



PHÂN TÍCH NGƯỢC LỰA CHỌN TỶ SỐ C_h/C_v PHÙ HỢP CHO BÀI TOÁN GIA CỐ NỀN KHU VỰC NAM BỘ

Dương Diệp Thúy¹

Tóm tắt: Bài báo trình bày bài toán phân tích ngược lựa chọn hệ số cố kết theo phương ngang (C_h) dựa trên số liệu quan trắc lún của 02 khu vực Nam Bộ (Vũng Tàu và Cà Mau). Kết quả cho thấy với đất bùn sét chứa hữu cơ thuộc khu vực Nam Bộ giá trị hệ số cố kết theo phương ngang (C_h) bằng khoảng từ 2 đến 2.5 lần giá trị hệ số cố kết theo phương đứng (C_v). Từ giá trị C_h tìm được dự báo chính xác hơn độ lún dư của nền đất trong quá trình sử dụng và có thể là giá trị tham khảo cho công tác thiết kế xử lý nền các công trình lân cận trong tương lai.

Từ khóa: Hệ số cố kết theo phương ngang; hệ số cố kết theo phương đứng; phân tích ngược; gia cố nền; đất sét khu vực Nam Bộ.

Abstract: The paper presents the problem of back analysis selection value of horizontal coefficient of consolidation (C_h) based on monitoring data of 02 locations of the Southern (Vung Tau and Ca Mau). The results show that with soft organic clay in the Southern, the value of horizontal coefficient of consolidation (C_h) is from 2 to 2.5 times of the vertical coefficient of consolidation (C_v). C_h value can be used to predict residual settlement of soil with working load and can be used as references for future soil improvement design project.

Keywords: Horizontal coefficient of consolidation; vertical coefficient of consolidation; back analysis; soil improvement; clay in Southern.

Nhận ngày 10/8/2013, chỉnh sửa ngày 25/8/2013, chấp nhận đăng 30/9/2013



1. Đặt vấn đề

Trong tính toán thiết kế xử lý nền đất yếu bằng các giải pháp thoát nước thẳng đứng (bắc thấm, giếng cát) một trong số các thông số ảnh hưởng đến kết quả tính toán độ lún (S) và độ cố kết (U) của nền đất theo thời gian là hệ số cố kết của đất theo các phương thẳng đứng (C_v) và nằm ngang (C_h). Trong đó hệ số cố kết theo phương ngang C_h có ảnh hưởng rất lớn. Giá trị độ cố kết và độ lún của nền đất là cơ sở để quyết định thời điểm ngừng gia tải ảnh hưởng đến chi phí và tiến độ thi công.

Xác định C_v thường dễ dàng nhờ dụng cụ nén cố kết thông thường [8], còn xác định C_h không ít khó khăn như gia công mẫu và thiết bị thí nghiệm. Có thể xác định giá trị C_h của đất từ kết quả thí nghiệm tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng ngoài hiện trường bằng thiết bị xuyên đo áp lực nước lỗ rỗng (CPTu). Tuy nhiên, trong điều kiện Việt Nam việc xác định C_h từ thí nghiệm gặp rất nhiều khó khăn. Trong thiết kế thường chọn C_h bằng 2 đến 5 lần C_v [9]. Việc lấy gần đúng này trong thiết kế chưa đủ đảm bảo độ tin cậy vì tỷ số giữa C_h và C_v phụ thuộc rất nhiều đặc điểm của loại đất (do nguồn gốc thành tạo, mức độ nén chặt...). Bên cạnh đây, việc kiến nghị theo tiêu chuẩn trong phạm vi từ 2 đến 5 là rộng và ảnh hưởng rất lớn đến kết quả tính toán. Theo khảo sát, việc lựa chọn tỷ số này là 2 hay 3 đã cho kết quả thời gian ngừng gia tải hút chân không chênh nhau hàng tháng. Vì vậy, việc lựa chọn tỷ số này phù hợp là vô cùng quan trọng đặc biệt là trong giai đoạn thiết kế.

¹ThS, Khoa Công nghệ thông tin. Trường Đại học Xây dựng. E-mail: Thuyxd0582@gmail.com

Tác giả Nguyễn Thị Nụ [6] đã lấy các mẫu đất ở một số tỉnh thuộc Đồng bằng Sông Cửu Long như Kiên Giang, Tiền Giang, Sóc Trăng và Bến Tre làm thí nghiệm nén cố kết trong phòng để xác định hệ số cố kết theo phương ngang C_h và tỷ số C_h/C_v . Tác giả kiến nghị, khi áp lực nén < 0.5 kPa với đất bùn sét chứa hữu cơ tỷ số C_h/C_v thay đổi trong khoảng 6 - 7, áp lực nén lớn hơn 0.5 đến 4 kPa tỷ số này thay đổi trong khoảng từ 3 đến 3.7. Đối với đất bùn sét pha chứa hữu cơ tỷ số C_h/C_v thay đổi lần lượt từ 3.8 đến 5 và từ 2.6 đến 3.

