

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP XỬ LÝ LÚN LỆCH ĐƯỜNG DẪN VÀO CẦU VỚI MỖ CẦU LONG SƠN Ở BẾN LỨC LONG AN

ĐỖ THANH HẢI

Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh - dthanhhai@gmail.com

NGUYỄN TRUNG HẬU

Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh - hauxd08a3@gmail.com

(Ngày nhận: 9/9/2016; Ngày nhận lại: 9/11/16; Ngày duyệt đăng: 14/11/2016)

TÓM TẮT

Giải pháp xử lý nền đường dẫn vào cầu bằng đất trộn xi măng đã được nghiên cứu trong phòng thí nghiệm với nhiều mẫu trộn, cũng như hàm lượng khác nhau. Bài báo này tiến hành thí nghiệm trộn xi măng với đất với các hàm lượng xi măng/đất (X/Đ) tương ứng với 150kg/m³, 200kg/m³ và 250kg/m³ được bảo dưỡng trong chừa đất thực tế ở công trình. Mô hình Plaxis 2D cho nền đường dẫn vào cầu được gia cố trụ đất xi măng với đường kính 600mm, dài 6m và so sánh với độ lún móng cầu. Qua tính toán áp dụng thực tế đối với công trình đường dẫn vào cầu Long Sơn, Long An; tác giả đề xuất áp dụng tỷ lệ (X/Đ) là 200kg/m³ để tiến hành thi công. Kết quả cho thấy, sau khi gia cố cột xi măng đất thì chênh lệch lún giảm từ 17.344cm xuống còn 6.685cm (giảm 61.5%).

Từ khóa: trụ xi măng đất; tỉ lệ trộn; chênh lệch lún.

Solution on reducing different settlement on road embankment and abutment pier in Long Son bridge, Long An province

ABSTRACT

Different settlement between road embankment on the soft soil and the bridge is very popular researched area. This paper experimented on the mixture of soil and cement with the different ratio of cement/soil (X/D): 150kg/m³, 200kg/m³, 250kg/m³ and cured in the natural soil put on the box. The result applied for the road embankment to Long Son – Long An. The Plaxis 2D to model soil- cement coloumn with diameter 600mm and 6m length and settlement of abutment pier is used in this problem. After analyzed, author suggest the ratio of cement/soil is 200kg/m³ to improve the soft soil under the road embankment. It is shown that the different settlement now is reducing from 17.344 cm to 6.685 cm (reducing about 61.5%).

Keywords: soil-cement column; mixing ratio; different settlement.

1. Đặt vấn đề

Một số công trình cầu đường trong quá trình khai thác đã và đang tồn tại hiện tượng khá phổ biến là lún lệch hai bên đầu cầu. Sự lún lệch này là trở ngại lớn trong lưu thông, gây nên hiện tượng nảy, xóc đột ngột rất dễ xảy ra tai nạn. Mức độ nguy hiểm tùy thuộc vào độ lún lệch tại mỗi công trình. Đồng thời phát sinh hàng loạt các vấn đề khác như làm giảm năng lực khai thác của công trình do phải giảm tốc độ khi đi qua những vị trí lún lệch, làm tăng mức độ hao phí (xăng dầu, hao mòn máy móc, ...) của các phương tiện giao thông. Những biện pháp đối phó thông thường

để giảm thiểu sự lún lệch chỉ mang tính chất là một loại giải pháp tình thế (như bù lún bằng bê tông nhựa), đòi hỏi chi phí cao làm tăng tổng vốn đầu tư xây dựng và mất thời gian lâu dài. Mặt khác, vấn đề mỹ quan của công trình cũng không thể nào đảm bảo yêu cầu. Để giải quyết những vấn đề trên, hiện nay trên thế giới và ở nước ta đã ứng dụng công nghệ đất trộn xi măng. Nhiều nghiên cứu về giải pháp đất trộn xi măng cũng được tiến hành, nhưng hầu hết các mẫu nghiên cứu chưa được bảo dưỡng đúng với điều kiện thực tế của nền đất tại công trình. Do đó, các kết quả thu được còn hạn chế khi áp dụng thực tế. Bài báo này

tiến hành nghiên cứu đất trộn xi măng ở vị trí đường dẫn vào cầu Long Sơn, cũng như điều kiện bảo dưỡng đúng với đất thực tế được dựng trong các hộp lớn chứa mẫu trộn. Sau đó, sử dụng mô hình Plaxis 2D để tính toán độ lún đường dẫn vào cầu và so sánh với độ lún mô cầu.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu cơ sở lý thuyết để tính độ lún đường dẫn vào cầu và độ lún mô cầu. Sử dụng phần mềm Plaxis để kiểm tra độ lún.

