

Tổng quan và phân tích thí nghiệm xuyên (SPT, xuyên động, xuyên tĩnh...) và xác định các đặc trưng về sức chịu tải của nền đất so với thí nghiệm trong phòng (lấy một công trình cụ thể).

I. Mở đầu

Địa chất công trình - Địa kỹ thuật là ngành khoa học nghiên cứu về các thuộc tính cơ học và vật lý của đất đá phục vụ cho công tác xây dựng công trình. Đối tượng nghiên cứu của Địa chất công trình là môi trường địa chất và sự tương tác giữa công trình với môi trường địa chất. Mục tiêu nghiên cứu là cung cấp các thông số về môi trường địa chất phục vụ thiết kế, thi công và sử dụng công trình. Công cuộc công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước đặt ra nhiệm vụ rất quan trọng và cấp bách cho công tác khảo sát địa chất công trình đó là phải thực hiện một khối lượng công tác khảo sát rất lớn, hiệu quả cao, cụ thể là phải nâng cao chất lượng công tác khảo sát, giảm được giá thành và rút ngắn thời gian thi công.

Việc xác định các chỉ tiêu cơ học và vật lý của đất nên được thực hiện thông qua các thí nghiệm. Có thể chia các thí nghiệm này thành 2 loại là: thí nghiệm trong phòng và thí nghiệm hiện trường. Thực tế chỉ ra rằng: chỉ có nghiên cứu tổng hợp bằng các phương pháp thí nghiệm trong phòng và ngoài trời mới cho phép đánh giá toàn diện và đủ độ tin cậy các điều kiện địa chất công trình của vùng hoặc lãnh thổ nghiên cứu.

Thí nghiệm trong phòng được tiến hành trên các mẫu đất, đá được lấy từ hiện trường trong quá trình khảo sát. Căn cứ vào mục đích thí nghiệm, các thí nghiệm trong phòng được chia thành 3 nhóm khác nhau: thí nghiệm xác định chỉ tiêu vật lý; thí nghiệm xác định thành phần hóa học; thí nghiệm xác định chỉ tiêu cơ học.

Các phương pháp thí nghiệm trong phòng là những phương pháp truyền thống, tuy nhiên chúng có một số nhược điểm nhất định như đòi hỏi nhiều chi phí, số lượng mẫu lấy hạn chế do đó làm giảm tính đúng đắn của tập hợp mẫu thống kê. Dù hết sức thận trọng thì mẫu cũng khó có thể đảm bảo tính nguyên dạng trong quá trình lấy, bảo quản, vận chuyển và thí nghiệm. Kết quả thu được về các đặc trưng của đất bằng các thí nghiệm trong phòng chỉ mang tính chất điểm, không phản ánh được sự thay đổi tính chất của đất theo chiều sâu một cách liên tục. Những vấn đề hạn chế của thí nghiệm trong phòng chỉ có các phương pháp thí nghiệm ngoài trời mới có thể khắc phục được. Trong một số trường hợp đặc biệt, khi không thể tiến hành lấy mẫu được hoặc mẫu không đảm bảo tính nguyên dạng thì thí nghiệm ngoài trời được xem như là phương pháp đúng đắn và tin cậy nhất.

Các phương pháp thí nghiệm ngoài trời có những ưu điểm cơ bản là nghiên cứu đất nền trong điều kiện tự nhiên gần với mô hình làm việc thực tế của đất nền, có thể có kích thước thí nghiệm lớn tùy ý phù hợp với kích thước của công trình. Phương pháp thí nghiệm ngoài trời có thể ghi nhận được các thông số đặc tính của đất nền một cách liên tục theo chiều sâu, mặt khác nó còn được xem là có lợi thế nhất đối với việc thí nghiệm các loại đất lẫn nhiều dăm sạn, cát, cuội, sỏi bão hòa nước, bùn và sét chảy, đất tàn tích, đất phong hóa và các loại đất có chứa hữu cơ...

Các chỉ tiêu cơ lý của đất đá nhận được từ thí nghiệm ngoài trời có độ chính xác cao, cung cấp cho tính toán thiết kế nền móng công trình theo trạng thái giới hạn rất tin cậy và tiết kiệm. Ngày nay khi mà công nghệ thông tin phát triển vượt bậc, hầu hết các thiết bị thí nghiệm ngoài trời đều được tin học hóa, cho phép nhận được kết quả ngay tại hiện trường khi kết thúc thí nghiệm, tăng độ chính xác và tiết kiệm rất nhiều thời gian.

Căn cứ vào phương pháp tiếp cận và mục đích nghiên cứu, có thể khái quát các phương pháp thí nghiệm ngoài trời thành các nhóm thí nghiệm sau:

Nhóm thứ nhất là nhóm các phương pháp thí nghiệm xác định gián tiếp các đặc trưng độ bền và biến dạng của đất, thuộc vào nhóm này là các phương pháp thí nghiệm xuyên bao gồm: xuyên tĩnh, xuyên động bằng mũi xuyên hình côn, xuyên động bằng ống tiêu chuẩn, xuyên rung, xuyên xoay...

Nhóm thứ hai là nhóm xác định các đặc trưng độ bền của đất gồm: thí nghiệm cắt cánh, cắt mẫu lớn ngoài trời như nén sập, đẩy ngang, nén một trục, cắt với dao vòng lớn...

Nhóm thứ ba là nhóm các thí nghiệm xác định đặc trưng biến dạng của đất gồm thí nghiệm nén tĩnh, nén ngang trong hố khoan...

Nhóm thứ tư là nhóm các thí nghiệm xác định các thông số địa chất thủy văn của đất đá.

Các thí nghiệm xuyên thuộc nhóm các thí nghiệm xác định gián tiếp đặc trưng độ bền và biến dạng của đất, chúng được sử dụng để phân chia địa tầng, lập mặt cắt địa chất công trình, đánh giá tính không đồng nhất, tính sức chịu tải của nền đất...

Căn cứ vào cách thức hạ mũi xuyên vào đất mà phương pháp xuyên được chia thành hai loại: xuyên động và xuyên tĩnh, trong xuyên động căn cứ vào hình dạng mũi xuyên người ta lại chia ra thành xuyên động mũi hình chóp và xuyên tiêu chuẩn (SPT).

II. Các phương pháp xuyên áp dụng để xác định đặc trưng cơ lý của đất.

II.1. Phương pháp xuyên tĩnh (CPT)

Thí nghiệm xuyên tĩnh (Cone Penetration Test - CPT) hay còn được gọi là thí nghiệm xuyên côn là thí nghiệm được tiến hành bằng cách ấn một chùy xuyên hình côn vào trong đất, lực làm chùy xuyên vào đất là lực ép tĩnh. Trong quá trình thí nghiệm người ta đo được sức kháng xuyên của đất lên đầu mũi xuyên gọi là sức kháng xuyên đầu mũi, ký hiệu là q_c - và sức kháng của đất với bề mặt mảng sòng thành bên của xuyên gọi là ma sát thành bên, ký hiệu là f_s . Trong thiết bị xuyên tĩnh lại tùy năng lượng ép cần xuyên vào đất mà chia thành xuyên tĩnh cơ học (Mechanic Cone Penetration Test - MCPT) hoặc xuyên tĩnh điện (Electrical Cone Penetration Test - ECPT). Ngoài ra thiết bị xuyên tĩnh có đo được áp lực nước lỗ rỗng U được gọi là Piezo-cone CPT hay CPTU.

