دستورالعمل بین المللی ساختمان های موجود (۲۰۱۵)

فصل A۵: کاهش خطر زمین لرزه در ساختمان های بتنی موجود

بخش A۵۰۱: اهداف

A۵۰۱.۱: اهداف

هدف از این بخش ارتقای امنیت اجتماعی و رفاه اجتماعی از طریق کاهش خطر مرگ و میر یا صدمات ناشی از اثرات زمین لرزه در ساختمان های بتنی و یا ساختمان هایی با چارچوب بتنی است.

الزامات مندرج در این فصل به عنوان حداقل استانداردهای لرزه ای مربوط به سازه در نظر گرفته شده اند و اصلا به این منظور تدوین شده اند که خطرات مربوط به از دست دادن جان انسان ها و یا صدمات وارده به آن ها کاهش یابد. پذیرش این الزامات حتما به این معنا نیست که میزان کشته ها و افراد آسیب دیده و همین طور خطر زمین لرزه در ساختمان های بازسازی شده به صفر می رسد.

بخش A۵۰۲: محدوده

A۵۰۲.۱: محدوده

پیشنهاد می شود که از قوانین این فصل در مورد همه ساختمان هایی که کف و یا سقف آن ها متکی به دیوارهای بتنی تقویت شده و یا قاب ها و ستون های بتنی هستند، به کار رود. این فصل استفاده از این قوانین را برای ساختمان هایی با سقف دیافراگمی که طبق دستور العمل های تأثیر ساختمان از دیافراگم های انعطاف پذیر محسوب می شوند و همچنین برای ساختمان هایی با قاب بتنی که دیوارهای آن از جنس مصالح بنایی است، توصیه نمی کند.

ساختمان هایی که طبق قوانین لرزه ای دستورالعمل های ملی ساختمان (BOCA ۱۹۹۳)، استاندارد ۱۹۹۴ ساختمان ها، دستورالعمل ۱۹۷۶ ساختمان های یکنواخت، دستور العمل بین المللی ۲۰۰۰ و یا ویرایش های بعدی این استانداردها طراحی و ساخته شده اند، بهتر است منطبق بر همین استانداردها فرض شوند مگر این که لرزه خیزی منطقه نسبت به زمان طراحی آن ها افزایش یافته باشد.

استثنا: بهتر است که از قوانین این فصل در خصوص ساختمان هایی که در دسته بندی ریسک در گروه M (بخش A۵۰۳، الزامات کلی) قرار می گیرند، استفاده نشود.

بخش A۵۰۳: الزامات کلی

A۵۰۳.۱: کلیات

در این فصل یک روش با سه درجه برای ارزیابی نیازهای لرزه ای در بازسازی ساختمان های بتنی موجود معرفی می شود. ارزیابی ساختمان ها باید به گونه ای باشد که نشان دهد یک ساختمان منطبق بر قسمت مربوطه در روش ارزیابی است که در بخش های A۵۰۵ و A۵۰۶ و A۵۰۷ توضیح داده خواهد شد و یا به گونه ای تغییر داده شود که منطبق بر معیارهای قابل قبول مربوطه باشد. این فصل مانعی بر سر راه ارزیابی یا تغییر ساختمان ها به روش های دیگر (روش های منطقی تجزیه و تحلیل که مطابق با اصول مکانیک هستند و توسط یک مرجع صلاحیت دار به تصویب رسیده اند) برای انطباق با معیارهای قابل قبول ایجاد نمی کند.

A۵۰۳.۲: مشخصات مصالح درجا

به جز مواردی که در اینجا مجاز اعلام شده، باید رابطه تنش – کرنش برای بتن و آرماتور از طریق اطلاعات در دسترس یا انجام آزمایش تعیین شود. تمام اطلاعات در دسترس شامل نقشه های ساختمانی، محاسبات اصلی، معیارهای طراحی، مشاهدات انجام شده در محل، آزمایش ها و سابقه نوع مصالح و شیوه های ساخت و ساز رایج در زمان ساخت، باید زمان تعیین مشخصات مصالح و مواد در نظر گرفته شوند.

