

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỌC XI MĂNG - ĐẤT ĐẾN ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG ĐẮP TRÊN ĐẤT YẾU

Nguyễn Thị Ngọc Yến¹, Trần Trung Việt¹

Tóm tắt: Trong thực tế tính toán xử lý nền đường đắp trên đất yếu, các thông số hình học Cọc xi măng - đất (CXMD) như chiều dài cọc L , đường kính cọc d , khoảng cách giữa các cọc D ảnh hưởng rất lớn đến độ ổn định (độ lún S , hệ số ổn định F_s) nền đường đắp và hiệu quả xử lý. Khi L càng lớn thì S càng giảm và F_s tăng lên, khi L bé thì S chủ yếu là độ lún nền đất dưới khối gia cố. Khi $D/d = 1,5 - 2$ độ lún dư (ΔS) sau xử lý thay đổi không đáng kể; $D/d = 2 - 3$ thì ΔS tăng lên nhưng $\Delta S < \Delta S_{cp}$; $D/d = 4$ thì $\Delta S > \Delta S_{cp}$. Giữ nguyên L , D ($L=14m$, $D=1.8m$) và thay đổi $d = 0.6; 0.7; 0.8; 1.0$ m thì $\Delta S \leq \Delta S_{cp}$. Khoảng cách bố trí giữa các cọc và đường kính cọc được lựa chọn sao cho tỷ số $D/d = 1.5 - 3$; Chiều dài cọc (L) phụ thuộc vào bề dày lớp đất yếu sao cho $\Delta S \leq \Delta S_{cp}$ ($\Delta S_{cp} = 0,2-0,3m$).

Từ khóa: cọc xi măng - đất; độ lún; ổn định; đất yếu; thông số hình học cọc;

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Giải pháp cọc XMĐ là một trong những giải pháp hiện nay được ứng dụng phổ biến trên thế giới và là một giải pháp đang có xu thế phát triển, có tính khả thi cao, phù hợp với điều kiện nền đất yếu ở đồng bằng ven biển Việt Nam. Hiện nay, các tiêu chuẩn ở nước ta như TCVN 9403:2012 phục vụ cho việc tính toán nền đất yếu bằng cọc xi măng - đất (CXMD) mới chủ yếu tập trung vào vấn đề thi công và vật liệu mà chưa đề cập đến đặc điểm ứng xử cục bộ, trạng thái ứng suất, biến dạng của nền đất sau gia cố, cũng như chưa có những hướng dẫn cụ thể về việc lựa chọn các thông số cơ bản như đường kính cọc (d), khoảng cách giữa các cọc (D), hay chiều dài của các cọc (L), sự thay đổi độ lún theo chiều sâu xử lý,... Trong thực tế tính toán xử lý nền đường đắp trên đất yếu, các thông số nêu trên ảnh hưởng rất lớn đến độ ổn định (ổn định lún và ổn định trượt) của nền đường đắp cũng như quyết định đến hiệu quả kinh tế của giải pháp xử lý. Xuất phát từ thực tế tính toán xử lý nền đường đắp trên đất yếu bằng CXMD, bài báo phân tích ảnh hưởng của các thông số hình học chủ yếu của CXMD đến hiệu quả về mặt kinh tế - kỹ thuật của giải pháp

mang lại cũng như để có cơ sở khoa học trong việc tính toán thiết kế giải pháp xử lý.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CMXD

Tính toán sức chịu tải và biến dạng của nền đất yếu được gia cố bằng hệ CĐXM có thể được thực hiện theo các quan điểm khác nhau. Trong những năm gần đây, ở Việt Nam cũng như thế giới đã phát triển một số phương pháp tính toán cọc xi măng - đất như sau: tiêu chuẩn gia cố cọc xi măng - đất Châu Âu, tiêu chuẩn Thượng Hải - Trung Quốc, theo quan điểm cọc xi măng - đất làm việc như cọc, theo quan điểm như nền tương đương, theo quan điểm hỗn hợp của Viện kỹ thuật Châu Á (CDIT, JAPAN, 2002; Nguyễn Quốc Dũng, 2005; Nguyễn Quốc Dũng, 2014; Nguyễn Việt Hùng, 2014; Trịnh Ngọc Anh, 2015; Nguyễn Mạnh Cường, 2017; Vũ Văn Khánh, 2017; Vũ Ngọc Bình, 2018). Tuy nhiên, trong hầu hết các hồ sơ thiết kế hiện nay ở trong nước đều tính toán theo quan điểm nền đất hỗn hợp, kết quả tính toán tương đối sát với thực tế và đã được kiểm chứng qua nhiều công trình thực tế và được đề cập trong TCVN 9403-2012 (TCVN 9403:2012). Bên cạnh đó, hiện nay việc tính toán theo phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) cũng đã được ứng dụng nhiều nhằm mô phỏng sự làm việc của các cọc XMĐ trong đất nền, điển hình là phần mềm Plaxis V8.6. Từ những phân tích trên tác giả đã

¹ Khoa Xây dựng Cầu đường, Trường Đại học Bách Khoa - ĐHQGHN

chọn 2 phương pháp tính sau: phương pháp giải tích theo quan điểm tính toán nền đất hỗn hợp được đề cập trong TCVN 9403-2012 và phương pháp PTHH với phần mềm Plaxis V8.6.

