



NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG CÁT MỊN THAY THẾ CÁT THÔ CHẾ TẠO BÊ TÔNG TỰ LÈN CƯỜNG ĐỘ CAO

Trần Đức Trung¹, Bùi Danh Đại², Lưu Văn Sáng³

Tóm tắt: Cát mịn có trữ lượng lớn, vùng phân bố rộng, giá thành rẻ hơn rất nhiều so với cát vàng và cát xay. Do đó, việc nghiên cứu, sử dụng nguồn cát mịn phong phú này để thay thế cho cát thô trong chế tạo các sản phẩm bê tông có tính thực tiễn và đem lại hiệu quả kinh tế cao. Khi sử dụng làm cốt liệu nhỏ cho bê tông, cát mịn với tỷ diện tích bề mặt lớn có thể làm tăng lượng nước nhào trộn để đạt được tính công tác yêu cầu dẫn tới tăng lượng dùng xi măng 5-15%, tùy theo mô đun độ lớn của cát [1]. Ở Việt Nam, cát mịn ít được sử dụng trong bê tông do lượng dùng xi măng yêu cầu phải lớn hơn so với quy định đối với bê tông cát thô. Bài báo này trình bày một số kết quả của một công trình nghiên cứu thực nghiệm về sử dụng cát mịn phối hợp với hỗn hợp phụ gia khoáng hoạt tính xỉ lò cao - tro trấu để chế tạo bê tông tự lèn có cường độ nén đạt $\geq 60\text{MPa}$.

Từ khóa: cát mịn, bê tông tự lèn, cường độ cao, tro trấu, xỉ lò cao

Abstract: Abundance, availability and low cost are the features of fine sand. Therefore, the use of this sand as a replacement for regular sand in concrete has practical sense and produces considerable economic benefit. When used as fine aggregate in concrete, fine sand with large specific surface area could have high water demand for the same consistency resulting in larger cement content. Depending on the fineness modulus, the use of fine sand may increase the cement content approximately by 5% to 15% [1]. In Vietnam the use of fine sand in concrete is generally limited due to the higher cement content than specified for coarse sand concrete. This paper presents some results from an experimental study investigating the use of fine sand in combination with the blend of mineral mixtures consisting of ground blast furnace slag and rice husk ash to produce self-compacting high strength concrete of more than 60 MPa.

Keywords: fine Sand, self Compacting Concrete, high Strength, rice Husk Ask, slag

Nhận ngày 04/12/2012, chỉnh sửa ngày 21/2/2013, chấp nhận đăng ngày 30/3/2013



1. Giới thiệu chung

Nghiên cứu này đặt vấn đề sử dụng cát mịn thay thế cát thô đồng thời phối hợp với hỗn hợp phụ gia khoáng xỉ lò cao - tro trấu và phụ gia siêu dẻo để chế tạo bê tông tự lèn, cường độ cao. Nhược điểm chính của cát mịn sử dụng trong bê tông là làm tăng lượng nước nhào trộn do nó có tỉ diện tích bề mặt lớn hơn, do đó làm tăng lượng dùng xi măng so với khi sử dụng cát hạt thô trong bê tông có cùng cường độ. Đối với bê tông cường độ cao, cát mịn có thể làm tăng lượng dùng xi măng quá mức (600kg/m^3). Việc phối hợp sử dụng phụ gia khoáng xỉ lò cao - tro trấu cho phép làm tăng hàm lượng phụ gia khoáng sử dụng trong chất kết dính so với khi sử dụng từng loại phụ gia riêng lẻ mà vẫn đảm bảo chất lượng của chất kết dính. Điều này cho phép tăng lượng dùng chất kết dính trong 1m^3 bê tông mà vẫn đảm bảo lượng dùng xi măng ở mức thấp [5]. Sự phối hợp giữa cát mịn với hỗn hợp phụ gia khoáng xỉ lò cao - tro trấu, cùng với phụ gia siêu dẻo có khả năng làm cho hỗn hợp bê tông có độ chảy cao mà không bị tách nước, phân tầng [3]. Cơ sở khoa học của nhận định này là:

¹ThS, Khoa Vật liệu Xây dựng. Trường Đại học Xây dựng. E-mail: tran_duc_trungxd@yahoo.com

²TS, Khoa Vật liệu Xây dựng. Trường Đại học Xây dựng.

