

# NGHIÊN CỨU SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC THAY ĐỔI CẤP ÁP LỰC BAN ĐẦU TRONG THÍ NGHIỆM NÉN OEDOMETER ĐỐI VỚI ĐẤT DÍNH DẸO MỀM

## RESEARCHING THE EFFECTS OF CHANGING THE INITIAL PRESSURE IN THE OEDOMETER COMPRESSION TEST WITH SOFT PLASTIC SOIL

Nguyễn Thị Phương Khuê<sup>1</sup>, Nguyễn Thu Hà<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; nguyenthiphuongkhue@gmail.com

<sup>2</sup>Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; thuhabkdn@gmail.com

**Tóm tắt** - Thí nghiệm nén Oedometer có từ lâu đời và được sử dụng rộng rãi, các kết quả thí nghiệm phục vụ tính toán độ lún của nền đất thông qua các thông số như chỉ số nén lún  $C_c$ , hệ số cố kết  $C_v$ , áp lực tiền cố kết  $P_c$ . Bài báo phân tích và so sánh các kết quả từ thí nghiệm nén Oedometer khi thay đổi cấp áp lực ban đầu. Nhóm tác giả tiến hành thí nghiệm dựa trên tiêu chuẩn D2435-96 và TCVN4200:2012 cho 02 mẫu đất dính dẻo mềm với cấp áp lực ban đầu thay đổi là 0,125; 0,25; 0,5kG/cm<sup>2</sup> và cấp áp lực cuối cùng là 8kG/cm<sup>2</sup>. Kết quả thí nghiệm cho thấy việc lựa chọn cấp áp lực ban đầu là quan trọng và có ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm. Nhóm tác giả kiến nghị thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý khoảng cách đất cần được thực hiện tỉ mỉ, đánh giá đúng trạng thái của đất và từ đó lựa chọn cấp áp lực ban đầu của thí nghiệm nén Oedometer được chuẩn xác hơn.

**Từ khóa** - thí nghiệm nén Oedometer; áp lực tiền cố kết; chỉ số nén lún; hệ số cố kết; đất dính dẻo mềm.

### 1. Đặt vấn đề

Khi nền kinh tế xã hội phát triển thì xuất hiện ngày càng nhiều các công trình hiện đại, cơ sở hạ tầng quy mô lớn, khu đô thị thương mại cao cấp... Đối với những công trình có tải trọng lớn như vậy thì cần sử dụng nhiều biện pháp xử lý nền, lựa chọn móng để thi công công trình xây dựng. Khảo sát địa chất khu đất dự kiến xây dựng, thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu cơ lý đất đá, chọn phương án móng, vị trí đặt móng, xử lý nền, tư vấn thiết kế,... tất cả nhằm mục đích đảm bảo yêu cầu kỹ thuật cho công trình. Qua đó cho thấy, thí nghiệm trong phòng xác định các chỉ tiêu cơ lý đất phục vụ cho việc tính toán độ lún, thời gian lún cũng không kém phần quan trọng. Trong đó có thí nghiệm nén Oedometer xác định các thông số cần thiết khi tính toán độ lún của nền đất như chỉ số nén lún  $C_c$ , hệ số cố kết  $C_v$ , áp lực tiền cố kết  $P_c$ , ...

Để thí nghiệm mẫu nén Oedometer hoàn chỉnh, cần 5-8 ngày để chất tải tương ứng với 5-8 cấp áp lực và 1 ngày để dỡ tải. Vấn đề đặt ra là khi thí nghiệm với cấp áp lực ban đầu khác nhau thì ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm như thế nào? Và với từng loại đất ở các trạng thái khác nhau thì ảnh hưởng này sẽ cụ thể ra sao? Việc so sánh kết quả thí nghiệm nén Oedometer khi thay đổi cấp áp lực ban đầu là hết sức cần thiết, từ đó đưa ra cách lựa chọn cấp áp lực ban đầu phù hợp khi thí nghiệm.

Cấp áp lực thí nghiệm được quy định cụ thể đối với đất sét trạng thái dẻo nhão, nhão là 10, 25, 50, 100 và 200kPa; sét, sét pha trạng thái dẻo mềm và dẻo cứng là 25, 50, 100, 200 và 400 kPa; đất nửa cứng và cứng là 50, 100, 200, 400 và 800 kPa. Số lượng cấp áp lực không nhỏ

**Abstract** - Oedometer compression tests has been widely used for a long time; their results serve as bases for calculating ground subsidence via such parameters as compression index  $C_c$ , coefficient of consolidation  $C_v$ , pre-consolidation pressure  $P_c$ . This paper analyzes and compares the results of an Oedometer compression test with a change in the initial pressure level. The authors carried out the test based on the criteria D2435-96 and TCVN4200: 2012 for 02 soft soil samples with the initial pressure varying levels are 0,125; 0,25; 0,5kG/cm<sup>2</sup> and the final pressure is 8kG/cm<sup>2</sup>. The experimental results show that the selection of the initial pressure level plays an important role and exerts influence on the experimental results. The authors propose that the test for determining the mechanical and physical properties of soil should be thoroughly conducted to properly evaluate the soil state in order to make a more accurate choice for the initial pressure level in the oedometer compression test.

