leq 1$$

$$\frac{f_a}{0.6F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1 \rightarrow 0.61 \leq 1$$

$$USE \rightarrow 2IPE 220C / C 22$$

طبقه دوم

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 30 \rightarrow A = 53/8 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{53/8}{557} \times 100 = 9/65$$

$$C/C = 30cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(604 + 53/8(15)^2) = 25418$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{25418}{15} = 1694/5$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 53/8}{1694/5} \times 100 = 6/34$$

$$P_{eq} = 35000 + (9/65 \times 0/28 \times 10^3) + (6/34 \times 0/28 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 39480$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{39480}{1000} = 39/4cm^2 \leq 113$$

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 220 \rightarrow A = 33/4 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{33/4}{252} \times 100 = 13.25$$

$$C/C = 22cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(205 + 33/4(11)^2) = 8492/8$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{8492/8}{11} = 772$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 33/4}{772} \times 100 = 8/65$$

$$P_{eq} = 35000 + (13/25 \times 0/28 \times 10^3) + (8/65 \times 0/28 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 41135$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{41135}{1000} = 41cm^2 \leq 39.1$$

$$\text{Try} \rightarrow \text{IPE 220} \left[\begin{array}{ll} A = 33/4 & t = 0.92\text{cm} \\ S_x = 252 & t_w = 0.59\text{cm} \\ b = 11\text{cm} & r_x = 9.11 \\ d = 22\text{cm} & r_y = 2.48 \\ m = 26/2 & \end{array} \right.$$

$$r_{yII} = \sqrt{\frac{I_{yII}}{2A}} = \sqrt{\frac{8492/8}{2 \times 33/4}} = 11/27$$

$$K_x = K_y = 1$$

$$\lambda_x = \frac{k_x L}{r_x} = \frac{1 \times 310}{9/11} = 34$$

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{1 \times 310}{11/27} = 27$$

$$\lambda_{\max} = 34 < 200$$

$$ok \Rightarrow Fa = 1315$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{41135}{2 \times 33/4} = 615/7$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{0/28 \times 10^5}{2 \times 252} = 55/55$$

$$L_b \leq L_c \Rightarrow 310 \neq L_c = \frac{635 \times b}{\sqrt{Fy}} = 106.$$

$$F_{b2} = \frac{840000 C_b}{\frac{Ld}{Af}} \xrightarrow{C_b=1} F_{b2} = \frac{840000 \times 1}{\frac{310 \times 22}{11 \times 0.92}} = 1246 \leq 1440$$

$$\lambda = \frac{L_b}{r_T} = \frac{L_b}{1/2 r_y} = \frac{310}{1/2 \times 11/27} = 22/9$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 C_b}{Fy}} = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 \times 1}{2400}} = 54/78$$

$$\lambda < \lambda_1 \rightarrow F_{b1} = 0/6 Fy \Rightarrow F_{bx} = 1440$$

$$f_{by} = \frac{My}{Sy} = \frac{0/28 \times 10^5}{772} = 36$$

$$F_{by} = 0 / 75 F_y \quad F_{by} = 1800$$

$$f_{by} < F_{by} \quad f_{bx} < F_{bx} \quad fa < Fa$$

$$36 < 1800 \quad 55 / 55 < 1440 \quad 615 / 7 < 1315$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{615 / 7}{1315} = 0 / 46 \leq 0 / 15$$

$$F'_{ex} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{rx}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{9 / 11}\right)^2} = 9067$$

$$F'_{ey} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{ry}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{11 / 27}\right)^2} = 13877$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{C_{mx} f_{bx}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ex}}\right] F_{bx}} + \frac{C_{my} f_{by}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ey}}\right] F_{by}} \leq 1$$

$$\frac{615 / 7}{1315} + \frac{1 \times 55 / 55}{\left(1 - \frac{615 / 7}{9067}\right) \times 1440} + \frac{1 \times 36}{\left(1 - \frac{615 / 7}{13877}\right) \times 1800} \leq 1$$

$$0 / 46 + 0 / 065 + 0 / 039 \leq 1$$

$$\frac{f_a}{0 / 6 F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1 \rightarrow 0 / 68 \leq 1$$

$$USE \rightarrow 2IPE 220C / C 22$$

طبقه اول

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 30 \rightarrow A = 53/8 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{53/8}{557} \times 100 = 9/65$$

$$C/C = 30cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(604 + 53/8(15)^2) = 25418$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{25418}{15} = 1694/5$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 53/8}{1694/5} \times 100 = 6/34$$

$$P_{eq} = 44000 + (9/65 \times 0/26 \times 10^3) + (6/34 \times 0/26 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 48160$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{48160}{1000} = 48/16cm^2 \leq 107$$

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 220 \rightarrow A = 33/4 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{33/4}{252} \times 100 = 13.25$$

$$C/C = 22cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(205 + 33/4(11)^2) = 8492/8$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{8492/8}{11} = 772$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 33/4}{772} \times 100 = 8/65$$

$$P_{eq} = 44000 + (13/25 \times 0/26 \times 10^3) + (8/65 \times 0/26 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 49700$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{49700}{1000} = 49cm^2 \leq 39.1 \times 2 = 78/2$$

$$\text{Try} \rightarrow \text{IPE 220} \left[\begin{array}{ll} A = 33/4 & t = 0.92\text{cm} \\ S_x = 252 & t_w = 0.59\text{cm} \\ b = 11\text{cm} & r_x = 9.11 \\ d = 22\text{cm} & r_y = 2.48 \\ m = 26/2 & \end{array} \right.$$

$$r_{yII} = \sqrt{\frac{I_{yII}}{2A}} = \sqrt{\frac{8492/8}{2 \times 33/4}} = 11/27$$

$$K_x = K_y = 1$$

$$\lambda_x = \frac{k_x L}{r_x} = \frac{1 \times 310}{9/11} = 34$$

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{1 \times 310}{11/27} = 27$$

$$\lambda_{\max} = 34 < 200$$

$$ok \Rightarrow Fa = 1315$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{49700}{2 \times 33/4} = 744$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{0/26 \times 10^5}{2 \times 252} = 51/58$$

$$L_b \leq L_c \Rightarrow 310 \neq L_c = \frac{635 \times b}{\sqrt{Fy}} = 106.$$

$$F_{b2} = \frac{840000C_b}{\frac{Ld}{Af}} \xrightarrow{C_b=1} F_{b2} = \frac{840000 \times 1}{\frac{310 \times 22}{11 \times 0.92}} = 1246 \leq 1440$$

$$\lambda = \frac{L_b}{r_T} = \frac{L_b}{1/2ry} = \frac{310}{1/2 \times 11/27} = 22/9$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 C_b}{Fy}} = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 \times 1}{2400}} = 54/78$$

$$\lambda < \lambda_1 \rightarrow F_{b1} = 0/6Fy \Rightarrow F_{bx} = 1440$$

$$f_{by} = \frac{My}{Sy} = \frac{0/26 \times 10^5}{772} = 34$$

$$F_{by} = 0 / 75 F_y \quad F_{by} = 1800$$

$$f_{by} < F_{by} \quad f_{bx} < F_{bx} \quad fa < Fa$$

$$34 < 1800 \quad 51 / 58 < 1440 \quad 744 < 1315$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{744}{1315} = 0 / 56 \leq 0 / 15$$

$$F'_{ex} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{rx} \right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{9 / 11} \right)^2} = 9067$$

$$F'_{ey} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{ry} \right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{11 / 27} \right)^2} = 13877$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{C_{mx} f_{bx}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ex}} \right] F_{bx}} + \frac{C_{my} f_{by}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ey}} \right] F_{by}} \leq 1$$

$$\frac{744}{1315} + \frac{1 \times 51 / 58}{\left(1 - \frac{744}{9067} \right) \times 1440} + \frac{1 \times 34}{\left(1 - \frac{744}{13877} \right) \times 1800} \leq 1$$

$$0 / 56 + 0 / 039 + 0 / 02 \leq 1$$

$$\frac{f_a}{0 / 6 F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1 \rightarrow 0 / 49 \leq 1$$

$$USE \rightarrow 2IPE 220C / C 22$$

پارکینگ

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 30 \rightarrow A = 53/8 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{53/8}{557} \times 100 = 9/65$$

$$C/C = 30cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(604 + 53/8(15)^2) = 25418$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{25418}{15} = 1694/5$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 53/8}{1694/5} \times 100 = 6/34$$

$$P_{eq} = 55000 + (9/65 \times 0/33 \times 10^3) + (6/34 \times 0/33 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 60280$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{60280}{1000} = 60/2cm^2 \leq 107$$

