مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com

میکروپایل و نقش آن در بهسازی زمین

هرندی، سید مرتضی[۱] - باقری پور، محمد حسین[۱] - کیوان فر، مهدی [۱]

چکیده

امروزه به منظور تثبیت و بهسازی زمینهای سست و بالابردن ظرفیت باربری آنها روشهای بسیار گسترده و متنوعی به کار می رود. یکی از مناسبترین روشها استفاده از میکروپایلهاست که کاربرد آن به دلایلی نظیر صرفه جویی در زمان ، کاهش هزینه های اجرایی ، مصالح کمتر ، امکان تجهیز و حمل سریعتر وسایل برای اجرای میکروپایل و کنترل نشستها در حال افزایش است. این مقاله بر تثبیت و بهسازی زمینهای شالیزار شمال ایران به منظور عبور دکلهای خطوط انتقال نیرو با استفاده از این روش تأکید دارد. این زمینها به لحاظ ژئوتکنیکی و ویژگیهای زمین ساختی، زمینهایی سست با ظرفیت باربری بسیار کم محسوب می شوند و استفاده از میکروپایلها برای تثبیت و بهسازی این زمینها ، روشی مناسب به نظر می رسد. در این راستا مطالعهٔ موردی بر روی منطقه ای در جوار پست ۶۳ کیلو ولت شهر رشت نزدیک خمام واقع در ۱۰ کیلومتری شهر رشت انجام گرفت. با تعیین مشخصات فنی لایه های خاک مزبور و استفاده از نرم افزار المان محدود LUSAS کاربرد میکروپایل جهت استفاده در این منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت. در تحلیل انجام شده تنشهای قائم ناشی از بارهای فشاری ٤ و ٨ و ١٢ تن در فواصل ۰/۵ و ٦ متری از جدار خارجی میکروپایل محاسبه گردید و نتایج بدست آمده با تنشهای قائم محاسبه شده از تئوری رانکین مقایسه گردیده است. نتایج نشان میدهد که تنشهای محاسبه شده، تئوری رانکین را ارضاء نموده و از ضرایب اطمینان بالایی برخوردار است. نظر به اینکه نتایج بدست آمده قسمتی از تحقیقات کلی در منطقه است، مقایسهٔ اقتصادی کاربرد میکروپایل با دیگر عوامل تثبیت در حال بررسی می باشد .

مقدمه:

در یک دید کلی میکروپایلها ، شمعهای لوله ای هستند که به وسیلهٔ دستگاه شمعکوب در زمین کوبیده شده و توسط دستگاه تزریق دوغاب سیمان با غلظت و فشار معینی طی چندین مرحله تزریق میگردد. متناسب با خواص اولیهٔ خاک و مشخصات فنی اجرای تزریق ، عملیات تزریق

