

VỀ KHE NGANG, KHE THI CÔNG VÀ CHẤT LƯỢNG ĐẬP BÊ TÔNG ĐẦM LẤN

GS.TS. NGUYỄN VĂN MẠO

Tr- ờng Đại học Thủy lợi

ThS. LÊ ANH VÂN & NGUYỄN CHÍ ĐỨC

Công ty T- vấn Xây dựng Thủy lợi Việt Nam

Tóm tắt: Khe ngang và xử lý tiếp giáp là một phần quan trọng trong đập bê tông đầm lặn. Chất l- ượng của các khe này có liên quan tới hiện t- ượng nứt và thấm ở đập bê tông đầm lặn. Bài báo thảo luận về ảnh h- ưởng của các khớp nối ở đập bê tông đầm lặn và sử dụng các nghiên cứu về nhiệt, về quan hệ giữa ứng suất và độ chặt của bê tông đầm lặn. Ở đập Pleikrông để điều chỉnh điều kiện kỹ thuật trong thi công nhằm đảm bảo chất l- ượng của đập theo thiết kế.

Công nghệ xây dựng đập bê tông đầm lặn (RCCD) cho đến nay mới đ- ược hình thành và phát triển đ- ược hơn hai m- ời năm. Công nghệ này cũng mới phát triển ở Việt Nam hơn m- ời năm trở lại đây. Từ nay đến 2023 con số RCCD có thể lên tới 24 đập. Các RCCD đã và sẽ xây dựng đều là các đập cao, nhiều đập nh- Đồng Nai 4, Bản Vẽ, Sơn La có chiều cao hơn 100 m.

Hiện nay n- ớc ta ch- a có hệ thống tiêu chuẩn đồng bộ về RCCD, thực tế xây dựng loại đập này đang chịu ảnh h- ưởng của hệ thống tiêu chuẩn kỹ thuật và công nghệ của nhiều n- ớc nh- Nhật, Mỹ, Trung Quốc...nên còn nhiều vấn đề cần thảo luận. Cho đến nay mới chỉ có đập RCCD Pleikrông, đập Định Bình đang trong thời kỳ hoàn thiện tất các thủ tục và vài ba đập nữa đang trong thời kỳ thi công. Đội ngũ kỹ s- , công nhân n- ớc ta ch- a có nhiều kinh nghiệm với loại công nghệ này. Vì vậy thu thập các thông tin, các kinh nghiệm, các kết quả nghiên cứu về RCCD đ- a ra thảo luận từ đó rút ra những bài học kinh nghiệm để xây dựng ở n- ớc ta ngày một tốt hơn là một việc làm cần thiết.

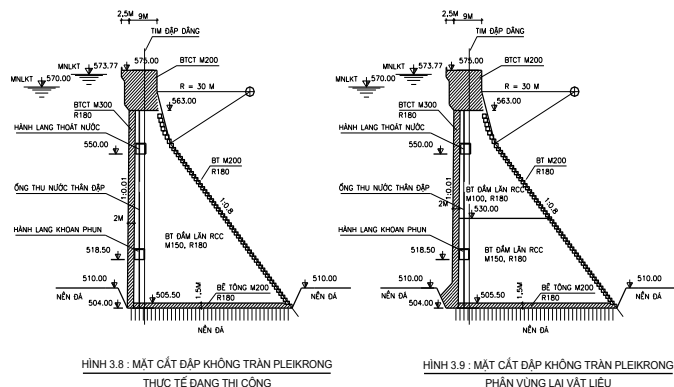
Các nội dung trong bài báo này mới chỉ tập trung thảo luận một số vấn đề ảnh h- ưởng chất l- ượng các khe ngang và tiếp giáp giữa các lớp đến chất l- ượng RCCD. Bài báo cũng giới thiệu một số kết quả phân tích nhiệt và lập quan hệ giữa c- ồng độ bê tông và độ chặt làm cơ sở điều chỉnh biện pháp thi công để

đảm bảo chất l- ượng RCCD.