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 220 \rightarrow A = 33/4 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{33/4}{252} \times 100 = 13.25$$

$$C/C = 22cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(205 + 33/4(11)^2) = 8492/8$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{8492/8}{11} = 772$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 33/4}{772} \times 100 = 8/65$$

$$P_{eq} = 55000 + (13/25 \times 0/33 \times 10^3) + (8/65 \times 0/33 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 62230$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{62230}{1000} = 62cm^2 \leq 39.1 \times 2 = 78/2$$

$$\text{Try} \rightarrow \text{IPE 220} \left[\begin{array}{ll} A = 33/4 & t = 0.92\text{cm} \\ S_x = 252 & t_w = 0.59\text{cm} \\ b = 11\text{cm} & r_x = 9.11 \\ d = 22\text{cm} & r_y = 2.48 \\ m = 26/2 & \end{array} \right.$$

$$r_{yII} = \sqrt{\frac{I_{yII}}{2A}} = \sqrt{\frac{8492/8}{2 \times 33/4}} = 11/27$$

$$K_x = K_y = 1$$

$$\lambda_x = \frac{k_x L}{r_x} = \frac{1 \times 290}{9/11} = 32$$

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{1 \times 290}{11/27} = 26$$

$$\lambda_{\max} = 32 < 200$$

$$ok \Rightarrow Fa = 1324$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{62230}{2 \times 33/4} = 931.5$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{0/33 \times 10^5}{2 \times 252} = 65/5$$

$$L_b \leq L_c \Rightarrow 290 \neq L_c = \frac{635 \times b}{\sqrt{Fy}} = 106.$$

$$F_{b2} = \frac{840000 C_b}{\frac{Ld}{Af}} \xrightarrow{C_b=1} F_{b2} = \frac{840000 \times 1}{\frac{290 \times 22}{11 \times 0.92}} = 1332 \leq 1440$$

$$\lambda = \frac{L_b}{r_t} = \frac{L_b}{1/2 r_y} = \frac{290}{1/2 \times 11/27} = 21/9$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 C_b}{Fy}} = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 \times 1}{2400}} = 54/78$$

$$\lambda < \lambda_1 \rightarrow F_{b1} = 0/6 Fy \Rightarrow F_{bx} = 1440$$

$$f_{by} = \frac{My}{Sy} = \frac{0/33 \times 10^5}{772} = 42/7$$

$$F_{by} = 0.75F_y \quad F_{by} = 1800$$

$$f_{by} < F_{by} \quad f_{bx} < F_{bx} \quad fa < Fa$$

$$42/7 < 1800 \quad 65/5 < 1440 \quad 931/5 < 1324$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{931/5}{1324} = 0.7 \leq 0.15$$

$$F'_{ex} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{rx}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 290}{9/11}\right)^2} = 10361$$

$$F'_{ey} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{ry}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 290}{11/27}\right)^2} = 15857$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{C_{mx}f_{bx}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ex}}\right]F_{bx}} + \frac{C_{my}f_{by}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ey}}\right]F_{by}} \leq 1$$

$$\frac{931/5}{1324} + \frac{1 \times 65/5}{\left(1 - \frac{931/5}{9067}\right) \times 1440} + \frac{1 \times 42/7}{\left(1 - \frac{931/5}{13877}\right) \times 1800} \leq 1$$

$$0.7 + 0.05 + 0.03 \leq 1$$

$$\frac{f_a}{0.6F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1 \rightarrow 0.66 \leq 1$$

$$USE \rightarrow 2IPE 220C / C 22$$

زیر زمین

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$\text{Try} \rightarrow IPE 30 \rightarrow A = 53/8 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{53/8}{557} \times 100 = 9/65$$

$$C/C = 30cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(604 + 53/8(15)^2) = 25418$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{25418}{15} = 1694/5$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 53/8}{1694/5} \times 100 = 6/34$$

$$P_{eq} = 62000 + (9/65 \times 0/23 \times 10^3) + (6/34 \times 0/23 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 65700$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{65700}{1000} = 65/7cm^2 \leq 107$$

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$\text{Try} \rightarrow IPE 220 \rightarrow A = 33/4 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{33/4}{252} \times 100 = 13.25$$

$$C/C = 22cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(205 + 33/4(11)^2) = 8492/8$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{8492/8}{11} = 772$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 33/4}{772} \times 100 = 8/65$$

$$P_{eq} = 62000 + (13/25 \times 0/33 \times 10^3) + (8/65 \times 0/33 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 67040$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{67040}{1000} = 67cm^2 \leq 39.1 \times 2 = 78/2$$

$$\text{Try} \rightarrow \text{IPE 220} \left[\begin{array}{ll} A = 33/4 & t = 0.92\text{cm} \\ S_x = 252 & t_w = 0.59\text{cm} \\ b = 11\text{cm} & r_x = 9.11 \\ d = 22\text{cm} & r_y = 2.48 \\ m = 26/2 & \end{array} \right.$$

$$r_{yII} = \sqrt{\frac{I_{yII}}{2A}} = \sqrt{\frac{8492/8}{2 \times 33/4}} = 11/27$$

$$K_x = K_y = 1$$

$$\lambda_x = \frac{k_x L}{r_x} = \frac{1 \times 295}{9/11} = 32$$

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{1 \times 295}{11/27} = 26$$

$$\lambda_{\max} = 32 < 200$$

$$ok \Rightarrow Fa = 1324$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{67040}{2 \times 33/4} = 1003$$

$$f_{b_x} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{0/23 \times 10^5}{2 \times 252} = 45/6$$

$$L_b \leq L_c \Rightarrow 295 \neq L_c = \frac{635 \times b}{\sqrt{Fy}} = 106.$$

$$F_{b2} = \frac{840000C_b}{\frac{Ld}{Af}} \xrightarrow{C_b=1} F_{b2} = \frac{840000 \times 1}{\frac{295 \times 22}{11 \times 0.92}} = 1332 \leq 1440$$

$$\lambda = \frac{L_b}{r_T} = \frac{L_b}{1/2ry} = \frac{295}{1/2 \times 11/27} = 21/9$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 C_b}{Fy}} = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 \times 1}{2400}} = 54/78$$

$$\lambda < \lambda_1 \rightarrow F_{b1} = 0/6Fy \Rightarrow F_{bx} = 1440$$

$$f_{by} = \frac{My}{Sy} = \frac{0/23 \times 10^5}{772} = 29/8$$

$$F_{by} = 0/75F_y \quad F_{by} = 1800$$

$$f_{by} < F_{by} \quad f_{bx} < F_{bx} \quad fa < Fa$$

$$29/8 < 1800 \quad 45/6 < 1440 \quad 1003 < 1324$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{1003}{1324} = 0/75 \leq 0/15$$

$$F'_{ex} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{rx}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 290}{9/11}\right)^2} = 10361$$

$$F'_{ey} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{ry}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 290}{11/27}\right)^2} = 15857$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{C_{mx}f_{bx}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ex}}\right]F_{bx}} + \frac{C_{my}f_{by}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ey}}\right]F_{by}} \leq 1$$

$$\frac{1003}{1324} + \frac{1 \times 45/6}{\left(1 - \frac{1003}{9067}\right) \times 1440} + \frac{1 \times 29/8}{\left(1 - \frac{1003}{13877}\right) \times 1800} \leq 1$$

$$0/75 + 0/04 + 0/022 \leq 1$$

$$\frac{f_a}{0/6F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1 \rightarrow 0/64 \leq 1$$

$$USE \rightarrow 2IPE 220C / C 22$$

ستون B-3

طبقه پنجم

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 30 \rightarrow A = 53/8 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{53/8}{557} \times 100 = 9/65$$

$$C/C = 30cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(604 + 53/8(15)^2) = 25418$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{25418}{15} = 1694/5$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 53/8}{1694/5} \times 100 = 6/34$$

$$P_{eq} = 8000 + (9/65 \times 0/14 \times 10^3) + (6/34 \times 0/14 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 10240$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{10240}{1000} = 10/2cm^2 \leq 107$$

