

B. Đập đất đá

Chương 1. Đập đất

Chương 2. Đập hỗn hợp đất đá, đập đá đổ, đập đá xây

Chương 3. Kết cấu gia cố mái dốc đập đá

Chương 4. Thấm qua đập đất đá

Chương 5. Ổn định và biến dạng của đập đất đá

Phụ lục. Tính toán ổn định trượt sâu công trình trên nền đất bằng phần mềm SLOPE/W

Chương 1

ĐẬP ĐẤT

Biên soạn: GS. TSKH. Trịnh Trọng Hàn

1.1. TỔNG QUÁT VÀ PHÂN LOẠI ĐẬP ĐẤT

1.1.1. Tổng quát về đập đất

Đập đất là một loại công trình dâng nước rất phổ biến. Nó thường có mặt ở các hệ thống đầu mối thủy lợi - thủy điện với chức năng tạo ra hồ chứa để điều tiết chế độ dòng chảy tự nhiên của sông suối phục vụ các mục đích khác nhau như phát điện, chống lũ, cấp nước tưới, v.v...

Tính phổ biến của đập đất là nhờ những ưu điểm sau đây:

- 1) Có cấu tạo đơn giản nhưng rất phong phú;
- 2) Cho phép sử dụng các loại đất có sẵn ở khu vực công trình;
- 3) Có thể xây dựng trên mọi loại nền và trong mọi điều kiện khí hậu;
- 4) Cho phép cơ giới hoá các công đoạn thi công từ khai thác vật liệu, chuyên chở, đắp, đầm nén, v.v...;
- 5) Làm việc tin cậy kể cả ở vùng có động đất.

Đập đất không cho phép nước tràn qua, do vậy còn gọi là đập khô. Trường hợp cá biệt, ví dụ đập rất thấp ở miền núi, có thể cho nước tràn qua khi tháo lũ, nhưng phải có các bộ phận gia cố mặt tràn để chống xói lở, đồng thời mái dốc phải đủ thoải.

Chính vì vậy, trong đầu mối thủy lợi đi đôi với đập đất còn có công trình tháo nước bằng bê tông với các hình thức tháo như tháo mặt (còn gọi là tràn mặt), tháo dưới sâu, tháo kết hợp (có cả tràn mặt và xả sâu, có thể là xả nhiều tầng) và xả đáy.

Những yêu cầu cơ bản khi thiết kế và xây dựng đập đất là:

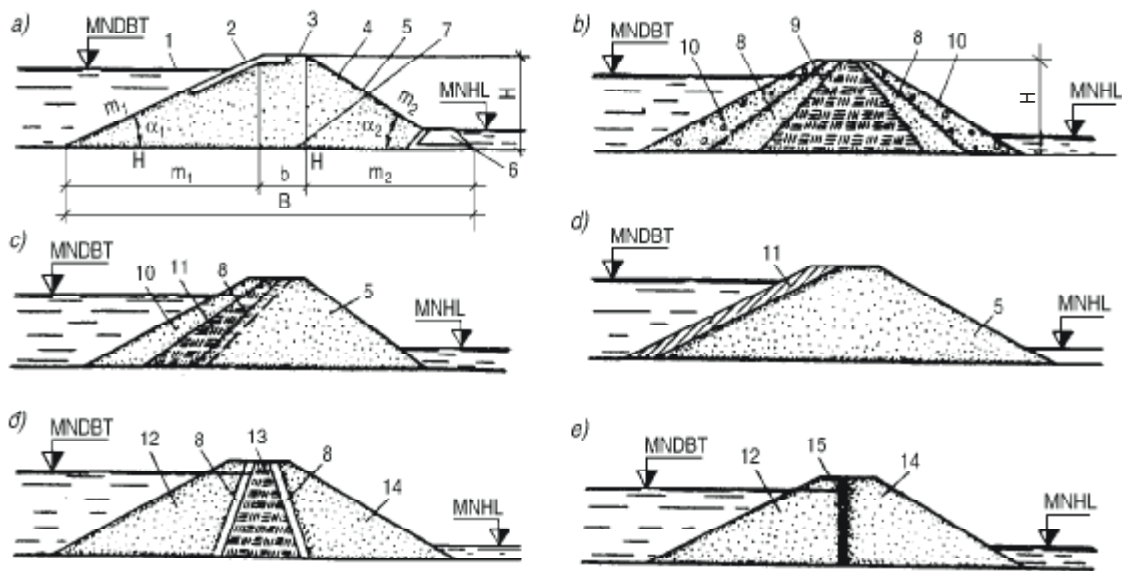
- 1) Có mặt cắt hợp lý thể hiện ở khối lượng vật liệu, chi phí thi công xây lắp và quản lý vận hành hợp lý;
- 2) Đảm bảo các mái dốc, nền đập và toàn bộ đập làm việc ổn định trong mọi điều kiện thi công và khai thác;
- 3) Đỉnh đập và mái dốc đập phải có lớp bảo vệ để chống các tác động phá hoại của sóng, gió, mưa, v.v...;

- 4) Các kết cấu thoát nước đảm bảo thu và thoát được nước thấm, tránh hậu quả biến dạng thấm ở trong thân đập và nền đập;
- 5) Những biến dạng trong quá trình thi công và khai thác đập như lún, chuyển vị... không được gây ra sự phá huỷ điều kiện làm việc bình thường của đầu mối các công trình thủy.

1.1.2. Phân loại đập đất

a) Phân loại theo cấu tạo mặt cắt ngang của đập (hình 1-1)

- 1- Đập đồng chất, gồm một loại đất (hình 1-1 a).
- 2- Đập không đồng chất, gồm nhiều loại đất (hình 1-1 b).
- 3- Đập có tường nghiêng bằng đất sét (hình 1-1 c).
- 4- Đập có tường nghiêng bằng vật liệu không phải là đất (hình 1-1 d).
- 5- Đập có lõi giữa bằng đất sét (hình 1-1 đ).
- 6- Đập có màn chống thấm (hình 1-1 e).

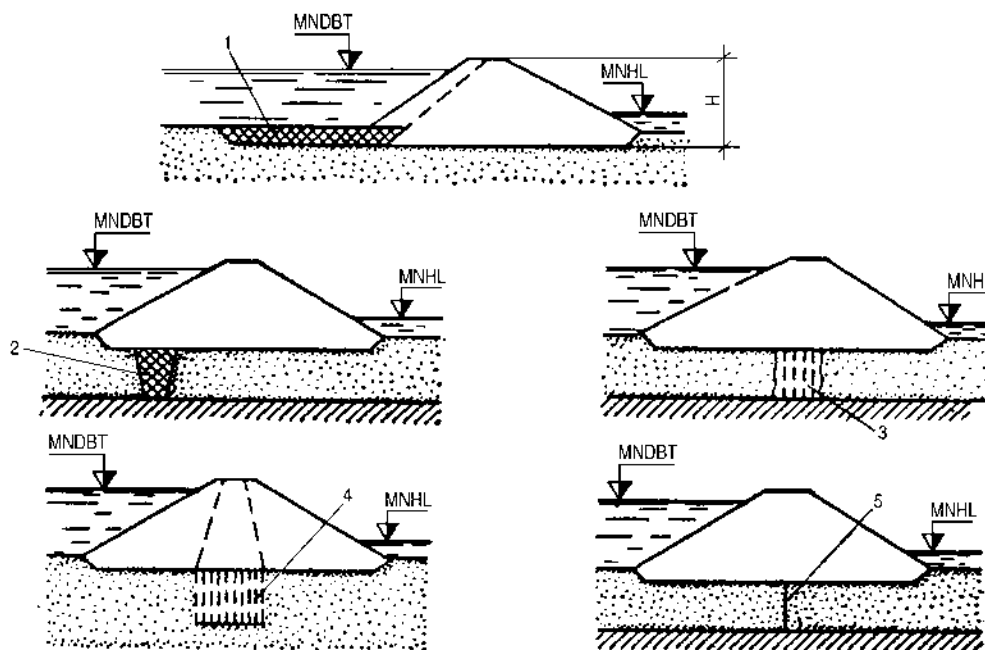


Hình 1-1. Các loại đập đất đắp

- a) Đập đồng chất; b) Đập không đồng chất; c) Đập có tường nghiêng bằng đất sét;
- d) Đập có tường nghiêng không phải là đất; đ) Đập có lõi giữa bằng đất sét;
- e) Đập có màn chống thấm; 1- mái thượng lưu; 2- gia cố mái; 3- đỉnh đập;
- 4- mái hạ lưu; 5- thân đập; 6- lăng trụ thoát nước; 7- đáy đập; 8- vùng chuyển tiếp;
- 9- khối trung tâm; 10- lớp bảo vệ; 11- tường nghiêng; 12- khối nệm thượng lưu;
- 13- lõi; 14- khối nệm hạ lưu; 15- màn chống thấm; b- bề rộng đỉnh đập;
- B - Bề rộng đáy đập; H- chiều cao đập; $m_1 = \text{ctg}\alpha_1$; $m_2 = \text{ctg}\alpha_2$.

b) Phân loại theo bộ phận chống thấm ở nền (hình 1-2)

- 1- Đập đất có sân trước (hình 1-2 1).
- 2- Đập đất có tường răng (hình 1-2 2).
- 3- Đập đất có màn phun (hình 1-2 3) bằng các loại vật liệu như vữa sét, vữa xi măng, thủy tinh lỏng, nhựa đường hoặc hỗn hợp vật liệu chống thấm.
- 4- Đập đất có màn phun dạng treo lơ lửng (hình 1-2 4) khi chiều dày lớp nền thấm nước khá lớn.
- 5- Đập đất có màn chống thấm dạng tường (hình 1-2 5) bằng bê tông cốt thép hoặc kim loại.

**Hình 1-2. Kết cấu chống thấm ở nền đập**

- 1- sân trước; 2- tường răng; 3- màn phun vật liệu chống thấm;
4- màn phun dạng treo; 5- màn chống thấm xuyên qua nền thấm.

c) Phân loại đập đất theo phương pháp thi công

- 1- Đập đất thi công bằng đắp và đầm nén.
- 2- Đập đất thi công bằng đổ đất trong nước.
- 3- Đập đất thi công bằng phương pháp bồi thủy lực.
- 4- Đập đất thi công hỗn hợp đắp và bồi thủy lực.
- 5- Đập đất thi công bằng nổ mìn định hướng (xem chương đập hỗn hợp đất đá).

d) Phân loại đập đất theo chiều cao đập

- 1- Đập thấp, chiều cao cột nước tác dụng dưới 20 m;
- 2- Đập cao trung bình, cột nước tác dụng 20 ÷ 50 m;
- 3- Đập cao, cột nước tác dụng lớn hơn 50 ÷ 100 m;
- 4- Đập rất cao (hay siêu cao), cột nước lớn hơn 100 m.

Ngoài ra, đập đất cũng như đập đất đá là loại đập sử dụng vật liệu có sẵn ở khu vực xây dựng (đất, đá) cho nên còn gọi là đập vật liệu địa phương và do đó còn được phân loại theo cấp công trình, đối với đập vật liệu địa phương căn cứ vào chiều cao đập và dạng đất nền (xem bảng 1-1).

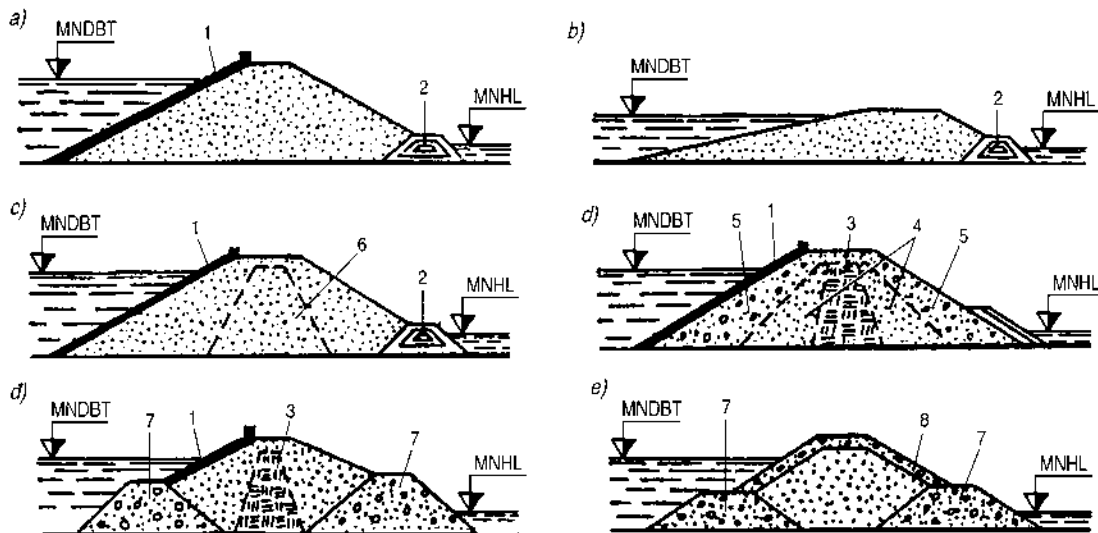
Bảng 1-1. Phân loại đập vật liệu địa phương theo cấp (TCXDVN 285:2002)

Loại nền			Cấp thiết kế
A. Đá	B. Đất cát, đất hòn, thô, đất sét ở trạng thái cứng và nửa cứng	C. Đất sét bão hòa nước ở trạng thái dẻo	
Chiều cao đập lớn nhất (m)			
> 100	> 75	> 50	I
> 70 ÷ 100	> 35 ÷ 75	> 25 ÷ 50	II
> 25 ÷ 70	> 15 ÷ 35	> 15 ÷ 25	III
> 10 ÷ 25	> 8 ÷ 15	> 8 ÷ 15	IV
≤ 10	≤ 8	≤ 8	V

Chú thích:

Chiều cao đập đất đá tính từ mặt nền thấp nhất sau khi dọn móng (không kể phần chiều cao chân khay) đến đỉnh đập.

Đập đất thi công bằng phương pháp bồi cũng được phân loại riêng theo cấu tạo mặt cắt ngang thành đập đồng chất và không đồng chất (hình 1-3).



Hình 1-3. Các loại đập đất bồi

a), b) Đập đồng chất; c), d) Đập không đồng chất; đ), e) Đập có một phần đất đắp;

- 1- kết cấu gia cố mái thượng lưu; 2- lăng trụ thoát nước; 3- lõi;
- 4- vùng chuyển tiếp; 5- vùng biên ngoài của đập;
- 6- vùng cát nhỏ ở trung tâm; 7- lăng trụ đá đỡ;
- 8- lớp gia tải bằng vật liệu hạt lớn.

1.2. VẬT LIỆU ĐỂ XÂY DỰNG ĐẬP

1.2.1. Tổng quát

Vật liệu của đập đất và các bộ phận cấu tạo khác như kết cấu chống thấm, vật thoát nước... được lấy từ các mỏ đất - đá - cát - sỏi có sẵn ở khu vực xây dựng công trình. Ngoài ra, khi có luận chứng thích đáng có thể sử dụng các vật liệu khác như xỉ than của nhà máy nhiệt điện, các chất thải từ công nghiệp khai khoáng hoặc công nghiệp luyện kim.

Yêu cầu đối với đất đập được quy định cụ thể trong tiêu chuẩn xây dựng công trình thủy lợi (xem Tuyển tập tiêu chuẩn xây dựng của Việt Nam, tập V, phần tiêu chuẩn thiết kế công trình thủy lợi, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội 1997 và TCXDVN 285:2002).

Về nguyên tắc có thể sử dụng tất cả các loại đất để xây dựng đập đất, trừ những loại sau:

- 1) Đất có hàm lượng thực vật mục nát trên 5%.
- 2) Đất có muối hoà tan dạng clorít hay sunphát - clorít với hàm lượng trên 5% hoặc muối sunphát với hàm lượng trên 2%.

Điều quan trọng là bố trí loại đất theo vị trí hợp lí trong mặt cắt đập căn cứ vào điều kiện làm việc của nó. Ngoài ra, có thể áp dụng các biện pháp xử lí như sàng, đập vỡ, trộn, tưới nước hay phơi khô để tạo độ ẩm tối ưu, kết hợp với đầm nén, v.v... thì sẽ có được mặt cắt đập vừa kinh tế vừa có cường độ chịu lực cao và bền vững.

Để xây dựng đập đồng chất thường sử dụng đất loại á sét, á cát hoặc đất cát hạt nhỏ và trung bình có đủ cường độ và độ chống thấm theo tính toán.

Đất cát và cuội sỏi có thể dùng cho phần nệm phía hạ lưu của đập.

Đất cuội sỏi có pha lẫn cốt liệu cát bụi với hệ số không đồng nhất $K_{60/10} > 10 \div 20$ vẫn có thể sử dụng xây dựng đập đồng chất hoặc bộ phận chống thấm trong đập không đồng chất, nếu có đủ luận chứng thích đáng về độ ổn định chống thấm (chống xói ngầm do thấm) và đại lượng tổn thất thấm cho phép.

Đất bùn, đất sét chắc do khai thác và thi công khó khăn cho nên hầu như không sử dụng để làm đập hoặc làm bộ phận chống thấm của đập, trừ trường hợp rất cá biệt, nhưng phải có luận chứng kinh tế - kĩ thuật thích đáng.

Đối với các kết cấu chống thấm như tường nghiêng, sân trước, lõi giữa, tường răng... thường sử dụng vật liệu có hệ số thấm nhỏ ($K_t \leq 1.10^{-4}$ cm/s) như đất loại sét, hỗn hợp đất nhân tạo, than bùn, v.v..., trong đó tốt nhất là đất loại sét có độ ẩm tự nhiên tại mỏ khai thác tương ứng với giới hạn lẫn hoặc lớn hơn một chút. Nếu dùng đất sét quá ướt hoặc quá khô sẽ khó khăn và phức tạp khi thi công, do vậy phải có luận chứng kinh tế - kĩ thuật cụ thể.

Than bùn có mức phân giải dưới 50% có thể sử dụng làm tường nghiêng và sân trước của đập cấp IV và V với chiều cao đập không lớn hơn 20 m.

Các hỗn hợp nhân tạo từ đất sét, đất cát và cuội sỏi dùng để làm kết cấu chống thấm cần có luận chứng kinh tế và được lựa chọn thành phần theo kết quả nghiên cứu thực nghiệm bao gồm cả việc đập thử trong điều kiện thực tế tại hiện trường.

Đối với vật thoát nước, tầng lọc ngược, vùng chuyển tiếp và kết cấu gia cố bảo vệ mái dốc, thường sử dụng các loại đất cát, cuội sỏi, đá nghiền có đủ cường độ chịu lực, không bị tan rữa trong môi trường nước và không chứa các hàm lượng chất hoà tan trong nước.

Khi xây dựng đập bằng phương pháp đổ đất trong nước thường sử dụng loại đất có hàm lượng cát hạt thô ở tỉ lệ khác nhau. Rất ít khi dùng đất loại sét hoặc đất cát sỏi.

Yêu cầu đối với loại đất dùng để đập đập theo phương pháp đổ trong nước được xác định căn cứ vào kết cấu của công trình. Chẳng hạn, để xây dựng đập đồng chất thì có thể sử dụng loại đất bất kì, nếu nó có đủ các đặc trưng về cường độ và độ ổn định thấm ở mức quy định. Đối với đất dùng để xây dựng các kết cấu chống thấm như sân trước, tường nghiêng, lõi giữa, thì yêu cầu cơ bản là có đủ độ chống thấm.

Đất dùng để đổ trong nước có thể có kích cỡ bất kì, từ loại hạt nhỏ đồng chất đến các cục hay tảng lớn và cứng khó đập vỡ. Nếu ở mỏ khai thác có loại đất sét chắc và khó tan trong nước thì nên dùng tỉ lệ đất có hàm lượng chứa 20 - 30% các cục nhỏ ($d < 100\text{mm}$) để khi chúng tan rã sẽ liên kết với các khối khác thành một thể chung đồng nhất.

Khi xây dựng đập đất bồi, thường sử dụng các loại đất á cát, đất cát và đất cuội sỏi có kích thước hạt lớn nhất 100 - 150mm.

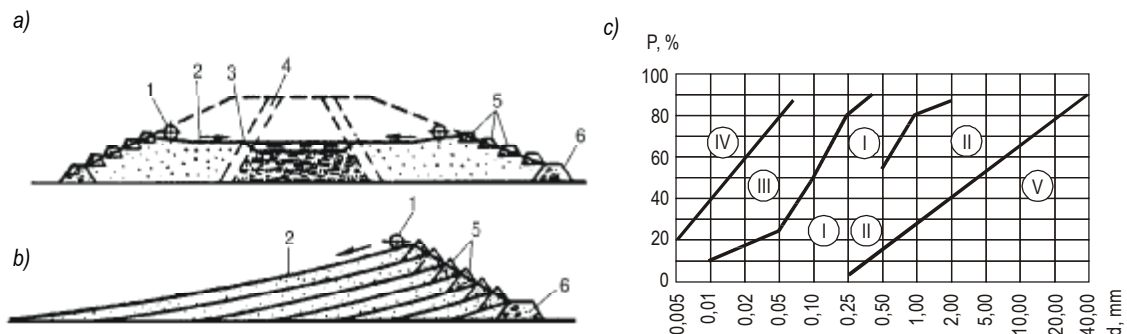
Đất ở các mỏ có thoả mãn yêu cầu để đập đập đất bồi hay không được đánh giá theo cấu tạo thành phần hạt (xem hình 1-4 c). Với các phương tiện thiết bị cơ giới thủy lực và công nghệ bồi hiện nay, nên sử dụng các loại đất cát và đất cát - sỏi nhóm I và II. Đất nhóm I dùng để bồi loại đập đồng chất, còn đất nhóm II dùng cho đập không đồng chất với vùng giữa, gồm các hạt cát mịn làm việc như lõi đập (hình 1-4 a). Đất á cát (nhóm III), đất á sét và sét (nhóm IV) và đất cuội - sỏi (nhóm V) chỉ sử dụng cho đập đất bồi khi có luận chứng kinh tế - kĩ thuật thích đáng, trong đó loại đất á sét và á cát (dạng đất lớt) có thể dùng làm đập đồng chất hay làm phần lõi của đập không đồng chất, đất á sét và sét dùng làm lõi đập, còn đất cuội sỏi dùng để bồi lắng trụ tựa ở hai phía.

