

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN : 2014

Dự thảo lần 2

CÔNG TRÌNH THỦY LỢI
ĐẬP ĐÁ ĐỒ BẢN MẶT BÊ TÔNG - YÊU CẦU THIẾT KẾ

Hydraulics structures - Concrete Face Rockfill Dams - Requirements for Design

HÀ NỘI - 2014

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	2
1 Phạm vi áp dụng	3
2 Tài liệu viện dẫn	3
3 Thuật ngữ và ký hiệu	3
4 Yêu cầu chung và nguyên lý làm việc của đập.....	7
5 Bố trí chung của đập.....	8
6 Phân vùng thân đập và yêu cầu vật liệu.....	10
7 Nền và vai đập.....	15
8 Thiết kế thân đập	18
9 Thiết kế bản chân bê tông.....	23
10 Thiết kế bản mặt bê tông	26
11 Thiết kế khớp nối	30
12 Phân đoạn xây dựng và tôn cao đập cũ	30
13 Thiết kế hệ thống quan trắc	32
14 Quy trình quản lý vận hành và bảo trì	35

TCVN : 2014

Lời nói đầu

TCVN : 2014 Công trình thủy lợi - Đập đá đổ bản mặt bê tông - Yêu cầu thiết kế được xây dựng trên cơ sở chuyển đổi từ tiêu chuẩn nước ngoài hiện có (tiêu chuẩn SL 228 - 2013 của Trung Quốc) và tham khảo các tiêu chuẩn, tài liệu, tổng kết, hướng dẫn... của các nước trên Thế giới và ở nước ta, theo quy định tại khoản 2 điều 13 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a, khoản 1 điều 5 của Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 01 tháng 8 năm 2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

TCVN : 2014 do Tổng Công ty Tư vấn Xây dựng Thủy lợi Việt Nam -CTCP 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

Đập đá đổ bản mặt bê tông - Yêu cầu thiết kế

Hydraulics structures - Concrete Face Rockfill Dams - Requirements for Design

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu kỹ thuật trong các giai đoạn thiết kế đập đá đổ chống thấm bằng bản mặt bê tông từ cấp đặc biệt đến cấp IV.

1.2 Cấp của đập đá đổ bản mặt bê tông phải tuân thủ theo Quy chuẩn Quốc gia QCVN 04-05 : 2012/BNNPTNT “Công trình Thủy lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế”.

1.3 Trong quá trình thiết kế, ngoài các yêu cầu của tiêu chuẩn này còn phải tuân theo các yêu cầu được quy định trong các tiêu chuẩn hiện hành có liên quan.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn dưới đây sử dụng trong xây dựng tiêu chuẩn này:

QCVN 04 - 05 : 2012/BNNPTNT “Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế”;

TCVN : 2013 Công trình thủy lợi - Đập đất đá hỗn hợp - Yêu cầu thiết kế;

TCVN 8216 : 2009 Thiết kế đập đất đầm nén;

TCVN 4253 : 2012 Nền các công trình thủy công - Yêu cầu thiết kế;

TCVN 4116 : 1985 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công - Tiêu chuẩn thiết kế;

TCVN 5574 : 2012 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế;

TCVN 8215 : 2009 Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế bố trí thiết bị quan trắc cụm công trình đầu mối;

TCVN 9386 : 2012 Thiết kế công trình chịu động đất;

TCVN 8645 : 2011 Công trình thủy lợi - Yêu cầu kỹ thuật khoan phụt xi măng vào nền đá;

3 Thuật ngữ và ký hiệu

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và ký hiệu sau:

3.1 Thuật ngữ

3.1.1

Đập đá đổ bản mặt bê tông (Concrete Face Rockfill Dams) - sau đây viết tắt là “CFRD”

Dùng đá có cấp phối quy định đổ rải từng lớp, đầm nén chặt tạo thành thân đập, chống thấm bằng bản mặt bê tông nằm trên mái thượng lưu, bản chân và màn chống thấm ở nền bản chân. Đối với các đập dùng cuội sỏi là chính để đắp thành thân đập, gọi là đập cuội sỏi bản mặt bê tông.

3.1.2

Chiều cao đập (Dam height)

Khoảng cách thẳng đứng tính từ vị trí thấp nhất của nền bản chân đến đỉnh đập; đối với đập xây dựng trên nền dốc về hạ lưu có thể tính từ cao độ mặt nền tại tim đập lên đến đỉnh đập.

3.1.3

Khối đá thân đập (Rockfill embankment)

Các khối đá đắp phía hạ lưu bản mặt bê tông.

3.1.4

Vùng tầng đệm (Cushion zone)

Là lớp vật liệu nằm trực tiếp sau bản mặt, làm nhiệm vụ chuyển tải một cách đều đặn áp lực nước lên khối đá thân đập và đóng vai trò chính trong việc ổn định dòng thấm.

3.1.5

Vùng tầng đệm đặc biệt (Especial cushion zone)

Nằm ngay sau hạ lưu bản chân, khớp nối biên và một phần đáy tấm bản mặt, tiếp giáp với nền đập và vùng tầng đệm, có tác dụng làm lớp đệm cho vùng chân của bản mặt và lọc đối với khớp nối biên hình thành vùng vật liệu hạt nhỏ có tính ổn định chống thấm cao.

3.1.6

Vùng chuyển tiếp (Transition zone)

Nằm giữa tầng đệm và vùng đá chính thân đập, để bảo vệ tầng đệm và điều chỉnh sự thay đổi từ các tác động đột biến giữa các lớp vật liệu thân đập.

3.1.7

Vùng đá chính thân đập (Main rockfill zone)

Nằm sau vùng chuyển tiếp, ở thượng lưu của thân đập, là vùng chịu lực chính của đập và chịu áp lực của nước từ bản mặt truyền vào.

3.1.8**Vùng đá hạ lưu (Downstream rockfill zone)**

Tiếp sau vùng đá chính, cùng với vùng đá chính tạo thành một chỉnh thể bảo đảm sự ổn định của đập.

3.1.9**Vùng thoát nước (Drainage zone)**

Nằm ở chân hạ lưu đập, đây là vùng được đắp bởi đá có cấp phối lớn hơn vùng đá chính, làm nhiệm vụ thu nước từ thân đập để thoát về hạ lưu. Vùng này được chia thành vùng thoát nước nằm ngang và vùng thoát nước thẳng đứng.

3.1.10**Vùng đá thải (Reprap zone)**

Nằm ở phía sau vùng thoát nước, đắp bằng đá thải từ đào móng công trình, làm nhiệm vụ tăng cường ổn định cho đập.

3.1.11**Vùng bảo vệ mái hạ lưu (Downstream slope protection)**

Bảo vệ mái dốc hạ lưu đập, gồm đá kích thước lớn hoặc đá lát xếp, chèn chặt lại với nhau để tăng ổn định và tạo mỹ quan cho mái hạ lưu.

3.1.12**Vùng tầng phủ thượng lưu (Upstream blanket zone)**

Lớp vật liệu đất mịn, cát mịn, tro bay hoặc các vật liệu khác đắp phủ lên bản chân, khớp nối biên và một phần chân bản mặt, để hỗ trợ phòng thấm cho đập. Có thể sử dụng vùng tầng phủ là lớp cát mịn, phía ngoài dùng đất sét chống thấm.

3.1.13**Vùng gia tải (Weighted cover zone)**

Dùng vật liệu đất đá thải đắp phía ngoài để bảo vệ cho tầng phủ thượng lưu.

3.1.14**Bản chân (Plinth)**

Là khối bê tông liên kết giữa vật chống thấm dưới nền đập với bản mặt, đồng thời là chân đỡ của các tấm bản mặt bê tông.

3.1.15

Đường nền bản chân (Plinth line)

Giao tuyến giữa mặt dưới của bản chân và mặt nền.

3.1.16

Tường đỡ (Toe wall)

Bằng bê tông cốt thép bố trí tại những nơi điều kiện địa hình có khiếm khuyết, tạo điều kiện để bố trí bản chân được thuận lợi, đảm bảo liên kết tốt giữa nền, bản chân và bản mặt.

Bản mặt bê tông (Concrete face slab)

Các tấm bê tông cốt thép trên mái thượng lưu đập, là kết cấu chống thấm chính của thân đập.

3.1.18

Tường chắn sóng (Wave wall)

Tường bằng bê tông đặt ở phía thượng lưu đỉnh đập, được kết nối với bản mặt bê tông bằng hệ thống khớp nối để chắn sóng.

3.1.19

Khớp nối biên (Perimetric joint)

Khớp nối giữa bản mặt bê tông với bản chân hoặc tường đỡ trên bản chân.

3.1.20

Khớp nối đứng (Vertical joint)

Khớp nối giữa các tấm bản mặt bê tông theo phương thẳng đứng.

3.1.21

Khớp nối ngang (Horizontal joint)

Khớp nối giữa bản mặt và tường chắn sóng hoặc các khe nằm ngang của bản mặt bê tông khi cần phân đoạn thi công.

3.1.22

Vật liệu mềm (Plastic sealant filler)

Vật liệu được tạo thành bởi sự phối hợp giữa nhựa đường, cao su v.v..., làm nhiệm vụ ngăn nước.

3.1.23

Đá cứng và đá mềm (Hard rock and soft rock)

Đá có cường độ kháng nén từ 600kg/cm² trở lên là đá cứng; dưới 600kg/cm² là đá mềm.

3.2 Ký hiệu

1A	Vùng tầng phủ thượng lưu
1B	Vùng gia tải
2A	Vùng tầng đệm
2B	Vùng tầng đệm đặc biệt
3A	Vùng chuyển tiếp
3B	Vùng đá chính thân đập
3C	Vùng đá hạ lưu
3D	Vùng bảo vệ mái hạ lưu
3E	Vùng đá thải
3F	Vùng thoát nước
F	Bản mặt bê tông
T	Bản chân

Đường “X” : Đường chuẩn tuyến bản chân (xem hình 4)

H Chiều cao đập

4. Yêu cầu chung và nguyên lý làm việc của đập

4.1 CFRD là loại đập đắp bằng vật liệu đá (hoặc sỏi) tại chỗ có cấp phối quy định rất chặt chẽ và đầm nén bằng thiết bị nặng, do đó vật liệu đắp đập và công nghệ đầm có tính quyết định đến chất lượng và chi phí xây dựng công trình.

4.2 Khi thiết kế CFRD phải chú ý đến việc bố trí đồng bộ với các hạng mục trong cụm công trình đầu mối, phải chú trọng đến công tác khảo sát vật liệu đắp các loại, tận dụng triệt để vật liệu từ công tác đào móng công trình, tính toán cân bằng khối lượng khai thác và tận dụng để đắp đập nhằm tiết kiệm chi phí xây dựng.

4.3 Thiết kế CFRD phải đảm bảo được sự hài hòa về kiến trúc, thẩm mỹ của đập trong cụm công trình đầu mối cũng như với cảnh quan khu vực. Trong mọi trường hợp, phải đảm bảo duy trì được các điều kiện: bảo vệ thiên nhiên, vệ sinh môi trường sinh thái và nghiên cứu khả năng kết hợp tạo thành điểm du lịch, nghỉ dưỡng ...

4.4 Nối tiếp giữa đập với nền và hai vai không được phát sinh dòng thấm tiếp xúc nguy hiểm giữa đá thân đập với nền, không tạo ra lớp mềm yếu và lún không đều gây nứt và thấm qua hai vai đập.

4.5 Về cấu tạo và nguyên lý làm việc, CFRD gồm 2 bộ phận chính có kết cấu như sau:

1) Bộ phận chịu lực:

Gồm các khối đá đắp được đầm nén chặt theo các yêu cầu kỹ thuật nghiêm ngặt đặt ra về: dung trọng, độ chặt, hệ số thấm.v.v... Đây là bộ phận chịu lực chính và đảm bảo ổn định cho đập, chịu áp lực nước từ bản mặt truyền vào.

2) Bộ phận chống thấm:

Bao gồm bản mặt và bản chân bằng bê tông cốt thép, hệ thống khớp nối... liên kết với màn khoan phủ chống thấm trong nền, tạo thành một hệ thống kín nước hoàn chỉnh phía thượng lưu để chống thấm cho đập, ngăn ngừa hiện tượng thấm mất nước gây xói thân, nền và làm mất an toàn đập.

Bản mặt bê tông là các tấm mỏng và có khả năng biến dạng theo sự biến dạng của bề mặt thượng lưu khối đắp thân đập dưới tác dụng của áp lực nước. Vì vậy, khả năng chịu lực của bản mặt chủ yếu dựa vào sự liên kết của bản mặt với mặt thượng lưu của thân đập.

5. Bố trí chung của đập

5.1 Bố trí chung

5.1.1 Tuyến đập cần được lựa chọn trên cơ sở điều kiện địa hình địa chất vùng tuyến, tạo điều kiện tốt nhất cho việc bố trí bản chân và các hạng mục công trình đầu mối, thuận lợi cho việc thi công, thông qua phân tích tính toán kinh tế kỹ thuật.

5.1.2 Có thể xem xét xây dựng CFRD trên nền cuội sỏi, ở vùng lòng sông là tầng xung tích kết cấu chặt và không có những tầng xen kẹp yếu như cát mịn, đất sét .v.v...

5.1.3 Phương án lựa chọn tối ưu của tim tuyến đập là nằm trên một đường thẳng. Trong trường hợp phải bố trí tim tuyến theo đường gãy khúc thì đoạn gãy khúc phải là đường cong trơn, không bị uốn cong gấp để đảm bảo thuận lợi cho việc bố trí tuyến bản chân và bản mặt. Có thể bố trí kết hợp đoạn tuyến thẳng với đoạn tuyến cong, nhưng đoạn nối tiếp phải đảm bảo cong trơn.

