

BÊ TÔNG ĐỘN RƠM - PHƯƠNG PHÁP QUẢN LÝ CHẤT THẢI

NÔNG NGHIỆP BỀN VỮNG

Đặng Văn Thanh, Lê Tấn Quỳnh, Nguyễn Thị Vân Hòa

Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Ở các vùng nông nghiệp - nông thôn Việt Nam hiện nay, giải quyết vấn đề xử lý rơm rạ sau mỗi mùa vụ sao cho ảnh hưởng nhỏ nhất đến môi trường đang là nhiệm vụ đặc biệt quan trọng; bởi giảm thiểu tác động môi trường là yêu cầu ngày càng có ý nghĩa trong các hoạt động sống của con người. Bài báo đề xuất và chỉ ra phương pháp sử dụng rơm làm chất độn cho bê tông. Dựa trên các tiêu chí của bê tông nhẹ, qua việc kiểm tra các tính năng cơ bản cho thấy, loại bê tông sử dụng chất độn rơm, khi được thiết kế thành phần hợp lý sẽ đáp ứng được các chỉ tiêu về khối lượng thể tích và cường độ chịu nén quy định đối với bê tông nhẹ. Kết quả nghiên cứu cho thấy, với loại bê tông độn rơm được tạo ra từ bê tông nền B15, hàm lượng rơm trong khoảng 10 ÷ 18% theo khối lượng xi măng đảm bảo phù hợp với quy định của tiêu chuẩn Việt Nam về bê tông nhẹ. Sử dụng loại bê tông này không chỉ giảm được chi phí về nguyên vật liệu, mà còn góp phần đáng kể vào việc giảm thiểu tác động môi trường gây ra từ các phế thải nông nghiệp.

Từ khóa: Bê tông nhẹ, bê tông rơm, cường độ nén, khối lượng thể tích, phế thải nông nghiệp.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thực tế xây dựng các công trình hiện nay, vật liệu xây dựng chiếm một tỉ lệ rất lớn trong giá thành xây dựng; việc sản xuất và cung cấp các loại vật liệu xây dựng phù hợp, đáp ứng được đầy đủ các yêu cầu xây dựng có một vị trí rất quan trọng, quyết định đến thành giá và chất lượng công trình. Bê tông là một loại vật liệu hiện đang được sử dụng rất rộng rãi trong các lĩnh vực xây dựng. Tùy thuộc vào yêu cầu sử dụng trong các kết cấu công trình mà bê tông được chế tạo với nhiều chủng loại và nhiều đặc tính khác nhau. Cùng với mục tiêu tạo ra được những loại bê tông có cường độ cao – chất lượng cao, thì vấn đề tận dụng các phế thải từ sản xuất và đời sống vào việc chế tạo bê tông, góp phần giảm thiểu tác động môi trường cũng là vấn đề đang được quan tâm. Trong nông nghiệp, tính trung bình mỗi ha ruộng lúa sẽ có thể cho ra khoảng 6 tấn rơm rạ.

Với tỷ lệ hầu hết lượng rơm rạ được đốt hay bỏ lại trên đồng ruộng như hiện nay, không chỉ gây lãng phí, mà còn ảnh hưởng xấu đến môi trường. Chính vì vậy, việc nghiên cứu tận dụng rơm rạ – nguồn vật liệu tại chỗ sẵn có ở nông thôn để làm chất độn chế tạo bê tông, làm phong phú thêm nguồn vật liệu phục vụ xây dựng nông thôn mới, đồng thời góp phần làm giảm tác động tiêu cực của các phế thải nông nghiệp tới môi trường là thực sự cần thiết. Trong khi đó, trên thế giới vẫn còn rất ít kết quả nghiên cứu được công bố về sử dụng rơm làm vật liệu xây dựng nói chung và làm chất độn bê tông nói riêng.

