

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM SỨC CHỊU TẢI CỦA CỪ TRÀM TRONG GIA CỐ NỀN ĐẤT YẾU ĐƯỜNG GIAO THÔNG NÔNG THÔN VÀ NHÀ CẤP THẤP TẠI TỈNH TRÀ VINH

EXPERIMENTAL RESEARCH ON THE BEARING CAPACITY OF CAJUPUT PILES IN REINFORCING THE SOFTSOIL BELOW THE RURAL ROADS AND LOW LEVEL HOUSES IN TRA VINH PROVINCE

Trần Quốc Huy¹, Châu Trường Linh^{2*}

¹Công ty TNHH Tư vấn Kiến trúc Vĩnh Trà; tranquochuy1911@gmail.com

²Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; chau-linh@dut.udn.vn

Tóm tắt - Từ trước đến nay, cừ tràm được sử dụng phổ biến trong gia cố nền đất yếu cho các công trình chịu tải trọng nhỏ, đây là một giải pháp hiệu quả về kỹ thuật và kinh tế. Bài viết này nhằm xác định giá trị sức chịu tải của nền gia cố cừ tràm. Phương pháp nén tĩnh nền gia cố cừ tràm đã được sử dụng để xác định sức chịu tải thực nghiệm. Kết quả nén tĩnh 4 công trình tại tỉnh Trà Vinh xác định được tải trọng từ 14 - 16 T/m² cho độ lún rất nhỏ, từ 21,75 - 29,39 mm, đồng thời mô phỏng số quá trình nén tĩnh nền gia cố cừ tràm theo quy trình thực nghiệm. Kết quả mô phỏng số cho kết quả rất tin cậy, khi đường cong tải trọng - độ lún mô phỏng xấp xỉ với các đường cong thực nghiệm. Dựa vào kết quả trên, bài báo đề xuất sức chịu tải thực nghiệm là 11 T/m² áp dụng cho đường giao thông nông thôn và nhà cấp thấp tại tỉnh Trà Vinh so với quy ước 7 T/m² như hiện nay.

Từ khóa - cừ tràm; nền gia cố cừ tràm; sức chịu tải cừ tràm; thí nghiệm nén tĩnh; mô phỏng số; tỉnh Trà Vinh

1. Đặt vấn đề

Cừ tràm được sử dụng trong gia cố nền đất yếu rất phổ biến từ trước cho đến nay và trong tương lai tại các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long nói chung và tỉnh Trà Vinh nói riêng. Gia cố nền đất yếu bằng cừ tràm là một giải pháp hiệu quả về kinh tế - kỹ thuật cho các công trình chịu tải trọng nhỏ như: đường giao thông nông thôn, nhà cấp thấp (1 - 4 tầng) và các công trình chịu tải trọng nhỏ khác. Vấn đề bất cập hiện nay là vẫn chưa có tiêu chuẩn, quy phạm kỹ thuật, quy trình thiết kế về gia cố nền đất yếu bằng cừ tràm. Việc thiết kế cừ tràm hiện nay đơn thuần là giả định sức chịu tải quy ước thường dùng là 7 T/m² có vẻ như chưa phù hợp qua thực tiễn sản xuất. Vì vậy, cần phải xác định sức chịu tải gần đúng với thực tế của nền gia cố cừ tràm. Từ đó, tránh được các rủi ro không mong muốn trong việc giả định sức chịu tải theo quy ước cũ, đồng thời có thể nghiên cứu thêm nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng cừ tràm trong gia cố nền đất yếu áp dụng cho đường giao thông nông thôn và nhà cấp thấp tại tỉnh Trà Vinh.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Giải pháp gia cố nền đất yếu bằng cừ tràm (nền gia cố cừ tràm)

2.1.1. Giới thiệu chung

Cây tràm là loài cây thân gỗ phân bố tự nhiên, được xác định là loài cây trồng chủ lực cho vùng Tây Nam Bộ theo quyết định 4961/QĐ-BNN-TCLN ngày 17/11/2014 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, đặc biệt trên vùng đất phèn nặng, ngập nước theo mùa của đồng bằng sông Cửu Long. Diện tích rừng tràm năm 2006 đạt 176.295 ha, chiếm

