فهرست

۱- مشخصات پروژه ۲
۱-۱ مشخصات مصالح مصرفی ۲
۱-۲ مقاومت و نوع خاک و شتاب مبنای طرح بر اساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران ۲
۱-۳ آئین‌نامه‌های مورد استفاده ۳
۲- مدل سه بعدی سازه ۳
۳- بارگذاری ۴
۳-۱- بار مرده سقف طبقات ۴
۳-۲- بار زنده ۷
۳-۳- بار برف ۸
۳-۴- بار آسانسور ۸
۳-۵- بار مرده دیوارهای پیرامونی ۸
۳-۶- نیروی زلزله ۱۰
۳-۶-۱- ضریب اهمیت سازه ۱۰
۳-۶-۲- شتاب مبنای طرح ۱۰
۳-۶-۳- ضریب بازتاب ساختمان ۱۱
۳-۶-۴ - نیروی قائم ناشی از زلزله ۱۲
۳-۶-۵ بارگذاری زلزله ۱۳
۴- مشخصات مصالح مصرفی ۱۴
۵- کنترل ضوابط آیین نامه ۲۸۰۰ ۱۴
۵-۱- حداقل درزانقطاع ۱۴
۵-۲- آنالیزساختمان دردوجهت متعامد ۱۵
۵-۳- انتخاب نوع تحلیل سازه(استاتیکی یا دینامیکی) ۱۵
۵-۴- درصد مشارکت بارزنده وبار برف درمحاسبه جانبی زلزله ۱۵
۵-۵- برون مرکزی اتفاقی درهرطبقه ۱۵
۵-۶- هم پایه کردن برش پایه دینامیکی و استاتیکی ۱۶
۵-۷- کنترل زلزله سطح بهره برداری ۱۶
۶- طراحی پی ساختمان ۱۶
۷- طراحی دستی ۱۷
۷-۱- طراحی ستون ۱۷
۷-۲- طراحی تیر ۲۰

۱– مشخصات پروژه

در این پروژه، هدف طرح یک ساختمان ۶ سقف سازه فلزی ، با کاربری مسکونی، (واقع در شهر تهران) با استفاده از سیستم قاب خمشی فلزی با شکل پذیری متوسط در هر جهت X و قاب فلزی ساده با مهاربندی همگرا در جهت Y می‌باشد.

مشخصات کلی سازه بشرح زیر می‌باشد :

سیستم فونداسیون بصورت پی گسترده با ضخامت ۶۰ سانتی متر است.

سیستم باربر قائم و جانبی، متشکل از قاب خمشی فلزی متوسط می‌باشد.

سیستم سقف ساختمان بصورت سقف تیر-دال با ارتفاع حداقل ۳۰ سانتیمتر می باشد. این سقف بر اساس کاربری های مختلف، طراحی شده است.

۱–۱ مشخصات مصالح مصرفی

- ✓ بتن مصرفی در پی و سازه (دال و سقف ها) با مقاومت مشخصه ۲۱۰کیلوگرم بر سانتیمتر مربع منظور شده است.
- ✓ میلگردهای طولی یا خمشی استفاده شده جهت طراحی پی و شناژها از نوع A-III و با مقاومت جاری شدن ۴۰۰۰کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد. و میلگردهای برشی برای تیرها و ستونها نیز از نوع A-II و با مقاومت جاری شدن ۳۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد.
- ✓ فولاد مصرفی در پروفیلهای مورد استفاده از نوع St-37-3 با تنش جاری شدن حداقل برابر ۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، انتخاب شده است.

۱–۲ مقاومت و نوع خاک و شتاب مبنای طرح بر اساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران

بر اساس آئین‌نامه ۲۸۰۰ ، منطقه احداث پروژه (تهران) در پهنه‌ای با خطر نسبی زیاد از لحاظ زمین‌لرزه قرارگرفته است. لذا مقدار شتاب مبنای طرح برابر A=0.3g می‌باشد. ضمناً زمین مزبور از نوع (II) بوده و $T_0 = 0.1$ ، $T_s = 0.5$ و $S_0 = 1.$ و $S = 1.5$ می‌باشد.

مقاومت مجاز و ضریب بستر خاک بشرح زیر می‌باشد:

برای بستر یاد شده $Q_a = 0.8 \frac{kg}{cm^2}$ منظور شده است.(براساس گزارش ژئوتکنیک)

برای بستر یاد شده $K_S = 1.02 \frac{kg}{cm^3}$ منظور شده است.(براساس گزارش ژئوتکنیک)

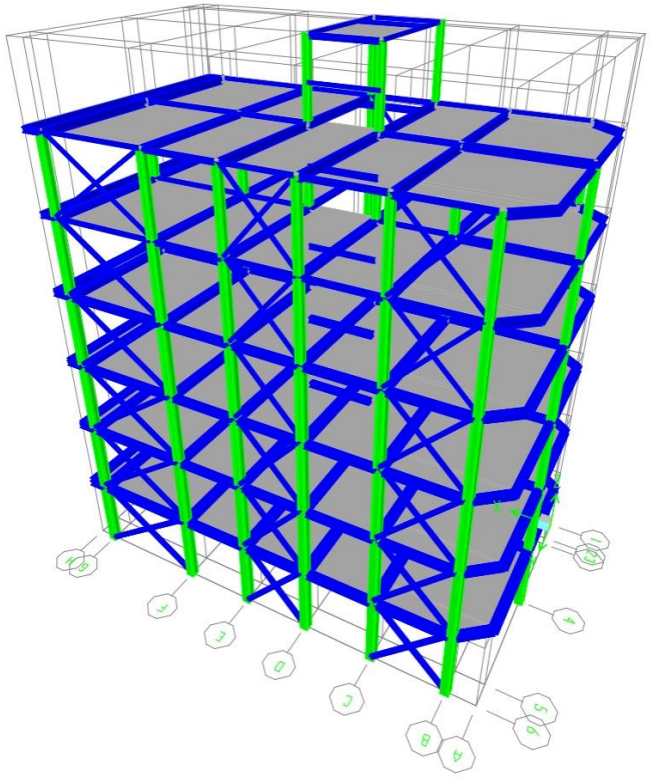
سطح آب زیر زمینی در - متری سطح زمین قرار دارد.