Năm 2013, Larisa Brojan, Alja Petric và Peggi L.Clouston qua nghiên cứu so sánh về các hệ thống tường gạch và tường rơm đã chỉ ra rằng: việc sử dụng các cấu kiện rơm là một lựa chọn tốt thay thế cho gạch. Năm 2014, Larisa Brojan, Peggi L. Clouston qua việc phân tích

một số ưu nhược điểm của việc dựng các cấu kiện chế tạo từ rơm trong xây dựng đã khẳng định: cùng với thạch cao tự nhiên, bức tường rơm sẽ tạo ra môi trường bên trong của ngôi nhà yên tĩnh, an toàn và lành mạnh hơn. Năm 2016, Muhammad Usman Farooqi và Majid Ali qua nghiên cứu về việc sử dụng sợi rơm cho bê tông mặt đường đã kết luận: bê tông gia cường sợi rơm sử dụng cho áo đường là rất có tiềm năng. Năm 2012, Jun Liu, Honghong Zhou và Bing Zhang đã nghiên cứu ảnh hưởng của tỉ lệ rơm đến các tính chất vật lý của bê tông rỗng chỉ ra rằng: khi tỷ lệ rơm tăng từ 0 ~ 15% thì cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo uốn và tính ổn định nước của bê tông giảm dần, tuy nhiên vẫn đáp ứng các yêu cầu quy định với bê tông rỗng thông thường. Năm 2010, Andrew Alcorn và Michael Donn qua nghiên cứu về tiềm năng của cấu kiện dùng rơm và gỗ đối với việc hấp thụ cacbon trong xây dựng nhà đã khẳng định: có thể giảm lượng khí thải CO₂ theo hướng cân

bằng năng lượng bằng cách sử dụng các vật liệu sinh học như rơm và gỗ. Năm 2011, Behzad Sodagar, Deepak Rai, Barbara Jones, Jakub Wihan và Dr Rosi Fieldson qua nghiên cứu về tiềm năng giảm cacbon của nhà rơm đã minh họa vai trò của rơm như một loại vật liệu và kỹ thuật xây dựng để giảm các ảnh hưởng tới nhà ở bằng phương pháp xây dựng mô hình hóa hiệu suất phát thải CO₂.

Ở Việt Nam, chưa có kết quả nghiên cứu chính thức nào về sử dụng rơm làm vật liệu nói chung và làm chất độn bê tông nói riêng được công bố.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

Chất kết dính: sử dụng xi măng pooc lăng PCB-40 được sản xuất tại Công ty cổ phần xi măng Nam Sơn – Việt Nam. Các thông số kỹ thuật cơ bản của loại xi măng này đều thỏa mãn quy định của Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2682: 2009 và được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Chỉ tiêu kỹ thuật của xi măng PCB-40

TT	Chỉ tiêu kỹ thuật	Trị số
	Giới hạn bền nén:	
1	- Sau 3 ngày ± 45 phút	≥ 21 N/mm ²
	- Sau 28 ngày ± 8 giờ	≥ 40 N/mm ²
	Thời gian đông kết	
2	- Bắt đầu	≥ 45 phút
	- Kết thúc	≤ 375 phút
	Độ nghiền mịn, xác định theo:	
3	- Phần còn lại trên sàng kích thước lỗ 0,09mm	≤ 10 %
	- Bề mặt riêng, phương pháp Blaine	≥ 2800 cm ² /g

Cốt liệu nhỏ: sử dụng là loại cát vàng sông Hồng, khai thác tại khu vực Sơn Tây – Hà Nội; cốt liệu lớn: là loại đá dăm được chế biến từ mỏ đá Hòa Thạch - Quốc Oai - Hà Nội. Các thông số kỹ thuật của cốt liệu đều thỏa mãn quy định của Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 7570: 2006.

Chất độn rơm: sử dụng loại rơm mới (rơm ngay sau vụ thu hoạch); rơm được phơi khô, sau đó băm cắt thành đoạn nhỏ có chiều dài khoảng 3 – 5 cm. Ngay trước khi đưa vào nhào trộn, rơm được ngâm 20 – 30 phút trong nước sạch, rồi vớt ra để ráo. Hình ảnh về loại sợi rơm và quá trình xử lý được thể hiện ở hình 1.



