

- Thời kỳ thấm ổn định, ứng với mực nước hồ nằm trong phạm vi từ mực nước dâng bình thường (MNDBT), đến mực nước chết (MNC).
 - Hồ ở mực nước lớn nhất thiết kế (MNLTK) có xét đến điều kiện rút nước nhanh phát sinh do khai thác bình thường.
- b. Làm việc không bình thường: Một trong các trường hợp sau:
- Thời kỳ thi công.
 - Hồ ở mực nước lớn nhất kiểm tra (MNLKT) có thể hình thành thấm ổn định
 - Mực nước hồ giảm nhanh từ MNLKT hoặc từ MNDBT xuống đến đến mực nước đảm bảo an toàn cho đầu mối khi hồ có nguy cơ sự cố vỡ đập nhưng không được thấp hơn MNC.
 - Các thiết bị tiêu nước làm việc không theo thiết kế (hư hỏng một phần) khi ở MNDBT.
 - Có động đất khi ở MNDBT.
3. Tên và ký hiệu một số bộ phận chính của đập đất
- Đỉnh đập (ĐĐ).
 - Mái đập:
Được thể hiện hệ số mái m hoặc tỷ số giữa chiều đứng và chiều ngang của mái, ví dụ: $m = 1 : 2, 1 : 2,5, 1 : 3,0$.
Mái thượng lưu ký hiệu là m_t , mái hạ lưu ký hiệu là m_h .
 - Tường chắn sóng (TCS).
 - Lõi chống thấm (LCT).
 - Tường nghiêng chống thấm (TNCT).
 - Khối gia tải (KGT).
 - Chân khay (CK).
4. Các hiện tượng hư hỏng và sự cố thường gặp
- Sạt, trượt mái đập (thượng hạ lưu) và nền đập.
 - Lún, sập cục bộ ở mặt đập.
 - Thấm mạnh hoặc trôi đất ở nền đập, ở một phần nền tiếp giáp với hạ lưu Đập.
 - Thấm hoặc sủi nước ở mái đập.
 - Thấm hoặc sủi nước ở vai đập.
 - Thấm hoặc sủi nước ở phần tiếp giáp giữa Đập và mang công trình (Cống, Tràn xả lũ).

- Lún hoặc chênh lệch lún quá mức cho phép.
 - Có hiện tượng chuyển vị về phía hạ lưu.
 - Nứt thân đập: bao gồm nứt ngang và nứt dọc.
 - Vỡ đập: Đập bị phá hoại không có khả năng giữ nước được nữa.
5. Dung trọng khô của đất (khối lượng thể tích khô của đất)

2. NHỮNG YÊU CẦU KỸ THUẬT TRONG THIẾT KẾ ĐẬP ĐẤT ĐẦM NÉN

2.1 Yêu cầu chung

- 2.1.1 Đập đất phải đáp ứng yêu cầu ổn định trong mọi điều kiện làm việc, trong thời gian thi công đến khai thác sử dụng.
- 2.1.2 Đập đất phải được đảm bảo điều kiện ổn định thấm trong nền đập, thân đập, hai vai đập vùng bờ tiếp giáp và mang các công trình đặt trong đập để không gây ra thấm vượt quá lưu lượng và vận tốc cho phép, gây xói ngầm, bóc cuốn trôi vật liệu uy hiếp tính bền vững và tuổi thọ công trình.
- 2.1.3 Đập đất phải có đủ chiều cao an toàn, chiều cao phòng lún kể cả nền và thân đập.
- 2.1.4 Khi đập đất làm nhiệm vụ dâng và giữ nước của hồ chứa thì công trình xả lũ phải có đủ năng lực, kể cả công trình dự phòng (nếu có) để khi xuất hiện lũ kiểm tra không xảy ra tình trạng nước tràn qua đỉnh đập.

2.2 Yêu cầu về điều kiện địa chất công trình

- 2.2.1 Chất lượng nền đập có ảnh hưởng quyết định đến việc lựa chọn vị trí tuyến đập, loại hình kết cấu đập, phải đảm bảo các yêu cầu sau đây:

1. Đối với nền đá

- Cần làm rõ tình hình nứt nẻ và chất lấp nhét là hạt nhỏ dễ bị rửa trôi, mức độ phong hóa, độ bền chịu nén, chống cắt, độ bền thấm, tính chất hoà tan khoáng vật của nham thạch, các lớp xen kẹp mềm yếu có thể bị phá huỷ do thấm hoặc bão hoà nước, các phá huỷ đứt gãy kiến tạo trong vùng nền đập; hiện tượng Caçxtơ nếu là nền đá vôi, độ dốc mái các vai bờ đập,... để có biện pháp xử lý thích hợp được qui định và chỉ dẫn ở điều 5.
- Khi vai bờ là mái đá cao, để đảm bảo ổn định lâu dài và an toàn trong khi thi công cần phải xử lý để có độ dốc thoải hơn.

2. Đối với nền không phải là đá

- Cần làm rõ nguồn gốc thành tạo, chiều dày, độ nghiêng, thành phần cấp phối hạt, tính thấm nước, độ ép lún, khả năng chịu tải, khả năng sụt lở tiềm ẩn khi bão hoà, khả năng bị xói ngầm, độ bền chống cắt của các địa

- Bộ phận lọc tiêu thoát nước: Phải đảm bảo lọc tiêu thoát nước thấm qua thân và nền đập, hạ thấp được đường bão hoà không cho thoát ra trên mái đập.

2.3 Bố trí chung đập đất đầm nén và các hạng mục công trình liên quan

2.3.1 Bố trí Đập đất trong cụm công trình đầu mối cần đạt được các yêu cầu sau đây:

1. Đảm bảo đầy đủ các yêu cầu, nhiệm vụ của dự án và tận dụng tối đa các lợi thế tự nhiên và xã hội khu vực xây dựng công trình.
2. Loại trừ dòng chảy có vận tốc lớn chảy dọc theo mái thượng lưu hoặc dòng nước xói vào chân mái hạ lưu đập.
3. Khả năng tận dụng đê quai vào trong thân đập.
4. Khả năng phân đoạn, phân đợt để dẫn dòng thi công một phần hay toàn bộ lưu lượng của sông khi đang xây dựng được thuận lợi.

2.3.2 Công trình tháo nước (công trình xả ở đáy, xả lưu lượng lũ thi công hoặc lũ khai thác) và công trình lấy nước (tưới, công nghiệp) nên bố trí tách rời đập. Trường hợp phải bố trí trong thân đập thì nên đặt các công trình đó trực tiếp trên nền thiên nhiên ổn định, đồng thời phải thực hiện các biện pháp kết cấu đặc biệt để phòng chống thấm dọc theo mặt tiếp xúc giữa đất đắp của đập với các công trình này và đảm bảo không xói chân đập khi xả lũ, theo các điều quy định ở điều 6.

2.3.3 Khi bố trí công trình lấy nước có áp trong thân đập nên áp dụng các kết cấu sau đây:

1. Ống thép tròn bọc bê tông đối với đập thấp, lưu lượng lấy nước nhỏ.
2. Ống bê tông cốt thép hoặc ống thép đặt trong hành lang kiểm tra đối với đập vừa và cao, lưu lượng lấy nước lớn.

2.3.4 Khi điều kiện tự nhiên thuận lợi, nên bố trí đường hầm tháo nước hoặc cống xả đáy để sử dụng cả trong dẫn dòng thi công và tháo lũ, xả cạn hồ khi cần thiết trong khai thác, nhưng phải có biện pháp kỹ thuật đảm bảo an toàn cho đập và các hạng mục công trình liên kế (nếu có).

2.3.5 Tuyến đập đất cần căn cứ điều kiện địa hình và khả năng tạo hồ, địa chất công trình vùng tuyến, loại hình đập dự kiến, biện pháp xử lý nền, bố trí các hạng mục công trình trong cụm công trình đầu mối, qua so sánh kinh tế kỹ thuật để quyết định.

2.3.6 Khi chọn loại hình đập cần xem xét đầy đủ các yếu tố sau đây, thông qua so sánh kinh tế kỹ thuật để quyết định:

1. Điều kiện địa hình, địa chất: Chủ yếu xem xét địa hình vùng tuyến, đặc trưng các nham thạch nền và tầng phủ, cấp độ đất.

3.1 Công tác điều tra, khảo sát vật liệu đắp đập

3.1.1 Điều tra khảo sát vật liệu đắp đập nhằm xác định vị trí, chất lượng, trữ lượng các mỏ vật liệu đất đá thiên nhiên bao gồm cả vật liệu đào thải từ các hố móng công trình để thiết kế loại hình đập, kết cấu mặt cắt phù hợp, thi công thuận lợi và an toàn bền vững.

Công tác khảo sát và thí nghiệm đất đá cần tuân thủ các Tiêu chuẩn kỹ thuật hiện hành liên quan.

3.1.2 Các mỏ vật liệu đất cần khảo sát chủ yếu trong lòng hồ, và hạn chế lấy đất ở hạ lưu; không được lấy các lớp đất có tác dụng chống thấm phủ trên nền cát cuội sỏi và hang động ở vùng hồ tích nước.

Không nên lấy ở các đồi núi có tác dụng chắn sóng bảo vệ bờ hồ ở thượng lưu đập.

Không được khai thác các mỏ đất nằm gần đập, ở dưới cao trình đỉnh đập trong phạm vi 10 Hmax tính từ chân đập về phía thượng hạ lưu và hai vai, trong đó Hmax là chiều cao lớn nhất của đập.

3.1.3 Khối lượng khảo sát vật liệu theo các cấp A, B, C và hệ số dự trữ vật liệu tùy theo giai đoạn thiết kế, được qui định cụ thể trong Tiêu chuẩn 14 TCN 115-2000 “Thành phần nội dung và khối lượng công tác khảo sát địa chất các giai đoạn lập dự án và thiết kế công trình thủy lợi”.

Trong quá trình khảo sát cần lấy đủ các loại mẫu đất có tính đại biểu ở các mỏ và tại vị trí các hố móng công trình để thí nghiệm các tính chất cơ lý lực học, hoá học của đất đá. Đối với đất đặc biệt cần phải làm các thí nghiệm bổ sung nhằm xác định tính trương nở, co ngót, lún ướt, áp lực kẽ rỗng... Đối với đất có chứa vật liệu thô sỏi, dăm sạn ..., cần thí nghiệm trên mẫu lớn thích hợp.

3.2 Chọn các loại vật liệu dùng đắp đập

3.2.1 Về nguyên tắc, các vật liệu đất đá tại chỗ bao gồm cả sản phẩm phong hoá hoàn toàn, phong hoá vừa đều có thể dùng để đắp đập. Tuy nhiên, vật liệu đắp phải đảm bảo yêu cầu về tính bền vững, tính chịu lực và tính chống thấm phù hợp với điều kiện làm việc của các bộ phận trong thân Đập.

