

# Nghiên cứu đánh giá khả năng chống cháy của các tấm bê tông cốt thép giản đơn theo Tiêu chuẩn ACI 216.1M-14

Study on evaluating the fire resistance of simple reinforced concrete slabs based on the ACI 216.1M-14

## > TS ĐÀO SỸ ĐÁN

Khoa Công trình, Trường Đại học Giao thông vận tải  
Email: sydandao@utc.edu.vn

### TÓM TẮT

Vấn đề phòng cháy và chữa cháy là hết sức quan trọng trong các công trình xây dựng, để hạn chế đến mức thấp nhất thiệt hại do cháy gây ra. Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá khả năng chống cháy của các tấm bê tông cốt thép giản đơn theo Tiêu chuẩn ACI 216.1M-14. Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc xác định khả năng chống cháy theo phương pháp phân tích tuy phức tạp hơn phương pháp tra bảng nhưng cho kết quả tính phù hợp hơn với yêu cầu chịu lực của kết cấu. Ngược lại, phương pháp tra bảng tuy đơn giản nhưng cho kết quả tính quá bảo thủ.

**Từ khóa:** Khả năng chống cháy, chống cháy bị động, tấm bê tông cốt thép, ACI 216.1M-14.

### ABSTRACT

Fire prevention and firefighting are extremely important in construction projects to minimize damage caused by fire. The objective of this study is to evaluate the fire resistance of simple reinforced concrete slabs based on ACI 216.1M-14. The research results show that determining fire resistance through analytical methods, although more complex than the tabular approach, provides more suitable results for structural load-bearing requirements. On the other hand, the tabular method, while simpler, tends to yield overly conservative results.

**Keywords:** Fire resistance, passive fire protection, reinforced concrete slabs, ACI 216.1M-14.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cháy là sự đốt cháy nhiên liệu và lan rộng không kiểm soát được theo thời gian và không gian, gây nguy hiểm đến tính mạng con người và tài sản vật chất. Vì vậy, vấn đề phòng cháy và chữa cháy là hết sức quan trọng trong các công trình xây dựng, để hạn chế đến mức thấp nhất việc xảy ra các đám cháy, cũng như nhanh chóng kiểm soát hay dập tắt đám cháy nếu có, làm giảm thiểu thiệt hại đối với cả con người và tài sản.

Hệ thống phòng cháy, chữa cháy được chia thành hai loại là chủ động và bị động. Chống cháy chủ động là việc sử dụng các thiết bị như bình chữa cháy, hệ thống phun nước, để ngăn chặn và kiểm soát đám cháy. Chống cháy bị động là việc sử dụng vật liệu chống cháy và các giải pháp kết cấu để giảm thiểu tác hại của đám cháy và ngăn chặn sự lan rộng của đám cháy. Ứng xử của các kết cấu công trình trong điều kiện hỏa hoạn phụ thuộc vào nhiều yếu tố, như loại vật liệu kết cấu được sử dụng, kích thước, hình dạng và diện tích của công trình, điều kiện thông gió cũng như khả năng chống cháy của lớp vật liệu hoàn thiện mặt ngoài của kết cấu.

Tại Việt Nam, các nghiên cứu về khả năng chống cháy của kết cấu bê tông cốt thép còn khá ít, như các nghiên cứu của Thắng và Ninh - 2016 [1], Trung và cộng sự - 2019 [2], Thắng và Trung - 2019 [3], Bình và Hùng - 2022 [4] và Hằng - 2025 [5]. Hầu hết các nghiên

cứu trong nước mới chỉ trình bày và phân tích khả năng chống cháy của kết cấu bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn châu Âu EN 1992-1-2.

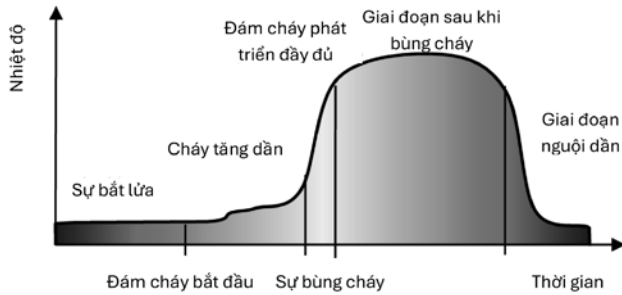
Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá khả năng chống cháy của các tấm bê tông cốt thép giản đơn theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ ACI 216.1M-14 [6]. Bài báo hy vọng sẽ hữu ích cho các nhà nghiên cứu cũng như các kỹ sư quan tâm tới việc tính toán thiết kế chống cháy cho kết cấu bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ.

## 2. NGUYÊN TẮC CHUNG CỦA TIÊU CHUẨN ACI 216.1M-14

Tiêu chuẩn ACI 216.1M-14 quy định việc xác định khả năng chống cháy cho kết cấu bê tông và bê tông cốt thép được thiết kế tuân theo Tiêu chuẩn ACI 318M-11 [7] tương ứng. Các cấu kiện tấm tường, sàn và mái phải đáp ứng quy định về chiều dày tối thiểu để đảm bảo khả năng chống cháy cho các tấm có mục đích như một vách ngăn lửa. Các kết cấu bê tông cốt thép phải đáp ứng quy định bổ sung về chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép cho mục đích duy trì khả năng chống cháy. Trong một số trường hợp, có sự phân biệt giữa bê tông thông thường được làm từ cốt liệu cacbonat và cốt liệu silic. Nếu không xác định được loại cốt liệu, giá trị tương ứng với loại cốt liệu yêu cầu độ dày cấu kiện hoặc lớp bảo vệ cốt thép lớn nhất sẽ được sử dụng khi đánh giá khả năng chống cháy.

**2.1. Đường cong thời gian - nhiệt độ tiêu chuẩn của đám cháy**

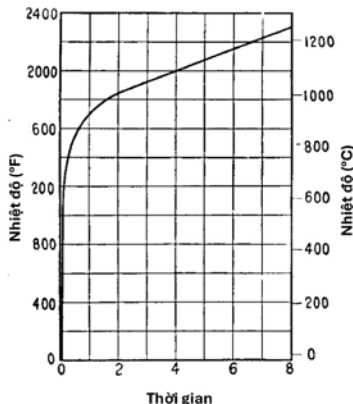
Hầu hết các đám cháy đều có thể được mô hình thông qua đường cong quan hệ giữa thời gian và nhiệt độ phát sinh của đám cháy. Vậy, một đám cháy thường phát sinh và phát triển như thế nào? Theo nghiên cứu của Lehner [8], mối quan hệ giữa nhiệt độ đám cháy và thời gian cháy được thể hiện như Hình 1 dưới đây.



Hình 1. Mô hình đám cháy thực tế

Tại thời điểm ban đầu, một đám cháy trong phòng thường có đặc điểm giống như một đám cháy ngoài trời, với nhiệt độ tương đối thấp và phạm vi cháy nhỏ. Ở giai đoạn này, các biện pháp chống cháy chủ động sẽ có hiệu quả tốt nhất. Nếu đám cháy không được phát hiện kịp thời ở giai đoạn này hoặc các biện pháp chống cháy chủ động không hiệu quả thì đám cháy sẽ tiếp tục phát triển, làm cho nhiệt độ trong phòng tăng dần lên do sự cháy của các vật liệu dễ cháy. Khi nhiệt độ đám cháy tăng lên khoảng 600°C ở những khu vực cao hơn trong phòng như trần nhà thì một sự bùng cháy hoàn toàn sẽ xảy ra. Ở giai đoạn này, ngọn lửa bùng cháy dữ dội và đám cháy bước vào giai đoạn cháy hoàn toàn và nhanh chóng đạt tới nhiệt cao nhất của nó. Sau giai đoạn này, đám cháy bước sang giai đoạn nguội dần rồi tắt hẳn. Thông thường, khi nhiệt độ trong phòng giảm xuống khoảng 80% nhiệt độ cao nhất của giai đoạn cháy hoàn toàn thì đám cháy bước vào giai đoạn nguội dần bởi vì nguồn nguyên liệu cho đám cháy đã cạn dần. Thông thường, quá trình nguội dần của đám cháy xảy ra nhanh hơn so với quá trình hình thành và phát triển của đám cháy.

Quá trình hình thành và phát triển của mỗi đám cháy trong thực tế là khác nhau, nó phụ thuộc vào nhiều yếu tố như hình dạng, kích thước của phòng bị cháy; khối lượng và loại vật liệu cháy... Do vậy, nó là cần thiết phải định nghĩa một đám cháy tiêu chuẩn cho việc đánh giá khả năng chống cháy của các kết cấu xây dựng khác nhau. Tiêu chuẩn ASTM E119-12a [9] quy định đường cong thời gian - nhiệt độ tiêu chuẩn của đám cháy tiêu chuẩn, như được thể hiện ở Hình 2 dưới đây.



Hình 2. Đường cong thời gian - nhiệt độ của đám cháy tiêu chuẩn theo ASTM E119-12a [9]

**2.2. Quy định về chiều dày tối thiểu của các tấm tường, sàn và mái**

Các tấm tường, sàn và mái chịu lực hoặc không chịu lực được quy định có mức độ chống cháy từ 1 đến 4 giờ, phải có chiều dày tương đương ( $t_e$ ) đáp ứng quy định của Bảng 1 dưới đây. Khả năng chống cháy của các tấm tường, sàn và mái có cấu tạo nhiều lớp khác nhau hoặc có thêm lớp vật liệu cách nhiệt sẽ được trình bày trong các nghiên cứu tiếp theo. Chiều dày tương đương của tấm tường và sàn đặc với bề mặt phẳng chính là chiều dày thực tế của chúng. Với các tấm tường và sàn bê tông lõi rỗng, các tấm tường, sàn và mái dạng bản cánh với chiều dày bản cánh giảm dần và các tấm mà bề mặt có gân hoặc lượn sóng thì chiều dày tương đương được quy định riêng trong ACI 216.1M-14.

Bảng 1. Khả năng chống cháy của tấm tường, sàn và mái một lớp đơn

Loại cấp phối	Chiều dày tương đương tối thiểu với các mức độ chống cháy khác nhau (mm)				
	1 giờ	1,5 giờ	2 giờ	3 giờ	4 giờ
Silic	90	110	125	155	175
Cacbonat	80	100	115	145	170
Trọng lượng nửa nhẹ	70	85	95	115	135
Trọng lượng nhẹ	65	80	90	110	130

**2.3. Ảnh hưởng của vật liệu hoàn thiện đến khả năng chống cháy tấm bê tông cốt thép**

Với các tấm tường hoặc sàn chỉ có vật liệu hoàn thiện trên một mặt hoặc có loại hoặc chiều dày khác nhau, hoặc cả hai khác nhau trên mỗi mặt của tấm thì cần giả sử mỗi mặt của tấm là tiếp xúc với lửa. Kết quả tính khả năng chống cháy của tấm bao gồm cả vật liệu hoàn thiện không lớn hơn giá trị nhỏ hơn của hai giá trị được tính toán, ngoại trừ trường hợp quy chuẩn thiết kế quy định rằng chỉ một mặt của tấm có tiếp xúc với lửa.

Khi vật liệu hoàn thiện được sử dụng cho mặt không tiếp xúc với lửa của tấm thì khả năng chống cháy của toàn bộ tấm được xác định như sau: Chiều dày của lớp vật liệu hoàn thiện được hiệu chỉnh bằng cách nhân chiều dày thực tế của nó với hệ số nhân được quy định trong Bảng 2. Chiều dày lớp vật liệu hoàn thiện hiệu chỉnh sẽ được thêm vào chiều dày thực tế hoặc chiều dày tương đương của tấm, rồi xác định khả năng chống cháy của tấm bê tông bao gồm ảnh hưởng của lớp vật liệu hoàn thiện từ Bảng 1.

Bảng 2. Hệ số nhân cho những lớp vật liệu hoàn thiện trên mặt không tiếp xúc với lửa của tấm bê tông

Loại vật liệu của tấm	Loại vật liệu hoàn thiện sử dụng cho tấm			
	Vữa hoặc đá mài xi măng - cát	Vữa thạch cao - cát	Vữa thạch cao - vecmimilit hoặc peclit	Tấm thạch cao
Bê tông silic, cacbonat, xi làm mát bằng không khí	1,00	1,25	1,75	3,00
Bê tông nửa nhẹ	0,75	1,00	1,50	2,25
Bê tông nhẹ, bê tông cách nhiệt	0,75	1,00	1,25	2,25

Khi lớp vật liệu hoàn thiện được sử dụng cho mặt tiếp xúc với lửa của tấm thì khả năng chống cháy của toàn bộ tấm được xác định như sau: Thời gian được gán cho lớp vật liệu hoàn thiện trong Bảng 3 sẽ được cộng vào khả năng chống cháy được xác định từ Bảng 1 hoặc cộng vào khả năng chống cháy được xác định cho tấm bê tông với lớp vật liệu hoàn thiện trên mặt không tiếp xúc với lửa.

Khi lớp vật liệu hoàn thiện sử dụng cho một tấm sàn bê tông đóng góp vào khả năng chống cháy thì một mình bê tông phải

cung cấp không ít hơn một nửa của khả năng chống cháy tổng cộng. Ngoài ra, sự đóng góp vào khả năng chống cháy của lớp vật liệu hoàn thiện trên mặt không tiếp xúc với lửa không được vượt quá một nửa sự đóng góp của một mình bê tông.

Bảng 3. Thời gian được gán cho các lớp vật liệu hoàn thiện trên mặt tiếp xúc với lửa của tấm bê tông

Mô tả lớp vật liệu hoàn thiện	Thời gian (phút)
Tấm thạch cao	
10 mm	10
13 mm	15
16 mm	20
Hai lớp 10 mm	25
Một lớp 10 mm và một lớp 13 mm	35
Hai lớp 13 mm	40
Tấm thạch cao kiểu "X"	
13 mm	25
16 mm	40
Vữa xi măng - cát sử dụng trực tiếp	
Vữa xi măng - cát trên lati kim loại	
20 mm	20
22 mm	25
25 mm	30
Vữa thạch cao - cát trên lati thạch cao 10 mm	
13 mm	35
16 mm	40
20 mm	50
Vữa thạch cao - cát trên lati kim loại	
20 mm	50
22 mm	60
25 mm	80

#### 2.4. Yêu cầu về chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép

Lớp bê tông bảo vệ tối thiểu của cốt thép dọc mặt dưới (cốt thép chịu kéo trong nhịp giản đơn) cho các tấm tường, sàn và mái được quy định như dưới đây. Chiều dày lớp bê tông bảo vệ không được nhỏ hơn yêu cầu của Tiêu chuẩn ACI 318M-11 tương ứng.

Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép thường chịu uốn dương (cốt thép mặt dưới) cho các kiểu khác nhau của tấm sàn và mái bê tông, có khả năng chống cháy từ 1 đến 4 giờ, phải tuân theo những giá trị được cho trong Bảng 4 dưới đây. Bảng này có thể áp dụng cho hệ thống sàn đúc tại chỗ, một hoặc hai phương, hoặc các sàn rỗng hoặc đặc đúc sẵn với mặt dưới phẳng.

Bảng 4. Chiều dày lớp bê tông bảo vệ tối thiểu trong các tấm sàn và mái bê tông cốt thép thường

Loại cấp phối	Lớp phủ tương ứng với khả năng chống cháy (mm)					
	Bị kiểm chế	Không bị kiểm chế				
		4 giờ hoặc ít hơn	1 giờ	1,5 giờ	2 giờ	3 giờ
Silic	20	20	20	25	30	40
Carbonat	20	20	20	20	30	30
Nửa nhẹ	20	20	20	20	30	30
Nhẹ	20	20	20	20	30	30

#### 2.5. Phương pháp phân tích xác định khả năng chống cháy của các tấm giản đơn

Khả năng chống cháy của tấm bê tông cốt thép, giản đơn, chịu uốn, được xác định theo công thức (1) dưới đây. Trong đó:  $M_n$  - Sức kháng uốn danh định của mặt cắt tấm xem xét ở nhiệt độ thông thường;  $M_{n\theta}$  - Sức kháng uốn danh định của mặt cắt tấm xem xét ở nhiệt độ cao;  $M$  - Mô-men uốn do tải trọng khi có cháy xảy ra. Tổ hợp tải trọng để xác định mô-men uốn do tải trọng khai thác tác động lên tấm xem xét khi có cháy xảy ra được xác định theo quy định ASCE/SEI 7-10 [10], như công thức (2) dưới đây. Trong đó:  $D$  - Tĩnh tải;  $L$  - Hoạt tải;  $S$  - Tải trọng tuyết;  $A_k$  - Tải trọng phát sinh khi có cháy xảy ra. Với điều kiện môi trường ở Việt Nam và cấu kiện tấm giản đơn thì tổ hợp tải trọng này còn đơn giản như công thức (3). Khi có đám cháy xảy ra thì nhiệt độ trong bê tông và cốt thép sẽ tăng cao tùy thuộc vào loại vật liệu, kích thước, hình dạng, đặc biệt là chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép và thời gian kéo dài của đám cháy. Nhiệt độ tăng cao sẽ làm cho bê tông và cốt thép giảm cường độ và kết cấu có thể bị phá hoại khi đám cháy xảy ra trong một thời gian nào đó. Như vậy, có thể sử dụng công thức (1) để xác định khả năng chống cháy của các cấu kiện tấm giản đơn.

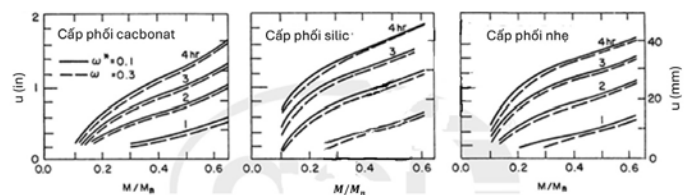
$$M_n \geq M_{n\theta} \geq M \tag{1}$$

$$(0,9 \text{ hoặc } 1,2)D + A_k + 0,5L + 0,2S \tag{2}$$

$$1,2D + 0,5L \tag{3}$$

$$\omega = A_s f_y / b d f'_c \tag{4}$$

Tuy nhiên, với các cấu kiện tấm giản đơn thì có thể sử dụng phương pháp đồ họa đơn giản như Hình 3 dưới đây để xác định khả năng chống cháy của chúng. Trong đó,  $u$  - Chiều dày lớp bê tông tính từ tâm cốt thép đến bề mặt tiếp xúc với lửa;  $\chi$  - Chỉ số cốt thép dọc chịu kéo của tiết diện xem xét  $\omega$  được xác định theo công thức (4). Trong công thức (4),  $A_s$  - Diện tích cốt thép dọc chịu kéo;  $f_y$  - Giới hạn chảy của cốt thép dọc chịu kéo;  $b$  - Bề rộng xem xét của tấm sàn, thường lấy bằng 1.000 mm;  $d$  - Chiều cao hữu hiệu chịu uốn của tiết diện hay khoảng cách từ trọng tâm cốt thép chịu kéo đến thớ bê tông chịu nén ngoài cùng;  $f'_c$  - Cường độ chịu nén quy định của bê tông.



Hình 3. Khả năng chống cháy của các tấm bê tông cốt thép tùy thuộc vào loại cấp phối, cường độ mô-men và  $u$

### 3. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH KHẢ NĂNG CHỐNG CHÁY CỦA BẢN BÊ TÔNG CỐT THÉP GIẢN ĐƠN

Có nhiều phương pháp khác nhau được chấp nhận bởi Tiêu chuẩn ACI 216.1M-14 [6], như phương pháp tra bảng hoặc hình, phương pháp phân tích, phương pháp mô phỏng số, phương pháp thử nghiệm. Tuy nhiên, nghiên cứu này chỉ trình bày nội dung của phương pháp tra bảng và phương pháp phân tích.

#### 3.1. Phương pháp tra bảng

Phương pháp tra bảng hoặc hình được áp dụng cho các tấm bê tông cốt thép chịu tác động của đường gia nhiệt tiêu chuẩn theo ASTM E119-12a [9] với thời gian không quá 240 phút (4 giờ). Các bước thực hiện như sau:

Bước 1: Xác định chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép dọc chịu kéo của tấm sàn.

Bước 2: Xác định khả năng chống cháy của tấm theo chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép dọc chịu kéo, theo Bảng 4 ở trên.

Bước 3: Xác định khả năng chống cháy theo chiều dày tương đương của tấm và ảnh hưởng của lớp vật liệu hoàn thiện theo các Bảng 1, 2 và 3 ở trên.

Bước 4: Khả năng chống cháy là giá trị nhỏ hơn được xác định ở Bước 2 và 3.

### 3.2. Phương pháp phân tích

Phương pháp phân tích đơn giản được áp dụng cho các cấu kiện tấm bê tông cốt thép, nhịp giản đơn. Các bước thực hiện như sau:

Bước 1: Xác định mô-men uốn lớn nhất tác dụng lên tấm sàn do tổ hợp tải trọng khi có cháy xảy ra, theo công thức (3) ở trên.

Bước 2: Xác định sức kháng uốn danh định của tiết diện tấm sàn ở nhiệt độ thông thường theo Tiêu chuẩn ACI 318M-11 tương ứng.

Bước 3: Xác định chiều dày lớp bê tông tính từ tâm cốt thép chịu kéo đến bề mặt tiếp xúc với lửa và chỉ số cốt thép dọc chịu kéo theo công thức (4).

Bước 4: Tra Hình 3 để xác định khả năng chống cháy tương ứng với các trường hợp khác nhau.

Bước 5: Xác định khả năng chống cháy theo chiều dày tương đương đương của tấm và ảnh hưởng của lớp vật liệu hoàn thiện, theo các Bảng 1, 2 và 3 ở trên.

Bước 6: Khả năng chống cháy là giá trị nhỏ hơn được xác định ở Bước 4 và 5.

## 4. CÁC VÍ DỤ TÍNH TOÁN VÀ THẢO LUẬN

Trong phần này, việc xác định khả năng chống cháy tấm bê tông cốt thép, nhịp giản đơn sẽ được thực hiện bằng cả hai phương pháp là phương pháp tra bảng và phương pháp phân tích đơn giản (tra hình) để so sánh kết quả với với nhau.

### 4.1. Yêu cầu của bài toán

Xác định khả năng chống cháy cho một tấm sàn bê tông cốt thép, nhịp giản đơn, một phương, dài 3 m. Tấm được làm bằng bê tông cacbonat, có cường độ chịu nén quy định  $f'_c = 25$  MPa, dày 150 mm. Cốt thép dọc chịu lực sử dụng loại D16 @ 200 mm, theo ASTM A615M cấp 420, bố trí thành một lớp ở vùng bê tông chịu kéo, cách đáy dầm 30 mm. Lớp vật liệu hoàn thiện sử dụng loại vữa xi măng-cát trực tiếp trên cả hai mặt của tấm và có chiều dày bằng 20 mm. Tấm chịu tác dụng của trọng lượng bản thân tấm và hoạt tải phân bố đều có trị số bằng 6 kN/m<sup>2</sup>.

### 4.2. Phương pháp tra bảng

Bước 1: Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép dọc chịu kéo của tấm là  $c_c = 22$  mm.

Bước 2: Tra Bảng 4 ta xác định được khả năng chống cháy của tấm là  $R_1 = 2,2$  giờ.

Bước 3: Tra Bảng 2, ta có chiều dày tương đương của tấm có tính đến lớp vật liệu hoàn thiện phía trên là 170 mm. Tra Bảng 1, ta xác định được khả năng chống cháy của tấm là 4 giờ. Xét thêm ảnh hưởng của lớp vật liệu hoàn thiện mặt dưới, ta tìm được khả năng chống cháy của tấm là  $R_2 = 4,33$  giờ.

Bước 4: Vậy, khả năng chống cháy của tấm là  $R = R_1 = 2,2$  giờ.

### 4.3. Phương pháp phân tích

Bước 1: Xác định tải trọng phân bố đều tác dụng lên 1 m bề rộng tấm do tổ hợp tải trọng khi có cháy.

$$w = 1,2(1,0,19,24) + 0,5,6 = 8,47 \text{ kN/m}$$

Xác định mô-men uốn lớn nhất tác dụng lên 1 m bề rộng tấm.

$$M = wL^2/8 = 8,47.3^2/8 = 9,53 \text{ kNm}$$

Bước 2: Xác định chiều cao khối ứng nén hình chữ nhật tương đương.

$$\alpha = \frac{A_s f_y}{0,85 f'_c b} = \frac{995,420}{0,85.25.1000} = 19,6 \text{ mm}$$

Xác định sức kháng uốn danh định của tiết diện tấm sàn ở nhiệt độ thông thường

$$M_n = 0,85 f'_c b a (d - a/2) = 0,85.25.1000.19,6(120 - 19,6/2) = 45,9 \text{ kN.m}$$

Bước 3: Chiều dày lớp bê tông tính từ tâm cốt thép chịu kéo đến mặt tiếp xúc với lửa là  $u = 30$  mm. Chỉ số cốt thép dọc chịu kéo là:

$$\omega = A_s f_y / b d f'_c = 995,420 / (1000.120.25) = 0,14$$

Bước 4: Ta có  $u = 30$  mm,  $\omega = 0,14$  và  $M/M_n = 9,53/45,9 = 0,21$ . Tra Hình 3 ta tìm được khả năng chống cháy là  $R_1 > 4,5$  giờ.

Bước 5: Tương tự Phần 4.2, khả năng chống cháy của tấm theo chiều dày tương đương và tác dụng bổ sung của lớp vật liệu hoàn thiện là  $R_2 = 4,33$  giờ.

Bước 6: Vậy, khả năng chống cháy của tấm là  $R = R_2 = 4,33$  giờ.

Như vậy, ta thấy phương pháp phân tích cho kết quả sát với yêu cầu chịu lực hơn. Phương pháp tra bảng cho kết quả quá bảo thủ.

## 5. KẾT LUẬN

Cháy là sự đốt cháy nhiên liệu và lan rộng không kiểm soát được theo thời gian và không gian, gây nguy hiểm đến tính mạng con người và tài sản vật chất. Trong nghiên cứu này, khả năng chống cháy của tấm sàn bê tông cốt thép đơn nhịp đã được đánh giá theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ ACI 216.1M-14. Khả năng chống cháy của tấm cấu bê tông cốt thép phụ thuộc vào đường cong thời gian - nhiệt độ tiêu chuẩn, chiều dày của tấm, chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép và lớp vật liệu hoàn thiện ở cả hai mặt của tấm. Kết quả tính toán khả năng chống cháy cho thấy phương pháp phân tích tuy phức tạp hơn nhưng cho kết quả sát với yêu cầu chịu lực của kết cấu hơn. Ngược lại, phương pháp tra bảng đơn giản, nhanh chóng nhưng cho kết quả quá thiên về an toàn so với phương pháp phân tích.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. N.T. Thăng & N.T. Ninh (2016), Biểu đồ tương tác của cột bê tông cốt thép ở nhiệt độ cao theo tiêu chuẩn châu Âu EC2, Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, tập 10, số 2, tr.55-61.
- [2]. N.T. Trung, D.V. Hai & P.M. Phương (2019), Đánh giá khả năng chịu lửa của sàn bê tông cốt thép bằng các phương pháp đơn giản theo Tiêu chuẩn EN 1992-1-2, Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, tập 13, số 2V, tr.41-52.
- [3]. N.T.Thăng & N.T.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, tập 13, số 4V, tr.22-34.
- [4]. C.T. Bình & P.T. Hùng (2022), Tính toán khả năng chịu lực của kết cấu bê tông cốt thép sau cháy, Tạp chí Xây dựng, số 12, tr.107-112.
- [5]. N.T.N. Hằng (2025), Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ cháy tới sức kháng của dầm bê tông dự ứng lực, Tạp chí Cầu Đường Việt Nam, số 1+2, tr.42-47.
- [6]. ACI 216.1M-14 (2014), Code requirements for determining fire resistance of concrete and masonry construction assemblies, American Concrete Institute, USA.
- [7]. ACI 318M-11 (2011), Building Code Requirements for Structural Concrete, American Concrete Institute, USA.
- [8]. S. Lehner (2025), European fire classification of construction products, new test method "SBI" and introduction of the European classification system into German building regulations, Otto-Graf-Journal, vol.16, 151-166.
- [9]. ASTM E119-12a (2012), Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials, ASTM, USA.
- [10]. ASCE/SEI 7-10 (2010), Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, ASCE, USA.