برای تجزیه و تحلیل درجه سوم، مقادیر حداقل و مورد انتظار در مشخصات مصالح باید طبق بخش ۲. ۱۰ در آیین نامه ASCE ۴۱ تعریف شوند.

A۵۰۳,۳: بررسی های سازه‌ای، انجام آزمایش و اعمال کنترل

بررسی های سازه ای مطابق با بخش ۱۷۰۹ از دستورالعمل های بین المللی ساختمان، باید در مورد همه سازه هایی که بازسازی لرزه ای آن ها طبق این فصل انجام شده است، لحاظ شود. بررسی های سازه ای شامل مشاهدات عینی از کار برای تطابق با اسناد تصویب شده ساختمان و تایید شرایط موجود در طول طراحی است.

آزمایش های سازه ای و کنترل مصالح جدید ساختمانی باید مطابق با دستورالعمل های ساختمان، به جز آن هایی که در این فصل توضیح داده می شوند، صورت بگیرد.

بخش A۵۰۴: حرکات زمین در محل ساختمان

A۵۰۴. ۱: حرکات زمین در محل ساختمان برای تجزیه و تحلیل درجه یک

بار زلزله ای که برای تعیین نیاز اجزا و سازه استفاده می شود، باید مطابق با ۷۵ درصد از میزان مورد نیاز در دستورالعمل های ساختمان باشد.

A۵۰۴. ۲: حرکات زمین در محل ساختمان برای تجزیه و تحلیل درجه دو

بار زلزله ای که برای تعیین نیاز اجزا و سازه استفاده می شود، باید مطابق با ۷۵ درصد از میزان مورد نیاز در دستورالعمل های ساختمان باشد.

A۵۰۴. ۳: حرکات زمین در محل ساختمان برای تجزیه و تحلیل درجه سه

حرکات زمین در محل ساختمان باید به صورت طیفی از واکنش های طراحی الاستیک (elastic design response spectrum) و مطابق با دستورالعمل های ساختمان باشد به جز این که مقدار شتاب طیفی (spectral acceleration) ۷۵ درصد از مقدار طیف واکنش ها در طرح دستورالعملی (code design response spectrum) آن باشد. مقادیر شتاب طیفی در جایی که به واسطه دستورالعمل های تأثیر ساختمان نیاز است باید همگام با ضریب اهمیت نوع کاربری افزایش یابد.

بخش A۵۰۵: روش تجزیه و تحلیل درجه یک

A۵۰۵. ۱: کلیات

همان طور که در این فصل بخش توضیح داده شده، سازه هایی که منطبق بر الزامات فصل ۴ آیین نامه ASCE ۴۱ (فاز غربال گری) هستند، نشان می دهند که طبق گزارش تحویل شده به مقامات رسمی، مطابق با این فصل می باشند.

A۵۰۵. ۲: گزارش ارزیابی

یک طراح حرفه ای باید گزارشی از خلاصه تجزیه و تحلیل برای نشان دادن حداقل انطباق با این بخش ارائه کند. این گزارش باید در بردارنده موارد زیر باشد:

۱- توصیف ساختمان
۲- خلاصه بازدید از محل ساختمان
۳- خلاصه بررسی تاریخچه اسناد
۴- داده های طراحی زمین لرزه در ارزیابی ساختمان
۵- چک لیست کامل شده
۶- محاسبات تجزیه و تحلیل بررسی های سریع
۷- خلاصه ای از نقص ها و کمبودها

بخش A۵۰۶: روش تجزیه و تحلیل درجه دو

A۵۰۶. ۱: کلیات

یک آنالیز درجه دو شامل یک تجزیه و تحلیل با استفاده از این روش های خطی است: روش نیروی جانبی ایستا (استاتیکی) یا معادل. آنالیز دینامیکی غیر خطی نیز ممکن است برای تعیین توزیع شالوده روی ارتفاع سازه استفاده شود. یک تجزیه و تحلیل حداقلی باید همه نقص های بالقوه شناسایی شده در روش های درجه اول که در این بخش مشخص شده اند را مورد بررسی قرار دهد.

