

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG TRO BAY TỪ NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN DUYÊN HẢI LÀM CỌC ĐẤT-TRO BAY GIA CỐ NỀN ĐẤT YẾU HẠ TẦNG DỰ ÁN KHU ĐÔ THỊ MỚI PHÍA ĐÔNG ĐƯỜNG MẠU THÂN, THÀNH PHỐ TRÀ VINH

RESEARCH USING FLY ASH FROM DUYEN HAI
THERMAL POWER PLANT AS SOIL PILE –FLY ASH TO REINFORCE
THE SOFT GROUND OF THE EAST NEW URBAN AREA AT
MAU THAN ROAD, TRA VINH CITY

Phạm Thanh Tùng, Châu Trường Linh, Nguyễn Thành Đạt

Tóm tắt: Trong những năm gần đây, nước ta đã đầu tư xây dựng rất nhiều nhà máy nhiệt điện để đấu nối vào lưới điện quốc gia, giảm phụ thuộc vào nguồn thủy điện, khi các dự án vận hành sẽ thải ra môi trường lượng tro bay rất lớn. Hiện nay công nghệ thi công gia cố nền đất yếu rất phát triển trong đó có công nghệ thi công cọc xi măng - đất gia cố nền đất yếu rất hiệu quả về mặt kỹ thuật và kinh tế, được sử dụng rộng rãi. Có thể tận dụng nguồn thải tro bay từ nhà máy nhiệt điện làm cọc đất - tro bay gia cố nền đất yếu đồng thời tận dụng được nguồn vật liệu địa phương giảm ô nhiễm môi trường từ việc vận hành nhà máy nhiệt điện. Ở Việt Nam hiện nay, vẫn còn hạn chế những nghiên cứu về cọc đất - tro bay. Bài báo giới thiệu một số kết quả nghiên cứu về hàm lượng tro bay và đường kính cọc khi gia cố xử lý nền đất yếu. Kết quả nghiên cứu có thể làm cơ sở tham khảo cho các đơn vị thiết kế, thi công, quản lý khai thác đề xuất các giải pháp nhằm khai thác tối đa khả năng làm việc của vật liệu, tăng cường ổn định của nền đường trong quá trình khai thác.

Từ khóa: Cọc đất - tro bay, đất yếu, gia cố đất yếu, xử lý nền đường, mô hình vật lý, mô hình số.

Chỉ số phân loại: 2.3

Abstract: In recent years, our country has invested to built a lot of thermal power plants in order to connect to the national grid, reduce hydroelectric source dependence, and the project discharge a large amount of fly ash while operating. Nowadays, construction technology reinforced soft ground is more and more developed, including construction technology of cement piles-soil reinforced the soft ground. This method brings benefits for economic, technical and it is applied widely. People not only utilize emission from the thermal power plants but also help to reduce environmental pollution from operating of these factories. There is limited research on soil pile-fly ash in Viet Nam. This paper presents some results on fly ash content and diameter piles when reinforcing the soft ground. This research result can used as a fundamental reference for design, construction or management companies to propose solutions to maximize work capacity of the material, enhance the stability of background during the service life.

Key words: Soil pile-fly ash, soft ground, reinforced soft ground, handling of background, physical analogue, number analogue.

Classification number: 2.3

1. Giới thiệu

Hiện nay công nghệ thi công gia cố nền đất yếu rất phát triển trong đó có công nghệ thi công cọc xi măng - đất gia cố nền đất yếu rất hiệu quả về mặt kỹ thuật và kinh tế, được sử dụng rộng rãi. Có thể tận dụng nguồn thải tro bay (tro trong lò cao) từ nhà máy nhiệt điện để sử dụng làm cọc đất - tro bay thay thế cho cọc xi măng đất gia cố nền đất yếu. Chính vì vậy việc nghiên cứu hàm lượng tro

bay và đường kính cọc đất - tro bay khi gia cố là vấn đề cần thiết.

