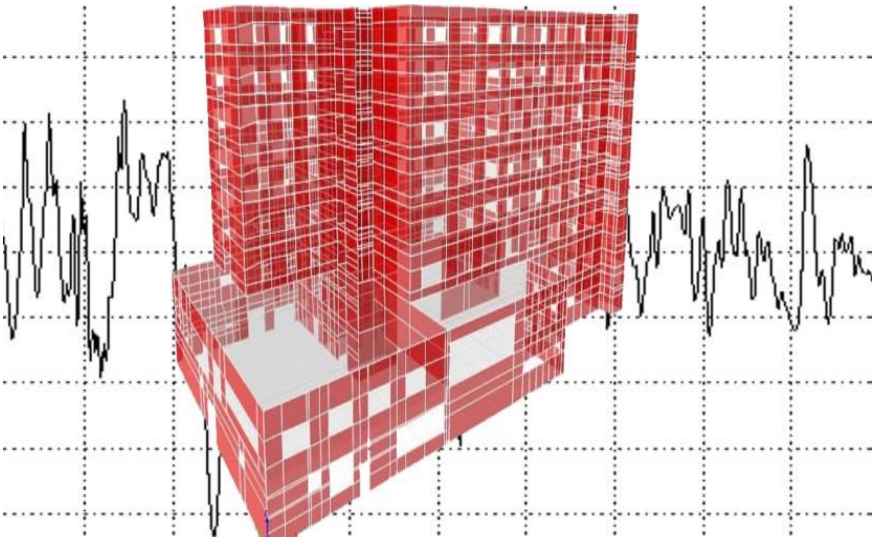
روش تحلیل گام به گام بارهای لرزه ای بر اساس IBC۲۰۱۲/ASCE۷-۱۰



در ابتدا بایستی از تمامی خوانندگان و مهندسین که با پیام های خوب خود مشوق ما در این زمینه بوده اند، قدردانی نمایم. پس از مدت ها بررسی در مورد تئوری لرزه ای و تاثیر آن بر ساختمان ها، من به فکر نوشتن مقاله ای در مورد الزامات و گام های مورد نیاز جهت انجام تحلیل لرزه ای ترغیب شدم. امیدوارم که این مقاله بتواند برای تمامی دانشجویان مهندسی و تمامی فارغ التحصیلان جهت ورود به عرصه مهندسی و مدل سازی سازه مفید باشد.

من به تمامی مهندسان اعم از دانشجویان و فارغ التحصیلان توصیه می کنم که به صورت مستقیم از نرم افزار مدل سازی استفاده نکنند. من معتقدم که در ابتدا، شناخت دانش مهندسی، روابط، الزامات استاندارد و تجسم مهندسی از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. متاسفانه، شاهد آن هستیم که بسیاری از مهندسان صرفا به مدل سازی توسط نرم افزار پرداخته و شناخت کمی از هدف تحلیل یا نحوه استفاده مناسب از این نرم افزار ها دارند. به نظر من تمامی مهندسین قادر به مدل سازی یک ساختمان، پل، راه و غیره می باشند، اما تمامی مدل ها لزوما صحیح نمی باشند. تمامی مدل ها جهت برآورده کردن الزامات مراجع و آیین نامه ها نیاز به تکرار و اصلاح دارند. ما به بررسی هنر مدل سازی و تحلیل با استفاده از نرم افزار های CSI پس از کسب اطلاعات تئوریکی کافی خواهیم پرداخت.

در صورتی که مقالات مرتبط قبلی در مورد این زمینه را مشاهده نکرده اید، بررسی این مقالات پیش از ادامه مطالعه این مقاله توصیه می شود:

- زلزله ها چگونه شکل گرفته اند؟
- اثرات زمین لرزه ها بر روی سازه ها چه مواردی می باشند؟
- شاخصه های معماری چه تاثیری بر ساختمان ها در طی وقوع زمین لرزه ها دارند؟
- پیچش ساختمان ها در طی وقوع زمین لرزه ها چگونه است؟
- چگونه ساختمان ها را جهت ایجاد عملکرد لرزه ای مناسب به صورت شکل پذیر طراحی می کنند؟
- چگونه انعطاف پذیری ساختمان ها بر روی پاسخ لرزه ای آنها تاثیر می گذارد؟
- چگونه تیر ها در ساختمان های RC در برابر زلزله ها مقاومت می کنند؟

- چگونه ستون ها در ساختمان های RC در برابر زلزله ها مقاومت می کنند؟
- چگونه اتصالات تیر-ستون در ساختمان های RC در برابر زلزله مقاومت می کنند؟
- چرا ساختمان های طبقه باز در برابر زلزله ها آسیب پذیر می باشند؟
- به چه دلیل استفاده از دیوار های برشی در ساختمان ها در نواحی لرزه ای توصیه می شود؟
- چگونه می توان اثرات لرزه ای بر ساختمان ها را کاهش داد؟

در این قسمت به بررسی موضوع این مقاله می پردازیم. با توجه به IBC۲۰۱۲ بخش ۱۶۱۳,۱:

بایستی هر سازه و اجزای غیر سازه ای متصل به سازه ها و تکیه گاه ها و ملحقات آن را به منظور مقاومت در برابر اثرات حرکات لرزه ای مطابق با ASCE۷ به استثنای فصل ۱۴ و پیوست ۱۱A طراحی کرد. نوع طرح لرزه ای برای سازه مطابق با بخش ۱۶۱۳ یا ASCE۷ تعیین می شود.

