

BƯỚC ĐẦU XÁC ĐỊNH HỆ SỐ CỐ KẾT NGANG CỦA MỘT SỐ LOẠI ĐẤT YẾU PHÂN BỐ PHỔ BIẾN Ở ĐỒNG BẰNG BẮC BỘ BẰNG THIẾT BỊ CPTu

NGUYỄN VĂN PHÓNG, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

TẠ ĐỨC THỊNH, *Vụ Khoa học và Công nghệ- Bộ Giáo dục và Đào tạo*

Tóm tắt: Hệ số cố kết ngang (C_h) của đất là một chỉ tiêu quan trọng cần xác định khi xử lý nền đất yếu bằng phương pháp thoát nước thẳng đứng. Để xác định C_h , có thể tiến hành thí nghiệm tiêu tán trên thiết bị CPTu. Đây là phương pháp thí nghiệm đơn giản và hiệu quả nhưng việc áp dụng ở Việt Nam còn hạn chế. Nội dung bài báo đi sâu làm rõ phương pháp thí nghiệm tiêu tán trên thiết bị CPTu và kết quả nghiên cứu xác định các hệ số thực nghiệm và C_h trên cơ sở kết quả thí nghiệm của nhiều phương pháp khác nhau, đồng thời xác định liên hệ thực nghiệm giữa hệ số thấm ngang và đứng trong đất yếu phân bố phổ biến ở một số nơi thuộc khu vực đồng bằng Bắc Bộ.

1. Mở đầu

Hiện nay, khi tiến hành xử lý nền đất yếu cho các loại công trình như đường giao thông, nhà xưởng, hạ tầng cơ sở các khu công nghiệp, khu đô thị mới và các loại công trình quy mô vừa và nhỏ khác, thường sử dụng vật tiêu thoát nước thẳng đứng như giếng cát, bấc thấm, nhằm đẩy nhanh quá trình cố kết của đất. Trong tính toán thiết kế giải pháp này, hệ số cố kết ngang (C_h) của đất yếu là một chỉ tiêu quan trọng được sử dụng. Việc xác định C_h chính xác và phù hợp với điều kiện làm việc của đất nền khi xây dựng công trình sẽ đem lại hiệu quả cao về kinh tế và kỹ thuật.

Trong thực tế, chỉ tiêu hệ số cố kết ngang thường được xác định bằng các phương pháp thí nghiệm trong phòng như thí nghiệm cố kết với mẫu lấy theo phương ngang hoặc thí nghiệm thấm ngang trên các mẫu được gia công đặc biệt (tạo lõi cát ở giữa mẫu đất rồi xác định hệ số thấm theo phương ngang). Do các loại đất cần xử lý khi xây dựng đều là đất yếu, khó đảm bảo nguyên trạng khi lấy và bảo quản mẫu, các mẫu thí nghiệm nhỏ, mô hình thí nghiệm không tương thích với điều kiện làm việc thực tế của công trình nên các phương pháp thí nghiệm trong phòng có độ tin cậy thấp.

Để khắc phục những nhược điểm trên, có thể lựa chọn phương pháp xác định C_h bằng các thí nghiệm ngoài trời như xuyên tĩnh có đo áp

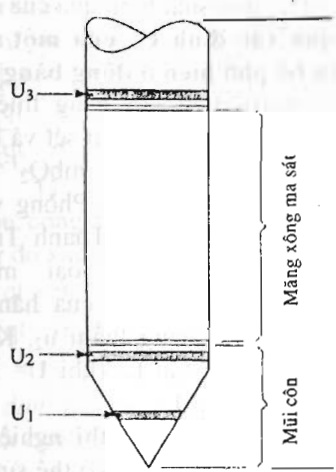
lực nước lỗ rỗng (CPTu), nén ngang hay lắp đặt các ống quan trắc (Standpipe). Trong đó, thí nghiệm tiêu tán bằng thiết bị CPTu có ưu điểm nổi bật như tiến hành thí nghiệm đơn giản, giá thành rẻ và phù hợp với sơ đồ làm việc thực tế của đất nền khi được xử lý. Tuy nhiên, phương pháp xác định này ở nước ta vẫn còn hạn chế, chưa được phát triển rộng rãi, chủ yếu được áp dụng trong các công trình có vốn đầu tư nước ngoài hoặc nhà thầu nước ngoài. Vì vậy, việc phân tích làm rõ thí nghiệm tiêu tán bằng thiết bị CPTu và nghiên cứu thực nghiệm phương pháp xác định C_h cho một số loại đất yếu phân bố phổ biến ở đồng bằng Bắc Bộ sẽ góp phần nâng cao khả năng ứng dụng của phương pháp thí nghiệm này.

