Phân tích và tính toán sàn ô cờ

Analysis and design of waffle slabs

Phùng Thị Hoài Hương

Tóm tắt

Ảnh hưởng của độ cứng dầm phụ đến nội lực bản sàn ô cờ được khảo sát qua phân tích nội lực bản sàn bằng phần mềm SAFE với chiều cao dầm phụ thay đổi. Sau đó, 3 phương pháp xác định nội lực sàn ô cờ được trình bày. Kết quả khảo sát nội lực bản sàn có nhịp Lx = 12m, Ly = 9m, và cho bốn trường hợp nhịp sàn có tỷ lệ Lx/Ly = 1÷2 với chiều cao dầm thay đổi (h=300÷700mm), khoảng cách dầm thay đổi (a= 750mm÷2000mm) nhằm đưa ra các nhận xét về sự sai khác kết quả tính nội lực theo các phương pháp.

Từ khóa: dầm phụ, mô men, sàn ô cờ, phương pháp gần đúng, lý thuyết tấm vỏ, SAFE

Abstract

The influence of the secondary beam stiffness on the internal force of the waffle slabs was investigated through the analysis of the bending moments of two-way slabs supported on beams using by SAFE software with the depth ratios of the secondary beam to slab are from 3÷7. Then the paper will analysis of waffle slabs according three methods. The comparison is done on bending moments and shear forces for a waffle slab with spans in both direction Lx = 12m, Ly = 9m, and more four cases waffles slabs that have the spans ratio Lx / Ly = 1 ÷ 2.Analyze the effect of rib depth (h = 300 ÷ 700mm), rib spacing (a = 750mm ÷ 2000mm) in order to comments on the bending moments and shear forces according these methods.

Key words: *secondry beams, momments, waffle slabs, approximate method, plate theory, SAFE*

TS. Phùng Thị Hoài Hương

Giảng viên Bộ môn cốt thép và gạch đá, Khoa Xây dựng,

Email: thhuongphung@gmail.com;

Điện thoại: 0984394808

Ngày nhận bài: 26/4/2021

Ngày sửa bài: 03/6/2021

Ngày duyệt đăng: 22/5/2023

1. Đặt vấn đề

Sàn ô cờ gồm hệ dầm trực giao đặt theo hai phương chia mặt sàn thành nhiều ô bản có kích thước nhỏ hơn 2 m. Phương của hệ dầm có thể bố trí song song với cạnh sàn (Hình 1.1) hoặc bố trí phương của hệ dầm trực giao hợp với cạnh sàn một góc 45o (Hình 1.2).

Sàn ô cờ là kết cấu có chi phí vật liệu thấp hơn các loại sàn bê tông khác có nhịp lớn và trung bình. Đồng thời giảm chiều cao tầng và tổng chiều cao nhà, sàn có độ cứng lớn, hơn nữa sàn ô cờ có tính thẩm mỹ cao.Vì vậy, sàn ô cờ được sử dụng cho nhiều công trình như trung tâm thương mại, khách sạn, văn phòng, nhà ở, bệnh viện, nhà để xe, rạp chiếu phim, v.v…

Kích thước chiều dày sàn, tiết diện ngang sườn ô cờ và khoảng cách giữa các sườn tùy theo thuộc vào tiêu chuẩn cũng như chỉ dẫn thiết kế tính toán. Theo [3] chiều dày bản sàn có thể lấy từ 75mm đến 125mm với bề rộng của sườn từ 125 đến 200mm. Khoảng cách giữa các sườn từ 600-1500mm. Tổng chiều dày của kết cấu sàn thường từ 300-600mm với sàn bê tông cốt thép có nhịp lên tới 15m, với sàn bê tông ứng lực trước nhịp có thể lớn hơn.

Để phân tích sàn ô cờ có thể dùng các công thức lý thuyết [5, 11], hoặc phương pháp phần tử hữu hạn như sử dụng phần mềm tính toán kết cấu SAFE, ETABS, v.v…