2. Xác định các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu cọc đất - tro bay

2.1. Các chỉ tiêu cơ lý của tro bay

Để thực hiện công việc xác định các chỉ tiêu cơ lý của tro bay tiến hành lấy 2,5 tấn mẫu tro bay, mẫu tro bay được lấy một cách ngẫu nhiên, gián đoạn từ các silo chứa xuống của nhà máy nhiệt điện Duyên Hải, sau đó chọn 3 tổ mẫu ngẫu nhiên (các mẫu tro bay

mang tính đại diện cho nguồn tro bay từ nhà máy nhiệt điện Duyên Hải) để thí nghiệm các chỉ tiêu cơ - lý - hóa của tro bay. Các kết quả thí nghiệm được thực hiện phân tích tại phòng thí nghiệm Quatest 2 theo phương

pháp phân tích phổ hồng ngoại, hai mẫu đối chứng được thực hiện tại phòng thí nghiệm Trung tâm Kỹ thuật Đường bộ 3 bằng phương pháp hóa học và nung. Kết quả trung bình được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm tro bay.

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Phương pháp thử	Đơn vị	K.Q thí nghiệm
1	Độ ẩm	TCVN 7024:2013	%	0.26
2	Khối lượng thể tích xốp		Kg/m ³	940
3	Tỷ trọng	TCVN 4030: 2003	g/cm ³	2.21
4	Độ mịn (lượng sót trên sàng 0.08)	TCVN 4030: 2003	%	2.1
5	Hàm lượng mất khi nung	TCVN 8262:2009	%	8,27
6	Hàm lượng SiO ₂	TCVN 8262:2009	%	81,60
7	Hàm lượng Fe ₂ O ₃	TCVN 8262:2009	%	81,60
8	Hàm lượng Al ₂ O ₃	TCVN 8262:2009	%	81,60
9	Hàm lượng SO ₃	TCVN 141:2008	%	0,49
10	Hàm lượng CaO	TCVN 141:2008	%	12,00

Theo TCVN 10302:2014: Tro bazo: tro có hàm lượng CaO lớn hơn 10%, ký hiệu: C.

2.2. Các chỉ tiêu cơ lý của nền đất yếu

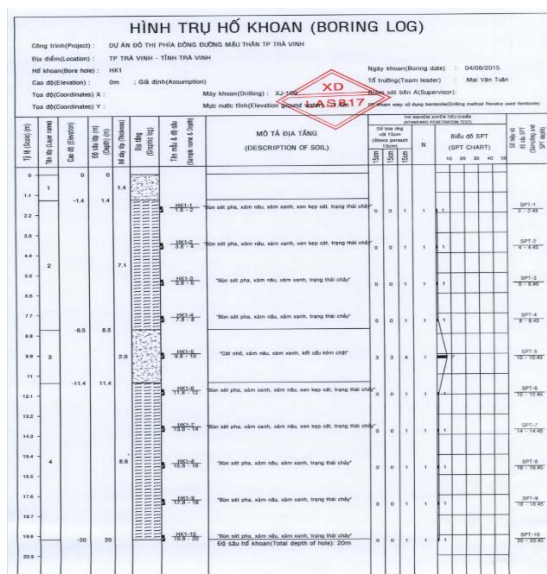
Các chỉ tiêu kỹ thuật của các lớp đất được xác định theo Báo cáo kết quả khảo sát

địa chất công trình Khu đô thị mới phía đông đường Mậu Thân thành phố Trà Vinh.

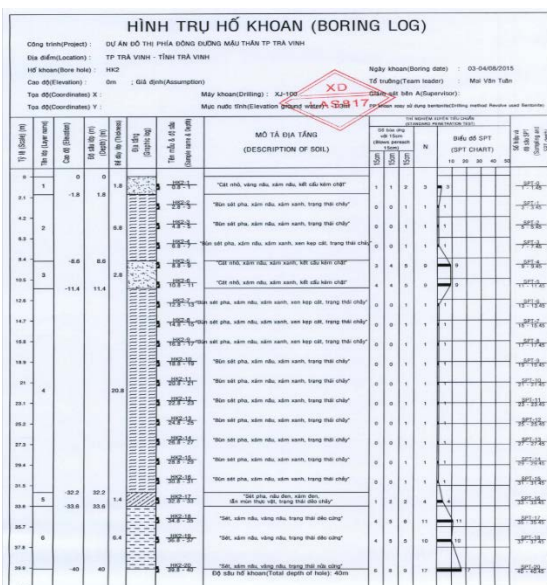
Tính từ mặt đất nền hiện tại đến độ sâu khảo sát (HK1: 20m, HK2: 40m) có sáu lớp đất. Độ sâu phân bố của mỗi lớp tại các hố khoan như sau:

Bảng 2. Đặc điểm địa chất các lớp đất khu vực khảo sát.

