

SỬ DỤNG BÊ TÔNG NHẸ TRONG XÂY DỰNG NHÀ Ở HƯỚNG TỚI SỰ PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ BỀN VỮNG USE OF CHEAP BUILDING MATERIAL FROM LIGHTWEIGHT PANELS OF FOAM CONCRETE IN LOW-INCOME HOUSING CASE STUDY ON SUSTAINABLE MATERIAL FOR VIET NAM

Nguyễn Văn Chánh

Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng, Trường Đại Học Bách Khoa TP.HCM, Việt Nam

BẢN TÓM TẮT

Bê tông nhẹ là một vật liệu xây dựng hiện nay đang được sử dụng phổ biến trong xây dựng cơ bản ở nhiều nước tiên tiến trên thế giới và trong khu vực. Chúng được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau : làm khung, sàn, tường cho các nhà nhiều tầng, dùng trong các kết cấu vỏ mỏng, tấm cong, trong cấu tạo các cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn...v.v.

Công nghệ bê tông nhẹ là công nghệ sạch, tận dụng nguồn phế liệu trong công nghiệp, để sản xuất vật liệu rẻ tiền, thân thiện môi trường , là sự đóng góp lớn đối với hướng phát triển đô thị bền vững trong lĩnh vực xây dựng công trình. Báo cáo trình bày qui trình thiết kế thành phần hỗn hợp, tính chất của bê tông nhẹ, công nghệ sản xuất và các kết quả triển khai áp dụng.

ABSTRACT

Of all the housing problems being faced by the developing countries, low-income housing is the most complex. The lack of financial resources, low government priority for housing, low per capita income and non-affordability of majority of the population, are a few major reasons for the serious housing situation.

This paper summarizes the cheap building material, design concept, properties of foam concrete, and process technology, as well as its application in construction. Prefabricated light weight panels are used as building components in housing - construction. In VietNam, it has been widely applied for construction of low – cost housing projects.

Key words : foam concrete, light weight panels, properties, process technology, low – cost housing.

1. GIỚI THIỆU

Một công nghệ gạch Block bằng bê tông nhẹ sẽ hạn chế việc sử dụng gạch đất sét nung là loại sản phẩm sản xuất có nhiều nhược điểm như khối thác đất canh tác bừa bãi, cần nhiều chất đốt, kích thước viên gạch nhỏ, năng suất xây dựng thấp, gây ô nhiễm môi trường.

Với bê tông nhẹ chúng ta có thể tạo được các panel phục vụ cho việc xây dựng với các ưu việc sau : có kích thước lớn rất thích hợp cho việc vận chuyển, thi công lắp ghép trong thi công có thể cắt vật liệu theo bất cứ hình dáng nào phù hợp với vị trí của kết cấu trong công trình.

Vì bê tông nhẹ ngoài các ưu điểm của bê tông thông thường còn có tính cách âm, cách nhiệt tốt hơn và đặc biệt là tổng giá thành của công trình nhà cao tầng xây dựng bằng bê tông nhẹ thường thấp hơn đáng kể so với các loại bê tông thông thường khác.

Bê tông nhẹ là vật liệu bền vững, thân thiện với môi trường, có nhu cầu lớn trong tương lai của ngành xây dựng như : xây dựng nhà cao tầng và đặc biệt xây nhà ở rẻ tiền.

Bê tông bọt xốp là loại bê tông nhẹ có xi măng portland làm gốc và vô số các hạt khí nhỏ phân bố đồng đều trong bê tông. Bằng cách điều chỉnh đơn giản và chính xác lượng bọt khí tạo ra từ một dung dịch đặc biệt do tác động cơ học ta

có thể điều chỉnh được tỷ trọng bê tông từ 320-1920 kg/ m³ .

