

ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ PHÂN TÍCH NỘI LỰC Ô SÀN THEO PHƯƠNG PHÁP HỆ SỐ MOMENT VÀ PHẦN MỀM ETABS

Phạm Tuấn Anh^{1*}, Phạm Hoàng Du², Nguyễn Việt Anh³, Nguyễn Văn Đạt⁴, Võ Trọng Hiếu⁵,
Đào Tấn Đạt⁶, Lê Sơn Nhân⁷

¹Trường Đại học Lạc Hồng, số 10 Huỳnh Văn Nghệ, Trán Biên, Đồng Nai, Việt Nam

* Tác giả liên hệ: tuananh@lhu.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận: 06/05/2025
Ngày hoàn thiện: 13/06/2025
Ngày chấp nhận: 18/06/2025
Ngày đăng: 31/03/2026

TỪ KHÓA

Cốt thép sàn;
TCVN 5574:2018;
ETABS;
Thiết kế kết cấu.

TÓM TẮT

Bài báo trình bày sự so sánh giữa phương pháp tính toán nội lực sàn bê tông cốt thép theo phương pháp tra hệ số moment và tính thép theo TCVN 5574:2018 với kết quả phân tích từ phần mềm ETABS. Qua một ví dụ điển hình, các thông số về nội lực, diện tích cốt thép yêu cầu và phân bố cốt thép được đối chiếu nhằm đánh giá độ chênh lệch và khả năng ứng dụng thực tế. Kết quả cho thấy phương pháp tra hệ số moment còn nhiều hạn chế trong khi phần mềm ETABS cung cấp kết quả phân tích tính toán có xét tới nhiều yếu tố ảnh hưởng kết quả tính toán nội lực từ đó có phương pháp thiết kế cốt thép cho sàn tối ưu và an toàn hơn.

EVALUATION OF SLAB INTERNAL FORCE ANALYSIS RESULTS USING THE MOMENT COEFFICIENT METHOD AND ETABS SOFTWARE

Pham Tuan Anh^{1*}, Pham Hoang Du², Nguyen Viet Anh³, Nguyen Van Dat⁴, Vo Trong Hieu⁵,
Dao Tan Dat⁶, Le Son Nhan⁷

¹Lac Hong University, No. 10 Huynh Van Nghe St., Tran Bien ward, Dong Nai, Vietnam

*Corresponding Author: tuananh@lhu.edu.vn

ARTICLE INFO

Received: May 6th, 2025
Revised: Jun 13rd, 2025
Accepted: Jun 18th, 2025
Published: Mar 31st, 2026

KEYWORDS

Slab reinforcement;
TCVN 5574:2018;
ETABS;
Structural design.

ABSTRACT

This paper presents a comparison between the method of calculating internal forces and reinforcement design of reinforced concrete slabs based on the moment coefficient lookup and steel calculation according to TCVN 5574:2018, and the analysis results from ETABS software. Through a typical example, parameters such as internal forces, required reinforcement area, and reinforcement distribution are compared to evaluate the differences and practical applicability. The results show that the moment coefficient lookup method has many limitations, while ETABS software provides analysis results that consider multiple factors affecting the internal force calculations, thereby offering a more optimal and safer slab reinforcement design method.

Doi: <https://doi.org/10.61591/jslhu.25.724>

Available online at: <https://lhj.vn>

1. GIỚI THIỆU

Trong các kết cấu sàn có hệ dầm sàn đổ toàn khối, khi độ cứng của dầm đủ lớn, nội lực sàn có thể được tính toán theo phương pháp hệ số moment có sẵn trong các bảng tra với giả thiết coi sàn được liên kết ngàm vào dầm. 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 vị 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, sự tương tác giữa các ô sàn liền kề và ảnh hưởng của kết cấu tổng thể nhưng trong phương pháp hệ số moment không được tính đến.

Trong thực tế, kết quả nội lực của sàn chịu ảnh hưởng rất lớn của độ cứng dầm và sự sắp xếp vị trí các ô sàn. Điều này dẫn tới sự chênh lệch lớn trong quá trình tính toán nội lực và thiết kế cốt thép cho phần tử sàn theo phương pháp tra hệ số moment.

Mặt khác, ETABS sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM), cho phép phân tích kết cấu chi tiết hơn. So sánh tập trung vào các thành phần nội lực chính như mô men uốn tại giữa nhịp và các vùng hỗ trợ. Mục tiêu là đánh giá mức độ tin cậy và tính thực tế của từng phương pháp trong các ứng dụng thiết kế kết cấu.

2. TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU VỀ TÍNH TOÁN NỘI LỰC Ô SÀN

Trong thiết kế bản sàn bê tông cốt thép, việc xác định chính xác nội lực và cốt thép tương ứng là điều cần thiết để đảm bảo cả tính an toàn của kết cấu và hiệu quả kinh tế. Các phương pháp thiết kế truyền thống ở Việt Nam thường dựa vào các phương pháp phân tích đơn giản hóa, chẳng hạn như phương pháp hệ số mô men. Phương pháp này được sử dụng rộng rãi do tính đơn giản, dễ triển khai và tương thích với các điều kiện thiết kế tiêu chuẩn (ví dụ: tải trọng phân bố đều, điều kiện biên được giả thiết trước). Tuy nhiên, các giả định và phép tính gần đúng vốn có của nó có thể dẫn đến sai lệch so với ứng xử kết cấu thực tế, đặc biệt là trong các hệ kết cấu dầm sàn sử dụng dầm phụ, trục giao hoặc các tải trọng phân bố không đều.

Nhiều nghiên cứu quốc tế đã chỉ ra rằng các phương pháp tra bảng mang tính xấp xỉ cao và phụ thuộc lớn vào giả thiết điều kiện biên. Ví dụ, nghiên cứu của Kwak & Kim (2002) [1] đã so sánh nội lực trong bản phẳng khi sử dụng giả định ngàm lý tưởng so với mô hình phần tử hữu hạn, cho thấy sai số có thể lên tới 20–30%...

Một số nghiên cứu như của Lee et al. (2015) [2] và Zhou et al. (2019) [3] đã chứng minh rằng độ cứng tương đối giữa sàn và dầm là yếu tố quyết định đến sự phân bố

moment trong kết cấu dầm – sàn liên tục. Tuy nhiên, việc tích hợp các kết luận này vào thực hành thiết kế tại Việt Nam còn hạn chế.

Tại Việt Nam, công trình của Lê Chí Phát (2018) [4] đã bước đầu ứng dụng ETABS để tính toán dầm, nhưng chưa tập trung sâu vào bản sàn hoặc phân tích ảnh hưởng của chiều cao dầm

2.1 Tính toán nội lực sàn theo phương pháp tra bảng

Quy ước liên kết sàn – dầm [5]

- Liên kết được xem là tựa đơn (khớp)

+ Khi bản kê lên tường.

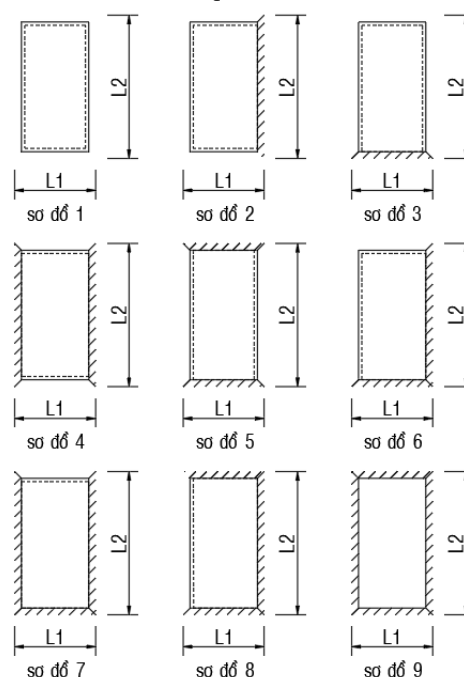
+ Khi bản tựa lên dầm bê tông cốt thép (đổ toàn khối) có $hd/hs < 3$.

+ Khi bản lắp ghép.

- Liên kết được xem là ngàm: khi bản tựa lên dầm bê tông cốt thép (đổ toàn khối) có $hd/hs \geq 3$.

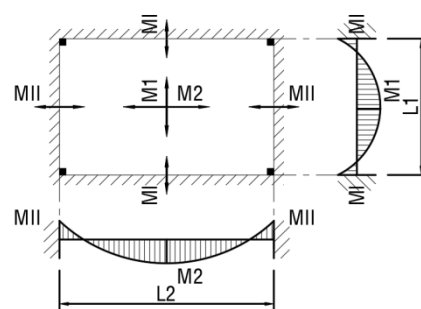
- Liên kết là tự do khi bản hoàn toàn tự do.

Sơ đồ tính toán và kết quả nội lực với ô sàn kê 4 cạnh



Hình 1. Sơ đồ tính toán ô sàn

Xét từng ô bản: Có 6 thành phần moment



Hình 2. Sơ đồ các thành phần Moment ô sàn

Giá trị nội lực trong bản sàn được xác định như sau [2,3]:

- Momen dương lớn nhất ở giữa bản:

$$M1 = mi1P \quad (1)$$

$$M2 = mi2P \quad (2)$$

- Momen âm lớn nhất ở gối:

$$MI = ki1P \quad (3)$$

$$MII = ki2P \quad (4)$$

Trong đó:

i là số thứ tự của ô sàn

$mi1, mi2, ki1, ki2$ phụ thuộc tỷ số $L2/L1$

Tính toán diện tích cốt thép theo TCVN 5574-2018

- Thép bản sàn được tính như cấu kiện chịu uốn có bề rộng $b = 1m$, chiều cao h bằng chiều dày sàn theo công các công thức cơ bản như sau: [6]

$$\alpha_m = M / (\gamma_b \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2) \quad (5)$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} \quad (6)$$

$$A_s = (\xi \cdot \gamma_b \cdot R_b \cdot b \cdot h_0) / R_s \quad (7)$$

Diện tích cốt thép A_s được xác định ở trên xem như bố trí cho 1 m chiều dài bản.

+ R_b : cường độ chịu nén của bê tông

+ h_0 : chiều cao tính toán của tiết diện (mm).

$h_0 = h - a$.

+ R_s : cường độ chịu kéo của cốt thép.

+ Giá trị γ_b hệ số độ tin cậy của bê tông khi nén lấy như sau:

- Đối với các trạng thái giới hạn thứ nhất:

+ Đối với bê tông nặng, bê tông hạt nhỏ, bê tông tự ứng suất và bê tông nhẹ: 1.3

+ Đối với bê tông tổ ong: 1,5

- Đối với các trạng thái giới hạn thứ hai: 1,0

2.2 Phân tích nội lực và cốt thép bằng Phần mềm ETABS

Với sự tiến bộ của công nghệ phân tích kết cấu, các công cụ phần mềm như ETABS ngày càng trở nên phổ biến trong thực hành kỹ thuật. ETABS sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM), cho phép các kỹ sư mô hình hóa và phân tích nội lực của bản sàn chi tiết hơn, bao gồm ảnh hưởng của các tổ hợp tải trọng, điều kiện biên, tính liên tục của bản sàn và phân phối độ cứng. Do đó, phương pháp này có tiềm năng tính toán nội lực chính xác hơn và bố trí cốt thép được tối ưu hóa tốt hơn.

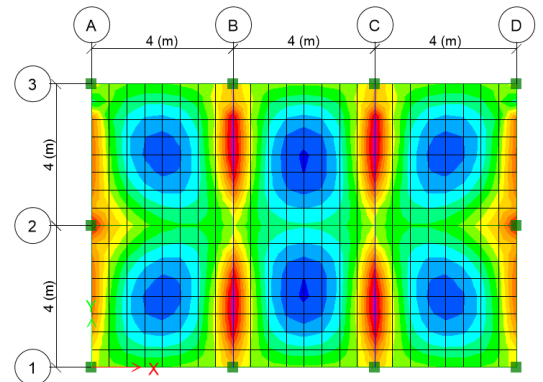
Trong tính toán thiết kế sàn, dải strip được sử dụng để chia nhỏ tấm sàn thành các dải hẹp nhằm đơn giản hóa quá trình tính toán và thiết kế cốt thép. Mỗi dải strip được tính toán như một dầm đơn giản.

Có hai phân loại dải strip:

Column strip (dải cột): Là phần dải sàn nằm ngay trên cột, chịu lực uốn chính do mô-men uốn âm.

Middle strip (dải giữa): Là phần dải sàn nằm giữa hai column strip, nằm tại các khu vực giữa các ô sàn.

Giá trị nội lực của sàn có thể xem trực tiếp theo biểu đồ màu hoặc thông qua các dải Strip.



Hình 3. Kết quả nội lực ô sàn

Các thông số đầu vào trong phần mềm etabs được sử dụng theo công thức quy đổi vật liệu như sau

$$f_u = (1.5/0.67) \cdot R_b \quad (8)$$

$$f_y = 1.05 \cdot R_s \quad (9)$$

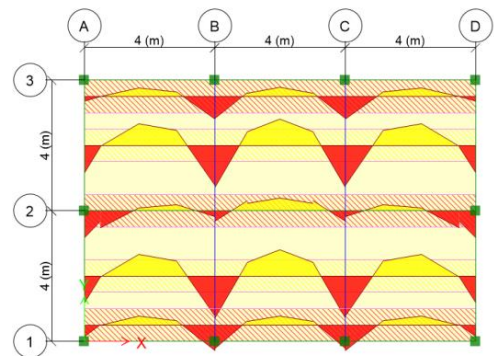
Bảng 1. Bảng quy đổi giá trị f_{cu} theo BS:811-97 khi khai báo trong phần mềm Etabs

Tiêu chuẩn thiết kế	Cường độ chịu nén (Mpa)	Cấp độ bền				
		B15	B20	B25	B30	B45
TCVN5574-2023	R_b	8.5	11.5	14.5	17	19.5
BS:8110-97	f_{cu} (quy đổi)	19.03	25.75	32.46	38.06	43.66

Bảng 2. Bảng quy đổi giá trị f_y theo BS:811-97 khi khai báo trong phần mềm Etabs

Tiêu chuẩn thiết kế	Cường độ chịu kéo (Mpa)	Cấp độ bền			
		CB240-T	CB240-V	CB300-T	CB300-V
TCVN5574-2023	R_s	240	240	300	300
BS:8110-97	f_y (quy đổi)	252	252	315	315

Việc tính toán nội lực và thiết kế cốt thép thông qua các dải Strip phản ánh sự làm việc của ô sàn thực quan hơn.



Hình 4. Kết quả nội lực ô sàn theo dải Strip

3. MÔ HÌNH VÀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1 Ô sàn đơn

Một ô sàn phẳng kích thước 4x4m, dày 100mm, bê tông B20, thép CB240.

Tải trọng tác dụng gồm:

- Tĩnh tải bản thân + sàn hoàn thiện: 4 kN/m²
- Hoạt tải sử dụng: 4 kN/m²

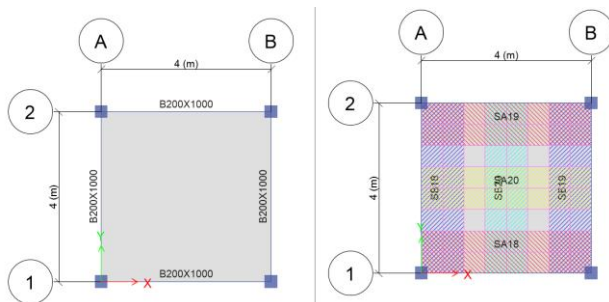
Mô hình được tính toán bằng tay theo phương pháp tra hệ số moment và mô hình hóa trong ETABS để so sánh kết quả nội lực và tính toán cốt thép.

Bảng 3. Kết quả nội lực ô sàn theo phương pháp tra hệ số

Ô sàn	L1 (m)	L2 (m)	Loại ô bản sàn	Hệ số Moment		q KN/m ²	Giá trị nội lực	
				mi1	mi2		(KN.m)	(KN.m)
1	4	4	9	mi1	0.0179	8	M1	2.30
				mi2	0.0179		M2	2.30
				Ki1	0.0417		MI	5.33
				Ki2	0.0417		MII	5.33

Đối với mô hình hóa trong ETABS tiến hành mô hình tiến hành thực hiện với sự thay đổi chiều cao của tiết diện dầm với các chiều cao: 400mm, 500mm, 600mm, 700mm, 800mm, 1000mm và bề rộng dầm không thay đổi 200 mm.

Các dải sàn được thiết kế với bề rộng 1m bao gồm các dải column Strip cho vị trí cột và Middle Strip cho các vị trí giữa sàn. Mô hình tính toán được thể hiện trên “Hình 5”



Hình 5. Mô hình tính ô sàn đơn bằng phần mềm Etabs

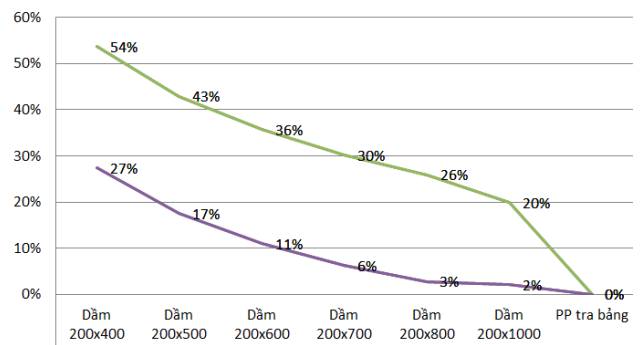
- Kết quả phân tích nội lực cho tiết diện dầm được tổng hợp trong bảng sau:

Bảng 4. Kết quả nội lực ô sàn theo phần mềm Etabs

MOMENT	Dầm 200x400	Dầm 200x500	Dầm 200x600	Dầm 200x700	Dầm 200x800	Dầm 200x1000	PP tra bảng
M1 (KN.m)	3.53	3.28	3.11	2.99	2.89	2.75	2.30
MI (KN.m)	-3.87	-4.40	-4.75	-5.00	-5.19	-5.44	-5.33
M2 (KN.m)	3.53	3.28	3.11	2.99	2.89	2.75	2.30
MII (KN.m)	-3.87	-4.40	-4.75	-5.00	-5.19	-5.44	-5.33

Bảng 5. So sánh kết quả nội lực ô sàn theo hai phương pháp

MOMENT	Dầm 200x400	Dầm 200x500	Dầm 200x600	Dầm 200x700	Dầm 200x800	Dầm 200x1000	PP tra bảng
M1 (KN.m)	54%	43%	36%	30%	26%	20%	0%
MI (KN.m)	27%	17%	11%	6%	3%	2%	0%
M2 (KN.m)	54%	43%	36%	30%	26%	20%	0%
MII (KN.m)	27%	17%	11%	6%	3%	2%	0%



Hình 6. Biểu đồ so sánh kết quả nội lực ô sàn theo hai phương pháp

- Kết quả phân tích nội lực trong “Bảng 4” cho thấy chiều cao dầm có ảnh hưởng lớn tới quá trình phân bố lại biểu đồ moment trong sàn. Khi chiều cao dầm tăng moment âm có giá trị tăng dần độ lớn và ngược lại giá trị của moment dương giảm dần.

- Đối với chiều cao dầm 400 giá trị moment âm và dương gần như tương đồng nhau về mặt độ lớn, đây là chiều cao dầm tối ưu hơn để cân đối nội lực cho ô sàn

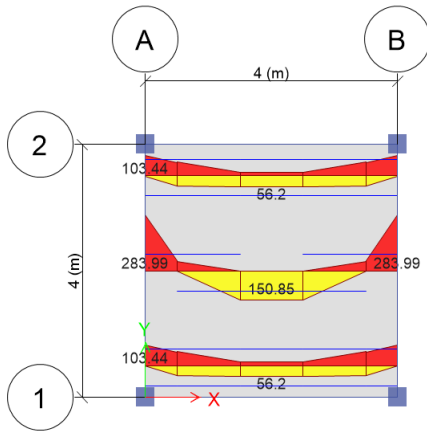
- Theo kết quả so sánh trong “Bảng 5” và biểu đồ “Hình 6” cho thấy chiều cao dầm 400 cho kết quả nội lực chênh lệch lớn so với phương pháp tra bảng tính ngược lại khi tăng chiều cao dầm 1000 cho kết quả nội lực sát với phương pháp tra bảng với quan điểm ô sàn số 9, điều này cho thấy quan điểm khi chiều cao dầm lớn hơn 3 lần chiều cao sàn có thể coi liên kết dầm và sàn chưa hoàn toàn chính xác.

- Kết quả tính toán cốt thép: Để so sánh kết quả được chính xác, kết quả nội lực theo TCVN 5574 -2018 sẽ được điều chỉnh bằng với kết quả nội lực của phương pháp phân tích bằng phần mềm Etabs.

Bảng 6. Kết quả tính thép theo TCVN 5574 -2018

Giá trị nội lực	chiều dày sàn	Chiều cao làm việc	γ_b	σ_m	ξ	Diện tích cốt thép tính toán	
	h	h0					
(KN.m)	(KN.m)	(m)	(m)			(mm ²)	
M1	2.75	0.1	0.085	1	0.03	0.03	136.72
M2	5.44	0.1	0.085	1	0.05	0.05	273.89
MI	2.75	0.1	0.085	1	0.03	0.03	136.72
MII	5.44	0.1	0.085	1	0.05	0.05	273.89

- Kết quả tính thép theo phương pháp phân tích bằng phần mềm Etabs.



Hình 7. Kết quả tính thép theo phần mềm Etabs

Bảng 7. So sánh kết quả tính thép theo TCVN 5574 -2018 và phần mềm Etabs

Giá trị nội lực		Diện tích cốt thép tính toán theo TCVN 5574-2023	Diện tích cốt thép tính toán theo phần mềm Etabs	Độ lệch diện tích cốt thép theo 2 phương pháp
(KN.m)	(KN.m)	As (mm ²)	As (mm ²)	%
M1	2.75	136.72	150.86	-9%
M2	5.44	273.89	283.99	-4%
M _I	2.75	136.72	150.86	-9%
M _{II}	5.44	273.89	283.99	-4%

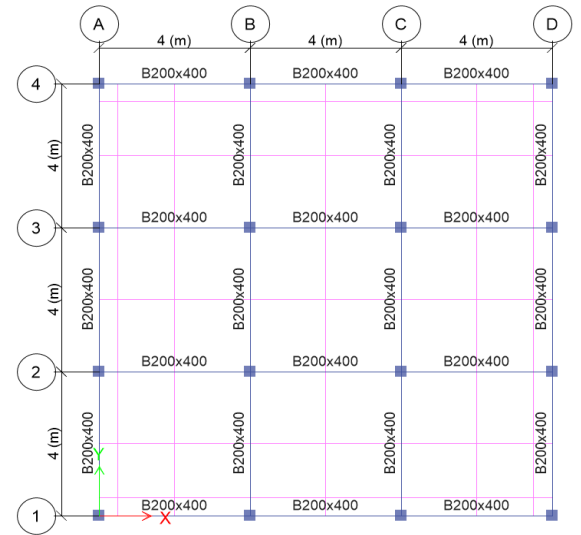
Nhận xét:

Kết quả tính toán cốt thép theo hai phương pháp được thể hiện trên “Bảng 7” có sự chênh lệch nhưng không đáng kể, điều này chứng minh sự tương đồng của hai phương pháp và độ tin cậy của các thông số quy đổi vật liệu trong phần mềm Etabs. Kết quả tính theo phần mềm Etabs có xu hướng tăng, điều này sẽ tăng sự an toàn trong tính toán thiết kế.

Kết quả tính thép theo phần mềm Etabs được phân vùng theo từng dải trip “Hình 7” thể hiện rõ sự khác nhau về phân bố cốt thép cũng như kết quả nội lực trong cùng một ô sàn, điều này giúp người thiết kế có cách nhìn chính xác hơn về sự làm việc của ô sàn dẫn tới việc lựa chọn bố trí thép được tối ưu

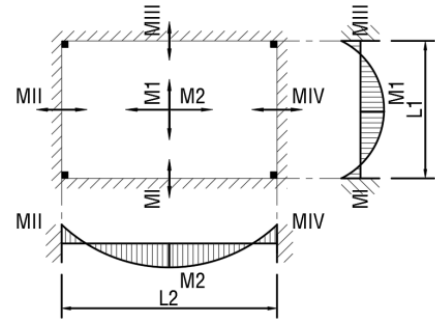
3.2 Ô sàn liên tục

Thực hiện mô phỏng các ô sàn có kích 4mx4m đặt liên nhau được liên kết với hệ thống dầm, cột theo lưới ô vuông 4m x 4m. Tiết diện dầm được thay đổi giống ô sàn đơn. Sơ đồ mô hình phân tích được thể hiện theo “Hình 8”.

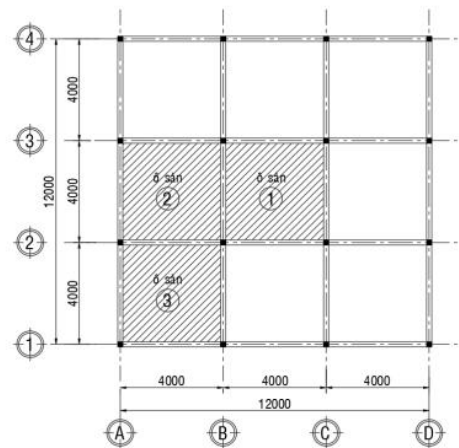


Hình 8. Mô hình ô sàn liên tục

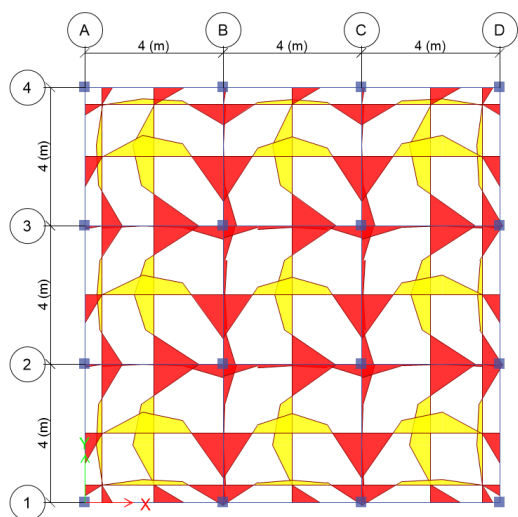
Do có sự khác nhau trong kết quả nội lực nên quy ước tên thành phần moment được quy ước đặt tên theo “Hình 9”. Sơ đồ ô sàn phân tích thể hiện theo “Hình 10”.



Hình 9. Quy ước tên các thành phần moment



Hình 10. Sơ đồ vị trí các ô sàn tính nội lực



Hình 11. Biểu đồ nội lực các dải Strip

- Kết quả phân tích nội lực “Hình 11” cho thấy nội lực sàn mang giá trị lớn nhất ở các dải Middle Strip, giá trị moment âm lớn nhất của sàn xuất hiện tại các vị trí giữa các dầm và giá trị dương lớn nhất tại giữa các ô sàn. Các dải Column Strip xuất hiện moment âm không có moment dương. Điều này phù hợp với giả thiết của phương pháp tra hệ số moment

- Giá trị moment âm tại khu vực biên giảm do mất đi ảnh hưởng của ô sàn liền kề, lúc này độ lớn của moment chịu ảnh hưởng của độ cứng dầm biên

Bảng 8. Kết quả nội lực ô sàn số 1

MOMENT	Dầm 200x400	Dầm 200x500	Dầm 200x600	Dầm 200x700	Dầm 200x800	Dầm 200x1000	PP tra bảng
MII (KN.m)	-5.97 12%	-6.23 17%	-6.34 19%	-6.38 20%	-6.40 20%	-6.40 20%	-5.33
M2 (KN.m)	2.76 20%	2.66 16%	2.61 14%	2.60 13%	2.59 13%	2.60 13%	2.296
MIV (KN.m)	-5.97 12%	-6.23 17%	-6.34 19%	-6.38 20%	-6.40 20%	-6.40 20%	-5.33
MI (KN.m)	-5.97 12%	-6.23 17%	-6.34 19%	-6.38 20%	-6.40 20%	-6.40 20%	-5.33
M1 (KN.m)	2.76 20%	2.66 16%	2.61 14%	2.60 13%	2.59 13%	2.60 13%	2.296
MIII (KN.m)	-5.97 12%	-6.23 17%	-6.34 19%	-6.38 20%	-6.40 20%	-6.40 20%	-5.33

- Kết quả phân tích nội lực cho ô sàn số 1 “Bảng 8” cho thấy nội lực ô sàn trung tâm bị ảnh hưởng không đáng kể khi thay đổi diện dầm, điều này xảy ra do sự ảnh hưởng của các ô sàn xung quanh tới ô sàn trung tâm. Trong trường hợp này yếu tố độ cứng của dầm không ảnh hưởng lớn tới nội lực của sàn mà được quyết định bởi hệ kết cấu tổng thể của công trình.

Bảng 9. Kết quả nội lực ô sàn số 2

MOMENT	Dầm 200x400	Dầm 200x500	Dầm 200x600	Dầm 200x700	Dầm 200x800	Dầm 200x1000	PP tra bảng
MII (KN.m)	-3.11 -42%	-3.62 -32%	-4.01 -25%	-4.31 -19%	-4.54 -15%	-4.90 -8%	-5.33
M2 (KN.m)	3.24 41%	3.03 32%	2.89 26%	2.80 22%	2.74 19%	2.65 16%	2.296
MIV (KN.m)	-5.97 12%	-6.23 17%	-6.20 16%	-6.38 20%	-6.40 20%	-6.40 20%	-5.33
MI (KN.m)	-5.80 9%	-6.08 14%	-6.52 22%	-6.56 23%	-6.58 24%	-6.58 24%	-5.33
M1 (KN.m)	3.00 31%	2.90 26%	2.84 24%	2.80 22%	2.78 21%	2.75 20%	2.296
MIII (KN.m)	-6.11 15%	-6.40 20%	-6.52 22%	-6.56 23%	-6.58 24%	-6.58 24%	-5.33

Bảng 10. Kết quả nội lực ô sàn số 3

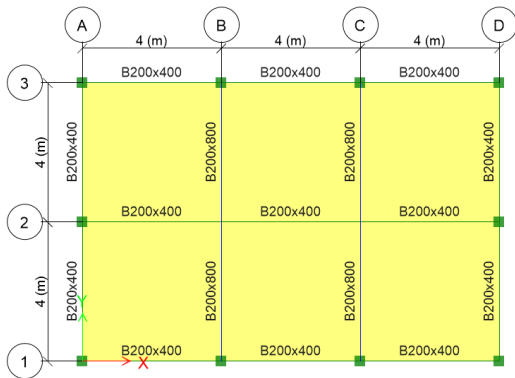
MOMENT	Dầm 200x400	Dầm 200x500	Dầm 200x600	Dầm 200x700	Dầm 200x800	Dầm 200x1000	PP tra bảng
MII (KN.m)	-3.43 -36%	-3.96 -26%	-4.34 -19%	-4.62 -13%	-4.84 -9%	-5.14 -4%	-5.33
M2 (KN.m)	3.39 48%	3.18 38%	3.04 33%	2.94 28%	2.87 25%	2.77 21%	2.296
MIV (KN.m)	-5.99 12%	-6.29 18%	-6.42 21%	-6.48 22%	-6.58 24%	-6.58 24%	-5.33
MI (KN.m)	-3.43 -36%	-3.96 -26%	-4.34 -19%	-4.62 -13%	-4.84 -9%	-5.14 -4%	-5.33
M1 (KN.m)	3.39 48%	3.18 38%	3.04 33%	2.94 28%	2.87 25%	2.77 21%	2.296
MIII (KN.m)	-5.99 12%	-6.40 20%	-6.52 22%	-6.48 22%	-6.51 22%	-6.52 22%	-5.33

- Kết quả phân tích nội lực cho ô sàn số 2 và 3 theo “Bảng 9” và “Bảng 10” cho thấy ở vị trí biên khi độ cứng của dầm nhỏ giá trị moment âm tại vị trí biên (MII với ô sàn 2, MII và MI với ô sàn 3) sẽ giảm độ lớn và chịu ảnh hưởng vào độ cứng của các dầm biên. Ngược lại các giá trị moment dương và moment âm phía liền kề với các ô sàn khác cùng trong mặt phẳng uốn có xu hướng tăng lên do sự phân bố lại nội lực khi mất đi ảnh hưởng của các ô sàn liền kề.

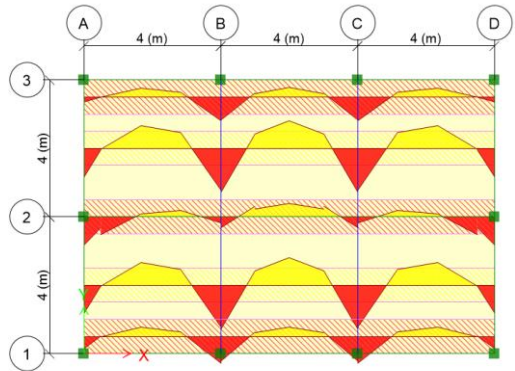
- Khi độ cứng của dầm biên tăng giá trị độ lớn của các moment có xu hướng tiến gần về giá trị theo phương pháp tra hệ số moment đặc biệt khi dầm tăng lên tiết diện (200x100) giá trị Moment MII chỉ chênh lệch 8% (ô sàn số 2) và 4% (ô sàn số 3).

3.3 Ô sàn có dầm trực giao và dầm phụ

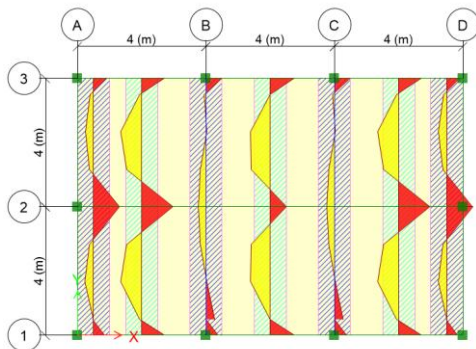
Sử dụng các ô sàn 4m x 4m được phân chia bởi hệ thống dầm trực giao và dầm phụ như hình và phân tích nội lực của sàn. Tiết diện dầm được chọn phù hợp với chiều dài nhịp và tải trọng thiết kế của công trình. Sơ đồ tính toán thể hiện theo “Hình 12” và “Hình 15”.



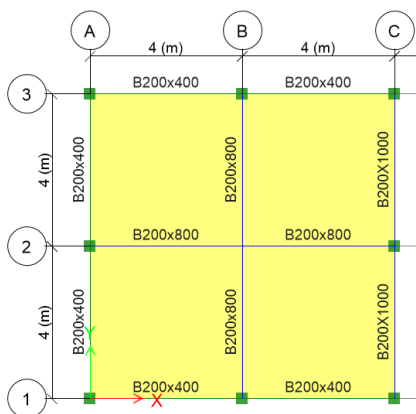
Hình 12. Sơ đồ ô sàn chia dầm phụ



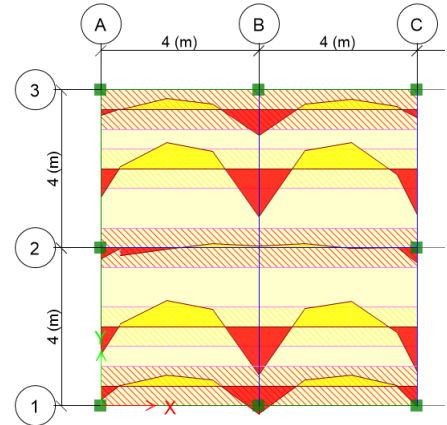
Hình 13. Biểu đồ Moment theo phương ngang ô sàn chia dầm phụ



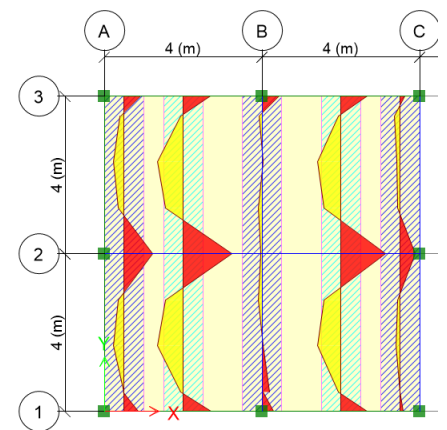
Hình 14. Biểu đồ Moment theo phương đứng ô sàn chia dầm phụ



Hình 15. Sơ đồ ô sàn chia dầm trục giao



Hình 16. Biểu đồ Moment theo phương ngang ô sàn chia dầm trục giao



Hình 17. Biểu đồ Moment theo phương đứng ô sàn chia dầm trục giao

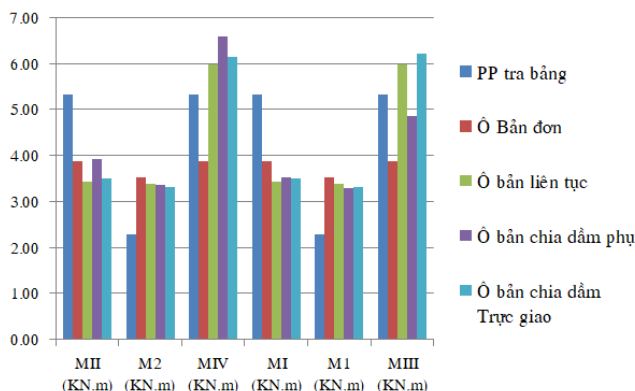
Qua hình dạng biểu đồ moment “Hình 13, 14, 16, 17” cho thấy các dải Middle Strip không có sự thay đổi lớn về hình dạng moment, Giá trị moment lớn nhất của ô sàn vẫn nằm trên các dải này.

Trên các dải column Strip có sự thay đổi về miền chịu kéo –nén do moment gây ra. Trên “hình 11” các dải column Strip chỉ xuất hiện moment âm còn trường hợp dùng dầm chia sàn các dải column Strip này có xuất hiện thêm moment dương. Tuy không phải giá trị moment dương lớn nhất trong ô sàn nhưng sẽ làm thay đổi về miền chịu lực. Điều này trong phương pháp hệ số moment không xét tới.

Để so sánh về mặt độ lớn của moment có giá trị độ lớn lớn nhất ta chọn ô sàn nhịp 1-2, A-B trong trường hợp chiều dày dầm 200x400 (mm), quy ước tên gọi moment theo “hình 9” sẽ có kết quả như sau.

Bảng 11. Bảng so sánh kết quả nội lực

MOMENT	PP tra bảng	Ô Bàn đơn	Ô bàn liên tục	Ô bàn chia dầm phụ	Ô bàn chia dầm Trục giao
MII (KN.m)	-5.33	-3.87	-3.43	-3.92	-3.49
M2 (KN.m)	2.296	3.53	3.39	3.36	3.31
MIV (KN.m)	-5.33	-3.87	-5.99	-6.60	-6.15
MI (KN.m)	-5.33	-3.87	-3.43	-3.51	-3.49
M1 (KN.m)	2.296	3.53	3.39	3.29	3.31
MIII (KN.m)	-5.33	-3.87	-5.99	-4.85	-6.21



Hình 18. Biểu đồ so sánh độ lớn moment theo các trường hợp

Qua số liệu phân tích “Hình 18” cho thấy giá trị độ lớn của moment trong các trường hợp có sự thay đổi lớn. Sự thay đổi này chịu ảnh hưởng của độ cứng dầm so với sàn và vị trí của ô sàn trong tổng thể công trình.

4. KẾT LUẬN

Độ cứng của dầm có ảnh hưởng rất lớn tới sự phân bố biểu đồ nội lực trong sàn. Phương pháp tính toán nội lực bản sàn theo các hệ số không xét tới được ảnh hưởng độ cứng của của dầm tới sự thay đổi nội lực của sàn đặc biệt với các ô sàn đơn và ô sàn ở vị trí biên khi chiều dày dầm lớn gấp 3 lần chiều dày sàn được xem là liên kết ngàm chưa hoàn toàn phù hợp. Trong nhiều trường hợp thực tế đặc biệt ở vị trí ô sàn biên liên kết dầm-sàn không đạt ngàm hoàn toàn, do đó phương pháp tra bảng có thể dẫn đến sai lệch đáng kể.

Phần mềm Etabs thể hiện được sự thay đổi nội lực của ô sàn tương ứng với từng vị trí trong ô sàn và tổng thể công trình giúp thiết kế đưa ra phương án bố trí hệ kết cấu và thiết kế cốt thép tối ưu hơn. Trong các ô sàn sử dụng dầm chia nhỏ ô sàn phần mềm Etabs thể hiện chính xác sự làm việc của ô sàn trong khi phương pháp tra hệ số moment không xét tới.

Dựa theo kết quả phân tích của nghiên cứu, khi tính toán có thể áp dụng 2 phương pháp phân tích nội lực của sàn trong các trường hợp sau:

- Với công trình nhỏ, hệ dầm đơn giản, tỷ lệ $h_d/h_s \geq 3$ và các ô sàn trung tâm (có các ô sàn liền kề xung quanh)

phương pháp tra bảng có thể dùng với hệ số an toàn cao hơn.

- Với các công trình có hệ dầm chia sàn, dầm phụ, dầm trục giao hoặc tải trọng phân bố không đều: nên sử dụng mô hình Etabs phân tích để xác định nội lực và diện tích cốt thép chính xác hơn.

Hạn chế của nghiên cứu :

- Nghiên cứu chỉ xét tới tải tĩnh và hoạt tải. Các tải trọng khác như tải trọng gió và động đất thường ảnh hưởng chủ yếu đến hệ khung chịu lực đứng và hệ cứng ngang (cột, lõi, vách), ít tác động trực tiếp đến nội lực uốn của bản sàn trong điều kiện làm việc thông thường. Tuy nhiên, nếu xét đến sàn ở cao độ cao, hoặc trong công trình đặc biệt (như công trình cao tầng hoặc kết cấu quan trọng), tải trọng gió và động đất cần được đưa vào tổ hợp và có thể ảnh hưởng đến sự phân bố nội lực

- Kết quả nghiên cứu là đại diện cho một trường hợp điển hình, với kích thước ô sàn phổ biến trong thực tế (4×4m). Với các trường hợp ô sàn có kích thước khác đặc biệt các ô sàn có hình dạng phức tạp và tải trọng phân bố không đều nên sử dụng phần mềm ETABS để mô hình hóa đầy đủ điều kiện thực tế.

Phần mềm ETABS có thể được sử dụng như một công cụ hỗ trợ thiết kế cốt thép sàn hiệu quả, đặc biệt đối với công trình phức tạp. Tuy nhiên, kỹ sư thiết kế cần kiểm tra lại và hiệu chỉnh kết quả theo tiêu chuẩn Việt Nam để đảm bảo sự phù hợp và an toàn. Việc kết hợp giữa tính toán truyền thống và phần mềm sẽ nâng cao độ tin cậy của thiết kế.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Kwak, H.G., & Kim, S.P. (2002). Nonlinear analysis of RC beams based on moment–curvature relation. Computers and Structures, 80(7–8), 615–628.
- [2] Lee, S., Kim, J., & Park, H. (2015). Moment coefficients for design of waffle slabs with and without openings. Engineering Structures, 100, 123–134.
- [3] Zhou, Y., Li, X., & Wang, Z. (2019). Effective slab width for beam-end flexural strength of composite beams. Engineering Structures, 200, 109–120.
- [4] Lê Chí Phát. (2018). “Ứng dụng phần mềm Etabs để tính toán diện tích cốt thép dầm bê tông cốt thép tiết diện hình chữ nhật phù hợp với TCVN 5574:2012”. Kỷ yếu hội thảo khoa học quốc gia 2018.
- [5] Võ Bá Tâm. (2015). “Kết cấu bê tông cốt thép, Tập 1”. NXB Đại Học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh.
- [6] Bộ Khoa học & Công nghệ (2018). TCVN 5574–2018: Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế.

6. ĐƠN VỊ CÔNG TÁC

¹Khoa Kỹ Thuật Công Trình – Trường Đại học Lạc Hồng

²Văn phòng Hội đồng nhân dân và Ủy ban nhân dân huyện Thanh Phú

³ Công ty CP Kinh doanh nhà Đồng Nai

⁴ Tập đoàn Hưng Phát

⁵Chuyên viên phòng Tài chính, Kế hoạch

⁶ Ban QLDA ĐTXD khu vực huyện Thanh Phú, tỉnh Bến Tre

⁷Phòng Kinh tế, Hạ tầng và Đô thị huyện Thanh Phú, Bến Tre