

NGHIÊN CỨU VỮA DẦU RÁI

CN. HOÀNG NGỌC HIỆP

TS. TRẦN MINH ĐỨC

Viện KHCN xây dựng

Tóm tắt: Nhốt dầu rái là chất kết dính đặc biệt dùng trong xây dựng công trình ở Việt Nam từ cổ xưa. Cho đến nay chưa có nghiên cứu cụ thể nào về vật liệu xây dựng này. Một số kết quả nghiên cứu gần đây về vữa dầu rái phục vụ truhùng tu di tích tháp Pôrômê được trình bày trong bài báo.

1. Giới thiệu

Dầu rái là một loại nhựa cây dùng làm chất kết dính trong công trình chỉ được biết đến một nơi duy nhất: đó là tháp Pôrômê của người Chăm ở Ninh Thuận. Đây là trường hợp khá đặc biệt vì nó cho thấy sự từ bỏ vật liệu và phương pháp xây truyền thống Chăm là mài chập và dán gạch bằng nhót bời lời hay ô dước, thay bằng sử dụng dầu rái và xây kiểu có mạch vữa như người Việt. Nó còn đặc biệt ở chỗ: các loại nhựa, nhót thực vật như ô dước, bời lời chỉ còn biết qua truyền thuyết, thì dầu rái còn hiển hiện ở công trình thực (tháp Pôrômê) đã được các nhà nghiên cứu khẳng định /1/.

Dầu rái là tên chỉ nhựa chiết từ một nhóm cây có dầu, tên khoa học là **Dipterocarpus**, gồm khoảng 70 loài phân bố ở Ấn Độ, Malayxia, Xrilanca, Mianma, Thailan, Campuchia, Lào, Việt Nam. Ở nước ta có 11 loài. Nếu xét theo lãnh thổ, nơi có tháp Pôrômê thì có khả năng nhựa dầu rái dùng xây tháp được lấy từ các loại *Dipterocarpus alatus*, *Dipterocarpus tuberculatus*, *grandifolius*, *Dipterocarpus costatus* / 2/:

Mục đích nghiên cứu: tìm cấp phối vữa dầu rái tiêm cận về thành phần với vữa nguyên gốc, đồng thời có các tính năng đáp ứng yêu cầu xây dựng: liên kết viên xây, cường độ,...

2. Vật liệu dùng thí nghiệm

2.1. Dầu rái

Dầu rái được mua trên thị trường là hỗn hợp của các loại: loại tốt (DR₀) và loại thường (DR₁) - 2 loại này nhìn khó phân biệt được, màu rất giống nhau, loại kém (DR₂) – có màu sẫm hơn, đặc hơn do có nhiều tạp chất (tro than, cát, đất,...).

Dạng bên ngoài: dầu loại tốt có màu ghi sáng, loại trung bình gần giống; loại kém có màu ghi, đặc quánh.

Chỉ tiêu cơ lý:

- Độ nhớt: không xác định được bằng thiết bị đo nhớt BZ4 và máy đo độ nhớt KU – 2;
- Tỷ trọng xác định bằng ống đong: DR₀ có $\rho = 1,008 \text{ g/cm}^3$; DR₁ có $\rho = 1,008 \text{ g/cm}^3$; DR₂ có $\rho = 1,012 \text{ g/cm}^3$;
- pH = 5 (phương pháp giấy quỳ).

2.2. Bột gạch

Bột gạch được sử dụng trong vữa như là vật liệu độn (để có thành phần đồng nhất với vật liệu xây tháp), ký hiệu là BG.

- pH nước chiết: 7,1 (xác định bằng máy đo pH);
- Khối lượng thể tích xộp: 953 kg/m^3 (theo TCVN 7572 -6 : 2006);
- Khối lượng riêng: $2,62 \text{ g/cm}^3$ (theo TCVN 7572 - 4: 2006).

2.3. Vôi

- *Vôi hàu:* dùng dạng bột qua sàng 0,63mm, ký hiệu VH;
- *Vôi đá sống:* dùng dạng bột qua sàng 0,63mm, ký hiệu VĐ;
- *Vôi đá sống để tả ngoài không khí:* dùng dạng bột qua sàng 0,63mm, ký hiệu VT.