1. Khe nối ngang.

Cũng nh- đập bê tông truyền thống, RCCD xây dựng trên các tuyến dài cần phải phân đập thành những đoạn nhỏ bằng các khe nối ngang. Khe nối ngang có tác dụng tránh cho đập không bị nứt khi bị lún không đều và khi bị ảnh h- ưởng của nhiệt độ. Trong thi công, ng- ời thi công dùng biện pháp không thích hợp sẽ xảy ra tình trạng chất l- ượng RCC ở vùng lân cận các khe không đạt yêu cầu hoặc các thiết bị kín n- ớc không đảm bảo. Nếu tình trạng này xảy ra thì mặc dù tính toán phân khe đã đúng nh- ng hiện t- ượng nứt hoặc hiện t- ượng thấm n- ớc tập trung qua khe vẫn xảy ra.

Tổng kết 37 đập RCCD đã xây dựng ở Trung Quốc từ năm 1986 đến 2000 trong đó có năm đập có chiều dài từ 139 m đến 237 m không có khe nối ngang, bốn trong năm đập này có hiện t- ượng nứt. Trong đó ba đập có vết nứt sâu, một đập có vết nứt bề mặt. Các đập có khe nối ngang



Hình 1. Mặt cắt ngang đập Pleikrông

ch- a phát hiện vết nứt [1].

Đập Pleikrông là một bậc thang thủy điện trên sông Sêsan thuộc thị xã Kontum. Đập có chiều dài 495m, chiều cao lớn nhất 71m. Phân vùng vật liệu trên mặt cắt ngang nh- hình1. Toàn tuyến đập đặt trên nền đá cứng IIa và IIb



có c- ờng độ kháng nén và mô đun biến dạng cao nên không bố trí khớp lún nh- ng bố trí các khe nhiệt. Trên cơ sở kết quả phân tích nhiệt, theo chiều dài đập cứ 40 m ng- ời ta bố trí một khe ngang. Khe nhiệt đ- ợc tạo bằng cách trải các tấm PE loại mỏng (xem hình 2).



Hình 2. Thi công khe ngang đập Pleikrông

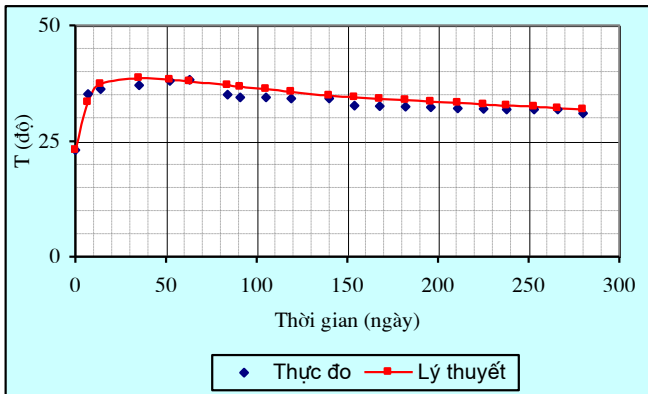
Trong quá trình thi công đập Pleikrông, việc quan trắc nhiệt đ- ợc thực hiện một cách hệ thống. Nhiệt độ không khí và nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp bê tông tại công tr- ờng đ- ợc kiểm soát rất nghiêm ngặt. Nhiệt độ không khí ở khu vực biến đổi, nhiệt độ trung bình tháng ttb = 20,5 – 25,7 độ, nhiệt độ lớn nhất trong tháng $t_{max} = 32,6 – 37,9$ độ, nhiệt độ nhỏ nhất $t_{min} = 26,3 – 28$ độ. Nhiệt độ ban đầu trung bình của bê tông từ tháng 3 đến tháng 6 năm 2005 biến đổi tbd = 26,3 – 28 độ . Hai loại nhiệt độ này đ- ợc theo dõi từng ngày, từng tháng. Hình 4 là đồ thị biểu diễn nhiệt tại công tr- ờng thi công RCCD Pleikrông trong tháng 5 năm 2005.

Căn cứ vào sự chênh lệch giữa hai loại nhiệt độ này ng- ời ta quyết định điều chỉnh biện pháp thi công nh- thời vận chuyển bê tông, thời gian đổ bê tông, cách nhiệt trong thời gian vận chuyển... để RCC không bị ảnh hưởng xấu của hiện t- ợng nhiệt.