۱–۳ آئین‌نامه‌های مورد استفاده

- ✓ طراحی سازه‌های فلزیUBC97-ASD
- ✓ طراحی قطعات فلزی براساس مبحث ۱۰
- ✓ بارگذاری ثقلی بر اساس مبحث ۶
- ✓ بارگذاری زلزله براساس استاندارد ۲۸۰۰
- ✓ طراحی قطعات بتنی براساس مبحث ۹

۲– مدل سه بعدی سازه

با توجه به نقشه ها معماری ارائه شده، مدل سه بعدی سازه مطابق شکل زیر می‌باشد.



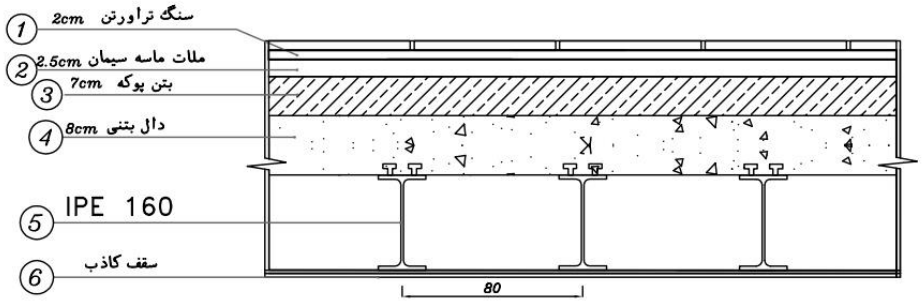
۳- بارگذاری

۳-۱- بار مرده سقف طبقات

با توجه به جزئیات فوق بار مرده ناشی از کف که در محاسبات استفاده می شود به ترتیب زیر محاسبه می گردد:

جدول۱: بار مرده کف طبقات

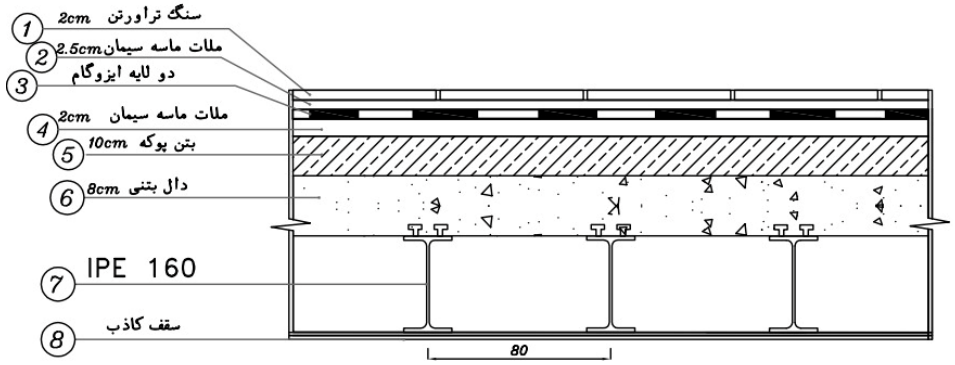
دتایل کفسازی طبقات



1	0.020 X 2500=50 (kg/m2)
2	0.025X2100=52.5
3	0.1 X 600=60
4	0.08X2500=200
5	$15.8 \times \frac{1}{0.8} \approx 20$
6	40
SUM	405 (kg/m2)

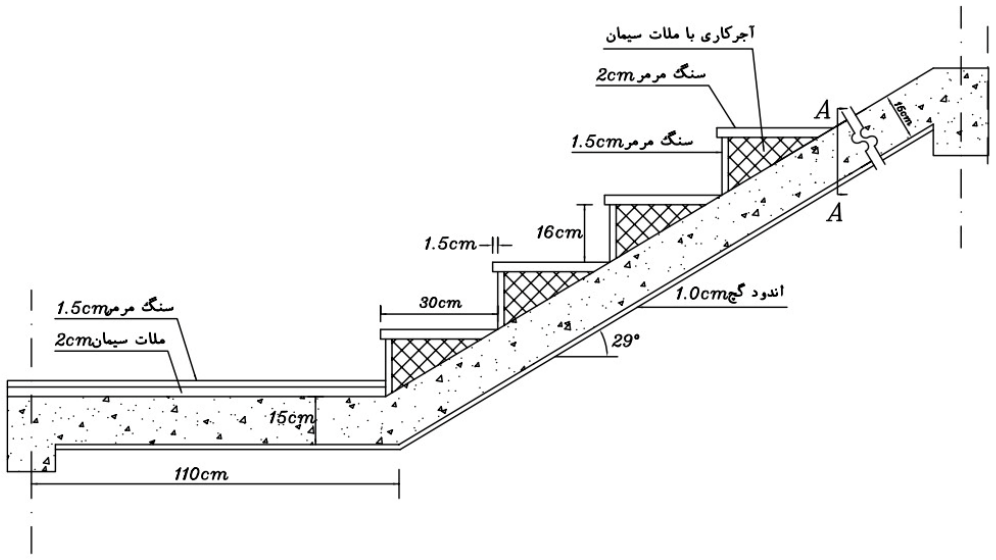
جدول۲: بار مرده بام

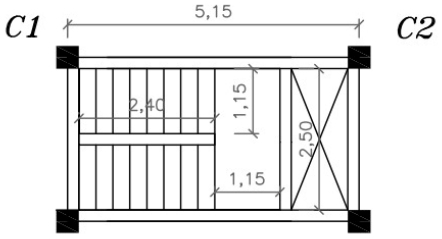
دتایل کفسازی بام



1	0.020 X 2500=50 (kg/m²)
2	0.025X2100=52.5
3	15
4	0.02X2100=42
5	0.1 X 600=60
6	0.08X2500=200
7	$15.8X \frac{1}{0.8} \approx 20$
8	40
SUM	480 (kg/m²)

