

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA PHA TRỘN PHỤ GIA KHOÁNG VẬT HOẠT TÍNH THAY THẾ MỘT PHẦN XI MĂNG ĐỐI VỚI TÍNH NĂNG MỎI CỦA BÊ TÔNG

TS. Đỗ Văn Toán – Trường Đại học thủy lợi

1. Đặt vấn đề

Hiện nay bê tông khối lớn và bê tông đầm lăn đã dùng phụ gia hoạt tính thay thế một phần xi măng trộn vào hỗn hợp vữa bê tông theo tỷ lệ từ 30% (đối với bê tông khối lớn) và 30% đến 65% (cho bê tông đầm lăn) tính theo trọng lượng chất keo dính. Ảnh hưởng của việc pha trộn khoáng hoạt tính thay thế một phần xi măng đối với tính năng mỏi của bê tông người ta đã phân biệt dùng 30%, 50% (tính theo trọng lượng) tro bay và 30%, 50%, 80% xi lò cao đã nghiền mịn thay thế xi măng trong vữa bê tông và đo kiểm tra tính năng kháng uốn mỏi của nó, đồng thời kết hợp cơ chế phá hoại mỏi của bê tông, phân tích khoáng vật hoạt tính thay thế đối với ảnh hưởng cơ lý của tính năng mỏi bê tông. Kết quả cho thấy, việc trộn phụ gia khoáng vật hoạt tính đã cải thiện kết cấu của khu quá độ mặt tiếp giáp, và từ đó đã nâng cao được hệ số triết giảm cường độ mỏi của bê tông và cũng vì vậy tính năng mỏi chu kỳ cao của bê tông được nâng cao hơn. Còn ảnh hưởng của khoáng thay thế hoạt tính đối với ảnh hưởng tính năng mỏi chu kỳ thấp của bê tông sẽ quyết định bởi khoáng vật thay thế hoạt tính đối với ảnh hưởng của cường độ bê tông, cường độ bê tông càng cao, tính năng mỏi chu kỳ thấp càng tốt. Đồng thời trong thiết kế cũng như vận hành làm thế nào để nâng cao tuổi thọ của tính năng mỏi bê tông.

Sử dụng phụ gia khoáng hoạt tính thay thế trong bê tông chẳng những nó có thể điều chỉnh, cải thiện các tính năng của bê tông như giảm phát nhiệt cao, để hạ ứng suất nhiệt, tăng tính bền, tăng cường độ, tăng khả năng chống thấm mà còn tiết kiệm được nguyên vật liệu, giảm ảnh hưởng có hại cho môi trường, có lợi

cho việc phát triển ngành nghề xi măng, bê tông. Bê tông hiện đại ngày nay gần như không thể thiếu thành phần của phụ gia khoáng hoạt tính.

Nhiều cấu kết công trình bê tông như mặt đường, đường băng sân bay, mặt cầu, tà vẹt đường sắt... trong quá trình làm việc đã chịu tải trọng có tính chu kỳ tác dụng. mặt khác sự thay đổi của nhân tố môi trường như nhiệt độ thay đổi theo ngày theo mùa, vùng cao, vùng núi phía Bắc có sự đóng băng, tan băng cũng đều có thể gây nên ứng lực dao biến thay thế trong vật liệu hoặc trong nội bộ kết cấu, làm cho nó chịu tác dụng của tải trọng chu kỳ. Từ đó sản sinh tổn thương do mỏi bê tông dẫn đến chẳng những làm mất hiệu quả của kết cấu mà còn là nguyên nhân chủ yếu phá hoại tính bền vững của bê tông. Nhờ có tác dụng cải tạo tính năng của bê tông, Phụ gia khoáng hoạt tính đã được sử dụng nhiều để sản xuất bê tông đầm lăn và các cấu kiện, kết cấu bê tông... chịu tác dụng tải trọng mỏi.

