

TƯƠNG QUAN GIỮA SỨC CHỐNG CẮT KHÔNG THOÁT NƯỚC (S_u) VỚI KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM XUYÊN TÍNH CỦA SÉT MỀM BÃO HÒA NƯỚC - TRƯỜNG HỢP ĐẤT CẢI TẠO KHU NHÀ BÈ, CẢNG THỊ VÃI, VIỆT NAM

Phạm Văn Nhơn⁸

Tóm tắt: Sức chống cắt không thoát nước của đất sét thường nhận được từ kết quả thí nghiệm trong phòng hoặc đo trực tiếp từ thí nghiệm cắt cánh hiện trường. Do thí nghiệm xuyên tĩnh trở thành phương pháp phổ biến để khảo sát địa chất công trình, nên hữu ích để ước tính sức chống cắt S_u của đất sét dựa trên kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh nếu tương quan giữa sức chống cắt không thoát nước và sức kháng côn được thiết lập. Trong bài viết này, dữ liệu thu thập được về sức chống cắt không thoát nước (S_u) từ thí nghiệm cắt cánh hiện trường và sức kháng côn của thí nghiệm xuyên tĩnh của sét mềm bão hòa nước được sử dụng để thiết lập tương quan. Thông thường, sức chống cắt không thoát nước của sét mềm bão hòa nước gia tăng theo độ sâu. Một tương quan thực nghiệm của S_u với áp lực tổng hiện hữu của lớp đất phủ phía trên và thừa số côn (N_k) sẽ được tính toán dựa trên kinh nghiệm của địa phương. Thừa số côn lấy trung bình là 17 (theo Kjekstad và cộng sự 1978) khi sử dụng công thức $S_u = \frac{q_c - \sigma_{v0}}{N_k}$. Giá trị N_k có vẻ độc lập với tỉ số quá cố kết. Một số người có kinh nghiệm sử dụng quan hệ $S_u = \frac{q_c}{N_c}$, trong đó lấy N_c thay đổi từ 9 đến 20, trung bình là 15. Các kết quả nghiên cứu ở dự án Metro City cho thấy rằng các giá trị N_k phù hợp với các tương quan khác được công bố. Kết luận rằng thừa số tương quan nhận được từ nghiên cứu này có thể sử dụng cho sét mềm bão hòa nước trong khu vực nghiên cứu và có thể áp dụng cho việc thiết kế nền móng.

Từ khóa: Sức chống cắt không thoát nước (S_u), sức kháng côn (q_c), thừa số côn (N_k).

Abstract: The undrained shear strength (S_u) of clay is generally obtained from laboratory tests on undisturbed soil or direct measure using field vane shear test. As cone penetration test (CPT) has become a popular method for exploring the subsoil stratification, it will be useful for practising engineers to evaluate the S_u of clay based on CPT results if the correlation between the S_u and the cone resistance (q_c) is established. In this paper, the data of S_u from the field vane shear tests and cone resistance (q_c) from the sites located on typical saturated soft soil in several regions in Ho Chi Minh City where they are collected and used for establishing an empirical correlation. An empirical cone factor (N_k) in the range of

⁸ Thạc sĩ Trường Đại học Nam Cần Thơ

numbers is obtained. This N_k value can be used to evaluate the S_u of clays. This obtained N_k values are compared with N_k values of other known soft clays. Generally, the undrained shear strength of the saturated soft clay increases with depth. An empirical correlation of S_u with effective overburden pressure is developed and the cone bearing factor (N_k) will be computed based on local experience. The cone factor (N_k) of 17 ± 8 is recommended using $S_u = \frac{q_c - \sigma_{v0}}{N_k}$ and of 28 ± 8 using $S_u = \frac{q_c}{N_k}$. The results show that the N_k values is in the agreement with the published correlations. It is concluded the correlation factors obtained in this study can be used for saturated soft clay in the study regions and can be applied for computation to evaluate the pile capacity.

Keywords: Undrained Shear Strength (S_u), cone resistance (q_c), cone factor (N_k).

1. Giới thiệu

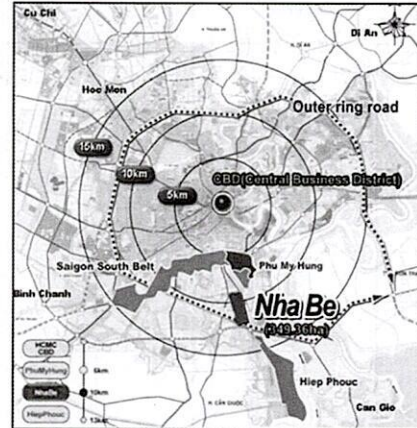
Trong giai đoạn thực hiện công nghiệp hóa, một loạt các cảng đã được xây dựng dọc theo sông Thị Vải cách thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam khoảng 80 km về phía đông nam. Các cảng được xây dựng trên mặt đất khai hoang, phía dưới là một lớp đất sét dày, mềm, trầm tích, cổ kết thường. Tại cảng Cái Mép, lớp đất sét dày khoảng 30 đến 40 m. Thí nghiệm CPT_u và VST được xem là những thiết bị thí nghiệm hiện trường cho độ tin cậy phù hợp để đánh giá tương quan sức kháng cắt không thoát nước (S_u) của đất sét bão hòa nước. Sự tương quan S_u của hai loại thiết bị thí nghiệm này đã được nghiên cứu và ứng dụng nhiều nơi trên thế giới. Do tính đặc thù địa chất của mỗi vùng miền nên để ứng dụng được thành công những kết quả nghiên cứu đó cho những khu vực đất yếu của Việt Nam thì nhất thiết phải có một sự nghiên cứu, đánh giá và hiệu chỉnh. Trong phạm vi bài báo sẽ phân tích tương quan S_u giữa thí nghiệm CPT_u và VST từ hồ sơ khảo sát địa chất công trình của dự án Metro City, khu vực Nhà Bè TP Hồ Chí Minh, dự án Cảng Cái Mép và Cảng Thị Vải. Ở đây bề dày lớp đất yếu có giá trị đáng kể và các loại hình thí nghiệm trên đất yếu khá đầy đủ nên thuận lợi để phân tích và thiết lập tương quan.