می توان در این مورد، استثنا هایی را نیز به صورت زیر ارائه کرد:

۱- خانه های تک خانوار و دو خانوار مختص به گروه لرزه ای A، B یا C که در آنها شتاب پاسخ طیفی با دوره تناوب کوتاه SS کمتر از ۰,۴g می باشند.
۲- سیستم مقاوم نیروی لرزه ای ساختمان های چوبی که مطابق با بخش ۲۳۰۸ بوده و نباید به صورت جداگانه در این بخش تحلیل شوند.
۳- سازه های ذخیره کشاورزی به منظور سکونت انسان.
۴- سازه هایی که ملاحظات خاصی نسبت به مشخصات پاسخ خود و محیط نیاز داشته و توسط این آیین نامه و ASCE۷ مورد بررسی قرار نگرفته و دیگر ضوابط لرزه ای مانند پل های عبور وسیله نقلیه، برج های انتقال برق، سازه های هیدرولیکی، خطوط انتقال مدفون و غیره ارائه می کنند.

روند تحلیل:

۱- *تعیین حداکثر زلزله در نظر گرفته شده و شتاب های پاسخ طیفی طرح*

- حداکثر شتاب پاسخ طیفی MCE زلزله حداکثر مورد نظر Ss برای دوره تناوب کوتاه (۰,۲ ثانیه) و S۱ برای دوره تناوب زیاد (۰,۱ ثانیه) را با استفاده از نقشه های شتاب طیفی در شکل های (۱)۱۶۱۳,۱ IBC تا (۶)۱۶۱۳,۳,۱ تعیین کنید.

در حالتی که S۱ کمتر یا مساوی با ۰,۰۴ و Ss کمتر یا مساوی با ۰,۱۵ می باشد، سازه به گروه لرزه ای A اختصاص می یابد.

- نوع محل را بر اساس خصوصیات خاک تعیین کنید. بایستی محل را بر اساس گروه محلی A,B,C,D,E یا F مطابق با فصل ۲۰ آیین نامه ASCE۷ تعیین کنید. در حالتی که خصوصیات خاک به صورت دقیق به منظور تعیین گروه خاک معلوم نباشد، بایستی گروه محلی D را استفاده کرد، مگر آنکه داده های ژئوتکنیکی یا رسمی تعیین کننده خاک های E یا F محلی باشند.

حداکثر شتاب های پاسخ طیفی زلزله در نظر گرفته شده را برای اثرات محلی، SMS در دوره تناوب کم و SM۱ در دوره تناوب زیاد مطابق با IBC ۱۶۱۳,۳,۳ تعیین کنید.

$$SMS= Fa\times Ss$$

$$SM۱=Fv \times S۱$$

که:

Fa= ضریب محلی تعریف شده در IBC Table ۱۶۱۳,۳,۳(۱)

Fv= ضریب محلی تعریف شده در IBC Table ۱۶۱۳,۳,۳(۲)

- شتاب پاسخ طیفی طرح با میرایی ٪۵ SDS را در دوره تناوب کوتاه و SD۱ در دوره تناوب طولانی مطابق با IBC ۱۶۱۳,۳,۴ تعیین کنید.

$$SDS= (۲/۳)SMS$$

$$SD۱=(۲/۳)SM۱$$

که:

SMS= حداکثر شتاب پاسخ طیفی زلزله در نظر گرفته شده برای دوره تناوب کوتاه مطابق با بخش ۱۶۱۳,۳,۳ می باشد.

SM۱= حداکثر شتاب پاسخ طیفی زلزله در نظر گرفته شده برای دوره تناوب زیاد مطابق با بخش ۱۶۱۳,۳,۳ می باشد.

۲. تعیین گروه طرح لرزه ای و ضریب اهمیت:

انواع حالت ریسک ساختمان ها و سازه های دیگر در IBC Table ۱۶۰۴,۵ نشان داده شده اند.

ضرائب اهمیت I در ASCE ۷-۱۰ جدول ۲-۱,۵ نشان داده شده اند. سازه ها به صورت حالت ریسک I، II یا III اعمال شده طبقه بندی شده اند به طوری که بایستی پارامتر شتاب پاسخ طیفی نگاشت شده در دوره تناوب ۱ ثانیه S۱ بزرگتر یا مساوی با ۰,۷۵ به گروه طرح لرزه ای E اختصاص یابند.

سازه های دسته بندی شده به صورت حالت ریسک IV در حالتی که پارامتر شتاب پاسخ طیفی نگاشت شده در دوره تناوب ۱ ثانیه، بزرگتر یا مساوی با ۰,۷۵ می باشد، باید به گروه طرح لرزه ای F اختصاص یابد.

