

CONSOLIDACIÓN

Objetivo:

Determinar el decremento de volumen que sufre un suelo al tener cargas encima o con el peso propio y la velocidad con el que este se produce.

Definición:

La Consolidación es un proceso de disminución de volumen que se produce en un lapso de tiempo y que es debido a un incremento de las cargas sobre el suelo.

Aplicación:

Esta prueba se realiza en arcillas principalmente y se obtienen algunos parámetros, con los que se calculan los asentamientos que puede tener un suelo y el tiempo en que estos se producirían.

Equipo y material que se utiliza:

- Consolidómetro
- Micrómetro con aproximación de 0.0001"
- Cronómetro
- Torno para el labrado de muestras
- Espátula
- Cuchillo
- Equipo para determinar densidad de suelos
- Equipo para determinar % de humedad
- Arco con alambre acerado
- Termómetro
- Balanza con aproximación de 0.1 gr.



Procedimiento:

1. De una muestra inalterada, córtese porciones de esta y determíñese su densidad y el porcentaje de humedad.
2. Pesar el anillo de consolidación y anotar dicho peso en el registro correspondiente.
3. Córtese un cubo de la muestra, de 10 cms. de lado y se va labrando para darle una forma cilíndrica, para poder introducirla en el anillo, teniendo cuidado de no rebajarla demasiado, sino de tal forma que una parte de ella entre en el anillo. Ya que se logró esto, se va introduciendo más quitándole material de los lados hasta que quedó el anillo totalmente lleno y saliendo por el lado opuesto a el que se va introduciendo, de 4 mm. a 10mm.; Consiguiendo esto, el anillo se enrasa por ambos lados y se pesa, anotando dicho peso, como: Tara + suelo húmedo.
4. Colóquese una piedra porosa en la cazuela que mantiene fijo el anillo y sobre esta el anillo, ajustándose perfectamente los tornillos de esta cazuela y póngase otra piedra porosa encima de la muestra, acomódese la cazuela en el consolidómetro.
Se aplica agua hasta llenar la cazuela y así se mantiene hasta terminar la prueba.
5. Checar el brazo de palanca que se encuentre nivelado.
6. Se ajusta el micrómetro a cero y enseguida se coloca el primer incremento de carga.
7. Se van tomando las deformaciones que va sufriendo en suelo en los tiempos recomendados, estos son: 5 seg., 10 seg, 15 seg, 30 seg. 1 min., 2 min., 4 min., 8 min., 15 min., 30 min., 60 min., 120 min., 240 min., 480 min., 900 min. y 1440 min. Estos tiempos son cronometrados al momento de hacer el incremento de carga y se toman lecturas de deformación hasta que la curva Tiempo-Deformación entre a su consolidación secundaria (tramo recto de la curva); entonces se podrá hacer el siguiente incremento de carga.
8. Para saber si la curva tiempo-deformación entró a su consolidación secundaria, se lleva una gráfica en papel semilogarítmico, en el cual el tiempo ve en la escala logarítmica y la deformación en la escala aritmética. Cuando la curva empieza a tomar una forma recta, entonces está entrando a su consolidación secundaria.
9. Se hace el 2º. Incremento de carga y se toman las lecturas de las deformaciones en los intervalos de tiempo ya recomendados, para así poder llevar el control de la curva tiempo-deformación con el nuevo incremento de carga.
10. Cuando la curva vuelve a entrar en su consolidación secundaria con el nuevo incremento se vuelve a incrementar la carga hasta reproducir la presión que produce la estructura o construcción sobre el suelo.
11. Por cada incremento de carga debe de elaborarse una curva Tiempo-Deformación
12. Terminado el proceso de carga, sigue el de descarga. Este proceso consiste en retirarle la mitad de la carga que tiene el consolidómetro e ir tomando las lecturas de recuperación que tiene el suelo, lo cual en la mayoría de los casos, la recuperación máxima se da a las 12 hrs. de haberse retirado esa carga.
13. Se retira el siguiente incremento que será la mitad de la carga que quede en el consolidómetro, se toman lecturas de recuperación, en la forma recomendada. Cuando la carga que quede en el consolidómetro sea muy pequeña se retira totalmente.
14. Se retira el anillo del consolidómetro, se seca superficialmente y se pesa sin quitarle el suelo. Se coloca en un horno a una temperatura de 105 grados Centígrados, para obtener el contenido de agua al final de la prueba, ya que interviene este dato en los cálculos.
15. Los datos anteriores sirven para calcular los vacíos, con estos y los diferentes incrementos de carga se grafican en papel semilogarítmico de 4 ciclos; esta gráfica será de vacíos contra carga, en donde la carga va en escala logarítmica y los vacíos en la escala aritmética. De esta gráfica se obtiene la carga de preconsolidación y la gráfica es llamada Curva de Compresibilidad.

16. En la gráfica obtenida se localiza el punto de máxima curvatura, se traza una tangente a dicho punto. Se hace pasar por este una línea horizontal, el ángulo formado por las dos líneas se bisecta, enseguida se traza una línea tangente a la zona virgen hasta que cruce con la bisectriz y en el punto donde se crucen se baja una perpendicular a el eje de las abscisas y en donde corte dicho eje se tendrá la carga de preconsolidación.

En esta prueba se obtienen también otros parámetros como son:

Coeficiente de compresibilidad, que es igual a la pendiente de la curva de vacíos contra presión. Tómese el valor absoluto de ∂_v .

$$\partial_v = \frac{\Delta e}{\Delta p} = \frac{e_2 - e_1}{P_2 - P_1}; \text{ donde: } e_1 = \text{Relación de vacíos en la etapa 1}$$

P_1 = Presión en la etapa 1

e_2 = Relación de vacíos en la etapa 2

P_2 = Presión en la etapa 2

También de determina el Coeficiente de Consolidación con la fórmula siguiente:

$$C_v = \frac{0.197 H_m^2}{t_{50}}; \text{ donde: } H_m = \text{Altura de la muestra, en cms.}$$

t_{50} = Tiempo en segundos, correspondiente al 50% de consolidación primaria.

0.197 = Factor tiempo correspondiente al 50% de consolidación primaria.

Se determina el Coeficiente de Permeabilidad con la fórmula siguiente:

$$K_m = \frac{\partial_v C_v \gamma w}{(1 + e_m) \times 1000}; \text{ donde: } e_m = \text{Relación media de vacíos}$$

∂_v = Coeficiente de Compresibilidad

C_v = Coeficiente de Consolidación

γw = Peso específico del agua.

Se determina el Coeficiente de compresibilidad volumétrica se obtiene con la fórmula siguiente:

$$M_v = \frac{\partial_v}{1 + e_o}; \text{ donde: } \partial_v = \text{Coeficiente de compresibilidad}$$

e_o = Volumen de vacíos inicial