³KS, Khoa Vật liệu Xây dựng. Trường Đại học Xây dựng.

- Cát mịn có tỉ diện bề mặt lớn nên có khả năng giữ nước tốt hơn loại cát thô.
- Tro trấu có độ xốp lớn nên có khả năng giữ nước rất tốt, làm giảm sự tách nước và làm tăng độ nhớt của hồ xi măng và độ liên kết của hỗn hợp bê tông [2], [4].
- Phụ gia siêu dẻo cho phép chế tạo hỗn hợp bê tông có độ chảy cao với tỉ lệ N/CKD thấp.
- Phối hợp cát mịn với một lượng hồ lớn tạo thành từ hỗn hợp xi măng, tro trấu, xỉ lò cao, nước và phụ gia siêu dẻo làm tăng thể tích thành phần vữa dẫn đến giảm nội ma sát trong hỗn hợp bê tông.



2. Kết quả nghiên cứu

2.1 Vật liệu sử dụng

2.1.1. Xi măng

Trong nghiên cứu sử dụng loại xi măng Poóc lăng PC40 của Nhà máy xi măng Bút Sơn. Các tính chất cơ lý của xi măng thỏa mãn TCVN 2682-2009 và được trình bày tại bảng 1.

Bảng 1. Tính chất cơ lý của xi măng PC40 Bút Sơn

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	3,06
2	Lượng sót sàng 90 μ m	%	3,5
3	Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	1060
4	Lượng nước tiêu chuẩn .	%	28,5
5	Thời gian đông kết: - Bắt đầu đông kết - Kết thúc đông kết	Phút	125 205
6	Độ ổn định thể tích	mm	1,5
7	Cường độ nén: - Tuổi 3 ngày - Tuổi 28 ngày	N/mm ²	28,7 47,9

2.1.2. Phụ gia khoáng

- Xỉ lò cao: Trong nghiên cứu sử dụng loại xỉ lò cao hạt hoá của Nhà máy gang thép Thái Nguyên. Xỉ sau khi lấy về, được sấy khô và nghiền trong máy nghiền bi rung với thời gian nghiền là 90 phút.

- Tro trấu: Trấu được thu về từ các cơ sở xay xát và đốt trong lò kiểu giỏ lưới thép. Tro trấu được nghiền sơ bộ bằng máy nghiền tang quay, sau đó được nghiền mịn bằng máy nghiền bi rung với thời gian nghiền là 90 phút.

- Để đồng nhất độ mịn của phụ gia khoáng, ngoài yếu tố thời gian nghiền thì khối lượng của mỗi mẻ nghiền cũng ảnh hưởng đến độ mịn, do vậy khối lượng mỗi mẻ nghiền được khống chế như nhau.

Tính chất kỹ thuật của phụ gia khoáng được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Một số tính chất kỹ thuật của phụ gia khoáng

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Kết quả	
			Xỉ lò cao	Tro trấu
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,86	2,07
2	Lượng sót sàng 90 μ m	%	5,5	1,5
3	Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	1010	530
4	Chỉ số hoạt tính với xi măng	%	95	102

2.1.3. Cốt liệu

- Cát mịn: Trong nghiên cứu sử dụng loại cát có nguồn gốc từ cảng Phà Đen (Hà Nội).
- Cát thô: Trong nghiên cứu sử dụng loại cát có nguồn gốc từ Sông Lô (Phú Thọ).
- Đá dăm: Với mục đích chế tạo loại bê tông có cường độ cao nên trong nghiên cứu sử dụng loại đá có cường độ và độ đặc chắc cao. Loại đá được sử dụng là đá bazan được lấy tại mỏ đá Lương Sơn (Hòa Bình).

Các tính chất cơ lý của cốt liệu thỏa mãn TCVN 7570-2006 sử dụng để chế tạo bê tông cường độ cao và được trình bày trong bảng 3 và bảng 4.

