Sử dụng phương pháp siêu âm đánh giá chất lượng bê tông tại hiện trường

Assessment of concrete quality using ultrasonic method

Đỗ Trường Giang

Tóm tắt

Bài viết sau đây trình bày cách thức áp dụng phương pháp siêu âm trong việc xác định cường độ nén của bê tông trong các kết cấu bê tông cốt thép tại hiện trường, qua đó giúp cho việc quản lý tốt chất lượng công tác thi công kết cấu bê tông cốt thép tại công trường.

Từ khóa: *Siêu âm, không phá hủy, thí nghiệm, bê tông, đánh giá*

Abstract

This paper presents the application of non-destructive testing method using ultrasonic equipment to determine the compressive strength of concrete in RC members.

Key words: *Ultrasonic, Non-destructive, Testing, Concrete, Assessment*

ThS. Đỗ Trường Giang
Bộ môn Kết cấu Bê tông cốt thép và Gạch đá
Khoa Xây dựng
ĐT: 0982574513
Email: giangdt91@gmail.com

Ngày nhận bài: 31/5/2018
Ngày sửa bài: 06/6/2018
Ngày duyệt đăng: 05/5/2020

1. Đặt vấn đề

Cường độ chịu nén là một trong những thông số quan trọng đặc trưng cho chất lượng của bê tông. Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) hiện hành, có 3 phương pháp không phá hủy để xác định cường độ chịu nén của bê tông nhằm kiểm soát chất lượng sản phẩm bê tông trên công trường xây dựng đó là: Phương pháp sử dụng súng bật nảy [1], phương pháp sử dụng xung siêu âm [2] và phương pháp kết hợp [3]. Tuy nhiên với phương pháp [1] chỉ áp dụng với bê tông có cường độ nén không vượt quá 50 MPa (B40), còn phương pháp [3] lại chỉ áp dụng với bê tông có cường độ nén không quá 35MPa (B25). Phương pháp [2] áp dụng được cho các loại bê tông có cường độ nén đến 60 MPa (B45) và trên 60 MPa. Thực tế hiện nay các công trình xây dựng sử dụng bê tông có mác 40-60MPa (B30-B45) là khá phổ biến, do vậy phương pháp sử dụng vận tốc xung siêu âm để đánh giá chất lượng bê tông trên công trường là phù hợp với tình hình xây dựng hiện nay.

2. Thiết lập đường chuẩn quan hệ giữa vận tốc xung siêu âm (V) và cường độ bê tông (R)

Việc xây dựng đường chuẩn R-V có thể được tiến hành dựa trên các mẫu đúc tiêu chuẩn (dùng trong việc xác định cường độ bê tông trên những công trình xây dựng mới) hoặc các lõi khoan (dùng trong trường hợp cần kiểm định chất lượng những công trình đã xây dựng) [2]. Phần số liệu trình bày sau đây thiết lập đường chuẩn vận tốc-cường độ để kiểm tra cường độ bê tông cột tầng hầm của một công trình xây dựng tại Hà Nội bằng phương pháp siêu âm, bê tông mác 50 MPa (B40).

2.1. Số liệu thí nghiệm các mẫu chuẩn

Để phục vụ cho công tác kiểm tra đánh giá chất lượng bê tông hiện trường, tiến hành đúc 20 tổ mẫu tiêu chuẩn (mẫu lập phương có cạnh bằng 150mm), các tổ mẫu được chế tạo và bảo dưỡng trong điều kiện như điều kiện thi công tại hiện trường. Tiến hành các thí nghiệm sau khi mẫu đạt cường độ thiết kế (07 ngày) theo thiết kế cấp phối của nhà cung cấp bê tông. Số liệu thí nghiệm trong bảng 1.

