

اثر تحریک ناهمسان تکیه گاه بر پاسخ لرزه‌ای خطی ساختمان‌های یک طبقه

مجید محمدی

استادیار، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران

m.mohammadigh@iiees.ac.ir

محمد مهدی ایزدی

دانشجوی دکتری مهندسی سازه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات دانشکده فنی مهندسی، تهران، ایران

mm_izadi@yahoo.com

کلید واژه‌ها: تحریک ناهمسان تکیه‌گاه، سازه یک درجه آزاد، پاسخ خطی ساختمان

چکیده

اثر تحریک ناهمسان تکیه‌گاه بر پاسخ لرزه‌ای سازه‌های گسترده‌ای نظیر پلهای با دهانه بزرگ، سدها، لوله‌ها و سازه‌های نیروگاهی توسط محققین مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. در این مقاله سعی شده است اثر تحریک ناهمسان تکیه‌گاه بر پاسخ لرزه‌ای سازه‌های ساختمانی متداول مورد ارزیابی قرار گیرد. بدین منظور در ابتدا اقدام به ارائه فرمولاسیون پیشنهادی مربوط به تحلیل سازه‌ها تحت تحریک غیریکنواخت گردیده است. در ادامه اثرات این غیریکنواختی را در پاسخ لرزه‌ای یک ساختمان یک طبقه و یک دهانه با دو ستون متفاوت و همچنین یک ساختمان یک طبقه سه دهانه با چهار ستون متفاوت تحت تحریک کسینوسی، زلزله حوزه نزدیک و زلزله حوزه دور مورد بررسی قرار گرفته است. در کلیه تحلیل‌ها فرض بر این است که تکیه‌گاه‌ها از یکدیگر جدا هستند و به وسیله شناژ به هم متصل نشده‌اند. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در نظر گرفتن تحریک ناهمسان در مقایسه با تحریک یکنواخت می‌تواند اثرات قابل ملاحظه‌ای بر پاسخ لرزه‌ای این سازه‌ها داشته باشد.

مقدمه

عموماً در تحلیل دینامیکی سازه‌ها فرض بر این است که تمامی تکیه‌گاههای متصل به زمین یک سازه مهندسی در هنگام وقوع زلزله تحت تحریک مشابهی قرار می‌گیرند. این فرض مستلزم آن است که سرعت انتشار امواج بینهایت فرض شود. در صورتی که همانگونه که می‌دانیم با توجه به نوع خاکی که سازه بر آن بنا شده است در سرعت انتشار امواج برشی محدودیت وجود دارد ($175\text{m/s} < V_s < 750\text{m/s}$) لذا عملاً تکیه‌گاههای سازه تحت تحریک ناهمسان قرار می‌گیرند. هرچه سرعت موج برشی کمتر در نظر گرفته شود اختلاف در تحریک پایه‌ها تفاوت بیشتری با یکدیگر خواهد داشت. در فواصل زیاد علاوه بر اختلاف زمانی، تغییرات فضایی نیز در رکورد‌ها مشاهده می‌گردد. در این تحقیق تنها اختلاف زمانی بین رکورد‌ها مورد توجه قرار گرفته است.

سه روش تحلیل ارتعاشات تصادفی، روش طیف پاسخ و روش تحلیل تاریخچه زمانی برای تحلیل دینامیکی پاسخ سازه‌هایی که تحت تحریک غیریکنواخت قرار گرفته‌اند وجود دارد. روش تحلیل بر مبنای ارتعاشات تصادفی (Random Vibration Analysis) یک روش احتمالاتی بوده و از این نظر که زلزله را به عنوان یک پدیده تصادفی در نظر می‌گیرد با طبیعت زلزله سازگاری دارد. ورودی‌های این روش به صورت توابع چگالی طیفی SDF می‌باشند. روش طیف پاسخ به عنوان یک روش کارا و کم هزینه در محاسبه پاسخ دینامیکی سیستم‌ها بکار گرفته می‌شود. این روش مستلزم آن است که طیف حرکت زمین (بدر نظر گرفتن تغییرات فضایی امواج) در هر کدام از تکیه‌گاههای سازه موجود باشد. در تحلیل سیستم‌های با تحریک متفاوت تکیه‌گاهی نیز می‌توان از این روش استفاده کرد لیکن تحلیل‌ها با تقریب همراه خواهند بود. این روش توانایی مدل کردن رفتار غیرخطی سازه‌ها را نیز ندارد. روش تحلیل تاریخچه زمانی می‌تواند بصورت انتگرال گیری مستقیم از معادله حرکت و یا بصورت مودال انجام گیرد. (Wu, R. W et al., 1978) در تحلیل‌های تاریخچه زمانی برای مسائل با تحریک متفاوت تکیه‌گاهی نیاز به اطلاعات تاریخچه زمانی حرکت زمین که در فواصل نزدیک به هم ثبت شده باشند می‌باشد. این روش توانایی مدل کردن تحریکهای غیرایستا و رفتارهای غیرخطی را دارد. یکی از متداول ترین روشها برای تحلیل تاریخچه زمانی چنین سیستم‌هایی این است که معادله تعادل سیستم در هر لحظه طوری بسط داده می‌شود که شامل درجات آزادی تکیه‌گاهها نیز شود در این حالت بردار تغییر مکان‌های سازه از دو قسمت تشکیل می‌شود. Ut مولفه