

NGHIÊN CỨU TÍNH CỐ KẾT VÀ ĐỀ XUẤT CÁC PHƯƠNG TRÌNH TƯƠNG QUAN XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ C_c , C_s CHO ĐẤT YẾU TẠI ĐÀ NẴNG

A STUDY OF THE CONSOLIDATION CHARACTERISTIC AND PROPOSITION FOR CORRELATIONS DETERMINING INDEX C_c , C_s OF SOFT SOIL IN DA NANG

Nguyễn Thị Ngọc Yến, Trần Thị Thu Thảo

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

Tóm tắt - Bài báo trình bày kết quả nén cố kết của 15 mẫu đất sét yếu ở Đà Nẵng tại các độ sâu khác nhau cho kết quả như sau: $a_{1-2}(\text{cm}^2/\text{kG}) = 0,047 - 0,082$; $C_v \cdot 10^{-3}(\text{cm}^2/\text{s}) = 0,474 - 0,519$; $k_v \cdot 10^{-7}(\text{cm/s}) = 0,122 - 0,23$. Áp lực tiền cố kết (P_c) tăng và C_c , C_s giảm theo độ sâu. Các thông số cố kết có vai trò rất quan trọng trong tính toán thiết kế các giải pháp xử lý nền đất yếu, nhưng thí nghiệm thường mất nhiều thời gian và tốn chi phí. Do đó, nhóm tác giả đề xuất phương trình tương quan dự báo chỉ số nén (C_c) từ các chỉ tiêu vật lý (W_L , e_0 , W_0) và C_s từ W_0 , C_c dựa trên 58 dãy số liệu thí nghiệm và thu thập của đất yếu trong khu vực. Kết quả cho thấy mức độ liên hệ tương quan chặt đến rất chặt:

$$C_c = 0,0111W_0 - 0,1086 \quad \text{với} \quad r = \sqrt{R} = 0,889 \quad (\text{chặt});$$

$$C_c = 0,3393e_0 - 0,0135 \quad \text{với} \quad r = \sqrt{R} = 0,969 \quad (\text{rất chặt});$$

$$C_c = 0,008W_L + 0,0756 \quad \text{với} \quad r = \sqrt{R} = 0,895 \quad (\text{chặt});$$

$$C_s = 0,0021W_0 - 0,0515 \quad \text{với} \quad r = \sqrt{R} = 0,913 \quad (\text{rất chặt});$$

$$C_s = 0,1148C_c + 0,0013 \quad \text{với} \quad r = \sqrt{R} = 0,927 \quad (\text{rất chặt})$$

và có thể dùng cho thiết kế xử lý nền đất yếu trong giai đoạn thiết kế cơ sở, cũng như kiểm tra độ tin cậy của kết quả thí nghiệm.

Từ khóa - Chỉ số nén; giới hạn chảy; hệ số rỗng; tương quan; đất yếu tại Đà Nẵng.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, Đà Nẵng có những bước đột phá về xây dựng cơ sở hạ tầng - kỹ thuật và hiện nay đã, đang và sẽ thực thi nhiều dự án xây dựng khác nhau. Theo qui hoạch tổng thể của Đà Nẵng, nhiều tuyến đường mới của thành phố mở rộng về hướng Tây - Tây Bắc và Tây - Tây Nam đi qua những khu vực phân bố đất yếu. Do đất yếu có sức mang tải thấp nên ảnh hưởng rất lớn đến ổn định của các công trình bên trên, đặc biệt là nền đường đắp trên đất yếu. Khi tính toán thiết kế các giải pháp xử lý nền đất yếu, ngoài các chỉ tiêu cơ lý thông thường cần phải chú trọng đến đặc tính biến dạng và sức kháng cắt của đất. Trên cơ sở đó, có thể đưa ra dự báo về thời gian cố kết, độ lún từ biến, chiều cao đắp ổn định của nền đường. Mặt khác, trong công tác khảo sát địa chất công trình - địa kỹ thuật, thí nghiệm nén cố kết thường mất rất nhiều thời gian và tốn kém về chi phí. Do vậy, việc sử dụng những chỉ tiêu cơ lý có thể xác định được một cách dễ dàng để dự báo các chỉ tiêu cơ học của đất là một việc hết sức cần thiết [8, 10, 12]. Hiện nay, chỉ số nén C_c và chỉ số nở C_s được đề cập trong rất nhiều tiêu chuẩn, quy phạm của Việt Nam và thế giới như là những chỉ tiêu cơ bản nhất dùng trong tính toán lún của nền đất và nền móng công trình. Đối với đất yếu, độ ẩm tự nhiên (W_0) và hệ số rỗng tự nhiên (e_0) có ảnh hưởng rất lớn đến tính chất của đất, đặc biệt là trạng thái đất [1, 2, 3, 4]. Bên cạnh đó, rất nhiều nghiên cứu cũng cho thấy chỉ số nén của đất phụ thuộc vào độ ẩm giới hạn chảy (WL) và

