روشی برای طراحی لرزه‌ای مبتنی بر آسیب سازه‌های قاب خمشی فولادی همراه با نامنظمی پیچشی

محمد احسان مسائلی، فرهاد بهنام فر، مرداد ۱۴۰۳

طراحی لرزه‌ای سازه‌ها روش‌های مختلفی دارد. یکی از شیوه‌های طراحی لرزه‌ای، طراحی مبتنی بر نیروست. در این روش زمین‌لرزه به شکل نیروهای افقی استاتیکی معادل‌سازی و ملاک طراحی قرار می‌گیرد. در این روش معمولاً اعضای مشابه سازهٔ مدنظر به صورتی طراحی می‌شوند که ظرفیت شکل‌پذیری یکسانی داشته باشند اما درعمل فقط تعدادی محدودی از آن‌ها هنگام زلزله وارد ناحیه غیرخطی شده و از ظرفیت پلاستیک آن‌ها استفاده می‌شود. در بسیاری از زلزله‌ها، طبقات تحتانی سازه‌ها بیشتر از سایر طبقات در معرض آسیب قرار دارند. یکی دیگر از شیوه‌های طراحی لرزه‌ای، طراحی بر مبنای عملکرد است که با تعریف سطوح عملکردی، چارچوبی کلی را در طراحی لرزه‌ای سازه‌ها معرفی می‌کند. از جمله این شیوه‌ها می‌توان به روش‌های طراحی بر مبنای تغییر مکان و طراحی بر اساس کنترل آسیب اشاره کرد. در این تحقیق از شیوهٔ جدید برای طراحی لرزه‌ای سازه‌ها استفاده می‌شود. هدف اصلی استفاده از این روش این است که با کمک‌گرفتن از روش طراحی بر اساس تغییر مکان، بتوان سازه‌های دارای نامنظمی پیچشی را بر اساس خسارت معین، طراحی نمود. در این روش ابتدا سازه‌های موردمطالعه تحت تحلیل دینامیکی فزاینده با ۱۱ شتاب‌نگاشت قرار گرفته و هر شتاب‌نگاشت ۱۰ الی ۱۵ مرتبه مقیاس می‌شود. در هر مقیاس، شاخص آسیب پارک و آنگ برای طبقه‌ای که بیشینهٔ نسبت دریفت حداکثر در بین زلزله‌ها را دارد، محاسبه می‌گردد. پس از آن، شاخص خسارت و حداکثر نسبت دریفت طبقه به‌عنوان نمایندهٔ آن شتاب مقیاس، به نقطه‌ای داخل نمودار نسبت دریفت ـ شاخص خسارت برای هر میزان از خروج از مرکزیت جرمی تبدیل خواهدشد. در مرحلهٔ بعد، از نمودار نقطه‌ای به‌دست‌آمده رگرسیون خطی گرفته می‌شود و تابع حاصل‌شده از این رگرسیون که متغیر وابستهٔ آن نسبت دریفت است، مشخص می‌گردد. بعد از این اقدام، با انتخاب شاخص خسارت مبنا و قراردادن آن در تابع رگرسیونی مشخص شده، مقدار دریفت طراحی آن سازه محاسبه‌شده و با مبنا قراردادن مقدار دریفت طراحی و استفاده از آیین‌نامه طراحی بر اساس تغییر مکان، برش پایهٔ متناظر با سازهٔ مدنظر تعیین و سازه طراحی می‌گردد. پس از آن، به‌منظور ارزیابی عملکرد سازه‌های طراحی‌شده به روش کنترل آسیب، این سازه‌ها تحت تحلیل دینامیکی غیرخطی قرار خواهند گرفت و مقادیر شاخص خسارت طبقات برای آن‌ها مشخص خواهدشد. با بررسی نتایج می‌توان به این مسئله پی برد که آیا شاخص آسیب طبقات از حد ازپیش تعیین شده (شاخص خسارت مبنا) تجاوز می‌کند یا در حدود مدنظر باقی خواهد ماند. این روش طراحی، برای سازه‌های فولادی با قاب خمشی ویژه و نامنظم در پلان با خروج از مرکزیت جرمی ۰، ۵ و ۱۰درصد با ارتفاع ۵ و ۱۰ طبقه در منطقه‌ای با شدت لرزه‌خیزی زیاد و خاک نوع C ارائه گردیده است. با بررسی نمودار نسبت دریفت ـ شاخص خسارت سازه‌های موردمطالعه، مشاهده شد که پراکندگی نقاط نسبت به خط رگرسیونی کم می‌باشد و تابع بدست آمده، تابع مناسبی است. با انجام تحلیل دینامیکی غیرخطی در سازه‌های طراحی‌شده به روش کنترل آسیب، نتایج نشان داد که میانگین شاخص آسیب طبقات در سازهٔ ۵ طبقه بدون نامنظمی پیچشی، سازهٔ ۵ طبقه با خروج از مرکزیت پیچشی ۵ درصد، سازهٔ ۵ طبقه با خروج از مرکزیت پیچشی ۱۰ درصد، سازهٔ ۱۰ طبقه بدون نامنظمی پیچشی، سازهٔ ۱۰ طبقه با خروج از مرکزیت پیچشی ۵ درصد و سازهٔ ۱۰ طبقه با خروج از مرکزیت پیچشی ۱۰ درصد به ترتیب ۰.۲۳۳، ۰.۲۲۶، ۰.۲۱۴، ۰.۲۵۵، ۰.۲۳۴ و۰.۲۱۲ می‌باشد. این مقادیر به اندازه‌ی کافی از شاخص آسیب مبنا (شاخص آسیب ۰.۴) کمتر هستند که این موضوع نشانگر این است که این روش مناسب و ایمن است. همچنین بیشترین شاخص آسیب طبقات برای سازه‌های بیان شده به ترتیب ۰.۳۸۹، ۰.۳۷۵، ۰.۳۶۰، ۰.۳۹۲، ۰.۳۷۷ و ۰.۳۶۵ می‌باشد. این مقادیر نشان می‌دهند که بیشترین شاخص آسیب طبقات (بحرانی ترین حالت) در سازه‌های طراحی‌شده با روش کنترل آسیب، با اختلاف اندک برابر با آسیب از پیش تعیین شده (شاخص آسیب ۰.۴) می‌باشند .

کلمات کلیدی: شاخص آسیب پارک و آنگ، تحلیل دینامیکی فزاینده، طراحی بر اساس تغییر مکان، دریفت طبقات، تابع رگرسیونی.