PGS... - GVC. NGUYỄN UYÊN

CƯỜNG ĐỘ CHỐNG CẮT CỦA ĐẤT

TRONG CÁC BÀI TOÁN ĐỊA KỸ THUẬT

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

PGS.TS. TRỊNH MINH THỤ - GVC. NGUYỄN UYÊN

CƯỜNG ĐỘ CHỐNG CẮT CỦA ĐẤT TRONG CÁC BÀI TOÁN ĐỊA KỸ THUẬT

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2014

LỜI NÓI ĐẦU

Cường độ chống cắt của đất là một thông số quan trọng trong khi giải các bài toán Địa kỹ thuật như tính sức chịu tải của nền, áp lực đất lên tường chắn, ổn định mái dốc,... Đó là thông số phức tạp phụ thuộc bản chất của đất (thành phần khoáng vật, kết cấu, độ ẩm, lịch sử ứng suất tác dụng,...) cũng như vào phương pháp thí nghiệm nhằm xác định chính xác giá trị và sử dụng đúng vào bài toán thực tế khi xây dựng công trình.

Nội dung cuốn sách ***"Cường độ chống cắt của đất trong các bài toán địa kỹ thuật"*** *gồm 5 chương:*

Chương 1. Khái niệm về cường độ chống cắt của đất;

Chương 2. Cường độ chống cắt của đất cát bão hoà;

Chương 3. Cường độ chống cắt của đất dính bão hoà;

Chương 4. Cường độ chống cắt của đất không bão hoà;

Chương 5. Cường độ chống cắt của đất trong các bài toán Địa kỹ thuật.

Với đất bão hoà, nội dung cuốn sách đề cập kỹ về các phương pháp thí nghiệm và ứng dụng các chỉ tiêu có được trong các thực tế xây dựng cụ thể. Với đất không bão hoà, cuốn sách trình bày các nội dung chính về các đặc trưng này và vận dụng các chỉ tiêu xác định được trong các bài toán về sức chịu tải của nền, áp lực đất lên tường chắn cũng như ổn định mái dốc.

Cuốn sách có các Phụ lục: gồm các bảng kinh nghiệm cho biết các giá trị ϕ, c của nhiều loại đất trên thế giới cũng như ở Việt Nam.

Hy vọng cuốn sách giúp được phần nào trong công tác giảng dạy, học tập ở các trường Đại học nhóm ngành Xây dựng, Địa kỹ thuật cũng như là tài liệu tham khảo cho kỹ sư, cán bộ kỹ thuật Xây dựng, Địa kỹ thuật, học viên cao học, nghiên cứu sinh đi sâu vào chỉ tiêu rất đặc trưng này của đất.

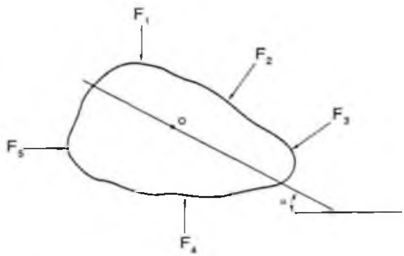
Các tác giả

Chương 1
KHÁI NIỆM VỀ CƯỜNG ĐỘ CHỐNG CẮT CỦA ĐẤT

1.1. QUAN HỆ ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG TRONG ĐẤT

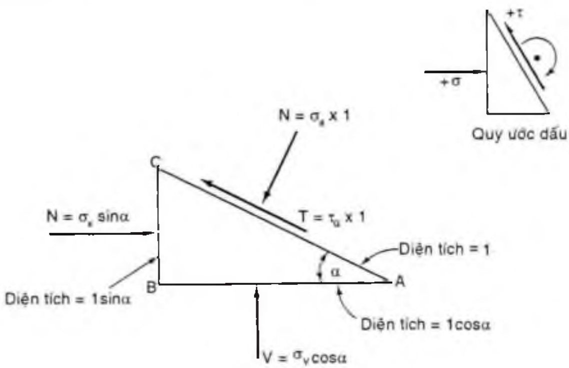
1.1.1. Ứng suất tại một điểm

Hình 1.1 cho thấy một khối đất chịu tác dụng của một nhõm các lực F_1, F_2,..., F_n. Giả thiết các lực tác dụng trong mặt phẳng hai hướng. Một phân tố nhỏ tại điểm bất kỳ trong khối đất như điểm O trong hình có các thành phần pháp tuyến và cắt của các lực đó tác dụng trên mặt phẳng đi qua điểm O tạo với phương ngang góc α (hình 1.2).



