

محاسبه‌ی طیف‌های طراحی با احتساب اندرکنش خاک و سازه

چکیده

در تحلیل و طراحی دینامیکی سازه‌ها عموماً فرض می‌شود که خاک زیر پی سازه صلب بوده و از اثر اندرکنش خاک و سازه صرف‌نظر می‌شود. طیف‌های طراحی موجود در آیین‌نامه‌های لرزه‌ای نیز با این فرض محاسبه شده است. در حالی که با در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک و سازه پاسخ‌های دینامیکی سازه تغییر می‌یابد که این تغییرات دارای اثرات مثبت و یا منفی بر روی عمل‌کرد سازه می‌باشد. در این تحقیق به بررسی اثر اندرکنش خاک و سازه بر روی محاسبه‌ی طیف طرح با استفاده از روش زیرسازه پرداخته شده است. معادله حرکت سیستم خاک و سازه با استفاده از مدل سازه برشی برای سازه فوقانی و در نظر گرفتن دو درجه آزادی افقی و دورانی در تراز پی استخراج شده است. با توجه به غیر کلاسیک بودن ماتریس میرایی سازه با پای انعطاف‌پذیر، برای حل مسئله مقدار ویژه در تحلیل مودال غیر کلاسیک از روش بردار حالت استفاده می‌شود. بردارها و مقادیر مشخصه این سیستم به شکل اعداد و بردارهای مختلط مزدوج می‌باشند که در نهایت با استفاده از تحلیل مودال کلاسیک و غیر کلاسیک مشخصات و پاسخ دینامیکی سیستم به صورت اعداد حقیقی حاصل می‌شود. واکنش‌های سازه شامل نسبت برش پایه به وزن سازه، نسبت جابجایی بام به ارتفاع سازه و نسبت حداکثر دررفت سازه به ارتفاع طبقه‌ی مربوطه در سه حالت سازه با پای صلب و سازه با پای انعطاف‌پذیر کلاسیک و غیر کلاسیک محاسبه شده است. همچنین تغییرات زمان تناوب سازه با در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک و سازه بررسی شده است. برای این منظور ابتدا قاب‌های خمشی فولادی ویژه ۱، ۲، ۴، ۶، ... و ۲۰ طبقه واقع بر خاک‌های نوع ۳ و ۴ مطابق با طبقه‌بندی آیین‌نامه زلزله ایران توسط نرم‌افزار SAP۲۰۰۰ به صورت دو بعدی تحلیل و طراحی شده و بعد پی سازه‌ها نیز به صورت منفرد و نواری بسته به مورد طراحی شده است. سپس با استفاده از تحلیل تاریخچه زمانی خطی به روش انتگرال‌گیری مستقیم و تحلیل طیفی با طیف میانگین زلزله‌ها به روش کلاسیک و غیر کلاسیک واکنش‌های هر سازه با ۱۰ رکورد زلزله ناحیه‌ی نزدیک و ۱۰ رکورد زلزله ناحیه دور برای هر نوع خاک به دست آمده است. تحلیل تاریخچه زمانی با استفاده از نرم‌افزار SAP۲۰۰۰ و Matlab و تحلیل طیفی با استفاده از نرم‌افزار Matlab انجام شده است. خاک زیر پی سازه در نرم‌افزار Matlab با استفاده از فنر و میراگر و در نرم‌افزار SAP۲۰۰۰ توسط فنر و میرایی مؤثر سازه مدل شده است. مقادیر سختی و میرایی فنرها و میراگرها با استفاده از توصیه‌های دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود (نشریه ۳۶۰) محاسبه گردیده است. با ارائه نمودارهای نسبت میانگین حداکثر برش پایه به وزن قاب، نسبت میانگین حداکثر تغییر مکان بام به ارتفاع قاب و نسبت میانگین حداکثر دررفت سازه به ارتفاع طبقه‌ی مربوطه منحنی‌هایی مشابه با طیف‌های موجود در آیین‌نامه‌ها ولی با در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک و سازه حاصل می‌شود. برای بررسی اثر اندرکنش خاک و سازه بر مودهای بالاتر ارتعاش سازه نتایج تحلیل‌ها بر روی ۳ واکنش ذکر شده به صورت واکنش کل، واکنش مود اول و واکنش سایر مودها به جز مود اول ارائه گردیده است. همچنین با بررسی منحنی‌های تغییرات واکنش سازه با پای انعطاف‌پذیر نسبت به واکنش سازه با پای صلب، محدوده‌ای از زمان تناوب سازه‌ها که تحلیل غیر کلاسیک با اندرکنش لازم است و یا تحلیل کلاسیک با اندرکنش کافی است تعیین شده و محدوده زمان تناوب‌هایی که آنالیز سازه با در نظر گرفتن اثر اندرکنش خاک و سازه مورد نیاز است، معرفی شده است. در نهایت با توجه به تغییرات واکنش سازه با پای انعطاف‌پذیر نسبت به سازه با پای صلب ضرایب اصلاح واکنش کل و واکنش مود اول به صورت تابعی از زمان تناوب مود اول سازه‌های مورد بررسی با پای صلب تعیین شده است.

کلمات کلیدی: اندرکنش خاک و سازه، تحلیل مودال کلاسیک و غیر کلاسیک، زمان تناوب سازه، واکنش‌های سیستم، ضریب اصلاح