



طراحی میراگرهای ویسکوز تقویت شده با ابزارهای مکانیکی در سازه‌های چند درجه آزادی

بهنام سرابی میانجی^۱، فریدون امینی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زلزله، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران

۲- استاد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران

Behnam.sarabi@gmail.com

خلاصه

در این مقاله روشی برای افزایش کارآیی سیستم کنترل غیرفعال برای سازه‌های چند طبقه ارائه شده است. میراگرهای غیرفعال برای بهبود پاسخ سازه در طی زلزله استفاده می‌شوند که در اینجا برای بدست آوردن مشخصات این میراگرها از تئوری کنترل بهینه^۱ استفاده شده است. بهینه‌سازی باعث به وجود آمدن سطوح متفاوتی از میرایی در هر طبقه می‌شود. در نتیجه استفاده از چندین میراگر با مشخصه‌های میرایی متفاوت در هر طبقه الزامی می‌شود که اسباب زحمت بوده و هزینه‌بر می‌باشد. در این مقاله روشی بر مبنای استفاده از میراگرهای ویسکوز متداول مطرح شده است. به منظور بررسی این سیستم، تحلیل عددی یک قاب برشی ساختمان هفت طبقه ارائه شده است. نشان داده می‌شود که پاسخ سازه کنترل شده با سیستم پیشنهادی، نزدیک به پاسخ سازه‌ای است که با میراگرهای ویسکوز، طبق تئوری کنترل بهینه، کنترل شده باشد. در نهایت بهبود اساسی در رفتار سازه کنترل شده با روش پیشنهادی در مقایسه با نوع کنترل نشده مشاهده شد.

کلمات کلیدی: کنترل غیرفعال، میراگر ویسکوز، بهینه‌سازی، اهرم مکانیکی

۱. مقدمه

میراگرهای ویسکوز به عنوان ابزارهای مؤثری که پاسخ سازه را در برابر زلزله بهبود می‌دهند شناخته شده می‌باشند. نیروی میرایی ناشی از میراگر ویسکوز به خواص فیزیکی مایع میراگر، الگوی جریان در میراگر و اندازه‌ی آن بستگی دارد [۱]. ویتاکر و کنستانتینو^۲ روش‌های جدیدی به منظور طراحی سازه‌های مجهز به میراگرهای ویسکوز ارائه دادند. همچنین نشان دادند که اضافه کردن میراگرهای ویسکوز، شتاب طیفی و به موجب آن جابجایی هدف در سیستم‌های الاستیک را کاهش می‌دهد [۲]. گلاک و همکارانش^۳ نشان دادند که پاسخ سازه با یک مود ارتعاشی غالب که در آن میراگرها با استفاده از طراحی بهینه فراهم شده‌اند، نزدیک به پاسخ یک سازه‌ی کنترل شده‌ی فعال می‌باشد [۳]. تئوری کنترل بهینه با استفاده از تنظیم کننده‌ی خطی درجه دو^۴ (LQR) برای طراحی ابزارهای ویسکوز غیرفعال خطی طبق تغییر شکل و سرعتشان تطبیق داده شده است. مشکل اصلی این است که حل بهینه نیاز به سطوح متفاوتی از میرایی در هر طبقه دارد که اسباب زحمت بوده و گران می‌باشد. این مقاله روی بر مبنای نصب میراگرهای متداول در تمام طبقات سازه ارائه می‌دهد. طبق این روش میراگر به یک بازوی اهرم وصل شده است که جابجایی و سرعت پیستون‌ها را تقویت کرده و سطح میرایی در هر طبقه را کنترل می‌کند.

۲. طراحی بهینه میراگرها

پاسخ سازه‌ی مجهز به میراگرها با معادله تعادل دینامیکی زیر توصیف شده است [۴]:

^۱Optimal Control Theory

^۲Whittaker and Constantinou

^۳Gluck et al

^۴Linear Quadratic Regulator