

ỨNG DỤNG CỌC XI MĂNG ĐẤT CHO CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG DÂN DỤNG KHU VỰC TỈNH ĐỒNG THÁP

APPLICATION OF LAND CEMENT PILES FOR CIVIL CONSTRUCTIONS IN DONG THAP PROVINCE

Lê Bảo Quốc, Phạm Quang Vĩnh

Tóm tắt:

Cọc xi măng đất (CDM) là phương pháp hữu hiệu để gia cố nền đất sét yếu, tuy nhiên chúng ít được áp dụng trong xây dựng dân dụng. Bài báo nghiên cứu ứng xử của nền đất sét yếu gia cố cọc CDM dưới móng công trình tại tỉnh Đồng Tháp bằng hai phương pháp: phương pháp phân tích và phương pháp phần tử hữu hạn (Plaxis 3D). Kết quả của hai phương pháp được so sánh với kết quả quan trắc để tìm ra hiệu quả của cọc CDM khi thi công gia cố móng cho nhà dân dụng.

Từ khóa: cọc xi măng đất, xây dựng dân dụng....

Abstract:

The cement deep mixing (CDM) piles are effectively method to reinforce soft clay ground, however they are rarely apply in civil construction. The article studied the behaviors of soft clay ground reinforced with CDM piles under the foundation of a building in Dong Thap province by two kinds of method: analytical method and finite element method (Plaxis 3D). The results of two methods are compared with monitoring results to find out the effectiveness of CDM piles when applying foundation reinforcement for civil foundation.

Keywords: The cement deep mixing, civil construction

TS. Lê Bảo Quốc

ThS. Phạm Quang Vĩnh

Khoa Xây dựng - Trường ĐHXD Miền Tây

Email: lbquoc.mtu@gmail.com

ĐT: 0918 999 777

Ngày nhận bài: 16/5/2022

Ngày gửi phản biện: 01/6/2022

Ngày chấp nhận đăng: 14/6/2022

1. Đặt vấn đề

Những năm gần đây, cọc xi măng đất là một trong những giải pháp xử lý nền đất yếu rất hiệu quả. Cọc xi măng đất được áp dụng rộng rãi trong việc xử lý nền đất yếu cho các công trình xây dựng giao thông, thủy lợi, sân bay, bến cảng... như: làm tường hào chống thấm cho đê đập, sửa chữa thấm mang cống và đáy cống, gia cố đất xung quanh đường hầm, ổn định tường chắn, chống trượt đất cho mái dốc, gia cố nền đường, móng cầu dẫn... Tuy nhiên để ứng dụng cọc xi măng đất gia cố nền móng cho công trình nhà ở thì chưa được sử dụng phổ biến.

Bài viết phân tích tính hiệu quả của biện pháp sử dụng cọc xi măng đất để gia cố móng cho một công trình trường mẫu giáo Nha Môn, Đồng Tháp, bằng phương pháp giải tích, phần tử hữu hạn kết hợp so sánh với kết quả quan trắc công trình thực tế, nhằm đánh giá sự hiệu quả của biện pháp sử dụng cọc xi măng đất khi gia cố nền móng cho công trình dân dụng. Từ những kết quả của bài viết, giúp cho chúng ta có những nhận định về cọc xi măng đất khi được sử dụng gia cố nền móng cho công trình dân dụng.

2. Tính toán công trình

2.1. Qui mô công trình

- Cọc xi măng đất được sử dụng gia cố nền đất yếu rất hiệu quả đối với những công trình giao thông, tuy nhiên việc sử dụng để gia cố nền móng cho các công trình dân dụng chưa phổ biến, một số tỉnh thành cũng đã áp dụng cọc xi măng đất cho các nhà ở thấp tầng, bước đầu có những kết quả khá tốt, như ở thành phố Hồ Chí Minh, Tiền Giang... Tại Đồng Tháp cũng đã thử nghiệm 2 công trình trường học sử dụng cọc xi măng đất gia cố móng.

- Công trình: Trường Mẫu giáo Nha Môn, huyện Châu Thành, tỉnh Đồng Tháp.

-

The diagram illustrates a cross-section of a roof assembly. At the base is a concrete slab labeled "CỌC XI MĂNG ĐẤT D 300, DÀI 9M". Above the slab is a layer of insulation labeled "LỚP VẢI ĐỊA KỸ THUẬT ART25". On top of the insulation is a waterproofing layer labeled "LỚP CÁT ĐEM D100". A central vertical element, likely a chimney or vent, is shown with a diameter of 150x100 mm. The roof slope is indicated by dimensions 580 and 280. The total width of the assembly is 1900 mm, with a central section of 900 mm. Reinforcement details include "THÉP CỔ CỘT" (column neck steel) and two types of reinforcement bars: Ø10a100 (labeled ①) and Ø10a100 (labeled ②). Dimensions for the reinforcement bars are given as 50 and 100 mm.

