

TIÊU CHUẨN NGÀNH THỦY LỢI NƯỚC CỘNG HÒA NHÂN DÂN TRUNG HOA

**QUY PHẠM THIẾT KẾ
BÊTÔNG ĐÁM LẤN**

MỤC LỤC

1. Nguyên tắc chung
3. Bố trí đầu mối
4. Thiết kế thân đập
5. Cấu tạo thân đập
6. Vật liệu bê tông đầm lăn và phân khu bê tông thân đập
7. Khống chế nhiệt độ và phòng nứt nẻ thân đập
8. Thiết kế giám trắc an toàn

WWW.VNCOLD.VN

1. NGUYÊN TẮC CHUNG

1.0.1. Điều này trình bày rõ mục đích biên soạn tiêu chuẩn này. Nước ta từ năm 1986 đã xây dựng một đập trọng lực bê tông đầm lặn – Khang Khẩu đến nay, kỹ thuật xây dựng đập bê tông đầm lặn được phát triển nhanh chóng và năm 1992 đã công bố “Nguyên tắc chỉ đạo thiết kế đập bê tông đầm lặn” (DL/T5005-92), nguyên tắc chỉ đạo đó đã có tác dụng rất tốt trong việc xúc tiến thiết kế và thi công đập bê tông đầm lặn của nước ta. 10 năm qua nước ta lại liên tục xây dựng được hàng loạt đập bê tông đầm lặn như: Phổ Định, Giang Á, Phân Hà Nhị Khô, Miến Hoa Thang, Đại Triều Sơn, Cao Bá Châu, Sa Bài, Long Thủ, kỹ thuật xây dựng đập bê tông đầm lặn đã có một bước tiến bộ rất dài. Qua kinh nghiệm thực tiễn xây dựng công trình và các hạng mục nghiên cứu trọng điểm nhà nước đã thu được nhiều thành quả có tính thực dụng rất cao, làm cơ sở biên soạn tiêu chuẩn này rất tốt.

1.0.3. Điều này trình bày rõ phạm vi sử dụng tiêu chuẩn này, tiêu chuẩn này chủ yếu căn cứ vào những kinh nghiệm công trình và thành quả nghiên cứu khoa học các đập lớn bê tông đầm lặn đã xây dựng của nước ta mà biên soạn, thích hợp thiết kế đập trọng lực bê tông đầm lặn cấp I cấp II và cấp III. Hiện nay đã xây dựng thành công đập trọng lực bê tông đầm lặn cao hơn 20m mà trong và ngoài nước chưa có nơi nào xây được. Đập trọng lực bê tông đầm lặn cao nhất của người nước ngoài là đập Miel 1 của Columbia, đập cao 188m, đập trọng lực bê tông đầm lặn cao nhất của nước ta hiện nay là đập Long Thanh, cuối cùng đập cao 216,5m. Mặc dầu đập bê tông trọng lực đầm lặn Long Thanh là hạng mục vượt rào khoa học trọng điểm của nhà nước đã thu được thành quả rất lớn, nhưng đập đang trong quá trình xây dựng, hiện nay hãy còn thiếu kinh nghiệm thực tiễn công trình đập trọng lực bê tông đầm lặn lớn hơn 200m. Vì vậy yêu cầu đối với thiết bị đập trọng lực bê tông đầm lặn cao hơn 200m cần phải tiến hành nghiên cứu riêng.

Đập vòm bê tông đầm lặn ở nước ngoài đã xây dựng có xây dựng có đập Knellpoort ở Nam Phi (đập vòm trọng lực bê tông đầm lặn, đập cao 50m) và Wolwedans (đập vòm trọng lực bê tông đầm lặn, đập cao 70m). Nước ta từ khi xây xong đập vòm bê tông đầm lặn Phổ Định (đập cao 75m) đến tháng 11/1993 xây xong bắt đầu tích nước cho đến nay, những năm gần đây lại xây xong đập Ôn Tuyên Bảo (đập cao 48m), Khê Bình (đập cao 63,5m), Hồng Phú (đập cao 55,2m), Sa Bài (đập cao 129m), Long Thủ (đập cao 80m), Thạch Môn Tử (đập cao 55,2m), v.v... Trong loại hình đập vòm, đập cao và quy mô bê tông đầm lặn đều thu được tiến triển rất lớn, đối với thiết kế bê tông đầm lặn tích lũy không ít kinh nghiệm, hơn nữa về một phương diện nào đó đã tiến hành mò mẫm và sáng tạo cái mới. Nhưng xét tới không ít đập vòm bê tông đầm lặn xây dựng thời gian còn rất ngắn, một số đặc điểm kỹ thuật bê tông đầm lặn chưa được qua khảo nghiệm thực tế, ví dụ như hệ thống phụt vữa khe ngang khe co giãn. Vì vậy trong tiêu chuẩn này trọng điểm nội dung có liên quan tới đập vòm là chú ý tới thiết kế đối với đập vòm bê tông đầm lặn và đập trọng lực bê tông đầm lặn có điều khoản chung, như bố trí đầu mối, chống thấm thân đập, cấu tạo hàng lang đập lớn, vật liệu bê tông đầm lặn, bê tông biến thái ..., hơn nữa đối với thiết kế đập vòm bê tông đầm lặn cần nghiên cứu thận trọng và thuyết minh rõ ràng.

1.0.4. Trong điều này trình bày rõ sự phân chia chiều cao đập bê tông đầm lặn. Xét tới sự phân chia chiều cao đập bê tông đầm lặn với sự phân chia chiều cao đập bê tông thường không có sự phân biệt về nguyên tắc. Vì vậy trong tiêu chuẩn này sự phân chia chiều cao đập bê tông đầm lặn với “quy phạm thiết kế đập trọng lực bê tông” (SL319-2005) và “Quy phạm thiết kế đập vòm bê tông” (SL282-2003) giữ nguyên sự thống nhất.

1.0.5. Điều này nhấn mạnh khi thiết kế đập bê tông đầm lặn, cần phải thu thập và phân tích các tài liệu cơ bản cẩn thận, những tài liệu nêu trong điều khoản như khí tượng thủy văn, bùn cát, địa hình, địa chất, địa chấn, vật liệu xây dựng ... đối với thiết kế kết cấu, dẫn dòng vượt lũ, thiết kế không chế nhiệt độ, thiết kế cấp phối bê tông rất quan trọng, cần phải được coi trọng. Xét tới nước ta đối với vấn đề môi trường sinh thái ngày càng được coi trọng, nên đã đưa vào.

1.0.7. Tiêu chuẩn này nhằm vào đặc điểm bản thân đập bê tông đầm lặn mà biên soạn, chưa đề cập tới phương pháp thiết kế cụ thể ổn định đập lớn của đập bê tông đầm lặn, ổn định đế vòm và phân tích ứng lực, thiết kế xử lý nền đập, thiết kế kiến trúc xả nước v.v... Vì vậy, khi theo tiêu chuẩn này thiết kế đập bê tông đầm lặn, đối với những phần mà tiêu chuẩn này chưa đề cập tới thì hãy theo những tiêu chuẩn hiện hành của Nhà nước mà thực hiện.

3. BỐ TRÍ ĐẦU MỐI

3.0.1. Điều này trình bày rõ những nhân tố chủ yếu cần nghiên cứu khi sử dụng đập bê tông đầm lặn:

1. Đối với đập bê tông đầm lặn mà nói, điều kiện địa hình chân đập thích hợp nhất là lòng sông hình chữ U, lòng thung, và lòng sông hình chữ V; Đối với đập vòm bê tông đầm lặn mà nói, điều kiện địa hình chân đập tốt nhất là lòng sông hẹp, tỷ lệ chiều rộng chiều cao càng nhỏ càng tốt. Điều kiện địa hình nên đơn giản, điều kiện địa chất tương đối tốt, nếu không sẽ tăng khối lượng xử lý nền móng và làm trở ngại tốc độ thi công bê tông đầm lặn, ảnh hưởng tới tiến độ công trình. Điều kiện thủy văn sẽ ảnh hưởng đến việc chọn hình dáng đập, dẫn dòng vượt lũ. Điều kiện khí tượng như lạnh giá, nóng khô, tốc độ gió, lượng mưa, số ngày mưa, lượng bốc hơi ... đều có ảnh hưởng đối với thi công bê tông đầm lặn.

Vật liệu xây dựng bê tông đầm lặn chủ yếu bao gồm xi măng, tro bay nhiệt điện, cốt liệu và chất phụ gia. Đối với xi măng chỉ cần tính chất ổn định, phù hợp với tiêu chuẩn hiện hành, cự ly vận chuyển hợp lý, có thể sử dụng được. Nếu có được loại xi măng tỏa nhiệt thấp, tính năng chống nứt nẻ cao là lý tưởng nhất. Đối với tro bay, do than và điều kiện đốt của các nhà máy điện khác nhau, thành phần hóa học và chất lượng của nó ... cũng khác nhau, đối với tính năng và chất lượng của bê tông đầm lặn có ảnh hưởng rất lớn, tro bay dùng phải phù hợp với tiêu chuẩn có liên quan hiện hành, nên dùng tro bay cấp I và cấp II. Khi trong khu vực không tro bay hoặc phải vận chuyển rất xa, có thể chọn vật liệu độn hoạt tính hoặc phi hoạt tính, có chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật hợp lý, ví dụ như đập bê tông đầm lặn trạm thủy điện Triều Sơn dùng bột đá vôi trộn với xỉ quặng photpho làm chất độn xây thành đập bê tông đầm lặn cao hàng trăm mét. Đối với cốt liệu các đá do hàm lượng bột đá ($d \leq 0,16\text{mm}$) có thể cải thiện một cách rõ rệt tính dẻo, tính dự nước, nâng cao tính chắc đặc, tính chống thấm và chỉ tiêu lực học của bê tông đầm lặn, hơn nữa kinh nghiệm thực tiễn công trình chỉ rõ, tính năng bê tông đầm lặn dùng cốt liệu nhân tạo tốt hơn cốt liệu tự nhiên, vì vậy rất nhiều công trình

dùng cốt liệu thô và nhỏ từ đá xay. Nguồn vật liệu cát đá phải thỏa mãn yêu cầu của tiêu chuẩn có liên quan. Khi sử dụng các tự nhiên, để nâng cao độ chắc đặc và tính dễ đầm của bê tông đầm lăn, có thể giải quyết bằng cách trộn thêm bột đá. Ngoài ra cần tránh sử dụng cốt liệu sinh phản ứng kiềm có hại đối với bê tông.

- Đập là bộ phận hợp thành quan trọng của công trình đầu mối, khi bố trí đập bê tông đầm lăn cần kết hợp với nhiệm vụ công trình, sắp xếp các loại vật liệu kiến trúc một cách hợp lý để tránh làm trở ngại cho việc thi công bê tông đầm lăn, tiện cho việc tổ chức thi công bê tông đầm lăn, phát huy ưu điểm tốc độ thi công nhanh của bê tông đầm lăn.
- Để tiện việc tổ chức thi công bê tông đầm lăn với tốc độ nhanh, khi dùng kỹ thuật xây đập bằng bê tông đầm lăn, cần phải nghiên cứu quy mô của đập, hình thức bố trí kết cấu và kích thước chủ yếu, bố trí kết cấu đập nên đơn giản.
- Đập bê tông đầm lăn cần phải thỏa mãn yêu cầu ổn định và cường độ của bê tông qua thực tiễn công trình và nghiên cứu khoa học mấy năm gần đây. Đối với tính bền lâu của bê tông đầm lăn ngày càng được coi trọng, vì vậy, cũng cần phải thỏa mãn yêu cầu tính bền lâu.
- Điều kiện thi công đập bê tông đầm lăn bao gồm hiện trường thi công, nguồn vật liệu, cơ giới thi công, lực lượng kỹ thuật, trong đó, tổng khối lượng bê tông đầm lăn và năng lực thi công cơ giới xem đã tương ứng chưa, xem đã có thể là một nhân tố chủ yếu phát huy tốc độ thi công nhanh của bê tông đầm lăn chưa, về các mặt có liên quan đến điều kiện thi công nói ở trên khi sử dụng đập bê tông đầm lăn cần nghiên cứu cẩn thận.