Abstract - So far, cajuput piles have been commonly used as reinforcement for low level buildings because this is an effective solution in technique and economy. This article aims at determining the load bearing capacity value of indigo piles reinforced soil. The method of static compression in-situ has been used to reinforce the indigo piles for determining the experimental load. Static compression results in four works in Tra Vinh province have determined the load from 14 - 16 T/m² for small settlement from 21,75 - 29,39 mm as well as simulated the amount of the progress of static compression reinforced by indigo piles according to experimental procedures. The numerical simulation has shown reliable results as the load-simulated curve is similar to the experimental curves. Based on the results of the paper, the experimental load bearing capacity of 11 T/m² is proposed to apply to rural roads and low level buildings in Tra Vinh province.

Key words - cajuput piles; cajuput piles reinforced soil; bearing capacity; static compression test; numerical simulation; Tra Vinh province

gần một nửa diện tích ở đồng bằng sông Cửu Long [1]. Rừng tràm tập trung chủ yếu ở 6 tỉnh: Long An, Đồng Tháp, Tiền Giang, An Giang, Kiên Giang và Cà Mau [2].

Cừ tràm thường được sử dụng là tràm từ 4 - 5 năm tuổi, đường kính ngọn > 40 mm, đường kính gốc > 80 mm, chiều dài từ 3 - 5 m. Khối lượng thể tích ở độ ẩm 12% là 610 kg/m³, cường độ của gỗ tràm khá cao, cường độ nén dọc thớ là 46,5 Mpa, cường độ kéo dọc thớ là 79,8 Mpa, mô-đun đàn hồi là 10,900 Mpa, rất phù hợp với việc gia cố nền tại vùng ngập nước như đồng bằng sông Cửu Long [3].

2.1.2. Tổng quan các lý thuyết tính toán thiết kế cừ tràm

Hiện nay chưa có tiêu chuẩn quy định về việc thiết kế – thi công – nghiệm thu nền đất yếu gia cố cừ tràm. Có nhiều nghiên cứu về cừ tràm nhưng chỉ mang tính tham khảo và vẫn chưa được tiêu chuẩn hóa.

Phương pháp tính cừ tràm trong đất yếu dựa theo 2 phương pháp sau [4]:

a. Phương pháp 1: có 2 trường hợp

- Trường hợp 1: Cừ tràm có khả năng nén chặt đất nền [2].

Trường hợp này dùng cho các loại đất yếu có khả năng thẩm thoát nước không nhỏ (hệ số thẩm K ≥ 10⁻⁶ cm/s). Đó là các loại đất yếu từ sét pha cát (á sét) đến cát pha sét (á cát).

Trong trường hợp này, cừ tràm là một loại vật liệu nén chặt đất nền, được gọi là nền cừ tràm. Với các điều kiện và tính chất trên có thể áp dụng nguyên lý tính toán nền cọc cát để tính toán cho nền cừ tràm.

- Trường hợp 2: Cừ tràm có khả năng làm tăng sức chịu tải tổng hợp của nền.

Trường hợp này dùng cho các loại đất yếu có khả năng thấm nước nhỏ (hệ số thấm $K < 10^{-6}$ cm/s). Đó là các loại đất yếu từ sét đến sét pha cát (á sét). Xác định sức chịu tải tổng hợp của nền cừ tràm căn cứ vào kết quả nén tĩnh các cừ tràm đóng trên 1 m^2 .

b. Phương pháp 2

Cừ tràm làm việc theo cọc ma sát chịu nén. Sức chịu tải theo mỗi cừ tràm (theo đất nền) có thể xác định theo một trong hai cách sau:

+ Theo công thức lý thuyết về ma sát cọc [2]:

$$Q_c = K \times m \times (R_{tc} \times \pi + \Omega \times \Sigma m_f \times f_{tc} \times l_i)$$

+ Thí nghiệm nén tĩnh 1 cừ tràm trên 1 m^2 nền có đóng cừ tràm: đóng cừ tràm trên 1 m^2 đất yếu theo mật độ tính toán. Để 1 cây ở giữa nhô cao hơn mặt đất 30 - 50 cm. Tiến hành nén tĩnh 1 cọc nhô này để xác định sức chịu tải giới hạn Q_{gh} của 1 cừ tràm.

