



ارزیابی رفتار قاب‌های فولادی در برابر بارهای انفجاری

احسان محتشمی^۱، سینا سینایی^۲، احمد شوشتری^۳

۱- دانشجوی دکتری سازه، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- کارشناس ارشد سازه، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استادیار، گروه عمران دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

ehsan_mohtashami@yahoo.com

sina_sinaie@yahoo.com

ashoosht@um.ac.ir

خلاصه

در این مقاله، رفتار سازه‌های فولادی در اثر وقوع انفجار در نزدیکی آن‌ها بررسی می‌شود. بدین منظور، یک قاب خمشی فولادی سه طبقه با ۹ ترکیب از ابعاد تیر و ستون، تحت اثر دو بارگذاری انفجاری و به صورت سه بعدی به کمک نرم‌افزار ABAQUS تحلیل می‌شود. سپس عملکرد سازه تحت اثر این بارگذاری ارزیابی می‌شود. نتایج تحلیل عددی نشان می‌دهد، ستون‌ها مهمترین عامل در تعیین رفتار قاب می‌باشند و با افزایش ابعاد آن‌ها، معیار آسایش به نحو قابل ملاحظه‌ای بهبود می‌یابد و تغییر مکان مطلق طبقات کاهش چشمگیری پیدا می‌کند؛ در حالی که تغییر مکان نسبی طبقات تغییر چندانی نمی‌یابد. همچنین، افزایش ابعاد ستون‌های پیرامونی بیشتر از افزایش ابعاد ستون‌های داخلی بر کاهش تغییر مکان جانبی تاثیر می‌گذارد.

کلمات کلیدی: بارگذاری انفجاری، قاب فولادی خمشی، تحلیل دینامیکی غیرخطی، ارزیابی عملکرد در انفجار.

۱. مقدمه

انفجار حاصل آزاد شدن ناگهانی انرژی است که می‌تواند به صورت احتراق گازها، انفجار هسته‌ای یا در اثر انواع مختلف بمب باشد. واحد TNT معمولاً به عنوان مرجعی برای تعیین قدرت انفجار استفاده می‌شود. زمانی که ماده منفجره از نوع TNT نباشد، معادل آن را می‌توان با استفاده از ضرایب قید شده در جداول به دست آورد [۱]. از مشخصه‌های اساسی یک انفجار که باعث وارد شدن نیرو بر سازه می‌شود، می‌توان به اتفاقی بودن موقعیت انفجار، دینامیکی و گذرا بودن نیروها و زمان اثر کم (بین چند میلی‌ثانیه تا چند ثانیه) اشاره کرد. هنگامی که یک انفجار صورت می‌گیرد، انرژی به صورت ناگهانی آزاد می‌شود. اثر این آزاد شدن انرژی را می‌توان به دو بخش تشعشعات حرارتی و انتشار امواج در زمین و هوا تقسیم کرد که در این مقاله فقط بخش دوم مورد توجه قرار می‌گیرد. امواجی از انفجار که در هوا منتشر می‌شوند، عامل اصلی تخریب سازه هستند. این امواج با سرعتی بیش از سرعت صوت حرکت کرده و به سازه برخورد می‌کنند. در اثر بازتاب این امواج بر روی سطح سازه، فشار حاصل از آن‌ها افزایش می‌یابد. همچنین بخشی از امواج هوایی از طریق درها، پنجره و بازشوها به داخل سازه نفوذ کرده و اعضای داخلی سازه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در حین این جریان، انکسار امواج نیز در گوشه‌های سازه رخ می‌دهد که می‌تواند سبب کاهش یا افزایش فشار حاصل از موج گردد. این فرآیند تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که همه محیط قابل دسترسی سازه تحت اثر فشار موج قرار گیرد. از طرف دیگر، امواجی که با زمین برخورد می‌کنند، در مسیر حرکت خود، مولکول‌های هوا را فشرده کرده و یک فشار کلی محیطی (فشار اتفاقی) ایجاد می‌نمایند.

۲. صورت مساله

برای بررسی رفتار سازه‌های فولادی به هنگام وقوع انفجار بیرونی و در نزدیکی آن‌ها، یک قاب فولادی سه طبقه، مطابق شکل ۱ تحت اثر بار انفجاری قرار داده می‌شود. سیستم باربری جانبی سازه در هر دو جهت X و Y به صورت قاب خمشی انتخاب شده است. اتصال تیرها به ستون‌ها به صورت صلب و اتصال پای ستون‌ها به پی گیردار می‌باشد. کف سازه نیز از نوع دال با تیرهای مختلط فرض شده است و همه اجزای سازه از فولاد نرمه با تنش نهایی