2.2. Xây dựng đường chuẩn quan hệ R-V

Việc thiết lập đường chuẩn theo số liệu thí nghiệm trên và theo chỉ dẫn của TCVN 9357: 2012 được thực hiện như sau:

Cường độ $\overline{R_m}$ (MPa) và vận tốc xung siêu âm trung bình $\overline{V}$ (m/s) là:

Bảng 1 - Số liệu thí nghiệm giá trị V – R

Thứ tự tổ mẫu	Vận tốc xung siêu âm V_i, m/s	Cường độ, (MPa) Theo kết quả nén mẫu, (R_{mi})	Thứ tự tổ mẫu	Vận tốc xung siêu âm V_i, m/s	Cường độ, (MPa) Theo kết quả nén mẫu, (R_{mi})
1	4873	58,9	11	4800	58,2
2	4880	61,8	12	4843	59,0
3	4843	62,3	13	4827	58,3
4	4907	62,4	14	4850	57,7
5	4873	66,2	15	4877	58,1
6	4830	59,1	16	4820	57,3
7	4903	58,4	17	4827	60,2
8	4857	61,1	18	4830	59,0
9	4837	56,3	19	4860	59,9
10	4880	58,5	20	4900	61,0

Bảng 2 – Kết quả xây dựng đường chuẩn V - R

Thứ tự tổ mẫu	Vận tốc xung siêu âm V_i, m/s	Cường độ, MPa			$\frac{\lvert R_i - R_m \rvert}{S} \le 2$		
		Theo kết quả nén mẫu, (R_{mi})	Theo đường chuẩn (R_i)		Chưa xử lý	Sau xử lý	Chú thích
			Chưa xử lý	Sau xử lý			
1	4873	58,9	60,27	59,82			
2	4880	61,8	60,47	59,99	0,617	1,122	
3	4843	62,3	59,39	59,14	1,352	1,955	
4	4907	62,4	61,27	60,61	0,524	1,107	
5	4873	66,2	60,27	-	2,759	-	Loại bỏ
6	4830	59,1	59,02	58,84	0,038	0,158	
7	4903	58,4	61,15	60,52	1,280	1,310	
8	4857	61,1	59,80	59,46	0,605	1,016	
9	4837	56,3	59,22	59,00	1,357	1,672	
10	4880	58,5	60,47	59,99	0,917	0,919	
11	4800	58,2	58,16	58,17	0,018	0,018	
12	4843	59,0	59,39	59,14	0,182	0,086	
13	4827	58,3	58,93	58,78	0,293	0,295	
14	4850	57,7	59,59	59,30	0,881	0,989	
15	4877	58,1	60,38	59,92	1,062	1,123	
16	4820	57,3	58,73	58,62	0,665	0,816	
17	4827	60,2	58,93	58,78	0,590	0,880	
18	4830	59,0	59,02	58,84	0,008	0,096	
19	4860	59,9	59,89	59,53	0,007	0,231	
20	4900	61,0	61,06	60,45	0,030	0,342	

$\overline{R_m} = \frac{58,9+61,8+...+61,0}{20} = 59,69$;

$\overline{V} = \frac{4873+4880+...+4900}{20} = 4856\, m/s$

Cường độ lớn nhất và nhỏ nhất của mẫu là

R_{mi}^{min} = 56,3 MPa; R_{mi}^{max} = 66,2 MPa.

Vì R_{mi}^{max}-R_{mi}^{min}= 9,9 MPa > 2 x 59,69 x (60 –59,69)/100 = 0,376 MPa nên dùng đường chuẩn dạng phi tuyến

$R = b_0 \times e^{b1V}$.

Với:

$$b1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (\overline{V} - V_i) \times (\overline{\ln R_m} - \ln R_{mi})}{\sum_{i=1}^{n} (\overline{V} - V_i)^2}$$;

$b_0 = e^{\overline{\ln Rm} - b_1 \overline{V}}$; $\overline{R_m} = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_{mi}}{n}$; $\overline{V} = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_i}{n}$; $\overline{l_n R_m} = \frac{\sum_{i=1}^{n} l_n R_{mi}}{n}$

Trong đó: R_{mi} là cường độ của tổ mẫu thứ i; V_i là vận tốc của tổ mẫu thứ i;

n là số tổ mẫu thí nghiệm để xây dựng đường chuẩn.

