

**TCVN 8215:2019**

Dự thảo lần 1

**CÔNG TRÌNH THỦY LỢI - THIẾT BỊ QUAN TRẮC**

*Hydraulic structures - Monitoring equipment*

**HÀ NỘI - 2019**



## MỤC LỤC

Trang

Lời nói đầu .....	2
1 Phạm vi áp dụng .....	3
2 Tài liệu viện dẫn .....	3
3 Thuật ngữ và định nghĩa .....	3
4 Quy định chung.....	4
5 Nội dung, phương pháp và thiết bị quan trắc. ....	6
6 Thiết kế và lắp đặt thiết bị quan trắc. ....	9
7 Thành phần, nội dung hồ sơ thiết kế quan trắc. ....	30
8 Yêu cầu về thiết bị, thi công lắp đặt và nghiệm thu.....	31
9 Phương pháp bảo vệ, bảo trì và thay thế thiết bị.....	34
10 Thiết bị tại nhà quản lý và trung tâm điều hành.....	35
11 Sử dụng kết quả quan trắc.....	35
Phụ lục A (Tham khảo): Danh mục và ký hiệu các thiết bị quan trắc thông dụng	37
Phụ lục B (Tham khảo): Thiết kế lắp đặt một số thiết bị quan trắc	41
Phụ lục C (Tham khảo): Biểu ghi chép kết quả quan trắc (mức nước / đường bảo hòa / áp lực thấm v.v...)	49

**Lời nói đầu**

TCVN 8215:2019 thay thế TCVN 8215:2009.

TCVN 8215:2019 do Tổng Công ty Tư vấn Xây dựng Thủy lợi Việt Nam biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

# Công trình thủy lợi - Thiết bị quan trắc

## *Hydraulic structures - Monitoring equipment*

### 1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này áp dụng trong thiết kế, thi công và nghiệm thu thiết bị quan trắc của cụm đầu mối công trình thủy lợi (trong thân công trình) bao gồm: Đập, cống và trạm bơm.

1.2 Quan trắc rung động của công trình do động đất, do thiết bị thi công hoặc do hoạt tải, không quy định trong tiêu chuẩn này.

1.3 Tiêu chuẩn này khuyến khích áp dụng cho các công trình lớn trên hệ thống đường dẫn.

### 2 Tài liệu viện dẫn

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

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

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;

TCVN 9360:2012 Công tác thủy văn trong hệ thống thủy lợi;

TCVN 11699:2016 Công trình thủy lợi - Đánh giá an toàn đập.

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

#### 3.1

#### **Đơn nguyên đo (Measure unit)**

Là một đoạn công trình mà trên đó bố trí các thiết bị đo.

#### 3.2

#### **Tiết diện đo (Measure section)**

Là mặt cắt ngang hay mặt cắt đứng để thể hiện vị trí, loại thiết bị đo.

#### 3.3

#### **Tuyến đo (Measure line)**

Là đường thẳng theo phương ngang hay dọc tim công trình.

**3.4**

**Điểm đo (Measure point)**

Là vị trí đặt từng thiết bị đo.

**4 Quy định chung**

**4.1 Thiết kế hệ thống thiết bị quan trắc nhằm mục đích sau:**

- 1) Kiểm nghiệm tính phù hợp của hồ sơ thiết kế để kịp thời điều chỉnh trong quá trình thi công (nếu cần thiết) và phục vụ quản lý chất lượng thi công;
- 2) Kiểm nghiệm tính chính xác của thiết kế, tính thích nghi kỹ thuật mới, luận chứng vận hành an toàn liên tục của công trình, dự báo tính năng vận hành công trình trong tương lai và dự báo nhu cầu xử lý duy tu sửa chữa, nâng cấp công trình;
- 3) Kiểm nghiệm chất lượng công trình, làm căn cứ pháp lý và cơ sở kỹ thuật làm rõ trách nhiệm khi công trình có sự cố;
- 4) Phục vụ nghiên cứu khoa học và không ngừng nâng cao trình độ công nghệ xây dựng công trình thủy lợi.

**4.2** Thành phần, nội dung và khối lượng công tác quan trắc được quy định theo cấp, loại và hình thức công trình.

**4.3** Khi bố trí thiết bị quan trắc phục vụ cho công tác nghiên cứu để làm rõ thêm hoặc chính xác hoá các vấn đề lý thuyết tính toán thì phải có chế độ quan trắc đặc biệt.

**4.4** Quan trắc công trình thủy lợi phải được tiến hành từ khi mở móng xây dựng, trong suốt quá trình thi công và khai thác vận hành công trình. Công tác tổ chức quan trắc ở giai đoạn xây dựng do ban quản lý dự án chủ trì tổ chức thực hiện, thời kỳ vận hành khai thác do bộ phận quản lý khai thác công trình thực hiện.

**4.5** Quy định về công tác lưu trữ, quản lý và sử dụng tài liệu quan trắc:

- 1) Các kết quả quan trắc cần được phân tích, tính toán, tổng hợp để sử dụng và gửi cho các cơ quan quản lý, thiết kế công trình và nghiên cứu khoa học khi có yêu cầu;
- 2) Công tác lưu trữ, quản lý và sử dụng tài liệu quan trắc là nhiệm vụ của các cơ quan xây dựng, tổ chức quản lý khai thác công trình và thực hiện theo các quy định về quản lý hồ sơ công trình;
- 3) Các cơ quan, tổ chức, cá nhân được sử dụng các tài liệu quan trắc để phục vụ yêu cầu công tác, nghiên cứu khoa học và các nhu cầu chính đáng của mình theo quy định của pháp luật.

**4.6** Trong hồ sơ thiết kế bố trí thiết bị đo cần có quy trình lắp đặt, quy trình quan trắc cùng các biểu mẫu thống nhất để tiện ghi chép số liệu quan trắc.

**4.7** Cơ sở để thiết kế quan trắc bao gồm:

- 1) Quyết định phê duyệt dự án, quyết định phê duyệt và hợp đồng với nhà thầu tư vấn thiết kế công trình cùng các văn bản pháp lý có liên quan đến công tác thiết kế quan trắc;

- 2) Các quy chuẩn, tiêu chuẩn liên quan đến công tác thiết kế và thi công quan trắc;
- 3) Hồ sơ khảo sát, thiết kế công trình.

**4.8** Khi thiết kế hệ thống quan trắc cần xem xét báo cáo đánh giá hiện trạng công trình để quyết định phương án thiết kế phù hợp.

**4.9** Tùy thuộc vào tình hình cụ thể của từng công trình, nhà thầu tư vấn thiết kế lựa chọn và đề xuất các hình thức quan trắc (thủ công hoặc tự động) được nêu ra trong tiêu chuẩn này thông qua việc phân tích so sánh về kinh tế - kỹ thuật và yêu cầu về công tác quản lý vận hành.

**4.10** Bố trí thiết bị đo phục vụ cho quan trắc đặc biệt (nếu cần thiết) cũng như quan trắc tạm thời trong thời gian thi công nên bố trí tập trung vào một khối, một đơn nguyên đại diện quan trọng nhất mà dựa vào đó có thể đánh giá được sự làm việc của toàn bộ công trình.

**4.11** Thiết kế quan trắc trong các giai đoạn thiết kế phải đáp ứng được các yêu cầu sau đây:

4.11.1 Giai đoạn lập báo cáo đề xuất chủ trương đầu tư (BCĐXCTĐT) và lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi (BCNTCKT):

- 1) Sự cần thiết phải bố trí thiết bị quan trắc;
- 2) Đề xuất nguyên tắc, nội dung và đối tượng cần quan trắc;
- 3) Sơ bộ về khối lượng thiết bị và vốn đầu tư.

4.11.2 Giai đoạn lập báo cáo nghiên cứu khả thi (BCNCKT):

- 1) Sự cần thiết phải bố trí thiết bị quan trắc;
- 2) Đề xuất nguyên tắc, nội dung và đối tượng cần quan trắc;
- 3) Xác định khối lượng thiết bị và vốn đầu tư;
- 4) Kiến nghị (nếu cần thiết) về chế độ quan trắc đặc biệt. Đề cương nhiệm vụ quan trắc đặt biệt phải làm rõ được các nội dung: Sự cần thiết, nội dung cần quan trắc, thiết bị, vốn đầu tư và thời gian thực hiện (bắt đầu, kết thúc).

4.11.3 Giai đoạn lập thiết kế kỹ thuật (TKKT) (với công trình thiết kế 3 bước):

- 1) Bố trí các tuyến quan trắc trên mặt bằng và các mặt cắt công trình;
- 2) Bố trí thiết bị đo trong mỗi tuyến, mỗi mặt cắt;
- 3) Sơ đồ bố trí hệ thống dây dẫn từ thiết bị đo đến thiết bị thu;
- 4) Bảng thống kê danh mục thiết bị đo và thiết bị thu;
- 5) Dự toán chi tiết xây dựng và lắp đặt thiết bị quan trắc trong dự toán công trình.

4.11.4 Giai đoạn lập báo cáo kinh tế - kỹ thuật (BCKTKT) và thiết kế bản vẽ thi công (TKBVTC):

- 1) Thiết kế lắp đặt cho mỗi loại thiết bị đo;
- 2) Thiết kế chi tiết từng tuyến dẫn từ mốc thiết bị đo đến thiết bị thu;
- 3) Thiết kế chi tiết, kết cấu của các thiết bị đo (nếu chưa có thiết kế mẫu);

## TCVN 8215:2019

4) Thiết kế lắp đặt thiết bị đo, thu; thống kê danh mục về số lượng, loại, vị trí đặt thiết bị đo, thiết bị thu, trong từng mặt cắt và toàn bộ công trình;

5) Dự toán chi tiết từng nội dung, đối tượng quan trắc.

### 5 Nội dung, phương pháp và thiết bị quan trắc

#### 5.1 Nội dung quan trắc

5.1.1 Bố trí thiết bị quan trắc đối với đập đất, đất đá hỗn hợp và đá đổ thực hiện theo quy định tại Bảng 1.

**Bảng 1 - Nội dung quan trắc đối với đập đất, đất đá hỗn hợp và đá đổ**

TT	Nội dung quan trắc	Cấp công trình				
		Đặc biệt	I	II	III	IV
1	Quan trắc thấm					
1.1	Quan trắc mực nước thượng và hạ lưu	+	+	+	+	+
1.2	Quan trắc đường bão hòa trong thân và áp lực thấm nền công trình	+	+	+	+	+
1.3	Quan trắc thấm vòng qua vai công trình	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
1.4	Quan trắc lưu lượng thấm hạ lưu	+	+	+	+	+
1.5	Quan trắc áp lực kẽ rỗng	+	+			
2	Quan trắc chuyển vị					
2.1	Quan trắc lún (chuyển vị đứng)	+	+	+	+	+
2.2	Quan trắc chuyển vị ngang, nghiêng, lệch	+	+	+	+	+
3	Quan trắc biến dạng, áp lực đất, đá lên kết cấu bê tông, bê tông cốt thép nằm trong công trình	+	+			
4	Quan trắc ứng suất	+	+			
5	Quan trắc áp lực nước, áp lực mạch động của dòng chảy	+	+			
6	Quan trắc khí tượng thủy văn, thủy lực phạm vi công trình	+	+	+	+	+
7	Quan trắc độ mở cống, tràn	+	+	+	+	+

#### CHÚ THÍCH:

1) Cấp công trình theo quy định tại QCVN 04-05 : 2012/BNNPTNT.

2) Quan trắc thấm vòng qua vai công trình (+) chỉ thực hiện khi vai công trình đặt trên các lớp đất, đá có hệ số thấm lớn hơn  $1 \times 10^{-4}$  cm/s (theo TCVN 4253:2012).

5.1.2 Bố trí thiết bị quan trắc đối với công trình bê tông và bê tông cốt thép (bao gồm: đập, tường chắn, cống lấy nước, tràn xả lũ, đập vòm, trạm bơm) thực hiện theo quy định tại Bảng 2.



Bảng 2 - Nội dung quan trắc đối với công trình bê tông, bê tông cốt thép

TT	Nội dung quan trắc	Cấp công trình				
		Đặc biệt	I	II	III	IV
1	Quan trắc thấm					
1.1	<i>Quan trắc mực nước thượng và hạ lưu</i>	+	+	+	+	+
1.2	<i>Quan trắc áp lực thấm nền</i>	+	+	+	+	
1.3	<i>Quan trắc thấm vòng qua vai công trình</i>	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
1.4	<i>Quan trắc lưu lượng thấm qua khớp nối bên trong công trình</i>	+	+	+	+	+
2	Quan trắc chuyển vị	+	+	+	+	+
2.1	<i>Quan trắc lún (chuyển vị đứng)</i>	+	+	+	+	+
2.2	<i>Quan trắc chuyển vị ngang, nghiêng, lệch</i>	+	+	+	+	+
2.3	<i>Quan trắc độ mở rộng hoặc thu hẹp của khớp (khe) nối, khe nứt</i>	+	+	+	+	+
3	Quan trắc nhiệt độ	+	+			
4	Quan trắc ứng suất	+	+			
5	Quan trắc áp lực kéo cốt thép	+	+	+	+	+
6	Quan trắc áp lực nước, áp lực mạch động của dòng chảy	+	+			
7	Quan trắc khí tượng thủy văn, thủy lực phạm vi công trình	+	+	+	+	+
8	Quan trắc độ mở cống, tràn	+	+	+	+	+

CHÚ THÍCH:

1) Cấp công trình theo quy định tại QCVN 04-05 : 2012/BNNPTNT.

2) Quan trắc thấm vòng qua vai công trình (+) chỉ thực hiện khi vai công trình đặt trên các lớp đất, đá có hệ số thấm lớn hơn  $1 \times 10^{-4}$  cm/s (theo TCVN 4253:2012).

## 5.2 Phương pháp và thiết bị quan trắc

5.2.1 Phương pháp quan trắc bao gồm hai phương pháp chính sau đây:

### 1) Quan trắc trực tiếp (đo thủ công):

Áp dụng đối với các nội dung mà mốc có thể quan trắc từ trên bề mặt công trình như: mốc quan trắc lún và chuyển vị, cột đo nước thượng hạ lưu, lưu lượng thấm, mực nước bão hòa, mực nước thấm vòng qua vai đập. Phương pháp này do con người trực tiếp thực hiện bằng trực quan thông qua các thiết bị đo đạc chuyên dụng và theo lịch quan trắc định kỳ được quy định cụ thể trong hồ sơ thiết kế.

2) Quan trắc gián tiếp (phương pháp bán tự động và tự động):

a) Phương pháp bán tự động (đo thủ công và lưu trữ số liệu tự động): Hệ thống được trang bị các thiết bị (cảm biến) đo kết nối với thiết bị thu thập số liệu được lập trình tự động để định kỳ đo và lưu số liệu vào bộ nhớ của thiết bị, kết nối thiết bị thu thập với máy tính để lấy thông tin.

b) Phương pháp tự động (đo tự động và cập nhật số liệu trực tuyến): Về cơ bản phương án này tương tự như phương pháp bán tự động, nhưng thiết bị được kết nối liên tục với máy tính tại công trình, có thể xem số liệu cập nhật liên tục, truy xuất thông tin quá khứ trên máy tính. Một mức độ phát triển cao hơn nữa là số liệu được cập nhật qua mạng internet tới máy chủ tại trung tâm thông tin để có thể truy xuất mọi lúc, mọi nơi.

c) Quan trắc gián tiếp có thể áp dụng cho tất cả các nội dung quan trắc. Phương pháp này không do con người trực tiếp thực hiện mà do các thiết bị đo tự động; truyền số liệu về trung tâm thu thập, phân tích, xử lý; thời gian quan trắc được cài đặt đảm bảo cập nhật liên tục theo yêu cầu thiết kế.

5.2.2 Thiết bị quan trắc bao gồm hai loại chính sau đây:

1) Thiết bị đo thủ công:

Là các thiết bị sử dụng trong phương pháp quan trắc trực tiếp từ trên bề mặt công trình. Các thiết bị này thông thường là: thước thép, dây đo mực nước, các thiết bị đo địa hình, các thiết bị đọc xách tay (Readout box) dùng để đo số liệu trực tiếp từ các mốc quan trắc, các đầu đo (cảm biến tự động - sensor) tại vị trí lắp đặt ngay tại hiện trường khi các thiết bị đọc, ghi tự động không hoặc chưa kịp lắp đặt (hoặc bị trục trặc). Các thiết bị đo thủ công phải đáp ứng các yêu cầu sau đây:

a) Đảm bảo đo được giá trị lớn nhất, giá trị nhỏ nhất cần đo nhưng dải đo không vượt quá 1,5 lần giá trị lớn nhất và không nhỏ hơn 1,5 lần giá trị nhỏ nhất cần đo;

b) Độ chính xác:  $\leq \pm 1\%$  F.S (F.S - Full Scale là toàn dải đo);

c) Điều kiện làm việc: Từ 0°C đến + 60°C.

2) Thiết bị đo tự động:

Là các thiết bị sử dụng trong phương pháp quan trắc gián tiếp bao gồm: các cảm biến tự động, cáp truyền tín hiệu, thiết bị thu thập và xử lý số liệu chuyển về trung tâm thu thập xử lý số liệu bằng đường truyền vô tuyến (truyền không dây) hoặc cáp quang (truyền có dây). Các thiết bị đo tự động phải đáp ứng các yêu cầu sau đây:

a) Đối với các cảm biến tự động:

- Đảm bảo đo được giá trị lớn nhất cần đo nhưng dải đo không vượt quá 1,5 lần giá trị này;

- Độ chính xác:  $\leq \pm 0,1\%$  F.S (F.S - Full Scale là toàn dải đo);

- Độ phân giải: 0,025% F.S;

- Điều kiện làm việc: Từ 0°C đến + 60°C;

- Vật liệu chế tạo đảm bảo khả năng chống lại các tác động cơ - lý - hoá từ bên ngoài;
- Cao tọa độ vị trí đặt các cảm biến tự động được xác định tương ứng với giải tích 2 và thủy chuẩn hạng 4.

b) Đối với cáp truyền tín hiệu:

- Phải có kích thước, khả năng đấu nối, truyền tín hiệu phù hợp với cảm biến và các thiết bị thu thập xử lý số liệu;
- Cáp truyền tín hiệu phải không thấm nước, chống nhiễu, chống cháy. Vỏ bọc là PVC, polyetilene và chất bảo vệ đặc biệt để bảo vệ lõi cáp tránh các tác động cơ - lý - hoá từ bên ngoài.

c) Đối với các thiết bị thu thập và xử lý số liệu:

- Thiết bị thu thập và xử lý số liệu bao gồm: hộp đấu nối, bộ thu thập và xử lý số liệu tự động (Datalogger), bộ chuyển đổi tín hiệu đi xa (Short Haul Modems), bộ thu đa mạch (Multiplexer), bộ chuyển mạch (Switching box), thiết bị thu thập và truyền số liệu không dây (hoặc truyền có dây), máy tính cài đặt phần mềm thu thập xử lý số liệu và máy in; phải có các thông số kỹ thuật đáp ứng yêu cầu của thiết kế, đảm bảo đồng bộ, phù hợp với cảm biến và cáp truyền tín hiệu;
- Thiết bị phải đảm bảo kết nối, xử lý, cập nhật và cung cấp số liệu liên tục hoặc định kỳ theo yêu cầu của thiết kế;
- Thiết bị phải đảm bảo loại bỏ ảnh hưởng của sét lan truyền và hoạt động liên tục không phụ thuộc vào điện lưới tối thiểu là 72 h. Nên thiết kế nguồn cấp năng lượng (ngoài nguồn điện lưới khu vực) từ pin năng lượng mặt trời, ắc quy, pin và máy phát điện.

CHÚ THÍCH:

- 1) Thiết bị đo thủ công và thiết bị đo tự động phải được phân chia cụ thể thời gian hoạt động trong thời kỳ thi công xây dựng và thời kỳ vận hành khai thác;
- 2) Danh mục và ký hiệu các thiết bị đo tham khảo Phụ lục A.

## **6. Thiết kế và lắp đặt thiết bị quan trắc**

### **6.1 Quan trắc thấm**

#### **6.1.1 Nội dung quan trắc thấm bao gồm:**

- 1) Quan trắc mực nước thượng và hạ lưu công trình;
- 2) Quan trắc đường bão hòa trong thân và áp lực thấm nền công trình;
- 3) Quan trắc thấm vòng qua vai (mang) công trình;
- 4) Quan trắc lưu lượng thấm hạ lưu công trình;
- 5) Quan trắc lưu lượng thấm qua khớp nối bên trong công trình (đối với công trình bê tông và bê tông cốt thép);
- 6) Quan trắc áp lực kẽ rỗng (đối với công trình đất đá).

**6.1.2 Quan trắc mực nước thượng và hạ lưu công trình**

6.1.2.1 Mạng lưới quan trắc mực nước thượng lưu công trình được thiết kế như sau:

- 1) Phần công trình nằm ở lòng sông cứ cách nhau từ (100 đến dưới 150) m bố trí một tuyến quan trắc.
- 2) Phần công trình nằm trên thềm sông cứ cách nhau từ (150 đến 250) m bố trí một tuyến quan trắc.
- 3) Số lượng tuyến quan trắc phụ thuộc vào chiều dài công trình, nhưng không được ít hơn một (là tuyến tại vị trí sâu nhất). Vị trí tuyến nên bố trí trùng với các tuyến quan trắc thám khác và gần với bậc thang lên xuống mái thượng lưu để thuận tiện cho việc quan trắc và sửa chữa (xem Hình 1).

- 4) Số lượng điểm quan trắc (a, làm tròn khi tính toán) trên một tuyến xác định theo công thức (1):

$$a = [(Cao trình mực nước lớn nhất thiết kế - cao trình mực nước chết) / 2] \times 1,2 + 1 \quad (1)$$

- 5) Ngoài ra, tại các vị trí cửa vào các công trình đầu mối như: cống lấy nước, tràn xả lũ v.v... tối thiểu phải có một điểm quan trắc mực nước.

