

XÁC ĐỊNH ỨNG SUẤT CỦA CỌC ĐÓNG TRONG NỀN MỘT LỚP ĐÁY CỌC TỰA TRÊN NỀN ĐẤT YẾU VỚI BÚA ĐÓNG CỌC LÀ BÚA DIEZEL

TS. Nguyễn Thị Thanh Bình
ThS. Nguyễn Ngọc Huyền
Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt

Thực tế ở các công trường xây dựng người ta sử dụng nhiều loại búa Diezel để đóng cọc. Với loại búa Diezel dùng để đóng cọc thì bộ phận va đập vào cọc chính là pittong của búa, kích thước chiều dài pittong của búa lớn hơn nhiều so với kích thước tiết diện ngang của nó nên khi tính toán để chính xác ta phải coi pittong như là thanh đàn hồi chứ không coi là vật rắn tuyệt đối.

Nội dung của bài báo này nghiên cứu ứng suất của cọc bê tông đóng trong nền đồng nhất đáy cọc tựa trên nền đất yếu khi sử dụng búa Diezel để đóng cọc và xét ảnh hưởng của đệm đầu cọc, ma sát mặt bên đến ứng suất nén lớn nhất của cọc trong khi đóng. Cũng trong bài báo này các tác giả đã sử dụng ngôn ngữ lập trình Matlab để vẽ các đồ thị lực nén của đệm đàn hồi lên đầu cọc, ứng suất trong cọc tại từng tiết diện, tại từng thời điểm và rút ra các nhận xét.

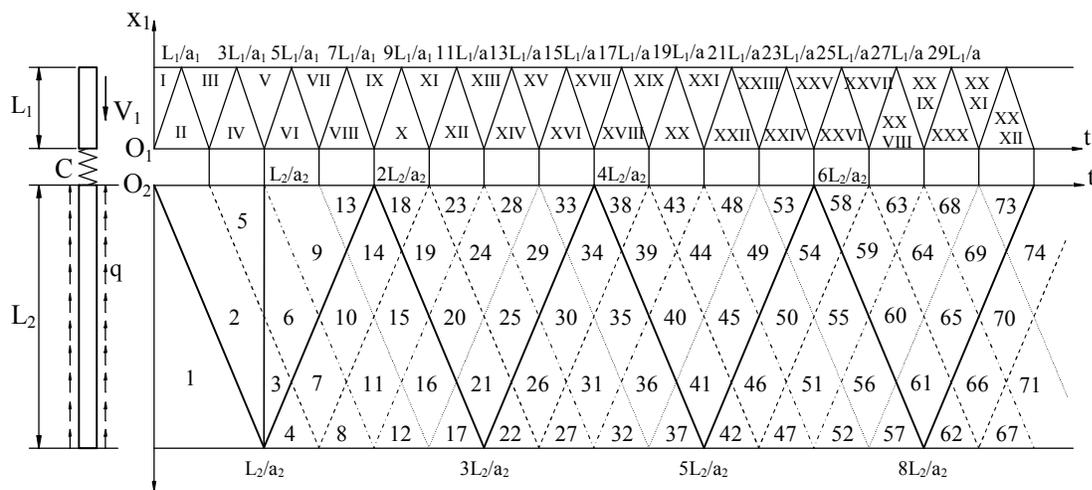
I. Đặt vấn đề

Trước đây một số tác giả đã nghiên cứu bài toán “Xác định ứng suất của cọc đóng trong nền một lớp đáy cọc tựa trên nền đất yếu” nhưng trong bài báo đó búa đóng cọc được các tác giả coi là vật rắn tuyệt đối. Thực tế ở các công trường xây dựng người ta sử dụng nhiều loại búa Diezel để đóng cọc. Với loại búa Diezel dùng để đóng cọc thì bộ phận va đập vào cọc chính là phần pittong của búa, kích thước chiều dài pittong của búa lớn hơn nhiều so với kích thước tiết diện ngang của nó nên khi tính toán để chính xác ta phải coi pittong như là thanh đàn hồi chứ không coi là vật rắn tuyệt đối.

Nội dung của bài báo này nghiên cứu ứng suất của cọc bê tông đóng trong nền đồng nhất đáy cọc tựa trên nền đất yếu, mặt bên của cọc chịu lực cản phân bố đều khi sử dụng búa Diezel để đóng cọc và xét ảnh hưởng của đệm đầu cọc, ma sát mặt bên đến ứng suất nén lớn nhất của cọc trong khi đóng. Cũng trong bài báo này các tác giả đã sử dụng ngôn ngữ lập trình Matlab để vẽ các đồ thị lực nén của đệm đàn hồi lên đầu cọc, ứng suất trong cọc tại từng tiết diện và tại từng thời điểm và rút ra các nhận xét.

II. Thiết lập bài toán

2.1. Mô hình bài toán



Hình 1

Giả sử pittong của búa có chiều dài L_1 chuyển động tịnh tiến với vận tốc V_1 và chạm vào cọc có chiều dài L_2 qua bộ giảm chấn tuyến tính có độ cứng C và gọi $T_1 = \frac{2L_1}{a_1}$; $T_2 = \frac{2L_2}{a_2}$ là chu kỳ truyền

sóng trong piston búa và cọc. Xét $T_2 = 4T_1$.

2.2. Phương trình chuyển động của búa, cọc và nghiệm tổng quát

1. Phương trình vi phân chuyển động của búa

$$\frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} = a_1^2 \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1^2} \quad (1)$$

Nghiệm tổng quát của phương trình (1) theo Đa-lăm-be có dạng:

$$u_1(t, \frac{x_1}{a_1}) = \varphi_1(t - \frac{x_1}{a_1}) + \psi_1(t + \frac{x_1}{a_1}) \quad (2)$$

2. Phương trình vi phân chuyển động của cọc

$$\frac{\partial^2 u_2}{\partial t^2} = a_2^2 \left(\frac{\partial^2 u_2}{\partial x_2^2} - K \right) \quad (3)$$

Theo Đalămbe nghiệm tổng quát của (3) ở miền 2, 5 có dạng:

$$u_2(t, \frac{x_2}{a_2}) = \varphi_2(t - \frac{x_2}{a_2}) + \frac{K}{2} x_2^2 - K a_2 t x_2 \quad (4a)$$

Theo Đalămbe nghiệm tổng quát của (3) ở miền 3, 6, 9, 13 có dạng:

$$u_2(t, \frac{x_2}{a_2}) = \varphi_2(t - \frac{x_2}{a_2}) + \frac{K}{2} (L_2 - x_2)^2 \quad (4b)$$

Theo Đalămbe nghiệm tổng quát của (3) ở các miền còn lại có dạng:

$$u_2(t, \frac{x_2}{a_2}) = \varphi_2(t - \frac{x_2}{a_2}) + \psi_2(t + \frac{x_2}{a_2}) + \frac{K}{2} (L_2 - x_2)^2 \quad (4c)$$

Trong đó: $K = \frac{r \cdot q}{E_2 F_2}$ với $K \neq 0$ khi $a_2 t - x_2 > 0$;

r chu vi tiết diện ngang của cọc; q : lực cản của đất lên mặt bên cọc.

$a_n = \sqrt{\frac{E_n}{\rho_n}}$ là vận tốc truyền sóng trong piston búa và cọc ($n = 1, 2$);

E_n, ρ_n, u_n : là môđun đàn hồi, khối lượng riêng và hàm dịch chuyển của búa và cọc.

2.3. Điều kiện của bài toán

1. Điều kiện đầu của bài toán

$$\text{Với } t = 0 \text{ ta có: } \frac{\partial u_1}{\partial t} = -V_1; \quad \frac{\partial u_1}{\partial x_1} = 0; \quad \frac{\partial u_2}{\partial t} = 0; \quad \frac{\partial u_2}{\partial x_2} = 0 \quad (5)$$

2. Điều kiện biên của bài toán

$$\text{Tại tiết diện } x_1 = 0 \text{ và } x_2 = 0 : E_1 F_1 \frac{\partial u_1}{\partial x_1} = E_2 F_2 \frac{\partial u_2}{\partial x_2} = -C(-u_1 - u_2) \quad (6a)$$

$$\text{Tại tiết diện } x_1 = L_1 \text{ của búa thì: } \frac{\partial u_1}{\partial x_1} = 0 \quad (6b)$$

$$\text{Tại đáy cọc } x_2 = L_2 \text{ thì: } \frac{\partial u_2}{\partial x_2} = 0 \quad (6c)$$

3. Xác định các hàm sóng trong búa, cọc và lực nén $P(t)$ của đệm đàn hồi lên đầu cọc

Để xác định ứng suất, lực nén, thời gian kết thúc va chạm ta cần phải biết các hàm sóng $\varphi_1(t - x_1/a_1)$; $\psi_1(t + x_1/a_1)$; $\varphi_2(t - x_2/a_2)$; $\psi_2(t + x_2/a_2)$ ở mỗi tiết diện của búa và cọc.

