

ĐÁNH GIÁ HỆ SỐ CƯỜNG ĐỘ SỨC KHÁNG BÊN ĐƠN VỊ TRONG TÍNH TOÁN SỨC CHỊU TẢI DỌC TRỰC CỌC THEO ĐẤT NỀN DỰA TRÊN KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM PDA

NGUYỄN NGỌC PHÚC

Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh
nguyennngocphuc@iuh.edu.vn

DOIs: <https://doi.org/10.46242/jstiuh.v57i03.4397>

Tóm tắt. Đánh giá sức chịu tải dọc trực cọc có ý nghĩa vô cùng quan trọng về mặt kinh tế kỹ thuật khi định hướng áp dụng giải pháp móng cọc đối với các dự án xây dựng công trình trên đất yếu. Việc tính toán dự báo sức chịu tải dọc trực cọc dựa trên các phương pháp giải tích cho kết quả khá phân tán. Vì vậy, hiện nay công tác này thường phải kết hợp các thí nghiệm hiện trường tiêu tốn nhiều kinh phí.

Thí nghiệm PDA là một trong những thí nghiệm kiểm chứng, cho phép xác định khá chính xác cường độ sức kháng bên và sức kháng mũi trên cọc. Các giá trị thực nghiệm này cho phép đánh giá sự sai khác về cường độ của các thành phần sức kháng đơn vị trên thân cọc so với các công thức lý thuyết. Vì vậy, có thể sử dụng tỷ hệ số cường độ tiếp xúc R_f để làm cơ sở cho việc tính toán sức kháng đơn vị trên cọc thay thế cho các hệ số thành phần được đề xuất trong phụ lục G của TVCN 10304:2014. Tác giả đề xuất cách xác định hệ số cường độ sức kháng bên đơn vị như sau: $R_f = \frac{f_{PDA}}{f_s}$.

Qua các kết quả phân tích bước đầu dựa trên 04 bộ dữ liệu thí nghiệm PDA ở 02 công trình, cho giá trị hệ số sức kháng bên R_f có biên độ khá rộng: $R_f = 0,2 \div 1,9$. Giá trị trung bình đạt ở mức $R_{fm} = 1,0$ và cũng khá tương đồng với việc sử dụng hệ số α của Viện Kiến Trúc Nhật Bản, được đề xuất trong phụ lục G, TVCN 10304:2014. Nhìn chung kết quả thu được R_f có qui luật tương đồng với đề xuất của Tomlinson và Trường cầu đường Paris (ENPC) khi lựa chọn hệ số đánh giá các thành phần cường độ để tính sức kháng đơn vị dọc thân cọc trong các lớp đất dính và đất rời.

Từ khóa. Thí nghiệm động biến dạng lớn PDA; Hệ số cường độ tiếp xúc R_f ; Sức kháng đơn vị.

1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ SỨC KHÁNG BÊN ĐƠN VỊ TRONG TÍNH TOÁN SỨC CHỊU TẢI DỌC TRỰC CỌC:

Thành phần sức kháng bên khi đánh giá sức chịu tải dọc trực của cọc có thể xác định bằng cách lấy tổng lực cắt đơn vị f_s của đất-cọc trên toàn bộ mặt tiếp xúc của cọc và đất. Lực cắt đơn vị f_s dựa trên cơ sở biểu thức sức chống trượt của Coulomb:

$$f_s = \sigma'_h \cdot \tan \phi_a + c_a \quad (1)$$

1.1. Đánh giá thành phần lực dính giữa cọc và đất:

Thành phần c_a trong biểu thức (1) là lực dính đơn vị giữa cọc và đất. Giá trị cường độ của c_a thường được đề xuất dựa trên lực dính đơn vị c_u (sức chống cắt không thoát nước S_u) của đất. Biểu thức đánh giá như sau: $c_a = \alpha \cdot c_u$ và cách đánh giá thành phần lực dính theo biểu thức này còn được biết đến với tên gọi là Phương pháp α theo đề xuất đầu tiên của Tomlinson. Hiện nay, hệ số α được đề xuất từ nhiều nguồn.

- Theo Tomlinson [4], [14]:

Bảng 1: Hệ số α theo Tomlinson trong tính toán sức kháng theo sức chống cắt không thoát nước c_u

Loại đất	Tỷ số L/d	Hệ số α
Cát chặt hoặc sét cứng	< 20	1,25
	> 20	$c_u < 75$ kPa, lấy $\alpha = 1,25$ 75 kPa $\leq c_u \leq 180$ kPa, lấy $\alpha = 1,25 \div 0,4$
Sét mềm, silt và đất dính cứng	8 ÷ 20	0,4
	> 20	0 kPa $\leq c_u \leq 25$ kPa, lấy $\alpha = 1,25 \div 0,7$ $c_u > 25$ kPa, lấy $\alpha = 0,7$
Sét cứng	8 ÷ 20	0,4

		$0 \text{ kPa} \leq c_u \leq 30 \text{ kPa}$, lấy $\alpha = 1,25 \div 1,0$ $30 \text{ kPa} < c_u \leq 80 \text{ kPa}$, lấy $\alpha = 1,0$ $80 \text{ kPa} < c_u \leq 130 \text{ kPa}$, lấy $\alpha = 1,0 \div 0,4$ $c_u > 130 \text{ kPa}$, lấy $\alpha = 0,4$
--	--	---