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 220 \rightarrow A = 33/4 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{33/4}{252} \times 100 = 13.25$$

$$C/C = 22cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(205 + 33/4(11)^2) = 8492/8$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{8492/8}{11} = 772$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 33/4}{772} \times 100 = 8/65$$

$$P_{eq} = 8000 + (13/25 \times 0/14 \times 10^3) + (8/65 \times 0/14 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 11070$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{11070}{1000} = 11cm^2 \leq 39.1$$

$$\text{Try} \rightarrow \text{IPE 220} \left[\begin{array}{ll} A = 33/4 & t = 0.92\text{cm} \\ S_x = 252 & t_w = 0.59\text{cm} \\ b = 11\text{cm} & r_x = 9.11 \\ d = 22\text{cm} & r_y = 2.48 \\ m = 26/2 & \end{array} \right.$$

$$r_{yII} = \sqrt{\frac{I_{yII}}{2A}} = \sqrt{\frac{8492/8}{2 \times 33/4}} = 11/27$$

$$K_x = K_y = 1$$

$$\lambda_x = \frac{k_x L}{r_x} = \frac{1 \times 310}{9/11} = 34$$

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{1 \times 310}{11/27} = 27$$

$$\lambda_{\max} = 34 < 200$$

$$ok \Rightarrow Fa = 1315$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{11070}{2 \times 33/4} = 165/7$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{0/14 \times 10^5}{2 \times 252} = 27/77$$

$$L_b \leq L_c \Rightarrow 310 \neq L_c = \frac{635 \times b}{\sqrt{Fy}} = 106.$$

$$F_{b2} = \frac{840000 C_b}{\frac{Ld}{Af}} \xrightarrow{C_b=1} F_{b2} = \frac{840000 \times 1}{\frac{310 \times 22}{11 \times 0.92}} = 1246 \leq 1440$$

$$\lambda = \frac{L_b}{r_T} = \frac{L_b}{1/2 r_y} = \frac{310}{1/2 \times 11/27} = 22/9$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 C_b}{Fy}} = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 \times 1}{2400}} = 54/78$$

$$\lambda < \lambda_1 \rightarrow F_{b1} = 0/6 Fy \Rightarrow F_{bx} = 1440$$

$$f_{by} = \frac{My}{Sy} = \frac{0/14 \times 10^5}{772} = 18/1$$

$$F_{by} = 0.75F_y \quad F_{by} = 1800$$

$$f_{by} < F_{by} \quad f_{bx} < F_{bx} \quad fa < Fa$$

$$18/1 < 1800 \quad 27/27 < 1440 \quad 165/7 < 1315$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{165/7}{1315} = 0.12 \leq 0.15$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1$$

$$\frac{165/7}{1315} + \frac{27/27}{1440} + \frac{18/1}{1800} \leq 1$$

$$0.12 + 0.018 + 0.01 = 0.148 \leq 1$$

USE \rightarrow 2IPE 220C / C 22

طبقه چهارم

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 30 \rightarrow A = 53/8 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{53/8}{557} \times 100 = 9/65$$

$$C/C = 30cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(604 + 53/8(15)^2) = 25418$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{25418}{15} = 1694/5$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 53/8}{1694/5} \times 100 = 6/34$$

$$P_{eq} = 20000 + (9/65 \times 0/13 \times 10^3) + (6/34 \times 0/13 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 22080$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{22080}{1000} = 22cm^2 \leq 107$$

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 220 \rightarrow A = 33/4 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{33/4}{252} \times 100 = 13.25$$

$$C/C = 22cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(205 + 33/4(11)^2) = 8492/8$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{8492/8}{11} = 772$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 33/4}{772} \times 100 = 8/65$$

$$P_{eq} = 20000 + (13/25 \times 0/13 \times 10^3) + (8/65 \times 0/13 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 22850$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{22850}{1000} = 22/8cm^2 \leq 39.1$$

$$\text{Try} \rightarrow \text{IPE 220} \left[\begin{array}{ll} A = 33/4 & t = 0.92\text{cm} \\ S_x = 252 & t_w = 0.59\text{cm} \\ b = 11\text{cm} & r_x = 9.11 \\ d = 22\text{cm} & r_y = 2.48 \\ m = 26/2 & \end{array} \right.$$

$$r_{yII} = \sqrt{\frac{I_{yII}}{2A}} = \sqrt{\frac{8492/8}{2 \times 33/4}} = 11/27$$

$$K_x = K_y = 1$$

$$\lambda_x = \frac{k_x L}{r_x} = \frac{1 \times 310}{9/11} = 34$$

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{1 \times 310}{11/27} = 27$$

$$\lambda_{\max} = 34 < 200$$

$$ok \Rightarrow Fa = 1315$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{22850}{2 \times 33/4} = 342$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{0/13 \times 10^5}{2 \times 252} = 25/8$$

$$L_b \leq L_c \Rightarrow 310 \neq L_c = \frac{635 \times b}{\sqrt{Fy}} = 106.$$

$$F_{b2} = \frac{840000 C_b}{\frac{Ld}{Af}} \xrightarrow{C_b=1} F_{b2} = \frac{840000 \times 1}{\frac{310 \times 22}{11 \times 0.92}} = 1246 \leq 1440$$

$$\lambda = \frac{L_b}{r_T} = \frac{L_b}{1/2 r_y} = \frac{310}{1/2 \times 11/27} = 22/9$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 C_b}{Fy}} = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 \times 1}{2400}} = 54/78$$

$$\lambda < \lambda_1 \rightarrow F_{b1} = 0/6 Fy \Rightarrow F_{bx} = 1440$$

$$f_{by} = \frac{My}{Sy} = \frac{0/13 \times 10^5}{772} = 16/8$$

$$F_{by} = 0 / 75 F_y \quad F_{by} = 1800$$

$$f_{by} < F_{by} \quad f_{bx} < F_{bx} \quad fa < Fa$$

$$16 / 8 < 1800 \quad 25 / 8 < 1440 \quad 342 < 1315$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{342}{1315} = 0 / 26 \leq 0 / 15$$

$$F'_{ex} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{rx}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{9 / 11}\right)^2} = 9067$$

$$F'_{ey} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{ry}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{11 / 27}\right)^2} = 13877$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{C_{mx} f_{bx}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ex}}\right] F_{bx}} + \frac{C_{my} f_{by}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ey}}\right] F_{by}} \leq 1$$

$$\frac{342}{1315} + \frac{1 \times 25 / 8}{\left(1 - \frac{342}{9067}\right) \times 1440} + \frac{1 \times 16 / 8}{\left(1 - \frac{342}{13877}\right) \times 1800} \leq 1$$

$$0 / 26 + 0 / 018 + 0 / 009 \leq 1$$

$$\frac{f_a}{0 / 6 F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1 \rightarrow 0 / 38 \leq 1$$

$$USE \rightarrow 2IPE 220C / C 22$$

طبقه سوم

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 30 \rightarrow A = 53/8 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{53/8}{557} \times 100 = 9/65$$

$$C/C = 30cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(604 + 53/8(15)^2) = 25418$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{25418}{15} = 1694/5$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 53/8}{1694/5} \times 100 = 6/34$$

$$P_{eq} = 32000 + (9/65 \times 0/13 \times 10^3) + (6/34 \times 0/13 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 34080$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{34080}{1000} = 30cm^2 \leq 107$$