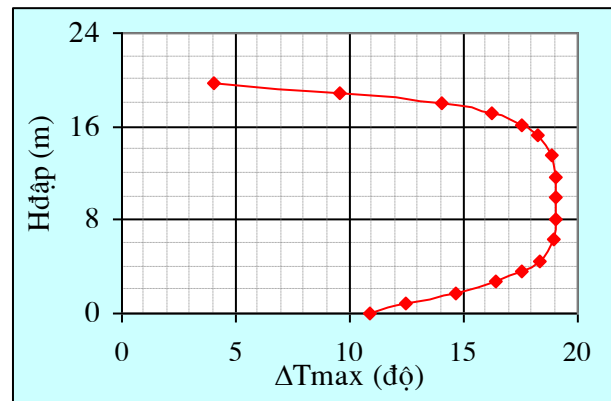
Đọc theo trục đập Pleikrông ng- ời ta bố trí ba tuyến quan trắc nhiệt độ, các cảm biến nhiệt độ bố trí ở các cao độ khác nhau. Nhiệt độ quan trắc đ- ợc ghi lại và phân tích từng ngày. Hình 3 là đồ thị thể hiện diễn biến nhiệt quan trắc đ- ợc tại điểm đo Tm 27 ở cao trình 530 trên tuyến

quan trắc số 2.

Căn cứ vào kết quả phân tích nhiệt trong quá trình thiết kế, người ta phân khe ngang để ứng xử với nhiệt. Để tạo ra tr- ờng nhiệt độ trong đập nh- thiết kế, khi thi công th- ờng xuyên phải điều chỉnh. Căn cứ để điều chỉnh là những số liệu quan trắc đ- ợc và những kết quả phân tích nhiệt trong thi công. Số liệu quan trắc có hạn, vì vậy số liệu dự báo bằng tính toán trong thi công là cần thiết. Bài toán nhiệt trong quá trình thi công là loại bài toán nhiệt không ổn định có thể giải bằng ph- ơng pháp giải tích, ph- ơng pháp sai phân hữu hạn, phần tử hữu hạn. Kinh nghiệm thực tế cho thấy dùng ph- ơng pháp sai phân hữu hạn tính toán đơn giản vẫn đạt đ- ợc độ chính xác cần thiết. Quy phạm một số n- ớc nh- Trung Quốc cũng khuyến cáo sử dụng ph- ơng pháp này. Nh- trên Hình 4 so sánh kết quả phân tích nhiệt ở khối đổ với các số liệu quan trắc ở vị trí đập cách nền 8 mét thấy sự sai khác không lớn. Bằng cách này có thể dự báo đ- ợc nhiệt độ của đập ở các vị trí khác nhau ở những thời điểm khác nhau. Hình 5 là diễn biến của nhiệt độ ở RCCD Pleikrông theo chiều cao đ- ợc phân tích bằng ph- ơng pháp sai phân hữu hạn [5].



Hình 4. Giá trị nhiệt thực đo và tính bằng Phương pháp SPHH tại H=8m



Hình 5. Quan hệ giữa chênh lệch nhiệt độ với chiều cao đập.

Tại các khe nhiệt ở đập Pleikrong có đặt các thiết bị đo chiều rộng khe nhiệt bao gồm 25 thiết bị đo khe nhiệt loại kín (Jm) và 16 thiết bị đo khe nhiệt loại hở.

Tháng 8/2006 hồ đã tích nước, mực nước cao nhất 567,06m gần đạt mực nước dâng bình thường 570 m. Trước thời điểm tích nước thiết bị khe nhiệt loại kín (Jm) đo được giá trị lớn nhất 4,3 mm. Thời gian sau tích nước 8/2006 đến 4/2007 hầu hết các điểm đo đã cho kết quả đo thấy chiều rộng khe nhiệt vẫn có xu hướng tăng dần nhưng chậm hơn so với khi xả tích nước giá trị lớn nhất đo được là 2mm.

Kết quả đo giá trị mở rộng khe nhiệt ở thiết bị hở (Cm) cho giá trị nhỏ hơn nhiều so với giá trị đo kín, giá trị lớn nhất đo được ở các thiết bị (Cm) là 1,46mm. Giai đoạn xả tích nước là giai đoạn bê tông co ngót thể tích nên các khe ngang được mở rộng là sự hoạt động đúng quy luật.

Hiện nay ở đập này xả quan sát thấy vết nứt, các khe nhiệt hoạt động bình thường nhưng có xuất hiện dòng thấm qua khe nhiệt ngoài ý muốn đang theo dõi và xử lý.

2. Khe tiếp giáp giữa các lớp bê tông đầm lăn.

Đập bê tông đầm lăn được thi công đổ, san, đầm theo từng lớp vì vậy sự hình thành các khe giữa các lớp đổ là không thể tránh được. Cũng như đối với bê tông truyền thống, bê tông đầm lăn hình thành các khe lạnh và ngay cả khi còn là khe nóng xử lý không tốt đập cũng bị giảm

khả năng chống trượt và khả năng chống thấm.

Các nghiên cứu về RCCD khuyến cáo khi bề mặt bê tông đầm lăn đạt đến thời gian đông kết ban đầu xả đổ lớp mới lên thì sẽ hình thành khe lạnh. Sự hình thành khe lạnh được định lượng bằng đại lượng gọi là “độ già” tính bằng tích số của nhiệt độ trung bình bề mặt lớp (AST) với thời gian mặt tiếp xúc với bên ngoài (TE).

$$(\text{Độ già}) = (1,8 \text{ AST} + 32) \cdot (\text{TE})$$

Trong đó: (Độ già) đo bằng độ giờ, AST đo bằng độ C, TE đo bằng độ.

Sự hình thành khe lạnh còn phụ thuộc vào chất lượng và đặc tính của vật liệu kết dính cũng như hiệu quả của phụ gia đông kết. Ví dụ cùng ở nhiệt độ 21 độ C, bê tông đầm lăn không có phụ gia chậm đông kết hình thành khe lạnh khoảng 4 giờ, RCC có phụ gia thời gian này là 6 giờ. Biện pháp xử lý khe nối tiếp là làm sạch bề mặt và phủ một lớp vữa lót có cường độ chịu kéo và chống cắt cần thiết mới có thể đạt được yêu cầu chống thấm và chống trượt cho đập [2], [3].

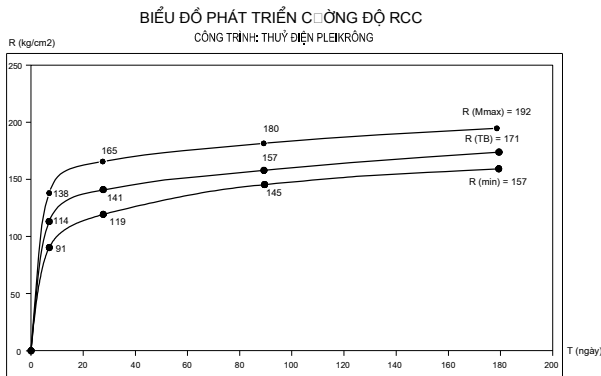
Các nghiên cứu về cường độ kháng kéo của RCC thấy khả năng kháng kéo ở các khe tiếp giáp giữa các lớp nhỏ hơn so với nơi không có khe tiếp giáp. Kết quả đo được ở mẫu không có khe $R_k = (5\% - 10\%) R_n$, ở mẫu có khe cường độ chịu kéo của RCC

$R_k = 10\% R_n$, tại khe chỉ đạt được $R_k = 5\% R_n$. Như vậy tại khe tiếp giáp R_k giảm 50% so với RCC [3]

Cường độ kháng cắt trên bề mặt lớp đổ bao gồm lực dính kết và lực ma sát trượt giữa các

lớp đổ. Trong thiết kế giả thiết lực dính kết trên 100% bề mặt là không thực tế. Khả năng dính kết còn phụ thuộc vào hàm lượng và chất lượng chế tạo RCC, khả năng làm sạch bề mặt, chất lượng RCC khi đổ vào khuôn đổ, thời tiết ... Như vậy khả năng chống cắt trên khe tiếp giáp giữa hai lớp phụ thuộc rất nhiều vào khả năng thi công chứ không hoàn toàn tuân thủ theo chủ quan của người thiết kế.

Các nghiên cứu cho thấy hệ số thấm của RCC có thể đạt $K = (0,15-15)10^{-9}$ cm/s tùy thuộc vào định lượng các thành phần của vật liệu, phương pháp đổ, mức độ đầm. Tại khe tiếp giáp khả năng chống thấm bị giảm. Vì vậy hiện tượng thấm ở đập bê tông đầm lăn chủ yếu là thấm qua các khe giữa các lớp đổ này. Tại những khe có xuất hiện dòng thấm ở đó đồng thời có hiện tượng xuy giảm về cường độ kháng cắt và kháng kéo.



