

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 13463:2022

Xuất bản lần 1

CÔNG TRÌNH THỦY LỢI
YÊU CẦU THIẾT KẾ ĐẬP TRỌNG LỰC BÊ TÔNG ĐẦM LĂN

*Hydraulics Structures - Design Requirement for Roller Compacted Concrete
Gravity Dams*

HÀ NỘI - 20212

Mục lục	Trang
Lời nói đầu	2
1 Phạm vi áp dụng	3
2 Tài liệu viện dẫn	3
3 Thuật ngữ và định nghĩa	4
4 Yêu cầu chung	5
5 Bố trí tổng thể công trình đầu mối	9
6 Phân vùng thân đập và yêu cầu đối với bê tông	10
7 Xử lý nền đập	12
8 Kết cấu đập	16
9 Tính toán thiết kế đập	19
10 Khớp nối	20
11 Khống chế nhiệt và chống nứt ở thân đập.....	21
12 Thiết kế bố trí hệ thống quan trắc	23
13 Sửa chữa và nâng cấp đập	25
14 Quy trình quản lý vận hành và bảo trì	25
Phụ lục A (Tham khảo): Các đặc tính và tương quan giữa cường độ kháng nén, kháng kéo, kháng cắt và kháng trượt của bê tông đầm lăn	26
Thư mục tài liệu tham khảo	29

Lời nói đầu

TCVN 13463:2022 do Tổng Công ty Tư vấn Xây dựng Thủy lợi Việt Nam biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Công trình thủy lợi - Yêu cầu thiết kế đập trọng lực bê tông đầm lăn

Hydraulics structures - Design requirement for roller compacted concrete gravity dams

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu thiết kế đối với đập trọng lực bê tông đầm lăn sử dụng trong công trình thủy lợi và phòng chống thiên tai.

Tiêu chuẩn này cũng có thể áp dụng cho các công trình tương tự khác.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn dưới đây rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả sửa đổi, bổ sung (nếu có).

- TCVN 2682 Xi măng poóc lăng – Yêu cầu kỹ thuật;
- TCVN 3120 *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ kéo khi bẻ;*
- TCVN 4116 *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công - Tiêu chuẩn thiết kế;*
- TCVN 4253 *Công trình thủy lợi - Nền các công trình thủy công - Yêu cầu thiết kế;*
- TCVN 6260 Xi măng poóc lăng hỗn hợp – Yêu cầu kỹ thuật;
- TCVN 7570 *Cốt liệu chõ bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật;*
- TCVN 8215 *Công trình thủy lợi - Thiết bị quan trắc;*
- TCVN 8216 *Công trình thủy lợi - Thiết kế đập đất đầm nén;*
- TCVN 8218 *Bê tông thủy công - Yêu cầu kỹ thuật;*
- TCVN 8645 *Công trình thủy lợi - Thiết kế, thi công và nghiệm thu khoan phụt vữa xi măng vào nền đá;*
- TCVN 8825 *Phụ gia khoáng cho bê tông đầm lăn;*
- TCVN 9137 *Công trình thủy lợi - Thiết kế đập bê tông và bê tông cốt thép;*
- TCVN 9147 *Công trình thủy lợi - Quy trình tính toán thủy lực đập tràn;*
- TCVN 9151 *Công trình thủy lợi - Quy trình tính toán thủy lực cống dưới sâu;*
- TCVN 9158 *Công trình thủy lợi - Công trình tháo nước - Phương pháp tính toán khí thực;*
- TCVN 9159 *Công trình thủy lợi - Khớp nối;*
- TCVN 9205 *Cát nghiền cho bê tông và vữa;*

TCVN 13463:2022

TCVN 10403 Công trình thủy lợi - Đập bê tông đầm lăn - Thi công và nghiệm thu.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Đập trọng lực bê tông đầm lăn (Roller compacted concrete gravity dams)

Đập trọng lực bê tông được thi công bằng phương pháp đầm lăn.

3.2

Bê tông đầm lăn (BTĐL) (Roller compacted concrete)

Loại bê tông không có độ sụt được tạo thành bởi hỗn hợp bao gồm cốt liệu nhỏ (cát thiên nhiên hoặc cát nghiền), cốt liệu lớn (đá dăm), chất kết dính (xi măng, phụ gia khoáng hoạt tính nghiền mịn), nước, phụ gia dẻo, phụ gia hóa học. Sau khi trộn, vận chuyển, san rải, được đầm chặt bằng thiết bị đầm lăn rung.

3.3

Bê tông biến thái (BTBT)/Bê tông đầm lăn biến thể (Grout enriched vibrated roller compacted concrete)

Hỗn hợp bê tông đầm lăn (HHBTĐL) được bổ sung vữa xi măng để chuyển trạng thái sang bê tông có độ sụt, làm chặt bằng đầm dùi (công suất lớn).

3.4

Chất kết dính (CKD) (Binder)

Xi măng (C) và phụ gia khoáng hoạt tính nghiền mịn (CKD)

3.5

Mức nước tính toán (Calculation water level)

Các mức nước dùng để xác định các thông số thiết kế công trình bao gồm: mức nước chết (mức nước khai thác thấp nhất thiết kế), mức nước dâng bình thường, mức nước lớn nhất thiết kế và mức nước lớn nhất kiểm tra. Theo công năng, một số hồ chứa còn có thêm một số mức nước tính toán khác như: mức nước đón lũ thiết kế, mức nước vượt lũ kiểm tra, mức nước tháo cạn hồ cho phép.

3.6

Hệ số an toàn (Safety factor)

Giá trị tỷ số giữa khả năng chống chịu tính toán tổng quát (lực, mô men, ứng suất, biến dạng, chuyển vị) của đối tượng xem xét với tải trọng tính toán tổng quát bất lợi nhất tác động lên nó. Hệ số an toàn dùng để đánh giá mức độ ổn định, độ bền, ứng suất, biến dạng chung và cục bộ cho từng hạng mục công trình và nền của chúng so với yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế.

3.7

Độ chênh nhiệt độ nền móng (Foundation temperature difference)

Độ chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ lớn nhất khi bê tông phát nhiệt và nhiệt độ thấp nhất khi hạ nhiệt (khi công trình vận hành) của cùng một điểm được xem xét trong khối bê tông thuộc vùng bị ảnh hưởng ràng buộc bởi nền móng (khối bê tông nằm trong phạm vi có độ cao so với mặt móng $\leq 0,4L$, trong đó L là chiều dài của khối đổ).

4. Yêu cầu chung**4.1 Yêu cầu về lựa chọn kiểu đập và tính toán thiết kế**

4.1.1 Lựa chọn kiểu đập và kết cấu đập trọng lực bê tông đầm lăn cần lựa chọn trên cơ sở tính toán so sánh kinh tế - kỹ thuật các phương án đáp ứng yêu cầu về nhiệm vụ của công trình dựa trên các điều kiện tự nhiên của công trình (khí hậu, thủy văn, địa hình, địa chất công trình, kiến tạo và động đất, vật liệu xây dựng, điều kiện thi công).

4.1.2 Phải tính toán để đảm bảo an toàn về ổn định (trượt, lật) và độ bền (ứng suất, biến dạng, thấm) của thân và nền đập theo qui định tại TCVN 9137, TCVN 4253 và điều 9.1 của tiêu chuẩn này.

4.1.3 Để kiểm soát nhiệt độ của vữa bê tông khi đổ và tốc độ lên đập, phải tính toán, kiểm tra khả năng gây nứt các bộ phận thân đập do tác dụng của nhiệt độ (nhiệt thủy hóa của bê tông và nhiệt độ của môi trường tác động lên đập) theo qui định tại TCVN 9137 và điều 11 của tiêu chuẩn này.

4.2 Yêu cầu đối với vật liệu xây dựng

4.2.1 Xi măng sử dụng cho bê tông đầm lăn cần được ưu tiên lựa chọn loại xi măng poóc lăng (PC) có lượng phát nhiệt thấp và thời gian đông kết của bê tông dài hơn, khi có yêu cầu chống xâm thực thì hàm lượng C_3A trong xi măng nên nhỏ hơn 5%. Nếu sử dụng xi măng poóc lăng hỗn hợp (PCB) (đã có thành phần phụ gia khoáng) thì cần phải chú ý đến tỷ lệ sử dụng phụ gia khoáng đã có trong xi măng để đảm bảo lượng PC và hàm lượng trộn thêm phụ gia khoáng phù hợp theo quy định. Yêu cầu kỹ thuật và chất lượng xi măng cần được đảm bảo tương ứng theo TCVN 2682 và TCVN 6260.

4.2.2 Chất lượng phụ gia khoáng sử dụng trong bê tông đầm lăn cần phải đảm bảo các yêu cầu quy định tại TCVN 8825. Hiệu quả sử dụng phụ gia khoáng cần phải thông qua thí nghiệm để đánh giá và xác định.

4.2.3 Cốt liệu sử dụng chế tạo hỗn hợp bê tông cần đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật quy định tại TCVN 7570 và TCVN 9205 và các yêu cầu dùng cho các loại bê tông trong thân đập (vùng nội bộ thân đập, vỏ đập, bề mặt, v.v...) quy định tại TCVN 9137 và TCVN 4116; Cốt liệu trước khi sử dụng phải được lấy mẫu và thử nghiệm các chỉ tiêu kỹ thuật theo quy định tại TCVN 7570, TCVN 9205 và các quy định hiện hành khác có liên quan.

4.2.4 Thành phần và cấp phối vật liệu sử dụng cho bê tông đầm lăn thực hiện theo các quy định tại TCVN 10403 và các quy định hiện hành khác có liên quan.

4.3 Yêu cầu đối với xử lý nền đập

4.3.1 Nền của đập trọng lực bê tông đầm lăn sau khi xử lý cần thỏa mãn các yêu cầu sau:

TCVN 13463:2022

- a) Phải chịu được áp lực của công trình tác dụng lên nền;
- b) Phải có tính hoàn chỉnh tổng thể và đồng đều cao, nhằm đảm bảo điều kiện ổn định (trượt, lật), độ bền ứng suất, độ bền lún (cục bộ và tổng thể);
- c) Tính thấm nước không lớn; giải pháp xử lý thấm không quá phức tạp, tốn kém;
- d) Đảm bảo tính bền vững của nền, phòng ngừa đặc tính cơ học của đá bị suy thoái khi chịu lực tác dụng lâu dài của nước.

4.3.2 Thiết kế xử lý nền đập cần phải xem xét một cách tổng thể mối quan hệ giữa đập và nền, kết cấu của đập phải được điều chỉnh nhằm đảm bảo các điều kiện làm việc của đập (ổn định, thấm, lún và độ bền kết cấu) tốt nhất.

4.3.3 Xử lý nền đập phải đồng thời xem xét ảnh hưởng của điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn, phần nối tiếp giữa đập với hai bờ có ảnh hưởng đến sự làm việc của công trình khi vận hành; cần nghiên cứu biến dạng của nền đập, thấm và ổn định mái dốc và vai đập, đặc biệt xem xét tác động do thi công và do trữ nước gây ra những biến đổi về tính ổn định và thấm để đưa ra biện pháp xử lý nền tương ứng.

4.4 Yêu cầu về bố trí tổng thể và kết cấu

4.4.1 Bố trí thân đập phải xem xét kết hợp toàn diện với bố trí tổng thể. Căn cứ vào yêu cầu lợi dụng tổng hợp mà sắp xếp bố trí hợp lý các hạng mục sau đây (nếu có): xả lũ, phát điện, cấp nước, vận chuyển tàu thuyền, xả cát và đường cá đi nhằm không gây cản trở lẫn nhau. Trước tiên nên ưu tiên xem xét bố trí công trình xả lũ sao cho dòng xả không gây ra các tác động nguy hại (làm hư hỏng) đến nền đập, nền các hạng mục khác và hình thái sông.

4.4.2 Đối với công trình kết hợp phát điện nên sử dụng kiểu dẫn nước ngầm hoặc dạng nhà máy ngầm. Nếu muốn dùng kiểu nhà máy sau đập có thể căn cứ vào chiều cao đập mà bố trí ống dẫn nước ở cùng trên một mặt phẳng nằm ngang dưới thân đập hoặc ở trong vùng bê tông thường (bê tông truyền thống), kiểu loại nền bố trí theo hình thức ống ộp theo mái hạ lưu đập.

4.4.3 Chiều rộng của tràn xả lũ (đập tràn), số cửa (khoang), hình thức tràn, kích thước và cao trình của ngưỡng tràn cần phải xem xét tổng hợp các yếu tố sau đây để quyết định:

- a) Yêu cầu vận hành hồ chứa, xả lũ và loại trừ các cây trôi, vật nổi;
- b) Điều kiện địa hình, địa chất vị trí xây dựng đập, lòng sông phía hạ lưu và khả năng chống xói ở hai bờ;
- c) Độ sâu nước hạ lưu và yêu cầu tiêu năng;
- d) Tình hình phân đoạn của thân đập và quan hệ với các công trình lân cận;
- e) Loại hình cửa van, điều kiện làm việc và phương thức vận hành. Loại hình tràn có cửa van có năng lực xả lũ lớn cần được ưu tiên xem xét;
- f) Biện pháp phòng chống xói và tiêu năng ở hạ lưu tràn.

4.4.4 Thiết kế tiêu năng của tràn xả lũ tùy thuộc vào chiều cao của công trình, hình dạng mặt cắt ngang đập và điều kiện địa chất nền để lựa chọn, cần tham chiếu các quy định liên quan tại TCVN 9137 và TCVN 9147. Khi sử dụng hình thức tiêu năng dạng mũi phóng (mũi phun), tác động của luồng phóng không được làm ảnh hưởng đến sự vận hành và độ an toàn của các công trình xây dựng khác liên quan, khi cần thiết có thể bố trí tường chắn hay tường dẫn hoặc các biện pháp khác.

4.4.5 Thiết kế cống xả lũ và xả cạn hồ trong thân đập (nếu có) cần tham chiếu các quy định liên quan tại TCVN 9151 và TCVN 9158 và các tiêu chuẩn liên quan khác; có thể căn cứ vào yêu cầu về công năng của công trình mà bố trí theo các nguyên tắc sau đây:

a) Điều kiện bố trí cống xả lũ:

- Luận cứ được tính kinh tế và kỹ thuật;
- Có yêu cầu xả cát.

b) Điều kiện bố trí cống xả cạn:

- Là hồ chứa nước thuộc loại lớn, phía hạ du của hồ chứa nước là thành phố quan trọng, vùng trồng cây công nghiệp, lương thực có diện tích lớn và quan trọng, khu công nghiệp lớn, trục giao thông chính và quan trọng;
- Công trình nằm trong vùng động đất từ cấp 8 trở lên hoặc điều kiện địa chất nền đập rất phức tạp;
- Trong thời kỳ vận hành, sửa chữa và tích nước vẫn cần cấp đủ nước cho hạ du.
- Cống xả cạn phù hợp với công trình có cột nước vừa và thấp dưới 70 m, với công trình có cột nước cao trên 70 m cần luận chứng sự cần thiết và mức độ an toàn.

4.4.6 Lựa chọn vị trí, hình thức, cao trình, kích thước cống xả phải xem xét các yếu tố sau đây:

a) Điều kiện bố trí: Với lòng sông hẹp lỗ xả nước nên kết hợp trong đoạn đập tràn, phương thức tiêu năng cần xem xét kết hợp với tiêu năng của tràn. Với lòng sông rộng có thể xem xét bố trí tách rời. Lỗ xả cát nên bố trí gần cửa lấy nước (tưới, phát điện và cấp nước) và âu thuyền (nếu có), cần lưu ý trạng thái dòng chảy để không gây ảnh hưởng đến vận hành bình thường của các công trình liên quan.

b) Điều kiện vận hành: Lưu lượng xả, thời gian xả, điều kiện vận hành và sửa chữa, xả cát và các vấn đề cây trôi, vật nổi.

c) Điều kiện thi công: Các vị trí khác nhau của cống xả ảnh hưởng đến tiến độ thi công và phương pháp thi công, yêu cầu xả trong thi công cũng như cấp nước cho hạ du.

d) Điều kiện làm việc của đập: cường độ kết cấu thân đập và thiết bị đóng mở.

4.4.7 Kích thước kết cấu bê tông vỏ đập, trụ pin cần thông qua tính toán đáp ứng an toàn về độ bền kết cấu và độ bền thấm trong giai đoạn thi công và vận hành. Khi thiết kế lựa chọn phương án kết cấu mặt cắt có phân vùng chống thấm, chống mài mòn, chống xâm thực thì chiều dày bê tông vỏ đập thiết kế không nên nhỏ hơn: 0,5 m đối với công trình cấp IV; 1,0 m đối với công trình cấp III, cấp II, cấp I và cấp đặc biệt (với bê tông mặt tràn cần cộng thêm 0,5 m). Chiều dày trụ pin đoạn qua khe van không nên nhỏ hơn 0,1 lần chiều cao và không nhỏ hơn 0,4 m.

TCVN 13463:2022

4.4.8 Các bộ phận của kết cấu có kích thước bề rộng nhỏ hơn khoảng 2,5 m hoặc lớp đổ bê tông có chiều cao nhỏ hơn 0,15 m cần được sử dụng bằng bê tông thường hoặc bê tông biến thái.

4.5 Yêu cầu về khớp nối (bao gồm: băng chắn nước và khe co giãn (khe nhiệt))

4.5.1 Cấu tạo khớp nối thân đập phải đảm bảo được hai yêu cầu kỹ thuật cơ bản là ngăn không cho nước rò rỉ từ thượng lưu qua khớp nối và đảm bảo sự bền vững khi có sự dịch chuyển (trong giới hạn cho phép) của hai kết cấu bê tông (đoạn thân đập) liền kề.

4.5.2 Băng chắn nước phải được bố trí ở phía thượng lưu khớp nối đảm bảo ngăn không cho nước rò rỉ từ thượng lưu qua khe co giãn về hạ lưu.

4.6 Yêu cầu về các công trình xả, tháo và lấy nước

4.6.1 Các công trình xả nước và đường ống dẫn nước đặt trong đập cần bố trí ở vị trí thích hợp để ít gây trở ngại cho thi công bê tông đầm lăn: Cửa lấy nước nên đặt ở phía thượng lưu đập; Kết cấu đường ống dẫn nước nên đặt trực tiếp trên nền đập; Công trình xả nước và tháo nước nên bố trí độc lập với đập. Trường hợp phải bố trí công trình xả nước, tháo nước qua đập thì tốt nhất nên bố trí trong cùng một khối sử dụng bê tông thường với cường độ phù hợp và được đổ trước khi thi công khối bê tông đầm lăn.

4.6.2 Đập tràn sử dụng vật liệu bằng bê tông đầm lăn phải được thiết kế tương tự như thiết kế tràn bằng bê tông thường, tuy nhiên các bộ phận: mặt tràn nước, phần ngưỡng tràn, mũi phóng, tường hướng dòng, bộ phận tiêu năng v.v... cần được làm bằng bê tông cường độ cao để đảm bảo yêu cầu làm việc (chống mài mòn và xâm thực, điều kiện chịu lực và bố trí cốt thép), các bộ phận này cần phải được liên kết (néo thép) vào khối bê tông đầm lăn. Các bộ phận của công trình tạm thời tháo nước trong giai đoạn thi công có vận tốc dòng chảy nhỏ hơn 8 m/s có thể xem xét sử dụng vật liệu bằng bê tông đầm lăn.

4.7 Yêu cầu về thiết kế nối tiếp đập với nền, đập với hạng mục khác

4.7.1 Xử lý nền và đồ bù bê tông ở nền đập (nếu có) phải được hoàn tất trước khi thi công bê tông đầm lăn. Toàn bộ các nứt nẻ, lỗ rỗng, phần bề mặt nền không bằng phẳng và tất cả những khu vực không thể thi công bê tông đầm lăn phải được đồ bù (trám) bằng bê tông thường. Cấp phối và yêu cầu về cường độ của lớp bê tông đồ bù quy định như sau: Đường kính cốt liệu $D_{max} \leq 40$ mm, độ sụt B từ 70 đến 140 mm và cường độ chịu nén ở 28 ngày tuổi lớn hơn cường độ chịu nén thiết kế của bê tông đầm lăn.

4.7.2 Trên cùng một mặt bằng, những bộ phận bê tông thường và bê tông đầm lăn kết hợp phải cùng song song đổ bê tông lên cao và xen kẽ nhau, những bộ phận không thể kết hợp cùng song song đổ lên cao (như hành lang, cống xả và lấy nước, trụ pin) thì nên sử dụng bê tông biến thái tại vị trí tiếp giáp để đảm bảo điều kiện thi công bê tông đầm lăn.

4.7.3 Cần bố trí neo để liên kết giữa bê tông thường và bê tông đầm lăn. Neo có thể đặt ngay khi thi công đổ bê tông khối thứ nhất hoặc khoan neo và khối bê tông thi công trước. Mật độ bố trí neo từ 1,0 m đến 2,0 m theo cả phương ngang và phương đứng. Chiều dài và đường kính neo phải được xác định thông qua tính toán kết cấu dựa trên tình hình phân bố ứng suất và khả năng chịu kéo ở mặt tiếp giáp giữa bê tông thường với bê tông đầm lăn. Khi tính toán cần xét tới khả năng kháng kéo giữa hai loại bê tông ở mặt tiếp giáp.

4.8 Yêu cầu về quan trắc

4.8.1 Yêu cầu về quan trắc thực hiện theo quy định tại điều 12 và TCVN 8215.

4.8.2 Số liệu quan trắc trong giai đoạn thi công cần tổng hợp thành báo cáo để đối chiếu với kết quả tính toán thiết kế nhằm sửa đổi hoặc điều chỉnh hồ sơ thiết kế hoặc biện pháp thi công nếu thấy cần thiết. Số liệu quan trắc ở giai đoạn vận hành cần được tổng hợp, lưu trữ và là tài liệu cho công tác đánh giá an toàn đập và các nghiên cứu khác khi cần.

5. Bố trí tổng thể công trình đầu mối

5.1 Bố trí tổng thể công trình đầu mối cần đáp ứng yêu cầu kinh tế - kỹ thuật dựa trên những điều kiện sau đây:

- a) Điều kiện địa hình, địa chất, thủy văn, khí tượng, nguồn cung cấp và khả năng thích ứng của vật liệu xây dựng;
- b) Căn cứ vào nhiệm vụ và yêu cầu kỹ thuật của công trình để bố trí hợp lý các hạng mục công trình cần thiết (nếu có) như: công trình xả lũ, cống lấy nước tưới, cống xả môi trường, cống xả cát, đường ống cấp nước sinh hoạt, phát điện, giao thông thủy và các công trình khác;
- c) Các yêu cầu về độ bền của bê tông và độ ổn định của đập;
- d) Quy mô thân đập, hình thức bố trí kết cấu và kích thước chủ yếu;
- e) Các điều kiện thi công xây dựng đập bê tông đầm lăn;
- f) Các điều kiện để rút ngắn thời gian thi công, kiểm soát nhiệt và phòng ngừa nứt cho đập.

5.2 Trong tổng thể công trình đầu mối, những bộ phận dùng bê tông đầm lăn cần được bố trí tập trung và có quy mô phù hợp với công nghệ thi công bê tông đầm lăn để việc thi công được thuận lợi. Xử lý tiếp giáp giữa hạng mục hoặc kết cấu sử dụng bê tông đầm lăn với hạng mục hoặc kết cấu sử dụng bê tông thường xem qui định tại các điều 4.4.8, 4.6.1, 4.6.2, 4.7.2 và 4.7.3.

5.3 Nếu công trình kết hợp phát điện nên xây dựng nhà máy ngầm trong thân đập hoặc nhà máy kiểu đường dẫn. Nếu dùng nhà máy sau đập nên nghiên cứu bố trí sử dụng đường ống dẫn nước kết hợp phát điện, đường ống nên bố trí nằm ngang nhằm giảm thiểu khối lượng bê tông biến thái hoặc bê tông thường xung quanh đường ống.

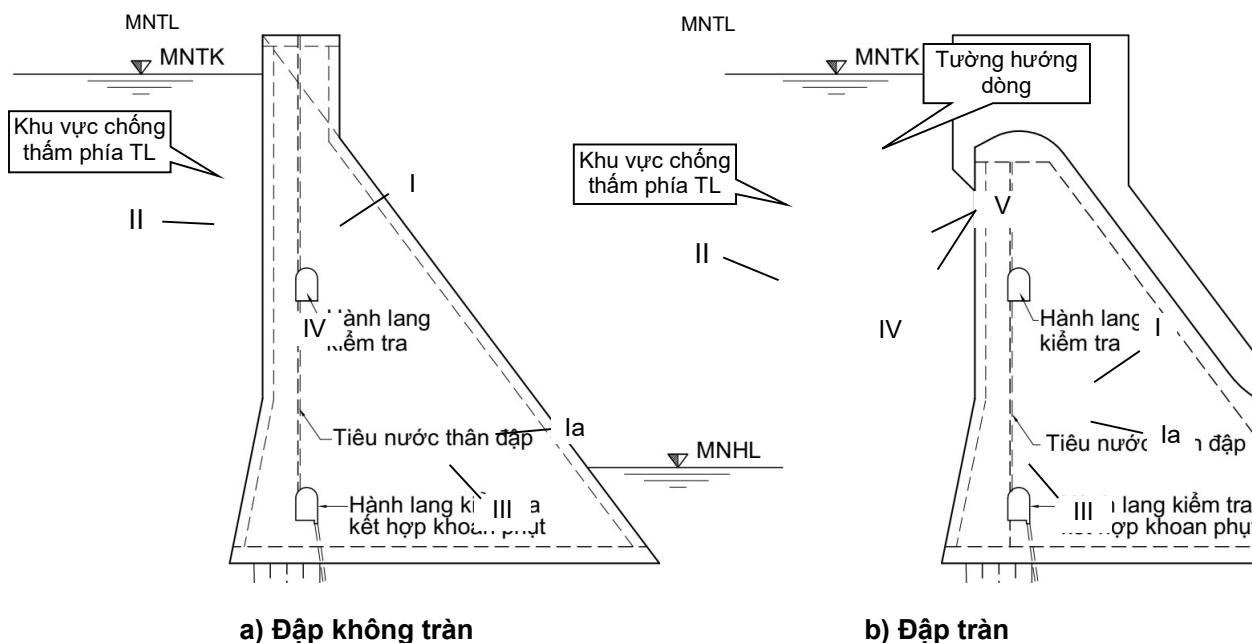
5.4 Bố trí công trình xả lũ ở đập bê tông đầm lăn nên ưu tiên hình thức tràn xả mặt (tự do hoặc có cửa van). Đối với công trình có tuyến đập ngắn, nên nghiên cứu kết hợp xả mặt và xả đáy nhưng cần chú ý để giảm thiểu ảnh hưởng đến điều kiện thi công bê tông đầm lăn.

5.5 Dẫn dòng thi công của công trình đầu mối thường dùng tụy nen, kênh hở hoặc bố trí lỗ xả đáy (như cống dẫn dòng) ngay trong thân đập. Khi sử dụng cống dẫn dòng bố trí trong thân đập cần có biện pháp thi công hoành triệt đảm bảo yêu cầu kỹ thuật và an toàn khi đập vận hành.

6. Phân vùng thân đập và yêu cầu đối với bê tông

6.1 Phân vùng thân đập trọng lực bê tông đầm lăn

6.1.1 Căn cứ vào vị trí, điều kiện làm việc của từng hạng mục, bộ phận kết cấu công trình để phân khu, thiết kế bố trí vật liệu cho thích hợp, điển hình như Hình 1. Khi sử dụng một loại vật liệu (bê tông) đáp ứng đầy đủ các tiêu chí của khu vực liền kề nhau thì hai khu vực đó được nhập thành một khối (không còn phân tách khu vực).



CHÚ DẪN:

- Vùng I: Bê tông phần ngoài của thân đập chịu tác động chủ yếu bởi môi trường không khí (bê tông vỏ đập).
- Vùng Ia: Tương tự như vùng I nhưng vùng bê tông này còn bị tác động bởi môi trường nước ở hạ lưu nên khi thiết kế ngoài những yêu cầu kỹ thuật như vùng I thì cần chú ý đến điều kiện thấm và xâm thực do tác động bởi môi trường nước.
- Vùng II: Bê tông phần ngoài của thân đập ở khu vực chịu tác động chính bởi áp lực nước, cột nước thấm (bê tông chống thấm bề mặt thượng lưu đập) và điều kiện mực nước thay đổi khi hồ cạn và đầy nước.
- Vùng III: Bê tông móng đập làm mặt nền để thi công các lớp bê tông đầm lăn phía trên, dùng làm bộ phận áp để khoan phụt chống thấm và gia cố nền, lớp bê tông này chịu áp lực khi thi công khoan phụt, bị kéo do hạ nhiệt ở thời kỳ vận hành và chịu kéo ở mặt nền để chống trượt và đảm bảo ổn định đập.
- Vùng IV: Bê tông trong đập (bê tông thân đập) là khối bê tông chủ yếu của đập được sử dụng bằng bê tông đầm lăn.
- Vùng V: Bê tông phần mặt chịu xung kích (như mặt tràn, lỗ xả nước, tường hướng dòng và trụ pin) là phần bê tông chịu lực được sử dụng bằng bê tông thường.
- MNTL, MNHL tương ứng là mực nước thượng lưu và mực nước hạ lưu đập

Hình 1: Sơ đồ phân vùng vật liệu thân đập trọng lực bê tông đầm lăn

6.1.2 Việc phân vùng mặt thượng lưu đập (vùng II) cần phải xem xét kết hợp đồng thời với kết cấu lớp chống thấm, cụ thể được nêu ở điều 8.5.

6.1.3 Bê tông ở vùng V cần căn cứ vào: dòng chảy ở mặt tràn, yêu cầu chống thấm, lực xung kích, yếu tố xâm thực và điều kiện khí hậu của khu vực mà bố trí chiều dày và yêu cầu đối với bê tông. Việc neo liên kết giữa vùng V với vùng IV là rất cần thiết, phải được chú trọng trong thiết kế và thực hiện theo yêu cầu tại mục 4.7.3.

6.2 Yêu cầu đối với bê tông đầm lăn (vùng IV)

6.2.1 Bê tông đầm lăn sử dụng trong thân đập phải đáp ứng các yêu cầu về: Cường độ chịu nén, chịu kéo (gồm kéo khối và kéo mặt lớp); Chỉ tiêu kháng trượt ở mặt lớp; Cấp chống thấm; Chống xâm thực (nếu có); Các đặc tính độ bền khác theo điều kiện làm việc và yếu tố môi trường của đập.

6.2.2 Thiết kế cần tính toán, xác định các yêu cầu nêu ở điều 6.2.1 và chọn cấp độ bền chịu nén (B) của bê tông đầm lăn. Cấp độ bền chịu nén (B) được quy định tại TCVN 4116, những thông số chưa có quy định tại TCVN 4116 cho bê tông đầm lăn thì cho phép tham khảo Bảng A.4 của Phụ lục A.

6.2.3 Cấp phối bê tông đầm lăn trước khi thi công phải được tổ chức thí nghiệm dựa trên nguồn vật liệu của khu vực và các yêu cầu thiết kế đối với bê tông đầm lăn được nêu ở điều 6.2.1 để xác định. Công tác thí nghiệm cấp phối cần xác định được các hàm lượng và thành phần: Xi măng; Phụ gia khoáng; Cốt liệu thô, mịn; Tỷ lệ $W/(C+F)$ (nước / chất kết dính); Phụ gia hóa học (nhằm giảm nước, đông kết chậm, dễ đầm và tăng độ bền); và các chỉ tiêu của bê tông đầm lăn được yêu cầu ở điều 6.2.1.

6.2.4 Tuổi thiết kế của bê tông đầm lăn tương ứng với cường độ kháng nén của nó và do thiết kế quy định dựa trên yêu cầu chịu lực của kết cấu ứng với tuổi chịu lực của bê tông (thời gian xây dựng, quá trình tích nước và các thời điểm kết cấu chịu lực bất lợi). Khi không có yêu cầu đặc biệt thì tuổi thiết kế của bê tông đầm lăn không lựa chọn dưới 180 ngày.

6.2.5 Cường độ kháng nén thiết kế của bê tông đầm lăn được thiết kế quy định dựa trên yêu cầu chịu lực của kết cấu đập nhằm đảm bảo độ bền đồng thời về điều kiện được nêu ở điều 6.2.1. Cường độ kháng nén của bê tông đầm lăn (f'_c) được xác định trên mẫu trụ tiêu chuẩn (150 x 300) mm với xác suất đảm bảo độ tin cậy $P = 85\%$ đối với bê tông thân đập và $P = 90\%$ đối với bê tông vỏ đập.

6.2.6 Bê tông đầm lăn sử dụng cho thân đập nên thống nhất dùng một loại cấp phối đảm bảo cường độ chịu lực yêu cầu của kết cấu đập. Cường độ thiết kế bao gồm: cường độ kháng nén; cường độ kháng kéo; kháng trượt, mô đun biến dạng và cấp chống thấm được xác định bằng phân tích kết cấu tĩnh, động, kết hợp với ứng suất nhiệt và độ bền thấm. Cường độ kháng nén thiết kế được lựa chọn dựa trên cường độ cần thiết để thỏa mãn các nhu cầu về ứng suất chịu nén, chịu kéo, kháng trượt và chống thấm dưới các điều kiện tải trọng.

6.2.7 Cấp chống thấm của bê tông đầm lăn cần căn cứ cột nước làm việc của đập, kết cấu bộ phận chống thấm nêu ở điều 8.5 và cột nước thấm lớn nhất tác dụng lên mặt lớp sau hệ thống thoát nước thân đập để xác định đảm bảo yêu cầu nêu ở điều 8.5.1 và 8.5.3 nhưng không được thấp hơn W4.

TCVN 13463:2022

6.2.8 Ở những vị trí trong thân đập khó thi công bê tông đầm lăn có thể dùng bê tông biến thái (hoặc bê tông thường). Các tính năng về cường độ, chống thấm, chống nứt, nhiệt học của bê tông biến thái phải thỏa mãn yêu cầu của các vị trí tương ứng.

6.3 Yêu cầu đối với bê tông ở các vùng khác (I, Ia, II, III, V) trong thân đập

6.3.1 Yêu cầu đối với bê tông ở các vùng I, Ia, II, III, V cần xem xét theo đặc điểm làm việc của từng vùng và sự kết hợp với bê tông đầm lăn (vùng IV) để lựa chọn đặc tính kỹ thuật của bê tông (cấp cường độ chịu nén B, cấp chống thấm W), chiều dày thiết kế theo quy định tại TCVN 4116, TCVN 8218 và đảm bảo yêu cầu nêu tại các điều 4.4.7, 4.7, 8.2, 8.5 của tiêu chuẩn này.

6.3.2 Lớp bê tông móng đập (vùng III) tiếp xúc với nền tùy thuộc vào điều kiện thi công cụ thể mà lựa chọn là bê tông thường hoặc bê tông biến thái, thông thường sử dụng bê tông thường có chiều dày từ 1m đến 1,5m, riêng đối với khu vực vai đập và bờ dốc có thể sử dụng bê tông biến thái (tùy thuộc vào vị trí và điều kiện cụ thể từ công trình) với chiều dày không nhỏ hơn 0,5m.

7. Xử lý nền đập

7.1 Thiết kế đào móng đập

7.1.1 Kết cấu nền của đập trọng lực bê tông đầm lăn cần phải căn cứ vào yêu cầu ổn định của đập, ứng suất của nền đập, tính chất cơ lý của đá nền, tính ổn định và biến dạng của nền móng, yêu cầu kết cấu bên trên đối với nền, hiệu quả gia cố và công nghệ thi công, thời gian thi công, thông qua phân tích so sánh kinh tế - kỹ thuật để quyết định. Về nguyên tắc, xem xét xử lý gia cố nền móng cần dựa trên cơ sở thỏa mãn ổn định, cường độ của đập và giảm thiểu khối lượng xử lý và đào móng.

7.1.2 Tùy theo ứng suất tác dụng và sức chịu tải của nền để thiết kế đào móng đập, thông thường đập cao trên 100m cần đặt trên mặt nền đá phong hóa nhẹ, đập cao từ 50m đến 100m mặt móng đập có thể đặt trên mặt lớp phong hóa nhẹ đến giữa của lớp phong hóa vừa; với đập cao dưới 50m có thể đặt trên phần giữa đến phần trên của lớp đá phong hóa vừa, phần hai vai đập có định hình tương đối cao (chiều cao đập thấp) có thể giảm yêu cầu thích đáng nhưng phải chú ý đến điều kiện về ổn định, sức chịu tải và độ bền thấm.

7.1.3 Hình dạng hố móng của đập cần căn cứ vào điều kiện địa hình, địa chất và yêu cầu của kết cấu phần trên mà quyết định; chênh lệch cao độ thượng hạ lưu của mặt nền không nên quá lớn, nên ưu tiên nghiêng về phía thượng lưu để tăng hệ số ổn định. Nếu chênh cao tương đối lớn và nghiêng về hạ lưu, nên đào thành dạng bậc rộng có góc tù; chiều cao của bậc cần căn cứ vào kích thước của khối bê tông đổ và vị trí khớp nối mà xác định, đồng thời tương ứng với độ dày khối bê tông chân đập.

7.2 Khoan phụt gia cố nền đập

7.2.1 Khoan phụt gia cố nền đập cần căn cứ vào điều kiện địa chất, ứng suất của nền đập, yêu cầu về gia tăng độ ổn định, mức độ đồng đều và độ bền thấm của nền và thông qua khoan phụt thí nghiệm để quyết định. Các khu vực và phạm vi nghiên cứu khoan phụt gia cố như sau:

- a) Nền đá nứt nẻ mạnh nên tiến hành khoan phụt gia cố trong phạm vi móng đập, trong trường hợp cần thiết có thể mở rộng thích đáng về phía thượng và hạ lưu bên ngoài móng đập;
- b) Phần nền đập phía thượng lưu màn chống thấm nên tiến hành khoan phụt gia cố;
- c) Tầng đứt gãy nát vụn và đới ảnh hưởng hai bên của nó cần phải khoan phụt gia cố tăng cường phù hợp.

7.2.2 Khoảng cách giữa các hàng và các lỗ trong hàng khoan phụt gia cố có thể lấy từ 3 đến 4 m tùy thuộc vào điều kiện địa chất sau khi đào móng và căn cứ vào kết quả khoan phụt thí nghiệm để quyết định. Độ sâu của lỗ khoan gia cố cần căn cứ vào tình hình làm việc của nền (ứng suất và biến dạng, độ bền thấm và điều kiện địa chất) để lựa chọn từ 5 đến 8 m với đập cao dưới 50 m, từ 8 đến 10 m với đập cao trên 50 m, tại những vùng cục bộ có điều kiện địa chất yếu hơn đáng kể cần tăng thêm độ sâu phù hợp, ở vùng thượng lưu màn chống thấm nên kết hợp khoan phụt gia cố với khoan phụt chống thấm và chiều sâu nên chọn từ 8m đến 15m. Công tác khoan phụt gia cố thực hiện theo TCVN 8645.

7.3 Chống thấm và tiêu thoát nước nền đập

7.3.1 Thiết kế chống thấm và tiêu thoát nước cho nền đập cần xem xét điều kiện tự nhiên, điều kiện làm việc của đập, yêu cầu về chống thấm đối với nền đập theo TCVN 9137 và TCVN 4253, tiêu nước nền đập và thông qua kết quả khoan phụt thí nghiệm để quyết định. Khi khoan phụt chống thấm phải đảm bảo được các yêu cầu sau đây:

- a) Giảm lượng thấm nước qua nền đập và vòng qua bờ vai đập, phòng ngừa những ảnh hưởng bất lợi đối với nền đập và sự ổn định mái dốc của hai bờ;
- b) Phòng ngừa phát sinh thấm phá hoại tại các mặt cắt kết cấu yếu, tầng đứt gãy nát vụn, khe nứt của khối đá và các tầng của nền đập có tính chống thấm kém;
- c) Dưới tác dụng đồng thời của màn chống thấm và tiêu thoát nước nền đập làm cho áp lực thấm và lưu lượng thấm giảm xuống đến giá trị cho phép;
- d) Đảm bảo nền có tính liên tục và bền vững.

7.3.2 Khoảng cách từ mặt chịu áp của đập đến tim của màn chống thấm phải từ $(0,10 \div 0,25) B$ (trong đó B là chiều rộng đế đập), khoảng cách này không được nhỏ hơn bề rộng chịu kéo (b_k) ở chân đập thượng lưu khi sử dụng mô hình đập và nền là liên tục hay bề rộng khe tách giữa đập và nền khi sử dụng mô hình đập tiếp xúc với nền qua quan hệ sức kháng cắt $\tau = \sigma \times \tan\varphi + C$ (τ là sức kháng cắt của nền, σ là ứng suất pháp nền đập, φ và C là góc ma sát trong và lực dính của đất/đá nền).

7.3.3 Các lỗ khoan tiêu nước (xem Hình 1) phải bố trí cách đường tim của màn chống thấm không nhỏ hơn hai lần khoảng cách giữa các lỗ khoan của màn chống thấm và không nằm trong phạm vi của màn chống thấm.

7.3.4 Lưu lượng mất nước tiêu chuẩn (q) của đá nền được xem là tầng cách nước quy định theo cấp và chiều cao của đập như sau:

TCVN 13463:2022

- Đập cao trên 100m: $q = (3 \div 1) Lu$;
- Đập cao từ (50 đến 100) m: $q = (5 \div 3) Lu$;
- Đập cao dưới 50m: $q = 5 Lu$.

(quy đổi đơn vị: $1 Lu = 0,01 L/(phút \cdot m \cdot m)$)

Đối với các công trình có yêu cầu chống thấm cao và nguồn nước thiếu hụt, giá trị tiêu chuẩn (q) cần lấy với giá trị bé.

7.3.5 Bố trí độ sâu màn chống thấm cần tuân thủ các quy định sau:

- a) Khi dưới móng đập tồn tại một lớp cách nước đủ tin cậy, màn chống thấm nên ngập sâu vào tầng này từ 3m đến 5 m, giá trị tiêu chuẩn của tầng cách nước được quy định ở điều 7.3.4 của tiêu chuẩn này.
- b) Khi dưới móng đập tầng cách nước ở khá sâu hoặc phân bố không có quy luật, độ sâu của màn chống thấm cần lấy phù hợp với yêu cầu của điều 7.3.1 của tiêu chuẩn này, cần thông qua tính toán thấm (lưu lượng thấm, độ bền thấm, áp lực ngược lên đáy đập, điều kiện tiêu thoát nước nền) để xác định, chiều sâu màn chống thấm ở trường hợp này không nên vượt quá $(0,7 \div 1,0) H$ (H là chiều cao cột nước làm việc tính đến đáy đập ứng với vị trí màn chống thấm).
- c) Tại vị trí của hai vai đập ở khu vực bờ vai, độ sâu, phạm vi và hướng của tim trục màn chống thấm và độ sâu (tính theo chiều ngang) cắm vào bờ nên căn cứ vào điều kiện địa chất thủy văn và địa chất công trình để xác định; nên kéo dài màn đến tầng cách nước tương đối hoặc đến chỗ giao nhau của mực nước ngầm với mực nước dâng bình thường của hồ chứa, đồng thời bảo đảm liên kết ổn định với màn chống thấm ở lòng sông.

7.3.6 Số hàng, khoảng cách giữa các hàng và khoảng cách lỗ trong hàng (theo chiều dọc của hàng) của màn chống thấm cần căn cứ vào điều kiện địa chất công trình, điều kiện địa chất thủy văn, chiều cao cột nước tác dụng và kết quả khoan phục thí nghiệm để lựa chọn. Khi chưa có kết quả khoan phục thí nghiệm, sơ bộ có thể lựa chọn khoảng cách giữa các lỗ khoan trong hàng từ 1,5m đến 3,0m, khoảng cách giữa các hàng có thể chọn nhỏ hơn khoảng cách lỗ khoan trong hàng. Lỗ khoan nên xuyên qua vết nứt và nếp uốn của đá nền hướng về phía thượng lưu từ $(0 \div 10)^\circ$, độ nghiêng của lỗ khoan ở hai bờ vai đập có thể lấy nghiêng vào sườn dốc khi có luận chứng rằng khoan phục nghiêng đạt hiệu quả hơn so với khoan phục đứng.

7.3.7 Khoan phục chống thấm chỉ được thi công sau khi mặt nền đập đã thi công lớp bê tông móng đập có chiều dày tối thiểu từ 0,5 m trở lên và bê tông đã đạt cường độ thiết kế. Áp lực phục vữa cần thông qua thí nghiệm để quyết định, thông thường áp lực phục tại đoạn đỉnh lỗ phục chọn từ $(1,0 \div 1,5)$ lần chiều cao cột nước lớn nhất trước đập nhưng không được phép làm cho đá nền bị trôi lên, tại phần đáy lỗ chọn từ $(2 \div 3)$ lần chiều cao cột nước lớn nhất trước đập.

7.3.8 Khi đập có mực nước hạ lưu tương đối cao thì sau hàng lỗ khoan tiêu thoát nước ở nền đập cần phải bố trí giếng (bể) tập trung nước, tiêu thoát nước bằng hình thức động lực (bơm tiêu). Khi muốn hạn chế lượng nước thấm từ hạ lưu công trình về giếng tập trung nước thì cần xem xét bổ sung một

hàng khoan phụt chống thấm ở chân đập hạ lưu. Tiêu thoát nước chính có thể bố trí một hàng, tiêu thoát nước phụ tùy thuộc vào độ cao của đập mà bố trí từ (1 ÷ 3) hàng.

7.3.9 Khoảng cách giữa các lỗ khoan tiêu nước thông thường chọn từ 2 đến 3 m. Độ sâu của lỗ tiêu thoát nước cần căn cứ vào độ sâu của màn chống thấm và chiều sâu của tầng khoan phụt gia cố nền đập và điều kiện địa chất thủy văn, địa chất công trình mà xác định, thông thường độ sâu của lỗ khoan tiêu nước chính chọn bằng (0,4 ÷ 0,6) lần độ sâu của màn chống thấm và không nên nhỏ hơn 10 m và phải lớn hơn độ sâu của tầng khoan phụt gia cố, độ sâu lỗ tiêu nước phụ có thể chọn từ 6 đến 12 m. Khi trong nền đập tồn tại nước áp lực trong khe nứt, tầng sâu thấm nước, ngoài việc tăng cường chống thấm ra thì hàng lỗ tiêu nước chính nên xuyên qua vị trí này.

7.3.10 Đoạn đập ở hai bờ sườn dốc nên bố trí hàng lang thoát nước ngang đồng thời khoan hàng lỗ thoát nước hướng về phía bờ dốc và bố trí biện pháp thoát nước riêng để hầu hết nước thấm trong nền đập ở đoạn này được thoát ra khỏi thân đập.

7.3.11 Khi thành vách của lỗ khoan tiêu thoát nước có nguy cơ bị sạt lở hoặc lỗ khoan tiêu thoát nước xuyên qua mặt kết cấu mềm yếu, tầng nứt nẻ kẹp bùn cần phải có biện pháp bảo vệ tương ứng (như làm tầng lọc trong lỗ).

