

So sánh cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông Geopolymer sử dụng cát vàng và bê tông Geopolymer sử dụng cát mịn

■ ThS. PHẠM MỸ LINH

Phân hiệu tại TP. Hồ Chí Minh, Trường Đại học Giao thông vận tải

TÓM TẮT: Bê tông Geopolymer sử dụng cát biển có tiềm năng to lớn trong việc thay thế cát truyền thống [1]. Để sử dụng cát biển thì ngoài việc xử lý hàm lượng muối và chloride thì còn phải kết hợp với đá mi nhằm tăng mô-đun đàn hồi và cải thiện thành phần hạt.

Việc sử dụng cát mịn và đá mi theo một tỷ lệ thích hợp đã tạo ra một hỗn hợp cốt liệu nhỏ có mô-đun độ lớn tương đương với cát vàng để chế tạo bê tông Geopolymer. Bên cạnh đó, cấp phối bê tông Geopolymer sử dụng cốt liệu nhỏ cho kết quả cường độ nén tương đương và cường độ kéo khi uốn vượt trội so với cấp phối bê tông Geopolymer sử dụng cát vàng.

TỪ KHÓA: Bê tông Geopolymer, cát mịn, cường độ nén, cường độ kéo khi uốn.

ABSTRACT: Geopolymer concrete using sea sand has great potential in replacing traditional sand [1]. To use sea sand, in addition to the treatment of salt and chloride content, it must also be combined with gravel to increase the elastic modulus and improve the grain composition.

The use of fine sand and gravel in an appropriate ratio has resulted in a mixture of small aggregates with a modulus of magnitude equivalent to that of coarse sand to make Geopolymer concrete. Besides that, the use of small aggregates in concrete grading results in the equivalent compressive strength and flexural tensile strength superior than that of Geopolymer concrete mix using coarse sand.

KEYWORDS: Geopolymer concrete, fine sand, compressive strength, flexural tensile strength.

thác quá mức. Một trong các giải pháp đặt ra là sử dụng cát mịn và đá mi theo một tỷ lệ thích hợp để có thể thay thế cho cát vàng. Vấn đề là tỷ lệ giữa cát mịn và đá mi bao nhiêu thì thích hợp và việc sử dụng như vậy có đảm bảo được các chỉ tiêu về cường độ chịu nén và chịu kéo uốn hay không? Trong bài báo này sẽ trình bày các bước phân tích, thực nghiệm, tính toán để giải quyết câu hỏi nêu trên.

2. NGHIÊN CỨU THÀNH PHẦN HỖN HỢP CỐT LIỆU NHỎ KHI PHỐI TRỘN CÁT MỊN VÀ ĐÁ MI VỚI CÁC TỶ LỆ KHÁC NHAU

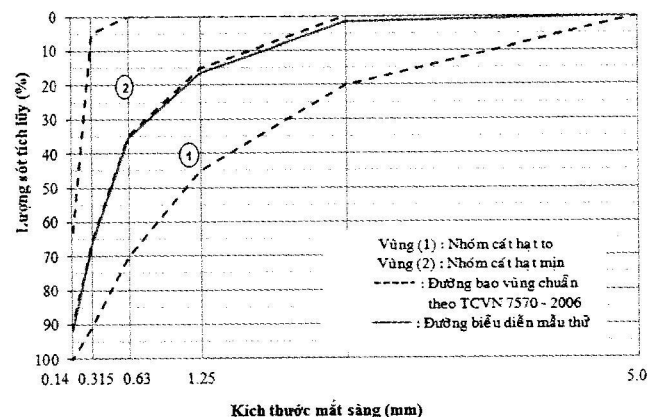
2.1. Kiểm tra các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu

2.1.1. Cát vàng

Cát vàng được sử dụng là cát Tân Châu với các chỉ tiêu cơ lý như Bảng 2.1.

Bảng 2.1. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của cát vàng

Tên chỉ tiêu thử nghiệm	Đơn vị	Phương pháp thử	Kết quả
1- Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	TCVN 7572-6:2006	1450
2- Khối lượng riêng	g/cm ³	TCVN 7572-4:2006	2,66
3- Độ ẩm	%	TCVN 7572-6:2006	45,5
4- Hàm lượng bụi bùn sét	%	TCVN 7572-8:2006	1,27
5- Mô-đun độ lớn		TCVN 7572-2-2006	2,0
6- Thành phần hạt		TCVN 7572-2-2006	Biểu đồ



Hình 2.1: Biểu đồ thành phần hạt của cát vàng

Nhận xét: Thành phần hạt của cát vàng nằm trong vùng nhóm cát hạt to.

