NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG CÁT MỊN VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG ĐỂ CHẾ TẠO GẠCH BÊ TÔNG PHỤC VỤ XÂY DỰNG CƠ SỞ HẠ TẦNG ĐÔ THỊ

Nguyễn Công Hậu[1*], Nguyễn Thị Thu Thủy[1]

[1] Phân hiệu tại Thành phố Hồ Chí Minh, Trường Đại học Giao thông vận tải,
450-451 Lê Văn Việt, Phường Tăng Nhơn Phú A, Thành phố Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh
*Tác giả liên hệ: Email: haunc_ph@utc.edu.vn.

Nhận ngày 21/01/2021, chỉnh sửa ngày 25/02/2021, chấp nhận đăng 09/04/2021

Tóm tắt

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sử dụng cát mịn (FS) Đồng bằng sông Cửu Long thay thế cát nghiền Đồng Nai để làm gạch bê tông trong xây dựng cơ sở hạ tầng, loại bê tông này có thể đạt cường độ chịu nén cao hơn 50 MPa. Tỷ lệ phối trộn được thiết kế trong 4 trường hợp: bê tông sử dụng 0% FS (M0), bê tông sử dụng 50% FS (MFS50), bê tông sử dụng 75% FS (MFS75), bê tông sử dụng 100% FS (MFS100). Với hàm lượng cát mịn được thay thế ở mức 0, 50, 75 đến 100% so với cốt liệu được thử nghiệm thì bê tông 28 ngày tuổi có cường độ nén từ 70 đến 57 MPa; cường độ kéo đứt từ 6,2 đến 4,2 MPa; tương ứng độ mài mòn của bê tông là 0,42; 0,26; 0,28 và 0,35. Nghiên cứu đề xuất tỷ lệ trộn hợp lý của bê tông là 50% cát mịn Đồng bằng sông Cửu Long và 50% cát nghiền Đồng Nai để đáp ứng đồng thời các tiêu chí về cường độ, độ mài mòn và giá thành.

Từ khóa: Cát mịn, cường độ chịu nén, cát nghiền, gạch bê tông, tro bay.

Abstract

In this paper, fine sand (FS) in the Mekong River Delta is used to replace crushed stone in Dong Nai Province for making interlocking concrete bricks in urban construction which can be made of high-strength concrete of more than 50 MPa. Mix ratio designed in 4 cases: concrete uses 0% FS (M0), concrete uses 50% FS (MFS50), concrete uses 75% FS (MFS75), concrete uses 100% FS (MFS100). With the FS content being replaced at 0, 50; 75 to 100% of the aggregate tested: the compressive strength of 28-day concrete is from 70 MPa to 57 MPa; the Splitting Tensile Strength of 28-day concrete is from 6,2 MPa to 4,2 MPa; the abrasion of the concrete is 0,42; 0,26; 0,28 and 0,35, respectively. We proposed a reasonable mix ratio of concrete made of 50% of FS in The Mekong River Delta and 50% of crushed stone in Dong Nai Province to satisfy simultaneously the strength, abrasion and price.

Keywords: fine sand, compressive strength, crushed sand, concrete brick, fly ash.

1. Đặt vấn đề

Ở nước ta, việc chế tạo bê tông xi măng chủ yếu dùng cát hạt thô (là cát có mô đun độ lớn từ 2,0 đến 3,3). Tuy nhiên, nguồn cát thô này chỉ tập trung ở một số nơi trên các sông suối nên vấn đề khai thác, vận chuyển cát thô từ nguồn đến công trình rất khó khăn, tốn kém. Bên cạnh đó, vấn đề khai thác cát nhanh với trữ lượng lớn đã dẫn đến lượng cát thô của nước ta đang suy giảm đáng kể và dần cạn kiệt [1]. Trong khi đó, cát mịn sông suối lại có hầu hết ở các nơi với trữ lượng đáng kể nên việc nghiên cứu sử dụng cát mịn thay cát thô để chế tạo bê tông xi măng có ý nghĩa rất lớn trong vấn đề giảm giá thành, đảm bảo tiến độ thi công, giảm khó khăn trong khai thác, vận chuyển đối với các vùng không có cát thô mà không làm cạn kiệt tài nguyên, đảm bảo sự phát triển bền vững trong xây dựng [2].

