

NGHIÊN CỨU ƯỚC LƯỢNG S_u THEO KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM SPT PHỤC VỤ TÍNH TOÁN SỨC CHỊU TẢI CỌC

RESEARCH ON ESTIMATION OF S_u FROM SPT RESULTS FOR CALCULATING THE PILE BEARING CAPACITY

Đỗ Thanh Tùng, Nguyễn Thành Đạt

Khoa Kỹ thuật xây dựng

Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh

Tóm tắt: Bài báo trình bày về vấn đề nghiên cứu đánh giá, tính toán và ước lượng sức kháng cắt không thoát nước (Undrained shear strength - S_u) của đất loại sét tại khu vực địa bàn tỉnh Sóc Trăng từ các kết quả của thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (Standard Penetration Test - SPT), và áp dụng vào việc tính toán sức chịu tải trọng nén cực hạn dọc trục của cọc đúc sẵn tiết diện vuông theo các tiêu chuẩn hiện hành TCVN 10304-2014 và TCVN 11823-2017. Đồng thời kết quả tính toán sức chịu tải cọc được kết hợp so sánh, đối chiếu với kết quả thí nghiệm thử tải tĩnh cọc tại hiện trường. Quá trình tính toán và so sánh được áp dụng cho một số công trình như cầu loại nhỏ trên các tuyến đường giao thông nông thôn, trường học, trụ sở... tại tỉnh Sóc Trăng.

Từ khóa: Sức kháng cắt không thoát nước, thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn, sức chịu tải cọc.

Chỉ số phân loại: 2.4

Abstract: This paper presents a study on assessment, estimation of the undrained shear strength (S_u) of clayey soils in Soc Trang province from Standard Penetration Test (SPT) results, and application for calculating the pile ultimate axial compression bearing capacity according to current standards TCVN 10304-2014 and TCVN 11823-2017, in cooperation with static pile loading test results. The calculating and comparative process is applied to some constructions such as small bridges on rural roads network, schools, offices... in Soc Trang province.

Keywords: Undrained shear strength, S_u , standard penetration test, SPT, pile bearing capacity.

Classification number: 2.4

1. Giới thiệu

Với đặc trưng địa hình bằng phẳng, trũng thấp và hệ thống sông rạch dày đặc, cũng như còn rất nhiều khu vực vùng sâu vùng xa có hệ thống hạ tầng giao thông kém phát triển, vùng Tây Nam Bộ đã và hiện vẫn cần đầu tư hàng loạt tuyến đường giao thông nông thôn cùng các công trình cầu các loại trong tương lai. Các công trình cầu loại này thường có quy mô nhỏ, nguồn kinh phí được phân bổ không lớn nhưng lại nằm trên nền địa chất yếu, thường là bùn sét, bùn á sét với chiều dày trung bình lên đến 20 ÷ 30m. Vì vậy, các công trình cầu trên đường giao thông nông thôn khu vực Tây Nam Bộ thường sử dụng hệ thống móng cọc đúc sẵn thi công bằng biện pháp đóng hoặc ép, và hệ thống móng cọc này luôn chiếm một phần vốn đầu tư đáng kể trong tổng vốn đầu tư. Việc đảm bảo cho công trình cầu nêu trên thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật đồng thời với tiết kiệm chi phí là một bài toán khó nhưng rất cần thiết.

Đối với rất nhiều công trình cầu có quy mô nhỏ trên tuyến giao thông nông thôn, trường học, trụ sở... do nhiều nguyên nhân khác nhau, kết quả khảo sát địa chất công trình không đáp ứng nội dung tính toán theo hướng dẫn của các tiêu chuẩn hiện hành như TCVN 10304-2014 hoặc TCVN 11823-2017. Một số đáng kể các trường hợp thiếu thông số sức kháng cắt không thoát nước S_u trong khi thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT lại rất phổ biến.

2. Phương pháp tính toán sức chịu tải cọc cực hạn theo TCVN 10304-2014 và TCVN 11823-2017

Phần lớn các phương pháp tính toán sức chịu tải cọc đều chia thành hai trường hợp tính toán dành riêng cho đất dính và đất không dính.

Đối với đất dính thì việc tính toán phụ thuộc vào thông số sức kháng cắt không thoát nước S_u như các công thức được trình bày như phần sau.

