

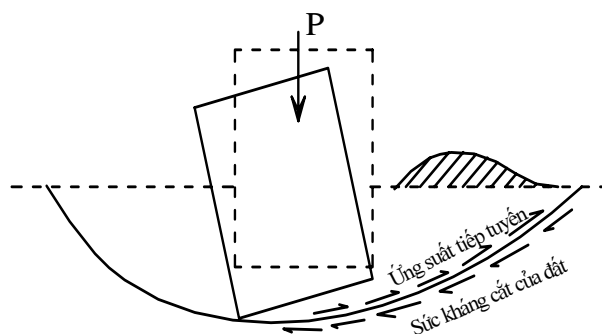
CHƯƠNG IV: CƯỜNG ĐỘ VÀ ỔN ĐỊNH CỦA NỀN ĐẤT

§1. KHÁI NIỆM CHUNG.

Muốn cho các công trình xây dựng sử dụng được bình thường, điều cần thiết là phải đảm bảo cho các công trình đó không làm việc ở trạng thái giới hạn. Theo quan niệm hiện nay, một công trình cùng với nền của nó được gọi là ở trạng thái giới hạn khi công trình bị mất ổn định (bị trượt, lật, đổ...), hoặc khi kết cấu công trình bị hư hỏng toàn bộ hoặc cục bộ ảnh hưởng tới việc sử dụng bình thường và an toàn của công trình. Như vậy khi tính toán và thiết kế công trình, cần phải phân biệt được hai trạng thái giới hạn: Trạng thái giới hạn về biến dạng và trạng thái giới hạn về cường độ và ổn định của nền.

Trong chương III đã nghiên cứu các biến dạng của nền có thể làm cho công trình lún quá mức, nghiêng quá mức, chênh lệch lún giữa các bộ phận của công trình quá mức, dẫn đến công trình không thể sử dụng hoặc khai thác bình thường được. Nhưng đất nền có thể bị phá hoại khi độ lún chưa phải là lớn lắm. Đó là kết quả của biến dạng trượt và trôi xung quanh móng.

Biến dạng trượt: Xuất hiện dưới tác dụng của ứng suất thành phần tiếp tuyến do trọng lượng bản thân của đất cũng như do trọng lượng của công trình gây ra. Biến dạng trượt có thể chỉ là sự chuyển vị ngang do phân tố đất này trượt lên phân tố đất khác mà không tạo thành mặt trượt. Biến dạng trượt còn có thể là sự chảy lưu biến rất chậm, dưới tác dụng của tải trọng



Hình IV-1

không đổi, trong trường hợp này mặt trượt biến thiên không rõ ràng và biến dạng trượt có thể là sự chuyển vị tương đối nhanh làm cho phần đất nọ trượt lên phần đất kia tạo thành một mặt trượt nhất định, khá rõ rệt. Trường hợp này xảy ra khi ứng suất tiếp tuyến đối với tất cả các mặt phân tố trên mặt trượt lớn hơn sức chống cắt cực đại của đất tại mặt trượt này (Hình IV-1). Vấn đề đặt ra ở đây là nền công trình phải được tính toán như thế nào để trong nền đất không xuất hiện biến dạng trượt và đảm bảo được độ ổn định của nền. Nói rõ hơn là, cần phải xác định sức chịu tải của nền đất, để từ đó khống chế tải trọng giới hạn của công trình được phép tác dụng lên nền đất. "*Cường độ tải trọng ngoài đặt trên nền đất sao cho trạng thái ứng suất trong đất không dẫn đến tình trạng biến dạng trượt phá hỏng nền đất gọi là cường độ chịu tải của đất, hay còn gọi là sức chịu tải của đất*".

Vấn đề nghiên cứu cường độ chịu tải của nền đất có một ý nghĩa thực tế rất lớn. Trong thiết kế công trình xây dựng, cách lựa chọn kiểu móng và độ sâu đặt móng v.v... đều phải dựa trên cơ sở đánh giá đúng đắn sức chịu tải của nền đất. Muốn công trình vừa vững chắc, bền lâu lại vừa tiết kiệm được vật liệu xây dựng và đỡ hao phí nhân công khi thi công, nhất định không thể không dựa vào cường độ chịu tải của đất nền được. Như vậy nội dung chủ yếu của vấn đề cường độ chịu tải là

gì? Như trên đã trình bày, khối đất bị trượt là do tại mặt trượt ứng suất cắt τ đã vượt quá sức chống cắt S của đất, như vậy rõ ràng cần phải xét đến hai yếu tố: sức chống cắt của đất và ứng suất tiếp tuyến của đất do tải trọng ngoài gây ra trong nền đất, và từ đó rút ra cường độ tải trọng ngoài cho phép tác dụng trên nền đất.

Muốn giải quyết đúng đắn vấn đề cường độ chịu tải của nền đất, cần kết hợp chặt chẽ ba biện pháp: Nghiên cứu lý luận, nghiên cứu thực nghiệm và quan trắc thực tế. Cơ sở lý luận khi nghiên cứu biến dạng trượt là lý thuyết đàn hồi - dẻo, hay nói một cách chính xác hơn là lý thuyết cân bằng cực hạn. Theo lý thuyết này, sự phá hủy độ ổn định của khối đất là do sự phát triển các biến dạng trượt trong phạm vi một vùng nhất định gọi là vùng biến dạng dẻo, còn sự mất ổn định của đất tại một điểm là sự xuất hiện biến dạng trượt hay biến dạng dẻo tại điểm đó thôi. Để hiểu biết được quy luật thành tạo và phát triển vùng biến dạng dẻo, trước hết cần xét xem trạng thái ứng suất của đất như thế nào để có thể xảy ra các quá trình biến dạng trượt và sức chống cắt của đất phụ thuộc vào những yếu tố nào?

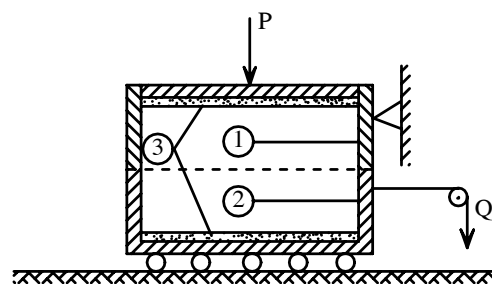
§2. SỨC CHỐNG CẮT CỦA ĐẤT

Sức chống cắt của đất hay còn gọi là cường độ chống cắt của đất là lực chống trượt lớn nhất trên một đơn vị diện tích tại mặt trượt khi khối đất này trượt lên khối đất kia, nó là yếu tố chủ yếu quyết định đối với sự ổn định của nền và an toàn của công trình. Cường độ chống cắt của đất nó phụ thuộc vào ứng suất pháp do tải trọng ngoài tác dụng tại mặt trượt và vào loại đất, tính chất cơ lý của đất.

2.1. Sức chống cắt cực hạn của đất, định luật cắt của đất.

2.1.1. Thí nghiệm cắt đất trực tiếp:

Thí nghiệm cắt đất trực tiếp được tiến hành trên máy cắt trong phòng thí nghiệm. Các máy cắt trực tiếp cấu tạo trên cơ sở cho mẫu đất trực tiếp chịu tác dụng của một lực, làm cho nó bị cắt theo một mặt phẳng đã định trước. Sơ đồ thiết bị dùng để cắt đất trực tiếp gồm một hộp cắt bằng kim loại, có 2 thớt có thể trượt lên nhau một cách dễ dàng. Trong đó 1 thớt được giữ yên không cho chuyển động, còn thớt kia có thể chuyển động song song với mặt tiếp xúc giữa 2 thớt (Hình IV-2). Ở các kiểu này khác nhau thớt trượt có thể là thớt trên hay thớt dưới của hộp. Tùy theo cách tác dụng lực cắt khác nhau, có thể phân máy cắt trực tiếp thành hai loại: máy cắt ứng biến và máy cắt ứng lực.