Mặt khác, các vỉa hè đường phố của khu đô thị lát bằng các loại gạch bê tông đã được sử dụng nhiều ở châu Âu, châu Mỹ, mang lại những thuận lợi đáng kể trong xây dựng. Ở Việt Nam, gạch bê tông có nhu cầu nhiều, đặc biệt là đối với các thành phố lớn [3].

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên vật liệu

Nguyên vật liệu đầu vào được sử dụng để nghiên cứu được tóm tắt trong Bảng 1 [4].

2.2. Tỷ lệ phối trộn

Nghiên cứu thực nghiệm tiến hành thiết kế thành phần bê tông sử dụng cát mịn có cường độ chịu nén yêu cầu ở 28 ngày tuổi là f'_c=50 MPa. Nghiên cứu thiết kế thành phần bê tông xi măng có sử dụng cát mịn làm gạch tự chèn cho 4 trường hợp: không sử dụng cát mịn, thay thế 50% cát mịn, thay thế 75% cát mịn và thay thế 100% cát mịn. Thiết kế thành phần bê tông theo phương pháp ACI211.1-91 [5].

Số liệu phối trộn nguyên liệu theo các tỷ lệ được trình bày trong Bảng 2:

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu đã áp dụng các tiêu chuẩn thí nghiệm: TCVN 7572:2006; TCVN 6260:2009; TCVN 10302:2014; TCVN 8826:2011; TCVN 4506:2012; ACI211.1-91; TCVN 3107:1993; TCVN 3118:1993; TCVN 8862:2011; TCVN 3114:1993; TCVN 6477:2011.

Công tác chế tạo và thí nghiệm mẫu hỗn hợp bê tông và bê tông tuân thủ các yêu cầu của các tiêu chuẩn Việt Nam và được tiến hành thực hiện nghiên cứu tại phòng thí nghiệm LAS-XD225 thuộc Phân hiệu trường Đại học Giao Thông Vận Tải tại TP. Hồ Chí Minh.

Bảng 1. Đặc tính của nguyên vật liệu đầu vào.

STT	Loại nguyên liệu	Tên nguyên liệu	Nơi sản xuất	Tiêu chuẩn	Đặc tính thử nghiệm
1	Cốt liệu mịn	Cát sông	Sông Hậu –An Giang	TCVN 7572:2006	Mô đun độ lớn 1,3; khối lượng riêng 2,61g/cm^3; khối lượng thể tích 1310 kg/m^3; độ rỗng 49,6%
2	Cốt liệu nhỏ	Cát nghiền	Tỉnh Đồng Nai	TCVN 7572:2006	Mô đun độ lớn 3,9; khối lượng riêng 2,64 g/cm^3; khối lượng thể tích xốp 1520 kg/m^3; độ rỗng 42,4%
3	Cốt liệu thô	Đá dăm	Tỉnh Bình Dương	TCVN 7572:2006	Khối lượng riêng 2,70 g/cm^3; khối lượng thể tích xốp 1 430 kg/m^3, độ hút nước: 0,5%
4	Xi măng	Pooc lăng hỗn hợp PCB40	Xi măng Sài Gòn	TCVN 6260:2009, ASTM C595	Khối lượng riêng 3,10 g/cm^3; độ mịn (lượng sót trên sàng 90µm) 7,0 %; Cường độ chịu nén, uốn tuổi 28 ngày 45 MPa; 5,4 MPa.
5	Tro bay	Phú Mỹ	Nhà máy Nhiệt điện Phú Mỹ, Bà Rịa - Vũng Tàu	TCVN 10302:2014	Phù hợp với yêu cầu của tro bay loại F
6	Phụ gia	Viscorete V-3000-10	Sika	TCVN 8826:2011	Phụ gia siêu dẻo gốc Polycarboxylate
7	Nước	Nước máy		TCVN 4506:2012	

