

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG ĐẶC TÍNH CỦA CỐT LIỆU ĐẾN KHẢ NĂNG KHÁNG NỨT BÊ TÔNG ĐẦM LĂN

TS. Nguyễn Như Oanh

Bộ môn Vật liệu xây dựng

Tóm tắt: Đặc tính của cốt liệu có ảnh hưởng đến khả năng kháng nứt của Bê tông đầm lăn (BTĐL) được nghiên cứu lý thuyết cũng như bằng thực nghiệm. Hệ số kháng nứt của BTĐL Φ được đưa ra để đánh giá khả năng chống nứt của BTĐL. Hệ số kháng nứt của BTĐL Φ có thể dùng để đánh giá khả năng kháng nứt của BTĐL dùng cốt liệu thô có mô đun đàn hồi và cường độ khác nhau.

Từ khóa: Khả năng kháng nứt; Đặc tính cốt liệu; Bê tông đầm lăn (BTĐL);

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để nâng cao khả năng kháng nứt của bê tông đầm lăn, thông thường phải nâng cao cường độ kéo và giá trị kéo dẫn cực hạn của bê tông, hạ thấp mô đun đàn hồi kéo và giảm biến hình do co khô của BTĐL. Trong điều kiện bình thường, khi nâng cao cường độ kéo thì cũng làm cho mô đun đàn hồi kéo của BTĐL tăng lên. Do đó, Về cơ bản muốn nâng cao khả năng kháng nứt của BTĐL thì phải: giữ nguyên cường độ kéo (hoặc nén) nhất định, nâng cao giá trị kéo dẫn cực hạn.

Độ chặt của cốt liệu và vùng tiếp xúc giữa vữa CKD và cốt liệu quyết định giá trị mô đun đàn hồi của bê tông. Thông thường, bê tông tạo lên do 3 thành phần cơ bản là: vữa chất kết dính, cốt liệu và vùng tiếp xúc. Mô đun đàn hồi của vữa chất kết dính quyết định bởi độ rỗng của vữa, yếu tố ảnh hưởng lớn nhất đến độ rỗng của thể vữa CKD là do tỷ lệ N/CKD, hàm lượng khí, khoáng vật trong phụ gia khoáng, quá trình thủy hóa của xi măng, v.v... Vùng tiếp xúc do lỗ rỗng, các vết nứt vi mô, các tinh thể tạo thành do thủy hóa CKD tạo lên, Tuy nhiên mô đun đàn hồi và độ đặc chắc của cốt liệu cũng ảnh hưởng đến khả năng kháng nứt của BTĐL. Cốt liệu đặc chắc có mô đun đàn hồi cao, Thông thường, BTĐL dùng nhiều cốt liệu thô sẽ có mô đun đàn hồi lớn, làm nâng cao mô đun đàn hồi của bê tông.

Bài viết này, tác giả đi sâu nghiên cứu ảnh

hưởng của đặc tính của cốt liệu ảnh hưởng đến tính kháng nứt của BTĐL. Từ nghiên cứu phân tích lý thuyết đến thực nghiệm dùng công thức tính toán hệ số kháng nứt Φ của BTĐL.

2. PHÂN TÍCH LÝ LUẬN VỀ ẢNH HƯỞNG CỦA CỐT LIỆU ĐẾN TÍNH KHÁNG NỨT CỦA BTĐL

Trong BTĐL cốt liệu chiếm tỷ lệ lớn, vào khoảng từ 75 – 80% thể tích bê tông, do đó các đặc tính của cốt liệu (như mô đun đàn hồi, hình dạng bề mặt, kích thước hạt, cấp phối, hệ số trương nở nhiệt, v.v...) có ảnh hưởng rất lớn đến tính kháng nứt của BTĐL.