Abstract - This article presents the results of consolidated compression of 15 soft soil samples in Da Nang at different depths with the following results: $a_{1-2}(\text{cm}^2/\text{kG})$ from 0,047 to 0,082; $C_v \cdot 10^{-3}(\text{cm}^2/\text{s})$ from 0,474 to 0,519; $k_v \cdot 10^{-7}(\text{cm/s})$ from 0,122 to 0,23. Pre-consolidation pressure (P_c) increases and index C_c , C_s decreases in depth. The consolidation parameters have a very important role in the calculation and design of measures to handle soft ground but experiments are usually time-consuming and expensive. Therefore, the authors proposes correlation equations predicting index C_c from the physical properties (W_L , e_0 , W_0) and C_s from W_0 , C_c based on 58 series of experimental and collected data of soft soil in the area. The results show a tight to very tight level correlation as follows:

$$C_c = 0,0111W_0 - 0,1086 \quad \text{with} \quad r = \sqrt{R} = 0,889 \quad (\text{tight});$$

$$C_c = 0,3393e_0 - 0,0135 \quad \text{with} \quad r = \sqrt{R} = 0,969 \quad (\text{very tight});$$

$$C_c = 0,008W_L + 0,0756 \quad \text{with} \quad r = \sqrt{R} = 0,895 \quad (\text{tight});$$

$$C_s = 0,0021W_0 - 0,0515 \quad \text{with} \quad r = \sqrt{R} = 0,913 \quad (\text{very tight});$$

$$C_s = 0,1148C_c + 0,0013 \quad \text{with} \quad r = \sqrt{R} = 0,927 \quad (\text{very tight})$$

and can be used for designing handling soft ground in the experiment period, as well as checking the reliability of experimental results.

Key words - Compression index; liquid limit; void ratio; correlation; soft soils in Da Nang.

độ ẩm giới hạn dẻo (WP) của đất [6, 7, 8]. Skempton (1944) thực hiện thí nghiệm nén cố kết với đất dính và tìm ra rằng độ ẩm giới hạn chảy (WL) là một yếu tố quan trọng cho tính nén lún của đất. Ông đã đưa ra được mối tương quan giữa độ ẩm giới hạn chảy và chỉ số nén $C_c = 0,007(WL - 10)$ [7]. Tuy nhiên, các chỉ tiêu cơ lý của đất còn phụ thuộc vào thành phần vật chất, cấu trúc, điều kiện hình thành và tồn tại của đất yếu trong tự nhiên, nên các mô hình do các tác giả đề xuất cho đất loại sét yếu trên thế giới không phù hợp với đất yếu ở Việt Nam nói chung và khu vực Đà Nẵng nói riêng. Trong thực tế thí nghiệm nén cố kết, rất ít khi thực hiện quá trình dỡ tải theo đúng qui trình để xác định chỉ số nở C_s của đất vì tốn nhiều thời gian (thời gian dỡ tải bằng $\frac{1}{2}$ 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. Vì vậy, nghiên cứu tính cố kết và đề xuất phương trình tương quan xác định chỉ số nén C_c từ các chỉ tiêu vật lý cơ bản dễ thí nghiệm (W_L , e_0 , W_0) và chỉ số nở C_s từ chỉ tiêu C_c , W_0 cho đất yếu ở khu vực Đà Nẵng có ý nghĩa về mặt khoa học và thực tiễn cao.

