



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

تثبیت خاکهای انبساطی برای استفاده در ساخت و ساز

چکیده

خاکهای رس انبساطی در کل جهان توزیع می شود و منبع صدمه بزرگ به فراساختار و بناها می باشند. این خاکها می توانند باعث زیانهای اقتصادی سنگین و منبع خطر برای جمعیت شوند. این مقاله بیانگر یک مطالعه آزمایشی در تثبیت یک خاک انبساطی از جمله کاهش ظرفیت تورمی آن و بهبود ظرفیت های مکانیکی آن با افزودن محصولات فرعی و مواد زاید با منبع صنعتی می باشد. این امر اهداف دوتایی کاهش مسائل این نوع خاک و نیز فراهم آوری کاربری برای افزودنی ها و با این حساب حذف هزینه اقتصادی و محیط زیستی که در مدیریت اینها قرار دارد را حاصل می آورد. از نقطه نظر انبساط یافتگی، امکانپذیر بوده است که انرا به سطحی خیلی خوبی زیر آنچه قانونگذاری اسپانیا برای خاکهای انبساطی در نظر گرفته است، کاهش دهیم. همانند ظرفیتهای مکانیکی بهبود یافته خاک، کلیه عمل آوری های تست شده بهبودهایی را بین دو و چهار برابر استقامت فشرده سازی خاک غیرعمل آوری شده ارائه داده اند. از میان مواد زاید، قابل ذکرترین رفتار خاکستر هوابرد غلاف برنج، می باشد که در تثبیت خاک از دو جنبه که در این آزمایش ملاحظه گردیده بوده است، فوق العاده موثر بوده است.

کلیدواژه ها: تثبیت خاک، خاک انبساطی، تورم، مواد زاید

1-مقدمه

خاکهای انبساطی انهایی است که تجربه تغییرات بزرگی را در حجم هنگامی که محتوای آب آنها تغییر می کند، دارند. این انواع خاکها به طور وسیعی در کل دنیا پراکنده می باشد، هرچند آنها به ویژه در مناطق خشک فراوان هستند که در آنجا شرایط برای تشکیل مواد رسی گروه اسمکتیت مانند مونتوریلونیت یا برخی انواع ایلیت ها مناسب است. این رسها مشخصه شان داشتن اندازه ذره خیلی کوچک ، یک سطح مساحت ویژه بزرگ و یک ظرفیت تبادل کاتیون بالا یا CEC می باشد. تورم این نوع رس مرتبط با سه نوع عامل زمین شناسی، عوامل مهندسی خاک و شرایط محیط زیستی محلی است. زمین شناسی اساسا تعیین کننده وجود این نوع مواد رسی انبساطی در خاک می باشد. در میان عوامل مهندسی وارده ، محتوای رطوبت خاک، قابلیت انعطاف و چگالی خشک می باشد. مهمترین شرایط محیط زیستی محلی برای در نظرگیری مقدار فراکسیون خاک رس در خاک ،

شرایطی رطوبتی اولیه اش، و فشار محدودکننده می باشد. تغییرات حجمی این انواع خاک یک علت اصلی فجایع طبیعی است چون آنها باعث صدمه گسترده ای به ساختارها و فراساختارهای روی آن می شوند. این امر حتی باعث شده که برخی نویسندگان به آن خاک های فاجعه امیز بگویند.