Trong một số trường hợp có thể sẽ là kinh tế nếu sử dụng hỗn hợp nhân tạo bằng cách trộn đất lấy từ các mỏ đất khác nhau hoặc sàng lọc để loại bỏ những nhóm hạt không thích hợp.

Khi chọn đất ở mỏ để làm đập đất bồi cần lưu ý các điểm sau:

- 1) Không giới hạn hàm lượng chất hữu cơ hoặc chất hoà tan trong nước, nhưng các tạp chất để lại trong công trình bồi không được vượt quá giới hạn cho phép đối với đập đất đập;

- 2) Để bồi đắp đồng chất nên ưu tiên sử dụng loại đất cát cỡ hạt nhỏ và trung bình với hệ số không đồng nhất là tối thiểu, có hàm lượng các hạt sét và hạt bụi ($d < 0,05\text{mm}$), không quá 10 - 12%.
- 3) Để bồi đắp không đồng chất nêu ưu tiên sử dụng loại đất cát và cát - sỏi với hệ số không đồng nhất là tối đa, trong đó đất dùng cho phần lõi có chứa hạt sét $d < 0,005\text{mm}$ với hàm lượng không quá 15 - 20% nhằm mục đích đảm bảo sự chuyển đổi nhanh chóng cấu trúc đất từ trạng thái chảy sang trạng thái dẻo;
- 4) Khi lựa chọn đất loại cát để bồi, cần chú ý là các hạt nhẵn sẽ chèn chặt hơn trong quá trình bồi, song chúng lại có hệ số nội ma sát nhỏ hơn so với đất có hạt sắc cạnh.



Hình 1-4. Sơ đồ đắp đập đất bồi (a, b) và đặc trưng thành phần hạt của các nhóm đất (I - V) dùng cho đập đất bồi (c)

- a) Bồi từ hai phía để tạo đập không đồng chất có lõi giữa;
 - b) Bồi từ một phía để tạo đập đồng chất nhờ dòng nước bùn chảy tự do về phía thượng lưu;
- 1- ống cấp và phân phối nước bùn; 2- mái nghiêng của lớp đất bồi;
3- ranh giới vùng ao lắng bùn; 4- giới hạn phần lõi;
5- đê quây (bờ vây); 6- đê quây đợt một.

1.2.2. Tính chất cơ lí của đất

Khi thiết kế đập vật liệu địa phương cũng như lựa chọn loại vật liệu cho đập trước hết cần biết rõ tính chất của đất. Dưới đây là một số chỉ tiêu đặc trưng.

Cấu tạo thành phần hạt: Đất là một tập hợp các hạt trong đó có các kẽ rỗng có chứa một phần nước hoặc chứa đầy nước (bão hoà nước). Độ dính giữa các hạt đất (trừ đất sét) rất nhỏ so với cường độ chịu tải của hạt, do đó một tính chất quan trọng của đất là cấu tạo thành phần hạt (hình 1-5).

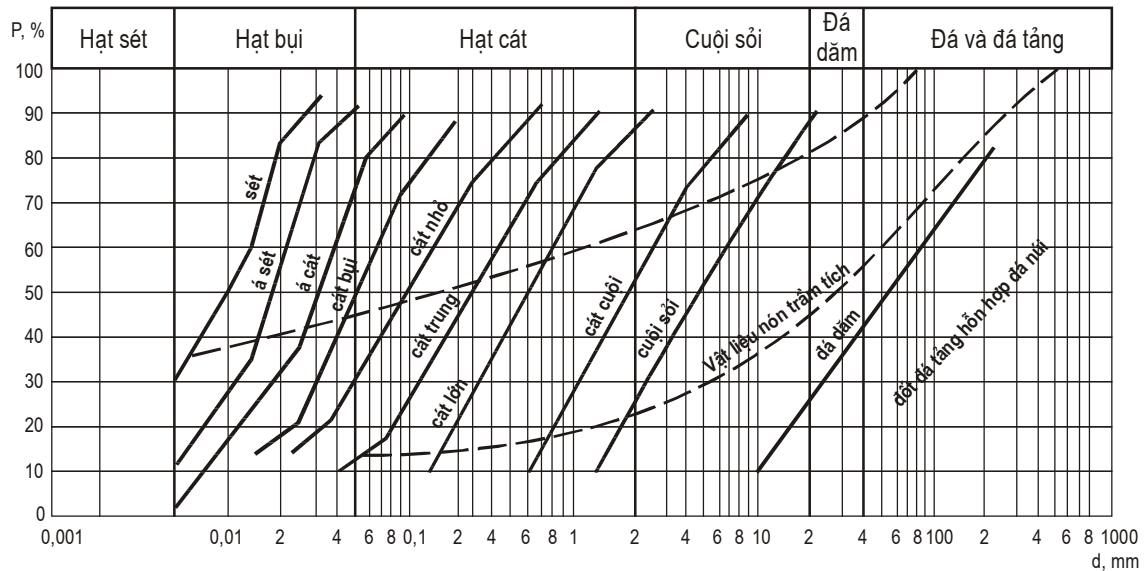
Các hạt lớn có độ nhẵn cạnh gọi là sỏi, cuội hoặc đá cuội. Giới hạn trên của các đường cong thành phần hạt được quy ước chia thành những loại đất khác nhau. Giới hạn giữa hai đường cong bao các loại hạt cỡ (d) khác nhau và tỉ lệ hàm lượng ($P\%$) khác nhau gọi là hỗn hợp đất đá trầm tích, còn phạm vi hạt nằm dưới đường cong bao là hỗn hợp đá núi.

Sự khác nhau về thành phần hạt của mỗi loại đất được đánh giá bằng hệ số không đồng nhất η :

$$\eta = d_{60}/d_{10} \quad (1.1)$$

Trong đó:

d_{60} , d_{10} lần lượt là kích thước hạt tương ứng với nó có 60% và 10% các hạt cỡ nhỏ hơn tính theo trọng lượng chứa trong một đơn vị thể tích đất.



Hình 1-5. Thành phần hạt của đất

Trong thực tế nếu đất có $\eta \leq 3$ thì được xem là đồng chất. Với đất rời, khi đổ thường có hiện tượng phân tầng, tuy vậy có thể bỏ qua ảnh hưởng phân tầng khi $\eta \leq 10$.

Với đất hạt lớn còn sử dụng khái niệm đường kính bình quân gia quyền của hạt d_b :

$$d_b = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \Delta p_i}{100} \quad (1.2)$$

Trong đó: Δp_i - hàm lượng theo tỉ lệ % của hạt có đường kính d_i .

Thường $d_b \approx d_{50}$.

Hình dạng hạt đất có quan hệ đến nhiều tính chất của đất. Đất hạt nhỏ - hình dạng hạt có ảnh hưởng đến độ chặt và tác động tương hỗ giữa các khoáng vật với nước. Đất hạt lớn - hình dạng hạt ảnh hưởng đến độ rỗng và cường độ chịu tải, vì vậy còn sử dụng chỉ số hình dạng k_h như sau:

Nếu $d_3 < d_2 < d_1$, thì

$$k_h = d_3/d_1 \quad (1.3)$$

Trong đó:

d_3 - kích thước đặc trưng nhỏ nhất của hạt;

d_1 - kích thước đặc trưng lớn nhất của hạt.

Trường hợp $k_h = 1$, hình dạng hạt gần như hình cầu. Để xây dựng đập đất đá ưu tiên chọn loại đất có $k_h > 0,3$.

Thành phần khoáng của đất

Các hợp chất chủ yếu tạo ra các muối khoáng là SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O .

Tất cả các cỡ hạt của đất theo thành phần khoáng được chia thành hai nhóm chính:

- Các cục đá núi có cỡ hạt $d > 2$ mm;
- Các hạt khoáng là sản phẩm phong hoá của đá núi mà trước đó thuộc cấu tạo đá núi.

Hạt khoáng được chia thành:

- Nhóm hạt cát: $0,05 < d \leq 2$ mm;
- Nhóm hạt bụi: $0,005 < d \leq 0,05$ mm;
- Nhóm hạt khoáng thứ cấp: $d \leq 0,005$ mm.

Nhóm hạt khoáng thứ cấp thường là các hạt sét được hình thành từ các hạt khoáng sơ cấp trong quá trình bị nghiền vụn và chuyển hoá vào môi trường có các điều kiện nhiệt động lực học hoàn toàn khác với môi trường của hạt khoáng sơ cấp. Trong điều kiện môi trường mới, các hạt khoáng thứ cấp bị thay đổi về thành phần hoá cũng như cấu trúc tinh thể. Đất sét không chỉ chứa các hạt sét mà còn có các hạt lớn hơn và nói chung nó là một hỗn hợp đa khoáng.

Độ rỗng của đất (n)

Đây là một chỉ tiêu quan trọng của loại đất hạt nhỏ và là chỉ số xuất phát đối với đất hạt lớn.

Độ rỗng n là thể tích tất cả các lỗ rỗng chứa trong một đơn vị thể tích đất:

$$n = \frac{\gamma_{td} - \gamma_{hd}}{\gamma_{td}} \quad (1.4)$$

Trong đó:

γ_{td} - tỉ trọng của đất hay còn gọi là trọng lượng riêng của các hạt rắn tức cốt đất;

γ_{hd} - trọng lượng thể tích hạt đất hay trọng lượng các hạt chứa trong một đơn vị thể tích đất.

Tỉ trọng đất thay đổi trong phạm vi $2,65 \div 2,77$ g/cm³. Nếu trong đất chứa các oxít kim loại thì tỉ trọng γ_{td} có thể tới 3,5 g/cm³, thậm chí lớn hơn. Ngược lại, nếu đất chứa các hợp chất hữu cơ thì tỉ trọng đất giảm xuống.

Để đánh giá mức độ chặt hay xốp của đất, sử dụng khái niệm hệ số rỗng (ε):

$$\varepsilon = \frac{n}{1-n} \quad \text{hoặc} \quad \varepsilon = \frac{\gamma_{td} - \gamma_{hd}}{\gamma_{hd}} \quad (1.5)$$

Độ ẩm của đất (W) - là tỉ số phần trăm giữa trọng lượng nước (Q_n) chứa trong các lỗ rỗng của một đơn vị thể tích đất so với trọng lượng các hạt đất (Q_{hd}) trong thể tích đó:

$$W = \frac{Q_n}{Q_{hd}} \cdot 100, (\%) \quad (1.6)$$

Nếu đất bão hoà nước hoàn toàn, thì

$$Q_n = \gamma_n \cdot n = \gamma_n \cdot \frac{\varepsilon}{1 + \varepsilon}$$

do đó
$$W = W_{bh} = \frac{\gamma_n \cdot \varepsilon}{(1 + \varepsilon)\gamma_{hd}} = \frac{\gamma_n \cdot \varepsilon}{\gamma_{td}} \quad (1.7)$$

Trong đó: γ_n là tỉ trọng nước.

Mức ngậm nước, còn gọi là hệ số bão hoà nước G , là tỉ lệ nước chứa trong các lỗ rỗng của đất:

$$G = W/W_{bh} \quad (1.8)$$

Nếu $G = 0$, môi trường đất là một pha - không có nước. Trong trường hợp này không kể đến môi trường khí, bởi vì không có nước thì ảnh hưởng khí đến tính chất đất là rất nhỏ.

Nếu $G = 1$, môi trường đất là hai pha, gồm đất và nước, trong đó các lỗ rỗng chứa đầy nước - tức bão hoà nước.

Các trường hợp khác: $0 < G < 1$ - môi trường đất 3 pha.

Trọng lượng thể tích của đất tự nhiên (γ_d) là trọng lượng các hạt đất cùng với nước trong một đơn vị thể tích đất trong điều kiện tự nhiên:

$$\gamma_d = \gamma_{hd} + (1 + W) \quad (1.9)$$

Đất ở trạng thái ẩm tự nhiên thì trọng lượng thể tích của đất (γ_d) còn gọi là dung trọng đất tự nhiên.

Nếu các lỗ rỗng của đất chứa đầy nước thì trọng lượng thể tích của đất gọi là dung trọng đất bão hoà γ_{db} :

$$\gamma_{db} = \gamma_{dk} + n\gamma_n \quad (1.10)$$

Trong đó:

γ_{dk} - dung trọng đất ở thể khô (không có nước);

γ_n - tỉ trọng hay dung trọng của nước (trọng lượng khí hoà tan trong nước rất nhỏ so với nước nên xem tỉ trọng nước bằng dung trọng nước).

Đối với đất cát và đất hạt lớn sử dụng hệ số độ chặt tương đối I_d :

$$I_d = \frac{\varepsilon_{\max} - \varepsilon}{\varepsilon_{\max} - \varepsilon_{\min}} \quad (1.11)$$

Trong đó:

ε_{\max} , ε_{\min} - các hệ số rỗng ứng với cấu trúc đất có giới hạn tối xốp nhất và chặt nhất;

ε - hệ số rỗng thực tế của đất đang xét.

Đối với những đập cao yêu cầu đất cỡ hạt lớn phải được đầm chặt để chỉ số $I_d \geq 0,9$, còn đất cát yêu cầu độ chặt là $I_d = 0,66 \div 1,0$.

Khả năng đầm chặt tối đa phụ thuộc vào cấu tạo thành phần hạt của đất. Với đất cuội sỏi có thể đạt γ_{hd} tới 2,1 - 2,3 g/cm³ nếu hàm lượng hạt cỡ $d < 5\text{mm}$ chiếm 20 ÷ 30%. Với hỗn hợp đá núi có thể đầm chặt để $\gamma_{hd} = 1,8 \div 2,2\text{g/cm}^3$, đất sét có lẫn các hạt thô (ở nón trầm tích) γ_h có thể tới 2,3 - 2,4g/cm³. Trường hợp này gọi là bê tông sét.

Khả năng đầm chặt cho phép đối với đất còn phụ thuộc vào độ ẩm của đất. Với độ ẩm gọi là tối ưu sẽ đạt được độ chặt tối đa của đất ứng với mỗi loại đầm và số lần đầm tối ưu.

Đối với đất sét, K. Terzaghi đề nghị phân biệt trạng thái sét thành 3 loại: cứng, dẻo và chảy.

Độ ẩm (độ ngậm nước) của đất sét từ trạng thái sét này sang trạng thái sét khác gọi là giới hạn sét (giới hạn Aterberg). Ví dụ, độ ẩm từ trạng thái đất cứng sang dẻo gọi là giới hạn lăn (W_l), từ trạng thái dẻo sang chảy gọi là giới hạn chảy (W_c). Chỉ số dẻo (W_d) là:

$$W_d = W_c - W_l \quad (1.12)$$

Chỉ số dẻo có ý nghĩa để đánh giá chi tiết trong nhóm đất sét, cụ thể nếu $W_d > 17$ - là đất sét, $7 \leq W_d \leq 17$ - đất á sét, $W_d < 7$ - đất á cát.

1.2.3. Tính thấm nước của đất

Thấm nước là một tính chất quan trọng của đất, là chỉ tiêu xem xét có nên hay không nên sử dụng loại đất đó để xây dựng đập đất cũng như các kết cấu của đập như vật thoát nước, bộ phận chống thấm, v.v...

Chỉ tiêu đặc trưng cho tính thấm nước là hệ số thấm k_t . Có ba phương pháp xác định hệ số thấm: nghiên cứu thực nghiệm ở hiện trường, nghiên cứu thí nghiệm trong phòng thí nghiệm và phương pháp giải tích toán học.

Phương pháp giải tích tiến hành theo nguyên tắc phân tích tính chất cơ học của đất để tìm mối liên hệ của nó với khả năng thấm nước. Biểu thức toán của hệ số thấm có dạng:

$$k_t = C_o g \frac{d^2}{v} = k_o \frac{d^2}{v} \quad (1.13)$$

Trong đó:

C_o - hằng số phụ thuộc kích thước lỗ rỗng và đường kính hạt;

g - gia tốc trọng lực;

v - hệ số nhớt động học;

d - đường kính hạt.

Bảng 1-2. Giá trị hệ số thấm của các loại đất k_t

Loại đất	k_t , cm/s	Loại đất	k_t , cm/s
Cuội sỏi hạt lớn	$1 \div 10$	Á cát	$10^{-7} \div 10^{-4}$
Đất sỏi	$10^{-1} \div 1$	Á sét	$10^{-9} \div 10^{-7}$
Cát hạt lớn	$10^{-2} \div 10^{-1}$		
Cát hạt nhỏ	$10^{-5} \div 10^{-2}$	Đất sét	$10^{-9} \div 10^{-7}$

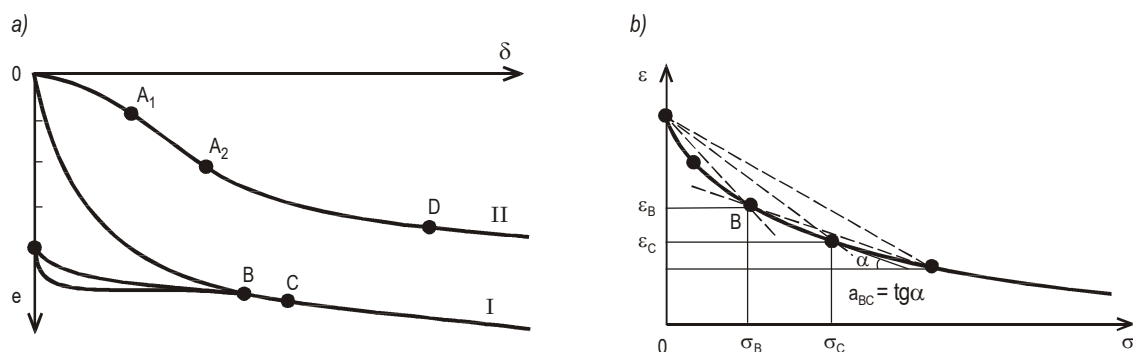
Công thức (1.13) tuy đơn giản về cấu trúc, song lại rất khó sử dụng trong thực tế, vì đường kính của hạt đất thay đổi trong phạm vi lớn. Đối với đất cát, nhiều tác giả nghiên cứu đã đề nghị các công thức bán thực nghiệm.

1.2.4. Tính biến dạng của đất

Dưới tác động của các tải trọng như lực đầm nén, áp lực của lớp đất bên trên, áp lực nước, v.v... khối đất sẽ biến dạng do sự dịch chuyển các hạt.

Đối với đất hạt lớn, nguyên nhân chính dẫn đến biến dạng là hiện tượng vỡ hoặc gãy các góc cạnh khi các hạt cọ sát với nhau.

Với đất cát, biến dạng diễn ra do sự chuyển vị tương đối để sắp xếp lại cấu trúc hạt và do vỡ vụn.



Hình 1-6. Đồ thị quan hệ biến dạng thể tích của đất

Biến dạng còn được phân chia thành biến dạng thể tích (có sự thay đổi về thể tích) và biến hình (có sự thay đổi hình dạng nhưng không thay đổi thể tích).

Đối với đất rời, khi có biến dạng thể tích thì quan hệ giữa ứng suất trung bình ($\sigma = \frac{\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z}{3}$) và biến dạng ($e = e_x + e_y + e_z$) có thể biểu diễn như trên hình 1-6 a, đường I.

Quan hệ giữa biến dạng và ứng suất trong đất được mô tả bằng các biểu thức toán học, trong đó có phương trình hàm số mũ:

$$e = \frac{1}{E_0} \sigma^n \quad (1.14)$$

Trong đó:

E_0 - môđun biến dạng thể tích ứng với $\sigma = 1$;

n - chỉ số mũ của đường cong;

hoặc dạng hàm e mũ:

$$e = e^\infty [1 - \exp(-\lambda\sigma)] \quad (1.15)$$

Trong đó:

e^∞ - biến dạng thể tích, khi $\sigma \rightarrow \infty$ tương ứng sẽ là tỉ trọng của các hạt đất;

λ - hệ số thực nghiệm.

Ngoài hệ số rỗng, người ta còn sử dụng hệ số nén (a) làm chỉ tiêu đặc trưng và có thể được xác định cho mỗi đoạn đã được tuyến tính hoá của hàm thực nghiệm $\varepsilon = f(\sigma)$ trên hình 1-6 b như sau:

$$a_{bc} = \frac{\varepsilon_b - \varepsilon_c}{\sigma_c - \sigma_b} \quad (1.16)$$

Đường cong $\varepsilon = f(\sigma)$ càng được chia nhỏ thành nhiều đoạn thẳng (nhất là ở khu vực áp lực nhỏ), thì giá trị a_{bc} càng mô tả chính xác quan hệ của đường cong thực nghiệm.

Để đơn giản tính toán có thể lấy $\sigma = 0$. Khi đó các đoạn thẳng sẽ là các dây cung (đường đứt đoạn trên hình 1-6 b).

Biến dạng hình thể hay gọi là biến hình là quá trình thay đổi kích thước một chiều không có sự thay đổi thể tích.

Bằng phương pháp thực nghiệm trên thiết bị chuyển vị trượt, người ta đã xác định được quan hệ biến hình theo công thức sau:

$$\varepsilon_l = \frac{2\Delta l}{h} \quad (1.17)$$

Trong đó:

Δl - chuyển vị ngang khi trượt;

h - chiều cao mẫu đất thí nghiệm;

ε_l - đại lượng biến hình.

Vì chiều cao mẫu đất thay đổi ít so với Δl cho nên biến hình được đặc trưng bằng đại lượng Δl .

1.2.5. Cường độ của đất

Cường độ của đất là sức kháng cắt - là đặc trưng cơ bản của đất để tính toán và thiết kế các công trình thủy, trong đó có đập đất.

Tham số phổ biến được sử dụng là điều kiện bền Kulông (được tác giả đề nghị vào năm 1773):

$$\tau_n = \sigma_n \operatorname{tg}\varphi + c \quad (1.18)$$

Trong đó:

σ_n - ứng suất pháp trên mặt trượt;

τ_n - ứng suất tiếp (cắt) lớn nhất có thể trên mặt trượt;

φ - góc ma sát trong;

c - lực dính.