Lớp	Tên đất	Chiều dày lớp đất (m)	
		HK1	HK2
1	Cát nhỏ, kết cấu kém chặt	1,4	1,8
2	Bùn sét pha, xen kẹp cát – trạng thái chảy	1,1	6,8
3	Cát nhỏ - kết cấu kém chặt	2,9	2,8
4	Bùn sét pha, xen kẹp cát – trạng thái chảy	8,6	20,8
5	Sét pha, trạng thái chảy dẻo		1,4
6	Sét, trạng thái dẻo cứng đến nửa cứng		6,4



Hình 1. Mặt cắt địa chất hố khoan HK1.



Hình 2. Mặt cắt địa chất hố khoan HK2.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm hỗn hợp đất - tro bay với hàm lượng 35%.

S TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	P.P thử	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm			
				7 ngày	14 ngày	28 ngày	56 ngày
1	Cường độ chịu nén	TCVN 9403:2012	Mpa	0,108	0,208	0,280	0,320
2	Nén 1 trục không nở hông	TCVN 4200:2012	Mpa				1,33
3	Mô đun đàn hồi	TCVN 9843:2013	Mpa				102

2.3. Chỉ tiêu cơ lý hỗn hợp vật liệu đất - tro bay

Tiến hành chế tạo mẫu thí nghiệm với hàm lượng tro bay từ 35%, 40%, 45% để thí nghiệm các chỉ tiêu như sau: Cường độ chịu nén, ép chặt, xác định mô đun tổng biến dạng nén một trục không nở hông, sức kháng cắt, mô đun đàn hồi.



a) b)
Hình 3. Quá trình chế tạo mẫu và thực hiện thí nghiệm.

a) Mẫu thí nghiệm cường độ chịu nén;
b) Thí nghiệm mô đun tổng biến dạng.



a) b)
Hình 4. Quá trình chế tạo mẫu và thực hiện thí nghiệm sức kháng cắt
a) Mẫu thí nghiệm sức kháng cắt;
b) Thí nghiệm sức kháng cắt.

2.4. Các kết quả đạt được khi thực hiện thí nghiệm

Kết quả thí nghiệm hỗn hợp vật liệu Đất - Tro bay với hàm lượng gia cố 35% tro bay:

Kết quả thí nghiệm hỗn hợp vật liệu đất - tro bay với hàm lượng gia cố 40% tro bay:

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm hỗn hợp đất - tro bay
với hàm lượng 40%.

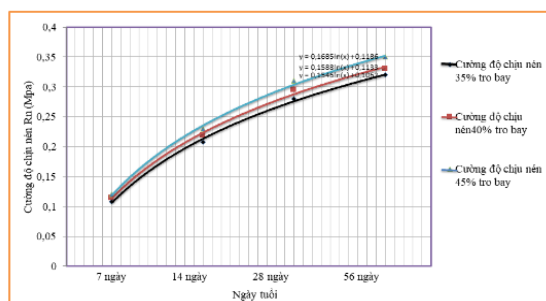
STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	P.P thử	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm			
				7 ngày	14 ngày	28 ngày	56 ngày
1	Cường độ chịu nén	TCVN 9403:2012	Mpa	0,114	0,219	0,295	0,330
2	Nén 1 trục không nở hông	TCVN 4200:2012	Mpa				0,990
3	Mô đun đàn hồi	TCVN 9843:2013	Mpa				124

Kết quả thí nghiệm hỗn hợp vật liệu đất - tro bay với hàm lượng gia cố 45% tro bay:

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm hỗn hợp Đất - Tro bay
với hàm lượng 45%.

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	P.P thử	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm			
				7 ngày	14 ngày	28 ngày	56 ngày
1	Cường độ chịu nén	TCVN 9403:2012	Mpa	0,12	0,23	0,31	0,35
2	Nén 1 trục không nở hông	TCVN 4200:2012	Mpa				0,85
3	Mô đun đàn hồi	TCVN 9843:2013	Mpa				140

Qua các bảng kết quả trên ta được biểu đồ quan hệ giữa hàm lượng tro bay khi gia cố và cường độ mẫu phát triển theo thời gian



Hình 5. Quan hệ giữa hàm lượng tro bay khi gia cố và cường độ nén mẫu phát triển theo thời gian.

