دانشکده فنی و مهندسی عمران
گروه سازه

پایان‌نامه
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران- زلزله

عنوان

بررسی عملکرد لرزه‌ای میراگرهای جاری شونده U شکل در قابهای فولادی

استاد راهنما
دکتر مجید برقیان
دکتر سامان باقری

استاد مشاور
دکتر عبدالرحیم جلالی

پژوهشگر
فرهاد سایری

دی ماه ۸۹

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول : پایه‌های نظری و پیشینه تحقیق..... ۱

۱-۱- مقدمه..... ۲

۱-۲- توزیع انرژی ورودی به سازه در اثر وقوع زلزله ۳

۱-۳- کنترل لرزه ای سازه ها ۵

۱-۳-۱- کنترل غیر فعال ۵

۱-۳-۲- کنترل فعال ۷

۱-۳-۳- کنترل مرکب ۷

۱-۴- انواع سیستم های اتلاف انرژی بر اساس عملکرد ۸

۱-۴-۱- قطعات وابسته به سرعت (میراگرهای ویسکوز) ۸

۱-۴-۲- میراگرهای وابسته به تغییر مکان (میراگرهای هیستریک) ۸

۱-۵- انواع میراگرهای انرژی ۹

۱-۵-۱- میراگرهای ویسکوز ۹

۱-۵-۲- میراگرهای ویسکو الاستیک ۱۱

۱-۵-۳- میراگرهای اصطکاکی ۱۴

۱-۵-۴- میراگرهای فلزی حافظه دار شکلی ۲۰

۱-۵-۵- میراگرهای فولادی جاری شونده ۲۱

۱-۵-۵-۱- میراگرهای ADAS ۲۴

۱-۵-۵-۱-۱- میراگرهای فولادی جاری شونده X شکل (X-ADAS) ۲۵

۱-۵-۵-۱-۲- میراگرهای فولادی جاری شونده مثلثی شکل (T-ADAS) ۲۷

۱-۵-۵-۲- میراگرهای فولادی تسلیم مرکزی ۲۸

۱-۵-۵-۳- میراگر فولادی جاری شونده با درزهای بلند ۲۹

۱-۵-۵-۴- میراگر دو محوره فولادی جاری شونده U شکل ۳۳

۱-۵-۵-۵- میراگر تک محوره فولادی جاری شونده U شکل ۴۳

۱-۵-۵-۶- میراگر و جداساز لرزه ای فولادی جاری شونده U شکل ۴۶

۱-۶ پیشینه تحقیق ۴۸

۱-۷- هدف تحقیق ۵۳

فصل دوم : مبانی و روش‌ها ۵۴

۲-۱- مقدمه ۵۵

۲-۲ اصول پایه ۵۶

۲-۲-۱- پلاستیسیته ۵۶

۲-۲-۲- اثرات حرارتی ۶۱

۲-۲-۳- تئوری گسیختگی ۶۲

