

ĐÁNH GIÁ CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN HIỆN TRƯỜNG CỦA BÊ TÔNG THEO TIÊU CHUẨN EN 13791 : 2007

TS. HOÀNG MINH ĐỨC

Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng

Tóm tắt: Cường độ chịu nén hiện trường của bê tông được sử dụng để đánh giá sự phù hợp của các kết cấu xây mới, đánh giá khả năng chịu lực của các kết cấu hiện có,... Cường độ chịu nén hiện trường ở Việt Nam có thể được xác định theo TCXDVN 239:2006, còn ở các nước thuộc cộng đồng châu Âu theo EN 13791:2007. Tuy nhiên, có một số khác biệt nhất định trong kỹ thuật sử dụng để đánh giá cường độ hiện trường trong hai tiêu chuẩn trên. Bài viết hướng dẫn cụ thể việc sử dụng tiêu chuẩn EN 13791:2007 trong sự so sánh với TCXDVN 239:2006.

1. Mở đầu

Cường độ chịu nén là một đặc tính quan trọng của bê tông được sử dụng trong tính toán thiết kế và nghiệm thu kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Cường độ bê tông không những phụ thuộc vào chất lượng và cấp phối vật liệu sử dụng mà còn phụ thuộc vào quá trình thi công bê tông và các yếu tố khác. Do đó, sự chênh lệch giữa cường độ mẫu đúc tiêu chuẩn và cường độ bê tông trên kết cấu là không tránh khỏi. Trong nhiều trường hợp, việc đánh giá cường độ chịu nén thực tế của bê tông trên kết cấu và cấu kiện bê tông đúc sẵn là rất cần thiết để chứng nhận hoặc giải quyết các bài toán liên quan đến kết cấu công trình.

Tại châu Âu, việc đánh giá cường độ chịu nén hiện trường được thực hiện theo tiêu chuẩn EN 13791:2007 "Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete components". Tiêu chuẩn này nằm trong hệ thống tiêu chuẩn châu Âu, được biên soạn khá mở, phù hợp và được sử dụng rộng rãi tại nhiều quốc gia khác nhau.

Nhằm xây dựng hệ thống tiêu chuẩn đồng bộ, hiện đại, hài hòa và tiệm cận với tiêu chuẩn quốc tế, Bộ Xây dựng đã tiến hành chuyển dịch bộ tiêu chuẩn châu Âu, trong đó có tiêu chuẩn EN 13791:2007 sang tiêu chuẩn Việt Nam. Tiêu chuẩn này có một số khác biệt nhất định so với tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành TCXDVN 239:2006 "Bê tông nặng. Chỉ dẫn đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình".

Bài viết này đề cập đến một số điểm đặc biệt của tiêu chuẩn EN 13791 và so sánh với tiêu chuẩn Việt Nam.

2. Giới thiệu chung về tiêu chuẩn EN 13791:2007

Tiêu chuẩn EN 13791:2007 do Ban kỹ thuật CEN/TC 104 "Concrete and related products" biên soạn. Tiêu chuẩn này trình bày các kỹ thuật và phương pháp đánh giá cường độ chịu nén hiện trường của kết cấu và cấu kiện bê tông đúc sẵn. Thí nghiệm cường độ hiện trường có tính đến ảnh hưởng của cả vật liệu và quá trình thi công (đầm, bảo dưỡng,...). Tiêu chuẩn này được viện dẫn trong EN 206-1 để đánh giá cường độ bê tông của kết cấu và cấu kiện bê tông đúc sẵn.