2.5. Tiến hành mô phỏng trên plaxis v8.2

2.5.1. Các trường hợp tính toán

Khoảng cách hợp lý cọc theo TCVN 10304:2014 từ $(1,5 \div 6)D$, thông thường từ $(1 \div 3)D$, ta chọn khoảng cách giữa các cọc lần lượt là $3,75D$ cho đường kính cọc $d400$, $3D$ cho đường kính cọc $d500$ và $2,5D$ cho đường kính cọc $d600$; mục đích của nghiên cứu nhằm tìm quan hệ giữa tỉ lệ gia cố với ổn định, lún của công trình nên chỉ chọn sự thay đổi theo đường kính cọc;

Nghiên cứu của (xem <http://scv.udn.vn/ctlinh/BBao/8015>) cho thấy đường kính ảnh hưởng nhiều đến sức chịu tải

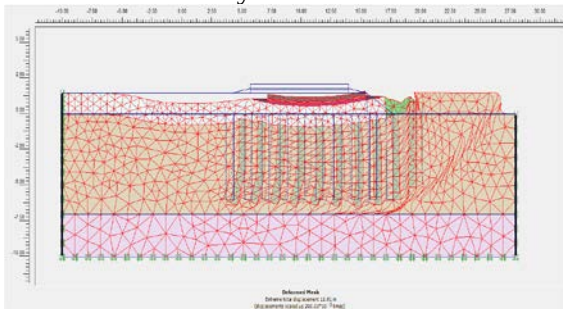
của cọc; chiều dài cọc được xử lý hết dựa trên vùng gây lún tính được và xử lý hết chiều sâu đất yếu là 7m.

Trường hợp 1: Thay đổi đường kính cọc: d400, d500, d600.

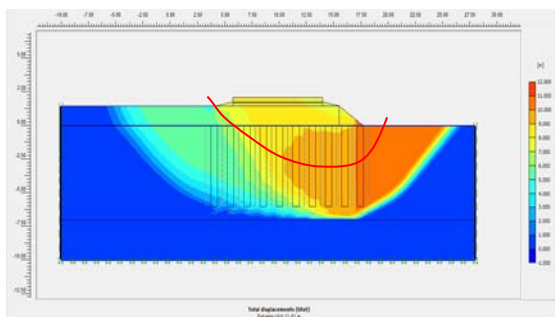
Trường hợp 2: Thay đổi hàm lượng tro bay: 35%, 40%, 45%.

2.5.2. Kết quả tính toán

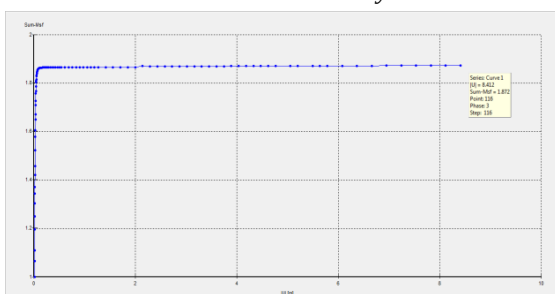
Cọc D600 - 45% tro bay, khoảng cách giữa 2 cọc là 1.5m. Khi gia cố cọc tro bay D600 - 35% tro bay



Hình 6. Chuyển vị của nền đường trên nền đất yếu khi gia cố cọc tro bay D600 - 35% tro bay (Độ lún lớn nhất của nền đường $S = -0,245\text{m}$).

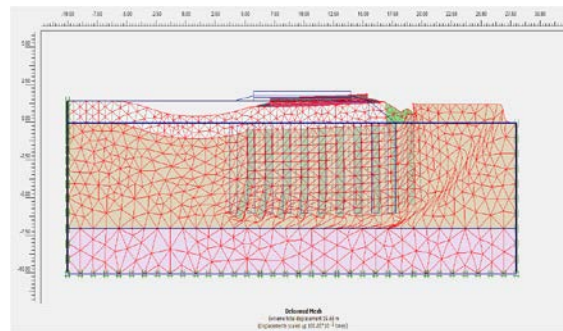


Hình 7. Vị trí mặt trượt nguy hiểm của nền đường trên nền đất yếu khi gia cố cọc tro bay D600 - 35% tro bay.