- 6) Vị trí của điểm quan trắc đầu tiên (đầu tuyến) có cao trình thấp hơn cao trình mực nước chết 1 m, vị trí điểm quan trắc cuối tuyến phải thấp hơn cao trình mực nước lớn nhất thiết kế từ (0,5 đến 1) m. Đỉnh của điểm quan trắc (cột thủy chí) trước phải ngang bằng từ 0,15 đến 0,20 lần chiều cao của cột thủy chí tiếp theo trên cùng 1 tuyến quan trắc.

6.1.2.2 Mạng lưới quan trắc mực nước hạ lưu công trình được thiết kế như sau:

- 1) Phần hạ lưu trong phạm vi công trình cứ cách nhau từ (150 đến 250) m bố trí một tuyến quan trắc. Số lượng tuyến quan trắc phụ thuộc vào chiều dài đập, nhưng không được ít hơn một (là tuyến tại vị trí sâu nhất). Vị trí tuyến quan trắc nên bố trí trùng với các tuyến quan trắc thám khác và gần với bậc thang lên xuống mái hạ lưu để thuận tiện cho việc quan trắc và sửa chữa (xem Hình 1).

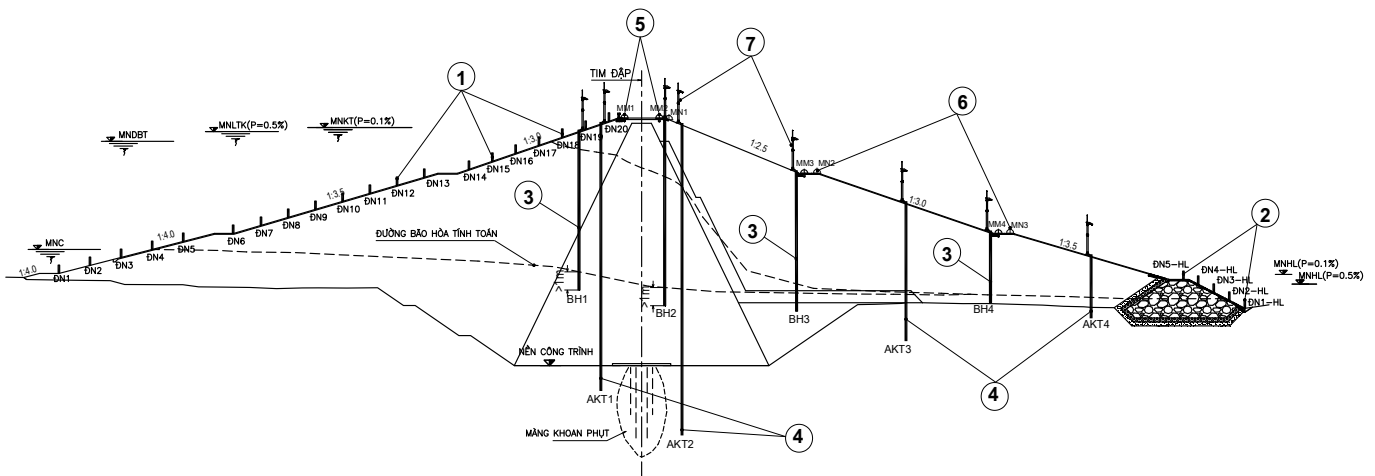
- 2) Số lượng điểm quan trắc (b, làm tròn khi tính toán) trên một tuyến xác định theo công thức (2):

$$b = [(Cao trình mực nước lớn nhất ở hạ lưu - cao trình mực nước thấp nhất ở hạ lưu) / 2] \times 1,2 + 1 \quad (2).$$

- 3) Ngoài ra, tại các vị trí cửa ra các công trình đầu mối như: cống lấy nước, tràn xả lũ, v.v... tối thiểu phải có một điểm quan trắc mực nước.

- 4) Dọc theo kênh xả sau tràn bố trí hai tuyến quan trắc mực nước dọc theo hai bên mặt trong tường cánh. Trên một tuyến, từ (30 đến 50) m có một điểm quan trắc. Trong mọi trường hợp tại mỗi vị trí như dốc nước, bể tiêu năng, kênh xả sau bể tiêu năng tối thiểu phải có một điểm quan trắc.

- 5) Vị trí của điểm quan trắc đầu tiên (đầu tuyến) có cao trình thấp hơn cao trình mực nước lớn nhất ở hạ lưu 1 m, vị trí điểm quan trắc cuối tuyến phải thấp hơn cao trình mực nước thấp nhất ở hạ lưu 1 m. Đỉnh của điểm quan trắc (cột thủy chí) trước phải ngang bằng từ 0,15 đến 0,20 lần chiều cao của cột thủy chí tiếp theo trên cùng một tuyến quan trắc.



#### CHÚ THÍCH:

- |                                                    |                                                           |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1 - Cột đo mực nước thượng lưu (ĐN)                | 2 - Cột đo mực nước hạ lưu (ĐN-HL)                        |
| 3 - Thiết bị quan trắc đường bảo hòa thân đập (BH) | 4 - Thiết bị quan trắc áp lực nước thấm lên nền đập (AKT) |
| 5 - Mốc quan trắc lún mặt (MM)                     | 6 - Mốc quan trắc chuyển vị ngang (MN)                    |
| 7 - Trạm thu thập số liệu quan trắc tự động        |                                                           |

**Hình 1 - Bố trí hệ thống quan trắc cao độ mực nước trước và sau công trình**

#### 6.1.2.3 Thiết bị quan trắc

Để quan trắc mực nước thượng, hạ lưu công trình cần tiến hành kết hợp cả hai thiết bị đo thủ công và thiết bị đo tự động, cụ thể như sau:

1) Thiết bị đo thủ công là các cột đo nước (cột thủy chí) bao gồm: thước thép dài 2 m (chia nhỏ đến cm) có vạch sơn được gắn trực tiếp cột bê tông trên mái công trình, gắn vào tường (trụ) bê tông hoặc vạch sơn trực tiếp vào kết cấu bê tông công trình tại vị trí ít bị ảnh hưởng của sóng, gió như cửa vào, cửa ra, tường cánh của các công trình đầu mối: cống lấy nước, tràn xả lũ, v.v... (xem Phụ lục B).

2) Thiết bị đo tự động là các cảm biến đo tự động được lắp đặt trong ống bảo vệ (xem Phụ lục B) có các yêu cầu kỹ thuật như quy định tại điều 5.2.2 của tiêu chuẩn này và các yêu cầu sau đây:

a) Thiết bị đo tự động phải được lắp đặt trên cùng tuyến đo với thiết bị đo thủ công: Cứ cách hai cột đo nước thì lắp đặt một cảm biến đo mực nước tự động ở giữa; trong mọi trường hợp không ít hơn ba cảm biến đo mực nước tự động lắp đặt ở cột đo nước đầu, giữa và cuối của một tuyến đo. Tại các vị trí cửa vào và cửa ra các công trình đầu mối như: cống lấy nước, tràn xả lũ, trạm bơm v.v... tối thiểu phải có một cảm biến đo mực nước tự động lắp đặt ở giữa cột đo nước;

b) Vị trí lắp đặt cảm biến phải đảm bảo có thể đo được tới mực nước chết;

c) Nên sử dụng cảm biến đo kiểu áp lực để giảm ảnh hưởng của sóng trên mặt nước tới kết quả đo và thuận tiện cho công tác bảo vệ cũng như lắp đặt tới mực nước chết;

d) Nên sử dụng thiết bị có tín hiệu ra dạng số để tăng khả năng chống nhiễu;

e) Hộp đấu nối, thiết bị thu thập số liệu cần được đặt trên bề mặt công trình cao hơn mực nước lớn nhất thiết kế tối thiểu 1,5 m.



### 6.1.3.2 Quan trắc áp lực thấm lên nền công trình

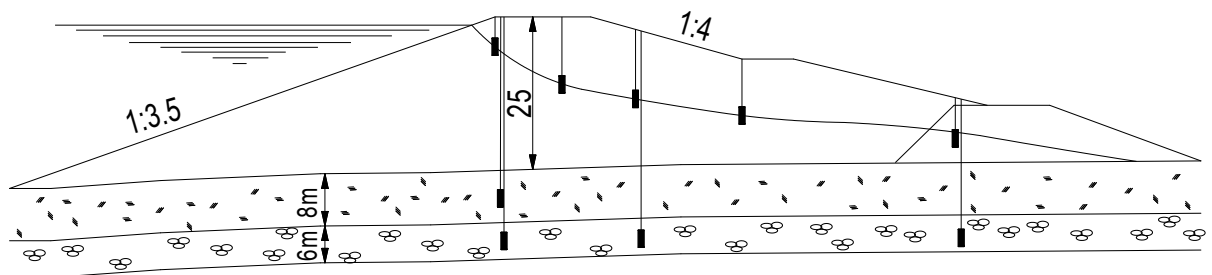
Bố trí thiết bị quan trắc áp lực thấm (áp lực kế) trên mặt cắt ngang của công trình theo các tuyến đo. Các tuyến đo áp lực thấm thường được bố trí trùng với tuyến quan trắc đường nước bão hòa trong thân đập (tuyến đo áp) nhưng phải đáp ứng các yêu cầu sau đây:

1) Các áp lực kế đặt sẵn vào điểm cần quan trắc ngay từ khi thi công. Đối với nền cát mịn phải thiết kế lớp bảo vệ hết sức cẩn thận để phòng tránh ách tắc.

2) Các tuyến quan trắc áp lực thấm được bố trí vuông góc với trục tim công trình. Số lượng tuyến được xác định bởi điều kiện địa chất nền, quy mô, kích thước công trình. Đối với công trình đất khoảng cách giữa các tuyến như quy định đối với quan trắc đường bão hòa; đối với công trình bê tông khoảng cách giữa các tuyến không được lớn hơn 40 m. Số lượng tuyến quan trắc áp lực thấm trên một công trình không nhỏ hơn ba: một tuyến ở giữa, còn lại hai bên thềm hoặc vai công trình nối tiếp với bờ.

3) Số lượng điểm quan trắc trong một tuyến khoảng từ (3 đến 5) điểm, được bố trí ở những điểm đặc trưng của đường viền thấm, bố trí ở ngay phía trước và sau thiết bị chống thấm.

4) Trường hợp ngay dưới nền công trình có các tầng chứa nước, đất đá có hệ số thấm lớn thì phải bố trí thêm các thiết bị quan trắc áp lực thấm ở các tầng chứa nước này. (xem Hình 3)



**Hình 3 - Bố trí thiết bị quan trắc áp lực thấm trong các tầng chứa nước dưới nền công trình**

5) Trường hợp công trình có nhiều đơn nguyên (nhiều đoạn) thì mỗi đơn nguyên phải bố trí một tuyến quan trắc. Trường hợp công trình có nhiều loại vật liệu khác nhau (ví dụ: công trình có đơn nguyên bằng đất, bằng bê tông, đơn nguyên bằng đá xây, v.v...) thì bắt buộc mỗi đơn nguyên phải bố trí một tuyến quan trắc.

6) Đối với đập có kết cấu chống thấm kiểu tường tâm, tường nghiêng bằng vật liệu ít thấm nước (đất, bê tông) thì phải bố trí các thiết bị quan trắc (như quy định dưới đây về quan trắc hiệu quả làm việc của màn chắn) để kiểm tra hiệu quả làm việc của tường.

7) Nền công trình xử lý thấm bằng màn chắn kiểu phun xi măng hay cừ (thép, bê tông, v.v...), phải bố trí thiết bị quan trắc để đánh giá hiệu quả làm việc của màn chắn. Tuyến quan trắc như quy định đối với quan trắc đường bão hòa thân đập, mỗi tuyến bố trí tối thiểu ba hàng:

- Hàng thứ nhất đặt trước màn chắn, độ sâu dưới mặt tiếp xúc của công trình với nền khoảng 2 m;
- Hàng thứ hai đặt sát sau màn chắn, độ sâu bằng từ (0,5 đến 0,7) lần chiều sâu của màn chắn;

## TCVN 8215:2019

- Những hàng tiếp sau bố trí nông hơn, hàng cuối cùng phải đặt sát mặt tiếp xúc giữa công trình và nền.

CHÚ THÍCH: Trường hợp đất đá dưới nền công trình có hệ số thấm nhỏ hơn yêu cầu của thiết kế và nền công trình không tiến hành xử lý chống thấm thì không cần bố trí thiết bị quan trắc áp lực thấm.

### 6.1.3.3 Thiết bị quan trắc

Để quan trắc mực nước bão hòa và áp lực thấm lên nền công trình cần tiến hành kết hợp cả hai thiết bị đo thủ công và thiết bị đo tự động, cụ thể như sau:

1) Thiết bị đo thủ công là cuộn dây đo nước chạy bằng pin (Water Level Meter) có chiều dài từ (1,2 đến 1,5) lần chiều sâu cần đo.

2) Thiết bị đo tự động là các cảm biến đo áp lực được lắp đặt trong ống bảo vệ, cáp truyền tín hiệu, thiết bị thu thập số liệu, v.v... (xem Phụ lục B) có các yêu cầu kỹ thuật như quy định tại điều 5.2.2 của tiêu chuẩn này và các yêu cầu sau đây:

- Vị trí lắp đặt cảm biến đảm bảo có thể đo được tới mực nước thấp nhất theo thiết kế;
- Nên sử dụng thiết bị có tín hiệu ra dạng số để tăng khả năng chống nhiễu;
- Thiết bị thu thập số liệu cần được đặt cao hơn mặt công trình tối thiểu 1,5 m;
- Việc theo dõi và quan trắc các thông số quan trắc trong quá trình thi công ngay tại hiện trường khi các thiết bị đọc, ghi tự động chưa được lắp đặt, được thực hiện bằng thiết bị đọc xách tay (Readout).

### 6.1.4 Quan trắc thấm vòng qua vai (mang) công trình

6.1.4.1 Quan trắc thấm vòng qua vai công trình chỉ thực hiện khi vai công trình đặt trên các lớp đất, đá có hệ số thấm lớn hơn  $1 \times 10^{-4}$  cm/s (yêu cầu về thiết kế nền công trình thủy công theo TCVN 4253:2012).

6.1.4.2 Tuyến quan trắc thấm vòng chỉ bố trí tại vai (mang) công trình, nằm ngoài phạm vi xử lý chống thấm và kéo dài đến hết sườn (đồi) núi hoặc dài thêm mà vai công trình tựa vào, khoảng cách giữa các tuyến không lớn hơn 40 m.

6.1.4.3 Nguyên tắc bố trí, số lượng và thiết bị đo tương tự như quan trắc mực nước bão hòa quy định tại điều 6.1.3 của tiêu chuẩn này nhưng áp dụng đối với mực nước ngầm dự kiến tại vai công trình.

### 6.1.5 Quan trắc lưu lượng thấm hạ lưu (đối với công trình đất, đá: đập đất, đất đá hỗn hợp, đá đổ)

6.1.5.1 Để xác định lưu lượng thấm hạ lưu, tại chân mái hạ lưu đặt các rãnh tập trung nước ở những điểm cần đo lưu lượng. Các điểm (vị trí) đo lưu lượng thông thường được bố trí ở nơi có cao độ thấp nhất của các rãnh tập trung nước và cách nhau không quá 250 m. Số lượng điểm đo tối thiểu là ba, trong đó một ở khu vực lòng sông còn lại là ở hai bên vai đập.

6.1.5.2 Thiết bị đo lưu lượng (xem Phụ lục B) thường sử dụng là đập tràn kiểu tam giác, kiểu thành mỏng (đo thủ công) hoặc các cảm biến đo lưu lượng nước (đo tự động) đáp ứng theo yêu cầu như quy định tại điều 5.2.2 của tiêu chuẩn này.

### 6.1.6 Quan trắc lưu lượng thấm qua khớp (khe) nối bên trong công trình (đối với công trình bê tông và bê tông cốt thép)



6.1.6.1 Để đo lưu lượng thấm qua khớp (khe) nối bên trong công trình (hoặc trong hành lang thu nước của công trình) bê tông, đập bê tông cốt thép cần đặt các máng tập trung nước và dẫn ra các thiết bị đo lưu lượng. Các điểm đo lưu lượng bố trí cách nhau từ (100 đến 200) m tại điểm đầu, điểm giữa và điểm cuối của máng tập trung nước hoặc hành lang thu nước.

6.1.6.2 Thiết bị đo lưu lượng tương tự như thiết bị đo lưu lượng thấm hạ lưu, quy định tại điều 6.1.5 của tiêu chuẩn này.

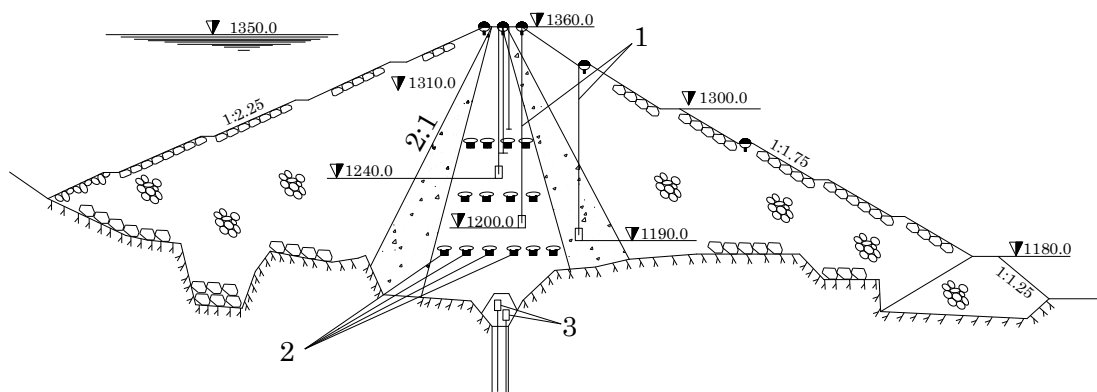
### 6.1.7 Quan trắc áp lực kẽ rỗng

6.1.7.1 Quan trắc áp lực kẽ rỗng chỉ tiến hành đối với công trình đất, đá (đập đất, đất đá hỗn hợp, đập đá đổ) từ cấp I trở lên, có thân đập, tường tâm hoặc tường nghiêng là đất sét hoặc á sét nặng. **Đối với công trình đất, đá từ cấp II trở xuống** chỉ tiến hành khi có chế độ quan trắc đặc biệt.

6.1.7.2 Tuyến quan trắc nên bố trí trùng với tuyến đo mực nước bão hoà trong thân đập. Trên một tuyến quan trắc, theo chiều cao công trình cách nhau từ (15 đến 20) m bố trí một tuyến đo trên mặt cắt ngang của đập. Số lượng thiết bị đo (các áp lực kế) trong một tuyến đo ngang phụ thuộc vào bề rộng mặt cắt đập nhưng không ít hơn 5 (xem Hình 4).

6.1.7.3 Các áp lực kế đặt sẵn vào vị trí cần đo ngay trong thời gian thi công. Việc bố trí hệ thống dây dẫn từ các áp lực kế ra vị trí đọc số liệu điểm quan trắc có thể sử dụng hành lang khoan phụ, nếu không có hành lang khoan phụ thì bố trí một buồng đặc biệt ở chân đập hạ lưu nơi không ngập nước.

6.1.7.4 Áp lực kế có cấu tạo giống như áp lực kế đo áp lực đất, nước **và phải đáp ứng theo yêu cầu như quy định tại điều 5.2.2 của tiêu chuẩn này..**



CHÚ THÍCH:

- 1 - Các ống đo áp quan trắc đường bão hòa trong thân đập.
- 2 - Áp lực kế (piezometer) quan trắc áp lực kẽ rỗng trong thân đập.
- 3 - Ống đo áp quan trắc áp lực thấm nền đập.

**Hình 4 - Bố trí thiết bị quan trắc kẽ rỗng trong thân đập**

## 6.2 Quan trắc chuyển vị

### 6.2.1 Nội dung quan trắc chuyển vị bao gồm:

- 1) Quan trắc lún (chuyển vị đứng);

## TCVN 8215:2019

- 2) Quan trắc chuyển vị ngang, nghiêng, lệch;
- 3) Quan trắc độ mở rộng hoặc thu hẹp của khớp (khe) nối, khe nứt;

### 6.2.2 Quan trắc lún (chuyển vị đứng)

#### 6.2.2.1 Quan trắc lún mặt

Để quan trắc lún mặt của công trình sử dụng phương pháp quan trắc trực tiếp (trắc đạc) thông qua hệ thống mốc mặt (xem Phụ lục B), bố trí cụ thể như sau:

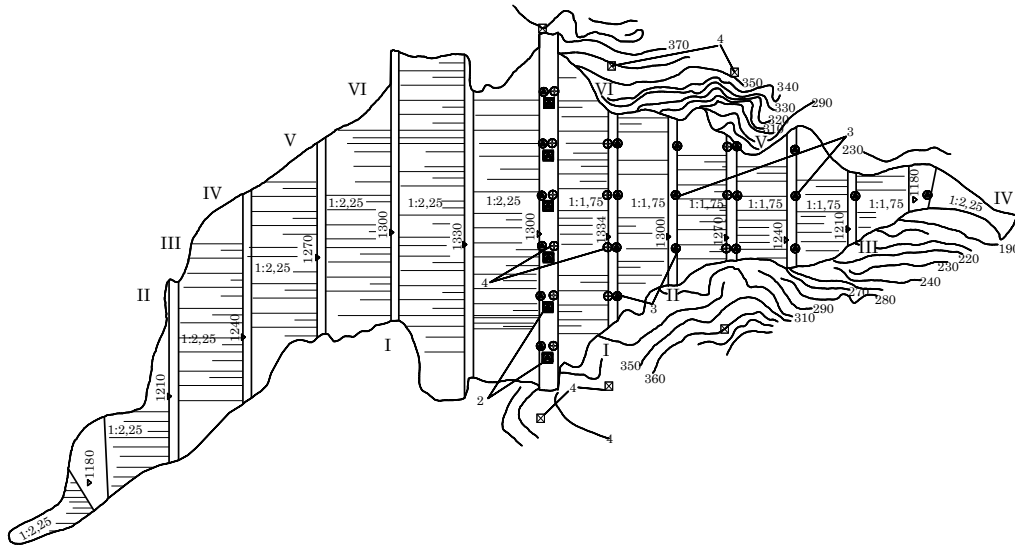
- 1) Đối với công trình đất, đá: đập đất, đập đất đá hỗn hợp, đập đá đồ (xem Hình 5)
  - a) Số lượng tuyến quan trắc quy định như sau:
    - Phần bãi (thềm sông) và vai đập (sườn đồi, núi) các tuyến quan trắc cách nhau từ (150 đến 250) m;
    - Phần lòng sông các tuyến quan trắc cách nhau từ (100 đến 150) m;
    - Trong mọi trường hợp phải có ít nhất ba tuyến quan trắc: một tuyến bố trí ở lòng sông (lòng khe) và hai tuyến có lại ở hai bên vai công trình.
  - b) Trong những trường hợp sau đây, tuyến quan trắc lún mặt phải bố trí bổ sung tại các vị trí:
    - Có chiều cao công trình biến đổi đột ngột chênh lệch trên 5 m;
    - Địa chất nền phức tạp cấp III (C) theo quy định tại TCVN 8477:2018;
    - Tuyến công trình cong có góc ngoặt vượt quá 15°;
  - c) Số lượng mốc trong mỗi tuyến quy định như sau:
    - Trên đỉnh đập, ngoài phạm vi đường giao thông cần bố trí từ (1 đến 2) mốc; nếu chiều rộng đỉnh đập ( $B_d$ ) nhỏ hơn 8 m thì chỉ cần bố trí 1 mốc, nếu  $B_d$  lớn hơn hoặc bằng 8 m thì bố trí 2 mốc;
    - Trên mái hạ lưu đập bố trí mốc trên các cơ đập, chỉ khi không có cơ mới bố trí trực tiếp lên mái đập. Vị trí các mốc phụ thuộc vào chiều cao đập, cứ chênh cao từ (8 đến 10) m bố trí 1 mốc;
    - Trên mái thượng lưu đập, hệ thống mốc chỉ đặt đối với đập cấp I trở lên, bố trí 1 mốc ở trên mực nước dâng bình thường khoảng 1 m và 1 mốc đặt cao hơn mực nước chết từ (1 m đến 2) m;
  - d) Cao tọa độ các mốc được xác định: tương ứng với giải tích 2 và thủy chuẩn hạng 4 đối với đập từ cấp II trở xuống; tương ứng với tam giác hạng 4 và thủy chuẩn hạng III đối với đập từ cấp I trở lên để đảm bảo đáp ứng được sai số theo quy định.

#### 2) Đối với công trình bê tông và bê tông cốt thép

Số lượng mốc phải đảm bảo quan trắc được độ lún công trình và bộ phận công trình, đồng thời quan trắc được chênh lệch lún giữa các bộ phận hoặc giữa các đơn nguyên của công trình và phải đảm bảo thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Các mốc được bố trí theo chiều dọc và ngang của đơn nguyên hoặc bộ phận công trình, khoảng cách giữa các mốc không quá 10 m. Trường hợp đơn nguyên hoặc bộ phận công trình có kích thước lớn hơn 10m, phải bố trí bổ sung thêm mốc;

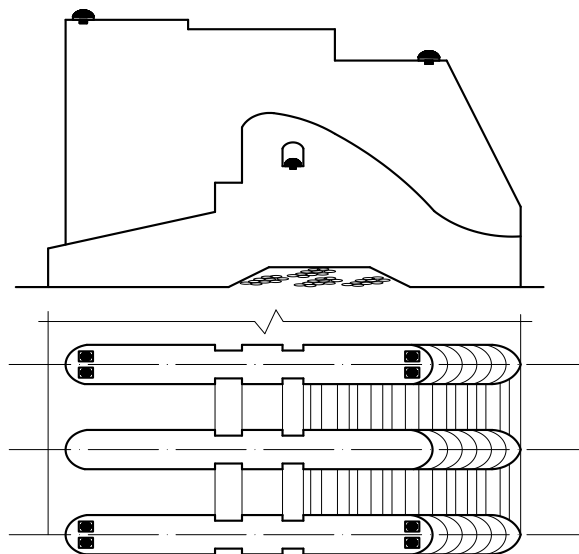
- Trong trường hợp công trình được chia thành từng đoạn bởi các khe lún thì các mốc đo của từng đoạn sẽ sử dụng làm mốc quan trắc lún (kể cả quan trắc độ nghiêng) của mỗi đoạn công trình. Nếu khe lún qua trực mố (hoặc trụ) thì các mốc quan trắc lún mặt được đặt vào bốn góc của mỗi mố trụ thượng lưu và hạ lưu đó (xem Hình 6);
- Trong mọi trường hợp tại mỗi một đơn nguyên hoặc bộ phận công trình phải bố trí tối thiểu hai mốc lún mặt ở đầu và cuối đơn nguyên hoặc bộ phận công trình;
- Cao tọa độ các mốc lún mặt được xác định tương ứng với tam giác hạng 2 và thủy chuẩn hạng 2 để đảm bảo đáp ứng được sai số theo quy định.



CHÚ THÍCH

- |                                   |                           |
|-----------------------------------|---------------------------|
| 1. Mốc quan trắc lún sâu;         | 2. Mốc quan trắc lún mặt; |
| 3. Mốc quan trắc chuyển vị ngang; | 4. Mốc cơ sở              |

Hình 5 - Bố trí các mốc quan trắc lún đối với đập đất, đá

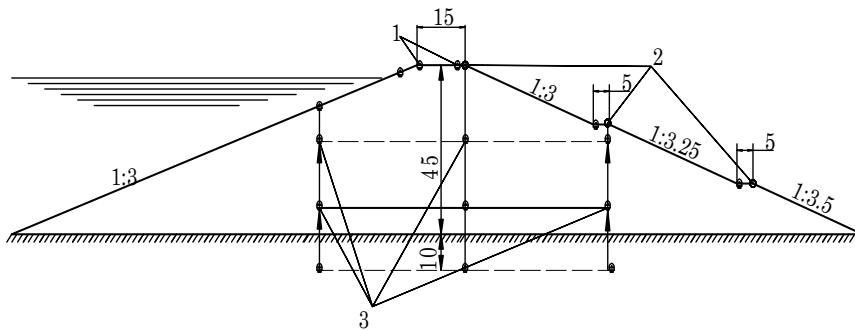


Hình 6 - Bố trí các mốc quan trắc lún đối với các công trình bê tông và bê tông cốt thép

6.2.2.2 Quan trắc lún sâu

Quan trắc lún sâu chỉ thực hiện đối với các công trình đất, đá (đập đất, đất đá hỗn hợp, đá đồ) từ cấp II trở lên. Để quan trắc lún sâu các lớp đất, đá khác nhau trong thân và nền đập sử dụng phương pháp quan trắc gián tiếp thông qua các thiết bị đo tự động như: thiết bị đo kiểu từ tính (Magnetic Extensometer), thiết bị đo lún sâu bằng khí nén (Pneumatic settlement cell) và các thiết bị có tính năng tương tự (xem Phụ lục A) và phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- 1) Tuyến quan trắc lún sâu được quy định như lún mặt và nên bố trí trùng nhau (xem Hình 7). Các mốc đo lún đặt trên cùng một cao độ trong một mặt cắt ngang của đập gọi là tuyến đo ngang;
- 2) Tuyến dưới cùng bố trí sâu hơn đáy chân khay ở vị trí thấp nhất của đập khoảng 5m, tùy theo chiều cao đập cứ chênh cao từ (8 đến 10) m thì bố trí một tuyến đo ngang (đối với đập đồng chất) và cứ mỗi loại đất bố trí một tuyến đo ngang (đối với đập không đồng chất). Số lượng mốc quan trắc trong mỗi tuyến đo ngang từ (2 đến 5) mốc;
- 3) Các thiết bị đo tự động phải đáp ứng yêu cầu theo quy định tại điều 52.2 của tiêu chuẩn này.



CHÚ THÍCH:

- 1 - Mốc quan trắc lún mặt kết hợp mốc cao độ;      2 - Mốc ngắm;      3 - Mốc quan trắc lún sâu.

Hình 7 - Bố trí mốc quan trắc lún sâu trong thân và nền đập đất, đá

6.2.3 Quan trắc chuyển vị ngang, nghiêng, lệch

Để quan trắc chuyển vị ngang, nghiêng, lệch (gọi chung là quan trắc chuyển vị ngang) của công trình sử dụng thiết bị đo để quan trắc chuyển vị ngang bao gồm: mốc ngắm, hàm dọc, quả lắc thuận, đảo, thiết bị đo bố trí nghiêng (Inclinometer), v.v... Ưu tiên sử dụng phương pháp quan trắc trực tiếp (hệ thống mốc mặt và phương pháp trắc đạc), cụ thể như sau:

- 1) Đối với công trình đất, đá: đập đất, đập đất đá hỗn hợp, đập đá đồ
  - a) Số lượng tuyến quan trắc quy định như quan trắc lún mặt và nên bố trí trùng nhau (xem Hình 5). Trong trường hợp có kết cấu bê tông, bê tông cốt thép nằm trong thân đập, tuyến quan trắc nên bố trí trùng với vị trí có kết cấu bê tông, bê tông cốt thép này;
  - b) Số lượng mốc trong mỗi tuyến được quy định như sau:
    - Nếu bề rộng đỉnh đập ( $B_d$ ) nhỏ hơn 8 m thì chỉ cần bố trí 1 mốc tại mép thượng lưu đập hoặc tại giao điểm của mực nước gia cường và mái đập thượng lưu; nếu  $B_d$  lớn hơn hoặc bằng 8 m thì bố trí 2 mốc tại mép thượng và hạ lưu đập;

- Trên mái hạ lưu đập bố trí các mốc trên các cơ, chỉ khi không có cơ mới bố trí trực tiếp lên mái đập. Theo chiều cao của đập đồng chất cứ cách nhau từ (8 đến 10) m bố trí một mốc; đối với đập không đồng chất cứ mỗi loại đất, đá đắp khác nhau bố trí 1 mốc. **Nên xem xét thiết kế mốc quan trắc chuyển vị ngang kết hợp với mốc quan trắc lún mặt để giảm số lượng mốc;**

- Trường hợp kết cấu bê tông, bê tông cốt thép nằm lộ thiên ra khỏi mặt đập thì bố trí mốc quan trắc theo quy định như đối với công trình bê tông.

c) **Cao tọa độ mốc được xác định: tương ứng với giải tích 2 và thủy chuẩn hạng 4 đối với đập từ cấp II trở xuống; tương ứng với tam giác hạng 4 và thủy chuẩn hạng 3 đối với đập từ cấp I trở lên để đảm bảo đáp ứng được sai số theo quy định.**