**Key words** - Oedometer compression test; pre-consolidation pressure; compression index; coefficient of consolidation; soft soil.

hơn 5 cho một mẫu nén [5]. Nhóm tác giả tiến hành thí nghiệm nhằm làm sáng tỏ việc qui định cấp áp lực ban đầu trong thí nghiệm nén Oedometer là cần thiết. Qua kết quả thí nghiệm của 02 mẫu đất đề thấy rằng có sự ảnh hưởng nhất định khi thay đổi áp lực ban đầu trong thí nghiệm nén Oedometer, từ đó cần thực hiện các thao tác xác định chỉ số dẻo, độ sệt, độ ẩm của đất một cách cẩn thận tỉ mỉ để đánh giá trạng thái đất được chính xác hơn.

Cho đến nay, có nhiều phương pháp xác định áp lực tiền cố kết như: Casagrande, Taylor, Schmertmann, Janbu, Butterfield, Tavenas, Burmister, Old, Van Zelst, Senol, Sridharan,... [6], [7]. Trong giới hạn nội dung bài báo, nhóm tác giả chỉ đề cập xác định áp lực tiền cố kết bằng phương pháp Casagrande.

### 2. Phương pháp xác định áp lực tiền cố kết $P_c$ , hệ số cố kết $C_v$ và các đại lượng khác

#### 2.1. Phương pháp xác định áp lực tiền cố kết $P_c$

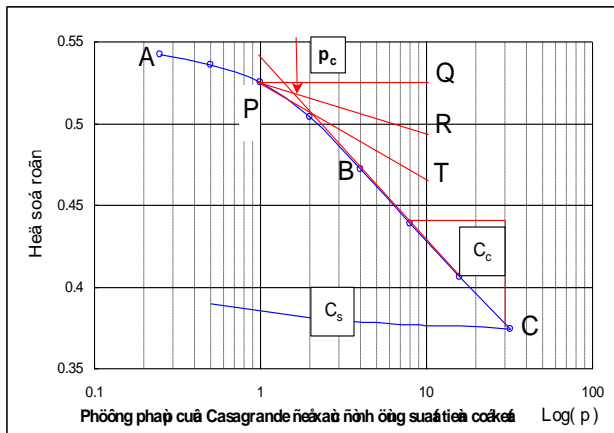
Một mẫu đất ở độ sâu nào đó đã chịu một áp lực trong lịch sử chịu nén trước khi xây dựng. Lý do có thể đất bị nén ép dưới áp lực lớn của chuyển động địa chất, hoặc đã bị cố kết dưới bề dày đất lớn hơn nhiều lần so với chiều sâu hiện tại, rồi lại bị bào mòn. Như vậy, áp lực tiền cố kết  $P_c$  là áp lực tối đa mà lớp đất đã bị cố kết trong quá trình lịch sử hình thành [1].

#### Xác định áp lực tiền cố kết $P_c$

- Chọn điểm P là điểm có độ cong lớn nhất (bán kính nhỏ nhất) trên đường cong cố kết;

- Từ P vẽ đường nằm ngang PQ và đường tiếp tuyến PT với đường cong cố kết;

- Từ P vẽ phân giác PR sao cho  $\widehat{QPR} = \widehat{TPR}$ ;
- Kéo dài tiếp tuyến CB cắt PR tại giao điểm, đó chính là áp lực tiền cố kết  $P_c$ .



Hình 1. Cách xác định áp lực tiền cố kết  $P_c$

**2.2. Phương pháp xác định hệ số cố kết  $C_v$**

Từ phương trình vi phân cố kết thấm đối với đất sét bão hòa nước trong điều kiện bài toán một chiều [3]:

$$\frac{\partial p_w}{\partial t} = \frac{K_z(1 + e_{tb})}{\gamma_0 a} \cdot \frac{\partial^2 p_w}{\partial z^2} = C_v \frac{\partial^2 p_w}{\partial z^2} \tag{1}$$

Trong đó:

$C_v$  - hệ số cố kết.

