

## THÀNH PHẦN VẬT LIỆU XI MĂNG - CÁT - CỐT SỢI POLYME CHO SẢN XUẤT NGÓI LỢP

TS. NGUYỄN HÙNG MINH, KS. HOÀNG ANH SƠN, KS. LƯU VĂN NAM  
Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Ngói lợp là vật liệu cơ bản trong xây dựng dân dụng. Ngoài chức năng bao che, ngói còn là loại vật liệu kiến trúc tạo dáng và làm đẹp cho công trình, đặc biệt là các công trình nhà ở dạng biệt thự, nhà thấp tầng, chùa chiền, các công trình kiến trúc, văn hóa khác có mái vát.

Để thay thế ngói đất sét nung, tấm lợp xi măng các loại và để đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của xã hội đối với vật liệu lợp một giải pháp hiệu quả là nghiên cứu sản xuất ngói lợp từ vật liệu xi măng, cốt sợi và các nguyên liệu sẵn có trong nước.

Summary: Roofing tile is the basic material in civil construction. In addition to the function of covering and tile, it is also an architectural material to shape and beautify the works, especially buildings of villas, low-rise houses, pagodas, architectural and cultural constructions. another has

a beveled roof.

In order to replace baked clay tiles, the cement - sand reinforced fiber tiles to meet the increasing demands of society, an effective solution is to research and produce roofing tiles from cement - sand reinforced fiber and materials available in the country.

### 1. Nội dung khoa học công nghệ của chuyên đề cần giải quyết

Cấu tạo của ngói gồm lớp phủ bề mặt và lớp thân ngói. Chức năng của lớp thân ngói là đảm bảo khả năng chịu lực của toàn bộ viên ngói, Nghiên cứu, lựa chọn vật liệu và thành phần phù hợp với công nghệ tạo hình đã xác định (cán uốn liên tục) là nội dung chính trong bài báo này. Ngói xi măng cần đạt các chỉ tiêu theo tiêu chuẩn của Nhật Bản JIS A 5402 : 2002 trình bày trong bảng sau:

Bảng 1. Yêu cầu kỹ thuật của ngói lợp (JIS A 5402)

Số TT	Chỉ tiêu kỹ thuật	Yêu cầu	Phương pháp thử	Ghi chú
1	Phân loại	Ngói phẳng		
2	Lực uốn gãy, [N]	≥ 1300	JIS A 5402	Mục 7
3	Độ hút nước, [%]	≤ 10	JIS A 5402	Mục 7
4	Khả năng chống thấm nước	Không thấm thành giọt ở mặt đối diện	JIS A 5402	Mục 7
5	Độ bền băng giá	Không bị tách lớp hoặc biến màu	JIS A 1435	
6	Độ bền khí hậu	Không nứt, tách lớp, biến màu.	JIS A 1415	
7	Độ chống va đập	Không bong tách lớp phủ bề mặt; Không phồng mặt đối diện.	JIS A 1408	
8	Khối lượng 1 viên	4,1 ÷ 4,5 kg/viên	JIS A 5402	

### 2. Vật liệu và yêu cầu kỹ thuật

Vật liệu dùng cho lớp thân ngói được xác định trong công nghệ cán ép liên tục là xi măng, cát, cốt sợi polyme có các yêu cầu kỹ thuật quy định trong JIS A 5402, cụ thể:

- Xi măng, cốt liệu,... không chứa các thành phần gây hại cho chất lượng ngói;
- Nước trộn không chứa dầu, muối, tạp chất hữu cơ có thể gây hại cho chất lượng ngói;
- Phụ gia không chứa dầu, muối, tạp chất hữu cơ có thể gây hại cho chất lượng của ngói.

Căn cứ vào các yêu cầu cơ bản của vật liệu nói trên và nguồn nguyên vật liệu sẵn có ở Việt Nam, các nguyên vật liệu cụ thể sau được lựa chọn dùng trong nghiên cứu.

#### 2.1 Xi măng

Xi măng dùng trong nghiên cứu được chọn là Bút Sơn PCB40 là loại xi măng thông dụng có các tính chất đạt yêu cầu của TCVN 6260: 2009.

#### 2.2 Cốt liệu cho lớp thân ngói

Chiều dày của viên ngói ở vị trí nhỏ nhất bằng khoảng 7 mm, khi đó theo [3] kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu là:  $7 \text{ mm}/2 = 3,5 \text{ mm}$ . Trong bộ

# VẬT LIỆU XÂY DỰNG - MÔI TRƯỜNG

sàng tiêu chuẩn kích thước mắt sàng gần nhất và nhỏ hơn 3,5 mm là sàng 2,5 mm. Như vậy cát dùng trong nghiên cứu được lựa chọn là cát vàng Sông Lô lọt qua sàng 2,5 mm.

Ngoài ra có sử dụng thêm cát đen Sông Hồng với tỷ lệ thích hợp để phối trộn tạo thành cát có

thành phần hạt tối ưu.

