

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ CẤP PHỐI LÝ THUYẾT BÊ TÔNG ĐẦM LĂN

TS. Nguyễn Như Oanh

Bộ môn Vật liệu xây dựng – Đại học Thủy lợi

Tóm tắt

Hiện nay, Việt Nam đang sử dụng 2 phương pháp thiết kế cấp phối bê tông đầm lăn (BTĐL – RCC), Phương pháp của Mỹ và phương pháp của Trung Quốc. Các công trình thuộc Bộ Nông Nghiệp và Phát triển Nông thôn thường sử dụng Phương pháp thiết kế cấp phối bê tông đầm lăn của Trung Quốc, Phương pháp này thường dựa trên chỉ tiêu thiết kế là cường độ chịu nén hoặc cường độ kháng cắt.

Bài báo này muốn phân tích và đưa ra ý tưởng chỉ đạo là Thiết kế cấp phối BTĐL khi đã biết một chỉ tiêu là cường độ nén hoặc là dựa vào các 2 chỉ tiêu cường độ chịu nén và cường độ kháng cắt để thiết kế cấp phối nhằm mục đích tính toán cấp phối BTĐL lý thuyết một cách dễ dàng bằng phần mềm máy tính.

Từ khóa: Bê tông đầm lăn (BTĐL), Roller Compacted Concrete (RCC), Cấp phối lý thuyết.

1. Đặt vấn đề:

Bê tông đầm lăn (BTĐL), tên tiếng Anh là: Roller Compated Concrete (RCC) là loại bê tông nghèo xi măng và rất khô. Trong những năm gần đây, BTĐL được ứng dụng nhiều để xây dựng các công trình Thủy công như: đập BTĐL. Khi chọn chỉ tiêu thiết kế cấp phối BTĐL lý thuyết thường chọn Cường độ chịu nén, với các công trình giao thông như: đường giao thông thường chọn Cường độ chịu cắt. Bài báo này dựa ý tưởng sử dụng tổng hợp cả cường độ chịu nén và cường độ chịu cắt để làm chỉ tiêu thiết kế, đưa ra trình tự và phương pháp tính toán để giải quyết vấn đề thiết kế cấp phối lý thuyết của bê tông đầm lăn (BTĐL).

2. Các tham số thiết kế cấp phối:

2.1 Chọn chỉ tiêu Cường độ chịu nén để tính toán tỷ lệ N/CKD:

Cường độ yêu cầu của BTĐL được tính theo công thức:

$$R_{yc} = R_{tk} + 1,645.S \quad (1)$$

Trong đó: R_{yc} : Cường độ chịu nén yêu cầu của RCC ở tuổi thiết kế

R_{tk} : Cường độ chịu nén thiết kế của RCC

S : Sai phương cường độ, tùy theo thực tế để lựa chọn: Khi cường độ RCC nhỏ hơn 20MPa, thì chọn $S = 4,0$; Cường độ RCC trong khoảng 20 đến 35 MPa, thì chọn $S = 5,0$; Khi cường độ RCC lớn

hơn 35MPa, chọn $S = 6,0$.

Hoặc căn cứ vào mác của chất kết dính (CKD), chủng loại cốt liệu thô, ta có thể tính tỷ lệ N/CKD theo công thức sau:

$$R_{yc} = AR_{CKD} \left(\frac{CKD}{N} - B \right) \quad (2)$$

Trong đó: R_{yc} : Cường độ chịu nén yêu cầu của RCC ở tuổi thiết kế (MPa)

R_{CKD} : Cường độ của chất kết dính ở tuổi 28 ngày (MPa)

A, B là hệ số thực nghiệm phụ thuộc vào chủng loại cốt liệu thô;

Đá dăm: lấy $A = 0,811$; $B = 0,581$; Nếu là sỏi, Lấy $A = 0,773$; $B = 0,789$.

Nếu không có số liệu về Cường độ của chất kết dính, ta có thể dùng công thức :

$$R_{yc} = K_c \cdot R_{tk} \quad (3)$$

Trong đó: K_c : hệ số thực nghiệm, thường lấy $K_c = 1,1 - 1,15$

2.2 Tính toán tỷ lệ N/CKD theo chỉ tiêu Cường độ chịu cắt :

2.1 Chọn chỉ tiêu Cường độ kháng cắt để tính toán tỷ lệ N/CKD:

Cường độ kháng cắt yêu cầu: tính toán theo công thức:

$$R_c^{yc} = R_c^{TK} + t.s$$

Trong đó: R_c^{yc} : Cường độ kháng cắt yêu cầu (MPa)

R_c^{TK} : Cường độ kháng cắt thiết kế (MPa)

t : Hệ số bảo đảm tần suất cường độ; (tham khảo bảng 1 dưới đây;

s : Sai phương tiêu chuẩn: Căn cứ vào cường độ cắt thiết kế để lựa chọn; khi: Cường độ cắt TK trong khoảng từ 3,5- 4,0, thì s chọn là 0,20; Cường độ cắt TK từ 4,5- 5,0, thì s chọn là 0,40; Cường độ cắt TK từ 5,5- 6,0, thì s chọn là 0,70;

