

CHUYÊN ĐỀ TẬP HUẤN CHỦ TRÌ, CHỦ NHIỆM KHẢO SÁT THIẾT KẾ, KỸ NĂNG KHẢO SÁT THIẾT KẾ.

QUY TRÌNH VÀ KỸ NĂNG KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH.

ThS. NGUYỄN VŨ THỨC
CÔNG TY CP TVTK - KIỂM ĐỊNH & ĐỊA KỸ THUẬT

I. Khái quát chung.

Khảo sát Địa chất công trình (Địa kỹ thuật) là một hoạt động trong khảo sát xây dựng với mục đích nghiên cứu để cung cấp các số liệu về đất nền, các hiện tượng kiến tạo, các quá trình địa chất động lực công trình nhằm phục vụ thiết kế các công trình và quy hoạch khai thác hợp lý lãnh thổ cũng như dự báo các tai biến địa chất...

Cũng như phần lớn các dạng khảo sát xây dựng khác, khảo sát Địa chất công trình (ĐCCT) là hoạt động mang tính nội và ngoại nghiệp rõ rệt. Nó bao gồm công tác thu thập các số liệu hiện trường, lấy mẫu đất đá, nước và công tác thí nghiệm trong phòng cũng như xử lý nội nghiệp các số liệu khảo sát, thí nghiệm. Tính đúng đắn của số liệu khảo sát ĐCCT phụ thuộc vào mức độ chính xác và tuân thủ quy trình của cả công tác ngoại nghiệp và nội nghiệp với mức độ quan trọng như nhau.

Hiện nay ở nước ta chưa có một quy trình chính thức cho công tác khảo sát ĐCCT nói chung ngoại trừ quy trình “Khảo sát địa chất công trình các công trình đường thủy” 22TCN260-2000. Đây là một quy trình viết tương đối đầy đủ cho công tác khảo sát ĐCCT đối với các công trình đường thủy, tuy nhiên các phương pháp khảo sát còn ít và khái niệm công trình thủy, và công trình trên cạn về mặt địa chất công trình chưa được rõ ràng.

II. Tổng quan về quy trình khảo sát ĐCCT.

Đến thời điểm hiện tại chúng ta chưa có quy trình chung cho công tác khảo sát ĐCCT nhưng trên thế giới thì có những quy định rất rõ về vấn đề này, ví dụ như đối với tiêu chuẩn của anh (British Standards - BS) hoặc các tài liệu chuyên khảo của các chuyên gia nước ngoài. Về mặt tổng quan thì quy trình khảo sát ĐCCT phải đề cập tới các yếu tố sau:

- Những yếu tố mang tính tiền đề cho công tác khảo sát ĐCCT.
- Khoảng cách và chiều sâu khảo sát.
- Các phương pháp khảo sát và thí nghiệm được áp dụng tại hiện trường.
- Thí nghiệm trong phòng.
- Một số kỹ năng cơ bản của công tác khảo sát ĐCCT.

Các yếu tố này không độc lập mà có liên quan đến nhau theo mối quan hệ nhân quả.

II.1 Những yếu tố cơ sở của công tác khảo sát ĐCCT.

Các phân tích ban đầu liên quan đến mức độ phức tạp của điều kiện ĐCCT của khu vực khảo sát và các vấn đề ĐCCT xảy ra khi xây dựng công trình; giai đoạn khảo sát; quy mô và đặc thù của công trình xây dựng (cấp công trình).

a) Mức độ phức tạp của điều kiện ĐCCT bao hàm các yếu tố như: mức độ

phức tạp của địa hình, đặc điểm địa chất khu vực, kiến tạo khu vực, các hiện tượng địa chất động lực công trình, điều kiện thủy văn và địa chất thủy văn khu vực nghiên cứu, đặc điểm về vật liệu xây dựng khoáng tự nhiên. Tùy thuộc vào mức phức tạp của điều kiện ĐCCT mà mật độ, chiều sâu các điểm thăm dò cũng khác nhau, theo nguyên tắc điều kiện ĐCCT càng phức tạp thì chiều sâu và mật độ các điểm thăm dò càng tăng lên.

Điều kiện địa chất công trình có tính không đồng nhất và tính biến đổi, nó được phản ánh bởi mức độ phức tạp. Mức độ phức tạp của điều kiện địa chất công trình chia làm 3 cấp: đơn giản, trung bình và phức tạp. Người ta lập sẵn các bảng phân cấp mức độ phức tạp của điều kiện ĐCCT.

Mức độ phức tạp của điều kiện ĐCCT là một trong những cơ sở để ấn định quy mô, loại hình và số lượng các phương pháp khảo sát địa chất công trình.

b) Giai đoạn khảo sát là một yếu tố quyết định quy mô khảo sát và khối lượng khảo sát, tùy thuộc vào yêu cầu của giai đoạn khảo sát mà quy mô và cách thức khảo sát được xác lập.

Giai đoạn khảo sát được gọi tên theo 2 cách: theo tên của giai đoạn thiết kế và theo mức độ chi tiết của quá trình khảo sát. Hai cách gọi tên này có liên hệ mật thiết với nhau.

Theo mức độ chi tiết của công tác khảo sát có thể chia ra:

- Khảo sát địa chất công trình sơ lược.
- Khảo sát địa chất công trình sơ bộ.
- Khảo sát địa chất công trình chi tiết.
- Khảo sát địa chất công trình bổ sung.

Tùy thuộc đặc điểm, tính chất của công trình cụ thể cũng như giai đoạn khảo sát mà các yếu tố của điều kiện địa chất công trình có ý nghĩa và tầm quan trọng khác nhau.

c) Quy mô, đặc thù của công trình.

Tùy thuộc vào quy mô và đặc thù của công trình và mức độ yêu cầu của thiết kế cũng như công năng sử dụng mà mạng lưới, số lượng, chiều sâu, loại hình khảo sát áp dụng cho khảo sát địa chất công trình cũng khác nhau.

II.2 Số lượng và chiều sâu khảo sát ĐCCT.

II.2.1 Số lượng điểm thăm dò ĐCCT.

Số lượng các điểm thăm dò ĐCCT phụ thuộc vào nhiều yếu tố: mức độ phức tạp của điều kiện ĐCCT, giai đoạn khảo sát, quy mô, kết cấu của công trình và công năng sử dụng. Một số các tiêu chuẩn và sách chuyên khảo nước ngoài quy định số lượng các công trình thăm dò theo giai đoạn khảo sát căn cứ trên một tỷ lệ phần trăm (%) nhất định. Về tổng quan thì số lượng các điểm thăm dò ĐCCT phải thỏa mãn sao cho việc cung cấp các số liệu khảo sát đủ để phục vụ cho từng giai đoạn thiết kế cụ thể.

Trong Địa chất công trình, có thể tính toán khoảng cách các công trình thăm dò và lấy mẫu tối ưu hoàn toàn có thể tính toán được dựa trên các phương thăm dò và khoảng cách các điểm lấy mẫu theo chiều sâu thăm dò theo công thức kinh nghiệm của GS G.K Bondaric:

$$\Delta_{\xi_1} = \frac{L_{\xi_1}}{\sqrt[3]{n \cdot \frac{D_{\xi_1}^2}{D_{\xi_2} D_{\xi_3}}}}$$

$$\Delta_{\xi_2} = \frac{L_{\xi_2}}{\sqrt[3]{n \cdot \frac{D_{\xi_2}^2}{D_{\xi_1} D_{\xi_3}}}}$$

$$\Delta_{\xi_3} = \frac{L_{\xi_3}}{\sqrt[3]{n \cdot \frac{D_{\xi_3}^2}{D_{\xi_1} D_{\xi_2}}}}$$

Trong đó:

- ζ_1, ζ_2 là phương khảo sát; ζ_3 là khoảng cách các điểm lấy mẫu theo chiều sâu thăm dò.

- $\Delta_{\xi_1}, \Delta_{\xi_2}, \Delta_{\xi_3}$ là khoảng cách các điểm thăm dò và lấy mẫu thí nghiệm theo các phương ζ_1, ζ_2 và ζ_3 .

- $L_{\xi_1}, L_{\xi_2}, L_{\xi_3}$ khoảng cách khu vực nghiên cứu theo các phương ζ_1, ζ_2 và ζ_3 .

- $D_{\xi_1}, D_{\xi_2}, D_{\xi_3}$ phương sai của giá trị chỉ tiêu nghiên cứu theo các phương ζ_1, ζ_2 và ζ_3 .

