

Nghiên cứu một số phương pháp xác định mô đun biến dạng của đất

Study on some methods of determination of soil deformation modulus

> NCS. THS LƯƠNG NGUYỄN HOÀNG PHƯƠNG¹,

THS NGUYỄN VĂN LINH¹, THS BÙI THỊ THU VĨ¹

¹Khoa Công nghệ, Phân hiệu Đại học Đà Nẵng tại Kon Tum, Đại học Đà Nẵng

TÓM TẮT:

Bài báo giới thiệu các phương pháp xác định mô đun biến dạng từ thí nghiệm nén cố kết trong phòng, thí nghiệm bàn nén tĩnh hiện trường, thí nghiệm nén ngang trong hố khoan. Trên cơ sở so sánh kết quả giữa các thí nghiệm, từ đó có thể dựa vào kết quả mô đun biến dạng từ thí nghiệm Oedometer trong phòng để điều chỉnh và tính toán độ lún của nền móng công trình được chính xác và phù hợp với thực tế công trình.

Từ khóa: Phương pháp; đất; mô đun biến dạng

ABSTRACT:

The main content of the article is to introduce methods to determine the deformation modulus from the consolidation compression test in the laboratory, the plate bearing test, and the pressuremeter - PMT test. On the basis of comparing the results between the experiments, it is possible to rely on the results of the deformation modulus from the Oedometer test to adjust and calculate the settlement of the foundation accurately and in accordance with the actual work.

Keywords: Method; soil; deformation modulus

1. GIỚI THIỆU

Trong công tác thiết kế địa kỹ thuật, cũng như trong công tác thiết kế các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp, giao thông và thủy lợi... để xác định tính biến dạng nhằm tính toán độ lún của nền đất, chúng ta cần phải xác định module biến dạng của đất nền (E). Hiện nay ở Việt Nam cũng như trên thế giới đã áp dụng khá nhiều phương pháp để xác định module biến dạng (E) [9] [5] [4], có thể liệt kê như sau: Thí nghiệm trong phòng: Nén cố kết, nén đơn, nén ba trục [1]. Thí nghiệm hiện trường: nén ngang, nén tải trọng tĩnh [6] [10].

Trong những phương pháp trên, phương pháp nén tải trọng tĩnh bằng bàn nén hiện trường và nén cố kết trong phòng là tương đối đơn giản nhằm xác định sức chịu tải cục bộ và module biến dạng của nền đất. Ngoài ra, còn có phương pháp nén ngang trong hố khoan cũng đang được áp dụng tương đối rộng rãi ở các nước

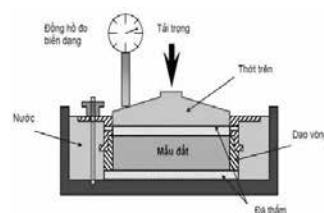
châu Âu [3] [4].

Bài báo sẽ trình bày nội dung ba phương pháp trên, phạm vi áp dụng trong thực tế cũng như thiết lập sự tương quan giữa các kết quả cho được từ các thí nghiệm công trình nhà máy nhiệt điện Long Phú 1, tỉnh Sóc Trăng. Từ đó, có thể dựa vào kết quả mô đun biến dạng từ thí nghiệm "Oedometer" trong phòng để điều chỉnh và tính toán độ lún của nền móng công trình được chính xác và phù hợp với kết quả thực tế.

