مطالعه آزمایشگاهی پارامتر های موثر میراگر جرمی تنظیم شده برای مدل ساختمان یک طبقه

محمد قاسم سحاب [۱]، احسان رضایی هزاوه [۲]

۱- استادیار گروه سازه ، دانشکده عمران ، دانشگاه تفرش
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشکده عمران، دانشگاه تفرش

⋮
sahab@aut.ac.ir
e.rezaee_civil@yahoo.com
⋮

خلاصه

میراگرهای جرمی تنظیم شده یکی از سیستم های غیر فعال کنترل پاسخ سازه ها در برابر بارهای دینامیکی می باشند. در این مقاله با استفاده از مدل آزمایشگاهی یک ساختمان یک طبقه با یک درجه آزادی، که بر روی آن یک میراگر جرمی با جرم قابل تغییر نصب شده است، به بررسی عملی تأثیر پارامترهای موثر میراگر جرمی بر روی پاسخ های سازه پرداخته شده است. برای اندازه گیری نوسانات سازه، یک وسیله الکترونیکی مشابه یک فاصله یاب نوری ساخته شده و مورد استفاده قرار گرفته است. نمودار نوسانات سازه به کمک برنامه نوشته شده به زبان MATLAB و بر اساس فاصله های اندازه گیر ی شده، توسط کامپیوتر ترسیم می شود. نمودار ارتعاشات مدل آزمایشگاهی بدون میراگر و با میراگر جرمی با جرم های متفاوت ترسیم و با یکدیگر مقایسه شده است. عملکرد موثر میراگر جرمی تنظیم شده وابسته به دو پارامتر نسبت جرمی (نسبت جرم میراگر به جرم سازه) و نسبت فرکانسی (نسبت فرکانس میراگر به فرکانس سازه) است. بر اساس نتایج حاصله جرم و سختی بهینه میراگر با توجه به جرم و سختی سازه تعیین شده است.

کلمات کلیدی: میراگر جرمی تنظیم شده، مدل آزمایشگاهی، پارامترهای بهینه، نسبت جرمی، نسبت فرکانسی.

۱. مقدمه

نیروهای جانبی که در اثر عوامل دینامیکی همچون باد و زلزله در یک سازه ایجاد می شوند تابعی از مشخصات دینامیکی سازه، مانند سختی، ضریب میرایی و فرکانس طبیعی ارتعاش می باشد. از اینرو برای مقاوم نمودن و یا طرح یک سازه برای تحمل این بارهای دینامیک ممکن است به جای تقویت اعضای آن برای تحمل بارهای وارده، با استفاده از میراگرها نیروهای القاء شده در سازه تحت تحریکات دینامیکی را تا حد ظرفیت باربری اعضای آن کاهش داد. یکی از انواع سیستم های غیر فعال برای کنترل پاسخ سازه ها در برابر بارهای دینامیکی میراگرهای جرمی تنظیم شده (Tuned Mass Dampers) می باشند. ساده ترین نوع این میراگرها شامل یک جرم و فنر می باشد که در حالت ایده ال با ۹۰^{o} اختلاف فاز نسبت به نوسانات سازه اصلی ارتعاش نموده و موجب افزایش میرایی سازه و در نتیجه کاهش پاسخ‌های آن می گردند. میراگرهای جرمی تنظیم شده به دلیل، عدم نیاز به تعمیر و نگهداری ویژه و عدم نیاز به منبع انرژی خارجی و قابلیت بهره برداری دائمی کاربرد وسیعی در کاهش پاسخ دینامیکی سازه های بلند در مقابل باد و زلزله، سکو های دریایی در مقابل موج و باد و کاهش دامنه ارتعاشات پل های راه آهن تحت بارهای جانبی لوکوموتیوها دارند. به عنوان نمونه هایی از کاربردهای میراگرهای جرمی تنظیم شده در سازه‌ها می‌توان به برج ۶۰ طبقه جان هانکوک و برج ۲۷۹ متری سیتی کورپ در آمریکا (۱) و پل تله زنگ (۲) در ایران اشاره کرد.

ایده اصلی میراگرهای جرمی به عنوان یک سیستم میراگر اولین بار در سال ۱۹۰۹ توسط آقای Frahm برای کاهش حرکات کشتی ابداع شد. پس از آن تئوری میراگر جرمی توسط آقایان Ormondroyd و Den Hartog بسط وتوسعه داده شد. Den Hartog در تحقیق خود به کمک روش نقاط ثابت به محاسبه فرکانس طبیعی و نسبت میرایی میراگر جرمی برای به حداقل رساندن میزان جابجایی سازه اصلی پرداخته است.پس از آن Warburton در سال ۱۹۸۲ لیستی از مقادیر بهینه برای به حداقل رساندن پاسخ های مختلف سازه را ارائه نموده است. در سال ۱۹۹۳ Korenev و