تثبیت خاکهای انبساطی با استفاده از افزودنی هایی مانند آهک، خاکستر هوابرد، یا سیمان به خوبی مستندسازی شده است و به لحاظ سنتی روی حذف قدرت انبساطی خاک متمرکز شده است. در این نوع خاک، افزودنی ها با اکسیدکلسیم تولید ته نشینی از لایه های رس با جانشینی یونهای تک ظرفیتی با یونهای کلسیمی می کنند. این امر بارهای الکتروستاتیکی را لایه های رس را متعادل ساخته و نیروهای الکتروشمیایی عقب رانی را بین آنها کاهش می دهد. چسبندگی ذرات رس به کرکینه ها انگاه رخ می دهد و به خاکی با خواص مهندسی بهبودیافته منجر می شود: یک ساختار گرانوله تر، قابلیت انعطاف پایین تر، قابلیت نفوذ بزرگتر و بالاتر از همه اینها قابلیت انبساط پایین تر. بعلاوه، حضور یونهای OH^- باعث افزایش pH خاک تا مقادیر تقریباً 12.4 می شود. در این شرایط، واکنشهای سیمان طبیعی رخ می دهد زمانی که Si و Al که بخشی از ورقه های رس را تشکیل می دهند، حل و با یونهای کلسیم موجود ترکیب گردد منجر به ترکیبات سیمان مانند کلسیم سیلیکات هیدرات ها یا CSH و کلسیم الومینات هیدرات ها یا CAH می شود. این ترکیبات مسئول بهبود خواص مکانیکی خاک و کمک به کاهش انبساط آن با عملکرد سیمان سازی آنها می باشد. این مقاله درباره نتایج آزمایشی بهبود خواص یک خاک انبساطی بحث می کند هنگامی که با افزودنی های مختلف عمل آوری می شود. با اینحساب، تثبیت خاکهای انبساطی از دیدگاه حذف ظرفیت آنها برای تورم یا کم شدن حجم آنها در نظر گرفته شده است و نیز از نقطه نظر بهبود آن دسته خواص مکانیکی که در مهندسی عمران مورد نظر می باشد. این آزمایش براساس تست های مهندسی عمران با دیدگاه استفاده از این نوع خاک ها به عنوان مصالح ساختمانی و دیدگاه جلوگیری از فجایع طبیعی مرتبط با ظرفیت آنها برای تورم یا کم شدن حجم بوده است. در بخشهای ذیل این مقاله ما یک مطالعه تجربی را ارائه می دهیم که با یک رس به شدت انبساطی انجام می شود که به عمل آوری ضدانبساطی با افزودن افزودنی های مختلف ارسال گردید. با آنالیز کاهش ظرفیت تورم خاک، یک عمل آوری دوم برای تثبیت بهبود ظرفیت تحمل خاک و تکامل آن طی زمان به دلیل ایجاد واکنش های سیمان طبیعی اجرا گردید.

2- مواد

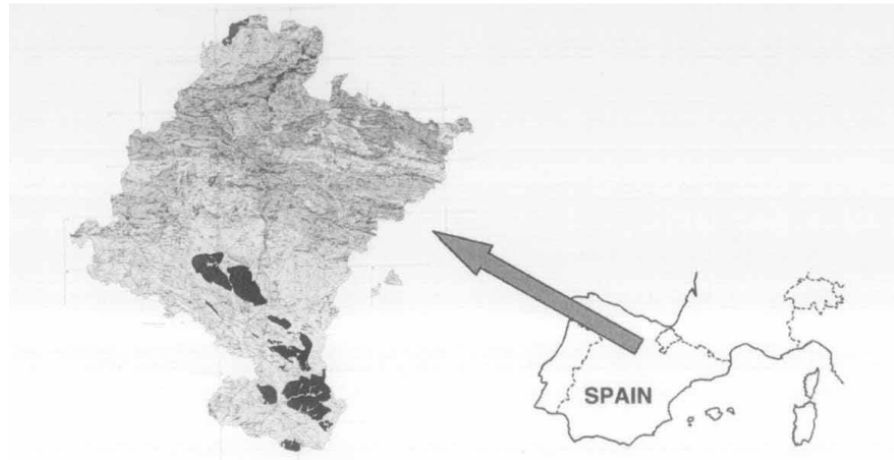
2-1- خاک انبساطی

برای این مطالعه ما یک نمونه رس‌های انبساطی را در مجاورت Tudela در اسپانیا استخراج کردیم. از یک دیدگاه زمین‌شناسی، این خاکها یک مجموعه از مواد دوران سوم زمین‌شناسی که اساسا رس می‌باشد با میزان متنوع کربنات و ماسه سنگ می‌باشد که به آن ظاهر امر Tudela می‌گویند. این ساختار زمین‌شناسی به طور گسترده‌ای در ناحیه Tuleda و Bardenas در جنوب شرقی حوضه Navarro-Rioja بوجود آمده است و به سمت غرب در طول ناودیس‌های Sesma و Miranda de Arga (تصویر 1). گسترش می‌یابد.