Hình 1. Quy cách và quá trình xử lý rơm

2.2. Phương án thiết kế và phương pháp thí nghiệm

2.2.1. Phương án thiết kế

Sử dụng phương pháp tính toán lý thuyết kết hợp thực nghiệm để thiết kế thành phần cơ bản (thành phần ban đầu) của bê tông rơm: bằng cách tính toán xác định thành phần của bê tông nền có cường độ chịu nén trung bình yêu cầu là 20 MPa (tương đương bê tông B15); sau đó, dùng phương pháp thực nghiệm thử dần (trộn hỗn hợp, trực quan và thử độ sụt) để thay thế một phần cốt liệu lớn bằng rơm. Trên cơ sở thành phần vật liệu cơ bản, thay đổi hàm lượng rơm, qua các chỉ tiêu khối lượng thể tích và cường độ chịu nén của các mẫu ở tuổi 28 ngày với hai trạng thái: khô tự nhiên và ngâm bão hòa, xác định hàm lượng rơm hợp lý từ thực nghiệm.

2.2.2. Phương pháp thí nghiệm

Thí nghiệm các tính năng cơ bản của cốt liệu, của hỗn hợp bê tông và bê tông được thực hiện theo tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành: TCVN 7572 - 1-18: 2006 – các thí nghiệm cốt liệu; TCVN 3106: 1993 – thí nghiệm độ sụt; TCVN 3118: 1993 – thí nghiệm cường độ chịu nén; TCVN 3115: 1993 – thí nghiệm khối lượng thể tích.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tính toán và lựa chọn thành phần ban đầu

3.1.1. Xác định lượng nước nhào trộn

Lấy bê tông B15 là loại bê tông nền thiết kế (cường độ chịu nén trung bình $R_b = 20$ MPa); dùng đá dăm có đường kính danh định lớn nhất $D_{max} = 20$ mm và cát hạt thô có độ ẩm 7%; chọn mục tiêu độ sụt của hỗn hợp $S = 2 \div 6$ cm (tương ứng với bê tông ít hoặc không sử dụng cốt thép), tra bảng (Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2682: 2009) có được lượng nước nhào trộn $N = 190 \div 205$ lít, chọn $N = 200$ lít.

3.1.2. Xác định tỉ lệ xi măng/nước

Sử dụng công thức Bolomey – Skramtaev (Phạm Duy Hữu và cộng sự, 2011) để xác định tỉ lệ xi măng/nước nhào trộn (X/N):

Với bê tông thường ($X/N = 1,4 \div 2,5$):

$$\frac{X}{N} = \frac{R_{yc}}{AR_x} + 0,5$$

Trong đó:

R_x - cường độ (mác) của xi măng, xi măng PCB 40 có $R_x = 40$ MPa;

R_{yc} - cường độ chịu nén yêu cầu của bê tông ở tuổi 28 ngày, lấy $R_{yc} = 20$ MPa;

A - hệ số chất lượng cốt liệu, chọn $A = 0,6$ (với cốt liệu có chất lượng tương đối tốt).

Thay các thông số vào công thức tính toán, xác định được tỉ lệ xi măng/nước (X/N) là 1,42.

3.1.3. Xác định lượng xi măng

Từ lượng nước $N = 200$ lít và tỷ lệ X/N là 1,42 xác định được lượng xi măng sử dụng cho $1m^3$ bê tông là 292 kg; giá trị này đảm bảo

nằm trong khoảng quy định về lượng xi măng tối thiểu và tối đa theo tiêu chuẩn Việt Nam.

3.1.4. Xác định lượng cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ

* Xác định lượng cốt liệu lớn (đá dăm - D)

Lượng đá dăm cho 1m³ bê tông được xác định theo công thức (Phạm Duy Hữu và cộng sự, 2011):

$$D = \frac{1000}{\frac{k_d \cdot r_D}{\gamma_{oD}} + \frac{1}{\gamma_{aD}}}; \text{kg}$$

Trong đó:

γ_{oD} , γ_{aD} và r_D - khối lượng thể tích, khối lượng riêng và độ rỗng của đá dăm;

k_d - hệ số dư vữa.

Từ kết quả thí nghiệm có: $\gamma_{oD} = 1,48 \text{ g/cm}^3$, $\gamma_{aD} = 2,8 \text{ g/cm}^3$ và $r_D = 0,47$;

Với lượng xi măng là 292 kg, tra bảng có hệ số dư vữa $k_d = 1,36$.

Thay các thông số vào công thức tính toán, xác định được lượng đá dăm: $D = 1197 \text{ kg}$.