Độ lún của nhóm cọc được xác định bằng các phương pháp sau (Nguyễn Quốc Dũng, 2005):

+ Độ lún của nhóm được ước tính bằng các sử dụng kết quả ngoài hiện trường và vị trí tương đương

+ Sử dụng SPT

$$p = \frac{30 \times q \times I \times \sqrt{X}}{Nl_{60}} \quad (1)$$

trong đó:

$$i = 1 - 0.125 \frac{D'}{X} \geq 0.5 \quad (2)$$

$$Nl_{60} = C_N \times N_{60} \quad (3)$$

$$C_n = \left[0.77 \log_{10} \left(\frac{1.92}{\sigma'_v} \right) \right], \text{ và } C_n < 2.0 \quad (1.4)$$

$$N_{60} = \frac{ER}{60\%} \times N \quad (1.5)$$

q – áp lực móng tĩnh tác dụng tại 2D/3, áp lực này bằng với tải trọng tác dụng tại đỉnh của nhóm cọc được chia bởi diện tích móng tương đương và không bao gồm trọng lượng của các cọc hoặc của đất giữa các cọc, đơn vị MPa.

X – Chiều rộng hay chiều nhỏ nhất của nhóm cọc (mm)

p – Độ lún của nhóm cọc (mm)

I – hệ số ảnh hưởng của chiều sâu trộn hữu hiệu của nhóm

D' – độ sâu hữu hiệu lấy bằng 2D_b/3 (mm)

D_b – độ sâu chôn cọc trong lớp đất chịu lực (mm)

Nl₆₀ – giá trị số đếm SPT đã được hiệu chỉnh cho cả áp lực tầng phủ và hiệu suất của

búa (búa/300mm)

N₆₀ – giá trị số đếm SPT đã được hiệu chỉnh cho hiệu suất của búa (búa/300mm)

ER – hiệu suất của búa, tính bằng phần trăm giữa năng lượng giải phóng rơi tự do theo lý thuyết với năng lượng thực tế của hệ thống búa sử dụng. Khi không đủ số liệu rõ ràng có thể chọn I_R=60%

σ'_v - ứng suất thẳng đứng hữu hiệu (MPa)

3. Mô hình thí nghiệm

3.1. Công tác chuẩn bị

Đất dùng trong thí nghiệm

Mẫu đất tự nhiên được lấy đại diện cho đất yếu khu vực Huyện Bến Lức, Long An. Đất được khảo sát là loại đất yếu ở trên bề mặt ở độ sâu từ 2m đến 4m, với độ ẩm khoảng 77%, dung trọng ướt là 14,7 kN/m³. Đây là loại đất thích hợp cho việc sử dụng đất trộn xi măng, và hầu hết các thiết bị của nhiều đơn vị đang thi công. Loại xi măng được sử dụng là xi măng Nghi Sơn, thích hợp cho việc trộn xi măng đã được kiểm chứng qua nhiều nghiên cứu.

3.2. Chế bị mẫu thí nghiệm

Trước khi tiến hành các thí nghiệm, tiến hành gia công chế bị mẫu. Các mẫu thí nghiệm được trộn với tỷ lệ như bảng 3, sau đó dùng thiết bị trộn để phối trộn, tạo mẫu. Quy trình tạo mẫu được thực hiện một cách liên tục để tạo ra các mẫu đồng nhất với chiều cao ≈9.8cm, đường kính trong ≈4.9cm, các ống được cắt ngang đảm bảo độ phẳng trên mặt cắt ngang.



Hình 1. Quá trình tạo mẫu nén đơn

Nhằm giảm hiện tượng mẫu bị nứt do co ngót và đảm bảo điều kiện bảo dưỡng gần đúng với thực tế, các mẫu thí nghiệm được dưỡng hộ trong thùng xốp có chứa đất tại hiện trường được đánh toi ra và cho ngập nước, đậy kín nắp.



Hình 2. Bảo dưỡng mẫu trong đất tự nhiên và mẫu đối chứng để trong phòng

3.3. Thí nghiệm nén đơn (ASTM D2166)

Sức kháng nén một trục không hạn chế q_u và modun Young (E_{50}) của mẫu thí nghiệm được thực hiện trên máy nén ghi số liệu tự động của phòng thí nghiệm Cơ Học Đất – bộ môn Địa Cơ Nền Móng – Đại học Bách Khoa TP.HCM. Các mẫu thí nghiệm ở 7, 14, 28 ngày tuổi theo

22TCN 272-2005.

Các bước tiến hành thí nghiệm:

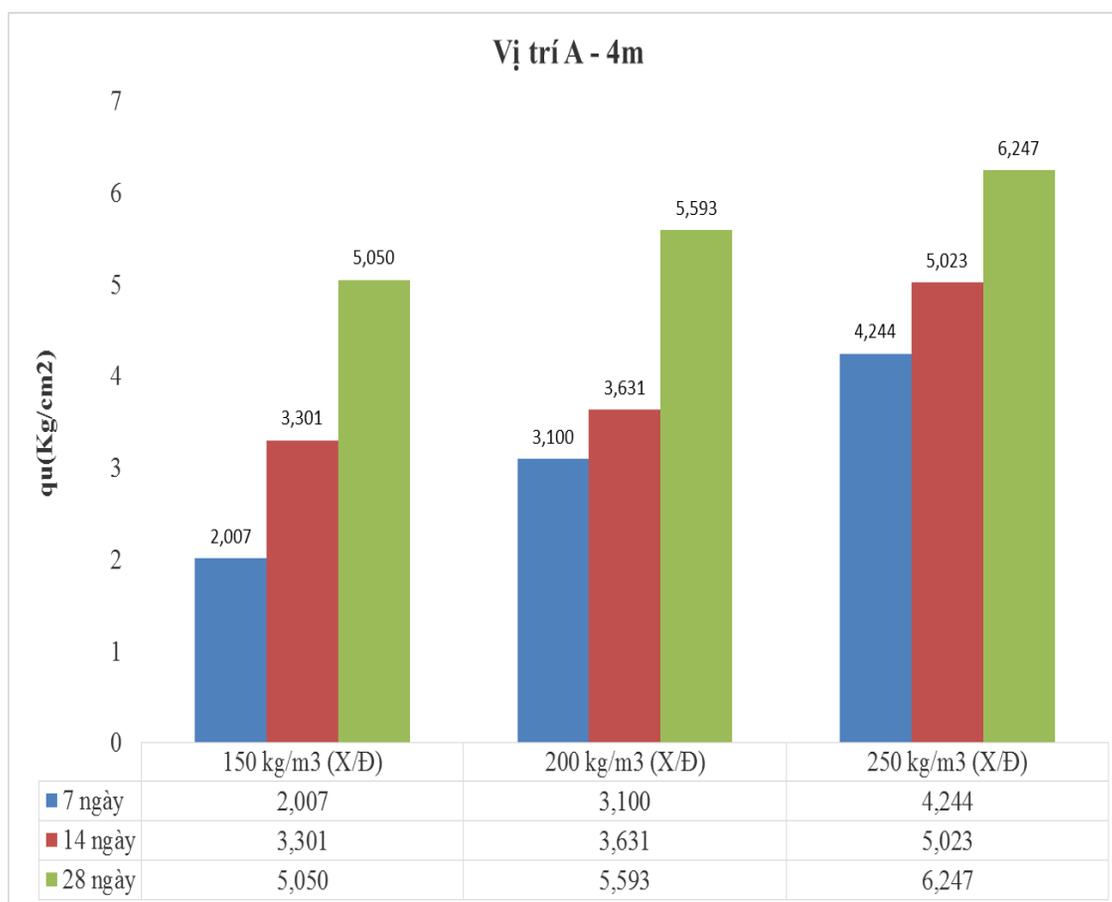
- **Bước 1** : Làm phẳng bề mặt mẫu bằng giấy nhám.
- **Bước 2** : Đo chiều cao, đường kính và cân khối lượng mẫu thí nghiệm
- **Bước 3** : Đưa mẫu vào nén.
- **Bước 4** : Lấy độ ẩm của mẫu.

3.3.1. Kết quả thí nghiệm nén đơn

KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM NÉN ĐƠN CÓ NỖ HÔNG				
- Đề tài: “Nghiên cứu sự lún lệch của đường dẫn vào cầu Long Sơn ở Bến Lức, Long An”				
- Ký hiệu mẫu :	200A428-1	- Địa điểm :	Bến lức, Long An	
- Hàm lượng xi măng (kg X/m ³ Đ):	200	- Ngày lấy mẫu :	21/11/2015	
- Vị trí :	A	- Ngày tạo mẫu :	26/2/2016	
- Độ sâu lấy mẫu (m):	4	- Ngày thí nghiệm :	25/3/2016	
- Thời gian bảo dưỡng (ngày)	28	- Tiêu chuẩn sử dụng :	ASTM D2166	
- Số hiệu mẫu	1			
THÔNG SỐ MẪU NÉN				
- Đường kính danh nghĩa (D ₀ ,cm) :	4,9	- Độ ẩm tự nhiên (W _{tn} %) :	60,93	
- Chiều cao danh nghĩa (L ₀ ,cm) :	9,8	- Độ ẩm sau khi nén (W _s %) :	22,55	
- Diện tích mặt cắt ngang (A ₀ ,cm ²) :	18,848	- Dung trọng tự nhiên (γ _t ,g/cm ³) :	1,638	
- Khối lượng (M ₀ ,g) :	314,60			
SỐ LIỆU THÍ NGHIỆM				
Biến dạng x 10 ⁻³ cm	Biến dạng ε (%)	Lực P (kG)	Ứng suất (kG/cm ²)	Biểu đồ
0	0,000	0,00	0,000	
5	0,055	0,89	0,047	
15	0,150	5,91	0,313	
22	0,225	8,98	0,476	
31	0,312	14,97	0,792	
47	0,483	31,23	1,649	
54	0,555	39,40	2,079	
61	0,627	46,99	2,477	
63	0,645	48,73	2,569	
70	0,717	55,77	2,938	
77	0,789	62,45	3,287	
89	0,909	70,14	3,687	
100	1,020	75,94	3,988	
111	1,131	81,28	4,264	
122	1,242	86,26	4,520	
133	1,354	90,78	4,751	
135	1,382	91,94	4,811	
146	1,485	96,03	5,020	
154	1,567	99,57	5,200	
162	1,649	102,34	5,340	
170	1,730	104,46	5,447	
177	1,802	106,16	5,531	
183	1,870	107,63	5,604	
190	1,938	108,21	5,630	
197	2,006	107,52	5,590	
203	2,074	106,06	5,511	
211	2,152	103,45	5,371	
219	2,233	99,68	5,171	
229	2,335	95,02	4,923	
237	2,417	90,31	4,676	
245	2,499	82,46	4,266	
251	2,560	76,47	3,953	
259	2,641	72,63	3,752	
269	2,743	55,80	2,880	
			q _u =	5,630 Kg/cm ²
			E ₅₀ =	406,71 Kg/cm ²