این مصالح در آزمایشگاه آنالیز گردیده و مشخص گردید که یک حد انعطاف PL برابر با 24.9% و یک حد مایع LL برابر با 43.5% دارد. کانی‌شناسی نمونه براساس جدول مطرح شده توسط Al-Rawas در 1999 تخمین زده شد. براساس تست نماینده استاندارد یا SP به پیروی از استاندارد UNE 103500، استقامت فشرده نامحدود خاک طبیعی تعیین گردید و به مقدار 0.399MPa محاسبه گردید. تورم آزاد در یک ادومتر به تبعیت از استاندارد اسپانیایی UNE 103601 برای یک نمونه قالبگیری مجدد با استفاده از تست SP تعیین گردید و به مقدار 4.65% تخمین زده شد. قانونگذاری اسپانیایی خاکهای انبساطی را به شکل خاکهای عاری از تورم به حداکثر 3 درصد تعریف می‌کند و محدودیتهایی برای استفاده از آنها قرار میدهد. نیز منع استفاده از خاکهایی را دارد که تورم آزاد آن به 5 درصد می‌رسد. این خاک در نتیجه در حدی است که به طور قانونی در اسپانیا اجازه داده شده است و به خوبی بالاتر از مقادیر تورم است که به لحاظ تکنیکی قابل توصیه می‌باشد.

2-2- افزودنی‌ها

افزودنی‌های تست شده در این آزمایش بر دو نوع بوده است: اول افزودنی‌های تجاری بوده است. از جمله اینها اهک به شکل معیاری برای ارزیابی اثر سایر افزودنی‌ها روی خاک در نظر گرفته شده است، چون همراه با سیمان تنها افزودنی مجاز توسط قانونگذاری اسپانیا برای عمل‌آوری خاکهای انبساطی است.



تصویر 1- نقشه زمین شناسی محیط زیست حیطه مورد مطالعه که از آن نمونه خاک نشات می گیرد. ظاهر امر Tudela به شکل سیاه نشان داده شده است.

دومین افزودنی تجاری در نظر گرفته شده یک تثبیت کننده غیراستاندارد به نام سیستم Consolid یا CS بود که به عنوان مقایسه ای با نتایج یک تثبیت کننده کلاسیک مانند اهک و سایر تثبیت کننده های جایگزین بکار رفت که نیز تست گردید. این ها اغلب مواد ضایعات صنعتی یا محصولات جانبی می باشد که بخاط محتوای معدنی بالایشان انتخاب می گردد. هدف دوتایی حصول بهبودی در خواص خاکهای انبساطی همراه با افزایش ارزش محصولات جانبی و مواد زاید و کاهش مسائل محیط زیستی که در حال حاضر در دفع آنها وجود دارد، می باشد. از نقطه نظر ترکیب افزودنی ها، چهار مسئله مطرح گردید: اول اینکه محصولات غنی از یونهای دوظرفیتی برای تولید اثرات کرکینه سازی و تشکیل ژل سیمانی انتخاب گردید که ماهیت انبساطی رس را کاهش می دهند. دوم اینکه افزودنی های غنی از سیلیکون و اکسید الومینیوم برای ترغیب واکنشهای سیمان طبیعی در خاک در نظر گرفته شد که نیز در محدودسازی قابلیت انبساط آن و بهبود خواص مکانیکی ان نقش دارد. سوم اینکه مواد افزودنی غنی از کاتیونهای دوظرفیتی انتخاب گردید. اینها توانایی متعادلسازی بارالکتریکی الکتروستاتیکی ورقه های رسی است: اما به دلیل ماهیت تک ظرفیتی آنها ایشان تولید پراکنش رس ها را می کند که دارای یک اثر مثبتی روی قابلیت انبساط خاک عمل اوری شده می باشد. بالاخره اینکه، افزودنی هایی در نظر گرفته شدند که غنی از سولفاتهایی است که بسته به کاتیونهای مرتبط با آنها باعث کرکینه سازی (کاتیونهای دوظرفیتی) یا پراکنش (کاتیونهای تک ظرفیتی) رسها می شود. وانگهی، یون سولفات می تواند تشکیل یک ترکیب کریستالینی به نام اترینگیت در خاک بدهد که در بهبود خواص مکانیکی ان نقش دارد.

