



سومین کنفرانس بین المللی پژوهش های کاربردی در مهندسی سازه و مدیریت ساخت دانشگاه صنعتی شریف - تیر ۱۳۹۸



اجرای شبیه سازی ترکیبی (دوگانه، هیبریدی) در زمان واقعی

پیام پارسایی نیا، نسترن قاسمی

۱- دانشجوی فوق لیسانس، مهندسی عمران، گرایش زلزله، دانشگاه علم و صنعت، تهران

۲- دانشجوی فوق لیسانس، مهندسی عمران، گرایش سازه، دانشگاه علم و صنعت، تهران

:

Parsainia_payam@civileng.iust.ac.ir

خلاصه

در آزمایش دوگانه پاسخ های دینامیکی سازه به طور عددی در رایانه محاسبه می شود. سپس نیرو های داخلی سازه شبیه سازی شده به دست می آید و جابجایی های متناظر با این نیروها حساب شده و برنمونه اعمال می گردد. در این روش با ترکیب آزمایش عملی با شبیه سازی عددی، می توان به راحتی برای سیستم سازه های بزرگ و پیچیده یک جواب دقیقی و کارآمد بدست آورد. این روش به دو صورت شبه دینامیکی و زمان واقعی انجام می شود.

کلمات کلیدی: شبیه سازی دوگانه مجازی، زمان واقعی، شبیه سازی شبه دینامیکی، شبیه سازی عددی

مقدمه

سه روش آزمایش تجربی معمولاً در مهندسی زلزله مورد استفاده قرار می گیرند^{۱-۴}. آزمایش شبه استاتیکی (quasistatic) که در آن تاریخچه از پیش تعریف شده ای از بارها، جابجایی ها، یا ترکیبی از هر دو به یک جز ساختاری اعمال می شود تا تاثیر پارامترهایی همچون خواص مواد، شرایط مرزی و شرایط مهاربندی بر روی رفتار آن مورد بررسی قرار گیرد. در چنین آزمایش هایی، تقاضای تحمیلی لزوماً بیانگر تقاضای واقعی ناشی از پاسخ لرزه ای سازه نیست. آزمایش های میز لرزه ای را می توان به طور واقع بینانه نشان دهنده شرایط بارگذاری لرزه ای بر روی سازه ها و اجزای آنها در نظر گرفت، ویژگی های میرایی، نیروهای اینرسی و مواد و غیر خطی بودن هندسی است. محدودیت های فیزیکی میزهای لرزه ای موجود از نظر بارگذاری و اندازه های نمونه اغلب منجر به آزمایش مدل های مقیاس شده می شود که سوالاتی را در مورد قابلیت اطمینان نتایج مطرح می کند. در شبیه سازی های هیبریدی، یک جز حیاتی از سازه مورد انتظار برای پاسخ به دامنه غیرالاستیک مورد آزمایش فیزیکی قرار می گیرد در حالی که بقیه سازه به صورت عددی با استفاده از یک برنامه تحلیل المان محدود مدل سازی می شود. در طول شبیه سازی، واکنش سازه از مدل عددی به پاسخ جز تست فیزیکی تحت تقاضای لرزه ای به دست آمده از تحلیل لرزه ای بستگی دارد. در مقایسه با دو روش آزمون لرزه ای دیگر، شبیه سازی هیبرید یک تکنیک تست سازه ای چند منظوره و اقتصادی برای مطالعه پاسخ لرزه ای گسترده وسیعی از سیستم ها و اجزای سازه ای ارائه می دهد. شبیه سازی ترکیبی امکان آزمایش مقیاس بزرگ اجزای سازه ای مختلف بدون نیاز به مقیاس بندی نمونه به دلیل محدودیت های آزمایشگاهی را فراهم می کند^{۳،۴}. بنابراین روش آزمایش یک راه حل مقرون به صرفه برای آزمایش مقیاس بزرگ ستون های فولادی و اعضای مهاربندی، دیواره ای بتنی مسلح و پایه های پل ارائه می دهد. علاوه بر این، شبیه سازی هیبرید اجازه می دهد که در زمانی که بیش از یک نمونه آزمایشی باید به طور همزمان تحت تقاضای ایجاد شده توسط تحلیل المان محدود منحصر به فرد مورد آزمایش قرار گیرد. دو نوع شبیه سازی هیبریدی به طور معمول در مهندسی زلزله مورد استفاده قرار می گیرند^{۳،۴}: ۱) شبیه سازی هیبرید شبه دینامیکی و ۲) شبیه سازی هیبرید زمان واقعی. در گذشته یک مقیاس زمانی برای تحلیل به کار گرفته می شد به طوری که تست فیزیکی با سرعت کمتری انجام می شود. این نوع تست را می توان با ظرفیت محدود توان هیدرولیکی درک کرد و امکان بررسی دقیق نمونه آزمایش در طول آزمایش را فراهم نمود. شبیه سازی های زمان واقعی برای سیستم های مبتنی بر سرعت مانند سازه های با میراگرهای ویسکوز یا جداساز پایه ای مورد نیاز