Trong phạm vi bài báo trình bày tính toán gia cố nền theo một số tác giả và Tiêu chuẩn Việt Nam [1], [2], [3], [9], cải tiến để có thể tính toán độ lún, độ cố kết thay đổi theo thời gian và thay đổi theo các cấp tải trọng để phù hợp với quy trình thi công thực tế trên công trường. Bên cạnh đó dựa vào kết quả quan trắc lún của 02 khu vực thuộc Nam Bộ (Vũng Tàu và Cà Mau), sử dụng bài toán phân tích ngược để lựa chọn tỷ số C_h/C_v phù hợp với nền đất đang xét. Từ đó, tính toán dự báo chính xác hơn về độ lún dư của nền đất trong thời gian sử dụng. Kết quả thu được có thể sử dụng để tham khảo cho thiết kế xử lý nền của khu vực lân cận trong tương lai.



2. Cơ sở lý thuyết tính toán

2.1 Độ lún cuối cùng của nền đất

Độ lún cố kết sơ cấp của nền đất được xác định theo phương pháp Casagrande (1936) [2] và Tiêu chuẩn Việt Nam [9] như sau:

- Nếu $\sigma_{vz} & (\sigma_{vz} + \sigma_z) < \sigma_{pz}$

$$S_c = \sum_1^n \frac{H_i}{1 + e_o^i} \left(C_r^i \lg \frac{\sigma_{vz}^i + \sigma_z^i}{\sigma_{vz}^i} \right) \quad (1)$$

- Nếu $\sigma_{vz} < \sigma_{pz} & (\sigma_{vz} + \sigma_z) > \sigma_{pz}$

$$S_c = \sum_1^n \frac{H_i}{1 + e_o^i} \left(C_c^i \lg \frac{\sigma_z^i + \sigma_{vz}^i}{\sigma_{pz}^i} + C_r^i \lg \frac{\sigma_{pz}^i}{\sigma_{vz}^i} \right) \quad (2)$$

- Nếu $\sigma_{vz} & (\sigma_{vz} + \sigma_z) > \sigma_{pz}$

$$S_c = \sum_1^n \frac{H_i}{1 + e_o^i} \left(C_r^i \lg \frac{\sigma_{vz}^i + \sigma_z^i}{\sigma_{vz}^i} \right) \quad (3)$$

trong đó S_c là độ lún cuối cùng của nền đất ở cấp tải đang xét, e_o^i là hệ số rỗng ban đầu (ứng với ứng suất do trọng lượng bản thân), H_i là chiều dày của lớp đất phân tố i , C_c^i và C_r^i tương ứng là chỉ số nén đi và nén lại của lớp đất thứ i , σ_z^i , σ_{vz}^i và σ_{pz}^i lần lượt là ứng suất do tải trọng ngoài, ứng suất do tải trọng bản thân và áp lực tiền cố kết với lớp đất thứ i , được xác định theo [9].

Giới hạn tính lún được xác định theo TCVN 245-2000 [9] là $\sigma_z \leq (0,1 \div 0,2) \sigma_{vz}$

2.2 Độ cố kết của nền đất

Độ cố kết được xác định theo công thức Carrillo (1942) [1] và TCVN [9] như sau:

$$U = 1 - (1 - U_v)(1 - U_h) \quad (4)$$

trong đó U_v là độ cố kết theo phương đứng và U_h là độ cố kết theo phương ngang.

- Xác định độ cố kết theo phương đứng U_v tra bảng II.1 [9] phụ thuộc nhân tố thời gian T_v

$$T_v = \frac{C_v^{tb}}{H^2} t \quad (5)$$

trong đó: C_v^{tb} là hệ số cố kết trung bình theo phương thẳng đứng của các lớp đất yếu và H là chiều sâu thoát nước cố kết theo phương thẳng đứng. Nếu chỉ có một mặt thoát nước ở phía trên thì H tính bằng chiều dày của đất yếu trong vùng chịu nén, còn nếu có hai mặt thoát nước cả trên và dưới thì tính bằng một nửa chiều dày của lớp đất yếu trong vùng nén.

- Xác định độ cố kết theo phương ngang U_h

$$U_h = 1 - \exp \left\{ \frac{-8T_h}{F_{(n)} + F_s + F_r} \right\} \quad (6)$$

trong đó: T_n là nhân tố thời gian theo phương ngang. F_n là nhân tố xét đến ảnh hưởng của khoảng cách bắc thẳm. F_s là nhân tố xét đến ảnh hưởng xáo động đất nền khi đóng bắc thẳm. F_r là nhân tố xét đến sức cản của bắc thẳm.

2.3 Độ lún và độ cố kết của nền đất theo các cấp tải trọng và thời gian

Theo tiêu chuẩn Việt Nam [9], tính toán độ cố kết và độ lún chỉ áp dụng được khi tải trọng không thay đổi suốt quá trình gia cố. Điều này không phù hợp với điều kiện thi công trên công trường.