Hình 1.1. Khối đất chịu tác dụng của một số lực

Qui ước lực và ứng suất nén (compressive forces and streeses) là dương (positive), lực cắt dương tạo momen theo chiều kim đồng hồ.



Hình 1.2. Thành phần các lực của hình 1.1 trên một phân tố nhỏ tại điểm O. Ký hiệu dấu ở hình nhỏ bên trên.

Giả thiết khoảng cách AC trên mặt phẳng nghiêng ở hình 1.2 có chiều dài đơn vị và có độ sâu đơn vị vuông góc với mặt phẳng của tờ giấy. Vì thế mặt thẳng đứng BC có kích thước là 1 sinα và mặt nằm ngang AB là 1cosα. Lúc cân bằng, tổng các lực tại phương bất kỳ phải bằng không, nên có:

$$\Sigma F_h = H - T\cos\alpha - N\sin\alpha = 0 \tag{1.1a}$$

$$\Sigma F_v = V + T\sin\alpha - N\cos\alpha = 0 \tag{1.1b}$$

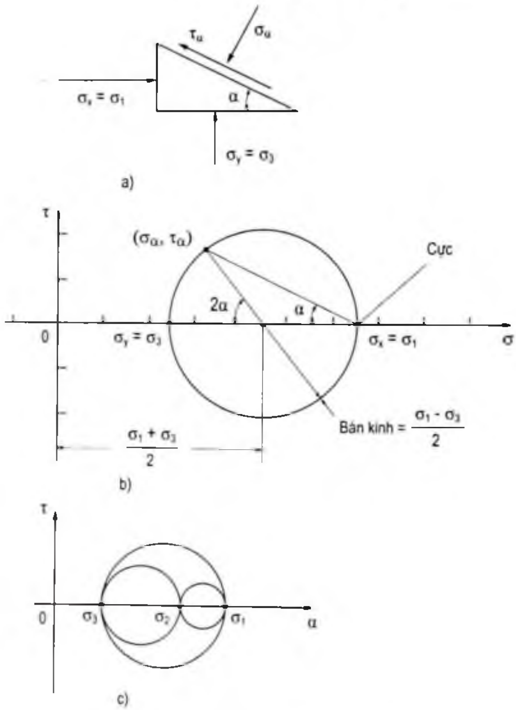
Chia các lực trong phương trình 1.1 cho diện tích tác dụng, ta nhận được các ứng suất pháp và cắt. Ký hiệu σ_x là ứng suất pháp nằm ngang và σ_y là ứng suất pháp thẳng đứng. Các ứng suất pháp σ_α và ứng suất cắt τ_α trên mặt phẳng α:

$$\sigma_x\sin\alpha - \tau_\alpha\cos\alpha - \sigma_\alpha\sin\alpha = 0 \tag{1.2a}$$

$$\sigma_y\sin\alpha + \tau_\alpha\cos\alpha - \sigma_\alpha\sin\alpha = 0 \tag{1.2b}$$

Giải hai phương trình này đồng thời, ta được σ_α và τ_α:

$$\sigma_\alpha = \sigma_x \sin^2\alpha + \sigma_y \cos^2\alpha = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\cos 2\alpha \tag{1.3}$$



Hình 1.3. *Vòng Mohr ứng suất*

a) Phân tố lúc cân bằng; b) Vòng Mohr; c) Các vòng Mohr bao gồm σ_2.

$$\tau_\alpha = (\sigma_x - \sigma_y)\sin\alpha\cos\alpha = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\sin 2\alpha \tag{1.4}$$

Nếu bình phương và cộng các phương trình này, sẽ nhận được phương trình hình tròn có bán kính $(\sigma_x - \sigma_y)/2$ và tâm tại $\left[(\sigma_x + \sigma_y)/2, 0\right]$. Trong biểu đồ p-q, vòng tròn này được thấy ở hình 1.3b cho phân tố ở hình 1.3a, và được gọi là *vòng Mohr ứng suất* (Mohr circle of stress) (Mohr, 1887). Nó biểu thị trạng thái ứng suất *tại một điểm lúc cân bằng* và dùng cho vật liệu bất kỳ, không riêng cho đất. Lưu ý để nhận được vòng tròn theo phương trình này, τ và σ phải có cùng tỷ lệ.

