

TCCS 01:2026/xxx

Xuất bản lần 1

**CÔNG TRÌNH THỦY LỢI – CỬ VÁN THÉP CHỐNG THẤM
CHO ĐẬP ĐẤT VỪA VÀ NHỎ – YÊU CẦU THIẾT KẾ**

*Hydraulic structures – Seepage treatment for small and medium earth dams using steel sheet pile –
Requirements for design*

HÀ NỘI - 2026

Mục lục

	Trang
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	6
3 Thuật ngữ và định nghĩa	6
4 Ký hiệu và thuật ngữ viết tắt	8
5 Quy định chung	10
6 Điều tra, khảo sát, đánh giá hiện trạng đập	14
7 Yêu cầu thiết kế.....	19
Phụ lục A	32
Phụ lục B	33
Đánh giá tình trạng thấm của đập qua công tác kiểm tra hiện trường	33
Phụ lục C	34
Đánh giá an toàn thấm qua tính toán kỹ thuật	34
Phụ lục D	35
Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật của cừ ván thép sử dụng công nghệ Press-in	35
Phụ lục E.....	38
Tính chất cơ học của thép chế tạo cừ.....	38
Phụ lục F	39
Hệ số thấm rò rỉ qua khớp nối	39
Phụ lục G	40
Các hệ số triết giảm mô đun chống uốn (β_B) của cừ ván thép	40
Phụ lục H	41
Hệ số triết giảm cường độ (β_w) của cừ ván thép do ảnh hưởng của chênh lệch cột nước.....	41
Phụ lục I.....	42
Hệ số lệch tải n_f	42

Lời nói đầu

TCCS ... : 2026/... do Viện Thủy công biên soạn theo quy định tại khoản 2, khoản 4 Điều 30 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật; Điểm a Khoản 1 Điều 9 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

TCCS ...: 2026/... được ban hành theo Quyết định số/... ngày .../.../2024 của

Công trình thủy lợi – Cừ ván thép chống thấm cho đập đất vừa và nhỏ – Yêu cầu thiết kế

Hydraulic structures - Seepage treatment for small and medium earth dams using steel sheet pile – Requirements for design

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu kỹ thuật cơ bản về điều tra, khảo sát, thiết kế cừ ván thép chống thấm sử dụng phương pháp press-in cho đập đất vừa và nhỏ của các hồ chứa thủy lợi trong trường hợp sửa chữa, nâng cấp.

1.2 Điều kiện áp dụng

- Tiêu chuẩn này áp dụng khi sử dụng cừ ván thép thi công bằng phương pháp press-in để xử lý thấm cho các đập đất có nguy cơ mất an toàn thấm;
- Khi áp dụng phương án xử lý thấm cho đập bằng cừ ván thép, cần đề xuất, nghiên cứu các phương án khác đáp ứng được mục tiêu đề ra để chọn phương án hợp lý về kinh tế - kỹ thuật;
- Điều kiện áp dụng cừ ván thép thi công bằng phương pháp press-in để xử lý thấm cho đập đất được quy định trong Bảng 1.

Bảng 1 – Điều kiện áp dụng cừ ván thép chống thấm sử dụng phương pháp press-in cho đập đất

TT	Thông số	Điều kiện áp dụng
1	Chiều cao đập (m)	< 15m
2	Loại đất đắp đập và đất nền theo thiết bị Press-in:	
a	Các loại máy Press-in dạng trọng tải (G-Pile)	Các loại đất trừ đất cứng
b	Các loại máy Press-in dạng tấm panel (Pile Master)	Đất dính tương đối mềm
c	Các loại máy Press-in dạng đi trên cừ (Silent Piler) ⁽¹⁾	Tất cả các loại đất, đá ⁽²⁾

CHÚ THÍCH:

⁽¹⁾ Khi sử dụng các loại máy Press-in dạng đi trên cừ để hạ cừ ván thép, khuyến nghị nên sử dụng kỹ thuật Press-in tiêu chuẩn. Trường hợp cần có biện pháp hỗ trợ hạ cừ, phải dùng biện pháp khoan cắt (không sử dụng biện pháp phun nước áp lực cao); khi đó, cần đảm bảo đất đắp đập trong các lỗ khoan cắt phải được làm chặt tương đương với đất đắp thân đập cũ.

⁽²⁾ Kỹ thuật Press-in tiêu chuẩn áp dụng cho các loại đất cát xốp, chặt vừa và đất dính có chỉ số SPT giới hạn nhỏ hơn hoặc bằng (20 ÷ 25). Kỹ thuật Press-in có hỗ trợ hạ cừ bằng khoan cắt áp dụng cho tất cả các loại đất, đá có chỉ số SPT giới hạn nhỏ hơn hoặc bằng (180 ÷ 600). Chỉ số SPT giới hạn có thể khác nhau phụ thuộc vào loại cừ và loại máy Press-in:

- Cừ ván thép hình chữ U, dòng máy U Piler: Khi sử dụng kỹ thuật Press-in tiêu chuẩn, chỉ số SPT ≤ 25; khi sử dụng kỹ thuật Press-in có biện pháp hỗ trợ bằng khoan cắt, chỉ số SPT ≤ 600;

- Cừ ván thép hình chữ Z, dòng máy Z Piler: Khi sử dụng kỹ thuật Press-in tiêu chuẩn, chỉ số SPT ≤ 20; khi sử dụng kỹ thuật Press-in có biện pháp hỗ trợ bằng khoan cắt, chỉ số SPT ≤ 600 đối với cừ đơn và SPT ≤ 180 đối với cừ kép;

- Cừ ván thép hình mũ, dòng máy Hat Piler: Khi sử dụng kỹ thuật Press-in tiêu chuẩn, chỉ số SPT ≤ 25; khi sử dụng kỹ thuật Press-in có biện pháp hỗ trợ bằng khoan cắt, chỉ số SPT ≤ 180.

2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 4253 Công trình thủy lợi - Nền các công trình thủy công - Yêu cầu thiết kế;

TCVN 5575 Kết cấu thép – Tiêu chuẩn thiết kế;

TCVN 8216 Công trình thủy lợi – Thiết kế đập đất đầm nén;

TCVN 8217 Đất xây dựng công trình thủy lợi - Phân loại;

TCVN 8226 Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về khảo sát mặt cắt và bình đồ địa hình các tỷ lệ từ 1/200 đến 1/5000;

TCVN 8477 Công trình thủy lợi - Yêu cầu về thành phần khối lượng khảo sát địa chất trong các giai đoạn lập dự án và thiết kế;

TCVN 8478 Công trình thủy lợi - Yêu cầu về thành phần khối lượng khảo sát địa hình trong các giai đoạn lập dự án và thiết kế;

TCVN 9143 Công trình thủy lợi - Tính toán đường viền thấm dưới đất của đập trên nền không phải là đá;

TCVN 9386 Thiết kế công trình chịu động đất;

TCVN 9685 Cọc ván thép cán nóng;

TCVN 9686 Cọc ván thép cán nóng hàn được;

TCVN 11197 Cọc thép - Phương pháp chống ăn mòn - Yêu cầu và nguyên tắc lựa chọn;

TCVN 11699 Công trình thủy lợi – Đánh giá an toàn đập;

TCVN 12633 Công trình thủy lợi - Cừ chống thấm - Yêu cầu thiết kế;

TCVN 12634 Công trình thủy lợi - Cừ chống thấm - Thi công và nghiệm thu.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

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

3.1.1

Các hệ số độ tin cậy (*reliability coefficients*)

Các hệ số kể đến các sai lệch bất lợi có thể có của các giá trị tải trọng, các đặc trưng vật liệu và sơ đồ tính toán công trình xây dựng do điều kiện sử dụng thực tế của nó, cũng như kể đến mức độ tầm quan trọng của các công trình xây dựng. Có 4 loại hệ số độ tin cậy: hệ số độ tin cậy về tải trọng, hệ số độ tin cậy về vật liệu, hệ số điều kiện làm việc, hệ số đảm bảo.

3.1.2

Cừ ván thép (*Steel sheet pile*)

Cấu kiện bằng thép tấm có khớp nối (rãnh khóa).

3.1.3

Cường độ (*strength*)

Tính chất cơ học của vật liệu chế tạo cừ (thép), chỉ khả năng chịu được các tác động, thường được tính bằng đơn vị của ứng suất.

3.1.4

Đập đất (*earth dam*)

Đập được xây dựng bằng các loại đất (kể cả vật liệu đào từ hố móng công trình, các loại đá phong hóa mạnh, phong hóa hoàn toàn) có tác dụng dâng và giữ nước.

3.1.5

Đất dính (*Cohesive soil*)

Là đất mà giữa các hạt có sự bám dính, dính kết lẫn nhau bởi sự hiện diện đáng kể của vật liệu hạt bụi và hạt sét (vật liệu kết dính); khi khô thì thành khối cứng chắc còn khi ẩm ướt thì thể hiện tính dẻo dính. Đó là các đất hạt mịn, đất cát và đất sạn sỏi có chứa hơn 10% hàm lượng hạt bụi và sét, trong đó hàm lượng hạt sét chiếm hơn 3% khối lượng.

3.1.6

Đất rời (*Cohesionless soil*)

Là đất cấu thành từ các hạt rời mà ở trạng thái khô cũng như ở trạng thái ẩm ướt hoàn toàn không có hoặc có không đáng kể các liên kết keo nước, liên kết ion tĩnh điện giữa các hạt rắn tạo đất; bao gồm các đất hạt thô có thành phần thuần túy là cát hoặc sỏi (sạn), cuội (dăm), hòn tảng hoặc hỗn hợp của chúng và cũng có thể là các đất hạt thô nhưng có hàm lượng hạt bụi và sét ít hơn 10%, trong đó hàm lượng hạt sét ít hơn 3% khối lượng.

3.1.7

Độ bền (*durability*)

Khả năng của một cấu kiện hoặc của tiết diện ngang cấu kiện, chịu được các tác động mà không bị phá hoại về cơ học.

3.1.8

Độ bền thấm của đất (*Endurance of permeable*)

Khả năng của đất chống được sự phát sinh của các biến dạng thấm nguy hiểm.

3.1.9

Hệ số an toàn (*Factor of safety*)

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

3.1.10

Khả năng chịu lực (*load bearing capacity*)

Hệ quả tác động lớn nhất xuất hiện trong công trình xây dựng mà không vượt quá các trạng thái giới hạn.

3.1.11

Khớp nối cừ (*Interlock of sheet piles*)

Bộ phận nằm bên mép cừ có nhiệm vụ liên kết các đơn nguyên liên kề, đảm bảo kín nước.

3.1.12

Kỹ thuật Press-in (*Press-in method*)

Kỹ thuật ép cừ ván thép bằng lực tĩnh, gồm kỹ thuật Press-in tiêu chuẩn (không sử dụng biện pháp hỗ trợ hạ cừ) và kỹ thuật Press-in có hỗ trợ hạ cừ bằng khoan cắt.

3.1.13

Mực nước tính toán (*Calculation water level*)

Các mực nước dùng để xác định các thông số thiết kế công trình bao gồm: mực nước chết (mực nước khai thác thấp nhất thiết kế), mực nước dâng bình thường, mực nước lớn nhất thiết kế và mực nước lớn nhất kiểm tra.

3.1.14**Phương pháp Press-in** (*Press-in method*)

Một phương pháp và kỹ thuật thi công được sử dụng để hạ cừ vào nền đất bằng cách tác dụng tải trọng tĩnh, thường bằng kích thủy lực. Phản lực có thể nhận được từ trọng lượng hoặc bằng lực kháng nhổ của các cọc liên kề đang được ép xuống hoặc đã được thi công.

3.1.15**Tầng đất không thấm** (*Impermeable layer*)

Là tầng đất thực tế không thấm nước hoặc có hệ số thấm nhỏ hơn 100 lần so với lớp thấm nước.

3.1.16**Trạng thái giới hạn** (*limit state*)

Trạng thái mà khi vượt quá các thông số đặc trưng của nó thì việc sử dụng kết cấu hoặc là không được phép, hoặc bị gây khó khăn hoặc không còn phù hợp.

3.1.17**Tường cừ chống thấm** (*Sheet pile cutoff wall*)

Kết cấu được đặt thẳng đứng hoặc thân đập liên kết chặt chẽ với thiết bị chống thấm thân đập để đảm bảo ổn định thấm cho đập đất. Cấu tạo cừ thép có bố trí khớp nối cừ để khi liên kết với nhau tạo thành tường chống thấm đảm bảo kín nước.

4 Ký hiệu và thuật ngữ viết tắt

A_c	Diện tích mặt cắt ngang của 01 cừ ván thép
A_t	Diện tích mặt cắt ngang của 01 m chiều dài tường cừ
A_v	Diện tích mặt cắt ngang chịu cắt của 01 cừ ván thép
A_{vt}	Diện tích mặt cắt ngang chịu cắt của 01 m chiều dài tường cừ
b_c	Bề rộng mặt cắt ngang một đơn nguyên ván cừ
d	Chiều dày của tường hào thay thế tường cừ ván thép
E	Môđun đàn hồi của thép chế tạo cừ
f_b	Cường độ chịu kéo, nén, uốn tính toán của thép theo giới hạn chảy
f_v	Cường độ chịu cắt tính toán của thép chế tạo cừ
f_y	Cường độ tiêu chuẩn lấy theo giới hạn chảy của thép chế tạo cừ
$f_{y,r}$	Cường độ tiêu chuẩn giảm yếu do ảnh hưởng của lực cắt
g_c	Khối lượng đơn vị của một đơn nguyên ván cừ thép
g_t	Khối lượng đơn vị của 01 m dài tường cừ ván thép
H	Cột nước làm việc của đập
h_c	Chiều cao mặt cắt ngang một đơn nguyên ván cừ
H_d	Chiều cao đập
h_t	Chiều cao tường cừ ván thép
I_c	Mô men quán tính của tiết diện (tính cho một đơn nguyên ván cừ)
I_t	Mô men quán tính của tiết diện (tính cho 01 m dài tường cừ)
J	Gradient thấm

