

شکل‌پذیری لرزه‌ای مورد نیاز در سازه‌های بلندمرتبه قاب خمشی ویژه تحت اثر اندرکنش دینامیکی خاک، سازه و شمع

علیرضا هادیان، فرهاد بهنام فر، آبان ۱۴۰۰

مطالعات انجام‌شده تا به امروز نشان می‌دهد فرض تکیه‌گاه صلب برای تحلیل سازه‌های کوتاه‌مرتبه با بستر سنگی تا حد زیادی قابل قبول است. اما برای سازه‌های بلندمرتبه با تکیه‌گاه انعطاف‌پذیر پاسخ سازه می‌تواند شرایط متفاوتی را تجربه کند. با توجه به اهمیت هم‌زمانی اثر ثانویه $P-\Delta$ و حرکت گهواره‌ای پایه سازه‌های بلندمرتبه با خاک انعطاف‌پذیر در این پژوهش معیارهای سنجش پاسخ سازه در قالب دوران طبقات و جابه‌جایی نسبی طبقات در سازه با تکیه‌گاه انعطاف‌پذیر تحت اثر اندرکنش دینامیکی خاک، سازه و شمع نسبت سازه با تکیه‌گاه ارزیابی شده است. توجه کم‌تر به تأثیر این موضوع بر روی پاسخ سازه، محققین را کم‌کم برای دستیابی به نزدیک‌ترین پاسخ به واقعیت در طراحی سازه‌های بلندمرتبه با بستر خاک انعطاف‌پذیر ترقیب کرد. در این پژوهش از مدل‌سازی به روش مستقیم برای تحلیل هم‌زمان سه سیستم خاک، سازه و شمع در ساختمان‌های ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ طبقه قاب خمشی فولادی ویژه سه بعدی متکی بر گروه شمع‌های ۱۶ و ۲۵ عددی با خاک ماسه‌ای نوع D آیین‌نامه ASCE7-16 استفاده شده است. برای تحلیل دینامیکی غیرخطی سیستم خاک، سازه و شمع تحت اثر اندرکنش در این مطالعه از تحلیل دینامیکی غیرخطی تاریخچه زمانی با به‌کارگیری ۱۱ مؤلفه رکورد زلزله افقی دور از گسل در دو جهت متعامد استفاده شده است. مدل‌سازی مبتنی بر روش اجزا محدود بوده و رفتار غیرخطی در کرنش‌های بزرگ برای خاک و سیستم‌های سازه‌ای لحاظ شده است. نتایج به دست آمده از ایت مطالعه نشان می‌دهند که اثرات در نظرگیری اندرکنش بین خاک، سازه و شمع‌ها به ارتفاع سازه، جنس و تراکم خاک، طول و فاصله‌ی شمع‌ها با یکدیگر، فاصله ساختگاه از گسل و محتوای فرکانسی رکورد زلزله بستگی دارد. در حالت کلی دو معیار سنجش پاسخ سازه شامل جابه‌جایی نسبی طبقات و شکل‌پذیری مورد نیاز سازه در این مطالعه مبنای طراحی سازه‌ها لحاظ شده است. در طبقات زیرین بلندترین ساختمان این مطالعه نتایج نشان می‌دهند که تحت اثر اندرکنش دینامیکی خاک، سازه و شمع به علت هم‌زمانی تأثیر فزاینده اثر ثانویه $P-\Delta$ و حرکت گهواره‌ای شمع‌ها شکل‌پذیری مورد نیاز سازه بیش از ۴۰ درصد و جابه‌جایی نسبی طبقات سازه بیش از ۲۰ درصد افزایش پیدا کرده‌اند که میزان قابل توجهی است. تغییر مکان هدف در بام بلندترین ساختمان در این مطالعه نیز تحت اثر اندرکنش دینامیکی خاک، سازه و شمع بیش از ۲۰ درصد افزایش داشته است. تمامی این موارد نشان از اهمیت اندرکنش خاک، سازه و شمع در سازه‌های بلندمرتبه دارد. اهمیت رفتار شمع تحت اثر نیروی زلزله بر روی پاسخ سازه نیز در این پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهند که در صورتی که منحنی رفتار شمع تحت بارگذاری در محدوده‌ی الاستیک باقی بماند، تغییر مکان در طبقات زیرین سازه بیش از ۱۵ درصد افزایش پیدا می‌کند. در این مطالعه به منظور کاهش زمان فرآیند تحلیل نتایج در سازه‌های بلندمرتبه، معادله رگرسیون چندجمله‌ای ارائه شده است که با شبیه‌سازی نمودار شکل‌پذیری مورد نیاز نرمال شده سازه، لزوم در نظرگیری اندرکنش خاک، سازه و شمع در سازه‌های بلندمرتبه متکی بر شمع بر روی ساختگاه انعطاف‌پذیر را تعیین می‌کند. با استفاده از این رابطه، با توجه به معیار شکل‌پذیری مورد نیاز سازه، لزوم به‌کارگیری اندرکنش خاک، سازه و شمع بدون انجام فرآیند زمان‌بر تحلیل دینامیکی غیرخطی ساختمان‌ها ارزیابی می‌گردد.

کلمات کلیدی:

شکل‌پذیری مورد نیاز سازه‌ها، اندرکنش دینامیکی خاک، سازه و شمع، تأثیر حرکت گهواره‌ای پایه، اثر ثانویه $P-\Delta$.