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 220 \rightarrow A = 33/4 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{33/4}{252} \times 100 = 13.25$$

$$C/C = 22cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(205 + 33/4(11)^2) = 8492/8$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{8492/8}{11} = 772$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 33/4}{772} \times 100 = 8/65$$

$$P_{eq} = 32000 + (13/25 \times 0/13 \times 10^3) + (8/65 \times 0/13 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 34850$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{34850}{1000} = 34/8cm^2 \leq 39.1$$

$$\text{Try} \rightarrow \text{IPE 220} \left[\begin{array}{ll} A = 33/4 & t = 0.92\text{cm} \\ S_x = 252 & t_w = 0.59\text{cm} \\ b = 11\text{cm} & r_x = 9.11 \\ d = 22\text{cm} & r_y = 2.48 \\ m = 26/2 & \end{array} \right.$$

$$r_{yII} = \sqrt{\frac{I_{yII}}{2A}} = \sqrt{\frac{8492/8}{2 \times 33/4}} = 11/27$$

$$K_x = K_y = 1$$

$$\lambda_x = \frac{k_x L}{r_x} = \frac{1 \times 310}{9/11} = 34$$

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{1 \times 310}{11/27} = 27$$

$$\lambda_{\max} = 34 < 200$$

$$ok \Rightarrow Fa = 1315$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{34850}{2 \times 33/4} = 521/7$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{0/13 \times 10^5}{2 \times 252} = 25/8$$

$$L_b \leq L_c \Rightarrow 310 \neq L_c = \frac{635 \times b}{\sqrt{Fy}} = 106.$$

$$F_{b2} = \frac{840000 C_b}{\frac{Ld}{Af}} \xrightarrow{C_b=1} F_{b2} = \frac{840000 \times 1}{\frac{310 \times 22}{11 \times 0.92}} = 1246 \leq 1440$$

$$\lambda = \frac{L_b}{r_T} = \frac{L_b}{1/2 r_y} = \frac{310}{1/2 \times 11/27} = 22/9$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 C_b}{Fy}} = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 \times 1}{2400}} = 54/78$$

$$\lambda < \lambda_1 \rightarrow F_{b1} = 0/6 Fy \Rightarrow F_{bx} = 1440$$

$$f_{by} = \frac{My}{Sy} = \frac{0/13 \times 10^5}{772} = 16.8$$

$$F_{by} = 0/75F_y \quad F_{by} = 1800$$

$$f_{by} < F_{by} \quad f_{bx} < F_{bx} \quad fa < Fa$$

$$16/8 < 1800 \quad 25/8 < 1440 \quad 521/7 < 1315$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{521/7}{1315} = 0/39 \leq 0/15$$

$$F'_{ex} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{rx}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{9/11}\right)^2} = 9067$$

$$F'_{ey} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{ry}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{11/27}\right)^2} = 13877$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{C_{mx}f_{bx}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ex}}\right]F_{bx}} + \frac{C_{my}f_{by}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ey}}\right]F_{by}} \leq 1$$

$$\frac{521/7}{1315} + \frac{1 \times 25/8}{\left(1 - \frac{521/7}{9067}\right) \times 1440} + \frac{1 \times 16/8}{\left(1 - \frac{521/7}{13877}\right) \times 1800} \leq 1$$

$$0/39 + 0/019 + 0/009 \leq 1$$

$$\frac{f_a}{0/6F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1 \rightarrow 0/48 \leq 1$$

$$USE \rightarrow 2IPE 220C / C 22$$

طبقه دوم

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 30 \rightarrow A = 53/8 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{53/8}{557} \times 100 = 9/65$$

$$C/C = 30cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(604 + 53/8(15)^2) = 25418$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{25418}{15} = 1694/5$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 53/8}{1694/5} \times 100 = 6/34$$

$$P_{eq} = 45000 + (9/65 \times 0/13 \times 10^3) + (6/34 \times 0/13 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 47080$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{47080}{1000} = 47cm^2 \leq 107$$

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 220 \rightarrow A = 33/4 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{33/4}{252} \times 100 = 13.25$$

$$C/C = 22cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(205 + 33/4(11)^2) = 8492/8$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{8492/8}{11} = 772$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 33/4}{772} \times 100 = 8/65$$

$$P_{eq} = 45000 + (13/25 \times 0/13 \times 10^3) + (8/65 \times 0/13 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 47850$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{47850}{1000} = 47/8cm^2 \leq 39.1$$

$$\text{Try} \rightarrow \text{IPE 220} \left[\begin{array}{ll} A = 33/4 & t = 0.92\text{cm} \\ S_x = 252 & t_w = 0.59\text{cm} \\ b = 11\text{cm} & r_x = 9.11 \\ d = 22\text{cm} & r_y = 2.48 \\ m = 26/2 & \end{array} \right.$$

$$r_{yII} = \sqrt{\frac{I_{yII}}{2A}} = \sqrt{\frac{8492/8}{2 \times 33/4}} = 11/27$$

$$K_x = K_y = 1$$

$$\lambda_x = \frac{k_x L}{r_x} = \frac{1 \times 310}{9/11} = 34$$

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{1 \times 310}{11/27} = 27$$

$$\lambda_{\max} = 34 < 200$$

$$ok \Rightarrow Fa = 1315$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{47850}{2 \times 33/4} = 716/3$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{0/13 \times 10^5}{2 \times 252} = 25/8$$

$$L_b \leq L_c \Rightarrow 310 \neq L_c = \frac{635 \times b}{\sqrt{Fy}} = 106.$$

$$F_{b2} = \frac{840000C_b}{\frac{Ld}{Af}} \xrightarrow{C_b=1} F_{b2} = \frac{840000 \times 1}{\frac{310 \times 22}{11 \times 0.92}} = 1246 \leq 1440$$

$$\lambda = \frac{L_b}{r_T} = \frac{L_b}{1/2ry} = \frac{310}{1/2 \times 11/27} = 22/9$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 C_b}{Fy}} = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 \times 1}{2400}} = 54/78$$

$$\lambda < \lambda_1 \rightarrow F_{b1} = 0/6Fy \Rightarrow F_{bx} = 1440$$

$$f_{by} = \frac{My}{Sy} = \frac{0/13 \times 10^5}{772} = 16/8$$

$$F_{by} = 0 / 75 F_y \quad F_{by} = 1800$$

$$f_{by} < F_{by} \quad f_{bx} < F_{bx} \quad fa < Fa$$

$$16 / 8 < 1800 \quad 25 / 8 < 1440 \quad 716 / 3 < 1315$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{716 / 3}{1315} = 0 / 54 \leq 0 / 15$$

$$F'_{ex} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{rx} \right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{9 / 11} \right)^2} = 9067$$

$$F'_{ey} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{ry} \right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{11 / 27} \right)^2} = 13877$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{C_{mx} f_{bx}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ex}} \right] F_{bx}} + \frac{C_{my} f_{by}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ey}} \right] F_{by}} \leq 1$$

$$\frac{716 / 3}{1315} + \frac{1 \times 25 / 8}{\left(1 - \frac{716 / 3}{9067} \right) \times 1440} + \frac{1 \times 16 / 8}{\left(1 - \frac{716 / 3}{13877} \right) \times 1800} \leq 1$$

$$0 / 54 + 0 / 02 + 0 / 01 \leq 1$$

$$\frac{f_a}{0 / 6 F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1 \rightarrow 0 / 55 \leq 1$$

$$USE \rightarrow 2IPE 220C / C 22$$

طبقه اول

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 30 \rightarrow A = 53/8 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{53/8}{557} \times 100 = 9/65$$

$$C/C = 30cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(604 + 53/8(15)^2) = 25418$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{25418}{15} = 1694/5$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 53/8}{1694/5} \times 100 = 6/34$$

$$P_{eq} = 59000 + (9/65 \times 0/14 \times 10^3) + (6/34 \times 0/14 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 61240$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{61240}{1000} = 61/24 cm^2 \leq 107$$

