

PHÂN TÍCH TƯƠNG TÁC TẮM MINDLIN TRÊN NỀN ĐÀN NHÓT CÓ GIA CƯỜNG TOP BASE CHỊU TẢI TRỌNG DI ĐỘNG SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN TRƠN CS-MIN3

Ngày nhận bài: 11/7/2014

Ngày sửa bài: 22/7/2014

Ngày chấp nhận đăng: 3/8/2014

**Lương Văn Hải, Lê Đỗ Phương An,
Đặng Trung Hậu, Nguyễn Thời Trung,
Lê Trọng Nghĩa**

TÓM TẮT:

Ngày nay, việc áp dụng công nghệ kỹ thuật cao vào các lĩnh vực trong đời sống luôn được các nhà khoa học quan tâm và phát triển. Trong xây dựng, việc ứng dụng công nghệ mới ngày càng được phát triển và đã mang lại những hiệu quả nhất định. Một số công nghệ mới được ứng dụng trong xây dựng có thể kể đến như: giải pháp thiết kế sàn Bubble Deck, sàn Hollow Core; các giải pháp xử lý nền như Top Base, cọc xi măng đất, phun vữa áp lực cao,...v.v. Trong đó, phương pháp xử lý nền Top Base được sử dụng như một giải pháp thay thế hiệu quả hơn so với các phương pháp xử lý nền truyền thống. Nghiên cứu trong bài báo này sẽ phân tích ứng xử của tấm Mindlin trên nền có gia cường Top Base chịu tải trọng di chuyển với vận tốc không đổi theo thời gian bằng phần tử tam giác Mindlin ba nút được làm trơn CS-MIN3 (Cell-based smoothed Mindlin three nodes plate element). Các kết quả số được triển khai nhằm phân tích động lực học kết cấu tấm Mindlin trên nền có gia cường Top Base và không có gia cường Top Base. Từ đó cho thấy sự hiệu quả của việc gia cường Top Base cho các đất nền chịu các loại tải trọng di chuyển.

Từ khóa: CS-MIN3, Top Base, Tải trọng di chuyển.

ABSTRACT

Nowadays, the application of high technology in every fields of life has been interested and developed by many scientists. A number of new technologies applied in construction fields can be named as Bubble Deck slab, Hollow Core slab, Top Base foundation, Deep cement mixing column, Jet-grouting mixing pile In which, Top Base foundation has been using as an alternative and promising method compared to other traditional ones.

This paper will analyse the dynamic response of Mindlin plates on Top Base foundation subjected to a moving vehicle at constant velocity by using the cell-based smoothed three-node Mindlin plate element CS-MIN3. Number results are carried out to analyze the structural dynamics of Mindlin plates with/without Top Base foundation subjected to vehicle loads. Therefore, the good bearing and high economic efficiency of Top Base foundation will be shown.

Key words: CS-MIN3, Top Base, Moving loads.

Lương Văn Hải, Lê Trọng Nghĩa

Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng, Trường Đại Học Bách Khoa – Đại Học Quốc Gia TP.HCM

Email: lvhai@hcmut.edu.vn

Điện thoại: 0944 282 090

Lê Đỗ Phương An

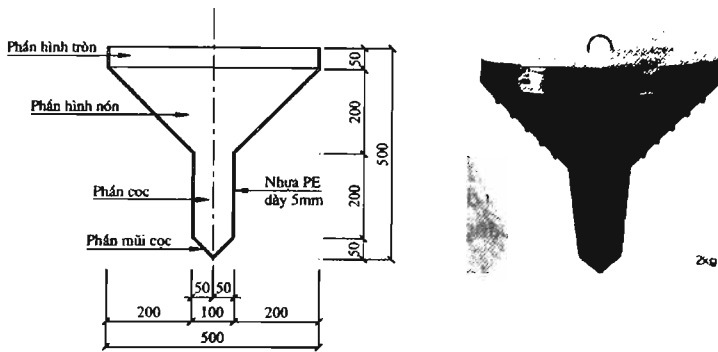
Học viên cao học, Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng, Trường Đại Học Bách Khoa – Đại Học Quốc Gia TP.HCM

Đặng Trung Hậu, Nguyễn Thời Trung

Viện Khoa Học Tính Toán, Trường Đại Học Tôn Đức Thắng, TP.HCM

1. Giới thiệu

Top Base được xem là một bước đột phá về công nghệ trong xây dựng và đã được áp dụng thành công trên nền đất yếu hơn 20 năm qua ở Nhật Bản và Hàn Quốc. Đây là một trong những phương pháp gia cố nền đất có hiệu quả cao, tăng cường khả năng chịu tải, giảm độ lún của công trình, đồng thời chống động đất tốt. Trong phương pháp này, các khối bê tông hình phễu (hay còn gọi là Top block) được xếp lên bề mặt của nền đất nguyên dạng, sau đó chèn và đầm đá dăm lấp đầy vào khe trống giữa các Top block tạo thành kết cấu nền cho móng như trong Hình 1. Phần trụ nón và phần cốc của Top Base được đặt trong lớp vật liệu rời (cát và đá dăm) nằm trên nền đất yếu, cốt thép phía trên và phía dưới có tác dụng nối các Top block thành nhóm để giảm độ lún và phân bố đồng đều ứng suất. Vì vậy, khối Top Base trở thành hệ kết cấu cứng linh hoạt. Phần hình nón có tác dụng phân tán ứng suất, phần mũi cốc có tác dụng ngăn cản chuyển vị theo phương ngang.