- n là số lượng mẫu xác định theo phương pháp giới hạn tin cậy tính theo công thức:

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 \cdot \sigma^2}{\varepsilon^2}$$

Trong đó:

- σ^2 là chỉ tiêu độ lệch bình phương trung bình.

- t_{α} chỉ tiêu xác định bởi độ tin cậy α và được tra theo bảng lập sẵn.

- ε độ lệch giới hạn của trị trung bình của tập hợp mẫu so với tập tổng quát.

Hiện nay trong thiết kế các công trình giao thông, chúng ta đang áp dụng Quy trình khảo sát đường ô tô 22TCN263-2000 làm cơ sở để quyết định số lượng các điểm thăm dò ĐCCT phục vụ cho công tác thiết kế. Quy trình này đề cập tới số lượng các điểm thăm dò ĐCCT cho từng giai đoạn (khoan, cắt cánh, xuyên...) cũng như khoảng cách

điểm thăm dò cho các công trình nền đường, cống, cầu ...

II.2.2 Chiều sâu các điểm thăm dò ĐCCT.

Chiều sâu thăm dò ĐCCT phụ thuộc vào các yếu tố:

- Mục đích nghiên cứu.
- Tải trọng và tầm quan trọng của công trình.
- Đặc điểm cấu trúc địa chất tại vị trí khảo sát.

Mục đích nghiên cứu có liên quan mật thiết đến giai đoạn khảo sát vì mỗi giai đoạn khảo sát đều có một mục đích nghiên cứu nhất định, như vậy có thể nói giai đoạn nghiên cứu là một thành tố quyết định chiều sâu khảo sát.

Tải trọng của công trình truyền xuống nền đất làm tăng ứng suất và biến dạng trong nền đất, mỗi một tải trọng và quy mô công trình lại có một ảnh hưởng khác nhau tới đất nền, nói cụ thể là có chiều sâu ảnh hưởng khác nhau trong nền đất, chiều sâu ảnh hưởng này là cơ sở để lựa chọn chiều sâu khảo sát.

Một yếu tố mang tính nội tại quyết định chiều sâu thăm dò đó là đặc điểm cấu trúc địa chất tại khu vực khảo sát, cụ thể là đặc điểm địa tầng. Đặc điểm địa tầng là một yếu tố quyết định chiều sâu vùng ảnh hưởng của tải trọng công trình truyền xuống đất nền, mật khác cùng với sự phân bố của địa tầng nó liên quan đến các quá trình địa chất động lực từ đó quyết định đến chiều sâu thăm dò.

II.3 Các phương pháp khảo sát và thí nghiệm hiện trường.

Việc lựa chọn các phương pháp khảo sát ĐCCT được căn cứ vào điều kiện Địa chất công trình của khu vực khảo

sát và đặc điểm của công trình cũng như mục đích, mức độ chi tiết của giai đoạn khảo sát. Có thể chia các phương pháp thăm dò ĐCCT tại hiện trường thành 2 nhóm phương pháp: nhóm các phương pháp thăm dò, quan trắc và nhóm các phương pháp thí nghiệm hiện trường.

II.3.1 Các phương pháp thăm dò, quan trắc.

Thuộc vào nhóm này bao gồm các phương pháp: đo vẽ địa chất công trình; khoan thăm dò và lấy mẫu thí nghiệm; đào thăm dò và lấy mẫu thí nghiệm, quan trắc ĐCCT.

a) *Phương pháp đo vẽ địa chất công trình.*

Đo vẽ ĐCCT là dạng cơ bản của công tác nghiên cứu địa chất lãnh thổ theo quan điểm ĐCCT. Nội dung của phương pháp đo vẽ ĐCCT là thể hiện các thông tin về địa chất công trình như: điều kiện địa chất công trình, các vấn đề ĐCCT đang xảy ra và có nguy cơ xảy ra và thể hiện trên nền của bản đồ địa hình khu vực nghiên cứu. Mục đích của công tác đo vẽ ĐCCT là lập bản đồ ĐCCT thể hiện đầy đủ các thông tin ĐCCT để phục vụ công tác xây dựng công trình hoặc quy hoạch lãnh thổ.

Tỷ lệ đo vẽ ĐCCT phụ thuộc vào giai đoạn khảo sát nhất định với xu hướng cụ thể và chi tiết hóa dần theo giai đoạn khảo sát.

b) *Phương pháp đào hố thăm dò và lấy mẫu thí nghiệm.*

Đào hố thăm dò là một phương pháp khảo sát ĐCCT, các hố được đào theo kích thước và theo phương nhất định. Phương của hố đào bố trí sao cho nó cắt qua càng nhiều các thành tạo địa chất trong khu vực thì càng tốt. Tùy thuộc

vào đặc điểm về kích thước và vị trí của hố đào người ta chia ra: Hào thăm dò; hố đào và giếng thăm dò; hầm thăm dò. Các hố đào thăm dò được tiến hành để mô tả địa tầng đất đá, lấy mẫu thí nghiệm đất đá và tiến hành các thí nghiệm hiện trường như: đổ nước trong hố đào, nén đẩy ngang, nén sập cốt đất...

Ngoài ra các hố đào còn phục vụ công tác lấy mẫu thí nghiệm trong phòng để xác định chỉ tiêu cơ lý của địa tầng. Các mẫu lấy có thể là mẫu nguyên trạng, mẫu không nguyên trạng, mẫu phục vụ công tác điều tra vật liệu xây dựng...

c) *Phương pháp khoan thăm dò và lấy mẫu thí nghiệm.*

Khoan là loại công trình thăm dò phổ biến nhất trong khảo sát ĐCCT. Khác với dạng thăm dò khác, khoan thăm dò có thể tiến hành trong các điều kiện khác nhau: trên cạn hay dưới nước, trong đất đá khô hay chứa nước, ở độ sâu lớn và vẫn cho những tài liệu xác thực và tin cậy.

Các lỗ khoan khảo sát ĐCCT có đường kính khác nhau thông thường thay đổi từ 36mm đến 156mm. Chiều sâu các lỗ khoan phụ thuộc vào yêu cầu của công tác khảo sát có thể thay đổi từ vài mét đến vài trăm mét. Căn cứ vào chiều sâu lỗ khoan người ta chia ra: lỗ khoan nông (độ sâu từ 0.00m đến 10m); lỗ khoan sâu trung bình (độ sâu từ 10m đến 30m); lỗ khoan sâu (độ sâu 30m đến 100m); lỗ khoan rất sâu (độ sâu lớn hơn 100m).

Căn cứ vào đặc điểm của công tác khoan người ta chia ra các kiểu khoan sau: khoan xoay; khoan đập cáp; khoan đập – xoay.

Phương pháp khoan xoay có thể thực hiện theo các công nghệ khác nhau như: khoan guồng xoắn, khoan ruột gà, khoan phá toàn đáy và khoan lấy mẫu.

Trong ĐCCT, phương pháp khoan lấy mẫu được áp dụng rộng rãi hơn cả vì nó vừa xác định được sự phân bố của địa tầng vừa lấy mẫu để thí nghiệm xác định chỉ tiêu cơ lý của địa tầng.

Loại mẫu và khoảng cách lấy mẫu phụ thuộc vào đặc điểm của địa tầng và tuân thủ theo nguyên tắc đại diện và đặc trưng. Khoảng cách lấy mẫu được quy định theo kinh nghiệm hoặc được tính toán dựa trên công thức của GS G.K Bondaric như mục II.2.1.

Hiện nay một số quy trình quy định khoảng cách lấy mẫu là 2.0m/mẫu (như 22TCT259-2000, 22TCN260-2000, 22TCN263-2000...) cần phải hiểu là khoảng cách này đã mang tính đặc trưng và đại diện của mẫu thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý của địa tầng.

- Về phương pháp lấy mẫu: tùy thuộc vào đặc điểm địa tầng mà áp dụng phương pháp lấy mẫu khác nhau, tuy nhiên đều tuân thủ một quy tắc chung là đảm bảo tính khả thi của việc lấy mẫu và tính nguyên trạng của mẫu lấy được.