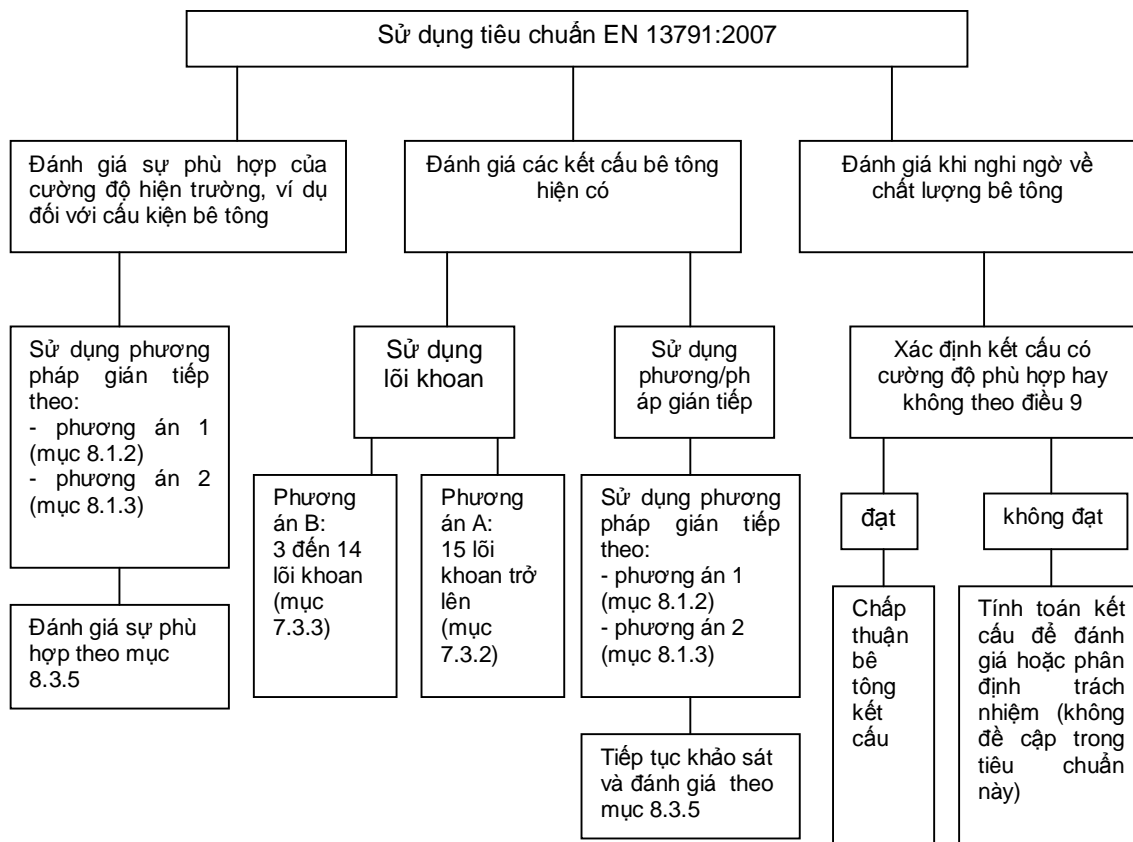
Tiêu chuẩn EN 13791:2007 được áp dụng trong các trường hợp như:

- Đánh giá sự phù hợp của cường độ chịu nén hiện trường theo yêu cầu kỹ thuật của dự án hoặc tiêu chuẩn đối với sản phẩm;
- Sửa chữa hoặc thiết kế lại các kết cấu hiện có hoặc cần đánh giá cường độ hiện trường trong quá trình thi công;
- Đánh giá sự phù hợp của kết cấu trong trường hợp mẫu tiêu chuẩn không đạt cường độ chịu nén yêu cầu hoặc đánh giá sự thích hợp khi nghi ngờ về cường độ chịu nén của kết cấu do lỗi thi công, hư hại do hỏa hoạn hoặc các nguyên nhân khác.

Hướng dẫn sử dụng cho các trường hợp trên được trình bày tại hình 1.

Phương pháp thí nghiệm sử dụng bao gồm phương pháp khoan lấy lõi và các phương pháp gián tiếp. Mỗi phương pháp có thể được thực hiện theo các phương án khác nhau. Cần chú ý rằng, kết quả đánh giá theo các phương án khác nhau có sự chênh lệch đáng kể. Do đó, việc cân nhắc lựa chọn phương án là cần thiết và nên được xem xét trên nhiều khía cạnh và cho từng trường hợp cụ thể.