Hình 1. Cấu tạo Top block bê tông

Đối với kết cấu tấm đặt trên nền thì việc phân tích thiết kế thường được xem xét đồng thời giữa tấm và móng. Khi các kết cấu tấm dao động dưới các tác nhân của ngoại lực sẽ làm phát sinh dịch chuyển ở đáy móng. Sự dịch chuyển này tạo ra sự trao đổi năng lượng và tương tác giữa kết cấu bên trên và đất nền bên dưới (Soil Structure Interaction - SSI). Ngoài ra, sự tương tác này không chỉ phụ thuộc vào độ cứng của nền mà còn phụ thuộc vào độ cứng và khối lượng của kết cấu tấm bên trên. Kết cấu trên nền Top Base và bài toán tương tác SSI được nghiên cứu và sử dụng đầu tiên ở Nhật Bản vào những năm 80 của thế kỷ XX. Tuy nhiên, đến sau trận động đất lớn nhất ở Chibahien năm 1987 mới được tập trung nghiên cứu và phát triển. Các nghiên cứu tiêu biểu như: Nagase và cộng sự (1992) [1] đã tiến hành thí nghiệm bàn rung để nghiên cứu độ lún của móng có gia cường Top Base khi nền cát dưới đáy móng bị hóa lỏng. Kết quả chỉ ra rằng, độ lún của móng sử dụng khối bê tông hình Top-shaped là nhỏ nhất, và là loại móng hữu hiệu nhất trong việc kiểm soát độ lún trong cát rời khi động đất xảy ra. Arai và cộng sự (2008) [2], Kim và cộng sự (2008) [3] đã tiến hành nhiều thí nghiệm để xác định khả năng chịu tải và độ lún của phương pháp Top Base. Fun (2010) [4] đã nghiên cứu cụ thể công trình xây dựng trên nền sử dụng phương pháp gia cường Top Base. Hải và cộng sự (2012) [5], Tân và cộng sự (2013) [6] ở Việt Nam đã phân tích động lực học kết cấu nhà nhiều tầng chịu tác dụng tải trọng động có xét đến tương tác với đất nền được gia cường Top Base. Các kết luận quan trọng được rút ra như chuyển vị của hệ kết cấu và đất phụ thuộc vào các đặc trưng của các kết cấu, móng và đất nền.

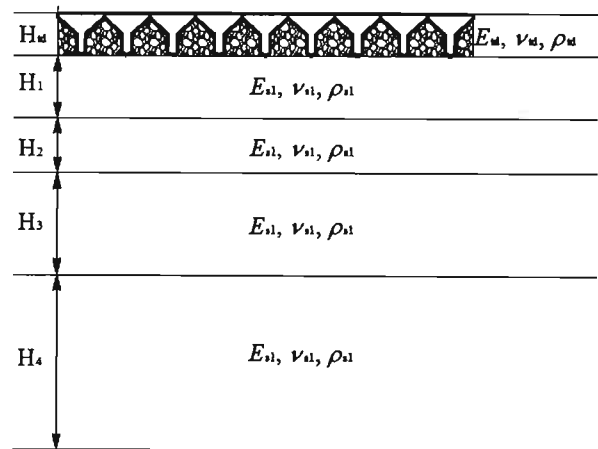
Mặc dù có nhiều công trình nghiên cứu trong và ngoài nước đã đề cập tới ảnh hưởng của Top Base đến ứng xử của đất nền, tuy nhiên, việc nghiên cứu bài toán tương tác giữa kết cấu tấm Mindlin bên trên và

đất nền bên dưới có gia cường Top Base chịu tải trọng di chuyển thì chưa được thực hiện. Mục đích chính của bài báo này nhằm phân tích và so sánh ứng xử động của tấm Mindlin trên nền không gia cường Top Base và có gia cường Top Base khi tải trọng xe di chuyển trên tấm bằng phương pháp phần tử hữu hạn làm trơn CS-MIN3. Các kết quả nghiên cứu sẽ là tài liệu hữu ích cho việc ứng dụng phương pháp Top Base vào các công trình xây dựng, đặc biệt là đối với các công trình được xây dựng trên nền đất yếu.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1 Phương pháp Top Base

Giả sử xét nền được gia cường Top Base và có 4 lớp đất bên dưới thể hiện như Hình 2. Trong đó: $E_{si}, \rho_{si}, \nu_{si}, H_i$ với $i=1\div 4$ lần lượt là module biến dạng, trọng lượng riêng, hệ số Poisson và chiều cao của các lớp đất; $E_{td}, \rho_{td}, \nu_{td}, H_{td}$ lần lượt là module biến dạng tương đương, trọng lượng riêng tương đương, hệ số Poisson tương đương và chiều cao của riêng lớp đất được gia cường Top Base bao gồm các Top block, đất nền và đá dăm.



