

بررسی روش‌های تحلیل و طراحی لرزه‌ای سازه‌های زیرزمینی با استفاده از روش طراحی بر اساس تغییرمکان

علی خیرالدین^۱، پژمان به‌زرد^۲

۱- دکترای سازه- دانشگاه سمنان- تلفن: ۰۲۳۱-۳۳۲۸۸۶۰

۲- کارشناس ارشد سازه- دانشگاه سمنان- تلفن: ۰۹۱۲۲۳۶۹۳۸۷

E.mail: Pejmanb@gmail.com

خلاصه

امروزه به دلیل نیاز روز افزون به استفاده از فضاهای زیرزمینی شهری و با توجه به لرزه‌خیزی کشور ایران، ضرورت بررسی رفتار این سازه‌ها در برابر زلزله بیش از پیش احساس می‌شود. طراحی تسهیلات زیرزمینی برای مقاومت در برابر زلزله نسبت به طراحی لرزه‌ای سازه‌های سطحی دارای جنبه‌های بسیار متفاوتی می‌باشد. نیروی زلزله وارد بر سازه‌های سطحی متعارف، اصولاً ناشی از اثرات اینرسی بر سازه می‌باشد ولی در سازه‌های زیرزمینی، زلزله بیشتر از طریق تغییرشکل‌های اعمالی از طرف زمین بر سازه تاثیرگذار است. بنابراین طراحی لرزه‌ای سازه‌های زیرزمینی روی تغییرشکل زمین و اندرکنش آن با سازه، با تأکید روی تغییرمکان (کرنش) تمرکز دارد. موارد اخیر باعث توسعه روش‌های طراحی تحت عنوان روش‌های تغییرشکل لرزه‌ای گردیده است. فلسفه‌ی طراحی لرزه‌ای سازه‌های زیرزمینی نیز همانند بسیاری از تسهیلات بحرانی به معیار طراحی دوگانه (دو سطح طراحی) نیاز دارد. هدف از زلزله سطح طراحی بالاتر رسیدن به ایمنی زندگی و هدف از سطح زلزله طراحی پایین‌تر بیان میزان آسیب‌های اقتصادی است. در این مقاله روش‌های تحلیل و طراحی لرزه‌ای سازه‌های زیرزمینی با استفاده از روش طراحی بر اساس تغییرمکان در سطوح لرزه‌ای دوگانه با یک رویه تحلیلی مورد ارزیابی قرار گرفته است. ابتدا مسائلی نظیر بررسی مدهای تغییرشکل و مد غالب لرزه‌ای، نحوه‌ی شبیه‌سازی و طراحی سازه تحت هر کدام از مدها، تحلیل میدان آزاد و نحوه لحاظ نمودن اندرکنش محیط- سازه در تحلیل‌های شبه استاتیکی معادل مورد مطالعه قرار گرفته است. سپس ترکیبات بارگذاری موثر در هر یک از سطوح دوگانه لرزه‌ای و مکانیزم انتقال بار زلزله از محیط میزبان به سازه زیرزمینی، ناسازگاری‌های فضایی، تاثیرات جهت انتشار امواج و نیز نحوه استخراج پارامترهای موثر حرکت زمین با استفاده از آیین‌نامه‌های موجود مورد بحث قرار گرفته و نتایج آن ارائه شده است. همچنین تفاوت میان روش‌های تحلیلی رایج با توجه به نتایج جدیدترین تحقیقات بررسی شده و مزایای هر روش بیان گردیده است.

کلمات کلیدی: سازه زیرزمینی، ایستگاه مترو، تونل، تحلیل و طراحی لرزه‌ای، اندرکنش خاک- سازه

مقدمه

سازه‌های زیرزمینی از ایمن‌ترین سازه‌ها در مقابل خطرات زلزله هستند، اما این مسأله ذره‌ای از اهمیت تحلیل و طراحی لرزه‌ای آن‌ها نمی‌کاهد. طراحی لرزه‌ای سازه‌های زیرزمینی در چندین مورد منحصر به فرد است. در اکثر سازه‌های زیرزمینی اینرسی خاک احاطه کننده از اینرسی خود سازه بزرگتر است. اندازه‌گیری‌های انجام گرفته توسط اوکاموتو (۱۹۷۳) از پاسخ لرزه‌ای یک تونل لوله‌ای فرورده طی چندین زلزله نشان داد که پاسخ یک تونل توسط پاسخ زمین اطراف مشخص می‌گردد نه توسط مشخصات اینرسی خود سازه تونل. بنابراین طراحی لرزه‌ای سازه‌های زیرزمینی روی تغییرشکل‌های میدان آزاد زمین و اندرکنش آن با سازه با تأکید روی تغییرمکان (کرنش) تمرکز دارد، که از این لحاظ با طراحی سازه‌های سطحی که روی اثرات اینرسی خود سازه متمرکز می‌باشد متفاوت است. مورد اخیر باعث توسعه روش‌های طراحی تحت عنوان روش‌های تغییرشکل لرزه‌ای گردیده است، که صریحاً تغییرشکل لرزه‌ای زمین را مورد ملاحظه قرار می‌دهند. اثرات زلزله بر سازه‌های زیرزمینی را می‌توان در دو گروه تقسیم بندی کرد:

۱- لرزش زمین.

۲- گسیختگی زمین مانند: روانگرایی، تغییرمکان گسل‌ها و ناپایداری شیب‌ها.

^۱ دانشیار دانشگاه سمنان، دانشکده مهندسی

^۲ مهندس سازه، مهندسین مشاور