

بررسی آیین نامه انواع خرابی پیشرونده

هر سازه و ساختمان مثل یک سیستم عمل می کند که از اجزای مختلفی از قبیل سقف، کف، دیوار و ستون تشکیل شده است. این اجزا به یکدیگر متصل بوده و با هم در ارتباط هستند. هر گونه تغییر در یکی از اجزای ساختمان می تواند بر سایر اجزا نیز تاثیرگذار باشد. به عنوان مثال در صورت بروز زلزله، اگر بخشی از سقف یک ساختمان آسیب ببیند می تواند به ستون ها نیز فشار وارد کرده و آسیب بزند. از سوی دیگر اگر یک نوع نقص در بخشی از ساختمان وجود داشته باشد که به موقع ترمیم و اصلاح نشود، می تواند باعث آسیب سایر بخش ها شود. این نقص می تواند خرابی در سیستم تاسیسات داخلی ساختمان باشد یا نمای خارجی ساختمان. آنچه که در حفظ ایمنی و زیبایی ساختمان اهمیت دارد، این است که خرابی ها به موقع تشخیص داده شود و در جهت رفع آنها اقدامات لازم صورت گیرد. چون اکثر خرابی های مشاهده شده در اجزای ساختمان، به مرور زمان بیشتر شده و به عنوان یک یا چند مدل از انواع خرابی پیش رونده موجب تخریب ساختمان خواهد شد. به همین دلیل در این مقاله قصد داریم که با انواع خرابی پیش رونده بیشتر آشنا شویم.



آیین نامه انواع خرابی پیشرونده

www.markazeaahan.com

انواع خرابی پیش رونده

مفهوم خرابی پیش رونده، به معنای تخریب کل یا بخش بزرگی از یک سازه است که به دلیل ترک یا شکست در مقیاس کوچکتر در یک جزء ساختمان شروع شده و سپس به اجزای مختلف ساختمان گسترش یافته است. علت ایجاد انواع خرابی پیش رونده می تواند از چند منشأ مختلف باشد. عمده ترین دلیل ایجاد این خرابی، این است که یک بارگذاری

غیرمتعارف به اجزای ساختمان تحمیل شود. این بارگذاری غیر متعارف می تواند بر اثر ضعف و شکست فونداسیون، ساخت و ساز ناقص، ضربات سنگین و ناگهانی و یا حتی تغییرات شدید در فشار هوا بر اثر انفجار باشد.

چنانچه در فونداسیون یک سازه بر اثر عواملی مثل فرسایش، زمین لرزه یا انفجار شکست کوچکی رخ دهد، منجر به از دست دادن نگهدارنده های اصلی سازه شده و خرابی پیش رونده ظاهر می شود. همچنین برداشتن ستون های نگهدارنده ساختمان در زمان نامناسب موجب شکست موضعی شده و انواع خرابی پیش رونده را موجب خواهد شد. از سوی دیگر در انفجارهای بزرگ، موج شدیدی از هوای متراکم به اجزای ساختمان فشار وارد کرده و موجب گسترش خرابی در کل ساختمان می شود. هر یک از این عوامل منجر به بروز نوع خاصی از خرابی پیش رونده می گردد. مهم ترین انواع خرابی پیش رونده شامل موارد ذیل می باشد:

- خرابی زیبایی
- خرابی فروریزی
- خرابی مقطعی
- خرابی پن کیکی
- خرابی ترکیبی

خرابی زیبایی

خرابی زیبایی یکی از [انواع خرابی پیش رونده](#) است که عمدتاً در دیوارهای حائل و سازه های پل ها اتفاق می افتد. هنگامی که یکی از کابل ها پاره شود، موجب پارگی کابل های دیگر شده و کل سازه پل، پایداری خود را از دست داده و دچار خرابی پیش رونده به صورت زیبایی شکل می شود. این مدل از انواع خرابی پیش رونده طی مراحل زیر شروع شده و گسترش می یابد:

- یک یا تعداد کمی از اجزای سازه دچار خرابی اولیه می شود.
- نیروهای ناشی از خرابی به بخش های دیگر سرایت می کند.
- بارهای ضربه ای به بخشی از سازه فشار می آورد.

- بخش باقی مانده سازه به بارهای ضربه ای واکنش دینامیکی نشان می دهد.
- سایر اجزای نزدیک به عنصر خراب شده تحت اثر ترکیب بارهای استاتیکی و دینامیکی قرار گرفته و دچار خرابی می شوند.
- مرحله قبل در سایر اجزای سازه پیشروی می کند و موجب خرابی پیش رونده می شود.