2.1.3. Tình hình sử dụng nền gia cố cừ tràm tại tỉnh Trà Vinh

* Đối với công trình giao thông:

Cừ tràm được sử dụng trong gia cố nền đất yếu công trình đường giao thông nông thôn như sau: Sử dụng gia cố nền đường vào cầu với mật độ 25 cây/m², chiều dài từ 4,0 - 5,0 m, đường kính ngọn $\geq 4,0$ cm, đường kính gốc $\geq 8,0$ cm tại một số công trình tiêu biểu như: Cầu Ấp Chợ (Hương lộ 35, huyện Cầu Ngang); Cầu Bến Giá nhỏ, Cầu Tà Rom (xã Đôn Châu, huyện Trà Cú),...

* Đối với công trình dân dụng:

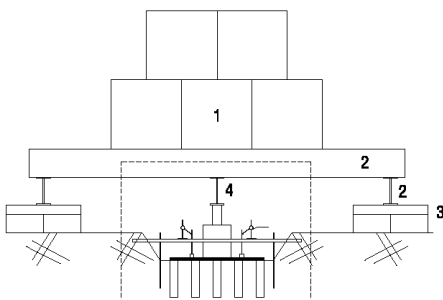
Cừ tràm được sử dụng trong gia cố nền đất yếu công trình dân dụng như sau: Sử dụng gia cố nền móng với mật độ 25 cây/m², chiều dài từ 4,0 - 5,0 m, đường kính ngọn $\geq 4,0$ cm, đường kính gốc $\geq 8,0$ cm tại một số công trình tiêu biểu như: Trường Tiểu học Long Đức C; Trạm Y tế Phường 3; Cụm quản lý hành chính xã Bình Phú; Trạm Y tế xã Phước Hảo; Cụm quản lý hành chính xã Phong Phú...

Kết luận: Công trình sử dụng nền gia cố cừ tràm từ trước cho đến nay vẫn được áp dụng rất phổ biến cho các loại công trình. Việc vận dụng các lý thuyết nêu trên hầu như rất hạn chế. Thay vào đó là một quy ước về sức chịu tải cho trước hiện đang được các kỹ sư áp dụng rất phổ biến. Vì vậy, nghiên cứu thực nghiệm về sức chịu tải thực tế của nền gia cố cừ tràm để xem xét và vận dụng một cách chính xác hơn.

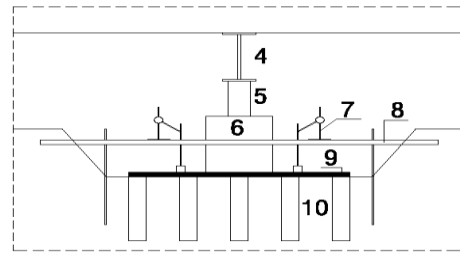
2.2. Nghiên cứu phương pháp thử nghiệm nén tĩnh nền gia cố cừ tràm

Tiêu chuẩn tham khảo: TCVN 9393:2012 [5] và TCVN 9354:2012 [6].

2.2.1. Hệ thống thiết bị thử nghiệm



Hình 1. Sơ đồ lắp đặt thiết bị thử nghiệm



Hình 2. Sơ đồ lắp đặt thiết bị thử nghiệm

Thiết bị thử nghiệm bao gồm: 1 - Đối trọng; 2 - Hệ dàn chất tải; 3 - Gối đỡ; 4 - Dầm chuẩn (dùng để kích); 5 - Đệm kê thép tròn; 6 - Kích; 7 - Đồng hồ đo lún đặt trên tấm kính; 8 - Thanh chuẩn; 9 - Tấm nén; 10 - Cừ tràm.

2.2.2. Quy trình thử nghiệm

a. Xác định tải trọng thử nghiệm

Tải trọng thử nghiệm xác định theo tiêu chuẩn TCVN 9393:2012 [5].