Biểu thức (1.18) là định luật về ma sát, thể hiện khả năng chống trượt của đất là nhờ lực ma sát và lực dính giữa các hạt. Nếu trong đất có nước nhận một phần tải trọng ngoài (hiện tượng này diễn ra trong thời gian khá dài ở môi trường đất sét khi có tải trọng tĩnh và xảy ra với mọi loại đất khi có tải trọng động), thì chỉ cần xét đến ứng suất pháp trong cốt đất. Ứng suất pháp trong cốt đất gọi là ứng suất hiệu quả (σ_h), áp lực trong nước gọi là áp lực kẽ rỗng (P_r) hay ứng suất trung hoà (σ_w).

Kể tới áp lực kẽ rỗng, điều kiện bền Kulông có dạng:

$$\tau_n = (\sigma_n - P_r) \operatorname{tg}\varphi + c$$

hoặc
$$\tau_n = \sigma_h \operatorname{tg}\varphi + c \quad (1.19)$$

Sự phát triển và tổng quát hoá định luật Kulông là điều kiện bền Mor (1914):

$$\sin \varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 + 2c \operatorname{ctg}\varphi} \quad (1.20)$$

Trong đó:

σ_1 và σ_3 - tương ứng là các ứng suất nén chính lớn nhất và nhỏ nhất.

Theo điều kiện Mor, sự phá huỷ đất sẽ xảy ra khi góc lệch θ của tổng hợp lực so với đường thẳng vuông góc với mặt trượt bằng góc nội ma sát φ .

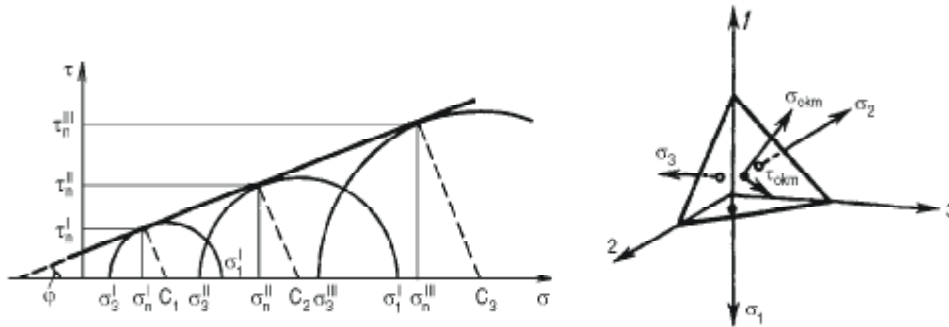
Biểu thức (1.20) cho thấy chỉ có ứng suất pháp chính tối đa và tối thiểu có quyết định đến điều kiện bền, tức độ ổn định của đất.

Nếu trên biểu đồ quan hệ ứng suất (σ , τ) vẽ đồ thị mô tả định luật Kulông (hình 1-8 a) rồi sau đó vẽ vòng tròn Mor thì ta thấy rằng các điều kiện Kulông và Mor là trùng hợp, vì thế biểu thức (1.20) còn gọi là điều kiện Kulông - Mor.

Theo kết quả thực nghiệm của nhiều nhà nghiên cứu cho thấy:

- 1) Ứng suất chính trung gian σ_2 có ảnh hưởng đáng kể đến sức kháng trượt của đất (có thể tới 10°);

- 2) Đường bao các vòng Mor phân lớn có dạng đường cong, nghĩa là $\varphi = f(\sigma)$, trong đó khi σ tăng thì φ có thể giảm tới 15° , điều này thường gặp ở đất hạt lớn;
- 3) Ngoài tham số Lode - Naday (λ) và các yếu tố khác, đường đặt tải có ảnh hưởng đến độ bền của đất, có thể tăng hay giảm tới $2 \div 4^\circ$.

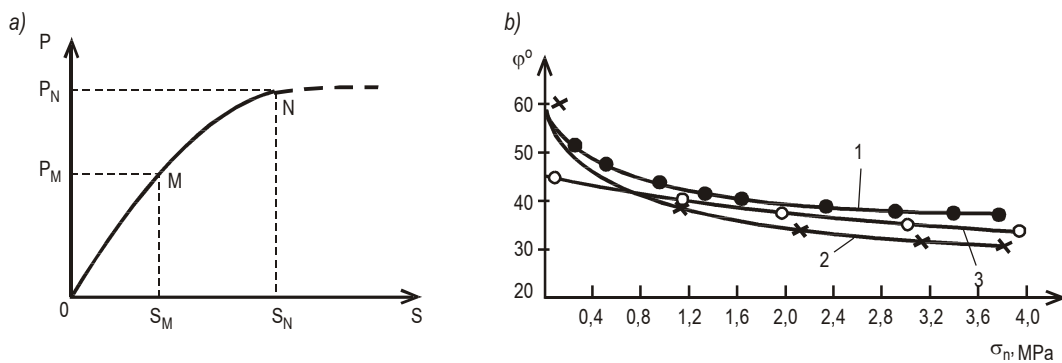


Hình 1-7. Các ứng suất tới hạn khi trượt

- a) Kết quả thí nghiệm trên thiết bị trượt [$\tau = f(\sigma)$] và trên tinh kế nén ba chiều [$\tau = f(\sigma_1, \sigma_3)$];
- b) Mặt phẳng lệch; 1, 2, 3- phương của các trục chính.

Những nhận xét nêu trên có ý nghĩa lớn trong nghiên cứu, tuy nhiên trong thực tế hiện nay người ta vẫn sử dụng điều kiện Kulông - Mor, vì nó đơn giản và sai số tính toán là chấp nhận được.

Để khắc phục hạn chế theo các nhận xét ở trên, có thể điều chỉnh bằng cách cho $\varphi \neq \text{const}$ và $c \neq \text{const}$. Trong trường hợp này, các giá trị φ và c được cho ở dạng bảng phụ thuộc vào σ_1 , σ_n hay σ_3 .



Hình 1-8. Đồ thị quan hệ biến dạng của đất (a) và sức kháng trượt phụ thuộc ứng suất pháp trên bề mặt trượt ($I_d \geq 0,9$) theo số liệu nghiên cứu thực tế (b)

- 1- đập đất cuội sỏi Infernilo ($d < 5$ mm chứa 40%);
- 2- hỗn hợp đá núi andêhit ($d < 5$ mm chứa $5 \div 8\%$);
- 3- hỗn hợp đá núi loại đá vôi ($d < 5$ mm chứa 12%).

Quá trình biến dạng của đất cũng như các vật liệu khác gồm ba giai đoạn chính (hình 1-8 a):

Giai đoạn thứ nhất xem biến dạng phụ thuộc vào tải trọng theo quan hệ tuyến tính (đoạn OM trên hình 1-8 a). Dưới tác dụng ngoại lực các hạt đất sắp xếp ép chặt vào nhau tạo sự cố kết, độ rỗng của đất giảm, khối đất giữ ở thế ổn định.

Giai đoạn thứ hai đường quan hệ biến dạng $S \sim P$ là đường cong (đoạn MN). Các hạt đất có sự chuyển vị đáng kể. Đây là giai đoạn quá độ.

Giai đoạn thứ ba đặc trưng bằng sự dịch chuyển đột biến của các hạt đất và gây ra sự phá hủy kết cấu của khối đất. Điểm N tương ứng khả năng chịu tải hay cường độ tới hạn của đất. Khi tải trọng đạt giá trị P_N thì sau đó mặc dù không tăng thêm tải trọng, nhưng các hạt đất vẫn tiếp tục chuyển vị cho tới khi các lớp đất trượt lên nhau. Công trình trong trường hợp này bị phá hủy. Từ đó thấy rằng sự làm việc bình thường của đất là ở giai đoạn một, vì vậy tính toán ổn định công trình đất được thực hiện cho giai đoạn thứ nhất.

Đối với đất đá hạt lớn thường không sử dụng các chỉ số φ và c để đánh giá cường độ vật liệu, vì đường bao các vòng Mor là đường cong. Trong trường hợp này dùng góc trượt ψ được xác định từ biểu thức (1.20) với điều kiện $c = 0$. Giá trị của ψ đối với đá cuội lòng sông dùng cho đập Infernilo ($I_D \geq 0,9$) và hỗn hợp đá núi andêhit được giới thiệu trên hình 1-8 b.

Đại lượng ψ phụ thuộc vào ứng suất có thể xác định theo công thức của P.I. Goodđienko:

$$\text{Đối với cuội sỏi:} \quad \psi_{\sigma} = \psi_0 - 5 \lg \frac{\sigma_n}{\sigma_0} \quad (1.21)$$

$$\text{Đối với hỗn hợp đá núi:} \quad \psi_{\sigma} = \psi_0 - 9 \lg \frac{\sigma_n}{\sigma_0} \quad (1.22)$$

Trong đó:

ψ_0 - góc trượt khi $\sigma_3 \rightarrow 0$;

$\sigma_n = \frac{2\sigma_1\sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3}$ - ứng suất pháp trên mặt trượt;

$\sigma_0 = 0,2 \text{ MPa}$.

Đối với đất cuội sỏi, nét đặc trưng là sự ổn định các tính chất cơ lí, dù ở địa điểm nào trên hành tinh trái đất, ngoại trừ đất đá cuội phong hóa thuộc các vùng bậc thềm.

Một điểm khác cần lưu ý là hỗn hợp đá núi có sức kháng kém hơn cuội sỏi khi chịu tải trọng (σ_n) lớn.

1.2.6. Yêu cầu đối với nền đập đất

So với đập bê tông, đập đất không yêu cầu chất lượng nền quá cao vì tải trọng phân bố từ đập xuống nền nhỏ hơn nhiều, gradient trung bình của dòng thấm cũng nhỏ hơn. Đây là lợi thế và ưu điểm của đập đất so với các đập khác, cho phép sử dụng rộng rãi các loại nền với chi phí xử lý nền ít tốn kém hơn.

Nền đá chắc được xem là tốt nhất cho mọi loại đập; đối với đập đất thì chỉ cần chú ý đến vấn đề nối tiếp đáy đập để không xảy ra hiện tượng thấm tiếp xúc tăng cường ở phần này. Nền đá bị phong hóa, nứt nẻ nhiều, đặc biệt là nền đá vôi có hiện tượng Karst cần phải có biện pháp xử lý chống thấm để tránh sự mất nước từ hồ chứa (sử dụng các biện pháp khoan phụt vữa sét, vữa xi măng v.v...). Ngoài ra, nếu mức độ phong hóa nứt nẻ lớn cần chú ý khả năng lún không đều theo hướng ngang (dọc theo phương dòng thấm) và hướng đứng.

Với nền đất, tùy theo tính chất cụ thể của loại nền cần có các xử lý thích ứng:

- Bóc bỏ lớp đất thực vật, phong hóa và mềm yếu ở bên trên để đập tiếp xúc với nền được tốt hơn, tránh dòng thấm tăng cường ở đường viền đáy đập.
- Nếu nền có đất hạt bụi, đất mùn hoặc sét ngậm nước có khả năng xuất hiện áp lực kẽ rỗng trong quá trình thi công đập làm cho sức chống trượt của nền bị giảm đáng kể, thì phải xây dựng hệ thống tiêu thoát nước trong nền đồng thời hạn chế tốc độ tăng chiều cao đập trong quá trình thi công.
- Nền có than bùn vẫn có thể xây dựng đập, nếu mức độ phân giải của than bùn nhỏ hơn 50%. Vấn đề cần lưu ý ở đây là hiện tượng lún không đều, do đó cần kiểm tra tính toán để có biện pháp xử lý lún không đều.
- Nền có các chất hữu cơ nguồn gốc động vật hay thực vật cần được dọn sạch, đặc biệt nếu lớp hữu cơ nằm dọc nền từ thượng lưu xuống hạ lưu (tránh dòng thấm tập trung và tăng cường làm xói lớp đất hữu cơ dẫn đến mất ổn định của công trình). Nếu lớp hữu cơ khá dày và khó có khả năng dọn sạch hết thì phải xây dựng màn chống thấm cắt ngang qua lớp đất hữu cơ để tránh xói ngầm. Trường hợp đất hữu cơ hình thành dưới dạng các lớp đứng thì cần chú ý đến khả năng lún không đều và có biện pháp phòng chống lún không đều. Nếu đất hữu cơ có dạng các cột thẳng đứng với tổng diện tích nhỏ hơn 15% diện tích đáy đập và được phân bố đều thì không cần phải dọn sạch.
- Nền có hàm lượng muối hòa tan quá 5% theo trọng lượng thì cần phải áp dụng biện pháp chống rửa trôi các muối.
- Nền thuộc loại đất lớt (hoàng thổ) sẽ bị lún nhiều khi ngậm nước, do đó chỉ xây dựng được đập thấp và phải chú ý đến lún không đều để có biện pháp xử lý lún ngay trong giai đoạn thi công (cho đất nền ngậm nước và lún trước khi thi công đập).
- Nền cát, cuội sỏi cần xử lý chống thấm và chống xói ngầm. Nếu nền có cấu tạo lớp bên trên là đất ít thấm với độ dày nhỏ, phía dưới là đất có hệ số thấm lớn (cát, sỏi...) thì phải có biện pháp chống thấm và chống xói ngầm cho lớp nền ở phía dưới (sử dụng các loại màn chống thấm hoặc đắp sân trước và sân sau có lớp gia tải, làm giếng thoát nước thấm, v.v...).

1.3. CẤU TẠO MẶT CẮT NGANG CỦA ĐẬP ĐẤT

Khi thiết kế đập đất, cần lựa chọn xác định mặt cắt ngang của đập theo hai điều kiện:

- 1) Đảm bảo đập làm việc ổn định trong mọi trường hợp;
- 2) Khối lượng vật liệu đập biểu thị qua các mặt cắt ngang là kinh tế nhất.

Mặt cắt ngang của đập về tổng quát phụ thuộc vào loại đập, chiều cao đập, tính chất đất của đập và nền, điều kiện và phương pháp thi công đập, điều kiện vận hành khai thác đập.

1.3.1. Đỉnh đập

Cao trình đỉnh đập được xác định căn cứ vào cao trình mực nước tính toán ở hồ chứa. Đỉnh đập phải cao hơn mực nước tính toán một trị số gọi là độ vượt cao d tính theo công thức sau:

$$d = h_f + \Delta h + a \quad (1.23)$$

Trong đó: h_f - chiều cao sóng leo lên mái dốc do tác động của gió;

Δh - độ dâng mặt nước do gió gây nên;

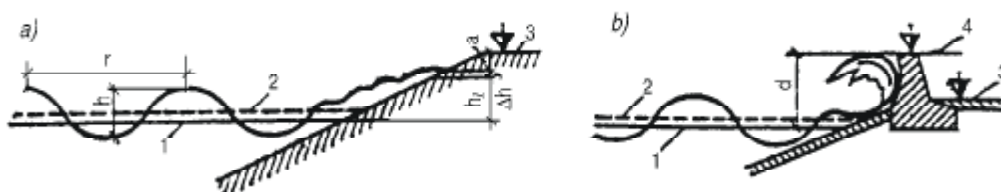
a - độ dự trữ về chiều cao của đỉnh đập (xem phần tính toán sóng do gió). Độ dự trữ a đối với đập đất cấp bất kỳ nếu khi bị hư hỏng gây ra sự cố có tính tai họa, thì được lấy không nhỏ hơn 0,5m. Nếu chiều cao dâng thêm của sóng leo (Δh) nhỏ, hoặc tổng giá trị ($h_f + \Delta h$) nhỏ hơn 0,5m, thì lấy $a \geq 0,5m$.

Tính d theo công thức (1.23) được tiến hành cho hai trường hợp:

- 1) Với mực nước thượng lưu là mực nước dâng bình thường (MNDBT), sóng gió lấy tần suất theo bảng 3-3.
- 2) Với mực nước thượng lưu là mực nước gia cường (MNGC) theo tần suất tính toán phụ thuộc vào cấp công trình (cấp của đập), sóng gió bình thường (50%).

Cao trình đỉnh đập sẽ được chọn theo trường hợp bất lợi nhất, nghĩa là trường hợp tổng cao độ mực nước tính toán cộng với độ vượt cao d có giá trị lớn nhất.

Nếu trên đỉnh đập xây dựng tường chắn sóng có đủ độ ổn định để hất sóng ra phía hồ, thì đại lượng d được kể từ mực nước tính toán đến đỉnh tường (xem hình 1-9 b).



Hình 1-9. Sơ đồ tính toán cao trình đỉnh đập đất

- a) Không có tường chắn sóng; b) Có tường chắn sóng;
 1- mực nước tính toán; 2- đường trung bình của mặt nước khi có sóng;
 3- đỉnh đập; 4- đỉnh tường; h và λ - chiều cao sóng và bước sóng.

Một số nước phương tây và Mỹ thường tính độ vượt cao d theo công thức:

$$d = 0,75h + \frac{v_s^2}{2g} \quad (1.24)$$

Trong đó:

h - chiều cao sóng tính theo công thức Stevenson (xem phần tính sóng);

v_s - tốc độ sóng, xác định theo công thức Gaillard:

$$v_s = 1,5 + 2h, \text{ m/s} \quad (1.25)$$

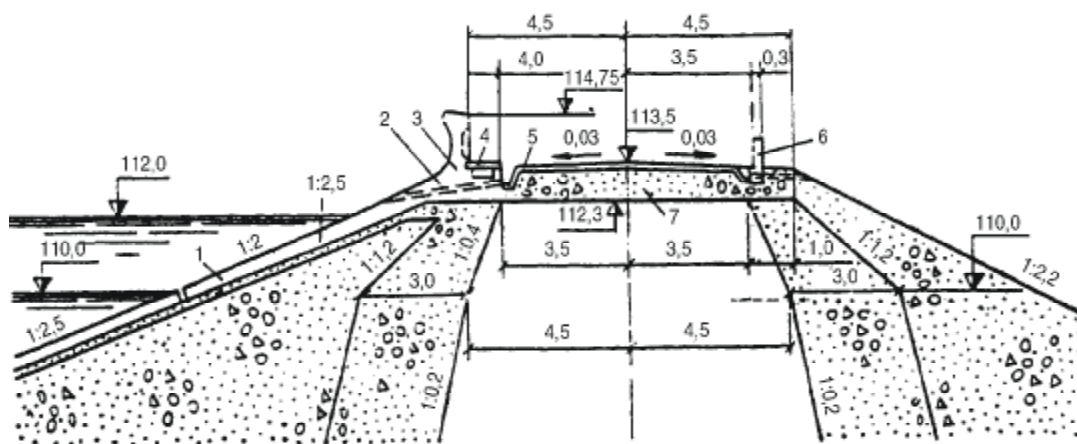
Chiều cao tường chắn sóng theo góc độ mỹ quan và vận hành đập thường lấy trong phạm vi 1,2 ÷ 1,5 m. Lúc này cao trình đỉnh đập được lấy bằng cao trình MNGC cộng với độ dự trữ a' phụ thuộc vào cấp công trình. Tường chắn sóng cho phép giảm được khối lượng vật liệu đập, do đó có thể xác định phương án tường theo tính toán so sánh kinh tế - kỹ thuật giữa chi phí tường và khối lượng vật liệu đập được giảm do có tường.

Cần lưu ý là khi tính toán cao trình đỉnh đập phải kể đến hiện tượng lún của đập và nền trong quá trình khai thác, vì vậy phải cộng thêm một độ cao bằng giá trị lún theo tính toán lún đối với giai đoạn vận hành đập.

Chiều rộng đỉnh đập được xác định căn cứ vào loại đập, vào sơ đồ tổ chức thi công (đảm bảo cho các phương tiện thiết bị thi công hoạt động bình thường với năng suất và chất lượng cao) và yêu cầu khai thác đập sau này.

Nếu đỉnh đập dùng làm đường giao thông (đường ô tô, đường sắt) thì kích thước bề rộng đỉnh đập lấy theo cấp đường giao thông.

Mặt đỉnh đập được làm với độ dốc $i \approx 0,03$ và có rãnh để thoát nước mưa (xem hình 1-10).



Hình 1-10. Ví dụ về cấu tạo đỉnh đập

- 1- tấm bê tông cốt thép gia cố mái đập; 2- ống thoát nước;
- 3- tường chắn sóng; 4- rãnh đặt cáp; 5- bê tông nhựa;
- 6- cột mốc ranh giới đường ô tô; 7- lớp nền đường bằng cát - đá cuội.

Cấu tạo mặt đường (mặt đỉnh đập) được làm theo tiêu chuẩn đường tùy thuộc vào cấp đường giao thông.

Nếu đỉnh đập làm bằng đất sét thì bên trên phủ một lớp đất không dính để bảo vệ đất sét không bị khô nứt.

Khi không có nhu cầu giao thông và đỉnh đập chỉ thiết kế theo cấu tạo (theo điều kiện thi công), thì bề rộng tối thiểu của đỉnh đập phải không nhỏ hơn 3 m đối với đập thấp và không nhỏ hơn 6 m đối với đập trung bình và cao.

Chiều rộng đỉnh đập còn có liên quan đến độ ổn định của đập và các mái dốc, trong đó có ổn định thấm và tổn thất thấm, vì vậy cần tính toán kiểm tra tổng thể mặt cắt đập theo các tiêu chuẩn ổn định và thấm để quyết định kích thước cuối cùng của đập (bao gồm kích thước đỉnh đập).

Theo số liệu thống kê bề rộng đỉnh đập của gần 240 đập đất đã xây dựng trên thế giới thì chiều rộng tối thiểu b_{\min} của đỉnh đập nằm trong khoảng $b_{\min} \approx 0,1H$, trong đó H là chiều cao đập.

Cũng theo số liệu thống kê tính đến năm 1960 ở Mỹ đã có 28 đập đất bị hư hỏng do nước tràn qua mặt đỉnh đập (chiếm gần 40% số đập bị hư hỏng), do đó thường lấy chiều rộng đỉnh đập lớn hơn với mục đích tránh nước tràn qua đỉnh do sóng.