3.1. Xác định các hàm sóng

Từ (2) và (5) ta có: $\left. \frac{\partial u_1}{\partial t} \right|_{t=0} = \dot{\phi}_1(-x_1/a_1) + \dot{\psi}_1(x_1/a_1) = -V_1$ (a)

Mặt khác: $\left. \frac{\partial u_1}{\partial x_1} \right|_{t=0} = \frac{1}{a_1} [-\dot{\phi}_1(-x_1/a_1) + \dot{\psi}_1(x_1/a_1)] = 0$ (b)

Từ (a) và (b) suy ra: $\dot{\phi}_1(-x_1/a_1) = \dot{\psi}_1(x_1/a_1) = -\frac{V_1}{2}$ (7)

Tương tự đối với cọc ta có: $\dot{\phi}_2(x_2/a_2) = \dot{\psi}_2(x_2/a_2) = 0$ (8)

Hàm sóng ở các miền 2, 5 tại đầu cọc

Từ (2) ta có: $\left. \frac{\partial u_1}{\partial x_1} \right|_{x_1=0} = \frac{1}{a_1} \left[-\dot{\phi}_1\left(t - \frac{x_1}{a_1}\right) + \dot{\psi}_1\left(t + \frac{x_1}{a_1}\right) \right]_{x_1=0} = \frac{1}{a_1} [-\dot{\phi}_1(t) + \dot{\psi}_1(t)]$ (c)

Từ (4a) ta có: $\left. \frac{\partial u_2}{\partial x_2} \right|_{x_2=0} = \frac{1}{a_2} \left[-\dot{\phi}_2\left(t - \frac{x_2}{a_2}\right) \right]_{x_2=0} + Kx_2 - Ka_2t \Big|_{x_2=0} = -\frac{1}{a_2} \dot{\phi}_2(t) - Ka_2t$ (d)

Từ (6a), (c) và (d) ta có: $\frac{E_1 F_1}{a_1} [-\dot{\phi}_1(t) + \dot{\psi}_1(t)] = E_2 F_2 \left[-\frac{1}{a_2} \dot{\phi}_2(t) - Ka_2t \right]$ (9)

Vậy: $\dot{\phi}_1(t) = \dot{\psi}_1(t) + b_1 \dot{\phi}_2(t) + b_2 t$ (10)

Từ (6a) lại có: $E_2 F_2 \frac{\partial u_2}{\partial x_2} = -C(-u_1 - u_2) \Rightarrow \ddot{\phi}_2(t) - b_3(1 + b_1) \dot{\phi}_2(t) = 2b_3 \dot{\psi}_1(t) + b_2 b_3 t - Ka_2^2$ (11)

Trong đó: $b_1 = \frac{a_1 E_2 F_2}{a_2 E_1 F_1}$; $b_2 = \frac{Ka_1 a_2 E_2 F_2}{E_1 F_1}$; $b_3 = -\frac{Ca_2}{E_2 F_2}$;

Đặt: $\alpha = -b_3(1 + b_1)$. Nghiệm tổng quát của phương trình (11) có dạng:

$$\dot{\phi}_2(t) = d_{ij} e^{-\alpha t} + e^{-\alpha t} \int_t [2b_3 \dot{\psi}_1(t) + b_2 b_3 t - Ka_2^2] dt \quad (12)$$

Trong đó d_{ij} là hằng số với i, j là chỉ số chu kỳ của búa và cọc, được xác định dựa vào tính liên tục của sóng thuận tại đầu cọc $\dot{\phi}_2(t)$.

Tính toán tương tự ta có:

Hàm sóng ở các miền 9, 13 tại đầu cọc:

$$\dot{\phi}_2(t) = d_{ij} e^{-\alpha t} + e^{-\alpha t} \int_t [2b_3 \dot{\psi}_1(t) + b_3 b_4] dt \quad (13)$$

Hàm sóng ở các miền còn lại tại đầu cọc:

$$\dot{\phi}_2(t) = d_{ij} e^{-\alpha t} + e^{-\alpha t} \int_t [2b_3 \dot{\psi}_1(t) + b_5 \dot{\psi}_2(t) + \ddot{\psi}_2(t) + b_3 b_4] dt \quad (14)$$