7.4 Xử lý đới đứt gãy nát vụn và mặt kết cấu mềm yếu

7.4.1 Đới đứt gãy và mặt kết cấu mềm yếu trong phạm vi nền đập cần căn cứ vào độ sâu, bề rộng, hình dạng, tính chất của vật chất đới đứt gãy (tổ hợp đất đá trong đới) và thí nghiệm hữu quan, nghiên cứu ảnh hưởng của chúng đến kết cấu phần bên trên kết hợp với điều kiện thi công mà tiến hành xử lý cho phù hợp.

7.4.2 Đới đứt gãy nát vụn có góc nghiêng tương đối lớn có thể nghiên cứu áp dụng các biện pháp xử lý sau đây:

a) Trong phạm vi nền móng đập đới đứt gãy nát vụn chỉ xuất hiện độc lập mà vật chất đới đứt gãy cấu tạo bởi đá cứng, ảnh hưởng của nó đối với cường độ, biến dạng của nền là không lớn thì có thể đào bỏ một phần đới đứt gãy nát vụn và phần khối đá hai bên đã bị phong hóa.

b) Quy mô đới đứt gãy nát vụn không lớn nhưng thành phần vật chất lại mềm yếu, có ảnh hưởng nhất định đến cường độ và biến dạng của nền thì có thể dùng nút bê tông để gia cố; độ sâu của nút lấy bằng (1,0 ÷ 1,5) lần chiều rộng của đới hoặc căn cứ vào tính toán để xác định. Đới đứt gãy phát triển theo hướng từ thượng về hạ lưu xuyên ngang qua nền đập nên đào mở rộng thích đáng ra bên ngoài móng đập ở thượng và hạ lưu để xử lý.

c) Khi quy mô đới đứt gãy tương đối lớn hoặc các đới đứt gãy giao nhau, phạm vi ảnh hưởng tương đối rộng mà vật chất là đất đá mềm yếu đồng thời có ảnh hưởng tương đối lớn đến cường độ và biến dạng của nền thì cần thiết phải thiết kế xử lý riêng.

7.4.3 Phương pháp xử lý nâng cao tính ổn định mặt kết cấu mềm yếu của tầng sâu gồm có:

a) Nâng cao khả năng kháng cắt của mặt kết cấu mềm yếu;

TCVN 13463:2022

- b) Tăng thêm khả năng chịu lực của nền ở khu vực chân đập phía hạ lưu;
- c) Kết hợp cải thiện cả hai tính năng nêu trên.

7.4.4 Khi xử lý nút bê tông, tường răng lược lớn hoặc tiến hành bơm phụt bê tông cho mặt kết cấu mềm yếu với quy mô tương đối lớn cần phải xác định rõ nhiệt độ khống chế tương ứng và biện pháp thi công đồng thời tiến hành phụt vữa tiếp xúc.

7.5 Xử lý nối tiếp đập bê tông đầm lăn với nền ở hai vai đập

7.5.1 Trường hợp vai đập là đá về yêu cầu xử lý tiếp giáp giữa đập và nền như trường hợp xử lý tiếp giáp giữa đập và móng thông thường được quy định ở điều 7.1.1 và 7.1.2.

7.5.2 Trường hợp vai đập không phải là đá về yêu cầu xử lý tiếp giáp giữa đập cần đảm bảo điều kiện ổn định chung còn phải kiểm tra điều kiện về độ bền thấm đối với nền. Với kích thước mặt cắt đập bê tông đầm lăn thiết kế thông thường mà nền đập khó đảm bảo các yêu cầu trên thì cần nghiên cứu giải pháp để giảm ứng suất tác dụng lên nền, tăng cường ổn định và độ bền thấm như: mở rộng móng đập nếu cần thiết thì tăng cường cốt thép gia cường, đổi sang kết cấu khác phù hợp có bản đáy rộng như tường trọng lực hai phía ở thượng và hạ lưu ở giữa đắp đất hoặc làm tường ô có bản đáy rộng, khoan phụt chống thấm và gia cố nền kết hợp bố trí ngăn nước ở nền thượng lưu đập (nếu cần).

8. Kết cấu đập

8.1 Đỉnh đập

8.1.1 Cao trình đỉnh đập (đập không tràn) phải được tính toán xác định từ các mực nước thiết kế ở thượng lưu đập (hồ chứa) như yêu cầu đối với đập trọng lực bê tông được nêu tại TCVN 9137, các thông số chưa có quy định tại TCVN 9137 thì các trường hợp mực nước tính toán và chiều cao an toàn (a) cho phép tham khảo yêu cầu của đỉnh đập đất được quy định tại TCVN 8216.

8.1.2 Chiều rộng đỉnh đập dựa trên yêu cầu nhiệm vụ của công trình mà xác định, nhưng không được nhỏ hơn 5 m đồng thời cần xét đến các trường hợp sau đây:

- a) Chiều rộng đỉnh đập nên chọn từ 5m đến 7m đối với đập từ cấp II trở xuống và trên 8 m đối với đập từ cấp I trở lên;
- b) Khi có yêu cầu kết hợp đường giao thông công cộng thì phải thiết kế đảm bảo thêm theo yêu cầu của tiêu chuẩn đường giao thông.

8.1.3 Mặt đập cần thiết kế với độ dốc ngang phù hợp và bố trí lỗ thoát nước đảm bảo yêu cầu tiêu nước mặt. Ở mép thượng và hạ lưu mặt đập phải được bố trí lan can đảm bảo an toàn theo quy định.

8.2 Mái đập thượng và hạ lưu

8.2.1 Mái đập thượng lưu nên dùng mái thẳng đứng, trong trường hợp cần mở rộng chân đập về thượng lưu thì nên mở rộng một phần ở chân đập, phần mở rộng nên chọn hệ số mái $m = (0,2 \div 0,3)$ là

thích hợp, đỉnh của mái thượng lưu phần mở rộng thông qua tính toán kinh tế - kỹ thuật để lựa chọn.

8.2.2 Kết cấu mái thượng lưu bao gồm: Vùng chống thấm thượng lưu (nên sử dụng bê tông đầm lăn có cấp phối $D_{max} < 50$ mm) và bê tông chống thấm bề mặt thượng lưu (vùng II, có thể dùng bê tông thường hoặc bê tông biến thái (đổ tại chỗ) với chiều dày từ 1,0m đến 1,5m hoặc có thể sử dụng cấu kiện đúc sẵn để lắp ghép nhưng phải đáp ứng yêu cầu chống thấm).

8.2.3 Mái đập hạ lưu tùy theo điều kiện địa chất nền và điều kiện làm việc của đập để lựa chọn, thông thường độ dốc mái đập hạ lưu (m) nên chọn từ (0,75 ÷ 0,85).

8.2.4 Kết cấu mái đập hạ lưu (vùng I và la) nên thiết kế đơn giản để thuận lợi cho thi công, có thể dùng bê tông biến thái hoặc bê tông thường kết hợp sử dụng ván khuôn khi đổ hoặc sử dụng cấu kiện đúc sẵn để lắp ghép, riêng đối với khu la khi thiết kế cần xem xét đảm bảo yêu cầu chống thấm và chống xâm thực (nếu có) do chịu tác động bởi môi trường nước phía hạ lưu.

8.3 Thân đập

8.3.1 Phân đoạn đập và khe co giãn (hay khe nhiệt)

a) Dọc theo chiều dài đập phải bố trí các khe co giãn (hay khe nhiệt) để phân chia đập ra thành các phân đoạn. Chiều dài của một phân đoạn đập (khoảng đập) cần căn cứ vào điều kiện địa chất, địa hình ở nền đập, yêu cầu bố trí chung của đập, ứng suất nhiệt, cường độ thi công để phân tích lựa chọn, thông thường chiều dài nên chọn từ 20m đến 30m. Khi chọn chiều dài khác với quy định trên thì phải có luận chứng kinh tế kỹ thuật.

b) Tại các vị trí của khe ngang (hoặc khe co giãn) của đập: ở phía thượng lưu, ở phía đáy đập tiếp giáp với nền, ở phía hạ lưu dưới mực nước cao nhất hoặc dưới mặt đất, ở khe ngang của mặt tràn, ở xung quanh khe ngang của hành lang trong đập cần bố trí băng chắn nước.

c) Băng chắn nước ở thượng lưu và ở hạ lưu dưới mực nước cao nhất cần phải liên kết chặt chẽ với nền đập, chiều sâu cắm vào nền đá không nhỏ hơn 0,5m. Chiều cao của băng chắn nước phải cao hơn mực nước lớn nhất tối thiểu 0,5m hoặc đến đỉnh của kết cấu ở vị trí được bố trí băng chắn nước.

8.3.2 Hành lang dọc trong thân đập

a) Hành lang kiểm tra đập cần kết hợp với các nhiệm vụ khác như: khoan phụt, tiêu nước, quan trắc và giám sát, và giao thông (nếu có). Với đập thấp từ 25m trở xuống chỉ cần bố trí 1 hành lang, với đập cao trên 25m thì cần căn cứ vào yêu cầu và nhiệm vụ để bố trí thêm cho phù hợp với khoảng cách giữa các tầng hành lang từ 15m đến 30m, các hành lang cần được nối thông với nhau đảm bảo khoảng cách giữa các điểm nối không vượt quá 200m. Kích thước hành lang cần đảm bảo yêu cầu cho công tác quản lý vận hành và kiểm tra đập; khi khoan phụt xử lý nền đối với hành lang gần móng đập, kích thước phải đảm bảo theo yêu cầu được quy định tại TCVN 9137. Chiều cao của đáy hành lang đến móng đập phải đảm bảo độ bền chống thấm nêu ở điều 8.5.3 với cột nước thấm tính toán ở đáy đập được quy định ở điều 9.3.1 tiêu chuẩn này.

TCVN 13463:2022

b) Hành lang có thể dùng bê tông biến thái hoặc bê tông thường kết hợp sử dụng ván khuôn khi đổ hoặc cấu kiện đúc sẵn để lắp ghép. Khi sử dụng bê tông không có cốt thép cần tính toán kiểm tra độ bền của kết cấu hành lang.

c) Trong hành lang phải bố trí hệ thống rãnh tập trung nước thấm, hố tập trung nước và bơm để bơm nước thấm từ trong hành lang ra ngoài về phía hạ lưu. Diện tích mặt cắt ngang rãnh tập trung nước thấm từ (400 đến 800) cm², độ dốc rãnh không nhỏ hơn 0,2 %.

d) Cao trình cửa vào hành lang dọc phải cao hơn mực nước lớn nhất phía hạ lưu để đảm bảo nước từ hạ lưu không tràn vào bên trong hành lang

8.3.4 Hệ thống ống thu nước trong thân đập

a) Phía sau khu vực chống thấm thượng lưu cần bố trí hệ thống ống thu nước thẳng đứng (hoặc gần thẳng đứng). Ống thu nước có thể dùng phương pháp khoan tạo lỗ, hoặc chôn ống thấm nước đúc sẵn hoặc ống rút. Khoảng cách giữa các ống thu nước từ 2m đến 3m, đường kính lỗ khoan từ 76mm đến 110mm, nếu dùng ống thấm nước hoặc rút thì đường kính phải từ 150mm đến 200mm.

b) Hệ thống ống thu nước phải được nối thông với hành lang dọc trong thân đập, phần trên của ống thu phải kéo dài đến đáy hành lang dọc phía trên hoặc đến mặt đập không tràn hoặc đáy của lớp bê tông chống thấm ở mặt đập tràn. Nước từ ống thu nước được dẫn đến rãnh tập trung nước ở chân hành lang dọc và dẫn về tập trung tại hố tập trung nước rồi tiêu tự chảy (hoặc bơm) về hạ lưu đập qua ống thoát nước ngang.

8.4 Bề mặt lớp đỡ

8.4.1 Thiết kế và chất lượng thi công các bề mặt lớp đỡ là rất quan trọng đối với độ bền và độ ổn định của kết cấu đập và khả năng chống thấm của công trình. Thiết kế kết cấu đập cần thông qua tính toán để đưa ra yêu cầu về cường độ kháng kéo (f_t) và chỉ tiêu kháng trượt (φ , C) cần thiết đối với các khe (mặt lớp) ở giữa các lớp đỡ bê tông đầm lăn dựa trên điều kiện làm việc của đập, điều kiện vật liệu và đặc điểm kỹ thuật của quy trình thi công.

