NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA VẬT LIỆU MÀI TỚI ĐỘ MÀI MÒN CỦA BÊ TÔNG XI MĂNG

RESEARCH ON THE EFFECT OF SOME FACTORS INTO ABRASIVE OF CEMENT CONCRETE

Đoàn Anh Thái
Viện Khoa học công nghệ xây dựng
Email: doananhthainuce.com
DOI: https://doi.org/10.59382/pro.intl.con-ibst.2023.ses2-7

TÓM TẮT: Mặt đường bê tông xi măng sau một thời gian sử dụng sẽ dần xuống cấp do tác động của nhiều yếu tố như thời tiết, khí hậu, các tác nhân cơ học … Một trong những nguyên nhân phổ biến gây suy giảm chất lượng mặt đường bê tông xi măng là do mài mòn bề mặt. Trong đánh giá độ mài mòn, vật liệu mài là rất quan trọng. Ở tiêu chuẩn cũ, vật liệu mài không phải là bột alumina nung chảy cỡ hạt F80 như thế giới đang sử dụng. Việc thay đổi vật liệu mài sẽ ảnh hưởng đến các giá trị quy định độ mài mòn đối với mặt đường bê tông xi măng. Bài báo này trình bày ảnh hưởng của vật liệu mài tới độ mài mòn bê tông, là cơ sở đề xuất thay đổi giá trị yêu cầu độ mài mòn đối với mặt đường bê tông xi măng.

TỪ KHÓA: mài mòn; mặt đường bê tông xi măng.

ABSTRACTS: Cement concrete pavement after a period of use will gradually degrade due to the impact of many factors such as weather, climate, mechanical agents ... One of the common causes of road surface deterioration cement concrete is due to surface abrasion. In the assessment of abrasion, the abrasive is very important. In the old standard, the grinding material is not F80 grain size fused alumina powder as the world is using. Changing the abrasive material will affect the specified values of abrasion for cement concrete pavement. This paper presents the influence of abrasives on concrete abrasion, which is the basis for proposing changes in the required value of abrasion for cement concrete pavement.

KEYWORDS: Abrasion; cement concrete pavement.

1. MỞ ĐẦU

Độ mài mòn là một trong những chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng để đánh giá và kiểm soát chất lượng mặt đường bê tông xi măng. Đối với mặt đường cao tốc, cấp I đến cấp III và cấp IV trở xuống, độ mài mòn cần phải nhỏ hơn 0,3 g/cm^2 và 0,6 g/cm^2 [3]. Các giá trị yêu cầu độ mài mòn này được quy định khi sử dụng vật liệu mài là cát mài thỏa mãn yêu cầu theo TCVN 139:1964. Hiện nay, vật liệu mài cỡ hạt F80 đáp ứng các yêu cầu theo ISO 8486-1 đang được sử dụng để xác định độ mài mòn theo tiêu chuẩn mới TCVN 3114:2022. Vì vậy cần xây dựng hệ số chuyển đổi giữa hai loại vật liệu mài này phục vụ công tác nghiệm thu chất lượng mặt đường bê tông xi măng. Trong thực tế, bê tông sử dụng cho các công trình xây dựng ngoài chịu tải trọng thiết kế còn đối mặt với các tác nhân môi trường hàng ngày như nắng, mưa, giãn nở do nhiệt, thấm ngập nước… Mài mòn là một trong những tác nhân ảnh hưởng đến độ bền của bê tông, bằng cách cọ xát gây ra sự bào mòn bề mặt gây ảnh hưởng tới chất lượng bê tông. Khả năng chống mài mòn có thể được định nghĩa là khả năng của một bề mặt chống lại sự mài mòn do cọ xát hoặc ma sát. Khi chà xát vật liệu có độ cứng cao hơn lên bề mặt vật liệu có độ cứng nhỏ hơn sẽ phá hủy liên kết bề mặt, làm bong tróc các hạt vật liệu từ đó làm giảm khối lượng vật liệu. Độ cứng có thể được hiểu là khả năng của vật liệu chống lại ngoại lực tác dụng mà không để lại các vết hằn hoặc trầy xước trên bề mặt. Cốt liệu đóng một vai trò quan trọng trong thành phần chế tạo bê tông do chiếm tới 80% thể tích bê tông và đa số các loại cốt liệu đều cứng hơn, có khả năng chống mài mòn tốt hơn so với đá xi măng. Đối với bê tông cường độ thấp, khả năng chống mài mòn có thể được cải thiện bằng cách tăng kích thước D_{max} cốt liệu [6]. Điều này có thể được giải thích do cốt liệu hơn sẽ làm giảm tỷ diện tích bề mặt để lớp hồ xi măng có cường độ thấp hơn bao phủ, từ đó làm tăng khả năng chống mài mòn. Khả năng chống mài mòn của bê tông phụ thuộc vào cường độ của đá xi măng, tỷ lệ

nước/xi măng, tính chất cốt liệu, lượng dùng cốt liệu và khả năng liên kết của cốt liệu với đá xi măng [5]. Độ cứng của bê tông là yếu tố phụ thuộc cường độ sẽ quyết định khả năng chống mài mòn của bê tông thế nào. Ở một số nghiên cứu cho thấy, độ mài mòn của bê tông phụ thuộc vào độ cứng của cốt liệu [7]. Bê tông sử dụng cốt liệu có độ cứng lớn hơn có độ mài mòn ít hơn. Khi chịu tác động của mài mòn, hạt cát liên kết với nền kém hơn so với hạt đá. Đó là do kích thước của hạt cát sử dụng trong bê tông so với hạt cát mài gần như nhau nên khả năng hạt cát bị cát mài tác động, đẩy tách ra khỏi nền đá xi măng cao hơn hạt cốt liệu lớn. Ngoài ra, thành phần cấp phối và cường độ cũng ảnh hưởng tới độ mài mòn của bê tông. Khi tỷ lệ N/X giảm, khả năng chống mài mòn của bê tông tăng lên. Điều này là do bê tông có tỷ lệ N/X thấp hơn sẽ có độ đặc chắc hơn, liên kết tốt hơn và cường độ nén cao hơn [8]. Ảnh hưởng đến độ mài mòn của bê tông còn có yếu tố liên quan tới thời gian bảo dưỡng. Theo đó, kết quả kiểm tra độ mài mòn cho thấy, khi thời gian bảo dưỡng ẩm tăng lên thì độ chống mài mòn của bê tông cũng tăng lên [9]. Vì vậy, để cải thiện khả năng chống mài mòn của bê tông có thể kết hợp việc lựa chọn cốt liệu đặc chắc với việc sử dụng tỷ lệ N/X thấp trong thành phần cấp phối và tăng thời gian bảo dưỡng, chú ý chế độ hoàn thiện bề mặt sau khi đổ bê tông để tối đa hóa khả năng chống mài mòn [4]. Ngoài ra, độ mài mòn của bê tông còn phụ thuộc vào vật liệu mài. Sự khác biệt giữa bột alumina nung chảy cỡ hạt F80 và cát mài là ở thành phần hạt, cát mài có cỡ hạt lớn từ 0,5 ÷ 1,0 mm, còn bột alumina nung chảy cỡ hạt F80 có cỡ hạt nhỏ hơn 0,3 mm. Sự khác biệt về kích thước cỡ hạt là nguyên nhân chủ yếu dẫn đến kết quả độ mài mòn của bê tông sai khác nhau. Bài báo sử dụng hai loại vật liệu mài để so sánh, xác định sự tương quan và xây dựng hệ số chuyển đổi giữa 2 loại vật liệu mài. Nghiên cứu theo định hướng này được thực hiện tại Viện Chuyên ngành Bê tông - Viện Khoa học công nghệ xây dựng, trong phạm vi nghiên cứu đã tập trung vào hai loại vật liệu mài là bột alumina nung chảy cỡ hạt F80 và cát mài theo tiêu chuẩn cũ.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

Trong nghiên cứu có sử dụng các loại vật liệu sau:

- Xi măng Bút Sơn PC40 đáp ứng yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 2682:2020 có khối lượng riêng 3,10 g/cm^3, độ mịn (lượng sót trên sàng 0,09 mm) 0,8%, độ dẻo tiêu chuẩn 29%, độ ổn định thể tích 1,0%, thời gian bắt đầu đông kết 165 phút, thời gian kết thúc đông kết 225 phút, cường độ nén R_3=31,5 N/mm^2, R_{28}=50,7 N/mm^2;

- Cốt liệu nhỏ là cát vàng sông Lô phù hợp với TCVN 7570:2006, có khối lượng riêng 2,66 g/cm^3; khối lượng thể tích bão hòa nước 2,64 g/cm^3; khối lượng thể tích khô 2,62 g/cm^3; khối lượng thể tích xốp 1420 kg/m^3; mô đun độ lớn 2,7;

- Cốt liệu lớn là đá dăm Hà Nam phù hợp với TCVN 7570:2006 có D_{max}=20mm, khối lượng riêng 2,75 g/cm^3; khối lượng thể tích bão hòa nước 2,73 g/cm^3; khối lượng thể tích khô 2,72 g/cm^3; khối lượng thể tích xốp 1420 kg/m^3; độ nén dập 9%;

- Phụ gia hóa siêu dẻo phù hợp với yêu cầu của TCVN 8826:2011;

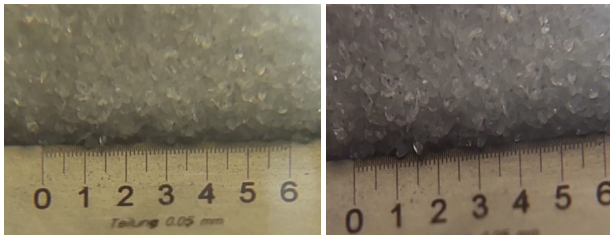
- Cát mài đáp ứng yêu cầu của TCVN 139:1964;

- Bột alumina nung chảy cỡ hạt F80 đáp ứng yêu cầu của ISO 8486-1.

Kết quả thành phần hạt của hai loại vật liệu mài trình bày trong bảng 1:

Bảng 1. Thành phần hạt của hai loại vật liệu mài

TT	VL mài	Lượng sót trên từng sàng, %								
		1,0 mm	0,8 mm	0,63 mm	0,5 mm	0,3 mm	0,212 mm	0,180 mm	0,150 mm	0,125 mm
1	F80	0	4	45	50	1	0	--	--	--
2	Cát mài	--	--	--	--	0	5	45	48	2



Hình 1. Hình ảnh Bột alumina nung chảy cỡ hạt F80 nhìn qua kính phóng đại

Hình 2. Hình ảnh cát mài nhìn qua kính phóng đại

Việc xác định ảnh hưởng của một số yếu tố tới độ mài mòn được thực hiện trên các cấp phối bê tông thông dụng M300, M400, M500, M600 phù hợp với mác bê tông làm mặt đường, sử dụng hai loại vật liệu mài là bột alumina nung chảy cỡ hạt F80 và cát mài.

Công tác chế tạo và thí nghiệm các tính chất của bê tông đều tuân thủ các yêu cầu của tiêu chuẩn Việt Nam, tiêu chuẩn nước ngoài tương ứng và được thực hiện tại phòng thí nghiệm LAS-XD03 thuộc Viện Chuyên ngành Bê tông - Viện Khoa học công nghệ xây dựng.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ N/X và cường độ chịu nén đến độ mài mòn của bê tông

Để đánh giá sự ảnh hưởng của tỷ lệ N/X và cường độ nén đến độ mài mòn của bê tông, bài báo tiến hành đúc các mẫu lập phương kích thước cạnh 70 mm thử nghiệm độ mài mòn. Các mẫu thử nghiệm độ mài mòn được thực hiện trên các cấp phối bê tông M300, M400, M500 và M600. Các tiến hành xác định độ mài mòn của bê tông thực hiện theo quy trình trong TCVN 3114:2022, sử dụng bột alumina nung chảy cỡ hạt F80. Kết quả thử nghiệm trình bày ở Bảng 3.

Nghiên cứu được thử nghiệm với bốn tỷ lệ N/X khác nhau, nằm trong khoảng từ 0,30 đến 0,60. Qua kết quả nghiên cứu cho thấy, khi tỷ lệ N/X giảm, khả năng chống mài mòn của bê tông tăng lên. Điều này là do bê tông có tỷ lệ N/X thấp hơn có độ đặc chắc cao hơn, thể tích lỗ rỗng giảm, khả năng liên kết tốt hơn và cường độ nén cao hơn do đó bề mặt ít bị mài mòn hơn. Trong quá trình nghiên cứu nhận thấy, bề mặt mẫu bê tông M300 bị mài mòn sâu hơn, khối lượng bị mất do tác động của mài mòn nhiều hơn so với mẫu bê tông M500.

Việc tăng cường độ nén của bê tông sẽ cải thiện khả năng chống mài mòn, khi cường độ nén tăng thì độ mài mòn giảm. Ảnh hưởng của cường độ nén đến độ mài mòn rõ rệt nhất khi tăng cường độ nén từ M300 đến M500, độ mài mòn của mẫu bê tông M500 giảm 20% so với mẫu bê tông M300. Khi bê tông đạt mác M500 và M600, ảnh hưởng của cường độ nén tới độ mài mòn không còn rõ rệt.

Hình 3a. Mẫu bê tông M300 sau khi mài

Hình 3b. Mẫu bê tông M500 sau khi mài

3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của vật liệu mài tới độ mài mòn của bê tông và xây dựng hệ số chuyển đổi giữa hai loại vật liệu mài

Để làm rõ ảnh hưởng của vật liệu mài tới độ mài mòn của bê tông, các cấp phối bê tông được chế tạo với cùng loại xi măng, cát, đá và phụ gia. Mẫu thử nghiệm độ mài mòn được thực hiện trên bốn cấp phối bê tông M300, M400, M500, M600 sử dụng song song hai loại vật liệu mài là bột alumina nung chảy cỡ hạt F80 và cát mài. Hai loại vật liệu mài này có kích thước hạt khác nhau, cát mài có cỡ hạt từ 0,5 ÷ 1,0 mm còn bột alumina nung chảy cỡ hạt F80 có cỡ hạt nhỏ hơn 0,3 mm sẽ dẫn tới những khác biệt trong kết quả độ mài mòn.

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm cường độ nén và độ mài mòn sử dụng hai vật liệu mài

Số TT	Cấp phối	Tỷ lệ N/X	Cường độ chịu nén N/mm^2	Độ mài mòn g/cm^2		Hệ số chuyển đổi (giữa F80 và cát mài)
				F80	Cát mài	
1	M300	0,60	34,2	0,570	0,152	3,75
2	M400	0,43	44,5	0,493	0,134	3,68
3	M500	0,36	54,5	0,457	0,121	3,78
4	M600	0,30	64,1	0,450	0,120	3,75

Các kết quả thí nghiệm trình bày trong Bảng 2 cho thấy có sự khác biệt lớn về độ mài mòn của bê tông khi sử dụng hai loại vật liệu mài khác nhau. Khi sử dụng vật liệu mài là bột alumina nung chảy cỡ hạt F80 bê tông có độ mài mòn lớn hơn so với khi sử dụng cát mài. Ngoài ra, khi dùng cát mài để mài, bề mặt mẫu bê tông bị mài mòn không đồng đều và để lại các rãnh hằn sâu trên bề mặt mẫu. Trong khi đó bột alumina nung chảy cỡ hạt

F80 sử dụng trong thí nghiệm thu được kết quả đồng nhất, bề mặt bê tông bị mài mòn đồng đều không tập trung tại một số khu vực cục bộ như khi dùng cát mài. Điều này có thể là do khi sử dụng cát mài, do có cỡ hạt lớn nên bề mặt bê tông thường không tiếp xúc được đều trên máy mài, một lượng lớn cát bị văng ra ngoài trước khi tiếp xúc với bề mặt bê tông. Trong khi đó, vật liệu mài F80 có cỡ hạt nhỏ hơn 0,3 mm cho bề mặt bị mài mòn của mẫu có độ đồng đều cao.

Hình 4a. Mẫu bê tông sử dụng cát mài

Hình 4b. Mẫu bê tông sử dụng cỡ hạt F80

Kết quả trên cho thấy rằng, khi sử dụng hai loại vật liệu mài thử nghiệm trên bốn loại cấp phối bê tông M300, M400, M500, M600 sử dụng phổ biến trong thực tế ta có một hệ số chuyển đổi (K) giữa bột alumina nung chảy cỡ hạt F80 và cát mài thước tiêu chuẩn, K = 3,75; 3,68; 3,78; 3,75} giá trị trung bình hệ số chuyển đổi K = 3,74. Như vậy đối với mặt đường cao tốc cấp I đến cấp III và cấp IV trở xuống, giá trị yêu cầu độ mài mòn khi sử dụng cát mài lần lượt là 0,3 g/cm^2 và 0,6 g/cm^2, khi sử dụng vật liệu mài là bột alumina nung chảy cỡ hạt F80 theo tiêu chuẩn mới áp dụng hệ số chuyển đổi giá trị yêu cầu độ mài mòn sẽ lần lượt là 1,122 g/cm^2 và 2,244g/cm^2.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả nghiên cứu cho thấy:

- Tỷ lệ N/X và cường độ nén có ảnh hưởng quan trọng tới độ mài mòn của bê tông. Có thể cải thiện khả năng chống mài mòn của bê tông bằng cách sử dụng tỷ lệ N/X thấp, điều này đồng nghĩa với việc tăng cường độ của bê tông để giảm thiểu tác động của độ mài mòn tới chất lượng bê tông.

- Độ mài mòn của bê tông phụ thuộc vào loại vật liệu mài, khi sử dụng vật liệu mài là bột alumina nung chảy cỡ hạt F80 bê tông bị mài mòn lớn hơn khoảng 3,74 lần so với khi sử dụng cát mài. Qua những phân tích và kết quả thí nghiệm thực hiện trong nghiên cứu, bài báo kiến nghị sử dụng hệ số chuyển đổi vật liệu mài giữa bột alumina nung chảy cỡ hạt F80 và cát mài là K = 3,74.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] TCVN 3114:2022, *Bê tông - Phương pháp xác định độ mài mòn.*

[2] TCVN 3114:1993, *Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ mài mòn.*

[3] Quyết định 3230/QĐ-BGTVT năm 2012 *Quy định tạm thời thiết kế mặt đường bê tông xi măng thông thường có khe nối trong xây dựng công trình giao thông* do Bộ trưởng Bộ Giao thông vận tải ban hành.

[4] *Abrasion Resistance of Concrete - Design, Construction and Case Study,* Benjamin *D.* Scott1 and Md. Safiuddin.

[5] Papenfus, N., (2003) *Applying Concrete Technology to Abrasion Resistance, Proceedings of the 7th International Conference on Concrete Block Paving*, Sun City, South Africa.

[6] Liu, Y.-W.; Yen, T.; and Hsu, T.-H., (2005) Abrasion Erosion of Concrete by Water-borne Sand, *Cement and Concrete Research*, pp. 1814-1820.

[7] Kiliç, A.; Atiş, C. D.; teymen, A.; Karahan, O.; Özcan, F.; Bilim, C.; and Özdemir, M., (2008) The Influence of Aggregate Type on the Strength and Abrasion Resistance of High Strength Concrete, *Cement and Concrete Composites*, Vol. 30, No. 4, pp. 290-296.

[8] Liu, Y.-W.; Yen, T.; and Hsu, T.-H., (2005) Abrasion Erosion of Concrete by Water-borne Sand*, Cement and Concrete Research*, pp. 1814-1820.

[9] Dhir, R. K.; Hewlett, P. C.; and Chan, Y. N., (1991) *Near-surface Characteristics of Concrete: Abrasion Resistance, Materials and Structures*, Vol. 24, pp. 122-12.