

Nội lực và chuyển vị ngang tại đỉnh nhà thấp tầng sử dụng hệ kết cấu khung và hệ khung vách cứng với tải trọng gió tính theo TCVN 2737:2023

Internal forces and horizontal displacements at the top of low-rise buildings using frame and shear wall frame systems with wind loads calculated according to TCVN 2737:2023

ThS. Hồ Chí Công^{1*}

¹ Công ty TNHH Tư vấn Kiến trúc và Đầu tư Xây dựng Bình Đăng, Bến Tre.

*Tác giả liên hệ: chicongbentre@gmail.com

■Nhận bài: 14/07/2024 ■Sửa bài: 26/08/2024 ■Duyệt đăng: 21/11/2024

TÓM TẮT

Vách cứng có vai trò rất quan trọng trong việc tăng cường độ cứng của hệ khung vách bê tông cốt thép (BTCT) khi chịu tác động của tải trọng ngang. Hiện nay ở Việt Nam, hệ kết cấu khung vách BTCT được sử dụng rất phổ biến trong các công trình cao tầng hoặc thấp tầng. Việc lựa chọn hệ kết cấu trong quá trình thiết kế có ý nghĩa rất lớn. Bài báo này sẽ tập trung nghiên cứu những thay đổi của nội lực và chuyển vị ngang tại đỉnh công trình 8 tầng khi sử dụng hệ khung vách bê tông cốt thép (BTCT) và hệ khung BTCT thuần túy cho công trình 8 tầng, có mặt bằng đối xứng, chịu tác động của tải trọng theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) 2737:2023 bằng việc ứng dụng phần mềm Etabs để phân tích nội lực và chuyển vị ngang. Kết quả nghiên cứu đã cho thấy, tải trọng gió ảnh hưởng đáng kể đến chuyển vị ngang tại đỉnh công trình. Đồng thời cũng thấy rằng, hệ khung vách BTCT có chuyển vị ngang nhỏ hơn hệ khung khi chịu tác dụng của tải trọng.

Từ khóa: nhà thấp tầng, khung vách BTCT, chuyển vị ngang, TCVN 2737:2023.

ABSTRACT

Shear wall plays a very important role in increasing the stiffness of the reinforced concrete (RC) wall frame system when subjected to horizontal loads. Currently in Vietnam, the RC wall frame structure is widely used in high-rise or low-rise buildings. The choice of the structural system in the design process is very important. This paper will focus on studying the changes in internal forces and horizontal displacements at the top of an 8-storey building when using a reinforced concrete (RC) wall frame system and a pure RC frame system for an 8-storey building with a symmetrical plan, subjected to loads according to Vietnamese standard (TCVN) 2737:2023 by applying Etabs software to analyze internal forces and horizontal displacements. The research results showed that wind loads significantly affect the horizontal displacements at the top of the building. At the same time, it is also found that the reinforced concrete wall frame system has a smaller horizontal displacement than the frame system when subjected to the effect of load.

Keywords: low-rise building, reinforced concrete wall frame, horizontal displacement, TCVN 2737:2023.

1. GIỚI THIỆU

Hệ kết cấu BTCT đã không ngừng phát triển đa dạng về chủng loại và khả năng chịu

lực. Hiện nay ở Việt Nam, hệ khung vách BTCT được sử dụng rất phổ biến trong các công trình cao tầng và thấp tầng. Vì hệ kết cấu này có ưu điểm nổi bật là phát huy được

điểm mạnh của hệ khung và hệ vách cứng. Đồng thời, khi chịu tải trọng ngang hệ kết cấu này xuất hiện sự tương tác do tính biến dạng không đồng đều giữa hai hệ kết cấu thành phần. Sự tương tác này là đặc điểm nổi bật của hệ, giúp gia tăng độ cứng tổng thể của công trình và giảm chuyển vị ngang.

Vách cứng có vai trò quan trọng trong việc chống lại tác dụng của động đất, điều này đã được chứng minh trong các nghiên cứu trước đây và thực tế. Trong nghiên cứu của Resmi và Roja [1], tác giả đã tổng hợp các nghiên cứu khác nhau về những yếu tố ảnh hưởng đến khả năng làm việc của vách cứng được thực hiện bởi nhiều học giả để phân tích, đánh giá và đưa ra những nhận xét về vị trí, hình dạng và các yếu tố ảnh hưởng đến sự làm việc của vách cứng trong hệ kết cấu.

Các cách bố trí vách cứng khác nhau đã được nghiên cứu nhằm tìm ra phương án bố trí để chống lại tác dụng của tải trọng ngang. Các phương án này bao gồm bố trí thành lõi cứng, bố trí tại các góc, cạnh biên và lõi cứng đặt tại trung tâm tòa nhà kết hợp với cạnh biên. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng, đối với các tòa nhà đối xứng, vách cứng được bố trí dạng lõi đặt hiệu quả tốt hơn. Ngoài ra, chuyển vị đỉnh công trình giảm 2,5 lần so với trường hợp không bố trí vách cứng và trường hợp vách cứng đặt tại góc dễ chịu tác động của tải trọng ngang hơn, việc kết hợp vách cứng đặt trên cạnh biên và trung tâm sẽ cho kết quả tốt hơn chỉ đặt ở cạnh ngoài, Shukla và Nallasivam [2].

Một nghiên cứu được thực hiện bởi More và cộng sự [3], trên mô hình tòa nhà 18 tầng có mặt bằng đối xứng và mặt bằng không đối xứng. Vách cứng được bố trí ở góc, ở tâm cạnh ngoài và không bố trí vách cứng, bằng phần mềm Etabs nhóm tác giả tiến hành phân tích kết cấu dưới tác dụng của tải trọng thẳng đứng, tải trọng gió và động đất. Nhóm nghiên cứu đã kết luận, đối với tòa nhà có mặt bằng đối xứng vách cứng được bố trí ở tâm cạnh ngoài có phản ứng tốt hơn. Ngược lại, đối với mặt bằng không đối xứng vách cứng được bố trí ở các góc công trình có phản ứng tốt hơn.

Tại Bangladesh, Zahid và cộng sự [4] tiến

hành phân tích, đánh giá hiệu quả của việc bố trí vách cứng cho công trình 15 tầng BTCT chịu tác dụng của động đất, bằng phương pháp tĩnh tương đương với sự hỗ trợ của phần mềm Etabs. Nhóm tác giả đã đưa ra 8 mô hình với các vị trí vách cứng khác nhau nhằm nghiên cứu khả năng ứng xử của chúng. Nghiên cứu đã cho thấy rằng, vị trí và hướng bố trí vách cứng ảnh hưởng đến khả năng kháng chấn của công trình.

Vách cứng đóng vai trò quan trọng cho khả năng chống tải trọng ngang của hệ kết cấu công trình. Krishnan và Sivakumar [5] đã áp dụng phương pháp phổ phản ứng trong Etabs phân tích động học cho hệ kết cấu 14 tầng BTCT với bốn mô hình có các vị trí vách cứng khác nhau, có mặt bằng đều đặn và không đều đặn. Nghiên cứu đã cho thấy, sự bất thường trong kết cấu khung có ảnh hưởng quan trọng đến phản ứng của hệ kết cấu. Đồng thời, cũng chỉ ra những ưu điểm của các kết cấu có vách cứng và không có vách cứng. Một điểm mới của nghiên cứu này là xem xét các vị trí khác nhau của vách cứng, tính đồng đều và không đồng đều của hình dạng mặt bằng, tính phi tuyến về hình học và vật liệu của cấu kiện, cung cấp những giá trị về hiệu quả của vị trí vách cứng trong việc nâng cao tính ổn định và khả năng kháng chấn của kết cấu.

Ba mô hình phân tích được thiết lập bằng Etabs về ảnh hưởng của vị trí vách cứng trong tòa nhà chung cư 20 tầng, được thực hiện bởi nhóm nghiên cứu Ahamad và cộng sự [6], bằng việc đưa ra nhiều mô hình bố trí vách cứng khác nhau. Các nhà nghiên cứu đã ứng dụng phương pháp phân tích phổ phản ứng trong Etabs phân tích ứng xử của kết cấu dưới tác dụng của động đất. Nghiên cứu đã chỉ ra, dưới tác dụng của tải trọng động đất vách cứng được bố trí tại các góc công trình giúp cho kết cấu ổn định và hoạt động hiệu quả hơn.

Trong tài liệu [7], với mô hình 7 tầng và 25 tầng tác giả đã nghiên cứu ảnh hưởng của tải trọng gió đến nội lực tại chân cột và chuyển vị ngang của công trình, cho hai trường hợp tải trọng gió tác dụng vào tâm hình học của tòa nhà và tác dụng vào cột của khung. Nghiên cứu đã cho thấy, việc gán tải trọng gió vào tâm

hình học cho kết quả an toàn hơn so với gán vào cột khung, đặc biệt đối với những công trình có chiều cao trên 40m. Đồng thời, nội lực chân cột khi gió tác dụng vào tâm hình học lớn hơn khi tải trọng gió tác dụng vào cột khung và chuyển vị ngang của các tầng gia tăng theo chiều cao. Ngoài ra, nghiên cứu cũng nhấn mạnh giải pháp gán tải trọng gió tác dụng vào tâm hình học phản ánh chính xác sự phân bố lực và đảm bảo an toàn cho kết cấu.

Bằng phần mềm Etabs, tài liệu [8] đã nghiên cứu ảnh hưởng của vách cứng tầng hầm đến chuyển vị ngang tại đỉnh và nội lực tại chân cột cho công trình 16 tầng với 1 tầng hầm. Hai trường hợp có và không có vách cứng ở tầng hầm được mô hình phân tích có xét đến việc thay đổi chiều cao tầng hầm dưới tác dụng tải trọng thẳng đứng và tải trọng gió. Nghiên cứu đi đến kết luận, vách cứng được bố trí ở tầng hầm có khả năng làm giảm chuyển vị ngang tại đỉnh công trình. Tác giả cũng đề xuất cần có những nghiên cứu đối với những công trình có nhiều tầng hầm hơn để hiểu rõ thêm về vấn đề này.

Tài liệu [9] đã nghiên cứu về chuyển vị ngang tại đỉnh bằng phương pháp số được tiến hành trên mô hình 22 tầng và 1 tầng hầm thông qua phần mềm Etabs. Tải trọng gió được gán vào tâm hình học của công trình. So sánh kết quả phân tích cho thấy chuyển vị ngang tại đỉnh của kết cấu vách cứng lớn hơn kết cấu khung, chuyển vị ngang chịu ảnh hưởng của độ cứng tổng thể và độ cứng khung vách cứng. Nghiên cứu cho thấy tải trọng ngang có ảnh hưởng lớn đến nhà nhiều tầng, điều này được thể hiện rõ hơn khi chiều cao tăng lên và việc kết hợp kết cấu khung với kết cấu vách cứng là một giải pháp chống lại tải trọng ngang hiệu quả.

Trong một số trường hợp tải trọng thẳng đứng có thể gây ra chuyển động ngang của kết cấu khung, vấn đề này đã được Tianjian Ji và cộng sự [10] nghiên cứu. Mức độ ảnh hưởng và giá trị của chuyển vị ngang phụ thuộc vào sự phân bố của tải trọng và hình dạng kết cấu, trong đó yếu tố hình dạng kết cấu có ý nghĩa quan trọng hơn. Mọi kết cấu đều có tần số dao

động tự nhiên, nếu tần số của tải trọng động thẳng đứng gần hoặc trùng với tần số dao động tự nhiên này theo phương ngang, thì có thể gây ra hiện tượng cộng hưởng và khếch đại chuyển động của kết cấu, dẫn đến biến dạng của kết cấu tăng hoặc có khả năng phá hủy kết cấu nếu không được tính toán. Những phát hiện này giúp ta có thể xác định và tránh được một số yếu tố tiềm ẩn trong quá trình thiết kế.

Wang và cộng sự [11], đề xuất sử dụng kỹ thuật ma trận chuyển và mô hình hóa kết cấu với phần tử tường để phân tích ứng xử của kết cấu khung vách cứng khi chịu tác dụng của động đất. Phương pháp này có thể dự đoán được ảnh hưởng của việc thay đổi chiều cao của vách cứng đến ứng xử của kết cấu khi chịu động đất, có thể mô hình bằng máy tính để đánh giá tần số riêng, lực cắt ở mặt sàn và chuyển vị lớn nhất của kết cấu. Tính hiệu quả và chính xác của phương pháp này đã được kiểm chứng thông qua các kết quả thực nghiệm. Trong một số trường hợp, nghiên cứu đã cho thấy việc tối ưu hóa chiều cao của vách cứng có thiết kế hiệu quả hơn mà không ảnh hưởng đến an toàn của kết cấu khi chịu động đất.

Hệ khung vách cứng có độ cứng tổng thể và khả năng chịu tải trọng ngang cao thường được sử dụng phổ biến đối với những công trình có chiều cao trung bình và cao tầng [12]. Phân tích sơ bộ kết cấu trước khi thiết kế chi tiết là bước rất quan trọng, điều này giúp ta hiểu rõ sự tương tác qua lại giữa khung và vách cứng, việc tính toán sơ bộ thường được tính bằng giải tích [13]. Trong cách tính này, vách cứng được mô hình đơn giản như một thanh công xôn chịu biến dạng uốn thuần túy, khung chịu biến dạng cắt và các cấu kiện liên kết được mô hình bằng các dầm liên kết cứng, giả thiết chỉ truyền lực ngang [12], [14].

Từ những nguồn tham khảo trên đã cho thấy, tuy đã có những nghiên cứu về cách bố trí, hình dạng, ứng suất và độ võng của vách cứng bằng các phương pháp khác nhau, nhưng đa số chỉ xét đến tải trọng thẳng đứng và tải trọng động đất, rất ít nghiên cứu xét đến tải trọng gió. Đồng thời, TCVN 2737:2023 [15]

vừa được ban hành vào tháng 6 năm 2023 nên các nghiên cứu tính toán tải trọng và tác động theo tiêu chuẩn này cũng rất hạn chế. Mục tiêu nghiên cứu của bài báo là, khảo sát sự thay đổi của nội lực và chuyển vị ngang tại đỉnh công trình 8 tầng khi sử dụng hệ khung vách bê tông cốt thép (BTCT) và hệ khung BTCT thuần túy, chịu tác dụng của tải trọng thường xuyên, tải tạm thời ngắn hạn, tải tạm thời dài hạn và tải trọng gió theo TCVN 2737:2023 [15]. Kết quả nghiên cứu, là nguồn tham khảo cho việc lựa chọn hệ kết cấu chịu lực trong thiết kế kết cấu.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp số bằng việc ứng dụng phần mềm Etabs để phân tích nội lực và chuyển vị ngang của công trình, kết hợp phương pháp phân tích và tổng hợp nhằm so sánh, đánh giá các kết quả đạt được để đưa ra những kết luận cho nghiên cứu.

2.1. Các thông số cho mô hình khảo sát

Một chung cư có quy mô gồm 8 tầng nổi và 01 tầng hầm, kích thước mặt bằng là 40mx30m. Chiều cao mỗi tầng là 3,5m cho các tầng điển hình, tầng 1 cao 4,2m, tầng hầm cao 4m. Tường bao quanh xây bằng gạch dày 200mm, tường ngăn các khu bên trong bằng gạch dày 100mm, chiều dày lớp trát cho các cấu kiện (tường, cột, dầm và trần) là 15mm. Mái bằng BTCT, tường chắn mái xây gạch dày 100 cao 1,5m.

Sử dụng hệ khung vách BTCT và hệ khung BTCT thuần túy, tính toán theo sơ đồ không gian. Bê tông sử dụng B25, cốt thép nhóm AII. Chiều dày bản sàn là 200mm và kích thước dầm có L=8m là 300x600mm, dầm có L=10m là 350x750mm.

Bảng 1: Tiết diện cột cho mô hình (mm)

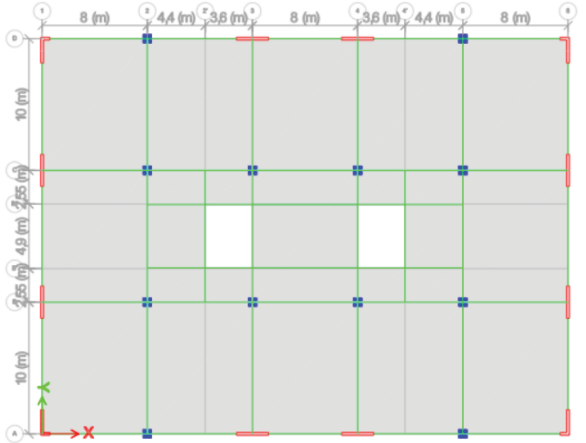
Hầm-> Tầng 3	Tầng 4-> Tầng 6	Tầng 7-> Tầng 9	Khu cầu thang
700x700	600x600	500x500	200x200

Quá trình khảo sát không xét đến ảnh hưởng của tải trọng gió đến phần mái khu vực cầu thang.

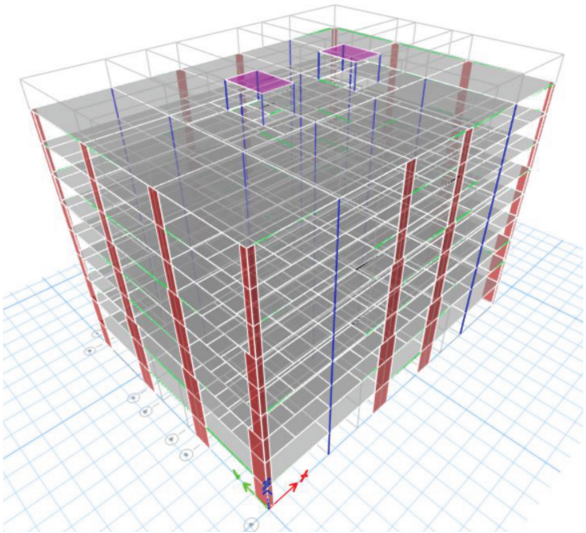
Bảng 2: Tiết diện vách cứng cho mô hình (mm)

Hầm-> Tầng 3	Tầng 4-> Tầng 6	Tầng 7-> Mái
200x2450	200x1800	200x1250

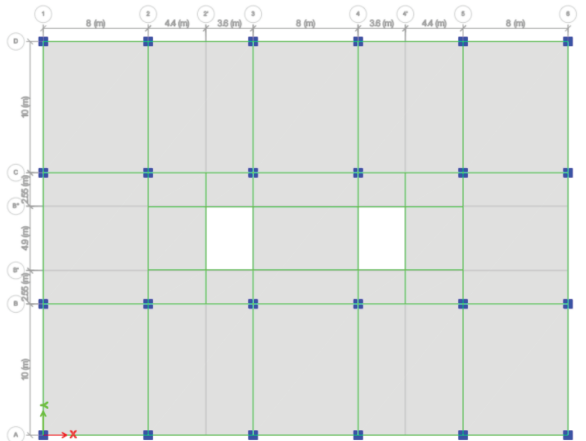
Sơ đồ mặt bằng và mô hình 3D của mô hình được thể hiện từ Hình 1 đến Hình 4.



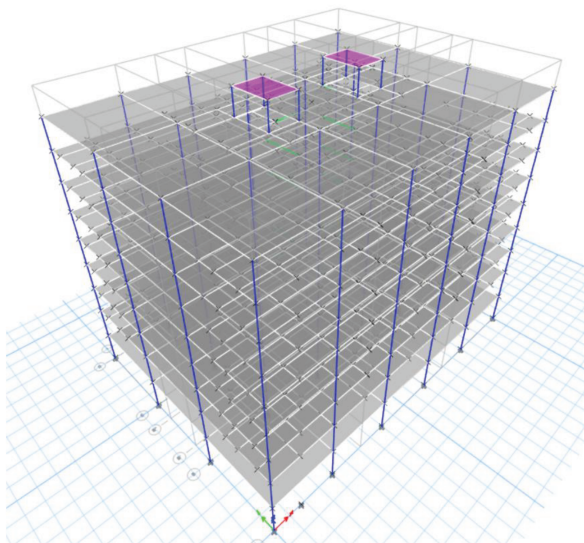
Hình 1. Mặt bằng mô hình hệ khung vách



Hình 2. Mô hình 3D mô hình hệ khung vách



Hình 3. Mặt bằng mô hình hệ khung



Hình 4. Mô hình 3D mô hình hệ khung

2.2. Tải trọng thường xuyên và tải tạm thời

Trọng lượng bản thân kết cấu do phần mềm Etabs tính toán.

Bảng 3: Tải trọng các lớp hoàn thiện sàn (kN/m²)

Tầng 1->Tầng 8	Khu vệ sinh	Sàn mái
1,22	1,55	1,4

Trọng lượng tường 200mm xây trên dầm được xác định theo Bảng 4.

Bảng 4: Tải tường 200 xây trên dầm (kN/m)

h=2,8	h=2,9	h=3,3
9,34	9,67	11,01

Trọng lượng tường 100mm được xác định theo Bảng 5.

Bảng 5: Tải trọng tường 100 (kN/m)

h=3,4	h=1,5	Khu thang trên mái	Khu thang các tầng
6,47	2,94	5,29	5,49 5,68

Tải trọng tiêu chuẩn tạm thời ngắn hạn xác định theo Bảng 6.

Bảng 6: Tải tiêu chuẩn tạm thời ngắn hạn (kN/m²)

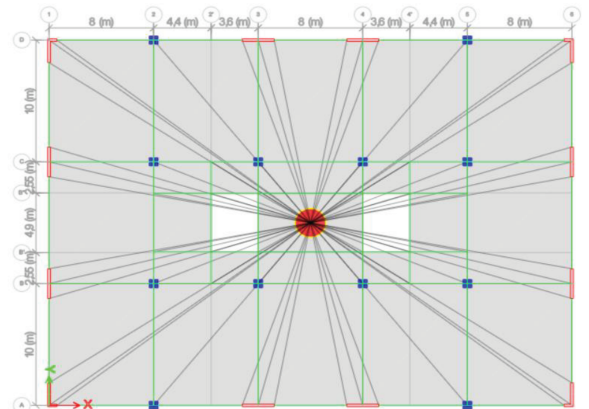
Sàn tầng 2->8	Sàn tầng 1	Sàn mái	Sảnh hành lang
1,5	5	0,3	3

Tải trọng tiêu chuẩn tạm thời dài hạn xác định theo Bảng 7.

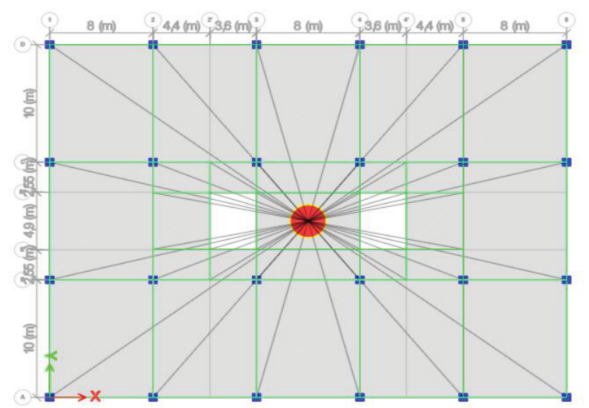
Bảng 7: Tải tiêu chuẩn tạm thời dài hạn (kN/m²)

Vách ngăn	Kho thương mại
1,5	5

Tâm Diaphragm xác định bằng phần mềm Etabs và được thể hiện trên Hình 5.



Hình 5. Gán sàn tuyệt đối cứng hệ khung vách



Hình 6. Gán sàn tuyệt đối cứng hệ khung

Mô hình được khai báo 12 mode dao động, chu kỳ dao động được xác định bằng Etabs, thể hiện trên Bảng 8 và Bảng 9.

Bảng 8: Chu kỳ dao động hệ khung vách (s)

Case	Mode	Period
Modal	1	1,961
Modal	2	1,823
Modal	3	1,363
Modal	4	0,72
Modal	5	0,649
Modal	6	0,457

Bảng 8: Tiếp theo (s)

Case	Mode	Period
Modal	7	0,385
Modal	8	0,347
Modal	9	0,253
Modal	10	0,241
Modal	11	0,229
Modal	12	0,177

Bảng 9: Chu kỳ dao động hệ khung (s)

Case	Mode	Period
Modal	1	2,371
Modal	2	2,295
Modal	3	2,032
Modal	4	1,018
Modal	5	0,994
Modal	6	0,878
Modal	7	0,564
Modal	8	0,555
Modal	9	0,485
Modal	10	0,429
Modal	11	0,421
Modal	12	0,371

2.3. Tải gió theo TCVN 2737:2023 [15]

Tải trọng gió tiêu chuẩn W_k tại độ cao z_e được xác định như sau:

$$W_k = W_{3s,10} \cdot k(z_e) \cdot c \cdot G_f \tag{1}$$

Trong đó: $W_{3s,10} = 0,852W_0$

W_0 là áp lực gió cơ sở, xác định theo bảng 7 mục 10.2.3 TCVN 2737:2023 [15]

c là hệ số khí động, được xác định theo 10.2.6 và Phụ lục F trong TCVN 2737:2023 [15]

Khi $h/d \leq 5$ hệ số c được xác định theo F.4 phụ lục F TCVN 2737:2023 [15]

Hệ số c xác định theo phụ lục F.16 khi $h/d \leq 5$ hoặc $h/d \geq 5$.

$k(z_e)$ là hệ số kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao z_e tương ứng, xem 10.2.5 và Bảng 9 TCVN 2737:2023 [15] hoặc công thức sau:

$$k(Z_e) = 2,01 \left(\frac{Z_e}{Z_g} \right)^{2/\alpha}$$

Z_e xác định theo mục 10.2.4 và $Z_e \geq Z_{min}$ trong bảng 8 TCVN 2737:2023 [15].

Z_g là độ cao gradient, phụ thuộc vào dạng địa hình, xem Bảng 8 TCVN 2737:2023 [15].

α là hệ số hàm lũy thừa với vận tốc gió $3s$, phụ thuộc vào dạng địa hình, xác định theo Bảng 8 TCVN 2737:2023 [15].

G_f là hệ số hiệu ứng giật được xác như sau đối với kết cấu mềm ($T_1 > 1s$):

$$G_f = 0,925 \left(\frac{1 + 1,7I(Z_s) \sqrt{g_Q^2 Q^2 + g_R^2 R^2}}{1 + 1,7g_v I(Z_s)} \right)$$

Các đại lượng xem [15]. $G_f = 0,85$ đối với kết cấu cứng ($T_1 \leq 1s$).

2.4. Tải gió tác dụng lên công trình

Tải gió được gán vào tâm hình học của công trình. Tải trọng gió tiêu chuẩn xác định theo Bảng 10.

Bảng 10: Tải trọng gió tiêu chuẩn (kN)

Tầng	$W_{k,x}$	$W_{k,y}$
9	115,1	160,0
8	123,0	172,3
7	123,0	172,3
6	123,0	172,3
5	123,0	172,3
4	123,0	172,3
3	123,0	172,3
2	135,1	189,6
1	117,8	164,9

Hệ số độ tin cậy được xác định theo [15], giá trị tiêu chuẩn tải trọng gió trong Bảng 9 là tổng tải trọng gió vùng D và vùng E theo TCVN 2737:2023 [15].

Tải trọng gió gán vào mô hình Etabs được thể hiện trên Hình 7 và Hình 8.

Story	Diaphragm	Fx kN	Fy kN	Mz kNm	X Ordinate m	Y Ordinate m
Story9	D1	119.3	0	0	20	15
Story8	D1	127.5	0	0	20	15
Story7	D1	127.5	0	0	20	15
Story6	D1	127.5	0	0	20	15
Story5	D1	127.5	0	0	20	15
Story4	D1	127.5	0	0	20	15
Story3	D1	127.5	0	0	20	15
Story2	D1	140.2	0	0	20	15
Story1	D1	122	0	0	20	15

(a) Gió x trong Etabs

Story	Diaphragm	Fx kN	Fy kN	Mz kNm	X Ordinate m	Y Ordinate m
Story9	D1	0	166.1	0	20	15
Story8	D1	0	178.9	0	20	15
Story7	D1	0	178.9	0	20	15
Story6	D1	0	178.9	0	20	15
Story5	D1	0	178.9	0	20	15
Story4	D1	0	178.9	0	20	15
Story3	D1	0	178.9	0	20	15
Story2	D1	0	196.8	0	20	15
Story1	D1	0	171.2	0	20	15

(b) Gió y trong Etabs

Hình 7. Tải trọng gió trong Etabs hệ khung

Story	Diaphragm	Fx kN	Fy kN	Mz kNm	X Ordinate m	Y Ordinate m
Story9	D1	115.1	0	0	20	15
Story8	D1	123	0	0	20	15
Story7	D1	123	0	0	20	15
Story6	D1	123	0	0	20	15
Story5	D1	123	0	0	20	15
Story4	D1	123	0	0	20	15
Story3	D1	123	0	0	20	15
Story2	D1	135.3	0	0	20	15
Story1	D1	117.8	0	0	20	15

(a) Gió x trong Etabs

Story	Diaphragm	Fx kN	Fy kN	Mz kNm	X Ordinate m	Y Ordinate m
Story9	D1	0	160	0	20	15
Story8	D1	0	172.3	0	20	15
Story7	D1	0	172.3	0	20	15
Story6	D1	0	172.3	0	20	15
Story5	D1	0	172.3	0	20	15
Story4	D1	0	172.3	0	20	15
Story3	D1	0	172.3	0	20	15
Story2	D1	0	189.6	0	20	15
Story1	D1	0	164.9	0	20	15

(b) Gió y trong Etabs

Hình 8. Tải trọng gió trong Etabs hệ khung vách

2.5. Tổ hợp tải trọng

Các trường hợp tải trọng và tổ hợp tải trọng được thể hiện trong Bảng 11.