TL: 1/25; SL: 06 CK

HÌNH TRỤ HỒ KHOAN						
CÔNG TRÌNH: TRƯỜNG MẦM GIÁO NHA MÂN						
ĐỊA ĐIỂM: XÃ TÂN NHUAN ĐÔNG - HUYỆN CHÂU THÀNH- TỈNH ĐỒNG THÁP						
Hồ Khoan HK 3			Ngày khoan: / / 2015			
Cao độ giả định ở miệng hồ khoan : 0.000 m			Ngày hoàn thành : / / 2015			
Tên lớp	Mức nước ngầm	Độ sâu (m)	Bề dày (m)	Mặt cắt lỗ khoan	Số hiệu và độ sâu mẫu (m)	Mô Tả
						XYUEN TIÊU CHUAN ĐỘ SÂU m N
OH		-0,6	2,5	[Hatched Pattern]	H3-1 (1,0-1,3)	Sét lẫn hữu cơ, màu xám nâu, xám đen, trạng thái dẻo cứng chuyển sang dẻo chảy
					H3-2(2,0-2,3)	
CL1		-2,5	3,0	[Hatched Pattern]	H3-3(3,0-3,3)	Sét pha cát, màu xám xanh, trạng thái chảy dẻo mềm
					H3-4(4,0-4,3)	
SC		-5,5	1,0	[Dotted Pattern]	H3-5(5,0-5,3)	Cát pha ít sét, màu xám xanh, xốp rời
					H3-6(6,0-6,3)	
CL2		-6,5	8,0	[Hatched Pattern]	H3-7(7,0-7,3)	Sét pha cát màu xám xanh, trạng thái chảy
					H3-8(8,0-8,3)	
					H3-9(9,0-9,3)	
					H3-10(11,11,3)	
SM		-14,5	1,5	[Dotted Pattern]	H3-11 (13,0-13,3)	Cát lẫn bụi sét, màu xám nâu, trạng thái chặt vừa
					H3-12(15,0-15,5)	
		-16,0				

10

Bảng 1: Các chỉ tiêu cơ lý của đất nền.

Chỉ tiêu cơ lý	Ký hiệu	Lớp đất				
		1 (OH)	2 (CL1)	3 (SC)	4 (CL2)	5 (SM)
Bề dày	H (m)	2,5	3,0	1,0	8,0	>1,5
Độ ẩm tự nhiên	W%	70,346	37,253	37,796	48,872	25,150
Dung trọng tự nhiên	γ_w (kN/m ³)	15,45	17,71	17,62	16,79	18,91
Dung trọng khô	γ_d (kN/m ³)	9,44	12,96	12,79	11,35	15,11
Dung trọng đẩy nổi	γ' (kN/m ³)	5,82	8,12	8,02	7,12	9,48
Hệ số rỗng tự nhiên	e _o	1,938	1,086	1,1	1,387	0,776
Độ rỗng	n (%)	63,741	51,652	52,315	57,639	43,678
Độ bão hòa	S (%)	94,681	91,898	92,444	94,128	86,807
Giới hạn nhão	W _L %	63,70	33,46	28,42	38,89	-
Giới hạn dẻo	W _p %	43,21	20,32	21,99	22,08	-
Chỉ số dẻo	I _p	20,49	13,14	6,42	16,82	-
Độ sệt	I _L	1,19	1,33	2,46	1,67	-
Góc ma sát trong	φ (độ)	10,86°	12,88°	22,49°	10,68°	23,44°
Lực dính đơn vị	c (kPa)	7,3	8,3	2,1	6,0	5,2
Mô đun biến dạng	E (kPa)	528,1	924,2	1500	1004	2000
Sức kháng đơn	q _u (kPa)	25,5	13,7	-	11,05	31,5

2.2. Kiểm tra điều kiện nền còn làm việc trong giai đoạn đàn hồi

2.2.1. Áp lực tiêu chuẩn của đáy móng tác dụng

Bảng 2: Nội lực chân cột móng tính toán

Cột	N _{max} (kN)	M _y (kN.m)	M _x (kN.m)	Q _x (kN)	Q _y (kN)
C14	244,74	721,81	88,29	428,26	85,05

$$P_{\max}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F} \left(1 \pm \frac{6.e_x}{b} \pm \frac{6.e_y}{l} \right) + \gamma_{tb} D_f$$
$$= \frac{244,74}{1,15 \times 1,9 \times 1,9} \left(1 \pm \frac{6 \times 0,004}{1,9} \pm \frac{6 \times 0,03}{1,9} \right) + 20 \times 1,5$$
$$P_{\max}^{tc} = 95,28 \text{ kN} / \text{m}^2; P_{\min}^{tc} = 82,63 \text{ kN} / \text{m}^2; P_{tb}^{tc} = 88,95 \text{ kN} / \text{m}^2$$

2.2.2. Nền tự nhiên chưa gia cố

Sức chịu tải của đất nền được xác định: $R = \frac{m_1 m_2}{k_{tc}} (A b \gamma + B D_f \gamma' + D c - \gamma h_o)$

với: $\varphi=10,86^\circ$ có: $A = 0,2015$; $B = 1,82$; $D = 4,27$; $m_1 = 1,1$; $m_2=1$; $k_{tc}=1$.

