شبیه‌سازی عددی اثر شکل ظرف بر رفتار دینامیکی میراگر مایع تنظیم شده

سید مهدی زهرائی
دانشیار، دانشگاه تهران، تهران، ایران
mzahrai@ut.ac.ir

سیروس کاکویی
دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران، ایران
s.kakouei@ut.ac.ir

کلید واژه‌ها: *میراگر مایع تنظیم‌شده، پره‌های قابل تنظیم، ظرف مکعب مستطیلی و استوانه‌ای، نیروی کنترلی اینرسی ثانویه*

چکیده

میراگرهای مایع تنظیم شونده به دلیل هزینه نگهداری و نصب پایین و عملکرد مناسب بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش دو شکل مکعب مستطیلی و استوانه‌ای از ظروف میراگرهای مایع تنظیم شده با چهار پره با زاویه ۴۵ درجه بررسی شده است. سیال مورد استفاده در ظرف‌ها آب می‌باشد. برای بررسی این موضوع از نرم‌افزار GAMBIT برای مش‌بندی ظرف‌ها و نرم‌افزار FLUENT6.3.26برای تحلیل جریان درون ظرف‌ها استفاده شده است. نتایج نشان داد که ظرف مکعب مستطیلی نیروی کنترلی و میرایی بیشتری نسبت به ظرف استوانه‌ای ایجاد می‌کند، به‌طوری که در فرکانس ۰/۶۳ حداکثر نیروی کنترلی و میرایی ظرف مکعب مستطیل به‌ترتیب ۳۶/۳۵ درصد و ۹/۲۲ درصد بیشتر از ظرف استوانه‌ای می‌باشد.همچنین با افزایش عمق آب درون ظرف، مقدار میرایی برای هر دو ظرف کاهش می‌یابد.

مقدمه

زمانی که سازه‌های عمرانی در برابر بارهای دینامیکی مانند زلزله قرار می‌گیرند دچار ارتعاش می‌شوند. وجود این ارتعاشات باعث خسارات مالی و جانی می‌گردد. بنابراین نیاز اساسی به کنترل سازه‌ها می‌باشد.

میراگر مایعی تنظیم شده (TLD) [1] یک میراگر مکانیکی غیر فعال است که به منظور کاهش ارتعاشات ناخواسته سازه از طریق تلاطم سیال در یک ظرف صلب طراحی می‌شود.هزینه ساخت و نگهداری پایین آنها از مزیت عمده این نوع میراگرها می باشد. TLD به عنوان ابزار کنترل ارتعاشات در بسیاری از سازه‌های مهندسی عمران شامل ساختمان‌های خیلی انعطاف‌پذیر، سازه‌های برجی و ساختمان‌های بلند مرتبه دلالت دارد. میراگر مایع تنظیم شده به راحتی با کوچکترین حرکت سازه جابجا می‌شود، در عین حال علاوه براین قابلیت، می‌توان از آن به عنوان مخزن آب ساختمان استفاده کرد. در این میراگرها انرژی ارتعاشی بصورت اصطکاک در لایه‌های مرزی سیال،مشارکت سطح آزاد و شکست موج مستهلک می‌شود. عموما مایع مورد استفاده در داخل TLD آب است. در این سیستم اختلاف فشار دینامیکی مایع، روی سطح جداره‌های انتهایی ظرف، باعث ایجاد نیروی کنترلی از نوع اینرسی ثانویه می‌گردد که ارتعاشات سازه را کاهش می‌دهد (شکل ۱). به عبارت دیگر اساس نیروهای کنترلی ایجاد شده در سیستم TLDاندازه حرکت سیال داخل ظرف است.

تلاطم سیال به عنوان روشیبرای استهلاک انرژی در TLDتوسط محققین بسیاری مورد بررسی قرار گرفته است. ساتو و نیز مودی و همکاران از اولین کسانی بودند که کاربرد سیستم‌های میراگر TLDرا برای کنترل ارتعاشات سازه‌ها پیشنهاد نمودند. ساتو (۱۹۸۷) ظرف مستطیلی، و مودی و همکاران (۱۹۸۸) ظرف تیوبی شکل را مطالعه کرده‌اند. مطالعات گسترده‌ای روی پارامترهای مختلف میراگر TLD توسط فوجینو و همکاران (۱۹۸۸) صورت گرفت. این پارامترها عبارت بودند از: نسبت فرکانس مایع به فرکانس سازه، ویسکوزیته مایع، زبری کف ظرف، ارتفاع سقف ظرف و نسبت جرمی بین میراگر و سازه. اندرکنش بین میراگر و TLD و سازه برای دامنه‌های کوچک تحریک،توسط چایسری و همکاران (۱۹۸۹) به دو شکل تحلیلی و آزمایشگاهی صورت گرفت. ایشان نشان دادند که پس از تحریک حرکت موجی، آب در TLD به سرعت در یک یا دو پریود توسعه پیدا می کند. به عبارت دیگر حرکت موجی آب بلافاصله پس از اتمام تحریک تمام نمی‌شود و یک تاخیر زمانی قبل از توقف

1.Tuned Liquid Damper