

XÁC ĐỊNH HỆ SỐ TẬP TRUNG ỨNG SUẤT ĐẦU CỌC THÍ NGHIỆM HIỆN TRƯỜNG TRONG GIẢI PHÁP XỬ LÝ NỀN BẰNG CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP KẾT HỢP VỚI VẢI ĐỊA KỸ THUẬT

Ngày nhận bài: 01/07/2013

Ngày nhận lại: 23/07/2013

Ngày duyệt đăng: 26/08/2013

Võ Phán¹

Nguyễn Tuấn Phương²

TÓM TẮT

Giải pháp xử lý nền bằng cọc bê tông cốt thép kết hợp với vải địa kỹ thuật càng trở nên phổ biến và ứng dụng rộng rãi hơn khi hiệu quả của giải pháp thiết thực. Tuy nhiên việc thiết kế giải pháp xử lý nền hiện nay chỉ dựa vào kết quả phân từ phương pháp phần tử hữu hạn mà chưa có sự kiểm chứng thực tế. Bài báo đưa ra kết quả kiểm chứng thực tế hệ số tập trung ứng suất đầu cọc để từ đó đánh giá hiệu quả của giải pháp xử lý nền đối với công trình xây dựng, giúp người thiết kế có thể thiết kế an toàn tiết kiệm hơn.

Từ khóa: Gia cường vải địa kỹ thuật, cung vòm, công trình đắp.

ABSTRACT

Soft soil improvement by geosynthetic and concrete pile systems is an interesting and more popular technique on condition that this solution is practical. However when design this soft ground treatment solution only base on the result finite element analysis, which don't retest. The main content of the paper is present the ratio of the vertical stress on top the cap pile so that evaluate effective of the soft ground treatment solution, which can help designer calculate more safety and economic.

Keywords: Geosynthetic reinforced, arching, embankment.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đồng bằng sông Cửu Long có kiến tạo địa chất trẻ, trên 90% diện tích đất mặt là yếu. Sự phát triển kinh tế vùng trong những năm gần đây đã thúc đẩy sự hội nhập công nghệ xây dựng để đáp ứng nhu cầu kinh tế. Với Chủ trương phát triển cơ sở hạ tầng cho khu vực nhiều công trình giao thông, đê đập, kho xưởng được xây dựng. Tuy nhiên việc xây dựng công trình trên nền đất yếu thường phải đối mặt với nhiều vấn đề như lún ổn định, bù lún. Để giải quyết vấn đề này thông thường chúng ta thay thế đất yếu và bù lún. Vì nguồn tài nguyên của chúng ta là có giới hạn và không tái tạo, nên với sự hội nhập về công nghệ, khoa học kỹ thuật những năm gần đây có nhiều giải pháp mới để xử lý vấn

đề này. Một trong những giải pháp xử lý hiệu quả và ứng dụng nhiều hiện nay là giải pháp xử lý nền bằng cọc bê tông cốt thép (BTCT) kết hợp với vải địa kỹ thuật. Tuy nhiên việc thiết kế và thi công còn nhiều hạn chế. Do đó một số công trình khi triển khai thi công chưa đạt hiệu quả như tính toán, trong số đó có Metro Hưng Lợi Thành phố Cần Thơ, Nhà điều hành xe Phương Trang huyện Cái Bè tỉnh Tiền Giang, kho cảng biển Duyên Hải tỉnh Trà Vinh,... Nguyên nhân chính hiện nay là thiết kế chủ yếu dựa trên phân tích từ mô hình tính bằng phương pháp phần tử hữu hạn mà chưa kiểm chứng bằng kết quả thí nghiệm hiện trường để từ đó quyết định giải pháp thiết kế.

¹ PGS.TS, Trường Đại học Bách Khoa Tp.HCM.

² Trường Đại học Tiền Giang.

Việc “Xác định hệ số tập trung ứng suất đầu cọc từ thí nghiệm hiện trường trong giải pháp xử lý nền bằng cọc bê tông cốt thép kết hợp với vải địa kỹ thuật” để đánh giá hiệu quả của giải pháp đối với công trình xây dựng, giúp người thiết kế có thể thiết kế an toàn và tiết kiệm hơn.

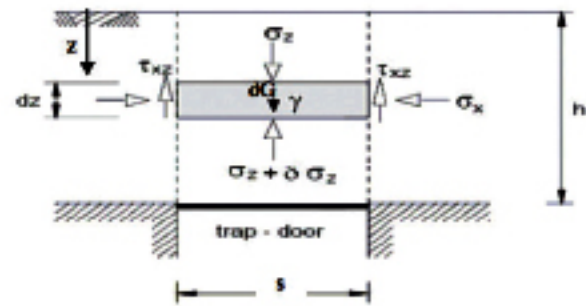
2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Lý thuyết hiệu ứng vòm

2.1.1. Theo Terzaghi

Theo Terzaghi (1943) đã phát hiện hiện tượng cung vòm trong đất thông qua hình ảnh cung vòm từ cửa sập. Ông đã xây dựng mô hình như trong hình 1.

Hình 1. mô hình phân tích cung vòm của Terzaghi [13]



Phương trình cân bằng ứng suất

$(\sigma_z + d\sigma_z) \cdot S - \sigma_z \cdot S + 2\tau_{xz}dz - dG = 0 \quad (1)$

Với σ_z : ứng suất đứng

τ_{xz} : ứng suất cắt trong mặt xz

S: chiều rộng cửa sập

G: trọng lượng đất trên cửa

γ : dung trọng đất

Phương trình tương đương

$d\sigma_z \cdot S = \gamma \cdot Sdz - 2\tau_{xz}dz \quad (2)$

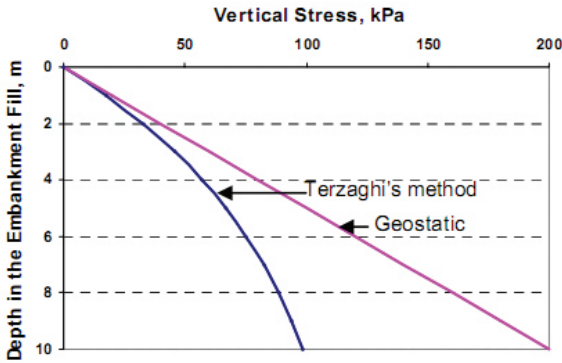
Theo *Mohr-Coulomb* ứng suất cắt phá hoại

$\tau_{xz} = \sigma'_x \tan \varphi' \quad (3)$

Với C' và φ' là lực dính và góc ma sát trong của đất khi phá hoại. Ứng suất ngang

$\sigma_x = \sigma_z \cdot K$ với K: hệ số áp lực ngang.

Hình 2. Biểu đồ phân bố ứng suất trong đất đắp trên cửa sập theo Terzaghi [6]



Phương trình được viết

$d\sigma_z \cdot S = \gamma \cdot Sdz - 2(C' + \sigma_z K \tan \varphi')dz \quad (4)$

Phương trình vi phân

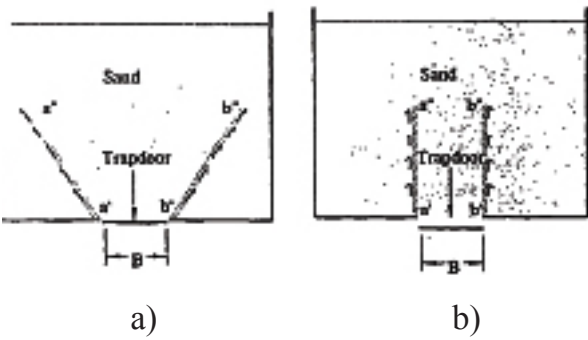
$\left(\frac{d\sigma_z}{\sigma_z}\right) = \frac{\gamma}{\sigma_z}dz - \frac{2C'}{s \cdot \sigma_z}dz - \frac{2K \cdot \tan \varphi'}{s}dz \quad (5)$

Giải phương trình vi phân

$\sigma_z = \frac{S \cdot (\gamma - 2C' / S)}{2 \cdot K \cdot \tan \varphi'} \left\{ 1 - e^{-2K \tan \varphi' \frac{z}{s}} \right\} + p \cdot e^{-2K \tan \varphi' \frac{z}{s}} \quad (6)$

Theo kết quả thực nghiệm *Terzaghi* xác định $K = 1$. Giải phương trình 6 tìm mức độ gia tăng ứng suất đứng giữa hai bệ móng. So sánh ứng suất đứng giữa hai bệ móng và mức độ gia tăng ứng suất đứng trong nền đất. Để tạo ra cung vòm mức độ gia tăng ứng suất trong nền phải thấp hơn nhiều so với mức độ gia tăng ứng suất đứng trên bệ móng.

Hình 3a),b). Đường ứng suất cắt khi cửa sập dịch chuyển nhỏ theo Terzaghi [13]

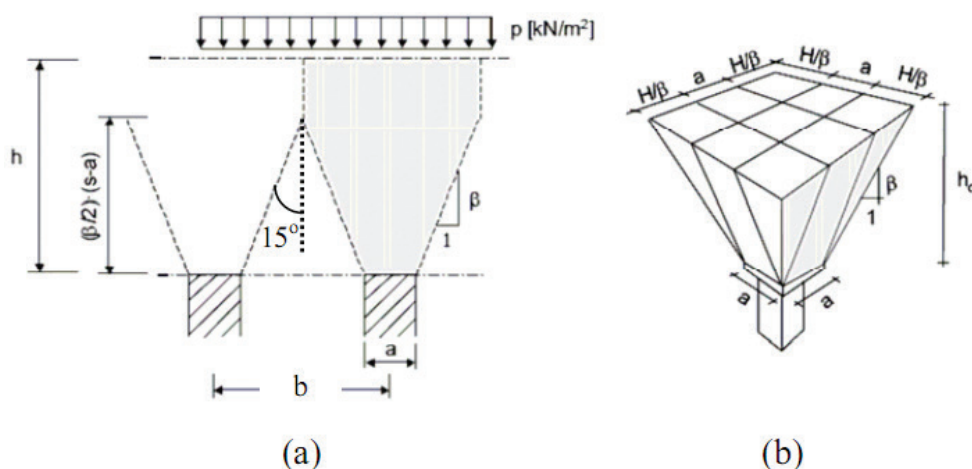


2.1.2. Theo Nordic Guideline

Phương pháp *Nordic Guideline* phân tích cung vòm trong đất theo dạng hình

nằm được đề nghị bởi *Carlsson (1987)*, theo phương pháp này góc tạo thành cung vòm là 30° như hình 5 [4].

Hình 4. Hình nêm của khối đất a) theo 2D; b) theo 3D đề nghị bởi Carlsson [4]



Trọng lượng của khối đất theo 2D được tính như sau $W = \frac{(b-a)^2}{4 \tan 15^\circ} \gamma$ (7)

với a : bề rộng cọc; b : khoảng cách 2 cọc tính từ tim; γ : dung trọng đất đắp.

Theo *Svant (2000)* đưa ra phương pháp tính khối đất 3D

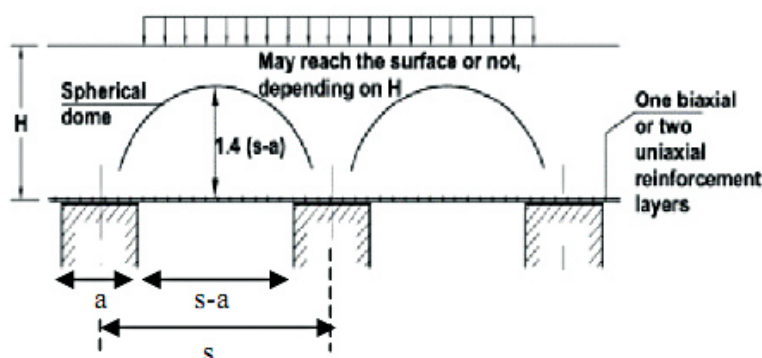
$$W = \frac{\gamma}{2a} \left\{ b^2 H - \frac{1}{6 \tan \beta} \left[(a + H \tan \beta)^3 - a^3 \right] \right\} \quad (8)$$

với a : bề rộng cọc; b : khoảng cách 2 cọc tính từ tim; γ : dung trọng đất đắp; H : chiều cao khối đất đắp; β : độ dốc mặt nêm.

2.1.3. Theo Viện tiêu chuẩn Anh (1995)

Phát triển do *Jones (1990)* dựa nghiên cứu của *Marston* và *Anderson (1913)* về cung vòm trong đỉnh của nhóm cọc như hình 6.

Hình 5. Bán cầu theo Viện tiêu chuẩn Anh [1]



Phân tích cung vòm dựa trên tỷ số giữa ứng suất đứng trên đỉnh cọc và ứng suất đứng trên nền đất yếu, P'_c/σ_v .

$$P'_c = \delta'_v \left[\frac{C_c a}{H} \right]^2 \quad (9)$$

Trong đó: C_c : Hệ số cung vòm

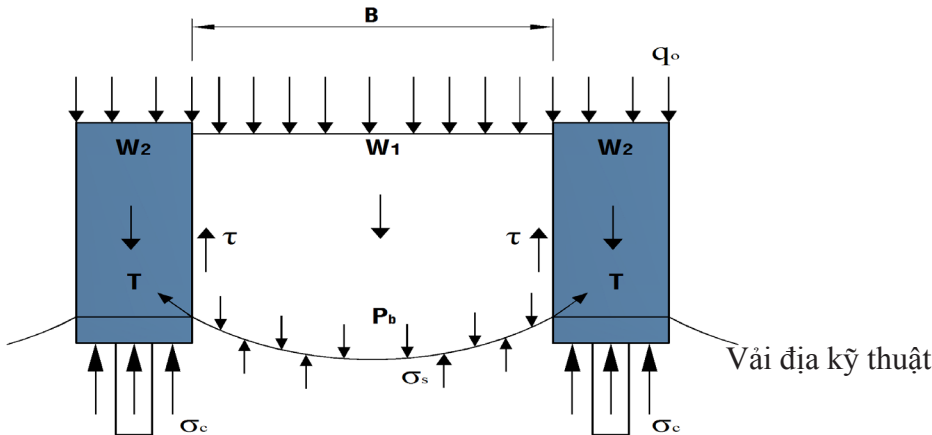
$C_c = 1.95(H/a) - 0.18$ cho cọc chống (không chịu uốn)

$C_c = 1.5(H/a) - 0.07$ cho cọc treo và các cọc khác (thông thường)

2.2. Hệ số tập trung ứng suất đầu cọc

Sự truyền tải trọng bản thân và tải trọng ngoài lên đầu cọc và nền đất yếu bên dưới thông qua lớp vải địa kỹ thuật như hình 6.

Hình 6. Sự truyền tải (trọng lượng bản thân, tải trọng ngoài) lên vải và đất nền [6]



2.2.1. Theo Mc.Nulty và Kempton

Theo Mc.Nulty (1965) và Kempton (1998) hệ số tập trung ứng suất phụ thuộc vào biểu thức sau:

$$\rho = \frac{P_b}{\gamma H + q_0} \quad (10)$$

Áp lực đứng trung bình phân bố lên vải P_b

Tải trọng trung bình ngoài phân bố trên nền đất q_0

Lực căng vải T

Khi $\rho = 0$: Xuất hiện cung vòm hoàn chỉnh

Khi $\rho = 1$: Không xuất hiện cung vòm.

Trọng lượng bản thân đất đắp γ

2.2.2. Theo Han

Theo Han (2003) đánh giá hệ số tập trung ứng suất thông qua biểu thức sau:

$$n = \frac{\sigma_c}{\sigma_s} \quad (11)$$

Với σ_c : ứng suất đứng phân bố trên đầu cọc

σ_s : ứng suất đứng phân bố trên đất giữa hai cọc

2.2.3. Theo Schmidt

Theo Schmidt (2004) đánh giá hệ số tập trung ứng suất thông qua biểu thức sau:

$$LKF = \frac{Q}{Q_s} = \frac{\sigma_c * A_c}{\gamma * H * A_c} \quad (12)$$

σ_c : ứng suất đứng phân bố trên đầu cọc

γ : Trọng lượng bản thân đất đắp

H : Chiều cao đất đắp

A_c : Tiết diện ngang của cọc

Tải trọng ngoài và trọng lượng bản thân đất đắp truyền xuống nền đất yếu bên dưới thông qua lớp vải địa kỹ thuật. Trên vải địa kỹ thuật sẽ có sự phân bố lại ứng suất. Dưới tác dụng của tải trọng (tải trọng

ngoài và trọng lượng bản thân) sẽ làm cho khối đất di chuyển xuống và được cản trở bởi sức kháng cắt τ (sức kháng cắt giữa các hạt đất không hoặc ít di chuyển (trên đầu cọc) và các hạt đất di chuyển nhiều (ở giữa cọc). Sức kháng cắt này sẽ làm giảm áp lực đứng của lớp đất đắp do đó sẽ gia tăng tải trọng trên nền cọc, gia tăng ứng suất đầu cọc hay còn gọi là tập trung ứng suất đầu cọc.

Lớp vải địa kỹ thuật sẽ phân bố lại ứng suất làm giảm ứng suất tác dụng lên nền đất yếu. Lượng ứng suất giảm này sẽ được tập trung lên đầu cọc do đó làm giảm bót lún đất nền giữa hai cọc. Sự giảm chuyển vị của khối đất giữa hai cọc là do ứng suất cắt τ giữa khối đất giữa hai cọc và khối đất trên đầu cọc. Tải trọng

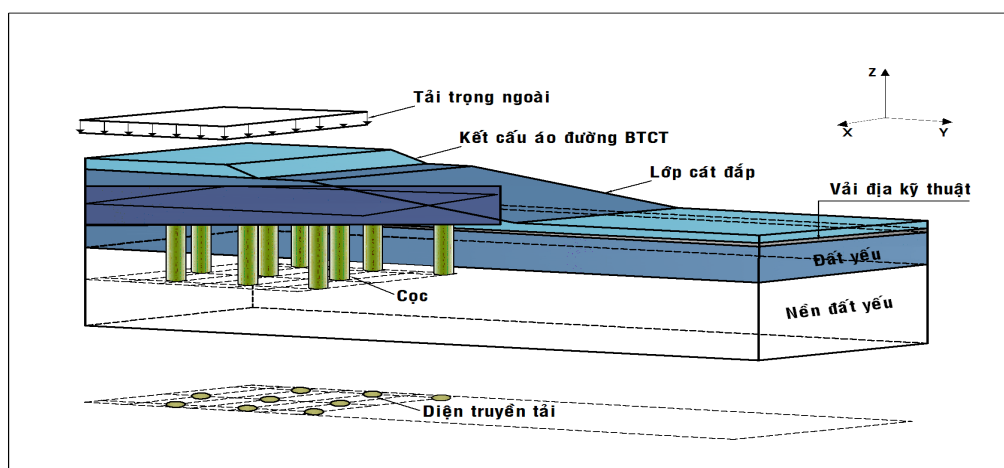
đứng trong nền đắp chuyển tiếp một phần trên đầu cọc.

Trong trường hợp khi mặt phẳng vải địa kỹ thuật hoàn toàn phẳng, không có độ lún khác nhau, không có chuyển vị giữa đất nền và khối đất đắp bên trên, thì cung vòm của đất, ứng suất kéo do tải trọng ngoài tác dụng lên nền đất yếu không thể phát triển. Trong trường hợp này việc tập trung ứng suất đầu cọc vẫn có nhưng rất ít là do sự tương quan độ cứng của vật liệu làm cọc và độ cứng nền đất yếu bên dưới.

3. MÔ HÌNH TÍNH

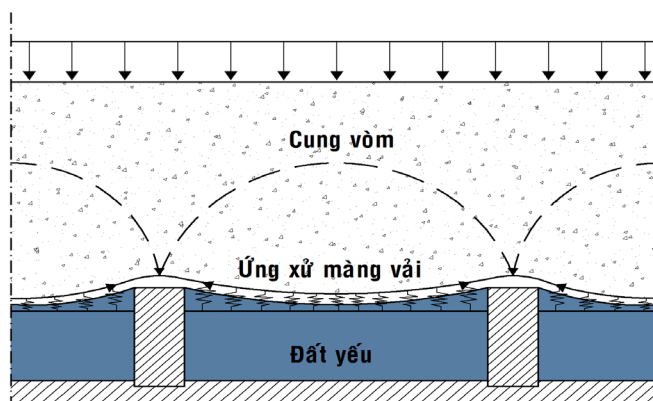
Mô hình xử lý nền đường bằng cọc bê tông cốt thép kết hợp vải địa kỹ thuật dưới khối đắp chịu tải phân bố đều khắp được mô tả trong hình 7.

