

ĐẶC TÍNH BIẾN DẠNG – CỐ KẾT THẨM VÀ SỨC KHÁNG CẮT CỦA MỘT SỐ ĐẤT LOẠI SÉT PHÂN BỐ Ở THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

CHARACTERISTICS OF DEFORMATION – CONSOLIDATION AND SHEAR STRENGTH OF SOME TYPES OF CLAY SOIL DISTRIBUTED IN DA NANG CITY

Nguyễn Thị Ngọc Yến, Nguyễn Thị Phương Khuê

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng
ngocyendc@gmail.com; nguyenthiphuongkhue@gmail.com

Tóm tắt - Bài báo trình bày kết quả thí nghiệm nén cố kết và xác định sức chống cắt của đất loại sét ở Đà Nẵng. Kết quả xác định sức kháng cắt không thoát nước của đất loại sét theo cả ba phương pháp thí nghiệm đều nhỏ hơn $0,2 \text{ kg/cm}^2$ cho thấy thuộc loại đất yếu và rất yếu. Giá trị sức kháng cắt theo thí nghiệm hiện trường VST lớn hơn nhiều so với kết quả trong phòng thí nghiệm cắt phẳng và nén ba trục sơ đồ UU cho kết quả gần tương tự nhau. Khi trạng thái của đất thay đổi từ dẻo mềm, dẻo chảy đến chảy: C_v , a_v , C_c , C_s có xu hướng tăng dần và P_c giảm dần. Ngoài phụ thuộc vào trạng thái của đất, đặc tính biến dạng – cố kết thẩm và sức kháng cắt còn phụ thuộc vào các chỉ tiêu vật lý cơ bản của đất. Khi khối lượng thể tích khô giảm, độ ẩm giới hạn chảy, chỉ số dẻo, độ sệt và hệ số rỗng tăng thì sức kháng cắt có xu hướng giảm, P_c giảm nhưng C_v , a_v , C_c , C_s có xu hướng tăng dần.

Từ khóa - chỉ số nén; hệ số cố kết; hệ số nén lún; sức kháng cắt không thoát nước; chỉ số đỡ tải.

1. Đặt vấn đề

Trong tính toán, thiết kế công trình, đặc biệt công trình trên nền đất loại sét yếu, ngoài các chỉ tiêu cơ lý thông thường của đất thì các thông số biến dạng – cố kết thẩm và sức kháng cắt của đất đóng vai trò rất quan trọng. Trên cơ sở đó, có thể lựa chọn giải pháp xử lý nền, đưa ra dự báo về thời gian cố kết, độ lún từ biến, chiều cao đắp ổn định của nền công trình. Hiện nay, trên thế giới các thông số cố kết – biến dạng và sức kháng cắt của đất loại sét được nhiều tác giả quan tâm nghiên cứu một cách chuyên sâu bằng nhiều thiết bị và trên các mô hình khác nhau [Terzaghi. K (1924, 1940, 1941), Taylor.D.W (1940, 1942), Bjerrum.L (1967), Casagrande.A (1938), V. A. Florin, ...], đã được công nhận và áp dụng trong các tiêu chuẩn xây dựng (ASTM 2435, JGS 2000, BS 1377,...). Nhiều tương quan giữa các thông số biến dạng – cố kết thẩm và sức kháng cắt của đất với các chỉ tiêu vật lý cơ bản cũng được nghiên cứu và kiến nghị trong các bài viết của nhiều tác giả [Bjerrum.L (1972), Azzouz (1983), Skempton (1944), ...]. Ở Việt Nam, đặc biệt là đồng bằng Bắc Bộ và Nam Bộ, vấn đề này đã được nghiên cứu chi tiết thể hiện qua nhiều công trình của các tác giả khác nhau [4, 5, 7] và là nguồn tài liệu quan trọng có giá trị trong tính toán, thiết kế, xử lý nền công trình. Tuy nhiên, ở khu vực miền Trung nói chung và Đà Nẵng nói riêng, trong khảo sát địa chất công trình – địa kỹ thuật, các thông số trên được thực hiện ở nhiều phòng thí nghiệm của các cơ quan bằng nhiều thiết bị và sơ đồ thí nghiệm khác nhau, do đó các kết quả thu được còn sai lệch nhau rất lớn. Vì vậy, thông qua kết quả thí nghiệm trong phòng của nhóm tác giả thực hiện theo nhiều phương pháp khác nhau, cùng với tham khảo kết quả thí nghiệm cắt cánh hiện trường VST thu thập, nhóm tác giả muốn chỉ ra các giá trị đặc trưng về tính biến dạng – cố kết thẩm và sức kháng cắt của đất loại sét ở

Abstract - This paper presents the results of compression test and determine shear strength of clay soil in Da Nang city. The results determine the undrained shear strength of clay soil under all three types of testing methods is less than 0.2 kg/cm^2 which shows that the type of land is weak and very weak. Shear strength value according to the in-situ VST is much larger than that of laboratory test results while direct shear test and triaxial UU diagrams show nearly similar results. When the status of the soil changes from soft plastic, plastic flow to flow: C_v ; a_v , C_c , C_s tends to increase and P_c tends to decrease. In addition to depending on the status of the soil, deformation characteristics - consolidation and shear strength depends on the basic physical indicators of soil. When dry volumetric mass decreases; liquidity limit, plasticity index, liquidity index and natural void factor increase then shear strength tends to decrease, P_c decreases but C_v ; a_v , C_c , C_s tends to increase.

