

XÂY DỰNG LIÊN HỆ TƯƠNG QUAN VỀ ĐỘ BỀN KHÁNG CẮT GIỮA THÍ NGHIỆM NÉN 3 TRỤC (UU) VÀ CẮT CÁNH HIỆN TRƯỜNG (VST) CỦA 02 LOẠI ĐẤT YẾU TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

CONSTRUCTION ON SHEAR STRENGTH RELATIONSHIPS BETWEEN TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH UNCONSOLIDATED UNDRAINED (UU) AND VANE SHEAR TEST (VST) FOR SOFT SOIL IN DANANG

Nguyễn Thị Ngọc Yến

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

Tóm tắt: Trong tính toán thiết kế nền đường trên đất yếu, thì các thông số về độ bền kháng cắt (Shear Strength) như: lực dính kết (Cohesion) và góc nội ma sát (Internal friction Angle) là rất quan trọng nhưng lại rất khó xác định chính xác. Muốn xác định độ bền của đất yếu một cách chính xác phải thí nghiệm nén 3 trục theo các sơ đồ khác nhau kết hợp với thí nghiệm hiện trường VST. Thế nhưng, công tác thí nghiệm UU và VST của các loại đất yếu trên địa bàn thành phố Đà Nẵng cho đến nay không đồng bộ. Bài báo này trình bày 02 quả nghiên cứu và kiểm nghiệm nhằm đánh giá mức độ tương quan khả năng ứng dụng các phương trình trong tính toán các chỉ tiêu kháng cắt của đất yếu phục vụ thiết kế, xử lý nền đất yếu trên địa bàn nghiên cứu.

Từ khóa: Độ bền kháng cắt; đất yếu; cắt cánh hiện trường (VST); nén 3 trục (UU); liên hệ tương quan

1. Đặt vấn đề

Theo quy hoạch tổng thể của thành phố, không gian đô thị được mở rộng về hướng Tây – Tây Bắc và hướng Tây – Tây Nam. Vì vậy, nhiều tuyến đường mới của thành phố đi qua những khu vực có cấu trúc địa chất phức tạp, đặc biệt là các thành tạo đất yếu đã làm giảm độ ổn định của các công trình bên trên.

Trong tính toán thiết kế nền đường trên đất yếu, thì các thông số về độ bền kháng cắt (Shear Strength) như: lực dính kết (Cohesion) và góc nội ma sát (Internal friction Angle) là rất cần thiết nhưng thường rất khó xác định chính xác. Đối với đất yếu, rất khó thực hiện được các thí nghiệm xác định sức chống cắt của đất trên các thiết bị cắt đất trực tiếp (thí nghiệm cắt phẳng DST) nên kết quả thường có mức độ tin cậy rất thấp. Vì vậy, muốn xác định độ bền của đất yếu một cách chính xác phải thí nghiệm nén 3 trục theo các sơ đồ khác nhau kết hợp với các thí nghiệm hiện trường VST (Vane Shear Test), CPT (Cone Penetration Test),...Hiện nay, đất yếu trên địa bàn Đà Nẵng là đối tượng được nhiều tác giả quan tâm nghiên cứu [2,3], các nghiên cứu về độ bền kháng cắt chủ yếu được thực hiện trong phòng [2,3]. Tuy nhiên, 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. Quan sát tình hình khảo sát và thí nghiệm thực tế tại nhiều đơn vị khảo sát hiện nay trên địa bàn Thành phố Đà Nẵng cho thấy, phần lớn mẫu thí nghiệm không bảo đảm điều kiện nguyên dạng, khi mẫu bị phá hoại thì các thông số lực học bị giảm. Xu thế trên thế giới hiện nay là tăng cường các thí nghiệm hiện trường để vừa rút ngắn thời gian khảo sát vừa có thể xác định các thông số kỹ thuật của đất ở môi trường tự nhiên

Abstract: Shear strength, cohesion and the internal friction angle are very important parameters in calculating and designing the embankment constructed on soft ground, but it is very difficult to determine them. In order to exactly determine the shear strength of soft soil, it is necessary to combine UU test with different models and the in-situ VST. However, experimental work on the Triaxial Compression Test with Unconsolidated Undrained (UU) and the Vane Shear Test (VST) for Soft Soil in Danang so far has not been synchronized. This paper presents two findings and confirmation to evaluate coefficient of determination and shows the ability to use the equations for calculation indicators of soil strength mechanical applied for designing and dealing with soft soil in the studied area.

