■Ngày nhận bài: 11/3/2026 ■Ngày sửa bài: 24/3/2026 ■Ngày chấp nhận đăng: 09/4/2026

Phương pháp thực hành tính toán dầm bê tông cốt thép theo tiết diện nghiêng chịu lực cắt

A practical method for calculating the shear strength of reinforced concrete beams according to inclined cross-sections

> GS.TS NGUYỄN TIẾN CHƯƠNG, TS NGÔ VĂN THỨC[1], TS NGUYỄN HẢI QUANG[2], TS ĐOÀN XUÂN QUÝ[3,*]
[1]Trường Đại học Xây dựng Miền Tây
[2] Trường Đại học Điện lực
[3]Trường Đại học Thuỷ lợi; *Email: quydx@tlu.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu phương pháp thực hành tính toán dầm bê tông cốt thép (BTCT) theo tiết diện nghiêng chịu lực cắt. Khả năng chịu lực cắt của dầm được kiểm tra bằng cách so sánh biểu đồ khả năng chịu lực cắt của dầm với biểu đồ lực cắt. Điều kiện đảm bảo khả năng chịu lực cắt của dầm là biểu đồ khả năng chịu lực cắt của dầm không có điểm nào nằm phía dưới biểu đồ lực cắt; trường hợp ngược lại - dầm không đảm bảo khả năng chịu lực cắt. Phương pháp tính toán có ưu điểm là tính toán đơn giản và có thể tính toán dầm chịu tải trọng có quy luật phân bố bất kỳ, trong khi các phương pháp hiện hành chỉ tính toán cho trường hợp tải trọng tập trung hoặc tải trọng phân bố đều.

Từ khóa: Khả năng chịu cắt; tiết diện nghiêng; dầm bê tông cốt thép.

ABSTRACT

This paper presents a practical method for calculating the shear strength of reinforced concrete beams according to inclined cross-sections. The shear strength of the beam is checked by comparing the beam's shear strength diagram with the shear force diagram. The condition for ensuring shear strength is that the beam's shear strength diagram has no points below the shear force diagram; conversely, the beam fails to meet the shear strength requirements. The calculation method is simple and can handle beams subjected to loads with arbitrary distribution patterns. In contrast, current methods only calculate for concentrated or uniformly distributed loads.

Keywords: Shear strength; inclined cross-section; reinforced concrete beam.

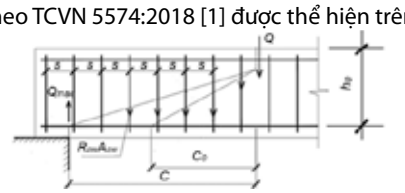
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mô hình tính toán dầm BTCT chịu lực cắt theo tiêu chuẩn TCVN 5574:2018 [1] là mô hình tiết diện nghiêng. Các phương pháp tính toán dầm BTCT chịu lực cắt theo tiết diện nghiêng đang được giảng dạy trong các trường đại học cũng như đang được dùng trong thực tế ở nước ta dựa trên phương pháp tính toán của LB Nga [3 - 5]. Phương pháp tính toán của LB Nga [6] được phát triển để tính toán cấu kiện chịu hai dạng tải trọng là dạng tải trọng phân bố đều và dạng lực tập trung. Với mỗi dạng tải trọng (phân bố đều hay lực tập trung), tiến hành phân tích để xác định các tiết diện nghiêng nguy hiểm trên từng khoảng giá trị chiều dài của hình chiếu tiết diện nghiêng và từ đó xây dựng các công thức tính toán khả năng chịu lực cắt theo các tiết diện nghiêng nguy hiểm. Phương pháp tính toán này có ưu điểm là đưa ra các công thức có thể tính toán bằng tay, nhưng cũng có các hạn chế là phải xét đến nhiều trường hợp tính toán và cho đến nay mới chỉ phát triển để tính toán cho hai trường hợp tải trọng là trường hợp dầm chịu tải trọng phân bố đều và trường hợp dầm chịu lực tập trung.