Trong đó: $b_4 = \frac{a_1 E_2 F_2}{E_1 F_1} KL_2$; $b_5 = b_3(1 - b_1)$

1. Xét trong khoảng thời gian $0 \leq t \leq T_1$

Ta có: $\dot{\psi}_1(t) = -\frac{V_1}{2}$; $\dot{\psi}_2(t) = 0$; $\ddot{\psi}_2(t) = 0$;

Thay vào (12) ta có: $\dot{\phi}_2(t) = d_{11} e^{-\alpha t} + e^{-\alpha t} \int_0^t (-b_3 V_1 + b_2 b_3 t - K_1 a_2^2) dt$

Suy ra: $\dot{\phi}_2(t) = c_2 + c_3 t + c_4 e^{-\alpha t}$

Trong đó: $c_1 = -(b_3 V_1 + K_1 a_2^2)$; $c_2 = \frac{c_1}{\alpha} - \frac{b_2 b_3}{\alpha^2}$; $c_3 = \frac{b_2 b_3}{\alpha}$; $c_4 = -\frac{c_1 \alpha - b_2 b_3}{\alpha^2}$.

Ta có sóng thuận ở miền 2 có dạng:

$$\varphi'_2\left(t - \frac{x_2}{a_2}\right) = \frac{1}{a_2} \left(c_2 + c_3 \left(t - \frac{x_2}{a_2} \right) + c_4 e^{-\alpha \left(t - \frac{x_2}{a_2} \right)} \right) \quad (15)$$

Giả thiết tại đường biên $t = \frac{L_2}{a_2}$ giữa miền 2 và miền 3 hàm dịch chuyển là liên tục, ta có:

$$u_2\left(\frac{L_2}{a_2} - 0, x\right) = u_2\left(\frac{L_2}{a_2} + 0, x\right) \Rightarrow \varphi'_2\left(t - \frac{x_2}{a_2}\right) \Big|_{\text{miền 2}} = \varphi'_2\left(t - \frac{x_2}{a_2}\right) \Big|_{\text{miền 3}}$$

Vậy sóng thuận trong cọc ở các miền 3, 4 có dạng:

$$\varphi'_2\left(t - \frac{x_2}{a_2}\right) = \frac{1}{a_2} \left(c_2 + c_3 \left(t - \frac{x_2}{a_2} \right) + c_4 e^{-\alpha \left(t - \frac{x_2}{a_2} \right)} \right) \quad (16)$$

Từ điều kiện biên (6c) ta có sóng phản ở các miền 4, 7, 10, 14, 18 có dạng:

$$\psi'_2\left(t + \frac{x_2}{a_2}\right) = \frac{1}{a_2} \left[c_2 + c_3 \left(t + \frac{x_2 - 2L_2}{a_2} \right) + c_4 e^{-\alpha \left(t + \frac{x_2 - 2L_2}{a_2} \right)} \right] \quad (17)$$

Ta có sóng thuận trong búa ở các miền II, III có dạng:

$$\varphi'_1\left(t - \frac{x_1}{a_1}\right) = \frac{1}{a_1} \left(c_5 + c_6 \left(t - \frac{x_1}{a_1} \right) + b_1 c_4 e^{-\alpha \left(t - \frac{x_1}{a_1} \right)} \right) \quad (18)$$

Trong đó: $c_5 = b_1 c_2 - \frac{V_1}{2}$; $c_6 = b_1 c_3 + b_2$.

Từ điều kiện biên (6b) ta có sóng phản trong búa ở các miền III, IV:

$$\psi'_1\left(t + \frac{x_1}{a_1}\right) = \frac{1}{a_1} \left(c_5 + c_6 \left(t + \frac{x_1 - 2L_1}{a_1} \right) + b_1 c_4 e^{-\alpha \left(t + \frac{x_1 - 2L_1}{a_1} \right)} \right) \quad (19)$$

2. Xét trong khoảng thời gian $T_1 \leq t \leq 2T_1$

Hàm sóng $\psi_2(t)$ chưa xuất hiện và từ (19) ta có: $\psi_1(t) = c_5 + c_6(t - T_1) + b_1 c_4 e^{-\alpha(t - T_1)}$

Thay vào (12) ta có:

$$\dot{\varphi}_2(t) = d_{21} e^{-\alpha t} + e^{-\alpha t} \int_{T_1}^t (2b_3 c_5 + 2b_3 c_6(t - T_1) + 2b_3 b_1 c_4 e^{-\alpha(t - T_1)} + b_2 b_2 t - K_1 a_2^2) dt$$