2. Thí nghiệm tiêu tán xác định hệ số cố kết ngang của đất bằng thiết bị CPTu

Thí nghiệm tiêu tán bằng thiết bị CPTu là thí nghiệm ghi lại sự tiêu giảm áp lực nước lỗ rỗng dư theo thời gian ở độ sâu thí nghiệm. Áp lực nước lỗ rỗng được đo ở vị trí màng thấm của đầu xuyên. Hiện nay, một vài kiểu thiết bị CPTu được phát triển có từ 2 đến 3 vị trí màng thấm (hình 1). Các thiết bị CPTu ở nước ta chủ yếu dùng loại có vị trí đo áp lực nước lỗ rỗng đặt ở ngay sau mũi côn (vị trí U_2 hình 1).

Khi xuyên đến chiều sâu cần thí nghiệm tiêu tán, dùng xuyên và tiến hành thí nghiệm bằng cách theo dõi và ghi lại các thông số trong

quá trình tiêu giảm áp lực nước lỗ rỗng dư theo thời gian. Các thông số cần xác định bao gồm: Độ tiêu tán (U) và thời gian tiêu tán để độ tiêu tán U= 50% (t₅₀).



Hình 1. Đầu xuyên CPTu với các vị trí màng thấm khác nhau

Quy trình thí nghiệm được quy định trong tiêu chuẩn ngành 22TCN 317- 2004 hay tiêu chuẩn của Mỹ ASTM D5778.

Độ tiêu tán được tính bằng tỷ số giữa áp lực nước lỗ rỗng dư ở thời điểm t với áp lực nước lỗ rỗng dư ở thời điểm bắt đầu thí nghiệm:

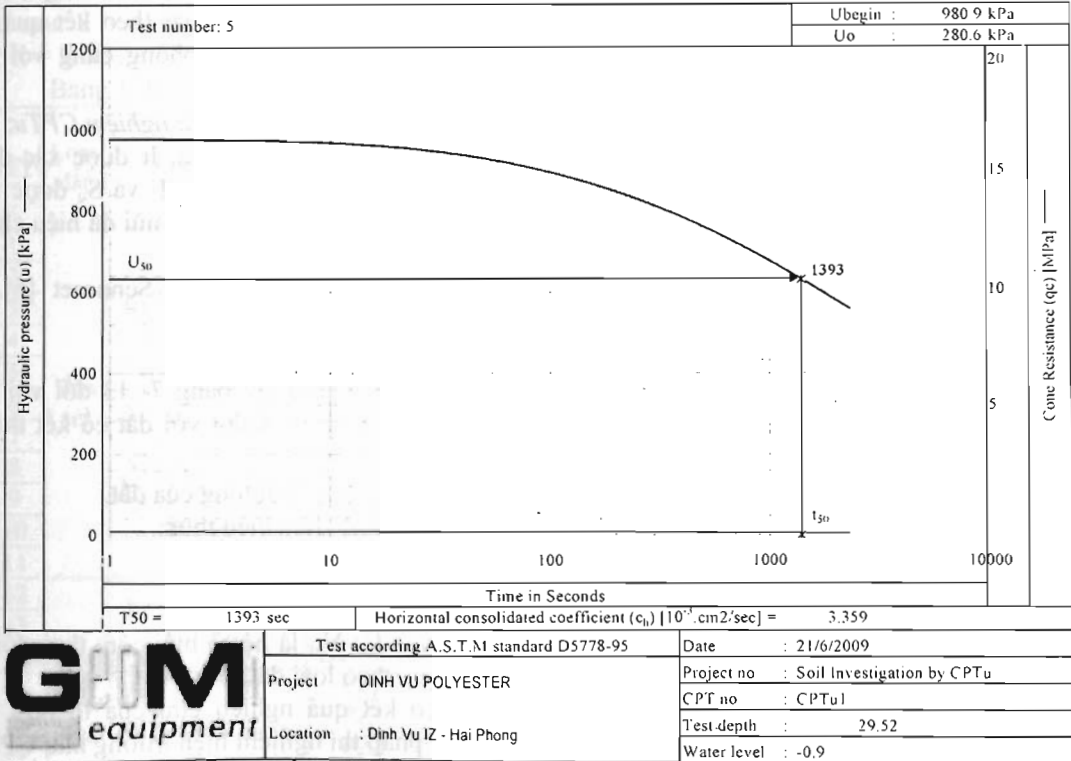
$$U = \frac{u_i - u_0}{u_i - u_0} 100 \text{ (%) } , \tag{1}$$