Bảng 11: Tổ hợp tải trọng cho mô hình

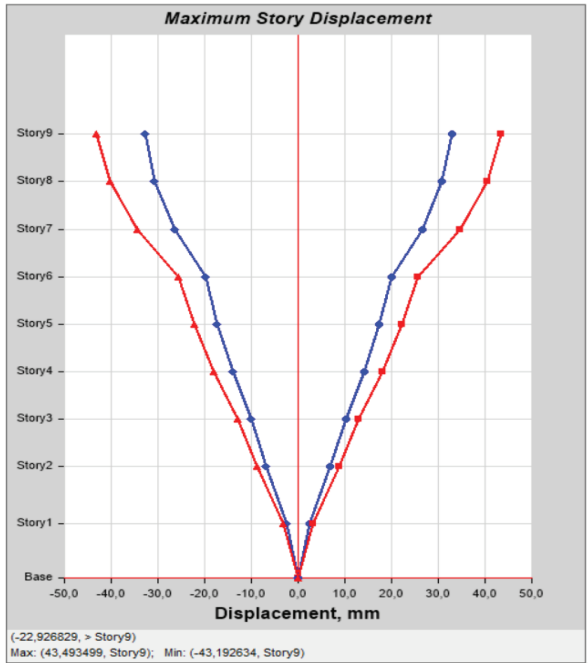
Trường hợp tải	G	Q _t	W _x	W _y	Q _L
TH1	1	1			1
TH2	1		1		1
TH3	1		-1		1
TH4	1			1	1
TH5	1			-1	1

TH6	1	1	0,9		1
TH7	1	1	-0,9		1
TH8	1	1		0,9	1
TH9	1	1		-0,9	1
TH10	1	0,9	1		1
TH11	1	0,9	-1		1
TH12	1	0,9		1	1
TH13	1	0,9		-1	1
THBao	(TH1, TH2,...,TH13)				

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả chuyển vị ngang hệ khung

Chuyển vị ngang tại đỉnh hệ khung BTCT được thể hiện trên Hình 9.



Hình 9. Chuyển vị ngang hệ khung (mm)

Kiểm tra chuyển vị ngang tại đỉnh công trình theo điều kiện sau:

$$f = \sqrt{U_x^2 + U_y^2} \leq f_u = \frac{h}{500}$$

Trong đó:

U_x và U_y là chuyển vị ngang tại đỉnh lớn nhất theo phương x, y

f_u là chuyển vị ngang giới hạn, bảng G.5 phụ lục G trong TCVN 2737:2023 [15].

Chiều cao được tính từ móng đến đỉnh công trình $h = 33,2\text{m}$.

Bảng 12: Kiểm tra chuyển vị ngang tại đỉnh hệ khung BTCT (mm)

U_x	U_y	$U^2_x + U^2_y$	f	f_u	Kết quả
33	43	2938	54	66	Thỏa

Từ đó cho thấy, chuyển vị ngang tại đỉnh hệ khung BTCT thỏa yêu cầu tiêu chuẩn.

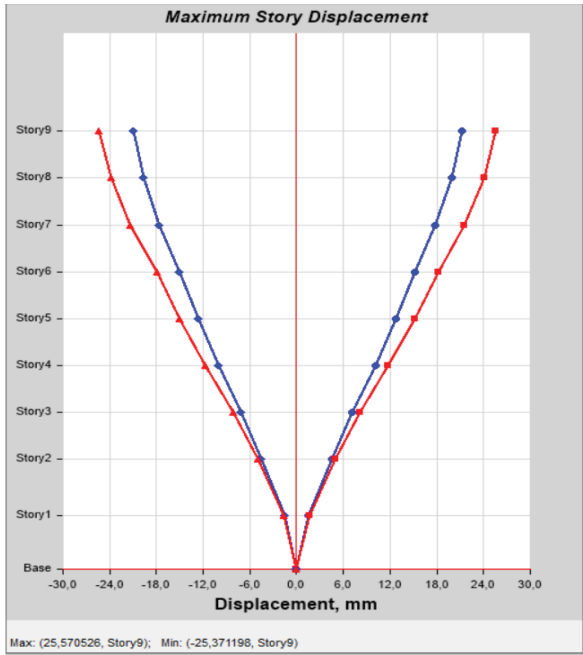
3.2. Kết quả chuyển vị ngang hệ khung vách

Biểu đồ chuyển vị ngang thể hiện trên Hình 10 và kết quả kiểm tra chuyển vị ngang tại đỉnh hệ khung vách BTCT được thể hiện trên Bảng 13.

Bảng 13: Kiểm tra chuyển vị ngang hệ khung vách BTCT (mm)

U_x	U_y	$U^2_x + U^2_y$	f	f_u	Kết quả
21	26	1117	33	66	Thỏa

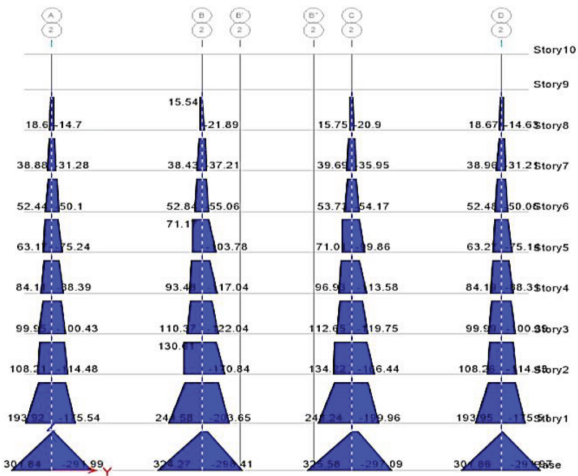
Từ đó cho thấy, chuyển vị ngang tại đỉnh hệ khung vách BTCT thỏa yêu cầu tiêu chuẩn.