- Theo viện Dầu hỏa Hoa Kỳ (API) [4] hệ số hiệu chỉnh α được xác định như sau:
 - + Khi $c_u < 25 \text{ kPa}$, lấy $\alpha = 1$.
 - + Khi $25 \text{ kPa} \leq c_u \leq 75 \text{ kPa}$, lấy $\alpha = 1 \div 0,5$. Các giá trị trung gian cho phép lấy nội suy.
 - + Khi $c_u > 75 \text{ kPa}$, lấy $\alpha = 0,5$.
- Theo Peck (1974) [4], [14]

Bảng 2: Hệ số α theo Peck trong tính toán sức kháng theo sức chống cắt không thoát nước c_u

Sức chống cắt không thoát nước c_u kPa	Hệ số α	Sức chống cắt không thoát nước c_u kPa	Hệ số α
0	1	200	0,6
50	0,95	250	0,55
100	0,8	300	0,5
150	0,65		

- Theo Sladen, 1992 [4], [11]:

$$\alpha = C_1 \left(\frac{\sigma'_v}{s_u} \right)^{0,45} \quad (2)$$

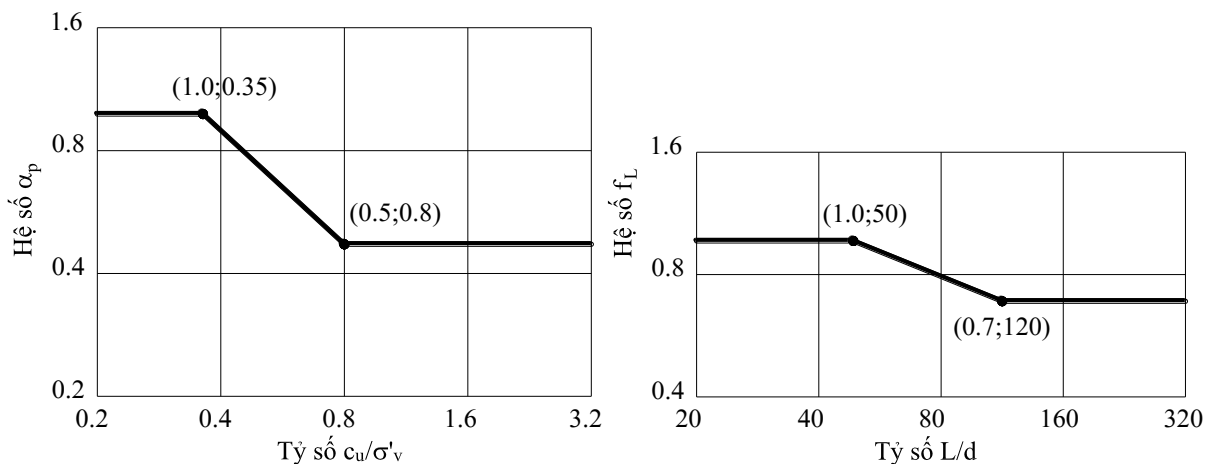
C_1 hệ số thực nghiệm; lấy $C_1 = (0,4 \div 0,5)$ đối với cọc nhồi, $C_1 = 0,5$ đối với cọc đóng.

- Theo phụ lục G, TVCN10304:2014 [1] đề xuất tham khảo tính toán theo Viện kiến trúc Nhật Bản 1988, cường độ sức kháng trung bình trên thân cọc trọng trường hợp đất dính xác định như sau:

$$f_{s,i} = \alpha_p \cdot f_L \cdot c_{u,i} \quad (3)$$

α_p : là hệ số điều chỉnh cho cọc đóng, phụ thuộc vào tỷ lệ giữa sức kháng cắt không thoát nước của đất dính c_u và trị số trung bình của ứng suất pháp hiệu quả thẳng đứng σ'_v ;

f_L : là hệ số hiệu chỉnh độ mảnh h/d của cọc đóng; đối với cọc khoan nhồi $f_L = 1$;



Hình 1: Hệ số điều chỉnh sức kháng đơn vị theo Viện kiến trúc Nhật Bản

1.2. Đánh giá thành ma sát giữa cọc và đất [4], [11]:

- Giá trị φ_a trong biểu thức (1) là góc ma sát giữa cọc và đất. Giá trị φ_a thường được đề xuất dựa trên góc nội ma sát φ' của đất.

ĐÁNH GIÁ HỆ SỐ CƯỜNG ĐỘ...

- Giá trị σ'_h trong biểu thức (1) là ứng suất pháp tuyến hữu hiệu tác dụng lên bề mặt thân cọc. Giá trị σ_h được đề xuất dựa vào đặc trưng cường độ của đất và ứng suất pháp tuyến hữu hiệu theo phương đứng σ'_v . Ta có: $\sigma'_h = k_h \cdot \sigma'_v$

Trong đó k_h là hệ số chuyển đổi ứng suất pháp tuyến (hệ số áp lực ngang). Hệ số này là một trong những hệ số có ảnh hưởng đáng kể để việc dự báo giá trị f_s .