trong đó:

- u_i- áp lực nước lỗ rỗng dư ở thời điểm t;
- u₀- áp lực thủy tĩnh;
- u_i- áp lực nước lỗ rỗng dư ở thời điểm bắt đầu thí nghiệm.

Thí nghiệm tiêu tán được coi là kết thúc khi độ tiêu tán U= 50% (gọi là U₅₀). Khi cần đo áp lực thủy tĩnh thì thí nghiệm tiêu tán được tiến hành đến khi áp lực nước lỗ rỗng dư bằng không (Δu = 0).

Kết quả thí nghiệm được biểu diễn bằng biểu đồ quan hệ giữa áp lực nước lỗ rỗng dư (u_i) và thời gian (t). Từ đồ thị này, tiến hành xác định t₅₀ từ giá trị U₅₀ tương ứng (hình 2).



Hình 2. Biểu diễn kết quả thí nghiệm tiêu tán bằng thiết bị CPTu

Từ kết quả thí nghiệm tiêu tán bằng thiết bị CPTu, cho phép xác định hệ số cố kết ngang của đất. Theo Torstensson (1977), với loại mũi côn có diện tích 10cm^2 thì C_h có thể được xác định theo công thức:

$$C_h = 0.00153/t_{50}, \text{ (m}^2/\text{s)}. \quad (2)$$

Công thức này được sử dụng để xác định nhanh C_h khi chưa có kết quả thí nghiệm nén cố kết hay nén ba trục.

Theo Teh và Houlsby thì C_h được xác định theo công thức:

$$C_h = \frac{T^* r^2 \sqrt{I_r}}{t_{50}}, \quad (3)$$

trong đó: r - bán kính mũi côn (cm), $r^2 = 3.185$;

T^* nhân tố thời gian phụ thuộc vào độ cố kết U và loại mũi côn, ứng với $U = 50\%$ và vị trí màng thấm ngay sau mũi côn (u_2) thì $T^* = 0.245$;

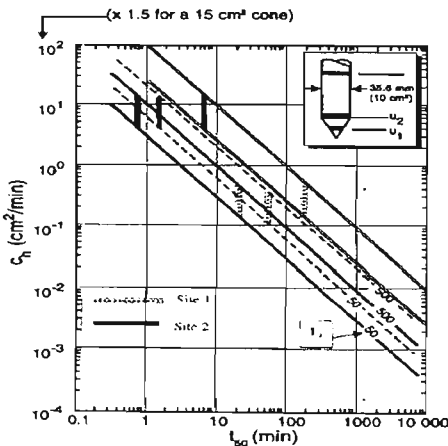
t_{50} - thời gian ứng với $U = 50\%$ (s);

I_r -chỉ số độ cứng, $I_r = E/3S_u$; (4)

E - mô đun biến dạng được xác định từ thí nghiệm nén cố kết trong phòng theo quan hệ $\Delta\sigma/\Delta e$;

S_u - sức kháng cắt không thoát nước của đất.

Cũng có thể xác định gần đúng C_h theo biểu đồ của Teh và Houlsby [4] như hình 3.



