



NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ

NHÀ THÉP TIỀN CHẾ

ÁP DỤNG CHO CÔNG TRÌNH CỤ THỂ Ở VIỆT NAM

RESEARCH AND SELECTION OF DESIGN
STANDARD FOR STEEL PRE-ENGINEERED
BUILDINGS APPLIED TO SPECIFIC PROJECTS
IN VIETNAM

Đỗ Quang Thành, Nguyễn Xuân Lộc, Vũ Thị Khánh Chi¹

Tóm tắt: Hiện nay nhà thép tiền chế đang được sử dụng rộng rãi trong các khu công nghiệp ở Việt Nam. Khi thiết kế kết cấu khung thép cho nhà tiền chế có thể sử dụng theo các tiêu chuẩn Việt Nam hoặc các tiêu chuẩn của nước ngoài (Eurocode, Hoa Kỳ...). Mỗi phương án đều lựa chọn ra tiết diện khung ngang có kích thước tiết diện khác nhau để đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật. Bài báo trình bày một số điểm khác biệt khi thiết kế khung nhà thép tiền chế theo tiêu chuẩn Việt Nam so với các tiêu chuẩn nước ngoài.

Từ khóa: Tiêu chuẩn, tải trọng, khung thép, cột thép, kèo thép, chuyển vị.

Abstract: Currently, pre-engineered steel buildings are being widely used in industrial zones in Vietnam. When designing steel frame structures for pre-engineered buildings, it can be used according to Vietnamese standards or foreign standards (Eurocode, USA...). Each method selects horizontal structure frame with various cross-section areas to ensure technical requirements. The article presents some differences when designing structure frame of the pre-engineered steel buildings according to Vietnamese standards compared to foreign standards.

Keywords: Standards, load, steel frame, steel column, steel rafter, displacement.

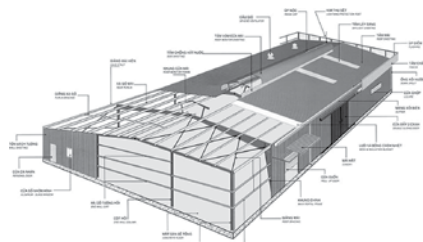
Nhận bài ngày 10/2/2024, chỉnh sửa ngày 28/3/2024, chấp nhận đăng ngày 15/4/2024.

1. Tổng quan

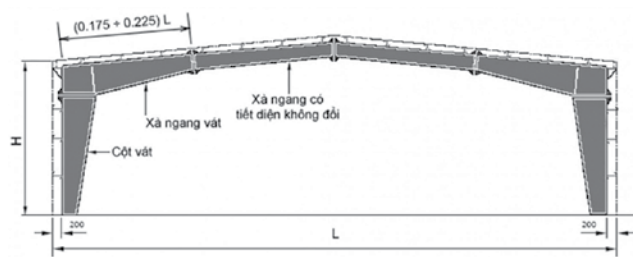
1.1. Nhà xưởng công nghiệp nhẹ

1.1.1 Nhà công nghiệp kết cấu thép 1 nhịp

Là loại nhà công nghiệp có 1 nhịp (1 khẩu độ) được tạo thành bởi hệ cột, dầm, giằng và các kết cấu phụ trợ bằng thép. Đây cũng là loại nhà khá phổ biến trong các công trình xây dựng nhà công nghiệp.



Hình 1: Các bộ phận nhà xưởng tiền chế



Hình 2. Hệ kết cấu cột, dầm, giằng, khung ngang nhà công nghiệp

¹ Khoa Công trình, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

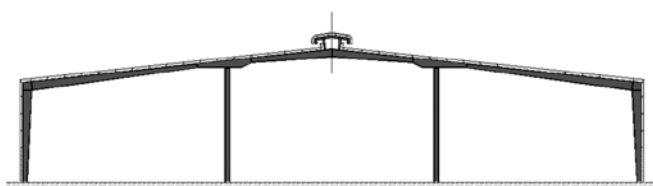
Email: thanhhdq.ctt@vimaru.edu.vn

Đây là loại nhà xưởng được xây dựng nhiều do tính modul hóa cao, dễ sản xuất và thi công các cấu kiện, đa dạng nên có thể ứng dụng trong các công trình công nghiệp nhẹ, công nghiệp nặng hoặc kết hợp với phòng trưng bày hoặc văn phòng giao dịch.