بارگذاری پله:





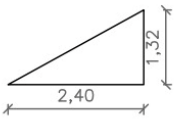
بارگذاری پله در طبقاتِ مسکونی :

سنگ مرمر کف = $0.02 \times 0.30 \times 1.15 \times 2700 = 18.63 \ (kg/m)$

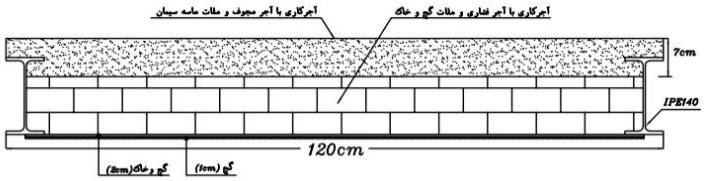
آجرکاری = $0.28 \times 0.16 \times 1.15 \times 850 = 43.79$

سنگ مرمر قائم = $0.16 \times 0.015 \times 1.15 \times 2700 = 7.45$

$\sum = 69.78 (kg/m)$



برش (A–A) :



تیرآهن (2 X12.9)=25.8

آجرکاری (0.1X1.15X1750)=201

پوکه ریزی (0.07X1.15X850)=68.43

گچ (0.01X1300X1.15)=14.95

گچ و خاک (0.02X1600X1.15)=36.8

وزن واحد طول دال پله $\sum$=346.98 (kg/m)

وزن واحد طول افقی پله = $(347/\cos 29)+((\frac{100}{30}) \times 69.8)=629$ (kg/m)

درجهت اطمینان قسمت پاگردنیزمشابه قسمت شیبدار فرض می شود.

کل بار مرده اتاق پله = (629X3.55 X 2)=4466 (kg)

سربارمعادل اتاق پله $(\frac{4466}{3.55 \times 2.5})=503$ (kg/m²)

بار مرده گسترده خطی تیر پاگرد = (503X3.55/2)=895

بار زنده گسترده خطی تیر پاگرد = (350X3.55/2)=625

توجه : برنامه ETABS2000 وزن تمام عناصر سازه بتنی (قسمت بتنی سقف کامپوزیت و سقف سبک) را به طور خودکار محاسبه و در محاسبات منظور می نماید .

در طراحی بار مرده کف بام را برابر 150 کیلو گرم بر متر مربع در نظر می گیریم .

برای کاربری مســـکونی بار زنده 200و همچنین بار برف تهران ، برابر با 185 کیلو گرم بر متر مربع و بار زنده راه پله برابر با 500 کیلو گرم بر متر مربع و بار زنده طره ها برابر با 300 کیلوگرم بر متر مربع تعیین شده و در نرم افزار منظور شده است.

۳–۲– بار زنده

بارهای زنده : بر اساس کاربری ساختمان 200 تعیین می‌شود

۳-۳- بار برف

بنا بر مبحث ششم از آنجا که سازه در تهران احداث میگردد بار برف را ۱۵۰ کیلوگرم بر متر مربع در نظر میگیریم.

۳-۴- بار آسانسور

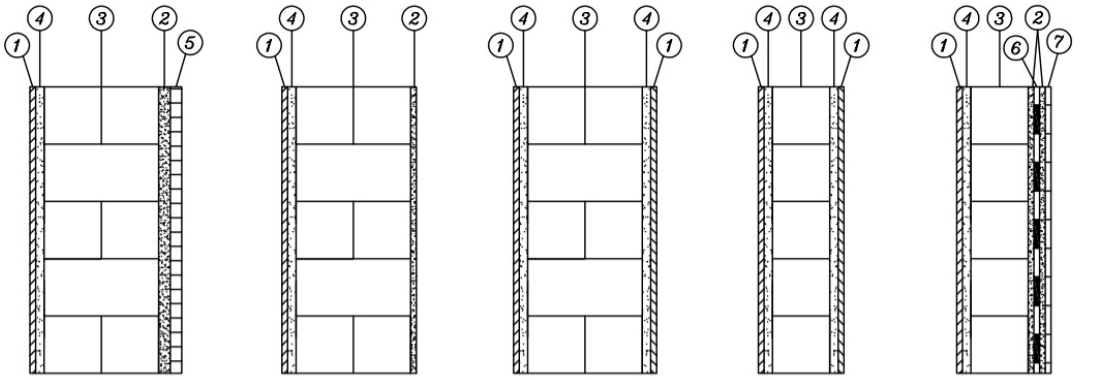
اگر طبق مبحث پانزدهم مقررات ملی نیز عمل نماییم از آنجایی که ابعاد آسانسور ۱,۵*۱,۵ است و وزن بار مرده را ۱۰۰۰-۸۰۰ کیلوگرم در نظر بگیریم و بار زنده با توجه به ابعاد آسانسور ۸۰۰ کیلوگرم است که در مجموع بار آسانسور ۱۸۰۰ کیلوگرم می شود که در جهت اطمینان ۲۰۰۰ کیلوگرم در نظر می گیریم.

با فرض وزن ۲۰۰۰ کیلوگرم و اعمال ضریب ۲ طبق مبحث ششم مقررات ملی خواهیم داشت :

$$P=2000\times2=4000\ KG$$

بار فوق به صورت نقطه ای بر چهار ستون اطراف آسانسور اعمال می شود.