Bê tông xốp cũng có thể bao gồm các cốt liệu mịn và thô, các bọt khí nhỏ li ti, phân bố đồng đều và không bị nối liền với nhau tạo ra một loại bê tông nhẹ, rất dễ sử dụng và dễ bơm, đồng thời là một sản phẩm chống nóng tuyệt vời . Loại bê tông này mang tính kinh tế bởi việc thay thế cốt liệu rỗng đất tiền bằng những bọt khí rẻ tiền.

2. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU SỬ DỤNG

Để bê tông đạt được các tính chất theo yêu cầu, điều đầu tiên là ta phải biết được các tính chất của nguyên vật liệu như : xi măng, cát, nước, phụ gia ..

Các nguyên vật liệu phải được xác định theo những điều kiện và phương pháp theo tiêu chuẩn, phải tuân theo những qui định của nhà nước (TCVN).

2.1. Các tính chất của cát

2.2. Các tính chất của xi măng

Sử dụng loại xi măng PCB40

Bảng 1 : Thành phần hạt của cát

Tinh (%)	Kích thước mắt sàng (mm)						Lọt qua sàng 0,16 mm (%)
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
Lượng sót riêng phần	0	2,96	15,3	23,4	45,22	11,3	1,82
Lượng sót tích lũy	0	2,96	18,26	41,66	86,88	98,18	100

Bảng 2 : Các chỉ tiêu kỹ thuật của cát

Chỉ tiêu kỹ thuật	γ_{ac} (g/cm ³)	γ_{oc} (g/cm ³)	Mdl	Dtb (mm)	S (cm ² /g)	W (%)
	2,65	1,36	2,479	0,4	7,7	3,1

Bảng 3 : Các tính chất cơ lý của xi măng

Loại xi măng	Portland PCB40		
Khối lượng riêng γ_{ax} (g/cm ³)	3,15		
Khối lượng thể tích γ_0^x (g/cm ³)	1,24		
Lượng nước tiêu chuẩn (%)	29,5		
Thời gian ninh kết	Bắt đầu		Kết thúc
	1h50'		5h15'
Cường độ	Nén (kG/cm ²)		
	3 ngày	7 ngày	28 ngày
	214,5	300,1	435,2

2.3. Các tính chất của phụ gia tạo bọt

Phụ gia tạo bọt hòa tan trong nước. Bảo quản ở nhiệt độ thường trong bình kín.

Các thông số kỹ thuật của phụ gia tạo bọt như sau:

Bảng 4 : Các tính chất của phụ gia tạo bọt

Loại phụ gia	Bọt khí		
Khối lượng thể tích (g/l)	50		
Thời gian (giờ)	1	2	4
Thể tích Bọt còn lại	90%	70%	50%

Một lit phụ gia tạo bọt có thể cho ra được 25lit bọt kỹ thuật. Bọt kỹ thuật là bọt được tạo ra từ phụ gia tạo bọt : gồm nhiều hạt nhỏ li ti giống như bọt cạo râu. Bọt đúng chất lượng thì ta có thể ôm lấy được.



Hình 1 : Bọt kỹ thuật

3. CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO BÊTÔNG NHẸ BỌT XÓP

3.1. Những thiết bị chính trong công nghệ

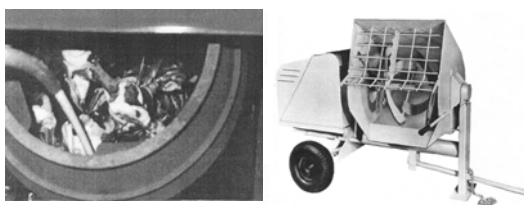
➤ Máy tạo bọt

Dây chuyền nhỏ

Hệ thống sử dụng cho dây chuyền có công suất nhỏ gồm một thùng áp lực để chứa dung dịch trộn sẵn, một bộ phận phân dung dịch và một vòi phun bọt được tính toán để xả ra một lượng bọt định hình sẵn ở một tỷ lệ không đổi.