* Xác định lượng cốt liệu nhỏ (cát - C)

Sau khi xác định được lượng nước nhào trộn

(N), lượng xi măng (X) và lượng đá dăm (D), việc các định lượng cát (C) được thực hiện theo công thức sau (Phạm Duy Hữu và cộng sự, 2011):

$$C = \left[1000 - \left(\frac{X}{\gamma_{aX}} + \frac{D}{\gamma_{aD}} + N \right) \right] \cdot \gamma_{aC}; \text{kg}$$

Trong đó: γ_{aX} , γ_{aD} và γ_{aC} - khối lượng riêng của xi măng, đá dăm và cát; theo số liệu từ nhà sản xuất và kết quả thí nghiệm có được: $\gamma_{aX} = 3,05 \text{ g/cm}^3$, $\gamma_{aD} = 2,8 \text{ g/cm}^3$, $\gamma_{aC} = 2,75 \text{ g/cm}^3$.

Thay các thông số vào công thức tính toán, xác định được lượng cát: $C = 747 \text{ kg}$.

3.1.5. Xác định lượng rơm thay thế một phần cốt liệu lớn

Từ kết quả tính toán thành phần bê tông nền, thử dần bằng cách trộn hỗn hợp, quan sát bằng mắt và đo độ sụt; cuối cùng xác định được lượng cốt liệu lớn rút bớt là 40% (so với khối lượng cốt liệu lớn ban đầu) và thay vào đó bằng 10% hàm lượng rơm (tỉ lệ phần trăm giữa khối lượng khô của rơm và xi măng). Cụ thể về kết quả tính toán và lựa chọn thành phần vật liệu ban đầu chế tạo bê tông rơm được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Thành phần vật liệu ban đầu

D (kg)	C (kg)	X (kg)	N (lít)	R (kg)
718	761	292	200	29,2

3.2. Xác định hàm lượng rơm hợp lý bằng thực nghiệm

Dùng kết quả các thành phần vật liệu ở bảng 2 và thay đổi hàm lượng rơm trong các khoảng tương ứng 10%; 12%; 14%; 16% và 18% để chế tạo các mẫu thí nghiệm. Khảo sát ảnh

hưởng của hàm lượng rơm đến khối lượng thể tích và cường độ chịu nén, từ đó xác định hàm lượng rơm hợp lý từ thực nghiệm. Cụ thể về thành phần vật liệu chế tạo các nhóm mẫu được ghi ở bảng 3.

Bảng 3. Thành phần vật liệu chế tạo các nhóm mẫu

Nhóm mẫu	R (kg)	D (kg)	C (kg)	X (kg)	N (lít)
M _{10%}	29,20	718	747	292	200
M _{12%}	32,58	718	747	292	200
M _{14%}	36,50	718	747	292	200
M _{16%}	40,15	718	747	292	200
M _{18%}	43,80	718	747	292	200

Tổng hợp kết quả cường độ chịu nén tuổi 28 ngày ở trạng thái khô tự nhiên và ngâm bão hòa (R_b và R_{bbh}) và khối lượng thể tích tuổi 28

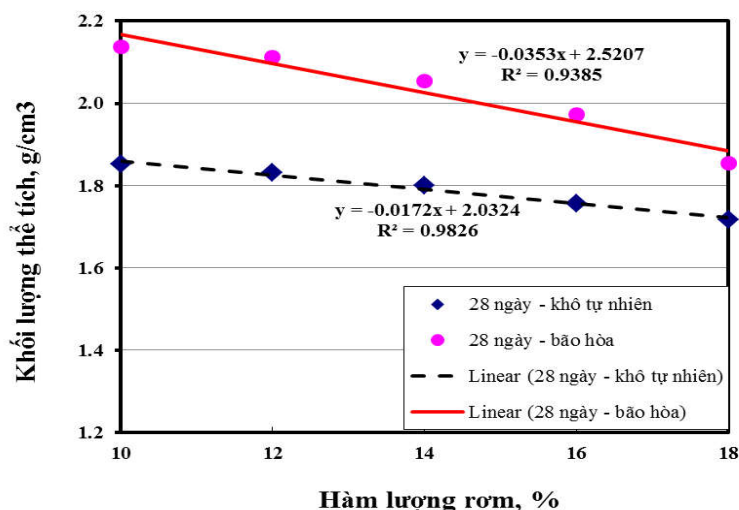
ngày ở trạng thái khô tự nhiên và ngâm bão hòa (γ_0 và γ_{0bh}) của các mẫu bê tông thu được từ thí nghiệm được thể hiện ở bảng 4.