$$R = \frac{1,1 \times 1}{1} (0,2015 \times 1,9 \times 15,54 + 1,82 \times 1,5 \times 5,82 + 4,27 \times 7,3) = 58,31(\text{kPa})$$

$$\begin{cases} P_{tb}^{tc} = 88,95 \text{ kN} / \text{m}^2 > R^{tc} = 58,31 \text{ kN} / \text{m}^2 \\ P_{max}^{tc} = 95,28 \text{ kN} / \text{m}^2 > 1,2 R^{tc} = 69,96 \text{ kN} / \text{m}^2 \\ P_{min}^{tc} = 82,63 \text{ kN} / \text{m}^2 \geq 0 \end{cases}$$

Nền tự nhiên không thỏa điều kiện làm việc đàn hồi

2.2.3. *Nền khi gia cố cọc xi măng đất*

Thông số của các lớp đất xung quanh cọc, do cọc xuyên qua nhiều lớp đất nên ta lấy trung bình các thông số của các lớp đất:

$$C_{soil} = \frac{\sum c_i h_i}{\sum h_i} = \frac{7,3 \times 2,5 + 8,3 \times 3 + 2,1 \times 1 + 6 \times 2,5}{2,5 + 3 + 1 + 2,5} = 6,694 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\varphi_{soil} = \frac{\sum \varphi_i h_i}{\sum h_i} = \frac{10,868^\circ \times 2,5 + 12,886^\circ \times 3 + 22,497^\circ \times 1 + 10,678^\circ \times 2,5}{2,5 + 3 + 1 + 2,5} = 12,78^\circ$$

$$E_{soil} = \frac{\sum E_i h_i}{\sum h_i} = \frac{528,1 \times 2,5 + 924,2 \times 3 + 1500 \times 1 + 2000 \times 2,5}{2,5 + 3 + 1 + 2,5} = 1176,98 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Các thông số nền tương đương:

$$\varphi_{td} = 0,078 \times 37,142^\circ + (1 - 0,078) \times 12,78^\circ = 14,68^\circ$$

$$c_{td} = 0,078 \times 176,1 + (1 - 0,078) \times 6,694 = 19,907 \text{ kN/m}^2$$

$$E_{td} = 0,078 \times 57364,9 + (1 - 0,078) \times 1176,98 = 5556,87 \text{ kN/m}^2$$

Kiểm tra điều kiện có thể tính toán nền tương đương:

$$\text{Theo TCVN 9362 - 2012: } R = \frac{m_1 m_2}{k_{tc}} (A b \gamma + B h \gamma' + D c - \gamma h_o)$$

Trong đó: $\varphi_{td} = 14,68^\circ$, có: $A = 0,317$; $B = 2,26$; $D = 4,8$; $m_1 = 1,1$; $m_2 = 1$; $k_{tc} = 1$

$$\gamma_{soil} = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\sum h_i} = \frac{15,45 \times 0,6 + 5,82 \times 1,9 + 8,12 \times 3 + 8,02 \times 1 + 7,12 \times 2,5}{0,6 + 1,9 + 3 + 1 + 2,5} = 7,83 \text{ kN} / \text{m}^3$$

$$\gamma = \gamma_{td} = a \cdot \gamma_{col} + (1 - a) \gamma_{soil} = 0,078 \times 17,18 + (1 - 0,078) \times 7,83 = 8,56 \text{ kN} / \text{m}^3$$

$$\gamma' = 15,45 \text{ kN/m}^3$$

$$R = \frac{1,1 \times 1}{1} (0,317 \times 1,9 \times 8,56 + 2,26 \times 0,6 \times 15,45 + 4,8 \times 19,907) = 133,82 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\begin{cases} P_{tb}^{tc} = 88,95 \text{ kN} / \text{m}^2 \leq R^{tc} = 133,82 \text{ kN} / \text{m}^2 \\ P_{max}^{tc} = 95,28 \text{ kN} / \text{m}^2 \leq 1,2 R^{tc} = 160,58 \text{ kN} / \text{m}^2 \\ P_{min}^{tc} = 82,63 \text{ kN} / \text{m}^2 \geq 0 \end{cases}$$

Khi nền được gia cố bằng cọc xi măng đất, thì nền đất thỏa điều kiện làm việc trong giai đoạn đàn hồi.

2.3. Tính toán độ lún theo phương pháp giải tích

Độ lún tổng cộng S , của nền gia cố được xác định bằng tổng độ lún của bản thân khối gia cố và độ lún của đất dưới khối gia cố:

$$S = S_1 + S_2$$

Trong đó: S_1 - độ lún bản thân khối gia cố;

S_2 - độ lún dưới khối gia cố.

- Độ lún của cọc bằng độ lún của phần đất tự nhiên chưa gia cố.