Một số dụng cụ lấy mẫu đặc chủng được dùng trong công tác khảo sát ĐCCT là: ống mẫu thành mỏng, ống mẫu piston (dùng lấy mẫu đất yếu loại sét, bão hòa nước); ống mẫu thông thường, ống mẫu lòng đôi (dùng cho tầng đất dính có trạng thái dẻo cứng trở lên); ống mẫu lấp bê, ống mẫu có hom (dùng cho tầng đất rời như cát, cuội, sỏi...); ống mẫu mũi khoan hạt kim, kim cương có gờ chắn và không gờ chắn (dùng lấy mẫu trong tầng đá). Tùy thuộc vào loại đất và tính nguyên trạng

của mẫu sau khi lấy có thể chia ra: mẫu nguyên trạng và mẫu không nguyên trạng (phá hủy).

d) *Các phương pháp quan trắc ĐCCT.*

Quan trắc ĐCCT và việc quan sát các hiện tượng, vấn đề ĐCCT nào đó trong một thời gian nhất định, trên cơ sở số liệu quan trắc để điều chỉnh thiết kế, thời gian và giải pháp thi công (đối với công trình xây dựng) hoặc dự báo các tai biến địa chất có thể xảy ra để có kế hoạch ngăn ngừa, phòng tránh (đối với các vấn đề ĐCCT lãnh thổ).

Trong xây dựng công trình có các dạng quan trắc phổ biến sau:

- Quan trắc độ lún của nền đường đắp trên đất yếu.
- Quan trắc sự chuyển vị ngang của nền đắp.
- Quan trắc áp lực nước lỗ rỗng, mực nước dưới đất...
- Quan trắc sự chuyển vị của mái dốc nền đường đắp và đào.

Trong việc dự báo và quy hoạch ĐCCT lãnh thổ có các dạng quan trắc phổ biến sau:

- Quan trắc sự chuyển vị của các mái dốc tự nhiên để dự báo quá trình trượt lở.
- Quan trắc việc hình thành các mương xói, động thái hình thành và phát sinh các dòng lũ bùn đá.
- Quan trắc quá trình bồi và lở của các đường bờ như hồ chứa, hồ thủy điện, sông...
- Quan trắc động thái của nước ngầm...

II.3.2 Các phương pháp thí nghiệm ĐCCT tại hiện trường.

Hầu hết các thí nghiệm ĐCCT tại hiện trường đều là các thí nghiệm đất đá ở nguyên khối, nghĩa là thí nghiệm đất đá

ở đúng vị trí tồn tại tự nhiên của nó, chính vì vậy mà các thí nghiệm ĐCCT tại hiện trường thường cho kết quả gần với thực tế hơn.

Căn cứ vào phương pháp xác định và mục tiêu xác định các chỉ tiêu cơ lý của đất nền có thể chia các thí nghiệm ĐCCT tại hiện trường thành các nhóm sau:

- Nhóm các phương pháp thí nghiệm xác định gián tiếp các đặc trưng độ bền và biến dạng của đất, đây là nhóm các thí nghiệm xuyên bao gồm: xuyên tĩnh (CPT), xuyên tĩnh kết hợp đo áp lực nước lỗ rỗng (CPTu), xuyên động bằng mũi xuyên tiêu chuẩn (SPT), xuyên động bằng mũi xuyên hình côn (DPT).

- Nhóm các thí nghiệm xác định các đặc trưng độ bền của đất bao gồm: thí nghiệm cắt cánh (FVST), cắt mẫu lớn ngoài hiện trường (nén sập, nén đẩy ngang, nén 1 trục, cắt với dao vòng lớn).

- Nhóm các thí nghiệm xác định các đặc trưng biến dạng của đất bao gồm: nén tĩnh nền, nén ngang trong hố khoan (PMT) và ngoài hố khoan (DMT).

- Nhóm các thí nghiệm xác định các thông số địa chất thủy văn như: thí nghiệm bơm nước, ép nước, hút nước trong hố khoan và hố đào để xác định hệ số thấm của đất đá.

II.3.2.1 Các phương pháp thí nghiệm xuyên.

a) Phương pháp xuyên tĩnh.

Là phương pháp ưu thế trong khảo sát ĐCCT, trong các trường hợp lấy mẫu khó hoặc không lấy được mẫu như trong tầng cát bão hòa nước, bùn, sét chảy thì việc áp dụng thí nghiệm xuyên tĩnh chiếm ưu thế hơn hẳn các thí nghiệm khác.

Căn cứ vào đặc tính hoạt động của thiết bị có thể chia thành các phương pháp: xuyên tĩnh cơ, xuyên tĩnh điện liên tục. Xuyên tĩnh có thể giải quyết các nhiệm vụ:

- Xác định và phân chia loại đất theo thành phần và trạng thái của chúng.

- Đánh giá tính đồng nhất của đất theo diện và chiều sâu.

- Đánh giá định lượng các đặc trưng ĐCCT.

- Tính toán sức chịu tải của cọc.

- Tính toán sức chịu tải của nền đất.

- Xác định ranh giới các lớp đất đá.

- Kiểm tra chất lượng các nền đắp.

Những yếu tố ảnh hưởng đến kết quả xuyên tĩnh phải kể đến là:

- Kết cấu của hệ thống cần và mũi xuyên ảnh hưởng đến kết quả đo sức kháng xuyên, tuy nhiên về vấn đề này cũng có nhiều kết quả dẫn ra khác nhau chính vì vậy mà vẫn tồn tại các kiểu cấu trúc cần và mũi xuyên khác nhau.

- Tốc độ xuyên: nhiều nhà nghiên cứu đã chỉ ra rằng tốc độ xuyên có ảnh hưởng đến kết quả đo sức kháng xuyên của đất, tuy nhiên không có một sự thống nhất về vấn đề này. Hiện nay người ta đã tiêu chuẩn hóa tốc độ xuyên <2cm/s.

- Hình dạng mũi xuyên cũng ảnh hưởng đến kết quả đo sức kháng xuyên của đất, có nhiều nghiên cứu khác nhau và đi đến thống nhất là góc ở đỉnh của mũi xuyên bằng 60° là tốt nhất.

- Ngoài ra kết quả đo sức kháng xuyên của đất còn bị chi phối bởi bản thân đất nền. Ví dụ như hàm lượng hạt thô trong đất càng lớn thì độ chính xác của phép đo càng giảm. Theo các kết quả nghiên cứu hiện hành thì hàm lượng hạt dăm

sạn nếu vượt quá 1% đến 2% thì kết quả đo sẽ có sai số lớn.

b) Phương pháp xuyên động.

Có nhiều kiểu xuyên động khác nhau tùy thuộc vào trọng lượng tạ, chiều cao tạ rơi và kiểu mũi xuyên.

Chúng ta cũng xem xét một phương pháp xuyên được áp dụng rộng rãi hiện nay đó là phương pháp xuyên động bằng ống tiêu chuẩn hay còn gọi là xuyên tiêu chuẩn (SPT).

Các thông số của xuyên tiêu chuẩn như sau:

- Đầu xuyên: là ống thép dài 810mm, đường kính ngoài 51mm, đường kính trong 35mm. Gồm 3 phần: phần mũi, thân, phần đầu nổi.

- Phần mũi là phần cuối cùng của đầu xuyên được cắt vát từ 15° - 23° , dài khoảng 25mm-75mm, đây là phần dùng để cắt khi xuyên vào đất.

- Phần thân: dài khoảng 450mm-750mm, dùng để chứa đất khi xuyên. Phần thân gồm 2 phần bán nguyệt ốp vào nhau thuận tiện cho việc tháo lắp khi lấy đất bên trong ra.

Phần đầu nổi của đầu xuyên được tiện ren để nối với cần khoan, có chiều dài khoảng 175mm. Phần này có cấu tạo bi và lỗ thoát hơi khi đóng xuyên.

+ Búa đóng: gồm búa đóng có trọng lượng $63.5\text{kg} \pm 1$, chiều cao rơi búa $760\text{mm} \pm 2.5$, thanh dẫn hướng, bộ gấp búa.

Phương pháp xuyên tiến hành bằng việc cho búa rơi tự do để đầu xuyên ngập vào đất với chiều dài 45cm. Đọc và ghi số búa ứng với tong khoan xuyên 15cm. Giá số tổng số búa xuyên của 2 khoan cuối chính là giá trị sức kháng

xuyên của đất.

Sức kháng xuyên N của đất phụ thuộc vào loại đất, độ sâu xuyên, loại cần khoan sử dụng, đặc điểm nước ngầm tại vị trí xuyên và nó bị ảnh hưởng bởi sai số thao tác trong quá trình xuyên. Chính vì các nguyên nhân trên, để chính xác kết quả xuyên SPT cần lưu ý:

- Tuân thủ đúng quy trình của tiêu chuẩn xuyên.

- Hiệu chỉnh kết quả xuyên theo các yếu tố: đặc tính cấu tạo của cần khoan (đường kính cần, số lượng cần sử dụng...), trọng lượng búa đóng, chiều cao búa rơi, độ sâu thí nghiệm, áp lực địa tĩnh, chiều dài cần khoan theo một số tác giả Gibbs và Holtz (1957), Mac Lean (1975).