Bảng 1. Hệ số tần suất đảm bảo cường độ

Cấp mặt đường	Tần suất đảm bảo	Hệ số đảm bảo tần suất t
Cao cấp, Cấp I	98	2,05
Cấp II	95	1,64
Cấp III	90	1,28
Cấp IV	85	1,04

Thực nghiệm đã thấy rằng: Những yếu tố ảnh hưởng đến cường độ kháng cắt của BTĐL chủ yếu là cường độ kháng cắt của Chất kết dính (CKD) và tỷ lệ N/CKD. Cường độ kháng cắt yêu cầu của RCC và cường độ kháng cắt của CKD, tỷ lệ N/CKD có quan hệ theo quy luật tuyến tính. BTĐL dùng đá dăm, có thể dựa vào công thức thực nghiệm sau để tính toán:

$$R_c^{yc} = 0,276.R_c^{CKD} \left(\frac{CKD}{N} + 0,906 \right) \quad (5)$$

Thông thường Cường độ chịu nén và Cường độ chịu cắt có quan hệ mật thiết với nhau. Khi không biết Cường độ chịu cắt ta có thể dựa vào công thức quan hệ thực nghiệm dưới đây để tính:

$$R_{Cắt} = 0.059 R_{nén} + 0.73 \quad (r = 0.70 \quad n = 137) \quad (4)$$

2.3 Tính lượng dùng nước đơn vị và hàm lượng pha trộn Phụ gia hóa:

Theo Lyse, lượng dùng nước lý thuyết, nếu như độ VC và đường kính hạt cốt liệu của RCC không đổi, lượng dùng nước đơn vị thường không đổi. Rất nhiều tài liệu thí nghiệm đã thấy rằng: Nếu RCC có cốt liệu hình dáng và cấp phối tốt, lượng dùng nước đơn vị của RCC chủ yếu ảnh hưởng đến khả năng đầm chặt của RCC, độ công tác (VC), mô đun độ lớn của cát (M_{dl}), chủng loại và đường kính lớn nhất của đá (D_{max}). Thông thường lượng dùng nước đơn vị của RCC được tính theo công thức thực nghiệm dưới đây: (Dùng cho RCC đá dăm):

$$N_0 = 150 - 7,5M_{dl} + 815,91/D_{max} - 0,762VC \quad (\text{lít}) \quad (6)$$

Nếu pha trộn Phụ gia hóa học, tính bằng % so với lượng nước đơn vị: $N_p\%$, ta có lượng dùng nước đơn vị sẽ là:

$$N = N_0(1 - N_p) \quad (\text{lít})$$

2.4 Tính lượng dùng Chất kết dính (CKD)

Đã biết N và tính được tỷ lệ N/CKD ta có thể tính được lượng dùng CKD (bao gồm cả Xi măng và Phụ gia khoáng):

$$CKD = \frac{N}{N/CKD} \quad (\text{kg}) \quad (7)$$

2.5. Tính lượng Cốt liệu cho $1m^3$ RCC (Gồm Cát (C) và Đá (Đ))

2.5.1 Tính lượng ngậm cát: (m_c):

Lượng ngậm cát lớn hay nhỏ đều ảnh hưởng đến tính năng của RCC như: tính công tác VC, đến khả năng đầm chặt, cường độ và tính co khô. Khi tính toán hoặc chọn được mức ngậm cát hợp lý nhất, sẽ đảm bảo cho cường độ của RCC và tính công tác đảm bảo đầm chặt nhất, lúc đó lượng dùng xi măng hoặc

CKD ít nhất và lượng dùng nước sẽ nhỏ nhất. Thực nghiệm cho thấy rằng: Các yếu tố ảnh hưởng tới mức ngậm cát gồm: Cấp phối hạt, mô đun độ lớn, Khối lượng thể tích, độ rỗng của đá, cấp phối đá và lượng dùng chất kết dính. Thông thường mức ngậm cát được chọn theo kinh nghiệm, nhưng dựa trên lý thuyết về tính lấp đầy, có thể đưa ra công thức kinh nghiệm để tính toán mức ngậm cát như sau:

$$m_c = (0,83 + 0,18M_{dl} - 3,52 \cdot 10^{-4}CKD) \cdot \frac{\gamma_{oc} \cdot r_d}{\gamma_{oc} r_d + \gamma_{od}} \quad (8)$$

Trong đó:

M_{dl} : Mô đun độ lớn của cát; γ_{oc} ; γ_{od} : khối lượng thể tích của cát và đá;
 r_d : Độ rỗng của đá; CKD: Lượng dùng chất kết dính .

