

NGHIÊN CỨU, TÍNH TOÁN KẾT CẤU THÉP KHUNG CHÍNH NHÀ ĐỖ XE Ô TÔ BA TẦNG VỚI CÁC ĐIỀU KIỆN SỬ DỤNG Ở VIỆT NAM

RESEARCH AND CALCULATION OF PRIMARY STEEL STRUCTURE OF A THREE-STOREY CAR PARKING HOUSE UNDER USE CONDITIONS IN VIETNAM

ThS. **Phạm Anh Tuấn**
Trường Đại học Giao thông Vận tải

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày tóm tắt kết quả nghiên cứu tính toán kết cấu thép khung chính của nhà đỗ xe 3 tầng với điều kiện sử dụng ở Việt Nam. Dựa trên kết quả mô phỏng, tính toán bằng phần mềm SAP2000, tác giả phân tích, đánh giá tình hình chịu lực của kết cấu, từ đó đưa ra biện pháp cải tiến hợp lý cho hệ kết cấu thép khung chính này.

Từ khóa: Nhà đỗ xe 3 tầng; Kết cấu thép; Phần mềm SAP 2000.

ABSTRACT

This article presents a summary of the research results of calculating the primary steel structure of a three-storey car parking house under use conditions in Vietnam. Based on the simulation results and calculations using SAP2000 software, the author analyzes and evaluates the load-bearing situation of the structure and then proposes reasonable improvement measures for this main frame steel structure system.

Keywords: Three-storey car parking house; Steel structure; SAP2000 software.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhu cầu về số chỗ đỗ xe cho các thành phố lớn ở Việt Nam ngày càng tăng do sự tăng đột biến của phương tiện ô tô cá nhân. Nhà đỗ xe cơ khí cao tầng sẽ là chìa khóa để giải bài toán phức tạp này. Trên thực tế, trong giai đoạn gần đây, đã có nhiều đơn vị sử dụng hệ thống nhà đỗ xe hai tầng cho các tầng hầm tòa nhà chung cư hay các trung tâm thương mại nhưng cũng chỉ đáp ứng phần nào sự thiếu thốn chỗ

đỗ xe ô tô, không thể đáp ứng kịp nhu cầu hiện nay. Do đó, cần phải tính đến sử dụng loại nhà đỗ xe cao tầng hơn với cùng diện tích mặt bằng lại đỗ được nhiều chỗ hơn. Số tầng của nhà đỗ xe ảnh hưởng trực tiếp đến chi phí thi công các tầng hầm, trên cơ sở khảo sát và nghiên cứu tác giả thấy việc sử dụng nhà đỗ xe 3 tầng ở tầng hầm của khu chung cư là hợp lý. Việc nghiên cứu, tính toán về hệ thống nhà đỗ xe này để làm cơ sở cho thiết kế chế tạo sản xuất nhà đỗ xe 3 tầng trong nước. 

2. CÁC NỘI DUNG CHÍNH

2.1. Phân tích, so sánh và đánh giá về việc sử dụng nhà đỗ xe 2 tầng và 3 tầng đang sử dụng ở Việt Nam

Các thành phố lớn ở Việt Nam như thành phố Hà Nội, Hồ Chí Minh và Đà Nẵng đã đi đầu trong việc sử dụng hệ thống các nhà đỗ xe cao tầng để giảm tải cho tình trạng thiếu hụt nghiêm trọng chỗ đỗ xe ô tô. Từ các nhà đỗ xe hai tầng đến loại bốn, năm tầng đều được sử dụng một cách hiệu quả. Tuy nhiên, số lượng nhà đỗ xe vẫn còn ít chưa đáp ứng được nhu cầu hiện nay.

Nhà đỗ xe 2 tầng được sử dụng phổ biến cho các tòa nhà chung cư hay thương mại vì khả năng phù hợp về giá thành, số chỗ đỗ xe không yêu cầu quá nhiều. Tuy nhiên, khi số hộ dân sống trong chung cư tăng lên, nhu cầu số chỗ xe sẽ tăng theo mà loại hình nhà đỗ xe 2 tầng không đáp ứng kịp. Nhà đỗ xe 3 tầng có thể tăng lên đáng kể số chỗ đỗ xe khi cùng tương đương diện tích mặt bằng.



Hình 1. Hệ thống đỗ xe 3 tầng dưới hầm chung cư Vinhomes Symphony



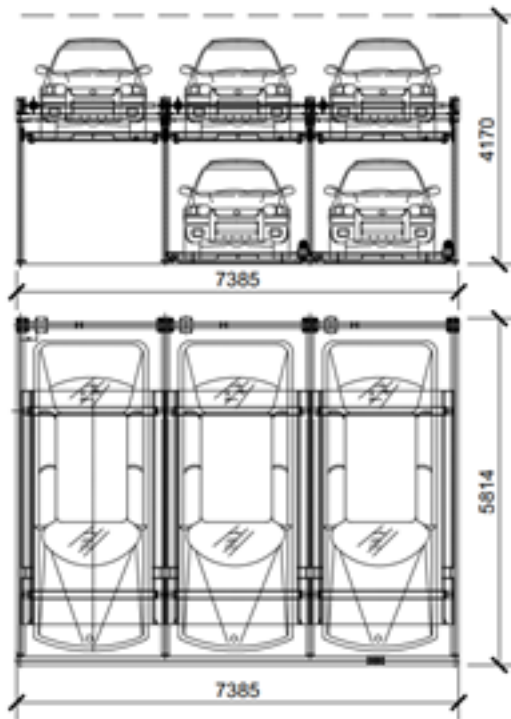
Hình 2. Hệ thống nhà đỗ xe 2 tầng tại Chung cư The Nine-Phạm Văn Đồng

So sánh một số thông số của nhà đỗ xe 2 và 3 tầng:

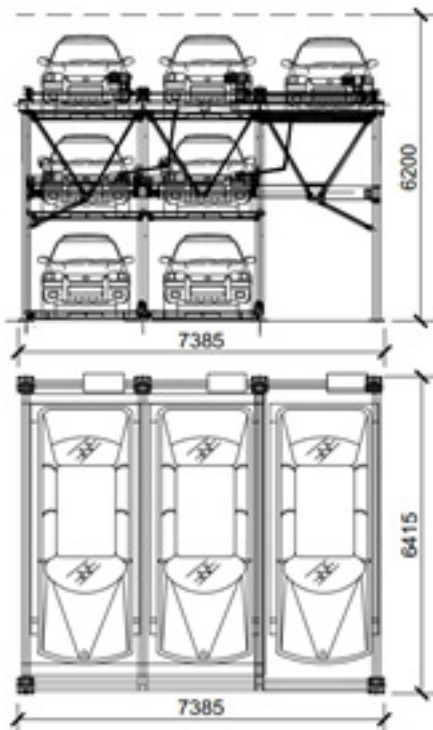
Bảng 1. So sánh một số thông số của nhà đỗ xe 2 tầng và 3 tầng

TT	Loại nhà đỗ xe	Số chỗ đỗ	Chiều cao	Chiều rộng	Chiều dài
1	2 tầng	5 xe	4170 mm	7385 mm	5814 mm
2	3 tầng	7 xe	6200 mm	7385 mm	6415 mm

Như vậy có thể thấy cùng một dạng diện tích không gian từ 2 tầng tăng lên 3 tầng số chỗ đỗ tăng 40%. Tuy nhiên, ở đây chưa tính đến giá thành đầu tư tăng lên khi xây dựng hầm cao hơn và giá thiết bị cũng cao hơn.



Hình 3. Bố trí nhà đỗ xe 2 tầng



Hình 4. Bố trí nhà đỗ xe 3 tầng

Trên đây là mô hình kết cấu chính của nhà đỗ xe ô tô 2 tầng và 3 tầng đang được sử dụng ở Việt Nam.

2.2. Khảo sát, lựa chọn đối tượng loại hình xe ô tô làm thông số tính toán thiết kế khung kết cấu thép nhà đỗ xe 3 tầng để hợp lý sử dụng ở Việt Nam

Theo tác giả khảo sát, các loại xe ô tô đang được sử dụng phổ biến ở Việt Nam hiện nay là hai loại cơ bản Sedan và SUV.

Bảng 2. Các thông số cơ bản của loại xe lớn nhất có thể đỗ ở nhà đỗ xe

Loại ô tô	Chiều dài (mm)	Chiều rộng (mm)	Chiều cao (mm)	Tải trọng (kg)
Vinfast-Lux SA 2.0	4940	1960	1733	2140
Bentley Flying Spur	5304	1964	1488	2330

Dựa vào các thông số trên, ta xác định thông số kích thước cơ bản cho hệ khung thép nhà đỗ xe như sau:

Bảng 3. Các thông số cơ bản của nhà đỗ xe ba tầng

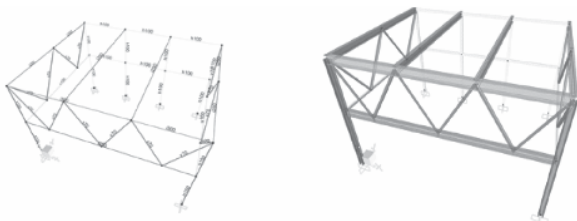
1	Kiểu hệ thống	Hệ thống ba tầng	
2	Không gian sử dụng đỗ xe (mm)	DxRxR: 5300x2000x1900 (mm)	
3	Số sàn đỗ xe/ kích thước (mm)	7 xe/ DxRxR: 3920x2430x110 (mm)	
4	Kích thước bao (mm)	5950x7385x2750 (mm)	
5	Tốc độ định mức của sàn đỗ xe	4,5 m/phút	7 m/phút



2.3. Tính toán kết cấu khung hệ thống đỗ xe bằng phần mềm SAP 2000

2.3.1. Xây dựng mô hình kết cấu khung của nhà đỗ xe ba tầng

Mô hình kết cấu khung hệ thống đỗ xe được xây dựng trên phần mềm SAP 2000 với thông số các loại thép định hình gán cho kết cấu.



Hình 5. Mô hình kết cấu thép khung hệ thống đỗ xe

2.3.2. Xác định tải trọng, tổ hợp tải trọng và đưa vào mô hình tính

a. *Tải trọng*: Tải trọng tính toán được xác định theo [1], trong đó bao gồm các thành phần sau:

- *Tải trọng bản thân*: Khối lượng của kết cấu được xác định trực tiếp trong phần mềm tính toán.

- *Tải trọng động (tải trọng của các ô tô)*: Tải trọng động tác dụng lên khung nhà đỗ xe như sau:

$$Q_{d2} = 3000(kG); Q = 2500(kG)$$

Hệ số động tính toán:

$$\gamma = \gamma_c \cdot \psi = 1,15 \cdot 1,08 = 1,242 \approx 1,25$$

Do đó, tải trọng tính toán tác dụng lên khung kết cấu tầng 2, tầng 3 là:

$$Q_2 = Q_{d2} \cdot \gamma = 3000 \cdot 1,25 = 3750(kG);$$

$$Q_3 = Q_{d3} \cdot \gamma = 2500 \cdot 1,25 = 3125(kG)$$

b. Tổ hợp tải trọng

Tổ hợp tải trọng đặt lên kết cấu bao gồm: tải trọng bản thân, tải trọng động.

c. Mô hình đặt tải trọng

➤ Gán tải trọng lên dầm tại tầng 2

$$Q_{truoc2} = \frac{Q_2}{2} \cdot \frac{60}{100} = \frac{3750}{2} \cdot \frac{60}{100} = 1125(kG)$$

$$Q_{sau2} = \frac{Q_2}{2} \cdot \frac{40}{100} = \frac{3750}{2} \cdot \frac{40}{100} = 750(kG)$$

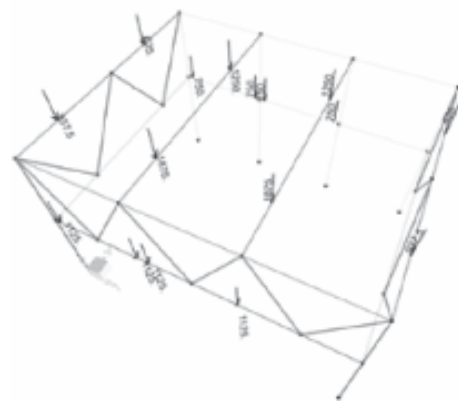
➤ Gán tải trọng lên dầm tại tầng 3

$$Q_{truocgiau3} = 2 \cdot \frac{Q_3}{2} \cdot \frac{60}{100} = 2 \cdot \frac{3125}{2} \cdot \frac{60}{100} = 1875(kG)$$

$$Q_{truocbien3} = \frac{Q_3}{2} \cdot \frac{60}{100} = \frac{3125}{2} \cdot \frac{60}{100} = 937,5(kG)$$

$$Q_{saugia3} = 2 \cdot \frac{Q_3}{2} \cdot \frac{40}{100} = 2 \cdot \frac{3125}{2} \cdot \frac{40}{100} = 1250(kG)$$

$$Q_{saubien3} = \frac{Q_3}{2} \cdot \frac{40}{100} = \frac{3125}{2} \cdot \frac{40}{100} = 625(kG)$$

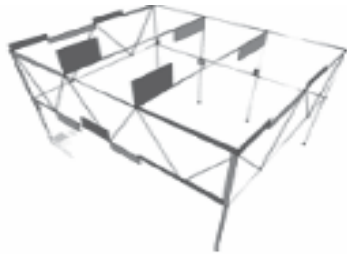


Hình 6. Gán tải trọng lên mô hình tính

d. Kết quả tính toán

Sau khi chạy chương trình trên phần mềm SAP2000, ta được các biểu đồ nội lực

và bảng số liệu nội lực tính toán được của các thanh (dầm, cột) trên khung thép.



a) Biểu đồ cắt Q_y



b) Biểu đồ mô-men M_y



c) Biểu đồ mô-men M_x

Hình 7. Biểu đồ nội lực các thanh trong kết cấu

2.3.3. Kiểm tra tại các mặt cắt nguy hiểm

a) Cột trước (mặt cắt dùng thép H150x150x7x10)

Bảng 4. Bảng nội lực chân cột trước H150x150x7x10

Nội dung	Vị trí	P	Q_y	Q_x	M_y	M_x
Thanh số	cm	kG	kG	kG	kG.cm	kG.cm
19	0	-4936.8	-45.57	-2.9	8911.4	32412.8

+ Ứng suất tại tiết diện kiểm tra:

Ứng suất dọc trục:

$$\sigma_n = \frac{P}{A} = -\frac{4936,8}{39,1} = -126,26 \left(\frac{kG}{cm^2} \right)$$

Ứng suất uốn theo phương x:

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{32412,8}{213,42} = 151,87 \left(\frac{kG}{cm^2} \right)$$

Ứng suất uốn theo phương y:

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{8911,4}{75} = 118,92 \left(\frac{kG}{cm^2} \right)$$

+ Kiểm tra bền tiết diện:

Ta kiểm tra bền theo trường hợp nén, uốn kết hợp, ta có:

$$\sigma_{td} = \sigma_n + \sigma_x + \sigma_y = 396,95 \left(\frac{kG}{cm^2} \right) \leq [\sigma] = 1600 \left(\frac{kG}{cm^2} \right)$$

Tỷ lệ ứng suất bền là:

$$\frac{\sigma_{td}}{[\sigma]} = \frac{396,95}{1600} \cdot 100\% = 23,1\%$$

Kết luận: Mặt cắt chọn đảm bảo điều kiện bền.

+ Kiểm tra ổn định tổng thể trong mặt phẳng uốn:

Tiết diện được kiểm tra về ổn định theo công thức (39) [1]:

Thay các giá trị vào, ta tính được:

$$\sigma_o = \frac{N}{\varphi_u \cdot A} = \frac{4936,8}{0,593 \cdot 39,1} = 212,92 \left(\frac{kG}{cm^2} \right) \leq [\sigma]$$

Trong đó: $\varphi_u = 0,593$.

Tỷ lệ ứng suất ổn định là: $\frac{\sigma_o}{[\sigma]} = \frac{212,92}{1600} \cdot 100\% = 13,3\%$

Kết luận: Mặt cắt chọn đảm bảo điều kiện ổn định.

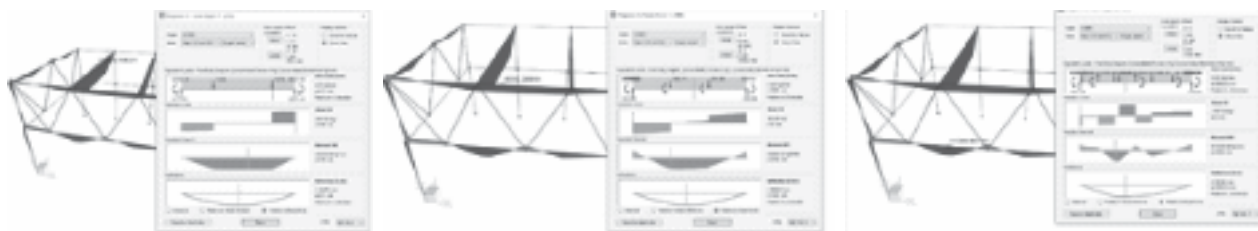
b) Tương tự tính toán ta có các kết quả tính toán một số kết cấu điển hình sau:

Bảng 5. Bảng kết quả tính toán kiểm tra bền và ổn định các thanh kết cấu điển hình