Cần lưu ý là theo như quy định thì số búa SPT (N) cho một đơn nguyên ĐCCT nào đó là kết quả sau khi hiệu chỉnh.

II.3.2.2 Các phương pháp thí nghiệm xác định đặc trưng độ bền của đất.

a) Phương pháp cắt cánh hiện trường.

Là thí nghiệm xác định trực tiếp sức kháng cắt không thoát nước của đất loại sét có độ sệt lớn và bão hòa nước, không chứa cuội sỏi, dăm sạn. Mô hình chung là đưa một thiết bị dạng cánh xuống độ sâu thí nghiệm, tiến hành cắt (xoay) hệ thống cần và cánh cắt, đo sức kháng lớn nhất đạt được (đây chính là sức kháng cắt của đất nguyên trạng, tiếp tục quay và đo giá trị sức kháng ổn định tiếp theo (đây chính là sức kháng cắt của đất ở trạng thái đã bị phá hủy).

Sức kháng cắt của đất được viết dưới dạng

$$Su = \frac{T}{K}$$

trong đó:

Su: Sức kháng cắt của đất

T : Mômen xoắn cực đại

K : Hệ số cánh cắt, đây là hệ số thực nghiệm được tính cho từng loại cánh cắt khác nhau.

Từ kết quả cắt cánh hiện trường người ta có thể tính được các chỉ tiêu cơ lý của đất như: sức kháng cắt không thoát nước, độ bền liên kết kiến trúc của đất, độ nhạy của đất...

Các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả xác cắt cánh có thể chia thành 3 nhóm:

- Nhóm các yếu tố liên quan đến cấu tạo và đặc trưng của thiết bị: kích thước cần, dạng đầu nối cần, vật liệu làm cần (mô men xoắn của cần), kích thước, hình dạng cánh cắt, vật liệu làm cánh cắt, các sai số về chế tạo của bộ dụng cụ.

- Nhóm các yếu tố liên quan đến đất nền: loại đất, thành phần hạt (hạt lớn như cuội sỏi, dãn sạn), các vật chất lẫn (như hữu cơ, vỏ sò...), đất nhiễm mặn.

- Nhóm các yếu tố liên quan đến thao tác khi thí nghiệm như: độ xiên của cần, mức độ cọ sát của cần vào thành lỗ khoan khi cắt trong lỗ khoan, tốc độ quay cánh cắt khi thí nghiệm cắt, mức độ giữ cố định chiều sâu trong khi cắt.

b) Thí nghiệm cắt mẫu lớn ngoài hiện trường.

Đây là thí nghiệm dựa trên nguyên lý Coulomb để xác định các đặc trưng chống cắt của đất là góc ma sát trong φ và lực dính kết C theo phương trình:

$$\tau = \text{tg}\varphi + C$$

Có 3 phương pháp thí nghiệm sau:

- Phương pháp nén sập cốt đất:

Tạo 2 mẫu gần nhau bên thành hố đào với kích thước lớn (tiết diện ngang khoảng 30cm x50cm, cao 60cm đến 100cm). Dùng kích tăng dần áp lực thẳng đứng vào mặt trên của mẫu đến khi mẫu bị phá hủy, căn cứ kết quả nén 2 mẫu đất giả hệ phương trình sau sẽ tìm được các đặc trưng kháng cắt của đất.

$$\sum Ti_1 = Ni_1 \text{tg}\varphi + CA_1$$

$$\sum Ti_2 = Ni_2 \text{tg}\varphi + CA_2$$

A_1, A_2 là diện tích mặt trượt đo được.

Giải hệ 2 phương trình này tìm được các giá trị φ và C.

- Phương pháp nén một trục.

Tạo mẫu thẳng đứng ở đáy hố đào và cho kích tác dụng vào bề mặt mẫu cho đến khi phá hủy, lực cắt được tính theo công thức:

$$\tau = \frac{P_{\max}}{2F}$$

P_{\max} là lực thẳng đứng cực đại gây phá hủy mẫu.

F là tiết diện ngang mẫu.

Nếu phá hủy dẻo ta có:

$$C = \tau$$

Nếu dạng phá hủy giòn – dẻo cần đo góc α giữa phương nằm ngang và phương mặt trượt tính theo công thức:

$$\varphi = 2\alpha - 90^\circ$$

$$C = \frac{P_{\max}}{2F} \cdot \frac{1}{\text{tg}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)}$$

- Phương pháp cắt mẫu trong dao vòng lớn.

Đào các mẫu trụ tròn hoặc vuông trong các hố đào, dùng kích ép các dao vòng đường kính cỡ 200mm (đối với tiết

diện vuông thì cạnh 200mm) trở lên đến vị trí cần thí nghiệm. Cần chuẩn bị ít nhất 3 mẫu như vậy để cắt tại các cấp áp lực thẳng đứng khác nhau.

Dùng kích gia tăng áp lực thẳng đứng trên mặt các mẫu cắt đến áp lực nhất định, mức gia tải từ 0.2kG/cm² đến 0.5kG/cm² và thời gian lưu tải mỗi cấp phụ thuộc loại đất, đối với đất loại sét thì khoảng 30 phút, với đất loại cát thì khoảng 15 phút.

Tiến hành cắt các mẫu bằng việc gia tải các kích theo chiều ngang, tốc độ gia tải ấn định 0,01mm/phút đến khi dao vòng chuyển dịch 2cm – 3cm thì dừng lại, đo biến thiên ứng suất cắt theo mức độ dịch chuyển.

Thiết lập quan hệ giữa áp lực thẳng đứng và ứng suất cắt xác định được các giá trị φ và C.

II.3.2.3 Các phương pháp thí nghiệm xác định đặc trưng biến dạng của đất.

a) Thí nghiệm nén tĩnh nền.

Mục đích của thí nghiệm nén tĩnh nền là:

- Nghiên cứu đặc tính biến dạng của đất nền.
- Xác định mô đun biến dạng, đây là thông số đặc trưng cho khả năng biến dạng của đất nền.
- Xác định khả năng chịu tải của đất nền.
- Nghiên cứu đặc tính lún ướt của đất có khả năng lún ướt.

Thí nghiệm nén tĩnh còn được dùng để kiểm tra sức chịu tải và đặc trưng biến dạng của nền sau khi xử lý.

Hiện nay, trong khảo sát ĐCCT, thí nghiệm nén tĩnh được xem là phương pháp chuẩn để làm cơ sở đánh giá và so sánh với kết quả của các phương pháp

khác như: xuyên động, xuyên tĩnh, cắt cánh, nén hông...

Hiện nay người ta sử dụng hai phương pháp nén tĩnh nền chủ yếu:

- Thí nghiệm nén tĩnh trong hố đào, hố móng công trình, hay trong hầm, phương pháp này còn được gọi là nén tĩnh mặt.

- Phương pháp thí nghiệm nén tĩnh trong hố khoan hay còn gọi là nén tĩnh sâu.

Việc chọn phương pháp nén tĩnh mặt hay nén tĩnh sâu phụ thuộc vào mục đích nghiên cứu, điều kiện ĐCCT tại vị trí nghiên cứu, tải trọng công trình cũng như độ sâu đặt móng của công trình.

Mô đun biến dạng theo kết quả nén tĩnh được tính như sau:

$$E = (1 - \mu^2) \omega \cdot d \frac{\Delta_p}{\Delta_s}$$

Trong đó μ là hệ số poisson và có các giá trị khác nhau ứng với cùng loại đất:

- Đất hòn thô $\mu = 0.27$, cát và cát pha $\mu = 0.30$, sét pha $\mu = 0.35$, sét $\mu = 0.42$.
- ω là hệ số không thứ nguyên phụ thuộc vào hệ số và hình dạng của bàn nén.
- d là đường kính bàn nén tròn hay cạnh quy đổi của hình vuông có diện tích tương đương hình tròn.

- Δ_p là gia số áp lực và Δ_s là gia số độ lún ứng với gia số áp lực trên đoạn quan hệ tuyến tính của đường cong nén lún.

Các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả nén tĩnh bao gồm:

- Các nhân tố chủ quan: đây là các yếu tố liên quan đến công tác chuẩn bị thí nghiệm và thao tác thí nghiệm. Phổ biến như không làm phẳng bề mặt nén, đặt lệch bàn nén, không rải lớp đệm cát

trên bề mặt nén, không điều chỉnh đồng hồ đo lực và biến dạng về giá trị “0” trước khi tiến hành thí nghiệm.