- Theo TCVN 11823-2017 [1]

- Sức kháng hông đơn vị (phương pháp α):

$$q_s = \alpha \cdot S_u \quad (1)$$

- Sức kháng mũi đơn vị:

$$q_p = 9 \cdot S_u \quad (2)$$

• Theo TCVN 10304-2014 [2]

- Sức kháng hông đơn vị:

$$f_i = \alpha \cdot c_{u,i} \quad (3)$$

- Sức kháng mũi đơn vị:

$$q_p = c_u \cdot N'_c \quad (4)$$

Trong đó:

S_u, c_u : Sức kháng cắt không thoát nước;

α : Hệ số;

N'_c : Lấy bằng 9 với cọc đóng và 6 với cọc khoan nhồi đường kính lớn.

Ngoài ra cả hai tiêu chuẩn trên đều hướng dẫn cách sử dụng kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT) phục vụ cho việc tính toán sức chịu tải cọc. Tuy nhiên TCVN 11823-2017 quy định rõ là phương pháp sử dụng kết quả SPT chỉ áp dụng cho đất rời (đất cát và cát bột không dẻo). TCVN 10304-2014 có đề xuất công thức tính toán theo Viện Kiến trúc Nhật Bản (1988) với hướng dẫn như sau: “*Khi không có số liệu sức kháng cắt không thoát nước c_u xác định trên các thiết bị cắt đất trực tiếp hay thí nghiệm nén ba trục có thể xác định từ thí nghiệm nén*

một trục nở ngang tự do ($c_u = q_u/2$), hoặc từ chỉ số SPT trong đất dính $c_{u,i} = 6,25 \cdot N_{c,i}$ tính bằng kPa, trong đó $N_{c,i}$ là chỉ số SPT trong đất dính”.

Như vậy, có thể gián tiếp ước lượng sức kháng cắt không thoát nước S_u từ kết quả thí nghiệm SPT, tuy nhiên đây không phải là vấn đề đơn giản. Công thức ước lượng $c_{u,i} = 6,25 \cdot N_{c,i}$ là do Terzaghi và Peck đề nghị năm 1967 [3]. Việc áp dụng công thức này sẽ gặp một số khó khăn như sau:

- Không cho giá trị S_u hợp lý khi kết quả thí nghiệm $N_{SPT} = 0$ búa;

- Chưa xét đến các vấn đề về hiệu suất của năng lượng búa;

- Chưa xét đến các đặc trưng khác của đất nền (độ ẩm, chỉ số dẻo,...), hai loại đất có cùng chỉ số SPT nhưng khác biệt về tính dẻo, tính nhạy,... sẽ có giá trị S_u khác nhau.

3. Tương quan giữa sức kháng cắt không thoát nước S_u và chỉ số SPT

Về mối tương quan giữa S_u và SPT, tại Việt Nam, phổ biến hai liên hệ là công thức theo Terzaghi và Peck (1967), và công thức theo Hara & nnk (1974). Bảng 1 tổng hợp các liên hệ giữa S_u và SPT theo các nghiên cứu đi trước.

Bảng 1. Tương quan giữa S_u và SPT [4][5].

Tác giả	Diễn giải	S_u (kPa)	Số hiệu
Terzaghi & Peck (1967)	Đất hạt mịn	$\frac{S_u}{p_a} = 0,06 \cdot N_{60}$	(3.1a)
		hoặc $S_u = 6,25 \cdot N$	(3.1b)
Hara & nnk (1974)	Đất hạt mịn	$\frac{S_u}{p_a} = 0,29 \cdot N_{60}^{0,72}$	(3.2)
Stroud (1974)	Đất sét	$\frac{S_u}{N_{60}} = 12,3 \cdot [I_p]^{-0,27}$	(3.3)
Sanglerat (1972)	Đất sét	$12,5 \cdot N$	(3.4)
		$15 \cdot N_{60}$	(3.5)
	Sét bụi	$10 \cdot N$	(3.6a)
		$12 \cdot N_{60}$	(3.6b)
Sowers (1979)	Sét dẻo cao	$12,5 \cdot N$	(3.7a)
		$15 \cdot N_{60}$	(3.7b)
	Sét dẻo trung bình	$7,5 \cdot N$	(3.8a)
		$9 \cdot N_{60}$	(3.8b)
Sét dẻo thấp	$3,75 \cdot N$	(3.9a)	
	$4,5 \cdot N_{60}$	(3.9b)	
Nixon (1982)	Đất sét	$12 \cdot N$	(3.10)
Ajayi & Balogun (1988)	Đất hạt mịn	$1,39 \cdot N + 74,2$	(3.11)
Decourt (1990)	Đất sét	$12,5 \cdot N$	(3.12a)
		$15 \cdot N_{60}$	(3.12b)