خرابی مقطع



خرابی مقطع مشابه خرابی زیبایی است؛ با این تفاوت که جهت تخریب در مقطع سازه می باشد. در این نوع خرابی زمانی که بخشی از یک سطح مقطع سازه دچار برش می شود؛ نیروی مقطع بین باقی مانده سازه پخش خواهد شد. به همین دلیل، نیروی وارد بر مقطع زیاد شده و موجب گسیختگی آن می گردد. در این حالت بر اساس قوانین دینامیکی و استاتیکی، تنش ها در اطراف محل گسیختگی با کمتر شدن فاصله به سمت بی نهایت میل می کنند و موجب پیشروی تخریب در کل سازه می شوند.

خرابی پن کیک

خرابی پن کیک یکی از انواع خرابی پیش رونده است که به طور واضح در انفجار برج های تجارت جهانی سال ۲۰۱۱ مشاهده شد. در این نوع خرابی ابتدا برخورد هواپیماها و آتش سوزی ناشی از برخورد آنها موجب ایجاد خرابی های موضعی در محل اصابت شده و سپس این خرابی ها در کل سازه گسترش یافت و موجب سقوط برج گردید. مراحل پیشرفت خرابی پن کیک به صورت زیر است:

- ابتدا اجزای باربر عمودی دچار خرابی اولیه می شوند و بر اثر این خرابی، خاصیت باربری عمودی اجزا از بین می رود.
- اجزای باربر عمودی دچار جدایش جزئی و کلی شده و بر اثر این جدایش، سقوط می کنند.
- انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی تبدیل می شود.
- اعضای جدا شده و خراب شده بر روی قسمت باقی مانده سازه اصابت می کنند.
- خاصیت باربری اجزای دیگر سازه بر اثر اصابت، از بین می رود.
- خرابی در کل سازه در جهت قائم پیشروی می کند.

خرابی دومینویی

یکی از انواع خرابی پیش رونده، خرابی دومینویی است که عمدتاً در حین زلزله و در سازه های فاقد مهار جانبی مناسب به وجود می آید. مشخصه اصلی خرابی دومینویی، عمود بودن نیروهای اصلی اجزای خراب شده بر جهت تخریب است. مکانیسم عملکرد تخریب دومینویی شامل مراحل زیر می باشد:

- ابتدا یک جز ساختمان دچار واژگونی می شود.
- جزء ساختمان پس از واژگونی، حول یک گوشه از آن جز مورد نظر می افتد.
- انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی تبدیل می شود.
- ضربه جانبی عنصر تخریب شده به اجزای مجاور، باعث ایجاد ترکیبی از نیروهای استاتیکی و دینامیکی می شود.
- خرابی ایجاد شده در جهت واژگونی عنصر اولیه پیش روی می کند.



خرابی ترکیبی همانطور که از نام آن نیز مشهود است، شامل چند مدل از انواع خرابی پیش رونده می باشد. نکته قابل توجه در رابطه با انواع خرابی پیش رونده این است که اکثر موارد آن که تاکنون در سازه های مختلف رخ داده است، کاملاً بر یک نوع و مدل خاص منطبق نیستند. به گونه ای که بسیاری از تخریب های رخ داده در سازه ها ترکیبی از انواع خرابی پیش رونده هستند. به عنوان مثال تخریب رخ داده در ساختمان فدرال مورال ترکیب از دو نوع خرابی دومینویی و فروریزی بوده است.

در سازه های مرتفع، با افزایش فاصله ستون ها پتانسیل وقوع ترکیبی از انواع خرابی پیش رونده افزایش می یابد. گسترش ترکیب خرابی در سازه های با اتصالات گیردار، بیشتر از سازه های با اتصالات مفصلی است. خرابی پیش رونده در مقدار جابجایی قاب های خمشی، تأثیر چندانی نداشته ولی در حالت قاب مهاربندی، مقدار جابجایی افزایش می یابد.

روش های پیشگیری از انواع خرابی پیش رونده

انواع خرابی پیش رونده منجر به صدمات جانی و مالی گسترده ای می شود. به همین دلیل، نیاز است که راهکارهایی برای پیشگیری از انواع خرابی پیش رونده در سازه ها در نظر گرفته شود. در آیین نامه ها و استانداردهای بین المللی،

سه روش عمده برای مقاوم سازی ساختمان ها در برابر انواع خرابی پیش رونده توصیه شده است که شامل روش طراحی مستقیم، روش طراحی غیرمستقیم و روش کنترل حادثه می باشند.

