

PHÂN TÍCH CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN SỨC CHỊU LỰC CỦA KẾT CẤU THÉP BAO GỒM SỰ CO GIÃN, GIÃN NỠ, ĐỘ NỨT, MÀI MÒN & ẮN MÒN



Analysis of factors affecting the bearing capacity of steel structures including expansion, contraction, cracking, abrasion and corrosion

 Nguyễn Văn Giang, Dương Phú Gia*

Tóm tắt: Nhà khung thép ngày càng phổ biến và chiếm số lượng lớn trong ngành xây dựng công nghiệp. Khung thép có nhiều ưu điểm vượt trội như chi phí xây dựng thấp hơn so với nhà bê tông cốt thép, khả năng tái sử dụng các khung nhà thép cũ, và sẵn có cấu kiện thép từ nhà máy. Tuy nhiên, nhà khung thép cũng đối mặt với nhược điểm như ăn mòn, khả năng chịu lực, biến dạng và sụp đổ dưới tải trọng lớn, ảnh hưởng của co giãn và giãn nở, độ nứt của cấu kiện cũng như các tác động từ môi trường bên ngoài liệu có an toàn hay không. Nghiên cứu này cung cấp phương pháp đánh giá và giải pháp tối ưu để nâng cao chất lượng sản phẩm, đáp ứng nhu cầu của sinh viên và kỹ sư xây dựng.

Từ Khóa: Phương pháp đánh giá, giải pháp tối ưu, tiêu chuẩn AISC, Eurocode 3.

Ngày nhận bài: 15/3/2023, ngày sửa bài: 20/4/2023, ngày chấp nhận đăng: 28/5/2023.

Abstract: Steel frame houses are increasingly popular and of great quantity in the industrial construction. Steel frames have many outstanding advantages such as lower construction costs than reinforced concrete houses, the reusability of old steel frames, and availability of steel structures from the factory. However, steel frame buildings also face disadvantages such as corrosion, bearing capacity, deformation and collapse under high loads, and the effects of expansion and contraction, structural cracking as well as other impacts such as whether it is safe or not from the outside environment. This study provides an evaluation method and optimal solutions to improve product quality, meeting the needs of students and civil engineers.

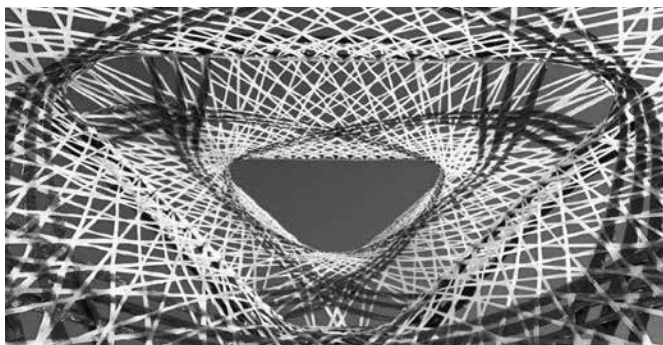
Keywords: Evaluation method, optimal solution, AISC standard, Eurocode 3.

*ĐH Công nghệ TP. HCM (HUTECH)

1. GIỚI THIỆU

Kết cấu thép là một trong những phương tiện xây dựng chính trong ngành công nghiệp xây dựng. Tuy nhiên, các vấn đề liên quan đến sự chịu lực của kết cấu thép vẫn chưa được giải quyết triệt để. Những vấn đề này bao gồm cả sự co giãn và giãn nở, độ nứt, các tác động bên ngoài như sự mài mòn, sự ăn mòn. Để giải quyết, nghiên cứu về sự chịu lực của kết cấu thép là cực kỳ cần thiết.

Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá sự chịu lực của kết cấu thép trong các điều kiện khác nhau. Nghiên cứu sẽ tập trung vào việc đo lường sự co giãn và giãn nở của kết cấu thép, cũng như độ nứt và các tác động bên ngoài. Nghiên cứu sẽ sử dụng các phương pháp đo lường hiện đại nhất để đảm bảo tính chính xác của kết quả.