2. Sức chống cắt S_u và phương pháp nghiên cứu

Đất loại sét của khu vực nghiên cứu có độ ẩm cao và hầu như ở trạng thái rất mềm nên ngoài nước liên kết, trong lỗ rỗng còn có một hàm lượng đáng kể nước tự do. Do đó, khi tính toán trong điều kiện nền đất yếu bão hòa nước, trọng lượng bản thân lớp đất được xác định thông qua giá trị ứng suất hữu hiệu. Theo kết quả tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng, độ sâu mực nước ngầm trong lớp đất yếu của khu vực dao động trong khoảng 0,0m đến 0,8m, trong tính toán được xem như mực nước ngầm nằm ngang mặt đất tự nhiên.

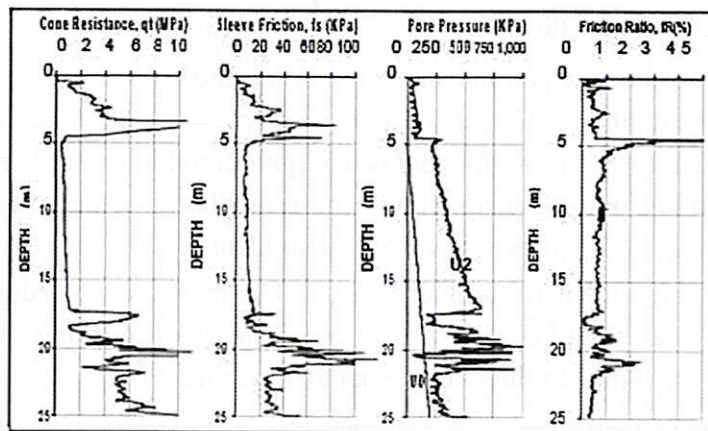


Hình 1. Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu



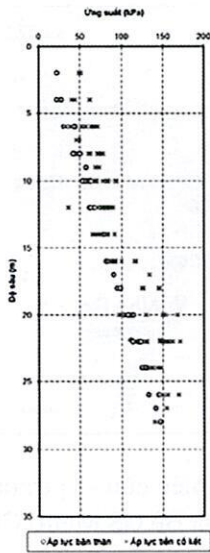
Hình 2. Khu vực nghiên cứu - vị trí dự án Khu đô thị mới Nhà Bè GS Metro City

Căn cứ kết quả khảo sát thu thập được từ các công trình ở khu vực này, sức kháng cắt không thoát nước S_u của lớp sét yếu khu vực sẽ được tổng hợp, phân tích. Từ đó rút ra những đánh giá, thiết lập mối quan hệ tương quan, kiến nghị phương pháp hợp lý xác định S_u sử dụng trong tính toán thiết kế nền móng.

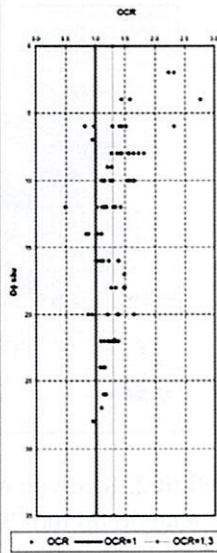


Hình 3. Một mặt cắt của CPT_u vùng đất nghiên cứu trước khi đóng cọc thử

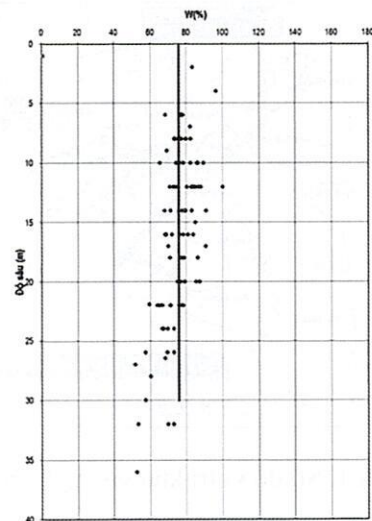
Tổng hợp giá trị áp lực tiền cố kết σ'_p từ kết quả nén cố kết của 96 mẫu ở các độ sâu khác nhau (có áp lực bản thân hữu hiệu σ'_{v0} tương ứng), mức độ cố kết trước của lớp sét yếu khu vực được xem xét và đánh giá. Biểu đồ ứng suất do trọng lượng bản thân và áp lực tiền cố kết theo độ sâu được thể hiện như hình 4a, hình 4b, cho thấy giá trị hệ số quá cố kết OCR theo độ sâu.



Hình 4.



Hình 5.



Hình 6. Biểu đồ phân bố độ ẩm trung bình ($\bar{w}\%$) theo chiều sâu

Càng xuống sâu, ứng suất do trọng lượng bản thân (hữu hiệu) càng lớn nên độ chặt của đất có khuynh hướng tăng theo độ sâu.

Trong trường hợp bỏ qua góc ma sát trong không thoát nước ($\varphi_u \approx 0$), sức chống cắt không thoát nước được đánh giá thông qua lực dính c_u ($c_u = q_u/2$) từ kết quả thí nghiệm nén nở hông. Sức chống cắt theo độ sâu lấy mẫu từ kết quả thí nghiệm cắt phẳng và nén nở hông được tổng hợp bằng nhiều phương pháp thí nghiệm trong phòng và hiện trường khác nhau cho ta thấy $S_{u(DST)} < S_{u(UU)} < S_{u(CU)} < S_{u(VST)}$ và có sự khác biệt so với kết quả thu nhận được từ hiện trường ở điều kiện thể nằm tự nhiên của đất. Giá trị S_u được sử dụng trong phân tích sẽ tùy thuộc vào bài toán thiết kế. Việc phân tích số liệu và các tương quan giúp chọn lựa thông số hợp lý phục vụ tính toán thiết kế vào bài toán cụ thể.

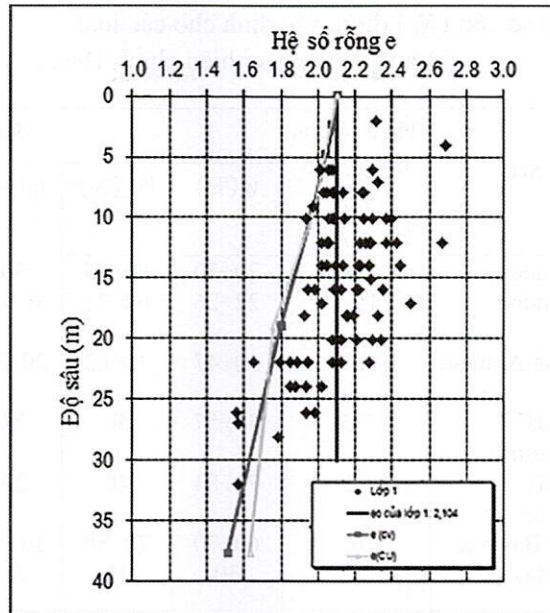
Một số phân tích tương quan sức chống cắt không thoát nước (S_u) với kết quả xuyên tĩnh của sét mềm bão hòa nước đã công bố theo cách phân tích tương quan truyền thống.

$$q_c = N_k S_u + \sigma_0$$

Trong đó:

σ_0 - Áp lực bản thân ở hiện trường, tùy vào lý thuyết sử dụng, có thể là σ_{v0} , σ_{h0} hay σ_{mean} .

