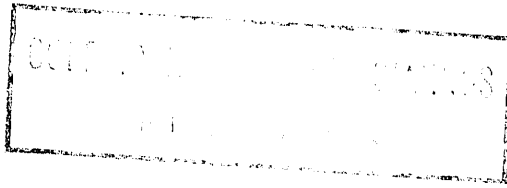


Efecto de la difusión de sales potásicas en la resistencia de una arcilla marina (*) (**)



Por **MANUEL MATEOS**
Ing. de Caminos, C. y P.

Se estudia la mejora de la resistencia de una arcilla sensible marina, por medio de la difusión de sales potásicas. El permanganato potásico aumenta la resistencia 200 veces.

INTRODUCCION

Se pueden modificar algunas características de los suelos mediante la adición de pequeñas cantidades de productos químicos. El autor ha trabajado desde hace varios años en la mejora de las resistencias de suelos naturales y de suelos estabilizados por medio de un tratamiento químico (referencias 1 a 8). También ha trabajado en la aplicación de estas técnicas en la construcción de pavimentos y en la estabilización de corrimientos de tierras en activo.

Durante las estadías del autor en el Instituto Geotécnico de Noruega en 1969 y 1970, tomó a su cargo un trabajo de investigación sobre el problema de la estabilización de una arcilla marina de Noruega. Se había realizado un trabajo anteriormente en el Instituto Geotécnico de Noruega sobre la difusión de sales en una arcilla marina por Moum, Sopp y Loken (Ref. 9). Este trabajo nació en parte por la publicación de otro sobre difusión de cal en los suelos, publicado por Handy y Williams (Ref. 10). El autor estaba trabajando con el doctor Handy en la época en que hizo los trabajos que se mencionan en la Ref. 5 (1963).

Los resultados obtenidos previamente con las sales, cloruro potásico (Ref. 9), y el hecho de que las arcillas marinas sensibles al oxígeno-reducidas, hicieron pensar en la

utilización de sales oxidantes y potásicas como posibles agentes para aumentar su resistencia. Las sales seleccionadas fueron: permanganato potásico y dicromato potásico. Para comparar este trabajo con el realizado por Moum y colaboradores, el autor utilizó cloruro potásico ya usado anteriormente.

MATERIALES

Suelo.

Se seleccionó una arcilla sensible marina del lugar denominado Mastemyr, tomada entre 13 y 14 metros por debajo de la superficie del terreno. Se había sacado dentro de un tubo de pared delgada, para conservarla en estado natural y estaba conservada en una cámara de alta humedad y a temperatura constante. (Hemos de indicar que una arcilla sensible, o «quick clay» en inglés, es aquella que se convierte en líquido al manipularla o someterla a vibraciones ligeras). La granulometría de la arcilla usada es la siguiente:

Tamiz	Pasa, %
N.º 8.....	99,9
30.....	99,7
50.....	98,7
100.....	98,1
200.....	96,5

Finos, tamaño y porcentaje

Mayor de 60 micras	9,52 %
de 60 a 20.....	5,86 %
de 20 a 6.....	26,11 %
de 6 a 2.....	16,68 %
Menor que 2	41,83 %

Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 1 de noviembre de 1982.
(*) Comunicación presentada en la VI Conferencia Regional de Asia sobre Mecánica del Suelo e Ingeniería de Pavimentos, Singapur, julio de 1979.

EFFECTO DE LA DIFUSION DE SALES POTASICAS EN LA RESISTENCIA DE UNA ARCILLA MARINA

Productos químicos

El cloruro potásico y permanganato potásico eran reagentes. El dicromato potásico era grado técnico.