3.0.2. Bố trí đầu mối đập bê tông đầm lăn ở khúc sông hẹp lấy phương thức dẫn nước hoặc nhà máy ngầm (dưới đất) là tốt, điều này có lợi cho việc xây đập bê tông đầm lăn, giảm bớt trở ngại đối với việc thi công bê tông đầm lăn, hơn nữa có thể cân bằng đương khối lượng công tác của các kiến trúc của đầu mối, có lợi cho việc rút ngắn thời gian thi công. Trong bố trí đầu mối đập bê tông đầm lăn ở khúc sông hẹp ở nước ta công trình có hình thức bố trí nhà máy thực tế xem biểu 1:

Biểu 1: Trong bố trí đầu mối đập bê tông đầm lăn ở khúc sông hẹp nước ví dụ thực tế kiểu nhà máy bố trí

Tên công trình	Kiểu đập	Đập cao (m)	Công suất lắp máy (MW)	Kiểu nhà máy điện
Giang Á	Đập trọng lực	131	3 x 100	Nhà máy ngầm
Miền hoa Than	"-	113	4 x 150	"-
Đại Triệu Sơn	"-	111	6 x 225	"-
Bạch Sặc	"-	130	4 x 135	"-
Khang Khẩu	"-	56,3	1,5	Kiểu dẫn nước
Long Môn Than	"-	5,75	1,8	"-
Thủy Đông	"-	63	80	"-
Thạch Bàn Thủy	"-	84	115	"-
Hồ chứa Phân H	"-	88	9,6	Kiểu kênh dẫn
Thống Khê 3 cấp	"-	86,5	2 x 20	"-
Song Khê	"-	60	36	"-
Sơn Khẩu 3 cấp	"-	57,4	6	"-
Phổ Định	Đập vòm	75	75	"-
Sa Bài	Đập vòm cong đơn	129	2 x 18	"-
Long Thủ	Đập vòm 2 mặt cong	80	52	"-
Thạch Môn Từ	Đập vòm 2 mặt cong	109	6,4	"-
Diệp Thán	Đập trọng lực	110	4 x 302,5	Kiểu nhà máy sau đập
Uyển Lai Phá	Đập trọng lực	64,5	3 x 80	"-

Ông dẫn nước vào nhà máy kiểu sau đập căn cứ tình hình cụ thể và thuận tiện cho tốc độ thi công đập bê tông đầm lặn làm nguyên tắc tiến hành bố trí. Chôn ống trong ruột đập thường dùng cách bố trí ngang bằng, để giảm bớt chiều dày đổ bê tông thường hoặc bê tông biến thái, để tạo cho thi công bê tông đầm lặn biên quanh điều kiện thuận lợi, đập vừa và đập thấp chôn ống dưới đáy đập là thích hợp, đập cao chôn ống phía trên, nối tiếp ống dẫn sau lưng đập là tiện nhất, cao trình đặt ống trong đập cũng nên kết hợp đặt ở mặt có khoảng trống thời gian cách nhau dài tiến hành bố trí. Kết cấu cửa nhận nước của kênh dẫn nên bố trí ngoài đường viền thượng lưu đập để khỏi trở ngại việc thi công bê tông đầm lặn.

Trong bố trí đầu mối nơi lưu lượng xả lũ lớn, lòng sông rộng mà lại bố trí nhà máy kiểu lòng sông, đoạn đập chắn nước (không tràn) và đoạn đập tràn nước do kết cấu tương đối đơn giản, thích hợp cho thi công bê tông đầm lặn, để tăng nhanh tốc độ thi công để công trình sớm đi vào vận hành mà phát huy hiệu ích. Ví như công trình đập Cao Châu, nhà máy kiểu lòng sông của thời kỳ đầu và đoạn đập có cống xả sâu dùng bê tông thường, đoạn đập chắn nước và đoạn đập nước tràn mặt thời kỳ thứ hai thi công bê tông đầm lặn, thực hiện mục tiêu đóng cống tích nước phát điện sớm hơn 1 năm.

Thượng lưu đập bê tông đầm lặn trước tiên dùng lỗ tràn kiểu hở hoặc lỗ tràn mặt, chủ yếu là để đơn giản hóa thi công, giảm bớt phân khu bê tông, tiện việc tổ chức thi công bê tông đầm lặn. Xây dựng đập trong và ngoài nước đều dùng phương thức này, như đập Đồng Hỷ, đập Khang Khẩu, đập Giang Á, đập Miếu Hoa Than, đập Đại Triều Sơn, đập Phổ Định của nước ta ... ở nước ngoài như đập U-êhê0suan (Nhật), Sang-Chinh (Mỹ), ...

- 3.0.3. Về phương thức dẫn dòng thi công, hiện nay thường dùng tuy-nen, kênh đào hoặc lợi dụng cửa khẩu trừ sẵn của đập bê tông đầm lặn để dẫn dòng thi công, trong lòng sông hẹp phổ biến là dẫn dòng bằng tuy-nen. Những năm gần đây cũng cửa trừ sẵn ở đập bê tông đầm lặn tương đối phổ biến, nhưng cần chú ý không chế tốc độ nước chảy qua bảo vệ cửa khẩu hàng lang và vật chắn nước khe ngang và vấn đề có thể gây nứt nẻ thân đập do xung kích nước lạnh chảy qua gây nên.

4. THIẾT KẾ THÂN ĐẬP

- 4.0.1. Căn cứ đặc điểm thi công xây đập bê tông đầm lặn, mặt cắt đập nên đơn giản, để tiện thi công, trong điều này đối với mái đập thượng lưu mặt cắt đập trọng lực bê tông đầm lặn nêu ra yêu cầu nguyên tắc, tức là mái đập thượng lưu thường dùng mặt thẳng đứng, mặt đập hạ lưu lấy mái dốc đơn. Đập mà mặt mái dốc thẳng đứng có đập Khang Khẩu, đập cao Ba Châu, đập Miếu Hoa Than, đập Giang Á, ... nhưng đối với đập cao, để tiết kiệm khối lượng bê tông, cũng có thể mặt mái thượng lưu là mặt nghiêng hoặc mặt gãy, như đập Đại Triều Sơn cao 111m, và đập Bạch Sắc cao 130m, phần trên mặt mái thẳng đứng, phần dưới mái nghiêng 1:0,2.

Bê tông đầm lăn và bê tông thường khác nhau chủ yếu là thay đổi cấp phối bê tông và công nghệ thi công, còn điều kiện công tác và trạng thái công tác của đập trọng lực bê tông đầm lăn cũng giống như đập trọng lực bê tông thường, vì vậy, mặt đập hạ lưu đập bê tông đầm lăn có thể theo mặt cắt đập trọng lực bê tông thường tiến hành lựa chọn mặt cắt tối ưu, nhưng cần kiểm tra ổn định trượt mặt tầng của bê tông đầm lăn.

Chiều rộng đỉnh đập bê tông đầm lăn ngoài việc thỏa mãn yêu cầu bố trí thiết bị, vận hành, sửa chữa, giao thông và kháng chấn, ... cần phải thỏa mãn yêu cầu thi công bê tông đầm lăn. nếu chiều rộng đỉnh đập quá nhỏ, thì mặt khoang thi công gần đỉnh đập của bê tông đầm lăn cũng sẽ càng nhỏ, đó sẽ là điều bất lợi cho việc thi công đầm lăn. Căn cứ chiều rộng đỉnh đập của các đập bê tông đầm lăn trong và ngoài nước đã xây dựng xong (xem biểu 2), quy định chiều rộng đỉnh đập không nên nhỏ hơn 5m.

Biểu 2. Chiều rộng đỉnh của một số đập bê tông đầm lăn trong nước

Tên công trình	Loại hình đập	Đập cao (m)	Chiều rộng đỉnh (m)
Giang Á	Đập trọng lực	131	12
Miếu Hoa Than	"-	113	7
Đại Triều Sơn	"-	111	15
Phân Hà Nhị Khô	"-	88	7,5
Thông Khê Tam cấp	"-	86,5	7
Thạch Bản Thủy	"-	84	8
Thủy Đông	"-	63	8
Cao Bá Châu	"-	57	6,5
Vinh Địa	"-	57	5
Khang Khẩu	"-	56,3	5
Sa Bài	Đập vòm	129	9,5
Thạch Môn Tử	"-	109	5
Long Thủ	"-	80	5
Phổ Định	"-	75	6,3
Ôn Tuyên Bảo	"-	48	5

4.0.3. Dung trọng của bê tông đầm lăn do vì sự khác nhau về nguyên vật liệu, cấp phối, chiều dày tầng rải, năng lượng đầm rung và số lần đầm lăn mà cũng khác nhau. Đập cao vì tính quan trọng của nó, nếu dung trọng (độ nặng) của bê tông đầm lăn căn cứ vào thí nghiệm mà xác định, đập vừa đập thấp có thể căn cứ vào thông số công

trình tương tự mà chọn dùng. Dung trọng (độ nặng) của bê tông đầm lặn một số công trình trong nước xem biểu 3.

Biểu 3. Dung trọng (độ nặng) bê tông đầm lặn một số công trình nước ta

Tên công trình	Cấp phối	Số hiệu	Phương thức lấy mẫu	Dung trọng 9,81KN/m ³
Giang Á	Cấp phối 3 Cấp phối 2	R ₉₀ 150 R ₉₀ 200	Khoan lấy nỡn	2,436~2,597 2,433~2,599
Đại Triều Sơn	Cấp phối 3 Cấp phối 2	R ₉₀ 150 R ₉₀ 200	"-	2,599 2,578
Miếu Hoa Than	Cấp phối 3 Cấp phối 2	R ₉₀ 150 R ₉₀ 200	"-	2,432 2,413
Phân Hà Nhị khố	Cấp phối 3 Cấp phối 2	R ₉₀ 150 R ₉₀ 200	Thực đo	2,480 2,468
Song Khê	Cấp phối 3	R ₁₈₀ 100	"-	2,425
Vinh Địa	Cấp phối 3 Cấp phối 2	R ₉₀ 100 R ₉₀ 100	"-	2,368 2,345
Bạch Long Thau	Cấp phối 3 Cấp phối 2	R ₉₀ 100 R ₉₀ 200	Khoan lấy nỡn	2,374 2,348
Thiên sinh Kiều nhị c	Cấp phối 3	R ₉₀ 150	Thực đo	2,475
Đồng Hằng Tử	Cấp phối 3	R ₉₀ 100	Khoan lấy nỡn	2,510~2,570
Diệp Than	Cấp phối 3	R ₉₀ 150	Thí nghiệm cấp phối	2,42
Phổ Định	Cấp phối 3 Cấp phối 2	R ₉₀ 150 R ₉₀ 200	Khoan lấy nỡn	2,518 2,497
Sa Bài	Cấp phối 3	R ₉₀ 200	Thực đo	2,466
Long Thủ	Cấp phối 3 Cấp phối 2	R ₉₀ 200 R ₉₀ 200	Thực đo	2,418 2,380
Hồng Phá	Cấp phối 3	R ₉₀ 150	Khoan lấy mẫu	2,479~2,521
Lan Hà Khẩu	Cấp phối 3	R ₉₀ 200	Khoan lấy mẫu	2,502
Khang Khẩu	Cấp phối 3	R ₉₀ 100	Thực đo	2,311~2,352

4.0.4. So sánh phân tích ổn định chống trượt đập trọng lực bê tông đầm lặn và đập trọng lực bê tông thường, ngoài tính ổn định chống trượt dọc mặt nền đập, mặt trượt tầng sâu nền đập ra, còn phải tính toán ổn định chống trượt dọc mặt tầng bê tông đầm lặn (khe). Do ảnh hưởng rất nhiều nhân tố chất lượng vật liệu, cấp phối bê tông, công nghệ thi công công trình và trình độ quản lý thi công và điều kiện khí hậu hiện trường thi công, dễ trở thành khâu yếu nhất của thân đập, cho nên cần kiểm toán lại ổn định chống trượt dọc mặt tầng đầm lặn khối đập. Tính toán ổn định trượt mặt tầng đầm lặn cần dùng công thức chống cắt đứt, trị số an toàn của nó cần phù hợp quy định có liên quan của hệ số an toàn ổn định chống trượt dọc mặt nền đập trong SL-319-2005.