۲-۳- انرژی تلف شده ۶۳

۲-۴- فرضیات مدلسازی ۶۵

۲-۵- مشخصات میراگرهای به کار رفته ۶۷

۲-۶- مشخصات سازه آزمایش شده ۶۷

۲-۶-۱- مشخصات اعضا ۶۸

۲-۶-۲- مشخصات شتاب‌نگاشت‌ها ۷۲

۲-۶-۲-۱- شتاب حداکثر شتاب‌نگاشت‌ها ۷۳

۲-۶-۲-۲- محتوای فرکانسی شتاب‌نگاشت‌ها ۷۳

۲-۶-۲-۳- مدت دوام شتاب‌نگاشت‌ها ۷۴

۲-۷- اندیس خرابی ۷۸

فصل سوم : نتایج و بحث ۸۰

۳-۱- مقدمه ۸۱

۳-۲- مقایسه برش پایه ۸۱

۳-۳- مقایسه حداکثر برش طبقات ۸۷

۳-۴- مقایسه حداکثر تغییر مکان طبقه بام ۹۰

۳-۵- مقایسه بیشینه جابجایی افقی طبقات ۹۵

۳-۶- بررسی منحنی هیسترزیس قطعه میراگر ۹۸

۳-۷- بررسی تشکیل مفاصل پلاستیک ۱۰۳

۳-۸- اندیس خرابی..... ۱۱۱

۳-۹- نتیجه گیری ۱۱۴

۳-۱۰- پیشنهدات ۱۱۷

پیوست ۱ : نحوه مدلسازی میراگر ۱۱۹

منابع و مراجع ۱۳۵

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل ۱-۱ : سیستم‌های کنترل غیر فعال ۶
شکل ۱-۲ : انواع میراگرها ۹
شکل ۱-۳ : میراگر وسکوز ۱۰
شکل ۱-۴ : نمونه ای از کاربرد میراگر ویسکوز ۱۱
شکل ۱-۵ : ساختمان کلی میراگر ویسکوالاستیک ۱۲
شکل ۱-۶ : کاربرد میراگر ویسکوالاستیک در بادبند قطری ۱۲
شکل ۱-۷ : چرخه هیسترزیس میراگرهای اصطکاکی ۱۵
شکل ۱-۸ : میراگر اصطکاکی پال ۱۶
شکل ۱-۹ : عملکرد میراگر اصطکاکی پال ۱۶
شکل ۱-۱۰ : میراگر اصطکاکی سومیتومو ۱۷
شکل ۱-۱۱ : میراگر اصطکاکی فلور- دانیل ۱۸
شکل ۱-۱۲ : چرخه هیسترزیس میراگر اصطکاکی فلور- دانیل ۱۹
شکل ۱-۱۳ : میراگر اصطکاکی با سوراخ لوبیایی و اتصالات پیچی ۲۰
شکل ۱-۱۴ : کاربرد میراگرهای فلزی حافظه‌دار شکلی در بادبند قطری ۲۱
شکل ۱-۱۵ : نحوه مدلسازی رفتار میراگرهای فولادی جاری شونده ۲۳
شکل ۱-۱۶ : عملکرد میراگرهای فولادی جاری شونده ۲۳
شکل ۱-۱۷ : چرخه هیسترزیس میراگر فولادی جاری شونده ۲۳