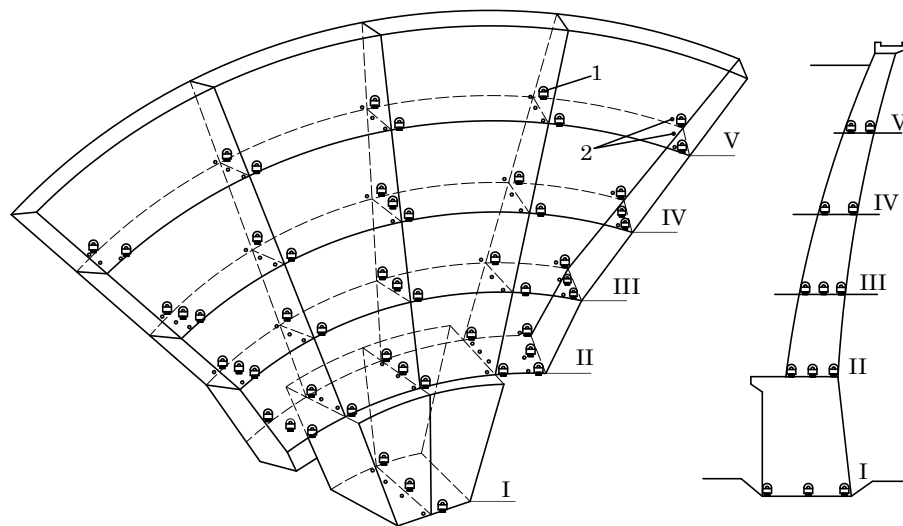
2) **Đối với công trình bê tông, bê tông cốt thép**

Số lượng mốc phải đảm bảo quan trắc được chuyển vị theo phương nằm ngang của công trình, bộ phận công trình hoặc giữa các đơn nguyên của công trình và phải đảm bảo thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Các mốc được bố trí theo chiều dọc và ngang của đơn nguyên hoặc bộ phận công trình từ mặt công trình về phía hạ lưu (phần không ngập nước), khoảng cách giữa các mốc không quá 10 m. Trường hợp đơn nguyên hoặc bộ phận công trình có kích thước lớn hơn 10m, phải bố trí bổ sung thêm mốc;

- Trong mọi trường hợp tại mỗi một đơn nguyên hoặc bộ phận công trình phải bố trí tối thiểu 4 mốc ở 4 góc của đơn nguyên hoặc bộ phận công trình (xem Hình 6);

- Đối với đập vòm, nên bố trí kết hợp quan trắc chuyển vị ngang và quan trắc độ võng của mặt cong so với trục dọc của đập. Số lượng mốc quan trắc phụ thuộc vào chiều cao đập, trung bình cứ từ (10 đến 15) m theo chiều cao bố trí một mốc. Mỗi khoang đập cần bố trí ít nhất một tuyến quan trắc (xem Hình 8);



CHÚ THÍCH:

1 - Mốc quan trắc chuyển vị đứng và độ võng; 2. Mốc quan trắc chuyển vị ngang;

I, II, III, IV, V - Tuyến quan trắc chuyển vị và độ võng

**Hình 8 - Sơ đồ bố trí mốc quan trắc chuyển vị ngang và độ võng đập vòm**

## TCVN 8215:2019

- Cao tọa độ mốc được xác định tương ứng với tam giác hạng 2 và thủy chuẩn hạng 2 để đảm bảo đáp ứng được sai số theo quy định.

### 6.2.4 Quan trắc độ mở rộng hoặc thu hẹp của khớp (khe) nối, khe nứt (đối với công trình bê tông và bê tông cốt thép; bao gồm cả kết cấu bê tông, bê tông cốt thép nằm lộ thiên ra khỏi công trình đất)

Để quan trắc độ mở rộng hoặc thu hẹp của khớp (khe) nối, khe nứt, khe lún hoặc khe hở sử dụng thiết bị đo để quan trắc bao gồm: mốc ngắm, quả lắc thuận, đảo, thiết bị đo bố trí nghiêng (Inclinometer), v.v... Sử dụng phương pháp quan trắc trực tiếp (trắc đạc) đối với mốc ngắm, quan trắc gián tiếp (đo tự động) đối với quả lắc thuận, đảo, thiết bị đo bố trí nghiêng (Inclinometer), thiết bị đo khe hở, v.v... và phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- 1) Đối với công trình từ cấp II trở xuống sử dụng hệ thống mốc trắc đạc đặt trên mặt công trình, trong trường hợp này các mốc được đặt đối xứng qua khe nối (xem Hình 6);
- 2) Đối với từ cấp I trở lên sử dụng các thiết bị đo tự động đặt vào giữa tất cả các khe nối của công trình, trường hợp công trình có nhiều khe nối thì cứ cách một khe nối thì bố trí 1 tuyến quan trắc. Tại khe nối giữa các hạng mục công trình (tiếp giáp giữa đập, tràn, cống, v.v...) phải bố trí 1 tuyến quan trắc;
- 3) Số lượng điểm đo trên 1 tuyến phụ thuộc vào chiều cao, chiều rộng và kết cấu công trình, theo chiều dọc (chiều cao) khe nối cứ cách nhau từ (10 đến 15) m bố trí một điểm đo. Trong mọi trường hợp một khe nối phải có tối thiểu 2 điểm đo tại đỉnh và chân.
- 4) Sử dụng thiết bị đo tự động phải đáp ứng yêu cầu theo quy định tại điều 5.2.2 của tiêu chuẩn này.

### 6.2.5 Mốc cơ sở phục vụ quan trắc chuyển vị

Mốc cơ sở (mốc cố định) là các mốc được đặt bên ngoài phạm vi xây dựng công trình tại các vị trí phù hợp với phương pháp trắc đạc, cho phép thông hướng và đo được tất cả các mốc quan trắc chuyển vị đứng và ngang của công trình (xem Hình 5), đồng thời thỏa mãn các yêu cầu sau:

- 1) Mốc cơ sở sử dụng mốc mặt và được đặt tại các vị trí có địa chất nền ổn định, không bị ảnh hưởng của công tác thi công cũng như vận hành công trình, mốc phải có kết cấu bền và ổn định (xem Phụ lục B);
- 2) Các mốc cơ sở nên bố trí ở cao trình cao hơn so với các mốc quan trắc chuyển vị, không bị ngập nước, không bị che khuất và cách nhau không quá 200 m;
- 3) Mốc cơ sở phải được bố trí ở hai bên vai công trình, số lượng mốc ở mỗi vai tối thiểu là 3 mốc: 1 mốc ở thượng lưu, 1 mốc ở gần tim, 1 mốc ở hạ lưu. Trường hợp hai vai công trình ở xa quá 500 m hoặc không thông hướng thì phải bố trí bổ sung thêm mốc. Các mốc nằm ở phía thượng lưu phải cao hơn mực nước lớn nhất thiết kế tối thiểu 1 m;
- 4) Cao tọa độ mốc cơ sở phải được xác định cao hơn một cấp so với các mốc quan trắc chuyển vị để đảm bảo đáp ứng được sai số theo quy định.

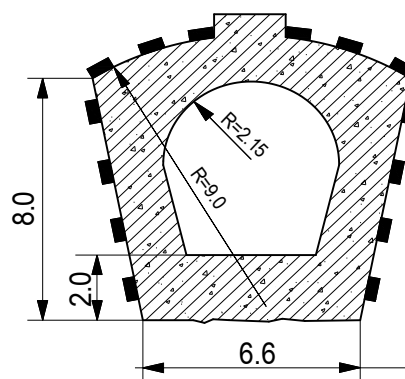
### 6.3 Quan trắc biến dạng, áp lực đất, đá lên kết cấu bê tông và bê tông cốt thép nằm trong công trình đất, đá

6.3.1 Quan trắc biến dạng, áp lực đất đá thực hiện đối với công trình từ cấp I trở, đối với công trình từ cấp II trở xuống chỉ thực hiện khi có chế độ quan trắc đặc biệt.

6.3.2 Để quan trắc biến dạng cần bố trí mạng lưới và các thiết bị như quan trắc chuyển vị theo quy định tại các điều 6.2.2 và 6.2.3 của tiêu chuẩn này. Trường hợp cống lấy nước bằng bê tông, bê tông cốt thép đặt trong thân đập thì ngoài việc quan trắc biến dạng, phải bố trí thêm thiết bị để quan trắc độ mở rộng và thu hẹp của khớp nối theo quy định tại điều 6.2.4 của tiêu chuẩn này.

6.3.3 Quan trắc áp lực đất, đá lên công trình thực hiện khi chiều cao cột đất, đá tác dụng lên công trình lớn hơn 25 m. Để thực hiện quan trắc cần bố trí áp lực kế theo các tuyến như các tuyến quan trắc lún mặt quy định tại điều 6.2.2.1 của tiêu chuẩn này. Số lượng áp lực kế bố trí trong một tuyến ít nhất là 5 để có thể xây dựng được biểu đồ đẳng áp lực tác dụng lên công trình (xem Hình 9).

6.3.4 Thiết bị quan trắc là các áp lực kế đo tự động được đặt sẵn ngay trên bề mặt bê tông trước khi đắp đất, đá và phải đáp ứng theo yêu cầu quy định tại điều 5.2.2 của tiêu chuẩn này.



Hình 9 - Sơ đồ bố trí các áp lực kế để đo áp lực đất, đá lên bề mặt kết cấu bê tông

### 6.4 Quan trắc ứng suất

#### 6.4.1 Quy định chung

6.4.1.1 Quan trắc ứng suất được thực hiện đối với công trình từ cấp I trở lên, đối với công trình từ cấp II trở xuống chỉ thực hiện khi có chế độ quan trắc đặc biệt. Nội dung quan trắc bao gồm: Quan trắc trạng thái ứng suất và ứng suất nhiệt.

6.4.1.2 Đối với công trình đất, đá thực hiện quan trắc trạng thái ứng suất trong công trình.

6.4.1.3 Đối với công trình bê tông, bê tông cốt thép thực hiện quan trắc trạng thái ứng suất và ứng suất nhiệt trong công trình; quan trắc trạng thái ứng suất nền đối với công trình đặt trên nền đất, với công trình đặt trên nền đá chỉ thực hiện khi có chế độ quan trắc đặc biệt.

