

Số: 589/QĐ-VKHTLVN

Hà Nội, ngày 18 tháng 8 năm 2026

## QUYẾT ĐỊNH

Về việc ban hành Tiêu chuẩn cơ sở

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

### GIÁM ĐỐC VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM

Căn cứ Luật Tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật số 68/2006/QH11 ngày 29/6/2006 được sửa đổi, bổ sung bởi Luật số 70/2025/QH15 ngày 14/6/2025;

Căn cứ Nghị định số 22/2026/NĐ-CP ngày 16/01/2026 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều và biện pháp để tổ chức, hướng dẫn thi hành Luật Tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật;

Căn cứ Thông tư số 13/2026/TT-BKHCN ngày 09/4/2026 của Bộ Khoa học và Công nghệ quy định chi tiết xây dựng và áp dụng tiêu chuẩn;

Căn cứ Quyết định số 5759/QĐ-BNNMT ngày 29/12/2025 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Môi trường quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam;

Căn cứ Biên bản họp ngày 13/8/2026 của Hội đồng đánh giá theo Quyết định số 560/QĐ-VKHTLVN ngày 05/8/2026 của Giám đốc Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam và văn bản tiếp thu ý kiến của Ban soạn thảo;

Theo đề nghị của Ban Khoa học và Hợp tác quốc tế,

## QUYẾT ĐỊNH:

**Điều 1.** Ban hành kèm theo quyết định này 01 Tiêu chuẩn cơ sở "Công trình thủy lợi - Cừ ván thép chống thấm cho đập đất vừa và nhỏ - Yêu cầu thiết kế".

**Điều 2.** Tiêu chuẩn cơ sở " Công trình thủy lợi - Cừ ván thép chống thấm cho đập đất vừa và nhỏ - Yêu cầu thiết kế" có hiệu lực kể từ ngày ký.

**Điều 3.** Các ông (bà) Trưởng Ban Khoa học và Hợp tác quốc tế, Viện trưởng Viện Thủy công và Thủ trưởng các đơn vị có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này./.

#### Nơi nhận:

- Như điều 3;
- Vụ KHCN (để b/c);
- Cục Quản lý và XDCTTL (để b/c);
- Website của Viện KHTLVN;
- Lưu VT, KHHTQT, Viện Thủy công.



Trần Đình Hòa

**TCCS 01:2026/VKHTLVN**

Xuất bản lần 1

*(Ban hành theo Quyết định số 589/QĐ-VKHTLVN ngày 18/8/2026  
của Giám đốc Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam)*

**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 earthfill 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 .....                                                                        | 5  |
| 3. Thuật ngữ và định nghĩa.....                                                                   | 5  |
| 4. Ký hiệu và thuật ngữ viết tắt .....                                                            | 7  |
| 5. Quy định chung .....                                                                           | 9  |
| 6. Điều tra, khảo sát, đánh giá hiện trạng đập .....                                              | 13 |
| 7. Yêu cầu thiết kế.....                                                                          | 14 |
| Phụ lục A.....                                                                                    | 26 |
| Điều kiện áp dụng cừ ván thép chống thấm sử dụng phương pháp Press-in .....                       | 26 |
| Phụ lục B.....                                                                                    | 27 |
| Các chỉ tiêu thí nghiệm trong phòng phục vụ thiết kế.....                                         | 27 |
| Phụ lục C.....                                                                                    | 28 |
| Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật của cừ ván thép sử dụng công nghệ Press-in.....                     | 28 |
| Phụ lục D.....                                                                                    | 31 |
| Tính chất cơ học của thép chế tạo cừ .....                                                        | 31 |
| Phụ lục E.....                                                                                    | 31 |
| Mức độ ăn mòn cừ ván thép $\Delta t_c$ (mm) trong môi trường đất có hoặc không có nước ngầm ..... | 31 |
| Phụ lục F .....                                                                                   | 32 |
| Hệ số thấm rò rỉ qua khớp nối .....                                                               | 32 |
| Phụ lục G .....                                                                                   | 32 |
| Các hệ số triết giảm mô đun chống uốn ( $\beta_B$ ) của cừ ván thép.....                          | 32 |
| Phụ lục H.....                                                                                    | 33 |
| Hệ số triết giảm cường độ ( $\beta_w$ ) của cừ ván thép do ảnh hưởng của chênh lệch cột nước..... | 33 |
| Phụ lục I .....                                                                                   | 34 |
| Hệ số lệch tải $n_f$ .....                                                                        | 34 |
| Thư mục tài liệu tham khảo .....                                                                  | 35 |

**Lời nói đầu**

**TCCS 01:2026/VKHTLVN** được xây dựng trên cơ sở tham khảo Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8216:2018 Công trình thủy lợi – Thiết kế đập đất đầm nén, Tiêu chuẩn Châu Âu EN 1993-5 Eurocode 3: Design of steel structures - Part 5: Piling và một số tiêu chuẩn liên quan khác.

**TCCS 01:2026/VKHTLVN** do Viện Thủy công biên soạn, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam thẩm định và công bố.

## **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**

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

### **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 2737 Tải trọng và tác động;

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

TCVN 5575 Thiết kế kết cấu thép;

TCVN 5574 Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép;

TCVN 8215 Công trình thủy lợi – Thiết bị quan trắc;

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

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

TCVN 8478 Công trình thủy lợi - 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 thấm dưới đáy và vai công trình trên nền không phải là đá;

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, hồ chứa nước;

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

EN 1993-5, Eurocode 3: Design of steel structures. Part 5: Piling;

EN 1997-1, Eurocode 7 - Geotechnical design, Part 1: General rules;

EM 1110-2-2504, Design of sheet pile walls, Department of the Army.

### **3. Thuật ngữ và định nghĩa**

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

#### **3.1**

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

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.

**3.2**

**Cừ ván thép (*steel sheet pile*)**

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

**3.3**

**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.

**3.4**

**Đập đất (*earthfill dam*)**

Đập xây dựng bằng các loại đất, bao gồm cả vật liệu từ các loại đá phong hóa hoàn toàn, phong hóa mạnh, có nhiệm vụ dâng nước và giữ nước nhưng không cho phép để nước tràn qua.

**3.5**

**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.

**3.6**

**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.

**3.7**

**Độ bền (*resistance*)**

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.

**3.8**

**Độ bền thấm của đất (*soil endurance against seepage*)**

Khả năng của đất chống lại các biến hình thấm

**3.9**

**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.

**3.10****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.

**3.11****Khớp nối cừ** (*sheet pile interlock*)

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

**3.12****Mức nước tính toán** (*calculation water level*)

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

**3.13****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. Phương pháp Press-in gồm phương pháp Press-in tiêu chuẩn (không sử dụng biện pháp hỗ trợ hạ cừ) và phương pháp Press-in có hỗ trợ hạ cừ bằng khoan cắt (sử dụng mũi khoan để khoan cắt phần đất đá cứng nhằm giảm sức xuyên giúp hạ cừ dễ dàng hơn) hoặc phun nước (sử dụng tia nước áp lực cao phun vào nền đất xung quanh cừ để giảm sức kháng xuyên).