2.1 Hệ số kháng nứt của Bê tông đầm lăn

Từ trước tới nay, có nhiều phương pháp khác nhau để đánh giá tính kháng nứt của bê tông đầm lăn, nhưng khả năng kháng nứt của BTĐL vẫn chưa có chỉ tiêu nào để đánh giá. Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến tính kháng nứt của BTĐL. Bài viết này căn cứ vào tính năng biến hình và cấu trúc của BTĐL, thông qua phân tích lý thuyết kết hợp với thực nghiệm, đã phân tích đánh giá khả năng kháng nứt của BTĐL thông qua hệ số kháng nứt Φ , được biểu thị bằng công thức sau^[1]:

$$\Phi = \frac{\varepsilon_p R_k}{\alpha \Delta T E_k} \quad (1)$$

Trong đó: ε_p : Giá trị biến dạng kéo cực hạn của BTĐL

R_k : Cường độ chịu kéo của BTĐL (MPa);

α : Hệ số biến dạng nhiệt của BTĐL ($1/^\circ\text{C}$);

ΔT : Tăng nhiệt của BTĐL ($^\circ\text{C}$);

E_k : Mô đun đàn hồi kéo của BTĐL (MPa);

Hệ số kháng nứt trên dùng để đánh giá khả năng kháng nứt của BTĐL giàu CKD, với lượng dùng phụ gia khoáng cao, bê tông khối lớn dùng để xây dựng đập trọng lực. Trong công thức trên Φ càng lớn thì tính kháng nứt càng tốt. Ở thời kỳ đầu (tuổi sớm) của BTĐL cường độ chịu kéo còn rất thấp, do có sự chênh lệch nhiệt độ ΔT giữa bên trong BTĐL và nhiệt độ môi trường lớn làm cho BTĐL sinh ra hiện tượng nứt bề mặt.

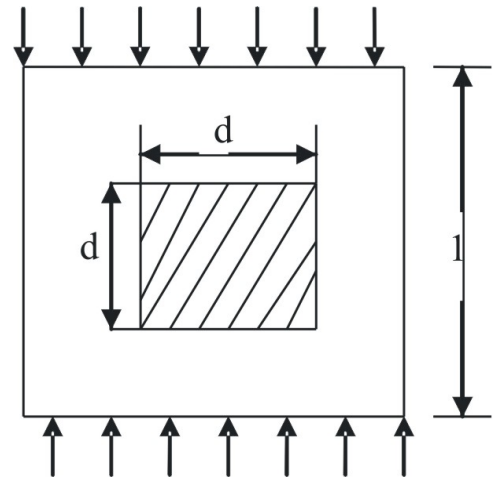
Theo nghiên cứu của Trung Quốc^[1], trong điều kiện bảo dưỡng bình thường, hệ số kháng nứt Φ của BTĐL thay đổi theo thời gian. Thời kỳ từ 7 đến 60 ngày, hệ số kháng nứt giảm khi tuổi của BTĐL tăng, nhưng sau 60 ngày tuổi, hệ số kháng nứt sẽ tăng theo thời gian, tức là tính kháng nứt càng lớn khi tuổi của BTĐL càng lớn.

Ở tuổi 14 ngày thì hệ số kháng nứt Φ của BTĐL là nhỏ nhất. Do đó các vết nứt của đập BTĐL dễ có thể sinh ra ở tuổi vào khoảng 14 ngày.

2.2 Quan hệ giữa mô đun đàn hồi của BTĐL và mô đun đàn hồi của cốt liệu

Bê tông đầm lăn có mô đun đàn hồi E_k càng nhỏ, biến dạng kéo cực hạn càng lớn, chênh lệch nhiệt độ ΔT càng thấp thì BTĐL thì khả năng kháng nứt càng tốt; Mô đun đàn hồi của BTĐL có quan hệ với cường độ, cấp phối, tuổi bê tông và mô đun đàn hồi của cốt liệu.