3. Xác định thành phần, cấp phối vữa gốc

Mẫu lấy tại tháp, do không được xâm hại đến di tích nên chỉ lấy được một mẫu. Bề ngoài có màu trắng, nhẹ. Được phân tích thành phần hóa trong bảng 1 (phân tích AQS trên máy XRF) và thành phần khoáng (phân tích bằng XRD) ở bảng 2.

Bảng 1. Thành phần hóa của vữa

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	MKN	%	73,94
2	SiO ₂	%	5,24
3	Fe ₂ O ₃	%	0,43
4	Al ₂ O ₃	%	1,53
5	CaO	%	16,0
6	MgO	%	0,46
7	SO ₃	%	0,52
8	K ₂ O	%	0,48
9	Na ₂ O	%	0,34
10	TiO ₂	%	0,06
11	Cl ⁻	%	0,80

Bảng 2. Thành phần khoáng của vữa

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
1	Calcite: CaCO ₃	%	26 ÷ 32
2	Quartz: SiO ₂	%	2 ÷ 4
3	Albite: Na(AlSi ₃ O ₈)	%	5 ÷ 8
4	Pha vô định hình	%	58 ÷ 64

Nhận xét:

Theo kết quả trên thì thành phần của vữa chủ yếu là dầu rái (căn cứ lượng MKN và pha vô định hình thì chiếm khoảng từ 60,0 – 75,0 %) và vôi (chiếm từ 16,0 – 18,0 %); các ô xit nhôm, sắt... có trong thành phần bột gạch, ô xit magie có trong thành phần vôi... Ngoài ra có lượng albite khá lớn là khoáng gốc của sét. Cần lưu ý: dầu rái là thành phần hữu cơ nên có thể bị tổn thất qua thời gian dài (thấp có tuổi thọ khoảng 800 năm). Do đó, lượng dầu rái ban đầu có thể cao hơn và lượng các chất khác có thể thấp hơn. Nghiên cứu được tiến hành với khoảng giá trị lượng vật liệu lớn; sau đó trong quá trình tu bổ thấp sẽ lấy thêm mẫu gốc để chính xác hóa cấp phối, đồng thời tìm cấp phối thích hợp nhất cho công tác tu bổ, bảo tồn trong điều kiện hiện nay. Trong kết quả phân tích trên lượng ôxít silic rất nhỏ (5,24%), chứng tỏ lượng cát chỉ là lẫn vào, nếu cát nhiều thì mạch xây phải lớn trên 5 mm. Trong thí nghiệm thăm dò, cấp phối dầu rái DR1 là 50%, vôi hào 5% và cát 10%, bột gạch 35% cho cường độ nén nhỏ hơn vữa không có cát, mặt khác cường độ liên kết gạch hầu như bằng 0 (mẫu dán để thử dễ bị bong). Do đó có thể cho rằng cát nếu có thì chỉ một lượng nhỏ (cỡ 5%) và phải sàng lấy cỡ mịn mới dùng.

Những chỉ tiêu chính được đặt ra là: độ dẻo của hỗn hợp vữa (đáp ứng công nghệ), cường độ liên kết giữa các viên xây, cường độ vữa và độ bền thời gian.

Qua thí nghiệm thăm dò đã rút ra một vài nhận xét quan trọng sau:

- Với hàm lượng dầu DR1 là 50% thì vôi hào tối thiểu nên là 5%, đồng thời để phản ứng trong chất kết dính được sâu và có độ bền khí hậu thì lượng vôi nên cao hơn nữa;
- Với lượng dầu rái từ trên 50% thì mẫu chưa phát huy hết cường độ nén ở tuổi 1 tháng; mẫu đã nén có khả năng phục hồi và phát triển cường độ nén ở tuổi muộn (từ trên 2 tháng). Như vậy cần tìm tuổi xác định mức vữa.

Dầu rái có giá thành cao, đắt nhất trong các thành phần của vữa. Nếu tăng hàm lượng dầu thì chỉ số kinh tế khó đáp ứng yêu cầu thực tế; đồng thời tuổi thọ kém hơn.

3.1. Cường độ nén mẫu có 50% dầu rái

Thí nghiệm được tiến hành với 2 loại dầu: DR0 và DR1, sử dụng vôi hào là chính, có thêm các thành phần dùng vôi đá để so sánh.

