

# ĐÁNH GIÁ VÀ NGHIỆM THU BÊ TÔNG CÓ TÍNH ĐẾN BIẾN ĐỘNG CƯỜNG ĐỘ

**TS. Hoàng Minh Đức**

*Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng*

**TÓM TẮT:** *Biến động cường độ là một đặc tính của bê tông cần được tính đến trong kiểm tra và nghiệm thu. Bài báo làm rõ các quy định về biến động cường độ trong tổ mẫu theo các tiêu chuẩn khác nhau, phân tích các nguyên tắc cơ bản cũng như các tiêu chí đánh giá bê tông có tính đến biến động cường độ giữa các tổ mẫu. Qua đó, đề xuất hướng soát xét, hoàn thiện tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.*

## 1. Đặt vấn đề

Cường độ chịu nén là một trong những chỉ tiêu chất lượng quan trọng hàng đầu của bê tông, là căn cứ để thiết kế tính toán khả năng chịu lực, biến dạng của các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Công tác quản lý chất lượng bê tông trên công trình hiện nay tập trung chủ yếu vào việc so sánh giữa cường độ chịu nén trung bình của một hoặc một số tổ mẫu được lấy trong thi công với cường độ thiết kế mà không tính đến dao động cường độ. Tuy nhiên, hình thành nhờ quá trình đóng rắn hỗn hợp gồm xi măng, cốt liệu, nước và phụ gia (nếu có), tính chất của bê tông nói chung và cường độ chịu nén nói riêng, không đồng nhất, không đẳng hướng, chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố chủ quan, khách quan và luôn có sự biến động nhất định.

Phân tích ảnh hưởng của các yếu tố trong suốt quá trình sản xuất, thi công và kiểm soát chất lượng cho thấy có ba nhóm nguyên nhân dẫn đến biến động cường độ bao gồm vật liệu sử dụng, công nghệ sản xuất, thi công và thí nghiệm [1]. Thực tế kiểm soát cường độ bê tông trên mẫu đúc cho thấy nhóm nguyên nhân liên quan đến thí nghiệm ảnh hưởng trực tiếp đến biến động cường độ trong tổ mẫu (giữa các viên mẫu trong tổ), còn nhóm nguyên nhân liên quan đến vật liệu và công nghệ ảnh hưởng đến biến động cường độ giữa các tổ mẫu với nhau. Việc phân định rõ hai nhóm biến động cường độ này là rất cần thiết để có thể có được các nhận định khách quan và chính xác. Trong đó, biến động do các nguyên nhân vật liệu và công nghệ thể hiện ở biến động cường độ giữa các tổ mẫu là yếu tố cần quan tâm, đánh giá.

Các nghiên cứu và thực tế quản lý chất lượng hiện nay đều khẳng định tầm quan trọng của việc đánh giá và nghiệm thu bê tông có tính đến biến động cường độ, nhưng phương pháp và quy trình đánh giá ở mỗi quốc gia lại có sự khác biệt đáng kể. Sự khác biệt này là do các quy định khác nhau của thiết kế về cường độ sử dụng trong tính toán và độ đảm bảo của nó. Bên cạnh đó, có thể kể đến cả sự khác biệt về cơ sở toán trong xử lý số liệu và quan điểm đánh giá Phương pháp thống kê đã được nghiên cứu, ứng dụng trong đánh giá cường độ bê tông từ những năm 40 của thế kỷ trước và cho đến nay, hầu hết các nước trên thế giới đều sử dụng các công cụ thống kê làm nền tảng xây dựng các tiêu chuẩn đánh giá bê tông. Tuy nhiên các công cụ và ứng dụng thống kê trong các ngành khoa học kỹ thuật cũng có sự phát triển không ngừng. Do đó, các tài liệu kỹ thuật, tiêu chuẩn đánh giá cũng trải qua quá trình sửa đổi soát xét và được cập nhật liên tục [2], [3].