1.3.2. Mái dốc của đập đất

Trong giai đoạn thiết kế sơ bộ mái dốc của đập được lấy theo kinh nghiệm xây dựng và vận hành các đập đất ở điều kiện tương tự. Giá trị của hệ số mái dốc ($m = \cot\alpha$; α - góc nghiêng của mái dốc so với mặt nằm ngang) được chọn để xây dựng đập sẽ căn cứ vào tính toán ổn định (chống trượt và ổn định thấm) của các mái dốc cũng như của đập nói chung, có kể đến yếu tố kinh tế và an toàn theo quy định.

Giá trị sơ bộ của hệ số mái dốc đập đất đắp lấy theo bảng 1-3.

Bảng 1-3. Giá trị sơ bộ của hệ số mái dốc đập đất đắp

Chiều cao đập, (m)	Hệ số mái dốc	
	Th ợng l u	Hạ l u
< 5	2,0 - 2,5	1,50 - 1,75
5 ÷ 10	2,25 - 2,75	1,75 - 2,25
10 ÷ 15	2,5 - 3,0	2,0 - 2,5
15 ÷ 50	3,0 - 4,0	2,5 - 4,0
> 50	4,0 - 5,0	4,0 - 4,5

1.3.3. Cơ đập

Đối với đập có chiều cao trên 15 m có thể chia đập thành một số phân (mỗi phân có độ cao $\Delta H = 10 \div 25$ m) và làm mái dốc với m_1 giảm dần từ dưới đáy lên đỉnh đập. Như vậy sẽ tiết kiệm được khối lượng vật liệu nhưng vẫn đảm bảo mái dốc ổn định. Tại các vị trí đổi mái dốc làm cơ đập - là đoạn nằm ngang có bề rộng b_c được sử dụng như các đường thi công hoặc sửa chữa gia cố đập, đồng thời còn làm tăng ổn định cho đập, tạo điều kiện để thoát nước mưa và giảm tốc độ dòng chảy do mưa, hạn chế xói lở mái dốc (nhất là mái hạ lưu).

1.4. GIA CỐ MÁI DỐC CỦA ĐẬP ĐẤT

Mái dốc của đập đất chịu nhiều tác động khác nhau như sóng gió, dòng chảy, nước mưa, hoạt động của côn trùng hoặc các động vật sống trong môi trường hang hốc v.v..., vì vậy cần được bảo vệ để không bị sạt lở hay bị phá hoại.

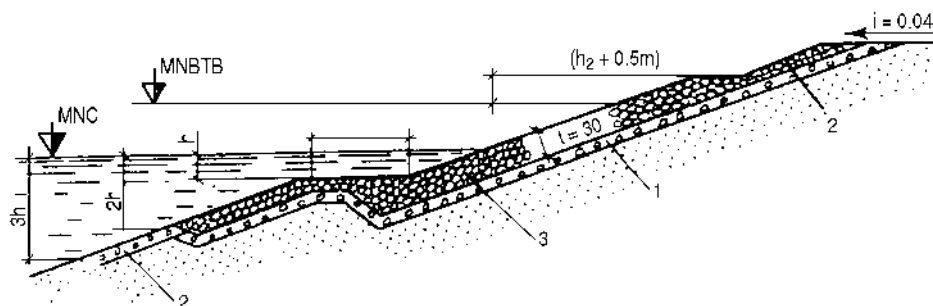
1.4.1. Gia cố mái dốc thượng lưu

Để bảo vệ mái dốc thượng lưu thường sử dụng các kết cấu gia cố khác nhau như lớp đá đổ, đá lát khan (không có vữa xây) tấm bê tông, bê tông cốt thép, bê tông nhựa, v.v... (xem chương Kết cấu gia cố mái dốc đập đất đá và công trình thủy).

Đối với những đập thấp và khi có luận chứng thích đáng có thể làm mái dốc thoải không có lớp gia cố hoặc dùng kết cấu gia cố nhẹ như đất - xi măng hay lớp cuội sỏi - đá dăm. Gia cố bằng đá xây khan đòi hỏi nhiều nhân lực thủ công và phụ thuộc vào chất lượng tay nghề của người thi công, do đó hiện nay ít được sử dụng.

Phạm vi gia cố được lấy như sau (hình 1-11):

Giới hạn trên của lớp gia cố cơ bản là từ mực nước dâng bình thường (MNDBT) cộng với chiều cao sóng leo (h_l) và độ dâng (Δh) của mực nước tĩnh do đà gió (có tài liệu đề nghị lấy từ $MNDBT + 0,8h_l + \Delta h$), nhưng không thấp hơn mực nước gia cường (MNGC) hay còn gọi là mực nước kiểm tra (MNKT). Phía trên lớp gia cố cơ bản là lớp gia cố nhẹ kéo tới đỉnh đập.



Hình 1-11. Sơ đồ phạm vi gia cố mái dốc thượng lưu

1- tầng đệm nằm dưới lớp gia cố; 2- gia cố nhẹ; 3- gia cố cơ bản.

Giới hạn dưới của gia cố cơ bản lấy thấp hơn mực nước thấp nhất trong hồ chứa (thông thường là mực nước chết - MNC) một đại lượng bằng độ sâu phân giới (H_K) hoặc bằng $2h_{1\%}$, trong đó $h_{1\%}$ là chiều cao sóng ứng với tần suất 1%. Dưới lớp gia cố cơ bản làm gia cố nhẹ (cấu tạo như tầng lọc ngược) tới độ sâu $3h$ so với mực nước chết.

Gia cố cơ bản là loại kết cấu bảo vệ mái dốc được xác định bằng tính toán.

1.4.2. Gia cố mái dốc hạ lưu

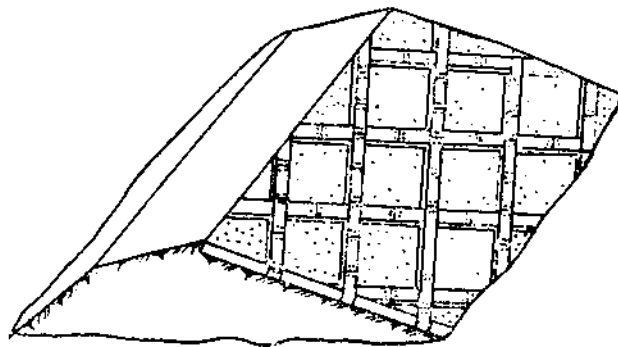
Mái hạ lưu của đập đất được gia cố để bảo vệ chống xói lở do nước mưa. Riêng phần chân mái dốc đập đất ở khu vực lòng sông còn được gia cố để chống sạt lở do sóng và ảnh hưởng dao động mực nước hạ lưu. Phần gia cố ở đây thường kết hợp với vật thoát nước của đập (có dạng lăng trụ đá - xem các kết cấu thoát nước).

Biện pháp gia cố mái dốc hạ lưu của đập đất được thực hiện bằng một trong hai hình thức:

- Phủ một lớp đá dăm hoặc cuội sỏi dày khoảng 20 cm lên toàn bộ mái dốc;
- Phủ một lớp đất màu (khoảng 5 ÷ 10 cm) rồi trồng cỏ trên đất màu.

Đập đá đổ hoặc đập đất có mái dốc bằng vật liệu hạt thô như cát sỏi - đá dăm - cát cuội, v.v... thì không cần có lớp bảo hộ bên trên.

Đập có mái dốc bằng đất hạt sét hay đất hạt lớn (đất cát), trước khi trồng cỏ cần rải một lớp đất màu.



Hình 1-12. Sơ đồ lớp bảo hộ mái dốc hạ lưu của đập đất bằng trồng cỏ trong các ô có rãnh thoát nước mưa

1.5. VẬT CHỐNG THẤM (VCT)

1.5.1. Nhiệm vụ của vật chống thấm

Trong đập đất, vật chống thấm được xây dựng theo yêu cầu và nhiệm vụ sau:

1) Giảm lưu lượng thấm (được xem là tổn thất nước do thấm) qua đập và công trình nói chung;

2) Hạ thấp đường bão hoà thấm để tăng ổn định của mái dốc hạ lưu; đối với vùng có khả năng nước bị đóng băng vào mùa đông thì việc hạ đường bão hoà còn có tác dụng chống sự trương nở đất có thể phá hoại kết cấu đập;

3) Giảm độ dốc của dòng thấm, do đó tránh được hậu quả biến dạng đất do thấm như xói ngầm, xói tiếp xúc hay đùn đất, v.v...

Trong thân đập, vật chống thấm được làm dưới dạng lõi giữa, tường nghiêng và sân trước bằng các loại vật liệu đất ít thấm (như đất á sét, đất sét, đôi khi là đất á cát hoặc than bùn), hoặc bằng các kết cấu không phải là đất, kiểu màn và tường chống thấm (như tường bê tông và bê tông cốt thép, bê tông nhựa đường, tường cừ kim loại, tường cừ bằng gỗ hay chất dẻo).

Nếu nền đập là đất ít thấm thì những loại kết cấu chống thấm trong thân đập được cắm vào nền ở độ sâu cần thiết (theo tính toán) nhằm đảm bảo sự chống thấm tốt.

Nếu nền đập là đất có hệ số thấm lớn thì các kết cấu chống thấm ở thân đập được kéo dài vào trong nền, hoặc xuyên qua tầng thấm nước của nền nếu chiều dày của tầng thấm nước không lớn, hoặc làm ở dạng treo nếu nền thấm có độ dày lớn (xem hình 1-1 và 1-2).

Loại kết cấu chống thấm được chọn tùy thuộc vào loại đập, chiều cao đập, điều kiện địa chất nền đập, khả năng về vật liệu xây dựng và điều kiện thi công.

1.5.2. Vật chống thấm (VCT) bằng đất

Vật chống thấm bằng đất thường là loại tường nghiêng kết hợp với sân trước, khi nền đập là đất thấm nước có độ dày lớn hoặc dạng lõi giữa thẳng đứng.

Theo điều kiện đắp và đầm nén thì đất á sét là tốt nhất, tuy khả năng chống thấm không bằng đất sét. Đôi khi người ta sử dụng hỗn hợp đất sét trộn với cát hay với đất hạt thô kể cả đất dăm sạn có hệ số thấm $K_1 \leq A \cdot 10^{-4}$ cm/s. Ngoài ra, trong trường hợp thiếu đất sét và á sét có thể dùng than bùn với độ phân giải không dưới 50% và độ ẩm 80 ÷ 85% để làm tường nghiêng, song cần có luận chứng thích đáng về kinh tế kỹ thuật.

Kích thước tường nghiêng và lõi được xác định căn cứ vào các yếu tố kinh tế, khả năng đáp ứng về vật liệu xây dựng và phương tiện thiết bị thi công. Chiều dày tường nghiêng cũng như lõi giữa được lấy tăng dần từ đỉnh đập xuống chân đập, trong đó độ dày nhỏ nhất ở phần đỉnh được chọn tùy thuộc vào phương tiện thi công, thông thường không nhỏ hơn 3 m.

Chiều dày đáy lõi giữa hay tường nghiêng bằng đất á sét, đất sét hoặc bê tông sét được lấy theo điều kiện gradian thấm nằm trong phạm vi từ 4 ÷ 10, cá biệt có thể tới $J = 12$ nếu có luận cứ xác đáng.

Chiều dày trung bình của lõi hoặc tường nghiêng ở mặt cắt bất kỳ có thể xác định theo biểu thức:

$$\delta_i = \frac{h_i}{[J]_{tb}} \quad (1.26)$$

Trong đó:

δ_i - chiều dày trung bình của VCT bằng đất ở mặt cắt i ;

h_i - cột nước tác dụng tại mặt cắt xem xét i (là độ chênh lệch cột nước giữa hai phía, trước và sau VCT ở mặt cắt i);

$[J]_{tb}$ - gradian thấm cho phép trung bình đối với VCT, phụ thuộc vào loại đất của VCT và có thể lấy giá trị như sau:

- với đất á sét, $[J]_{tb} = 8,0$

- với đất sét, $[J]_{tb} = 12,0$.

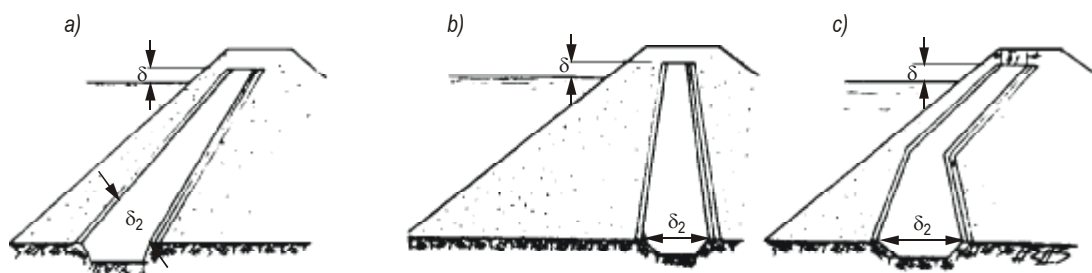
Cao trình đỉnh của kết cấu chống thấm không thấp hơn mực nước gia cường có kể đến độ cao sóng leo và độ dâng mực nước do gió.

Nếu thân đập làm bằng đất hạt thô thì phải có lớp chuyển tiếp từ vật chống thấm sang đất thân đập. Lớp chuyển tiếp (có thể 1 hoặc 2 lớp) có kết cấu như các tầng lọc và được tính toán xác định theo tiêu chuẩn của tầng lọc.

Đối với vật chống thấm loại tường nghiêng thì phía ngoài tường nghiêng - vùng tiếp xúc với nước hồ - có kết cấu gia cố bảo vệ tường nghiêng để chống sóng. Hệ số mái dốc tường nghiêng của lớp gia cố được xác định theo điều kiện ổn định chống trượt của tường nghiêng cùng với lớp gia cố trên mặt mái dốc đập.

Về phương diện chống thấm và tính kinh tế thì vật chống thấm chỉ có hiệu quả khi hệ số thấm của nó nhỏ hơn hệ số thấm của đất đập hoặc của nền từ 50 lần trở lên.

Trên hình 1-13 giới thiệu sơ đồ cấu tạo và vị trí của VCT bằng đất loại tường nghiêng và lõi giữa.



Hình 1-13. Cấu tạo của vật chống thấm bằng đất

a) Tường nghiêng; b) Lõi giữa; c) Hỗn hợp tường và lõi;

δ - độ vượt cao của VCT trên mực nước tính toán; δ_1, δ_2 - chiều dày VCT ở đỉnh và đáy.

VCT loại hỗn hợp tường và lõi ít được sử dụng vì dễ bị gãy hoặc nứt ở đoạn chuyển tiếp khi thân đập lún.

Nếu là nền đất ít thấm như đất á sét, đất sét hoặc á cát thì có thể làm chân khay bằng loại đất như lõi giữa.

1.5.3. Vật chống thấm (VCT) không phải là đất

Sử dụng loại VCT không bằng đất chỉ trong trường hợp ở khu vực xây dựng không có vật liệu đất thích hợp như đất á sét, đất sét, v.v... hoặc thi công đất gặp khó khăn ví dụ đắp đất sét ở điều kiện thời tiết mưa kéo dài hay khí hậu quá lạnh, cần rút ngắn thời gian xây dựng lõi hay tường nghiêng và thời gian xây dựng đập nói chung. Nói cách khác, việc dùng vật liệu không phải là đất để làm VCT cho đập đất cần có luận chứng kinh tế - kỹ thuật thích đáng.

VCT dạng tường cứng gồm tường bê tông, bê tông cốt thép hay kim loại (tường bản cừ kim loại).

Không nên sử dụng VCT dạng tường bê tông hoặc bê tông cốt thép hoàn toàn cứng nghĩa là không có khớp nối, bởi vì khi thân đập bị lún hoặc biến dạng (điều này không thể tránh khỏi) thì VCT dễ bị gãy hoặc nứt.

VCT bằng tấm kim loại (ghép ngàm hay hàn nối) phải được thi công lắp dựng xong kể cả việc kiểm tra độ kín khít của các mối nối, rồi mới đắp đất.

VCT loại dẻo được sử dụng phổ biến trong đập đất gồm hai hình thức là màng chất dẻo tổng hợp - polietilen - và bê tông nhựa đường (bê tông atphan).

Vật chống thấm bằng bê tông atphan có ưu điểm là độ bền vững cao, chịu được biến dạng lớn (có thể tới 3% chiều cao đập), song có giá thành và thời gian thi công lớn hơn so với VCT màng chất dẻo, nên được sử dụng chủ yếu ở đập đá đổ. Đối với đập đất chỉ nên áp dụng ở vùng có điều kiện phức tạp như vùng có động đất, vùng khí hậu băng giá, v.v... Ngoài ra, nếu bê tông atphan đặt ở mái dốc đập đất thì nó có thể đồng thời được cấu tạo để thay cho tường nghiêng (chức năng VCT) và làm nhiệm vụ lớp gia cố bảo vệ chống sóng cho mái dốc của đập.

Loại VCT bằng bê tông atphan đã được sử dụng với đập cao gần 100 m (đập Finstertal ở Áo). Chiều dày lớn nhất của lớp bê tông atphan trong các đập đã được xây dựng là $1/20H$, trong đó H là cột nước tác dụng lên đập. Bê tông atphan được đổ theo lớp dày 20 ÷ 30 cm, đầm bằng các loại đầm nặng để cốt liệu chui vào trong vữa (cỡ hạt cốt liệu có thể tới 30 cm để giảm lượng nhựa).

So với VCT bằng bê tông thì VCT bê tông atphan mềm dẻo hơn và giá thành thấp hơn.

VCT dạng lõi được thực hiện bằng cách bơm ép vữa (với thành phần cấu tạo vữa và độ sệt của vữa khác nhau) vào trong các hố khoan ở thân đập. Vữa sau khi bơm ép vào thân đập sẽ bịt lấp các khe hở của đất, tạo nên kết cấu chống thấm như lõi giữa bằng đất dính hay bê tông atphan.

Nếu vữa có hệ số thấm lớn hơn 0,1 cm/s, thì nên sử dụng vữa xi măng - sét với hàm lượng xi măng không nhỏ hơn 20% theo khối lượng. Nếu đất có hệ số thấm nhỏ hơn 0,1 cm/s thì sử dụng vữa sét - silicat, vữa aluminat - silicat, vữa polime - sét hoặc vữa polime trên nền nhựa dầu (ví dụ nhựa hắc ín), v.v...

Chiều dày VCT lõi bằng vữa ép lấy không nhỏ hơn 0,1H, trong đó H - cột nước tác dụng lên đập.

1.6. VẬT THOÁT NƯỚC (VTN)

1.6.1. Tổng quát

Vật thoát nước là một bộ phận cấu tạo quan trọng của đập đất đá có liên quan đến sự làm việc ổn định của đập. VTN được đặt ở trong đập và nền đập với mục đích sau:

- 1) Thu và thoát nước thấm qua đập và nền xuống hạ lưu một cách hiệu quả nhất, để tránh các biến dạng do thấm như xói ngầm, đùn đất, đẩy bực đất, v.v...
- 2) Giảm nhỏ phạm vi tác động của dòng thấm, thông qua việc hạ thấp đường bão hoà thấm làm tăng ổn định của mái dốc hạ lưu đập;
- 3) Đẩy nhanh quá trình cố kết của đất hạt sét hay đất bùn, giảm áp lực kẽ rỗng trong những khu vực cần thiết của đập và nền khi có động đất;
- 4) Điều chỉnh vị trí của đường bão hoà và không cho mặt bão hoà lộ ra mái hạ lưu đối với vùng có khí hậu băng giá, nhằm tránh phá hoại mái dốc do trương nở đất khi nước bị đóng băng.
- 5) Với VTN bố trí ở đáy đập và nền đập - nó còn có chức năng giảm áp lực kẽ rỗng ở nền và thoát nước thấm có áp từ tầng thấm nước dưới nền có lớp phủ bên trên là đất không thấm.

Cấu tạo của VTN thông thường gồm hai bộ phận: thu nước và thoát nước. Bộ phận thu nước được làm dưới dạng tầng lọc ngược bằng các lớp cát, cuội sỏi hoặc đá dăm. Bộ phận thoát nước được làm bằng vật liệu có hệ số thấm lớn như đá đổ, đá tảng, hoặc các ống thoát nước.

VTN luôn có mặt trong đập đất, trừ các trường hợp sau:

- 1) Nền hạ lưu của đập đất làm bằng vật liệu có hệ số thấm lớn, mặt bão hoà không lộ ra mái dốc hạ lưu;
- 2) Đập đất đặt trên nền thấm nước và nền đóng vai trò VTN của đập;
- 3) Đập có VCT dạng tường nghiêng hay lõi có khả năng chống thấm lớn làm cho lưu lượng thấm xuống hạ lưu rất nhỏ.

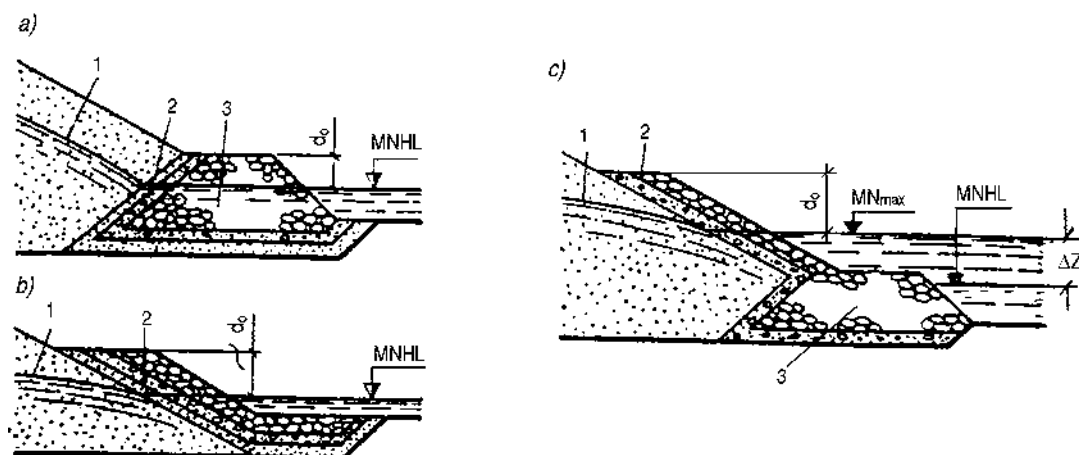
Yêu cầu đối với VTN:

- Đủ khả năng thoát được lượng nước thấm qua thân và nền đập;
- Đảm bảo hạ đường bão hoà để nó không thấm lộ ra mái dốc hạ lưu theo yêu cầu ổn định chân mái dốc hạ lưu.
- Trường hợp mực nước hạ lưu rất cao (khi tháo lũ) và đường bão hoà thấm lộ ra mái hạ lưu thì VTN phải đảm bảo loại trừ hiện tượng đùn đất ở mái dốc;
- Không để xảy ra xói ngầm đất ở thân và nền đập;
- Không để xảy ra xói ngầm bản thân vật thoát nước.