ENSAYOS

El cilindro con la muestra de suelo en estado natural fue sacado de la cámara de humedad y se cortaron probetas de 2 cm. de espesor y 10 cm. de diámetro para depositarlas en recipientes. Previamente se depositaron en el recipiente bolitas de vidrio de 0,7 cm. de diámetro para permitir una difusión completa del líquido en la muestra del suelo. Las muestras se colocaron sobre papel de filtro para contrarrestar las irregularidades debidas al lecho de bolitas. Se hicieron soluciones químicas en la proporción 50 gr. de producto por litro de agua destilada. Se realizaron dos series de pruebas. En una serie las muestras se conservaron durante diecisiete días a la temperatura del laboratorio (unos 21° C.), y en la otra serie se mantuvieron durante siete meses

en la cámara de humedad (7° C. y humedad relativa mayor que 90 %). La resistencia de las muestras se determinó usando el Cono Sueco de Caída («Swedish Fall Cone Apparatus»). La plasticidad y otros ensayos se hicieron de acuerdo con las normas ASTM.

RESULTADOS

Las plasticidades están presentadas en el cuadro 1. Los cuadros 2 y 3 muestran las resistencias obtenidas después de diecisiete días y después de siete meses, respectivamente. Los tres productos usados mejoran bastante la resistencia de la arcilla, tanto en estado natural como remoldeada. En el estado natural se obtuvo el mayor aumento en resistencia con la solución de permanganato, seguido por el dicromato y el cloruro. En la arcilla remoldeada, el mayor aumento en resistencia se consiguió también con el permanganato, pero en este caso seguido de cloruro y del dicromato. Después de diecisiete días a temperatura de laboratorio, la

CUADRO N.º 1

Plasticidad de arcillas marinas rápidas de Mastemyr, saturadas de soluciones químicas, durante diecisiete días a la temperatura ambiente en el laboratorio.

TRATAMIENTO	PLASTICIDAD		
	LL	LP	IP
Ninguno	28	18	10
Cloruro de potasio 5/100	48	22	26
Dicromato de potasio 5/100	43	27	26
Permanganato de potasio 5/100	59	32	27
Cloruro de sodio 35 gr/litro	47	24	23

CUADRO N.º 2

Resistencias obtenidas con arcillas de Mastemyr, saturadas de distintas soluciones químicas durante diecisiete días a la temperatura ambiente en el laboratorio.

TRATAMIENTO	RESISTENCIA EN T/m. ²		Sensibilidad
	Estado natural	Remoldeado	
Ninguno	0,9	0,01	90
Cloruro de potasio 5/100	2,6	0,8	3
Dicromato de potasio 5/100	3,9	0,5	8
Permanganato de potasio 5/100	6,3	2,7	2

EFFECTO DE LA DIFUSION DE SALES POTASICAS EN LA RESISTENCIA DE UNA ARCILLA MARINA

CUADRO N.º 3

Resistencias obtenidas con arcillas de Mastemyr, saturadas de distintas soluciones químicas durante siete meses a 7° C., en cámara de humedad

TRATAMIENTO	RESISTENCIA EN T/m. ²		%	
	Estado natural	Remoldeado	Sensibilidad	Humedad
Ninguno	0,8	0,01	80	46
Cloruro de potasio 5/100	3,1	0,9	3	40
Dicromato de potasio 5/100	5,2	0,7	7	38
Permanganato de potasio 5/100	5,7	1,7	3	36

arcilla moldeada mejoró la resistencia 270 veces al haber estado sometida a la acción de la solución de permanganato potásico, y después de siete meses a 7° C., el aumento en resistencia fue de 170 veces.

Hay diferencias entre los comportamientos de las probetas curadas en diecisiete días y en siete meses. Las que estuvieron más tiempo en tratamiento mostraron una mejora en resistencia con las soluciones de cloruro y dicromato, pero para el período corto de curado el permanganato se comportó mejor. Estas diferencias pueden ser debidas a las diferentes temperaturas existentes entre los dos tipos de tratamiento.