Hình 7. Mô hình đắp trên cọc kết hợp vải địa kỹ thuật [4],[6]



Sự hình thành cung vòm trong lớp cát đất đắp thông qua ảnh hưởng hiệu ứng màng của vải địa kỹ thuật được thể hiện trong hình 8.

Hình 8. Sự hình thành cung vòm [4],[6]



3.1. Khả năng kéo căng vải khi gia tải

3.1.1. Theo Tiêu chuẩn Anh BS 8006 (1995)

Theo Tiêu chuẩn BS 8006 (1995) tính toán khả năng kéo căng của vải trên đầu cọc được tính toán dựa trên nguyên lý truyền tải trọng đất đắp và tải trọng ngoài lên vải thông qua các gối đỡ (đầu cọc) như công thức (13).

$$T_{rp} = \frac{W_T(s-a)}{2a} \sqrt{1 + \frac{1}{6\varepsilon}} \quad (13)$$

T_{rp} : Lực kéo trong vải trên 1m

W_T : Tải trọng thẳng đứng phân bố trên vải giữa các cọc

ε : Biến dạng dài (%) của vải địa kỹ thuật.

Phương trình:

$$T_{rp} = \sigma_s(s-a)\Omega$$

σ_s : Ứng suất do đất đắp gây ra trong vải

Ω : Hệ số không thứ nguyên liên quan đến biến dạng lệch của vải

s : Khoảng cách giữa hai cọc

a : Kích thước cạnh cọc

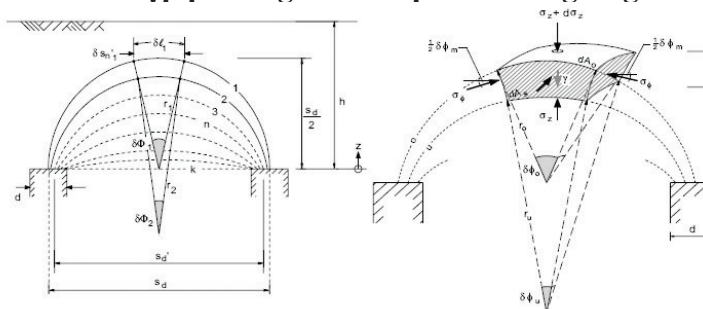
$$\Omega = \frac{1}{4} \left[\frac{2y}{(s-a)} + \frac{(s-a)}{2y} \right]$$

y : Độ võng của vải [1]

3.1.2. Theo Zaeske (2001) và Kempfer (2002)

Theo Zaeske và Kempfer đã sơ đồ hóa cung vòm trên đầu cọc dựa trên kết quả thí nghiệm mô hình của Zaeske (2001) tác giả đã thiết lập phương trình vi phân đường ứng suất như hình 9.

Hình 9. Thiết lập phương trình vi phân đường ứng suất [6]



Phương trình vi phân biểu diễn trạng thái cân bằng ứng suất:

$$-\sigma_z dA_u + (\sigma_z + d\sigma_z) dA_0 - 4\sigma_\phi dA_s \sin\left(\frac{\delta\phi_m}{2}\right) + \gamma dV = 0 \quad (14)$$

Trong đó:

$$dA_u = (r\delta_\phi)^2 \quad (15)$$

$$dA_0 = (r + dr)^2 \cdot (\delta_\phi + d\delta_\phi)^2 = 2d\delta_\phi \cdot r^2 \cdot \delta_\phi + 2dr \cdot r \cdot \delta_\phi^2 + r^2 \cdot \delta_\phi^2 \quad (16)$$

$$dA_s = \left(r + \frac{1}{2}dr\right) \cdot (\delta_\phi + \frac{1}{2}d\delta_\phi) \cdot dz = dz \cdot r \cdot \delta_\phi \quad (17)$$

$$dV = \left(r + \frac{1}{2}dr\right)^2 \cdot (\delta_\phi + \frac{1}{2}d\delta_\phi)^2 \cdot dz = dz \cdot r^2 \cdot d\delta_\phi^2 \quad (18)$$

Phương trình vi phân biểu diễn lực kéo căng trên vải

$$\frac{d^2 z}{dx^2} = \frac{q_2}{H} + \frac{C-x}{H} \quad (19)$$

Với

$$H = \frac{2 \cdot \int_0^i \sqrt{1 + (z_w^1)^2} \cdot dx + 2 \cdot \int_i^j \sqrt{1 + (z_p^1)^2} \cdot dx - l_0}{2 \cdot \int_0^i \left(1 + (z_w^1)^2\right) \cdot dx + 2 \cdot \int_i^j \left(1 + (z_p^1)^2\right) \cdot dx} \quad (20)$$

Trong đó

$$z_W(x) = A_{1,W} \cdot e^{\alpha_W \cdot x} + A_{2,W} \cdot e^{-\alpha_W \cdot x} - \frac{\beta_W}{\alpha_W^2} \quad 0 \leq x \leq i$$

$$z'_W(x) = \alpha_W \cdot \left(A_{1,W} \cdot e^{\alpha_W \cdot x} - A_{2,W} \cdot e^{-\alpha_W \cdot x} \right) \quad (21)$$

Lực kéo của vải khi gia tải. $S(x) = \varepsilon(x) / J = H \cdot \sqrt{1 + z'^2(x)}$ [6] (22)

4. MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM

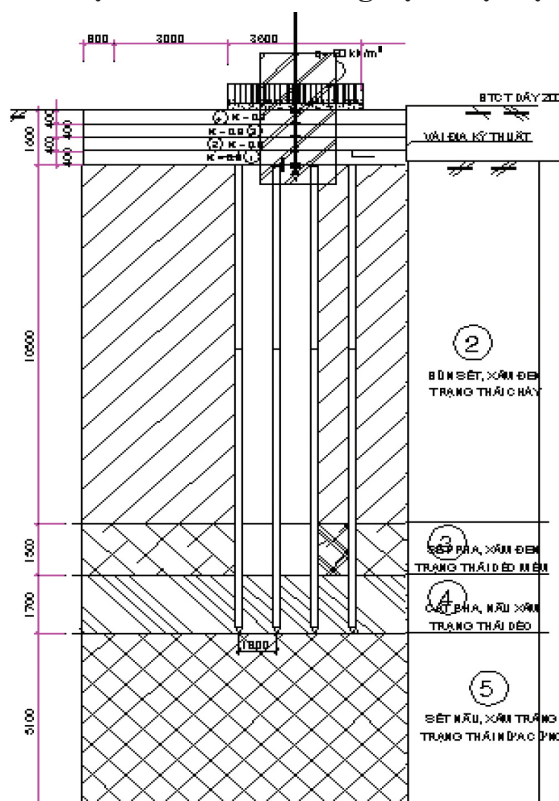
4.1. Mô hình thí nghiệm hiện trường

Mô hình tỷ lệ thực 1:1 được xây dựng tọa lạc tại Quốc lộ 60 trên địa bàn xã Tân Thạch huyện Châu Thành tỉnh Bến Tre.

