

بررسی ظرفیت غیرالاستیک خاک بر ظرفیت باربری دینامیکی فونداسیون‌های متکی بر شمع در هنگام وقوع زلزله

عبدالحسین حداد، مصطفی فخاری فر

استادیار دانشگاه سمنان، دانشکده عمران

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زلزله دانشگاه سمنان
fakharifar_mostafa@livesync.com

چکیده

فونداسیون بسیاری از سازه‌ها به تنهایی تاب تحمل نیروهای ناشی از زلزله که در هنگام رخداد زلزله در آنها ایجاد می‌شود، ندارند. از موارد رایج این‌گونه از فونداسیون‌ها، پی در زیر ستونهای گوشه ساختمانها و مخازن هوایی مرتفع که بیشترین نیروی برکنش (uplift) در آنها اتفاق می‌افتد؛ می‌باشند. از اینرو استفاده از پی‌های متکی بر شمع یا گروه شمع‌ها از روش‌های سودمند در حل این معضل می‌باشد. در این‌گونه از پی‌ها مسئله خصوصیات خاک از جمله ظرفیت غیرخطی خاک، خصوصیات پلاستیسته و میرایی خاک در عملکرد و مکانیزم شکست این‌گونه از پی‌ها مطرح می‌باشد. در این پژوهش با بهره‌گیری از مدل عددی المان محدود تأثیر رفتار غیرخطی و پلاستیسته خاک بر ظرفیت باربری دینامیکی فونداسیون در دو حالت بارگذاری هارمونیک و رکورد واقعی چندین زلزله مورد بررسی قرار گرفته، و اثر این پارامتر در افزایش ظرفیت باربری دینامیکی فونداسیون و شمع مشخص گردید. میزان تأثیر این فاکتور به دامنه بارگذاری زلزله، فرکانس غالب زلزله وارده به سازه و فرکانس خود فونداسیون-شمع وابسته می‌باشد. جهت مدلسازی رفتار خاک معیار مور-کولمب برای خاک در نظر گرفته شده است.

کلمات کلیدی: فونداسیون، شمع، معیار مور-کولمب، ظرفیت غیرخطی.

مقدمه

شمع یا گروه شمع‌ها به همراه پی متکی بر آن به عنوان یکی از روشهای احداث فونداسیون در مناطق با خطر لرزه‌خیزی بالا می‌باشد [1,2]. از مزایای اصلی این نوع از سیستم فونداسیون، انعطاف‌پذیری و شکل‌پذیری بالاتر این سیستم سازه‌ای در مقایسه با سایر سیستمهای فونداسیون می‌باشد [3,5]. آنجا که کشورمان در منطقه‌ای با پتانسیل لرزه‌خیزی بالا بواسطه حضور سرچشمه‌های لرزه‌زا قرار دارد؛ و استفاده از این سیستم فونداسیون در سازه‌های بلند مرتبه رو به فزونی می‌باشد؛ انجام مطالعات در رابطه با ظرفیت دینامیکی این گونه از فونداسیون‌ها در هنگام زلزله از نقطه نظر وقوع مکانیزم شکست در خاک، فونداسیون و یا شمع مهم و حیاتی می‌باشد. مطالعات گذشته حاکی از این مطلب است که نیروهای زلزله باعث ایجاد نیروهای اینرسی زیادی در شمع و فونداسیون می‌گردد. بر پایه تحقیقات گذشته؛ نشان داده شده است، که می‌بایست ظرفیت غیرخطی خاک در طراحی پی-شمع لحاظ گردد. شواهد عینی از این مسئله زلزله‌های لوما پریتا ۱۹۸۹ (Loma Prieta 1989) و نورتریج ۱۹۹۴ (Northridge 1994) می‌باشند که پاسخ غیرخطی خاک موجب کاهش و تقلیل دامنه ارتعاشات و سرعت امواج زلزله در شتابهای حداکثر بیشتر از 0.1g-0.3g گردید [4]. هدف اصلی این مطالعه بررسی اثر ظرفیت غیرخطی خاک بر اندرکنش دینامیکی سیستم خاک-فونداسیون-سازه می‌باشد. شایان ذکر است که منظور از فونداسیون، مجموع سیستم خود فونداسیون به همراه شمع (یا گروه شمع‌ها) می‌باشد. مدل رفتاری خاک بر اساس معیار مور-کولمب فرض گردیده است. برای اعمال تحریک پایه، در یک حالت از ارتعاش هارمونیک و بار دیگر از رکورد چهار زلزله واقعی استفاده گردیده است.

مدل تحلیلی اندرکنش خاک-فونداسیون-سازه

آنالیزهای انجام شده در نرم افزار المان محدود *ANSYS Ver 10.0* صورت گرفته است. مدل رفتاری خاک بر پایه معیار مور-کولمب به صورت الاستوپلاستیک که در بر گیرنده رفتار غیرخطی خاک و حدوث پاسخهای غیرخطی با پذیرش کرنشهای پلاستیک می‌باشد، در نظر گرفته شده است. شمع‌ها به صورت المانهای سه بعدی الاستیک که دارای چسبندگی و پیوستگی کامل با خاک می‌باشند؛ مدل گردیده‌اند. اتصال بین فونداسیون و شمع در محل زیر فونداسیون به صورت کاملاً صلب در نظر گرفته شده است. روسازه (سازه بنا نهاده شده بر فونداسیون) به صورت یک مدل ایده‌آل یک درجه آزادی که متشکل از یک ستون با سختی خمشی و جرم متمرکز در انتهای آن می‌باشد، مدل گردیده است. شرایط مرزی مناسب جهت اطمینان از انتقال امواج در المانها لحاظ گردیده است. میرایی بر اساس روش رایله محاسبه و در آنالیز وارد گردیده است. جهت مدلسازی فونداسیون-شمع از المان *Solid65* که قابلیت پذیرش آرماتور به دو صورت مجزا و همچنین درصدی از حجم کل مقطع را دارا می‌باشد استفاده گردیده است. جهت مدلسازی خاک از المان *Solid187* به ترتیب بالا *Solid187* استفاده گردیده است. این المان دارای سه درجه آزادی در هر گره: درجات آزادی انتقالی در جهات *X* و *Y* و *Z* می‌باشد. علت اصلی استفاده از این المان قابلیت‌های ویژه این المان در مدلسازی خصوصیات پلاستیسته، هایپروالاستیسته، خزش، سخت‌شدگی تنش، تغییرشکلهای بزرگ و قابلیت پذیرش کرنشهای بزرگ می‌باشد.