

NGHIÊN CỨU GIA CƯỜNG NỀN ĐẤT YẾU ĐƯỜNG ĐẦU CẦU BẰNG CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP

Trần Minh Hải¹, Trịnh Minh Thụ², Đỗ Thắng²

Tóm tắt: Nhiều tuyến đường được đầu tư hàng nghìn tỉ đồng khi đưa vào khai thác vẫn cảm biến “đoạn đường đang theo dõi lún”, đặc biệt có đoạn đưa vào khai thác sử dụng gần 10 năm vẫn tiếp tục “chờ lún” gây ra sự nghi ngại về chất lượng công trình. Trên các đoạn đường này thường xảy ra độ lún lệch đáng kể tại chỗ tiếp giáp giữa đường và cầu, chỗ có cống ngang đường gây khó chịu cho hành khách và người lái xe mặc dù đã giảm tốc độ. Bài báo trình bày giải pháp gia cường nền đất yếu bằng cọc bê tông cốt thép nhằm khắc phục vấn đề tồn tại trên và áp dụng cho một đoạn đường đầu cầu điển hình. Kết quả nghiên cứu có thể là tài liệu tham khảo cho các công trình có tính chất tương tự.

Từ khóa: Đường đầu cầu, cọc bê tông cốt thép, nền đất yếu, chờ lún.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khi tham gia giao thông không khó để chúng ta bắt gặp các biển báo “đoạn đường đang theo dõi lún”, “đường chờ lún”, “đoạn đường đang

xử lý lún”,... Điềm chung dễ nhận thấy của các công trình này là sự lún lệch tại đoạn tiếp giáp giữa đường và cầu hoặc cống ngang đường (hình 1).



Hình 1. Lún phạm vi đường đầu cầu

Với tình trạng mặt đường như trên, các tuyến đường thường phải lắp thêm biển báo hạn chế tốc độ tối đa cho phép xe lưu thông (thường dưới 60 km/h). Mặc dù thường xuyên duy tu, sửa chữa, bù vá nhưng tình trạng lún trên tuyến đường này vẫn xảy ra, đặc biệt một số tuyến đã khai thác hơn 10 năm như đường dẫn vào cao tốc TP.HCM - Trung Lương vẫn còn xuất hiện nhiều điểm lún nặng gây

khó chịu cho hành khách, người lái xe cũng như nguy cơ mất an toàn giao thông (Ngọc Ân, Thu Dung 2019). Lý giải của các bên có liên quan cho nguyên nhân của tình trạng này đều giống nhau là đoạn đường được xây dựng trên nền đất yếu. Xem xét các tiêu chuẩn hiện hành liên quan đến nền đắp trên đất yếu của Việt Nam hiện nay (TCVN 4054-2005; 22TCN262-2000; 22TCN211-2006; TCVN 9355-2012, TCVN 11713-2017) có thể thấy các yêu cầu về độ lún cho phép còn lại, độ cố kết cần đạt được đều được quy định cụ thể. Tuy