- Các yếu tố khách quan: các yếu tố này bao gồm kích thước và độ cứng của bàn nén, tính không đồng nhất của đất nền.

+/ Qua nhiều nghiên cứu người ta rút ra là: diện tích bàn nén trong trường hợp nén trên mặt nhỏ nhất phải là 1200cm² và nén trong lỗ khoan nhỏ nhất phải là 600cm². Kích thước này cũng phụ thuộc vào đặc điểm của đất nền, đất càng không đồng nhất thì kích thước bàn nén càng phải lớn.

+/ Yếu tố đồng nhất của đất nền cũng quyết định đến độ chính xác của kết quả nén, nếu đất nền đồng nhất kết quả nén là đại diện, còn nếu đất nền không đồng nhất như lẫn các vật chất khác thì kết quả nén bị ảnh hưởng nhiều, không mang tính chất đại diện.

b) Thí nghiệm nén hông trong hố khoan (Pressiometer)

Nguyên lý của phương pháp là dùng khí ép để xác định đặc trưng biến dạng ngang của đất bên thành lỗ khoan thông qua việc xác định áp suất và thể tích khí nén. Mô đun biến dạng của đất xác định theo công thức:

$$E = (1 + \mu) \cdot \lambda \cdot \frac{\Delta_p}{\Delta_v}$$

Trong đó:

- $\Delta_p = P - P_0$ là gia số áp lực.
- $\Delta_v = V - V_0$ là gia số thể tích.
- μ là hệ số poisson.
- λ là hệ số không đổi với mỗi thiết bị nén hông và được xác định khi hiệu chỉnh máy.

Trong thí nghiệm này, độ chính xác của số liệu đo phụ thuộc rất nhiều vào đặc tính cấu tạo của thiết bị thí nghiệm như buồn khí nén, màng cao su của buồng khí nén, hệ thống áp lực khí nén... ngoài ra còn phụ thuộc vào thao tác của người thực hiện thí nghiệm.

II.3.2.4 Các phương pháp thí nghiệm xác định thông số địa chất thủy văn của đất.

Mục đích của các phương pháp này là xác định một số thông số địa chất thủy văn: hệ số thấm K của đất đá, độ mất nước đơn vị q...

Các thí nghiệm thuộc nhóm này bao gồm:

- Thí nghiệm đổ nước trong hố đào và hố khoan.
- Thí nghiệm hút nước trong hố khoan.
- Thí nghiệm ép nước trong hố khoan.

Trong khảo sát ĐCCT phục vụ cho thiết kế các công trình GTVT, thường áp dụng các thí nghiệm sau:

a) Thí nghiệm đổ nước trong hố đào.

Thí nghiệm này được tiến hành theo phương pháp của A.K Bônđưôv, việc đổ nước được thực hiện trong hố đào có kích thước 1m x 1m x 1,5m được làm phẳng đáy, cắm đồng tâm hai vòng kim loại sâu 5cm vào đáy hố các vòng kim loại có đường kính 250mm và 500mm, cao 200mm đến 250mm, một đầu vát nhọn. Thí nghiệm được tiến hành bằng cách đổ nước vào vòng kim loại. Khống chế chiều cao cột nước 10cm trong suốt quá trình thí nghiệm. Ghi sự thay đổi lưu lượng nước theo thời gian và lập quan hệ $Q = f(t)$ và xác định lưu lượng nước ổn định (là lưu lượng mà

sau 1 lần đo liên tiếp không vượt quá 10% trong vòng 2 giờ).

Tính hệ số thấm K theo công thức:

$$K = \frac{Q.L}{F.(h_k + L + h_0)}$$

Trong đó:

- Q là lưu lượng ổn định.
- F là diện tích tiết diện vòng kim loại trong.
- $h_0 = 10\text{cm}$ là mực nước trong vòng kim loại.
- h_k là chiều cao mao dẫn, người ta lập sẵn bảng tra chiều cao mao dẫn theo từng loại đất cụ thể.
- L là chiều sâu đới thấm được xác định bằng cách đào dưới vị trí thấm, đến độ sâu nào mà độ ẩm đất không đổi thì độ sâu đó chính là L.

b) Thí nghiệm đổ nước trong hố khoan.

Căn cứ vào mức độ bão hòa của đất chia ra: đổ nước trong đất chưa bão hòa nước, đổ nước trong đất bão hòa nước.

**/ Thí nghiệm đổ nước trong đất đá chưa bão hòa nước.*

Trong trường hợp này người ta dùng phương pháp thí nghiệm của Nasberg. Thí nghiệm này được thực hiện trong điều kiện hố khoan không hoàn chỉnh (chưa khoan đến tầng cách nước hoàn toàn) và đất đá chưa bão hòa nước.

Điều kiện thí nghiệm phải thỏa mãn:

$$12,5 < (h_c/r_c) < 50$$

Trong đó h_c là cột nước trong hố khoan và r_c là bán kính ống lọc.

Hệ số thấm được tính theo công thức:

$$K = 0,423 \cdot \frac{Q}{h_c} \cdot \lg \frac{2h_c}{r_c}$$

**/ Thí nghiệm đổ nước trong đất đá bão hòa nước.*

Trường hợp này hệ số thấm K được tính toán giống như đối với thí nghiệm hút nước trong hố khoan bằng cách thay trị số hạ thấp mực nước bằng trị số dâng cao mực nước.

II.3.2.5 Các phương pháp thí nghiệm địa vật lý.

Mục đích của các phương pháp này là xác định diện phân bố của các đơn nguyên ĐCCT và một số các chỉ tiêu cơ lý của đất đá trên cơ sở các mốc chuẩn. Thuộc nhóm này có các phương pháp như: phương pháp điện trường, phương pháp từ trường, phương pháp trọng lực và phương pháp phóng xạ.

II.4 Các phương pháp thí nghiệm ĐCCT trong phòng.

Thí nghiệm trong phòng là một khâu quan trọng của công tác khảo sát ĐCCT nhằm xác định các chỉ tiêu cơ học và vật lý của các mẫu đất, đá, nước lấy được trong quá trình khảo sát hiện trường. Các mẫu này bao gồm: mẫu nguyên trạng, mẫu không nguyên trạng, mẫu nước và mẫu vật liệu xây dựng.

Trên cơ sở các chỉ tiêu cơ học và vật lý của các mẫu đất đá, kết hợp với kết quả khảo sát hiện trường sẽ xác định được các chỉ tiêu cơ học và vật lý của các đơn nguyên ĐCCT cũng như nguồn vật liệu xây dựng phục vụ công tác thiết kế và thi công công trình.

Thí nghiệm trong phòng phục vụ công tác khảo sát ĐCCT rất phong phú, gồm nhiều thí nghiệm với những mục đích khác nhau. Căn cứ vào mục đích của thí nghiệm và các đặc trưng mà thí nghiệm đó xác định có thể chia thí nghiệm trong phòng thành các nhóm sau:

- Nhóm các thí nghiệm xác định các chỉ tiêu vật lý của đất đá.
- Nhóm các thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ học của đất đá.
- Nhóm các thí nghiệm vật liệu xây dựng khoáng tự nhiên.

II.4.1 Các phương pháp thí nghiệm xác định chỉ tiêu vật lý của đất đá.

Thuộc vào nhóm này gồm các thí nghiệm xác định các chỉ tiêu sau:

- Thành phần hạt.
- Các giới hạn atterbergs.
- Độ ẩm tự nhiên.
- Khối lượng thể tích tự nhiên.
- Khối lượng riêng.
- Hệ số thấm của đất.
- Góc ma sát trong và lực dính kết (đối với đất dính).
- Góc nghỉ trạng thái khô và bão hòa (đối với cát).
- Độ chặt lớn nhất, nhỏ nhất (đối với cát).
- Độ co ngót và trương nở của đất.
- Độ tan rã của đất.

Có nhiều tiêu chuẩn thí nghiệm để xác định các chỉ tiêu nói trên, mỗi tiêu chuẩn lại nằm trong một hệ tiêu chuẩn đồng nhất áp dụng cho các chỉ tiêu khác.

II.4.2 Các phương pháp thí nghiệm xác định chỉ tiêu cơ học của đất đá.

Thuộc nhóm này có các thí nghiệm xác định các đặc trưng sau của đất đá.

- Sức kháng cắt của đất đá.
- Tính biến dạng của đất đá.
- Tính kháng nén, uốn, kéo của đá.

II.4.2.1 Sức kháng cắt của đất.

Người ta xác định sức kháng cắt của đất bằng các thí nghiệm cắt theo nhiều sơ đồ khác nhau:

a) Thí nghiệm cắt bằng máy cắt phẳng: thí nghiệm này thực hiện theo 2 sơ đồ

đó là cắt nhanh và cắt chậm. Khi cắt nhanh mẫu sẽ được cố kết quy ước ở áp lực pháp tuyến nhất định, cố kết quy ước được xác định bởi tốc độ biến dạng giới hạn đối với từng loại đất trong một khoảng thời gian nhất định. Cũng có thể cắt theo sơ đồ cắt chậm nghĩa là các mẫu đất đạt độ cố kết đối với từng cấp áp lực rồi mới tiến hành cắt, theo mô hình này thì thời gian thí nghiệm sẽ lâu hơn.

Sau khi đất đã cố kết (thật hoặc quy ước) tiến hành cắt mẫu với tốc độ theo quy định (thường không lớn hơn 0.01mm/phút) cho đến khi mẫu đất bị cắt hoàn toàn. Căn cứ vào áp lực pháp tuyến và lực cắt đối với số lần cắt nhất định ứng với các cấp áp lực pháp tuyến khác nhau ta xác định được các chỉ tiêu kháng cắt của đất như: góc nội ma sát của đất (φ), lực dính kết (C). Thí nghiệm này có thể tiến hành trên các mẫu ở độ ẩm tự nhiên hoặc bão hòa, nếu tiến hành trên các mẫu bão hòa thì trước khi tiến hành thí nghiệm cần phải bão hòa hoàn toàn các mẫu.

b) Thí nghiệm cắt bằng máy 3 trục:

Thí nghiệm bằng máy 3 trục cũng có các sơ đồ thí nghiệm khác nhau: sơ đồ thí nghiệm không cố kết không thoát nước (UU); sơ đồ cố kết không thoát nước (CU); sơ đồ cố kết thoát nước (CD).

- Sơ đồ thí nghiệm UU: thông thường thí nghiệm 3 trục theo sơ đồ này được tiến hành trên các mẫu đất yếu loại sét, bão hòa nước. Mẫu được chuẩn bị và đưa vào buồng 3 trục, tăng áp lực buồng đến mức độ nhất định, cố định áp lực buồng và tăng áp lực thẳng đứng đến khi mẫu bị phá hủy hoàn toàn, thông qua việc xác định các giá trị áp

lực thẳng đứng và áp lực buồng người ta xác định được sức kháng cắt τ của đất. Trong thí nghiệm này người ta coi góc nội ma sát $\varphi = 0$.

- Sơ đồ thí nghiệm CU: chế bị các thỏi mẫu công việc trước tiên là lắp đặt mẫu vào buồng và tiến hành bão hòa các mẫu. Khi các mẫu đã bão hòa tiến hành cố kết các mẫu dưới áp lực buồng khác nhau, trong quá trình cố kết nước được thoát ra ngoài. Khi áp lực nước lỗ rỗng dư ở mỗi cấp áp lực buồng nhất định bằng 0, tức là nước đã thoát hết ra ngoài, đóng van thoát nước, tăng tải dọc trục đến khi mẫu bị cắt, trong quá trình đó có thể đo sự thay đổi của áp lực nước lỗ rỗng. Thí nghiệm này xác định được các giá trị kháng cắt của đất ở trạng thái tổng (φ_{cu} , C_{cu}) và có hiệu (φ'_{cu} , C'_{cu}).

- Sơ đồ thí nghiệm CD: tương tự như thí nghiệm theo sơ đồ CU, chỉ khác là người ta không đóng van trong quá trình gia tải dọc trục, nghĩa là trong quá trình cắt mẫu nước vẫn có thể thoát ra ngoài, trường hợp này người ta xác định trước các giá trị sức kháng cắt có hiệu (φ'_{CD} , C'_{CD}) của đất.

Nguồn gốc của sai số trong các thí nghiệm nén 3 trục phải kể đến:

+/ Xáo động (mất tính nguyên trạng) trong khi lấy, vận chuyển, bảo quản và chế bị mẫu.

+/ Các bọt khí bị giữ lại giữa đất và màng cao su hoặc dầu mỡ của các thỏi mẫu thí nghiệm.

+/ Màng cao su quá dày hoặc bị thủng, sự kín nước tại đầu mũi kém, có bọt không khí trong đường nước lỗ rỗng.

+/ Ứng suất buồng tác động qua đầu mũi, đất không bão hòa.

+/ Tốc độ đặt tải quá nhanh làm cho áp lực nước lỗ rỗng dư không giữ bằng không được.

+/ Sai số trong hệ thống thay đổi thể tích.

+/ Tổn thất tải trọng trong piston khi gia tải do ma sát vì bôi trơn kém.

+/ Sự đo không nhạy lúc biến dạng còn nhỏ là do độ cứng của đất lúc đầu cao.

c) Thí nghiệm nén 1 trục nở hông.

Thực ra đây là một trường hợp đặc biệt của nén 3 trục khi áp lực hông (buồng) $\sigma_3 = 0$. Thí nghiệm này thường chỉ áp dụng đối với các loại đất sét, không nứt nẻ, bão hòa hoàn toàn ($\varphi = 0$). Thí nghiệm này xác định được cường độ kháng nén 1 trục của mẫu đất q_u qua đó xác định được sức kháng cắt không thoát nước $C_u = q_u/2$.

II.4.2.2 Thí nghiệm xác định sức kháng cắt của đá.

Đối với đá người ta cũng xác định được sức kháng cắt của đá (góc ma sát trong φ và lực dính kết C) bằng thiết bị nén 3 trục đặc biệt. Trong thiết bị này người ta tạo áp lực buồng bằng hệ thống cơ học hoặc thủy lực, thí nghiệm cũng được tiến hành trên nhiều thỏi mẫu ở các cấp áp lực buồng khác nhau từ đó người ta xác định được các đặc trưng kháng cắt của đá.

II.4.2.3 Thí nghiệm xác định tính biến dạng của đất.

Tính biến dạng của đất được xác định thông qua các thí nghiệm:

a) Thí nghiệm nén nhanh: mục đích của thí nghiệm này là xác định hệ số nén lún của đất giữa các cấp áp lực khác nhau. Trên cơ sở thí nghiệm này người ta có thể tính được mô đun biến dạng của đất. Dùng dao vòng cắt mẫu, lắp đặt

vào máy nén, gia tải từng cấp đến khi đạt độ cố kết quy ước ghi lại mức độ biến dạng của mẫu ứng với mỗi cấp tải trọng nhất định, căn cứ vào các giá trị này người ta tính được hệ số nén lún của đất trong các khoảng áp lực nhất định.

$$a_{i-j} = \frac{\varepsilon_i - \varepsilon_j}{P_j - P_i}$$

Trong đó:

- a_{i-j} hệ số nén lún
- P_i, P_j là áp lực cấp thứ i và j .
- $\varepsilon_i, \varepsilon_j$ là hệ số rỗng ứng với cấp thứ i, j .

Trên cơ sở kết quả nén nhanh và căn cứ vào loại đất người ta tính được mô đun đàn hồi của đất.

$$E_0 = \frac{1 + \varepsilon_0}{a} \cdot \beta$$

$$\beta = 1 - \frac{2\mu^2}{1 - \mu}$$

Trong đó:

- ε_0 là hệ số rỗng của đất ở trạng thái tự nhiên.
- a là hệ số nén lún của đất.
- μ là hệ số nở hông của đất, mỗi loại đất sẽ có một hệ số nở hông tương ứng.

b) Thí nghiệm nén cố kết.

Là một dạng thí nghiệm nén lún trong phòng trên các mẫu đất trong các dao vòng, thông qua việc gia tải ở từng cấp và đo biến dạng mẫu đất người ta lập các quan hệ liên quan giữa ứng suất và biến dạng của đất cũng như liên quan giữa biến dạng và thời gian từ đó xác định các thông số đặc trưng cho sự cố kết của đất:

- Hệ số cố kết C_v .
- Hệ số nén C_c
- Hệ số thấm K_v
- Hệ số nén lún a_v .

- Hệ số nén lại C_r

- Áp lực tiền cố kết P_c

Phương pháp chuẩn bị mẫu và tiến hành thí nghiệm tương tự như nén nhanh, các giá trị được ghi chép là: áp lực nén, mức độ biến dạng và thời gian xảy ra biến dạng. Người ta lập các đồ thị quan hệ $e - \sqrt{t}$; $e - \lg(t)$; $e - \lg(p)$. Từ các biểu đồ này xác định các thông số và tính toán các đặc trưng cố kết:

- Hệ số cố kết C_v được tính theo 2 phương pháp: phương pháp Taylor và Casagrande.