2.3.1. Độ lún bản thân khối gia cố

$$S_1 = \frac{q.H}{E_{td}} = \frac{q.H}{a.E_{col} + (1-a).E_{soil}}$$

Trong đó: $q = 95,487 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ tải trọng công trình truyền lên khối gia cố;

H - chiều sâu khối gia cố;

a -tỷ số diện tích thay thế, được xác định

$$a = \frac{n.A_{col}}{B.L} = \frac{4 \times 0,0707}{1,9 \times 1,9} = 0,078$$

$$E_{col} = 57.364,9 \text{ (kPa)}.$$

Bảng 3: Độ lún khối gia cố bằng cọc CDM, trường mẫu giáo Nha Môn

Lớp đất	H (m)	$E_{col} \text{ (kN/m}^2\text{)}$	$E_{soil} \text{ (kN/m}^2\text{)}$	$S_i \text{ (m)}$
1 (OH)	2,5	57.364,9	732,5	0,046
2 (CL1)	3,0	57.364,9	1.280,8	0,050
3 (SC)	1,0	57.364,9	3.175,6	0,012
4 (CL2)	2,5	57.364,9	1.351,1	0,033
Tổng cộng				0,141

2.3.2. Độ lún dưới khối gia cố

$$S_2 = \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} \times h_i$$

Kích thước của móng khối quy ước:

$$\varphi_{ib} = \frac{10,86^\circ \times 2,5 + 12,88^\circ \times 3 + 22,49^\circ \times 1 + 10,68^\circ \times 2,5}{2,5 + 3 + 1 + 2,5} = 12,78^\circ$$

$$B_{qu} = (B - d) + 2 \tan\left(\frac{\varphi_{ib}}{4}\right)L = (1,9 - 0,3) + 2 \times \tan\left(\frac{12,78^\circ}{4}\right) \times 9 = 2,61(m)$$

$$L_{qu} = (L - d) + 2 \tan\left(\frac{\varphi_{ib}}{4}\right)L = (1,9 - 0,3) + 2 \times \tan\left(\frac{12,78^\circ}{4}\right) \times 9 = 2,61(m)$$

Bảng 4: Bảng kết quả thí nghiệm nén cố kết của lớp đất thứ 4

Áp lực p (kPa)	12,5	25	50	100	200	400
Hệ số rỗng e	1,119	1,101	1,077	1,038	0,982	0,917

Bảng 5: Độ lún lớp đất dưới khối gia cố bằng cọc XMĐ trường mẫu giáo Nha Môn

Lớp đất	Lớp phân tố h_i (m)	Điểm	Chiều dày h_i (m)	Độ sâu z_i (m)	z/B	k_0	σ_{bt} kN/m ²	σ_{gl} kN/m ²	P_{1i} kN/m ²	P_{2i} kN/m ²	e_{1i}	e_{2i}	S_i m
Lớp 4	1	0	1	0	0	1	81,31	40,033	84,87	121,16	1,05	1,026	0,012
		1		1	0,384	0,813	88,43	32,546					
	2	2	1	2	0,767	0,475	95,55	19,015	91,99	117,77	1,044	1,028	0,008
				3	1	3	1,151	0,276					
	3	3	1	3	1,151	0,276	102,6	11,049	99,11	114,14	1.040	1,030	0,005
				4	1	4	1,535	0,173					
	4	4	1	4	1,535	0,173	109,7	6,925	106,23	115,22	1,034	1,030	0,002
Tổng													0,027

2.4. Phương pháp số

Trên cơ sở địa chất và số liệu mô hình bài toán trên nhóm tác giả tính toán theo phương pháp phần tử hữu hạn thông qua phần mềm thương mại Plaxis 3D Foudation.

Móng đơn trên nền cọc xi măng đất, thông số cọc xi măng đất được sử dụng gia cố nền như sau:

+ Đường kính d = 300 (mm);

+ Chiều dài 9 (m);

+ Hàm lượng xi măng: 300 (kg/m³);

+ Trọng lượng riêng: $\gamma = 17,18$ (kN/m³);

+ Góc ma sát: $\varphi = 37,14^\circ$

+ Sức kháng cắt của trụ XMĐ: $c_{u,col} = 176,1$ (kPa);

+ Mô đun biến dạng: E = 57364,9 (kPa);

+ Cường độ nén đơn: $q_u = 707,6$ (kPa).

Material set		
Identification number		1
Identification		CDM
Comments		
Colour		RGB 199, 82, 143
Properties		
E	kN/m ²	3000
γ	kN/m ³	5,000
Pile type		Predefined
Predefined pile type		Massive circular pile
Diameter	m	0,3000
A	m ²	0,07069
I_3	m ⁴	0,3976E-3
I_2	m ⁴	0,3976E-3
Rayleigh α		0,000
Rayleigh β		0,000
Skin resistance		
Skin resistance		Linear
$T_{top, max}$	kN/m	10,00
$T_{bot, max}$	kN/m	10,00
T_{max}	kN/m	0,000
Base resistance		
F_{max}	kN	5,000