Để xác định được độ cố kết và độ lún của nền đất khi tải trọng thay đổi theo thời gian. Với cấp tải L_i , khoảng thời gian $\Delta t = t_i - t_{i-1}$ là khoảng thời gian tác dụng của cấp tải i . Ứng với cấp tải này ta xác định được độ lún cuối cùng của nền đất là S_i^∞ và tính được độ cố kết đạt được trong thời gian Δt là U_i .

Độ lún của nền đất tại thời điểm t_i là:

$$S_i = (S_i^\infty - S_{i-1}) * U_i + S_{i-1} \quad (7)$$

Độ cố kết của nền đất tại thời điểm t_i (gốc thời gian từ 0 đến t_i) là:

$$U_i = \frac{S_i}{S_i^\infty} \quad (8)$$

Ứng với giai đoạn dỡ tải, nếu $S_i^\infty - S_{i-1} < 0$ thì $S_i = S_{i-1}$

2.4 Xác định độ lún dư

Độ lún dư của nền đất bao gồm:

- Độ lún còn lại của lớp đất yếu (nếu chưa cố kết 100% dưới tác dụng của tải trọng sử dụng);
- Độ lún của lớp đất bên dưới lớp đất yếu nằm trong giới hạn $\sigma_z \leq (0,1 \div 0,2)\sigma_{vz}$
- Độ lún thứ cấp do từ biến S_s . Có thể xác định độ lún do từ biến như sau:

$$S_s = \frac{C_\alpha h}{1 + e_o} \log \frac{t_1 - t_2}{t_1} \quad (9)$$

trong đó C_α là hệ số lún thứ cấp (xác định C_α theo (10); h là chiều dày của lớp đất chịu nén; t_1 là thời điểm kết thúc lún sơ cấp; t_2 là thời gian cần tính toán kể từ khi xử lý nền kết thúc; e_o là hệ số rỗng ban đầu.

Hệ số lún sơ cấp được xác định như sau: $C_\alpha = \alpha C_c$ (10)

với $\alpha = 0,01 \div 0,07$ và C_c là chỉ số nén.



3. Xử lý nền tại khu vực Bà Rịa - Vũng Tàu

3.1 Giới thiệu về khu vực xử lý nền

Khu vực xử lý nền nghiên cứu nằm ven sông Thị Vải thuộc xã Tân Thanh, Bà Rịa, Vũng Tàu. Giải pháp gia cố nền được sử dụng là gia tải kết hợp hút chân không với diện tích xử lý nền là 2.3 ha. Tải trọng xử lý nền khoảng 190 kPa (trong đó 70 kPa là áp lực hút chân không còn lại là tải trọng của lớp san lấp và đất đắp). Tổng tải trọng sử dụng là 102.8 kPa (trong đó bao gồm 30 kPa là tải trọng khai thác trong quá trình sử dụng và tải trọng do lớp đất san lấp và bù lún là 72.8 kPa). Yêu cầu về độ lún dư của nền sau 10 năm nhỏ hơn 30 cm.

Bắc thẳm được thiết kế cắm hết lớp đất yếu. Khoảng cách giữa các bắc thẳm là 0.9 m, chiều rộng và chiều dày của bắc thẳm tương ứng là 0.1 m và 0.0035 m. Bắc thẳm được bố trí hình vuông.

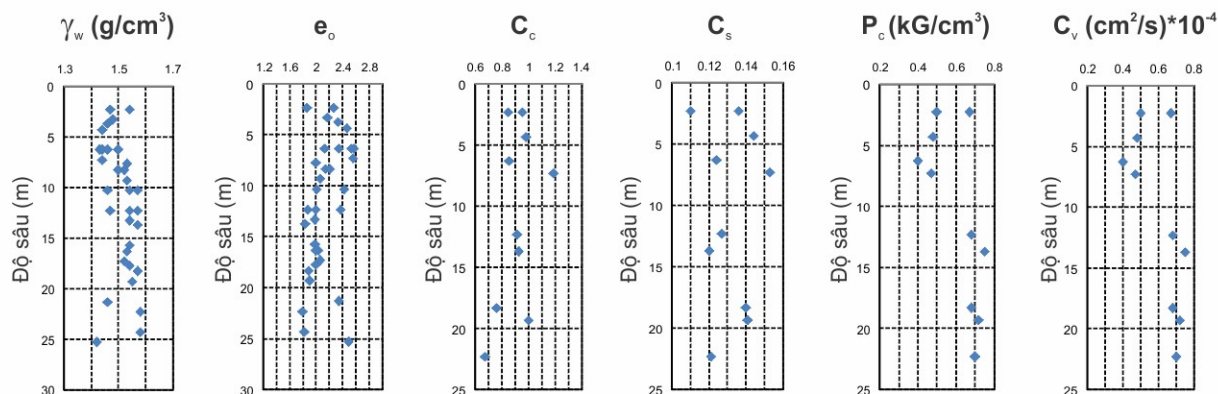
Các giai đoạn chất tải theo thiết kế như sau:

- Lớp cát san lấp cao 2.6m (đã thi công ở giai đoạn trước);
- Thi công lớp đệm cát trong vòng 7 ngày và lắp đặt hệ thống gia tải chân không trong vòng 55 ngày;
- Gia tải chân không trong vòng 10 ngày đạt được áp lực dự kiến là 70 kPa;
- Chất tải cát trong vòng 36 ngày đạt được độ cao là 3.6 m;
- Toàn bộ hệ chất tải cát và hút chân không được duy trì trong vòng 130 ngày;
- Dỡ khoảng 1.9 m tải cát.