بایستی سازه های دیگر را به یک گروه طرح لرزه ای مطابق با گروه ریسک آنها و پارامتر های شتاب پاسخ طیفی طرح SDS و SD۱ تعیین شده مطابق با بخش ۱۶۱۳,۳,۴ یا روش های محلی ASCE۷ تعیین کرد.

بایستی هر ساختمان و سازه را به گروه طرح لرزه ای شدید تر مطابق با جدول ۱۶۱۳,۳,۵(۱) یا ۱۶۱۳,۵,۵(۲) صرف نظر از دوره تناوب اصلی ارتعاش سازه اختصاص داد.

۳. تعیین برش پایه لرزه ای

بایستی تحلیل سازه ای شامل یک حالت از شرایط ۱۰-۷ ASCE جدول را۱۲,۶-۱ بر اساس گروه طرح لرزه ای سازه، سیستم سازه، خصوصیات دینامیکی و منظم بودن سازه و یا تایید مقام مسئول انجام داد البته استفاده از یک روند جایگزین مجاز می باشد. بایستی روند تحلیل را مطابق با الزامات بخش مرتبط با جدول ۱۲,۶-۱ تکمیل کرد.

۳,۱ تحلیل نیروی جانبی معادل

- برش پایه لرزه ای V در جهت معلوم مطابق با معادله زیر تعیین می شود:

V=Cs×W که W= وزن لرزه ای موثر می باشد.

- بایستی وزن لرزه ای موثر W یک سازه شامل بار مرده در بالای پایه و دیگر بارها شامل موارد زیر باشد:

۱- در نواحی استفاده شده جهت نگهداری، بایستی حداقل ۲۵ درصد از بار زنده کف لحاظ شود.

تبصره:

a. در حالتی که لحاظ کردن بارهای منبع ذخیره بیش از ٪۵ وزن لرزه ای موثر را در آن سطح لحاظ نمی کنند، نبایستی آن را در وزن لرزه ای موثر لحاظ کرد.
b. نباید بار مرده کف در گاراژ های عمومی و پارکینگ های باز را لحاظ کرد.

۲- در حالتی که الزامی برای پارتیشن ها در طراحی بار کف نیاز باشد، مقدار بزرگتر بین وزن پارتیشن واقعی یا حداقل وزن ۰,۴۸ سطح کف لحاظ می شود.

۳- وزن عملیاتی کلی تجهیزات ثابت.

Cs=SDS/(R/Ie)

Cs= ضریب پاسخ لرزه ای

R= ضریب اصلاح پاسخ مطابق با جدول ۱۲,۲-۱ آیین نامه ۱۰-۷ ASCE

Ei= ضریب اهمیت

نباید مقدار Cs بیشتر از مقادیر زیر باشد:

Cs=SD۱/[T×(R/Ie)] برای T<TL

Cs= (SD۱× TL)/[T×T×(R/Ie)] برای T>TL

نباید مقدار Cs کمتر از رابطه زیر باشد:

Cs=۰,۰۴۴× SDS× Ie≥ ۰,۰۱

برای سازه های واقع شده در حالتی که S۱ مساوی یا بزرگتر از ۰٫۶g باشد، Cs نباید کمتر از مقدار زیر باشد:

$$Cs= (۰٫۵\times S۱)/(R/Ie)$$

که

T= دوره تناوب اصلی سازه

TL= دوره تناوب انتقال بزرگ (مطابق با شکل ۲۲ آیین نامه ASCE۷-۱۰) می باشد که به صورت دوره تناوب انتقالی بین سرعت و قسمت های تغییر مکان کنترل شده طیف طرح می باشد (حدود ۵ ثانیه برای Gaza Strip).

می توان مقدار تقریبی Ta را به صورت زیر به دست آورد:

$$Ta= Ct\times hn^{x}$$

که

hn= ارتفاع ساختمان در قسمت بالای پایه بر حسب متر

Ct= ضریب دوره تناوب ساختمان مطابق با جدول ۱۲٫۸-۲

x= ثابت تعیین شده مطابق با جدول ۱۲٫۸٫۲

دوره تناوب اصلی محاسبه شده T نباید بیشتر از ضرب ضریب Cu در جدول ۱۲٫۸٫۱ و دوره تناوب اصلی تقریبی Ta باشد.

در حالتی که قاب های خمشی به ارتفاع بیشتر از دوازده طبقه نبوده و دارای حداقل ارتفاع طبقه ۳ متر می باشند، می توان از دوره تناوب تقریبی T بر حسب ثانیه به صورت زیر استفاده کرد:

$$Ta=۰٫۱\times N$$

که N تعداد طبقات بالای شالوده می باشد.

در پست های بعد ادامه این روند را بیان کرده و در مورد توزیع قائم نیرو های لرزه ای، توزیع افقی نیرو ها و پیچش، دریفت طبقات، اثرات بار لرزه ای و ترکیبات بار، رزونانس توضیح خواهم داد. همچنین یک مثال اجرایی را با هم بررسی خواهیم کرد.

مترجم: امیر رضا بخشی

منبع:

http://struczone.com/step-by-step-analysis-procedure-of-seismic-loads-based-on-ibc۲۰۱۲asce/۱۰-۷