2.1.2. Cát mịn

Nguồn cát mịn được sử dụng trong đề tài là nguồn cát san lấp, sau đó tiến hành rửa sạch bụi bẩn để đảm bảo yêu cầu chế tạo bê tông.

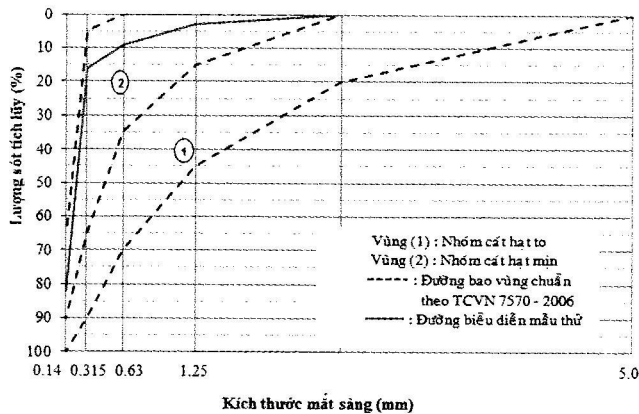
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, bê tông Geopolymer đã và đang được nghiên cứu rộng rãi và cho thấy khả năng là vật liệu xanh hơn thay thế bê tông xi măng trong một số ứng dụng do bê tông Geopolymer vừa có các tính chất kỹ thuật tốt, đồng thời giảm khả năng gây hiệu ứng nhà kính [2].

Tuy nhiên, nguồn cát vàng để chế tạo bê tông Geopolymer đang ngày càng khan hiếm do tình trạng khai

Bảng 2.2. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của cát mịn

Tên chỉ tiêu thử nghiệm	Đơn vị	Phương pháp thử	Kết quả
1- Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	TCVN 7572-6:2006	1310
2- Khối lượng riêng	g/cm ³	TCVN 7572-4:2006	2,65
3- Độ hồng	%	TCVN 7572-6:2006	50,6
4- Hàm lượng bụi bùn sét			
+ Trước khi rửa	%	TCVN 7572-8:2006	5,27
+ Sau khi rửa	%	TCVN 7572-8:2006	1,21
5- Mô-đun độ lớn		TCVN 7572-2-2006	1,12
6- Thành phần hạt		TCVN 7572-2-2006	Biểu đồ



Hình 2.2: Biểu đồ thành phần hạt của cát mịn

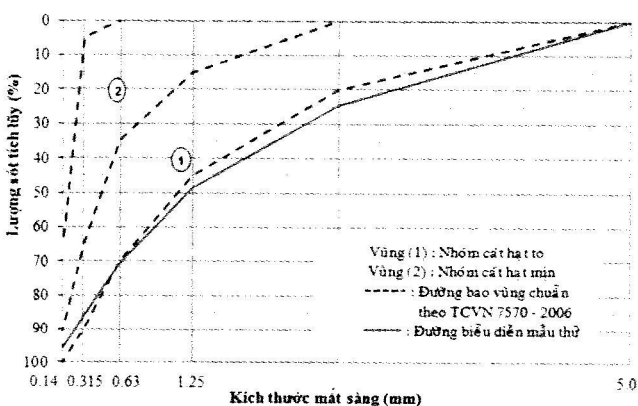
Nhận xét: Thành phần hạt của cát mịn nằm trong vùng nhóm cát hạt mịn.

2.1.3. Đá mi

Đá mi 0 - 5 mm là nguồn bột đá thải ra trong quá trình sản xuất đá xây dựng, được lấy từ các mỏ đá ở quanh khu vực nhằm mục đích phối trộn cùng cát mịn để cải thiện mô-đun độ lớn và thành phần hạt của cốt liệu nhỏ trong bê tông.

Bảng 2.3. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của đá mi

Tên chỉ tiêu thử nghiệm	Đơn vị	Phương pháp thử	Kết quả
1- Khối lượng thể tích xốp	kg/m ³	TCVN 7572-6:2006	1513
2- Khối lượng riêng	g/cm ³	TCVN 7572-4:2006	2,74
3- Độ hồng	%	TCVN 7572-6:2006	41,1
4- Hàm lượng bụi bùn sét	%	TCVN 7572-8:2006	1,06
5- Mô-đun độ lớn		TCVN 7572-2-2006	3,53
6- Thành phần hạt		TCVN 7572-2-2006	Biểu đồ



Hình 2.3: Biểu đồ thành phần hạt của đá mi

Nhận xét:

- Mô-đun độ lớn của cát mịn là 1,12, nhỏ hơn cát vàng là 2,0.