شکل ۱-۱۸ : کاربرد میراگر فولادی جاری شونده در بادبند ۸ شکل ۲۳

شکل ۱-۱۹ : میراگر فولادی X شکل ۲۵

شکل ۱-۲۰ : کاربرد میراگر فولادی X شکل در بادبند ۸ شکل ۲۵

شکل ۱-۲۱ : چرخه هیسترزیس میراگرهای فولادی جاری شونده ۲۶

شکل ۱-۲۲ : میراگر فولادی مثلثی شکل و کاربرد آن در بادبند ۸ شکل ۲۷

شکل ۱-۲۳ : میراگر فولادی تسلیم مرکزی ۲۸

شکل ۱-۲۴ : میراگر SSD ۲۹

شکل ۱-۲۵ : نحوه قرار گرفتن میراگر SSD درون قاب ۳۰

شکل ۱-۲۶ : دستگاه آزمایش میراگر SSD..... ۳۰

شکل ۱-۲۷ : چرخه هیسترزیس میراگر SSD..... ۳۰

شکل ۱-۲۸ : نمونه های خراب شده میراگر SSD در اثر بارگذاری ۳۰

شکل ۱-۲۹ : نحوه استفاده از میراگر SSD در قاب خمشی ۳۱

شکل ۱-۳۰ : نحوه تغییر شکل میراگر SSD در قاب خمشی ۳۱

شکل ۱-۳۱ : دستگاه آزمایش میراگر SSD در حالت خمشی ۳۲

شکل ۱-۳۲ : نمونه های خراب شده میراگر SSD در حالت خمشی ۳۲

شکل ۱-۳۳ : خرابی تیر بدون میراگر SSD..... ۳۳

شکل ۱-۳۴ : نمودار توزیع تنش در میراگر SSD..... ۳۳

شکل ۱-۳۵ : ساختار میراگر جاری شونده U شکل ۳۳

شکل ۱-۳۶ : دستگاه آزمایش میراگر جاری شونده U شکل ۳۵

شکل ۱-۳۷ : نمونه خراب شده میراگر U شکل در آزمایش ۳۵

شکل ۱-۳۸ : انواع حالت های مورد بررسی در آزمایش میراگر U شکل ۳۶

شکل ۱-۳۹: عضوها با زاویه °۰ و °۱۸۰ ..... ۳۷

شکل ۱-۴۰ : عضوها با زاویه °۹۰ و °۲۷۰ ..... ۳۷

شکل ۱-۴۱ : عضوها با زاویه °۴۵ و °۱۳۵ ..... ۳۷

شکل ۱-۴۲ : دستگاه کامل ۳۷

شکل ۱-۴۳ : نحوه مدلسازی عضوهای U شکل ۳۹

شکل ۱-۴۴ : سیکل cm ۱۰ برای دستگاه کامل ۴۰

شکل ۱-۴۵ : سیکل‌های cm ۵ و cm ۱۰ برای حالت‌های الف، ب و ج ۴۱

شکل ۱-۴۶ : نمونه ای از کاربرد میراگرهای U شکل در یک پل ۴۲

شکل ۱-۴۷ : عضو U شکل تک محوره ۴۳

شکل ۱-۴۸ : چرخه هیسترزیس میراگر U شکل ۴۳

شکل ۱-۴۹ : دو نمونه از آزمایش‌های انجام گرفته روی میراگر U شکل ۴۴

شکل ۱-۵۰ : نمودار تغییرات چرخه‌های میراگر U شکل در برابر دامنه چرخه‌ها ۴۴

شکل ۱-۵۱ : نمودار تغییرات افزایش حرارت میراگر U شکل در برابر دامنه چرخه‌ها ۴۴

شکل ۱-۵۲ : نمودار تغییرات افزایش حرارت تا گسیختگی میراگر U شکل در برابر دامنه چرخه‌ها ۴۵

شکل ۱-۵۳ : نمودار تغییرات چرخه‌های هیسترزیس میراگر U شکل در برابر دامنه چرخه‌ها ۴۵