- Phương pháp β của Burland:

Năm 1973, Tác giả Burland đưa ra một số luận điểm về thành phần sức kháng bên như sau:

+ Lực dính của đất giảm đến không, trong quá trình đóng cọc, do đất bị phá vỡ kết cấu;

+ Ứng suất hữu hiệu của đất tác động lên mặt đứng của cọc sau khi tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng thặng dư phân tán hết sẽ đạt giá trị tối thiểu của ứng suất ở trạng thái tĩnh.

Giá trị cường độ sức kháng bên được tính toán như sau:

$$f_s = k_h \cdot \sigma'_v \cdot \text{tg}\varphi_a \quad (4)$$

đặt $\beta = k_h \cdot \text{tg}\varphi_a$

ta được $f_s = \beta \cdot \sigma'_v$

Theo phương pháp này giá trị β dao động trong khoảng từ 0,25 đến 0,4 nếu ta sử dụng $k_h = k_o$ theo công thức của Jaky.

+ Theo đề xuất của Trường Cầu Đường Paris (ENPC):

Bảng 3: Hệ số sức kháng trong lớp đất rời theo đề xuất của Trường Cầu Đường Paris (ENPC)

Loại cọc	φ_a	k_h (cát chặt trung bình)	k_h (cát chặt)
Cọc thép	20°	0,5	1
Cọc bê tông	$0,75 \cdot \varphi'$	1	2
Cọc nhồi	$0,75 \cdot \varphi'$	0,5	0,5
Cọc gỗ	$(2/3) \cdot \varphi'$	1,5	4

+ Nếu xem đất là Vật liệu đàn hồi lý tưởng: hệ số áp lực ngang được dẫn ra từ định luật Hook khối, trong điều kiện xem xét các thành phần biến dạng theo phương ngang của phân tử vật liệu bằng không. Kết quả tương ứng thu được cũng chính là hệ số nén hông ξ :

$$k_h = \xi = \frac{\mu}{1-\mu} \quad (5)$$

μ : hệ số poisson (hệ số nở hông).

+ Trong điều kiện đất nguyên thổ, hệ số áp lực ngang được dẫn ra từ hệ số áp lực đất trạng thái tĩnh. Theo Jaky (thích hợp cho đất rời):

$$k_h = k_o = (1 - \sin\varphi') \cdot \sqrt{OCR} \quad (6)$$

OCR: hệ số quá cố kết (overconsolidation ratio)

Theo Alpan (thích hợp cho đất dính):

$$k_h = k_o = 0,19 + 0,233 \cdot \lg I_p \quad (7)$$

I_p (%): chỉ số dẻo của đất.

+ Trong phương án cọc đóng hoặc ép vào nền, thể tích đất bị cọc chiếm chỗ, vì vậy biến dạng và chuyển vị của nền đất xung quanh cọc có khuynh hướng đạt gần đến trạng thái cân bằng bị động. Bowles đề nghị biểu thức k_h như sau:

$$k_h = \frac{k_a + F_w \cdot k_o + k_p}{2 + F_w} \quad (8)$$

k_a : hệ số áp lực đất chủ động;

k_p : hệ số áp lực đất bị động;

k_o : hệ số áp lực đất tĩnh;

F_w : hệ số thực nghiệm (thường lấy $F_w \geq 2$);

+ Trong thực tiễn tính toán, thông thường các nhà thiết kế dựa theo đề xuất của B.M.Das, 1984: lấy $k_h = k_o = (1 - \sin\varphi')$ đối với cọc nhồi; $k_{hmin} = k_o$ và $k_{hmax} = 1,4 \cdot k_o$ đất bị chiếm chỗ ít bởi cọc đóng-ép; $k_{hmin} = k_o$ và $k_{hmax} = 1,8 \cdot k_o$ đất bị chiếm chỗ nhiều bởi cọc đóng-ép;

2. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM PDA TRÊN 04 CỌC TẠI 02 ĐỊA ĐIỂM CÔNG TRÌNH

Theo các kết quả nghiên cứu của Bùi Trường Sơn và cộng sự [9]: Khả năng chịu tải của cọc theo phương pháp thử động biến dạng lớn trên cơ sở mô hình CAPWAP tương đồng với kết quả thí nghiệm nén tĩnh cọc hiện trường nếu được thực hiện đến tải trọng cực hạn. Kết quả nghiên cứu đã khẳng định độ tin cậy của phương pháp PDA. Trong điều kiện giới hạn về số liệu thực nghiệm, các kết quả thí nghiệm PDA trong bài báo này mang tính độc lập và chưa so sánh với các kết quả thí nghiệm kiểm chứng khác trên cùng điều kiện về giải pháp nền móng.

Cũng theo tài liệu [9]: Sự phân bố ma sát đơn vị giữa đất và cọc theo độ sâu thu nhận từ kết quả thử động biến dạng lớn hợp lý với điều kiện địa tầng với cọc bê tông cốt thép đúc sẵn hạ bằng phương pháp đóng hay ép. Vì vậy, trong phạm vi nội dung bài nghiên cứu này, tác giả sử dụng trực tiếp kết quả thí nghiệm PDA làm cơ sở để tham chiếu với các phương pháp tính toán lý thuyết giới thiệu ở trên mà nền tảng tính toán sức kháng bên là phương pháp α của Timlinson áp dụng trong đất dính và phương pháp β của Burland áp dụng trong đất rời.