Tìm hiểu khoáng vật thay thế hoạt tính ảnh hưởng đối với tính năng mỏi của vật liệu bê tông. Đối với kết cấu bê tông tương ứng, đưa ra tiền đề và cơ sở để thiết kế tính năng kháng mỏi cho chúng. Một số nước đã từng nghiên cứu tính năng mỏi của bê tông cường độ cao, trong cấp phối bê tông đã dùng một số loại phụ gia khoáng hoạt tính. Ở nước ta vấn đề tính năng mỏi của bê tông có hàm lượng phụ gia khoáng hoạt tính trong cấp phối bê tông chưa được tìm hiểu nghiên cứu nhiều. Bài báo này đặt vấn đề nghiên cứu ứng dụng để nâng cao hiệu quả kỹ thuật và kinh tế của bê tông có dùng phụ gia khoáng hoạt tính trong thiết kế cấp phối

bê tông, nhất là trong điều kiện nước ta phong phú về chủng loại và trữ lượng phụ gia khoáng hoạt tính như có rất nhiều mỏ Puzolan, có nhiều nhà máy nhiệt điện chạy bằng than đá, có triển vọng có lượng tro bay dồi dào, xỉ lò cao cũng sẵn (các nhà máy nhiệt điện đã có: Phả Lại, Ưông Bí 1, Ưông Bí 2, Cẩm Phả, Thủy Nguyên... và còn đang tiếp tục xây dựng). Tất cả đều có chỉ tiêu tính năng vật lý và thành phần tương tự như ở các bảng dưới.

2. Thí nghiệm

Bảng 1. Chỉ tiêu tính năng vật lý của vật liệu thí nghiệm

Vật liệu	Tỉ diện tích ($m^2.kg^{-1}$)	Khối lượng riêng ($kg.m^{-3}$)	Độ mịn dư thừa %
Tro bay	665.0	2480.0	8.0
Xi măng	309.0	3115.0	2.6
Xỉ lò cao	426.0	2860.0	3.1

Bảng 2. Thành phần hóa học của vật liệu làm thí nghiệm

Vật liệu	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	SO ₃	IL
Tro bay	4.09	47.86	32.50	4.52	1.05	0.55	1.62	1.25	0.20	4.34
Xỉ lò cao	35.81	32.07	14.68	0.97	9.30	0.64	0.53	1.52	2.51	0.86
Clanke	64.89	21.68	5.64	4.22	0.81	0.20	0.76	0.28	0.23	0.54

Bảng 3. Tính năng vật lý lực học của xi măng.

Yêu cầu nước cho độ dẻo bình thường (tính bằng % khối lượng).	Xác định thời gian/h: (s)		Ứng suất uốn (MPa)		Ứng suất nén (MPa)	
	Bắt đầu	Kết thúc	3 d	28 d	3 d	28 d
26.4	1:40	3:00	5.04	6.85	22.5	46.7

- Cốt liệu mịn: cát sông thiên nhiên, modun hạt $m=2,6$; $\gamma_a = 2640kg/m^3$.

- Cốt liệu thô: đá dăm (huyền vũ) với đường kính từ 5-25 mm cấp phối liên tục, khối lượng riêng $2870 kg/m^3$, phụ gia giảm nước mạnh JM-13, lượng giảm nước 24%. Nước trộn bê tông là nước thiên nhiên phù hợp tiêu chuẩn dùng nước cho trộn bê tông.

2.2. Cấp phối thí nghiệm, gia công mẫu thí nghiệm và dưỡng hộ

2.2.1. Vật liệu

- Hàm lượng cát trong bê tông lấy bằng 38%.

2.1. Vật liệu thí nghiệm

- Tro bay (flyash) chọn loại F có hàm lượng canxi thấp (nhà máy nhiệt điện cung cấp).

- Xi lò cao nghiền mịn (Ground granlad blast furnace Slag - GGBFS) (khi nghiền có cho thêm 1 lượng thạch cao).

- Xi măng: dùng xi măng Pooc-lăng PII 42,5 có thành phần của xi măng (tỉ lệ theo trọng lượng) gồm: $W(C_3S) = 55,5\%$; $W(C_2S) = 20,3\%$; $W(C_3A) = 7,1\%$; $W(C_4AF) = 12,8\%$

Các tính năng vật lý cơ bản của xi măng, tro bay, xỉ lò cao xem bảng 1, 2, 3.

- Lượng dùng chất keo dính (C+F) cố định là $460kg/m^3$

- Tỷ lệ N/CKD = 0,35.

- Dùng phụ gia hoạt tính thay thế xi măng (khối lượng bằng nhau).

- Tro bay phân biệt thay thế 30% và 50% lượng xi măng;

- Xi lò cao phân biệt thay thế 30%, 50% và 80% lượng xi măng (theo chuyên đề này ở Việt Nam nên ít dùng xỉ lò cao vì tổn công nghiền mịn, giá thành cao và khó thi công).