Hình 2 : Thiết bị tạo bọt



Hình 3 : Máy trộn bê tông nhẹ

Các bình áp lực được thiết kế với rất nhiều kích cỡ phù hợp với nhu cầu sản xuất hợp lý, có thể sử dụng hệ thống trộn theo mẻ hay trộn liên tục. Các bình áp lực được cung cấp theo thể tích tiêu chuẩn phù hợp với nhu cầu công việc. Khi sử dụng hệ thống trộn liên tục có thể lắp đặt 2 bình áp lực song song, một bình có thể xả trong khi bình thứ hai đang nạp dung dịch trộn sẵn.

Cách sử dụng:

Nước và chất tạo bọt được cấp riêng rẽ vào máy tạo bọt. Máy sẽ trộn hai thành phần này theo tỷ lệ quy định. Dung dịch này gọi là dung dịch trước khi tạo bọt. Khí nén được cấp vào một súng phun bọt. Từ súng này bọt trắng, bền sẽ được phun ra với thể tích gấp 20-25 lần dung dịch trước khi tạo bọt. Bọt này sẽ được trộn với vữa xi măng-cát trong thùng trộn phù hợp để sản xuất bê tông xốp nhẹ.

Máy có trang bị một bộ cài đặt thời gian tự động để cho phép sản xuất các mẻ bê tông xốp liên tiếp với lượng bọt chính xác như nhau. Loại máy này an toàn trong sử dụng vì chỉ cần có khí nén để hoạt động.

➤ Máy trộn

Hầu hết các máy trộn bê tông có trên thị trường nhìn chung có thể dùng được.

Dây chuyền bình áp lực:

3.2. Thông số kỹ thuật bê tông nhẹ

Bảng 5 : Thành phần cấp phối hỗn hợp bê tông nhẹ bọt xốp

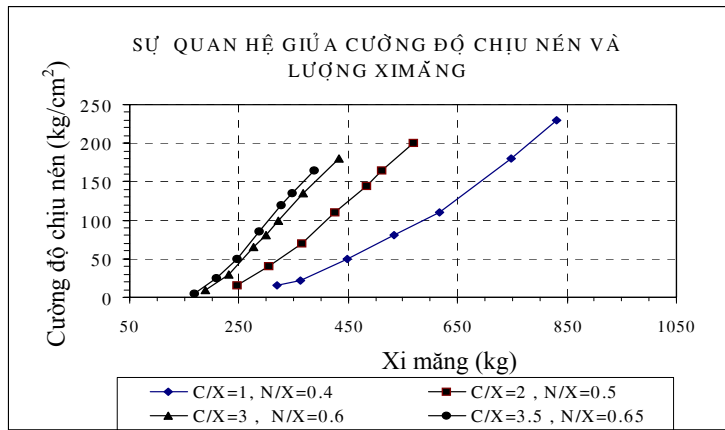
C/X	N/X	X (kg)	C (kg)	N (L)	B (L)	γ_0 (kg/m ³)	R (kg/cm ²)	HP(%)
1	0.4	319	319	127.6	810	738	15	17.52
		362	362	144.8	750	838	22	15.44
		448.4	448.4	179.4	637.1	1038	50	12.46
		533.8	533.8	213.5	518.3	1238	80	10.45
		618	618	247.2	405	1438	120	8.99
2	0.5	247.7	495.4	123.8	823.1	832	15	16.67
		305.6	611.1	152.8	698.4	1032	40	13.51
		365.1	730.2	182.5	575.5	1232	70	11.32
		425.5	850.9	212.7	445.5	1432	110	9.73
		482.8	965.6	241.4	325	1632	145	8.54
3	0.6	187.5	562.5	112.5	880	830	9	17.2
		232	696	139.2	750	1030	30	13.86
		277.2	831.5	166.3	614.2	1230	60	11.61
		300	900	180	550	1330	80	10.73
		322.7	968	193.6	486.7	1430	100	9.98
3.5	0.65	167.5	586.3	108.9	937.5	825	5	18.32
		207.9	727.8	135.2	793.7	1025	25	14.75
		247.5	866.3	160.9	658.3	1225	50	12.34
		287.8	1007	187.1	513.5	1425	85	10.61
		327.5	1146	212.9	381.7	1625	120	9.30

Ghi chú:

C: Khối lượng cát cho 1 m³ bê tông (kg) ;
 N: Lượng nước cho 1 m³ bê tông (lít) ;
 C/X : Tỷ số cát so với xi măng ;
 γ_0 : Khối lượng thể tích (Kg/m³) ;
 HP: Độ hút nước (%).