$N_k(N_c)$ - Hệ số mũ côn lý thuyết, bao gồm hệ số hình học và hệ số độ sâu.



Hình 7. Giá trị hệ số rỗng (e) theo độ sâu

Một dãy rộng của các giá trị cho N_k và N_c theo Brand và các cộng sự, Schmertman (1975, 1978), Lunne và cộng sự (1976), Baligh và cộng sự (1979). Lunne và Klevin (1981) và Jamiolkowski và cộng sự (1982). Yu và cộng sự (2000) lấy N_k bằng 10 cho mọi xuyên tĩnh không thoát nước. Lunne và Klevin (1981) khảo sát giá trị của hệ số côn N_k cho cả đất sét có kết thường và quá cố kết. Giá trị N_k nhận được cho bởi bảng 1 sau:

Bảng 1. Thừa số côn N_k cho cả đất sét có kết thường và quá cố kết (Lunne và Klevin 1981)

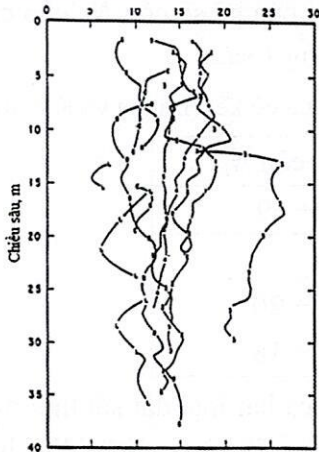
Loại sét	Hệ số côn N_k
Cố kết thường	11 ÷ 19
Quá cố kết	
Ở những độ sâu nông	15 ÷ 20
Ở những độ sâu sâu	12 ÷ 18

Một giá trị là 20 có thể dùng cho hệ số côn đối với cả hai loại đất sét thường và quá cố kết có thể chấp nhận. Baligh và cộng sự (1979) giới thiệu một bảng giá trị N_k cho 9 loại sét khác nhau được trình bày ở Bảng 2, dãy giá trị N_k từ 5 ÷ 28. Giá trị thấp nhất và cao nhất của N_k được ghi nhận lần lượt cho loại đất sét có tính dẻo cao và độ nhạy cao ($S_t > 40$). Các đường cong trình bày một loạt thừa số côn giảm tương ứng với loại trầm tích mà độ nhạy giảm theo chiều sâu.

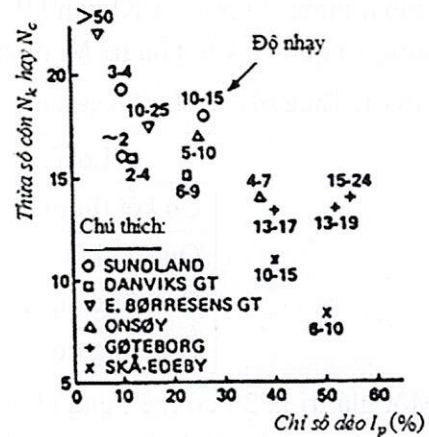
Bảng 2. Thừa số côn (N_c) được xác định cho các loại trầm tích sét khác nhau (Brand và cộng sự hiệu chỉnh 1984)

Tham chiếu	Sét	Thừa số côn trung bình N_k ($= q_c/S_u$)	Bản chất sét					Độ nhay	Trạng thái
			w(%)	W_L (%)	I_p (%)	S_u (kPa)			
Thomas (1965)	Sét London	18	20÷30	80÷85	50	49÷285*	-	Đẻo	
Ward và cộng sự (1965)	Sét London	15,5	22÷26	60÷71	36÷43	206÷510*	-	Đẻo	
Meigh và Corbett (1965)	Sét vịnh Arabian	16	30÷47	38÷62	20÷35	4,9÷39**	5	Đẻo	
Ladanyi và Eden (1969)	Sét Leda (Gloucester)	7,5	50÷57	50	23	25**	30÷50	Chày	
Ladanyi và Eden (1969)	Sét Leda (Ottawa)	5,5	72÷84	40	20	56**	10÷35	Chày	
Pham (1972)	Sét TP Bankok	16	60÷70	70÷80	40÷50	12,8÷28,5**	5÷7	Đẻo	
Anagnostopoulos (1974)	Sét Patras	17	30	35	18	29,4÷68,7**	1,5÷3	Đẻo	
Brand và cộng sự (1974)	Sét Bankok (Bangpli)	19	60÷130	60÷130	60÷120	12,8÷37,3**	5÷7	Chày	
Brand và cộng sự (1974)	Sét Bankok phong hoá (Bangpli)	14	100÷130	100÷135	60÷80	12,8÷19,6**	6÷8	Chày	

* - nén nở hông ** - cắt cánh



Hình 8. Tóm tắt bản chất thừa số côn cho một vài loại sét ở Scandinavian (Theo Lunne và cộng sự 1976).



Hình 9. Hệ số côn thực nghiệm N_k theo độ sâu với các loại trầm tích sét khác nhau (Theo Baligh và cộng sự)

$$N_{k(FVST)} = \frac{q_c - \sigma_{v0}}{S_{u(FVST)}}$$

Bảng 3. Tóm tắt bản chất vật liệu đất và hệ số côn cho một vài loại sét ở Scandinavian (Theo Lunne và cộng sự 1976).