Các loại đất sau đây không được dùng để đắp đập trừ trường hợp rất đặc biệt khi có luận chứng tin cậy và biện pháp xử lý thích hợp:

- Đất có hàm lượng tạp chất hoà tan của các muối clorua lớn hơn 5%, của các muối sunphat hoặc muối sunphat clorua lớn hơn 10% tính theo trọng lượng.
- Đất có hàm lượng chất hữu cơ chưa phân huỷ hết lớn hơn 5% hoặc có chất hữu cơ đã phân huỷ hoàn toàn ở trạng thái không định hình lớn hơn 8% tính theo trọng lượng.

- 3.3.1** Để thiết kế đập được an toàn và kinh tế cần tiến hành khảo sát và thí nghiệm địa kỹ thuật, địa chất thủy văn cho nền đập và vật liệu đắp đập nhằm xác định các đặc trưng liên quan đến quy trình thiết kế đập.
- 3.3.2** Các đặc trưng cơ lý của nền đập được thực hiện theo nội dung yêu cầu của Tiêu chuẩn TCVN 4253-86 “Nền các công trình thủy công - Tiêu chuẩn thiết kế”.
- 3.3.3** Các đặc trưng cơ lý của đất đắp đập bằng đất dính, đất hạt rời cần xác định bao gồm:
1. Thành phần hạt.
 2. Độ ẩm tự nhiên của đất ở mỏ ứng với các mùa điển hình trong năm W_0 .
 3. Độ ẩm đất đắp W_d .
 4. Dung trọng khô của đất đắp γ ; với đất hạt rời cần xác định thêm các hệ số rỗng: e_{\max} tương ứng với trạng thái xốp nhất và e_{\min} ứng với trạng thái chặt nhất.
 5. Khối lượng thể tích khô của đất đắp γ_d (dung trọng khô).
 6. Khối lượng riêng của đất đắp γ_s (\approx tỷ trọng).
 7. Độ ẩm tối ưu của đất đắp $W_{d,opt}$ và khối lượng thể tích khô tối ưu của đất đắp $\gamma_{d,opt}$. Với đất có sét thí nghiệm xác định các đại lượng này có xét đến công năng của thiết bị đầm sẽ sử dụng.
 8. Giới hạn chảy W_L và giới hạn dẻo W_p của đất có sét. Khi cần thiết còn phải xác định độ ẩm phân tử lớn nhất W_m cũng như thành phần khoáng vật của hạt sét.
 9. Các đặc trưng độ bền bao gồm ma sát trong φ , lực dính đơn vị C cũng như độ bền chịu kéo một trục σ_t (cho trường hợp cần kiểm tra độ bền nứt của bộ phận chống thấm của đập bằng đất có sét) được xác định từ kết quả thí nghiệm cắt trực tiếp cho các đập từ cấp III trở xuống (trừ đất nền hoặc đất đắp có tính chất đặc biệt) và bằng các thí nghiệm cắt tương ứng khác được nêu trong bảng dưới đây cho các đập từ cấp II trở lên.
- Với các khối đập sử dụng vật liệu hạt thô có d nhỏ hơn 4,76mm: đất đầm san, đất vụn hạt lớn, vật liệu đất đá khai thác từ hố móng, vật liệu đá cần phải tiến hành các thí nghiệm trên các mẫu lớn và thí nghiệm hiện trường để xác định các chỉ tiêu nói trên (theo bảng 3-1).

Tùy thuộc vị trí khối đắp trong thân đập mà xác định các đặc trưng bên theo các trạng thái ẩm sau:

- Với khối đất đắp luôn nằm trên đường bão hoà cần phải xác định các chỉ tiêu cơ lý ứng với độ ẩm lớn nhất có thể phát sinh trong khối này.
- Với khối đắp luôn nằm dưới đường bão hoà cần phải xác định chỉ tiêu cơ lý đối với trạng thái đất đắp bị bão hoà hoàn toàn.
- Với khối đắp có khi nằm trên, có khi lại nằm dưới đường bão hoà thì phải xác định chỉ tiêu cơ lý ứng với cả hai trạng thái ẩm nêu trên.

Trạng thái ẩm của các khối đắp căn cứ vào chế độ làm việc thực tế sẽ xảy ra trong quá trình xây đập và khai thác lâu dài để quyết định.

10. Tính biến dạng của đất đắp: Hệ số nén lún a , môđun biến dạng E và hệ số nở hông (ngang) v .

11. Hệ số thấm k_v .

Với đập đồng chất đắp bằng đất có sét với hàm lượng trên 25% cần thí nghiệm hệ số theo phương đứng k_v (vuông góc với lớp đắp) và theo phương ngang k_h (song song với lớp đắp).

12. Chỉ số độ bền thấm của đất đắp bao gồm gradient cột nước tới hạn trời đất $I_{cr.u}$, gradient cột nước tới hạn xói ngầm $I_{cr.p}$, gradient cột nước tới hạn xói tiếp xúc $I_{cr.c}$ và vận tốc thấm tới hạn $V_{cr.s}$.

13. Chỉ tiêu lún sụt của đất lún ướt.

14. Các đặc trưng trương nở co ngót của đất có sét.

3.3.4 Ngoài các đặc trưng nêu trên (độ bền, tính biến dạng, tính thấm) với các đập cấp I, II cần xét đến diễn biến của trạng thái ứng suất trong thân đập trình tự lún đập và khai thác sau này.

3.3.5 Để thiết kế đập cấp I, II ngoài các đặc trưng đất đá đắp đã nêu ở điều 3.3.3 và 3.3.4 cần phải xác định thêm các đặc trưng sau đây:

1. Khi sử dụng vật liệu thô: dăm sạn, đất vụn hòn lớn, đá để đắp đập cần phải xác định độ bền chịu nén tính toán của khối đắp và hệ số biến mềm của nham thạch gốc.
2. Hệ số thấm theo phương đứng và phương ngang của đất đắp có tính sét với hàm lượng trên 15%.

3.3.6 Giá trị tính toán và giá trị tiêu chuẩn, các đặc trưng của đất đắp cần được xác định bằng phương pháp xử lý thống kê các kết quả nghiên cứu trong phòng và hiện trường theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4253-86 “Nền các công trình thủy công - Tiêu chuẩn thiết kế”.

3.4 Lựa chọn các chỉ tiêu thiết kế đầm nén đất đắp đập

3.4.1 Chỉ tiêu đầm nén thiết kế phải được xác định căn cứ theo kết quả nghiên cứu tổng hợp các yếu tố sau đây:

1. Loại hình đập và vị trí các bộ phận khác nhau trong thân đập.
2. Đặc trưng đầm chặt của vật liệu và thiết bị đầm nén được sử dụng.
3. Quan hệ giữa dung trọng khô và độ ẩm với các tính chất lực học của đất đắp, và các yêu cầu của thiết kế đối với các tính chất lực học của vật liệu.
4. Dung trọng khô thiên nhiên, độ ẩm thiên nhiên của vật liệu đất, và khả năng xử lý làm khô hoặc tăng ẩm tại hiện trường.
5. Ảnh hưởng của điều kiện khí hậu đối với thi công.
6. Cấp đập đất thiết kế và tác dụng của các tải trọng khác.
7. Cường độ và tính ép lún của đất nền đập.
8. Ảnh hưởng của tiêu chuẩn đầm nén đối với giá thành và mức độ khó dễ cho thi công.

3.4.2 Tiêu chuẩn đầm nén của đất dính có $d \leq 4,76\text{mm}$ thể hiện ở 3 chỉ tiêu chủ yếu là độ chặt, dung trọng khô thiết kế và độ ẩm thích hợp như sau:

1. Độ chặt (còn gọi là hệ số đầm nén) là tỉ số của dung trọng khô thiết kế yêu cầu đất đắp ở thân đập (γ_{KTK}) với dung trọng khô lớn nhất đạt được bằng đầm thí nghiệm proctor trong phòng (γ_{Kmax}).

$$K = \frac{\gamma_{KTK}}{\gamma_{K.max}}$$

- a. Đối với đập cấp 3 trở lên, và đập xây dựng ở vùng có động đất cấp 7 trở lên, cần chọn $K \geq 0,97$. Đất có nhiều dăm sạn K được chọn với giá trị thấp hơn.
- b. Đập dưới cấp 3 cần lấy $K \geq 0,95$.
- c. Khi quyết định lựa chọn độ chặt K cần xét đến các nội dung sau đây:
 - Nghiên cứu các đặc tính của vật liệu đất và vị trí của nó trong thân đập
 - Tải trọng ngoài
 - Trạng thái ứng suất - biến dạng
 - Phương pháp đắp và đầm chặt vật liệu, cường độ đắp
 - Điều kiện thời tiết
2. Dung trọng khô thiết kế là dung trọng yêu cầu phải đầm nén đạt được đồng đều trong đất đắp ở thân đập, được xác định theo sau khi đã lựa chọn độ chặt theo khoản 1:

$$\gamma_{KTK} = K \cdot \gamma_{Kmax} \text{ (tấn/m}^3\text{)}$$

Trong đó:

- K là độ chặt được quy định theo khoản 1.
 - γ_{Kmax} là dung trọng khô lớn nhất đạt được bằng đầm thí nghiệm proctor trong phòng ứng với độ ẩm tối ưu.
3. Độ ẩm đất đắp (W_d) là một chỉ tiêu rất quan trọng để đắp đất đạt dung trọng khô thiết kế, được xác định cho mỗi loại đất trên cơ sở độ ẩm tốt nhất (W_{opt}) tương ứng với dung trọng khô lớn nhất đạt được bằng đầm thí nghiệm Proctor và giá thành khối đắp. Trên đường cong đầm nén $\gamma_d \sim W$, độ ẩm nằm trong biên độ từ W_{min} , ở nhánh khô (bên trái) đến W_{max} ở nhánh ướt (bên phải) có đỉnh ứng với W_{opt} và γ_{Kmax} .

Việc lựa chọn độ ẩm thích hợp còn tùy thuộc tính chất của đất, mùa thi công, và các vùng có điều kiện tự nhiên khác nhau, có thể sơ bộ xác định như sau:

- a. Độ ẩm thích hợp nằm trong khoảng $W_d \pm (2\sim 3\%)$ so với trị số độ ẩm tốt nhất.
- b. Đối với các đất bình thường không có tính chất gì đặc biệt, khi thi công vào mùa khô, chọn độ ẩm thích hợp ở nhánh trái, còn vào mùa mưa, chọn ở nhánh phải.

Khi biện pháp hạ hoặc tăng độ ẩm có khó khăn, không kinh tế, hoặc làm chậm tiến độ thi công có thể phải đắp đất có độ ẩm cao hoặc thấp hơn 3% so với độ ẩm tốt nhất trên cơ sở luận chứng tin cậy vẫn đảm bảo được độ ổn định, độ bền, biến dạng nằm trong giới hạn cho phép.