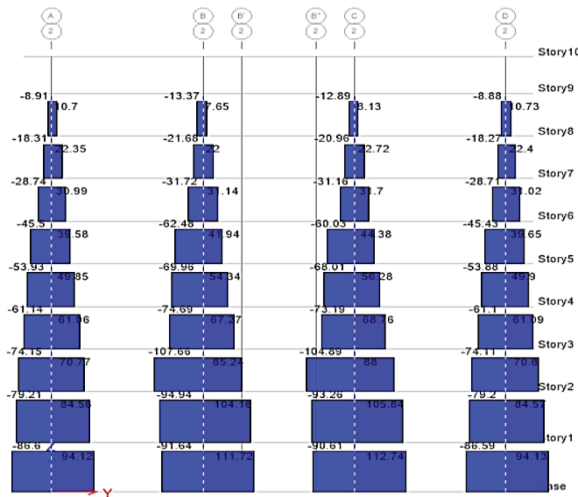
Hình 10. Chuyển vị ngang hệ khung vách (mm)

3.3. Kết quả nội lực chân cột

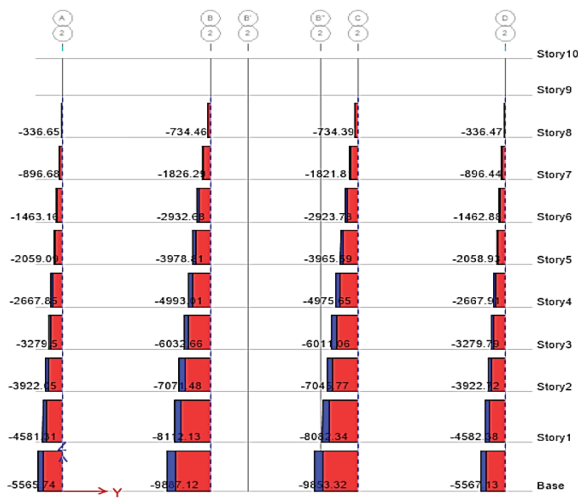
Biểu đồ bao nội lực hệ khung BTCT được thể hiện trên Hình 11.



(a) Biểu đồ bao mô men (kNm)



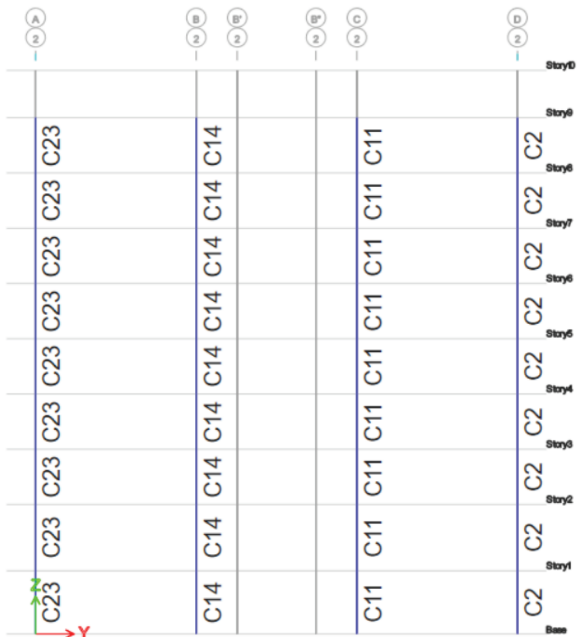
(b) Biểu đồ bao lực cắt (kN)



(c) Biểu đồ bao lực dọc (kN)

Hình 11. Nội lực khung trục 2 hệ khung

Phần tử cột trong Etabs thể hiện trên Hình 12.



Hình 12. Phần tử cột trong Etabs

Giá trị nội lực chân cột tầng 1 trục 2/B được thể hiện trong Bảng 14 và Bảng 15.

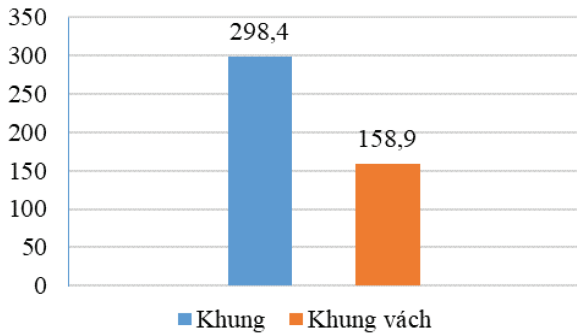
Bảng 14: Nội lực khung trục 2 hệ khung

TABLE: Element Forces - Columns				
Story	Column	P	V2	M3
Story1	14	-7924,6	111,7	324,2
Story1	14	-9887,1	-91,6	-298,4

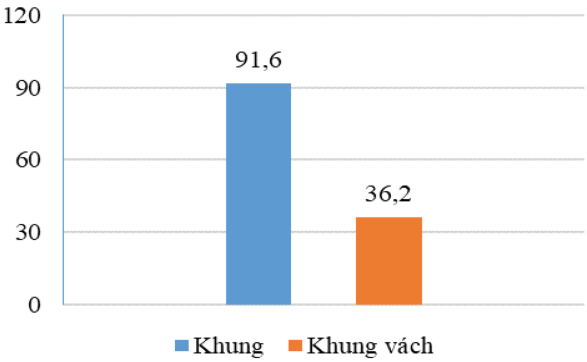
Bảng 15: Nội lực khung trục 2 hệ khung vách

TABLE: Element Forces - Columns				
Story	Column	P	V2	M3
Story1	14	-7993,8	84,7	221,2
Story1	14	-10013,2	-36,2	-158,9

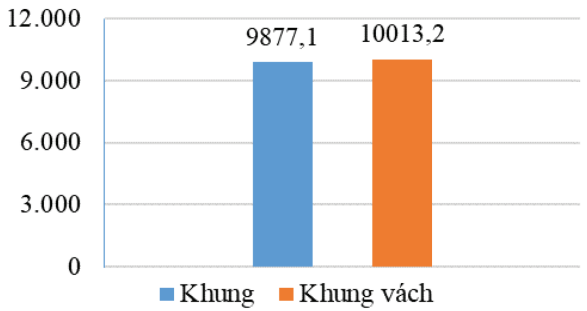
Kết quả so sánh nội lực chân cột tầng 1 trục 2/B được thể hiện trên Hình 13.