Bảng 4. Tính năng cơ bản của các nhóm mẫu

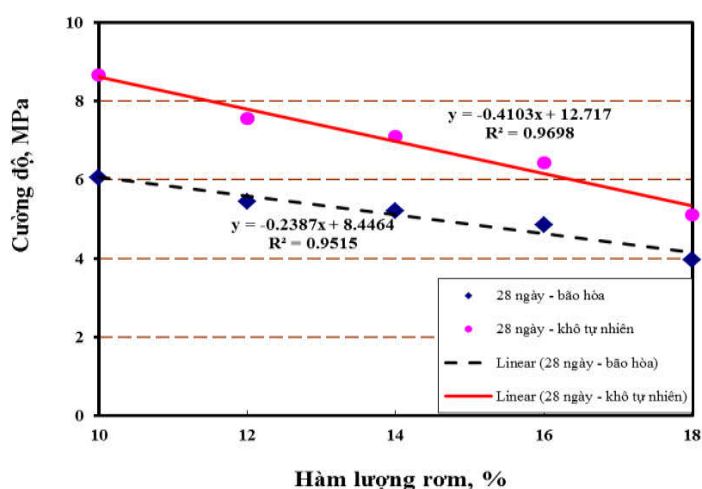
Nhóm mẫu	R (kg)	R_b (MPa)	R_{bbh} (MPa)	γ_0 (g/cm ³)	γ_{0bh} (g/cm ³)
M _{10%}	29,20	6,32	4,4	1,85	2,14
M _{12%}	32,58	5,65	4,1	1,83	2,11
M _{14%}	36,50	4,78	3,5	1,80	2,05
M _{16%}	40,15	4,07	3,1	1,76	1,97
M _{18%}	43,80	3,44	2,7	1,72	1,85

Từ bảng 4 cho thấy: Các tính năng của bê tông đều biến đổi khi hàm lượng rơm thay đổi. Quan hệ giữa hàm lượng rơm với khối lượng

thể tích và cường độ chịu nén của bê tông được thể hiện qua đồ thị ở các hình 2 và hình 3.



Hình 2. Quan hệ hàm lượng rơm và khối lượng thể tích



Hình 3. Quan hệ hàm lượng rơm và cường độ chịu nén

Từ kết quả thí nghiệm và đồ thị hình 2 và hình 3 cho thấy: Khối lượng thể tích và cường độ chịu nén của các mẫu bê tông đều giảm dần khi hàm lượng rơm tăng với tốc độ giảm tương đối đều. Trong khoảng nghiên cứu, cường độ và khối lượng thể tích lớn nhất tương ứng với hàm lượng rơm là 10% và nhỏ nhất tương ứng với hàm lượng rơm là 18%; các giá trị này đều đảm bảo phù hợp với quy định của tiêu chuẩn Việt Nam về bê tông nhẹ. Qua đây, bước đầu có thể nhận định: Cũng như các loại bê tông nhẹ thông thường khác, bê tông rơm có thể ứng dụng vào việc xây dựng một số kết cấu công trình cần giảm trọng lượng bản thân mà không yêu cầu chịu lực lớn.

Với kết quả thí nghiệm của các nhóm mẫu cũng chỉ ra rằng, hàm lượng rơm ảnh hưởng rõ rệt đến các tính năng cơ bản của loại bê tông tạo ra. Trong khoảng thí nghiệm khảo sát, các chỉ tiêu về khối lượng thể tích và cường độ chịu nén quy định với bê tông nhẹ đều được thỏa mãn. Như vậy, khi thiết kế chế tạo bê tông độn rơm, cần căn cứ vào yêu cầu về mức độ hợp lý về khối lượng thể tích và cường độ chịu nén để chọn hàm lượng rơm.

4. KẾT LUẬN

Qua các kết quả nghiên cứu cho thấy, có thể sử dụng rơm làm chất độn chế tạo bê tông; loại bê tông này có thể dùng trong việc xây dựng các hạng mục công trình cần giảm trọng lượng bản thân mà không yêu cầu chịu lực lớn.