¹ Sở Giao thông vận tải tỉnh Hưng Yên

² Trường Đại học Thủy lợi

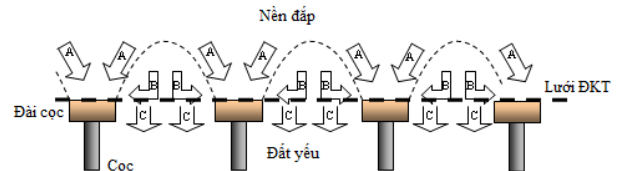
nhiên, với quy định không chế độ cố kết đạt được trước khi xây dựng kết cấu áo đường là 90% thì độ lún dư cho phép trong thời gian vận hành sẽ bao gồm 10% độ lún cố kết sơ cấp và toàn bộ độ lún cố kết thứ cấp. Độ lún dư này có thể lên đến hơn 30% độ lún sơ cấp và có thể xảy ra chỉ trong thời gian từ 10 đến 20 năm với tốc độ lún dư trong những năm đầu lớn hơn 2cm/năm. Khi phân tích số liệu quan trắc công trình đường đầu cầu Tân Vũ - Lạch Huyện đã thu được các kết quả rất đáng chú ý: đoạn xử lý bằng công nghệ cọc cát có độ lún thực tế nhỏ hơn nhiều độ lún dự báo, ngược lại đoạn dùng công nghệ bắc thăm có độ lún lớn hơn nhiều độ lún dự báo (Vũ Đình Phụng, Đỗ Thắng, 2016). Do vậy, với các tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam, nếu chỉ căn cứ vào kết quả quan trắc lún và so sánh với độ lún dự báo để quyết định thời điểm độ lún đạt yêu cầu có thể dẫn đến hậu quả khi đưa vào khai thác nhưng đường vẫn tiếp tục lún. Công trình đường đầu cầu Tân Vũ - Lạch Huyện ngoài việc bố trí bản đồ lún và cọc quan trắc chuyển vị ngang còn áp dụng các biện pháp quan trắc hiện đại như: đo áp lực nước lỗ rỗng - Piezometer (TCVN 8869-2011), đo chuyển vị ngang theo chiều sâu - Inclinator. Việc đo áp lực nước lỗ rỗng là rất cần thiết để thấy được mức độ tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng dư và tránh được những kết luận sai lầm khi chỉ căn cứ vào độ lún còn lại. Tiêu chuẩn thiết kế nền đường của Trung Quốc (JTGD30-2004) quy định quan trắc 2 tháng liên tiếp, mỗi tháng độ lún không vượt quá 5mm, thỏa mãn yêu cầu trên mới được dỡ tải đào đường và bắt đầu cho phép rải mặt đường. Từ năm 2008, tác giả đã vận dụng để tính toán, khảo sát cho nhiều số liệu đầu vào khác nhau và nhận thấy rằng quy định này rất thực tế vì thời gian quan trắc ngắn nhưng lại giải quyết được vấn đề dự báo độ lún cố kết không chính xác. Quy định này hiện đã được Bộ Giao thông vận tải đưa vào “*Quy định tạm thời hướng dẫn việc theo dõi và xử lý các đoạn đường ô tô qua vùng đất yếu có chờ lún sau khi đưa vào khai thác*” (Quyết định 1897/QĐ-BGTVT, 2016).

Trước thực trạng đường “chờ lún” nêu trên, Bộ Giao thông vận tải đã ban hành Quy định tạm thời về các giải pháp kỹ thuật công nghệ đối với đoạn chuyển tiếp giữa đường và cầu (cống) trên đường ô tô (Quyết định 3095/QĐ-BGTVT, 2013) nhằm đảm bảo sự êm thuận, an toàn cho công trình và các phương tiện lưu thông. Khi các giải pháp tăng nhanh độ cố kết của đất yếu không khả thi thì việc gia cường nền đất yếu bằng cọc bê tông cốt thép có thể là một giải pháp thay thế hiệu quả.

2. GIẢI PHÁP CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP GIA CƯỜNG NỀN ĐẤT YẾU

2.1. Nguyên lý tính toán

Tiêu chuẩn của Anh về gia cường nền đất (BS 8006-1, 2010) đã đưa ra mô hình tính toán cho nền đắp trên đất yếu được gia cường bằng cọc bê tông cốt thép kết hợp với lưới địa kỹ thuật (ĐKT) như hình 2.



Hình 2. Sơ đồ phân bố tải trọng nền đắp tác dụng lên cọc, lưới ĐKT và đất yếu

A - Tác dụng lên cọc; B - Tác dụng lên lưới ĐKT; C - Tác dụng lên đất yếu

Lớp lưới ĐKT và khối đất đắp phía trên tạo ra một đệm đất đắp đủ cứng để hỗ trợ cho cơ chế truyền tải trọng. Sử dụng đất đắp loại tốt sẽ tạo tương tác giữa đất và cọc tốt hơn. Đất đắp có xu hướng di chuyển xuống do sự có mặt của tầng đất yếu phía dưới lớp ĐKT và nó cũng làm tăng tải trọng tác dụng lên các đài cọc.