Vì các mặt phẳng thẳng đứng và nằm ngang trong hình 1.2 và 1.3a không có ứng suất cắt tác dụng nên được gọi là *các mặt phẳng chính* (principal planes) và các ứng suất σ_x và σ_y và là *các ứng suất chính* (principal stresses). Ứng suất có độ lớn lớn nhất gọi là *ứng suất chính lớn nhất*, ký hiệu σ_1 còn ứng suất nhỏ nhất gọi là *ứng suất chính nhỏ nhất*, ký hiệu σ_3 còn ứng suất thứ ba σ_2 là *ứng suất trung gian*. Trong hình 1.3 không thấy σ_2 vì điều kiện bài toán phẳng. Tuy nhiên có thể xây dựng hai vòng Mohr phụ thêm cho σ_1 và σ_2 và σ_2 và σ_3 để tạo biểu đồ Mohr hoàn chỉnh (hình 1.3c).

Có thể viết các phương trình (1.3) và (1.4) theo các ứng suất chính:

$$\sigma_\alpha = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}\cos 2\alpha \tag{1.5}$$

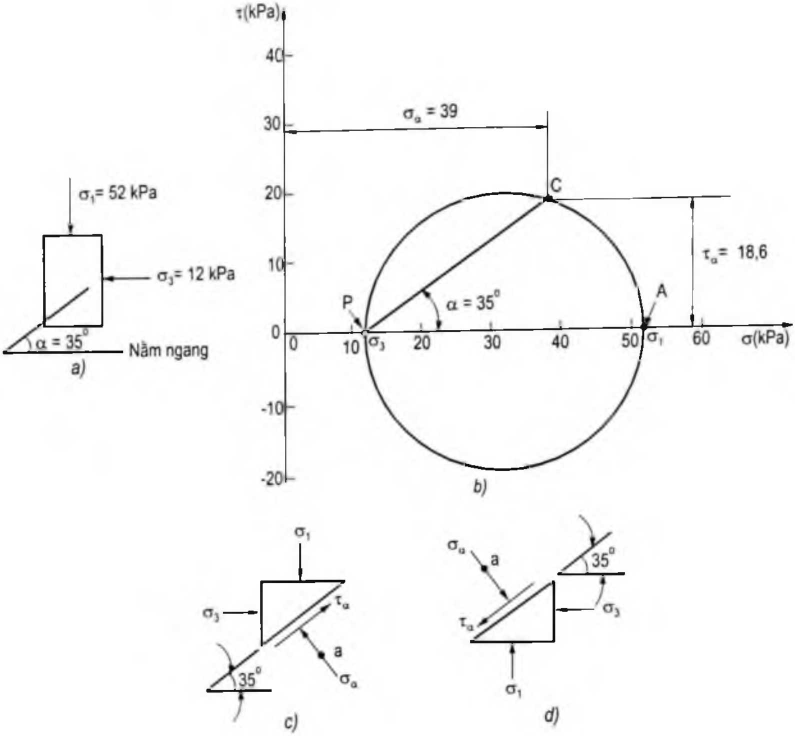
$$\tau_\alpha = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}\sin 2\alpha \tag{1.6}$$

Ở đây đã giả thiết tuỳ ý là $\sigma_x = \sigma_1$ và $\sigma_y = \sigma_3$. Toạ độ của $(\sigma_\alpha, \tau_\alpha)$ trong hình 1.3b có thể xác định bằng phương trình (1.5) và (1.6). Từ các phương trình này, cũng xác định được các toạ độ của tâm vòng tròn là $\left[(\sigma_1 + \sigma_3)/2, 0\right]$ và bán kính là $(\sigma_1 - \sigma_3)/2$.

Có khả năng tính ứng suất pháp σ_α và ứng suất cắt τ_α trên mặt phẳng bất kỳ miễn là biết các ứng suất chính. Một điểm độc nhất trên vòng Mohr được gọi là *cực* (pole) hay *gốc của các mặt phẳng* (origin of planes). Điểm này có tính chất rất hữu ích: một đường thẳng bất kỳ vẽ qua cực sẽ cắt vòng Mohr tại một điểm, điểm đó biểu thị trạng thái ứng suất trên mặt phẳng nghiêng có cùng hướng trong không gian như đường này. Khái niệm này có nghĩa là nếu biết trạng thái ứng suất, σ và τ, trên mặt phẳng nào đó trong không gian, ta có thể vẽ một đường song song với mặt phẳng đó qua các toạ độ của σ và τ trên vòng Mohr. Cực là điểm, nơi đường này cắt vòng Mohr. Một khi đã biết cực, các ứng suất trên mặt phẳng bất kỳ có thể tìm dễ dàng bằng cách vẽ một đường từ cực song song mặt phẳng này. Toạ độ của điểm cắt vòng Mohr xác định các ứng suất trên mặt phẳng đó. Sau đây là một ví dụ minh hoạ cho phương pháp cực.