[۱] گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com

سبب بهبود خواص اولیهٔ خاک می گردد . بدین صورت که در خاکهای دانه ای، دوغاب تزریق در فضای خالی دانه های خاک نفوذ نموده و با ایجاد یک ناحیهٔ سخت شده اطراف گمانهٔ تزریق در شعاع مفروضی سبب بهبود خواص اولیهٔ زمین می گردد. در خاکهای ریز و چسبنده، دوغاب تزریق موجب ایجاد ترک و نفوذ لابلای ذرات خاک و ترکهای حاصله گردیده و در نهایت یک اسکلت بهم پیوسته از دوغاب تزریق ایجاد می گردد. میکروپایلها در مواردی به کار می روند که زمین از مقاومت مکانیکی بسیار پائینی برخوردار است و میزان خاک رس همراه با لای ، ماسهٔ نرم و اکثرا مواد آلی ، امکان ایجاد فونداسیونی از نوع معمول و کلاسیک را غیر ممکن میسازد. در زمینهای شالیزار و ماسه های ساحلی گیلان و مازندران، زمینهای رسی سیلتی در استان خوزستان و زمینهای رسی در بسیاری از نقاط کشور مانند شیراز ، استفاده از میکروپایلها به عنوان روشی مناسب جهت بهسازی و افزایش توان باربری این زمینها به نظر می رسد. میکروپایلها دامنهٔ کاربرد بسیار گسترده و متنوعی دارند که می توان به مواردی نظیر تحکیم و افزایش ظرفیت باربری زمینهای سست زیر فونداسیونها برای سازه های مهمی نظیر دکلهای خطوط انتقال نیرو ، پلها و برج مراقبت فرودگاهها که تمرکز بار زیادی در زیر فونداسیون وجود دارد، مقابله با نیروهای بالادهنده که به واسطهٔ بارهای باد و زلزله ایجاد می شود و در سازه های بلند نظیر دکلهای برق و برج مراقبت فرودگاهها تأثیر بیشتری دارد، جلوگیری از لرزش در ساختمانهایی نظیر فرودگاهها، پلها و سازه های در معرض نیروهای دینامیکی و به صورت مهاری برای نگهداری دیوارهای حایل و سازه های طره ای اشاره نمود. سازه های زیادی در ایران با این روش تقویت و بازسازی شده اند که می توان به طراحی و اجرای بازسازی نیروگاههای نکا و لوشان، تقویت فونداسیون پل بزرگ میان پشته در بندر انزلی و طراحی و تقویت فرودگاه شیراز اشاره نمود. در این تحقیق با توجه به این که تعداد قابل ملاحظه ای از دکلهای خطوط انتقال نیرو بایستی از زمینهای شالیزار شمال ایران عبور کند و در اثر بارهای باد و زلزله نیروهای بالادهندهٔ بسیار شدیدی به فونداسیون این دکلها اعمال می گردد ، استفاده از سیستم آرایش میکروپایلها جهت تثبیت این زمینها و انتقال بار دکلها به آن به عنوان روشی مناسب جهت بالابردن ظرفیت باربری نهایی این زمینها پیشنهاد گردیده است.

مطالعهٔ موردی

منطقهٔ انتخاب شده جهت انجام آزمایش بارگذاری روی میکروپایل آزمایشی ، ناحیه ای است در جوار پست ۶۳ کیلو ولت رشت نزدیک خمام در ۱۰ کیلومتری شهر رشت. مطالعات انجام گرفته در این منطقه حاوی آزمایشات انجام گرفته روی خاک های حاصل از ۷ گمانهٔ ۱۵ متری می باشد. مشخصات لایه های خاک ودوغاب تزریق در جداول (۱) و (۲) ارائه گردیده است.جهت بررسی نحوهٔ توزیع تنشهای قائم در تودهٔ خاک اطراف میکروپایل ، آزمایش صحرایی با استفاده از نرم افزار پیشرفته LUSAS مورد آنالیز اجزای محدود قرار گرفته است. در محاسبات ،

مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com

رفتار تنش – کرنش خاک غیر خطی الاستوپلاستیک منظور شده است . معیار گسیختگی برشی خاک نیز معیار موهر-کلمب است. با توجه به اینکه پس از تزریق داخل تودهٔ خاک اطراف هسته، این توده دارای سیمانتاسیون بالایی می گردد، چنین فرض شده که این محدوده از خاک نیز همانند مصالحی الاستیک با مشخصات دوغاب تزریق عمل می نماید. در شکل (۱) نمایی از هندسهٔ مدل و وضعیت قرار گیری لایه ها در مدل اجزای محدود نشان داده شده است .شبکه بندی اجزای محدود در مدل به نحوی انجام شده که تمامی المانها از نوع پوسته می باشد. ابعاد این المانها در مجاورت میکروپایل ۶۷×۱۳۳ سانتی متر مربع و در زیر میکروپایل به طور خودکار انجام شده است . در شکل شمارهٔ (۲) نمایی از شبکه بندی مدل نشان داده شده است . بارگذاری سیستم در حالت استاتیکی و شامل بار وزن به علاوهٔ بار فشاری اعمال شده روی مدل است . ضریب اصطکاک تماسی بین جدار میکروپایل و خاک اطراف آن با فرض زاویهٔ اصطکاک ۲۴ درجه (0.6φ) ۰/۴۷ منظور شده است .ضریب پواسون لایه های خاک در مدل اجزای محدود۰/۴۵ منظور شده است .

