

بررسی عملکرد پی‌های سطحی واقع بر ماسه روانگرا با استفاده از مدلسازی فیزیکی

یاسر جعفریان

استادیار، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران
Yjafarianm@iiees.ac.ir

بهروز مهرزاد سلاکجانی

دانشجوی دکتری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران
Beh_mehrzads@yahoo.com

عبدالحسین حداد

استادیار، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران
A.h.haddad@gmail.com

کلید واژه‌ها: پی سطحی، روانگرایی، نشست، فشار آب، مدلسازی فیزیکی

چکیده

روانگرایی در طی زلزله‌های مختلف باعث خسارت‌های فراوان مالی و جانی شده است. بالا رفتن فشار آب و کاهش تنش موثر ناشی از امواج زلزله باعث کاهش سختی و ظرفیت باربری پی‌ها می‌شود. خسارات پی‌های سطحی ناشی از روانگرایی می‌تواند بعثت کمبود ظرفیت باربری و یا نشست‌های تجمعی ناشی از افزایش فشار اضافی جزئی یا کامل آب حفره ای بوجود آید. مطالعات اخیر نشان‌دهنده اهمیت کرنش‌های برشی ناشی از وجود سربار سازه در کنار کرنش‌های حجمی است، با این وجود نشست‌های ناشی از روانگرایی با استفاده از کرنش‌های حجمی ناشی از بازتحکیم ماسه روانگرا تخمین زده می‌شود. در این مقاله با استفاده از مدل‌سازی فیزیکی، اثر تولید فشار ثابت آب بر ظرفیت باربری و نشست‌های پی‌های سطحی مورد بررسی قرار گرفته است. فشار ثابت آب که نماینده حداکثر فشار آب تولید شده در حین و پس از روانگرایی می‌باشد با استفاده از تراوش استاتیکی تولید شده است. نتایج نشان می‌دهد که با وجود کاهش محسوس ظرفیت باربری در اثر تولید فشار اضافی ثابت آب، در حالت روانگرایی کامل هنوز ظرفیت باربری قابل توجهی وجود دارد که می‌تواند در مسائل مهندسی مورد توجه قرار گیرد. فشار اضافی آب زیر پی همواره مقداری کمتر از فشار اطراف پی بوده و در هیچ یک از آزمایش‌ها، روانگرایی کامل دقیقاً در زیر پی مشاهده نشده است. همچنین اثر ضریب اطمینان طراحی بر نشست‌ها مورد بررسی قرار گرفته است.

مقدمه

روانگرایی یکی از عوامل خسارت به سازه‌ها در هنگام زلزله است. استفاده ی گسترده از پی‌های سطحی واقع بر ماسه‌های با قابلیت روانگرایی در مناطق ساحلی شمال و جنوب ایران، اهمیت بررسی این موضوع را روشن می‌کند. مطالعات فراوانی برای ارزیابی رفتار پی‌های سطحی واقع بر ماسه‌های روانگرا صورت گرفته است. خرابی‌های ناشی از روانگرایی به کاهش سختی و مقاومت برشی خاک‌ها در اثر افزایش اضافه فشار منفذی و نشست‌های تجمعی ناشی از آن در حین و پس از زلزله نسبت داده می‌شود.

در زلزله ۱۹۶۴ نیگاتا در ژاپن حدود سیصد و چهل سازه بتن مسلح با پی سطحی واقع بر لایه ضخیم خاک روانگرا نشست و کج شدگی مفرط را تجربه کردند (Kawakami and Asada, 1964; Ohsaki, 1966; Seed and Idriss, 1967). نشست‌ها با نسبت ارتفاع به عرض سازه متناسب بوده و شمع‌های کوتاه اثر ضعیفی بر مقدار نشست‌های سازه و ظرفیت باربری پی‌ها داشته اند (Yoshimi and Tokimatsu, 1977). در زلزله ۱۹۹۰ لوزان فلیپین تعداد زیادی از سازه‌های واقع بر لایه ضخیم روانگرا دچار نشست و کج شدگی شدند (Adachi et al., 1992; Ishihara et al., 1990; Tokimatsu, 1994). در زلزله ۱۹۹۹ از میت ترکیه خرابی سازه‌های واقع بر لایه کم عمق روانگرا در اثر کمبود ظرفیت باربری گزارش شده است (Acacio et al., 2001; Yoshida et al., 2001; Bray et al., 2004). علاوه بر مشاهدات صحرائی، مطالعات فراوانی با استفاده از مدل‌سازی فیزیکی و آزمایشگاهی توسط میز لرزه ی 1g و سانتیفریوژ برای درک بهتر پدیده روانگرایی انجام شده است. یوشیمی و تاکیماتسو (Yoshimi and