Bảng 4. Tỷ lệ cấp phối bê tông thí nghiệm mới

Hỗn hợp	Thành phần hỗn hợp (kg.m ⁻³)					Tỉ lệ N/X
	Xi măng	Tro bay	Xi lò cao	Cát	Sỏi	
Mẫu 1	1.0	0	0	1.47	2.4	0.35
Mẫu 2	0.7	0	0.3	1.47	2.4	0.35
Mẫu 3	0.5	0	0.5	1.47	2.4	0.35
Mẫu 4	0.2	0	0.8	1.47	2.4	0.35
Mẫu 5	0.7	0.3	0	1.47	2.4	0.35
Mẫu 6	0.5	0.5	0	1.47	2.4	0.35

2.2.2. Gia công mẫu thí nghiệm

Chọn kích thước cho mẫu thí nghiệm mới của bê tông có hình lăng trụ là 100 x 100 x 400mm.

Khi đúc mẫu cần thông qua điều chỉnh lượng phụ gia giảm nước không chế độ sụt của bê tông là (80 ± 20)mm, trong môi trường nhiệt độ (20 ± 5)°C, trong phòng sương hơi nước có độ ẩm >90%, dưỡng hộ 90 ngày, sau đó chuyển sang phòng bình thường. Dùng vải chất dẻo bọc che đậy và định kỳ phun nước, giữ cho mặt của mẫu luôn ở trạng thái ẩm ướt.

Chú ý: dựa vào đặc điểm phản ứng của phụ gia khoáng hoạt tính, tất cả mẫu thí nghiệm đều bảo dưỡng, tạo điều kiện cường độ của bê tông được phát triển đầy đủ, đảm bảo kết quả thí nghiệm mới được chính xác.

2.3. Tham số và thiết bị thí nghiệm tính năng mới của bê tông

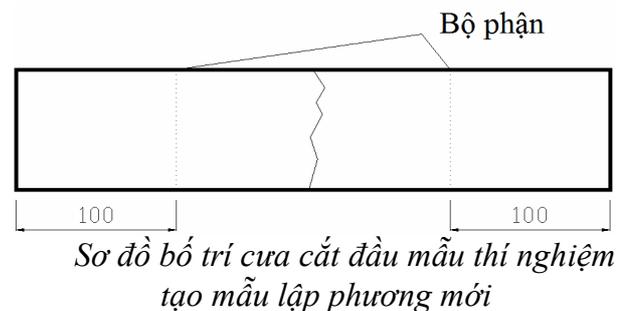
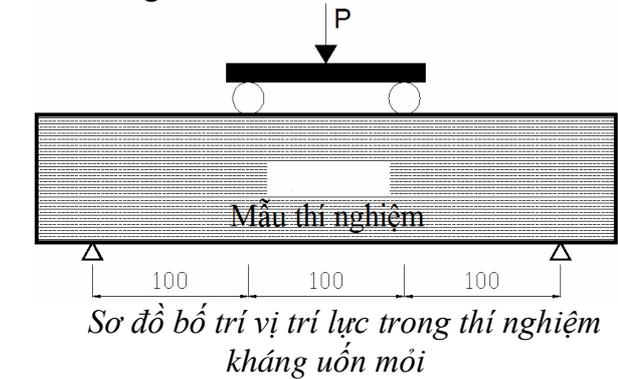
Thí nghiệm mới của bê tông được tiến hành trên máy thí nghiệm mới PW-8100B. Khoảng cách điểm gia tải là 100mm (xem hình 1). Mức độ ứng lực lớn nhất S_{max} phân biệt lấy là 0.90, 0.85, 0.80, 0.75, 0.70, 0.65, giá trị R đặc trưng tải trọng tuần hoàn là 0.1, gia tải hình sóng là sóng hình sin; khi $S_{max} > 0.75$ tần suất gia tải là 2~3Hz, khi $S_{max} < 0.75$ tần suất gia tải là 10Hz.

Trong nhóm 10 mẫu thí nghiệm tùy ý rút ra 3~4 mẫu làm thí nghiệm cường độ kháng uốn

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm cường độ chịu lực tác dụng tĩnh của các mẫu bê tông có cấp phối khác nhau.