Đoạn đập mái dốc, nếu như khoảng cách khe ngang tương đối lớn và chênh lệch độ cao mặt nền lớn hoặc là điều kiện địa chất phức tạp, cần tính toán ổn định toàn khối của đoạn đập hai bờ mái dốc.

Thông số kháng cắt đứt mặt tầng đầm lặn một số công trình trong nước.

Biểu 4. Thông số kháng cắt đứt mặt tầng đầm lặn một số công trình trong nước

Tên công trình	Số hiệu bê tông	Cấp phối	Lượng dùng chất dính ($K\alpha/m^3$)		Phương thức lấy mẫu	Cường độ kháng cắt đứt		Ghi chú
			Ximăng	Tro bay		f'	c'	
Khang Khẩu	R ₉₀ 100 (mặt tầng)	Cấp 3	60	80		1,12	1,17	Trị số định cường độ cắt đứt hồ 2
Đồng Hạng Tú	R ₉₀ 100 (mặt tầng)	Cấp 3	65	85	TN hiện trường	1,54	1,23	Trước lúc sơ nhình cho đập
Diệp Thán	R ₉₀ 150 (mặt tầng)	Cấp 3	55	104	" - "	1,17	1,36	" - "
Phổ Định	R ₉₀ 150 (mặt tầng)	Cấp 3	54	99	Khoan nổ	1,82	2,75	
Cao Bá Châu	R ₉₀ 150 (mặt tầng)	Cấp 3	88	88	TN hiện trường	1,7	1,58	
	R ₉₀ 150 (phủ vữa)					1,22	1,78	
	R ₉₀ 150 (mặt khe)					0,92	2,28	
Giang Á	R ₉₀ 150 (mặt khe)	Cấp 3	64	96	Khoan nổ	0,97	0,9	Khoan nổ năm 1997
	R ₉₀ 150 (mặt tầng)					0,97	0,93	
	R ₉₀ 150 (phủ vữa)					1,17	0,99	Khoan nổ năm 1998
	R ₉₀ 150 (tầng băng)					1,4	1,03	
Đại Triều Sơn	R ₉₀ 150 (mặt tầng)	Cấp 3	67	101 (PT)	Khoan nổ	2,14	4	Tuổi lớn hơn 90d
	R ₉₀ 150 (mặt khe)					1,88	3,5	
Miến Hoa Than	R ₁₈₀ 150 (mặt tầng)	Cấp 3	64	96	Khoan nổ	1,2	2,8	Mùa khô thứ nhất
	R ₁₈₀ 150 (mặt khe)					1,37	2,55	
	R ₁₈₀ 150 (mặt tầng)		51	96		1,26	2,06	Mùa khô thứ hai, thứ ba
	R ₁₈₀ 150 (mặt tầng)		48	88		1,24	1,58	

Từ biểu 4 ta thấy thông số kháng cắt đứt mặt tầng đầm lặn tương đối phân tán, điều này có liên quan mật thiết với chất lượng thi công, cấp phối, điều kiện khí hậu, có phải đã kịp thời che đậy lớp bê tông đầm lặn hay chưa và phương thức lấy mẫu, đập vừa đập nhỏ của đập bê tông đầm lặn khi không có tài liệu thông số kháng cắt đứt, căn cứ thông số kháng cắt đứt công trình tương tự cần phải thận trọng.

4.0.6 Đặc điểm ứng lực của đập trọng lực bê tông đầm lặn với đập trọng lực bê tông thường có chỗ không giống nhau. Đập trọng lực bê tông đầm lặn không bố trí khe ngang, hạ thấp nhiệt độ trong đập đến trường nhiệt độ ổn định (chuẩn) cần qua nhiều năm thậm chí thời gian càng dài hơn nữa, lúc đó khối đập đã tích nước vận hành, vì vậy, ứng lực thân đập là ứng lực gộp (chồng) của trọng lượng bản thân, áp lực nước và từ biến nhiệt độ cùng tác dụng sinh ra. Để phản ánh một cách chính xác trạng thái ứng lực của đập trọng lực bê tông đầm lặn, đối với đập cao, ngoài việc dùng phương pháp sức bền vật liệu tính toán ứng lực ra, còn nên dùng phương pháp phần tử hữu hạn để tính toán.

Đối với đập xây dựng trên nền địa chất phức tạp, để phân tích ảnh hưởng nền móng phức tạp đối với ứng lực thân đập và để xử lý nền móng đập lớn đưa ra cứ liệu, nên dùng phương pháp phân tích phần tử hữu hạn trong tính toán các đơn nguyên của nền móng cần phải cùng các đơn nguyên thân đập phối hợp thật chặt chẽ.

4.0.8. Để thích ứng đặc điểm đầm lặn toàn bộ mặt cắt đập bê tông đầm lặn, liên tục nâng cao, thi công tốc độ nhanh, hình dáng và kết cấu đập vòm bê tông đầm lặn nên đơn giản. Những công trình sớm được xây dựng như Knellpoort, Wolwedans và đập Hồng Phá của nước ta đều là đập vòm trọng lực, những năm gần đây với sự phát triển xây dựng đập vòm bê tông đầm lặn của nước ta, hình thể đập vòm đa phần dùng loại đập vòm một mặt cong hoặc hai mặt cong, nhưng so với đập vòm bê tông thường thì hình thể đập vòm bê tông đầm lặn tương đối đơn giản, chủ yếu là để thích hợp với đặc điểm của bê tông đầm lặn. Một số đập vòm bê tông đầm lặn đã xây dựng và đang xây dựng của nước ta có đặc tính xem biểu 5.

Biểu 5. Đặc tính thể hình một số đập vòm bê tông đầm lặn đã và đang xây ở nước ta

Tên công trình	Đập cao (m)	Tỷ lệ rộng	Kiểu vòm	Kiểu dáng kết cấu
Phổ Định	75	2,21	Vòm không đối xứng	Tâm cố định, đường trung tâm thay đổi cùng chiều dày, phần trên mặt thượng lưu thẳng đứng, phần dưới độ
Ôn Tuyên Bảo	48	3,92	Vòm hai mặt cong	Tâm cố định, bán kính ngoài cố định, biên góc trung tâm, mặt thượng lưu thẳng đứng, mặt hạ lưu 1:0,21
Hồng Phá	55,2	4,42	Đập vòm trọng lực	Tâm cố định, thay đổi bán kính, thượng lưu thẳng đứng, mái hạ lưu
Long Thủ	80	1,76	Vòm hai mặt cong	Vòm hai mặt cong chiều dày bằng nhau biến theo đường parabol chỗ đầu đầm vòm độ treo ngược là 1:0,08, độ treo ngược lớn nhất thân đập 1:0,180
Thạch Môn Tử	109	1,61	Vòm hai mặt cong	Nhiều tâm vòng tròn, bán kính thay đổi, phần dưới thượng lưu thẳng đứng, phần trên mái nghiêng về hạ lưu 1:0,16, hạ lưu không có mái

Trạng thái ứng lực của đập bê tông đầm lặn và đập vòm bê tông thường không giống nhau. Đập vòm bê tông thường là đổ bê tông dạng ống cột, qua việc chôn các ống làm lạnh vào thân đập làm tiêu tán nhiệt độ do thủy hóa nhiệt sinh ra trong thời kỳ thi công, chờ cho khối đập lạnh đến nhiệt độ của vòm mới tiến hành phụt vữa nổi các khe ngang, làm cho các khối đổ liền thành một khối, còn đối với đập vòm bê tông đầm lặn, thường đầm lặn thông suốt toàn mặt cắt, sau khi đầm lặn xong đã thành vòm, ứng lực nhiệt độ sinh ra do nhiệt thủy hóa ximăng của bê tông trong thời kỳ thi công, sẽ cùng với sự hạ thấp duy trì của nhiệt độ thân đập ảnh hưởng tới trạng thái ứng lực đập vòm trong thời kỳ vận hành. Khi thi công đập vòm bê tông đầm lặn mặc dầu đã thành vòm, nhưng lúc đó môđun đàn hồi thân đập vẫn còn thấp, thủy hóa trong bê tông đầm lặn mới bắt đầu không lâu, nhất là trong bê tông đầm lặn pha vào một lượng lớn tro bay, nhiệt độ tăng rất chậm, quá trình lại dài, tốc độ tăng trưởng cường độ lại thấp hơn bê tông thường, trong quá trình hạ nhiệt một thời gian nhiệt tăng đến trị số đỉnh và về sau, môđun đàn hồi bê tông đầm lặn còn đang phát triển, từ biến rất lớn. Ngoài ra, đập vòm bê tông đầm lặn vì khi thi công đã thành vòm, phân bố ứng lực tải trọng bản thân thân đập với đập vòm bê tông đầm lặn cũng khác nhau.

Vì những nhân tố ở trên, ứng lực đập vòm bê tông đầm lăn và phân bố của đập vòm bê tông thường cũng khác nhau, để tương đối chính xác phản ánh trạng thái ứng lực đập vòm bê tông đầm lăn, ngoài việc dùng phương pháp tải đầm, đập cao, vừa nên dùng phương pháp phần tử hữu hạn 3 chiều để tính toán, các đập vòm bê tông đầm lăn Phổ Định, Sa Bài, Long Thủ, Thạch Môn Tử, Lan Hà Khẩu đều dùng phương pháp phần tử hữu hạn 3 chiều để tính toán và mô phỏng theo phần tử hữu hạn để bố trí và thiết kế khe ngang hoặc khe co giãn đập vòm bê tông đầm lăn.

5. KẾT CẤU (CẤU TẠO) THÂN ĐẬP

5.0.1. Do đập bê tông đầm lăn dùng phương thức thi công đầm lăn rải sau diện tích rộng, các đập trọng lực bê tông đầm lăn trong và ngoài nước đại bộ phận không bố trí khe ngang, quy định điều này, đập trọng lực bê tông đầm lăn, không nên bố trí khe ngang, nhưng đối với đập trọng lực bê tông đầm lăn cao, rất cao, do phần nền của thân đập từ thượng lưu tới hạ lưu rất lớn, có cần bố trí khe ngang hay không cần phải nghiên cứu riêng.