3.1.1. Dùng dầu rái DR₁:

Thành phần, cấp phối và kết quả được trình bày trong bảng 3, (đúc mẫu 2 x 2 x 2 cm, sử dụng dầu rái loại 1, vôi hào; có 2 mẫu dùng vôi đá sông và vôi tả để đối chiếu):

Bảng 3. Cấp phối vữa có DR1 và cường độ nén

Mẫu	Dầu rái %	Vôi %	Bột gạch %	Số ngày chờ tháo khuôn	Cường độ nén daN/cm ²	Đặc điểm phá hủy mẫu nén
Vôi hào						
60DR40VH	60	40	0	1 ngày, mẫu vỡ, bờ	4,8	vỡ vụn
50DR25VH	50	25	25	1 ngày	13,3	vỡ nhiều mảnh
50DR10VH	50	10	40	1 ngày	14,7	vỡ ít mảnh
50DR5VH	50	5	45	3 ngày	22,2	chưa vỡ, chỉ bị dẹt
50DR4VH	50	4	46	5 ngày	19,7	chưa vỡ, chỉ bị dẹt
50DR3VH	50	3	47	5 ngày	13,5	chưa vỡ, chỉ bị dẹt xuống
50DR2VH	50	2	48	20 ngày	6,1	mẫu mềm, bị dẹt xuống
50DR1VH	50	1	49	38 ngày còn mềm	*	mềm, dính, không thể tạo mẫu
Vôi đá, vôi tả						
50DR5VĐ	50	5	45	14 ngày	10,4	tuổi 50 ngày, mẫu đẹp, không vỡ
50DR5VT	50	5	45	7 ngày	7,9	mẫu đẹp xuống không vỡ

Ghi chú:

- Vôi đá (VĐ) là vôi sông nghiền mịn qua sàng 0,63mm; vôi tả (VT) là vôi đá sông để ngoài không khí 7 ngày, nghiền qua sàng 0,63 mm;

- Kết quả cường độ là trung bình kết quả nén của 3 mẫu ở tuổi 1 tháng (kể từ ngày đúc mẫu).

Nhận xét:

- Mẫu có hàm lượng vôi dưới 5% không thể tháo khuôn ở tuổi 3 ngày, mẫu có lượng vôi lớn (trên 25%) do vôi nở mạnh nên bị vỡ, vì vậy không nên chọn vôi có tỷ lệ cao. Tuy nhiên vôi càng nhiều thì vữa càng nhanh cứng; vôi từ trên 10% làm vỡ mẫu (có tính giòn);

- Vôi đá sông và vôi tả có hoạt tính kém hơn vôi hào (chờ tháo khuôn dài ngày hơn, cường độ nén thấp hơn);

- Mẫu vôi đá sông kết quả tốt hơn vôi tả (có thể do vôi tả để ngoài không khí đã hút ẩm nên không có hoạt tính mạnh), nhưng tác dụng đều kém vôi hào. Vì vậy khi dùng chúng có thể tăng liều lượng lên trên 5%;

- Mẫu có lượng vôi hào từ trên 10% đã có phá hoại giòn; do tác động nở của vôi nên cấu trúc bị hư tổn, cường độ yếu;

- Mẫu có V = 5 % có cường độ cao hơn các mẫu còn lại, các mẫu có vôi ít hơn 5% do chưa đủ cứng nên cường độ yếu;

- Mẫu vôi sông kết quả tốt hơn vôi tả, nhưng tác dụng đều kém vôi hào. Vì vậy, khi dùng chúng có thể tăng liều lượng lên trên 5%.