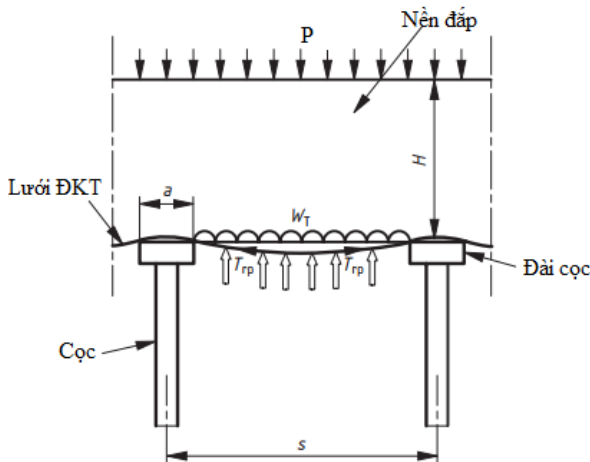
Vai trò của lớp lưới ĐKT có tác dụng làm giảm độ lún lệch giữa hai đài cọc. Chuyển vị giảm làm giảm ứng suất cắt gây ra bởi vòm ứng suất trong đất đắp. Do đó, khả năng truyền tải trọng bằng cách tạo vòm ứng suất sẽ giảm đi. Hiện tượng này cũng làm giảm khả năng truyền tải trọng lên các đài cọc. Tuy nhiên, các thành phần lực kéo trong lớp lưới ĐKT được truyền cho các đài cọc. Cường độ kháng cắt có được từ khối đất sau khi gia cường được coi là lực dính biểu kiến.

Trong trường hợp lớp đệm được gia cường bằng lưới ĐKT đủ cứng thì sẽ không xảy ra lún lệch, không xuất hiện lực kéo trong lớp lưới, đồng thời cũng không có sự chuyển dịch tương đối giữa đất và lớp lưới. Ở đây, cơ chế tạo vòm ứng suất đất, lưới ĐKT hay lực dính biểu kiến không thể phát triển được. Điều này dẫn đến sự tập trung ứng suất lên các đài cọc là do có sự chênh lệch về độ cứng giữa đài cọc và đất.

2.2. Tính toán thiết kế lớp lưới ĐKT

Tính toán thiết kế lớp lưới ĐKT cần xét: ứng suất thẳng đứng trên các lớp lưới ĐKT sau khi xảy ra hiệu ứng vòm ứng suất giữa các cọc cạnh nhau; lực kéo phát triển trong lớp lưới ĐKT do áp lực thẳng đứng của khối đất đắp tạo ra; lực kéo trong lớp lưới ĐKT do sự phình ngang của khối đất đắp.

- Tải trọng thẳng đứng phân bố đều tác dụng lên lớp lưới ĐKT nằm giữa các đài cọc cạnh nhau W_T được xác định theo sơ đồ tính hình 3.



Hình 3. Sơ đồ xác định tải trọng đứng W_T

Tải trọng thẳng đứng cho phép là điều kiện cần để tải trọng của khối đất đắp truyền lên các đài cọc đảm bảo sao cho không xảy ra lún lệch cục bộ tại bề mặt nền đắp (nơi có thể xảy ra đối với các nền đắp mỏng). Điều này nhấn mạnh rằng, tương quan giữa chiều cao nền đắp và khoảng cách giữa các đài cọc luôn phải duy trì sao cho $H \geq 0,7(s - a)$

- Với $H > 1,4(s - a)$, ta có:

$$W_T = \frac{1,4sf_{fs}\gamma(s-a)}{s^2 - a^2} \times \left[s^2 - a^2 \left(\frac{P'_c}{\sigma'_v} \right) \right] \quad (1)$$

- Với $0,7(s - a) \leq H \leq 1,4(s - a)$, ta có:

$$W_T = \frac{s(f_{fs}\gamma H + f_q P)}{s^2 - a^2} \times \left[s^2 - a^2 \left(\frac{P'_c}{\sigma'_v} \right) \right] \quad (2)$$

Nhưng, nếu $s^2/a^2 \leq P'_c / \sigma'_v$ thì $W_T = 0$;

trong đó:

s – khoảng cách giữa tâm các cọc cạnh nhau;

a – kích thước các đài cọc;