Đập trọng lực lớn bê tông đầm lăn xây dựng những năm gần đây đều đã bố trí khe ngang hoặc khe co giãn, chỉ là khoảng cách khe ngang hoặc khe co giãn lớn hơn đập trọng lực bê tông rất nhiều. Căn cứ điều tra một số đập trọng lực bê tông đầm lăn có khoảng cách khe ngang hoặc khe co giãn lớn hơn 30m, chủ yếu là ở mặt thượng lưu của chúng xuất hiện nứt bề mặt ở mức độ khác nhau. Nghiên cứu phân tích tính toán ứng lực nhiệt độ theo phần tử hữu hạn 3 chiều cũng chứng tỏ, tùy theo khoảng cách khe ngang tăng lên, ứng lực kéo thân đập theo hướng dọc trục đập tương ứng tăng lên, và phạm vi cũng rộng ra, tùy theo kỹ thuật thi công bê tông đầm lăn ngày càng thành thực, sự cải tiến công cụ máy cắt khe và sự đa dạng của phương thức cắt khe, làm việc hình thành khe của khe ngang hoặc khe co giãn đã không phải là nhân tố chủ yếu hạn chế tốc độ nhanh thi công bê tông đầm lăn. Đập trọng lực bê tông đầm lăn đã và đang xây dựng gần đập như Bạch Sặc, Long Than, đề quai kỳ 3 của Tam Hiệp, ... thì khoảng cách khe ngang hoặc khe co giãn đều trên dưới 20~30m. Để tránh nứt bề thân đập, quy định tiêu chuẩn này, khoảng cách khe ngang hoặc khe co giãn của đập trọng lực bê tông đầm lăn nên bằng 20~30m, khoảng cách đó là khoảng cách giữa khe ngang với khe ngang hoặc là khoảng cách khe ngang với khe co giãn.

5.0.2. Do vì đập vòm bê tông đầm lăn sau khi lắng xong đã thành vòm, nhiệt độ tăng cao do thủy hóa nhiệt sinh ra của bê tông đầm lăn thời kỳ thi công, trong quá trình lạnh dần trường nhiệt độ ổn định ứng lực kéo nhiệt độ sinh ra rất lớn. Hơn nữa do bê tông đầm lăn lại pha một lượng lớn tro bay và chất độn khác, quá trình hạ nhiệt độ thân đập tương đối dài, không có khả năng chờ cho nhiệt độ hạ thấp đến nhiệt độ chuẩn trường nhiệt độ ổn định mới tích nước, vì vậy, hệ thống phụt vữa khe ngang hoặc khe co giãn cần có công năng phụt vữa trùng lặp, mới bảo đảm vận hành an toàn của đập vòm. Ngoài ra, bố trí phân khe của khe ngang hoặc khe co giãn cần tiện cho thi công bê tông đầm lăn. Vì vậy, vị trí phân khe, kết cấu phân khe và hệ thống phụt vữa khe ngang hoặc khe co giãn là vấn đề then chốt của thiết kế đập vòm bê tông đầm lăn. Đơn vị thiết kế và đơn vị nghiên cứu khoa học về mặt này đã tiến hành một khối lượng lớn về nghiên cứu khoa học và đã đưa thành quả ứng dụng vào thực tiễn.

Đập vòm Sa Bài dùng phương án tổ hợp hai khe co giãn cộng với hai khe ngang,

trong đó hai khe co giãn dần với nắp vòm, hai khe ngang gắn với nắp vòm, dọc trục đập từ bờ trái đến bờ phải khoảng cách các khe lần lượt 35,07m, 50,41m, 59,04m, 69,70m. Kết cấu khe co giãn dùng kiểu bê tông trọng lực đúc sẵn ghép từng đôi với nhau mà thành, ván khuôn dài 1,0m, cao 0,3m, trên mặt khe giãn cách hai hướng, bố trí chiều dài khe và khoảng cách khe không bằng nhau, tức là dọc bằng hướng tâm khe dài 1m, khoảng cách 0,5m, dọc theo hướng chiều cao khe dài 0,3m. Khoảng cách 0,6m (tức hai tầng đầm lăn) bố trí một khe co giãn gián cách. Kết cấu khe ngang dùng cốt pha bê tông trọng lực đúc sẵn giống như khe co giãn hình thành mặt khe, đem phương thức bố trí gián cách bố trí thành xuyên dọc toàn mặt cắt, hình thành tác dụng khe ngang rõ ràng, cốt pha dài 1m, cao 0,3m. Mặt thượng lưu khe co giãn và khe ngang bố trí miệng cắt khe, để đề phòng khe nứt vòng qua tấm chắn nước và tấm vữa chắn nước. Trong khe co giãn và khe ngang bố trí hệ thống phụt vữa trùng hợp, trên đường ống phụt vữa bố trí ống cao su chế tạo đặc biệt có nắp để phụt vữa. Đập vòm Phổ Định vì địa hình không đối xứng, bờ phải bố trí trụ trọng lực dài 30m, trụ trọng lực hình thức thi công khe như bình thường và nối tiếp với đập vòm bê tông đầm lăn. Ở vị trí ứng lực kéo lớn nhất của đập vòm bê tông đầm lăn bố trí hai khe co giãn, đem đập chia thành 3 đoạn dài 55m, 80m và 30,67m. Khe co giãn dùng kết cấu kiểu tấm bê tông đúc sẵn hai tầng 1,0m x 0,3m x 0,08 (dài x cao x dày) khoảng cách bằng dọc mặt khe 1,0m khoảng cách dọc mặt đứng 0,6m, phần trên thượng hạ lưu khe co giãn bố trí thiết bị đo co giãn và tấm chắn nước. Trong tấm bê tông đúc sẵn bố trí hệ thống phụt vữa trùng lặp.

Trên đập vòm Long Thủ bố trí hai khe co giãn, lần lượt bố trí sát 1 phía bên phải lỗ tràn mặt và sát 4 phía bên trái lỗ tràn mặt, 2 khe co giãn phân đập thành 3 đoạn 40cm, 60cm và 41cm, khe co giãn dùng kiểu gián cách hướng tâm tức dọc hướng bằng ngang và hướng chiều cao bố trí gián cách một số ống 6 lỗ hồng, lỗ hồng do tổ thành các tấm bê tông đúc sẵn tạo thành, làm cho trong thân đập trên cùng mặt cắt hướng tâm tạo thành một khe hở nhân tạo, trong khe co giãn chôn 2 bộ hệ thống phụt vữa, một bộ để phụt vữa xi măng, một bộ khác tiến hành phụt vữa hóa chất, hệ thống phụt vữa có thể sử dụng phụt vữa nhiều lần.

Đập vòm Thạch Môn Tử lợi dụng “khớp kết vòm” tiến hành truyền lực hướng vòm thực hiện sớm tích nước, ở công trình đó gần nắp đỉnh vòm bố trí một khe ngang ở phía thượng lưu chỗ gần khe ngang bố trí giếng khớp, bên cạnh giếng khớp và bên trong khe ngang giữ nguyên hệ thống phụt vữa, để phụt vữa đập vòm thời kỳ sau. Để tiêu giảm ứng lực kéo áp lực nước và nhiệt độ, hai vai phía thượng lưu đập vòm mỗi bên bố trí một đoạn khe nhân tạo.

5.0.3; 5.0.4. Nhân mạnh nhiều tác dụng dùng hành lang, để giảm số lượng hành lang, tiện cho việc thi công nhân bê tông đầm lăn. Trong thực tiễn công trình, hàng lang đa phần dùng bê tông biến thái, bê tông thường, cấu kiện bê tông đúc sẵn. Những năm gần đây, do việc bê tông biến thái ít cản trở thi công bê tông đầm lăn. Làm cho giữa bê tông không cùng loại có thể kết hợp tốt ưu thế đã được ứng dụng rộng rãi, hiện nay kiểu dáng hành lang, kiểu dáng ghép bê tông biến thái với bới bê tông đúc sẵn được dùng nhiều, làm cho hàng lang có thể trực tiếp bố trí trong thân đập bê tông đầm lăn, không bị hạn chế bởi hàng lang trên nên thường bố trí trên bê tông của nền móng.

5.0.5. Dùng bê tông đầm lăn cấp phối 2 để chống thấm, kết cấu của nó đơn giản, thi công thuận tiện, có thể đầm lăn thông suốt toàn mặt cắt, thích hợp cho thi công bê tông

đảm lẫn tốc độ nhanh, dễ bảo đảm chất lượng kết hợp giữa tầng chống thấm đập với bê tông đầm lẫn phía trong, hơn nữa có thể giảm bớt lượng dùng xi măng bê tông mặt đập thượng lưu, giảm bớt ứng lực nhiệt độ. Một số năm gần đây phòng thám mặt đập thượng lưu đập bê tông đầm lẫn của nước ta phổ biến là dùng bê tông đầm lẫn cấp phối 2, như Phở Định, Giang Á, Miến Hoa Than, Đại Triều Sơn, Phân Hà Nhị Khố, Cao Bá Châu, Dũng Khê Tâm Cấp, Sa Bài, Long Thủ, ..., hơn nữa thu được kinh nghiệm thực tiễn và thành quả thí nghiệm phong phú, hệ số thấm nước thí nghiệm ép nước lỗ khoan đập lớn bê tông đầm lẫn Phở Định, Giang Á, Phân Hà Nhị khối, ... đều đạt $10^{-10} \sim 10^{-9}$ cm/s, có thể thỏa mãn yêu cầu chống thấm đập cao, vì vậy đem sử dụng nó ưu tiên làm phức thức chống thấm sử dụng. Trị số nhỏ nhất cho phép của đẳng cấp chống thấm bê tông đầm lẫn cấp phối 2 áp dụng quy định trong "quy phạm thiết kế kết cấu bê tông thủy công" (SL/T 191-96).

Căn cứ tài liệu có liên quan của độ dày chống thấm bê tông đầm lẫn cấp phối 2 của đập bê tông đầm lẫn cấp phối 2 đã và đang xây dựng ở nước ta (xem biểu 6), hơn nữa kết hợp với kết quả thí nghiệm chống thấm bê tông đầm lẫn cấp phối 2 và tài liệu thí nghiệm ép nước lỗ khoan đối với chiều dày chống thấm hữu hiệu của tầng chống thấm đã có quy định. Chiều dày nhỏ nhất của bê tông đầm lẫn cấp phối 2 cần phải thỏa mãn yêu cầu thi công, nếu lớn hơn 2m.

Biểu 6. Thống kê chiều dày chống thấm bê tông đầm lẫn cấp phối 2 một số công trình trong nước

Tên công trình	Kiểu đập	Đập cao (m)	Số liệu bê tông và cấp chống thấm	Chiều dày chống thấm lớn nhất	Tỷ số với cột nước
Giang Á	Đập trọng lực	131	R ₉₀ 200, W12	8	1/15
Miến Hoa Than	"-	113	R ₁₈₀ 200, W8	7	1/15
Đại Triều Sơn	"-	111	R ₉₀ 200, W8	7	1/15
Bạch Sắc	"-	130	R ₉₀ 200, W10	8	1/15
Phân Hà Nhị cấp	"-	88	R ₉₀ 200, W8	4	1/15
Thông Khê Tam cấp	"-	86,5	R ₉₀ 200, W6	5	1/15
Sơn Từ	"-	64,5	R ₉₀ 100, W6	4	1/15
Song Khê	"-	60	R ₁₈₀ 200, W6	3	1/15
Cao Bá Châu	"-	57	R ₉₀ 200, W6	4	1/15
Vinh Địa	"-	57	R ₉₀ 100, W6	4	1/12
Phở Định	Đập vòm	75	R ₉₀ 200, W6	6,5	1/10,6
Sa Bài	Đập vòm 2 mặt công	129	R ₉₀ 200, W8	11	1/10,5
Long Thủ	"-	80	R ₉₀ 200, W8	6,5	1/12
Lan Hà Khẩu	"-	100	R ₉₀ 200, W8	6	1/15

Do lượng dùng xi măng của bê tông biến thái tương đối nhiều, khi thi công đổ vữa cũng không được đều, hơn nữa bậc thang nhiệt độ mặt thượng lưu thân đập tương đối lớn, dễ sinh nứt nẻ, vì vậy, bề mặt thượng lưu tầng chống thấm bê tông đầm lẫn khi dùng bê tông biến thái, bê tông biến thái không nên quá dày.