3.1.2. Dùng dầu rái DR₀

Bảng 4. Cấp phối vữa có dầu rái R0 và cường độ nén

Mẫu	Dầu rái %	vôi hào %	Bột gạch %	Số ngày chờ tháo khuôn	Cường độ nén, daN/cm ²	Đặc điểm phá hủy mẫu nén
50DR15VH	50	15,0	35,0	1 ngày	9,2	mẫu bị dẹt và bị vỡ
50DR12,5VH	50	12,5	37,5	2 ngày	7,1	mẫu bị dẹt và bị vỡ

50DR10VH	50	10,0	40,0	2 ngày	6,7	mẫu bị dẹp
50DR7,5VH	50	7,5	42,5	2 ngày	6,2	mẫu vẫn mềm, chỉ bị dẹp
50DR5VH	50	5,0	45,0	3 ngày	5,3	mẫu vẫn còn mềm chỉ bị dẹp
50DR2,5VH	50	2,5	47,5	13 ngày	2,7	mẫu vẫn còn mềm chỉ bị dẹp

Ghi chú: + % của một thành phần là khối lượng của thành phần đó so với tổng khối lượng của hỗn hợp vữa;

+ Kết quả cường độ nén là trung bình cộng của 3 mẫu thử ở tuổi 30 ngày.

Nhận xét:

- Đối với mẫu có vôi từ 7,5% trở lên, khi tháo khuôn thì do vữa dính chặt vào thành khuôn. Điều đó chứng tỏ vôi nở trong khuôn, chắc chắn độ nở mạnh sẽ ảnh hưởng tới cấu trúc vữa;

- Do hàm lượng dầu trong loại dầu rái này nhiều nên để đạt cường độ tháo khuôn thì lượng vôi cần $\geq 7,5$ % khối lượng tổng. Tuy nhiên, trong điều kiện thực tế khi chỉ dùng một lớp vữa mỏng (cỡ 1,0 mm) giữa 2 lớp viên xây không nhất thiết phải có cường độ cao ở tuổi sớm;

- Với hàm lượng vôi = 10 % khối lượng tổng mà mẫu vẫn mềm chứng tỏ dầu rái DR0 có hàm lượng dầu nhiều hơn DR1. Khả năng dùng vôi hầu hàm lượng tới 15% vẫn để ngỏ vì theo quan sát thấy mẫu vẫn có tính dẻo tại tuổi 30 ngày;

- Giá trị cường độ nén thấp hơn mẫu của vữa DR₁, nguyên nhân là lượng dầu trong nhựa nguyên liệu nhiều hơn, tốc độ hóa rắn thấp hơn vữa DR₁;

- Mẫu ở tuổi 30 ngày thì cường độ nén tăng theo hàm lượng của vôi: do các mẫu nhiều vôi khô hơn, mức độ tương tác vôi với dầu rái và bột gạch (một loại puzôlan) mạnh hơn nên cường độ nén cao hơn. *Để tìm cường độ tối đa cần mẫu nén ở tuổi dài ngày hơn;*

- Một số nhóm mẫu có phá hoại dẻo cho thấy khả năng phục hồi cấu trúc và tăng trưởng cường độ ở tuổi muộn.

Kết luận mục 3.1:

- Với hàm lượng dầu rái DR1 có 50% thì hàm lượng vôi hầu (5-10)% đảm bảo tháo khuôn nhanh, với DR0 con số đó là (5-15)% thì có thể tháo khuôn sau 1-3 ngày;

- Với hàm lượng dầu rái 50% và hàm lượng vôi hầu đến 25% vẫn đảm bảo cường độ nén tăng theo thời gian; nhưng để an toàn chống nở vôi sống nên giới hạn lượng vôi 15 - 20%;

- Vôi (sống hoặc đã tả) thì cho hiệu quả kém vôi hầu. Do đó cùng một mục đích có thể tăng hàm lượng so với dùng vôi hầu (tức là khoảng 15 – 25%);

3.2. Thí nghiệm với lượng dầu rái 40 - 70%

Để làm rõ ảnh hưởng của lượng dầu rái đã chọn các cấp phối có hàm lượng dầu biến đổi trong khoảng (40 - 70)%, tỷ lệ vôi trong mỗi cấp phối thay đổi từ (5 - 25)%. Cách thức tạo mẫu cũng giống như trên, kết quả trong các bảng 5, 6 và 7.