Địa điểm	Chiều sâu (m)	Phạm vi τ_f (t/m^2)	Chỉ số dẻo I_p (%)	Độ nhạy (S_t)	Thừa số côn N_k
Sunland	4÷9	2÷2,5	22,28	10÷15	17÷18
Drammen	9÷14	2÷4,5	~ 10	~ 2	20
	14÷22	2,5÷4	~ 10	3 ÷ 4	15,5
Dansvigsgate	5÷10	2÷3	20÷25	6÷9	14÷15
Drammen	11÷30	2÷4	10÷11	2÷4	14÷16
Børresens gate	5,5÷12	3÷2	~ 15	15÷25	16÷20
Drammen	12÷30	1,3÷2,5	~ 5	50÷160	20÷24
Onsøy	1÷9	1,2÷1,4	20÷30	5÷10	16÷18
	10÷20	1,8÷4,8	35÷40	4÷7	13÷18
Skå-Edeby	1÷4	0,6÷1,2	45÷80	6÷10	8÷9
	4÷12	0,8÷2,0	30÷50	10÷15	10÷12
Gøteborg	3÷10	1,5÷2,5	50÷60	15÷24	13,5÷14,5
	10÷21	2,5÷4,2	50÷55	13÷19	13÷14
	21÷30	4,5÷5,5	~ 15	13÷17	13÷14

Trong hình 9 cho ta thấy xu hướng chung thừa số côn (N_k) tăng khi tính dẻo giảm và hệ số côn (N_k) có xu hướng giảm khi độ nhạy tăng. Các nghiên cứu xác định sức chống cắt không thoát nước của đất dựa vào kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh (CPT) cho thấy sức kháng cắt không thoát nước ở TP Hồ Chí Minh được phân tích theo trung quan truyền thống xác định $N_{kt} = 15$ (Hoàng Thế Thao, Châu Ngọc Ân, Võ Phán). Ngoài ra, các tác giả cũng đã thiết lập sự tương quan giữa sức chống cắt không thoát nước (S_u) của đất sét yếu TP. Hồ Chí Minh theo thí nghiệm xuyên tĩnh với thí nghiệm cắt trực tiếp trong phòng cho đất sét trạng thái nhão và trạng thái dẻo nhão.

Bảng 4. Các nghiên cứu xác định sức chống cắt không thoát nước của đất dựa vào kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh (CPT) ở TP Hồ Chí Minh

Tên đất	Trạng thái	Hàm tương quan	Hệ số tương quan R^2
Đất sét	Nhão	$S_{u(DS)} = 0,6086 S_{u(CPT)} - 9,745$	0.9769
	Dẻo nhão	$S_{u(DS)} = 0,618 S_{u(CPT)} - 25,443$	0.9963

Đối với đất sét trạng thái nhão, tỉ số $\frac{S_{u(CPT)}}{S_{u(DS)}} = (3,0 \div 4)$

Đối với đất sét trạng thái dẻo nhão, tỉ số $\frac{S_{u(CPT)}}{S_{u(DS)}} = (2,2 \div 2,8)$

Kết quả thí nghiệm cho thấy các tỉ số này giảm theo độ sâu cho cùng một loại đất và trạng thái đất.

Số liệu khảo sát địa chất

Dữ liệu dùng để phân tích sức kháng cắt không thoát nước S_u từ thí nghiệm hiện trường và trong phòng được thu thập từ kết quả khảo sát của Dự án Đô thị mới Nhà Bè GS Metro City. Dự án này được dự kiến xây dựng tại xã Phước Kiển và Nhơn Đức, thuộc huyện Nhà Bè, thành phố Hồ Chí Minh, cách trung tâm Thành phố Hồ Chí Minh (chợ Bến Thành) khoảng 12km.

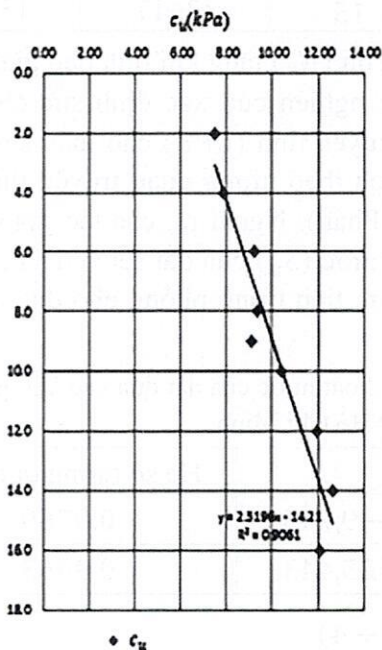
Khối lượng khảo sát:

+ 63 lỗ khoan với độ sâu 40m ÷ 50m cho việc thu thập dữ liệu lớp đất yếu và 25 lỗ khoan với độ sâu 80m ÷ 90m cho 6 vị trí cầu.

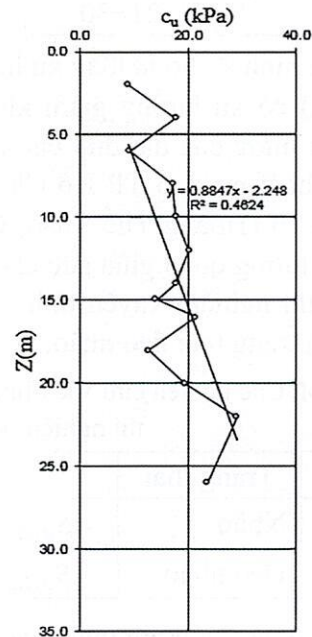
+ 30 vị trí thí nghiệm cắt cánh bằng thiết bị *EVT2000* của hãng Geotech.

+ 30 vị trí thí nghiệm xuyên tĩnh điện có đo áp lực nước lỗ rỗng CPT_u bằng thiết bị Geotech (Thụy Điển).

Căn cứ kết quả khảo sát thu thập được từ các công trình ở khu vực này, sức kháng cắt không thoát nước S_u của lớp sét yếu khu vực sẽ được tổng hợp, phân tích. Từ đó rút ra những đánh giá, thiết lập mối quan hệ tương quan, kiến nghị phương pháp hợp lý xác định S_u sử dụng trong tính toán thiết kế nền móng.



