



ارائه مدل غیر خطی برای مقاوم‌سازی لرزه‌ای ساختمان‌های بتنی با استفاده از کمربندهای پیش‌تنیده آرامید

سعید تر فان^۱، مهدی بنازاده^۲

1- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زلزله دانشگاه صنعتی امیرکبیر

2- استادیار دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست دانشگاه صنعتی امیرکبیر

Tarfan@aut.ac.ir

خلاصه

زلزله‌های اخیر دارای قدرت تخریب بیش‌تر و در نتیجه اثرهای فاجعه‌آمیزی بر قسمت‌های شهری است؛ به‌ویژه این که خسارات و صدمات در ساختمان‌های قدیمی طراحی شده با آیین‌نامه‌های پیش از سال 1970 می‌باشد. در این سازه‌ها، طبقات نرم به علت سختی و شکل‌پذیری پایین تشکیل شده و ستون‌ها دارای مود گسیختگی برشی - فشاری بوده که این گسیختگی ترد به‌شمار می‌آید. در این مقاله رفتار خمشی و برشی ستون‌های بتن مسلح مقاوم‌سازی شده با کمربندهای پیش‌تنیده آرامید بوسیله مدل‌سازی غیرخطی، تحلیل و بررسی می‌شود. بدین منظور اثرات خمشی با استفاده از توزیع پلاستیسیته میان چندین مقطع مشخص در امتداد محور ستون بدست می‌آید. اثرات برشی غیرخطی با رابطه‌ی نیرو- تغییرمکان برشی با مدل سیکلی بدست می‌آید. در قسمت‌های اولیه رابطه‌ی خطی نیرو- تغییرمکان برشی از تئوری میدان فشاری اصلاح‌شده استفاده شده و برای اثرات غیرخطی، روش رگرسیونی بر مبنای نتایج آزمایشگاهی به کار گرفته شده است. نتایج تحلیلی دربردارنده‌ی افزایش شکل‌پذیری سازه‌های مطالعه شده می‌باشد.

کلمات کلیدی: ساختمان‌های بتنی، مقاوم‌سازی لرزه‌ای، کمربندهای پیش‌تنیده آرامید، مدل‌سازی غیرخطی.

1. مقدمه

پژوهش‌های آزمایشگاهی و بازدیدهای پس از زلزله نشان داده‌اند که ستون‌های بتن مسلح با آرما‌تورگذاری عرضی کم و فاصله‌ی زیاد پتانسیل گسیختگی ترد برشی در هنگام رخداد زلزله را دارند. آسیب‌ها و خسارات ناشی از زلزله در سازه‌های قدیمی که با ضوابط آیین‌نامه‌های قدیمی طراحی و اجرا شده‌اند و ایمنی کافی را نسبت به سازه‌های طراحی شده با آیین‌نامه‌های نسل امروزی ندارند، خطوناک‌تر و بیش‌تر است. چنین آسیبی هم‌چنین می‌تواند منجر به کاهش ظرفیت محوری شود؛ هنگامی که ظرفیت محوری ستون کاهش می‌یابد، بار ثقلی تحمل‌شده بوسیله ستون مذکور باید به المان‌های مجاور منتقل شود که منجر به آسیب پیش‌رونده و در نهایت فروریزش سازه می‌شود.

با توجه به آسیب‌پذیری شدید بسیاری از سازه‌های بتن آرمه موجود در نواحی لرزه‌خیز به دلایلی نظیر جزئیات نامناسب و یا عدم ارضای ضوابط آیین‌نامه‌های جدید، ارائه‌ی روش‌های ساده، ارزان و کارآمد برای مقاوم‌سازی اعضای بتن آرمه یک ضرورت تلقی می‌شود [1]. یاما‌اکاوا و همکاران [2] یک تکنیک مقاوم‌سازی ابتکاری با استفاده از کمربندهای پیش‌تنیده آرامید را پیشنهاد نمودند که سبب افزایش شکل‌پذیری المان، جلوگیری از مود گسیختگی برشی - فشاری و تهیه کردن محصوریت جانبی عامل و غیرعامل ستون آسیب‌پذیر می‌شود. مزایای اصلی پیش‌تنیدگی عنصر محصورکننده، افزایش سختی در مراحل اولیه بارگذاری محوری، به تاخیر انداختن تشکیل ترک در ناحیه برشی، کوچک کردن عرض ترک و بسته شدن ترک در سازه‌های داری ترک، وارد کردن فشار جانبی پیش از شروع اتساع یا آسیبی در بتن، پیش‌گیری از وقوع مدهای شکست مهار و وصله و نیز خردشدگی بتن بواسطه‌ی افزایش مقاومت فشاری بتن و شکل‌پذیری ستون است. به منظور بررسی صحت نتایج، مدل تحلیل غیرخطی توسط بنازاده و یاما‌اکاوا با در نظر گرفتن اثرات برش - خمش برای ستون آسیب‌پذیر و ستون‌های مقاوم‌سازی شده تحت بارگذاری سیکلی توسعه داده شده است. مدل غیرخطی پیشنهادی به صورت جامع قادر به متمایز کردن نوع گسیختگی (برشی، برشی - فشاری و فشاری) است.

¹ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زلزله دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست دانشگاه صنعتی امیرکبیر

² استادیار گروه سازه و زلزله دانشکده عمران و محیط‌زیست دانشگاه صنعتی امیرکبیر