Hình 3. Báo cáo kết quả thí nghiệm nén đơn để xác định q_u và E₅₀

3.3.2. Cường độ nén qu của mẫu A ở độ sâu 4m tại thời điểm 7, 14, 28 ngày

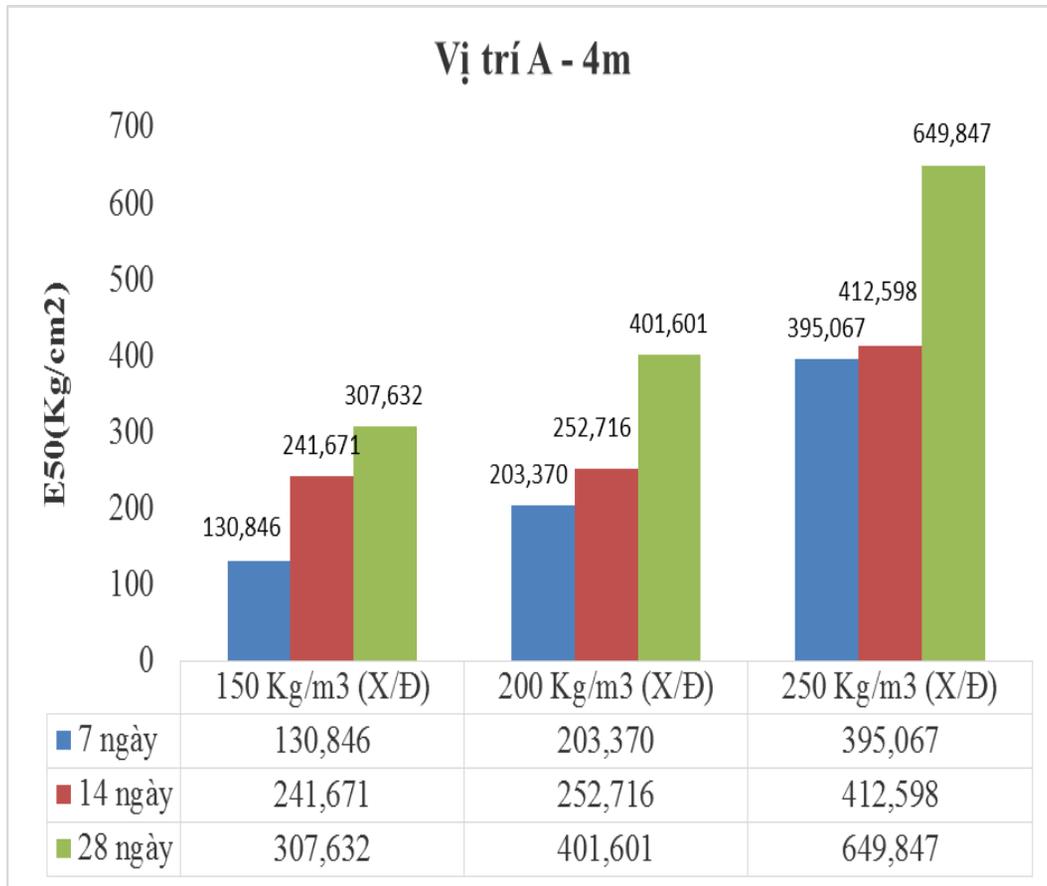


Hình 4. Biểu đồ quan hệ giữa cường độ nén q_u và hàm lượng X/Đ ở vị trí A của mẫu đất sâu 4m ở 7, 14, 28 ngày tuổi

Kết quả cho thấy q_u ở vị trí A, độ sâu 4m tăng theo ngày và theo hàm lượng xi măng. Tuy nhiên tốc độ phát triển cường độ của các mẫu không đồng nhất. Cụ thể với hỗn hợp X/Đ 150Kg/m³, mẫu 7 ngày - 14 ngày tăng 64.5% và mẫu 7 ngày - 28 ngày tăng 151.6%; với hỗn hợp X/Đ 200Kg/m³, mẫu 7 ngày - 14 ngày tăng 17.1% và mẫu 7 ngày - 28 ngày tăng 80.4%; với hỗn hợp X/Đ 250Kg/m³, mẫu 7 ngày - 14 ngày tăng 18.4% và mẫu 7 ngày -

28 ngày tăng 47.2%.

So sánh với mẫu đối chứng được bảo dưỡng trong phòng, độ ẩm và nhiệt độ phòng thì cường độ của mẫu đối chứng hỗn hợp X/Đ 200Kg/m³, mẫu 7 ngày nhỏ hơn 40.5% và mẫu 14 ngày nhỏ hơn 35.6%; tuy nhiên ở mẫu 28 ngày thì giá trị này nhỏ hơn khoảng 30%. Điều đó cho thấy, mẫu bảo dưỡng trong điều kiện tự nhiên có độ ẩm lớn thì thời gian hình thành cường độ lâu hơn trong điều kiện phòng.

3.3.3. E_{50} của mẫu A ở độ sâu 4m tại thời điểm 7, 14, 28 ngày

Hình 5. Biểu đồ quan hệ giữa E_{50} và hàm lượng X/Đ ở vị trí A của mẫu đất sâu 4m ở 7, 14, 28 ngày tuổi

Mô đun E_{50} ở vị trí A, độ sâu 4m tăng theo ngày và theo hàm lượng xi măng. Tuy nhiên tốc độ phát triển của các mẫu không đồng nhất. Cụ thể với hỗn hợp X/Đ 150Kg/m³, mẫu 7 ngày - 14 ngày tăng 84.7% và mẫu 7 ngày - 28 ngày tăng 135.1%; với hỗn hợp X/Đ 200Kg/m³, mẫu 7 ngày - 14 ngày tăng 24.3% và mẫu 7 ngày - 28 ngày

tăng 97.5%; với hỗn hợp X/Đ 250Kg/m³, mẫu 7 ngày - 14 ngày tăng 4.4% và mẫu 7 ngày - 28 ngày tăng 64.4%.