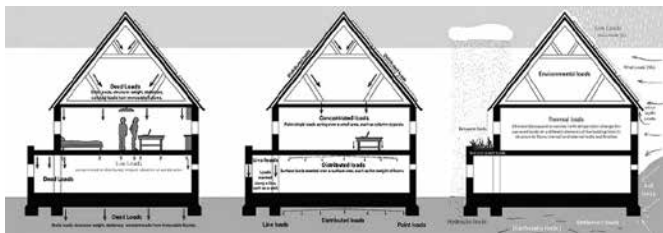


Hình 1. Ảnh minh họa độ ổn định của kết cấu thép

2. KHẢ NĂNG CHỊU LỰC CỦA KẾT CẤU THÉP

2.1. Định nghĩa khả năng chịu lực

Khả năng chịu lực của kết cấu thép là khả năng của kết cấu để chịu tải trọng và lực tác động mà không gây ra sự biến dạng vượt quá giới hạn cho phép hoặc gây hư hỏng đối với kết cấu. Khả năng chịu lực của kết cấu thép phụ thuộc vào nhiều yếu tố như đặc tính vật liệu thép, thiết kế kết cấu, phương pháp lắp đặt và các yếu tố môi trường như tác động của động đất, gió, lửa, nước, tải trọng tĩnh và động.



Hình 2. Các loại tải trọng tác động và yếu tố môi trường
(nguồn: <https://www.designingbuildings.co.uk/>)

Theo Charles G. Salmon và John E. Johnson (2019), khả năng chịu lực của kết cấu thép phụ thuộc vào sự kết hợp giữa độ cứng và độ dẻo của các thành phần kết cấu. Thiết kế phải đảm bảo độ cứng để chịu lực tĩnh và độ dẻo để chịu lực động [2].

Theo Claudio Bernuzzi và Marco Piantanida (2019), khả năng chịu lực của kết cấu thép cũng phụ thuộc vào phương pháp thiết kế và tiêu chuẩn áp dụng. Tiêu chuẩn Eurocode 3 và AISC đều cung cấp các quy định và hướng dẫn cho thiết kế kết cấu thép để đảm bảo khả năng chịu lực. [3]

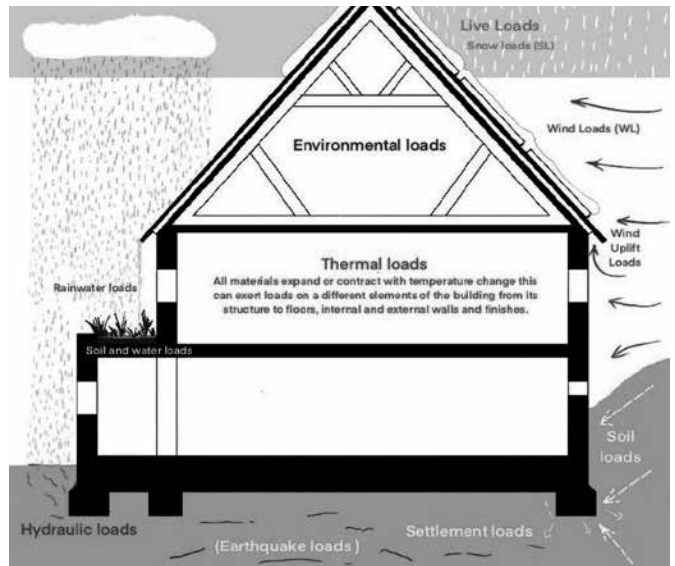
2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của kết cấu thép

Trong thiết kế kết cấu thép, các tài liệu nguồn như "Design of Steel Structures" của S.K. Duggal (2019) và "Steel Structures: Design and Behavior" của Charles G. Salmon và John E. Johnson (2019) đã đề cập đến những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của kết cấu thép. Theo đó, một trong những yếu tố quan trọng nhất là thiết kế.

- Thiết kế phải đảm bảo tính ổn định, độ bền và độ cứng của kết cấu, cần xác định đúng các tải trọng tác động lên kết cấu để đảm bảo an toàn và hiệu quả cho công trình [1].

- Điều kiện môi trường là yếu tố khác ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của kết cấu thép. Theo "Wind Effects on Structures: Modern Structural Design for Wind" của Emil Simiu và

- DongHun Yeo (2019), tốc độ gió và áp lực gió có thể gây ra tác động lên kết cấu, đặc biệt là trong những vùng có thời tiết xấu như bão, giông bão hoặc tuyết rơi [9].



Hình 3. Hình ảnh minh họa các loại tải trọng tác động và yếu tố môi trường
(nguồn: <https://www.designingbuildings.co.uk/>)

2.3. Các phương pháp đánh giá khả năng chịu lực của kết cấu thép

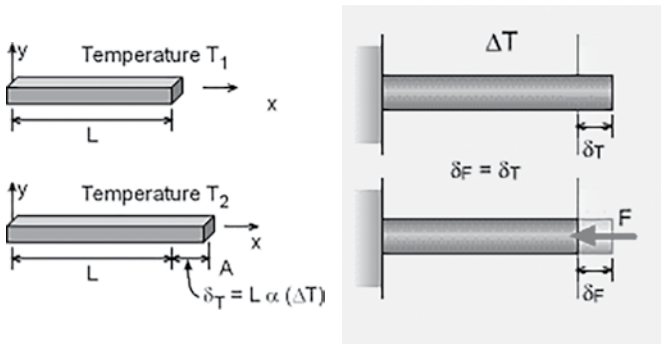
- Kiểm tra tải trọng là một trong những phương pháp đánh giá ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của kết cấu thép. Kiểm tra tải trọng bao gồm việc tính toán tải trọng tối đa mà kết cấu thép có thể chịu đựng được. Các tài liệu tham khảo như "Structural Steel Design to Eurocode 3 and AISC Specifications" của Claudio Bernuzzi và Marco Piantanida (năm 2019) cung cấp các phương pháp tính toán tải trọng cho kết cấu thép. [7]

- Kiểm tra độ chính xác của thiết kế. Bao gồm việc kiểm tra xem các thông số thiết kế như độ dày, chiều cao và chiều rộng có đáp ứng được yêu cầu của mã số tiêu chuẩn hay không. Các tài liệu tham khảo như "Steel Construction Manual" của American Institute of Steel Construction (năm 2017) hướng dẫn về cách kiểm tra độ chính xác của thiết kế [6].

3. SỰ CO GIÃN VÀ GIÃN NỠ CỦA KẾT CẤU THÉP

3.1. Định nghĩa sự co giãn và giãn nở của kết cấu thép

Sự co giãn của vật liệu thép là hiện tượng mà khi vật liệu bị tác động bởi một lực ngoại, các phân tử trong vật liệu sẽ chuyển động và thay đổi vị trí của chúng. Khi lực ngoại bị loại bỏ, vật liệu sẽ trở lại hình dạng ban đầu, sự giãn nở của vật liệu thép là hiện tượng đối nghịch với sự co giãn. Khi vật liệu được tăng nhiệt độ, các phân tử trong vật liệu sẽ chuyển động nhanh hơn, dẫn đến sự giãn nở của vật liệu. Sự giãn nở của vật liệu thép được biểu diễn bằng hệ số giãn nở, là tỉ số giữa sự thay đổi kích thước của vật liệu và kích thước ban đầu của nó.



Hình 4. Hình ảnh minh họa sự co giãn của vật liệu

Việc tính toán sự co giãn và giãn nở của vật liệu thép là rất quan trọng trong thiết kế kết cấu thép. Khi kết cấu thép bị tác động bởi các lực ngoại, sự co giãn của vật liệu thép sẽ dẫn đến sự biến dạng của kết cấu. Nếu sự biến dạng này vượt quá giới hạn cho phép, kết cấu sẽ bị hư hỏng hoặc gãy đứt.

- Trong "Design of Steel Structures" của S.K. Duggal, tác giả đã đưa ra các công thức tính toán sự co giãn và giãn nở của vật liệu thép dựa trên các thông số vật liệu và điều kiện tải trọng [1].

- Trong "Steel Structures: Design and Behavior" của Charles G. Salmon và John E. Johnson, các tác giả đã đưa ra các ví dụ minh họa về cách tính toán sự co giãn và giãn nở của vật liệu thép trong thiết kế [2].

3.2. Tính toán sự co giãn và giãn nở của kết cấu thép

Việc tính toán sự co giãn và giãn nở của vật liệu thép là rất quan trọng trong thiết kế kết cấu thép. Khi bị tác động bởi các lực ngoại, sự co giãn của vật liệu thép dẫn đến sự biến dạng của kết cấu, biến dạng này vượt quá giới hạn cho phép, kết cấu sẽ bị hư hỏng hoặc gãy đứt.

- Trong "Design of Steel Structures" của S.K. Duggal, tác giả đã đưa ra các công thức tính toán sự co giãn và giãn nở của vật liệu thép dựa trên thông số vật liệu và điều kiện tải trọng [1].

- Trong "Steel Structures: Design and Behavior" của Charles G. Salmon và John E. Johnson, các tác giả đã đưa ra các ví dụ minh họa về cách tính toán sự co giãn và giãn nở của vật liệu thép trong thiết kế kết cấu thép [2].

3.3. Các phương pháp đo lường sự co giãn và giãn nở của kết cấu thép

Trong "Steel Structures: Design and Behavior" của Charles G. Salmon và John E. Johnson, các phương pháp đo lường trực tiếp và gián tiếp được đề cập và giải thích. "Structural Steel Design to Eurocode 3 and AISC Specifications" của Claudio Bernuzzi và Marco

Piantanida cũng đề cập đến các phương pháp đo lường sự co giãn và sự giãn nở của kết cấu thép [2] [3].

- Phương pháp đo lường trực tiếp bao gồm sử dụng các cảm biến và các thiết bị đo lường để đo lường sự co giãn và sự giãn nở của kết cấu thép. Các cảm biến này được đặt trên kết cấu để đo lường sự thay đổi của độ dài và đường cong của kết cấu. Các thiết bị đo lường cũng được sử dụng để đo lường sự thay đổi của độ dày và khối lượng của kết cấu.

- Phương pháp đo lường gián tiếp bao gồm sử dụng các phương pháp tính toán và mô hình hóa để ước lượng sự co giãn và sự giãn nở của kết cấu thép. Các phương pháp tính toán này được sử dụng để đo lường sự co giãn và sự giãn nở của kết cấu trong quá trình thiết kế và kiểm tra tính toàn vẹn của kết cấu.

4. ĐỘ NỨT VÀ CÁC TÁC ĐỘNG BÊN NGOÀI ĐẾN KẾT CẤU THÉP

4.1. Độ nứt

Độ nứt là hiện tượng xảy ra khi các vật liệu kết cấu bị căng tải vượt quá giới hạn đàn hồi của chúng, dẫn đến việc xuất hiện các rạn nứt trên bề mặt kết cấu ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của kết cấu thép bởi vì nó làm giảm độ cứng và độ chịu tải của kết cấu.

- Độ nứt có thể xảy ra do nhiều nguyên nhân như tải trọng quá lớn, dao động, sự co giãn và mở rộng của vật liệu do thay đổi nhiệt độ, và sự tác động của các yếu tố môi trường như gió, mưa, nắng, và bụi.

- Độ nứt của kết cấu thép có thể được đo và kiểm soát bằng cách sử dụng các phương pháp đo lường và giám sát độ nứt, đồng thời cần có các biện pháp phòng ngừa và khắc phục độ nứt để đảm bảo khả năng chịu lực và độ bền của kết cấu.

Để giảm thiểu tác động của độ nứt đến khả năng chịu lực của kết cấu thép, cần đảm bảo các yếu tố sau:

- Lựa chọn vật liệu kết cấu thép có độ bền cao và khả năng chịu mài mòn tốt.

- Thiết kế kết cấu phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật và các tiêu chuẩn an toàn.

- Tiến hành kiểm tra định kỳ để phát hiện các rạn nứt sớm và đưa ra biện pháp khắc phục kịp thời.

- Sử dụng các phương pháp gia cố kết cấu như bê tông cốt thép, giảm thiểu tải trọng tác động lên kết cấu, tăng độ dày của các phần kết cấu chịu tải.

4.2. Sự mài mòn và ăn mòn của kết cấu thép

a) *Mài mòn*: Là quá trình mất mát vật liệu trên bề mặt kết cấu do va chạm, ma sát và tác động của môi trường. Điều này có thể làm giảm độ dày của lớp bảo vệ trên bề mặt thép, dẫn đến tăng độ



Hình 5. Hình ảnh minh họa sự ăn mòn của vật liệu



nhạy cảm của kết cấu với ăn mòn. Mài mòn có thể xảy ra do nhiều nguyên nhân khác nhau, bao gồm cả tác động của môi trường (hóa chất, nước, gió, bụi...), tải trọng và quá trình sản xuất.

b) **Ăn mòn:** Là quá trình hóa học làm giảm độ dày của vật liệu, thường là do tác động của môi trường. Khi kết cấu thép bị ăn mòn, nó có thể trở nên yếu và dễ gãy, gây nguy hiểm cho người sử dụng. Các nguyên nhân gây ăn mòn bao gồm tác động của môi trường, chất lượng bảo vệ bề mặt kém hoặc lỗi trong quá trình sản xuất.

4.3. Các biện pháp bảo vệ và bảo trì cho kết cấu thép

Kết cấu thép là một phần quan trọng trong các công trình xây dựng. Để đảm bảo kết cấu thép hoạt động hiệu quả và an toàn, cần có các biện pháp bảo vệ và bảo trì thích hợp. Các biện pháp này bao gồm:

- Kiểm tra định kỳ: Các kết cấu thép cần được kiểm tra định kỳ để phát hiện sớm các vấn đề bảo trì và sửa chữa. Theo tiêu chuẩn Việt Nam, kết cấu thép cần được kiểm tra ít nhất một lần mỗi năm.

- Sơn phủ: Sơn phủ là một biện pháp bảo vệ kết cấu thép rất hiệu quả. Sơn phủ giúp bảo vệ kết cấu thép khỏi ăn mòn và tác động của môi trường. Ngoài ra, sơn phủ còn giúp tăng tuổi thọ của kết cấu thép.

- Kiểm tra độ bền của hàn: Hàn là một phần quan trọng trong kết cấu thép. Cần kiểm tra độ bền của hàn để đảm bảo rằng nó đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật và an toàn.

- Sử dụng các vật liệu chống ăn mòn: Các vật liệu chống ăn mòn như kẽm hoặc nhôm có thể được sử dụng để bảo vệ kết cấu thép khỏi ăn mòn.

5. GIẢI PHÁP TỐI ƯU CHO THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG CÁC CÔNG TRÌNH

Kết cấu thép là một trong những loại kết cấu phổ biến nhất trong xây dựng. Tuy nhiên, các vấn đề liên quan đến sự co giãn và giãn nở, độ nứt, sự mài mòn và ăn mòn cũng là những thách thức lớn đối với việc thiết kế, xây dựng kết cấu thép. Để giải quyết các vấn đề này, các giải pháp tối ưu sau đây có thể được áp dụng.

- Sử dụng thép chất lượng cao và đúng tiêu chuẩn: Sử dụng thép chất lượng cao và đúng tiêu chuẩn là một trong những giải pháp quan trọng nhất để giảm thiểu sự co giãn và giãn nở, độ nứt, sự mài mòn và ăn mòn của kết cấu thép. Các tiêu chuẩn như Eurocode 3, AISC hay tiêu chuẩn Việt Nam đều đưa ra các quy định về chất lượng và tiêu chuẩn của thép sử dụng trong kết cấu thép.

- Sử dụng các vật liệu bảo vệ: Các vật liệu bảo vệ như sơn chống rỉ, sơn chống cháy hay lớp phủ bảo vệ có thể được sử dụng để giảm thiểu sự mài mòn và ăn mòn của kết cấu thép.

- Sử dụng các phương pháp mô phỏng và phân tích: Các phương pháp mô phỏng và phân tích như phần mềm ANSYS hay phần mềm LS-DYNA có thể được sử dụng để mô phỏng, phân tích các vấn đề liên quan đến sự co giãn, giãn nở, độ nứt, sự mài mòn và ăn mòn của kết cấu thép.

6. KẾT LUẬN

Kết cấu thép đang được sử dụng rộng rãi trong các công trình xây dựng hiện nay. Tuy nhiên, để đảm bảo khả năng chịu lực của kết cấu thép, các vấn đề liên quan đến sự co giãn và giãn nở, độ nứt, sự mài mòn và ăn mòn của kết cấu thép cần được nghiên cứu và giải quyết.

Bài báo đã phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến sức chịu lực của kết cấu thép bao gồm sự co giãn, giãn nở, nứt, mài mòn và ăn mòn đồng thời cũng đưa ra nguyên nhân và biện pháp đánh giá, giải pháp tối ưu để giải quyết vấn đề một cách triệt để nhất nhằm giúp cho các kỹ sư, sinh viên nắm được nền tảng kiến thức cơ bản để ứng dụng đưa vào trong quá trình thiết kế một cách hiệu quả, tối ưu.

Tài liệu tham khảo:

1. Design of Steel Structures" của S.K. Duggal (năm 2019)
2. Steel Structures: Design and Behavior" của Charles G. Salmon và John E. Johnson
3. Structural Steel Design to Eurocode 3 and AISC Specifications" của Claudio Bernuzzi và Marco Piantanida (năm 2019)
4. Steel Structures Design: ASD/LRFD" của Alan Williams (năm 2017)
5. Steel Design" của William T. Segui (năm 2018)
6. Steel Construction Manual" của American Institute of Steel Construction
7. Structural Analysis and Design of Tall Buildings" của Taranath, Bungale S.
8. Advanced Analysis and Design for Fire Safety of Steel Structures" của Guo- Qiang Li, Weiwei Lin, và Yaojun Ge (năm 2020)
9. Wind Effects on Structures: Modern Structural Design for Wind" của Emil Simiu và DongHun Yeo (năm 2019)
10. Seismic Design of Steel Structures" của Victor Gioncu và Federico Mazzolani
11. Structural Dynamics of Earthquake Engineering: Theory and Application Using Mathematica and Matlab" của S. Rajasekaran và G. V. Pavan Kumar (năm 2021)
12. Handbook of Steel Construction" của Canadian Institute of Steel