شکل ۱-۵۴ : دو نمونه از کاربردهای میراگر U شکل ۴۵

شکل ۱-۵۵ : جداگر لرزه‌ای نیپون ۴۶

شکل ۱-۵۶ : چرخه هیسترزیس جداگر نیپون ۴۶

شکل ۱-۵۷ : محل وقوع خرابی در جداگر نیپون تحت بارگذاری در امتدادهای مختلف ۴۶

شکل ۱-۵۸ : دستگاه آزمایش جداگر نیپون ۴۷

شکل ۱-۵۹ : قطعه خراب شده جداگر نیپون حین آزمایش ۴۷

شکل ۱-۶۰ : هندسه میراگرهای فلزی ۵۰

شکل ۲-۱: میله استوانه‌ای تحت اثر کشش تک محوری ۵۶

شکل ۲-۲: نمودار تنش اسمی- کرنش قراردادی ۵۸

شکل ۲-۳: نمودار تنش واقعی- کرنش طبیعی ۵۹

شکل ۲-۴: مدل‌های ریاضی تنش- کرنش ۶۰

شکل ۲-۵: پاسخ سیکلی تنش- کرنش ۶۱

شکل ۲-۶: رابطه نیرو- تغییر شکل الاستو- پلاستیک ۶۴

شکل ۲-۷: قاب سه طبقه مجهز به میراگر ۷۱

شکل ۲-۸: قاب پنج طبقه مجهز به میراگر ۷۲

شکل ۲-۹: شتاب‌نگاشت زمین‌لرزه Kobe ۷۵

شکل ۲-۱۰: طیف شبه شتاب زمین‌لرزه Kobe ۷۵

شکل ۲-۱۱- شتاب‌نگاشت زمین‌لرزه Tabas ۷۶

شکل ۲-۱۲: طیف شبه شتاب زمین‌لرزه Tabas ۷۶

شکل ۲-۱۳- شتاب‌نگاشت زمین‌لرزه Northridge ۷۶

شکل ۲-۱۴: طیف شبه شتاب زمین‌لرزه Northridge ۷۷

شکل ۲-۱۵- شتاب‌نگاشت زمین‌لرزه Loma Prieta ۷۷

شکل ۲-۱۶: طیف شبه شتاب زمین‌لرزه Loma Prieta..... ۷۷

شکل ۳-۱ : تاریخچه زمانی برش پایه قاب یک طبقه تحت زلزله Kobe ۸۳

شکل ۳-۲ : تاریخچه زمانی برش پایه قاب اصلاحی یک طبقه تحت زلزله Loma Prieta ۸۳

شکل ۳-۳ : تاریخچه زمانی برش پایه قاب سه طبقه تحت زلزله Kobe ۸۳

شکل ۳-۴ : تاریخچه زمانی برش پایه قاب اصلاحی سه طبقه تحت زلزله Tabas ۸۴

شکل ۳-۵ : تاریخچه زمانی برش پایه قاب پنج طبقه تحت زلزله Tabas ۸۴

شکل ۳-۶ : تاریخچه زمانی برش پایه قاب اصلاحی پنج طبقه تحت زلزله Northridge ۸۴

شکل ۳-۷ : تاریخچه زمانی برش پایه قاب ده طبقه تحت زلزله Tabas ۸۵

شکل ۳-۸ : تاریخچه زمانی برش پایه قاب اصلاحی ده طبقه تحت زلزله Loma Prieta ۸۵

شکل ۳-۹ : نمودار برش طبقات قاب سه طبقه تحت زلزله Kobe ۸۷

شکل ۳-۱۰ : نمودار برش طبقات قاب اصلاحی سه طبقه تحت زلزله Tabas ۸۷

شکل ۳-۱۱ : نمودار برش طبقات قاب پنج طبقه تحت زلزله Kobe ۸۸

شکل ۳-۱۲ : نمودار برش طبقات قاب اصلاحی پنج طبقه تحت زلزله Loma Prieta ۸۸

شکل ۳-۱۳ : نمودار برش طبقات قاب ده طبقه تحت زلزله Kobe ۸۹

شکل ۳-۱۴ : نمودار برش طبقات قاب اصلاحی ده طبقه تحت زلزله Northridge ۸۹

شکل ۳-۱۵ : نمودار تاریخچه زمانی جابجایی افقی طبقه بام قاب یک طبقه تحت زلزله Tabas ۹۱

شکل ۳-۱۶ : نمودار تاریخچه زمانی جابجایی افقی طبقه بام قاب اصلاحی یک طبقه تحت زلزله Northridge ۹۱

شکل ۳-۱۷ : نمودار تاریخچه زمانی جابجایی افقی طبقه بام قاب سه طبقه تحت زلزله Kobe . ۹۲

شکل ۳-۱۸ : نمودار تاریخچه زمانی جابجایی افقی طبقه بام قاب اصلاحی سه طبقه تحت زلزله Loma Prieta ۹۲

شکل ۳-۱۹ : نمودار تاریخچه زمانی جابجایی افقی طبقه بام قاب پنج طبقه تحت زلزله Tabas ۹۲

شکل ۳-۲۰ : نمودار تاریخچه زمانی جابجایی افقی طبقه بام قاب اصلاحی پنج طبقه تحت زلزله Loma Prieta ۹۳

شکل ۳-۲۱ : نمودار تاریخچه زمانی جابجایی افقی طبقه بام قاب ده طبقه تحت زلزله Kobe ... ۹۳

شکل ۳-۲۲ : نمودار تاریخچه زمانی جابجایی افقی طبقه بام قاب اصلاحی ده طبقه تحت زلزله Northridge ۹۳