4. Xử lý nền đường dẫn vào cầu Long Sơn

4.1. Xác định độ lún của móng cầu

+ Tính lún theo chỉ số SPT (Văn bản số 872/BGTVT-KHCN, 2010)

$$\rho = \frac{30 \times q \times I \times \sqrt{X}}{Nl_{60}} = \frac{30 \times 0.1305 \times 0.78 \times \sqrt{3837}}{9.87} = 19.16 \text{ mm} < [p] = 25.4 \text{ mm} \quad (22\text{TCN } 211, 2006)$$

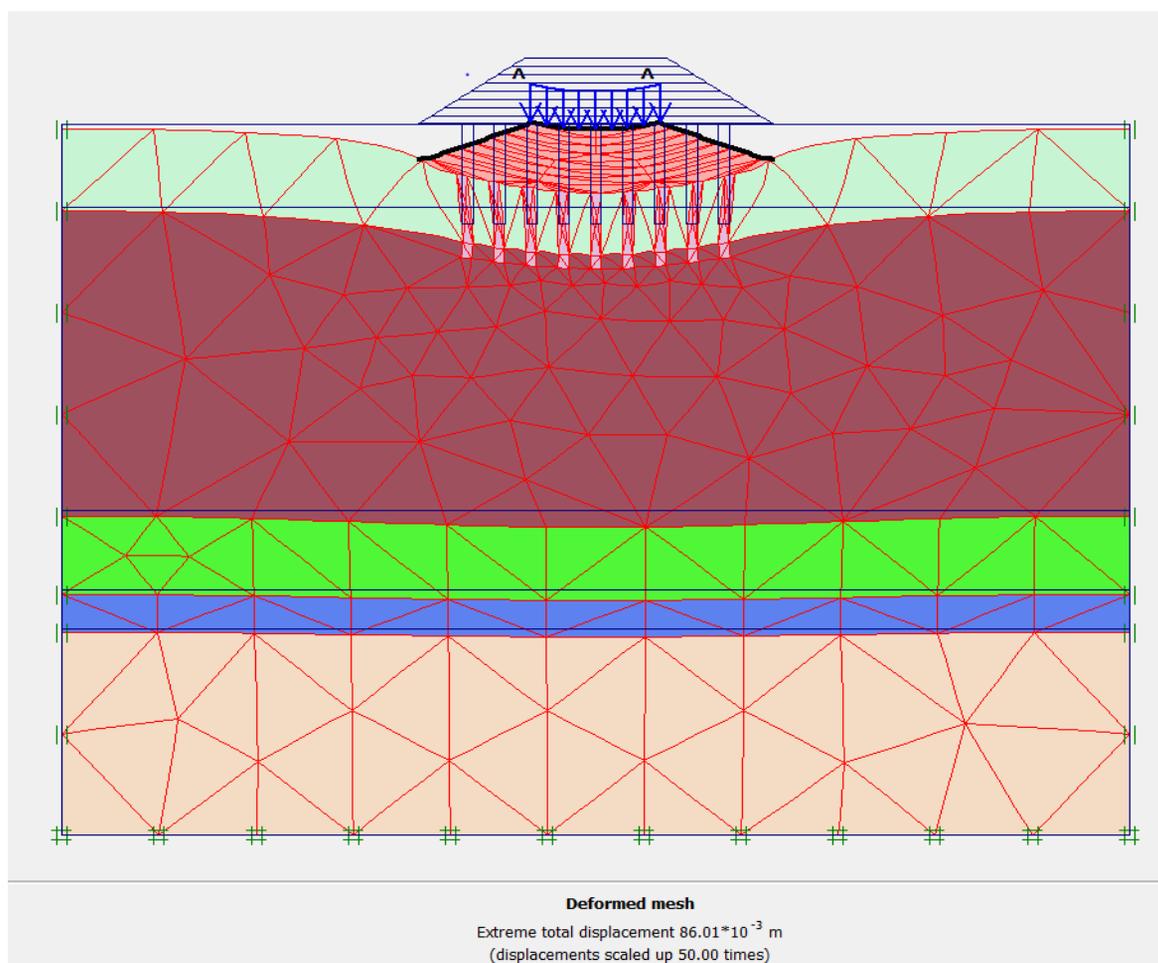
4.2. Tính toán biến dạng và ổn định cho phương án đắp đất trên nền đất yếu gia cố bằng trụ đất xi măng dài $L=6\text{m}$, đường kính $D=600\text{mm}$, khoảng cách cọc $a=3D=1800\text{mm}$, bằng phương pháp phân tử hữu hạn (TCVN 9403:2012)