Bảng 4: Sức kháng bên đơn vị theo kết quả PDA cọc nhồi D600 công trình Khách sạn Năm Thu, Thành phố Qui Nhơn, Tỉnh Bình Định [16]

Đất nền			Cọc CTN2-T7		Cọc CTN1-T4		Giá trị trung bình Sức kháng đơn vị
Độ sâu (m)	Tên đất	Trạng thái	Lực dọc thân cọc	Sức kháng đơn vị	Lực dọc thân cọc	Sức kháng đơn vị	
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
2	Cát hạt trung cấp phối vừa	Chặt vừa	257	2	282.000	1.590	1.855
4			246	2.920	274.000	2.120	2.520
6			234	3.180	265.000	2.390	2.785
8			221	3.450	255.000	2.650	3.050
9			214	3.715	249.500	2.785	3.250

Bảng 4 (tiếp theo)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
9	Đất hữu cơ loại sét	Chảy	206	3.980	244.000	2.920	3.450
11			198	4.115	238.000	3.050	3.583
12			190	4.250	232.000	3.180	3.7150
12	Cát hạt trung cấp phối vừa	Chặt vừa	190	4.250	232.000	3.180	3.7150
14			173	4.510	219.000	3.450	3.980
16			155	4.780	205.000	3.720	4.250
18			136	5.040	190.500	3.850	4.445
20			116	5.310	174.500	4.250	4.780
20	Đất loại sét dẻo đến ít dẻo	Dẻo cứng đến cứng	116	5.310	174.500	4.250	4.780
22			95	5.570	157.500	4.510	5.040
24			73	5.840	139.500	4.780	5.310
26					120.500	5.040	5.040
28					100.500	5.310	5.310
30					80.000	5.440	5.440

ĐÁNH GIÁ HỆ SỐ CƯỜNG ĐỘ...

Bảng 5: Sức kháng bên đơn vị theo kết quả PDA Công trình Kho lạnh Thị Vải, Bà Rịa Vũng Tàu [15]

Đất nền			Cọc TK0801-781-1		Cọc CTN1-T4		Giá trị trung bình Sức kháng đơn vị (T/m ²)
Độ sâu (m)	Tên đất	Trạng thái	Lực dọc thân cọc (T)	Sức kháng đơn vị (T/m ²)	Lực dọc thân cọc (T)	Sức kháng đơn vị (T/m ²)	
3,6	Sét hữu cơ, màu xám nâu, độ dẻo cao, trạng thái dẻo nhão (OH)	Dẻo nhão	271,64	0,793	275,44	0,923	0,858
5,7			268,85	0,866	272,33	0,963	0,9145
7,7			266,49	0,732	268,75	1,109	0,9205
9,7			263,77	0,842	265,86	0,895	0,8685
11,7			260,41	1,042	263,97	0,585	0,8135
13,7			257,13	1,015	261,82	0,666	0,8405
15,7			253,89	1,003	258,79	0,939	0,971
17,8			247,82	1,881	256,01	0,861	1,371
19,8			241,44	1,978	253,75	0,700	1,339
21,8			234,96	2,008	251,5	0,697	1,3525
23,8			228,45	2,017	249,28	0,688	1,3525
25,8			223,96	1,388	247,17	0,654	1,021
25,8			Cát pha sét lẫn bụi, màu nâu vàng, trạng thái chặt vừa (SC-SM)	Chặt vừa	223,96	1,388	247,17
27,8	220,42	1,097			245,1	0,641	0,869
29,9	217,01	1,057			240,14	1,536	1,2965
31,9	214,11	0,899			219,07	6,526	3,7125
33,9	189,49	7,626			196,46	7,003	7,3145
35,9	165,94	7,298			162,64	10,476	8,887
37,9	140,3	7,942			128,82	10,476	9,209
39,9	111,81	8,829			95	10,476	9,6525
42	83,01	8,92			61,18	10,476	9,698
44	53,94	9,008			28,15	10,231	9,6195

3. HỆ SỐ SỨC KHÁNG BÊN R_f TỪ 04 BỘ DỮ LIỆU PDA

Dựa vào các đặc trưng vật lý và cơ học của đất, thành phần sức kháng bên đơn vị trên thân cọc theo độ sâu được tính toán giản đơn:

$$f_s = (1 - \sin\phi)\sigma'_v \cdot \text{tg}\phi_a + c_u \quad (9)$$

Sau khi tính f_s giản đơn theo công thức (9); ta tiến hành lập tỷ số $R_f = \frac{f_{PDA}}{f_s}$ (10)

trong đó:

f_{PDA} : là sức kháng đơn vị từ thí nghiệm PDA;

f_s : sức kháng đơn vị ban đầu tính theo biểu thức (9). Giá trị f_s được tính toán theo các đề xuất được giới thiệu ở phần cơ sở lý thuyết nói trên và được tham chiếu với cường độ sức kháng bên có được từ kết quả thí nghiệm PDA.

Bảng 6: Bảng tính sức kháng bên đơn vị f_s (T/m²) trong lớp đất rời theo các cơ sở lý thuyết.