2. Sự phân bố và tính chất cơ lý của đất yếu phân bố ở Đà Nẵng

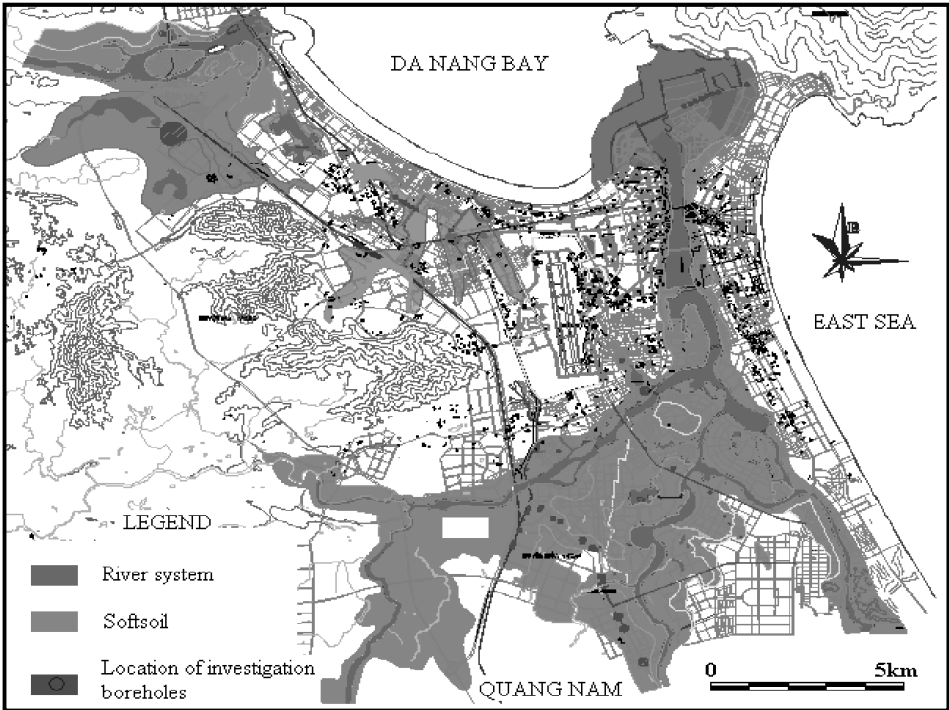
Đất yếu phân bố tại Đà Nẵng chủ yếu là đất loại sét yếu và bùn hữu cơ, ít hơn là cát bụi bão hòa nước, là những thành tạo thuộc giai đoạn đầu của quá trình hình thành đất mềm dính nên giá trị độ ẩm khá cao và thường đạt > 50 . Hệ

số rỗng lớn ($>0,9$); khối lượng thể tích khô nhiều khi rất thấp $0,8 - 0,9 \text{ g/cm}^3$. Các hạt khoáng vật cũng như vật chất lắng đọng có khả năng hấp phụ nước rất lớn. Tác dụng qua lại giữa các hạt rắn đã nảy sinh hiện tượng keo tụ. Liên kết kiến trúc giữa các hạt chủ yếu là liên kết phân tử - ion - tĩnh điện (liên kết keo nước). Độ bền liên kết cấu trúc rất thấp, khoảng vài phần trăm đến $0,1 \text{ kG/cm}^2$. Chúng là những trầm tích chưa được nén chặt và nhạy đối với sự biến đổi của kết cấu tự nhiên, có khả năng chuyển hóa xúc biến, thể hiện rõ ở hiện tượng co rút vì mất nước nên rất khó giữ được trạng thái tự nhiên ở các mẫu nguyên khối. Thời gian cần thiết cho sự ổn định lún là rất dài.

Vị trí phân bố đất yếu nêu ra trong Bảng 1, Hình 1 và tính chất cơ lý thể hiện trên Bảng 2.

Bảng 1. Vị trí phân bố đất yếu trên địa bàn Đà Nẵng

Q. Hải Châu	Tây Nam Hòa Cường; đường Bạch Đằng và khu vực Tuyên Sơn ở ven bờ Tây sông Hàn
Q. Sơn Trà	Vịnh Mân Quang, đường Trần Hưng Đạo
Q. Ngũ Hành Sơn	Dọc theo lưu vực Sông Vĩnh Điện, bờ Đông sông Hàn
Q. Liên Chiểu	Các khu đầm lầy, ao hồ khu đô thị mới Tây Bắc, khu vực phường Hòa Minh và dọc Sông Cu Đê
Q. Thanh Khê	KDC Thạc Gián – Vĩnh Trung, KDC Phần Lãng
Q. Cẩm Lệ	Phường Khuê Trung , phường Hòa Xuân, Hòa Thọ, ven hai bờ sông Cẩm Lệ
H. Hòa Vang	Xã Hòa Châu, Hòa Phước, Hòa Tiến, Hòa Nhơn, dọc hai bên hạ lưu sông Yên