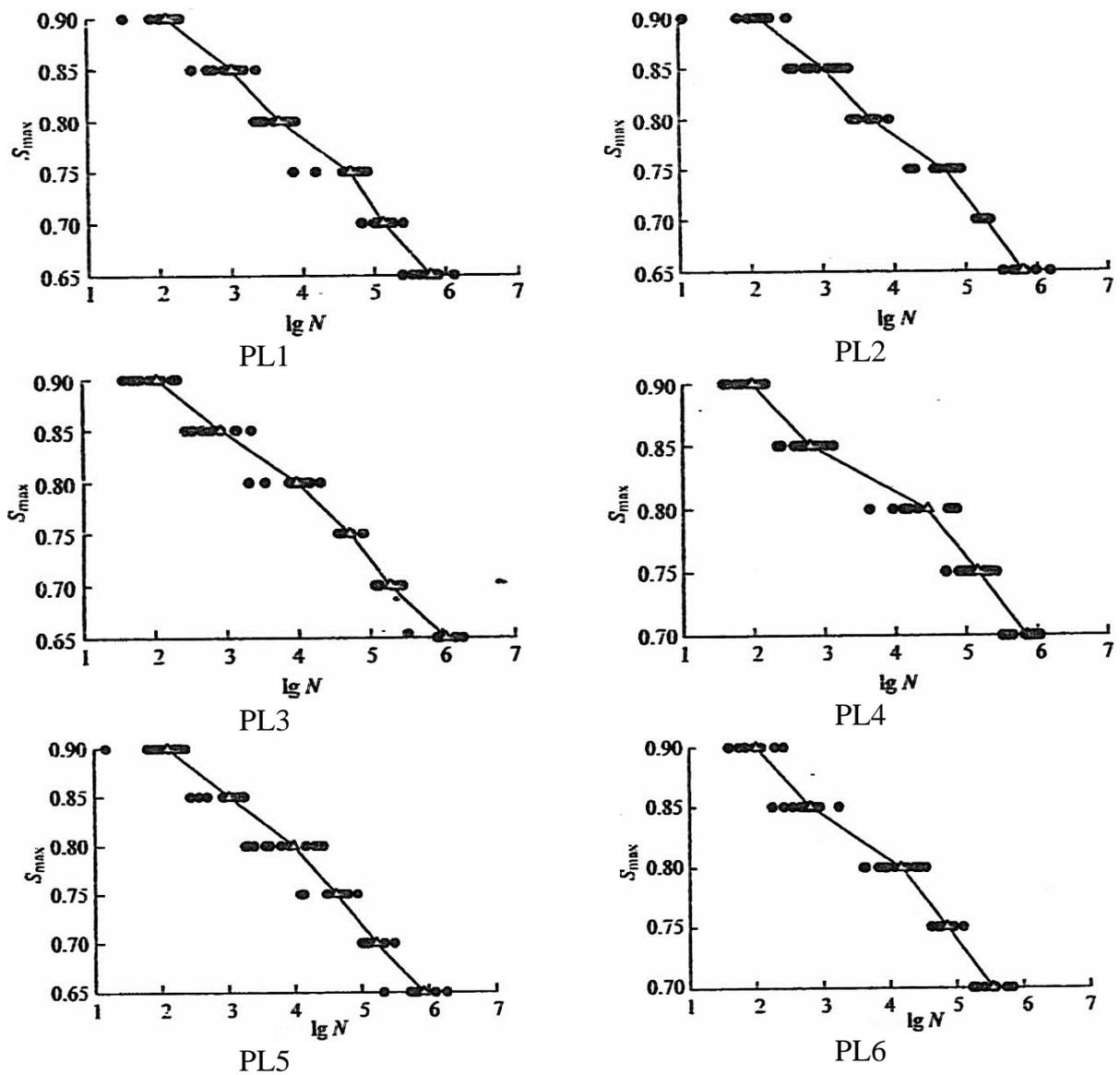
Ứng suất	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	PL6
Ứng suất uốn	7.6	7.9	7.1	5.9	7.5	6.1
Ứng suất nén	69.7	70.2	65.8	56.6	67.5	60.6

tĩnh, số còn lại làm thí nghiệm tính năng mới. Các mẫu sau khi đã làm xong thí nghiệm đo cường độ kháng uốn mới, dùng máy cưa cắt 2 đầu mẫu (xem hình 2) được 2 mẫu lập phương mới kích thước 100 x 100 x 100 mm và tiến hành cường độ kháng nén. Khi thí nghiệm lực tĩnh, phương thức không chế lực tác dụng với tốc độ tăng tải là 0.05 MPa/s.



2.4. Kết quả và phân tích thí nghiệm Kết quả thí nghiệm

Bảng 5 và hình 3 thể hiện kết quả thí nghiệm.