Hình 10. Quan hệ c_u theo độ sâu (từ thí nghiệm cắt phẳng)



Hình 11. Quan hệ c_u theo độ sâu (từ thí nghiệm UC)

Từ kết quả thể hiện ở hình 3.9 có thể thấy rằng sức chống cắt thể hiện thông qua lực dính không thoát nước có khuynh hướng tăng theo độ sâu và gần với qui luật tuyến tính. Sự gia tăng sức chống cắt không thoát nước từ kết quả nén nở hông (hình 3.10 cũng được nhận thấy tuy với độ biến động khá lớn. Ngoài ra, có thể thấy rằng giá trị lực dính không thoát nước từ kết quả thí nghiệm nén nở hông có khuynh hướng lớn hơn so với kết quả cắt phẳng. Điều này hoàn toàn hợp lý trên cơ sở cân bằng giới hạn. Khi mẫu đất ở trạng thái cân bằng giới hạn, quan hệ giữa các thành phần ứng suất có thể biểu diễn theo biểu thức:

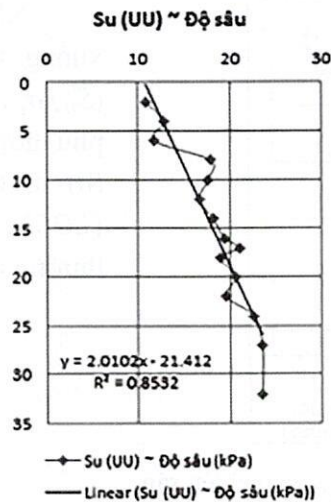
$$\sigma_1 = \sigma_3 tg^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) + 2ctg \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$\text{Với } 2c \cdot tg \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) = q_u$$

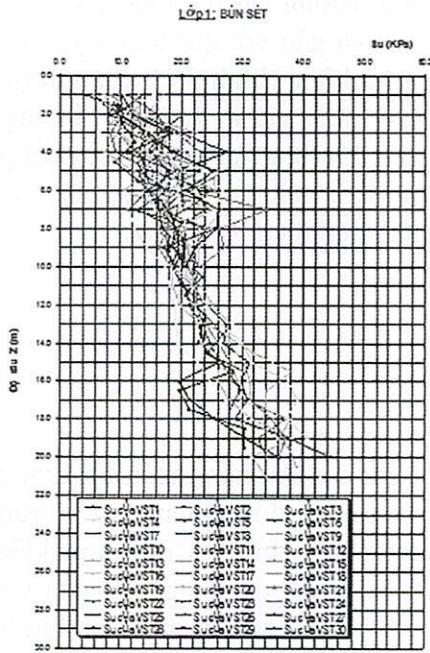
Trong trường hợp $\varphi_u = 0$ thì $q_u = 2c_u$

Thí nghiệm nén ba trục cho phép mô tả được ứng xử của đất nền thuận lợi hơn các thí nghiệm trong phòng khác. Thực vậy, ưu điểm của phương pháp thí nghiệm này là trong quá trình thí nghiệm, phương tác dụng của các thành phần ứng suất chính (σ_3, σ_1) được kiểm soát chặt chẽ. Ngoài ra, việc nén trước mẫu cho phép mô tả lại trạng thái ứng suất gần với điều kiện thực tế của đất nền cũng như các điều kiện thoát nước. Kết quả thí nghiệm nén ba trục theo sơ đồ UU được thể hiện kết quả trong hình 12.

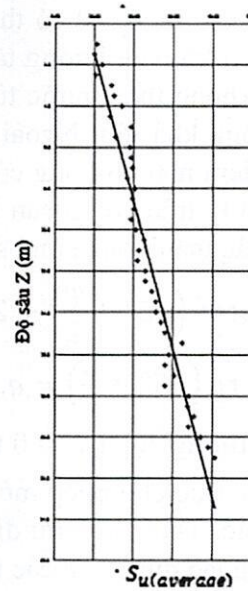
Với cùng số liệu phân tích, quan hệ giữa tỷ số S_u/σ'_{v0} theo mức độ nén chặt có thể thiết lập lại. Một trong các phương pháp thí nghiệm hiện trường đánh giá sức chống cắt không thoát nước của sét mềm đáng tin cậy là cắt cánh. Để đảm bảo thể hiện sức chống cắt trong điều kiện thể nằm tự nhiên, việc cắt cánh được thực hiện bằng cách ấn trực tiếp cánh cắt xuống đến độ sâu thí nghiệm và tiến hành cắt (không cắt trong lỗ khoan). Kết quả tổng hợp 30 vị trí cắt cánh ở khu vực thể hiện ở hình 13.



Hình 12. Quan hệ c_u theo độ sâu (từ thí nghiệm nén ba trục UU)



Hình 13. Kết quả thí nghiệm cắt cánh tại 30 vị trí



Hình 14. Quan hệ của \bar{S}_u theo độ sâu cho lớp 1-bùn sét (từ thí nghiệm cắt cánh VST của 30 vị trí thí nghiệm)

$$Z = 0.7223 S_u - 5.853$$

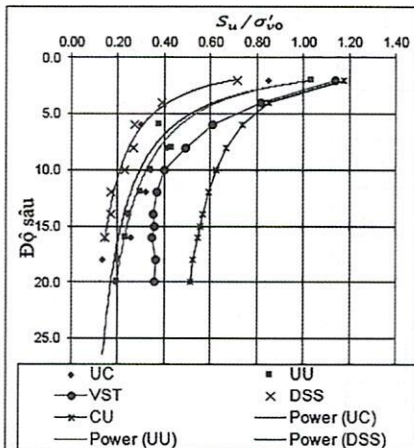
$$R^2 = 0.9419$$

$$S_u = 1.384Z + 8.1$$

$$(1m < Z < 21m)$$

Do đất yếu trong phạm vi khảo sát hầu hết ở trạng thái cố kết thường nên sức chống cắt không thoát nước tăng tuyến tính theo độ sâu với tương quan khá chặt chẽ.

Việc phân tích sức chống cắt không thoát nước có xét đến ứng suất nén trước được thể hiện thông qua giá trị tỷ số không thứ nguyên S_u/σ'_{v0} .



Hình 15. Biểu đồ quan hệ tỷ số S_u/σ'_{v0} theo chiều sâu

Nhận xét: Từ độ sâu 10m trở xuống, tỷ số độ bền không thoát nước (S_u/σ'_{v0}) của VST gần như không đổi, phù hợp với biểu đồ OCR hình 3.7 (b) từ 0 m÷ 10 m: đất cố kết nhẹ (LOC); 10m trở xuống: đất cố kết thường (NC).

3. Kết quả phân tích tương quan S_u giữa thí nghiệm cắt cánh và thí nghiệm xuyên tĩnh

3.1. Khu vực Nhà Bè

Một trong những áp dụng rất sớm của thí nghiệm xuyên tĩnh là đánh giá sức chống cắt không thoát nước của đất sét. Một cái nhìn toàn diện về đánh giá cường độ chống cắt không thoát nước S_u từ dữ liệu thí nghiệm xuyên tĩnh trình bày bởi Baligh và cộng sự (1980), Jamiolkowski và cộng sự (1982), Lunne và Kleven (1981), và Robetson và cộng sự (1986). Sức chống cắt không phải là một thông số duy nhất và tùy thuộc đáng kể vào loại thí nghiệm được sử dụng, tốc độ biến dạng và hướng mặt phẳng phá hoại. S_u được tính toán theo công thức:

$$S_u = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_{kt}}$$

Trong đó:

σ_{v0} - ứng suất bản thân tổng cộng ở hiện trường (kPa), hoặc ứng suất trung bình hiện trường $\left[\sigma_m = \frac{1}{3}(\sigma_{v0} + 2\sigma_{h0})\right]$.