Key words - compression index; coefficient of consolidation; coefficient of compression; undrained shear strength; unloading index.

các trạng thái khác nhau phân bố trên địa bàn thành phố Đà Nẵng, đồng thời rút ra mối liên hệ tương quan giữa các chỉ tiêu nghiên cứu. Những số liệu đưa ra có tính tổng hợp và hệ thống, nên đủ độ tin cậy, có thể tham khảo trong thiết kế và định hướng cho công tác nghiên cứu, khảo sát địa kỹ thuật cho các công trình xây dựng trong khu vực.

2. Phương pháp và thiết bị thí nghiệm

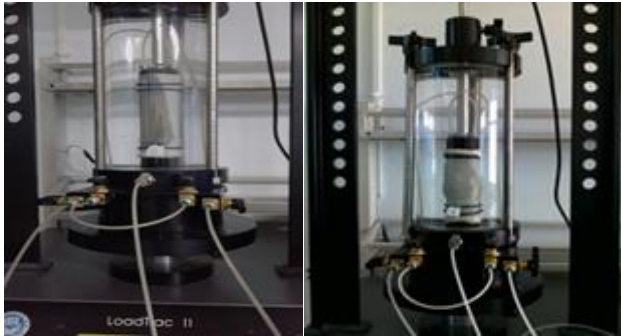
Các thông số biến dạng – cố kết thẩm của đất được xác định bằng thí nghiệm nén cố kết tiêu chuẩn. Mẫu được gia tải theo từng cấp, cấp sau gấp đôi cấp trước, thời gian theo dõi độ lún là 24 giờ theo đúng qui trình nén cố kết tiêu chuẩn (TCVN 4200:2012) [6]. Giá trị cấp gia tải lần lượt $0,125$; $0,25$; $0,5$; $1,0$; $2,0$ và $4,0$ hoặc $8,0 \text{ kg/cm}^2$ tùy thuộc vào trạng thái và độ sâu lấy mẫu (Hình 1).



Hình 1. Chuẩn bị mẫu nén cố kết tiêu chuẩn

Các thông số sức kháng cắt không thoát nước xác định bằng nhiều phương pháp thí nghiệm trên các thiết bị và tiêu chuẩn khác nhau: Nén ba trục theo sơ đồ UU trên thiết bị nén 3 trục hãng GEOCOMP – Mỹ (ASTM D2850, AASHTO T296, BS 1377: Part 7: 1990: clause 8) (Hình 2a, 2b); thí

thực nghiệm cắt phẳng trực tiếp (TCVN 4199 : 1995; BS1377: Part 7: 1990; ASTM D3080) và cắt cánh ngoài hiện trường (BS 1377: Part 9:1990: clause 4.4, ASTM D2573, AASHTO T223 và 22TCN 355-2006). Các thông số này sử dụng để tính toán ổn định và đề xuất giải pháp thiết kế, áp dụng tính toán giải pháp đắp trực tiếp, trường hợp đắp nền đầu tiên cho giải pháp đắp nền đường theo giai đoạn.



Hình 2a. Mẫu trong buồng 3 trục trước khi thí nghiệm **Hình 2b.** Mẫu bị phá hủy sau khi kết thúc thí nghiệm

3. Vị trí và số lượng mẫu nghiên cứu

Mẫu đất sử dụng trong nghiên cứu được nhóm tác giả phối hợp lấy mẫu ở nhiều công trình khác nhau trên địa bàn Đà Nẵng: 1- Golden Hills City (GDHC); 2- Trục 1- Tây Bắc (TB); 3- Quốc Lộ 1A – Hoà Phước (QL1A-HP); 4- Nguyễn Tri Phương Stresst (NTPS); 5- Khu du lịch ven sông Hàn – Kè bờ sông (KBS-H); 6- Trụ sở Thủy Đoàn II (TĐII); 7- Khách sạn Mường Thanh (MT); 8- Khu phức hợp Nguyễn Tri Phương (PHNTP); 9- Tổ hợp thương mại – Ngũ Hành Sơn (TM-NHS); 10- Cầu Quá Giáng (CQG). Các thí nghiệm trong phòng được thực hiện tại phòng thí nghiệm Địa cơ, khoa Xây dựng Cầu đường, Trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng và phối hợp thực hiện thí nghiệm với các công ty trên địa bàn Đà Nẵng [8]. Các thí nghiệm cắt cánh hiện trường được nhóm tác giả thu thập từ các công ty khảo sát trên địa bàn Đà Nẵng [9].