Hình 1. Sơ đồ phân bố đất yếu ở thành phố Đà Nẵng

Bảng 2. Tính chất cơ lý của đất loại sét yếu ở thành phố Đà Nẵng

Chỉ tiêu cơ lý của đất	Sét pha dẻo chảy	Sét pha chảy	Cát pha chảy	Bùn sét chảy	Bùn sét pha chảy
Độ ẩm tự nhiên ($W_0, \%$)	28,47-40,74	37,39-45,05	27,83-31,58	43,52-73,90	40,80-52,02
Khối lượng thể tích tự nhiên ($\gamma_w, \text{g/cm}^3$)	1,64-1,85	1,60-1,82	1,78-1,85	1,50-1,74	1,61-1,88
Hệ số rỗng (e_0)	0,824-1,145	1,026-1,853	0,763-0,920	1,401-1,966	1,177-1,594
Độ ẩm giới hạn chảy ($W_L, \%$)	28,65-43,53	29,25-42,43	22,13-28,91	42,53-55,40	30,57-50,40
Độ ẩm giới hạn dẻo ($W_p, \%$)	17,50-25,48	18,57-27,04	15,26-22,88	22,35-32,58	18,86-29,01
Chỉ số dẻo ($I_p, \%$)	12,2-18,1	10,7-15,4	6,0-7,0	20,2-22,8	11,71-21,39
Độ sệt (B)	0,76-0,99	1,00-2,70	1,00-2,25	1,00-2,06	1,00-2,25
Hệ số nén lún ($a_{1-2} \text{cm}^2/\text{kG}$)	0,081-0,166	0,097-0,127	0,072-0,508	0,139	0,115-0,284
Lực dính kết ($C, \text{kG/cm}^2$)	0,070-0,130	0,022-0,070	0,036-0,090	0,039-0,124	0,039-0,089
Góc nội ma sát ($\varphi, \text{độ}$)	$6^{\circ}23'-10^{\circ}21'$	$3^{\circ}18'-5^{\circ}49'$	$6^{\circ}5'-15^{\circ}45'$	$3^{\circ}26'-6^{\circ}42'$	$4^{\circ}32'-13^{\circ}16'$

3. Kết quả nghiên cứu đặc tính cố kết của đất yếu trong khu vực

Từ số liệu thống kê của 173 lỗ khoan ở phía Đông của thành phố Đà Nẵng cho thấy sự xuất hiện của các loại đất như sau:

Bùn sét – bùn sét pha trạng thái dẻo chảy đến chảy bắt gặp ở 151 lỗ khoan chiếm 87,3%; độ sâu phân bố từ 0,0 – 2,07m; bề dày dao động mạnh từ 0,3m đến 19,2m.

Bùn sét – sét trạng thái dẻo chảy bắt gặp trong 13 lỗ khoan chiếm 7,5%. Độ sâu xuất hiện có sự thay đổi lớn từ

2,0 - 19,0m, bề dày dao động mạnh từ 1,3m đến 15,2m.

Bùn sét pha – cát pha trạng thái chảy có mặt trong 9 lỗ khoan chiếm 5,2%. Độ sâu phân bố từ 0,0 – 3,0m ; bề dày từ 2,3 - 5,0m.

Do bùn sét – bùn sét pha trạng thái dẻo chảy đến chảy có diện phân bố rộng nên nhóm tác giả lựa chọn để nghiên cứu. Mẫu được lấy trong các lỗ khoan ở các độ sâu khác nhau (1, 3, 5, 7, 9 m) tại các dự án ở tập trung ở đồng bằng Đà Nẵng và được thí nghiệm tại Chi nhánh Địa vật lý miền

Trung và phòng thí nghiệm Địa kỹ thuật trường Đại học Khoa học Huế. Vị trí và số lượng mẫu nghiên cứu thể hiện trong Bảng 3.

Mẫu thí nghiệm sẽ được cố kết trên thiết bị nén 1 trục. Quá trình chất tải gồm các cấp 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; kG/cm² và thời gian quan sát là 24 giờ. Quá trình dỡ tải được thực hiện ở hai cấp tải trọng liên tiếp để đo biến dạng phục hồi. Thời gian dỡ tải bằng một nửa thời gian tải chất tải trong cùng một cấp. Kết quả đặc trưng cố kết thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 3. Vị trí và số lượng mẫu nghiên cứu

STT	Công trình	Chiều sâu lấy mẫu 1m	Chiều sâu lấy mẫu 3m	Chiều sâu lấy mẫu 5m	Chiều sâu lấy mẫu 7m	Chiều sâu lấy mẫu 9m
1	Công ty Cao su Đà Nẵng	-	-	-	-	1
2	Khu đô thị Thuỷ Tú	-	-	-	-	1
3	Chung cư đường Nguyễn Tất Thành	-	-	-	-	1
4	Các tòa nhà chung cư cho các hộ gia đình có thu nhập thấp	-	-	-	1	-
5	Khách sạn Tourance	-	-	1	-	1
6	Văn phòng 68 Phan Châu Trinh	-	-	-	1	-
7	Đường Tuyên Sơn - Nguyễn Tri Phương	1	1	1	-	-
8	Cầu Đò Xu	-	-	1	-	1
9	Đường Nguyễn Tri Phương - Hoà Quý	1	1	1	-	

Bảng 4. Giá trị trung bình đặc trưng cố kết của đất yếu nghiên cứu theo các cấp áp lực nén và độ sâu mẫu