Hình 3. Xác định C_h theo Teh và Houlsby

Từ hệ số cố kết ngang và chỉ số nén lại xác định được bằng thí nghiệm nén cố kết, có thể xác định hệ số thấm ngang của đất theo công thức của Baligh và Levadoux:

$$k_h = \frac{\gamma_n}{2.3 \sigma'_{v0}} (R_R) \cdot C_h, \quad (5)$$

trong đó: R_R - chỉ số nén lại:

γ_n - khối lượng riêng của nước:

σ'_{v0} - ứng suất hiệu quả của đất.

3. Kết quả xác định C_h của một số loại đất yếu phân bố phổ biến ở đồng bằng Bắc Bộ

Thí nghiệm tiêu tán bằng thiết bị CPTu được thực hiện trong đất bùn sét và bùn sét pha (thuộc hệ tầng Hải Hưng- $mbQ_2^{1-2}hh$) ở khu công nghiệp Đình Vũ- Hải Phòng và khu xây dựng công viên Yên Sô- Thanh Trì, Hà Nội. Thiết bị sử dụng là loại máy xuyên Penetrometer 100kN- TW của hãng GeoMil- Hà Lan với vị trí màng thấm u_2 . Kết quả xác định thời gian tiêu tán t_{50} (khi $U = 50\%$) được tổng hợp trong bảng 1.

Để xác định C_h , với thí nghiệm tiêu tán bằng thiết bị đã thực hiện, có thể sử dụng công thức (3). Vấn đề còn lại là cần phải xác định chỉ số độ cứng I_r sao cho chính xác, phù hợp với loại đất thí nghiệm.

Có hai cách để xác định chỉ số này: Theo kết quả thí nghiệm CPTu và theo kết quả thí nghiệm nén cố kết trong phòng cùng với kết quả thí nghiệm cắt cánh.

* *Xác định I_r theo kết quả thí nghiệm CPTu:*

Như đã trình bày ở trên, I_r được xác định theo công thức (4), trong đó E và S_u được xác định từ sức kháng xuyên đầu mũi đã hiệu chỉnh (q_t).

Theo phương pháp của Senneset [6], E được tính theo công thức:

$$E = m(q_t - \sigma_{v0}), \quad (5)$$

trong đó: m - hệ số lấy bằng 7- 13 đối với đất quá cố kết và từ 4- 8 đối với đất cố kết thông thường;

σ_{v0} - ứng suất tổng của đất.

S_u xác định theo biểu thức:

$$S_u = \frac{(q_t - \sigma_{v0})}{N_{kt}}, \quad (6)$$

Trong đó: N_{kt} là hệ số mũi côn, thay đổi từ 10- 20 tùy theo loại đất.

Theo kết quả nghiên cứu của tổ hợp các phương pháp thí nghiệm hiện trường như CPTu, cắt cánh (FVT) và thí nghiệm trong phòng như nén cố kết, nén ba trục ở khu xây dựng công

viên Yên Sở- Thanh Trì, Hà Nội và khu công nghiệp Đình Vũ- Hải Phòng, chúng tôi đã xác định được các hệ số thực nghiệm (chung cho cả bùn sét và bùn sét pha) đối với từng khu thí nghiệm như sau:

- Ở công viên Yên Sở- Thanh Trì: $m = 6$ và $N_{kt} = 11$ [1], từ đó xác định được:

$$I_r = \frac{6(qt - \sigma_{vo})}{3 \frac{(qt - \sigma_{vo})}{11}} = 22$$

- Ở khu công nghiệp Đình Vũ: $m = 5$ và $N_{kt} = 15$, từ đó xác định được:

$$I_r = \frac{5(qt - \sigma_{vo})}{3 \frac{(qt - \sigma_{vo})}{15}} = 25$$

* *Xác định I_r theo kết quả thí nghiệm nén cố kết và cắt cánh:*

Theo kết quả thí nghiệm trong phòng, E được xác định theo kết quả thí nghiệm nén cố kết và S_u được xác định từ thí nghiệm cắt cánh.