- c. Ở các vùng, thường xuyên có độ ẩm không khí cao, số giờ nắng ít, độ ẩm thiên nhiên của đất khá cao, nên chọn bên nhánh phải.

Ở các vùng có số giờ nắng nhiều, độ ẩm không khí thấp, độ ẩm thiên nhiên của đất thấp, nên chọn ở nhánh trái.

Riêng đối với một số loại đất ở duyên hải Nam Trung bộ, có một số đặc trưng bất lợi như, lún ướt, tan rã hoặc chứa nhiều dăm sạn,... thì nên chọn độ ẩm thích hợp ở nhánh phải.

- d. Về nguyên tắc, trong mọi trường hợp, khi thi công cần có các biện pháp đảm bảo đất đắp có độ ẩm thích hợp, để đạt độ chặt theo thiết kế qui định, và phải tuân thủ các qui định có liên quan trong Tiêu chuẩn ngành về thi công đắp đất bằng phương pháp đầm nén (14 TCN 20 - 2004).
4. Khi thiết kế trong đồ án cần ghi 2 chỉ tiêu là độ chặt và dung trọng khô γ_{KTK} (còn gọi là γ_{CTK} - là chỉ tiêu để kiểm tra được tại hiện trường thi công). Chỉ tiêu γ_{KTK} cần quy định cụ thể cho các loại vật liệu trong các bộ phận của thân đập.

Riêng đất đắp ở bộ phận chống thấm (tường nghiêng hoặc tường lõi) cần ghi thêm chỉ tiêu hệ số thấm K.

3.4.3 Khi trong đất dính lượng dăm sạn có $d > 4,76\text{mm}$ nhưng không quá 30% trọng lượng cần xác định dung trọng khô lớn nhất thông qua thí nghiệm đầm Proctor cải tiến.

3.4.4 Xác định dung trọng khô thiết kế của vật liệu rời gồm cát sỏi, dăm sạn, đất vụn hòn lớn, đất đá khai thác từ hố móng, vật liệu đá cần tiến hành thí nghiệm ở hiện trường. Dung trọng khô thiết kế được quyết định sau khi xem xét; cần nhắc các nội dung nêu ở điều 3.4.2.

Độ rỗng và độ chặt tương đối của các vật liệu rời trong khối đắp sơ bộ nằm trong giới hạn sau:

- Khối đắp làm lọc, tầng đệm $n = 15-20\%$
- Khối đắp trong vùng chuyển tiếp $n = 18-22\%$
- Khối đắp bằng đá $n = 20-25\%$
- Khối đắp bằng cuội sỏi $D = 0,75-0,85\%$

3.4.5 Trong việc lựa chọn chỉ tiêu thiết kế của đất đắp đập khi lập đồ án thiết kế và khi tổ chức thi công cần tuân thủ các nguyên tắc sau đây:

1. Khi sử dụng nhiều loại đất để đắp, nhất thiết không được chọn chỉ tiêu trung bình áp dụng chung cho các loại đất đắp mà phải chọn chỉ tiêu tương ứng cho từng loại đất.

Trường hợp thiết kế có qui định trộn một số loại đất có sẵn để đắp đập thì phải có qui trình trộn đất và các chỉ tiêu thiết kế tương ứng của vật liệu đất trộn đó.

2. Khi khối đắp trong đập của một loại vật liệu là rất dính có khối lượng trên 200.000 m^3 , cần tổ chức thí nghiệm đầm nén hiện trường trước khi thi công để xác định công nghệ đắp thích hợp đảm bảo chất lượng đắp đập theo yêu cầu thiết kế, bao gồm:

- Độ ẩm thích hợp và các biện pháp xử lý độ ẩm.
- Chiều dày thích hợp của lớp đất rải để đầm.
- Thiết bị đầm nén.
- Số lần đầm tối thiểu và tốc độ đầm phù hợp để đạt chỉ tiêu đầm nén thiết kế.

Khi kết quả đầm nén hiện trường có khác biệt so với các chỉ tiêu thiết kế thì phải tiến hành các thí nghiệm bổ sung và nếu cần phải hiệu chỉnh đồ án thiết kế.

Đất đắp có chứa trên 10% hàm lượng dăm sạn, đất vụn hòn lớn, đất đá hố móng, đá đất trộn thêm sạn sỏi có khối lượng trên $100\ 000\text{m}^3$ nhất thiết phải

tổ chức thí nghiệm đầm nén hiện trường để xác định các thành phần pha trộn, công nghệ đắp và các chỉ tiêu lực học tương ứng. Khi thi công phải có quy trình tuyển chọn, trộn đất (nếu cần) trước khi đưa vật liệu lên đắp đập.

3.4.6 Vật liệu làm tầng lọc ngược phải phù hợp các điều kiện sau đây:

1. $\frac{15\% \text{ cỡ đường kính hạt của vật liệu lọc}}{15\% \text{ cỡ đường kính hạt của vật liệu được bảo vệ}} > 5$
2. $\frac{15\% \text{ cỡ đường kính hạt của vật liệu lọc}}{85\% \text{ cỡ đường kính hạt của vật liệu được bảo vệ}} < 5$
3. Đường cong của cỡ hạt vật liệu lọc là một đường gần song song với đường cong của cỡ hạt vật liệu được bảo vệ.

Thiết kế tầng lọc ngược phải tuân thủ tiêu chuẩn có liên quan hiện hành.

4. THIẾT KẾ MẶT CẮT NGANG CỦA ĐẬP ĐẤT

4.1 Cao trình đỉnh đập

4.1.1 Cao trình đỉnh đập là cao trình lớn nhất xác định trên cơ sở tính toán độ vượt cao của đỉnh đập trên các mực nước tính toán của hồ chứa, (mực nước dâng bình thường, mực nước lớn nhất khi có lũ thiết kế và lũ kiểm tra) đảm bảo nước không tràn qua đỉnh đập quy định theo cấp của công trình.

4.1.2 Độ vượt cao của đỉnh đập xác định theo công thức:

$$h_d = \Delta h + h_{st} + a$$

Trong đó:

- Δh : chiều cao nước dâng do gió, m.
- h_{st} : chiều cao sóng leo lên mái, m.
- a : chiều cao an toàn, m: xác định theo điều 4.1.3.

Tần suất gió tính toán sóng leo xác định theo điều 4.1.3.

Độ vượt cao của đập quy định khác nhau cho 3 trường hợp :

- Mực nước dâng bình thường.
- Mực nước lũ thiết kế.
- Mực nước lũ kiểm tra.

4.1.3 Chiều cao an toàn và tần suất gió tính toán:

1. Chiều cao an toàn của đập căn cứ cấp của đập và điều kiện làm việc, chọn theo quy định ở bảng 4-1.

Chiều cao an toàn a của đập

Bảng 4-1

Điều kiện làm việc của hồ chứa	Chiều cao an toàn a theo cấp của Đập (m)				
	I	II	III	IV	V
Ở mực nước dâng bình thường	1,5	1,2	0,7	0,5	0,5
Ở mực nước lũ thiết kế	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
Ở mực nước lũ kiểm tra	0,5	0,3	0,2	0,2	0,0

2. Tần suất gió tính toán theo cấp của Đập và chọn theo qui định ở bảng 4-2.

Tần suất gió thiết kế

Bảng 4-2

Điều kiện làm việc của hồ chứa	Tần suất gió thiết kế theo cấp của Đập (%)		
	I-II	III - IV	V
Ở mực nước dâng bình thường	2	4	10
Ở mực nước lũ thiết kế	25	50	50

Ghi chú:

- + Trường hợp mực nước lũ kiểm tra không xét đến sóng leo do gió gây ra.
- + Phương pháp tính toán các yếu tố sóng, chiều cao sóng leo áp dụng theo các tiêu chuẩn ngành hiện hành.

4.1.4 Cao trình đỉnh đập.

1. Cao trình đỉnh đập là tổng của cao trình mực nước tính toán của hồ chứa và độ vượt cao của đỉnh đập tương ứng xác định theo các điều 4.1.2, và 4.1.3, chọn giá trị lớn nhất.
2. Nếu trên đỉnh đập dự kiến xây dựng tường chắn sóng loại thẳng đứng, được liên kết với bộ phận chống thấm của thân đập thì độ vượt cao của đỉnh đập được tính từ cao trình mực nước tính toán đến đỉnh tường chắn sóng. Trường hợp này cao trình đỉnh đập đắp phải cao hơn mực nước gia cường kiểm tra tối thiểu 0,30m.

3. Việc xây tường chắn sóng thẳng hoặc cong để hạ thấp đỉnh đập, giảm khối lượng đắp đập, phải thực hiện thông qua tính toán so sánh kinh tế - kỹ thuật.

4.1.5 Độ vượt cao đỉnh đập khi có động đất.

Khi xây dựng đập đất đầm nén ở vùng động đất cấp 7 trở lên, độ vượt cao của đỉnh đập cần tính toán đến chiều cao của sóng trọng lực phát sinh trong hồ chứa và độ lún đỉnh đập do động đất, theo các qui định riêng về công trình thủy công ở vùng có động đất.

4.2 Chiều rộng và cấu tạo đỉnh đập

4.2.1 Chiều rộng đỉnh đập cần xác định phụ thuộc vào điều kiện thi công và khai thác, có xét đến cấp công trình, nhưng không nên nhỏ dưới 5,0m.

1. Khi không có yêu cầu khác, chiều rộng đỉnh đập nên từ 5÷10m đối với đập cấp III trở xuống, 10m trở lên đối với đập cấp I, II.
2. Khi có yêu cầu kết hợp đường giao thông công cộng thì phải thiết kế theo tiêu chuẩn đường giao thông. Nếu tiêu chuẩn đường giao thông nhỏ hơn thì phải theo quy định của tiêu chuẩn này.

4.2.2 Chiều rộng đỉnh đập ở vị trí nối tiếp với công trình khác cần xác định phù hợp với kết cấu nối tiếp và thường nên tạo ra một mặt bằng rộng hơn.

Phân đỉnh ở hai đầu vai đập cần được làm loe ra để có chiều rộng đỉnh đập tại đây rộng hơn, đồng thời tạo mái thoải hơn, có lợi cho ổn định cũng như chống thấm ở vai đập giúp cho việc đi lại của xe máy thuận lợi hơn, và tăng tính thẩm mỹ của công trình. Việc bố trí mở rộng đỉnh hai đầu đập tạo thành mái loe phụ thuộc chủ yếu điều kiện địa hình khu vực vai đập.

4.2.3 Kết cấu và bố trí mặt đỉnh đập cần đảm bảo bền vững, an toàn, thuận lợi trong khai thác và thẩm mỹ.

Mặt đỉnh đập cần phải dốc nghiêng về một phía hoặc hai phía với độ dốc 2÷3%, đồng thời làm tốt hệ thống thoát nước xuống mái đập, không được để nước mưa đọng trên mặt đỉnh đập.

