

طراحی عملکردی سازه‌ها براساس کنترل خسارت لرزه‌ای برای سازه‌های با قاب خمشی فولادی ویژه

چکیده

برای طراحی لرزه‌ای سازه‌ها روش‌های متفاوتی وجود دارد. در میان این روش‌ها می‌توان به روش آیین‌نامه‌ای و روش‌های عملکردی، روش‌هایی که به‌طور مستقیم (مانند روش طراحی بر اساس کنترل خسارت) و یا غیرمستقیم (مانند روش طراحی بر اساس تغییرمکان) با مفهوم آسیب ارتباط دارند، اشاره نمود. در طراحی لرزه‌ای سازه‌ها در روش آیین‌نامه‌ای (نیرویی)، زمین‌لرزه در قالب نیروهای افقی استاتیکی معادل‌سازی و مبنای طراحی قرار داده می‌شود. دلیل استفاده از روش نیرویی، سادگی و سرعت در انجام محاسبات آن، می‌باشد. روش‌های طراحی لرزه‌ای بر اساس عملکرد، با تعریف سطوح عملکردی، چارچوب جدید و کلی را در طراحی لرزه‌ای سازه‌ها معرفی می‌کنند. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش‌های طراحی بر اساس تغییرمکان و طراحی بر اساس کنترل خسارت اشاره نمود. در روش طراحی لرزه‌ای بر اساس تغییرمکان، یک تغییرمکان حداکثر با توجه به سطح عملکرد موردنیاز برای سازه در نظر گرفته می‌شود و سازه با یک سیستم یک درجه آزاد با سختی و میرایی معادل جایگزین می‌شود. حال با داشتن سختی و میرایی معادل نیروی برش پایه محاسبه‌شده و سازه طراحی می‌گردد. در روش طراحی بر اساس کنترل خسارت، می‌توان با انتخاب یک میزان خرابی در سطح کلی یا محلی، سازه را به نحوی طراحی نمود که میزان خرابی از حد در نظر گرفته‌شده تجاوز ننماید.

در این تحقیق، از روشی جدید برای کنترل آسیب در سازه استفاده گردیده و جزئیات آن ارائه شده است. در این روش ابتدا شاخص خسارت اصلاحی پارک و انگ که توسط کناس و همکاران (۱۹۹۲) به‌دست آمده، و بر اساس نسبت تغییرشکل‌ها و نسبت انرژی‌ها می‌باشد، به‌وسیله رگرسیون و آنالیزهای متعدد به شاخصی بر اساس دررفت تبدیل شده و بعد از محاسبه دررفت مناسبی که از شاخص خسارت به‌دست آمده است، برش پایه متناظر با آن در سطح عملکردی موردنظر تعیین می‌گردد و سازه‌ها با استفاده از نیروی برش پایه‌ی جدید، طراحی می‌شوند. به این منظور در ابتدا سازه‌های ۴، ۸ و ۱۲ طبقه، که می‌توان آن‌ها را به ترتیب نماینده‌ی سازه‌های کوتاه مرتبه، میان مرتبه و نسبتاً بلندمرتبه در نظر گرفت، در منطقه‌ای با خاک نوع D و طبق استاندارد ASCE 7-16 با استفاده از نرم‌افزار ETABS طراحی شده‌اند و سپس با استفاده از روش مفصل متمرکز در نرم‌افزار OpenSees، به‌منظور انجام تحلیل‌های دینامیکی غیرخطی، مدل‌سازی شده‌اند. در پایان روند طراحی با استفاده از شتاب‌نگاشت زلزله‌های مختلف و انجام مجدد تحلیل‌های دینامیکی غیرخطی با استفاده از نرم‌افزار OpenSees بر روی سازه‌های طراحی شده با استفاده از روش جدید، نشان داده خواهد شد که شاخص خرابی در محدوده عملکردی موردنظر باقی می‌ماند. بعلاوه روش پیشنهادی درک مناسب‌تری از رفتار غیرخطی سازه‌ها تحت زلزله ارائه می‌نماید.

همچنین مقایسه‌ای بین روش طراحی بر اساس کنترل خسارت و روش نیرویی صورت گرفت و نشان داده شده که در روش کنترل خسارت نیروی برش پایه برای سازه‌های ۴، ۸ و ۱۲ طبقه به ترتیب ۸/۹۵٪، ۶/۱۱٪ و ۶/۰۳٪ کمتر از روش نیرویی به دست آمد که این امر موجب افزایش زمان تناوب و نرم‌تر شدن سازه می‌گردد. شایان‌ذکر است که این نتایج مربوط به شاخص خرابی هدف ۰/۴ می‌باشد و اگر شاخص خرابی هدف کمتر از ۰/۴ مدنظر باشد نیروی برش پایه افزایش یافته و سازه سنگین‌تر می‌شود. برای نشان دادن این موضوع نیز سازه‌ها مجدداً با استفاده از شاخص خرابی هدف ۰/۲ طراحی گردیدند و مقایسه‌ای بین نتایج در شاخص خرابی هدف ۰/۴ و ۰/۲ صورت گرفت. نیروی برش پایه‌ی طراحی که برای شاخص خرابی هدف ۰/۲ محاسبه گردید، به ترتیب برای سازه‌های مذکور، ۲۳/۲٪، ۱۵/۶۵٪ و ۱۶/۵۵٪ بیشتر از نیروی برش پایه در شاخص خرابی هدف ۰/۴ به دست آمد. این افزایش نیروی برش پایه موجب افزایش ابعاد مقاطع، سخت‌تر شدن سازه و در نتیجه کاهش حداکثر دررفت طبقات می‌گردد.

کلمات کلیدی

طراحی بر اساس کنترل خسارت، شاخص خرابی پارک و انگ، دررفت، تحلیل دینامیکی غیرخطی، قاب خمشی فولاد