شکل ۳-۲۳ : نمودار جابجایی افقی طبقات قاب سه طبقه تحت زلزله Kobe ۹۶

شکل ۳-۲۴ : نمودار جابجایی افقی طبقات قاب اصلاحی سه طبقه تحت زلزله Loma Prieta .. ۹۶

شکل ۳-۲۵ : نمودار جابجایی افقی طبقات قاب پنج طبقه تحت زلزله Tabas ۹۶

شکل ۳-۲۶ : نمودار جابجایی افقی طبقات قاب اصلاحی پنج طبقه تحت زلزله Loma Prieta . ۹۶

شکل ۳-۲۷ : نمودار جابجایی افقی طبقات قاب ده طبقه تحت زلزله Kobe ۹۷

شکل ۳-۲۸ : نمودار جابجایی افقی طبقات قاب اصلاحی ده طبقه تحت زلزله Northridge ۹۷

شکل ۳-۲۹ : نمودار جابجایی افقی طبقات قاب اصلاحی ده طبقه تحت زلزله Loma Prieta ... ۹۷

شکل ۳-۳۰ : منحنی هیسترزیس میراگر طبقه دوم قاب سه طبقه تحت زلزله Kobe ۹۹

شکل ۳-۳۱ : منحنی هیسترزیس میراگر طبقه دوم قاب اصلاحی سه طبقه تحت زلزله Loma Prieta ۹۹

شکل ۳-۳۲ : منحنی هیسترزیس میراگر طبقه دوم قاب پنج طبقه تحت زلزله Tabas ۹۹

شکل ۳-۳۳ : منحنی هیسترزیس میراگر طبقه چهارم قاب پنج طبقه تحت زلزله Tabas ۱۰۰

شکل ۳-۳۴ : منحنی هیسترزیس میراگر طبقه دوم قاب اصلاحی پنج طبقه تحت زلزله Northridge ۱۰۰

شکل ۳-۳۵ : منحنی هیسترزیس میراگر طبقه چهارم قاب اصلاحی پنج طبقه تحت زلزله Northridge ۱۰۰

شکل ۳-۳۶ : منحنی هیسترزیس میراگر طبقه دوم قاب ده طبقه تحت زلزله Kobe ۱۰۱

شکل ۳-۳۷ : منحنی هیسترزیس میراگر طبقه پنجم قاب ده طبقه تحت زلزله Kobe ۱۰۱

شکل ۳-۳۸ : منحنی هیسترزیس میراگر طبقه هشتم قاب ده طبقه تحت زلزله Kobe ۱۰۱

شکل ۳-۳۹ : منحنی هیسترزیس میراگر طبقه دوم قاب اصلاحی ده طبقه تحت زلزله Kobe .. ۱۰۲

شکل ۳-۴۰ : منحنی هیسترزیس میراگر طبقه چهارم قاب اصلاحی ده طبقه تحت زلزله Kobe ۱۰۲

شکل ۳-۴۱ : منحنی هیسترزیس میراگر طبقه هشتم قاب اصلاحی ده طبقه تحت زلزله Kobe ۱۰۲

شکل ۳-۴۲ : روند تشکیل مفاصل پلاستیک قاب ده طبقه بدون میراگر تحت زلزله Northridge ۱۰۴

شکل ۳-۴۳ : مفاصل پلاستیک قاب سه طبقه بدون میراگر تحت زلزله Kobe ۱۰۵

شکل ۳-۴۴ : مفاصل پلاستیک قاب سه طبقه با میراگر تحت زلزله Kobe ۱۰۵

شکل ۳-۴۵ : مفاصل پلاستیک قاب اصلاحی سه طبقه بدون میراگر تحت زلزله Northridge . ۱۰۶

شکل ۳-۴۶ : مفاصل پلاستیک قاب اصلاحی سه طبقه با میراگر تحت زلزله Northridge ۱۰۶

شکل ۳-۴۷ : مفاصل پلاستیک قاب پنج طبقه بدون میراگر تحت زلزله Tabas ۱۰۷

شکل ۳-۴۸ : مفاصل پلاستیک قاب پنج طبقه با میراگر تحت زلزله Tabas ۱۰۷

شکل ۳-۴۹ : مفاصل پلاستیک قاب اصلاحی پنج طبقه بدون میراگر تحت زلزله Loma Prieta ۱۰۸