Độ sâu (m)	Dung trọng tự nhiên γ_o (T/m ³)	Lực dính đơn vị c (T/m ²)	Góc nội ma sát ϕ (độ)	Chỉ số N_{SPT}	Sức kháng bên đơn vị f_s (T/m ²) tính theo các cơ sở lý thuyết khác nhau			
					Phương pháp β theo Burland với $k_h = k_o$	Viện Kiến trúc Nhật Bản	Meyerhof	Bachy-Soletanche
Lớp đất cát hạt trung cấp phối vừa - Trạng thái chặt vừa - Công trình Khách sạn Năm Thu								
2	1.700	0.000	32.60	10	0.649	3.222	0.967	1.450
4	1.700	0.000	32.60	14	1.062	4.556	1.367	2.050

6	1.700	0.000	32.60	18	1.475	5.889	1.767	2.650
8	1.700	0.000	32.60	20	1.888	6.667	2.000	3.000
9	1.700	0.000	32.60	21	2.094	7.111	2.133	3.200
12	1.800	0.000	34.40	18	2.722	6.000	1.800	2.700
14	1.800	0.000	34.40	18	3.199	6.111	1.833	2.750
16	1.800	0.000	34.40	30	3.675	10.111	3.033	4.550
18	1.800	0.000	34.40	34	4.152	11.333	3.400	5.100
20	1.800	0.000	34.40	29	4.629	9.556	2.867	4.300
Lớp đất cát bụi xám xanh, hồng nhạt – trạng chặt vừa – Công trình Kho lạnh Thị Vải								
25.8	2.053	1.89	29.73	12	7.286	4.000	2.400	1.800
27.8	2.053	1.89	29.73	14	7.893	4.667	2.800	2.100
29.9	2.053	1.89	29.73	18	8.529	6.000	3.600	2.700
31.9	2.053	1.89	29.73	19	9.135	6.333	3.800	2.850
33.9	2.053	1.89	29.73	23	9.741	7.667	4.600	3.450
35.9	2.053	1.89	29.73	23	10.348	7.667	4.600	3.450
37.9	2.053	1.89	29.73	22	10.954	7.333	4.400	3.300
39.9	2.053	1.89	29.73	20	11.560	6.667	4.000	3.000
42	2.053	1.89	29.73	23	12.196	7.667	4.600	3.450
44	2.053	1.89	29.73	23	12.803	7.667	4.600	3.450
46	2.053	1.89	29.73	25	13.409	8.333	5.000	3.750

Bảng 7: Bảng tính sức kháng bên đơn vị f_s (T/m²) trong lớp đất dính theo các cơ sở lý thuyết.

Độ sâu (m)	Dung trọng tự nhiên γ_0 (T/m ³)	Lực dính đơn vị c (T/m ²)	Góc nội ma sát ϕ (độ)	Chỉ số N_{SPT}	Sức kháng bên đơn vị f_s (T/m ²) tính theo các cơ sở lý thuyết khác nhau			
					Phương pháp α theo API	Viện Kiến trúc Nhật Bản	Meyerhof	Bachy-Soletanche
Lớp đất sét dẻo đến ít dẻo – trạng thái dẻo cứng đến cứng – Công trình Khách sạn Năm Thu								
20	1,960	2,970	14,72	17	6.014	10.833	1.733	2.600
22	1,960	2,970	14,72	17	6.782	10.625	1.700	2.550
24	1,960	2,970	14,72	31	7.550	19.167	3.067	4.600
26	1,960	2,970	14,72	31	8.318	19.167	3.067	4.600
28	1,960	2,970	14,72	31	9.086	19.167	3.067	4.600
30	1,960	2,970	14,72	31	9.854	19.167	3.067	4.600
Lớp đất sét hữu cơ độ dẻo cao – trạng thái chảy – Công trình Kho lạnh Thị Vải								
3.6	1.504	0.63	3.23	1	1.032	0.630	0.200	0.150
5.7	1.504	0.63	3.23	1	1.089	0.630	0.200	0.150
7.7	1.504	0.63	3.23	1	1.142	0.630	0.200	0.150
9.7	1.504	0.63	3.23	1	1.196	0.630	0.200	0.150
11.7	1.504	0.63	3.23	1	1.250	0.630	0.200	0.150
13.7	1.504	0.63	3.23	1	1.303	0.630	0.200	0.150
15.7	1.504	0.63	3.23	1	1.357	0.630	0.200	0.150
17.8	1.504	0.63	3.23	1	1.413	0.630	0.200	0.150
19.8	1.504	0.63	3.23	1	1.467	0.630	0.200	0.150
21.8	1.504	0.63	3.23	1	1.521	0.618	0.200	0.150
23.8	1.504	0.63	3.23	1	1.574	0.604	0.200	0.150
25.8	1.504	0.63	3.23	1	1.628	0.591	0.200	0.150

Hệ số R_f có được từ kết quả phân tích trên 04 cọc thí nghiệm được thể hiện trên các đồ thị Hình 2, Hình 3 và Hình 4.