Hình 4. Khai báo các thông số trụ XMĐ

Material set		
Identification number		1
Identification		FOOTING
Comments		
Colour		RGB 53, 53, 255
Properties		
d	m	0,3000
γ	kN/m ³	25,00
Linear		Yes
Isotropic		Yes
End bearing		No
E_1	kN/m ²	23,00E6
E_2	kN/m ²	23,00E6
ν_{12}		0,000
G_{12}	kN/m ²	11,50E6
G_{13}	kN/m ²	11,50E6
G_{23}	kN/m ²	11,50E6
Rayleigh α		0,2320
Rayleigh β		8,000E-3

Hình 5. Khai báo các thông số của móng

PLAXIS		essential for geotechnical professionals	
Project description	: cdm NHA MAN R2	Output Version 2013.0.13007.9216	
User name	: nodongle.biz team		
Project filename	: cdm NHA MAN R2	Date : 18/09/2020	
Output	: Materials	Page : 1	

Material set				
Identification number		1	2	3
Identification		lop 1	lop 2	lop 3
Material model		Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Drainage type		Undrained (A)	Undrained (A)	Drained
Colour		RGB 161, 226, 232	RGB 134, 234, 162	RGB 236, 232, 156
Comments				
General properties				
γ_{unsat}	kN/m^3	15,50	17,70	17,60
γ_{sat}	kN/m^3	15,80	18,10	18,00
Advanced				
Void ratio				
Dilatancy cut-off		No	No	No
e_{init}		1,938	1,086	1,100
e_{min}		0,000	0,000	0,000
e_{max}		999,0	999,0	999,0
Damping				
Rayleigh α		0,000	0,000	0,000
Rayleigh β		0,000	0,000	0,000
Stiffness				
E	kN/m^2	528,1	924,2	1500
ν (nu)		0,3100	0,3100	0,3000
Alternatives				
G	kN/m^2	201,6	352,7	576,9
E_{oed}	kN/m^2	732,0	1281	2019
Strength				
c_{ref}	kN/m^2	7,000	8,000	2,000
φ (phi)	°	10,00	12,00	22,00
ψ (psi)	°	0,000	0,000	0,000
Velocities				
V_s	m/s	11,29	13,98	17,92
V_p	m/s	21,51	26,63	33,53

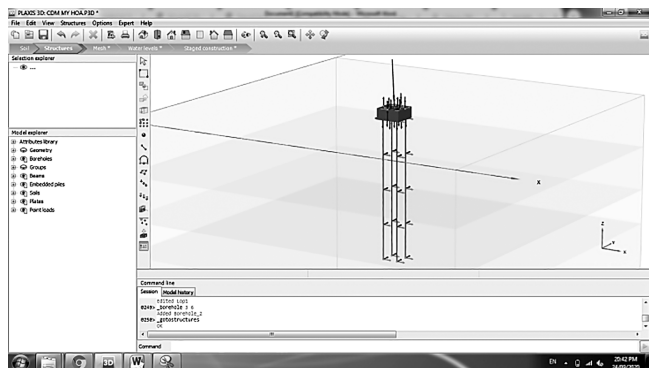
Advanced				
Set to default values		Yes	Yes	Yes
Stiffness				
E_{inc}	$\text{kN/m}^2/\text{m}$	0,000	0,000	0,000
z_{ref}	m	0,000	0,000	0,000
Strength				
c_{inc}	$\text{kN/m}^2/\text{m}$	0,000	0,000	0,000
z_{ref}	m	0,000	0,000	0,000
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m^2	0,000	0,000	0,000
Undrained behaviour				
Undrained behaviour		Standard	Standard	Standard
Skempton-B		0,9769	0,9769	0,9783
ν_u		0,4950	0,4950	0,4950
$K_{u,\text{ref}} / n$	kN/m^2	19,63E3	34,35E3	56,25E3
Consolidation				
$C_{v,\text{ref}}$	m^2/day	0,000	0,000	0,000
Strength				
Strength		Manual	Manual	Manual
R_{inter}		0,7000	0,8000	0,7000
Consider gap closure		Yes	Yes	Yes
Real interface thickness				
δ_{inter}		0,000	0,000	0,000
K0 settings				
K_0 determination		Automatic	Automatic	Automatic
$K_{0,x} = K_{0,y}$		Yes	Yes	Yes
$K_{0,x}$		0,8264	0,7921	0,6254
$K_{0,y}$		0,8264	0,7921	0,6254
Parameters				
k_x	m/day	0,000	0,000	0,000
k_y	m/day	0,000	0,000	0,000
k_z	m/day	0,000	0,000	0,000
e_{init}		1,938	1,086	1,100
Change of permeability				
c_k		1,000E15	1,000E15	1,000E15

Hình 6. Khai báo các thông số lớp đất 1,2,3

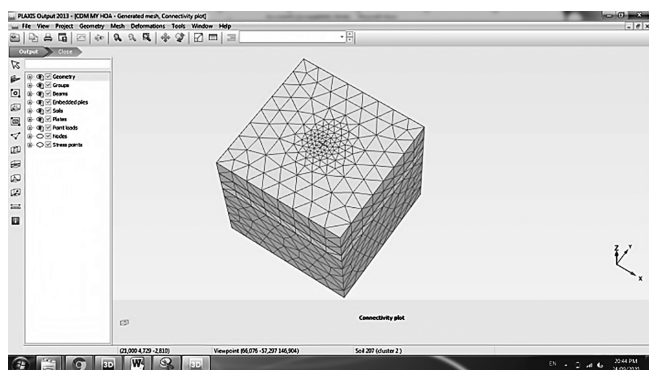
PLAXIS		essential for geotechnical professionals	
Project description	: cdm NHA MAN R2	Output Version 2013.0.13007.9216	
User name	: nodongle.biz team		
Project filename	: cdm NHA MAN R2	Date : 18/09/2020	
Output	: Materials	Page : 3	