2. XÁC ĐỊNH MÔ ĐUN BIẾN DẠNG TỪ THÍ NGHIỆM NÉN CỐ KẾT, BÀN NÉN TĨNH, NÉN TRONG HỐ KHOAN

2.1 Thí nghiệm nén cố kết (Oedometer test)

Độ lún của đất hạt mịn bão hòa nước dưới tác dụng của tải trọng sẽ xảy ra hiện tượng cố kết [8]. Thí nghiệm mô phỏng hiện tượng cố kết gọi là thí nghiệm nén một trục, thí nghiệm nén lún hay thí nghiệm nén cố kết. Thí nghiệm nén cố kết nhằm mục đích nghiên cứu quá trình cố kết theo lý thuyết Terzaghi - Thí nghiệm xác định độ lún do quá trình thoát nước lỗ rỗng trong một mẫu đất dưới tác dụng của tải trọng thẳng đứng. Phương pháp thí nghiệm này có thể tiến hành theo tiêu chuẩn: TCVN 4200:1995 hoặc ASTM D 2435 [1] hay BS1377:1990 [2].



a. Sơ đồ thí nghiệm nén cố kết



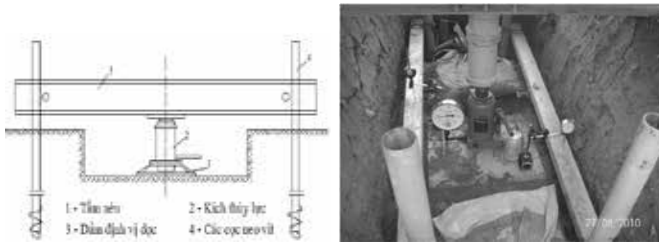
Các thiết bị, máy nén cố kết

Hình 1a,b. Sơ đồ thí nghiệm và các thiết bị, máy nén cố kết

2.2 Thí nghiệm bàn nén tĩnh hiện trường

Thí nghiệm bàn nén tĩnh hiện trường [7] nhằm xác định mô đun biến dạng của đất nền trong phạm vi chiều dày bằng 2 đến 3 lần đường kính tấm nén. Đặt bàn nén tại vị trí dự định sẽ đặt móng, sau đó tiến hành chất tải theo từng cấp cho đến khi đất nền bị phá hoại. Mô đun biến dạng E của đất được xác định theo biểu đồ liên hệ giữa độ lún tấm nén với áp lực tác dụng lên tấm nén. Thiết bị thí nghiệm bàn nén nén tĩnh chính gồm bàn nén hay tấm nén, thiết bị chất tải, neo giữ, kích thủy lực, đồng hồ đo biến dạng được mô tả như Hình 2. Tấm nén được lắp vào cột ống đường kính 219 mm và hạ xuống đáy lỗ khoan đã được vét sạch. Dùng đối trọng và các vòng định hướng để cân bằng tấm nén cùng với cột ống khi hạ. Đặt tấm nén sâu hơn chân ống chống từ 2 đến 5cm. Sau khi đặt tấm nén, tiến

hành lắp thiết bị chất tải, thiết bị neo và hệ thống neo. Vòng kế kiểm tra được lắp trên hệ mốc chuẩn. Dây của vòng kế kiểm tra được gắn vào mốc không di động đặt ở ngoài thành thí nghiệm. Tầng tải trọng lên tấm nền thành từng cấp ΔP tùy theo loại đất thí nghiệm và trạng thái đất. Tổng số các cấp gia tải được chọn phụ thuộc vào loại tải trọng dự kiến của công trình truyền xuống, không được ít hơn 4 kể từ giá trị tương ứng với cấp áp lực do trọng lượng bản thân của đất tại cao trình thí nghiệm. Giá trị tải trọng lớn nhất có thể chọn là $P_{max} = (1,5 \div 2)$ sức chịu tải thiết kế cho móng nông. Giữ mỗi cấp gia tải đến khi ổn định biến dạng quy ước của đất theo TCVN 80:2002. Thời gian giữ mỗi cấp gia tải tiếp sau không ít hơn thời gian giữ cấp trước. Ghi số đọc các biến dạng kế tại mỗi cấp tải.