Los cambios en la estructura de las micelas de arcilla originados por la exposición de las mismas a las soluciones potásicas implican, consecuentemente, que haya cambios en la naturaleza de la plasticidad del suelo. El límite líquido aumenta considerablemente y el límite plástico aumenta ligeramente, con el resultado de un aumento bilineal del índice de plasticidad (cuadro 1). En el caso de las arcillas sensibles, este aumento en la plasticidad supone una mejora en las propiedades como material de cimientos o de construcción. Hemos de comentar que este no es el caso para los demás suelos, donde un aumento en la plasticidad supone un empeoramiento del mismo como material de cimientos o de construcción.

Los hallazgos presentados en esta comunicación se pueden aplicar para el tratamiento de suelos inestables. En el procedimiento entado por el autor, se recomienda preparar agujeros o abrir zanjas estrechas y verter en ellos una solución de sal potásica. De esta manera, hemos comprobado que se reduce la sal en los suelos y mejora su estabilidad.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el Instituto Geotécnico de Noruega. El autor da las gracias al señor Moum y a otros miembros del Instituto por su ayuda en esta investigación.

REFERENCIAS

1. DAVIDSON, D. T.; MATATEOS, M., y KATTI, R. K. (1959): «Activation of the Lime-Fly Ash Reaction by Trace Chemicals». («Activación de la reacción puzolánica entre la cal y las cenizas volantes con productos químicos en cantidades ínfimas»). Highway Research Board, Washington, Bulletin 231, pág. 57-81.
2. DAVIDSON, D. T.; MATEOS, M., y BARNES, H. F. (1960): «Improvement of Lime Stabilization of Montmorillonitic Clays Soils with Chemical Additives» («Mejora de la estabilización de suelos arcillosos montmorilloníticos con aditivos químicos»). Highway Research Board, Washington, Boletín 262, páginas 30-50.
3. MATEOS, M., y DAVIDSON, D. T. (1961): «Further Evaluation of Promising Chemical Additives for Accelerating Hardening of Soil-Lime-Fly Ash Mixtures» («Segunda evaluación de aditivos químicos prometedores para acelerar el endurecimiento de mezclas de suelo, cal, y cenizas volantes»). Highway Research Board, Washington, Boletín 304, páginas 32-50.
4. O'FLAHERTY, C. A.; MATEOS, M., y DAVIDSON, D. T. (1962): «Fly Ash and Sodium Carbonate as Additives to Soil-Cement Mixtures» («Cenizas volantes y carbonato sódico como aditivos en mezclas de suelo-cemento»). Boletín 335, pag. 108-123.

5. MATEOS, M., y DAVIDSON, D. T. (1963): «Estabilización de Suelos de Alaska con Aditivos Inorgánicos». Revista de Obras Públicas, Madrid, agosto 1963, pág. 511-519.
6. MATEOS, M. (1969): «Efecto de la Adición de Productos Químicos en la Resistencia de Mezclas de Arena, Cal y Cenizas Volantes Curadas a Baja Temperatura». Cimba, Madrid, noviembre 1969, páginas 11-14.
7. MATEOS, M. (1958): «Effect of Trace Chemicals on Strength of Ottawa Sand-Lime-Fly Ash Mixtures». Tesis para el Master of Science, Iowa State University, Ames, Iowa, USA.
8. MATEOS, M. (1961): «Physical and Mineralogical Factors in Stabilization of Iowa Soils with Lime and Fly Ash». Tesis para el doctor of Philosophy, Iowa State University, Ames, Iowa.
9. MOUN, J.; SOPP, O. I., y LOKEN, T. (1968): «Stabilization of Undisturbed Quick Clay by Salt Wells» («Estabilización de una Arcilla Sensible Natural por Medio de Pozos con Sal»). Instituto Geotécnico de Noruega, Publicación 81, pág. 1-7.
10. HANDY, R. L., y WILLIAMS, W. W. (1967): «Chemical Stabilization of an Active Landslide» («Estabilización química de un corrimiento de tierras en activo»). Civil Engineering, Vol. 37, n.º 8, pág. 62-65.