۳-۵- بار مرده دیوارهای پیرامونی



1. سفیدکاری
2. ملات ماسه وسیمان
3. آجرکاری
4. گچ وخاک
5. سنگ تراورتن
6. فیبرگونی
7. کاشی سرامیکی

جزئیات دیوارها

Sc:1/10

دیوار ۲۰ سانتی نمادار

1. $0.005 \times 1300 = 6.5\ (kg/m^2)$
2. $0.02 \times 2100 = 42$
3. $0.20 \times 850 = 170$
4. $0.02 \times 1600 = 32$
5. $0.02 \times 2500 = 50$

$\sum = 301\ (kg/m^2) \times 2.8 = 842\ (kg/m)$ (ارتفاع دیوار)

دیوار ۲۰ سانتی بدون نما

1. $0.005 \times 1300 = 6.5\ (kg/m^2)$
3. $0.20 \times 850 = 170$
4. $0.02 \times 1600 = 32$
2. $0.02 \times 2100 = 42$

$\sum = 251\ (kg/m^2) \times 2.8 = 702\ (kg/m)$ (ارتفاع دیوار)

دیوار ۲۰ سانتی داخلی

1. $(0.005 \times 1300) \times 2 = 13\ (kg/m^2)$
4. $(0.02 \times 1600) \times 2 = 64$
3. $0.02 \times 850 = 170$

$\sum = 250\ (kg/m^2) \times 2.8 = 700\ (kg/m)$ (ارتفاع دیوار)

دیوار ۱۰ سانتی داخلی

1. $(0.005 \times 1300) \times 2 = 13\ (kg/m^2)$
4. $(0.02 \times 1600) \times 2 = 64$
3. $0.10 \times 850 = 85$

$\sum = 165\ (kg/m^2) \times 2.8 = 462\ (kg/m)$ (ارتفاع دیوار)

دیوار ۱۰ سانتی داخلی سرویسها

1. $0.005 \times 1300 = 6.5\ (kg/m^2)$
4. $0.02 \times 1600 = 32$
3. $0.10 \times 850 = 85$
2. $(0.02+0.01) \times 2100 = 63$
6. $1 \times 15 = 15$
7. $0.005 \times 1700 = 8.5$

$\sum = 210\ (kg/m^2) \times 2.8 = 570\ (kg/m)$ (ارتفاع دیوار)

ب) بارهای جانبی

بارگذاری پله:

براساس آیین‌نامه‌های مبحث ششم و استاندارد ۲۸۰۰ (آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله) از بین بار باد و زلزله، بحرانی‌ترین آنها می‌باید بر سازه اعمال گردد که با توجه به وزن بالای سازه نیروی ناشی از زلزله بحرانی‌تر از باد می‌باشد.

۳-۶- نیروی زلزله

برای تعیین نیروی زلزله دو روش معادل استاتیکی و دینامیکی وجود دارد. روش دینامیکی که برای ساختمان های بالای ۵۰ متر میباشد خود دارای دو روش طیفی و تاریخچه زمانی میباشد که در روش طیفی با استفاده از طیف بازتاب زلزله و مشخصات زمین پریود ها و فرکانسهای لرزش هنگام زلزله تعیین می گردد و از روی آن شتاب مبنا تعیین می گرددو بروش آنالیز ماتریسی سازه میتوان جابجایی ها و نیروی طبقه را تعیین نمود.

برای تعیین نوع خاک از جدول شماره ۲ فصل دوم آیین نامه ۲۸۰۰ استفاده شده است.
برای تعیین T0 از جدول صفحه ۳۵ آیین نامه ۲۸۰۰ استفاده شده است .
برای تعیین ضریب رفتار ساختمان Rاز جدول شماره ۳ آیین نامه ۲۸۰۰ استفاده شده است
برای تعیین ضریب اهمیت ساختمان I.از بند ۲-۴-۶ آیین نامه ۲۸۰۰ استفاده شده است.
برای تعیین شتاب مبنای طرح Aاز بند ۲-۴-۲ آیین نامه۲۸۰۰ استفاده شده است.
با داشتن اطلاعاتی چون نوع خاک در محل و میزان اهمیت سازه،نوع سیستم و ضریب رفتار سیستم در هر جهت می توان شتاب مبنا و برش پایه را در دو جهت تعیین نمود و با داشتن وزن هر طبقه و تقسیم برش پایه به ازای وزن هر طبقه مقادیر نیروی زلزله را در هر جهت تعیین می کنیم.

۳-۶-۱- ضریب اهمیت سازه

بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ گروه بندی ساختمانها بر حسب اهمیت

I=1

۳-۶-۲- شتاب مبنای طرح

نسبت شتاب مبنای طرح A

در صـــورت عدم مطالعات لرزه خیزی برای ســـاختمان مورد مطالعه می توان از جدول زیر مقدار A (نسبت شتاب مبنای طرح) را با توجه به لرزه خیزی های مختلف انتخاب نمود:

منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرحA	انتخاب
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	۰/۳۵	*
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	۰/۳۰	
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	۰/۲۵	
۴	پهنه با خطر نسبی کم	۰/۲۰	

شهر تهران در پهنه بندی خطر نسبی خیلی زیاد زلزله قراردارد.

۳-۶-۳- ضریب بازتاب ساختمان

ضریب بازتاب ساختمان

ضـریب بازتاب سـاختمان بیانگر نحوه پاسـخ سـاختمان به حرکت زمین با توجه به نوع آن است. این ضریب با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$B=B_1N$

$$B1 = S0 + (S - S0 + 1)\left(\frac{T}{T_0}\right) \qquad 0 \le T \le T_0$$

$$B1 = 1 + S \qquad T_0 \le T \le T_S$$

$$B1 = (1 + S)\left(\frac{T_S}{T}\right) \quad T \ge T_S$$

نوع زمین	T_0	T_S	خطر نسبی کم و متوسط For A=0.25 & 0.2		خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد For A=0.35 & 0.3		انتخاب
			S	S_0	S	S_0	
I	۰/۱	۰/۴	۱/۵	۱	۱/۵	۱	
II	۰/۱	۰/۵	۱/۵	۱	۱/۵	۱	❊
III	۰/۱۵	۰/۷	۱/۷۵	۱/۱	۱/۷۵	۱/۱	
IV	۰/۱۵	۱/۰	۲/۲۵	۱/۳	۱/۷۵	۱/۱	

ضریب اصلاح طیف، N به شرح زیر تعیین می‌شود :

الف) برای پهنه های با خطر نسبی خیلی زیاد و زیاد

$N = 1 \qquad T \le T_S$

$N = \frac{0.7}{4 - T_S}(T - T_S) + 1 \qquad T_S \le T \le 4 \quad Sec$

$N = 1.7 \quad T \ge 4Sec$

ب) برای پهنه های با خطر نسبی خیلی متوسط و کم

$N = 1 \qquad T \le T_S$

$N = \frac{0.4}{4 - T_S}(T - T_S) \qquad T_S \le T \le 4 \quad Sec$

$N = 1.4 \quad T \ge 4Sec$

محاسبه پریود طبیعی سازه

(ثانیه) $T = 0.05H^{\frac{3}{4}}$

- مطابق توضیحات فوق فایل Etabs ای با نام Tx&Ty ساخته شده است که در آن ضرایب به شرح فوق تغییر یافته است و سپس دوره تناوب سازه بدست آمده است :

- **ضریب رفتار ساختمان، R_u**

با توجه به بند های آیین نامه:

سیستم قاب قمشی- قاب خمشی فولادی متوسط

Ru=7

تعیین ضریب زلزله جهت آنالیز سازه:

ضریب زلزله مطابق آئین‌نامه ۲۸۰۰ برابر است با:

$$C = \frac{ABI}{R_u} \qquad C_{\min} = 0.12AI = 0.0432$$

۳-۶-۴ – نیروی قائم ناشی از زلزله

$$F_V = 0.6AIW_P$$

۳-۶-۵ بارگذاری زلزله

محاسبه‌ضریب زلزله :

زمین تیپ ۲ ⟶ $S=1.5$, $T_S=0.5$, $T_0=0.1$

ساختمان مسکونی، با اهمیت متوسط و منظم در پلان و ارتفاع می باشد.

و در شهر تهران با خطر نسبی خیلی زیاد واقع شده است.

$$Tx = 0.08H^{0.75} = 0.08 \times 19.20^{0.75} = 0.734$$

$Tx > T_S \longrightarrow Bx=(S+1)(T_s/T_x)^{0.67}=1.93$

$Tx > 0.7sec \longrightarrow Ft_x=0.07T_xV_x=0.07\times0.734\times121=6.2$

$Ft_x=6.2<0.25V_x=30.25$ O.K

سیستم درجهت x،قاب خمشی متوسط

$Bx=1.93$, $A=0.35$, $I=1$, $Rx=7$ ⟶ $Cx=(ABI/R)=0.0965$

$$Ty = 0.05H^{0.75} = 0.05 \times 19.20^{0.75} = 0.459$$

$Ty > T_S \longrightarrow By=(S+1)(T_s/T_x)^{0.67}=2.650$

$Ty < 0.7sec \longrightarrow Ft_y=0$

سیستم درجهت y ، قاب ساده مهاربندی شده هم محور

$By=2.65$, $A=0.35$, $I=1$, $Ry=6$ ⟶ $Cy=(ABI/R)y=0.155$

$W=1250\ (ton)$ ⟶ $Vx=Cx \times W=0.0965\times1250=121$, $Vy=Cy \times W=0.155\times 1250=194$

$$Fi=(V-Ft) \times \left(\frac{Wi \times Hi}{\sum_{i=1}^{n} Wi \times Hi} \right)$$

۴– مشخصات مصالح مصرفی

مشخصات طراحی(بتن)		مشخصات تحلیل (بتن)	
مقدار مشخصه	نام مشخصه	مقدار مشخصه	نام مشخصه
$Kg/cm^2$4000	تنش تسلیم ، F_y	$Kg/m^3$255	جرم واحد حجم،M
Kg/cm^2	مقاومت فشاری بتن،f'_c	$Kgf/m^3$2500	وزن واحد حجم، W
$Kg/cm^2$3000	تنش جاری شـــدن آر ماتور عرضی	Kg/cm^2	مدول الاستیسیته بتن، Ec
		$Kg/cm^2$91175	مدول برشی بتن،Gc
		0.15	ضریب پواسون بتن، ϑ

مشخصات طراحی(فولاد)		مشخصات تحلیل (فولاد)	
مقدار مشخصه	نام مشخصه	مقدار مشخصه	نام مشخصه
۲۴۰۰ Kg/cm^2	تنش تسلیم ،$st37F_y$-	۸۰۰ Kg/m^3	جرم واحد حجم،M
۳۷۰۰ Kg/cm^2	تنش نهایی ،$st37F_u$-	۷۸۵۰ Kgf/m^3	وزن واحد حجم، W
۳۶۰۰ Kg/cm^2	تنش تسلیم ،$st52F_y$-	۲۱۰۰۰۰۰۰ Kg/cm^2	مدول الاستیسیته فولاد، Es
۵۲۰۰ Kg/cm^2	تنش نهایی ،$st52F_u$-	۰/۳	ضریب پواسون بتن، ϑ

۵– کنترل ضوابط آیین نامه ۲۸۰۰

۵–۱– حداقل درزانقطاع

بر اساس ضوابط آیین نامه ۲۸۰۰ در ساختمان های با هشت طبقه و کمتر، فاصله هر طبقه از مرز زمین مجاور حداقل باید برابر پنج هزارم ارتفاع آن طبقه از روی تراز پایه باشد

بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰:
در ساختمان های با اهمیت "خیلی زیاد" و "زیاد" با هر تعداد طبقه و یا در ساختمان های بیشتر از هست طبقه، عرض درز انقطاع بین ساختمان و ساختمان مجاور باید با استفاده از تغییر مکان جانبی غیر خطی طرح در طبقه(با در نظر گرفتن اثر $P\text{-}\Delta$) تعیین شود. برای این منظور پس از محاسبه این تغییر مکان برای هر دو ساختمان می توان از جذر مجموع مربعات دو عدد برای تعیین درز انقطاع استفاده نمود. در صورتی که مشخصات ساختمان مجاور در دسترس نباشد، حداقل فاصله هر طبقه از ساختمان با زمین مجاور باید برابر ۷۰ درصد مقدار تغییر مکان جانبی غیر خطی طرح در آن طبقه از ساختمان در نظر گرفته شود.

تغییر مکان جانبی واقعی طبقه با استفاده از تحلیل خطی بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ با تقریب خوبی با رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\Delta_M = c_d . \Delta_{eu}$$

در این رابطه:

Δ_M= تغییر مکان جانبی واقعی طبقه

c_d= ضریب بزرگنمایی مطابق آیین نامه ۲۸۰۰

Δ_{eu}=تغییر مکان جانبی طبقه زیر اثر زلزله طرح

در این پروژه $c_d = 4.5$ می باشد.

۵–۲– آنالیزساختمان دردوجهت متعامد

مطابق ضوابط آیین نامه ۲۸۰۰ این سازه با توجه به نامنظمی سیستم های غیر موازی و تلاقی سیستم های باربر جانبی عمود برهم، بایستی در دوجهت عمود بر هم آنالیز شده و نتایج آنها با یکدیگر ترکیب شوند. در این سازه اثر جهت دوم بر اساس بند ۳-۱-۴ به کمک ترکیب ۳۰ درصد زلزله متعامد لحاظ شده است.

۵–۳– انتخاب نوع تحلیل سازه(استاتیکی یا دینامیکی)

با توجه به مفاد آیین نامه، سازه های دارای ارتفاع بیش از ۵۰ متر بایستی تحلیل دینامیکی شوند. در این پروژه تحلیل طیفی بر اساس طیف طرح استاندارد ۲۸۰۰ برای خاک نوع II در نظر گرفته شده است.

۵–۴– درصد مشارکت بارزنده وبار برف درمحاسبه جانبی زلزله

درصد مشارکت بار زنده و برف بر اساس آیین نامه لحاظ شده است. بدین ترتیب درصد مشارکت بارزنده فروشگاهها برابر ۲۰ درصد است.

۵–۵– برون مرکزی اتفاقی درهرطبقه

با توجه به اینکه ساختمان مشمول نامنظمی پیچشی نشده است، درصد برون مرکزی اتفاقی برابر ۵ درصد در تمامی طبقات لحاظ شده است . نیازی به ضریب افزایشی نیست.

۵–۶– هم پایه کردن برش پایه دینامیکی و استاتیکی

با عنایت به عدم وجود نامنظمی پیچشی در تمامی حالات مورد بررسی برش پایه دینامیکی با ۸۵ درصد برش پایه استاتیکی هم پایه شده اند.

۵–۷– کنترل زلزله سطح بهره برداری

با توجه به مفاد آیین نامه ۲۸۰۰ جهت کنترل زلزله سطح بهره برداری، فایلی با شرایط زیر تهیه شده است:

-ضریب زلزله به صورت $C = \frac{ABI}{7}$ اعمال شده است.

-ضرایب کاهش مقاومت اعمال نشده اند.

-ترکیبات بارگذاری در سطح بهره برداری بدون اعمال ضریب در نظر گرفته شده اند.

۶– طراحی پی ساختمان

با استفاده از نرم افزار SAFE این طراحی صورت گرفته است.

مفروضات:

بر اساس روش طراحی پی یک جسم الاستیک و نشست‌های زیر المان خاک غیر یکنواخت فرض می‌گردند نشست در وسط بیشتر از کنارین است و این در حالی‌است که نرم افزار SAFE پی را به صورت جسم الاستیک مدل می‌کند و جابجایی در کنارین بیشتر از وسط می‌باشد (علت این امر استفاده از یک مدول بستر ثابت است.) لذا برای کنترل تنش زیر المان خاک باید بیشترین مساحتی که تنش استاندارد رعایت شده است ملاک کار قرار گیرد.نتایج آنالیز و طراحی سازه در ادامه آورده شده است.

بر اساس گزارش ژئوتکنیک ظرفیت باربری مجاز برای پی گسترده با توجه به ابعاد (ضرایب شکل) برابر ۰/۸ کیلوگرم بر سانتی متر مربع برآورد شده است .