II.1.1 Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

Có nhiều loại thiết bị xuyên tĩnh được chế tạo bởi các hãng khác nhau nhưng nhìn chung cấu trúc của thiết bị xuyên chủ yếu gồm các bộ phận sau:

- Hệ thống cần và mũi xuyên tác dụng vào đất: thường mũi xuyên có góc ở đỉnh là 60° tiết diện ngang của mũi côn thay đổi từ 5cm^2 đến 20cm^2 cũng có loại tiết diện mũi xuyên lên đến 50cm^2 nhưng thông thường tiết diện mũi xuyên là 10cm^2 . Cần xuyên là những ống rỗng chia thành từng đoạn dài 1.00m hoặc 1.50m được nối với nhau bằng ren. Với loại côn tiết diện 10cm^2 thì đường kính ngoài của cần là 37.5mm và đường kính phần rỗng bên trong là 16mm. Đối với thiết bị xuyên tĩnh loại MCPT trong lòng cần ngoài có một cần trong đường kính 15mm. Còn đối với ECPT thì trong lòng cần ngoài là lõi cáp để truyền kết quả bằng tín hiệu điện. Mũi xuyên bao gồm 3 loại: mũi côn di động, có mảng sòng đo ma sát kiểu bengeman (Hà Lan); mũi côn di động có áo bọc kiểu Dilix (Hà Lan) và mũi côn di động có áo bọc kiểu C797 (Liên Xô cũ).

- Hệ thống truyền lực: bao gồm thủy lực dầu hay vít xoắn cơ học, bánh răng và thanh răng.

- Hệ thống đo sức kháng: đồng hồ áp lực, vòng ứng biến hay bộ cảm biến điện cơ.

- Hệ thống tiếp nhận phản lực: hệ thống cọc neo hoặc đối tải.

- Ngoài ra còn có các bộ phận tự động ghi số liệu và vẽ đồ thị biến đổi sức kháng xuyên. Một số thiết bị hiện đại còn đo cả độ nghiêng của cần khi xuyên, áp lực nước lỗ rỗng trong quá trình xuyên.

Đặc tính kỹ thuật của một số thiết bị xuyên tĩnh thông dụng được cho trong bảng sau:

Bảng 1: Đặc trưng kỹ thuật của một số thiết bị xuyên tĩnh thông dụng.

Đặc trưng thiết bị	Xuyên cơ học		Xuyên điện
	C.979 (Liên Xô)	GOUDA (Hà Lan)	P.S.V (Pháp)
Loại mũi côn	Mũi côn di động	Mũi côn di động	Mũi côn cố định
Đường kính mũi côn (mm)	35.7	35.7	45
Góc nhọn mũi côn (độ)	60	60	60
Tiết diện mũi côn (cm ²)	10	10	15
Đường kính cần ngoài (mm)	35.7	35.7	45.0
Đường kính cần trong (mm)	18.0	18.0	-
Chiều dài cần xuyên (mm)	1000	1000	1500
Vận tốc xuyên (cm/s)	1 - 2	2	2
Cách thức thí nghiệm	Gián đoạn	Gián đoạn	Liên tục
Cách thức đo ghi	Áp kế	Áp kế	Cảm biến điện cơ tự ghi và vẽ biểu đồ
Đối trọng	Neo	Neo	Đối tải trọng
Khả năng ấn (KN)	100	100	100

Khi tiến hành xuyên cần đặt máy thẳng bằng, gia cố cọc neo hoặc đối tải cho tốt. Khi tiến hành xuyên phải tuân thủ theo tốc độ xuyên chuẩn đã quy định với từng loại máy xuyên. Số liệu sức kháng xuyên (sức kháng tổng, sức kháng đầu mũi xuyên và ma sát thành) phải được ghi vào nhật ký hiện trường (đối với các máy xuyên không kết nối máy tính). Đối với những máy xuyên kết nối máy tính thì các số liệu này được truyền tới máy tính dưới dạng tín hiệu và máy có phần mềm chuyên dụng tự xử lý và vẽ đồ thị sức kháng xuyên của đất theo chiều sâu xuyên.

II.1.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả xuyên tĩnh.

- Ảnh hưởng của kết cấu hệ cần và mũi xuyên: cấu trúc nòng đôi của cần sẽ tạo ra ma sát giữa cần lõi và cần ngoài làm kết quả đo không chính xác, sức kháng xuyên sẽ tăng lên. Loại cần đơn có bộ phận đo cảm biến cho kết quả chính xác hơn. Tuy nhiên về vấn đề này cũng có những viện dẫn khác nhau chưa thống nhất, trong thực tế thì vẫn tồn tại các kiểu đầu đo và cấu trúc cần khác nhau.

- Ảnh hưởng của tốc độ xuyên: Có nhiều quan điểm của các nhà nghiên cứu về các kết quả xuyên khác nhau và giải thích khác nhau về ảnh hưởng của tốc độ xuyên đến

sức kháng xuyên của đất . Một số các nhà nghiên cứu như Feronski, Bondarik, Brand... thì cho rằng tốc độ xuyên thay đổi tới 30 lần mà sức kháng xuyên thay đổi không đáng kể, còn số khác như Smetman thì cho rằng khi tốc độ xuyên tăng thì q_c của sét giảm, q_c của cát tăng. Thomas dẫn ra rằng q_c tăng theo giá trị của tốc độ xuyên, các tác giả như Amar, Bemben, Myer thì cho rằng sự thay đổi phức tạp của q_c phụ thuộc vào trạng thái của đất. Hầu hết các nhà nghiên cứu đều vận dụng ảnh hưởng của áp lực nước lỗ rỗng để giải thích sức kháng xuyên thay đổi khi vận tốc xuyên thay đổi. Hiện nay người ta tiêu chuẩn hóa tốc độ xuyên $v \leq 2\text{cm/s}$.

- Ảnh hưởng của hình dạng mũi xuyên: hình dạng mũi xuyên có ảnh hưởng lớn đến kết quả đo, qua thực tế thí nghiệm nhiều nhà nghiên cứu đã đi đến kết luận là: mũi xuyên có góc ở đỉnh 60° là tốt nhất.

- Ảnh hưởng của đường kính mũi và cần: một số nhà nghiên cứu như De Beer, Feronski, Kerisel... đã nghiên cứu và kết luận rằng sức kháng xuyên không phụ thuộc vào đường kính cần.

- Ảnh hưởng của phương pháp ghi: có nhiều ý kiến không giống nhau về ảnh hưởng của phương pháp ghi liên tục và gián đoạn đến kết quả xuyên, tuy nhiên trên thực tế vẫn tồn tại cả hai phương pháp ghi đó.

II.1.3. Phạm vi áp dụng và những nhiệm vụ cần giải quyết của thí nghiệm xuyên tĩnh.

Thí nghiệm xuyên tĩnh không được cho phép tiến hành đối với: đá cứng, đất hòn lớn, đất sét và cát có chứa nhiều hơn 25% dăm sạn và cát bụi bão hòa nước. Cho phép ứng dụng đối với: cát hạt thô, cát hạt trung, cát hạt nhỏ, cát hạt bụi ẩm và ít ẩm; cát hạt trung, cát hạt nhỏ bão; bùn, đất loại sét có trạng thái chảy đến cứng. Mục đích ứng dụng của phương pháp xuyên tĩnh được trình bày trong bảng 2.