Material set				
Identification number		4	5	
Identification		lop 4	lop 5	
Material model		Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	
Drainage type		Undrained (A)	Drained	
Colour		RGB 249, 195, 216	RGB 14, 221, 18	
Comments				
General properties				
γ_{unsat}	kN/m^3	16,80	18,90	
γ_{sat}	kN/m^3	17,10	19,50	
Advanced				
Void ratio				
Dilatancy cut-off		No	No	
e_{init}		1,387	0,7760	
e_{min}		0,000	0,000	
e_{max}		999,0	999,0	
Damping				
Rayleigh α		0,000	0,000	
Rayleigh β		0,000	0,000	
Stiffness				
E	kN/m^2	1004	2000	
ν (nu)		0,3000	0,3000	
Alternatives				
G	kN/m^2	386,0	769,2	
E_{oed}	kN/m^2	1351	2692	
Strength				
c_{ref}	kN/m^2	6,000	5,000	
φ (phi)	°	10,00	23,00	
ψ (psi)	°	0,000	0,000	
Velocities				
V_s	m/s	15,01	19,97	
V_p	m/s	28,07	37,36	
Advanced				
Set to default values		Yes	Yes	
Stiffness				
E_{inc}	$\text{kN/m}^2/\text{m}$	0,000	0,000	
z_{ref}	m	0,000	0,000	
Strength				
c_{inc}	$\text{kN/m}^2/\text{m}$	0,000	0,000	
z_{ref}	m	0,000	0,000	
Tension cut-off		Yes	Yes	
Tensile strength	kN/m^2	0,000	0,000	
Undrained behaviour				
Undrained behaviour		Standard	Standard	
Skempton-B		0,9783	0,9783	
ν_u		0,4950	0,4950	
$K_{u,\text{ref}} / n$	kN/m^2	37,63E3	75,00E3	
Consolidation				
$C_{v,\text{ref}}$	m^2/day	0,000	0,000	
Strength				
Strength		Manual	Manual	
R_{inter}		0,7000	0,8000	
Consider gap closure		Yes	Yes	
Real interface thickness				
δ_{inter}		0,000	0,000	
K0 settings				
K_0 determination		Automatic	Automatic	
$K_{0,x} = K_{0,y}$		Yes	Yes	
$K_{0,x}$		0,8264	0,6093	
$K_{0,y}$		0,8264	0,6093	
Parameters				
k_x	m/day	0,000	0,000	
k_y	m/day	0,000	0,000	
k_z	m/day	0,000	0,000	
e_{init}		1,387	0,7760	
Change of permeability				
c_k		1,000E15	1,000E15	

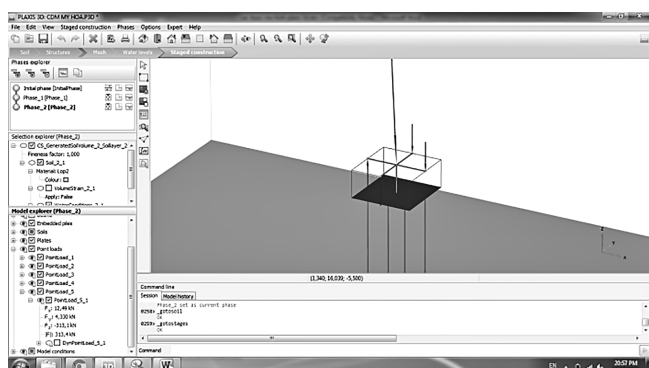
Hình 7. Khai báo các thông số lớp đất 4,5