Key words: Shear Strength; soft soil; Vane Shear Test (VST); Unconsolidated Undrained (UU); relationship

của nó. Do vậy, trên cơ sở kế thừa có chọn lọc các kết quả nghiên cứu, khảo sát đã có [1a, 1b, 1c, 1d, 2, 3], tác giả thành lập phương trình và đánh giá mức độ liên hệ tương quan về độ bền kháng cắt (C) giữa thí nghiệm trong phòng UU và cắt cánh hiện trường VST của 2 loại đất yếu phổ biến trong khu vực.

2. Giải quyết vấn đề

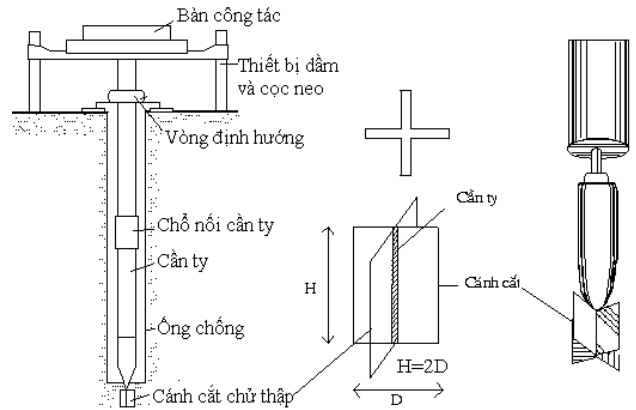
2.1. 2.1. Phương pháp giải quyết vấn đề

Ở khu vực Đà Nẵng thành tạo đất sét, sét pha màu xám xanh đen lẫn ít vỏ sò trạng thái dẻo chảy là thành tạo đặc trưng và phổ biến. Do vậy, trong bài báo này tác giả sử dụng tổ hợp thí nghiệm cắt cánh hiện trường VST và thí nghiệm nén ba trục sơ đồ U-U để xác định độ bền kháng cắt đất yếu nói trên. Các thành tạo đất sét - sét pha màu xám xanh đen, trạng thái dẻo chảy duy nhất có nguồn sông - biển đầm lầy tuổi Holocen giữa - muộn ($ambQ_2^{2-3}$). Trầm tích này có màu xám xanh đen, thường lẫn ít vỏ sò rất đặc trưng và dễ nhận biết. Bề dày trung bình khoảng 15 - 20m, chiều sâu phân bố mác lớp 7 - 10m, chiều sâu phân bố đáy lớp trên dưới 25m. Phần trên bị phủ bởi thành tạo đất rời (cát bụi, cát mịn - trung) và phần dưới được lót đáy bởi thành tạo đất loại sét, trạng thái dẻo cứng - cứng. Chúng phân bố ở các vị trí ruộng trũng, đầm lầy ao hồ, bãi bồi ven sông, vịnh biển. [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	đọc 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	khu dân cư Thạch Gián – Vĩnh Trung, khu dân cư 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 thí nghiệm cắt cánh và các thiết bị

2.2. Cơ sở thí nghiệm cắt cánh hiện trường và thí nghiệm nén 3 trục sơ đồ U-U

2.2.1. Thí nghiệm cắt cánh hiện trường

Thí nghiệm VST được tiến hành theo tiêu chuẩn TCXD 112-1984, Thiết bị thí nghiệm là máy CNS – PANELL của hãng Solitest – USA.