Hình 3. Quan hệ kết quả thí nghiệm ứng lực lớn nhất S_{max} của các mẫu bê tông có cấp phối khác nhau

Lấy trị số $lg N$ (N là tuổi thọ mỗi của các mẫu bê tông có cấp phối khác nhau) được phân bố tuổi thọ mỗi bê tông dưới tác dụng của các mức ứng lực khác nhau. Quan sát hình 3 ta thấy:

Khi trộn lượng phụ gia khoáng hoạt tính tương đối thấp, mức ứng lực lớn nhất S_{max} với $lg N$, cơ bản là quan hệ tuyến tính. Nhưng khi lượng pha trộn tro bay đạt đến 50% (cấp phối PL6), hoặc lượng pha trộn xỉ lò cao đạt 80% (cấp phối PL4), đường cong không cùng góc nghiêng tại vị trí $S_{max} = 0.8 \sim 0.85$ (đường cong có chỗ gãy).

Trong đó 2 mẫu (PL4 và PL6) có thành

phần cấp phối chịu được lực tác dụng tuần hoàn lớn hơn 2×10^6 (lần) với mức ứng lực là 0,65 mà vẫn chưa bị phá hoại. Nhận thấy hai mẫu này có thành phần tỉ lệ cấp phối hợp lý hơn nên cần được chú ý nghiên cứu mặc dù các mẫu khác gần như có quan hệ tuyến tính phù hợp với ứng lực với $lg N$ của vật liệu bê tông.

2.5. Ảnh hưởng của phụ gia khoáng hoạt tính đối với tính năng mỗi chu kỳ thấp và chu kỳ cao của bê tông.

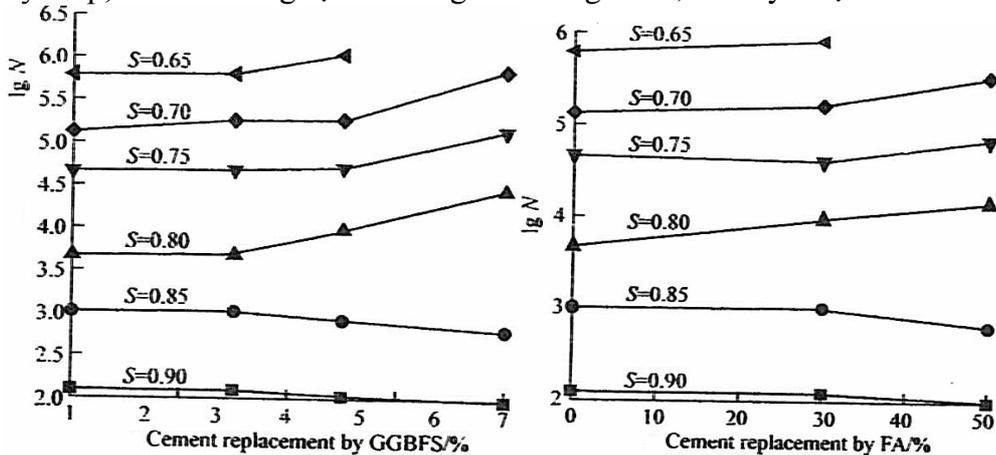
Căn cứ số lần tuần hoàn ứng lực của vật liệu hoặc kết cấu của bê tông trước khi phá hoại mỗi có thể chia làm 2 loại: chu kỳ cao và

chu kỳ thấp.

Mỗi chu kỳ cao là chỉ mức độ ứng lực thấp. Số lần tuần hoàn ứng lực của vật liệu hoặc kết cấu trước khi bị phá hoại đạt $n=(10^3 \sim 10^7)$ cấp số lượng.

Ví dụ: Đường băng sân bay, đường cái, cầu đường sắt và mặt đường bộ... thuộc kiểu môi này.

Mỗi chu kỳ thấp, khi mức ứng lực S tương



Hình 4. Tuổi thọ môi của BT tùy thuộc vào xu thế biến hóa của lượng khoáng vật thay thế hoạt tính trộn vào.

Từ hình 4 cho thấy: Khoáng vật thay thế hoạt tính ảnh hưởng đối với tuổi thọ môi chu kỳ cao, chu kỳ thấp của bê tông tồn tại 2 xu thế rõ ràng khác nhau. Tuổi thọ môi của bê tông tùy xu thế thay đổi của lượng khoáng vật thay thế hoạt tính trộn vào có quan hệ với mức ứng lực S .