Một điểm khác biệt nữa so với TCXDVN 239:2006 là EN 13791:2007 quy định cường độ chịu nén đặc trưng hiện trường nhỏ nhất ứng với các cấp cường độ chịu nén khác nhau thông qua hệ số 0,85. Các giá trị cường độ được lấy tròn tới đơn vị (tính theo N/mm²). Giá trị này được sử dụng trong đánh giá các kết quả thí nghiệm.



Hình 1. Sơ đồ hướng dẫn sử dụng tiêu chuẩn EN 13791:2007

Việc đánh giá cường độ chịu nén hiện trường được hướng dẫn thực hiện cho ba trường hợp gồm: đánh giá trên cơ sở lõi khoan, đánh giá theo các phương pháp gián tiếp và đánh giá khi nghi ngờ sự phù hợp của bê tông theo thí nghiệm tiêu chuẩn.

3. Đánh giá cường độ chịu nén hiện trường trên cơ sở lõi khoan

Đánh giá cường độ chịu nén hiện trường trên cơ sở lõi khoan được thực hiện theo hai phương án: phương án A khi có ít nhất 15 lõi khoan hoặc phương án B khi có từ 3 đến 14 lõi khoan. Cần chú ý là theo EN 13791:2007 số lượng lõi khoan không được nhỏ hơn 3. Các lõi khoan phải được khoan, kiểm tra và chuẩn bị tuân thủ theo EN 12504-1 và nên được đặt trong phòng thí nghiệm ít nhất 3 ngày trước khi tiến hành thí nghiệm.

Khi thực hiện theo phương án A, cường độ chịu nén đặc trưng hiện trường của vùng thí nghiệm là giá trị nhỏ hơn:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k_2 \times s \text{ hoặc } f_{ck, is} = f_{is, lowest} + 4$$

Trong đó:

$f_{ck, is}$ - cường độ chịu nén đặc trưng hiện trường;

$f_{m(n), is}$ - giá trị trung bình của n kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén hiện trường;

$f_{is, lowest}$ - kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén hiện trường nhỏ nhất;

s - giá trị lớn hơn của độ lệch chuẩn của kết quả thí nghiệm hoặc 2,0 N/mm²;

k_2 - hệ số, lấy theo quy định quốc gia hoặc lấy bằng 1,48.

Khi thực hiện theo phương án B, cường độ chịu nén đặc trưng hiện trường của vùng thí nghiệm là giá trị nhỏ hơn:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k \text{ hoặc } f_{ck, is} = f_{is, lowest} + 4$$

Trong đó:

k - biên độ phụ thuộc vào số lượng các kết quả thí nghiệm.

Cường độ chịu nén đặc trưng hiện trường xác định theo EN 13791:2007 phụ thuộc rất nhiều vào số lượng lõi khoan. Bảng 1 trình bày tương quan giữa giá trị trung bình của các kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén hiện trường và cường độ chịu nén đặc trưng hiện trường (khi giả định cường độ hiện trường được tính theo giá trị trung bình của cường độ hiện trường).

Bảng 1. Tương quan giữa cường độ trung bình hiện trường và cường độ đặc trưng hiện trường trong các trường hợp khác nhau

Giá trị trung bình cường độ chịu nén hiện trường, N/mm ²	Cường độ đặc trưng hiện trường, N/mm ²					
	Độ lệch chuẩn s (phương án A, $k_2=1,48$)			Biên độ k, khi sử dụng (phương án B)		
	hơn 15 lõi khoan			10-14 lõi khoan	7-9 lõi khoan	3-6 lõi khoan
	2,0	2,5	3,0	5	6	7
10	7,04	6,3	5,56	5	4	3
15	12,04	11,3	10,56	10	9	8
20	17,04	16,3	15,56	15	14	13
25	22,04	21,3	20,56	20	19	18
30	27,04	26,3	25,56	25	24	23