P – tải trọng ngoài phân bố

P'_c – ứng suất thẳng đứng trên đài cọc

σ'_v – ứng suất thẳng đứng trung bình hiệu

chính tại đáy khối đất đắp

$$\sigma'_v = f_{fs}\gamma H + f_q P$$

f_{fs} – hệ số tải trọng riêng đối với trọng lượng đơn vị đất, lấy =1

f_q – hệ số tải trọng riêng đối với các tải trọng tác dụng ngoài, lấy =1

γ – trọng lượng đơn vị của đất

H – chiều cao nền đất đắp

Vì sự khác biệt đáng kể về đặc điểm biến dạng giữa các cọc và đất yếu xung quanh nên sự phân bố ứng suất thẳng đứng tại đáy nền đắp không đồng đều. Tỷ số giữa ứng suất thẳng đứng tác dụng trên đài cọc với ứng suất thẳng đứng trung bình ở đáy khối đất đắp (P'_c / σ'_v) có thể được tính bằng cách sử dụng công thức Marston cho ống cứng tuyệt đối như sau:

$$P'_c = \sigma'_v \left(\frac{C_s a}{H} \right)^2 \quad (3)$$

Tiêu chuẩn BS 8006-01:2010 đã đưa ra công thức thực nghiệm cho vòm ứng suất như sau:

$$C_s = 1,95 \frac{H}{a} - 0,18 \quad \text{cho các cọc chống (không}$$

biến dạng)

$$C_s = 1,5 \frac{H}{a} - 0,07 \quad \text{cho các cọc ma sát (cọc}$$

treo) và các cọc khác.

Dựa trên các phương trình trên, hệ số giảm ứng suất được tính:

$$\text{SRR}_{3\text{D}} = \frac{2,8s}{(s+a)^2 H} \left[s^2 - a^2 \left(\frac{P'_c}{\sigma'_v} \right) \right] \quad (4)$$

- Lực kéo trong lớp lưới ĐKT do tải trọng thẳng đứng phân bố đều gây ra, T_{Tp} , trên một mét dài do kết quả của tải trọng phân bố đều W_T được tính như sau:

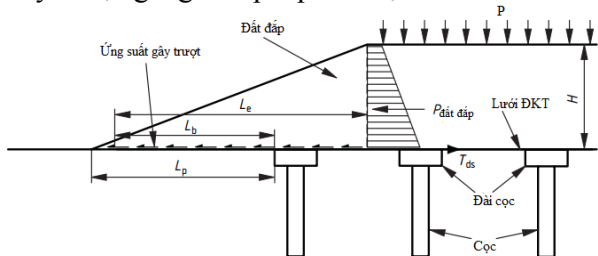
$$T_{\text{rpl}} = \frac{W_T(s-a)}{2a} \sqrt{1 + \frac{1}{6\epsilon}} = T_{\text{rpl}} = \frac{\text{SRR}_{3\text{DI}} \gamma H (s^2 - a^2)}{4a} \sqrt{1 + \frac{1}{6\epsilon_a}} \quad (5)$$

trong đó:

T_{rp} – lực kéo trong lớp lưới ĐKT

ε - biến dạng trong lớp lưới ĐKT

- Lực kéo trong lớp lưới do trượt ngang gây ra, T_{ds} (hình 4). Các lớp lưới ĐKT có khả năng chống lại những lực ngang cho trượt gây ra. Lực kéo này được tạo ra dưới một biến dạng tương ứng với chuyển vị ngang cho phép của cọc.



Hình 4. Sơ đồ tính lực kéo trong lớp lưới do lực trượt ngang gây ra T_{ds}

Lực kéo cần thiết của lớp dưới ĐKT, T_{ds} , để chống lại các lực đẩy ngang ra phía ngoài khối đất đắp được xác định theo công thức sau:

$$T_{ds} = 0,5k_a(\gamma H)H \quad (6)$$

trong đó:

$$k_a = \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2) - \text{hệ số áp lực đất chủ động}$$

γ - trọng lượng đơn vị của đất đắp

H – chiều cao khối đất đắp

2.3. Tính toán thiết kế cọc

Khi các cọc được bố trí theo sơ đồ hình vuông, khoảng cách giữa các cọc, s dựa trên mặt phẳng lún đều nhau được tính như sau:

$$S = \sqrt{\frac{Q_p}{f_{fs}\gamma H + f_q P}} \quad (7)$$

trong đó: Q_p - khả năng chịu tải của từng cọc trong nhóm.