Hình 2. Nền với nhiều lớp đất khác nhau có gia cường Top Base

Các thông số tương đương của lớp đất thứ nhất gia cường Top Base được biểu diễn như sau:

$$E_{td} = \frac{E_{block}V_{block} + E_{dd}V_{dd}}{V_{block} + V_{dd}} \quad (1)$$

$$\rho_{td} = \frac{\rho_{block}V_{block} + \rho_{dd}V_{dd}}{V_{block} + V_{dd}} \quad (2)$$

$$\nu_{td} = \frac{\nu_{block}V_{block} + \nu_{dd}V_{dd}}{V_{block} + V_{dd}} \quad (3)$$

trong đó $E_{block}, V_{block}, \rho_{block}$ và ν_{block} lần lượt là module đàn hồi, thể tích, trọng lượng riêng và hệ số Poisson của các Top block; $E_{dd}, V_{dd}, \rho_{dd}$ và ν_{dd} lần lượt là module đàn hồi, thể tích, trọng lượng riêng và hệ số Poisson của đá dăm.

Từ đó, thông số trung bình của module đàn hồi, trọng lượng riêng và hệ số Poisson của toàn bộ các lớp đất $E_{s-av}^{TB}, \rho_{s-av}^{TB}, \nu_{s-av}^{TB}$ được tính như sau (Hải và cộng sự, 2012 [5]):

$$E_{s-av}^{TB} = \frac{E_{td}H_{td} + E_{s1}H_1 + E_{s2}H_2 + E_{s3}H_3 + E_{s4}H_4}{H_{td} + H_1 + H_2 + H_3 + H_4} \quad (4)$$

$$\rho_{s-av}^{TB} = \frac{\rho_{td}H_{td} + \rho_{s1}H_1 + \rho_{s2}H_2 + \rho_{s3}H_3 + \rho_{s4}H_4}{H_{td} + H_1 + H_2 + H_3 + H_4} \quad (5)$$

$$\nu_{s-av}^{TB} = \frac{\nu_{td}H_{td} + \nu_{s1}H_1 + \nu_{s2}H_2 + \nu_{s3}H_3 + \nu_{s4}H_4}{H_{td} + H_1 + H_2 + H_3 + H_4} \quad (6)$$

Trọng lượng bản thân của kết cấu bên trên làm cho đất nền bên dưới bị nén lại và chịu biến dạng nén. Chowdhury (2009) [7] đã đưa ra mô hình trong đó xem phần móng đặt trên nền như khối hình hộp chữ nhật đặt trên các lò xo có độ cứng k_s được tính như sau:

$$k_s = \frac{4G_{s-av}^{TB} r_z}{(1-\nu_{s-av}^{TB})} \quad (7)$$

trong đó r_z là bán kính quy đổi sang móng tròn, G_{s-av}^{TB} là module kháng cắt trung bình của đất được gia cường Top Base. Giả thiết gần đúng xem các lớp đất làm việc như vật liệu đẳng hướng. Lúc này module kháng cắt G_{s-av}^{TB} của đất có thể được tính như sau:

$$G_{s-av}^{TB} = \frac{E_{s-av}^{TB}}{2(1-\nu_{s-av}^{TB})} \quad (8)$$

Đối với móng chữ nhật và móng vuông, bán kính quy đổi r_z được xác định như sau:

$$r_z = \sqrt{\frac{LB}{\pi}} \quad (9)$$

với L, B lần lượt là chiều dài và chiều rộng của móng.

Hệ số cản của móng tròn đặt trên mặt đất được tính như sau:

$$c_s = 2\zeta_z \sqrt{k_s m}; \quad \zeta_z = \frac{0.425}{\sqrt{B_z}}; \quad \sqrt{B_z} = \frac{0.25(1-\nu_{s-av}^{TB})mg}{\rho_{s-av}^{TB} r_z^3} \quad (10)$$

Với m là tổng khối lượng của móng và kết cấu bên trên; c_s, ζ_z và lần lượt là B_z hệ số cản, tỉ số cản và tỉ số khối lượng theo phương đứng.

2.2 Thiết lập ma trận phần tử CS-MIN3 cho tấm Reissner Mindlin trên nền đàn nhớt

Phương trình đại số rời rạc của tấm Reissner Mindlin trên nền đàn nhớt theo phương pháp phần tử hữu hạn có thể được viết như sau:

$$\mathbf{M}\ddot{\mathbf{d}} + \mathbf{C}\dot{\mathbf{d}} + \mathbf{K}\mathbf{d} = \mathbf{F} \quad (11)$$

trong đó $\mathbf{K}, \mathbf{M}, \mathbf{C}$ và \mathbf{F} lần lượt là ma trận độ cứng, ma trận khối lượng, ma trận cản và vectơ lực tổng thể, và được lắp ghép từ các ma trận phần tử tương ứng như sau:

$$\mathbf{K} = \sum_{e=1}^{N_e} \mathbf{K}_e; \quad \mathbf{M} = \sum_{e=1}^{N_e} \mathbf{M}_e; \quad \mathbf{C} = \sum_{e=1}^{N_e} \mathbf{C}_e; \quad \mathbf{F} = \sum_{e=1}^{N_e} \mathbf{F}_e \quad (12)$$

với $\mathbf{K}_e, \mathbf{M}_e, \mathbf{C}_e, \mathbf{F}_e$ lần lượt là ma trận độ cứng, ma trận khối lượng, ma trận cản và vectơ lực trên mỗi phần tử Ω_e và được tính như sau:

$$\mathbf{K}_e = \int_{\Omega_e} \mathbf{B}^T \mathbf{D}^b \mathbf{B} d\Omega_e + \int_{\Omega_e} \mathbf{S}^T \mathbf{D}^s \mathbf{S} d\Omega_e + \int_{\Omega_e} \mathbf{N}_w^T k_s \mathbf{N}_w d\Omega_e \quad (13)$$

$$\mathbf{F}_e = \int_{\Omega_e} \rho \mathbf{N} d\Omega_e + \mathbf{f}^b \quad (14)$$

$$\mathbf{M}_e = \int_{\Omega_e} \mathbf{N}^T \mathbf{m} \mathbf{N} d\Omega_e \quad (15)$$

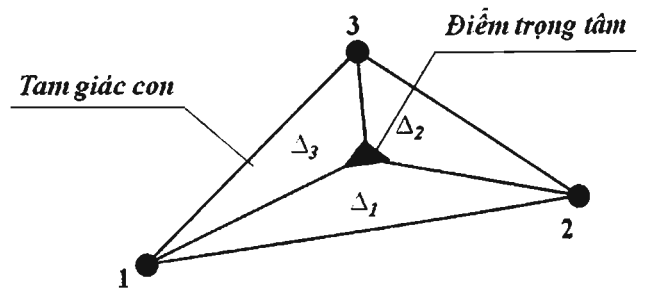
$$\mathbf{C}_e = \int_{\Omega_e} \mathbf{N}_w^T c_s \mathbf{N}_w d\Omega_e \quad (16)$$

với

$$\mathbf{N}_w = [N_1 \quad 0 \quad 0 \quad N_2 \quad 0 \quad 0 \quad N_3 \quad 0 \quad 0] \quad (17)$$

\mathbf{f}^b là vectơ lực tác dụng lên biên; k_s và c_s lần lượt là hệ số độ cứng và hệ số cản của đất nền được gia cường Top Base tương ứng trong phương trình (7) và (10); N_i ($i = 1 \div 3$) là hàm dạng tại nút phần tử; \mathbf{B} và \mathbf{S} là ma trận biến dạng uốn và ma trận biến dạng cắt; $\mathbf{D}^b, \mathbf{D}^s$ là ma trận vật liệu quan đến biến dạng uốn và biến dạng cắt của tấm.

Theo Nguyen-Thoi T và cộng sự (2012) [8], trong phương pháp phần tử hữu hạn làm tròn dựa trên phần tử tam giác Mindlin ba nút CS-MIN3, thông qua trọng tâm, mỗi phần tử tam giác được chia thành ba phần tử tam giác con $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ bằng cách nối điểm trọng tâm O với ba đỉnh của phần tử như minh họa ở Hình 3.



Hình 3. Ba tam giác con (D_1, D_2 và D_3) được tạo từ một phần tử tam giác trong CS-MIN3

Khi đó, ma trận độ cứng của phần tử MIN3 được làm tròn dựa trên phần tử tam giác Mindlin ba nút CS-MIN3 được viết lại như sau:

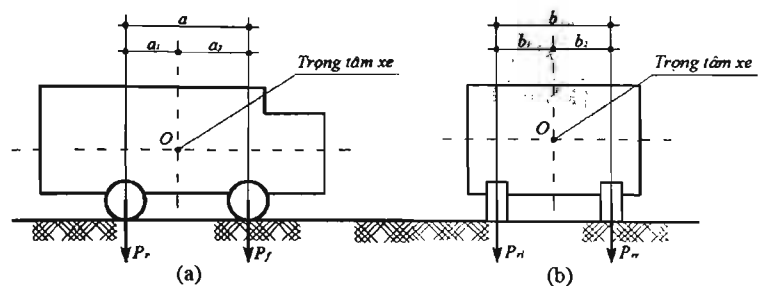
$$\begin{aligned} \tilde{\mathbf{K}}_e &= \int_{\Omega_e} \tilde{\mathbf{B}}^T \mathbf{D}^b \tilde{\mathbf{B}} d\Omega_e + \int_{\Omega_e} \tilde{\mathbf{S}}^T \mathbf{D}^s \tilde{\mathbf{S}} d\Omega_e + \int_{\Omega_e} \mathbf{N}_w^T k_s \mathbf{N}_w d\Omega_e \\ &= \tilde{\mathbf{B}}^T \mathbf{D}^b \tilde{\mathbf{B}}_e + \tilde{\mathbf{S}}^T \mathbf{D}^s \tilde{\mathbf{S}}_e + \int_{\Omega_e} \mathbf{N}_w^T k_s \mathbf{N}_w d\Omega_e \end{aligned} \quad (18)$$

trong đó $\tilde{\mathbf{B}}, \tilde{\mathbf{S}}$ lần lượt là ma trận biến dạng uốn và ma trận biến dạng cắt tương ứng với phần tử tam giác Mindlin ba nút được làm tròn (CS-MIN3) theo Nguyen-Thoi T và cộng sự (2012) [8].