1.6.2. Cấu tạo và bố trí VTN

Tại những vùng khác nhau của đập được sử dụng các loại VTN khác nhau.

Đối với vùng lòng sông, nơi chân mái dốc hạ lưu của đập ngập trong nước, thường sử dụng VTN kiểu hở và gồm các loại dưới đây (hình 1-14).



Hình 1-14. Sơ đồ VTN ở lòng sông

- a) VTN lăng trụ; b) VTN gối nghiêng; c) VTN hỗn hợp lăng trụ và gối nghiêng;
 1- đường bão hoà thấm; 2- tầng lọc ngược; 3- lăng trụ đá;
 d_0 - độ vượt cao của đỉnh VTN so với MNHL.

a) *VTN kiểu lăng trụ (hình 1-14 a)*: Loại VTN này có cấu tạo phần chủ yếu bằng đá đổ, được kết hợp thi công dưới dạng đê quay đá có tầng lọc ngược phục vụ cho công tác ngăn dòng lấp sông. Nếu nền đập là đất ít thấm nước loại hạt mịn (đất sét, á sét, á cát và cát nhỏ) với gradient dòng thấm đi ra hạ lưu lớn, thì tầng lọc ngược được làm ở hai phía nơi VTN tiếp xúc với đất đập và nền.

Ưu điểm của VTN lăng trụ là có độ ổn định cao về mặt chống trượt và chống sóng. Nhược điểm của VTN lăng trụ là tốn nhiều đá giá thành cao, vì vậy nên sử dụng khi mực nước hạ lưu dao động ít và với độ sâu thích hợp (theo tính toán kinh tế kỹ thuật).

b) *VTN kiểu gối nghiêng (hình 1-14 b)*: Trong trường hợp không có nhiều đá ở vùng xây dựng đập thì sử dụng VTN gối nghiêng để tiết kiệm đá. Ngoài ra VTN gối nghiêng được dùng ở vùng hai bên bãi sông để bảo vệ chân mái dốc khi mực nước lũ dâng lên. VTN gối nghiêng có tác dụng bảo vệ chân mái dốc không bị trượt nhưng không có tác dụng hạ đường bão hòa.

c) *VTN hỗn hợp lăng trụ và gối nghiêng (hình 1-14 c)*: Hình thức VTN hỗn hợp được sử dụng khi dao động mực nước hạ lưu (MNHL) có giá trị lớn, nghĩa là độ chênh lệch giữa mực nước cao nhất (khi xả lũ tính toán hoặc xả lũ kiểm tra) và mực nước thường xuyên ở hạ lưu là rất lớn (ΔZ có thể tới $5 \div 7$ m, có khi lớn hơn).

Sử dụng VTN hỗn hợp trong trường hợp này (ΔZ lớn) sẽ tiết kiệm được khối lượng đá, nhưng vẫn đảm bảo độ ổn định cao của VTN, đảm bảo khả năng chống sóng và chống đùn đất ở mái dốc khi MNHL và vị trí đường bão hoà dâng cao (thời kì xả lũ).

Độ vượt cao d_0 của đỉnh VTN lăng trụ trên MNHL được xác định căn cứ vào tính toán chiều cao sóng leo và độ dềnh mặt nước do gió, có kể đến cấp công trình và lấy tối thiểu không nhỏ hơn 0,5 m. Đối với VTN hỗn hợp thì chiều cao đỉnh lăng trụ đá còn phải kể đến điều kiện dẫn dòng thi công và lấp sông.

Chiều dày của VTN gối nghiêng được xác định bằng tính toán, tương tự như kết cấu gia cố bảo vệ mái dốc và có kể đến điều kiện thi công.

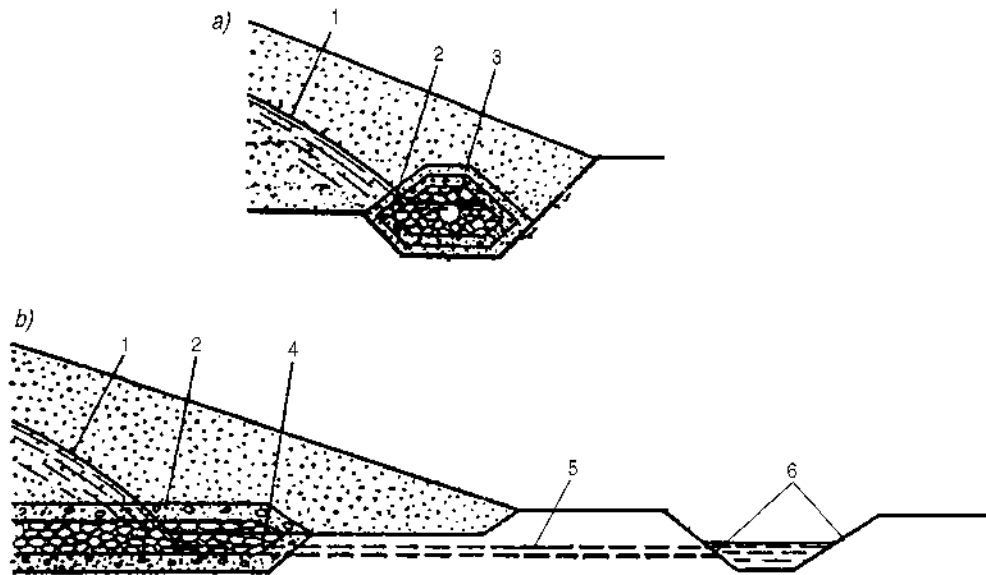
Chiều rộng đỉnh lăng trụ đá được lấy theo yêu cầu thi công (phụ thuộc loại thiết bị thi công) nhưng không nhỏ hơn 1 m.

Đối với vùng đập có phần hạ lưu không bị ngập nước trong thời kì khai thác thì sử dụng VTN dạng kín, nghĩa là VTN được bố trí sâu trong đáy đập (hình 1-15).

VTN dạng kín gồm hai loại: hình ống (hình 1-15 a) và hình gối phẳng (hình 1-15 b).

VTN hình ống được làm bằng các ống bê tông hoặc ống xi măng amiăng có lỗ thu nước ở quanh thân ống. VTN được đặt với độ dốc nghiêng từ trong mép bờ về phía lòng sông song song với đáy đập. Quanh các ống thu nước có đắp lớp lọc ngược. Cách mỗi đoạn $50 \div 200$ theo chiều dài ống thu nước có giếng quan trắc. Mặt cắt ngang của VTN hình ống được xác định theo chế độ chảy không áp trong ống.

VTN gối phẳng được áp dụng khi cần sớm hạ thấp đường bão hoà để tăng phần đất được làm khô ở gần mái dốc hạ lưu, tăng ổn định cho mái dốc. Trong điều kiện như vậy nếu dùng vật thoát nước ống dọc phải có tiết diện lớn để thoát nước và không kinh tế.



Hình 1-15. VTN dạng kín bố trí sâu trong thân đập có phân chân mái dốc hạ lưu không ngập nước

- a) VTN hình ống; b) VTN hình gối phẳng;
 1- đường bảo hoà; 2- tầng lọc ngược; 3- ống tiêu nước;
 4- dải tập trung nước thấm; 5- ống dẫn nước thấm; 6- rãnh thoát nước.

VTN gối phẳng có cấu tạo và thi công đơn giản hơn loại ống dọc.

Vị trí của VTN kiểu kín (ống dọc hoặc gối phẳng) được xác định căn cứ vào yêu cầu điều chỉnh vị trí đường bảo hoà và yêu cầu đảm bảo không để mái dốc hạ lưu bị thấm ướt bởi ảnh hưởng của thấm mao dẫn.

Không nên dùng VTN kiểu kín khi đập nằm trên nền bị biến dạng nhiều.

Nhược điểm của VTN kiểu kín là khó sửa chữa khi bị hư hỏng.

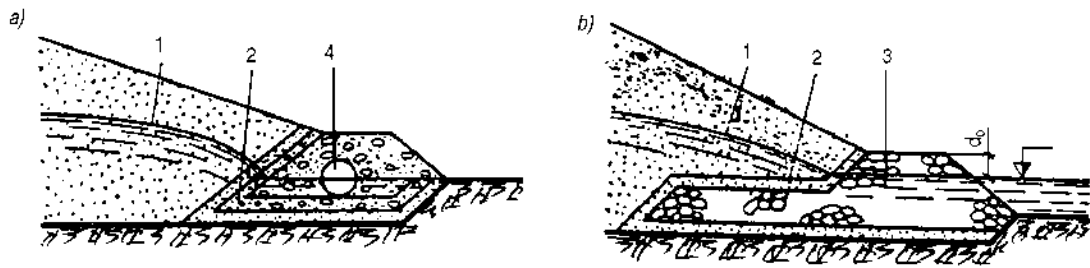
Độ chôn sâu vào trong thân đập đối với VTN kiểu kín không quá $30 \div 50\%$ chiều rộng đáy đập nếu vật liệu thân đập là loại đất sét, và không quá $25 \div 30\%$ chiều rộng đáy đập (kể từ hạ lưu lên) nếu vật liệu thân đập là đất cát.

Độ dốc dọc của ống dẫn nước thấm từ trong VTN kiểu kín đi ra hạ lưu được lấy trong phạm vi $i = 0,04 \div 0,05$.

Trong thời gian gần đây người ta đã sử dụng khá phổ biến loại VTN gồm nhiều tầng nằm ngang, nghiêng hoặc thẳng đứng đặt sâu trong thân đập. Mục đích sử dụng VTN nhiều tầng là: 1) Đảm bảo ổn định mái dốc thượng lưu đập bằng vật liệu ít thấm khi mực nước hồ rút nhanh; 2) Giảm áp lực kẽ rỗng và tăng quá trình cố kết trong đất loại sét.

Ngoài hai loại VTN kiểu hở và kiểu kín còn sử dụng VTN hỗn hợp kín và hở (hình 1-16) với cấu tạo khác nhau, tùy thuộc vào điều kiện làm việc cụ thể.

VTN hỗn hợp gối phẳng và gối nghiêng (hình 1-16 a) được sử dụng để giảm chiều dài đoạn gối phẳng đi sâu vào trong thân đập, đồng thời cho phép dễ dàng kiểm tra sự làm việc của VTN qua ống tập trung nước dọc theo chân mái dốc đập.



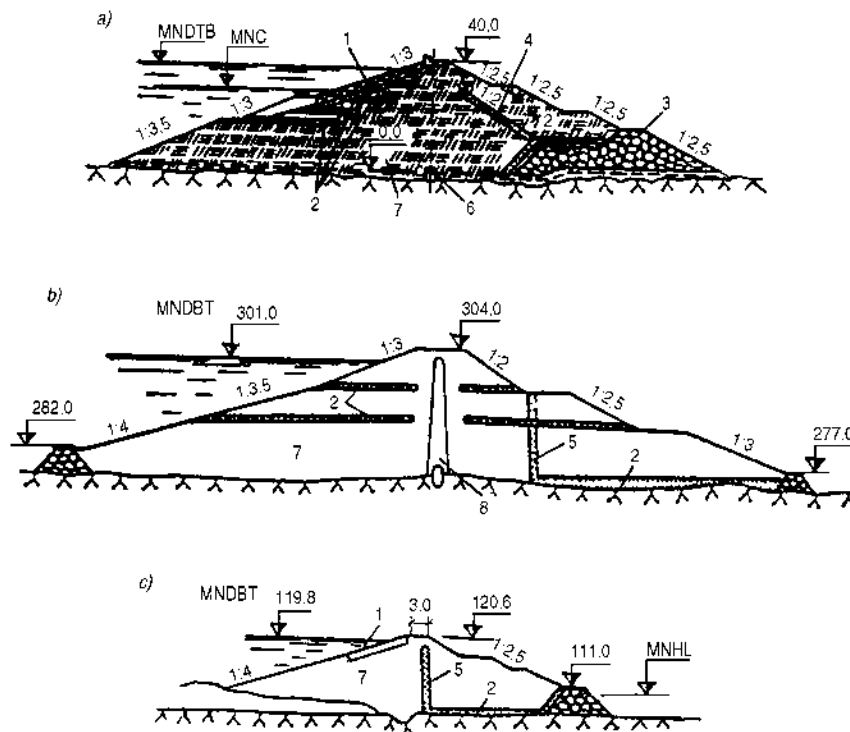
Hình 1-16. Vật thoát nước hỗn hợp

a) VTN kết hợp gờ phẳng và gờ nghiêng; b) VTN hỗn hợp gờ phẳng và lăng trụ;
1- đường bão hoà; 2- tầng lọc ngược; 3- đá dổ; 4- ống thoát nước dọc chân mái dốc.

Loại VTN hỗn hợp gờ phẳng và lăng trụ được dùng để hạ đường bão hoà, không để đường bão hoà lộ ra mái dốc chân đập - khi hạ lưu có nước (hình 1-16 b).

Trong trường hợp đất thân đập là không đồng nhất và dị hướng, trong đó độ thấm nước theo phương nằm ngang lớn hơn nhiều lần so với phương thẳng đứng thì sử dụng VTN thẳng đứng sẽ có hiệu quả.

Trên hình 1-17 là VTN bố trí theo tầng và VTN thẳng đứng.



Hình 1-17. Cấu tạo VTN đặt sâu trong đập

a) Đập Kanasi; b) Đập Isk; c) Đập Vigario;
1- gia cố mái dốc thượng lưu; 2- VTN kiểu băng nằm ngang;
3- VTN hỗn hợp lăng trụ và gờ phẳng; 4- VTN gờ nghiêng;
5- VTN thẳng đứng; 6- chốt bằng bê tông; 7- đất sét thân đập;
8- lõi giữa bằng đất sét.

1.7. NỐI TIẾP ĐẬP ĐẤT VỚI NỀN, BỜ VÀ VỚI CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG

Đập đất, nền, bờ và công trình bê tông là những kết cấu khác nhau, vì vậy khi đập tiếp giáp với các kết cấu này cần có giải pháp nối tiếp để tránh hiện tượng dòng thấm tập trung và tăng cường dọc theo đường ranh giới tiếp xúc, tránh hiện tượng xói ngầm tiếp xúc gây tổn thất nước từ hồ chứa và các biến dạng không có lợi cho ổn định của công trình.

1.7.1. Nối tiếp đập với nền và bờ

Để đảm bảo sự nối tiếp chắc chắn, trước hết cần làm công tác dọn nền, chuẩn bị hố móng để đắp đập.

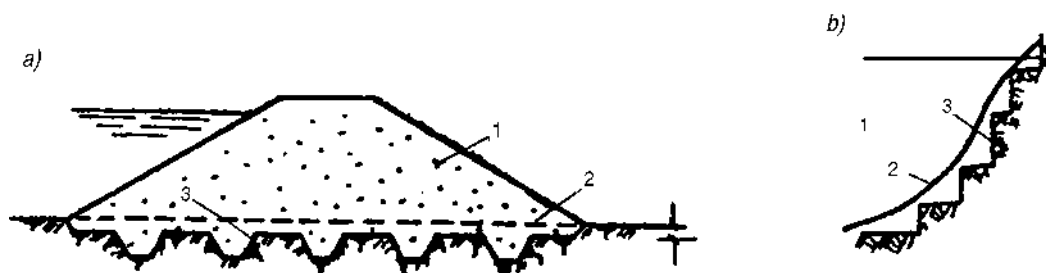
Đối với nền đá, cần loại bỏ lớp đá phong hoá đã bị phá huỷ, vỡ vụn, loại bỏ lớp aluvi lắng đọng ở các khe nứt, làm sạch bề mặt nền v.v... Các hố khoan và hố đào để khảo sát địa chất nền cần được lấp kín bằng bê tông hoặc vữa xi măng. Khi phát hiện các vết nứt lớn trong đá cần làm sạch và trám kín bằng vữa xi măng. Những vật liệu chèn tự nhiên như cát sỏi v.v... cần phun ép vữa để đảm bảo yêu cầu chống thấm cho nền. Những vết nứt kiến tạo có phương từ thượng lưu về hạ lưu là bất lợi về phương diện tổn thất thấm (gây mất nước từ hồ chứa), do đó cần có biện pháp xử lý chống thấm, ví dụ phun ép vữa. Phía dưới các bộ phận của đập được cấu tạo bằng vật liệu có hệ số thấm tương đối lớn, ví dụ nệm hạ lưu bằng đất cát, thì phần nền đá ở dưới nó nếu bị nứt vẫn có thể không cần xử lý, bởi vì đã có kết cấu chống thấm trong thân và nền đập đặt trước nó.

Đối với nền đất, nội dung dọn nền là loại bỏ lớp phủ thực vật, loại bỏ lớp đất có rễ cây, đất bị đào xới ở các hang hốc của côn trùng hay động vật gặm nhấm, v.v...

Đất có hàm lượng chất hoà tan trong nước hoặc có hàm lượng chất hữu cơ vượt giới hạn cho phép cũng phải loại bỏ.

Phần nền nằm dưới VCT của đập không đồng chất được đào sâu hơn so với các vùng khác.

Nếu lớp đất nền ở trên mặt có cường độ yếu hơn vật liệu thân đập, thì biện pháp bóc bỏ sẽ được quyết định trên cơ sở so sánh về kinh tế kỹ thuật với biện pháp tăng hệ số mái dốc của đập hoặc bổ sung lớp gia tải để đảm bảo ổn định cho công trình nói chung.



Hình 1-18. Sơ đồ nối tiếp đập với nền (a) và bờ (b)

1- thân đập; 2- đường mặt đất tự nhiên; 3- đường viền đáy đập nối với nền và bờ.

Nếu lớp bề mặt nền là đất dễ bị phong hoá, thì phải có biện pháp xử lý khắc phục. Biện pháp đơn giản và ít tốn kém nhất là sau khi dọn sạch bề mặt nền, tiến hành đắp ngay lớp đất thân đập lên trên.

Nối tiếp vai đập với bờ được làm theo mái dốc và bậc hình răng cưa, tránh các chỗ gãy khúc quá lớn.

Với bờ đá dốc đứng, chỗ nối tiếp cần được bạt mái, làm gờ hay bậc (hình 1-18 b) rồi đổ bê tông để tạo bề mặt thích hợp cho sự nối tiếp với vai đập đất. Những khe hẹp có thể đổ vữa xi măng hoặc đắp đất đầm chặt.

Trong phạm vi nối tiếp VCT và các lớp chuyển tiếp với bờ thì độ dốc của từng đoạn không được lớn hơn 75° .

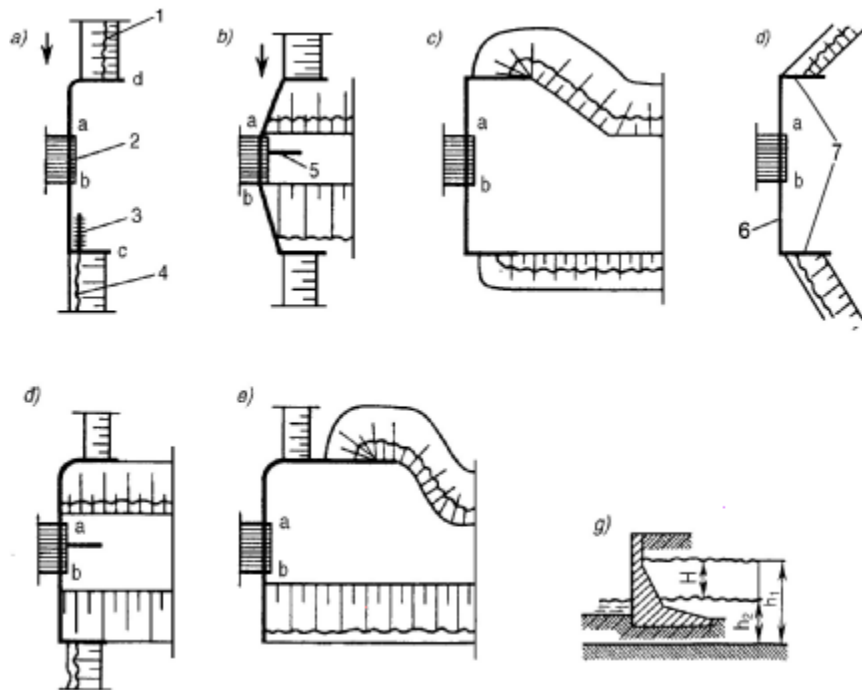
1.7.2. Kết cấu nối tiếp

Nói chung, kết cấu nối tiếp đập với bờ và nền được lựa chọn tùy theo tính chất đất nền và đặc điểm cấu trúc của công trình.

Khi xây dựng đập đất trên nền hầu như không thấm nước như nền đất sét, nền đá chắc thì vật liệu đập có thể đắp trực tiếp lên bề mặt nền đã được làm sạch mà không cần các kết cấu chống thấm ở chỗ nối tiếp. Trong trường hợp này nếu là đập không đồng chất thì chỉ cần làm VCT của đập ngàm sâu hơn vào nền so với các vùng khác. Nếu đập là đồng chất thì làm bổ sung thêm chân khay của đập cắm không sâu vào nền.

Điều cần lưu ý là phải đầm chặt và kỹ lớp đất đập nối tiếp với nền để chống dòng thấm tiếp xúc. Độ ẩm của lớp đất này thường lấy 1-3% lớn hơn giới hạn ẩm tối ưu.