Hình IV-2: Dụng cụ thí nghiệm cắt đất
1) Thớt trên; 2) Thớt dưới; 3) Đá thấm và giấy thấm.

Khi thí nghiệm cắt, mẫu đất được đặt trong lòng hộp cắt, với phía trên và phía dưới mẫu đất có lót giấy thấm và đá thấm.

a. Đối với đất rời:

Sau khi nén mẫu đất trên với một tải trọng thẳng đứng P nhất định, đợi cho mẫu đất hoàn toàn ổn định về biến dạng lún. Rồi đem cắt trực tiếp mẫu đất với tải trọng ngang tăng dần đến một vị trí tối đa nào đó (Q), mẫu đất bị cắt hoàn toàn. Trị số ứng suất cắt τ tại mỗi điểm trên mặt trượt, khi đất bị trượt dưới áp lực nén σ được xác định bằng cách lấy lực cắt chia cho diện tích mặt cắt của mẫu đất.

$$\tau = \frac{Q}{F}; \text{ tương tự } \quad \sigma = \frac{P}{F} \quad (\text{IV} - 1)$$

Trong đó: F : diện tích tiết diện ngang của mẫu đất.

Cứ làm như vậy, ta thực hiện nhiều thí nghiệm để xác định sức chống cắt cực đại của đất ứng với mỗi áp lực nén khác nhau (thường là 3 - 4 mẫu). Dựa vào các kết quả thí nghiệm cắt đất, có thể xây dựng đồ thị của sự phụ thuộc giữa ứng suất nén σ và ứng suất cắt τ (Hình IV - 3). Qua nhiều thí nghiệm đã chứng minh rằng thực tế đường sức chống cắt của đất rời không hẳn là một đường thẳng, nhưng nói chung người ta chấp nhận đường sức chống cắt của đất rời là một đường thẳng đi qua gốc tọa độ và nghiêng với trục áp lực σ một góc là φ .

Biểu thức toán học của đồ thị trượt như sau:

$$S = \tau_{gh} = \sigma \cdot \text{tg}\varphi \quad (\text{IV} - 2)$$

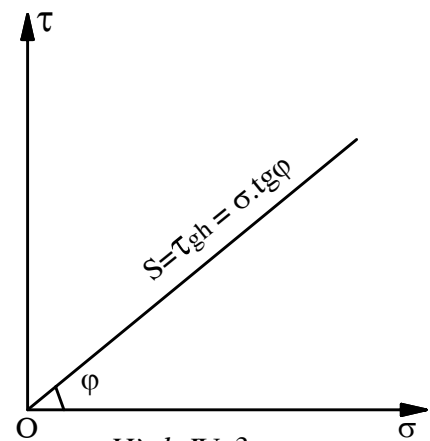
Trong đó: S - sức chống cắt cực đại của đất;

τ_{gh} - ứng suất cắt giới hạn;

σ - áp lực nén ;

φ - góc ma sát trong của đất.

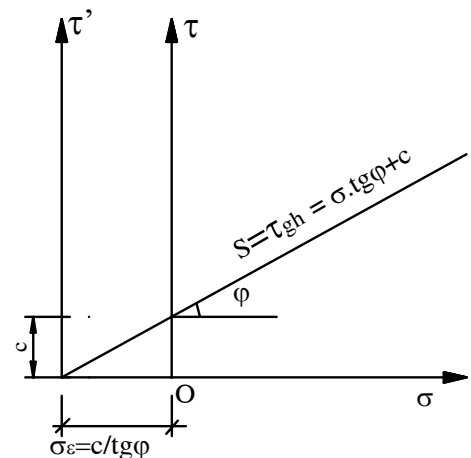
Biểu thức (IV-2) là biểu thức sức chống cắt của đất rời do C.A.Coulomb tìm ra đầu tiên vào năm 1773 và mang tên định luật cắt của đất - Hay thường gọi là định luật Coulomb. Định luật này có thể phát biểu như sau: “*Sức chống cắt cực hạn của đất rời là sức cản ma sát, tỷ lệ thuận với áp lực nén thẳng đứng.*”



Hình IV-3

b. Đối với đất dính:

Như trong chương I đã trình bày, đất dính (sét, á sét, á cát) khác với đất rời ở chỗ là giữa các hạt đất liên kết với nhau bởi màng nước hấp thụ, các vật chất keo dính và các vật chất gắn kết xi măng. Do đó, ngay khi biến dạng trượt còn rất nhỏ, đất dính cũng đã có một cường độ chống cắt nhất định. Vì vậy, đối với đất dính, ngoài thành phần ma sát trong ra còn có thành phần lực dính cũng tham gia vào sức chống cắt của đất.



Hình IV-4

Bằng các thí nghiệm tương tự như đất rời,

người ta được đồ thị sự phụ thuộc giữa ứng suất cắt τ và ứng suất nén thẳng đứng có dạng một đường thẳng cắt qua trục tung một đoạn bằng c (hình IV-4) được xác định theo công thức sau:

$$S = \tau_{gh} = \sigma \operatorname{tg}\varphi + c \quad (\text{IV-3})$$

Trong đó: c - lực dính kết đơn vị của đất

Các ký hiệu khác như công thức (IV-2).

Công thức (IV-3) là công thức toán học của định luật Coulomb viết cho đất dính và có thể phát biểu như sau: “Sức chống cắt cực đại của đất dính là hàm số bậc nhất đối với áp lực nén thẳng đứng và gồm hai thành phần: lực dính kết c không phụ thuộc vào áp lực nén thẳng đứng và $\sigma \cdot \operatorname{tg}\varphi$ tỷ lệ thuận với lực nén thẳng đứng.” Nói chung việc phân chia hai thành phần riêng biệt của sức chống cắt đối với đất dính là một việc hết sức khó khăn và phức tạp. Bởi vì bất kỳ một sự thay đổi nào tuy là rất nhỏ của áp lực nén, không những chỉ liên quan tới phần này hay phần kia mà liên quan tới cả hai phần.