5.0.6. Dùng vật liệu bitum, cao su tổng hợp, màng giấy đất phức hợp và bê tông thường làm phương thức chống thấm đập bê tông đầm lẫn, trước đây trong cũng như ngoài nước xây đập bê tông đầm lẫn đều đã có vì ứng dụng thành công, cho nên đối với phương

chống thấm trên vẫn bảo lưu. Khi dùng bê tông thường làm tầng chống thấm, nó kết hợp với bê tông đầm lặn là một khâu yếu nhất, do thời gian đông kết hai loại bê tông không nhất trí, trở ngại thi công lớn không để đổ bê tông đồng bộ, đối với vấn đề này cần được coi trọng.

- 5.0.8. Những năm gần đây, sử dụng bê tông đầm lặn cấp phối 2 làm tầng chống thấm đã trở thành phổ biến, xét đến việc trong khe ngang hoặc khe co giãn của bê tông đầm lặn cấp phối 2 bố trí giằng bitum cản trở rất lớn đến việc thi công bê tông đầm lặn, hơn nữa bitum rất dễ lão hóa, bảo vệ phức tạp, hiệu quả không thật lý tưởng. Đáp lớn dùng tầng chống thấm bê tông đầm lặn cấp phối 2 trong công trình thực tế, không có một ví dụ nào làm giằng bitum, cho nên quy định khe ngang hoặc khe co giãn trong thân đập không nên bố trí giằng bitum.
- 5.0.10. Qua thực tiễn công trình và tổng kết, lỗ thoát nước đứng thân đập thường khoan lỗ, hình thức dùng phương pháp chôn ống thấm nước hoặc kiểu rút ống lên, cho nên được kiến nghị, trong các phương pháp trên, khoan lỗ không để bít kín, hiệu quả thoát nước tốt nhất, xét tới tiết kiệm đầu tư, tăng nhanh tiến độ thi công lỗ thoát nước, đường kính lỗ khoan của lỗ thoát nước nhỏ hơn rất nhiều đường kính chôn ống thoát nước hoặc đặt ống rồi rút lên, cho nên nên lên đường kính lỗ khoan là 76 ~ 102mm, đập cao lấy số lớn, đập vừa, nhỏ lấy số nhỏ.
- 5.0.11. Để tiện cho thi công bê tông đầm lặn, hành lang trong đập nên bố trí ít, nhưng nếu gặp phải điều kiện địa chất nền đập xấu, khi mực nước hạ lưu đập tương đối cao, để giảm bớt áp lực đẩy nổi của nền đập, tăng tính ổn định đập lớn, cũng cần bố trí hành lang ở nền đập để bơm thoát nước.

6. VẬT LIỆU BÊ TÔNG ĐẦM LẶN VÀ PHẦN KHU BÊ TÔNG THÂN ĐẬP

- 6.0.1. Vật liệu độn bao gồm tro bay hoạt tính, tro xỉ quặng, xỉ lò cao, v.v... Mặt ngoài của bê tông đầm lặn cần thỏa mãn yêu cầu tính bền vững chống thấm, chống băng, chống mài mòn v.v... Hiện nay ở nước ta mặt thượng lưu đập bê tông đầm lặn dùng lớp chống thấm mặt ngoài bê tông đầm lặn bằng bê tông đầm lặn cấp phối 2. Căn cứ ví dụ thực công trình đã xây dựng, nếu dùng đẳng cấp cường độ xi măng là 42,5Mpa (nguyên là xi măng mác 525), lượng chất độn pha vào bê tông đầm lặn thường là 50% ~ 55%, như Giang Á, Miến Hoa Than, Phổ Định là 55%; Đại Triều Sơn là 50%, khoan nồn thí nghiệm chứng tỏ bê tông đầm lặn khu vực đó thỏa mãn yêu cầu chất lượng, vì vậy, quy định lượng pha vật liệu khu vực bên ngoài bê tông đầm lặn không nên vượt quá 55% tổng lượng chất dính kết, nhưng lượng pha vật liệu độn của bê tông đầm lặn phía ngoài cần phải căn cứ vào điều kiện khí hậu, tính chất xi măng, cấp tro bay và sử dụng cụ thể của thân đập mà xác định.

Bê tông đầm lặn ruột đập chủ yếu là chỉ bê tông đầm lặn đập lớn ngoài tầng chống thấm mặt thượng lưu, tầng đệm nền và yêu cầu chống băng giá, chống mài mòn, chống xâm thực ra... vật liệu độn bê tông đầm lặn ruột đập ở nước ta đa phần là 50% ~ 65%, cụ thể xem biểu 7. Kết quả nghiên cứu của Viện Thủy lợi thủy điện - Đại học Vũ Hán cũng chứng minh, bê tông đầm lặn pha trộn lớn hơn 70% tro bay chất lượng tốt làm bê tông ruột đập cũng có thể được. Vì vậy lượng tro bay pha nhiều cường độ thời kỳ sau nhiều năm còn tăng trưởng nhất định, kết cấu nổi bộ bê tông không ngừng được cải thiện. Xét tới tính bền lâu của bê tông đầm lặn và kết hợp với thực tiễn công trình, quy định lượng pha chất độn vào bê tông đầm lặn ruột đập nên không vượt quá 65% tổng lượng vật liệu dính kết.

- 6.0.2. Từ biểu 7 có thể thấy, tổng lượng vật liệu dính kết trong bê tông đầm lặn C+F thường lớn hơn 130kg/m³, vì vậy quy định lượng dùng vật liệu dính kết trong bê tông đầm lặn không nên thấp hơn 130kg/m³. Nhưng những số liệu ghi trong biểu 7 đều thuộc về đập cao vừa bê tông đầm lặn, mà đập Bạch Long Than đập cao nhất 36m, lượng

dùng chất dính kết của bê tông đầm lăn trong ruột đập R_{90} chỉ có 99kg/m³ (trong đó xi măng 39kg/m³, tro bay 60kg/m³), đập đến nay vẫn vận hành bình thường. Vì vậy, đối với đập thấp, sau khi qua thí nghiệm luận chứng, bê tông ruột đập cũng có thể dùng lượng chất dính kết thấp.

Trong biểu 7, tỷ lệ nước: chất dính của bê tông đầm lăn 0,43~0,70, do cường độ và tỷ lệ nước: chất dính tỷ lệ nghịch với nhau, hơn nữa tỷ lệ nước: chất dính quá cao không có lợi cho tính bền vững của bê tông đầm lăn. Vì vậy quy định tỷ lệ nước: chất dính kết nên nhỏ hơn 0,70.

Tính chống xâm thực của bê tông đầm lăn tùy theo hàm lượng C_3A trong xi măng và tỷ lệ nước: chất dính tăng cao mà giảm đi. Tham chiếu tiêu chuẩn tương quan của ngành quy định khi có yêu cầu chống xâm thực thì hàm lượng C_3A trong xi măng nên thấp hơn 5%, tỷ lệ nước: chất dính kết nên nhỏ hơn 0,45.

Biểu 7. Cấp phối bê tông đầm lăn một số công trình trong nước

Tên công trình	Mác bê tông	Cấp phối	Xi măng C (Kg/m ³)	Tro bay F (Kg/m ³)	Chất dính C+F (Kg/m ³)	Lượng tro trộn F/C+F (%)	Lượng nước W (Kg/m ³)	Tỷ lệ nước / chất dính
Khang Khẩu	R ₉₀ 100	CP 3	60	80	140	57,0	98	0,70
Long Môn	R ₉₀ 100	"-	54	86	140	61,0	98	0,70
Thiên Sinh	R ₉₀ 100	"-	55	85	140	60,7	83	0,59
Đồng Hạng	R ₉₀ 100	"-	65	85	150	57,0	90	0,60
Diệp Thán	R ₉₀ 150	"-	55	104	159	65,4	90	0,57
Vinh Địa	R ₉₀ 100	"-	67	110	177	62,0	99	0,56
Đại Quảng Bá	R ₉₀ 100	"-	55	96	151	63,6	96	0,69
Thuy Đông	R ₉₀ 100	"-	54	92	146	63,0	75	0,51
Sơn Tử	R ₉₀ 100	"-	55	95	150	63,0	89	0,59
Đào Lâm Khẩu	R ₉₀ 150	"-	70	85	155	55,0	75	0,48
Thạch Bàn Thử	R ₉₀ 150	"-	60	90	150	60,0	103,5	0,69
Song Khê	R ₁₈₀ 15	"-	55	105	160	65,6	95	0,59
	R ₁₈₀ 20	CP 2	90	110	200	55,0	105	0,53
Sơn Khẩu Tam Cấp	R ₉₀ 100	Cấp 3	63	80	143	56,0	85,5	0,60
	R ₉₀ 200	Cấp 2	105	86	191	45,0	95	0,50
Cao Bá Châu	R ₉₀ 150	Cấp 3	88	88	176	50,0	91	0,48
	R ₉₀ 200	Cấp 2	125	102	227	45,0	109	0,58
Giang Á	R ₉₀ 150	Cấp 3	64	96	160	60,0	93	0,58
	R ₉₀ 100	Cấp 2	46	107	153	70,0	93	0,61
	R ₉₀ 200	Cấp 2	87	107	194	55,0	103	0,53
Đại Triều Sơn	R ₉₀ 150	Cấp 3	67	101(PT)	168	60,0	84	0,50
	R ₉₀ 200	Cấp 2	94	94(PT)	188	50,0	94	0,50
Miến Hoa Than	R ₁₈₀ 15	Cấp 3	57	96	147	65,0	88	0,60
	R ₁₈₀ 10	Cấp 3	48	88	136	65,0	88	0,65
	R ₁₈₀ 20	Cấp 2	90	110	200	55,0	100	0,50
Phân Hà Nhị Khố	R ₉₀ 100	Cấp 3	57	93	150	62,0	90	0,60
	R ₉₀ 200	Cấp 2	127	84	211	40,0	95	0,45
Phổ Định	R ₉₀ 150	Cấp 3	54	99	153	85,0	84	0,55
	R ₉₀ 200	Cấp 2	85	103	188	55,0	94	0,50
Ôn Tuyên Bảo	R ₉₀ 150	Cấp 3	69	96	165	58,0	91	0,56
	R ₉₀ 200	Cấp 2	110	84	194	43,0	107	0,55
Sa Bài	R ₉₀ 200	Cấp 3	93	93	186	50,0	93	0,50
	R ₉₀ 200	Cấp 2	115	77	192	40,0	102	0,53
Long Thủ	R ₉₀ 200	Cấp 3	60	117	177	66,0	85	0,48
	R ₉₀ 200	Cấp 2	100	111	211	53,0	91	0,43

6.0.3. Để giảm bớt lượng dùng nước trong bê tông đầm lặn, kéo dài thời gian ninh kết, tăng tính dẻo, mục đích cải thiện tính năng của bê tông đầm lặn, phụ gia trộn thêm vào thường dùng dịch giảm nước ninh kết chậm, loại chất lượng là li-nhìn, loại đường mật và loại phụ gia tổng hợp. Khi có yêu cầu chống đông băng, nên dùng phụ gia tạo bọt (dẫn khí).

6.0.4. Do bê tông đầm lặn lượng dùng xi măng ít, vật liệu pha trộn chất hoạt tính tro bay, làm cho cường độ tăng trưởng thời kỳ sau khá rõ rệt, cường độ tăng trưởng thời kỳ sau có liên quan tới xi măng, loại vật liệu độn, lượng pha trộn phụ gia, v.v..., nói chung cường độ bê tông đầm lặn theo tuổi 28 ngày, 90 ngày và 180 ngày tăng trưởng là 1:(1.4~1.4): (1.7~1.8). Ngoài ra vì lượng dùng xi măng ít nên tốc độ tỏa nhiệt bê tông đầm lặn tương đối chậm, thời gian xuất hiện nhiệt độ cao kéo dài, đồng thời hạ thấp nhiệt độ tăng cao. Để lợi dụng cường độ thời kỳ sau của bê tông đầm lặn, đơn giản hóa biện pháp khống chế nhiệt độ, hơn nữa kết hợp với sự sắp xếp đóng cống sớm tích nước, cường độ bê tông đầm lặn nên dùng cường độ ép tuổi 180 ngày (hoặc 90 ngày).