Kết quả tính được: b_0=5,616 và b_1=0,000487

Độ lệch bình phương trung bình được tính:

$S = \sqrt{\frac{(58,9-60,27)^2 + (61,8-60,47)^2 + ... + (61,0-61,06)^2}{18}} = 2,151$

(MPa)

Đối chiếu điều kiện $\frac{\lvert R_i - R_{mi} \rvert}{S} \le 2$, tổ mẫu số 5 sẽ được loại bỏ. Tính lại các thông số $\overline{R_m}$, $\overline{V_m}$, b_0, b_1 của 19 tổ mẫu còn lại, kết quả như sau: $\overline{R_m}$ =59,34 MPa, $\overline{V_m}$ =4855m/s, b_0=9,209 và b_1=0,000384. Phương trình đường chuẩn sau khi hiệu chỉnh là: $R = 9,209 \times e^{0,000384V}$

Kết quả xây dựng đường chuẩn V-R (xem bảng 2)

Sai số khi xác định cường độ theo kết quả đo siêu âm: Với phương pháp đo xuyên như trong số liệu trên thì $S_c = \sqrt{S^2 + 0} = S$ nên $\frac{S_c}{R_m} \times 100\% = \frac{2,151}{59,34} \times 100\% = 2,72\% < 12\%$.

Vì vậy được phép dùng đường chuẩn này để xác định cường độ bê tông trên kết cấu công trình.

Trong thực tế đánh giá chất lượng bê tông hiện trường, với những công trình có thời gian thi công kéo dài, cần kiểm tra định kỳ đường chuẩn ít nhất 02 tháng một lần. Việc kiểm tra được thực hiện như sau:

Bảng 3. Cường độ bê tông hiện trường theo số liệu siêu âm

Số thứ tự cấu kiện	Vận tốc xung siêu âm V_i, m/s	Cường độ từng cấu kiện theo đường chuẩn (R_i), MPa	Cường độ trung bình các cấu kiện ($R_{lô}$), MPa	Cường độ quy định ($R_{qđ}$), MPa	Cường độ yêu cầu (R_{yc}), MPa
1	5060	64.28	64,65	50	64,25
2	5100	65.27			
3	5133	66.11			
4	4900	60.45			
5	5130	66.03			
6	5077	64.70			
7	5093	65.10			
8	4977	62.26			
9	5033	63.62			
10	5200	67.83			
11	5150	66.54			
12	5033	63.62			

Chế tạo ít nhất 06 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 bằng đường chuẩn đang sử dụng.

Tính vận tốc trung bình $\overline{V}$ 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 nhỏ hơn hoặc bằng $\overline{V}$;

- 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_{mi} - R_i của 05 trên 06 tổ mẫu phải khác dấu.

- Phải thỏa mãn bất đẳng thức: $S_n < 1,5 \times S_c$

trong đó:

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

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

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

Nếu không thỏa mãn điều kiện trên thì cần tiến hành xây dựng lại đường chuẩn.

3. Đánh giá cường độ bê tông hiện trường

Việc kiểm tra đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình có thể được thực hiện theo một trong các quy trình của TCVN 10303: 2014 [4]. Đó là quy trình T30, quy trình T15, quy trình KH hoặc quy trình KT. Để đánh giá chất lượng bê tông hiện trường, quy trình KT là đơn giản, dễ thực hiện. Theo quy trình này việc kiểm tra đánh giá gồm 03 bước.

3.1. Tính toán cường độ yêu cầu:

Cường độ yêu cầu được tính theo công thức:

$R_{yc} = k_{yc} \times R_{qđ}$

Trong đó: R_{yc} là cường độ yêu cầu, tính bằng Megapascal (MPa);

$R_{qđ}$ là cường độ quy định, được chỉ định theo cấp hoặc tỷ lệ với cấp cường độ, tính bằng Megapascal (MPa); với bê tông sử dụng cho công trình này $R_{qđ}$=50MPa.

k_{yc} là hệ số yêu cầu, được xác định phụ thuộc vào quy trình kiểm tra, đánh giá áp dụng. Khi kiểm tra đánh giá theo quy trình KT, với bê tông nặng thì k_{yc} =1,285.

Cường độ yêu cầu sẽ là: R_{yc}=1,285x50=64,25MPa.

3.2. Xác định các giá trị cường độ đơn và cường độ của lô đang kiểm tra

Sau khi có kết quả đo vận tốc của xung siêu âm cho 12 cột của công trình, sử dụng phương trình đường chuẩn đã thiết lập ở mục 2. như trên, xác định được cường độ của từng cấu kiện (cường độ đơn) và cường độ trung bình của các cấu kiện (cường độ lô). Kết quả được cho trong bảng sau: (Bảng 3)

3.3. Đánh giá cường độ của lô đang kiểm tra

Cường độ của lô được đánh giá là phù hợp khi đáp ứng các điều kiện sau:

- Cường độ của lô không nhỏ hơn cường độ yêu cầu:

$R_{lô} \geq R_{yc}$

- Cường độ của mỗi cấu kiện trong lô không nhỏ hơn cường độ quy định và không nhỏ hơn cường độ yêu cầu trừ 4 MPa (R_{yc}- 4):

$R_i \geq R_{qđ}$ và $R_i \geq R_{yc} - 4$

Căn cứ vào số liệu ở bảng 2 và yêu cầu đánh giá, lô cột vách tầng hầm đã kiểm tra được đánh giá là phù hợp.

4. Phân tích và đánh giá

Với cách thức xây dựng đường chuẩn quan hệ R-V như ở mục 2. đã loại bỏ được những số liệu sai lệch nhiều, sử dụng các sai lệch về cường độ của đường chuẩn không quá 12%, kiểm tra lại đường chuẩn theo thời gian thi công nên đường chuẩn đã thiết lập để xác định cường độ bê tông hiện trường hoàn toàn đủ sự tin cậy cần thiết. Với những công

trình xây mới có quy mô lớn, thời gian thi công kéo dài, khi đó nguồn vật liệu chế tạo bê tông: Xi măng, cát vàng, đá có sự thay đổi, nên cần tiến hành xây dựng lại đường chuẩn quan hệ R-V để đạt được độ chính xác trong quá trình kiểm soát chất lượng thi công bê tông tại hiện trường. Đây là việc làm khá tốn kém cả về chi phí và thời gian. Với những công trình cũ cần kiểm định chất lượng, việc xây dựng đường chuẩn bắt buộc dựa trên các mẫu bê tông khoan từ công trình, với số lượng tổ mẫu khoan yêu cầu khá nhiều (20 tổ mẫu) nên việc thiết lập được đường chuẩn trong trường hợp này là khó khả thi. Trong trường hợp này có thể thiết lập đường chuẩn R-V, dựa trên thí nghiệm cường độ bê tông bằng phương pháp kéo nhổ [5] và vận tốc xung siêu âm.

Việc đánh giá cường độ bê tông hiện trường theo quy trình KT của TCVN 10303: 2014 (ở mục 3.) là đơn giản, dễ thực hiện, tuy nhiên giá trị cường độ yêu cầu khá lớn so với cường độ quy định (1,285 lần), do đó công tác thi công, bảo dưỡng kết cấu BTCT tại hiện trường phải rất được chú trọng thì sản phẩm kết cấu mới đáp ứng được yêu cầu quy định. Chính vì vậy, việc sử dụng phương pháp siêu âm và quy trình đánh giá trên đủ sự tin cậy để nghiệm thu chất lượng sản phẩm thi công kết cấu BTCT tại hiện trường.

5. Kết luận

Phương pháp xung siêu âm sử dụng trong xác định cường độ bê tông hiện trường đáp ứng được các loại mác bê tông nặng đang sử dụng phổ biến hiện nay. Với cách thức xây dựng đường chuẩn và quy trình đánh giá cường độ bê tông khá chặt chẽ, phương pháp này sẽ giúp cho việc kiểm soát chất lượng thi công kết cấu BTCT tại hiện trường một cách hiệu quả./.

Tài liệu tham khảo

1. *TCVN 9334: 2012, Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ nén bằng súng bật này.*
2. *TCVN 9357: 2012, Bê tông nặng – Phương pháp thử không phá hủy – Đánh giá chất lượng bê tông bằng vận tốc xung siêu âm.*
3. *TCVN 9335: 2012, Bê tông nặng – Phương pháp thử không phá hủy – Xác định cường độ nén sử dụng kết hợp máy đo siêu âm và súng bật nẩy.*
4. *TCVN 10303: 2014, Bê tông – Kiểm tra và đánh giá cường độ chịu nén.*
5. *TCVN 9490: 2012, Bê tông – Xác định cường độ kéo nhổ.*

Phương pháp tiếp cận cảnh quan và nghệ thuật...

(tiếp theo trang 34)

những dữ liệu định lượng và định tính mà còn là một chuỗi các sản phẩm nghệ thuật như tranh, ảnh, mô hình, triển lãm, truyện tranh, video clip... Vấn đề hệ thống và hoạt động thu gom và tái chế rác tưởng chừng khô khan và chỉ dành riêng cho các kỹ sư, các nhà khoa học kỹ thuật, được đề cập và triển khai thực hiện với cách tiếp cận cảnh quan và nghệ thuật đã khiến nội dung nghiên cứu trở nên gần gũi, dễ hiểu và thu hút cộng đồng. Bên cạnh đó, các hội thảo và các hoạt động gắn kết nghiên cứu khoa học với thực tiễn hành động, sự kết nối với tất cả các bên liên quan, đặc biệt là chính quyền và các nhà khoa học đã và đang tạo ra những cơ hội đóng góp xây dựng những chính sách phù hợp trong công tác quản lý, thu gom và tái chế rác tại Hà Nội có sự tham gia của cộng đồng.

Bài báo giới thiệu phương pháp tiếp cận cảnh quan và nghệ thuật khi nghiên cứu hệ thống thu gom, tái chế rác phi chính thức, cụ thể qua trường hợp nghiên cứu của thành phố Hà Nội. Nhóm nghiên cứu đang tiếp tục triển khai phương pháp này tại 5 thành phố khác ở Việt Nam (TP Hồ Chí Minh, Đà Nẵng, Nha Trang, Buôn Mê Thuột, Vinh) với sự tham gia của cộng đồng bao gồm chính quyền, các nhà khoa học, chuyên gia, các giảng viên, sinh viên các chuyên ngành khác nhau, học sinh, các chủ cơ sở, người thu mua phế liệu. Phương pháp có thể dễ dàng sử dụng và phát huy trong việc nghiên cứu hệ thống thu gom và tái chế phi chính thức ở các địa phương có bối cảnh tương đồng tại Việt Nam hoặc trên thế giới./.

Tài liệu tham khảo

1. *Kết quả sơ bộ Tổng điều tra dân số nhà ở năm 2019*
2. *De Bercegol, R.; Cavé, J.; Nguyen Thai Huyen, "Waste Municipal Service and Informal Recycling Sector in Fast-Growing Asian Cities: Co-Existence, Opposition or Integration?" Resources 2017, 6, 70.*
3. *Laffy D. & NGUYỄN Thái Huyền, Geo-statistical analysis of qualitative data: In search of the organizational structures of the socio-spatial practices of đồng nát in Hanoi. International conference , l'IRD et Université d'Architecture de Hanoi. 24-27 sept 2018.*
4. *MONRE (Ministry of Natural Resources and Environment), 2008, National State of environment 2008. Vietnam Craft village Environment, Hà Nôi, 98 p.*
5. *NGUYỄN, Thái Huyền, Nguyen Thi Hai Yen, Le Thi Thao Trang (2019). "Spatial structure, formation and operation of informal waste collection and recycling network in Hanoi". International conference "The territorial dynamics of waste collection and recycling: exchange of experiences and of innovative solutions (Viet Nam, Indonesia, India, Brazil)", Hanoi. 09-13 December 2019.*