Tải trọng thử nghiệm lớn nhất dự kiến đối với thử nghiệm thăm dò bằng tải trọng phá hoại hoặc bằng 250% đến 300% tải trọng thiết kế [5]. Tải trọng thiết kế đất nền gia cố cừ tràm quy ước áp dụng tại Trà Vinh là 7 T/m^2 .

Tải trọng thử nghiệm lớn nhất chọn là 20 T/m^2 (khoảng 285,71% tải trọng thiết kế).

b. Quy trình gia tải, giảm tải thử nghiệm

Thử nghiệm được thực hiện theo quy trình gia tải và giảm tải từng cấp, tính bằng phần trăm tải trọng thử nghiệm:

- Gia tải từng cấp đến tải trọng thử nghiệm lớn nhất theo dự kiến, giá trị mỗi cấp gia tải bằng 10% tải trọng thử nghiệm.
- Giảm tải từng cấp, giá trị mỗi cấp giảm tải bằng gấp đôi giá trị gia tải, tức là 20% tải trọng thử nghiệm.

Cấp mới chỉ được tăng tải khi tốc độ lún của tấm nén (nền gia cố cừ tràm) đạt ổn định quy ước như quy định (không quá $0,1 \text{ mm/h}$ nhưng không quá 2h).

Giữ cấp tải trọng lớn nhất cho đến khi độ lún đạt ổn định quy ước. Thời gian giữ tải cấp tải trọng lớn nhất dự kiến là 18h.

2.3. Tiến hành thử nghiệm

2.3.1. Đóng cừ tràm thử nghiệm

Yêu cầu cừ tràm thử nghiệm: Cừ phải tươi, tương đối thẳng, đường kính ngọn $\geq 4,5$ cm; đường kính gốc $\geq 8,0$ cm, chiều dài cừ tràm 4,5 m.

Đóng cừ trong phạm vi 1 m^2 với số lượng 25 cừ tràm. Cừ ngập hoàn toàn trong đất dưới mực nước ngầm, với độ sâu cách mặt đất tự nhiên là $0,5 \text{ m}$.



Hình 3. Lắp đặt kích, đồng hồ đo lún và thanh chuẩn

2.3.2. Lắp đặt thiết bị thử nghiệm

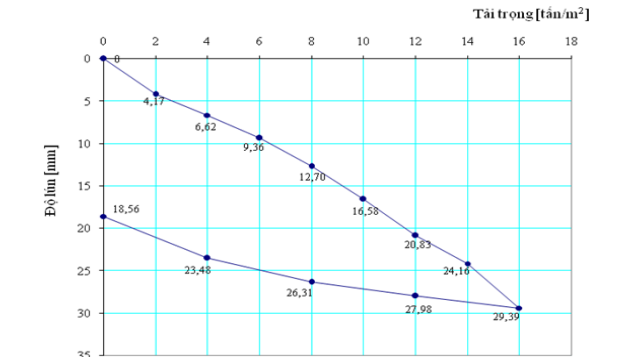
Sau khi xếp đối trọng tại vị trí thử nghiệm, đặt tấm thép cứng 1x1 m trên bề mặt cọc đã rải lớp cát tạo phẳng trên bề mặt hệ cừ tràm; lắp đặt kích, hệ đo lún.

2.4. Kết quả thử nghiệm nền gia cố cừ tràm tại công trình thử nghiệm và các công trình khác

2.4.1. Công trình thử nghiệm xã Hòa Thuận, huyện Châu Thành, tỉnh Trà Vinh

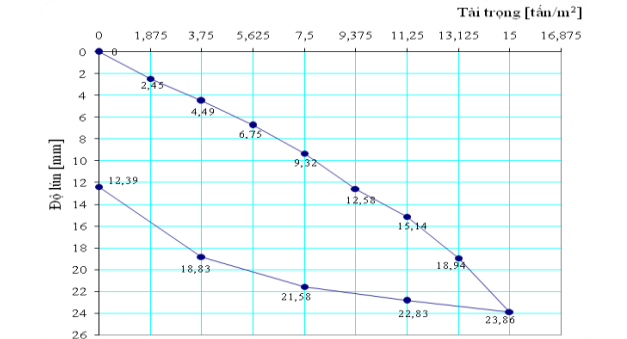
Bảng 1. Một số đặc tính cơ lý của đất nền tại công trình thử nghiệm