Những tính năng khác của bê tông đầm lặn, như chống thấm, chống băng giá, chống kéo, trị số chịu kéo cực hạn, nên dùng tuổi thiết kế cùng với tuổi cường độ ép.

6.0.6. Để tiện thi công, tránh vì sử dụng nhiều loại mác bê tông mà tạo nên sự hỗn loạn trong thi công, bê tông đầm lặn ruột đập nên dùng một loại mác bê tông. Đập cao có thể căn cứ vào tình hình ứng lực ruột đập, đối với ruột đập tiến hành phân khu theo cao trình hoặc vị trí.

6.0.7. Chiều rộng mặt khoan bê tông đầm lặn quá hẹp, không tiện việc tác nghiệp thi công đổ bê tông, sàn bằng và đầm lặn, đối với bê tông đầm lặn ruột đập, chiều rộng phân khu của nó thông thường lớn hơn 5m.

6.0.10. Đập bê tông đầm lặn xây dựng gần đây, tầng đệm nền đập ở vị trí lòng sông thường là bê tông thường, ở mái bờ bên cạnh thường dùng bê tông biến thái, như Giang Á, Miến Hoa Than, Đại Triều Sơn. Do nền móng mái dốc bờ dùng bê tông biến thái, thi công rất tiện lợi, thời gian sơ ninh của nó dễ đồng bộ với bê tông đầm lặn, hơn nữa dễ làm cho khu vực bê tông biến thái và khu vực bê tông đầm lặn kết hợp nối tiếp với nhau tốt hơn.

Tầng đệm nền móng bê tông đầm lặn đạt đến cao bằng để thỏa mãn tác nghiệp đầm lặn, không nên quá dày, đối với khống chế nhiệt độ đập lớn và nhanh chóng đi vào thi công, tăng nhanh tiến độ thi công là tương đối có lợi. Vì vậy, quy định chiều dày tầng đệm bê tông đầm lặn không nên lớn hơn 1m.

6.0.11. Bê tông biến thái đã được ứng dụng rộng rãi các vị trí ván khuôn thượng hạ lưu, xung quanh hành lang và lỗ hang động, lớp đệm nền mái bờ đập lớn, tấm chắn nước, đường ống, khu vực bố trí cốt thép, và đã thu được kết quả rất tốt. Bê tông biến thái giải quyết rất tốt vấn đề kết hợp giữa các loại bê tông với nhau, phát huy một bước nữa đặc điểm thi công tốc độ nhanh bê tông đầm lặn; ở chỗ ván khuôn mặt thượng hạ lưu đập lớn sử dụng bê tông biến thái, có thể làm cho mặt khoang bằng phẳng đẹp đẽ. Còn lượng vữa cho vào bê tông biến thái và cấp phối đang có sai số quá lớn, thành quả thí nghiệm tính năng bê tông biến thái có liên quan chưa

được phong phú, xét tới tính quan trọng của đập cao để nghiên cứu thêm nữa và tổng kết đối với tính năng bê tông biến thái, quy định cấp phối và lượng pha vào của bê tông biến thái cần qua thí nghiệm xác định.

7. KHÔNG CHẾ NHIỆT ĐỘ VÀ PHÒNG NÚT NẸ THÂN ĐẬP

7.0.1. Đặc điểm không chế nhiệt độ đập trọng lực bê tông đầm lăn là: lượng dùng xi măng ít, lượng pha vật liệu đôn tro bay lớn, hạ thấp lượng tỏa nhiệt của bê tông và quá trình phát nhiệt tương đối chậm; thân đập nói chung không bố trí khe dọc khe ngang, không hình thành mặt lỗ, chủ yếu tỏa nhiệt dựa vào mặt tầng, quá trình tỏa nhiệt kéo dài rất lâu. Thiết kế không chế nhiệt độ cần căn cứ tính năng vật liệu, kích thước kết cấu, điều kiện khí hậu, chiều dày tầng đổ, phương thức liên tục lên cao và thời gian cách nhau và kết hợp biện pháp tỏa nhiệt trên mặt tiến hành nghiên cứu.

Vì tính quan trọng của đập cao, phòng nứt nẻ không chế nhiệt độ bê tông rất khó khăn, nhân tố ảnh hưởng rất nhiều tầng, ngoài việc dùng phương pháp sai phân phân tích nhiệt độ trường, phương pháp đường ảnh hưởng phân tích ứng lực nhiệt độ. Đối với đập vừa đập thấp dùng phương pháp sai phân và đường ảnh hưởng thường là thỏa mãn yêu cầu công trình.

7.0.2. Do đập vòm bê tông đầm lăn thường dùng phương pháp đầm lăn toàn bộ khoan mặt cắt, sau khi đầm lăn xong đã thành vòm, ứng lực nhiệt độ do nhiệt tăng của thủy hóa nhiệt bê tông đầm lăn trong thời kỳ thi công, vì quá trình hạ nhiệt thân đập rất dài, sẽ ảnh hưởng lâu dài đến trạng thái ứng lực đập vòm, mà ứng lực kéo trong đập vòm lại chiếm một tỷ trọng lớn trong ứng lực nhiệt độ, cho nên yêu cầu đập vòm bê tông đầm lăn đập cao đập vừa cần dùng phương pháp phân tử hữu hạn 3 chiều tiến hành thiết kế không chế nhiệt độ thân đập.

7.0.3. Tiêu chuẩn không chế nhiệt độ, biện pháp và điều kiện khí hậu liên quan mật thiết với nhau, cần phải thu thập nghiêm chỉnh nhiệt độ không khí vùng đập, nhiệt độ nước và nhiệt độ nền đất, và phải phân tích chỉnh lý, làm thành căn cứ cơ bản để thiết kế không chế nhiệt độ thân đập. Ngoài ra, nhân tố ảnh hưởng tới nhiệt độ nước của hồ rất nhiều, quan hệ phức tạp, nhiệt độ nước thượng lưu hồ chứa nói chung phải tham khảo hồ chứa tương tự để xác định.

7.0.4. Điều này nhấn mạnh tính năng bê tông đầm lăn đập cao, vừa cần thông qua thí nghiệm xác định. Thiết kế không chế nhiệt độ thân đập có liên quan mật thiết với tính năng lực học, nhiệt học và tính năng biến dạng. Thực tiễn công trình chứng minh, thiết kế không chế nhiệt độ đã từ phân tích đơn thuần nhiệt độ trường, ứng lực nhiệt độ và nghiên cứu biện pháp hạ nhiệt, bắt đầu chú ý nghiên cứu tính năng biến dạng vật liệu bê tông đầm lăn, như nâng cao trị số kéo dài cực hạn của bê tông đầm lăn, chọn cốt liệu có hệ số dẫn nở tương đối thấp và lợi dụng biến dạng bản thân khối đập và từ biến của bê tông đầm lăn bù cho co rút nhiệt độ v.v..., có tương đối nhiều nơi cũng từ mặt vật liệu đập bê tông đầm lăn xét tới vấn đề chống nứt cho nó.

7.0.5. Chênh lệch nhiệt độ nền là chỉ nhiệt độ cao nhất của bê tông trong phạm vi ràng buộc của nền đập với nhiệt độ ổn định. Chênh lệch nhiệt độ nền là chỉ tiêu quan trọng không chế phát sinh nứt nẻ tầng sâu bê tông nền đập chủ yếu tùy theo

tính năng bê tông đầm lăn, tỷ số chiều cao chiều dài khối đổ, chiều dài của cạnh dài khối đổ, tỷ số mô đun đàn hồi giữa bê tông và nền đá, điều kiện khí hậu vùng đập... mà thay đổi, đối với đập trọng lực bê tông đầm lăn mà nói, do nói chung không bố trí khe dọc, chiều rộng của đáy rất lớn, phạm vi ràng buộc của nền tương đối cao, để đề phòng nứt nẻ bê tông nền đập cần phải không chế chênh lệch nhiệt độ đối với nền.

Quá trình phóng (tỏa) nhiệt của nhiệt thủy hóa bê tông đầm lăn tương đối chậm chạp, thời gian nhiệt độ tăng tới đỉnh cao sau khi đổ bê tông đầm lăn tương đối muộn, quá trình hạ nhiệt cũng kéo một thời gian dài. Ruột khối bê tông đầm lăn trong trạng thái nhiệt độ một thời kỳ dài, khi thi công xong mùa đông áp đến, hoặc gặp phải tiết giá lạnh nhiệt độ rất thấp bê tông ngoài vỏ thì lạnh, rất dễ hình thành chênh lệch nhiệt độ trong và ngoài quá lớn phát sinh nứt nẻ bề mặt, là vấn đề rất quan trọng của đập bê tông đầm lăn.

Bê tông đầm lăn do đầm lăn toàn mặt cắt thi công và thường không bố trí khe dọc, kích thước mặt cắt từ thượng hạ lưu thường quá lớn, bộ phận khoảng cách thời gian dài, ứng lực nhiệt độ gây nên do chênh lệch nhiệt độ giữa tầng trên tầng dưới bê tông mới và bê tông cũ thường rất ít, đối với vấn đề đo cần phải chú ý.

Nứt nẻ bê tông đầm lăn đa phần là nứt nẻ bề mặt, trong điều kiện nhất định, nứt nẻ bề mặt có thể phát triển thành nứt nẻ tầng sâu, thậm chí thành nứt xuyên. Vì vậy, tăng cường bảo vệ bề mặt bê tông rất quan trọng. Do cường độ thời kỳ đầu của bê tông đầm lăn, nhiệt độ không khí hạ từ từ là một nhân tố bất lợi nhất gây nên nứt nẻ bề mặt của bê tông đầm lăn, vì vậy, cần phải coi trọng thiết kế bảo vệ nhiệt độ thời kỳ nhiệt độ không khí dần hạ xuống và mùa đông của bê tông đầm lăn.

- 7.0.6. Chênh lệch cho phép nền móng của đập trọng lực bê tông đầm lăn, DL/T5005-92 là căn cứ “Quy phạm thiết kế đập trọng lực bê tông thường (tạm thời) (SDJ21-78) trên cơ sở trị số cho phép có liên quan tới khi 4 trị số kéo dài cực hạn không thấp hơn $0,85 \times 10^{-4}$ của bê tông thường, theo trị số kéo dài cực hạn $0,70 \times 10^{-4}$ của bê tông đầm lăn tiến hành chiết toán, chênh lệch nhiệt độ cho phép nền móng kiến nghị xem biểu 8.

Biểu 8. Chênh lệch nhiệt độ cho phép nền móng đập trọng lực bê tông đầm lăn kiến nghị DL/T5005-92 đơn vị °C

Chiều cao cách nền	Chiều dài khối đổ L		
	Dưới 30m	30~70m	Trên 70m
0-0,2L	18-15,5	14,5-12	12-10
0,2L-0,4L	19-17	16,5-14,5	14,5-12

Chênh lệch nhiệt độ cho phép nền móng đập trọng lực bê tông đầm lăn đề cập đến điều kiện khí hậu khu vực đập, tính năng chống nứt và tính năng nhiệt học, cùng tính năng biến dạng, tỷ lệ chiều cao chiều dài khối đổ, mô đun biến dạng nền của bê tông đầm lăn, trong đó tính năng chống nứt bao gồm trị số kéo dài cực hạn và cường độ chịu kéo, tính năng biến dạng chủ yếu bao gồm mô đun đàn hồi, từ biến, biến dạng thể tích tự co, biến dạng co ngót và biến dạng nhiệt độ, tính năng nhiệt học bao gồm nhiệt độ tăng cách nhiệt, tỷ nhiệt, hệ số dẫn nhiệt, hệ số dẫn nở dài.