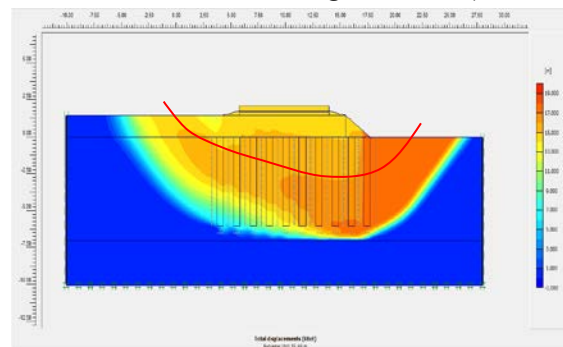


Hình 8. Hệ số ổn định trượt của nền đường trên nền đất yếu khi gia cố cọc tro bay D600 - 35% tro bay ($K = 1.872$)

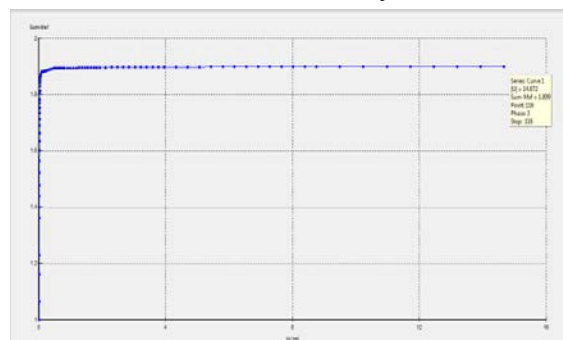
Cọc D600 - 40% tro bay, khoảng cách giữa hai cọc là 1.5m.



Hình 9. Chuyển vị của nền đường trên nền đất yếu khi gia cố cọc tro bay D600 - 40% tro bay (Độ lún lớn nhất của nền đường $S = -0,172\text{m}$).

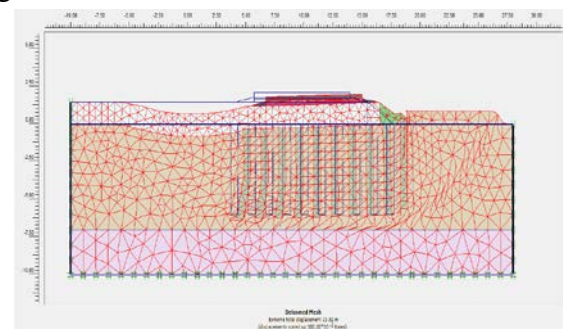


Hình 10. Vị trí mặt trượt nguy hiểm của nền đường trên nền đất yếu khi gia cố cọc tro bay D600 - 40% tro bay.

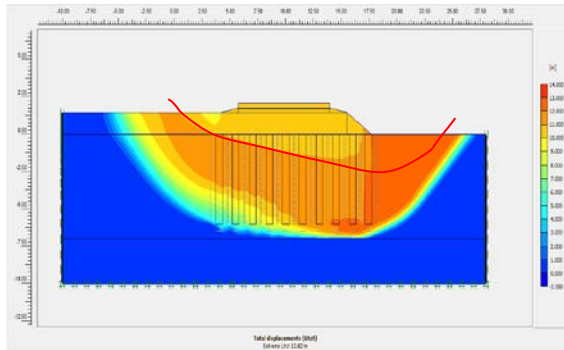


Hình 11. Hệ số ổn định trượt của nền đường trên nền đất yếu khi gia cố cọc tro bay D600 - 40% tro bay ($K = 1.899$)

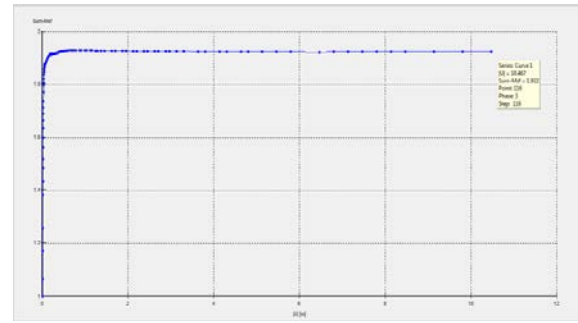
Cọc D600-45% tro bay, khoảng cách giữa 2 cọc là 1.5m



Hình 12. Chuyển vị của nền đường trên nền đất yếu khi gia cố cọc tro bay D600 - 45% tro bay (Độ lún lớn nhất của nền đường $S = -0.170\text{m}$)



Hình 13. Vị trí mặt trượt nguy hiểm của nền đường trên nền đất yếu khi gia cố cọc tro bay D600 – 45% tro bay.



