

XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ NỐI DẦM MÁI HỢP LÝ TRONG NHÀ CÔNG NGHIỆP BẰNG THÉP MỘT TẦNG, MỘT NHỊP

Đỗ Trọng Quang

Khoa Xây dựng

Email: quangdt@dhhp.edu.vn

Ngày nhận bài: 11/4/2022

Ngày PB đánh giá: 14/5/2022

Ngày duyệt đăng: 20/5/2022

TÓM TẮT:

Hiện nay các nhà công nghiệp bằng kết cấu thép được xây dựng phổ biến tại các khu công nghiệp tại các tỉnh thành trên cả nước. Các công trình này thường có nhịp lớn với chiều dài xà ngang mái lớn. Để thuận tiện cho việc vận chuyển, có thể chia xà ngang mái thành các đoạn chuyên trở và nối lại tại hiện trường bằng các mối nối. Chiều dài các đoạn này được chọn căn cứ vào điều kiện vận chuyển, chế tạo kết hợp làm vị trí thay đổi tiết diện dựa trên sự thay đổi mô men và lực cắt trong xà. Bài báo trình bày phương pháp xác định vị trí đặt mối nối. Vị trí mối nối hợp lý là trong khoảng từ (0.375-0.386) chiều dài nửa xà mái, tại đó giá trị mô men uốn là nhỏ nhất và lực cắt giảm 40%.

Từ khóa: Nhà công nghiệp, dầm mái, mối nối, mô men uốn, lực cắt

DETERMINATION OF OPTIMUM JOINT LOCATION IN THE ONE SPAN STEEL INDUSTRIAL BUILDINGS

ABSTRACT:

Currently, pre-engineered steel buildings are commonly built in industrial parks in provinces and cities across the country. These buildings often have large spans rafters. To facilitate the transportation, the rafters can be divided into transport sections and rejoined at the site by joints. The lengths of these sections are selected based on transportation and manufacturing conditions in combination with the position to change the cross section based on the change of bending moment and shear force along the rafters. The article presents the method of determining the optimum position of the joint. A reasonable joint location is in the range (0.375-0.386) half rafter length, where there is a minimum bending moment and the shear force is reduced about 40 percent.

Keyword: industrial building, rafter, joint, bending moment, shear forces.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhà công nghiệp bằng thép được tính toán, thiết kế và xây dựng phổ biến tại nhiều nơi trên địa bàn cả nước. Các nhà công nghiệp này thường có nhịp lớn dẫn đến chiều dài của xà ngang mái lớn. Để thuận tiện cho việc vận chuyển, xà ngang mái có thể chia thành các đoạn chuyên trở sau đó nối lại với nhau tại hiện trường. Mối

nối thường đặt tại nơi có nội lực nhỏ để giải pháp cấu tạo của mối nối nhỏ gọn, khả thi và không tăng chi phí chung nhiều. Chiều dài các đoạn chuyên trở được chọn căn cứ vào điều kiện vận chuyển và chế tạo do phụ thuộc vào chiều dài của thép cán. Bên cạnh đó việc phân chia các đoạn chuyên trở còn kết hợp làm vị trí thay đổi tiết diện để tiết kiệm vật liệu. Sự thay đổi tiết diện của xà mái lại phụ thuộc vào sự phân bố mô men

uốn và lực cắt dọc theo chiều dài xà. Dưới tác dụng của tải trọng, nội lực (lực cắt và mô men) tại nơi tiếp giáp giữa xà mái và cột là lớn nhất sau đó giảm dần và đảo chiều vào phía trong nhịp của nhà. Vì vậy tìm được trị trí mỗi nối sao cho có thể chia dầm mái thành các đoạn vừa thỏa mãn điều kiện chuyên trở, vừa dễ chế tạo và tiết kiệm vật liệu là cần thiết.

II. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

Trong các tài liệu phục vụ học tập và giảng dạy tại các trường đại học lớn ở Việt Nam, có tài liệu hướng dẫn đã đề xuất vị trí nối dầm mái cách đầu xà một đoạn từ (0.35-0.4) chiều dài nửa xà ngang mái [1]. Có tài liệu chỉ gợi ý chiều dài đoạn chuyên trở nên có mô đun 3 m và không nên vượt quá 12 m [2]. Trong sổ tay thực hành thiết kế nhà công nghiệp thép tiền chế của Công ty Zamill Steel chỉ vẽ dầm mái thành các đoạn có tiết diện thay đổi được nối với nhau bằng liên kết bu lông và không đề cập đến việc xác định vị trí mỗi nối. Hiện nay chưa có tài liệu nào hướng dẫn cách tính toán chi tiết, chính xác vị trí nối xà mái hợp lý để tạo điều kiện thuận lợi cho thực hành thiết kế và thi công.

Vì vậy tác giả bài báo trình bày phương pháp xác định vị trí nối hợp lý xà ngang mái của nhà công nghiệp một tầng, một nhịp.

Bảng 1 Bảng số liệu nhịp nhà, tải trọng mái và độ dốc mái

Stt	Nhịp nhà L (m)	Tải trọng mái g_m (daN/m ²)	Độ dốc mái i (%)	Bước khung B (m)
1	21	15	10	6
2	24	15	10	6
3	27	15	10	6
4	21	15	15	6
5	24	15	15	6
6	27	15	15	6

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Nhà công nghiệp thường chịu nhiều loại tải trọng như:

Tải trọng thường xuyên (tĩnh tải).

Hoạt tải bao gồm hoạt tải sử dụng trên mái, hoạt tải gió, hoạt tải cầu trục không có tính chất lâu dài, thường xuyên.

Đối với mái nhà công nghiệp, tải trọng thường xuyên - tĩnh tải mái bao gồm trọng lượng xà ngang mái, trọng lượng tấm lợp, trọng lượng xà gồ và hệ giằng mái có giá trị lớn và tác dụng lâu dài theo vòng đời của công trình. Vì vậy bài báo tập trung vào việc xác định vị trí nối dầm mái tối ưu dưới tác dụng của tĩnh tải mái.

Trọng lượng của tấm lợp, hệ giằng và xà gồ theo kinh nghiệm có thể lấy từ 10-15 daN/m² [2, 3].

Trọng lượng bản thân kết cấu xà mái có thể lấy từ 15-20 daN/m² [2].

Độ dốc của mái của mái thường chọn $i=(10-15)\%$ [2] tương ứng với góc nghiêng của mái $\alpha=(5.71^\circ - 8.53^\circ)$.

Để tính toán vị trí nối dầm mái tối ưu, tác giả lựa chọn 6 trường khung ngang nhà công nghiệp bằng thép một tầng, một nhịp với các thông số về nhịp nhà L, tải trọng mái g_m , bước khung B và độ dốc mái i như trình bày trong bảng 1.

Trọng lượng bản thân các tấm lợp, lớp cách nhiệt, xà gồ mái và hệ giằng lấy sơ bộ bằng 15 daN/m². Như vậy tính tải phân bố đều trên xà ngang của mái theo phương thẳng đứng gm với trường hợp mái dốc 10% và 15% tính như sau:

$$g_{m,i=10\%} = \frac{1,1.15 \times 6}{\cos(5.71)} = 99.5 \text{ daN/m} \quad \text{khi độ dốc mái } i = 10\%$$

$$g_{m,i=15\%} = \frac{1,1.15 \times 6}{\cos(8.53)} = 100.1 \text{ daN/m} \quad \text{khi độ dốc mái } i = 15\%$$

Trong đó : 1,1 là hệ số độ tin cậy

6 là chiều dài bước khung (m)

Để xác định được sự phân bố mômen trong xà ngang mái dưới tác dụng của tĩnh tải mái, tác giả sử dụng phần mềm phân tích nội lực kết cấu SAP2000. Kích thước tiết diện cột và xà được chọn sao tỷ số cho độ cứng của xà và cột bằng khoảng 1÷3 theo tài liệu hướng dẫn thiết kế nhà công nghiệp [2] cụ thể như sau:

Kích thước tiết diện cột hình chữ I

Chiều cao tiết diện cột: 0.5m

Bề rộng cánh cột : 0.25 m

Chiều dày cánh cột: 0.01m

Chiều dày bụng cột: 0.008m

Kích thước tiết diện xà mái hình chữ I

Chiều cao xà mái : 0.35 m

Bề rộng xà mái : 0.25 m

Chiều dày cánh xà mái : 0.01 m

Chiều dày bụng xà mái : 0.008m

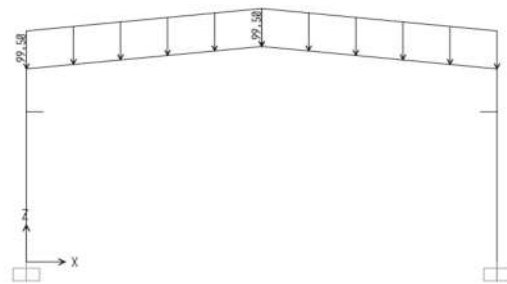
Trọng lượng riêng của thép chọn là $\gamma=7850 \text{ daN/m}^3$. Từ đó tính được tải trọng do trọng lượng bản thân xà mái là:

$$g_{\text{xà mái}} = (0.25 \times 0.01 \times 2 + 0.008 \times 0.33) \times 7850 = 59.974 \text{ daN/m}$$

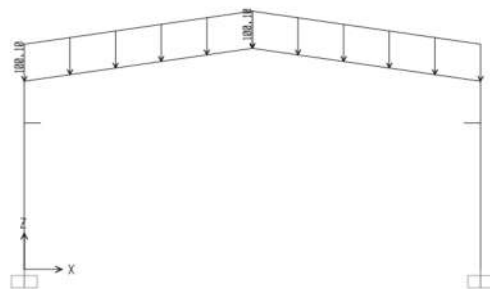
Tải trọng này sẽ do phần mềm tự tính toán gán vào phần tử xà mái khi khai báo kích thước tiết diện và trọng lượng riêng của thép.

Tác giả lựa chọn mô hình hóa kết cấu trong phần mềm SAP2000 liên kết giữa cột với xà ngang và liên kết giữa cột với móng là liên kết ngàm để tăng độ cứng, độ ổn định và giảm biến dạng của khung ngang nhà công nghiệp.

Sơ đồ kết cấu khung ngang nhịp L=21 m, tải trọng mái tương ứng với hai trường hợp độ dốc mái i =10% và 15% được thể hiện trên hình 1 và hình 2.

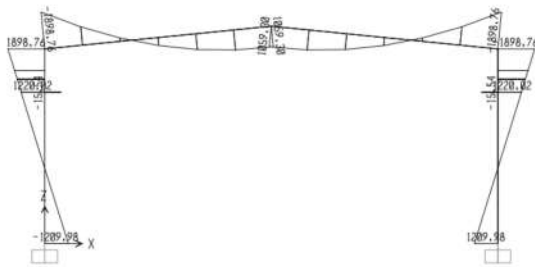


Hình 1. Sơ đồ chất tải trọng mái trường hợp L=21m, độ dốc mái i=10%

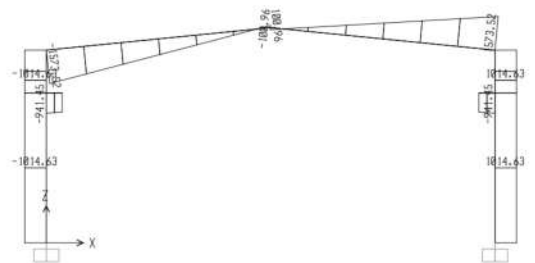


Hình 2. Sơ đồ chất tải trọng mái trường hợp L=21m, độ dốc mái i=15%

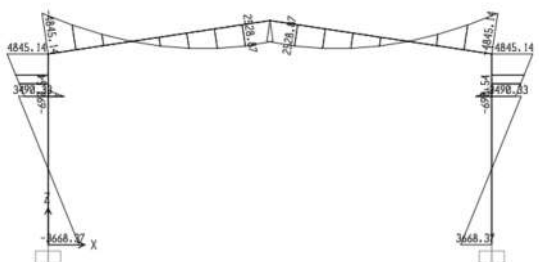
Sau khi nhập dữ liệu vào phần mềm SAP2000 [4] và phân tích 6 trường hợp khung với sự thay đổi về nhịp nhà, độ dốc mái, tải trọng mái được các biểu đồ mô men và lực cắt có các dạng điển hình như trình bày trong các hình từ hình 3 đến hình 6.