Xuyên tĩnh có thể giải quyết các nhiệm vụ sau:

- Xác định và phân chia các loại đất theo thành phần và trạng thái của chúng.
- Xác định ranh giới địa tầng, đánh giá tính đồng nhất của đất theo diện rộng và chiều sâu.
- Đánh giá các đặc trưng địa chất công trình một cách định lượng.
- Tính toán sức chịu tải của đất nền và sức chịu tải của cọc.
- Kiểm tra chất lượng các công trình bằng đất đắp: đập, nền đường đắp, đê...

Tuy nhiên xuyên tĩnh sử dụng hiệu quả hơn với đất dính và ưu việt để tính móng cọc. Đối với các loại đất lẫn dăm sạn do sức kháng xuyên cao và không đều nên thường gặp sai số lớn về sức kháng xuyên của đất.

Bảng 2: Mục đích ứng dụng của thí nghiệm xuyên tĩnh.

TT	Loại đất và trạng thái của chúng	Xác định các chỉ tiêu cơ lý	Xác định tên đất và chia đơn nguyên ĐCCT
1	Đá cứng	Không cho phép	
2	Đất hòn lớn		
3	Đất cát và sét có chứa dãn sạn	Không cho phép khi	
		Quá 1 - 2%	Quá 25%
4	Cát	Cho phép	
	Thô, trung, nhỏ, bụi (ẩm và ít ẩm)		
	Thô, trung, nhỏ (bão hòa)	Cho phép	
	Bụi (bão hòa)	Có kiểm tra bằng phương pháp khác	---
5	Đất loại sét theo độ sệt	Cho phép	
	Cứng, nửa cứng, dẻo cứng		
	Dẻo mềm, dẻo chảy, chảy (hoặc bùn)	Có kiểm tra bằng phương pháp khác	Cho phép

II.1.4. Vận dụng kết quả xuyên tĩnh để giải quyết các vấn đề của địa kỹ thuật.

II.1.4.1. Sử dụng kết quả xuyên tĩnh để xác định các đặc trưng vật lý của đất.

Trên cơ sở nghiên cứu sức kháng xuyên đầu mũi q_c , trị số ma sát đơn vị f_s và tỷ sức kháng q_c/f_s và so sánh với các kết quả thí nghiệm trong phòng, Schmertman, Begemann, Fugro, Sanglerat đã dẫn ra kết quả tỷ sức kháng cho từng loại đất cho theo bảng 3. Mối liên hệ giữa cường độ kháng xuyên đầu mũi, tỷ sức kháng của từng loại đất và trạng thái của chúng được trình bày trong các bảng 4, 5, 6.

Bảng 3: Phân loại đất theo tỷ sức kháng của một số tác giả.

Loại đất	Schmertman	Begemann	Fugro	Sanglerat
Cát sạn	0 - 0.5	-	-	-
Cát	0.5 - 2.0	1.25 - 1.60	0.5 - 1.5	<2.0
Cát bụi	1.75 - 2.5	1.6 - 2.5	1.5 - 2.0	1.0 - 2.75
Bụi	2.3 - 3.5	2.5 - 3.6	2.0 - 2.5	2.75 - 3.50
Sét bụi, sét pha	3 - 4.5	3.6 - 4.0	2.5 - 3.0	3.4 - 7.0
Sét	> 4	4.0 - 7.0	3.0 - 6.0	3.0 - 8.0
Than bùn	-		>6.0	-

Bảng 4: Phân loại đất theo q_c và tỷ sức kháng xuyên f_s/q_c
(theo tiêu chuẩn 20 TCN - 174 - 89)

Loại đất	Giới hạn q_c (kG/cm^2)	f_s/q_c (%)
Cát hạt trung, thô	> 90	0,3 - 0,8
Cát hạt nhỏ, mịn	< 90	0,5 - 0,7
Cát bụi, cát pha	< 30	1 - 3
Sét pha	7 - 40	2 - 4
Sét	7 - 30	4 - 9
Bùn	-	0,2 - 5

Bảng 5: Phân loại theo độ chặt của cát theo q_c (CH 448 - 72 và CH - 15 - 74)

Loại cát	Giới hạn q_c (kG/cm^2)	f_s/q_c (%)
Cát hạt thô, trung (không phụ thuộc vào độ ẩm)	> 150	Chặt
	150 - 50	Chặt vừa
	< 50	Xốp
Cát hạt nhỏ, mịn (không phụ thuộc vào độ ẩm)	> 120	Chặt
	120 - 40	Chặt vừa
	< 40	Xốp
Bụi ít ẩm và ẩm	> 100	Chặt
	100 - 30	Chặt vừa
	< 30	Xốp
Bụi bão hoà nước	> 70	Chặt
	70 - 20	Chặt vừa
	< 20	Xốp

Bảng 6: Phân loại trạng thái của đất theo q_c

q_c (kG/cm^2)	Trạng thái
> 50	Cứng
30 - 50	Nửa cứng
10 - 30	Đẻo cứng
< 10	Đẻo mềm và đẻo chảy

II.1.4.1. Sử dụng kết quả xuyên tĩnh để xác định các chỉ tiêu cơ học của đất và sức chịu tải của nền, móng.

Sự liên quan giữa sức kháng xuyên với các đặc trưng cơ học khác của đất phụ thuộc vào góc ở đỉnh của mũi xuyên và chiều sâu xuyên. Theo nghiên cứu của A. Vesic khi xuyên với mũi xuyên nhỏ hơn 30° thì sự phá hủy đất xảy ra chủ yếu do cắt về các phía, tức là sức kháng xuyên liên quan chủ yếu tới sức kháng cắt (φ , C) còn khi góc ở đỉnh lớn hơn 90° thì quá trình phá hủy đất chủ yếu do ép đất xuống dưới mũi xuyên, sức kháng xuyên liên quan trực tiếp tới khả năng nén ép của đất đặc trưng bởi E và μ . Khi

xuyên với mũi xuyên $30^\circ < \alpha < 90^\circ$ thì sức kháng xuyên liên quan tới cả hai quá trình nghĩa là liên quan đến tất cả các đặc trưng φ , C, E và μ . Theo nhiều nhà nghiên cứu khác nhau thì ngoài sự liên quan đến các đặc trưng trên, sức kháng xuyên còn phụ thuộc vào chiều sâu tương đối h/d (với h là chiều sâu xuyên và d là đường kính mũi xuyên). Theo Berezamsep thì sức kháng giới hạn của đất khi xuyên sâu (h/d >10) là:

$$q_c = (\gamma \cdot h + C \cdot \cot g\varphi) \cdot \frac{1 + \sin\varphi}{1 - \cos\varphi} e^{(\pi+2)tg\varphi} - C \cdot \cot g\varphi$$

a) Liên hệ giữa sức kháng xuyên và sức kháng cắt của đất.

- Đối với đất cát.

Kết hợp với các các nghiên cứu của Kerizel, Iarosenco thì công thức trên hoàn toàn có thể dùng để xác định góc ma sát φ của cát trên cơ sở sức kháng xuyên đầu mũi q_c . Mối tương quan giữa loại đất cát, chiều sâu xuyên, sức kháng xuyên đầu mũi và góc ma sát trong của đất cát được cho theo bảng 7.

Bảng 7: Tương quan giữa sức kháng xuyên và góc ma sát trong của cát.