Nền xử lý có cường độ kháng cắt tính theo công thức: $C_{tb} = C_u(1-a) + a C_c$ (1)

Với: C_u , C_c là sức kháng cắt của đất và của trụ; a là tỷ số diện tích ($a = nA_c/B_s$); n là số trụ trong 1 m chiều dài khối đắp; B_s là chiều rộng khối đắp; A_c là diện tích tiết diện trụ.

Độ lún tổng (S) của nền gia cố được xác định như sau: $S = S_1 + S_2$ (2)

Độ lún S_1 của khối gia cố cọc xi măng – đất:

$$f(n) = \frac{n^2}{n^2 - 1} \left[\ln(n) - 0.75 + \frac{1}{n^2} \cdot \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) \right] + \left[\frac{n^2 - 1}{n^2} \cdot \frac{1}{d^2} \cdot \frac{k_{dat}}{k_{coc}} \cdot L_c^2 \right] \quad (6)$$

Trong đó: R_e - Bán kính ảnh hưởng của cọc; D - Khoảng cách tâm các CXMĐ; D_e - đường kính vùng ảnh hưởng của các cọc. L_c - Chiều dài thoát nước bằng nửa chiều dày lớp xử lý nền nếu có lớp cát thoát nước phía dưới; k_{dat} - Hệ số thấm đất nền; k_{coc} - Hệ số thấm CXMĐ

Độ lún S_2 của đất chưa gia cố, dưới mũi trụ được tính theo nguyên lý cộng lún từng lớp (TCVN 9362-2012).

Độ lún cố kết $S_2(t)$ của nền công trình sau thời gian t : $S_t = U_v \cdot S_c$ (7)

Với: U_v - là độ cố kết của nền đất sau thời gian t , xác định theo công thức (8).

$$U_v = \frac{2 \cdot \alpha \cdot U_{v0} + U_{v1} \cdot (1 - \alpha)}{1 + \alpha} \quad (8)$$

$$\text{Với } U_{v0} = 1 - \frac{8}{\pi^2} \cdot e^{-\frac{\pi^2 \cdot T_v}{4}}; U_{v1} = 1 - \frac{32}{\pi^3} \cdot e^{-\frac{\pi^2 \cdot T_v}{4}}; \alpha = \frac{\sigma'_z}{\sigma''_z}$$

$$S_1 = \frac{q \cdot H}{E_{tb}} = \frac{q \cdot H}{aE_c + (1-a)E_s} \quad (3)$$

Trong đó: q là tải trọng công trình truyền lên khối gia cố; H là chiều sâu của khối gia cố; E_c : là môđun đàn hồi của vật liệu cọc đất xi măng, lấy $E_c = (50-100)C_c$, với C_c là sức kháng cắt của vật liệu cọc (TCVN 9403:2012); E_s là môđun biến dạng của nền đất giữa các cọc, lấy $E_s = 250C_u$ với C_u là sức kháng cắt không thoát nước của đất nền.

Độ lún theo thời gian của khối gia cố:

$$S_1(t) = S_1 \cdot U \quad (4)$$

$$U = 1 - \exp\left[\frac{-2 \cdot C_h \cdot t}{R_e^2 \cdot f(n)}\right] \quad (5);$$

Với: σ'_z, σ''_z - là ứng suất tại mặt thoát nước và mặt không thoát nước; T_v - nhân tố thời gian được xác định theo công thức sau: $T_v = \frac{C_v^{tb}}{H^2} \cdot t$ (9)

$$C_v^{tb} = \frac{H_a^2}{\left(\sum \frac{h_i}{\sqrt{C_{vi}}}\right)^2} \quad (10)$$

Trong đó: C_v^{tb} - là hệ số cố kết trung bình theo phương thẳng đứng của các lớp đất; h_i , C_{vi} là chiều dày, hệ số cố kết của lớp đất thứ i

Phần độ lún cố kết còn lại sau thời gian t :

$$\Delta S = (1 - U_v) \cdot S_c \quad (11)$$

3. ĐẶC ĐIỂM ĐẤT NỀN VÀ CÁC THÔNG SỐ TÍNH TOÁN

3.1. Đặc điểm địa chất và tính chất cơ lý nền đất

Đất nền được chọn nghiên cứu gồm các lớp từ trên xuống với chỉ tiêu cơ lý ở bảng 1.

Bảng 1. Đặc điểm và chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất nền

STT	Chỉ tiêu	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị tiêu chuẩn		
				Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3
	Đặc điểm địa chất đất nền					
1	Độ ẩm tự nhiên	W	%	26,1	39,0	44,6
2	Dung trọng tự nhiên	γ	g/cm ³	1,75	1,72	1,73