Số liệu tại bảng 1 cho thấy, với cùng giá trị trung bình của cường độ chịu nén hiện trường, khi có càng ít lõi khoan cường độ đặc trưng hiện trường của vùng thí nghiệm càng nhỏ. Hoặc nói cách khác, để có cùng giá trị cường độ đặc trưng hiện trường, khi có càng nhiều mẫu khoan thì giá trị trung bình cường độ các mẫu khoan cần đạt được càng thấp. Do đó, nếu có điều kiện thì khi đánh giá theo EN 13791 nên sử dụng càng nhiều lõi khoan càng tốt. Vấn đề này chưa được đề cập tới trong tiêu chuẩn Việt Nam. Tiêu chuẩn TCXDVN 239:2006 khuyến cáo sử dụng tổ mẫu gồm 3 mẫu và cho phép sử dụng tổ mẫu gồm 2 mẫu.

4. Đánh giá cường độ chịu nén hiện trường theo phương pháp gián tiếp

Các phương pháp gián tiếp sử dụng trong đánh giá cường độ chịu nén hiện trường bao gồm phương pháp xác định trị số bật nảy, lực kéo nhỏ hoặc vận tốc xung siêu âm.

Đánh giá cường độ chịu nén hiện trường theo phương pháp gián tiếp có thể tiến hành bằng cách xây dựng đường tương quan trực tiếp với lõi khoan (phương án 1) hoặc hiệu chỉnh đường tương quan sẵn có theo lõi khoan trong khoảng giới hạn cường độ (phương án 2).

Trong hai phương án trên thì phương án 2 được hướng dẫn khá cụ thể và có thể thực hiện dễ dàng. Đánh giá theo phương án 1 đòi hỏi người sử dụng có hiểu biết nhất định về các công cụ toán học.

Việc xây dựng đường tương quan giữa kết quả thí nghiệm theo phương pháp gián tiếp và cường độ chịu nén hiện trường (phương án 1) được hướng dẫn thực hiện gồm các bước sau:

- Xác định đường thẳng hoặc đường cong phù hợp nhất bằng cách phân tích hồi quy các cặp giá trị thu được trong thí nghiệm. Kết quả thí nghiệm gián tiếp được coi là biến số và cường độ chịu nén hiện trường là hàm số của biến số đó;

- Tính toán sai số chuẩn của việc xác định, giới hạn tin cậy của đường thẳng hoặc đường cong phù hợp nhất và giới hạn dung sai của các kết quả riêng lẻ;

- Đường tương quan là phân vị mức mười phần trăm của cường độ.

Các chỉ dẫn cụ thể hơn để thực hiện các bước trên không được đề cập đến trong tiêu chuẩn EN 13791:2007. Điều này gây lúng túng đáng kể khi áp dụng phương án này trong thực tế. Tiêu chuẩn không quy định cụ thể dạng của đường tương quan là đường thẳng hay đường cong, phương pháp phân tích hồi quy, phương pháp đánh giá sai số cũng như phương pháp xác định phân vị mức mười phần trăm.

Mô hình đường thẳng hoặc đường cong phù hợp có thể được xác định theo kinh nghiệm thực tế. Tuy nhiên, có thể thấy rằng, trong một khoảng nhỏ với sai số cho phép các đường cong có thể được coi như đường thẳng.

Hiện nay có một số phương pháp phân tích hồi quy để xác định đường thẳng hoặc đường cong phù hợp nhất. Trong số đó phân tích theo bình phương nhỏ nhất là phổ biến hơn cả. Theo đó, đường phù hợp nhất là đường có tổng bình phương các sai lệch giữa giá trị thực tế và giá trị tính toán là nhỏ nhất. Tuy nhiên, phương pháp này cũng có những hạn chế nhất định vì được xây dựng dựa trên giả định rằng sai số theo giá trị x bằng 0 và sai số (độ lệch chuẩn) theo giá trị y là cố định.