Hình 14. Hệ số ổn định trượt của nền đường trên nền đất yếu khi gia cố cọc tro bay D600 – 45% tro bay ($K=1.922$).

2.5.3. Phân tích kết quả tính toán

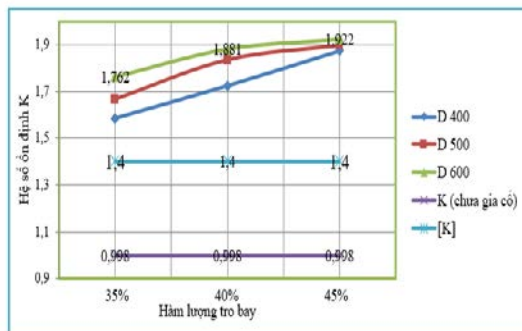
Bảng tổng hợp kết quả

Hệ số ổn định theo các trường hợp tính toán $[K] = 1.4$

Bảng 6. Kết quả tính toán hệ số ổn định.

Tỷ lệ tro bay	35% tro bay	40% tro bay	45% tro bay
Đường kính cọc			
D400	1.584	1.723	1.872
D500	1.666	1.836	1.899
D600	1.762	1.881	1.922

Ta có biểu đồ quan hệ giữa hệ số ổn định theo đường kính cọc và hàm lượng tro bay gia cố



Hình 15. Biểu đồ quan hệ giữa hệ số ổn định và hàm lượng tro bay.

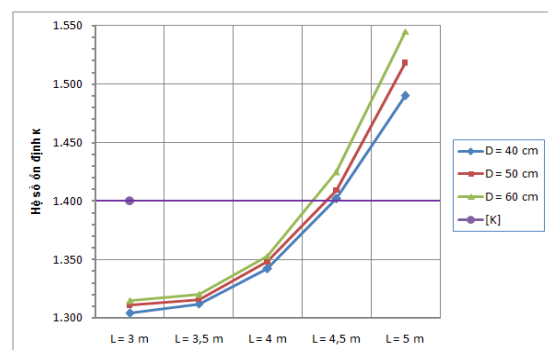
Nhận xét:

Qua biểu đồ quan hệ giữa hệ số ổn định K với kích thước cọc và hàm lượng tro bay ta nhận thấy khi thay đổi đường kính cọc càng lớn, hàm lượng tro bay càng cao thì hệ số ổn định K càng tăng dần.

Về phương diện kỹ thuật tác giả đề xuất chọn cọc có đường kính $D = 60\text{cm}$, cọc dài L

$= 8\text{m}$ với hàm lượng tro bay 45% cho hệ số ổn định K là tối ưu nhất.

So sánh với kết quả nghiên cứu trước "nghiên cứu áp dụng cọc đất - xi măng gia cố kết hợp đường giao thông sông Kiến Giang, tỉnh Quảng Bình" về hệ số ổn định K cho thấy khi sử dụng cọc đất - tro bay với cùng đường kính cọc D600 và hàm lượng tro bay là 45% thì hệ số ổn định K cao hơn so với cọc đất - xi măng xem hình 16.

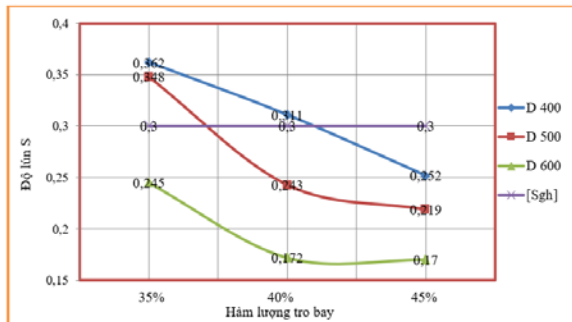


Hình 16. Biểu đồ quan hệ giữa hệ số ổn định K với kích thước cọc đất tro bay.