2.3 Qui đổi tải trọng xe thành tải tập trung tại bốn bánh xe

Khác với các nghiên cứu trước khi mô hình xe di chuyển trên tấm như chỉ là một tải tập trung, trong Bài báo này thì tải trọng xe được mô tả chính xác hơn thông qua 4 điểm đặt lực tại vị trí 4 bánh xe và được thể hiện như

trên Hình 4.



Hình 4. Mặt cắt dọc (a) và mặt cắt ngang (b) của tải trọng phân bố xuống bốn bánh xe

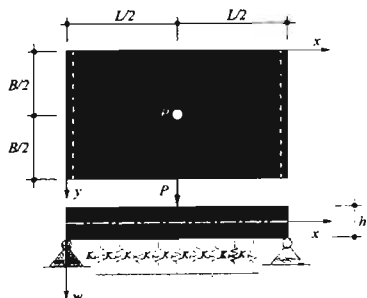
Dùng hình học để phân tích, tải trọng tập trung tại bốn bánh xe được tính như sau:

$$\begin{cases} P_{fl} = Q \left(1 - \frac{a_1}{a_1 + a_2} \right) \left(1 - \frac{b_1}{b_1 + b_2} \right) \\ P_{fr} = \frac{Q}{b_1 + b_2} \left(1 - \frac{a_1}{a_1 + a_2} \right) b_1 \\ P_{fl} = \frac{Q}{a_1 + a_2} a_1 \left(1 - \frac{b_1}{b_1 + b_2} \right) \\ P_{fr} = \frac{Q}{(a_1 + a_2)(b_1 + b_2)} a_1 b_1 \end{cases} \quad (19)$$

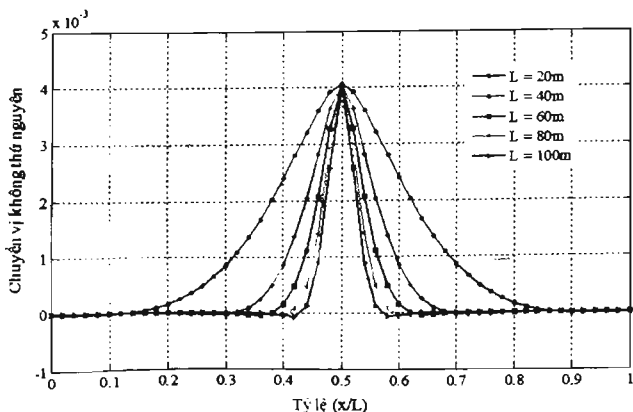
trong đó Q là trọng lượng của xe; P_{fl} , P_{fr} , P_{fl} , P_{fr} lần lượt là tải trọng tập trung tại bốn bánh xe cho các vị trí sau và trước xe; a_1 , a_2 , b_1 , b_2 là khoảng cách của các bánh xe đến trọng tâm xe như trên Hình 4

3. Các ví dụ số

3.1 Kiểm chứng bài toán tấm chịu tác dụng tải tĩnh trên nền đàn hồi



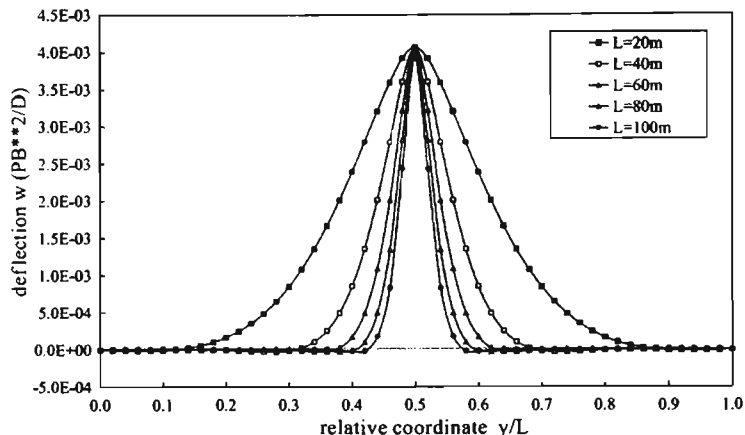
Hình 5. Tấm trên nền đàn hồi có tải tập trung tại trọng tâm tấm



Hình 6. Phân bố chuyển vị tại giữa tấm trong Bài báo

Tiến hành khảo sát với cùng các thông số đã được Huang và Thambiratnam (2001) [9] sử dụng để kiểm chứng lại chương trình tính toán trong Bài báo. Mô hình bài toán xem như tải trọng tập trung tại tâm tấm được thể hiện như trong Hình 5.