**3.14****Tầng không thấm** (*impermeable layer*)

Tầng nền thực tế không thấm nước hoặc có hệ số thấm nhỏ hơn 100 lần so với lớp nền thấm nước dưới đáy công trình.

**3.15****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.

**3.16****Tường cừ chống thấm** (*sheet pile cut-off wall*)

Kết cấu được đặt thẳng đứng trong thân và nền đập liên kết chặt chẽ với thiết bị chống thấm 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                                           |
| $H_d$            | Chiều cao đập                                                       |
| $h_c$            | Chiều cao mặt cắt ngang một đơn nguyên ván cừ                       |
| $h_t$            | 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               |
| $J_{r-n,max}$    | Giá trị gradient cột nước lớn nhất tại điểm ra đối với đất nền      |
| $J_{r-t,max}$    | 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                                                  |
| $k_{ti}$         | 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)    |
| $M_a$            | Mô men của các lực chủ động                                         |
| $[M]_b$          | Mô men kháng uốn cho phép của mặt cắt ngang tường cừ                |
| $M_{max}$        | 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 |
| MN               | Mức nước                                                            |
| MNC              | Mức nước chết                                                       |
| MNDBT            | Mức nước dâng bình thường                                           |
| MNLNTK           | Mức nước lớn nhất thiết kế                                          |
| MNLNKT           | Mức nước lớn nhất kiểm tra                                          |
| $M_p$            | Mô men của các lực bị động                                          |
| $[M]_v$          | Mô men kháng uốn cho phép của mặt cắt ngang tường cừ khi có lực cắt |

|              |                                                                                                      |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $m$          | Hệ số điều kiện làm việc                                                                             |
| $m_t$        | Hệ số mái dốc thượng lưu đập                                                                         |
| $N$          | Lực dọc do ngoại lực gây ra trong tường cừ ván thép (nội lực)                                        |
| $N_{\max}$   | 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                                                    |
| $n_c$        | Hệ số tổ hợp tải trọng                                                                               |
| $n_f$        | Hệ số lệch tải                                                                                       |
| $Q$          | 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                                                                                  |
| $T_{sd}$     | Thời hạn sử dụng của công trình                                                                      |
| $t_f$        | Chiều dày bản cánh cừ ván thép                                                                       |
| $t_w$        | Chiều dày bản bụng cừ ván thép                                                                       |
| $W_c$        | 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)                                          |
| $\beta_B$    | Hệ số triết giảm mô đun chống uốn của tiết diện do thiếu khả năng truyền lực cắt tại các khớp nối cừ |
| $\beta_Q$    | Hệ số giảm mô men kháng uốn cho phép có tính đến sự xuất hiện của lực cắt                            |
| $\beta_w$    | Hệ số triết giảm cường độ của cừ ván thép do chênh lệch cột nước                                     |
| $\delta$     | Độ sâu hạ cừ vào tầng không thấm                                                                     |
| $\rho$       | Hệ số thấm qua khớp nối giữa các ván cừ thép                                                         |
| $\Delta t_c$ | Mức độ ăn mòn cừ ván thép trong thời hạn sử dụng của công trình                                      |

## 5. Quy định chung

### 5.1 Phân loại đập

**5.1.1** Phân loại đập vừa, đập nhỏ thực hiện theo các quy định pháp luật hiện hành.

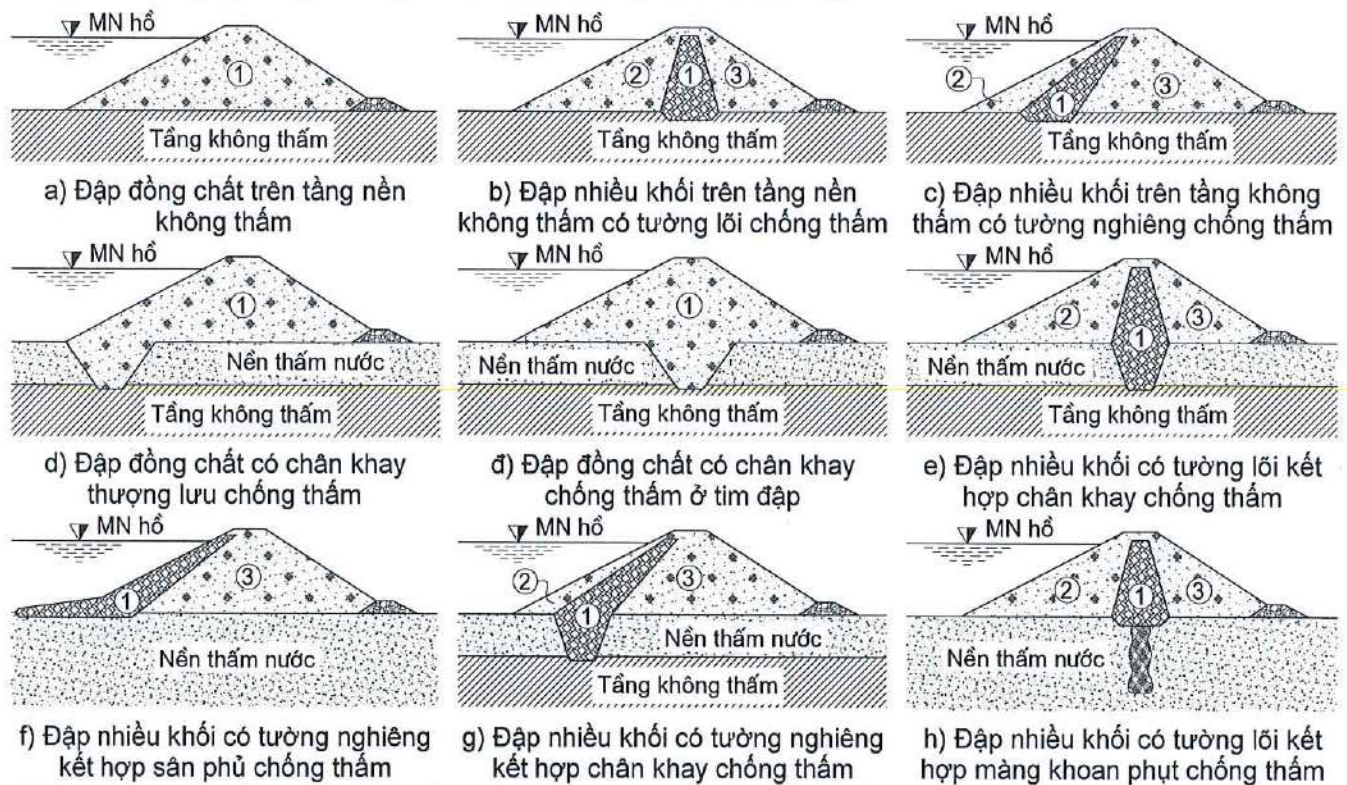
**5.1.2** Theo bố trí khối đắp trong mặt cắt ngang đập

- 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.