$K_z$  - hệ số thấm theo trục z,

$e_{tb}$  - hệ số rỗng trung bình

$\gamma_0$  - trọng lượng riêng của nước.

Hệ số thời gian  $T_v$  được xác định như sau [3]:

$$T_v = \frac{C_v \times t}{H^2} \tag{2}$$

Bảng 1. Độ cố kết  $U_z$  và hệ số thời gian  $T_v$  [3]

$U_z(\%)$	$T_v$	$U_z(\%)$	$T_v$
10	0,008	70	0,403
20	0,031	80	0,567
30	0,071	90	0,848
40	0,126	95	1,163
50	0,197	100	$\infty$
60	0,287		

Với phương pháp Casagrande hay còn gọi là phương pháp log(t) thì xác định hệ số cố kết  $C_v$  sẽ tương ứng với độ cố kết 50%. Từ (2) và Bảng 1, ta có được hệ số cố kết  $C_v$  xác định dựa trên quan hệ sau:

$$C_v [cm^2 / s] = \frac{T_v H_{50}^2}{t_{50}} \tag{3}$$

Trong đó:

$T_v$  - hệ số thời gian ứng với cố kết 50%,  $T_v = 0,197$ ;

$H$  - chiều dài đường thấm ứng với cố kết 50%, cm;

$t_{50}$  - thời gian cần thiết để đạt đến độ cố kết 50%, phút, cách xác định như Hình 2.

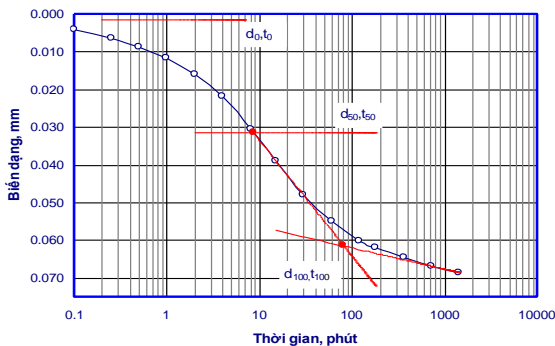
+ Xác định  $d_{100}, t_{100}$ : Giao điểm của 2 tiếp tuyến

với đoạn cuối và giữa đường cong cố kết.

+ Xác định  $d_{0}, t_0$ : Chọn  $t_1$  và  $t_2=4t_1$ . Khoảng cách giữa 2 đường thẳng nằm ngang qua  $t_1, t_2$  là x. Vẽ đường thẳng nằm ngang cách điểm dọc đầu tiên của đường cong cố kết cũng một đoạn là x.

$$+ \text{Xác định } d_{50}, t_{50}: d_{50} = \frac{d_0 + d_{100}}{2}$$

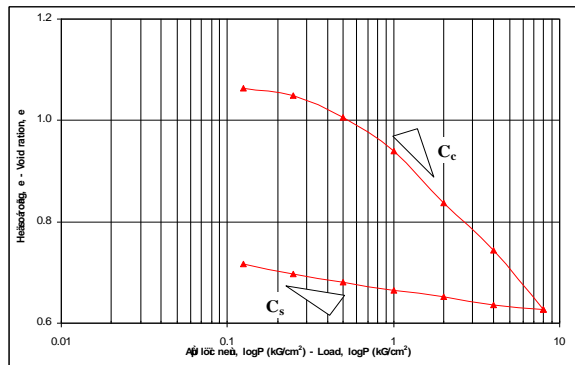
Từ  $d_{50}$  suy ra  $t_{50}$  trên đồ thị bằng cách kéo theo trục hoành.



Hình 2. Cách xác định thời gian cố kết  $t_{50}$

**2.3. Các đại lượng khác**

**2.3.1. Chỉ số nén  $C_c$  và chỉ số đỡ tải  $C_s$  [3]**



Hình 3. Mô tả xác định hệ số  $C_c, C_s$

Dựa trên Hình 3 thấy rõ  $C_c$  ở phần đường cong nén,  $C_s$  ở phần đường cong đỡ tải và được xác định như sau:

$$C_c = \frac{e_0 - e_i}{\log \frac{p_i}{p_0}} \tag{4}$$

$$C_s = \frac{e_i - e_i'}{\log \frac{p_i'}{p_i}} \tag{5}$$

Trong đó:

$e_0$  - hệ số rỗng ứng với áp lực nén  $p_0$  (trị số  $p_0$  là áp lực bản thân của đất tại vị trí lấy mẫu đất);

$e_i$  - hệ số rỗng ứng với áp lực nén  $p_i$  (trị số  $p_i$  là áp lực khi mẫu đất bị nén tới cấp i);

$e_i'$  - hệ số rỗng ứng với áp lực đỡ tải  $p_i'$  (trị số  $p_i'$  là áp lực khi mẫu đất bị đỡ tải tới cấp i').