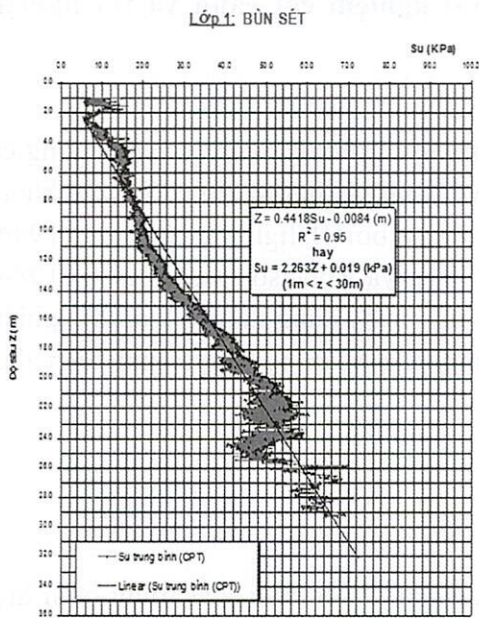
q_t - sức kháng mũi hiệu chỉnh (kPa);

$$q_t = q_c + u_t(1 - a).$$

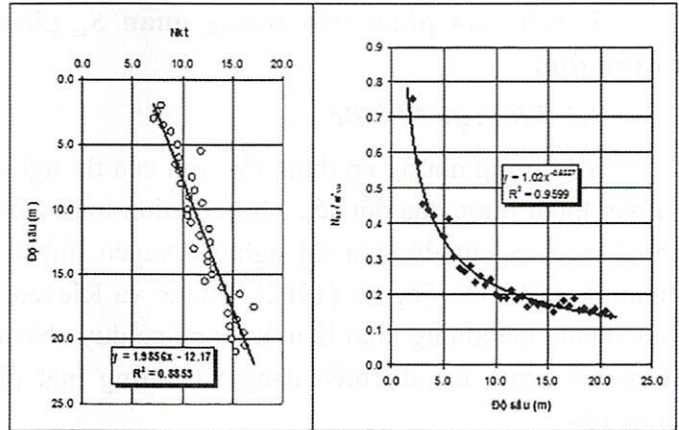
a : tỉ diện tích của tiết diện ngang mũi côn phía trong vòng đá thấm $\left(A_N = \pi \frac{d^2}{4}\right)$ và tiết diện mũi côn $\left(A_T = \pi \frac{D^2}{4}\right)$, còn gọi là hệ số hiệu chỉnh của mũi côn, a thường có giá trị từ 0,6 – 0,9. Xuyên sử dụng trong dự án có $a = 0,648$.

N_{kt} - hệ số mũi xuyên điện.

Piezocone của 30 vị trí tại khu vực nghiên cứu, với độ sâu từ 22m đến 39m, giá trị N_{kt} được tính dựa theo sức chống cắt không thoát nước hiệu chỉnh S_u trong thí nghiệm cắt cánh. Trong sơ đồ dưới đây, kết quả S_u tính toán từ kết quả thí nghiệm xuyên với hệ số $N_{kt} = 12$. Giá trị S_u từ kết quả thí nghiệm xuyên với hệ số $N_{kt} = 12$ theo độ sâu tăng theo qui luật tuyến tính với tương quan chặt chẽ. Điều đó thể hiện kết quả xuyên là phù hợp và đất nền ở trạng thái cố kết thường.



Hình 16. Quan hệ của S_u theo độ sâu (từ thí nghiệm xuyên Piezocone CPT_u , với $N_{kt} = 12$)



Hình 17. Quan hệ của $N_{kt} \sim z$

Hình 18. Quan hệ $\frac{N_{kt}}{\sigma'_{v0}} \sim z$

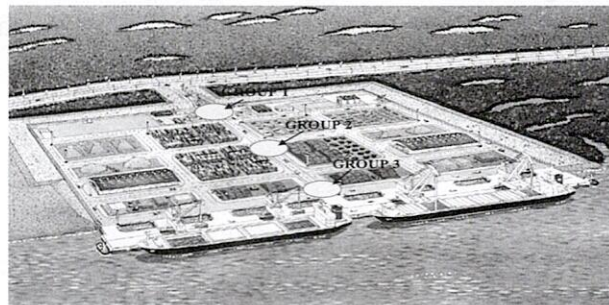
Thiết lập quan hệ của giá trị $N_{kt}, \frac{N_{kt}}{\sigma'_{v0}}$ theo độ sâu như hình 17, hình 18.

Nhận thấy rằng giá trị N_{kt} khu vực Nhà Bè không phải là hằng số và là một hàm theo độ sâu (hình 3.16). Tương quan của tỷ số $\frac{N_{kt}}{\sigma'_{v0}}$ theo độ sâu chặt chẽ hơn tương quan giá trị N_{kt} theo độ sâu (hình 3.18) với phương trình quan hệ:

$$\frac{N_{kt}}{\sigma'_{v0}} = cz^{-d}; \text{ với } c = 1,02 \text{ và } d = 0,6557 \text{ với } z - \text{độ sâu (m)}$$

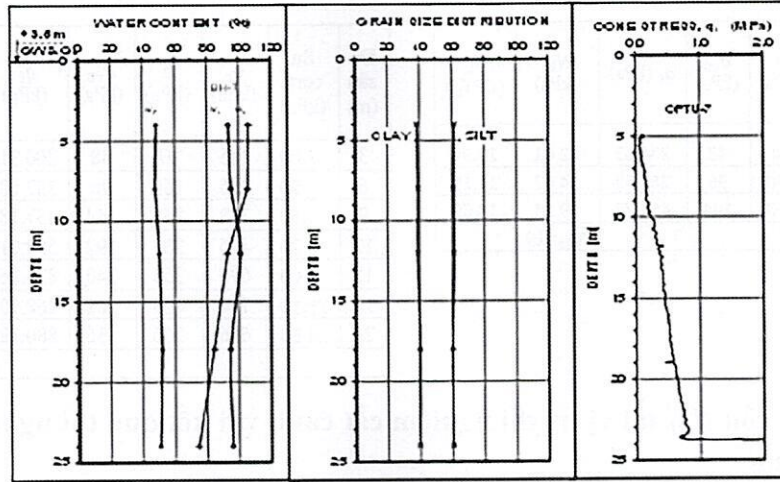
3.2. Dự án Cảng Thị Vải

Giới thiệu



Hình 19. Cảng Thị Vải (JICA 2006) và vị trí các nhóm phân tích tương quan

Cảng Thị Vải có diện tích 470 x 600 m được xây dựng trên sông Thị Vải cách TP Hồ Chí Minh khoảng 90 km về hướng Đông Bắc thuộc huyện Tân Thành, tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu. Ba nhóm vị trí khảo sát CPT_u và VST điển hình của Cảng Thị Vải như trong hình 20 sẽ được phân tích tương quan.