**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)



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

## 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 đến mực nước chết.
- Hồ ở mực nước lớn nhất thiết kế 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)

Bao 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 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, căn cứ vào 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 và được quy định tại Bảng 1. Cấp công trình đập là cấp cao nhất trong số các cấp được xác định theo từng tiêu chí nêu trên.

**Bảng 1 - Xác định cấp công trình đập đất**

| Tiêu chí                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Loại nền | Cấp công trình   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|-----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          | III              | IV        |
| 1. Diện tích được tưới, $10^3$ ha                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          | $> 2 \div 10$    | $\leq 2$  |
| 2. Hồ chứa nước có dung tích ứng với MNDBT, $10^6$ m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          | $\geq 3 \div 20$ | $< 3$     |
| 3. Đập đất có chiều cao lớn nhất, m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | A        | $> 10 \div 25$   | $\leq 10$ |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | B        | $> 8 \div 15$    | $\leq 8$  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | C        | $> 5 \div 15$    | $\leq 5$  |
| <b>CHÚ THÍCH:</b><br>1) Đất nền chia thành 3 nhóm điển hình ở trạng thái công trình làm việc:<br>- Nhóm A: nền là đá (đất nền được xem là đá khi có cường độ kháng nén mẫu 1 trục khô gió $> 5$ MPa);<br>- Nhóm B: nền là đất cát, đất hòn thô, cuội sỏi, đất sét ở trạng thái cứng và nửa cứng;<br>- Nhóm C: nền là đất sét bão hòa nước ở trạng thái dẻo cứng đến dẻo chảy.<br>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. |          |                  |           |

**5.3.1.2** Cấp công trình xác định theo Bảng 1 được xem xét giảm xuống một cấp (trừ công trình cấp IV) ở một trong các trường hợp sau:

- 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;
- Các công trình có thời gian khai thác không quá 10 năm;
- Cấp của đập phụ thuộc công trình thủy lợi đầu mối khi xem xét độc lập về cấp công trình theo Bảng 1, xét theo tiêu chí chiều cao lớn nhất mà 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 2.

**Bảng 2 - 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 đập và các bộ phận trên mái, ổn định chung của hệ đập - nền trong các điều kiện làm việc được quy định trong TCVN 8216.

#### **5.3.2.4 Trị số gradient cột nước cho phép, tới hạn**

Trị số gradient cột nước cho phép ở điểm ra trong các khối đắp thân đập  $[J_k]_{cp}$  và ở điểm ra đối với đất nền  $[J_n]_{cp}$ , trị số gradient cột nước trung bình tới hạn  $J_{th}$  ở các khối đắp chống thấm, trị số gradient cột nước trung bình cho phép  $[J_{ntb}]_{cp}$  đối với đất nền được quy định trong TCVN 8216.

## **5.4 Yêu cầu chung về thiết kế**

**5.4.1** 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.

**5.4.2** Các yêu cầu khi lựa chọn biện pháp hạ cừ ván thép vào thân và nền đập:

- a) Khi lựa chọn biện pháp hạ cừ, chỉ nên sử dụng phương pháp ép tĩnh thủy lực, không được phép sử dụng phương pháp đóng hoặc rung để tránh tác động bất lợi đến kết cấu đập hiện trạng.
- b) Khi sử dụng phương pháp Press-in để hạ cừ, khuyến nghị nên ưu tiên sử dụng phương pháp 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. Điều kiện áp dụng phương pháp Press-in để hạ cừ ván thép vào thân và nền đập quy định trong Phụ lục A.

### **5.4.3 Yêu cầu ổn định**

Khi sử dụng cừ ván thép chống thấm cho đập đất 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.

### **5.4.4 Yêu cầu về tính toán**

a) Khi sử dụng cừ ván thép chống thấm cho đập đất 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.

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

c) Trong mọi trường hợp tính toán, cần thực hiện với tổ hợp tải trọng cơ bản và đặc biệt trong thời kỳ khai thác và trong thời kỳ thi công, theo các điều kiện làm việc quy định tại Điều 5.2 của tiêu chuẩn này.

### **5.4.5 Yêu cầu thiết kế hệ thống quan trắc**

#### **5.4.5.1 Mục đích**

- Đánh giá hiệu quả làm việc của tường cừ chống thấm;
- Theo dõi tình trạng làm việc của đập;
- Phát hiện sớm nguy cơ sự cố.

#### **5.4.5.2 Nội dung quan trắc**

Nội dung quan trắc tuân thủ các quy định tại TCVN 8215, cụ thể:

a) Quan trắc thấm

- Quan trắc mực nước thượng và hạ lưu đập;
- Quan trắc đường bão hòa trong thân đập;
- Quan trắc áp lực thấm nền đập;
- Quan trắc lưu lượng thấm.

b) Quan trắc chuyển vị

- Quan trắc lún;
- Quan trắc chuyển vị ngang.

#### **5.4.5.3 Yêu cầu bố trí thiết bị quan trắc**

a) Yêu cầu về thiết kế, bố trí thiết bị quan trắc theo quy định trong TCVN 8215.

b) Các yêu cầu bổ sung:

- Đối với quan trắc đường bão hòa và áp lực thấm, ngoài các ống quan trắc bố trí theo quy định tại TCVN 8215, cần bố trí thiết bị đo ở mặt trước và mặt sau của tường cừ để đánh giá hiệu quả chống thấm.

- Đối với quan trắc chuyển vị, cần bố trí các mốc quan trắc ở mặt trước và mặt sau của tường cừ để theo dõi diễn biến làm việc của đập. Các mốc quan trắc chuyển vị có thể bố trí trùng với tuyến quan trắc thấm.

## **6. Điều tra, khảo sát, đánh giá hiện trạng đập**

### **6.1 Điều tra, thu thập tài liệu kỹ thuật**

a) 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: Mức nước chết, mực nước dâng bình thường, mực nước lớn nhất thiết kế và mực nước lớn nhất kiểm tra theo thiết kế ban đầu hoặc thiết kế sửa chữa (nếu có); quan hệ lưu lượng và 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.

b) 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 thấm, 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 hiện trạng đập**

**6.2.1** Khi đập có các biểu hiện thấm bất thường hoặc nguy cơ mất an toàn thấm, phải thực hiện công tác khảo sát tương ứng để xác định nguyên nhân, tính toán, đánh giá an toàn và đưa ra các giải pháp xử lý.

**6.2.2** Khảo sát, dò tìm khuyết tật, ẩn họa trong thân và nền đập

Sử dụng các phương pháp thăm dò đặc biệt (địa chấn, rada xuyên đất, đo điện đa cực, ...) để dò tìm khuyết tật, ẩn họa trong thân và nền đập có liên quan đến các biểu hiện bất thường.

**6.2.3** Khảo sát địa hình, địa chất

**6.2.3.1** Thành phần và khối lượng khảo sát địa hình, địa chất trong các giai đoạn của dự án phải phù hợp với các tiêu chuẩn TCVN 8477, TCVN 8478.

**6.2.3.2** Một số yêu cầu bổ sung

a) Khảo sát địa hình

- Cắt dọc đo theo tim tuyến đập với chiều dài bằng chiều dài tuyến đập hoặc từ 1,2 đến 1,5 lần chiều

dài đoạn đập cần xử lý thấm.

- Cắt ngang đo theo phương vuông góc với tuyến đập. 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  $(20 \div 50)$  m. Nên bố trí mặt cắt tại các vị trí lòng sông, sườn đồi hoặc các vị trí có hiện tượng thấm bất thường.

**b) Khảo sát địa chất**

- 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.

- Bố trí hố khoan khảo sát: 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 ly giữa các hố khoan khảo sát được quy định như Bảng 3. 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.

**Bảng 3 – 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                                                                                | $\leq 50$ m      | $(10 \div 30)$ m |
| Thiết kế bản vẽ thi công hoặc lập báo cáo kinh tế - kỹ thuật                                                  | $(10 \div 30)$ m | $(10 \div 20)$ m |
| <b>CHÚ THÍCH:</b><br>Cự li các hố khoan trên mặt cắt ngang được tính từ đập về hai phía thượng và hạ lưu đập. |                  |                  |

- Độ sâu các hố khoan vào nền đập (không kể thân đập) trên mặt cắt dọc thường từ  $(2/3 \text{ đến } 1)H_d$ , trong trường hợp đặc biệt có thể bố trí sâu hơn  $1H_d$ ; tại các vị trí khác  $(1/3 \text{ đến } 1/2)H_d$ .

- Số lượng chỉ tiêu thí nghiệm và mục đích thí nghiệm mẫu đất, đá phù hợp với quy định tại TCVN 8477 và Phụ lục B.

**6.3 Yêu cầu đánh giá an toàn thấm cho đập hiện trạng**

a) 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.

b) Nội dung và phương pháp đánh giá an toàn thấm cho đập hiện trạng thực hiện theo các quy định tại TCVN 11699.

**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) 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:

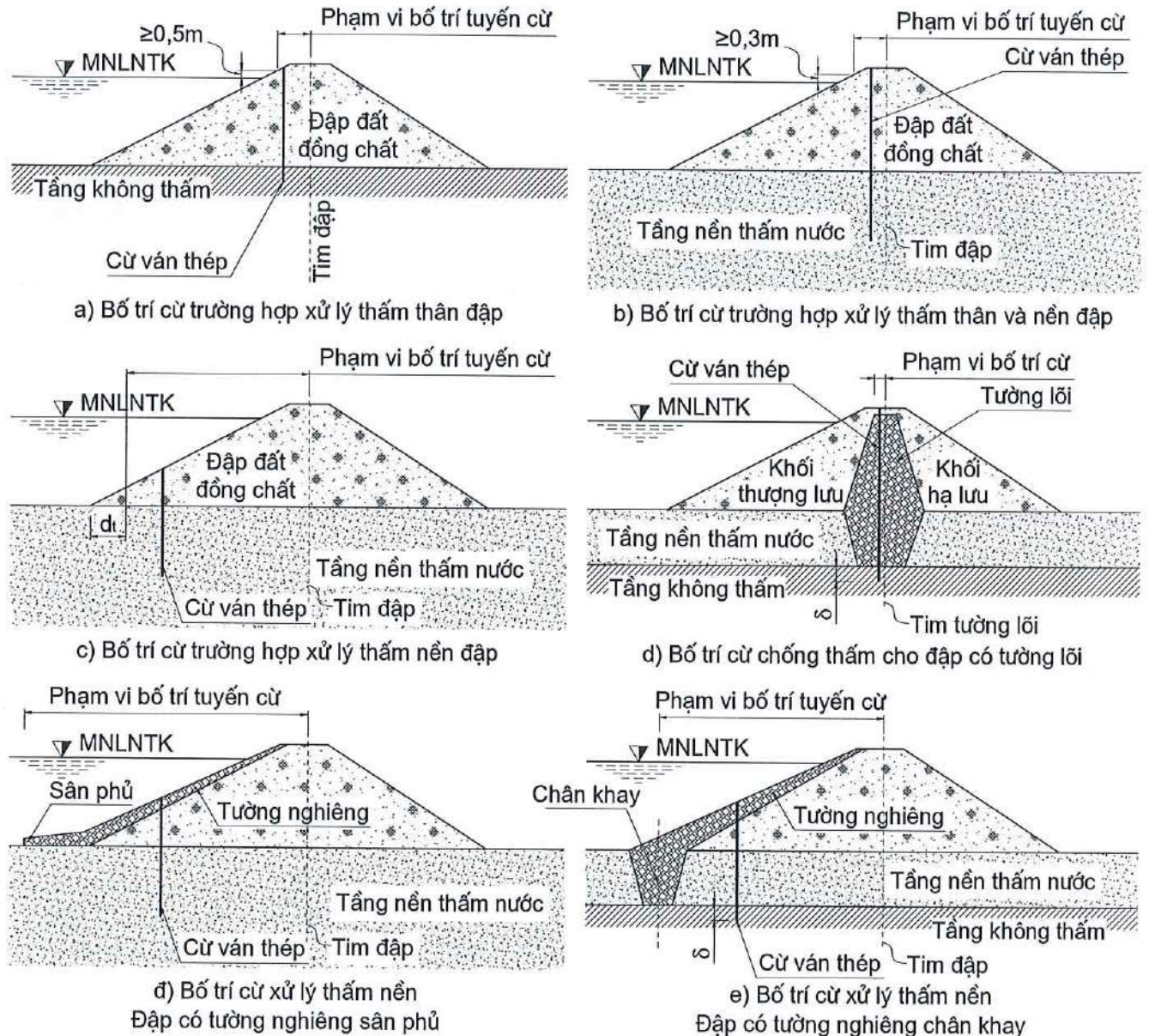
$$d_t \geq \frac{H}{[J]} \sqrt{1 + m_t^2} \quad (1)$$

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 TCVN 8216.



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

d) Đập có tường lõi chống thấm: Có thể bố trí tuyến cừ 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) 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 cừ 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 cừ 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 cừ, độ sâu hạ cừ chống thấm

### 7.2.1 Lựa chọn cao trình đỉnh tường cừ

a) Trường hợp bố trí tuyến cừ trên đỉnh 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 MNLNTK 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:

- Khi phải xử lý thấm cho thân đập hoặc cho cả thân và nền đập, cao trình đỉnh tường cừ phải cao hơn MNDBT có kể tới sóng leo và độ dềnh do gió nhưng không được thấp hơn MNLNTK cộng chiều cao an toàn. Đối với đập cấp III và IV, chiều cao an toàn là 0,5 m.