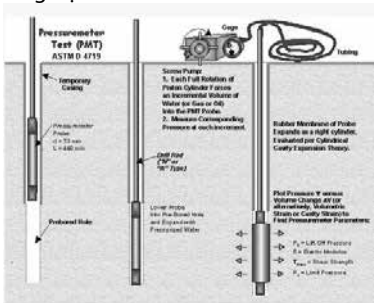


a. Sơ đồ thí nghiệm bàn nén tĩnh b. Các thiết bị bàn nén tĩnh hiện trường

Hình 2 a, b. Sơ đồ thí nghiệm bàn nén tĩnh và các thiết bị bàn nén tĩnh hiện trường

2.3 Thí nghiệm nén trong hố khoan (Pressure meter test)

Thí nghiệm nén trong hố khoan (nén ngang) [9] [4] cung cấp mối quan hệ ứng suất và biến dạng của đất ở hiện trường. Mô đun biến dạng (E_{PMT}) và ứng suất tới hạn (PL) của đất tại hiện trường có thể được tính dựa vào mối quan hệ ứng suất - biến dạng này và được sử dụng cho công tác phân tích địa kỹ thuật và thiết kế nền móng. Thí nghiệm nén ngang được thực hiện bằng cách tác dụng áp suất vào thành hố khoan. Thiết bị thí nghiệm nén ngang gồm có 2 phần hộp điều khiển thí nghiệm được đặt trên mặt đất và buồng thí nghiệm thì được đưa vào trong hố khoan đến độ sâu thí nghiệm. Buồng nén gồm 1 buồng đo và 2 buồng bảo vệ. Ngay khi buồng nén được đưa đến độ sâu thí nghiệm, buồng bảo vệ được thổi phồng để cố định buồng nén vào vị trí thí nghiệm trong hố khoan. Tiếp theo, buồng đo được tăng áp lực bằng nước bơm phồng vào màng cao su dẻo của nó để tạo áp lực tác dụng lên thành hố khoan. Khi áp suất trong buồng đo tăng lên thì thành hố khoan cũng biến dạng. Áp suất bên trong buồng đo được giữ không đổi trong khoảng 60 giây và thể tích tăng lên để duy trì áp suất không đổi sẽ được ghi lại. Biểu đồ tải trọng - biến dạng sẽ được xây dựng dựa trên mối quan hệ áp suất và biến dạng được ghi lại trong suốt quá trình thí nghiệm.



a. Sơ đồ thí nghiệm nén ngang



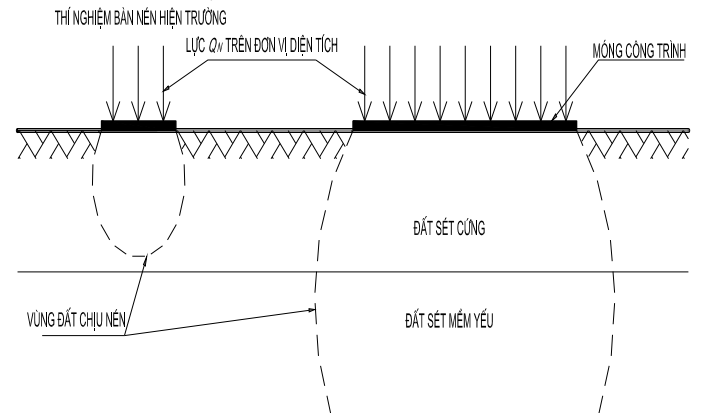
b. Các thiết bị nén ngang hiện trường

Hình 3 a, b. Sơ đồ thí nghiệm bàn nén tĩnh và các thiết bị bàn nén tĩnh hiện trường