Độ sâu H (m)	Độ ẩm W (%)	Hệ số rỗng e ₀ (-)	Mô-đun biến dạng E (Kg/cm ²)	Góc ma sát trong φ (độ)	Lực dính C (Kg/cm ²)
Lớp 1	33,89	1,037	41,8	08°15'	0,182
Lớp 2	56,13	1,557	19,5	03°47'	0,061
Lớp 3	29,20	0,938	62,4	17°07'	0,090
Lớp 4	59,73	1,620	18,5	03°40'	0,067



Hình 4. Biểu đồ quan hệ tải trọng - độ lún công trình thử nghiệm xã Hòa Thuận

2.4.2. Công trình Trường Tiểu học (TH) Mỹ Hòa B



Hình 5. Quan hệ tải trọng – độ lún Trường TH Mỹ Hòa B

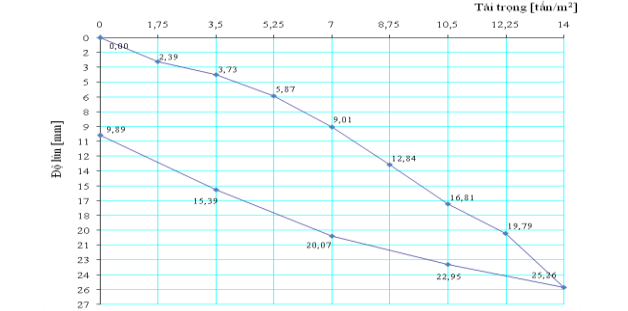
Bảng 2. Một số đặc tính cơ lý của đất nền tại công trình Trường Tiểu học Mỹ Hòa B

Độ sâu H (m)	Độ ẩm W (%)	Hệ số rỗng e ₀ (-)	Mô-đun biến dạng E (Kg/cm ²)	Góc ma sát trong φ (độ)	Lực dính C (Kg/cm ²)
Lớp 1	59,4	1,630	8,257	04°20'	0,045
Lớp 2	49,6	1,385	12,817	05°25'	0,055
Lớp 3	29,7	0,962	30,630	11°46'	0,072
Lớp 4	59,4	1,623	14,229	6°04'	0,052

2.4.3. Công trình Trường Trung học Cơ sở (THCS) Thị trấn Tiểu Cần

Bảng 3. Một số đặc tính cơ lý của đất nền tại công trình Trường THCS Thị trấn Tiểu Cần

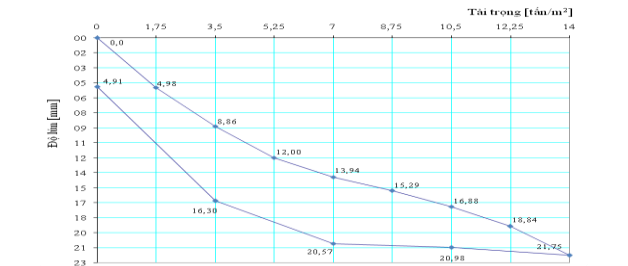
Độ sâu H (m)	Độ ẩm W (%)	Hệ số rỗng e ₀ (-)	Mô-đun biến dạng E (Kg/cm ²)	Góc ma sát trong φ (độ)	Lực dính C (Kg/cm ²)
Lớp 1	59,4	1,630	8,257	04°20'	0,045
Lớp 2	49,6	1,385	12,817	05°25'	0,055
Lớp 3	29,7	0,962	30,630	11°46'	0,072
Lớp 4	59,4	1,623	14,229	6°04'	0,052



Hình 6. Biểu đồ quan hệ tải trọng - độ lún công trình Trường THCS Thị trấn Tiểu Cần

2.4.4. Công trình Trường Tiểu học Phước Hưng B

Công trình Trường TH Phước Hưng B không khảo sát địa chất công trình.