**2.3.2. Hệ số nén lún  $a_v$ , hệ số biến đổi thể tích  $m_v$  và hệ số thấm cố kết  $k_v$  [3, 5]**

$$a_v [cm^2 / kG] = \frac{-\Delta e}{\Delta p} \tag{6}$$

$$m_v [cm^2 / kG] = \frac{a_v}{1 + e_0} \quad (7)$$

$$k_v [cm / s] = \frac{C_v \cdot \rho_n \cdot a_v}{1 + e_{tb}} \quad (8)$$

2.3.3. Hệ số tương quan R

Gọi  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$  là n cặp quan sát của một mẫu ngẫu nhiên của hai biến ngẫu nhiên X & Y. Hệ số tương quan mẫu tính từ mẫu n cặp giá trị quan sát của hai biến X và Y được thể hiện trong công thức sau:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2\right) \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - n \bar{y}^2\right)}} \quad (9)$$

Hệ số tương quan R không có đơn vị, biến động trong khoảng (-1,1). Nếu R dương thì X,Y biến động cùng chiều và R âm thì ngược lại. Nếu R=1 thì mối liên hệ giữa các biến hoàn toàn chặt chẽ và R=0 thì giữa các biến không có mối liên hệ.

3. Kết quả thí nghiệm

3.1. Thiết bị thí nghiệm

Hiện nay tại các phòng thí nghiệm địa chất ở Việt Nam sử dụng rất nhiều loại máy nén có hộp cố kết khác nhau như: hộp cố kết Nhật Bản, hộp cố kết Trung Quốc. Nhóm tác giả tiến hành thí nghiệm mẫu trên bộ ba máy nén cố kết 1 trục tiêu chuẩn D2435-VJ-Anh. Thiết bị của hãng VJ Tech (VJT0650) có hộp cố kết kín không bị ảnh hưởng tác động bên ngoài, dao vòng làm bằng thép không rỉ có d=50mm, h=20mm.



Hình 4. Bộ ba máy nén Oedometer

3.2. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm

Nhóm tác giả tiến hành xác định các chỉ tiêu cơ lý thông thường của 02 mẫu đất khu vực đường Ông Ích Khiêm, thành phố Đà Nẵng và thu được kết quả như sau:

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm thành phần hạt của 02 mẫu

Kí hiệu mẫu	Thành phần hạt (mm)									
	Cuội	Sỏi sạn			Cát				Bụi	Sét
>150	150-10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,08	0,08-0,06	0,06-0,01	0,01-0,002
M01							17,8	33,5	24,0	24,7
M02						10,5	19,0	30,7	13,1	26,7

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của 02 mẫu

Kí hiệu mẫu	Độ ẩm tự nhiên W%	Khối lượng thể tích tự nhiên $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Giới hạn chảy (pp chùy Vaxiliep) W <sub>L</sub> %	Giới hạn dẻo W <sub>p</sub> %	Phân loại theo TCVN 9362:2012
M01	34,4	17,93	39,4	24,0	Á sét, dẻo mềm
M02	35,3	18,30	40,0	23,1	Á sét, dẻo mềm

Đồng thời tiến hành gia công và lắp mẫu thí nghiệm vào thiết bị nén Oedometer.



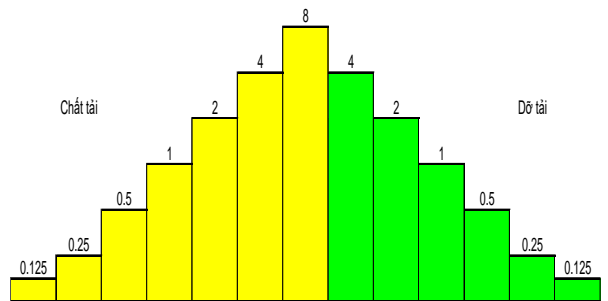
Hình 5. Gia công và cho mẫu vào hộp nén

3.3. Kết quả thí nghiệm nén Oedometer

Để xác định áp lực tiền cố kết P<sub>c</sub> thì đường cong e-logp phải có ít nhất 5 điểm tương ứng 5 cấp áp lực, trong đó 2 đến 3 cấp áp lực nhỏ hơn giá trị P<sub>c</sub> và 2 đến 3 cấp áp lực lớn hơn giá trị P<sub>c</sub>. Nhóm tác giả tham khảo các hồ sơ địa chất, loại đất sét pha dẻo mềm có giá trị áp lực tiền cố kết P<sub>c</sub> tham khảo thông thường trong khoảng 0,4 đến 1,0 kG/cm<sup>2</sup> hoặc cao hơn. Vì vậy, nhóm tác giả tiến hành thí nghiệm đồng thời cho mẫu đất với các cấp áp lực ban đầu thay đổi như sau: 0,125kG/cm<sup>2</sup>; 0,25kG/cm<sup>2</sup>; 0,5 kG/cm<sup>2</sup> và áp lực cuối cùng của mẫu là 8kG/cm<sup>2</sup>.