2.4. Ổn định tổng thể

Về vấn đề ổn định tổng thể của nền đất và nền đất yếu được gia cường bằng cọc bê tông cốt thép cũng được tính toán theo phương pháp cân bằng giới hạn. Ngoài ra, trong tính toán đưa thêm sức kháng cắt của cọc và lực kéo của lớp lưới ĐKT.

3. ÁP DỤNG TÍNH TOÁN THIẾT KẾ ĐƯỜNG ĐẦU CẦU GIA CƯỜNG BẰNG CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP

3.1. Số liệu tính toán

Đoạn đường đầu cầu có bề rộng nền đường $B=9\text{m}$; chiều cao đất đắp $H=4,5\text{m}$; độ dốc taluy $1/1,5$.

Vật liệu đắp sử dụng cát có dung trọng sau khi đầm nén là $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$, góc nội ma sát $\varphi = 30^\circ$.

Địa tầng gồm các lớp đất theo thứ tự từ trên xuống như sau:

- Lớp 1: Bùn sét nằm trên bề mặt đáy trung bình 22m;

- Lớp 2: Sét pha dẻo mềm nằm dưới lớp 1 có chiều dày trung bình 5m;

- Lớp 3: Sét nửa cứng đến cứng nằm dưới lớp 2 dày trên 10m (chưa kết thúc tại đáy hố khoan).

Một số chỉ tiêu cơ lý chính của nền đất được tổng hợp ở bảng 1.

Bảng 1. Một số chỉ tiêu cơ lý chính của nền đất

STT	Các chỉ tiêu cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3
1	Dung trọng tự nhiên	γ_w	g/cm ³	16,5	1,94	19,7
2	Hệ số rỗng	e		1,52	0,625	
3	Chỉ số dẻo	I _p	%	19,1	10,6	
4	Lực dính đơn vị	c	kPa	5,8	18,4	30,5
5	Góc nội ma sát	φ	độ	6 ⁰ 22'	15 ⁰ 42'	21 ⁰ 42'
6	Sức kháng cắt cánh	S _u	kPa	12	27	

STT	Các chỉ tiêu cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3
7	Áp lực tiền cố kết	σ_p	kPa	79	139	
8	Chỉ số nén	C_c		0,48	0,11	
9	Chỉ số nở	C_r		0,023	0,025	
10	Hệ số cố kết	C_v	$10^{-3} \text{cm}^2/\text{s}$	1,59	2,91	

3.2. Tính toán thiết kế

Nền đất yếu được gia cường bằng cọc bê tông ly tâm dự ứng lực có đường kính D300 dài 28m (mũi cọc cắm vào lớp đất sét nửa cứng đến cứng sâu 1m), sức chịu tải cọc $Q_p = 400 \text{kN}$, bố trí theo mạng ô vuông, khoảng cách từ tâm đến tâm giữa hai cọc cạnh nhau dự kiến $s=2\text{m}$. Đài cọc tiết diện vuông cạnh $a=1\text{m}$, dày 0,3m.

a. Tính toán lưới ĐKT

- Hệ số vòm được tính toán như sau:

$$C_c = 1,95 \left(\frac{H}{a} \right) - 0,18 = 1,95 \left(\frac{4,5}{1} \right) - 0,18 = 8,59$$

- Ứng suất thẳng đứng trung bình hiệu chỉnh tại đáy khối đất đắp:

$$\sigma'_v = \gamma H = 19 \times 4,5 = 85,5 \text{ kPa}$$

trong đó: γ - Trọng lượng đơn vị của đất

H - Chiều cao nền đất đắp

- Ứng suất thẳng đứng trên đài cọc, P'_c :

$$P'_c = \sigma'_v \left(\frac{C_c a}{H} \right)^2 = 85,5 \times \left(\frac{8,59 \times 1}{4,5} \right)^2 = 311,55 \text{ kPa}$$

- Hệ số giảm ứng suất, SRR_{3D}

$$SRR_{3D} = \frac{2,8s}{(s+a)^2 H} \left[s^2 - a^2 \left(\frac{P'_c}{\sigma'_v} \right) \right] = \frac{2,8 \times 2}{(2+1)^2 \times 4,5} \left[2^2 - 1^2 \left(\frac{311,55}{85,5} \right) \right] = 0,049$$