3.2 Điều kiện địa chất

Nền đất tại khu vực khảo sát gồm 4 lớp. Trong đó lớp 1 là lớp cát san lấp. Lớp 2 là bùn sét hữu cơ ở trạng thái rất mềm với độ sâu từ 19.8 m đến 26.5 m, chiều dày trung bình là 13.7 m. Lớp 3 là lớp đất sét pha ở trạng thái dẻo, chiều dày trung bình là 6.16 m. Lớp 4 là sét pha ở trạng thái cứng chiều sâu khảo sát đến 4.3 m. Mực nước ngầm ở độ sâu 0.5 m.

Theo [5] điều kiện địa chất của lớp đất yếu được thể hiện như hình 1:

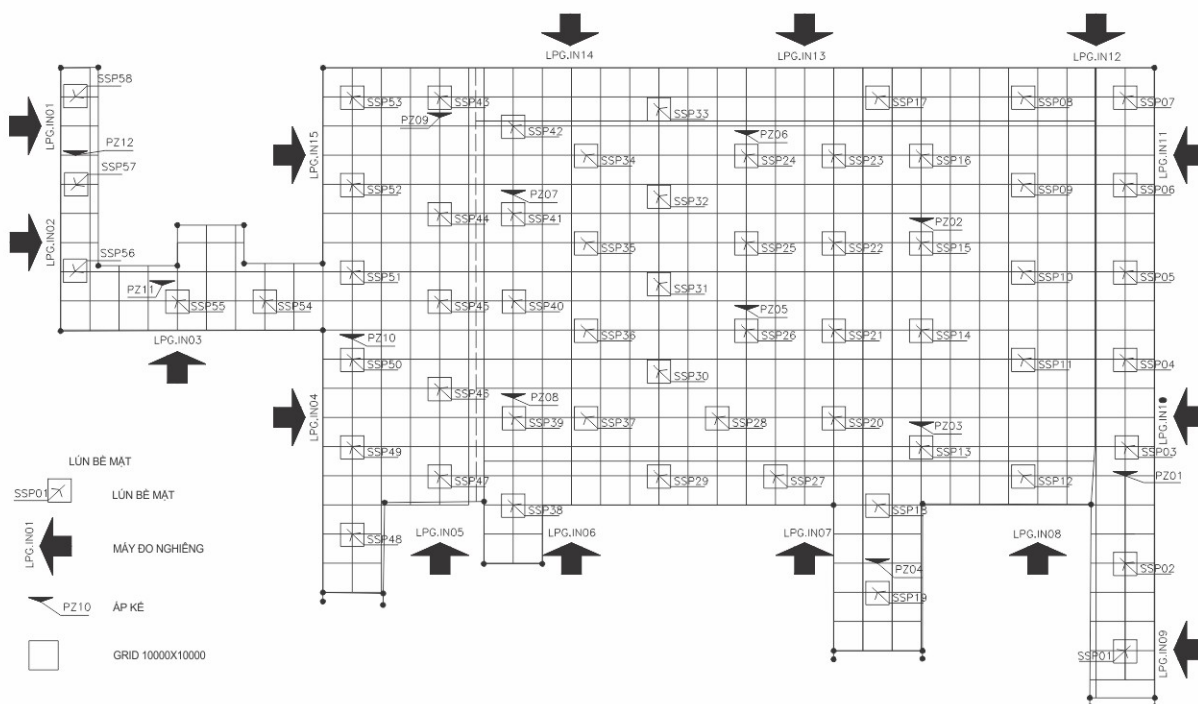


Hình 1. Các chỉ tiêu lớp đất yếu khu vực Vũng Tàu

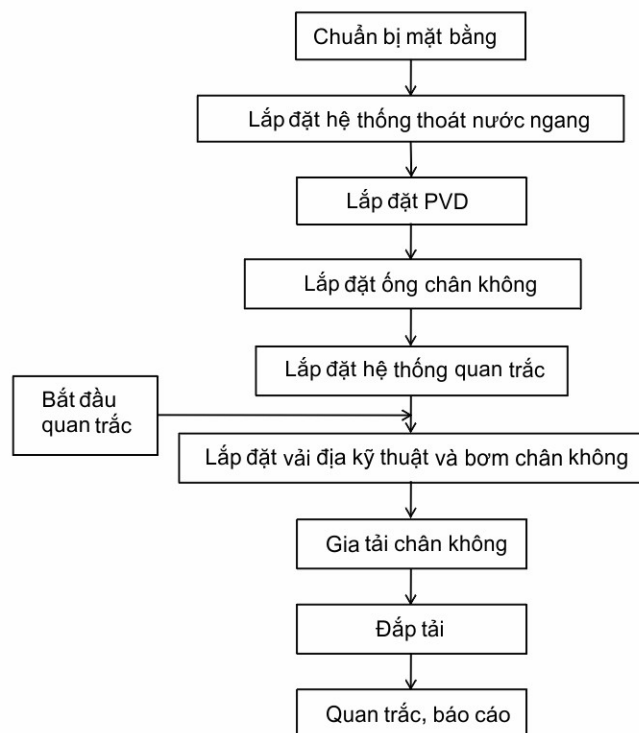
3.3 Thiết bị quan trắc