- Thành phần hạt của cát vàng chủ yếu nằm trong vùng nhóm cát hạt to, còn thành phần hạt của cát mịn thì nằm trong vùng nhóm cát hạt mịn.

Như vậy, để có thể sử dụng cát mịn làm cốt liệu nhỏ chế tạo bê tông xi măng thì cần thiết phải nâng cao mô-đun độ lớn cũng như phải cải thiện thành phần hạt. Thực hiện nghiên cứu việc phối trộn giữa cát mịn và đá mi với các tỷ lệ khác nhau, sau đó đánh giá kết quả cấp phối về mô-đun độ lớn và thành phần hạt.

Phối trộn cát mịn và đá mi theo ba tỉ lệ:

- Tỷ lệ 1: 70/30 (70% cát mịn - 30% đá mi);
- Tỷ lệ 2: 60/40 (60% cát mịn - 40% đá mi);
- Tỷ lệ 3: 50/50 (50% cát mịn - 50% đá mi).

Bảng 2.4. Kết quả thành phần hạt phối trộn cát mịn và đá mi

Kích thước lỗ sàng (mm)	LSTL cát mịn (%)	LSTL đá mi (%)	LSTL (%) khi phối trộn cát mịn/ đá mi		
			70/30	60/40	50/50
2,5	0,0	34,7	10,4	13,9	17,4
1,25	3,1	58,7	19,8	25,3	30,9
0,63	9,3	77,6	29,8	36,6	43,5
0,315	16,4	86,3	37,4	44,4	51,4
0,14	82,8	95,7	86,7	88,0	89,3
Mđl=	1,12	3,53	1,84	2,08	2,32

*** Nhận xét:**

Việc phối trộn giữa cát mịn và đá mi đã tạo ra các hỗn hợp cốt liệu nhỏ có mô-đun độ lớn được cải thiện đáng kể (từ 1,84 đến 2,32) phù hợp để chế tạo bê tông cấp từ B15-B25 theo TCVN 7570:2006 [1].

Trong ba hỗn hợp cốt liệu nhỏ này, tiến hành sử dụng hỗn hợp có tỉ lệ phối trộn 60% cát mịn và 40% đá mi để đúc mẫu bê tông Geopolymer vì hỗn hợp này có mô-đun độ lớn tương đương với cát vàng.

2.2. Thiết kế cấp phối, khối lượng thí nghiệm

Tính toán thiết kế cấp phối BT Geo Polymer

2.2.1. Xác định lượng cốt liệu thô và cốt liệu mịn

- Chọn khối lượng thể tích của bê tông Geopolymer là 2.400 (kg/m³).

- Cốt liệu chiếm 75% khối lượng của bê tông → Cốt liệu trong 1 m³ bê tông là: 0,75x2.400 = 1.800 kg/m³.

- Cốt liệu mịn chiếm 40% tổng khối lượng cốt liệu, vậy khối lượng cát sử dụng cho 1 m³ bê tông là: 0,4x1.800 = 720 kg/m³.

- Khối lượng đá dăm sử dụng cho 1m³ bê tông là: 1800 - 720 = 1.080 kg/m³.

2.2.2. Xác định lượng tro bay (FA) và dung dịch kiềm kích hoạt (AAS)

Tổng khối lượng FA+ AAS = 2.400 - 1.800 = 600 (kg)

Bảng 2.5. Thành phần cấp phối cho 1 m³ bê tông Geopolymer

Cấp phối	Tổng AAS+FA	Tỉ lệ AAS/FA	KL FA (kg)	KL AAS (kg)	Cát kg	Đá kg	Na ₂ SiO ₃ /NaOH	Na ₂ SiO ₃ kg	NaOH kg
CP0.5	600	0,5	400,0	200,0	720	1080		142,9	57,1
CP0.55	600	0,55	387,1	212,9	720	1080	2,5	152,1	60,8
CP0.6	600	0,6	375,0	225,0	720	1080		160,7	64,3

2.3. Máy móc, dụng cụ, thiết bị thí nghiệm

- Máy trộn bê tông cưỡng bức
- Bàn rung
- Khuôn đúc mẫu
- Máy nén thủy lực
- Thiết bị uốn mẫu.

2.4. Thí nghiệm nén, uốn mẫu

2.4.1. Thí nghiệm nén mẫu

Thí nghiệm xác định cường độ nén được tiến hành theo TCVN 3118:1993. Cường độ nén được xác định theo công thức:

$$R_n = \frac{P}{F} (Mpa)$$

Trong đó:

- P - Lực nén phá hoại mẫu (kN);
- F - Tiết diện chịu nén của mẫu (cm²);

2.4.2. Thí nghiệm uốn mẫu

Thí nghiệm xác định cường độ kéo khi uốn của các mẫu dầm 10x10x40 cm được tiến hành theo TCVN 3119:1993. Cường độ kéo khi uốn được xác định theo công thức:

$$R_{ku} = \gamma \frac{P.l}{a.b^2} (Mpa)$$

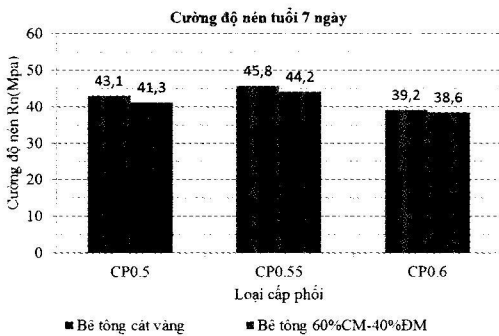
Trong đó:

- P - Lực uốn phá hoại mẫu (kN);
- l - Khoảng cách giữa 2 gối tựa (cm), l = 30 cm;
- a - Chiều rộng tiết diện ngang của mẫu (cm), a = 10 cm;
- b - Chiều cao tiết diện ngang của mẫu (cm), b = 10 cm;
- γ - Hệ số quy đổi cường độ kéo khi uốn từ mẫu có kích thước khác sang mẫu chuẩn 15x15x60 cm; γ = 1,05.

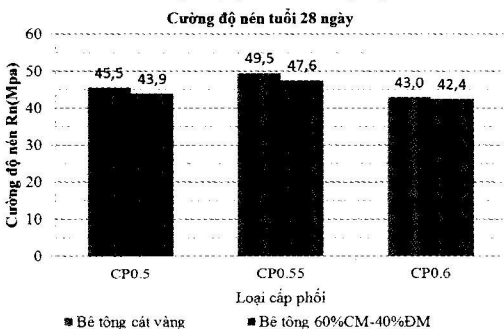
3. SO SÁNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN VÀ CƯỜNG ĐỘ CHỊU KÉO UỐN CỦA BÊ TÔNG GEOPOLYMER KHI SỬ DỤNG CÁT VÀNG VÀ SỬ DỤNG CÁT MỊN VÀ ĐÁ MI

3.1. So sánh cường độ nén của bê tông Geopolymer cát vàng và bê tông Geopolymer cát mịn

Tiến hành so sánh giá trị cường độ nén của bê tông Geopolymer sử dụng cát vàng và bê tông Geopolymer sử dụng hỗn hợp 60%CM-40%ĐM.