3. NHẬN XÉT PHẠM VI ÁP DỤNG KHI XÁC ĐỊNH MÔ ĐUN BIẾN DẠNG E TỪ CÁC PHƯƠNG PHÁP

Trong các phương pháp trên ta cần quan tâm nhất là xác định E từ thí nghiệm bàn nén hiện trường bởi so với xác định E từ thí nghiệm nén cố kết thì thí nghiệm bàn nén hiện trường cho giá trị E mô phỏng điều kiện làm việc của đất nền gần với thực tế hơn. Qua quan sát trạng thái làm việc của bàn nén ta có thể suy diễn trạng thái làm việc của móng nông có kích thước thực và thí nghiệm này có thể tiến hành với đất rời (cát, sạn sỏi...). Tuy nhiên khi cần lưu ý rằng thông thường với thí nghiệm bàn nén hiện trường chỉ khảo sát được tính chất biến dạng của lớp đất tương đối nông (khoảng từ 1,5m đến 2m) hay đến độ sâu vài ba lần bề rộng bàn nén. Việc sử dụng kết quả bàn nén tải trọng tĩnh cần hết sức thận trọng. Trong trường hợp đất không đồng nhất đến một độ sâu tương đối lớn thì kết quả của phương pháp này là không đáng tin cậy.

Như trong hình 4, lớp đất bên trên là lớp sét cứng trong khi đó lớp bên dưới là lớp sét yếu. Thí nghiệm bàn nén thực hiện gần trên mặt đất kiểm tra được tính chất của lớp đất trên (sét cứng) chứ không phản ánh được lớp đất mềm tự nhiên ở bên dưới. Khi ta đặt móng công trình thực lên trên lớp đất này thì vùng ứng suất ảnh hưởng kéo dài sâu xuống lớp đất bên dưới (sét yếu có tính nén lún rất cao) do đó dễ xảy ra mất an toàn.



Hình 4. Hạn chế của thí nghiệm bàn nén tải trọng tĩnh trên vùng đất không đồng nhất.

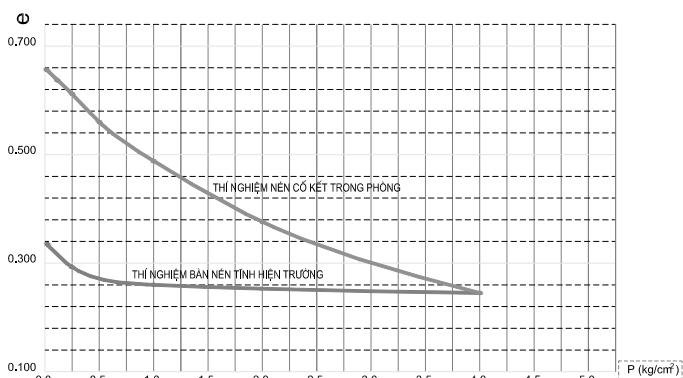
4. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ SO SÁNH KẾT QUẢ

4.1 Kết quả thí nghiệm trong phòng

Thực hiện thí nghiệm nén cố kết và các chỉ tiêu cơ lý của mẫu đất nền ở trong phòng. Kết quả thí nghiệm của công trình nhà máy nhiệt điện Long Phú 1, tỉnh Sóc Trăng được tổng hợp trong Bảng 1. Mẫu đất thí nghiệm tương ứng với độ sâu được tiến hành thí nghiệm bàn nén tĩnh hiện trường, các biểu đồ quan hệ $e-p$ của thí nghiệm nén cố kết được thể hiện ở Hình 5.