Thí nghiệm VST được tiến hành tại hiện trường sẽ cho ra kết quả trực tiếp Momen quay của cánh cắt theo các điểm cắt nghĩa là theo độ sâu gần như tương ứng với độ sâu lấy mẫu ba trục. Thông qua bộ cần ty gắn kết với cánh cắt, người ta ấn cánh cắt sâu vào trong đất đến độ sâu cần thí nghiệm, sau đó dùng tay quay vòng hộp và bàn công tác để tạo momen xoắn tăng dần và truyền xuống cánh cắt cho tới khi đất bị phá huỷ cắt và ghi momen cắt lớn nhất M_{smax} . Tính toán công thức dẫn xuất từ Momen quay ra lực dính kết của đất trạng thái tự nhiên hay chính là độ bền kháng cắt của đất. [3]

$$T_u \sim C_u = \frac{M_s}{\frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{(D+3H)}{3}} = \frac{M_s}{K} (kg / cm^2) \quad (1)$$

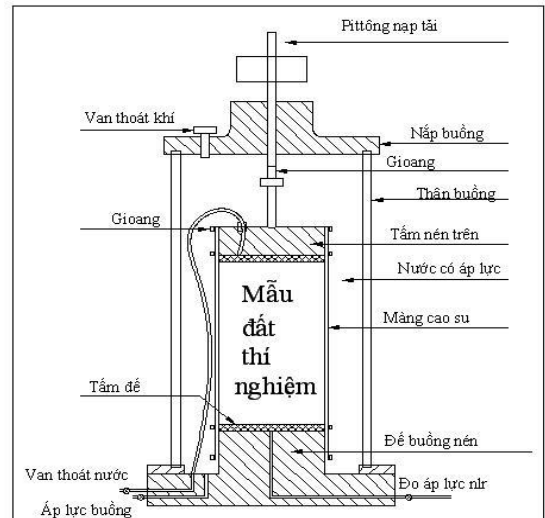
$$C_{u \max} = \frac{M_{s \max}}{K} \quad (2a)$$

$$C_{u \min} = \frac{M_{s \min}}{K} \quad (2b)$$

Trong đó: M_s là momen xoắn (kG.cm)
 K là hệ số cánh cắt (cm^3)

2.2.2. Thí nghiệm nén 3 trục theo sơ đồ UU

Thí nghiệm được tiến hành theo tiêu chuẩn BS 1377 : 1990. Thiết bị thí nghiệm là máy TSZ30 – 2.0. Thí nghiệm được thực hiện trên một mẫu hình trụ có tỷ số giữa đường kính mẫu và chiều cao là 1/2, thường là 76 : 38mm và 50 : 100mm.



Hình 2. Sơ đồ thiết bị nén ba trục

3. Các kết quả đạt được

3.1. Cơ sở xác lập hàm tương quan

Hàm tương quan xác lập giữa thí nghiệm VST với thí nghiệm UU sẽ có dạng $C_u = f(C_{uu})$. Trong đó C_u là giá trị độ bền kháng cắt của thí nghiệm VST và C_{uu} là giá trị độ bền của thí nghiệm UU.

Số liệu thu thập tổng cộng có 120 điểm cắt cánh và 120 mẫu ba trục của 5 công trình: Dự án đầu tư cơ sở hạ tầng ưu tiên thành phố Đà Nẵng - hạng mục tuyến đường Nguyễn Tri Phương nối dài đi đường Trần Đại Nghĩa; Khu chung cư đường Nguyễn Tất Thành; Cao ốc văn phòng cho thuê 68 Phan Chu Trinh; Đường dẫn vào cầu Đà Xu; Đường nối cầu Tuyên Sơn – Nguyễn Tri Phương nối dài. [1(a-e)].

Giá trị C_u (VST) được biểu diễn trên trục tung đồ thị và giá trị C_{uu} (UU) sẽ được biểu diễn trên trục hoành của đồ thị tương quan.

Các giá trị Cu và C_{uu} được thống kê dựa vào độ sâu của từng hồ khoan của từng công trình, có đặc điểm là sau khi thí nghiệm cắt cánh VST mẫu UU sẽ được lấy tiếp ngay độ sâu đã cắt cánh và đương nhiên công tác thổi rửa sạch đúng độ sâu là không thể thiếu đảm bảo mẫu lấy được nguyên dạng, đúng quy trình quy phạm của công tác lấy mẫu.

Ứng dụng phần mềm Microsoft Office Excel để đưa các giá trị điểm lên biểu đồ sẽ cho ra hàm tương quan [4].

3.2. Đánh giá mức độ liên hệ tương quan hồi quy

Để xác định mức độ liên hệ tương quan của các phương trình tương quan dạng tuyến tính, người ta dùng hệ số tương quan r theo công thức 1. [3].