So sánh kết quả chuyển vị không thứ nguyên trong mô hình của Huang và Thambiratnam (2001) [9] và trong Bài báo được thể hiện trong Hình 6, Hình 7 và Bảng 1. Các kết quả được trình bày cho các chiều dài tấm L khác nhau.



Hình 7. Phân bố chuyển vị tại giữa tấm theo mô hình của Huang và Thambiratnam (2001) [9]

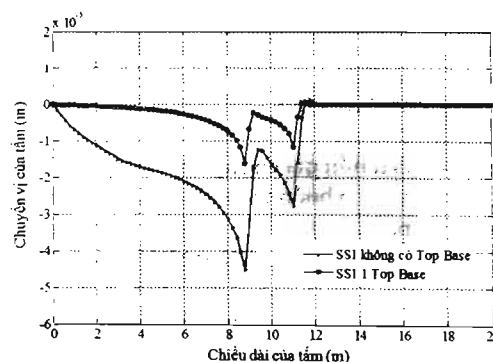
Bảng 1. So sánh chênh lệch chuyển vị không thứ nguyên tại tâm tấm giữa Bài báo và Huang và Thambiratnam (2001) [9]

Chuyển vị không thứ nguyên $\bar{w} = wD/(PB^2)$	Bài báo	Huang và Thambiratnam (2001) Error! Reference source not found.	Chênh lệch (%)
	0.4065	0.4057	0.19%

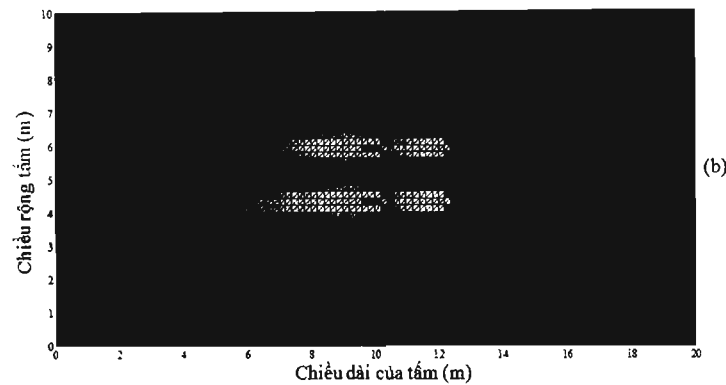
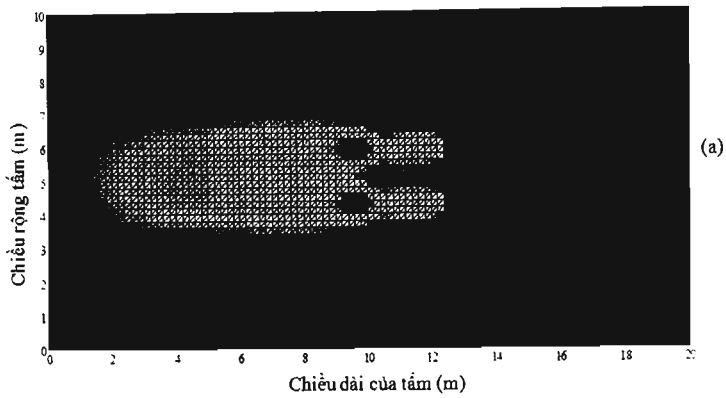
Từ kết quả Hình 6, Hình 7 và Bảng 1 cho thấy chuyển vị của mô hình tính toán trong Bài báo so với nghiên cứu của Huang và Thambiratnam (2001) [9] cho kết quả khá tương đồng, trong đó sai lệch lớn nhất chỉ là 0.19% tại vị trí tâm tấm. Điều này chứng tỏ chương trình tính sử dụng trong Bài báo có độ tin cậy cao và có thể sử dụng cho các ví dụ phân tích tiếp theo.

3.2 Ứng xử của tấm trên nền không gia cường và có gia cường 1 lớp Top Base

Xét một tấm chữ nhật có gối tựa cố định dọc theo hai cạnh ngắn và biên tự do dọc theo hai cạnh còn lại. Tấm chịu tải trọng của xe di chuyển với vận tốc $v = 40\text{km/h}$ ở giữa tấm dọc theo phương x như trong Hình 5.



Hình 8. Chuyển vị tại vị trí các bánh xe khi xe di chuyển đến vị trí giữa tấm với nền không gia cường Top Base và có gia cường 1 lớp Top Base



Hình 9. Hình dạng chuyển vị của tấm khi xe di chuyển đến vị trí giữa tấm cho hai trường hợp: (a) Không gia cường Top Base; (b) Có gia cường Top Base

Bảng 2. So sánh chuyển vị giữa tấm cho hai trường hợp

Chuyển vị w (m)	Không gia cường Top Base	Có gia cường 1 lớp Top Base	Chênh lệch (%)
Vị trí bánh sau	4.508×10^{-5}	1.612×10^{-5}	64.241%
Vị trí bánh trước	2.772×10^{-5}	1.157×10^{-5}	58.261%

Khối lượng xe $M=18000\text{kg}$, chiều dài tấm $L=20\text{m}$, chiều rộng tấm $B=10$ và bề dày tấm $h=0.2\text{m}$. Thông số vật liệu của tấm là module đàn hồi $E=2.9 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$, hệ số Poisson $\nu=0.2$ và trọng lượng riêng $\rho=25\text{kN/m}^3$. Tấm được chia thành 10.000 (100x50x2) phần tử tam giác tương ứng với 5151 nút. Ví dụ này nhằm khảo sát ứng xử động lực học của tấm đặt trên nền không gia cường và có gia cường 1 lớp Top Base chịu tải trọng xe di chuyển với vận tốc không đổi. Kết quả được thể hiện trong Hình 8, Hình 9 và Bảng 2.