Tác giả	Diễn giải	S_u (kPa)	Số hiệu
Sivrikaya & Togrol (2002)	Sét dẻo cao	4,85.N	(3.13a)
		6,82.N ₆₀	(3.13b)
	Sét dẻo thấp	3,35.N	(3.14a)
		4,93.N ₆₀	(3.14b)
Đất hạt mịn	4,32.N	(3.15a)	
	6,18.N ₆₀	(3.15b)	
Hettiarachchi & Brown (2009)	Đất hạt mịn	4,1.N ₆₀	(3.16)
Sivrikaya (2009)	Nén 3 trục U-U	$S_u = 3,33.N - 0,75.w + 0,2.w_L + 1,67.I_p$	(3.17a)
		$S_u = 4,43.N_{60} - 1,29.w + 1,06.w_L + 1,02.I_p$	(3.17b)
	Nén nở hông	$S_u = 2,41.N - 0,82.w + 0,14.w_L + 1,44.I_p$	(3.18a)
		$S_u = 3,24.N_{60} - 0,53.w - 0,43.w_L + 2,14.I_p$	(3.18b)

Trong đó:

N , N_{60} : Chỉ số SPT và chỉ số SPT đã hiệu chỉnh theo 60% năng lượng hiệu quả;

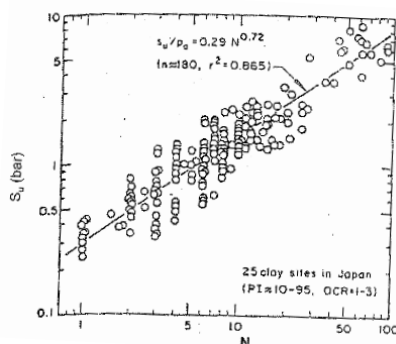
p_a : Áp suất khí quyển, $p_a = 100\text{kPa}$;

w : Độ ẩm của đất;

w_L : Giới hạn chảy của đất;

I_p : Chỉ số dẻo của đất.

Dễ dàng nhận thấy kết quả tính toán theo Hara (1974) cao hơn theo Terzaghi và Peck (1967) khoảng 1,6 – 4,8 lần (trung bình khoảng 2,2 lần). Nguyên nhân là các công thức trên được xây dựng ở những khu vực có điều kiện địa chất khác nhau. Với trường hợp của Hara thì là tại 25 địa điểm ở Nhật Bản như hình 1.



Hình 1. Ước tính S_u từ thí nghiệm SPT theo Hara và nnk (1974) [4].

Tác giả thực hiện việc ước tính S_u từ thông số SPT theo các công thức đã nêu tại bảng 1 và tính toán sức chịu tải cọc đồng thời đối chiếu với kết quả thí nghiệm nén tĩnh hiện trường, áp dụng cho một số công trình thuộc tỉnh Sóc Trăng.

Giá trị S_u ước tính sẽ được giới hạn với giá trị nhỏ nhất là 9,2 kPa dựa trên việc tham khảo kết quả nghiên cứu tổng hợp của PGS. Nguyễn Minh Toàn và TS. Nguyễn Thị Nụ (Đại học Mỏ - Địa chất), xem bảng 2.

4. Ước lượng S_u từ kết quả SPT phục vụ tính toán sức chịu tải cọc tại khu vực Sóc Trăng

Phương pháp tính toán sức chịu tải cọc sử dụng là phương pháp α theo hướng dẫn của TCVN 11823-2017 (phương pháp này cũng tương đồng với các hướng dẫn của TCVN 10304-2014).