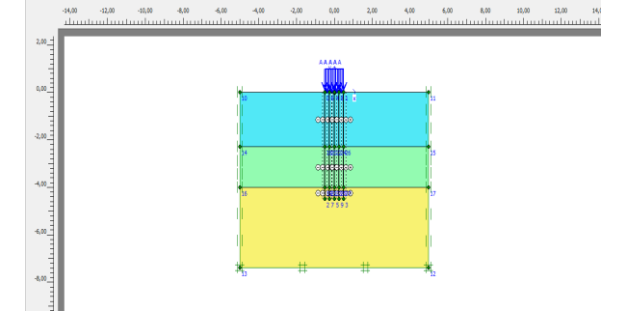
Hình 7. Quan hệ tải trọng – độ lún công trình Trường TH Phước Hưng B

Nhận xét chung: Các công trình có vị trí địa lý khá cách xa nhau, điều kiện phân bố địa chất, đặc trưng cơ lý khác nhau nhưng kết quả thử nghiệm cho thấy khá tương đồng đến tải trọng từ 14 T/m² - 16 T/m², độ lún từ 21,75 mm - 29,39 mm.

2.5. Mô phỏng quá trình nén tĩnh bằng phần mềm Plaxis

2.5.1. Thiết lập mô hình, thông số trong phần mềm Plaxis

Mô phỏng quá trình nén tĩnh bằng phần mềm Plaxis công trình thực nghiệm xã Hòa Thuận, huyện Châu Thành, tỉnh Trà Vinh.



Hình 8. Mô hình bài toán bằng phần mềm Plaxis

2.5.2. Kết quả độ lún trong mô phỏng và thực nghiệm

Bảng 4. Tổng hợp kết quả độ lún thực nghiệm và độ lún mô phỏng

Tải trọng (T/m ²)	Độ lún thực nghiệm (mm)	Độ lún mô phỏng (mm)
2	4,17	3,94
4	6,22	6,32
6	9,36	9,52
8	12,79	12,86
10	16,58	16,04
12	20,83	21,65
14	24,16	24,03
16	29,39	30,11
18	-	62,67
20	-	103,67
22	-	202,11
24	-	363,01

- Sức chịu tải cho phép của công trình giao thông nông thôn là 10,98 T/m² ≈ 11 T/m² có độ lún là 18,79 mm.
- Sức chịu tải cho phép của công trình nhà cấp thấp là 9,24 T/m² có độ lún là 14,83 mm.

Ở đây ta thấy các giá trị độ lún ứng với tải trọng cho phép của hai loại công trình trên rất nhỏ so với độ lún giới hạn là 80 - 200 mm. Vì vậy, đề xuất sức chịu tải cho phép của cả hai loại công trình giao thông nông thôn và nhà cấp thấp là 11 T/m².

3. Nhận xét

Qua 4 công trình thực nghiệm cho thấy kết quả quan hệ tải trọng – độ lún giữa các công trình có đặc điểm chung là mặc dù vị trí địa lý tương đối xa nhau, điều kiện địa chất khác nhau nhưng quan hệ tải trọng – độ lún giữa chúng là gần giống nhau, độ lún diễn biến xung quanh giá trị từ 21,75 - 29,39 mm với tải trọng thử nghiệm từ 14 - 16 T/m². Kết quả mô phỏng cho thấy kết quả khá đồng bộ; quan hệ tải trọng – độ lún giữa thực nghiệm và mô phỏng gần như xấp xỉ nhau cho đến tải trọng 16 T/m². Do vậy, nghiên cứu đã đề xuất sức chịu tải nền gia cố cừ tràm là 11 T/m² áp dụng cho cả công trình giao thông nông thôn và nhà cấp thấp tại tỉnh Trà Vinh.

4. Kết luận

Hiện nay và trong tương lai, cừ tràm được sử dụng rất nhiều tại tỉnh Trà Vinh. Các công trình giao thông nông thôn và công trình nhà cấp thấp 1 - 2 tầng (một số ít công trình 3 - 4 tầng) đều sử dụng cừ tràm để gia cố nền đất yếu với mật độ được sử dụng nhiều là 25 cây/m². Việc thiết kế theo tải trọng quy ước 7 T/m² hiện nay cho thấy nó quá thiên về an toàn dẫn tới lãng phí chi phí. Tổng quan có nhiều nghiên cứu về cừ tràm nhưng đến nay vẫn chưa được áp dụng nhiều.

