

۱- مقدمه

- ۱-۱- توجیه استفاده از اسکلت بتنی در مقایسه با فولادی
- ۱-۲- مشخصات ساختمان شامل نوع کاربری، تعداد طبقات، موقعیت ساختمان، نوع سیستم باربر (ثقلی و جانبی)
- ۱-۳- نقشه معماری شامل ستون‌گذاری و تیر ریزی
- ۱-۴- نوع منطقه از نظر لرزه‌خیزی و تعیین ضریب $C=ABI/R$

۲- مصالح به کار رفته در ساختمان

- ۲-۱- وزن حجمی مصالح به کار رفته (بتن = ۲۴۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب)
- ۲-۲- محاسبه وزن کف‌سازی، دیوارهای پیرامونی و پارتیشن‌ها و تعیین بار معدل کف (بار زنده)

۳- بارگذاری ثقلی

- ۳-۱- به دست آوردن بار مرده، زنده و برف ساختمان
- ۳-۲- به دست آوردن بار مرده و زنده دستگاه پله
- ۳-۳- تعیین بار مرده کف‌ها بر اساس ضخامت پیش فرض سقف
- ۳-۴- طراحی تیرچه‌ها (نشریه شماره ۵۴۳ سازمان مدیریت و برنامه ریزی)

۴- بارگذاری جانبی

- ۴-۱- پیدا کردن مرکز جرم یک طبقه و مقایسه با نرم افزار
- ۴-۲- به دست آوردن برش پایه و بارگذاری جانبی ساختمان (برای محاسب وزن ناشی از اسکلت بتنی، در ابتدا ابعاد ستون‌ها $50\% \times 50\%$ و تیرها $35\% \times 50\%$ و دیوار برشی با ضخامت ۲۵ سانتیمتر لحاظ شود)
- ۴-۳- به دست آوردن برش پایه بار باد و مقایسه آن با بار زلزله

۵- مدل سازی توسط Etabs

- ۵-۱- ایجاد مدل در سازه و تعریف مقاطع و مصالح (مدول الاستیسته بر طبق فرمول ۹-۱۳-۱ و ضریب پواسون طبق بند ۹-۱۳-۱۳-۷ مبحث نهم) و اعمال ضرائب ترک خوردگی مقاطع تیر و ستون بر اساس پیش فرض قاب مهار شده (بعدا کنترل گردد) و دیوارهای برشی بر اساس پیش فرض ترک خورده ($f22, m11, m22$)
- ۵-۲- اختصاص pier به دیوارهای برشی و المان‌های مرزی

۳-۵- مدل کردن دستگاہ پله به صورت تیرچه و یا بارگذاری دستی بر حسب نوع اجرای پله (دو طرفه، سه طرفه و یا چهار طرفه) (توضیح در کلاس داده شد)

۴-۵- تعریف انواع بار Live، LP، LR، WALL (other)، EX، EY، EXP، EXN، EYP، EYN

۵-۵- بارگذاری ثقلی در مدل نرم‌افزاری

۶-۵- بار حداقل دیوارهای پیرامونی بعد از محاسبه دستی حداقل برابر ۵۵۰ کیلوگرم بر متر لحاظ شود و در صورت وجود بازشو ۷۰ درصد مقدار بدون بازشو لحاظ گردد

۷-۵- Run کردن مدل و به دست آوردن وزن دقیق سازه و لرزه‌ای

۸-۵- محاسبه مجدد نیروهای زلزله (با استفاده از وزن دقیق لرزه‌ای D+LP+WALL+0.2L و مقایسه برش پایه دستی و نرم‌افزار

۶- آماده کردن مدل جهت طراحی به وسیله نرم‌افزار

۱-۶- تعیین آیین نامه طراحی در نرم‌افزار (ACI318-02 یا 05) در منوی Desin برای اعضا و دیوار برشی

۲-۶- در Etabs اعمال کنید: Define>> Special Seismic Load Effect و گزینه زیر را انتخاب کنید:

Do not Include Special Seismic Design Data

۳-۶- ایجاد ترکیبات بارگذاری استاندارد آیین نامه ACI-318-05 یا ACI-318-08 (برای طراحی فقط ترکیبات بار استاندارد در منوی Design انتخاب شود)

۴-۶- اعمال نوع سیستم قاب و دیوار برشی به صورت قاب خمشی متوسط (Sway Intermediate)

۷- مراحل زیر جهت طراحی و کنترل دریافت سازه به صورت سلسله‌وار انجام شود

۱-۷- Design قاب و کنترل تیرها و ستون‌ها (حداقل و حداکثر مقدار آرماتور خمشی و برشی در تیرها و ستون‌ها بر طبق ضوابط ACI رعایت شود) (ضرایب بار مرده و زنده P-Delta به ترتیب برابر ۱/۲ و ۱/۶ در نظر گرفته شود)

۲-۷- Design دیوارهای برشی در ابتدا به صورت uniform و در صورت جواب دادن به صورت دقیق تر به صورت general (مقادیر حداکثر آرماتور دیوار برشی به ۲٪ محدود گردد)

۳-۷- کنترل دریافت هر طبقه (ضرایب بار مرده و زنده P-Delta برابر یک گرفته شود)

۴-۷- در صورت جواب ندادن هر کدام از موارد فوق بر حسب مورد باید به تغییر مقاطع تیر، ستون و دیوار برشی اقدام کرد.