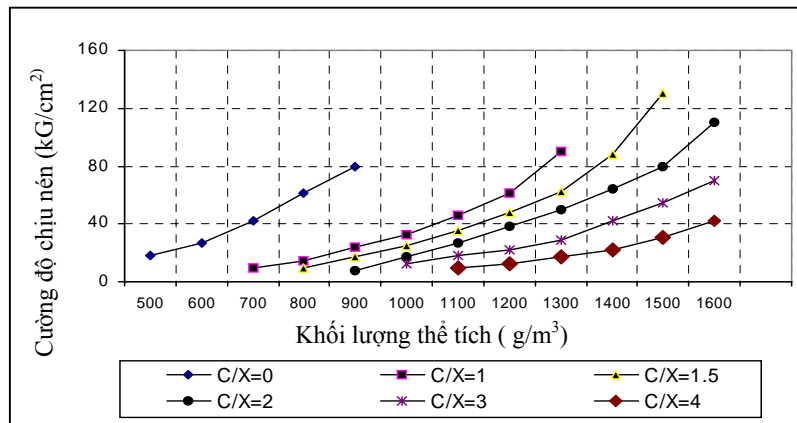
X: Khối lượng xi măng cho 1 m³ bê tông (kg).
 B: Lượng bột cho 1 m³ bê tông
 N/X : Tỷ số nước so với xi măng
 R: Cường độ chịu nén (kG/cm²).

□ **Sự tương quan giữa hàm lượng xi măng và cường độ:**



Hình 4 : Quan hệ cường độ chịu nén – hàm lượng xi măng

□ **Sự tương quan giữa khối lượng thể tích và cường độ:**



Hình 5 : Quan hệ cường độ chịu nén – khối lượng thể tích

4. ỨNG DỤNG THỰC TẾ TRONG CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

4.1. Triển khai xưởng sản xuất sản phẩm gạch block

Ứng dụng công nghệ để sản xuất bê tông nhẹ khối lượng thể tích 500 – 800 kg/m³, cường độ đạt 2 – 5 MPa. Dưới đây là kết quả nghiên cứu và sản xuất gạch Block bê tông nhẹ một số tính chất sản phẩm và

□ Quy cách sản phẩm :

Theo yêu cầu của cơ quan thiết kế và chủ đầu tư về khối lượng thể tích và cường độ dao động trong khoảng 500 – 800kg/m³, 20 – 50 daN/cm², như bê tông thường ở các nước sản xuất theo các kích thước sau : 300 x 150 x 200 (mm), 300 x 100 x 150 (mm), 400 x 150 x 200 (mm), 400 x 100 x 200 (mm).

□ Sai lệch kích thước :

Bảng 7 : Tiêu chuẩn qui định sai lệch hình dạng của sản phẩm

Loại khuyết tật	Mức
1. Sai lệch độ vuông góc, tính bằng mm, không lớn hơn	4
2. Cong vênh trên mặt đáy, trên mặt cạnh, tính bằng mm, không lớn hơn.	3
3. Số vết nứt cạnh, nứt góc sâu từ 10 – 15mm, dài 10 – 20mm, không lớn hơn.	4

□ Qui định khối lượng thể tích khô :

Việc qui định khối lượng thể tích khô cho phép phân định giữa các mức khối lượng thể tích khác nhau, dựa vào đó người thiết kế phải tính toán tải trọng công trình có tính đến khối lượng thể tích của loại block bê tông nhẹ sử dụng, cũng như người sản xuất biết được sản phẩm mà mình sản xuất thuộc mức khối lượng thể tích nào. Từ đó tiêu chuẩn qui định mức khối lượng thể tích khô của sản phẩm như sau:

Bảng 8 : Qui định khối lượng thể tích của sản phẩm

Mác	Khối lượng thể tích khô (kg/m ³), không lớn hơn
D400	400
D500	500
D600	600
D700	700
D800	800
D900	900
D1000	1000
D1100	1100
D1200	1200

Dựa trên kết quả kiểm tra thực tế, tham khảo các tiêu chuẩn của nước ngoài BS, EN 771-4 : 2001 tiêu chuẩn đã quy định giới hạn chênh lệch cho phép đối với loại sản phẩm này như sau :

Bảng 6 : Quy cách sản phẩm

Kích thước (mm)	Giới hạn chênh lệch (mm)
Chiều dài (l)	± 4
Chiều rộng (b)	± 3
Chiều cao (h)	± 3

□ Khuyết tật hình dạng của sản phẩm :

Vì block bê tông nhẹ là sản phẩm được tạo hình theo công nghệ khuôn kém ổn định vì vậy sai lệch về góc, cũng như độ cong vênh sẽ lớn hơn. Hơn nữa nó là sản phẩm mềm, rất dễ bị nứt góc, nên cho phép số vết nứt lớn hơn. Qua số liệu kiểm tra thực tế và tham khảo một số tiêu chuẩn có liên quan đưa ra mức khuyết tật về hình dạng của sản phẩm này theo bảng sau :

□ Qui định cường độ nén :

Qua kiểm tra chất lượng thực tế ở các đơn vị sản xuất :

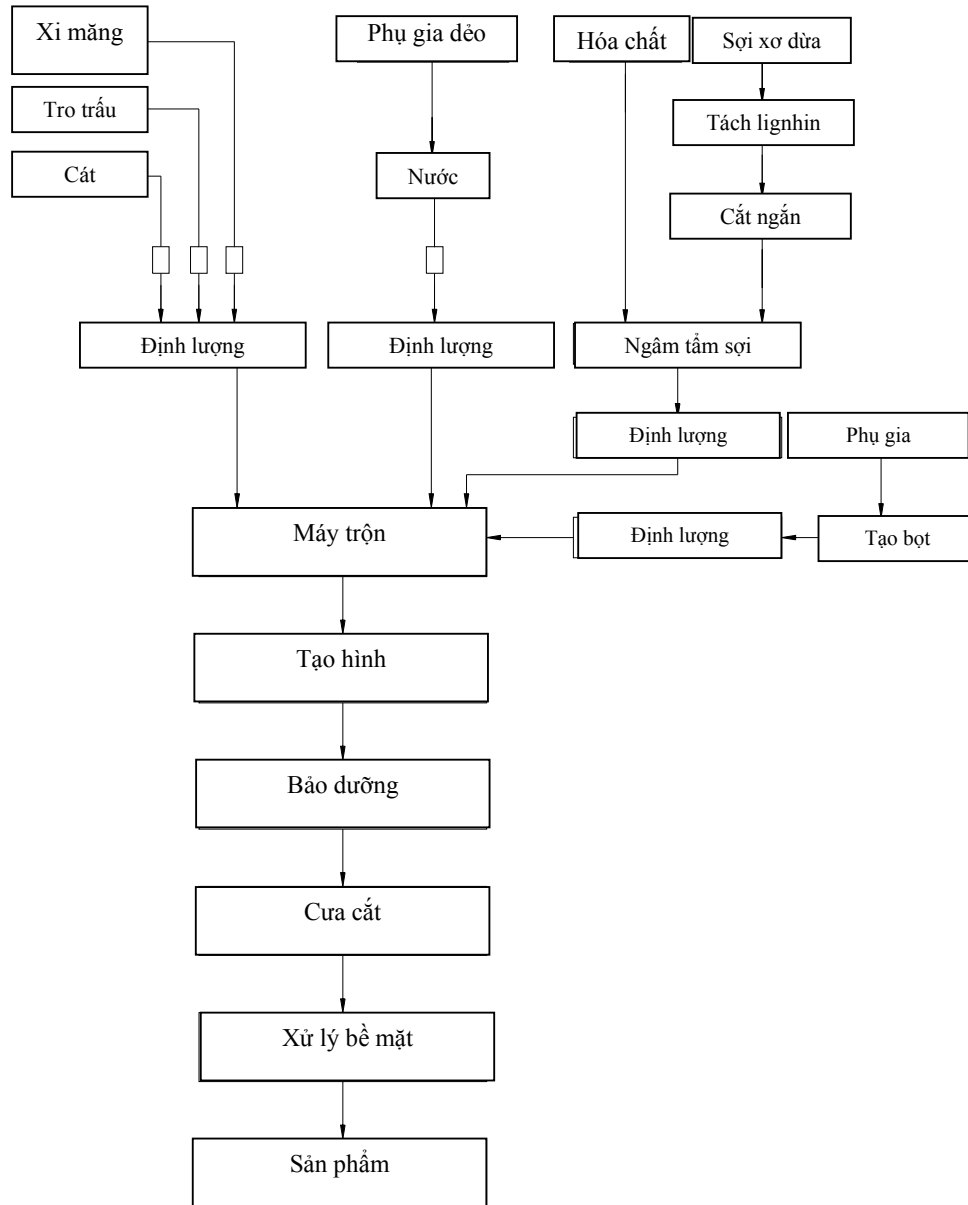
Bảng 9 : Qui định cường độ chịu nén

Mác	Cường độ nén tuổi 28 ngày N/mm ² , không nhỏ hơn
M10	10 (100)
M15	15 (15)
M20	2,0 (20)
M25	2,5 (25)
M30	3,0 (30)
M35	3,5 (35)
M50	5,0 (50)
M75	7,5 (75)
M100	10 (100)

4.2. Triển khai xưởng sản xuất panel nhẹ

Thiết lập dây chuyền sản xuất các sản phẩm panel nhẹ để xây dựng nhà ở lắp ghép. Kết quả áp dụng thực tế khẳng định hiệu quả của công nghệ bê tông nhẹ đầy tiềm năng trong công trình xây dựng nhà ở.

□ Sơ đồ công nghệ sản xuất panel nhẹ



Hình 6 : Sơ đồ công nghệ chế tạo

Qua các công tác nghiên cứu trong phòng thí nghiệm và các quá trình chế tạo thử tại hiện trường có thể đề xuất các công đoạn chính sau :

- Chuẩn bị thành phần nguyên vật liệu.
- Trộn hỗn hợp.
- Tạo hình
- Dưỡng hộ.
- Hoàn thiện sản phẩm.

Công nghệ sản xuất các sản phẩm bê tông cốt sợi, tùy theo điều kiện cơ giới hoá mà có năng suất và chất lượng sản phẩm khác nhau.

Để đảm bảo chất lượng sản phẩm cần thiết, thành phần của hỗn hợp nguyên vật liệu phải được chuẩn bị chi tiết.

□ **Thiết kế thành phần hỗn hợp bê tông nhẹ**

Đối với việc sản xuất cần chú ý đặc biệt tới sự lựa chọn hỗn hợp phối liệu. Thiết kế thành phần hỗn hợp dựa trên phương pháp khối lượng tuyệt đối. Trong phương pháp này khối lượng tuyệt đối của hỗn hợp bê tông tương đương với tổng khối lượng tuyệt đối của các nguyên liệu thành phần và hàm lượng bọt khí trong hỗn hợp.

Tổng khối lượng tuyệt đối của các nguyên liệu thành phần tương đương với tính đồng nhất của hỗn hợp bê tông và được thể hiện bằng biểu thức (1), (2), (3).

CKD + Cát + Nước + Sợi + Phụ gia siêu dẻo = Khối lượng thể tích hỗn hợp bê tông

$$CKD + C + S + N + SP = \gamma_0^{h\text{hợp}} \quad (1)$$

$$CKD(1 + \frac{C}{CKD} + \frac{S}{CKD} + \frac{N}{CKD} + \frac{SP}{CKD}) = \gamma_0^{h\text{hợp}} \quad (2)$$

$$\frac{CKD}{\gamma_a^{CKD}} + \frac{C}{\gamma_a^C} + \frac{S}{\gamma_a^S} + \frac{N}{\gamma_a^N} + \frac{SP}{\gamma_a^{SP}} + V_{\text{bọt}} = 1 \quad (3)$$

Trong đó :

CKD : Khối lượng của xi măng poóc-lăng - tro trấu trong 1m³ bê tông (kg/m³)

C: Khối lượng của cát trong 1m³ bê tông (kg/m³)

SP : Khối lượng của phụ gia siêu dẻo trong 1m³ bê tông (kg/m³)

N: Tổng khối lượng nước trong 1m³ bê tông (kg/m³)

S: Khối lượng sợi xơ dừa đã xử lý trong 1m³ bê tông (kg/m³)

$\gamma_0^{h\text{hợp}}$: Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông thiết kế (kg/m³)

γ_a : Khối lượng riêng của nguyên vật liệu (g/cm³)

□ **Hỗn hợp các nguyên liệu thành phần đối với bê tông nhẹ cốt sợi xơ dừa**

Một số phương án điển hình được tính toán thành phần cấp phối của hỗn hợp bê tông nhẹ cốt sợi xơ dừa và kết hợp kiểm nghiệm các tính chất của BTCS xơ dừa theo thiết kế. Kết quả trình bày ở bảng 10 và 11.

Bảng 10 : Cấp phối bê tông nhẹ cốt sợi xơ dừa

Cấp phối	$\gamma_0^{h\text{hợp}}$ thiết kế (kg/m ³)	CKD		Cát (kg)	Sợi (kg)	Nước (kg)	SP (kg)	Bọt (l)
		XM (kg)	Tro trấu (kg)					
1	1400	411,8	274,5	206,0	82,3	411,8	13,7	160
2	1200	352,8	235,2	176,4	70,6	352,8	11,8	281
3	1000	294,0	196,0	147,0	59,0	294,2	9,8	400
4	800	235,3	156,9	117,7	47,1	235,3	7,8	520

Bảng 11 : Kết quả tính chất cơ lý của bê tông cốt sợi xơ dừa

Cấp phối	$\gamma_0^{h\text{hợp}}$ (kg/m ³)	Độ sụt (cm)	Độ chảy (cm)	$\gamma_0^{\text{khô}}$ (kg/m ³)	Rn (kG/cm ²)
1	1400	14	38	1240	124,3
2	1200	17	43	1050	105,2
3	1000	21	52	890	65,7
4	800	22	54	720	45,6

Tùy lượng bột trộn vào hỗn hợp bê tông sẽ điều chỉnh khối lượng thể tích của hỗn hợp. Dùng các phương pháp thực nghiệm xác định khối lượng thể tích, độ sụt, độ chảy, của hỗn hợp bê tông, và khối lượng thể tích, cường độ chịu nén của bê tông theo các tiêu chuẩn đã quy định, để điều chỉnh thành phần cấp phối hỗn hợp BTCS sơ dữa.

□ **Quy cách - tính chất - sử dụng của sản phẩm:**

Tấm panen : Tấm panen thường phân loại các cỡ dày 60 – 100 mm có lỗ rỗng dọc theo chiều dài, chiều rộng 400 – 600mm, chiều dài 1000 –

4000mm. Độ hút nước < 20%, cường độ chịu uốn $\geq 80\text{kG/cm}^2$. Dùng làm tường ngoài, tường ngăn cho nhà ở, nhà công cộng...

□ **Đánh giá kết quả ứng dụng**

Các kết quả nghiên cứu đã được ứng dụng để sản xuất các tấm panen cốt sợi xơ dừa phục vụ triển khai xây dựng nhà ở lắp ghép giá thành thấp. Kết quả triển khai sản xuất thử đã tạo ra một số sản phẩm mới, thiết bị chế tạo đơn giản, và đã xây dựng được một số ngôi nhà thí điểm.

□ **Chỉ tiêu chất lượng tấm tường TBK:**

(Đã được TT.Tiêu chuẩn-Đo lường Chất lượng kiểm định)

1. Khối lượng thể tích : 800 kg/m^3 - 1240 kg/m^3 (nhẹ bằng 1/2 tường xây gạch).
2. Độ hút nước : 10% - 12% (không hút nước).
3. Cường độ chịu nén mẫu thử $15 \times 15 \times 15\text{cm}$ sau 28 ngày : 35 - 50 kgf/cm^2
4. Lực uốn gãy toàn tấm sau 28 ngày : 75 - 150 kgf/cm^2 .
5. Độ cách âm, cách nhiệt tốt hơn rất nhiều so với tường xây.
6. Bền trong môi trường tự nhiên và môi trường ẩm nhiệt.
7. Đạt độ tuổi thọ lý thuyết trên 20 năm.



Hình 7 : Xưởng sản xuất tấm panel nhẹ



Hình 8 : Vận chuyển sản phẩm đến công trường



Hình 9 : Thi công lắp dựng nhà



Hình 10 : Xây dựng nhà ở giá thành thấp bằng gạch block bê tông nhẹ tại TP.HCM



Hình 11 : Panel nhẹ dùng xây dựng lắp ghép 104 căn nhà rẻ tiền cho công nhân khu công nghiệp Linh Trung – Thủ Đức, TP.HCM

4.3. Triển khai xưởng sản xuất bê tông nhẹ cách nhiệt trang trí

Áp dụng công nghệ bê tông nhẹ để triển khai sản xuất các sản phẩm bê tông nhẹ cách nhiệt, trang trí. Hiệu quả sản phẩm đã được kinh doanh rộng rãi trong nước và xuất khẩu. Sản phẩm đã được huy chương vàng của Bộ Xây Dựng & đạt tiêu chuẩn ISO9001.



Hình 12 : Các sản phẩm trang trí làm bằng bê tông nhẹ

5. KẾT LUẬN

- Xây dựng đầy đủ từng công đoạn của quy trình công nghệ sản xuất bê tông nhẹ.
- Đã triển khai chuyên giao công nghệ để sản xuất vật liệu xây dựng dùng cho nhà ở. Các công ty tiếp nhận công nghệ đã phát triển sản phẩm có uy tín trong thị trường.
- Vì vậy, cần phải có chiến lược và chính sách phát triển lâu dài công nghệ vật liệu xây dựng rẻ tiền, bền vững và thích hợp trên cơ sở tận dụng những phế liệu trong công nghiệp, hạn chế khai thác nguyên liệu từ các nguồn tài nguyên thiên nhiên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Chánh(2001), “Công nghệ bê tông nhẹ bọt xốp ứng dụng trong công trình xây dựng”, Hội nghị Khoa học, Công nghệ & Môi trường vùng Nam trung bộ và Tây nguyên lần thứ VI, Bộ Khoa học Công nghệ và Môi trường, Đà Nẵng, tr. 224-229.
2. Nguyễn Văn Chánh(2004), “Công nghệ sản xuất tấm tường bằng bê tông nhẹ xây dựng nhà lắp ghép giá thành thấp vùng DBSCL”, Tạp chí Người Xây Dựng, tr. 29-32.
3. Nguyễn Văn Chánh và cộng sự(2003), “Công nghệ bê tông nhẹ bọt xốp câu hỏi và trả lời”, Tuyển tập báo cáo giải pháp ứng dụng vật liệu nhẹ chất lượng cao để giảm chi phí đầu tư xây dựng trên nền đất yếu, Sở xây dựng tỉnh Tiền Giang, tr. 46-50.