BTĐL có thể xem như bao gồm 2 thể tạo thành: thể vật liệu đồng chất là thể vữa CKD và thể phân tán là cốt liệu, Nếu gọi mô đun đàn hồi của thể bê tông là E_c , mô đun đàn hồi của cốt liệu là E_G , Mô đun đàn hồi của thể vữa CKD là E_m , Thể tích của cốt liệu là V_G , thể tích của thể vữa là V_m . Tính cho 1 đơn vị thể tích bê tông ta có: $V_G+V_m=1$, coi BTĐL là loại vật liệu phức hợp đàn hồi. Theo thuyết của Counto có thể biểu diễn:



Hình 2.1 (theo thuyết Counto)

Theo lý thuyết của Counto, giả thiết rằng bê tông được tạo lên bởi thể vữa CKD bao bọc xung quanh hạt cốt liệu, Giả sử lấy 1 đơn vị thể tích bê tông, cốt liệu bên trong có kích thước là d (hình vẽ H.2.1). Qua nghiên cứu Counto thấy rằng: Mô đun đàn hồi của bê tông E_c , Mô đun đàn hồi của thể vữa CKD là E_m , Mô đun đàn hồi của cốt liệu là E_G và thể tích của cốt liệu V_G có quan hệ với nhau theo công thức sau:

$$E_c = \frac{E_m}{1 - \frac{1}{V_G^{-1/3} + \frac{E_m}{(E_G - E_m)V_G}}} \quad (2)$$

Từ công thức (2) thấy rằng: khi E_G , V_G giảm nhỏ, thì giá trị mô đun đàn hồi bê tông E_c sẽ nhỏ. Do vậy, để mô đun đàn hồi của BTĐL nhỏ, ta nên chọn loại cốt liệu có mô đun đàn hồi nhỏ, thể tích của cốt liệu (đặc biệt là cốt liệu thô) thích hợp, tăng thể tích của vữa chất kết dính trong bê tông.

2.3 Ảnh hưởng bởi các đặc tính khác của cốt liệu đến tính kháng nứt của BTĐL

Nguyên nhân cơ bản của BTĐL chủ yếu là do sự bay hơi nước trong vữa CKD của bê tông gây lên. Cốt liệu thô trong BTĐL là bộ xương, vì vậy hình dạng bề mặt của cốt liệu thô không chỉ làm tăng độ rắn chắc cho bộ xương làm tăng mô đun đàn hồi của bê tông, ảnh hưởng đến khả năng kháng nứt của bê tông. Để giảm nứt của bê

tông nên chọn loại cốt liệu thô có tính rắn chắc hợp lý, cấp phối hạt tốt, đường kính hạt lớn nhất hợp lý, hàm lượng hạt thoi dẹt nhỏ, lượng ngậm tạp chất có hại thấp, không gây phản ứng kiềm cốt liệu, v, v... để giảm bớt lượng dùng xi măng, giảm nhiệt trong bê tông, giảm co khô, đồng thời tăng khả năng kháng nứt của BTĐL.

3. Nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của cốt liệu đến tính kháng nứt của BTĐL

3.1 Vật liệu dùng thí nghiệm:

1) Xi măng: Trong thí nghiệm dùng loại xi măng Portland PCB.40. Tính chất vật lý và thành phần hóa học, khoáng vật của xi măng thể hiện ở các bảng sau đây:

Bảng 1. Thành phần hóa học và tính chất vật lý của xi măng

Ký hiệu	Thành phần hóa học chính (%)							Khối lượng riêng (g/cm ³)	Cường độ chịu nén R ₂₈ (MPa)
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Al ₂ O ₃	Loss		
HT PCB40	19,30	3,69	59,86	3,07	3,06	6,04	3,48	3,13	46,2

Bảng 2. Thành phần khoáng vật của xi măng

C ₃ S (%)	C ₂ S (%)	C ₃ A (%)	C ₄ AF (%)
51,34	16,62	9,45	11,22

2) Phụ gia khoáng: Dùng tro bay để chế tạo bê tông có tính chất vật lý như sau:

Bảng 2. Tính chất vật lý của phụ gia khoáng

Tên PGK	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Độ mịn (Lượng sót trên sàng 0,08mm) (%)	SO ₃ (%)	Loss (mất khi nung) (%)	Tỷ số cường độ (90 ngày) (%)	Nước yêu cầu (%)
Tro bay PL	2,30	4,3	0,16	8,0	109,7	103,5

Bảng 2. Thành phần hóa học của phụ gia khoáng (%)