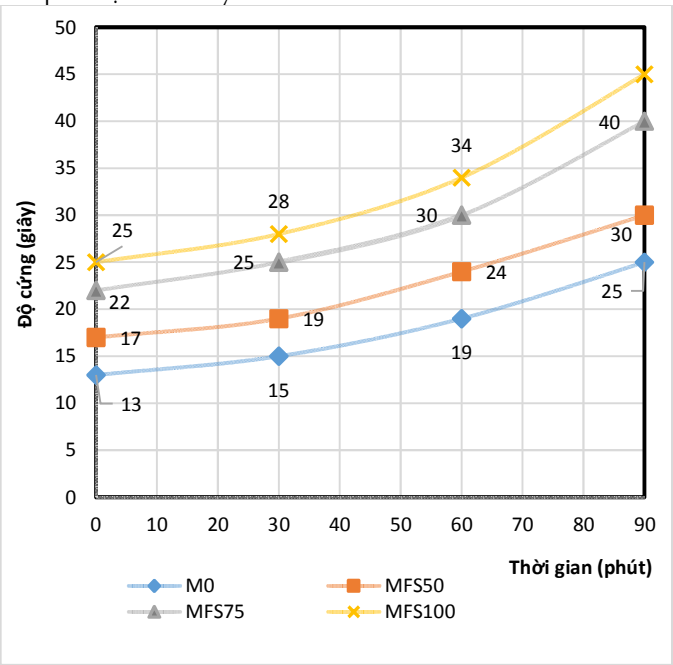
Bảng 2. Thành phần bê tông xi măng có sử dụng cát mịn cho 1 m^3.

TT	Thành phần và các tính chất	Bê tông đối chứng	Bê tông dùng 50% cát mịn thay cát nghiền	Bê tông dùng 75% cát mịn thay cát nghiền	Bê tông dùng 100% cát mịn thay cát nghiền
	Thành phần				
1	Xi măng loại PCB40, kg/m^3	416	416	416	416
2	Tro bay, kg/m^3	185	185	185	185
3	Cát nghiền đồng Nai, kg/m^3	540	814	407	0
4	Cát mịn Đồng Bằng Sông Cửu Long, kg/m^3	0	814	1221	1628
5	Đá dăm 1x2 Bình Dương, kg/m^3	1125	0	0	0
6	Nước, lít	155	155	155	155
7	Phụ gia siêu dẻo, lít/m^3	4.2	4.2	4.2	4.2
8	Nước/chất kết dính (N/CKD)	0,26	0,26	0,26	0,26
	Tính chất của hỗn hợp bê tông				
	Độ cứng, (s)	13	17	22	25
	Ký hiệu mẫu thí nghiệm	M0	MFS50	MFS75	MFS100

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Tính chất của hỗn hợp bê tông

Độ cứng của hỗn hợp bê tông nặng được tiến hành theo TCVN 3107:1993 [6]. Do hỗn hợp bê tông khô nên tiến hành thử độ cứng bằng thiết bị nhớt kế Vebe. Độ cứng của hỗn hợp bê tông một trong những chỉ tiêu chủ yếu trong quá trình tạo hình của gạch bê tông. Mặt khác, yếu tố thời gian duy trì độ cứng cũng cần được quan tâm vì đây là yếu tố ảnh hưởng tới tiến độ thi công và biện pháp thi công của gạch bê tông. Do đó, nhóm nghiên cứu đã tiến hành thí nghiệm theo dõi sự thay đổi độ cứng theo thời gian của hỗn hợp bê tông với các tỷ lệ phối trộn cát mịn thay cho cát nghiền như trên nhằm đánh giá tính chất của hỗn hợp bê tông, kết quả được trình bày ở Hình 1.



Hình 1. Tương quan giữa độ cứng của hỗn hợp bê tông theo thời gian.

Kết quả ở hình 1 cho thấy, hỗn hợp bê tông có tỷ lệ cát mịn thay cho cát nghiền càng nhiều thì giá trị độ cứng càng lớn (13 giây, 17 giây, 22 giây, 25 giây tương ứng với 4 mẫu M0, MFS50, MFS75, MFS100) tức là bê tông càng kém dẻo. Vì khi cát mịn thay cho cát nghiền càng nhiều thì tổng diện tích bề mặt hạt hỗn hợp sẽ lớn nên nếu lượng nước trộn không đổi giữa các tỷ lệ trộn thì hỗn hợp bê tông sẽ càng kém dẻo hơn. Sự thay đổi độ cứng giữa các tỷ lệ thay thế này cũng không đều theo thời gian. Sau 30 phút độ cứng hỗn hợp tăng thêm cỡ 2-3 giây, sau 90 phút độ cứng tăng thêm 10-20 giây. Các mẻ trộn có tỷ lệ cát mịn thay cho cát nghiền càng cao thì mức độ kém dẻo của bê tông giảm nhiều hơn theo thời gian. Vấn đề này cũng không ảnh hưởng nhiều đến công nghệ rung ép trong chế tạo gạch bê tông.

