

Tính toán bản móng băng bê tông cốt thép tiết diện chữ nhật chịu cắt với phản lực đáy móng phân bố bậc nhất theo TCVN 5574:2018

Shear resistance assessment of rectangular reinforced concrete strip footings under linearly distributed load based on TCVN 5574:2018

> PHAN TRỌNG KHANH, NGUYỄN BẢO VIỆT*

Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

*Email: vietnb@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Việc kiểm tra khả năng chịu cắt của cấu kiện bê tông cốt thép (BTCT) theo tiết diện nghiêng được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 5574:2018. Tuy nhiên, đối với móng băng BTCT chịu phản lực đáy móng phân bố tuyến tính, chưa có nhiều hướng dẫn và nghiên cứu đề cập đến vấn đề này. Bài báo trình bày lời giải giải tích cho bài toán kiểm tra cường độ chịu cắt trong tiết diện nghiêng của bản móng băng BTCT không bố trí cốt thép ngang chịu cắt khi phản lực đáy móng phân bố bậc nhất. Song song với đó, một phương pháp thực hành với các giả thiết đơn giản hóa được đề xuất nhằm nâng cao khả năng ứng dụng trong thiết kế. Kết quả nghiên cứu cho thấy phương pháp thực hành luôn cho kết quả về an toàn và có sai lệch từ 11% đến 33% so với kết quả giải tích. Phân tích tham số cho thấy giá trị lớn nhất của phản lực dưới đáy móng có ảnh hưởng quyết định đến điều kiện chịu cắt trong tiết diện nghiêng, trong khi độ dốc của biểu đồ phản lực có ảnh hưởng không đáng kể. Từ các kết quả nghiên cứu, bài báo đề xuất bảng lựa chọn sơ bộ chiều cao làm việc của bản móng băng BTCT theo áp lực tính toán của nền đất, phục vụ công tác tính toán và thiết kế.

Từ khóa: Móng băng BTCT; tiết diện nghiêng chịu cắt; TCVN 5574:2018; phản lực đáy móng phân bố tuyến tính.

ABSTRACT

TCVN 5574:2018 specifies the calculation of reinforced concrete members against shear failure on inclined sections. However, the application of these provisions to reinforced concrete strip footings subjected to linearly distributed soil reactions remains challenging due to the lack of detailed calculations. This paper presents an analytical solution for evaluating the shear resistance of inclined sections in reinforced concrete strip footing slabs without transverse shear reinforcement under linearly distributed soil reactions. On the other hand, a simplified practical method is proposed to facilitate engineering design applications. The results indicate that the proposed method provides conservative predictions with deviations ranging from 11% to 33% compared with the analytical solution. Parametric analyses show that the maximum soil reaction has a dominant influence on the shear capacity requirement, whereas the gradient of the soil reaction distribution has only a minor effect. Based on the obtained results, preliminary recommendations for selecting the effective depth of reinforced concrete strip footings according to the allowable bearing capacity of the foundation are proposed for practical design and educational purposes.

Keywords: RC strip footing; inclined shear section; TCVN 5574:2018; linearly distributed load.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đánh giá cường độ trên tiết diện nghiêng chịu cắt của kết cấu BTCT luôn là một bài toán phức tạp chịu nhiều ảnh hưởng của các yếu tố như kích thước hình học, đặc tính vật liệu và điều kiện tải trọng. Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông, BTCT của Việt Nam hiện hành là TCVN 5574:2018 [1] được ban hành dựa trên tiêu chuẩn gốc của Liên Xô và Nga sau này [4]. Tuy nhiên, nội dung của tiêu chuẩn 5574:2018 mới đưa ra những vấn đề

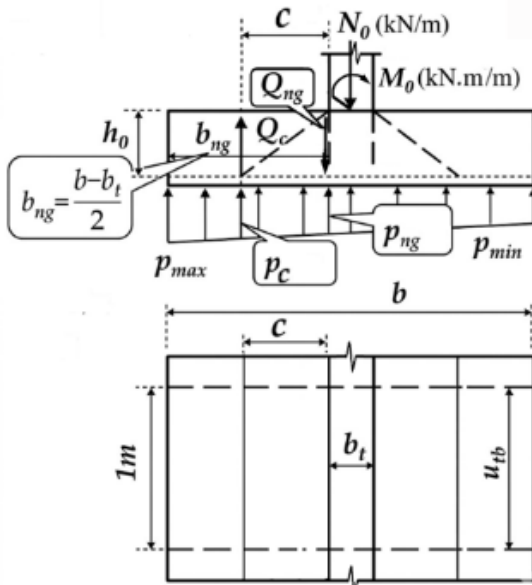
chung nhất về nguyên lý tính toán và cấu tạo, nên có thể gây khó khăn trong việc áp dụng tiêu chuẩn trong thực tế thiết kế công trình cũng như trong công tác dạy và học kết cấu BTCT ở các trường đại học. Việc tính toán thiết kế theo TCVN 5574:2018 trong tiết diện nghiêng chịu lực cắt đã được nhiều tác giả nghiên cứu. Tuy nhiên, hầu hết các bài báo đều tập trung vào việc tính toán cốt đai cho dầm BTCT tiết diện chữ nhật chịu tải trọng tập trung và/hoặc tải trọng phân bố đều [4~9]. Móng