Khi xây dựng đường tương quan giữa các thí nghiệm gián tiếp với cường độ chịu nén hiện trường, rõ ràng rằng sai số trong xác định các tính chất theo thí nghiệm gián tiếp là khá lớn và nhiều khi vượt quá cả sai số trong xác định cường độ chịu nén. Bên cạnh đó, khi coi cường độ chịu nén có hệ số dao động chất lượng cố định (như đa số các tài liệu kỹ thuật hiện nay đang xét) thì giá trị độ lệch chuẩn sẽ tăng khi cường độ bê tông tăng. Chính vì vậy, khi đòi hỏi độ chặt chẽ cao thì phương pháp bình phương nhỏ nhất thông thường sẽ không hoàn toàn phù hợp.

Để khắc phục, theo Ku H.H. [1] nếu như một tập hợp có cùng hệ số dao động thì khi lấy logarit cơ số tự nhiên của chúng, độ lệch chuẩn của các giá trị logarit sẽ có giá trị cố định. Do đó, nên tiến hành phân tích hồi quy với các giá trị logarit của cường độ hiện trường và kết quả thí nghiệm gián tiếp.

Để khắc phục vấn đề sai số của thí nghiệm gián tiếp, có thể sử dụng phương pháp Mandel J. [2] được phát triển bởi Stone W.C. và Reeve C.P. Theo đó, trong tính toán sử dụng thông số λ được tính bằng phương sai của giá trị y chia cho phương sai của giá trị x . Nếu như các thí nghiệm cường độ hiện trường và thí nghiệm gián tiếp được thực hiện sao cho giá trị trung bình của chúng có độ chính xác gần như nhau thì giá trị λ gần bằng 1. Giá trị λ được sử dụng trong tính toán đường tương quan và đánh giá độ lệch chuẩn theo giá trị y [3].

Sau khi xác định đường cong hoặc đường thẳng phù hợp nhất với các cặp kết quả thí nghiệm, xác định đường tương quan bằng phân vị mức mười phần trăm của cường độ. Trong đó, phân vị mức mười phần trăm của cường độ được hiểu là giá trị cường độ mà 10% nhóm các giá trị cường độ đang xét có giá trị nhỏ hơn nó.

Việc xác định đường tương quan theo phân vị mức mười phần trăm có thể được thực hiện theo nhiều phương pháp khác nhau với các giả định và độ chặt chẽ khác nhau. Cũng như đối với việc xác định đường cong phù hợp nhất, việc xác định đường tương quan cũng có thể thực hiện dựa trên giả định sai số theo giá trị x bằng 0 và theo giá trị y là cố định. Khi đó, việc tính toán có thể thực hiện theo

phương pháp yếu tố sai số chung trình bày trong [4]. Đường tương quan cũng có thể được xây dựng theo đề xuất của De Gryze S. [5] hoặc Vardeman S.B. [6].

Với các đòi hỏi chặt chẽ hơn, việc tính toán có thể được thực hiện theo phương pháp của Stone W.C. và Reeve C.P. [3] có kể đến sai số khi xác định đường cong phù hợp nhất trong việc xây dựng đường tương quan cũng như xác định đường tương quan với các khoảng tin cậy khác nhau hay với các mức phân vị khác nhau. Tuy nhiên phương pháp này khá phức tạp. Để khắc phục điều này, Carino N.J. [7] đề xuất phương pháp mới, trong đó vẫn giữ được tính chặt chẽ của phương pháp Stone W.C. và Reeve C.P. nhưng có thể sử dụng dễ dàng hơn.

Để hiểu rõ hơn về việc đánh giá theo các phương án khác nhau có thể xét một ví dụ cụ thể. Bảng 2 trình bày kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén hiện trường và chỉ số bật nảy của kết cấu cần đánh giá.

Bảng 2. Chỉ số bật nảy và cường độ chịu nén của lõi khoan tại các vị trí

TT	n (vạch) Xi	R, MPa Yi	TT	n (vạch) Xi	R, MPa Yi
1	22,0	23,4	12	31,0	34,9
2	21,5	22,7	13	30,0	34,2
3	25,5	26,7	14	30,0	36,9
4	25,0	26,5	15	29,5	33,6
5	24,0	26,0	16	29,5	34,0
6	24,0	25,7	17	29,5	35,1
7	26,5	31,0	18	29,5	36,1
8	25,0	30,7	19	34,0	39,2
9	25,0	32,5	20	35,0	39,9
10	26,0	29,6	21	34,5	40,8
11	29,5	34,4	22	34,5	40,2

Việc xây dựng đường tương quan được thực hiện theo phương pháp của Vardeman S.B. [6] theo công thức sau:

$$Y_{TL}(X) = \hat{y}(X) - \hat{\sigma} \times \frac{\Phi^{-1}(p) + A \times \Phi^{-1}(1-\alpha) \times \sqrt{1 + \frac{1}{n-2} \times \left(\frac{(\Phi^{-1}(p))^2}{A^2} - (\Phi^{-1}(1-\alpha))^2 \right)}}{1 - \frac{(\Phi^{-1}(1-\alpha))^2}{2 \times (n-2)}}$$

Trong đó:

$\hat{y}(X) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \times X$ - đường thẳng phù hợp nhất với số liệu thí nghiệm có hệ số $\hat{\beta}_0$ và $\hat{\beta}_1$ xác định theo phương pháp bình phương nhỏ nhất thông thường;

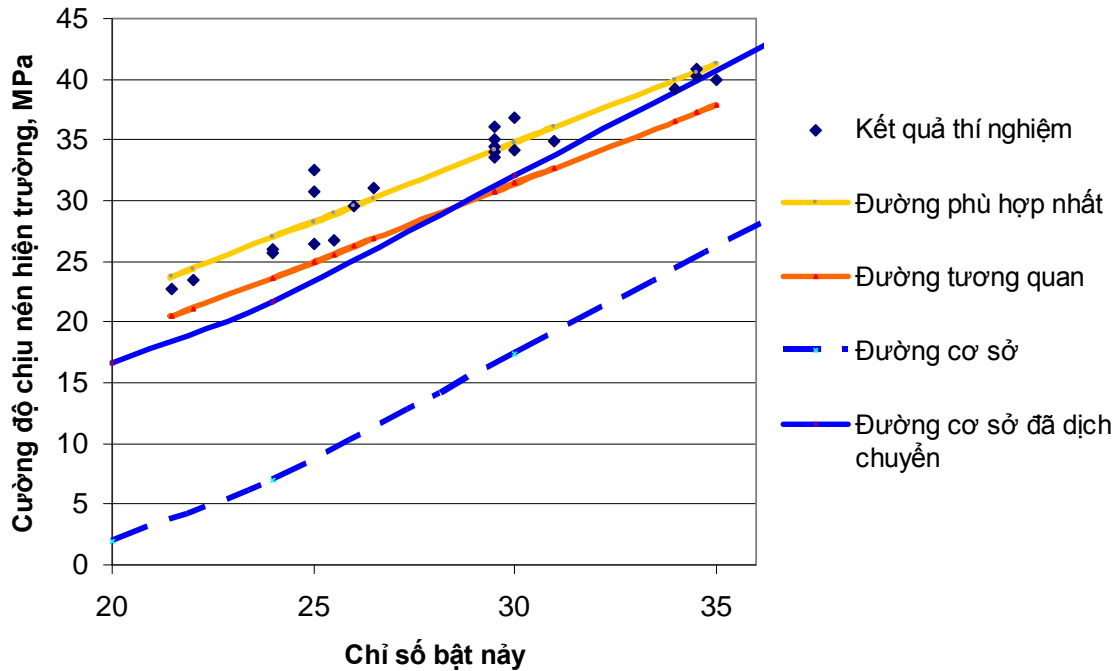
$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2} \quad \text{- sai số khi xây dựng đường phù hợp nhất hay phương sai của } y;$$

$$A = \sqrt{\left[\frac{1}{n} + \frac{(X_i - \bar{X})^2}{S_{xx}} \right]}, \quad \text{theo đó } \hat{\sigma} \times A \text{ là độ lệch chuẩn ước tính của } y|_x;$$

$\Phi^{-1}(p)$ và $\Phi^{-1}(1-\alpha)$ - nghịch đảo của phân phối chuẩn tích lũy theo độ phủ p và độ tin cậy (1- α);
n - số lượng cặp kết quả thí nghiệm sử dụng xây dựng đường tương quan.

Kết quả tính toán đường phù hợp nhất, đường tương quan (phân vị mức mười phần trăm của cường độ) được trình bày tại hình 2.

Tại hình 2 cũng trình bày đường cơ sở và đường cơ sở sau khi đã chuyển dịch thực hiện theo phương án 2.



Hình 2. Xây dựng các quan hệ giữa chỉ số bột nây và cường độ hiện trường

Dựa trên đồ thị hình 2 có thể xác định cường độ chịu nén hiện trường của vùng thí nghiệm bất kỳ. Việc xác định cường độ chịu nén của vùng thí nghiệm theo các phương án khác nhau được trình bày tại bảng 3.

Bảng 3. Xác định cường độ chịu nén hiện trường của vùng thí nghiệm

TT	Chỉ số bột nây	Cường độ chịu nén hiện trường, MPa xác định theo		TT	Chỉ số bột nây	Cường độ chịu nén hiện trường, MPa xác định theo	
		phương án 1	phương án 2			phương án 1	phương án 2
1	24,5	24,3	22,5	9	34,0	36,6	39,0
2	25,0	25,0	23,4	10	25,0	25,0	23,4
3	24,0	23,7	21,7	11	28,5	29,5	29,4
4	32,5	34,7	36,4	12	28,0	28,8	28,6
5	27,0	27,6	26,8	13	23,5	23,0	21,0
6	26,0	26,3	25,1	14	26,0	26,3	25,1
7	21,5	20,4	18,5	15	21,5	20,4	18,5
8	30,0	31,4	32,0				
Giá trị nhỏ nhất						20,4	18,5
Giá trị trung bình						26,86	26,09
Độ lệch chuẩn						4,699	6,059
$f_{m(n),is} - 1,48 \times s$						18,2	14,9
$f_{is,lowest} + 4$						24,4	22,5
Cường độ chịu nén hiện trường						18,2	14,9

Để so sánh, cũng với các giá trị chỉ số bột nây trong bảng 3, nếu đánh giá theo TCVN 162:2004 và TCXDVN 239:2006 sẽ có các kết quả sau:

Tính toán giá trị cường độ chịu nén hiện trường theo biểu đồ quan hệ R-n:

- Cường độ nhỏ nhất: 23,7 MPa;
- Cường độ lớn nhất: 40,0 MPa;
- Cường độ trung bình: 30,2 MPa;

Xác định độ lệch bình phương trung bình: 5,7 MPa;

Xác định hệ số biến động: 15,8 %;

Hệ số t_{α} ứng với 15 vùng: 1,75;

Cường độ chịu nén hiện trường: 21,8 MPa.

Kết quả trên cho thấy có sự khác biệt đáng kể khi xác định cường độ chịu nén hiện trường theo các phương pháp khác nhau. Bên cạnh đó, mô hình đường tương quan giữa kết quả thí nghiệm gián tiếp và cường độ chịu nén (theo phương án 1) cũng ảnh hưởng tới kết quả đánh giá.

5. Đánh giá khi nghi ngờ sự phù hợp của bê tông theo thí nghiệm tiêu chuẩn

Tiêu chuẩn EN 13791:2007 dành riêng một mục hướng dẫn đánh giá bê tông khi nghi ngờ sự phù hợp của bê tông theo thí nghiệm tiêu chuẩn.

Để đánh giá chất lượng bê tông trong trường hợp này đối với vùng thí nghiệm gồm nhiều mẻ bê tông cần sử dụng không ít hơn 15 lõi khoan. Điều kiện cần đạt là:

$$f_{m(n),is} \geq 0,85 \times (f_{ck} + 1,48 \times s)$$

$$\text{và } f_{is,lowest} \geq 0,85 \times (f_{ck} - 4)$$

Nếu được các bên liên quan thống nhất, có thể không cần tới 15 lõi khoan. Khi đó cần có không ít hơn 15 kết quả thí nghiệm theo phương pháp gián tiếp và ít nhất hai lõi khoan lấy tại vị trí có cường độ thấp. Ngoài ra, khi đánh giá một vùng nhỏ có chứa một hoặc vài mẻ bê tông, có thể sử dụng kinh nghiệm chuyên gia để lựa chọn hai vị trí để khoan. Trong các trường hợp này, điều kiện cần đạt là:

$$f_{is,lowest} \geq 0,85 \times (f_{ck} - 4)$$

So với EN 13791:2007 thì các quy định của TCXDVN 239:2006 có khác biệt đôi chút. Bê tông cấu kiện hoặc kết cấu công trình được coi là đạt yêu cầu khi đáp ứng đồng thời hai yêu cầu:

$$R_{ht} \geq 0,9R_{yc} \quad \text{và} \quad R_{min} \geq 0,75R_{yc}$$

Trong đó:

R_{ht} - cường độ bê tông hiện trường;

R_{min} - giá trị cường độ bê tông hiện trường nhỏ nhất trong tổ mẫu;

R_{yc} - cường độ yêu cầu là cấp bê tông (nếu bê tông được chỉ định theo cấp cường độ chịu nén) hoặc được quy đổi từ mác bê tông.

Đánh giá sự phù hợp giá trị trung bình của cường độ hiện trường lõi khoan theo EN 13791:2007 chỉ thực hiện khi có giá trị độ lệch chuẩn, còn TCXDVN 239:2006 không yêu cầu độ lệch chuẩn.

Cường độ tối thiểu cần đạt của lõi khoan được tính theo các công thức khác nhau. Khi cường độ yêu cầu nhỏ hơn 34 MPa thì cường độ hiện trường tối thiểu của lõi khoan theo EN 13791:2007 nhỏ hơn theo TCXDVN 239:2006 và ngược lại. Điều này có nghĩa là yêu cầu của EN 13791:2007 chặt chẽ hơn yêu cầu của TCXDVN 239:2006 ở mức cường độ cao.

6. Kết luận

Tiêu chuẩn EN 13791:2007 được sử dụng rộng rãi tại nhiều nước trên thế giới, đặc biệt là các nước châu Âu trong việc đánh giá cường độ chịu nén của bê tông trên kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Tiêu chuẩn này cho phép đánh giá theo nhiều phương án, đáp ứng các yêu cầu khác nhau. Một số điểm khác biệt của EN 13791:2007 so với tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam đã được phân tích làm rõ.

Thực tế cho thấy phương pháp và phương án sử dụng ảnh hưởng đáng kể đến kết quả đánh giá cường độ chịu nén hiện trường. Do đó, các bên liên quan cần cân nhắc lựa chọn và thống nhất phương án trước khi tiến hành thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ku H.H., Notes on the use of propagation of error formulars. Precision measurement and calibration statistical concepts and procedures. *National bureau of standards, SP 300, 1969, vol. 1, pp. 331-341.*
2. Mandel J., Fitting straight lines when both variable are subjected to error. *Journal of Quality Technology, 1984, vol. 16, No. 1, pp. 1-14.*
3. Stone W.C., Reeve C.P., New statistical method for prediction of concrete strength from in-place tests. *Journal of Cement, concrete and aggregates. ASTM 1986, vol. 8, No. 1, pp. 3-12.*
4. Hindo K.R., Bergstrom W.R., Statistical evaluation of the in-place compressive strength of concrete. *Concrete international, 1985, vol. 7, No. 2, pp. 44-48.*
5. De Gryze S., Langhans I., Vanderbroek M., Using the correct intervals for prediction: A tutorial on tolerance intervals for ordinary least squared regression. *Chemometrics and intelligent laboratory systems. 2007, vol. 87, No. 2, pp. 147-154.*
6. Vardeman S.B., Statistics for engineering problem solving. *Pws publishing company, boston, massachusetts, 1994.*
7. Carino N.J., Statistical methods to evaluate in-place test results. *New concrete technology: Robert E. Philleo Symposium, SP-141. ACI, Farmington Hill, Mich., 1993, pp.39-64.*