کنترل برش پانچینگ در فونداسیون:

بر اساس مبحث ۹ مقدار Vc برابر با کمترین مقادیر به دست آمده از سه رابطه زیر می باشد:

$$V_{c1} = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) v_c b_0 d$$

$$V_{c2} = \left(\frac{\alpha_s d}{b_0} + 1\right) v_c b_0 d$$

$$V_{c3} = 2 v_c b_0 d$$

$$v_c = 0.63 \phi \sqrt{f_c} = 0.63 \times 0.6 \times \sqrt{210} = 5.47 kg/cm^2$$

$$V_u = 1.25 Dead + 1.5 Live$$

کنترل ستون point 3 :

$$P_u = Dead + 1.2 Live + 1.2 E = 400.07 + 1.2 \times 38.06 + 1.2 \times 486.55 = 1029.6 kn$$

$$\beta_c = 1, \alpha_s = 15, b_0 = 266 cm, \; f_c = 210 kg/cm^2, d = 58 cm$$

$$V_c = \min\{1.1, 1.2, 1.4\} = 1.1 ton$$

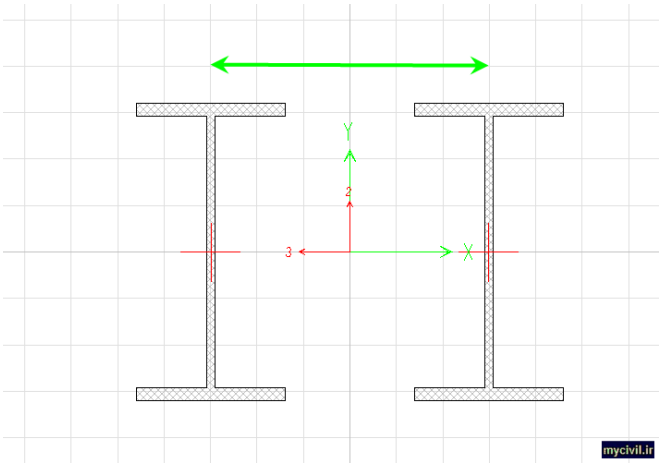
$$= 0.667 mpa \; \frac{P_u \times 1000}{b_0 \times d} \; V_u =$$

$$\Rightarrow V_c > Vu \Rightarrow ok$$

۷– طراحی دستی

۷–۱– طراحی ستون

طراحی ستون (A-2) ، قاب ۲ طبقه دوم



مقاطع دوبلIPE

L=2.9 m

$N_u = 67.4\ ton$

به علت وجود مهاربند در هر دو جهت :

$K_x = K_y = 1$

$F_a = 1000\ kg/cm^2$ فرض

$$A = \frac{P}{F_A} = \frac{67.4 \times 10^3}{1000} = 67.4 \Longrightarrow \div 2 \Longrightarrow 33.7\ cm^2$$

$$\text{IPE 240}\begin{cases} A = 39.1 & cm^2 \\ I_y = 284 & cm^4 \\ I_{x=}\ 3890 & cm^4 \\ r_x = 9.97 & cm \\ r_y = 2.69 & cm \end{cases} \Longrightarrow$$

$$\text{2 IPE 240}\begin{cases} A = 2 \times 39.1 = 78.2 & cm^2 \\ I_y = 2[284 + (9.8^2 \times 39.1)] = 12980 & cm^4 \\ I_{x=}\ 2 \times 5790 = 11580 & cm^4 \\ r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{12980.55}{91.8}} = 11.09 & cm \\ r_x = 11.2 & cm \end{cases}$$

$$\text{IPE 270}\begin{cases} b = 12 & cm \\ t_w = s = 0.62 & cm \\ t = 0.98 & cm \\ h = 24 & cm \end{cases}$$

$$\lambda_x = \left(\frac{kl}{r}\right)_x = \frac{1 \times 290}{9.97} = 29$$

$$\lambda_y = \left(\frac{kl}{r}\right)_y = \frac{1 \times 290}{10.1} = 28.7$$

$f_a = \frac{P}{A} = \frac{67.4 \times 10^3}{39.1 \times 2} \Longrightarrow 861.9 < 1336\ {}^{kg}/_{cm^2}$ ok

$\lambda = 29 \Longrightarrow F_a = 1336$

مقاطع دوبل IPE

$P_{\text{قابل تحمل}} = F_a \times A = 1336 \times 78.2 = 104 < 67.4 \qquad \text{ok}$

کنترل فشردگی مقطع :

$$\frac{b}{2\text{t}} = \frac{12}{2 \times 0.98} < \frac{795}{\sqrt{2400}}$$

$6.12 < 16.22\text{ok}$

$\frac{h}{t} = \frac{24}{0.62} < \frac{2000}{\sqrt{2400}} \Longrightarrow 38.7 < 40.8\text{ok}$

کنترل کمانش :

L_1 فاصله بست های ستون از یکدیگر می باشد.

دراجرا$40 \leq L_1 \leq 60$ که در اینجا $\text{L}_1 = 50\ cm$

باید مقداربرای کنترل کمانشλ_{ey} را بدست بیاوریم .

$\lambda_{ey} =$ لانددای موثر

$$\text{L}_1 = 50\text{cm} \Longrightarrow \lambda_1 = \frac{\text{L}_1}{\text{r}_{\min}} = \frac{50}{2.69} = 18.6$$

$$\lambda_{\text{x}} = \lambda_{\text{ey}} = \sqrt{{\lambda_{\text{y}}}^2 + {\lambda_1}^2} = \sqrt{28.7^2 + 18.6^2} \Longrightarrow \lambda_{\text{ey}} = 34.4$$

$$C_c = \frac{6440}{\sqrt{F_y}} = \frac{6440}{2400} = 131.45$$

$\lambda_{max} = \lambda_{ey} = 34.4 < C_c$ *کمانش غیرالاستیک*

طراحی پلیت :

