

NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA BÊ TÔNG SAU KHI BỊ CHÁY

Study on effect of fire on strength of concrete

Nguyễn Thanh Phong¹ và Đỗ Đại Thắng²

¹Trường Đại học Kinh tế Công nghiệp Long An, Long An, Việt Nam

nguyenphongthanh434343@gmail.com

²Đại học Quốc gia TP.HCM, Việt Nam

ddthang@vnuhcm.edu.vn

Tóm tắt — Các công trình xây dựng khi bị hỏa hoạn thường ảnh hưởng đến khả năng làm việc và độ bền của kết cấu, trong đó tác động của ngọn lửa đến bê tông là quan trọng nhất. Nghiên cứu này thực nghiệm ảnh hưởng của ngọn lửa đến tính chất cường độ của bê tông. Nhiệt độ của ngọn lửa có các nhiệt độ khác nhau từ 200°C đến 500°C. Thời gian ngọn lửa duy trì nhiệt độ lần lượt là 1 giờ đến 4 giờ liên tục. Bên cạnh đó, tác động của ngọn lửa còn xem xét tác động đến bê tông ở các vị trí khác nhau. Kết quả thực nghiệm cho thấy, nhiệt độ càng cao thì ngọn lửa tác động đến cường độ của bê tông giảm rất nhanh. Thời gian chịu tác động và mật tác động của ngọn lửa cũng ảnh hưởng rất nhiều sự suy giảm cường độ bê tông.

Abstract — Fire is greatly changed the performance of concrete structure on workability and durability. Hence, the failure of concrete strength in fire is very important. In this research, the various of concrete strength is considered on fire impacting. Excessive temperature of fire in range from 200°C to 500°C is investigated. The duration time of fire in range from 1 hour to 4 hours is used. On the other hand, the fire impacting in various sections also are considered. In the results, the decreasing in strength of concrete is strongly valued by temperature of fire. Thus, strength of concrete is not only reduced by duration of time but also reduced by impacting section.

Từ khóa —Bê tông (concrete), ngọn lửa (fire).

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, Việt Nam đang có xu hướng phát triển nhà cao tầng, tốc độ đô thị hóa cao, mật độ dân số, mật độ xây dựng gia tăng dẫn đến nhu cầu lớn cho việc phát triển công trình nhà ở, trong đó có công trình nhà cao tầng, siêu cao tầng để phát triển cho các đô thị. Khi xảy ra sự cố cháy xảy ra trong các công trình nhà có thể ảnh hưởng với các mức độ khác nhau đến kết cấu chịu lực và các bộ phận kiến trúc, ở mức độ nhẹ thì bị ám khói trên các bề mặt, ở mức độ lớn hơn có thể gây ra hư hỏng cục bộ vật liệu bề mặt, còn nặng thì sụp đổ toàn bộ kết cấu. Về mặt kết cấu để có thể đưa quyết định về việc sử dụng lại, cần tiến hành khảo sát và đánh giá hiện trạng hư hỏng của công trình một cách khoa học và có hệ thống. Mức độ hư hỏng của công trình hay ảnh hưởng của công trình do cháy có thể phụ thuộc vào các yếu tố, trong đó có đặc điểm của tải trọng cháy; loại kết cấu chịu lực; các đặc điểm về hình học và điều kiện thông gió của căn phòng hoặc khu vực bị cháy; thời gian kéo dài của đám cháy và nhiều yếu tố khác. (Phạm Duy Hữu, 2005; Phan Thanh Long, 1996; Hoàng Anh Giang, 2000).

Các nghiên cứu về sự thay đổi tính chất cường độ của bê tông dưới tác dụng của nhiệt độ cho thấy quá trình cháy sẽ tác động đến đặc trưng cơ học của bê tông nền, đến sự làm việc giữa bê tông và cốt thép, đến khả năng chịu nhiệt của từng thành phần nguyên liệu trong bê tông nền. Tùy thuộc vào nhiệt độ cháy và thời gian cháy của ngọn lửa sẽ tác động đến khả năng chịu lực của bê tông (Nguyễn Trường Thắng và Nguyễn Tấn Trung, 2019; Bailey, 2002; Jansso và Boström, 2009; Hawileh, 2011).

Nghiên cứu này đánh giá khả năng thay đổi cường độ của bê tông dưới tác động của ngọn lửa với các điều kiện khác nhau về nhiệt độ, thời gian tác động và vị trí tác động đến vật liệu bê tông. Quá trình đốt bê tông sẽ trình bày thực nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ đến khả năng làm việc cũng như độ bền của bê tông.

2. Đối tượng nghiên cứu và phương pháp thực nghiệm

2.1. Xi măng

Xi măng được sử dụng là PC40 có các tính chất cơ lý và thành phần hóa trình bày trong bảng 1:

Bảng 1. Thành phần tính chất cơ lý của xi măng

Chỉ tiêu cơ lý	Đơn vị	Giá trị
Cường độ nén	N/mm ²	
3 ngày		21,7
7 ngày		34,2
28 ngày		44,5
Khối lượng riêng	g/cm ³	3,18
Độ mịn Blaine	cm ² /g	3350
Lượng nước yêu cầu	%	27,5
Độ giãn nở thể tích	mm	<1
Khối lượng tự nhiên	kg/cm ³	1270

Nguồn: Tác giả tổng hợp

2.2. Cát

Cát sông được sử dụng có khối lượng riêng 2,63 g/cm³, khối lượng thể tích 1,46 g/cm³, mô đun độ lớn 1,8.

2.3. Đá dăm

Đá dăm có kích thước $D_{\max}$ là 20 mm, khối lượng riêng 2,73 g/cm³, khối lượng thể tích 1,67 g/cm³.

2.4. Phương pháp thực nghiệm và thành phần cấp phối

Bê tông được chế tạo có cấp độ bền thiết kế B25 theo TCVN 5574: 2018. Thành phần cấp phối của bê tông được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Thành phần cấp phối bê tông

	Xi măng (kg)	Đá (kg)	Cát (kg)	Nước (lít)
Bê tông	350	1130	720	250

Nguồn: Tác giả tổng hợp

Bê tông sau khi được chế tạo và bảo dưỡng trong 28 ngày theo TCVN sẽ được cho vào thiết bị lò đốt. Nghiên cứu sẽ thực nghiệm tính chất cơ học của bê tông dưới tác dụng của nhiệt độ, thời gian và phương pháp đốt như sau:

- Nhiệt độ cháy lần lượt tại các mức nhiệt độ là 200⁰C, 300⁰C, 400⁰C và 500⁰C.
- Thời gian lưu nhiệt độ tại các mức nhiệt lần lượt là 1 giờ, 2 giờ, 3 giờ và 4 giờ liên tục trong thiết bị lò đốt.
- Phương pháp đốt lần lượt sử dụng đốt 1 mặt, 2 mặt và 4 mặt của thiết bị lò đốt.

Kết quả thực nghiệm ảnh hưởng của ngọn lửa đến tính chất cường độ của bê tông được trình bày lần lượt trong bảng 3, 4 và 5.

Bảng 3. Cường độ bê tông sau khi thực nghiệm với tác động của ngọn lửa ở 1 mặt

STT	Nhiệt độ cháy (°C)	0 giờ	1 giờ	2 giờ	3 giờ	4 giờ
		Cường độ nén (N/mm ²)				
1	200	36,4	32,5	24,5	21,7	19,5
2	300	36,4	26,7	22,7	18,5	16,7
3	400	36,4	24,3	19,4	17,8	15,2
4	500	36,4	18,2	15,7	13,1	11,3

Nguồn: Tác giả tổng hợp

Bảng 4. Cường độ bê tông sau khi thực nghiệm với tác động của ngọn lửa ở 2 mặt

STT	Nhiệt độ cháy (°C)	0 giờ	1 giờ	2 giờ	3 giờ	4 giờ
		Cường độ nén (N/mm ²)				
1	200	36,4	31,2	23,4	20,1	17,8
2	300	36,4	23,4	18,4	17,7	13,5
3	400	36,4	17,8	14,7	12,8	11,3
4	500	36,4	14,5	12,8	10,3	9,2

Nguồn: Tác giả tổng hợp

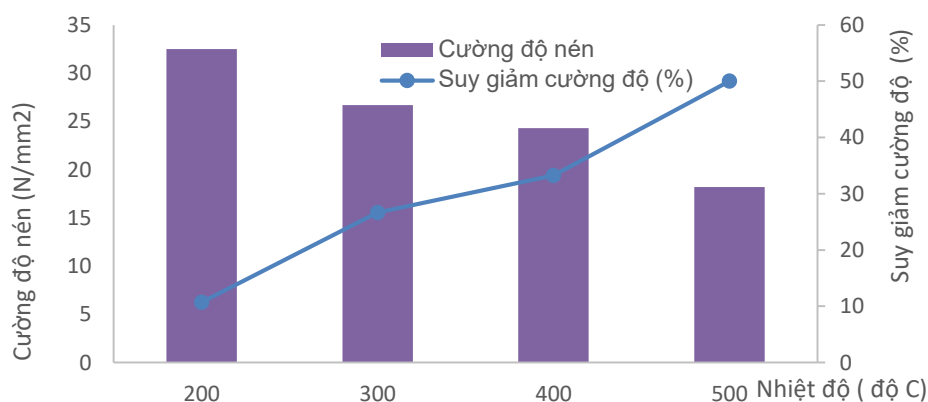
Bảng 5. Cường độ bê tông sau khi thực nghiệm với tác động của ngọn lửa ở 4 mặt

STT	Nhiệt độ cháy (°C)	0 giờ	1 giờ	2 giờ	3 giờ	4 giờ
		Cường độ nén (N/mm ²)				
1	200	36,4	27,8	21,4	18,7	16,2
2	300	36,4	18,2	16,7	15,3	13,8
3	400	36,4	13,7	11,5	10,4	9,2
4	500	36,4	9,4	8,1	7,2	6,7

Nguồn: Tác giả tổng hợp

3. Kết quả nghiên cứu và đánh giá

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ cháy đến tính chất cường độ bê tông

**Hình 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ cháy đến cường độ bê tông**

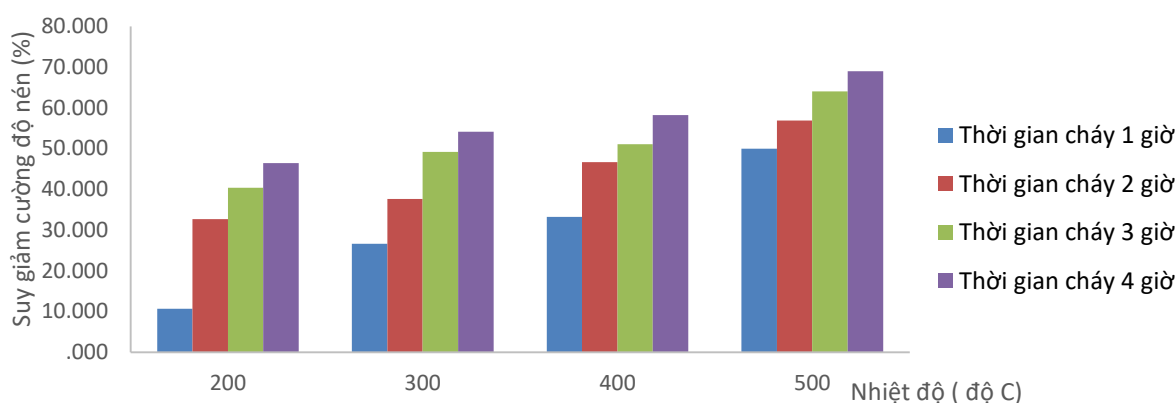
Kết quả thực nghiệm cho thấy bê tông có xu hướng giảm cường độ nén dưới tác động của nhiệt độ. Sau thời gian 1 giờ chịu tác động ở nhiệt độ 200°C, cường độ nén của bê tông thực

thực nghiệm đạt 32 N/mm^2 và giảm khoảng 10% so với mẫu bê tông đối chứng như trên hình 1. Thực nghiệm cho thấy cường độ bê tông đạt gần 27 N/mm^2 , giảm 25% tại nhiệt độ 300°C , cường độ bê tông đạt $24,3 \text{ N/mm}^2$, giảm 33% tại nhiệt độ 400°C , cường độ bê tông đạt $18,2 \text{ N/mm}^2$, giảm đến 50% tại nhiệt độ 500°C .

Dưới tác động của nhiệt độ thay đổi từ 200°C đến 500°C , thực nghiệm đã cho thấy cường độ nén của bê tông giảm đến 50%. Việc suy giảm cường độ là do nhiệt độ cao đã tác động đến bộ khung chịu lực của bê tông, làm thay đổi khả năng liên kết trong bê tông.

3.2. Ảnh hưởng của thời gian đến tính chất cường độ bê tông

Thực nghiệm triển khai gia nhiệt ở nhiệt độ từ 200°C đến 500°C với thời gian lưu nhiệt lần lượt là 1 giờ, 2 giờ, 3 giờ và 4 giờ. Kết quả về sự thay đổi cường độ bê tông được trình bày trong hình 2.



Hình 2. Ảnh hưởng của thời gian đến cường độ bê tông

Kết quả trên hình 2 trình bày cường độ nén có xu hướng giảm cường độ khi tăng thời gian chịu nhiệt tại các mức nhiệt khác nhau.

Tại nhiệt độ 200°C , bê tông có sự suy giảm cường độ nén từ 10% tăng dần đến gần 50% khi thời gian đốt tăng từ 1 giờ đến 4 giờ liên tục.

Tại nhiệt độ 300°C , bê tông có sự suy giảm cường độ nén từ 25% tăng dần đến 55% khi thời gian đốt tăng từ 1 giờ đến 4 giờ liên tục.

Tại nhiệt độ 400°C , bê tông có sự suy giảm cường độ nén từ 33% tăng dần đến 60% khi thời gian đốt tăng từ 1 giờ đến 4 giờ liên tục.

Tại nhiệt độ 500°C , bê tông có sự suy giảm cường độ nén từ 50% tăng dần đến 70% khi thời gian đốt tăng từ 1 giờ đến 4 giờ liên tục.

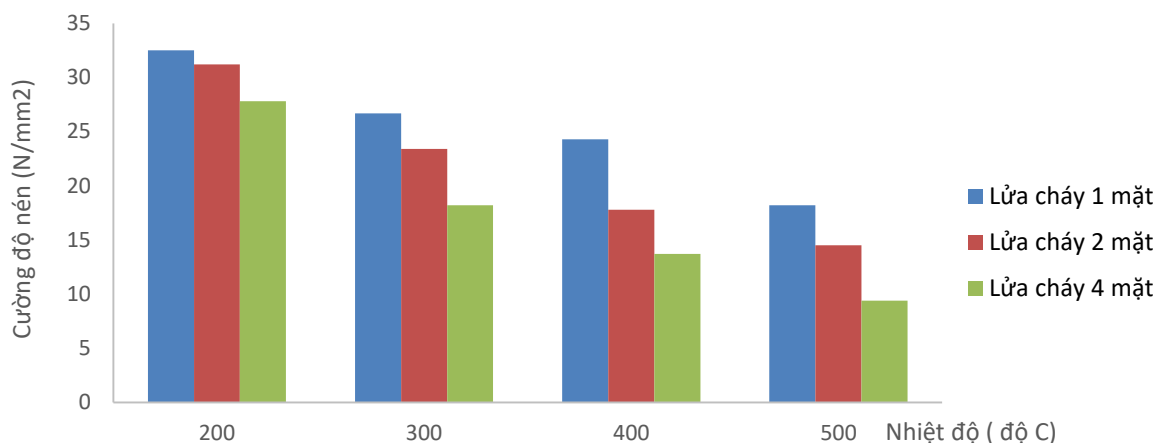
3.3. Ảnh hưởng của vị trí tác động ngọn lửa đến tính chất cường độ bê tông

Kết quả cho thấy quá trình thực nghiệm đốt bê tông theo phương pháp đốt 2 mặt làm giảm cường độ nén của bê tông nhanh hơn so với việc phương pháp đốt 1 mặt.

Hình 3 cho thấy tại nhiệt độ 200°C , cường độ nén của bê tông giảm rất nhanh khi kéo dài thời gian đốt. Thời gian đốt liên tục trong 4 giờ làm giảm cường độ nén của bê tông từ 50 đến 75%. Ở nhiệt độ 500°C , cường độ nén của bê tông giảm rất nhanh.

Quá trình thực nghiệm đốt 4 mặt của bê tông tại nhiệt độ 200°C với thời gian từ 1 giờ đến 4 giờ cho thấy cường độ nén của bê tông suy giảm từ 23 đến hơn 55% như hình 3.

Tại nhiệt độ 300°C cường độ nén của bê tông suy giảm từ 50 đến 60% với thời gian từ 1 giờ đến 4 giờ.

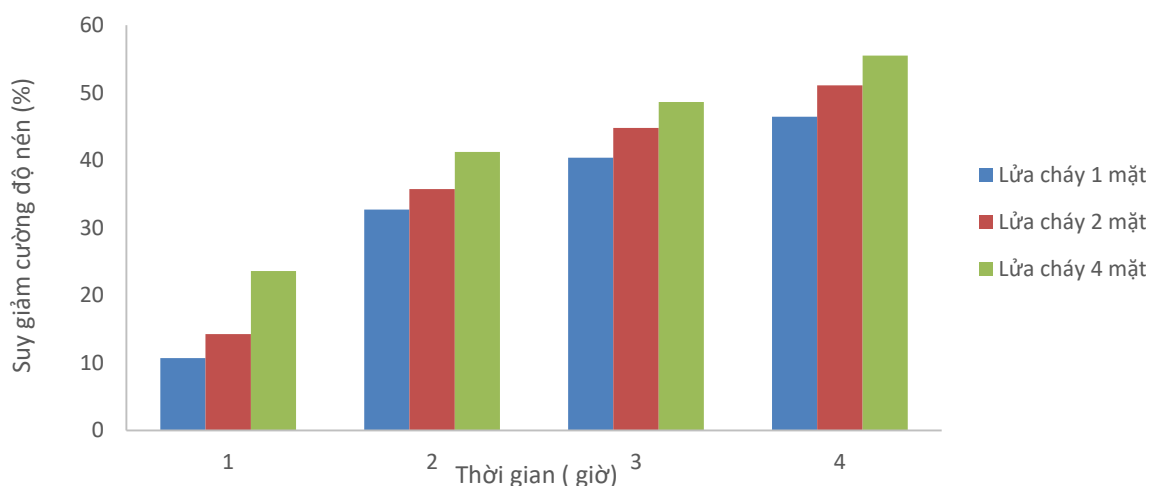


Hình 3. Ảnh hưởng của vị trí tác động ngọn lửa đến cường độ bê tông

Tại nhiệt độ 400⁰C, cường độ nén của bê tông suy giảm từ 60 đến gần 80% với thời gian từ 1 giờ đến 4 giờ.

Tại nhiệt độ 500⁰C, cường độ nén của bê tông suy giảm từ 70 đến hơn 80% với thời gian cháy từ 1 giờ đến 4 giờ.

Kết quả thực nghiệm trên hình 4 cho thấy quá trình đốt bê tông theo phương pháp khác nhau và thời gian khác nhau tác động rất lớn đến tính chất cường độ của bê tông.



Hình 4. Ảnh hưởng của vị trí tác động và thời gian cháy của ngọn lửa đến cường độ bê tông

Tại nhiệt độ 200⁰C, cường độ nén của bê tông giảm từ 10 đến 25% khi thay đổi phương pháp đốt 1 mặt, 2 mặt và 4 mặt trong 1 giờ liên tục. Cường độ nén giảm từ 33 đến 45% khi thay đổi phương pháp đốt 1 mặt, 2 mặt và 4 mặt trong 2 giờ liên tục. Cường độ nén giảm từ 40 đến 50% khi thay đổi phương pháp đốt 1 mặt, 2 mặt và 4 mặt trong 3 giờ liên tục. Cường độ nén giảm từ 45 đến 55% khi thay đổi phương pháp đốt 1 mặt, 2 mặt và 4 mặt trong 4 giờ liên tục.

4. Kết luận

Nghiên cứu ảnh hưởng của quá trình cháy đến tính chất cường độ của bê tông đạt được các kết quả như sau:

- Nhiệt độ cháy tác động trực tiếp làm giảm cường độ bê tông. Ngọn lửa có nhiệt độ từ 200 đến 500⁰C làm giảm cường độ bê tông từ 10 đến hơn 50% trong thời gian 1 giờ liên tục tác động.

- Khi chịu tác động của ngọn lửa, việc kéo dài thời gian tác động ảnh hưởng rất nhiều đến cường độ bê tông. Khi nhiệt độ cháy 500⁰C trong 4 giờ liên tục làm giảm cường độ bê tông đến hơn 70%.

- Quá trình đốt cháy tác động đến các vị trí khác nhau của bê tông cũng ảnh hưởng đến cường độ. Khi bê tông bị ngọn lửa tác động 1 mặt, 2 mặt và 4 mặt thì cường độ bê tông có khả năng bị giảm từ 50 đến 80%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hoàng Anh Giang (2000). Về vấn đề xác định tải trọng cháy trong tính toán khả năng chịu lửa của công trình xây dựng. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng*, Số 4, 2000 (113), tr.13-22.
- [2] Nguyễn Trường Thắng và Nguyễn Tấn Trung (2019). Khảo sát sự suy giảm khả năng kháng uốn khi cháy của dầm bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn châu Âu. *Tạp Chí Khoa học Công nghệ Xây dựng*, 13(4V), tr.22-34.
- [3] Phạm Duy Hữu, (2005). *Công nghệ bê tông và bê tông đặc biệt*. Hà Nội: Nhà xuất bản Xây dựng.
- [4] Phan Thanh Long (1996). *Fire performance of high strength concrete: a report of the state - of - the - art*. NISTIR 5934, Nation Institute of Standard and Technology.
- [5] Bailey, C. (2002). Holistic behaviour of Concrete in fire. *Proceeding of the Institution of Civil Engineers, Structures and Building* 152, Issue 3, trang 199 – 212.
- [6] Hawileh, R. A. (2011). *Heat Transfer Analysis of Reinforced Concrete Beams Reinforced with GFRP Bars*. Convection and Conduction Heat Transfer, Dr. Amimul Ahsan (Ed.), ISBN: 978-953-307-582-2, InTech, Tr. 299-314.
- [7] Jansso, R., & Boström, L. (2009). *The Influence of Pressure in the Pore System on Fire Spalling of Concrete*. Fire Technology, 46, Tr. 217–230.

Ngày gửi bài: 26/5/2022

Ngày phản biện: 17/4/2023

Ngày duyệt đăng: 12/5/2023