۵-۷- در نهایت ستون‌ها باید به صورت Check و دیوارهای برشی به صورت General در حالت Check ارائه شود (گزینه Design (is seismic>> No).

۸- فایل ۲۵٪ و ۵۰٪

۱-۸- برای کنترل کفایت قاب در سیستم دوگانه بر اساس استاندارد ۲۸۰۰، از فایل اصلی Save as گرفته و با اسم 25 ذخیره گردد

- ۸-۲- ضریب زلزله اعمالی در فایل اصلی ضرب در 0.25 شده و در فایل 25 اعمال گردد
- ۸-۳- تمام ضرایب ترک خوردگی دیوارهای برشی به میزان ۰/۰۰۱ وارد شود
- ۸-۴- تیرها و ستونها طراحی شده و با فایل اصلی مقایسه گردد. در صورت عدم جواب در فایل 25، تقویت گردیده و این تغییرات در فایل اصلی نیز اعمال گردد.
- ۸-۵- برای کنترل کفایت دیوارها برشی بر طبق استاندارد ۲۸۰۰ کافی است در صورت عدم تغییر طول دیوار برشی در ارتفاع، دیوارهای برشی در هر امتداد قادر به جذب و تحمل حداقل ۵۰٪ برش پایه باشد.

۹- طراحی دستی خمش و نیروی محوری

- ۹-۱- انتخاب یک تیر سراسری و یک ستون در یک طبقه به منظور طراحی دستی
- ۹-۲- از ترکیبات بار ساخته شده (بند ۶-۳) یک ترکیب Envelope ساخته و بعد از تحلیل، از منحنی پوش لنگر، مقادیر حداکثر لنگر منفی و مثبت در سه قسمت از دهانه تیر انتخابی خوانده شود. همچنین مقادیر حداکثر لنگر و نیروی محوری ستون انتخابی قرائت گردد.
- ۹-۳- برای مقادیر نیروهای خوانده شده، طراحی تیر و ستون به صورت دستی بر طبق آیین نامه ACI-318-08 انجام شود
- ۹-۴- مقادیر آرماتور به دست آمده از طراحی دستی با نرم‌افزار مقایسه گردد

۱۰- طراحی دستی برش

- ۱۰-۱- ایجاد یک Save as از فایل اصلی با نام 2E
- ۱۰-۲- اصلاح ترکیبات بارگذاری با تغییر E به 2E
- ۱۰-۳- دیاگرام پوش برش با دیاگرام پوش برش در فایل اصلی مقایسه گردد (در تیر و ستون انتخابی) و دیاگرام پوش غالب انتخاب گردد
- ۱۰-۴- طراحی برشی تیر و ستون با توجه به ضوابط ACI انجام شود و با مقادیر نرم افزار در فایل اصلی مقایسه گردد

۱۱- کنترل دررفت و طبقه مهار شده

- ۱۱-۱- مجدداً برای کنترل نهایی دررفت طبقات چک شود (ضرایب بار مرده و زنده P-Delta برابر یک گرفته شود)
- نکته: برای محاسبه پیروید ساختمان جهت کنترل دررفت می‌توان از روش ذکر شده در استاندارد ۲۸۰۰ بهره برد
- ۱۱-۲- برای کنترل طبقه مهار شده و صحت از ضرایب ترک خوردگی اختصاص داده شده، رابطه ۹-۱۶-۱ مبحث نهم کنترل گردیده که باید کمتر از ۰/۰۵ به دست آید.

۱۲- طراحی فونداسیون

- ۱۲-۱- export نتایج آنالیز فایل اصلی Etabs به صورت فایل f2k و import کردن آن در Safe
- ۱۲-۲- ترسیم هندسه فونداسیون و اختصاص نوارهای طراحی در جهت X و Y (Strip ها)
- ۱۲-۳- مشخص کردن آیین نامه طراحی (ACI318-02 یا 05) و ترکیبات بار طراحی
- ۱۲-۴- اختصاص فنریت خاک به اندازه $1.2q_{all}$
- ۱۲-۵- Run کردن مدل و کنترل تنش خاک تحت ترکیبات بار زیر
 - ۱) مرده+زنده (۲) مرده + زنده + 0.7 زلزله جهت X (۳) مرده + زنده - 0.7 زلزله جهت X
 - ۴) مرده + زنده + 0.7 زلزله جهت Y (۵) مرده + زنده - 0.7 زلزله جهت Y
- ۱۲-۶- طراحی فونداسیون و کنترل برش پانچ