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	SO ₃	Loss	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂
60,62	6,85	1,96	22,22	1,16	0,16	2,74	2,46	0,50	1,18

3) Cốt liệu dùng cho bê tông:

a) Cốt liệu nhỏ: Dùng cát vàng Sông Lô, sạch, cấp phối đạt yêu cầu; Các tính chất vật lý của cát thể hiện ở bảng 3 dưới đây:

Bảng 3. Tính chất vật lý của cốt liệu nhỏ (cát)

Khối lượng riêng (g/cm ³)	Khối lượng đơn vị (g/cm ³)	Độ ẩm (%)	Mô đun độ lớn
2,67	1,65	2,4	2,90

b) Cốt liệu lớn (Đá dăm)

Thí nghiệm dùng 2 loại đá dăm khác nhau: 2 loại đá dùng như nhau là 40mm; Thí nghiệm xác định độ rắn chắc khô, ẩm và mô đun đàn hồi của 2 loại đá thể hiện ở bảng 4 dưới đây:

Bảng 4. Tính chất vật lý của cốt liệu lớn (Đá dăm)

Loại đá dăm	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Khối lượng đơn vị (g/cm ³)	Cường độ nén đập khô (MPa)	Cường độ nén đập ẩm (MPa)	Mô đun đàn hồi (GPa)
Đá dăm chế từ đá vôi	2,75	1,67	131	87	40,5
Đá dăm chế từ đá Granít	2,80	1,70	150	140	70

3.2 Thí nghiệm một số đặc tính của BTĐL tiến hành trộn bê tông với cùng tỷ lệ vật liệu Để thí nghiệm một số tính năng của BTĐL, như nhau, với 2 loại đá dăm khác nhau.

Bảng 5. Cấp phối của bê tông đầm lăn dùng để thí nghiệm

Ký hiệu	Trộn thêm MgO (%)	Lượng dùng vật liệu cho 1 m ³ BTĐL (kg)				
		Nước	Xi măng	Tro bay	Cát	Đá
SP	4	100	108	72	832	1358

Ghi chú: 1) BTĐL cấp phối 2, tỷ lệ phối trộn: Đá trung bình : Đá nhỏ = 40: 60 (%); D_{max} = 40mm

2) Dùng 0,7% Phụ gia hóa Plasment 96, Độ công tác VC = 7 -10s

Trộn bê tông, đúc mẫu, bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn (PTN), đến 28 và 90 ngày tuổi. Tiến hành thí nghiệm xác định được một số tính năng cơ học của BTĐL như bảng dưới đây:

Bảng 6. Kết quả thí nghiệm BTĐL dùng 2 loại đá dăm khác nhau

Ký hiệu mẫu	Loại đá dăm	Cường độ chịu cắt (MPa)		Cường độ chịu nén mẫu lập phương (MPa)		Cường độ chịu nén mẫu trụ (MPa)
		28 ngày	90 ngày	28 ngày	90 ngày	28 ngày
SP ₁	Dăm đá vôi	1,00	1,55	13,2	16,8	8,1
SP ₂	Dăm Granit	0,91	1,47	14,0	17,5	8,7

Bảng 7. Kết quả thí nghiệm BTĐL dùng 2 loại đá dăm khác nhau (tiếp)

Ký hiệu mẫu	Mô đun đàn hồi nén (GPa)	Cường độ chịu kéo (MPa)	Mô đun đàn hồi kéo (GPa)	Giá trị kéo dẫn cực hạn (x10 ⁻⁶)	Tính toán hệ số kháng nứt Φ (x10 ⁻⁴)
	28 ngày	28 ngày	28 ngày	28 ngày	28 ngày
SP ₁	9,598	0,75	9,983	121	0,65
SP ₂	13,330	0,76	12,378	95	0,41

3.3 Nhận xét:

Từ bảng 6, 7 kết quả thí nghiệm cho thấy: Với cấp phối bê tông đầm lăn như nhau, chọn 2 loại đá dăm có tính năng vật lý và cơ học khác nhau, tính năng cơ học của BTĐL sẽ khác nhau; Thấy rằng với bê tông SP₂ đá dăm granit so với bê tông SP₁ đá dăm từ đá vôi, thì cường độ chịu nén mẫu bê tông SP₂ tăng không đáng kể (kể cả ở tuổi 28 ngày hoặc 90 ngày), nhưng cường độ chịu cắt thì giảm đáng kể. Mô đun đàn hồi nén và kéo của bê tông SP₂ đều lớn hơn đáng kể so với bê tông SP₁ (lớn hơn từ 39 – 24%), giá trị kéo dãn cực hạn của bê tông SP₁ lớn hơn SP₂ là 21%.