Ví dụ 1.1

Các ứng suất trên một phân tố được thấy trên hình 1.4a. Xác định ứng suất pháp σ_α và ứng suất tiếp τ_α trên mặt phẳng nghiêng góc $\alpha = 35^\circ$ với mặt phẳng chuẩn nằm ngang.



Hình 1.4. Cho ví dụ 1.1

Bài giải:

1. Vẽ vòng Mohr theo tỷ lệ thích hợp (hình 1.4b)

$$\text{tâm vòng tròn} = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = \frac{52+12}{2} = 32\text{kPa}$$

$$\text{bán kính vòng tròn} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{52-12}{2} = 20\text{kPa}$$

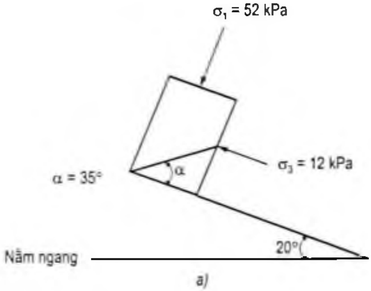
2. Thiết lập gốc của các mặt phẳng hay cực. Dễ dàng nhất là dùng mặt phẳng nằm ngang có σ_1 tác dụng trên nó. Trạng thái ứng suất trên mặt phẳng này được biểu thị bằng điểm A trong hình 1.4b. Vẽ một đường song song với mặt phẳng trên đó trạng thái ứng suất (σ_1, 0) này tác dụng (mặt phẳng nằm ngang) qua điểm thể hiện σ_1 và 0. Theo định nghĩa, cực P là nơi đường này cắt vòng Mohr. Một đường qua cực nghiêng $\alpha = 35^o$ với phương nằm ngang sẽ song song với mặt phẳng trên phân tố trong hình 1.4a và đó là mặt

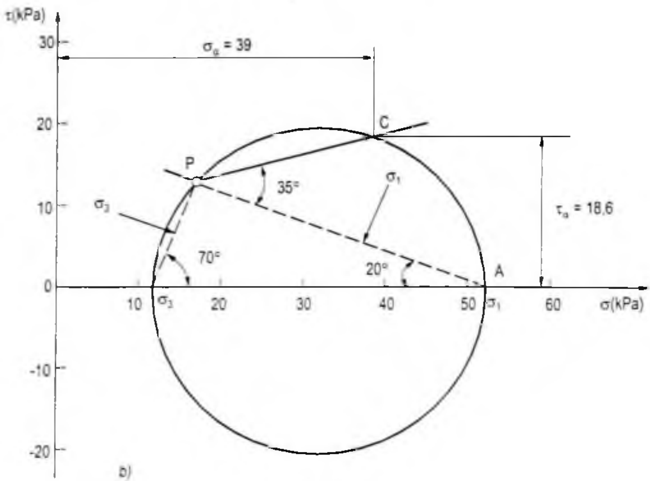
phẳng trên đó cần xác định ứng suất pháp và ứng suất cắt. Điểm cắt tại C (hình 1.4b) và tìm được $\sigma_\alpha = 39$kPa và $\tau_\alpha = 18,6$kPa.

Dùng phương trình 1.5 và 1.6 để kiểm tra kết quả này. Vì điểm C ở trên trục hoành nên τ_α là dương. Vì thế hướng của τ_α trên mặt phẳng 3,5° xác định theo hình 1.4c và d tại đỉnh và đáy của phân tố đã cho. Ứng suất cắt τ_α bằng nhau và ngược chiều, đều là ứng suất cắt dương.

Ví dụ 1.2

Phân tố và các ứng suất như trong hình 1.4a, chỉ khác là phân tố xoay góc 20° so với phương nằm ngang (hình 1.5a). Xác định ứng suất pháp σ_α và ứng suất cắt τ_α trên mặt phẳng nghiêng góc $\alpha = 35°$ so với đáy của phân tố.





Hình 1.5. Cho ví dụ 1.2