

PHƯƠNG PHÁP XÂY DỰNG ĐƯỜNG CHUẨN GIỮA VẬN TỐC XUNG SIÊU ÂM VÀ CƯỜNG ĐỘ BÊ TÔNG THEO PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM

THS. VŨ QUANG TRUNG

Bộ môn Công trình Giao thông thành phố

Khoa Công Trình – Trường Đại học Giao thông Vận tải

Tóm tắt: Bài viết này giới thiệu phương pháp xây dựng đường chuẩn (V - R) bằng thực nghiệm, giữa vận tốc xung siêu âm truyền vào trong bê tông (V_i) với cường độ ép mẫu chuẩn bê tông (R_i). Việc xây dựng tương quan giữa thông số đo của phương pháp thực nghiệm (vận tốc xung V_i) và cường độ mẫu lập phương tiêu chuẩn R_i là việc làm tương đối quan trọng vì nó quyết định đến độ chính xác của kết quả thí nghiệm. Đồng thời dựa trên cơ sở đó có kết quả đánh giá chính xác đến chất lượng công trình.

Summary: This report introduces the method of defining the directrix by experiment between ultrasound pulses velocity (V_i) and standard compressive intensity of concrete (R_i). Establishment of the relation between measuring parameters by experiment and standard intensity of concrete cube more important because it decides of the accuracy of the experiment result, based on which to assess the quality of construction works.

CT 2

1. CÁC QUY ĐỊNH CHUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM

Độ tin cậy của đường chuẩn phụ thuộc vào lượng mẫu đại diện cho kết cấu kiểm tra. Để thuận tiện, người ta xây dựng đường chuẩn này bằng cách thí nghiệm các mẫu đúc. Thực nghiệm cho thấy đường chuẩn dựa trên các mẫu đúc cho dự đoán cường độ thấp hơn so với cường độ thu được từ các mẫu cắt hoặc khoan ở kết cấu.

Để xây dựng đường chuẩn (V - R) cần phải đúc từ 30 – 60 mẫu 15 x 15 x 15 cm bảo dưỡng mẫu đến tuổi thí nghiệm, rồi đo vận tốc xung siêu âm V_i , ép mẫu để xác định R_i của từng tổ mẫu (loại bỏ các kết quả dị thường) tiến hành xây dựng đường chuẩn theo thứ tự sau:

2. NỘI DUNG CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP

a. Xác định quan hệ giữa V và R

Quan hệ giữa V và R có hai dạng tuyến tính và phi tuyến.

Khi $R_{mi}^{max} - R_{mi}^{min} < \frac{2 \cdot \bar{R}_m (60 - \bar{R}_m)}{100}$ thì dùng phương pháp tuyến tính:

$$R = a_0 + a_1 \cdot V \quad (a1)$$

Trường hợp còn lại thì dùng phương pháp phương trình dạng phi tuyến (hàm mũ):

$$R = b_0 e^{b \cdot T \cdot V} \quad (a2)$$

trong đó:

V - vận tốc xung siêu âm đo trong mẫu;

R - cường độ bê tông xác định theo phương trình;

$\bar{R}_m$ - Cường độ nén trung bình của tất cả các tổ mẫu;

$R_{mi}^{\max}, R_{mi}^{\min}$ - cường độ nén lớn nhất và nhỏ nhất của các tổ mẫu.

Các hệ số a_0, a_1, b_0 và b_1 được tính như sau:

$$a_0 = \bar{R}_m - a_1 \cdot \bar{V} \quad (a.3)$$

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{R}_m - R_{mi})(\bar{V} - V_i)}{\sum_{i=1}^n (\bar{V} - V_i)^2} \quad (a.4)$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{V} - V_i)(\ln \bar{R}_m - \ln R_{mi})}{\sum_{i=1}^n (\bar{V} - V_i)^2} \quad (a.5)$$

$$b_0 = e^{\ln \bar{R}_m - b_1 \bar{V}} \quad (a.6)$$

trong đó:

$$\bar{R}_m = \frac{\sum_{i=1}^n R_{mi}}{n} \quad (a.7)$$

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n} \quad (a.8)$$

$$\ln \bar{R}_m = \frac{\sum_{i=1}^n \ln R_{mi}}{n} \quad (a.9)$$

với

R_{mi}, V_i - cường độ và vận tốc của mẫu thử thứ i ;

n - số tổ mẫu thí nghiệm để xác định đường chuẩn.

b. Hiệu chỉnh đường chuẩn (DC)

Việc hiệu chỉnh DC được thực hiện bằng cách loại bỏ tổ mẫu không thỏa mãn điều kiện:

$$\frac{|R_i - R_{mi}|}{S} \leq 2 \quad (b.1)$$

trong đó S là độ lệch bình phương trung bình, xác định theo công thức:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{mi} - R_i)^2}{n-2}} \quad (b.2)$$

với:

R_i - cường độ tổ mẫu thứ i xác định theo DC đã xây dựng:

$$R_i = |a_0 + a_1 V_i| \quad \text{đối với phương trình (a.1)}$$

$$R_i = b_0 e^{b_1 V} \quad \text{đối với phương trình (a.2)}$$

Sau đó đường chuẩn được xây dựng lại theo kết quả các tổ mẫu còn lại. Việc hiệu chỉnh đường chuẩn thực hiện cho đến khi kết quả từng tổ mẫu thỏa mãn điều kiện ở phần a ở trên.

c. Kiểm tra đường chuẩn (KTDC)

Đường chuẩn được kiểm tra định kỳ ít nhất một lần trong thời gian 2 tháng. Cách kiểm tra như sau:

- Chế tạo ít nhất 6 tổ mẫu, xác định vận tốc V_i và cường độ R_{mi} của từng tổ mẫu ứng với V_i của từng tổ mẫu, xác định R_i tương ứng DC đang sử dụng.

- Tính vận tốc trung bình $\bar{V}$ của tất cả các tổ mẫu để kiểm tra đường chuẩn. Chia các tổ mẫu thành hai nhóm, nhóm thứ nhất gồm các tổ mẫu có vận tốc xung $\leq \bar{V}$; nhóm thứ hai gồm các tổ mẫu còn lại.

- Đường chuẩn sẽ được tiếp tục sử dụng nếu đồng thời thỏa mãn các điều kiện sau:

- + Chênh lệch $R_i - R_{mi}$ của 5/6 tổ mẫu phải khác dấu;
- + Phải thỏa mãn bất đẳng thức: $S_n < 1,5S_c$ trong đó:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{mi} - R_i)^2}{n-1}}$$

n - số tổ mẫu được thí nghiệm để kiểm tra đường chuẩn

Chú ý: Chênh lệch $R_i - R_{mi}$ của nhóm mẫu 1 và nhóm mẫu 2 không được cùng dấu.

3. VÍ DỤ THỰC TẾ VỀ VIỆC XÂY DỰNG ĐƯỜNG CHUẨN

Thiết lập đường chuẩn (V - R) để kiểm tra cường độ bê tông lúc tháo khuôn, mác bê tông thiết kế 250.

Để xây dựng đường chuẩn, tạo ra 20 tổ mẫu 15 x 15 x 15 cm trong 7 ngày. Mẫu được dưỡng hộ nhiệt. Sau khi loại bỏ các số liệu thí nghiệm dị thường, kết quả thí nghiệm cho ở bảng 1.

Bảng 1

Thứ tự tổ mẫu	Vận tốc xung V_i (m/s)	Cường độ (MPa)			$\frac{R_i - R_{mi}}{S}$		Ghi chú
		Theo kết quả nén mẫu (R_{mi})	Theo đường chuẩn (R_i)		Trước xử lý	Sau xử lý	
			Trước xử lý	Sau xử lý			
1	4029	20,60	21,35	21,26	0,27	0,27	
2	4371	26,00	31,65	-	2,02	-	
3	4080	22,00	22,89	22,92	0,32	0,37	
4	4097	26,30	23,40	23,47	- 1,04	- 1,14	
5	5116	21,10	23,97	23,09	1,03	1,21	
6	4137	23,40	24,60	24,77	0,43	0,55	
7	4136	26,00	24,57	24,74	- 0,51	- 0,51	
8	4187	26,40	26,11	26,40	- 0,10	0	
9	4195	29,20	26,35	26,66	- 1,02	- 1,03	
10	4248	25,50	27,94	28,38	0,87	1,16	
11	4232	28,50	27,46	27,86	- 0,37	- 0,26	
12	4285	25,00	29,06	29,58	1,45	1,85	
13	4267	31,60	28,52	29,00	- 1,10	- 1,05	
14	4037	21,70	21,59	21,52	- 0,04	- 0,07	
15	4316	34,30	30,00	30,59	- 1,54	- 1,50	
16	4352	30,50	31,08	31,76	0,21	0,51	
17	4398	36,90	32,46	33,26	- 1,59	- 1,47	
18	4393	34,50	32,31	35,76	- 0,78	- 1,47	
19	4475	33,00	34,78	35,76	- 0,64	1,11	
20	4436	33,30	33,60	34,49	0,11	0,48	

CT 2

Cường độ $\bar{R}_m$ (MPa) và vận tốc trung bình $\bar{V}$ (m/s) là:

$$\bar{R}_m = \frac{20,6 + 26,0 + \dots + 33,3}{20} = 27,79$$

$$\bar{V} = \frac{4029 + 4371 + \dots + 4436}{20} = 4239,4$$

Cường độ lớn nhất và nhỏ nhất của mẫu là: $R_m^{\max} = 36,9$ MPa; $R_m^{\min} = 20,6$ MPa (tổ mẫu 17 và tổ mẫu 1) vì $R_m^{\max} - R_m^{\min} = 16,3$ MPa < $2 \times 27,79 \times (60 - 27,79)/100 = 17,9$ MPa nên dùng công thức dạng tuyến tính $R_i = a_0 + a_1 V_i$.

Các hệ số a_0 , a_1 được tính toán theo công thức (a.3), (a.4). Cho nên:

$$a_1 = 0,0301; \quad a_0 = 27,79 - 0,0301.4239,4 = 99,92.$$

Bởi vậy đường chuẩn mô tả bằng phương trình: $R_i = 0,0301.V - 99,92$.

Các giá trị cường độ R_i tính theo phương trình đường chuẩn được ghi trong bảng 1.

Độ lệch bình phương trung bình xác định theo công thức (b.2) và bằng:

$$S = \sqrt{\frac{(20,6 - 21,35)^2 + (26,0 - 31,65)^2 + \dots + (33,3 - 33,6)^2}{18}} = 2,8 \text{ MPa}$$

Khi so sánh giá trị R_{mi} của các tổ mẫu với R_i xác định bằng đường chuẩn (bảng 1) thấy rằng tổ mẫu thứ 2 không thỏa mãn điều kiện của (b.1) phải loại bỏ tổ mẫu này. Tính các giá trị mới của $\bar{R}_m$, $\bar{V}$ và các hệ số a_0 , a_1 theo kết quả 19 tổ hợp còn lại

$$\bar{R}_m = \frac{20,6 + 22,0 + \dots + 33,3}{20} = 27,88$$

$$\bar{V} = \frac{4029 + 4080 + \dots + 4436}{20} = 4232,4$$

$$a_1 = 0,0325; \quad a_0 = 27,88 - 0,0325.4232,4 = -109,68$$

$$S = \sqrt{\frac{(20,6 - 21,35)^2 + (22,0 - 31,65)^2 + \dots + (33,3 - 33,6)^2}{17}} = 2,48 \text{ MPa}$$

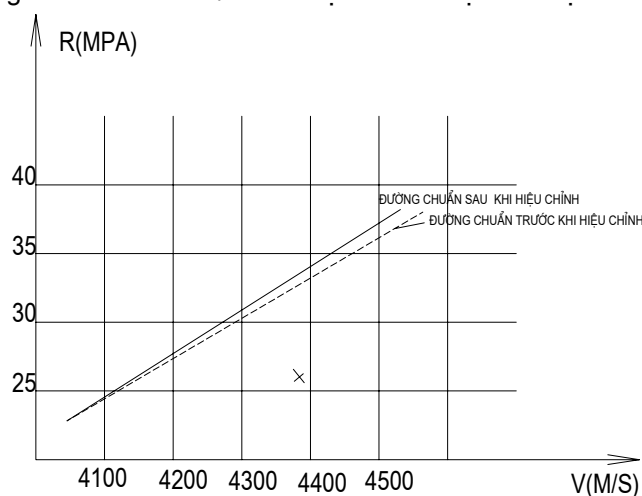
Đường chuẩn vừa được hiệu chỉnh này có tỉ số:

$$\frac{|R_i - R_{mi}|}{S} < 2 \text{ với tất cả các mẫu}$$

Bởi vậy không cần phải hiệu chỉnh đường chuẩn và sử dụng phương trình sau để biểu thị đường chuẩn:

$$R_i = 0,035.V - 109,68$$

Biểu đồ đường chuẩn trước và sau khi hiệu chỉnh được thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Biểu đồ đường chuẩn trước và sau khi hiệu chỉnh; dấu x - tổ mẫu bị loại bỏ.

*** Đánh giá sai số khi xác định cường độ theo kết quả đo siêu âm**

Cường độ bê tông trên kết cấu được kiểm tra theo đường chuẩn vừa được xây dựng ở trên, tiến hành bằng phương pháp siêu âm.

Sai số cường độ tính theo công thức:

$$S = \sqrt{S^2 + q^2 S_k^2} \quad (a.10)$$

Trong đó: S_k - độ lệch bình phương trung bình của hệ số chuyển đổi k..tu. Vận tốc xung theo phương pháp bề mặt sóng vận tốc xung theo phương pháp xuyên âm. Nếu không có hệ số chuyển đổi thì $S_k = 0$, còn:

$$q = \begin{cases} R_m - a_0 \\ R_m \ln \frac{R_m}{b_0} \end{cases} \quad \text{giá trị phía trên khi dùng (a.1), giá trị dưới khi dùng (a.2).}$$

Nếu $\frac{S_c}{R_m} > \frac{12}{100}$ thì không được phép dùng đường chuẩn này.

Với thí dụ trên do $\frac{S_c}{R_m} = \frac{2,48}{27,88} < \frac{12}{100}$ nên được dùng công thức này để xác định cường độ bê tông.

4. KẾT LUẬN

CT 2

Quan hệ giữa vận tốc xung siêu âm và cường độ nén mẫu bê tông, mà ta gọi là “phương pháp xây dựng đường chuẩn V - R” đã được trình bày ở trên sẽ cho kết quả chính xác hay không bị chi phối bởi một số yếu tố bao gồm sau: Tuổi bê tông, điều kiện dưỡng hộ, điều kiện độ ẩm, tỷ lệ cấp phối, loại cốt liệu và loại xi măng. Nếu yêu cầu dự đoán cường độ của loại bê tông nào thì cần xây dựng đường chuẩn V - R cho riêng loại bê tông đó.

Đường chuẩn này được thiết lập bằng thực nghiệm trên cơ sở phải thí nghiệm một số lượng mẫu đủ lớn để bao trùm phạm vi cường độ cần có và đủ độ tin cậy về mặt thống kê. Do vậy nó rất phụ thuộc vào lượng mẫu đại diện cho kết quả thí nghiệm. Có như vậy việc xây dựng đường chuẩn V - R mới được chính xác và sát với thực tế, đánh giá đúng với bản chất của vật liệu bê tông mà ta nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

- [1] Hướng dẫn lấy mẫu và thử các tính chất cơ lý vật liệu xây dựng – Nhà xuất bản Giao thông Vận tải.
- [2] Tiêu chuẩn TCVN 3118 - 1993 – Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ nén.
- [3] TCXD 225 - 1998. Bê tông nặng - Đánh giá chất lượng chỉ dẫn phương pháp xác định vận tốc xung siêu âm ♦