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 220 \rightarrow A = 33/4 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{33/4}{252} \times 100 = 13.25$$

$$C/C = 22cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(205 + 33/4(11)^2) = 8492/8$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{8492/8}{11} = 772$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 33/4}{772} \times 100 = 8/65$$

$$P_{eq} = 59000 + (13/25 \times 0/14 \times 10^3) + (8/65 \times 0/14 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 62070$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{62070}{1000} = 62 cm^2 \leq 39.1 \times 2 = 78/2$$

$$\text{Try} \rightarrow \text{IPE 220} \left[\begin{array}{ll} A = 33/4 & t = 0.92\text{cm} \\ S_x = 252 & t_w = 0.59\text{cm} \\ b = 11\text{cm} & r_x = 9.11 \\ d = 22\text{cm} & r_y = 2.48 \\ m = 26/2 & \end{array} \right.$$

$$r_{yII} = \sqrt{\frac{I_{yII}}{2A}} = \sqrt{\frac{8492/8}{2 \times 33/4}} = 11/27$$

$$K_x = K_y = 1$$

$$\lambda_x = \frac{k_x L}{r_x} = \frac{1 \times 310}{9/11} = 34$$

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{1 \times 310}{11/27} = 27$$

$$\lambda_{\max} = 34 < 200$$

$$ok \Rightarrow Fa = 1315$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{62070}{2 \times 33/4} = 929/2$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{0/14 \times 10^5}{2 \times 252} = 27/8$$

$$L_b \leq L_c \Rightarrow 310 \neq L_c = \frac{635 \times b}{\sqrt{Fy}} = 106.$$

$$F_{b2} = \frac{840000 C_b}{\frac{Ld}{Af}} \xrightarrow{C_b=1} F_{b2} = \frac{840000 \times 1}{\frac{310 \times 22}{11 \times 0.92}} = 1246 \leq 1440$$

$$\lambda = \frac{L_b}{r_T} = \frac{L_b}{1/2 r_y} = \frac{310}{1/2 \times 11/27} = 22/9$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 C_b}{Fy}} = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 \times 1}{2400}} = 54/78$$

$$\lambda < \lambda_1 \rightarrow F_{b1} = 0/6 Fy \Rightarrow F_{bx} = 1440$$

$$f_{by} = \frac{My}{Sy} = \frac{0/14 \times 10^5}{772} = 18/13$$

$$F_{by} = 0.75F_y \quad F_{by} = 1800$$

$$f_{by} < F_{by} \quad f_{bx} < F_{bx} \quad fa < Fa$$

$$18/3 < 1800 \quad 27/8 < 1440 \quad 929/2 < 1315$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{929/2}{1315} = 0.7 \leq 0.15$$

$$F'_{ex} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{r_x}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{9/11}\right)^2} = 9067$$

$$F'_{ey} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{r_y}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 310}{11/27}\right)^2} = 13877$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{C_{mx}f_{bx}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ex}}\right]F_{bx}} + \frac{C_{my}f_{by}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ey}}\right]F_{by}} \leq 1$$

$$\frac{929/2}{1315} + \frac{1 \times 27/8}{\left(1 - \frac{929/2}{9067}\right) \times 1440} + \frac{1 \times 18/3}{\left(1 - \frac{929/2}{13877}\right) \times 1800} \leq 1$$

$$0.7 + 0.021 + 0.01 \leq 1$$

$$\frac{f_a}{0.6F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1 \rightarrow 0.49 \leq 1$$

$$USE \rightarrow 2IPE 220C / C 22$$

پارکینگ

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$\text{Try} \rightarrow \text{IPE 30} \rightarrow A = 53/8 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{53/8}{557} \times 100 = 9/65$$

$$C/C = 30\text{cm}$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(604 + 53/8(15)^2) = 25418$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{25418}{15} = 1694/5$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 53/8}{1694/5} \times 100 = 6/34$$

$$P_{eq} = 74000 + (9/65 \times 0/11 \times 10^3) + (6/34 \times 0/11 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 75760$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{75760}{1000} = 75/7\text{cm}^2 \leq 107$$

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$\text{Try} \rightarrow \text{IPE 220} \rightarrow A = 33/4 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{33/4}{252} \times 100 = 13.25$$

$$C/C = 22\text{cm}$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(205 + 33/4(11)^2) = 8492/8$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{8492/8}{11} = 772$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 33/4}{772} \times 100 = 8/65$$

$$P_{eq} = 74000 + (13/25 \times 0/11 \times 10^3) + (8/65 \times 0/11 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 76410$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{76410}{1000} = 76/4\text{cm}^2 \leq 39.1 \times 2 = 78/2$$

$$\text{Try} \rightarrow \text{IPE 220} \left[\begin{array}{ll} A = 33/4 & t = 0.92\text{cm} \\ S_x = 252 & t_w = 0.59\text{cm} \\ b = 11\text{cm} & r_x = 9.11 \\ d = 22\text{cm} & r_y = 2.48 \\ m = 26/2 & \end{array} \right.$$

$$r_{yII} = \sqrt{\frac{I_{yII}}{2A}} = \sqrt{\frac{8492/8}{2 \times 33/4}} = 11/27$$

$$K_x = K_y = 1$$

$$\lambda_x = \frac{k_x L}{r_x} = \frac{1 \times 290}{9/11} = 32$$

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{1 \times 290}{11/27} = 26$$

$$\lambda_{\max} = 32 < 200$$

$$ok \Rightarrow Fa = 1324$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{76410}{2 \times 33/4} = 1143/8$$

$$f_{b_x} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{0/11 \times 10^5}{2 \times 252} = 21/8$$

$$L_b \leq L_c \Rightarrow 290 \neq L_c = \frac{635 \times b}{\sqrt{Fy}} = 106.$$

$$F_{b2} = \frac{840000 C_b}{\frac{Ld}{Af}} \xrightarrow{C_b=1} F_{b2} = \frac{840000 \times 1}{\frac{290 \times 22}{11 \times 0.92}} = 1332 \leq 1440$$

$$\lambda = \frac{L_b}{r_T} = \frac{L_b}{1/2 r_y} = \frac{290}{1/2 \times 11/27} = 21/9$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 C_b}{Fy}} = \sqrt{\frac{72 \times 10^5 \times 1}{2400}} = 54/78$$

$$\lambda < \lambda_1 \rightarrow F_{b1} = 0/6 Fy \Rightarrow F_{bx} = 1440$$

$$f_{by} = \frac{My}{Sy} = \frac{0/11 \times 10^5}{772} = 14/2$$

$$F_{by} = 0.75F_y \quad F_{by} = 1800$$

$$f_{by} < F_{by} \quad f_{bx} < F_{bx} \quad fa < Fa$$

$$14/2 < 1800 \quad 21/8 < 1440 \quad 1143/8 < 1324$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{1143/8}{1324} = 0.86 \leq 0.15$$

$$F'_{ex} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{rx}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 290}{9/11}\right)^2} = 10361$$

$$F'_{ey} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{ry}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 290}{11/27}\right)^2} = 15857$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{C_{mx}f_{bx}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ex}}\right]F_{bx}} + \frac{C_{my}f_{by}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ey}}\right]F_{by}} \leq 1$$

$$\frac{1143/8}{1324} + \frac{1 \times 21/8}{\left(1 - \frac{1143/8}{9067}\right) \times 1440} + \frac{1 \times 14/2}{\left(1 - \frac{1143/8}{13877}\right) \times 1800} \leq 1$$

$$0.86 + 0.017 + 0.008 \leq 1$$

$$\frac{f_a}{0.6F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1 \rightarrow 0.68 \leq 1$$

$$USE \rightarrow 2IPE 220C / C 22$$

زیر زمین

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 30 \rightarrow A = 53/8 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{53/8}{557} \times 100 = 9/65$$

$$C/C = 30cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(604 + 53/8(15)^2) = 25418$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{25418}{15} = 1694/5$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 53/8}{1694/5} \times 100 = 6/34$$

$$P_{eq} = 90000 + (9/65 \times 0/16 \times 10^3) + (6/34 \times 0/16 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 92560$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{92560}{1000} = 92/5cm^2 \leq 107$$

$$P_{eq} = P + B_x M_x + B_y M_y$$

$$Try \rightarrow IPE 220 \rightarrow A = 33/4 \rightarrow B_x = \frac{A}{S_x} = \frac{33/4}{252} \times 100 = 13.25$$

$$C/C = 22cm$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(205 + 33/4(11)^2) = 8492/8$$

$$S_{yII} = \frac{I}{C} = \frac{8492/8}{11} = 772$$

$$B_y = \frac{A}{S_y} = \frac{2 \times 33/4}{772} \times 100 = 8/65$$

$$P_{eq} = 90000 + (13/25 \times 0/16 \times 10^3) + (8/65 \times 0/16 \times 10^3)$$

$$P_{eq} = 93510$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{93510}{1000} = 93cm^2 \leq 39.1 \times 2 = 78/2 NOTGOOD$$

$$\text{Try} \rightarrow \text{IPE 220} \left[\begin{array}{ll} A = 33/4 & t = 0.92\text{cm} \\ S_x = 252 & t_w = 0.59\text{cm} \\ b = 11\text{cm} & r_x = 9.11 \\ d = 22\text{cm} & r_y = 2.48 \\ m = 26/2 & \end{array} \right.$$