Điều kiện liên tục tại $t = T_1$: $\dot{\varphi}_2(T_1) = c_2 + c_3 T_1 + c_4 e^{-\alpha T_1}$, ta có: $\dot{\varphi}_2(t) = c_{10} + \frac{c_8 t}{\alpha} + c_{11} e^{-\alpha t} + c_9 t e^{-\alpha t}$

Trong đó: $c_7 = 2b_3 c_5 - K_1 a_2^2 - 2b_3 c_6 T_1$; $c_8 = 2b_3 c_6 + b_2 b_3$; $c_9 = 2b_1 b_3 c_4 e^{\alpha T_1}$

$$c_{10} = \frac{c_7}{\alpha} - \frac{c_8}{\alpha^2}; \quad c_{11} = -e^{-\alpha T_1} \left[\frac{c_7}{\alpha} + \frac{c_8 T_1}{\alpha} - \frac{c_8}{\alpha^2} + c_9 T_1 e^{-\alpha T_1} - c_2 - c_3 T_1 - c_4 e^{-\alpha T_1} \right].$$

Sóng thuận trong cọc ở miền 5 có dạng:

$$\varphi'_2\left(t - \frac{x_2}{a_2}\right) = \frac{1}{a_2} \left[c_{10} + \frac{c_8}{\alpha} \left(t - \frac{x_2}{a_2} \right) + c_{11} e^{-\alpha \left(t - \frac{x_2}{a_2} \right)} + c_9 \left(t - \frac{x_2}{a_2} \right) e^{-\alpha \left(t - \frac{x_2}{a_2} \right)} \right] \quad (20)$$

Từ điều kiện liên tục tại đường biên $t = \frac{L_2}{a_2}$ giữa miền 5 và miền 6 hàm dịch chuyển là liên tục:

$$u_2\left(\frac{L_2}{a_2} - 0, x\right) = u_2\left(\frac{L_2}{a_2} + 0, x\right) \Rightarrow \varphi'_2\left(t - \frac{x_2}{a_2}\right) \Big|_{\text{miền 5}} = \varphi'_2\left(t - \frac{x_2}{a_2}\right) \Big|_{\text{miền 6}}$$

Vậy sóng thuận trong cọc ở các miền 6, 7, 8 có dạng:

$$\varphi'_2\left(t - \frac{x_2}{a_2}\right) = \frac{1}{a_2} \left[c_{10} + \frac{c_8}{\alpha} \left(t - \frac{x_2}{a_2}\right) + c_{11} e^{-\alpha\left(t - \frac{x_2}{a_2}\right)} + c_9 \left(t - \frac{x_2}{a_2}\right) e^{-\alpha\left(t - \frac{x_2}{a_2}\right)} \right] \quad (21)$$

Sóng phản trong cọc ở các miền 8, 11, 15, 19, 23 có dạng:

$$\psi'_2\left(t + \frac{x_2}{a_2}\right) = \frac{1}{a_2} \left\{ c_{10} + \frac{c_8}{\alpha} \left(t + \frac{x_2 - 2L_2}{a_2}\right) + \left[c_{11} + c_9 \left(t + \frac{x_2 - 2L_2}{a_2}\right) \right] e^{-\alpha\left(t + \frac{x_2 - 2L_2}{a_2}\right)} \right\} \quad (22)$$

Vậy sóng thuận trong búa ở các miền IV, V có dạng:

$$\varphi'_1\left(t - \frac{x_1}{a_1}\right) = \frac{1}{a_1} \left\{ c_{12} + c_{13} \left(t - \frac{x_1}{a_1}\right) + \left(c_{14} + b_1 c_9 \left(t - \frac{x_1}{a_1}\right) \right) e^{-\alpha\left(t - \frac{x_1}{a_1}\right)} \right\} \quad (23)$$

Trong đó: $c_{12} = c_5 + b_1 c_{10} - c_6 T_1$; $c_{13} = c_6 + b_2 + \frac{b_1 c_8}{\alpha}$; $c_{14} = b_1 c_{11} + b_1 c_4 e^{\alpha T_1}$.

Sóng phản trong búa ở các miền V, VI:

$$\psi'_1\left(t + \frac{x_1}{a_1}\right) = \frac{1}{a_1} \left\{ c_{12} + c_{13} \left(t + \frac{x_1 - 2L_1}{a_1}\right) + \left(c_{14} + b_1 c_9 \left(t + \frac{x_1 - 2L_1}{a_1}\right) \right) e^{-\alpha\left(t + \frac{x_1 - 2L_1}{a_1}\right)} \right\} \quad (24)$$

Tính toán tương tự ta sẽ tính được sóng thuận và sóng phản ở trong búa và trong cọc ở những miền tiếp theo.

