

ỔN ĐỊNH CỦA CỘT THÉP TRONG KHUNG NHÀ CÔNG NGHIỆP MÁI NHẸ MỘT TẦNG, MỘT NHỊP CÓ CẦU TRỤC

Trần Khải Hoàn*

Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

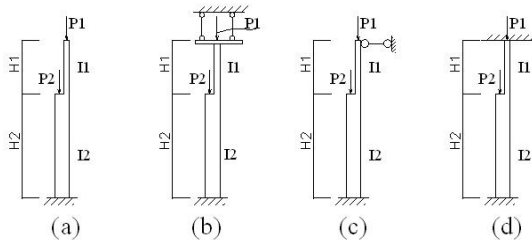
Bài báo giải quyết bài toán tính toán ổn định của cột thép trong khung nhà công nghiệp mái nhẹ, một tầng, một nhịp có cầu trục. Lý thuyết tính toán cho loại cấu kiện này hiện chưa được đề cập đến trong tiêu chuẩn Việt Nam và các tài liệu chuyên ngành trong nước. Tác giả đã dùng phương pháp giải tích để thiết lập phương trình ổn định, sau đó dùng phần mềm toán học Mathematica để giải phương trình. Kết quả thu được là đồ thị và các bảng tra hệ số chiều dài tính toán từ đó có thể dễ dàng thực hành trong thiết kế.

Từ khóa: ổn định; cột thép; nhà công nghiệp.

TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CỦA CỘT THÉP TRONG NHÀ CÔNG NGHIỆP MÁI NHẸ MỘT TẦNG, MỘT NHỊP THEO MỘT SỐ TÀI LIỆU

Ổn định là một khái niệm thường hay gặp trong lĩnh vực khoa học xây dựng, khi bị mất ổn định biến dạng của công trình tăng lên đột biến làm cho công trình bị sụp đổ hoàn toàn, gây thiệt hại lớn về người và tài sản. Vì vậy tính toán ổn định công trình đã có lịch sử phát triển tương đối lâu trên thế giới. Tuy nhiên tại Việt Nam do hậu quả của chiến tranh và là nước mới bước vào công nghiệp hóa nên các công trình nghiên cứu về lĩnh vực này còn hạn chế [5].

Theo tiêu chuẩn Việt Nam khi tính toán ổn định của cột bậc thường được đưa về 4 dạng sơ đồ sau[1];[3]:



Hình 1. Các sơ đồ tính ổn định của cột theo TCVN375-2005

Sơ đồ (a): Khung một nhịp liên kết khớp với vì kèo, khi mất ổn định có khả năng mất

ổn định đồng thời cả hai cột, vì vậy có khả năng xét như cột một đầu ngàm một đầu tự do Sơ đồ (b): Khung một nhịp liên kết cứng ở đầu trên, khi mất ổn định cũng có khả năng đồng thời mất ổn định cả hai cột. Trường hợp này coi cột như một đầu ngàm, một đầu ngàm trượt.

Sơ đồ (c): Khung hai nhịp trở lên, liên kết khớp ở đầu trên, khi mất ổn định chỉ có thể mất ổn định riêng lẻ từng cột. Lúc này có thể coi cột là liên kết một đầu ngàm, một đầu khớp cố định.

Sơ đồ (d): Khung hai nhịp trở lên, liên kết cứng ở trên, khi mất ổn định cũng chỉ mất ổn định từng cột. Sơ đồ tính có thể coi cột hai đầu liên kết ngàm

Nhận xét: Việc áp dụng các sơ đồ trên vào tính toán cột trong khung nhà công nghiệp mái nhẹ một tầng một nhịp có cầu trục là không chính xác. Người thiết kế thường phải chọn sơ đồ (a) để tính toán gần đúng. Kết quả nhận được quá thiên về an toàn.