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Một số tính chất vật lý của đất thí nghiệm trong phòng

Mẫu đất được thu thập mang về phòng thí nghiệm xác định các chỉ tiêu vật lý như là độ ẩm tự nhiên, khối lượng, thể tích tự nhiên, khối lượng riêng, độ ẩm giới hạn chảy, độ ẩm giới hạn dẻo, thành phần hạt. Một số chỉ tiêu vật lý của đất loại sét từ tính toán như là khối lượng thể tích khô, hệ số rỗng, độ rỗng, độ bão hòa, chỉ số dẻo, độ sệt. Tính chất vật lý trung bình của mẫu đất thí nghiệm được chia thành 3 loại là: đất loại sét dẻo mềm, đất loại sét dẻo chảy và đất loại sét chảy được trình bày chi tiết ở Bảng 1.

Bảng 1. Tính chất vật lý trung bình của mẫu đất thí nghiệm

Chỉ tiêu	Đất loại sét dẻo mềm	Đất loại sét dẻo chảy	Đất loại sét chảy
W (%)	28,61	33,46	46,33
γ_w g/cm ³	1,832	1,728	1,726
γ_k (g/cm ³)	1,437	1,323	1,179
Δ	2,69	2,69	2,69
W _L (%)	33,89	36,61	40,88
W _p (%)	20,12	22,68	26,78
I _p	13,77	13,93	14,10
B	0,671	0,774	1,39

G (%)	85,85	83,87	97,09
n (%)	46,68	50,09	56,25
e ₀	0,896	1,082	1,286

4.2. Kết quả xác định thông số biến dạng – cố kết thấm của đất

Các mẫu đất được thí nghiệm nén cố kết tiêu chuẩn (TCVN 4200:2012) [6] để xác định hệ số nén lún a_{1-2} (cm²/kG); chỉ số nén lún C_c (kG/cm²); chỉ số đỡ tải C_s (kG/cm²); hệ số thấm K_v (10⁻⁷cm/s); hệ số cố kết C_{v1-2} (10⁻³cm²/s) và áp lực tiền cố kết P_c (kG/cm²). Kết quả thí nghiệm được trình bày chi tiết trên Bảng 2 cho thấy:

a. Đất loại sét trạng thái dẻo mềm

Hệ số nén lún a_{1-2} (cm²/kG) = 0,033 ÷ 0,062 (trung bình 0,044).

Hệ số cố kết đứng C_{v1-2} (10⁻³cm²/s) = 0,237 ÷ 0,393 (trung bình 0,311).

Hệ số thấm K_v (10⁻⁷cm/s) = 9,16 ÷ 15,3 (trung bình 12,10).

Áp lực tiền cố kết P_c (kg/cm²) = 0,586 ÷ 0,816 (trung bình 0,712).

Chỉ số nén lún C_c = 0,235 ÷ 0,511 (trung bình 0,370).

Chỉ số đỡ tải C_s = 0,031 ÷ 0,071 (trung bình 0,052).

Tỷ số C_c/C_s = 6,57 ÷ 8,42 (trung bình 7,43).

b. Đất loại sét trạng thái dẻo chảy

Hệ số nén lún a_{1-2} (cm²/kG) = 0,068 ÷ 0,091 (trung bình 0,071).

Hệ số cố kết đứng C_{v1-2} (10⁻³cm²/s) = 0,306 ÷ 0,468 (trung bình 0,371).

Hệ số thấm K_v (10⁻⁷cm/s) = 1,36 -3,03 (trung bình 2,35).

Áp lực tiền cố kết P_c (kG/cm²) = 0,571 ÷ 0,713 (trung bình 0,656).

Chỉ số nén lún C_c (kG/cm²) = 0,439 ÷ 0,679 (trung bình 0,564).

Chỉ số đỡ tải C_s (kG/cm²) = 0,055 ÷ 0,090 (trung bình 0,071).

Tỷ số C_c/C_s = 7,82 ÷ 8,83 (trung bình 8,35).

c. Đất loại sét trạng thái chảy

Hệ số nén lún a_{1-2} (cm²/kG) = 0,071 ÷ 0,111 (trung bình 0,091).

Hệ số cố kết đứng C_{v1-2} (10⁻³cm²/s) = 0,395 ÷ 0,603 (trung bình 0,474).

Hệ số thấm K_v (10⁻⁷cm/s) = 1,22 ÷ 3,13 (trung bình 2,27).

Áp lực tiền cố kết P_c (kG/cm²) = 0,516 ÷ 0,702 (trung bình 0,608).

Chỉ số nén lún C_c (kG/cm²) = 0,712 ÷ 0,887 (trung bình 0,796).