Với a: hệ số góc phương trình đường thẳng

σ_x, σ_y : độ lệch quân phương của biến số x và hàm số y

x_{0i}, y_{0i} : giá trị của biến số x và hàm số y ứng với các lớp

N: số lớp hay số lượng số liệu đưa vào lập phương trình

$$r = a \frac{\sigma_x}{\sigma_y} = a \frac{\sqrt{\frac{\sum x_{0i}^2}{N} - \left(\frac{\sum x_0}{N}\right)^2}}{\sqrt{\frac{\sum y_{0i}^2}{N} - \left(\frac{\sum y_{0i}}{N}\right)^2}} \quad (3)$$

Để xác định mức độ liên hệ tương quan của các phương trình tương quan dạng phi tuyến tính, người ta dùng tỷ số tương quan η theo công thức 2. [3].

$$\eta = \sqrt{1 - \frac{\sum (y_{0i} - y_x)^2}{\sum (y_{0i} - \bar{y})^2}} \quad (4)$$

Với y_{0i} : giá trị hàm số ứng với các lớp

y_x : giá trị hàm số với các giá trị biến số x

\bar{y} : giá trị bình phương của hàm số và được tính theo công thức 3. [3].

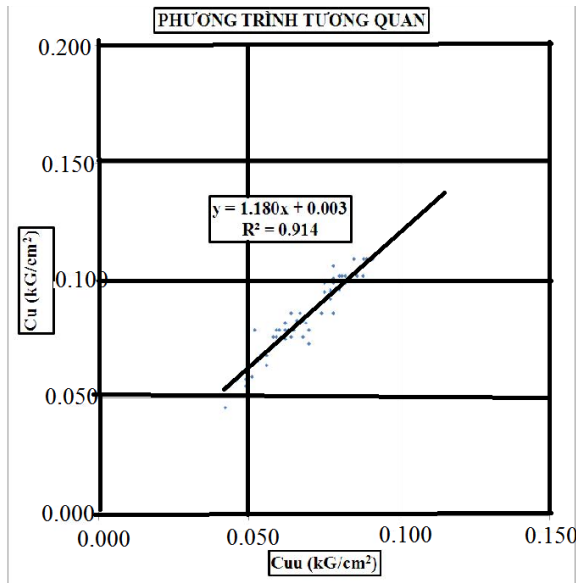
$$\bar{y} = \frac{\sum y_{0i}}{m} \text{ hoặc } \frac{\sum y_i}{N} \quad (5)$$

Theo Kalomenxki, mức độ phụ thuộc tương quan giữa các đại lượng ngẫu nhiên nghiên cứu được đánh giá qua giá trị tuyệt đối của hệ số tương quan như sau: 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 $0.9 < |r| < 1$

3.3. Kết quả nghiên cứu đối thành tạo sét màu xám xanh đen trạng thái dẻo chảy:

Thành tạo sét màu xám xanh đen trạng thái dẻo chảy thu thập được bao gồm 63 điểm cắt cánh tại các công trình “Dự án đầu tư cơ sở hạ tầng ưu tiên thành phố Đà Nẵng” hạng mục “tuyến đường Nguyễn Tri Phương nối

đài đi đường Trần Đại Nghĩa” địa điểm phường Hòa Xuân có 40 mẫu thu thập. (bảng 2)



Hình 3. Phương trình tương quan giữa độ bền kháng cắt thí nghiệm VST và UU đối với đất sét màu xám xanh đen trạng thái dẻo chảy.

Trong đó: Cu là giá trị độ bền kháng cắt của thí nghiệm VST.

C_{uu} là giá trị độ bền của thí nghiệm UU.