Cát	Chiều sâu xuyên (m)	Giá trị góc ma sát trong φ khi sức kháng xuyên q_c (kG/cm ²)						
		10	20	40	70	120	200	300
Thô	2.00	28	30	32	34	36	38	40
Trung, nhỏ	5.00 và lớn hơn	26	28	30	32	34	36	38

- Đối với đất dính:

Các nhà nghiên cứu chỉ ra rằng: sức kháng xuyên của đất phụ thuộc vào trạng thái (độ sệt) của đất và đã đưa ra công thức sau:

$$q_c = (\gamma \cdot h \cdot N_q + C \cdot N_c) (1 - I_s^2)$$

Hoặc

$$q_c = \gamma \cdot h \cdot N_q^G + C \cdot N_c^G$$

Trong đó:

$$N_q^G = N_q (1 - I_s^2) = \frac{1 + \sin\varphi}{1 - \cos\varphi} e^{(\pi+2)tg\varphi} \cdot (1 - I_s^2)$$

$$N_c^G = N_c (1 - I_s^2)$$

Các giá trị N_q^G , N_c^G được xác định bằng đồ thị tương quan giữa độ sệt, góc ma sát trong và các giá trị N_q , N_c .

Trôphimencôp và một số tác giả đã lập quan hệ giữa sức kháng xuyên và sức kháng cắt của đất, trên cơ sở đó xác định mối liên hệ giữa sức kháng xuyên của đất với các đặc trưng kháng cắt (φ , C) được trình bày trong bảng 8.

Bảng 8: Tương quan giữa sức kháng xuyên và góc ma sát trong, lực dính của đất.

q_c (kG/cm ²)	ϕ	C (kG/cm ²)	q_c (kG/cm ²)	ϕ	C (kG/cm ²)
5	16	0.018	35	23	0.053
10	17	0.024	40	24	0.058
15	18	0.030	45	25	0.064
20	19	0.036	50	26	0.070
25	20	0.041	55	27	0.076
30	22	0.047	60	28	0.082

b) Liên hệ giữa sức kháng xuyên và mô đun biến dạng của của đất.

- Đối với đất cát.

Có nhiều tác giả đưa ra những kết quả nghiên cứu khác nhau về tương quan giữa sức kháng xuyên và mô đun biến dạng của cát ngưng tụ chung đều thống nhất đưa ra công thức:

$$E = \alpha \cdot q_c$$

Hệ số α thay đổi mạnh tùy theo độ chặt của cát và thường thay đổi từ 3 đến 8.

- Đối với đất sét.

Mayne (1988) đề nghị công thức :

$$E = 8.25 (q_c - \sigma_o)$$

Trong đó:

σ_o : ứng suất bản thân của đất

Theo 22TCN 174-89 thì tương quan giữa loại đất, sức kháng xuyên và giá trị α được trình bày trong bảng 9.

Bảng 9: Giá trị α để tính mô đun tổng biến dạng của đất.

Loại đất	q_c (kG/cm ²)	Giá trị α
Sét, sét pha nửa cứng đến cứng	$q_c < 15$	5 - 8
	$q_c > 15$	3 - 6
Sét, sét pha dẻo mềm, dẻo chảy	$q_c < 7$	4.5 - 7.5
	$q_c > 7$	3 - 6
Bùn sét, bùn sét pha	$q_c < 6, W(\%) < 70$	3 - 6
	$q_c < 6, W(\%) > 70$	2 - 4
Cát pha	$10 < q_c < 35$	3 - 5
Cát	$q_c > 20$	1.5 - 3

c) Liên hệ giữa sức kháng xuyên và sức chịu tải của móng nông và móng cọc.

- Đối với móng nông

Ở các nước phương Tây đưa ra công thức thực nghiệm để tính sức chịu tải móng nông theo sức kháng xuyên như sau:

$$R_o = q_c/10$$

- Đối với móng cọc.

Theo tiêu chuẩn của Liên Xô cũ, sức chịu tải của cọc được xác định bằng công thức:

$$P = \beta_1 q_c A + \sum \beta_2 f_s h_i$$

Các hệ số β_1, β_2 phụ thuộc vào q_c và f_s thể hiện trong bảng 10

Bảng 10: Bảng các trị số β_1 và β_2 .

q_c (kG/cm ²)	Hệ số β_1 tính sức kháng mũi cọc	f_s (kG/cm ²)	Hệ số β_2 tính ma sát thành cọc máy xuyên C797	Hệ số β_2 tính ma sát thành cọc máy xuyên C832, GOUDA			
				1m	2m	3m	h
25	0.8	≤ 0.2	1.5	0.5	0.53	0.57	0.60
50	0.65	0.4	1.0	0.21	0.33	0.44	0.55
75	0.55	0.6	0.75	0.17	0.27	0.39	0.50
100	0.45	0.8	0.60	0.15	0.24	0.37	0.50
150	0.35	1.0	0.50	0.14	0.22	0.36	0.50
200	0.30	≥ 1.2	-	0.12	0.20	0.35	0.50

Bảng 11: Bảng các trị số k_c , q_{si} , α .

Loại đất	Sức kháng mũi còn qc (Kpa)	Hệ số mang tải K_c		Hệ số α				Giá trị cực đại q_{si}			
		Cọc nhồi	Cọc đóng	Cọc nhồi		Cọc đóng		Cọc nhồi		Cọc đóng	
				Thành bê tôn	Thành ống thép	Thành bê tôn	Thành ống thép	Thành bê tôn	Thành ống thép	Thành bê tôn	Thành ống thép
Đất loại sét chảy, bùn	< 2000	0.4	0.5	30	30	30	30	15	15	15	15
Đất loại sét cứng vừa	2000 - 5000	0.35	0.45	40	80	40	80	(80) 35	(80) 35	(80) 35	35
Đất loại sét cứng đến rất cứng	> 5000	0.45	0.55	60	120	60	120	(80) 35	(80) 35	(80) 35	35
Cát chảy	< 2500	0.4	0.5	(60) 120	150	(60) 80	(120) 60	35	35	35	35
Cát chặt vừa	2500 - 10000	0.4	0.5	(100) 180	(200) 250	100	(200) 250	(120) 80	(80) 35	(120) 80	80
Cát chặt đến rất chặt	> 10000	0.3	0.4	150	300 (200)	150	300 (200)	(150) 120	(120) 80	(150) 120	120
Đá phấn mềm	> 5000	0.2	0.3	100	120	100	120	35	35	35	35
Đá phấn phong hóa mảnh vụn	> 5000	0.2	0.4	60	80	60	80	(150) 120	(120) 80	(150) 120	120

Ở các nước phương Tây đưa ra công thức thực nghiệm để tính sức chịu tải của cọc theo sức kháng xuyên như sau:

$$P = A.k_c.q_c + \sum q_{si}h_i$$

Các hệ số k_c , q_{si} tra theo bảng 11.

Ngoài ra người ta còn dựa trên kết quả thí nghiệm CPT để dự báo độ lún ổn định của móng, dự báo sức chịu tải của các loại cọc.

II.2. Phương pháp xuyên động.

Xuyên động là phương pháp đóng hệ thống cần có mũi xuyên có kích thước chuẩn vào trong đất bằng búa có trọng lượng xác định và chiều cao rơi búa nhất định và ghi lại số búa tương ứng với độ ngập sâu của mũi xuyên. Theo cấu trúc phần mũi người ta chia xuyên động thành 2 loại: xuyên động bằng ống xuyên tiêu chuẩn (xuyên tiêu chuẩn - SPT) và xuyên động với mũi xuyên hình côn.