اگر در تجزیه و تحلیل درجه دو شرایط غیر منطبق شناسایی شوند، باید آن ها را به گونه ای تغییر داد تا منطبق بر معیارهای قابل قبول شوند. در روشی دیگر ممکن است طراح حرفه ای ترجیح دهد روش های تجزیه و تحلیل درجه سه را برای بررسی قابلیت های سازه انتخاب کند.

A۵۰۶. ۲: محدودیت ها

در یک روش تجزیه و تحلیل درجه دو ممکن است:

۱- هیچ صفحه متعادل کننده داخلی در سیستم مقاوم نیروی جانبی نباشد.
۲- هیچ صفحه متعادل کننده خارجی در سیستم مقاوم نیروی جانبی نباشد.
۳- در هیچ طبقه ای بی نظمی های پیچشی نباشد. وجود بی نظمی های پیچشی زمانی برای یک طبقه در نظر گرفته می شودکه بیشترین جا به جایی جانبی در طبقه شامل پیچش های تصادفی در یک انتها مقطع سازه و در یک محور بیش از۱/۲ برابر میانگین جا به جایی جانبی نسبی طبقه در دو انتهای سازه باشد.
۴- در هیچ سطحی از کف و محور ساختمان بی نظمی در طبقه ضعیف وجود ندارد. طبقه ضعیف ، طبقه ای است که مقاومت آن کمتر از ۸۰ درصد طبقه بالایی آن است. مقاومت طبقه برابر با مقاومت لرزه ای همه اجزایی است که برش طبقه را برای جهتی که در دست بررسی است تقسیم می کنند.

استثنا: روش های نیروی جانبی معادل یا استاتیک باید مورد استفاده قرار بگیرند اگر:

- ارتفاع ساختمان بیشتر از ۴۸. ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) باشد.

- ساختمان دارای بی نظمی در جرم عمودی یا در سفتی (طبقه نرم) باشد. بی نظمی در جرم باید زمانی در نظر گرفته شود که جرم مؤثر هر طبقه بیش از ۱۵۰ در صد از جرم مؤثر هر طبقه مجاور آن باشد. یک طبقه نرم، طبقه ای است که سفتی جانبی آن کمتر از ۷۰ درصد از مقدار آن در طبقه بالا یا کمتر از ۸۰ درصد مقدار میانگین آن در سه طبقه فوقانی باشد.
- ساختمان دارای بی نظمی عمودی در شکل هندسی باشد. این بی نظمی باید وقتی در نظر گرفته شود که ابعاد افقی سیستم مقاوم نیروی جانبی در هر طبقه بیش از ۱۳۰ درصد از مقدار آن در طبقه مجاور باشد.
- ساختمان دارای سیستم مقاوم نیروی جانبی غیر متعامد باشد.

A۵۰۶. ۳: روش های آنالیز

آنالیز سازهای باید برای همه سازه هایی که مطابق با الزامات دستور العمل های ساختمان هستند به جز آن هایی که در بخش A۵۰۶ مشخص شده اند، انجام شود. ضریب تعدیل واکنش (R) باید بر اساس نوع سیستم مقاوم نیروی لرزه ای به کار گرفته شده و در تطابق با الزامات بخش ۱ .۴ .۱ .۳۰۱ انتخاب شود.

A۵۰۶. ۳. ۱: مدل ریاضی

یک مدل ریاضی سه بعدی از ساختار فیزیکی باید توزیع فضایی جرم و سفتی سازه تا حدی که برای محاسبات قابل توجه در توزیع نیروهای جانبی کافی باشد را نشان دهد. همه اعضای بتنی و بنایی باید در این مدل لحاظ شوند.

استثنا: قسمت های بتنی یا بنایی که از اعضای قابی بتنی و کف بالا جدا شده اند.