Do vì chênh lệch nhiệt độ cho phép nền móng dề cập tới quá nhiều nhân tố, hơn nữa thời gian cần thiết để nhiệt độ trong thân đập hạ đến trường nhiệt độ ổn định của đập trọng lực bê tông đầm lặn (chủ yếu đập cao, đập vừa) rất dài, nhất là nhiệt độ thời kỳ sau hạ rất chậm, vì vậy ứng lực nhiệt độ sinh ra của nó, có tác dụng từ biến bù lại nên cũng có giảm nhỏ. Ngoài ra, khi nhiệt độ thân đập hạ tới trường nhiệt độ ổn định thì đập đã tích nước. Căn cứ kết quả nghiên cứu của Viện khoa học thủy lợi thủy điện Trung Quốc, ứng lực thân đập trọng lực bê tông đầm lặn do hạ nhiệt của nền móng, trọng lượng bản thân bê tông và cộng gộp tải trọng nước mà khối đập phải chịu, ứng lực kéo sinh ra do cộng gộp nhỏ hơn ứng lực kéo gây nên do hạ nhiệt độ đơn độc nền móng. Nhưng đập bê tông đầm lặn do vật liệu dính kết trong bê tông dùng ít, tỷ lệ xi măng ít cho nên trị số kéo dài cực hạn của nó nói chung thấp hơn bê tông thường, đây là điều tương đối bất lợi. Biểu 9 là trị số kéo dài cực hạn một số công trình bê tông đầm lặn.

Biểu 9. Trị số kéo dài cực hạn bê tông đầm lặn một số công trình

Tên công trình	Số hiệu	Lượng dùng xi măng (kg/m^3)	Lượng dùng chất dính kết (kg/m^3)	Tỷ lệ nước: chất dính kết	Trị số kéo dài cực hạn ($\times 10^{-4}$)
Khang Khẩu	R ₉₀ 100	60	140	0,70	0,68
Thiên Sinh Kiều cấp 2	R ₉₀ 100	55	140	0,59	0,72
Đồng Hạng Tử	R ₉₀ 100	65	150	0,60	0,70
Diệp Thán	R ₉₀ 150	55	159	0,57	0,70
Cao Bá Châu	R ₉₀ 150	88	88	0,52	0,65
Giang Á	R ₉₀ 100	46	153	0,61	0,77
	R ₉₀ 200	87	194	0,53	0,86
Đại Triều Sơn	R ₉₀ 150	67	168	0,50	0,74
	R ₉₀ 200	94	188	0,50	0,86
Miền Hoa Than	R ₁₈₀ 150	57	147	0,60	0,73
	R ₁₈₀ 100	48	136	0,65	0,72
	R ₁₈₀ 200	90	200	0,50	0,75
Phổ Định	R ₉₀ 150	54	153	0,55	0,72
	R ₉₀ 200	85	188	0,50	0,81
Long Thủ	R ₉₀ 200	58	171	0,48	0,78
	R ₉₀ 200 Cấp phối 2	96	205	0,43	0,87

Tóm lại như trên đã nói, do vì chênh lệch nhiệt độ cho phép của nền móng liên quan tới quá nhiều nhân tố, hơn nữa bê tông đầm lặn và bê tông thường có nhiều đặc điểm khác nhau, điều kiện cụ thể các công trình cũng khác nhau, còn về chênh lệch nhiệt độ cho phép của nền móng là chỉ tiêu quan trọng. Cho nên trị số nhiệt độ chênh lệch cho phép của nền móng đập trọng lực bê tông đầm lặn đập cao đập vừa cần căn cứ vào điều kiện cụ thể công trình cần phải qua thiết kế khống chế nhiệt độ mới xác định.

Thời gian cần để nhiệt độ trong ruột đập trọng lực bê tông đầm lặn hạ tới nhiệt độ

trường ôn định thường rất dài, để nắm vững quá trình hạ nhiệt nền đập và ảnh hưởng bất lợi có khả năng phát sinh đối với thân đập, cần tăng cường giám trắc an toàn.

Tiêu chuẩn không chế chênh lệch nhiệt độ cho phép của nền móng của thiết kế một số đập trọng lực bê tông đầm lăn ta xem biểu 10.

Biểu 10. Trị số chênh lệch nhiệt độ cho phép nền móng của một số đập trọng lực bê tông đầm lăn

Tên công trình	Vị trí địa lý	Đập cao (m)	Chiều dài cạnh dài khối đồ 1	Độ cao cách nền móng (h)	
				0-0.2l	0.2-0.4l
Giang Á	Hồ Nam	131	>70	13	15
Miến Hoa Than	Phúc Kiến	113	>70	16	19
Đại Triều Sơn	Vân Nam	111	>70	16	19
Đoạn thân đập đề quai dọc Tam Hiệp	Hồ Bắc	146	>70	10	13
Đào Lâm Khẩu	Hà Bắc	74.5	>70	16	19
Cao Bá Châu	Hồ Bắc	57	>30	14	16
Đại Quảng Bá	Hải Nam	57	>30	15	17
Khang Khẩu	Phúc Kiến	56.3	>30	12	14

Căn cứ điều tra nứt nẻ đập bê tông trong nước ta, phần nền đập xuất hiện chủ yếu có mấy loại trường hợp:

1. Đồ bê tông tầng móng trên nền đá, thời gian cách nhau dài, dẫn đến ứng lực ràng buộc của tầng móng bê tông, ứng lực cộng gộp gây nên do chênh lệch nhiệt độ trong và ngoài, làm cho ứng lực kéo phần giữa khối dài phát sinh, lớn hơn rất nhiều cường độ chịu kéo của bê tông, hình thành nứt xuyên.
2. Bề mặt nền đá gồ ghề quá lớn, cục bộ có hố sâu hoặc nổi lên góc nhọn, dẫn đến chiều dày khối đồ chỗ dày chỗ mỏng, tạo thành ứng lực tập trung, hình thành nứt nẻ bê tông nền.
3. Trong thời kỳ thi công trừ miệng dẫn dòng hoặc xả nước mùa lũ, khi nhiệt độ bê tông quá cao, vì bị xung kích lạnh của nước, tạo thành nứt nẻ bê tông.

7.0.9. Chỉ tiêu chủ yếu tính năng chống nứt của bê tông đầm lăn là trị số kéo dài cực hạn và cường độ chịu kéo của bê tông. Nâng cao trị số kéo dài cực hạn, cường độ chịu kéo và hạ thấp mô đun đàn hồi của bê tông đầm lăn là biện pháp quan trọng bậc nhất để phòng nứt nẻ thân đập.

Trị số kéo dài cực hạn là một chỉ tiêu quan trọng của tính năng chống nứt của bê tông đầm lăn, mà nhân tố ảnh hưởng của trị số kéo dài cực thì rất nhiều, chủ yếu có tính chất vật liệu, cấp phối, chất lượng thi công, ... Trị số kéo dài tùy theo tuổi bê tông tăng lên mà tăng lên, tổng lượng dung chất dính kết ít đi thì trị số kéo dài cực hạn cũng hạ thấp.

Công trình Sa Bài dùng cốt liệu đá hoa cương (granit) tỷ số mô đun đàn hồi cường độ thấp, chỉ đạo xưởng sản xuất xi măng điều chỉnh phối liệu xi măng nâng cao hàm

lượng C_4AF và C_2S , hạ thấp hàm lượng C_3S và C_3A , giảm thấp hệ số tính giòn của xi măng (tỷ số cường độ ép vữa xi măng cát và cường độ kháng gãy), hơn nữa qua việc pha trộn phụ gia giảm nước chậm đông kết, cải thiện tính năng biến dạng của bê tông đầm lặn, nâng cao tính năng chống nứt, căn cứ kết quả thí nghiệm cấp phối, trị số kéo dài cực hạn bê tông đầm lặn R_{90} đạt từ $1,25 \times 10^{-4}$ ~ $1,49 \times 10^{-4}$.

Tính năng chống nứt của bê tông đầm lặn, ngoài trị số kéo dài cực hạn của bê tông đầm lặn thì biến dạng thể tích, co ngót, từ biến của bản thân nó cũng có ảnh hưởng, ảnh hưởng của chất lượng thi công càng không được coi nhẹ.

Công trình Phổ Định lợi dụng vật liệu cát đá là đá vôi nhân tạo, trên cơ sở của hệ số giãn nở nhiệt độ thấp của bê tông, sử dụng phụ gia phức hợp giảm nước hiệu quả cao và cường độ phát triển chậm, lại qua thêm MgO làm cho bê tông đầm lặn có được giãn nở nhỏ, nâng cao tính năng chống nứt.

7.0.10. Phương thức thi công (đổ) bê tông đầm lặn có ảnh hưởng nhất định đối với trạng thái nhiệt độ của khối đập. Khi đổ thành tầng mỏng đầm lặn liên tục, hoặc độ nâng tầng tương đối lớn, hiệu quả tán nhiệt của mặt tầng bê tông đầm lặn tương đối nhỏ, nhiệt độ tăng do thủy hóa nhiệt gần như nhiệt độ tăng trong điều kiện cách nhiệt, nhiệt độ cao nhất trong ruột đập tương đối cao, nhưng phương thức thi công đó có thể giảm bớt khối lượng công tác xử lý mặt tầng, nâng cao tốc độ thi công. Khi dùng các lần ép tầng mỏng, thời gian gián cách đổ ngắn đều đặn nâng cao hoặc là chiều cao tầng nâng cao tương đối nhỏ, có thể nâng cao hiệu quả tán nhiệt của mặt bằng bê tông đầm lặn, hạ thấp nhiệt độ tăng do thủy hóa nhiệt và nhiệt độ ruột đập, nhưng phương thức thi công như vậy tăng khối lượng công tác xử lý mặt tầng, hạ thấp tốc độ thi công. Vì vậy, phương thức thi công cần phải căn cứ vào kích thước khối đập, mặt khoang lớn nhỏ, nhiệt độ đổ bê tông, thời tiết thi công, yêu cầu tiến độ thi công, thiết bị thi công, biện pháp khống chế nhiệt có thể dùng, phân tích khống chế nhiệt độ v.v... xem xét tổng hợp mà xác định.

7.0.11. Thời tiết nhiệt độ thấp là chỉ nhiệt độ không khí bình quân tháng nhiều năm gần hoặc thấp hơn những tháng của nhiệt độ không khí bình quân nhiều năm. Lợi dụng thời đoạn có lợi nhiệt độ thấp (nhiệt độ bình quân không khí tháng trên $0^{\circ}C$, tháng dưới nhiệt độ bình quân không khí nhiều năm) thi công bê tông đầm lặn có thể hạ thấp nhiệt độ đổ bê tông từ đó mà hạ thấp được nhiệt độ cao nhất của khối đập bê tông đầm lặn, và có thể tiết kiệm đầu tư khống chế nhiệt độ bê tông.

7.0.12. Căn cứ kinh nghiệm thực tiễn công trình, điều này thuyết minh rõ biện pháp cụ thể khống chế nhiệt độ bê tông đầm lặn.