5.1.4 Bố trí chung của đập trong cụm công trình đầu mối phải đảm bảo không xuất hiện dòng chảy song song với tim đập khi tràn vận hành xả lũ. Trong trường hợp bất khả kháng thì phải có biện pháp chống vật nổi va đập vào mái đập.

5.1.5 Tuyến đập nếu có kết hợp với hệ thống giao thông đường bộ hoặc có liên quan đến an ninh, quốc phòng thì ngoài yêu cầu đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật của công trình đập ngăn nước còn phải tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật và quy định của công trình giao thông, an ninh, quốc phòng.

5.1.6 Bố trí tuyến bản chân phải căn cứ vào các yêu cầu sau:

1) Nền bản chân tốt nhất là đặt ở tầng đá rắn chắc, ổn định, phải tránh các đoạn nền có địa chất xấu hoặc có các khiếm khuyết nghiêm trọng về địa chất. Đối với tầng đá bị phong hóa, nếu đặt nền bản chân thì phải có luận chứng để đưa ra biện pháp và mức độ xử lý gia cố. Đối với đập cấp đặc biệt và

cấp I, nền bản chân tối thiểu phải đặt trên nền đá phong hóa vừa; với đập từ cấp II trở xuống, nền bản chân tối thiểu phải đặt trên nền đá phong hóa mạnh.

2) Phải lựa chọn địa hình thuận lợi để bố trí tuyến bản chân, ưu tiên bố trí ở vị trí bằng phẳng hoặc dốc đều, mái dốc hạ lưu tuyến bản chân không nên quá dốc, khối lượng đào móng và xử lý nền không lớn. Trong trường hợp bất khả kháng thì phải có phương án xử lý bằng cách đào tạo phẳng hoặc đổ bù bằng bê tông.

3) Tuyến bản chân phải tránh các đoạn có đứt gãy đang phát triển, đá đang phong hóa mạnh có xen kẹp bùn đất.

4) Khi bố trí bản chân trên nền đá phong hóa dày, phải căn cứ vào tình hình địa chất để thiết kế phương án chống thấm cho nền, liên kết giữa nền với bản chân và hai vai đập.

5) Trong quá trình đào móng, sau khi đào bỏ tầng phủ trên nền bản chân, phải căn cứ tình hình địa hình, địa chất cụ thể để điều chỉnh lại tuyến bản chân cho phù hợp.

5.1.7 Khi địa hình, địa chất ở tuyến đập có khiếm khuyết, có thể dùng phương án tường đỡ (tường chắn) để tạo điều kiện liên kết tốt giữa nền và bản chân, đảm bảo chống thấm bằng khớp nối biên.

5.1.8 Khi bố trí công trình xả lũ bên vai đập, phải xử lý tốt sự liên kết giữa bản mặt của đập và tường bên của công trình xả lũ, phải bố trí khớp nối giữa hai bộ phận.

5.1.9 Bố trí cửa nhận nước và công trình xả lũ của CFRD phải chú ý tới các yêu cầu sau:

1) Công trình xả lũ phải thỏa mãn các yêu cầu sử dụng, khi vận hành phải linh hoạt và đủ độ tin cậy. Phải xả lũ bình thường một cách an toàn ở mức thiết kế và kiểm tra.

2) Phải bố trí hợp lý công trình xả lũ để đảm bảo trong bất kỳ tình huống nào không được phép cho nước tràn qua đỉnh đập. Cần có luận chứng cụ thể để bố trí công trình xả lũ dự phòng (có thể kết hợp với công trình tháo cạn hồ) hoặc tràn sự cố.

3) Bố trí và hình thức của công trình xả lũ được quyết định sau khi đã so sánh các điều kiện tổng hợp của công trình đầu mối. Nên ưu tiên sử dụng tràn để xả lũ. Khi bố trí tràn gặp khó khăn, có thể dùng đường hầm để tháo lũ nhưng cửa nhận nước nên là kiểu hở, phía dưới nối với đường hầm. Khi chỉ dùng đường hầm để tháo lũ thì phải có luận chứng so sánh một cách cẩn thận để quyết định. Việc sử dụng đường hầm phải đặc biệt quan tâm đến phương án chống tắc (một phần hoặc toàn bộ) làm ảnh hưởng đến khả năng tháo.

4) Đối với đập cấp đặc biệt, cấp I và đập xây dựng ở vùng có động đất cấp 8 trở lên không được làm công trình tháo nước (lấy nước và xả lũ) dưới đập (nền và thân đập). Đập từ cấp II trở xuống và xây dựng ở vùng động đất dưới cấp 8, nếu bố trí công trình tháo nước dưới đập thì phải có luận chứng kỹ thuật và tính toán một cách đầy đủ, tin cậy.

5) Trong trường hợp điều kiện địa hình khu vực công trình đầu mối bị hạn chế, việc bố trí tràn bên vai đập gặp khó khăn mà nền đá lòng sông tốt và tỷ lưu khi xả lũ không lớn thì có thể luận chứng để

đặt tràn xả lũ qua mặt đập đối với đập từ cấp III trở xuống và xây dựng ở vùng có động đất dưới cấp 8. Việc bố trí theo hình thức này phải được tính toán một cách đầy đủ, tin cậy và phải thông qua thí nghiệm mô hình thủy lực để quyết định.

6) Tuyến chống thấm dưới nền đập phải được liên kết thành một màn hoàn chỉnh với tuyến chống thấm dưới nền công trình xả lũ và các công trình liên quan khác ở hai bên vai đập. Cần đặc biệt chú ý đảm bảo độ ổn định và tuổi thọ của tuyến chống thấm.

5.1.10 Khi thiết kế công trình CFRD phải nghiên cứu, phân tích kỹ càng về phương án bố trí công trình đầu mối nhằm tận dụng tối đa khối lượng đào móng để đắp đập.

5.2 Yêu cầu về công trình tháo cạn hồ

5.2.1 Đối với đập cấp đặc biệt, cấp I và đập xây dựng ở vùng có động đất cấp 8 trở lên phải bố trí công trình tháo cạn hồ nhằm mục đích sửa chữa đập (khi cần thiết) và hạn chế các tác hại có thể xảy ra do vỡ đập. Đối với đập từ cấp II trở xuống và đập xây dựng ở vùng có động đất dưới cấp 8, việc bố trí công trình tháo cạn hồ cần luận chứng cụ thể cho các công trình cụ thể để quyết định.

5.2.2 Thiết kế công trình tháo cạn hồ phải căn cứ theo yêu cầu về nhu cầu sử dụng để kết hợp xả lũ hoặc chỉ tháo cạn hồ để sửa chữa, từ đó làm cơ sở cho việc xác định quy mô công trình phù hợp. Quy mô công trình xả được xác định trên cơ sở dòng chảy đến hồ, dung tích cần xả và thời gian xả yêu cầu.

5.2.3 Nên nghiên cứu kết hợp công trình tháo cạn hồ với công trình dẫn dòng thi công và công trình xả lũ khai thác nếu điều kiện kinh tế kỹ thuật cho phép.

6. Phân vùng thân đập và yêu cầu vật liệu

6.1 Phân vùng thân đập

6.1.1 Việc phân vùng và bố trí vật liệu các khối đắp trong thân đập phải căn cứ vào chiều cao đập, khả năng của nguồn vật liệu sẵn có, yêu cầu về cường độ vật liệu, độ chống thấm, độ chặt, thuận tiện cho thi công, đảm bảo các yêu cầu an toàn về mặt kỹ thuật và hợp lý về kinh tế, trên cơ sở tuân thủ các nguyên tắc sau:

- 1) Tận dụng tối đa các vật liệu từ đào móng công trình có thể sử dụng được, chỉ khai thác vật liệu tại các mỏ cho phần còn thiếu.
- 2) Đường kính lớn nhất của vật liệu các khối đắp tăng dần thượng lưu về hạ lưu theo nguyên tắc chặn trước thoát sau để đảm bảo ổn định thấm.
- 3) Tính thấm của vật liệu tăng dần từ phía thượng lưu về hạ lưu và phải thỏa mãn yêu cầu quá độ của gradient thủy lực. Riêng vùng đá hạ lưu và vùng thân đập trên mức nước hạ lưu không chịu sự hạn chế này.
- 4) Vật liệu đắp của khối thượng lưu đập nên có tính nén ép thấp. Tính nén ép của khối đắp phía hạ lưu có thể lớn hơn nhưng chênh lệch giữa thượng lưu và hạ lưu không nên quá cao.

5) Đối với đập cấp đặc biệt và cấp I, phải dựa trên cơ sở thí nghiệm, qua so sánh kinh tế kỹ thuật để quyết định phương án bố trí vật liệu thân đập.

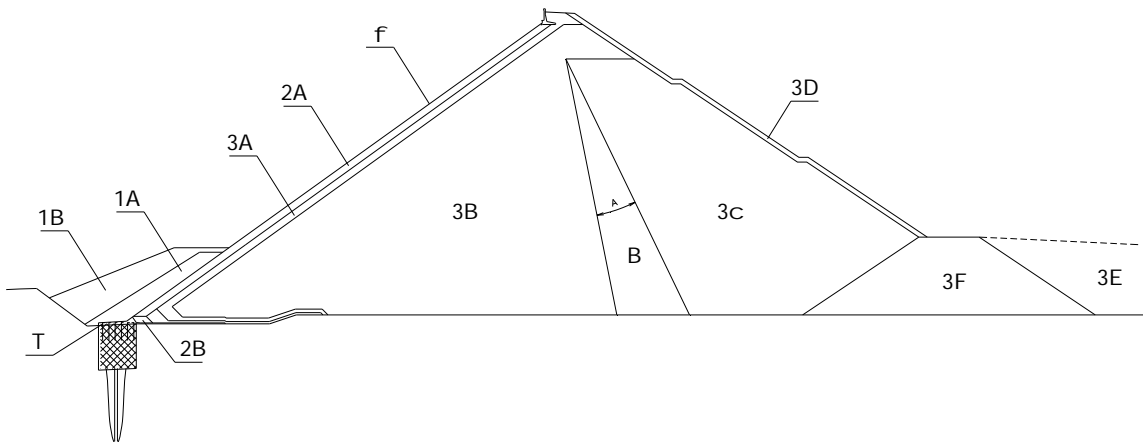
6.1.2 Bố trí các khối vật liệu trong thân đập:

1) Từ sau bản mặt về hạ lưu được phân thành các vùng chính như sau: tầng đệm, vùng chuyển tiếp, vùng đá chính, vùng đá hạ lưu. Riêng lớp đá đắp phần đập hạ lưu nằm dưới mực nước lũ cao nhất hạ lưu có yêu cầu chất lượng như khối đá chính. Ở hạ lưu khớp nối biên phải có vùng tầng đệm đặc biệt. Mức độ mở rộng của khối đá đỡ chính về phía hạ lưu trực đập phụ thuộc vào chiều cao đập, chất lượng và khối lượng đá sẵn có.

2) Về phía thượng lưu bản mặt bố trí lớp phủ mái thượng lưu và tiếp đến là vùng gia tải.

3) Khi dùng đê quai hạ lưu kết hợp làm thân đập, có thể bố trí bộ phận chân đập hạ lưu phía ngoài đê quai là vùng đá thải nhưng phải bố trí vùng tiêu nước qua đê quai.

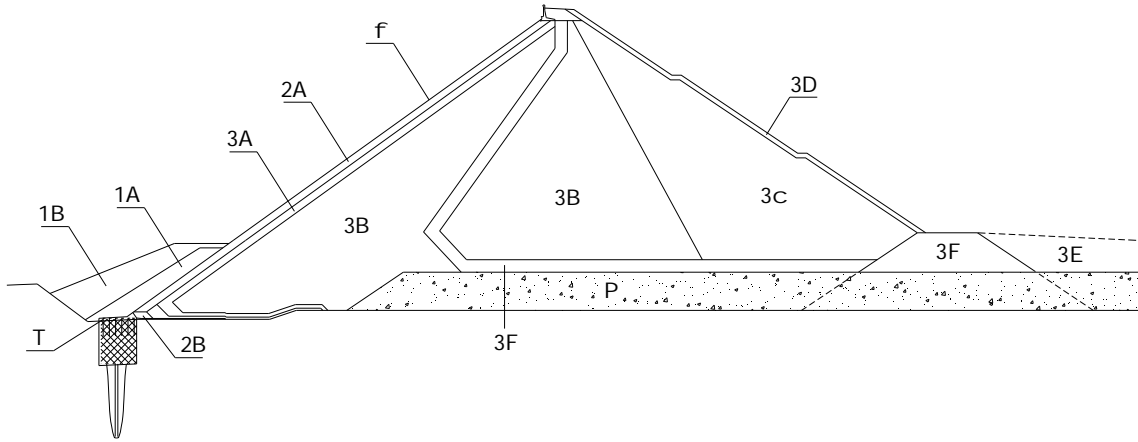
6.1.3 Phương án phân vùng thân đập đắp bằng đá cứng tham khảo hình 1. Trong thiết kế cần căn cứ vào khối lượng các loại vật liệu sẵn có ở khu vực để điều chỉnh tăng giảm các vùng vật liệu trong thân đập cho phù hợp nhưng phải bảo đảm nguyên tắc nêu ở điều 6.1.1.



Hình 1 - Phân vùng thân đập đắp bằng đá cứng

CHÚ THÍCH: 1A - Vùng tầng phủ thượng lưu; 1B - Vùng gia tải; 2A - Vùng tầng đệm; 2B - Vùng tầng đệm đặc biệt; 3A - Vùng chuyển tiếp; 3B - Vùng đá chính thân đập; 3C - Vùng đá hạ lưu; 3D - Vùng bảo vệ mái hạ lưu; B - Vùng có thể biến động giữa vùng 3B và 3C, góc A tùy thuộc ở vật liệu và chiều cao của đập; 3E - Vùng đá thải; 3F - Vùng thoát nước; F - Bản mặt bê tông; T - Bản chân.