Hình 3.1: Cường độ nén tuổi 7 ngày của các loại cấp phối BT Geopolymer

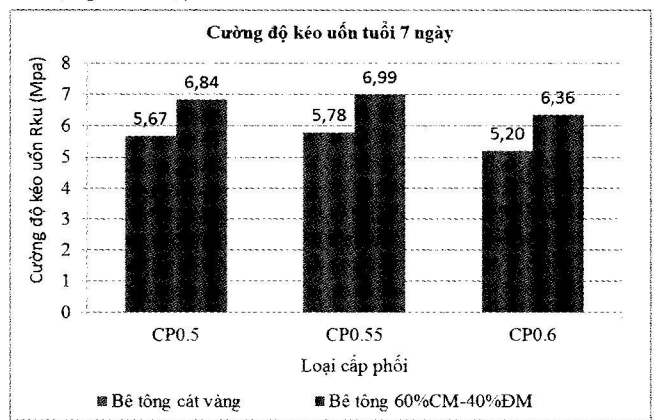


Hình 3.2: Cường độ nén tuổi 28 ngày của các loại cấp phối BT Geopolymer

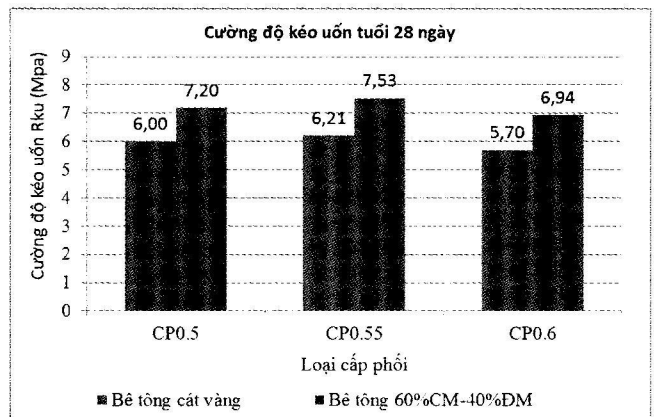
Nhận xét: Cường độ chịu nén của bê tông Geopolymer 60%CM-40%ĐM thấp hơn cường độ chịu nén của bê tông Geopolymer cát vàng không đáng kể ở cả tuổi 7 ngày và tuổi 28 ngày. Cụ thể, đối với cấp phối CP0.55, cường độ chịu nén của bê tông Geopolymer 60%CM-40%ĐM thấp hơn cường độ chịu nén của bê tông Geopolymer cát vàng 3,5% ở tuổi 7 ngày và thấp hơn 3,8% ở tuổi 28 ngày. Mức chênh lệch này là rất thấp, chứng tỏ tính khả thi của việc sử dụng cát mịn chế tạo bê tông Geopolymer khi phối trộn hợp lí với đá mi

3.2. So sánh cường độ kéo khi uốn của bê tông Geopolymer cát vàng và bê tông Geopolymer cát mịn

Tiến hành so sánh giá trị cường độ kéo khi uốn của bê tông Geopolymer sử dụng cát vàng và bê tông Geopolymer sử dụng hỗn hợp 60%CM-40%ĐM.



Hình 3.3: Cường độ kéo uốn tuổi 7 ngày của các loại cấp phối BT Geopolymer



Hình 3.4: Cường độ kéo uốn tuổi 28 ngày của các loại cấp phối BT Geopolymer

Nhận xét: Cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông Geopolymer 60%CM-40%ĐM cao hơn cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông Geopolymer cát vàng cả tuổi 7 ngày và tuổi 28 ngày. Cụ thể, đối với cấp phối CP0.55, cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông Geopolymer 60%CM-40%ĐM cao hơn cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông Geopolymer cát vàng 20,9% ở tuổi 7 ngày và cao hơn 21,3% ở tuổi 28 ngày. Mức chênh lệch này là rất lớn, chứng tỏ bê tông Geopolymer sử dụng cốt liệu nhỏ là cát mịn phối trộn đá mi đã nâng cao đáng kể cường độ kéo khi uốn của bê tông Geopolymer. Điều này được lí giải khi phối trộn cát mịn và

đá mi với tỉ lệ hợp lý sẽ giúp cải thiện thành phần hạt, đồng thời do đặc điểm của đá mi là các hạt góc cạnh nên khả năng chèn móc vào lỗ rỗng các hạt cốt liệu lớn tốt hơn so với cát vàng vốn là các hạt tròn và đều cạnh, vì vậy đã tăng khả năng chịu kéo khi uốn của bê tông Geopolymer.

4. KẾT LUẬN

- Việc phối trộn giữa cát mịn và đá mi với hàm lượng đá mi trên 40% đã tạo ra một hỗn hợp cốt liệu nhỏ có mô-đun độ lớn tương đương với cát vàng để chế tạo bê tông Geopolymer.

- Cấp phối bê tông Geopolymer sử dụng cốt liệu nhỏ là hỗn hợp 60% cát mịn-40% đá mi cho kết quả cường độ nén tương đương với cấp phối bê tông Geopolymer sử dụng cát vàng.

- Cấp phối bê tông Geopolymer sử dụng cốt liệu nhỏ là hỗn hợp 60% cát mịn-40% đá mi cho kết quả cường độ kéo khi uốn vượt trội so với cấp phối bê tông Geopolymer sử dụng cát vàng.

Tài liệu tham khảo

[1]. Mohd.Akram Khan, Prabha Padmakaran (2014), *Potential Application of Sea Sand and Sea Water as Advanced Geopolymeric Material: Novel Initiative of the Millennium*.

[2]. Davidovits, P.D.J. (1994), *Properties of Geopolymer Cement*, Proceedings first International conference on Alkaline cements and concretes.

[3]. KS. Tô Nam Toàn, *Nghiên cứu sử dụng cát biển Quảng Ninh làm BTXM trong xây dựng đường ô tô*.

[4]. B.H.Shinde, Dr.K. N.Kadam (2016), *Strength Properties of Fly Ash Based Geopolymer Concrete with Sea Sand*.

Ngày nhận bài: 16/3/2021

Ngày chấp nhận đăng: 10/4/2021

Người phản biện: TS. Trần Thị Trúc Liễu

ThS. Phạm Thị Kiều