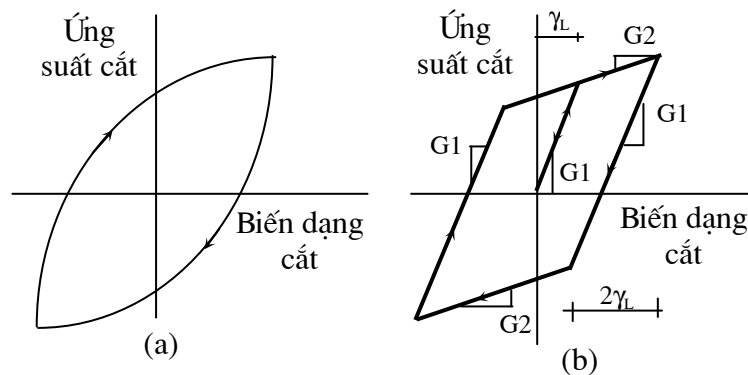


QUAN HỆ ỨNG SUẤT BIẾN DẠNG CỦA NỀN ĐẤT KHI CHỊU TẢI TRỌNG ĐỘNG

TS Trần Đình Ngọc

Summary: Based on the investigation results determining shear modulus and damping in soils by Bobby O. Hardin and Vincent P. Drnevich, the way to determine three parameter shear modulus G_1 , shear modulus G_2 and limiting strain γ_L of Thiers and Seed model was suggest in this paper.

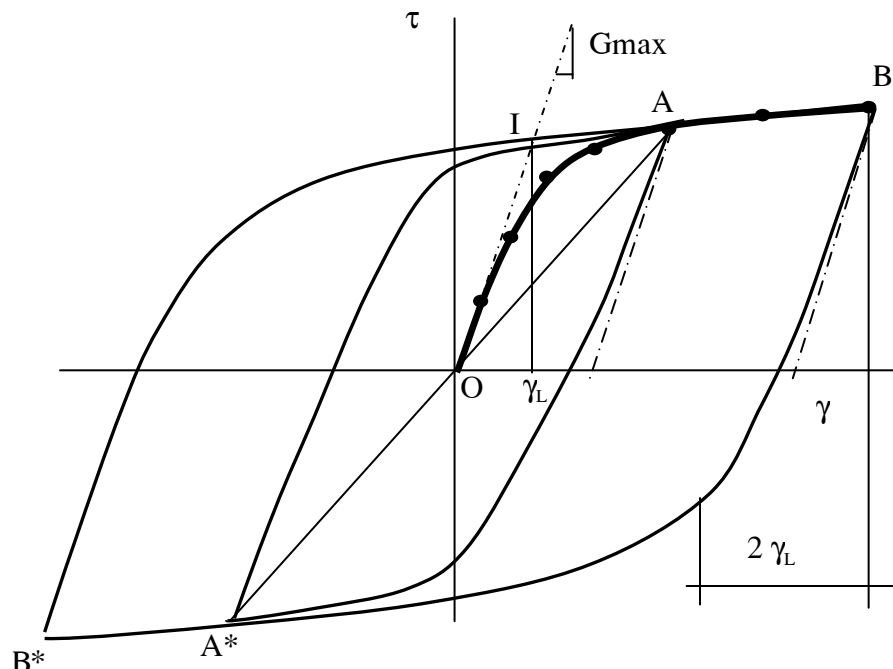
Khi tiến hành giải các bài toán cơ học đất, quan hệ ứng suất biến dạng của đất luôn là vấn đề phức tạp không chỉ trong các bài toán động mà cả trong các bài toán tĩnh. Có hàng loạt mô hình đất nhằm biểu diễn quan hệ trạng thái ứng suất biến dạng của đất. Một trong những mô hình phù hợp hơn cả là mô hình nền hai tuyến tính do Thiers và Seed kiến nghị [3]. Trên hình 1 mô tả đường cong ứng suất biến dạng của đất (1a) và mô hình nền của Thiers và Seed (1b).