Bảng 3. Tính chất cơ lý của cốt liệu dùng trong nghiên cứu

STT	Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Cát mịn	Cát thô	Đá dăm
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	2,61	2,66	2,84
2	Khối lượng thể tích	g/cm ³	2,57	2,64	2,83
3	Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	1310	1480	1560
4	Modul độ lớn	-	1,28	2,63	-
5	Độ hút nước (bão hòa trong, khô bề mặt)	%	1,27	1,17	0,35
6	Hàm lượng bụi bùn sét	%	0,80	0,6	-
7	Hàm lượng hạt thoi dẹt	%	-	-	12,3
8	Mác đá dăm	MPa	-	-	140
9	Đường kính lớn nhất hạt cốt liệu (D_{max})	-	-	-	20

Bảng 4. Thành phần hạt của cốt liệu sử dụng trong đề tài

STT	Kích thước mắt sàng (mm)	Lượng sót tích lũy (%)		
		Cát mịn	Cát thô	Đá dăm
1	40	0,0	0,0	0,0
2	20	0,0	0,0	8,3
3	10	0,0	1,5	63,6
4	5	0,0	5,2	93,2
5	2,5	0,0	13,1	6,8
6	1,25	3,1	23,9	0,0
7	0,63	16,7	47,3	0,0
8	0,315	38,3	75,1	0,0
9	0,14	69,8	94,7	0,0
10	<0,14	30,2	5,3	0,0

2.1.4. Phụ gia siêu dẻo

Đề tài sử dụng phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate của hãng BASF Việt Nam, có tên thương phẩm là Glenium ACE388 Sure Tec.

2.1.5. Nước

Trong đề tài sử dụng nước có nguồn gốc từ Nhà máy nước Hà Nội để trộn vữa và bê tông. Loại nước này thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn Việt Nam TCXDVN 302:2004 đối với nước trộn vữa và bê tông.

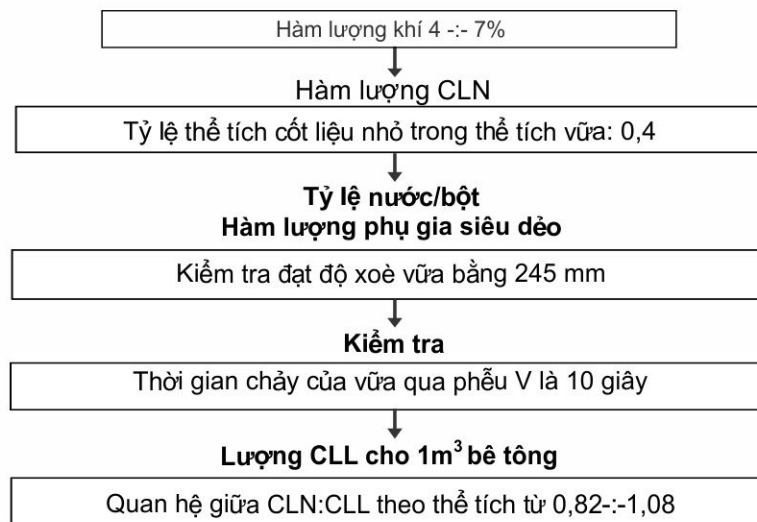
2.2 Thiết kế thành phần bê tông tự lèn

Để thiết kế thành phần bê tông tự lèn, trên thế giới hiện nay có rất nhiều phương pháp: Phương pháp thiết kế của Hiệp hội bê tông Nhật Bản (JSCE) và phương pháp thiết kế của Anh (EFNARC); Phương pháp thiết kế của Trung Quốc; Và phương pháp thiết kế của giáo sư Okamura người Nhật...

Trong nội dung nghiên cứu sử dụng phương pháp thiết kế của giáo sư Okamura (Nhật Bản) [11].

2.3 Phương pháp thiết kế thành phần bê tông tự lèn của giáo sư Okamura

Phương pháp này được giáo sư Okamura và đồng nghiệp đưa ra năm 1993. Trình tự thiết kế được mô tả theo các bước được trình bày tại hình 1.



