

Strengthening of Clayey Soils by Intrusion of Calcium Chloride Solution

مسعود اللهیاری¹، محمدهادی داودی²، مهدی سیاوش نیا³
M.Allahyari¹, M.H. Davoudi², M. Syavoshnia³

1- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی خاک و پی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز

2- دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری؛ 3- استادیار گروه عمران دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز

1-M.S. student of Azad Un., Tehran Markaz branch; 2-associated professor in Soil Conservation and Watershed Management Research Institute; 3-assistant professor in Azad Un., Tehran Markaz branch

masoud12414@gmail.com

Abstract

Using Calcium Chloride saturated solution (CaCl_2) for fine grain soil strengthening is a new method by which Calcium ions is intruded into the soil by permeating the solution through the soil under the gravity force. Calcium ions interact with soil particles either in the form of Pozzolan reaction, or Cation exchange to enters into double layer. The former increases the cohesion and the latter causes the aggregation of soil particles. In this paper a series of laboratory tests was carried out to investigate the effect of calcium chloride solution on the mechanical strength of fine a low plasticity clayey soil. Calcium chloride solutions with different concentrations were permeated into compacted samples then their cohesions and internal friction angles were measured by direct shear tests. The optimum concentration was found as 0.66 normal and 36.6 gr/lit concentration under which the internal friction angle of soil improves seventeen percent and the cohesion increases hundred percent.

Keywords: Calcium Chloride, soil strengthening, cohesion, internal friction angle.

1. مقدمه

برای افزایش مقاومت مکانیکی خاک ریزدانه از دیرباز یون کلسیم به عنوان یک یون مقاوم ساز استفاده می شده که عمدتاً به شکل آهک بوده است. مکانیزم اصلاح خاک با آهک از طریق واکنش های شیمیایی سیماناسیون و تعویض کاتیونی می باشد [1]. براساس گزارشات ارائه شده توسط داودی و همکاران (1387) و احدی عالی (1386) روش جدید استفاده از محلول اشباع آهک، به علت اینکه یون کلسیم را به صورت آزاد در اختیار خاک قرار می دهد مؤثرتر شناخته شده است [2،3]. اما استفاده از محلول اشباع آهک دو مشکل عمده دارد، یکی انحلال پذیری پایین آهک 0/137 گرم درصد گرم آب (شاه نظری، 1376) و دیگری واکنش های مضر احتمالی که می تواند در خاک رخ دهد. مهم ترین این واکنش ها کربناتاسیون است، این واکنش زمانی رخ می دهد که میزان آهک اضافه شده به خاک زیاد بوده و یا خاک، رس کافی برای واکنش با آهک نداشته باشد، بدین ترتیب آهک اضافی با CO_2 هوا واکنش داده و تشکیل CaCO_3 می دهد. دیگر واکنش مضر آهک تشکیل کانی اترینگات است که سبب افزایش تورم و کاهش مقاومت خاک می گردد. این واکنش زمانی رخ می دهد که آهک با کانی های رسی و سولفات موجود در خاک ترکیب شده و یا خاک در معرض آب سولفات قرار بگیرد [4]. از این رو استفاده از کلرید کلسیم پیشنهاد داده شده که حلالیت بالایی داشته، 74 گرم درصد گرم آب، مشکلات زیست محیطی برخی نمک های دیگر کلسیم را که حلالیت بالایی دارند، ندارد و می تواند جایگزین مناسبی برای آهک باشد.

وجود گرادیان هیدرولیکی موجب جریان یافتن سیال در خاک می گردد. استفاده از محلول اشباع کلرید کلسیم روشی جدید است که طی آن محلول کلرید کلسیم حین عبور از خاک، یون آزاد کلسیم را بر جا می گذارد. یون کلسیم با ورود به محیط خاکی و تماس با ذرات کلوئیدی آن فعال شده، یا از طریق جذب کاتیونی در لایه مضاعف رس وارد می گردد و موجب بهم پیوستن ذرات خاک می شود و یا این که از طریق واکنش پوزولانی موجب افزایش چسبندگی خاک شده و به تبع آن افزایش مقاومت مکانیکی خاک صورت می گیرد [6]. یون کلر نیز به صورت آزاد وارد خاک می شود که تا حدی نفوذ پذیری آن را کاهش می دهد [7].

تحقیقات داودی و کبیر (1389) نشان داده است که ژل سیلیکات سدیم و کلسیم با سرعت بیشتری نسبت به ژل سیلیکات کلسیم، سیمانی شدن خاک را بهبود می بخشد و دریافته اند که اثر مثبت نمک روی مقاومت ترکیب خاک و آهک وقتی درصد آهک پایین باشد