STT	Chỉ tiêu	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị tiêu chuẩn		
				Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3
3	Dung trọng khô	γ_k	g/cm ³	1,52	1,30	1,21
4	Dung trọng hạt	γ_h	g/cm ³	2,70	2,73	2,68
5	Độ lỗ rỗng	n	%	43,7	52,4	54,9
6	Hệ số rỗng	e	-	0,776	1,100	1,215
7	Độ bão hoà	G	%	90,8	96,8	98,4
8	Độ ẩm giới hạn chảy	W _L	%	27,8	37,8	45,3
9	Độ ẩm giới hạn dẻo	W _P	%	21,1	25,2	27,6
10	Chỉ số dẻo	I _P	%	6,7	12,6	17,7
11	Độ sệt	B	-	0,75	1,10	0,96
12	Lực dính kết	C	kG/cm ²	0,095	0,065	0,068
13	Góc ma sát trong	φ	độ	8 ^o 04'	5 ^o 49'	5 ^o 56'
14	Hệ số nén lún	a ₁₋₂	cm ² /kG	0,027	0,059	0,072
15	Hệ số cố kết	C _v	10 ⁻⁴ cm ² /s	26,83	22,47	13,60
16	Áp lực tiền cố kết	P _c	kG/cm ²	1,81	1,16	1,42
17	Chỉ số nén	C _c	-	0,156	0,301	0,396
18	Chỉ số nở	C _s	-	0,041	0,078	0,116
19. TN 3 trực theo sơ đồ CU	Lực dính kết	C _u	kG/cm ²	-	0,150	0,144
	Góc ma sát trong	φ_u	độ	-	20 ^o 18'	17 ^o 36'
	Lực dính hiệu quả	C' _u	kG/cm ²	-	0,073	0,105
	Góc ma sát hiệu quả	φ'_u	độ	-	32 ^o 02'	30 ^o 29'
20	Sức kháng cắt không thoát nước	S _u	kG/cm ²	0,247	0,186	0,228

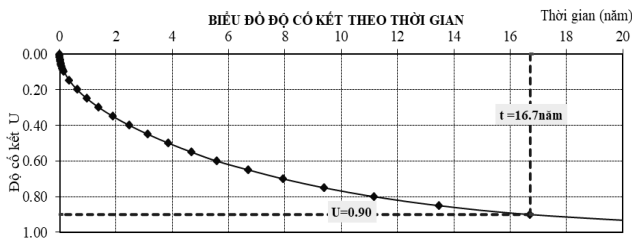
3.2. Đặc điểm của công trình thiết kế đất yếu theo 22TCN262:2000 (22TCN262:2000) với các yêu cầu kỹ thuật của công trình cho xử lý nền các thông số thiết kế như bảng 2.

Bảng 2. Tổng hợp các thông số của nền đường

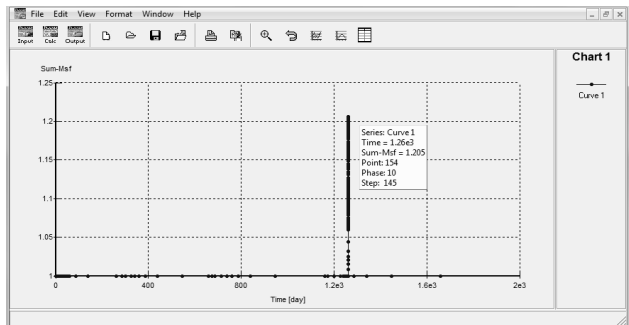
Các thông số	Xe	G (KN)	l (m)	b (m)	e (m)	d (m)	n	B (m)	h _x (m)	q _x (KN/m ²)	B _{mặt} (m)	B _{lề} (m)
Giá trị	H30	300	6,60	1,80	0,50	1,90	8	28,2	0,68	12,9	31,50	0,5

3.3. Độ lún và ổn định của nền đường không xử lý

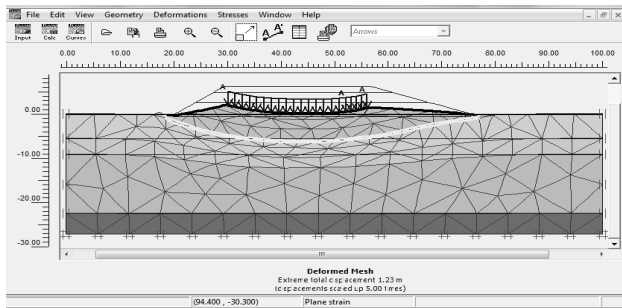
Kết quả tính toán độ lún và ổn định nền đường thể hiện hình 1 đến hình 4.



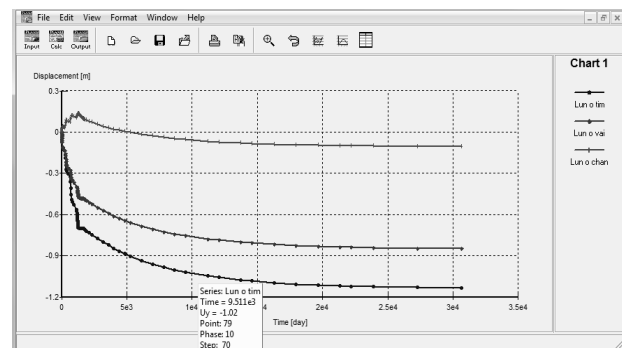
Hình 1. Biểu đồ độ cố kết theo thời gian



Hình 4. Phân tích ổn định bằng Plaxis 8.6



Hình 2. Lưới biến dạng phân tích bằng phần mềm Plaxis 8.6



Hình 3. Biểu đồ lún theo thời gian phân tích bằng Plaxis 8.6

- Độ lún cố kết đạt được là $S=1.16$ m; thời gian đạt độ cố kết $U=90\%$ ứng với độ lún là 203,4 tháng (16,7 năm) và lớn hơn độ lún cho phép (hình 1 đến hình 3).

- Hệ số ổn định trượt theo Plaxis 8.6: $F_s=1,205$ (hình 4).