Bảng 4. Bảng cấp áp lực cho mỗi mẫu thí nghiệm

Kí hiệu mẫu	Các cấp áp lực cho mỗi mẫu thí nghiệm (kG/cm <sup>2</sup> )
M01_0.125 & M02_0.125	Chất tải: 0,125-0,25-0,5-1-2-4-8 Dỡ tải: 4-2-1-0,5-0,25-0,125
M01_0.25 & M02_0.25	Chất tải: 0,25-0,5-1-2-4-8 Dỡ tải: 4-2-1-0,5-0,25
M01_0.5 & M02_0.5	Chất tải: 0,5-1-2-4-8 Dỡ tải: 4-2-1-0,5



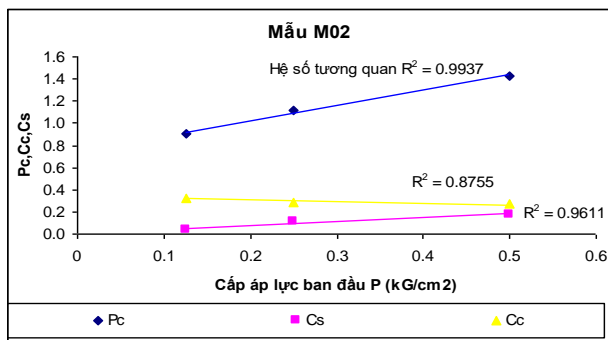
Hình 6. Ví dụ về chất tải 7 cấp áp lực (kG/cm<sup>2</sup>) và dỡ tải 6 cấp áp lực trong thí nghiệm Oedometer của M01\_0.125 và M02\_0.125

3.3.1. Kết quả thí nghiệm P<sub>c</sub>, C<sub>c</sub>, C<sub>s</sub>

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm P<sub>c</sub>, C<sub>c</sub>, C<sub>s</sub> của mẫu M01

Kết quả thí nghiệm	M01_0.5	M01_0.25	M01_0.125
Áp lực tiền cố kết P <sub>c</sub> (kG/cm <sup>2</sup> )	1,210	0,973	0,699

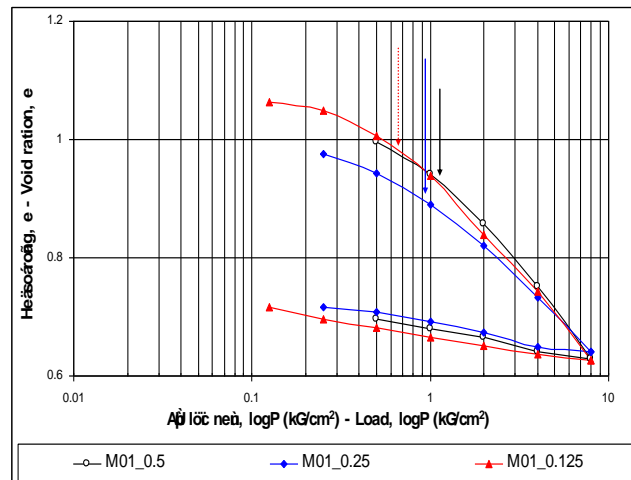
Chỉ số đỡ tải $C_s$ (kG/cm <sup>2</sup> )	0,189	0,109	0,052
Chỉ số nén $C_c$ (kG/cm <sup>2</sup> )	0,381	0,299	0,383



Hình 10. Mối tương quan các giá trị  $P_c$ ,  $C_s$ ,  $C_c$  với cấp áp lực  $P$  ban đầu thay đổi của mẫu M02

