

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM INVENTOR TÍNH TOÁN HỢP LÝ KẾT CẤU THÉP CỦA NHÀ ĐỖ XE Ô TÔ BỐN TẦNG PHỤC VỤ NHÀ DÂN Ở VIỆT NAM

INVENTOR SOFTWARE APPLICATION TO REASONABLY CALCULATE THE STEEL STRUCTURE OF A FOUR-FLOOR CAR PARKING SYSTEM FOR RESIDENTIAL HOUSES IN VIETNAM

ThS. **Phạm Anh Tuấn**, TS. **Nguyễn Thoại Anh***

Trường Đại học Giao thông Vận tải

*Email: thoaianh@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Trong bài báo này, các tác giả đã chỉ ra một vấn đề có tính ứng dụng cao cho nhà dân làm chung cư mini hay văn phòng cho thuê nâng cao giá trị sử dụng bằng cách sử dụng hệ thống nhà đỗ xe cao tầng, cụ thể là nhà đỗ xe bốn tầng. Các tác giả đã lựa chọn hai phương án thiết kế về sử dụng kết cấu thép khác nhau để mô phỏng và tính toán. Từ kết quả nhận được do ứng dụng phần mềm Inventor, tác giả đã phân tích, đánh giá so sánh hai phương án này để đưa ra kiến nghị cho các nhà sản xuất hay các nhà chuyên môn để làm tài liệu tham khảo.

Từ khóa: Nhà dân; Hệ thống đỗ xe 4 tầng; Kết cấu thép; Inventor.

ABSTRACT

In this article, the authors have pointed out a highly applicable issue for residential houses to build mini apartments or offices for rent to increase the value of use by using a high-rise parking system, specifically a four-floor car parking system. The researcher has selected two design options for using different steel structures for simulation and calculation. From the results obtained by applying Inventor software, the author has analyzed, evaluated, and compared these two options to make recommendations for manufacturers or experts to use as reference documents.

Keywords: Residential houses; Four-floor car parking system; Steel structure; Inventor. 

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, cơ sở hạ tầng đang không đáp ứng kịp tình trạng xe quá nhiều mà không đủ không gian chỗ đỗ xe, gây khó khăn và bức xúc cho người dân. Đồng thời, các công ty tư nhân nhỏ phát triển rất nhanh về số lượng, có nhu cầu cao về các văn phòng cho thuê dẫn đến các công trình nhà dân làm chung cư mini, hay các văn phòng cho thuê được phát triển. Điều này dẫn đến nhiều hệ lụy khác nhau, trong đó vấn đề chỗ đỗ xe trong văn phòng cho thuê là bức thiết và có yếu tố quan trọng trong việc định giá, đánh giá chất lượng phòng cho thuê. Bài báo đưa ra phương án thiết kế nhà đỗ xe 4 tầng là phù hợp.

Kết cấu thép khung chính của nhà đỗ xe là phần quan trọng và có thể tối ưu hóa để giảm chi phí trong gia công, lắp đặt. Kết cấu thép nhà đỗ xe có tính năng tương tự như các kết cấu máy trục thông thường. Sử dụng phần mềm để tính toán, tối ưu kết cấu và đánh giá kết quả an toàn [1, 2]. Trong khi [3, 4] lại quan tâm đến tính toán, thiết kế kết cấu để giảm nhẹ kết cấu tối đa trọng lượng của nó. Vấn đề ứng dụng phần mềm để hợp lý hóa kết cấu nhà đỗ xe 3 tầng [5] cũng đã được công bố trước đây.

Trong bài báo này, phương pháp và mô hình tính toán được dựa trên phần mềm Inventor, bài toán xây dựng hai mô hình kết cấu khác nhau về mặt cắt cột, dầm. Trên cơ sở kết quả tính toán, phân tích đánh giá hai phương án với nhau để đưa ra kết luận thỏa đáng cho các nhà sản xuất hay nghiên cứu tham khảo.

2. NỘI DUNG CHÍNH

2.1. Tổng quan các loại nhà đỗ xe cao tầng đang được sử dụng ở Việt Nam

Đến hiện tại, ở Việt Nam đã sử dụng rất nhiều loại hình nhà đỗ xe bố trí ở từ ngoài trời cho đến ở các tầng hầm, từ các nhà đỗ xe loại 2 tầng, 3 tầng đến 6 tầng đã được sử dụng ở Việt Nam. Tùy theo diện tích mặt bằng, quy mô đầu tư để lựa chọn hệ thống loại nhà đỗ xe cao tầng phù hợp.



Hình 1. Nhà đỗ xe 2 tầng tại số 9 Phạm Văn Đồng - Hà Nội



Hình 2. Nhà đỗ xe 3 tầng tại Vinhomes Symphony - Long Biên



Hình 3. Nhà đỗ xe 6 tầng tại 255 Phan Châu Trinh - Đà Nẵng

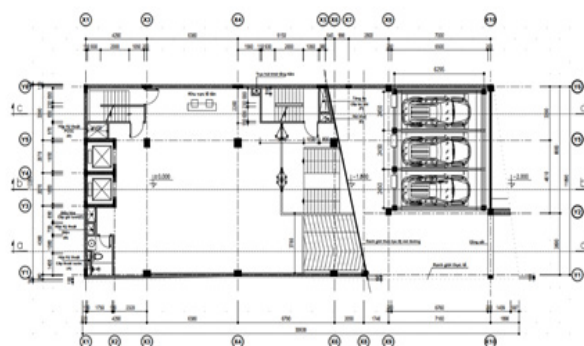


Hình 4. Nhà đỗ xe 4 tầng - Trần Nhật Duật

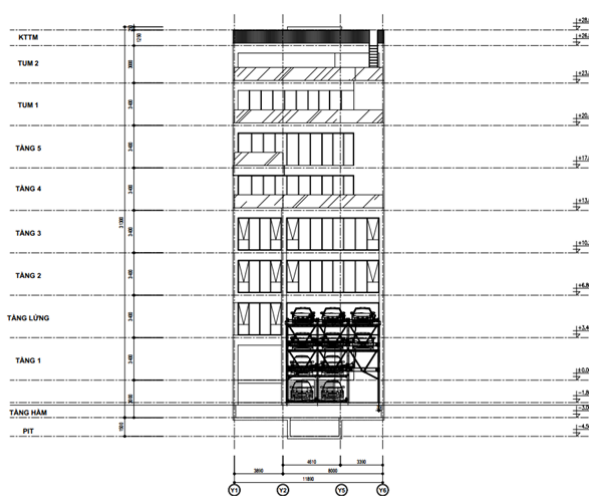
Đối với các chung cư mini, hay trụ sở văn phòng cho thuê cần số chỗ đỗ xe lớn, nếu đáp ứng được nhu cầu này thì giá trị cho thuê tăng lên. Sự hợp lý của nhà đỗ xe 4 tầng được phân tích trên hai quan điểm sau:

- Thứ nhất - Về nhu cầu sử dụng: Mô hình nhà đỗ xe 4 tầng hướng tới đối tượng là các văn phòng cho thuê cần số chỗ đỗ xe ô tô nhiều, vì thế mô hình 4 tầng với 9 chỗ đỗ là phù hợp. Mô hình 5 hay 6 tầng có chi phí xây dựng và giá thành cao chưa phù hợp với các dự án trung bình và nhỏ.

- Thứ hai - Về yếu tố thẩm mỹ: Chiều cao tòa nhà cao tầng của hộ gia đình sẽ phổ biến từ 12m đến 18m. Trong khi chiều cao xây dựng của nhà xe 4 tầng rơi vào khoảng 7,5m, chiều cao này cân đối tương quan giữa chỗ đỗ xe ô tô và chiều cao tòa nhà. Nếu lựa chọn nhà đỗ xe lên 5 hoặc 6 tầng thì chiều cao nhà xe có thể lên đến 9,5m đến 11,6m, như vậy nhìn vào sẽ thấy nhà đỗ xe cao quá nửa ngôi nhà, rất mất thẩm mỹ.



Hình 5. Mặt bằng bố trí nhà đỗ xe 4 tầng



Hình 6. Mặt cắt đứng thể hiện phương án bố trí nhà đỗ xe 4 tầng

2.2. Ứng dụng phần mềm Inventor lập mô hình và tính toán kết cấu khung thép chính

2.2.1. Xác định các thông số cơ bản của hệ thống nhà đỗ xe 4 tầng

Thiết bị đỗ xe này tận dụng phần không gian tầng 1, 2, 3 có di chuyển ngang sàn đỗ xe, tầng 4 chỉ nâng hạ các sàn đỗ xe. Hệ thống truyền động sử dụng bộ truyền cấp.



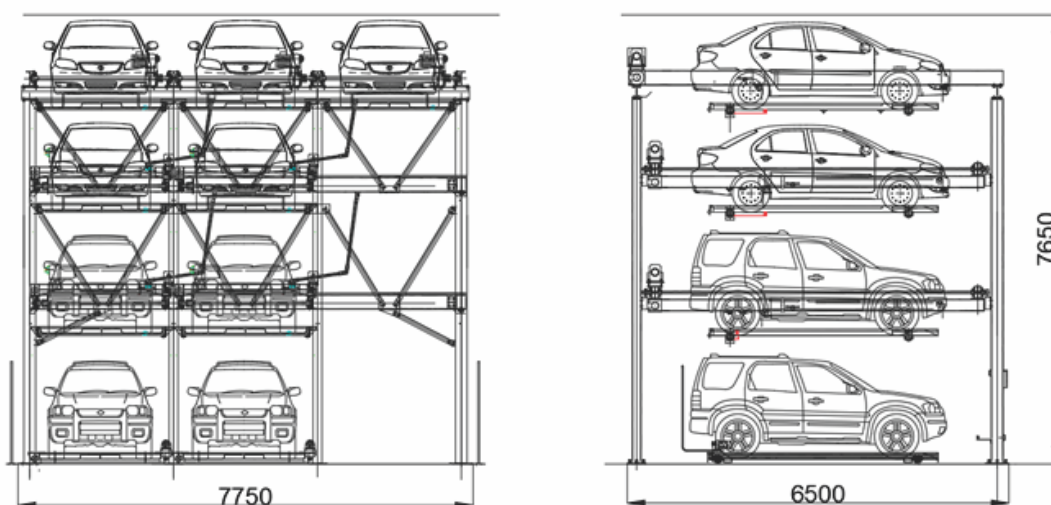
Bảng 1. Hệ thống các bộ phận kết cấu của nhà đỗ xe

1	Kiểu hệ thống	Hệ thống bốn tầng		
2	Số lượng xe chứa tối đa	9 xe		
3	Kích thước: Dài x rộng x cao (mm)	7750x6500x7650		
4	Số khay xếp xe	9 khay		
5	Hệ thống dẫn động	Kiểu nâng tầng 2	Kiểu nâng tầng 3, 4	Kiểu trượt
	Công suất động cơ	2.2 kW	3.7 kW	0.2 kW
	Tốc độ định mức của khay xếp xe	4.5 m/phút	4.5 m/phút	7 m/phút
6	Khay xếp xe: Dài x rộng x cao (mm)	3920x2382x108 mm		

Bảng 2. Các phương án thiết kế kết cấu

TT	Mô tả	Quy cách		Vật liệu thép
		PA 1	PA 2	
1	Cột trước	H200x200x8x12	Hộp 180x180x6	SS400
	Cột sau	H150x150x7x10	Hộp 120x120x6	SS400
2	Dầm ngang trước	I300x150x6,5x9	I250x125x6x9	SS400
	Dầm ngang sau	I250x125x6x9	I250x125x6x9	SS400
3	Dầm dọc	I250x125x6x9	I250x125x6x9	SS400
4	Thanh giằng	V80x80x6	V80x80x6	SS400
5	Thanh bên	U100x50x5	U100x50x5	SS400
6	Ray pallet	Hộp 30x30x3	Hộp 30x30x3	SS400

Phương án thiết kế này có thể bố trí tầng 1, 2 đỗ 4 xe SUV, còn tầng 3, 4 đỗ 5 xe Sedan.

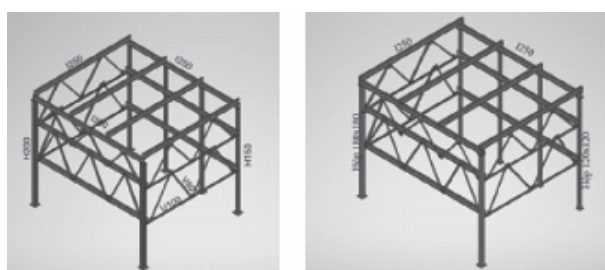


Hình 7. Phương án tổng thể nhà đỗ xe 4 tầng

Kết cấu thép khung chính của nhà đỗ xe này được thiết kế theo nguyên tắc vừa kết hợp liên kết bulong và liên kết hàn để dễ dàng cho công tác chế tạo và lắp dựng. Kết cấu chính gồm hệ chân cột, khung dầm và các thanh giằng liên kết.