از نقطه نظر قابلیت انبساط، ما تثبیت کننده اهک CL-90-S را با محتوای 82 درصد Ca(OH)_2 را به شکل رفرانس در نظر گرفتیم چون یک افزودنی است که اثر تثبیت سازی آن روی این نوع خاک به طور فراوان مستندسازی شده است.

محصولات جانبی و مواد زاید که محتوای بالای آنها در اکسیدهای کلسیم، منیزیم، Si، یا آلومینیوم آنها را مناسب برای استفاده به عنوان تثبیت کننده می سازد عبارت بودند از: اکسید منیزیم، خاکستر هوابرد غلاف برنج، خاکستر هوابرد کاه غلات، خاکستر هوابرد فولاد، و سنگ گچ. اکسید منیزیم از یک محصول جانبی تجاری به نام PC-7 بدست آمد. این محصول از کلسینه شدن صنعتی منیزیم طبیعی حاصل می آید. سنگ گچ طبیعی یا NG بکار رفته از یک تولیدکننده تجاری این ماده بدست آمد.

جدول 1-محتوای متوسط افزودنی های مختلف مواد معدنی مورد علاقه برای تثبیت خاکها

درصد	اهک	PC-7	سنگ گچ طبیعی یا NG	خاکستر هوابرد غلاف برنج یا RHFA	خاکستر هوابرد زغال یا CFA	خاکستر پایین زغال یا CBA	خاکستر هوابرد فولاد یا SFA	پرکننده آلومیناتوم یا AF
CaO	-	8.5	-	-	-	38.5	-	1
MgO	-	72	-	-	-	11.4	-	6
Ca(OH)_2	82	-	-	-	-	-	-	-
CaCO_3	8	-	-	-	-	-	-	-
CaSO_4	9	-	99	-	-	-	-	-
Fe_2O_3	-	3	-	-	-	2.1	17	1
SiO_2	-	3.5	-	99	-	36.6	-	8
Al_2O_3	-	-	-	-	-	9.2	5	70
K_2SO_4	-	-	-	-	62	-	-	-
KCl	-	-	-	-	16	-	27	-
$\text{K}_2\text{Na(SO}_4)$	-	-	-	-	22	-	-	-
NaCl	-	-	-	-	-	-	50	-

خاکستر هوابرد غلاف برنج یا RHFA باقیمانده احتراق غلاف برنج زاید برای تولید انرژی الکتریکی در کارخانجات بیومس می باشد. خاکستر هوابرد غلات یا CFA ضایعاتی است که مشتق از استفاده از کاه غلات برای تولید انرژی است. خاکستر پایین زغال یا CBA از احتراق صنعتی زغال در ایستگاه های برق حاصل می آید. خاکستر هوابرد فولاد یا SFA یک محصول زاید پروسه صنعتی کوره های فولاد می باشد. پرکننده آلومینات یا AF منشا خود را در پروسه صنعتی جبران آلومینیوم دارد. جدول 1 نشان دهنده محتوای مواد اصلی مورد علاقه در افزودنی های مختلف مورد استفاده می باشد.