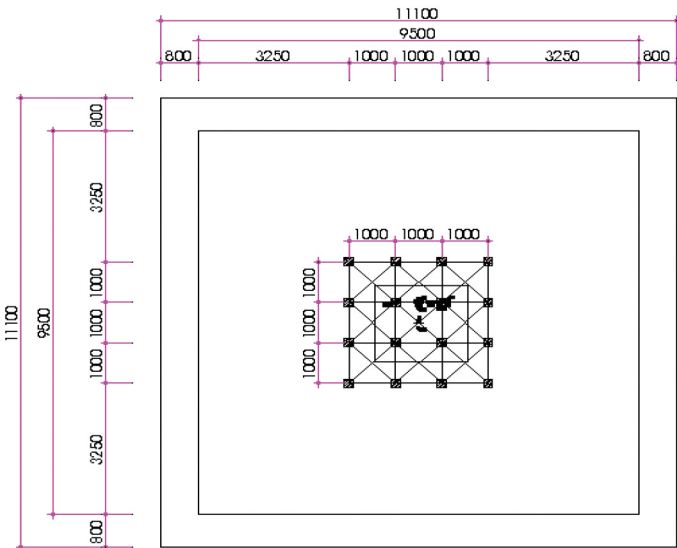
Mô hình được xây dựng với 16 cọc

bê tông cốt thép có B.20, chiều dài cọc L = 14m gồm 02 mô đun mỗi mô đun 7m. Vải địa kỹ thuật loại dệt cường độ cao khả năng chịu kéo đạt 100 kN/m độ giãn dài tối đa đạt 10%. Cát đắp là cát hạt to. Cát đắp gia tải là cát mịn, chiều cao đắp đạt 4m như hình 10,11.

Hình 10. Mặt cắt mô hình thí nghiệm thực tại hiện trường



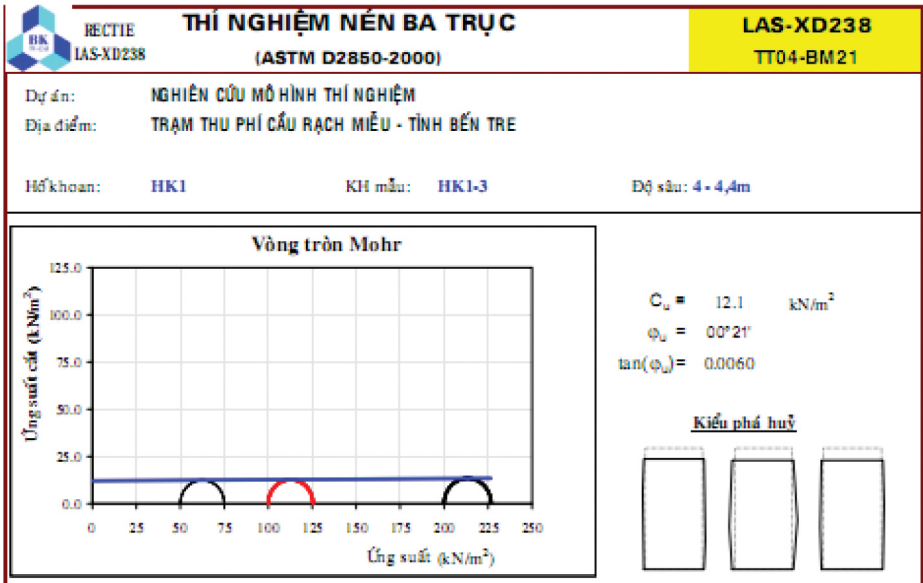
Hình 11. Mặt bằng mô hình thí nghiệm thực tại hiện trường



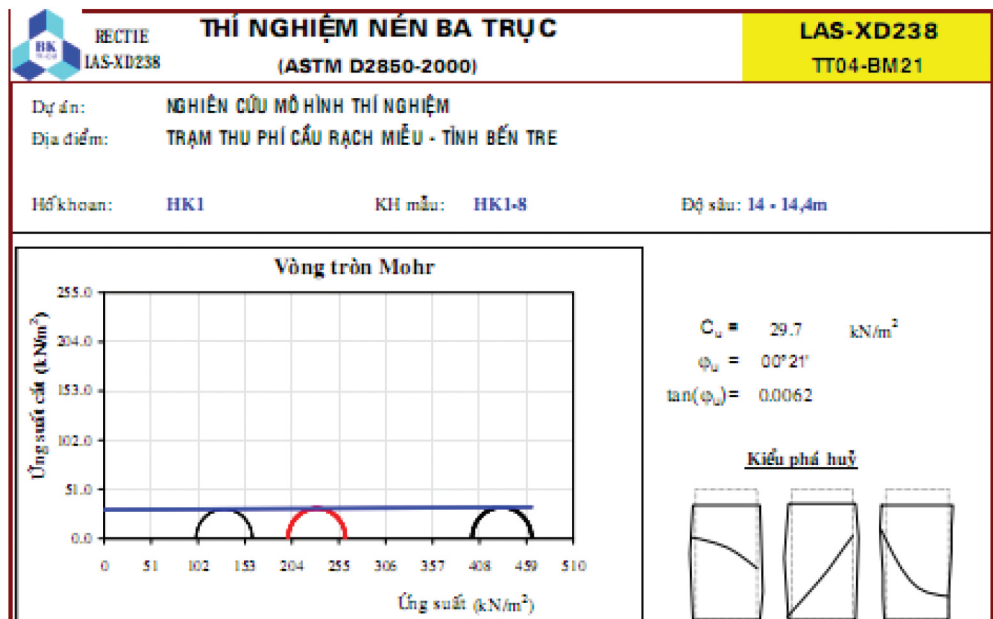
4.1.1. Thí nghiệm mẫu đất trong phòng

Khu đất làm mô hình thí nghiệm được khoan lấy mẫu thí nghiệm trong phòng để xác định các thông số đất nền cần thiết. Kết quả thí nghiệm mẫu tại phòng thí nghiệm Rectie Trường đại học Bách Khoa Tp.HCM được thể hiện trong các hình 12, 13, 14, 15.