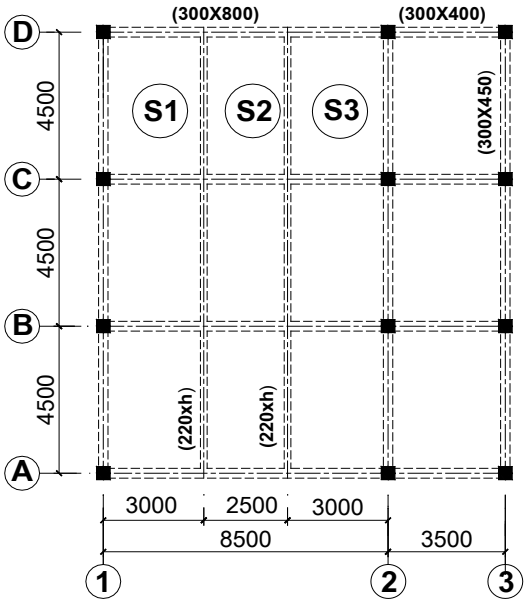
Trong các kết cấu sàn có hệ dầm giao nhau, với các độ cứng dầm đủ lớn có thể coi dầm là các gối tựa không có chuyển vị đứng để tính nội lực của bản sàn.Vì vậy, mục 2 của bài báo này trình bày kết quả phân tích nội lực bản sàn với chiều cao dầm phụ thay đổi để có nhận xét khi nào có thể tính đơn giản hóa coi dầm là gối tựa của bản.Mục 3 trình bày các phương pháp tính nội lực trong sàn ô cờ khi không thể tách riêng bản sàn và dầm để tính nội lực. Mục 4 trình bày kết quả tính nội lực bản sàn theo các phương pháp nhằm đưa ra các nhận xét về sự sai khác kết quả tính nội lực theo các phương pháp.

Hình 1.1. Sàn ô cờ bố trí lưới đều nhau vuông góc [arch.vn]

Hình 1.2. Sàn ô cờ có phương hệ dầm hợp cạnh sàn góc 45°[3]

2. Nội lực trong bản sàn khi thay đổi độ cứng dầm phụ

Trong các kết cấu sàn có hệ dầm giao nhau, khi độ cứng của dầm đủ lớn, nội lực sàn có thể được tính toán theo phương pháp hệ số mô men có sẵn trong các bảng tra [1] với giả thiết coi dầm là các gối tựa không có chuyển vị đứng. Tuy nhiên trong thực tế, sàn được kê lên các dầm có độ cứng hữu hạn, và hệ dầm có chuyển vị dưới tác dụng của tải trọng.Như vậy liên kết của các ô bản với dầm không phải là liên kết lý tưởng như được giả thiết khi lập bảng tra, hơn nữa chuyển của dầm dẫn đến sự phân phối lại nội lực của hệ kết cấu bao gồm nội lực trong sàn.Sự phân phối nội lực sàn còn phụ thuộc vào tỷ lệ độ cứng giữa dầm và sàn,



Hình 2.1. Mặt bằng kết cấu dầm giao nhau

mà trong phương pháp hệ số mô men chưa được tính đến. Để nhận xét khi nào có thể đơn giản hóa coi dầm là gối tựa không có chuyển vị đứng bài viết phân tích mặt bằng sàn như Hình 2.1. Tải trọng tính toán: tĩnh tải sàn 3,91kN/m^2; hoạt tải tính toán được lấy bằng 3,6kN/m^2. Bê tông sử dụng B25, E_b = 30x103 (MPa). Chiều dày bản sàn chọn sơ bộ theo[1], lấy h_s = 100 (mm). 5 mô hình sàn tương ứng chiều cao tiết diện dầm phụ thay đổi từ 300 đến 700mm (tỷ lệ chiều cao dầm đối với chiều dày sàn h_d/h_s = 3÷7) được chọn tính toán. So sánh mô men tính theo bảng tra theo tiêu chuẩn ACI1963 với giả thiết dầm là gối tựa của sàn (không chuyển vị đứng) và mô men tính trong mô hình dùng phần mềm SAFE.

Từ kết quả tính toán theobảng tra của tiêu chuẩn ACI 318 và phần mềm SAFE trên Hình 2.2 cho thấy:

Mô men bảng tra theo tiêu chuẩn ACI với giả thiết dầm là gối tựa của sàn (không chuyển vị đứng) và mô men tính trong mô hình dùng phần mềm SAFE có sự sai khác đáng kể. Cụ thể như sau:

+ Mô men dương ở giữa các ô bản tính theo phần mềm SAFE lớn hơn mô men tính theo bảng tra trong tiêu chuẩn ACI 318.

+ Mô men âm ở vị trí bản kê lên dầm phụ tính theo phần mềm SAFE luôn nhỏ hơn đáng kể giá trị mô men tính theo bảng tra trong tiêu chuẩn ACI 318.

+ Mô men âm ở vị trí bản kê lên dầm chính tính theo phần mềm SAFE lớn hơn đáng kể so với mô men tính theo bảng tra trong tiêu chuẩn ACI 318.