Từ kết quả tính toán kiểm tra độ lún và ổn định của nền đường khi chưa xử lý cho thấy nền đường mất ổn định. Do vậy, để đảm bảo độ lún và ổn định cho phép của nền đường trong quá trình thi công và sử dụng thì cần cần phải tiến hành xử lý nền đất yếu. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả lựa chọn giải pháp cọc xi măng – đất để xử lý nền đường đất yếu.

3.4. Các thông số chính của nền đường và CXMD

Các thông số chính của nền đất yếu và cọc xi măng - đất thể hiện bảng 3.

Bảng 3. Các tham số cơ lý của cọc xi măng - đất

Vật liệu	Mô đun đàn hồi E (kPa)	Hệ số Poisson, ν	Dung trọng tự nhiên γ , kg/m ³	Góc ma sát, ϕ	Lực dính kết, c (kPa)	Góc tương nở, ψ
Đất đắp	50000	0,2	1900	30	0	0
CXMD	150000	0,2	2000	30	129	0

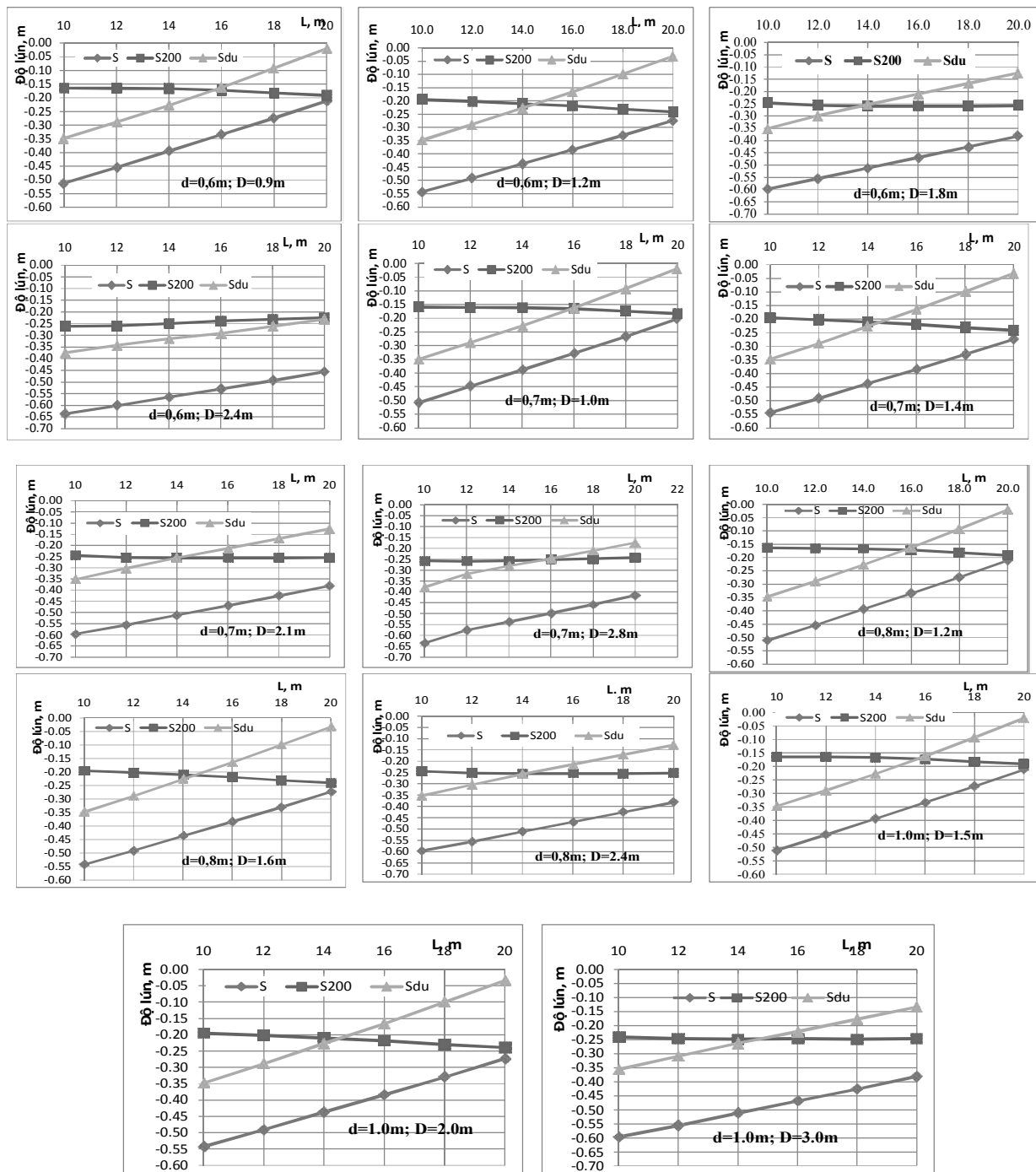
4. CÁC TRƯỜNG HỢP PHÂN TÍCH

4.1. Giữ nguyên đường kính cọc (d), khoảng cách cọc (D) và thay đổi chiều dài cọc (L)

➢ Tính toán theo phương pháp giải tích

Trên cơ sở các công trình thực tế xử lý bằng CXMD ở Việt Nam, nhóm tác giả lựa chọn đường kính cọc $d=0.6; 0.7; 0.8$ và 1.0 m; sơ đồ bố trí tam

giác; khoảng cách giữa các cọc thay đổi theo đường kính cọc sao cho $D/d = 1,5; 2; 3; 4$ lần ứng với các trường hợp chiều dài cọc thay đổi $L=10, 12, 14, 16, 18, 20$ và $22,3$ m. Từ đó xác định được chiều dài bố trí cọc hợp lý nhằm đảm bảo độ lún và ổn định nền đường cũng như hợp lý về mặt kinh tế.