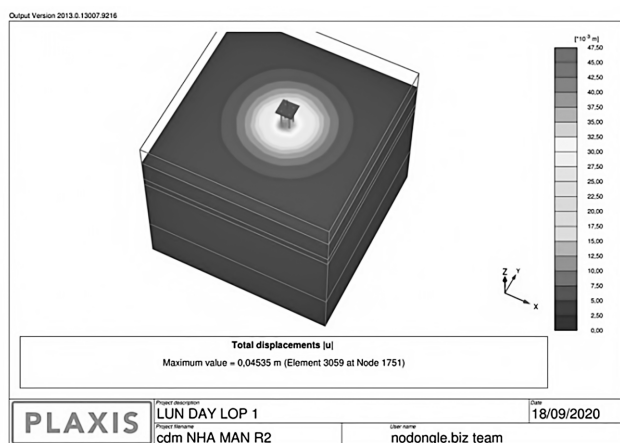
Hình 8. Tạo mô hình



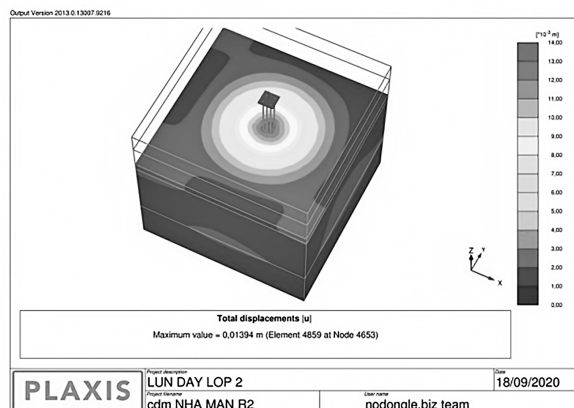
Hình 9. Mesh lưới phần tử



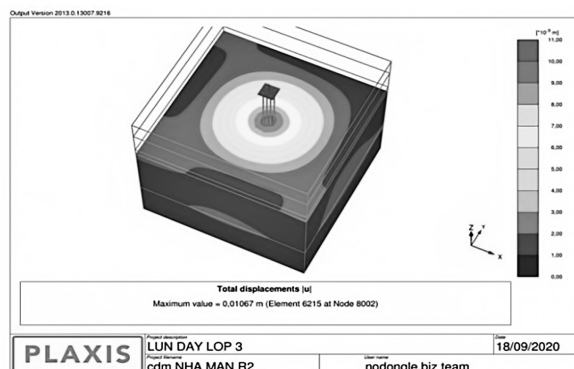
Hình 10. Các phase tính toán trong Plaxis



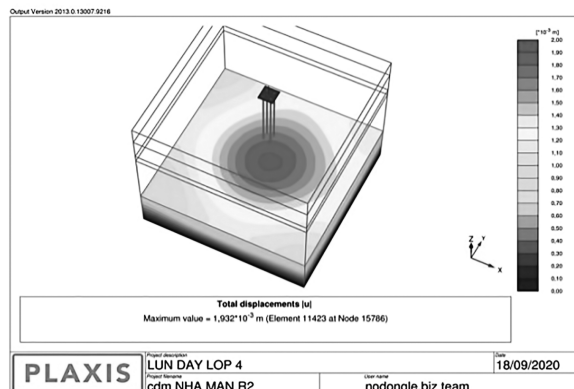
Hình 11. Chuyển vị của lớp thứ 1



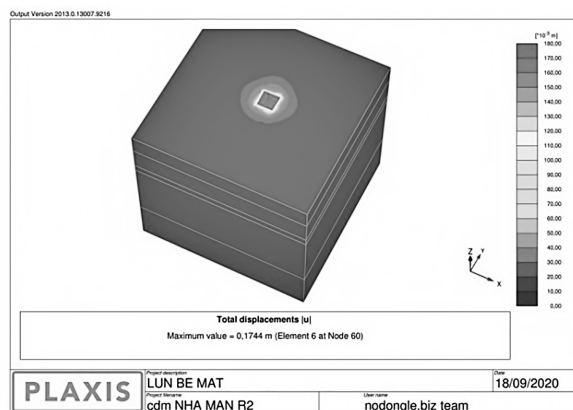
Hình 12. Chuyển vị của lớp thứ 2



Hình 13. Chuyển vị của lớp thứ 3



Hình 14. Chuyển vị của lớp thứ 4



Hình 15. Tổng chuyển vị

2.5. Quan trắc lún tại công trình

Bảng 6: Kết quả quan trắc lún trường mẫu giáo Nha Môn

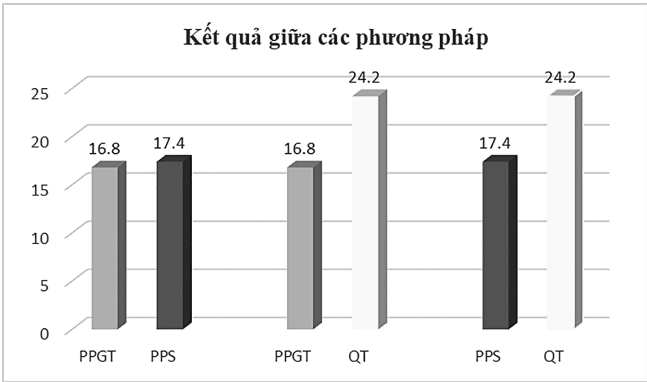
STT	Vị trí mốc quan trắc	Chu kỳ 1 – 16 28/1/2016 đến 13/3/2018	Chu kỳ 1–17 28/1/2016 đến 31/7/2018	Chu kỳ 1–18 28/1/2016 đến 31/10/2018	Chu kỳ 1–19 28/1/2016 đến 12/2/2019	Chu kỳ 1–20 28/1/2016 đến 7/5/2019	Chu kỳ 1–21 28/1/2016 đến 20/9/2019	Chu kỳ 1–22 28/1/2016 đến 18/3/2020
1	Cột (5-C)	-219	-224	-229	- 232	-238	-240	-242
2	Cột (5-E)	-	-	-	-	-	-	-
3	Cột (7-E)	-	-	-	-	-	-	-
4	Cột (8-B)	-216	-222	-230	-236	-239	-243	-249
5	Cột (9-E)	-167	- 172	-180	- 186	-191	-194	-198
6	Cột (11-B)	- -210	-218	-224	-229	-233	-236	-239
7	Cột (11-E)	-	-	-	-	-	-	-
Lún lớn nhất		-219	-224	-230	-236	-239	-243	-249
Lún nhỏ nhất		-167	-172	-180	-186	-191	-194	-198
Độ lún TB		-193	-198	-205	-211	-215	-218,5	-223,5