II.2.1. Phương pháp xuyên động bằng mũi xuyên tiêu chuẩn(xuyên tiêu chuẩn).

II.2.1.1. Cấu tạo của thiết bị và trình tự thí nghiệm.

Năm 1902, Công ty C.R.Gow thí nghiệm SPT đầu tiên với ống lấy mẫu đường kính 2.54cm, quả tạ đập nặng 50Kg. Năm 1927 thí nghiệm SPT được chuẩn hóa như hiện nay (ống lấy mẫu đường kính 50.8cm, búa nặng 63,5Kg).

Trong thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (Standard Penetration Test - SPT) ống lấy mẫu gồm 2 mảnh ghép lại với nhau đường kính trong của ống mẫu là 30,8cm, đường kính ngoài 50.8cm, chiều dài 81.3cm. Quả tạ nặng 63.5Kg và chiều cao tạ rơi là 76.2cm.

Khi tiến hành thí nghiệm người ta khoan tạo lỗ đến chiều sâu dự kiến. Lắp ống mẫu vào cần khoan đưa xuống đáy lỗ khoan kéo tạ và cho rơi tự do ở đầu cần. Đập ống xuyên ngập vào trong đất 15cm ta không cần đếm số búa này, đập tiếp để ống xuyên ngập sâu vào đất 15cm nữa đếm và ghi số búa N_1 . Tiếp tục đập để ống xuyên ngập vào đất 15cm tiếp theo ghi số búa N_2 . Kết quả thí nghiệm thể hiện qua số búa $N = N_1 + N_2$. Sau khi đóng xong rút ống mẫu lên, tách đôi và lấy phần đất trong ống để thí nghiệm.

II.2.1.2. Các yếu tố ảnh hưởng tới kết quả SPT và phương pháp chuẩn hóa số đọc.

Một số nhà nghiên cứu cho rằng trong các thí nghiệm hiện trường thì thí nghiệm SPT cho độ chính xác thấp nhất. Năng lượng toàn phần do búa rơi là $E = 63.5\text{kg} \times 0.762\text{m} = 48.4\text{kgm}$. Tuy nhiên năng lượng này không hoàn toàn chuyển đến ống mẫu, sự mất mát và tiêu tán năng lượng xảy ra ở các phần chính như sau:

- Mất mát năng lượng do ma sát giữa búa rơi với trục dẫn hướng; ma sát giữa dây kéo với ròng rọc.

- Mất mát năng lượng do bản thân người thao tác thí nghiệm gây ra (loại búa kéo bằng dây qua ròng rọc) khi thả dây để búa rơi, người thí nghiệm không thả để búa rơi tự do.

- Mất mát năng lượng do ma sát giữa thành hố khoan và cần khoan.

Sự tiêu tán năng lượng phụ thuộc vào đặc trưng kỹ thuật của máy móc thiết bị, nghĩa là phụ thuộc vào trình độ phát triển của từng quốc gia. Ở các nước phương Tây, năng lượng hiệu quả đạt từ 45% đến 65%, ở nước ta một số nhà nghiên cứu cho rằng năng lượng hiệu quả thay đổi từ 30% đến 55%. Do đó khi tính toán ta phải chuẩn hóa số búa N về một giá trị có cùng năng lượng hiệu quả. Ở các nước tiên tiến người ta quy đổi về mức 60%. Ngoài ra giá trị N còn phụ thuộc vào chiều sâu xuyên, đường kính lỗ khoan, số búa hiệu chỉnh được xác định bằng công thức sau:

$$N'_{60} = N_{60} \times C_N = N \times C_E \times C_N$$

$C_E = E_h/60$: hệ số hiệu quả còn gọi là η_1

E_h : năng lượng hiệu quả có thực của thiết bị

60% là năng lượng hiệu quả tiêu chuẩn đối với các nước phát triển. Ở nước ta theo một số tác giả thì C_E tạm lấy từ 0.5 đến 0.9.

C_N là hệ số độ sâu, có nhiều quan điểm của các nhà nghiên cứu về việc tính toán C_N . Theo Skempton (1986) thì $C_N = 2/(1+\sigma'_{vo})$ với σ'_{vo} là ứng suất hữu hiệu theo phương đứng.

Ngoài ra còn các hệ số $\eta_2 = \min(1.00; 0.03L + 0.7)$ với L là chiều dài cần.

η_3 là hệ số phụ thuộc vào đặc điểm ống mẫu và đất ở mũi xuyên.

$\eta_3 = 1.0$ với ống mẫu không có lớp lót

$\eta_3 = 0.9$ với ống mẫu có lớp lót, đất cát rời.

$\eta_3 = 0.8$ với ống mẫu có lớp lót, đất cát chặt hoặc đất sét.

η_4 là hệ số phụ thuộc đường kính lỗ khoan

$\eta_4 = 1.0$ nếu đường kính lỗ khoan từ 60mm đến 120 mm

$\eta_4 = 1.05$ nếu đường kính lỗ khoan là 150mm

$\eta_4 = 1.15$ nếu đường kính lỗ khoan 200mm

II.2.1.3. Ứng dụng kết quả thí nghiệm SPT để tính toán các chỉ tiêu cơ lý của đất.

II.2.1.3.1. Đánh giá tính chất vật lý.

Dựa vào số búa xuyên tiêu chuẩn đã được hiệu chuẩn Tezaghi và Peck đã phân chia độ chặt của đất loại cát và trạng thái của đất dính theo bảng 12 và 13.

Bảng 12: Độ chặt của cát theo số búa N

Số búa N đã hiệu chỉnh	Độ chặt tương đối của cát
0 - 4	Rất xốp
4 - 10	Xốp
10 - 30	Chặt vừa
30 - 5	Chặt
>50	Rất chặt

Bảng 13: Trạng thái của đất dính theo số búa N

Số búa N đã hiệu chỉnh	Trạng thái của đất	Độ bền q_u (T/ft ²)
< 2	Dẻo chảy	0.25
2 - 4	Dẻo mềm	0.25 - 0.50
4 - 8	Dẻo	0.5 - 1.0
8 - 15	Dẻo cứng	1 - 2
15 - 30	Nửa cứng	2 - 4
>30	Cứng	4 - 8

II.2.1.3.1. Đánh giá tính chất cơ học.

a) Sức kháng cắt.

- Đối với đất cát có nhiều quan điểm tính góc ma sát trong của cát từ kết quả SPT của các tác giả khác nhau, nhưng thông dụng nhất là của Peck và Meyerhof và được trình bày trong bảng 13.

Bảng 14: Tương quan giữa N và φ của cát

Số búa N	0 - 4	4 - 10	10 - 30	30 - 50	>50
Theo Peck và cộng sự	<28	28 - 30	30 - 36	36 - 41	> 41
Theo Meyerhof	<30	30- 35	35 - 40	40 - 45	> 45
Độ chặt tương đối	Rất rời	Rời	Chặt vừa	Chặt	Rất chặt

- Đối với đất sét các quan hệ giữa sức kháng cắt không thoát nước S_u và thí nghiệm SPT thường có độ tin cậy thấp, phổ biến là quan điểm của hai nhóm tác giả:

Theo Tezaghi và Peck (1967): $S_u = 0.06.N_{60}$ (bar)

và theo Hara (1974): $S_u = 0.29.(N_{60})^{0.72}$ (bar)

Một điều cần lưu ý là tương quan giữa N và Su phụ thuộc rất nhiều vào yếu tố khác ví dụ như tính nhạy của đất loại sét.

b) Mô đun tổng biến dạng của đất cát.