Việc thiết kế thành phần bê tông rơm có thể thực hiện bằng cách: tính toán thành phần bê tông nền, sau đó dùng phương pháp thực nghiệm thử dần để giảm lượng dùng cốt liệu lớn và thay vào đó bằng hàm lượng rơm tương ứng.

Hàm lượng rơm ảnh hưởng rõ rệt đến các tính năng cơ bản của loại bê tông tạo ra. Với loại bê tông độn rơm được tạo ra từ bê tông nền B15, có thể chọn hàm lượng rơm trong

khoảng 10 ÷ 18% theo khối lượng xi măng.

Việc nghiên cứu sử dụng rơm làm vật liệu xây dựng nói chung và làm chất độn cho bê tông nói riêng là rất cần thiết, không chỉ vì mục đích tiết kiệm và tận dụng nguyên vật liệu, mà còn mang ý nghĩa sâu sắc về mặt môi trường.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Larisa Brojan, Alja Petric and Peggi L.Clouston (2013). A comparative study of brick and straw bale wall systems from environmental, economical and energy perspectives. *ARP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 1: 920-926.

2. Larisa Brojan, Peggi L. Clouston (2014). Advantages and disadvantages of straw-bale building. *Architecture Research*, 1: 21-26.

3. Muhammad Usman Farooqi and Majid Ali (2016). *Compressive Behavior of Wheat Straw Reinforced Concrete for Pavement Applications*. Fourth International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies, Las Vegas, USA, August 7-11.

4. Jun Liu, Honghong Zhou và Bing Zhang (2012). Effect of Rice Straw Amount Portion on Physical Properties of Adding Admixtures Hollow Block. *Advanced Materials Research*: 727-732.

5. Andrew Alcorn và Michael Donn (2010). *Life Cycle Potential of Strawbale and Timber for Carbon Sequestration in House Construction*. Coventry University and the University of Wisconsin Milwaukee Centre for By-products Utilization, Second International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies, June 28 – June 30.

6. Behzad Sodagar, Deepak Rai, Barbara Jones, Jakub Wihan và Dr Rosi Fieldson (2011). The carbon reduction potential of strawbale housing. *Building Research & Information* 39 (1): 727-732.

7. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2682: 2009 – Xi măng Poóc lăng – Yêu cầu kỹ thuật. Hà Nội, 2009.

8. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 7570: 2006 – Cốt liệu cho bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật. Hà Nội, 2006.

9. TCVN 7572 1-18: 2006 – Các thí nghiệm cốt liệu, Hà Nội, 2006.

10. TCVN 3106: 1993 – Hỗn hợp bê tông nặng – Phương pháp xác định độ sụt. Hà Nội, 1993.

11. TCVN 3118: 1993 – Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ nén. Hà Nội, 1993.

12. TCVN 3115: 1993 Bê tông nặng – Phương pháp xác định khối lượng thể tích. Hà Nội, 1993.

13. Phạm Duy Hữu cùng các tác giả (2011). *Vật liệu xây dựng*. Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, Hà Nội.

STRAW FILLER CONCRETE - SUSTAINABLE METHOD FOR AGRICULTURAL WASTE MANAGEMENT

Dang Van Thanh, Le Tan Quynh, Nguyen Thi Van Hoa

Vietnam National University of Forestry

SUMMARY

In the areas of agriculture - rural in Vietnam, solving the problem of straw treatment after each season so that the smallest impact on the environment is an especially important task; reducing environmental impact is becoming an important requirement in human activities. This paper proposes and shows the designing method of the concrete component using straw fillers. Based on the criteria of lightweight concrete, through the testing of basic features, the result shows that the concrete using straw fillers in reasonably proportion will satisfy the basic properties of lightweight concrete. With straw filler concrete made from concrete B15 and the straw content of about 10 ÷ 18% by weight of cement, the mixture ensures compliance with the provisions of Vietnam standards of lightweight concrete. The use of this concrete will not only reduce material cost but also contribute to reducing environmental impacts from the agricultural by-product.

Keywords: Agricultural by-product, compressive strength, light weight concrete, straw filler concrete, volumetric mass.

Ngày nhận bài : 04/3/2019

Ngày phản biện : 29/3/2019

Ngày quyết định đăng : 05/4/2019