Nếu kéo dài đường Coulomb (Hình IV-4) gặp trục hoành $O\sigma$ tại O' và chuyển trục τ thành τ' , ta có hệ trục tọa độ $\tau'O'\sigma$ thì trị số lực dính kết c có thể xác định bằng công thức sau:

$$c = \sigma_{\varepsilon} \cdot \operatorname{tg}\varphi \quad (\text{IV - 4})$$

Trong đó: σ_{ε} : “áp lực dính” nghĩa là áp lực tương đương với tác dụng của lực dính trong đất:

$$\sigma_{\varepsilon} = \frac{c}{\operatorname{tg}\varphi} \quad (\text{IV - 5})$$

Với hệ trục tọa độ này, có thể biểu diễn cường độ chống cắt của đất như sau:

$$S = \tau_{gh} = (\sigma + \sigma_{\varepsilon}) \cdot \operatorname{tg}\varphi \quad (\text{IV - 6})$$

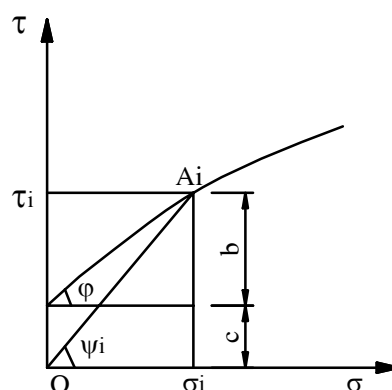
Cần phải chú ý rằng Định luật C.A.Coulomb trình bày ở trên là những quan hệ đường thẳng, chỉ phản ánh gần đúng cường độ chống cắt của đất. Trong thực tế nhiều kết quả nghiên cứu cho thấy quan hệ giữa cường độ chống cắt S của đất và áp lực pháp tuyến σ không phải là đường thẳng mà là dạng đường cong (Hình IV-5).

Vì vậy, một số tác giả kiến nghị xác định cường độ chống cắt của đất dính theo công thức sau:

$$S = \tau_{gh} = \sigma_i \cdot \operatorname{tg}\psi_i \quad (\text{IV - 7})$$

Trong đó: ψ_i - Góc chống cắt, góc nghiêng của đoạn thẳng nối gốc tọa độ với điểm A_i trên đường Coulomb ứng với ứng suất pháp σ_i (Hình IV- 5).

$\operatorname{tg}\psi_i$ - Hệ số chống cắt của đất, có thể suy ra từ (IV-5a) như sau:



Hình IV-5

$$\operatorname{tg}\psi_i = \frac{\tau_i}{\sigma_i} = \frac{b+c}{\sigma_i} = \frac{b}{\sigma_i} + \frac{c}{\sigma_i} = \operatorname{tg}\varphi + \frac{c}{\sigma_i}$$

Tức là:
$$\operatorname{tg}\psi_i = \operatorname{tg}\varphi + \frac{c}{\sigma_i} \quad (\text{IV - 8})$$

Với cách xác định này, cường độ chống cắt của đất dính chỉ dùng một tham số duy nhất là góc ψ_i để gộp chung cả yếu tố ma sát và lực dính lại với nhau.

Trong các công thức (IV-2) và (IV-3) các đại lượng φ và c gọi là các tham số toán học sức chống cắt của đất. Cho đến nay, định luật Coulomb vẫn có giá trị thực tiễn nhất định đối với việc tính toán cường độ chịu tải và ổn định của các khối đất, vẫn còn áp dụng rộng rãi trong thực tế Cơ học đất, mặc dù với những tiến bộ mới trong nghiên cứu vấn đề này, đã thấy rõ những điểm không hợp lý của định luật này. Điều căn bản là, theo Coulomb đối với mỗi trạng thái nhất định của đất, các tham số φ và c là những hằng số, còn theo quan điểm mới ngày nay thì ngay với cùng một loại đất các tham số φ và c thay đổi phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau: như áp lực nén, áp lực nước trong lỗ rỗng, độ chặt, độ ẩm, v.v....

Từ những phân tích trên, có thể nhận ra rằng việc xác định các tham số φ và c bằng phương pháp cắt đất trực tiếp trong phòng thí nghiệm sao cho phù hợp với tình hình làm việc thực tế của nền đất là một việc khó khăn và phức tạp, bởi vì phương pháp này có những nhược điểm sau:

- Việc quy định trước mặt trượt là một sự tùy tiện, không thể xem là hoàn toàn hợp lý được. Trong thực tế, mẫu đất có thể bị cắt theo những mặt trượt khác với mặt trượt quy định. Từ đó dẫn đến kết quả sai lệch đối với những đất không đồng nhất, dị hướng và nứt nẻ, không phản ánh được đúng đắn tình hình làm việc thực tế của đất nền.

- Trong quá trình cắt đất, diện tích mặt cắt càng ngày càng bé đi, do đó ứng suất cắt không phải có một giá trị nhất định mà luôn luôn thay đổi, ứng suất cắt tại mặt cắt tập trung lại ở các mép mẫu là chủ yếu, ngoài ra lại còn không khống chế được sự thoát nước.

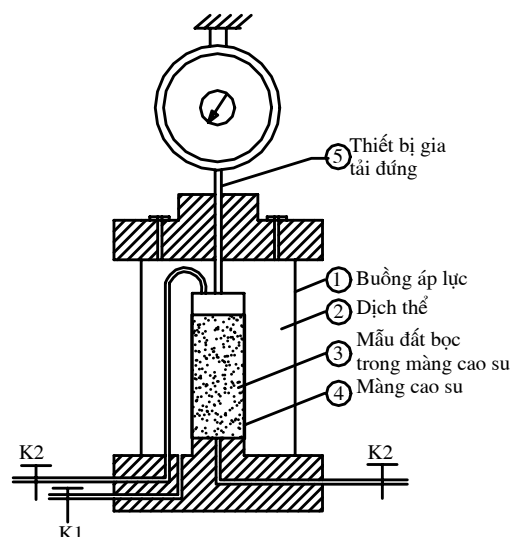
- Khi thí nghiệm đất sét cứng, cát hạt to, đất phân lớp, đất rất yếu v.v... thì không nên dùng thiết bị cắt phẳng thông thường.

Tuy có nhiều nhược điểm như đã kể, nhưng do ưu điểm của phương pháp là thiết bị, thao tác đơn giản. Cho nên phương pháp cắt đất trực tiếp hiện nay vẫn được áp dụng rộng rãi trong các phòng thí nghiệm ở tất cả các nước trên thế giới.

2.1.2. Phương pháp cắt đất gián tiếp bằng máy nén ba trục:

Khác với trong các thiết bị cắt trực tiếp, trong các thiết bị cắt gián tiếp, mẫu đất không chịu một lực cắt trực tiếp tác dụng lên mà được nén bởi một tổ hợp các tải trọng theo chiều các trục X, Y và Z. Cấu tạo của máy nén 3 trục có thể mô tả sơ lược như sau: bao gồm 3 bộ phận chủ yếu là: bộ phận tăng tải, bộ phận đo lường và bộ phận bình chịu áp. Bộ phận bình chịu áp lực là một hộp hình trụ tròn, cấu tạo rất kín, với bề mặt xung quanh làm bằng kính hữu cơ ①, nắp trên và đáy làm bằng kim loại, nhờ khóa K_1 có thể bơm vào trong bình một dịch thể ② (thường là bằng nước hay

glyxêrin), mẫu đất ③ được bọc trong một màng cao su mỏng ④, đặt trong bình chịu áp lực nén theo ba trục. Áp lực nén là áp lực thủy tĩnh của dịch thể nên $\sigma_2 = \sigma_3$; phía trên và dưới mẫu đất đều được lót màng thấm nước. Pistong ⑤ đặt trên mẫu đất, cho phép có thể gia tải áp lực nén σ_1 theo phương thẳng đứng, khóa K_2 có thể đóng hoặc mở tự do đảm bảo điều kiện thoát nước hoặc không thoát trong mẫu đất khi thí nghiệm cắt. Các thiên phân kế biểu thị cho bộ phận đo lường, dùng để đo các áp lực $\sigma_1, \sigma_2 = \sigma_3$, áp lực nước lỗ rỗng của mẫu đất, biến dạng của mẫu đất trong quá trình cắt v.v.... (Hình IV-6)