- Ở công viên Yên Sở- Thanh Trì, các giá trị trung bình nhận được trong các lớp đất yếu như sau: $E = 13 \text{ kG/cm}^2$, $S_u = 0,26 \text{ kG/cm}^2$, từ đó: $I_r = E/3S_u = 17$

- Ở khu công nghiệp Đình Vũ, các giá trị trung bình nhận được trong các lớp đất yếu là: $E = 18 \text{ kG/cm}^2$, $S_u = 0,30 \text{ kG/cm}^2$, từ đó:

$$I_r = E/3S_u = 20$$

Từ các kết quả trên, nhận thấy I_r xác định theo kết quả thí nghiệm nén cố kết và cắt cánh thấp hơn từ kết quả thí nghiệm CPTu. Nguyên nhân là do tính nguyên trạng của đất không bảo toàn tốt. Tuy nhiên, với các loại đất yếu ở các khu vực nghiên cứu, giá trị I_r xác định được bằng các phương pháp thí nghiệm khác nhau thay đổi không nhiều và nằm trong phạm vi sai số cho phép, nên có thể chọn $I_r = 22$ là giá trị đặc trưng để xác định hệ số cố kết ngang C_h . Kết quả xác định C_h được trình bày trong bảng 1.

4. Xác định liên hệ thực nghiệm giữa hệ số thấm ngang (k_h) và đứng (k_v)

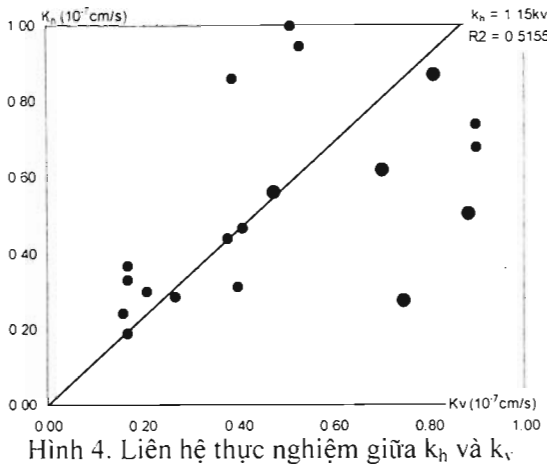
Hệ số thấm ngang k_h được xác định từ kết quả thí nghiệm tiêu tán bằng thiết bị CPTu theo biểu thức (5). Trong đó, chỉ số nén lại được xác định theo kết quả thí nghiệm cố kết. Kết quả xác định k_h được cho trong bảng 1.

Hệ số thấm đứng k_v được xác định từ thí nghiệm nén cố kết trong phòng. Kết quả xác định k_v được cho trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả xác định C_h và k_h từ thí nghiệm tiêu tán trong bùn sét và bùn sét pha

STT	Loại đất	Địa điểm	Hồ xuyên	Chiều sâu đo tiêu tán (m)	Thời gian tiêu tán t_{50} (s)	Hệ số cố kết ngang C_h ($10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$)	Hệ số thấm ngang k_h (10^{-7} cm/s)	Hệ số thấm đứng k_v^* (10^{-7} cm/s)
1	Bùn sét	KCN Đình Vũ- Hải Phòng	DCTu-1	14,9	3793	0,96	0,19	0,17
2			DCTu-1	8,9	1390	2,63	0,86	0,39
3			DCTu-2	13,9	3155	1,16	0,24	0,16
4			DCTu-3	11,5	2104	1,74	0,44	0,38
5			DCTu-4	10	2280	1,61	0,47	0,41
6			DCTu-4	13	2877	1,27	0,28	0,27
7		Yên Sở- Thanh Trì, Hà Nội	PZ2	5	5808	0,63	0,37	0,17
8			PZ4	6	1875	1,95	0,94	0,53
9			PZ4	12	2956	1,24	0,30	0,21
10			PZ5	4	8035	0,46	0,33	0,17
11			PZ5	10	3420	1,07	0,31	0,40
12	Bùn sét pha	KCN Đình Vũ- HPhòng	DCTu-1	9	1183	3,09	1,00	0,51
13			DCTu-3	6,9	1079	3,39	1,42	0,46
14			DCTu-4	5	962	3,80	2,21	0,41
15		Yên Sở- Thanh Trì, Hà Nội	PZ1	9	1130	3,24	1,04	0,88
16			PZ1	15	180	20,33	3,93	1,39
17			PZ2	11	1422	2,57	0,68	0,90
18			PZ3	8	1225	2,99	1,08	0,91
19			PZ3	14	1030	3,55	0,74	0,90