2.2.2. Xây dựng mô hình và tính toán trên phần mềm Inventor

Mô hình tính toán được xây dựng trên phần mềm Inventor với thông số các loại thép định hình gán cho kết cấu. Dưới đây là hai mô hình tính theo PA1 và PA2. Tiết diện các thanh dầm trong mô hình được thể hiện ở hình 6 dưới đây.

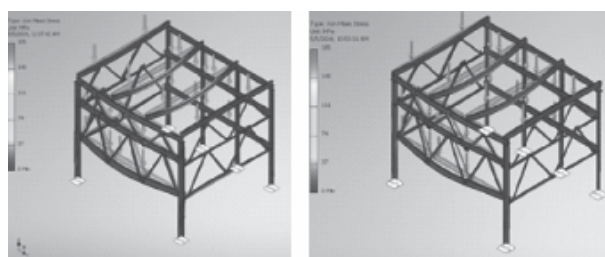


PA1

PA2

Hình 8. Mô hình kết cấu thép khung PA1 và PA2 hệ thống đỗ xe

Sau khi xây dựng được mô hình, gán điều kiện biên, tải trọng lên mô hình rồi chạy chương trình, ta nhận được các kết quả dưới đây.

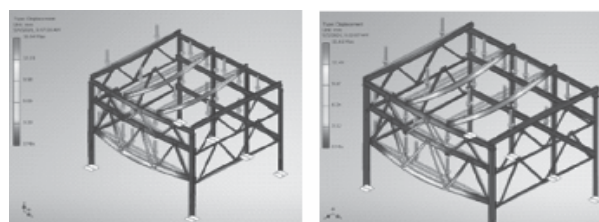


PA1

PA2

Hình 9. Tổng quan ứng suất phân bố trên kết cấu thép nhà đỗ xe

Biểu đồ nội lực của PA1 và PA2 được thể hiện bằng màu trên mô hình và bảng màu giá trị ở bên phải. Ta có thể thấy rõ giá trị ứng suất lớn nhất đều là 185 N/mm² tại gối liên kết dầm dọc và đỉnh cột. Tuy nhiên, các vùng phân bố ứng suất tổng thể lại khác nhau, ở PA1 các vùng phân bố ứng suất trên dầm ngang lớn hơn so với trong PA2.

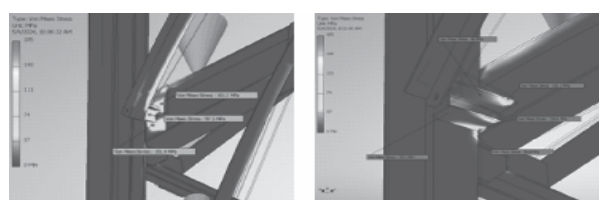


PA1

PA2

Hình 10. Biểu đồ chuyển vị tổng thể trên kết cấu

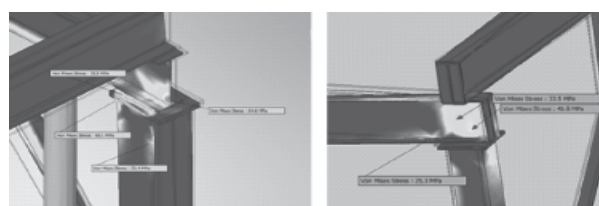
Kết quả giá trị chuyển vị tuyệt đối lớn nhất của PA1 và PA2 là 16,64 mm và 15,61 mm, giá trị chuyển vị tương đối là $16,64 - (0,5 \times 10,264) = 11,508$ mm và $15,61 - (0,5 \times 10,215) = 10,503$ mm đều nằm trong giới hạn cho phép. Hai giá trị chuyển vị lớn nhất này chênh lệch rất nhỏ.



