

Evaluation of Progressive Collapse Potential of a Steel Building Subjected to Two Columns Failure After Earthquakes

Fariborz Nateghi Elahi

Professor, Structural Engineering Research Center
nateghi@iiees.ac.ir

Mehran Seyed Razzaghi, Niloofer Parsaei

Progressive collapse is a kind of failure in which the collapse of one or several load bearing elements is ended in partial or total collapse of structures. If earthquakes induce progressive collapse, seismic and gravity loads cause initial failure propagating to other parts of structures. Therefore, seismic progressive collapse can occur in structures regardless the number of stories. In this paper the behavior of a one story steel building is studied to investigate the effect of initial damaged column position on the seismic progressive collapse. In this regard, the critical position of damaged column has been identified first and then, the effect of damaged column is studied. Accordingly, nonlinear dynamic analysis has been used to obtain the fragility curves of the structure and investigate its failure probability. A damage index has also been used to validate the results. Based on the results obtained in this research, the initial failure of a middle column can increase the failure probability of structures during earthquakes. Besides, among the evaluated design parameters, the failure probability is changed significantly in the columns in accordance with their axial loads.

Keywords: Progressive damage, Steel framed buildings, Probability, Column, Failure, Earthquake

ارزیابی پتانسیل خرابی پیشرونده در ساختمان فولادی تحت اثر از دست دادن دو ستون بعد از وقوع زلزله

فریبرز ناطقی الهی

استاد پژوهشکده مهندسی سازه nateghi@iiees.ac.ir

مهران سیدرزاقی، نیلوفر پارسایی

خرابی پیشرونده از مباحث مهم در تخریب سازه‌ها در برابر نیروهای آتی بخصوص زلزله و برخورد ناشی از انواع نیروهای محرکه می‌باشد. در این تحقیق، برای بررسی سازه‌های فولادی در اثر از دست دادن دو ستون بعد از زلزله‌ها لاشی صورت گرفته است. قسمت اول این تحقیق به تئوری حاکم بر خرابی پیشرونده و سپس طی مراحل آزمایشگاهی با ضعیف‌سازی ستونها به ترتیب نتایج حاصل شده است که در گزارش به روش دقیق تحلیل اشاره شده است. همان‌گونه که از نتایج این بررسی آزمایشگاهی مشخص است، اهداف تحقیق به شرح ذیل بوده که برای هر یک از مبانی مطرح شده و نتایج قابل توجه‌ای بدست آمده است. نظر به امکان تخریب ستونها در سازه‌ها به هنگام زلزله و یا سایر موارد، اهداف مد نظر این رساله عبارتند از:

- شناسایی رفتار سازه (اعم از تغییر شکل‌ها و جابه‌جایی‌ها) در صورت وجود ضعف اولیه به صورت تحلیلی و آزمایشگاهی؛
 - بررسی اثر موقعیت ستون ضعیف در رفتار سازه؛
 - ارزیابی تأثیر تعداد دهانه‌ها در دو جهت اصلی سازه بر روی رفتار سازه؛
 - ارزیابی تأثیر نسبت طول دهانه‌ها در دو جهت اصلی سازه بر روی رفتار سازه؛
 - ارزیابی احتمال خرابی ستونهای مختلف بر اساس تئوری منحنی شکنندگی؛
 - ارزیابی الگوی خرابی سازه به هنگام وقوع زلزله.
- با جمع‌بندی نتایج بدست آمده از مطالعات تحلیلی و آزمایشگاهی می‌توان نتیجه گرفت که در ساختمان فولادی یک طبقه در صورت وجود ضعف در یکی از ستونهای سازه:
- رفتار غیرخطی سازه با آنچه در سازه‌های بدون ضعف اولیه انتظار می‌رود، متفاوت خواهد بود. به عبارتی، مشابه سازه‌های معمول خرابی در سازه به صورت یکنواخت توزیع نشده و در مجاورت ستون ضعیف متمرکز می‌گردد؛
 - به هنگام وقوع زلزله سازه دچار پیچش شده و تغییر شکل‌های غیرخطی اعضای سازه‌ای مجاور ستون ضعیف بیشتر از المان‌های دورتر می‌باشد؛
 - با افزایش نسبت تعداد و طول دهانه‌های سازه در راستای عمود بر اعمال بار به تعداد آنها در راستای دیگر رفتار سازه بحرانی‌تر خواهد بود؛
 - موقعیت ستون ضعیف بحرانی در حالتی که خرابی پیشرونده ناشی از بارهای ثقلی باشد کاملاً متفاوت از موقعیت آن به هنگام وقوع خرابی پیشرونده ناشی از اثر توأم بارهای لرزه‌ای و ثقلی می‌باشد؛
 - علی‌رغم اینکه مطالعات خرابی پیشرونده در سازه‌ها به صورت مستقل از علت وقوع خرابی اولیه انجام می‌شوند، در این مطالعات، علت وقوع خرابی یا نیروی زلزله باید در نظر گرفته شود. بنابراین خرابی پیشرونده لرزه‌ای را نمی‌توان به صورت مستقل از علت وقوع خرابی اولیه مورد بررسی قرار داد.

واژه‌های کلیدی: خرابی پیشرونده، ساختمانهای فولادی، آزمایشگاه، خرابی ستون، انفجار، زلزله