Theo các tác giả Tassios và Anagnostopoulos thì mô đun tổng biến dạng được tính toán theo công thức kinh nghiệm sau:

$$E = a + C (N + 6)$$

Trong đó a là hệ số kinh nghiệm lấy bằng 40 khi $N > 15$, bằng 0 khi $N < 15$. C là hệ số phụ thuộc vào loại đất theo bảng 15:

Bảng 15: Tương quan giữa hệ số C và loại đất.

Loại đất	Loại sét	Cát mịn	Cát trung	Cát thô	Cát lẫn sạn sỏi	Sạn sỏi
Hệ số C	3	3.5	4.5	7	10	12

c) Sức chịu tải.

- Sức chịu tải của móng nông theo kết quả SPT được Meyerhof tính theo công thức:

$$q_a = N/8 \text{ khi } B < 4\text{ft}$$

$$q_a = N (1 + 1/B)^2/12 \text{ khi } B > 4 \text{ fut}$$

hoặc với mọi giá trị B ta có công thức:

$$q_a = N/10$$

- Sức chịu tải của móng cọc được Meyerhof tính theo công thức:

$$Q = q_p \cdot A_p + f_s \cdot A_s$$

Trong đó:

q_p là sức kháng đơn vị mũi cọc (đo bằng bar hoặc T/ft²)

A_p tiết diện mũi cọc (cm² hay ft²)

A_s diện tích xung quanh cọc (cm² hoặc ft²)

f_s ma sát thành (bar hoặc T/ft²)

II.2.2. Phương pháp xuyên động bằng mũi xuyên hình chóp nón.

Phương pháp xuyên động bằng mũi xuyên hình chóp nón xuất hiện ở tây Âu và ở mỹ vào những năm 1930 và ở Liên Xô vào những năm 1950, ở nước ta phương pháp này được áp dụng từ những năm 1975. Mục đích và phạm vi áp dụng của phương pháp xuyên này được trình bày trong bảng 16.

Bảng 16: Mục đích và phạm vi áp dụng của phương pháp.

TT	Loại đất và trạng thái của chúng	Xác định các chỉ tiêu cơ lý	Xác định tên đất và chia đơn nguyên ĐCCT
1	Đá cứng	Không cho phép	
2	Đất hòn lớn		
3	Đất cát và sét có chứa dãn sạn	Không cho phép khi	
	Máy YbΠ – 15M và RA - 50 Máy RA - 10	quá 1%	quá 40%
4	Cát	Cho phép	
	Thô, trung, nhỏ, bụi (ẩm và ít ẩm)		
	Thô, trung, nhỏ (bão hòa)	Cho phép	
	Bụi (bão hòa)	Không cho phép	Có kiểm tra bằng phương pháp khác
5	Đất loại sét theo độ sệt	Cho phép	
	Cứng, nửa cứng, dẻo cứng		
	Dẻo mềm, dẻo chảy, chảy (hoặc bùn)	Không cho phép	Có kiểm tra bằng phương pháp khác

II.2.2.1. Cấu tạo của thiết bị và trình tự thí nghiệm.

Các thông số kỹ thuật của thiết bị xuyên có ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả xuyên, có rất nhiều ý kiến đưa ra nhằm thống nhất hao tiêu chuẩn xuyên nhưng cho đến nay vẫn còn tồn tại nhiều quan điểm khác nhau.

Mũi xuyên là bộ phận quan trọng và có ảnh hưởng trực tiếp tới kết quả xuyên, các phân tích lý thuyết cho thấy rằng góc ở đỉnh của mũi xuyên có liên quan tới đặc điểm của móng, hiện nay có 2 loại mũi xuyên thông dụng là loại có góc ở đỉnh 60° và loại 90°. Cấu trúc của mũi xuyên được chia làm hai loại là cấu trúc dương và cấu trúc âm, mũi xuyên có cấu trúc dương được nối với cần bằng ren khi xuyên xong rút cần và mũi lên và loại cấu trúc âm được lắp vào cần không có ren, khi xuyên xong thì bỏ lại mũi trong đất. Cần xuyên thường chế tạo dài 1,00m đến 2,00m và có đường kính nhỏ hơn đường kính mũi xuyên từ 1,6 đến 2 lần để giảm ma sát giữa cần xuyên và thành lỗ khoan.

Trọng lượng búa và chiều cao rơi búa của các thiết bị khác nhau thì cũng khác nhau. Trong quá khảo sát, căn cứ vào loại đất, trạng thái và chiều sâu mà người ta chọn thiết bị xuyên khác nhau. Các loại máy xuyên thường được sử dụng hiện nay và các thông số kỹ thuật của chúng được trình bày trong bảng 17.

Bảng 17 Đặc tính kỹ thuật của một số thiết bị xuyên động thông dụng.

Loại xuyên	Trọng lượng búa (Kg)	Chiều cao rơi (cm)	Nước sản xuất
Loại nhẹ RA - 10	10.0	50	Đức
Loại nặng RA - 50	50.0	50	Đức
DPA, DPB	63.5	75	Ủy ban châu Âu
YbΠ-15M	60.0	80	Liên Xô cũ

II.2.2.2. Phương pháp thu thập và chuẩn hóa số liệu thí nghiệm.

Có 3 cách ghi chép số liệu thí nghiệm khác nhau:

- Ghi chiều sâu xuyên sau số búa xuyên nhất định 5 hoặc 10 búa, ví dụ S (cm)/10búa. Phương pháp này ghi nhanh và dễ vẽ đồ thị nhưng không phát hiện chính xác ranh giới giữa các lớp cũng như bỏ qua mất các lớp mỏng nằm xen kẽ.

- Ghi số lượng búa cần thiết để mũi xuyên vào trong đất 10 cm (N búa/10cm), phương pháp này cho phép nghiên cứu chính xác địa tầng nhưng quá trình vẽ đồ thị khá lâu. Đây là phương pháp được áp dụng rộng rãi hiện nay.

- Ghi tổng số búa và chiều sâu xuyên tương ứng, đồ thị sức kháng xuyên là đường gãy khúc với các góc nghiêng α so với phương nằm ngang. Phương pháp này đòi hỏi tính toán phức tạp hơn nhưng kết quả chia lớp đất chính xác hơn.

Giả sử ký hiệu sức kháng xuyên động đã hiệu chỉnh là N, ta có thể xác định giá trị N theo công thức:

$$N = k_1 \times k_2 \times n$$

Trong đó: k_1 là hệ số hiệu chỉnh trọng lượng cần và búa.

k_2 là hệ số hiệu chỉnh ma sát giữa cần và đất (chỉ áp dụng khi xuyên trong đất cát bão hòa nước).

Các hệ số k_1, k_2 được thể hiện trong bảng 18

Bảng 18 Hệ số hiệu chỉnh k_1 và k_2 áp dụng cho xuyên động.