Hình IV-6: Sơ đồ máy nén ba trục

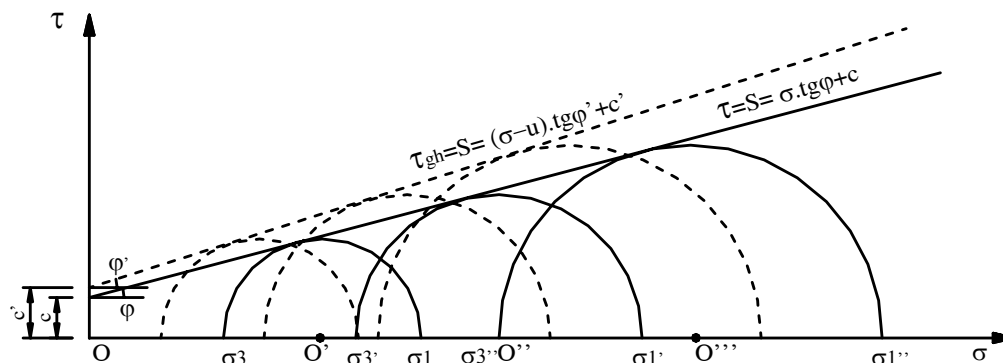
Cách thí nghiệm được tiến hành như sau: Đặt mẫu đất thí nghiệm vào vị trí, sau đó bơm dịch có áp vào bình, lúc này trị số ứng lực tác dụng theo ba trục $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ và bằng áp lực thủy tĩnh của dịch thể. Vòng tròn Mohr biểu diễn trạng thái ứng suất trong trường hợp này thu về một điểm trên trục σ . Nếu gia tải trọng đứng P lên Pistong thì trị số ứng suất chính lớn nhất sẽ là: $\sigma_1 = P/F$, trong đó F là diện tích tiết diện ngang của mẫu đất và $\sigma_2 = \sigma_3$ bằng áp lực thủy tĩnh.

Như trong giáo trình sức bền vật liệu đã cho thấy, khi vật liệu chịu áp lực tác dụng như đã mô tả ở trên thì sự phá hoại của nó không phụ thuộc vào trị số tuyệt đối của các ứng suất chính, mà phụ thuộc chủ yếu vào tỷ số ứng suất chính σ_1 / σ_3 . Như vậy, mẫu đất có thể bị trượt theo một mặt nào đó bằng cách giữ nguyên trị số σ_3 rồi ép pistong để tăng σ_1 cho đến khi mẫu đất bị phá hoại. Với cách thí nghiệm này cần tiến hành ít nhất hai mẫu đối với đất dính, còn đất rời chỉ cần một mẫu, với mẫu thứ nhất giữ nguyên trị số σ_3 không đổi và tăng dần áp lực thẳng đứng σ_1 tới khi mẫu đất phá hoại. Nhờ lý thuyết vòng tròn Mohr, có thể xây dựng được vòng tròn Mohr giới hạn đối với mẫu thứ nhất thông qua ứng suất chính lớn nhất σ_1 và ứng suất chính nhỏ nhất σ_3 (vòng tròn có tâm O' trên hình IV - 7). Mẫu thứ hai tăng trị số áp lực thủy tĩnh lên σ'_3 rồi giữ nguyên không đổi, sau đó tăng trị số áp lực thẳng đứng cho tới khi mẫu đất phá hoại ứng với σ'_1 . Bằng cách làm tương tự xây dựng được vòng tròn Mohr giới hạn cho mẫu thứ hai và thứ ba. Đường bao của các vòng tròn Mohr giới hạn trên là đường biểu diễn định luật Coulomb, vì nó là quỹ tích của những điểm nằm trong trạng thái cân bằng giới hạn. Đối với đất cát, đường này có dạng như một đường thẳng đi qua gốc tọa độ, còn đối với đất dính thì nó có dạng một đường thẳng cắt tung độ ở một trị số bằng trị số lực dính của đất.

Khi đã có đường biểu diễn định luật Coulomb về sức chống cắt thì việc xác định các tham số ϕ và c giống như thí nghiệm cắt đất trực tiếp.

Như đã trình bày ở trên, có thể nhận thấy rằng, thiết bị nén ba trục có nhiều đặc điểm ưu việt như: Nó không gò ép mẫu đất phải phá hoại theo một hoặc một số

mặt phẳng định trước, mà để cho quá trình biến dạng thể tích phát triển theo tương quan giữa các ứng suất chính, cho phép xác định đồng bộ các chỉ tiêu tính chất của đất, điều phối được quá trình thoát nước đồng thời xác định được áp lực nước lỗ rỗng và cả lượng nước thoát ra, nên hiện nay, thiết bị nén ba trục có khuynh hướng thay thế dần các dụng cụ nén một trục không nở hông và cắt phẳng.



Hình IV-7: Đường bao ứng suất giới hạn khi thí nghiệm cắt đất bằng máy nén ba trục

2.1.3. Thiết bị nén đất một trục:

Về nguyên lý mà nói, thì thí nghiệm nén đất một trục được xây dựng trên cùng những cơ sở lý thuyết với thí nghiệm nén ba trục, chỉ khác là tải trọng nén hông này có giá trị bằng không. Vì vậy thí nghiệm này còn gọi là thí nghiệm nén đất không hạn chế nở hông.

Mẫu đất làm thí nghiệm có dạng hình trụ với chiều cao lớn hơn gấp 1,5 ÷ 2,0 lần đường kính. Khi thí nghiệm, mẫu đất được nén dưới một tải trọng thẳng đứng $P \approx \sigma_1$ với giá trị tăng dần trong điều kiện áp lực hông $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$, cho đến khi mẫu đất phá hoại và đo được góc nghiêng giữa mặt phá hủy với mặt phẳng nằm ngang là α .

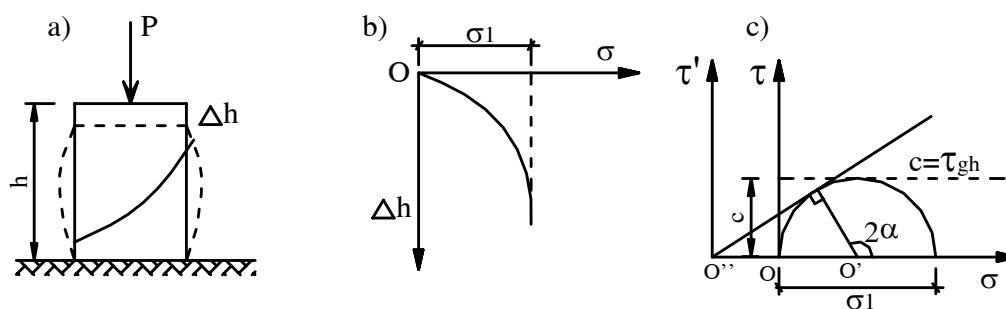
Nếu dùng vòng tròn ứng suất Mohr để biểu diễn kết quả thí nghiệm, thì có thể thấy rằng, trong trường hợp nén một trục, khi $\sigma_3 = 0$ thì chỉ có thể vẽ được một vòng tròn Mohr giới hạn mà thôi, vòng tròn Mohr này có đường kính là trị số σ_1 và tiếp xúc với trục tung. Đường bao của Coulomb là đường tiếp tuyến với vòng tròn tại điểm mà bán kính vectơ hợp với trục hoành một góc 2α (Hình IV - 8). Từ hình (IV - 8- c) có thể viết:

$$\varphi = 2\alpha - 90^\circ \tag{IV-9}$$

$$\text{Và: } \frac{\sigma_1}{2} = \left(\frac{c}{\text{tg}\varphi} + \frac{\sigma_1}{2} \right) \cdot \sin \varphi \tag{IV-10}$$

$$\text{Do đó: } c = \frac{\sigma_1}{2} \cdot \frac{1 - \sin \varphi}{\cos \varphi} = \frac{\sigma_1}{2 \text{tg}(45^\circ - \varphi/2)} \tag{IV-11}$$

Phương pháp thí nghiệm này chỉ thích hợp với loại đất dính mà biến dạng phá hủy khi nén mang tính chất trượt khi tải trọng nén rất bé, khi biến dạng chưa quá 10% chiều cao của mẫu.