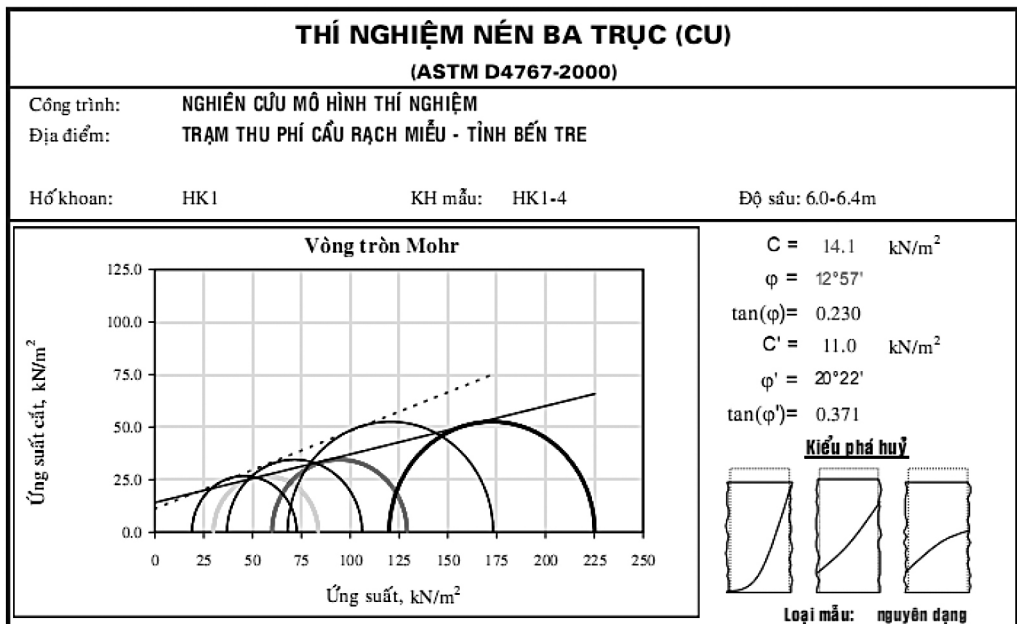
Hình 12. thí nghiệm nén 3 trục mẫu bùn sét ở độ sâu -4.4m theo sơ đồ UU



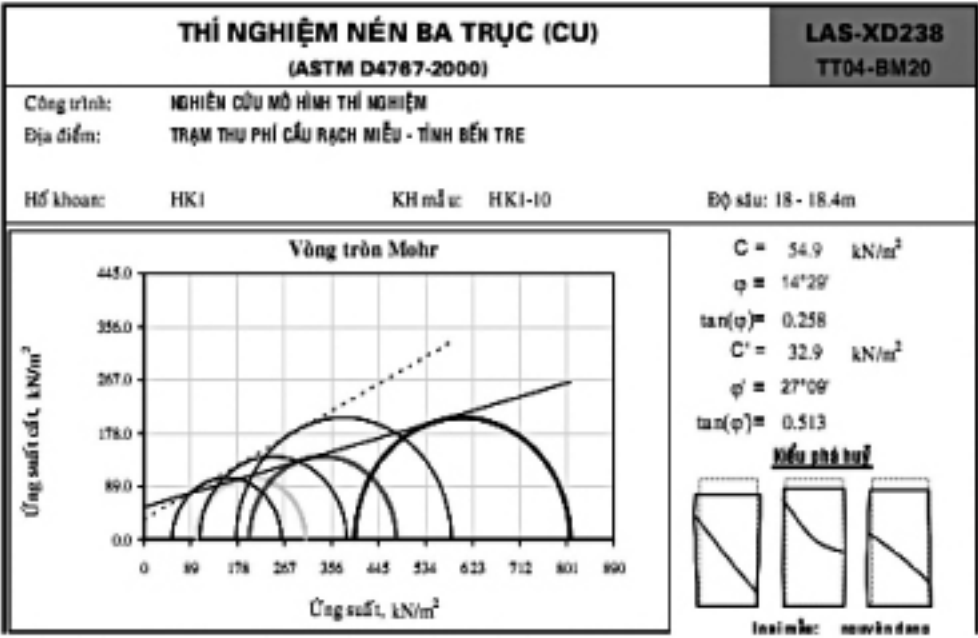
Hình 13. Thí nghiệm nén 3 trục mẫu bùn sét ở độ sâu -14.0 m theo sơ đồ UU
Thí nghiệm 3 trục mẫu bùn theo sơ đồ CU.



Hình 14. Thí nghiệm nén 3 trục mẫu bùn sét ở độ sâu -6.0 m theo sơ đồ CU



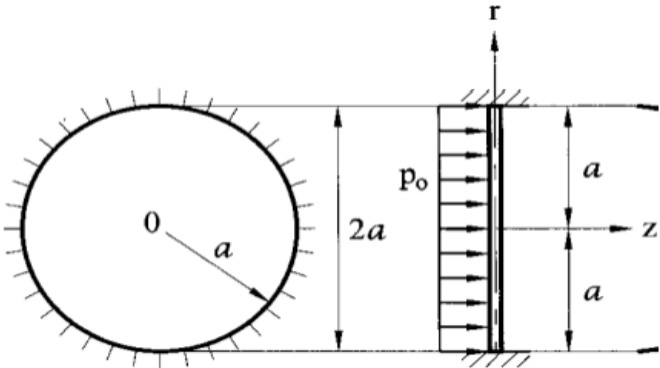
Hình 15. Thí nghiệm nén 3 trục mẫu bùn sét ở độ sâu -6.0 m theo sơ đồ CU



4.1.2. Nguyên lý làm việc của thiết bị đo ứng suất, đo áp lực nước lỗ rỗng

Ứng dụng lý thuyết biến dạng tấm mỏng chịu áp lực phân bố như hình 16.

Hình 16. Tấm kim loại mỏng chịu tải phân bố đều



Dưới tác dụng của áp lực, tấm kim loại mỏng biến dạng đàn hồi, làm thay đổi điện trở của cảm biến dán dính trên tấm kim loại. Từ sự biến đổi điện trở của cảm biến, cường độ dòng điện qua cảm biến cũng thay đổi. Bằng thiết bị đo, có thể ghi nhận sự biến đổi của dòng điện theo từng áp lực tác dụng lên tấm mỏng.