Bảng 1. Các chỉ tiêu cơ lý của mẫu đất

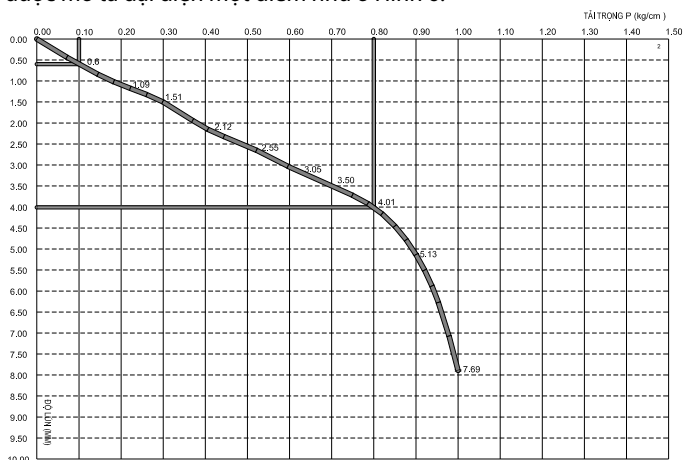
W	%	20,22	P	e	a_v	m_v	C_v	k_v	E
γ_w	g/cm^3	1,962	kg/cm^2	-	cm^2/kg	cm^2/kg	cm^2/s	cm/s	kg/cm^2
Δ	g/cm^3	2,72	0,0625	0,657					
LL	%	51,3	0,125	0,641	0,252	0,153	4,62E-04	7,06E-08	6,5
PL	%	18,8	0,25	0,611	0,238	0,148	5,81E-04	8,50E-08	6,8
PI	-	32,5	0,5	0,562	0,197	0,126	5,44E-04	6,74E-08	7,9
e_0	-	0,667	1	0,484	0,156	0,105	5,98E-04	6,11E-08	9,5
n	%	40,0	2	0,374	0,110	0,080	5,09E-04	3,92E-08	12,5
G	%	82,5	4	0,243	0,066	0,053	4,59E-04	2,31E-08	18,9
P_c	kg/cm^2	0,64	1	0,261					
C_c	-	0,40	0,25	0,288					
C_r	-	0,05	0,0625	0,329					



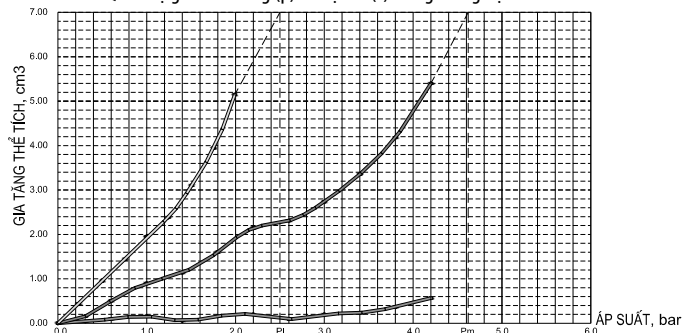
Hình 5. Quan hệ e - p trong thí nghiệm nén cố kết

4.2 Kết quả thí nghiệm hiện trường

Kết quả thí nghiệm bàn nén tĩnh hiện trường được biểu diễn thông qua các cấp áp lực nén và độ lún tương ứng. Mỗi công trình được mô tả đại diện một điểm như ở Hình 6.



Hình 6. Quan hệ giữa tải trọng (p) và độ lún (s) trong thí nghiệm bàn nén tĩnh



Hình 7. Đồ thị thí nghiệm nén ngang trong hố khoan

4.3 So sánh mô đun biến dạng từ thí nghiệm hiện trường và trong phòng

Từ số liệu thực tiễn các báo cáo khảo sát địa chất công trình nhà máy nhiệt điện Long Phú 1- Sóc Trăng. Ta có sự so sánh kết quả thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả mô đun biến dạng của đất theo các phương pháp

Cấp nén P (kPa)	Mô đun biến dạng			$m = E_{PLT} / E_{oed}$
	Bàn nén E_{PLT} (kPa)	Nén cố kết E_{oed} (kPa)	Bàn nén ngang E_{PMT} (kPa)	
20	7,989	680	-	11,74
40	7,774	790	1,126	9,84
80	5,541	950	1,782	5,83

Kết quả so sánh ở Bảng 2 cho thấy hệ số m thay đổi từ 5,83 đến

11,74 ứng với cấp áp lực nén nhỏ thì hệ số m tương đối lớn. Nhưng khi cấp áp lực nén càng lớn thì hệ số m sẽ giảm dần Theo TCXD 45-78: $E_{bàn\ nén} = E_{cố\ kết} \times m_k$ Với m_k thay đổi từ 2 đến 5,5. Như vậy hệ số m có sự sai khác lớn so với khuyến cáo theo TCXD 45-78. Điều này chứng tỏ hệ số m_k phụ thuộc vào đặc điểm địa chất, đặc điểm tải trọng, công tác lấy mẫu rất nhiều. Sự khác nhau giữa E_{PLT} và E_{oed} được lý giải như sau:

Với thí nghiệm nén cố kết, thời gian duy trì cho mỗi cấp tải trọng là 24h trong khi thí nghiệm bàn nén tối đa là 4h. Do vậy, biến dạng ở thí nghiệm nén cố kết sẽ lớn hơn so với thí nghiệm bàn nén ở hiện trường, đồng nghĩa với việc module biến dạng của đất thí nghiệm nén cố kết sẽ nhỏ hơn so với thí nghiệm bàn nén ở hiện trường.

Ngoài ra, do ảnh hưởng của việc lấy mẫu và mẫu bị dờ tải trước khi thí nghiệm nén cố kết nên kết quả module biến dạng của đất ở thí nghiệm nén cố kết cũng sẽ nhỏ hơn so với thí nghiệm bằng bàn nén ở hiện trường.

Thí nghiệm nén cố kết là trạng thái không nở hông. Trong khi đó, thí nghiệm nén tĩnh bằng bàn nén ở hiện trường là trạng thái có nở hông.

5. KẾT LUẬN

Với mỗi phương pháp thí nghiệm xác định module biến dạng của đất đều có ưu điểm và hạn chế riêng. Do vậy khi lựa chọn biện pháp tiến hành thí nghiệm để kiểm tra khả năng chịu tải của đất nền chúng ta cần phải tìm hiểu thấu đáo phạm vi sử dụng, điều kiện cho phép của mỗi phương pháp để có được kết quả thí nghiệm đáng tin cậy nhất.

Hệ số m xác định thực tế tại công trình Nhiệt điện Long Phú 1 thay đổi từ 5,83 đến 11,74. Ứng với cấp áp lực nén nhỏ thì hệ số m tương đối lớn. Nhưng khi cấp áp lực nén càng lớn thì hệ số m sẽ giảm dần. Kết quả này sai lệch khá lớn so với khuyến cáo của TCXD 45-78.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- ASTM D2435 Standard Test Methods for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils Using Incremental Loading. Accessed 12 Sep 2022
- BS 1377-9:1990 Methods for test for soils for civil engineering purposes In-situ tests. In: <https://www.en-standard.eu>. <https://www.en-standard.eu/bs-1377-9-1990-methods-for-test-for-soils-for-civil-engineering-purposes-in-situ-tests/>. Accessed 12 Sep 2022
- BS 5930(1999) CODE OF PRACTICE FOR SITE INVESTIGATIONS. Accessed 12 Sep 2022
- Burt GL Geotechnical Engineering Investigation Handbook. In: Routledge & CRC Press. <https://www.routledge.com/Geotechnical-Engineering-Investigation-Handbook/Hunt/p/book/9780849321825>. Accessed 14 Feb 2022
- Châu Ngọc Ẩn Cơ học đất (NXB Đại học Quốc gia 2012) - 628 trang | Sách Việt Nam. Accessed 14 Feb 2022
- Clayton CR, Matthews MC, Simons NE (1995) Site Investigation, 2nd edition. Wiley-Blackwell, Oxford England ; Cambridge, Mass., USA
- TCVN 80:2002 Đất xây dựng - Phương pháp xác định mô đun biến dạng tại hiện trường bằng tấm nén phẳng. Accessed 14 Feb 2022
- TCVN 4200:2012 Đất xây dựng - Phương pháp xác định tính nén lún trong phòng thí nghiệm. Accessed 14 Feb 2022
- Vô Phán (2014) Các phương pháp khảo sát hiện trường và thí nghiệm đất trong phòng. Đại học Quốc gia TP.HCM,
- Vũ Công Ngữ (2006) Thí nghiệm đất hiện trường và ứng dụng trong phân tích nền móng.