NGHIÊN CỨU MỘT SỐ GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG BÊ TÔNG BỌT SỬ DỤNG TRONG CÁC CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

Phần 1: Tỷ lệ nước/xi măng (N/X) và tỷ lệ xi măng/cốt liệu (X/C)

TS. Vũ Hải Nam, KS Nguyễn Đình Lợi,
KS. Tạ Văn Luân, KS. Vũ Hải Quang
TT. Xi măng và Bê tông, Viện Vật liệu xây dựng

Nhận bài ngày 06/03/2015, chấp nhận đăng ngày 10/04/2015

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ nước/xi măng (N/X) và tỷ lệ xi măng/cốt liệu (X/C) đến việc nâng cao chất lượng của bê tông bọt.

Kết quả nghiên cứu cho thấy khi giảm tỷ lệ N/X thì cường độ nén của bê tông bọt tăng. Với bê tông bọt nghiên cứu D800, tỷ lệ N/X 0,34 cho cường độ nén tuổi 28 ngày đạt 4,0 MPa, tỷ lệ N/X 0,47 cho cường độ nén tuổi 28 ngày đạt 2,9 MPa.

Từ khóa: *Tỷ lệ N/X, X/C, Bê tông bọt.*

ABSTRACT

This paper presented the research on the effect of water-cement ratio and cement-aggregate ratio on the quality of foamed concrete.

The research result showed that the compressive strength of foamed concrete increased when the water/cement ratio decreased. The compressive strength of foamed concrete D800 at 28 days reached 4.0 MPa with the water/cement ratio of 0.34, and reached 2.9 MPa with the water/cement ratio of 0.47.

Keywords: *Water/cement ratio, cement-aggregate ratio, foamed concrete.*

1. Giới thiệu

Bê tông bọt là một loại bê tông tổ ong được tạo rỗng theo phương pháp tạo bọt. Đây là một loại bê tông nhẹ chứa một lượng lớn các lỗ rỗng nhân tạo bé và kín hình tổ ong có chứa khí hoặc hỗn hợp khí - hơi nước, có kích thước từ 0,5 đến 2mm phân bố một cách đồng đều và được ngăn cách nhau bằng những vách mỏng, chắc. Trong bê tông bọt có hai hệ thống cấu trúc rỗng, cấu trúc lỗ rỗng lớn được tạo nên từ các lỗ rỗng tổ ong nhân tạo do phương pháp tạo bọt, cấu trúc lỗ rỗng bé được tạo nên từ các lỗ rỗng gel và hệ thống mao quản nằm trong phần vách ngăn giữa các lỗ rỗng lớn. [1,2,3].

Bê tông bọt có ưu điểm công nghệ chế tạo đơn giản, nguyên vật liệu chế tạo sẵn có, dễ dàng vận chuyển đến các vị trí khác nhau của công trình, không chế được khối lượng thể tích bê tông theo như mong muốn thông qua việc sử dụng chất tạo bọt, v.v Tuy có nhiều ưu điểm nhưng hiện nay bê tông bọt vẫn có những hạn chế cần khắc phục đó là cùng khối lượng thể tích thì bê tông bọt có cường độ nén thấp hơn so với bê tông khí và bê tông khí chưng áp.

Phần I của bài báo này sẽ trình bày các kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của tỷ lệ N/X, X/C đến cường độ nén và các tính chất khác của bê tông bọt.

2. Nguyên vật liệu và phương pháp sử dụng trong nghiên cứu

2.1. Nguyên vật liệu

2.1.1. Chất tạo bọt

Theo, [4,5,6], chất tạo bọt có nhiều nguồn gốc khác nhau, xong có thể chia thành một số loại chính sau: loại tổng hợp, loại lưỡng tính, loại anion, loại protein. Trong các loại đó thì chất tạo bọt dựa trên gốc protein cho các tính chất của bê tông bọt tốt hơn cả.

Nghiên cứu này đã lựa chọn chất tạo bọt gốc protein để làm chất tạo bọt chế tạo bê tông bọt.