Chỉ số đỡ tải C_s (kG/cm²) = 0,087 ÷ 0,190 (trung bình 0,096).

Tỷ số C_c/C_s = 8,09 ÷ 8,69 (trung bình 8,46).

Theo Monika De Vos & Valerie Whenham [2], với đất sét giá trị tỷ số C_c/C_s thường bằng từ 5 đến 10. Kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả cho thấy sự thay đổi tỷ số C_c/C_s như sau: Đất trạng thái dẻo mềm có C_c/C_s = 7,43; đất trạng thái dẻo chảy C_c/C_s = 8,48; đất trạng thái chảy C_c/C_s = 8,46. So sánh với [2] và đất dính Hà Nội là C_c/C_s = 8,25 [5] thì tỷ số do nhóm tác giả đề xuất hoàn toàn phù hợp.

Dựa vào kết quả xác định thông số biến dạng – cố kết thấm, nhóm tác giả rút ra nhận xét:

+ Hệ số cố kết, hệ số nén lún, chỉ số nén, chỉ số đỡ tải tăng dần và áp lực tiền cố kết giảm dần phụ thuộc vào trạng

thái của đất từ dẻo mềm, dẻo chảy đến chảy.

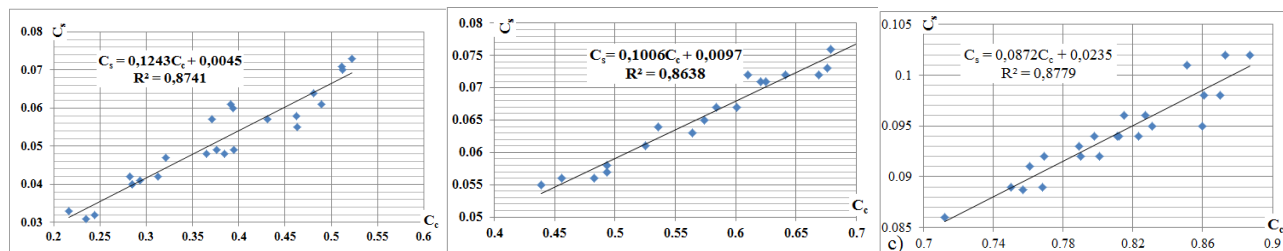
+ Các thông số biến dạng – cô kết thấm của đất phụ

thuộc các chỉ tiêu vật lý cơ bản của đất ở Bảng 1. Khi khối lượng thể tích khô giảm; độ ẩm giới hạn chảy, chỉ số dẻo và hệ số rỗng tăng thì C_v ; a_v , C_c , C_s tăng nhưng P_c giảm.

Bảng 2. Kết quả xác định các thông số biến dạng – cô kết thấm của mẫu đất thí nghiệm

Địa điểm	Số lượng mẫu	$C_{v1-2}(10^{-3}cm^2/s)$	$a_{1-2} (cm^2/kg)$	$K_v (10^{-7}cm/s)$	$P_c (kg/cm^2)$	$C_s (kg/cm^2)$	$C_c (kg/cm^2)$	C_c/C_s
Đất loại sét trạng thái dẻo mềm								
NTPS (b)	10	0,258	0,062	15,30	0,586	0,049	0,376	7,67
QL1A-HP (a)	15	0,270	0,036	14,70	0,770	0,041	0,293	7,14
CQG (a)	12	0,376	0,045	11,40	0,816	0,060	0,394	6,57
TM-NHS (b)	08	0,334	0,033	9,16	0,718	0,031	0,235	7,58
PHNTP (b)	10	0,237	0,038	10,06	0,766	0,071	0,511	7,19
MT (b)	10	0,393	0,054	12,03	0,617	0,055	0,463	8,42
Min		0,237	0,033	9,16	0,586	0,031	0,235	6,57
Trung bình		0,311	0,044	12,10	0,712	0,052	0,370	7,43
Max		0,393	0,062	15,3	0,816	0,071	0,511	8,42
Đất loại sét trạng thái dẻo chảy								
QL1A-HP (a)	17	0,468	0,087	2,16	0,671	0,055	0,439	7,98
TB (b)	10	0,461	0,076	3,02	0,571	0,064	0,536	8,37
TĐII (b)	18	0,306	0,073	2,98	0,687	0,071	0,625	8,80
MT (b)	10	0,312	0,085	2,75	0,618	0,056	0,483	8,62
CQG (a)	08	0,353	0,071	2,19	0,675	0,078	0,610	7,82
NTPS (b)	14	0,341	0,068	1,36	0,713	0,065	0,574	8,83
PHNTP (b)	16	0,357	0,091	1,98	0,654	0,076	0,613	8,06
Min		0,306	0,068	1,36	0,571	0,055	0,439	7,82
Trung bình		0,371	0,078	2,35	0,656	0,071	0,564	8,35
Max		0,468	0,091	3,02	0,713	0,090	0,679	8,83
Đất loại sét trạng thái chảy								
KBS-H (b)	09	0,603	0,111	3,13	0,597	0,099	0,827	8,35
QL1A-HP (a0)	26	0,435	0,071	2,57	0,516	0,087	0,757	8,60
GDHC (b)	15	0,395	0,091	1,22	0,720	0,102	0,887	8,69
CQG (a)	10	0,463	0,089	2,16	0,597	0,088	0,712	8,09
Min		0,395	0,071	1,22	0,516	0,087	0,712	8,09
Trung bình		0,474	0,091	2,27	0,608	0,096	0,796	8,46
Max		0,603	0,111	3,13	0,720	0,109	0,887	8,69