3-روش شناختی

عمل اوری مطرح شده برای خاکهای انبساطی دو مرحله دارد: اولینی مرحله شامل یک عمل اوری ضدانبساطی با هدف کاهش انبساط پذیری خاک طبیعی است. نمونه های خاک خشک با مقادیر تثبیت شده افزودنی ها در پودر کاملاً در یک مخلوط کن صنعتی مخلوط گردید قبل از اینکه به تدریج مقداری آب برای کسب محتوای رطوبت بهینه محاسبه شده برای هر ترکیب افزوده شود. اجزا نگاه به طور مناسب برای حدود 5 دقیقه با هم مخلوط گردید و مخلوط صحیح خاک و افزودنی ها را تایید کرد. بعد از این کار، نمونه ها در تست SP مدلسازی جدید شد که به تبعیت از قانون استاندارد UNE 103500 می باشد و تورم ازاد اینها بعد از 1 روز زمان معالجه در ادمتر تعیین گردید که به پیروی از قانون استاندارد UNE 103601 می باشد. بعد از این اولین عمل اوری ترکیب افزودنی ها با بزرگترین کارایی در توانایی اش برای کاهش تورم طبیعی انتخاب گردید.

دومین عمل اوری شامل اجرای یک عملیات بیشتر براساس موثرترین ترکیبات افزودنی ها از اولین عمل اوری با هدف بهبود خواص مکانیکی خاک عمل اوری شده است. در این دومین عمل اوری هدف به حداکثرسانی واکنش های سیمان طبیعی در ترکیب افزودنی -خاک می باشد. افزودنی های اصلی با اینحساب به شکل غنی ترین در اکسیدهای دوظرفیتی (اهک و PC-7) و به عنوان افزودنی های دوم انهایی که حاوی اکسید الومینیوم و یا سیلیکون می باشند و یک تثبیت کننده پلیمری انتخاب گردید. نتایج این عمل اوری با تست فشرده سازی غیرمحدود ارزیابی گردید که از UNE 103400 برای نمونه های خاک تبعیت می کند

که تحت شرایط بهینه تست SP هر ترکیب برای دوره های عمل اوری 7 و 14 و 28 روز آماده سازی گردیده بود. عمل اوری نمونه ها در کیسه های پلاستیکی در یک اتاقک مرطوب و گرم در 20 درجه سانتیگراد با یک رطوبت نسبی 100 درصد صورت گرفت.

4-نتایج

4-1-عمل اوری ضدانبساطی

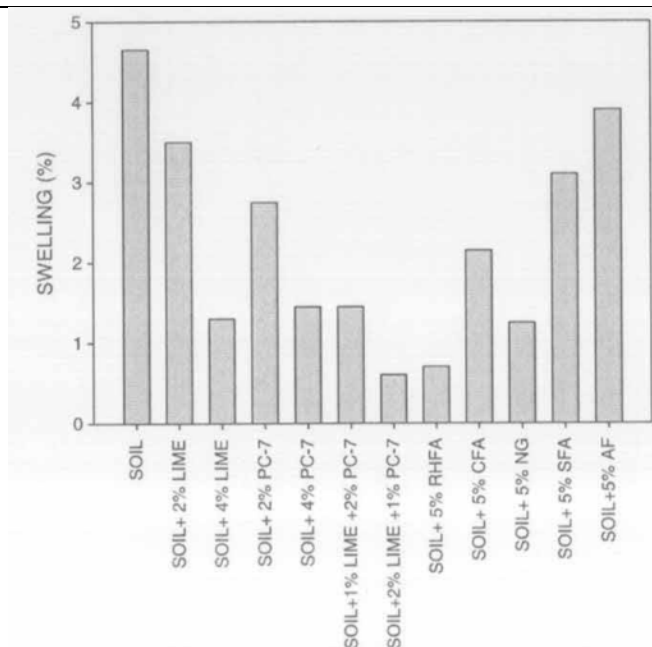
درصد اهک براساس دستنامه های کارهای عمرانی و توصیه های متخصصان برقرار گردید. برای PC-7 همان درصدها برای مقایسه اثر منیزیم با مال کلسیم انتخاب گردید. درصدهای ترکیبی 2 و 1 درصد برای اهک و PC-7 برای برقراری اثرات سینرژیکی ممکن میان یونهای کلسیم و منیزیم تست گردید. برای افزودنی های دیگر یک 5 درصد براساس محتوای پایین تر آنها از کاتیونهای دوظرفیتی انتخاب گردید و بنابراین یک کارایی پایین تر

پیش بینی شده داشتند. ترکیبات تست شده ، چگالیها ماکزیمم SP آنها، و محتوای آب بهینه در جدول 2 نشان داده شده است.