2.5.2 Tính lượng cát và đá cho 1 m³ RCC:

Thông thường dùng phương pháp thể tích tuyệt đối để tính toán lượng dùng C và Đ cho 1 m³ bê tông đầm lăn:

$$C = (1000 - N - \frac{CKD}{\gamma_{oCKD}}) \cdot \frac{\gamma_{ac} \cdot \gamma_{ad}}{\gamma_{ad} + \gamma_{ac}(1 - m_c) / m_c} \quad (9)$$

$$\text{Đ} = \frac{C \cdot (1 - m_c)}{m_c} \quad (10)$$

3. Tính lượng trộn phụ gia khoáng và cấp phối RCC tương ứng:

a) Tính lượng Phụ gia khoáng:

Phụ gia khoáng (PGK) dùng cho RCC thông thường có 2 loại: Tro bay (Flyash) và Puzolan thiên nhiên hoạt tính (Puzzoland); Khi trộn PGK không chỉ làm tiết kiệm xi măng mà còn cải thiện các tính chất của RCC: tăng khả năng đầm chặt, tăng độ chống thấm và độ bền của công trình, và làm giảm giá thành công trình. Bê tông đầm lăn có lượng xi măng ít và lượng trộn PGK cao sẽ bổ xung các hạt mịn trong RCC thỏa mãn tính lấp đầy của các hạt cát và xi măng. Căn cứ vào yêu cầu của công trình và chất lượng của PGK, Lượng trộn PGK có thể tính được như sau:

$$F = CKD \cdot \delta \cdot \beta \quad (11)$$

Trong đó:

CKD: Tổng lượng chất kết dính tính được từ công thức (7);

δ : Hệ số thay thế phụ thuộc vào chất lượng PGK, lấy theo bảng 3.1 dưới đây;

β : Tỷ lệ trộn tính theo % so với tổng lượng chất kết dính, theo bảng 3.2;

Bảng 3.1 Hệ số thay thế δ

Chất lượng PGK	Loại I	Loại II	Loại III
Hệ số δ	1,0 -1,4	1,2 - 1,7	1,5 – 2,0

Bảng 3.2. Hệ số β tỷ lệ trộn phụ gia khoáng so với tổng lượng chất kết dính (%)

Loại xi măng	Mức bê tông đầm lăn yêu cầu		
	R15 (MPa)	R20 (MPa)	R25-30 (MPa)
Xi măng phổ thông (PC)	15 -25	10 -15	15 -20
Xi măng hỗn hợp (PCB)	10 -20	10	10 -15

Khuyến cáo: Nếu mức RCC yêu cầu từ R.20 trở lên: Nên dùng PGK loại I và II;
 Nếu mức RCC yêu cầu từ R.15 trở xuống: có thể dùng PGK loại III;

b) Tính lượng dùng xi măng:

$$X = CKD.(1 - \beta) \quad (12)$$

c) Tính lượng phụ gia hóa học:

$$A = (X+F). \alpha\% \quad (13)$$

Trong đó: α : Tỷ lệ trộn phụ gia hóa học tính theo % của tổng lượng CKD

d) Tính lượng dùng nước đơn vị: Nếu Phụ gia khoáng có độ ẩm, ta có thể tính lượng dùng nước đơn vị như sau:

$$N_1 = N + k_w.F (1 - W_F). \frac{N}{CKD} \quad (14)$$

Trong đó: k_w : Hàm lượng nước có trong phụ gia khoáng (%)

e) Tính lượng dùng Cát và Đá:

Trong RCC trộn tỷ lệ PGK cao, một phần PGK thay thế hàm lượng bột mịn của cát, làm cho mô đun độ lớn của cát nhỏ đi, tức là mức ngậm cát giảm xuống tương ứng. Để đảm bảo thể tích không thay đổi, Lượng dùng Cát và Đá được tính như sau:

$$C = C_0 - \left(\frac{C - C_0}{\gamma_{oc}} + \frac{F}{\gamma_{oF}} \right) \gamma_{oc} \quad (15)$$

$$\text{Và } D = D_0 \quad (16)$$

4. Kết luận

- Để thiết kế cấp phối RCC lý thuyết cần dựa vào: Yêu cầu thiết kế, Lựa chọn chỉ tiêu thiết kế, Trộn hay không trộn Phụ gia khoáng và Phụ gia hóa học, Thí nghiệm và lựa chọn các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu, các tham số kỹ thuật của cấp phối RCC. Tính ra tỷ lệ N/CKD và lượng dùng các loại vật liệu trong 1 m³ RCC, đưa ra cấp phối lý thuyết của RCC.

- Bài báo này đưa ra mô hình số học để tính toán cấp phối RCC lý thuyết, tổng hợp và phương pháp tính toán các loại chỉ tiêu thiết kế cấp phối, phản ánh tính thông dụng của mô hình số học, có thể lập trình tính toán bằng máy tính cho kết quả nhanh chóng, hiệu quả và chính xác.

Abstract

DESIGN METHOD OF RCC THEORETICAL MIXING RATIO

Dr. Nguyen Nhu Oanh

Building Material department - WRU

The design methods of mixing ratio for RCC (Roller Compacted Concrete) based on compression strength and bending strength are analyzed a new design idea that when a kind of design index is known the mixing ratio is designed according to another design index or designed based on both indexes is put forward a computer program for RCC mixing ratio is developed.

Key words: bending strength, compression strength, theoretical mixing ratio.