Hai loại cát sử dụng trong nghiên cứu được lấy mẫu theo TCVN 7572-1 : 2006 và phân tích thử nghiệm thành phần hạt theo TCVN 7572-2 : 2006. Kết quả thử nghiệm được trình bày trong bảng 2 và bảng 3 dưới đây.

**Bảng 2. Thành phần hạt của cát qua sàng 2,5 mm**

Kích thước lỗ sàng, mm	Lượng sót trên từng sàng		Lượng sót tích lũy trên từng sàng
	Khối lượng, g	Phần trăm, %	
<b>CÁT VÀNG SÔNG LÔ</b>			
5	-	-	-
2,5	-	-	-
1,25	-	-	-
0,63	0,6	0,1	0,1
0,315	670	69,5	70,6
0,14	258	26,7	96,4
<0,14	36	3,7	100,0
<b>CÁT ĐEN SÔNG HỒNG</b>			
5	-	-	-
2,5	-	-	-
1,25	1	0,1	0,1
0,63	2	0,2	0,3
0,315	41	4,1	4,4
0,14	785	78,5	82,9
<0,14	171	17,1	100

**Bảng 3. Tính chất vật lý của cát**

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Cát vàng	Cát đen
1	Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	2,67	2,66
2	KLTT xốp	kg/m <sup>3</sup>	1470	1380
3	Độ hút nước	%	0,5	0,5
4	Mô đun độ lớn	-	1,7	0,9
5	Tổng lượng hạt > 5 mm	%	0	0
6	Hàm lượng bùn, sét	%	0,1	0,2

### 2.3 Phụ gia khoáng (tro bay)

Phụ gia khoáng hoạt tính có mặt trong thành phần vữa xi măng ngoài tác dụng điền đầy khe rỗng, còn có



Phản ứng pozzolanic tạo ra khoáng C-S-H làm tăng cường độ của vữa xi măng. Ngoài ra do hàm lượng vôi tự do trong đá xi măng giảm nên dẫn đến tác dụng làm giảm đáng kể hiện tượng tiết vôi của ngói khi tiếp xúc với nước mưa.

Thành phần tro tuyển của công ty Sông Đà Cao Cường dùng trong nghiên cứu đáp ứng các yêu cầu của tro loại F theo ASTM C618 và có thể sử dụng làm

khả năng tham gia phản ứng pozzolanic. Phản ứng pozzolanic xảy ra giữa hydroxit Canxi (Ca(OH)<sub>2</sub>) với axit silic (H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> hoặc Si(OH)<sub>4</sub>) như sau:

phụ gia khoáng hoạt tính cho bê tông và vữa.

### 2.4 Cốt sợi

Cốt sợi dùng làm lớp thân ngói phải bền kiềm. Trong nghiên cứu sử dụng sợi KURALON RMH 182×4 (hàm lượng Polyvinyl Alcohol > 95%) của hãng Kuraray Nhật Bản (bảng 4). Đây là loại sợi bền kiềm chuyên dùng cho các sản phẩm gốc xi măng.

**Bảng 4. Các tính chất của sợi KURALON RMH 182x4**

STT	Chỉ tiêu	Mức chất lượng
1	Dạng	Sợi trắng
2	Điểm nóng chảy	Hơn 200 °C
3	Khối lượng riêng	1,31 g/cm <sup>3</sup>
4	Phân hủy ở nhiệt độ	> 200 °C
5	Độ hòa tan	Không tan trong nước ở nhiệt độ phòng; Hòa tan trong dung dịch axit Clohidric (20%)
6	Điểm bốc cháy	Trên 200 °C
7	Đường kính sợi	3 μm
8	Chiều dài sợi	4 mm

Ngoài các vật liệu sử dụng trong nghiên cứu lớp thân ngói, vật liệu cho lớp phủ bề mặt có các loại: Cát mịn; Bột màu; Phụ gia siêu dẻo.

### 3. Nghiên cứu lựa chọn thành phần cấp phối vật liệu cho lớp thân ngói

Thành phần lớp thân ngói rất quan trọng vì nó quyết định đến các tính chất cơ lý, hình thức và giá thành của sản phẩm. Đối với việc sản xuất ngói theo công nghệ cán ép liên tục nên thành phần cấp phối phải phù hợp sao cho viên ngói có độ chắc đặc cao, cường độ chịu uốn, chịu nén cao và cốt sợi

được phân bố đều theo cả hai hướng và không bị vón thành búi trong quá trình trộn, cán ép.

#### 3.1 Lựa chọn thành phần cốt liệu

Cốt liệu trong thành phần lớp thân ngói rất quan trọng. Cát vàng tự nhiên thường không có thành phần hạt tối ưu, thường thiếu thành phần hạt mịn. Để cải thiện tính chất này có thể dùng loại cát thô pha trộn với cát mịn để có thành phần hạt và độ rỗng theo yêu cầu. Thí nghiệm xác định thành phần cốt liệu tối ưu trình bày trong bảng dưới.