6.1.4 Phân vùng thân đập đắp bằng cuội sỏi tham khảo hình 2. Kích thước các khối đắp có thể tăng giảm tùy thuộc chiều cao đập, điều kiện địa hình địa chất và khối lượng các loại vật liệu sẵn có.



Hình 2 - Phân vùng thân đập đắp bằng cuội sỏi

CHÚ THÍCH: 1A - Vùng tầng phủ thượng lưu; 1B - Vùng gia tải; 2A - Vùng tầng đệm; 2B - Vùng tầng đệm đặc biệt; 3A - Vùng chuyển tiếp; 3B - Vùng đá chính thân đập (cuội sỏi); 3C - Vùng đá hạ lưu (cuội sỏi); 3D - Vùng bảo vệ mái hạ lưu; 3E - Vùng đá thải; 3F - Vùng thoát nước; F - Bản mặt bê tông; T - Bản chân; P - Tầng phủ nền đập.

6.1.5 Đối với đập đắp bằng cuội sỏi có hệ số thấm không đủ lớn, hoặc thân đập dùng đá mềm thì phải thiết kế vùng tiêu nước đứng trong thân đập nối với vùng tiêu nước ngang để dẫn nước về hạ lưu, bảo đảm cho vùng thân đập hạ lưu khô ráo. Nếu cần, phía chân đập hạ lưu làm lăng trụ thoát nước bằng đá kích thước lớn.

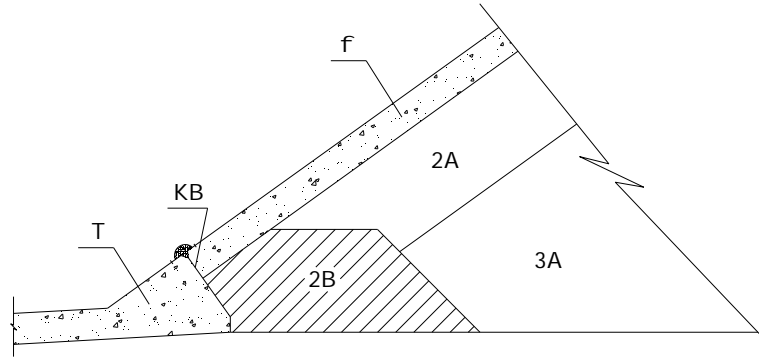
6.1.6 Nếu nền đập là cuội sỏi hoặc nền đá có kẹp các tầng dễ bị xói trôi và không thỏa mãn điều kiện ổn định của nền, thì phải làm tầng lọc ở mặt nền để tránh bị xói nền.

6.1.7 Chiều rộng của vùng tầng đệm được quyết định bởi chiều cao đập, điều kiện địa hình, công nghệ thi công và kết quả tính toán so sánh kinh tế như sau:

1) Khi lựa chọn dây chuyền thi công bằng ô tô tự đổ và máy ủi san thì chiều rộng (theo phương nằm ngang) của tầng đệm không nên nhỏ hơn 3,0m. Nếu lựa chọn máy xúc đổ kết hợp băng chuyền và san bằng thủ công thì chiều rộng có thể giảm thích hợp nhưng không nên nhỏ hơn 2,0m, đồng thời tăng chiều rộng tương ứng của vùng chuyển tiếp. Bề rộng tầng đệm có thể chọn bằng nhau từ chân lên đến đỉnh đập.

2) Tầng đệm nên mở rộng theo mặt tiếp xúc với nền về phía hạ lưu, phạm vi kéo dài tùy thuộc điều kiện địa hình, địa chất ở nền và chiều cao của đập. Yêu cầu về độ phẳng của mặt tầng đệm kéo dài cũng tương tự như đối với mặt nền chính của tầng đệm.

6.1.8 Phía sau bản chân, khớp nối biên và một phần bản mặt phải thiết kế tầng đệm đặc biệt được đầm nén chặt hơn so với tầng đệm, chi tiết tham khảo hình 3.



Hình 3 - Phương án bố trí vùng tầng đệm đặc biệt

CHÚ THÍCH: T - Bàn chân; F - Bản mặt; KB - Khớp nối biên; 2A - Vùng tầng đệm; 2B - Vùng tầng đệm đặc biệt; 3A - Vùng chuyển tiếp

6.1.9 Đối với đập đắp bằng cuội sỏi, nếu giữa vùng tầng đệm và vùng đá chính thân đập (cuội sỏi) thỏa mãn yêu cầu chuyển tiếp về chế độ thủy lực, có thể không cần thiết kế vùng chuyển tiếp.

6.2 Yêu cầu vật liệu

6.2.1 Việc thăm dò khảo sát, thí nghiệm vật liệu để xây dựng đập phải tuân thủ TCVN 8477 : 2010 và các tiêu chuẩn, quy trình liên quan khác. Cần xác định rõ trữ lượng, chất lượng, điều kiện khai thác vận chuyển vật liệu từ các mỏ, các khu vực đào móng được dự kiến sẽ sử dụng cho đập cũng như các chỉ tiêu cơ lý học tương ứng của từng loại vật liệu.

6.2.2 Cần thực hiện các thí nghiệm vật liệu sau đây:

- 1) Thí nghiệm đá nguyên khối để xác định tỉ trọng riêng, dung trọng, độ hấp thụ nước, cường độ nén, mô đun đàn hồi và chỉ tiêu mềm hóa. Đối với đập từ cấp II trở lên và đập xây dựng ở vùng có động đất từ cấp 8 trở lên cần thực hiện phân tích thành phần khoáng và hóa học của đá.
- 2) Thí nghiệm về vật liệu đắp đập để xác định cấp phối, độ rỗng, độ bền cắt và mô đun nén, ứng suất. Đối với đập từ cấp II trở lên và đập xây dựng ở vùng có động đất từ cấp 8 trở lên cần làm thêm thí nghiệm về ứng suất và biến dạng.
- 3) Thí nghiệm thấm để kiểm tra độ thấm và ổn định về thấm của các lớp đệm, sỏi cát và vật liệu đá mềm.
- 4) Căn cứ vào kết quả thí nghiệm và phân tích kỹ thuật để xác định các đặc trưng cơ lý của các khối đắp một cách hợp lý nhất.

6.2.3 Căn cứ vào sơ đồ bố trí tổng thể công trình đầu mối, tiến độ xây dựng, yêu cầu về khối lượng và chất lượng vật liệu đắp đập, nguồn vật liệu sẵn có (kể cả vật liệu đào móng và vật liệu cuội sỏi) và điều kiện khai thác, vận chuyển cũng như điều kiện khí hậu thời tiết khu vực, lập quy hoạch chi tiết về trình tự đắp đập, khai thác, gia công và lưu kho vật liệu.

6.2.4 Khi vật liệu dùng để đắp đập có một số chỉ tiêu về chất lượng không đáp ứng được yêu cầu thiết kế nhưng nếu việc sử dụng sẽ đưa đến hiệu quả đáng kể về kinh tế và môi trường thì nên nghiên cứu để xuất giải pháp gia công xử lý phù hợp như: phối trộn hoặc sàng lọc. Tỷ lệ phối trộn hoặc loại bỏ phụ thuộc vào yêu cầu của khối đắp và khi cần nên được xác định thông qua thí nghiệm hiện trường.

6.2.5 Vùng đá chính thân đập nên dùng đá cứng để đắp. Đá đào móng công trình hoặc cuội sỏi nếu có chất lượng phù hợp cũng có thể dùng cho khối đá chính. Đá mềm sau khi đầm có tính nén ép thấp và có cường độ nhất định nếu dùng cho khối đá chính thì phải có thiết kế và luận chứng riêng. Yêu cầu về vật liệu vùng đá chính thân đập như sau:

1) Vùng đá chính phải đắp bằng đá cứng chắc, sau khi đầm phải có khả năng thoát nước tự do, có tính đặc chắc cao và biến dạng nhỏ. Đường kính lớn nhất của viên đá không nên vượt quá 4/5 chiều dày của một lớp đầm. Trọng lượng hạt có đường kính nhỏ hơn 5 mm không nên vượt quá 20%; trọng lượng hạt có đường kính nhỏ hơn 0,075 mm không nên vượt quá 5%.

2) Vật liệu là đá mềm nếu khả năng thoát nước không đạt yêu cầu thì phải bố trí vùng tiêu nước trong đập. Ở mái đập và xung quanh khớp nối phải dùng vật liệu có đặc tính tương ứng của đá mềm.

3) Cuội sỏi sau khi đầm có cường độ chịu cắt tương đối lớn, tính nén ép tương đối thấp, nên dùng để đắp vùng đá chính nhưng phải kiểm tra ổn định về thấm theo điều 8.6.1 của tiêu chuẩn này để nếu cần phải thiết kế chống thấm đảm bảo yêu cầu theo quy định.

6.2.6 Vùng đá hạ lưu nằm trên mực nước có thể dùng loại vật liệu như ở vùng đá chính với yêu cầu thấp hơn về tiêu chuẩn nén ép, hoặc có thể dùng đá có chất lượng tương đối yếu, như các loại đá mềm, đá phong hóa. Vùng đá hạ lưu dưới mực nước phải dùng loại đá có tính thoát nước dễ dàng sau khi và có khả năng chống phong hóa cao.

6.2.7 Vật liệu vùng chuyển tiếp phải dùng đá cỡ nhỏ, cấp phối liên tục, cỡ đá lớn nhất $D_{max} \leq 300$ mm, sau khi đầm có tính nén ép thấp và cường độ chịu cắt cao và phải có khả năng dễ thoát nước. Có thể dùng đá khai thác theo phương pháp đặc biệt để tạo ra vật liệu đá nhỏ, hoặc dùng cuội sỏi tự nhiên sau khi đã sàng lọc hoặc dùng đá đào từ đường hầm v.v...

6.2.8 Vật liệu vùng tầng đệm phải có cấp phối liên tục, cỡ đá lớn nhất $D_{max} = (80 \div 100)$ mm, hàm lượng hạt cỡ 5 mm trở xuống chiếm 30% ÷ 50%, cỡ hạt 0,075 mm nên nhỏ hơn 8%. Sau khi đầm phải có tính thấm ổn định, tính nén ép thấp, cường độ chịu cắt lớn và phải dễ thi công. Vật liệu vùng tầng đệm có thể sàng lọc từ cuội sỏi, cát đá nhân tạo hoặc các vật liệu hỗn hợp khác. Cát đá nhân tạo gia nên công từ đá rắn chắc, có khả năng chống phong hóa cao.

6.2.9 Vật liệu vùng tầng đệm đặc biệt nên dùng cát sỏi tự nhiên (nếu cần thiết phải sàng lọc xử lý) hoặc gia công từ đá cứng chắc có khả năng chống phong hóa cao, có cấp phối liên tục, đường kính $D_{max} < 40$ mm, đảm bảo ổn định về thấm. Khi thi công được rải từng lớp mỏng đầm chặt để có tính cố kết cao và giảm thiểu biến dạng của khớp nối biên.

6.2.10 Tầng phủ thượng lưu (1A) thường dùng các loại vật liệu ít dính như đất bột, cát mịn, mùn than, tro bay v.v... Trên mặt khớp nối biên có thể rải một lớp cát mịn hoặc tro bay.

6.2.11 Vùng gia tải (1B) có thể dùng các vật liệu phế thải từ đào móng công trình để đắp.

6.2.12 Vùng bảo vệ mái hạ lưu có thể sử dụng đá kính thước lớn xếp và chèn chặt hoặc đá hộc lát khan nhưng phải đảm bảo ổn định và yêu cầu về thẩm mỹ.

6.2.13 Vật liệu cho hệ thống thoát nước đứng và ngang trong thân đập phải chọn đá hoặc cát sỏi có tính chống phong hóa cao và có khả năng thoát nước tốt.

7. Nền và vai đập

7.1 Khảo sát nền và vai đập

7.1.1 Khảo sát nền và vai đập phải tuân thủ TCVN 8477 : 2010 và các tiêu chuẩn liên quan khác. Thành phần, nội dung và khối lượng khảo sát nền bản chân nên thực hiện như đối với đập bê tông, nền và vai khối đập nên thực hiện như với đập đá đổ chống thấm bằng đất.

7.1.2 Khảo sát nền và vai đập phải xác định rõ cấu tạo địa tầng, độ dày và tính chất tầng phủ, các chỉ tiêu cơ lý, lực học của các lớp đất nền; mức độ phong hóa của đá, tình hình nứt nẻ, đứt gãy, các lớp xem kẹp mềm yếu; chỉ tiêu cơ lý, lực học của các đới đá, các đới đứt gãy, tầng mềm yếu v.v...; tình hình thấm, mất nước qua các đới địa chất nền và vai đập. Trên cơ sở đó kiến nghị các biện pháp xử lý nền và vai đập nếu cần thiết.

7.1.3 Đối với đập cấp đặc biệt, cấp I và đập xây dựng ở vùng có động đất cấp 8 trở lên nên lập bình đồ mặt đá các đới phong hóa mạnh, vừa và đá gốc.

7.2 Yêu cầu nền đập

7.2.1 Mặt nền bản chân nên phẳng, tránh độ dốc quá lớn và hàm ếch, khi cần thiết phải xử lý hạ bớt độ dốc mặt móng và đổ bù bằng bê tông để tạo phẳng.

7.2.2 Yêu cầu kỹ thuật của nền thân đập phụ thuộc vào vị trí khối đổ. Nền lớp đệm và khối chuyển tiếp có yêu cầu tương tự như nền bản chân. Khối đá đổ chính có thể đặt trên đá phong hóa với mô đun biến dạng xấp xỉ mô đun biến dạng khối đá chính. Nền đập trong phạm vi sau bản chân khoảng $(0.3 \div 0.5)H$ phải có tính nén ép thấp, ngoài phạm vi $0,5H$ tính nén ép của nền có thể cho phép rộng hơn (H là chiều cao đập).

Mặt nền đập nói chung cũng nên đào phẳng đều để loại bỏ rủi ro của các nứt nẻ tiềm tàng.

7.2.3 Nền đập có thể là tầng bồi tích dày nhưng phải được quyết định sau khi làm các thí nghiệm và luận chứng thông qua khảo sát chi tiết.

7.2.4 Các mái đá phía trên bản chân nên được đào với độ dốc ổn định hoặc phải xử lý để đảm bảo an toàn trong suốt quá trình vận hành.

7.2.5 Các mái đá nằm trong phạm vi từ $(0,3 \div 0,5)H$ kể từ hạ lưu bản chân cần được đào với độ dốc không quá 1:0,5. Trong trường hợp bất lợi có thể đào thành mái dốc hơn (không được vượt quá 1:0,25) nhưng nên bố trí một khối đá đỡ có tính nén ép thấp ở khu vực này hoặc phải gia cố bằng tường đỡ bê tông. Các vách đứng và các mỏm nhô ra cản trở việc thi công đầm đá cần được loại bỏ. Độ dốc mái đào ở phía hạ lưu trực đập phải được xác định theo các yêu cầu ổn định của bản thân nó.

7.2.6 Ngoài các quy định trong tiêu chuẩn này phải thực hiện theo các quy định trong mục tương ứng của TCVN 4253 : 2012.

7.3 Xử lý nền và vai đập

7.3.1 Xử lý nền đập phải đạt được các yêu cầu sau: Giảm nhỏ sự biến dạng của nền, tăng cường sức kháng cắt, chống thấm và chống xói của vật liệu nền, cải thiện độ bằng phẳng của mặt nền nhằm đảm bảo sự vận hành bình thường và an toàn của đập.

7.3.2 Trong phạm vi nền bản chân nếu gặp các đứt gãy, gián đoạn địa tầng hoặc dải nát vụn, kẹp tầng mềm yếu v.v... phải căn cứ vào hiện trạng, quy mô và hình dạng để đưa ra biện pháp xử lý thật cẩn thận đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật và an toàn; có thể dùng ném bê tông kết hợp neo thép để xử lý, phạm vi xử lý phải kéo dài về phía hạ lưu một đoạn nhất định, phía trên phủ lớp vật liệu lọc và tăng cường phụt vữa vị trí bản chân.

7.3.3 Khi bố trí bản chân nằm trên nền là nham thạch dễ bị hòa tan, phải điều tra, phân tích kỹ tình hình phát triển của nham thạch, lập chuyên đề nghiên cứu riêng để lựa chọn giải pháp chống thấm và gia cố phù hợp.

7.3.4 Nền của các khối đắp thân đập nếu gặp các đới xen kẹp mềm yếu cần phải đào bỏ sau đó đắp bù lại bằng vật liệu có cấp phối nhỏ (có thể dùng vật liệu vùng 2A hoặc 3A). Nếu gặp các vị trí gián đoạn địa tầng hoặc dải nát vụn, đứt gãy v.v... có thể dùng ném bê tông để xử lý hoặc đào bỏ đến một chiều sâu nhất định sau đó đắp bù bằng vật liệu có cấp phối nhỏ và làm các lớp lọc ngược phủ lên trên và hai bên cho đến hết phạm vi móng đập.

7.3.5 Trong trường hợp bản chân đặt trên nền đá vôi, cần xác định các khu vực có kast và thực hiện các nghiên cứu đặc biệt để đưa ra các biện pháp xử lý chống thấm cho nền.

7.4 Chống thấm nền đập

7.4.1 Bộ phận chống thấm ở nền đập có nhiệm vụ giảm gradient thấm, đề phòng biến dạng thấm ở nền đập và giảm lưu lượng thấm qua nền.

7.4.2 Tuyến chống thấm nền của CFRD được bố trí ở giữa tuyến bản chân. Nền của bản chân phải được khoan phụt tạo màn chống thấm kết hợp gia cố để hình thành trụ đỡ bản mặt chắc chắn, nên bố trí một đến ba hàng phụt vữa. Chiều sâu của màn khoan phụt được xác định dựa vào mức độ quan trọng của công trình, cột nước làm việc, điều kiện địa chất, tính thấm nước của nền và yêu cầu chống thấm của màn khoan phụt. Chiều sâu màn khoan phụt được quy định như sau:

1) Khi tầng thấm nước mỏng (nhỏ hơn khoảng $1/4H$), đáy màn khoan phải cắm sâu vào trong tầng không thấm nước (hoặc lượng thấm rất nhỏ nằm trong phạm vi cho phép) tối thiểu 5m. Khi tầng thấm nước dày, hoặc phân bố không có quy luật, hoặc xây dựng trong vùng có điều kiện địa chất thủy văn phức tạp, thì độ sâu màn khoan phải và độ dài cắm vào hai bờ phải căn cứ vào kết quả tính thấm, yêu cầu chống thấm và kết hợp với kinh nghiệm xử lý ở các công trình tương tự để xác định độ sâu màn khoan phải.

2) Khi nền thấm nước lớn, phạm vi khoan phải tạo màn được quy định như sau:

- Đối với đập cấp đặc biệt và cấp I, phải khoan phải tạo màn đến vị trí nền có lượng mất nước từ 3Lu đến 5Lu, cộng thêm 5m.
- Đối với đập từ cấp II trở xuống, phải khoan phải tạo màn đến vị trí nền có lượng mất nước từ 5Lu đến 7Lu, cộng thêm 3m.

Chiều sâu khoan phải tạo màn chống thấm thường từ $1/3H_t$ đến $2/3H_t$ và trong mọi trường hợp chiều sâu khoan phải không vượt quá $1H_t$ (H_t là cột nước tại điểm xử lý thấm).

7.4.3 Các thông số phải vừa như: cấp áp lực, nồng độ phải, lượng ăn vừa v.v... phải thông qua thí nghiệm để quyết định. Khi thiết kế phải vừa phải xác định rõ yêu cầu kỹ thuật để đảm bảo khả năng chống thấm, chịu lực và độ bền vững theo thời gian của màn chống thấm. Công tác phải vừa phải tuân thủ theo TCVN 8645 : 2011.

7.4.4 Trong trường hợp bản chân phải đặt trên nền đá phong hóa mềm yếu và đứt gãy khá sâu, gặp khó khăn trong việc đào bỏ thì có thể dùng biện pháp xử lý như sau:

- 1) Kéo dài đường viền thấm bằng cách: tăng chiều rộng bản chân đồng thời sử dụng các công nghệ tiên tiến để khoan phải chống thấm cho nền, hoặc thiết kế bản chống thấm phía hạ lưu bản chân, hoặc thiết kế tường bê tông chống thấm
- 2) Tăng thêm khớp nối co giãn cho bản chân.
- 3) Làm tầng lọc ngược phía hạ lưu bản chân trong phạm vi từ $1/3H \div 1/2H$ (H là chiều cao đập).

7.4.5 Nền đập đặt trên tầng phủ cuội sỏi thì giải pháp chống thấm cần phải thông qua tính toán so sánh kinh tế kỹ thuật để lựa chọn theo một trong hai giải pháp sau đây:

- 1) Đào bỏ hoàn toàn lớp phủ cuội sỏi trong phạm vi bản chân và một đoạn tiếp theo về phía hạ lưu để đảm bảo bản chân phải đặt trên nền đá gốc.
- 2) Dùng tường bê tông hoặc những loại tường tương tự dạng thẳng đứng để chống thấm qua tầng phủ cuội sỏi và phải nối liền tường chống thấm với bản chân.

7.4.6 Tại các vị trí xuất hiện dòng thấm dưới nền đập trong quá trình đào móng đều phải được xử lý bằng các lớp lọc ngược trước khi đắp đập hoặc thi công các hạng mục khác.

7.4.7 Bộ phận chống thấm ở nền phải đảm bảo nối tiếp với bộ phận chống thấm của đập (bản chân và bản mặt) tạo thành một hệ thống chống thấm khép kín hoàn chỉnh.

7.5 Tiêu nước nền đập

7.5.1 Trong quá trình đào móng cần phải bố trí hệ thống tiêu thoát nước nền đập để tiện cho công tác mở móng, xử lý nền, thi công đập và các công tác khác đảm bảo trong điều kiện khô ráo.

7.5.2 Khu vực bản chân ở lòng sông (phạm vi thấp nhất của nền bản chân) phải bố trí đủ một số lượng ống thoát nước cần thiết để thoát nước nền đập về thượng lưu, khi thi công xong (hết yêu cầu sử dụng) thì dùng vữa xi măng để bịt kín.

7.5.3 Tùy theo điều kiện địa hình đáy móng đập và bản chân để bố trí hệ thống tiêu thoát nước theo hình thức tự chảy hoặc động lực để thoát nước trong thân đập. Quá trình tiêu thoát nước phải khống chế được cao trình mực nước hạ lưu đập, mực nước trong thân đập và mực nước thượng lưu để đảm bảo không có sự chênh lệch mực nước vượt quá yêu cầu cho phép gây ra các ảnh hưởng, tác động bất lợi đến vùng tầng đệm và bản mặt.

7.5.4 Bố trí hệ thống tiêu thoát nước phải căn cứ vào sự cần thiết và yêu cầu cho từng khu vực, năng lực của hệ thống tiêu thoát nước phải thoả mãn yêu cầu thiết kế và đảm bảo vận hành bình thường.

7.5.5 Nếu dùng phương pháp tiêu thoát nước thân đập bằng động lực (bơm, nhân lực ...) thì cao trình miệng hố tập trung nước (giếng tập trung) phải bố trí cao hơn cao trình mực nước thấm ngược.

7.5.6 Nếu dùng biện pháp thoát nước tự chảy có thể đặt các ống thoát nước bằng thép đặt trong bê tông bản chân hoặc xuyên qua bản mặt. Trước khi đắp tầng phủ thượng lưu phải bịt kín các ống này bằng vữa xi măng hoặc vật liệu thích hợp đảm bảo chống thấm và ổn định.

8. Thiết kế thân đập

8.1 Đỉnh đập

8.1.1 Chiều rộng đỉnh đập được quyết định bởi vận hành, bố trí thiết bị và thi công, thường được chọn tăng dần theo chiều cao của đập, thông thường có thể chọn từ (5 ÷ 10)m, đối với đập cấp đặc biệt thường chọn trị số lớn và phải phù hợp với quy định trong QCVN 04 - 05 : 2012/BNNPTNT. Nếu đỉnh đập kết hợp làm đường giao thông thì chiều rộng đỉnh đập ngoài việc lựa chọn theo các quy định nêu trên còn phải tuân theo các tiêu chuẩn, quy định hiện hành của ngành giao thông.

8.1.2 Thượng lưu của đỉnh đập phải có tường chắn sóng, chiều cao tường thường chọn (4 ÷ 6)m, đỉnh tường cao hơn đỉnh đập (1 ÷ 1,2)m, cao trình đáy tường chắn sóng phải cao hơn mực nước dâng bình thường và phải thiết kế liên kết với đỉnh bản mặt bằng hệ thống khớp nối ngang. Bố trí tường chắn sóng phải đáp ứng được các quy định sau:

1) Phía thượng lưu bố trí hành lang kiểm tra rộng (0,6 ÷ 0,8)m, có hệ thống lan can bảo vệ.

2) Có thể dùng hình thức kết cấu liền với bản mặt hoặc hình thức kết cấu riêng biệt và nối với nhau thông qua hệ thống khớp nối.

3) Phải đảm bảo được sự kiên cố, không rò rỉ nước, ổn định và cường độ theo yêu cầu thiết kế.

4) Phải có khe co giãn, khớp nối chắn nước được nối liền với khớp nối của bản mặt.

8.1.3 Mép hạ lưu đỉnh đập có thể thiết kế lan can hoặc tường chắn cao (0,5 ÷ 1)m. Đối với đập từ cấp III trở xuống có thể thiết kế theo hình thức cọc tiêu, gờ chắn như quy định của ngành giao thông.

8.1.4 Đỉnh đập phải có chiều cao phòng lún, giá trị này có thể tham khảo các công trình tương tự. Giá trị chiều cao phòng lún ở 2 đầu đập bằng "0" (không), ở vị trí đập cao nhất có giá trị lớn nhất. Giá trị chiều cao phòng lún có thể xác định theo công thức $S = 0,001H^{3/2}$, trong đó H là chiều cao lớn nhất của đập; hoặc có thể xác định thông qua kết quả phân tích ứng suất biến dạng thân đập.

8.1.5 Thân đập tính từ đáy tường chắn sóng trở lên phải dùng vật liệu cỡ hạt nhỏ để đắp (có thể dùng vật liệu 3A) và rải mặt đường để đảm bảo ổn định của tường chắn sóng. Nếu đỉnh đập kết hợp làm đường giao thông thì phải tuân theo các tiêu chuẩn, quy định hiện hành của ngành giao thông để thiết kế đỉnh đập. Phải thiết kế hệ thống tiêu nước ở đỉnh đập.

8.1.6 Chiều rộng đỉnh đập ở vị trí nối tiếp với công trình khác cần xác định phù hợp với kết cấu nối tiếp và nên tạo ra một mặt bằng rộng hơn đỉnh đập. Đỉnh ở hai đầu vai đập nên làm loe ra để có chiều rộng đỉnh đập tại khu vực này rộng hơn, điều này vừa có lợi cho ổn định của đập cũng như chống thấm ở vai đập, vừa giúp các phương tiện thi công đi lại thuận tiện.

8.1.7 Trong mọi trường hợp thiết kế, đỉnh đập đều phải làm dốc về phía hạ lưu để thoát nước mặt:

1) Nếu đỉnh đập không kết hợp sử dụng giao thông (chỉ phục vụ khai thác vận hành) thì độ dốc đỉnh đập thường chọn từ 2% đến 3%, tuyệt đối không để nước mưa đọng lại trên đỉnh đập;

2) Nếu đỉnh đập kết hợp làm đường giao thông thì cấu tạo mặt đường, độ dốc phải tuân theo các tiêu chuẩn và các quy định hiện hành của ngành giao thông, trong đó đặc biệt chú ý đến vấn đề quy định rõ và phù hợp tải trọng giới hạn của xe cơ giới được phép lưu thông trên đỉnh đập.

8.1.8 Tùy thuộc vào điều kiện cụ thể của từng công trình, yêu cầu quản lý khai thác vận hành và khả năng đầu tư... để lựa chọn giải pháp bảo vệ đỉnh đập bằng dăm sỏi xâm nhập nhựa đường hoặc bê tông nhựa Asphalt. Không được dùng bê tông thường để bảo vệ đỉnh đập, vì nó sẽ làm cứng hóa kết cấu đỉnh đập không phù hợp với điều kiện làm việc của loại đập này.

8.1.9 Thiết kế đỉnh đập phải đáp ứng được các yêu cầu về mỹ quan và bố trí đầy đủ hệ thống chiếu sáng.

8.2 Mái đập thượng lưu và hạ lưu

8.2.1 Phải thông qua tính toán phân tích ổn định để lựa chọn tối ưu độ dốc mái thượng và hạ lưu của

đập. Thông thường cũng có thể lựa chọn theo kinh nghiệm, khi vật liệu đắp đập là đá cứng chắc thì mái thượng, hạ lưu có thể chọn từ 1:1,3 ÷ 1:1,5; nếu là đá mềm thì mái phải thoải hơn. Khi vật liệu đắp đập là cuội sỏi thiên nhiên có chất lượng tốt thì mái thượng, hạ lưu có thể chọn 1:1,5 ÷ 1:1,6.

8.2.2 Trên mái hạ lưu đập nên bố trí các cơ, chiều cao từ (25 ÷ 30)m bố trí một cơ. Mái thượng lưu không cần bố trí cơ.

8.2.3 Khi có yêu cầu thiết kế đường quản lý vận hành trên mái hạ lưu thì hệ số mái có thể dốc hơn, nhưng độ dốc bình quân của toàn bộ mái đập nên thoả mãn yêu cầu nêu trên.

8.2.4 Mái hạ lưu đập có thể dùng lát đá khan hoặc các viên đá kích thước lớn được chèn chặt để bảo vệ, công tác xếp đá phải đảm bảo được ổn định và mỹ quan cho công trình.

8.2.5 Mái thượng lưu phải được xử lý ổn định trước khi thi công tầng đệm. Tùy tình hình cụ thể của từng đập để luận chứng lựa chọn phương án bảo vệ mái tầng đệm theo các hình thức: đầm nén vữa xi măng cát, phun nhựa đường, phun bê tông hoặc đầm bó vữa.

8.3 Thân đập

8.3.1 Thiết kế thân đập phải tuân thủ các quy định yêu cầu về vật liệu đắp đập, phân vùng thân đập, xử lý nền... được nêu ra trong tiêu chuẩn này.

8.3.2 Tiêu chuẩn đắp các vùng của thân đập (tầng đệm, chuyển tiếp, đá chính và đá hạ lưu) phải căn cứ vào cấp của đập, chiều cao đập, điều kiện địa hình khu vực xây dựng, cấp độ đất, đặc tính các mỏ vật liệu, đặc điểm của thiết bị đầm sẽ sử dụng và tham khảo thêm các công trình tương tự để quyết định.

8.3.3 Tiêu chuẩn đắp của mỗi vùng đập có thể căn cứ vào kinh nghiệm để sơ bộ quyết định, yêu cầu về độ rỗng hoặc dung trọng tương đối của vật liệu tham khảo bảng 8.1. Thiết kế phải quy định độ rỗng (hoặc dung trọng tương đối), đường bao cấp phối và thông số đầm nén. Dung trọng khô thiết kế của đá đắp sau khi đầm nén có thể tính đổi từ độ rỗng và dung trọng của đá nguyên khối. Dung trọng khô của đá đắp phải thoả mãn được các yêu cầu sau đây:

- 1) Dung trọng khô bình quân không được nhỏ hơn trị số dung trọng khô tính đổi từ độ rỗng (dung trọng tương đối) ra, độ lệch chuẩn của nó không vượt quá $0,1 \text{ g/cm}^3$.
- 2) Vùng tầng đệm đặc biệt dưới khớp nối biên phải tăng dung trọng khô lên một lượng phù hợp so với tầng đệm để giảm biến dạng của khớp nối này.
- 3) Đối với các chỉ tiêu thiết kế và tiêu chuẩn đắp của loại đá mềm, phải qua thí nghiệm và so sánh với các công trình tương tự để quyết định.

Bảng 8.1 - Độ rỗng của vật liệu các vùng thân đập

Vật liệu (hoặc vùng)	Độ rỗng n(%)	Độ chặt tương đối
Tầng đệm	15 ÷ 20	
Chuyển tiếp	18 ÷ 22	
Đá chính	20 ÷ 25	
Đá hạ lưu	23 ÷ 28	
Cuội sỏi		0,75 ÷ 0,85

8.3.4 Đối với đập cấp đặc biệt và cấp I, hoặc vật liệu đắp đập có tính chất đặc biệt thì trong giai đoạn thiết kế phải tiến hành các thí nghiệm nổ mìn và đầm nén tại hiện trường để làm cơ sở thiết kế.

8.4 Tính toán ổn định

8.4.1 Độ dốc mái của CFRD phải thông qua phân tích tính toán ổn định để quyết định mà không được lựa chọn theo kinh nghiệm trong các trường hợp sau:

- 1) Nền đập có kẹp tầng mềm yếu hoặc nền cuội sỏi kẹp lẫn tầng cát mịn, đất sét.
- 2) Tuyến đập xây dựng ở vùng có động đất từ cấp 8 trở lên.
- 3) Đập cho lũ tràn qua hoặc đập cùng với cả tầng đệm dùng để xả lũ thi công mà độ sâu giữ nước lớn.
- 4) Thân đập đắp bằng đá mềm.
- 5) Điều kiện địa hình không thuận lợi.

8.4.2 Khi tính toán ổn định cần chú ý:

- 1) Cường độ chịu cắt của vật liệu đắp đập, đối với đập cấp đặc biệt và cấp I phải xác định bằng thiết bị nén ba trục. Vật liệu dùng để thí nghiệm phải có tính đại diện cao cho vật liệu đắp. Điều kiện thí nghiệm phải tương tự với điều kiện vận hành thực tế. Đối với đập từ cấp II trở xuống có thể chọn theo số liệu ở công trình tương tự đã được xây dựng.
- 2) Cường độ chịu cắt và ứng suất của vật liệu có quan hệ phi tuyến tính, khi tính toán phải xem xét đặc điểm này.

8.4.3 Hệ số an toàn nhỏ nhất khi tính toán ổn định thực hiện theo yêu cầu trong QCVN 04 - 05 : 2012/BNNPTNT. Nếu mái hạ lưu đập đắp đỡ có dùng cốt thép gia cố để phục vụ dẫn dòng thi công, khi tính toán cần xem xét đến tác dụng của các cốt thép này.

8.4.4 Tính toán ổn định do động đất phải tuân thủ theo các quy định trong TCVN 9386 : 2012 và các tiêu chuẩn hiện hành có liên quan.

8.5 Tính toán ứng suất và biến dạng

8.5.1 Đối với đập cấp đặc biệt, cấp I, đập xây dựng ở vùng có địa hình địa chất phức tạp và đập xây dựng ở vùng có động đất từ cấp 8 trở lên phải tính toán ứng suất và biến dạng của thân đập. Các loại đập khác có thể dùng kinh nghiệm để ước tính biến dạng của thân đập.

8.5.2 Các thông số tính toán nên lấy từ kết quả thí nghiệm hiện trường kết hợp với việc phân tích kỹ thuật công trình tương tự. Khi thí nghiệm, việc mô hình hóa vật liệu, điều kiện gia công mẫu và phương thức gia tải phải phản ánh được đặc tính lực học của vật liệu đắp đập.

8.5.3 Các đặc trưng cơ học của mặt tiếp giáp không liên tục của thân đập và các điều kiện chất tải thành nhiều đợt của thân đập dựa trên quá trình chất tải và tích nước cần được phản ánh trong bài toán phân tích, tính toán về ứng suất và biến dạng của đập theo phương pháp phần tử hữu hạn.

8.5.4 Đối với đập cấp đặc biệt, cấp I và đập xây dựng ở vùng có động đất từ cấp 8 trở lên, nếu nền đập có tồn tại lớp đất có thể hoá lỏng thì ngoài việc dùng phương pháp tựa tĩnh ra, cần tiến hành phân tích bài toán động bằng phương pháp phần tử hữu hạn để từ đó phán đoán một cách tổng hợp về an toàn chống động đất của đập. Ngoài ra với các loại đập này cần phải làm thí nghiệm động lực.

8.5.5 Trong quá trình thi công cần dựa vào các số liệu kiểm tra chất lượng thi công và số liệu quan trắc (lún thân và nền đập, chuyển dịch ngang khối đắp thân đập, chuyển dịch của bản mặt và khớp nối v.v...) để kịp thời phân tích nghiên cứu tính toán các bài toán cần thiết. Qua đó kiểm tra xem xét lại sơ đồ và thông số tính toán. Trên cơ sở đó nếu cần thiết thì hiệu chỉnh bổ sung hồ sơ thiết kế.

8.6 Khống chế thấm trong thân đập

8.6.1 Hiện trạng thấm, ứng suất và biến dạng và ổn định khối đắp trong thân đập từ cấp III trở lên cần được nghiên cứu với trường hợp cực đoan (đồng thời xảy ra hư hỏng khớp nối biên và hệ thống chống thấm). Cần đánh giá tổng thể về ổn định thấm của thân đập và ổn định của các khối đắp về mặt chống trượt dựa trên kết quả tính toán và các biện pháp kỹ thuật tương ứng để cải thiện và tăng tính ổn định và an toàn cho đập CFRD.

Vật liệu cuội sỏi tầng đệm phải có cấp phối liên tục và thấm ổn định, phù hợp với quy định ở các điều 6.2.7 và 6.2.8 của tiêu chuẩn này. Sau khi đầm nén hệ số thấm nên là $1 \times 10^{-3} \div 1 \times 10^{-4}$ cm/sec.

8.6.2 Với đập đắp bằng cuội sỏi hoặc đá mềm có bố trí tiêu nước, vùng thoát nước đứng và ngang trong thân đập phải đảm bảo tiêu được toàn bộ nước thấm trong thân đập ra ngoài một cách tự do. Cao trình đỉnh của vùng thoát nước thẳng đứng phải bố trí cao hơn mực nước dâng bình thường. Giữa thân đập và vùng thoát nước phải thoả mãn yêu cầu về quá độ thủy lực, nếu cần phải làm tầng lọc.

8.6.3 Phần thân đập dùng vùng đệm để tạm thời ngăn nước lũ tạm thời trong thời gian lũ cao phải tiến hành tính toán kiểm tra ổn định thấm của thân đập để có giải pháp gia cố phù hợp. Tính toán thấm phải tuân thủ theo các tiêu chuẩn, quy định hiện hành có liên quan.

8.7 Giải pháp kháng chấn cho thân đập

8.7.1 Khi thiết kế đập ở vùng có địa chấn (động đất) từ cấp 8 trở lên nên mở rộng đỉnh đập; mái thượng, hạ lưu đập nên chọn xoải hơn. Mái hạ lưu có thể chọn mái trên xoải mái dưới dốc; tại vị trí mái thay đổi nên bố trí cơ. Phần mái hạ lưu gần đỉnh đập dùng đá kích thước lớn để xếp bảo vệ, có thể tăng cường thép neo đá bảo vệ với thân đập, mặt ngoài có thể dùng lưới thép gia cố. Nên chọn tường chắn sóng thấp và có biện pháp tăng cường tính ổn định của tường chắn sóng.

8.7.2 Độ vượt cao an toàn của đập ở vùng có động đất phải xét đến độ chênh cao của sóng do tác động của sóng địa chấn. Đập xây dựng ở vùng có động đất từ cấp 8 trở lên thì ngoài độ vượt cao an toàn còn phải xét kể đến cả độ lún phát sinh của thân và nền đập do tác dụng của động đất gây ra.

8.7.3 Nên tăng chiều rộng của vùng tầng đệm và tăng cường sự liên kết giữa nó với nền và vai đập. Khi vai đập tương đối dốc, nên kéo dài đường tiếp xúc giữa vật liệu tầng đệm và nền đá và dùng vật liệu tầng đệm có kích cỡ nhỏ hơn

8.7.4 Nên tăng hàm lượng cốt thép trong bản mặt ở phần đỉnh đập đoạn giữa lòng sông, đặc biệt là cốt thép dọc theo mái. Nên bố trí một số khớp nối đứng giữa các tấm bản mặt, mở rộng khoảng cách giữa hai tấm và đổ đầy vật liệu chịu nén hoặc trám bằng thanh vật liệu có tính đàn hồi.