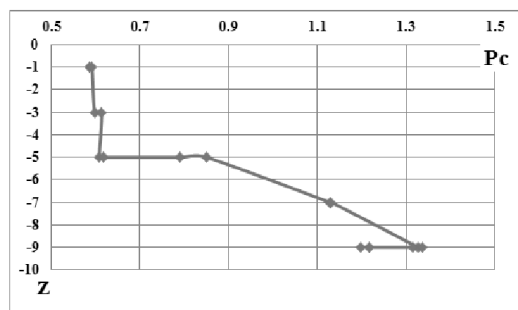
Mẫu TN	Thông số cố kết								
	Cấp áp lực	e ₀	a(cm ² /kG)	C _v *10 ⁻³ (cm ² /s)	k _v *10 ⁻⁷ (cm/s)	P _c (kG/cm ²)	C _c	C _s	C _c /C _s
Kí hiệu mẫu: UD7, UD9 (02 mẫu) (e ₀ = 0,901) Độ sâu: 1,0m	0 - 0,125	0,897	0,038	0,591	0,118				
	0,125 - 0,25	0,882	0,114	0,554	0,335				
	0,25 - 0,5	0,829	0,213	0,308	0,354				
	0,5 - 1	0,753	0,152	0,258	0,263	0,586	0,412	0,062	6,65
	1 - 2	0,671	0,082	0,482	0,230				
Kí hiệu mẫu: UD7, UD9 (02 mẫu) (e ₀ = 0,901) Độ sâu: 3,0m	0 - 0,125	0,896	0,046	0,585	0,141				
	0,125 - 0,25	0,882	0,106	0,554	0,312				
	0,25 - 0,5	0,809	0,293	0,301	0,478				
	0,5 - 1	0,733	0,152	0,253	0,258	0,598	0,387	0,059	6,56
	1 - 2	0,658	0,075	0,474	0,211				
Kí hiệu mẫu: UD5, UD7, UD8, UD9 (04 mẫu) (e ₀ = 1,16) Độ sâu: 5,0m	0 - 0,125	1,144	0,13	0,537	0,324				
	0,125 - 0,25	1,131	0,100	0,489	0,229				
	0,25 - 0,5	1,091	0,162	0,307	0,235				
	0,5 - 1	1,026	0,130	0,252	0,203	0,790	0,365	0,056	6,52
	1 - 2	0,957	0,069	0,519	0,180				
Kí hiệu mẫu : UD4, UD6 (02 mẫu) (e ₀ = 1,160) Độ sâu: 7,0m	0 - 0,125	1,090	0,562	0,470	1,242				
	0,125 - 0,25	1,066	0,190	0,459	0,420				
	0,25 - 0,5	1,030	0,143	0,262	0,182				
	0,5 - 1	0,982	0,097	0,241	0,146	1,129	0,347	0,047	7,38
	1 - 2	0,929	0,053	0,504	0,136				
Kí hiệu mẫu: M1, M2, M3, M5, M8 (05 mẫu) (e ₀ = 1,243) Độ sâu: 9,0m	0 - 0,125	1,202	0,986	0,445	2,11				
	0,125 - 0,25	1,008	0,094	0,401	0,188				
	0,25 - 0,5	0,984	0,094	0,258	0,122				
	0,5 - 1	0,950	0,069	0,257	0,111	1,327	0,331	0,042	7,88
	1 - 2	0,903	0,047	0,498	0,122				

Từ kết quả thí nghiệm 15 mẫu (Bảng 4, Hình 2) cho thấy áp lực tiền cố kết P_c của đất thay đổi đáng kể theo chiều sâu (P_c= 0,586 ở độ sâu 1m đến P_c=1,327 ở độ sâu

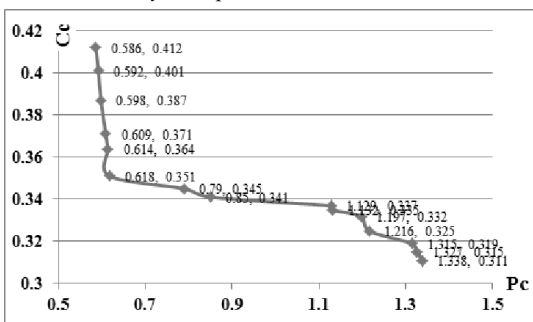
9m) là do ảnh hưởng của độ sâu đến áp lực địa tầng hữu hiệu lớn. Bên cạnh đó, chỉ số nén C_c và chỉ số nở C_s phụ thuộc vào áp lực tiền cố kết của đất và giảm dần theo độ

sâu với sự gia tăng của P_c (Hình 3a và Hình 3b). Mặt khác, sự thay đổi tỷ số $\frac{C_c}{C_s} = 6,52 \div 7,88$ là phù hợp (Theo Monika

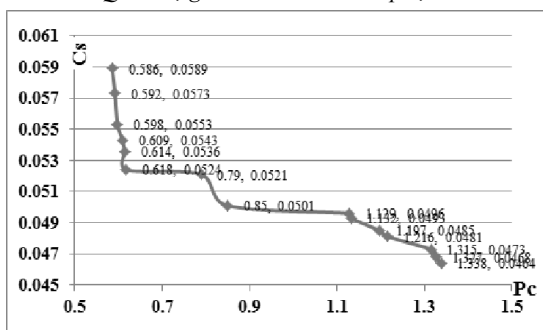
De Vos & Valerie Whenham [5], với đất sét giá trị tỷ số C_c/C_s thường bằng từ 5 đến 10).