4.2.4 Lớp bảo vệ đỉnh đập cần căn cứ, yêu cầu quản lý và các mục đích sử dụng, khả năng đầu tư để chọn một trong các loại vật liệu bảo vệ sau đây:

1. Đất cấp phối cát cuội sỏi đầm chặt.
2. Dăm sỏi xâm nhập nhựa đường.
3. Bê tông nhựa đường.

Khi có kế hoạch nâng cao đập trong tương lai gần thì chưa nên làm lớp bảo vệ bằng bê tông.

4.2.5 Khi đỉnh đập có kết hợp đường giao thông cần bố trí cọc tiêu, thanh chắn, hoặc gờ lè đường để đảm bảo an toàn. Nếu không kết hợp giao thông cũng cần có các cọc tiêu chỉ dẫn cho xe công vụ đi lại.

Ở các công trình đầu mối có nguồn điện thì trên mặt đỉnh đập có thể bố trí hệ thống đèn cao áp chiếu sáng vừa phục vụ quản lý khai thác vừa nâng cao thẩm mỹ công trình.

4.3 Mái và bảo vệ mái đập

4.3.1 Mái đập phải đảm bảo ổn định theo tiêu chuẩn quy định trong mọi điều kiện làm việc của đập. Độ dốc mái đập được xác định căn cứ vào: loại hình đập, chiều cao đập, tính chất vật liệu của thân đập và nền đập, các lực tác động lên mái (như trọng lượng bản thân, áp lực nước, lực thấm, lực mao dẫn, lực động đất, lực thủy động, tải trọng ngoài trên đỉnh và mái đập v.v...), điều kiện thi công và khai thác công trình.

Khi sơ bộ xác định độ dốc mái được phép sử dụng tài liệu của các đập tương tự đã xây dựng trong khu vực hoặc dùng phương pháp gần đúng, sau đó kiểm tra bằng tính toán theo các quy định ở điều 4.7.

Khi ở phía thượng lưu đập có tường nghiêng đắp bằng vật liệu có các chỉ tiêu chống trượt (ϕ , c) thấp hơn các chỉ tiêu tương ứng của đất đắp thân đập thì độ dốc mái thượng lưu cần xác định trên cơ sở đánh giá khả năng trượt mái nói chung và khả năng trượt của tường nghiêng theo mặt tiếp xúc với thân đập cũng như trượt của lớp bảo vệ trên mặt tường nghiêng.

4.3.2 Trên mái đập, nên bố trí các cơ đập do yêu cầu thi công, kiểm tra sửa chữa trong quá trình quản lý khai thác, do sử dụng đê quai thi công ở thượng lưu và đóng đá tiêu nước ở hạ lưu vào thân đập. Số lượng cơ phụ thuộc vào chiều cao đập, điều kiện thi công, kiểu gia cố mái và khả năng ổn định toàn đập.

4.3.3 Ở mái thượng lưu, việc bố trí cơ đập phụ thuộc vào điều kiện thi công và hình thức bảo vệ mái, nên bố trí cơ đập ở giới hạn dưới của lớp gia cố chính để tạo thành gối đỡ cần thiết, hoặc lợi dụng đỉnh đê quai mái thượng lưu nằm trong đập để làm cơ. Số cơ ở mái thượng lưu thường ít hơn số cơ ở mái hạ lưu.

Ở mái hạ lưu, nên bố trí cơ để sử dụng vào việc tập trung và dẫn nước mưa, làm đường công tác, và để tăng độ ổn định mái đập khi cần thiết. Trường hợp có kết hợp đường giao thông trên cơ đập hạ lưu thì cơ phải thiết kế theo tiêu chuẩn đường. Khoảng 10 đến 15m theo chiều cao đập nên bố trí một cơ. Chiều rộng của cơ không được nhỏ dưới 3m.

Trên mái hạ lưu không nên kết hợp làm kênh dẫn nước và các công trình khác (trừ đường giao thông khi có yêu cầu kết hợp).

Trường hợp cần bố trí kênh dẫn trên mái đập thì phải có luận chứng kinh tế - kỹ thuật, các biện pháp chống thấm, chống rò nước từ kênh ra phải đảm bảo có độ tin cậy cao.

4.3.4 Mái đập phải được gia cố bảo vệ để chống lại tác động phá hoại của sóng, mưa và các yếu tố phá hoại khác.

Hình thức kết cấu bảo vệ mái đập được chọn một trong các hình thức qui định ở điều 4.3.5 và 4.3.10, trên cơ sở so sánh kinh tế kỹ thuật, đảm bảo các yêu cầu:

1. Kiên cố ổn định, chống đỡ mọi loại phá hoại đối với mái đập, tiêu thoát nước mặt tốt.
2. Tận dụng vật liệu tại chỗ và sử dụng cả vật liệu công nghệ mới, giá thành hợp lý.
3. Thi công đơn giản, quản lý duy tu thuận lợi.
4. Tính thẩm mỹ cao, nhất là ở mái hạ lưu và phần lộ thường xuyên bên trên mực nước ở mái thượng lưu.

4.3.5 Mái đập thượng lưu thường áp dụng các hình thức bảo vệ sau đây:

1. Đá đổ.
2. Đá lát khan.
3. Đá xây vữa từng ô nhỏ có khe co giãn và lỗ thoát nước.
4. Tấm bê tông hoặc bê tông cốt thép đổ tại chỗ hoặc tấm đúc sẵn có khe co giãn và lỗ thoát nước.
5. Bê tông nhựa đường từng ô có khe co giãn và lỗ thoát nước.
6. Thực vật áp dụng cho đập thấp, hồ có sóng nhỏ. Cần có biện pháp phòng chống mối.

Kích thước lớp bảo vệ xác định theo các qui định và hướng dẫn tính toán hiện hành.

4.3.6 Lớp gia cố mái đập thượng lưu cần phải phân thành đoạn gia cố chính ở vùng chịu tác dụng của sóng lớn nhất thường xảy ra trong thời kỳ khai thác, và đoạn gia cố phụ bố trí ở các vùng còn lại, dọc theo chân mái của phần gia cố chính cần có chân tựa bằng đá xây hoặc bê tông.

Phạm vi bảo vệ mái thượng lưu bắt đầu từ đỉnh đập xuống dưới mực nước khai thác thấp nhất (thường là mực nước chết) 2,5m đối với đập cấp 3 trở lên, và dưới 1,5m đối với đập cấp 4.

4.3.7 Khi lựa chọn hình thức gia cố mái đập thượng lưu, cần xét các yếu tố sau đây:

1. Chiều cao sóng leo do gió và tàu thuyền tác dụng lên mái.

2. Đặc tính của vật liệu thân đập và mức độ xâm thực của nước hồ.
3. Trữ lượng các loại vật liệu gia cố có ở khu vực xây dựng và điều kiện sản xuất chúng.
4. Cấp và tính chất đa mục tiêu của công trình.

4.3.8 Hình thức gia cố bằng đá đổ có thể áp dụng trong tất cả các trường hợp khi tại khu vực xây dựng có đầy đủ khối lượng đá sử dụng được, và thuận lợi cho việc thi công bằng cơ giới.

Hình thức tẩm gia cố bằng đá lát khan hoặc đá xây vữa áp dụng khi không có điều kiện thi công bằng cơ giới.

Hình thức tẩm bê tông cốt thép và bê tông nhựa đường chỉ nên áp dụng ở vùng hiểm đá và tỏ ra ưu việt về kinh tế hơn so với các hình thức gia cố khác.

4.3.9 Dưới lớp gia cố bảo vệ mái cần bố trí tầng đệm có tác dụng nối tiếp giữa lớp gia cố với thân đập, và có tác dụng của tầng lọc ngược để phòng chống xói trôi đất do sóng và khi nước hồ hạ thấp đột ngột.

Cấp phối và chiều dày các lớp đệm cần thiết kể theo các qui định và hướng dẫn thiết kế tầng lọc ngược hiện hành. Thông thường tầng đệm dưới lớp bảo vệ bằng đá xây khan hoặc đá xây vữa gồm 2 lớp: dăm sỏi và cát, chiều dày mỗi lớp tối thiểu 15cm. Với những vùng khan hiếm cát có thể nghiên cứu sử dụng vải địa kỹ thuật làm lớp lọc.

4.3.10 Khi dùng tẩm bê tông, bê tông cốt thép, bê tông nhựa đường đổ tại chỗ và đá xây vữa để bảo vệ mái cần bố trí lỗ thoát nước để giảm áp lực nước bên trong khi mực nước hồ rút nhanh hoặc do các nguyên nhân khác. Với lớp gia cố bằng bê tông, bê tông nhựa đường bảo vệ kết hợp nhiệm vụ chống thấm cho đập thì không được bố trí lỗ thoát nước.

4.3.11 Mái đập hạ lưu thường áp dụng các hình thức bảo vệ sau đây:

1. Trồng cỏ trên lớp đất màu được phủ trên mái đập.
2. Rải đá dăm hoặc sỏi dày 0,2m lên toàn bộ mái đập.
3. Đá xây khan.
4. Khuôn bê tông cốt thép trong đổ đá.
5. Các hình thức khác.

Hình thức bảo vệ cần lựa chọn phù hợp với tính chất vật liệu đắp ở hạ lưu đập, điều kiện khí hậu và đảm bảo các yêu cầu qui định ở điều 4.3.4.

Khi chọn hình thức trồng cỏ cần tránh dùng loại cỏ cây cao ảnh hưởng đến quan sát các hiện tượng xói lở, rò rỉ trên mái đập hoặc tạo cơ hội cho động vật làm hang hốc trong đập. Nên chọn loại cỏ có khả năng chịu hạn thích hợp điều kiện khí hậu ở địa phương.

Mái đập hạ lưu được bảo vệ từ đỉnh đập đến chân đập hoặc đến đỉnh của lăng trụ đá tiêu nước (nếu có).

4.3.12 Đối với đập vừa và cao, cần bố trí hệ thống rãnh thoát nước mưa trên toàn bộ mái đập hạ lưu. Hệ thống rãnh này nên đặt xiên với mặt đập một góc 45° để giảm hiện tượng rãnh bị xói do nước chảy. Rãnh được xây bằng đá hoặc bê tông.

4.3.13 Cần bố trí đầy đủ các hạng mục tiêu thoát nước mặt bên trên toàn bộ đập, bao gồm việc tập trung, dẫn thoát nước trên đỉnh đập, mái đập. Việc bố trí hệ thống tiêu nước mặt, kích thước và độ dốc các rãnh tiêu nước được xác định qua tính toán. Khi trên mái đập có cơ thì cần bố trí rãnh tiêu dọc cơ, các rãnh tiêu đứng trên mái đập nên cách $50 \div 100\text{m}$ dọc đập bố trí 1 rãnh.

Cần bố trí rãnh tiêu nước ở các vị trí tiếp giáp mái đập với sườn vai núi. Diện tích tập trung nước tính toán cần kể cả diện tích tập trung nước từ sườn vai núi.

Rãnh tiêu có thể xây đúc bằng bê tông hoặc đá xây.

4.4 Bộ phận chống thấm ở thân và nền đập

4.4.1 Bộ phận chống thấm trong đập đất đầm nén có nhiệm vụ:

1. Hạ thấp đường bão hoà trong thân đập để nâng cao độ ổn định đập.
2. Giảm gradient thấm trong thân đập và vùng cửa ra, để phòng các hiện tượng biến dạng của đất do tác dụng của dòng thấm làm phát sinh thấm tập trung trong thân đập, nền đập, trong phần đất tự nhiên tiếp giáp ở hai vai và hạ lưu, dẫn đến đập phá vỡ công trình và nền.
3. Giảm lưu lượng thấm qua thân và nền đập, bờ vai đập nằm trong phạm vi cho phép.

4.4.2 Khi ở vùng xây dựng đập không đủ đất có độ chống thấm lớn để làm đập đồng chất có thể chọn hình thức: tường lõi hoặc tường nghiêng, hoặc đập có nhiều khối.

Vị trí của tim tường lõi thường có dạng gần thẳng đứng nằm chính giữa đập hoặc hơi dịch về thượng lưu để tăng khả năng chống thấm và hạ thấp đường bão hoà.

Tường nghiêng nằm dọc theo mái thượng lưu và có nhiệm vụ chống thấm cho toàn bộ thân đập, thường được áp dụng ở đập nhiều khối có chiều cao thấp, nền ít biến dạng.

Vật liệu làm tường lõi hoặc tường nghiêng có thể là loại đất ít thấm hoặc các vật liệu chống thấm khác không phải là đất như: bê tông, bê tông cốt thép, bê tông nhựa đường, vật liệu polyme (hoá dẻo), tường lõi kiểu màn phụt vữa.

4.4.3 Đập có nhiều khối thì bố trí khối chống thấm ở giữa hoặc dịch về thượng lưu. Việc lựa chọn hình thức và vật liệu bộ phận chống thấm ở thân đập cần căn

cứ vào loại hình đập đất, chiều cao đập, tính chất của đất đắp thân đập và nền, trữ lượng và chất lượng vật liệu đất, điều kiện thi công, và phải thông qua so sánh kinh tế kỹ thuật các phương án.

4.4.4 Chiều dày tường lõi hoặc tường nghiêng bằng đất phải tăng dần từ đỉnh xuống đáy đập.

Với tường lõi bằng đất, chiều dày tối thiểu ở đỉnh lõi được chọn theo điều kiện thi công cơ giới, không nhỏ hơn 3m. Chiều rộng ở đáy không nên nhỏ hơn 1/4 chiều cao cột nước đối với tường lõi, và không nên nhỏ hơn 1/5 chiều cao cột nước đối với tường nghiêng, chiều dày của tường lõi và tường nghiêng còn phải thoả mãn điều kiện độ bền chống thấm theo biểu thức sau:

$$\delta \geq \frac{Z}{[J]_{cp}}$$

Trong đó:

- δ : Chiều dày của tường lõi hoặc tường nghiêng, m.
- Z : Độ chênh cột nước trước và sau tường chống thấm, m.
- $[J]_{cp}$: Gradient cho phép của đất đắp, có thể lấy:
 - + Đối với đất sét $[J]_{cp} = 5 \div 10$.
 - + Đối với đất á sét $[J]_{cp} = 4 \div 6$.
 - + Đối với đất á sét nhẹ $[J]_{cp} = 3 \div 4$.

(Chú ý: Chiều dày tính theo phương vuông góc với mái trên đối với tường nghiêng và theo phương nằm ngang đối với tường lõi).

Khi tại khu vực xây dựng có vật liệu đất chống thấm phong phú và gần, thì nên bố trí tường lõi hoặc tường nghiêng có kích thước lớn tăng an toàn chống thấm.

4.4.5 Đỉnh tường lõi hoặc tường nghiêng bằng đất sau khi đập đạt độ lún cuối cùng phải cao hơn mực nước dâng bình thường có kể tới sóng leo và độ dềnh do gió nhưng không được thấp hơn mực nước lũ thiết kế cộng chiều cao an toàn. Chiều cao an toàn là chiều cao từ mực nước lũ thiết kế của hồ chứa đến đỉnh tường chống thấm quy định ở bảng 4-3.

Chiều cao an toàn của tường chống thấm trên MNDGC (m)

Bảng 4-3

Loại tường chống thấm bằng đất	Cấp Đập			
	I	II	III	IV ~ V
Tường lõi	0,60	0,50	0,40	0,30
Tường nghiêng	0,80	0,70	0,60	0,50

Trường hợp ở đỉnh đập có tường chắn sóng, và liên kết chặt chẽ với tường chống thấm thì không cần xét đến chiều cao an toàn nêu trên.

- 4.4.6** Phần đỉnh của tường lõi và tường nghiêng, mặt thượng lưu của tường nghiêng bằng đất sét, á sét cần có lớp bảo vệ chống khô nứt. Chiều dày lớp bảo vệ (kể cả lớp bảo vệ mái thượng lưu) không được nhỏ hơn độ sâu khô nứt của đất ở khu vực công trình.

Khi phía hạ lưu tường nghiêng là đất thân đập loại đất hạt lớn thì giữa tường và đất của thân đập cần bố trí tầng lọc chuyển tiếp.

Tương tự, cần bố trí tầng chuyển tiếp ở hai bên thượng và hạ lưu của tường lõi khi đất của thân đập là loại đất hạt lớn để chống xói ngầm tường lõi.

- 4.4.7** Khi tại khu vực xây dựng không có loại đất thích hợp cho bộ phận chống thấm hoặc có điều kiện khí hậu bất lợi cho thi công đất chống thấm, thì cần xem xét áp dụng bộ phận chống thấm không phải bằng đất. Về hình thức chống thấm nên áp dụng một trong các loại hình sau đây:

1. Tường lõi bê tông và bê tông cốt thép.
2. Tường nghiêng bê tông cốt thép.
3. Tường lõi và tường nghiêng bê tông nhựa đường.
4. Tường nghiêng vật liệu hoá dẻo.
5. Tường lõi bằng màn phụt vữa chống thấm.
6. Tường hào xi măng bentonit.

- 4.4.8** Khi thiết kế các hình thức bộ phận chống thấm thân đập nêu ở điều 4.4.7 cần tuân thủ các tiêu chuẩn và tham khảo các tài liệu chỉ dẫn riêng, đồng thời cần theo các nguyên tắc chung sau đây:

1. Với tường lõi bê tông và bê tông cốt thép:
 - a. Nên dùng loại bê tông cường độ chịu nén không dưới M200, mác chống thấm thích hợp.
 - b. Phải bố trí đầy đủ các khớp nối để phòng chống biến dạng do nhiệt, do lún, do chuyển vị ngang.
 - c. Khi điều kiện kinh tế và khả năng thi công cho phép, nên áp dụng tường lõi bê tông bentonit.
2. Về tường nghiêng bê tông cốt thép:
 - a. Cần kết hợp làm lớp bảo vệ mái đập và chỉ nên áp dụng đối với đập cấp II trở lên, trong loại hình đập đất đá hỗn hợp nhiều khối.
 - b. Cần bố trí đầy đủ các khớp nối nhiệt theo phương ngang và khớp nối lún theo phương dọc.

- c. Cần đảm bảo các điều kiện độ ổn định trên mái đập, độ bền và không thấm nước.

Chiều dày tường ở đỉnh xác định theo điều kiện khí hậu và thi công, nhưng không nên nhỏ dưới 30cm.

Chiều dày phần đáy có thể xác định sơ bộ theo công thức sau đây:

$$d = 0,3 + mH.$$

Trong đó:

- d: Chiều dày tường nghiêng, m.
 - H: Cột nước lớn nhất ứng với MNDBT, m.
 - m: Hệ số kinh nghiệm, thường lấy $0,003 \div 0,004$.
- d. Phía dưới tường nghiêng cần có lớp lót. Chiều dày và vật liệu lớp lót tùy thuộc vào kích thước tường nghiêng, đất đắp đập, chiều cao và điều kiện thi công, thông thường lớp lót dày $0,30 \div 0,50m$ làm bằng cát cuội sỏi, đá dăm dầm chặt.

3. Tường lõi và tường nghiêng bê tông nhựa đường:

- a. Tường chống thấm bằng bê tông nhựa đường chỉ nên áp dụng ở các vùng có nhiệt độ không khí thấp. Riêng tường lõi thường áp dụng cho đập có biến dạng lún lớn bằng $1,5 \div 3\%$ chiều cao đập.
- b. Tường lõi bê tông nhựa đường phải làm từ bê tông nhựa đường nóng chảy và dẻo, đảm bảo sự làm việc trong trạng thái nén cùng với đất thân đập. Khi đó ứng suất và biến dạng trong tường lõi không được vượt quá trị số tính toán của loại bê tông nhựa đường đã chọn.

Chiều dày của tường lõi bê tông nhựa đường xác định theo tính toán xuất phát từ tính chất cơ lý của bê tông nhựa đường, nhiệt độ không khí, biến dạng dự kiến của thân đập và khả năng chịu tải của tường trong thời kỳ thi công và khai thác. Sơ bộ có thể xác định chiều dày theo công thức kinh nghiệm:

$$t = a + 0,003H$$

Trong đó H là cột nước (m) ở mặt cắt tính toán của tường, $a = 0,4 \div 0,5m$.

- c. Tường nghiêng bê tông nhựa đường cần làm từ bê tông nhựa đường thủy công có các chỉ tiêu cơ lý theo điều kiện thi công và điều kiện khai thác, đảm bảo yêu cầu ổn định của mái đập, độ bền nhiệt, độ bền nước và độ cứng khi chịu tải trọng của sóng, theo tiêu chuẩn riêng.

4. Tường nghiêng vật liệu hoá dẻo:

Khi sử dụng vật liệu hoá dẻo (như màng polycylen, policyni-lelorist, butil cao su...) làm tường nghiêng chống thấm cần phải đảm bảo chịu được tác dụng cơ học và bức xạ của mặt trời, đảm bảo được tính nguyên vẹn của kết cấu không bị phá hoại do biến dạng của nền. Loại kết cấu này chỉ nên áp dụng ở vùng khan hiếm vật liệu đất chống thấm và cát sỏi làm tầng chuyển tiếp.