Ghi chú: S - độ lún cuối cùng; S_{200} - độ lún sau thời gian xử lý 200 ngày; S_{du} - độ lún dư còn lại sau xử lý
 Hình 5. Độ lún của nền xử lý bằng CXMD ứng với thay đổi chiều dài (L) của cọc

Từ kết quả tính trên hình 5 cho thấy, khi thay đổi chiều dài (L) cọc ứng với các đường kính (d) cọc, khoảng cách bố trí cọc (D) khác nhau và trên cơ sở xác định độ lún dư sau xử lý nằm trong giới hạn độ lún cho phép theo TCVN 9403-2012 ($\Delta S_{cp}=0,2-0,3m$) thì chiều sâu cọc xi măng - đất bố trí hợp lý nhất là $L=14m$. Như vậy, nghiên cứu sự thay đổi độ lún theo chiều sâu xử lý không

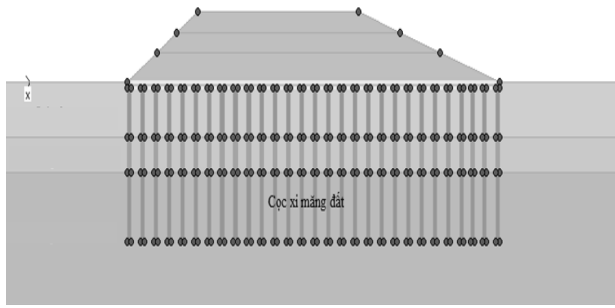
những giúp ta có được sự lựa chọn làm giảm sự biến dạng của nền mà còn có tác dụng rút ngắn thời gian thi công cũng như tiết kiệm về chi phí.

➤ Tính toán theo phương pháp phần tử hữu hạn (phần mềm Plaxis 8.6)

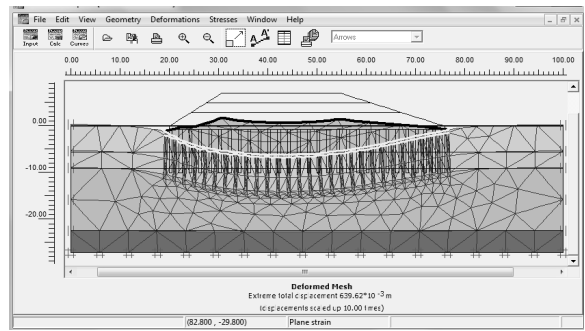
Kết quả tính toán thể hiện trên hình 6 đến hình 10 cho thấy khi thay đổi chiều dài L cọc ứng với các đường kính cọc và khoảng cách bố trí cọc

khác nhau và trên cơ sở độ lún dư sau xử lý nằm trong giới hạn cho phép theo TCVN 9403-2012

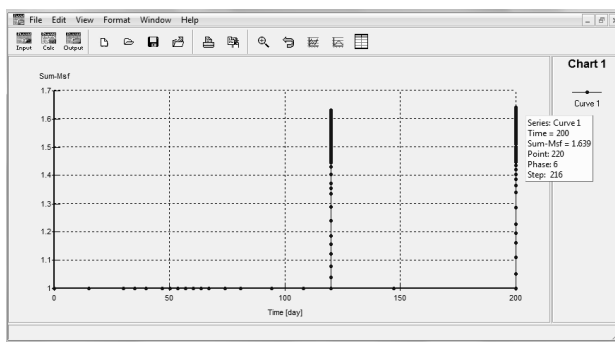
($\Delta S_{cp}=0,2-0,3m$) thì chiều dài CXMĐ bố trí hợp lý nhất là $L = 14m$.



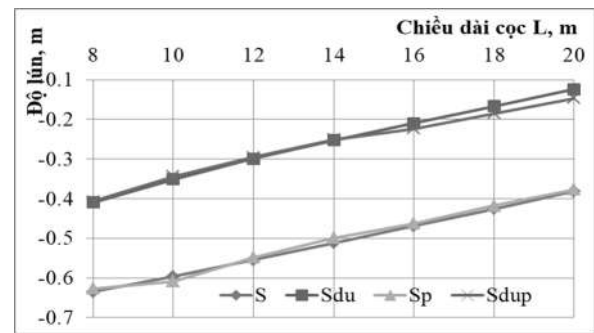
Hình 6. Mô hình phân tích CXMĐ bằng Plaxis8.6 ($L=10m$)



Hình 7. Độ lún sau thời gian $t=200$ ngày ($L=10m$)