Hình 1. (a) Đường quan hệ ứng suất biến dạng của đất
(b) Mô hình hai tuyến tính của Thiers và Seed, 1968

Mô hình nền theo Thiers và Seed được xác định bởi ba tham số mô đun cắt G_1 , mô đun cắt G_2 và biến dạng ấn định γ_L . Vấn đề được đặt ra là xác định ba tham số G_1 , G_2 và γ_L từ các kết quả thí nghiệm cắt động.

Hình 2 trình bày quan hệ giữa ứng suất cắt τ và biến dạng góc γ của đất nhận được từ kết quả thí nghiệm cắt động đơn trên mẫu đất dạng ống của Bobby O. Hardin và Vincent P. Drnevich [1]. Khi mẫu đất được tác dụng các lực cắt có chu kỳ với giá trị lực cắt theo chiều dương và chiều âm như nhau thì quan hệ ứng suất cắt và biến dạng góc sẽ được biểu diễn như hình thoi (loop) có hai đỉnh đối xứng qua tâm. Trên hình 2 có hai hình thoi biểu diễn quan hệ ứng suất cắt- biến dạng góc của hai thí nghiệm với các lực tác dụng khác nhau. Đỉnh trên của hai hình thoi là A và B. Quỹ đạo của các đỉnh trên của hình thoi tạo nên đường cong OAB. Giá trị mô đun cắt G là hàm số của biến dạng γ . Độ dốc của đường tiếp tuyến với đường cong OAB tại gốc O sẽ cho giá trị mô đun cắt lớn nhất G_{max} .



Hình 2. Quan hệ ứng suất biến dạng của đất từ thí nghiệm cắt động đơn trên mẫu đất dạng ống

Xác định mô đun cắt G1.

Từ các kết quả thí nghiệm cho nhiều loại đất, Bobby O. Hardin và Vincent P. Drnevich [2] và nhiều tác giả khác đều nhận thấy:

- Góc dốc của đường cong ứng suất cắt biến dạng trong khoảng ngay sau khi đảo ngược lực cắt đều có giá trị xấp xỉ G_{max} . Vùng có thể xấp xỉ góc dốc bằng G_{max} là $2\gamma_L$ (xem hình 2).
- Bề rộng các hình thoi thay đổi tăng khi các đỉnh trên của chúng nằm trên đường cong OAB có giá trị biến dạng góc γ tăng. Với giá trị biến dạng góc γ nhỏ hơn một giá trị biến dạng góc xác định γ_L đủ nhỏ thì bề rộng hình thoi sẽ gần bằng không. Điều này có nghĩa là quan hệ ứng suất cắt với biến dạng góc khi biến dạng góc đủ nhỏ sẽ được coi như tuyến tính và mô đun cắt được xấp xỉ bằng G_{max} .

Với các nhận xét trên, giá trị $G1$ trong mô hình nền đất của Thiers và Seed có thể được lấy bằng giá trị mô đun cắt động lớn nhất:

$$G1 = G_{max} \quad (1)$$

Xác định mô đun cắt G2 và giá trị biến dạng xác định γ_L

Quỹ đạo của các đỉnh trên của hình thoi, đường cong OAB, đã được Kondner, R..L. xác định (xem [2]) bằng biểu thức sau:

$$\tau = \gamma / (1/G_{max} + \gamma/\tau_{max}) \quad (2)$$

trong đó : τ - ứng suất cắt, daN/cm²;

γ - biến dạng góc, cm/cm;

G_{\max} - mô đun cắt lớn nhất, daN/cm², xác định bằng thực nghiệm;

τ_{\max} - ứng suất cắt phá hoại, daN/cm², xác định bằng thực nghiệm.