کف های بتنی تقویت شده‌ی در محل با نسبت دهانه به عمق کمتر از سه به یک ، جزء دیافراگم های صلب در نظر گرفته می شوند. سایر کف ها شامل کف های ساخته شده با اجزای پیش ساخته با یا بدون بتن تقویت شده در بالا، باید عملکرد آن ها طبق استاندارد های تأثیر ساختمان مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرد تا در صورتی که نیاز به لحاظ کردن دیافراگم نیمه صلب است، این موضوع مشخص شود. تأثیر پذیری سفتی (صفحات داخلی) در دیافراگم ها شامل اثرات شکاف ها و گسستگی بین اجزای پیش ساخته باید در نظر گرفته شود. سازه پارکینگ ها که دارای رمپ به جای یک طبقه هستند، باید به گونه ای مدل سازی شوند که توزیع تقربی جرم روی هر رمپ را نشان دهد. سفتی جانبی رمپ ممکن است به صورت داشتن مشخصاتی بر پایه مقاطع عرضی بدون ترک در یک دال در تیرها یا شاه تیرها محاسبه شود.

A۵۰۶. ۳. ۲: سفتی عضو

سفتی عضو باید بر مبنای مقدار تقریبی ارائه شده در جدول ۵-۱۰ در آیین نامه ASCE۴۱ محاسبه می شود.

A۵۰۶.۴: طراحی، تشریح الزامات و اثرات بار عضو سازه ای

طراحی و توضیح جزئیات اعضا در یک سیستم مقاوم نیروی لرزه ای باید مطابق با الزامات دستورالعمل های بین المللی ساختمان باشند مگر مواردی خاصی که در اینجا مشخص شده اند.

A۵۰۶.۵: معیارهای قابل قبول

مقاومت محاسبه شده نباید کمتر از اثر بار روی آن عضو باشد.

A۵۰۶. ۵. ۱: ترکیبات بار

در طراحی ضریب مقاومت و بار (طراحی مقاوم)، سازه ها و همه بخش های آن باید در مقابل بیشترین اثرات مهم ترکیب بارهای توضیح داده شده در دستورالعمل های ساختمان مقاومت کند.

استثنا: در تیر ها یا ستون های بتنی، اثر برشی باید بر مبنای بیشترین ترکیب بار توضیح داده شده در دستورالعمل ساختمان تعیین شود. اثرات برشی بار به دلیل نیروهای لرزه ای باید در ضریب cd ضرب شوند اما طبق معادله A۵-۴ اثرات برشی ناشی از بار ترکیبی لازم است که بزرگ تر از Ve نباشد. M_{pr1} و M_{pr2} دو لنگر نهایی هستند که فرض می شود در یک راستای مشابه (ساعت گرد و پاد ساعت گرد) و بر مبنای تنش کششی فولاد باشند که این تنش برابر با $1/25f_y$ و f_y تنش تسلیم است.

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L} \pm \frac{W_g}{2}$$

که در آن:

W_g: بار ثقلی کل روی تیر

A۵۰۶. ۵. ۲: تعیین مقاومت اعضا

مقاومت یک عضو باید به وسیله حاصل ضرب مقاومت اسمی عضو در ضریب کاهش مقاومت، ϕ، تعیین شود. مقاومت اسمی عضو نیز طبق دستورالعمل های ساختمان مشخص می شود.

بخش A۵۰۷: روش تجزیه و تحلیل درجه سه

A۵۰۷. ۱: کلیات

یک ارزیابی درجه سه باید به وسیله استفاده از روش استاتیکی غیرخطی یا روش دینامیکی غیرخطی در بخش ۱۰. ۳. ۱. ۲. ۲ از آیین نامه ASCE۴۱ انجام شود. فرضیات کلی و الزامات بخش ۱۰. ۳ آیین نامه ASCE۴۱ به جز آنهایی که مربوط به قاب های بتنی با نقاط کشیده شده روی نقشه، باید در ارزیابی استفاده شود. دستور العمل های بین المللی کاهش سطح حرکات زمین در محل مورد نظر مطابق با بخش A۵۰۴. ۳ برای این ارزیابی مجاز اعلام شده‌اند. سازه هایی که در ارتباط با آیین نامه ASCE۴۱، معیارهای قابل قبول ایمنی زندگی (LS)هستند، همگی در تطابق با این فصل فرض می شوند. اگر در یک ارزیابی درجه سه شرایط غیر منطبق شناسایی شود، باید آن ها را به گونه ای که مطابق با معیارهای قابل قول بشوند تغییر داد.