TT	Kết cấu kiểm tra	σ_{td} [kG/cm ²]	Tỷ lệ ứng suất bền (%)	σ_0 [kG/cm ²]	Tỷ lệ ứng suất ổn định (%)	Kết luận
1	Cột sau H100x100x6x8	623,36	38,96	690,93	43,18	Đạt
2	Dầm dọc I250x125x6x9	771,39	44,46	18,03	1,13	Đạt
3	Dầm ngang trước I300x150x6.5x9 (tầng 3)	289,98	18,12	137,69	8,6	Đạt
4	Dầm ngang trước I250x125x6x9 (tầng 2)	672,13	42	258,74	16,17	Đạt

+ Kiểm tra độ cứng của một số dầm điển hình:

Theo kết quả tính toán xuất ra từ phần mềm SAP2000, ta có các kết quả như các hình sau:



a) Dầm dọc tầng 3

b) Dầm ngang trước ở tầng 3

c) Dầm ngang trước ở tầng 2

Hình 8. Các biểu đồ nội lực trên các thanh kết cấu

Ta kiểm tra độ cứng các thanh dầm theo công thức: $\frac{f}{L} = \left[\frac{f}{L} \right] = \frac{1}{400}$

Ta có bảng kết quả được thể hiện dưới đây:

Bảng 6. Bảng kết quả tính toán kiểm tra độ cứng các thanh kết cấu điển hình

TT	Kết cấu kiểm tra	Độ võng (mm)	Khẩu độ dầm (mm)	Độ cứng tính toán	Độ cứng cho phép	Kết luận
1	Dầm dọc tầng 3	11,84	5950	0,00199	0,0025	Đạt
2	Dầm ngang trước ở tầng 3	2,39	7350	0,00033	0,0025	Đạt
3	Dầm ngang trước ở tầng 2	2,75	7350	0,00037	0,0025	Đạt

Nhận xét:

Từ kết quả thể hiện ở bảng 5 và bảng 6 cho thấy tình trạng chịu lực của kết cấu còn thừa bền nhiều, tuy nhiên độ cứng của các thanh dầm lại vừa đủ điều kiện. Do đó, để lợi dụng khả năng chịu lực và tăng cường độ cứng của các thanh trong khung, ta nên tăng chiều cao dầm, giảm bớt chiều dày bản bụng dầm, bản cánh dầm. Điều này đòi hỏi khung thép phải sử dụng mặt cắt loại tổ hợp mà không dùng thép định hình như phương án tính toán trên.

3. KẾT LUẬN

- Bài báo đã phân tích, so sánh và đánh giá được việc sử dụng loại nhà đỗ xe 3 tầng sẽ tăng được số chỗ đỗ từ 40% trở lên so với nhà đỗ xe 2 tầng.

- Kết quả tính toán ở bảng 5 và bảng 6 cho thấy kết quả đều đạt yêu cầu. Việc sử dụng phần mềm SAP2000 cho thấy có thể dễ dàng xem xét đánh giá được tình trạng chịu lực của các kết cấu trong hệ thống. Điều này cho phép sử dụng các biện pháp tối ưu kết cấu bằng thay thế các mặt cắt khác nhau vào mô hình tính một cách dễ dàng, thuận tiện, độ chính xác đảm bảo, thời gian nhanh chóng.

- Kết quả nghiên cứu tính toán này có thể làm cơ sở cho việc thiết kế chi tiết hệ thống nhà đỗ xe 3 tầng phù hợp với điều kiện sử dụng ở Việt Nam.

Ngày nhận bài: 18/02/2024

Ngày phản biện: 28/3/2024

Tài liệu tham khảo:

- [1]. TCVN 5575:2012 TK KCT.
- [2]. Y-W, Li, *Study on the seismic-resistance requirements of crane for construction of high-rise buildings*. Master Thesis, National Taipei University of Technology, 2005.
- [3]. C-Z Shen, *Study on the ultimate load capacity of tower crane structure*. National Chao-Yang University of Technology, 2010.
- [4]. Q. Qi, Y. Yu, Q. Dong, G. Xu, and Y. Xin, *Lightweight and green design of general bridge crane structure based on multi-specular reflection algorithm*. Advances in Mechanical Engineering, v. 13, Issue: 10, p. 1-15, 2021.
- [5]. Huang Li-Jeng, Syu Hong-Jie. *Seismic response analysis of tower crane using Sap2000*. Procedia Engineering Volume 79, 2014, Pages 513-522.
- [6]. S. R. Marve, A. N. Chalkhure, S. R. Jumde, R. M. Khobragade, A. G. Chunarkar, S. M. Thakre. *Design & analysis of multi-storied car parking building*. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET), Volume 9, Issue 4, April 2020.