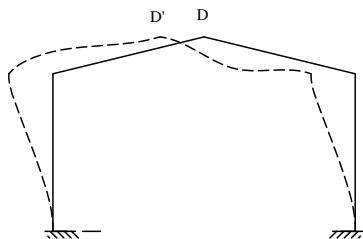
Tính toán theo tài liệu của Hoa Kỳ [2];[4]: Một số tác giả Việt Nam đề xuất cách tính dựa trên ổn định của cột vát, cho phép tính chiều dài tính toán của cột theo công thức $l_x = \mu.H$ theo tài liệu của Hoa Kỳ bằng cách tra đồ thị để xác định chiều dài tính toán μ

phụ thuộc tham số: $G_T = \frac{b.I_c}{H.I_0}$

*Tel:

Nhận xét: Để áp dụng tính toán cho cột trong nhà có cầu trục cần phải có điều kiện là tiết diện cột trên và cột dưới bằng nhau, độ dốc cột khi đó được coi bằng không, coi tải trọng cầu trục và tải trọng mái tác dụng tại cùng một điểm là vị trí liên kết giữa cột và mái. Như vậy sẽ làm tăng chiều dài tính toán của cột so với thực tế.

II. Thiết lập mô hình tính toán.



Hình 2. Khung bị mất ổn định dạng phản xứng

Các thông số đã biết:

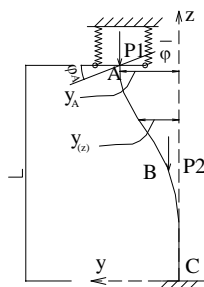
Độ cứng mái EI₀ đã biết, độ cứng phần cột trên EI₁, độ cứng phần cột dưới EI₂

Kích thước: độ rộng mái B, chiều cao phần cột trên H₁; chiều cao phần cột dưới H₂

Vấn đề cần giải quyết là xác định lực tới hạn P₁ và P₂ với tỉ số P₁/P₂ đã biết.

Giả thiết khi mất ổn định cả hai cột sẽ mất ổn định đồng thời, do đó có hai dạng mất ổn định trong nhà là mất ổn định dạng phản xứng và mất ổn định dạng đối xứng. Dễ thấy dạng mất ổn định phản xứng xuất hiện sớm hơn vì năng lượng cần thiết để gây mất ổn định nhỏ hơn.

Tách riêng từng cột ra khỏi khung sơ đồ tính toán ổn định của cột như sau[5]:



Hình 3. Sơ đồ tính ổn định của cột

Thiết lập phương trình vi phân đường đàn hồi cho từng đoạn cột AB và BC

$$y_1''(z) + \alpha_1^2 y_1(z) = \alpha_1^2 y_A + \frac{3\varphi_A J_0}{I_1 B} \tag{1}$$

$$y_2''(z) + \alpha_2^2 y_2(z) = \frac{P_1 \cdot y_A + P_2 \cdot y_B}{EI_2} + \frac{3\varphi_A J_0}{I_2 B} \tag{2}$$

Tiến hành tìm nghiệm của (1),(2) sau đó gán điều kiện biên tại các điểm A,B,C được phương trình ổn định:

$$\frac{1}{k} \frac{i_1}{i_2} \tan v_1 \tan(kv_1) - 3 \frac{i_0}{i_2} \left(\frac{\tan(kv_1)}{kv_1} \right) - 3 \frac{i_0}{i_1} \left(\frac{\tan v_1}{v_1} \right) - 1 = 0 \tag{3}$$

Trong đó:

$$i_1 = \frac{I_1}{H_1}; i_2 = \frac{I_2}{H_2}; i_0 = \frac{I_0}{B}$$

$$k = \frac{\alpha_2 H_2}{\alpha_1 H_1} = \sqrt{1 + \frac{P_2}{P_1}} \sqrt{\frac{I_1}{I_2} \frac{H_2}{H_1}}$$

$$P_1 + P_2 = \alpha_2^2 EI_2; P_1 = \alpha_1^2 EI_1; v_1 = \alpha_1 H_1$$

Đặt:

$$\frac{i_0}{i_2} = a; \frac{i_0}{i_1} = b$$

Phương trình (3) trở thành:

$$\frac{1}{k} \frac{a}{b} \tan v_1 \tan(kv_1) - 3a \left(\frac{\tan(kv_1)}{kv_1} \right) - 3b \left(\frac{\tan v_1}{v_1} \right) - 1 = 0 \tag{4}$$

Dùng phần mềm mathematica giải (4) ta thiết lập được mối quan hệ giữa các đại lượng a,b,k,v₁

Lực tới hạn P₁ tính theo công thức:

$$P_1 = \frac{v_1^2 EI_1}{H_1^2} = \frac{\pi^2 EI_1}{\left(\frac{\pi}{v_1} H_1 \right)^2} \tag{5}$$

Các trường hợp đặc biệt:

Trường hợp P₂ = 0 phương trình ổn định như sau:

$$\frac{1}{k} \frac{i_1}{i_2} \tan v_1 \tan(kv_1) - 3 \frac{i_0}{i_2} \left(\frac{\tan(kv_1)}{kv_1} \right) - 3 \frac{i_0}{i_1} \left(\frac{\tan v_1}{v_1} \right) - 1 = 0 \tag{6}$$

Trong đó:

$$i_1 = \frac{I_1}{H_1}; i_2 = \frac{I_2}{H_2}; i_0 = \frac{I_0}{B}$$

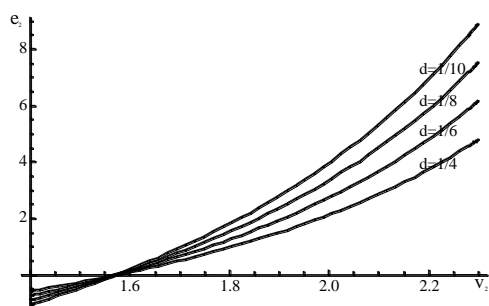
Trường hợp P₁ = 0 phương trình ổn định như sau:

$$(3d + 1)v_2 \cos v_2 + 3des \sin v_2 = 0 \quad (7)$$

Trong đó:

$$\frac{i_0}{i_1} = d \text{ và } \frac{H_2}{H_1} = e$$

Vì phạm vi có giới hạn của bài báo nên tác giả chỉ có thể đưa lên đồ thị của trường hợp đặc biệt ứng với $P_1 = 0$ như sau:



Hình 4. Đồ thị quan hệ $e - v_2$ ứng với các giá trị của d trong trường hợp $P_1 = 0$

KẾT LUẬN

Mặc dù kết quả chưa qua thí nghiệm thực tế xong trong một số trường hợp đặc biệt cho kết quả giống như các bài toán đã biết

Bài toán ổn định của cột bậc có một đầu liên kết ngàm, một đầu liên kết ngàm trượt chưa được đề cập đến trong các giáo trình kết cấu thép, trong tiêu chuẩn kết cấu thép TCXDVN 338 – 2005 vì vậy đây có thể là tài liệu tham khảo trong tính toán ổn định cột thép cho sinh viên và kỹ sư ngành xây dựng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Xây dựng (2005). *Tiêu chuẩn xây dựng TCXDVN 338-2005*.
- [2]. Phạm Minh Hà (2009) *Thiết kế khung thép nhà công nghiệp một tầng, một nhịp*. Nhà xuất bản Xây dựng.
- [3]. Phạm Văn Hội, Nguyễn Quang Viên, Phạm Văn Tư, Đoàn Ngọc Tranh, Hoàng Văn Quang(2003) *Kết cấu thép công trình dân dụng và công nghiệp*. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật.
- [4]. Hoàng Văn Quang(2010). *Thiết kế khung thép nhà công nghiệp*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [5]. Nguyễn Quang Viên, Bùi Hùng Cường (2004). *Ổn định của cột vát trong khung thép*. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ 2004. Đại học Xây Dựng.

SUMMARY

CALCULATING STABILITY OF STEEL COLUMN IN FRAME OF LIGHT ROOF - INDUSTRIAL HOUSE WITH ONE FLOOR, ONE SPAN HAVING CRANE BRIDGE

Tran Khai Hoan*

Thai Nguyen University of Technology

This paper presents Calculating stability of steel column in frame of light roof- industrial Building with one floor, one span having crane bridge. At current, Viet Nam standard and domestic document haven't had guidance about calculating this building components. Using analytical method combining with using mathematic software to solve the mathematic equations with the known parameters. The results are tables and graphics which may be used easily for practical design.

Key words: stability; steel column; industrial Building.