$[J]$	Gradient cột nước trung bình cho phép ở các khối đắp chống thấm
$[J_k]_{cp}$	Gradient cột nước cho phép ở điểm ra trong các khối đắp thân đập
$[J_n]_{cp}$	Gradient cột nước cho phép ở điểm ra đối với đất nền
J_{ntb}	Gradient cột nước trung bình đối với đất nền
$[J_{ntb}]_{cp}$	Gradient cột nước trung bình cho phép đối với đất nền
J_{rnmax}	Giá trị gradient cột nước lớn nhất tại điểm ra đối với đất nền
J_{rtmax}	Gradient cột nước lớn nhất tại điểm ra của các khối đắp thân đập
J_{tb}	Gradient cột nước trung bình ở các khối đắp chống thấm
J_{th}	Gradient cột nước trung bình tới hạn ở các khối đắp chống thấm
$[K]$	Hệ số an toàn nhỏ nhất về ổn định
k_m	Hệ số độ tin cậy về vật liệu
k_n	Hệ số đảm bảo
k_t	Hệ số thấm của đất
k_{th}	Hệ số thấm của đất theo phương ngang
k_{tv}	Hệ số thấm của đất theo phương đứng
k_w	Hệ số thấm của tường hào thay thế tường cừ ván thép
M	Mô men uốn do ngoại lực gây ra trong tường cừ ván thép (nội lực)
m	Hệ số điều kiện làm việc
M_a	Mô men của các lực chủ động
$[M]_b$	Mô men kháng uốn cho phép của mặt cắt ngang tường cừ
M_p	Mô men của các lực bị động
M_{max}	Mô men uốn lớn nhất do ngoại lực gây ra trong tường cừ ván thép
$[M]_N$	Mô men kháng uốn cho phép của mặt cắt ngang tường cừ khi có lực dọc
$[M]_v$	Mô men kháng uốn cho phép của mặt cắt ngang tường cừ khi có lực cắt
MNDBT	Mức nước dâng bình thường
MNLNTK	Mức nước lớn nhất thiết kế
MNLNKT	Mức nước lớn nhất kiểm tra
m_t	Hệ số mái dốc thượng lưu đập
N	Lực dọc do ngoại lực gây ra trong tường cừ ván thép (nội lực)
n_c	Hệ số tổ hợp tải trọng
n_f	Hệ số lệch tải
N_{max}	Lực dọc lớn nhất do ngoại lực gây ra trong tường cừ ván
$[N]_n$	Sức kháng nén cho phép của mặt cắt ngang tường cừ
Q	Lực cắt do ngoại lực gây ra trong tường cừ ván thép
$[Q]_c$	Sức kháng cắt cho phép của mặt cắt ngang tường cừ
Q_{max}	Lực cắt lớn nhất do ngoại lực gây ra trong tường cừ ván thép
T	Độ sâu hạ cừ ván thép
T_{th}	Chiều dày tầng thấm

t_f	Chiều dày bản cánh cừ ván thép
t_w	Chiều dày bản bụng cừ ván thép
V_{gh}	Vận tốc thấm giới hạn của đất
W_c	Mô đun chống uốn của tiết diện (tính cho một đơn nguyên ván cừ)
W_t	Mô đun chống uốn của tiết diện (tính cho 01 m dài tường cừ)
β_B	Hệ số triết giảm mô đun chống uốn của tiết diện do thiếu khả năng truyền lực cắt tại các khớp nối cừ
β_Q	Hệ số giảm mô men kháng uốn cho phép có tính đến sự xuất hiện của lực cắt
β_w	Hệ số triết giảm cường độ của cừ ván thép do chênh lệch cột nước
δ	Độ sâu hạ cừ vào tầng không thấm
ρ	Hệ số thấm qua khớp nối giữa các ván cừ thép

5 Quy định chung

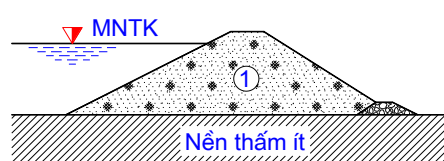
5.1 Phân loại đập

5.1.1 Theo qui mô đập, dung tích hồ chứa nước, lưu lượng xả lũ

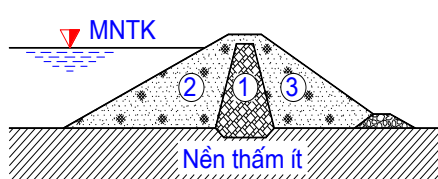
- Đập vừa là đập của hồ chứa thủy lợi có chiều cao từ 10 m đến dưới 15 m; hoặc đập của hồ chứa nước có dung tích toàn bộ từ 500.000 m³ đến dưới 3.000.000 m³, trừ đập có chiều cao từ 10 m đến dưới 15 m và chiều dài đập từ 500 m trở lên hoặc đập có chiều cao từ 10 m đến dưới 15 m và có lưu lượng tràn xả lũ thiết kế trên 2.000 m³/s;
- Đập nhỏ là đập có chiều cao dưới 10 m hoặc đập của hồ chứa nước có dung tích toàn bộ dưới 500.000 m³.

5.1.2 Theo bố trí khối đập trong mặt cắt ngang đập

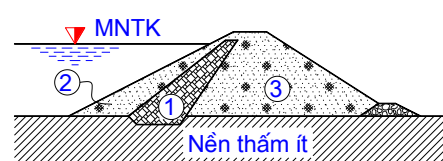
- Đập đồng chất: Đập được đắp bằng một loại đất có cùng nguồn gốc, có các đặc trưng vật lý và cơ học gần giống nhau (xem Hình 1a, 1d và 1đ);
- Đập nhiều khối (Hình 1b, 1c, 1e, 1f, 1g và 1h): Đập được đắp bằng nhiều loại đất không có cùng nguồn gốc hoặc cùng nguồn gốc nhưng cấp phối hạt khác nhau đáng kể, các khối đắp có đặc trưng vật lý, cơ học khác nhau, được bố trí thành khối riêng.



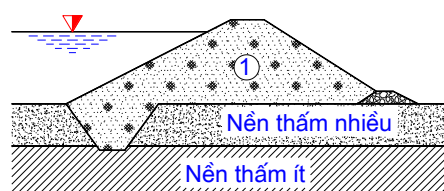
a) Đập đồng chất trên nền thấm ít



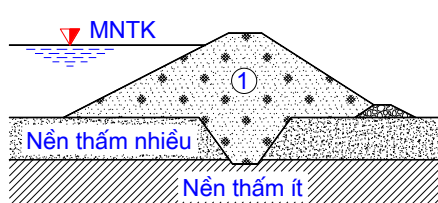
b) Đập nhiều khối trên nền thấm ít có tường lõi chống thấm



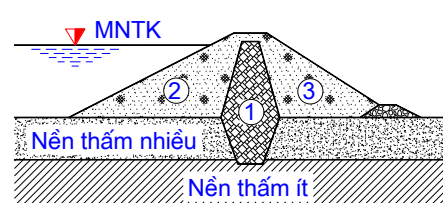
c) Đập nhiều khối trên nền thấm ít có tường nghiêng chống thấm



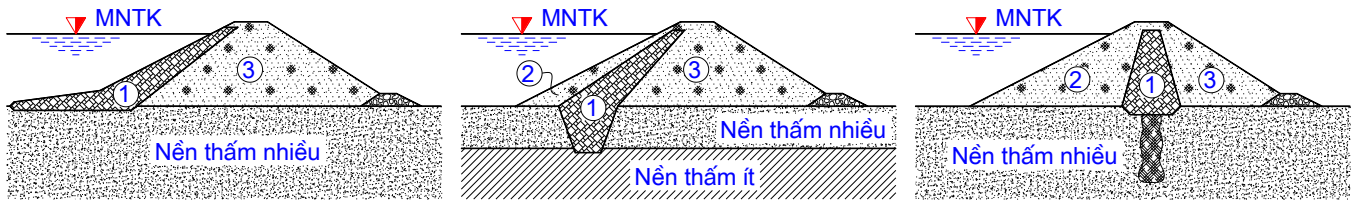
d) Đập đồng chất có chân khay thượng lưu chống thấm nền đập



đ) Đập đồng chất có chân khay chống thấm ở tim đập



e) Đập nhiều khối có tường lõi kết hợp chân khay chống thấm



f) Đập nhiều khối có tường nghiêng kết hợp sân phủ chống thấm

g) Đập nhiều khối có tường nghiêng kết hợp chân khay chống thấm

h) Đập nhiều khối có tường lõi kết hợp màng khoan phụt chống thấm

CHÚ THÍCH: (1) Khối chống thấm; (2) Khối đắp thượng lưu; (3) Khối đắp hạ lưu

Hình 1 - Cấu tạo một số mặt cắt ngang điển hình của đập

5.1.3 Theo kết cấu chống thấm ở thân và nền

- Đập có tường lõi chống thấm (Hình 1b);
- Đập có tường nghiêng chống thấm (Hình 1c);
- Đập có chân khay chống thấm (Hình 1d, 1đ);
- Đập có tường lõi kết hợp chân khay chống thấm (Hình 1e);
- Đập có tường lõi kết hợp màng phụt vữa hoặc tường hào chống thấm (Hình 1h);
- Đập có tường nghiêng kết hợp sân phủ chống thấm (Hình 1f);
- Đập có tường nghiêng kết hợp chân khay chống thấm (Hình 1g)

5.2 Điều kiện làm việc của đập

5.2.1 Điều kiện làm việc bình thường:

- Thời kỳ thấm ổn định, ứng với mực nước hồ nằm trong phạm vi từ mực nước dâng bình thường (MNDBT) đến mực nước chết (MNC).
- Hồ ở mực nước lớn nhất thiết kế (MNLNTK) có xét đến điều kiện rút nước nhanh sau lũ hình thành do khai thác bình thường.

5.2.2 Điều kiện làm việc không bình thường (hoặc đặc biệt), gồm một trong các trường hợp sau:

- Thời kỳ thi công, sửa chữa hoặc tháo cạn hồ.
- Hồ ở mực nước lớn nhất kiểm tra (MNLNKT) có thể hình thành thấm ổn định ở trong khối đắp hạ lưu và dòng thấm không ổn định ở trong khối đắp mái thượng lưu khi mực nước rút.
- Mực nước hồ cần rút nhanh từ MNLNTK hoặc từ MNDBT xuống đến mực nước đảm bảo cho đầu mối không xảy ra sự cố vỡ đập.
- Các thiết bị tiêu nước trong thân đập làm việc không theo thiết kế (hư hỏng một phần) khi ở MNDBT.
- Có động đất khi hồ ở MNDBT.

5.3 Cấp công trình và các chỉ tiêu thiết kế

5.3.1 Cấp công trình

5.3.1.1 Cấp công trình đập được xác định theo cấp của công trình thủy lợi

5.3.1.2 Cấp công trình thủy lợi được xác định theo các tiêu chí: năng lực phục vụ, khả năng trữ nước của hồ chứa nước, đặc tính kỹ thuật của các công trình có mặt trong cụm công trình đầu mối, ảnh hưởng đến vùng hạ du đập được quy định theo Bảng 2. Cấp công trình đập là cấp cao nhất trong số các cấp xác định theo từng tiêu chí nói trên.

Bảng 2 - Xác định cấp công trình đập đất

Tiêu chí	Loại nền	Cấp công trình	
		III	IV
1. Diện tích được tưới, 10^3 ha		$> 2 \div 10$	≤ 2
2. Hồ chứa nước có dung tích ứng với MNDBT, 10^6 m ³		-	< 3
3. Đập đất có chiều cao lớn nhất, m	A	$> 10 \div 15$	≤ 10
	B	$> 8 \div 15$	≤ 8
	C	$> 5 \div 15$	≤ 5
CHÚ THÍCH/NOTE 1) Đất nền chia thành 3 nhóm điển hình ở trạng thái công trình làm việc: - Nhóm A: nền là đá (đất nền được xem là đá khi có cường độ kháng nén mẫu 1 trục khô gió > 5 MPa); - Nhóm B: nền là đất cát, đất hòn thô, cuội sỏi, đất sét ở trạng thái cứng và nửa cứng; - Nhóm C: nền là đất sét bão hòa nước ở trạng thái dẻo cứng đến dẻo chảy. 2) Chiều cao đập được tính từ mặt nền thấp nhất sau khi dọn móng (không kể phần chiều cao chân khay) đến đỉnh đập.			

5.3.1.3 Cấp công trình xác định theo Bảng 2 được xem xét giảm xuống một cấp (trừ công trình cấp IV) ở một trong các trường hợp sau:

- a) Khi cấp công trình xác định theo chiều cao đập thấp hơn cấp xác định theo dung tích hồ ở mực nước dâng bình thường;
- b) Các công trình có thời gian khai thác không quá 10 năm;
- c) Cấp của đập phụ thuộc công trình thủy lợi đầu mối khi xem xét độc lập về cấp công trình theo Bảng 2, xét theo tiêu chí chiều cao lớn nhất mà thấp hơn 2 cấp đối với công trình chính có cấp I, cấp II và thấp hơn 1 cấp đối với công trình cấp III.

5.3.2 Các chỉ tiêu thiết kế

5.3.2.1 Tần suất mực nước lớn nhất thiết kế và kiểm tra

Tần suất mực nước lớn nhất để tính toán thiết kế và kiểm tra ổn định, kết cấu không lớn hơn các trị số quy định trong Bảng 3.

Bảng 3 - Tần suất mực nước lớn nhất thiết kế và kiểm tra

Cấp công trình	III	IV
Tần suất thiết kế, %	1,50	2,00
Tương ứng với chu kỳ lặp lại, năm	67	50
Tần suất thiết kế, %	0,50	1,0
Tương ứng với chu kỳ lặp lại, năm	200	100

5.3.2.2 Mực nước thấp nhất để tính toán ổn định kết cấu công trình, nền móng là mực nước chết trong trường hợp thiết kế và mực nước tháo cạn thấp nhất để sửa chữa trong trường hợp kiểm tra.

5.3.2.3 Hệ số an toàn nhỏ nhất cho phép

Hệ số an toàn nhỏ nhất về ổn định chung [K] của mái và các bộ phận trên mái, ổn định chung của hệ đập - nền trong các điều kiện làm việc được quy định trong Bảng 4.

Bảng 4 - Hệ số an toàn nhỏ nhất về ổn định chung của đập [K]

Điều kiện làm việc	Cấp công trình đập	
	III	IV
Bình thường (cơ bản)	1,25	1,25
Không bình thường (đặc biệt)	1,13	1,13
Thi công và sửa chữa	1,19	1,19

5.3.2.4 Trị số gradient cột nước cho phép, tối hạn

- Trị số gradient cột nước cho phép $[J_k]_{cp}$ ở điểm ra trong các khối đập thân đập quy định tại Bảng 5.
- Trị số gradient cột nước trung bình tối hạn J_{th} ở các khối đập chống thấm quy định tại Bảng 6.
- Trị số gradient cột nước cho phép $[J_n]_{cp}$ ở điểm ra đối với đất nền được quy định ở Bảng 7.
- Trị số gradient cột nước trung bình cho phép $[J_{ntb}]_{cp}$ đối với đất nền được quy định tại Bảng 8.

Bảng 5 - Trị số gradient cột nước cho phép $[J_k]_{cp}$ ở điểm ra trong các khối đập thân đập

Loại đất	Cấp công trình	
	III	IV
Đất sét	1,30	1,30
Đất á sét	0,90	0,90
Đất cát trung bình	0,65	0,65
Đất á cát	0,55	0,55
Đất cát mịn	0,50	0,50

Bảng 6 - Trị số gradient cột nước trung bình tối hạn J_{th} ở các khối đập chống thấm

Loại đất	Giá trị gradient cột nước trung bình tối hạn J_{th} đối với:		
	Sân phủ	Tường nghiêng và tường lõi	Khối đập trong thân đập
Đất sét, bê tông – sét	15	12	Từ 8 đến 12
Đất á sét	10	8	Từ 6 đến 8
Đất á sét nhẹ	8	6	Từ 4 đến 6

CHÚ THÍCH: Gradient cột nước trung bình cho phép $[J]$ bằng gradient cột nước trung bình tối hạn J_{th} chia cho hệ số an toàn nhỏ nhất $[K]$ xác định theo Điều 5.2.2.3 của tiêu chuẩn này.

Bảng 7 - Trị số gradient cột nước cho phép $[J_n]_{cp}$ ở điểm ra đối với đất nền

Loại đất	Cấp công trình	
	III	IV
Đất sét	0,90	1,08
Đất á sét	0,45	0,54
Đất cát thô	0,40	0,48
Đất cát vừa	0,28	0,34
Đất cát mịn	0,22	0,26

Bảng 8 - Trị số gradient cột nước trung bình cho phép $[J_{ntb}]_{cp}$ đối với đất nền

Loại đất	Cấp công trình	
	III	IV
Đất sét	1,08	1,08
Đất á sét	0,64	0,64
Đất cát pha	0,48	0,48
Đất cát thô	0,38	0,38
Đất cát vừa	0,34	0,34
Đất cát mịn	0,26	0,26

5.4 Yêu cầu chung về thiết kế

5.4.1 Khi sử dụng cừ ván thép chống thấm cho đập đất vừa và nhỏ cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- Đập đất phải đáp ứng yêu cầu ổn định trong mọi điều kiện làm việc, từ thời gian thi công đến khai thác sử dụng.
- Đập đất phải đảm bảo điều kiện ổn định thấm để không gây ra thấm vượt quá lưu lượng và vận tốc cho phép, gây xói ngầm, bóc cuốn trôi vật liệu uy hiếp tính bền vững và tuổi thọ công trình.

