



بررسی پاسخ گروه شمع چهارتایی به پدیده گسترش جانبی ناشی از روانگرایی با استفاده از آزمایشات بزرگ مقیاس میز لرزان

سید محسن حائری^{1*}، آرین آصف زاده²، علی کاوند³، ایرج رحمانی⁴

1- استاد دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف، تهران

2- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی ژئوتکنیک، دانشگاه صنعتی شریف، تهران

3- دانشجوی دکتری مهندسی ژئوتکنیک، دانشگاه صنعتی شریف، تهران

4- سرپرست بخش حمل و نقل و تکنولوژی دریایی، پژوهشکده حمل و نقل، وزارت راه و ترابری، تهران
smhaeri@sharif.edu*

خلاصه

در جریان زلزله‌های گذشته، پی‌های عمیق سازه‌ها در زمین‌های ماسه‌ای شل و مستعد روانگرایی دچار آسیب‌ها و خسارات جدی شده‌اند. این آسیب‌ها علی‌الخصوص هنگامی که زمین از یک سو با شیب ملایم به جبهه آزاد آب منتهی می‌گردد با وقوع پدیده گسترش جانبی، بسیار شدیدتر می‌شود. در مطالعه حاضر با استفاده از یک محفظه صلب بزرگ مقیاس و آزمایشات میز لرزان به بررسی رفتار گروه شمع 2x2 در شرایط گسترش جانبی و در پروفیل خاک سه لایه با شیب 7 درصد (4 درجه) پرداخته می‌شود. تغییرات لنگر خمشی ایجاد شده در شمع‌ها، نحوه تغییرات فشار آب حفره‌ای اضافی ایجاد شده در میدان آزاد و نزدیک به شمع‌ها، فشارهای خاک و جابجایی‌های به وجود آمده در شمع‌ها نشان داده شده و در مورد نتایج به دست آمده بحث و بررسی به عمل می‌آید.

کلمات کلیدی: مدل فیزیکی، روانگرایی، گسترش جانبی، پی عمیق، میز لرزان

1. مقدمه

خرابی سازه‌های متکی بر پی‌های عمیق در زمین‌های روانگرا شونده در بسیاری از زلزله‌های گذشته مشاهده شده است. این خرابی‌ها علی‌الخصوص هنگامی که زمین از یک سو با شیب ملایم به جبهه آزاد آب منتهی می‌گردد با وقوع پدیده گسترش جانبی، بسیار شدیدتر می‌شود. در پدیده گسترش جانبی در زمین‌های روانگرا شونده با شیب ملایم، با از دست رفتن مقاومت برشی خاک در اثر روانگرایی، نیروهای برشی محرک نسبتاً شدیدی باعث جابجایی جانبی توده خاک به سمت پائین دست شیب می‌شود و این جابجایی‌ها همراه با اعمال نیروهای جانبی بسیار بزرگ به پی‌های عمیق و سایر سازه‌های زیرزمینی بوده و موجب خرابی آنها می‌گردد. نمونه‌هایی از این دست خرابی‌ها در زلزله سال 1964 نیگاتا [1]، 1995 کوبه ژاپن [2] و نیز زلزله 2010 هائیتی [3] مشاهده شده است. بیشتر خرابی‌های مشاهده شده در پی‌های عمیق، در محل اتصال شمع به کلاهک گروه شمع و در مرز میان لایه روانگرا با لایه‌های غیر روانگرای فوقانی و تحتانی بوده است. بررسی رفتار شمع‌ها در زمین‌های روانگرا شونده مستعد گسترش جانبی توسط محققین مختلف با استفاده از رویکردهای عددی [4]، آزمایشات مقیاس واقعی [5]، آزمایشات سانتریفیوژ [6] و آزمایشات میز لرزان [7] مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه، رفتار گروه شمع 2x2 در پروفیل خاک سه لایه تحت نیروهای زلزله و فشارهای جانبی ناشی از گسترش جانبی مورد ارزیابی قرار گرفته و تغییرات فشار آب حفره‌ای، لنگرهای خمشی ایجاد شده در شمع‌ها و فشار اندرکنشی میان خاک و شمع مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد.

2. مدل فیزیکی

برای انجام این مطالعه با استفاده از مدل فیزیکی بزرگ مقیاس، از دستگاه میز لرزان مرکز تحقیقات مهندسی زلزله دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف استفاده شده است. ابعاد این میز 4 متر × 4 متر بوده و توانایی اعمال شتاب حداکثر 20 متر بر مجذور ثانیه با حداکثر بار 20 تن و با بیشینه فرکانس 50 هرتز را دارا است.