تصویر 2 نشان دهنده نتیجه تست تورم برای هر یک از ترکیبات امتحان شده می باشد. همانگونه که می توان دید، افزودن اهک به نسبت 2 درصد برای تولید یک کاهش قابل تایید در قابلیت انبساط رسها کافی نبوده است.

جدول 2- ترکیبات و نسبت های افزودنی های استفاده شده در درمان ضدانبساطی ها

ترکیبات	افزودنی ها	چگالی خشک به گرم در سانتی متر مکعب	محتوای رطوبت بهینه به درصد
0	Soil	1.79	14.6
1	Soil + 2% lime	1.72	16.0
2	Soil + 4% lime	1.68	17.5
3	Soil + 2% PC-7	1.73	18.2
4	Soil + 4% PC-7	1.78	16.5
5	Soil + 1% lime + 2% PC-7	1.72	18.0
6	Soil + 2% lime + 1% PC-7	1.68	18.8
7	Soil + 5% CFA	1.75	
8	Soil + 5% RHFA	1.68	
9	Soil + 5% CSFA		
10	Soil + 5% GYPSUM		
11	Soil + 5% SFA		



تصویر 2- نتایج تورم آزاد بدست آمده از ترکیبات خاک-افزودنی متفاوت که برای عمل اوری ضدانبساطی در نظر گرفته شده است.

این پارامتر به طور قابل ملاحظه ای هنگامی که دوز به سمت 4 درصد افزایش یافته است با مقادیر تورم 3.50 و 1.30 درصد به ترتیب بهبود می یابد. برای همان درصدها، (PC-7) MgO نتایج بهتری با یک تورم آزاد معادل 2.75% برای دوز 2 درصدی را نشان داد هرچند در مورد دوز 4 درصدی تورم آزاد برابر 1.45% چیزی بالاتر از مورد اهک 4 درصدی بود. ترکیب اهک 1 درصدی با PC-7 2 درصدی باعث کاهش تورم آزاد تا 1.45% گردید درحالیکه اهک 2 درصدی و PC-7 1 درصدی بهبود بیشتر را تا 0.6% تورم آزاد نشان داد. RHFA در دوز 5 درصد تورم را تا 0.7% کاهش داد. عمل اوری با 5 درصد از NG، CFA و SFA به نوبه خود نتایج فوری را بدست می دهد که با تورم آزاد به ترتیب 1.25 و 2.15 و 3.10 درصد می باشد درحالیکه AF تنها خاک را تا 3.9 درصد بهبود داده است.

وقتی نتایج از اولین عمل اوری آنالیز گردیده بود، بهترین ترکیب به نحوی انتخاب گردید که شامل 2درصد اهک و 1 درصد PC-7 بوده چون بهترین نتایج انهایی را که با یک درصد کم افزودنی ها حاصل شده بود، ایجاد کرد.

4-2- عمل اوری برای بهبود خواص مکانیکی

افزودنی ها و ترکیبات استفاده شده برای این عمل اوری در جدول 3 نشان داده شده است.

در این آزمایش، عملکرد ترکیبات مختلف تست شده بوسیله استقامت فشرده سازی نامحدودشان طبق استاندارد UNF 103400 آنالیز گردید.

برای آماده سازی هر یک از نمونه های تست شده، ماکزیمم چگالی و رطوبت بهینه بدست آمده توسط تست SP به شکل مرجع گرفته شد. تست ها برای زمانهای عمل اوری 7 و 14 و 28 روزه برای ارزیابی خواص ایجاد استقامت نمونه ها طی زمان اجرا گردید. تصویر 3 نشان دهنده نتایج هر یک از ترکیبات برای زمانهای مختلف عمل اوری است.

همانگونه که می توان دید، تا روز هفتم کلیه ترکیبات استقامت فشرده سازی نمونه خاک را از 0.399MPa تا مقادیر بین 0.675MPa که برای PC-7 و CBA بدست آمد و 0.926 با پلیمر CS افزایش داد. بعد از 14 روز یک افزایش بیشتر در استقامت برای کلیه ترکیبات تثبیت کننده بجز مال اهک با CBA وجود داشت که تا اندازه ای از 0.829 تا 0.817 افتاده بوده است. بزرگترین افزایشات در استقامت از 7 تا 14 روز عمل اوری با ترکیبات

PC-7 و CBA، PC-7 و RHFA و اهک و RHFA نشان داده شده است. ترکیبات اخیر باعث بزرگترین مقاومت بعد از 14 روز با 1.142MPa گردید. بعد از 28 روز افزایشات بیشتر در استقامت در کلیه ترکیبات مشاهده گردید که همگی از مقدار 1MPa تجاوز می کند. مخلوط تثبیت شده که بزرگترین بهبود را بین 14 و 28 روز نشان داده است انی بود که با استفاده از اهک و RHFA تشکیل شده است که به 1.572MPa می رسد. ترکیبات PC-7 و RHFA دومین مقدار استقامت بالا را در 1.269MPa بدست آورد.

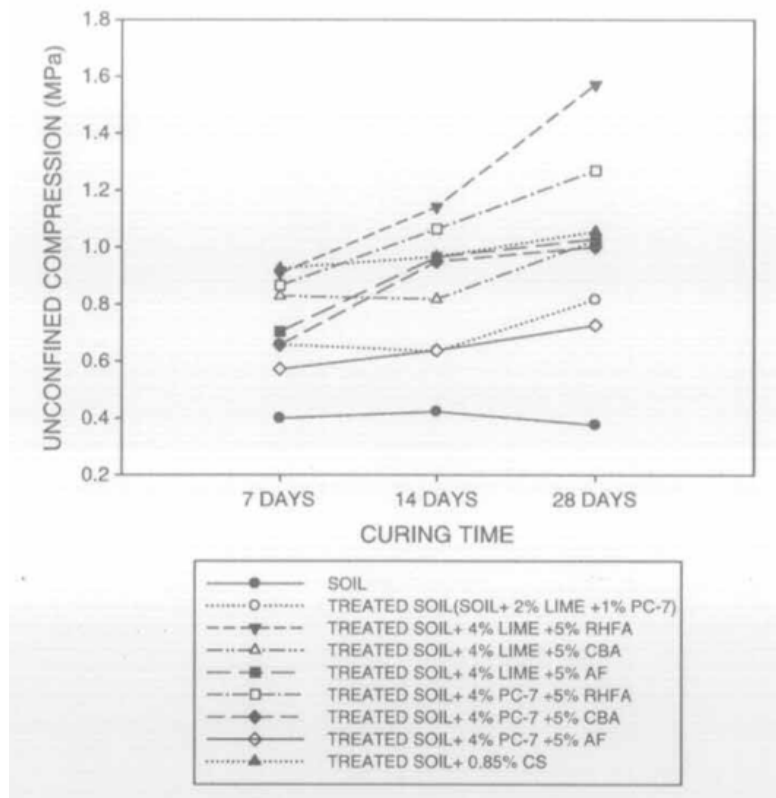
5- نتیجه گیری ها

این آزمایش نشان می دهد که احتمال استفاده از افزودنی های مختلف برای عمل اوریهای خاک خاص وجود دارد. مشخصات

تورم خاص چندین خاک رس با استفاده از افزودنی های معمول و غیرمعمول انگونه که در این آزمایش استفاده شده است، بهبود یافت.

جدول 3- ترکیبات و نسبتهای افزودنی هایی که در عمل اوری برای بهبود خواص مکانیکی خاک استفاده شده است.