Khác với các phương pháp truyền thống trên đây, trong [2] đã đề xuất một cách tiếp cận mới để giải bài toán tính toán dầm BTCT theo tiết diện nghiêng chịu lực cắt. Theo cách tiếp cận được đề xuất trong [2], tính toán dầm BTCT theo tiết diện nghiêng chịu lực cắt được thực hiện bằng cách so sánh trực tiếp biểu đồ lực cắt với biểu đồ khả năng chịu lực cắt của dầm. Cách tiếp cận này có thể khắc phục được các hạn chế trên đây của các phương pháp truyền thống. Theo cách tiếp cận này, phần dưới đây của bài báo sẽ phát triển phương pháp thực hành tính toán dầm BTCT theo tiết diện nghiêng chịu lực cắt.

2. CƠ SỞ TÍNH TOÁN DẦM BTCT THEO TIẾT DIỆN NGHIÊNG CHỊU LỰC CẮT

Mô hình tính toán dầm bê tông cốt thép theo tiết diện nghiêng chịu lực cắt theo TCVN 5574:2018 [1] được thể hiện trên Hình 1.



Hình 1. Mô hình tính toán dầm BTCT theo tiết diện nghiêng chịu lực cắt

Điều kiện tính toán được viết như sau:

$$Q \le Q_{bs} = Q_b + Q_{sw} \quad (1)$$

trong đó:

Q là lực cắt trên tiết diện nghiêng với chiều dài hình chiếu *C* lên trục dọc cấu kiện, được xác định do tất cả các ngoại lực nằm ở một

phía của tiết diện nghiêng đang xét; khi đó, cần kể đến tác dụng nguy hiểm nhất của tải trọng trong phạm vi tiết diện nghiêng;

Q_b là lực cắt chịu bởi bê tông trong tiết diện nghiêng;

Q_{sw} là lực cắt do cốt thép ngang chịu trong tiết diện nghiêng.

Lực cắt Q_b được xác định theo công thức:

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{C} \quad (2)$$

nhưng không lớn hơn $2,5 R_{bt} b h_0$ và không nhỏ hơn $0,5 R_{bt} b h_0$,

Trong đó: φ_{b2} là hệ số, kể đến ảnh hưởng của cốt thép dọc, lực bám dính và đặc điểm trạng thái ứng suất của bê tông nằm phía trên vết nứt xiên, lấy bằng 1,5.

Lực cắt Q_{sw} đối với cốt thép đai vuông góc với trục dọc cấu kiện được xác định theo công thức:

$$Q_{sw} = \varphi_{sw} q_{sw} C_0 \quad (3)$$

trong đó:

C_0 là hình chiếu vết nứt xiên, lấy bằng C nhưng không lớn hơn $2h_0$;

φ_{sw} là hệ số, kể đến sự suy giảm nội lực dọc theo chiều dài hình chiếu C_0, lấy bằng 0,75;

q_{sw} là nội lực trong cốt thép ngang trên một đơn vị chiều dài cấu kiện, được xác định theo công thức:

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{s_w} \quad (4)$$

A_{sw} là diện tích mặt cắt ngang của cốt thép đai;

s_{sw} là khoảng cách giữa các cốt thép đai.

Cốt thép ngang được kể đến trong tính toán khi thỏa mãn điều kiện:

$$q_{sw} \geq 0,25 R_{bt} b \quad (5)$$

Ngoài ra, TCVN 5574:2018 [1] cho phép kể đến cốt thép ngang ngay cả khi điều kiện (5) không thỏa mãn, nếu như giá trị Q_b trong (1) được xác định theo công thức:

$$Q_b = \frac{4 \varphi_{b2} h_0^2 q_{sw}}{C} \quad (6)$$

Giới hạn giá trị của Q_b tính theo (6) giống như khi tính theo (2).