- Đối với $H=4,5\text{m} > 1,4(2-1) = 1,4\text{m}$, ta có tải trọng thẳng đứng phân bố đều tác dụng lên lớp lưới ĐKT nằm giữa các đài cọc cạnh nhau là W_T :

$$W_T = \frac{1,4s\gamma(s-a)}{s^2 - a^2} \left[s^2 - a^2 \left(\frac{P'_c}{\sigma'_v} \right) \right] = \frac{1,4 \times 2 \times 19 \times (2-1)}{2^2 - 1^2} \left[2^2 - 1^2 \left(\frac{311,55}{85,5} \right) \right] = 6,32 \text{ kN/m}$$

- Lực kéo trong lớp lưới ĐKT, T_{rpl} , do tải trọng thẳng đứng phân bố đều gây ra:

$$T_{rpl} = \frac{SRR_{3D} \gamma H (s^2 - a^2)}{4a} \sqrt{1 + \frac{1}{6\varepsilon_a}}$$

$$T_{rpl} = \frac{0,049 \times 19 \times 4,5 \times (2^2 - 1^2)}{4 \times 1} \sqrt{1 + \frac{1}{6 \times 0,06}} = 3,39 \text{ kN/m}$$

- Lực kéo trong lớp cốt, T_{ds} , do trượt ngang gây ra:

$$T_{ds} = 0,5k_a (\gamma H) H$$

trong đó: k_a - hệ số áp lực đất chủ động,

$$k_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{30}{2} \right) = 0,333$$

$$\rightarrow T_{ds} = 0,5 \times 0,333 (19 \times 4,5) \times 4,5 = 64,06 \text{ kN/m}$$

- Tổng lực kéo trong lớp lưới ĐKT dọc theo chiều rộng, T_{rp-wl} , được tính:

$$T_{rp-wl} = T_{rpl} + T_{ds} = 3,39 + 64,06 = 67,45 \text{ kN/m}$$

→ Chọn lưới ĐKT có cường độ chịu kéo $R_k=200\text{kN/m}$ đảm bảo hệ số an toàn lớn hơn 2.

b. Tính toán thiết kế cọc

Do cọc được bố trí theo sơ đồ hình vuông nên khoảng cách tối đa giữa các cọc được tính như sau:

$$s = \sqrt{\frac{Q_p}{\gamma H}} = \sqrt{\frac{400}{19 \times 4,5}} = 2,16\text{m} > 2\text{m}$$

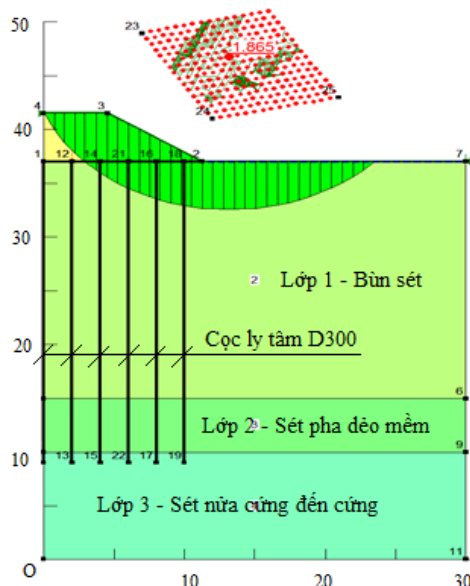
→ Chọn khoảng cách giữa các cọc $s = 2\text{m}$ như dự kiến ban đầu là phù hợp.

c. Kiểm toán ổn định tổng thể

Theo tiêu chuẩn 22TCN 262:2000 - Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu. Khi sử dụng phương pháp Bishop, hệ số an toàn ổn định tối thiểu $[K_{\min}] = 1,40$.

Để đơn giản trong tính toán, sử dụng phần mềm GEOSTUDIO/SLOPE/W của Canada.

Kết quả tính toán được thể hiện trên hình 5.



Hình 5. Kết quả kiểm toán ổn định tổng thể

Ta thấy $K_{\min} = 1,865 > [K_{\min}] = 1,4$ (với phương pháp Bishop) → Nền đường đảm bảo ổn định.