Sự thay đổi kích thước dầm phụ dẫn đến sự thay đổi phân phối nội lực bản sàn nhưng không đáng kể (xem Hình 2.2). Nội lực tính theo phần mềm SAFE luôn khác nội lực tính theo bảng tra trong tiêu chuẩn ACI 318 dù có tăng tiết diện dầm lớn đến tỉ lệ h_d/h_s =7.

Có thể nhận xét rằng nội lực sàn tính theo các phương pháp khác nhau ra kết quả khác nhau đáng kể nhưng không làm giảm độ an toàn khi thiết kế kết cấu bê tông cốt thép vì bê tông cốt thép có tính dẻo nên sự phân phối lại nội lực do dẻo sẽ đáp ứng được điều kiện cân bằng. Điều này đã được nêu trong nhiều tài liệu [4,5]

3. Một số phương pháp phân tích kết cấusàn ô cờ

Sàn ô cờ gồm bản sàn và hệ dầm trực giao.Xét mặt

Mô men tính theo bảng tra của tiêu chuẩn ACI318

Ô sàn S1

$M_{1-S1}^{ACI} = 3.6(kNm)$

$M_{1-S1}^{ACI_T} = -1.2(kNm)$

$M_{1-S1}^{ACI_P} = -5.6(kNm)$

Ô sàn S2

$M_{1-S2}^{ACI} = 2.1(kNm)$

$M_{1-S1}^{ACI} = -4.0(kNm)$

Ô sàn S3

$M_{1-S3}^{ACI} = 2.2(kNm)$

$M_{1-S3}^{ACI} = -5.5(kNm)$

Ô sàn S4

$M_{1-S1}^{ACI} = 3.3(kNm)$

$M_{1-S1}^{ACI_T} = -1.1(kNm)$

$M_{1-S1}^{ACI_P} = -4.8(kNm)$

Ô sàn S5

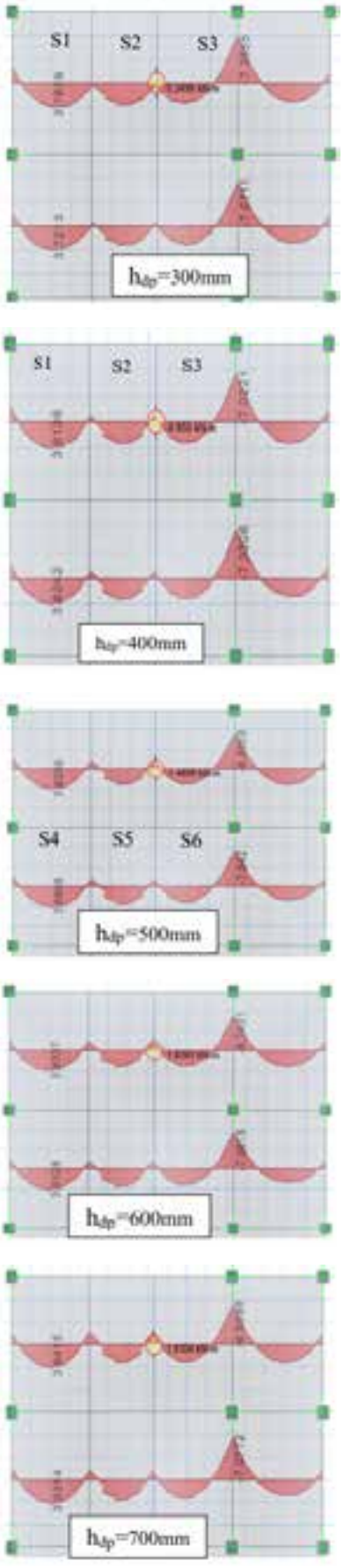
$M_{1-S2}^{ACI} = 2.2(kNm)$

$M_{1-S1}^{ACI} = -3.8(kNm)$

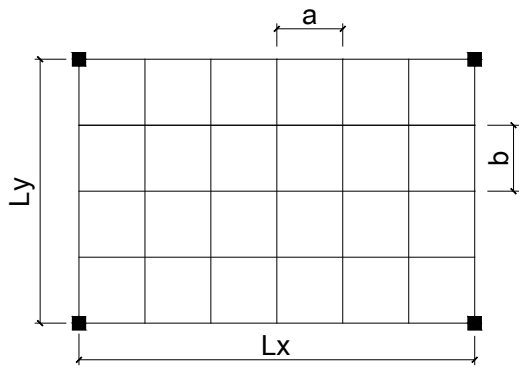
Ô sàn S6

$M_{1-S3}^{ACI} = 2.7(kNm)$

$M_{1-S3}^{ACI} = -5.1(kNm)$



Hình 2.2. Mô men theo phương cạnh ngắn với chiều cao dầm phụ h= (300÷700)mm



Hình 3.1. Mặt bằng sàn ô cờ

bằngsàn ô cờ có kích thước nhịp theo hai phương lần lượt là L_x, L_y, tải trọng tính toán tác dụng lên sàn là q (kN/m^2). Khoảng cách sườn ô cờ theo hai phương lần lượt là a, b. (Hình 3.1). Bài báo này áp dụng áp dụng 3 phương pháp: phân tích đàn hồi dùng phần mềm phần tử hữu hạn, phương pháp gần đúng Rankine- Grashoff [5,9] và lý thuyết tấm vỏ để tính nội lực sàn ô cờ.

3.1 Tính theo phương pháp gần đúng Rankine- Grashoff

Xét ô bản có kích thước L_x, L_y, tải trọng tính toán tác dụng lên sàn là q (kN/m^2). Giả thiết sàn ô cở được liên kết tự do lên gối tựa xung quanh. Tưởng tượng cắt hai dải bản có bề rộng một đơn vị đặt vuông góc với nhau, độ võng lớn nhất giữa ô bản $f_x = f_y = f$.

$$f = \frac{5}{384}\frac{q_x L_x^4}{\mathrm{EJ}} = \frac{5}{384}\frac{q_y L_y^4}{\mathrm{EJ}} \quad (1)$$

Tải trọng phân bố theo phương L_x, L_y lần lượt là q_x, q_y được tính như sau:

$$q_x = \frac{L_x^4}{L_x^4 + L_y^4} q;\ q_y = \frac{L_y^4}{L_x^4 + L_y^4} q \quad (2)$$

Mô men uốn lớn nhấtcho sườn ở giữa ô bản theo hai phương:

$$M_x = q_x a\frac{L_x^2}{8};\ M_y = q_y b\frac{L_y^2}{8} \quad (3)$$

Lực cắt lớn nhất:

$$Q_x = q_x b\frac{L_x}{2};\ Q_y = q_y a\frac{L_y}{2} \quad (4)$$

- Momen uốn trong các sườn còn lạicủa sàn theo phương L_x và Ly có thể tính theo tỷ lệ với M_x, M_y [9] là:

$$M_{1.x} = k_1.M_x$$
$$M_{2.x} = k_2.M_y \quad (5)$$

Trong đó k_1, k_2 lần lượt là hệ số lấy theo [9].

3.2 Tính theo lý thuyết tấm vỏ

Sàn ô cờ bê tông cốt thép được coi như tấm đàn hồi và đẳng hướng được kê tự do ở cả bốn cạnh. Theo trên phân tích tấm và vỏ của Timoshenko [10], độ võng f tại điểm (x,y) tính đươc như sau:

$$f = \frac{16q}{\pi^6}\left(\frac{\sin\left(\frac{\pi x}{L_x}\right)\sin\left(\frac{\pi y}{L_y}\right)}{\frac{D_x}{L_x^4} + \frac{2H}{L_x^2 L_y^2} + \frac{D_y}{L_y^4}}\right) \quad (6)$$

Trong đó:

EI_x, EI_y, C_x, C_y lần lượt là độ cứng chống uốn và chống xoắn của sườn ô cờ theo hai phương L_x, L_y.

$$D_x = \frac{EI_x}{b};\ D_y = \frac{EI_y}{a};\ 2H = \frac{C_x}{b} + \frac{C_y}{a}$$
$$C_x = k_1 G J_x = k_1 G a^3 h; C_y = k_1 G J_y = k_1 G b^3 h$$

độ cứng chống xoắn của sườn ô cờ theo hai phương L_x, L_y

Mô đun chống cắt:

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

Hệ số poat xông với bê tông $\nu = (0,15 \div 0,25)$, chọn bằng 0,2

k_1: hằng số phụ thuộc vào tỷ số chiều cao (h) và bề rộng tiết diện ngang (b) sườn ô cờ, được lấy theo[10]

I_x,I_y: lần lượt là mô men quán tính của sườn ô cờ theo hai phương X, Y. Có thể được tính như sau: $I_x = I_y = kbh^3$.

Trong đó k là hệ số phụ thuộc tỷ số được lấy theo Bảng 101 [2] cho dầm tiết diện chữ T có bề rộng cánh b_f bằng khoảng cách giữa các sườn ô cờ (a,b). k phụ thuộc tỷ số b/ b_f và h_s/h.

Mô men uốn (M_x, M_y), mô men xoắn (M_{xy}, M_{yx}) và lực cắt (Q_x, Q_y) lần lượt tính được như sau:

$$M_x = -D_x\left(\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}\right) = -D_x\left(\frac{\pi}{L_x}\right)^2 f \quad (7)$$

$$M_y = -D_y\left(\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}\right) = -D_y\left(\frac{\pi}{L_y}\right)^2 f \quad (8)$$

$$M_{xy} = -\frac{C_x}{b}\left(\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}\right) = \frac{C_x}{b}\left(\frac{\pi^2}{L_x L_y}\right)\frac{16q}{\pi^6}\left(\frac{\cos\left(\frac{\pi x}{L_x}\right)\cos\left(\frac{\pi y}{L_y}\right)}{\frac{D_x}{L_x^4} + \frac{2H}{L_x^2 L_y^2} + \frac{D_y}{L_y^4}}\right) \quad (9)$$

$$M_{yx} = -\frac{C_y}{a}\left(\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}\right) = \frac{C_y}{a}\left(\frac{\pi^2}{L_x L_y}\right)\frac{16q}{\pi^6}\left(\frac{\cos\left(\frac{\pi x}{L_x}\right)\cos\left(\frac{\pi y}{L_y}\right)}{\frac{D_1}{L_x^4} + \frac{2H}{L_x^2 L_y^2} + \frac{D_2}{L_y^4}}\right) \quad (10)$$

$$Q_x = \frac{16q}{\pi^6}\left(\frac{\cos\left(\frac{\pi x}{L_x}\right)\sin\left(\frac{\pi y}{L_y}\right)}{\frac{D_x}{L_x^4} + \frac{2H}{L_x^2 L_y^2} + \frac{D_y}{L_y^4}}\right)\left(D_x\frac{\pi^3}{L_x^3} + \frac{C_y}{a}\frac{\pi^3}{L_x L_y^2}\right) \quad (11)$$

$$Q_y = \frac{16q}{\pi^6}\left(\frac{\sin\left(\frac{\pi x}{L_x}\right)\cos\left(\frac{\pi y}{L_y}\right)}{\frac{D_x}{L_x^4}+\frac{2H}{L_x^2L_y^2}+\frac{D_y}{L_y^4}}\right)\left(D_y\frac{\pi^3}{L_y^3}+\frac{C_x}{b}\frac{\pi^3}{L_yL_x^2}\right) \quad (12)$$

4. Áp dụng tính toánvà thảo luận kết quả

Cho mặt bằng sàn ô cờ có kích thước theo hai phương L_x = 12 (m); L_y = 9(m); sườn ô cờ có kích thước tiết diện bxh = 200x500 (mm), chiều dày bản sàn h_s = 70 (mm). Khoảng cách sườn ô cờ theo hai phương giống nhau a = b = 1500 (mm). Bê tông sử dụng B25, E_b = 30x103 (MPa). Cốt thép CB300V (CII). Tải trọng tính toán: tĩnh tải sàn và tải trọng hoàn thiện 6 kN/m^2; hoạt tải sử dụng tính toán được lấy bằng 3,6kN/m^2.

Kết quả tính toán mô men uốn lớn nhất và lực cắt lớn nhất của sườn giữa sàn ô cờtheo các công thức tính nội lực đã có mục 2 và phần mềm SAFE version 2016 [6] được thể hiện trong Bảng 1. Kết quả tính toán cho thấy mô men uốn My giữa phần mềm SAFE và công thức tính gần đúng cho kết quả tương đối giống nhau. Lực cắt tính theo lý thuyết tấm vỏ và phần mềm SAFE cho kết quả gần như nhau. M_x và Q_x tính theo các phương pháp không chêch nhau nhiều.

Bảng 1. Mô men uốn và lực cắt lớn nhất của sườn giữa sàn ô cờ

Mô men và lực cắt trên một đơn vị bề rộng	Phương pháp gần đúng	Lý thuyết tấm vỏ	Phần mềm SAFE
M_x (kNm)	62.0	50.21	80.0
M_y (kNm)	110.3	89.27	112.3
Q_x (kN)	20.7	15.4	23.9
Q_y (kN)	49	32.8	32.6

4.1 Ảnh hưởng nhịp sàn ô cờ

Để phân tích ảnh hưởng nhịp sàn ô cờ, ta giữ nguyên các thông số của sàn đã phân tích ở trên chỉ thay đổi nhịp sàn ô cờ theo phương Lx. Bốn trường hợp sàn ô cờ cógiá trị nhịp Lx, L_y như trong Bảng 2.

Bảng 2. Các trường hợp nhịp sàn ô cờ tính toán

L_x (m)	9	12	15	18
L_y (m)	9	9	9	9
L_x/L_y	1	1.33	1.66	2

Mô men uốn lớn nhất M_x, M_y và lực cắt lớn nhất Qx, Q_y của sườn giữa sàn ô cờ tính theo các phương pháp ở mục 2 cho các trường hợp nhịp sàn ô cờ có tỷ lệ L_x/L_y thay đổi từ 1 đến 2 lần lượt được trình bày trong các hình dưới đây:

Hình 4.1 thể hiện mô men uốn lớn nhất của sườn giữa sàn ô cờ theo phương Y (M_y). Kết quả cho thấy khi tỷ lệ hai cạnh ô sàn L_x/L_y tăng thì mô men uốn (My) tăng theo cả ba cách tính. Giá trị mô men uốn tính theo phần mềm SAFE lớn hơn theo phương pháp tính gần đúng và theo lý thuyết tấm vỏ.

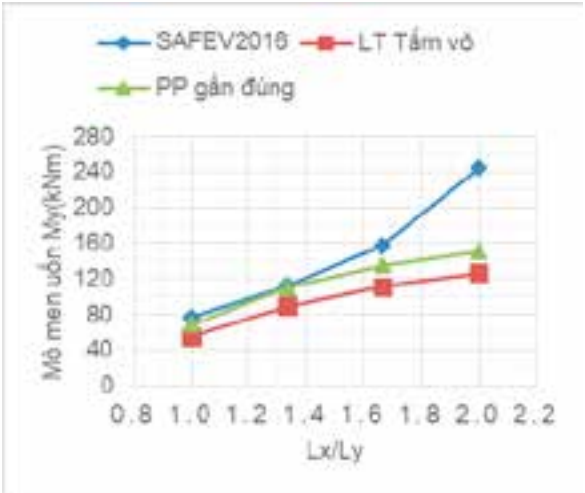
Với L_x/L_y =1 và 1,33 giá trị mô men uốn My tính theo phần tử hữu hạn và phương pháp gần đúng cho kết quả gần giống nhau. Với L_x/L_y tăng lên 1,66 và 2 thì giá trị mô men uốn theo phương pháp gần đúng và lý thuyết đàn hồi tăng tỷ lệ với nhau, giá trị tính theo phần tử hữu hạn lớn hơn hẳn hai phương pháp trên ứng với tỷ lệ Lx/Ly =2.

Hình 4.2 cho thấy khi tỷ lệ hai cạnh ô sàn L_x/L_y tăng thì mô men uốn (M_x) giảm. Giá trị mô men uốn tính theo phần mềm SAFE lớn hơn theo phương pháp tính gần đúng và theo lý thuyết tấm vỏ ứng với L_x/L_y =1 và 1,33 và 1,66. Với L_x/L_y= 2 thì giá trị mô men uốn tính theo phần tử hữu hạn cho kết quả gần bằng hai phương pháp lý thuyết tấm vỏ và phương pháp gần đúng.

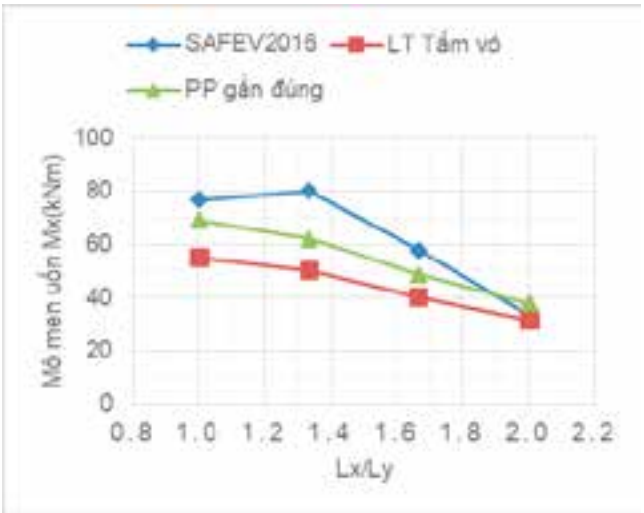
Hình 4.3 thể hiện lực cắt sườn phương Y tăng theo tỷ lệ L_x/L_y. Lực cắt Qy theo phương khác gần đúng lớn hơn theo phần mềm SAFE và lý thuyết tấm vỏ. Với L_x/L_y =1.33 và 2.0, giá trị lực cắt theo phần tử hữu hạn và lý thuyết tấm vỏ gần như nhau

Hình 4.4 thể hiện lực cắt dầm phương X giảm khi tỷ lệ L_x/L_y tăng. Với L_x=L_y lực cắt theo phần tử hữu hạn nhỏ hơn theo phương pháp gần đúng và lớn hơn theo lý thuyết tấm vỏ. Khi L_x/L_y tăng lực cắt theo phần tử hữu hạn giảm nhưng lớn hơn so với giá trị lực cắt theo lý thuyết tấm vỏ và phương pháp gần đúng. Khi L_x=2L_y, lực cắt theo phương pháp gần đúng sát với giá trị theo lý thuyết tấm vỏ.

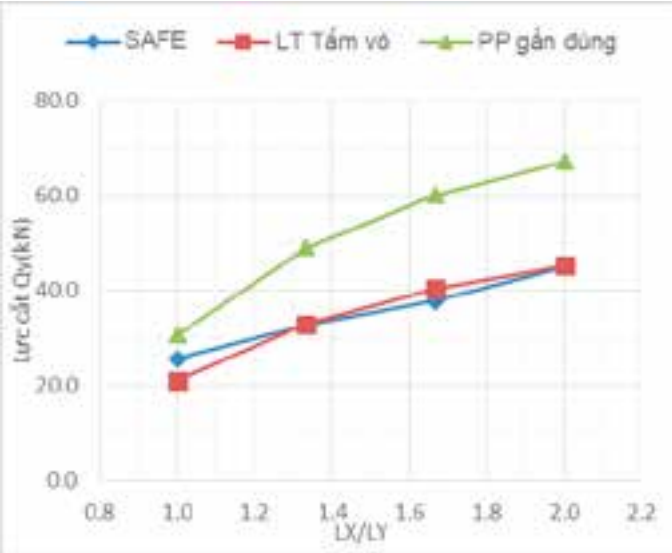
Với các ô sàn khảo sát cho thấy mô men và lực cắt phụ



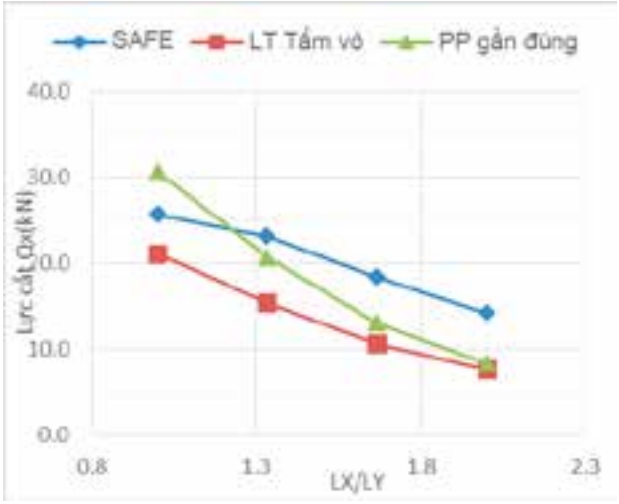
Hình 4.1. So sánh giá trị mô men uốn M_ylớn nhất cho sườn giữa ô sàn theo phương Y



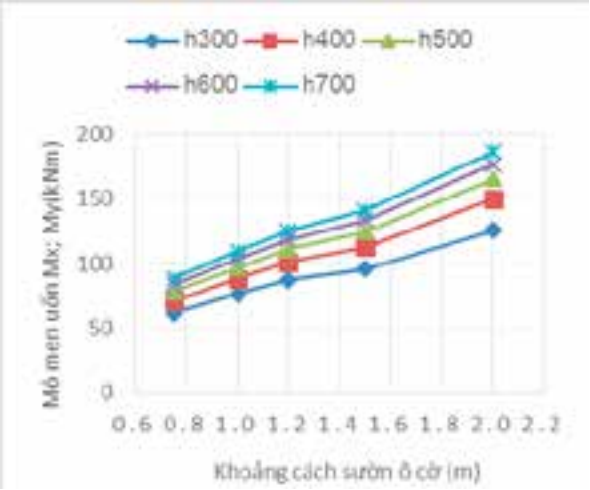
Hình 4.2. So sánh giá trị mô men uốn M_x lớn nhất cho dầm cho dầm giữa ô sàn theo phương X



Hình 4.3. Lực cắt lớn nhất theo phương Y cho sườn ô cờ



Hình 4.4. Lực cắt lớn nhất theo phương X cho sườn ô cờ



Hình 4.5. Mô men uốn lớn nhất cho dầm giữa sàn ô cờ

thuộc vào tỷ lệ nhịp của ô sàn. Khi nhịp ô sàn hai phương bằng nhau mô men uốn và lực cắt sườn giữa ô sàn bằng nhau, khi nhịp theo phương này gấp 2 lần theo phương kia mô men theo hai phương chênh nhau 7,34 lần khi tính bằng phương pháp phần tử hữu hạn.

4.2 Ảnh hưởng của khoảng cách dầm và chiều cao tiết diện dầm ô cờ

Để xét đến ảnh hưởng khoảng cách dầm ô cờ ta chọn ô sàn có nhịp L_x=L_y= 12m; Bài toán được khảo sát bằng phương pháp phần tử hữu hạn cho 25 trường hợp tương ứng với khoảng cách các dầm ô cờ lần lượt là 0,75; 1; 1,2; 1.5 và 2m, đồng thời chiều cao tiết diện dầm ô cờ (h) thay đổi từ 300 đến 700mm, cách nhaumột khoảng Δh = 100mm. Chiều dày sàn h_f = 70mm; bề rộng dầm b = 200mm; bê tông sử dụng B25, cốt thép nhóm CB300-V. Giá trị mô men uốn lớn nhất của dầm giữa sàn ô cờ được thể hiện trên Hình 4.5.

Từ kết quả trên Hình 4.5 cho thấy mô men uốn lớn nhất của dầm giữa sàn ô cờ tỷ lệ thuận với chiều cao sườn và khoảng cách giữa các sườn.Như vậy với nhịp sàn cho trước thiết kế chiều cao dầm và khoảng cách giữa các dầm ô cờ hợp lý là rất cần thiết trong bài toán sàn ô cờ.

4.3. Thảo luận kết quả

Dầm phụ có vai trò đáng kể trong việc chia nhỏ ô sàn, và phân phối mô men âm và mô men dương trong sàn sườn toàn khối. Thông qua ví dụ tính toán nội lực của bản sàn theo phương pháp mô men và phần mềm SAFE cho thấy với tỷ lệ $h_d/h_s \leq 3$ thì mô men âm vị trí dầm phụ hầu như không có, mà chỉ có mô men dương. Khi $h_d/h_s > 3$ thì xuất hiện mô men âm ở vị trí dầm phụ nhưng giá trị nhỏ, khi hd/hs lớn thì mô men âm này tăng lên.

Phân tích nội lực sàn ô cờ có thể sử dụng các phương pháp gần đúng; lý thuyết tấm vỏ và phần tử hữu hạn.

Chiều cao dầm sườn ô cờ và khoảng các giữa các có ảnh hưởng đến nội lực và thiết kế sàn ô cờ. Với nhịp sàn đều hai phương L=12m, có thể chọn hệ sàn hợp lý với h_f = 70mm, bxh = 200x500mm, khoảng cách sườn từ (750÷1500mm phù hợp với chỉ dẫn về cấu tạo sàn ô cờ của Úc [3]./.

Tài liệu tham khảo

1. *ACI318-63, Building code requirements for reinforced concrete (ACI 318-63)*
2. *Charles E Reynolds and James C. Steedman, Reinforced Concrete Designer's Handbook (E and F N Spon Taylor and Francis Group, 1988).*
3. *Guide to Long-Span Concrete Floors, Cement and Concrete Association of Australia (C&CAA) T36, 2003.*
4. *H. Nilson, Darwin, W. Dolan, Design of Concrete Stuctures, 14th Ed., McGraw-Hill, Inc., New York.*
5. *N. Khishna Raju.Advanced reinforced concrete design.CBS 1988.*
6. *SAFE2016, Design of Slabs, Beams and Foundations Reinforced and PostTensioned Concrete, Computers &Structures, Inc, https://www.csiamerica.com/.*
7. *S. Timoshenko and S. WoinowskyKrieger Theory of plates and shell (McGraw-Hill Book Company).*
8. *S. Timoshenko and J. N. Goodier Theory of Elasticity (McGraw-Hill Book Company, 1951)*
9. *Võ Bá Tầm. Kết cấu Bê tông cốt thép phần cấu kiện nhà cửa. NXB Đại học Quốc gia TPHCM, 2007.*