(a) Mô men uốn M3-3 (kNm)

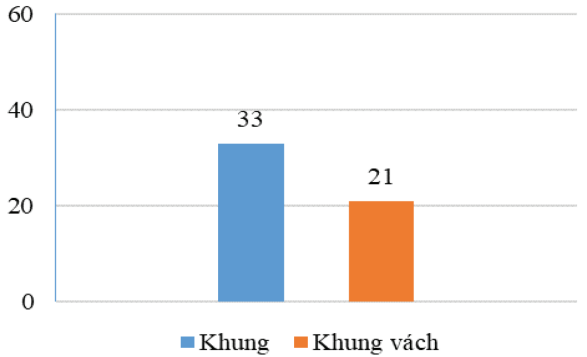


(b) Lực cắt V2-2 (kN)

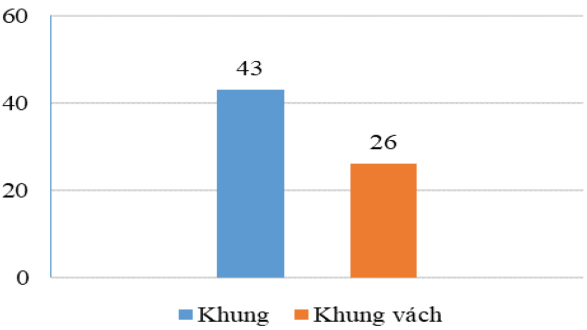


(c) Lực dọc P (kN)

Hình 13. So sánh nội lực hệ khung và hệ khung vách cứng



(a) Chuyển vị ngang phương x (mm)



(b) Chuyển vị ngang phương y (mm)

Hình 14. So sánh chuyển vị ngang hệ khung và hệ khung vách cứng

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả khảo sát trên, một số kết luận được đưa ra như sau:

1) Kết quả so sánh cho thấy, chuyển vị ngang tại đỉnh theo phương x và phương y của hệ khung vách đều nhỏ hơn hệ khung, do độ cứng hệ khung vách lớn hơn hệ khung. Điều này phù hợp với cơ sở lý thuyết và các nghiên cứu trước.

2) Đối với công trình thấp tầng, tải trọng gió cũng ảnh hưởng đáng kể đến nội lực chân cột. Điều này được thể hiện rõ hơn khi mô men uốn hệ khung lớn hơn 87,8% so với hệ khung vách và tỷ lệ này là 153% đối với lực cắt. Ngược lại, lực dọc chân cột hệ khung lại nhỏ hơn 1,4% so với hệ khung vách, tuy nhiên tỷ lệ này được xem là không đáng kể.

3) Hệ khung vách là một trong những giải pháp tăng cường độ cứng ngang hiệu quả. Tuy nhiên, cần phải có giải pháp thiết kế, phân bố độ cứng ngang phù hợp với công năng và đảm bảo hiệu quả kinh tế cho công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] R. Resmi and S. Roja, "A review on performance of shear wall," International Journal of applied engineering research, Vol.11, No.3, 2016.
- [2] K. Shukla and K. Nallasivam, "Effective location of shear walls in High-Rise RCC buildings subjected to lateral loads," Research square, 2022.
- [3] M.R. More, A.S. Bhumare and S.B. Nagargoje, "The impact of different shear wall structure position on symmetric and Unsymmetric tall buildings," International Journal for research in applied Science & Engineering technology (IJRASET), Vol.11, No.4, 2023.
- [4] C.Z.B. Zahid, S. Alam, A. Fahik, M.I. Khan and T.U. Mohammed, "Different orientations of shear wall in a reinforced concrete structure to control drift and deflection," Journal of Physics: Conference Series, 2023.
- [5] R. Krishnan and V.L. Sivakumar, "A comparative study of geometry and locations of shear walls on regular and irregular RC structures by using response spectrum analysis," Indian Journal of science and technology, Vol.16, No.30, pp.2358-2364, 2023.
- [6] S.A. Ahamad and K.V. Pratap, "Dynamic analysis of G+20 multi storied building by using shear walls in various locations for different seismic zones by using Etabs," Materials today: Proceedings, Vol.43, pp.1043-1048, 2021.
- [7] L.T.Q. Khải, "Impact of wind loads on columns or the building's geometric center in high-rise and low-rise buildings," Multidisciplinary Science Journal, Vol.6, No.6, 2024.
- [8] Đ.T.M. Dung, "Horizontal displacement of high-rise building with and without basement shear walls," Multidisciplinary Science Journal, Vol.6, No.7, 2024.
- [9] L.T.Q. Khải, "Horizontal displacement at the top of the building with frame and shear walls structures according to TCVN 2737:2023," Multidisciplinary Science Journal, Vol.6, No.7, 2024.
- [10] T. Ji, B.R. Ellis and A.J. Bell, "Horizontal movements of frame structures induced by vertical loads," Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Structures and Buildings, Vol.156, No.2, pp.141-150, 2003.
- [11] Q. Wang, L. Wang and Q. Liu, "Effect of shear wall height on earthquake response," Engineering structures, Vol.23, pp.376-384, 2001.
- [12] S.B. Smith and A. Coull, "Tall Building structures: Analysis and Design," Wiley and Son, New York, 1991.
- [13] D. Capuani, M. Merli and M. Savoia, "Dynamic analysis of coupled shear wall-frame systems," vol.192, No.4, pp.867-883, 1996.
- [14] Y.K. Park, H.S. Kim and D.G. Lee, "Efficient structural analysis of wall-frame structures," The structural design of tall and special buildings, Vol.23, No.10, pp.740-759, 2014.
- [15] TCVN 2737:2023, Tải trọng và tác động, Viện khoa học công nghệ xây dựng (IBST), Bộ xây dựng.