

Caracterización Mecánica de un Suelo Implementada a Porosimetría por Intrusión de Mercurio

/ LAURA MORALES HERNÁNDEZ (*), EDUARDO GARZÓN

Departamento de Ingeniería Rural. Universidad de Almería. La Cañada de San Urbano 04120, Almería (España)

INTRODUCCIÓN.

El estudio de un acoplamiento hidromecánico asociado con el comportamiento de cambio de volumen y el contenido de agua en suelos saturados y no saturados ha sido objeto de diversos estudios de investigación en los últimos años (Romero 1999).

Sobre este punto se presenta los resultados obtenidos de la caracterización de las propiedades mineralógicas, químicas, hidráulicas y mecánicas de dos tipologías de suelo granular. El primero (L-1) es un suelo areno-limoso, que se corresponde con la clasificación SM, según Casagrande. Mientras que el segundo (L-2) es un suelo areno-arcilloso, que se identifica como SC según dicha clasificación.

METODOLOGÍA.

Para llevar a cabo el estudio de ambos suelos se han desarrollado diferentes métodos de caracterización mineralógica y química, usando técnicas de Difracción de Rayos X, Fluorescencia de Rayos X y Microscopía de barrido con análisis de energías dispersivas. Para la caracterización hidráulica se han hallado las permeabilidades en un equipo triaxial, las curvas de retención mediante el método psicrométrico, así como la porosidad de las dos muestras mediante el método de porosimetría por intrusión de mercurio. La caracterización de las propiedades mecánicas se ha determinado a partir de ensayos de compresibilidad (a diferentes humedades y saturada) (UNE 103405: 1994) y de resistencia al corte (saturada) (UNE 103401: 1998).

Si un tipo de suelo (definido por su mineralogía, granulometría, etc.) es compactado, su fábrica y estado tensional inicial (que podría estar definido por las tensiones, la succión y

la superficie de fluencia) dependerán del proceso de compactación, contenido de agua usado w y la densidad seca ρ_d generada después de la compactación (Gens 1995). Por ello, los ensayos llevados a cabo para el estudio de las propiedades hidráulicas, de compresibilidad, así como de resistencia al corte, se han realizado a partir de unas condiciones iniciales establecidas. Parten de un Proctor normal (UNE 103500: 1994), correspondiente a una densidad seca óptima (ρ_{d0}) y una humedad de la óptima menos el 2% ($w_{opt} - 2\%$). Por lo tanto, se trabaja en el lado seco del plano de compactación (grados de saturación menores de 80%), en el que los suelos presentan una mayor rigidez, permeabilidad saturada y tienden a desarrollar colapso durante el mojado a tensiones elevadas (Prapaharan et al. 1991).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

El análisis mineralógico y químico del suelo L-1 mostró la predominancia de Si sobre Al, lo que se asocia al cuarzo (SiO_2) libre identificado por DRX junto al que proviene de los silicatos, además de señales de Fe y K que son características también del contenido en fases minerales de tipo mica (illita) y clorita (con Fe). El suelo L-2 confirma la presencia de illita (Rieder et al., 1998), posiblemente de paragonita, así como clorita, cuarzo, feldespatos (anortita y albita, uno de calcio y otro de sodio) y con toda probabilidad el mineral mordenita, como componentes más destacados.

En cuanto a las características mecánicas se ha visto que ambos suelos colapsan poco en condiciones saturadas para valores de tensiones netas/efectivas verticales elevadas. La resistencia que muestran al corte, así como el ángulo de rozamiento interno (L-1 $\phi = 46^\circ$ y L-2 $\phi = 40^\circ$) ponen de

manifiesto su comportamiento de arenas.

Respecto a las propiedades hidráulicas se puede decir que tanto el suelo L-1 como el L-2 presentan valores de permeabilidad muy altos, $1.02 \cdot 10^{-7}$ y $1.37 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ respectivamente, existiendo una diferencia entre ambos de dos órdenes de magnitud.

Las dos muestras presentan valores parecidos en cuanto a índice de poros y, por consiguiente, de porosidad. Pero difieren en la distribución y diámetro de los poros, siendo $2.07 \mu\text{m}$ el tamaño de poro dominante para L-1 y $37.4 \mu\text{m}$ para L-2.

Se han comparado los tamaños de partícula dominantes con los tamaños de poro dominantes, observándose que para el caso L-1 el tamaño de partícula dominante es menor que el de poro, lo cual podría suponer una rotura de las partículas minerales durante el proceso de compactación.

Al compactar el índice de poros disminuye (L-1 $e = 0.421$; L-2 $e = 0.342$), de forma que la porosidad adquiere valores por debajo del 30%, en los dos casos de estudio, lo que lleva consigo un descenso de la permeabilidad considerable, respecto a las condiciones iniciales. La resistencia, la compresibilidad y la relación esfuerzo-deformación también son mejoradas para ambos suelos, haciéndolos más favorables para su aplicación en ingeniería, concretamente en obras lineales y estabilización de taludes. (Rico y Del Castillo 1998).

REFERENCIAS.

Gens A., Carol I. & Alonso E. (1995): Rock joints: fem implementation and applications. En: mechanics of geomaterial interfaces. 1 ed. elsevier. 395-420.

palabras clave: Caracterización, Propiedades hidráulicas, Propiedades mecánicas.

key words: Characterization, Hydraulic properties, Mechanical properties.

- Prapaharan, S., White, D.M. & Altschaeffl, A.G. (1991): Fabric of field- and laboratory-compacted clay. *J. Geotech. Engrg., ASCE*, **117(12)**, 1934-1940.
- Rico Rodríguez A., Del Castillo H. (1998): *La ingeniería de suelos en las vías terrestres: Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas*. Editorial Limusa 460 pp.
- Rieder, M., Cavazzini, G., D'Yakonov, Y.S., Frank-Kamenetskii, V.A., Gottardi, G., Guggenheim, S., Koval', P.V., Müller, G., Neiva, A. M.R., Radoslovich, E.W., Robert, J.L., Sassi, F.P., Takeda, H., Weiss, Z., Wones, D.R., 1998. Nomenclature of the micas. *Clays Clay Miner.*, **46**, 586-595.
- UNE 103405 (1994): "Geotecnia. Ensayo de consolidación unidimensional de un suelo en edómetro", AENOR, Madrid.
- UNE 103401 (1998): "Geotecnia. Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo", AENOR, Madrid.
- UNE 103500 (1994), "Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor normal", AENOR, Madrid.