



بررسی رفتار دینامیکی تیرهای مرکب تحت انفجار

وحید اتقایی^۱، سعید شجاعی باغینی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشکده تحصیلات تکمیلی دانشگاه آزاد اسلامی کرمان، vahidatghaee@gmail.com

۲- استادیار، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه شهید باهنر کرمان، saeedshojaee@gmail.com

چکیده

در این مقاله رفتار غیر خطی تیرهای مرکب تحت بار انفجاری به کمک هیدروکد AUTODYN مورد بررسی قرار خواهد گرفت. بعد از انتخاب مدل مصالح مناسب قابل استفاده در بارهای بالا و تشریح مشخصات کلی مصالح، به بررسی و تحلیل حساسیت المان‌های به کار رفته در مدل‌سازی پرداخته تا بهترین و بهینه‌ترین اندازه مش بندی در تحلیل غیر خطی در سطح خطای مورد نظر بدست آید. سپس نمونه‌هایی از تیرهای مرکب با فاصله تیرهای فرعی مختلف تحت بارهای انفجاری گوناگون قرار داده شده تا خرابی‌ها، شکست‌ها و تغییر شکل‌های رخ داده در تیر مرکب مشاهده گردد. در انتها نتایج بدست آمده از این تحلیل و پیشنهادات متناسب با رفتار سازه مطرح می‌گردد.

واژگان کلیدی: انفجار آزاد، تیر مرکب، مدل‌سازی رفتار غیرخطی مصالح، حساسیت نسبت به مش بندی.

۱. مقدمه

امروزه با توجه به افزایش حملات تروریستی در سراسر دنیا و امکان بمب گذاری در نزدیکی ساختمان‌ها و اماکن شهری طراحی ساختمان‌ها در مقابل بارهای ضربه ای ناشی از انفجار، مورد توجه ویژه ای قرار گرفته است، بر اساس آمارهای منتشر شده از سوی سازمان‌های بین‌المللی، کشور عزیز ما ایران، در یکی از پر مخاطره ترین نقاط دنیا از نظر بروز جنگ و حملات تروریستی می‌باشد این مسأله به خودی خود اهمیت پرداخت به مسأله پدافند غیر عامل در همه زمینه‌ها و به طور ویژه در طراحی ساختمان‌ها را مشخص می‌کند.

هیدروکد (Hydrocode) به آن دسته از نرم افزار گفته می‌شود که قابلیت حل مباحث دینامیکی با نرخ بسیار بالا دارا می‌باشند، که از آن دسته مسائل درگیر با محاسبات به شدت غیرخطی می‌باشند، تفاوت اصلی این نرم افزارها قابلیت ویژه آنها در شبیه سازی مسائلی است که در آنها (حتی جامدات) به دلیل شدت بارهای وارده، به صورت سیال رفتار می‌کنند که می‌توان گفت یکی از دلایل نامگذاری این نرم افزارها می‌باشد. هیدروکد انتخاب شده در این تحقیق AUTODYN نام دارد. AUTODYN یک بسته نرم افزاری تجاری در دسترس بوده که ویژه تحلیل‌های دینامیکی غیر خطی ناپایدار با استفاده از تکنیک‌های صریح تفاضل محدود، حجم محدود و اجزا محدود می‌باشد. AUTODYN از یک کوپل از روش‌های تفاضل محدود و حجم محدود برای محاسبات خود یاری می‌گیرد و این اجازه را می‌دهد تا مش بندی‌های سازه ای منحصر به فرد در کنار یکدیگر در فضا و زمان برای تحلیل دینامیکی کوپل گردند و علاوه بر این دارای واسط گرافیکی قابل قبولی برای مدل‌سازی می‌باشد.

۲. آشنایی با انفجار

انفجار واکنشی است که در آن نرخ سوختن مواد با سرعتی به مراتب بیشتر از سرعت صوت انجام می‌شود که در نتیجه آن گرادیان دما و فشار بسیار بالا ایجاد، موج شوک بلافاصله تولید و با سرعت در حدود سرعت صوت منتشر می‌شود. مرکز مواد منفجره را به عنوان مرکز شارژ یا منبع تعریف می‌گردد. پس از احتراق، امواج فشار در تمام جهات از منبع گسترش می‌یابند. در این حالت، موج فشار به صورت شعاعی از منبع گسترش می‌یابد. شکل ۱ نشان دهنده روند گسترش امواج انفجار می‌باشد. تغییرات فشار نسبت به زمان در فاصله مستقیم از نقطه ای معین را منحنی فشار آن نقطه می‌نامند، که نمونه آن را می‌توان در شکل ۲ دید این منحنی را می‌توان به وسیله ۵ نقطه کلی از A تا E بر روی آن شرح کرد. نقطه B، زمان رسیدن موج فشار بوده که زمان ورود نامیده می‌شود. نقطه C، نقطه با حداکثر فشار مثبت می‌باشد که شدت پیک فشار تابعی از: جرم معادل ماده منفجره، فاصله مستقیم، چگالی اتمسفر و فشار اتمسفر محیط می‌باشد، نقطه D، زمان زوال فشار مثبت و محل تغییر فشار از فشار مثبت به فشار منفی می‌باشد و در انتها نقطه D، که فشار در نقطه مورد ارزیابی به فشار محیط باز می‌گردد. در انفجارهای شیمیایی میزان فشار حداکثر از رابطه