8.4.2 Thiết kế đập cần đề ra chỉ dẫn kỹ thuật thi công để đảm bảo chất lượng của các lớp đỡ bê tông đầm lăn và chất lượng của các khe giữa các lớp đỡ.

8.5 Chống thấm ở khu vực thượng lưu đập

8.5.1 Phía thượng lưu đập phải bố trí lớp bê tông chống thấm (mái đập thượng lưu - vùng II) nhằm ngăn ngừa hiện tượng thấm qua thân đập gây mất nước hồ chứa, giảm độ bền của khối bê tông đầm lăn, cấp chống thấm phụ thuộc vào chiều cao cột nước làm việc (H) của đập được quy định theo TCVN 4116 và TCVN 8218.

Nếu ở bề mặt thượng lưu được bố trí thêm màng chống thấm tăng cường (màng tổng hợp PVC, HPDE, Polyme, v.v...; sơn hoặc trát khoáng vật, polye-bitum, vv...) đủ tin cậy thì cấp chống thấm yêu cầu của lớp bê tông phía thượng lưu đập cho phép lấy giảm 1 cấp.

8.5.2 Chiều dày và cường độ kháng kéo (hoặc thông qua cường độ kháng nén) của lớp bê tông chống thấm bề mặt thượng lưu cần căn cứ vào điều kiện bền về ứng suất kéo ở khu vực bề mặt thượng lưu đập đối với các tổ hợp tải trọng đặc biệt và yêu cầu phòng nứt do nhiệt để xác định. Lớp tiếp giáp giữa ván khuôn với bê tông đầm lặn ở bề mặt thượng lưu khi dùng bê tông biến thái hoặc bê tông thường thì chiều dày nên từ 0,5 đến 1,0 m, khi cần bố trí dày hơn cần xem xét vấn đề nhiệt và ứng suất nhiệt của lớp bê tông này để đảm bảo phòng ngừa và kiểm soát nứt.

8.5.3 Khoảng cách tính từ bề mặt thượng lưu chịu áp đến điểm biên gần nhất của các bộ phận: ống thu nước, hành lang dọc không nhỏ hơn 3 m và phải đảm bảo yêu cầu chống thấm theo TCVN 9137.

9. Tính toán thiết kế đập

9.1 Tính toán ổn định

9.1.1 Tải trọng và tổ hợp tải trọng tính toán, phương pháp tính toán và tiêu chuẩn kiểm soát độ ổn định và độ bền ứng suất của đập thực hiện theo các quy định trong TCVN 9137.

9.1.2 Phân tích ổn định chống trượt của thân đập phải bao gồm độ ổn định chống trượt dọc theo bề mặt đáy đập, theo bề mặt lớp đầm lặn và cả mặt trượt tầng sâu ở nền móng (nếu có). Công thức tính toán hệ số ổn định, hệ số an toàn thực hiện theo TCVN 9137 và TCVN 4253.

9.1.3 Các thông số về cường độ kháng kéo và sức kháng trượt ($S = C + \sigma_p \times \tan \varphi$) ở mặt lớp bê tông đầm lặn và mặt nền đá phụ thuộc vào: phương pháp thi công; mức độ làm sạch ở bề mặt lớp đỡ; vật liệu dính kết ở và sự hình thành khe lạnh ở bề mặt lớp đỡ cần thông qua thí nghiệm để xác định, khi chưa có số liệu thí nghiệm có thể tham khảo ở các công trình tương tự hoặc tham khảo giá trị ở các Bảng A.1, A.2, A.3 của Phụ lục A.

9.1.4 Cường độ kháng nén, kéo và mô đun đàn hồi khi tính bài toán động cho phép lấy tăng lên 50 % so với bài toán tĩnh (được xác định từ kết quả thí nghiệm tĩnh). Cường độ kháng trượt ở bài toán động là không thay đổi.

9.2 Tính toán kết cấu, ứng suất và biến dạng

9.2.1 Nội dung tính toán kết cấu, ứng suất và biến dạng thực hiện theo các quy định tại TCVN 9137.

9.2.2 Phương pháp phân tích bằng phần tử hữu hạn ưu tiên sử dụng với mô hình vật liệu đàn hồi tuyến tính, mô hình vật liệu phi tuyến cần được sử dụng khi tính toán ứng suất cục bộ ở các vị trí quan trọng trong thân và nền đập đối với công trình cấp I trở lên, đối với công trình cấp II trở xuống có thể được sử dụng nếu thấy cần thiết.

9.2.3 Trong tính toán biến dạng của đập và nền cần phải mô phỏng đủ chiều sâu vùng chịu lún của nền theo quy định tại TCVN 4253, chiều rộng của nền phía thượng lưu và hạ lưu phải lớn hơn chiều sâu vùng chịu lún và chiều cao cột nước làm việc của đập.

9.2.4 Độ bền về ứng suất kéo cần được kiểm tra cho khối bê tông và mặt lớp, cường độ kháng kéo của khối và của mặt lớp thực hiện theo quy định tại điều 9.1.3 của tiêu chuẩn này.

TCVN 13463:2022

9.2.5 Phân tích ứng suất đập cần quan tâm những nội dung chủ yếu sau đây:

- a) Ứng suất ở mặt cắt đã chọn ở thân đập (nên bao gồm mặt cắt có nền đập đặc trưng, mặt cắt có mái dốc gãy và các mặt cắt cần tính toán khác). Đối với đập cao trên 50m phải coi trọng ứng suất cắt ở mặt lớp.
- b) Ứng suất cục bộ ở các vị trí trọng yếu trong thân đập như đường ống, hành lang thân đập, các tuy nen (cống xả).
- c) Ứng suất tại các vị trí của tường dẫn, mố trụ thân đập, vị trí tiếp giáp giữa bê tông đầm lăn và bê tông khác.
- d) Khi điều kiện địa chất phức tạp nên tiến hành phân tích ứng suất cục bộ trong nền đập.

Khi thiết kế có thể căn cứ vào quy mô công trình và tình hình cụ thể của đập để phân tích một phần hoặc toàn bộ nội dung ở trên hoặc thêm vào những nội dung khác (nếu cần thiết).

9.3 Tính toán thấm ở nền và vai đập

9.3.1 Tính toán áp lực thấm và áp lực đẩy ngược lên đáy móng đập thực hiện theo các quy định tại TCVN 9137, với hệ số α_2 phải được lấy bằng 1,0. Đối với áp lực thấm thể tích và áp lực nước lên nền thượng và hạ lưu đập hệ số $\alpha_2 \leq 1$ được áp dụng theo quy định tại TCVN 9137.

9.3.2 Áp lực thấm lên mặt khe giữa các lớp đổ khi không sử dụng lớp vữa lót thì lực đẩy nổi trong thân đập phải được lấy là 100% cột nước làm việc tại mặt thượng lưu và 100% mực nước hạ lưu (hoặc bằng không khi mực nước thấp hơn) tại mặt hạ lưu. Việc sử dụng màng chống thấm ở mặt thượng lưu hoặc sử dụng lớp bê tông chống thấm ở mặt thượng lưu đập có thể giảm được áp lực đẩy nổi. Việc giảm áp lực đẩy nổi có thể thực hiện bằng cách nghiên cứu các điều kiện xử lý ở mặt khe, lớp chống thấm ở thượng lưu và hệ thống thoát nước thân đập để chắc chắn rằng nước thấm dọc các khe giữa các lớp đổ được khống chế và lực đẩy nổi bị hạn chế tới mức tối thiểu được dùng trong tính toán ổn định đập.

9.3.3 Thấm ở vai đập được tính toán như thấm ở nền đập nêu tại điều 9.3.1, ngoài ra cần phải kiểm tra thấm vòng qua vai đập bằng mô hình 3D khi vai đập có độ dốc lớn hơn 45°. Kết quả tính được so sánh và lựa chọn để thiết kế nếu thấy thấm vòng gây ra bất lợi hơn cho công trình.

10. Khớp nối

10.1 Khớp nối kết cấu bao gồm băng chắn nước và khe co giãn (đáp ứng đồng thời làm khe lún, khe biến dạng, khe nhiệt). Băng chắn nước và vật liệu lấp nhét trong khe phải căn cứ vào cột nước công tác, điều kiện khí hậu, vị trí cụ thể và thuận tiện cho thi công để xác định. Băng chắn nước cần đặt trong lớp bê tông chống thấm ở bề mặt thượng lưu đập (hoặc lớp chống thấm của kết cấu), tại khu vực bố trí băng chắn nước cần mở rộng chiều dày lớp bê tông chống thấm để đảm bảo điều kiện bố trí và số lượng băng chắn nước theo yêu cầu, khoảng cách giữa các băng chắn nước và chiều dày bê tông chống thấm bao

quanh băng chắn nước đảm bảo không nhỏ hơn 0,4m. Trong kết cấu chắn nước thân đập hoặc trong khe ngang không nên bố trí giếng nhựa đường.

10.2 Số lượng băng chắn nước bố trí trong khớp nối ở gần mặt thượng lưu cần căn cứ vào yêu cầu kiểm soát đường viền thấm nêu ở điều 10.4, với đập cao trên 50m nên bố trí 3 băng chắn nước (gồm 1 băng chắn nước bằng đồng và 2 băng chắn nước bằng chất dẻo tổng hợp), với đập cao dưới 50m có thể đơn giản hóa thích đáng, cụ thể: đập cao từ (30 đến 50) m có thể đặt 1 băng chắn nước bằng đồng và 1 băng chắn nước bằng chất dẻo tổng hợp, đập cao dưới 30m có thể sử dụng 2 băng chắn nước bằng chất dẻo tổng hợp. Băng chắn nước bằng đồng phải có chiều dày từ 1,2mm đến 1,6mm, ở mỗi bên phải được chôn sâu vào bê tông từ 20cm đến 25cm; băng chắn nước bằng chất dẻo tổng hợp cần phải căn cứ vào chiều cao cột nước, điều kiện khí hậu, vị trí sử dụng và thông qua kết quả thí nghiệm để lựa chọn chiều dày, bề rộng và các tiêu chí cho phù hợp. Sau vật chắn nước cuối cùng phải bố trí lỗ thoát nước đứng hoặc giếng kiểm tra, đáy của lỗ thoát nước cách đáy đập từ 1,5m đến 2,5m, nước thấm phải được thu và thoát về hành lang khoan phụt.

10.3 Băng chắn nước ở móng đập và ở mặt hạ lưu đập nên dùng một lớp bằng chất dẻo tổng hợp để thuận tiện cho công tác thi công, chủng loại cần lựa chọn đảm bảo an toàn với cột nước lớn nhất tác dụng lên nó và đảm bảo yêu cầu nêu ở điều 10.4.

10.4 Thiết kế kết cấu băng chắn nước ở khớp nối phải đảm bảo gradient cột nước của dòng thấm qua bê tông theo đường viền của các vật chắn nước không được lớn hơn trị số cho phép của bê tông được nêu ở điều 8.5.3. Tuổi thọ và điều kiện ứng suất, biến dạng của vật chắn nước phải đảm bảo an toàn trong mọi điều kiện làm việc của đập.

10.5 Ngoài các quy định nêu trên, các nội dung khác liên quan đến khớp nối thực hiện theo quy định tại TCVN 9159.

11. Khống chế nhiệt và phòng ngừa nứt ở thân đập

11.1 Đối với đập cao từ 30m trở lên cần phải tiến hành tính toán thiết kế khống chế nhiệt độ thân đập, đưa ra tiêu chuẩn khống chế độ chênh nhiệt độ nền móng (ΔT_{nm}), độ chênh nhiệt độ bên trong và bên ngoài khối đổ (ΔT_{tn}) và biện pháp để phòng nứt. Cần lựa chọn mô hình phân tích (2D hoặc 3D) cho phù hợp để đảm bảo kết quả tính phản ảnh được thực tế ứng xử của đập (trường nhiệt độ và ứng suất nhiệt). Đối với đập cao từ 50m trở lên thực hiện thông qua kết quả tính toán khống chế nhiệt đảm bảo điều kiện ứng suất nhiệt được nêu tại TCVN 4116. Đối với đập cao từ 30m đến dưới 50 m có thể tham khảo Bảng 1 để thiết kế khống chế nhiệt độ vừa khi đổ dựa trên độ chênh nhiệt độ nền móng cho phép (ΔT_{nm}). Đối với đập thấp dưới 30m có thể tham khảo kinh nghiệm và sử dụng các kết quả, số liệu đã áp dụng ở công trình tương tự (về chiều cao đập, điều kiện địa chất nền và điều kiện khí hậu).

Bảng 1 - Độ chênh nhiệt độ nền móng (ΔT_{nm}) cho phép của bê tông đầm lăn

Khoảng cách từ khối đổ đến mặt nền (h), m	Chiều dài phân đoạn đập, chiều dài khối đổ bê tông (L), m	
	Nhỏ hơn 30 m	Từ 30 đến 70 m
Từ (0 đến 0,2) L	Từ 15,5 đến 18,0 °C	Từ 12,0 đến 14,5 °C
Từ (0,2 đến 0,4) L	Từ 17,0 đến 19,0 °C	Từ 14,5 đến 16,5 °C

CHÚ THÍCH:

- Giá trị chênh lệch nhiệt độ nền móng cho phép cần lấy theo tỉ lệ thuận với khoảng cách từ mặt nền (h) của khối đổ và tỉ lệ nghịch với chiều dài khối đổ.
- Khi tỉ số giữa mô đun đàn hồi của bê tông và của đá nền $R = E_b/E_n$ lớn hơn 1, chênh lệch nhiệt độ nền móng cho phép được điều chỉnh với hệ số $k_{dc} = 0,66 + 0,34 \times R$, với R lấy không lớn hơn 2,5.

Kiểm soát chênh lệch nhiệt độ bên trong và bên ngoài khối đổ (ΔT_{tn}) trong suốt thời kỳ thi công cần căn cứ vào tính toán nhiệt và ứng suất nhiệt để xác định, khi không có tính toán có thể tham khảo các công trình tương tự, nói chung độ chênh lệch này không nên vượt quá từ $(20 \div 22)$ °C.

11.2 Thiết kế kiểm soát nhiệt độ của bê tông đầm lăn cần xem xét độ chênh lệch nhiệt độ nền móng (ΔT_{nm}) cho phép của bê tông bị ràng buộc ở nền móng; chênh lệch nhiệt độ cho phép giữa bê tông mới và bê tông cũ ở lớp trên và lớp dưới; chênh lệch nhiệt độ giữa bên trong và bên ngoài khối đổ (ΔT_{tn}) và nhiệt độ tối đa trong thân đập (T_{max}), đề xuất các tiêu chí và biện pháp kiểm soát nhiệt độ để ngăn ngừa vết nứt và cần chú ý đến sự hạ nhiệt độ đột ngột (sốc nhiệt, khi nhiệt độ trung bình ngày liên tục giảm vượt quá 5 °C/ngày) của môi trường đối với bề mặt bê tông trong thời gian thi công để thiết kế bảo ôn và cách nhiệt.

11.3 Bê tông đầm lăn nên sử dụng cấp phối phù hợp để cải thiện các tính năng của nó (cải thiện công nghệ quản lý và xây dựng bê tông và cải thiện khả năng chống nứt).

11.4 Chiều dày lớp đầm nén, chiều cao của lớp đổ và phương pháp đầm phải được xác định theo đặc điểm của từng công trình (dự án), kiểm soát nhiệt độ, điều kiện xây dựng, điều kiện khí hậu và tiến độ thi công. Thời gian gián đoạn giữa các đợt đổ phải được xác định bằng phân tích kiểm soát nhiệt độ.

11.5 Lịch trình đổ bê tông nên được sắp xếp hợp lý và việc đổ bê tông đầm lăn phải sử dụng thời kỳ thuận lợi của mùa nhiệt độ thấp.

11.6 Kiểm soát nhiệt độ có thể thực hiện các biện pháp sau:

- Tưới nước lên đồng cốt liệu thô, phun sương, tăng chiều cao đồng vật liệu, che mát cốt liệu bằng lán che;
- Dùng nước lạnh hoặc nước đá để trộn bê tông;
- Tạo mù, phun sương khối đổ hoặc tưới nước dưỡng hộ;
- Làm mát các cốt liệu trước khi trộn;
- Ngăn chặn hấp thụ nhiệt từ bức xạ mặt trời khi vận chuyển bê tông;

11.7 Lớp bê tông thường (bê tông truyền thống) ở móng, sau khi đổ xong không nên ngắt quãng thời gian dài, các lớp đổ phía trên lớp đổ bị ngắt quãng thời gian dài cần chú ý khống chế tốc độ lên đập vừa phải và khống chế nhiệt độ vừa khi đổ thấp hơn để giảm sự tăng nhiệt của bê tông đầm lăn và giảm ứng suất nhiệt (do ảnh hưởng bởi sự ràng buộc của khối bê tông đã cứng hóa) ở cả quá trình phát nhiệt và hạ nhiệt của bê tông đầm lăn.

11.8 Phương pháp thi công bê tông đầm lăn (san rải và đầm theo lớp) nên áp dụng tăng liên tục và đồng đều, không nên để thời gian nghỉ giãn cách dài trong các khu vực làm phát sinh sự ràng buộc. Chiều dày tầng đổ bê tông khi thi công liên tục tăng cao đồng đều nên chọn từ $(0,3 \div 0,6)$ m/ngày, khi tăng cao trong thời gian ngắn không nên vượt 0,90 m/ngày trừ khi có cơ sở thông qua kết quả tính toán. Đối với các bộ phận quan trọng và các bộ phận dễ bị nứt việc bố trí cốt thép bề mặt cần được xem xét thích đáng.

11.9 Việc bảo dưỡng bề mặt và mặt bên khối đổ phải dựa trên điều kiện khí hậu của khu vực xây dựng đập và tình hình thi công của đập để phân tích thiết kế biện pháp và thời gian dưỡng hộ, bảo ôn (nếu cần). Đối với các vị trí thông gió qua cống, tuy nen, hành lang nên kịp thời bịt kín. Đối với vùng lạnh khắc nghiệt nên coi trọng biện pháp giữ nhiệt bề mặt trong mùa đông.

12. Thiết kế bố trí hệ thống quan trắc

12.1 Yêu cầu chung và nội dung quan trắc

12.1.1 Thiết kế quan trắc và giám sát cần căn cứ vào cấp đập, chiều cao, hình thức kết cấu và đặc điểm của đập, điều kiện địa chất địa hình để bố trí và đặt thiết bị quan trắc. Công tác quan trắc cần đáp ứng các mục tiêu quy định sau đây:

- a) Giám sát trạng thái và an toàn đập trong thời kỳ thi công, thời kỳ tích nước và thời kỳ vận hành;
- b) Chỉ đạo thi công, kiểm chứng thiết kế;
- c) Tích lũy tư liệu cho nghiên cứu khoa học.

12.1.2 Thiết kế quan trắc và giám sát đối với đập trọng lực bê tông đầm lăn ngoài việc phải phù hợp với những quy định về quan trắc của đập trọng lực bê tông nêu trong TCVN 9137 và TCVN 8215 còn phải kết hợp với đặc điểm của đập trọng lực bê tông đầm lăn để đề ra những yêu cầu bổ sung cho công tác quan trắc và giám sát.

12.1.3 Phạm vi quan trắc và giám sát bao gồm thân đập, nền đập, vai bờ đập gần khu vực đập có ảnh hưởng lớn đến an toàn của đập và cả thiết bị, công trình có quan hệ trực tiếp đến an toàn của đập.

12.1.4 Thiết kế quan trắc và giám sát cần tuân thủ những nguyên tắc sau đây:

- a) Hạng mục và bố trí điểm quan trắc nên nhằm vào những đặc điểm của bê tông đầm lăn, phản ánh được trạng thái làm việc của đập;
- b) Mặt cắt quan trắc và giám sát cần chọn ở những vị trí có điều kiện địa chất phức tạp hoặc vị trí có tính đại diện;

TCVN 13463:2022

- c) Hạng mục quan trắc và giám sát nên căn cứ vào: tính quan trọng của công trình, kết quả thiết kế tính toán, kết quả thí nghiệm mô hình (nếu có) và kết quả tính toán kiểm soát nhiệt;
- d) Các hạng mục quan trắc và giám sát nên bố trí thống nhất, phối hợp ở những vị trí trọng điểm để có thể so sánh đối chiếu với nhau;
- e) Thiết bị quan trắc cần phải đảm bảo tính năng ổn định và tin cậy, có thể làm việc lâu dài, độ chính xác và giới hạn đo của thiết bị phải thỏa mãn yêu cầu quan trắc của công trình. Phương pháp quan trắc phải thuận tiện, đơn giản nhưng đảm bảo kỹ thuật cao và dễ thao tác.
- f) Đối với đập từ cấp 2 trở lên cần ưu tiên bố trí hệ thống tự động hóa quan trắc và giám sát an toàn có khả năng thu thập số liệu, quản lý được số liệu đồng thời với việc dùng hệ thống quan trắc và giám sát tự động hóa.

12.1.5 Những thông số kỹ thuật cần thu thập qua quan trắc cần dựa vào mục tiêu quan trắc và hạng mục quan trắc được nêu ở các điều 12.1.1, 12.1.4 và nội dung yêu cầu quan trắc được quy định tại TCVN 8215. Từ những cơ sở đó kết hợp với tính toán kết cấu đập và nhiệt phòng nứt thân đập, thiết kế cần đưa ra các thông số quan trắc (ứng suất, biến dạng, áp lực, lưu lượng thấm, nhiệt độ, độ chênh nhiệt độ, độ lún, độ nghiêng, độ lệch lún giữa hai kết cấu v.v..) và giới hạn cụ thể để kiểm soát và điều chỉnh (nếu cần) trong quá trình thi công và vận hành.

12.2 Bố trí thiết bị quan trắc

12.2.1 Yêu cầu bố trí và bổ sung hạng mục quan trắc đối với đập trọng lực bê tông đầm lăn cần theo các nhóm như sau:

- a) Quan trắc áp lực nước: áp lực nước thấm (đẩy ngược) ở mặt đáy móng đập và ở mặt lớp có tính đại diện; lưu lượng thấm qua thân đập, nền đập, các mực nước ở thượng và hạ lưu;
- b) Quan trắc chuyển vị, ứng suất: bề mặt công trình, độ nghiêng (dội), độ mở rộng khớp nối hay khe nứt; ứng suất bê tông nhằm phản ánh được trạng thái làm việc ở các vị trí chủ yếu trong thân đập;
- c) Quan trắc nhiệt độ thân đập: nhằm phản ánh được sự phân bố nhiệt độ trong thân đập và vỏ đập trong quá trình thi công và vận hành để kiểm soát nhiệt và phòng ngừa nứt.
- d) Quan trắc tác động của động đất cho khu vực có khả năng phát sinh động đất: gia tốc kế.

12.2.2 Những quan trắc về chuyển vị theo hướng ngang, chuyển vị theo hướng dọc, độ uốn, độ nghiêng, áp lực đẩy ngược, lượng thấm, dòng thấm qua đập, mực nước, nhiệt độ hồ chứa, quan trắc thủy lực, ứng suất và biến dạng của các kết cấu bộ phận, phản ứng địa chấn và các quan trắc khác (nếu có yêu cầu) cần thiết kế theo quy định tại TCVN 9137, TCVN 8215.

12.3 Lắp đặt và vận hành thiết bị quan trắc

12.3.1 Lắp đặt thiết quan trắc cần thực hiện đúng theo hồ sơ thiết kế.

12.3.2 Trong hồ sơ thiết kế bố trí thiết bị quan trắc cần nêu rõ quy trình lắp đặt, quy trình quan trắc cùng các biểu mẫu thống nhất để tiện ghi chép số liệu quan trắc (thực hiện theo TCVN 8215).