Trong thực tế, việc tiến hành thí nghiệm cắt động cho các loại đất là khó thực hiện, bởi lẽ kinh phí cho thí nghiệm này là rất cao. Cho đến nay, tại nước ta, chưa có thiết bị thí nghiệm loại này. Các giá trị G_{\max} và τ_{\max} có thể xác định theo các công thức thực nghiệm sau (xem [3]):

Với đất đàn hồi dẻo (Hardin và Black 1969):

$$G_{\max} = 1230 \cdot \text{OCR}^K \cdot (2.973 - e)^2 \cdot \sigma_O^{0.5} / (1 + e)$$

Với cát sạch (Richart, 1977):

$$G_{\max} = 700 (2.17 - e)^2 \cdot \sigma_O^{0.5} / (1 + e)$$

Với cát thô (Richart, 1977):

$$G_{\max} = 326 (2.97 - e)^2 \cdot \sigma_O^{0.5} / (1 - e)$$

trong đó : σ_O là ứng suất trung bình của các ứng suất hữu hiệu chính,

$$\sigma_O = (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) / 3$$

e là hệ số rỗng của đất ;

OCR là tỷ số quá cố kết.

K được xác định theo chỉ số dẻo của đất PI theo bảng sau:

PI	0	20	40	60	80	> 100
K	0	0.18	0.30	0.41	0.48	0.5

Giá trị của τ_{\max} được xác định theo công thức sau [2]:

$$\tau_{\max} = \{ [0,5 \cdot (1 + K_o) \cdot \sigma_v \cdot \sin \phi + \cos \phi]^2 - [0,5 \cdot (1 - K_o) \cdot \sigma_v]^2 \}^{0.5}$$

trong đó : σ_v là ứng suất hữu hiệu theo phương đứng;

c và ϕ là các tham số cường độ tĩnh;

K_o là hệ số áp lực hông ở trạng thái nghỉ phụ thuộc vào loại đất, lấy theo bảng sau (từ [3]):

Loại đất	Cát rời	Cát chặt	Cát đầm chặt từng lớp	Sét yếu	Sét cứng
Ko	0.4	0.6	0.8	0.6	0.5

Gọi giá trị biến dạng góc tương ứng với các đỉnh trên của hình thoi là γ_d . Giá trị γ_d được chọn tùy theo bài toán với miền biến dạng góc dự tính trước. Với giá trị biến dạng góc γ_d xác định và đủ lớn, có thể xấp xỉ giá trị mô đun cắt G2 bằng góc dốc của đường thẳng tiếp tuyến với đường ứng suất cắt - biến dạng góc trước khi đảo ngược lực cắt tại đỉnh trên của hình thoi. Bằng cách đạo hàm hàm số τ theo γ , giá trị G2 ứng với $\gamma = \gamma_d$ được xác định theo công thức sau:

$$G2 = d\tau / d\gamma = G_{\max} \cdot \tau_{\max}^2 / (G_{\max} \cdot \gamma_d + \tau_{\max}) \quad (3)$$

Giá trị của γ_L được xác định bằng hoành độ của điểm I, là giao của đường tiếp tuyến đường cong OAB tại gốc O với đường tiếp tuyến đường ứng suất cắt - biến dạng góc trước khi đảo ngược lực cắt tại đỉnh trên của hình thoi. Giá trị γ_L được xác định theo công thức:

$$\gamma_L = \tau_{\max} \cdot \gamma_d (1 - \tau_{\max}) / (G_{\max} \cdot \gamma_d + \tau_{\max} - \tau_{\max}^2) \quad (4)$$

Như vậy, từ các kết quả thí nghiệm cắt động các tham số G1, G2 và γ_L đã được xác định theo các công thức (1), công thức (3) và công thức (4) qua các tham số G_{\max} , τ_{\max} và γ_d .

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. **Hardin, Bobby O., & Drnedich Vincent P.** "Shear Modulus and Damping in Soil: Measurement and Parameter Effect", *Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division*, ASCE, No. SM6, 1972
2. **Hardin, Bobby O., & Drnedich Vincent P.** "Shear Modulus and Damping in Soil: Design Equations and Curve", *Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division*, ASCE, No SM7, 1972.
3. **Shamsher Prakash**, "Soil Dynamics", *McGraw-Hill Book Company*, New York, 1981.