۱۳- نقشه اجرایی و Print از نرم افزار

- ۱۳-۱- نقشه اجرایی یک تیر سراسری و Print همان تیر با مقادیر آرماتور خمشی و برشی از نرم افزار
- ۱۳-۲- Print دیاگرام پوش خمش تیر سراسری آرماتورگذاری شده و مشخص کردن طول قطع تنوریک روی آن
- ۱۳-۳- Print دیاگرام پوش برش تیر سراسری و آرماتورگذاری برشی
- ۱۳-۴- موارد بالا برای یک ستون
- ۱۳-۵- نقشه اجرایی یک طبقه از دیوار برشی همراه با مقادیر محاسبه شده در نرم افزار
- ۱۳-۶- Print تنش خاک تحت ترکیبات بارگذاری ۵ گانه ذکر شده
- ۱۳-۷- Print آرماتورهای پی از Safe
- ۱۳-۸- موارد طراحی دستی ذکر شده (تیر، ستون، تیرچه و بلوک و
- ۱۳-۹- نقشه اجرایی دستگاه پله
- ۱۳-۱۰- نقشه پلان معماری، تیر ریزی و ستون گذاری
- ۱۳-۱۱-

تذکر: برای طراحی برشی تیر و ستون توجه به نکات طراحی لرزه‌ای در فصل ۲۳ مبحث نهم (اعضای با شکل پذیری متوسط) الزامی است

نکات ستون گذاری

الف) ستون گذاری بر مبنای معماری ساختمان:

- وظیفه ستون انتقال بارهای ساختمان به پی می باشد. بنابراین انتخاب محل ستون ها و فاصله آن ها از یکدیگر اهمیت پیدا می کند. محل و فاصله ستون ها باید به گونه ای باشد که با حداقل تعداد ستون، کل بارهای ساختمان به زمین منتقل شود. اگر فاصله بین ستون ها کمتر از حد معمول باشد، کیفیت فضاها از نظر معماری کاهش می یابد و اگر این فاصله بیشتر از حد معمول باشد، مقاطع تیر و ستون افزایش می یابد که این مورد، نه تنها از نظر اقتصادی به صرفه نمی باشد، بلکه ایجاد آویز در تیرها را نیز به همراه خواهد داشت
- محل ستون ها بایستی به نحوی باشد که از زیبایی ساختمان و ارتباط بین آن ها نگاهد. برای مثال در نمای ساختمان، ستون ها نباید به گونه ای قرار داده شوند که با بازشو ها تداخل داشته باشند .
- بهتر است ستون ها حتی الامکان درون دیوارها، جرز ها و کمد های دیواری مخفی شوند و داخل فضاها قرار نگیرند. گرچه در بعضی موارد این مورد اجتناب ناپذیر است
- به هنگام ستون گذاری بایستی عرض مورد نیاز برای راه پله، آسانسور و سایر فضاهای این چنینی را تامین کرد. در بعضی موارد دیده شده ستون گذاری نامناسب، باعث از بین رفتن فضای مفید آسانسور و راه پله شده و مجبور به استفاده از آسانسوری با ظرفیت کمتر می شویم. برای زمین های بالای ۲۰۰ متر، ابعاد داخل به داخل باکس آسانسور ۱۶۰ در ۲۰۰ سانتیمتر و ابعاد داخل به داخل باکس راه پله ۲۴۰ در ۴۸۰ سانتیمتر می باشد .
- محل قرارگیری ستون ها در پارکینگ بایستی به گونه ای باشد که مانع حرکت ماشین ها نباشد و فضای پرت ایجاد نکند. فضای مورد نیاز برای پارک یک ماشین (فاصله بین نازک کاری دو ستون مجاور): ۵ در ۲٫۵ متر
فضای مورد نیاز برای پارک دو ماشین در مجاورت یکدیگر: ۵ در ۴٫۵ متر

ب) ستون گذاری بر مبنای ضوابط سازه ای:

- بهتر است قاب های باربر جانبی در هر راستا، نیروی زلزله همان راستا را تحمل کنند. از آنجایی که نیروی زلزله در دو جهت عمود بر هم X و Y به سازه وارد میشود، جهت ستون گذاری نیز بایستی به نحوی باشد که قاب های موجود در سازه، عمود بر هم باشند. به عبارتی بایستی به بحث نامنظمی سیستم های غیر موازی در آیین نامه ۲۸۰۰ توجه نمود
- در قسمت هایی از ساختمان که دارای پیش آمدگی می باشند (مثل بالکن)، لازم نیست حتماً چهار طرف آن، ستون تعبیه شود، بلکه می توان بالکن را به صورت طره مدل کرد. طبق آیین نامه ۲۸۰۰ بایستی از احداث طره های بزرگتر از ۱٫۵ متر حتی المقدور اجراز شود .
- در چهار طرف اتاق پله بایستی ستون قرار داده شود. همچنین توصیه می شود در صورت امکان در چهار طرف آسانسور نیز ستون قرار گیرد.
- اگر پلان دارای فرو رفتگی یا شکستگی بود، بایستی در محل تقاطع اضلاع آن از ستون استفاده شود. توجه کنید این پس رفتگی در پلان موجب ایجاد نامنظمی هندسی در پلان سازه نشود.