Khi đập nằm trên lớp nền thấm nước nhưng có chiều dày không lớn thì làm tường răng bằng đất ít thấm như đất của đập cắm xuyên qua lớp nền thấm hoặc nếu đập có VCT (tường nghiêng lõi giữa) thì kéo dài kết cấu VCT của đập xuyên qua tầng nền thấm.



Hình 1-19. Sơ đồ tường biên nối tiếp công trình bê tông với đập đất

- 1- đường mép nước thượng lưu; 2- công trình bê tông (đập tràn, nhà máy thủy điện...);
3- VTN; 4- đường mép nước hạ lưu; 5- tường ngang; 6- tường biên dọc;
7- cánh thượng và hạ lưu của tường biên.

Nếu nền đập là đất thấm nước có độ sâu lớn thì tường biên được liên kết với VCT dạng màn chống thấm (kiểu lõi phun ép vữa, tường cừ...) kéo dài đến tầng không thấm. Phân kết cấu này được nối với VCT của đập tạo thành bộ phận chống thấm chung thống nhất. Độ cắm sâu của màn chống thấm được xác định theo tính toán thấm và thường không được nhỏ hơn $0,5H$, trong đó H là cột nước tác dụng lên đập (xem hình 1-19 g).

VCT của đập dạng màn hoặc tường nghiêng bằng vật liệu không phải là đất được nối tiếp với công trình bê tông bằng khớp nối mềm không thấm nước, cho phép các kết cấu này lún độc lập với nhau.

Để đất đập nối tiếp tốt với công trình bê tông, mặt nối tiếp làm nghiêng (về phía công trình đất) với hệ số mái nghiêng không nhỏ hơn 0,1. Đất vùng tiếp giáp được đầm kỹ và chặt, trong đó đất loại sét được lấy với độ ẩm cao hơn 1 - 3% so với bình thường.

Trường hợp trong thân đập có hành lang để khoan phun xi măng hoặc ống dẫn nước, thì chỗ nối tiếp các kết cấu này với đất đập được làm dưới dạng có các gờ hoặc màn ngăn để chống thấm tiếp xúc. Phần đất tiếp giáp được đầm kỹ và chặt.

1.8. ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO VÀ THI CÔNG ĐẬP ĐẤT

Đập đất về cấu tạo có rất nhiều loại hình khác nhau tùy thuộc vào vật liệu xây dựng, vào địa chất nền móng, điều kiện địa hình, thủy văn, khí tượng thủy văn (dòng chảy, sóng gió) và phương pháp thi công.

Cấu trúc đập đất căn cứ vào nguồn gốc hình thành được chia làm 4 nhóm chính:

- 1) Đập đất được xây dựng bằng phương pháp đắp và đầm nén, gọi tắt là đập đất đắp khô;
- 2) Đập xây dựng bằng phương pháp đổ đất trong nước, hay gọi là đập đất đắp ướt;
- 3) Đập xây dựng bằng phương pháp bồi, gọi tắt là đập đất bồi;
- 4) Đập xây dựng bằng nổ mìn định hướng. Loại đập này thường có cấu trúc hỗn hợp đất đá tùy thuộc vào mỏ đất ở hai bên sườn núi được sử dụng để làm đập.

Mỗi loại đập trong 4 nhóm vừa kể ở trên còn có những hình thức cấu tạo riêng tùy thuộc vào các điều kiện cụ thể. Dưới đây là đặc điểm cấu tạo của các nhóm đập có phương pháp thi công khác nhau.

1.8.1. Đập đất đắp khô

Để hình thành đập đất đắp cần thực hiện những công đoạn sau:

- Khai thác đất từ mỏ đất;
- Vận chuyển đất từ mỏ đến địa điểm xây dựng đập;
- Đổ đất, san đất thành lớp có chiều dày đồng đều theo tính toán và đầm.

Tùy thuộc chất lượng mỏ đất và điều kiện thi công có thể phải tiến hành một số khâu công việc bổ sung như pha trộn đất để tạo cấp phối hợp lý, tưới nước hoặc phơi khô đất để có độ ẩm tối ưu, nhằm đạt độ chặt lớn nhất ứng với phương tiện đầm và số lần đầm có lợi nhất, dự trữ đất vào kho chứa để phòng thời tiết không thuận lợi khi khai thác đất, v.v...

Tất cả các công đoạn nêu ở trên và khâu công việc bổ sung đều được thực hiện phối hợp với nhau, nhằm mục đích cuối cùng là đạt năng suất thi công cao, chất lượng công trình xây dựng tốt nhất ứng với chi phí nhỏ nhất.

a) Khai thác đất

Trước khi lấy đất để đắp đập cần bóc bỏ lớp đất mặt không thích hợp. Ngoài ra khi cần thiết, trên bề mặt mỏ đất đã dọn sạch có thể đắp bờ vây để ngăn nước mưa chảy đến làm ướt vật liệu. Nếu mỏ đất là đá hoặc nửa đá thì dùng phương pháp nổ mìn làm tơi đất để xúc vật liệu được dễ dàng thuận lợi. Khi cần trộn đất sét với đất cát để tạo cấp phối thì các loại đất này nên rải theo lớp xen kẽ nhau theo tỉ lệ quy định tại khu vực trộn đất, sau đó mới xúc đất chuyển vào vị trí đắp đập.

Đất khai thác ở mỏ bằng các loại máy xúc hoặc máy đa năng xúc và vận chuyển. Nếu sử dụng máy xúc thì dùng ô tô để vận chuyển đến vị trí đắp đập (dùng ô tô tự đổ trọng tải $5 \div 75$ tấn).

Đất đắp cũng có thể vận chuyển bằng xe rơ moóc tự di động hay di động nhờ máy kéo, bằng xe lửa hay hệ thống băng chuyền.

Khi khối lượng đất đắp lớn có thể dùng máy xúc nhiều gầu loại guồng, hoặc hệ thống băng tải để đổ đất vào các phương tiện vận chuyển cho phép tạo ra quá trình đắp đất liên tục. Năng suất của phương tiện bốc xúc đất như vậy đạt tới $1300 \div 2700 \text{ m}^3/\text{h}$.

Trong một số trường hợp, hệ thống băng tải được trang bị máy sàng lọc cho phép loại bỏ các hạt lớn không thích hợp.

Nếu đập không xa vị trí các mỏ đất và khối lượng đất đắp không lớn thì có thể dùng máy ủi hoặc máy cạp để vừa khai thác vừa vận chuyển đất đến nơi đắp và san đất.

Việc chọn sơ đồ khai thác và vận chuyển đất, chọn thiết bị và phương tiện thi công được xem xét tính toán so sánh có kể đến các yếu tố như loại đất, điều kiện thi công, cự li vận chuyển, khối lượng và thời gian (tiến độ) thi công.

b) Đắp đất

Các công đoạn đắp đất gồm: đổ đất, rải đất và đầm. Diện tích đắp đất được chia thành ô đều nhau (khoảng $2 \div 4$ ô) và ở mỗi ô tiến hành các công đoạn đắp như nhau. Kích thước ô lấy theo loại thiết bị thi công và điều kiện thi công.

Khi đắp đất có cấu tạo hạt khác nhau thì trong quá trình san đất tiến hành đồng thời việc trộn để tránh sự tập trung các đồng đất hạt lớn. Nếu cần thiết các cục đất hạt lớn sẽ được loại bỏ.

Đất đổ vào VCT được san đều theo lớp nằm ngang, còn đất ở đập đồng chất được san theo lớp có độ dốc nhỏ (khoảng $i = 0,005$) về phía thượng lưu.

Lưu ý rằng độ ẩm của đất trong quá trình vận chuyển, đổ và san có thể thay đổi tùy theo điều kiện thời tiết, do đó cần tính đến để điều chỉnh hoặc xử lý khi thi công.

Tưới ẩm còn có tác dụng tăng sự liên kết giữa lớp đã đầm với lớp đất mới đổ và tạo sự phân bố đều về độ ẩm theo chiều cao của lớp mới san để đầm được chặt hơn.

Khâu quan trọng khi thi công đập đất đắp là đầm. Độ chặt thiết kế của đất phải đảm bảo để đất đắp có cường độ chịu lực cao, có tính chống biến dạng và chống thấm ở mức tối đa.

Quá trình đầm cơ giới được thực hiện bằng các phương tiện và máy đầm khác nhau (lăn, nện, rung hoặc hỗn hợp).

Phương pháp đầm và thiết bị đầm được lựa chọn tùy theo loại đất, điều kiện thi công và loại kết cấu công trình.

c) Chọn thông số đầm

Mức độ đầm chặt của đất đập được quy định căn cứ vào tính chất của đất, vị trí đất trong thân đập, tính biến dạng của nền, kết cấu đập, chiều cao đập và các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật.

Mức độ chặt của đất có thành phần hạt nhất định được biểu thị bằng mật độ của đất khô ρ_K hoặc độ rỗng n (đối với đá đổ).

Để sơ bộ quy định độ chặt của đất đắp có thể sử dụng các chỉ dẫn sau đây:

1) Độ chặt của loại đất sét khô được xác định gần đúng theo công thức:

$$\rho_K = \frac{\rho_d \rho_n (1 - V)}{\rho_n + \rho_d W_o} \quad (1.27)$$

Trong đó:

ρ_K, ρ_n - tương ứng là mật độ của đất và của nước, g/cm^3 ;

V - thể tích không khí chứa trong lỗ rỗng đất tính theo tỉ lệ của một đơn vị thể tích đất, lấy bằng 0,04 ÷ 0,06;

W_o - độ ẩm tối ưu theo tỉ lệ trong một đơn vị, lấy nhỏ hơn 2 ÷ 3% của độ ẩm ở giới hạn lăn.

2) Độ chặt của đất cát và cuội sỏi khô được lấy bằng độ chặt của đất ở mỏ;

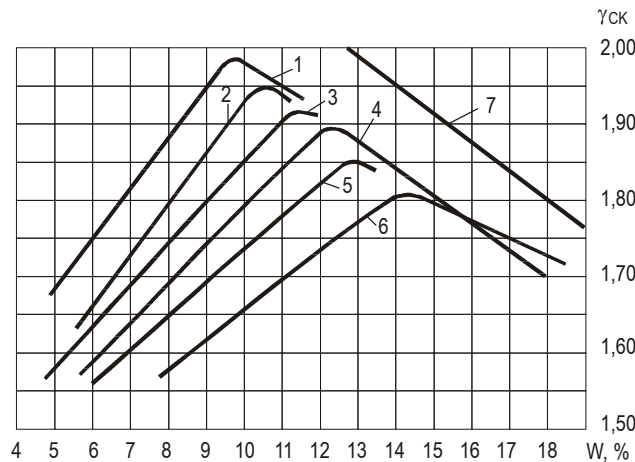
3) Mức độ chặt của đá đổ phụ thuộc chủ yếu vào thành phần hạt và thông thường tương ứng với hệ số độ chặt tương đối $I_D = 0,8 \div 0,9$. Nếu không có tài liệu về thành phần hạt thì sơ bộ có thể lấy bằng $n = 0,25 \div 0,30$;

4) Trường hợp cần giới hạn độ lún của công trình và các bộ phận của nó dưới tác dụng của trọng lượng bản thân, độ chặt của đất có thể lấy thay đổi theo chiều cao đập có kể đến tính nén của đất.

Độ chặt được chọn phải đảm bảo ổn định của mái dốc, còn độ biến dạng của các bộ phận riêng của đập và độ thấm nước qua công trình phải nằm trong giới hạn cho phép.

Độ ẩm tối ưu có thể xác định được trong điều kiện phòng thí nghiệm theo phương pháp Proktor.

Kết quả thí nghiệm mô hình đầm để xác định độ ẩm tối ưu được mô tả trên hình 1-20.



Hình 1-20. Đường quan hệ công đầm đất với độ ẩm

1- công bở ra (258 kGm); 2- 168 kGm (1,68 Kjun);
 3- 84 kGm; 4- 42 kGm; 5- 21 kGm;
 6- 10 kGm; 7- đường cong độ ẩm tối hạn.

Độ ẩm ứng với đỉnh của mỗi đường cong là độ ẩm tối ưu theo phương pháp đầm được xem xét.

Độ ẩm tối ưu được kiểm tra lại trong điều kiện thực tế bằng đầm thử đất tại hiện trường. Các phương tiện đầm hiện tại có thể đạt $\gamma_d = 1,6 \div 2,3 \text{ T/m}^3$ (đất béo có trị số γ_d nhỏ, còn trị số lớn ứng với đất dính có lẫn các hạt thô như sỏi, sạn).

1.8.2. Đập đất đắp trong n ớc

Đắp đất trong nước hay gọi là phương pháp đắp ướt được sử dụng ở vùng có loại đất lớt (hoàng thổ).

Phương pháp đắp đất trong nước có thể sử dụng để đắp đập và các kết cấu chống thấm như tường nghiêng, sân trước, lõi giữa của các công trình dâng nước.

Ưu điểm của phương pháp đắp ướt là:

- Cho phép sử dụng các loại đất khó đắp chặt bằng các phương pháp thi công khác;
- Cho phép tiến hành xây dựng theo công nghệ thông thường trong mùa mưa mà không đòi hỏi thêm biện pháp xử lý bổ sung nào.

Chất lượng thi công của đất đắp ướt là đảm bảo cả về độ chặt cũng như tính chống thấm.

Đất đắp được rải theo lớp vào trong các ô có nước gọi là các ao nhân tạo có bờ vây, hoặc vào phần lòng sông nước không chảy.

Chiều dày lớp đắp bằng đất cát sỏi nên lấy trong phạm vi 4 ÷ 10 m, bằng đất cát - lấy đến 4 m, còn đất á sét - lấy tới 2 m. Với đất á sét nặng và đất sét thì chiều dày lớp đắp lấy tối đa là 1 m.

Kích thước của mỗi ô đập trên bình diện ứng với chiều dày lớp đập đã chọn được xác định trên cơ sở sao cho khối lượng đất đắp trong mỗi ô tương ứng với năng suất trong một ca làm việc của phương tiện thi công được sử dụng.

Độ cao của bờ vây được lấy bằng chiều dày lớp đất đắp. Bờ vây được đắp bằng phương pháp khô và sử dụng cùng loại đất để đắp ướt ở trong ô.

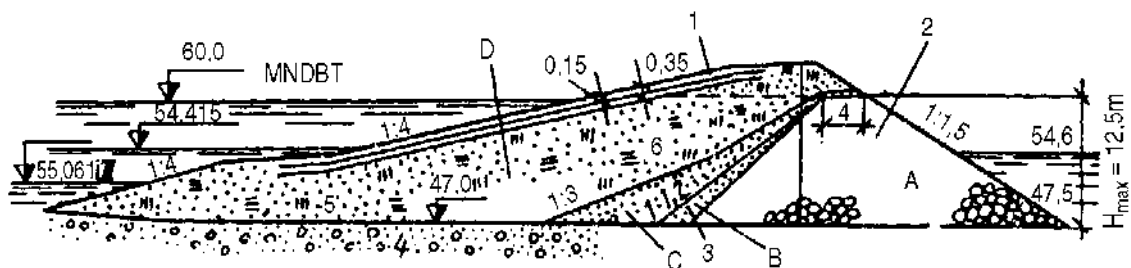
Mái dốc bờ bao lấy bằng mái dốc tự nhiên của loại đất sử dụng.

Trục bờ bao của lớp đập sau được dịch chuyển một khoảng bằng $b \geq 2l$ so với trục của bờ ô đã đắp đất trước nó, trong đó l là chiều rộng đáy của bờ bao.

Khi đắp lõi hoặc tường nghiêng thì sử dụng đất làm tầng lọc để đắp bờ bao dọc, trong đó bề mặt và mái bờ bao dọc được đắp phủ một lớp đất như đất dùng để đắp VCT.

Công tác đổ đất trong nước cần được làm khẩn trương với cường độ cao và liên tục để có chất lượng đồng đều, hạn chế sự trương nở và tan rã đất. Loại đất đắp phải có hệ số bão hoà nước không lớn hơn $0,75 \div 0,85$, mặt khác độ ẩm của đất không được nhỏ hơn độ ẩm ở giới hạn lãn.

Trên hình 1-21 giới thiệu đập Palo - Korsk thi công bằng phương pháp đắp đất trong nước.



Hình 1-21. Đập đất đắp trong nước Palo – Korsk

- 1- đá đổ trong các ô bao để gia cố mái dốc; 2- lăng trụ đá và đá nhỏ;
- 3- đá dăm và đá cuội $d = 25 \div 80$ mm lẫn với sỏi $d = 3$ mm;
- 4- nền bồi tích cuội sỏi; 5- á cát;
- 6- cát lớn lẫn sỏi; A-B-C-D- thứ tự thi công đập.

Đập đất đắp trong nước tiết kiệm được thiết bị đầm nén (so với đập đất đắp bằng phương pháp đầm nén) và có thể thi công trong điều kiện thời tiết có mưa nhỏ. Tuy nhiên dung trọng khô của đập tương đối thấp, áp lực kẽ rỗng khá cao (đối với đất dính và đất hạt mịn), cho nên mái dốc của đập thường thoải, khối lượng tăng lên, thời gian thi công kéo dài vì cường độ đắp không lớn.

Đập đất đắp trong nước thích hợp trong điều kiện thi công ở vùng ngập nước hoặc có sẵn nguồn cấp nước với chiều cao đập không lớn. Phần đất đắp trong nước thường là đồng chất, nếu có nhiều loại đất thì nên trộn với nhau để tạo hỗn hợp vật liệu đồng đều.

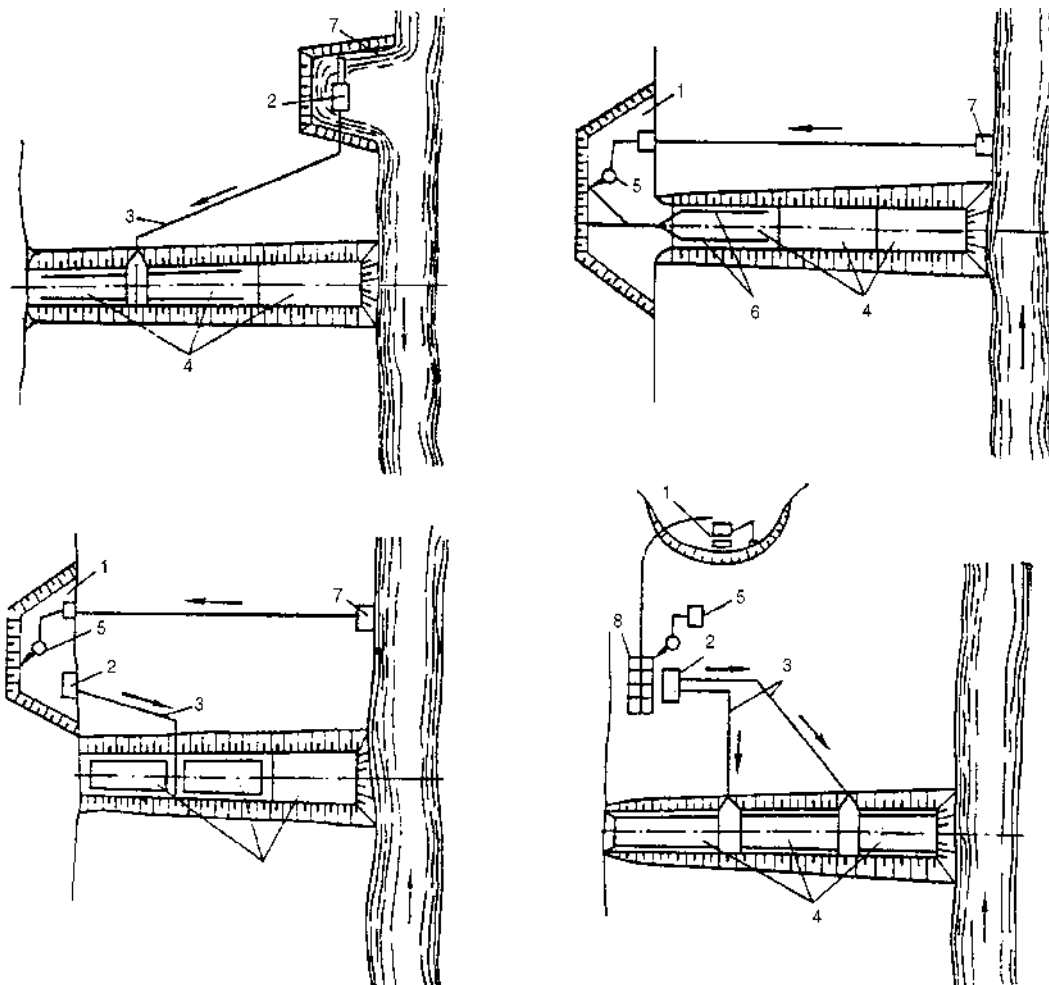
1.8.3. Đập đất bồi

Quá trình hình thành đập đất bồi gồm hai công đoạn chính: a) khai thác và vận chuyển dung dịch đất bùn; b) bồi.

a) Khai thác đất ở mỏ và cung cấp đất vào ô bồi

Phương pháp khai thác đất được lựa chọn phụ thuộc vào vị trí mỏ đất so với cao trình mực nước để xác định dung dịch đất bùn và cự li (khoảng cách theo bình diện) kể từ mỏ đất khai thác đến nơi bồi. Có hai phương pháp chính là khai thác dưới nước (bằng tàu hút bùn hay tàu cuốc) và khai thác trên khô (bằng súng phun thủy lực). Dung dịch bùn có tỉ lệ 1:7 ÷ 1:10 (một phần đất có bảy đến mười phần nước).

Đất bùn khai thác dưới nước được đưa đến vị trí bồi bằng đường ống áp lực. Khi khai thác đất trên khô thì vật liệu khai thác có thể chuyển đến vị trí bồi bằng ống có áp hoặc tự chảy trên máng hay kênh hở.



Hình 1-22. Sơ đồ khai thác đất trong mỏ và chuyển dung dịch đất bùn đến vị trí bồi

- 1- mỏ đất; 2- thiết bị đào đất trong nước (tàu cuốc); 3- ống dẫn nước bùn loại có áp;
4- ô bồi; 5- súng phun thủy lực; 6- máng hoặc kênh tự chảy; 7- trạm bơm;
8- vùng đất khai thác trung gian.