Khi $S \geq 0.8$ tuổi thọ môi N của bê tông tùy thuộc vào lượng phụ gia khoáng hoạt tính xỉ lò cao và tro bay tăng mà giảm nhỏ.

Khi $S < 0.8$ lượng phụ gia khoáng hoạt tính tăng thì tuổi thọ N của bê tông tăng theo.

Trị số trung bình phương trình môi của bê tông:

$$S = f_{\max} / f_{\text{fm}} = A - B \cdot \lg N$$

Trong đó: f_{\max} là ứng lực lớn nhất

f_{fm} là cường độ kháng uốn

A, B là hệ số

Căn cứ trị số trung bình, phương trình môi tính toán được các cấp phối của bê tông.

Khi tuổi thọ môi của bê tông $N = 2 \times 10^6$ số lần lực tác dụng tuần hoàn thì hệ số triết giảm cường độ môi ở giữa $0.624 \sim 0.691$ (xem bảng

đôi cao, số lần ứng lực tuần hoàn $n < 10^3$. Điền hình loại này là tải trọng địa chấn (động đất).

Theo kết quả thí nghiệm:

Khi $S > 0.8$, trị số bình quân của tuổi thọ môi của bê tông thường là $n = 10^3$ cấp số lượng, lúc này thuộc môi chu kỳ thấp.

Khi $S \leq 0.8$, trị số bình quân của tuổi thọ môi bê tông $> 10^3$, lúc này thuộc môi chu kỳ cao.

6, xác suất mất hiệu quả là 50%).

Có tài liệu đã công bố: thí nghiệm đo cường độ kháng nén f_c là 76.4 MPa, tuổi thọ môi kháng nén của bê tông cường độ cao nhỏ hơn của bê tông thường. Qua nhiều lần kiểm tra phát hiện hệ số triết giảm môi tùy theo sự nâng cao của cường độ mà giảm. Điều này cũng cần nghiên cứu kiểm tra lại.

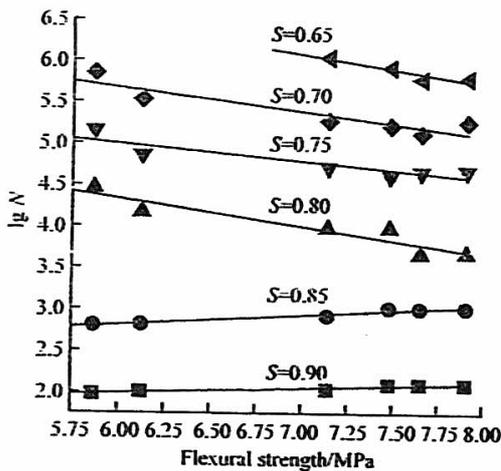
Một số đã đo thí nghiệm tính năng môi kháng nén của một số mẫu bê tông như bê tông phổ thông là 26MPa, cường độ trung bình 52MPa, bê tông cường độ cao 84MPa và cường độ siêu cao là 103MPa phát hiện: ở mức cường độ giống nhau, phân biệt là 0.75, 0.85, 0.95. Cho thấy trị số ($\lg N$) tuổi thọ kháng nén của bê tông tùy thuộc sự tăng của cường độ mà giảm. Trong điều kiện thí nghiệm của chúng thì cường độ của bê tông phổ thông, cường độ trung bình, cường độ cao, cường độ siêu cao của bê tông đạt đến 2×10^6 lần lực tác dụng tuần hoàn, hệ số triết giảm cường độ môi phân biệt là $0.621f_c$, $0.518f_c$, $0.486f_c$, $0.477f_c$.

Bảng 6. Trị số trung bình phương trình môi của bê tông có cấp phối khác nhau

Mẫu trộn	Hệ số A	Hệ số B	Hệ số quan hệ	Ứng suất môi
Mẫu 1	1.04808	0.06731	-0.99539	$0.624f_{fm}$
Mẫu 2	1.04514	0.06614	-0.99531	$0.628 f_{fm}$
Mẫu 3	1.03412	0.06228	-0.99488	$0.642 f_{fm}$
Mẫu 4	0.99510	0.04822	-0.98654	$0.691 f_{fm}$
Mẫu 5	1.04493	0.06605	-0.99534	$0.629 f_{fm}$
Mẫu 6	1.00957	0.05409	-0.99148	$0.669 f_{fm}$