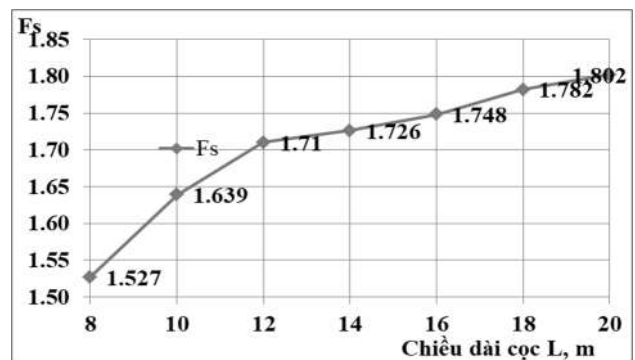
Hình 8. Hệ số ổn định $F_s = 1,639$ ($L=10m$)



Hình 9. Độ lún khi thay đổi chiều dài cọc phân tích bằng Plaxis8.6 và giải tích
Ghi chú: S, S_{du} - độ lún cuối cùng và độ lún dư theo giải tích; S_p, S_{pdu} - độ lún cuối cùng và độ lún dư theo Plaxis 8.6

Nhận xét: Đối với giải pháp xử lý nền đất bằng CXMĐ độ lún của nền giảm đi rõ rệt. Độ lún của nền bao gồm độ lún của khối gia cố S_1 và độ lún nền đất dưới khối gia cố S_2 . Khi chiều dài cọc càng lớn thì độ lún tổng thể càng giảm, khi chiều dài cọc bé thì độ lún chủ yếu là độ lún nền đất dưới khối gia cố, khi tăng chiều dài cọc thì độ lún nền đất dưới khối gia cố giảm và độ lún của khối gia cố tăng lên. Khi chiều dài cọc gần bằng chiều dày lớp đất yếu thì độ lún tổng thể lúc này chủ yếu là do khối gia cố gây ra. Kết quả hình 9 cho thấy, khi phân tích độ lún theo phương pháp giải tích cho kết quả lớn hơn phương pháp PTHH, tuy nhiên giá trị chênh lệch này không đáng kể. Phân tích lún theo phương pháp PTHH cho kết quả có độ tin cậy cao hơn vì mô phỏng được điều kiện làm việc của đất nền. Từ kết quả tính toán độ lún tổng cộng, độ lún sau thời gian xử lý 200 ngày, độ

lún dư còn lại sau xử lý ở bảng trên và trên cơ sở xác định độ lún dư sau xử lý $\Delta S \leq 0,2-0,3 m$ thì chọn chiều dài cọc hợp lý là $L = 14m$. Mặt khác, khi tăng chiều dài cọc thì hệ số ổn định của nền đất tăng lên đáng kể (hình 10).

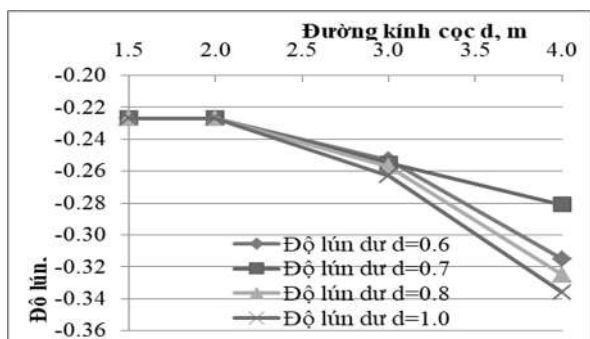


Hình 10. Hệ số ổn định F_s khi thay đổi chiều dài cọc phân tích bằng Plaxis8.6

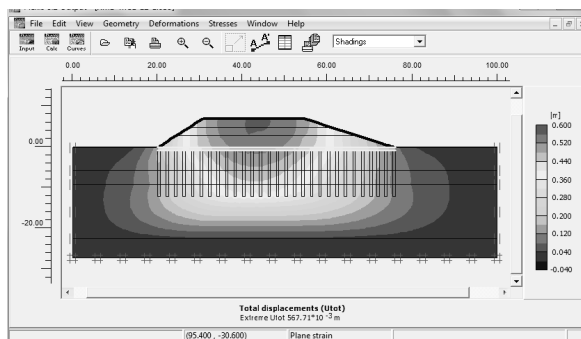
4.2. Giữ nguyên chiều dài cọc (L), đường kính cọc (d) và thay đổi khoảng cọc (D)

Chiều dài cọc được lựa chọn $L=14.0m$; đường kính cọc được lựa chọn sao cho tỷ số $D/d = 1,5; 2;$

3; 4; Từ đó tìm ra được quy luật và chọn lựa được phương án hợp lý lựa chọn quan hệ khoảng cách và đường kính cọc. Kết quả tính toán thể hiện hình 11 đến hình 13.



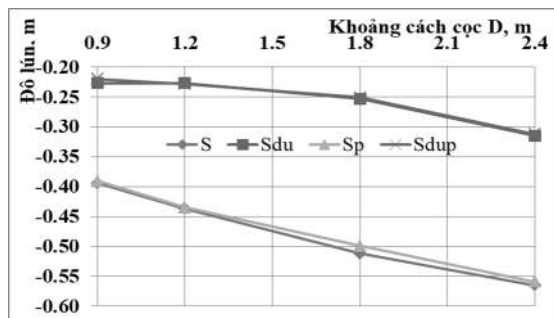
Hình 11. Độ lún sau xử lý ứng với tỷ lệ D/d khi thay đổi đường kính cọc (giải tích)