Từ các kết quả so sánh của Hình 8, Hình 9 và Bảng 2, ta thấy có sự chênh lệch đáng kể khi xét đến tương tác tấm trên nền không gia cường và có gia cường Top Base. Khi có gia cường Top Base thì chuyển vị của tấm giảm đáng kể.

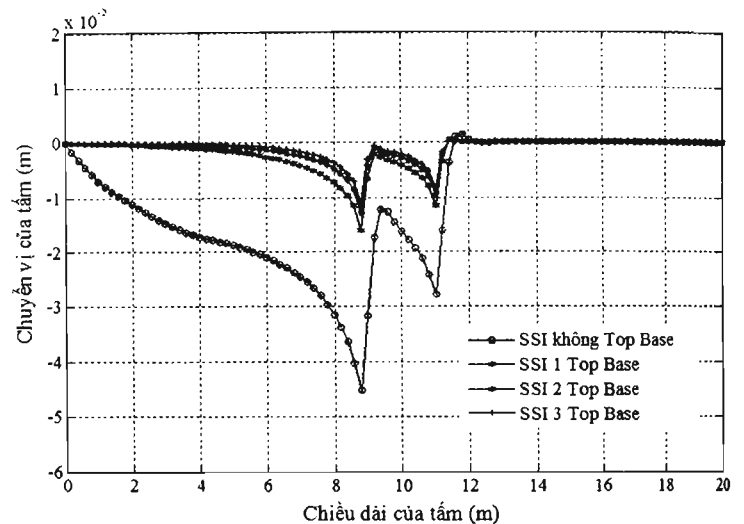
3.3 Ứng xử của tấm trên nền gia cường nhiều lớp Top Base

Nhằm mục đích khảo sát ảnh hưởng của số lớp Top Base đến ứng xử động lực học của tấm, ví dụ này sẽ xét sự thay đổi của số lớp Top Base gia cường lần lượt là 1, 2 và 3 lớp. Các thông số trung bình của các lớp đất được thể hiện trong Bảng 3.

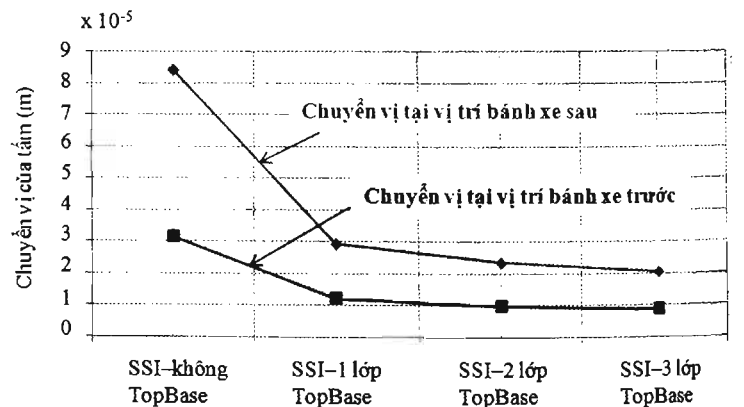
Hình 10 và Hình 11 thể hiện lần lượt giá trị chuyển vị tấm khi xe di chuyển đến vị trí giữa tấm và sự so sánh chuyển vị lớn nhất tại các vị trí bánh xe tương ứng với nền không gia cường và nền có gia cường 1 lớp, 2 lớp và 3 lớp

Bảng 3. Thông số trung bình của các lớp đất dưới công trình có gia cường các lớp Top Base

Thông số	ρ_{s-av}^{TB} (kN/m^3)	ν_{s-av}^{TB}	E_{s-av}^{TB} (kN/m^2)	G_{s-av}^{TB} (kN/m^2)
SSI - 1 lớp Top Base	18.69	0.35	1.88×10^5	7.65×10^4
SSI 2 lớp Top Base	18.66	0.345	3.65×10^5	1.5×10^4
SSI - 3 lớp Top Base	18.66	0.348	5.463×10^5	2.33×10^4



Hình 10. Chuyển vị tấm khi xe di chuyển đến vị trí giữa tấm với nền không gia cường và nền có gia cường 1 lớp, 2 lớp và 3 lớp Top Base



Hình 11. Biểu đồ so sánh chuyển vị của tấm Mindlin tương ứng với vị trí các bánh xe khi số lớp Top Base thay đổi

Bảng 4. So sánh chênh lệch của chuyển vị giữa mô hình tấm không gia cường và có gia cường 1 lớp, 2 lớp và 3 lớp Top Base

Lớp Top Base	Chuyển vị w (m)		% Chênh lệch so với tấm không Top Base	
	Vị trí bánh sau	Vị trí bánh trước	Vị trí bánh sau	Vị trí bánh trước
0	4.508×10^{-5}	2.772×10^{-5}		
1	1.612×10^{-5}	1.157×10^{-5}	64.241%	58.261%
2	1.297×10^{-5}	0.957×10^{-5}	71.628%	65.476%
3	1.111×10^{-5}	0.852×10^{-5}	75.355%	69.264%

3 lớp Top Base. Đồng thời Bảng 4 cho thấy sự chênh lệch của chuyển vị giữa mô hình tấm không gia cường và có gia cường 1 lớp, 2 lớp và 3 lớp Top Base.