Vật liệu dùng chế tạo cảm biến là vật liệu dẫn điện, có quan hệ giữa biến dạng và điện trở biểu hiện qua tỷ số giữa biến thiên tương đối của điện trở với biến thiên tương đối của chiều dài cảm biến gọi là hệ số cảm biến (gauge factor).

$$R = \frac{rl}{A}$$

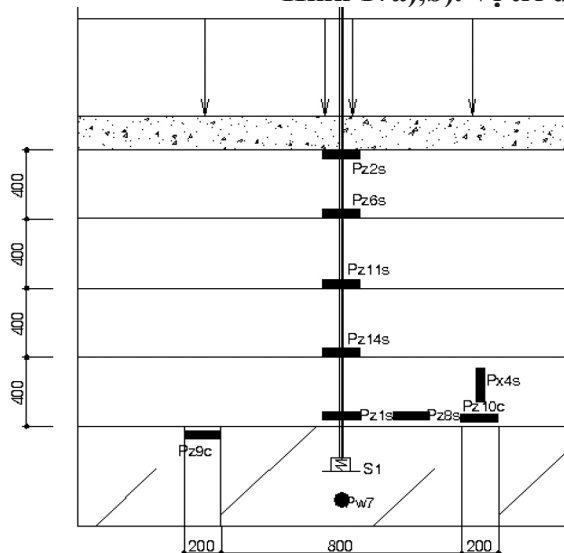
- Với R: Điện trở
 ρ : Điện trở suất
l: Chiều dài vật dẫn điện
A: Diện tích tiết diện dẫn điện

$$GF = \frac{dR / R}{dL / L}$$

- Với GF: Hệ số cảm biến
 dR : Độ biến thiên cảm biến
R : Điện trở
 dL : Độ biến thiên chiều dài
L : Chiều dài

Việc chế tạo thiết bị đo được kiểm chứng mức độ chính xác tại phòng thí nghiệm cơ học của Trường Đại học Bách Khoa Tp. Hồ Chí Minh, nơi mà trước đây đã thực hiện chế tạo thiết bị đáng tin cậy và thành công cho việc nghiên cứu của nhiều nghiên cứu sinh trong cả nước.

Hình 17a),b). Vị trí đặt các thiết bị đo trong mô hình

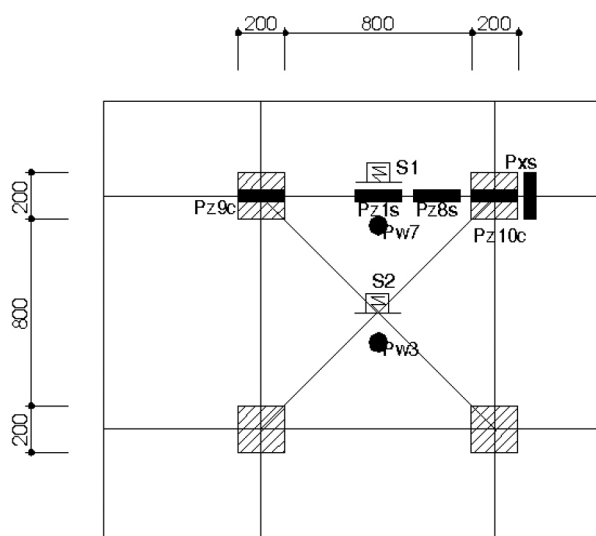


a)

4.2. Kết quả mô hình thí nghiệm hiện trường

Đo ứng suất phân bố

Vị trí đặt các thiết bị đo ứng suất được thể hiện trong hình 17a),b)



b)

Các đầu đo ứng suất trong mô hình thí nghiệm được đặt tại các vị trí nhằm thu thập các giá trị ứng suất tại các điểm để phân tích ảnh hưởng của hiệu ứng vòm trong giải pháp thiết kế xử lý nền này. Các thiết bị được đặt trên tấm đệm phẳng nhằm tránh lệch thiết bị trong quá trình thí nghiệm.

Ps7 là đầu đo áp lực nước lỗ rỗng đặt tại giữa khoảng cách 02 cọc.

Ps3 là đầu đo áp lực nước lỗ rỗng đặt tại giữa tâm 04 cọc.

Ps9 là đầu đo ứng suất đặt trên đầu cọc nhưng dưới lớp vải địa kỹ thuật.

Ps1 là đầu đo ứng suất đặt giữa 02 cọc nhưng trên lớp vải địa kỹ thuật.

Ps4 là đầu đo ứng suất đặt trên đầu cọc đo ứng suất đứng theo phương ngang.

Ps8 là đầu đo ứng suất đặt cách cọc $\frac{1}{4}$ khoảng cách cọc nhưng trên lớp vải địa kỹ thuật.

Ps10 là đầu đo ứng suất đặt trên đầu cọc nhưng trên lớp vải địa kỹ thuật

Ps14 là đầu đo ứng suất đặt trong lớp cát đắp cách đầu cọc 0.4m theo phương đứng.

Ps11 là đầu đo ứng suất đặt trong lớp cát đắp cách đầu cọc 0.8m theo phương đứng.

Ps6 là đầu đo ứng suất đặt trong lớp cát đắp cách đầu cọc 1.2m theo phương đứng.

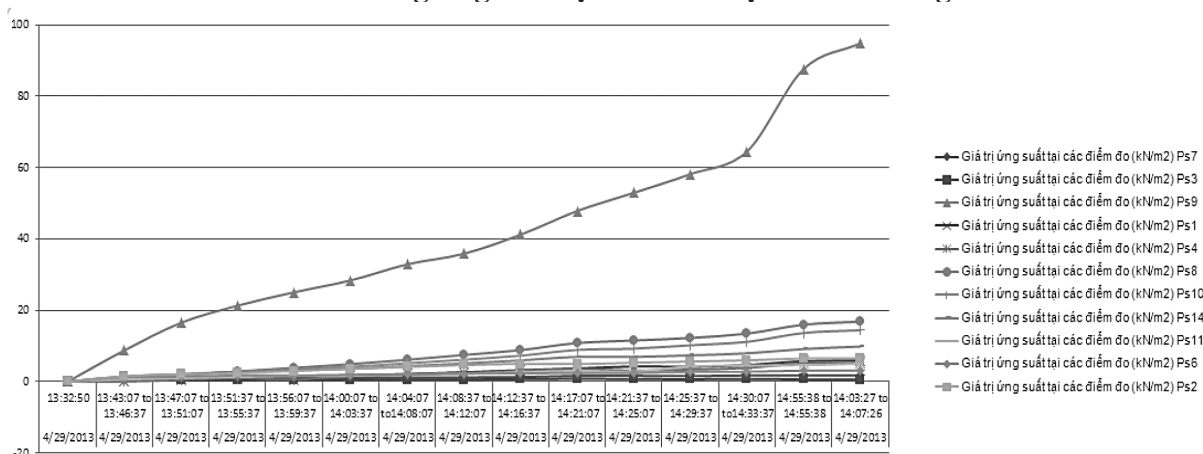
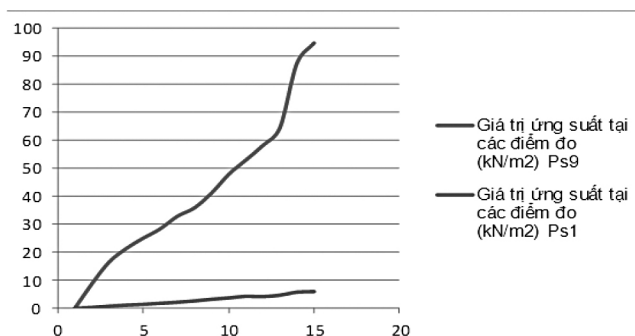
Ps2 là đầu đo ứng suất đặt trong lớp cát đắp cách đầu cọc 1.6m theo phương đứng.