**Nhận xét:** Thí nghiệm nén Oedometer cho 2 mẫu đất có kí hiệu M01 và M02 với áp lực ban đầu khác nhau, nhận thấy giá trị áp lực tiền cố kết  $P_c$  thay đổi khá lớn trong khoảng (0,901;1,426), với hệ số tương quan lớn trong khoảng (0,9473;0,9937). Tương tự các giá trị  $C_s$  và  $C_c$  cũng thay đổi lớn. Giá trị  $P_c$  của mẫu M01 khi áp lực ban đầu thay đổi từ 0,125 kG/cm<sup>2</sup> lên 0,25kG/cm<sup>2</sup> cũng thay đổi từ 0,699 kG/cm<sup>2</sup> lên 0,973 kG/cm<sup>2</sup> tương đương 39,16%. Xét các cặp giá trị khác như M01\_0.5/M01\_0.125 là 73,07%, M01\_0.5/M01\_0.25 là 24,36%, M02\_0.25/M02\_0.125 là 23,49%, M02\_0.5/M02\_0.125 là 58,22%, M02\_0.5/M02\_0.25 là 28,12%. Chỉ số nén  $C_c$  thay đổi không đáng kể, mẫu M01 thay đổi từ 0,51% đến 27,43%, mẫu M02 thay đổi từ 6,94% đến 17,54%. Chỉ số đỡ tải  $C_s$  thay đổi gấp 2 đến 5 lần khi cấp áp lực ban đầu tăng dần.

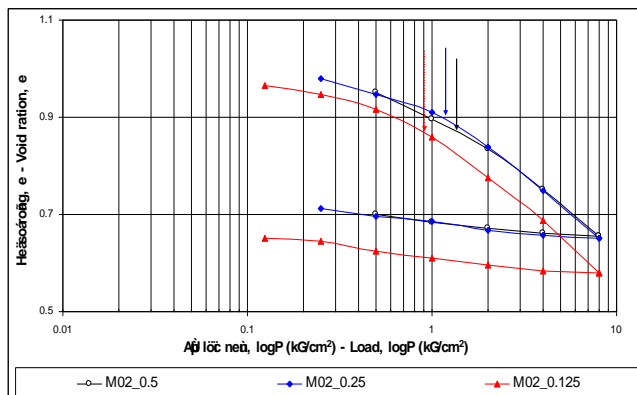
3.3.2. Kết quả thí nghiệm biểu đồ  $C_v$ -logP



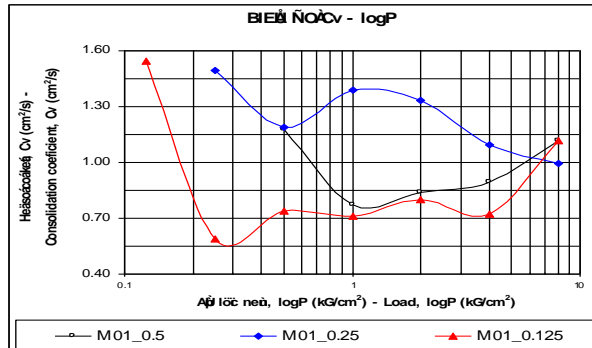
Hình 7. Biểu đồ quan hệ giữa  $e$ -logP để xác định  $P_c$  của mẫu M01

Bảng 6. Kết quả thí nghiệm  $P_c$ ,  $C_s$ ,  $C_c$  của mẫu M02

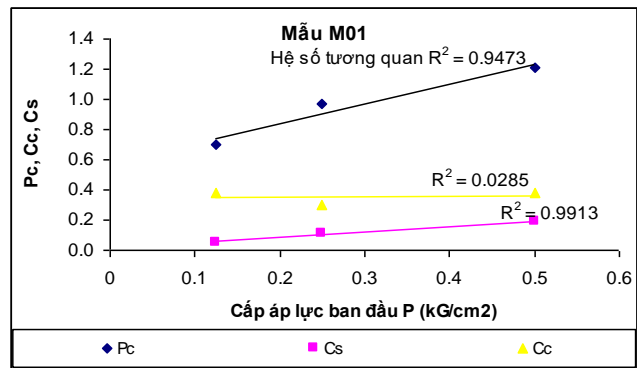
Kết quả thí nghiệm	M02_0.5	M02_0.25	M02_0.125
Áp lực tiền cố kết $P_c$ (kG/cm <sup>2</sup> )	1,426	1,113	0,901
Chỉ số đỡ tải $C_s$ (kG/cm <sup>2</sup> )	0,178	0,110	0,040
Chỉ số nén $C_c$ (kG/cm <sup>2</sup> )	0,268	0,288	0,325