Chiều dày tường nghiêng chống thấm vật liệu hoá dẻo xác định thông qua tính toán, xuất phát từ các điều kiện sau:

- Trị số ứng suất kéo lớn nhất không được vượt quá ứng suất kéo cho phép của vật liệu.
- Thành phần hạt của đất mái đập tiếp xúc không được làm hư hại vật liệu chống thấm trong quá trình thi công.
- Có tuổi thọ phù hợp với yêu cầu của đập.
- Không có hại cho môi trường.

5. Tường lõi trong thân đập bằng màn phụt vữa chống thấm:

Loại này chỉ nên áp dụng ở đập cấp III trở xuống bằng phương pháp khoan phụt vào tim đập một dung dịch vữa chống thấm có khả năng xâm nhập vào đất đắp thân đập tạo thành màn chống thấm và có tuổi thọ bền vững, không hại cho môi trường xung quanh.

Thành phần và công nghệ khoan phụt vữa được xác định bằng các nghiên cứu thí nghiệm hiện trường theo các qui định riêng.

Chiều dày của lõi màn phụt vữa cần lấy không nhỏ dưới 1/10 cột nước công tác của Đập.

4.4.9 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 đập.

Hình thức chống thấm ở nền đập phụ thuộc vào loại đập, chiều sâu tầng thấm nước và tính chất của nền (nền đá hay nền đất) và điều kiện thi công. Thường có các hình thức sau đây:

1. Chân khay.
2. Sân phủ.
3. Tường hào bê tông bentonit.
4. Màng vữa xi măng.
5. Bản cọc.

Việc áp dụng các hình thức chống thấm ở nền đập cần tuân thủ các qui định ở phần 5.

4.4.10 Bộ phận chống thấm ở nền phải nối tiếp tin cậy với bộ phận chống thấm ở thân đập. Trường hợp ở nền không có bộ phận chống thấm thì bộ phận chống

thấm ở thân đập phải nối tiếp tốt với nền, tạo thành một thể thống nhất không tách rời nền và đập để đảm bảo nhiệm vụ chống thấm qui định ở điều 4.4.1.

4.5 Bộ phận tiêu thoát nước

4.5.1 Đập đất đầm nén phải bố trí bộ phận tiêu thoát nước trong thân đập ở hạ lưu để làm nhiệm vụ:

- Thoát nước thấm qua thân và nền đập về hạ lưu, không cho dòng thấm thoát ra trên mái đập và bờ vai đập hạ lưu.
- Hạ thấp đường bão hoà để nâng cao độ ổn định cho mái hạ lưu.
- Ngăn ngừa các biến dạng do thấm.

Để đảm bảo các nhiệm vụ trên, bộ phận tiêu thoát nước thân đập phải đáp ứng các yêu cầu sau đây:

- Đủ khả năng thoát nước thấm qua thân và nền đập.
- Đảm bảo không cho đường bão hoà chảy ra mái đập. Trường hợp đường bão hoà chảy ra mái hạ lưu (khi áp dụng vật thoát nước loại gói phẳng ốp mái) thì phải loại trừ hiện tượng dồn đất ở mái đập.
- Cần thiết kế theo nguyên tắc thoát nước tầng lọc ngược.
- Không cho phép xói ngầm thân và nền đập.
- Không cho phép xói ngầm bản thân bộ phận thấm nước.
- Thuận tiện cho quan trắc và sửa chữa.

4.5.2 Các trường hợp sau đây có thể không cần bố trí bộ phận tiêu thoát nước nếu điều kiện ổn định cho phép:

1. Đập xây dựng trên nền thấm nước mạnh, mực nước ngầm thấp, đường bão hoà trong thân đập đi xuống nền.
2. Phần hạ lưu thân đập đắp bằng vật liệu rời kích thước lớn như cuội sỏi lớn, đá học, có tác dụng như một vật thoát nước.
3. Đập có bộ phận chống thấm tốt, lưu lượng thấm nhỏ, và đường bão hoà sau bộ phận chống thấm hạ thấp xuống ngay nền.
4. Đập rất thấp (chiều cao đập dưới 5m).
5. Đập không thường xuyên chịu áp lực nước.

4.5.3 Bộ phận tiêu thoát nước ở hạ lưu thân đập có các hình thức chủ yếu sau đây:

1. Lãng trụ.
2. Áp mái.
3. Gói phẳng.
4. Kiểu ống dọc và dải lọc.

5. Kiểu giếng ở chân đập.
6. Hỗn hợp tiêu nước kiểu ống khói.

Tại một đập có thể áp dụng nhiều loại kết cấu tiêu thoát nước khác nhau cho từng đoạn đập, cần thông qua so sánh kinh tế - kỹ thuật và phụ thuộc các điều kiện cụ thể của đập sau đây:

- Loại đập, điều kiện địa chất công trình và địa chất thủy văn của nền đập (kể cả bờ vai đập), khí hậu khu vực công trình.
- Tính chất cơ lý của vật liệu làm bộ phận tiêu thoát nước.
- Điều kiện thi công.
- Điều kiện khai thác.
- Khả năng xâm thực của nước tại khu vực công trình.

4.5.4 Lãng trụ tiêu thoát nước áp dụng cho các đoạn đập nằm ở lòng sông khi hạ lưu có nước, khi kết hợp làm đê quai hạ lưu và khi lấp dòng bằng cách đổ đá trong nước, còn có tác dụng chống trượt cho mái đập hạ lưu.

Khi thiết kế lãng trụ tiêu thoát nước cần tuân thủ các qui định sau đây:

1. Cao trình đỉnh của lãng trụ cần cao hơn mực nước cao nhất ứng với lũ thiết kế ở hạ lưu đập, có xét đến chiều cao sóng leo, với độ an toàn, không nhỏ hơn:
 - 0,5m đối với đập cấp III trở xuống.
 - 1,0m đối với đập cấp I, II.
2. Chiều rộng đỉnh lãng trụ xác định theo điều kiện thi công và yêu cầu quản lý (quan trắc, kiểm tra) và không được nhỏ dưới 1,50m.
3. Nối tiếp thân đập với lãng trụ tiêu thoát nước cần đảm bảo độ bền thấm tiếp xúc bằng việc đặt tầng lọc ngược theo mái trong của lãng trụ. Không hình thành góc nhọn ở chân mái trong của lãng trụ.

Khi cần hạ thấp đường bão hoà hơn nữa, có thể làm lãng trụ có tầng tiêu nước nằm ngang. Chiều dài của bộ phận chống thấm này bằng khoảng 1/3 chiều rộng đáy đập.

4.5.5 Tiêu thoát nước kiểu áp mái nên áp dụng ở các đoạn đập nằm ở các thềm sông, ở đập thấp, không bị ngập nước, hoặc thường xuyên không ngập nước.

Cao trình đỉnh áp mái phải cao hơn điểm ra của đường bão hoà trên mái hạ lưu tối thiểu 1,50m đối với đập cấp III, IV và 2,0 m đối với đập cấp I, II.

Khi hạ lưu có nước, kết cấu áp mái đồng thời phải thoả mãn yêu cầu bảo vệ mái.

4.5.6 Kết cấu tiêu thoát nước kiểu gối phẳng, thường áp dụng ở đập hạ lưu không có nước, có thể hạ thấp đường bão hoà, tiêu thoát nước cho cả thân đập và nền đập nhất là ở các nền sét có xuất hiện áp lực kẽ rỗng.

Chiều dài của bộ phận tiêu thoát nước gối phẳng cần thông qua tính toán kinh tế - kỹ thuật để xác định, phụ thuộc yêu cầu hạ thấp đường bão hoà, thường nên nhỏ hơn 1/3 chiều rộng đáy đập.

Chiều dài tối thiểu phải đủ để đảm bảo đường bão hoà không ra trên mái và cũng không làm ướt mái đập do hiện tượng mao dẫn gây ra, cần phải thông qua tính toán về thấm để xác định.

Chiều dày của kết cấu gối phẳng phải đảm bảo tiêu thoát được lượng nước thấm qua đập, và thuận lợi cho thi công để đảm bảo chất lượng của kết cấu.

Đối với đập đồng chất đắp bằng đất thấm nước yếu hoặc ở đập nhiều khối, có thể bố trí tầng tiêu thoát nước nằm ngang tại các cao độ khác nhau, để hạ thấp áp lực kẽ rỗng trong thân đập, thay đổi phương dòng thấm, nâng cao độ ổn định của đập. Vị trí, số tầng, chiều dày mỗi tầng phải xác định qua tính toán, nhưng về chiều dày không nên nhỏ hơn 30cm.

4.5.7 Kết cấu tiêu thoát nước kiểu dải lọc và ống lọc chỉ thích hợp với đập hạ lưu không có nước và chỉ nên áp dụng ở đập đất đồng chất và đập thấp dưới cấp 3, có thể thoát nước cho cả thân đập và nền, hạ thấp đường bão hoà.

Kết cấu này chỉ có thể làm việc tốt khi chênh lệch lún ở nền đập không lớn và đập đắp đảm bảo chất lượng.

4.5.8 Kết cấu tiêu thoát nước kiểu giếng ở sau chân đập hạ lưu, nên áp dụng trong trường hợp cần giảm áp lực thủy tĩnh tại vùng quan trọng ở chân đập khi dưới nền đập có một địa tầng thấm nước mạnh được phủ trên một tầng không thấm nước mỏng, hoặc mặc dù ở nền không có tầng tương đối không thấm nước, nhưng nếu hệ số thấm ngang của lớp nền lớn hơn rất nhiều so với hệ số thấm theo phương thẳng đứng, thì vẫn cần bố trí giếng giảm áp để giảm áp lực thấm rất lớn phát sinh ở chân đập, đảm bảo ổn định thấm cho đập, không gây trôi đất dẫn đến sự cố.

Giếng tiêu nước giảm áp bố trí ở hạ lưu chân đập dọc theo tuyến đập cách nhau từ 7,5 đến 30,0m bố trí một giếng, trong giếng đặt các vật liệu theo nguyên tắc lọc ngược, hoặc ống bê tông xếp thấm thoát nước. Khoảng cách chiều sâu cụ thể của các giếng cần xác định qua tính toán căn cứ áp lực nước, hệ số thấm và tính chất đất nền, độ sâu tầng bồi tích và đường viền nền đập.

Khi thiết kế giếng giảm áp cần đảm bảo độ tin cậy làm việc và tuổi thọ cao ngang với tuổi thọ của đập.

4.5.9 Hỗn hợp tiêu thoát nước kiểu ống khói, bao gồm thiết bị tiêu thoát nước đứng kiểu ống khói bằng cát lọc, thảm đá dăm sạn tiêu thoát nước nằm ngang và lăng trụ đá tiêu thoát nước ở chân đập hạ lưu. Loại kết cấu này phải được áp dụng trong đập đắp hỗn hợp nhiều khối, trong đó phần ống khói lọc tiêu nước phải bố trí ở phần tiếp giáp giữa khối chống thấm và khối tựa hạ lưu, thảm đá bố trí ở chân ống khói, nối ống khói với lăng trụ đá hạ lưu.