**Bảng 5. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn đến KLTT của cát hỗn hợp**

TT	Loại cát	Đơn vị	Tỷ lệ pha trộn cát				
			100	90	80	70	60
1	Cát vàng qua sàng 2,5 mm	%	100	90	80	70	60
2	Cát đen qua sàng 1 mm	%	0	10	20	30	40
3	Khối lượng thể tích xốp	kg/m <sup>3</sup>	1.479	1.489	1.494	1.484	1.479

Như vậy hỗn hợp cát vàng và cát đen với tỷ lệ tương ứng CV: CĐ = 81,6 : 18,4 có KLTT cao nhất và có độ rỗng tự nhiên thấp nhất.

#### 3.2 Xác định tỷ lệ tro

Trong nghiên cứu, tro bay được cho vào thành phần xi măng với các tỷ lệ khác nhau 10%; 15%; 25%; 30% và 40% so với khối lượng xi

măng. Nước trộn được xác định bằng 32% tổng hàm lượng chất kết dính (bao gồm cả tro và xi măng). Mẫu thí nghiệm 40x40x160 mm được bảo dưỡng ẩm theo quy định và nén ở các tuổi 7 ngày và 28 ngày.

Kết quả thí nghiệm được trình bày trong bảng 6 dưới đây.

**Bảng 6. Ảnh hưởng của hàm lượng tro bay đến tính chất của vữa**

Số TT	Tên vật tư	Đơn vị	Tỷ lệ tro (% CKD)				
			10%	15%	20%	30%	40%
1	Xi măng Bút Sơn PCB40	kg	1.386	1.302	1.219	1.055	895
2	Tro bay Phả Lại	kg	154	230	305	452	597
3	Nước	lít	493	490	487	482	477
4	Cường độ chịu nén (R <sub>7</sub> )	MPa	34,6	36,1	35,0	34,0	30,1
5	Cường độ chịu nén (R <sub>28</sub> )	MPa	46,1	47	46,3	43,6	42,1

# VẬT LIỆU XÂY DỰNG - MÔI TRƯỜNG

Kết quả cho thấy hỗn hợp vữa với tỷ lệ tro bằng 15% khối lượng xi măng có cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày đạt giá trị cao nhất bằng 47 Mpa.

### 3.3 Thiết kế thành phần vữa

Thành phần vữa được thiết kế theo “Hướng dẫn sử dụng cát mịn làm vữa”. Các yêu cầu về tính chất của vữa làm lớp thân ngói như sau:

Cường độ chịu nén: 25 - 30 Mpa;

Độ lún côn: 3 - 6 cm (giá trị xác định sơ bộ cho công nghệ cán ép liên tục);

Nguyên vật liệu: CKD, Cát hỗn hợp có thành phần đã xác định như trên.

Thành phần vữa và kết quả thí nghiệm được trình bày trong bảng sau:

**Bảng 7. Kết quả thí nghiệm xác định thành phần của vữa**

Số TT	Tên vật tư	Đơn vị	Thành phần cho 1 m <sup>3</sup> cát		
			- 15% Xm	TP Cơ sở	+15 % Xm
1	Xi măng Bút Sơn PCB40	kg	466	548	630
2	Tro bay Phả Lại	kg	72	84	98
3	Cát hỗn hợp	kg	1.494	1.494	1.494
4	Nước	lít	335	350	366
5	Độ lún côn	cm	7	6	7
7	Cường độ chịu nén (R <sub>7</sub> )	Mpa	18,9	22,5	24,8
8	Cường độ chịu nén (R <sub>28</sub> )	Mpa	26,2	30.0	32,0

Kết quả thí nghiệm cho thấy mẫu giảm 15% xi măng có cường độ 26,2 N/mm<sup>2</sup> ở tuổi 28 ngày. Như vậy thành phần giảm 15% xi măng cho kết quả đạt yêu cầu về cường độ chịu nén. Kết quả thành phần vữa được trình bày ở bảng dưới:

**Bảng 8. Thành phần vữa cho lớp thân ngói**

Số TT	Tên vật tư	Đơn vị	Cho 1 m <sup>3</sup> cát	Cho 1 m <sup>3</sup> vữa đặc	Theo % khối lượng
1	Xi măng Bút Sơn PCB40	kg	466	431	22,9
2	Tro bay Phả Lại	kg	72	66	3,5
3	Cát hỗn hợp	kg	1.494	1.383	73,6
4	Nước	lít	333	310	16,5
5	Tổng khối lượng VL khô:	kg	2.032	1.880	100
6	Cường độ chịu nén R <sub>28</sub>	MPa	26		

### 3.4 Xác định tỷ lệ sọt

Để xác định tỷ lệ sọt hợp lý, cho sọt với các tỷ lệ khác nhau vào vữa có thành phần như trong bảng 9. Mẫu được trộn trong máy trộn vữa chuyên dụng, đúc trong khuôn 100 x 18 x 400 mm, bảo dưỡng và uốn theo BS EN 1170 : 1998 Part 5. Kết quả trình bày trong bảng sau:

**Bảng 9. Ảnh hưởng của hàm lượng sọt đến cường độ chịu uốn của vữa**

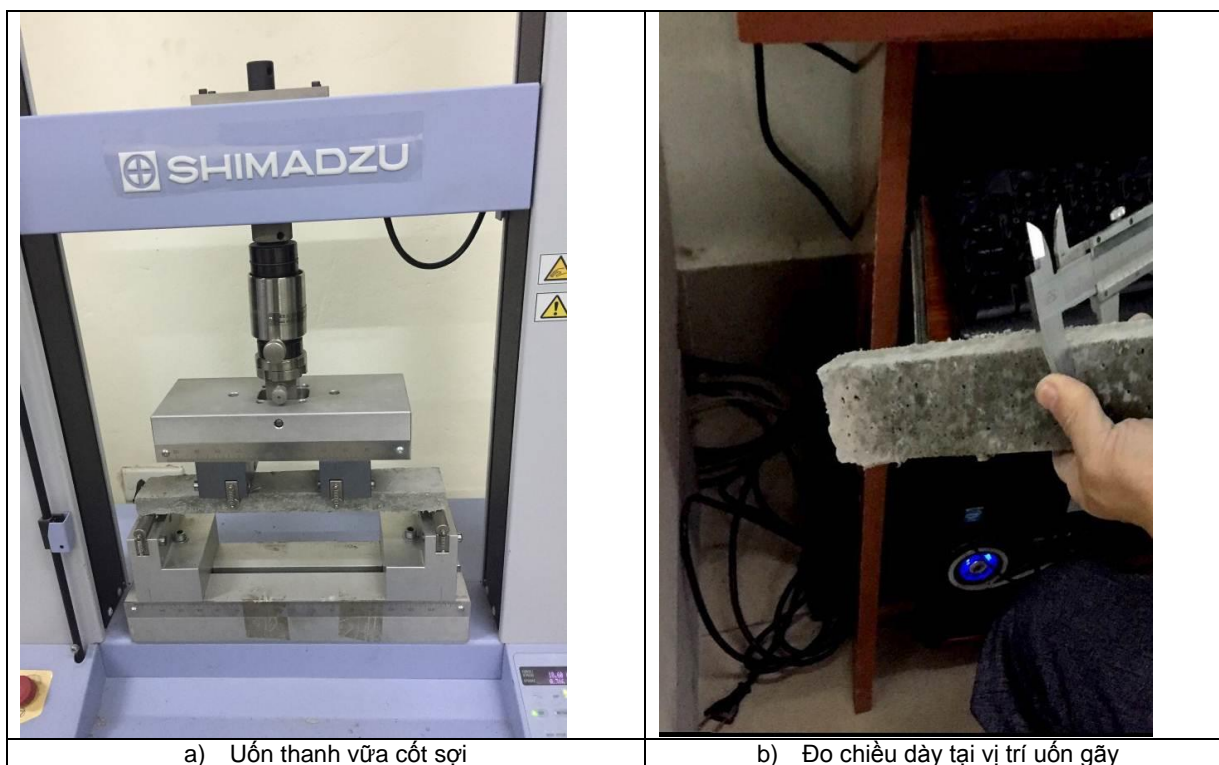
Số TT	Tên vật tư	Đơn vị	Tỷ lệ sọt trên tổng chất rắn			
			0,5%	0,8%	1,2%	1,5%
1	Xi măng Bút Sơn PCB40	kg	422	420	416	414
2	Tro bay Phả Lại	kg	66	65	65	64
3	Cát vàng Sông Lô (< 0,63 mm)	kg	1.125	1.119	1.110	1.104

## VẬT LIỆU XÂY DỰNG - MÔI TRƯỜNG

Số TT	Tên vật tư	Đơn vị	Tỷ lệ sợi trên tổng chất rắn			
			0,5%	0,8%	1,2%	1,5%
4	Cát đen	kg	248	246	244	243
5	Sợi (PVA fiber)	kg	9	15	22	28
6	Nước	lít	308	307	304	303
7	Độ lún côn	cm	6,0	3,0	1,0	-
8	Cường độ chịu uốn ( $R_{uốn}$ )	MPa	1,8	2,8	2,4	2,0
9	Cường độ chịu nén ( $R_{nén}$ )	MPa	28,8	27,5	22,7	18,7

Kết quả cho thấy vữa có tỷ lệ sợi từ 0,8% đến 1,0% cho cường độ chịu uốn cao nhất, đạt khoảng 2,8 – 2,85 N/mm<sup>2</sup>. Với tỷ lệ sợi tăng cao hơn, cường độ chịu uốn giảm dần do độ chắc đặc và độ phân tán đều của sợi không cao. Điều này thể hiện rõ trong kết quả thí nghiệm cường độ

chịu uốn của vữa (bảng 9). Mỗi tỷ lệ sợi cụ thể sẽ phù hợp với công nghệ sản xuất nhất định. Việc sử dụng thành phần thí nghiệm vào sản xuất cho sản phẩm đạt yêu cầu mới khẳng định tính thực tế của kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm.