3.2. Lực nén của đệm lên đầu cọc

Từ điều kiện biên (6a) ta có:

$$\text{Nếu } 0 < t \leq 2T_1: P(t) = E_2 F_2 \frac{\partial U_2}{\partial x_2} = \frac{E_2 F_2}{a_2} \left[-\varphi'_2(t) - K a_2^2 t \right] \quad (25)$$

$$\text{Nếu } 2T_1 < t \leq 4T_1: P(t) = E_2 F_2 \frac{\partial U_2}{\partial x_2} = \frac{E_2 F_2}{a_2} \left[-\varphi'_2(t) - K L_2 a_2 \right] \quad (26)$$

$$\text{Nếu } t > 4T_1: P(t) = E_2 F_2 \frac{\partial U_2}{\partial x_2} = \frac{E_2 F_2}{a_2} \left[-\varphi'_2(t) + \psi'_2(t) - K L_2 a_2 \right] \quad (27)$$

Thay các hàm sóng đã tìm được vào (25), (26), (27) ta có:

$$\text{Với } 0 < t \leq T_1: P_0(t) = -\frac{E_2 F_2}{a_2} \left[c_2 + c_3 t + c_4 e^{-\alpha t} + K a_2^2 t \right]$$

$$\text{Với } T_1 < t \leq 2T_1: P_1(t) = -\frac{E_2 F_2}{a_2} \left[c_{10} + \frac{c_8}{\alpha} t + c_{11} e^{-\alpha t} + c_9 t e^{-\alpha t} + K a_2^2 t \right]$$

Tương tự như trên tìm được lực nén P(t) cho tới khi kết thúc va chạm và từ đó đó tìm được thời điểm kết thúc va chạm t_{vc} .

4. Xác định ứng suất của cọc trong khi đóng

Ứng suất trong cọc được xác định theo định luật Húc: $\sigma_2 = E_2 \left(\frac{\partial u_2}{\partial x_2} \right)$

Ứng suất trong cọc ở các miền 2 và 5:

$$\sigma = E_2 \left(\frac{\partial u_2}{\partial x_2} \right) = -\frac{E_2}{a_2} \left[\varphi'_2\left(t - \frac{x_2}{a_2}\right) - K a_2 x_2 + K a_2^2 t \right] \quad (28)$$

Ứng suất trong cọc ở miền 3, 6, 9, 13:

$$\sigma = E_2 \left(\frac{\partial u_2}{\partial x_2} \right) = -\frac{E_2}{a_2} \left[\varphi'_2\left(t - \frac{x_2}{a_2}\right) + K a_2 (L_2 - x_2) \right] \quad (29)$$

Ứng suất trong cọc các miền còn lại:

$$\sigma = E_2 \left(\frac{\partial u_2}{\partial x_2} \right) = -\frac{E_2}{a_2} \left[\varphi'_2 \left(t - \frac{x_2}{a_2} \right) - \psi'_2 \left(t - \frac{x_2}{a_2} \right) + Ka_2 (L_2 - x_2) \right] \quad (30)$$

Thay các hàm sóng: $\varphi'_2 \left(t - \frac{x_2}{a_2} \right)$; $\psi'_2 \left(t + \frac{x_2}{a_2} \right)$ đã tìm được ở trên vào công thức(28), (29), (30) ta có

ứng suất trong cọc ở các miền như sau: Miền 1: $\sigma = 0$

$$\text{Miền 2: } \sigma = -\frac{E_2}{a_2} \left[c_2 + c_3 \left(t - \frac{x_2}{a_2} \right) + c_4 e^{-\alpha \left(t - \frac{x_2}{a_2} \right)} - Ka_2 x_2 + Ka_2^2 t \right]$$

$$\text{Miền 3: } \sigma = -\frac{E_2}{a_2} \left[c_2 + c_3 \left(t - \frac{x_2}{a_2} \right) + c_4 e^{-\alpha \left(t - \frac{x_2}{a_2} \right)} + Ka_2 (L_2 - x_2) \right]$$

Tương tự ta xác định được ứng suất trong cọc ở các miền tiếp theo.