Kết quả thử tải tại 4 công trình cho thấy tải trọng thực nghiệm tối đa là 14 - 16 T/m², độ lún là từ 21,75 mm đến 29,39 mm và tiếp tục mô phỏng cho đến độ lún vượt quá độ lún tối đa theo nghiên cứu là 20 cm. Sau kết quả mô phỏng, nghiên cứu kiến nghị sức chịu tải tính toán cho đường là 11 T/m² có độ lún là 18,79 mm và nhà là 9,24 T/m² có độ lún là 14,83 mm. Với độ lún như nêu trên, nghiên cứu kiến nghị sức chịu tải chung cho 2 công trình là 11 T/m².

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] <http://nongnghiep.vn/cay-tram-hoi-sinh-o-dong-bang-song-cuu-long-post164566.html>, 18/05/2016.

[2] Nguyễn Quang Trung, *Tổng quan nghiên cứu và sử dụng gỗ tràm rừng trồng*, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.

[3] Nguyễn Bảo Việt, “Nền đất sét gia cố cọc cừ tràm mô-đun biến dạng và độ lún”, *Tạp chí Xây dựng*, Số 4, 2015, trang 64-66.

[4] Lareal Nguyễn Thành Long, Lê Bá Lương, Nguyễn Quang Chiêu, Vũ Đức Lục, *Công trình trên đất yếu trong điều kiện Việt Nam*, 1986-1989, trang 20-24.

[5] TCVN 9393:2012, *Cọc - Phương pháp thử nghiệm tại hiện trường bằng tải trọng tĩnh ép dọc trục*.

[6] TCVN 9354:2012, *Đất xây dựng - Phương pháp xác định Mô-đun biến dạng tại hiện trường bằng tâm nền phẳng*.

[7] 22TCN 262-2000: Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên nền đất yếu – tiêu chuẩn thiết kế. Bộ GTVT.

[8] TCVN 9362:2012 - Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình.

[9] Nguyễn Hồng Nam (2007), Bài giảng Địa Kỹ thuật “Phân tích ổn định theo phương pháp phần tử hữu hạn”..

Hình 9. Quan hệ tải trọng – độ lún của các công trình

Từ Hình 9 cho thấy, đường cong tải trọng – độ lún mô phỏng và đường cong tải trọng thực nghiệm xấp xỉ sát nhau. Sai số độ lún theo mô phỏng so với thực nghiệm là 2,4%. Nhìn chung, tất cả các đường cong tải trọng – độ lún có sự tương quan đến cấp tải 16 T/m² là hầu như đường cong nằm ở trục trung hòa và giá trị độ lún gần bằng nhau. Sự sai khác, chênh lệch các giá trị độ lún là do điều kiện địa chất ở mỗi công trình khác nhau. Như vậy, có thể kết luận giá trị mô phỏng số có thể được dùng để mô phỏng tiếp tục ứng xử của nền cừ tràm khi chất tải tiếp tục.

2.5.3. Xác định sức chịu tải nền gia cố cừ tràm

a. Xác định sức chịu tải giới hạn theo phương pháp đồ thị

Sức chịu tải giới hạn được xác định theo điều kiện độ lún giới hạn của từng loại công trình:

- Cừ tràm sử dụng cho đường giao thông nông thôn thông thường được xử lý nhiều ở vị trí đầu cầu. Vì vậy, theo Bảng II.1, 22TCN 262-2000 [7] độ lún giới hạn của công trình đường giao thông nông thôn là $S_{gh} = 20$ cm, ứng với cấp tải là 21,96 T/m².

- Theo Bảng 15, TCVN 9362:2012 [8], độ lún giới hạn của công trình nhà cấp thấp là $S_{gh} = 8$ cm, ứng với cấp tải là 18,48 T/m².

b. Xác định sức chịu tải cho phép

Sức chịu tải cho phép được xác định bằng sức chịu tải giới hạn chia cho hệ số an toàn $F = 2$ [9]. Sức chịu tải cho phép của hai loại công trình như sau: