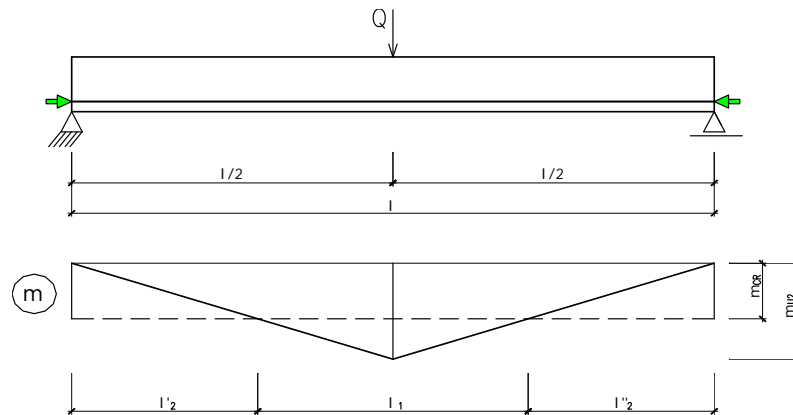


CƯỜNG ĐỘ CHỊU UỐN CỦA DẦM BÊ TÔNG ỨNG LỰC TRƯỚC CĂNG SAU KHÔNG BẮM DÍNH CHỊU TẢI TRỌNG TẬP TRUNG

PGS. TS. NGUYỄN TIẾN CHƯƠNG
Viện KHCN Xây dựng

1. Mở đầu

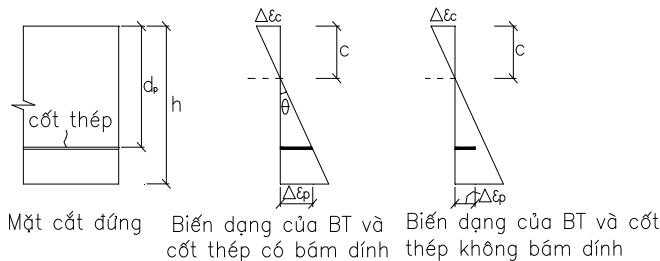
Điểm đặc biệt của kết cấu bê tông ứng lực trước không bám dính là không có sự biến dạng đồng thời của cốt thép kéo căng không bám dính và phần còn lại của kết cấu. Điều đó đã gây khó khăn trong việc xác định sự làm việc của cốt thép kéo căng không bám dính khi tính cường độ chịu lực của kết cấu. Chính vì điều này nên trong các tiêu chuẩn thiết kế đã sử dụng các công thức thực nghiệm để tính toán ứng suất trong cốt thép kéo căng không bám dính tại trạng thái giới hạn chịu uốn của kết cấu. Những hạn chế của các công thức thực nghiệm đã được phân tích trong [4,12,13]. Đặc biệt, trong [4] đã tiến hành nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm bài toán cường độ chịu uốn của dầm bê tông ứng lực trước căng sau không bám dính (BTULT CSKBD) và đã thu được một số kết quả quan trọng. Tuy nhiên, việc tính toán theo [4] vẫn còn hết sức phức tạp vì chưa đưa ra được công thức toán học rõ ràng để tính toán ứng suất trong cốt thép kéo căng không bám dính tại trạng thái giới hạn chịu uốn. Tiếp tục nghiên cứu vấn đề này, trong [12,13] đã xem xét bài toán về sự làm việc của dầm bê tông ứng lực trước căng sau không bám dính chịu uốn thuần túy và đã nhận được công thức xác định độ dãn dài và ứng suất giới hạn trong cốt thép kéo căng không bám dính cũng như phương trình xác định cường độ chịu uốn của dầm. Bài báo này sẽ tiếp tục xem xét bài toán tương tự cho trường hợp dầm chịu tải trọng tập trung ở giữa nhịp. Sơ đồ dầm chịu tác dụng của tải trọng tập trung ở chính giữa nhịp được thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Sơ đồ dầm chịu tải tập trung ở giữa nhịp

2. Tính toán cường độ chịu uốn của dầm

Sự khác nhau cơ bản về sự làm việc của cốt thép có bám dính và cốt thép không bám dính trong dầm được thể hiện trên hình 2. Đối với cốt thép có bám dính, người ta quan niệm bê tông và cốt thép cùng biến dạng đồng thời và dựa vào giả thuyết tiết diện phẳng của Withney để xác định ứng suất trong cốt thép. Đối với dầm BTULT CSKBD, do bê tông và cốt thép không bám dính, không biến dạng đồng thời nên việc tính toán ứng suất trong cốt thép kéo căng không bám dính không thể tiến hành theo cách này được. Ở đây tác giả tiếp tục sử dụng phương pháp như được trình bày trong [12,13] để giải quyết bài toán này.



Một cắt đứng Biến dạng của BT và cốt thép có bám dính Biến dạng của BT và cốt thép không bám dính

Hình 2. Giả thuyết biến dạng phẳng và biến dạng của cốt thép có bám dính và khung bám dính trong dầm

Trong kết cấu BTULT CSKBD thông thường người ta xem cốt thép kéo căng được dịch chuyển

một cách tự do theo tuyến, nghĩa là không xét đến ảnh hưởng của ma sát đến sự dịch chuyển của cốt thép kéo căng không bám dính trong dầm. Trên cơ sở giả thuyết về sự dịch chuyển tự do của cốt thép kéo căng không bám dính dọc theo tuyến, bài toán xác định ứng suất trong cốt thép kéo căng không bám dính được thay thế bằng bài toán xác định độ dãn dài tăng thêm của cốt thép này trên toàn dầm khi gia tải.

Độ dãn dài tăng thêm khi gia tải của cốt thép kéo căng không bám dính chính là sự chênh lệch giữa độ dài của nó khi dầm bị biến dạng do tải trọng gây ra l_{pl} và độ dài của nó trước khi gia tải l_{pe} (ký hiệu l_{pe} thể hiện cốt thép kéo căng chịu tác dụng của ứng lực trước hiệu quả P_e , điều này ngụ ý là tại thời điểm này trên dầm không có tải trọng tác dụng). Nói chung, thép kéo căng không bám dính, về mặt vật lý, bị giữ trong dầm tại cao độ đã được đặt từ trước. Một mối quan hệ giữa l_{pl} và biến dạng của phần còn lại của dầm có thể thu được bằng công thức toán học, thường được nói đến dưới dạng các điều kiện tương thích. Điều này cho phép tính toán l_{pl} từ các trạng thái biến dạng của phần còn lại của dầm, mà với chúng, giả thuyết biến dạng phẳng vẫn còn có giá trị. Việc tính toán này phụ thuộc một cách rõ ràng vào sự tồn tại một trạng thái biến dạng ban đầu, tương ứng với l_{pe} .

Cho dù giả thuyết tiết diện phẳng không có giá trị cho kết cấu với tư cách là một tổng thể, nhưng nó vẫn có giá trị cho phần kết cấu gồm bê tông và cốt thép có bám dính. Vì thế, việc tính độ dãn dài của cốt thép kéo căng không bám dính có thể được thay thế bằng độ dãn của đường cong tương đương trùng với cao độ cốt thép kéo căng không bám dính trong dầm. Việc thay thế này dẫn đến công thức xác định độ dãn dài của cốt thép kéo căng không bám dính dưới tác dụng của ngoại tải như sau [4,12,13]:

$$\Delta l_p = \int_0^l (\varepsilon_{cp}(x) - \varepsilon_{cpe}(x)) dx \quad (1)$$

Trong đó $\varepsilon_{cp}(x)$, $\varepsilon_{cpe}(x)$ tương ứng là biến dạng tổng cộng dọc trục trung bình trong bê tông tại cao độ cốt thép kéo căng không bám dính và dưới tác dụng của P_e , 0 và l là điểm đầu và điểm cuối của cốt thép kéo căng không bám dính.

Trong trường hợp này, khi dầm đạt trạng thái chịu uốn giới hạn, ta có thể chia dầm ra 2 phần có đặc điểm riêng biệt là phần dầm bị nứt ($M > M_{cr}$) và phần dầm không bị nứt ($M \leq M_{cr}$). Như vậy, tích phân (1) được tính trên 2 phần dầm: phần dầm bị nứt và phần dầm không bị nứt. Giá trị tích phân trong phần dầm không bị nứt là bé, có thể bỏ qua [4]. Như vậy, độ dãn dài của cốt thép kéo căng không bám dính trong trường hợp này có thể được tính gần đúng bằng cách tích phân trong phần dầm bị nứt. Ngoài ra, trong phần dầm bị nứt, độ lớn của đại lượng dưới dấu tích phân (1) phụ thuộc vào độ lớn của mô men uốn M . Khi $M = M_{cr}$ ta có $(\varepsilon_{cp}(x) - \varepsilon_{cpe}(x)) = 0$, còn khi $M \geq M_{cr}$ đại lượng $(\varepsilon_{cp}(x) - \varepsilon_{cpe}(x))$ là hàm số phụ thuộc vào M hay $(M - M_{cr})$. Trên cơ sở lập luận trên đây ta có thể viết hàm số $(\varepsilon_{cp}(x) - \varepsilon_{cpe}(x))$ như sau:

$$(\varepsilon_{cp}(x) - \varepsilon_{cpe}(x)) = 0 \text{ khi } M < M_{cr}, \quad (2a)$$

$$(\varepsilon_{cp}(x) - \varepsilon_{cpe}(x)) = \sum \alpha_i \left(\frac{M - M_{cr}}{M^*} \right)^i$$

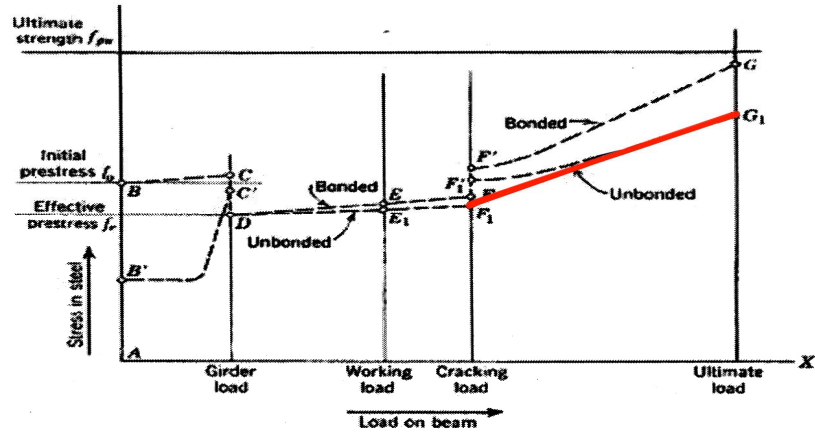
$$\text{khi } M \geq M_{cr} \quad (2b)$$

Đại lượng M^* có đơn vị cùng với mô men, được đưa vào để triệt tiêu đơn vị của đối số.

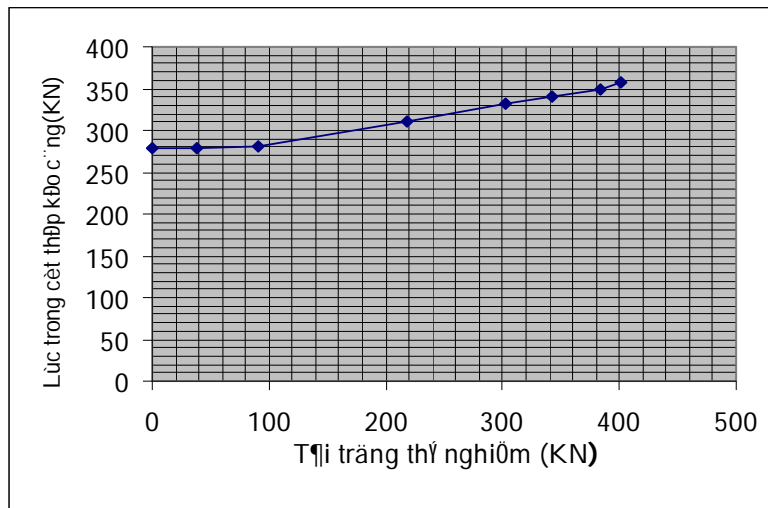
Vấn đề được đặt ra là để đạt được độ chính xác cần thiết khi tính tích phân dạng (1) cần xét đến bao nhiêu số hạng của chuỗi (2b). Kết quả nghiên cứu trong [3,4] cho thấy rằng quan hệ giữa độ dãn dài và giá trị tải trọng là một hàm tương đối đều. Phần các giá trị mômen gần với giá trị M_{cr} độ dãn dài phát triển khá phức tạp nhưng lại có giá trị bé, còn miền các giá trị mômen gần với giá trị mômen giới hạn thì quy luật thay đổi của độ dãn dài gần với quy luật tuyến tính. Quan hệ giữa ứng suất trong cốt thép kéo căng và tải trọng có dạng như trên hình 3. Do cốt thép kéo căng không bám dính trong

dầm làm việc trong giới hạn đàn hồi nên hình ảnh về ứng suất cũng chính là hình ảnh về độ dãn dài của nó.

Quan hệ giữa tải trọng thí nghiệm và lực trong cốt thép kéo căng không bám dính được thể hiện trên hình 4 đã được xây dựng dựa vào kết quả thí nghiệm trong [4].



Hình 3. Quan hệ giữa tải trọng và ứng suất trong cốt thép kéo căng [3]



Hình 4. Quan hệ giữa tải trọng và lực trong cốt thép KC KBD (theo số liệu trong [4])

Các kết quả nghiên cứu trên đây cho thấy quy luật thay đổi ứng suất trong cốt thép kéo căng không bám dính khi tải trọng tăng cho đến khi dầm bị phá hoại nhìn chung là đơn giản (gần như tuyến tính). Điều đó cũng có nghĩa là hàm số dưới dấu tích phân (1) có quy luật thay đổi đơn giản ứng với các giá trị của mô men uốn.

Trên cơ sở kết quả phân tích trên đây ta có thể tính gần đúng tích phân (1) với một số hạng của chuỗi (2b), tức là:

$$(\varepsilon_{cp}(x) - \varepsilon_{cpe}(x)) = 0 \text{ khi } M < M_{cr} \quad (3a)$$

$$(\varepsilon_{cp}(x) - \varepsilon_{cpe}(x)) \approx \alpha \left(\frac{M - M_{cr}}{M_0} \right)$$

khi $M \geq M_{cr}$ (3b)

Trong đó α là một hằng số.

Thay (3) vào (1) với giá trị $M = M_{u1} = const$ và tính giá trị tích phân, ta được:

$$\Delta l_{p1} = \int_0^l \alpha (M_{u1} - M_{cr}) dx = \alpha (M_{u1} - M_{cr}) l \quad (4)$$

Δl_{p1} là độ dãn dài của cốt thép căng khi dầm chịu uốn thuần túy.

Từ công thức (4) ta có:

$$\alpha = \frac{M^*}{(M_{u1} - M_{cr})} \frac{\Delta l_{p1}}{l} \quad (5)$$

Thay (4) và (5) vào (1) và tích phân cho trường hợp biểu đồ mômen có dạng như trên hình 1, ta có:

$$\Delta l_{p2} = \frac{1}{2} \frac{(M_{u2} - M_{cr})^2}{(M_{u1} - M_{cr}) M_{u2}} \Delta l_{p1} \quad (6)$$

Trong đó Δl_{p1} là độ dãn dài tăng thêm của cốt thép kéo căng không bám dính khi dầm chịu uốn thuần túy, được tính theo công thức sau [12]:

$$\Delta l_{p1} = \varepsilon_{cn} \left(\frac{d_p}{c} - 1 \right) l - P_e \frac{l}{E_c} \left[\frac{1}{A_c} + \frac{e^2}{I} \right] \quad (7)$$

Từ các công thức (6), (7) và giả thiết rằng cốt thép kéo căng không bám dính nằm trong giai đoạn đàn hồi, ta có công thức xác định ứng suất trong cốt thép kéo căng không bám dính tại trạng thái chịu uốn cực hạn của dầm như sau:

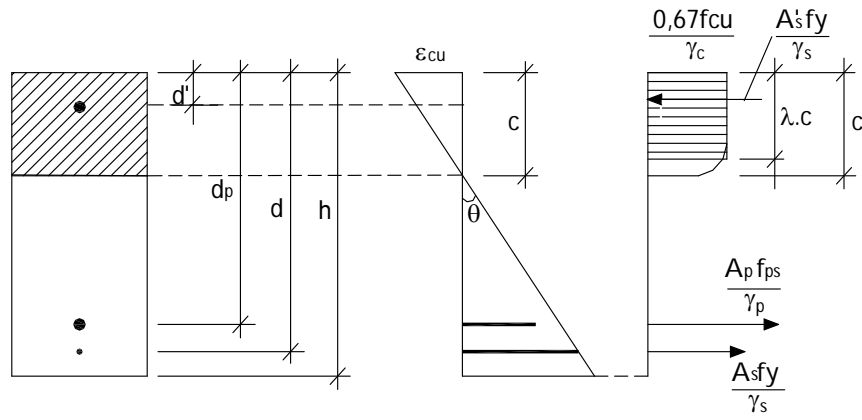
$$f_{ps2} = f_{pe} + E_p \left\{ \varepsilon_{cu} \left(\frac{d_p}{c_2} - 1 \right) - \frac{P_e}{E_c} \left[\frac{1}{A_c} + \frac{e^2}{I} \right] \right\} \left[\frac{1}{2} \frac{(M_{u2} - M_{cr})^2}{(M_{u1} - M_{cr}) M_{u2}} \right] \leq f_{py} \quad (8)$$

Chỉ số “2” ở đây dùng để chỉ trường hợp dầm chịu tải trọng tập trung (trường hợp 2), còn chỉ số “1” dùng để chỉ trường hợp dầm chịu uốn thuần túy (trường hợp 1). Như vậy, mô men giới hạn của dầm khi chịu tải trọng tập trung được ký hiệu là M_{u2} , còn mô men giới hạn của dầm khi chịu uốn thuần túy được ký hiệu là M_{u1} (xem [13]).

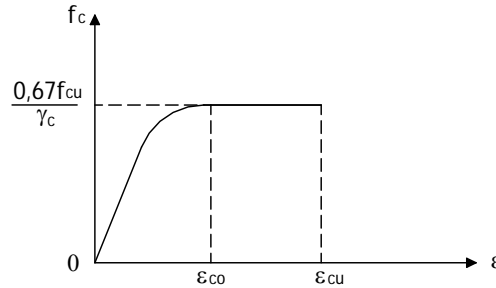
Trường hợp dầm có tiết diện chữ nhật, giả sử dầm đạt trạng thái giới hạn chịu uốn tại vị trí giữa nhịp. Sơ đồ tính toán cường độ chịu uốn tại tiết diện giữa nhịp được thể hiện trên hình 5. Giả sử rằng cho đến khi dầm đạt trạng thái giới hạn chịu uốn thì ứng suất trong cốt thép kéo căng không bám dính vẫn không vượt

quá giới hạn chảy, nghĩa là cốt thép kéo căng không bám dính luôn nằm trong giai đoạn đàn hồi. Mô hình tính toán của vật liệu bê tông và cốt thép thường trong dầm được chấp nhận tương ứng như trên hình 6 và hình 7 [6]. Bỏ qua sự làm việc chịu kéo của bê tông. Sự làm việc của cốt thép thường khi chịu nén được tính như khi chịu kéo. Hệ số an toàn của các vật liệu được lấy theo quy định của các tiêu chuẩn thiết kế.

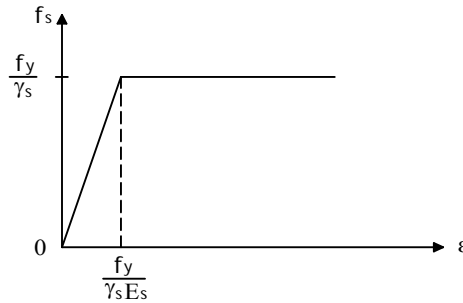
Giả sử tại vị trí mô men có giá trị lớn nhất tiết diện dầm đạt trạng thái giới hạn chịu uốn có sơ đồ làm việc như trên hình 5. Hệ phương trình xác định cường độ chịu uốn của dầm trong trường hợp này có dạng như sau:



Hình 5. Sơ đồ tính toán tiết diện dầm tại trạng thái giới hạn chịu uốn



Hình 6. Biểu đồ tính toán ứng suất – biến dạng của bê tông trong dầm



Hình 7. Biểu đồ tính toán ứng suất – biến dạng của cốt thép thường

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{f_y}{\gamma_s} A'_s (d_p - d') + \frac{f_y}{\gamma_s} A_s (d - d_p) + \frac{0,67 f_{cu}}{\gamma_c} b (\lambda c_2) (d_p - \frac{\lambda c_2}{2}) = M_{u2} \\ \frac{f_{ps2}}{\gamma_p} A_p + \frac{f_y}{\gamma_s} (A_s - A'_s) - \frac{0,67 f_{cu}}{\gamma_c} b (\lambda c_2) = 0 \\ f_{pe} + E_p \left\{ \frac{\epsilon_{cu}}{\gamma_c} \left(\frac{d_p}{c_2} - 1 \right) - \frac{P_e}{E_c / \gamma_c} \left[\frac{1}{A_c} + \frac{e^2}{I} \right] \right\} \left[\frac{1}{2} \frac{(M_{u2} - M_{cr})^2}{(M_{u1} - M_{cr}) M_{u2}} \right] = f_{ps2} \end{array} \right. \quad (9)$$

Hệ phương trình (9) là hệ 3 phương trình phi tuyến với 3 ẩn số là ứng suất giới hạn trong cốt thép kéo căng không bám dính, chiều cao vùng nén và mô men giới hạn. Hai phương trình đầu trong hệ phương trình (9) là các phương trình cân bằng tĩnh lực của tiết diện. Phương trình thứ ba chính là công thức xác định ứng suất giới hạn trong cốt thép kéo căng không bám dính. Khác với công thức (8) ở đây có kể đến hệ số an toàn của các vật liệu. Thông thường các hệ số an toàn của các vật liệu lấy như sau: $\gamma_c = 1,5$; $\gamma_s = 1,15$. Ứng suất giới hạn trong cốt thép kéo căng không bám dính nhỏ hơn giới hạn chảy, nên $\gamma_p = 1,0$. Mô men nứt được tính toán khi tiết diện có ứng suất kéo tổng cộng tại mép dầm chịu kéo đạt giá trị $0,6\sqrt{f_{cu}}$ [6].

Theo cách tính trên đây dễ dàng nhận thấy rằng khi tải trọng tập trung được đặt tại vị trí bất kỳ trên dầm ta đều nhận được các phương trình có dạng như các phương trình (6), (8) và (9). Từ đó có thể nói rằng hệ phương trình (9) là hệ phương trình để xác định khả năng chịu uốn của dầm BTULT CSKBD chịu một tải trọng tập trung. Tuy nhiên, tải trọng tập trung không được đặt ở gần gối, vì khi đó dầm có thể bị phá hoại do cắt chứ không phải do uốn.

Ví dụ :

Dầm chịu tải trọng tập trung ở giữa nhịp có các thông số về vật liệu và hình học như sau: tiết diện chữ nhật: $b = 400\text{mm}$, $h = 800\text{mm}$; $l = 10\text{m}$; bê tông: $f_{cu} = 40\text{MPa}$ ($f'_c = 32\text{MPa}$), $\varepsilon_{cu} = 0,0035$, $\varepsilon_{co} = 0,002$, $\lambda = 0,8$; cốt thép không bám dính: $f_{pu} = 1860\text{MPa}$, $f_{py} = 1690\text{MPa}$, $f_{pe} = 1000\text{MPa}$, $d_p = 700\text{mm}$, $A_p = 1200\text{mm}^2$, $f_y = 400\text{MPa}$, $d = 750\text{mm}$. $A_s = 1140\text{mm}^2$, $d' = 50\text{mm}$, $A_s' = 628\text{mm}^2$, $E_p = 195000\text{MPa}$.

Kết quả tính toán theo hệ phương trình (9) và kết quả tính toán cho trường hợp dầm chịu uốn thuần túy [13] được đưa trong bảng 1. Kết quả tính toán cho thấy rằng ứng suất trong cốt thép kéo căng không bám dính tại trạng thái chịu uốn cực hạn cũng như chiều cao vùng nén và cường độ chịu uốn của dầm trong trường hợp này đều nhỏ hơn các giá trị tương ứng khi dầm chịu uốn thuần túy. Rõ ràng ở đây cốt thép kéo căng không bám dính được phát huy kém hiệu quả hơn so với trường hợp dầm chịu uốn thuần túy. Nguyên nhân của sự phát huy kém hiệu quả của cốt thép kéo căng không bám dính ở đây chính là do đặc điểm phá hoại của dầm. Nếu như trường hợp chịu uốn thuần túy thì các vết nứt do uốn được hình thành đều trên suốt chiều dài dầm và phát triển đều lên phía trên, còn khi chịu tải trọng tập trung, các vết nứt chỉ tập trung tại gần vị trí đặt tải và một số ít trong số này nhanh chóng phát triển lên phía trên làm cho dầm nhanh chóng bị phá hủy.

Bảng 1. So sánh kết quả tính toán theo các phương trình (9) và [13]

Trường hợp tải	f_{ps} (MPa)	c (mm)	M_u (KNm)
Uốn thuần túy	1429	329	1239
Tải tập trung giữa nhịp	1079	255	1042

Khác với trường hợp chịu uốn thuần túy, trong trường hợp này ứng suất trong cốt thép kéo căng tính theo phương trình (9) có giá trị nhỏ hơn các giá trị tính theo các tiêu chuẩn ACI 318 – 2002, AASHTO – 98, BS 8110 – 1997 và JGJ/T 92 – 93. Mô men chịu uốn giới hạn của dầm tính theo (9) có giá trị nhỏ hơn giá trị tính theo các tiêu chuẩn AASHTO LRFD – 1998, BS 8110 – 1997 và xấp xỉ bằng giá trị tính theo ACI 318 – 2002, JGJ/T 92 - 93. Kết quả tính toán được đưa trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả tính theo (9) và theo các tiêu chuẩn

Công thức tính	Ph. trình (9)	Theo ACI 318	Theo AASHTO	Theo BS 8110	Theo JGJ/T
f_{ps} [MPa]	1079	1145	1319	1324	1302
M_u [KNm]	1042	1040	1433	1192	1053

3. Kết luận

Trong bài báo tác giả đã trình bày kết quả nghiên cứu bài toán xác định cường độ chịu uốn của dầm BTULT CSKBD chịu tải trọng tập trung. Nghiên cứu này là bước tiếp theo của kết quả đã đạt được trong [13].

Kết quả nghiên cứu chính nhận được trong bài báo là hệ phương trình xác định cường độ chịu uốn của dầm BTULT CSKBD. Cũng như đối với trường hợp dầm chịu uốn thuần túy, hệ phương trình xác định cường độ chịu uốn của dầm gồm có 2 phương trình cân bằng tĩnh lực và phương trình xác định ứng suất giới hạn trong cốt thép kéo căng không bám dính. Đây là hệ phương trình đại số có 3 ẩn số: chiều cao vùng nén, ứng suất giới hạn trong cốt thép kéo căng không bám dính và mô men uốn giới hạn của tiết diện.

Kết quả tính toán ví dụ cho thấy rằng: 1) Cốt thép kéo căng không bám dính được phát huy kém hiệu quả hơn so với trường hợp dầm chịu uốn thuần túy, do vậy, cả chiều cao vùng nén, ứng suất giới hạn trong cốt thép kéo căng không bám dính và mô men giới hạn của tiết diện trong trường hợp dầm chịu tải trọng tập trung đều nhỏ hơn giá trị tương ứng khi dầm chịu uốn thuần túy; 2) Ứng suất trong cốt thép kéo căng tính theo phương trình nhận được ở đây có giá trị nhỏ hơn các giá trị tính theo các tiêu chuẩn ACI 318 – 2002, AASHTO – 98, BS 8110 – 1997 và JGJ/T 92 – 93, còn mô men giới hạn của dầm nhỏ hơn giá trị tính theo các tiêu chuẩn AASHTO LRFD – 1998, BS 8110 – 1997 và xấp xỉ bằng giá trị tính theo ACI 318 – 2002, JGJ/T 92 – 93.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. N.T. CHUÔNG, N.Q. LONG, L.T. HUẤN. Thí nghiệm nghiên cứu sự làm việc của cốt thép ULT trong dầm BTULT không bám dính chịu uốn”, *Tạp chí KHCN Xây dựng*, số 4/2000.
2. N.T. CHUÔNG, V.S. HÀ, N.V. HÙNG. Nghiên cứu mô hình dầm cao BTULT chịu tải tập trung. *Tạp chí KHCN Xây dựng*, số 2/2001.
3. LIN T.Y., BURN N.H. Design of Prestressed Concrete Structures, *John Wiley & Son*, 1981.
4. GAUVREAU D.P. Ultimate Limit State of Concrete Girders Prestressed with Unbonded Tendons. *IBK ETH Zurich, ISE, Swiss Fed. Institute of Tech.*, 1993.
5. EC02: Design of Concrete Structures - Part 1: General Rules and Rules for Buildings. *ENV*, 2002.
6. BS 8110 - 1997: Structural use of concrete. Part 1, code of practice for design and construction. *British Standard, British Standards Institution*.
7. ACI 318 – 2002: Building Code Requirements for Structural Concrete. *American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich.*, 2002.
8. AS 3600 – 1994: Building Code Requirements for Structural Concrete. *American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich.*, 1999.
9. AASHTO LRFD–1998: Standard Specification for High-way Bridges, AASHTO, 1998.
10. JGJ/T 92-93: Quy trình kết cấu bê tông ứng lực trước không bám dính (TC ngành của CHND Trung Hoa). *NXB Công nghiệp xây dựng, Bắc Kinh*, 1993.
11. ACMC 2001. Quy chuẩn mẫu bê tông Châu Á. *Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội*, 2001.
12. N.T. CHUÔNG: "Phân tích sự làm việc của dây căng không bám dính trong dầm bê tông ứng lực trước chịu uốn”, *Tuyển tập công trình Hội nghị toàn quốc Cơ học vật rắn biến dạng lần thứ bảy. Đồ Sơn*, 27- 28/8/2004.
13. N.T. CHUÔNG: "Cường độ chịu uốn của dầm BTULT CSKBD chịu uốn thuần túy”, *Tạp chí KHCN Xây dựng*, số 2 /2005.

Phụ lục: Các ký hiệu sử dụng trong bài báo

Ký hiệu	Nội dung được thể hiện	Ký hiệu	Nội dung được thể hiện
A_c	Diện tích bê tông quy đổi của tiết diện dầm	$c(c_2)$	Chiều cao vùng nén
A_s	Diện tích cốt thép tại vùng phía dưới (cốt thép dương)	f_{cu}	Cường độ bê tông theo mẫu lập phương
A'_s	Diện tích cốt thép tại vùng phía trên (cốt thép âm)	$f_{ps}(f_{ps2})$	Ứng suất giới hạn trong cốt thép kéo căng không bám dính
E_c	Mô đun đàn hồi của bê tông	f_y	Giới hạn chảy của cốt thép thường
E_p	Mô đun đàn hồi của cốt thép kéo căng KBD	λ	Hệ số quy đổi ứng suất nén trong bê tông thành khối lỗng trụ
I	Mô đun quán tính của tiết diện dầm	γ_c	Hệ số an toàn của bê tông
M_{cr}	Mô men nứt	γ_p	Hệ số an toàn của cốt thép kéo căng
M_{u1}	Mô men giới hạn trường hợp dầm chịu uốn thuần túy	γ_s	Hệ số an toàn của cốt thép thường
$M_u(M_{u2})$	Mô men giới hạn trường hợp dầm chịu tải tập trung	ε	Biến dạng