13. Sửa chữa và nâng cấp đập

13.1 Sửa chữa và nâng cấp đập trọng lực bê tông đầm lăn cần khảo sát điều kiện hiện trạng của đập để tiến hành đánh giá an toàn đập, kết hợp với yêu cầu nhiệm vụ mới của công trình mà đề xuất biện pháp sửa chữa nâng cấp đập cho phù hợp đảm bảo điều kiện kinh tế - kỹ thuật.

13.2 Khi sửa chữa và nâng cấp đập trọng lực bê tông đầm lăn cần đặc biệt quan tâm đến hiện tượng rò rỉ nước ra mái hạ lưu của đập để có biện pháp ngăn chặn được hiện tượng này nhằm kiểm soát và ngăn chặn chất kết dính ở bề mặt lớp đổ bị hòa tan vào nước làm suy giảm cường độ kháng cắt ở mặt lớp dẫn đến nguy cơ mất an toàn của đập.

13.3 Sửa chữa và nâng cấp đập trọng lực bê tông đầm lăn cần thiết phải tiến hành phân tích điều kiện ứng suất biến dạng bằng phương pháp phần tử hữu hạn, phải phân tích được ở điều kiện hiện trạng (với kết cấu đập hiện có và điều kiện làm việc trước khi sửa chữa) và điều kiện nâng cấp là giai đoạn tiếp diễn của hiện trạng (kết cấu đã được thêm vào cùng với điều kiện làm việc thay đổi) để lựa chọn được giải pháp và phương án kỹ thuật nâng cấp đập đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật được nêu trong tiêu chuẩn này.

14. Quy trình quản lý vận hành và bảo trì

Quy trình quản lý vận hành và bảo trì đập trọng lực bê tông đầm lăn thực hiện tương tự như đập trọng lực bê tông truyền thống, ngoài ra do các đặc điểm khác biệt của bê tông đầm lăn nên cần quan tâm đến các vấn đề sau:

- a) Rò rỉ nước ở mái hạ lưu đập.
- b) Rò rỉ nước qua vật chắn nước ở khe ngang.
- c) Tình hình các vết nứt của bê tông thân đập đã xảy ra trong thời kỳ thi công và các vết nứt mới phát sinh (nếu có).
- d) Thẩm và rò rỉ nước ở bờ vai đập.
- e) Lưu lượng thẩm và rò rỉ ở thân và nền đập.
- f) Sự thay đổi của nước hồ chứa về tính chất xâm thực bê tông (hàm lượng axit tăng lên khi hồ tích nước) có thể làm hỏng từ từ mặt bê tông đặc biệt là bề mặt lớp đổ khi đập bị thẩm nhiều.
- g) Chuyển vị của đập và của nền móng có tính chất đặc biệt (đới đứt gãy, khu vực đá có tính biến dạng lớn hơn, v.v...).

Phụ lục A

(Tham khảo)

Các đặc tính và tương quan giữa cường độ kháng nén, kháng kéo, kháng cắt và kháng trượt của bê tông đầm lăn

A.1 Cường độ kháng trượt ở mặt lớp BTĐL có quan hệ với lực dính và lực ma sát theo công thức sau đây:

$$\tau = C + (\sigma - u) \operatorname{tg} \varphi = C + \sigma' \operatorname{tg} \varphi \quad (\text{A1})$$

trong đó:

- τ là cường độ kháng cắt của mặt lớp BTĐL;
- C, φ là chỉ tiêu cường độ kháng cắt ở mặt lớp, lực dính và góc ma sát trong;
- σ, σ' là ứng suất pháp tổng và hiệu quả;
- u là áp lực nước thấm ở mặt lớp;

Bảng A.1 - Cường độ kháng trượt thu được từ thí nghiệm và thiết kế sơ bộ ở mặt lớp BTĐL

Có dùng vữa lót (có/không)	Max/Min	Cường độ kháng trượt ở mặt lớp từ mẫu thí nghiệm		Tỷ lệ dính kết giữa các khe	Cường độ kháng trượt ở mặt lớp dùng cho thiết kế	
		C	φ (độ)		C ⁽¹⁾	φ (độ) ⁽²⁾
Không	Max	0,06 f'_c ⁽³⁾	60	30%	0,01 f'_c	45
Không	Min	0,03 f'_c	40	20%		
Có	Max	0,15 f'_c	60	85%	0,05 f'_c	45
Có	Min	0,09 f'_c	40	65%		

(1) - Lực dính thường thay đổi theo hàm lượng chất kết dính, công tác xử lý bề mặt khe giữa các lớp đổ và thời gian ngừng đổ giữa các lớp. Lực dính có thể được cải thiện bằng cách giải quyết các vấn đề nêu trên hoặc sử dụng vữa lót.

(2) - Góc ma sát ít bị ảnh hưởng bởi các yếu tố liên quan đến lực dính mà phụ thuộc vào loại cốt liệu và hình dạng cốt liệu.

(3) - Cường độ kháng nén của bê tông f'_c được qui định tại điều A3 và A4.

A.2 Cường độ kháng kéo ở mặt lớp bê tông thường và BTĐL có quan hệ với cường độ kháng nén như Bảng A.2 và A.3.

Bảng A.2 - Quan hệ giữa cường độ kháng kéo của khối và cường độ kháng kéo mặt lớp của bê tông thường

Cấp phối D_{\max} , mm	Max/Min	Cường độ kháng kéo của khối theo PPKB ⁽¹⁾ , MPa		Hệ số chuyển đổi ⁽²⁾	Cường độ kéo mặt lớp thiết kế, MPa	
		$f'_c \leq 20,7$	$f'_c > 20,7$		$f'_c \leq 20,7$	$f'_c > 20,7$
≤ 75	Max	0,15 f'_c	0,664 (f'_c) ^{1/2}	0,56	0,085 f'_c	0,3735 (f'_c) ^{1/2}
	Min	0,10 f'_c	0,498 (f'_c) ^{1/2}	0,56	0,055 f'_c	0,2822 (f'_c) ^{1/2}

(1) - Cường độ kéo của khối xác định theo phương pháp thử cường độ kéo khi bừa (xem TCVN 3120); nếu sử dụng kết quả

thí nghiệm cường độ kéo trực tiếp thì hệ số chuyển đổi ở (2) phải điều chỉnh (thay 0,8 bằng 1,0);

(2) - Hệ số bao gồm: hệ số chuyển đổi sang cường độ kéo trực tiếp là 0,8; hệ số đính kết cho cường độ kéo ở mặt lớp là 0,7; hệ số ảnh hưởng của cấp phối: bằng 1,0 khi $D_{max} < 75\text{mm}$; bằng 0,9 khi $D_{max} \geq 75\text{mm}$.

Bảng A.3 - Quan hệ giữa cường độ kháng kéo khối và mặt lớp của BTĐL với độ cứng $V_{cbe} < 30s$

Cấp phối D_{max} , mm	Có dùng vữa lót (có/không)	Max/Min	Cường độ kéo của khối theo PPKB ⁽¹⁾ , MPa	Hệ số chuyển đổi ⁽²⁾	Cường độ kéo mặt lớp thiết kế, MPa
≤ 75	Không	Max	$0,17 f_c$	0,53	$0,090 f_c$
	Không	Min	$0,08 f_c$	0,53	$0,040 f_c$

(1) - Cường độ kéo của khối xác định theo phương pháp thử cường độ kéo khi bừa (xem TCVN 3120), nếu sử dụng kết quả thí nghiệm cường độ kéo trực tiếp thì hệ số chuyển đổi ở (2) phải điều chỉnh (thay 0,75 bằng 1,0);

(2) - Hệ số bao gồm: hệ số chuyển đổi sang cường độ kéo trực tiếp là 0,75; hệ số đính kết cho cường độ kéo ở mặt lớp là 0,7; hệ số ảnh hưởng của cấp phối: bằng 1,0 khi $D_{max} < 75\text{ mm}$, bằng 0,9 khi $D_{max} \geq 75\text{ mm}$.

A.3 Cường độ kháng nén của BTĐL được xác định trên mẫu lăng trụ (150 x 300) mm với xác suất đảm bảo P(%) theo công thức sau:

$$f_c = f_{cr} \times (1 - u \times V_a) \quad (\text{A-2})$$

trong đó:

f_c là cường độ kháng nén của bê tông đầm lăn;

f_{cr} là cường độ kháng nén trung bình của các mẫu thử (mẫu tiêu chuẩn hình lăng trụ đường kính $D=150\text{mm}$, chiều cao $H = 300\text{ mm}$);

u là hệ số phụ thuộc vào mức đảm bảo P(%), lấy $u = 1,64$ với $P = 95\%$; $u = 1,28$ với $P = 90\%$ và $u = 1,04$ với $P = 85\%$;

V_a là hệ số biến động của cường độ bê tông, được xác định theo kết quả tính toán về xác suất thống kê. Trong trường hợp thiếu số liệu về thống kê cho phép lấy $V_a = 0,135$ với $P = 95\%$; $V_a = 0,173$ với $P = 90\%$ và $V_a = 0,213$ với $P = 85\%$.

A.4 Cấp của BTĐL (B) và cường độ kháng nén và kéo được mô tả như Bảng A.4.

Bảng A.4 - Quan hệ giữa cấp bê tông với cường độ kháng nén, cường độ (nén và kéo) tiêu chuẩn và tính toán của bê tông đầm lăn (MPa).

Cấp bê tông đầm lăn B	B12.5	B15	B17.5	B20	B22.5	B25
Cường độ kháng nén f_c	10,0	12,0	14,6	16,0	18,8	20,0
Cường độ nén tiêu chuẩn ⁽¹⁾ $R_{n.c}$	9,5	11,3	13,0	14,9	16,7	18,5
Cường độ nén tính toán ⁽²⁾ R_n	7,5	8,9	10,3	11,7	13,1	14,5
Cường độ kéo tiêu chuẩn ⁽¹⁾ $R_{k.c}$	0,95	1,10	1,23	1,38	1,48	1,58

TCVN 13463:2022

Cường độ kéo tính toán ⁽²⁾ R_k	0,63	0,73	0,80	0,90	0,96	1,03
<p>Chú thích:</p> <ul style="list-style-type: none">- Cường độ kéo ở trên được tham khảo sử dụng trong thiết kế sơ bộ, khi thí nghiệm xác định cấp phối BTĐL sử dụng cho thiết kế ở giai đoạn TKKT và BVTC đối với kết cấu chịu lực thiết kế ở trạng thái ứng suất kéo cần phải làm thí nghiệm xác định cường độ kháng kéo thực tế.- f_{cr} là giá trị chịu nén trung bình của các mẫu thử tiêu chuẩn (ứng với tuổi thiết kế) có đường kính \times chiều cao = 150 mm \times 300 mm. <p>(¹) là chỉ cho trạng thái giới hạn 2. (²) là chỉ cho trạng thái giới hạn 1.</p>						

Thư mục tài liệu tham khảo

- 1) EP 1110-2-12 Engineering and Design - Seismic Design Provisions for Roller Compacted Concrete Dams (Kỹ thuật và thiết kế - Các điều khoản thiết kế động đất cho đập bê tông đầm lăn);
 - 2) ETL 1110-2-343 Engineering and Design - Structural Design Using the Roller-Compacted Concrete (RCC) Construction Process (Kỹ thuật và thiết kế - Thiết kế kết cấu trong xây dựng đập bê tông đầm lăn);
 - 3) ACI-207-5R-99 Roller Compacted Mass Concrete (Tiêu chuẩn bê tông đầm lăn khối lớn);
 - 4) SL - 48 : 94 水工混凝土试验规程 (Quy trình thí nghiệm bê tông đầm lăn);
 - 5) SL 314 – 2004 碾压混凝土坝设计规范 (Quy phạm thiết kế đập bê tông đầm lăn);
 - 6) EM 1110-2-2006 Engineering and Design – Roller Compacted Concrete (Kỹ thuật và thiết kế - Bê tông đầm lăn);
 - 7) СП 40.13330.2012 Плотины бетонные и железобетонные (Đập bê tông và bê tông cốt thép).
 - 8) СП 41.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений (Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép công trình thủy công).
-