$a_1 = 196\ mm$ دوبل IPE_{240} فاصله مرکز به مرکز

$b = (b_1 + a_1) - \left($دو برابر ضخامت ورق طراحی$\right) =$ طول ورق طراحی

$$\begin{cases} b = (13.5 + 19.6) - (2 \times 1) \cong 30cm \\ \mathrm{h} = 0.4\mathrm{b} = 0.4 \times 30 = 12 \quad \mathrm{cm} \\ \mathrm{t} = \dfrac{\mathrm{b}}{30} = 1cm \end{cases}$$

$$\begin{cases} V = 0.02P = 0.02 \times 67.4 = 1.35 \quad Ton \\ V_b = \dfrac{V.L_1}{2b} = \dfrac{1.35 \times 50}{2 \times 30} = 1.1 \quad Ton \\ M_b = V_b \times \dfrac{b}{2} = 1.1 \times 10^3 \times \dfrac{30}{2} = 16.5 \times 10^3 \quad kg \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dfrac{V_b}{th} \le 0.4f_y \Longrightarrow \dfrac{16.5 \times 10^3}{1 \times 10} = 110 < 0.4 \times 2400 = 960 \\ \dfrac{\dfrac{M_b}{th^2}}{6} \le 0.6f_y \Longrightarrow \dfrac{\dfrac{16500}{1 \times 10^2}}{6} \le 0.6 \times 2400 \end{cases} \Longrightarrow$$

$\Longrightarrow 27.5 < 1440 \mathrm{ok}$

$\Longrightarrow USE\ IPE240\ PL\ 300 \times 10$

۷-۲- طراحی تیر

تیر محورA-C قاب ۱ طبقه پنجم

مقاطع IPE

$\mathrm{f_y} = 2400\ \mathrm{kg\ cm^2}$

$\mathrm{l} = 4\ \mathrm{m}$

$\mathrm{M} = 2\ \mathrm{t.m}$

$\mathrm{v} = 3.6\ \mathrm{t.m}$

ممان طراحی $\frac{2}{0.9} = 2.2\ \mathrm{t.m}$

$\mathrm{f_b} \le \mathrm{F_b}$

$\dfrac{\mathrm{M}}{\mathrm{S_X}} \le 0.66\ \mathrm{f_y} \Rightarrow \dfrac{2.2 \times 10^5}{\mathrm{S_X}} \le 0.66 \times 2400 \Rightarrow \mathrm{S_X} = 139$

USE : IPE 200

$$\text{IPE 200}\begin{cases} W_X = S_X = 194 & cm^3 \\ b = 10 & cm \\ t_f = 0.85 & cm \\ t_w = 0.56 & cm \\ d = h = 20 & cm \\ h_w = [20 - 2(0.85)] = 18.3 & cm \\ I_x = 1940 & cm^4 \\ r_y = 2.24 & cm \end{cases}$$

$Af = b.tf = 10 \times 0.85 = 8.5\ cm^2$

$$L_b = 400\ cm$$

$$L_c = \min = \left(\frac{635b}{\sqrt{f_y}} \text{ ، } \frac{14 \times 10^5}{\left(\frac{d}{Af}\right) f_y}\right) \Rightarrow 129.6 \text{ ، } 247.91 \Rightarrow 129.6$$

$L_c = 129.6$

$L_b > L_c \Rightarrow$ تیر مهار نشده است

$$\lambda = \frac{L_b}{r_t} = \frac{400}{?} = ?$$

$C_b = L_c$

$$\lambda_1 = 2685\sqrt{\frac{C_b}{f_y}} = 2685\sqrt{\frac{129.6}{2400}} \Rightarrow \lambda_1 = 623.9$$

$$\lambda_2 = 6000\sqrt{\frac{C_b}{f_y}} = 6000\sqrt{\frac{129.6}{2400}} \Rightarrow \lambda_2 = 1394.3$$

$$\lambda < \lambda_1 \Longrightarrow F_b \max\begin{cases} 0.6f_y \\ \dfrac{84 \times 10^4 \times C_b}{\frac{L_b \times d}{Af}} \leq 0.6f_y \Longrightarrow F_b = 1440 \end{cases}$$

$$f_b = \frac{M_{max}}{S_x} \leq F_b$$

$$f_b = \frac{2.2 \times 10^5}{194} = 1134 < 1440 \qquad OK$$

کنترل مقطع فشرده :

$$\frac{b_f}{2t_f} \le \frac{545}{\sqrt{f_y}} \Rightarrow \frac{10}{2 \times 0.85} \le \frac{545}{\sqrt{2400}}$$

$5.88 \le 11.12$ OK

کنترل برش :

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{18.3}{0.56} < \frac{3185}{\sqrt{2400}}$$

$32 < 65$ *ok*

$$f_v = 0.4 f_y = 0.4 \times 2400 = 960$$

$$f_v = \frac{V_{max}}{h_w \times t_w} \le F_v \Rightarrow \frac{3.6 \times 10^3}{18.3 \times 0.56} \Rightarrow 351 \le 960 \quad \text{ok}$$

کنترل خیز :

$$\delta_{\text{مجاز}} = \frac{L}{240} = \frac{400}{240} = 1.7 \text{ cm}$$

$$\delta_{max} = \frac{5ML^2}{48EI} = \frac{5 \times 2.2 \times 10^5 \times 400^2}{48 \times 2.1 \times 10^6 \times 1940} = 0.9$$

$\delta_{max} < \delta_{\text{مجاز}}$ OK

کنترل تغییر مکان :

$\Delta_{max} < \Delta_{\text{مجاز}}$

$$\left(\frac{5}{384} \times \frac{WL^4}{EI}\right) < \frac{WL^4}{EI}$$

$$M = \frac{WL^2}{8} \Rightarrow \quad 2.2 = \frac{W \times 4^2}{8} \Rightarrow \quad W = 1.1 \text{ ton}$$

$$\frac{5}{384} \times \frac{1.1 \times 10^3 \times 400^4}{2.1 \times 10^6 \times 1940} < \frac{1.1 \times 10^3 \times 400^4}{48 \times 2.1 \times 10^6 \times 1940}$$

$$94 < 144$$

USE : IPE200