$$I_x = 2770 \quad I_{x_{II}} = 5540 \quad I_{y_I} = 205 \quad I_{y_{II}} = 8492/8$$

$$I_{x_{II}} = 2 \left[\frac{bh^3}{12} + Ad^2 \right] = 2 \left[\frac{25 \times 1^3}{12} + 25 \times (11/5)^2 \right] = 6616/7$$

$$I_{y_{II}} = 2 \times \frac{bh^3}{12} = 2 \times \frac{1 \times 25^3}{12} = 2604/2$$

$$I_{x_T} = 6616/7 + 5540 = 12156/7$$

$$I_{y_T} = 2604/2 + 8492/8 = 11097$$

$$S_{y_T} = \frac{I_{y_T}}{C} = \frac{11097}{11} = 1008$$

$$S_{x_T} = \frac{I_{x_T}}{C} = \frac{12156/7}{12} = 1013$$

$$B_y = \frac{A}{S_{y_T}} = \frac{(2 \times 33/4) + 2 \times 25}{1008} \times 100 = 11/58$$

$$B_x = \frac{A}{S_{x_T}} = \frac{(2 \times 33/4) + 2 \times 25}{1013} \times 100 = 11/53$$

$$P_{eq} = 90000 + (0/16 \times 10^3 \times 11/58) + (0/16 \times 10^3 \times 11/53) = 93740$$

$$A_{req} = \frac{P_{eq}}{Fa} = \frac{93740}{1000} = 93/7$$

$$\text{Try 2IPE 220C / C 22PL 25X 1} \rightarrow \left[\begin{array}{l} A = 2 \times 33/4 + 25 \times 2 = 116/8 \\ S_{x_T} = 1013 \\ b = 22 \end{array} \right. \quad , S_{y_T} = 1008$$

$$r_{y_{II}} = \sqrt{\frac{I_{y_T}}{A}} = \sqrt{\frac{11097}{116/8}} = 9/7$$

$$r_{x_{II}} = \sqrt{\frac{I_{x_T}}{A}} = \sqrt{\frac{12156/7}{116/8}} = 10/2$$

$$K_x = K_y = 1$$

$$\lambda_x = \frac{k_x L}{r_x} = \frac{1 \times 295}{10 / 2} = 28 / 9$$

$$\lambda_y = \frac{k_y L}{r_y} = \frac{1 \times 295}{9 / 7} = 30 / 4$$

$$\lambda_{\max} = 30 / 4 < 200$$

$$ok \Rightarrow Fa = 1329$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{93740}{116 / 8} = 802 / 5$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{0 / 16 \times 10^5}{1013} = 15 / 8$$

$$L_b \leq L_c \Rightarrow 295 \neq L_c = \frac{635 \times b}{\sqrt{F_y}} = 106 .$$

$$F_{b2} = \frac{840000 C_b}{\frac{L d}{A f}} \xrightarrow{C_b=1} F_{b2} = \frac{840000 \times 1}{\frac{295 \times 22}{22 \times 0.92}} = 2620 \leq 1440$$

$$\rightarrow F_{b1} = 0 / 6 F_y \Rightarrow F_{bx} = 1440$$

$$f_{by} = \frac{M_y}{S_y} = \frac{0 / 16 \times 10^5}{1008} = 15 / 8$$

$$F_{by} = 0 / 75 F_y \quad F_{by} = 1800$$

$$f_{by} < F_{by} \quad f_{bx} < F_{bx} \quad fa < Fa$$

$$15 / 8 < 1800 \quad 15 / 8 < 1440 \quad 802 / 5 < 1329$$

$$\frac{fa}{Fa} = \frac{802/5}{1329} = 0/6 \leq 0/15$$

$$F'_{ex} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{rx}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 290}{9/11}\right)^2} = 10361$$

$$F'_{ey} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{KL}{ry}\right)^2} = \frac{105 \times 10^5}{\left(\frac{1 \times 290}{11/27}\right)^2} = 15857$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{C_{mx}f_{bx}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ex}}\right]F_{bx}} + \frac{C_{my}f_{by}}{\left[1 - \frac{fa}{F'_{ey}}\right]F_{by}} \leq 1$$

$$\frac{802/5}{1329} + \frac{1 \times 15/8}{\left(1 - \frac{802/5}{9067}\right) \times 1440} + \frac{1 \times 15/8}{\left(1 - \frac{802/5}{13877}\right) \times 1800} \leq 1$$

$$0/6 + 0/012 + 0/009 \leq 1$$

$$\frac{f_a}{0/6F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1 \rightarrow 0/59 \leq 1$$

$$USE \rightarrow 2IPE 220C / C 22P 25x 1$$

فصل هشتم:

طراحی کامپوتری ستون های پروژه

طراح:

عارف حیدریان

نرم افزار طراحی:

ETABS ver 9.7.0

فصل نهم :

طراحی دستی مهاربندی پروژه

طراح :

عارف حیدریان

نرم افزار طراحی :

ETABS ver 9.7.0

فصل نهم: طراحی بادبند

قاب B

$$P = 17 \text{ ton}, L = \sqrt{4.6^2 + 3.1^2} = 5.5 \text{ m}$$

$$F_a = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ حدس}$$

$$A_{\text{req}} = \frac{P}{F_a} = \frac{17000}{1000} = 17$$

$$A_{\text{req}} = \frac{17}{2} = 8.5$$

$$\text{TRY 2UNP100 + PL10mm} (A1 = 10.6 \text{ cm}^2, b = 5 \text{ cm}, r_{x1} = 3.91 \text{ cm}, r_{y1} = 1.47 \text{ cm}, e_y = 1.55 \text{ cm}, I_{y1} = 29.3 \text{ cm}^4)$$

$$I_y = 2(29.3 + 10.6 \times 4.05^2) = 406.33 \text{ cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{406.33}{2 \times 10.6}} = 4.38 \text{ cm}, r_x = 3.91 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = \frac{\frac{1}{2} \times 550}{3.91} = 70.33$$

$$\lambda_y = \frac{\frac{2}{3} \times 550}{4.38} = 93.77 = \lambda_{\text{max}}$$

$$\lambda_{\text{max}} = 93.77 \leq \frac{6035}{\sqrt{F_y = 2400}} = 123.19 \text{ o.k.}$$

$$\lambda_{\text{max}} = 93.77 \xrightarrow{\text{جدول}} F_a = 935 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f_a = \frac{17000}{2 \times 10.6} = 801.88 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \leq F_a = 935 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ o.k.}$$

$$\frac{L1}{r1_{\text{min}}} \leq 0.75 \left(\frac{KL}{r} \right)_{\text{max}} \rightarrow \frac{L1}{1.47} \leq 0.75(93.77) \rightarrow L1$$

$$\leq 103.4 \text{ cm} \xrightarrow{\text{انتخاب میشود}} L1 = 100 \text{ cm}$$

$$\text{space} = \frac{550}{100} = 5$$

$$USE \rightarrow 2UNP100 + PL10$$

$$L = \sqrt{4.6^2 + 3.1^2} = 5.5m$$

$$P = 36000kg$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{36000}{1000} = 36cm^2$$

$$A = \frac{36}{2} = 18$$

$$Try \rightarrow 2UNP160 + PL10$$

$$(A = 24 \quad b = 6.5 \quad I_y = 85/3 \quad r_y = 1/89 \quad r_x = 6/21 \quad e_y = 1/84)$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + Ad^2) = 2(85/3 + 24 \times (5/46)^2) = 1601.5$$

$$d = (6/5 - 1/54) + 0/5 = 5/46$$

$$r_{yII} = \sqrt{\frac{I_{yII}}{2A}} = \sqrt{\frac{1601.5}{2 \times 24}} = 5/77$$

$$\lambda_x = \frac{\frac{1}{2} \times L}{r_x} = \frac{\frac{1}{2} \times 550}{6/21} = 44.28 \quad \lambda_y = \frac{\frac{2}{3} \times L}{r_y} = \frac{\frac{2}{3} \times 550}{5/77} = 63.54$$