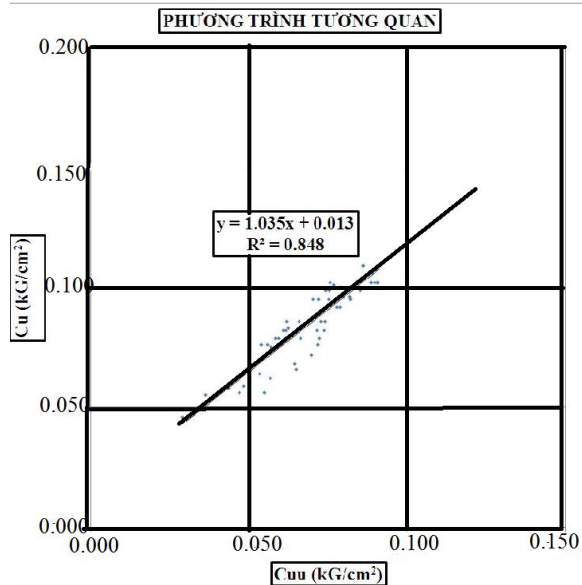
Bảng 2. Một số chỉ tiêu cơ lý của đất [1(a – e)]

Chỉ tiêu cơ lý	Sét màu xám xanh đen trạng thái dẻo chảy	Sét pha màu xám xanh đen trạng thái dẻo chảy
Độ ẩm tự nhiên W%	49,03	32,66
Khối lượng thể tích tự nhiên gw, g/cm ³	1,70	1,77
Tỷ trọng Δ, g/cm ³	2,67	2,70
Độ rỗng n %	56,13	49,66
Hệ số rỗng, e	1,37	1,03
Giới hạn chảy W _L , %	53,35	34,96
Giới hạn dẻo W _d , %	30,41	20,27
Chỉ số dẻo I _p , %	22,94	14,26
Độ sét B	0,81	0,87
Độ bão hòa G	95,25	85,86

3.4. Kết quả nghiên cứu đối với thành tạo sét pha màu xám xanh đen trạng thái dẻo chảy:

Thành tạo sét pha màu xám xanh đen trạng thái dẻo chảy thu thập được bao gồm 57 điểm cắt cánh của các công trình: Dự án đầu tư cơ sở hạ tầng ưu tiên thành phố Đà Nẵng” hạng mục “tuyến đường Nguyễn Tri Phương

nổi dài đi đường Trần Đại Nghĩa” địa điểm phường Hòa Xuân có 30 mẫu thu thập. (bảng 3)



Hình 4. Phương trình tương quan giữa độ bền kháng cắt thí nghiệm VST và UU đối với đất sét pha màu xám xanh đen trạng thái dẻo chảy.

Trong đó: Cu là giá trị độ bền kháng cắt của thí nghiệm VST.

Cuu là giá trị độ bền của thí nghiệm UU.

3.5. Đánh giá mức độ liên hệ tương quan

Căn cứ vào công thức (1) ở trên hoặc/và sử dụng phần mềm Microsoft Excel tính được mức độ tương quan $r = \sqrt{R^2}$. Kết hợp mục 3.2 để đánh giá mức độ liên hệ tương quan, kết quả tính toán và đánh giá như sau:

- Đất sét màu xám xanh đen, trạng thái dẻo chảy có $R^2 = 0.914 \Rightarrow |r| = 0.956$ thuộc mức tương quan rất

chặt, đáng tin cậy.

- Đất sét pha màu xám xanh đen, trạng thái dẻo chảy có $R^2 = 0.848 \Rightarrow |r| = 0.921$ thuộc mức tương quan rất chặt, đáng tin cậy.

Qua các phương trình đã lập được ở trên cho thấy hệ số tương quan $0.9 < |R| < 1.0$ nên mức độ phụ thuộc chặt và có thể tin cậy được (theo Kalomenxki). Tuy nhiên, giá trị $Cu > Cuu$ nghĩa là thí nghiệm cắt cánh hiện trường VST cho kết quả về độ bền kháng cắt cao hơn thí nghiệm nén 3 trục theo sơ đồ UU. Bởi vì đất được cắt ở trạng thái tự nhiên, nghĩa là để thẳng được độ bền kháng cắt của đất thì momen quay của cánh cắt tác dụng phải thẳng được độ bền liên kết kiến trúc giữa các hạt đất và áp lực nước lỗ rỗng vì thế mà giá trị VST cao.

4. Kết luận

- Kết quả nghiên cứu liên hệ tương quan về độ bền kháng cắt giữa thí nghiệm nén 3 trục UU trong phòng và thí nghiệm hiện trường VST của đất sét – sét pha cho mức độ liên hệ tương quan rất chặt nên có thể áp dụng trong tính toán thiết kế liên quan đến sức kháng cắt của đất.