Hình IV □8: Sơ đồ thí nghiệm nén đất một trục và vòng tròn Mohr giới hạn tương ứng

Trong công thức (IV - 11) có chứa 2 ẩn số chưa biết φ và c , nên muốn dùng nó để xác định c thì trước hết phải tìm φ bằng cách đo góc α của mặt phá hoại. Tuy vậy, giá trị góc α khó đo được chính xác trên mẫu đất, do đó giá trị của c tính theo công thức (IV - 11) cũng không được chính xác. Riêng trong trường hợp đối với đất sét thuần túy chịu tác dụng cắt nhanh không thoát nước, thì góc ma sát trong có thể xem bằng không và lúc đó công thức (IV - 11) dùng để xác định c của các đất này rút gọn chỉ còn là:

$$c = \frac{\sigma_1}{2} \tag{IV-12}$$

Nếu chú ý tính chất của các đất sét thuần túy, cường độ chống cắt chỉ là do lực dính kết tạo thành thì biểu thức toán học viết cho định luật cắt sẽ là:

$$S = c = \frac{\sigma_1}{2} \tag{IV-13}$$

Và giá trị của nó có thể xác định trên đồ thị của vòng tròn Mohr giới hạn bằng cách vẽ một đường thẳng song song với trục hoành và tiếp xúc với vòng tròn Mohr giới hạn ở đỉnh cao nhất của nó (Hình IV - 8c - đường gạch đứt quãng).

2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến sức chống cắt của đất:

Để tính toán các nền công trình về mặt chịu tải và ổn định, ngoài điều kiện có lý thuyết ứng dụng thích hợp, còn cần phải có các chỉ tiêu chính xác về cường độ chống cắt của đất.

Như trong chương I đã giới thiệu, các loại đất trong thiên nhiên có cấu tạo bản thân phức tạp, nên cường độ chống cắt của đất không phải là một đại lượng cố định, mà sức chống cắt của đất là một đặc trưng có tính chất thay đổi tùy theo ảnh hưởng của nhiều yếu tố khác nhau. Để có được những số liệu tính toán đáng tin cậy, khi thí nghiệm xác định đặc trưng ấy, cần phải cố gắng làm sao cho các điều kiện thí nghiệm phản ánh được đúng đắn tình hình làm việc thực tế của đất ở hiện trường. Thực tế đã cho thấy rằng, cùng một loại đất sét, nhưng khi thí nghiệm trong những điều kiện khác nhau (tình hình thoát nước, tình hình gia tải,...) cho kết quả khác nhau rất xa. Đối với đất cát, khi thí nghiệm trong những điều kiện khác nhau như thế, cũng cho những kết quả không giống nhau, nhưng mức độ chênh lệch không lớn lắm như các loại đất sét.

Sở dĩ có các kết quả khác nhau như vậy là vì, cường độ chống cắt của đất phụ thuộc vào nhiều nhân tố rất phức tạp, sau đây ta xét đến các nhân tố chủ yếu ảnh hưởng đến sức chống cắt của đất.

2.2.1. Ảnh hưởng của áp lực nước lỗ rỗng trong đất:

Một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến sức chống cắt của đất là áp lực nước lỗ rỗng, áp lực nước lỗ rỗng này gắn liền một cách chặt chẽ với tình hình tăng tải, tình hình thoát nước và quá trình cố kết của đất, làm cho các tham số sức chống cắt φ và c không còn là những hằng số theo quan điểm của Coulomb nữa.

Như đã biết, yếu tố làm cho đất chặt lên và do đó cường độ chống cắt của nó ngày càng tăng trong quá trình cố kết là áp lực có hiệu. Xuất phát từ quan điểm đó K.Tezaghi đã kiến nghị bỏ khuyết công thức (IV-3) của Coulomb bằng cách đưa vào đây áp lực có hiệu ($\sigma - U$) thay cho tổng ứng suất σ , đồng thời thay các tham số sức chống cắt φ và c của Coulomb bằng các trị số φ' và c' ứng với trường hợp khi áp lực có hiệu được tách ra khỏi tổng ứng suất, và công thức toán học biểu diễn định luật chống cắt được viết dưới dạng sau:

$$S = \tau_{gh} = (\sigma - U) \operatorname{tg}\varphi' + c' \quad \text{(IV-14)}$$

Chính vì thế, nên phương pháp cắt đất này được gọi là phương pháp ứng suất có hiệu. Thiết bị thí nghiệm ở đây là thiết bị nén ba trục. Khi thí nghiệm, bằng bộ phận đo áp, đối với mỗi mẫu thí nghiệm đều xác định được áp lực nước lỗ rỗng U ứng với khi mẫu đất bắt đầu bị cắt. Dựa vào các giá trị ứng suất σ_1 , σ_3 và U thu được, ta tính các giá trị $(\sigma_1 - U)$ và $(\sigma_3 - U)$, trên cơ sở các kết quả tính toán được, vẽ ra các vòng tròn Mohr giới hạn ứng với các ứng suất có hiệu tác dụng trên các mẫu đất (đường nét đứt hình IV-7). Cuối cùng, nối liền các vòng tròn này bởi một đường bao gần đúng như một đường thẳng, dựa vào đường này có thể xác định được các giá trị φ' và c' .

Theo đó A.Cazagrande đề nghị phân biệt sức chống cắt của đất thí nghiệm theo ba sơ đồ: cắt nhanh, cắt chậm và cắt nhanh cố kết.

Nội dung cơ bản của *phương pháp cắt nhanh* [được ký hiệu theo sơ đồ UU]*: là nhằm làm sao cho trong quá trình thí nghiệm, nước lỗ rỗng không thoát được ra ngoài, mẫu đất không được cố kết dưới các tải trọng tác dụng lên nó và độ chặt của đất không tăng lên so với độ chặt ban đầu. Để thực hiện được yêu cầu đó, khi cắt đất với máy nén ba trục, vòi nước ở đáy hộp K2 cần được đóng kín trong suốt quá trình thí nghiệm, còn thí nghiệm trên máy cắt trực tiếp, thì cả tải trọng nén và tải tọng cắt đều phải được tăng lên tức thời để cho mẫu đất bị cắt mà nước lỗ rỗng không thoát ra. Có thể nhận xét rằng, trong thực tế khi cắt nhanh với máy cắt trực tiếp, thì dù thao tác có thành thạo đến đâu cũng khó bảo đảm cho nước lỗ rỗng hoàn toàn không thoát ra ngoài. Các thông số sức chống cắt từ thí nghiệm này ký hiệu φ_u , c_u .