$$\lambda_{max} = 63.54 < \frac{6025}{\sqrt{fy}} = 122/9$$

$$Fa = 1147 \quad fa = \frac{36000}{2 \times 24} = 750 < 1147$$

$$\frac{L_1}{r_{1\min}} \leq 0.75 \left(\frac{KL}{r} \right)_{\max}$$

$$\frac{L_1}{1/89} \leq 0.75 \times 63.54 \Rightarrow \frac{550}{90} = 6 \rightarrow L_1 = 90 \text{ cm}$$

$$USE \rightarrow 2UNP160 + PL10$$

$$L = \sqrt{4.5^2 + 3.1^2} = 5.5 \text{ m}$$

$$P = 19000 \text{ kg}$$

$$A_{req} = \frac{P}{Fa} = \frac{19000}{1000} = 19 \text{ cm}^2$$

$$A = \frac{19}{2} = 9.5$$

$$Try \rightarrow 2UNP140 + PL10$$

$$(A = 20.4 \quad b = 6 \quad I_y = 62.7 \quad r_y = 1/75 \quad r_x = 5.45 \quad e_y = 1.75)$$

$$I_{yII} = 2(I_{yI} + A d^2) = 2(62/7 + 20(4/75)^2) = 1027.9$$

$$d = (6 - 1/75) + 0/5 = 4/75$$

$$r_{yII} = \sqrt{\frac{I_{yII}}{2A}} = \sqrt{\frac{1027.9}{2 \times 20.4}} = 5.02$$

$$\lambda_x = \frac{\frac{1}{2} \times 550}{5.45} = 50.45 \quad \lambda_y = \frac{\frac{2}{3} \times 550}{5.02} = 73$$

$$\lambda_{\max} = 73 < \frac{6025}{\sqrt{fy}} = 122/9$$

$$Fa = 1088 \quad fa = \frac{19000}{2 \times 20.4} = 465 < 1088$$

$$\frac{L_1}{r_{1\min}} \leq 0.75 \left(\frac{KL}{r} \right)_{\max}$$

$$\frac{L_1}{1/75} \leq 0.75 \times 73 \Rightarrow \frac{550}{95} = 6 \rightarrow L_1 = 95cm$$

$$USE \rightarrow 2UNP140 + PL10$$

فصل دهم:

طراحی کامپوتری مهاربندهای پروژه

طراح :

عارف حیدریان

نرم افزار طراحی :

ETABS ver 9.7.0

فصل یازدهم :

طراحی دستی تکیه گاه ها و اتصالات

طراح :

عارف حیدریان

نرم افزار طراحی :

ETABS ver 9.7.0

طراحی اتصال تیر به ستون با نبشی نشیمن

$$2IPE160 = \begin{cases} A = 2 \times 20.1 \text{ cm}^2 \\ d = 16 \text{ cm} \\ b_f = 8.2 \text{ cm} \\ t_f = 0.72 \text{ cm} \\ t_w = 0.5 \text{ cm} \end{cases}$$

AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK Units: Kgf-cm (Summary for Combo and Station)							
Level: STORY5 Element: B1 Station Loc: 255.545 Section ID: 2IPE160							
Element Type: Braced Frame Classification: Non-Compact							
L=560.000							
A=40.200 i22=812.362 i33=1738.000							
s22=99.069 s33=217.250 r22=4.495 r33=6.575							
E=2038901.920 fy=2400.000							
RLLF=1.000							
P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0.820 = 0.010 + 0.811 + 0.000							
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS							
		P	M33	M22	V2	V3	
Combo	DSTLS2	564.698	253566.435	0.000	-172.815	0.000	
AXIAL FORCE & BIAxIAL MOMENT DESIGN (H2-1)							
		fa	Fa	Ft			
		Stress	Allowable	Allowable			
Axial		14.047	718.199	1440.000			
		fb	Fb	Fe	Cm	K	L
		Stress	Allowable	Allowable	Factor	Factor	Factor
Major Bending		1167.164	1440.000	1568.226	1.000	1.000	0.961
Minor Bending		0.000	1440.000	733.008	1.000	1.000	0.961
SHEAR DESIGN							
		fv	FV	Stress			
		Stress	Allowable	Ratio			
Major Shear		10.947	960.000	0.011			
Minor Shear		0.000	960.000	0.000			

$$R = V_2 = 172 \text{ kg}$$

تعیین عرض نشیمن

$$N \geq \frac{R}{0.66F_y t_w} - 2.5K \rightarrow N \geq \frac{172}{0.66 \times 2400 \times 0.5} = 0.217 \text{ cm}$$

$$W \geq N + 2\text{cm} \geq 10 \rightarrow W = 0.217 + 2 = 2.217 < 10 \rightarrow \text{Use } W = 10\text{cm}$$

$$\text{Use } N = K$$

کنترل لهدگی جان تیر:

$$P \leq 285t_w^2 \left[1 + \frac{3N}{d} \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1.5} \right] \cdot \sqrt{\frac{F_{yw}t_f}{t_w}}$$

$$285(0.5)^2 \left[1 + \frac{3(0.217)}{16} \left(\frac{0.5}{0.72} \right)^{1.5} \right] \cdot \sqrt{\frac{2400 \times 0.72}{0.5}} = 4287 > 172$$

$$\text{Use } N = K = 0.217\text{cm} \rightarrow W = 10\text{ cm}$$

e_f تعیین:

$$e_f = \text{فاصله آزاد مونتاژ} + \frac{N}{2} = 2 + \frac{0.217}{2} = 2.1\text{ cm}$$

$$e = e_f - t - 1 = 2.1 - 1 - 1 = 0.1\text{ cm}$$

تعیین ضخامت نبشی:

$$M = R \cdot e = 172 \times 0.1 = 17.2\text{ kg.m}$$

$$t = \sqrt{\frac{8M}{b \cdot F_y}} = \sqrt{\frac{8 \times 17.2}{16 \times 2400}} = 0.059\text{ cm} \rightarrow t = 1\text{ cm} \rightarrow \text{Use } L100 \times 100 \times 10$$

طراحی جوش نبشی به ستون

جوش اتصال تحت برش و خمش است

$$f_v = \frac{P}{2L} = \frac{172}{2 \times 10} = 8.6$$

$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{17.2}{46.67} = 0.36$$

$$S = 2 \left(\frac{4bd + d^2}{6} \right) = 2 \left(\frac{4 \times 10 \times 1 + 10^2}{6} \right) = 46.67$$

$$f_r = \sqrt{f_v^2 + f_b^2} = \sqrt{8.6^2 + 0.36^2} = 8.6$$

$$f_r = R_W \rightarrow 0.75(0.3 \times 4200)(0.707D) \rightarrow D = 0.03$$

$$f_r \leq 668a \rightarrow D = 0.36$$

$$D_{min} = 5mm \quad D_{MAX} = 10 - 1.5 = 8.5 \rightarrow D = 5$$

انتخاب نبشی بالایی

هم کفایت می L80×80×8 نبشی بالا فقط از غلطیدن تیر و حرکت بال فوقانی جلوگیری می کند که نبشی کند و فقط دولبه آن باید جوش شود تا گیرداری نداشته باشد

طراحی اتصال با نشیمن تقویت شده

STEEL STRUCTURES PROJECT

پروژه سازه های فولادی

مشخصات تیر:

$$2IPE220 = \begin{cases} A = 2 \times 33.4 \text{ cm}^2 \\ d = 22 \text{ cm} \\ b_f = 11 \text{ cm} \\ t_f = 0.92 \text{ cm} \\ t_w = 0.59 \text{ cm} \\ K = 2.1 \text{ cm} \end{cases}$$

AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK							Units: Ton-m (Summary for Combo and Station)	
Level: STORY2		Element: B22	Station Loc: 3.045		Section ID: 2IPE220			
Element Type: Braced Frame		Classification: Non-Compact						
L=5.600								
A=0.007 i22=2.431E-05 i33=5.544E-05								
s22=2.210E-04 s33=5.040E-04 r22=0.060 r33=0.091								
E=20389019.200 fy=24000.000								
RLLF=1.000								
F-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0.976 = 0.034 + 0.942 + 0.000								
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS								
		F	M33	M22	V2	V3		
Combo	DSTLS2	3.306	6.836	0.000	0.466	0.000		
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H2-1)								
		fa	Fa	Ft				
		Stress	Allowable	Allowable				
Axial		494.868	9717.015	14400.000				
		fb	Fb	Fe	Cm	K	L	
		Stress	Allowable	Allowable	Factor	Factor	Factor	
Major Bending	13562.789	14400.000	30104.519	1.000	1.000	0.961	1.000	
Minor Bending	0.000	14400.000	13198.964	1.000	1.000	0.961		
SHEAR DESIGN								
		fv	FV	Stress				
		Stress	Allowable	Ratio				
Major Shear	181.621	9600.000	0.019					
Minor Shear	0.000	9600.000	0.000					