Việc sử dụng hàm tương quan phục vụ công tác chính lý số liệu trong phòng đối với thành tạo đất yếu này sẽ giảm bớt chi phí cho thí nghiệm UU đồng thời sẽ cân bằng được giữa yếu tố kỹ thuật và kinh tế

Việc xác định chiều sâu, thể nằm, cũng như bề dày thành tạo đất yếu đòi hỏi những tham số kỹ thuật hết sức quan trọng phục vụ cho công tác xử lý đất nền trước khi đưa vào thi công. Do đó phương trình lập được ở trên sẽ là công cụ đắc lực hỗ trợ cho các nhà kỹ thuật để có thể cung cấp các thông tin địa chất công trình phục vụ tính toán sức chịu tải và ổn định của nền đắp trên đất yếu ở địa bàn Đà Nẵng.

Bảng 2. Bảng tổng hợp giá trị Cu và Cuu đối với thành tạo sét màu xám xanh đen trạng thái dẻo chảy [nguồn: 1(a-e)]

ST T	LK	Độ sâu	Cu (VST)	Cuu (UU)	STT	LK	Độ sâu	Cu (VST)	Cuu (UU)
		(m)	(kG/cm ²)	(kG/cm ²)			(m)	(kG/cm ²)	(kG/cm ²)
1	NTPER-8	4.8	0.102	0.088	33	NTPER-9R	7.0	0.082	0.062
2		6.8	0.096	0.077	34		9.0	0.109	0.091
3		8.8	0.100	0.085	35		11.0	0.046	0.042
4		10.8	0.102	0.080	36		13.0	0.062	0.049
5		12.8	0.095	0.078	37	NTPER-11	10.2	0.082	0.062
6		14.8	0.095	0.075	38		12.2	0.059	0.051
7		16.8	0.075	0.062	39		14.2	0.092	0.077
8	NTPER-8L	6.2	0.083	0.068	40	16.2	0.086	0.064	
9		8.2	0.079	0.062	41	NTT1	7.4	0.102	0.086
10		10.2	0.086	0.074	42		9.4	0.099	0.075
11		12.2	0.079	0.060	43		11.4	0.076	0.059

12		14.2	0.095	0.077	44		13.4	0.079	0.070	
13		16.2	0.102	0.082	45		NTT4	5.0	0.099	0.082
14		18.2	0.101	0.078	46			7.0	0.109	0.089
15	NTPER-8R	5.0	0.068	0.056	47	9.0		0.079	0.064	
16		7.0	0.073	0.070	48	11.0	0.096	0.080		
17		9.0	0.092	0.075	49	13.0	0.086	0.067		
18		11.0	0.083	0.066	50	LK3	6.0	0.109	0.088	
19		13.0	0.079	0.065	51		8.0	0.082	0.066	
20		15.0	0.099	0.078	52		10.0	0.076	0.068	
21	17.0	0.079	0.063	53	12.0		0.056	0.044		
22	NTPER-9	8	0.095	0.078	54	LK5	14.0	0.064	0.056	
23		10	0.096	0.077	55		16.0	0.082	0.069	
24		12	0.055	0.049	56		LK5	6.4	0.058	0.049
25		14	0.066	0.053	57			8.4	0.086	0.078
26		16	0.058	0.046	58			10.4	0.079	0.052
27		18	0.072	0.058	59			12.4	0.076	0.064
28	NTPER-9L	7.6	0.109	0.085	60	14.4		0.068	0.054	
29		9.6	0.106	0.078	61	16.4		0.076	0.058	
30		11.6	0.102	0.081	62	18.4	0.079	0.059		
31		13.6	0.076	0.061	63	20.4	0.099	0.082		
32		15.6	0.056	0.044						

Bảng 3. Bảng tổng hợp giá trị Cu và Cuu đối với thành tạo sét pha màu xám xanh đen trạng thái dẻo chảy
[nguồn: 1(a-e)]