Phương pháp cắt chậm [được ký hiệu là sơ đồ CD]*: Cần bảo đảm cho nước lỗ rỗng thoát ra ngoài, mẫu đất được cố kết đầy đủ dưới các tải trọng tác dụng lên nó và độ chặt của đất tăng lên đến mức độ tối đa mà có thể đạt đến dưới các tải trọng ấy. Muốn vậy, khi thí nghiệm bằng máy nén ba trục, vòi nước K2 cần luôn luôn để

mở trong qua trình cắt đất, còn khi dùng máy cắt trực tiếp, thì cần để cho mẫu đất hoàn toàn được cố kết dưới tải trọng nén thẳng đứng, sau đó tăng tải trọng cắt lên rất chậm. Các thông số sức chống cắt của thí nghiệm này thường ký hiệu φ' , c' .

Phương pháp cắt nhanh cố kết [được ký hiệu là sơ đồ CU]*: là phương pháp trung gian giữa 2 phương pháp nói trên. Khi thí nghiệm cắt đất theo phương pháp này với máy nén 3 trục, vòi thoát nước K2 cần để mở trong quá trình tăng tải trọng hông, còn sau đó, khi tăng tải trọng nén thì đóng vòi lại. Khi dùng máy cắt trực tiếp để thí nghiệm thì cần để cho mẫu đất được hoàn toàn cố kết dưới tác dụng của tải trọng nén, sau đó tăng tải trọng cắt lên thật nhanh. Các thông số sức chống cắt ký hiệu là φ_{cu} , c_{cu} .

Việc phân chia các trường hợp khác nhau của sức chống cắt, có một ý nghĩa thực tế lớn. Khi xác định các tham số φ và c để đánh giá sức chịu tải và ổn định của nền công trình, cần phải chọn phương pháp thí nghiệm nào phản ánh đúng với tình hình làm việc của đất nền trong thực tế.

Rõ ràng là độ bền chống cắt của đất bất kỳ phụ thuộc chủ yếu vào áp lực nước lỗ rỗng tồn tại lúc xảy ra phá hoại. Áp lực lỗ rỗng dư có thể được tạo ra do các ứng suất trực tiếp tác dụng vào đất và có xu hướng thay đổi thể tích đất trong khi cắt. Mặt khác, áp lực lỗ rỗng dư thường bị tiêu tan do thoát nước. Tốc độ tiêu tan áp lực lỗ rỗng dư, và từ đó độ bền chống cắt có thể phát triển ở hiện trường thì phụ thuộc đáng kể vào tính thấm và kích thước của khối đất chịu ảnh hưởng của ứng suất cắt. Chúng cũng phụ thuộc vào tốc độ tác dụng của ứng suất; một sự thay đổi rất chậm của ứng suất tác dụng lên khối đất có tính thấm kém không thể tạo ra các áp lực lỗ rỗng nào lớn hơn so với trường hợp ứng suất tác dụng nhanh trong đất có tính thấm nước cao. Các nhận xét này là cơ sở để đánh giá độ bền chống cắt trong các bài toán thực tế hoặc để lựa chọn phương pháp thí nghiệm cắt phù hợp với bài toán.

Trong phần lớn các trường hợp, cát và cuội sỏi với hệ số thấm lớn hơn khoảng 10^{-4} cm/Sec, có tính thoát nước đủ lớn để làm tiêu tan áp lực lỗ rỗng do tác dụng của tải trọng trên móng, nên người ta bỏ qua ảnh hưởng của áp lực nước lỗ rỗng đến sức chống cắt của đất cát. Tuy nhiên, cũng có những trường hợp phải chú ý đến áp lực nước lỗ rỗng khi xác định sức chống cắt đó là: Khi đánh giá ổn định của một khối cát nằm khá sâu so với mặt nước tự do hoặc khi cát có chứa một lượng hạt nhỏ nào đó, nếu ứng suất tác dụng rất nhanh và khi khối cát có kích thước lớn, thì ứng suất có thể tạo ra áp lực nước lỗ rỗng mà nó không thể tiêu tan đủ nhanh để duy trì độ bền chống cắt. Trong các trường hợp đó, xét đến áp lực nước lỗ rỗng (U), trên cơ sở biểu thức chung của Coulomb cần phải xác định sức chống cắt của cát như kiến nghị của K.Terzaghi:

$$S = \tau' = (\sigma - U).tg\varphi \quad (IV-14')$$

Góc ma sát trong (φ) thì vẫn cần phân biệt (φ') ứng với trường hợp cắt chậm và (φ_{cu}) ứng với trường hợp cắt nhanh cố kết.

Trong tự nhiên, phần lớn đất hạt mịn chứa một lượng nước đáng kể; khá nhiều đất là gần như bão hòa hay bão hòa hoàn toàn. Vì vậy độ bền của đất bão hòa là vấn đề thực tiễn quan trọng cho đến nay, vẫn còn khó khăn trong việc đo lường

*UU: Unconsolidated □ Undrained; CD: Consolidated □ Drained; CU: Consolidated □

xác định áp lực nước lỗ rỗng (U) trong thực hành một cách rộng rãi; mặt khác thực tế thì sự phân phối, sự chuyển hoá giữa áp lực hữu hiệu (hạt) và áp lực nước lỗ rỗng không đơn giản như lý thuyết cố kết thấm của K.Terzaghi mà còn phụ thuộc nhiều yếu tố (áp lực nước ban đầu, độ bền kết cấu, v.v...). Vì vậy hiện nay trong thực hành người ta vẫn sử dụng rộng rãi các biểu thức xác định sức chống cắt giới hạn của đất theo Coulomb (IV-3) và theo lý thuyết (cố kết thấm) K.Terzaghi (IV-14), nhưng chú ý khi lựa chọn các đặc trưng sức chống cắt của đất (φ, c) phù hợp với sơ đồ của bài toán.

- Khi gia tải nhanh và đất hoàn toàn không thoát nước (UU), thì đất sét bão hoà không có ma sát trong ($\varphi_u=0$), sức kháng cắt hoàn toàn do lực dính sinh ra, ta gọi đó là sức kháng cắt không thoát nước ($\tau_{\max} = S_u = c_u = \frac{\sigma_1}{2}$).

- Khi gia tải chậm [CD], với đất sét cố kết thường, sức kháng cắt hoàn toàn do ma sát trong, còn lực dính $c'=0$ (với đất quá cố kết, ta vẫn có $c'>0$, nhưng c' tương đối nhỏ).

- Khi gia tải cố kết chậm, cắt nhanh [CU], sức kháng cắt được xác định $\varphi_{cu}>0$ và $c_{cu}>0$.

2.2.2. Ảnh hưởng của thành phần khoáng, hình dạng và cấp phối hạt đất:

Đối với đất cát, thì hình dạng và cấp phối hạt đất đóng một vai trò quan trọng, hạt càng to đều và hình dạng càng gồ ghề thì cường độ chống cắt càng lớn. Đối với đất sét, thì trong các yếu tố nói trên yếu tố thành phần khoáng có ảnh hưởng lớn hơn cả vì chính thành phần khoáng quyết định chiều dày và độ nhớt của lớp nước màng mỏng bao quanh hạt đất, do đó mà nó ảnh hưởng đến lực dính và cường độ chống cắt của đất sét.