5. Xét ảnh hưởng của đệm đầu cọc, ma sát mặt bên của đất lên cọc đến trạng thái ứng suất trong cọc

Với các kết quả nhận được từ các công thức xác định lực nén của đệm đàn hồi lên đầu cọc và trạng thái ứng suất của cọc trong khi va chạm các tác giả tiến hành tính toán với số liệu cụ thể như sau:

a. Búa: Búa Diesel có kích thước pittông là:

đường kính 30cm, chiều dài $L_1 = 287$ cm, khối lượng riêng $\rho_1 = 0,00784$ kg/cm³, môđun đàn hồi $E_1 = 2,1.10^7$ N/cm².

b. Cọc: Cọc bê tông cốt thép mác M300 có kích thước 40x40x800 cm, khối lượng riêng $\rho_2=0,0024$ kg/cm³, môđun đàn hồi $E_2 = 3,11.10^6$ N/cm².

5.1. Ảnh hưởng của đệm đầu cọc

Cọc đóng trong nền một lớp, có lực ma sát của đất lên mặt bên của cọc phân bố đều: $q = 2,5$ N/cm².

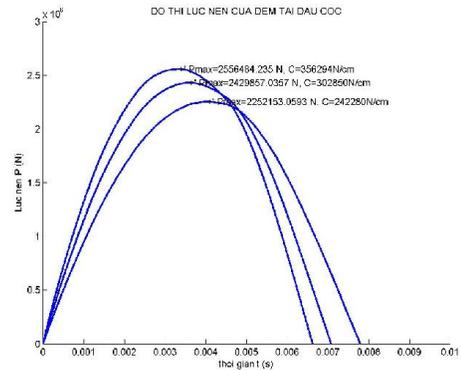
Đệm đầu cọc:

Sử dụng 3 loại đệm có các độ cứng tương ứng như sau:

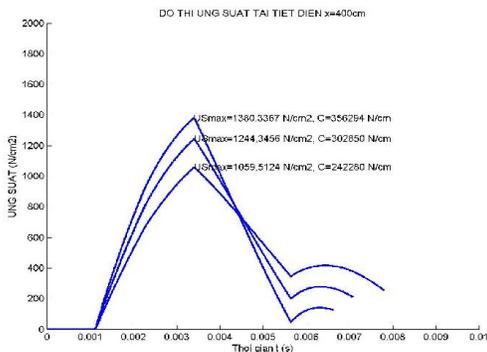
$C = 356294$ N/cm; 302850 N/cm; 242280 N/cm.

Sử dụng ngôn ngữ lập trình Matlab ta tính được thời điểm kết thúc va chạm tương ứng với ba loại đệm trên:

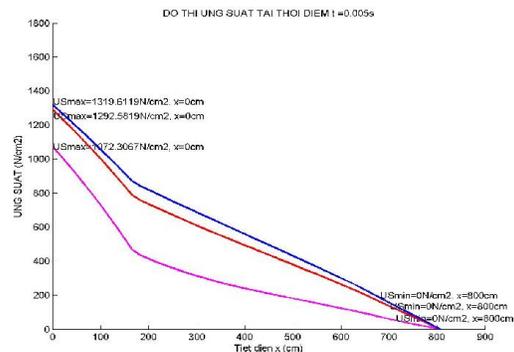
$t_{vc} = 0,0066$ s; $0,0071$ s; $0,0078$ s và vẽ được đồ thị lực nén của đệm đàn hồi lên đầu cọc, ứng suất trong cọc tại từng thời điểm, từng tiết diện



Hình 2: Đồ thị lực nén của đệm đàn hồi lên đầu cọc



Hình 3: Đồ thị ứng suất tại tiết diện $x = 400$ cm



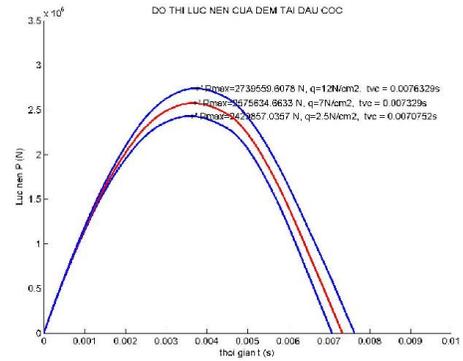
Hình 4: Đồ thị ứng suất tại thời điểm $t = 0,005$ s

Nhận xét: Từ các đồ thị (hình 2, 3 và 4) ta thấy: Nếu độ cứng của đệm đầu cọc tăng thì lực nén lớn nhất tại đầu cọc tăng và thời gian kết thúc va chạm giảm. Trong cọc chỉ xuất hiện ứng suất nén, ứng suất nén cực đại thường xuất hiện tại đầu cọc.