8.7.5 Tăng cường độ nén chặt vật liệu đá đắp đập, đặc biệt là những chỗ địa hình đột biến.

8.7.6 Khi dùng cuội sỏi đắp thân đập phải tăng cường năng lực tiêu nước của vùng thoát nước. Trong vùng hạ lưu đập nên bố trí một khu vực nhất định đắp bằng đá.

9. Thiết kế bản chân bê tông

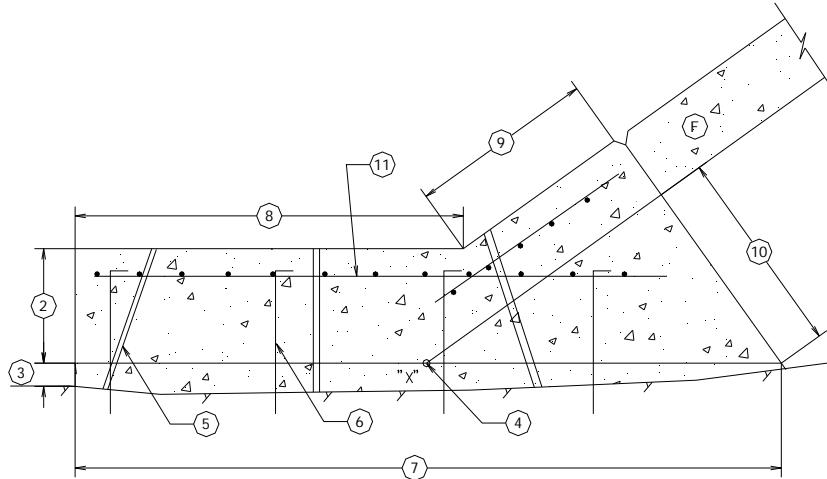
9.1 Hình thức bố trí

9.1.1 Bố trí bản chân có thể chọn theo một trong ba cách sau:

- 1) Đường đồng mức đáy bản chân trực giao với đường chuẩn tuyến bản chân (đường "X").
- 2) Đường đồng mức đáy bản chân trực giao với tim đập (đường trục đập)
- 3) Đường đồng mức đáy bản chân thích hợp với mặt nền đá sau khi mở móng.

Cách thứ nhất gọi là "**BẢN CHÂN NẪM NGANG**". Bản chân nằm ngang dễ thi công, thông thường các công trình nên lựa chọn cách này trừ các trường hợp bất khả kháng.

9.1.2 Hình dạng bố trí chung của bản chân có thể tham khảo hình 4.



Hình 4 - Hình dạng bố trí chung của bản chân

CHÚ THÍCH: F - Bản mặt bê tông ; 2 - Chiều dày đoạn bằng; 3 - Phần bê tông đổ bù móng bản chân; 4 - Đường chuẩn nền bản chân (đường "X"); 5 - Lỗ phụt vữa; 6 - Thép neo; 7 - Chiều rộng bản chân; 8 - Chiều rộng đoạn bằng; 9 - Chiều dài mặt nghiêng (cần cho thi công ván khuôn trượt); 10 - Mặt hạ lưu bệ đỡ (chiều cao dưới bản mặt); 11 - Cốt thép bản chân.

9.2 Thiết kế kết cấu

9.2.1 Bản chân trên nền đá cần bố trí các khớp co giãn phù hợp với điều kiện địa hình, địa chất. các khe này phải đặt so le với khớp nối đứng của các tấm bản mặt. Khớp nối thi công bản chân tùy điều kiện thi công để quyết định

9.2.2 Gradient thấm cho phép của nền đá dưới bản chân phải căn cứ vào tính thấm của đá và tình hình phong hóa để quyết định, có thể tham khảo theo số liệu trong bảng 9.1.

Bảng 9.1 - Gradient thấm cho phép của các lớp nền đập

Điều kiện đá nền	Gradient thấm cho phép
Đá tươi, phong hóa không đáng kể	>20
Đá phong hóa nhẹ đến vừa	10 ÷ 20
Đá phong hóa vừa đến mạnh	5 ÷ 10
Đá phong hóa hoàn toàn	3 ÷ 5

9.2.3 Chiều rộng của bản chân phụ thuộc vào chiều cao đập và gradient thấm của nền đá, thường được xác định trong khoảng từ 1/20 ÷ 1/25 lần chiều sâu cột nước thiết kế. Theo nguyên tắc, để đảm bảo yêu cầu về gradient thấm, có thể giảm chiều rộng bản chân bằng cách dùng bản chống thấm hạ lưu nhưng phải đảm bảo đủ rộng cho công tác khoan phụt chống thấm và gia cố nền và không nên nhỏ hơn 3m. Chiều rộng bản chân được thu hẹp dần từ lòng sông về hai vai đập.

9.2.4 Khi bố trí bản chống thấm hạ lưu bản chân để giảm gradient thấm, cần có lớp lọc ở mặt trên của bản chống thấm và kéo dài thêm về phía hạ lưu một phạm vi nhất định phụ thuộc vào kết quả tính toán (có thể là 1/3 đến 1/2 H).

9.2.5 Chiều dày bản chân (đoạn bằng) trên nền đá có thể nhỏ hơn chiều dày bản mặt nối với nó nhưng không nhỏ hơn 0,3m đối với đập từ cấp II trở xuống; và không nhỏ hơn 0,5m đối với đập cấp đặc biệt và cấp I. Riêng chiều cao bản chân ở mặt hạ lưu trực giao với đáy bản mặt (chiều cao dưới bản mặt) không được nhỏ hơn 0,9m đối với tất cả các loại đập. Chiều dày bản chân có thể thay đổi theo chiều cao đập.

9.2.6 Phạm vi lưu không phía thượng lưu bản chân khi mở móng nên rộng trên 1m nhưng trước khi đổ bê tông bản chân phải dùng bê tông lấp bằng đến mặt nền bản chân.

9.2.7 Mặt nghiêng của bản chân nối tiếp với bề mặt bản mặt nên bố trí cùng trên một mặt phẳng để thuận lợi cho việc thi công ván khuôn trượt, chiều dài mặt nghiêng không nhỏ hơn 1,0m.

9.2.8 Bản chân có thể được thiết kế theo 2 dạng là bản chân cao và bản chân thấp. Bản chân cao là bản chân có mặt nghiêng hạ lưu cao hơn bề mặt tiếp xúc của bản mặt, bản chân thấp là mặt nghiêng hạ lưu bằng với bề mặt tiếp xúc của bản mặt.

9.2.9 Tính chất và yêu cầu chống nứt của bê tông bản chân phải tương tự như bê tông của bản mặt, mác bê tông không thấp hơn M20, mác chống thấm không thấp hơn B6 (xem các quy định liên quan ở điều 10.3 của tiêu chuẩn này và TCVN 4116 : 1985).

9.2.10 Hàm lượng cốt thép ở các hướng của bản chân trên nền đá có thể chọn $\mu = 0,3\%$ cho một hướng tính theo chiều dày bản chân. Nên bố trí một lớp cốt thép theo 2 hướng đặt giữa bản chân, lớp bảo vệ cốt thép phải là $10 \div 15\text{cm}$. Bản chân trên nền mềm thì hàm lượng thép mỗi hướng nên là $\mu = 0,3\% \div 0,4\%$.

9.2.11 Bản chân phải được khoan neo với nền đá bằng cốt thép neo. Phương pháp bố trí neo có thể theo kinh nghiệm hoặc tham khảo các công trình tương tự đã xây dựng, chiều sâu neo trong nền đá thường chọn trong khoảng $(4 \div 5)\text{m}$, đường kính danh định thanh thép neo không nhỏ hơn 25mm. Nếu trên nền bản chân tồn tại những mặt có góc nghiêng, khi bố trí thép neo phải đảm bảo cho bản chân ổn định trên mái nghiêng và chống lại được áp lực phụt vữa tạo màng chống thấm và gia cố nền.

9.2.12 Khi chiều dày bản chân lớn hơn 2m cần phải phân tích ứng suất và ổn định. Phương pháp cân bằng giới hạn của vật cứng thường được sử dụng khi tính toán ổn định bản chân. Trong tính toán không kể tới tác dụng của thép neo và lực tác dụng giữa bản chân và bản mặt. Áp lực đá đỡ chỉ xét tới áp lực chủ động của khối đá, hoặc xét tới áp lực bên của bản mặt sau khi chịu áp lực của nước truyền vào khối đá đỡ.

9.2.13 Nếu đập trên nền cuội sỏi có tường chống thấm bằng bê tông đặt dưới bản chân, nên phân bản chân thành 2 đoạn thượng và hạ lưu để có thể thi công tường chống thấm và phần bản chân hạ lưu tường cùng với với thân đập. Chỉ thi công đoạn bản chân thượng lưu sau đã thi công xong tường chống thấm và một phần của đập, như vậy sẽ giảm nhỏ lượng chuyển dịch khớp nối của bản chân.

10. Thiết kế bản mặt bê tông

10.1 Phân khe, chia đoạn bản mặt

10.1.1 Phải căn cứ vào biến dạng của đập và điều kiện thi công để phân khe, chia đoạn bản mặt. Chiều rộng các tấm bản mặt bê tông có thể chọn trong khoảng từ $(12 \div 18)$ m. Cá biệt đối với các tấm bản mặt tiếp giáp hai vai đập có thể bố trí chiều rộng nhỏ hơn nhưng không nên nhỏ hơn 6m.

10.1.2 Giữa các tấm bản mặt bê tông được bố trí các khớp nối đứng, phần mái ở vùng gần vai đập thường bố trí khớp nối chịu kéo, phần còn lại ở giữa lòng sông bố trí khớp nối chịu nén. Việc bố trí khớp nối đứng tuân thủ theo nguyên tắc sau:

- 1) Số lượng khớp nối chịu kéo có thể căn cứ điều kiện địa hình, địa chất để bố trí theo kinh nghiệm hoặc thông qua tính toán bằng phương pháp phần tử hữu hạn để quyết định.
- 2) Khớp nối đứng ở hai vai đập bố trí trong phạm vi cách khớp nối biên theo hướng pháp tuyến khoảng $(0,6 \div 1,0)$ m, phải bố trí theo hình zích zắc trực giao với khớp nối biên.

10.1.3 Căn cứ vào điều kiện thi công để bố trí khớp nối thi công. Khớp thi công phải thoả mãn yêu cầu chắn và tích nước tạm thời theo giai đoạn.

10.1.4 Khi phân đợt thi công bản mặt bê tông thì khe thi công phân đợt phải bố trí ở cao trình thấp hơn đỉnh khối đập thân đập, thường chọn độ chênh cao là 5m.

Nếu phát hiện thấy đáy bản mặt của đợt thi công trước và tầng đệm bị tách rời, phải dùng bê tông mác thấp hoặc vữa có tính nén ép thấp để lấp đầy rồi mới đổ tiếp bản mặt bê tông đợt tiếp theo, bảo đảm được sự kết hợp tốt giữa 2 bộ phận.

10.2 Chiều dày bản mặt

10.2.1 Chiều dày bản mặt phải thoả mãn các yêu cầu sau:

- 1) Phải đủ chiều dày để bố trí cốt thép và khớp nối chống thấm, chiều dày nhỏ nhất không nên nhỏ hơn 0,30m.
- 2) Không chế gradient thấm không vượt quá 200.
- 3) Khi đã thoả mãn được các yêu cầu trên thì nên chọn chiều dày bản mặt theo xu hướng càng mỏng càng tốt, nhằm tăng sự mềm dẻo và giảm giá thành.

10.2.2 Chiều dày bản mặt bê tông tại đỉnh bản mặt có thể lấy bằng 0,30m và tăng dần về phía đáy. Chiều dày ở độ cao tương ứng được xác định theo công thức (10-1).

$$t = 0,30 + (0,002 \div 0,0035) H_{tt} \quad (10-1)$$

trong đó:

t là chiều dày bản mặt, (m);

H_{tt} là chiều cao tính từ đỉnh bản mặt đến mặt cắt tính toán, (m).

Đối với đập từ cấp III trở xuống có thể chọn bản mặt cùng một chiều dày từ đỉnh đến đáy trong khoảng từ 0,3 ÷ 0,4m.

10.3 Bê tông của bản mặt

10.3.1 Trước khi thi công bê tông của bản mặt phải tiến hành thí nghiệm để lựa chọn cấp phối tối ưu đảm bảo được các nguyên tắc sau đây:

- 1) Phải có độ linh động cao, tính chống nứt, chống thấm, tính bền vững tốt, có khả năng chịu kéo lớn và tuổi thọ cao.
- 2) Mác bê tông không thấp hơn M25.
- 3) Cấp chống thấm không thấp hơn B8.
- 4) Độ linh động của bê tông phải được xác định thông qua thí nghiệm để quyết định.
- 5) Phải thông qua tính toán để đưa ra giải pháp khống chế tính chống nứt của bê tông, tính toán kiểm tra nứt theo TCVN 5574 : 2012 và TCVN 4116 : 1985. Giải pháp chống nứt cho bê tông thực hiện theo mục 4.7.5 của tiêu chuẩn này.

10.3.2 Bê tông của bản mặt nên dùng xi măng có nguồn gốc Puzolan. Nếu dùng loại xi măng khác phải thông qua thí nghiệm để quyết định.

10.3.3 Nên trộn thêm tro bay hoặc các loại phụ gia thích hợp khác để cải thiện tính linh động của bê tông và giảm bớt lượng xi măng và cát, đặc biệt là đối với trường hợp cấp phối cốt liệu không được tốt lắm, môđun độ lớn của cát hơi cao... Cấp tro bay không nên thấp hơn cấp II, hàm lượng trộn phải thông qua thí nghiệm để quyết định, sơ bộ có thể chọn trong khoảng từ 15% ÷ 30% theo trọng lượng của xi măng.