شکل ۳-۵۰ : مفاصل پلاستیک قاب اصلاحی پنج طبقه با میراگر تحت زلزله Loma Prieta..... ۱۰۸

شکل ۳-۵۱ : مفاصل پلاستیک قاب ده طبقه بدون میراگر تحت زلزله Kobe ۱۰۹

شکل ۳-۵۲ : مفاصل پلاستیک قاب ده طبقه با میراگر تحت زلزله Kobe ۱۰۹

شکل ۳-۵۳ : مفاصل پلاستیک قاب اصلاحی ده طبقه بدون میراگر تحت زلزله Northridge .. ۱۱۰

شکل ۳-۵۴ : مفاصل پلاستیک قاب اصلاحی ده طبقه با میراگر تحت زلزله Northridge ۱۱۰

شکل ۳-۵۵ : نمودار اندیس خرابی قاب و قاب اصلاحی یک طبقه در حالت با و بدون میراگر..... ۱۱۲

شکل ۳-۵۶ : نمودار اندیس خرابی قاب و قاب اصلاحی سه طبقه در حالت با و بدون میراگر..... ۱۱۲

شکل ۳-۵۷ : نمودار اندیس خرابی قاب و قاب اصلاحی پنج طبقه در حالت با و بدون میراگر..... ۱۱۳

شکل ۳-۵۸ : نمودار اندیس خرابی قاب و قاب اصلاحی ده طبقه در حالت با و بدون میراگر..... ۱۱۳

شکل پ-۱: جعبه شروع مدلسازی ۱۱۹

شکل پ-۲: تنظیم خطوط شبکه جهت‌های X، Y و Z ۱۲۰

شکل پ-۳: ویرایش خطوط شبکه جهت‌های X، Y و Z ۱۲۰

شکل پ-۴: معرفی مقاطع ۱۲۱

شکل پ-۵: جعبه معرفی میراگر ۱۲۳

شکل پ-۶: جعبه اختصاص مشخصات میراگر ۱۲۳

شکل پ-۷: هندسه مدل پس از ترسیم ۱۲۴

شکل پ-۸: معرفی بارهای استاتیکی ۱۲۴

شکل پ-۹: جعبه معرفی مشخصات شتاب‌نگاشت ۱۲۵

شکل پ-۱۰: اختصاص تکیه‌گاه گیردار ۱۲۶

شکل پ-۱۱: معرفی مفاصل پلاستیک برای ستون ۱۲۶

شکل پ-۱۲: معرفی مفاصل پلاستیک برای تیر ۱۲۷

شکل پ-۱۳: جعبه انتخاب حالات تحلیل ۱۲۸
شکل پ-۱۴: معرفی تحلیل تاریخچه زمانی ۱۲۹
شکل پ-۱۵: نمایش تغییر شکل سازه تحت تحلیل مودال ۱۳۰
شکل پ-۱۶: جعبه تنظیم نمایش توابع تاریخچه زمانی ۱۳۲
شکل پ-۱۷: جعبه تنظیم توابع تاریخچه زمانی ۱۳۲
شکل پ-۱۸: جعبه تنظیم نمایش تاریخچه زمانی برش پایه ۱۳۲
شکل پ-۱۹: جعبه تنظیم نمایش تاریخچه زمانی جابجایی افقی طبقه بام ۱۳۳
شکل پ-۲۰: جعبه تنظیم نمایش چرخه هیسترزیس میراگر ۱۳۳
شکل پ-۲۱: نمودار تاریخچه زمانی برش پایه ۱۳۳
شکل پ-۲۲: نمودار تاریخچه زمانی جابجایی افقی تراز طبقه بام ۱۳۴
شکل پ-۲۳: نمودار چرخه هیسترزیس میراگر ۱۳۴

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۱-۱ : سیکل های بارگذاری عضوهای U شکل ۳۶

