

رفتار سازه بتن آرمه تقویت شده با FRP تحت اثر بار انفجار

مازیار کتال دانشجوی کارشناسی ارشد سازه ، دکتر بابک

شکر الهی

maziar.katal@yahoo.com

چکیده

مطالعات عددی و تحلیلی محدودی در رابطه با سازه‌های مقاوم در برابر انفجار صورت گرفته است، در این تحقیق به جمع‌آوری و تدوین اطلاعات جدید و پراکنده در رابطه با رفتار امواج انفجار و همچنین بارگذاری انفجاری بر روی سازه پرداخته شده است. با داشتن این امکانات و مطالعات یک روش مدون گام به گام جهت تحلیل و طرح سازه‌های مقاوم در برابر انفجار ارائه گردیده است. در دنباله این تحقیق به تهیه برنامه کامپیوتری طراحی سازه‌های مقاوم در برابر انفجار با توجه به مطالعات اخیر پرداخته که در روش گام به گام توضیح داده شده است. نهایتاً بنا به توصیه روش گام به گام به تحلیل دینامیکی سازه‌های مقاوم در برابر بارگذاری انفجاری توسط برنامه کامپیوتری Abaqus پرداخته شده است که در طی بیش از ۳۰ تحلیل متفاوت با تغییرات در مدل سازی، اثر نوع مصالح FRP و نحوه قرار گیری آنها بر رفتار سازه و مکانیسم‌های خرابی مقادیر لازم جهت نوع مصالح FRP و نحوه قرار گیری آنها به دست آمده است. همچنین به مطالعه دیوار جلویی سازه در اثر بارگذاری انفجار پرداخته شده که بعضی از اشکال این تحلیلها در انتها آمده است. با مقایسه رفتار سازه در تغییرات فاصله انفجار و همچنین مقایسه سازه‌ها با یکدیگر نتایج مختلفی گرفته شده است که در انتها آورده شده است.

واژه‌های کلیدی: مقاوم سازی، بار انفجار، سازه بتن آرمه، FRP، نرم افزار ABAQUS

1- مقدمه

به منظور تقویت ساختمان در برابر انفجار، باید با استفاده از مصالح ساختمانی با عملکرد بالا مثل الیاف مسلح پلیمری (FRP) تغییر مکان و مقاومت کافی فراهم شود. برای اینکه مصالح ساختمانی اصلاح شده، اثربخش باشد لازم است طراحی به طور دقیق مبتنی بر پاسخ‌های دینامیکی مصالح تحت بارهای انفجار مورد ارزیابی قرار گیرد [6].

عموماً بتن در مقایسه با دیگر مصالح، به عنوان مصالح ساختمانی با مقاومت بالا در برابر بارگذاری انفجار در نظر گرفته می‌شود. با وجود این سازه‌های بتنی برای بارهای بهره‌برداری با کرنش نرمال طراحی می‌شود که به اصلاح ویژه نیاز دارد تا مقاومت سازه‌ها را در برابر بارگذاری انفجار افزایش دهد. روش تقویت ساختمان به صورت اتصال اجزاء سازه‌ای یا تکیه گاه‌های زیاد برای افزایش مقاومت در برابر انفجار، به دلیل افزایش هزینه و از بین رفتن فضای قابل استفاده غیر مطلوب است. برای اصلاح سازه‌های بتنی برای مقاومت در برابر انفجار انتخاب نوع FRP، از اهمیت برخوردار است. FRP انتخاب شده باید سخت‌شدگی، مقاومت و تغییر شکل پذیری سازه‌ای اصلاح شده را بهبود بخشد تا مقاومت قابل اطمینان مورد نیاز در برابر انفجار را فراهم کند و انرژی انفجار را جذب کند که به موجب آن مود گسیختگی سازه‌ای تغییر کرده و به جای اینکه سازه بشکند، تغییر شکل می‌دهد [6]. تقویت با چسباندن FRP به وجه کششی دال در ناحیه دارای لنگر ماکزیمم صورت می‌گیرد، که باعث افزایش چشمگیری در ظرفیت جذب انرژی دال می‌شود. لیکن استفاده از FRP در تقویت برشی دالها کمتر مورد توجه قرار گرفته و به تحقیقات محدودی منحصراً شده است. امروزه استفاده از FRP جهت افزایش ظرفیت خمشی سازه‌ها بسیار مورد توجه قرار گرفته است و تحقیقات بر روی آن ادامه دارد.

2- بررسی مطالعه آزمایشگاهی

توسط C. Wu و همکارانش [3]، ۶ دال مورد آزمایش قرار گرفت تا واکنش آنها را در مقابل بارگذاری انفجار تعیین کنند. ۶ دال شامل این موارد می‌شود: دو دال مسلح متداول (RC) برای نمونه‌های کنترل، دو دال بتن مسلح با الیاف مسلح پلیمری تقویت شده روی سطح فشار و دو دال ساخته شده با بتن بسیار مقاوم با و بدون فولاد گذاری. اندازه بارهای انفجاری محدود به ۱ تا ۲۰ کیلوگرم TNT با مسافت‌های فرضی (که در مورد آن توافقی وجود ندارد) می‌باشد (شکل ۲). تاریخ‌های فشار انفجاری روی سطوح دال و تاریخ‌های جابه‌جایی دال‌ها ثبت می‌شود، توزیع فشار مورد تحلیل قرار می‌گیرد. واکنش دال‌ها مشاهده می‌شود و جذب انرژی آنها با پیش‌بینی انجام شده با استفاده از تحلیل مقایسه می‌شود.

نمونه دال آزمایشگاهی مذکور دارای ابعاد ۲۰۰۰×۱۰۰۰ میلی‌متر در پلان و ۱۰۰ میلی‌متر ضخامت بود. نمونه بتن مسلح بتن معمولی در هر دو سطح کشش و فشار مسلح می‌شود (شکل ۱).