10.3.4 Nên trộn thêm phụ gia cuốn khí, phụ gia giảm nước, theo yêu cầu cụ thể cũng có thể trộn thêm phụ gia điều chỉnh thời gian ninh kết ban đầu. Lượng phụ gia và vật liệu trộn thêm phải thông qua thí nghiệm để xác định.

10.3.5 Đá dùng cho bê tông nên dùng 2 loại cấp phối vật liệu để phối trộn gồm cấp phối (5 ÷ 20)cm và (20 ÷ 40)mm hoặc dùng một loại cấp phối (5 ÷ 40)mm nhưng phải đảm bảo được tính liên tục của cấp

phối. Đường kính cỡ đá lớn nhất không được lớn hơn 40 mm, độ ẩm của đá không vượt quá 2%, hàm lượng bùn đất phải nhỏ hơn 1%.

10.3.6 Cát dùng cho bê tông phải có lượng ngậm nước không quá 3%, hàm lượng bùn đất không quá 2%, môđun độ lớn nên chọn từ 2,4 ÷ 2,8.

10.3.7 Tỷ lệ N/X trong bê tông, nếu thi công ở vùng ẩm áp phải nhỏ hơn 0,50, nếu ở vùng lạnh giá phải nhỏ hơn 0,45. Khi dùng ván khuôn trượt và máng trượt để đổ bê tông thì độ sụt phải thoả mãn yêu cầu thi công, độ sụt trước khi đưa vào máng trượt nên chọn từ (3 ÷ 7)cm. Hàm lượng khí trong bê tông khống chế ở mức 4% ÷ 6%.

10.4 Bố trí cốt thép

10.4.1 Đối với các đập từ cấp II trở xuống, cốt thép thường bố trí một lớp hai hướng, cốt thép đặt ở giữa (trục trung hòa) bản mặt, hàm lượng thép ở mỗi hướng là $\mu = 0,3\% \div 0,4\%$, hàm lượng thép hướng nằm ngang nên bố trí ít hơn thép hướng mái dốc.

10.4.2 Đối với đập cấp đặc biệt và cấp I, nên bố trí 02 lớp cốt thép cho phần bản mặt phía dưới mực nước dâng bình thường hoặc toàn bộ tấm bản mặt sau khi có luận chứng đầy đủ, hàm lượng thép ở mỗi lớp theo mỗi hướng có thể chọn $\mu = 0,3\% \div 0,4\%$. Chiều dày bảo vệ cốt thép từ từ (7 ÷ 15)cm

10.4.3 Ở vùng chịu ứng suất kéo hoặc mép biên tấm bản mặt bê tông cần tăng thêm cốt thép ở mức độ thích hợp, có thể bố trí theo kinh nghiệm hoặc tham khảo các công trình tương tự. Đối với đập cấp đặc biệt và cấp I, vùng xung quanh khớp nối biên nên bố trí cốt thép chịu lực nén một cách thích hợp, nhưng không được làm ảnh hưởng đến việc lắp khớp nối chống thấm và không ảnh hưởng đến công tác đầm bê tông.

10.4.4 Tính toán diện tích cốt thép phải căn cứ chiều dày thiết kế của bản mặt bê tông theo từng đoạn.

11. Thiết kế khớp nối

11.1 Thiết kế khớp nối

11.1.1 Các khe tiếp giáp giữa các khối của bê tông bản chân, giữa bê tông bản chân và bản mặt bê tông, giữa các tấm bản mặt bê tông, giữa tường chắn sóng và bản mặt bê tông, giữa các đoạn tường chắn sóng, giữa tường chống thấm với bản chân đều phải thiết kế khớp nối.

11.1.2 Khớp nối dọc theo khe tiếp giáp giữa bản mặt và bản chân gọi là khớp nối biên. Khớp nối biên được thiết kế như sau:

1) Đối với đập cấp III trở xuống có thể chỉ bố trí một vật chắn nước ở dưới đáy. Đập cấp II nên bố trí hai vật chắn nước ở đáy và đỉnh. Đập cao cấp đặc biệt và cấp I có thể bố trí hai vật chắn nước ở đáy và đỉnh hoặc 3 vật chắn nước ở đáy, giữa và đỉnh tùy theo điều kiện cụ thể của công trình. Trong đó, vật chắn nước ở đáy được coi là tuyến chống thấm cơ bản của khớp nối.

2) Vật chắn nước dưới đáy dùng tấm đồng. Chắn nước ở giữa tùy theo yêu cầu chống thấm có thể chọn tấm PVC, bó dây cao su hoặc tấm cao su. Chắn nước ở trên đỉnh có thể dùng tấm cao su, tấm PVC hoặc tấm inox. Tấm chắn nước được vít chặt vào bê tông bản chân và bản mặt, bên trong đổ đầy vật liệu chống thấm. Trường hợp chỉ bố trí vật chắn nước ở đáy, phía trên đỉnh khớp nối cần phủ lớp tro bay hoặc cát mịn.

11.1.3 Khớp nối đứng chịu nén ở bản mặt bê tông của các đập đều dùng kết cấu cứng. Thông thường chỉ dùng vật chắn nước bằng tấm đồng đặt dưới đáy, dưới tấm đồng có thể gắn tấm cao su bằng vữa xi măng. Ngoài ra, mặt trên có thể tăng cường thêm vật chắn nước bằng tấm cao su hoặc PVC neo vào bê tông, trong đó đổ đầy vật liệu chống thấm. Khe tiếp giáp giữa hai tấm bê tông được đổ đầy nhựa đường hoặc lót tấm bọt xốp.

11.1.4 Đối với đập từ cấp II trở lên, khớp nối đứng chịu kéo ở bản mặt bê tông nên sử dụng hai vật chắn nước đặt ở đáy và đỉnh. Vật chắn nước dưới đáy dùng tấm đồng, phần trên đỉnh thường dùng tấm chắn nước bằng cao su, PVC hoặc inox bọc vật liệu chống thấm phía trong. Đối với đập từ cấp III trở xuống có thể chỉ dùng vật chắn nước đáy, kết cấu của nó tương tự như khớp nối chịu nén.

11.1.5 Khe thi công nằm ngang của bản mặt phải cho cốt thép xuyên qua và không cần bố trí vật chắn nước.

11.1.6 Vật chắn nước của khớp nối giữa các tấm bản chân có thể dùng tấm đồng, tấm cao su hoặc PVC và phải liên kết với vật chắn nước của khớp nối biên thành hệ thống kín.

11.1.7 Khớp nối nằm ngang giữa bản mặt và tường chắn sóng nên thiết kế 2 đường ngăn nước ở đỉnh và đáy. Hình thức khớp nối tương tự như khớp nối chịu kéo ở bản mặt.

11.1.8 Khớp nối giữa các đoạn tường chắn sóng thông thường dùng tấm đồng chắn nước.

11.1.9 Tấm chắn nước bằng cao su, PVC và thép không rỉ hoặc inox trên đỉnh khớp nối có thể dùng phương pháp dán hoặc bắt bulông có nẹp thép để cố định vào tấm bản mặt bê tông.

11.1.10 Vật liệu lấp đầy phía trong tấm chắn nước trên đỉnh khớp nối thường dùng các loại vật liệu có tính mềm dẻo hoặc linh động như cát mịn, tro bay hoặc cao su.

11.1.11 Các đường chống thấm trên đỉnh, ở giữa, dưới đáy ở bê tông bản chân hay tường chắn sóng phải được liên kết kín với các đường chắn nước ở bản mặt bê tông.

11.1.12 Liên kết chống thấm giữa tường bê tông chống thấm với bản chân, bản nối tiếp, phải thiết kế như tấm ngăn nước ở khớp nối biên.

11.1.13 Hình thức, cấu tạo của các loại khớp nối khác nhau có thể bố trí theo kinh nghiệm hoặc tham khảo các công trình tương tự đã xây dựng để luận chứng và quyết định.

11.2 Vật liệu làm khớp nối

11.2.1 Tấm đồng chắn nước ở đáy phải phù hợp các yêu cầu sau:

- 1) Dùng loại đồng lá qua lửa, tỷ lệ giãn dài phải lớn hơn 20%;
- 2) Chiều dày (0,8 ÷ 1,2) mm;
- 3) Gò 2 bên cao (60 ÷ 80) mm, hình “Ω” cao (50 ÷ 80) mm rộng 12 mm, chiều rộng đoạn nằm ngang không nhỏ hơn 165 mm;
- 4) Hình “F” không có gờ 2 bên, chiều rộng đoạn nằm ngang không nhỏ hơn 150 mm;
- 5) Nên gia công lại hiện trường, riêng phần nối đầu nên gia công tại xưởng.

11.2.2 Vật liệu mềm để lấp đầy phía trong tấm chắn nước trên đỉnh khớp nối, trong thời gian sử dụng phải có tính chất giữ ở nhiệt độ cao nhưng không chảy, nhiệt độ thấp không đông cứng, dưới áp lực của nước để bị ép vào khe hở và phải có tính dính vào bề mặt bê tông.

11.2.3 Cát mịn hoặc tro bay lấp đầy phía trong tấm chắn nước trên đỉnh khớp nối phải có hệ số thấm so với tầng đệm đặc biệt thấp nhất là một cấp, cỡ hạt lớn nhất nhỏ hơn 1 mm.

11.2.4 Tấm PVC, tấm cao su chắn nước trên bề mặt khớp nối phải thoả mãn yêu cầu của thiết kế về các mặt: cường độ chịu kéo, hệ số kéo dãn và đứt, độ cứng và độ dẻo v.v... Căn cứ vào các thông số kỹ thuật được đưa ra bởi Nhà sản xuất, phải có luận chứng để lựa chọn chủng loại phù hợp.

11.2.5 Dùng gỗ tấm nhựa đường để lấp các khe hở của khớp nối biên và khớp nối ngang giữa bản mặt và tường chắn sóng, chiều dày thường chọn là 12 mm.

12. Phân đoạn xây dựng và tôn cao đập cũ

12.1 Phân đoạn xây dựng

12.1.1 Phải căn cứ vào các điều kiện địa hình địa hình vùng đập, yêu cầu về tiến độ thi công cụm công trình đầu mối, dẫn dòng thi công, kế hoạch tích nước của hồ v.v... để lập kế hoạch phân đoạn thi công đắp đập và đổ bản mặt bê tông hợp lý. Việc thi công bản mặt nên thực hiện sau khi khối đập đã lún tương đối ổn định.

12.1.2 Phân đoạn đắp đập phải tuân thủ các nguyên tắc sau:

- 1) Vùng tầng đệm, tầng chuyển tiếp độ và một phần vùng đá chính thân đập phải thi công đắp lên đồng thời. Vị trí tiếp giáp giữa các vùng phải được đầm nén cùng một lúc. Khi đắp tiếp đợt sau phải xử lý chỗ tiếp giáp, tránh đá lớn tập trung một chỗ, đào bỏ lớp vật liệu rời rạc, tăng thêm lần đầm ở chỗ tiếp giáp. Trước và sau khi xử lý tiếp giáp phải lấy mẫu thí nghiệm để kiểm tra chất lượng đá đắp tại vị trí này, nếu chưa đạt theo yêu cầu thiết kế thì phải xử lý đến khi đạt mới thôi.
- 2) Theo mặt cắt ngang của đập, vùng tầng đệm, tầng chuyển tiếp và một phần vùng đá chính thân đập phải thi công đắp lên đồng thời. Vị trí tiếp giáp giữa các vùng phải được đầm nén đồng thời;
- 3) Mái dốc của các đợt đắp đá tiếp giáp nhau không dốc hơn $m = 1,3$, đối với cuội sỏi thiên nhiên không dốc hơn $m = 1,5$;

- 4) Có thể bố trí các đường tạm để vận chuyển vật liệu đắp đập trong khối đá mới đắp;
- 5) Khi dùng mặt cát của đập đang đắp dở để ngăn nước lũ thì việc phân đợt thi công phải kết hợp với yêu cầu xả lũ thi công. Khi đắp tiếp phải xử lý chỗ tiếp giáp như yêu cầu ở điểm 1. của điều này.

12.1.3 Khi dùng mặt cát của đập đang đắp dở để chắn nước lũ phải thoả mãn yêu cầu về ổn định trượt và ổn định thấm. Bề mặt thượng lưu của tầng đệm phải được bảo vệ, vật liệu bảo vệ mái theo quy định ở điều 8.2.5 của tiêu chuẩn này

12.1.4 Trong thời gian thi công, nếu cho lũ tràn qua bề mặt đập đang đắp dở, phải gia cố bảo vệ chống xói lở cho mặt, mái, và chân hạ lưu đập. Cách bảo vệ phải tuỳ thuộc hình dạng, quy mô tràn tạm, lưu tốc dòng chảy, lớp vật liệu cần bảo vệ v.v... để quyết định thông qua tính toán. Sơ bộ phương án bảo vệ có thể theo kinh nghiệm hoặc tham khảo các công trình tương tự để tính toán áp dụng. Đối với đập từ cấp II trở lên phải thông qua thí nghiệm mô hình thủy lực để quyết định lựa chọn hình thức bảo vệ.

12.1.5 Phân đoạn thi công bản mặt bê tông phải tuân thủ quy định tại điều 10.1.4. Khớp nối thi công nằm ngang phải được xử lý theo các quy định của điều 10.1.3 của tiêu chuẩn này.

12.1.6 Phải thiết kế tấm đập để bảo vệ tấm chắn nước của khớp nối trong quá trình thi công.

12.1.7 Trong trường hợp đập được xây dựng và khai thác theo từng giai đoạn, đồ án thiết kế đập cần lập với quy mô của giai đoạn hoàn thành cuối cùng. Việc thi công giai đoạn 1 của các hạng mục xử lý nền, bản chân, bản mặt bê tông, khớp nối v.v... phải tuân theo mặt cắt thiết kế cuối cùng này. Riêng tường chắn sóng chỉ lắp đặt cho giai đoạn xây dựng cuối cùng.