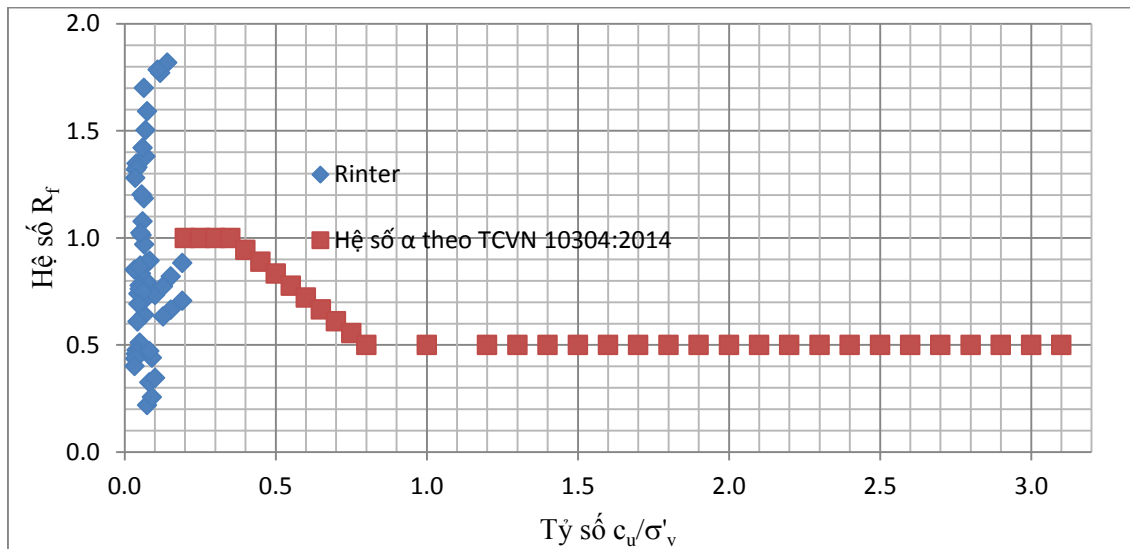
Đồ thị Hình 2 biểu diễn kết quả cho tham chiếu trong lớp đất dính dựa vào phương pháp α thấy các tập hợp dữ liệu phân tích trên 04 cọc thí nghiệm có tỷ số $c_u/\sigma'_v < 0,5$ và hệ số sức kháng R_f có biên độ giá trị từ 0,2

ĐÁNH GIÁ HỆ SỐ CƯỜNG ĐỘ...

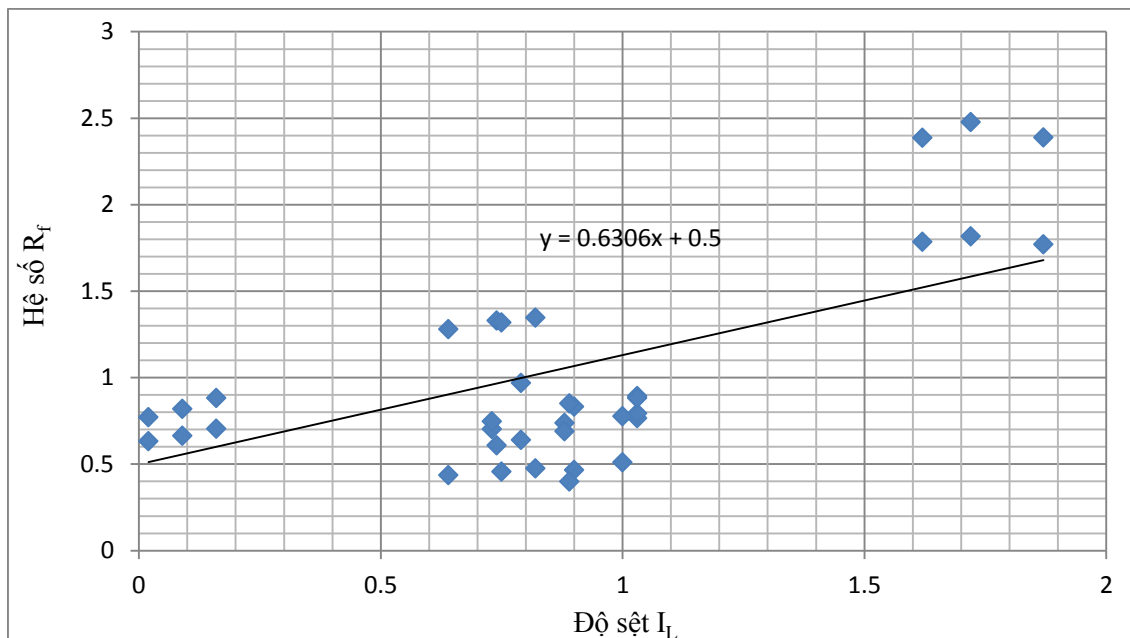
đến 1,9. Giá trị trung bình đạt mức $R_{fm} = 1,0$ và tương đối phù hợp với giá trị $\alpha = 1,0$ theo khuyến nghị của Phụ lục G, TCVN10304:2014, tính toán theo công thức của Viện Kiến Trúc Nhật Bản. Tuy nhiên, tập dữ liệu R_f cho thấy có khá nhiều giá trị nằm dưới mức trung bình hệ số sức kháng $\alpha = 1,0$. Vì vậy, việc sử dụng $\alpha = 1,0$ vẫn còn tồn tại nhiều rủi ro trong đánh giá sức kháng bên đơn vị.