Hình 6. Phát triển R của RCC đập Pleikrông

Kết quả thí nghiệm mẫu khoan ở cao độ 535,2m ở bờ phải khi RCC đã đạt 60 ngày tuổi trung bình $R_n = 102$ kg/Cm² (thiết kế 60 ngày tuổi $R_n = 88$ kg/Cm²), $R_k = 5$ kg/Cm² (thiết kế 60 ngày tuổi $R_k = 4,4$ kg/Cm²). Thí nghiệm đẩy trượt sức kháng cắt ở tuổi 60 ngày = 47 độ, $C = 4,8$ kg/Cm². So sánh với cường độ 60 ngày đọc được trên hình 6 thấy để các khối bê tông trong đập đạt được cường độ mong muốn còn nhiều vấn đề cần thảo luận.

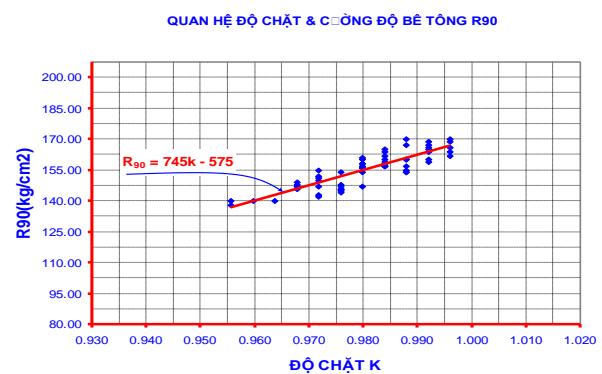
Trong thực tế xây dựng RCCD các số liệu đo cường độ tại đập là rất hạn chế, thông chỉ có các số liệu về cường độ của mẫu vật liệu và độ chặt đo được tại mặt đập. Để dự báo về sự phát triển cường độ trong đập có thể nghiên cứu qua

Theo báo cáo của hiệp hội bê tông và hiệp hội các kỹ sư quân đội Mỹ phổ biến các đập tại khe tiếp xúc $R_k = 5\%R_n$, góc ma sát trong của RCC = 40 – 60 độ trong trường hợp không có thí nghiệm có thể lấy = 43 độ để tính toán thiết kế.

Đập Pleikrông có chiều dày lớp đổ sau khi đầm là 30cm. Xử lý làm sạch bề mặt bằng máy nén khí và rải một lớp vữa xi măng max 300 dày 1,5 cm (hình 2-1, và hình 2-2). Cường độ kháng nén của RCC 180 ngày $R_n = 150$ kg/cm², $R_k = 12,5$ kg/Cm² = 8,3% R_n . Tại mặt tiếp giáp cường độ chịu kéo lấy nhỏ hơn $R_k = 3$ kg/Cm² = 2% R_n . Khả năng chống cắt chọn chung cho toàn đập $C = 0,1$ kg/Cm², góc ma sát trong = 45 độ.

Đo tại hiện trường dung trọng của RCC đạt 2,45 – 2,49 T/m³, đạt độ chặt 0,98, chỉ số $V_e = 18 - 27$ s, nhiệt độ vữa từ 18 độ đến 29 độ.

Đo cường độ kháng nén 3890 mẫu đúc 15x15x15/268.140 m³ RCC đã lấy như hình 5



Hình 7. Quan hệ giữa k và R đập Pleikrông

thông quan giữa độ chặt và cường độ. Hình 7 là quan hệ giữa độ chặt và cường độ 90 ngày của RCC ở đập Pleikrông. Các nghiên cứu thông quan giữa độ chặt và cường độ bê tông trong quá trình thi công đập bê tông Pleikrông phù hợp với các kết quả thí nghiệm hiện trường cũng như thí nghiệm trên mẫu khoan lấy tại mặt đập [4].

3. Khe thi công và tiếp giáp giữa khối RCC và các khối bê tông khác.

3.1 Khi thi công đập bê tông đầm lăn, do năng lực của nhà thầu đã phải đổ thành từng khoảng đổ. Giữa các khoảng đổ hình thành các khe tiếp giáp. Tại đập Pleikrông và đập Sesan 4. Các khe này hình thành các mái nghiêng được đầm bằng đầm tay hình 9, hình 10. Các thí

nghiệm hiện tr-ờng đo dung trọng và độ chặt của vật liệu bê tông đầm lán ở các vị trí này th-ờng đạt thấp hơn so với các vị trí khác. Một



Hình 8. Thi công khe tiếp giáp giữa các khối đổ đập Pleikrông

Trong báo cáo của viện nghiên cứu bê tông của Mỹ (ACI 207- 5R – 99) độ dày của lớp đổ RCC phải tuân thủ theo một nguyên tắc chung là độ dày của bất kỳ lớp RCC nào ít nhất cũng phải bằng ba lần đ-ờng kính cốt liệu lớn nhất.

Nh- trên hình khối đổ tr-ớc (A) và khối đổ sau (B) luôn có một phần không đủ chiều dày quy định.

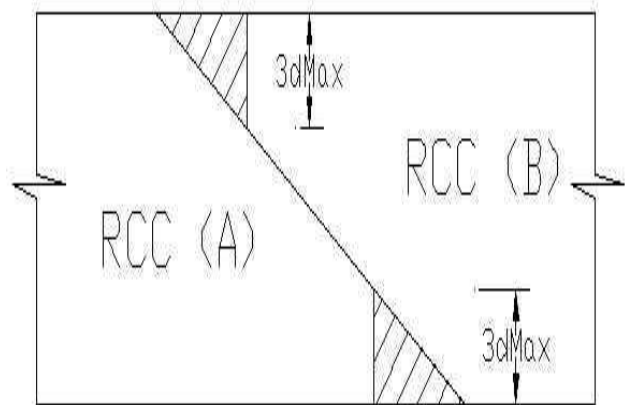
Mặc dù ở các khe này cũng đã xử lí tiếp giáp nh- các khe lạnh nh- ng về mặt lí luận và thực tiễn ở đây vẫn còn nhiều vấn đề cần thảo luận. Thực tế loại khe này đã để lại tiềm ẩn những vùng có c-ờng độ thấp và suy giảm về khả năng chống thấm. Trong đồ án thiết kế và thực tế thi công cần giảm thiểu và tốt nhất là loại bỏ khe loại này.

3-2 Tiếp giáp giữa khối RCC với khối bê tông



Hình 11. Thi công tiếp giáp giữa RCC với bê tông thường ở đập Pléikrông

số nghiên cứu quan hệ giữa độ chặt và c-ờng độ cho thấy khi độ chặt nhỏ hơn dung trọng thiết kế c-ờng độ của RCC có thể giảm 13% - 15%.



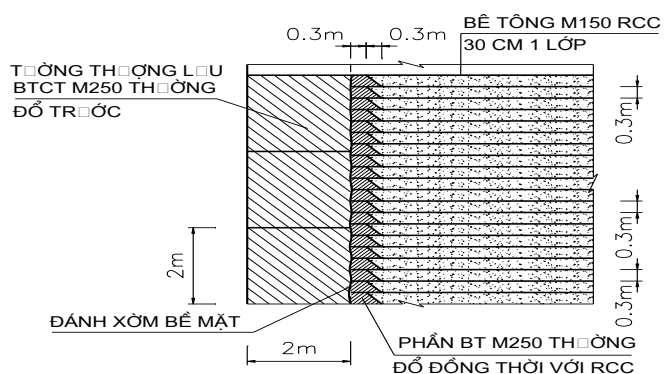
Hình 9. Kích thước lớp đổ tại khe nối

khác.

Thực tế thi công th-ờng xảy ra tr-ờng hợp phải đầm ép khối RCC vào các khối bê tông th-ờng. Một trong những yêu cầu bắt buộc là RCC ch- a bị đồng kết thì hai khối mới dính bám đ-ợc với nhau. Tại những nơi này th-ờng không dùng các đầm lớn phải dùng các đầm nhỏ.

Trong đồ án thiết kế đập Pleikrông khối bê tông th-ờng đ-ợc đổ tr-ớc, RCC đổ sau có cùng độ dày 30 cm. Thực tế đã thi công tr-ớc khối bê tông th-ờng cao 1,5m – 2m. Khi thi công RCC tại nơi tiếp giáp xử lí nh- xử lí khe lạnh và đổ một rải bê tông th-ờng vào Giữa hai loại bê tông hình 10.

Tuy ch- a thống nhất nh- ng hiện nay trong các đồ án thiết kế RCCD th-ờng đề nghị cấu tạo xử lí khe nh- hình 12.



Hình 12. Cấu tạo xử lí tiếp giáp

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Các thông tin về các kết quả nghiên cứu đã đ-ợc công bố trong các tài liệu h-ớng dẫn thiết kế RCCD của Mỹ của Trung Quốc và một số thông tin ban đầu thu thập đ-ợc ở đập Pleikrông, RCCD xây dựng đầu tiên ở n-ớc ta cho thấy khả năng chống thấm, chống tr-ợt và khả năng xuất hiện các vết nứt phụ thuộc vào chất l-ợng của các khe lún, khe nhiệt, khe tiếp giáp giữa các lớp và các khối đổ trong quá trình thi công.

- Chất l-ợng của các khe ở RCCD không chỉ phụ thuộc vào thiết kế mà phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện thi công nh- sự tuân thủ theo thiết kế, thời gian thi công, cách tạo khe, làm sạch, xử lý tiếp giáp, vật liệu RCC, chất l-ợng vữa liên kết ...

- Đánh giá chất l-ợng thi công các khe trong RCCD ngay trong quá trình giám sát thi công là rất khó mà chỉ khi đập làm việc mới có điều kiện đánh giá đầy đủ chất l-ợng này. Yếu kém về thiết kế và thi công các khe để lại những tiềm ẩn xấu về chất l-ợng trong đập.

Công tác thiết kế các khe phải chi tiết và đ- a ra đ-ợc các điều kiện kỹ thuật để kiểm định chất l-ợng trong quá trình thi công. Công tác thi công phải cẩn trọng, tuân thủ các quy định của thiết kế và hạn chế việc làm xuất hiện thêm các khe thi công không có trong đồ án thiết kế.

- Để có kinh nghiệm thiết kế và thi công các khe trong RCCD áp dụng vào xây dựng các đập khác, không chỉ thông qua tổng kết một đập mà phải tổng hợp các nguồn thông tin và lợi dụng các đập đang xây dựng làm mô hình tỷ lệ 1/1 để kiểm chứng những vấn đề các tổng kết tr-ớc nó ch- a đủ mức độ chi tiết hoặc ch- a rõ ràng. Trong đó đặc biệt chú ý kinh nghiệm xây dựng ở n-ớc ta.

- Một số thông tin ban đầu ở đập Pleikrông tuy còn hạn chế nh- ng những tài liệu này giúp cho công tác xây dựng RCCD ở n-ớc ta xem xét rút kinh nghiệm, đặc biệt một số nghiên cứu trực tiếp về nhiệt, về quan hệ độ chặt và c-ờng độ ở đập Pleikrông là ví dụ điển hình để mở rộng nghiên cứu cho các tr-ờng hợp t-ong tự.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Quy trình phát triển của đập bê tông đầm lăn (trích trong tập “Những đập Thủy Lợi ở Trung Quốc điểm lại lịch sử 50 năm phát triển”)
- [2]. Roller- Compacted concrete (USACE EM 1110-2-2006).
- [3]. Roller-Compacted Mass Concrete Reportd by ACI Commlttec 207.
- [4]. Nghiên cứu quan hệ giữa độ chặt và c-ờng độ trong RCCD Pleikrông – Nguyễn Chí Đức – LVCH – ĐHTL Hà Nội 2006.
- [5]. Nghiên cứu phát triển nhiệt độ và đề xuất một số giải pháp khống chế nhiệt cho RCCD trong giai đoạn thi công – Lê Anh Vân – LVCH – ĐHTL Hà Nội 2006.

Abstract:

ABOUT JOINT SLITS AND CONSTRUCTION QUALITY OF ROLLER-COMPACTED CONCRETE GRAVITY DAMS

By Prof. Dr. Nguyen Van Mao – WRU,

ME. LE Anh Van và Nguyen Chi Duc – CTTVXD TLVN

Transverse and construction joint slits and conjunctive treatment are the very important parts in building the Roller-Compacted Concrete Gravity Dams. Quality of the joints is involved with cracks and leakage in the dams. This paper discusses about the effect of the joints, thermal studies and correlation analysis of the density to the stress so that correction to RCCD executed conditions in Pleykrong case study.

Ng-ời phản biện: PGS.TS. Phạm Văn Quốc