PA1

PA2

Hình 11. Biểu đồ ứng suất cục bộ lớn nhất ở liên kết cột và giằng tầng 3



PA1

PA2

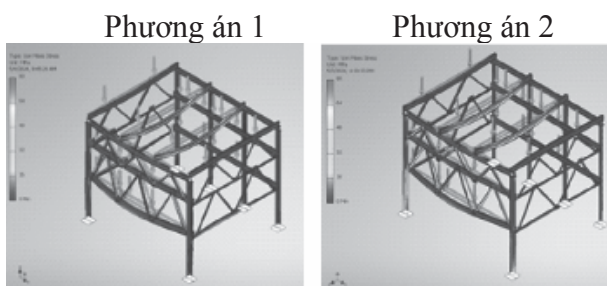
Hình 12. Biểu đồ ứng suất phân bố nút liên kết dầm ngang - cột



Từ Hình 11 cho thấy sự phân bố miền và giá trị ứng suất tại liên kết cột và giằng liên kết tầng 3 của PA2 tốt hơn PA1. Từ Hình 12, ta cũng thấy được phân bố và giá trị ứng suất ở PA2 tốt hơn PA1. Điều này chỉ ra cách sử dụng loại thép đối với PA2 đang tốt hơn so với PA1. Sau khi có kết quả của hai phương án lựa chọn tính toán ở trên, nhóm đề tài đưa ra so sánh, phân tích dựa trên các tiêu chí sau đây:

TT	Tiêu chí	Phương án 1	Phương án 2
1	Tổng khối lượng thép sử dụng	Nặng: 4480.8 kg	Nặng: 3818.73 kg
2	Gia công, chế tạo	Dễ dàng gia công	Tốn thời gian gia công
3	Lắp đặt	Dễ dàng	Dễ dàng
4	Giá thành	Giá thành cao	Giá thành trung bình

* Về khả năng chịu lực:



Hình 13. Phân bố ứng suất ở giới hạn 80 N/mm²

Từ kết quả trên, ta thấy PA1 có độ phân bố ứng suất không đều ở tất cả các kết cấu, chân cột quá cứng thừa bền, trong khi đó dầm dọc tầng 4 lại chịu lực lớn nhất. Do đó, không tận dụng được sức sử dụng vật liệu. Trong khi đó, PA2 ứng suất phân bố đều hơn, nghĩa là sự tận dụng vật liệu tốt hơn.

Tổng kết cho thấy mỗi phương án đều

có những ưu, nhược điểm riêng, tùy theo nhu cầu và sự chấp thuận cụ thể của chủ đầu tư mà lựa chọn cho phù hợp. PA1 thích hợp cho việc gia công nhanh, đơn giản và giá thành cao, còn PA2 thích hợp với những đơn vị có nhà xưởng và máy móc phù hợp để gia công chi tiết, thời gian gia công lâu hơn nhưng giá thành phù hợp.

3. KẾT LUẬN

Bài báo đã đưa ra biện pháp và đánh giá phương án sử dụng nhà đỡ xe cao tầng, nhất là loại 4 tầng cho nhà dân ở nước ta, đáp ứng nhu cầu thiết thực của người dân ở các thành phố lớn đông đúc. Trên cơ sở phương án thiết kế của nhà dân, tác giả đã lựa chọn nghiên cứu mô phỏng và tính toán hai phương án kết cấu thép là PA1 và PA2, kết quả cho thấy tình hình chịu lực, phân bố ứng suất, chuyển vị của hai phương án này. Theo khả năng chịu lực và tính lắp dựng, cả về tổng khối lượng thép cần sử dụng thì PA2 sẽ tốt hơn PA1. Tuy nhiên, về tính gia công thì PA1 sẽ nhanh chóng và thuận tiện hơn PA2. Từ phương pháp và kết quả nghiên cứu này cho phép nhà sản xuất và người sử dụng có nhiều phương án tối ưu cho lựa chọn sản phẩm nhà đỡ xe cao tầng với sản phẩm trong nước. ❖

Ngày nhận bài: 06/3/2025

Ngày phản biện: 22/3/2025

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Huang Li-Jeng, Syu Hong-Jie, "Seismic Response Analysis of Tower Crane Using SAP2000". Procedia Engineering, Volume 79, Page 513-522, 2014.
- [2]. C-Z Shen, "Study on the Ultimate Load Capacity of Tower crane Structure". National Chao-Yang University of Technology, 2010.
- [3]. 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, Volume 13, Issue: 10, Page 1-15, 2021.
- [4]. 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.
- [5]. Nguyễn Quang Minh, "Ứng dụng phần mềm SAP 2000 hợp lý hóa thiết kế kết cấu thép hệ thống đỡ xe ô tô hai tầng với các điều kiện sử dụng ở Việt Nam". Tạp chí Xây dựng, 5/2023.