ST T	LK	Độ sâu	Cu (VST)	Cuu (UU)	STT	LK	Độ sâu	Cu (VST)	Cuu (UU)
		m	kG/cm ²	kG/cm ²			(m)	(kG/cm ²)	(kG/cm ²)
1	NTPER-3	6.0	0.096	0.082	30	NTPER-15R	14.0	0.046	0.029
2		8.0	0.100	0.079	31	DX3	8.0	0.062	0.057
3		12.0	0.102	0.084	32		12.0	0.082	0.062
4		14.0	0.075	0.057	33		14.0	0.082	0.074
5		16.0	0.095	0.082	34		16.0	0.102	0.076
6	NTPER-3L	6.2	0.095	0.072	35		18.0	0.059	0.048
7		8.2	0.102	0.090	36	DX4	7.8	0.086	0.066
8		10.2	0.079	0.061	37		9.8	0.092	0.079
9		12.2	0.079	0.072	38		11.8	0.099	0.075
10		14.2	0.083	0.062	39		13.8	0.102	0.091
11	NTPER-3R	5.6	0.086	0.074	40		15.8	0.076	0.054
12		7.6	0.095	0.070	41	DX5	8.4	0.079	0.066
13		8.6	0.102	0.089	42		10.4	0.079	0.059
14		10.6	0.101	0.077	43		12.4	0.099	0.085
15		12.6	0.068	0.064	44		14.4	0.109	0.086

16	NTPER-15	5.0	0.073	0.056	45	LK4	16.4	0.106	0.089
17		7.0	0.092	0.078	46		6.5	0.109	0.091
18		9.0	0.083	0.065	47		8.5	0.056	0.055
19		11.0	0.079	0.066	48		10.5	0.076	0.056
20		13.0	0.099	0.074	49		12.5	0.082	0.072
21	NTPER-15L	5.6	0.079	0.058	50	LK5	7.0	0.086	0.062
22		7.6	0.095	0.075	51		9.0	0.096	0.080
23		9.6	0.096	0.082	52		11.0	0.109	0.086
24		11.6	0.055	0.036	53		13.0	0.064	0.053
25		13.6	0.056	0.047	54		5.6	0.082	0.061
26	NTPER-15R	6.0	0.058	0.042	55	LK6	7.6	0.109	0.091
27		8.0	0.066	0.065	56		9.6	0.058	0.043
28		10.0	0.072	0.070	57		11.6	0.086	0.073
29		12.0	0.076	0.072					

Tài liệu tham khảo

- [1] Các kết quả nghiên cứu khảo sát ĐCCT thu thập từ các công ty tư vấn xây dựng trên địa bàn thành phố Đà Nẵng.
- [2] 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 cổ phần tư vấn thí nghiệm CTGT1). (1a)
- [3] 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). (1b)
- [4] Hồ sơ khảo sát ĐCCT “Tuyến đường nối ngã tư cầu Tuyên Sơn-Đường Nguyễn Tri Phương nối dài. (nguồn: Ban QLDA Giao thông công chính). (1c)
- [5] Hồ sơ khảo sát ĐCCT dự án : Cải tạo nâng cấp QL1 A, đoạn Hòa Cầm - Cầu Đò (Km933-Km935) (nguồn: Công ty QL & KT đất Đà Nẵng). (1d)
- [6] Hồ sơ khảo sát ĐCCT dự án “Dự án đầu tư cơ sở hạ tầng ưu tiên thành phố Đà Nẵng” (nguồn : Ban QLDA Giao thông công chính). (1e)
- [7] Bùi Hồng Trung, *Nghiên cứu và lựa chọn các giải pháp xử lý đất yếu dưới nền đắp trong điều kiện địa chất thành phố Đà Nẵng*, Sở GTVT thành phố Đà Nẵng, 2006.
- [8] Nguyễn Thu Hà, *Nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ đắp gia tải đến biến dạng và khả năng chịu tải của nền đường đắp trên đất yếu trong khu vực thành phố Đà Nẵng*, Đề tài khoa học cấp trường ĐHBKĐN năm 2013.
- [9] Đỗ Quang Thiên, Nguyễn Thanh, Trần Thanh Nhân, *Giáo trình Các phương pháp nghiên cứu và khảo sát Địa chất công trình phục vụ xây dựng*, NXB ĐHH, năm 2010.

(BBT nhận bài: 16/01/2014, phản biện xong: 30/03/2014)