**Hình 1.** Hình ảnh thí nghiệm xác định cường độ chịu uốn của thanh vữa cốt sợi theo BS EN 1170 : 1998 P.5

Thành phần vữa sử dụng cho sản xuất thử nghiệm được xác định từ các kết quả nghiên cứu trên với hàm lượng sợi bằng 0,8% vật liệu khô, cụ thể như sau:

**Bảng 10.** Thành phần cấp phối vữa chế tạo lớp thân ngói

STT	Tên vật tư	Đơn vị	Khối lượng cho 1 m <sup>3</sup>
1	Xi măng Bút Sơn PCB40	kg	419
2	Tro bay Phả Lại	kg	65
3	Cát vàng Sông Lô (< 0,63 mm)	kg	1.190

# VẬT LIỆU XÂY DỰNG - MÔI TRƯỜNG

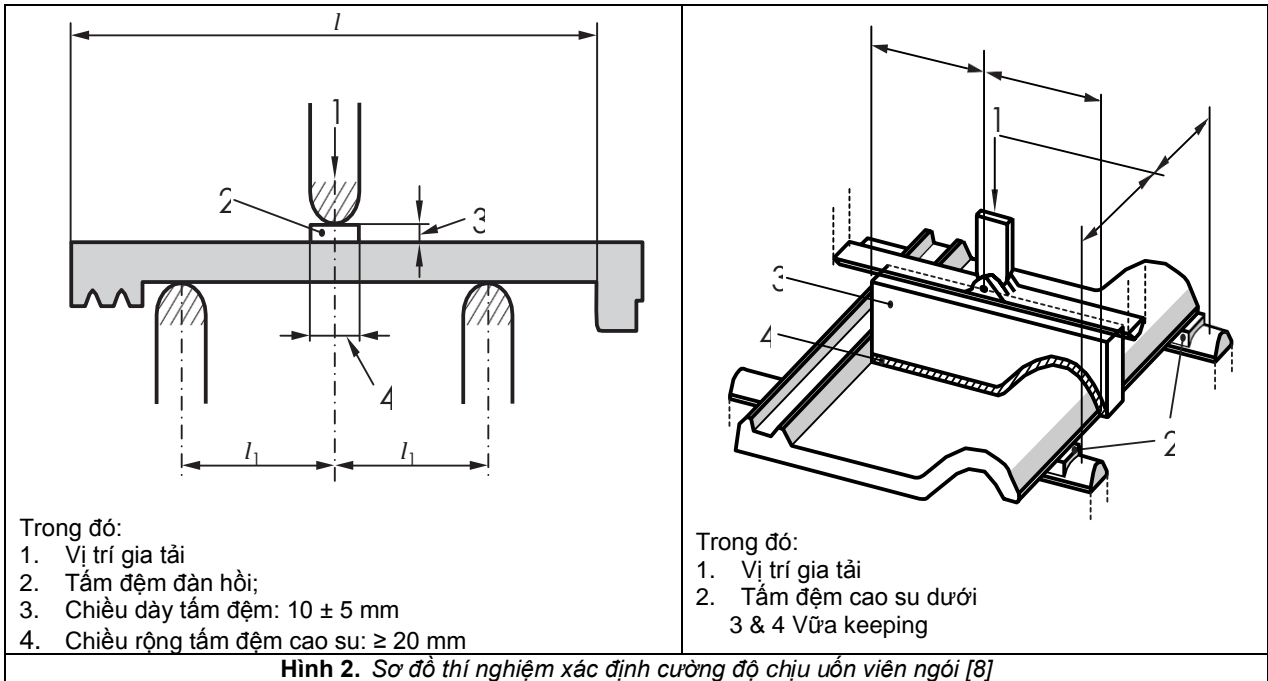
STT	Tên vật tư	Đơn vị	Khối lượng cho 1 m <sup>3</sup>
4	Cát đen	kg	246
5	Sợi (PVA fiber)	kg	14.9
6	Nước	lít	280
7	Độ lún côn	cm	3,0
8	Cường độ chịu uốn ( $R_{uốn}$ )	MPa	2,8
9	Cường độ chịu nén ( $R_{nén}$ )	MPa	27,5

## 4. Nghiên cứu sản xuất thử nghiệm

### 4.1 Sản xuất thử nghiệm thân ngói

Sử dụng thành phần cấp phối vữa xi măng cho lớp thân ngói trong bảng 13 để sản xuất thử nghiệm các viên ngói xi măng bằng khuôn đơn theo công nghệ rung ép trong phòng thí nghiệm.