2.6. Ảnh hưởng cơ lý của khoáng vật thay thế hoạt tính đối với tính năng môi của bê tông

Từ cường độ nén của bê tông có lượng khoáng vật pha trộn khác nhau ta nhận thấy hệ số triết giảm cường độ môi của bê tông tùy thuộc vào sự nâng cao của cường độ nén mà hạ thấp. Tuy nhiên, kiểm tra ở mức ứng lực khác nhau, trị số lgN của tuổi thọ môi của bê tông tùy thuộc quy luật biến đổi của cường độ kháng uốn phát hiện trị số lgN (trị số tuổi thọ môi của bê tông) tùy thuộc thay đổi của cường độ kháng uốn với mức ứng lực (có quan hệ).



Hình 5. Mối quan hệ giữa lực kháng uốn và tuổi thọ của hỗn hợp bê tông

Khi $S_{max} \leq 0.8$ trị số lgN môi của bê tông phụ thuộc sự tăng cao của cường độ kháng uốn mà giảm xuống (phù hợp phía trước đề xuất).

Khi $S_{max} > 0.8$ xu thế hoàn toàn ngược lại, tức là cường độ kháng uốn của bê tông càng cao thì lgN cũng càng lớn.

Trong nghiên cứu cũng phát hiện dưới tác dụng mức ứng lực cao tính năng môi của bê tông cường độ cao tốt hơn bê tông cường độ thấp, tức là ở mức độ cường độ ứng lực cao tuổi thọ môi của bê tông tùy thuộc nâng cao cường độ của bê tông mà tăng lên.

Ủy ban bê tông châu Âu và quốc tế đã

nghiên cứu và báo cáo: phá hoại môi của vật liệu bê tông tồn tại 2 cơ chế:

+ Giữa đá xi măng và vật liệu thô thoái hóa dính kết;

+ Nứt phát triển bên trong nền.

Hai cơ chế này có thể đơn độc hoặc cùng tồn tại.

Có tài liệu đề xuất: dưới tác dụng của tải trọng môi chu kỳ thấp, nền phá hoại trước chiếm vai trò chủ yếu.

Dưới tác dụng tải trọng phá hoại môi chu kỳ cao mặt tiếp giáp giữa nền và khối vật liệu làm cho vật liệu môi mất tác dụng chiếm vai trò chủ yếu.

Nhận thấy đối với môi chu kỳ thấp biên độ cao, dưới tác dụng của tải trọng môi tương đối cao, ứng biến tiến vào phạm vi tính dẻo, nứt nhỏ phát triển đến bộ phận bên trong của vữa xi măng cát có tính liên tục mà hình thành “nứt xuyên” dẫn đến phá hoại môi của vật liệu.

Dưới tác dụng của tải trọng môi chu kỳ cao biên độ thấp, nứt nhỏ sản sinh trên mặt kết hợp giữa cốt liệu thô với vữa xi măng cát hoặc cốt liệu thô, cốt liệu mịn với đá xi măng cứng hóa (tức là nứt dính kết), dẫn phát triển dẫn đến phá hoại môi vật liệu.

Trong tình trạng tập trung vật liệu nhất định, cường độ của bê tông quyết định bởi cường độ của đá xi măng, suất lỗ rỗng trong đá xi măng càng thấp số lượng lỗ rỗng trong bê tông càng ít thì cường độ của bê tông càng cao. Tương ứng năng lực không chế nứt phát triển của bê tông càng mạnh.

Căn cứ cơ chế phá hoại môi bê tông, trong tình trạng mức ứng lực tương đối cao, quá trình phá hoại dựa vào nứt môi trong đá xi măng phát triển hình thành mạng lưới nứt là chính. Vì vậy cường độ của bê tông càng cao, năng lực kiểm chế phát triển nứt càng mạnh. Trước khi bị phá hoại có thể chịu số lần môi tuần hoàn càng nhiều, tuổi thọ môi của bê

tông càng dài.