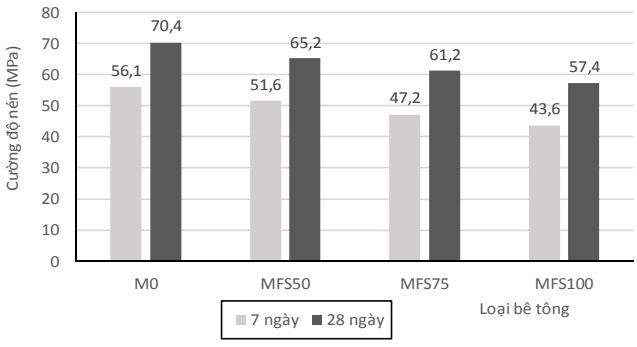
3.2. Cường độ chịu nén

Quy trình xác định cường độ chịu nén của bê tông được tiến hành theo tiêu chuẩn TCVN 3118:1993 [7], đúc mẫu lập phương chuẩn 15x15x15 (cm). Kết quả xác định cường độ chịu nén được thể hiện ở Bảng 3, Hình 2 và 3.

Bảng 3. Kết quả cường độ chịu nén bê tông sử dụng cát mịn ở các ngày tuổi.

STT	Cường độ chịu nén	Cấp phối đối chứng	Bê tông thay thế 50% FS	Bê tông thay thế 75% FS	Bê tông thay thế 100% FS
	Mã mẫu	M0	MFS50	MFS75	MFS100
1	Rn 7 ngày	56,1	51,6	47,2	43,6
2	Rn 28 ngày	70,4	65,2	61,2	57,4

Hình 2. Thử cường độ chịu nén và dạng vết nứt sau khi nén.



Hình 3. Biểu đồ quan hệ cường độ chịu nén ở 7 và 28 ngày tuổi với tỷ lệ FS.

Cường độ chịu nén của các cấp phối bê tông sử dụng tỷ lệ thay thế cát mịn từ 50% đến 100% đều đạt yêu cầu để chế tạo gạch bê tông cho công trình hạ tầng đô thị (theo ASTM C936 là cường độ chịu nén của bê tông phải trên 55 MPa). Cường độ bê tông sử dụng cát mịn ở tuổi 7 ngày đạt so với 28 ngày với tỷ lệ cát mịn thay thế từ 50 đến 100% lần lượt là 79% đến 76%, cường độ này cơ bản đạt yêu cầu để có thể vận chuyển cũng như thi công công trình lát bằng viên bê tông tự chèn. Cường độ chịu nén khi thay tỷ lệ cát mịn càng cao sẽ càng giảm, và giá trị cường độ chịu nén của bê tông này cũng nhỏ hơn bê tông đối chứng. Điều này cho thấy cát mịn có thể làm giảm đặc tính chịu lực của bê tông khi làm các viên tự chèn.

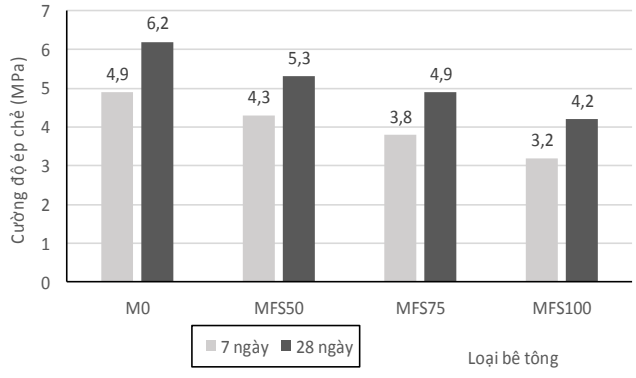
3.3. Cường độ kéo khi ép chẻ

Thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ được tiến hành theo TCVN 8862:2011, đúc mẫu trụ chuẩn [8]. Kết quả thí nghiệm cường độ kéo khi ép chẻ được thể hiện ở Hình 4 và Bảng 4.

Hình 4. Thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ.

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm cường độ kéo khi ép chẻ của các loại bê tông.

	Tính chất	Cấp phối đối chứng	Bê tông thay thế 50% FS	Bê tông thay thế 75% FS	Bê tông thay thế 100% FS
1	R_{ec} 7 ngày	4,91	4,30	3,81	3,25
2	R_{ec} 28 ngày	6,23	5,32	4,94	4,20



Hình 5. Quan hệ giữa cường độ kéo khi ép chẻ ở 7 và 28 ngày tuổi với tỷ lệ FS.

Cường độ kéo khi ép chẻ của bê tông khi thay thế các tỷ lệ cát mịn từ 50 đến 100% so với khối lượng cốt liệu đều đạt yêu cầu để chế tạo gạch bê tông. Theo ASTM C936 cường độ của bê tông làm viên lát mặt đường là từ 55 MPa trở lên, cường độ kéo khi ép chẻ đều đạt cao so với bê tông cùng cấp cường độ nén theo quy định, do đó có thể đáp ứng cho công trình lát bằng gạch bê tông.

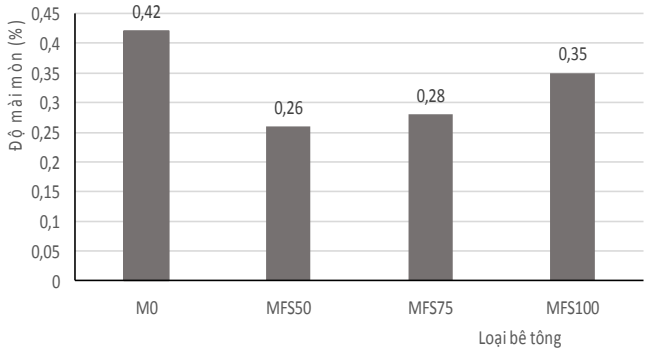
Cường độ chịu ép chẻ khi thay tỷ lệ cát mịn càng cao sẽ càng giảm xuống so với hỗn hợp bê tông truyền thống (Hình 5). Điều này cho thấy cát mịn có thể làm giảm đặc tính chịu lực của bê tông khi làm các viên tự chèn. Từ Hình 5 cho thấy, cường độ chịu kéo khi uốn của mẫu bê tông thực hiện trên mẫu chuẩn đều có thể lớn hơn 4,5 MPa. Vậy bê tông này có thể phù hợp cả làm tấm mặt đường bê tông xi măng dài 5m, rộng 5m chứ không đơn thuần là làm các khối gạch bê tông với các yêu cầu kỹ thuật theo như nghiên cứu.

3.4. Độ mài mòn của bê tông.

Mẫu bê tông khối lập phương cạnh là 7,07 mm được bão dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn thời gian 28 ngày. Kết quả thí nghiệm xác định độ mài mòn được tiến hành theo tiêu chuẩn TCVN 3114:1993 [9] và được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm xác định độ mài mòn với các tỷ lệ thay FS.

Tính chất	Cấp phối đối chứng	Bê tông thay thế 50% FS	Bê tông thay thế 75% FS	Bê tông thay thế 100% FS
Mm ở 28 ngày (%)	0,42	0,26	0,28	0,35

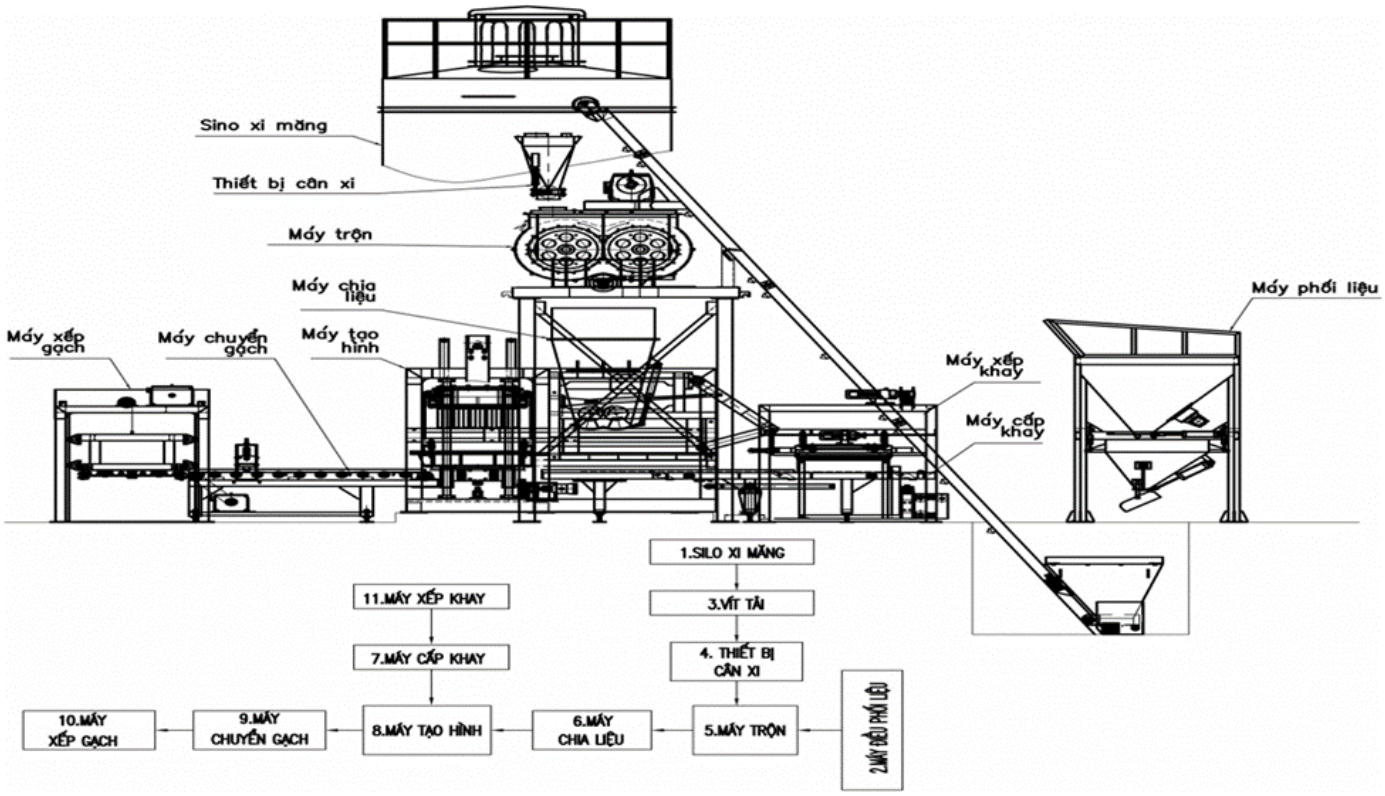


Hình 6. Mối quan hệ giữa độ mài mòn của bê tông ở 28 ngày với tỷ lệ FS.

Độ mài mòn của bê tông đối chứng và bê tông cát mịn với các tỷ lệ thay thế khác nhau (Hình 6) cho thấy, khi tỷ lệ thay thế cát mịn càng tăng so với cốt liệu (từ 50-100%) thì khả năng chống mài mòn của bê tông giảm đáng kể, hay nói cách khác độ mài mòn của bê tông tăng lên. Tuy nhiên, so với độ mài mòn của bê tông đối chứng thì độ mài mòn của bê tông sử dụng cát mịn giảm đáng kể, đồng nghĩa với việc bê tông sử dụng cát mịn có khả năng tăng được sức kháng chống mài mòn, điều này làm cho việc sử dụng cát mịn càng thêm có cơ sở trong xây dựng các vật liệu không nung dạng lát như mặt đường và vỉa hè.

3.5. Chế tạo gạch bê tông tự chèn

Do hỗn hợp bê tông chế tạo khô, không có độ sụt nên tạo hình gạch bê tông bằng phương pháp rung ép.



Hình 7. Quy trình sản xuất gạch bê tông tự chèn

Xi măng được chứa trong các Silo để đảm bảo cho sản xuất liên tục, có hệ thống lọc bụi và van an toàn. Nguyên liệu được đưa vào máy trộn theo định lượng, trộn bán khô 15 phút, rồi đưa vào ngăn phân chia, nhờ hệ thống băng tải đưa vào máy tạo hình. Máy tạo hình là máy ép rung định hình với tần số rung 4500 vòng/phút, thời gian ép của một vỉ là 20 giây – 30 giây. Ngoài ra còn các hệ thống khác như: hệ thống sẽ định lượng nguyên liệu chính vào khuôn; hệ thống chứa khay để ép và chuyển gạch thành phẩm ra khỏi máy ép; khuôn gạch dùng để định hình loại gạch cần sản xuất; hệ thống máy ép được thiết kế tích hợp ép, ép rung và ép rung cưỡng bức tạo ra lực rung ép lớn để định hình những viên gạch chất lượng cao và ổn định; máy chuyển gạch, máy xếp gạch. Sản phẩm đã tạo hình được dưỡng hộ tự nhiên trong 24 giờ bằng cách phun nước, tránh gió lùa rồi đưa ra ngoài trời dưỡng hộ 5-10 ngày thì có thể xuất ra thị trường.[10]

4. Kết luận

Cát mịn có mô đun độ lớn nhỏ hơn 2, có trữ lượng lớn ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long có thể chế tạo được bê tông cường độ nén lớn hơn 50 MPa để làm gạch bê tông cho các công trình xây dựng hạ tầng đô thị.

Với hàm lượng cát mịn thay thế từ 0, 50, 75 đến 100% so với khối lượng cốt liệu dùng cho bê tông gạch tự chèn thì cường độ nén ở 28 ngày tuổi giảm từ 70 đến 57 MPa, cường độ kéo khi ép chẻ giảm từ 6,2 đến 4,2 MPa; độ chống mài mòn cũng giảm tương ứng.

Nghiên cứu đề xuất tỷ lệ trộn hợp lý của bê tông là 50% cát mịn Đồng bằng sông Cửu Long và 50% cát nghiền Đồng Nai để đáp ứng đồng thời các tiêu chí về cường độ, độ mài mòn và giá thành.

Để việc triển khai ứng dụng cấp phối bê tông gạch tự chèn sản xuất từ cát mịn cần có các nghiên cứu mở rộng hơn nữa với mô hình thử nghiệm thực tế. Tác giả đề xuất ý tưởng chế tạo sản phẩm này kết hợp với các phụ gia khoáng mịn thông dụng khác như xỉ nghiền, tro trấu… thay thế một phần xi măng để giảm giá thành và hạn chế ô nhiễm môi trường do khí thải trong quá trình sản xuất xi măng phát ra.

Tài liệu tham khảo

[1] Nguyễn Thanh Sang, Trần Lê Thắng (2011), Bê tông cát sử dụng cát duyên hải miền Trung để chế tạo gạch bê tông và tấm đan trong xây dựng đường ôtô, *Tạp chí Giao thông Vận tải*, tr.16-18.
[2] Hoàng Minh Đức (1998), *Sử dụng bê tông cốt liệu nhỏ trong sản xuất các cấu kiện đường cỡ nhỏ, sử dụng trong điều kiện khí hậu Việt Nam*, Luận án tiến sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Xây dựng Matxcơva.
[3] C. Hua, X. Gruz and A. Ehrlacher (1995), "Thin sand concrete plate of high resistance in traction", *Materials and Structures*, pp.550-553.
[4] Phạm Duy Hữu (2011), *Giáo trình vật liệu xây dựng*, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải.
[5] ACI 211.1-91, *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete.*
[6] I. U.M. Bazenov, Bạch Đình Thiên, Trần Ngọc Tính (2004), *Công nghệ bê tông*, Nhà xuất bản Xây dựng.
[7] TCVN 3118:1993, Bê tông nặng - phương pháp xác định cường độ nén.
[8] TCVN 8862:2011, Quy trình thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính.
[9] TCVN 3114:1993, Bê tông nặng - Phương pháp xác định độ mài mòn.
[10] Website chế tạo gạch bê tông: *https://www.gachviaheanson.com/qui-trinh-cong-nghe-moi-nhat-san-xuat-gach-tu-chen/*