Số lượng cần	Chiều sâu xuyên (m)	Hệ số hiệu chỉnh		Số lượng cần	Chiều sâu xuyên (m)	Hệ số hiệu chỉnh	
		k_1	k_2			k_1	k_2
1	0,0 – 1,5	1,00	1,00	8	10,5 – 12,0	0,84	0,62
2	1,5 – 3,0	0,98	0,92	9	12,0 – 13,5	0,83	0,59
3	3,0 – 4,5	0,94	0,84	10	13,5 – 15,0	0,82	0,56
4	4,5 – 6,0	0,93	0,79	11	15,0 – 16,5	0,81	0,54
5	6,0 – 7,5	0,90	0,73	12	16,5 – 18,0	0,79	0,51
6	7,5 – 9,0	0,88	0,69	13	18,0 – 19,5	0,78	0,49
7	9,0 – 10,5	0,86	0,65	14	19,5 – 21,0	0,77	0,42

Sức kháng xuyên động được tính theo công thức:

$$R_d = [Q.H/(1+q/Q).F.S] + [(Q+q)/F]$$

Công thức của tiểu ban Châu Âu:

$$R_d = [Q.H/(1+q/Q).F.S] + [Q.H.n/(1+q/Q).10.F]$$

Công thức của Mỹ:

$$R_d = Q.H/(1+q/Q).F.(S+S_i)$$

Trong đó:

R_d là sức kháng xuyên động

S là độ ngập sâu của cần sau 1 búa.

Q là khối lượng búa

q là khối lượng cần, mũi xuyên, đế đỡ

H là chiều cao rơi búa

F là diện tích đáy mũi xuyên

n là số búa sau một hiệp xuyên

II.2.2.3. Ứng dụng kết quả thí nghiệm xuyên động để tính toán các chỉ tiêu cơ lý của đất.

II.2.2.3.1. Đánh giá tính chất vật lý.

Căn cứ vào kết quả xuyên động người ta đánh giá được mối liên quan giữa sức kháng xuyên và trạng thái của đất loại cát thể hiện trong bảng 19.

Bảng 19 Liên quan giữa sức kháng xuyên và trạng thái của đất loại cát.

Loại cát	Sức kháng xuyên động R_d (kG/cm^2)	Độ chặt của cát
Cát thô và trung không phụ thuộc độ ẩm	< 35	Rời
	35 - 125	Chặt trung bình
	> 125	Chặt
Cát nhỏ	< 30	Rời
	30 - 110	Chặt trung bình
	> 110	Chặt
Cát bụi ít ẩm và cát nhỏ bão hòa	< 20	Rời
	20 - 85	Chặt trung bình
	> 85	Chặt

II.2.2.3.2. Đánh giá tính chất cơ học.

- Góc ma sát trong của đất loại cát.

Mối liên hệ giữa góc ma sát trong của đất loại cát và sức kháng xuyên động của nó được xác định theo tiêu chuẩn của Liên Xô cũ và thể hiện trong bảng 20.

Bảng 20 : Liên quan giữa sức kháng xuyên và góc ma sát trong của đất loại cát.

Sức kháng xuyên động R_d (kG/cm ²)	Góc ma sát trong của cát (φ_0)			Sức kháng xuyên động R_d (kG/cm ²)	Góc ma sát trong của cát (φ_0)		
	Trung, thô	Cát nhỏ	Cát bụi		Trung, thô	Cát nhỏ	Cát bụi
20	30	28	26	110	38	35	32
35	33	30	28	140	40	37	34
70	36	33	30	175	41	38	35

- Mô đun biến dạng.

Mô đun biến dạng của đất loại cát được xác định theo công thức của Saskov

$$E = n.R_d$$

Trong đó n là hệ số phụ thuộc từng loại cát cho theo bảng 21.

Bảng 21: Hệ số n để tính E của đất loại cát.

Giá trị n	Loại cát
14 - 16	Cát trung, thô ở trạng thái tự nhiên không phụ thuộc độ ẩm
10 - 12	Cát hạt nhỏ, ít ẩm
6 - 8	Cát hạt nhỏ, bão hoà nước
8 - 10	Cát bụi ít ẩm
5 - 6	Cát bụi rất ẩm
3 - 4	Cát bụi bão hoà

Hoặc xác định E theo tiêu chuẩn CH448-72 theo bảng 22.

Bảng 22: Hệ số n để tính E của đất loại cát

Sức kháng xuyên R_d (kG/cm ²)	Cát trung và thô	Cát nhỏ	Cát bụi
20	200 - 160	130	80
35	260 - 210	190	130
70	390 - 340	290	220
110	490 - 440	350	280
140	550 - 500	400	320
174	600 - 550	450	350

Đối với đất dính một số tác giả đưa ra các công thức tính như sau:

Theo Troskiaia:

$$E = 15,5N$$

Theo CH448-72:

$$E = 6 R_d$$

Theo Bôn đarik:

$$E = 3,09R_d - 5.7$$

III. So sánh các đặc trưng chịu tải của đất nền theo kết quả thí nghiệm trong phòng và kết quả thí nghiệm xuyên.

Trong khuôn khổ bài tiểu luận này xin lấy một ví dụ tại công trình cầu Đà Rằng - tỉnh Phú Yên, giai đoạn thiết kế kỹ thuật - thuộc dự án vốn dư nâng cấp các cầu trên quốc lộ 1A (miền Trung), do liên danh tư vấn: Viện kiến trúc cầu Nhật Bản (JBSI) - Công ty tư vấn quốc tế Hyder CDC và Tổng công ty TVTK GTVT (TEDI) thực hiện năm 2003.

Quá trình khảo sát cho thấy địa tầng tại khu vực nghiên cứu cho đến hết chiều sâu khảo sát bao gồm 11 lớp và phụ lớp đất, trong quá trình khảo sát đã lấy và thí nghiệm trong phòng các mẫu đất, đã tiến hành xuyên tĩnh và xuyên động bằng ống mẫu tiêu chuẩn ngoài hiện trường. Kết quả thí nghiệm trong phòng và kết quả thí nghiệm xuyên được trình bày trong bảng 23.

Trên cơ sở phân tích và tính toán các đặc trưng chịu tải của đất nền dựa trên kết quả xuyên như trình bày ở trên ta tính toán được các đặc trưng chịu tải của đất nền (bảng 24).

Các đặc trưng chịu tải tính toán theo các phương pháp thí nghiệm khác nhau thường không giống nhau, tùy loại đất, trạng thái của đất chiều sâu thí nghiệm mà sự khác nhau của các đặc trưng xác định theo từng phương pháp cũng khác nhau.

Ở đây ta thấy cụ thể như sau:

Đối với phụ lớp 1a :

- Sức kháng cắt của đất xác định theo phương pháp xuyên tĩnh và xuyên động là tương ứng với nhau.

- Sức chịu tải quy ước của móng nông rất khác nhau, lớn nhất là tính theo kết quả xuyên tĩnh (9.50kG/cm^2), nhỏ nhất là tính theo kết quả xuyên tiêu chuẩn (0.90kG/cm^2) và kết quả thí nghiệm trong phòng là 3.50 kG/cm^2 . Có thể là do chiều sâu phân bố của lớp đất nông, trong đất có lẫn hạt thô làm cho kết quả thí nghiệm xuyên phản ánh không chính xác thực trạng của đất nền, trong trường hợp này kết quả thí nghiệm trong phòng phản ánh sức chịu tải của đất sát với thực tế hơn.