روش طراحی مستقیم

روش طراحی مستقیم، مقاومت کافی برای ایستادگی در برابر حوادث را در اجزای بحرانی سازه تعیین می کند. در این روش، پس از شناسایی عناصر بحرانی سازه، مهندس طراح تلاش می نماید تا آن عنصر سازه را به گونه ای طراحی کند که بتواند بیشترین کارایی را در برابر انواع خرابی پیش رونده داشته باشد. این اجزا و عناصر باید مقاومت و سختی کافی را برای ایستادگی در برابر بارهای بحرانی داشته باشند. در این روش سازه به گونه ای طراحی می شود که بتواند خرابی موضعی پیش آمده را تعدیل کرده و مسیر جدیدی برای انتقال بارهای تحمیلی به وجود آورد.

در نوع مکمل این روش، یک عنصر اصلی و بحرانی سازه به صورت فرضی حذف شده و شرایط بارگذاری مورد بررسی قرار می گیرد. یعنی وضعیت پایداری سازه در حالتی که آن عنصر حذف شده باشد؛ محاسبه می گردد. فرض اصلی در این روش این است که وقتی یک عنصر سازه ای برداشته می شود، سازه بایستی پایدار باشد تا بتواند بارهای موجود در باقیمانده عناصر را برای یک مدت زمان کافی تحمل کند. به عنوان مثال اکثر تیرهای موجود در قاب، قادر هستند پس از حذف ستون، بر روی اجزای دیگر پل بزنند. به طور کلی می توان ادعا کرد روش استاتیکی خطی نسبت به روش های دیگر محافظه کارانه تر عمل می نماید. در انواع خرابی پیش رونده از شاخص حساسیت برای تعیین بحرانی ترین ستون استفاده می گردد. مقدار این پارامتر به ظرفیت باربری کلی سازه قبل و بعد از حذف ستون بستگی دارد.

روش طراحی غیر مستقیم

روش طراحی غیر مستقیم یکی دیگر از روش های پیشگیری از انواع خرابی پیش رونده است. تمرکز اصلی این روش بر مشخص کردن حداقل مقاومت، پیوستگی و شکل پذیری اتصالات بین اعضا و مصالح سازه است تا بتواند در برابر انواع خرابی پیش رونده مقاومت کند. طبق اصول این طراحی، اگر مقاومت، پیوستگی و شکل پذیری اجزاء تشکیل دهنده نسبت به مقادیر معمول تعیین شده در آیین نامه ها بیشتر باشد، هیچ یک از انواع خرابی پیش رونده رخ نخواهد داد.

روش کنترل حادثه

ساده ترین روش پیشگیری از وقوع انواع خرابی پیش رونده همان روش کنترل حادثه است. چون بیشترین عامل ایجاد انواع خرابی پیش رونده، حوادث غیرعادی از قبیل انفجار گاز یا برخورد وسایل نقلیه می باشد که در صورت کنترل این حوادث، احتمال وقوع انواع خرابی پیش رونده نیز به صفر میرسد.

جمع بندی

در این مقاله با انواع خرابی پیش رونده آشنا شدیم. منظور از خرابی پیش رونده گسترش یک شکستگی کوچک در اجزای ساختمان به بخش های وسیع تر سازه و در نهایت خرابی کل سازه می باشد. انواع خرابی پیش رونده می توانند ناشی از حوادثی از قبیل زلزله، انفجار و یا برخورد وسایل باربری سنگین به سازه پیش آیند. مهمترین انواع این خرابی شامل خرابی زیبایی، دومینویی، پن کیکی و ترکیبی است.

در هر یک از انواع خرابی پیش رونده ابتدا یک عامل خارجی مثل انفجار یا ضربه موجب بر هم خوردن تعادل نیروها شده و پس از اعمال بار اضافی به چیدمان استاتیکی سازه آسیب میزند. بر اثر آسیب دیدن یک عضو از سازه، در واقع آن عضو خاصیت تحمل بار خود را از دست داده و با حذف شدن آن، بار اضافی به سایر اعضای سازه تحمیل می شود. سپس کل سازه به دلیل عدم توان کافی برای مقاومت در برابر بار تحمیل شده دچار شکست به سبک یکی از انواع خرابی پیش رونده می شود.

عمدتا در تخریب های رخ داده، ترکیبی از انواع خرابی پیش رونده مشاهده می شود. بهترین راهکار برای پیشگیری از وقوع انواع خرابی پیش رونده، مقاوم سازی سازه در صورت حذف یک عضو تاثیرگذار در سازه است. برای محاسبات مقاوم سازی سازه در برابر انواع خرابی پیش رونده سه روش جلوگیری از حادثه، روش طراحی مستقیم و روش طراحی غیر مستقیم وجود دارد.