تجزیه و تحلیل مدل

در اشکال توزیع تنشهای قائم برای بارهای فشاری ۴ و ۸ و ۱۲ تن در فواصل ۰/۵ و ۶ متری از جدار خارجی میکروپایل ترسیم شده و نتایج به دست آمده از آنالیز با تنشهای قائم ناشی از تئوری رانکین مقایسه شده است. با بررسی گرافها به این نتیجه می رسیم که تنشهای حاصل از آنالیز ، نتایج تئوری رانکین را ارضا می نمایند و هر چه فاصله نسبت به مرکز بار بیشتر شود به سبب نزدیک شدن به حالت سکون منحنی های تنش قائم برست آمده از آنالیز به سمت منحنی های تنش قائم تئوری رانکین سوق می نماید و نیز هر چه میزان بار وارده کمتر باشد منحنیهای به دست آمده از آنالیز به منحنیهای تئوری رانکین نزدیکتر است. با بررسی منحنیهای تنش قائم در فاصلهٔ ۰/۵ متر از جدار خارجی میکروپایل می توان به این نتیجه رسید که تا نزدیک شدن به انتهای میکروپایل ،منحنیهای تنش قائم به نتایج تنش رانکین نزدیکتر است و ناگهان در زیر میکروپایل ، افزایش شدیدی خواهد داشت .

نتایج:

۱- تنشهای قائم به دست آمده از آنالیز ، نتایج تئوری رانکین را تا حد زیادی ارضاء می نماید.

۲- هر چه فاصله نسبت به مرکز بار بیشتر باشد به سبب نزدیک شدن به حالت سکون، منحنیهای تنش قائم بدست آمده از آنالیز به سمت منحنیهای تنش رانکین سوق می نماید .

۳- هر چه مقدار بار کمتر باشد منحنیهای تنش قائم به دست آمده به منحنیهای تنش رانکین نزدیکتر اند .

مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com

٤- با بررسی منحنیهای تنش قائم در فاصلهٔ ٠/٥ متری از جدار خارجی میکروپایل به ایـن نتیجـه می رسیم که تا نزدیک شدن به انتهای میکروپایل ، منحنیهای تنش قائم به تئوری رانکیـن نزدیـک بوده و ناگهان در زیر میکروپایل افزایش چشمگیری خواهد داشت .

منابع:

Abghari, A., and Chai, J., (1995), Modeling of Soil Pile Superstructure Interaction for Bridge Foundation. ASCE Confe. on Performance of Deep Foundations, Geotech. Spec. Publ. No.51. 45-59.

Bruce, D.A. and Jurdan, I., (1997), Drilled and Grouted Micropiles: State-of-Art Practice Review, Federal Highway Administration.

Bruce, D.A., (1997), Micropiles, Ground Improvement, Reinforcement, and Treatment: A Twenty-Year Update and a Vision for the 21st Century, ASCE, Ground Improvement Committee.

4. Korek, H.W. (1978). Small diameter bored injection piles. Ground Engineering. Vol. 11. No. 4. Pp.14-29.

مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com

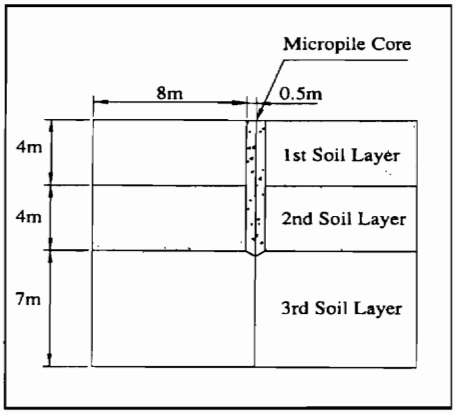
جدول (۱) –مشخصات لایه های خاک منطقهٔ مورد مطالعه