Theo phương pháp Taylor:

$$C_v = \frac{T_{90} d^2}{t_{90}} = \frac{0.848 x \bar{H}^2}{t_{90}}$$

Trong đó : T_{90} : Nhân tố thời gian ứng với mức độ cố kết thấm là 90%.

\bar{H} : Chiều dày trung bình của mẫu đất ở cấp áp lực đang xét;

$$\bar{H} = \frac{H_1 - H_2}{2}$$

H_1 : Chiều dày của mẫu đất ở thời điểm bắt đầu tăng tải, cm;

H_2 : Chiều dày của mẫu đất sau khi đã lún ổn định, cm;

t_{90} : Thời gian để đạt độ cố kết 90% (phút) xác định theo phương pháp Taylor trên biểu đồ quan hệ $e - \sqrt{t}$.

Theo phương pháp Casagrande :

$$C_v = \frac{T_{50} d^2}{t_{50}} = \frac{0.197 \bar{H}^2}{t_{50}}$$

Trong đó : C_v : Hệ số cố kết, cm^2/s ;

T_{50} : Nhân tố thời gian ứng với độ cố kết thấm là 50%;

t_{50} : Thời gian để đạt độ cố kết 50%(s)
xác định trên biểu đồ quan hệ $e-\lg(t)$;

d : Chiều dài đường thoát nước, cm;

\bar{H} : Chiều dày trung bình của mẫu đất ở cấp áp lực đang xét (cm);

$$\bar{H} = \frac{H_1 - H_2}{2}$$

H_1 - chiều dày của mẫu đất ở thời điểm bắt đầu tăng tải (cm);

H_2 - chiều dày của mẫu đất sau khi đã lún ổn định (cm).

Xác định C_v theo phương pháp Casagrande thường cho giá trị khác nhau, chủ yếu là do việc lựa chọn thời điểm kết thúc cố kết thắm trên đường cong $S = f(\lg t)$ đôi khi không giống nhau, phụ thuộc nhiều vào chủ quan và kinh nghiệm của người vẽ.

- Hệ số thắm của đất được tính toán dựa vào hệ số cố kết C_v theo công thức :

$$K = \frac{\Delta e}{\Delta \sigma_x(1 + e_{ib})} \times \gamma_n \times 10^{-3} = \frac{C_v \times a_v \times 10^{-3}}{1 + e_{ib}}; cm/s$$

Trong đó :

e_{ib} : Hệ số rỗng trung bình trong khoảng áp lực nén p_{i-1} , p_i ;

$$e_{ib} = \frac{e_{i-1} + e_i}{2}$$

e_{i-1} và e_i : hệ số rỗng tương ứng với p_{i-1} và p_i ;

γ_n : Khối lượng riêng của nước, g/cm^3 .

- Hệ số nén C_c , C_r và áp lực tiền cố kết P_c được xác định trên đường cong nén lún $e-\lg(p)$.

- Thông qua áp lực tiền cố kết và ứng suất bản thân của đất người ta xác định được hệ số quá cố kết của đất OCR.

$$OCR = \frac{P_c}{\sigma_{bt}}$$

Trong đó:

P_c : áp lực tiền cố kết;

σ_{bt} : áp lực địa tầng.

Dựa vào hệ số OCR người ta chia đất thành chưa cố kết ($OCR < 1$), đất cố kết bình thường ($OCR = 1$) và đất quá cố kết ($OCR > 1$).

II.4.2.4 Sức kháng nén, uốn, kéo của đá.

Việc xác định các đặc trưng biến dạng của mẫu đá gắn liền với việc xác định các cường độ kháng nén, uốn, kéo của mẫu đá.

Trong thí nghiệm nén 1 trục người ta có thể kết hợp đo biến dạng của mẫu đá sau những chu kỳ nén nhất định, từ đó người ta có thể tính được mô đun đàn hồi của mẫu đá.

- Cường độ kháng nén 1 trục của đá là một đặc trưng cơ học quan trọng của mẫu đá, căn cứ vào đó người ta có thể tính toán độ bền khối đá, phân loại khối đá theo khả năng chịu lực.

- Thí nghiệm xác định cường độ kháng kéo của đá có thể được thực hiện qua 2 phương pháp là trực tiếp và gián tiếp.

Phương pháp trực tiếp là người ta kéo trực tiếp mẫu đá, phương pháp gián tiếp thì lực kháng kéo của đá được tính toán thông qua thí nghiệm ép chẻ mẫu đá.

II.4.3 Nhóm phương pháp thí nghiệm vật liệu xây dựng khoáng tự nhiên.

Vật liệu xây dựng khoáng tự nhiên là dạng vật liệu có nguồn gốc khoáng vật tồn tại sẵn có trong thiên nhiên được sử dụng trực tiếp hoặc qua sơ chế mà không làm ảnh hưởng đến thành phần khoáng vật của nó để xây dựng công trình.

Dựa vào đặc điểm kiến trúc, cấu tạo của vật liệu có thể chia ra:

- Vật liệu đất đắp.
- Vật liệu cát.
- Vật liệu đá.

II.4.3.1 Các phương pháp thí nghiệm vật liệu đất đắp.

Vật liệu đất đắp được sử dụng đắp các lớp trong kết cấu nền đường, đắp gia cố mái dốc. Để phục vụ yêu cầu của thiết kế, thi công đất đắp phải đáp ứng được các chỉ tiêu nhất định.

Căn cứ vào các chỉ tiêu xác định, các thí nghiệm đối với đất đắp được chia thành các nhóm:

- Nhóm thí nghiệm xác định chỉ tiêu vật lý, hóa học đất đắp.
- Nhóm thí nghiệm xác định chỉ tiêu cơ học đất đắp.

a) Nhóm các thí nghiệm chỉ tiêu vật lý: Thuộc nhóm này có các thí nghiệm xác định các chỉ tiêu của đất như sau: thành phần hạt, các giới hạn atterberg, độ ẩm tự nhiên, khối lượng thể tích tự nhiên, khối lượng riêng, khối lượng thể tích khô lớn nhất, độ ẩm tối ưu, thành phần hóa học mẫu đất.

b) Nhóm các thí nghiệm cơ học.

Thuộc nhóm này có các thí nghiệm sau: thí nghiệm sức kháng cắt của đất trên mẫu chế bị, thí nghiệm mô đun biến dạng của đất trên mẫu chế bị, thí nghiệm xác định sức chịu tải California (CBR) của đất.

Tùy thuộc vào tiêu chuẩn thiết kế và thi công người ta có thể lựa chọn các chỉ tiêu thí nghiệm của đất đắp phù hợp yêu cầu từng dự án.

II.4.3.2 Các phương pháp thí nghiệm vật liệu cát.

Vật liệu cát sử dụng trong xây dựng công trình ở 3 dạng: vật liệu cát đắp, vật liệu cát dùng trong bê tông và vật liệu cát dùng trong xử lý đất yếu, các tiêu chí đánh giá đối với từng loại cát cũng khác nhau.

a) Vật liệu cát đắp.

Các chỉ tiêu thí nghiệm bao gồm cả chỉ tiêu vật lý và cơ học.

Các chỉ tiêu vật lý gồm: thành phần hạt, độ ẩm tối ưu, dung trọng khô lớn nhất, góc nghỉ trạng thái khô và bão hòa, hệ số rỗng lớn nhất và nhỏ nhất, khả năng chống ăn mòn (soundness), thành phần hữu cơ...

Các chỉ tiêu cơ học gồm: khả năng kháng cắt (thí nghiệm trên mẫu chế bị), hệ số sức chịu tải California (CBR).

b) Vật liệu cát sử lý đất yếu và dùng trong bê tông

Các chỉ tiêu thí nghiệm gồm: thành phần hạt (mô đun độ hạt), hệ số thấm (cột nước không đổi), khả năng chống ăn mòn (soundness), độ hấp phụ bề mặt, độ ẩm bão hòa, dung trọng bão hòa, dung trọng bão hòa khô bề mặt, hàm lượng sét và hạt dễ vỡ, đương lượng cát.

II.4.3.3 Các phương pháp thí nghiệm vật liệu đá.

Vật liệu đá cũng được thí nghiệm theo các chỉ tiêu vật lý và cơ học và áp dụng cho đá nguyên khối và cấp phối đá nghiền.

a) Đá nguyên khối :

Các chỉ tiêu vật lý : Khối lượng thể tích tự nhiên (Dung trọng), khối lượng riêng (tỷ trọng), thành phần thạch học.