تعیین طول تکیه گاه تیر با نبشی

$$R = 466 \text{ kg}$$

کنترل تسلیم موضعی جان

$$N \geq \frac{R}{0.66 F_y t_w} - 2.5K \rightarrow N \geq \frac{466}{0.66 \times 2400 \times 0.59} - 2.5 \times 2.1 = -4.75 < K$$

$$= 2.1 \text{ cm}$$

$$W \geq N + 2 \text{ cm} \geq 10 \rightarrow W = 4.75 + 2 = 6.75 < 10 \rightarrow \text{Use } W = 10 \text{ cm} \rightarrow$$

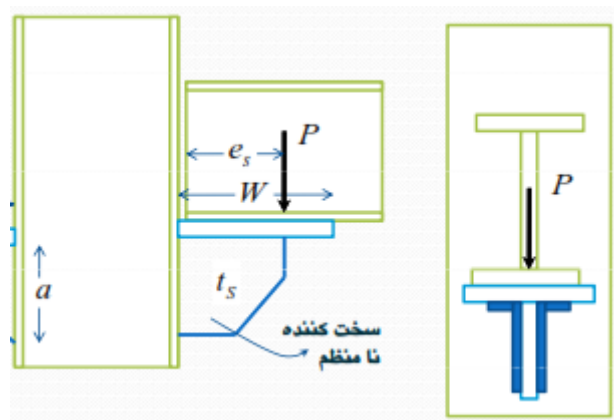
$$N = 10 - 2 = 8 \text{ cm}$$

کنترل لهدگی جان تیر

$$P \leq 285 t_w^2 \left[1 + \frac{3N}{d} \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1.5} \right] \cdot \sqrt{\frac{F_{yw} t_f}{t_w}}$$

$$285(0.59)^2 \left[1 + \frac{3(8)}{22} \left(\frac{0.59}{0.91} \right)^{1.5} \right] \cdot \sqrt{\frac{2400 \times 0.91}{0.59}} = 9473.5$$

بهتر است از ورق نشیمن با سخت کننده برای برش استفاده کنیم.



$$e_f = W - \frac{N}{2} = 10 - \frac{8}{2} = 6 \text{ cm}$$

تعیین برون محوری

(t_s) محاسبه ضخامت

تعیین طول

$$b_s = W = 10 \text{ cm}$$

$$t_w \leq t_s \quad , \quad t_w = 0.91 \text{ cm} \rightarrow t_s = 1 \text{ cm}$$

$$t_s \geq \frac{W \sqrt{F_y}}{797} = \frac{10 \times \sqrt{2400}}{797} = 0.62 \text{ cm}$$

$$t_s \geq \frac{R(6e_s - 2W)}{0.9 F_y W^2 \sin \phi^2} = \frac{466(6 \times 6 - 2 \times 10)}{0.9 \times 2400 \times 10^2 \sin 45^2} = 0.07 \text{ cm}$$

از یک استیفر به ضخامت ۱ سانتیمتر استفاده می کنیم.

تعیین ضخامت ورق نشیمن

$$t_p \geq t_f \text{ تیر بال } \rightarrow t_f = 0.91 \text{ cm} \rightarrow t_p = 1 \text{ cm}$$

$$\text{Use } t_s = 1 \text{ cm}$$

محاسبه طرح جوش سخت کننده

تحت اثر برش و خمش

$$D_{\min}=5\text{mm} \leq D \leq D_{\max}=12 \text{ mm} \rightarrow \text{Use } D=10\text{mm}$$

$$R_w = 668D = 668 \text{ kg. cm/cm}$$

$$V = P = 466 \text{ kg}$$

$$M = P \cdot e_s, \quad e_s = 6 \text{ cm},$$

$$S = \frac{1.2L_w^2}{6}$$

$$f_v = \frac{P}{2t_e L_w}, \quad f_b = \frac{2P \cdot e_s}{0.8L_w^2}$$

$$f_r = \sqrt{f_v^2 + f_b^2} = \sqrt{\left[\frac{P}{2t_e L_w}\right]^2 + \left[\frac{2P \cdot e_s}{0.8L_w^2}\right]^2} \leq R_w \rightarrow L_w = 9.1 \text{ cm}$$

پس ارتفاع سخت کننده را ۱۰ سانتی متر انتخاب می کنیم.

فصل چهاردهم :

طراحی دستی کف ستون ها

طراح :

عارف حیدریان

نرم افزار طراحی :

ETABS ver 9.7.0

فصل چهاردهم: طراحی کف ستون

$$F_y(\text{ستون و صفحه ستون}) = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_c(\text{بتن فونداسیون}) = 270 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y(\text{میل مهارها}) = 3000 \text{ kg/cm}^2$$

$$h_f = 80 \text{ cm}$$

$$F_p = 0.3f_c = 0.3 \times 270 = 81 \text{ kg/cm}^2$$

AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK Units: Ton-m (Summary for Combo and Station)									
Level: STORY1 Element: C9 Station Loc: 2.730 Section ID: 2IPE220CC22F30X1									
Element Type: Braced Frame Classification: Non-Compact									
L=2.950									
A=0.013 i22=1.299E-04 i33=1.348E-04									
s22=7.874E-04 s33=0.001 r22=0.101 r33=0.103									
E=20389019.200 fy=24000.000									
RLLF=0.460									
P-M33-M22 Demand/Capacity Ratio is 0.597 = 0.582 + 0.008 + 0.007									
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS									
		F	M33	M22	V2	V3			
Combo	DSTLS2	-99.317	-0.209	-0.123	0.076	0.045			
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (R1-1)									
		fa	Fa	Ft					
		Stress	Allowable	Allowable					
Axial		7832.539	13465.832	14400.000					
		fb	Fb	Fe	Cm	K	L	Ch	
		Stress	Allowable	Allowable	Factor	Factor	Factor	Factor	
Major Bending		185.694	14400.000	149804.095	0.600	1.000	0.925	1.750	
Minor Bending		156.383	14400.000	144346.978	0.600	1.000	0.925		
SHEAR DESIGN									
		fv	FV	Stress					
		Stress	Allowable	Ratio					
Major Shear		26.621	9600.000	0.003					
Minor Shear		6.826	9600.000	0.001					

$$A_{req} = \frac{P}{F_p} = \frac{99317}{81} = 1226 \rightarrow \text{use } 50 \times 50$$

$$m = \frac{1}{2}(D - 0.95d) \rightarrow m = 3.4$$

$$n = \frac{1}{2}(B - (0.6b + a_1)) \rightarrow n = 5.7$$

$$s = \max\{m, n\} = 5.7$$

$$t \geq \sqrt{\frac{3qs^2}{0.75 F_y}} \rightarrow t = \sqrt{\frac{3 \times \frac{99317}{50 \times 50} \times 5.7^2}{0.75 \times 2400}} = 1.46$$

Use $pl = 50 \times 50 \times 1.5 \text{ cm}$

$$l_{db} = 0.25 \frac{f_y}{f_{bd}} d_b$$

$$f_{bd} = 2.1 \times \sqrt{f_c} = 2.1 \times \sqrt{270} = 34.5 \rightarrow l_{db} = 0.25 \frac{3000}{34.5} 1.5 = 32 \leq 80$$

Use $PL 50 \times 50 \times 1.5 + \text{Stiffner} + 4 \phi 20$

فصل پانزدهم :

آنالیز و طراحی کامپوتري فونداسیون

طراح :

عارف حیدریان

نرم افزار طراحی :

ETABS ver 9.7.0

فصل شانزدهم :

نقشه های اجرایی ترسیم شده با اتوکد

طراح :

عارف حیدریان

نرم افزار طراحی :

AutoCAD 2010

فصل هفدهم:

متره و برآورد پروژه

طراح:

عارف حیدریان

فصل هجدهم:

منابع و مراجع

طراح :

عارف حیدریان