

# PHÂN TÍCH ỨNG XỬ CỦA LỚP CÁT ĐỆM KẾT HỢP VẢI ĐỊA KỸ THUẬT TRÊN ĐẦU CỌC TRONG NỀN NHÀ XƯỞNG CHỊU TẢI PHÂN BỐ ĐỀU

Nguyễn Tuấn Phương, Châu Ngọc Ân, Võ Phán

## Tóm tắt

Nội dung chính của bài báo là phân tích ứng xử của lớp cát đệm kết hợp vải địa kỹ thuật trên đầu cọc theo phương pháp phần tử hữu hạn nhằm giúp cho người thiết kế chú ý đến sự tương quan giữa khoảng cách cọc và chiều cao đắp hợp lý khi thiết kế nền theo phương pháp này.

**Từ khóa:** Vải địa kỹ thuật trên đầu cọc; Đất yếu; Cọc trong công trình đắp.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong điều kiện kinh tế ngày càng phát triển cùng với xu hướng công nghiệp hoá hiện đại hoá. Nhu cầu phát triển công nghiệp ngày càng tăng, nhiều nhà máy, xí nghiệp được đầu tư xây dựng ở nhiều tỉnh thành trong cả nước, đặt biệt nhu cầu này càng tăng nhanh ở các tỉnh Đồng Bằng Sông Cửu Long. Với cấu tạo địa chất là đất yếu, có nơi dày đến 30 ÷ 40m độ sâu. Vì vậy để đáp ứng nhu cầu cho ngành xây dựng trong thời gian gần đây có rất nhiều công trình nghiên cứu được thực hiện thành công trên vùng đất này.

Riêng đối với công trình đắp (đường dẫn vào cầu, đường đắp cao, sân chứa hoặc các nhà kho chứa) xây dựng trên đất yếu thì vấn đề lún không đều lún nhiều và lâu gây không ít khó khăn cho vận hành công trình như đường vào cầu chờ lún (đường Nguyễn Hữu Cảnh Tp. Hồ Chí Minh lún quá nhiều (0.5 ÷ 1m) theo báo cáo Sở Giao thông Vận tải Tp. Hồ Chí Minh. Có rất nhiều giải pháp xử lý vấn đề này như gia tải trước, cọc bê tông cốt thép (BTCT), cọc đất trộn xi măng kết hợp bộ giảm tải BTCT và gần đây có thêm giải pháp gia cố nền đất yếu bằng cọc có kết hợp vải địa kỹ thuật.

Việc “Phân tích ứng xử của lớp cát đệm kết hợp vải địa kỹ thuật trên đầu cọc trong nền nhà xưởng chịu tải phân bố đều” nhằm mục đích phân tích giải pháp mới và rút kinh nghiệm từ công trình thực tế Metro Hưng Lợi Cần Thơ là hết sức cần thiết.

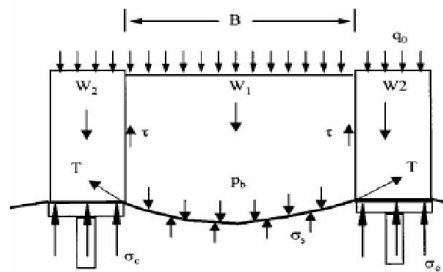
## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

### 2.1 LÝ THUYẾT HIỆU ỨNG VÒM

Theo Mc.Nulty (1965) cung vòm trong đất được tạo ra khi những phần tử đất dịch chuyển từ vị trí này sang vị trí khác dưới tác dụng của tải trọng. Khi một phần tử đất ở nơi này được di chuyển đến nơi khác sẽ đẩy những phần tử đất lân cận, các phần tử đất bên cạnh tiếp tục bị đẩy tạo ứng suất cắt căng và bán kính cung đạt trạng thái cân bằng. Sự chuyển tiếp của nhiều điểm không ổn định dưới tác dụng của áp lực đứng, cấu trúc đất được tái sắp xếp tạo thể ổn định. Quá trình này tạo ra cung vòm [4],[6].

#### 2.1.1 SỰ TRUYỀN TẢI

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 1.



Hình 1. Sự truyền tải (trọng lượng bản thân, tải trọng ngoài) lên vải và đất nền [5]

Theo Mc. Nulty (1965) và Kempton et al. (1998) hệ số tập trung ứng suất phụ thuộc vào biểu thức sau: 
$$\rho = \frac{P_b}{\gamma H + q_0} \quad (1)$$

Áp lực đứng trung bình phân bố lên vải  $p_b$

Tải trọng trung bình ngoài phân bố trên nền đắp  $q_0$

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  $\gamma$

Theo Han (2003) đánh giá hệ số tập trung ứng suất thông qua biểu thức sau:  $n = \frac{\sigma_c}{\sigma_s}$  (2)

Với  $\sigma_c$ : ứng suất đứng phân bố trên đầu cọc

$\sigma_s$ : ứng suất đứng phân bố trên đất giữa hai cọc

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

$$LKF = \frac{Q}{Q_s} = \frac{\sigma_c * A_c}{\gamma * H * A_c} \quad (3)$$

$\sigma_c$ : ứng suất đứng phân bố trên đầu cọc

$\gamma$ : Trọng lượng bản thân đất đắp

H: Chiều cao đất đắp

$A_c$ : Tiết diện ngang của cọc

### 2.1.2 NHÂN TỔ GIẢM ỨNG SUẤT

Nhân tổ giảm ứng suất được ký hiệu  $S_{3D}$ .  $S_{3D}$  được định nghĩa là tỷ số giữa tải trọng thẳng đứng phân phối tác dụng lên cao độ đáy đoạn nằm giữa các đầu và ứng suất bản thân của khối đất đắp.

$$S_{3D} = \frac{2W_T(s-a)}{\gamma H(s^2 - a^2)} \quad (4)$$

S: Khoảng cách từ tim cọc đến tim cọc

a: Cạnh cọc

WT: Tải trọng thẳng đứng phân phối tác dụng lên cao độ đáy đoạn nằm giữa các đầu cọc liền kề.

$\gamma$ : Trọng lượng đơn vị của đất đắp

H: Chiều cao đất đắp

#### 2.1.2.1 THEO TIÊU CHUẨN BS 8006 (1995)

Theo Tiêu chuẩn BS 8006 (1995), sự phân bố tải trọng đứng đang hoạt động giữa 2 cọc là được ký hiệu là  $W_T$

Cho  $H > 1.4 \times (s-a)$

$$W_T = \frac{1.4 s f_{fs} \gamma (s-a)}{s^2 - a^2} * \left[ s^2 - a^2 \left( \frac{P'_c}{\delta'_v} \right) \right] \quad (5)$$

Cho  $0.7(s-a) \leq H \leq 1.4(s-a)$

$$W_T = \frac{s(f_{fs} \gamma H + f_q \omega_s)}{s^2 - a^2} \left[ s^2 - a^2 \left( \frac{P'_c}{\delta'_v} \right) \right] \quad (6)$$

Nếu  $S^2/a^2 \leq P'_c/\sigma'_v$  thì  $W_T = 0$

Trong đó:

WT: Tải trọng thẳng đứng phân phối tác dụng lên cao độ đáy đoạn nằm giữa các đầu cọc liền kề.

s: Khoảng cách giữa hai cọc

a: Kích thước cạnh cọc

$\omega_s$ : Tải trọng ngoài phân bố đều

$P'_c$ : Ứng suất theo phương đứng trên đầu cọc

$\sigma'_v$ : Ứng suất trung bình ở đáy nền đắp.

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

$f_{fs}$ : Hệ số tải trọng riêng phần của đất (tra bảng 27 trang 131 Tiêu chuẩn BS 8006: 1995)

$f_q$ : Hệ số tải trọng riêng phần đối với tải trọng ngoài (tra bảng 27 trang 131 Tiêu chuẩn BS 8006: 1995)

$\gamma$ : Trọng lượng đơn vị của đất đắp

H: Chiều cao đất đắp [3]

Theo Marston [1]

$$P'_c = \delta'_v \left[ \frac{C_c * a}{H} \right]^2 \quad (7)$$

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)

Phương trình hệ số giảm ứng suất:

$$S_{3D} = \frac{2.8s}{(s+a)^2 H} \left( s^2 - a^2 \left( \frac{P_c}{\gamma H} \right) \right) \quad (8)$$

### 2.1.2.2 THEO KART VON TERZAGHI

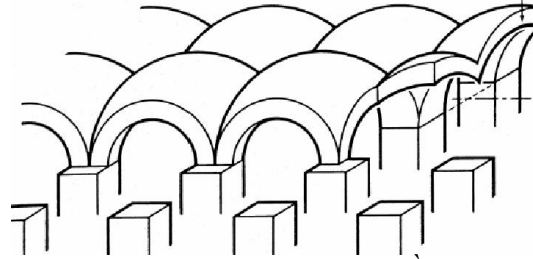
Phương pháp này dựa trên kết quả từ thí nghiệm mô hình cửa sập:

$$S_{3D} = \frac{(s^2 - a^2)}{4 H a K \tan(\phi')} \left( 1 - e^{-\frac{4 a H K \tan(\phi')}{s^2 - a^2}} \right) \quad (9)$$

$K$ : hệ số áp lực đứng  $K = 1$  [3]

### 2.1.2.3 THEO HEWLETT VÀ RANDOLPH (1988)

Theo Hewlett và Randolph sơ đồ vòm phân bố trong lớp cát đệm như bán hình bán cầu và chiều cao cung vòm là chiều cao đỉnh bán cầu được thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Mô hình đỉnh bán cầu[5]

Phương trình hệ số giảm ứng suất ở đỉnh cung vòm

$$S_{3D} = \left( 1 - \frac{a}{s} \right)^{2(K_p - 1)} \left( 1 - \frac{s}{2\sqrt{H}} \times \frac{2(K_p - 1)}{(2K_p - 3)} \right) + \frac{(s-a)}{\sqrt{2H}} \times \frac{2(K_p - 1)}{(2K_p - 3)} \quad (10)$$

Phương hệ số giảm ứng suất trên đầu cọc

$$S_{3D} = \frac{1}{\left( \frac{2K_p}{K_p + 1} \right) \left( \left( 1 - \frac{a}{s} \right)^{(1 - K_p)} - \left( 1 - \frac{a}{s} \right) \left( 1 + \frac{a}{s} K_p \right) \right) + \left( 1 - \frac{a^2}{s^2} \right)} \quad (11)$$

$K_p$ : Áp lực đất bị động.

$s$ : Khoảng cách giữa hai cọc

$a$ : Kích thước cạnh cọc

### 2.1.2.4 THEO GUIDO

Theo Guido hệ số giảm ứng suất trên nền đất yếu là tỷ số giữa khoảng cách cọc và chiều cao đắp

$$S_{3D} = \frac{(s-a)}{3\sqrt{2H}} \quad (12)$$

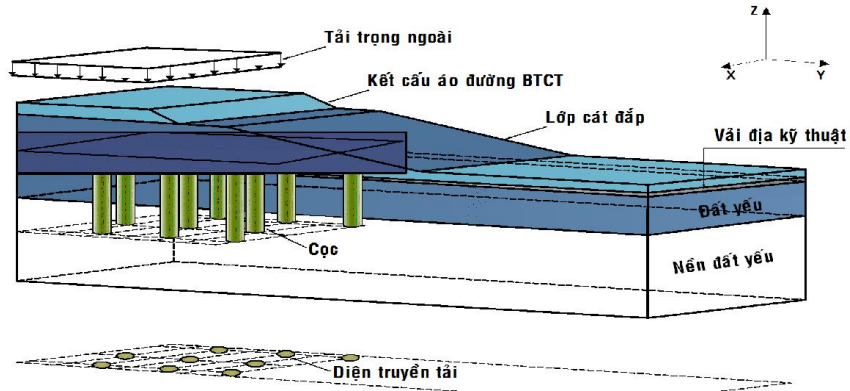
$s$ : Khoảng cách giữa hai cọc

$a$ : Kích thước cạnh cọc

$H$ : Chiều cao đất đắp

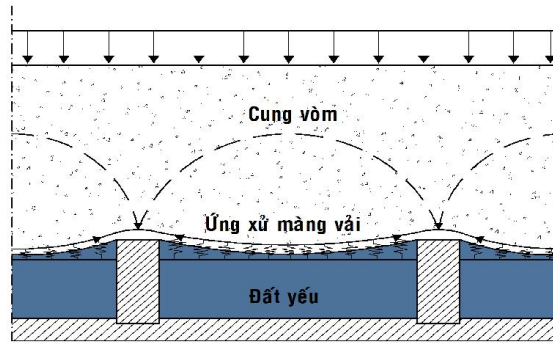
## 3. MÔ HÌNH TÍNH

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 3.



Hình 3. Mô hình đắp trên cọc kết hợp vải địa kỹ thuật [4],[5]

Sự hình thành cum vòm trong lớp cát đắp thông qua ảnh hưởng hiệu ứng màng của vải địa kỹ thuật được thể hiện trong hình 4.



Hình 4. Sự hình thành cum vòm [4],[5]

### 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

$\varepsilon$ : Biến dạng dài (%) của vải địa kỹ thuật.

Phương trình:

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

$\sigma_s$ : Ứng suất do đất đắp gây ra trong vải

$\Omega$ : Hệ số không thứ nguyên liên quan đến biến dạng lệch của vải

$s$ : Khoảng cách giữa hai cọc

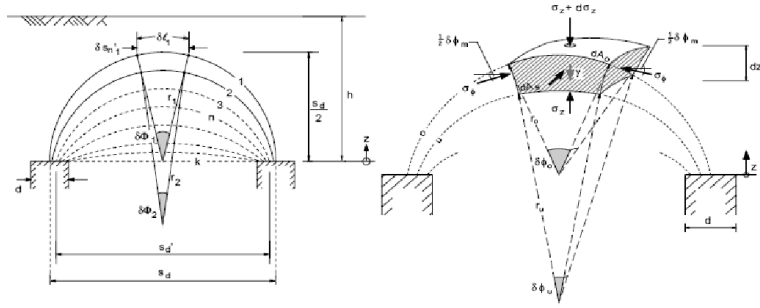
$a$ : Kích thước cạnh cọc

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

$y$ : Độ võng của vải [1]

#### 3.1.1 THEO ZAESKE (2001) VÀ KEMPFFER (2002)

Theo Zaeske và Kempfer đã sơ đồ hóa cum 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.



Hình 5. Thiết lập phương trình vi phân đường ứng suất [2]

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:

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

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

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

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

Phương trình vi phân biểu diễn lực kéo căng trên vải

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

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

Trong đó

$$z_W(x) = A_{1,W} \cdot e^{\alpha_W \cdot x} + A_{2,W} \cdot e^{-\alpha_W \cdot x} - \frac{\beta_W}{\alpha_W} \quad 0 \leq x \leq i \quad (21)$$

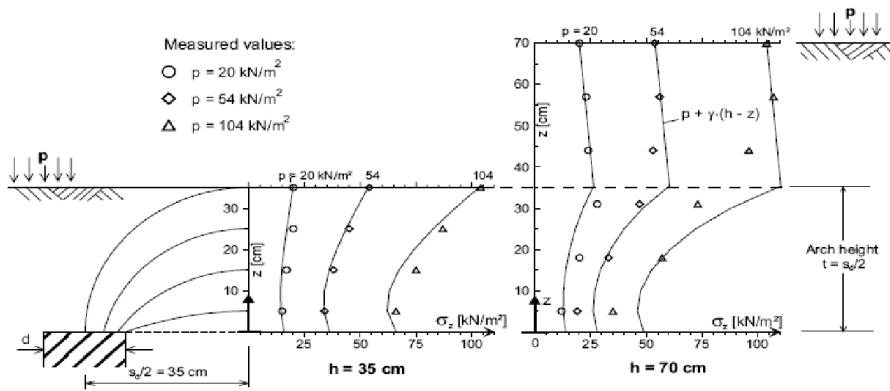
$$z'_W(x) = \alpha_W \cdot \left( A_{1,W} \cdot e^{\alpha_W \cdot x} - A_{2,W} \cdot e^{-\alpha_W \cdot x} \right)$$

Lực kéo của vải khi gia tải.

$$S(x) = \varepsilon(x) / J = H \cdot \sqrt{1 + z'^2(x)} \quad (17)$$

### 3.2 KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH

Theo Zaeske (2001) đã thí nghiệm để kiểm chứng hiệu ứng vòm với tỷ lệ 1/3 so với kích thước thật gồm 04 cọc trong đất yếu, bên trên đầu cọc trái một lớp vải địa kỹ thuật đỡ lớp cát có chiều dày thay đổi. Tác động tải phân bố đều trên mặt lớp cát, các ứng suất phân bố trong lớp cát và trên đầu cọc được ghi nhận bởi các đầu đo ứng suất.



Hình 6. Kết quả mô hình thí nghiệm Zaeske (2001)[2]

Kết quả thí nghiệm được ghi nhận như sau:

Trường hợp 1: khoảng cách giữa hai phần tử cọc  $s = 70\text{cm}$  lớp cát đắp  $35\text{cm}$ , tải trọng tác động lần lượt là  $20\text{kPa}$ ,  $54\text{kPa}$ ,  $104\text{kPa}$  ứng suất thẳng đứng đo được tại các điểm giữa hai cọc cao hơn đầu cọc lần lượt là  $5\text{cm}$ ,  $15\text{cm}$ ,  $25\text{cm}$ .

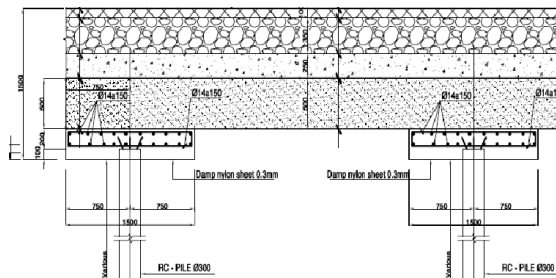
- Khi  $p = 20\text{kPa}$  giá trị ứng suất:  $15 - 16 - 19\text{ kPa}$
- Khi  $p = 54\text{kPa}$  giá trị ứng suất:  $33 - 42 - 45\text{ kPa}$
- Khi  $p = 104\text{kPa}$  giá trị ứng suất:  $65 - 75 - 87\text{ kPa}$

Trường hợp 2: khoảng cách giữa hai phần tử cọc  $s = 70\text{cm}$  lớp cát đắp  $70\text{cm}$ , tải trọng tác động lần lượt là  $20\text{kPa}$ ,  $54\text{kPa}$ ,  $104\text{kPa}$  ứng suất thẳng đứng đo được tại các điểm giữa hai cọc cao hơn đầu cọc lần lượt là  $5\text{cm}$ ,  $20\text{cm}$ ,  $30\text{cm}$ ,  $45\text{cm}$ ,  $55\text{cm}$ .

- Khi  $p = 20\text{kPa}$  giá trị ứng suất:  $15 - 20 - 29 - 25 - 22\text{kPa}$
- Khi  $p = 54\text{kPa}$  giá trị ứng suất:  $20 - 33 - 46 - 54 - 57\text{kPa}$
- Khi  $p = 104\text{kPa}$  giá trị ứng suất:  $35 - 57 - 73 - 95 - 107\text{kPa}$

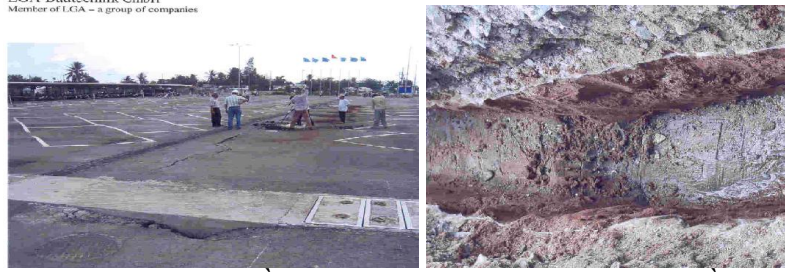
#### 4. MÔ HÌNH THIẾT KẾ CỦA INGENIEURGESELLSCHAFT GEOTECHNIK WALZ (IGW) ĐỨC DO DR.-ING.PETER WALDHOFF THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH METRO HƯNG LỢI CẦN THƠ

Mô hình sử dụng cọc tròn đường kính  $D=300\text{mm}$ , khoảng cách bố trí cọc  $S=4000\text{mm}$ , trên đầu cọc là bê tông cốt thép kích thước  $1500 \times 1500 \times 300\text{mm}$ , bên trên là lớp vải địa kỹ thuật cường độ cao đắp cát hạt to cao  $500\text{mm}$ , lớp bê tông đá  $10 \times 20\text{ B.15}$  dày  $250\text{mm}$ , lớp đá  $0 \times 40\text{mm}$  cấp phối dày  $350$ , lớp kết cấu áo đường dày  $100\text{mm}$ .



Hình 7. Thiết kế kết cấu xử lý nền công trình Metro Hưng Lợi Cần Thơ

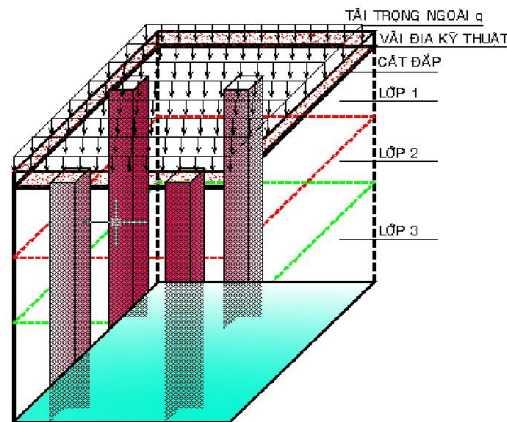
Biến dạng lún của công trình sau khi thi công hoàn thành.



Hình 7. Lún không đều của công trình Metro Hưng Lợi Cần Thơ  
(Khảo sát chênh lệch lún giữa bê cọc và đất nền  $\approx 30\text{cm}$ )

## 5. THIẾT LẬP MÔ HÌNH MỚI

Thiết lập lại mô hình sử dụng cọc bê tông cốt thép có cấp độ bền B.20 tiết diện  $300 \times 300\text{mm}$  không mở rộng đầu với khoảng các cọc thay đổi từ 1.0m, 1.5m, 2.0m, 2.5m, sử dụng một lớp vải địa kỹ thuật Mac 40 (cường độ chịu kéo  $R_k = 40\text{kN/m}$ , độ giãn dài  $\epsilon = 10\%$ ) đặt trên đầu các cọc, chiều cao cát đắp là 1m, lớp nền bê tông cốt thép dày 150mm.



Hình 8. Thiết lập mô hình xử lý nền mới cho công trình Metro Hưng Lợi Cần Thơ  
Mô phỏng bằng chương trình tính Plaxis 3D Tunnel sử dụng mô hình Mohr-Coulomb với các thông số vật liệu như sau:

Các chỉ tiêu cơ học của các lớp đất khu vực xây dựng công trình

Thành phần	Thông số	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3	Cát đắp	Đơn vị
		Bùn sét hữu cơ	Sét lẫn cát dẻo cứng	Cát sắp xếp chặt	Cát chặt	
Hệ số thấm ngang	$k_x$	$0.214 \cdot 10^{-6}$	$1.2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	cm/s
Hệ số thấm đứng	$k_y$	$0.12 \cdot 10^{-6}$	$0.6 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	cm/s
Module biến dạng	Eoed	1252	14900	28860	30000	$\text{kN/m}^2$
Hệ số Poisson	$\nu$	0.35	0.33	0.3	0.3	-
Lực dính	$C'$	8	71	1	1	$\text{kN/m}^2$
Góc ma sát trong	$\varphi'$	$18^{\circ}16'$	$26^{\circ}58'$	$30^{\circ}$	$30^{\circ}$	$^{\circ}$ (độ)

Các thông số cọc bê tông cốt thép và nền bê tông cốt thép

Thành phần	Thông số		Đơn vị
Module đàn hồi	E	$2.9 \cdot 10^7$	$\text{kN/m}^2$
Tiết diện cọc	A	$0.3 \cdot 0.3$	$\text{m}^2$
Hệ số Poisson	$\nu$	0.15	
Chiều dày nền	h	0.15	m

## 5.1 PHÂN TÍCH CÁC NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG THEO PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN ỨNG DỤNG CHƯƠNG TRÌNH TÍNH HỖ TRỢ (PLAXIS 3D TUNNEL)

Theo kết quả nghiên cứu mô hình thí nghiệm của Zaeske (2001) cho thấy cọc trong mô hình thí nghiệm là  $S = 0 \text{ mm}$ . Vì mô hình thí nghiệm trong phòng bị giới hạn chiều dài ( $L = 500\text{mm}$ ) cọc được hàn trực tiếp lên bản thép của hộp thí nghiệm.

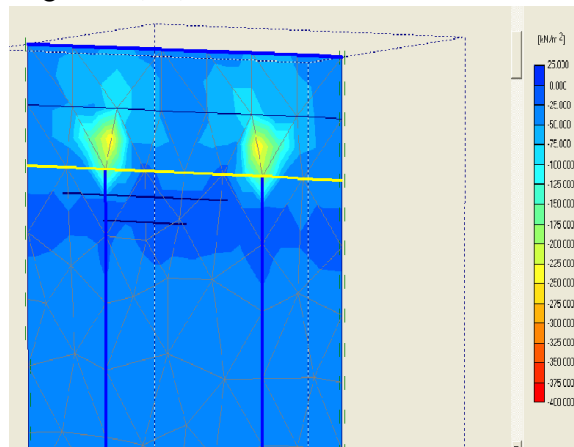
Trong mô hình mô phỏng thì cọc có chuyển vị lún nhưng rất bé  $S = 10\text{mm}$ . Khả năng kéo căng của vải phải lớn. Sử dụng vải địa kỹ thuật loại dệt M100/50 khả năng chịu kéo lớn nhất của vải là  $100\text{kN/m}$  Tuy nhiên kết quả thu được từ mô phỏng vải chỉ chịu lực kéo  $62\text{kN/m}$ . Do đó vải không bị chọc thủng trong quá trình làm việc. Sử dụng vật liệu đắp là cát hạt to có  $c' = 1\text{kN/m}^2$ ,  $\varphi' = 30^\circ$  và chiều cao đắp thay đổi theo khoảng cách cọc. Để đảm bảo việc phân bố ứng suất bên trên bề mặt sử dụng lớp bê tông cốt thép tiếp nhận tải ngoài.

## 5.2 KẾT QUẢ PHÂN TÍCH MÔ HÌNH

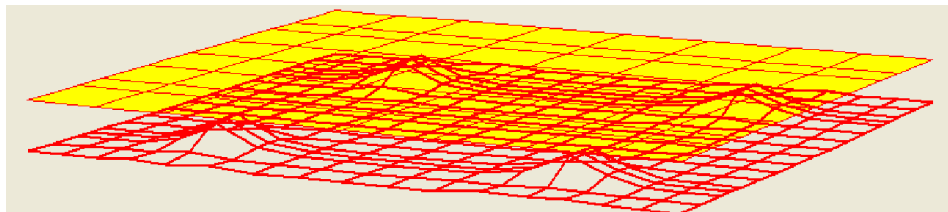
Mô phỏng mô hình thiết kế mới với những thông số đất nền, cát đắp, vải địa kỹ thuật, cọc bê tông cốt thép, bản bê tông cốt thép như đã trình bày thu được kết quả tập trung ứng suất đầu cọc, khả năng kéo căng vải địa kỹ thuật như trong hình 9,10,11.



Hình 9. Mô hình mô phỏng trên Plaxis 3D-Tunnel



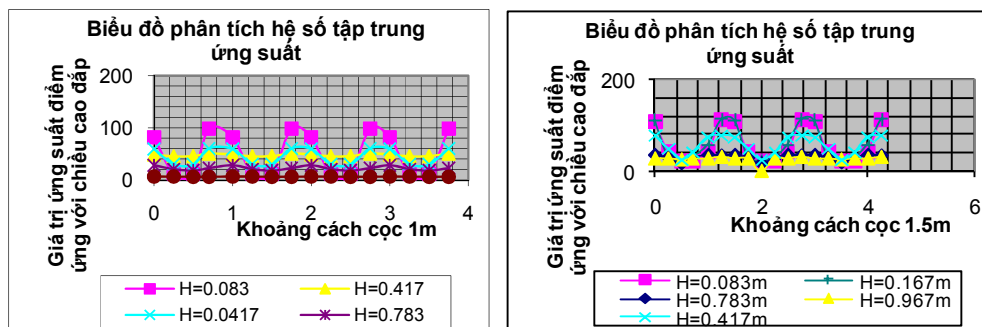
Hình 10. Hiện tượng tập trung ứng suất đầu cọc



Hình 11. Kéo căng của vải trên đầu cọc

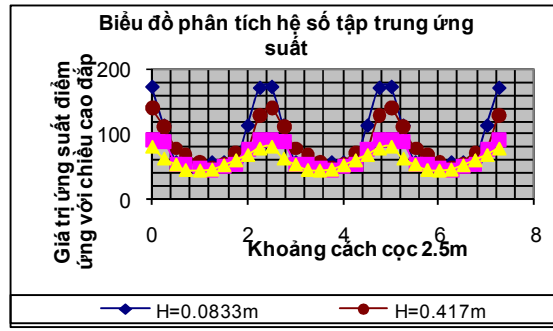
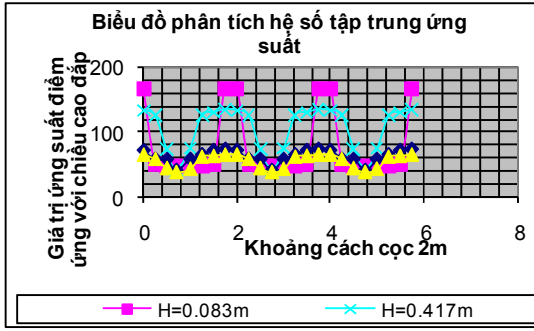
### 5.2.1 SỰ PHÂN BỐ ỨNG SUẤT

Các biểu đồ tương quan chiều cao đắp  $H=1\text{m}$  và khoảng cách bố trí cọc



Hình 12,13. Biểu đồ hệ số tập trung ứng suất trong trường hợp khoảng cách cọc 1m và 1.5m





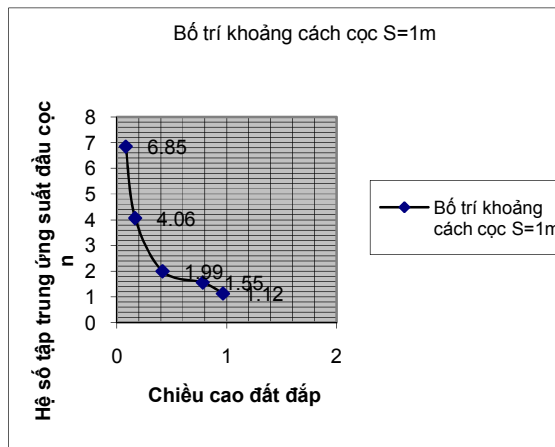
Hình 14,15. Biểu đồ hệ số tập trung ứng suất trong trường hợp khoảng cách cọc 2m, 2.5m

### 5.2.2 HỆ SỐ TẬP TRUNG ỨNG SUẤT ĐẦU CỌC

$$\text{Hệ số tập trung ứng suất đầu cọc } n = \frac{\sigma_c}{\sigma_s}$$

Khoảng cách bố trí cọc  $S=1\text{m}$ ,  $H = 1\text{m}$ . Hệ số tập trung ứng suất lớn nhất đạt  $n = 6.85$  ở tại đầu cọc cách đầu cọc 83mm và hệ số này giảm dần theo chiều cao đập.

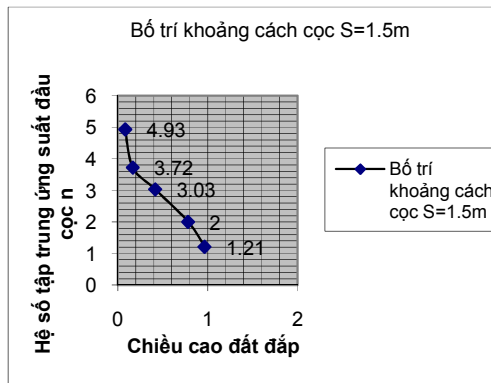
Khoảng cách cọc	H=0.083m	H=0.417m	H=0.783m	H=0.967m
0				
0.25	81.66	139.164	59.752	7.111
0.5	12.254	34.258	30.927	6.827
0.7	11.915	35.885	30.048	6.354
1	98.665	123.138	60.998	6.426
1.25	81.66	139.164	59.752	7.111
1.5	12.254	34.258	30.927	6.827
1.75	11.915	35.885	30.048	6.254
2	98.665	123.138	60.998	6.426
2.25	81.66	139.164	59.752	7.111
2.5	12.254	34.258	30.927	6.827
2.75	11.915	35.885	30.048	6.254
3	98.665	123.138	60.998	6.426
3.25	81.66	139.164	59.752	7.111
3.5	12.254	34.258	30.927	6.827
3.75	11.915	35.885	30.048	6.254
4	98.665	123.138	60.998	6.426
Hệ số tập trung ứng suất đầu cọc n	6.85	4.06	1.99	1.12



Hình 16. Biểu đồ quan hệ giữa hệ số tập trung ứng suất và chiều cao đập với khoảng cách cọc 1m

Khoảng cách bố trí cọc  $S=1.5\text{m}$ ,  $H = 1\text{m}$ . Hệ số tập trung ứng suất lớn nhất đạt  $n = 4.93$  ở tại đầu cọc cách đầu cọc 83mm và hệ số này giảm dần theo chiều cao đập.

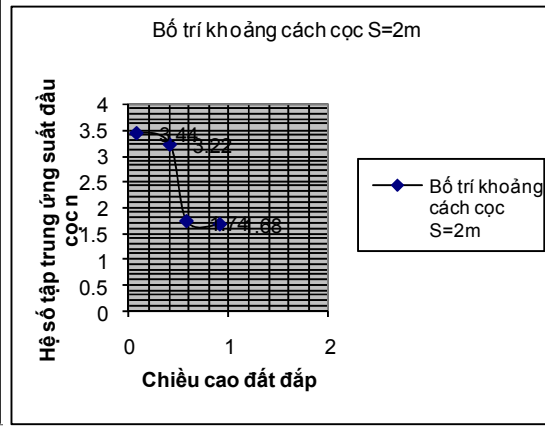
Khoảng cách cọc	H=0.083m	H=0.167m	H=0.417m	H=0.783m	H=0.967m
0					
0.25	108.059	112.293	78.769	36.736	29.359
0.5	44.943	32.161	49.637	30.704	29.183
0.7	21.914	22.552	25.989	18.359	27.327
1	23.238	30.463	40.778	30.704	29.183
1.25	44.17	58.882	75.132	36.736	29.359
1.5	112.293	113.441	78.769	35.521	32.99
1.75	108.059	112.293	75.132	36.736	29.359
2	44.943	32.161	49.637	30.704	29.183
2.25	21.914	22.552	25.989	18.359	2.327
2.5	23.238	30.463	40.778	30.704	29.183
2.75	44.17	58.882	75.132	36.736	29.359
3	112.293	113.441	78.769	35.521	32.99
3.25	108.059	112.293	75.132	36.736	29.359
3.5	44.943	32.161	49.637	30.704	29.183
3.75	21.914	22.552	25.989	20.359	27.327
4	23.238	30.463	40.778	30.704	29.183
4.25	44.17	58.882	75.132	36.736	29.359
4.5	112.293	113.441	78.769	35.521	32.99
Hệ số tập trung ứng suất đầu cọc n	4.93	3.72	3.03	2.00	1.21



Hình 17. Biểu đồ quan hệ giữa hệ số tập trung ứng suất và chiều cao đập với khoảng cách cọc 1.5m

Khoảng cách bố trí cọc  $S=2\text{m}$ ,  $H = 1\text{m}$ . Hệ số tập trung ứng suất lớn nhất đạt  $n = 3.44$  ở tại đầu cọc cách đầu cọc 83mm và hệ số này giảm dần theo chiều cao đập.

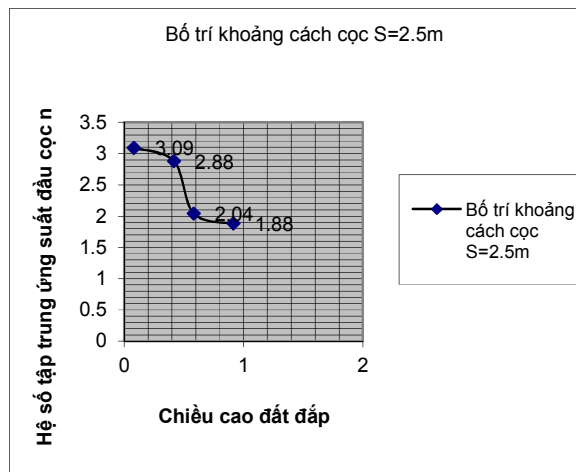
Khoảng cách cọc	H=0.083m	H=0.417m	H=0.583m	H=0.917m
0				
0.25	166.424	132.293	71.721	64.987
0.5	51.32	125.302	58.456	58.399
0.7	48.675	72.992	58.176	44.789
1	48.547	41.148	42.172	38.716
1.25	48.547	75.132	58.175	43.7
1.5	48.675	125.302	65.151	61.79
1.75	51.32	129.576	71.721	63.041
2	167.061	134.25	73.254	65.125
2.25	166.424	132.293	71.721	64.987
2.5	51.32	125.302	58.456	58.399
2.75	48.675	72.992	58.176	44.789
3	48.547	41.148	42.172	38.716
3.25	48.547	75.132	58.175	43.7
3.5	48.675	125.302	65.151	61.79
3.75	51.32	129.576	71.721	63.041
4	167.061	134.25	73.254	65.125
4.25	166.424	132.293	71.721	64.987
4.5	51.32	125.302	58.456	58.399
4.75	48.675	72.992	58.176	44.789
5	48.547	41.148	42.172	38.716
5.25	48.547	75.132	58.175	43.7
5.5	48.675	125.302	65.151	61.79
5.75	51.32	129.576	71.721	63.041
6	167.061	134.25	73.254	65.125
Hệ số tập trung ứng suất đầu cọc n	3.44	3.22	1.74	1.68



Hình 18. Biểu đồ quan hệ giữa hệ số tập trung ứng suất và chiều cao đắp với khoảng cách cọc 2m

Khoảng cách bố trí cọc S=2.5m, H = 1m. Hệ số tập trung ứng suất lớn nhất đạt n = 3.09 ở tại đầu cọc cách đầu cọc 83mm và hệ số này giảm dần theo chiều cao đắp.