Từ các cặp số liệu hệ số thấm theo phương ngang và theo phương đứng, tiến hành xây dựng quan hệ thực nghiệm (k_h - k_v) như hình 4. Kết quả cho thấy, chúng có mối quan hệ tuyến tính nhưng độ chặt không cao. Tuy nhiên, để xác định chính xác về quy luật và độ chặt của mối quan hệ này, cần phải tiến hành đồng bộ nhiều thí nghiệm với các phương pháp khác nhau, từ đó xác lập quan hệ tương quan giữa chúng.



Hình 4. Liên hệ thực nghiệm giữa k_h và k_v .

4. Kết luận

- Thí nghiệm tiêu tán bằng thiết bị CPTu là một phương pháp thí nghiệm đơn giản, nhanh và phù hợp để xác định hệ số cố kết ngang C_h của đất yếu. Tuy nhiên, khi tiến hành xác định C_h từ thí nghiệm này, cần thiết phải xác định các hệ số thực nghiệm cho từng loại đất. Ở khu xây dựng công viên Yên Sở- Thanh Trì, Hà Nội và khu công nghiệp Đình Vũ- Hải Phòng thuộc đồng bằng Bắc Bộ, chỉ số độ cứng I_r để xác định C_h của loại đất yếu phân bố phổ biến là bùn sét và bùn sét pha xác định được là 22.

SUMMARY

The initial results for determining coefficient of horizontal consolidation by dissipation test and some experimental coefficient of soft soil in Bac Bo delta

Nguyen Van Phong, University of Mining and Geology
Ta Duc Thinh, Ministry of Education and Training

Dissipation test is a simple and effective method to determine coefficient of horizontal consolidation (C_h), but its application is limited in Vietnam. In soft soil treatment by Vertical Drain, coefficient of horizontal consolidation is very important parameter. This article presents method of dissipation test and bring out experimental coefficient to determine C_h of soft soil in Bac Bo delta. Some experimental relations in researched areas is brought out simultaneously.

Người phân biên: Nguyễn Viết Tinh

- Kết quả nghiên cứu thực nghiệm còn cho thấy giữa hệ số thấm ngang k_h được xác định từ kết quả thí nghiệm tiêu tán bằng thiết bị CPTu và hệ số thấm đứng k_v được xác định từ thí nghiệm nén cố kết trong phòng của loại đất nghiên cứu có mối quan hệ tuyến tính nhưng độ chặt không cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Văn Phong, 2008. Xác định các đặc trưng cơ học của đất yếu bằng thí nghiệm xuyên tĩnh có đo áp lực nước lỗ rỗng. Tuyển tập Báo cáo HNKH lần thứ 18, quyển 3, tr. 75-82.
- [2]. Baligh M.M, Levadoux J.N, 1986. Consolidation after Undrained Piezocone penetration. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 112, No 7, pp 727-745.
- [3]. Powell J.J.M., Lunne T., 1988. Interpretation and use of piezocones in UK clays. Proc. Conf. on Penetration testing in the UK. Birmingham, pp. 151-156.
- [4]. Powell J.J.M., Lunne T., 2005. Use of CPTu data in Clays/fine grained soils, Studia Geotechnica et Mechanica, Vol. XXVII, No. 3-4, pp. 53-57.
- [5]. Senneset K., Janbu N., Svano G., 1982. Strength and deformation parameters from cone penetration tests, Proc. 2nd European Symposium on Penetration Testing, ESOP-II, Amsterdam, Vol. 2, pp. 863-870.
- [6]. Toretensson B.A., Petsonk A.M, 1986. A device for in-situ Measurement of hydraulic Conductivity. Proceedings of the 4th international Seminar Field Instrumentation and In - Situ Measurement, Nanyang Technological Insitute. Singapore.
- [7]. Wojciech T., Marcin W., 2005. CPTu in soft post - flotation sediments, Studia Geotechnica et Mechanica, Vol. XXVII, No. 3-4, pp. 125-131.