Hình 2. Sự thay đổi áp lực tiền cố kết theo chiều sâu z



Hình 3a. Quan hệ giữa chỉ số nén với áp lực tiền cố kết



Hình 3b. Quan hệ giữa chỉ số nở với áp lực tiền cố kết

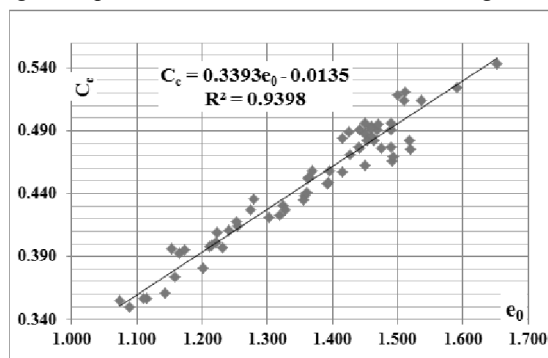
4. Đề xuất phương trình tương quan xác định chỉ số nén và chỉ số nở từ các chỉ tiêu vật lý của đất

Trên cơ sở 15 dãy số liệu thí nghiệm kết hợp với 43 dãy số liệu thu thập (58 dãy số liệu) từ các công trình trong khu vực [14a – 14f], để đánh giá độ tin cậy của dãy số liệu, nhóm tác giả tiến hành xử lý thống kê đưa ra các giá $x_{\min}$; $x_{\max}$; $\bar{x}$; σ (độ lệch chuẩn) và v (hệ số biến đổi). Kết quả trình bày ở Bảng 5.

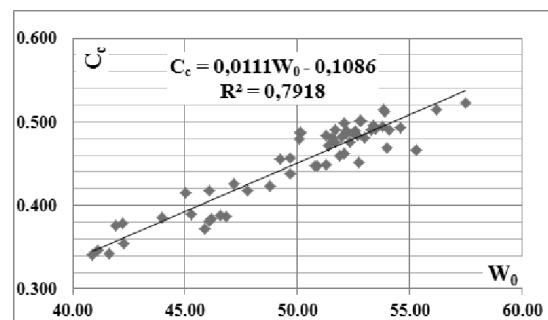
Bảng 5. Kết quả xử lý thống kê tập hợp mẫu nghiên cứu

Giá trị	C_c	C_s	W_0	W_L	e_0
N	58	58	58	58	58
$x_{\min}$	0,314	0,041	40,89	33,78	1,364
$x_{\max}$	0,523	0,063	57,48	55,35	1,653
$\bar{x}$	0,451	0,053	50,05	44,71	1,364
σ	0,050	0,006	4,09	4,67	0,143
$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100\%$	11,08	11,73	8,17	10,5	10,4

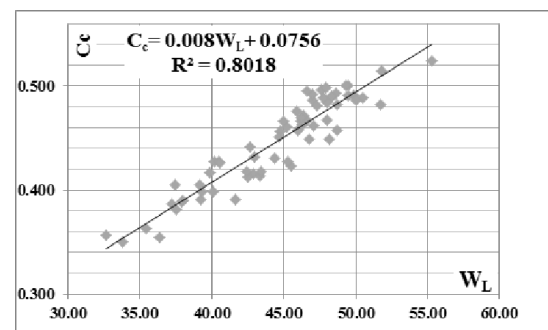
Từ dãy số liệu thống kê, nhóm tác giả đề xuất phương trình tương quan để dự báo chỉ số nén C_c và chỉ số nở C_s cho đất yếu (bùn sét - bùn sét pha dẻo chảy đến chảy) ở Đà Nẵng. Kết quả thể hiện trên Hình 4, 5, 6 và Bảng 6.