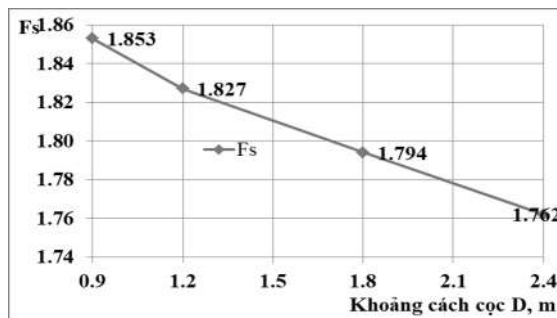
Hình 12. Phân tích bằng Plaxis 8.6 khi $L=14,0m$; $d=0,6m$; $D=1.8m$

Nhận xét: Khi tỷ lệ D/d khi thay đổi trong khoảng từ 1,5 đến 2 ứng với đường kính cọc khác nhau thì độ lún dư sau xử lý thay đổi không đáng kể. Khi tỷ lệ $D/d = 2 - 3$ thì giá trị độ

lún dư tăng lên nhưng vẫn nằm trong giới hạn độ lún dư cho phép theo tiêu chuẩn. Nhưng khi tỷ số $D/d = 4$ thì độ lún dư vượt quá giá trị cho phép theo tiêu chuẩn.

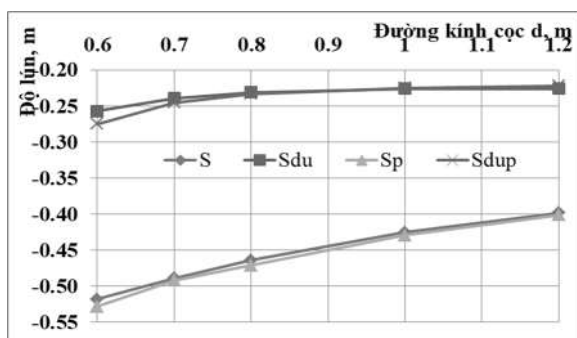


Hình 13a. Độ lún ứng với sự thay đổi khoảng cách cọc phân tích bằng Plaxis 8.6 và giải tích

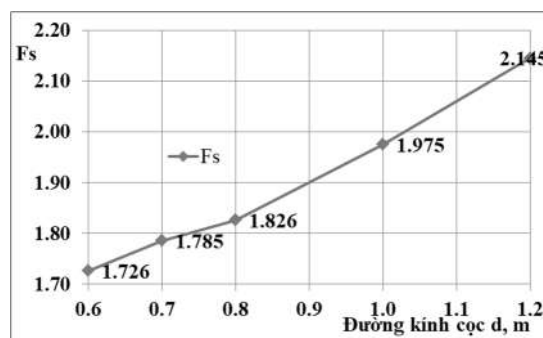


Hình 13b. Hệ số ổn định với sự thay đổi khoảng cách cọc phân tích bằng Plaxis 8.6

4.3. Giữ nguyên chiều dài cọc (L), khoảng cách cọc (D) và thay đổi đường kính cọc (d)



Hình 14. Độ lún khi thay đổi đường kính cọc phân tích bằng Plaxis 8.6 và giải tích



Hình 15. Hệ số ổn khi thay đổi đường kính cọc phân tích bằng Plaxis 8.6

Trong trường hợp này chiều dài cọc được chọn $L=14.0\text{m}$; khoảng cách giữa các cọc $D=1.8\text{ m}$; đường kính cọc thay đổi $d=0.6; 0.7; 0.8$ và 1.0m . Từ đó tìm ra quy luật và đưa ra phương án hợp lý lựa chọn quan hệ khoảng cách và đường kính cọc nhằm đảm bảo về mặt kỹ thuật và kinh tế. Kết quả tính toán thể hiện hình 14 đến hình 15.

Nhận xét: Khi giữ nguyên chiều dài cọc ($L=14\text{m}$), khoảng cách giữa các cọc ($D=1.8\text{m}$) và thay đổi đường kính cọc tương ứng $d=0.6; 0.7; 0.8$ và 1.0 m thì độ lún dư sau xử lý $\Delta S \leq 0,2-0,3\text{ m}$ nằm trong giới hạn độ lún dư cho phép theo tiêu chuẩn TCVN 9403-2012. Để đảm bảo về mặt kỹ thuật và kinh tế thì chọn đường kính cọc $d=0.6\text{ m}$ là hợp lý nhất.

Như vậy, qua 3 trường hợp phân tích sự thay đổi các thông số của CXMD đề tài chọn được giá trị hợp lý của các thông số như sau :

Khoảng cách giữa các cọc và đường kính cọc được lựa chọn sao cho tỷ số $D/d=1.5-3$.

Chiều dài cọc L được lựa chọn tùy thuộc vào bề dày lớp đất yếu và sao cho khi tính độ lún dư sau xử lý nằm trong giới hạn cho phép theo tiêu chuẩn $\Delta S \leq 0,2-0,3\text{ m}$.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã phân tích ảnh hưởng của các thông số hình học của CXMD: chiều dài cọc (L), đường kính cọc (d), khoảng cách bố trí giữa các cọc (D)

đến ổn định nền đường đắp trên đất yếu. Phân tích cho 3 trường hợp ứng với sự thay đổi các thông số hình học CXMD cho thấy:

- Chiều dài cọc L càng lớn thì độ lún ống thể S càng giảm và hệ số ổn định trượt F_s tăng lên, khi L càng bé thì độ lún tổng thể chủ yếu là độ lún nền đất dưới khối gia cố, tăng L thì độ lún nền đất dưới khối gia cố giảm và độ lún của khối gia cố tăng lên, L gần bằng chiều dày lớp đất yếu thì độ lún tổng thể lúc này chủ yếu là do khối gia cố cố gây ra. Do vậy, chọn L hợp lý sẽ giảm độ lún và mang lại hiệu quả kinh tế - kỹ thuật.