1.1.2 Nhà công nghiệp kết cấu thép 2 nhịp



Hình 3. Nhà xưởng 2 nhịp (tổng thể)



Hình 4. Nhà xưởng 2 nhịp ghép (khung ngang)

1.1.3 Nhà công nghiệp kết cấu thép 3 nhịp

Loại công trình này thường được thiết kế, xây dựng cho các dự án lớn, trong hoặc ngoài khu công nghiệp có diện tích rộng, quy mô sản xuất vừa và lớn. Có thể áp dụng đa dạng cho cả công nghiệp nhẹ, công nghiệp vừa hoặc công nghiệp nặng.



Hình 5. Nhà khung thép tiền chế 3 nhịp

1.1.4. Nhà thép công nghiệp 2 tầng

Để tối ưu diện tích, tiết kiệm chi phí vận chuyển, xây dựng kho bãi, nhà xưởng 2 hay 3 tầng rất phù hợp với ngành công nghiệp nhẹ như may mặc, giấy da hoặc các ngành nghề công nghệ cao, phụ trợ...

Mỗi tầng trong nhà xưởng sẽ có các chức năng khác nhau, có thể kết hợp cả khu vực sản xuất lẫn văn phòng làm việc, điều hành tạo ra không gian làm việc linh hoạt cho doanh nghiệp.



Hình 6. Nhà xưởng công nghiệp 2 tầng

1.1.5 Nhà thép công nghiệp kết hợp văn phòng

Các doanh nghiệp sản xuất quy mô vừa và nhỏ thường lựa chọn văn phòng điều hành kết hợp với nhà xưởng trong cùng một công trình đang là sự lựa chọn tối ưu về diện tích cũng như công năng sử dụng.

Chủ đầu tư có thể sử dụng 1 phần diện tích nhà xưởng làm khu văn phòng liên thông hoặc thiết kế liên hoàn giữa khu nhà xưởng và nhà làm việc để thuận tiện trong quá trình quản lý, giám sát và điều hành.



Hình 7. Nhà xưởng kết hợp văn phòng làm việc

1.2. Các tiêu chuẩn khi thiết kế kết cấu khung thép

1.2.1 Tiêu chuẩn Việt Nam

- Tính toán tải trọng theo Tiêu chuẩn TCVN 2737-2023 được ban hành và có hiệu lực vào ngày 19/06/2023.

- Tính toán kiểm tra kết cấu theo TCVN5575-2012: Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế.

1.2.2. Tiêu chuẩn nước ngoài

* Tiêu chuẩn Hoa Kỳ:

- Tính toán tải trọng theo Tiêu chuẩn ASCE7-10;

- Tính toán kiểm tra kết cấu theo AISC360-10;

* Tiêu chuẩn Châu Âu

- Tính toán tải trọng theo tiêu chuẩn EN 1991-1-4:2005

- Tính toán kiểm tra kết cấu theo: BS 5950:Part 1:2000; EN 1993-1-1:2005; EN 1993-1-8:2005

Các công trình nhà thép tiền chế ở Việt Nam hiện nay vẫn được thiết kế theo hệ thống tiêu chuẩn của Việt Nam. Bên cạnh đó các công ty đến từ nước ngoài như Zamil steel, PEB steel, Kirby steel lại ưu tiên sử dụng tiêu chuẩn của nước ngoài (Hoa Kỳ, Châu Âu...). Khi áp dụng hai hệ thống tiêu chuẩn này dẫn đến việc lựa chọn tiết diện khung thép khác nhau và bố trí hệ giằng khác nhau; điều này ảnh hưởng trực tiếp đến chi phí đầu tư xây dựng (thường được đánh giá theo chỉ số khối lượng thép trên diện tích mặt bằng xưởng). Sự sai khác trong các tiêu chuẩn sẽ được trình bày ở mục 2.

2. Sự khác biệt trong các tiêu chuẩn

2.1. Sự khác biệt trong tính toán tải trọng

Tiêu chuẩn TCVN 2737-2023 được ban hành và có hiệu lực vào ngày 19/06/2023.

- Tiêu chuẩn này công thức tính tải trọng gió lấy theo tiêu chuẩn Mỹ ASCE 7-16, có khác biệt là áp lực gió phân bố theo độ cao được tính toán thông qua hệ số $k(z)$ thì không tính phân bố tuyến tính theo chiều cao như tiêu chuẩn Mỹ mà phân bố theo tỉ lệ tương quan giữa H/B được tham khảo theo EN 1991-1-4 và SP 20.13330.2016.

* Xác định tải trọng gió:

- Áp lực gió tiêu chuẩn.

Tải trọng gió tiêu chuẩn lấy với chu kì lặp 10 năm, tiêu chuẩn cũ TCVN 2737-1995 lấy với chu kì lặp 20 năm. Điều này dẫn đến khi kiểm tra chuyển vị ngang do gió đối với công trình thép sẽ dễ đạt hơn so với tiêu chuẩn cũ, rất khó đạt chuyển vị ngang cho phép do tải gió. Phần này thì tiêu chuẩn VN tham khảo tương tự tiêu chuẩn cũ của Mỹ ASCE 7-05

Hệ số giảm áp lực gió 3s chu kì 10 năm sang 20 năm là 0.852.

- Bản đồ phân vùng áp lực gió.

Áp lực gió tính theo TCVN 2737-2023 giảm chỉ còn 5 vùng cơ bản, bỏ qua các vùng ảnh hưởng bão ít như I-A, II-A và III-A .

Áp lực gió cơ sở W0 được lấy theo phân vùng gió trên lãnh thổ Việt Nam theo địa danh hành chính hoặc theo bản đồ phân vùng áp lực gió nêu trong [1].

- T thay đổi áp lực gió theo chiều cao, hệ số K(ze).

Hệ số kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao và địa hình k(ze) không còn phân bố quyền tính theo chiều cao Z của từng tầng như tiêu chuẩn cũ TCVN 2737-1995. Thay vào đó Ze sẽ lấy phụ thuộc vào H/B.

Công thức tính hệ số k(ze) lấy theo tiêu chuẩn Mỹ ASCE 7-16 mục 26.10/ trang 268.

Hệ số khí động c tác dụng vào tường theo tiêu chuẩn cũ thông thường lấy 0.8 cho gió hút và 0.6 cho gió đẩy. Nay tiêu chuẩn mới TCVN 2737-2023 lấy phụ thuộc vào tỉ lệ H/D tra bảng phụ lục F4. Gió đẩy lấy từ (0.7 - 0.8), gió hút (-0.3 - -0.7).

Hệ số khí động C tra theo phụ lục F, được tham khảo theo EN 1991-1-4 và SP 20.13330.2016 nên có một số chỗ bị nhầm lẫn hoặc thiếu, kĩ sư cần đối chiếu với bản gốc.

Ví dụ: Trong tiêu chuẩn EN 1991-1-4 ghi chú trong trường hợp h/d >5 thì kể đến độ mảnh của công trình và sử dụng phụ lục F16 để tính hệ số khí động C. Tiêu chuẩn TCVN 2737-2023 thiếu ghi chú này gây nhầm lẫn và khó tiếp cận tiêu chuẩn mới.

- Hệ số Gust Gf (hệ số hiệu ứng giật)

Tiêu chuẩn cũ TCVN 2737-1995 thì nhà có H<40m thì chỉ cần tính thành phần gió tĩnh, còn nhà trên 40m thì mới tính thành phần động. Tiêu chuẩn mới TCVN 2737-2023 quan niệm kể đến thành phần động ngay cả nhà thấp tầng. Thành phần động và tĩnh gộp chung thông qua hệ số Gust (Gf).

Công thức tính hệ số hiệu ứng giật Gf lấy theo ASCE 7-16.

- Hệ số tầm quan trọng Gama(n)

Hệ số tầm quan trọng tiêu chuẩn TCVN 2737-2023 lấy tương tự tiêu chuẩn Mỹ ASCE 7-16, cách phân cấp hậu quả công trình thì theo EN1990, cách sử dụng hệ số tầm quan trọng thì theo Nga (nhân cả cho tổ hợp cơ bản, kể cả tải trọng tĩnh tải và hoạt tải). Theo tiêu chuẩn Mỹ ASCE 7-16 thì hệ số áp dụng chỉ cho tải trọng gió quy đổi từ áp lực gió chu kì lặp 700 năm sang chu kì lặp khác nhau.

- Hệ số tin cậy của tải trọng gió

Hệ số tin cậy của tải trọng gió theo tiêu chuẩn cũ TCVN 2737-1995 khi tính TTGH I là 1.2 với công trình tuổi thọ 50 năm, 1.37 cho công trình tuổi thọ 100 năm. Ở đây kĩ sư đã hiểu nhầm gần tuổi thọ công trình với chu kì lặp của gió là như nhau.

Nay theo TCVN 2737-2023 thì hệ số 2.1 là quy đổi áp lực gió từ chu kì lặp 10 năm sang 430 năm.

2.2. Sự khác biệt trong phương pháp thiết kế

- Phương pháp thiết kế kết cấu thép theo TCVN 5575:2012 sử dụng nhiều nhất chính là phương pháp thiết kế theo ứng suất cho phép (ASD).

- Tiêu chuẩn Hoa Kỳ sử dụng hai phương pháp:

+ Phương pháp thiết kế theo ứng suất cho phép (ASD).

+ Thiết kế theo hệ số tải trọng và hệ số sức kháng (LRFD)

- Tiêu chuẩn châu Âu sử dụng một trong các phương pháp sau:

+ Thiết kế theo sơ đồ đơn giản: Theo phương pháp này, liên kết giữa các cấu kiện được giả thiết là phát sinh mô men làm ảnh hưởng bất lợi đến toàn kết cấu nói chung hoặc đến các cấu kiện.

+ Thiết kế theo sơ đồ cứng:

+ Thiết kế theo sơ đồ nửa cứng: Theo Phương pháp này, liên kết giữa các cấu kiện được giả định có độ cứng nhất định nhưng không đủ để đảm bảo liên tục hoàn toàn. Liên kết giữa cột và dầm được coi là chịu mô men nút không quá 10% của mô men dầm đơn giản. Khung cũng phải có giằng hoặc gối đỡ để chống chuyển vị ngang theo cả hai phương.

Nếu kết cấu không áp dụng được với bất cứ phương pháp nào nói trên thì có thể dùng phương pháp thử nghiệm để xác định độ bền, độ cứng, độ ổn định của kết cấu.

3. Kết quả tính toán, so sánh

3.1. Số liệu xuất phát

- Nhà xưởng có kích thước:

+ Nhịp xưởng: L=30m;

+ Bước cột: B=8m; chiều dài nhà 96m

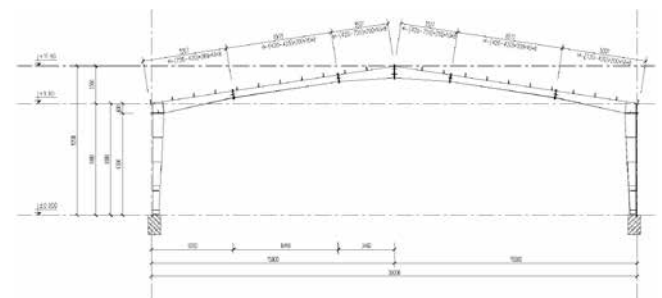
+ Chiều cao mép mái: H= 6,9m

+ Độ dốc mái: 15%

+ Địa điểm xây dựng: Khu công nghiệp Đình Vũ – Hải Phòng

- Yêu cầu:

Thiết kế, kiểm tra kết cấu khung thép theo tiêu chuẩn Việt Nam và tiêu chuẩn nước ngoài



Hình 8. Khung nhà xưởng cũ

3.2. Kết quả tính toán minh họa

Quá trình tính toán được thực hiện bằng các phần mềm xây dựng, với kết quả tổng hợp như bảng sau:

Tiêu chuẩn áp dụng	Kích thước cột	Kích thước kèo	Khối lượng thép (kg/m2)
Tiêu chuẩn Việt Nam	I(400~750x250x12x10	Đoạn 1: I(750~450)x250x12x10 Đoạn 2: I(450~450)x250x12x10 Đoạn 3: I(450~650)x250x12x10	23

Tiêu chuẩn áp dụng	Kích thước cột	Kích thước kèo	Khối lượng thép (kg/m ²)
Tiêu chuẩn Hoa Kỳ	I(400~700)x200x10x6	Đoạn 1: I(700~400)x200x10x6 Đoạn 2: I(400~400)x200x10x6 Đoạn 3: I(400~500)x200x10x6	17
Tiêu chuẩn Châu Âu	I(420~720x220x10x8	Đoạn 1: I(720~420)x220x10x8 Đoạn 2: I(420~420)x220x10x8 Đoạn 3: I(420~460)x220x10x8	21