12.2 Tôn cao đập cũ

12.2.1 Khi thiết kế nâng thêm chiều cao của CFRD đã có, phải luận chứng đầy đủ sự phù hợp của thân đập đã đắp, nền đập, chống thấm và hệ thống khớp nối, bảo đảm sau khi tôn cao đập sẽ vận hành bình thường.

12.2.2 Tôn cao CFRD đã có phải nghiên cứu đầy đủ các nội dung sau đây:

- 1) Kiểm tra chất lượng các khối đắp thân đập và bản mặt bê tông để có giải pháp xử lý tăng cường thích hợp (nếu cần thiết);
- 2) Khi đắp tăng thêm chiều cao đập, nếu giữa bản mặt bê tông và thân đập cũ có khe hở do thân đập lún, phải xử lý lấp kín khe hở bảo đảm sự liên kết tốt theo quy định ở điều 10.6 của tiêu chuẩn này.
- 3) Xử lý tiếp giáp khối đắp thân đập giữa đập cũ và đập tôn cao thực hiện theo điều 12.1 của tiêu chuẩn này.
- 4) Xử lý nối tiếp bản mặt bê tông thực hiện theo quy định ở điều 10.1 của tiêu chuẩn này.
- 5) Khớp nối chống thấm và biến dạng phải được thiết kế thành một hệ thống hoàn chỉnh.

12.2.3 Đối với đập đá đổ chống thấm bằng lõi đất đã có, nếu dùng CFRD để tôn cao từ mặt hạ lưu, phải nghiên cứu đầy đủ các nội dung sau đây:

- 1) Đối với nền và hệ thống chống thấm của đập cũ phải tiến kiểm tra, nghiên cứu một cách kỹ lưỡng và tin cậy để có giải pháp xử lý tăng cường thích hợp (nếu cần thiết);
- 2) Đối với hệ thống chống thấm cũ và bản mặt bê tông, sự liên kết và ngăn nước của chúng phải được thiết kế riêng để thành hệ thống chống thấm hoàn chỉnh;
- 3) Phải tiến hành phân tích ổn định của mái đập sau khi tôn cao để quyết định việc gia cố mái thượng lưu và hạ lưu đập.

12.2.4 Đối với đập bê tông trọng lực hoặc đập đá xây đã có, nếu dùng CFRD để tôn cao từ mặt hạ lưu, phải nghiên cứu đầy đủ các nội dung sau đây:

- 1) Đối với nền và hệ thống chống thấm của đập cũ phải tiến nghiên cứu một cách kỹ lưỡng và tin cậy để có giải pháp xử lý tăng cường thích hợp (nếu cần thiết);
- 2) Phải xét tới áp lực của đá đổ và của nước để tiến hành phân tích ứng lực của đập cũ, xác định cao trình điểm đỡ bản mặt bê tông trên đập cũ;
- 3) Đối với khối đá đổ thân đập chính, phải quy định độ đầm chặt cao để giảm trị số biến dạng của khối đá đổ.
- 4) Đối với khớp nối ngăn nước chỗ tiếp giáp giữa bản mặt bê tông và bê tông cũ phải tiến hành thiết kế riêng, phải bảo đảm ngăn nước hiệu quả khi độ lún của đập bê tông và khối đá đổ không đều.
- 5) Đối với vùng tầng đệm đặc biệt phải yêu cầu mức độ đầm chặt càng cao càng tốt.

13. Thiết kế hệ thống quan trắc

13.1 Yêu cầu chung và nội dung quan trắc

13.1.1 Yêu cầu quan trắc đối với đập đá đổ bản mặt bê tông phải tuân thủ các quy định có liên quan trong TCVN 8215 : 2009. Các nội dung chưa nêu trong TCVN 8215 : 2009 thì tuân thủ các quy định trong tiêu chuẩn này. Ngoài ra có thể tham khảo hệ thống quan trắc các đập đang vận hành.

13.1.2 Căn cứ vào cấp đập, chiều cao đập, hình thức kết cấu, điều kiện địa hình địa chất, theo nguyên tắc ít mà tinh để tính toán để thiết kế lựa chọn, bố trí, lắp đặt các thiết bị cần thiết và lập quy trình quan trắc đo đạc, xử lý số liệu cho hệ thống quan trắc đập CFRD. Việc quan trắc phải được tiến hành có hệ thống trong cả thời kỳ đang thi công và thời kỳ vận hành để phục vụ kịp thời cho công tác thiết, vận hành và bảo trì đập.

13.1.3 Thiết bị quan trắc được lắp đặt phải đạt được yêu cầu: Tin cậy, độ bền cao, kinh tế, phổ biến. Nên chọn các loại thiết bị hiện đại, khi có điều kiện nên chọn các loại quan trắc tự động hóa.

13.1.4 Khi thiết kế đập CFRD, tùy theo các điều kiện đã nêu trong điều 13.1.3 và cấp đập để áp dụng các nội dung quan trắc như nêu trong bảng 13.1.

Bảng 13.1 - Nội dung quan trắc

Thứ tự	Nội dung quan trắc	Cấp đập				
		Đặc biệt	I	II	III	IV
1	Mức nước thượng, hạ lưu đập	x	x	x	x	x
2	Chuyển vị thẳng đứng và nằm ngang của mặt đập	x	x	x	x	x
3	Lún của khối đá thân đập	x	x	x	x	x
4	Chuyển vị của khớp nối.	x	x	x	x	x
5	Ứng suất và biến dạng của bản mặt bê tông	x	x	x	x	x
6	Thấm	x	x	x	x	x
7	Chuyển vị ngang trong thân đập	x	x			
8	Lún của lớp bồi tích ở nền đập	x	x			
9	Nứt của bản mặt bê tông	x	x			
10	Áp lực của đất và áp lực tiếp xúc (nếu có)	x	x			
11	Chuyển vị của tường chống thấm bằng bê tông	x	x			
12	Chuyển vị của tường đỡ hoặc tường chắn	x	x			
13	Sự tách rời giữa các tấm bê tông bản mặt	x	x			
14	Động đất (cấp 7 trở lên)	x	x	x		

13.2 Bố trí thiết bị quan trắc

Bố trí thiết bị quan trắc trong đập CFRD cần tuân thủ các quy định liên quan trong mục 3 của TCVN 8215 : 2009, ngoài ra nên bảo đảm các nguyên tắc sau đây:

- 1) Có khả năng phản ánh đầy đủ nhất trạng thái làm việc của đập.
- 2) Các điểm quan trắc chuyển vị bề mặt nên bố trí khoảng cách đều nhau.
- 3) Tuyến đo chuyển vị trong thân đập nên bố trí ít nhất một tuyến xuyên suốt chiều ngang mặt cắt đập cao nhất. Với đập cấp III trở lên nên bố trí thêm hai mặt cắt phía bãi sông.
- 4) Bố trí các thiết bị quan trắc trong đập cần tránh tối đa gây cản trở cho việc thi công đập, tạo thuận lợi cho các hoạt động quan trắc và bảo đảm việc quan trắc trong điều kiện thời tiết bất lợi.

5) Tăng cường các hoạt động quan trắc các yếu tố như chuyển vị của tấm bản mặt, độ lệch theo ba hướng của khớp biên và độ thấm v.v... Việc quan trắc thấm nên cố gắng tách lượng thấm ở nền và hai vai đập để xác định chính xác tình trạng thấm ở nền và vai cũng như trạng thái làm việc của đập và nền của nó.

13.3 Lắp đặt và vận hành thiết bị quan trắc

13.3.1 Thiết kế cần lập sơ đồ bố trí, biện pháp và tiến độ lắp đặt, kế hoạch vận hành thử và vận hành các thiết bị trong giai đoạn thi công theo quy định.

13.3.2 Thiết kế cùng với nhà thầu cung cấp thiết bị lập quy trình vận hành thiết bị quan trắc bao gồm các nội dung sau đây:

- 1) Hướng dẫn phương pháp vận hành thiết bị, quan trắc thu thập số liệu;
- 2) Hướng dẫn việc ghi chép, xử lý và lưu giữ số liệu;
- 3) Hướng dẫn phương pháp bảo vệ, bảo trì thiết bị.

13.3.3 Sau khi lắp đặt xong phải lập báo cáo nội dung và kết quả lắp đặt. Báo cáo phải có các thông tin tối thiểu như sau:

- 1) Bản đồ hoặc mặt cắt chỉ rõ vị trí các thiết bị đã được lắp đặt, những hiệu chỉnh, sửa đổi trong quá trình lắp đặt;
- 2) Sơ đồ vị trí đặt đầu đo, dây cáp truyền tín hiệu;
- 3) Mô tả thiết bị (tên máy, hãng sản xuất, các thông số kỹ thuật...);
- 4) Các bước kiểm tra đã thực hiện trước khi lắp đặt;
- 5) Quy trình lắp đặt;
- 6) Số đọc ban đầu;
- 7) Các ghi chép và nhận xét trong khi lắp đặt;
- 8) Kết quả vận hành thử và các hiệu chỉnh.

13.4 Hệ thống đo lưu lượng thấm ở hạ lưu đập

Khi xây dựng CFRD phải bố trí hệ thống đo lưu lượng nước thấm ở hạ lưu đập để theo dõi lưu lượng thấm và phát hiện các tình huống bất thường trong suốt quá trình vận hành khai thác. Việc bố trí phải tuân thủ theo các nguyên tắc sau đây:

- 1) Thiết kế hệ thống đo lưu lượng nước thấm hạ lưu đập phải căn cứ vào lưu lượng thấm lớn nhất qua thân và nền công trình thông qua tính toán.

- 2) Hệ thống đo lưu lượng phải đảm bảo được các yêu cầu về độ chính xác của thiết bị đo lưu lượng, độ kín nước của hệ thống để bao thu nước, có thể quan trắc được lưu lượng thấm khi công trình vận hành bình thường, đảm bảo an toàn khi xả lũ, thuận tiện trong quá trình quan trắc cũng như quản lý vận hành.
- 3) Thiết bị đo lưu lượng thường sử dụng máng đo dạng đập tràn thành mỏng mặt cắt hình thang hoặc hình chữ “V”. Cũng có thể dùng thiết bị đo tự động và truyền số liệu về trung tâm quản lý công trình.
- 4) Hệ thống để bao thu nước thấm phải đảm bảo kết nối với tầng ít thấm nước dưới nền và hai vai đập để có thể thu hết được lượng nước thấm về máng đo.
- 5) Kết cấu hệ thống đo thường bao gồm: Đê bao thu nước, kênh dẫn vào máng đo, thước đo mực nước và máng đo lưu lượng (hoặc thiết bị đo tự động).

14. Qui trình quản lý vận hành và bảo trì

14.1 Quy trình quản lý vận hành và bảo trì công trình phải tuân thủ theo các quy định sau đây:

- 1) Các Nghị định của Chính phủ về quản lý an toàn đập và bảo trì công trình xây dựng;
- 2) Các chỉ dẫn của nhà sản xuất thiết bị;
- 3) Các quy chuẩn, tiêu chuẩn, quy trình, hướng dẫn.v.v... hiện hành phục vụ thiết kế công trình.
- 4) TCVN 8412 : 2010 “Công trình thủy lợi - Hướng dẫn lập quy trình vận hành và TCVN 8413 : 2010 “Công trình thủy lợi - Quy trình quản lý vận hành, khai thác và kiểm tra hồ chứa nước”

14.2 Quy trình vận hành đập CFRD phải được lập như là một bộ phận của quy trình vận hành chung của công trình hồ chứa, trên cơ sở tuân thủ các điều kiện khống chế về mặt an toàn cho đập. Quy trình cũng cần quy định lịch kiểm tra an toàn cho đập trong suốt thời gian vận hành đập, nhằm phát hiện sớm những hư hỏng xảy ra để có biện pháp xử lý kịp thời. Trong đó đặc biệt chú ý các vấn đề sau:

- 1) Lún và chuyển vị của mặt đập,
- 2) Chuyển vị và hư hỏng khớp nối,
- 3) Nứt nẻ của bản mặt,
- 4) Thấm qua nền và vai đập v.v...

14.2 Quy trình bảo trì đập phải chú trọng đến các vấn đề sau đây:

- 1) Khi phát hiện vết nứt ở bản mặt bê tông có chiều rộng trên 0,2mm hoặc dự đoán rằng đó là vết nứt xuyên cần phải kiểm tra và xử lý ngay. Các vết nứt có chiều rộng từ 0,2mm trở xuống và dự đoán không có khả năng nứt xuyên cần tiến hành theo dõi thường xuyên để cập nhật về sự phát triển của nó và lựa chọn thời điểm xử lý thích hợp.

- 2) Các khớp nối nếu phát hiện bong các thanh thép nẹp, rách tấm chắn nước... phải xử lý ngay trước các mùa mưa lũ.
 - 3) Cần lập kế hoạch định kỳ kiểm tra thoát không dưới bản mặt bê tông. Nếu phát hiện các khu vực bị thoát không phải xử lý ngay.
 - 4) Các thiết bị quan trắc nếu phát hiện không quan trắc được số liệu hoặc số liệu quan trắc có sự bất thường giữa các chu kỳ quan trắc cần phải kiểm tra sửa chữa hoặc thay thế ngay.
 - 5) Sau mỗi mùa mưa lũ cần tập hợp các số liệu quan trắc công trình để kiểm tra, đánh giá. Nếu phát hiện các bất thường phải xem xét, nghiên cứu để xử lý, nhất là đối với bê tông bản mặt và bản chân.
-