Giữa đá xi măng và cốt liệu tồn tại vùng quá độ mặt giao tiếp gọi tắt là (ITZ) có kết cấu không chặt chẽ, có sản vật từ phản ứng Hydrat của $\text{Ca}(\text{OH})_2$ và Al_2O_3 , Fe_2O_3 ... có số lượng khá lớn. Tác dụng của ngoại lực vùng này dễ xuất hiện nứt, chịu lực kém, khuếch tán, tính chống thấm kém. Nhưng khi có khoáng vật thay thế hoạt tính lập tức có phản ứng thứ cấp dính kết thành đá nhân tạo, trực tiếp cải tạo vùng (ITZ). Nghiên cứu của Sunwei và một số người khác là: cho thêm (15~20)% bột đá Silic hoạt tính vào bê tông, đã cải thiện rất lớn vùng (ITZ), thậm chí làm (ITZ) biến mất, cải thiện tốt tính năng mỏi của bê tông, nâng cao khả năng kiểm chế nứt ở vùng (ITZ), nâng cao tính năng mỏi chu kỳ thấp của bê tông.

3. Kết luận

(1) Khi tuổi thọ của bê tông $N = 2 \times 10^6$ lực tuần hoàn, hệ số triết giảm cường độ mỏi của bê tông sẽ tùy theo sự tăng hoặc giảm lượng pha trộn khoáng vật hoạt tính thay thế mà tăng hoặc giảm theo. Bê tông có lượng pha trộn lớn thì hệ số triết giảm cường độ mỏi lớn hơn loại có lượng pha trộn nhỏ rõ rệt.

(2) Hiệu ứng hoạt tính của khoáng vật thay thế hoạt tính có khả năng cải thiện kết cấu khu quá độ mặt tiếp xúc bên trong bê tông, làm tăng khả năng kiểm chế nứt mỏi của bê tông

phát triển, điều này đã làm tính năng mỏi chu kỳ cao và làm tăng hệ số triết giảm cường độ mỏi của bê tông.

(3) Khoáng vật thay thế hoạt tính có độ mịn lớn, vì vậy khả năng lấp đầy tốt, làm giảm độ rỗng trong bê tông nhờ đó đã làm tăng cường độ và tính năng kháng mỏi của bê tông.

(4) Tính năng mỏi chu kỳ thấp của bê tông tùy thuộc vào sự nâng cao cường độ của bê tông mà tốt lên.

(5) Cần chu đáo, kỹ càng trong thiết kế để đảm bảo tương xứng đối tượng sử dụng ở mức ứng suất là $S = 0,8$.

(6) Trong khai thác cần khống chế quá tải tức là khống chế mức ứng suất $S < 0,8$ để đảm bảo tuổi thọ mỏi của công trình, tránh cho công trình bị ứng suất mỏi phá hoại sớm gây lãng phí lớn.

(7) Cần làm thí nghiệm hiện trường để kiểm chứng lại trước khi ứng dụng rộng rãi.

(8) Vật liệu phụ gia hoạt tính dùng 2 loại là Tro bay (Flyash) và xỉ lò cao (Slag).. Nên chú ý ưu tiên dùng tro bay vì giá thành rẻ hơn. Vì xỉ lò cao rắn, khó nghiền mịn, giá thành cao. Có thể thí nghiệm dùng Pozolan, loại phụ gia hoạt tính có sẵn ở Việt Nam với khối lượng rất lớn, lại có tính năng tương ứng như hai loại trên. Có thể hạ giá thành công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tuyển tập Tôn Vĩ - Trung Quốc, xuất bản năm 2008.
- [2]. Giáo trình Vật liệu Xây dựng, Trường Đại học Thủy lợi.
- [3]. Sức bền Vật liệu – Đại học Thủy lợi Điện lực Vũ Hán – Trung Quốc.
- [4]. Ứng dụng của tro bay trong bê tông thủy công – Trung Quốc, xuất bản năm 1992.
- [5]. Nghiên cứu ứng dụng đập bê tông RCC trọng lực tại Việt Nam – Đỗ Văn Toán – Luận văn Tiến sĩ, năm 2000.

Abstract:

INFLUENCE OF ACTIVE MINERAL ADMIXTURES ON FATIGUE BEHAVIOR OF CONCRETE

We used active admixture with the rate $\leq 30\%$ to produce CVC which release low temperature to make bulk concrete (up to 30%-70%) to produce RCC. This article focus on the effects of the active mineral additives to the fatigue strength of the concrete which includes 30%-50% fly-ash (mass fraction) or 30%, 50% and 80% blast furnace slag (used for the fatigue test). The results of the fatigue strength to crack of the concrete are up to 2000000 period of the bending load. Mineral admixtures can exert beneficial effect on hi-cycle fatigue behavior of concrete for the improvement of transition zone, as for low-cycle fatigue behavior of concrete effect of mineral admixtures depend on their influence on concrete strength.