Bảng 5. Cấp phối vữa dầu rái DR0, cường độ nén tuổi 1 tháng

Ký hiệu mẫu	Dầu rái %	Vôi %	Bột gạch, %	Số ngày chờ tháo khuôn, ngày	Cường độ nén daN/cm ²	Đặc điểm phá hủy mẫu nén
V = 5 %						
40DR0-5V	40	5	55	3	18,0	mẫu bị dẹp và không vỡ
50DR0-5V	50	5	45	3	8,3	mẫu bị dẹp và không vỡ
60DR0-5V	60	5	35	7	10,6*	mẫu bị dẹp và không vỡ
70DR0-5V	70	5	25	7	6,6*	mẫu bị dẹp và không vỡ

V = 15 %						
40DR0-15V	40	15	45	3	21,6	mẫu bị vỡ nhưng ít
50DR0-15V	50	15	35	3	11,1	mẫu bị dẹp và không vỡ
60DR0-15V	60	15	25	5	7,9	mẫu bị dẹp và không vỡ
70DR0-15V	70	15	15	5	5,5	mẫu bị dẹp và không vỡ
V = 25 %						
40DR0-25V	40	25	35	2	12,4	mẫu bị vỡ nhưng ít
50DR0-25V	50	25	25	2	17,4	mẫu bị dẹp và không vỡ
60DR0-25V	60	25	15	3	11,2	mẫu bị dẹp và không vỡ
70DR0-25V	70	25	5	3	7,2	mẫu bị dẹp và không vỡ

Ghi chú:

- Với V = 25% và DR1 = 40 %, thì sau 1 ngày đúc mẫu thấy có sự tăng thể tích;
- Kết quả có dấu*: do mẫu mềm nên nén ở tuổi 53 ngày;
- Tại thời điểm nén mẫu: mẫu có lượng vôi 5% trên bề mặt xuất hiện nhiều dầu chưa khô, sờ còn dính.

Bảng 6. Cấp phối vữa dầu rái DR1, cường độ nén tuổi 1 tháng

Ký hiệu mẫu	Dầu rái, %	Vôi, %	Bột gạch, %	Số ngày chờ tháo khuôn, ngày	Cường độ nén daN/cm ²	Đặc điểm phá hủy mẫu nén
V= 5%						
40DR1-5V	40	5	55	3	20,5	mẫu bị dẹp và không vỡ
50DR1-5V	50	5	45	3	15,4	mẫu bị dẹp và không vỡ
60DR1-5V	60	5	35	3	8,1	mẫu bị dẹp và không vỡ
70DR1-5V	70	5	25	4	5,1	mẫu bị dẹp và không vỡ
V=15%						
40DR1-15V	40	15	45	2	17,6	mẫu bị vỡ nhưng ít
50DR1-15V	50	15	35	2	15,5	mẫu bị dẹp và không vỡ
60DR1-15V	60	15	25	3	10,1	mẫu bị dẹp và không vỡ
70DR1-15V	70	15	15	3	7,4	mẫu bị dẹp và không vỡ
V=25%						
40DR1-25V	40	25	35	1	8,5	mẫu vỡ nhiều
50DR1-25V	50	25	25	1	12,4	mẫu bị vỡ nhưng ít

60DR1-25V	60	25	15	1	12,3	mẫu bị dẹp và vỡ
70DR1-25V	70	25	5	1	9,6	mẫu bị dẹp và không vỡ

Ghi chú: - Với V = 15%, 25% và DR1 = 40 %, vữa khô khó trộn;
 - Với V = 25% và DR1 = 40 % - 50%, sau một ngày đúc mẫu thấy có sự tăng thể tích (mẫu 40% tăng nhiều hơn). Có vẻ như lượng vôi phải phù hợp với lượng dầu;
 - Kết quả là trung bình cường độ nén của 3 viên mẫu;
 - Tại thời điểm nén, mẫu có lượng dầu (60 - 70)% và vôi = 5% cũng xuất hiện dầu trên bề mặt nhưng ít hơn mẫu dùng DR0.

