



کاربرد خاکستر کوره سیمان در تثبیت خاک‌های نامرغوب

فریدون مقدس‌نژاد^۱، امیر مدرس^۲

۱- استادیار دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۲- کارشناس ارشد مهندسی عمران-راه و ترابری، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

پست الکترونیکی: amirmodarrs2003@yahoo.com

خلاصه

در این تحقیق، مطالعات انجام گرفته در مورد اثرات خاکستر کوره سیمان بر خصوصیات مهندسی چند گروه از خاک‌های ضعیف و نامناسب جهت به کارگیری در پروژه‌های راهسازی مورد بررسی قرار گرفته است. در فرآیند تولید سیمان پرتلند، در محل خروج گازها از کوره، مقدار زیادی خاکستر جمع می‌شود که مقدار کمی از این خاکستر بازیابی شده و به جهت صرفه جویی در سوخت، مجدداً وارد کوره می‌شود و مقدار زیادی از آن دفع می‌گردد. به دلیل تشابه ترکیبات این ماده با ترکیبات موجود در سیمان‌های معمولی، می‌توان انتظار داشت که بخشی از خواص سیمانی و چسبندگی سیمان‌های پرتلند در این خاکستر وجود داشته باشد. آزمایش‌های مورد بررسی شامل آزمایش‌های حدود ات‌برگ، مقاومت فشاری و PH مخلوط بوده‌است. به دلیل کمتر بودن میزان اکسیدهای موثر در پیشرفت واکنش‌های خاک با این ماده نسبت به سیمان‌های معمولی، مقادیر استفاده شده از این ماده بیشتر از سیمان‌های معمولی بوده است. علی‌رغم این مورد به دلیل ارزان بودن این ماده در صورت حصول نتایج مناسب، استفاده از آن به مراتب ارزان‌تر و اقتصادی‌تر از سیمان‌های معمولی، آهک و تثبیت‌کننده‌های مشابه خواهد بود. نتایج به دست آمده نشان‌دهنده اثرات مطلوب این ماده بر مقدار حدود ات‌برگ و به خصوص مقاومت فشاری خاک‌های مورد مطالعه می‌باشد.

کلمات کلیدی: خاکستر کوره سیمان، تثبیت خاک، مقاومت فشاری، PH، حدود ات‌برگ

مقدمه

تثبیت خاک یکی از روش‌های مرسوم در بهبود خواص مهندسی خاک‌های مورد استفاده در پروژه‌های عمرانی می‌باشد. اثرات موادی مانند آهک، انواع پوزولان‌ها و... به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته و در بسیاری از موارد نیز از این مواد جهت به کارگیری مصالح نامناسب در سازه‌های ساخته شده از جمله راه‌ها، باند فرودگاه‌ها، پی‌ها و... استفاده شده‌است. استفاده از این روش در پروژه‌های بزرگ و با اهمیت از جمله پروژه‌های راهسازی به خصوص در مواردی که جایگزینی خاک‌های نامناسب، در برگیرنده حجم بالایی از عملیات خاکی باشد؛ می‌تواند از نظر اقتصادی مورد توجه قرار گیرد. در این پروژه‌ها حجم بالای عملیات خاکی باعث افزایش هزینه‌های اولیه می‌گردد. همچنین مقدار هزینه‌های نگهداری در راه‌هایی که از مصالح تثبیت‌شده در آنها استفاده می‌شود، کمتر می‌باشد. استفاده از روش تثبیت در پروژه‌های کوچک و کم‌اهمیت از جمله راه‌های فرعی در اغلب موارد گران‌تر از روش‌های اجرایی دیگر می‌باشد. بنابراین استفاده از تثبیت‌کننده‌های ارزان قیمت که با استفاده از آنها بتوان به خصوصیات مهندسی مطلوب دست یافت می‌تواند باعث اقتصادی شدن این روش به خصوص در پروژه‌های کوچک و کم‌اهمیت‌تر گردد.

علاوه بر ارزان بودن، قابلیت تولید و همچنین دسترسی انبوه، یکی دیگر از ویژگی‌های یک تثبیت‌کننده مناسب است. یکی از مواد افزودنی که اثرات آن بر خواص مهندسی خاک‌ها به طور محدود مورد بررسی قرار گرفته است، خاکستر کوره سیمان می‌باشد [۲۰]. این خاکستر، در محل خروج گازها از دودکش کوره‌های پخت سیمان بر جای مانده و با توجه به وجود ترکیباتی مشابه با سیمان‌های معمولی در آن، در صورت اثرات مطلوب در خواص مهندسی خاک‌های ضعیف، استفاده از آن به مراتب ارزان‌تر از سیمان‌های پرتلند می‌باشد [۲۱]. همچنین دستیابی به این ماده در هر محلی که کارخانه سیمان وجود دارد امکان پذیر بوده و با توجه به اینکه حجم زیادی از این ماده در کارخانه‌های سیمان استفاده نشده و دفع می‌گردد؛ استفاده از آن در صورت تایید کفایت آن از طریق انجام بررسی‌های آزمایشگاهی می‌تواند بسیار اقتصادی و مناسب باشد.

معرفی خاکستر کوره سیمان (Cement Kiln Dust)

در فرآیند تولید سیمان پرتلند در محل خروج گازها از کوره مقدار زیادی خاکستر جمع می‌شود که مقدار کمی از این خاکستر بازیابی شده و به منظور صرفه‌جویی در سوخت مجدداً وارد کوره شده و مقدار زیادی از آنها دفع می‌گردد.

این خاکستر دارای خواص سیمانی است که می‌تواند آن را تبدیل به تثبیت‌کننده‌ای مفیدی برای خاک‌های ضعیف و نامناسب نماید. در کشور آمریکا در طول سال مقادیر زیادی خاکستر کوره تولید می‌گردد. به عنوان مثال، طبق گزارشات ارائه شده، در سال ۱۹۹۰، ۳۵۰۰۰۰ تن خاکستر کوره در آمریکا بازیابی و مجدداً به فرآیند تولید برگردانده شد در حالیکه مقدار خاکستر دفع شده به مراتب بیشتر از این مقدار بوده است [۱].

^۱ استادیار دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

^۲ کارشناسی ارشد مهندسی عمران-راه و ترابری