

Estimación de esfuerzos efectivos a partir del parámetro χ de Bishop en una arena limosa

Estimation of Effective Stress From Bishop's Parameter χ for a Silty Sand

Leal-Vaca Julio César

*Facultad de Ingeniería
Universidad Autónoma de Querétaro
Correo: jcesarlealv@hotmail.com*

Gallegos-Fonseca Gustavo

*Facultad de Ingeniería.
Universidad Autónoma de Querétaro
Correo: gfonseca@uaslp.mx*

Rojas-González Eduardo

*Facultad de Ingeniería
Universidad Autónoma de Querétaro
Correo: erg@uaq.mx*

Información del artículo: recibido: junio de 2009, reevaluado: mayo de 2010, aceptado: junio de 2012

Resumen

El comportamiento de resistencia y cambios volumétricos de un suelo saturado están controlados por los esfuerzos efectivos, sin embargo, para el caso de los suelos no saturados no ha sido posible esclarecer este argumento. No existe una ecuación de esfuerzos efectivos para los suelos no saturados que sea aplicable a todos los tipos de suelos. Bishop (1959) propuso una ecuación para esfuerzos efectivos para suelos no saturados, esta ecuación contiene el parámetro χ ; para determinar este parámetro existen varias ecuaciones pero ninguna comprende todos los casos. Por otra parte, en la mecánica de suelos se ha considerado que la resistencia cortante de los suelos finos se incrementa con la succión; sin embargo, esto no es el caso para todos los tipos de suelos. Existen algunos suelos cuya resistencia alcanza un máximo para cierta succión y luego se reduce para valores mayores de succión, no obstante, tales casos aún no han sido completamente documentados y analizados. Este artículo presenta una serie de pruebas triaxiales con succión controlada en laboratorio hechas en una arena limosa. Las pruebas se hicieron para las trayectorias de humedecimiento y secado. La succión se controló mediante circulación de aire con humedad relativa constante. La curva de retención de agua fue también obtenida para ambas trayectorias de humedecimiento y secado con la técnica del papel filtro, y para la trayectoria de secado se hicieron pruebas con el cilindro extractor de membrana. Los resultados de las pruebas triaxiales se muestran en diagramas $p'-q$ y se ha podido observar que la resistencia del suelo crece a un máximo para cierta succión y luego decrece para valores mayores de succión, también se han incluido los valores de χ obtenidos de algunas ecuaciones existentes para este parámetro y resultados experimentales.

Descriptores:

- suelos no saturados
- arena limosa
- esfuerzo efectivo
- resistencia
- prueba triaxial
- curva de retención

Abstract

The behaviour of resistance and volumetric changes of a saturated soil are controlled by effective stress, however in the case of unsaturated soils it has not been possible to clarify this argument. There is not an equation for the effective stress of unsaturated soil that is applicable to all soil types. Bishop (1959) proposed an equation for effective stress to unsaturated soils, this equation contains the parameter χ , to determine this parameter there are several equations but none covers all the cases. Moreover, the soil mechanics has considered that the shear strength of fine soils increases with suction, but this is not the case for all soil types. There are some soils whose resistance reaches a maximum for certain suction and then decreases for higher values of suction. However, such cases have not yet been fully documented and analyzed. This article presents a series of triaxial tests with controlled suction made in a silty sand. The tests were made on wetting and drying trajectories. The suction was controlled by circulation of air with constant relative humidity. The water retention curve was obtained for both trajectories of wetting and drying with filter paper technique and other tests were made with the cylinder membrane extractor for drying trajectory. The results of triaxial tests are shown in p' - q diagram, and can be observed that the resistance of soil increases to a maximum for certain suction and then decreases for higher values of suction, it also includes the χ values obtained from some existing equations for this parameter and experimental results.

Keywords:

unsaturated soils
silty sand
effective stress
strength
triaxial test
retention curve

Introducción

Terzaghi (1936) establece el principio de los esfuerzos efectivos, y en mecánica, se han definido esos esfuerzos como los que controlan la resistencia al cortante y los cambios de volumen de los suelos, éstos últimos generalmente se han relacionado con el fenómeno de consolidación. En este principio, Terzaghi considera que tanto las partículas sólidas y el agua son incompresibles, además de que puede ser despreciada el área de contacto entre dos partículas. La ecuación de esfuerzos efectivos para suelos saturados se escribe de la siguiente forma:

$$\sigma' = \sigma - u_w \quad (1)$$

En la ecuación anterior σ' representa el esfuerzo efectivo y es el resultado de la diferencia entre el esfuerzo total σ y la presión intersticial o de poro u_w . Posteriormente Skempton (1960) propone la ecuación (2) para explicar el comportamiento de la resistencia de los suelos en la que introduce un parámetro k que toma en cuenta el efecto de las áreas de contacto despreciado por Terzaghi.

$$\sigma' = \sigma - k u_w \quad (2)$$

Para Skempton σ' es el esfuerzo efectivo y σ es el esfuerzo total, donde $k = 1 - a \tan \psi / \tan \phi$. En esta expresión a es el área entre partículas por unidad de área, ψ

es el ángulo de fricción del material de las partículas sólidas y ϕ es el ángulo de fricción entre las partículas del suelo.

Lade y De Boer (1997) proponen para el comportamiento volumétrico de los suelos saturados $k = 1 - (1 - n) C_s / C_e$, donde n es la porosidad, C_s es la compresibilidad del material sólido de las partículas de suelo y C_e es la compresibilidad de la estructura del suelo.

Para el caso de los suelos no saturados se tiene la controversia con respecto a la existencia de una ecuación de esfuerzos efectivos que pueda explicar ese comportamiento. Croney *et al.* (1958) establece una ecuación de esfuerzos efectivos para un suelo no saturado:

$$\sigma' = \sigma - \beta' u_w \quad (3)$$

En la ecuación anterior σ' es el esfuerzo normal efectivo, σ es el esfuerzo normal total, β' es un factor de unión, que representa una medida del número de vínculos bajo tensión entre las partículas y u_w es la presión de poro.

Bishop (1959) sugiere otra ecuación de esfuerzos efectivos para suelos no saturados (4), en esta ecuación se incluye un parámetro hidromecánico χ , que es difícil de evaluar.

$$\sigma' = \sigma - u_a + \chi (u_a - u_w) \quad (4)$$

En la ecuación de Bishop, σ' es el esfuerzo efectivo, $\sigma - u_a$ es el esfuerzo neto, $(u_a - u_w)$ es la succión y χ es el parámetro de Bishop, siendo unitario para suelos satu-

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/274982>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/274982>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)