Các áp kế được đặt cách nhau 50m đến 80m. Thiết bị quan trắc lún bề mặt được đặt cách nhau từ 20m đến 40m. Máy đo nghiêng đặt cách nhau từ 30m đến 80m.

Thời gian đọc từ 1 - 3 ngày/1 lần đọc tùy thuộc vào thời điểm khác nhau. Số liệu quan trắc lún được lấy trung bình từ các vị trí quan trắc [4].



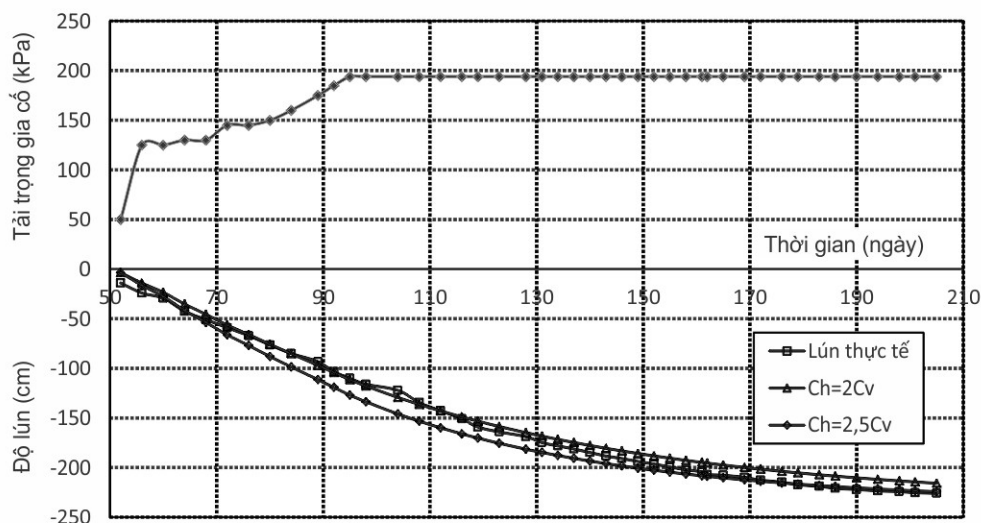
Hình 2. Sơ đồ bố trí hệ thống quan trắc



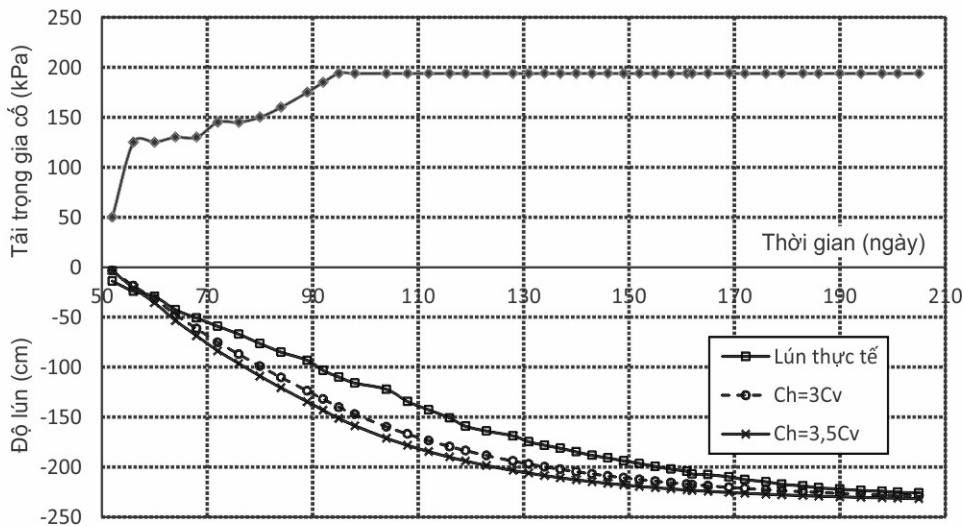
Hình 3. Quy trình thi công gia cố nền

3.4. Kết quả phân tích

Dựa vào số liệu quan trắc lún và kết quả tính toán lún theo thời gian với giá trị C_h thay đổi từ 2 đến 3.5 lần C_v . Kết quả thu được như hình 4 và 5.