Một số chỉ tiêu và mức chất lượng của chất tạo bọt sử dụng trong nghiên cứu được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Tính chất của chất tạo bọt sử dụng

TT	Các chỉ tiêu chất lượng chính	Đơn vị	Kết quả	Theo ASTM C869, [7]	Phương pháp thử
1	Khối lượng thể tích bê tông bọt + Sau khi bơm. + Khối lượng thể tích sấy khô	kg/m³	645 501	641 ± 48 487 ± 40	ASTM C 796
2	Cường độ nén	MPa	1,45	≥ 1,4	ASTM C 495
3	Cường độ ép chẻ	MPa	0,18	≥ 0,17	ASTM C496
4	Độ hút nước theo thể tích	%	22,3	≤ 25	ASTM C 796
5	Tổn thất khi sau khi bơm	%	3,8	≤ 4,5	ASTM C 796

Nhận xét: Chất tạo bọt sử dụng trong nghiên cứu đáp ứng các yêu cầu trong ASTM C869.

2.1.2. Xi măng

Nghiên cứu này đã sử dụng xi măng PCB 40 Nghi Sơn có các chỉ tiêu chất lượng thành phần hóa học và dải cỡ hạt được trình bày trong bảng 2, bảng 3 và hình 1.

2.1.3. Phụ gia hóa học

Phụ gia hóa học sử dụng là phụ gia gốc Naptalene sunphônát Natri. Các chỉ tiêu chất lượng thể hiện trong bảng 4.

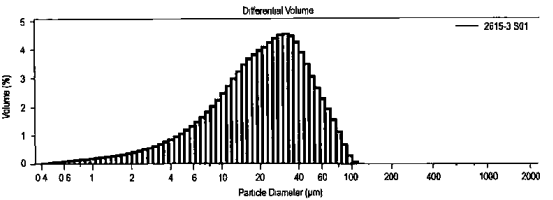
Bảng 2. Các chỉ tiêu cơ lý của xi măng PCB 40 Nghi Sơn

STT	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp thí nghiệm	Kết quả
1	Khối lượng riêng	g/cm³	TCVN 4030:2003	3,10
2	Độ mịn	%	TCVN 4030:2003	1,02
3	Độ dẻo tiêu chuẩn	%	TCVN 6017:1995	29,0
4	Độ ổn định thể tích	mm	TCVN 6017:1995	0,5
5	Thời gian đông kết	Phút	TCVN 6017:1995	
	- Bắt đầu đông kết			135
	- Kết thúc đông kết			180
6	Cường độ nén	MPa	TCVN 6016:2011	
	- 3 ngày			30,50
	- 28 ngày			50,90

Nhận xét: Các chỉ tiêu cơ lý của xi măng PCB 40 Nghi Sơn thỏa mãn các yêu cầu trong TCVN 6260:2011.

Bảng 3. Thành phần hóa học của xi măng PCB 40 Nghi Sơn

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	MKN	%	2,86
2	SiO_2	%	22,22
3	Fe_2O_3	%	2,95
4	Al_2O_3	%	4,78
5	CaO	%	61,18
6	MgO	%	3,02
7	SO_3	%	2,12
8	K_2O	%	0,40
9	Na_2O	%	0,06



Hình 1. Thành phần hạt (theo phương pháp đo laze) của xi măng PCB 40 Nghi Sơn

Bảng 4. Tính chất cơ lý của phụ gia siêu dẻo

STT	Tên chỉ tiêu		Đơn vị	Mức chất lượng
1	Ngoại quan		-	Dạng lỏng, màu nâu sẫm
2	Ion Cl-		%	Không có
3	Tỷ trọng		g/cm^3	1,18
4	Tăng đô sụt của hỗn hợp bê tông		lần	10
	- Độ sụt mẫu M0		cm	2
	- Độ sụt mẫu MPG		cm	20
5	Thay đổi thời gian ninh kết			
	Bắt đầu M0	Bắt đầu mẫu phụ gia		
	364	436	phút	72
	Kết thúc M0	Kết thúc mẫu phụ gia		
	512	603		91
6	Khả năng giảm nước của phụ gia		%	20,5
7	Tăng cường độ bê tông so với mẫu đối chứng:			
	- Ở tuổi 7 ngày		%	25,0
	- Ở tuổi 28 ngày			22,0

Nhận xét. Mẫu Mo, mẫu phụ gia được thực hiện theo TCVN 8826:2011.

2.1.4. Cốt liệu nhỏ

Cốt liệu nhỏ sử dụng trong nghiên cứu được sàng loại bỏ hạt lớn hơn 2,5 mm từ cát vàng Sông Lô. Các chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu nhỏ sử dụng được thể hiện trong bảng 5.

2.2. Phương pháp sử dụng

+ Xác định cường độ nén của bê tông bọt theo TCVN 9030.2011

+ Xác định cường độ uốn theo TCVN 6016 2011.

+ Xác định cường độ ép chẻ theo ASTM C496.