Theo TCVN 5574:2018 [1] khả năng chịu lực cắt của cốt thép đai được tính đến khi khoảng cách giữa các cốt thép đai thỏa mãn điều kiện:

$$s \leq \min\left(300mm, \frac{h_0}{2}, \frac{R_{bt} b h_0^2}{Q}\right) \quad (7)$$

Nếu khoảng cách giữa các cốt thép đai trong dầm không thỏa mãn điều kiện (7) hoặc dầm không có cốt thép đai thì khả năng chịu lực cắt của dầm chỉ có thành phần Q_b.

3. PHƯƠNG PHÁP THỰC HÀNH TÍNH TOÁN THEO TIẾT DIỆN NGHIÊNG CHỊU LỰC CẮT

Xét trường hợp các tải trọng trên dầm có phương vuông góc với trục dầm, tác dụng lên đỉnh dầm và có hướng từ trên xuống. Các biểu đồ Q và Q_{bs} được xây dựng dựa trên các giá trị của chúng tương ứng với tọa độ của tiết diện tính toán. Tại tiết diện cách mép gối một khoảng bằng x, lực cắt $Q = Q(x)$ được xác định như sau:

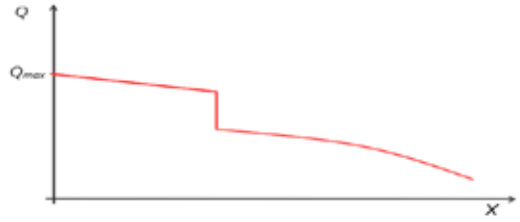
$$Q(x) = Q_{max} - \int_0^x q_l dx - \sum P_i \quad (8)$$

trong đó:

Q_{max} là lực cắt tại mép gối;

q_l, P_i tương ứng là tải trọng phân bố và lực tập trung tác dụng lên dầm trên phần bên trái tiết diện tính toán.

Dạng biểu đồ lực cắt Q phụ thuộc vào quy luật phân bố của tải trọng trên dầm. Nếu các tải trọng tác dụng lên dầm có hướng từ trên xuống thì đồ thị có dạng đi xuống. Giá trị của $Q(x)$ giảm dần từ mép gối đến phía trong nhịp. Hình 2 là một ví dụ về dạng biểu đồ lực cắt Q. Bước nhảy xuất hiện tại tọa độ có lực tập trung.



Hình 2. Ví dụ dạng biểu đồ lực cắt Q

Giá trị của Q_{bs} được xác định căn cứ vào hàm lượng và khoảng cách giữa các cốt thép đai. Nếu hàm lượng cốt thép đai thỏa mãn điều kiện (5) và khoảng cách giữa các cốt thép đai thỏa mãn điều kiện (7) thì lực cắt Q_{sw} được xác định theo công thức:

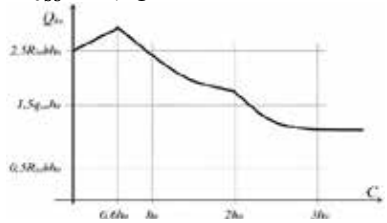
$$Q_{sw} = 0,75 q_{sw} C \leq 1,5 q_{sw} h_0 \quad (9)$$

và lực cắt Q_b được xác định theo công thức:

$$0,5 R_{bt} b h_0 \leq Q_b = \frac{1,5 R_{bt} b h_0^2}{C} \leq 2,5 R_{bt} b h_0 \quad (10)$$

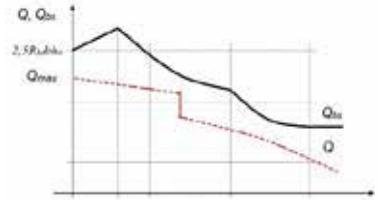
Trong đó: q_{sw} được xác định theo (4).

Biểu đồ lực cắt Q_{bs} có dạng như trên Hình 3.