Tại Việt Nam, công tác đánh giá, nghiệm thu bê tông cho đến nay vẫn được thực hiện theo tiêu chuẩn TCVN 4453:1995 "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối - Quy phạm thi công và nghiệm thu". Tiêu chuẩn này được dùng để quản lý chất lượng kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thiết kế theo tiêu chuẩn TCVN 5574:1991 "Kết cấu bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế", trong đó cường độ bê tông được chỉ định theo mác với hệ số biến động mặc định (khi thiếu số liệu thống kê) bằng 15%. Khái niệm cấp cường độ bê tông mới chỉ được đề cập đến từ năm 2005 trong tiêu chuẩn TCXDVN 356:2005 "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế" và sau này là TCVN 5574:2012 "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế". Theo tiêu chuẩn thiết kế này, cường độ bê tông phải được đánh giá theo hệ số biến động. Tuy nhiên, trong thực tế, do chưa có tiêu chuẩn hướng dẫn cách đánh giá cường độ theo hệ số biến động nên việc kiểm soát, đánh giá cường độ bê tông vẫn được thực hiện theo TCVN 4453:1995 với hệ số biến động mặc định bằng 13,5% mà không tính đến biến động thực tế của cường độ. Điều này, theo kết quả nghiên cứu của một số chuyên gia, một mặt gây lãng phí cho các đơn vị sản xuất có độ ổn định cao, mặt khác, chưa thỏa mãn yêu cầu về độ đảm bảo khi độ ổn định của sản xuất thấp hơn mức quy định.

Để nâng cao hiệu quả kinh tế kỹ thuật trong khi vẫn đảm bảo chất lượng, khả năng chịu lực của công trình, nâng cao tính cạnh tranh của các đơn vị sản xuất, thi công, tiến tới hội nhập khu vực và quốc tế thì việc sử

dụng các phương pháp thống kê trong đánh giá, nghiệm thu bê tông có tính đến biến động cường độ là việc làm cần thiết và có tính bức thiết cao.

Bài báo này giới thiệu các phương pháp phân tích, đánh giá biến động cường độ bê tông bao gồm biến động cường độ trong tổ mẫu và biến động cường độ giữa các tổ mẫu. Đồng thời, cũng làm rõ các căn cứ thống kê và các quy định trên thế giới về đánh giá và nghiệm thu. Trên cơ sở xem xét các quy định hiện hành, bài báo cũng đề xuất một số hướng cải thiện công tác đánh giá và nghiệm thu bê tông ở nước ta trong thời gian tới.

## 2. Biến động cường độ trong tổ mẫu

Biến động cường độ trong tổ mẫu được đánh giá trên cơ sở chênh lệch cường độ giữa các viên mẫu trong tổ. Các viên mẫu trong tổ được chế tạo từ cùng một mẫu hỗn hợp bê tông, được đúc, bảo dưỡng và thí nghiệm trong cùng một điều kiện nên chênh lệch cường độ giữa các viên mẫu trong tổ không liên quan đến các yếu tố vật liệu đầu vào cũng như công nghệ sản xuất mà chỉ thể hiện sai số của quá trình thí nghiệm. Nguyên nhân của các sai số này bao gồm các yếu tố liên quan đến độ chính xác của thiết bị thí nghiệm và tay nghề của thí nghiệm viên. Một số nguyên nhân chính và mức độ ảnh hưởng tới cường độ viên mẫu được nghiên cứu trong [2], [4] và được trình bày trong Bảng 1. Có thể thấy rằng sai sót trong thí nghiệm có thể làm tăng hoặc giảm cường độ viên mẫu. Tuy nhiên giảm cường độ là xu hướng chiếm ưu thế.

**Bảng 1.** Ảnh hưởng của một số yếu tố khi thí nghiệm đến cường độ bê tông [4]

TT	Nguyên nhân	Mức sai lệch cường độ, %	
		Giảm đến	Tăng đến
1	Sai lệch khi lấy mẫu hỗn hợp bê tông	10	10
2	Trộn lại hỗn hợp không đều trước khi đúc mẫu	15	0
3	Khuôn không đạt yêu cầu, thiếu dầu chống dính	15	5
4	Đảm mẫu không đầy đủ	20	0
5	Bảo dưỡng mẫu ở nhiệt độ khác với quy định	10	10
6	Không bảo dưỡng ẩm liên tục	35	0
7	Đặt mẫu không chính tâm, vận hành máy sai	20	5
8	Lỗi máy nén	25	10

Biến động cường độ trong tổ mẫu (sai số thí nghiệm) cùng với biến động cường độ giữa các tổ (biến động trong sản xuất, thi công) hình thành nên biến động chung của cường độ. Do đó, để đánh giá được chính xác biến động cường độ trong sản xuất cần giảm thiểu và giữ ổn định sai số thí nghiệm. Khi đó, một mặt cần loại bỏ, không sử dụng trong đánh giá các tổ mẫu có sai khác bất thường giữa cường độ các viên mẫu. Mặt khác, cần sử dụng biến động cường độ trong tổ mẫu (hệ số biến động hoặc độ lệch chuẩn) như một tiêu chí đánh giá nhằm nâng cao chất lượng công tác thí nghiệm.

Theo quy định tại LB Nga hiện nay, cường độ tổ mẫu được tính bằng trung bình cộng cường độ của hai viên mẫu khi tổ mẫu gồm hai viên mẫu, trung bình cộng của hai giá trị cường độ lớn hơn khi tổ mẫu gồm ba viên mẫu, trung bình cộng của ba giá trị cường độ lớn hơn khi tổ mẫu gồm bốn viên mẫu và trung bình cộng của bốn giá trị cường độ lớn hơn khi tổ mẫu gồm sáu viên mẫu. Như vậy, khi tính toán cường độ tổ mẫu đã tiến hành loại bỏ các giá trị thấp, có thể gây nên do sai sót trong thí nghiệm. Hệ số biến động trong tổ mẫu được tính toán dựa trên khoảng biến thiên và cường độ trung bình của 30 tổ mẫu liên tiếp. Hệ số biến động này được sử dụng để chỉ định số lượng viên mẫu trong tổ. Theo đó, nếu hệ số biến động không lớn hơn 5% thì một tổ cần có hai viên mẫu, không lớn hơn 8% - ba hoặc bốn viên, còn nếu lớn hơn 8% - cần sáu viên mẫu. Thông thường, nếu hệ số biến động vượt quá 5%, cần xem xét cải tiến công tác thí nghiệm.

Các tiêu chuẩn thí nghiệm bê tông tại Hoa Kỳ không quy định việc loại bỏ các giá trị bất thường trong tổ mẫu. Tuy nhiên, từ quan điểm thống kê, cường độ viên mẫu có thể được coi là bất thường và được loại bỏ nếu lệch quá ba lần độ lệch chuẩn, được cân nhắc sử dụng nếu lệch từ hai đến ba lần độ lệch chuẩn. Cường độ tổ mẫu khi đó được tính bằng trung bình cộng cường độ các viên mẫu còn lại. Hệ số biến động trong tổ mẫu được tính toán theo phương pháp tương tự như tại LB Nga với số lượng tổ mẫu sử dụng trong tính toán không ít hơn 10 tổ. Quy định tại Hoa Kỳ phân biệt hệ số biến động trong tổ mẫu khi kiểm soát hiện trường và cho các mẻ

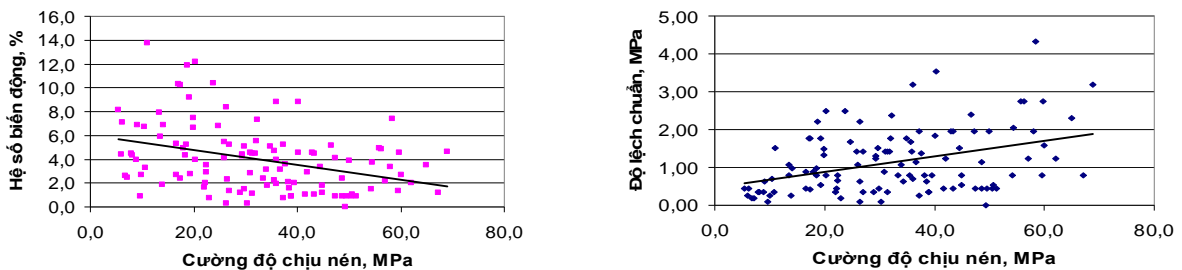
trộn trong phòng thí nghiệm và được đánh giá theo năm bậc, bao gồm: xuất sắc, rất tốt, tốt, trung bình và kém. Theo đó, chất lượng công tác thí nghiệm được đánh giá là kém nếu hệ số biến động cường độ trong tổ mẫu lớn hơn 6% khi thí nghiệm hiện trường và lớn hơn 5% khi thí nghiệm trong phòng.

Tại các nước Châu Âu biến động cường độ trong tổ mẫu được đánh giá theo từng tổ có từ hai viên mẫu trở lên. Theo đó, nếu khoảng biến thiên cường độ giữa các viên mẫu trong tổ vượt quá 15% giá trị trung bình của các viên mẫu thì cần loại bỏ các giá trị này. Khi đó, rõ ràng rằng chất lượng công tác thí nghiệm sẽ được đánh giá là không đạt yêu cầu.

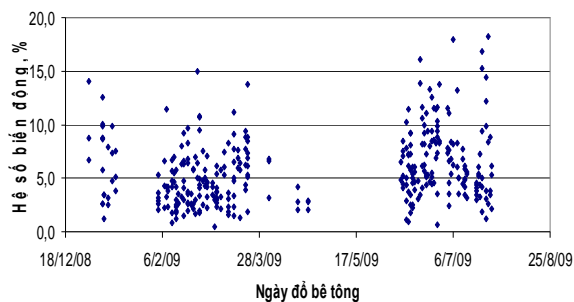
Theo tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành TCVN 3118:1993 "Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén", nếu cường độ viên mẫu lớn nhất hoặc nhỏ nhất lệch quá 15% so với giá trị cường độ viên mẫu ở giữa thì cả hai giá trị trên đều bị loại bỏ và cường độ tổ mẫu được lấy bằng giá trị cường độ viên mẫu ở giữa. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, khi đánh giá, nghiệm thu theo TCVN 4453:1995, giá trị viên mẫu có chênh lệch lớn hơn 15% này lại được sử dụng. Theo đó, cường độ bê tông được coi là đạt yêu cầu thiết kế nếu cường độ trung bình của tổ mẫu không nhỏ hơn mức thiết kế và không có viên mẫu nào có cường độ nhỏ hơn 85% mức thiết kế. Rõ ràng rằng, căn cứ theo các phân tích ở trên cũng như thực tế tại các nước trên thế giới, việc sử dụng giá trị cường độ viên mẫu trong đánh giá nghiệm thu bê tông là chưa phù hợp và cần được soát xét trong thời gian tới.

Cho đến nay, ở nước ta, việc đánh giá biến động cường độ trong tổ mẫu chưa được hướng dẫn trong tài liệu, tiêu chuẩn và cũng chưa được thực hiện trong thực tế. Do đó, việc xác định nguyên nhân, phân định trách nhiệm giữa đơn vị thí nghiệm và đơn vị sản xuất chưa được rõ ràng.

Để tìm hiểu hiện trạng công tác thí nghiệm, đã tiến hành đánh giá biến động cường độ trong tổ mẫu theo số liệu của một phòng thí nghiệm hợp chuẩn. Trong điều kiện phòng thí nghiệm, các tổ mẫu được đúc từ cùng mẻ trộn, bảo dưỡng và thí nghiệm bởi nhân viên phòng thí nghiệm. Hệ số biến động cường độ và độ lệch chuẩn được xem xét phụ thuộc vào cường độ trung bình của tổ mẫu (từ 10 MPa đến 70 MPa). Trong điều kiện hiện trường thi công cọc nhồi nhà cao tầng, mẫu được lấy từ xe vận chuyển hỗn hợp bê tông, được đúc bởi nhân viên phòng thí nghiệm, bảo dưỡng trong điều kiện hiện trường (ngâm nước). Quá trình thi công kéo dài từ tháng 12/2008 đến tháng 9/2009. Mác bê tông thiết kế là M35 và M40. Kết quả đánh giá được trình bày trên Hình 1 và Hình 2.



Hình 1. Biến động cường độ trong tổ mẫu (điều kiện phòng thí nghiệm)



Hình 2. Biến động cường độ trong tổ mẫu (điều kiện công trường)

Các kết quả trên cho thấy cường độ giữa các viên mẫu trong tổ biến động trong khoảng khá rộng. Có sự liên quan tương đối giữa cường độ trung bình và hệ số biến động cũng như độ lệch chuẩn. Theo chiều tăng của cường độ bê tông thì hệ số biến động có xu hướng giảm còn độ lệch chuẩn có xu hướng tăng.

Ở cùng mức cường độ thì hệ số biến động trong điều kiện công trường có thể có giá trị lớn hơn so với điều kiện phòng thí nghiệm. Trong cùng một ngày đổ bê tông, hệ số biến động trong tổ mẫu của các tổ mẫu khác nhau có thay đổi đáng kể, do đó ảnh hưởng lớn đến việc đánh giá chất lượng bê tông nói chung.

Điều này cho thấy rằng, việc kiểm soát biến động cường độ trong tổ mẫu hay sai số thí nghiệm chưa được quan tâm đúng mức. Trong thời gian tới, để nâng cao chất lượng công tác thí nghiệm, cần có các quy định chặt chẽ hơn về vấn đề này.

**3. Biến động cường độ giữa các tổ mẫu**

Các tổ mẫu được đúc từ mẫu hỗn hợp bê tông được lấy đại diện cho các mẻ trộn khác nhau trong suốt quá trình sản xuất. Biến động cường độ giữa các tổ mẫu là kết quả của các biến động về chất lượng vật liệu và công nghệ sản xuất. Một số yếu tố có ảnh hưởng lớn tới biến động cường độ bê tông trong sản xuất bao gồm biến động cường độ xi măng, độ ẩm và cấp phối hạt cốt liệu nhỏ, cường độ cốt liệu lớn, tạp chất trong cốt liệu (bùn, bụi, sét, tạp chất hữu cơ, ...), hàm lượng hạt trôi dạt, hạt mềm yếu, phong hóa trong cốt liệu lớn, định lượng vật liệu, hàm lượng bột khí, sai lệch trong xác định tính công tác, ... Đánh giá biến động cường độ trong sản xuất được thực hiện bằng phương pháp thống kê. Nếu loại trừ các thay đổi có chủ định các thông số về vật liệu đầu vào và công nghệ thì có thể coi các yếu tố trên gây ra biến động cường độ một cách ngẫu nhiên và các giá trị cường độ bê tông tuân theo phân phối chuẩn (phân phối Gauss). Khi đó, cường độ của quần thể (tất cả các giá trị cường độ có thể xác định) được đại diện bằng cường độ trung bình của quần thể  $\mu$  và độ lệch chuẩn  $\sigma$ .

Từ góc độ thiết kế, trong tính toán cần sử dụng giá trị cường độ với độ đảm bảo hợp lý cao nhất có thể ( $\mu$  có độ đảm bảo 50%). Còn từ góc độ nhà sản xuất và thi công thì cần với một số lượng mẫu thí nghiệm hợp lý nhỏ nhất có thể, chứng minh được bê tông sản xuất ra phù hợp với các tiêu chí của thiết kế. Tuy nhiên, các quy định của mỗi quốc gia lại có những điểm khác nhau trong vấn đề này.

Tiêu chuẩn châu Âu [5] và Liên Xô (cũ) [6] quy định cường độ đặc trưng (hoặc cấp bê tông) với độ đảm bảo 95%, tức là bằng giá trị cường độ mà tỷ lệ các giá trị nhỏ hơn nó trong quần thể là 5%. Bên cạnh đó, mức độ đảm bảo 99% được đề cập đến trong tiêu chuẩn Hoa Kỳ [7] đối với cường độ đặc trưng trong tương quan với cường độ tổ mẫu và giá trị trung bình cường độ ba tổ mẫu liên tiếp được lấy bất kỳ trong quần thể. Trong các tài liệu kỹ thuật, mức đảm bảo 90% cũng được sử dụng đối với một số loại bê tông đặc thù như bê tông thủy công khối lớn.

Trong kiểm tra, đánh giá sự phù hợp, do không thể tiến hành thí nghiệm xác định cường độ của cả quần thể nên thay cho  $\mu$  có thể sử dụng cường độ trung bình  $\bar{R}_n$  của  $n$  tổ mẫu. Khi đó, cường độ bê tông được đánh giá theo một số tiêu chí sau [2], [8]:

$$\bar{R}_n \geq \frac{R_{đt}}{(1 - \lambda \times \nu)} \tag{1}$$

$$\bar{R}_n \geq R_{đt} + \lambda \times \sigma \tag{2}$$

$$\bar{R}_n \geq R_{đt} + \lambda \times s_n \tag{3}$$

$$\bar{R}_n \geq R_{đt} + k_1 \tag{4}$$

$$R_{\min} \geq R_{đt} - k_2 \tag{5}$$

Trong đó:  $R_{đt}$  là cường độ đặc trưng (hay cấp);  $R_{\min}$  là giá trị cường độ tổ mẫu nhỏ nhất;  $\nu$  là hệ số biến động của quần thể;  $\sigma$  là độ lệch chuẩn của quần thể;  $s_n$  là độ lệch chuẩn cường độ của  $n$  tổ mẫu;  $\lambda, k_1, k_2$  là các hệ số.

Thông thường,  $\nu$  và  $\sigma$  phải được xác định trên cơ sở một số lượng đủ lớn các giá trị cường độ tổ mẫu. Số lượng cường độ tổ mẫu được coi là đủ lớn, tùy theo các tài liệu, có thể là từ 30 hoặc 35 trở lên. Tiêu chí (5) thường không được sử dụng đơn lẻ mà luôn đi kèm với các tiêu chí (3) hoặc (4) để hình thành tiêu chí kép.

Tiêu chí (1) được sử dụng phổ biến ở Liên Xô (cũ). Có thể coi GOST 18105-72 "Бетоны - Контроль и оценка однородности и прочности" là tiêu chuẩn quốc gia đầu tiên quy định việc quản lý chất lượng bê tông trên cơ sở phương pháp thống kê có tính đến độ đồng nhất của cường độ. Tuy nhiên, các phân tích sau đó cho thấy, khi hệ số biến động có giá trị lớn hơn 13,5% nhiều trường hợp không đảm bảo được cường độ tính toán

cần thiết. Do đó, trong bản soát xét tiếp theo, hệ số yêu cầu đã được hiệu chỉnh lại để cường độ đặc trưng (cấp) có độ đảm bảo 95% còn cường độ tính toán có độ đảm bảo 99,86%.

Các tiêu chí (2) đến (5) sử dụng phổ biến ở các nước phương Tây và được phát triển trên nền tảng lý thuyết thống kê áp dụng trong quản lý các quá trình và chất lượng sản phẩm. Nếu gọi  $\theta$  là tỷ lệ phần trăm cường độ tổ mẫu nhỏ hơn cường độ đặc trưng trong quần thể và  $P_a$  là xác suất được nghiệm thu của quần thể đó, thì rõ ràng rằng với  $\theta \leq 5\%$  ta có  $P_a = 100\%$ . Tuy nhiên, nếu sử dụng một số lượng ít các giá trị cường độ tổ mẫu trong đánh giá thì mặc dù với  $\theta \leq 5\%$ ,  $P_a$  vẫn có thể không đạt 100%. Xác suất được nghiệm thu khi đó sẽ phụ thuộc vào số lượng tổ mẫu sử dụng, quy luật phân phối theo tiêu chí dùng để đánh giá và có thể được mô tả bằng các đường đặc trưng trong hệ tọa độ  $\theta - P_a$ . Nghiên cứu [8] và [9] đã tính toán xác suất được nghiệm thu xét theo tiêu chí (2) và (4) trên cơ sở phân phối chuẩn, tiêu chí (3) - phân phối Student không trung tâm và tiêu chí (5) - phân phối nhị thức.

Hệ số của các tiêu chí được xác định sao cho với mỗi giá trị  $\theta$  nhất định,  $P_a$  không được lớn hơn giá trị giới hạn phụ thuộc vào mức độ đảm bảo. Giá trị giới hạn này được xác định dựa trên nguyên tắc về giới hạn chất lượng đầu ra trung bình (AOQL) và mô tả bằng phương trình  $\theta \times P_a = 0,05$ . Hệ số của các tiêu chí sẽ là tối ưu nếu đường đặc trưng tiếp xúc với đường cong của phương trình trên.

Các hệ số tính theo phương pháp trên chịu nhiều ảnh hưởng của hai yếu tố là số lượng cường độ tổ mẫu dùng trong đánh giá và hiện tượng tự tương quan của cường độ tổ mẫu. Tính toán giá trị hệ số  $\lambda$  của tiêu chí (3) theo hai yếu tố trên đã được thực hiện trong nghiên cứu của Taerwe L. [8] và được trình bày tại Bảng 2.

**Bảng 2.** Hệ số  $\lambda$  của tiêu chí  $\bar{R}_n \geq R_{dt} + \lambda \times s_n$  theo [8]

Số lượng tổ mẫu, $n$	Hệ số $\lambda$ khi các giá trị là		Số lượng tổ mẫu, $n$	Hệ số $\lambda$ khi các giá trị là	
	Độc lập	Tự tương quan		Độc lập	Tự tương quan
3	1,753	2,67	10	1,325	1,62
4	1,513	2,20	11	1,321	1,58
5	1,424	1,99	12	1,320	1,55
6	1,379	1,87	13	1,319	1,52
7	1,353	1,77	14	1,319	1,50
8	1,339	1,72	15	1,318	1,48
9	1,330	1,67			

Phân tích hàm mô tả xác suất được nghiệm thu cho thấy, chúng phụ thuộc vào căn bậc hai của số lượng cường độ tổ mẫu dùng trong đánh giá. Theo đó, khi tăng số lượng cường độ tổ mẫu sử dụng thì xác suất được nghiệm thu sẽ tăng với các giá trị  $\theta$  nhỏ và giảm với các giá trị  $\theta$  lớn. Trong vấn đề này, tại các nước Châu Âu [5], số lượng tổ mẫu sử dụng trong đánh giá được quy định bằng 15.

Hiện tượng tự tương quan được biết đến khi cường độ các tổ mẫu kế tiếp nhau có xu hướng phụ thuộc vào nhau. Điều này có thể xảy ra khi tần suất lấy mẫu cao đến mức, các mẫu lấy cách nhau một khoảng thời gian ngắn cùng chịu tác động của một số yếu tố giống nhau. Khi đó, cường độ tổ mẫu được mô tả bằng một hàm số của cường độ hai tổ mẫu trước đó, cường độ trung bình của quần thể, ngẫu số và các hệ số độc lập. Áp dụng mô hình tự tương quan với các hệ số xác định từ thực tế vào tính toán xác suất được nghiệm thu theo tiêu chí (3), cho thấy hiện tượng tự tương quan làm giảm xác suất được nghiệm thu với các giá trị  $\theta$  nhỏ và tăng xác suất được nghiệm thu với các giá trị  $\theta$  lớn.

Một vấn đề cũng cần quan tâm khi đánh giá là việc sử dụng cường độ các tổ mẫu trong tính toán giá trị trung bình. Theo các quy trình kiểm soát khác nhau, giá trị cường độ tổ mẫu có thể được sử dụng một lần để tính cường độ trung bình (trung bình không chồng lấp) hoặc được sử dụng một vài lần (trung bình có chồng lấp). Trong trường trung bình có chồng lấp, cường độ tổ mẫu sẽ ảnh hưởng đến không phải một mà là  $n$  giá trị trung bình, do đó sẽ làm giảm xác suất được nghiệm thu.

Các phân tích trên cho thấy, để đảm bảo đánh giá chính xác, bên cạnh việc áp dụng các tiêu chí phù hợp, cần phải tuân thủ các yêu cầu chặt chẽ về số lượng cường độ tổ mẫu, tần suất lấy mẫu, phương pháp tính giá trị trung bình, ... Do đó, việc tuân thủ các yêu cầu từ thiết kế, sản xuất, thi công đến nghiệm thu để đảm bảo tính hệ thống là điều đặc biệt cần thiết.

Trong quá trình hội nhập hiện nay, rất nhiều trường hợp các công trình được thiết kế theo các tiêu chuẩn nước ngoài nhưng công tác kiểm tra, nghiệm thu lại được thực hiện theo quy định của Việt Nam. Khi đó, cần xem xét một cách toàn diện các điều kiện và quy trình nghiệm thu để đảm bảo được độ tin cậy của các đánh giá. Khi chưa có đủ cơ sở dữ liệu về biến động cường độ của đơn vị sản xuất và của ngành thì ngay cả việc áp dụng các tiêu chí đánh giá của nước ngoài dạng (4) và (5) vẫn ẩn chứa những rủi ro nhất định.

Điều kiện nghiệm thu bê tông hiện hành theo TCVN 4453:1995 là cường độ tổ mẫu phải lớn hơn mác (hay lớn hơn 1,285 lần cấp bê tông). Điều kiện này tương đồng với tiêu chí (5) nếu ta coi  $k_2 = 0,285 \times B$  (hoặc, một

cách tổng quát  $k_2 = \frac{\lambda \times v}{1 - \lambda \times v} \times B$ ). Cần chú ý rằng, trên thế giới, tiêu chí này không được dùng đơn lẻ mà luôn kết hợp với các tiêu chí dạng (3) hoặc (4) tạo thành các tiêu chí kép. Ngoài ra, do cường độ tổ mẫu có ảnh hưởng tới cường độ trung bình của nhóm  $n$  tổ mẫu nên tiêu chí (5) trong tiêu chí kép chỉ có ý nghĩa đáng kể với các giá trị  $n$  nhỏ và  $\sigma$  lớn.

Chỉ dùng một tiêu chí (5) này như trong TCVN 4453:1995, sẽ khiến bê tông phải được nghiệm thu với giá trị cường độ cao hơn cần thiết đối với  $v < 13,5\%$  và thấp hơn giá trị cần thiết với  $v > 13,5\%$ . Tính toán sơ bộ cho thấy, khi hệ số biến động ở mức  $v = 17\%$  thì mức độ đảm bảo chỉ đạt khoảng 90% trong khi với  $v = 9,5\%$  mức độ đảm bảo đạt tới 99%. Điều này không những ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế mà còn tới độ tin cậy của cấu kiện và khả năng an toàn chịu lực của công trình.

Để khắc phục các hạn chế này, trong thời gian tới, cần soát xét lại các yêu cầu về kiểm tra và nghiệm thu bê tông, bổ sung tiêu chí nghiệm thu dạng (1), (2), (3) hoặc (4), đồng thời xem xét lại hệ số của tiêu chí dạng (5).

#### 4. Kết luận

Biến động cường độ là bản chất của bê tông. Vì vậy, khi đánh giá và nghiệm thu kết cấu bê tông và bê tông cốt thép, bên cạnh giá trị trung bình cần tính đến biến động cường độ.

Biến động cường độ phụ thuộc vào nhiều yếu tố, bao gồm biến động cường độ trong tổ mẫu và biến động cường độ giữa các tổ mẫu, trong đó biến động trong tổ mẫu có thể được sử dụng để đánh giá công tác thí nghiệm còn biến động giữa các tổ mẫu để đánh giá mức độ ổn định của sản xuất.

Ở nước ta hiện nay, việc kiểm soát biến động cường độ trong tổ mẫu, cả trong điều kiện phòng thí nghiệm và công trường, chưa được quan tâm đúng mức. Sai số lớn do công tác thí nghiệm gây ra có thể dẫn tới sai lệch trong đánh giá cường độ bê tông trong kết cấu. Vì vậy hệ số này cần được khống chế ở mức thấp nhất có thể.

Biến động cường độ giữa các tổ mẫu được sử dụng trong đánh giá, nghiệm thu bê tông thông qua hệ thống các tiêu chí nhằm thỏa mãn yêu cầu thiết kế về mức độ đảm bảo, có tính đến các đặc thù của quy trình áp dụng trong kiểm tra. So với các tiêu chí nghiệm thu hiện được sử dụng tại các nước trên thế giới, tiêu chí sử dụng ở nước ta được đánh giá là chưa hoàn thiện và chưa phù hợp với thông lệ chung. Đặc biệt, việc sử dụng giá trị cường độ viên mẫu trong đánh giá, nghiệm thu là chưa thỏa đáng và cần được soát xét.

Trong thời gian tới, để đảm bảo chất lượng công trình cũng như nâng cao khả năng cạnh tranh, hiệu quả hoạt động của các đơn vị sản xuất, thi công bê tông, cần xem xét lại các quy định về sai số thí nghiệm và biên soạn tiêu chuẩn đánh giá, nghiệm thu có tính đến biến động thực tế của cường độ.

---

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Баженов Ю.М., *Технология бетона*. 2002, Москва: Изд. АСВ. 500с.
2. Хаяутин Ю.Г., *Монолитный бетон: Технология производства работ*. 2-е изд. 1991, Москва: Стройиздат. 576 с.
3. Ken W. Day, *Concrete mix design, quality control and specification*. 2006, London: Taylor & Francis. 357p.
4. Warren P.A., *Assessing the validity of the cube test result*, in *London Concrete Society Symposium: Engineering judgement on the strength of concrete in structures* 1975. p. 20.

5. EN 206-1:2000 "Concrete - Part 1: Specification, performance, production and conformity", 2004, BSI. p. 69.
6. СНиП 2.03.01-84\* "Бетонные и железобетонные конструкции" 1992, ГОССТРОЙ СССР. p. 155.
7. ACI 318M-08 "Building code requirements for structural concrete and commentary", 2008, American Concrete Institute. p. 473.
8. Taerwe L., *A General Basis for the Selection of Compliance Criteria*, in *International Association for Bridge and Structural Engineering Proceeding P-102/86*. 1986. p. 113-127.
9. Taerwe L. and Caspeele R., *Conformity control of concrete: some basic aspects.*, in *4th International Probabilistic Symposium*. 2006. p. 57-70.

**Ngày nhận bài: 31/10/2013.**

#### ***Strength variation in conformity evaluation of concrete***

Dr. HOANG MINH DUC

Variation in compressive strength is the nature of concrete and must be taken into account when assessing the conformity. This paper reviews the requirements and standard methods for within test variations in comparison with those in Vietnam. Concerning between test variation, the basic principle and criteria for conformity assessment are summarized. It shows that the current conformity criterion in Vietnam is not appropriate and needs to improve. The proposal to revise standard assessment procedure and criteria is also given.