Hình 4. Đồ thị quan hệ giữa tải trọng và độ lún thay đổi theo thời gian với C_h thay đổi từ 2 đến 2.5 lần C_v



Hình 5. Đồ thị quan hệ giữa tải trọng và độ lún thay đổi theo thời gian với C_h thay đổi từ 3 đến 3.5 lần C_v

Nhận xét:

- Với $C_h = 2C_v$: giá trị độ lún đạt được sau thời gian gia cố nền là 217.77 cm và độ cố kết đạt được là 85.4%. So với số liệu quan trắc thì thời gian gia tải để đạt đến độ cố kết yêu cầu sẽ lớn hơn so với thực tế mặc dù ở giai đoạn đầu của quá trình gia cố số liệu tính toán và thực tế là khá sát nhau.

- Với $C_h = 2.5C_v$: giá trị độ lún đạt được sau thời gian gia cố nền là 242.3 cm và độ cố kết đạt được là 90.8%. Giá trị độ lún ở giai đoạn 2 (giai đoạn đã chất tải xong và áp lực chân không duy trì ổn định) giữa tính toán và thực tế khá sát nhau.

- Với $C_h = 3C_v$: thời gian gia cố chỉ cần 190 ngày là đã đạt được độ cố kết và độ lún như quan trắc ở thời điểm 210 ngày.

- Với $C_h = 3C_v$: kết quả tính toán cho thấy giữa tính toán và quan trắc thực khác nhau rất nhiều.

Như vậy, với nền đất đang xét tỷ số C_h/C_v bằng 2.5 là phù hợp. Tuy nhiên, trong bài toán thiết kế để thiên về an toàn có thể lấy tỷ số này nằm trong khoảng từ 2 đến 2.5 lần. Dựa vào kết quả này để tính toán trong quá trình sử dụng. Trong trường hợp này, với tải trọng sử dụng là 30kPa nền đất đã cố kết hoàn toàn (100%). Như vậy, lún dư trong quá trình sử dụng do từ biến (lún thứ cấp) và do nền đất chịu nén không gia cố bên dưới.



4. Xử lý nền tại khu vực U Minh - Cà Mau

4.1 Giới thiệu về khu vực xử lý nền

Khu vực xử lý nền nghiên cứu thuộc xã Khánh An, huyện U Minh, tỉnh Cà Mau. Giải pháp gia cố nền được sử dụng là gia tải kết hợp hút chân không với diện tích xử lý nền là 25,134 m². Tải trọng xử lý nền khoảng 136 kPa (trong đó 85 kPa là áp lực hút chân không còn lại là tải trọng của lớp san lấp và đất đắp). Tổng tải trọng sử dụng là 54 kPa (trong đó bao gồm 20 kPa là tải trọng khai thác trong quá trình sử dụng và tải trọng do lớp đất san lấp và bù lún là 34 kPa). Yêu cầu về độ lún của nền sau 10 năm nhỏ hơn 10 cm.

Bắc thấm được thiết kế cắm hết lớp đất yếu. Khoảng cách giữa các bắc thấm là 1.3 m, chiều rộng và chiều dày của bắc thấm tương ứng là 0.1 m và 0.0035 m. Bắc thấm được bố trí tam giác.

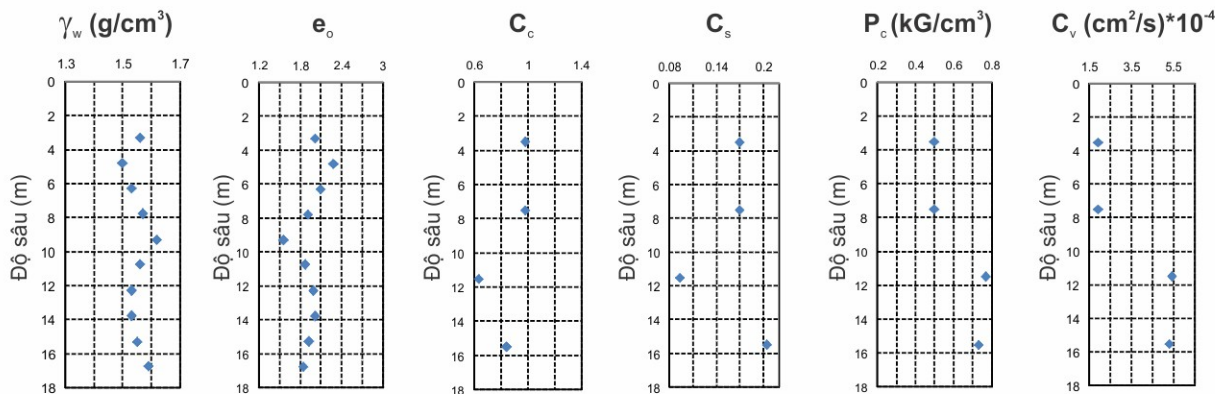
Các giai đoạn chất tải theo thiết kế như sau:

- Lớp cát san lấp cao 2.0 m (đã thi công ở giai đoạn trước);
- Gia tải chân không trong vòng 17 ngày đạt được áp lực dự kiến là 85 kPa;
- Chất tải cát trong vòng 83 ngày đạt được độ cao là 1.0 m;
- Toàn bộ hệ chất tải cát và hút chân không được duy trì trong vòng 100 ngày.
- Dỡ 1m tải cát.