Áp dụng tính toán cho chín công trình tại tỉnh Sóc Trăng, có sử dụng hệ thống móng cọc loại vuông đúc sẵn. Sau đây chỉ trình bày chi tiết cho một công trình điển hình:

- **Tên dự án:** Các cầu trên tuyến thuộc dự án giao thông đến trung tâm xã Đại Ân 1.
- **Tên công trình:** Cầu Nhà Thờ.
- **Địa điểm:** Xã Đại Ân 1, huyện Cù Lao Dung, Sóc Trăng.
- **Đặc điểm địa chất công trình:** Theo bảng 3.
- **Hạng mục cọc và thí nghiệm nén tĩnh:**
 - Số lượng cọc thí nghiệm: Hai cọc;
 - Thời gian thực hiện: Cọc mô A: 04/11/2018 – 05/11/2018; cọc mô B: 06/11/2018 – 07/11/2018;
 - Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn tiết diện 300×300mm;
 - Phương pháp hạ cọc: Ép tĩnh;
 - Chiều dài: 27,25m;

- Tải trọng thiết kế: 37,0 tấn.
- Tải trọng thí nghiệm dự kiến: 111,0 A & B: 96,2 tấn;
- Tải trọng thí nghiệm nén tĩnh thăm dò;

Bảng 2. Tổng hợp các đặc trưng kháng cắt của đất yếu amQ_2^{2-3} vùng Tây Nam Bộ [6].

Phương pháp xác định	Chỉ tiêu	Đất bùn sét			Đất bùn sét pha		
		TB	Max	Min	TB	Max	Min
Nén ba trục UU	c (kPa)	16,2	22,8	10	12,6	16,1	9,2
	φ (độ)	0°16'	1°58'	0°00'	3°26'	4°44'	1°13'
Nén ba trục CU đo áp lực nước lỗ rỗng	c (kPa)	13,0	15,0	11,0	6,2	10,1	3,2
	φ (độ)	14°04'	15°40'	12°00'	13°31'	16°56'	10°45'
	c' (kPa)	18,0	23,0	13,0	5,4	9,3	2,4
	φ' (độ)	24°52'	27°44'	19°29'	21°34'	24°59'	18°48'
Nén đơn trục	c (kPa)	12,9	15,2	4,8	20,3	22,2	15,6
Cắt cánh	τ (kPa)	18,5	31,2	14,5	16,4	19,0	13,0

Bảng 3 Bảng tổng hợp các chỉ tiêu cơ lý các lớp đất thuộc công trình cầu Nhà Thờ.

Các chỉ tiêu	Ký hiệu	Đơn vị	Tên lớp								
			Lớp san lấp	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4	Lớp 5	Lớp 6	Lớp 7	Lớp 8
			Sét dẻo chảy	Bùn sét pha chảy	Bùn sét chảy	Bùn cát pha chảy	Sét pha dẻo cứng	Sét nửa cứng	Sét pha dẻo cứng	Sét nửa cứng	Cát pha cứng
Cao độ:											
- Mặt lớp		m	0,0	-0,4	-6,9	-13,4	-20,6	-25,1	-29,4	-33,5	-37,6
- Đáy lớp		m	-0,4	-6,9	-13,4	-20,6	-25,1	-29,4	-33,5	-37,6	-
Bề dày		m	0,40	6,50	6,50	7,20	4,50	4,30	4,10	4,10	-
Thành phần hạt:											
- Hạt sỏi sạn		%		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Hạt cát		%		25,70	17,23	50,55	23,45	20,45	28,10	27,55	79,60
- Hạt bụi		%		49,60	42,00	40,35	53,05	44,55	43,00	34,55	14,15
- Hạt sét		%		24,70	40,77	9,10	23,50	35,00	28,90	37,90	6,25
Độ ẩm tự nhiên	w	%		48,77	57,69	35,14	27,64	23,74	25,97	24,56	22,10
Dung trọng tự nhiên	γ	kN/m ³		17,00	16,20	18,20	19,20	19,60	19,30	19,70	20,10
Tỷ trọng hạt	Δ			2,64	2,62	2,67	2,71	2,73	2,71	2,73	2,68
Hệ số rỗng	e			1,310	1,552	0,978	0,807	0,723	0,772	0,728	0,624
Độ bão hòa	G	%		98	97	96	93	90	91	92	95
Giới hạn Atterberg											
- Giới hạn chảy	w _L	%		43,5	47,6	33,8	35,0	38,0	33,3	40,4	28,2
- Giới hạn dẻo	w _P	%		27,9	25,8	27,4	21,9	20,0	20,7	20,5	22,9
- Chỉ số dẻo	I _P	%		15,6	21,8	6,4	13,1	18,1	12,6	20,0	5,3
- Độ sét	I _L	%		1,34	1,46	1,21	0,44	0,21	0,42	0,21	< 0
Hệ số nén lún	a ₁₀₀₋₂₀₀	cm ² /kG		0,090	0,133	0,067	0,022	0,015	0,021	0,016	
Lực dính	c	kN/m ²		5,10	4,90	6,50	22,90	54,60	23,80	51,90	6,10
Góc ma sát trong	φ	độ		6°43'	5°58'	7°34'	20°32'	19°42'	21°26'	21°12'	27°22'
SPT	N	búa		1	1	1	14 – 16	21 – 22	16 – 19	20 – 23	25 – 28