Bảng 7. Cấp phối vữa dầu rải DR2, cường độ tuổi 1 tháng

Ký hiệu mẫu	Dầu rải, %	Vôi, %	Bột gạch, %	Số ngày chờ tháo khuôn, ngày	Cường độ nén, daN/cm ²	Đặc điểm phá hủy mẫu nén
Vôi = 5 %						
40DR2-5V	40	5	55	3	21,0	mẫu vỡ ít
50DR2-5V	50	5	45	3	18,2	mẫu đẹp, không vỡ
60DR2-5V	60	5	35	3	14,6	mẫu đẹp, không vỡ
70DR2-5V	70	5	25	3	11,4	mẫu đẹp, không vỡ
Vôi = 15 %						
40DR2-15V	40	15	45	vữa khô không đúc được mẫu		
50DR2-15V	50	15	35	1	23,6	mẫu bị vỡ ít
60DR2-15V	60	15	25	1	14,0	mẫu bị vỡ ít
70DR2-15V	70	15	15	1	13,1	mẫu bị vỡ ít
V = 25 %						
40DR2-25V	40	25	35	vữa khô không đúc được mẫu		
50DR2-25V	50	25	25	1	12,6	mẫu vỡ nhiều
60DR2-25V	60	25	15	1	14,0	mẫu bị dẹp và vỡ
70DR2-25V	70	25	5	1	7,3	mẫu bị dẹp và vỡ

Ghi chú:

- Với V = 25% và DR2 = **50%, 60%, 70%**, sau một ngày đúc mẫu thấy có sự tăng thể tích và mẫu khó tháo khuôn hơn và dễ bị vỡ;
 - Kết quả cường độ là trung bình 3 mẫu.

Nhận xét theo khả năng tháo khuôn:

- Với lượng vôi 25% thì các loại dầu DR1 và DR2 đều cứng nhanh cho phép tháo khuôn sau 1 ngày, trong đó với DR2 thì lượng dầu ít (40%) không thể tạo mẫu. Điều này càng khẳng định sự cần thiết sự phù hợp lượng vôi theo hàm lượng dầu (đồng biến). Trong khi đó

với DR0 thì hàm lượng vôi đến 25% vẫn cho phép tạo mẫu với lượng dầu ít: 40% do tỷ lệ chất dầu trong dầu rái nguyên liệu cao hơn so với DR1 và DR2;

- Cả 3 loại dầu rái: mẫu càng nhiều vôi thì thời gian tháo khuôn càng nhanh và phụ thuộc vào loại dầu. Ví dụ: để tháo khuôn được sau 1 ngày thì cần $V=15\%$ đối với DR2; $V=25\%$ đối với DR1; $V>25\%$ đối với DR0. Như vậy có thể chắc chắn rằng hàm lượng dầu càng nhiều thì càng có thể đưa nhiều vôi vào cấp phối vữa;

- Căn cứ theo tình trạng đúc mẫu thì có một số giới hạn:

+ Đối với DR0: khi hàm lượng dầu từ trên 50% thì lượng vôi hầu có thể trên 25% (vôi đá có thể nhiều hơn); không nên dùng lượng dầu dưới 50%, tức là dầu gấp đôi vôi;

+ Đối với RD1: khi lượng dầu từ trên 60% thì lượng vôi hầu có thể đến 25%; nếu lượng dầu là từ 50 đến dưới 60% thì lượng vôi hầu có thể đến (15-20)%, tức là dầu gấp hơn 3 lần vôi;

+ Đối với RD2: không nên dùng lượng vôi đến 25% kể cả khi lượng dầu đến 70%; nếu lượng dầu là (50-70)% thì lượng vôi hầu có thể đạt 15%, tức là dầu gấp hơn 4 lần vôi.

Để có con số chính xác hơn cần xem xét cường độ nén, độ bền khí hậu và cân nhắc bài toán kinh tế.

Trong mọi trường hợp không nên chọn lượng dầu dưới 50%.

Nhận xét hiện tượng:

- Đối với DR0: đã thấy xuất hiện phá hoại giòn khi lượng vôi trên 15% (tại điểm $V=15\%$ và $DR=40\%$ thì mẫu vỡ, tuy nhiên vẫn đạt giá trị cường độ cao nhất; tại điểm $V=25\%$ thì cực trị đạt tại $DR=50\%$, bị suy giảm tại $DR=40\%$). Điều đó càng khẳng định không nên dùng cấp phối có lượng dầu dưới 50% cho dù loại dầu tốt nhất. Tại điểm cực trị của vôi, cường độ cao nhất khi lượng dầu gấp đôi lượng vôi (50% đối với 25%);