Ghi chú: (a) Kết quả trực tiếp thí nghiệm, (b) Kết quả phối hợp thí nghiệm, (c) Kết quả thu thập



Hình 3. Tương quan giữa chỉ số nén C_c và chỉ số đỡ tải C_s (a-đất dẻo mềm; b-đất dẻo chảy; c-đất trạng thái chảy)

Trong thực tế thí nghiệm nén cô kết, rất ít khi thực hiện quá trình đỡ tải theo đúng qui trình để xác định chỉ số nở C_s của đất vì tốn nhiều thời gian (thời gian đỡ tải bằng 1/2 thời gian chất tải trong cùng cấp áp lực), nhưng C_s cũng là thông số vô cùng quan trọng trong tính toán giải pháp xử lý nền đất yếu. Do vậy, nhóm tác giả sử dụng phương pháp hồi quy tuyến tính để lập phương trình tương quan giữa chỉ số nén C_c với chỉ số đỡ tải C_s cho 218 mẫu đất loại sét và kết quả như sau: đất loại sét trạng thái dẻo mềm $r = 0,935$; đất trạng thái dẻo chảy $r = 0,929$ và đất trạng thái chảy $r = 0,937$. Kết quả cho thấy mức độ liên hệ tương quan rất chặt (Hình 3).

4.3. Kết quả xác định sức kháng cắt không thoát nước của đất

Sức kháng cắt không thoát nước được xác định bằng các thí nghiệm cắt cánh tại hiện trường (ASTM D2573) [1], nén ba trục theo sơ đồ UU (ASTM D2850) [1], cắt phẳng trực tiếp (ASTM D3080) [1]. Kết quả trình bày trên Bảng 3 cho thấy:

4.3.1. Đất loại sét trạng thái dẻo mềm

Sức kháng cắt không thoát nước theo thứ tự thí nghiệm 3 trục UU, cắt phẳng lần lượt như sau:

+ Nén 3 trục UU cho $c_u (kg/cm^2) = 0,113 \div 0,154$ (trung

binh 0,132) và φ_u (độ) = $1^{\circ}01' \div 1^{\circ}56'$ (trung bình $1^{\circ}21'$).

+ Cát phẳng trực tiếp c_u (kG/cm²) = $0,100 \div 0,121$ (trung bình 0,112) và φ_u (độ) = $10^{\circ}17' \div 13^{\circ}15'$ (trung bình $11^{\circ}57'$).

4.3.2. Đất loại sét trạng thái dẻo chảy

Sức kháng cắt không thoát nước theo thứ tự thí nghiệm 3 trực UU, cát phẳng và cắt cánh hiện trường lần lượt như sau:

+ Nén 3 trực UU cho c_u (kG/cm²) = $0,055 \div 0,072$ (trung bình 0,063) và φ_u (độ) = $0^{\circ}56' \div 1^{\circ}59'$ (trung bình $1^{\circ}30'$).

+ Cát phẳng trực tiếp c_u (kG/cm²) = $0,050 \div 0,069$ (trung bình 0,058) và φ_u (độ) = $4^{\circ}09' \div 7^{\circ}56'$ (trung bình $6^{\circ}06'$).

+ Cắt cánh hiện trường S_u (kG/cm²) = 0,087.

4.3.3. Đất loại sét trạng thái chảy

Sức kháng cắt không thoát nước theo thứ tự thí nghiệm 3 trực UU, cát phẳng lần lượt như sau:

+ Nén 3 trực UU cho c_u (kG/cm²) = $0,032 \div 0,045$ (trung bình 0,038) và φ_u (độ) = $0^{\circ}58' \div 1^{\circ}12'$ (trung bình $1^{\circ}04'$).

+ Cát phẳng trực tiếp c_u (kG/cm²) = $0,030 \div 0,035$ (trung bình 0,033) và φ_u (độ) = $3^{\circ}42' \div 5^{\circ}06'$ (trung bình $4^{\circ}28'$).

Theo [4], sức kháng cắt của đất yếu phân bố ở đồng bằng sông Cửu Long như sau: $C_u = 0,119 \div 0,192$ kG/cm² (thí nghiệm 3 trực UU) và $S_u = 0,234 \div 0,253$ kG/cm² (thí nghiệm VST).