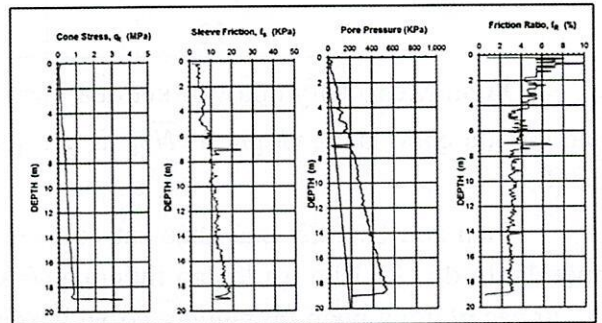
Hình 20. Quan hệ các đặc trưng vật lý và cơ học tiêu biểu cho vị trí VST -7

Các vị trí thí nghiệm cắt cánh gồm các vị trí VST - 7, VST - 8, VST - 9 và các vị trí thí nghiệm xuyên tĩnh tương ứng. Xuyên sử dụng trong dự án có hệ số $a = 0,636$.

Tính hệ số côn N_{kt} tại vị trí thí nghiệm cắt cánh (VST - 7) với kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh (CPT_u) tương ứng

Bảng 5. Tổng hợp số liệu khảo sát, hiệu chỉnh và tính giá trị \bar{N}_{kt} tại vị trí VST - 7

Độ sâu (m)	Su corr (kPa)	q_c (kPa)	u (kPa)	σ_{vs} (kPa)	q_r (kPa)	N_{kt} (kPa)	S_u (CPT_u)
3	6.90	128	90	48	160.76	16.34	6.63
6	12.40	238	177	96	302.43	16.65	12.14
9	16.60	330	269	144	427.92	17.10	16.70
12	17.30	403	318	192	518.75	18.89	19.22
15	25.60	495	407	240	643.15	15.75	23.71
						$\bar{N}_{kt}=17$	



Hình 21. Sơ đồ xuyên tại vị trí VST - 7

Tính hệ số côn N_{kt} tại vị trí thí nghiệm cắt cánh (VST – 8), (VST – 9) với kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh (CPT_u) tương ứng

Bảng 6. Tổng hợp số liệu khảo sát, hiệu chỉnh và tính giá trị \bar{N}_{kt} tại vị trí VST – 8

Độ sâu (m)	Su corr (kPa)	q_c (kPa)	u (kPa)	σ_{v0} (kPa)	q_t (kPa)	N_{kt} (kPa)	S_u (CPT_u)
3	8.30	202	88	48	234.03	22.41	10.94
6	13.10	220	180	96	285.52	14.47	11.15
9	16.60	366	263	144	461.73	19.14	18.69
						$\bar{N}_{kt}=19$	

Bảng 7. Tổng hợp số liệu khảo sát, hiệu chỉnh và tính giá trị \bar{N}_{kt} tại vị trí VST – 9

Độ sâu (m)	Su corr. (kPa)	q_c (kPa)	u (kPa)	σ_{v0} (kPa)	q_t (kPa)	N_{kt} (kPa)	S_u (CPT_u)
3	2.80	165	97	48	200.31	20.04	8.46
6	3.50	275	159	96	332.88	19.10	13.16
9	5.50	348	245	144	437.18	19.29	16.29
12	6.20	495	283	192	598.01	23.47	22.56
15	9.00	696	354	240	824.86	21.66	32.49
18	13.10	714	425	288	868.70	13.14	32.26
21	14.50	696	506	336	880.18	10.10	30.23
						$\bar{N}_{kt}=18$	

Tính hệ số côn N_{kt} tại vị trí thí nghiệm cắt cánh với kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh (CPT_u) tương ứng

Tổng hợp kết quả phân tích và lựa chọn N_{kt} ở các vị trí dự án

Bảng 8. \bar{N}_{kt} tại các vị trí dự án

\bar{N}_{kt}			
Khu vực Nhà Bè	Cảng Thị Vải		
Metro City	VST-7	VST-8	VST-9
12	17	19	18

Dự án Metro City dựa vào kết quả phân tích và đánh giá vị trí 30 lỗ khoan, giá trị \bar{N}_{kt} tác giả lựa chọn là 12 và giá trị \bar{N}_{kt} từ kết quả 3 vị trí lỗ khoan cho khu vực Cảng Thị Vải là 18.

Nhận xét: Qua kết quả khảo sát, lớp sét yếu ở khu vực có tính cố kết thường và ở gần mặt đất từ độ sâu 10m trở lên có tính quá cố kết nhẹ. Cường độ kháng cắt không thoát nước S_u từ các phương pháp thí nghiệm có xu hướng tăng theo độ sâu với qui luật tuyến tính, điều này thể hiện rõ nét ở thí nghiệm cắt cánh. Giá trị S_u thu nhận được từ các phương pháp thí nghiệm có xu hướng:

$$S_{u(DST)} < S_{u(UU)} < S_{u(CV)} < S_{u(VST)}$$

Tỷ số S_u/σ'_{v0} có đặc điểm phi tuyến trong đất quá cố kết và tăng theo sự gia tăng của hệ số quá cố kết OCR. Trong đất cố kết thường, tỷ số S_u/σ'_{v0} có đặc điểm tuyến tính theo độ sâu. Giá trị S_u thu được từ thí nghiệm nén nở hông xấp xỉ và gần bằng với giá trị S_u thu được từ