Tập giá trị R_f trong Hình 3 thể hiện mức độ thay đổi của hệ số sức kháng so với độ sệt trong lớp đất dính có giá trị thay đổi từ 0,4 đến 2,5. Nhìn chung kết quả có sự tương đồng về qui luật nếu so với các giá trị đề nghị của Tomlinson về hệ số α theo c_u trong đất dính.

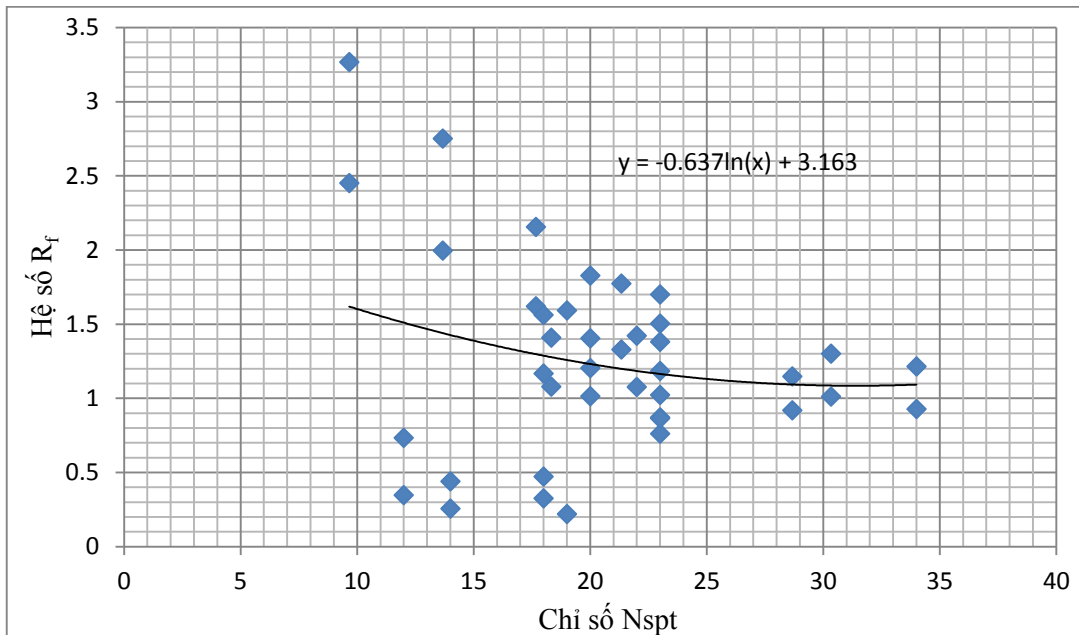
Tập giá trị R_f trong Hình 4 thể hiện mức độ thay đổi của hệ số sức kháng so với chỉ số N_{spt} trong lớp đất cát có giá trị thay đổi từ 1,0 đến 1,5. Cho thấy có sự tương đồng về qui luật nếu so với các giá trị đề nghị của Trường Cầu Đường Paris (ENPC).



Hình 2: Hệ số sức kháng R_{inter} theo tỷ số C_u/σ'_v



Hình 3: Hệ số sức kháng R_{inter} theo độ sệt I_L trong đất sét



Hình 4: Hệ số sức kháng R_{inter} theo chỉ số N_{spt} trong đất cát.

4. KẾT LUẬN

Việc lựa chọn hệ số thành phần cho lực dính đơn vị và góc ma sát giữa cọc và đất là một vấn đề khá phức tạp, đôi khi dẫn đến kết quả tính toán dự báo sai sức chịu tải dọc trục của cọc gây lãng phí và không ít rủi ro cho công trình xây dựng.

Qua các kết quả phân tích bước đầu dựa trên 04 bộ dữ liệu thí nghiệm PDA ở 02 công trình, cho phép đưa ra một số nhận định như sau:

- Giá trị hệ số sức kháng bên R_f có biên độ khá rộng: $R_f = 0,2 \div 1,9$. Giá trị trung bình của hệ số đạt ở mức $R_{f,m} = 1,0$ và cũng khá tương đồng với việc sử dụng hệ số α của Viện Kiến Trúc Nhật Bản, được đề xuất trong phụ lục G, TCVN 10304:2014. Vì vậy, có thể áp dụng mức $R_{f,m} = 1,0$ để dự báo sức kháng bên đơn vị trong tính toán sức chịu tải cọc trong giai đoạn báo cáo kinh tế kỹ thuật của dự án xây dựng;
- Giá trị hệ số sức kháng bên R_f trong lớp đất dính xét theo quan hệ độ sệt có biên độ giá trị từ 0,4 đến 2,5. Nhìn chung kết quả có sự tương đồng về qui luật nếu so với các giá trị đề nghị của Tomlison về hệ số α theo c_u trong đất dính. Vì vậy, tác giả đề xuất mạnh dạn áp dụng đề nghị của Tomlison khi tính toán sức kháng bên đơn vị của cọc trong lớp đất dính;
- Giá trị hệ số sức kháng bên R_f trong lớp đất rời xét theo quan hệ với chỉ số N_{spt} có biên độ giá trị từ 1,0 đến 1,5. Nhìn chung kết quả có sự tương đồng về qui luật nếu so với các giá trị đề nghị của Trường Cầu Đường Paris (ENPC) trong đất rời. Vì vậy, tác giả đề xuất mạnh dạn áp dụng đề nghị của Trường Cầu Đường Paris (ENPC) khi tính toán sức kháng bên đơn vị của cọc trong lớp đất rời;