Bảng 3. Kết quả xác định các thông số sức kháng cắt không thoát nước của đất tại các vị trí lấy mẫu

Vị trí lấy mẫu	Độ sệt B	Nén 3 trực theo sơ đồ UU			Cát phẳng			Cắt cánh hiện trường (c)	
		Số lượng mẫu	c_u , kG/cm ²	φ_u độ	Số lượng mẫu	c_u , kG/cm ²	φ_u độ	Số lượng điểm	S_u , kG/cm ²
Đất loại sét trạng thái dẻo mềm									
TB (b)	0,61	10	0,154	$1^{\circ}05'$	21	0,119	$13^{\circ}15'$	Không thí nghiệm	
QL1A-HP (a)	0,60	08	0,131	$1^{\circ}01'$	15	0,109	$12^{\circ}20'$		
CQG (a)	0,69	06	0,135	$1^{\circ}16'$	13	0,121	$11^{\circ}05'$		
TM-NHS (b)	0,71	05	0,127	$1^{\circ}27'$	09	0,110	$12^{\circ}50'$		
PHNTP (b)	0,74	15	0,113	$1^{\circ}56'$	33	0,100	$10^{\circ}17'$		
Min	0,60	05	0,113	$1^{\circ}01'$	09	0,100	$10^{\circ}17'$		
Trung bình	0,671	8,8	0,132	$1^{\circ}21'$	18,2	0,112	$11^{\circ}57'$		
Max	0,74	15	0,154	$1^{\circ}56'$	33	0,121	$13^{\circ}15'$		
Đất loại sét trạng thái dẻo chảy									
QL1A-HP (a)	0,90	05	0,072	$1^{\circ}59'$	19	0,062	$06^{\circ}38'$	56	0,087
TB (b)	0,87	07	0,070	$1^{\circ}57'$	16	0,069	$07^{\circ}56'$		
CQG (a)	0,76	06	0,064	$1^{\circ}16'$	14	0,058	$05^{\circ}32'$		
TĐII (b)	0,69	07	0,056	$1^{\circ}01'$	18	0,052	$05^{\circ}07'$		
MT (b)	0,65	08	0,055	$0^{\circ}56'$	09	0,050	$04^{\circ}09'$		
NTPS (b)	0,83	20	0,061	$1^{\circ}51'$	25	0,054	$07^{\circ}14'$		
Min	0,65	05	0,055	$0^{\circ}56'$	14	0,050	$04^{\circ}09'$		
Trung bình	0,774	8,83	0,063	$1^{\circ}30'$	16,8	0,058	$06^{\circ}06'$		
Max	0,90	20	0,072	$1^{\circ}59'$	25	0,069	$07^{\circ}56'$		
Đất loại sét trạng thái chảy									
KBS-H (b)	1,51	05	0,045	$0^{\circ}58'$	14	0,032	$03^{\circ}42'$	Không thí nghiệm	
GDHC (b)	1,28	07	0,035	$1^{\circ}12'$	20	0,033	$05^{\circ}06'$		
QL1A-HP (a)	1,41	06	0,039	$1^{\circ}04'$	18	0,035	$04^{\circ}12'$		
CQG (a)	1,38	08	0,032	$1^{\circ}03'$	10	0,030	$04^{\circ}52'$		
Min	1,28	05	0,032	$0^{\circ}58'$	10	0,030	$03^{\circ}42'$		
Trung bình	1,39	6,5	0,038	$1^{\circ}04'$	15,5	0,033	$04^{\circ}28'$		
Max	1,51	08	0,045	$1^{\circ}12'$	20	0,035	$05^{\circ}06'$		

Từ số liệu thí nghiệm, nhóm tác giả rút ra nhận xét sau:

+ Giá trị sức kháng cắt không thoát nước của đất loại (trạng thái dẻo mềm, dẻo chảy đến chảy) theo cả ba phương pháp thí nghiệm đều nhỏ hơn 0,2 kG/cm², nên đất thuộc loại yếu và rất yếu (theo tiêu chuẩn ngành và qui trình 22TCN 262-2000 cũng như theo phân loại của Terzaghi và Peck [3]).

+ Tương tự như các thông số biến dạng – cố kết thâm, giá trị sức kháng cắt thay đổi cũng phụ thuộc các chỉ tiêu vật lý của đất. Khi khối lượng thể tích khô giảm; độ ẩm giới hạn chảy, chỉ số dẻo, độ sệt và hệ số rỗng tăng thì sức kháng cắt giảm.