جدول ۲-۱ : اعضای به کار رفته در قاب ۱ طبقه ۳ دهانه ۶۸

جدول ۲-۲ : اعضای به کار رفته در قاب اصلاح شده ۱ طبقه ۳ دهانه ۶۸

جدول ۲-۳ : اعضای به کار رفته در قاب ۳ طبقه ۳ دهانه ۶۹

جدول ۲-۴ : اعضای به کار رفته در قاب اصلاح شده ۳ طبقه ۳ دهانه ۶۹

جدول ۲-۵ : اعضای به کار رفته در قاب ۵ طبقه ۳ دهانه ۶۹

جدول ۲-۶ : اعضای به کار رفته در قاب اصلاح شده ۵ طبقه ۳ دهانه ۷۰

جدول ۲-۷ : اعضای به کار رفته در قاب ۱۰ طبقه ۳ دهانه ۷۰

جدول ۲-۸ : اعضای به کار رفته در قاب اصلاح شده ۱۰ طبقه ۳ دهانه ۷۱

جدول ۳-۱ : مقادیر حداکثر برش پایه در قاب یک طبقه ۸۵

جدول ۳-۲ : مقادیر حداکثر برش پایه در قاب سه طبقه ۸۶

جدول ۳-۳ : مقادیر حداکثر برش پایه در قاب پنج طبقه ۸۶

جدول ۳-۴ : مقادیر حداکثر برش پایه در قاب ده طبقه ۸۶

جدول ۳-۵ : مقادیر حداکثر جابجایی افقی طبقه بام در قاب یک طبقه ۹۴

جدول ۳-۶ : مقادیر حداکثر جابجایی افقی طبقه بام در قاب سه طبقه ۹۴

جدول ۳-۷ : مقادیر حداکثر جابجایی افقی طبقه بام در قاب پنج طبقه ۹۴

جدول ۳-۸ : مقادیر حداکثر جابجایی افقی طبقه بام در قاب ده طبقه ۹۵

فصل اول

پایه‌های نظری و پیشینه تحقیق

۱-۱- مقدمه

زلزله یکی از رویدادهای طبیعی می‌باشد که در طول تاریخ همواره باعث وارد آمدن خسارت‌های عمده مالی و جانی به بشر شده است. این امر سبب شده است تا پژوهش‌های فراوانی در مورد این پدیده صورت گیرد. از آنجا که در هنگام حرکت‌های شدید زمین در زلزله‌های بزرگ، انرژی زیادی وارد سازه می‌شود، بنابراین جهت جلوگیری از بروز خرابی در سازه، باید فرآیندی در سازه تعبیه شود که این انرژی عظیم را کنترل و میرا کند. یکی از روش‌ها، افزایش شکل‌پذیری می‌باشد. یعنی ضوابطی برای طراحی سازه پیشنهاد می‌شود که باعث افزایش شکل‌پذیری شود. با افزایش شکل‌پذیری، سازه رفتار غیر خطی پایداری از خود نشان داده و بخش عمده‌ای از انرژی ورودی توسط تغییرشکل‌های پلاستیک مستهلک می‌شود. همچنین با فرض رفتار شکل‌پذیر سازه، در زمین‌لرزه‌های بزرگ تعدادی از اعضای اصلی آسیب جدی دیده و تغییرشکل‌های بزرگ ماندگار روی می‌دهد که اگر منجر به فروریزش سازه نشود، هزینه بازسازی و تعمیر زیادی را بر سازه تحمیل خواهد کرد.

توسعه ابزار جدید برای اجرای کنترل غیر فعال لرزه‌ای ساختمان‌ها در مناطق زلزله خیز، از دغدغه‌های اصلی انسان به شمار می‌آید. بر همین اساس، استفاده از میراگرهای انرژی برای کنترل ارتعاشات در سازه، یکی از روش‌های جدید برای مقاوم‌سازی سازه‌ها مطرح شده است. در این روش انرژی ورودی توسط زلزله، در نقاط خاصی از سازه یعنی میراگرها که بدین منظور طراحی شده‌اند متمرکز و مستهلک می‌شود. در نتیجه، دیگر نیازی به استفاده از رفتار غیر خطی در اعضای اصلی برای اتلاف انرژی ورودی نبوده و خرابی در این اعضا روی نمی‌دهد و این میراگرها هستند که انرژی ورودی را تلف کرده و در صورت خرابی احتمالی به سادگی قابل تعویض می‌باشند.