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả phân tích, tính toán ở trên có thể thấy khi các giải pháp xử lý nền đất yếu bằng cách tăng nhanh độ cố kết không khả thi thì việc gia cường nền đất yếu bằng cọc bê tông cốt thép là lựa chọn mang lại hiệu quả. Thời gian thi công nhanh, chất lượng cọc được kiểm soát, hệ cọc bê tông cốt thép xuyên qua nền đất yếu, truyền tải trọng nền đắp, hoạt tải xuống lớp đất tốt phía dưới nên giải quyết được vấn đề lún kéo dài.

Trên thế giới, giải pháp kết hợp cọc bê tông cốt thép với lưới ĐKT gia cường nền đất yếu đã được ứng dụng rộng rãi trong rất nhiều công trình thực tế. Tuy nhiên, ở nước ta những nghiên cứu và ứng dụng giải pháp công nghệ này còn hạn chế và vẫn chưa ban hành tiêu chuẩn nên việc tính toán thiết kế cũng như thi công nghiệm thu còn chưa thống nhất. Việc lựa chọn mô hình tính toán cần được nghiên cứu lý thuyết một cách toàn diện và kiểm chứng với các công trình thực tế đã thi công để hiệu chỉnh cho phù hợp với điều kiện Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ngọc Ân, Thu Dung (2019), Đường ngàn tỉ mà 'chờ lún' miết, Tuổi trẻ online <https://tuoitre.vn/duong-ngan-ti-ma-cho-lun-miet-2019092908091529.htm>
- 22TCN 262-2000, Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu - Tiêu chuẩn thiết kế.
- 22TCN211-06, Áo đường mềm - Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế
- TCVN 9355:2012, Gia cố nền đất yếu bằng bắc thấm thoát nước.
- TCVN 11713:2017, Gia cố nền đất yếu bằng giếng cát - Thi công và nghiệm thu.
- Vũ Đình Phụng, Đỗ Thắng (2016), Báo cáo đánh giá kết quả quan trắc xử lý nền đất yếu Dự án xây dựng cơ sở hạ tầng cảng Lạch Huyện (Hợp phần cầu đường).
- TCVN 8869:2011, Quy trình đo áp lực nước lỗ rỗng trong đất.
- JTG D30-2004, Quy trình thiết kế nền đường - Bộ Giao thông nước CHND Trung Hoa ban hành.
- Quyết định 1897/QĐ-BGTVT ngày 20 tháng 6 năm 2016, Quy định tạm thời hướng dẫn việc theo dõi và xử lý các đoạn đường ô tô qua vùng đất yếu có chờ lún sau khi đưa vào khai thác.
- Quyết định 3095/QĐ-BGTVT ngày 07 tháng 10 năm 2013, Quy định tạm thời về các giải pháp kỹ thuật công nghệ đối với đoạn chuyển tiếp giữa đường và cầu (cống) trên đường ô tô.
- Nguyễn Ngọc Bích, Nguyễn Việt Minh (2016), Các kỹ thuật mới cải tạo và bảo vệ môi trường đất trong xây dựng, Nhà xuất bản Xây dựng.
- BS 8006-1:2010, Code of practice for strengthened/reinforced soils and other fills, British Standard.

Abstract:
**RESEARCH ON STRENGTHENING SOFT FOUNDATION OF
BRIDGEHEAD ROAD BY REINFORCED CONCRETE PILES**

Many roads that have been invested with thousands of billions of Vietnams dong when put into operation still have the sign "the road is monitoring subsidence", especially a section that has been put into operation for nearly ten years and continues to "wait for subsidence," causing problems doubts about the quality of the work. There is often a substantial settlement deviation on these road sections at the contiguous position between the road and the bridge or where there is a culvert across the road. This causes discomfort for passengers and drivers despite slowing down. This paper presents a solution to strengthen the soft foundation with reinforced concrete piles to overcome the existing problem and apply it to a typical bridgehead road segment. Research results can be used as references for similar works.

Keywords: Bridgehead Road, reinforced concrete piles, soft foundation, wait for subsidence.

Ngày nhận bài: 20/12/2021

Ngày chấp nhận đăng: 28/12/2021