2.2.3. Ảnh hưởng của độ ẩm:

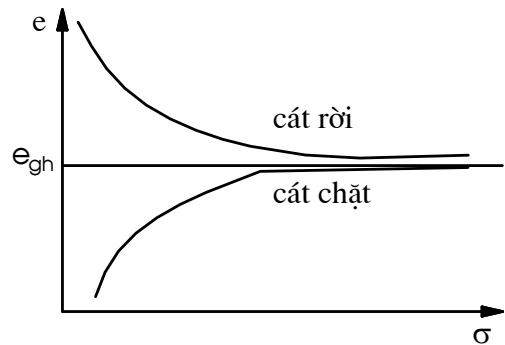
Đối với đất cát, như nhiều thí nghiệm đã cho thấy rằng, góc ma sát trong của đất ở trạng thái khô và khi ẩm ướt khác nhau rất ít (vào khoảng $1^0 - 2^0$), nên ảnh hưởng của độ ẩm đến cường độ chống cắt của đất cát có thể bỏ qua. Còn đối với đất dính (sét), khi độ ẩm càng tăng, thì chiều dày lớp nước màng mỏng sẽ càng lớn, độ chặt cũng như lực dính giữa các hạt giảm xuống và do đó cường độ chống cắt sẽ bé đi. Vai trò của độ ẩm với cường độ chống cắt có một ý nghĩa đặc biệt quan trọng ở các đất sét thuần túy. Như đã trình bày ở phần trên, ở các đất này, cường độ chống cắt hoàn toàn phụ thuộc vào lực dính, chứ không phụ thuộc vào áp lực. Do đó, nếu đất có độ ẩm ở khắp nơi giống nhau, thì có thể xảy ra tình hình cường độ chống cắt không thay đổi theo chiều sâu của lớp đất.

Các kết quả thí nghiệm của Giáo sư N.N.Maslov cho thấy rằng khi độ ẩm tăng lên thì góc ma sát trong φ và lực dính kết c sẽ giảm xuống theo quy luật đường cong. Do đó sức chống cắt của đất cũng yếu đi rất nhiều. Kết luận này một lần nữa được chứng minh bằng các tài liệu thí nghiệm đất của giáo sư Hough. Ông đã khẳng định rằng, đối với tất cả các loại đất sét, sức chống cắt cực hạn giảm khi độ ẩm tăng

lên. Đó là đặc tính thể hiện rất rõ rệt của tất cả các vật thể phân tán nói chung và của đất nói riêng.

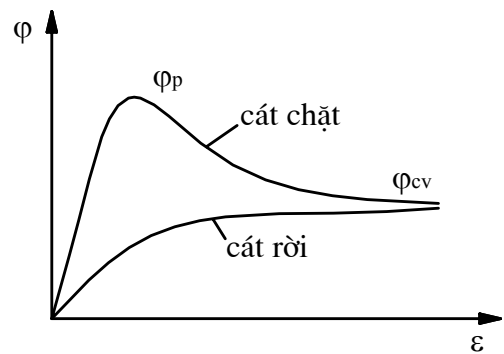
2.2.4. Ảnh hưởng của độ chặt ban đầu :

Độ chặt ban đầu của đất cũng là một yếu tố ảnh hưởng đến sức chống cắt của đất, nhưng vai trò ảnh hưởng của nó chỉ thể hiện ở các đất cát mà thôi. Có thể nhận thấy rằng, với các đất cát chặt thì lực ma sát và lực hóc giữa các hạt với nhau đều lớn. Do đó mà cường độ chống cắt của các đất này lớn. Còn đối với các đất cát rời thì trái lại các lực ma sát và lực hóc giữa các hạt với nhau đều bé và do đó mà cường độ chống cắt của các đất này sẽ bé hơn.



Hình IV-9a

Điều đáng chú ý ở đây là, nếu đất ban đầu ở trạng thái chặt, thì trong quá trình cắt, đất ngày càng rời ra, hệ số rỗng ngày càng tăng dần và tiến tới một trị số giới hạn gọi là e_{gh} . Ngược lại, nếu cùng một loại đất ấy, nhưng ban đầu ở trạng thái rời thì trong quá trình cắt đất ngày càng chặt dần, hệ số rỗng của nó ngày càng giảm đi và cuối cùng tiến đến trị số e_{gh} nói trên (Hình IV-9a). Điều này cũng được thể hiện trong nghiên cứu mối quan hệ giữa góc ma sát trong và mức độ biến dạng (ϵ) của đất.



Hình IV-9b

Với một loại đất cát nhưng để ở hai mẫu có trạng thái khác nhau, một mẫu cát chặt, một mẫu cát rời. Sau đó đem thí nghiệm nén ba trục ta sẽ xác định được góc ϕ như hình (IV-9.b).

Với cát chặt, ban đầu góc ϕ đạt giá trị cực đại là ϕ_p (nó thường là giá trị báo cáo từ thí nghiệm nén ba trục, do đó thường ký hiệu là ϕ_{tc} với tc là viết tắt của Triaxial compression). Tuy nhiên, cả cát chặt và cát rời (cùng loại cát, chỉ khác về độ chặt) sẽ cùng giá trị ϕ_{cv} (cv có nghĩa là thể tích mẫu đất sau đó không thay đổi - Constant Volume) ở một biến dạng ϵ_{cv} khá lớn. Tuy thuộc độ chặt và áp lực lên mẫu đất ϕ_p có thể lớn hơn ϕ_{cv} từ $0 \div 8^\circ$, thậm chí còn hơn. Với cát rời, $\phi_p = \phi_{cv}$.

Góc ϕ ước tính theo nghiên cứu này không được ghi chép đầy đủ, để an toàn trong thiết kế nên chọn ϕ_{cv}

2.2.5 ảnh hưởng của tải trọng tác dụng:

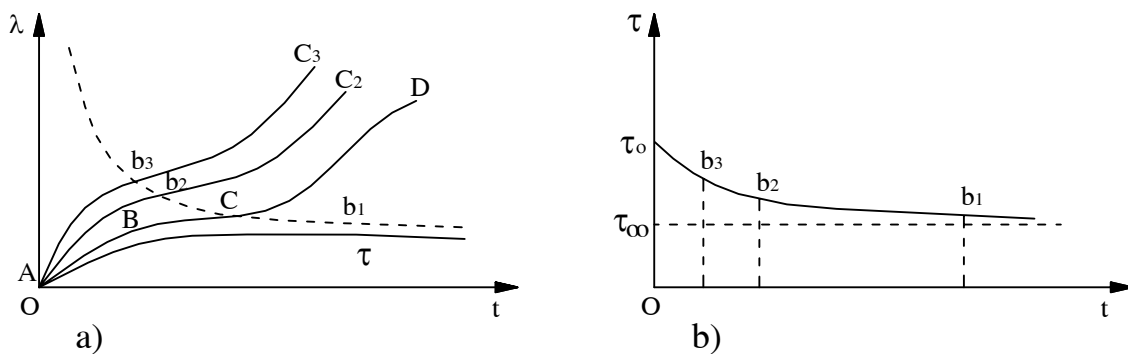
Cường độ chống cắt của đất phụ thuộc vào ứng suất pháp tuyến do tải trọng ngoài gây ra, khi ứng suất pháp càng lớn thì cường độ chống cắt của đất sẽ càng lớn, đây là điều khác biệt quan trọng của đất so với các loại vật liệu xây dựng khác.