Qua các Hình 10, Hình 11 và Bảng 4 cho thấy khi tăng số lớp Top Base từ 1 lớp, 2 lớp và 3 lớp thì chuyển vị của tấm giảm thêm không đáng kể. Do đó, với nền đất thích hợp đã xét trong ví dụ này, ta chỉ cần gia cường 1 lớp Top Base là đã đạt được kết quả như mong muốn. Việc tăng số lớp Top Base gia cường càng nhiều sẽ làm tăng thêm chi phí nhưng hiệu quả của việc giảm chuyển vị lại không đáng kể và không tương xứng với chi phí tăng thêm.

4. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu, có thể rút ra các kết luận như sau:

- Mô hình đề nghị đã phản ánh sự làm việc hợp lý kết cấu tấm Mindlin có kể đến sự làm việc của đất nền. Mô hình này đảm bảo độ tin cậy, độ chính xác và xu hướng hợp lý trong việc xác định ứng xử động lực học của tấm Mindlin dưới tác dụng của tải trọng xe di chuyển trên nền có gia cường Top Base và nền không gia cường Top Base.
- Mô hình tải trọng xe bằng 4 lực tập trung cho thấy các kết quả thu được phản ánh chính xác hơn ứng xử của tấm trên nền đàn hồi.
- Khi đất nền được gia cường Top Base, ngoài tác dụng giảm độ lún và tăng khả năng chịu tải của đất nền, các lớp Top Base còn góp phần làm tăng độ cứng và độ cản của kết cấu tấm Mindlin bên trên khi ta xét sự làm việc đồng thời của kết cấu tấm và đất nền. Từ đó làm giảm chuyển vị của tấm so với khi không gia cường Top Base.
- Lớp đất có gia cường càng nhiều lớp Top Base thì nền càng trở nên cứng, tuy nhiên việc tăng số lớp Top Base hơn 1 lớp không có nhiều tác dụng như mong muốn. Kiến nghị được đưa ra là chỉ nên sử dụng 1 lớp Top Base cho việc gia cố nền đường chịu tải trọng di chuyển.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (VNU-HCM) trong khuôn khổ đề tài mã số B2013-20-07.

Tài liệu tham khảo

- [1] H. Nagase, S. Yasuda, M. Hakuno, S. Kobayashi, T. Yoshida (1992), *Effectiveness of top-shaped concrete blocks in reducing settlement in ground liquefied by an earthquake*, Earthquake Engineering 10.
- [2] K. Arai, M. Fujii, I. Yasukawa, P. Li (2008), *Field loading tests for bearing capability and settlement of top-shaped foundation method*, International Symposium on Lowland Technology.
- [3] S. K. Kim, J. T. Lee, S. B. Jung, J. K. Kim (2008), *Load-settlement characteristics of concrete Top Base foundation on soft ground*, International Symposium on Lowland Technology.
- [4] J. K. J. Fun (2010), *Construction in Foundation using Top Base Method*.
- [5] Luong Van Hai, Pham Ngoc Tan, Nguyen Hoang Lam, Nguyen Thoi Trung, Tran Minh Thi and Ang Kok Keng (2013). *Dynamic analysis of Top Base foundation structures subject to earthquake and considering soil-structure interaction*. The 4th International Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum EACEF, 26-28/06/2013, Singapore, G31-G36.
- [6] Pham Ngoc Tan, Luong Van Hai, Nguyen Thoi Trung, Tran Minh Thi and Ang Kok Keng (2013). *Effects of seismic loads and soil-structure interaction on dynamic behaviours of Top Base foundation structures*. Hội nghị Khoa học toàn quốc Cơ học Vật rắn biến dạng lần thứ mười một, 7-9/11/2013, HCM, Việt Nam, 1016-1025.
- [7] I. Chowdhury (2009), *Dynamics of Structure and Foundation-unified approach*, 2. Applications, CRC Press/Balkema.
- [8] T. Nguyen-Thoi, P. Phung-Van, H. Luong-Van, H. Nguyen-Van, H. Nguyen-Xuan (2013) A cell-based smoothed three-node Mindlin plate element (CS-MIN3) for static and free vibration analyses of plates. *Computational Mechanics*, 51(1) 65-81.
- [9] M. H. Huang, D. P. Thambiratnam (2001). *Analysis of plate resting on elastic supports and elastic foundation by finite strip method*. *Computers and structures*; 79:2547-2557.