



بررسی عددی پی های ستونی مرکب به روش اجزای محدود برای خاکریز جاده

حجت توحیدی^۱، امین امیری توسلی^۲، عادل عساکره^۳، مسعود دهقانی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوتکنیک، دانشگاه هرمزگان

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوتکنیک، دانشگاه هرمزگان

۳- دانشجوی دکترای ژئوتکنیک، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

۴- استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه هرمزگان

tohidi@hormozgan.ac.ir
tavasoli@hormozgan.ac.ir
asakereh@alborz.kntu.ac.ir
dehghani@hormozgan.ac.ir

خلاصه

پی های ستونی چندگانه مفهوم جدیدی هستند که با استفاده از ستون هایی با ابعاد متفاوت از خاکریزها حمایت می کنند و مقاومت و سختی خاک را در اعماق کم بسیج می کنند. در این مقاله ابتدا تلاش ها و مطالعاتی را که برای تحلیل این خاکریزها انجام گرفته است به طور خلاصه شرح داده شده است، سپس با استفاده از نرم افزار PLAXIS مسئله را مورد تحلیل قرار داده و پس از تطبیق نتایج، مسئله را به صورت پارامتریک مورد بررسی قرار داده و نتایج جدیدی را استخراج کردیم. در تحلیل پارامتریک مسائل مربوط به نشست، جابجایی افقی، نشست تفاضلی، نیروی محوری ستون ها و افزایش وافت اضافه فشار حفره ای مورد بحث قرار گرفته است. نتایج بدست آمده بیانگر آن است که پی ستون های چندگانه مرکب که با ستون های آهکی - CFG ساخته می شوند از پی ستون های آهکی - SC خیلی موثرتر هستند. ستون های آهکی - CFG بخاطر بیشتر بودن ضریب فشردگی اش نسبت به ستون های SC باعث پایداری طولانی مدت خاکریز جاده ها می گردد.

کلمات کلیدی: مدل سازی المان محدود، پی های چند ستونی مرکب، Plaxis، ستون های آهکی - CFG

۱. مقدمه

ساخت خاکریز بر روی خاک های رس دار مسئله دار و سست به همراه سطح بالای آب های زیرزمینی، مهندسین را برای بهبود شرایط خاک وادار به اصلاح خاک می کند. برای اصلاح این خاک ها روش های مختلفی وجود دارد که با توجه به شرایط اقتصادی و میزان موثر بودن و آسانی اجرا روش مناسب انتخاب میگردد. یکی از روش های اصلاح خاک که در این مقاله به آن اشاره شده است. تسلیج خاک زیر خاکریز به وسیله ی ترکیبی از ستون ها با طول های مختلف می باشد. در واقع با ایجاد این ستونها اسکلتی را در خاک به وجود می آوریم که باعث کاهش نشست و افزایش ظرفیت باربری خاک می گردد. روش های دیگر عبارتند از باربرداری با استفاده از زهکش های عمودی یا عملیات تزریق دوغاب.^(۱) در چین برای تثبیت خاک از مصالحی چون ترکیب سیمان - خاکستر بادی - خرده سنگ (CFG) و یا سیمان - خاک (SC) با ستون های آهکی برای کنترل نشست در خاکریزهای بر روی لایه های نرم استفاده می شود. روش کار بدین صورت است که با نصب ستون هایی با مصالح و ابعاد و طول های مختلف از خاکریز محافظت کرده و باعث افزایش استحکام و سختی خاک در لایه ی نازکی در عمق می گردد. شکل ۱ نمونه ای از این پی مرکب را نشان می دهد. در اینجا خاکریز به وسیله ی ستون های بلند از جنس (CFG) یا (SC) و ستون های کوتاه تر آهکی محافظت می شوند. ستون های بلند معمولاً دارای سختی بیشتری نسبت به ستون های کوتاهتر هستند و معمولاً مشابه شمع ها برای انتقال بار به لایه های عمیق تر استفاده می شود. ستون های انعطاف پذیر آهکی باعث محکم و سخت شدن لایه های خاک نرم سطحی می شوند و بعدها می توان از آن به عنوان سیستم محافظ بار استفاده کرد. در بسیاری نقاط از سرزمین چین این روش تثبیت به میزان قابل توجهی مورد پذیرش می باشد. در سال های اخیر تحقیقات زیادی بر روی این سیستم پی ستونی مرکب انجام شده است. به عنوان مثال لیو^(۲) و چن^(۳) آزمایشات صحرایی بر روی پی ستون های مرکب با دو نوع ستون انجام داده اند. ژاو^(۴) به عنوان مثال آزمایشات صحرایی بر روی پی های مرکب با سه و چهار نوع ستون انجام داده است. چن^(۵) نتایج تحلیل اجزاء محدود بر روی پی های مرکب چند ستونه ارائه کرده است. یان^(۶) روش سیستماتیکی را برای طراحی پی های مرکب ستونی چند گانه ارائه کرده است. لیانگ^(۷) تحلیل اجزاء محدود سه بعدی برای پی ستون های مرکب شناور با انواع مختلف شمع ها انجام داده است. ژنگ^(۸) تحلیل اجزاء محدود سه بعدی برای پی ستون های مرکب با SC و ستون های آهکی ارائه کرده است. ژنگ^(۹) تحلیل اجزاء محدود سه بعدی برای