- Đối với DR1: hiện tượng phá hoại giòn có trong hàm lượng vôi (15-25)%, tại $V=15\%$ phá hoại giòn xuất hiện tại mẫu có $DR=40\%$, tại $V=25\%$ xuất hiện tại cả $DR=50\%$. Cực trị cường độ tại mẫu có $V=15\%$ và $DR=50\%$, tức là dầu nhiều gấp hơn 3 lần vôi; cũng có thể nói với DR1 thì không nên dùng lượng vôi tới 25% nếu không từ trên 60%;

- Đối với DR2: mẫu bị phá hoại giòn ngay từ khi giá trị $V=5\%$ và dầu 40%, thậm chí trong mọi trường hợp lượng $V=(15-25)\%$ thì các mẫu đều có phá hoại giòn, tức là khó có thể phục hồi cấu trúc. Vì vậy không nên dùng lượng vôi đến 25% (các mẫu có cường độ đều thấp hơn nhóm có vôi (5-15)%). Tuy rằng mẫu có 50% dầu và 15% vôi (tỉ lệ dầu/vôi lớn hơn 3) đạt cường độ nén cao nhất nhưng kết luận cuối cùng vẫn phải chờ kết quả thí nghiệm ở tuổi muộn hơn;

- Các cấp phối trên tùy theo lượng vôi cho phép tạo được vữa mác 10 – 20 tại tuổi 1 tháng. Nhiều nhóm mẫu có phá hoại dẻo cho thấy: nhận định chắc chắn hơn về quan hệ giữa cường độ và cấp phối phải chờ thí nghiệm ở tuổi muộn hơn.

Kết luận sơ bộ phần mục 3.2

- Với dầu rái loại tốt có thể sử dụng cấp phối có lượng vôi đến 25% nhưng lượng dầu phải từ trên 50%. Đối với các loại dầu kém phẩm chất hơn không nên dùng hàm lượng vôi 25%. Nhìn chung nên sử dụng tỷ lệ dầu/vôi hầu 1,5 > 2,0 nếu dầu loại tốt DR0, > 2,5 - 3,0 nếu dầu chất lượng trung bình DR1 và > 3,5 – 4,0 nếu dầu loại kém DR0;

- Trong mọi trường hợp không chọn lượng dầu dưới 50%, tùy loại dầu lượng vôi hầu nên là (10-20)%, nếu là vôi đá thì có thể hơn (tuy nhiên cần nghiên cứu bổ sung);

- Theo cường độ nén có thể chế tạo mác vữa tới 20 nếu thí nghiệm ở tuổi 28 ngày. Tuy nhiên để có được cường độ ổn định lâu dài nên chọn tuổi thí nghiệm là 2-3 tháng, thậm chí dài hơn thay cho 28 ngày.

4. Kết luận

- Với dầu rái loại tốt có thể sử dụng cấp phối có lượng vôi đến 25% nhưng lượng dầu phải từ trên 50%. Đối với các loại dầu kém phẩm chất hơn không nên dùng hàm lượng vôi 25%. Nhìn chung nên sử dụng tỷ lệ dầu/vôi hầu > 2 nếu dầu loại tốt, > 3 nếu dầu chất lượng trung bình và > 4 nếu dầu loại kém;

- Trong mọi trường hợp không chọn lượng dầu dưới 50%, tùy loại dầu lượng vôi hào nên là (10-20)%, nếu là vôi đá thì có thể hơn;
- Theo cường độ nén có thể chế tạo mác vữa tới 20 nếu thí nghiệm ở tuổi 28 ngày. Tuy nhiên để xác định cường độ ổn định nên chọn tuổi thí nghiệm là 2 tháng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TRẦN BÁ VIỆT và các cộng tác viên. Nghiên cứu kỹ thuật xây dựng tháp Chăm phục vụ trùng tu và phát huy giá trị di tích. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu RD 21. *Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng, Hà Nội, 2004.*
2. VÕ VĂN CHI. Từ điển thực vật thông dụng tại Việt Nam. *NXB khoa học và kỹ thuật Tp. HCM, 2008.*
3. PHẠM LÊ DŨNG. Dầu rái. *Tạp chí Công nghiệp hóa chất, số 3/1978.*
4. NGUYỄN KIM ĐÀO. Báo cáo chuyên đề. *Tạp chí sinh học, 1995.*