ترکیبات	افزودنی ها
1	خاک
2	خاک عمل اوری شده (خاک و 2 درصد اهک و 1 درصد PC-7
3	خاک عمل اوری شده و 4 درصد اهک و 5 درصد RHFA
4	خاک عمل اوری شده و 4 درصد اهک و 5 درصد CBA
5	خاک عمل اوری شده و 4 درصد اهک و 5 درصد AF
6	خاک عمل اوری شده و 4 درصد PC-7 و 5 درصد RHFA
7	خاک عمل اوری شده و 4 درصد PC-7 و 5 درصد CBA
8	خاک عمل اوری شده و 4 درصد PC-7 و 5 درصد AF
9	خاک عمل اوری شده و 0.8 درصد CS



تصویر 3- تکامل زمانی مقادیر استقامت فشرده سازی برای هر یک از ترکیبات خاک-افزودنی که در عمل اوری برای بهبود خواص مکانیکی خاک طبیعی در نظر گرفته شده است.

نتایج بدست آمده حاکی از آنست که استفاده از این افزودنی ها به تنهایی یا ترکیب بین آنها می تواند خواص خاک مهندسی مهم را بهبود دهد: آنها یک کاهش قابل ملاحظه ای را از تورم ازاد احتمالی و بهبود ظرفیت تحمل را نشان داده اند. این نتایج می تواند به استفاده از این نوع خاک با کیفیت پایین در رشته مهندسی عمران امکان دهد زمانی که در غیر این صورت مجاز نبوده یا حتی منع شده باشد. از دیدگاه دیگر استفاده از ضایعات به عنوان افزودنی ها در یک مهندسی عمران پایدارتر نقش داشته و باعث کاهش دورریزی این نوع ضایعات و کاهش مصرف افزودنی های متداول می شود.

نتیجه گیری های مفصل بدست آمده در این آزمایش عبارتست از:

1- چندین ترکیب افزودنی ها نتایج خوبی را راجع به کاهش ظرفیت انبساطی خاک طبیعی به ویژه ترکیبات 2 درصد اهک و 1 درصد PC-7 ایجاد کرده است. نتیجه متفاوت بدست آمده با 1 درصد اهک و 2 درصد PC-7 می تواند یک اثر سینرژیک از کلسیم و منیزیم در خاک به نسبت های مناسب را نشان دهد.

2- در غلظت‌های پایین، یک ترکیب منیزیم نسبت به ترکیب کلسیم برای کاهش ظرفیت تورم خاک موثرتر ثابت شده است. در غلظت‌های بالاتر کلسیم موثرتر بوده است هرچند تفاوت از منیزیم کوچک بوده است. این کار ما را قادر به تعیین مناسب بودن ترکیبات منیزیم به عنوان یک جانشینی برای کلسیم در کرکینه سازی این نوع رس می نماید.

3- استفاده از افزودنی های غنی از سولفات مانند خاکستر هوابرد غلات و سنگ گچ ظرفیت آنها را برای کاهش تورم ازاد رسهای انبساطی نشان داده است.

4- افزودنی های غنی از کاتیونهای تک ظرفیتی یک اثر مثبت را روی ظرفیت تورم نشان داده است که پراکنش رس را به عنوان یک عمل اوری ضدانبساطی در این نوع خاک روایی سازی می کند.

5- عمل اوری ضدانبساطی انتخابی نه تنها مبین کاهش ظرفیت تورم می باشد، بلکه یک بهبودی را به اندازه تقریباً سه برابر در فشرده سازی نامحدود خاک عمل اوری شده در مقایسه با خاک غیرعمل اوری شده دلالت می کند. کلیه عمل اوری هایی که برای بهبود خواص مکانیکی خاک تست شده است بهبودهایی را بین دو و چهار برابر نشان داده است که در مقایسه با مقاومت فشرده سازی ساده خاک غیرعمل اوری شده بویژه اندسته ترکیباتی که حاوی RHFA بوده اند، می باشد.

6-CS برای رسیدن به مقادیر خیلی بالا بعد از 7 روز عمل اوری قابل ذکر می باشد و این ها بویژه به طور معنی داری با افزایش زمان عمل اوری تغییر نمی کند. خصوصیت باارزش دیگر این تثبیت کننده پایین می باشد.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی