

# Nghiên cứu ảnh hưởng của phương pháp tạo mẫu và kích thước mẫu thử đến cường độ chịu nén của bê tông tấm tường rỗng cốt liệu tro xỉ nhiệt điện

Nguyễn Văn Đoàn<sup>1\*</sup>, Lê Trung Thành<sup>1</sup>, Phan Văn Quỳnh<sup>1</sup>, Dương Thanh Qui<sup>1</sup>, Phạm Hữu Thiên<sup>1</sup>, Vũ Văn Linh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Trung tâm Xi măng và Bê tông, Viện Vật liệu xây dựng, Số 235 Nguyễn Trãi, Q. Thanh Xuân, Hà Nội

## TỪ KHOẢ

Bê tông tấm tường rỗng

Tro xỉ nhiệt điện

Tro bay

Xi đáy

## TÓM TẮT

Hiện nay, tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn đang được sử dụng khá rộng rãi trong các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp vì có trọng lượng nhẹ và khả năng chịu lực tốt. Nghiên cứu sử dụng tro xỉ từ nhà máy nhiệt điện để sản xuất tấm tường là hướng đi đúng đắn vì giúp giảm khai thác cốt liệu tự nhiên đồng thời tiêu thụ được phế thải của nhà máy nhiệt điện giúp bảo vệ môi trường. Bài báo này trình bày ảnh hưởng của phương pháp tạo mẫu và kích thước mẫu thử đến cường độ chịu nén của bê tông tấm tường rỗng sử dụng cốt liệu tro xỉ nhiệt điện thay thế cốt liệu tự nhiên. Kết quả nghiên cứu cho thấy các mẫu thử kích thước 100×100×100 mm cắt ra từ tấm tường sản xuất thực tế tại nhà máy có cường độ chịu nén thấp hơn các mẫu thử kích thước 40×40×160 mm được chế tạo trong phòng thí nghiệm bằng phương pháp ép tĩnh và mẫu thử kích thước 150×150×150 mm được tạo hình rung ép. Trong khi đó, các mẫu thử hình trụ ép tĩnh với kích thước 71,4×143 mm có cường độ chịu nén thấp nhất (chỉ đạt xấp xỉ 75-80% so với mẫu 150×150×150 mm).

## KEYWORDS

Hollow wall panel concrete

Coal ashes of thermal power plants

Fly ash

Coal slag

## ABSTRACT

Currently, precast concrete hollow wall panels are being used popularly in civil and industrial construction projects because they have light weight and good load bearing capacity. Research on using ash and slag from thermal power plants to produce those wall panels helps reduce the exploitation of natural aggregate as well as consuming thermal power plant waste to help protect the environment. This article presents the influence of specimen creation methods and test specimen sizes on the compressive strength of concrete hollow wall panels using thermoelectric ash and slag aggregates to replace natural aggregates. The experimental results show that the compressive strength of the samples cut from the hollow wall panels with dimensions of 100×100×100 has lower compressive strength than that of the 40×40×160 mm samples made in the laboratory using the static pressing method and the 150×150×150 mm samples made by vibration pressing. Meanwhile, the cylinder samples made in the laboratory using the static pressing method with dimensions of 71.4×143 mm has the lowest compressive strength (only approximately 75-80% compared to the 150×150×150 mm samples).

## 1. Giới thiệu

Hiện nay, tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn đang được sử dụng khá phổ biến trong xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp vì chúng có trọng lượng nhẹ giúp giảm tải trọng công trình, cách âm, cách nhiệt tốt và thi công nhanh hơn nhiều so với xây tường gạch. Tuy nhiên, các sản phẩm tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn thường sử dụng cốt liệu tự nhiên khá lớn trong khi nguồn cát của nước ta ngày càng khan hiếm. Trong khi đó, lượng tro xỉ phát thải từ các nhà máy nhiệt điện đốt than ở nước ta ngày càng tăng lên. Vì vậy, việc nghiên cứu sử dụng nguyên liệu thay thế cốt liệu tự nhiên từ nguồn phế thải tro xỉ nhiệt điện để chế tạo được bê tông và sản xuất các tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao, vừa giúp giải quyết giảm áp lực khai thác cốt liệu tự nhiên vừa giúp xử lý và tiêu thụ phế thải nhiệt

điện nên có ý nghĩa môi trường và xã hội.

Một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng sản phẩm tấm tường rỗng là cường độ chịu nén. Tiêu chuẩn TCVN 11524:2016 Tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn theo công nghệ đùn ép quy định về cường độ chịu nén của sản phẩm tấm tường rỗng theo công nghệ đùn ép phải đảm bảo yêu cầu thiết kế nhưng không được nhỏ hơn 15 Mpa (được xác định theo TCVN 3118 trên mẫu 150×150×150 mm). Thực tế, giá trị cường độ chịu nén của bê tông thường bị ảnh hưởng bởi khá nhiều yếu tố như , phương pháp tạo mẫu, kích thước, hình dạng mẫu thử, chế độ bảo dưỡng [1]. Trong đó, ảnh hưởng của hình dạng kích thước mẫu thử và phương pháp tạo mẫu đã và đang được nghiên cứu khá nhiều trên thế giới. Thông thường bê tông được thử nghiệm trên hình trụ hoặc hình lập phương. Mẫu trụ (150×300 mm) được sử dụng ở Hoa Kỳ, Hàn Quốc, Pháp, Canada, Úc và nhiều quốc

\*Liên hệ tác giả: Doan.vibm@gmail.com

Nhận ngày 30/08/2023, sửa xong ngày 10/11/2023, chấp nhận đăng 14/11/2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.01.2024.636>

gia khác, trong khi đó mẫu lập phương (150×150×150 mm) thường được sử dụng ở Anh, Đức và nhiều quốc gia Châu Âu khác. Nhiều nghiên cứu cho thấy cường độ nén trên mẫu trụ cho kết quả nhất quán hơn so với mẫu lập phương, do cường độ trên mẫu trụ ít bị ảnh hưởng bởi các đặc tính của cốt liệu thô trong hỗn hợp bê tông và sự phân bố ứng suất trên các mặt trên mẫu trụ đồng đều hơn so với mẫu hình lập phương [2], [3]. Nhìn chung, kết quả cường độ chịu nén của mẫu hình trụ thấp hơn các mẫu lập phương và kết quả cường độ chịu nén giảm dần khi kích thước của mẫu thử tăng lên [4].

Trong sản xuất tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn, việc xác định chính xác cường độ chịu nén của bản thân tấm tường và so sánh được với cường độ chịu nén của các loại mẫu bê tông cùng loại đúc bằng các khuôn theo chế độ ép tĩnh và rung ép với các kích thước khác nhau là vấn đề khoa học vẫn còn nhiều quan điểm khác nhau. Vì vậy, nghiên cứu này sẽ tập trung thử nghiệm, phân tích, đánh giá ảnh hưởng của phương pháp chế tạo mẫu và kích thước mẫu thử đến cường độ chịu nén của bê tông tấm tường rỗng cốt liệu tro xỉ, từ đó cung cấp cơ sở khoa học toàn diện hơn để đánh giá chất lượng tấm tường rỗng cốt liệu tro xỉ nhiệt điện.

## 2. Vật liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Vật liệu sử dụng

#### 2.1.1. Xi măng

Các chỉ tiêu cơ lý của xi măng PCB40 Nghi Sơn sử dụng trong nghiên cứu được trình bày trong Bảng 1.

**Bảng 1.** Các chỉ tiêu cơ lý của xi măng PCB40 Nghi Sơn.

STT	Chỉ tiêu kỹ thuật	Đơn vị	Kết quả
1	Độ mịn, theo phương pháp Blaine	cm <sup>2</sup> /g	3,350
2	Lượng nước tiêu chuẩn	%	26,1
3	Thời gian đông kết		
	Bắt đầu	phút	118
	Kết thúc	phút	185
4	Cường độ nén		
	3 ngày	Mpa	30,8
	28 ngày	Mpa	52,1

#### 2.1.2. Cát nghiền

Cốt liệu sử dụng cho chế tạo bê tông là loại cát nghiền có nguồn gốc từ mỏ đá Hoà Bình. Tính chất cơ lý và thành phần hạt của cát nghiền được trình bày tại Bảng 2.

#### 2.1.3. Tro bay

Tro bay sử dụng cho chế tạo bê tông có nguồn gốc từ nhà máy nhiệt điện Hải Phòng. Tính chất cơ lý của tro bay được trình bày trong Bảng 3.

**Bảng 2.** Tính chất cơ lý của cát nghiền.

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	2,70
2	Khối lượng thể tích xốp	kg/m <sup>3</sup>	1436
3	Độ rỗng	%	46,6
4	Hàm lượng bùn, bụi, sét	%	0,78
5	Thành phần hạt (Lượng sót sàng tích lũy)		
	10 mm	%	0
	5 mm	%	20,5
	2,5 mm	%	53,6
	1,25 mm	%	64,9
	0,63 mm	%	75,4
	0,315 mm	%	84,9
	0,14 mm	%	95,6
< 0,14 mm	%	100,0	

**Bảng 3.** Tính chất cơ lý của tro bay.

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	2,1
2	Khối lượng thể tích xốp	kg/m <sup>3</sup>	870
3	Độ mịn		
	Sàng 0,09	%	8,3
	Sàng 0,045	%	17,4
4	Tỷ diện bề mặt	%	1930
5	Hoạt tính cường độ	%	
	7 ngày	%	80,5
	28 ngày	%	92,6

#### 2.1.4. Xi đá

Xi đá sử dụng cho chế tạo bê tông có nguồn gốc từ nhà máy nhiệt điện Hải Phòng. Tính chất cơ lý của xi đá được trình bày trong Bảng 4.

**Bảng 4.** Tính chất cơ lý của xi đá.

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	2,25
2	Khối lượng thể tích xốp	kg/m <sup>3</sup>	950
3	Hàm lượng bùn, bụi, sét	%	0,72
4	Độ hút nước	%	2,9
5	Thành phần hạt (Hàm lượng tích lũy trên sàng)		
	20 mm	%	0,83
	10 mm	%	5,36
	5 mm	%	21,2
	2,5 mm	%	46,8
	1,25 mm	%	55,22
	0,63 mm	%	62,25
	0,315 mm	%	67,38
0,14 mm	%	85,9	

2.1.5. Phụ gia hóa học

Phụ gia hóa học sử dụng cho nghiên cứu là loại Drycast của hãng Sika. Đây là loại phụ gia hỗn hợp gốc Lignosulfanate và chất hoạt động bề mặt đang được sử dụng nhiều cho bê tông không có độ sụt hoặc bê tông khô hiện nay. Một số chỉ tiêu tính chất cơ bản của loại phụ gia này thể hiện trong Bảng 5.

**Bảng 5.** Tính chất của phụ gia hóa học.

TT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả
1	Tỷ trọng	g/cm <sup>3</sup>	1,12
2	Hàm lượng ion clorua	%	< 0,001
3	Cường độ nén so với mẫu đối chứng		
	3 ngày	%	111,4
	7 ngày	%	105,5
	28 ngày	%	103,2
4	Thời gian đông kết so với mẫu đối chứng		
	Bắt đầu đông kết	Giờ	-0.5
	Kết thúc đông kết	Giờ	-1.1
5	Khả năng giảm nước so với mẫu đối chứng	%	7,6

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Các mẫu bê tông được chế tạo với các phương pháp tạo mẫu và kích thước mẫu khác nhau. Trong đó, mẫu lăng trụ 40×40×160 mm và mẫu trụ 71,4×143 mm được chế tạo trong phòng thí nghiệm bằng phương pháp ép tĩnh, mẫu lập phương 150×150×150 mm được tạo hình rung ép. Trong khi đó, mẫu lập phương 100×100×100 mm được cất ra từ tấm tường bê tông cốt liệu tro xỉ chế tạo ở nhà máy.



**Hình 1.** Hình ảnh chế tạo mẫu 40×40×160 mm.



**Hình 2.** Hình ảnh chế tạo mẫu 150×150×150 mm.

2.3. Cấp phối bê tông

Từ kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, lựa chọn được cấp phối phù hợp để sản xuất tấm tường rỗng tại nhà máy, đồng thời cũng sử dụng cấp phối này để nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước và phương pháp tạo mẫu đến cường độ chịu nén của bê tông. Cấp phối bê tông sử dụng trong nghiên cứu được trình bày trong Bảng 6. Tỷ lệ tro xỉ sử dụng thay thế cốt liệu tự nhiên là 80 %, trong đó tro xỉ bao gồm tro bay và xỉ đáy với tỷ lệ 50:50. Hàm lượng phụ gia Dry-cast là 1 % xi măng.

**Bảng 6.** Cấp phối bê tông dùng trong nghiên cứu.

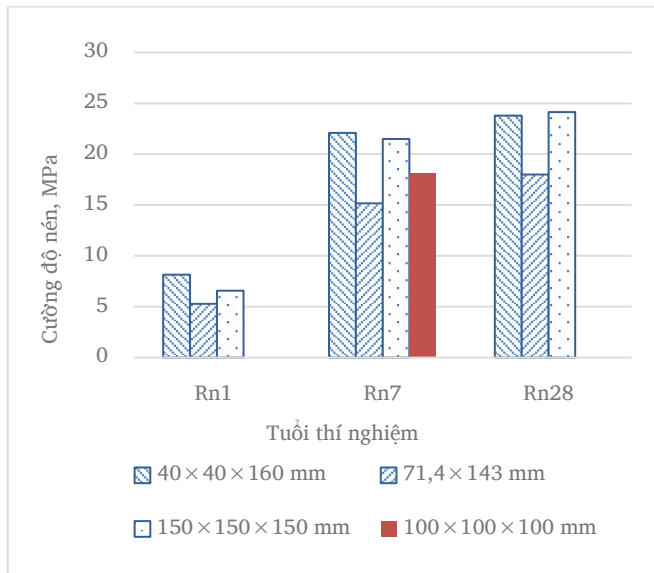
Cát nghiền (kg)	XM (kg)	Tro xỉ (kg)	Nước (lít)	Dry cast (lít)
300,3	380,0	1201,3	251	3,8

3. Kết quả và bình luận

Cường độ chịu nén bê tông ở các tuổi 1, 7 và 28 ngày được tính toán trên cơ sở giá trị trung bình của các tổ mẫu gồm 03 mẫu thử và được trình bày trong Bảng 7 và Hình 3.

**Bảng 7.** Kết quả cường độ chịu nén.

STT	Mẫu thử	Cường độ nén (MPa)		
		Rn1	Rn7	Rn28
1	Mẫu 40x40x160 mm	8,16	22,1	23,78
2	Mẫu 71,4x143 mm	5,27	15,18	17,99
3	Mẫu 150x150x150 mm	6,56	21,5	24,15
4	Mẫu 100x100x100 mm	-	18,2	-



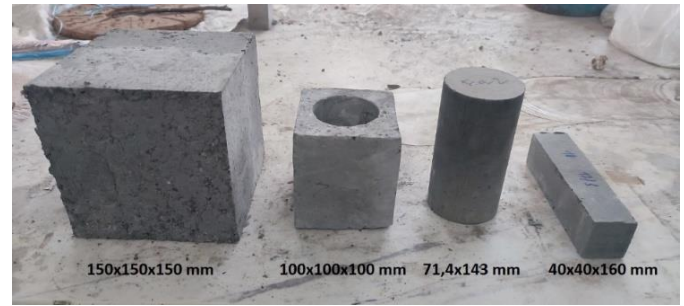
**Hình 3.** Cường độ chịu nén của bê tông ở các tuổi khác nhau.

Kết quả thí nghiệm cho thấy, cường độ chịu nén thử nghiệm đối với mẫu 40×40×160 mm và 150×150×150 mm là xấp xỉ nhau, trong khi đó, mẫu 71,4×143 mm có cường độ thấp nhất. Cường độ chịu nén 7 ngày của mẫu cắt từ tấm tường đúc tại nhà máy (100×100×100 mm) thấp hơn 17,7 % so với cường độ chịu nén của mẫu 40×40×160 mm và 150×150×150 mm nhưng cao hơn 19,9 % so với mẫu 71,4×143 mm.

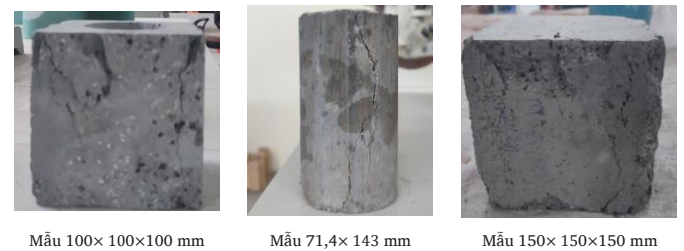
Cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày của mẫu 71,4×143 mm chỉ bằng 76 % so với cường độ chịu nén của mẫu 40×40×160 mm mặc dù cả hai mẫu thử này đều được chế tạo bằng phương pháp ép tĩnh. Sự khác biệt này có thể là do hiệu ứng hình học dẫn đến cường độ mẫu hình trụ thấp hơn mẫu lập phương. Kết quả nghiên cứu này khá tương đồng với các kết quả nghiên cứu đã được chứng minh trong một số công bố khoa học trước đây trên thế giới [5] [6] [7]. Trong đó, theo Ola Adel Qasim [5], cường độ chịu nén của mẫu hình trụ/ mẫu lập phương dao động từ 0,65 đến 0,9.

Mẫu thử 40×40×160 mm được chế tạo bằng phương pháp ép tĩnh có cường độ chịu nén xấp xỉ mẫu 150×150×150 mm được chế tạo bằng phương pháp rung ép. Kết quả này có thể là do sự giảm cường độ nén vì hiệu ứng kích thước của mẫu 150×150×150 mm so với mẫu 40×40×160 mm được bù trừ bởi việc rung ép giúp mẫu 150×150×150 mm đặc chắc hơn.

Mẫu 100×100×100 mm cắt từ tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn có cường độ chịu nén 7 ngày thấp hơn 15% so với mẫu đúc 150×150×150 mm mặc dù có kích thước nhỏ hơn. Kết quả này phản ánh tấm tường sản xuất tại nhà máy có thể có độ đặc chắc thấp hơn so với mẫu chế tạo rung ép trong phòng thí nghiệm, phần khác là các mẫu 100×100×100 mm có lỗ rỗng khá lớn do quá trình tạo hình tấm tường rỗng dễ lại.



**Hình 4.** Các mẫu thử với kích thước khác nhau.



**Hình 5.** Các mẫu thử sau khi bị nén phá hủy.

#### 4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của phương pháp chế tạo mẫu và kích thước mẫu thử đến cường độ chịu nén của bê tông tấm tường rỗng cốt liệu tro xỉ cho thấy có sự khác biệt về giá trị cường độ chịu nén. Mẫu thử hình trụ 71,4×143 mm chế tạo bằng phương pháp ép tĩnh trong phòng thí nghiệm cho kết quả cường độ chịu nén thấp nhất. Mẫu 150×150×150 mm chế tạo bằng phương pháp rung ép cho cường độ chịu nén cao nhất và tương đương với cường độ chịu nén của mẫu 40×40×160 mm chế tạo bằng phương pháp ép tĩnh trong phòng thí nghiệm.

Mẫu lập phương 100×100×100 mm cắt từ tấm tường rỗng bê tông cốt liệu tro xỉ đúc sẵn cho giá trị cường độ thấp hơn 17,7 % so với mẫu 150×150×150 mm và cao hơn 19,9 % so với mẫu trụ 71,4×143 mm. Các giá trị cường độ chịu nén ở tuổi 7 ngày và 28 ngày của tất cả các mẫu thí nghiệm đều lớn hơn 15 MPa, chứng tỏ chỉ tiêu về cường độ chịu nén của tấm tường rỗng bê tông cốt liệu tro xỉ nhiệt điện đúc sẵn trong nghiên cứu này hoàn toàn đáp ứng tiêu chuẩn TCVN 11524:2016 Tấm tường rỗng bê tông đúc sẵn theo công nghệ đùn ép.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Niloufar Zabihi, "Effect of Specimen Size and Shape on Strength of Concrete," in *Thesis*, 2016.
- [2]. Adam M. Neville, *Properties of Concrete*, New York and Longman, London, 2011.
- [3]. Al-Hayderi H.S, "Correlation Between Strength of Different Sizes, Shapes and Curing Conditions for High Strength Concrete," in *M.Sc. Thesis, Al-Mustansiriya University, Baghdad, Iraq*, 2003.
- [4]. Seong-Tae Yi, Eun-Ik Yang and Joong-Cheol Choi, "Effect of specimen

- sizes, specimen shapes, and placement directions on compressive strength of concrete," *Nuclear Engineering and Design*, vol. 236, pp. 115-127, 2006.
- [5]. Ola Adel Qasim, "A Review Paper on Specimens Size and Shape Effects on the Concrete Properties," *Civil Engineering Department*, vol. 5, no. 3, pp. 13-25, 2018.
- [6]. K. Ejiogu, P.A.P. Mamza, D.I. Onyemachi, D.I. Brown, N. Adegboro, U. Ibeneme and B.F. Julius, "The Effect of the Dimensions of Concrete Samples on the Physio- Mechanical Properties of Normal Concrete Blocks," *International Journal of Innovative Scientific & Engineering Technologies Research*, vol. 5, no. 1, pp. 34-43, 2017.
- [7]. M.A.S. Sudin and M. Ramli, "Effect of Specimen Shape and Size on the Compressive Strength of Foamed Concrete," *EDP Sciences, MATEC Web of Conferences 10, 02003*, 2014.
- [8]. Ali Mardani-Aghabaglou, Sultan Husein Bayqra and Amir Nobakhtjoo, "Specimen size and shape effects on strength of concrete in the absence and presence of steel fibers," *Revista de la Construcción*, vol. 20, no. 1, pp. 128-144, 2021.