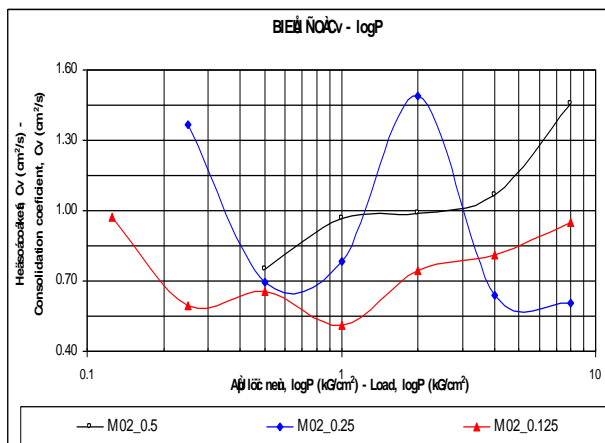
Hình 8. Biểu đồ quan hệ giữa  $e$ -logP để xác định  $P_c$  của mẫu M02



Hình 11. Biểu đồ  $C_v$ -logP của mẫu M01



Hình 9. Mối tương quan các giá trị  $P_c$ ,  $C_s$ ,  $C_c$  với cấp áp lực  $P$  ban đầu thay đổi của mẫu M01



Hình 12. Biểu đồ  $C_v$ -logP của mẫu M02

**Nhân xét:** Nhìn vào 2 biểu đồ  $C_v$ -logp của 2 mẫu thí nghiệm M01 và M02 cho thấy hệ số cố kết  $C_v$  tại mỗi cấp áp lực chênh lệch nhau rất lớn. Tại mẫu thí nghiệm M01\_0.25 và M02\_0.25 cho thấy biểu đồ chia làm 2 nhánh rõ rệt: nhánh nhỏ hơn  $P_c$  thì  $C_v$  tăng giảm, nhánh lớn hơn  $P_c$  thì  $C_v$  giảm dần.

### 3.3.3. Kết quả thí nghiệm $a_v$ , $m_v$ , $k_v$

Kết quả thí nghiệm ở Bảng 7 và 8 có thứ nguyên như sau: hệ số nén lún  $a_v$  (cm<sup>2</sup>/kG), hệ số biến đổi thể tích  $m_v$  (cm<sup>2</sup>/kG), hệ số thấm cố kết  $k_v$ (x10<sup>-7</sup>cm/s).

**Bảng 7. Kết quả thí nghiệm  $a_v$ ,  $m_v$  của mẫu M01**

Cấp áp lực P (kG/cm <sup>2</sup> )	M01_0.5		M01_0.25		M01_0.125	
	$a_v$	$m_v$	$a_v$	$m_v$	$a_v$	$m_v$
0,0						
0,125	0,181	0,087	0,162	0,081	0,183	0,088
0,25					0,123	0,059
0,5					0,132	0,065
1,0	0,113	0,054	0,106	0,052	0,133	0,064
2,0	0,082	0,039	0,069	0,034	0,102	0,049
4,0	0,054	0,026	0,044	0,022	0,047	0,023
8,0	0,031	0,015	0,023	0,011	0,029	0,014

**Bảng 8. Kết quả thí nghiệm  $k_v$  của mẫu M01**

Cấp áp lực P (kG/cm <sup>2</sup> )	M01_0.5	M01_0.25	M01_0.125
	$k_v$	$k_v$	$k_v$
0,0			
0,125	1,045	1,214	1,360
0,25			0,353
0,5			0,801
1,0	0,447	0,767	0,481
2,0	0,362	0,499	0,430
4,0	0,266	0,272	0,249
8,0	0,202	0,173	0,191

**Bảng 9. Kết quả thí nghiệm  $a_v$ ,  $m_v$  của mẫu M02**

Cấp áp lực P (kG/cm <sup>2</sup> )	M02_0.5		M02_0.25		M02_0.125	
	$a_v$	$m_v$	$a_v$	$m_v$	$a_v$	$m_v$
0,0						
0,125	0,123	0,061	0,177	0,087	0,178	0,090

0,125						
					0,149	0,075
0,25						
			0,132	0,065	0,122	0,061
0,5						
	0,107	0,053	0,074	0,037	0,115	0,058
1,0						
	0,062	0,031	0,089	0,044	0,085	0,043
2,0						
	0,042	0,021	0,049	0,024	0,043	0,022
4,0						
	0,024	0,012	0,018	0,009	0,027	0,014
8,0						

**Bảng 10. Kết quả thí nghiệm  $k_v$  của mẫu M02**

Cấp áp lực P (kG/cm <sup>2</sup> )	M02_0.5	M02_0.25	M02_0.125
	$k_v$	$k_v$	$k_v$
0,0			
0,125	0,467	1,206	0,876
0,25			0,452
0,5			0,465
1,0	0,539	0,301	0,312
2,0	0,326	0,710	0,346
4,0	0,251	0,175	0,263
8,0	0,205	0,085	0,158

**Nhân xét:** Nhìn vào 2 bảng kết quả  $a_v$ ,  $m_v$ ,  $k_v$  của mẫu M01 và M02 cho thấy các giá trị có sự thay đổi khi thay đổi cấp áp lực ban đầu thí nghiệm. Ví dụ như  $a_v$  cấp áp lực từ 1 đến 2kG/cm<sup>2</sup> ở mẫu M01 thay đổi từ 0,069 đến 0,102 cm<sup>2</sup>/kG và ở mẫu M02 thay đổi từ 0,062 đến 0,089 cm<sup>2</sup>/kG.