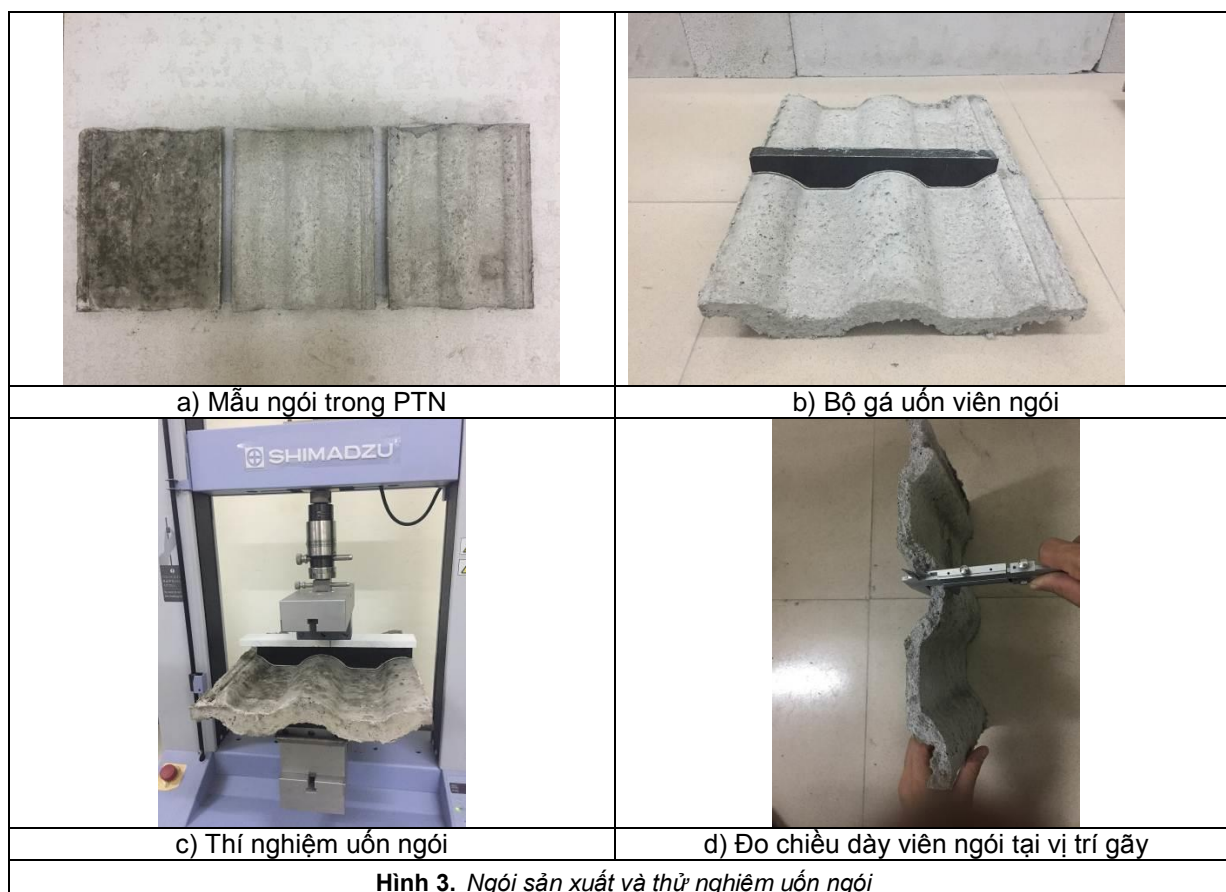
Các viên ngói được tạo hình và bảo dưỡng ẩm (ngâm trong bể dưỡng hộ) và được kiểm tra xác định độ hút nước, cường độ chịu uốn ở tuổi 28 ngày. Ngói được uốn theo sơ đồ trên hình 2. Kết quả xác định cường độ chịu uốn toàn viên trên máy kéo uốn Shimadzu được trình bày trên bảng sau:



Thí nghiệm uốn mẫu ngói chế tạo thử trong phòng thí nghiệm được thực hiện tại LASXD 1494. Các thông số chính như sau:

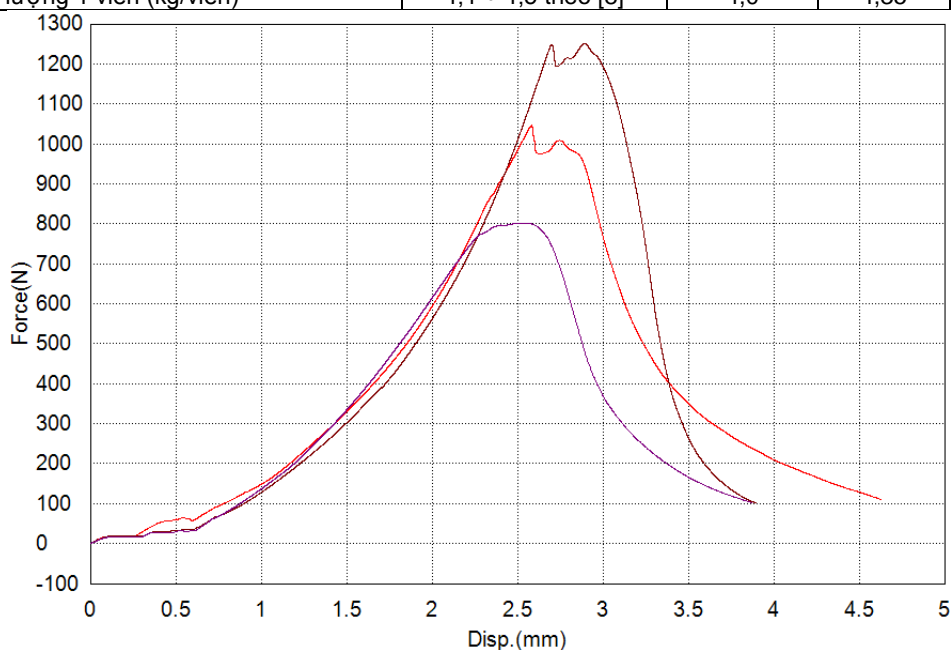
- Sơ đồ uốn: Uốn 3 điểm như hình 2;
  - Thiết bị sử dụng: Máy kéo uốn đa năng Shimadzu;
  - Khoảng cách gối uốn  $L = 300$  mm;
  - Tốc độ gia tải: 100 N/s.
- Độ hút nước của mẫu ngói được xác định

bằng cách ngâm các viên ngói (tổ mẫu 3 viên) trong 24h đến bão hòa nước. Sau đó lấy ra lau bằng giẻ ẩm và cân xác định khối lượng mẫu bão hòa ( $m_{bh}$ ) chính xác đến 1g. Sau khi cân các viên ngói được sấy trong tủ sấy ở nhiệt độ  $100 \pm 3$  °C trong thời gian 24 h đến khô hoàn toàn. Lấy mẫu ra, cân mẫu xác định khối lượng viên ngói ở trạng thái khô hoàn toàn ( $m_{kh}$ ). Độ hút nước của ngói được tính như sau:  $W$  (%) =  $(m_{bh} - m_{kh})/m_{kh} \times 100$ . Kết quả được trình bày ở bảng 11 và hình 4 dưới đây.



**Bảng 11. Kết quả thí nghiệm uốn ngói xi măng cát (Uốn 3 điểm)**

STT	Chỉ tiêu kỹ thuật	Yêu cầu (JIS A 5402)	M1	M2	M3
1	Kích thước viên ngói				
	Dài (mm):		400	400	400
	Rộng (mm):		330	330	330
	Dày (mm):		12,9	13,5	13,8
2	Lực uốn gãy, [N]	≥ 1.300	1.046,7	1.250,3	802,3
3	Độ hút nước, [%]	≤ 10	8,9	9,7	11,2
4	Biến dạng lớn nhất (mm)		2,7	2,6	2,5
5	Khối lượng 1 viên (kg/viên)	4,1 ÷ 4,5 theo [8]	4,0	4,35	4,39



# VẬT LIỆU XÂY DỰNG - MÔI TRƯỜNG

Kết quả chế tạo mẫu ngói thử nghiệm cho thấy ngói chưa đạt các yêu cầu về lực uốn gãy toàn viên, độ hút nước theo yêu cầu của JIS A 5402.

Quan sát cho thấy ngói sản xuất ra hình dáng chuẩn, nhưng có nhiều bọt nước trên bề mặt. Với cấu trúc nhiều lỗ rỗng bọt khí sẽ làm cho thân ngói có

độ chắc đặc thấp, dẫn đến các tính chất cơ lý của ngói không cao, hình thức không đạt yêu cầu.

## 4.2 Điều chỉnh thành phần cấp phối lớp thân ngói

Lượng nước điều chỉnh giảm 5 lít/m<sup>3</sup>. Thành phần cấp phối lớp thân ngói sau khi điều chỉnh được trình bày trên bảng 12 dưới đây.

**Bảng 12.** Thành phần của vữa dùng để sản xuất ngói xi măng sợi

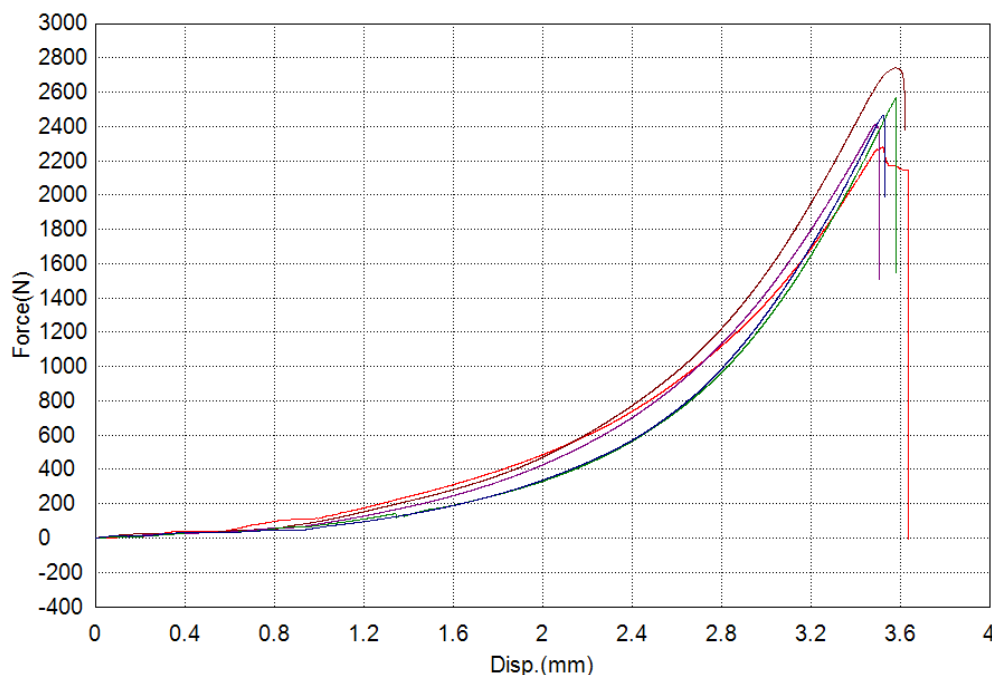
STT	Tên vật tư	Đơn vị	Khối lượng
1	Xi măng Bút Sơn PCB40	kg	419
2	Tro bay Phả Lại	kg	65
3	Cát vàng Sông Lô qua sàng 2,5 mm	kg	1.296
4	Cát đen (qua sàng 1 mm)	kg	246
5	Sợi (PVA fiber)	kg	14.9
6	Nước	lít	240

Các viên ngói sản xuất thử nghiệm được bảo dưỡng ở nhiệt độ môi trường trong điều kiện 100% độ ẩm. Sau 28 ngày các viên ngói được uốn theo hướng dẫn của JIS A 5402. Sơ đồ uốn như hình 2.

Kết quả thí nghiệm uốn các viên ngói (5 viên) được trình bày trong bảng 13 dưới đây.

**Bảng 13.** Kết quả thí nghiệm uốn ngói xi măng cát

Số TT	Mẫu thí nghiệm	Tải trọng phá hủy, N	Cường độ chịu uốn (N/mm <sup>2</sup> )	Biến dạng lớn nhất (mm)
1	M1	2.280	23.4	3,52
2	M2	2.740	28.36	3.58
3	M3	2.413	25.6	3.59
4	M4	2.570	26.32	3.58
5	M5	2.465	27.24	3.53
	Trung bình	2.493,6	26,22	3,56



**Hình 5.** Biểu đồ uốn ngói chế tạo theo cấp phối điều chỉnh



Độ hút nước của ngói được xác định trên mẫu 5 viên ngói. Kết quả trình bày ở bảng sau:

**Bảng 14.** Kết quả thí nghiệm độ hút nước của ngói xi măng cát

Số TT	Mẫu ngói	Trọng lượng, g		Độ hút nước, %	Ghi chú
		M <sub>BH</sub>	M <sub>khô</sub>		
1	M1	4.450	4.140	7,49%	
2	M2	4.360	4.050	7,65%	
3	M3	4.390	4.060	8,13%	
4	M4	4.370	4.030	8,44%	
5	M5	4.310	3.980	8,29%	
	<b>Trung bình</b>	<b>4.376</b>	<b>4.052</b>	<b>8,0%</b>	



**Hình 6.** Thí nghiệm kiểm tra cường độ uốn gãy toàn viên

### 4.3 Đánh giá kết quả thử nghiệm các tính chất của ngói

Kết quả tổng hợp thí nghiệm ngói được trình bày trong bảng sau:

**Bảng 15.** Tổng hợp các kết quả kiểm tra chất lượng của ngói xi măng cát

STT	Chỉ tiêu kỹ thuật	Yêu cầu (JIS A 5402)	Mẫu điều chỉnh	Nhận xét
1	Loại ngói	phẳng	phẳng	
2	Lực uốn gãy, [N]	≥ 1.300	2.493,6	Đạt
3	Độ hút nước, [%]	≤ 10	8,10	Đạt
4	Độ chống thấm nước	Không thấm thành giọt	Không thấm	Đạt
7	Khối lượng 1 viên	4,1 ÷ 4,5 kg/viên [8]	4,15 kg	Đạt

### 5. Kết luận

Kết quả nghiên cứu trên cho thấy có thể sử dụng vữa xi măng cát gia cường bằng cốt sợi PVA với thành phần vật liệu hợp lý để sản xuất ngói bằng công nghệ cán ép liên tục cho sản phẩm có chất lượng cao, đạt yêu cầu của JIS JIS-A-5402: 2002;

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- TCVN 1453: 1986, Ngói xi măng - cát (YCKT & PPT).
- TCVN 9382: 2012, Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông sử dụng cát nghiền.
- ASTM C1492 - 03(2016), Standard Specification for Concrete Roof Tile.
- BS EN 490: 2011+ A1:2017, Concrete roofing tiles and fittings for roof covering and wall cladding. Product specification.
- EN 13823: 2010, Reaction to fire tests for building products — Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item.
- JIS-A-5402: 2002, Pressed cement roof tiles.

**Ngày nhận bài:** 02/8/2019.

**Ngày nhận bài sửa lần cuối:** 17/9/2019.