Đập đồng chất đắp bằng đất cần bố trí loại tiêu thoát nước kiểu ống khói này, để hạ thấp đường bão hoà thân đập, khống chế dòng thấm dị thường theo chiều ngang do thi công, đảm bảo an toàn về thấm ở đập đồng chất.

Bộ phận tiêu thoát nước kiểu ống khói cần nằm trên đường bão hoà cao nhất trong đập khoảng 50cm. Chiều rộng theo phương ngang của ống khói phải đảm bảo thi công có chất lượng nhưng không được nhỏ hơn 1,5 m.

Việc thiết kế và thi công lọc tiêu thoát nước theo tài liệu hướng dẫn riêng.

4.5.10 Giới hạn phạm vi bố trí bộ phận tiêu thoát nước cần xác định căn cứ kết quả tính toán về thấm, sơ đồ tổng quát của dòng thấm qua thân đập, bờ vai đập và nền đập, theo từng trường hợp cụ thể. Nói chung phải bố trí từ lòng sông lên đến đoạn mặt cắt đập có chiều cao đến 5m.

4.5.11 Ở hạ lưu đập, sau các hệ thống tiêu thoát nước cần bố trí tiếp bộ phận thu nước mưa, nước thấm qua thân và nền đập bằng mương rãnh, ống tiêu hay giếng tập trung nước tiêu để theo dõi, đo đạc lượng nước thấm qua đập, cần xem đây là một phần của bộ phận tiêu thoát nước trong Đập đất đầm nén.

4.6 Tầng lọc ngược và tầng chuyển tiếp

4.6.1 Căn cứ cấu tạo mặt cắt ngang đập thiết kế, và nền đập để bố trí tầng lọc ngược và tầng chuyển tiếp giữa bộ phận chống thấm, bộ phận tiêu thoát nước với các bộ phận khác của đập và với nền đập.

Tùy theo sự khác nhau về thành phần hạt của các khối liên kề, giữa bộ phận chống thấm với các bộ phận gia tải có thể chỉ bố trí tầng lọc ngược hoặc phải bố trí đồng thời tầng lọc ngược và tầng chuyển tiếp.

Tầng lọc ngược có tác dụng lọc giữ đất thoát nước, để phòng các hiện tượng biến dạng đất do dòng thấm gây ra như xói ngầm, dùn đất, xói tiếp xúc, dùn đất tiếp xúc làm phá hoại thân đập. Tầng chuyển tiếp ngoài tác dụng phòng xói còn có tác dụng phòng tránh sự biến dạng và sự thay đổi đột ngột của ứng suất giữa hai loại vật liệu có độ cứng khác biệt nhau rất lớn gây ra.

4.6.2 Tầng lọc ngược phải bố trí ở giữa bộ phận chống thấm đắp bằng đất (như tường lõi, tường nghiêng, sân phủ, hào chắn nước) với khối gia tải hoặc lớp thấm nước của nền đập, và tại vị trí dòng thấm thoát ra ở thượng hạ lưu. Nếu nền đập hoặc khối gia tải là đất cát, quan hệ giữa các lớp đất đó thoả mãn yêu cầu lọc ngược, qua tính toán cho phép cũng có thể không bố trí tầng lọc ngược riêng.

Tầng lọc ngược cũng phải bố trí ở mặt tiếp xúc giữa thân và nền đập với bộ phận tiêu thoát nước.

4.6.3 Vật liệu làm lọc ngược phải đảm bảo độ bền lâu dài trong thời kỳ thi công và khai thác công trình. Chọn vật liệu làm lọc ngược phải tuân thủ các qui định của các tiêu chuẩn ngành liên quan.

1. Thấm.
2. Ổn định thấm.
3. Lọc ngược, bộ phận tiêu thoát nước và các tầng chuyển tiếp.
4. Ổn định chung của Đập và nền, và ổn định của các bộ phận của Đập.
5. Ứng suất và biến dạng, chuyển vị thân, nền đập.
6. Gia cố các mái đập chịu tác dụng của sóng, nhiệt.
7. Ngoài ra, đối với đập có tường lõi, tường nghiêng bằng đất sét hoặc nền đất sét, cần tính toán áp lực kẽ rỗng trong tính toán ổn định và kiểm tra về ổn định chống nứt trong thời gian thi công có xét đến tốc độ lên đập và thời kỳ khai thác.

Đối với đập cấp III trở xuống chỉ cần tính toán các nội dung khoản 1, 2, 3, 4 và 6 điều này.

Các tính toán trên cần thực hiện với các mặt cắt ngang đặc trưng của Đập. Ở giai đoạn Thiết kế cơ sở của Dự án đầu tư có thể chỉ cần tính toán cho một mặt cắt ngang lớn nhất tại lòng sông, ở giai đoạn thiết kế kỹ thuật cần tính cho các mặt cắt điển hình phụ thuộc chiều cao đập, chiều dài đập và điều kiện địa hình địa chất vùng tuyến đập.

4.7.2 Trong mọi trường hợp tính toán đập cần thực hiện với tổ hợp tải trọng chủ yếu và đặc biệt trong thời kỳ khai thác và trong thời kỳ thi công.

4.7.3 Tính toán thấm qua thân, nền và bờ vai đập xác định các thông số chủ yếu cần thiết của dòng thấm, nhằm:

1. Xác định ổn định thấm của thân, nền và bờ vai đập.
2. Tính toán ổn định chung của mái đập, nền và bờ vai đập.
3. Luận chứng kinh tế kỹ thuật về hình dạng kích thước, kết cấu mặt cắt đập và các bộ phận chống thấm, tiêu thoát nước của đập.

Khi tính toán thấm cần xét tới ảnh hưởng của bồi lắng lòng hồ và ở mái thượng lưu đập theo thời gian khai thác.

4.7.4 Thông qua việc nghiên cứu tính toán thấm, cần xác định được các thông số sau đây của dòng thấm ở thân, nền và bờ vai đập:

1. Vị trí bề mặt dòng thấm (đường bão hoà) trong thân đập và các bờ vai đập. Cần xét đến hiện tượng mao dẫn nhất là ở các phần thân đập.
2. Lưu lượng nước thấm qua thân, nền và các bờ vai đập.
3. Gradient thấm của dòng thấm trong thân đập và nền, ở chỗ dòng thấm đi vào bộ phận tiêu nước phía hạ lưu của đập, ở chỗ tiếp xúc giữa các lớp đất có các đặc trưng khác nhau, ở mặt tiếp xúc của các kết cấu chống thấm, ở vị trí đi ra của dòng thấm.

4.7.8 Việc tính toán các kết cấu lọc ngược, tiêu thoát nước và chuyển tiếp cần thực hiện theo các quy định và chỉ dẫn của Tiêu chuẩn ngành về thiết kế tầng lọc ngược công trình Thủy lợi.

4.7.9 Tính toán ổn định mái đập để đảm bảo cho đập đất không bị phá hoại do các ứng suất cắt gây trượt phát sinh từ thân đập hoặc từ thân và nền đập dưới tác dụng của tải trọng đập, áp lực kẽ rỗng trong đập và các ngoại lực.

Tính toán ổn định mái đập cần tiến hành theo phương pháp mặt trượt trụ tròn.

Khi trong nền hoặc thân đập có các vùng đất yếu, các lớp kẹp kém bền, và khi tính toán ổn định của tường nghiêng hoặc lớp bảo vệ v.v... cần tiến hành tính toán theo mặt trượt bất kỳ.

Cần sử dụng các phương pháp tính toán thoả mãn các điều kiện cân bằng các lăng thể trượt và các bộ phận của nó theo trạng thái cân bằng giới hạn, và có xét tới trạng thái ứng suất của công trình và nền của nó.

4.7.10 Đập đất chịu các tải trọng khác nhau, và đất đắp trong thân đập cũng có cường độ chống cắt khác nhau trong các thời kỳ làm việc khác nhau từ thi công, thi công xong, tích nước đến xả lũ, do đó cần lần lượt tính toán ổn định của đập trong từng thời kỳ đó. Nói chung có 3 thời kỳ cần tính toán cho từng mái đập thượng lưu và hạ lưu.

1. Thời kỳ thi công (bao gồm cả khi hoàn công): Mái thượng lưu, hạ lưu.
2. Thời kỳ thấm ổn định: Mái thượng, hạ lưu.
3. Thời kỳ mực nước hồ rút nhanh: Mái thượng lưu.

Trong tính toán cần phân biệt điều kiện làm việc bình thường và điều kiện làm việc bất thường theo nội dung quy định ở điều 1.2.3.

Ở các vùng mưa nhiều, nên căn cứ hệ số thấm của đất đắp và khả năng dẫn thoát của các thiết bị tiêu nước mặt đập, xem xét tình hình cụ thể để kiểm toán sự ổn định của mái đập trong thời kỳ mưa kéo dài, đồng thời chọn hệ số an toàn theo điều kiện làm việc không bình thường.

4.7.11 Hệ số an toàn về ổn định của mái đập không được nhỏ hơn hệ số an toàn cho phép (K_{cp}) theo cấp công trình và theo điều kiện làm việc của đập quy định ở bảng 4-7.

Hệ số ổn định của mái đập, mái bờ vai tính được trong điều kiện làm việc bình thường không được vượt quá 15% đối với đập cấp III trở xuống, và không được vượt quá 20% đối với đập cấp I, II so với các trị số quy định ở bảng 4-6.

Bảng 4.6 cũng áp dụng để kiểm tra hệ số an toàn cho tường nghiêng, lớp bảo vệ và gia cố mái đập hoặc các mặt trượt bất kỳ khác. Đối với đập rất cao hoặc đối với công trình rất quan trọng, trị số cho phép của hệ số an toàn nhỏ

Bảng 4-7 (Tiếp)

6		Ở thượng lưu là MNLNTK rút xuống đến mực nước khai thác ổn định phải giữ trong thiết kế. Mực nước hạ lưu tương ứng với $Q_{xá}$ thiết kế.	Cơ bản	Thượng lưu
7	Mức nước rút	Ở thượng lưu là MNLNKT rút xuống đến mực nước khai thác ổn định phải giữ trong thiết kế. Mực nước hạ lưu tương ứng với $Q_{xá}$ kiểm tra.	Đặc biệt	Thượng lưu
8		Ở thượng lưu là MNDBT rút xuống đến mực nước đảm bảo an toàn cho đập khi có nguy cơ sự cố; Mực nước hạ lưu tương ứng với $Q_{xá_{max}}$ khi tháo nước từ hồ.	Đặc biệt	Thượng lưu
9	Động đất	Ở thượng lưu là MNDBT, ở hạ lưu là mực nước trung bình trong thời kỳ cấp nước, có xét đến động đất.	Đặc biệt	Thượng, hạ lưu

4.7.13 Đập ở vùng có động đất từ cấp 7 trở lên, cần tuân thủ các quy định của Tiêu chuẩn ngành về thiết kế công trình ở vùng có động đất.