## 4. Kết luận và kiến nghị

### 4.1. Kết luận

Qua thí nghiệm nén Oedometer 2 mẫu đất á sét dẻo mềm với các cấp áp lực tác dụng ban đầu khác nhau cho thấy kết quả các thông số  $P_c$ ,  $C_c$ ,  $C_s$ ,  $a_v$ ,  $m_v$ ,  $k_v$  có sự thay đổi không nhỏ.

Áp lực tiền cố kết  $P_c$  có xu hướng giảm dần, nếu cấp áp lực ban đầu càng nhỏ, điều này có thể giải thích là vì đường cong e-logP dịch về bên trái khi áp lực ban đầu thí nghiệm nhỏ, làm cho việc xác định điểm cong nhất cũng dịch về bên trái. Chỉ số nén  $C_c$  có sự thay đổi nhưng không đáng kể từ 0,1% đến 3%. Chỉ số đỡ tải  $C_s$  có xu hướng giảm dần. Các giá trị  $a_v$ ,  $k_v$ ,  $m_v$  có sự thay đổi với từng cấp áp lực khác nhau.

Kết quả thí nghiệm Oedometer có sự sai khác lớn trong cùng một mẫu sẽ ảnh hưởng đến kết quả tính toán độ lún công trình xây dựng. Chẳng hạn thời gian lún tăng làm chậm tiến độ thi công, không mang lại lợi ích kinh tế, hay ngược lại thì ảnh hưởng chất lượng, gây nguy hiểm cho công trình.

Kết quả thí nghiệm có thể một phần ảnh hưởng do mẫu không đồng đều, tuy nhiên từ thực nghiệm cho thấy đã có sự sai khác nhau rõ rệt về kết quả thí nghiệm, nếu cấp áp lực ban đầu khác nhau.

Dựa vào kết quả tính toán từ thực nghiệm, nhóm tác giả đề xuất lựa chọn cấp áp lực ban đầu với đất dính dẻo mềm là  $0,25\text{kG/cm}^2$ , phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 4200-2012. Đồng thời dựa vào biểu đồ  $C_v\text{-log}P$  để kiểm tra cho kết quả thí nghiệm.

#### 4.2. Kiến nghị

Nhóm tác giả đề xuất cần thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý của đất tại các phòng thí nghiệm một cách tỉ mỉ, đồng thời khoan khảo sát lấy mẫu tại hiện trường kết hợp thí nghiệm SPT ngoài hiện trường để đánh giá trạng thái đất chính xác.

Đối với những mẫu đất có thí nghiệm nén Oedometer,

cần thực hiện song song thí nghiệm xác định giới hạn chảy và giới hạn dẻo với 2 thí nghiệm viên để so sánh kết quả, đồng thời rà soát qui trình tiêu chuẩn nghiêm ngặt để đánh giá đúng trạng thái của đất. Từ đó lựa chọn cấp áp lực ban đầu thí nghiệm nén Oedometer mang lại hiệu quả và tính chính xác cao.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Văn Việt, *Cẩm nang dùng cho kỹ sư Địa Kỹ thuật*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội, 2004.
- [2] Phan Thị San Hà, Lê Minh Sơn, *Địa kỹ thuật*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, 2004.
- [3] Lê Xuân Mai, Đỗ Hữu Đạo, *Cơ học đất*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội, 2011.
- [4] D2435-96, *Standard Test method of One-Dimensional Consolidation Properties of Soilds*.
- [5] TCVN4200:2012, *Đất xây dựng – Phương pháp xác định tính nén lún trong phòng thí nghiệm*.
- [6] A. Senol, T.Y. Ozudogru, M. Hatipoglu, *The evaluation of Pre-consolidation pressure in terms of various determination methods for different clay subgrades*.
- [7] A. Senol, A. Saglamer, *Determination of Pre-consolidation pressure with a New, "Strain Energy-Log stress" method*.

(BBT nhận bài: 08/06/2015, phân biện xong: 13/08/2015)