Từ kết quả ở bảng 7, lấy hệ số biến dạng nhiệt của BTĐL $\alpha = 7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, sự tăng đoạn nhiệt ở 28 ngày tuổi của BTĐL $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$, dùng công thức (1) ở trên ta tính được hệ số kháng nứt Φ của 2 loại bê tông như cột cuối của bảng 7; Hệ số Φ của SP₁ là: $0,65 \times 10^{-4}$ lớn hơn Φ của SP₂ là: $0,41 \times 10^{-4}$.

Điều đó cho thấy BTĐL dùng đá dăm có độ

rắn chắc và mô đun đàn hồi lớn có khả năng kháng nứt kém hơn.

4. KẾT LUẬN

Hiện nay, xây dựng đập BTĐL khối lớn trên Thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng đều có hiện tượng sinh các vết nứt trên bề mặt hoặc trong khối đổ bê tông, điều đó làm ảnh hưởng đến chất lượng BTĐL và dễ sinh ra hiện tượng thấm qua bê tông, giảm độ bền công trình. Tính kháng nứt của BTĐL bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như: cấp phối, nhiệt độ, thi công, v.v.... Bài viết này bằng phân tích lý thuyết và thực nghiệm các tác giả đã chỉ ra rằng cốt liệu (đặc biệt là cốt liệu lớn) có ảnh hưởng đáng kể đến tính kháng nứt của BTĐL.

Để biểu thị khả năng kháng nứt của BTĐL có thể dùng hệ số Φ (công thức (1)) để tính toán sơ bộ và đánh giá khả năng kháng nứt của BTĐL. Từ đó trong thiết kế cấp phối BTĐL lựa chọn cốt liệu hợp lý vừa đảm bảo cường độ vừa ngăn ngừa và hạn chế nứt nẻ trong BTĐL.

Tài liệu tham khảo:

- [1] 方坤河著, 碾压混凝土材料、结构与性能. 武汉大学出版社. 2004.2. 武汉;
- [2] 刘数华, 方坤河, 曾力, 孙永波. 混凝土抗裂性能评价指标综述. 公路 (交通类核心期刊). 2004. 4: 104~106;
- [3] 刘数华, 曾力, 吴定燕. 碾压混凝土抗裂性能研究. 哈尔滨工业大学学报 (核心期刊、EI核心). 2005. 10 (待发);
- [4] 曾力, 刘数华, 吴定燕. 提高碾压混凝土抗裂性能的试验研究. 水力发电学报 (核心期刊, EI收录). 第二十三卷第五期2004. 5: 32~35;
- [5] Nguyen Nhu Oanh, Liu Shuhua, Fang Kunhe □ Influence of Mineral Admixtures on Crack Resistance of Roller Compacted Concrete □ Key Engineering Materials (Indexed by SCI, EI and ISTP); 2006.

Abstract

A STUDY OF AGGREGATE CHARACTERISTICS AFFECTING THE ANTI-CRACKING CAPABILITY OF ROLLER COMPACTED CONCRETE (RCC)

Dr. Nguyen Nhu Oanh

Building Materials Department

The aggregate characteristic's affecting anti-cracking capability of Roller Compacted Concrete (RCC) are studied in theory and experiment. An anti-cracking parameter Φ is introduced to indicate the anti-cracking capability of RCC. The parameter Φ can then be used as a guide line to evaluate the anti-cracking capability of RCC mixed with aggregates of different modulus of elasticity and strength.

Key words: anti-cracking capability; aggregate characteristics; Roller Compacted Concrete (RCC).