

PHÂN TÍCH PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ VAI CỘT CHỊU CẮT THEO TCVN 5574:2018 VÀ MÔ HÌNH GIÀN ẢO CỦA ACI 318-14

● NGUYỄN THÀNH CÔNG - TỪ HỒNG NHUNG

TÓM TẮT:

Ngày nay, các công trình xây dựng với kết cấu vai cột xuất hiện ngày càng nhiều. Việc nghiên cứu các phương pháp tính toán vai cột trở thành bài toán cần thiết cho các kỹ sư thiết kế và thi công công trình xây dựng. Bài báo này giới thiệu hai phương pháp thiết kế vai cột theo TCVN 5574:2018 và sử dụng mô hình giàn ảo tuân theo tiêu chuẩn ACI 318-14. Trên các kết quả phân tích cho vai cột đại diện cho thấy giữa hai phương pháp có sự chênh lệch lớn về cốt thép dọc và cốt đai. Ngoài ra, nghiên cứu này đã đề cập đến những vấn đề nổi lên khi áp dụng chúng trong thiết kế thực tế và nhằm mục đích giúp các kỹ sư có thể áp dụng trong thiết kế thực tế, cũng như góp phần vào việc bổ sung TCVN 5574:2018 cho phù hợp, đồng bộ, tiệm cận với các tiêu chuẩn quốc tế trong quá trình hội nhập.

Từ khóa: vai cột, TCVN 5574:2018, mô hình giàn ảo, ACI 318-14, cốt thép dọc, cốt đai.

1. Đặt vấn đề

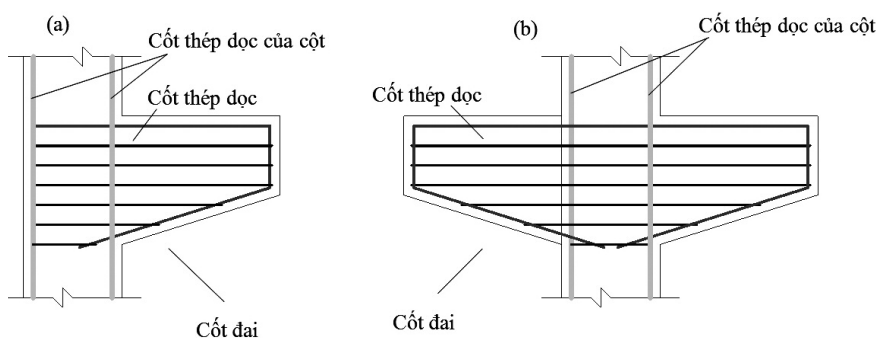
Vai cột hay còn gọi là công xôn ngăn đỡ dầm chạy dọc theo chiều dài vươn vai cột và dầm tựa khớp lên vai cột hoặc liên kết cứng với nhau cùng với bê tông đổ bù mối nối. Trong thiết kế vai cột, phần tiết diện nghiêng vuông góc với trục dọc của vai cột cần thực hiện các tính toán để đảm bảo độ bền khi vai cột chịu tác dụng của lực cắt trên dầm nghiêng chịu nén giữa vị trí đặt tải trọng và gối tựa. Các nghiên cứu [1, 2] cho thấy, vai cột thường bị phá hoại do một số nguyên nhân như: phá hoại do cắt tại mặt phẳng tiếp giáp giữa vai cột và cột đỡ, thanh giằng chịu kéo bị chảy dẻo, phá hoại thanh chống do nén vỡ, phá hỏng

cục bộ tại vị trí đặt lực tác dụng. Điều đó có ý nghĩa rất quan trọng trong công tác thiết kế vai cột.

Hình 1 thể hiện hai loại vai cột: loại đơn với phần vươn ra chỉ ở 1 phía của cột và loại kép với phần vươn ra về hai phía của cột.

Khi đặt vai cột trong cơ cấu chịu lực nói chung và chịu lực cắt nói riêng, nó chịu lực rất lớn và

Hình 1: (a) Sơ đồ hình học vai cột đơn, (b) Sơ đồ hình học vai cột kép



thường có xu hướng phá hoại đầu tiên, sự phá hoại của vai cột sẽ dẫn đến sự phá hoại của cột đỡ. Do đó, vai cột phải được tính toán và cấu tạo chính xác nhằm đảm bảo làm việc được trong hệ kết cấu công trình. Vấn đề thiết kế vai cột chịu lực cắt có ý nghĩa rất quan trọng trong việc đánh giá sự làm việc hiệu quả của cột và cả hệ kết cấu chịu lực của công trình.

Bài báo này sẽ trình bày phương pháp thiết kế vai cột chịu tác dụng của lực cắt theo TCVN 5574:2018 [3], kết hợp với thiết kế theo mô hình giàn ảo của ACI 318-14 [2]. Từ đó sẽ nhận xét các kết quả tính để giải thích rõ sự làm việc của vai cột và tổng hợp, so sánh các bước của quá trình thiết kế vai cột theo tiêu chuẩn Việt Nam và Tiêu chuẩn Hoa Kỳ.

2. Tổng quan các công thức sử dụng trong thiết kế vai cột

- TCVN 5574:2018 [3], quy định việc tính toán vai cột chịu lực cắt theo các điều kiện dưới đây:

+ Kích thước của vai cột theo điều kiện:

$$L_1 \leq 0,9 \times h_0 \quad (1)$$

Trong đó: L_1 và h_0 được xác định như hình 3.

+ Đảm bảo độ bền cho dải bê tông nghiêng chịu nén giữa tải trọng tác dụng và gối tựa:

$$Q \leq 0,8 \times R_b \times b \times L_{sup} \times \sin^2 \theta \times (1 + 5 \times \alpha \times \mu_w) \quad (2)$$

Trong đó: v phải lấy không lớn hơn $3,5 \times R_{bt} \times b \times h_0$ và không nhỏ hơn $2,5 \times R_{bt} \times b \times h_0$

L_{sup} là chiều dài diện tích gối tựa của tải trọng dọc theo chiều vượn của vai cột; θ là góc nghiêng của dải bê tông chịu nén tính toán so với phương nằm ngang; α là tỷ số mô đun đàn hồi của cốt thép và bê tông; μ_w là hàm lượng của cốt thép đai nằm theo chiều cao vai cột.

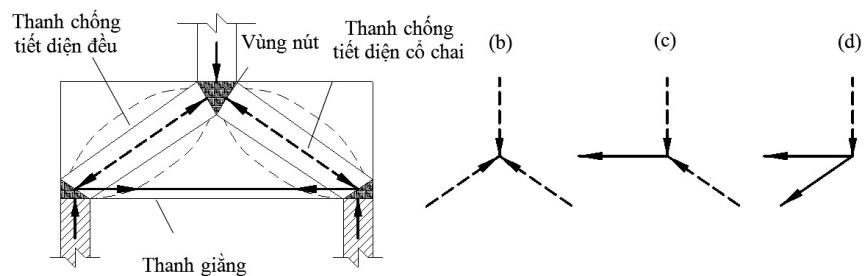
Trong thiết kế vai cột theo TCVN 5574:2018, việc tính toán cốt thép dọc và cốt đai được quy định tại phụ lục H, các công thức tính toán này được thể hiện chi tiết trong ví dụ thiết kế vai cột ở phần sau.

- Thiết kế vai cột theo mô hình giàn ảo quy định tại phụ lục A trong ACI 318-14. Thiết kế được tóm tắt theo 9 bước, gồm: xác định kích thước của tấm chịu lực, chọn kích thước cho vai cột, thiết lập mô hình giàn ảo, tính nội lực trong các thanh giàn, tính

cốt thép dọc cho thanh giàn, kiểm tra bền vùng nút, kiểm tra bền thanh chống, tính cốt đai, thể hiện bố trí cốt thép trên bản vẽ.

Hình 2: (a) Mô hình giàn ảo (1-2)

(b), (c), (d) Các kiểu nút trong mô hình giàn ảo (1-2)



Việc thiết kế vai cột theo mô hình giàn ảo là một phương pháp đã được sử dụng phổ biến để phân tích thiết kế các kết cấu bê tông cốt thép có sự không liên tục về hình học và tải trọng (vùng D). Phương pháp sử dụng mô hình giàn ảo theo đề xuất [2] được thiết lập dựa vào trạng thái giới hạn bền của kết cấu. Tuy nhiên, trạng thái giới hạn sử dụng như độ lệch và bố trí cốt thép đã đề cập trong [4], cũng cần phải kiểm chứng bằng các tính toán cụ thể.

Tính kế vai cột theo mô hình giàn ảo thì tất cả các nội lực và ngoại lực cùng làm việc với nhau. Hơn nữa, tính chất phức tạp về cấu trúc và ứng suất trong vai cột được thay thế bằng hệ thanh chống, thanh giàn và các nút. Dựa vào sự phân bố ứng suất trong vai cột ta có thể thiết lập được nhiều mô hình giàn ảo khác nhau. Vì thế, mô hình giàn tối ưu nhất với ít thanh chống nhất cùng chiều dài ngắn nhất [5].

Vai cột có chiều cao lớn, có ứng xử khác biệt so với dầm công xôn thông thường và không tuân theo giả thiết dầm của Bernoulli. Trên tiết diện vai cột hình thành hai vùng có biến dạng khác nhau: vùng B là vùng liên tục, có biến dạng tuyến tính và vùng D là vùng không liên tục, có biến dạng phi tuyến. Trong vùng B, có thể áp dụng lý thuyết dầm, nhưng trong vùng D, vùng có trạng thái ứng suất phức tạp, có phân phối biến dạng phi tuyến lớn dễ bị nứt khi chịu sự tác động của tải trọng hoặc sự không liên tục về hình học. Do đó, không thể áp dụng lý thuyết dầm để thiết kế cho vùng D. Toàn bộ vai cột thuộc vùng D vì nó có sự thay đổi đột ngột về hình học và chịu sự tác động của lực tập trung ở mặt trên. Chính

vì lý do đó, mô hình giàn ảo đã được phát triển để phân tích và thiết kế cho vùng D này, vùng bị phá hoại do nứt.

Các vùng nứt trong mô hình giàn ảo thường quy về các kiểu nứt trong Hình 2. Một số nứt trong mô hình giàn ảo như nứt kiểu CCC ($\beta_n = 1,0$), CCT ($\beta_n = 0,8$), CTT ($\beta_n = 0,6$). Trong đó, C là lực nứt chịu nén, T là lực nứt chịu kéo, β_n là hệ số kể đến ảnh hưởng của nứt và sự hạn chế không gian của cốt thép đối với vùng nứt.

Bên cạnh đó, việc thiết kế vai cột theo phương pháp mô hình giàn ảo là xác định mô hình giàn thích hợp cho vai cột, đồng thời xác định các thành phần cấu thành mô hình giàn ảo đó là thanh chống, thanh giằng và các nút. Đặc điểm về kích thước của các cấu kiện trong mô hình này được lựa chọn phải thỏa mãn điều kiện là lực dọc (F_{ui}) trong các thanh chống, thanh giằng và các nút dưới tác dụng của tải trọng không lớn hơn khả năng chịu lực của nó (ϕF_n). Trong đó, $\phi = 0,75$ là hệ số giảm cường độ được lấy theo [2]. Mặt khác, theo ACI 318-14 [2], điều kiện để kết cấu thuộc loại vai cột là khoảng cách từ mép trong cột đến vị trí đặt lực nhỏ hơn hoặc bằng chiều cao làm việc của vai cột. Trong phần sau, tác giả sẽ trình bày chi tiết các công thức tính toán kết hợp với ví dụ thiết kế vai theo mô hình giàn ảo.

Như vậy, phương pháp giàn ảo trong ACI 318-14 [2] đã phân tích tổng hợp cả ứng suất nén và ứng suất kéo kéo trong kết cấu nhĩa là vai cột được

thiết kế chịu uốn và nén đồng thời với nhau. Đây là điểm khác biệt so với TCVN 5574:2018 [3], vì TCVN 5574:2018 [3] đã thiết kế uốn và cắt riêng biệt với nhau. Việc tìm hiểu các phương pháp thiết kế vai cột khác nhau theo tiêu chuẩn Việt Nam và tiêu chuẩn Hoa Kỳ là cần thiết và rất thiết thực, giúp cho việc áp dụng được chính xác nhất.

3. Thiết kế vai cột

3.1. Thiết kế vai cột theo TCVN 5574:2018

Xét vai cột kép có các đặc trưng kích thước, tải trọng như Hình 3.

Sử dụng vật liệu gồm, bê tông có $R_b = 19,5$ MPa, $R_{bt} = 1,3$ MPa, $E_b = 34500$ MPa, cốt thép có $R_s = R_{sc} = 435$ MPa, $R_{sw} = 300$ MPa, $E_s = 210000$ MPa.

- Vai cột kép chịu tác dụng của lực cắt có tính đối xứng được thiết kế lần lượt theo các bước sau:

+ Kiểm tra vai cột ở Hình 3 thỏa mãn quy định về kích theo công thức (1), với $L_1 = 50$ cm và $h_0 = 60$ cm.

+ Mặt khác, khi kiểm tra độ bền dải bê tông nghiêng chịu nén theo công thức (2) thì $L_{sup} = 20$ cm, $\alpha = E_s/E_b$, $\mu_w = A_{sw}/(b \times s_w)$, với cốt đai $\varnothing 12$ và khoảng cách giữa các cốt đai $s_w = 10$ cm. Thêm vào đó, giá trị lực cắt tác dụng lên vai cột được duy đổi là $Q = V + N/2 = 300 + 600/2 = 600$ kN.

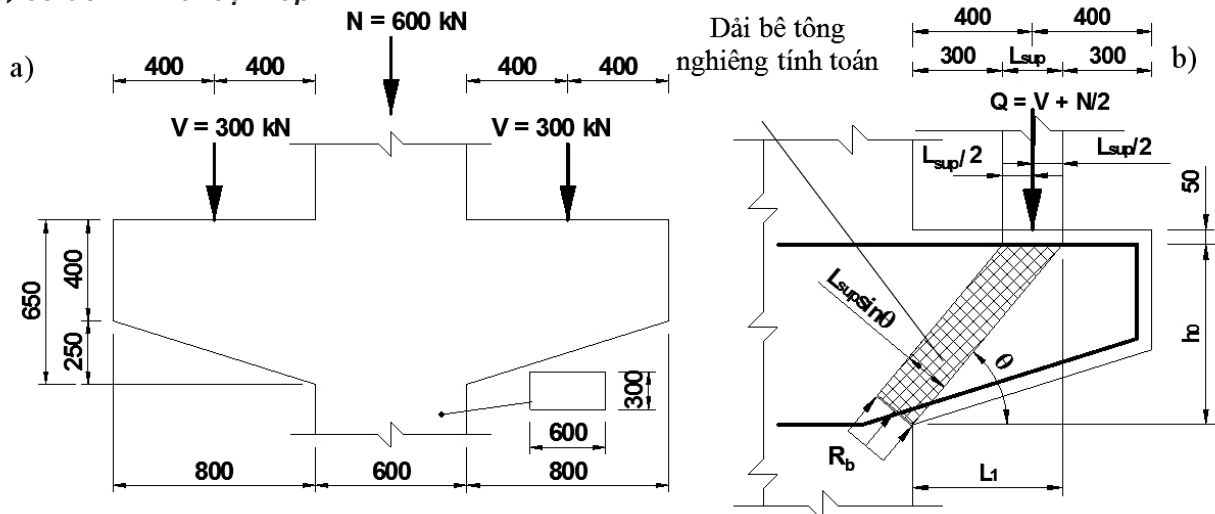
Theo công thức (2), ta tính được:

$$2,5 \times R_{bt} \times b \times h_0 = 585 \text{ kN} < Q$$

$$= 600 \text{ kN} < 3,5 \times R_{bt} \times b \times h_0 = 819 \text{ kN}$$

$$\text{Và } Q = 600 \text{ kN} < 0,8 \times R_b \times b \times L_{sup} \times \sin^2 \theta \times (1 + 5 \times \alpha \times \mu_w) = 612,76 \text{ kN}$$

Hình 3: (a) Sơ đồ hình học và tải trọng tác dụng lên vai cột kép khi tính theo TCVN 5574:2018, (b) Sơ đồ tính vai cột kép



→ Dải bê tông trên tiết diện nghiêng đảm bảo độ bền.

+ Kiểm tra ứng suất tại vị trí nén không được vượt quá cường độ chịu nén cục bộ tính toán $R_{b,loc}$:

$$P \leq \psi \times R_{bs,loc} \times A_{b,loc} \quad (3)$$

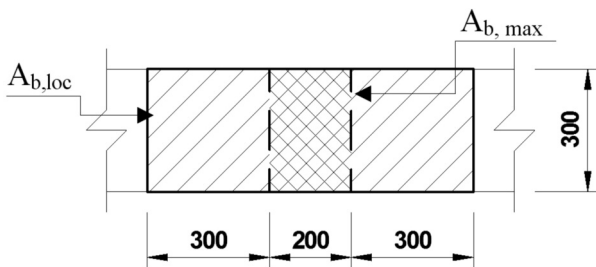
Trong đó: $\psi = 0,75$, là hệ số khi tải trọng cục bộ phân bố không đều trên diện tích chịu nén cục bộ. $P = Q = 600 \text{ kN}$, là lực nén cục bộ do ngoại lực; $R_{bs,loc} = R_{b,loc} + 2 \times \varphi_{s,xy} \times R_{s,xy} \times \mu_{s,xy}$; $R_{b,loc} = \varphi_b \times R_b$

$$\varphi_b = 0,8 \times \sqrt{\frac{A_{b,max}}{A_{b,loc}}} \quad (4)$$

$$\varphi_{s,xy} = 0,8 \times \sqrt{\frac{A_{b,loc,ef}}{A_{b,loc}}} \quad (5)$$

Trong đó: φ_b là hệ số, lấy không lớn hơn 2,5 và không nhỏ hơn 1,0; $A_{b,loc,ef}$ là diện tích nằm trong chu vi của lưới thép đặt trong vùng chịu nén cục bộ, lấy $A_{b,loc,ef} \leq A_{b,max}$. Giá trị $A_{b,max}$, $A_{b,loc}$, $A_{b,loc,ef}$ được xác định như Hình 4.

Hình 4: Sơ đồ tính vai cột kép chịu nén cục bộ khi có lực cắt tác dụng



Từ Hình 4, ta xác định được $A_{b,max} = 30 \times 80 = 2400 \text{ cm}^2$, $A_{b,loc} = 20 \times 30 = 600 \text{ cm}^2$, $A_{b,loc,ef} = A_{b,max} = 2400 \text{ cm}^2$. Tiếp theo cần xác định hệ số $\mu_{s,xy}$ như công thức (6).

$$\mu_{s,xy} = \frac{n_x \times A_{sx} \times L_x + n_y \times A_{sy} \times L_y}{A_{b,loc,ef} \times S} \quad (6)$$

Trong đó: $n_x = 4$, $n_y = 9$ lần lượt là số lượng các

thanh thép theo phương x và theo phương y. $L_x = 75 \text{ cm}$, $L_y = 25 \text{ cm}$ lần lượt là chiều dài thanh thép của lưới theo phương x và theo phương y. $A_{sx} = A_{sy} = 1,13 \text{ cm}^2$ là diện tích tiết diện thanh thép $\varnothing 12$ theo phương x và theo phương y. $S = 10 \text{ cm}$ là bước lưới thép; $R_{s,xy} = 300 \text{ MPa}$.

Theo công thức (3 - 6), ta tính được:

$$P = 600 \text{ kN} \leq \psi \times R_{bs,loc} \times A_{b,loc} = 2754 \text{ kN};$$

$$\text{và } 1,0 < \varphi_b = 1,6 < 2,5$$

→ Vai cột đủ khả năng chịu nén cục bộ.

+ Kiểm tra cốt thép dọc chịu kéo A_s theo điều kiện dầm tựa khớp lên vai cột như sau:

$$Q \times (L_1/h_0) \leq R_s \times A_s \rightarrow A_s \geq 11,49 \text{ cm}^2 \quad (7)$$

Chọn $6\varnothing 16$, $A_{sch} = 12,06 \text{ cm}^2$ để bố trí cho vai cột như Hình 5.

- Việc tính toán và bố trí cốt thép đai được tiến hành theo mục 8.1.5.2, mục 8.1.5.3 và 10.3.4.8 của TCVN 5574:2018 [3]. Theo đó, lưới cốt thép đai của vai cột theo hai phương được bố trí dạng lưới dọc theo chiều cao của vai cột. Đồng thời, đường kính và bước cốt thép đai phải đảm bảo vai cột không bị biến dạng ngang.

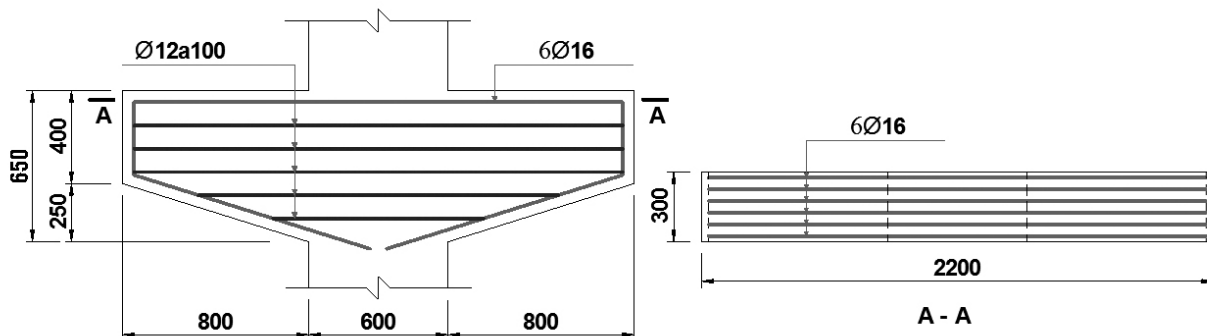
Từ kết quả ở phần trên, ta chọn được cốt đai $\varnothing 12$, khoảng cách giữa các cốt đai là 10 cm để bố trí cho vai cột ở Hình 5.

3.2. Thiết kế vai cột theo mô hình giàn ảo của tiêu chuẩn Hoa Kỳ ACI 318-14

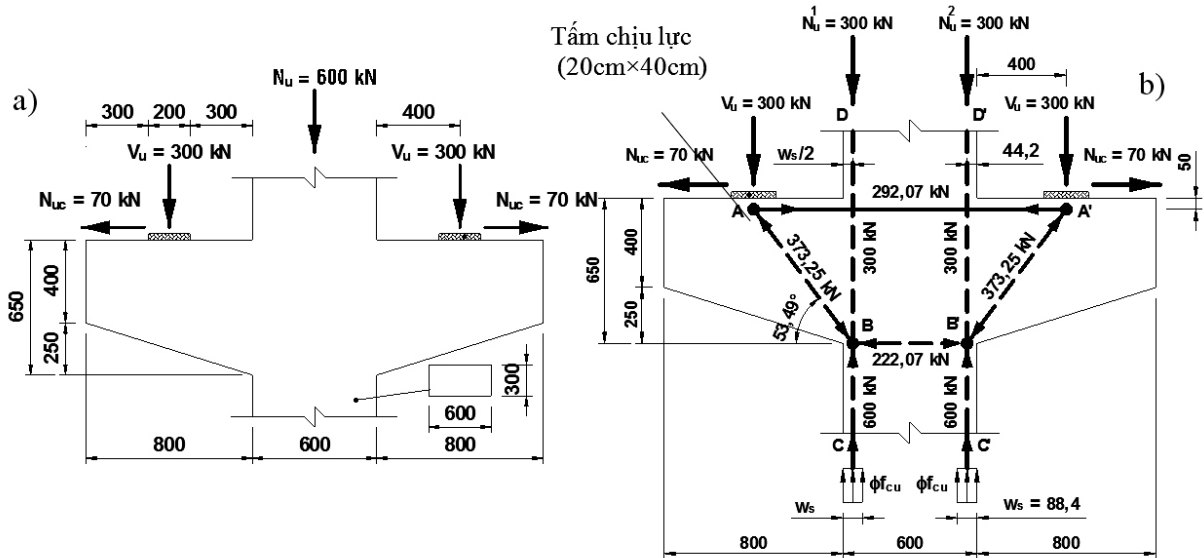
Số liệu thiết kế của vai cột trình bày ở phần này giống như Hình 3. Thêm vào đó, tác giả bổ sung các dữ liệu tính toán để phù hợp với ACI 318-14. Vì thế, đặc trưng trưng kích thước, tải trọng và mô hình giàn ảo được thể hiện lại như Hình 6a.

Lấy giá trị lực ngang $N_{uc} > 0,2 \times V_u$ phát sinh do các nguyên nhân như co ngót, biến dạng, thay đổi nhiệt độ. Sử dụng vật liệu gồm, bê tông có $f_c = 35,5 \text{ MPa}$, cốt thép có $f_y = 435 \text{ MPa}$.

Hình 5: Bố trí cốt thép vai cột cho trường hợp thiết kế theo TCVN 5574:2018



Hình 6: (a) Sơ đồ hình học và tải trọng tác dụng lên vai cột kép khi tính theo ACI 318-14, (b) Mô hình giàn ảo của vai cột kép



- Quá trình thiết kế vai cột được tiến hành theo các bước sau:

+ Kiểm tra tấm chịu lực có diện tích $A_{tam} = 20 \times 40 = 800 \text{ cm}^2$ tại điểm có tải trọng tập trung trên mặt vai cột theo công thức (8):

$$\sigma \leq \phi * f_{cu} \quad (8)$$

Với: $\sigma = V_u / A_{tam}$, $f_{cu} = 0,85 \times \beta_n \times f_c$, theo ACI 318 thì $\phi = 0,75$ và lấy $\beta_n = 1,0$ cho nút loại CCC.

Theo công thức (5), ta tính toán được:

$$\sigma = 3,75 \text{ MPa} < \phi f_{cu} = 18,11 \text{ MPa}$$

→ Kích thước tấm chịu lực đạt yêu cầu.

+ Các bước tiếp theo lần lượt là chọn kích thước cho vai cột, thiết lập mô hình giàn ảo cho vai cột, tính nội lực các thanh giàn $F_{u,i}$. Tất cả được thể hiện trên Hình 6. Lớp bê tông bảo vệ chọn 5 cm, khi đó chiều cao làm việc của vai cột $d = 65 - 5 = 60 \text{ cm}$. Trong Hình 6 giá trị bề dày w_s của thanh chống được xác định như sau:

$$w_s = \frac{F_{u,i}}{\phi \times f_{cu} \times b} \quad (9)$$

Theo công (9), ta tính được bề dày w_s của thanh chống CB và C'B' là $w_s = 8,84 \text{ cm}$.

- Tính cốt thép:

+ Diện tích cốt thép cho thanh giằng AA' là:

$$\frac{F_{u,AA'}}{\phi \times f_y} = \frac{270 \times 103}{0,75 \times 435} = 8,28 \text{ cm}^2$$

Hơn nữa, diện tích cốt thép thanh giằng AA' không được nhỏ hơn:

$$0,04 \times \frac{f_c}{f_y} \times b \times d$$

$$= 0,04 \times \frac{35,5}{435} \times (30 \times 10) \times (60 \times 10) = 5,88 \text{ cm}^2$$

→ Thỏa mãn điều kiện về diện tích cốt thép tối thiểu.

Chọn 6Ø14, $A_{sch} = 9,24 \text{ cm}^2$ để bố trí cho thanh giằng AA' như Hình 8.

- Kiểm tra vùng nút và kiểm tra neo: Chiều rộng của vùng nút B là $w_s = 8,84 \text{ cm} < b = 30 \text{ cm}$ thỏa mãn điều kiện ứng suất giới hạn của vùng nút. Do đó, chỉ cần kiểm tra bên vùng nút A trong mô hình giàn ảo ở Hình 4b.

$$w_t = \frac{F_{u,AA'}}{\phi \times f_{cu} \times b} \quad (10)$$

Để vùng nút A thỏa điều kiện bền thì bề rộng của thanh giằng AA' nằm trong bê tông không được nhỏ hơn giá trị bề rộng cho phép. Từ đó, tính theo công thức (10) cho nút A loại CCT, ta được $w_t = 5,38 \text{ cm}$ nhỏ hơn bề rộng cho phép của thanh giằng AA' thể hiện trên hình 6b là 12 cm.

→ Vùng nút A thỏa mãn điều kiện bền.

Ngoài ra, tiêu chuẩn ACI 318-14 quy định cốt thép trong thanh giằng AA phải được neo chắc chắn ở đầu của nó bằng cách hàn vào các thép góc đều cạnh chữ L 120×120×8 như Hình 7.

- Kiểm tra thanh chống: Tiêu chuẩn ACI quy định khả năng chịu lực của thanh chống xác định

theo công thức (11): $F_{ns} = f_{cu} \cdot A_c$ (11)

Với: A_c là diện tích mặt cắt ngang của thanh chống được xét tại vị trí nhỏ nhất.

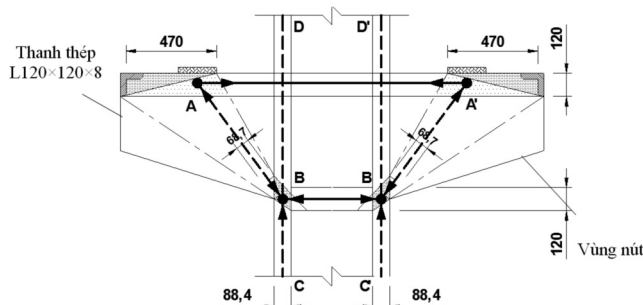
Và $f_{cu} = 0,85 \times \beta_s \times f_c$, tiêu chuẩn ACI 318-14 [2] lấy $\beta_s = 1,0$ cho thanh chống hình lăng trụ (BD, B'D', BB', CB, C'B') và lấy $\beta_s = 0,75$ cho thanh chống dạng cổ chai (AB, A'B').

Mặt khác, bề rộng thanh chống theo công thức (6) phải nhỏ hơn bề rộng giới hạn w_{prov} của thanh chống. Tức là bề rộng các thanh chống phải nằm trong kích thước vai cột 30 cm. Thay lần lượt các thông số trong các thanh chống A_c , F_{ui} vào công thức (9), (11), kết hợp với Hình 6b ta có được kết quả kiểm tra bền các thanh chống đều thỏa mãn điều kiện bền như Bảng 1.

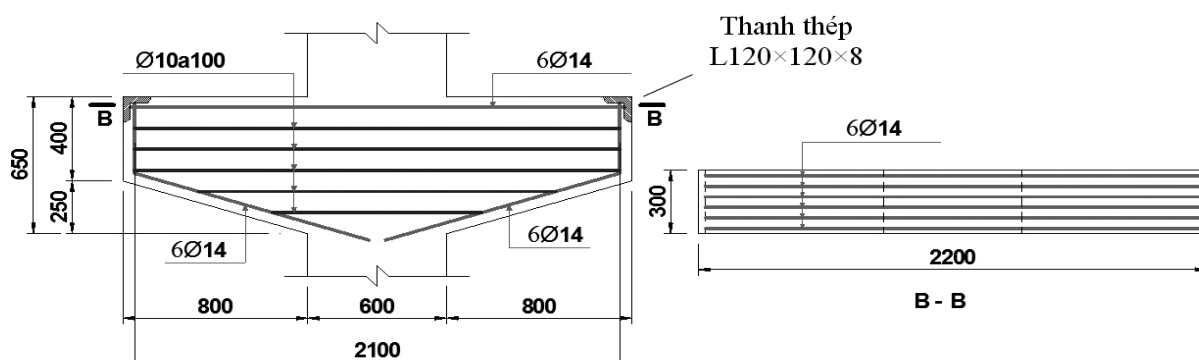
Bảng 1. Kiểm tra bền thanh chống

Thanh chống	F_u (kN)	f_{cu} (MPa)	F_{ns} (kN)	w_s (cm)	Kiểm tra
AB và A'B'	373,25	22,63	466,40	7,33	Tất cả các thanh đều có $F_u < F_{ns}$ và kích thước các thanh chống w_s đều nằm kích thước bê tông vai cột → Thanh đủ bền.
BB	222,07	30,18	1086,48	12	
BD và B'D'	300	30,18	800,37	8,84	
CB và C'B'	600	30,18	800,37	8,84	

Hình 7: Kích thước các thành phần cấu thành của mô hình giàn ảo



Hình 8: Bố trí cốt thép vai cột cho trường hợp thiết kế theo mô hình giàn ảo



- Tính cốt thép đai cho vai cột phải theo công thức (12):

$$\sum \frac{A_{si}}{bs_i} \times \sin \gamma_i \geq 0,003 \quad (12)$$

Trong đó: γ_i là góc nghiêng của thanh thép với trục thanh chống; s_i là khoảng cách giữa hai thanh thép phải thỏa mãn điều kiện tối thiểu không nhỏ hơn đường kính cốt dọc chia 5 hoặc 30,5 cm. Trường hợp này cốt đai sẽ được tính với 2 nhánh ở về 2 phía song song chiều cao cột.

Thay lần lượt các giá trị $\gamma = 53,49^\circ$, $s = 12$ cm vào công thức (12) ta có kết quả diện tích cốt đai cần $A_s \geq 0,56$ cm². Từ kết quả đó ta chọn thép đai Ø10a100 có $A_{swch} = 0,79$ cm² để bố trí cho vai cột như Hình 8.

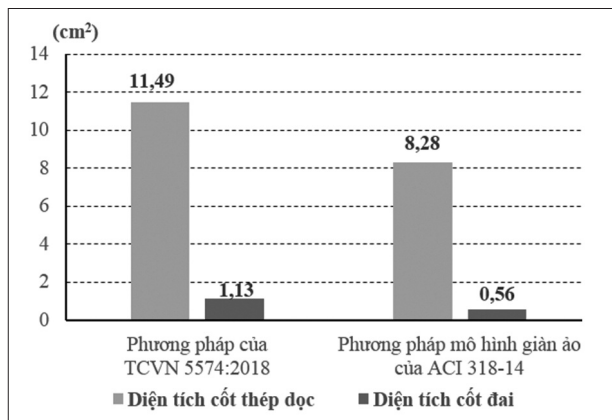
4. Phân tích và thảo luận kết quả

Khi phân tích hai phương pháp thiết kế trên một vai cột đại diện, các kết quả tính giải tích cho phép thiết lập biểu đồ so sánh kết quả giữa hai phương pháp như Hình 9.

Diện tích cốt thép dọc: Quan sát Hình 9 thấy rằng,

diện tích cốt thép dọc tính theo TCVN 5574:2018 [3] nhiều hơn 27,94% so với kết quả tính theo mô hình giàn ảo. Nguyên nhân của sự sai khác này có thể là do sự khác nhau về quan niệm thiết kế vai cột giữa hai phương pháp. Nói cách khác, phương pháp của TCVN 5574:2018 [3] tính toán vai cột chịu ứng suất nén và ứng suất uốn riêng biệt còn mô hình giàn ảo của ACI 318 – 14 thì tổng hợp cả hai ứng suất đó trong cùng một cấu kiện. Đặc điểm này cũng đã được ghi nhận trong nghiên cứu trước [1]. Tuy nhiên,

Hình 9: So sánh kết quả thiết kế vai cột theo TCVN 5574:2018 (3) và theo mô hình giàn ảo



giá trị chênh lệch không quá lớn, chủ yếu là do phương pháp mô hình giàn ảo có kể đến khả năng chịu ứng suất kéo của các thanh chống bê tông.

Diện tích cốt đai: Nhìn vào Hình 9 thấy rằng, diện tích cốt đai tính theo TCVN 5574:2018 [3] nhiều hơn 50,44% so với kết quả tính theo mô hình giàn ảo. Một giải thích tương tự như đối với diện tích cốt đai tính toán của vai cột như đã đề cập ở trên. Như vậy, việc tính toán cốt đai cho vai cột là một giải pháp cần thiết và đạt hiệu quả trong việc khống chế nứt cũng như chịu lực ngang xuất hiện do một số nguyên nhân như co ngót, biến dạng và thay đổi nhiệt độ.

Về bố trí cốt thép: Như đã trình bày ở Hình 5 và Hình 8, cốt thép dọc tính toán của vai cột phải được kéo đến mặt tự do của vai cột và phải được neo chắc chắn, thậm chí tiêu chuẩn ACI 318-14 [2] còn sử dụng thanh thép góc L120x120x8 để gia tăng khả năng neo cho cốt thép dọc. Ngoài ra, cốt đai trong vai cột có dạng khép kín đã được đặt theo tính toán để chịu nội lực, cũng như để hạn chế vết nứt, để giữ các thanh thép dọc ở vị trí thiết kế và giữ cho cấu kiện không bị phình theo bất cứ phương nào.

