

Tính toán bu lông neo trong bê tông theo tiêu chuẩn hoa kỳ ACI 318-08

Calculation of anchor bolts according to ACI 318-08

Nguyễn Danh Hoàng

Tóm tắt

Đối với các công trình dân dụng, công nghiệp việc sử dụng các loại bu lông neo (có thể là đặt trước hoặc đặt sau) để liên kết kết cấu thép với bê tông rất phổ biến. Sự phá hoại của bu lông neo rất phức tạp nó có thể xuất phát từ bản thân bu lông neo hay các vùng bê tông quanh bu lông neo theo các dạng chịu lực khác nhau. Trong các điều kiện phải dùng bu lông neo đặt sau (công trình cải tạo, treo các thiết bị hoàn thiện, cơ điện...) ở các vùng diện tích hẹp dễ xảy ra phá hoại từ vùng bê tông quanh bu lông neo. Bài báo đề cập đến việc tính toán bu lông neo trong bê tông theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ ACI 318-08.

Từ khóa: bu lông neo, kéo, cắt, độ bền, bê tông

Abstract

For civil and industrial constructions, the use of anchor bolts (either potst installed anchors or cast in place anchors) is very popular. The failure of anchor bolt is so complicated. It can arise from the anchor bolt itself or the concrete areas around the anchor bolts under different force. In the conditions where it is necessary to use cast in place anchors (renovating works, ME equipment...) It is often appears failure cases from the concrete area. The paper mention to the calculation of anchor bolts according to the American standard ACI 318-08.

Key words: anchor bolts, tension, shear, strength, concrete

1. Đặt vấn đề

Thực tế làm việc của các loại bu lông liên kết với kết cấu bê tông cốt thép (bu lông neo đặt trước, đặt sau ...) là rất phức tạp. Sự phá hoại có thể xảy ra tại bu lông neo hay tại vùng bê tông quanh bu lông neo, có thể phá hoại do chịu kéo hoặc chịu cắt hoặc kết hợp. Trong tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép hiện hành TCVN 5574-2012 và cả tiêu chuẩn thiết kế bê tông cốt thép TCVN 5574-2018 mới chỉ đề cập đến sự phá hoại tại bản thân bu lông neo mà chưa đề cập nhiều đến sự phá hoại của vùng bê tông quanh bu lông neo. Đối với các loại bu lông neo đặt trước được hạn chế đáng kể. Tuy nhiên trong một số trường hợp khi thi công các công trình cải tạo hoặc những trường hợp bất khả kháng thì phải dùng các loại bu lông neo đặt sau khi đó chiều sâu chôn bu lông trong bê tông và khoảng cách từ bu lông tới mép tiết diện hạn chế. Do đó nguy cơ phá hoại bê tông quanh bu lông neo là rất lớn.

Sự phá hoại của liên kết bu lông vào bê tông có thể xảy ra một hoặc kết hợp các trường hợp trong hình 1.

Do hạn chế trong khối lượng nên nội dung bài báo tác giả chỉ xin đề cập đến trường hợp kéo vỡ côn bê tông quanh bu lông neo (trường hợp d,e của hình 1) và trường hợp vỡ côn bê tông do lực cắt (trường hợp a,c của hình 1). Trong đó sẽ khảo sát cho trường hợp khoảng cách từ tâm bu lông neo đến mép bê tông nhỏ và bề dày cấu kiện bê tông nhỏ.

2. Tính toán độ bền theo điều kiện kéo vỡ côn bê tông quanh bu lông neo

Độ bền danh nghĩa theo điều kiện kéo vỡ côn bê tông quanh bu lông neo đơn hoặc nhóm bu lông neo xác định như sau:

Đối với bu lông trong nhóm:

$$N_{cbg} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b \quad (1)$$

Đối với bu lông đơn:

$$N_{cb} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b \quad (2)$$

Trong đó:

A_{Nco} là diện tích hình chiếu bằng vùng bê tông kéo vỡ cho 1 bu lông đơn.

$$A_{Nco} = (2 \times 1.5h_{ef}) \times (2 \times 1.5h_{ef}) = 9h_{ef}^2$$

Khi có nhiều bu lông nếu khoảng cách theo 2 phương đến 1 bu lông gần nhất nhỏ hơn 3 lần chiều sâu chôn bu lông trong bê tông (h_{ef}) thì khi đó sẽ tính toán các bu lông như 1 nhóm và dùng công thức (1). Còn khi khoảng cách từ 1 bu lông đến các bu lông khác lớn hơn 3 h_{ef} thì phải tính toán kiểm tra cho bu lông đơn dùng công thức (2).