Kết quả ước tính S_u từ chỉ số SPT được trình bày như bảng 4.

Bảng 4. Ước tính S_u theo thông số SPT cho các lớp đất thuộc công trình cầu Nhà Thờ.

Thông số	Lớp 1 Bùn sét pha	Lớp 2 Bùn sét	Lớp 3 Bùn cát pha	Lớp 4 Sét pha	Lớp 5 Sét	Lớp 6 Sét pha	Lớp 7 Sét	Lớp 8 Cát pha
Hiện trường, N	1	1	1	14 – 16	21 – 22	16 – 19	20 – 23	25 – 28
SPT trung bình, N_{tb}	1	1	1	15	21,5	17,5	21,5	26,5
SPT hiệu chỉnh,	0,95	0,95	0,95	14,25	20,425	16,625	20,425	25,175
Sức kháng cắt không thoát nước, S_u (kPa)								
Terzaghi & Peck (1967)	9,20	9,20	9,20	85,50	122,55	99,75	122,55	151,05
Hara et al (1974)	27,95	27,95	27,95	196,40	254,52	219,46	254,52	295,87
Stroud (1974)	9,20	9,20	9,20	87,51	114,95	103,17	111,89	197,39
Sowers (1979)	9,20	14,25	9,20	128,25	183,83	149,63	306,38	113,29
Ajayi & Balogun (1988)	75,59	75,59	75,59	95,05	104,085	98,525	104,08 5	111,035
Sivrikaya & Togrol (2002)	9,20	9,20	9,20	83,72	120,00	97,67	139,30	155,58
Hettiarachchi & Brown (2009)	9,20	9,20	9,20	58,43	83,74	68,16	83,74	103,22
Sivrikaya (2009)	9,20	9,20	9,20	77,93	118,60	88,30	122,02	118,31

5. Kết quả tính toán sức chịu tải cọc

Kết quả tính toán sức chịu tải cọc công trình cầu Nhà Thờ như bảng 5 và các công trình tương tự thuộc tỉnh Sóc Trăng được trình bày tại bảng 6.

Bảng 5. Sức chịu tải cọc công trình cầu Nhà Thờ.

Kết quả tính toán với S_u ước lượng theo	SCT mũi	SCT ma sát	SCT cực hạn	Chênh lệch
	R_p	R_s	R_n	
	kN	kN	kN	%
<i>Terzaghi & Peck (1967)</i>	99,27	744,23	843,49	-12,3%
<i>Hara et al (1974)</i>	206,16	1.331,73	1.537,89	59,9%
<i>Stroud (1974)</i>	93,11	741,67	834,77	-13,2%
<i>Sowers (1979)</i>	148,90	901,76	1.050,66	9,2%
<i>Sivrikaya & Togrol (2002)</i>	97,20	738,77	835,96	-13,1%
<i>Hettiarachchi & Brown (2009)</i>	67,83	653,83	721,66	-25,0%
<i>Sivrikaya (2009)</i>	96,07	726,43	822,50	-14,5%

Bảng 6. Bảng tổng hợp kết quả tính toán sức chịu tải cọc R_n và kết quả thí nghiệm nén tĩnh R_{tn} một số công trình trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng.