Kết quả đo ở cấp tải trọng ngoài (đất đắp gia tải 24kN/m^2) được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1 tính giá trị ứng suất tại các điểm đo (kN/m^2).

Bảng 1. Tính giá trị ứng suất tại các điểm đo (kN/m2)

Ngày ghi số liệu	Giờ	Ps7	Ps3	Ps9	Ps1	Ps4	Ps8	Ps10	Ps14	Ps11	Ps6	Ps2
4/29/2013	13:32:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4/29/2013	13:43:07 to 13:46:37	0.64	0.64	8.749	0.275	0.053	0.618	1.184	1.485	0.608	1.323	1.519
4/29/2013	13:47:07 to 13:51:07	0.917	0.353	16.481	0.737	0.488	1.691	1.89	2.09	0.959	1.457	2.08
4/29/2013	13:51:37 to 13:55:37	1.009	0.434	21.3	1.109	0.942	2.87	2.816	2.804	1.321	1.728	2.367
4/29/2013	13:56:07 to 13:59:37	1.101	0.515	25.046	1.389	0.544	3.881	3.549	3.318	1.543	1.728	2.954
4/29/2013	14:00:07 to 14:03:37	1.101	0.557	28.384	1.765	1.598	4.906	4.187	3.629	1.618	1.934	3.557
4/29/2013	14:04:07 to14:08:07	1.194	0.557	32.877	2.143	2.099	6.133	5.16	4.361	2.076	2.004	4.098
4/29/2013	14:08:37 to 14:12:07	1.194	0.598	35.862	2.619	2.486	7.474	6.153	5.101	2.231	2.214	4.653
4/29/2013	14:12:37 to 14:16:37	1.286	0.724	41.161	3.195	3.02	8.837	7.278	5.958	2.708	2.356	4.975
4/29/2013	14:17:07 to 14:21:07	1.658	0.851	47.818	3.678	3.504	10.819	8.894	6.934	3.034	2.428	4.894
4/29/2013	14:21:37 to 14:25:07	1.658	0.766	52.909	4.264	30.89	11.523	9.246	6.934	2.789	2.428	5.302
4/29/2013	14:25:37 to 14:29:37	1.565	0.682	58.145	4.166	3.364	12.231	10.196	7.373	4.315	2.717	5.633
4/29/2013	14:30:07 to14:33:37	1.751	0.808	64.491	4.657	3.858	13.459	11.162	7.925	4.493	2.79	5.968
4/29/2013	14:55:38 to 14:55:38	1.751	0.64	87.57	5.749	5.118	15.96	13.642	9.154	4.582	3.085	6.479
4/29/2013	14:03:27 to 14:07:26	1.751	0.557	94.801	5.95	5.273	16.807	14.405	9.834	5.036	3.085	6.565

Hình 18. Đường ứng suất tại các thiết bị đo theo thời gian**Hình 19. Đường ứng suất tại các thiết bị đo theo thời gian tại 02 đầu đo Ps9 và Ps1**

5. KẾT LUẬN

Dưới tác dụng của hiệu ứng màng vải địa kỹ thuật hệ số tập trung ứng suất từ mô hình thí nghiệm $n = 10.84$, ứng suất phân bố trên nền đất yếu đạt $\sigma_s = 5.95 \text{ kN/m}^2$ trong khi ứng suất tập trung đầu cọc $\sigma_c = 64.49 \text{ kN/m}^2$.

Nếu bỏ qua một phần tác dụng của hiệu ứng màng vải địa kỹ thuật thì hệ số tập trung ứng suất đầu cọc $n = 2.5$, ứng suất phân bố trên nền đất yếu đạt $\sigma_s = 5.95 \text{ kN/m}^2$ trong khi ứng suất tập trung đầu cọc $\sigma_c = 14.4 \text{ kN/m}^2$.

Từ kết quả thu được, cho thấy giải pháp xử lý nền theo phương pháp này có

thể ứng dụng tốt cho việc xử lý nền đường, kho xưởng công nghiệp trong điều kiện đất yếu đồng bằng sông Cửu Long, rút ngắn được thời gian thi công so với những phương pháp xử lý nền khác như gia tải trước, bơm hút chân không, bắt thấm,...

Khoảng cách cọc xử lý nền trong mô hình $S = 1.0\text{m}$, nên hiệu quả tập trung ứng suất đầu cọc là khá lớn. Tuy nhiên khi thiết kế để đạt hiệu quả kinh tế cao thì khoảng cách cọc sẽ lớn hơn điều này sẽ làm giảm hệ số tập trung ứng suất đầu cọc tăng khả năng lún của nền. Vì vậy người thiết kế cần phải tính toán và đánh giá lại hệ số tập trung ứng suất đầu cọc cho phù hợp với mô hình tính.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. British Standard, code of practice of strengthened/ reinforced soils and other fills, chapter 9 BS 8006, 1995.
2. Châu Ngọc Ân, Cơ học đất Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp.HCM, 2011.
3. Châu Ngọc Ân, Nền Móng Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp.HCM, 2010.
4. Chevalier, B. Le Hello, G. Combe, P. Villard, Coupling finite elements and discrete elements methods, application to reinforced embankment by piles and geosynthetics, 1998.
5. D.T. Bergada, J.C. Chai, Những biện pháp kỹ thuật mới cải tạo đất yếu trong xây dựng, 1994.
6. Gourg Samir Fahmi Farag, Leateral Spreading in basal reinforced embankments supported by pile – like element, University Kassel, 2008.
7. Nguyễn Minh Tâm, Trần Xuân Thọ, Hui-Joon Kim, Du-Hwoe Jung, Đánh giá hiệu ứng vòm trong nền đường được hỗ trợ hệ thống cột đất trộn sâu, 2005.
8. Nguyen Minh Tam, The behavior of DCM (Deep ciment mixing), Columns under highway embankments by finite element analysis, august 2006.
9. Nguyễn Minh Tâm, Trần Xuân Thọ, Hui-Joon Kim, Du-Hwoe Jung báo cáo đánh giá hiệu ứng vòm trong nền đường được hỗ trợ hệ thống cột đất trộn sâu.
10. Nguyễn Minh Tâm, Đinh Công Phương phân tích các phương pháp tính toán sự phân bố tải trọng lên nền đường gia cố bởi hệ cọc dựa trên hiệu ứng vòm.
11. Tiêu chuẩn Anh, Tiêu chuẩn thực hành đất và các vật liệu đắp khác có gia cường (có cốt), 1995.
12. Rutugandha Gangakhedkar, Geosynthetic Reinforced Pile Supported Embankments a thesis presented to the graduate school of the university of florida, USA, 2004.
13. Jonh Wily and Sons, New York Terzaghi, Theoretical Soil Mechanics, 1943.