Ghi chú : “-” là mốc bị mất không thể xác định cao độ, đơn vị cao độ (mm)

2.6. Kết quả đạt được

Bảng 7: Kết quả lún của nền đất giữa các phương pháp giải tích, phương pháp số và quan trắc.

Tên công trình	Chuyển vị đứng (cm)			Sai số		
Mẫu giáo Nha Môn Móng điển hình M7 (5 –C)	PP. giải tích	Plaxis	Quan trắc	PPGT-Plaxis	PPGT - Quan trắc	Plaxis- Quan trắc
	16,8	17,44	24,2	3,45%	30,58%	28,01%



Hình 16. Kết quả lún giữa các phương pháp

Chuyển vị phương đứng theo quan trắc lớn hơn so với giải tích và plaxis do tính toán theo phương pháp giải tích và Plaxis nhóm tác giả khảo sát, tính toán móng điển hình M7. Kết quả theo quan trắc thực tế độ lún của móng còn bị ảnh hưởng ứng suất các móng xung quanh, biến đổi dòng nước ngầm và các yếu tố liên quan khác ngoài hiện trường.

3. Kết luận

Tính toán theo phương pháp giải tích có thể áp dụng trong bước thiết kế sơ bộ, giúp cho người thiết kế có kích thước sơ bộ móng công trình.

Kết quả tính toán giữa các phương pháp sai số tương đồng, cho thấy ứng dụng phương pháp số tính toán phù hợp trong bước thiết kế kỹ thuật thi công;

Sức chịu tải đất nền được gia cố cọc xi măng

đất có thể tính toán theo phương pháp nền tương đương sẽ phù hợp hơn cho công trình dân dụng.

Nền đất sau khi được gia cố bằng cọc xi măng đất cho thấy sức chịu tải của nền đã tăng lên so với đất tự nhiên và có khả năng áp dụng để xây dựng công trình. Kết quả ứng dụng thực tế xây dựng công trình cho thấy các công trình hiện tại đang ổn định.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Trịnh Ngọc Anh, “*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 sĩ ngành kỹ thuật xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp, Trường Đại học dân lập Hải Phòng, 2015.
- [2]. Nguyễn Văn Cường, “*Phân tích một số yếu tố ảnh hưởng đến cường độ nén nở hông của cọc xi măng đất tại công trình đường liên cảng Cái Mép - Thị Vải và đánh giá hiệu quả của phụ gia muội silic*”, Luận văn tốt nghiệp ngành địa kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM, 2010.
- [3]. Nguyễn Việt Hùng, “*Nghiên cứu xác định các thông số chính khi sử dụng hệ cọc xi măng trong xây dựng nền đường đắp trên đất yếu ở Việt Nam*”, Luận án tiến sĩ kỹ thuật xây dựng công trình giao thông, Trường Đại học Giao thông vận tải, 2014.
- [4]. Vũ Văn Khánh, “*Nghiên cứu ứng dụng cọc đất xi măng theo công nghệ tạo cọc bằng thiết bị trộn kiểu tia phun xi măng (Jet-grouting) cho địa bàn thành phố Hải Phòng*”, Luận văn thạc sĩ ngành kỹ thuật xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp, Trường Đại học dân lập Hải Phòng, 2017.
- [5]. Tô Văn Lận (2018), “*Nền và móng*”, NXB Xây dựng, Hà Nội - 2018.
- [6]. Đậu Văn Ngộ (2008), “*Giải pháp xử lý đất yếu bằng đất trộn xi măng*”, Tạp chí phát triển khoa học và công nghệ, Tập 11-2008.
- [7]. Đậu Văn Ngộ (2009), “*Các nhân tố ảnh hưởng đến cường độ xi măng đất*”, Science & Technology Development(Vol 12, No.05 - 2009).
- [8]. TCVN 4200-2012, *Đất xây dựng - Phương pháp xác định tính nén lún trong phòng thí nghiệm*.
- [9]. TCVN 9362-2012, *Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình*.
- [10]. TCVN 9403-2012, *Gia cố đất nền yếu - Phương pháp trụ xi măng đất*.
- [11]. TCVN 9906-2012, *Công trình thủy lợi - cọc xi măng đất thi công theo phương pháp Jet-grouting - Yêu cầu thiết kế thi công và nghiệm thu cho xử lý nền đất yếu*.
- [12]. TCVN 10304-2014, *Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế*.