+ Xác định cường độ bám dính với cốt thép: Mẫu bê tông bọt được đúc trong khuôn trụ ϕ100xH200mm, dùng thanh thép ϕ10mm tròn trơn cắm sâu vào trong bê tông 100mm, bảo dưỡng mẫu đến tuổi thí nghiệm thì tiến hành xác định cường độ bám dính.

+ Độ hút nước, xác định theo TCVN 3113:1993

+ Độ co khô, xác định theo TCVN 9030:2011.

+ Xác định mô đun đàn hồi theo ASTM C469.

3. Kết quả nghiên cứu và bàn luận

Nguyên tắc thiết kế thành phần bê tông: trong nghiên cứu sử dụng loại bê tông bọt D800, với mẫu M2 thiết kế thành phần bê tông bọt sử dụng xi măng và cát đạt cấp cường độ chịu nén B2,5 ở tuổi 28 ngày theo TCVN 9029:2011, [8] Tất cả các các cấp phối có độ chảy của vữa dao động trong phạm vi 16 ± 1cm, tính chất bê tông bọt nghiên cứu được thể hiện trong bảng 6, bảng 7.

Bảng 5. Thành phần hạt và các chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu nhỏ

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thử
1	Khối lượng riêng	g/cm³	2,63	TCVN 7572-4:2006
2	Khối lượng thể tích xốp	kg/m³	1390	TCVN 7572-6:2006
3	Độ xốp tự nhiên	%	47,1	TCVN 7572-6:2006
4	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,83	TCVN 7572-8:2006
5	Mô đun độ lớn	-	2,2	TCVN 7572-2:2006
6	Hàm lượng tạp chất hữu cơ	So màu	Không sẫm hơn màu chuẩn	TCVN 7572-9:2006
7	Thành phần hạt			TCVN 7572-2:2006

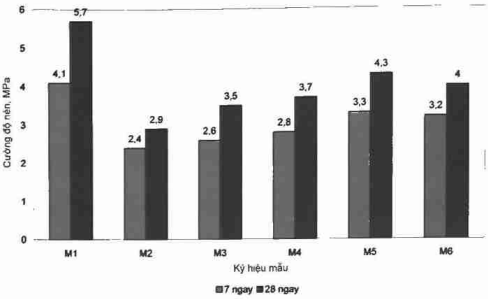
Kích thước lỗ sàng	Lượng sót trên sàng	Lượng sót tích luỹ	Lượng sót tích lũy theo TCVN 7570:2006
5,0mm	0		
2,5mm	0	0	0 - 20
1,25mm	10,4	11,8	15 - 45
630µm	24,5	39,7	35 - 70
315µm	35,8	80,2	65 - 90
140µm	15,9	98,2	90 - 100
<140µm	1,6	1,8	10

Bảng 6. Thành phần bê tông bọt cho 1m³

Ký hiệu mẫu	Xi măng, kg	Cát, kg	Nước trộn, lít	Phụ gia, lít	Tỷ lệ X/C	Tỷ lệ N/X
M1	661		279	-	0,0	0,42
M2	401	361	188	-	1,1	0,47
M3	411	370	150	2,75	1,1	0,37
M4	493	256	211	-	1,9	0,43
M5	522	271	177	4,5	1,9	0,34
M6	495	247	203		2,0	0,41

Bảng 7. Tính chất của bê tông bọt nghiên cứu

Ký hiệu mẫu	Cường độ uốn 28 ngày, MPa	Cường độ bám dính với CT tuổi 28 ngày, MPa	Mô đun đàn hồi tuổi 28 ngày, kN/mm²	Cường độ nén nung 800o C tuổi 28 ngày, MPa	Độ hút nước tuổi 28 ngày, %	Cường độ ép chẻ tuổi 28 ngày, MPa	Độ chảy vữa, cm	Khối lượng thể tích khô, Kg/m³	Cường độ nén, MPa		Độ co khô tuổi 28 ngày, %
									7 ngày	28 ngày	
M1	2,05	0,95	4,2	1,15	30,3	0,68	16,0	780	4,1	5,7	0,195
M2	1,32	0,40	2,6	0,43	22,4	0,24	16,0	800	2,4	2,9	0,212
M3	1,67	0,43	2,8	0,57	20,7	0,31	17,0	775	2,8	3,5	0,206
M4	1,82	0,45	3,0	0,64	25,4	0,46	16,0	815	2,8	3,7	0,205
M5	1,95	0,59	3,4	0,83	21,3	0,65	15,5	825	3,3	4,3	0,196
M6	1,90	0,55	3,0	0,63	22,9	0,57	16,0	790	3,2	4,0	0,198



Hình 2. Sự phát triển cường độ bê tông bọt

3.1. Ảnh hưởng tỷ lệ N/X và tỷ lệ X/C đến cường độ nén bê tông bọt

Cũng giống qui luật về ảnh hưởng của tỷ lệ N/X đến cường độ nén trong bê tông năng thông thường, kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra khi tỷ lệ N/X giảm làm tăng cường độ nén của bê tông bọt. Với mẫu M5 có tỷ lệ N/X 0,34 cho cường độ nén tuổi 28 ngày đạt 4,3 MPa (đạt B2,5 theo TCVN 9029:2011), mẫu M2 có tỷ lệ N/X 0,47 cho cường độ nén tuổi 28 ngày đạt 2,9 MPa (đạt B2,0 theo TCVN 9029:2011). Như vậy chênh lệch cường độ nén giữa mẫu M5 và M2 là 1,4 MPa, với bê tông bọt con số này rất có ý nghĩa vì để tăng cường độ nén của bê tông bọt là vấn đề rất nan giải.

Trong nghiên cứu cũng đã chế tạo bê tông bọt D800 chỉ sử dụng xi măng, có tỷ lệ N/X 0,42 cho cường độ nén tuổi 28 ngày đạt 5,7 MPa (đạt B3,5 theo TCVN 9029:2011). Cường độ nén của mẫu này cao hơn các mẫu khác cho thấy mẫu có tỉ lệ N/X cao hơn có thể cho cường độ cao hơn (ví dụ: so sánh cường độ nén ở tuổi 28 ngày giữa M1 và M5) Điều này có thể được giải thích do lượng dùng xi măng của mẫu M1 là 661 kg/m^3 lớn hơn rất nhiều lượng dùng xi măng của mẫu M5 là 552 kg/m^3 (chênh lệch 109kg xi măng cho 1m^3 bê tông bọt). Như vậy qua kết quả nghiên cứu cho thấy: mẫu chỉ sử dụng xi măng cho cường độ nén cao nhất và tỷ lệ N/X có thể không tuân theo qui luật thông thường

Qua kết quả nghiên cứu còn cho thấy, cường độ nén của bê tông bọt không chỉ phụ thuộc vào tỷ lệ N/X mà còn phụ thuộc vào tỷ lệ X/C. Với cùng tỉ lệ X/C, mẫu có tỉ lệ N/X cao hơn sẽ có cường độ nén cao hơn (so sánh M2 với M3, M4 với M5) Các mẫu có tỷ lệ X/C càng tăng thì cường độ nén cũng tăng theo.

3.2. Tính chất khác của bê tông bọt

+ Cường độ uốn kết quả thí nghiệm từ mẫu M1 đến M6 cho ta thấy khi cường độ nén tăng , cường độ uốn của bê tông bọt cũng tăng Mẫu M1 cho cường độ uốn cao nhất đạt 2,05 MPa, mẫu cho cường độ uốn thấp nhất là mẫu M2, với mẫu M1 có tỷ lệ N/X khá cao (0,42) và không sử dụng cát, mẫu M2 có tỷ lệ N/X cao nhất (0,47) và tỷ lệ X/C thấp nhất (1,1).

+ Cường độ bám dính với cốt thép: Tương tư như với cường độ uốn, cường độ bám dính của bê tông bọt D800 với cốt thép cũng tăng khi cường độ nén tăng.

+ Mô đun đàn hồi: Mô đun đàn hồi của bê tông bọt là một đặc trưng quan trọng khi tính toán chịu lực. Kết quả thí nghiệm cho thấy mô đun đàn hồi của bê tông bọt D800 tương đối nhỏ, dao đông từ 2,6 kN/mm^2 (mẫu M2) đến 4,2 kN/mm^2 (mẫu M1). Theo tài liệu [1], trong xây dưng, loại bê tông này không đòi hỏi phải dùng nhiều cốt thép do có mô đun đàn hồi nhỏ.

+ Độ hút nước: Kết quả thí nghiệm cho thấy mẫu có độ hút nước lớn nhất là mẫu M1 đạt 30,3%, mẫu có độ hút nước thấp nhất là mẫu M3 đạt 20,7%. Độ hút nước không tuân theo qui luật giống như cường đô nén mà phụ thuộc vào lượng nước nhào trộn ban đầu của bê tông

+ Cường độ ép chẻ: Chỉ tiêu này là bắt buộc khi thử nghiệm chất lượng của chất tạo bọt theo, [7]. Cường độ ép chẻ của bê tông bọt nghiên cứu đạt được từ 0,24 MPa (mẫu M2) đến 0,68 MPa (mẫu M1). Cường độ ép chẻ cũng tuân theo qui luật với cường đô nén: mẫu có cường độ nén cao nhất 5,7 MPa cho cường đô ép chẻ cao nhất 0,68 MPa và mẫu M2 cho giá trị thấp nhất.

+ Độ co khô: Tiêu chuẩn TCVN 9029:2011 qui định độ co khô của bê tông bọt không vượt quá 0,3% Tất cả các mẫu nghiên cứu đều cho kết quả độ co khô nhỏ hơn 0,3% (nằm trong khoảng từ 0,195% đến 0,212). Độ co khô của bê tông cũng có xu hướng ngược lại với cường độ nén. Khi so sánh mẫu M1 (cường độ nén 5,7 MPa, độ co khô 0,195%) với mẫu M5 (cường độ nén 4,3 MPa, độ co khô 0,196%) cho thấy: hai mẫu có cường độ nén chênh lệch nhau nhưng độ co khô gần tương đương nhau. Có thể giải thích rằng do mẫu M1 dùng toàn xi măng để chế tạo nên co ngót lớn còn mẫu M5 dùng xi măng, cát và phụ gia siêu dẻo.

4. Kết luận

Qua kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của tỷ lệ N/X và X/C đến tính chất của bê tông bọt cho phép rút ra một số kết luận sau:

+ Khi giảm tỷ lệ N/X làm tăng cường độ nén của bê tông bọt. Tỉ lệ N/X 0,34 cho cường độ nén tuổi 28 ngày đạt 4,3 MPa, tỷ lệ N/X 0,47 cho cường độ nén tuổi 28 ngày đạt 2,9 MPa; mẫu sử dụng hoàn toàn xi măng cho cường độ nén cao nhất.

+ Khi tăng tỷ lệ X/C, cường độ nén của bê tông bọt tăng. Cường độ nén của mẫu M2, M3 có tỷ lệ X/C là 1,1 thấp hơn cường độ nén của mẫu M4, M5 với tỷ lệ X/C là 1,9.

+ Tỷ lệ N/X và X/C ảnh hưởng trực tiếp đến các tính chất khác của bê tông bọt. Khi hai tỷ lệ này thay đổi thì các tính chất khác như: cường độ uốn, cường độ ép chẻ, cường độ bám dính với cốt thép, mô đun đàn hồi, độ co khô, độ hút nước cũng thay đổi theo./.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Tấn Quý, Nguyễn Thiện Ruệ, Giáo trình công nghệ bê tông xi măng tập một, Nhà xuất bản giáo dục, Hà Nội 2003.

[2] Bùi Văn Bội, Phùng Thị Thu Hà, Văn Viết Thiên Ân, Báo cáo tổng kết đề tài, Nghiên cứu công nghệ sản xuất bê tông bọt ứng dụng cho việc xây dựng nhà cao tầng và các khu đô thị mới của Hà Nội, Hà Nội 2005.

[3]. Nguyễn Hoàng Đạt, Nghiên cứu chế tạo bê tông bọt sử dụng hỗn hợp phụ gia khoáng tro bay - tro trấu và cốt liệu thực vật từ phế thải nông nghiệp, Luận văn Cao học ngành Vật liệu và Công nghệ VLXD, Hà Nội 2011.

[4]. GS.TSKH IU M.BAZENOV, PGS.TSKH Bạch Đình Thiên, TS. Trần Ngọc Tỉnh, Công nghệ bê tông, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội 2004 Trang 319-327.

[5]. K.C Brady, G.R.A.Watts and M.R Jones, Specification for foamed concrete, Project report PR/IS/40/2001.

[6]. Đào Quốc Hùng và CS, Nghiên cứu chế tạo chất tạo bọt sử dụng trong sản xuất bê tông nhẹ nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng vật liệu không nung, Báo cáo tổng kết, Viện Vật liệu xây dựng, Hà Nội 2102.

[7] ASTM C869 Standard Specification for Foaming Agents Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete.

[8]. Tiêu chuẩn TCVN 9029.2011 Bê tông nhẹ - Gạch bê tông bọt, khí không chưng áp - Yêu cầu kỹ thuật