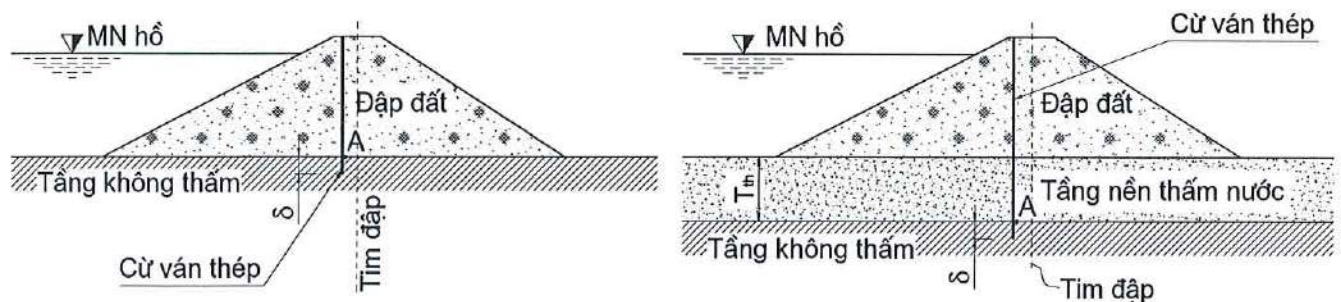
- Khi chỉ xử lý thấm cho nền đập, cao trình đỉnh cừ phụ thuộc vào điều kiện thi công và khả năng liên kết chặt chẽ với thiết bị chống thấm hiện có của đập.

### 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) Khi chiều dày tầng thấm nhỏ ( $T_{th} \leq H$ , với  $T_{th}$  là chiều dày tầng thấm nước), để tránh dòng thấm tập trung, mũi cừ phải hạ sâu vào tầng không thấm với độ sâu tối thiểu  $\delta$  (Hình 3). Giá trị  $\delta$  không nhỏ hơn 0,5 m đối với nền đá phong hóa nhẹ, lớn hơn 0,5 m đối với nền đá phong hóa mạnh và không nhỏ hơn 1,0 m đối với nền đất. Trong mọi trường hợp, phải kiểm tra độ bền thấm của nền đập dưới mũi cừ.



Hình 3 - Độ sâu hạ cừ vào tầng không thấm

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 và 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 C.

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 D.

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 D.

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:

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

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

#### 7.3.3.1 Tốc độ ăn mòn thép

Tuổi thọ thiết kế của cừ ván thép phụ thuộc vào tốc độ ăn mòn. Để đảm bảo cho công trình sử dụng bình thường trong suốt thời hạn sử dụng theo thiết kế, khi thiết kế cừ ván thép cần xét đến mức độ ăn mòn. 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, có thể tham khảo số liệu về mức độ ăn mòn thép theo tiêu chuẩn châu Âu được nêu tại Phụ lục E.

#### 7.3.3.2 Các phương pháp bảo vệ chống ăn mòn

Trong trường hợp cần chống ăn mòn cho cừ ván thép, có thể sử dụng các phương pháp bảo vệ được quy định trong TCVN 11197 và TCVN 12633.

#### 7.3.4 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 Yêu cầu và nội dung tính toán thấm

Các yêu cầu và nội dung tính toán thấm cho đập đất thực hiện theo quy định tại TCVN 8216.

### 7.4.2 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:

- 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;

- Thượng lưu là MNLNTK, hạ lưu là mực nước ứng với lưu lượng xả lũ thiết kế;
- Thượng lưu là MNLNKT, hạ lưu là mực nước ứng với lưu lượng xả lũ kiểm tra;
- 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;
- 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;
- 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.
- 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.

#### 7.4.3 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;

$\rho$  là hệ số thấm qua khớp nối giữa các ván cừ;

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

#### 7.4.4 Điều kiện ổn định thấm

##### 7.4.4.1 Đối với các khối đất đắp thân đập

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

$$J_{r-t, \max} \leq [J_k]_{cp} \quad (5)$$

trong đó:

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

$[J_k]_{cp}$  là trị số gradient cột nước cho phép ở điểm ra trong các khối đắp thân đập xác định theo 5.3.2.4.

b) Điều kiện để các khối đắp 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 đắp chống thấm;

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

$J_{th}$  là trị số gradient cột nước trung bình tới hạn ở các khối đắp chống thấm, xác định theo 5.3.2.3;

$[K]$  là hệ số an toàn cho phép, xác định theo 5.3.2.3.

#### 7.4.4.2 Đối với nền đập

##### a) Trường hợp nền đất

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

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

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

trong đó:

$J_{r-n.max}$  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 5.3.2.4;

$J_{ntb}$  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, xác định theo 5.3.2.4.

b) Trường hợp nền đá: Phải tính toán kiểm tra độ bền thấm cục bộ theo TCVN 4253.

### 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

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 trong TCVN 8216.

#### 7.5.3 Phương pháp tính toán

a) 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).

b) Khi trong nền hoặc thân đập có các vùng đất yếu, các lớp kẹp kém bền cần tiến hành tính toán theo mặt trượt bất kỳ.

c) 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, có xét tới trạng thái ứng suất của công trình và nền của nó.

#### 7.5.4 Điều kiện ổn định tổng thể mái đập

Hệ số an toàn về ổn định nhỏ nhất của mái đập  $K_{minmin}$  trong các điều kiện làm việc không được nhỏ hơn hệ số an toàn nhỏ nhất cho phép  $[K]$  quy định tại 5.3.2.3.

### 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  $\beta_B$  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  $\beta_B$  xác định theo Phụ lục G.

e) Hệ số triết giảm cường độ của cừ ván thép do chênh lệch cột nước ( $\beta_w$ ). 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 m,  $\beta_w$  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 4.

**Bảng 4 – 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  | Mực nước hồ bằng cao trình đỉnh tường cừ, thấm ổn định, trên bề mặt đập có tải trọng ngoài                                    | Cơ bản   |
| 3  | Ở thượng lưu là MNLNTK, thấm ổn định, trên bề mặt đập có tải trọng ngoài                                                      | Cơ bản   |
| 4  | Ở thượng lưu là MNLNKT, trên bề mặt đập có tải trọng ngoài                                                                    | Đặc biệt |
| 5  | Ở thượng lưu là MNDBT rút xuống đến mực 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).

**7.6.6 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) trong 7.6.6.1.

**7.6.7 Kiểm tra khả năng chịu lực của tiết diện tường cừ ván thép****7.6.7.1 Xác định mức độ ăn mòn cừ ván thép**

Mức độ ăn mòn cừ ván thép ( $\Delta t_c$ ) được xác định dựa trên môi trường đất xung quanh cừ, thời hạn sử dụng của công trình. Tham khảo Phụ lục E để xác định mức độ ăn mòn với thời hạn sử dụng của công trình ( $T_{sd}$ ) xác định theo các quy định hiện hành.

**7.6.7.2** Khi kiểm tra khả năng chịu lực cần tính toán với mặt cắt ngang của cừ ván thép khi đã xét đến ảnh hưởng ăn mòn theo thời gian.

**7.6.7.3 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:

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

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

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

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

$f_b$  là cường độ chịu uốn của thép chế tạo cừ xác định theo công thức (2) trong 7.3.2.2.

#### **7.6.7.4 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:

$$[Q]_c = A_v f_v \quad (13)$$

$f_v$  là cường độ chịu cắt của thép chế tạo cừ xác định theo công thức (3) trong 7.3.2.2;

$A_v$  là diện tích mặt cắt ngang chịu cắt của các bản bụng ván cừ trong 01 m dài tường cừ:

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

$b_c$  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:

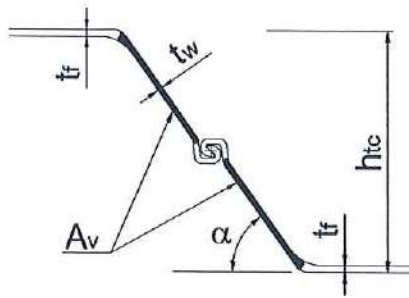
Đối với cừ hình chữ U và cừ hình chữ Z:

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

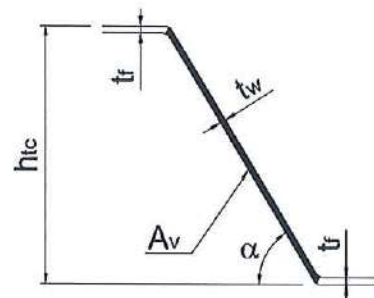
Đối với cừ hình mũ:

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

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



a) Cừ ván thép hình chữ U



b) Cừ ván thép hình chữ Z và hình mũ

**Hình 4 – Diện tích chịu cắt****7.6.7.5 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) trong 7.3.2.2;

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

**7.6.7.6 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:

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

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

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

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

#### 7.6.7.7 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 dưới tác dụng đồng thời của mô men uốn và lực dọc:

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

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.

#### 7.6.7.8 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 7.6.7.5.

- 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 dọc 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:

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

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

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

cắt, xác định theo công thức:

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

$\beta_Q$  xác định theo công thức (21).

**7.6.7.9** 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)

**Điều kiện áp dụng cừ ván thép chống thấm sử dụng phương pháp Press-in**

| TT | Thông số                                             | Điều kiện áp dụng                      |
|----|------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1  | Phân loại đập                                        | Đập vừa và nhỏ                         |
| 2  | Loại đất đắp đập và đất nền theo thiết bị Press-in:  |                                        |
| a  | Các loại máy Press-in dạng trọng tải                 | Tất cả các loại đất (trừ đất cứng)     |
| b  | Các loại máy Press-in dạng tấm panel                 | Đất dính trạng thái dẻo mềm            |
| c  | Các loại máy Press-in dạng đi trên cừ <sup>(1)</sup> | Tất cả các loại đất, đá <sup>(2)</sup> |

**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 phương pháp 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) Phương pháp Press-in tiêu chuẩn áp dụng cho các loại đất cát xốp, chặt vừa và đất dính có chỉ số SPT giới hạn ( $N_{gh}$ ) nhỏ hơn hoặc bằng ( $20 \div 25$ ). Phương pháp 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 ( $180 \div 600$ ). 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: Khi sử dụng phương pháp Press-in tiêu chuẩn, chỉ số SPT  $N_{gh} \leq 25$ ; phương pháp Press-in có biện pháp hỗ trợ bằng khoan cắt, chỉ số SPT  $N_{gh} \leq 600$ ;
- Cừ ván thép hình chữ Z: Khi sử dụng phương pháp Press-in tiêu chuẩn, chỉ số SPT  $N_{gh} \leq 20$ ; phương pháp Press-in có hỗ trợ khoan cắt, chỉ số SPT  $N_{gh} \leq 600$  đối với cừ đơn và SPT  $N_{gh} \leq 180$  đối với cừ kép;
- Cừ ván thép hình mũ: Khi sử dụng phương pháp Press-in tiêu chuẩn, chỉ số SPT  $N_{gh} \leq 25$ ; khi sử dụng phương pháp Press-in có biện pháp hỗ trợ bằng khoan cắt, chỉ số SPT  $N_{gh} \leq 180$ .

**Phụ lục B**

(Quy định)

**Các chỉ tiêu thí nghiệm trong phòng phục vụ thiết kế**

| <b>Chỉ tiêu</b>            |                                              | <b>Ký hiệu</b>                         | <b>Đơn vị</b>                      | <b>Mục đích</b>                                  |
|----------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Mẫu đất nguyên dạng</b> | Thành phần hạt                               |                                        |                                    | Phân loại đất                                    |
|                            | Độ ẩm                                        | $W$                                    | %                                  | Tính toán lún                                    |
|                            | Khối lượng thể tích                          | $\gamma$                               | $\text{g/cm}^3$                    | Tính toán áp lực đất, ổn định tổng thể, hóa lỏng |
|                            | Khối lượng riêng                             | $\rho$                                 | $\text{g/cm}^3$                    | 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                             | $\varphi$                              | độ                                 | Tính toán áp lực đất, ổn định tổng thể           |
|                            | Lực dính đơn vị                              | $C$                                    | $\text{kg/cm}^2$                   |                                                  |
|                            | Hệ số nén lún                                | $a$                                    | $\text{kPa}^{-1}$                  | Tính toán lún                                    |
| <b>Mẫu đất phá hủy</b>     | Thành phần hạt                               |                                        |                                    | Phân loại đất                                    |
|                            | Độ ẩm                                        | $W$                                    | %                                  | Tính toán lún                                    |
|                            | Khối lượng thể tích                          | $\gamma$                               | $\text{g/cm}^3$                    | Tính toán áp lực đất, ổn định tổng thể           |
|                            | Khối lượng riêng                             | $\rho$                                 | $\text{g/cm}^3$                    | Tính toán các chỉ tiêu phục vụ thiết kế          |
|                            | Góc ma sát trong                             | $\varphi$                              | độ                                 | Tính toán áp lực đất, ổn định tổng thể           |
|                            | Lực dính                                     | $C$                                    | $\text{kg/cm}^2$                   |                                                  |
|                            | Hệ số nén lún                                | $a$                                    | $\text{kPa}^{-1}$                  | Tính toán lún                                    |
| <b>Mẫu cát, sỏi nền</b>    | Thành phần hạt                               |                                        |                                    | Phân loại đất                                    |
|                            | Độ ẩm tự nhiên                               | $W$                                    | %                                  | Tính toán lún                                    |
|                            | Khối lượng riêng                             | $\rho$                                 | $\text{g/cm}^3$                    | Tính toán các chỉ tiêu phục vụ thiết kế          |
|                            | Hệ số nén lún                                | $a$                                    | $\text{kPa}^{-1}$                  | Tính toán lún                                    |
|                            | Khối lượng thể tích khô lớn nhất và nhỏ nhất | $\gamma_{c.\max}$<br>$\gamma_{c.\min}$ | $\text{g/cm}^3$<br>$\text{g/cm}^3$ | Tính toán hệ số rỗng                             |
|                            | Góc nghỉ tự nhiên                            | $\alpha$                               | độ                                 | Tính toán áp lực đất, ổn định tổng thể           |

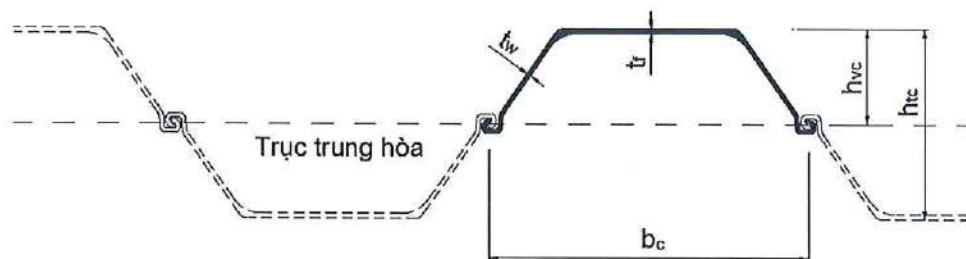
## Phụ lục C

(Tham khảo)

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

## C1. Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật cừ ván thép chữ U

a) Mặt cắt tiêu chuẩn:



Hình C.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

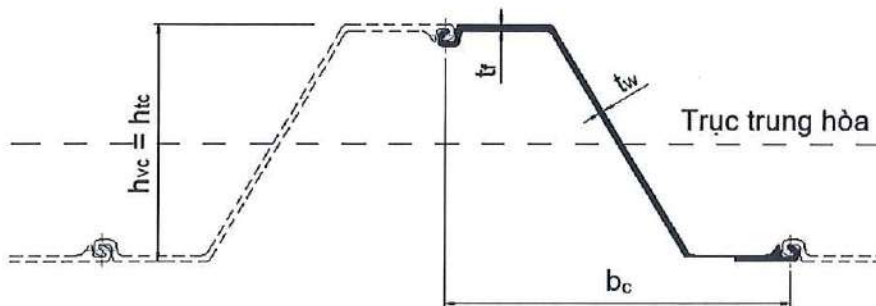
c) Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật:

Bảng C.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 <sup>2</sup> | cm <sup>4</sup> | cm <sup>3</sup> | kg/m  | cm <sup>2</sup> /m    | cm <sup>4</sup> /m | cm <sup>3</sup> /m | kg/m <sup>2</sup> | 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 <sub>L</sub>   | 500       | 200   | 24,3  | 133,8           | 7960            | 520             | 105,0 | 267,6                 | 63000              | 3150               | 210,0             | 400   |
| SP-VI <sub>L</sub>  |           | 225   | 27,6  | 153,0           | 11400           | 680             | 120,0 | 306,0                 | 86000              | 3820               | 240,0             | 450   |
| SP-II <sub>w</sub>  | 600       | 130   | 10,3  | 78,70           | 2110            | 203             | 61,8  | 131,2                 | 13000              | 1000               | 103,0             | 260   |
| SP-III <sub>w</sub> |           | 180   | 13,4  | 103,9           | 5220            | 376             | 81,6  | 173,2                 | 32400              | 1800               | 136,0             | 360   |
| SP-IV <sub>w</sub>  |           | 210   | 18,0  | 135,3           | 8630            | 539             | 106,0 | 225,5                 | 56700              | 2700               | 177,0             | 420   |

## C2. Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật cừ ván thép chữ Z

a) Mặt cắt tiêu chuẩn:



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

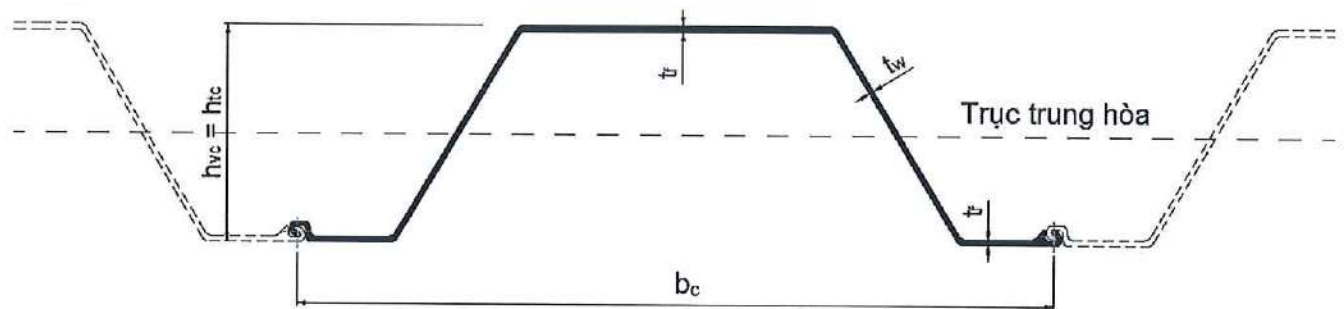
| Loại cừ  | Cho 01 cừ |       |       |                 |                 |                 |       | Cho 01 m dài tường cừ |                    |                    |                   |       |
|----------|-----------|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-----------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|
|          | $b_c$     | $h_c$ | $t_f$ | $A_c$           | $I_c$           | $W_c$           | $g_c$ | $A_t$                 | $I_t$              | $W_t$              | $g_t$             | $h_t$ |
|          | mm        | mm    | mm    | cm <sup>2</sup> | cm <sup>4</sup> | cm <sup>3</sup> | kg/m  | cm <sup>2</sup> /m    | cm <sup>4</sup> /m | cm <sup>3</sup> /m | kg/m <sup>2</sup> | 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 C.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 <sup>2</sup> | cm <sup>4</sup> | cm <sup>3</sup> | kg/m  | cm <sup>2</sup> /m    | cm <sup>4</sup> /m | cm <sup>3</sup> /m | kg/m <sup>2</sup> | 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   |

**C3. Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật cừ ván thép hình mũ**

a) Mặt cắt tiêu chuẩn:

**Hình C.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 C.3 – Thông số và chỉ tiêu kỹ thuật cừ ván thép hình mũ**

| Loại cừ | Cho 01 cừ |       |       |                 |                 |                 |       | Cho 01 m dài tường cừ |                    |                    |                   |       |
|---------|-----------|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-----------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|
|         | $b_c$     | $h_c$ | $t_f$ | $A_c$           | $I_c$           | $W_c$           | $g_c$ | $A_t$                 | $I_{tc}$           | $W_t$              | $g_t$             | $h_t$ |
|         | mm        | mm    | mm    | cm <sup>2</sup> | cm <sup>4</sup> | cm <sup>3</sup> | kg/m  | cm <sup>2</sup> /m    | cm <sup>4</sup> /m | cm <sup>3</sup> /m | kg/m <sup>2</sup> | 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 D**

(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 <sup>(1)</sup> | 240                 | 340              | Cừ ván thép cán nóng hàn được |
| SSP 295 <sup>(2)</sup>  | 295                 | 490              | Cừ ván thép cán nóng          |
| SSPW 295 <sup>(1)</sup> | 295                 | 490              | Cừ ván thép cán nóng hàn được |
| SSP 390 <sup>(2)</sup>  | 390                 | 540              | Cừ ván thép cán nóng          |
| SSPW 390 <sup>(1)</sup> | 390                 | 540              | Cừ ván thép cán nóng hàn được |
| S 270GP <sup>(1)</sup>  | 270                 | 410              | Cừ ván thép cán nóng hàn được |
| S 320GP <sup>(1)</sup>  | 320                 | 440              | Cừ ván thép cán nóng hàn được |
| S 355GP <sup>(1)</sup>  | 355                 | 480              | Cừ ván thép cán nóng hàn được |
| S 390GP <sup>(1)</sup>  | 390                 | 490              | Cừ ván thép cán nóng hàn được |
| S 430GP <sup>(1)</sup>  | 430                 | 510              | Cừ ván thép cán nóng hàn được |

CHÚ THÍCH:

<sup>(1)</sup> Theo TCVN 9686 Cọc ván thép cán nóng hàn được;<sup>(2)</sup> Theo TCVN 9685 Cọc ván thép cán nóng.**Phụ lục E**

(Tham khảo)

**Mức độ ăn mòn cừ ván thép  $\Delta t_c$  (mm) trong môi trường đất có hoặc không có nước ngầm**

| Môi trường đất | Thời hạn sử dụng của công trình (năm) |      |      |      |      |
|----------------|---------------------------------------|------|------|------|------|
|                | 5                                     | 25   | 50   | 75   | 100  |
| Đất tự nhiên   | 0,00                                  | 0,30 | 0,60 | 0,90 | 1,20 |
| Đất đầm chặt   | 0,00                                  | 0,15 | 0,30 | 0,45 | 0,60 |

**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 <sup>(1)</sup>                    | 150 kPa <sup>(2)</sup> |
| 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 $\Delta h = 10$ m; |                                           |                        |
| (2) Áp lực cột nước thấm 150 kPa tương đương $\Delta h = 15$ m. |                                           |                        |

**Phụ lục G**

(Tham khảo)

**Các hệ số triệt giảm mô đun chống uốn ( $\beta_B$ ) 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 <sup>(1)</sup> | Không thuận lợi <sup>(2)</sup> | Thuận lợi <sup>(3)</sup> |
| 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:                                                                                                              |                                    |                                |                          |
| (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 <sup>(1)</sup> và <sup>(2)</sup> .               |                                    |                                |                          |

**Phụ lục H**

(Tham khảo)

**Hệ số triết giảm cường độ ( $\beta_w$ ) của cừ ván thép do ảnh hưởng của chênh lệch cột nước**

| $\Delta h$ (m) | Hệ số $\beta_w$                         |                                         |                                         |                                         |
|----------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
|                | $\frac{b_c}{t_{\min}} \varepsilon = 20$ | $\frac{b_c}{t_{\min}} \varepsilon = 30$ | $\frac{b_c}{t_{\min}} \varepsilon = 40$ | $\frac{b_c}{t_{\min}} \varepsilon = 50$ |
| 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:** $b_c$  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; $\Delta h$  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  $n_f$**

| <b>Loại tải trọng và tác động</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Hệ số lệch tải (<math>n_f</math>)</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 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 kê 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                                     |
| <b>CHÚ THÍCH:</b><br>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;<br>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. |                                          |

### Thư mục tài liệu tham khảo

1. Nghị định 114/2018/NĐ-CP ngày 16/11/2018 của Chính phủ về quản lý an toàn đập, hồ chứa nước.
2. QCVN 04 – 05:2022/BNNPTNT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về thủy lợi và phòng chống thiên tai. Phần 1: Công trình thủy lợi – Các quy định chủ yếu về thiết kế;
3. TCVN 2737:2023 Tải trọng và tác động;
4. TCVN 4253:2012 Công trình thủy lợi - Nền các công trình thủy công - Yêu cầu thiết kế;
5. TCVN 5574:2018 Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép;
6. TCVN 5575:2024 Thiết kế kết cấu thép;
7. TCVN 8215:2021 Công trình thủy lợi – Thiết bị quan trắc;
8. TCVN 8216:2018 Công trình thủy lợi – Thiết kế đập đất đầm nén;
9. TCVN 8217:2009 Đất xây dựng công trình thủy lợi - Phân loại;
10. TCVN 8477:2018 Công trình thủy lợi - Thành phần, khối lượng khảo sát địa chất trong các giai đoạn lập dự án và thiết kế;
11. TCVN 8478:2018 Công trình thủy lợi - Thành phần, khối lượng khảo sát địa hình trong các giai đoạn lập dự án và thiết kế;
12. TCVN 8732:2012 Đất xây dựng công trình thủy lợi - Thuật ngữ và định nghĩa.
13. TCVN 9143:2022 Công trình thủy lợi - Tính toán thấm dưới đáy và vai công trình trên nền không phải là đá;
14. TCVN 9685:2013 Cọc ván thép cán nóng;
15. TCVN 9686:2013 Cọc ván thép cán nóng hàn được;
16. TCVN 9860:2013 Kết cấu cọc ván thép trong công trình giao thông - Yêu cầu thiết kế;
17. TCVN 11197:2015 Cọc thép - Phương pháp chống ăn mòn - Yêu cầu và nguyên tắc lựa chọn;
18. TCVN 11699:2023 Công trình thủy lợi – Đánh giá an toàn đập, hồ chứa nước;
19. TCVN 11820-6:2023 Công trình cảng biển – Yêu cầu thiết kế. Phần 1: Đề chấn sóng;
- 20.
21. TCVN 12633:2020 Công trình thủy lợi - Cừ chống thấm - Yêu cầu thiết kế;
22. TCVN 13692:2023 Công trình thủy lợi - Tường hào bentonite chống thấm – Yêu cầu thiết kế;
23. Hướng dẫn các giải pháp xử lý thấm đập đất ban hành kèm theo Quyết định số 4229/QĐ-BNN-TCTL ngày 19/10/2017 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn;
24. EN 1993-5, Eurocode 3: Design of steel structures. Part 5: Piling;
25. EN 1997-1, Eurocode 7 - Geotechnical design, Part 1: General rules;
26. EM 1110-2-2504, Design of sheet pile walls, Department of the Army.
27. International Press-in Association, Sổ tay: Các kết cấu tường chắn Press-in, Ấn bản lần 2 năm 2021, ISBN 978-4-909722-56-0, 2021.
28. Nippon Steel Corporation, "Steel Sheet Piles," 2019. [Online]. Available: [https://www.nipponsteel.com/product/catalog\\_download/pdf/K007vi.pdf](https://www.nipponsteel.com/product/catalog_download/pdf/K007vi.pdf)
29. Arcelor Mittal Commercial RPS, Piling Handbook, 9th edition (2016), revision 2022