در گذشته، بیشتر از میراگرهای تک محوره برای کنترل غیر فعال سازه‌ها استفاده شده است. اخیراً، گسترش لرزه‌ای ساختمان ها، مخازن، سازه‌های تاریخی و دیگر سازه‌ها با شکل پلان متراکم و اصلاح طرز نگرش در اجرای کنترل غیر فعال آنها، نیاز به میراگرهای دو محوره را بیشتر کرده است. این میراگرها، باید در برابر کلیه جابجایی‌های افقی، از خود رفتار ایزوتروپیک نشان داده و چرخه‌های بارگذاری و تغییر شکل زیادی را تحمل کنند. اکثراً برای برآوردن این دو نیاز، از رفتار الاستومریک استفاده می کنند. برای این منظور، باید آزمایش‌های آزمایشگاهی کافی و پژوهش‌های جامع عددی بر رفتار غیر خطی سیستم‌های سازه‌ای تحت بارهای قوی لرزه‌ای صورت گیرد تا رفتار قابل اعتماد این میراگرها تحت بارهای دو محوره تضمین گردد.

۱-۲- توزیع انرژی ورودی به سازه در اثر وقوع زلزله

هنگام وقوع زلزله‌های شدید، انرژی زیادی وارد سازه می‌شود. این انرژی به قسمت‌های مختلف سازه پخش می‌شود و باید با فرآیندی، این انرژی عظیم، تلف شود تا از خرابی سازه، پیشگیری گردد. مقدار این انرژی به قرار زیر می‌باشد :

$$E_i = E_s + E_k + E_h + E_d = E_E + E_D \qquad (۱-۱)$$

که :

E_i= کل انرژی وارده به سازه یا کار انجام گرفته توسط برش پایه به خاطر تغییر مکان پی.

E_s= انرژی کرنشی الاستیک سازه.

E_k=انرژی جنبشی سازه.

E_h=انرژی کرنشی غیر الاستیک سازه.

E_d= انرژی میرا شده کل در سازه که مجموع انرژی میرا شده توسط فرآیندهای میرایی طبیعی سازه و انرژی میرا شده توسط میراگرهای نصب شده در سازه می‌باشد.

مجموع انرژی جنبشی و انرژی کرنشی خطی را انرژی الاستیک (E_E) و مجموع انرژی کرنشی غیر خطی و انرژی میرایی کل را انرژی تلف شده (E_D) می‌نامند.

در روش‌های متداول طراحی، با افزایش انرژی ورودی از رفتار غیرالاستیک سازه استفاده می‌گردد که منجر به افزایش انرژی کرنشی غیرالاستیک سازه می‌گردد. این عمل به صورت غیر مستقیم باعث افزایش نرمی سازه و کاهش انرژی ورودی می‌شود. البته در این حالت تغییر شکل‌های غیرالاستیک نیز در سازه روی می‌دهد که پس از زلزله نیازمند ترمیم و بازسازی می‌باشد. حال اگر بتوانیم انرژی تلف شده به وسیله قطعات مستهلک کننده انرژی را افزایش دهیم، رفتار غیر خطی در این قطعات روی داده و بدین ترتیب ایمنی اعضای سازه‌ای تأمین می‌شود.

وسایل مستهلک کننده انرژی باید طوری طراحی شوند که در صورت افزایش زلزله از حد بهره-برداری، قبل از دیگر اعضا و به خصوص اعضای سازه‌ای وارد مرحله غیر خطی شوند و در عین حال تا رسیدن به زلزله طراحی عملکرد خود را حفظ نمایند [۱].