Công trình	Cầu Bung Tróp Huyện Châu Thành		Trụ sở BQLDA 1 Phường 6, TP Sóc Trăng		Trường THCS Dân tộc nội trú Trần Đề, huyện Trần Đề		Cầu Cái Xe Huyện Mỹ Xuyên	
	Tính toán R_n (kN)	Thí nghiệm R_{tn} (kN)	Tính toán R_n (kN)	Thí nghiệm R_{tn} (kN)	Tính toán R_n (kN)	Thí nghiệm R_{tn} (kN)	Tính toán R_n (kN)	Thí nghiệm R_{tn} (kN)
Thông số cọc	$d = 300$ mm; $L = 29$ m		$d = 250$ mm; $L = 29$ m		$d = 250$ mm; $L = 27$ m		$d = 300$ mm; $L = 29,6$ m	
<i>Terzaghi & Peck</i> (1967)	1.226,93	720,00	849,09	1.100 – 1.144	353,54	690,00	1.150,01	360,00
<i>Hara et al</i> (1974)	2.146,48	720,00	1.275,37	1.100 – 1.144	887,97	690,00	1.911,11	360,00
<i>Stroud</i> (1974)	1.185,74	720,00	823,46	1.100 – 1.144	297,64	690,00	1.214,88	360,00
<i>Sowers</i> (1979)	2.107,05	720,00	1.021,63	1.100 – 1.144	730,35	690,00	1.098,94	360,00
<i>Sivrikaya & Togrol</i> (2002)	1.293,37	720,00	841,23	1.100 – 1.144	396,68	690,00	1.112,42	360,00
<i>Hettiarachchi & Brown</i> (2009)	1.013,27	720,00	720,97	1.100 – 1.144	275,52	690,00	945,25	360,00
<i>Sivrikaya</i> (2009)	1.331,09	720,00	860,76	1.100 – 1.144	670,32	690,00	1.127,78	360,00

Bảng 7. Bảng tổng hợp kết quả tính toán sức chịu tải cọc R_n và kết quả thí nghiệm nén tĩnh R_{tn} một số công trình tại tỉnh Sóc Trăng.

Công trình	Trường mẫu giáo Gia Hòa 2, xã Gia Hòa, huyện Mỹ Xuyên		Trường THPT Huỳnh Hữu Nghĩa, xã Long Hưng, huyện Mỹ Tú		Trường mầm non xã Mỹ Quới Xã Mỹ Quới, thị xã Năm Căn		Cầu Sông Đĩnh huyện Mỹ Xuyên	
	Tính toán R_n (kN)	Thí nghiệm R_{tn} (kN)	Tính toán R_n (kN)	Thí nghiệm R_{tn} (kN)	Tính toán R_n (kN)	Thí nghiệm R_{tn} (kN)	Tính toán R_n (kN)	Thí nghiệm R_{tn} (kN)
	$d = 250$ mm; $L = 27$ m		$d = 250$ mm; $L = 24$ m		$d = 250$ mm; $L = 20$ m		$d = 300$ mm; $L = 26,2$ m	
<i>Terzaghi & Peck</i> (1967)	689,64	625,00	687,41	560,00	415,32	520,00	799,27	520,00
<i>Hara et al</i> (1974)	1.225,77	625,00	1.211,28	560,00	704,44	520,00	1.447,77	520,00
<i>Stroud</i> (1974)	644,27	625,00	672,11	560,00	397,72	520,00	757,25	520,00
<i>Sowers</i> (1979)	1.091,74	625,00	1.054,35	560,00	673,87	520,00	1.325,31	520,00
<i>Sivrikaya & Togrol</i> (2002)	733,01	625,00	706,96	560,00	436,62	520,00	853,63	520,00

Công trình	Trường mẫu giáo Gia Hòa 2, xã Gia Hòa, huyện Mỹ Xuyên		Trường THPT Huỳnh Hữu Nghĩa, xã Long Hưng, huyện Mỹ Tú		Trường mầm non xã Mỹ Quới, thị xã Năm Căn		Cầu Sông Đinh huyện Mỹ Xuyên	
	$d = 250\text{mm};$ $L = 27\text{ m}$		$d = 250\text{ mm};$ $L = 24\text{ m}$		$d = 250\text{mm};$ $L = 20\text{ m}$		$d = 300\text{ mm};$ $L = 26,2\text{ m}$	
<i>Hettiarachchi & Brown (2009)</i>	547,79	625,00	581,96	560,00	361,22	520,00	687,87	520,00
<i>Sivrikaya (2009)</i>	803,08	625,00	688,22	560,00	440,05	520,00	930,52	520,00

Ghi chú: d là kích thước cạnh của mặt cắt ngang cọc, L là chiều dài cọc.