Bảng 1

Các thông số của đất dùng trong tính toán biến dạng, phương án cọc XMD, $D=600\text{mm}$, $a=1800\text{mm}$

Lớp đất	Đơn vị	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4	Lớp 5	XMD
Mô hình	[-]	MC	MC	MC	MC	MC	MC
Loại	[-]	undrained	undrained	drained	drained	undrained	drained
γ	kN/m^3	15.0	19.0	19.0	20.0	20.0	19
K	m/ngày	3.5×10^{-5}	1.5×10^{-5}	6×10^{-6}	6×10^{-5}	8×10^{-6}	1×10^{-3}
C	kN/m^2	6	6	6	1	15	-
ϕ'	[$^\circ$]	23	25	25	30	25	-
E_{ref}	kN/m^2	4E3	20E3	15E3	30E3	25E3	5.21E3
ν	[-]	0.35	0.3	0.25	0.3	0.3	0.25

Kết quả tính toán.



Hình 6. Chuyển vị đứng của nền đất sau thời gian sử dụng 15 năm = 8.601cm

5. Kết luận

Kết quả cho thấy mẫu trộn xi măng được bảo dưỡng đúng với điều kiện thực tế là nền đất tự nhiên có cường độ nhỏ hơn mẫu bảo dưỡng trong phòng khoảng 40.5% và mẫu 14 ngày nhỏ hơn 35.6%; tuy nhiên ở mẫu 28 ngày thì giá trị này nhỏ hơn khoảng 30%. Từ đó cho thấy, mẫu đất trộn xi măng ở hiện trường cần có thời gian để hình thành cường độ lâu hơn, nên cần sắp xếp biện pháp thi công hợp lý, tránh việc hư hỏng các cọc xi măng đất mới thi công, chưa đạt cường độ, kể cả sau 28 ngày.

Theo kết quả tính toán độ lún sau 15 năm

của đường dẫn vào cầu được xử lý bằng cọc xi măng đất thì: đường kính cọc $d_{cọc} = 0.6m$, chiều dài $L_{cọc} = 6m$, khoảng cách giữa các tim cọc $a = 1.8m \Rightarrow$ độ lún $S = 8.601cm$.

Khi không gia cố nền đất đắp thì độ lún lệch giữa nền đường và móng cầu sau 15 năm $\Delta S = (19.26 - 1.916) = 17.344 \text{ cm} > 10cm \Rightarrow$ không thỏa theo (22TCN 211-2006).

Khi gia cố nền đất đắp với cọc có đường kính cọc $d_{cọc} = 0.6m$, chiều dài $L_{cọc} = 6m$, khoảng cách giữa các tim cọc $a = 1.8m$ thì độ lún lệch giữa nền đường và móng cầu sau 15 năm $\Delta S = (8.601 - 1.916) = 6.685cm < 10cm \Rightarrow$ thỏa theo (22TCN 211-2006) ■

Tài liệu tham khảo

- Nguyễn Quốc Dũng, Phùng Vĩnh An, Nguyễn Quốc Huy (2005). *Công nghệ khoan phụt cao áp trong xử lý nền đất yếu*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- Phạm Lê Thanh, *Nghiên cứu giải pháp dùng cọc xi măng đất để xử lý lún lệch giữa đường dẫn vào cầu và móng cầu cho một số công trình khu vực Cần Thơ*, Luận văn Thạc sĩ, Đại học Bách Khoa – Đại học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh.
- Tiêu chuẩn thiết kế cầu (2005). Tiêu chuẩn ngành: 22TCN 272-2005,
- Văn bản số 872/BGTVT-KHCN (2010). *Điều chỉnh công thức và quy định độ lún cho phép của móng trụ cầu theo Tiêu chuẩn 22 TCN-272-05*, Bộ giao thông vận tải, 2010.
- TCN 211-2006 (2006). *Áo đường mềm – các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế*, Bộ giao thông vận tải.
- TCVN 9403:2012 (2012). *Gia cố nền đất yếu- Phương pháp trụ đất xi măng*, Bộ Xây Dựng.