A_{Nc} là diện tích hình chiếu bằng côn bê tông kéo vỡ của 1 bu lông neo đơn hoặc nhóm bu lông neo được xác định như các trường hợp sau:

Xác định $\psi_{ec,N}$:

$\psi_{ec,N}$ là hệ kể đến độ lệch tâm của nhóm bu lông xác định theo công thức sau:

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{\left(1 + \frac{2e'_n}{3h_{ef}}\right)}, \text{ và giá trị } \psi_{ec,N} \text{ không lấy lớn hơn 1} \quad (3)$$

ThS. Nguyễn Danh Hoàng

Bộ môn kết cấu Thép-Gỗ

Khoa Xây Dựng

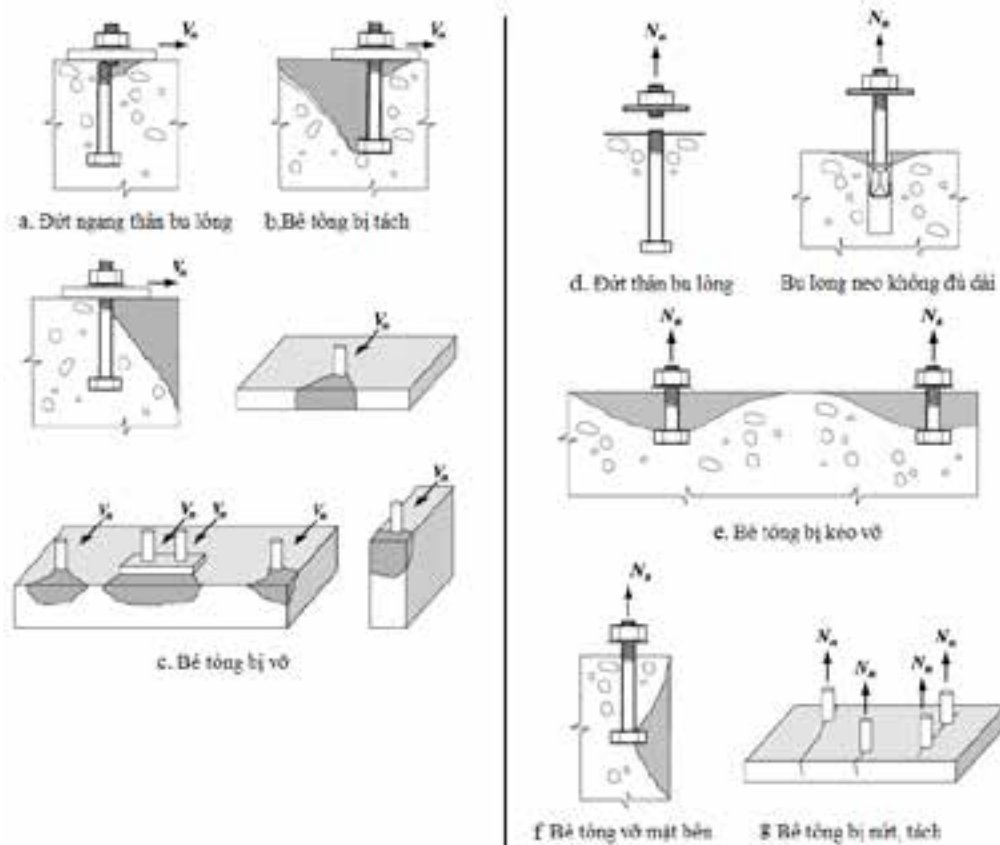
Email: danhhoangdchau@gmail.com

ĐT: 0977959078

Ngày nhận bài: 23/4/2021

Ngày sửa bài: 20/5/2021

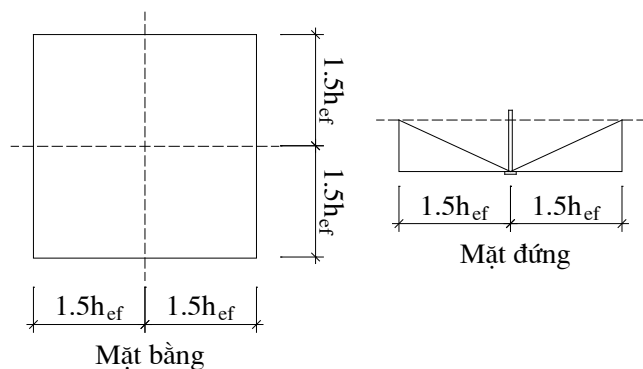
Ngày duyệt đăng: 22/5/2023



a. Các trường hợp phá hoại bu lông neo chịu cắt

b. Các trường hợp phá hoại bu lông neo chịu kéo

Hình 1. Các trường hợp phá hoại bu lông neo [3]



Hình 2. Tính toán ANco [3]

Với e'_n là độ lệch tâm lực kéo so với trọng tâm nhóm bu lông.

Xác định $\psi_{ed,N}$:

$$\psi_{ed,N} = 1, \text{ nếu } c_{a,\min} \geq 1.5h_{ef} \quad (4)$$

$$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c_{a,\min}}{1.5h_{ef}}, \text{ nếu } c_{a,\min} \leq 1.5h_{ef} \quad (5)$$

Với $c_{a,\min}$ là giá trị nhỏ nhất trong các khoảng cách từ tâm bu lông neo đến mép;

Xác định $\psi_{c,N}$:

Khi tính toán không xuất hiện vết nứt $\psi_{c,N} = 1.25$ với

bu lông đặt trước, $\psi_{c,N} = 1.4$ với bu lông đặt sau;

Khi tính toán có xuất hiện vết nứt $\psi_{c,N} = 1.0$ với bu lông đặt trước và bu lông đặt sau.

Xác định $\psi_{cp,N}$:

$$\psi_{cp,N} = 1, \text{ nếu } c_{a,\min} \geq c_{ac} \quad (6)$$

$$\psi_{cp,N} = \frac{c_{a,\min}}{c_{ac}}, \text{ nếu } c_{a,\min} \leq 1.5h_{ef} \quad (7)$$

Và giá trị $\psi_{cp,N}$ không được nhỏ hơn $1.5 \frac{h_{e,f}}{c_{ac}}$;

Trong đó c_{ac} xác định tùy thuộc loại bu lông neo. Đối với bu lông kiểm soát bằng mô men xoắn $c_{ac}=2.5h_{ef}$, đối với các loại bu lông khác $c_{ac}=4h_{ef}$.

Cường độ chịu kéo của bê tông trong vùng bị nứt khi tính toán theo điều kiện kéo vỡ còn bê tông quanh bu lông neo không được vượt quá giá trị sau đây:

$$N_b = k_c \lambda \sqrt{f'_c} h_{ef}^{1.5} \quad (8)$$

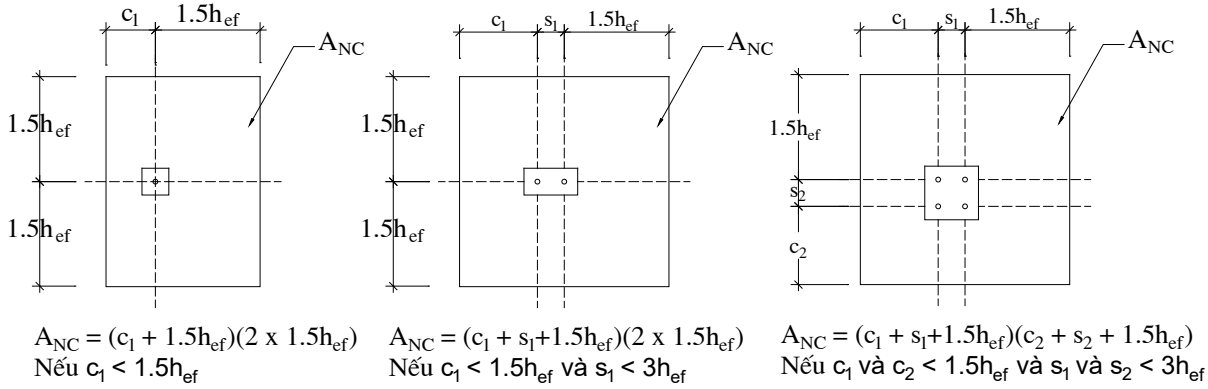
Trong đó: $k_c=24$ với bu lông đặt trước,

$k_c=17$ đối với bu lông đặt sau;

$\lambda = 1$ với bê tông nặng thông thường;

Đối với các bu lông hàn đầu có $28\text{cm} < h_{ef} < 63\text{cm}$ thì N_b

không vượt quá giá trị $N_b = 16\lambda \sqrt{f'_c} h_{ef}^{5/3}$.



Hình 3. Tính toán ANC [3]

Khi các bu lông neo nằm ở vị trí có khoảng cách tới mép bê tông bé hơn $1.5h_{ef}$ tới ba cạnh hoặc nhiều hơn ba cạnh thì giá trị của hệ được sử dụng để tính ANC theo công thức (1) đến (8) sẽ bằng giá trị lớn hơn giữa $c_{a,max}/1.5$ và $1/3$ khoảng cách lớn nhất giữ các bu lông trong nhóm.

Độ bền thiết kế là giá trị ϕN_{cb} hay ϕN_{cbg} trong đó ϕ là hệ số sức kháng phụ thuộc dạng chịu lực và bố trí cốt thép trong kết cấu bê tông.

3. Tính toán độ bền theo điều kiện vỡ côn bê tông do lực cắt

Độ bền danh nghĩa theo điều kiện vỡ bê tông do lực cắt được xác định như sau:

Đối với bu lông trong nhóm:

$$V_{cb} = \frac{A_{Vc}}{A_{Vco}} \psi_{ec,V} \psi_{ed,V} \psi_{c,V} \psi_{h,V} V_b \quad (9)$$

$$V_{cbg} = \frac{A_{Vc}}{A_{Vco}} \psi_{ec,V} \psi_{c,V} \psi_{h,V} V_b \quad (10)$$

Với A_{Vco} là diện tích hình chiếu vùng bê tông vỡ do lực cắt cho 1 bu lông đơn.

$$A_{Vco} = 2(1.5c_{a1})(1.5c_{a1}) = 4.5(c_{a1})^2$$

A_{Vc} là diện tích hình chiếu côn bê tông vỡ do lực cắt của 1 bu lông neo đơn hoặc nhóm bu lông neo được xác định theo các trường hợp trong hình 4.

Xác định $\psi_{ec,V}$. $\psi_{ec,V}$ là hệ kể đến độ lệch tâm của nhóm bu lông xác định theo công thức sau;

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{\left(1 + \frac{2e'_v}{3c_{a1}}\right)}, \text{ và giá trị } \psi_{ec,V} \text{ không lấy lớn hơn 1} \quad (11)$$

e'_v là độ lệch tâm lực cắt so với trọng tâm nhóm bu lông;

$$\text{Xác định } \psi_{ed,V}: \psi_{ed,V} = 1, \text{ nếu } c_{a2} \geq 1.5c_{a1} \quad (12)$$

$$\psi_{ed,V} = 0.7 + 0.3 \frac{c_{a2}}{1.5c_{a1}}, \text{ nếu } c_{a2} < 1.5c_{a1} \quad (13)$$

Xác định $\psi_{c,V}$:

Khi tính toán không xuất hiện vết nứt $\psi_{c,V} = 1.4$, khi tính toán có xuất hiện vết nứt $\psi_{c,V}$ được lấy như sau:

$\psi_{c,V} = 1.0$ khi không có cốt thép gia cường, $\psi_{c,V} = 1.2$ khi có cốt thép dọc gia cường, $\psi_{c,V} = 1.4$ khi có cốt dọc và cốt đai gia cường.

Xác định $\psi_{h,V}$:

$$\psi_{h,V} = \sqrt{\frac{1.5c_{a1}}{h_a}}, \text{ nếu } h_a \leq 1.5c_{a1} \quad (14)$$

$\psi_{h,V}$ lấy giá trị không nhỏ hơn 1.

Cường độ chịu cắt của bê tông trong vùng bị nứt khi tính toán theo điều kiện vỡ côn bê tông quanh bu lông neo do lực cắt không được vượt quá giá trị sau đây:

$$V_b = \left(7 \left(\frac{l_e}{d_a}\right)^{0.2} \sqrt{d_a}\right) \lambda \sqrt{f'_c} (c_{a1})^{1.5} \quad (15)$$

Trong đó:

$l_e = h_{ef}$ với bu lông có độ cứng không đổi, $l_e = 2d_a$ với bu lông nở kiểm soát bằng mô men xoắn. Trong tất cả các

trường hợp $l_e \leq 8d_a$.

Đối với các bu lông có phần đáy được đặt trước hoặc hàn vào cốt thép giá trị V_b được tính toán theo công thức sau:

$$V_b = \left(8 \left(\frac{l_e}{d_a}\right)^{0.2} \sqrt{d_a}\right) \lambda \sqrt{f'_c} (c_{a1})^{1.5} \quad (16)$$

$\lambda = 1$ với bê tông nặng thông thường;

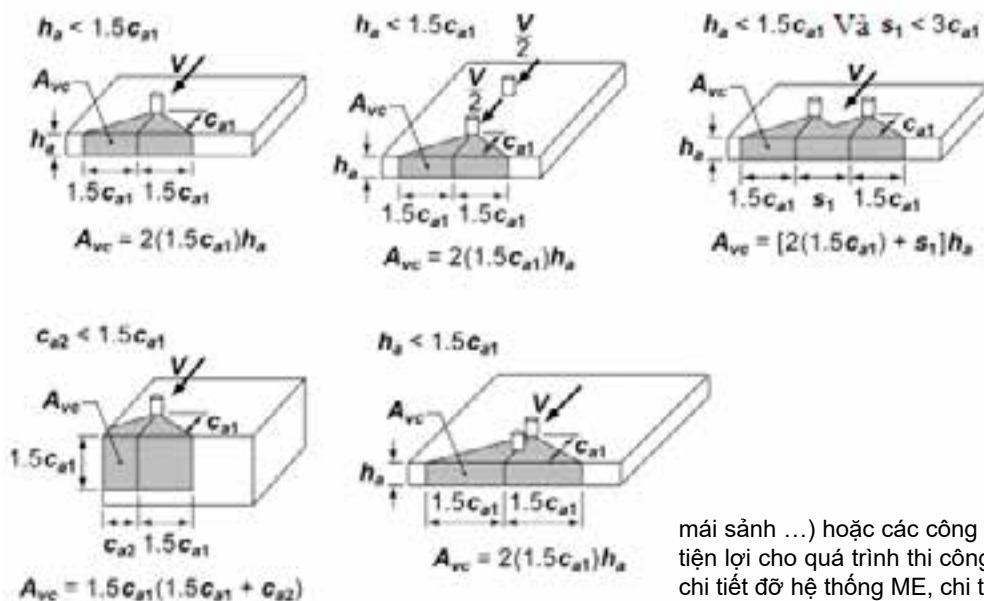
Khi các bu lông neo nằm ở vị trí có khoảng cách tới mép bê tông bé hơn giá trị $1.5c_{a1}$ và $h_a < 1.5c_{a1}$ thì giá trị của c_{a1} được sử dụng để tính toán theo công thức từ (9) đến (16) sẽ bằng giá trị lớn hơn giữa $c_{a2}/1.5$, $h_a/1.5$ và $1/3$ khoảng cách lớn nhất giữ các bu lông trong nhóm.

Độ bền thiết kế là giá trị ϕV_{cb} hay ϕV_{cbg} .

Khi chịu tác dụng đồng thời của lực cắt và lực kéo thì công thức kiểm tra cho 3 trường hợp như sau:

$$\text{- Nếu } \frac{V_{ua}}{\phi V_n} \leq 0.2 \text{ thì } \phi N_n \geq N_{ua} \quad (17)$$

$$\text{- Nếu } \frac{N_{ua}}{\phi N_n} \leq 0.2 \text{ thì } \phi V_n \geq V_{ua} \quad (18)$$



Hình 4. Tính toán AVC [3]

- Nếu $\frac{N_{ua}}{\phi N_n} > 0.2$ và $\frac{V_{ua}}{\phi V_n} > 0.2$
thì $\frac{N_{ua}}{\phi N_n} + \frac{V_{ua}}{\phi V_n} \leq 1.2$ (19)

4. Tính toán độ bền kéo và cắt của thân bu lông

Tính toán khả năng chịu kéo của bu lông neo:

Khả năng chịu kéo danh định của các bu lông neo xác định như sau:

$$N_{sa} = nA_{se,N}f_{uta} \quad (20)$$

Trong đó:

n : là số lượng bu lông,

$A_{se,N}$: là diện tích thực bu lông neo;

f_{uta} : là cường độ kéo đứt danh định của bu lông neo lấy giá trị nhỏ hơn của 860Mpa và $1.9 f_{ya}$.

Khả năng chịu kéo thiết kế lấy giá trị: ϕN_{sa} với ϕ hệ số sức kháng phụ thuộc vào phân loại nhóm bu lông.

Tính toán khả năng chịu cắt của bu lông neo:

Khả năng chịu cắt danh định của các bu lông neo xác định như sau:

$$V_{sa} = nA_{se,V}f_{uta} \text{ đối với bu lông có đầu dạng tấm; } \quad (21)$$

$$V_{sa} = n0.6A_{se,V}f_{uta} \text{ đối với các loại bu lông khác; } \quad (22)$$

Trong đó

$A_{se,V}$, n , f_{uta} : lấy như trong công thức (20)

Khả năng chịu kéo thiết kế lấy giá trị: ϕN_{sa} với ϕ hệ số sức kháng phụ thuộc vào phân loại nhóm bu lông.

5. Vận dụng vào bài toán thực tế công trình khi dùng bu lông đặt sau vào các vùng bê tông chịu kéo có diện tích nhỏ

Trong thực tế xây dựng công trình rất hay gặp các trường hợp phải sử dụng bu lông neo đặt sau. Đó có thể là các công trình cải tạo (khoan đâm thép vào cột bê tông, thêm mái che

mái sảnh ...) hoặc các công trình đơn vị thi công đặt sau để tiện lợi cho quá trình thi công và định vị chính xác vị trí (các chi tiết đỡ hệ thống ME, chi tiết kiến trúc...).

Căn cứ vào các công thức tính toán thấy rằng sự phá hoại còn bê tông quanh bu lông hoặc cụm bu lông phụ thuộc trực tiếp vào diện tích hình chiếu côn bê tông phá hoại A_{Nc} , A_{vc} và cường độ bê tông phá hoại N_b , V_b (phụ thuộc nhiều vào chiều sâu chôn bu lông trong bê tông).

Xét theo điều kiện này thì các bu lông hoặc cụm bu lông ở các mép tiết diện sẽ có diện tích A_{Nc} , A_{vc} nhỏ nhất đồng thời loại công trình này thường sẽ có bề dày cấu kiện hạn chế nên chiều sâu chôn bu lông neo trong bê tông h_{ef} nhỏ.

Để thấy rõ sự suy giảm khả năng chịu lực khi sử dụng bu lông đặt sau trong các vùng diện tích chật hẹp, ở đây trình bày ví dụ tính toán cho trường hợp này.

Ví dụ 1: Xác định độ bền thiết kế của liên kết bố trí như hình 6. Bu lông M20, chiều sâu bu lông neo trong bê tông là 120mm. Bu lông thuộc loại đặt sau, dùng loại có giới hạn chảy vật liệu thép $f_y=300$ Mpa, bê tông dùng B20, hệ số sức kháng $\phi=0.7$.

Do $h_{ef}=120$ mm, khoảng cách giữ các bu lông kề nhau là $s=130$ mm $< 3h_{ef}=360$ mm nên tính toán các bu lông là 1 nhóm

Khoảng lớn nhất từ các bu lông ngoài cùng đến mép $c_{a,max}=60$ mm $< 1.5h_{ef}=180$ mm. Do đó giá trị h_{ef} đưa vào tính toán là giá trị lớn hơn giữa $c_{a,max}/1.5$ và $1/3s$.

$$c_{a,max}=60\text{mm}, \quad c_{a,max}/1.5=60/1.5=40\text{mm}.$$

$$s=130\text{mm}, \quad s/3=130/3=43.3\text{mm}.$$

Do đó giá trị h_{ef} để tính toán lấy 43.3mm

Công thức tính toán độ bền kéo vỡ côn bê tông như sau:

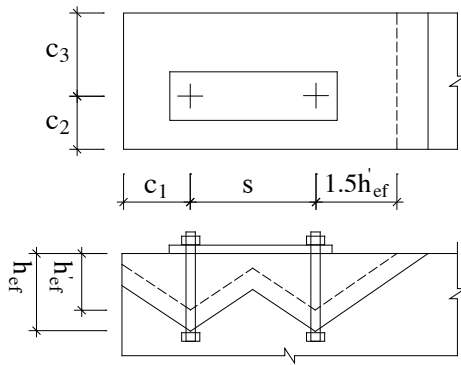
$$N_{cbg} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b$$

$$A_{Nco} = 9h_{ef}^2 = 9 \times 43.3^2 = 16874.01\text{mm}^2 = 168.74\text{cm}^2$$

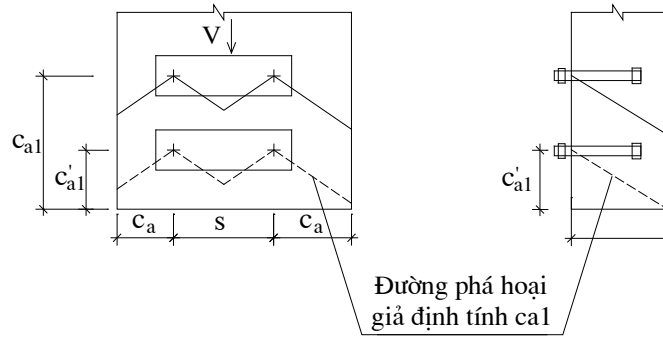
$$A_{Nc} = (50 + 130 + 1.5 \times 43) \times (50 + 130 + 50) = 61125\text{mm}^2 = 611.25\text{cm}^2$$

$$A_{Nc} = 611.25 < 4A_{Nco} = 4 \times 168.74 = 674.96\text{cm}^2$$

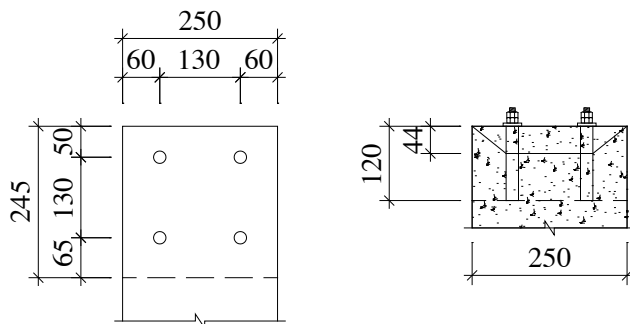
$$\psi_{ec,N} = 1 \text{ do không có độ lệch tâm trong liên kết}$$



Hình 5a. Tính toán giá trị hef theo mặt phá hoại giả định [3]



Hình 5b. Tính toán giá trị ca1 theo mặt phá hoại giả định [3]



Hình 6. Ví dụ tính toán

Do $c_{a,min} = 50mm \leq 1.5h_{ef} = 64.95mm$ nên

$$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c_{a,min}}{1.5h_{ef}} = 0.7 + 0.3 \frac{50}{1.5 \times 43.3} = 0.93$$

Khi tính toán có xuất hiện vết nứt $\psi_{c,N} = 1.0$

Xác định $\psi_{cp,N}$

Do $c_{a,min} = 50mm \leq 1.5h_{ef} = 64.95mm$ nên

$$\psi_{cp,N} = \frac{c_{a,min}}{c_{ac}} = \frac{50}{2.5 \times 43.3} = 0.46$$

$\psi_{cp,N}$ không được nhỏ hơn

$$1.5 \frac{h_{e,f}}{c_{ac}} = 1.5 \times \frac{43.3}{2.5 \times 43.3} = 0.6 \text{ nên lấy } \psi_{cp,N} = 0.6$$

Cường độ chịu kéo bê tông khi tính toán theo điều kiện kéo vỡ côn bê tông:

$$N_b = k_c \lambda \sqrt{f'_c} h_{ef}^{1.5} = 17 \times 1 \times \sqrt{16.2} \times 43.3^{1.5} = 19507.7N$$

Độ bền danh nghĩa kéo vỡ côn bê tông như sau:

$$N_{cbg} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b = \frac{611.25}{168.74} \times 1 \times 0.93 \times 1 \times 0.6 \times 19.5 = 39.41KN$$

Độ bền thiết kế kéo vỡ côn bê tông là:

$$\phi N_{cbg} = 0.7 \times 39.41 = 27.58KN$$

Khoảng lớn nhất từ các bu lông ngoài cùng đến mép $c_{a2} = 60mm < 1.5c_{a1} = 75mm$.
và $h_a = 7cm < 1.5c_{a1} = 75mm$. Do đó giá trị c_{a1} đưa vào tính toán là giá trị lớn hơn giữa $c_{a2}/1.5$, $h_a/1.5$ và $1/3s$.

$c_{a2} = 60mm$, $c_{a2}/1.5 = 60/1.5 = 40mm$,
 $h_a/1.5 = 70/1.5 = 46.7mm$, $s/3 = 130/3 = 43.3mm$.
Do đó giá trị c_{a1} để tính toán lấy 46.7mm

$$V_{cbg} = \frac{A_{Vc}}{A_{Vco}} \psi_{ec,V} \psi_{ed,V} \psi_{c,V} \psi_{h,V} V_b$$

Trong đó:

$$A_{Vco} = 4.5(c_{a1})^2 = 4.5 \times 8^2 = 288cm^2$$

$$A_{Vc} = (60 + 130 + 60) \times 1.5 \times 46.7 = 175.1cm^2$$

$\psi_{ec,V} = 1$ do không có độ lệch tâm trong liên kết

$$\psi_{ed,V} = 0.7 + 0.3 \frac{60}{1.5 \times 46.7} = 0.95$$

Khi tính toán có xuất hiện vết nứt $\psi_{c,V} = 1.0$

$$\psi_{h,V} = \sqrt{\frac{1.5c_{a1}}{h_a}} = \sqrt{\frac{1.5 \times 46.7}{75}} = 0.96 \text{ lấy } \psi_{h,V} = 1;$$

Cường độ chịu cắt của bê tông trong vùng bị nứt khi tính:

$$V_b = \left(7 \left(\frac{l_e}{d_a} \right)^{0.2} \sqrt{d_a} \right) \lambda \sqrt{f'_c} (c_{a1})^{1.5} = \left(7 \left(\frac{70}{20} \right)^{0.2} \sqrt{20} \right) 1 \sqrt{16.2} (46.7)^{1.5} = 52.6KN$$

Độ bền danh nghĩa theo điều kiện vỡ bê tông do lực cắt:

$$V_{cbg} = \frac{175.1}{288} \times 1 \times 0.95 \times 1 \times 1 \times 52.6 = 30.3KN$$

Độ bền thiết kế vỡ côn bê tông do lực cắt là:

$$\phi V_{cbg} = 0.7 \times 30.3 = 21.20KN$$

(xem tiếp trang 43)

Nhận thấy tương tự như cường độ nén của BT, giá trị moduls đàn hồi của BT dùng SSC thấp hơn BT dùng PCB, nhưng càng ở tuổi dài ngày thì moduls đàn hồi của 2 loại BT càng gần nhau. Cường độ nén ở tuổi 28 ngày của các mẫu BT đều đạt yêu cầu trên 30 MPa.

3.8. Tính chống thấm và khả năng bảo vệ cốt thép khỏi ăn mòn của bê tông

Từ kết quả thí nghiệm cho thấy rằng, khi thay thế PCB bằng SSC thì độ thấm nước BT được cải thiện, B12 cho SSC (tương đương với áp suất 12 atm) so với B10 cho PCB.

Kết quả thử nghiệm khả năng bảo vệ cốt thép của bê tông được thể hiện trong bảng 10. Môi trường thử nghiệm là trong dung dịch NaCl 3% có dòng điện cường bức 5V chạy qua. Kết quả cho thấy thời gian xuất hiện rỉ sét của SSC là 134 ngày, trong khi của bê tông sử dụng PCB là 24 ngày. Đồng thời, với bê tông sử dụng PCB, 35 ngày đã xuất hiện vết nứt trong khi với bê tông sử dụng SSC thì trên 150 ngày vẫn chưa có xuất hiện vết nứt trên bề mặt bê tông. Điều này cho thấy rằng, bê tông sử dụng SSC có khả năng bảo vệ cốt thép tốt hơn rất nhiều so với bê tông sử dụng PCB thông thường. Do đó, bê tông cốt thép sử dụng SSC có thể làm việc trong môi trường xâm thực, nước biển.

Bảng 9. Khả năng bảo vệ cốt thép và thời gian xuất hiện vết nứt của BT

Mẫu	Số ngày xuất hiện rỉ sét	Số ngày xuất hiện vết nứt
PCB	24	35
SSC	134	> 150

4. Kết luận

Qua quá trình nghiên cứu, đề tài đã chế tạo được BT dùng SSC với cường độ trên 30 MPa và độ sụt 15-16cm

tương tự BT dùng PCB. Giá trị moduls đàn hồi của BT dùng SSC thấp hơn BT dùng PCB, nhưng càng ở tuổi dài ngày thì moduls đàn hồi của 2 loại BT càng gần nhau.

Thời gian đông kết và sự phát triển cường độ có BT dùng SSC có chậm hơn so với BT dùng PCB. Tuy nhiên có nhiều tính chất mà BT dùng SSC tốt hơn như: hàm lượng bọt khí, độ tách nước, khối lượng thể tích đều nhỏ hơn.

Độ chống thấm của BT dùng SSC tốt hơn B12 so với B10 của BT dùng PCB. Hơn nữa khả năng bảo vệ cốt thép, thời gian xuất hiện vết nứt của BT dùng SSC vượt trội so với BT dùng PCB.

Như vậy có thể thấy BT dùng SSC có rất nhiều ưu điểm về kỹ thuật cũng như bảo vệ môi trường. Do đó có thể tiếp tục nghiên cứu nhiều hơn nữa về BT dùng SSC để tiến tới ứng dụng vào sản xuất bê tông./.

Tài liệu tham khảo

1. (Cement Sustainability Initiative) CSI, 2005. CO2 Accounting and Reporting Standard for the Cement Industry.
2. Cui, S.P., Liu, W., 2008. Analysis of CO2 emission reduction potential in cement production process. China Cement (4), 57e59 (in Chinese).
3. Erdem, E.Olmez, H., 1993. The mechanical properties of super sunfateddd cement containing phosphogypsum. Cement Concr. Res. 23 (1), 115e121.
4. Gao, Y.X., Yu, B.Y., Wang, J., 2014. Characteristics of hydration products and pore structure of super sulfate cement. J. Civil, Archi. Environ. Eng. 36 (3), 118e122 (in Chinese).
5. EN 15743:2010 - Supersulfated cement - Composition, specifications and conformity criteria.
6. Matschei T, Bellmann F and Stark J 2005 Hydration Behaviour of Sunfated - Activated Slag Cements Advances in Cement Research 17 (4).

Tính toán bu lông neo trong bê tông...

(tiếp theo trang 24)

Khả năng chịu kéo thiết kế của của 4 bu lông neo xác định như sau:

$$\phi N_{sa} = \phi n A_{se,N} f_{uta} = 0.7 \times 4 \times 2.45 \times 1.9 \times 3000 \\ = 391.02 KN$$

Khả năng chịu cắt thiết kế của của 4 bu lông neo xác định như sau:

$$\phi V_{sa} = \phi 0.6 n A_{se,N} f_{uta} = 0.7 \times 0.6 \times 4 \times 2.45 \times 1.9 \times 3000 \\ = 234.61 KN$$

Qua ví dụ trên ta có giá trị độ bền thiết kế kéo vỡ côn bê tông $\phi N_{cbg} = 27.58 KN$ và độ bền thiết kế vỡ côn bê tông

do lực cắt $\phi V_{cbg} = 21.20 KN$ cho trường hợp cụm bu lông sát mép bê tông. Các giá trị này rất nhỏ so với khả năng chịu kéo và cắt của bản thân bu lông neo $\phi N_{sa} = 391.02 KN$ và $\phi V_{sa} = 234.61 KN$. Nhận xét rằng khi làm việc mà bu lông bu lông sát mép bê tông khả năng chịu lực rất nhỏ so với khi tính độ bền của bu lông.

6. Kết luận

Bài báo đã trình bày cách tính toán khả năng chịu lực của lỏng neo trong bê tông theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ ACI 318-08.

Sự phá hoại bu lông neo rất phức tạp và xảy ra theo nhiều trường hợp khác nhau. Khả năng chịu lực của côn bê tông quanh bu lông neo suy giảm rất nhiều trong các trường hợp dùng bu lông neo đặt sau ở các vùng mà khoảng cách từ tâm bu lông đến mép và chiều sâu neo bu lông trong bê tông nhỏ./.

Tài liệu tham khảo

1. TCVN 5575:2012 Kết cấu thép – Tiêu chuẩn thiết kế
2. TCVN 5574:2018 Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép
3. Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary ACI 318-08
4. Phạm Văn Hội - Nguyễn Quang Viên - Phạm Văn Tư - Lưu Văn Tường, Kết cấu thép phần Cấu kiện cơ bản, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2006.