Đối với đập bê tông đầm lặn mà nói, để giảm bớt trở ngại đối với thi công nói chung trong đập không bố trí ống nước làm lạnh để hạ nhiệt ruột đập, nhưng những năm gần đây, có một số công trình trong ruột đập quai và thân đập (chủ yếu đập vòm) có bố trí ống nước làm lạnh, để giải quyết vấn đề khống chế nhiệt độ thi công bê tông đầm lặn mùa hè hoặc thời tiết nhiệt độ cao. Ví dụ như đập quai dọc Tam Hiệp, đập quai đập vòm thượng lưu Đại Triều Sơn, đập vòm Sa Bài, Lưu Hà Khẩu, Long Thủ và Thạch Môn Tử, và trong thực tiễn đối với vật liệu ống nước làm lạnh và công nghệ thi công đã tiến hành cải tiến, thu được kết quả rất tốt. Đập quai dọc Tam Hiệp và đập quai thượng lưu đập Triều Sơn vì dùng ống lược làm

lạnh làm cho nhiệt độ cao nhất của bê tông hạ được 4-5 °C.

Đập vòm Sa Bài trong thời gian thi công mùa hè dùng ống nhựa chất dẻo cường độ cao, đường kính ngoài 32mm, dày 2mm, khoảng cách ngang, đứng 1,5m tiến hành làm lạnh hạ nhiệt độ cao điểm đập bê tông. Ống nhựa chất dẻo cường độ cao so với ống kim loại, giảm được đầu nổi, có tính năng uốn cong rất tốt, có thể rải trên bề mặt bê tông đầm lặn rất nhanh, cản trở thi công rất ít, mặc dầu truyền nhiệt của ống chất dẻo kém hơn ống kim loại, nhưng vì tăng đường kính ống, có thể qua hạ nhiệt độ trong ống nước lạnh, tăng tốc độ nước chảy trong ống v.v... để bù lại. Dùng ống nước làm lạnh bằng chất dẻo cường độ cao, có thể giảm nhẹ ảnh hưởng bất lợi do nhiệt độ tăng cao, nhiệt thủy hóa trong thời kỳ thi công gây nên ứng lực nhiệt độ bê tông đầm lặn.

Khi dùng ống nhựa chất dẻo tổng hợp cường độ cao cần bao đảm đầu nổi ống thật bền chắc, tránh lực chấn động đầm lặn làm tổn hại đến đầu nổi ống; Ngoài ra, cần chú ý khi ô tô chở bê tông vào khoang lặn ép trên ống làm hư hỏng ống.

7.0.13. Tầng đệm nền móng bằng bê tông thường thuộc khu ràng buộc mạnh nhất của nền thường chiều dày chỉ trên dưới 1m, sau khi đổ thời gian giãn cách quá dài khi gặp phải nhiệt độ bên ngoài thay đổi lớn, dễ phát sinh nứt nẻ, và có thể phát triển thành nứt xuyên, cần tìm cách tránh, và xem điều kiện cụ thể dùng biện pháp phòng nứt nẻ và khống chế nhiệt độ cần thiết.

7.0.14. Thực tiễn công trình chứng minh, tăng cường bảo ôn bảo ẩm mặt đập và mặt tầng bê tông thi công, là biện pháp hữu hiệu để phòng nứt nẻ bề mặt đập bê tông đầm lặn. Một số đập bê tông đầm lặn phát sinh nứt nẻ bề mặt. Nguyên nhân chủ yếu phát sinh nứt nẻ bề mặt là do nhiệt độ không khí dần hạ xuống và biến dạng co ngót của bê tông. Để đề phòng nứt nẻ bề mặt thân đập thì bảo ôn và bảo ẩm là hiệu quả nhất, còn hạn chế nhiệt độ tăng cao trong ruột đập để đề phòng nứt nẻ bề mặt khi nhiệt độ không khí hạ thấp không có hiệu quả.

8. THIẾT KẾ GIÁM SÁT ĐỘ ĐẠC AN TOÀN (GỌI TẮT LÀ GIÁM TRẮC)

8.0.1. Điều này chỉ ra đập bê tông đầm lặn cần căn cứ tình hình cụ thể công trình, bố trí thiết bị giám trắc cần thiết. Nhiệm vụ đầu tiên của nó là giám sát trạng thái làm việc và an toàn thời kỳ thi công thân đập và thời kỳ vận hành, thứ nữa là cung cấp tài liệu cho thiết kế và nguyên cứu khoa học.

8.0.2. Điều này quy định thiết kế giám trắc an toàn đập bê tông đầm lặn, đồng thời phù hợp với quy định có liên quan của SL319-2005 và SL282-2003 và tiêu chuẩn giám trắc an toàn, còn cần căn cứ quy định có liên quan của tiêu chuẩn này tiến hành bổ sung thiết kế và bố trí các hạng mục giám trắc.

8.0.4. Điều này nói rõ thiết kế giám trắc an toàn cần tuân thủ nguyên tắc:

Cùng với sự phát triển tốc độ nhanh kỹ thuật điện tử, kỹ thuật mạng lưới và kỹ thuật máy tính, hệ thống tự động hóa giám trắc an toàn thân đập, ở nước ta đã thu được sự phát triển mạnh mẽ, hệ thống tự động hóa giám trắc an toàn của nhiều nhà sản xuất nước ta thông qua sự kiểm định của các bộ môn liên quan nước ta, và đã được vận dụng thành công vào rất nhiều công trình thủy lợi thủy điện. Phương

thức quản lý “Không ngược trục” đập lớn, vì thực hiện tự động hóa giám trắc an toàn nêu ra yêu cầu.

Thực hiện tự động hóa giám trắc an toàn đập lớn, không những giảm nhẹ cường độ lao động của nhân viên đo đạc, càng quan trọng hơn là tốc độ nhanh, thu được kết quả quan trắc chính xác, kịp thời nắm vững trạng thái làm việc đập lớn và kiến trúc phụ thuộc.

Tự động hóa giám trắc an toàn đập lớn bao gồm thu thập tài liệu, chỉnh lý số liệu và tự động hóa giám trắc an toàn (tức thì) kịp thời. Có cần kiến lập hệ thống tự động hóa giám trắc an toàn đập lớn hay không, kiểu dáng và quy mô hệ thống tự động giám trắc an toàn như thế nào, cần căn cứ vào đẳng cấp, tính quan trọng công trình thông qua luận chứng kinh tế kỹ thuật xác định.

Bất luận hệ thống tự động hóa giám trắc an toàn kiểu gì, quy mô như thế nào, trong quá trình vận hành đều có khả năng xuất hiện sự cố, để đề phòng khi phát sinh sự cố hệ thống tự động hóa quan trắc an toàn xuất hiện trị số đo đạc sai lầm hoặc rơi rớt thông tin, ngoài việc đặc biệt nhấn mạnh thiết bị và tính chất ổn định lâu dài của hệ thống ra, còn phải phối bị thủ đoạn dùng người đo đạc giám sát cần thiết để kiểm tra và biện pháp dự phòng.

8.0.5. Điều này nói rõ thiết kế giám trắc an toàn cần phù hợp yêu cầu sau:

1. Trước khi tích nước lần đầu của hồ chứa cần kết hợp kiểm định an toàn, đối với hệ thống giám trắc an toàn đã thỏa mãn yêu cầu giám trắc an toàn chưa, cần phải có sự đánh giá. Nếu trước lúc tích nước lần đầu mà thiết bị giám trắc vĩnh cửu chưa làm xong, hoặc điều kiện giám trắc chưa sẵn sàng, cần phải dùng biện pháp tạm thời, kịp thời thu thập được trị số chuẩn cơ bản các hạng mục giám trắc chủ yếu.

2. Thiết kế giám trắc an toàn của đập bê tông đầm lăn, chôn thiết bị, đối với bảo vệ thiết bị và cấp điện cần phải thích hợp với đặc điểm thi công tốc độ nhanh của bê tông đầm lăn, mong giảm bớt sự cản trở lẫn nhau trong tác nghiệp thi công, tránh được các loại nhân tố ảnh hưởng tới thành quả quan trắc an toàn.

8.0.6. Điều này đối mặt với đặc điểm đập bê tông đầm lăn nêu ra yêu cầu bổ sung hạng mục giám trắc và bố trí.

1. Đập bê tông đầm lăn hiện nay đa phần bố trí tầng chống thấm bê tông đầm lăn cấp phối 2, mà hiệu quả chống thấm của tầng chống thấm là trọng điểm giám trắc đập bê tông đầm lăn, điểm giám trắc áp lực thấm nên chủ yếu bố trí trong tầng chống thấm và trên mặt tầng (khe) đầm lăn gần chỗ giáp giới tầng chống thấm và ruột bê tông đầm lăn. Lấy mặt cắt giám trắc chính của đập bê tông đầm lăn công trình điển hình nước là làm ví dụ: Đập lớn Giang Á bố trí điểm đo áp lực thấm thân đập trên mặt cắt hai cao trình, trên các mặt cắt lần lượt bố trí 3 các thiết bị đo áp lực thấm, trong đó 2 cái bố trí trong tầng chống thấm, một cái bố trí gần mặt tiếp giáp giữa tầng chống thấm và gần cạnh nội bộ bê tông đầm lăn; đập Đại Triều Sơn, trên mặt cắt 3 cao trình mỗi nơi bố trí một áp suất kế; đập Miến Hoa Than, trên mặt cắt hai vao trình bố trí điểm giám trắc áp lực thấm thân đập, trên các mặt cắt của cao trình lần lượt bố trí 3 cái thấm áp kế, trong đó một cái bố trí trong tầng chống thấm, trong lỗ thoát nước thượng hạ

Mặt tầng đầm lặn (khe) là khâu yếu nhất của chống thấm đập bê tông đầm lặn, để giảm trắc tình hình dòng thấm mặt tầng bê tông đầm lặn, trên mặt tầng đầm lặn dọc hướng thượng hạ lưu có tính đại diện sau lỗ thoát áp lực thấm nên căn cứ kích thước mặt cắt ngang thân đập mà xác định. Đập vòm bê tông đầm lặn, do vì chiều dày đập rất mỏng, điểm giảm trắc áp lực thấm có thể ít bố trí.

2. Giảm trắc nhiệt độ thân đập là một hạng mục quan trọng của đập bê tông đầm lặn, chủ yếu là ruột đập nói chung không bố trí thiết bị hạ nhiệt độ, mà nhiệt độ do nhiệt thủy hóa lại phát triển chậm, quá trình hạ nhiệt độ quá dài. Vì vậy để giảm trắc hiệu quả sự thay đổi trường nhiệt độ thân đập, ứng lực nhiệt độ sinh ra có ảnh hưởng bất lợi đối với đập, bố trí giảm trắc nhiệt độ là điều cần thiết.

Căn cứ đặc tính kỹ thuật xây dựng đập bê tông đầm lặn, để tăng cường giảm trắc nhiệt độ thời kỳ thi công thân đập, khi cần thiết, có thể bổ sung thiết bị nhiệt điện ngẫu. Trong trường hợp có điều kiện có thể dùng kỹ thuật quang tuyến giảm trắc nhiệt độ thân đập.

3. Bố trí giảm trắc ứng lực ứng biến thân đập, căn cứ vào đặc điểm phân bố ứng lực thân đập của đập trọng lực bê tông đầm lặn và đập vòm bê tông đầm lặn và kết hợp với thành quả phân tích ứng lực và nghiên cứu của ứng lực thân đập.
4. Để nắm vững độ mở của khe ngang hoặc khe co giãn đập vòm bê tông đầm lặn và xác định thời cơ phụt vữa, nên trên mặt khe ngang hoặc khe co giãn bố trí thiết bị đo kẽ hở của khe.

Đối với những bộ phận có khả năng sinh ra nứt nẻ có hại, và chỗ có khả năng mở rộng, ví dụ như khu chịu kéo của thân đập, chỗ khe nối nhau, trên mặt thẳng đứng giữa hai loại bê tông đổ trước đổ sau, nên bố trí thiết bị đo khe nứt./.