thí nghiệm nén ba trục UU . Tuy nhiên, kết quả nén nở hông biến động lớn và tương quan theo độ sâu kém. Kết quả thí nghiệm nén ba trục theo sơ đồ CU là phù hợp với điều kiện thực tế hơn cả so với các thí nghiệm trong phòng khác. Tương quan S_u giữa UU và CU khá chặt chẽ và sự khác biệt của S_u giữa hai phương pháp này được đánh giá thông qua tỷ số $S_{u(UU)}/S_{u(CU)}$. Tỷ số này tăng theo sự gia tăng của hệ số OCR , với đất có giá trị OCR càng lớn thì giá trị $S_{u(UU)}$ càng gần với giá trị $S_{u(CU)}$ hơn. Do đó, với đất có kết thường và có giá trị OCR càng bé thì $S_{u(UU)}$ và $S_{u(CU)}$ khác biệt đáng kể. Việc so sánh kết quả thí nghiệm nén ba trục CU với thí nghiệm cắt cánh hiện trường VST cho thấy $S_{u(CU)}$ có xu hướng tương đồng với giá trị S_u đã hiệu chỉnh theo Bjerrum trong đất quá cô kết và tương đồng với giá trị S_u ở hiện trường khi chưa hiệu chỉnh trong đất cô kết thường. Kết quả tương quan giữa hai thí nghiệm cắt cánh VST và xuyên tĩnh điện CPT_u là phù hợp với quan hệ $\frac{N_{kt}}{\sigma'_{v0}} = f(z)$. Điều này chứng tỏ giá trị N_{kt} không phải là hằng số lâu nay vẫn thường dùng mà thay đổi theo độ sâu z theo hàm số có dạng $N_{kt} = \sigma'_{v0} \cdot c \cdot z^{-d}$ với c, d là hệ số xác định từ thí nghiệm.

4. Kết luận

Từ việc tổng hợp và phân tích hàng loạt kết quả thí nghiệm trong phòng và hiện trường xác định sức chống cắt không thoát nước cũng như các tương quan được thiết lập, có thể rút ra các kết luận như sau:

Sức chống cắt không thoát nước hợp lý nhất có thể thu nhận được từ kết quả thí nghiệm cắt cánh. Do thí nghiệm này đánh giá được ứng xử thực tế của đất nền trong thế nằm tự nhiên và giá trị S_u có xu hướng tăng tuyến tính theo độ sâu trong đất nền cô kết thường.

- Từ độ sâu 10 m trở lại, tỷ số cô kết S_u/σ'_{v0} thay đổi trong phạm vi $0,44 \div 1,33$; từ độ sâu 10 m trở đi tỷ số S_u/σ'_{v0} dao động trong phạm vi hẹp $0,35 \div 0,4$.

- Giá trị N_{kt} thay đổi trong phạm vi $7,1 \div 16,3$ và tăng tuyến tính độ sâu theo quan hệ: $N_{kt} = 0,504 z + 6,13$, với sai số bình phương cực tiểu $R^2 = 0,8853$

- Tương quan giữa $\frac{N_{kt}}{\sigma'_{v0}}$ và độ sâu chặt chẽ hơn đáng kể và được thể hiện bằng biểu thức $\frac{N_{kt}}{\sigma'_{v0}} = 1,02 z^{-0,6557}$ với sai số bình phương cực tiểu $R^2 = 0,9599$.

Do sức kháng cắt không thoát nước phụ thuộc đáng kể vào độ sâu trong cùng một lớp đất nên khó có thể tiến hành thống kê để chọn lựa giá trị tiêu chuẩn hay tính toán. Trong trường hợp này có thể sử dụng hàm toán xấp xỉ trong các trường hợp tính toán.

Sức kháng cắt không thoát nước từ kết quả thí nghiệm nén nở hông có giá trị biến động lớn và không tuân theo qui luật nên kiến nghị không nên sử dụng trong tính toán thiết kế.

Sức kháng cắt không thoát nước S_u nên được đánh giá theo mức độ nén chặt (thông qua hệ số rỗng e , độ ẩm $w\%$ hay biến dạng thể tích $\varepsilon_v\%$ từ thí nghiệm nén ba trục theo sơ đồ CU (hay nén ba trục CK_0U nếu xét đến tính bất đẳng hướng của đất nền) với nhiều cấp nén tương ứng với nhiều trạng thái độ chặt khác nhau.

Sự gia tăng sức kháng cắt không thoát nước theo mức độ gia tải có thể được đánh giá thông qua quan hệ S_u với mức độ nén chặt thu được từ thí nghiệm nén ba trục theo sơ đồ CU .

Tương quan giữa thí nghiệm cắt cánh hiện trường và thí nghiệm nén theo sơ đồ CU nên được nghiên cứu thêm bằng các số liệu thực tiễn và đầy đủ hơn để cho ra quan hệ chặt chẽ và tin cậy. Từ đó có thể thay thế thí nghiệm cắt cánh hiện trường bằng thí nghiệm nén CU trong phòng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Châu Ngọc Ân, (2010). *Cơ học đất*, NXB Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- [2]. Vũ Công Ngữ, Nguyễn Thái, (2003). *Thí nghiệm đất hiện trường và ứng dụng trong phân tích nền móng* - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật.
- [3]. Võ Phán (2010). *Các phương pháp khảo sát hiện trường và thí nghiệm đất trong phòng*,
- [4]. Võ Phán, Hoàng Thế Thao, Đỗ Thanh Hải (2005). Thiết lập sự tương quan giữa module biến dạng của đất ở khu vực TP.HCM theo thí nghiệm xuyên tĩnh với kết quả thí nghiệm trong phòng.
- [5]. Tài liệu khảo sát địa chất dự án Metro City, khu vực Nhà Bè TP. Hồ Chí Minh.
- [6]. Tài liệu khảo sát địa chất dự án Cảng Cái Mép - Thị Vải, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu
- [7]. Bùi Trường Sơn (2009), *Địa chất công trình*. NXB Đại học quốc gia thành phố Hồ Chí Minh
- [8]. Trần Văn Việt, (2004). *Cẩm nang dùng cho kỹ sư Địa kỹ thuật* - Nhà xuất bản Xây dựng
- [9]. ASTM D3441-05 - *Standard Test Method for Mechanical Cone Penetration Tests of Soil*.
- [10]. ASTM D5578-07 - *Standard Test Method for Electronic Friction Cone and Piezocone Penetration Testing of Soils*
- [11]. Fellenius, B. H., and Eslami, A., (2000). *Soil Profile from CPT and CPTu data* - "Year 2000 Geotechnics" Geotechnical Engineering Conference, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, November 27 - 30, 2000.
- [12]. P.K. Robertson and K.L. Cabal (Robertson), (2010). *Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering*. Gregg Drilling and Testing, Inc.