Hình 1. Quy trình thiết kế thành phần bê tông tự lèn theo giáo sư Okamura

2.4 Thành phần vật liệu cho 1m³ bê tông tự lèn

Để nghiên cứu, thiết kế thành phần bê tông tự lèn, theo giáo sư Okamura thì phải xuất phát từ việc nghiên cứu khả năng chảy của hệ vữa. Kết quả nghiên cứu đã đưa ra được 09 cấp phối bê tông tự lèn dùng để nghiên cứu các tính chất của chúng. Bên cạnh đó, để làm rõ hơn các tính chất của loại bê tông này cũng như làm rõ khả năng thay thế của cát thô bằng cát mịn, đề tài tiến hành so sánh với mẫu đối chứng là loại bê tông tự lèn sử dụng cát hạt thô. Thành phần vật liệu được thống kê trong bảng 5.

Bảng 5. Thành phần vật liệu sử dụng cho 1m³ bê tông tự lèn

Ký hiệu	N/B	XM (kg)	X (kg)	TT (kg)	N (lít)	Đá (kg)	Cát mịn (kg)	Cát thô (kg)	SD (kg)
CPCM1	0,28	372	207	100	190	835	690	-	5,42
CPCM2	0,28	370	174	126	188	835	690	-	6,72
CPCM3	0,28	353	198	95	181	865	716	-	5,81
CPCM4	0,28	355	166	120	179	865	716	-	5,76
CPCM5	0,30	340	222	69	189	865	716	-	6,31
CPCM6	0,30	344	161	116	186	865	716	-	5,55
CPCM7	0,32	336	126	136	191	865	716	-	5,98
CPCM8	0,32	339	95	160	190	865	716	-	5,94
CPCM9	0,32	316	177	85	185	895	740	-	5,21
CPCT10	0,28	370	161	120	181	820	-	748	4,41

Ghi chú: CPCM: Cấp phối sử dụng cát mịn CPCT: Cấp phối sử dụng cát thô

2.5 Một số yêu cầu kỹ thuật với hỗn hợp bê tông tự lèn

Các yêu cầu kỹ thuật đề tài giới thiệu tại bảng 6 hiện đang được sử dụng rộng rãi ở các nước có công nghệ bê tông tự lèn phát triển (Nhật Bản, Châu Âu, Australia...).

Bảng 6. Giá trị chấp nhận cho hỗn hợp bê tông tự lèn có $D_{max}=20\text{mm}$

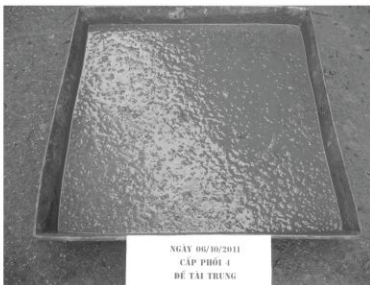
STT	Phương pháp	Đơn vị	Các giá trị giới hạn	
			Nhỏ nhất	Lớn nhất
1	Độ chảy loang (DTB1)	mm	600	800
2	Độ chảy loang tại T50cm	giây	2	5
3	Thời gian chảy qua phễu chữ V	giây	6	12
4	Thời gian chảy qua phễu chữ V sau 5 phút	giây	0	+3
5	Khả năng chảy qua Lbox	H2/H1	0,8	1,0
6	Khả năng chảy qua Ubox	(H1-H2)mm	0	30
7	Khả năng chảy qua Jring (DTB2)	DTB1- DTB2	0	50
8	Sàng xác định phân tầng	%	0	30

2.6 Một số tính chất của bê tông tự lèn

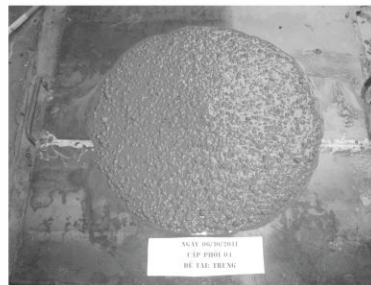
2.6.1. Khả năng tự lèn của hỗn hợp bê tông tự lèn

Để tiến hành kiểm tra khả năng tự lèn của hỗn hợp bê tông, đề tài tiến hành kiểm tra các chỉ tiêu sau: Độ lưu động (độ chảy xòe) và thời gian T50 bằng côn; Khả năng chảy qua thiết bị Ubox; Khả năng chảy qua thiết bị Vbox và thời gian chảy qua Vbox sau 5 phút; Sự hao tổn độ lưu động sau thời gian 30 phút và 60 phút; Hàm lượng bọt khí: Được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 3111:1993; Và độ tách vữa: Được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 3109:1993

Một số hình ảnh của quá trình nghiên cứu các tính chất của hỗn hợp bê tông tự lèn được trình bày trong hình 2. Kết quả nghiên cứu được thống kê trong bảng 7.



a) Hỗn hợp bê tông sau khi trộn



b) Xác định độ lưu động bằng côn



c) Hỗn hợp bê tông sau khi chảy qua Ubox



d) Xác định khả năng chảy qua Vbox



e) Xác định hàm lượng bọt khí



g) Thí nghiệm độ tách vữa

Hình 2. Một số hình ảnh thí nghiệm khả năng tự lèn của hỗn hợp bê tông

Bảng 7. Kết quả thí nghiệm khả năng tự lèn của hỗn hợp bê tông tự lèn

Ký hiệu	N/B	Độ chảy xòe (mm)	Thời gian T50 (s)	D1 (mm)	D2 (mm)	Ubox (mm)	Vbox (s)	V5box (s)	Hàm lượng bột khí (%)	Độ tách vữa (%)
CPCM1	0,28	680	5,1	615	530	25	12,3	14,7	1,74	0,28
CPCM2	0,28	735	4,1	660	615	0	8,9	11,2	1,58	0,34
CPCM3	0,28	745	3,0	680	630	0	7,8	10,3	1,61	0,39
CPCM4	0,28	710	4,8	640	570	0	9,4	12,0	1,57	0,31
CPCM5	0,30	753	4,7	690	635	20	10,1	12,2	1,74	0,42
CPCM6	0,30	680	5,8	610	520	10	11,3	15,7	1,78	0,37
CPCM7	0,32	760	3,5	700	650	0	8,6	10,0	1,92	0,45
CPCM8	0,32	720	4,6	660	600	0	9,7	12,6	1,82	0,40
CPCM9	0,32	710	4,2	670	590	15	9,1	11,7	1,75	0,38
CPCT10	0,28	730	3,8	660	585	25	10,8	18,4	1,66	1,44

Ghi chú: D1: Độ chảy xòe sau 30 phút; D2: Độ chảy xòe sau 60 phút; Ubox: Chênh lệch chiều cao dâng qua Ubox; Và vbox: Thời gian chảy qua Vbox; V5box: Thời gian chảy qua Vbox sau 5 phút.

2.6.2. Một số tính chất của bê tông tự lèn

Trong nội dung bài báo, bước đầu đã nghiên cứu một số tính chất của bê tông tự lèn như:

- Cường độ nén mẫu ở tuổi 3, 7 và 28 ngày (mẫu được đúc trong khuôn mẫu có kích thước 100x100x100mm): Được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 3118:1993

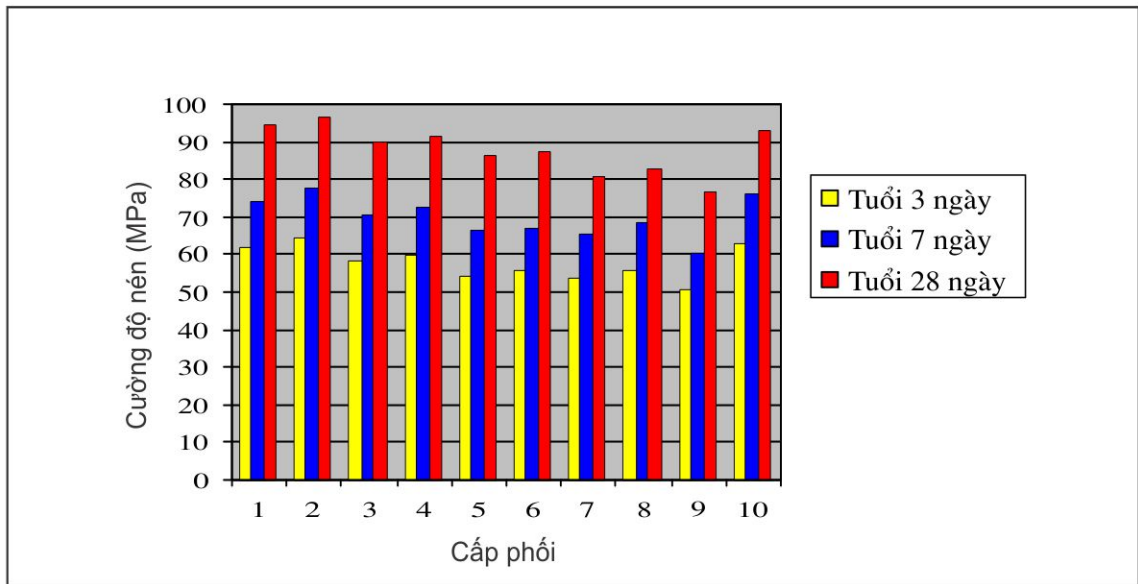
- Thí nghiệm đo co bê tông: Được thí nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM C157.

Bên cạnh đó, đề tài còn tiến hành thực nghiệm so sánh một số tính chất của loại bê tông tự lèn sử dụng cát mịn và bê tông tự lèn sử dụng cát thô, từ đó có nhận định tổng quát về khả năng thay thế cát hạt thô bằng cát mịn. Các tính chất được so sánh như: Khả năng chống thấm nước: Được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 3116:1993; Thẩm ion clo: Được xác định theo tiêu chuẩn TCXDVN 294:2003; Và mô đun đàn hồi: Được xác định theo tiêu chuẩn ASTM/C469:94.

Cấp phối được đề tài sử dụng so sánh là CPCM2 và CPCT10. Kết quả thí nghiệm được trình bày tại bảng 8, bảng 9, bảng 10 và biểu đồ 1. Một số hình ảnh thí nghiệm bê tông tự lèn được trình bày tại hình 3.

Bảng 8. Kết quả thí nghiệm cường độ nén mẫu bê tông

Ký hiệu	N/B	Cường độ nén (Mpa)		
		Tuổi 3 ngày	Tuổi 7 ngày	Tuổi 28 ngày
CPCM1	0,28	61,7	74,2	94,2
CPCM2	0,28	64,3	77,8	96,3
CPCM3	0,28	58,2	70,3	89,7
CPCM4	0,28	59,5	72,4	91,5
CPCM5	0,30	54,3	66,1	86,1
CPCM6	0,30	55,8	66,8	87,4
CPCM7	0,32	53,4	65,5	80,7
CPCM8	0,32	55,7	68,3	82,8
CPCM9	0,32	50,3	60,2	76,5
CPCT10	0,28	62,6	75,8	92,7



Biểu đồ 1. Kết quả thí nghiệm cường độ nén

Bảng 9. Kết quả thí nghiệm đo co bê tông

Ký hiệu	N/B	Kết quả đo co (mm/m)		
		Tuổi 3 ngày	Tuổi 7 ngày	Tuổi 28 ngày
CPCM1	0,28	248	300	326
CPCM2	0,28	226	260	284
CPCM3	0,28	192	230	254
CPCM4	0,28	220	260	292
CPCM5	0,30	214	256	276
CPCM6	0,30	204	244	260
CPCM7	0,32	206	240	252
CPCM8	0,32	224	256	282
CPCM9	0,32	216	272	304
CPCT10	0,28	202	258	290

Bảng 10. Kết quả thí nghiệm chống thấm nước, thấm ion clo và môđul đàn hồi

Ký hiệu	Chỉ tiêu thí nghiệm										
	Chống thấm nước (atm)								Thấm ion clo		Môđul đàn hồi E0 (103 Mpa)
	10	12	14	16	18	20	22	24	Điện lượng truyền qua (Cu lông)	Mức độ thấm	
CPCM2	x	x	x	x	x	x	x	x	528	Rất thấp	58,73
CPCT10	x	x	x	x	x	x	x	x	612	Rất thấp	56,38

(Ghi chú: x Mẫu không thấy)



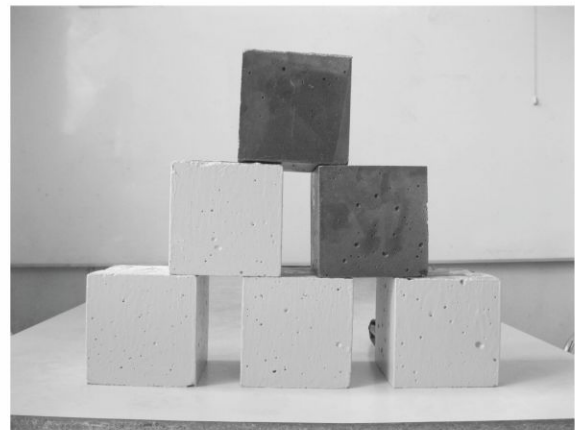
a) Thí nghiệm nén mẫu bê tông



b) Thí nghiệm đo co bê tông



c) Mẫu thử thấm ion clo



d) Mẫu thử chống thấm

Hình 3. Một số hình ảnh thí nghiệm tính chất của bê tông



3. Kết luận và kiến nghị

3.1 Kết luận

- Hoàn toàn có thể sử dụng cát mịn thay thế cho cát thô kết hợp với hỗn hợp phụ gia khoáng xỉ lò cao - tro trấu để chế tạo bê tông tự lèn cường độ cao có tính năng tương tự bê tông tự lèn sử dụng cát thô.

- Từ nguồn nguyên vật liệu sẵn có ở Việt Nam (xỉ lò cao hạt hóa Thái Nguyên, tro trấu, phụ gia siêu dẻo, cát mịn, đá dăm, nước) hoàn toàn có thể chế tạo được bê tông tự lèn có khả năng tự lèn cao, độ đồng nhất tốt, cường độ nén ở tuổi 28 ngày đạt trên 60N/mm².

- Phối hợp sử dụng xỉ lò cao hạt hóa và tro trấu cho phép thay thế tới 50% xi măng (tính theo thể tích) trong hỗn hợp bê tông tự lèn với cát mịn. Hỗn hợp bê tông có khả năng tự lèn tốt và sau khi rắn chắc có cường độ và độ bền cao.

3.2 Kiến nghị

- Khảo sát trữ lượng cũng như đánh giá chất lượng cát mịn tại các địa phương khác nhau, từ đó có những hướng nghiên cứu cụ thể của việc sử dụng loại cát mịn tại mỗi địa phương.

- Tiếp tục nghiên cứu vai trò của cát mịn với một số loại bê tông thương phẩm khác như bê tông mác thông thường, bê tông bơm mác cao...

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Mạnh Kiểm (1976), *Bê tông cát mịn*, Báo cáo đề tài KH&CN cấp bộ, Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng
2. Trần Đức Trung, Ngô Văn Toàn (2003), *Nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia tro trấu và phụ gia siêu dẻo đến tính chất của hồ, vữa và bê tông*, Đồ án tốt nghiệp - Trường Đại học Xây dựng.
3. Trần Đức Trung (2012), *Nghiên cứu chế tạo bê tông tự lèn sử dụng cát mịn và hỗn hợp phụ gia khoáng xỉ lò cao - tro trấu*, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật - Trường Đại học xây dựng
4. Bùi Danh Đại (2005), *Nghiên cứu chế tạo microsilica từ tro trấu thay thế muối silic trong bê tông chất lượng cao*, Báo cáo đề tài KH&CN cấp Bộ , B2004-34-54
5. Ngô Văn Toàn (2010), *Nghiên cứu sử dụng cát mịn và hỗn hợp phụ gia khoáng tro trấu - xỉ lò cao để chế tạo bê tông cường độ cao*, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật - Trường Đại học Xây dựng
6. Phùng Quốc Trí (2006), *Nghiên cứu chế tạo bê tông tự lèn cường độ cao*, Đồ án tốt nghiệp - Trường Đại học Xây dựng.
7. Trần Bá Việt (2007), *Bài giảng bê tông tự lèn mác thông thường*.
8. TCVN 2682-99, *Xi măng pooc lăng - yêu cầu kỹ thuật*.
9. TCXDVN 325:2004, *Phụ gia hóa học cho bê tông*.