Loại cọc sử dụng trong tất cả các công trình là cọc vuông, hạ bằng phương pháp ép tĩnh.

Thí nghiệm nén tĩnh cọc tại công trình trụ sở BQLDA 1 thực hiện theo phương pháp thăm dò bao gồm 2 cọc thử, sức chịu tải cực hạn lần lượt là 1.100 kN và 1.144 kN. Các công trình còn lại được tiến hành thí nghiệm theo phương pháp nén tĩnh kiểm tra.

6. Kết luận

Từ nội dung nghiên cứu như trên tác giả đưa ra kết luận như sau:

- Việc sử dụng S_u ước tính từ công thức của Terzaghi và Peck, 1967; Stroud, 1974; Sivrikaya & Togrol, 2002; Sivrikaya, 2009; Hettiarachchi & Brown, 2009 cho kết quả dự tính không phù hợp với kết quả thí nghiệm thực tế. Các công thức trên được lập phù hợp với một đặc trưng địa chất của một khu vực nhất định, không thể tùy tiện sử dụng. Đặc biệt là công thức của Hara và các tác giả khác (1974) vốn rất phổ biến trong các tài liệu tại Việt Nam nhưng cho kết quả ước tính S_u rất lớn so với thực tế tại khu vực Tây Nam Bộ.

- Trường hợp áp dụng phương pháp α theo TCVN 11823-2017 hoặc TCVN 10304-2014 thì liên hệ $S_u - N$ của Sowers (1979) cho kết quả tính sức chịu tải cọc phù hợp nhất so với kết quả thí nghiệm nén tĩnh, mức sai lệch 7% – 9%.

- Liên hệ $S_u - N$ của Terzaghi và Peck (1967), Stroud (1974), Sivrikaya & Togrol (2002), Sivrikaya (2009) cho kết quả nhỏ hơn kết quả thí nghiệm nén tĩnh khoảng 12% – 25%, có thể được lựa chọn trong các trường hợp người kỹ sư quen thuộc địa chất khu vực xây dựng và có thể đưa ra các điều chỉnh phù hợp.

- Tải trọng thí nghiệm nén tĩnh cọc không nên nhỏ hơn giá trị ước tính theo công thức Hettiarachchi & Brown (2009) nhằm tránh việc đánh giá sức chịu tải cọc quá nhỏ □

Tài liệu tham khảo

- [1]. Bộ Giao thông vận tải (2017), TCVN 11823-2017 Thiết kế cầu đường bộ, Hà Nội;
- [2]. Đại học Xây dựng (2014), TCVN 10304-2014 Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế, Hà Nội;
- [3]. Terzaghi, K. and Peck, R.B. (1967), *Soil Mechanics in Engineering Practice*, John Wiley, New York;
- [4]. Vũ Công Ngữ, Nguyễn Thái (2006), *Thí nghiệm đất hiện trường và ứng dụng trong phân tích nền móng*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội;
- [5]. Farzad Nassaji, Behzad Kalantari (2011), *SPT capability to estimate undrained shear strength of fine grained soils of Tehran, Iran*, Electronic Journal of Geotechnical Engineering, ISSN 1089-3032, Vol. 16, 2011;
- [6]. Đỗ Minh Toàn, Nguyễn Thị Nụ (2013), *Nghiên cứu đặc tính địa chất công trình của đất loại sét yếu thuộc trầm tích Holocen trung-thượng phân bố ở đồng bằng Cửu Long phục vụ xây dựng đường*, Tạp chí Địa chất, ISSN 0866-7381, số 333, Hà Nội.

Ngày nhận bài: 28/2/2020

Ngày chuyên phản biện: 4/3/2020

Ngày hoàn thành sửa bài: 25/3/2020

Ngày chấp nhận đăng: 1/4/2020