Bảng 2. Khối lượng cốt thép tính theo hai phương pháp, (kg)

Loại cốt thép	Phương pháp của TCVN 5574:2018	Phương pháp mô hình giàn ảo của ACI 318-14	Ghi chú
Cốt thép dọc	47,69	36,51	Dạng thép thanh
Cốt đai	22,29	15,49	Dạng thép thanh
Thép neo L120x120x8	0	8,80	Dạng thép hình
Tổng khối lượng	69,98	60,80	

Điều này chứng minh cách bố trí cốt thép dọc và cốt đai của hai phương pháp là giống nhau.

Về hiệu quả kinh tế: Kết quả tính toán khối lượng cốt thép sử dụng của hai phương pháp thể hiện ở Bảng 2 cho thấy tổng khối lượng thép có sự chênh lệch. Cụ thể là, khối lượng cốt thép dọc và cốt đai theo phương pháp của TCVN 5574:2018 [3] lớn hơn phương pháp mô hình giàn ảo tương ứng 23,44% và 30,51%.

Như vậy, phương pháp mô hình giàn ảo tiết kiệm được 13,12% khối lượng thép nhưng lại phải tăng thêm chi phí cho công tác hàn cốt thép dọc vào thanh thép neo. Tuy nhiên, chi phí này chiếm tỷ lệ rất nhỏ. Điều đó cho thấy phương pháp mô hình giàn ảo có hiệu quả tốt hơn về kinh tế so với phương pháp của TCVN 5574:2018 [3].

5. Kết luận

Qua nghiên cứu nguyên lý tính toán và kết quả thiết kế vai cột bê tông cốt thép chịu cắt các kết luận cụ thể sau đây được rút ra như sau:

Nguyên tắc thiết kế vai cột theo mô hình giàn ảo của ACI 318-14 [2] và TCVN 5574:2018 [3] khác nhau về quan niệm cũng như cách thực hiện. Vai cột được xem chịu ứng suất kéo và nén đồng thời khi thiết kế theo mô hình giàn ảo còn phương pháp của TCVN 5574:2018 [3] tính toán riêng uốn và cắt. Việc tính toán vai cột đảm bảo độ bền trên dải bê tông nghiêng đã cho thấy sự thay đổi rõ nhất của TCVN 5574:2018 [3] bắt đầu có sự định hướng điều chỉnh theo hướng hội nhập với các tiêu chuẩn của các nước phát triển.

Kết quả thiết kế trên một vai cột đại diện bằng hai phương pháp trên cho kết quả khác nhau. Việc tính toán cốt đai theo mô hình giàn ảo có cơ sở lý thuyết rõ ràng và chỉ dẫn chi tiết hơn so với phương pháp của TCVN 5574:2018 [3]. Theo đó, kết quả diện tích cốt thép dọc tính theo TCVN 5574:2018 [3] lớn hơn 1,39 lần; còn diện tích cốt đai tính theo TCVN 5574:2018 [3] lớn hơn 1,44 lần so với kết quả tính theo mô hình giàn ảo.

Qua đó, nghiên cứu này khuyến nghị kỹ sư sử dụng kết quả của nó vào thiết kế vai cột công trình thực tế, nhằm chọn ra phương pháp thiết kế vai cột tối ưu nhất cũng như góp phần vào việc bổ sung vào TCVN 5574:2018 [3] cho phù hợp, đồng bộ, tiệm cận với các tiêu chuẩn quốc tế trong quá trình hội nhập ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Phùng Thị Hoài Hương (2018). Thiết kế dầm công xôn ngắn bằng mô hình chống giằng theo tiêu chuẩn ACI318-11. *Tạp chí khoa học Kiến trúc - Xây dựng*, 31, 44-52.
2. American concrete Institute (2014), *ACI committee Building code requirements for structural concrete* (ACI 318-14). Farmington Hill, Michigan, USA.
3. TCVN 5574:2018 (2018). *Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
4. Karl - Heinz Reineck (2002). *Examples for Design of structural concrete with Strut and Tie model*. American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, USA.
5. Nguyễn Thành Công (2018). *Thiết kế hệ kết cấu dầm chuyển trong nhà nhiều tầng - Một số ứng dụng thực tế*. Luận văn tốt nghiệp Thạc sĩ, Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Đà Nẵng.

Ngày nhận bài: 6/8/2022

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 6/9/2022

Ngày chấp nhận đăng bài: 16/9/2022

Thông tin tác giả:

1. ThS. NGUYỄN THÀNH CÔNG

2. ThS. TỪ HỒNG NHUNG

Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Trà Vinh

ANALYZING METHODS OF DESIGNING CORBEL ACCORDING TO TCVN 5574:2018 AND USING STRUT AND TIE MODEL IN ACCORDANCE TO ACI 318-14

● Master. **NGUYEN THANH CONG**

● Master. **TU HONG NHUNG**

School of Engineering and Technology

Tra Vinh University

ABSTRACT:

Corbel structure has been widely used in construction. Hence, it is important for construction engineers and designers to study methods of calculating the corbel. This paper introduces the method of designing corbel according to TCVN 5574:2018 and the method of using a strut and tie model in accordance to ACI 318-14. The results show that these two methods have different results about the longitudinal reinforcement and the belt reinforcement. This paper also addresses problems that arise when applying these two methods in practice. This paper is expected to help engineers implement these two methods in their work and make TCVN 5574:2018 more suitable to international standards.

Keywords: corbel, TCVN 5574:2018, strut and tie model, ACI 318-14, longitudinal reinforcement, belt reinforcement.