Trong trường hợp mỏ đất nằm ở vị trí địa hình thuận lợi, có thể sử dụng phương pháp xói không áp để khai thác đất (chủ yếu được áp dụng cho loại đất dạng á sét hoặc á cát). Trường hợp này đất được khai thác bằng phương pháp xói bởi dòng chảy không áp có vận tốc cần thiết và chuyển đến vị trí bồi dưới hình thức tự chảy.

Sơ đồ thực tế thường sử dụng để khai thác và vận chuyển đất bồi bằng cơ giới thủy lực được giới thiệu trên hình 1-22, gồm 4 trường hợp chính:

1) Khi mỏ đất nằm ở lòng sông hoặc trên bãi bồi có cao độ thấp hơn đỉnh đập thì đất được khai thác bằng tàu cuốc và chuyển đến vị trí bồi theo đường ống áp lực (hình 1-22 a);

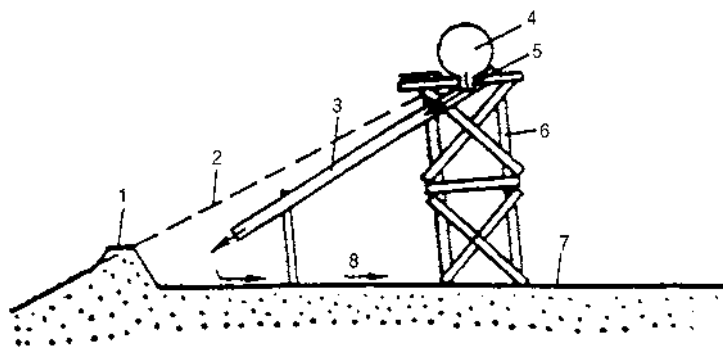
2) Khi mỏ đất nằm cao hơn đỉnh đập và gần địa điểm xây dựng thì đất được khai thác bằng súng phun thủy lực rồi vận chuyển đến vị trí bồi bằng tự chảy: ở gần nơi khai thác đất vận chuyển trong kênh hở, ngoài phạm vi vùng khai thác đất được chuyển trên máng hoặc trong đường ống (hình 1-22 b).

3) Khi mỏ đất có vị trí thấp hơn đỉnh đập và ở cách xa sông thì đất được khai thác bằng súng phun thủy lực, dung dịch đất bùn được chuyển đến nơi bồi bằng ống có áp (hình 1-22 c).

4) Trường hợp cần trộn đất lấy từ nhiều mỏ khác nhau hoặc mỏ đất ở rất xa đập, thì có thể sử dụng phương pháp khai thác và vận chuyển đất khô đến địa điểm gần đập bằng các phương tiện thi công như đối với đập đất đắp. Tại đây đất khô được đổ xuống bãi trộn để tạo dung dịch bồi và chuyển đến vị trí bồi bằng tự chảy (trong máng) hoặc ống có áp, tùy vị trí bãi trộn so với đỉnh đập (hình 1-22 d).

b) Quá trình bồi và phương pháp bồi

Tùy theo cấu tạo đập cần đạt được, công tác bồi có thể thực hiện bồi từ hai phía thượng lưu và hạ lưu (để hình thành đập có lõi giữa), hoặc từ hạ lưu (để hình thành đập có tường nghiêng). Quá trình bồi có thể được tiến hành với các ống dẫn dung dịch bồi đặt trên hệ thống dàn giáo hoặc không có dàn giáo.



Hình 1-23. Sơ đồ bồi từ trên dàn giáo

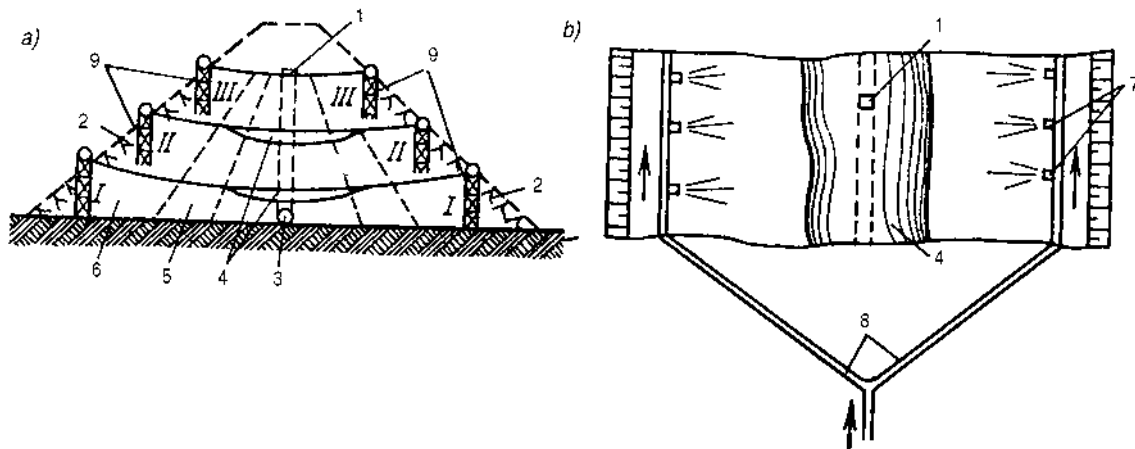
- 1- bờ bao nâng lên dần cho mỗi tầng bồi;
- 2- mái dốc thiết kế;
- 3- máng phân phối đất bồi;
- 4- ống cấp dung dịch đất bồi;
- 5- miệng lỗ lắp van;
- 6- dàn giáo để đặt ống cấp đất bồi;
- 7- bãi bồi;
- 8- hướng chuyển động của dung dịch đất bồi.

1) Phương pháp bồi từ trên dàn giáo

Các ống phân phối đất bồi được đặt trên hệ thống dàn giáo bằng gỗ hoặc kim loại ở độ cao tới 5 m. Độ cao của mỗi tầng bồi được quyết định bởi vị trí đặt dàn giáo. Ở mặt dưới của ống phân phối đất bồi cứ cách khoảng 6 m có một lỗ đường kính 150 ÷ 200 mm có lắp van điều chỉnh đóng mở để cấp dung dịch đất bồi (xem hình 1-23).

Để phân phối dung dịch đất bồi dễ dàng hơn, có thể sử dụng máng bằng gỗ hoặc bằng kim loại cho dung dịch đất bồi chảy theo máng, trong quá trình rải đất bồi máng phân phối sẽ được rút ngắn dần. Khi độ cao dàn giáo không lớn thì không cần sử dụng máng.

Khi cần tạo mặt cắt đập có lõi giữa bằng loại đất không đồng chất thì có thể sử dụng phương pháp bồi từ trên dàn giáo với hệ thống dàn giáo dựng ở hai phía mái dốc đập (hình 1-24).



Hình 1-24. Bồi từ trên dàn giáo dựng ở hai phía mái dốc để hình thành đập lõi giữa

a) Mặt cắt ngang đập; b) Mặt bằng;

- 1- giếng tiêu nước; 2- bờ bao; 3- ống tập trung và thoát nước;
4- ao lắng; 5- vùng trung gian; 6- lăng trụ biên; 7- lỗ xả dung dịch bồi;
8- ống dẫn dung dịch bồi; 9- dàn giáo.

Đất dùng để bồi đập có lõi giữa thuộc loại không đồng chất với hệ số $\eta < 3 \div 4$, có chứa đủ số lượng hạt mịn ($d < 0,05$ mm không quá 15 ÷ 20%) và hạt thô ($d > 0,5 \div 1$ mm và tới 50 ÷ 60 mm không quá 15 ÷ 20%).

Cấu tạo hạt vật liệu trên mặt cắt ngang của đập diễn ra theo thứ tự từ lớn đến nhỏ do quá trình tự lắng đọng phụ thuộc vào độ thô thủy lực của hạt. Phần trung tâm gồm các hạt mịn (có đường kính nhỏ nhất) sau khi cố kết sẽ là lõi giữa của đập.

Nước trong được tiêu thoát một phần do thấm qua các lăng trụ biên, còn phần chủ yếu tràn qua hộp gỗ bố trí trong ao lắng gọi là giếng tiêu nước, từ đó có ống tập trung thu nước tiêu và dẫn ra ngoài. Trong trường hợp cần thiết có thể sử dụng bơm để bơm hút nước ra ngoài.

Chiều rộng của ao lắng được xác định bằng tính toán, căn cứ vào loại vật liệu và kích thước lõi thiết kế, trung bình bằng 15 ÷ 20% chiều rộng đáy đập tại cao độ xem xét. Chiều rộng ao lắng có thể đạt được bằng điều chỉnh quá trình thu và thoát nước trong ao lắng thông qua vách đặt ở giếng tiêu nước làm việc như các phai.

Chiều rộng tối thiểu của ao lắng được quy định sao cho các cỡ hạt $d > 0,005$ mm có thể lắng kịp trong ao trong quá trình nước bùn di động, còn các hạt $d \leq 0,005$ mm được thu vào giếng tiêu và tháo ra ngoài.

Với mục đích đẩy nhanh quá trình lắng đọng và tốc độ xây dựng đập, có thể loại bỏ các cỡ hạt $d < 0,05$ mm, thậm chí cỡ hạt $d < 0,1$ mm.

Chiều dài cần thiết để hạt lắng đọng trong ao (L_0) có thể tính theo công thức:

$$L_0 = \frac{v_{tb}}{w} \cdot h \quad (1.28)$$

Trong đó:

v_{tb} - vận tốc trung bình của dòng chảy trong ao;

w - độ thô thủy lực (tốc độ lắng của hạt trong nước tĩnh) của các hạt cỡ lớn nhất cần tháo khỏi ao lắng;

h - độ sâu nước trong ao.

Sơ bộ có thể lấy giá trị w đối với đất cát tùy thuộc vào đường kính hạt như sau:

d , mm	0,005	0,1	0,13	0,3
w , cm/s	0,173	0,6	1,0	3,0

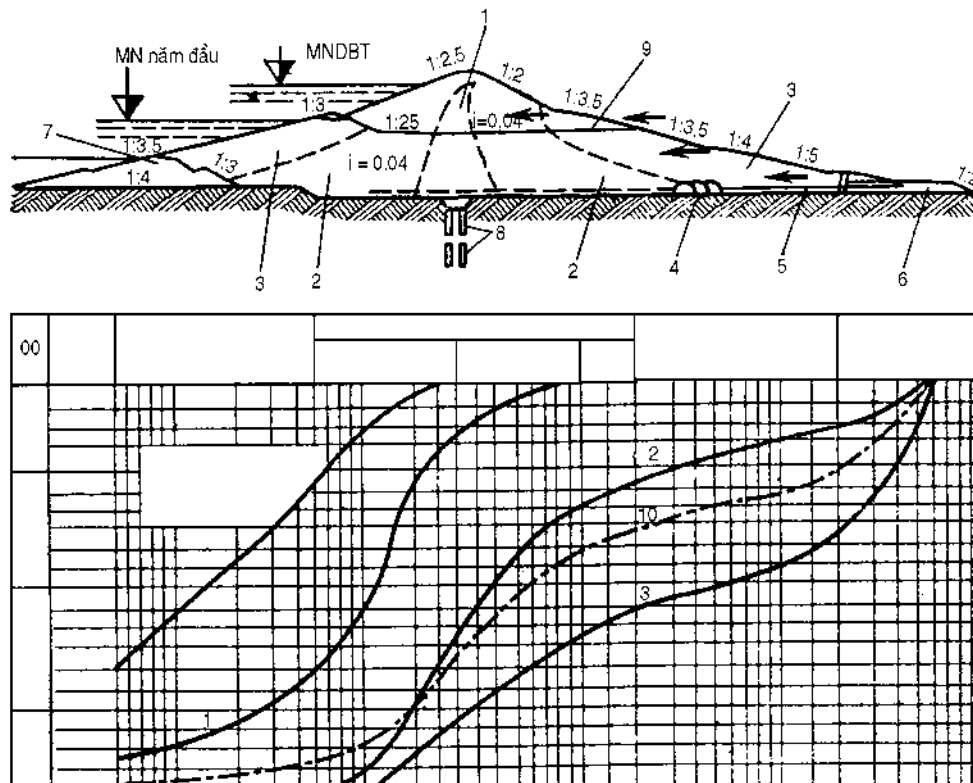
Phần đỉnh đập do kích thước bề rộng nhỏ không đủ để tạo ao lắng thì có thể đắp bằng phương pháp bồi khác hoặc đắp khô.

Quá trình bồi thực hiện cho từng đoạn với chiều dài 200 - 400m hoặc lớn hơn. Những cột đứng của dàn giáo sẽ ở lại trong đất, còn các thanh giằng được tháo dần theo tốc độ dâng cao của đất bồi.

Trên hình 1-25, a giới thiệu mặt cắt ngang của đập đất bồi Minghêtraursk trên sông Kura (Liên Xô cũ) có lõi giữa với độ cao 80,5m, khối lượng 15 triệu m^3 , được đắp bằng phương pháp không dàn giáo. Nền đập là loại đất chắc ở vùng có động đất cấp 8. Đập được xây dựng năm 1956, vật liệu là đất cát sỏi được lấy từ một số mỏ và chuyên chở đến vị trí đắp đập bằng đường xe lửa. Tại gần đập các loại đất được trộn bằng máy trộn đặc chủng, sau đó được bơm vào nơi bồi bằng đường ống có áp. Sự phân bố thành phần hạt ghi trên mặt cắt đập bằng các đường đứt đoạn, kích thước hạt ghi ở hình 1-25, b. Quá trình làm việc của đập cho thấy lõi giữa đã tiêu hao được 70 - 80% cột nước tác dụng của đập. Vật thoát nước (VTN) trong đập được làm bằng các ống bê tông lắp ghép.

Ưu điểm của phương pháp bồi từ trên dàn giáo là khả năng tạo ra sự phân bố đều dung dịch đất bồi theo bề mặt, khả năng giới hạn cường độ bồi khi bồi loại đất hạt mịn như á sét, á cát.

Nhược điểm của phương pháp dàn giáo là: tốn nhiều vật liệu kim loại (không ít hơn $1,5 \text{ m}^3$ kim loại cho 1000 m^3 đất bồi); tốn nhiều nhân công để xây dựng dàn giáo, khó đắp bờ bao gấn vị trí dàn giáo, công tác lắp ráp đường ống phân phối dung dịch bồi cũng như công việc điều khiển quá trình bồi khá phức tạp. Do những nhược điểm này mà phương pháp dàn giáo trước đây được áp dụng phổ biến thì hiện nay bị hạn chế rất nhiều.

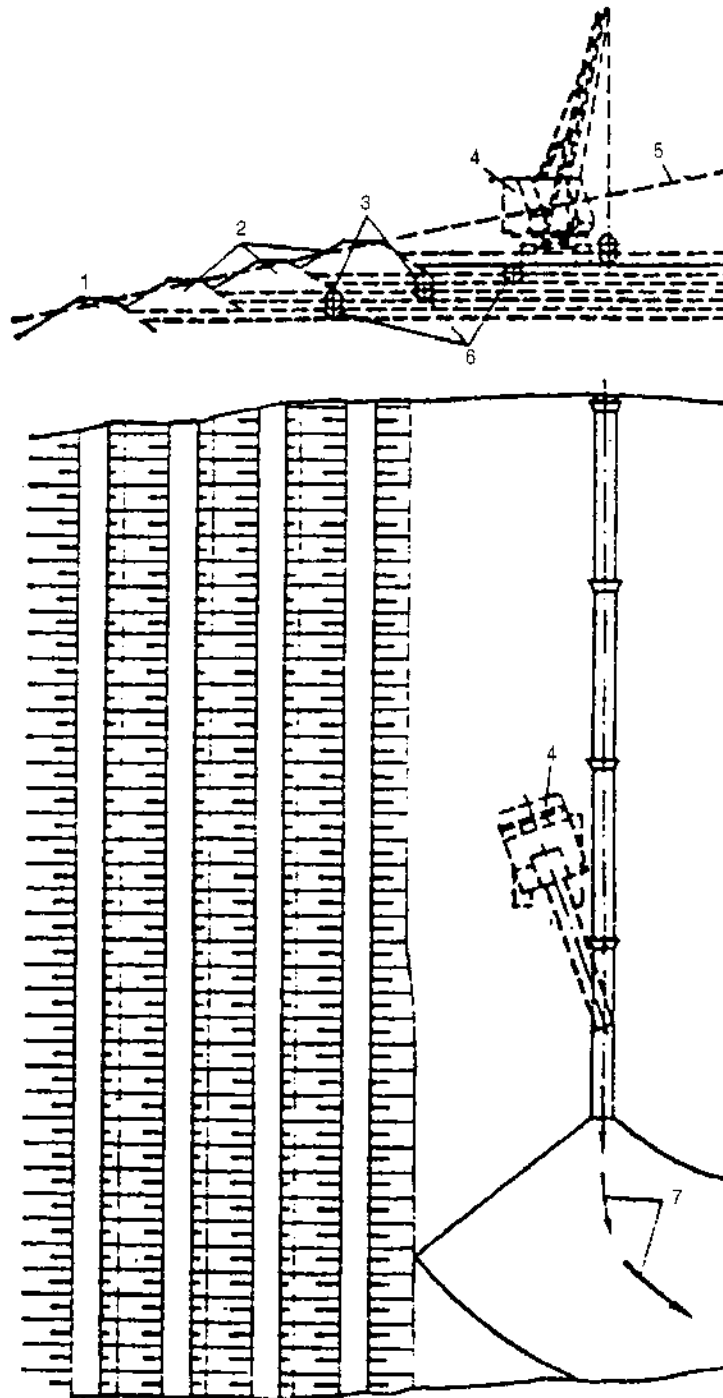


Hình 1-25. Đập đất bồi Minghetraursk

- a) Mặt cắt ngang; b) Đường cong trung bình thành phần hạt của đất đập;
- 1- lõi đập; 2- vùng trung gian; 3- lăng trụ biên;
 - 4, 5- VTN và ống thoát nước; 6, 7- đê quây;
 - 8- chân khay bằng đất sét và hố khoan phun vào nền;
 - 9- đường viền đập giai đoạn một;
 - 10- đường trung bình thành phần hạt của đất ở mỏ khai thác.

2) Phương pháp bồi không có dàn giáo

Quá trình bồi theo phương pháp này được tiến hành tập trung từ ống phân phối dung dịch bùn đặt trực tiếp trên đất đã bồi xong cách đáy bờ bao (đê quây đợt 1) khoảng 5 - 8m (xem hình 1-26). Ống phân phối có cấu tạo dạng lắp ghép nhanh từng đoạn (có mối ghép nhanh). Trong quá trình bồi, ống phân phối dung dịch bùn được nối dài thêm hoặc rút ngắn lại nhờ cần cầu vận chuyển để tháo lắp ống, cho phép công tác bồi tiến hành liên tục.



Hình 1-26. Sơ đồ phương pháp nổi không có dàn giáo

- 1- đê quây đợt một; 2- các bờ bao phục vụ thi công giai đoạn sau;
 3- vị trí ống phân phối dung dịch khi rút ngắn; 4- cần trục; 5- mái dốc thiết kế;
 6- vị trí ống phân phối khi nối dài thêm; 7- hướng chuyển động của nước bùn.

Chiều dày lớp đất bồi phụ thuộc vào loại đất và công suất của phương tiện khai thác đất, thường trong khoảng $0,15 \div 1$ m.

Phương pháp bồi không có dàn giáo cho phép cơ giới hoá cao công tác bồi và tiết kiệm sắt thép so với các phương pháp khác, do đó hiện nay được áp dụng phổ biến nhất. Tuy nhiên nó không phù hợp cho việc bồi đập có mặt cắt hẹp (bề rộng chỉ $5 \div 10$ m), cũng như bồi loại đất sét, vì không thể di chuyển cầu trục trong đất bùn sét khi thực hiện bồi. Với đất loại cát và phương tiện khai thác đất là tàu cuốc loại $300 \div 40$ và $500 \div 60$ (của Liên Xô cũ), thì lớp đất bồi có độ dày $0,6 \div 0,7$ m ứng với quá trình kéo dài ống phân phối và độ dày lớp là $0,2 \div 0,3$ m khi rút ngắn ống phân phối bùn.

3) Phương pháp bồi có cột chống

Phương pháp này cho phép xả đất bùn tập trung từ cuối ống dẫn nước bùn, hoặc rải đều ở phạm vi rộng hơn, từ một số (3 -4) ống xả đặt so le nhau ở khoảng $1/3 \div 1/4$ bề rộng mặt cắt của đoạn thi công bồi (hình 1-27). Ống dẫn dung dịch đất bồi đặt cách $4 \div 5$ m so với đáy đê quây, trên các cột đỡ có độ cao $\leq 1,5$ m và được chôn vào trong lớp đất đã bồi xong ở độ sâu 0,5 m.

Chiều dày của lớp đất bồi ở phương pháp này là $1 \div 1,2$ m.

Sau khi bồi xong mỗi lớp, các cột chống được rút lên để dựng cho lớp bồi sau.