bằng BTCT có những đặc thù riêng như tải trọng phân bố tuyến tính, bản móng không đặt cốt thép ngang chịu lực cắt chưa được nghiên cứu chi tiết. Gần đây Chương N.T. và nnk [8] có nghiên cứu về dầm BTCT chịu tải trọng phân bố phức tạp nhưng chưa đưa ra được phương pháp tính cụ thể cho trường hợp tải trọng phân bố bậc nhất.

Bài báo này tập trung nghiên cứu vào bài toán móng băng BTCT chịu lực cắt trong tiết diện nghiêng với tải trọng phân bố bậc nhất. Trong đó, lời giải bằng phương pháp giải tích chính xác được nghiên cứu và xác lập. Bên cạnh đó, một phương pháp tính gần đúng cũng được đề xuất để tăng khả năng ứng dụng trong thực tế tính toán, thiết kế.

2. TÍNH TOÁN MÓNG BĂNG BTCT THEO TIẾT DIỆN NGHIÊNG CHỊU LỰC CẮT

2.1. Phản lực dưới đáy móng



Hình 1. Phản lực phân bố dưới đáy móng băng

Hình 1 thể hiện mặt cắt ngang một móng băng có chiều rộng b , đỡ tường có chiều rộng b_t tại vị trí tâm móng, chịu tải trọng tính toán trạng thái giới hạn 1 phân bố theo chiều dài của móng với thành phần thẳng đứng N_0 và mô-men M_0 . Phản lực dưới đáy móng tác dụng lên bản móng có dạng phân bố tuyến tính theo chiều rộng móng. Các giá trị của phản lực có thể xác định theo công thức sau:

$$\begin{aligned} p_{tb} &= \frac{N_0}{b} \\ p_{\max} &= p_{tb} + \frac{M_0}{b^2/6} \\ p_{\min} &= p_{tb} - \frac{M_0}{b^2/6} \\ p_{ng} &= p_{\min} + \left(\frac{b_t}{2} + \frac{b}{2}\right) \frac{(p_{\max} - p_{\min})}{b} \\ p_c &= p_{ng} + \frac{C(p_{\max} - p_{\min})}{b} \end{aligned} \quad (1)$$

Trong đó: p_{tb} là phản lực trung bình dưới đáy móng;

$p_{\max}$ là phản lực lớn nhất dưới đáy móng;

$p_{\min}$ là phản lực nhỏ nhất dưới đáy móng;

p_{ng} là phản lực tại mép tường bên phía có phản lực lớn nhất;

p_c là phản lực tại vị trí cách mép tường một khoảng C .

2.2. Tính toán cấu kiện BTCT theo tiết diện nghiêng chịu lực cắt

Theo TCVN 5574:2018, lực cắt trên tiết diện nghiêng của cấu kiện BTCT cần thỏa mãn điều kiện:

$$Q_c \leq Q_b$$

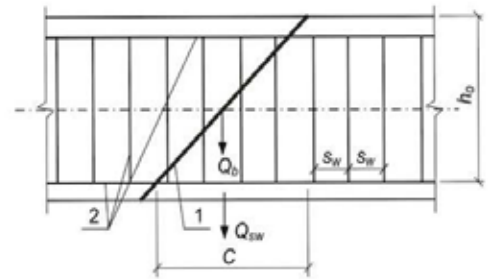
(2)

Trong đó: Q_c là lực cắt trên tiết diện nghiêng có hình chiếu xuống trục của bản móng là C ;

Q_b là khả năng chịu cắt của bê tông trong tiết diện nghiêng;

Chú thích 1: Thành phần Q_{sw} , lực cắt chịu bởi cốt thép ngang trong tiết diện nghiêng, được lược bỏ từ công thức gốc do kết cấu móng thường không bố trí cốt thép ngang chịu lực cắt.

Chú thích 2: Khoảng giá trị của C từ $0,6h_0$ đến $3,0h_0$



CHÚ DẪN:

1 – Tiết diện nghiêng; 2 – Cốt thép.

Hình 2. Sơ đồ tính toán cấu kiện BTCT theo tiết diện nghiêng chịu tác dụng của lực cắt (TCVN 5574:2018)

Lực cắt Q_c trên tiết diện nghiêng của móng băng được xác định (xem Hình 1):

$$Q_c = Q_{ng} - p_1 C \quad (3)$$

Trong đó:

$$Q_{ng} = \frac{p_{\max} + p_{ng}}{2} b_{ng} \quad (4)$$

$$p_1 = \frac{p_c + p_{ng}}{2}$$

Khả năng chịu cắt của bê tông trong tiết diện nghiêng, sức kháng cắt, theo TCVN 5574:2018 được xác định bằng công thức:

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} u_{tb} h_0^2}{C} = \frac{1,5 R_{bt} h_0^2}{C} \quad (5)$$

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;

R_{bt} là cường độ chịu kéo tính toán dọc trục của bê tông đối với các trạng thái giới hạn thứ nhất;

u_{tb} là chiều rộng trung bình của tiết diện nghiêng. Đối với trường hợp móng băng, khi tính toán, việc xem xét một đơn vị chiều dài móng tương đương với việc xem xét cho toàn bộ móng nên $u_{tb} = 1$;

h_0 là chiều cao làm việc của tiết diện;

C là chiều dài hình chiếu của tiết diện nghiêng lên trục dọc cấu kiện.

2.3. Phương pháp giải tích

Dựa trên các phương trình (3) và (5), điều kiện (2) cho lực cắt trên tiết diện nghiêng được viết lại cho móng băng là:

$$Q_{ng} - p_1 C \leq \frac{1,5R_{bt}h_0^2}{C} \quad (6)$$

Thay p_1 bằng công thức (4), chuyển về ta có:

$$Q_{ng} \leq \frac{1,5R_{bt}h_0^2}{C} + \left[p_{max} - \frac{p_{max} - p_{min}}{2b} (b - b_t - C) \right] C \quad (7)$$

Coi về phải của (7), là một hàm của C , $f(C)$:

$$f(C) = \frac{1,5R_{bt}h_0^2}{C} + \left[p_{max} - \frac{p_{max} - p_{min}}{2b} (b - b_t - C) \right] C \quad (8)$$

Do Q_{ng} không phụ thuộc vào giá trị C , nên trường hợp nguy hiểm nhất đối với điều kiện chịu cắt trong tiết diện nghiêng xảy ra khi $f(C)$ đạt giá trị nhỏ nhất khi C thay đổi từ $0,6h_0$ đến $3h_0$.

Khảo sát $f(C)$ với các hằng số được định nghĩa như sau:

- $A = 1,5R_{bt}h_0^2$
- $F = (p_{max} - p_{min})/2b$
- $E = (p_{max} - F(b - b_t))$

Khi đó:

$$f(C) = \frac{A}{C} + E.C + F.C^2 \quad (9)$$

$$f'(C) = -\frac{A}{C^2} + E + 2F.C \quad (10)$$

$$f''(C) = \frac{2A}{C^3} + 2F \quad (11)$$

Hàm $f(C)$ đạt cực trị tại các giá trị C là nghiệm của phương trình $f'(C) = 0$.

$$f'(C) = 0 \Leftrightarrow g(C) = 2F.C^3 + E.C^2 - A = 0$$

Đây là phương trình bậc 3 với các hằng số A, E, F đều lớn hơn 0:

- Khi $C \rightarrow 0^+$, $g(C) \rightarrow -A$ (giá trị âm)
- Khi $C \rightarrow +\infty$, $g(C) \rightarrow +\infty$ (giá trị dương)

Như vậy, $g(C)$ thay đổi từ giá trị âm sang dương khi C chạy từ 0^+ đến $+\infty$. Do đó, $g(C)$ có ít nhất một nghiệm dương.

Mặt khác: $g'(C) = 6F.C^2 + 2E.C > 0$ với mọi $C > 0$, nên $g(C)$ là hàm đồng biến nên phương trình $g(C) = 0$ hay $f'(C) = 0$ chỉ có một nghiệm duy nhất. Gọi nghiệm đó là C_{min} .

Việc giải phương trình bậc 3 $f'(C) = 0$ được giải bằng bảng tính MS. Excel với việc sử dụng chức năng Goal Seek trong Data → What-If Analysis.

Mặt khác, $f(C)$ là hàm lồi trong khoảng $(0, +\infty)$ vì có $f''(C) > 0$. Do đó, giá trị nhỏ nhất $f(C)_{min}$ của hàm $f(C)$ với C trong khoảng từ $0,6h_0$ đến $3h_0$ được xác định như sau:

a. Khi $b_{ng} \geq 3h_0$

- Nếu $0,6h_0 < C_{min} < 3h_0$, $f(C)$ đạt giá trị nhỏ nhất tại $C = C_{min}$
- Nếu $C_{min} \leq 0,6h_0$, $f(C)$ đạt giá trị nhỏ nhất tại $C = 0,6h_0$
- Nếu $C_{min} \geq 3h_0$, $f(C)$ đạt giá trị nhỏ nhất tại $C = 3h_0$

b. Khi $b_{ng} < 3h_0$

- Nếu $0,6h_0 < C_{min} < b_{ng}$, $f(C)$ đạt giá trị nhỏ nhất tại $C = C_{min}$
- Nếu $C_{min} \leq 0,6h_0$, cực tiểu xảy ra tại $C = 0,6h_0$
- Nếu $C_{min} \geq b_{ng}$, $f(C)$ đạt giá trị nhỏ nhất tại $C = b_{ng}$

Trường hợp $b_{ng} < 3h_0$ và $C_{min} \geq b_{ng}$, $Q_c = 0$ nên điều kiện chịu cắt trong tiết diện nghiêng luôn thỏa mãn, chiều cao làm việc của bản móng h_0 chọn theo cấu tạo.

Sau khi xác định được vị trí mặt cắt nghiêng nguy hiểm nhất, C_{min} , giá trị lực cắt Q_c và sức kháng cắt Q_b được tính lần lượt theo phương trình (3) và (5). Điều kiện chống cắt được kiểm tra theo công thức (2).

2.4. Phương pháp thực hành để xuất

Dựa trên các phương trình (3), (5) và điều kiện (6), do $p_1 \geq p_{ng}$, thiên về an toàn khi thay p_1 bằng p_{ng} , lúc này điều kiện (6) cho lực cắt trên tiết diện nghiêng được viết lại là:

$$Q_{ng} - p_{ng}C = Q_c \leq Q_b = \frac{1,5R_{bt}h_0^2}{C} \quad (4)$$

$$\text{hay } Q_{ng} \leq \frac{1,5R_{bt}h_0^2}{C} + p_{ng}C \quad (13)$$

Tương tự như phương pháp giải tích, điều kiện chống cắt trong tiết diện nghiêng nguy hiểm nhất khi về phải của (13), $f(C)$, đạt giá trị nhỏ nhất. Áp dụng bất đẳng thức Cauchy ta có:

$$f(C)_{min} = 2\sqrt{1,5R_{bt}h_0^2 p_{ng}} \quad (5)$$

Tại giá trị $C = C_{min}$

$$C_{min} = h_0 \sqrt{\frac{1,5R_{bt}}{p_{ng}}} \quad (15)$$

Xét điều kiện của bài toán móng băng BTCT:

- Phản lực dưới đáy móng phải nhỏ hơn áp lực tính toán nền đất (TCVN 9362:2012): $p_{ng} < R_0 = 600 \text{ kPa}$

- Bê tông cấp độ bền tối thiểu đối với móng B15 có cường độ chịu kéo tính toán dọc trục là: 750 kPa

Kết hợp hai điều kiện trên, từ công thức (15), $C_{min} > 1,36h_0$. Như vậy, trường hợp $C_{min} < 0,6h_0$ không cần xét đến, giá trị nhỏ nhất $f(C)_{min}$ khi C nằm trong khoảng từ $0,6h_0$ đến $3h_0$ được xác định như sau:

a. Khi $b_{ng} \geq 3h_0$

- Nếu $C_{min} < 3h_0$, $f(C)$ đạt giá trị nhỏ nhất tại $C = C_{min}$
- Nếu $C_{min} \geq 3h_0$, $f(C)$ đạt giá trị nhỏ nhất tại $C = 3h_0$

b. Khi $b_{ng} < 3h_0$

- Nếu $C_{min} < b_{ng}$, $f(C)$ đạt giá trị nhỏ nhất tại $C = C_{min}$
- Nếu $C_{min} \geq b_{ng}$, $f(C)$ đạt giá trị nhỏ nhất tại $C = b_{ng}$

Trường hợp $b_{ng} < 3h_0$ và $C_{min} \geq b_{ng}$, $Q_c = 0$ nên điều kiện chịu cắt trong tiết diện nghiêng luôn thỏa mãn, chiều cao làm việc của bản móng h_0 chọn theo cấu tạo.

Sau khi xác định được vị trí mặt cắt nghiêng nguy hiểm nhất, C_{min} , giá trị lực cắt Q_c và sức kháng cắt Q_b và điều kiện chống cắt được tính toán và kiểm tra theo công thức (12).

2.5. Hệ số đánh giá ECO

Để đánh giá điều kiện chịu cắt trên tiết diện nghiêng một cách định lượng, hệ số đánh giá ECO được xác định theo biểu thức sau:

$$ECO = \frac{Q_b - Q_c}{Q_b} \quad (6)$$

Với định nghĩa trên, giá trị của hệ số ECO thể hiện các ý nghĩa như sau:

- Nếu $ECO = 0$, lực cắt Q_c bằng sức kháng cắt Q_b . Lúc này, chiều cao làm việc h_0 của bản móng chính là giá trị tối thiểu cần có để đảm bảo điều kiện chống cắt trong tiết diện nghiêng;
- Nếu $ECO > 0$, điều kiện chịu cắt trong tiết diện nghiêng được thỏa mãn. Giá trị ECO càng lớn thì phần thừa của sức kháng cắt càng lớn, độ an toàn chống cắt càng cao;
- Nếu $ECO < 0$, tiết diện nghiêng không đủ khả năng chịu cắt.

3. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH VÀ NHẬN XÉT

Dựa trên các giả thiết tính toán, phương pháp thực hành cho kết quả đồng nhất với phương pháp giải tích trong trường hợp phản lực dưới đáy móng phân bố đều và thiên về an toàn trong trường hợp phản lực này phân bố hình thang/hình tam giác.

Các yếu tố ảnh hưởng đến điều kiện chịu lực cắt trong tiết diện nghiêng của bản móng bằng được nghiên cứu bao gồm: 1) Độ dốc của phản lực phân bố dưới đáy bản móng, 2) Chiều rộng bản móng b , chiều cao làm việc của bản móng h_0 , chiều rộng của tường b_t được nghiên cứu thông qua tỷ số giữa chiều dài của nhịp bản móng công-xôn b_{ng} và chiều cao làm việc của bản móng b_{ng}/h_0 .

Cường độ chịu cắt, Q_b , trong tiết diện nghiêng tính theo cả hai phương pháp đều có giá trị bằng nhau. Bê tông có cấp độ bền lớn hơn cho cường độ chịu cắt lớn hơn. Điều đó có nghĩa là, nếu điều kiện chịu cắt trong tiết diện nghiêng được thỏa mãn với bê tông cấp độ bền thấp, thì nó cũng sẽ được thỏa mãn đối với bê tông cấp độ bền cao hơn. Do đó, cường độ chịu kéo dọc trục tính toán của bê tông được nghiên cứu với loại bê tông có cấp độ bền tối thiểu cho kết cấu BTCT chịu lực B15.

3.1. Các thông số nghiên cứu

Tiến hành nghiên cứu một móng bằng có chiều rộng đáy $b = 2,2$ m đỡ tường có chiều dày $b_t = 0,2$ m, chịu áp lực phân bố tuyến tính với giá trị lớn nhất và nhỏ nhất lần lượt là p_{max} và p_{min} . Móng làm bằng BTCT có cấp độ bền B15, $R_{bt} = 750$ kPa.

Hệ số đánh giá ECO mô tả trong mục 2.5, với các yếu tố sau sẽ được nghiên cứu:

a) Độ dốc của phản lực phân bố tuyến tính dưới đáy móng:

$p_{max} = 100$ kPa, 200 kPa, 300 kPa, 400 kPa, 500 kPa, 600 kPa; p_{min}

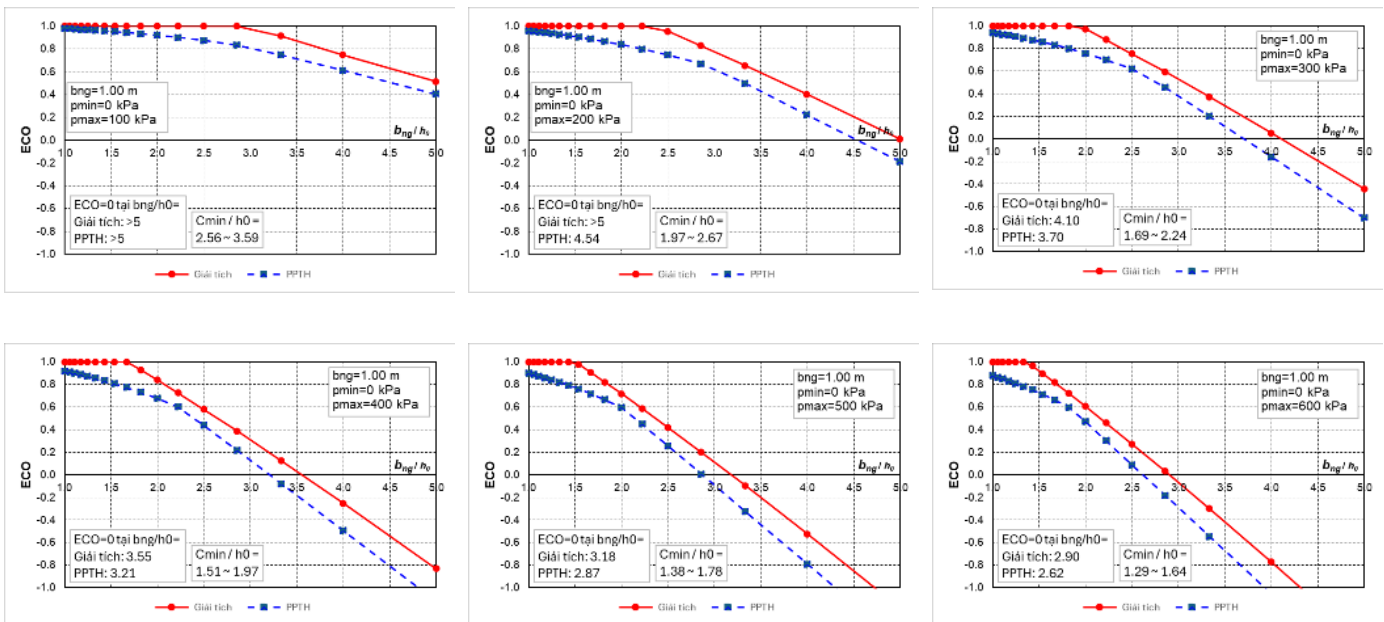
lấy hai giá trị 0 và p_{max} . Các giá trị p_{max} được chọn phù hợp với áp lực tính toán quy ước R_0 (phụ lục D, TCVN 9362:2012).

b) Tỷ số b_{ng}/h_0 : 1 ~ 5.

3.2. Kết quả tính toán và nhận xét

Hình 3 thể hiện kết quả tính toán hệ số đánh giá ECO của điều kiện chống cắt trong mặt phẳng nghiêng của bản móng bằng BTCT. Giá trị ECO của phương pháp thực hành luôn nhỏ hơn hoặc bằng ECO của phương pháp giải tích. Trường hợp bằng nhau xảy ra khi phản lực dưới đáy móng phân bố đều. Điều này hoàn toàn đúng với giả thiết của phương pháp thực hành nêu trong mục 2.4.

Độ sai khác giữa ECO của hai phương pháp tăng khi độ dốc của phản lực dưới đáy móng lớn. Khi $p_{min} = 0$ và p_{max} thay đổi từ 100 kPa đến 600 kPa, độ sai khác lớn nhất tăng từ 11% lên 33%. Tại giá trị $ECO = 0$ của phương pháp thực hành, độ sai khác của nó đối với phương pháp giải tích chưa tới 20% đối với trường hợp phản lực đáy móng có độ dốc lớn nhất. Đây là giá trị sai lệch thiên về an toàn hoàn toàn có thể chấp nhận được trong thực hành thiết kế. Hơn nữa, khi chiều cao của bản móng lớn hơn, diện tích cốt thép chịu uốn trong bản móng cũng sẽ nhỏ hơn. Trong hầu hết các trường hợp, chi phí cho bản móng bằng BTCT hầu như không có sự thay đổi lớn. Điều này chứng tỏ, kết quả tính toán của phương pháp thực hành có thể dùng để tính toán thiết kế điều kiện chịu cắt trong mặt phẳng nghiêng của móng bằng BTCT.



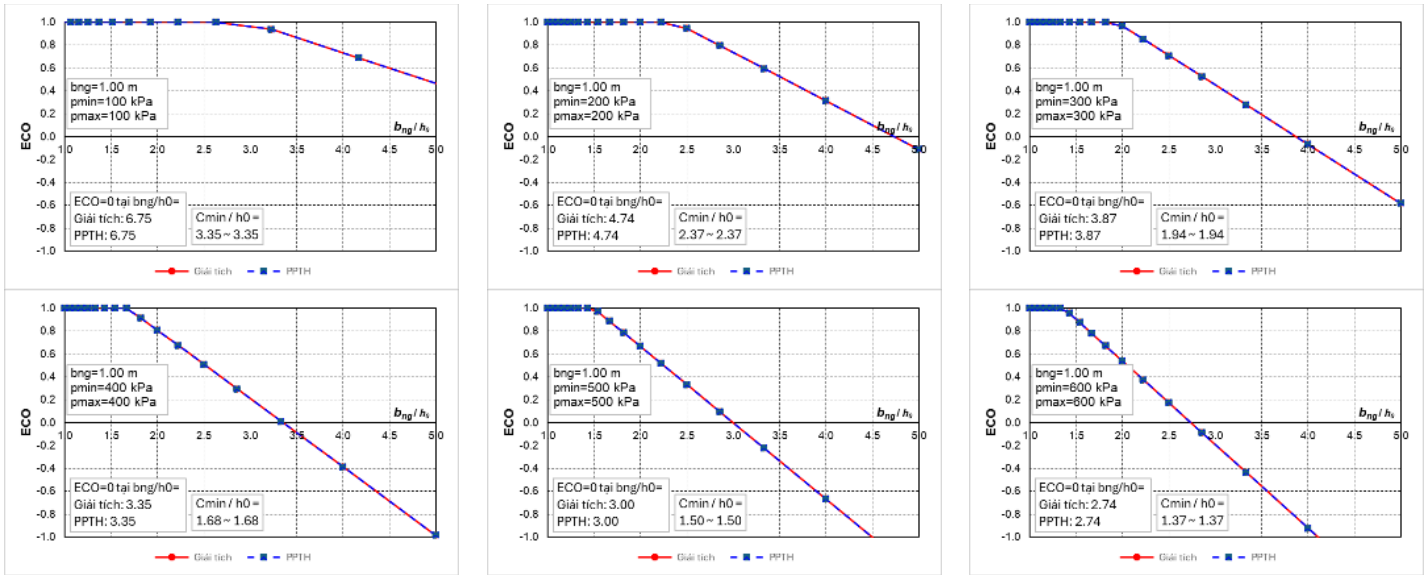
Hình 3. Hệ số đánh giá ECO với trường hợp phản lực đáy móng phân bố hình thang

Hình 4 thể hiện giá trị hệ số đánh giá ECO cho trường hợp phản lực đáy móng phân bố đều. Biểu đồ cho thấy giá trị ECO tính bằng hai phương pháp hoàn toàn tương đồng đúng như phân tích lý thuyết ở trên.

Phân tích kết quả tính toán của phương pháp thực hành, khi cường độ của phản lực đáy móng tăng, chiều cao làm việc h_0 tối thiểu để thỏa mãn điều kiện cường độ chống cắt trong tiết diện nghiêng tăng. Khi $p_{min} = 0$ và p_{max} thay đổi từ 100 kPa; 200 kPa; 300 kPa; 400 kPa; 500 kPa và 600 kPa, biểu đồ ECO của PPTH (Hình 3) cắt trục hoành tại các vị trí b_{ng}/h_0 lần lượt bằng 6,97; 4,54; 3,70; 3,21; 2,87 và 2,62.

Đối với Hình 4, khi $p_{min} = p_{max} = 100$ kPa; 200 kPa; 300 kPa; 400 kPa; 500 kPa và 600 kPa, biểu đồ ECO cắt trục hoành tại các vị trí b_{ng}/h_0 lần lượt bằng 6,75; 4,74; 3,87; 3,35; 3,00; 2,74. Độ chênh lệch giữa các giá trị này đều dưới 5% khi so sánh hai trường hợp phản lực đáy móng có cùng phản lực lớn nhất p_{max} nhưng có phân bố hình tam giác ($p_{min} = 0$) và phân bố đều ($p_{min} = p_{max}$).

Điều này chỉ ra rằng, độ dốc của phản lực dưới đáy móng không tác động nhiều đến chiều cao làm việc tối thiểu yêu cầu của bản móng. Yếu tố ảnh hưởng lớn đến điều kiện cường độ chống cắt trong tiết diện nghiêng là giá trị lớn nhất của phản lực đáy móng p_{max} .



Hình 4. Hệ số đánh giá ECO với trường hợp phân lực đáy móng phân bố đều

Chiều cao làm việc h_0 tối thiểu của bản móng băng BTCT phụ thuộc vào phân lực lên đáy móng. Trong khi đó, phân lực lên đáy móng phải nhỏ hơn hoặc bằng áp lực tính toán của nền đất (TCVN 9362:2012). Dựa vào kết quả nghiên cứu ở trên, chiều cao làm việc h_0 của bản móng băng BTCT với cấp độ bền B15 có thể được lựa chọn sơ bộ dựa trên áp lực tính toán của nền đất theo Bảng 1 như sau:

Bảng 1. Lựa chọn chiều cao làm việc của bản móng

STT	Áp lực tính toán của nền đất, kPa	Chiều cao làm việc của bản móng BTCT B15
1	≤ 200	$1/4 b_{ng}$
2	$200 \sim 400$	$1/3 b_{ng}$
3	$400 \sim 600$	$1/2,5 b_{ng}$

4. KẾT LUẬN

Bài toán móng băng BTCT chịu lực cắt trong tiết diện nghiêng đã được giải bằng phương pháp giải tích chính xác cho trường hợp phân lực đáy móng phân bố tuyến tính. Kết quả này phù hợp cho các nghiên cứu chuyên sâu cũng như các bài toán đòi hỏi độ chính xác cao.

Tuy nhiên, việc thực hiện các tính toán khá phức tạp nên tính ứng dụng không cao trong điều kiện thực hành tính toán, thiết kế. Do đó, bài báo đã đề xuất phương pháp thực hành với các thiết kế đơn giản hóa việc tính toán, thiên về an toàn. Phương pháp thực hành đưa ra từng bước thực hiện với các công thức tính đơn giản để nâng cao tính ứng dụng. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, kết quả của phương pháp thực hành có độ chính xác khá cao, 11% ~ 33%, so với kết quả của phương pháp giải tích. Phương pháp thực hành phù hợp cho công tác tính toán, thiết kế thực hành cũng như trong công tác giảng dạy, đào tạo.

Nghiên cứu cũng đưa ra được bảng tham khảo các giá trị của chiều cao làm việc của bản móng băng BTCT chịu cắt trong tiết diện nghiêng tương ứng với áp lực tính toán của nền đất. Bảng tham khảo này có thể sử dụng trong các thiết kế cơ sở cũng như các lựa chọn ban đầu cho các tính toán, thiết kế chi tiết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Bộ Khoa học và Công nghệ. TCVN 5574:2018, Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép, Việt Nam.

[2] Bộ Khoa học và Công nghệ. TCVN 9362:2012, Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình, Việt Nam.

[3] Phan Quang Minh, Ngô Thế Phong, Nguyễn Trường Thắng, Võ Mạnh Tùng. Kết cấu bê tông cốt thép (phần cấu kiện cơ bản). TCVN 5574:2018. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2021.

[4] Phan Quang Minh, Phạm Thái Hoàn. Phương pháp thực hành tính toán cốt đai chịu cắt của dầm bê tông cốt thép tiết diện chữ nhật. Tạp chí Xây dựng, số 01, tr. 127-135, 2023.

[5] Nguyễn Trường Thắng. Tính toán cốt đai cho dầm bê tông cốt thép chịu đồng thời lực phân bố đều và lực tập trung. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, tập 13, số 1V, tr. 25-34, 2019.

[6] Lê Bá Huê. Kiến nghị về tính toán cốt đai chịu cắt của dầm bê tông cốt thép chịu lực tập trung theo SP 63.13330.2012. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, số 3, tr. 74-78, 2018.

[7] Lê Bá Huê, Phan Minh Tuấn. Kiến nghị tính toán cốt đai chịu cắt của dầm chịu tải trọng tập trung theo TCVN 5574:2018. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, tập 16, số 3V, tr. 60-73, 2022.

[8] 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, 2025.

[9] Trương Minh Sang, Hoàng Công Duy, Phạm Thị Lan. Đề xuất quy trình tính toán cốt thép đai cho dầm bê tông cốt thép. Tạp chí Vật liệu và Xây dựng, tập 14, số 3, tr. 81-87, 2024.