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TCVN 10304:2014, *Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế*. Hà Nội: Xây dựng, 2014.
- [2] TCXD 195:1997, *Nhà cao tầng – Thiết kế cọc khoan nhồi*. Hà Nội: Xây dựng, 1997.
- [3] Châu Ngọc Ân, *Cơ học đất*. Tp Hồ Chí Minh: Đại học Quốc Gia TpHCM, 2004.
- [4] Châu Ngọc Ân, *Nền móng*, tái bản lần 2. Tp Hồ Chí Minh: Đại học Quốc Gia TpHCM, 2008.
- [5] Vũ Đình Lưu, Phan Anh Tú, Nguyễn Ngọc Phúc, Lý Ngọc Phi Vân, *Địa chất công trình*. Hà Nội: Xây Dựng, 2017.
- [6] Vũ Công Ngữ, Nguyễn Thái, *Thí nghiệm đất hiện trường và ứng dụng trong phân tích nền móng*. Hà Nội: Khoa học & Kỹ Thuật, 2003.
- [7] Nguyễn Ngọc Phúc, Trần Thị Thanh, Hứa Thành Thân, “Analysis the unit resistance along pile by using logical and PDA testing results,” trong *The 15th Regional congress on geology, mineral and energy resources of Southeast Asia*, Hà Nội, 2018. Khoa học và Kỹ thuật, 2018, trang 358-361.

- [8] Nguyễn Ngọc Phúc, Nguyễn Khánh Hùng, “Chuẩn hóa mức năng lượng hiệu quả trong thí nghiệm SPT dựa trên kết quả PDA tại khu vực thành phố Qui Nhơn, Tỉnh Bình Định,” *Tuyển tập kết quả khoa học & công nghệ 2019 Viện Khoa học Thủy Lợi Miền Nam* (2019), trang 460-462.
- [9] Bùi Trường Sơn, Phạm Cao Huyền, “Khả năng chịu tải của cọc từ kết quả thử động biến dạng lớn (PDA) và nén tĩnh”, *Tạp chí Xây dựng* (6/2011), trang 78-81.
- [10] Nguyễn Văn Thơ, Nguyễn Ngọc Phúc, et al, *Cơ học đất (tập 1)*. Hà Nội: Xây Dựng, 2013.
- [11] Trần Thị Thanh, Nguyễn Ngọc Phúc, et al, *Cơ học đất (tập 2)*. Hà Nội: Xây Dựng, 2014.
- [12] Joshep E. Bowles, *Foundation analysis and design*, 4th Edition. USA: Mc Graw-Hill Book Co, 1988.
- [13] Braja M. Das, *Principles of Geotechnical engineering*, 9th edition. USA: Global Engineering Christopher M. Shortt, 2016.
- [14] Braja M. Das, *Principles of Foundation engineering*, 6th edition. USA: PWS-Kent Publishing Co. Boston, Massachusetts, 1998.
- [15] *Hồ sơ địa chất và kết quả thí nghiệm PDA công trình Kho lạnh Thị Vải, Tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu*. Bà Rịa Vũng Tàu: Branch-Survey inspection and services enterprise, 2010.
- [16] *Hồ sơ địa chất và kết quả thí nghiệm PDA công trình Khách sạn Năm Thu*. Đà Nẵng: Trung tâm nghiên cứu ứng dụng và tư vấn kỹ thuật nền móng công trình, 2017.

TO EVALUATE THE COEFFICIENT OF UNIT RESISTANCE FOR CALCULATING AXIAL RESISTANCE OF PILE USING PDA RESULTS

NGUYEN NGOC PHUC

*Faculty of Civil Engineering, Industrial University of Ho Chi Minh City
nguyenngocphuc@iuh.edu.vn*

Abstract. Assessment of pile axial load capacity is extremely important in terms of technical and economic terms when orienting the application of pile foundation solutions for construction projects on soft soil. The predictive calculation of pile axial load capacity based on analytical methods gives rather scattered results. Therefore, at present, this work often has to combine with expensive field experiments.

The PDA test is one of testings gives good values about unit resistance along pile. We can use these results of PDA tests to evaluate the difference value of unit resistance from logical equation. The coefficient R_{inter} is suggested, which is $R_f = \frac{f_{PDA}}{f_s}$.

Through initial analysis results based on 04 sets of PDA experimental data in 02 works, the value of R_f lateral resistance coefficient has a rather wide amplitude: $R_f = 0.2 \div 1.9$. The average value is at $R_{f m} = 1.0$ and is quite similar to the use of α coefficient of the Japanese Institute of Architecture, proposed in Appendix G, TCVN 10304:2014. In general, the results of the R_f analysis are similar in terms of rules compared with Tomlison's suggested values of the coefficient α per c_u in cohesive soils and that of the Paris School of Bridges and Roads (ENPC) in sand layers.

Keywords. PDA test; Coefficient R_f ; Unit resistance.

Ngày gửi bài: 08/03/2021

Ngày chấp nhận đăng: 21/12/2021