#### 6.4.2 Quan trắc ứng suất trong công trình

6.4.2.1 Quan trắc trạng thái ứng suất công trình đất, đá (đập đất, đất đá hỗn hợp, đá đổ)

## TCVN 8215:2019

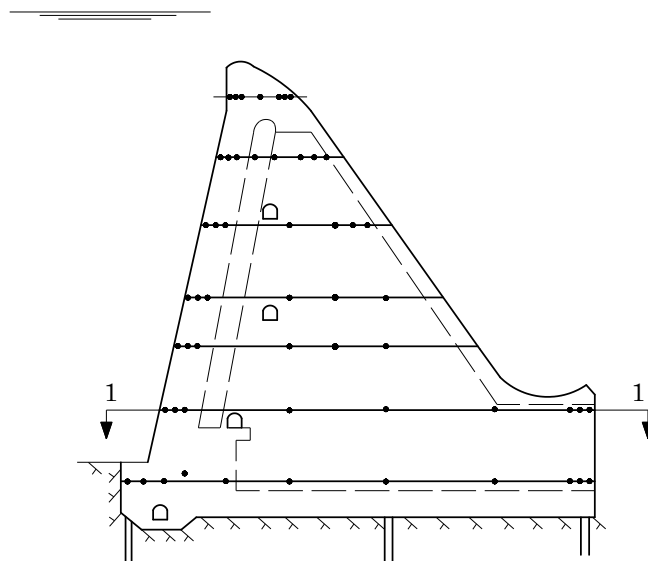
- 1) Bố trí các tuyến quan trắc ứng suất **như tuyến quan trắc lún mặt quy định tại điều 6.2.2.1**, số lượng tuyến và thiết bị đo như quan trắc áp lực kẽ rỗng quy định tại điều 6.1.7 của tiêu chuẩn này.
- 2) Thiết bị quan trắc là các áp kế (pressure cell) có cấu tạo tương tự như áp kế đo áp lực đất, đá lên công trình.

### 6.4.2.2 Quan trắc trạng thái ứng suất và ứng suất nhiệt công trình bê tông, bê tông cốt thép

1) Để quan trắc trạng thái ứng suất thường thực hiện bằng hai phương pháp: quan trắc trực tiếp; hoặc gián tiếp thông qua biến dạng, sau đó tính chuyển thành ứng suất theo lý thuyết đàn hồi và dẻo. Nguyên tắc bố trí hệ thống thiết bị quan trắc phải căn cứ vào biểu đồ ứng suất tính toán (kể cả biểu đồ ứng suất nhiệt), ưu tiên bố trí dày hơn ở mặt cắt có biểu đồ ứng suất hai đầu. Việc bố trí tuyến và số lượng thiết bị trong một tuyến như quy định tại điều 6.4.3 của tiêu chuẩn này. Thiết bị quan trắc gián tiếp qua biến dạng là thiết bị kiểu dây căng (Tenzomet, Embedded Strain gauge, v.v...); thiết bị quan trắc trực tiếp thường dùng hiện nay là: Pressure cell, Total pressure cell, v.v...;

2) Đối với đập vòm, ứng suất do tải trọng ngoài gây ra thường khá lớn vì vậy việc bố trí thiết bị để quan trắc ứng suất là rất quan trọng. Tại mỗi điểm quan trắc đều phải bố trí theo phương đứng và ngang. Số lượng tuyến quan trắc phụ thuộc vào chiều cao đập và chế độ quan trắc đặc biệt (nếu có). Theo chiều cao đập cứ khoảng 10 m bố trí một mặt cắt ngang, trên mặt cắt ngang bố trí từ (5 đến 7) điểm quan trắc, vị trí cụ thể đặt thiết bị phải dựa vào kết quả tính toán trạng thái ứng suất và biến dạng của đập.

3) Quan trắc ứng suất nhiệt của công trình bê tông toàn khối có ý nghĩa rất quan trọng. Khi bố trí các thiết bị để quan trắc cần căn cứ vào biểu đồ ứng suất nhiệt tính toán. Ở sát mép thượng lưu, mặt tiếp xúc giữa bê tông với nền đá hoặc khe nhiệt hoặc khe nối phải bố trí nhiệt kế dày hơn ở giữa khối bê tông. Nên bố trí các thiết bị để quan trắc trạng thái ứng suất và ứng suất nhiệt trong cùng một tuyến (xem Hình 10).



Hình 10 - Sơ đồ bố trí các tuyến quan trắc ứng suất đập bê tông trọng lực trên nền đá



### 6.4.3 Quan trắc ứng suất nền công trình bê tông, bê tông cốt thép trên nền đất

6.4.3.1 Số lượng tuyến quan trắc không được nhỏ hơn 3: Một tuyến ở vị trí lòng sông, hai tuyến còn lại đặt hai bên thềm. Khoảng cách giữa các tuyến quan trắc không nên lớn hơn 30 m.

6.4.3.2 Thiết bị để quan trắc là các áp lực kế đặt cách mặt dưới bản đáy bê tông từ (10 đến 15) cm. Số lượng áp lực kế trong mỗi tuyến phụ thuộc vào kích thước mặt cắt ngang công trình nhưng tối thiểu là từ 4 đến 5, hai biên bản đáy được bố trí dày hơn ở giữa. Trường hợp nền phức tạp cần phải tăng số lượng áp lực kế thích đáng đáp ứng yêu cầu quan trắc.

### 6.4.4 Phương pháp và bố trí thiết bị quan trắc

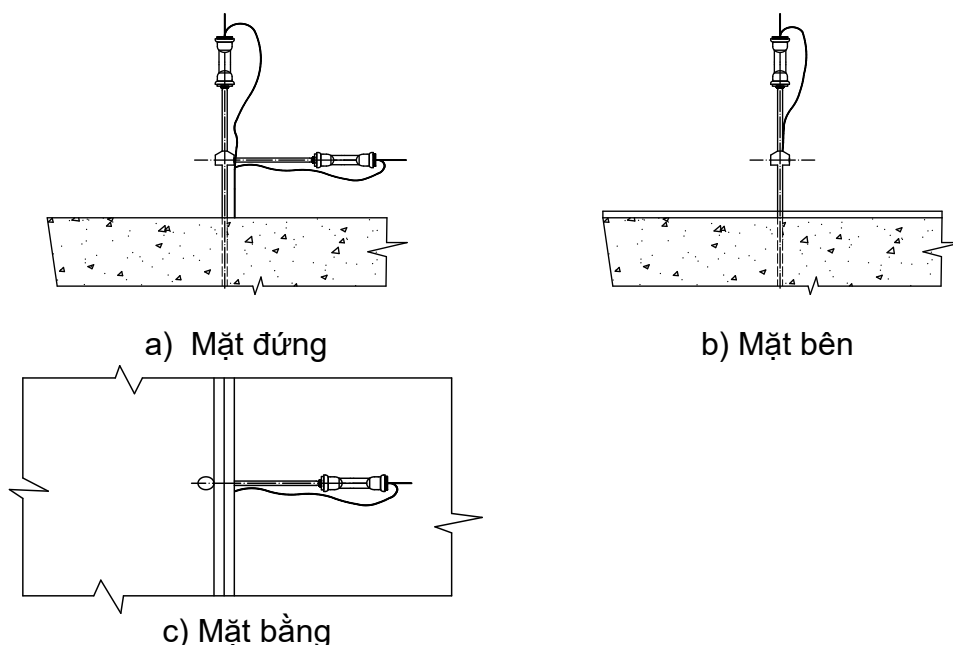
#### 6.4.4.1 Quan trắc trạng thái ứng suất trong công trình

1) Để quan trắc có thể áp dụng một trong hai phương pháp: Quan trắc trực tiếp trị số ứng suất hoặc quan trắc trị số biến dạng sau đó tính toán bằng lý thuyết đàn hồi hoặc dẻo;

2) Thiết bị quan trắc phải được đặt sẵn vào trong khối bê tông ngay từ khi thi công và phải đáp ứng theo yêu cầu quy định tại điều 5.2.2 của tiêu chuẩn này. Khi sử dụng thiết bị quan trắc tự động (đo từ xa) cần chú ý kết hợp với hệ thống thiết bị quan trắc ứng suất nhiệt để tiết kiệm dây dẫn ra từ điểm quan trắc;

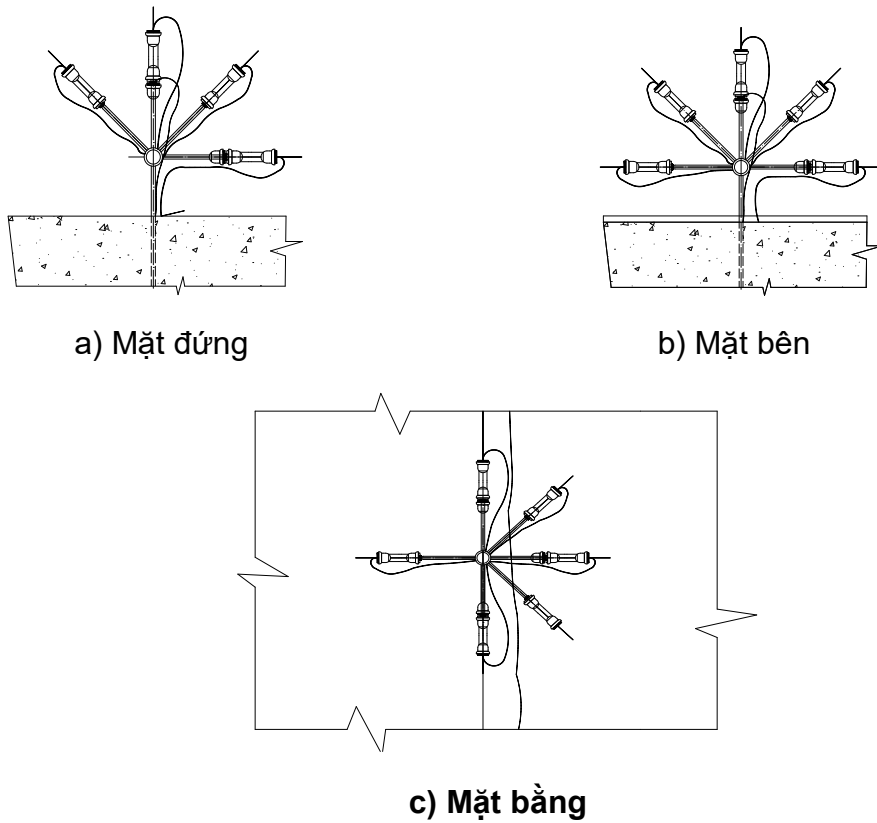
3) Số lượng thiết bị quan trắc phụ thuộc vào quy mô, hình dạng công trình và tính phức tạp của nền, cụ thể như sau:

- Để quan trắc ứng suất tại một điểm theo bài toán một hoặc hai chiều của môi trường đẳng hướng và liên tục thì tại một điểm quan trắc chỉ cần bố trí từ một đến hai thiết bị đo là đủ (xem Hình 11).