4. Kết luận

Qua nghiên cứu sự khác biệt trong việc xác định tải trọng và phương pháp thiết kế, tính toán minh họa một công trình cụ thể theo hệ thống tiêu chuẩn Việt Nam và hệ thống tiêu chuẩn của nước ngoài có thể thấy rằng:

- Trong tính toán nhà công nghiệp tiền chế, tải trọng được quan tâm nhiều nhất là tải trọng gió tác dụng lên khung ngang. Nguyên tắc tính toán tải trọng gió tác dụng lên hệ khung thép nhà tiền chế có rất nhiều điểm khác biệt giữa ASCE 7-10 và TCVN 2737-1995, đặc biệt là ở cách tính vận tốc gió và hệ số khí động. Khi áp dụng ASCE 7-10, người sử dụng có thể quy đổi tương đương số liệu đầu vào của vận tốc gió theo hai hệ tiêu chuẩn nhưng không thể quy đổi hệ số khí động. Cách xác định giá trị hệ số khí động theo ASCE 7-10 xét cả ảnh hưởng của luồng gió đến toàn bộ không gian trong và ngoài nhà nên kết quả thu được chi tiết và rõ ràng hơn TCVN 2737-1995. Tuy nhiên, Tiêu chuẩn TCVN 2737-2023 được ban hành và có hiệu lực vào ngày 19/06/2023.

Tiêu chuẩn này công thức tính tải trọng gió lấy theo tiêu chuẩn Mỹ ASCE 7-16, có khác biệt là áp lực gió phân bố theo độ cao được tính toán thông qua hệ số k(ze) thì không tính phân bố tuyến tính theo chiều cao như tiêu chuẩn Mỹ mà phân bố theo tỉ lệ tương quan giữa H/B được tham khảo theo EN 1991-1-4 và SP 20.13330.2016.

- Tiêu chuẩn Châu Âu EN 1991-1-4 có nội dung chi tiết, phong phú, nội dung phức tạp đòi hỏi cần tìm hiểu kỹ trước khi sử dụng.

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2737-2023 đơn giản, thuận tiện hơn. Giữa hai tiêu chuẩn có sự sai khác về phương pháp xác định số liệu vận tốc gió nên khi tính toán cần quy đổi vận tốc gió theo tiêu chuẩn Việt Nam sang vận tốc gió theo tiêu chuẩn Châu Âu. Tiêu chuẩn Châu Âu cho hai giá trị hệ số áp lực ngoài trên cùng một phần vùng gió trên mái, dẫn đến số trường hợp lực gió cần xem xét trên các bề mặt mái tăng lên là bốn, trong khi tiêu chuẩn Việt Nam chỉ có một hệ số áp lực (hệ số khí động) trên mỗi bề mặt mái nên không cần phân chia trường hợp.

- Qua kết quả tính toán, có thể thấy áp dụng hệ thống tiêu chuẩn của Hoa Kỳ khi thiết kế kết cấu nhà thép tiền chế sẽ cho khối lượng thép trên diện tích nhà xưởng là thấp nhất, tiết kiệm chi phí cho chủ đầu tư. Tuy nhiên, đối với các khung thép khi chọn theo tiêu chuẩn này thường có tiết diện khá mảnh nên cần có biện pháp thi công và kế hoạch lắp dựng hợp lý.

Bài báo đã trình bày sự khác biệt khi tính toán nhà thép tiền chế theo hệ thống tiêu chuẩn của Việt Nam và của Hoa Kỳ. Đây là tài liệu tham khảo hữu ích cho các kỹ sư thiết kế kết cấu thép khi lựa chọn tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép cho các công trình nhà thép tiền chế xây dựng ở Việt Nam.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số: DT23-24.78

Tài liệu tham khảo

1. TCVN2737-2023: Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế
2. TCVN5575-2012: Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế.
3. ASCE-7-10 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.
4. MBMA 2002 Metal Building Systems Manual, Metal Building Manufactures Association, 2002.
5. EN 1991-1-4:2005 (2010). Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions. Brussels, Belgium.
6. GS.TS Đoàn Định Kiến Thiết kế kết cấu thép theo tiêu chuẩn Anh BS5950:Part 1:2000
7. GS.TS Đoàn Định Kiến Thiết kế kết cấu thép theo quy phạm Hoa Kỳ AISC/ASD.