Đối với phụ lớp 1b :

- Sức kháng cắt của đất xác định theo kết quả xuyên tĩnh, xuyên tiêu chuẩn và thí nghiệm trong phòng là tương đương nhau.

- Sức chịu tải quy ước của móng nông rất khác nhau, tính theo kết quả xuyên tĩnh là 3.50kG/cm^2 , tính theo xuyên tiêu chuẩn là 0.60kG/cm^2 và tính theo kết quả thí nghiệm trong phòng là 2.50kG/cm^2 . Sức chịu tải tính theo thí nghiệm SPT là thấp nhất có thể là do chiều sâu phân bố của lớp nhỏ.

Đối với phụ lớp 1c :

- Sức kháng cắt của đất xác định theo kết quả xuyên tĩnh, xuyên tiêu chuẩn và thí nghiệm trong phòng là tương đương nhau.

- Sức chịu tải quy ước của móng nông tương đối khác nhau, tính theo kết quả xuyên tĩnh là 1.00kG/cm^2 , tính theo xuyên tiêu chuẩn là 0.30kG/cm^2 và tính theo kết quả thí nghiệm trong phòng là 1.00kG/cm^2 . Sức chịu tải tính theo thí nghiệm SPT là thấp nhất có thể là do chiều sâu phân bố của lớp nhỏ và đây là lớp đất yếu.

Đối với phụ lớp 2a :

- Góc nội ma sát của cát tính theo phương pháp xuyên tĩnh và xuyên tiêu chuẩn là tương đương nhau.

- Sức chịu tải quy ước của móng nông tương đối khác nhau, tính theo kết quả xuyên tĩnh là 3.50kG/cm^2 , tính theo xuyên tiêu chuẩn là 0.80kG/cm^2 và tính theo kết quả thí nghiệm trong phòng là 2.50kG/cm^2 . Sức chịu tải tính theo thí nghiệm SPT là thấp nhất có thể là do chiều sâu phân bố của lớp nhỏ.

- Mô đun biến dạng xác định theo kết quả xuyên tĩnh là 104.00kG/cm^2 , theo kết quả xuyên động là 63.00kG/cm^2 .

Đối với phụ lớp 2b :

- Góc ma sát trong và lực dính kết tính theo thí nghiệm trong phòng nhỏ hơn so với theo kết quả xuyên tĩnh.

- Sức chịu tải quy ước của móng nông tương đối khác nhau, tính theo kết quả xuyên tĩnh là 8.40kG/cm^2 , tính theo xuyên tiêu chuẩn là 2.30kG/cm^2 và tính theo kết quả thí nghiệm trong phòng là 1.00kG/cm^2 . Đây là lớp cát pha do vậy việc xác định các giới hạn Atterberg trong phòng thí nghiệm có độ chính xác không cao dẫn tới sức chịu tải quy ước tính từ thí nghiệm trong phòng có trị số nhỏ nhất.

Đối với phụ lớp 3a :

- Sức kháng cắt xác định theo các phương pháp là tương đương nhau.

- Sức chịu tải quy ước của móng nông xác định theo các phương pháp là tương đương nhau và cho thấy đây là lớp đất yếu.

Đối với phụ lớp 3b :

- Sức kháng cắt xác định theo các phương pháp là tương đương nhau.

- Sức chịu tải quy ước của móng nông xác định theo các phương pháp là tương đương nhau và cho thấy đây là lớp đất yếu.

Đối với phụ lớp 3c :

- Đặc trưng kháng cắt tính theo thí nghiệm trong phòng nhỏ hơn so với theo kết quả xuyên tĩnh và xuyên tiêu chuẩn.

- Sức chịu tải quy ước của móng nông tương đối khác nhau, tính theo kết quả xuyên tĩnh là 8.40kG/cm^2 , tính theo xuyên tiêu chuẩn là 2.70kG/cm^2 và tính theo kết quả thí nghiệm trong phòng là 4.00kG/cm^2 . Đây là lớp sét do vậy độ nhạy của nó có thể ảnh hưởng tới kết quả xuyên SPT.

Đối với phụ lớp 4a :

- Góc ma sát trong của đất xác định theo phương pháp xuyên tĩnh và xuyên tiêu chuẩn tương đương nhau.

- Sức chịu tải quy ước của móng nông tương đối khác nhau, tính theo kết quả xuyên tĩnh là 2.40kG/cm^2 , tính theo xuyên tiêu chuẩn là 0.70kG/cm^2 và tính theo kết quả thí nghiệm trong phòng là 2.50kG/cm^2 .

- Mô đun biến dạng xác định theo phương pháp xuyên tĩnh và xuyên tiêu chuẩn là tương đương nhau.

Đối với phụ lớp 4b :

- Các đặc trưng kháng cắt của đất xác định theo phương pháp xuyên tĩnh và xuyên tiêu chuẩn tương đương nhau.

- Sức chịu tải quy ước của móng nông xác định theo các phương pháp rất khác nhau, tính theo kết quả xuyên tĩnh là 21.00kG/cm^2 , tính theo xuyên tiêu chuẩn là 2.90kG/cm^2 và tính theo kết quả thí nghiệm trong phòng là 1.00kG/cm^2 . Đây là lớp cát pha do vậy việc xác định các giới hạn Atterberg trong phòng thí nghiệm có độ chính xác không cao dẫn tới sức chịu tải quy ước tính từ thí nghiệm trong phòng có trị số nhỏ nhất. Mặt khác trong lớp có thể lẫn sạn sỏi dẫn tới sức kháng xuyên đầu mũi rất cao, ở đây nên sử dụng sức chịu tải quy ước tính từ kết quả xuyên SPT.

Qua ví dụ trên ta thấy rằng có nhiều phương pháp khác nhau để xác định các đặc trưng chịu tải của đất và thông thường các cách xác định khác nhau sẽ cho ta kết quả không giống nhau. Vấn đề đặt ra là khi lựa chọn số liệu đầu vào để tính toán cần phải phân tích cụ thể từng phương pháp, các yếu tố ảnh hưởng tới kết quả thí nghiệm, các đặc trưng của đất nền tại từng vị trí để lựa chọn số liệu sát với thực tế. Cần có phương pháp kiểm tra chéo giữa các số liệu cung cấp bởi các thí nghiệm khác nhau, trên cơ sở đó lựa chọn số liệu vừa đảm bảo an toàn lại vừa đáp ứng được về mặt kinh tế. Đây là vấn đề đặt ra mà bất kỳ một người làm công tác địa kỹ thuật nào cũng cần phải quan tâm giải quyết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. N. A. Txutovich. Cơ học đất. Nhà xuất bản Mir. Maxcova, 1987.
2. G. Sanglerat - Khảo sát đất bằng phương pháp xuyên - NXB Xây dựng - Hà nội 1996.
3. PGS - TS Nguyễn Huy Phương, PGS - TS Lê Trọng Thắng bài giảng Các phương pháp thí nghiệm đất đá ở nguyên khối cho nghiên cứu sinh và học viên cao học. Hà Nội, tháng 11 - 1999.
4. GS - TS Vũ Công Ngữ, ThS Nguyễn Thái - Thí nghiệm đất hiện trường và ứng dụng trong phân tích nền móng - NXB Khoa học kỹ thuật năm 2003.
5. Tiêu chuẩn xây dựng 22TCN18-79.
6. MUNI BUDHU Professor, Department of Civil Engineering & Engineering mechanics University of Arizona. Soil mechanics and foundations.