Khoảng cách cọc	H=0.083m	H=0.417m	H=0.967
0			
0.25	171.416	140.13	81.561
0.5	112.179	111.595	62.533
0.7	55.842	78.666	52.924
1	55.733	68.415	44.302
1.25	55.438	56.654	43.441
1.5	55.701	48.576	44.99
1.75	55.733	55.436	51.733
2	55.842	71.144	59.9
2.25	112.179	76.006	68.254
2.5	169.827	128.542	78.647
2.75	171.416	140.13	81.561
3	112.179	111.595	62.533
3.25	55.842	78.666	52.924
3.5	55.733	68.415	44.302
3.75	55.438	56.654	43.441
4	55.701	48.576	44.99
4.25	55.733	55.436	51.733
4.5	55.842	71.144	59.9
4.75	112.179	76.006	68.254
5	169.827	128.542	78.647
5.25	171.416	140.13	81.561
5.5	112.179	111.595	62.533
5.75	55.842	78.666	52.924
6	55.733	68.415	44.302
6.25	55.438	56.654	43.441
6.5	55.701	48.576	44.99
6.75	55.733	55.436	51.733
7	55.842	71.144	59.9
7.25	112.179	76.006	68.254
7.5	169.827	128.542	78.647
Hệ số tập trung ứng suất đầu cọc n	3.09	2.88	1.88



Hình 19. Biểu đồ quan hệ giữa hệ số tập trung ứng suất và chiều cao đắp với khoảng cách cọc 2.5m

Từ kết quả phân tích các giá trị ứng suất trên đầu cọc theo chiều cao đất đắp cho thấy khoảng cách giữa các cọc càng lớn thì hệ số tập trung ứng suất sẽ giảm. Hệ số tập trung ứng suất đầu cọc hiệu quả nhất n = 6.85 ( ứng suất tập trung đầu cọc đạt 68.5%, ứng suất phân bố trên nền đất yếu đạt 31.5%) trong trường hợp khoảng cách các cọc S = 1m, chiều cao đắp H = 1m.

## 6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 6.1 KẾT LUẬN

1. Hệ số tập trung ứng suất  $n = \frac{\sigma_c}{\sigma_s}$  hay hệ số giảm ứng suất  $n^* = \frac{\sigma_s}{\sigma_c}$  sẽ thay đổi theo khoảng cách cọc,

khoảng cách cọc càng xa hệ số (n) càng giảm, hệ số giảm ứng suất ( $n^*$ ) tăng.

2. Chiều cao  $H_{\text{đắp}} \geq 1/2$  khoảng cách cọc S thì cung vòm xuất hiện rất rõ nét. Khi chiều cao  $H_{\text{đắp}} \geq \frac{S}{2}$  thì chiều cao cung vòm  $h_g = \frac{S}{2}$ . Khi chiều cao  $H_{\text{đắp}} < \frac{S}{2}$  thì chiều cao cung vòm  $h_g = H_{\text{đắp}}$ .

3. Với chiều cao  $H_{\text{đắp}} < \frac{S}{2}$  thì nền biến dạng không đồng đều, ngược lại nền biến dạng đều. Trong

việc chọn chiều cao lớp đệm cát nên chọn  $H_{\text{đắp}} > \frac{S}{2}$  và phụ thuộc vào khoảng cách cọc xa gần khác nhau.

### 6.2 KIẾN NGHỊ

1. Kết cấu áo đường cho công trình là chưa hợp lý. Nên chọn kết cấu cứng để phân bố tải trọng tránh chọc thủng kết cấu bê tông nhựa nóng.

2. Khi vận dụng mô hình thiết kế mới (GPE) cần lưu ý khoảng cách cọc và chiều cao đắp thật hợp lý để phát huy hết hiệu quả của cung vòm trong đất.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. B. Le Hello, B. Chevalier, G. Combe, P. Villard, Coupling finite elements and discrete elements methods, application to reinforced embankment by piles and geosynthetics.

[2]. Châu Ngọc Ân, Nền Móng, Nhà xuất bản Đại học quốc gia Tp. Hồ Chí Minh, (2010).

[3]. Nguyễn Minh Tâm, Trần Xuân Thọ, Hui-Joon Kim, Du-Hwoe Jung, đánh giá hiệu ứng vòm trong nền đường xử lý cọc đất trộn xi măng.

[4]. H.-G. Kempfert, Lateral spreading in basal reinforced embankments supported by pile-like elements , University Kassel, Germany March 2008.

[5]. Hans-Georg Kempfert Berhane Gebreselassie, Excavations and Foundations in Soft Soils , University Kassel, Germany.

[6]. H.-G. Kempfert & M. Raitzel & A. Kirchner, Pile-supported embankments on soft ground for a high speed railway - Load Transfer, Distribution and Concentration by different construction methods.

#### **Abstract**

#### **ANALYSE BEHAVIOR OF GEOSYNTHETIC REINFORCED PILE SUPPORTED EMBANKMENTS IN THE WORKSHOP'S WEAK FOUNDATION SOILS UNDER UNIFORM LOAD**

*The main content of the paper is analyse behavior of geosynthetic reinforced pile supported embankments by finite element method to Geotechnique-designer have to note the correlation of rational pile-distance and embankment-depth when design weak foundation.*

**Key word:** *Geosynthetic reinforced pile; Soft soil; Pile embankment.*