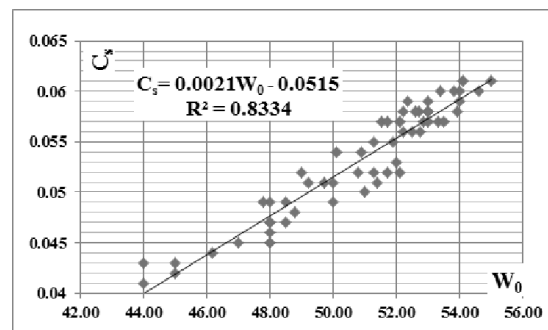
Hình 4a. Tương quan giữa C_c và e_0



Hình 4b. Tương quan giữa C_c và W_0



Hình 4c. Tương quan giữa C_c và W_L



Hình 5. Tương quan giữa C_s và W_0

Theo Kalomenxki: Mức độ phụ thuộc tương quan rất yếu khi $0 < |r| < 0.5$; Mức độ phụ thuộc tương quan yếu $0.5 < |r| < 0.7$; Liên hệ tương quan chặt $0.7 < |r| < 0.9$; Liên hệ tương quan rất chặt $0.9 < |r| < 1$.

Kết quả phương trình tương quan xác định chỉ số nền C_c từ e_0 , W_0 , W_L cho mức độ liên hệ chặt đến rất chặt như sau:

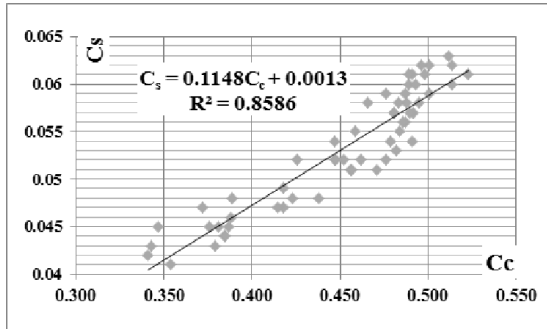
$$C_c = 0,0111W_0 - 0,1086 \text{ với } r = \sqrt{R} = 0,889 \text{ (chặt)} \quad (1).$$

$$C_c = 0,3393e_0 - 0,0135 \text{ với } r = \sqrt{R} = 0,969 \text{ (rất chặt)} \quad (2).$$

$$C_c = 0,008W_L + 0,0756 \text{ với } r = \sqrt{R} = 0,895 \text{ (chặt)} \quad (3).$$

$$C_s = 0,0021W_0 - 0,0515 \text{ với } r = \sqrt{R} = 0,913 \text{ (rất chặt)} \quad (4).$$

$$C_s = 0,1148C_c + 0,0013 \text{ với } r = \sqrt{R} = 0,927 \text{ (rất chặt)} \quad (5).$$



Hình 6. Tương quan giữa C_s và C_c

Bảng 6. So sánh với phương trình đề xuất của các tác giả khác

Loại đất	Hàm dự báo	R^2	Tương quan, r
Đất nghiên cứu	$C_c = 0,0111W_0 - 0,1086$ (1)	0,7918	0,889
	$C_c = 0,3393e_0 - 0,0135$ (2)	0,9398	0,969
	$C_c = 0,008W_L + 0,0756$ (3)	0,8018	0,895
	$C_s = 0,0021W_0 - 0,0515$ (4)	0,8334	0,913
	$C_s = 0,1148C_c + 0,0013$ (5)	0,8586	0,927
Đất dính Thái Nguyên [11]	$C_c = 0,015W_L - 0,298$	0,61	0,781
	$C_c = 0,462e_0 - 0,2$	0,87	0,933
	$C_c = 0,0109W_0 - 0,163$	0,85	0,922
Đất yếu khu vực Hà Nội [13]	$C_c = 0,017W_L - 0,321$	0,62	0,787
	$C_c = 0,4599e_0 - 0,2177$	0,8654	0,93
	$C_c = 0,0115W_0 - 0,1558$	0,863	0,93

5. Kết luận và kiến nghị

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

- Đất yếu phân bố ở Đà Nẵng bao gồm sét pha trạng thái dẻo chảy đến chảy, cát pha trạng thái chảy và bùn sét - bùn sét pha trạng thái dẻo chảy đến chảy bất gặp nhiều nhất trong xây dựng.

- Thí nghiệm nén cố kết của 15 mẫu đất bùn sét - bùn sét pha trạng thái dẻo chảy đến chảy ở các độ sâu khác nhau (1, 3, 5, 7, 9 m) cho kết quả như sau: $\alpha_{1-2} = 0,047 \div 0,082$ (cm²/kG); $C_v \cdot 10^{-3} = 0,474 \div 0,519$ (cm²/s); $K_v \cdot 10^{-7} = 0,122 \div 0,23$ (cm/s); P_c (kG/cm²) tăng theo độ sâu và ngược lại chỉ số C_c , C_s giảm theo độ sâu.