2.3. Từ biến của đất sét và sự ảnh hưởng của nó đến cường độ chống cắt:

Từ biến là sự tăng dần các biến dạng thể tích và biến dạng hình dáng của vật liệu theo thời gian trong điều kiện nhiệt độ, tải trọng, v.v... không thay đổi. Khi xét đến vấn đề cố kết của các đất sét, trong chương III đã đề cập đến vấn đề, sự tăng dần biến dạng lún của chúng do ảnh hưởng tính nhớt của khung kết cấu, tức là đã nói đến từ biến của đất ấy trong điều kiện nén lún một chiều. Ở đây, từ biến của các đất sét sẽ được xét đến trong điều kiện khi đất chịu tải trọng cố.

Từ biến của các đất sét khi chịu tải cố gắn với sự tăng dần biến dạng hình dáng của khung kết cấu có tính nhớt theo thời gian. Tuy vậy, như nhiều thí nghiệm đã cho thấy, không phải với bất kỳ độ lớn nào của tải trọng, trong đất sét cũng xuất hiện hiện tượng ấy. Mà chỉ khi nào ứng suất cố vượt quá một giới hạn nhất định, đất sét mới thể hiện tính từ biến.

Nhiều thí nghiệm đã chứng tỏ rằng, quan hệ giữa biến dạng tương đối λ của mẫu đất theo chiều ngang dưới các tải trọng cố khác nhau với thời gian t là một đường cong như hình (IV-10).



Hình IV - 10

Từ hình (IV-10a) có thể nhận thấy rằng, khi τ còn bé thì mẫu đất có một biến dạng tức thời, sau đó tốc độ biến dạng $\frac{d\lambda}{dt} = 0$, tức là tính từ biến lúc này chưa thể hiện được, khi tải trọng cố lớn hơn một giới hạn nhất định, thì sau biến dạng tức thời, đất chuyển sang một giai đoạn đặc trưng với sự giảm dần của tốc độ biến dạng $\frac{d\lambda}{dt}$, và gọi là giai đoạn từ biến không ổn định (đoạn AB trên hình IV-10a). Tiếp đó, đất chuyển sang giai đoạn từ biến ổn định với $\frac{d\lambda}{dt} = \text{const}$ (đoạn BC). Và cuối cùng, khi biến dạng có giá trị quá lớn, thì mẫu đất bị phá hoại (đoạn CD), giới hạn nói trên gọi là thêm từ biến, càng tăng tải trọng cố lên quá trên thêm từ biến, thì sự phá hoại của mẫu đất càng xảy ra sớm.

Căn cứ vào các đường cong quan hệ $\lambda - t$ ở trên có thể thấy, cường độ chống cắt không giữ nguyên một giá trị cố định, trái lại, giảm dần theo thời gian. Dựa vào các điểm b_1, b_2 và b_3 ứng với lúc đất bắt đầu phá hoại dưới các tải trọng τ_1, τ_2 và τ_3 khác nhau, có thể vẽ được biểu đồ quan hệ $\tau - t$ như trên hình (IV-10b). Từ biểu đồ này dễ dàng nhận thấy rằng, ban đầu, ngay lúc mới tăng tải trọng, cường độ chống

cất của đất có giá trị lớn nhất, ký hiệu τ_0 . Tiếp đó, thời gian cất càng kéo dài, thì cường độ chống cất của đất càng giảm đi, cuối cùng tiến đến một giới hạn ổn định, giá trị ổn định đó được gọi là cường độ chống cất lâu dài τ_α của đất, hay còn gọi là giới hạn độ bền vững lâu dài của đất khi trượt.

Theo M.N.Goldstein thì sở dĩ trong đất xuất hiện biến dạng từ biến và độ bền vững lâu dài giảm dần theo thời gian là do tính chất biến dạng và độ bền vững của đất không đồng đều cho nên sự phá hủy các mặt tiếp xúc giữa các hạt không phải cùng một lúc. Nơi nào mà sức chống cất yếu nhất các mặt tiếp xúc sẽ bị phá hủy trước, và cứ như vậy, sự phá hủy này sẽ gây ảnh hưởng đến các hạt bên cạnh và dần dần hình thành ổ trượt, "ổ trượt" phát triển thành mặt trượt. Các kết quả thí nghiệm cho hay rằng, sự giảm sức chống cất của đất gây nên bởi sự phá hủy các mặt tiếp xúc dòn và sự xoay hướng lại các hạt dẹt thường được kết thúc trong giai đoạn từ biến đầu tiên, tức là trong giai đoạn từ biến tắt dần và trong giai đoạn từ biến ổn định, trong khi đó sự phá hủy các mặt tiếp xúc dẻo vẫn tiếp diễn và được bù trừ bằng sự xuất hiện các mặt tiếp xúc mới.

Các giả thuyết giải thích hiện tượng cường độ chống cất giảm dần theo thời gian của các tác giả đều dựa trên cơ sở lý luận về các liên kết trong đất dính. Như đã biết, ngoài yếu tố ma sát, cường độ của đất dính còn phụ thuộc vào các liên kết keo và liên kết cứng giữa các hạt, hơn nữa khi phá hoại thì các liên kết cứng khó hồi phục, còn các liên kết keo thì hồi phục được một phần hoặc toàn bộ. Khi cất đất thì các liên kết cũng bị phá hoại và không hồi phục lại, còn các liên kết keo thì bị phá hoại dần dần. Trong quá trình đó, các hạt đất, ban đầu sắp xếp lung tung, dần dần hướng theo phương cất, do đó làm cho cường độ chống cất ngày càng giảm xuống.

Cũng chính nhờ lý luận về các liên kết trong đất sét này, cho phép giải thích vì sao trên đường quan hệ $\lambda - t$ có hình thành giai đoạn từ biến không ổn định. Lúc này, đồng thời với hiện tượng một số liên kết bị phá hoại, trong đất xảy ra tình hình một số liên kết mới hình thành. Quá trình này càng tiếp diễn thì sẽ đến lúc số liên kết bị phá hoại tương đương với số liên kết hồi phục và đường quan hệ $\lambda - t$ chuyển sang giai đoạn từ biến ổn định. Nếu tải trọng cất lớn hơn thêm từ biến, thì tiếp theo đó, trong đất số liên kết bị mất đi sẽ nhiều hơn so với số liên kết mới hình thành và cuối cùng, đất sẽ bị phá hoại.

Nếu muốn cất đất cho nó bị phá hoại tức thời, thì phải đồng thời khắc phục cả lực ma sát và lực dính bao gồm các liên kết cứng và liên kết keo, do đó cần có tải trọng cất τ_0 lớn. Nếu thời gian cất đất lâu hơn, thì do sự sắp xếp lại của các hạt, nên cường độ chống cất của đất giảm đi và tải trọng τ cần thiết để làm cho mẫu đất bị phá hoại cũng bỏ đi. Thời gian cất đất càng lâu, thì tải trọng cần thiết càng bé và cuối cùng tiến đến giá trị bằng τ_∞ .

Tuy nhiên, không phải bất kỳ đất nào cũng thể hiện tính chất giảm cường độ khi kéo dài thời gian cất như trên, đất cát chẳng hạn, không thể hiện tính từ biến khi cất. Đối với các đất sét có tính từ biến rõ ràng khi chịu nén, với thời gian cất lớn, cường độ chống cất không những không giảm mà còn tăng lên. Một số tác giả cho rằng, từ biến khi cất chỉ thể hiện ở các đất sét yếu, ít thấm và có độ ẩm cao.