Phương pháp bồi có cột đỡ ống phân phối bùn thuộc loại trung gian giữa hai phương pháp bồi có dàn giáo và không có dàn giáo.

c) Sơ đồ hướng bồi

1) Bồi từ hai phía thưng và hạ lưu đập

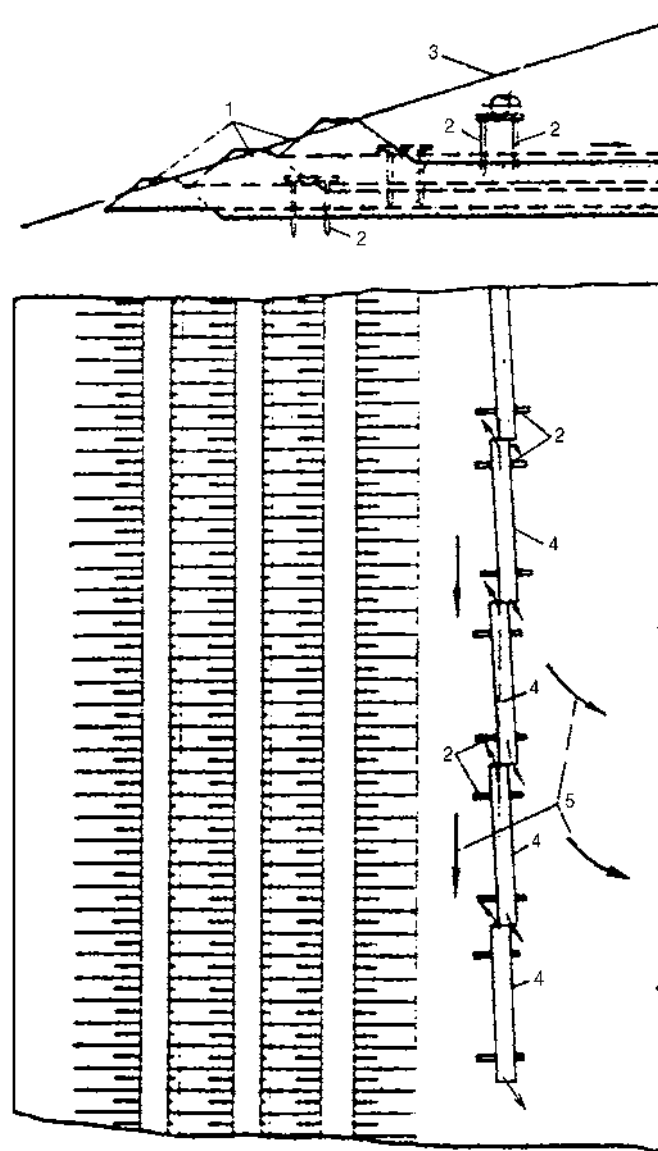
Phương pháp bồi từ hai phía được sử dụng để đắp phần đập nằm trên mực nước, đối với đập đồng chất và không đồng chất. Phương pháp bồi có thể từ trên dàn giáo, trên cột chống hoặc không có dàn giáo. Khi bồi không có dàn giáo thì ống xả bùn đặt ở gần biên của mái dốc, song song với trục đập, còn đất bùn được cấp ra từ mặt bên hông của ống (xem hình 1-27 a).

2) Sơ đồ bồi từ một phía

Sơ đồ bồi từ một phía có thể được áp dụng để đắp phần đập ở dưới nước và ở trên khô. Phương pháp bồi ở trên mực nước và từ một phía có thể có ao lắng hoặc không có ao lắng, và thực hiện với hệ dàn giáo đỡ hay không có dàn giáo. Khi bồi không có dàn giáo thì ống phân phối đất bùn đặt ở phía mái dốc hạ lưu như trên hình 1-27 b. Trường hợp cần thiết có thể đắp đê quây ở phía thượng lưu (bồi phần đập dưới mực nước), hoặc đắp các bờ bao nếu bồi phần đập ở trên mực nước.

Đối với trường hợp bồi từ một phía có dòng bùn chảy tự do, thì khu vực thượng lưu sẽ hình thành các hạt mịn với hệ số thấm nhỏ (do quá trình lắng tự nhiên theo quy luật phân tầng, phụ thuộc vào độ thô thủy lực của hạt).

Ưu điểm của sơ đồ bồi từ một phía so với sơ đồ bồi từ hai phía là không cần hệ thống tháo nước, tốc độ thi công cao hơn và giảm được khối lượng công việc đắp bờ bao. Tuy nhiên, vì không có bờ bao nên mái dốc sẽ thoải hơn, do đó khối lượng (thể tích) đập sẽ lớn hơn.



Hình 1-27. Sơ đồ bồi có ống xả bùn đặt so le nhau trên hệ cột đỡ

1- bờ bao; 2- các cột đỡ; 3- mái dốc thiết kế;

4- ống phân phối đất bùn; 5- hướng chuyển động của đất bùn.

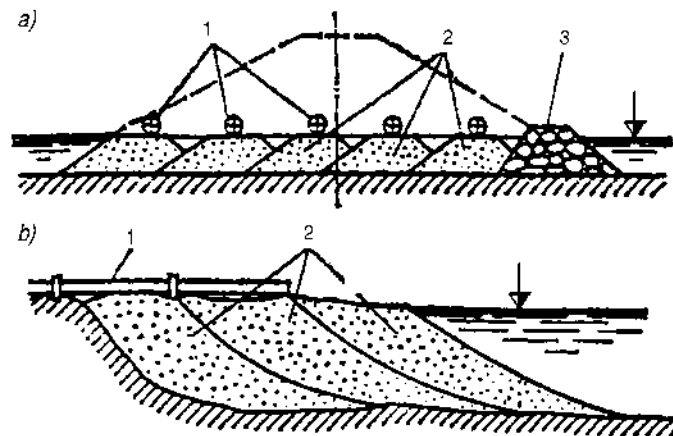
3) Sơ đồ bồi theo hình bàn cờ

Trong trường hợp này các ống phân phối đất bùn được bố trí trên toàn chiều rộng đập. Sau mỗi lớp bồi các ống được nâng lên và đặt ở vị trí khoảng giữa hai trục ống của lớp dưới vừa được bồi xong. Phương pháp bồi với sơ đồ ống đặt trên khắp chiều rộng đập được áp dụng để xây dựng đập đồng chất bằng loại đất có các cỡ hạt khác nhau. Ở đây không hình thành ao lắng. Cấu trúc thành phần hạt khá đồng đều trên mặt cắt đập. Tốc độ thi công khá cao, nhưng đòi hỏi số lượng ống nhiều hơn (hình 1-28 a).

4) Sơ đồ bồi tịnh tiến lấn dần

Sơ đồ bồi tịnh tiến lấn dần được sử dụng chủ yếu để đắp phân công trình nằm dưới nước. Dòng đất bùn được xả từ miệng ống dẫn, trong đó ống đặt trực tiếp trên lớp đất mới bồi xong và được nối kéo dài thêm trong quá trình bồi (xem hình 1-28 b).

Nếu xây dựng đập bồi ở phần nằm dưới mực nước với loại đập có lõi giữa, thì tiến hành bồi phần thượng lưu và hạ lưu trước, sau đó mới đổ vật liệu ít thấm vào phần trung tâm để tạo lõi giữa. Trên hình 1-29 giới thiệu những sơ đồ phổ biến trong xây dựng đập đất bồi.



Hình 1-28. Sơ đồ bồi hình bàn cờ (a) và lấn dần từ đầu bờ vào trong (b)

1- ống dẫn đất bùn; 2- các nón bồi; 3- lăng trụ thoát nước.

d) Dự báo thành phần hạt đất trong đập đất bồi

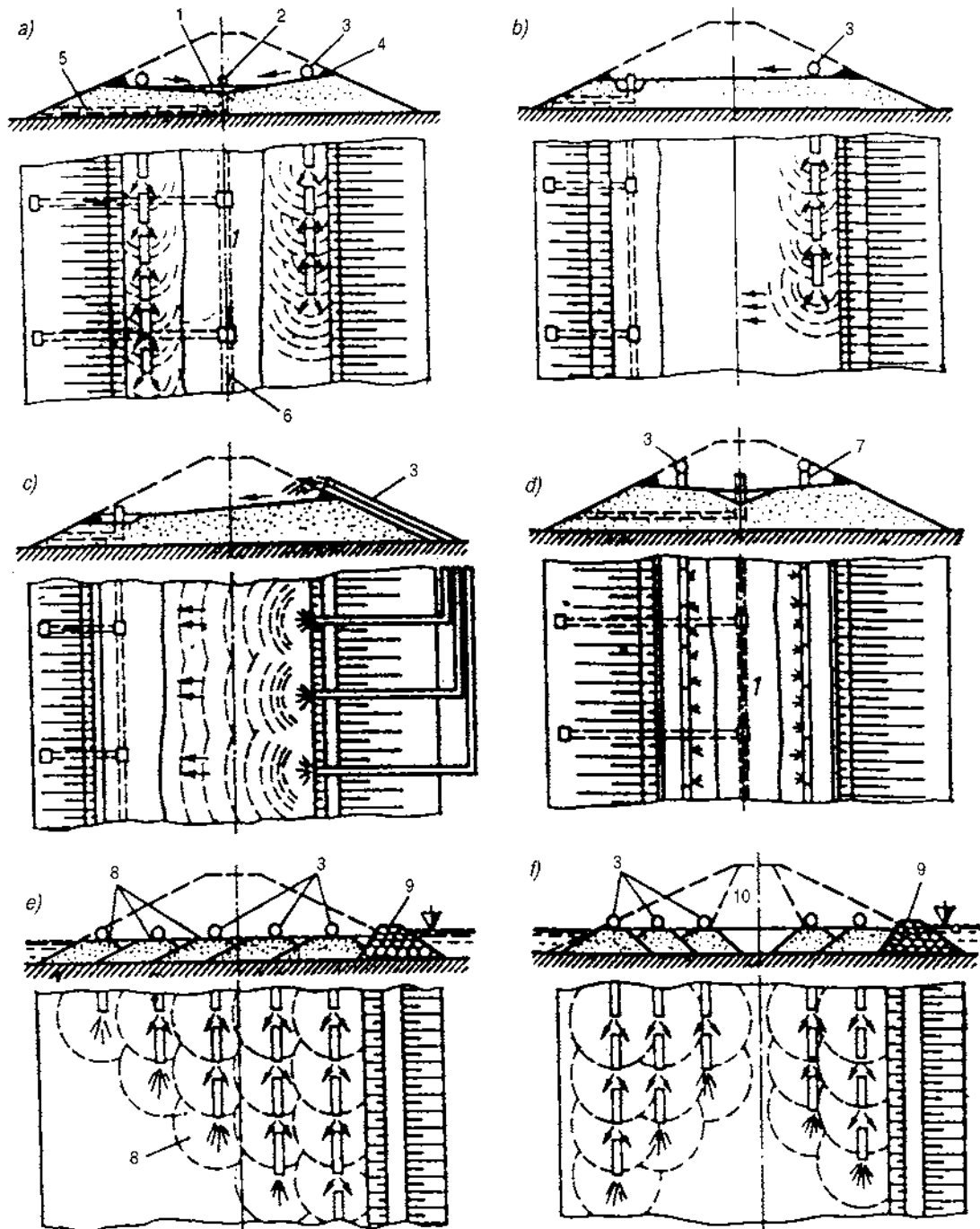
Mục đích dự báo thành phần hạt trong mặt cắt ngang của đập đất bồi là để xác định tính chất cơ lí và tính thấm của vật liệu được cấu thành trong các khu vực khác nhau của công trình.

Sự thay đổi thành phần hạt trong quá trình bồi có liên quan đến việc thải bỏ các hạt mịn và sự phân tầng thủy lực của các hạt dọc theo bãi bồi.

Khi xây dựng đập đồng chất bằng đất cát có hệ số phân hạt $K_{60/10} < 2,5$ và $K_{90/10} < 5$, thì sự phân tầng hầu như không xảy ra mà chỉ có sự thay đổi về cấu tạo hạt so với đất ở mỏ, do các hạt mịn bị loại bỏ trong quá trình bồi. Thông thường các hạt có $d < 0,01$ mm sẽ loại bỏ hết còn hạt có $d = 0,01 \div 0,05$ mm được loại bỏ một phần.

Đối với đập không đồng chất thì ngoài việc phải loại những cỡ hạt rất nhỏ, còn phải chú ý đến sự phân hạt về thủy lực trong mặt cắt ngang của đập. Ở đập lõi giữa, cho phép các hạt sét có đường kính $d < 0,005$ mm được chiếm không quá 20% tổng khối lượng hạt với mục đích đẩy nhanh quá trình cố kết của hạt sét.

Nên xác định thành phần trung bình của hạt đất ở các lăng trụ bên và ở lõi giữa của đập không đồng chất. Ngoài ra khi cần thiết, có thể xác định cấu tạo hạt ở các vùng trung gian.



Hình 1-29. Những sơ đồ phổ biến để bồi đập

a) ÷ d) Phân trên mặt nước; e), f) Phân dưới nước;

1- ao lắng; 2- giếng thoát nước; 3- ống phân phối dung dịch đất bồi;

4- bờ bao; 5- ống thoát nước; 6- ống tập trung nước thoát;

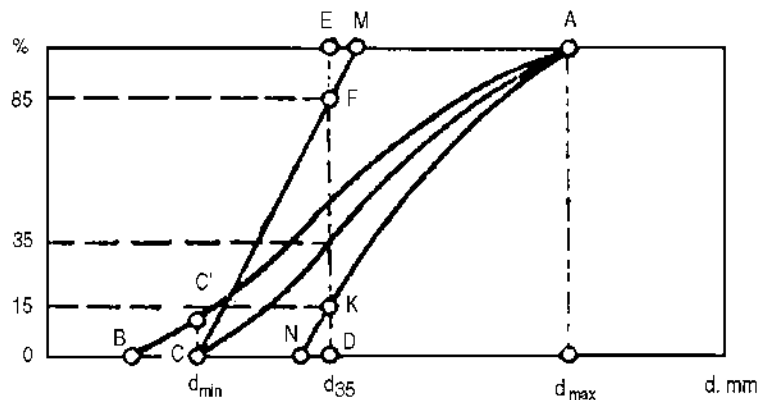
7- dàn đỡ ống dẫn nước bùn; 8- nón bồi tích;

9- lăng trụ thoát nước; 10- vùng tạo lõi giữa.

Việc dự báo thành phần hạt được thực hiện trên cơ sở bồi thí nghiệm. Đối với đập cấp I, công tác bồi thí nghiệm là yêu cầu bắt buộc. Đối với đập từ cấp II trở đi có thể dự báo bằng phương pháp tương quan hoặc các phương pháp gần đúng.

Trong trường hợp đập đập bồi từ hai phía thì có thể sử dụng phương pháp sau đây để dự báo thành phần hạt của đập.

Cho trước cỡ hạt nhỏ nhất cần giữ lại trong thân đập sau khi bồi, ví dụ hạt có $d_{\min} = 0,005$ mm (điểm c trên hình 1-30). Xoay đường cong AB thành phần hạt của mỏ đất quanh điểm A cho tới khi nó trùng với điểm C ta có đường cong AC. Đường AC sẽ đặc trưng cho thành phần hạt trung bình của đất trong đập bồi. Đoạn CC' là tỉ lệ phần trăm hạt đất bị loại bỏ. Từ điểm D ứng với cỡ hạt d_{35} kẻ đường thẳng đứng DE. Xoay đường cong AC quanh điểm C cho tới khi nó gặp điểm F ứng với 85% thành phần hạt (điểm F là giao điểm đường nằm ngang 85% thành phần hạt gặp đường thẳng đứng DE). Kẻ đường CF ta có đường CFM là đường thành phần hạt trên trục lõi giữa của đập. Đường thành phần hạt ở mặt ngoài của mái dốc của các lăng trụ biên được xác định bằng cách xoay đường cong AC quanh điểm A cho tới khi nó gặp điểm K trên đường thẳng đứng DE ứng với 15% thành phần hạt.



Hình 1-30. Đồ thị xác định quá trình sắp xếp hạt khi bồi

Thành phần hạt của đất bồi ở khoảng cách x nào đó kể từ trục đập có thể xác định theo công thức:

$$d_{ix} = (x/B)^2 (d_{i2} - d_{i1}) + d_{i1} \quad (1.29)$$

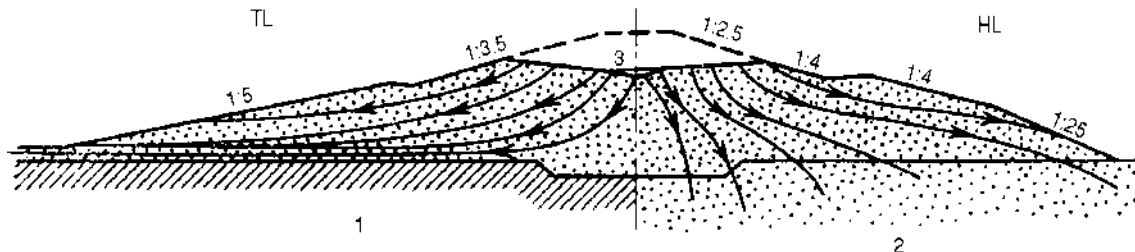
Trong đó:

d_{ix} - đường kính hạt ứng với tỉ lệ hàm lượng i trên khoảng cách x kể từ trục đập;

B - một nửa chiều rộng đáy đập;

d_{i2} và d_{i1} - đường kính hạt ứng với hàm lượng i theo đường cong thành phần hạt trên mái dốc và trên trục đập (đường AN và MC trên hình 1-30).

Kết quả thực nghiệm cho thấy trung bình có khoảng 15% cỡ hạt của vùng lõi rơi vào hai lăng trụ biên, trong khi đó lại có khoảng 15% cỡ hạt của lăng trụ biên thâm nhập vào vùng lõi giữa.



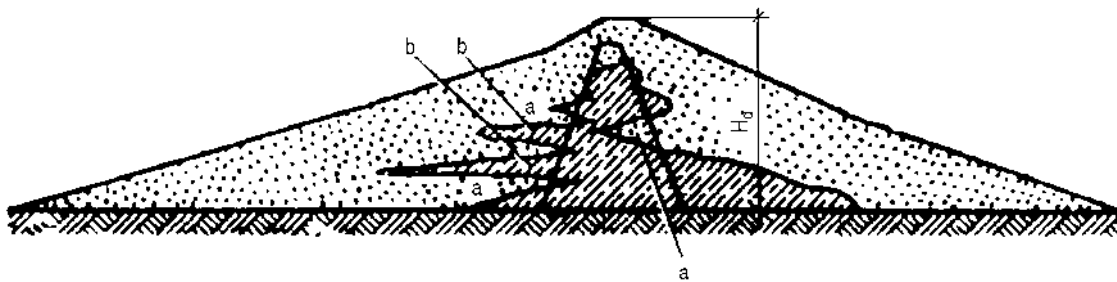
Hình 1-31. Sơ đồ thấm trong thời gian bồi đắp

1- nền là á sét; 2- nền cát; 3- ao lắng.

Sự cần thiết phải tính thấm trong thời gian bồi đắp là để kiểm tra ổn định của đập trong quá trình bồi. Lưới thấm có thể vẽ bằng phương pháp đồ giải.

Cấu tạo thành phần hạt có thể được điều chỉnh nhằm đảm bảo tốc độ xây dựng đập và yêu cầu ổn định cũng như chỉ tiêu kinh tế của đập.

Tốc độ phát triển về chiều cao của đập theo kinh nghiệm thực tế thường khoảng 0,1 - 0,25 m/ngày đêm. Lõi đập trên mặt cắt ngang có thể có hình dích dắc, nhưng cố gắng tránh hiện tượng lưới nhọn, trong đó nôm cát ăn sâu vào phần lõi gây nguy cơ thấm xuyên cắt ngang lõi (khu vực a trên hình 1-32).



Hình 1-32. Dạng mặt cắt ngang của lõi đập đất bồi đắp có thể xảy ra trong thực tế

a- lưới cát ăn sâu vào lõi hạt sét; b- lưới hạt sét hay túi sét nằm trong nôm cát.

Hiện tượng hình thành các lưới cát là do tốc độ dòng chảy đất bùn quá lớn, vì vậy biện pháp tránh xuất hiện các lưới nhọn này là giảm tốc độ dòng chảy bằng cách đặt các tấm chắn trên đường chuyển động của dòng bùn, hoặc điều chỉnh lưu lượng của dòng bùn. Biện pháp hạn chế sự hình thành túi sét trong nôm cát (các vùng b trên hình 1-32) được thực hiện bằng cách khống chế (điều chỉnh) bề rộng của ao lắng hoặc điều chỉnh mực nước trong ao lắng.

Công tác kiểm tra và giám sát quá trình bồi là hết sức quan trọng, nhằm đảm bảo sự ổn định và bền vững của đập. Công tác kiểm tra thành phần hạt được tiến hành cho cả mỏ đất - nơi cung cấp vật liệu xây dựng đập và thân đập. Ngoài việc kiểm tra thành phần hạt của đất, cần kiểm tra độ sệt của dung dịch bùn, độ chặt của đất đập sau khi bồi (xác định trọng lượng thể tích của đất). Tiến hành theo dõi quá trình bồi để xác định sự biến đổi các thông số bồi (độ sệt, độ chặt) theo thời gian, xác định sự thay đổi kích thước lõi theo chiều cao, theo dõi quá trình nước thấm trên các mái dốc và trạng thái ổn định của mái dốc. Việc kiểm tra địa kỹ thuật được thực hiện bằng phương pháp lấy mẫu (một mẫu cho 300 - 600 m³ đất) và xác định trọng lượng thể tích, trọng lượng riêng của đất, xác định độ ẩm, thành phần hạt, hệ số dẻo. Ngoài ra, việc kiểm tra quá trình nén chặt của đất đập được tiến hành bằng phương pháp dựng các mốc cao độ dạng các cột reper chuyên dụng, để cao đạc định kì theo thời gian hoặc phương pháp điện dung.

So sánh đập đất bồi với đập đất đắp khô

Đập đất bồi có các ưu điểm sau:

- 1) Cường độ xây dựng đập khá cao (thực tế đã đạt được 200.000m³ đất trong một ngày đêm);
- 2) Cho phép xây dựng đập không phải hút nước hố móng;
- 3) Thiết bị cơ khí đơn giản, không đòi hỏi các máy đào xúc lớn cũng như ô tô vận chuyển trọng tải lớn;
- 4) Ít nhu cầu nhân lực;
- 5) Thông thường đơn giá xây dựng ít hơn so với đập đất đắp, nhất là khi khối lượng đập thuộc loại lớn (theo số liệu tổng kết của Liên Xô cũ thì đơn giá đập đất bồi nhỏ hơn 20 - 30%).

Nhược điểm của đập đất bồi là:

- 1) Có yêu cầu cao hơn về thành phần hạt của mỏ đất,
- 2) Tiêu thụ năng lượng lớn hơn, đặc biệt trong trường hợp vận chuyển dung dịch bùn bằng ống áp lực;
- 3) Nhu cầu sắt thép lớn hơn (ống dẫn, máng, các ống phân phối v.v...), các mối nối ống thường dễ hỏng do bị mòn.