+ Các kết quả thí nghiệm cũng cho thấy, giá trị sức kháng cắt theo thí nghiệm cắt cánh ngoài hiện trường lớn hơn nhiều so với kết quả trong phòng. Thí nghiệm cát phẳng và nén ba trục sơ đồ UU cho kết quả gần tương tự

nhau. Tuy nhiên, thí nghiệm nén 3 trục UU cho kết quả lớn hơn thí nghiệm cát phẳng một ít. Bởi vì khi nén ba trục theo sơ đồ UU, mẫu đất chịu áp lực bùong trước khi nén dọc trục. Khi đó làm các bọt khí nở ra bởi quá trình giải phóng ứng suất do lấy mẫu sẽ được nén lại một phần, độ chặt sẽ lớn hơn so với mẫu đất cát phẳng và phù hợp với kết quả nghiên cứu cho đất yếu ở đồng bằng sông Cửu Long [4].

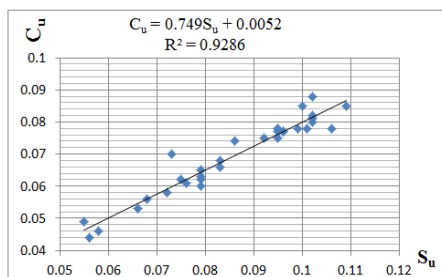
Thực tế thí nghiệm cho thấy, độ chính xác của các kết quả thí nghiệm trong phòng phụ thuộc nhiều vào mức độ phá hoại của mẫu đất do quá trình lấy mẫu, vận chuyển, bảo quản và cắt gọt mẫu. Đặc biệt, đối với đất quá yếu việc thí nghiệm trong phòng không phải lúc nào cũng thuận lợi do không thể lấy được mẫu nguyên dạng. Do vậy, nhằm làm sáng tỏ mối quan hệ giữa sức kháng cắt không thoát nước giữa các phương pháp thí nghiệm, nhóm tác giả xác lập phương trình

liên hệ tương quan giữa sức kháng cắt không thoát nước xác định bằng thí nghiệm cắt cánh hiện trường VST và nén 3 trục theo sơ đồ UU cho đất loại sét trạng thái dẻo chảy thể hiện Hình 4. Với hệ số tương quan $r = \sqrt{R^2} = 0,96$ nên mức độ phụ thuộc rất chặt (theo Kalomenxki).

Tương quan sức kháng cắt không thoát nước cho một số loại đất tại các khu vực khác nhau như sau:

- Đất yếu tại đồng bằng sông Cửu Long [4]: Bùn sét là $C_u = 0,892S_u + 0,0699$ với $r = 0,794$; bùn sét pha là $C_u = 0,8034S_u + 0,0895$ với $r = 0,8545$.

- Đất yếu đồng bằng ven biển Quảng Nam [7]: Bùn cát pha là $C_{u(vst)} = 0,861C_u + 0,001$ với $r = 0,893$; bùn sét pha $C_{u(vst)} = 0,798C_u + 0,002$ với $r = 0,918$.



Hình 4. Tương quan giữa cắt không thoát nước xác định bằng thí nghiệm cắt cánh và nén 3 trục sơ đồ

5. Kết luận và kiến nghị

5.1. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu nêu trên, nhóm tác giả rút ra một số kết luận và kiến nghị như sau:

- Khi thí nghiệm nén cố kết, các thông số biến dạng – cố kết thay đổi theo quy luật: Hệ số cố kết, hệ số nén lún, chỉ số nén, chỉ số đỡ tải tăng dần và áp lực tiền cố kết giảm dần phụ thuộc vào trạng thái của đất như sau:

+ Hệ số cố kết C_{v1-2} ($10^{-3} \text{cm}^2/\text{s}$) tăng dần: $C_{v1-2} = 0,311$ (dẻo mềm); $C_{v1-2} = 0,371$ (dẻo chảy); $C_{v1-2} = 0,474$ (chảy).

+ Hệ số nén lún a_{1-2} (cm^2/kG) tăng dần: $a_{1-2} = 0,044$ (dẻo mềm); $a_{1-2} = 0,078$ (dẻo chảy); $a_{1-2} = 0,091$ (chảy).

+ Áp lực tiền cố kết P_c giảm dần: $P_c = 0,712$ (dẻo mềm); $P_c = 0,656$ (dẻo chảy); $P_c = 0,508$ (chảy).

+ Chỉ số nén C_c tăng dần: $C_c = 0,370$ (dẻo mềm); $C_c = 0,564$ (dẻo chảy); $C_c = 0,796$ (chảy).

+ Chỉ số đỡ tải C_s tăng dần: $C_s = 0,052$ (dẻo mềm); $C_s = 0,071$ (dẻo chảy); $C_s = 0,096$ (chảy).

- Tỷ số $C_c/C_s = 7,43$ (đất dẻo mềm với độ sệt $B = 0,60 \div 0,74$); $C_c/C_s = 8,48$ (đất dẻo chảy với độ sệt $B = 0,65 \div 0,90$) và $C_c/C_s = 8,46$ (đất trạng thái chảy với độ sệt $B = 1,28 \div 1,51$) và phù hợp với kết quả nghiên cứu của các tác giả khác [2, 5].

