



عملکرد سیستم پی شمع در پتانسیل روانگرایی ماسه‌ها: مطالعه عددی

آرمین رحیمی^۱، یاسر جعفریان^۲، عبدالحسین حداد^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاک و پی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان

۲- عضو هیئت علمی پژوهشکده مهندسی ژئوتکنیک، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

۳- عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان

armin.rahimi@gmail.com

yjafarianm@iiees.ac.ir

ahadad@semnan.ac.ir

خلاصه

در سال‌های اخیر استفاده از گروه شمع‌ها به صورت ترکیب با پی رادیه به دلیل عملکردشان در کنترل و کاهش نشست‌ها و افزایش ظرفیت باربری پی گسترش یافته و صرفه‌جویی اقتصادی نیز داشته‌اند. یکی از مباحث مهمی که در طراحی شمع‌های این سیستم ترکیبی مطرح است اجرای آن در خاک‌های مسئله‌دار از جمله خاک‌های ماسه‌ای اشباع و در نتیجه آن بحث احتمال وقوع روانگرایی خاک تحت بارهای لرزه‌ای می‌باشد. در این نوع خاک‌ها تحت بارهای لرزه‌ای مقاومت برشی خاک کاهش ناگهانی یافته، خاک روانگرا شده و تغییر شکل‌های قابل توجهی می‌یابد و در نتیجه آن نیروهای مخربی به شمع‌های مورد استفاده در سیستم پی شمع وارد می‌آید. در این مقاله با استفاده از روش تحلیل عددی به بررسی عملکرد سیستم پی شمع در خاک‌های مستعد روانگرایی تحت بارهای لرزه‌ای پرداخته و تأثیر شمع‌ها در پتانسیل تغییر شکل‌های حجمی خاک و در نتیجه تغییر پتانسیل روانگرایی آن بررسی می‌شود.

کلمات کلیدی: پی شمع، پتانسیل روانگرایی، بارهای لرزه‌ای، اندرکنش سازه-شمع-خاک، مدل‌سازی عددی.

۱. مقدمه

یکی از مهم‌ترین علل بروز خسارت و خرابی‌ها به هنگام زلزله، روانگرایی خاک‌های ماسه‌ای سست و اشباع می‌باشد. به این منظور در بسیاری از پروژه‌ها از پی‌های عمیق برای عبور از لایه‌ی روانگرا (یا لایه‌ای که پتانسیل روانگرا شدن دارد) و اتکای پی سازه به لایه‌ی قوی‌تر زیرین استفاده می‌شود. تا به حال روش‌های مختلف آنالیز و طراحی برای ارزیابی ظرفیت باربری قائم شمع‌ها در حین زلزله ارائه شده است. کاربرد این روش‌ها در حالتی که شمع در خاک‌های دارای پتانسیل روانگرایی باشد، ممکن است منجر به نتایج درستی نشود و در این موارد تأثیر روانگرا شدن خاک‌های با پتانسیل روانگرایی نیز بایستی در آنالیز مورد توجه قرار گیرد. نحوه‌ی عملکرد شمع‌ها در هنگام وقوع زلزله یکی از عوامل اصلی تأثیرگذار بر پاسخ لرزه‌ای سازه‌ها می‌باشد. رفتار شمع در خاک روانگرا با مفاهیم اندرکنش خاک - شمع، مکانیزم‌های گسیختگی و پاسخ شمع سروکار دارد و در مناطق لرزه‌خیز به شدت متأثر از روانگرایی خاک می‌باشد.

عملکرد شمع‌ها در خاک‌های روانگرا بسیار پیچیده‌تر از عملکرد شمع‌ها در خاک‌های غیر روانگرا است زیرا در این حالت، شمع علاوه بر سازه از طرف خاک نیز تحت بارهای دینامیکی متفاوتی قرار گرفته، مقاومت و سختی خاک در طول زمان در اثر رفتار غیرخطی خاک و افزایش فشار آب حفره‌ای، کاهش می‌یابد. در این شرایط شمع‌ها به شدت مستعد ترک خوردگی و حتی گسیختگی می‌باشند. اهمیت تأثیر روانگرایی روی شمع‌ها را می‌توان بر آسیب‌های به وجود آمده در آن‌ها در زلزله‌های گذشته مشاهده نمود. در زلزله (Niigata 1964) برای اولین بار، خرابی‌های ناشی از

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد خاک و پی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان

^۲ عضو هیئت علمی پژوهشکده مهندسی ژئوتکنیک، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

^۳ عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان