

NGHIÊN CỨU LÝ THUYẾT BIỂU ĐỒ TƯƠNG TÁC (P-M) TRONG TÍNH TOÁN SỨC CHỊU TẢI CỦA CỘT BÊ TÔNG CỐT THÉP CƯỜNG ĐỘ CAO

ThS. TRẦN MẠNH HÙNG, ThS. LÊ HUY VIỆT
Trường Đại học Mở-Địa chất

Những năm gần đây, bê tông cường độ cao (BTCĐC) được sử dụng ngày càng rộng rãi trên thế giới và Việt Nam trong các công trình ngầm, công trình giao thông, công trình dân dụng và liên tục được nghiên cứu phát triển. Tuy nhiên, việc ứng dụng BTCĐC ở Việt Nam còn hạn chế, do các tài liệu chỉ dẫn thiết kế hiện nay mới chỉ áp dụng cho bê tông có cường độ đến 70 MPa [1] và các nghiên cứu, thí nghiệm ứng dụng vào thiết kế, thi công công trình chưa nhiều, cần được nghiên cứu để bổ sung, hoàn chỉnh. Trong khi đó, các nghiên cứu và thí nghiệm về các đặc tính vật liệu, ứng xử kết cấu trong cấu kiện chịu nén uốn ở các nước tiên tiến đã cho thấy sự khác biệt đáng kể giữa bê tông thường và BTCĐC có cường độ chịu nén trên 70 MPa.

Phương pháp biểu đồ tương tác trong tính toán cột chịu nén giúp cho việc thiết kế đơn giản, được sử dụng nhiều trong các tiêu chuẩn nước ngoài như BS8110-1997; ACI; AASHTO; EURO CODE nhưng chưa được đề cập cụ thể trong các tiêu chuẩn thiết kế kết cấu của Việt Nam. Vì vậy, việc nghiên cứu phương pháp sử dụng biểu đồ tương tác trong tính toán cột chịu nén lệch tâm mang ý nghĩa thực tiễn và khoa học sâu sắc, đặc biệt là áp dụng vào kết cấu sử dụng BTCĐC.

1. Cơ sở lý thuyết

1.1. Một số đặc trưng vật liệu của BTCĐC trong tính toán kết cấu

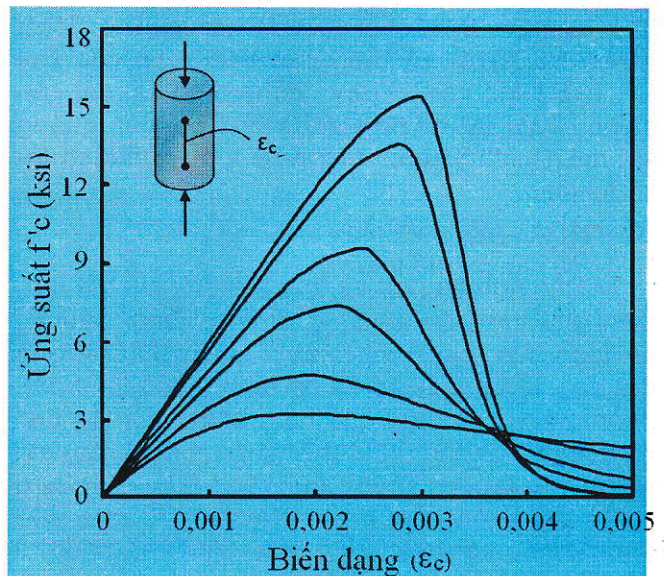
1.1.1. Đường cong ứng suất-biến dạng

Đường cong ứng suất biến dạng của BTCĐC khác hơn so với bê tông thường. Kết quả thí nghiệm thể hiện trên hình H.1 cho thấy khi cường độ bê tông tăng, đường cong ứng suất biến dạng thể hiện độ cứng ban đầu lớn hơn và mang đặc trưng tuyến tính hơn [2]. Điều này có ảnh hưởng đến các hệ số quy đổi ứng suất và chiều cao khối

bê tông chịu nén, các giới hạn về cốt thép và sức kháng của mặt cắt liên hợp.

1.1.2. Cường độ chịu nén

Cường độ chịu nén của bê tông được xác định bằng thí nghiệm chịu nén. Khi sử dụng BTCĐC, cường độ yêu cầu cho các mẫu hình trụ kích thước 6×12 inch (150×300 mm) có thể vượt quá khả năng của thiết bị thí nghiệm. Do đó, mẫu trụ 4×8 inch (100×200 mm) có thể được sử dụng để thay thế khi thí nghiệm nén vật liệu [3].



H.1. Ảnh hưởng của cường độ bê tông đến hình dạng đường cong ứng suất-biến dạng (theo [2])

1.1.3. Mô đun đàn hồi, E_c

Đối với bê tông thường đến 70 MPa, mô đun đàn hồi tính bằng Mpa được xác định theo 22TCN272-05, AASHTO LRFD và ACI 318 như sau:

$$E_c = 0,43(w)^{1,5} \sqrt{f'_c} \quad (1)$$

Trong đó: w - Khối lượng đơn vị của bê tông, kg/m^3 ; f_c - Cường độ chịu nén của bê tông, MPa.

Tuy nhiên, các thí nghiệm của Hội đường bộ Hoa Kỳ (FHWA) và Viện bê tông Mỹ (ACI) cho thấy mô đun đàn hồi của bê tông có cường độ lớn hơn 41 MPa tính theo công thức trên thường đem lại kết quả cao hơn so với thực tế. Do đó, các công thức điều chỉnh sau đây cần được áp dụng cho BTCĐC [3], [4]:

$$E_c = (w/86)^{1,5} \left(6900 + 3320 \sqrt{f_c'} \right) \quad (2)$$

$$E_c = 0,000035 K_1 (w)^{2,5} (f_c')^{0,33} \quad (3)$$

Trong đó: K_1 - Hệ số ảnh hưởng của cốt liệu, được lấy bằng 1 hoặc lấy theo các thí nghiệm (nếu có).

1.2. Ứng xử nén uốn của cấu kiện BTCĐC

1.2.1. Sức kháng nén dọc trục của cấu kiện chịu nén đúng tâm

Sức kháng dọc trục danh định của cấu kiện bê tông được tính theo công thức:

$$P_n = k_c f_c' (A_g - A_s) + f_y A_s \quad (4)$$

Trong đó: P_n - Sức kháng dọc trục của cấu kiện; A_g - Diện tích mặt cắt nguyên của cấu kiện; A_s - Diện tích cốt thép dọc theo cấu kiện; f_y - Cường độ chảy của cốt thép; k_c - Hệ số sức kháng dọc trục của cấu kiện bê tông.

Hệ số k_c đối với bê tông cường độ nén đến 70 MPa được tiêu chuẩn của Việt Nam 22TCN 272-05 quy định là 0,85. Tuy nhiên đối với BTCĐC, các nghiên cứu thực nghiệm cho thấy xác định sức kháng của cấu kiện chịu nén đúng tâm theo tiêu chuẩn 22TCN 272-05 như trên thường cho giá trị cao hơn thực tế. Do đó, người thiết kế nên sử dụng công thức (5) dưới đây cho BTCĐC đến 128 MPa [4], [5].

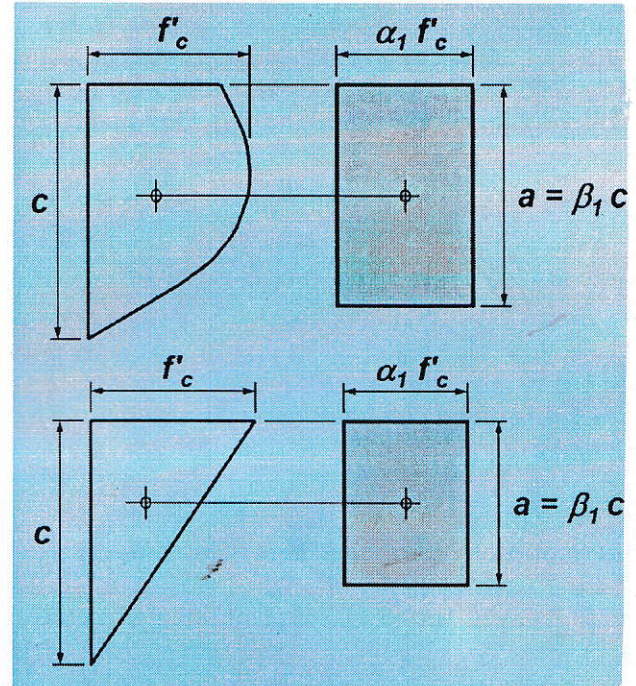
$$k_c = \begin{cases} 0,85 & f_c' \leq 69 \text{ MPa} \\ 0,85 - 0,003(f_c' - 69) \geq 0,75 & f_c' > 69 \text{ MPa} \end{cases} \quad (5)$$

1.2.2. Sức kháng uốn của cấu kiện chịu uốn

Đối với kết cấu bê tông thường chịu uốn, hình dạng khối ứng suất chịu nén là parabol được lý

tưởng hóa thành khối ứng suất hình chữ nhật tương đương với các hệ số quy đổi ứng suất α_1 và hệ số quy đổi chiều cao khối ứng suất chữ nhật chịu nén β_1 như trên hình H.2.

Đối với BTCĐC, đường cong ứng suất-biến dạng lý tưởng gần như tuyến tính khi biến dạng ở trong phạm vi 0-0,003. Do đó khối ứng suất nén có hình tam giác và các hệ số quy đổi ứng suất α_1 và hệ số quy đổi chiều cao khối ứng suất hình chữ nhật β_1 cần có sự điều chỉnh so với bê tông thường [3].



H.2. Biểu đồ khối ứng suất chịu nén tương đương đối với bê tông thường và BTCĐC: c - Chiều cao vùng chịu nén; a - Chiều cao vùng chịu nén quy đổi; (theo [3])

Các thí nghiệm đối với BTCĐC cho thấy hệ số α_1 và β_1 giảm khi cường độ vật liệu tăng [4], [6]. Do đó, người kỹ sư thiết kế nên tham khảo kết quả nghiên cứu thực nghiệm của FHWA như trong Bảng 1 để đảm bảo an toàn cho cấu kiện.

Bảng 1. Hệ số quy đổi ứng suất và chiều cao khối ứng suất hình chữ nhật tương đương

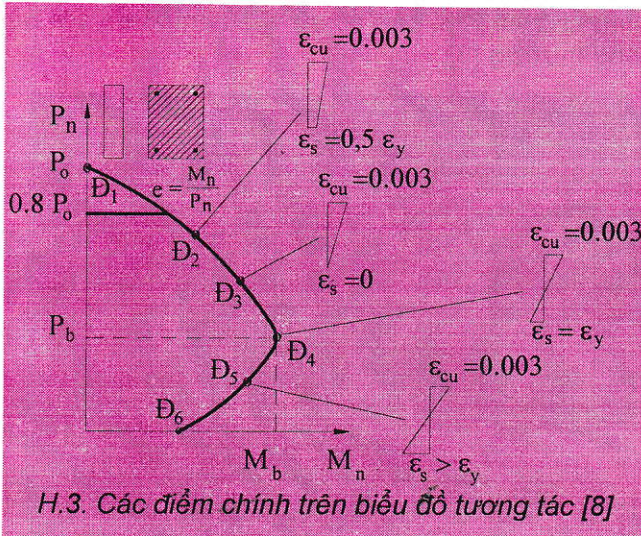
22TCN 272-05, AASHTO 1998	FHWA Report 12-64 [4]
$\alpha_1 = 0,85$	$\alpha_1 = 0,85$ cho $f_c \leq 69$ MPa $\alpha_1 = 0,85 - 0,003(f_c - 69) \geq 0,75$ cho $f_c > 69$ MPa
$\beta_1 = 0,85$ cho $f_c \leq 28$ MPa $\beta_1 = 0,85 - 0,0073(f_c - 28) \geq 0,65$ cho $f_c > 28$ MPa	$\beta_1 = 0,85$ cho $f_c \leq 28$ MPa $\beta_1 = 0,85 - 0,0073(f_c - 28) \geq 0,65$ cho $f_c > 28$ MPa

1.3. Nguyên lý xây dựng biểu đồ tương tác P-M để xác định sức chịu tải của cột tiết diện chữ nhật chịu nén uốn một trục

1.3.1. Nguyên lý chung

Biểu đồ tương tác trong tính toán thiết kế cột là đường cong P-M biểu thị mối quan hệ giữa khả

năng chịu lực nén P và mômen uốn M . Biểu đồ tương tác chia mặt phẳng làm hai miền bên trong (bên trái) và bên ngoài (bên phải) đường cong P - M . Mỗi cặp nội lực thiết kế (P, M) tương ứng với một điểm trong mặt phẳng. Khi điểm đó thuộc miền trong, tiết diện đủ khả năng chịu lực. Khi điểm đó thuộc miền ngoài, tiết diện không đủ khả năng chịu lực [7].



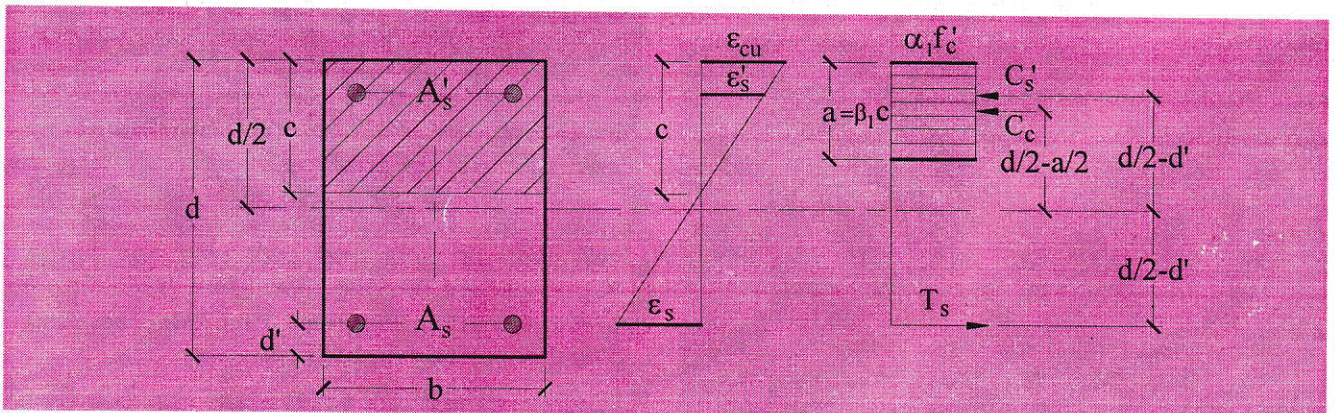
Các điểm trên biểu đồ tương tác thể hiện sức kháng dọc trục P_n và sức kháng mô men M_n được tính toán dựa trên đặc điểm ứng suất, biến dạng của tiết diện, trong đó biến dạng nén lớn nhất của bê tông là $\epsilon_{cu}=0,003$ và biến dạng ở trạng thái chảy của cốt thép là ϵ_y (hình H.3).

Dựa trên nguyên lý cân bằng biến dạng (hình H.4), giới hạn sức kháng lực dọc trục P_n và sức kháng mô men M_n của mặt cắt được xác định theo các công thức sau:

$$P_n = \alpha_1 f_c A_c + \sum F_{si} = \alpha_1 f_c b a + \sum E_y \epsilon_s A_{si} + \sum E_y \epsilon'_s A'_{si} \quad (6)$$

$$M_n = \alpha_1 f_c A_c Y_c + \sum F_{si} Y_{si} = \alpha_1 f_c b a Y_c + \sum f_{si} A_{si} Y_{si} + \sum f'_{si} A'_{si} Y'_{si} = \alpha_1 f_c b a (d/2 - a/2) + \sum E_y \epsilon_s A_{si} Y_{si} + \sum E_y \epsilon'_s A'_{si} Y'_{si} \quad (7)$$

Trong đó: A_c - Diện tích của phần bê tông chịu nén quy đổi, $A_c = b a$; ϵ_s, ϵ'_s - Biến dạng của cốt thép vùng kéo và vùng nén; E_y - Mô đun đàn hồi của cốt thép; f_c - Cường độ chịu nén của bê tông; f_{si} - Ứng suất trong cốt thép chịu kéo; f'_{si} - Ứng suất trong cốt thép chịu nén; A_{si} - Diện tích của cốt thép chịu kéo; A'_{si} - Diện tích của cốt thép chịu nén; X_c và Y_c lần lượt là tọa độ của trọng tâm của phần bê tông chịu nén so với trục X, trục Y có gốc tọa độ là trọng tâm của mặt cắt nguyên; X_{si} và Y_{si} lần lượt là các tọa độ các thanh thép trên mặt cắt so với trục X và Y.



H.4. Biểu đồ ứng suất và biến dạng của cấu kiện chịu nén uốn

1.3.2. Nguyên lý xây dựng biểu đồ tương tác cho BTCĐC

Tọa độ các điểm chính trên biểu đồ tương tác thể hiện trên hình H.3 đối với cột BTCĐC là các cặp giá trị ($\phi_1 M_n, \phi_2 P_n$) trong đó P_n, M_n tính theo các công thức (6), (7). Hệ số sức kháng uốn $\phi_1=0,9$; hệ số sức kháng nén dọc trục $\phi_2=0,75$ (theo [1]). Các hệ số áp dụng riêng cho BTCĐC k_c, α_1, β_1 được xác định như đã nêu ở trên. Tọa độ chi tiết các điểm trên đường cong P - M của biểu đồ tương tác như sau:

Điểm Đ1: Cấu kiện chịu nén đúng tâm

$$C = \infty; \epsilon_s = \epsilon'_s = \epsilon_{cu};$$

$$\phi P_n = \phi P_0 = k_c f_c (A_c - A'_s - A_s) + f_y (A'_s + A_s);$$

$$\phi M_n = \phi M_0 = 0.$$

Điểm Đ2: Cấu kiện chịu nén uốn. Cốt thép A_s chịu nén. $\epsilon_s = 0,5 \epsilon_y$.

$$c = \frac{d - d'}{(1 - \epsilon_s / \epsilon_{cu})}; \quad \epsilon'_s = \epsilon_{cu} \frac{c - d'}{c};$$

$$\phi P_n = 0,75 [\alpha_1 f_c (A_c - A'_s - A_s) + A'_s \epsilon'_s E_s + A_s \epsilon_s E_s]$$

$$\phi M_n = 0,9 [\alpha_1 f_c (A_c - A'_s - A_s) (d/2 - a/2) + A'_s \epsilon'_s E_s (d/2 - d') - A_s \epsilon_s E_s (d/2 - d')];$$

Điểm Đ3: Cấu kiện chịu nén uốn. Cốt thép A_s có biến dạng $\epsilon_s = 0$;

$$c = d - d'; \quad \epsilon'_s = \epsilon_{cu} \frac{d - 2d'}{d'};$$

$$\phi P_n = 0,75 [\alpha_1 f_c (A_c - A'_s - A_s) + A'_s \epsilon'_s E_s + A_s \epsilon_s E_s].$$

$$\varphi M_n = 0,9[\alpha_1 f_c (A_c - A'_s - A_s)(d/2 - a/2) + A'_s \varepsilon'_s E_s (d/2 - d') - A_s \varepsilon_s E_s (d/2 - d')].$$

Điểm Đ4: Cấu kiện chịu nén uốn, bị phá hoại cân bằng. Cốt thép A_s chịu kéo có biến dạng $\varepsilon_s = \varepsilon_y = f_y / E_s$

$$c_b = \frac{d - d'}{(1 + \varepsilon_y / \varepsilon_{cu})}; \quad \varepsilon'_s = \varepsilon_{cu} \frac{c - d'}{c};$$

$$\varphi P_n = 0,75[\alpha_1 f_c (A_c - A'_s) + A'_s \varepsilon'_s E_s - A_s \varepsilon_y E_s];$$

$$\varphi M_n = 0,9[\alpha_1 f_c (A_c - A'_s)(d/2 - a/2) + A'_s \varepsilon'_s E_s (d/2 - d') + A_s \varepsilon_y E_s (d/2 - d')].$$

Điểm Đ5: Cấu kiện chịu nén uốn. Cốt thép A_s chịu kéo có biến dạng $\varepsilon_s > \varepsilon_y$

$$c = \frac{d'}{(1 - \varepsilon_s / \varepsilon_{cu})}; \quad \varepsilon'_s = 0,75 f_y;$$

$$\varphi P_n = 0,75[\alpha_1 f_c (A_c - A'_s) + A'_s \varepsilon'_s E_s - A_s \varepsilon_y E_s];$$

$$\varphi M_n = 0,9[\alpha_1 f_c (A_c - A'_s)(d/2 - a/2) + A'_s \varepsilon'_s E_s (d/2 - d') + A_s \varepsilon_y E_s (d/2 - d')].$$

Điểm Đ6: Cấu kiện chịu uốn. Cốt thép A_s chịu kéo có biến dạng $\varepsilon_s > \varepsilon_y$

$$c = \frac{A_s f_s - A'_s f'_s + \alpha_1 f_c A'_s}{\alpha_1 f_c \beta_1 b}; \quad \varepsilon'_s = \varepsilon_{cu} \frac{c - d'}{c};$$

$$\varphi P_n = 0,75[\alpha_1 f_c (A_c - A'_s) + A'_s \varepsilon'_s E_s - A_s \varepsilon_y E_s] = 0;$$

$$\varphi M_n = 0,9[\alpha_1 f_c (A_c - A'_s)(d/2 - a/2) + A'_s \varepsilon'_s E_s (d/2 - d') + A_s \varepsilon_y E_s (d/2 - d')].$$

2. Các bước tính toán cột BTCĐC chịu nén lệch tâm phẳng (1 trục) sử dụng phương pháp biểu đồ tương tác

Đối với BTCĐC, các tiêu chuẩn hiện tại của Việt

Bảng 2. Hệ số tính toán k_c, α_1, β_1

Hệ số	$f_c=70$ MPa	$f_c=80$ MPa	$f_c=90$ MPa	$f_c=100$ MPa	$f_c=110$ MPa	$f_c=120$ MPa
k_c	0.8470	0.8170	0.7870	0.7570	0.7500	0.7500
α_1	0.8471	0.8181	0.7891	0.7601	0.7500	0.7500
β_1	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500	0.6500

❖ Bước 3. Sử dụng Bảng tính Excel hoặc ngôn ngữ lập trình máy tính để xây dựng biểu đồ tương tác ứng với các điểm có giá trị $[\varphi P_n; \varphi M_n]$ (tính theo các công thức như đã trình bày trong phần 1.3.2 cho các cấp bê tông có cường độ khác nhau) ta thu được biểu đồ như trên hình H.5 (a-f).

Ta nhận thấy khi tăng cường độ bê tông thiết kế thì có sự khác biệt rõ rệt về tính toán sức chịu tải theo tiêu chuẩn 22TCN 272-05 và phương pháp sử dụng hệ số điều chỉnh do có sự thay đổi của các hệ số k_c, α_1 và β_1 cho BTCĐC.

❖ Bước 4. Kiểm tra tải trọng thiết kế thỏa mãn

Nam không có sẵn các biểu đồ tương tác để tra cứu sức chịu tải mà người thiết kế phải tự xây dựng và tính duyệt mặt cắt theo trình tự sau đây:

❖ Bước 1. Lựa chọn các thông số thiết kế gồm có: tiết diện cột ($b \times d$), hàm lượng cốt thép bố trí đối xứng (ρ), cường độ chịu nén của bê tông;

❖ Bước 2. Xác định các hệ số tính toán k_c, α_1, β_1 ;

❖ Bước 3. Xác định các điểm chính (Đ1÷Đ6) và vẽ đường cong P-M;

❖ Bước 4. Kiểm tra tải trọng thiết kế (lực nén P_u , mô men M_u) thỏa mãn điều kiện:

$$\varphi P_n \geq P_u \quad (8)$$

$$\varphi M_n \geq M_u \quad (9)$$

Trên biểu đồ tương tác, điểm có tọa độ (P_u, M_u) thỏa mãn phương trình (8), (9) nằm phía trong (bên trái) của đường cong P-M.

3. Ví dụ áp dụng thiết kế cột ngắn bê tông cốt thép cường độ cao

Ví dụ: Thiết kế cột ngắn BTCT chịu tổ hợp tải trọng $P_u=15000$ kN, $M_u=2000$ kN.m.

❖ Bước 1. Lựa chọn các thông số thiết kế:

+ Lựa chọn cường độ bê tông chịu nén f_c từ 80÷120 MPa.

+ Từ điều kiện hình học, kiến trúc, thử chọn tiết diện cột $b=d=600$ mm.

+ Hàm lượng cốt thép dọc $\rho=4\%$ bố trí đối xứng.

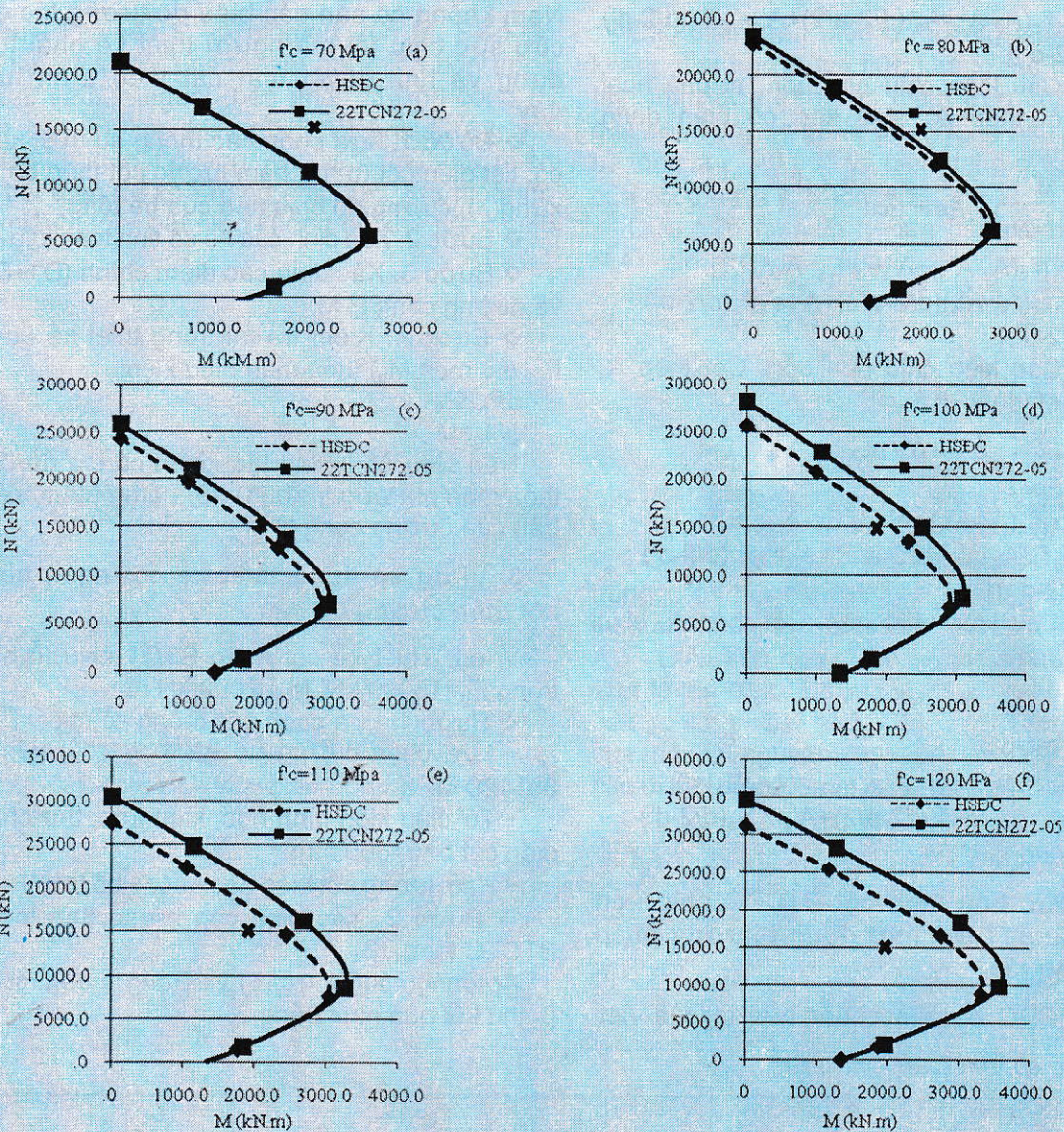
❖ Bước 2. Xác định các hệ số tính toán cho BTCTC k_c, α_1, β_1 .

Áp dụng công thức (5) và Bảng 1 để tính k_c, α_1, β_1 thu kết quả như Bảng 2.

điều kiện: $\varphi P_n \geq P_u=15000$ kN; $\varphi M_n \geq M_u=2000$ kN.m

Nếu lựa chọn tiết diện cột 600x600 với hàm lượng cốt thép dọc 4% thì cường độ bê tông thiết kế phải ≥ 100 MPa (hình H.5.c,d,e) để điểm có tọa độ P_u, M_u nằm trong biểu đồ tương tác của BTCĐC tính theo phương pháp hệ số điều chỉnh (đường cong ký hiệu HSDC).

Trong trường hợp cường độ bê tông là giá trị cho trước cố định, ta phải xây dựng nhiều đường cong tương tác ứng với các tiết diện khác nhau và hàm lượng cốt thép khác nhau để tìm được đường cong thỏa mãn điều kiện tải trọng thiết kế ban đầu.



H.5. Biểu đồ tương tác của tiết diện $b=d=600 \text{ mm}$, $p=4 \%$

- Đường cong P-M tính theo 22TCN272-05 không điều chỉnh hệ số k_c , α_1 , β_1
 Đường cong P-M tính theo 22TCN272-05 có điều chỉnh hệ số k_c , α_1 , β_1 cho BTCĐC
 * Điểm có tọa độ tương ứng tải trọng thiết kế (P_u , M_u)

4. Kết luận và kiến nghị

Các nghiên cứu về lý thuyết và thực nghiệm như đã trình bày cho thấy ứng xử nén uốn của BTCĐC có một số điểm khác biệt so với bê tông thường về đặc trưng vật liệu, hệ số sức kháng dọc trục, hệ số quy đổi ứng suất và hệ số quy đổi chiều cao khối ứng suất. Khi tính toán sức chịu tải của cột BTCĐC chịu nén lệch tâm cần lưu ý sử dụng các hệ số điều chỉnh phù hợp để xác định các điểm chính trên đường cong P-M của biểu đồ tương tác. Các nghiên cứu trong bài báo này cho phép mở rộng các tiêu chuẩn thiết kế hiện tại áp dụng ở Việt Nam (22TCN272-05) để thiết kế cột hình chữ nhật tiết

diện đối xứng có cường độ lên đến 128 MPa. Các nguyên lý thiết kế trên đây áp dụng cho các cột tiết diện chữ nhật, tuy nhiên có thể được nghiên cứu áp dụng cho các cột tiết diện tròn và elip. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Giao thông vận tải. Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN 272-05. Nhà xuất bản GTVT, 2005.
2. Collins, M. P., Mitchell, D., and MacGregor, J. G., "Structural Design Considerations for High Strength Concrete," Concrete International, (May 1993) pp. 27-34.

(Xem tiếp trang 15)

nút lỏng của Taitel and Dukler giúp độc giả hình dung ra được miền ranh giới hình thành dòng chảy nút lỏng. Đây là cơ sở giúp chúng ta hình dung ra được bức tranh tổng quát về dòng chảy nút lỏng nói riêng và dòng chảy đa pha trong ống nói chung.

Việc hiệu chỉnh tham số thực nghiệm mô hình tính toán Hill & Wood cho kết quả tính toán chính xác hơn, phù hợp hơn, hiệu chỉnh tham số thực nghiệm cho thấy sự thay đổi của chu kỳ tạo nút lỏng, lỏng chiếm đóng, chiều dài nút lỏng là yếu tố đặc trưng của dòng chảy tạo nút lỏng và ảnh hưởng chính đến kết quả tính toán.

Nghiên cứu đưa ra mô hình, nguyên tắc hoạt động của hệ thống khống chế dòng chảy tạo nút lỏng bằng van điều khiển hạ nguồn ống dẫn, bên cạnh đó, với việc áp dụng mô hình mô phỏng dòng chảy tạo nút lỏng bằng cách đóng tắt van đã chứng minh rằng: Dòng chảy tạo nút lỏng sẽ khống chế hiệu quả bằng việc đóng mở van điều khiển, tuy nhiên cần phải xem xét hiệu quả dùng van điều khiển do nó hạn chế năng suất khai thác, vận chuyển dầu.

Kiến nghị, nghiên cứu sẽ mở rộng nghiên cứu mô hình riêng khống chế nút lỏng bằng van điều khiển, thay vì đề tài thực hiện mô phỏng bằng cách khảo sát bằng tay việc đóng mở van để khống chế dòng chảy nút lỏng thì những đề tài sau sẽ thiết lập mô phỏng bộ điều khiển PID nhằm tự động hóa quá trình khống chế dòng chảy nút lỏng. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chevron company, Multiphase Pipeline Design Guide
2. James P. Brill, Multiphase Flow in Wells, Society of Petroleum Engineering Inc.
3. Yehuda Taitel, Stability of Severe Slugging
4. S. Polonsky, L. Shemer, D. Barnea, The relation between the Taylor bubble motion and the velocity dell ahead of it, Department of Fluid Mechanics and Heat Transfer, Faculty.
5. R. van Hout, D. Barnea, L. Shemer, Translational velocities of elongated bubbles in continuous slug flow, Department of Fluid Mechanics and Heat Transfer, Faculty of Engineering Tel-Aviv University, Tel-Aviv 69978, Israel.
6. Ove Bratland, Pipe Flow 2 Multi-Phase Flow Assurance.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

Basing on the real event appears in the multiphase stream in the pipe, the paper's author shows some study results of controlling the state of complicated stream in the oil pipe.

NGHIÊN CỨU LÝ THUYẾT...

(Tiếp theo trang 8)

3. Federal Highway Administration, High performance concrete structural designers' guide, FHWA Publication, 2005.

4. Sami Rizkalla, Amir Mirmiran, Paul Zia et al., NCHRP REPORT 595 - Application of the LRFD Bridge Design Specifications to High-Strength Structural Concrete: Flexure and Compression Provisions. Transportation research board, Washington, D.C. 2007.

5. Kim S., Behaviour of high strength concrete column. Phd dissertation. North Carolina State University, May 2007.

6. Mertol, Rizkalla, Zia and Mirmiran, FLEXURAL DESIGN USING HIGH-STRENGTH CONCRETE UP TO 20 KSI, 2006.

7. Nguyễn Đình Công. Tính toán tiết diện cột bê tông cốt thép. Nhà xuất bản Xây dựng, 2006.

8. Chen W.F., Duan L., Bridge Engineering Handbook, CRC Press, 2000.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

This paper studies the foreign standards (ACI, AASHTO) for high-strength concrete and method of interaction diagrams in design of reinforced concrete columns under excentric compression in construction of bridges, underground structures and civil works in Vietnam. The analysis of material, compression and bending behavior has shown a significant difference between high-strength concrete and normal strength concrete. In calculation of column strength for high strength concrete using interaction diagram following Vietnamese standard (22TCN272-05), it is necessary to adjust the axial resistance factor k_c and stress block parameters α_1 , β_1 suitably.