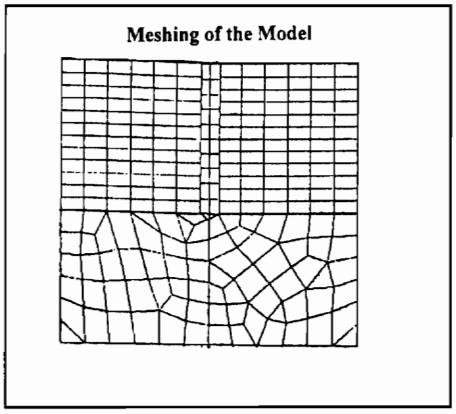
شمارهٔ لایه	ضخامت لایه(m)	ضریب چسبندگی (Kg/cm2)	زاویهٔ اصطکاک داخلی (Deg)	ضریب ارتجاعی (Kg/cm2)	دانسیته Kg/cm3 ()
۱	٤	۰/۱	۲۳	۳۰	۰/۰۰۱۸
۲	٤	۰/۱۷	۲۸	۷۵	۰/۰۰۱۹
۳	۷	۰/۳	٤۰	۳۰۰	۰/۰۰۲۱

جدول (۲) –مشخصات دوغاب تزریق شده

ضریب ارتجاعی (Kg/cm2)	دانسیته(Kg/cm3)	ضریب پواسون
۱۰۰۰۰۰	۰/۰۰۲۲	۰/۱۵

شکل (۲)-شبکه بندی مدل المان محدود شکل (۱)-هندسهٔ مدل و وضعیت لایه ها

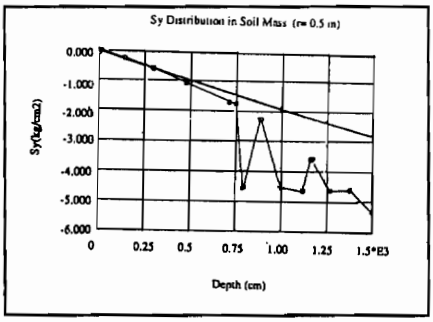


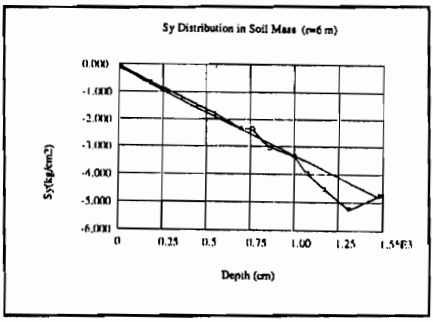


مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com

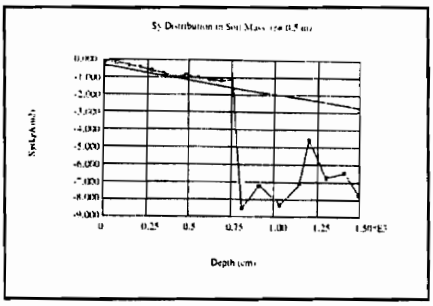
نتایج تئوری رانکین

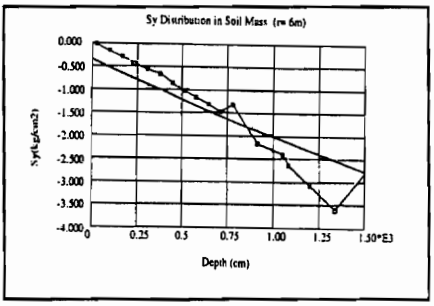
نتایج نرم افزار Lusas



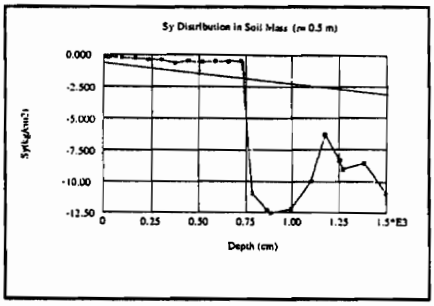


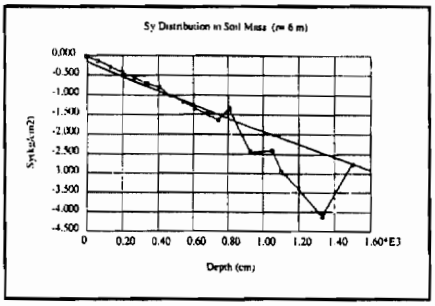
بار ٤ تن





بار ۸ تن





بار ۱۲ تن