4.7.14 Cần tính toán xác định trạng thái ứng suất biến dạng của thân đập đất và nền để đưa vào trong các tính toán về:

- Ổn định các mái đập cho đập cấp I, II.
- Ổn định thấm tại vùng tiếp xúc của các bộ phận cách nước với nền.
- Độ bền của các kết cấu chống thấm không phải là đất.

4.7.15 Tính toán ứng suất và biến dạng thường dùng phương pháp phân tích quan hệ phi tuyến, có xét tới biến dạng dẻo của đất trong trạng thái giới hạn. Đối với đập cấp III, IV có thể tính toán theo mô hình vật thể biến dạng tuyến tính, và đều theo phương pháp phân tử hữu hạn.

4.7.16 Cần tiến hành tính toán độ lún của thân và nền đập dưới tác dụng của tải trọng bản thân và tải trọng bên ngoài. Để xác định độ đắp gia tăng cần thiết cho đỉnh đập khi hoàn công đập, đánh giá độ lún không đều của các bộ phận trong thân đập, phán đoán khả năng gây nứt do lún không đều để áp dụng các biện pháp phòng chống nứt cần thiết, đồng thời cũng để kiểm tra lại khối lượng vật liệu đắp đập.

4.7.17 Tính độ lún và sự biến đổi lún theo thời gian cần thực hiện đối với đập có chiều cao trên 20m. Đối với đập thấp dưới 20m có thể tiến hành theo các

khoan phụt hoá chất bổ sung nhằm làm tăng thêm mật độ kín nước cho khoan phụt vữa xi măng.

- Khi nước ngầm ở khu vực khoan phụt có lưu tốc thực tế nhỏ dưới 7 cm/s mới có thể dùng vữa xi măng. Khi lớn hơn trị số này thì phải có phụ gia đông kết nhanh trộn vào vữa xi măng hoặc phải dùng hoá chất. Khả năng và hiệu quả khoan phụt cần phải thông qua thí nghiệm để quyết định.
- Nếu nước ngầm ở vùng đập có tính ăn mòn thì phải dùng loại xi măng chống ăn mòn hoặc dùng vữa hoá chất thích hợp. Khi sử dụng vữa hoá chất để khoan phụt phải xem xét vấn đề ô nhiễm môi trường.

5.3.7 Vị trí màn khoan phụt cần căn cứ vị trí của bộ phận chống thấm và điều kiện địa chất để quyết định, nói chung nên đặt tại chân khay của bộ phận chống thấm của đập (tường nghiêng hoặc lõi). Màn chống thấm của đập đồng chất nên đặt ở vị trí cách chân đập thượng lưu khoảng 1/3 - 1/2 bề rộng đáy đập. Thông thường nên bố trí trùng với trục đập hoặc tim cơ thượng lưu (nếu có) để khi cần khoan phụt sửa chữa nâng cấp màn chống thấm việc thi công sẽ thuận lợi hơn.

5.3.8 Phương của màn phụt vữa chống thấm nên thẳng góc với phương của mặt lớp hoặc khe nứt chủ yếu. Khi góc kẹp giữa khe nứt chủ yếu và mặt nằm ngang không lớn nên khoan phụt màn thẳng đứng, ngược lại thì nên khoan phụt màn nghiêng, phương nghiêng của màn chống thấm nên ngược với phương nghiêng của khe nứt chính. Riêng phương của màn chống thấm 1 hàng thì tùy thuộc vào điều kiện thi công.

5.3.9 Độ sâu màn phụt chống thấm được xác định căn cứ mức độ quan trọng của công trình, cột nước làm việc, điều kiện địa chất công trình và tính thấm nước của nền đập và yêu cầu chống thấm đối với màng phụt.

1. Khi dưới nền đập có một lớp cách nước tương đối rõ rệt và nằm không sâu lắm, màn phụt nên vào sâu trong lớp cách nước khoảng 5m.
2. Khi lớp cách nước nằm khá sâu hoặc phân bố không có quy luật, thì căn cứ kết quả tính toán thấm, yêu cầu chống thấm và kết hợp kinh nghiệm xử lý công trình tương tự để xác định độ sâu màn phụt.
3. Trường hợp nền thấm lớn, phạm vi khoan phụt tạo màn quy định như sau:
 - Đối với đập cấp III trở xuống, cần khoan phụt tạo màn đến vị trí nền có lượng hút mất nước từ 5 đến 7 Lu, cộng thêm 3m.
 - Đối với đập cấp I, II, cần khoan phụt đến vị trí nền thấm từ 3 đến 5 Lu, cộng thêm 5m.

Chiều sâu khoan phụt tạo màn thường từ 1/3-2/3 H (H đầu nước tại điểm xử lý thấm) và trong mọi trường hợp độ sâu khoan phụt không vượt quá 1H.

5.3.10 Chiều dày màn phụt được xác định thông qua tính toán căn cứ cột nước lớn nhất và Gradient thủy lực cho phép của màn.

thấp, điều kiện thi công thuận lợi bằng phương pháp đào lộ thiên và đắp lại bằng đất chống thấm.

1. Tường răng cần đảm bảo 4 yêu cầu sau:
 - a. Đáy tường răng sau khi đào đến cao độ thiết kế trong lớp nền không thấm cần phải dọn sạch sẽ.
 - b. Đất đắp phải có chất lượng cao.
 - c. Đất được đắp trong điều kiện khô ráo và được đầm nén chặt.
 - d. Đảm bảo không bị phá hoại dưới tác dụng của dòng thấm.
2. Tường răng phải cắm vào nền không thấm với độ sâu T như sau:
 - a. $T = 0,5$ m nếu là đá tươi hoặc đá phong hoá nhẹ.
 - b. $T > 0,5$ m nếu là đá phong hoá mạnh, kèm theo có biện pháp xử lý thấm thích hợp đối với nền đá theo điều 5.3.
 - c. $T \geq 1,0$ m đối với nền đất.
3. Vị trí tường răng nên đặt ở phần đáy của bộ phận chống thấm của đập (đáy tường lõi, đáy tường nghiêng) đối với đập nhiều khối, hoặc đặt tại vị trí cách chân đập thượng lưu một khoảng bằng $1/3$ đến $1/2$ bề rộng đáy đập đối với đập đồng chất.
 Bề rộng đáy chân khay được xác định thông qua tính toán xói ngầm, đảm bảo Gradient thuỷ lực nhỏ hơn Gradient cho phép của đất đắp tường răng, Gradient cho phép của đất nền và điều kiện thi công cơ giới.
4. Đất đắp tường răng phải được chọn lọc kỹ, nhằm đảm bảo yêu cầu chống thấm và độ bền, có hệ số thấm tương tự như hệ số thấm của bộ phận chống thấm trong đập.
 Các biện pháp thi công để đảm bảo chất lượng tường răng cần tuân thủ tiêu chuẩn thi công đập đất bằng phương pháp đầm nén (14 TCN 20-2004). Cần có biện pháp hỗ trợ làm khô đáy tường răng, như:
 - a. Xây dựng những tường răng phụ.
 - b. Bố trí hệ thống tiêu hạ nước ngầm tại vị trí đào tường răng.
 - c. Các biện pháp tường vây bentonit, cừ thép, nếu so sánh kinh tế cho phép.

5.4.4 Màn chống thấm bằng khoan phụt dung dịch sét - xi măng, thích hợp khi nền bồi tích dày trên 10m, phía dưới là đá nứt nẻ mạnh hoặc trong nền có lẫn đá dăm, đá tảng lớn, hoặc nước ngầm có tính ăn mòn mạnh đối với kim loại. Việc khoan phụt tạo màn chống thấm cần tiến hành khi chưa hình thành dòng thấm trong nền, tức là xử lý trước khi đắp đập.

Vị trí màn chống thấm cũng bố trí tương tự như trong trường hợp xử lý nền đá (điều 5.3.7).

Màn chống thấm phải cắm sâu vào lớp không thấm tương đối dưới nền bồi tích với độ sâu đảm bảo không gây xói ngầm cho các lớp không thấm.

5.4.5 Để đánh giá khả năng khoan phụt tạo màn chống thấm ở nền bồi tích, trước tiên có thể xem xét trị số khoan phụt M .

$$M = D_{15}/d_{85}$$

Trong đó D_{15} là đường kính hạt có 15% trọng lượng hạt trong tầng nền cần xử lý nhỏ hơn đường kính hạt này, mm.

d_{85} là đường kính hạt có 85% trọng lượng hạt trong dung dịch phụt nhỏ hơn đường kính hạt này, mm.

Khi $M > 15$ có thể phụt vữa xi măng, $M > 10$ có thể phụt vữa xi măng - sét.

5.4.6 Màn chống thấm cần đáp ứng các yêu cầu sau:

1. Về độ dày, sơ bộ xác định theo công thức sau:

$$T = H/J$$

Trong đó:

- + H: cột nước tác dụng lớn nhất, m.
- + J: Gradient cho phép của màn phụt, đối với dung dịch xi măng - sét có thể lấy $J \leq 3+4$.

Đối với màn chống thấm nhiều hàng có độ sâu tương đối lớn tùy thuộc gradient thấm trong nền có thể thiết kế các độ dày khác nhau theo độ sâu, khi đó trị số tính theo công thức trên là độ dày lớn nhất tại đỉnh của màn phụt.

2. Tỷ lệ trộn dung dịch vữa xi măng - sét cần qua thí nghiệm để xác định, thông thường hàm lượng xi măng nên chiếm 20% ÷ 50% tổng trọng lượng dung dịch vữa phụt.
3. Áp lực phụt cũng phải thông qua thí nghiệm hiện trường để quyết định hoặc có thể dự kiến theo kinh nghiệm nhưng phải bổ sung điều chỉnh trong quá trình thi công khoan phụt.

Việc thiết kế và tổ chức thi công khoan phụt màn chống thấm trong nền bồi tích cần tuân thủ các quy định và chỉ dẫn trong tiêu chuẩn riêng về quy trình kỹ thuật khoan phụt công trình thủy lợi hiện hành.

5.4.7 Tường hào xi măng - bentonit thích hợp với mọi loại nền bồi tích về độ sâu, thành phần hạt, mực nước ngầm v.v..., nên áp dụng cho các loại đập cấp I, II trên nền bồi tích dày.

Tường hào xi măng - bentonit dày khoảng 0,6 đến 1,2 m. Đáy tường hào cần cắm sâu vào nền đá có đới thấm ít từ 0,5 đến 1,0m, nếu gặp tầng phong hoá sâu và đới đứt gãy nhau nát cần cắm sâu hơn căn cứ chiều cao đập và tình hình nhau nát của đứt gãy. Đỉnh tường cắm vào bộ phận chống thấm của đập