Khi tỷ lệ $D/d=1,5-2$ ứng với các đường kính cọc khác nhau và giữ nguyên chiều dài cọc L thì độ lún dư (ΔS) sau xử lý thay đổi không đáng kể ; tỷ lệ $D/d=2-3$ thì ΔS tăng lên nhưng $\Delta S < \Delta S_{\text{cho phép}}$; tỷ lệ $D/d=4$ thì $\Delta S > \Delta S_{\text{cho phép}}$.

- Giữ nguyên chiều dài cọc L , khoảng cách cọc D ($L=14\text{m}$, $D=1.8\text{m}$) và thay đổi $d=0.6; 0.7; 0.8$ và 1.0 m thì $\Delta S \leq \Delta S_{\text{cho phép}}$. Từ đó, nhóm tác giả đề xuất các thông số hình học CXMD như sau :

Khoảng cách bố trí giữa các cọc và đường kính cọc được lựa chọn sao cho $D/d=1.5-3$.

Chiều dài cọc L được lựa chọn sao cho khi tính độ lún dư sau xử lý nằm trong giới hạn cho phép theo tiêu chuẩn $\Delta S \leq 0,2-0,3\text{ m}$.

"Bài báo này được tài trợ bởi trường ĐHBK – ĐHDN với đề tài có mã số T2019-02-65"

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Trịnh Ngọc Anh, (2015), *Nghiên cứu ứng dụng cọc đất xi măng gia cố nền cho bể chứa xăng dầu xây dựng trên nền đất yếu*, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật.
- Vũ Ngọc Bình, (2018), *Nghiên cứu ảnh hưởng của đặc tính xây dựng của đất loại sét vùng đồng bằng sông Cửu Long đến chất lượng gia cố nền bằng xi măng kết hợp phụ gia trong xây dựng công trình*, LATS.
- Nguyễn Mạnh Cường, (2017), *Nghiên cứu xử lý nền đắp trên đất yếu bằng công nghệ cọc xi măng đất - áp dụng cho tổ hợp ga Ngọc Hồi - Hà Nội*, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật.
- Nguyễn Quốc Dũng, (2014), *Hướng dẫn thiết kế thi công cọc xi măng đất theo công nghệ Jet Grouting*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- Nguyễn Quốc Dũng, (2005), *Phương pháp thiết kế cọc xi măng đất để gia cố nền đê đập qua vùng đất yếu*, Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn kỳ 1-tháng 4, tr48-50.
- Nguyễn Việt Hùng, (2014), *Nghiên cứu xác định các thông số chính khi sử dụng hệ cọc xi măng – đất trong xây dựng nền đường đắp trên đất yếu ở Việt Nam*, LATS 2014.
- Vũ Văn Khánh, (2017), *Nghiên cứu ứng dụng cọc đất xi măng theo công nghệ tạo cọc bằng thiết bị trộn kiểu tia phun xi măng cho địa bàn thành phố Hải Phòng*, LVTH kỹ thuật.

TCVN 9403:2012, *Gia cố nền đất yếu - Phương pháp trụ đất xi măng*, 2012.
22TCN 262-2000, *Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu*, 2000.
TCVN 9362:2012, *Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình*, 2012
CDIT, JAPAN, (2002), *The deep mixing Method*, A.A balkema publisher, a member of Swets & Zeitlinger Publishers.

Abstract:

**EFFECTS OF GEOGRAPHICAL PARAMETERS OF CEMENT - SOIL PILES
ON THE STABILITY OF EMBANKMENT FOUNDATION ON SOFT SOIL**

In calculate the ground improvement for design road ground on soft soil, the geometric parameters of cement-soil piles such as pile length L , pile diameter d , distance between piles D have a great influence on the stability (settlement S , stabilization coefficient F_s) of the embankment foundation and the effectiveness of improvements. When L is larger, S decreases and F_s increase, when L is small, S is mainly the subsidence of soil under reinforced soil. When $D / d = 1.5 - 2$ residual settlement (ΔS) after treatment has not changed significantly; $D / d = 2 - 3$, then ΔS increases but $\Delta S < \Delta S_{cp}$; $D / d = 4$ then $\Delta S > \Delta S_{cp}$. Keaped L, D ($L = 14m, D = 1.8m$) and change $d = 0.6; 0.7; 0.8; 1.0$ m then $\Delta S \leq \Delta S_{cp}$. The arrangement distance between piles and pile diameter is chosen so that the ratio $D / d \leq 1.5 - 3$; The length of pile (L) is depends on the thickness of the soft soil layer so that the residual settlement after treatment $\Delta S \leq \Delta S_{cp}$ ($\Delta S_{cp} = 0,2-0,3m$).

Keywords: cement-soil piles; settlement; stability; soft soil; the geometric parameters of piles.

Ngày nhận bài: 31/12/2019

Ngày chấp nhận đăng: 07/02/2020