- Các thông số biến dạng – cố kết thấm và sức kháng cắt của đất ngoài phụ thuộc vào trạng thái còn phụ thuộc vào các chỉ tiêu vật lý cơ bản của đất (Bảng 1). Khi khối lượng thể tích khô giảm, độ ẩm giới hạn chảy, chỉ số dẻo, độ sệt và hệ số rỗng tăng thì sức kháng cắt giảm, áp lực tiền cố kết giảm,

nhưng C_v ; a_v , C_c , C_s tăng.

- Lực dính kết không thoát nước của đất khi thí nghiệm nén 3 trục UU và cắt phẳng trực tiếp cho giá trị gần nhau trong cùng loại đất. Trong khi đó thí nghiệm cắt cánh hiện trường cho giá trị lớn hơn. Sức kháng cắt trung bình theo thứ tự từ các thí nghiệm nén ba trục UU, cắt phẳng và cắt cánh hiện trường như sau:

+ Đất loại sét dẻo mềm ($B = 0,60 \div 0,74$): $0,132 \text{ kG/cm}^2$; $0,112 \text{ kG/cm}^2$.

+ Đất trạng thái dẻo chảy ($B = 0,65 \div 0,90$): $0,063 \text{ kG/cm}^2$; $0,058$ đến $0,069 \text{ kG/cm}^2$ và $0,087 \text{ kG/cm}^2$.

+ Đất trạng thái chảy ($B = 1,28 \div 1,51$): $0,038 \text{ kG/cm}^2$; $0,033 \text{ kG/cm}^2$

- Tương quan sức kháng cắt không thoát nước giữa kết quả thí nghiệm 3 trục UU và hiện trường VST cho mức độ liên hệ rất chặt ($r = \sqrt{R^2} = 0,96$) và phù hợp với các kết quả nghiên cứu khác [4, 7].

5.2. Kiến nghị

Các kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả về đặc tính biến dạng – cố kết thấm và sức kháng cắt của đất loại sét nêu trên có thể tham khảo trong tính toán, thiết kế công trình, đặc biệt công trình trên nền đất loại sét yếu. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu có thể lựa chọn giải pháp xử lý nền phù hợp.

Nghiên cứu, xác định sức kháng cắt trong điều kiện cố kết – không thoát nước (CU) và sức kháng cắt trong điều kiện cố kết – thoát nước (CD) phù hợp với điều kiện làm việc thực tế của nền đất. Đồng thời, xác định hệ số cố kết ngang của đất (C_h), hệ số thấm theo phương ngang (k_h) và phân tích lựa chọn tỷ số C_h/C_v của đất yếu phù hợp cho bài toán gia cố nền ở Đà Nẵng. Từ đó, tính toán dự báo chính xác hơn về độ lún dư của nền đất trong thời gian sử dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] ASTM Standards Book of Standards, Volume 04.08, March 2003 Soil and Rock (I): D420 - D5779.
- [2] Monika De Vos & Valerie Whenham (2000), "Innovative design methods in geotechnical engineering, Belgian Building Research Inst", European Geotechnical Thematic Network.
- [3] Karl Terzaghi, Ralph B. Peck, Gholamreza Mesri. Soil mechanics in engineering practice. Third edition.
- [4] Nguyễn Thị Nụ (2012), Đặc điểm sức kháng cắt của đất loại sét yếu amQ₂₋₃ phân bố ở các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long, *Tạp chí KHKT Mô - Địa chất*, số 42/4-2013, tr.36-43.
- [5] Dương Diệp Thuý (2012), Tương quan giữa chỉ số nền và một số chỉ tiêu vật lý của đất dính ở một vài khu vực Hà Nội, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Xây dựng*.
- [6] TCVN 4200:2012: Đất xây dựng – Phương pháp xác định tính nén lún trong phòng thí nghiệm.
- [7] Nguyễn Thị Ngọc Yên (2014), *Nghiên cứu liên hệ tương quan về độ bền kháng cắt giữa thí nghiệm nén 3 trục (UU) và cắt cánh hiện trường (VST) của các thành tạo đất yếu vùng đồng bằng ven biển Quảng Nam*, Đề tài cấp cơ sở, ĐHBK, ĐHDN.
- [8] Đơn vị phối hợp lấy mẫu thí nghiệm và thu thập số liệu: Công ty cổ phần tư vấn địa chất CT Đà Nẵng và Công ty Toàn Chính, Chi nhánh Địa vật lý miền Trung; Công ty TNHH tư vấn khảo sát xây dựng Toàn Chính, Công ty cổ phần tư vấn thiết kế giao thông công chính Đà Nẵng, Công ty cổ phần TVXD 533
- [9] Hồ sơ khảo sát ĐCCT hạng mục "tuyến đường Nguyễn Tri Phương nối dài đi đường Trần Đại Nghĩa" (nguồn: Viện quy hoạch xây dựng Đà Nẵng). Thu thập số liệu cắt cánh hiện trường.