Các chỉ tiêu cơ học: cường độ kháng nén 1 trục khi khô và bão hòa.

b) Cấp phối đá nghiền.

Các chỉ tiêu vật lý: thành phần hạt; khối lượng thể tích; khối lượng riêng lớn nhất, độ ẩm tối ưu (đối với vật liệu base, subbase); hàm lượng hạt sét và dễ vỡ ; hàm lượng hạt thoi và dẹt ; đương lượng cát (đối với cấp phối mịn), khả năng chống ăn mòn hóa học (soundness).

Các chỉ tiêu cơ học: hệ số chịu tải California (CBR), cường độ kháng nén trong xi lanh, độ mài mòn (xác định theo phương pháp Los Angeless và Devan).

II.5 Một số kỹ năng cơ bản cần lưu ý trong khảo sát ĐCCT.

Tính xác thực của số liệu khảo sát ĐCCT phụ thuộc vào các yếu tố công nghệ và yếu tố con người.

Yếu tố công nghệ gồm: tính đúng đắn và quy chuẩn của quy trình, tiêu chuẩn khảo sát; tính phù hợp của phương pháp

khảo sát ; độ chính xác và phù hợp của thiết bị khảo sát.

Yếu tố con người: trình độ, tay nghề được đào tạo, sự tuân thủ quy trình quy phạm và các quy định trong quá trình khảo sát, kinh nghiệm trong công việc.

Hai yếu tố này có tính chất song hành với nhau và ảnh hưởng của nó đến độ chính xác của công tác khảo sát ĐCCT cũng khác nhau đối với từng dạng công tác như: công tác khảo sát hiện trường và thí nghiệm trong phòng.

Phương pháp khảo sát áp dụng, số lượng và chiều sâu các điểm khảo sát được quyết định trên cơ sở phân tích mức độ phức tạp của điều kiện ĐCCT, giai đoạn khảo sát, quy mô, tải trọng của công trình. Đây là điều kiện tiên đề cho công tác khảo sát ĐCCT.

II.5.1 Một số kỹ năng cơ bản trong khảo sát ĐCCT tại hiện trường.

a) Đối với kỹ sư hiện trường.

- Cần nắm vững tiêu chuẩn, quy trình khảo sát và các hướng dẫn kỹ thuật liên quan đến công tác khảo sát hiện trường.
- Cần nắm vững và triển khai đề cương khảo sát ngoài thực địa.
- Nắm vững các kiến thức về địa hình, địa mạo, địa chất cấu tạo, trầm tích Đệ Tứ của khu vực khảo sát cũng như các kiến thức khác về thủy văn, hải văn, khí tượng thủy văn, dân sinh khu vực nghiên cứu.

- Thu thập các tài liệu địa chất, thủy văn có liên quan nhằm tham khảo trong quá trình khảo sát, lường trước các sự cố có thể xảy ra trong quá trình khảo sát.

- Chỉ đạo và giám sát chặt chẽ công tác khảo sát và lấy, bảo quản, vận chuyển mẫu thí nghiệm tại hiện trường theo đúng quy định của yêu cầu kỹ thuật.

- Kiểm soát và phân tích được các số liệu khảo sát hiện trường, kịp thời xử lý các vấn đề xảy ra trong quá trình khảo sát.

b) Đối với công nhân kỹ thuật.

- Nắm vững tính năng và quy trình vận hành của các thiết bị khảo sát.

- Triển khai quá trình khảo sát theo phương án khảo sát được lập.

- Nắm vững các kiến thức về địa tầng và địa chất thủy văn khu vực khảo sát.

- Hiểu và vận dụng đúng các quy định trong công tác khảo sát hiện trường, công tác lấy bao gói và vận chuyển mẫu thí nghiệm về phòng thí nghiệm.

- Nắm vững các phương pháp mô tả và các dấu hiệu nhận biết tại hiện trường của đất, đá, nước.

- Có khả năng lập và ghi chép các biểu số liệu khảo sát hiện trường.

c) Yêu cầu đối với thiết bị khảo sát.

- Đảm bảo tất cả các thiết bị được sử dụng trong quá trình khảo sát đều được

kiểm soát và vẫn còn thời hiệu trong toàn bộ thời gian khảo sát.

- Đối với các thiết bị đo chính xác như: cân, đồng hồ lực, đồng hồ biến dạng, vòng đo lực... nếu thời gian khảo sát kéo dài và khối lượng công việc lớn thì trong thời gian khảo sát cần phải cân đối, hiệu chỉnh và thay thế (nếu cần).

II.5.2 Một số kỹ năng cơ bản của công tác thí nghiệm trong phòng và xử lý nội nghiệp.

a) Đối với kỹ sư thí nghiệm.

- Có khả năng chỉ đạo công tác mở mẫu, kiểm tra tính phù hợp của mẫu thực tại với mô tả mẫu hiện trường, kịp thời xử lý các bất cập (nếu có).

- Tổ chức công tác mở, chuẩn bị mẫu thí nghiệm đúng theo yêu cầu thí nghiệm chủ trì khảo sát và đề cương kỹ thuật.

- Căn cứ vào loại và trạng thái của đất đá có thể ấn định tải trọng ban đầu, thao tác đặc biệt (nếu có) đối với từng loại đất đá.

- Nắm vững các quy trình quy phạm về thí nghiệm cũng như tổng hợp và phân tích kết quả thí nghiệm.

b) Đối với thí nghiệm viên.

- Phải được đào tạo đúng chuyên ngành, có khả năng triển khai các quy định, quy trình thí nghiệm trong phòng trong quá trình thí nghiệm mẫu.

- Tính tuân thủ quy trình và trung thực với số liệu thí nghiệm là yếu tố quan trọng hàng đầu đối với thí nghiệm viên.

- Có khả năng lập và ghi chép các biểu số liệu thí nghiệm, mô tả đất đá.

- Một số các thí nghiệm mà sai số phụ thuộc vào tay nghề thí nghiệm như : thí nghiệm độ ẩm giới hạn chảy (Vaxiliep) hay độ ẩm giới hạn dẻo, cát nhanh, hydrometer... đòi hỏi thí nghiệm viên phải có kinh nghiệm và kỹ năng thí nghiệm cao, ổn định.

c) Đối với kỹ sư, nhóm kỹ sư chủ trì, chủ nhiệm khảo sát.

- Có khả năng phân tích các thông tin hiện trường có liên quan đến điều kiện ĐCCT và đặc thù của công trình cũng như các thông tin khác có liên quan.

- Nắm vững hệ thống quy trình quy phạm áp dụng trong khảo sát ĐCCT cho từng công trình cụ thể.

- Có khả năng và kỹ năng lập, tổng hợp, phân tích, so sánh và báo cáo các số liệu khảo sát hiện trường cũng như trong phòng, phân tích nguyên nhân và xử lý các bất cập (nếu có) giữa các số liệu thí nghiệm có liên quan đến nhau.

- Có khả năng tổng hợp và báo cáo thông tin về mảng mà mình phụ trách một cách kịp thời, nắm vững các quy định về lập, hoàn thiện và báo cáo đầy đủ các số liệu ĐCCT có liên quan theo yêu cầu của đề cương kỹ thuật.

- Có khả năng làm việc và thảo luận theo nhóm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. PGS-TS Lê Trọng Thắng – *Các phương pháp nhiên cứu và khảo sát ĐCCT*, Nhà xuất bản GTVT, Hà Nội 2003.
2. Tiêu chuẩn Việt Nam (1996), *TCVN 4195-1995 □ 4202-1995*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
3. Quy trình khảo sát thiết kế đường ô tô đắp trên đất yếu 22TCN262-2000.
4. Quy trình khảo sát đường ô tô 22TCN263-2000.
5. Quy trình khoan thăm dò địa chất 22TCN259-2000.
6. Tiêu chuẩn Anh BS 1377:1990.
7. Tiêu chuẩn Anh BS 5930:1990.
8. Tiêu chuẩn ASTM.
9. PGS-TS Nguyễn Huy Phương, PGS-TS Lê Trọng Thắng. *Các phương pháp thí nghiệm đất đá ở nguyên khối*, Đại học Mỏ-Địa chất Hà Nội -1999.
10. PGS-TS Nguyễn Quang Phích, *Cơ học đá*, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội 2007.
11. Burt G. Look, *Hand book of Geotechnical Investigation and Design Table*.
12. Joseph E. Bowles, *Foundation Analysis and Design*.