5.4.2 Khi sử dụng cừ ván thép chống thấm cho đập đất vừa và nhỏ cần thực hiện đầy đủ các tính toán cơ bản sau:

- Thấm;
- Ổn định thấm;
- Ổn định của đập và nền;
- Kết cấu tường cừ ván thép.

5.4.3 Các tính toán cơ bản cần thực hiện với các mặt cắt ngang đặc trưng của đập.

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

6 Điều tra, khảo sát, đánh giá hiện trạng đập

6.1 Điều tra, thu thập tài liệu kỹ thuật.

6.1.1 Để phục vụ thiết kế chống thấm cho đập, các tài liệu kỹ thuật liên quan đến thiết kế, thi công, quản lý, vận hành đập cần được thu thập từ hồ sơ lưu trữ hiện có. Các tài liệu có thể thay đổi tùy theo quy mô, đặc điểm của đập, bao gồm (nhưng không hạn chế):

- Hồ sơ thiết kế ban đầu; hồ sơ thiết kế sửa chữa, nâng cấp (nếu có);
- Hồ sơ hoàn công trong các giai đoạn thi công công trình và nâng cấp, sửa chữa (nếu có);
- Tài liệu về dân sinh, kinh tế, xã hội, quốc phòng, an ninh;
- Số liệu thủy văn và thủy lực: Cao trình mực nước chết, mực nước dâng bình thường, mực nước lũ tương ứng với tần suất thiết kế và kiểm tra theo thiết kế ban đầu hoặc thiết kế sửa chữa (nếu có); quan hệ lưu lượng – mực nước hạ lưu đập;
- Tài liệu địa hình: Bình đồ, cắt dọc, cắt ngang tuyến đập; hệ thống mốc cao tọa độ;
- Tài liệu địa chất các giai đoạn thiết kế ban đầu và sửa chữa (nếu có); các báo cáo về xử lý nền móng trong các giai đoạn thi công;
- Hồ sơ quản lý, vận hành công trình: Quy trình vận hành điều tiết hồ chứa; hồ sơ quan trắc; các sự cố đã xảy ra đối với đập, nguyên nhân và các giải pháp khắc phục;

– Kết quả kiểm tra, kiểm định, đánh giá an toàn đập các lần trước đó.

6.1.2 Trong trường hợp các tài liệu kỹ thuật cần thiết không có, không đầy đủ hoặc không đáng tin cậy, hoặc qua kiểm tra phát hiện thấy đập có nguy cơ mất an toàn trầm, cần lập danh sách những tài liệu yêu cầu khảo sát bổ sung để có đủ cơ sở thiết kế.

6.2 Yêu cầu khảo sát địa hình

6.2.1 Mục đích, yêu cầu

6.2.1.1 Công tác khảo sát địa hình tuân thủ theo TCVN 8478, tùy thuộc giai đoạn dự án và thiết kế để đề ra nội dung yêu cầu khảo sát nhằm đảm bảo nguyên tắc khảo sát và đưa ra đầy đủ các thành phần, khối lượng khảo sát địa hình.

6.2.1.2 Tài liệu khảo sát địa hình làm cơ sở để:

- Chọn và xác định vị trí tuyến cừ chống trầm;
- Xác định quy mô xử lý trầm;
- Phục vụ tính toán ổn định;
- Bố trí mặt bằng thi công.

6.2.2 Thành phần, khối lượng khảo sát địa hình

6.2.2.1 Thu thập, phân tích, đánh giá những tài liệu đã có

a) Tài liệu cần thu thập bao gồm:

- Cơ sở toán học gồm: lưới chiếu, hệ thống cao, tọa độ thành lập các loại tài liệu địa hình;
- Các loại bản đồ địa hình, mặt cắt địa hình.

b) Phân tích và đánh giá về nguồn gốc, cơ sở toán học thành lập tài liệu; độ dung nạp và độ chính xác thể hiện địa hình, địa vật; mức độ sử dụng tài liệu.

6.2.2.2 Lưới khống chế mặt bằng

- a) Lưới khống chế mặt bằng được xây dựng phục vụ đo vẽ bình đồ, mặt cắt tuyến đập;
- b) Lưới khống chế mặt bằng được xây dựng từ lưới đường chuyền cấp 1, cấp 2 đo bằng thiết bị máy GPS hoặc các loại máy toàn đạc điện tử có độ chính xác phù hợp.
- c) Phạm vi ứng dụng, mật độ điểm và độ chính xác thực hiện theo quy định tại Phụ lục A và G của TCVN 8478.

6.2.2.3 Lưới khống chế cao độ

- a) Tùy thuộc vào qui mô công trình, có thể sử dụng lưới khống chế cao độ hạng IV và thủy chuẩn kỹ thuật, hoặc lưới thủy chuẩn kỹ thuật.
- b) Phạm vi ứng dụng, mật độ điểm và độ chính xác thực hiện theo Phụ lục B TCVN 8478.

6.2.2.4 Đo, vẽ bình đồ tuyến đập

- a) Đo vẽ bình đồ tỷ lệ từ 1/500 đến 1/1000, chênh cao đường đồng mức $h = (0,5; 1,0)$ m với phạm vi bằng 1,5 lần độ rộng lớn nhất của chân công trình, gồm cả phần bố trí công trình phục vụ thi công.
- b) Phương pháp đo vẽ bình đồ thực hiện theo Điều 4.3.2 TCVN 8226.
- c) Độ chính xác của bình đồ thực hiện theo quy định tại Phụ lục D TCVN 8478.
- d) Nội dung của bình đồ địa hình thực hiện theo Điều 4.10.2 TCVN 8226.

6.2.2.5 Đo, vẽ các mặt cắt dọc, ngang

- a) Cắt dọc đo theo tim tuyến đập với chiều dài bằng chiều dài tuyến đập hoặc $(1,2 \div 1,5)$ lần chiều dài đoạn đập cần xử lý trầm. Tỷ lệ đo vẽ cắt dọc từ 1/500 đến 1/2000.
- b) Cắt ngang đo theo phương vuông góc với tuyến đập, tỷ lệ đo vẽ từ 1/100 đến 1/500. Phạm vi đo vẽ đủ để tính

toán ổn định thấm và bố trí các hạng mục, thiết bị phục vụ thi công; tối thiểu cách chân đập thượng hạ lưu về mỗi phía 1H (H là cột nước lớn nhất trong hồ chứa). Số lượng mặt cắt phụ thuộc vào phạm vi cần xử lý thấm, mật độ từ (20 ÷ 50) m. Nên bố trí mặt cắt tại các vị trí lòng sông, sườn đồi hoặc các vị trí có hiện tượng thấm bất thường.

c) Phương pháp đo vẽ mặt cắt thực hiện theo Điều 4.3.1 TCVN 8226.

d) Nội dung và mật độ điểm trên các mặt cắt dọc, ngang thực hiện theo quy định tại Phụ lục E của TCVN 8478.

6.2.2.6 Xác định cao, tọa độ các hố khoan

a) Xác định cao, tọa độ các hố khoan theo yêu cầu của chuyên ngành địa chất.

b) Phương pháp và độ chính xác xác định cao, tọa độ các hố khoan thực hiện theo quy định tại Phụ lục E TCVN 8478.

6.2.2.7 Cắm tim tuyến cừ chống thấm

a) Khối lượng điểm tim tuyến: Điểm đầu, điểm cuối và các điểm ngoặt (nếu có).

b) Phương pháp xác định cao, tọa độ các điểm tim, độ chính xác thực hiện theo quy định tại Phụ lục F của TCVN 8478.

6.2.3 Các yêu cầu về báo cáo kết quả khảo sát địa hình

Thực hiện theo quy định tại TCVN 8478.

6.3 Yêu cầu khảo sát địa chất

6.3.1 Mục đích của công tác khảo sát địa chất nhằm xác định địa tầng, tìm hiểu các lớp đất đá; trạng thái các loại đất, đá như mức độ phong hóa, đặc tính cơ lý, độ nứt nẻ, phân lớp, tính thấm nước, nước ngầm; lấy mẫu đất, đá, nước ngầm để thí nghiệm và lập các mặt cắt địa chất đập.

6.3.2 Khoan khảo sát

6.3.2.1 Thiết bị khoan khảo sát có thể sử dụng khoan tay hoặc khoan máy, tùy thuộc vào độ sâu khoan, cấp đất đá và điều kiện địa chất nền đập. Khoan tay thực hiện khi đất thân và nền công trình có cấp đất, đá từ cấp I đến V (theo phân cấp đất đá cho công tác khoan tay), với chiều sâu thăm dò thường không quá 30 m. Khoan máy thực hiện khi nền công trình có cấp đất, đá từ cấp III trở lên (theo phân cấp đất đá cho công tác khoan máy) phụ thuộc vào kết cấu công trình và địa chất nền công trình.

6.3.2.2 Tùy thuộc vào phạm vi cần xử lý thấm (dựa trên kết quả đánh giá an toàn thấm), có thể bố trí các hố khoan lập mặt cắt ngang địa chất hoặc mặt cắt dọc và mặt cắt ngang địa chất.

6.3.2.3 Cự li giữa các hố khoan khảo sát

a) Tùy thuộc vào giai đoạn thiết kế để bố trí các hố khoan khảo sát lập mặt cắt dọc và mặt cắt ngang địa chất đập. Thông thường cự li giữa các hố khảo sát được quy định như Bảng 9.

Bảng 9 – Bố trí hố khoan khảo sát

Giai đoạn thiết kế	Cự li hố khoan	
	Mặt cắt dọc	Mặt cắt ngang
Lập báo cáo nghiên cứu khả thi	≤ 50 m	(10 ÷ 30) m
Thiết kế bản vẽ thi công hoặc lập báo cáo kinh tế - kỹ thuật	(10 ÷ 30) m	(10 ÷ 20) m
CHÚ THÍCH: Cự li các hố khoan trên mặt cắt ngang được tính từ đập về hai phía thượng và hạ lưu đập.		

b) Mỗi đơn nguyên địa mạo (lòng sông, thềm, bãi bồi, sườn đồi) cần bố trí ít nhất một lỗ khoan. Tại các vị trí xuất hiện thấm bất thường cần bố trí một mặt cắt ngang địa chất.

6.3.2.4 Độ sâu hố khoan

Độ sâu các hố khoan vào nền đập (không kể thân đập) trên mặt cắt dọc thường từ (2/3 đến 1)H_d, trong trường hợp

đặc biệt có thể bố trí sâu hơn $1H_d$ (với H_d là chiều cao lớn nhất của đập); tại các vị trí khác $(1/3 \text{ đến } 1/2)H_d$.

6.3.3 Thí nghiệm trong phòng và ngoài trời

6.3.3.1 Thí nghiệm ngoài trời bao gồm thí nghiệm xác định hệ số thấm, thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT); thí nghiệm trong phòng gồm các thí nghiệm xác định chỉ tiêu cơ lý hóa của mẫu đất, đá và mẫu nước ngầm.

6.3.3.2 Thí nghiệm xác định hệ số thấm (k_t) của các lớp đất đá trong thân và nền đập:

a) Mục đích thí nghiệm xác định hệ số thấm của các lớp đất, đá nhằm đánh giá an toàn thấm cho đập hiện trạng; tính toán kiểm tra độ bền thấm và lưu lượng thấm; xác định vị trí đường bão hòa trong thân đập phục vụ tính toán ổn định tổng thể đập và thiết kế thiết bị tiêu nước thấm.

b) Các thí nghiệm hiện trường để xác định hệ số thấm của đất, đá gồm thí nghiệm đổ nước trong các lớp đất Đệ Tứ, trong đới đá phong hóa hoàn toàn và phong hóa mạnh; thí nghiệm ép nước trong hố khoan ở các đới đá khác còn lại; thí nghiệm hút nước ở lớp cát cuội sỏi và các tầng chứa nước dưới nền đập.

c) Số lượng thí nghiệm xác định hệ số thấm cho mỗi lớp đất, đá phụ thuộc vào giai đoạn thiết kế và thực hiện theo TCVN 8477.

6.3.3.3 Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT)

a) Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT) được sử dụng cho các mục đích sau:

– Phân chia địa tầng, phát hiện các lớp kẹp, các thấu kính đất, phân biệt các loại đất dính (theo trạng thái) và đất rời (theo độ chặt) theo diện và theo độ sâu;

– Đánh giá giá trị của một số chỉ tiêu cơ lý của đất, đá: Đối với đất rời gồm độ chặt, góc ma sát trong, mô đun biến dạng, thời gian cố kết, sức kháng xuyên tĩnh; đối với đất dính gồm trạng thái, độ chặt, độ bền nén có nở hông, sức kháng cắt không thoát nước, sức kháng xuyên tĩnh, mô đun đàn hồi, mô đun biến dạng và mô đun cắt; đối với đá gồm lực dính kết và góc ma sát trong của khối đá;

– Kết quả thí nghiệm SPT sử dụng cho việc tính toán áp lực đất, ổn định tổng thể, tính toán lún, hóa lỏng, lựa chọn thiết bị thi công cừ ván thép.

b) Thí nghiệm SPT được thực hiện trong các lớp đất Đệ Tứ, trong tầng phủ pha tàn tích, trong đới đá phong hóa hoàn toàn và phong hóa mạnh.

c) Số lượng thí nghiệm SPT phụ thuộc vào giai đoạn thiết kế và thực hiện theo TCVN 8477.

6.3.3.4 Thí nghiệm chỉ tiêu cơ lý hóa của mẫu đất trong phòng thí nghiệm

a) Thí nghiệm xác định chỉ tiêu cơ lý cho mẫu đất nguyên dạng, mẫu đất phá hủy, mẫu cát sỏi nền.

b) Số lượng mẫu thí nghiệm phụ thuộc vào giai đoạn thiết kế và thực hiện theo TCVN 8477.

c) Số lượng chỉ tiêu cần thí nghiệm và mục đích thí nghiệm thực hiện theo Phụ lục A.

6.3.4 Các yêu cầu về báo cáo kết quả khảo sát địa chất

Thực hiện theo qui định tại TCVN 8477.

6.4 Yêu cầu đánh giá an toàn thấm

6.4.1 Đánh giá an toàn thấm cho đập hiện trạng là cơ sở xác định sự cần thiết phải xử lý thấm và đề xuất giải pháp xử lý.

6.4.2 Nội dung đánh giá an toàn thấm cho đập hiện trạng:

Nội dung công tác đánh giá an toàn thấm cho đập hiện trạng thực hiện theo TCVN 11699 gồm:

a) Kiểm tra hiện trạng thấm ngoài hiện trường;

b) Đánh giá an toàn thấm qua tính toán kỹ thuật;

c) Xếp loại an toàn thấm.

6.4.3 Kiểm tra hiện trạng thấm ngoài hiện trường

6.4.3.1 Nội dung kiểm tra

Nội dung công tác kiểm tra tình trạng thấm của đập đất ngoài hiện trường bao gồm:

- Kiểm tra tình trạng thấm xuất hiện ở mái hạ lưu và chân đập. Cần đặc biệt lưu ý những vị trí dòng thấm xuất hiện cục bộ; vị trí dòng thấm xuất hiện ngay cả khi mực nước hồ chứa thấp, vị trí dòng thấm xuất hiện bất thường ở trên cao; vị trí dòng thấm xuất hiện mạch đùn, sủi;
- Kiểm tra lưu lượng và độ đục của nước thấm qua thân và nền đập qua đo đạc, quan sát tại thực địa (trường hợp đập có thiết bị quan trắc hoặc có thể sử dụng thiết bị đơn giản để đo đạc) và tài liệu lưu trữ;
- Kiểm tra độ cao, diễn biến và vị trí điểm ra (trên mái hạ lưu) của đường bão hòa trong thân đập đất qua quan sát tại thực địa, phân tích số liệu quan trắc (nếu có);
- Kiểm tra tình trạng thấm ở mặt tiếp giáp giữa đất với công trình xây đúc gồm: vị trí và phạm vi xuất hiện thấm, lưu lượng thấm (nếu có thể), độ đục của nước thấm và đánh giá sơ bộ nguyên nhân gây thấm;
- Kiểm tra tình trạng làm việc của thiết bị tiêu nước.

Các nội dung này có thể thay đổi cho phù hợp với đặc điểm, quy mô của đập.

6.4.3.2 Phương pháp kiểm tra

Công tác kiểm tra tình trạng thấm của đập chủ yếu dựa trên việc quan sát bằng trực quan và các thiết bị đơn giản kết hợp với phân tích các tài liệu kỹ thuật, tham khảo ý kiến từ cơ quan quản lý.

6.4.3.3 Yêu cầu của công tác kiểm tra

Công tác kiểm tra thực địa cần được tiến hành một cách có hệ thống. Kết quả kiểm tra phải phản ánh đúng khả năng làm việc và tình trạng thấm của đập. Các hình ảnh và bản vẽ ghi lại trong quá trình kiểm tra thực địa cần được đưa vào báo cáo để minh họa về hiện trạng thấm của công trình.

6.4.3.4 Đánh giá tình trạng thấm của đập qua công tác kiểm tra

- a) Đánh giá tình trạng thấm của đập phải dựa trên kết quả kiểm tra tại hiện trường.
- b) Đánh giá tình trạng thấm của đập theo các mức độ A (Tốt), B (Trung bình), C (Kém) như quy định trong Phụ lục B.

6.4.4 Đánh giá an toàn thấm qua tính toán kỹ thuật

6.4.4.1 Nội dung tính toán kỹ thuật

- Tính toán, xác định lưu lượng và tổng lượng nước thấm qua thân và nền đập, so sánh với số liệu thiết kế để đánh giá lượng nước tổn thất do thấm;
- Tính toán, phân tích độ cao, diễn biến của đường bão hòa trong thân đập trên cơ sở các số liệu về mực nước, địa hình, địa chất được cập nhật tại thời điểm đánh giá;
- Tính toán, phân tích gradient của dòng thấm qua thân và nền đập trên cơ sở các số liệu về mực nước, địa hình, địa chất được cập nhật tại thời điểm đánh giá; so sánh với các giá trị cho phép trong TCVN 8216 và TCVN 4253;
- Kiểm tra các thông số kỹ thuật của thiết bị tiêu nước.

6.4.4.2 Đánh giá an toàn thấm qua kết quả tính toán kỹ thuật theo các mức độ A, B, C như quy định trong Phụ lục C.

6.4.5 Xếp loại an toàn thấm

6.4.5.1 Mức độ an toàn thấm của đập được chia thành ba loại:

- a) Loại 1: Đập đảm bảo an toàn thấm;
- b) Loại 2: Đập cơ bản an toàn thấm, phải tăng cường giám sát thấm;
- c) Loại 3: Đập có nguy cơ mất an toàn thấm; cần tăng cường giám sát và tiến hành công tác khảo sát, điều tra để xác định nguyên nhân, mức độ, phạm vi thấm để đưa ra các giải pháp xử lý.

6.4.5.2 Xếp loại an toàn thấm cho đập phải dựa trên hai tiêu chí:

- Tình trạng thấm của đập ngoài hiện trường;
- Mức độ an toàn thấm theo kết quả tính toán kỹ thuật.

6.4.5.3 Xếp loại an toàn thấm cho đập được quy định trong Bảng 10.

Bảng 10 – Xếp loại an toàn thấm cho đập

Phân loại an toàn thấm	Tiêu chuẩn xếp loại
Loại 1	Tất cả các tiêu chí trong Điều 6.4.5.2 đạt mức A
Loại 2	Một trong hai tiêu chí trong Điều 6.4.5.2 đạt mức B, tiêu chí còn lại đạt mức A; hoặc cả hai tiêu chí trong Điều 6.4.5.2 đạt mức B
Loại 3	Một trong hai tiêu chí trong Điều 6.4.5.2 đạt mức C, tiêu chí còn lại đạt mức A hoặc B; hoặc cả hai tiêu chí trong Điều 6.4.5.2 đạt mức C

7 Yêu cầu thiết kế

7.1 Lựa chọn tuyến cừ chống thấm

a) Lựa chọn vị trí tuyến cừ chống thấm cần phải căn cứ vào hiện trạng thấm, yêu cầu chống thấm, vị trí và kết cấu bộ phận chống thấm của đập hiện trạng, điều kiện địa chất thân và nền đập, điều kiện thi công, đảm bảo các yêu cầu về kinh tế - kỹ thuật. Nói chung nên bố trí tuyến cừ chống thấm từ tim đập hiện trạng về phía thượng lưu.

b) Cừ chống thấm dưới nền đập và trên mái thượng lưu phải đảm bảo liên tục và liên kết được với bộ phận chống thấm của thân đập.

c) Đối với đập đồng chất:

– Trường hợp phải xử lý thấm cho thân đập hoặc cho cả thân và nền đập, có thể bố trí tuyến cừ chống thấm trên đỉnh đập tại khu vực từ tim đập về phía thượng lưu hoặc trên mái thượng lưu đập ở khu vực từ MNLNTK + 0,5 m đến đỉnh đập (xem Hình 2a, 2b).

– Trường hợp chỉ xử lý thấm cho nền đập, có thể bố trí tuyến cừ chống thấm trên đỉnh đập tại khu vực từ tim đập về phía thượng lưu hoặc trên mái thượng lưu (Hình 2c). Khi bố trí trên mái thượng lưu đập, cần đảm bảo tuyến cừ cách chân mái một khoảng tối thiểu d_t . Khoảng cách d_t không nhỏ hơn $1/5$ chiều cao cột nước lớn nhất tại vị trí cừ chống thấm, đồng thời thỏa mãn điều kiện sau:

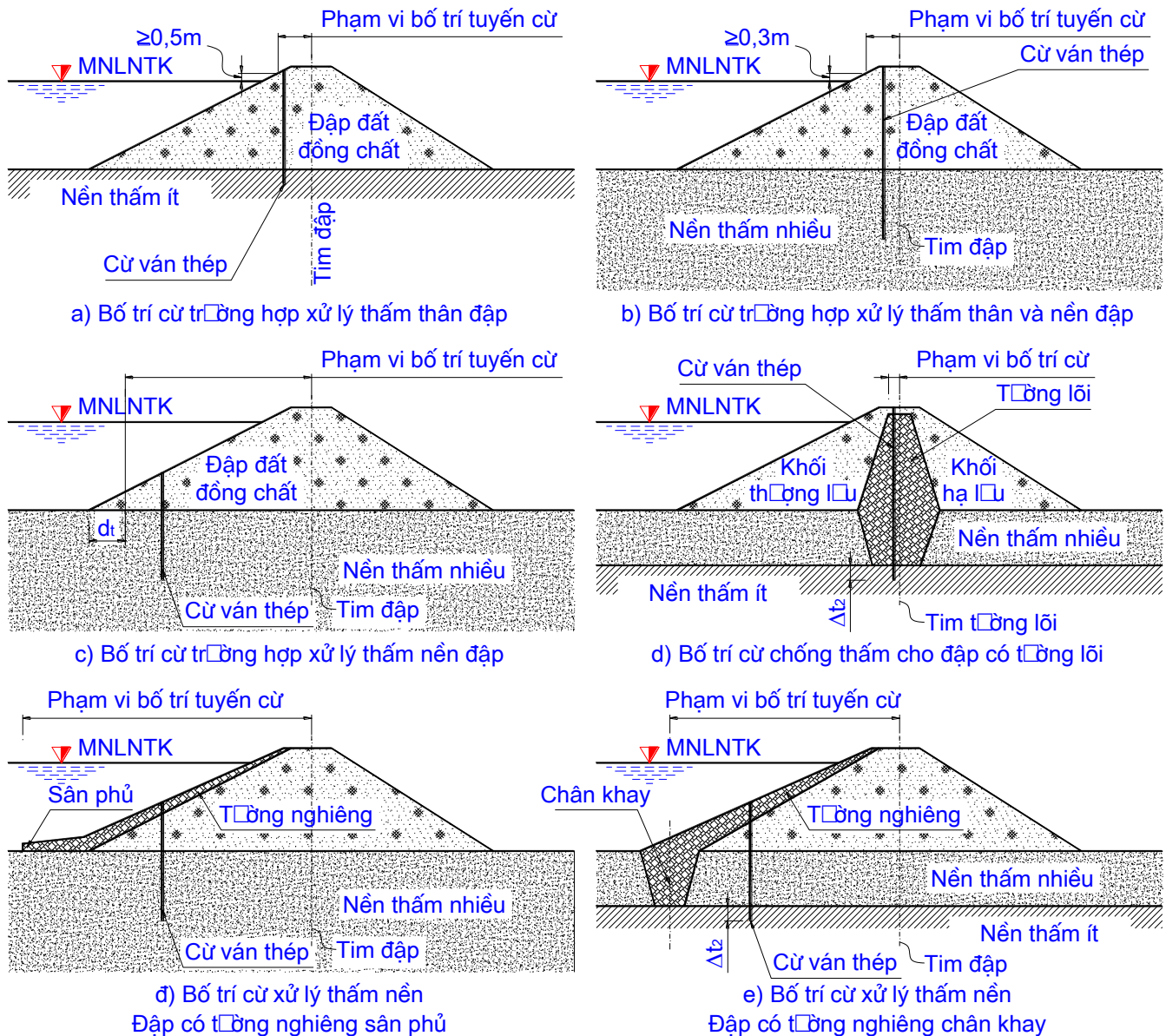
$$d_t \geq \frac{H}{[J]} \sqrt{1 + m_t^2} \quad (1)$$

trong đó:

H là chiều cao cột nước lớn nhất tại vị trí cừ chống thấm;

m_t là hệ số mái dốc thượng lưu tại khu vực bố trí tuyến cừ;

$[J]$ là gradient cột nước trung bình cho phép của vật liệu đắp đập, xác định theo chỉ dẫn ở Bảng 6 Điều 5.3.2.4 của tiêu chuẩn này.



Hình 2 - Minh họa phạm vi bố trí cử chống thấm cho đập hiện trạng

d) Đối với đập có tường lõi chống thấm: Có thể bố trí tuyến cử chống thấm trùng với tim tường lõi hoặc trên khu vực từ tim tường lõi đến mép thượng lưu tường lõi (Hình 2d) cho các trường hợp xử lý thấm thân đập, hoặc nền đập, hoặc cả thân và nền đập.

e) Đối với đập có tường nghiêng hoặc tường nghiêng kết hợp với sân phủ hoặc chân khay chống thấm:

– Trường hợp phải xử lý thấm cho thân đập hoặc cho cả thân và nền đập, bố trí tương tự như đối với đập đồng chất.

– Trường hợp chỉ xử lý thấm cho nền đập: Với đập có tường nghiêng (không có sân phủ hoặc chân khay), bố trí tương tự đập đồng chất; với đập có tường nghiêng kết hợp với sân phủ, có thể bố trí tuyến cử ở vị trí bất kỳ trên sân phủ hoặc trên mái thượng lưu hoặc trên đỉnh đập (Hình 2đ); với đập có tường nghiêng kết hợp với chân khay, tuyến cử có thể bố trí trong phạm vi từ tim chân khay đến tim đập hiện trạng (Hình 2e).

7.2 Lựa chọn cao trình đỉnh tường cử, độ sâu hạ cử chống thấm

7.2.1 Lựa chọn cao trình đỉnh tường cử

a) Trường hợp bố trí tuyến cử trên đỉnh đập: Cao trình đỉnh tường cử phải cao hơn mực nước dâng bình thường có kể tới sóng leo và độ dềnh do gió nhưng không được thấp hơn mực nước lũ thiết kế cộng chiều cao an toàn. Đối

với đập cấp III và IV, chiều cao an toàn là 0,3 m. Khi tường cừ liên kết chặt chẽ với tường chắn sóng ở đỉnh đập thì không cần xét đến chiều cao an toàn.

b) Trường hợp bố trí tuyến cừ trên mái thượng lưu:

– Đối với đập đồng chất, khi phải xử lý thấm cho thân đập hoặc cho cả thân và nền đập, cao trình đỉnh tường cừ phải cao hơn mực nước dâng bình thường có kể tới sóng leo và độ dềnh do gió nhưng không được thấp hơn mực nước lũ thiết kế cộng chiều cao an toàn. Đối với đập cấp III và IV, chiều cao an toàn là 0,5 m.

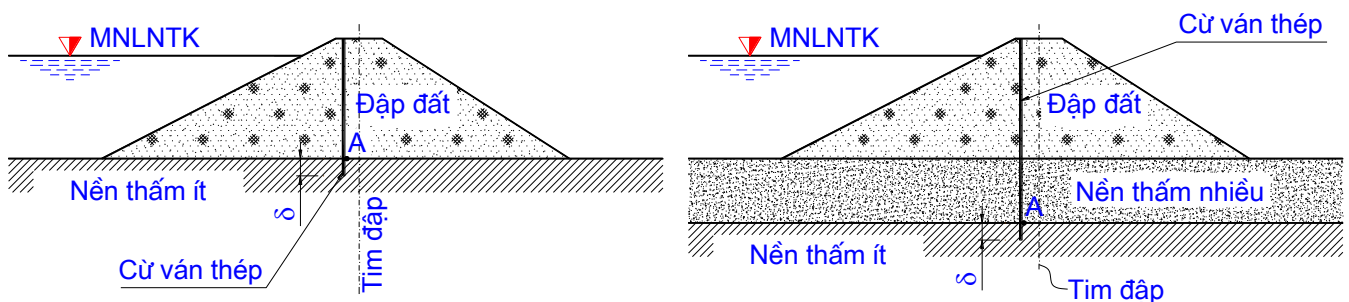
– Đối với đập có tường nghiêng, cao trình đỉnh cừ phụ thuộc vào điều kiện thi công và khả năng liên kết chặt chẽ với thiết bị chống thấm hiện có của đập.

7.2.2 Độ sâu hạ cừ

a) Độ sâu tường cừ chống thấm được xác định căn cứ vào kết quả tính toán thấm (độ bền thấm của thân và nền đập, lưu lượng thấm), tính toán kết cấu có xét đến mức độ quan trọng của công trình, cột nước làm việc.

b) Trong mọi trường hợp, độ sâu hạ cừ vào nền đập không vượt quá $1H$ (với H là cột nước làm việc của đập tại vị trí hạ cừ).

c) Không cho phép để giữa mũi cừ và mặt của lớp thấm ít có một khoảng cách tương đối nhỏ (nhỏ hơn $0,5T_{th}$ đến $0,10T_{th}$, với T_{th} là chiều dày tầng thấm nước). Trong trường hợp này để tránh xảy ra tốc độ thấm lớn giữa mũi cừ và tầng thấm ít, hàng cừ phải hạ sâu vào tầng thấm ít với độ sâu δ (Hình 3). Trị số δ được xác định theo sơ đồ hàng cừ đơn thuần có chiều sâu δ chịu tác dụng của chênh lệch cột nước trước và sau ván cừ, đảm bảo độ bền thấm tại điểm A của loại nền thấm ít. Giá trị δ không nhỏ hơn 1,0 m đối với nền đất.



Hình 3 - Độ sâu đóng cừ vào nền thấm ít

d) Khi bố trí các hàng cừ, không được dùng loại cừ quá ngắn (thí dụ nhỏ hơn 2 m đến 3 m). Tổ chức thi công các ván cừ quá ngắn sẽ không kinh tế. Phải định chiều dài ván cừ sẵn có, phải tính đến trong một số trường hợp có thể hàn cừ thép (theo chiều dài) để tăng chiều sâu ván cừ.

7.3 Yêu cầu về hình thức, thông số, vật liệu chế tạo, liên kết cừ ván thép

7.3.1 Hình thức, thông số cừ ván thép

a) Các loại cừ ván thép có thể áp dụng để xử lý thấm cho đập đất gồm cừ chữ U (mặt cắt ngang hình chữ U), cừ chữ Z (mặt cắt ngang hình chữ Z), cừ hình mũ (mặt cắt ngang hình mũ).

b) Thông số cừ và các chỉ tiêu kỹ thuật tham khảo Phụ lục D.

c) Hình thức, thông số cừ ván thép được lựa chọn trên cơ sở yêu cầu xử lý thấm, kết quả tính toán ổn định và kết cấu, điều kiện thi công, khả năng cung cấp của thị trường đảm bảo các yêu cầu về kinh tế - kỹ thuật phù hợp với công trình.

7.3.2 Vật liệu chế tạo cừ ván thép

7.3.2.1 Vật liệu chế tạo cừ là thép tuân thủ TCVN 9685, TCVN 9686. Tính chất cơ học của vật liệu chế tạo cừ tham khảo Phụ lục E.

7.3.2.2 Cường độ của thép chế tạo cừ:

a) Cường độ tiêu chuẩn của thép (f_y) lấy bằng giới hạn chảy theo các tiêu chuẩn sản phẩm. Giới hạn chảy của thép

tham khảo Phụ lục E.

b) Cường độ chịu nén, uốn tính toán của thép (f_b) theo giới hạn chảy được xác định theo công thức:

$$f_b = \frac{f_y}{k_m} \quad (2)$$

với k_m là hệ số độ tin cậy về vật liệu, lấy bằng 1,1 cho mọi mức thép.

c) Cường độ chịu cắt tính toán của thép (f_v) xác định theo tiêu chí chảy von Misen:

$$f_v = \frac{0,58 f_y}{k_m} \quad (3)$$

7.3.2.3 Khả năng ăn mòn và các phương pháp bảo vệ chống ăn mòn cừ ván thép

Tốc độ ăn mòn thép trong môi trường đất xa biển là một quá trình phức tạp và cần có thử nghiệm phơi mẫu lâu năm để xác định chính xác. Đối với cừ ván thép sử dụng để chống thấm cho đập đất của các hồ chứa thủy lợi, cừ được đóng ngập hoàn toàn vào trong đất nên tốc độ ăn mòn là không đáng kể. Trong trường hợp cần thiết, có thể sử dụng các phương pháp bảo vệ chống ăn mòn cho cừ ván thép với điều kiện Việt Nam được quy định trong TCVN 11197.

7.3.3 Yêu cầu về liên kết giữa các đơn nguyên cừ ván thép trong tường cừ

a) Khi bố trí cừ chống thấm cho thân và nền đập, cần phải lưu ý đến sự rò rỉ nước qua rãnh khóa do liên kết không kín giữa các ván cừ. Trong quá trình hạ cừ, có thể sử dụng đất dính, nhựa đường, xi măng – bentonite, vật liệu trương nở lấp nhét vào các ngàm cừ để giảm thiểu sự rò rỉ.

b) Sau khi thi công hạ cừ ván thép, cần thiết phải khóa đầu cừ bằng các dầm bê tông hoặc bê tông cốt thép. Trong trường hợp tường cừ liên kết chặt chẽ với tường chắn sóng thì tường chắn sóng được coi như dầm khóa đầu cừ.

7.4 Tính toán thấm

7.4.1 Mục đích và yêu cầu tính toán thấm

7.4.1.1 Tính toán xác định các thông số chủ yếu cần thiết của dòng thấm, nhằm:

- Xác định ổn định thấm và lưu lượng thấm của thân, nền và bờ vai đập;
- Xác định ổn định chung của mái đập, nền đập.

7.4.1.2 Làm rõ độ bền thấm của đất trong thân đập, đất nền và bờ vai đập ở vị trí tiếp xúc giữa các lớp hoặc giữa thân đập và nền, ổn định dưới tác dụng của gradient thấm vào công trình có xét đến ảnh hưởng của trạng thái ứng suất và biến dạng của thân đập và nền, đặc điểm kết cấu đập, phương pháp thi công và điều kiện khai thác.

7.4.1.3 Khi tính toán thấm cần phải xem xét đến sự ảnh hưởng của hệ số thấm của đất theo phương đứng (k_{tv}) và phương ngang (k_{th}) đến các kết quả tính toán thấm, cần xem xét tính toán thấm với hai trường hợp khi $k_{th}/k_{tv} = 1$ và khi k_{th}/k_{tv} là lớn nhất thu được từ kết quả thí nghiệm (khi không có điều kiện thí nghiệm có thể lấy $k_{th}/k_{tv} = 5$ để tính toán).

7.4.1.4 Tính thấm nước của tường cừ ván thép

a) Khi tính toán thấm cần xét đến tính thấm của cừ ván thép. Khả năng thấm của cừ gồm thấm qua bản thân ván cừ và thấm qua khớp nối giữa các ván cừ. Do cừ làm bằng thép nên thấm qua bản thân ván cừ rất nhỏ, có thể bỏ qua và chỉ xét đến thấm qua khớp nối. Thấm qua khớp nối cừ phụ thuộc vào biện pháp và loại vật liệu chèn khớp nối. Hệ số thấm tại những vị trí khe, khớp nối giữa các ván cừ tham khảo Phụ lục F.

b) Khi tính toán thấm cần thay thế tường cừ ván thép thành tường hào bằng vật liệu có tính thấm nhỏ có chiều dày d và hệ số thấm k_w . Hệ số thấm k_w của tường hào thay thế xác định như sau:

- Định trước chiều dày d cho tường hào thay thế;
- Tính toán hệ số thấm của tường hào thay thế theo công thức:

$$k_w = \frac{\rho d}{b_c} \quad (4)$$

trong đó:

k_w là hệ số thấm của tường hào thay thế tường cừ ván thép;

d là chiều dày của tường hào thay thế tường cừ ván thép;

ρ là hệ số thấm qua khớp nối giữa các ván cừ;

b_c là chiều rộng của một ván cừ trong tường cừ.

7.4.2 Nội dung tính toán

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

- Vị trí bề mặt dòng thấm (đường bão hòa) trong thân đập;
- Lưu lượng nước thấm;
- Gradient thấm của dòng thấm trong thân đập và nền, ở chỗ dòng thấm đi vào bộ phận tiêu nước phía hạ lưu của đập, ở chỗ tiếp xúc giữa các lớp đất có các đặc trưng khác nhau, ở mặt tiếp xúc của các kết cấu chống thấm, ở vị trí đi ra của dòng thấm;
- Kiểm tra độ bền thấm của đập và nền.

7.4.3 Trường hợp tính toán

Trong thiết kế xử lý thấm cho đập đất, cần tính toán thấm với các trường hợp làm việc khác nhau của đập, cụ thể:

- 1) Thượng lưu là MNDBT, hạ lưu có nước ứng với mực nước lớn nhất có thể xảy ra trong thời kỳ cấp nước nhưng không lớn hơn $0,2H_d$; bộ phận tiêu nước trong đập làm việc bình thường;
- 2) Thượng lưu là MNLNTK, hạ lưu là mực nước ứng với lưu lượng xả lũ thiết kế;
- 3) Thượng lưu là MNLNKT, hạ lưu là mực nước ứng với lưu lượng xả lũ kiểm tra;
- 4) Thượng lưu là MNDBT, hạ lưu là mực nước trung bình thời kỳ cấp nước; bộ phận tiêu nước trong đập làm việc không bình thường;
- 5) Thượng lưu là MNLNTK rút xuống đến mực nước khai thác ổn định phải giữ trong thiết kế, mực nước hạ lưu tương ứng với lưu lượng xả lũ thiết kế;
- 6) Thượng lưu là MNLNKT rút xuống đến mực nước khai thác ổn định phải giữ trong thiết kế, mực nước hạ lưu tương ứng với lưu lượng xả lũ kiểm tra.
- 7) Thượng lưu là MNDBT rút xuống đến mực nước đảm bảo an toàn cho đập khi có nguy cơ sự cố, mực nước hạ lưu tương ứng với lưu lượng xả lớn nhất khi tháo nước từ hồ.

7.4.4 Phương pháp tính toán

Có nhiều phương pháp tính toán thấm cho đập. Cho phép áp dụng các phần mềm chuyên dụng đã được kiểm nghiệm và phương pháp tính toán thông dụng khác đang được giảng dạy trong các trường đại học kỹ thuật liên quan đến tính toán thấm cho đập đất.

7.4.5 Điều kiện ổn định thấm

7.4.5.1 Đối với các khối đất đắp thân đập

a) Điều kiện để các khối đắp thân đập đảm bảo độ bền thấm:

$$J_{rt\max} \leq [J_k]_{cp} \quad (5)$$

trong đó:

$J_{r\max}$ là giá trị gradient cột nước lớn nhất tại điểm ra của các khối đập thân đập;

$[J_k]_{cp}$ là trị số gradient cột nước cho phép ở điểm ra trong các khối đập thân đập, xác định theo Bảng 5 Điều 5.3.2.4 của tiêu chuẩn này.

b) Điều kiện để các khối đập chống thấm đảm bảo độ bền thấm:

$$J_{tb} \leq [J] = \frac{J_{th}}{[K]} \quad (6)$$

trong đó:

J_{tb} là giá trị gradient cột nước trung bình ở các khối đập chống thấm;

$[J]$ là trị số gradient cột nước trung bình cho phép ở các khối đập chống thấm;

J_{th} là trị số gradient cột nước trung bình tới hạn ở các khối đập chống thấm;

$[K]$ là hệ số an toàn cho phép, xác định theo Bảng 6 Điều 5.3.2.4 của tiêu chuẩn này.

7.4.5.2 Đối với đất nền đập

Điều kiện để đất nền đập đảm bảo độ bền thấm:

$$J_{r\max} \leq [J_n]_{cp} \quad (7)$$

$$J_{ntb} \leq [J_{ntb}]_{cp} \quad (8)$$

trong đó:

$J_{r\max}$ là giá trị gradient cột nước lớn nhất tại điểm ra đối với đất nền;

$[J_n]_{cp}$ là trị số gradient cột nước cho phép ở điểm ra đối với đất nền, xác định theo Bảng 7 Điều 5.3.2.4 của tiêu chuẩn này;

J_{ntb} là giá trị gradient cột nước trung bình đối với đất nền;

$[J_{ntb}]_{cp}$ là trị số gradient cột nước trung bình cho phép đối với đất nền.

7.5 Tính toán ổn định tổng thể đập

7.5.1 Mục đích và yêu cầu tính toán

Sau khi xử lý thấm cho đập đất bằng cừ ván thép, cần tính toán ổn định mái đập để đảm bảo cho đập đất không bị phá hoại do sự thay đổi các ứng suất cắt gây trượt phát sinh từ thân đập hoặc từ thân và nền đập dưới tác dụng của tải trọng đập, áp lực lỗ rỗng trong đập và các ngoại lực.

7.5.2 Trường hợp và nội dung tính toán

7.5.2.1 Đập đất chịu các tải trọng làm việc khác nhau và đất đắp trong thân đập cũng có cường độ chống cắt khác nhau trong các thời kỳ làm việc khác nhau, do đó cần lần lượt tính toán cho từng mái đập thượng lưu và hạ lưu. Cụ thể:

- Thời kỳ thi công: Mái thượng lưu, hạ lưu;
- Thời kỳ thấm ổn định: Mái thượng lưu, hạ lưu;
- Thời kỳ mực nước hồ rút nhanh: Mái thượng lưu.

7.5.2.2 Trong tính toán cần phân biệt điều kiện làm việc bình thường và điều kiện làm việc không bình thường theo nội dung quy định ở Điều 5.2 của tiêu chuẩn này.

7.5.2.3 Ở các vùng mưa nhiều, nên căn cứ hệ số thấm của đất đắp và khả năng dẫn thoát nước của các thiết bị

tiêu nước mặt đập, xem xét tình hình cụ thể để kiểm toán sự ổn định của mái đập trong thời kỳ mưa kéo dài, đồng thời chọn hệ số an toàn theo điều kiện làm việc không bình thường.

7.5.2.4 Tính toán ổn định các mái đập phải bao gồm các thời kỳ làm việc khác nhau, gồm thời kỳ thi công, thời kỳ thấm ổn định, thời kỳ mực nước hồ rút nhanh và khi làm việc bình thường gặp động đất. Nội dung tính toán theo quy định ở Bảng 11.

7.5.2.5 Đập xây dựng ở vùng có khả năng xảy ra động đất từ cấp VII trở lên, các thông số động đất dùng trong tính toán lấy theo quy định trong TCVN 9386.

Bảng 11 – Các trường hợp tính toán ổn định đập đất

TT	Điều kiện làm việc	Trường hợp tính toán	Tổ hợp	Mái tính ổn định
1	Thi công	Căn cứ vào vị trí cừ ván thép, bố trí thiết bị thi công, mực nước hồ lớn nhất trong thời gian thi công, tương ứng tiến hành kiểm tra ổn định mái thượng, hạ lưu.	Thi công	Thượng, hạ lưu
2	Thấm ổn định	Ở thượng lưu là MNDBT; ở hạ lưu có nước ứng với mực nước lớn nhất có thể xảy ra trong thời kỳ cấp nước nhưng không lớn hơn $0,2 H_{\text{đập}}$.	Cơ bản	Hạ lưu
3		Ở thượng lưu là MNLNTK, ở hạ lưu là mực nước ứng với $Q_{\text{xả}}$ thiết kế.	Cơ bản	Hạ lưu
4		Ở thượng lưu là MNLNKT, ở hạ lưu là mực nước ứng với $Q_{\text{xả}}$ kiểm tra.	Đặc biệt	Hạ lưu
5		Ở thượng lưu là MNDBT, ở hạ lưu là mực nước trung bình thời kỳ cấp nước; bộ phận tiêu nước trong đập làm việc không bình thường.	Đặc biệt	Hạ lưu
6	Mực nước hồ rút nhanh	Ở thượng lưu là MNLNTK rút xuống đến mực nước khai thác ổn định phải giữ trong thiết kế; mực nước hạ lưu tương ứng với $Q_{\text{xả}}$ thiết kế	Cơ bản	Thượng lưu
7		Ở thượng lưu là MNLNKT rút xuống đến mực nước khai thác ổn định phải giữ trong thiết kế; mực nước hạ lưu tương ứng với $Q_{\text{xả}}$ kiểm tra.	Đặc biệt	Thượng lưu
8		Ở thượng lưu là MNDBT rút xuống đến mực nước đảm bảo an toàn cho đập khi có nguy cơ sự cố; mực nước hạ lưu tương ứng với $Q_{\text{xả}}$ lớn nhất khi tháo nước từ hồ.	Đặc biệt	Thượng lưu
9	Động đất	Ở thượng lưu là MNDBT, ở hạ lưu là mực nước trung bình trong thời kỳ cấp nước, có xét đến động đất.	Đặc biệt	Thượng, hạ lưu

7.5.3 Phương pháp tính toán

- 1) Tính toán ổn định mái đập cần tiến hành theo phương pháp mặt trượt trụ tròn và mặt trượt bất kỳ (một phần mặt trượt là mặt tiếp xúc với bề mặt cừ ván thép);
- 2) Khi trong nền hoặc thân đập có các vùng đất yếu, các lớp kẹp kém bền và khi tính toán ổn định của tường nghiêng hoặc lớp bảo vệ cần tiến hành tính toán theo mặt trượt bất kỳ;
- 3) Cần sử dụng các phương pháp tính toán thỏa mãn các điều kiện cân bằng các lăng thể trượt và các bộ phận của

nó theo trạng thái cân bằng giới hạn, và có xét tới trạng thái ứng suất của công trình và nền của nó.

4) Có nhiều phương pháp tính toán ổn định mái đập. Cho phép áp dụng các phần mềm chuyên dụng đã được kiểm nghiệm và phương pháp tính toán thông dụng khác đang được giảng dạy trong các trường đại học kỹ thuật liên quan đến tính toán ổn định mái đập đất.

7.5.4 Điều kiện ổn định tổng thể mái đập

Hệ số an toàn về ổn định nhỏ nhất của mái đập $K_{\min}$ trong các điều kiện làm việc quy định ở Bảng 11 không được nhỏ hơn hệ số an toàn nhỏ nhất $[K]$ quy định ở Bảng 4 Điều 5.3.2.3 của tiêu chuẩn này.

7.6 Tính toán kết cấu tường cừ ván thép

7.6.1 Yêu cầu tính toán

7.6.1.1 Cần tính toán kết cấu tường cừ ván thép cho trường hợp tuyến cừ chống thấm được bố trí trên mái thượng lưu hoặc đỉnh đập. Trường hợp tuyến cừ ở nằm ngoài thân đập (trên sân phủ thượng lưu), không cần thiết phải tính toán kết cấu tường cừ ván thép.

7.6.1.2 Khi thiết kế tường cừ ván thép chống thấm cho đập, cần phải thỏa mãn các yêu cầu tính toán khả năng chịu lực theo trạng thái giới hạn thứ nhất.

7.6.1.3 Khi tính toán kết cấu tường cừ theo trạng thái giới hạn thứ nhất phải dùng các hệ số sau:

a) Hệ số đảm bảo k_n được xét theo quy mô, nhiệm vụ và dạng công trình. Đối với loại công trình đập đất có cấp công trình cấp III, IV, lấy $k_n = 1,15$.

b) Hệ số tổ hợp tải trọng n_c , xác định như sau:

- Tổ hợp tải trọng cơ bản: $n_c = 1,00$;
- Tổ hợp tải trọng đặc biệt: $n_c = 0,90$;
- Tổ hợp tải trọng trong thời kỳ thi công: $n_c = 0,95$.

c) Hệ số điều kiện làm việc m xét tới loại hình công trình, kết cấu hoặc nền, dạng vật liệu, tính gần đúng của sơ đồ tính và các yếu tố khác được quy định trong các tài liệu tiêu chuẩn thiết kế hiện hành. Đối với công trình đập đất, có mái dốc nhân tạo, lấy $m = 1$.

d) Hệ số triết giảm mô đun chống uốn của tiết diện β_B do thiếu khả năng truyền lực cắt tại các khớp nối cừ. Đây là hệ số xét đến ảnh hưởng khi lực cắt và mô men uốn xuất hiện lớn ở khớp nối làm cho các ván cừ bị trượt trên nhau theo chiều khớp nối, lúc này lực cắt và mô men uốn không được truyền hoàn toàn giữa các ván cừ với nhau. Hệ số β_B xác định theo Phụ lục G.

e) Hệ số triết giảm cường độ của cừ ván thép do chênh lệch cột nước (β_w). Đối với cừ hình chữ Z có khớp nối liên kết hàn, cừ hình chữ U, cừ hình mũ, lấy $\beta_w = 1,0$. Đối với cừ hình chữ Z, khi chênh lệch cột nước trước và sau cừ lớn hơn 5,0 m, β_w xác định theo Phụ lục H.

7.6.2 Nội dung tính toán

- Tính toán tải trọng tác dụng lên tường cừ;
- Xác định nội lực trong tường cừ;
- Kiểm tra độ sâu hạ cừ;
- Kiểm tra khả năng chịu lực của cừ ván thép.

7.6.3 Trường hợp tính toán

7.6.3.1 Tường cừ ván thép chịu các tải trọng làm việc khác nhau tùy thuộc vào vị trí của tường cừ được bố trí trên đỉnh đập hoặc trên mái thượng lưu đập, cao độ đỉnh tường cừ so với mực nước hồ; do đó cần tính toán kết cấu tường cừ cho từng trường hợp cụ thể.

7.6.3.2 Tùy thuộc vào vị trí tuyến cừ và cao độ đỉnh cừ, việc tính toán kết cấu tường cừ ván thép phải bao gồm các giai đoạn làm việc khác nhau, gồm giai đoạn thi công, giai đoạn thấm ổn định, giai đoạn mực nước hồ rút

nhANH. Trường hợp tính toán theo quy định ở Bảng 12.

Bảng 12 – Các trường hợp tính toán kết cấu tường cừ ván thép

TT	Trường hợp tính toán	Tổ hợp
1	Trường hợp thi công xong, trên bề mặt đập có tải trọng do thiết bị thi công và các tải trọng khác	Thi công
2	Mức nước hồ bằng cao trình đỉnh tường cừ, thấm ổn định, trên bề mặt đập có tải trọng ngoài	Cơ bản
3	Ổ thượng lưu là MNLNTK, thấm ổn định, trên bề mặt đập có tải trọng ngoài	Cơ bản
4	Ổ thượng lưu là MNLNKT, trên bề mặt đập có tải trọng ngoài	Đặc biệt
5	Ổ thượng lưu là MNDBT rút xuống đến mức nước đảm bảo an toàn cho đập khi có nguy cơ sự cố, trên bề mặt đập có tải trọng ngoài	Đặc biệt
CHÚ THÍCH: - Khi cao trình đỉnh tường cừ thấp hơn MNLNTK, tính toán cho trường hợp (1), (2) và (5); - Khi cao trình đỉnh tường cừ bằng hoặc cao hơn MNLNTK, tính toán cho trường hợp (1), (3), (4).		

7.6.4 Tải trọng tác động và tổ hợp tải trọng

7.6.4.1 Tải trọng tác động lên tường cừ

- Áp lực đất chủ động và bị động;
- Áp lực thủy tĩnh;
- Tải trọng do dầm khóa đầu cừ;
- Tải trọng phân bố trên bề mặt đập.

7.6.4.2 Tổ hợp tải trọng

a) Khi tính toán kết cấu tường cừ ván thép phải tính toán theo tổ hợp tải trọng trong thời kỳ thi công, tổ hợp tải trọng cơ bản và kiểm tra theo tổ hợp tải trọng đặc biệt.

b) Tổ hợp tải trọng cơ bản bao gồm: tải trọng thường xuyên, tải trọng tạm thời dài hạn và tải trọng tạm thời ngắn hạn mà tường cừ ván thép có thể phải tiếp nhận cùng một lúc.

c) Tổ hợp tải trọng đặc biệt vẫn bao gồm các tải trọng đã xét trong tổ hợp tải trọng cơ bản nhưng một trong chúng được thay thế bằng tải trọng tạm thời đặc biệt. Khi có luận cứ chắc chắn có thể lấy hai hoặc nhiều hơn hai trong số các tải trọng hoặc tác động tạm thời đặc biệt để kiểm tra. Phải lựa chọn đưa ra tổ hợp tải trọng cơ bản và tổ hợp tải trọng đặc biệt bất lợi nhất có thể xảy ra trong thời kỳ thi công và khai thác công trình.

d) Các trường hợp tải trọng đều được xét riêng rẽ và được tổ hợp để có tác dụng bất lợi nhất đối với kết cấu.

7.6.4.3 Khi tính toán kiểm tra khả năng chịu lực của tường cừ theo trạng thái giới hạn thứ nhất phải dùng tải trọng tính toán là tải trọng tiêu chuẩn nhân với hệ số lệch tải n_f . Giá trị hệ số lệch tải n_f tương ứng với loại tải trọng và tác động được quy định trong Phụ lục I.

7.6.5 Nội lực trong tường cừ ván thép

7.6.5.1 Việc tính toán nội lực trong tường cừ ván thép thực hiện theo sơ đồ tường cừ không neo có chiều dài đơn vị 01 m được ngàm chặt ở đáy tường cừ.

7.6.5.2 Nội lực trong tường cừ cần xác định gồm mô men uốn (M), lực cắt (Q) và lực dọc (N).

7.6.5.3 Cho phép áp dụng các phần mềm chuyên dụng đã được kiểm nghiệm và phương pháp tính toán thông dụng khác được giảng dạy trong các trường đại học kỹ thuật liên quan để tính toán nội lực trong tường cừ ván thép.

7.6.6 Kiểm tra độ sâu hạ cừ

7.6.6.1 Để đảm bảo cừ ván thép được ngàm chặt trong đất, độ sâu hạ cừ (T) phải đảm bảo điều kiện:

$$\sum M_a \leq \sum M_p \quad (9)$$

trong đó:

$\sum M_a$ là tổng mô men của các lực chủ động đối với đáy tường cừ;

$\sum M_p$ là tổng mô men của các lực bị động lấy với đáy tường cừ.

7.6.6.2 Độ sâu tường cừ thiết kế được chọn từ giá trị lớn hơn trong hai giá trị xác định từ yêu cầu chống thấm và điều kiện (9).

7.6.7 Kiểm tra khả năng chịu lực của tiết diện tường cừ ván thép

7.6.7.1 Kiểm tra khả năng chống uốn

Khả năng chống uốn của tiết diện tường cừ tại vị trí xuất hiện mô men uốn lớn nhất ($M_{\max}$) được đảm bảo khi thỏa mãn điều kiện:

$$n_c M_{\max} \leq \frac{m}{k_n} [M]_b \quad (10)$$

trong đó:

k_n là hệ số đảm bảo;

n_c là hệ số tổ hợp tải trọng;

m là hệ số điều kiện làm việc;

$M_{\max}$ là mô men uốn lớn nhất do ngoại lực gây ra trong tường cừ ván thép xác định theo biểu đồ bao nội lực;

$[M]_b$ là mô men kháng uốn cho phép của mặt cắt ngang tường cừ, xác định theo công thức:

$$[M]_b = \beta_B \beta_w W_t f_b \quad (11)$$

β_B là hệ số triết giảm mô đun chống uốn của tiết diện do thiếu khả năng truyền lực cắt tại khớp nối cừ;

W_t là mô đun chống uốn của tiết diện tường cừ;

β_w là hệ số triết giảm cường độ của cừ ván thép do chênh lệch cột nước trước và sau tường cừ;

f_b là cường độ chịu uốn của thép chế tạo cừ xác định theo công thức (2).

7.6.7.2 Kiểm tra khả năng kháng cắt

Khả năng kháng cắt của tiết diện tường cừ tại vị trí xuất hiện lực cắt lớn nhất ($Q_{\max}$) được đảm bảo khi thỏa mãn điều kiện:

$$n_c Q_{\max} \leq \frac{m}{k_n} [Q]_c \quad (12)$$

trong đó:

$Q_{\max}$ là lực cắt lớn nhất do ngoại lực gây ra trong tường cừ ván thép xác định theo biểu đồ bao nội lực;

$[Q]_c$ là sức kháng cắt cho phép của mặt cắt ngang tường cừ, xác định theo công thức:

$$[Q]_c = A_{vt} f_v \quad (13)$$

f_v là cường độ chịu cắt của thép chế tạo cừ xác định theo công thức (3);

A_{vt} là diện tích mặt cắt ngang chịu cắt của các bản bụng ván cừ trong 01 m dài tường cừ:

$$A_{vt} = \frac{A_v}{b_c} \quad (14)$$

b_c là bề rộng của ván cừ thép;

A_v là diện tích mặt cắt ngang chịu cắt của bản bụng 01 ván cừ riêng lẻ, xác định như sau:

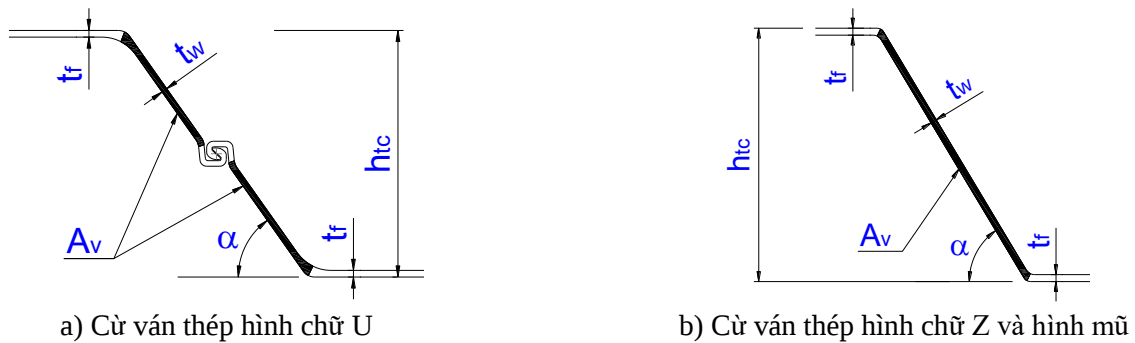
– Đối với cừ hình chữ U và cừ hình chữ Z:

$$A_v = t_w (h_{tc} - t_f) \quad (15)$$

– Đối với cừ hình mũ:

$$A_v = 2t_w (h_{tc} - t_f) \quad (16)$$

t_f là chiều dày bản cánh và t_w là chiều dày bản bụng cừ ván thép (Hình 4).



Hình 4 – Diện tích chịu cắt

7.6.7.3 Kiểm tra khả năng chịu nén

Khả năng chịu nén của tiết diện tường cừ được đảm bảo khi thỏa mãn điều kiện sau:

$$n_c N_{\max} \leq \frac{m}{k_n} [N]_n \quad (17)$$

trong đó:

$N_{\max}$ là lực dọc lớn nhất do ngoại lực gây ra trong tường cừ ván thép xác định theo biểu đồ bao nội lực;

$[N]_n$ là sức kháng nén cho phép của mặt cắt ngang tường cừ, xác định theo công thức:

$$[N]_n = A_t f_b \quad (18)$$

f_b là cường độ chịu nén của thép chế tạo cừ xác định theo công thức (2);

A_t là diện tích mặt cắt ngang của 01 m dài tường cừ.

7.6.7.4 Kiểm tra khả năng chịu uốn và cắt đồng thời của tiết diện tường cừ.

– Khi tiết diện tường cừ chịu tác dụng đồng thời của mômen uốn và lực cắt, cần thiết phải kiểm tra ảnh hưởng tương tác của ứng suất pháp và ứng suất cắt.

– Cho phép bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt lên sức kháng uốn trong trường hợp $Q \leq 0,5[Q]_c$ (với Q là giá trị lực cắt tại mặt cắt tính toán) và không cần thiết phải kiểm tra khả năng chịu uốn, cắt đồng thời của tiết diện tường cừ.

– Các trường hợp $Q > 0,5[Q]_c$, sức kháng uốn được tính như khả năng chịu lực thiết kế của tiết diện tường cừ với việc sử dụng cường độ chảy giảm yếu trong miền chịu cắt. Điều kiện để tường cừ đảm bảo khả năng chịu uốn và cắt đồng thời như sau:

$$n_c M \leq \frac{m}{k_n} [M]_v \quad (19)$$

trong đó:

M là mô men uốn do ngoại lực gây ra trong tường cừ ván thép tại mặt cắt tính toán;

$[M]_v$ là mô men kháng uốn cho phép của mặt cắt ngang tường cừ có xét đến ảnh hưởng của lực cắt, xác định theo công thức:

$$[M]_v = \left(\beta_B W_t - \frac{\beta_Q A_{vt}^2}{4t_w \sin \alpha} \right) f_b \text{ nhưng/but } [M]_v \leq [M]_b \quad (20)$$

α là góc nghiêng giữa phương của bản bụng và mặt nằm ngang (Hình 4).

β_Q là hệ số giảm mô men kháng uốn cho phép có tính đến sự xuất hiện của lực cắt, xác định như sau:

$$\beta_Q = \left(\frac{2n_c Q}{\frac{m}{k_n} [Q]_c} - 1 \right)^2 \quad (21)$$

7.6.7.5 Kiểm tra khả năng chịu uốn và nén đồng thời của tiết diện tường cừ

Điều kiện để tiết diện tường cừ đảm bảo khả năng chịu tác dụng đồng thời của mô men uốn và lực cắt:

$$n_c M \leq \frac{m}{k_n} [M]_N \quad (22)$$

trong đó:

M là giá trị mô men uốn do ngoại lực gây ra trong tường cừ ván thép trong tổ hợp mô men và lực dọc tại mặt cắt tính toán;

$[M]_N$ là mô men kháng uốn cho phép của mặt cắt ngang tường cừ có tính đến ảnh hưởng của lực dọc, xác định theo công thức:

$$[M]_N = [M]_b \left(1 - \frac{N}{[N]_n} \right) \quad (23)$$

N là giá trị lực dọc do ngoại lực gây ra tại mặt cắt tính toán.

7.6.7.6 Kiểm tra khả năng chịu uốn, cắt và nén đồng thời của tiết diện tường cừ

– Trường hợp $Q \leq 0,5[Q]_c$ (với Q là giá trị lực cắt trong tổ hợp mô men, lực dọc và lực cắt tại mặt cắt tính toán), có thể bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt đến khả năng chịu lực của tiết diện. Việc kiểm tra khả năng chịu lực được thực hiện với tiết diện tường cừ chịu uốn nén đồng thời theo quy định tại Điều 7.5.7.5 của Tiêu chuẩn này.

– Trường hợp $Q > 0,5[Q]_c$, cần phải xét ảnh hưởng của lực cắt đến sự giảm yếu của cường độ chảy của vật liệu chế tạo cừ. Điều kiện để tiết diện tường cừ đảm bảo khả năng chịu lực:

$$n_c M \leq \frac{m}{k_n} [M]_{N,r} \quad (24)$$

trong đó:

M là giá trị mô men uốn do ngoại lực gây ra trong tường cừ ván thép trong tổ hợp mô men, lực cắt và lực dọc tại mặt cắt tính toán;

$[M]_{N,r}$ là mô men kháng uốn cho phép của mặt cắt ngang tường cừ có tính đến sự giảm yếu của cường độ chảy của vật liệu chế tạo cừ do ảnh hưởng của lực dọc, xác định theo công thức:

$$[M]_{N,r} = [M]_{b,r} \left(1 - \frac{N}{[N]_{n,r}} \right) \quad (25)$$

N là giá trị lực uốn do ngoại lực gây ra trong tường cừ ván thép trong tổ hợp mô men, lực cắt và lực dọc tại mặt cắt tính toán;

$[M]_{b,r}$ và $[N]_{n,r}$ lần lượt là mô men kháng uốn cho phép và sức kháng nén cho phép của mặt cắt ngang tường cừ có

tính đến sự giảm yếu của cường độ chảy của vật liệu chế tạo cừ do ảnh hưởng của lực cắt, xác định theo công thức:

$$[M]_{b,r} = \beta_B W_t f_{b,r} \quad (26)$$

$$[N]_n = A_t f_{b,r} \quad (27)$$

$f_{b,r}$ là cường độ chịu nén, uốn tính toán của thép theo cường độ chảy giảm yếu do ảnh hưởng của lực dọc, xác định theo công thức:

$$f_{b,r} = (1 - \beta_Q) \frac{f_y}{k_m} \quad (28)$$

β_Q xác định theo công thức (21).

7.6.7.7 Trường hợp tường cừ chịu mô men uốn và lực cắt (không có lực nén tác dụng lên cừ), cần kiểm tra khả năng chịu uốn, khả năng kháng cắt và khả năng chịu uốn cắt đồng thời. Trong trường hợp tường cừ chịu mô men uốn, lực cắt và lực dọc; cần kiểm tra khả năng chịu uốn, khả năng kháng cắt, khả năng kháng nén, khả năng chịu uốn cắt đồng thời, khả năng chịu uốn nén đồng thời và khả năng chịu uốn, cắt, nén đồng thời.

Phụ lục A

(Quy định)

Các chỉ tiêu thí nghiệm trong phòng phục vụ thiết kế

Chỉ tiêu		Ký hiệu	Đơn vị	Mục đích
Mẫu đất nguyên dạng	Thành phần hạt			Phân loại đất
	Độ ẩm tự nhiên	W	%	Tính toán lún
	Trọng lượng thể tích	ρ_w	N/cm ³ (kN/m ³)	Tính toán áp lực đất, ổn định tổng thể, hóa lỏng
	Khối lượng riêng	ρ	g/cm ³ (t/m ³)	Tính toán các chỉ tiêu phục vụ thiết kế
	Giới hạn chảy	W _L	%	Tính toán lún
	Giới hạn dẻo	W _p	%	
	Góc ma sát trong	φ	độ	Tính toán áp lực đất, ổn định tổng thể
	Lực dính đơn vị	c	kg/cm ²	
	Hệ số nén lún	a		Tính toán lún
Mẫu đất phá hủy	Thành phần hạt			Phân loại đất
	Độ ẩm tự nhiên	W	%	Tính toán lún
	Trọng lượng thể tích	γ_w	N/cm ³ (kN/m ³)	Tính toán áp lực đất, ổn định tổng thể
	Khối lượng riêng	ρ	g/cm ³	Tính toán các chỉ tiêu phục vụ thiết kế
	Góc ma sát trong	φ	độ	Tính toán áp lực đất, ổn định tổng thể
	Lực dính	c	kg/cm ²	
	Hệ số nén lún	a		Tính toán lún
Mẫu cát, sỏi nền	Thành phần hạt			Phân loại đất
	Độ ẩm tự nhiên	W	%	Tính toán lún
	Khối lượng riêng	ρ	g/cm ³	Tính toán các chỉ tiêu phục vụ thiết kế
	Hệ số nén lún	a		Tính toán lún
	Trọng lượng thể tích khô lớn nhất và nhỏ nhất	γ_{cmax} γ_{cmin}	N/cm ³ N/cm ³	Tính toán hệ số rỗng
	Góc nghỉ tự nhiên	α	độ	Tính toán áp lực đất, ổn định tổng thể

Phụ lục B

(Quy định)

Đánh giá tình trạng thấm của đập qua công tác kiểm tra hiện trường

Tình trạng thấm	Điều kiện đánh giá
A (Tốt)	Khi thỏa mãn tất cả các điều kiện sau đây: – Không xuất hiện dòng thấm bất thường, cục bộ trên mái hạ lưu hoặc khu vực hạ lưu đập; – Đường bão hòa ở vị trí thấp hơn so với thiết kế (đối với đập có thiết bị quan trắc) và thoát ra trên mái hạ lưu đập trong phạm vi thiết bị tiêu nước; – Áp lực nước lỗ rỗng không có sự biến đổi bất thường (đối với đập có thiết bị quan trắc); – Tổng lượng thấm nhỏ hơn tổng lượng nước tổn thất do thấm theo tính toán điều tiết hồ (trong trường hợp có số liệu quan trắc), nước thấm trong.
B (Trung bình)	Khi xảy ra một trong các điều kiện sau đây: – Đường bão hòa ở vị trí cao hơn so với thiết kế (đối với đập có thiết bị quan trắc), vị trí điểm ra của đường bão hòa nằm trong phạm vi thiết bị tiêu nước; – Áp lực nước lỗ rỗng không có sự biến đổi bất thường (đối với đập có thiết bị quan trắc); – Tổng lượng thấm lớn hơn tổng lượng nước tổn thất do thấm theo tính toán điều tiết hồ (trong trường hợp có số liệu quan trắc), nước thấm trong.
C (Kém)	Khi xảy ra một trong các điều kiện sau đây: – Xuất hiện dòng thấm bất thường, cục bộ hoặc thấm xuất hiện trong phạm vi rộng (ngoài thiết bị tiêu nước) trên mái hoặc khu vực hạ lưu đập hoặc tại vị trí dòng thấm thoát ra phía hạ lưu có hiện tượng xói mòn, đẩy trôi, lún sụt; – Điểm ra của đường bão hòa trên mái hạ lưu đập nằm ngoài thiết bị tiêu nước; – Áp lực nước lỗ rỗng biến đổi đột ngột so với mực nước hồ (đối với đập có thiết bị quan trắc); – Lượng nước thấm gia tăng đột ngột so với mực nước hồ hoặc nước thấm (trong trường hợp có số liệu quan trắc) có màu đục.

Phụ lục C

(Quy định)

Đánh giá an toàn thấm qua tính toán kỹ thuật

Mức độ an toàn thấm	Tiêu chuẩn đánh giá
A	Khi thỏa mãn tất cả các điều kiện sau đây: – Đường bão hòa ở vị trí thấp hơn hoặc bằng so với thiết kế và thoát ra trên mái hạ lưu đập trong phạm vi thiết bị tiêu nước; – Tổng lượng thấm nhỏ hơn hoặc bằng tổng lượng nước tổn thất do thấm theo tính toán điều tiết hồ; – Gradient thấm lớn nhất tại các điểm cục bộ (J_{cbmax}) nhỏ hơn trị số gradient cho phép ($[J_k]_{cp}$): $J_{cbmax} \leq [J_k]_{cp}$; Gradient thấm trung bình tính toán (J_{tt}) nhỏ hơn trị số gradient tới hạn trung bình của cột nước (J_{ktb}) có xét đến hệ số tin cậy (K_n): $J_{tt} \leq (J_{ktb}/K_n)$; – Thông số của thiết bị tiêu nước đảm bảo yêu cầu kỹ thuật.
B	Khi xuất hiện một trong các tình huống sau đây: – Đường bão hòa ở vị trí cao hơn so với thiết kế nhưng đập vẫn ổn định trượt trong các trường hợp tính toán theo quy định; – Tổng lượng thấm lớn hơn tổng lượng nước tổn thất do thấm theo tính toán điều tiết hồ; – Có ít nhất một giá trị gradient thấm lớn nhất tại các điểm cục bộ (J_{cbmax}) bằng trị số gradient cho phép ($[J_k]_{cp}$) hoặc trị số gradient thấm trung bình tính toán (J_{tt}) bằng trị số gradient tới hạn trung bình của cột nước (J_{ktb}) có xét đến hệ số tin cậy (K_n).
C	Khi xuất hiện một trong các tình huống sau đây: – Đường bão hòa ở vị trí cao hơn so với thiết kế làm đập có khả năng mất ổn định trượt trong các trường hợp tính toán theo quy định hoặc vị trí điểm ra trên mái hạ lưu đập nằm ngoài thiết bị tiêu nước; – Có ít nhất một giá trị gradient thấm lớn nhất tại các điểm cục bộ (J_{cbmax}) lớn hơn trị số gradient cho phép ($[J_k]_{cp}$) hoặc trị số gradient thấm trung bình tính toán (J_{tt}) lớn hơn trị số gradient tới hạn trung bình của cột nước (J_{ktb}) có xét đến hệ số tin cậy (K_n); – Thông số của thiết bị tiêu nước không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật.

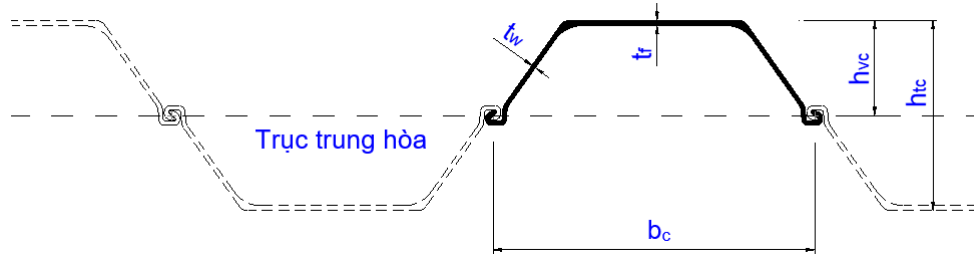
Phụ lục D

(Tham khảo)

Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật của cừ ván thép sử dụng công nghệ Press-in

D1. Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật cừ ván thép chữ U

a) Mặt cắt tiêu chuẩn:



Hình D.1 – Mặt cắt ngang cừ ván thép hình chữ U

b) Chiều dài cừ: Chiều dài thông thường được sản xuất từ 6,0 m đến 12,0 m. Trường hợp có yêu cầu khác thì đặt hàng theo yêu cầu

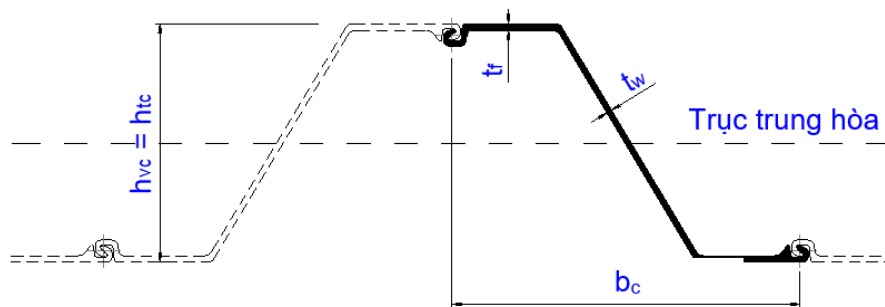
c) Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật:

Bảng D.1 – Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật cừ ván thép hình chữ U

Loại cừ	Cho 01 cừ							Cho 01 m dài tường cừ				
	b_c	h_c	t_r	A_c	I_c	W_c	g_c	A_t	I_t	W_t	g_t	h_t
	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	kg/m	cm ² /m	cm ⁴ /m	cm ³ /m	kg/m ²	mm
SP-II	400	100	10,5	61,18	1240	152	48,0	153,0	8740	874	120,0	200
SP-III		125	13,0	76,42	2220	223	60,0	191,0	16800	1340	150,0	250
SP-IV		170	15,5	96,99	4670	362	76,1	242,5	38600	2270	190,0	340
SP-V _L	500	200	24,3	133,8	7960	520	105,0	267,6	63000	3150	210,0	400
SP-VI _L		225	27,6	153,0	11400	680	120,0	306,0	86000	3820	240,0	450
SP-II _w	600	130	10,3	78,70	2110	203	61,8	131,2	13000	1000	103,0	260
SP-III _w		180	13,4	103,9	5220	376	81,6	173,2	32400	1800	136,0	360
SP-IV _w		210	18,0	135,3	8630	539	106,0	225,5	56700	2700	177,0	420

D2. Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật cừ ván thép chữ Z

a) Mặt cắt tiêu chuẩn:



Hình D.2 – Mặt cắt ngang cừ ván thép hình chữ Z

b) Chiều dài cừ: Chiều dài thông thường được sản xuất từ 6,0 m đến 12,0 m. Trường hợp có yêu cầu khác thì đặt hàng theo yêu cầu

c) Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật:

Bảng D.2 – Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật cừ ván thép hình chữ Z

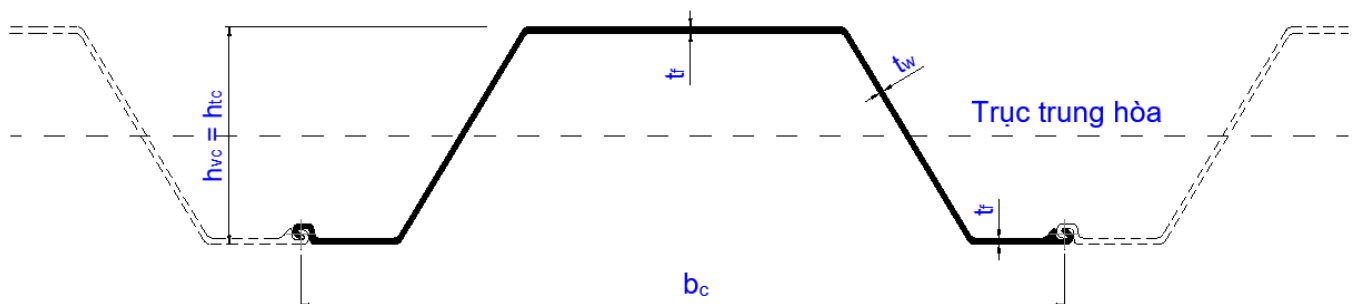
Loại cừ	Cho 01 cừ							Cho 01 m dài tường cừ				
	b_c	h_c	t_f	A_c	I_c	W_c	g_c	A_t	I_t	W_t	g_t	h_t
	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	kg/m	cm ² /m	cm ⁴ /m	cm ³ /m	kg/m ²	mm
AZ12	670	302	8,5	84,2	12160	805	66,1	125,7	18140	1200	98,7	302
AZ13	670	303	9,5	91,7	13200	870	72,0	136,9	19700	1300	107,5	303
AZ14	670	304	10,5	99,7	14270	939	78,3	148,9	21300	1400	116,9	304
AZ17	630	379	8,5	87,1	19900	1050	68,4	138,3	31580	1665	108,6	379
AZ18	630	380	9,5	94,8	21540	1135	74,4	150,4	34200	1800	118,1	380
AZ19	630	381	10,5	103,2	23300	1223	81,0	163,8	36980	1940	128,6	381
AZ25	630	426	11,2	116,6	32910	1545	91,5	185,0	52250	2455	145,2	426
AZ26	630	427	12,2	124,6	34970	1640	97,8	197,8	55510	2600	155,2	427
AZ28	630	428	13,2	133,0	37130	1735	104,4	211,1	58940	2755	165,7	428
AZ34	630	459	13,0	147,1	49580	2160	115,5	233,5	78700	3430	183,3	459
AZ36	630	460	14,0	155,7	52160	2270	122,2	247,1	82800	3600	194,0	460
AZ38	630	461	15,0	164,5	54860	2380	129,1	261,0	87080	3780	204,9	461
AZ46	580	481	14,0	168,9	64060	2665	132,6	291,2	110450	4595	228,6	481
AZ48	580	482	15,0	177,8	67090	2785	139,6	306,5	115670	4800	240,6	482
AZ50	580	483	16,0	186,9	70215	2910	146,7	322,2	121060	5015	252,9	483
AZ12-700	700	314	8,5	86,2	13220	840	67,7	123,2	18880	1205	96,7	314
AZ13-700	700	315	9,5	94,3	14370	910	74,0	134,7	20540	1305	105,7	315
AZ14-700	700	316	10,5	102,3	15530	980	80,3	146,1	22190	1405	114,7	316
AZ17-700	700	420	8,5	93,1	25360	1210	73,1	133,0	36230	1730	104,4	420
AZ18-700	700	420	9,0	97,5	26460	1260	76,5	139,2	37800	1800	109,3	420
AZ19-700	700	421	9,5	101,9	27560	1310	80,0	145,6	39380	1870	114,3	421
AZ20-700	700	421	10,0	106,4	28670	1360	83,5	152,0	40960	1945	119,3	421
AZ24-700	700	459	11,2	121,9	39080	1700	95,7	174,1	55820	2430	136,7	459
AZ26-700	700	460	12,2	131,0	41800	1815	102,9	187,2	59720	2600	145,9	460
AZ28-700	700	461	13,2	140,2	44530	1930	110,0	200,2	63620	2760	157,2	461
AZ36-700	700	499	11,2	151,1	62730	2510	118,6	215,9	89610	3590	169,5	499
AZ38-700	700	500	12,2	161,0	66390	2655	126,4	230,0	94840	3795	180,6	500
AZ40-700	700	501	13,2	170,9	70060	2795	134,2	244,2	100080	3995	191,7	501
AZ42-700	700	499	14,0	181,1	73450	2945	142,1	258,7	104930	4205	203,1	499
AZ44-700	700	500	15,0	191,0	77100	3085	149,9	272,8	110150	4405	214,2	500
AZ46-700	700	501	16,0	200,9	80760	3220	157,7	287,0	115370	4605	225,3	501
AZ48-700	700	503	15,0	201,9	83760	3330	158,5	288,4	119650	4755	226,4	503
AZ50-700	700	504	16,0	211,8	87430	3470	166,3	302,6	124890	4955	237,5	504

Bảng D.2 – Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật cừ ván thép hình chữ Z (kết thúc)

Loại cừ	Cho 01 cừ							Cho 01 m dài tường cừ				
	b_c	h_c	t_f	A_c	I_c	W_c	g_c	A_t	I_t	W_t	g_t	h_t
	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	kg/m	cm ² /m	cm ⁴ /m	cm ³ /m	kg/m ²	mm
AZ52-700	700	505	17,0	221,7	91100	3610	174,1	316,8	130140	5155	248,7	505
PZC12	706	318	8,5	88,0	13510	850	69,1	124,3	19080	1200	97,6	318
PZC13	708	319	9,5	95,6	14690	920	75,1	135,1	20760	1300	106,0	319
PZC14	708	320	10,7	104,2	15890	990	81,8	147,2	22440	1400	115,5	320
PZC17	635	386	8,5	88,0	20470	1060	69,1	138,6	32235	1670	108,8	386
PZC18	635	387	9,5	95,6	22150	1145	75,1	150,6	34890	1800	118,2	387
PZC19	635	388	10,7	104,2	23990	1235	81,8	164,1	37780	1945	128,8	388
PZC25	708	449	12,3	131,6	39070	1740	103,3	185,9	55190	2455	145,9	449
PZC26	708	450	13,3	140,1	41390	1840	110,0	197,9	58460	2600	155,4	450
PZC28	708	451	14,5	149,8	44000	1950	117,6	211,6	62150	2755	166,1	451
PZC37	572	534	12,4	132,0	56160	2100	103,6	230,9	98270	3680	181,2	534
PZC39	572	535	13,3	140,4	59480	2220	110,2	245,6	104100	3890	192,8	535
PZC41	572	536	14,2	148,6	62720	2340	116,6	260,0	109700	4090	204,1	536

D3. Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật cừ ván thép hình mũ

a) Mặt cắt tiêu chuẩn:



Hình D.3 – Mặt cắt ngang cừ ván thép hình mũ

b) Chiều dài cừ: Chiều dài thông thường được sản xuất từ 6,0 m đến 12,0 m. Trường hợp có yêu cầu khác thì đặt hàng theo yêu cầu.

c) Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật:

Bảng D.3 – Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật cừ ván thép hình mũ

Loại cừ	Cho 01 cừ							Cho 01 m dài tường cừ				
	b_c	h_c	t_f	A_c	I_c	W_c	g_c	A_t	I_t	W_t	g_t	h_t
	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	kg/m	cm ² /m	cm ⁴ /m	cm ³ /m	kg/m ²	mm
SP-10H	900	230	10,8	110,0	9430	812	86,4	122,2	10500	902	96,0	230
SP-25H	900	300	13,2	144,4	22000	1450	113,0	160,4	24400	1610	126,0	300
SP-45H	900	368	15,0	187,0	40500	2200	147,0	207,8	45000	2450	163,0	368
SP-50H	900	370	17,0	212,7	46000	2490	167,0	236,3	51100	2760	186,0	370

Phụ lục E

(Tham khảo)

Tính chất cơ học của thép chế tạo cừ

Mác thép	Giới hạn chảy (MPa)	Độ bền kéo (MPa)	Phân loại
SSPW 240 ⁽¹⁾	240	340	Cừ ván thép cán nóng hàn được
SSP 295 ⁽²⁾	295	490	Cừ ván thép cán nóng
SSPW 295 ⁽¹⁾	295	490	Cừ ván thép cán nóng hàn được
SSP 390 ⁽²⁾	390	540	Cừ ván thép cán nóng
SSPW 390 ⁽¹⁾	390	540	Cừ ván thép cán nóng hàn được
S 270GP ⁽¹⁾	270	410	Cừ ván thép cán nóng hàn được
S 320GP ⁽¹⁾	320	440	Cừ ván thép cán nóng hàn được
S 355GP ⁽¹⁾	355	480	Cừ ván thép cán nóng hàn được
S 390GP ⁽¹⁾	390	490	Cừ ván thép cán nóng hàn được
S 430GP ⁽¹⁾	430	510	Cừ ván thép cán nóng hàn được

CHÚ THÍCH:

⁽¹⁾ Theo TCVN 9686 Cọc ván thép cán nóng hàn được;

⁽²⁾ Theo TCVN 9685 Cọc ván thép cán nóng.

Phụ lục F

(Tham khảo)

Hệ số thấm rò rỉ qua khớp nối

Liên kết khớp nối	Hệ số thấm rò rỉ qua khớp nối K_r (m/s)	
	100 kPa⁽¹⁾	150 kPa⁽²⁾
Bình thường (không chèn khớp nối)	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$4,5 \cdot 10^{-7}$
Lắp chèn khớp nối bằng phụ gia trương nở	Nhỏ hơn $0,3 \cdot 10^{-9}$	$0,3 \cdot 10^{-9}$
CHÚ THÍCH: ⁽¹⁾ Áp lực cột nước thấm 100 kPa tương đương $\Delta H = 10\text{m}$; ⁽²⁾ Áp lực cột nước thấm 150 kPa tương đương $\Delta H = 15\text{m}$.		

Phụ lục G

(Tham khảo)

Các hệ số triết giảm mô đun chống uốn (β_B) của cừ ván thép

Loại cừ, số lượng cừ được hạ đồng thời và liên kết giữa các ván cừ	Điều kiện làm việc		
	Rất không thuận lợi ⁽¹⁾	Không thuận lợi ⁽²⁾	Thuận lợi ⁽³⁾
Cừ ván thép hình chữ U khi hạ đồng thời ba ván cừ, cừ hình mũ, cừ hình chữ Z	1,00	1,00	1,00
Cừ ván thép hình chữ U khi hạ riêng lẻ từng ván cừ hoặc hạ đồng thời hai ván cừ nhưng không có liên kết giữa các ván cừ	0,40	0,50	0,60
Cừ ván thép hình chữ U khi hạ riêng lẻ từng ván cừ và có liên kết giữa các ván cừ	0,70	0,75	0,80
CHÚ THÍCH: NOTE: ⁽¹⁾ Điều kiện làm việc của cừ rất khó khăn khi gặp một trong các trường hợp sau: - Khi tồn tại đất dính có sức kháng cắt rất thấp hoặc đất rời ở trạng thái rất xốp; - Khi phải dùng biện pháp khoan cắt để hỗ trợ hạ cừ trong đất dính; ⁽²⁾ Điều kiện làm việc của cừ khó khăn khi gặp một trong các trường hợp sau: - Khi tồn tại đất dính có sức kháng cắt thấp hoặc đất rời ở trạng thái xốp; - Khi phải dùng biện pháp khoan cắt để hỗ trợ hạ cừ trong đất rời; ⁽³⁾ Điều kiện làm việc của cừ thuận lợi khi không thuộc các trường hợp ⁽¹⁾ và ⁽²⁾ .			

Phụ lục H

(Tham khảo)

Hệ số triết giảm cường độ (β_w) của cừ ván thép do ảnh hưởng của chênh lệch cột nước

Δh (m)	Hệ số β_w			
	$\frac{b_c}{t_{\min}} \varepsilon = 20$	$\frac{b_c}{t_{\min}} \varepsilon = 30$	$\frac{b_c}{t_{\min}} \varepsilon = 40$	$\frac{b_c}{t_{\min}} \varepsilon = 50$
5,0	1,00	1,00	1,00	1,00
10,0	0,99	0,97	0,95	0,87
15,0	0,98	0,96	0,92	0,76

CHÚ THÍCH:

NOTE:

 b_c là bề rộng mặt cắt ngang một đơn nguyên ván cừ;

$$t_{\min} = \min(t_f, t_w)$$

 t_f là chiều dày bản cánh cừ ván thép; t_w là chiều dày bản bụng cừ ván thép; Δh là chênh lệch cột nước trước và sau tường cừ;

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

 f_y là cường độ tiêu chuẩn lấy theo giới hạn chảy của thép chế tạo cừ.

Phụ lục I
(Quy định)
Hệ số lệch tải n_t

Loại tải trọng và tác động	Hệ số lệch tải (n_t)
1. Trọng lượng bản thân công trình (không kể trọng lượng đất)	1,05 (0,95)
2. Áp lực thẳng do trọng lượng đất gây ra	1,10 (0,90)
3. Áp lực bên của đất	1,20 (0,80)
4. Áp lực bùn cát	1,20
5. Áp lực ngang của đá	1,20 (0,80)
6. Áp lực nước trực tiếp lên bề mặt công trình và nền, áp lực sóng, áp lực nước đẩy ngược cũng như áp lực nước thấm, áp lực kẽ rỗng	1,00
7. Tải trọng thẳng đứng và nằm ngang của máy nâng, bốc dỡ, vận chuyển cũng như tải trọng của các thiết bị công nghệ cố định	1,20
8. Tải trọng do phương tiện giao thông trên đập	1,20
9. Tác động của động đất	1,10
CHÚ THÍCH: 1) Cho phép lấy hệ số lệch tải bằng 1,00 đối với trọng lượng của bản thân công trình, áp lực thẳng đứng do trọng lượng của khối đất đắp, nếu trọng lượng của khối đó được xác định từ các giá trị tính toán đặc trưng của đất (trọng lượng riêng và đặc trưng độ bền), còn bê tông được xác định từ đặc trưng vật liệu (trọng lượng riêng của bê tông và các đặc trưng khác) phù hợp với các tiêu chuẩn thí nghiệm và tiêu chuẩn thiết kế nền hiện hành; 2) Chỉ sử dụng các hệ số lệch tải ghi trong ngoặc đơn khi kết quả tính toán thể hiện công trình ở trong tình trạng bất lợi hơn.	