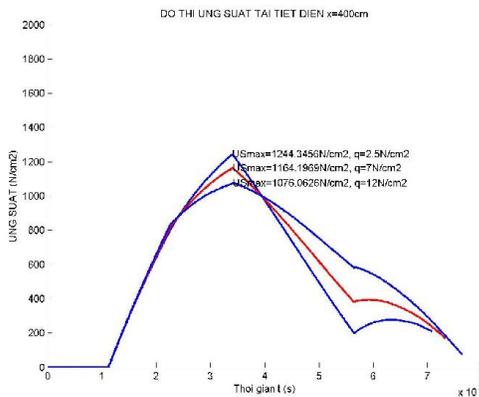
5.2. Ảnh hưởng của ma sát mặt bên của đất lên cọc

Với các số liệu ở trên, sử dụng loại đệm có độ cứng $C = 302850 \text{ N/cm}$.

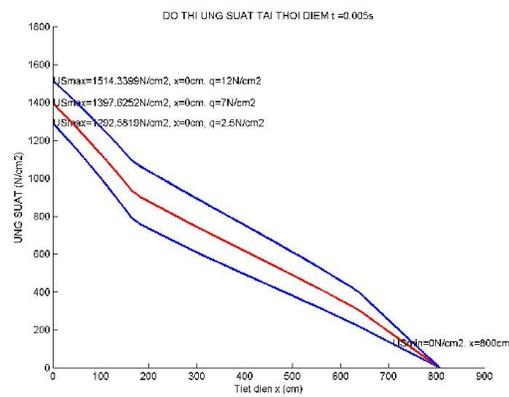
Thay đổi ma sát mặt bên của đất lên cọc: $q = 2,5 \text{ N/cm}^2$; 7 N/cm^2 ; 12 N/cm^2 . Sử dụng ngôn ngữ lập trình Matlab ta tính được thời điểm kết thúc va chạm tương ứng với ba loại q trên: $t_{vc} = 0,0070752\text{s}$; $0,007329\text{s}$; $0,0076329\text{s}$. và vẽ được đồ thị lực nén của đệm đàn hồi lên đầu cọc, ứng suất trong cọc tại từng thời điểm, từng tiết diện.



Hình 5: Đồ thị lực nén của đệm đàn hồi lên đầu cọc ứng với q



Hình 6: Đồ thị ứng suất tại tiết diện $x = 400 \text{ cm}$



Hình 7: Đồ thị ứng suất tại thời điểm $t = 0,005 \text{ s}$

Nhận xét: Từ các đồ thị (hình 5, 6 và 7) ta thấy khi lực ma sát mặt bên tăng thì trong cọc chỉ xuất hiện ứng suất nén và ứng suất nén cực đại xuất hiện tại đầu cọc tăng, thời gian kết thúc va chạm tăng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Thúc An (1991), *Lý thuyết và chạm dọc của thanh và ứng dụng vào bài toán đóng cọc*, Trường Đại học Thủy lợi, Hà Nội.
2. Nguyễn Thị Thanh Bình, Nguyễn Trọng Tư (1996), *Va chạm dọc của hai thanh đàn hồi*, Nội san Khoa học Trường Đại học Thủy lợi, Hà Nội.
3. Nguyễn Thị Thanh Bình, Nguyễn Ngọc Huyền (2003), “Áp dụng lý thuyết va chạm dọc của hai thanh đàn hồi vào bài toán đóng cọc”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 41(2), tr. 63-74.
4. Cung Nhật Minh, Diệp Vạn Ninh, Lưu Hưng Lục (1999), *Thí nghiệm và kiểm tra chất lượng cọc*, Nxb Xây dựng, Hà Nội.
5. Nguyễn Ngọc Huyền (2006), *Giải bài toán về va chạm dọc của hai thanh đàn hồi và áp dụng vào bài toán đóng cọc*. Luận văn Thạc sĩ Cơ học, Viện Cơ học, Hà Nội.
6. William J.Palm III (1999), *Matlab for Engineering Applications*, WCB McGraw-Hill, New York.

Abstract

There are many Diesel hammers, which were used driven pile in working. Diesel hammer has piston knock the pile, so Diesel hammer presume that is an elastic bar in calculation.

In this article, authors defined stress state of the pile, that was driven in homogeneous foundation with the bottom places on the weak foundation. Authors calculate impact of elastic mattress, frictional force of the side face of the pile on max compressed stress in the socking- time. Authors used Matlab program to chart and give some comments.