- Các thông số C_c , C_s , P_c xác định từ thí nghiệm nén cố kết có vai trò rất quan trọng trong tính toán thiết kế các giải pháp xử lý nền đất yếu, tuy nhiên thí nghiệm thường mất

rất nhiều thời gian (7 - 10 ngày) và tốn kém chi phí. Do vậy, nhóm tác giả sử dụng phương pháp hồi quy đơn biến để xác định liên hệ tương quan chỉ số nền C_c từ e_0 , W_0 , W_L ; C_s từ W_0 và C_s từ C_c của đất nghiên cứu. Kết quả cho mức độ liên hệ tương quan từ chặt đến rất chặt. Vì vậy, nhóm tác giả kiến nghị có thể sử dụng các hàm tương quan trên để dự báo các chỉ số C_c , C_s từ các chỉ tiêu vật lý cho thiết kế xử lý nền đất yếu ở giai đoạn thiết kế cơ sở cũng như kiểm tra mức độ tin cậy của kết quả thí nghiệm.

- Bên cạnh các thông số C_v , C_c , C_s , P_c , thì hệ số cố kết ngang C_h cũng đóng vai trò rất quan trọng trong tính toán dự báo độ lún của nền đất. Do vậy, cần nghiên cứu xác định hệ số cố kết ngang của đất (C_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] Azzouz, A at el (1976), *Regression Analysis of Soil Compressibility*, Soils Found, Tokyo, Vol 16, No. 2, pp.19-29.
- [2] Bowles JE (1989), *Physical and geotechnical properties of soils*, McGraw-Hill Book Company, NewYork.
- [3] Cozzolino VM (1961), "Statistical forecasting of compression index", In: Proceedings of the 5th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering Paris 1:51-53.
- [4] Moh, Chin, Lin & Woo (1989), "Engineering correlation for soil deposits in Taipei", Journal of Chinese Inst of Engineers. Vol.12, No3, pp.273-283.
- [5] Monika De Vos & Valerie Whenham (2000), "Innovative design methods in geotechnical engineering, Belgian Building Research Inst", European Geotechnical Thematic Network.
- [6] Shouka, H. (1964), *Relationship of compression index and liquid limit of alluvial clay*, International Proceedings of the 19th Japan Civil Engineering Conference, Japanese Society of Civil Engineers, 4 : 40.1 - 40.2.
- [7] Skempton A.W. (1944), *Notes on the compressibility of clays*, Quarterly Journal of Geological Society of London, Vol. 100, pp.119-135.
- [8] Sowers G. B. (1970), *Introductory soil mechanics and foundations*, 3rd Wroth CP.
- [9] Terzaghi, K. and Peck, R. B. (1967). *Soil Mechanics in Engineering Practice*, 2nd ed., Wiley, NewYork.
- [10] Tsuchida, T. Kobayashi, M and Mizukami, J.(1991), *Effect of aging of marine clay and its duplication by high temperature consolidation*, Soil and Foundation, Vol.31, No4, pp.133-147.
- [11] Hàn Thị Thuý Hằng (2014), "Xác định hàm tương quan dự báo chỉ số nền lún từ một số chỉ tiêu cơ lý của đất dính khu vực Thái Nguyên", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, Tập 2, số 08, 2014.
- [12] Võ Phán và nnk (2004), "Thiết lập tương quan giữa chỉ số SPT(N) ở hiện trường và cường độ đất nền dựa vào kết quả thí nghiệm trong phòng", *Tuyển tập kết quả nghiên cứu khoa học và công nghệ 2004*, VKHTLMN, NXB NN, pp 569 -575.
- [13] 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", TCKHCNXD
- [14] Các báo cáo khảo sát ĐCCT - ĐKT ở Đà Nẵng: *Báo cáo khảo sát ĐCCT dự án đường cao tốc Đà Nẵng - Quảng Ngãi đoạn qua tỉnh Quảng Nam, năm 2012 (14a). Hồ sơ khảo sát địa chất công trình: Dự án đầu tư xây dựng mới cầu Nguyễn Văn Trỗi - Trần Thị Lý (7/2010). (nguồn: Công ty CPTVTN CTGTI). (14b). Hồ sơ khảo sát ĐCCT hạng mục "tuyến đường Nguyễn Tri Phương nối dài đi đường Trần Đại Nghĩa" (nguồn: Viện QHXD Đà Nẵng). (14c). Hồ sơ khảo sát ĐCCT "Tuyến đường nối ngã tư cầu Tuyền Sơn - Đường Nguyễn Tri Phương nối dài. (nguồn: Ban QLDA GTCC). (14d). Hồ sơ khảo sát ĐCCT dự án: Cải tạo nâng cấp QLI A, đoạn Hòa Cầm - Cầu Đỏ (Km933-Km935) (nguồn: Công ty QL & KT đất Đà Nẵng). (14e). Hồ sơ khảo sát ĐCCT dự án "Dự án đầu tư CSHT ưu tiên TP Đà Nẵng" (nguồn : Ban QLDA GTCC), (14f)*