4.2 Điều kiện địa chất

Nền đất tại khu vực khảo sát gồm 4 lớp. Trong đó, lớp 1 là lớp đất bùn sét ở trạng thái nhão với chiều dày từ 15.4 đến 16.1 m. Lớp đất thứ 2 là đất sét ở trạng thái cứng đến rất cứng với chiều dày từ 4 đến 11 m. Lớp đất số 3 là cát lẫn sỏi ở trạng thái chặt vừa chiều dày từ 6 đến 11 m. Lớp 4 là phiến cát cát bụi với sét ở trạng thái chặt vừa đến chặt. Mực nước ngầm ở độ sâu 10 m.

Theo [7] thông số địa chất của lớp đất yếu số 1 được thể hiện như hình 6:

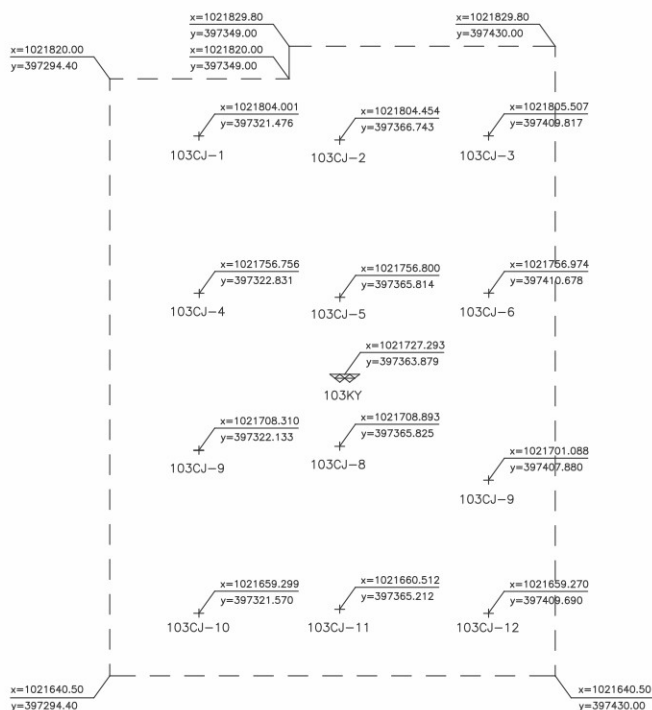


Hình 6. Các chỉ tiêu của lớp đất yếu khu vực Cà Mau

4.3 Hệ thống quan trắc

Thiết bị quan trắc lún bề mặt được đặt cách nhau từ 40 m đến 50 m. Trong khu vực gia cố đặt 01 điểm quan trắc mực nước ngầm (KW) và 12 điểm quan trắc lún bề mặt (từ CJ1 đến CJ12). Thời gian đọc 1 ngày/1 lần đọc. Số liệu tính toán được lấy trung bình từ 12 vị trí quan trắc trên [10].

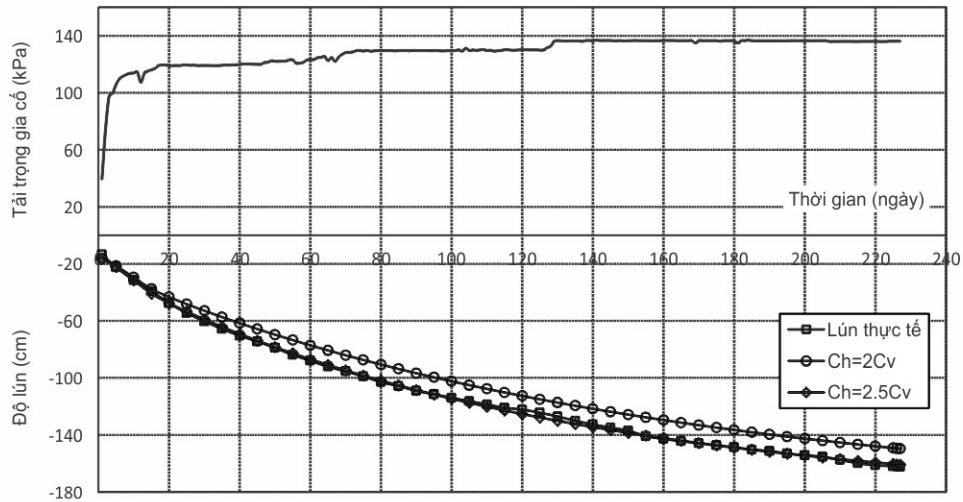
Mặt bằng bố trí hệ thống quan trắc được thể hiện như hình 7:



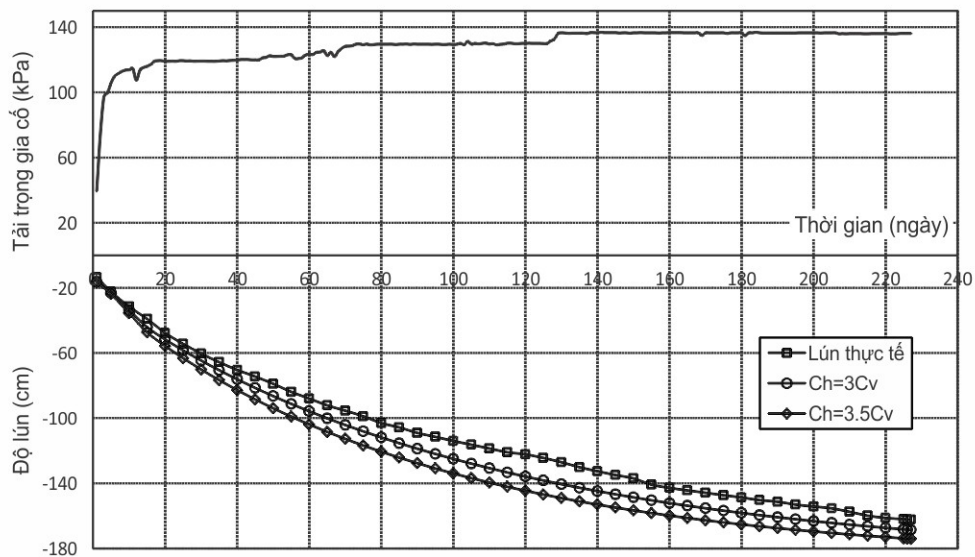
Hình 7. Bố trí hệ thống quan trắc khu vực Cà Mau

4.4 Kết quả phân tích

Dựa vào số liệu quan trắc lún và kết quả tính toán lún theo thời gian với giá trị C_h thay đổi từ 2 đến 3.5 lần C_v . Kết quả thu được như hình 8 và 9.



Hình 8. Đồ thị quan hệ giữa tải trọng và độ lún thay đổi theo thời gian với C_h thay đổi từ 2 đến 2.5 lần C_v



Hình 9. Đồ thị quan hệ giữa tải trọng và độ lún thay đổi theo thời gian với C_h thay đổi từ 3 đến 3.5 lần C_v

Dựa vào kết quả tính toán với nền đất đang xét tỷ số C_h/C_v bằng 2.5 là phù hợp. Với tải trọng gia cố nền gồm tải trọng hút chân không 85 kPa và tải trọng đất đắp 3 m (trong đó có 2 m cát san lấp và 1 m tải chất thêm) độ cố kết đạt được là 90%. Với tải trọng trong quá trình sử dụng là 20 kPa thì độ cố kết là 100%. Như vậy, trong giai đoạn sử dụng độ lún của nền bao gồm độ lún do từ biến và độ lún của nền đất tốt bên dưới.



5. Kết luận

Dựa vào kết quả tính toán phân tích ở trên có thể đưa ra một số kết luận như sau:

- Cơ sở lý thuyết tính toán độ cố kết và độ lún của nền đất theo các cấp tải trọng và thay đổi theo thời gian khá phù hợp với số liệu quan trắc thực tế;
- Với khoảng cách bắc thấm giữa 2 khu vực nghiên cứu là 0.9 đến 1.3 m tỷ số giữa C_r/C_v bằng khoảng từ 2 đến 2.5.
- Kết quả này có thể sử dụng để tính toán xử lý nền cho các công trình lân cận và dự báo chính xác hơn độ lún của công trình trong giai đoạn sử dụng.

Tài liệu tham khảo

1. Carrillo, N. (1942), *Simple two and three dimensional cases in the theory of consolidation of soils*, J. Math. Phys. Vol. 2, No.1, pp. 1 - 5.
2. Casagrande, A. (1936), *The Determination of Preconsolidation Load and its Practical Significance*, Proc., 1st Intl. Conf, Soil Mech. Found. Eng., pp. 60-64.
3. Dương Học Hải, Vũ Đức Sĩ, Nguyễn Hồng Hải (2006), "Tính toán độ cố kết của nền đất yếu dưới tác dụng của tải trọng đắp", *Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng*, số 2.
4. Fecon - Shang Hai Habour J.O (2010), *LPG Refrigerated storage Tank, Soil improvement work from 1st to 20th Monitoring report for zone 1*.
5. Fecon - Shang Hai Habour J.O (2010), *Report on Geotechnical Investigation Before Soil Improvement*.
6. Nguyễn Thị Nụ (2009). *Nghiên cứu xác định quan hệ giữa hệ số cố kết theo phương thẳng đứng và ngang của một số loại đất amQ22-3 phân bố ở các tỉnh ven biển đồng bằng sông Cửu Long*, Đề tài cấp trường N13-2009, Trường Đại học Mở -Đà Nẵng.
7. Tedi South (2003). *Soil Investigation Report*. Transport Engineering Design inc. south Portcoast Consultant
8. Tiêu chuẩn Xây dựng TCXD 4200:1995. *Đất xây dựng - Phương pháp xác định tính nén lún trong phòng thí nghiệm*.
9. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 245-2000 - *Gia cố nền bằng bắc thấm thoát nước*.
10. Wuhuan Engineering CO.,LTD. *Monitoring Analysis Report of Soil Improvement for Z103 of Zone 1*. PetroVietnam - CPMB.