Bảng 7. Kết quả tính toán độ lún nền đường.

Tỷ lệ tro bay	35% tro bay	40% tro bay	45% tro bay
Đường kính cọc			
D500	0.348	0.243	0.219
D600	0.245	0.172	0.170

Ta có biểu đồ quan hệ giữa độ lún theo đường kính cọc và hàm lượng tro bay gia cố.

**Hình 17.** Biểu đồ quan hệ giữa độ lún cọc và hàm lượng tro bay gia cố.

Nhận xét:

Qua biểu đồ quan hệ giữa độ lún S với kích thước cọc và hàm lượng tro bay ta nhận thấy khi thay đổi đường kính cọc càng lớn, hàm lượng tro bay càng cao thì độ lún càng giảm dần.

Đối với đường kính cọc D400, D500, khi gia cố với hàm lượng tro bay 35% thì độ lún công trình không đảm bảo so với độ lún giới hạn cho phép, khi tăng hàm lượng tro bay lên 40%, 45% thì độ lún công trình nhỏ hơn độ lún giới hạn cho phép chứng tỏ độ lún công trình giảm dần khi ta tăng đường kính cọc và hàm lượng tro bay lên.

Về phương diện kỹ thuật tác giả đề xuất chọn cọc có đường kính $D = 60\text{cm}$, cọc dài $L = 8\text{m}$ với hàm lượng tro bay 45% cho kết quả độ lún S là tối ưu nhất.

3. Kết luận

Các kết quả hệ số ổn định K , độ lún S từ mô phỏng số trên phần mềm Plaxis V8.2:

- Các chỉ tiêu cơ lý, đặc trưng vật liệu sử dụng trong đề tài đều được lấy trực tiếp từ thí nghiệm

- Đánh giá ổn định công trình khi thiết kế công trình chưa gia cố cọc đất - tro bay. Lúc này chuyển vị dưới đáy móng đường quá

lớn, qua đó thấy rõ cần thiết phải xử lý nền đường. Tác giả đã mô hình hoá sơ đồ tính toán gia cố nền đất yếu dưới nền đường Mậu Thân với các trường hợp tính toán đường kính cọc giả thiết $D = 40\text{cm}$; 50cm ; 60cm ứng với hàm lượng tro bay 35%, 40%, 45%, chiều dài cọc $L = 8\text{m}$ xử lý hết lớp đất yếu.

Qua đó để phân tích được sự làm việc của cọc đất - tro bay ở các đường kính và hàm lượng tro bay khác nhau.

Với chiều dài cọc $L = 8\text{m}$ đường kính cọc $D = 60\text{cm}$ ứng với hàm lượng tro bay 45% thì hệ số ổn định bằng $K=1,992$ lớn hơn hệ số ổn định cho phép $[K] = 1,4$. Biến dạng lún lớn nhất trong trường hợp này $S = 0,17\text{m}$ đảm bảo biến dạng lún cho phép của đất nền $[S] = 0,3\text{m}$.

- Thông qua việc quy đổi các trị số về ứng suất, chuyển vị, biến dạng... từ mô hình rút gọn sang mô hình thực tế sẽ làm cơ sở cho các nhà tư vấn thiết kế, thi công, quản lý khai thác có các giải pháp nhằm đảm bảo ổn định công trình trong suốt thời gian phục vụ.

Tài liệu tham khảo

- [1] Châu Ngọc Ân (2002), Nền móng, NXB Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh.
- [2] Nguyễn Ngọc Bích (2010), Các phương pháp cải tạo đất yếu trong xây dựng, NXB Xây dựng, Hà Nội.
- [3] D.T.Bergado, J.C.Chai, M.C.Alfaro, A.S.Balasubramaniam (1996), Những biện pháp kỹ thuật mới cải tạo đất yếu trong xây dựng, NXB Giáo dục

Ngày nhận bài: 6/3/2018

Ngày chuyển phản biện: 9/3/2018

Ngày hoàn thành sửa bài: 30/3/2018

Ngày chấp nhận đăng: 5/4/2018