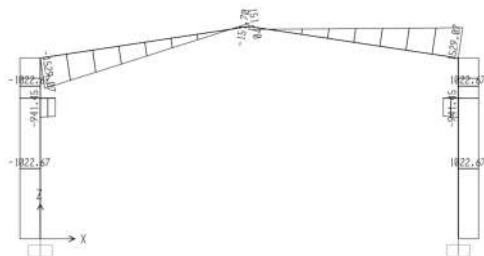
Hình 3. Biểu đồ mômen M do tính tải mái, nhịp nhà L=21m, độ dốc mái i=10%



Hình 4. Biểu đồ lực cắt V do tính tải mái, nhịp nhà L=21m, độ dốc mái i=10%



Hình 5 Biểu đồ mômen M do tính tải mái, nhịp nhà L=21m, độ dốc mái i=15%

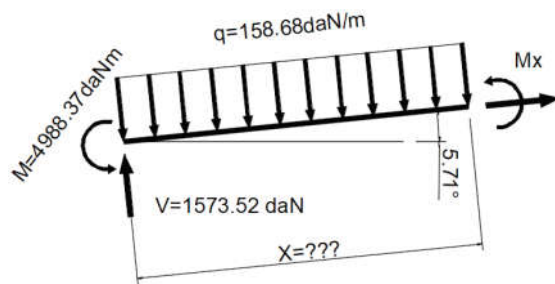


Hình 6 Biểu đồ lực cắt V do tính tải mái, nhịp nhà L=21m, độ dốc mái i=15%

Qua dạng biểu đồ mô men M và lực cắt V có thể nhận thấy mô men và lực cắt trên

dầm mái lớn nhất tại đầu xà là nơi liên kết với cột. Giá trị mô men uốn của xà mái đảo chiều từ âm sang dương và bằng 0 tại vị trí giao điểm giữa biểu đồ mô men và xà mái. Giá trị lực cắt V giảm dần về phía giữa nhịp nhà. Về mặt phân chia kết cấu xà mái đề phù hợp với điều kiện vận chuyển và cấu tạo liên kết mỗi nối không quá phức tạp và tốn kém nguyên vật liệu, vị trí liên kết này nên đặt tại nơi có giá trị lực cắt và mô men không lớn. Nhìn tổng quan dạng biểu đồ mô men và lực cắt thì vị trí mỗi nối xà mái hợp lý nên được đặt tại vị trí có giá trị mô men bằng 0. Để xác định được vị trí này, phân tách một đoạn biểu đồ mô men xà mái, sau đó lập phương trình cân bằng mô men của đoạn xà mái. Giải phương trình này sẽ tìm ra được vị trí có mô men bằng 0 trên xà mái. Tính toán cụ thể với một trường hợp khung có nhịp nhà $L = 21 \text{ m}$, độ dốc mái $i = 10\%$ (góc nghiêng xà mái $\alpha = 5.71^\circ$) có mô men và lực cắt tại đầu xà lần lượt là $M = -4988.37 \text{ daNm}$, $V = -1573.52 \text{ daN}$. Tải trọng phân bố đều theo phương vuông góc với xà mái tính toán như sau:

$$q = (g_{\text{xà mái}} + g_{m,i=10\%}) \cos(5.71) = (59.974 + 99.5) \times 0.995 = 158.68 \left(\frac{\text{daN}}{\text{m}} \right)$$



Hình 7. Tách đoạn biểu đồ mô men tại đầu xà mái với khung L=21m, i= 10%

Lập phương trình mô men tại điểm cách đầu xà mái một đoạn x như trên hình 7 ta có phương trình bậc 2 như sau:

$$M_x = 158.68 \frac{x^2}{2} - 1573.52x + 4988.37$$

Giải phương trình bậc 2 trên ta tìm được điểm nối xà mái hợp lý là điểm có $M_x=0$ cách vị trí nút khung (vị trí liên kết xà và cột) theo phương độ dốc của xà ngang một đoạn $x = 3.961$ (m), tương ứng tại vị trí này lực cắt $V = -944.98$ daN.

Tỉ lệ phần trăm lực cắt giảm so với vị trí có giá trị lớn nhất tại đầu xà ngang là:

$$100 - 944.98 / 1573.52 = 39.9\%$$

Theo phương ngang, vị trí có $M_x = 0$ cách trục của cột một đoạn là:

$$x_{\text{ngang}} = 3.961 \times \cos(5.71^\circ) = 3.941 \text{ (m)} = 0.375 \text{ nửa nhịp xà mái.}$$

Phân tích tương tự tìm được vị trí có $M_x = 0$ của 5 trường hợp khung còn lại. Các số liệu tính toán được lập thành bảng và trình bày trong bảng 2 dưới đây.

Bảng 2 Vị trí nối xà mái hợp lý

Stt	Nhịp nhà L (m)	Độ dốc mái i (%)	Mô men đầu xà M (daN.m)	Lực cắt đầu xà V (daN)	Tải trọng vuông góc với xà mái (kg/m)	Vị trí nối xà mái hợp lý ($M_x=0$) (m)	Tỷ lệ so với 1/2 L	Lực cắt V tại vị trí $M_x=0$ (daN)	Tỷ lệ giảm lực cắt
1	21	10%	-4988.4	-1573.52	158.68	3.961	0.375	-944.98	39.9
2	24	10%	-6522.1	-1782.6	158.68	4.600	0.381	-1052.66	40.9
3	27	10%	-8232.3	-1987	158.68	5.239	0.386	-1155.66	41.8
4	21	15%	-4845.1	-1529.07	158.30	3.995	0.376	-896.65	41.4
5	24	15%	-6289.3	-1724.09	158.30	4.633	0.382	-990.67	42.5
6	27	15%	-7877.2	-1912.35	158.30	5.268	0.386	-1078.41	43.6

Từ số liệu trong bảng 2 nhận thấy vị trí nối xà mái hợp lý đối với nhà công nghiệp bằng thép một tầng một nhịp dao động trong khoảng từ 0.375-0.386 chiều dài nửa nhịp nhà. Kết quả này cũng trùng hợp với gợi ý trong hướng dẫn thiết kế kết cấu thép nhà công nghiệp [1].

Lực cắt tại vị trí nối xà mái giảm 39.9% đến 43.6% so với giá trị lớn nhất tại đầu xà mái.

Độ dốc của mái không ảnh hưởng nhiều đến vị trí nối xà mái tuy nhiên có ảnh hưởng đến giá trị mô men và lực cắt của xà mái. Độ dốc của mái tăng thì mô men và lực cắt tại đầu xà mái giảm.

IV. KẾT LUẬN

Qua việc phân tích nội lực và tính toán 6 trường hợp khung nhà công nghiệp với sự thay đổi về nhịp nhà, độ dốc của mái có thể kết luận: Vị trí đặt mối nối xà mái nhà

công nghiệp một tầng, một nhịp nên chọn trong khoảng (0.375-0.386) chiều dài nửa nhịp nhà. Tại khu vực đó có giá trị mô men uốn của xà mái là nhỏ nhất (xấp xỉ 0) và lực cắt giảm khoảng 40% giá trị so với lực cắt lớn nhất tại đầu dầm mái.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hoàng Văn Quang, Trần Mạnh Dũng, Nguyễn Quốc Cường (2010), *Thiết kế khung thép nhà công nghiệp*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
2. Phạm Minh Hà and TS. Đoàn Tuyết Ngọc (2008), *Thiết kế khung thép nhà công nghiệp một tầng, một nhịp*, NXB Xây dựng.
3. Phạm Văn Hội và nhiều tác giả (1998), *Kết cấu thép 2 - Công trình dân dụng và công nghiệp*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.
4. Trần Hành (2009), *Phân tích thiết kế kết cấu công trình*, NXB Lao Động.