Hình 3. Biểu đồ lực cắt Q_{bs}

Đại lượng C trong các công thức trên đây là chiều dài của hình chiếu tiết diện nghiêng lên trục dầm, còn x là khoảng cách từ mép gối đến tiết diện tính toán. Trường hợp các tải trọng trên dầm có phương vuông góc với trục dọc, tác dụng lên đỉnh dầm và có hướng từ trên xuống, ta có $C = x$. Biểu đồ lực cắt Q và biểu đồ Q_{bs} có thể được vẽ trên trục chung (ví dụ ở Hình 4). Trên Hình 4, trục ngang là khoảng cách từ mép gối đến tiết diện tính toán, có thể là x hoặc C tùy thuộc vào tính toán Q hoặc Q_{bs}.



Hình 4. Ví dụ về biểu đồ lực cắt Q và Q_{bs} trên cùng hệ trục

Trên hệ trục chung, nếu biểu đồ Q_{bs} không có điểm nào nằm phía dưới biểu đồ Q, tức là với mọi tiết diện nghiêng, đại lượng Q_{bs} không nhỏ hơn Q. Đây là trường hợp dầm đảm bảo khả năng chịu tác dụng của lực cắt theo tiết diện nghiêng. Trường hợp biểu đồ Q_{bs} có một phần nằm phía dưới biểu đồ Q, nghĩa là tồn tại các tiết diện nghiêng, mà theo đó lực cắt Q_{bs} nhỏ hơn lực cắt Q. Trường hợp này dầm không đảm bảo khả năng chịu tác dụng của lực cắt theo tiết diện nghiêng, không thỏa mãn điều kiện (1).

Nếu khoảng cách giữa các cốt thép đai không thỏa mãn điều kiện (7) hoặc trong dầm không có cốt thép đai thì tính toán theo khả năng chịu lực cắt của dầm được tiến hành như trên đây nhưng không tính khả năng chịu lực cắt của cốt thép đai ($q_{sw} = 0$).

Nếu khoảng cách giữa các cốt thép đai thỏa mãn điều kiện (7), nhưng cốt thép đai không thỏa mãn điều kiện (5) thì có thể tính toán như trường hợp không có cốt đai hoặc như trường hợp có cốt đai nhưng lực cắt Q_b được xác định theo công thức:

$$0,5R_{bt}bh_0 \le Q_b = \frac{4\varphi_{b2}h_0^2 q_{sw}}{C} \le 2,5R_{bt}bh_0 \quad (11)$$

Dầm đảm bảo khả năng chịu lực cắt theo tiết diện nghiêng nếu có ít nhất một trong hai trường hợp thỏa mãn điều kiện tính toán.

4. QUY TRÌNH TÍNH TOÁN

** Bước 1: Tính toán theo dải bê tông giữa các tiết diện nghiêng*

Tính toán theo dải bê tông giữa các tiết diện nghiêng được thực hiện theo điều kiện:

$$Q \le 0,3R_b bh_0 \quad (12)$$

Trong đó: Q là lực cắt trong dầm tại tiết diện có khoảng cách đến mép dầm không nhỏ hơn h_0. Để đơn giản khi tính toán, thiên về an toàn, có thể lấy $Q = Q_{max}$.

Dầm không đảm bảo khả năng chịu lực cắt nếu điều kiện (12) không thỏa mãn.

** Bước 2: Kiểm tra khoảng cách giữa các cốt thép đai theo yêu cầu cấu tạo:*

Theo quy định về cấu tạo, khoảng cách giữa các cốt thép đai trong dầm phải thỏa mãn điều kiện:

$$s \le S_{ct} = min(500mm, 3h_0/4). \quad (13)$$

Nếu không thỏa mãn điều kiện (13) thì cốt thép đai không đảm bảo yêu cầu về cấu tạo, không đảm bảo điều kiện để tính toán theo khả năng chịu lực cắt.

** Bước 3: Tính toán theo tiết diện nghiêng chịu lực cắt:*

Kiểm tra khoảng cách giữa các cốt thép đai theo điều kiện:

$$s \le s_{max} = \min(300mm, \frac{h_0}{2}, \frac{R_{bt}bh_0^2}{Q}). \quad (14)$$

Nếu không thỏa mãn điều kiện (14), thì khi tính toán dầm theo tiết diện nghiêng chịu lực cắt, không tính cốt thép đai. Trường hợp thỏa mãn điều kiện (14), tiến hành kiểm tra theo điều kiện (5). Nếu vừa thỏa mãn điều kiện (14) và điều kiện (5), thì tính dầm có cốt thép đai với *Qsw* tính theo (9) và *Qb* tính theo (10). Nếu thỏa mãn điều kiện (14) nhưng không thỏa mãn điều kiện (5), thì có thể tính dầm theo hai cách: không có cốt thép đai hoặc có cốt thép đai nhưng Q_b được tính theo (6). Nếu có ít nhất theo một cách tính mà thỏa mãn điều kiện (1), thì dầm đảm bảo khả năng chịu lực cắt; nếu theo cả hai cách tính mà không thỏa mãn điều kiện (1), thì dầm không đảm bảo khả năng chịu lực cắt.

Theo phương pháp thực hành tính toán dầm theo tiết diện nghiêng chịu lực cắt, khả năng chịu lực cắt của dầm được thực hiện bằng cách so sánh biểu đồ Q với biểu đồ Q_{bs} (hoặc Q_b - trường hợp không tính cốt thép đai). Nếu biểu đồ lực cắt Q không có phần nào cao hơn biểu đồ khả năng chịu lực cắt của dầm Q_{bs} (hoặc Q_b - trường hợp không tính cốt thép đai) thì dầm đảm bảo khả năng chịu lực cắt theo tiết diện nghiêng, ngược lại, dầm không đảm bảo khả năng chịu lực cắt theo tiết diện nghiêng.

Ta có thể xác định tiết diện nghiêng $C = C_o$ mà theo đó hiệu số giữa Q_{sb} và Q có giá trị nhỏ nhất, tức là $\Delta = Q_{bs}(C_o) - Q(C_o) = min\big(Q_{bs}(C) - Q(C)\big)$. Dầm đảm bảo khả năng chịu lực cắt theo tiết diện nghiêng khi $\Delta \ge 0$, không đảm bảo khả năng chịu lực cắt theo tiết diện nghiêng khi $\Delta < 0$. Tương tự, trong trường hợp không tính cốt thép đai, có thể xác định tiết diện nghiêng $C = C_o$ mà tại đó hiệu số giữa Q_b và Q có giá trị nhỏ nhất, tức là $\Delta = Q_b(C_o) - Q(C_o) = min\big(Q_b(C) - Q(C)\big)$. Dầm đảm bảo khả năng chịu lực cắt theo tiết diện nghiêng khi $\Delta \ge 0$, không đảm bảo khả năng chịu lực cắt theo tiết diện nghiêng khi $\Delta < 0$.

Theo quy trình tính toán trên đây, một chương trình tính toán dầm bê tông cốt thép chịu lực cắt được viết bằng ngôn ngữ PYTHON. Dưới đây là các ví dụ được tính bằng chương trình này.

5. VÍ DỤ TÍNH TOÁN

5.1. Ví dụ 1: Dầm chịu tải phân bố đều

Tính toán theo độ bền chịu lực cắt theo tiết diện nghiêng dầm đơn giản BTCT có tiết diện chữ nhật $b = 200\,mm; h = 400\,mm; h_0 = 370\,mm$; bê tông B25 ($R_b = 14,5\,MPa$; $R_{bt} = 1,05\,MPa$); cốt thép đai 2 nhánh $\emptyset 8 CB240-T$ ($A_{sw} = 50,5\,mm^2; R_{sw} = 170\,MPa; s = 150\,mm$). Tải trọng tác dụng lên dầm phân bố đều: tải trọng thường xuyên q_g =14 kN/m, tải trọng tạm thời q_v =36 kN/m. Lực cắt tại mép gối Q_{max}=137,5 kN.

----------KẾT QUẢ TÍNH TOÁN----------

Tính toán theo dải bê tông giữa các tiết diện nghiêng:

Q_{max} = 137,500 kN

$0,3R_b bh_0$ = 321,900 kN

✅ $Q_{max} < 0,3R_b bh_0$ → Đảm bảo độ bền theo dải bê tông giữa các tiết diện nghiêng.

Kiểm tra khoảng cách cốt thép đai theo yêu cầu cấu tạo:

s = 150 mm

s_{ct} = 278 mm

✅ $s < s_{ct} = \min(500, 3h_0/4)$ → Đảm bảo yêu cầu cấu tạo.

TÍNH TOÁN THEO TIẾT DIỆN NGHIÊNG CHỊU LỰC CẮT:

Kiểm tra khoảng cách cốt thép đai theo yêu cầu để tính:

s = 150 mm

s_{max} = 185 mm

✅ $s < s_{max} = \min(300, h_0/2, R_{bt}bh_0^2/Q_{max})$ → Đảm bảo yêu cầu để tính cốt thép đai.

Kiểm tra hàm lượng cốt thép đai:

q_{sw} = 114 mm

q_{swmin} = 52 mm

✅ $q_{sw} > q_{swmin} = 0,25R_{bt}b$

Trường hợp $s < s_{max}$ & $q_{sw} > q_{swmin}$ → có tính cốt thép đai

✅ Đảm bảo khả năng chịu lực cắt theo tiết diện nghiêng.

Tiết diện nghiêng nguy hiểm C_0 = 1110 mm

Lực cắt tại tiết diện.....$Q(C_0)$ = 101,980 kN

Khả năng chịu lực cắt.....Q_{bs} (C_0)= 102,084 kN

Ví dụ này được lấy trong [6]. Kết quả tính toán trong [6]: C_0 = 1161 mm, tại đó lực cắt $Q(C_0)$= 100,35 kN, khả năng chịu lực cắt $Q_{bs}(C_0)$ = 100,69 kN.

5.2. Ví dụ 2: Dầm chịu lực tập trung

Tính toán theo độ bền chịu lực cắt theo tiết diện nghiêng dầm đơn giản BTCT có nhịp $L = 4,5\,m$, chịu lực tập trung $P = 195\,kN$ đặt tại các vị trí 1/3 nhịp dầm; kích thước tiết diện ngang $b = 300\,mm; h = 600\,mm; h_0 = 530\,mm$; bê tông B20 ($R_b = 11,5\,MPa$; $R_{bt} = 0,90\,MPa$); cốt thép đai 2 nhánh $\emptyset 8 CB240-T$ ($A_{sw} = 50,5\,mm^2; R_{sw} = 170\,MPa; s = 100\,mm$).

----------KẾT QUẢ TÍNH TOÁN----------

Tính toán theo dải bê tông giữa các tiết diện nghiêng:

Q_{max} = 195,000 kN

$0,3R_b bh_0$ = 548,550 kN

✅ $Q_{max} < 0,3R_b bh_0$ → Đảm bảo độ bền theo dải bê tông giữa các tiết diện nghiêng.

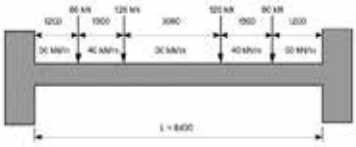
Kiểm tra khoảng cách cốt thép đai theo yêu cầu cấu tạo:

s = 100 mm
s_{ct} = 398 mm
✅ s < s_{ct} = min(500, 3h_0/4) → Đảm bảo yêu cầu cấu tạo.
TÍNH TOÁN THEO TIẾT DIỆN NGHIÊNG CHỊU LỰC CẮT:
Kiểm tra khoảng cách cốt thép đai theo yêu cầu để tính:
s = 100 mm
s_{max} = 265 mm
✅ s < s_{max} = min(300, h_0/2, $R_{bt}bh_0^2/Q_{max}$) → Đảm bảo yêu cầu để tính cốt thép đai.
Kiểm tra hàm lượng cốt thép đai:
q_{sw} = 171 mm
q_{swmin} = 68 mm
✅ q_{sw} > q_{swmin} = 0,25R_{bt}b
Trường hợp s < s_{max} & q_{sw} > q_{swmin} → có tính cốt thép đai
✅ Đảm bảo khả năng chịu lực cắt theo tiết diện nghiêng.
Tiết diện nghiêng nguy hiểm C_0 = 1500 mm
Lực cắt tại tiết diện.....Q(C_0) = 195,000 kN
Khả năng chịu lực cắt.....Q_{bs} (C_0)= 211,711 kN

Ví dụ 2 được lấy trong [5]. Kết quả tính toán trong [5]: $C = a = 1500\ mm;\ Q = 195{,}000\ kN; Q_{bs} = 211{,}709\ kN$.

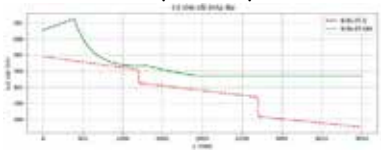
5.3. Ví dụ 3: Dầm chịu tải trọng có phân bố phức tạp

Tính toán theo tiết diện nghiêng chịu lực cắt của dầm BTCT có sơ đồ như Hình 5. Mặt cắt ngang dầm hình chữ nhật: $b = 350\ mm, h = 700\ mm, h_0 = 650\ mm$. Bê tông $B30$ ($R_b = 17\ MPa; R_{bt} = 1{,}15\ MPa$). Cốt thép đai: Ø10, $CB400-V$ ($R_{SW} = 280\ MPa$), s=180 mm, n = 2. Tải trọng thường xuyên (tĩnh tải) tác dụng lên dầm như trên Hình 5. Tải trọng tạm thời (hoạt tải) phân bố đều trên dầm $q_v = 40kN/m$. Lực cắt lớn nhất tại mép gối Q_{max} = 491 kN.



Hình 5. Dầm BTCT

----------KẾT QUẢ TÍNH TOÁN----------
Tính toán theo dải bê tông giữa các tiết diện nghiêng:
Q_{max} = 491,000 kN
0,3R_bbh_0 = 1160,250 kN
✅ Q_{max} < 0,3R_bbh_0 → Đảm bảo độ bền theo dải bê tông giữa các tiết diện nghiêng.
Kiểm tra khoảng cách cốt thép đai theo yêu cầu cấu tạo:
s = 180 mm
s_{ct} = 488 mm
✅ s < s_{ct} = min(500, 3h_0/4) → Đảm bảo yêu cầu cấu tạo.
TÍNH TOÁN THEO TIẾT DIỆN NGHIÊNG CHỊU LỰC CẮT:
Kiểm tra khoảng cách cốt thép đai theo yêu cầu để tính:
s = 180 mm
s_{max} = 300 mm
✅ s < s_{max} = min(300, h_0/2, $R_{bt}bh_0^2/Q_{max}$) → Đảm bảo yêu cầu để tính cốt thép đai.
Kiểm tra hàm lượng cốt thép đai:
q_{sw} = 244 mm
q_{swmin} = 101 mm
✅ q_{sw} > q_{swmin} = 0,25R_{bt}b
Trường hợp s <= s_{max} & q_{sw} >= q_{swmin} → có tính cốt thép đai
✅ Đảm bảo khả năng chịu lực cắt theo tiết diện nghiêng.
Tiết diện nghiêng nguy hiểm C_0 = 1004 mm
Lực cắt tại tiết diện.....Q (C_0)= 420,720 kN
Khả năng chịu lực cắt.....Q_{bs} (C_0)= 438,061 kN
Biểu đồ lực cắt Q và Q_{bs} được thể hiện trên Hình 6.



Hình 6. Biểu đồ lực cắt Q và Q_{bs}

6. THẢO LUẬN

Trên đây đã xem xét 3 ví dụ, trong đó 1 ví dụ dầm chịu tải trọng phân bố đều, 1 ví dụ dầm chịu các lực tập trung và 1 ví dụ dầm chịu tải trọng có phân bố phức tạp. Giá trị lực cắt trong dầm và khả năng chịu lực cắt của dầm được xác định tại các tiết diện với khoảng cách $1\ mm$. Kết quả tính toán theo phương pháp thực hành được đề xuất phù hợp với số liệu công bố trong các tài liệu trích dẫn cho trường hợp dầm chịu tải trọng phân bố đều và chịu lực tập trung. Ví dụ 3 thể hiện các ưu điểm của phương pháp tính toán được đề xuất là có thể áp dụng để tính toán dầm chịu tải trọng có phân bố phức tạp và kết quả tính toán được biểu diễn trực quan bằng các biểu đồ (Hình 6).

7. KẾT LUẬN

Phương pháp thực hành tính toán dầm bê tông cốt thép theo tiết diện nghiêng chịu lực cắt được đề xuất trong bài báo được xây dựng trên cơ sở mô hình tính toán của TCVN 5574:2018. Phương pháp được áp dụng để tính toán dầm bê tông cốt thép chịu tác dụng của tải trọng có phân bố bất kỳ, tác dụng lên đỉnh dầm theo phương vuông góc với trục dầm và có hướng từ trên xuống. Thay vì phải xác định trước các tiết diện nghiêng nguy hiểm và xét nhiều trường hợp tải trọng riêng biệt như trong các phương pháp tính toán truyền thống, phương pháp này kiểm tra khả năng chịu lực cắt của dầm thông qua việc so sánh trực tiếp biểu đồ lực cắt với biểu đồ khả năng chịu lực cắt theo tiết diện nghiêng dọc theo chiều dài dầm.

Đối với trường hợp dầm chịu tải trọng phân bố đều và dầm chịu tải trọng tập trung, kết quả tính toán của các ví dụ cho thấy phương pháp được đề xuất cho kết quả phù hợp với kết quả tính toán theo các phương pháp tính toán hiện hành trong các tài liệu. Ngoài ra, phương pháp có thể áp dụng để tính dầm chịu tải trọng có quy luật phân bố bất kỳ, trong khi các phương pháp truyền thống chỉ áp dụng được cho trường hợp dầm chịu tải trọng phân bố đều hoặc chịu tải trọng tập trung.

Với quy trình tính toán rõ ràng, trực quan và dễ số hóa, phương pháp đề xuất thuận lợi cho việc lập trình tính toán trên máy tính, phù hợp để sử dụng trong thực hành thiết kế và giảng dạy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] TCVN 5574:2018. Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế.

[2] Nguyễn Tiến Chương, Ngô Văn Thức, Trương Hoàng Phúc. Tính toán theo độ bền chịu lực cắt dầm bê tông cốt thép chịu tải trọng phân bố phức tạp. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Trường Đại học Xây dựng Miền Tây, số 12, tr. 71-75, 03/2025.

[3] Phan Quang Minh, Ngô Thế Phong, Nguyễn Trường Thắng, Võ Mạnh Tùng. Kết cấu bê tông cốt thép - Phần cấu kiện cơ bản. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2021.

[4] Lê Bá Huế, Phan Minh Tuấn. Phương pháp thực hành tính toán kết cấu bê tông cốt thép theo TCVN 5574:2018. NXB. Xây dựng, Hà Nội, 2024.

[5] Đoàn Thị Quỳnh Mai, Trần Việt Tâm, Phạm Thái Hoàn, Dương Văn Hai, Đinh Văn Tùng. Hướng dẫn tính toán cấu kiện bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn TCVN 5574:2018. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2022.

[6] Методическое пособие по расчету железобетонных конструкций без предварительного напряжения арматуры. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, Москва, 2015.