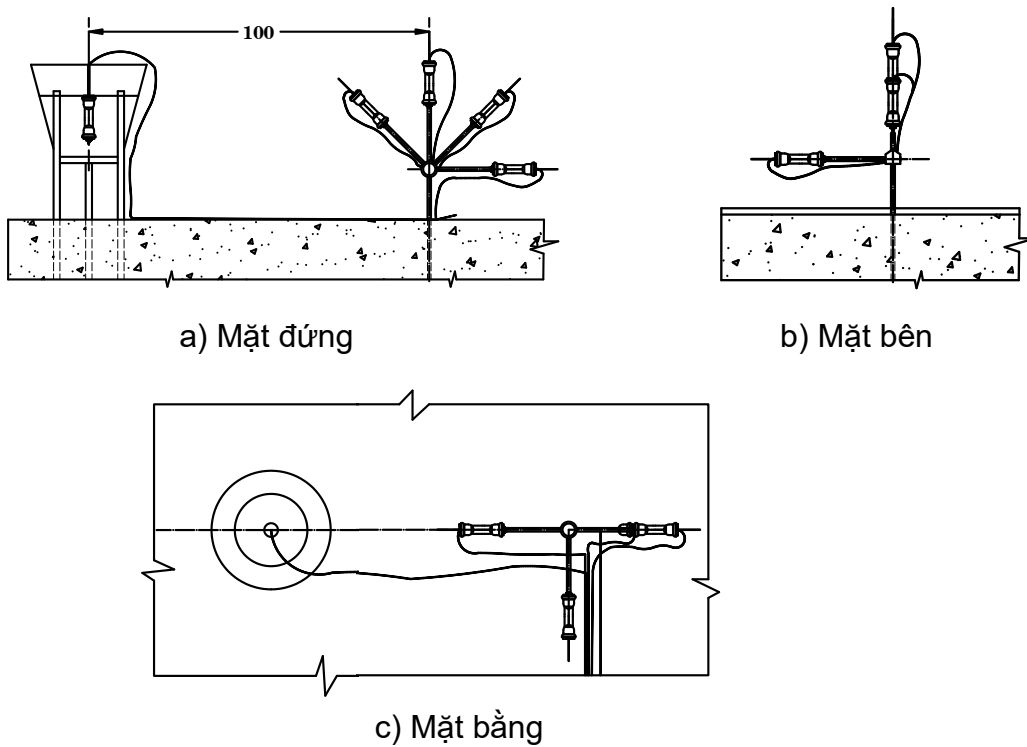
**Hình 11 - Sơ đồ bố trí cụm hai thiết bị đo**

- Trong trường hợp tổng quát để nghiên cứu trạng thái ứng suất của bài toán không gian, phải bố trí một cụm gồm chín thiết bị đo (xem Hình 12).



**Hình 12 - Sơ đồ bố trí cụm chín thiết bị đo**

- Khi nghiên cứu bài toán biến dạng phẳng thì bố trí bốn thiết bị đo. Trường hợp bài toán ứng suất phẳng bố trí năm thiết bị đo (Xem Hình 13).



**Hình 13 - Sơ đồ bố trí cụm năm thiết bị đo**

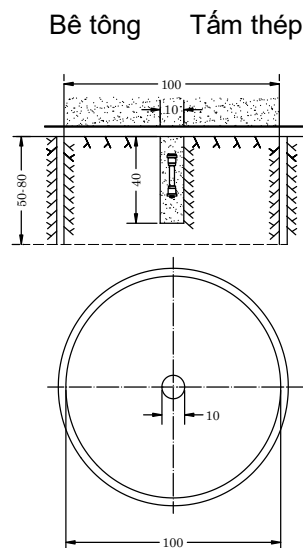
- Trong trường hợp ứng suất hai hướng vuông góc với nhau thì chỉ cần bố trí hai thiết bị đo cho một điểm quan trắc.

4) Đối với kết cấu bê tông và bê tông cốt thép, để quan trắc phải bố trí tại những vị trí công trình đã được tính toán theo lý thuyết hoặc thông qua thí nghiệm trên mô hình nhằm so sánh giữa trị số thực tế với trị số tính toán. Để nghiên cứu ứng suất cục bộ tại những nơi như mép lỗ cống, các góc cửa vào của cống thì phải đặt các thiết bị đo tại đó ít nhất từ (2 đến 3) điểm quan trắc.

#### 6.4.4.2 Quan trắc trạng thái ứng suất nền công trình

1) Để nghiên cứu ứng suất của nền công trình, thiết bị đo tự động phải đặt trong các hố khoan đã được khoan trước vào nền **trước khi đổ bê tông bản đáy và phải đáp ứng theo yêu cầu quy định tại điều 5.2.2 của tiêu chuẩn này.**

2) Trong nền công trình, các thiết bị đo phải đặt thẳng đứng. Để loại trừ ứng suất bản thân của nền ra khỏi các chỉ số quan trắc, phải bố trí thiết bị đo trong các ống hình trụ không chịu ứng suất trước. Do việc xác định ứng suất trong nền công trình rất khó khăn và phức tạp, nên chỉ bố trí các thiết bị đo tại những điểm mà ở đó xuất hiện ứng suất lớn nhất (xem Hình 14).



Hình 14 - Sơ đồ bố trí thiết bị đo ứng suất trong nền công trình

## 6.5 Quan trắc nhiệt độ

### 6.5.1 Yêu cầu chung

Do sự thay đổi nhiệt độ trong công trình bê tông (đặc biệt là bê tông khối lớn) làm xuất hiện các khe nứt nhiệt, gây nguy hiểm cho sự làm việc của công trình nên cần quan trắc chế độ nhiệt trong thân và nền công trình từ cấp I trở lên, đối với công trình từ cấp II trở xuống chỉ thực hiện khi có chế độ quan trắc đặc biệt. Ở những cấu kiện bê tông có chiều dày nhỏ hơn 5 m do nhiệt độ giảm tương đối nhanh nên không cần phải bố trí quan trắc nhiệt độ, trừ trường hợp có yêu cầu nghiên cứu đặc biệt của thiết kế.

### 6.5.2 Quan trắc nhiệt độ trong thân công trình

## TCVN 8215:2019

6.5.2.1 Bố trí tuyến quan trắc và số lượng nhiệt kế trong một tuyến phụ thuộc vào kích thước, quy mô, cấp công trình và nhiệm vụ đề ra cho công tác quan trắc.

6.5.2.2 Bố trí nhiệt kế cần phải thông qua tính toán. Nguyên tắc cơ bản là phải đủ điểm để vẽ được biểu đồ **đẳng** nhiệt độ làm cơ sở so sánh với tính toán lý thuyết. Nên bố trí nhiệt kế ở hai biên và hạ lưu với số lượng dày hơn, càng vào tâm công trình càng ít đi. Nếu bê tông có dùng chất phụ gia thì cần bố trí nhiệt kế ở tâm để kiểm tra ảnh hưởng của nó đến chế độ nhiệt của bê tông.

6.5.2.3 Tại mỗi đơn nguyên công trình bê tông, bê tông cốt thép bố trí một tuyến quan trắc nhiệt. Theo chiều cao công trình cứ cách nhau khoảng từ (10 đến 15) m bố trí một mặt cắt ngang (tiết diện) quan trắc. Số lượng nhiệt kế bố trí trong một mặt cắt ngang phải đủ để vẽ được biểu đồ đẳng nhiệt của công trình, thường bố trí từ (5 đến 7) nhiệt kế trong một mặt cắt ngang (**xem Hình 10**) và nên bố trí ở phần sát biên dày hơn ở phần tâm công trình.

6.5.2.4 Đối với đập vòm thì tối thiểu mỗi khoang đập phải có một tuyến quan trắc nhiệt độ. Theo chiều cao của đập cứ 10 m có một mặt cắt ngang quan trắc, trên đó bố trí từ (5 đến 7) điểm tùy theo mặt cắt ngang của đập, điểm đầu và cuối phải cách biên ngoài của đập từ (0,4 đến 0,6) m.

6.5.2.5 Đối với công trình đất, đá (đập đất, đất đá hỗn hợp, đá đổ), trong các trường hợp cần quan trắc đặc biệt theo yêu cầu của thiết kế để xác định hướng đi và tốc độ của dòng thấm có thể thực hiện quan trắc nhiệt độ của nước thấm. Bố trí nhiệt kế để đo nhiệt độ của dòng thấm về nguyên tắc cũng giống như nhiệt kế đo nhiệt độ của bê tông. Để đơn giản, nên bố trí trùng với tuyến quan trắc đường bão hòa.

### 6.5.3 Bố trí quan trắc nhiệt độ nền công trình

6.5.3.1 Công trình bê tông, bê tông cốt thép đặt trên nền đá từ cấp I trở lên, ngoài quan trắc nhiệt độ trong thân công trình còn phải thực hiện quan trắc nhiệt độ của nền và mặt tiếp xúc của công trình với nền. Tuyến quan trắc nhiệt độ nền nên trùng với tuyến quan trắc nhiệt độ thân công trình với chiều sâu nền đá cần quan trắc quy định tối đa bằng  $0,5 H_d$  ( $H_d$  là chiều cao đập). **Số lượng điểm quan trắc trong nền phải đủ để phân tích được trường nhiệt độ của nền đập và không ít hơn 5 điểm trên một tuyến.**

6.5.3.2 Đối với đập vòm, để quan trắc nhiệt độ của nền, cần bố trí các nhiệt kế (Resistance thermometer) đo từ xa đặt sẵn trong các lỗ khoan dưới nền đập ở độ sâu từ (5 đến 6) m. Hệ thống lỗ khoan có thể bố trí thành tuyến ngang, dọc theo nền đập hoặc theo lưới ô vuông sao cho việc quan trắc thuận lợi. Số lượng điểm quan trắc bố trí trong nền phải đủ để phân tích được trường nhiệt độ, hướng thấm của nền đập **và không ít hơn 5 điểm trên một tuyến quan trắc.**

### 6.5.4 Thiết bị quan trắc nhiệt độ

6.5.4.1 Để quan trắc nhiệt độ cần đặt các nhiệt kế đo từ xa (đo tự động), trong đó nhiệt kế điện trở được áp dụng nhiều nhất. **Thiết bị quan trắc nhiệt độ tự động phải đáp ứng theo yêu cầu quy định tại điều 5.2.2 của tiêu chuẩn này.** Hệ thống nhiệt kế đặt sẵn vào trong khối bê tông ngay từ khi thi công (đối với quan trắc nhiệt độ thân công trình) và đặt trong hố khoan (đối với quan trắc nhiệt độ nền công trình). Hệ thống dây dẫn được nối từ nhiệt kế đến điểm thu tập trung.

6.5.4.2 Khi sử dụng thiết bị đo nhiệt độ tự động (hoặc đo từ xa) cần chú ý kết hợp với hệ thống thiết bị đo ứng suất để tiết kiệm dây dẫn ra từ điểm quan trắc.

## 6.6 Quan trắc ứng lực trong cốt thép

6.6.1 Công trình bê tông cốt thép cần quan trắc ứng lực của cốt thép chịu lực. Để quan trắc ứng lực trong cốt thép sử dụng các lực kế bố trí thành từng tuyến theo phương chịu lực, một công trình không được bố trí ít hơn 3 tuyến bao gồm:

- Một tuyến ở tâm đáy móng;
- Hai tuyến còn lại đặt ở hai biên của tâm đáy;
- Số lượng lực kế trong một tuyến phụ thuộc vào hình dạng và kích thước kết cấu nhưng không được ít hơn 3.

6.6.2 Vị trí đặt lực kế cần căn cứ vào biểu đồ mô men tính toán và nên đặt tại vị trí có ứng lực lớn nhất. Không nên bố trí lực kế đơn chiếc, mà bố trí thành cụm từ (2 đến 3) chiếc trở lên. Có thể bố trí trên từng thanh cốt thép hoặc cách một đến hai thanh.

6.6.3 Tại các khu vực như: trụ pin, dốc nước, mũi phun, tai van cửa cung phải bố trí thiết bị quan trắc ứng lực trong cốt thép theo tuyến đo hoặc điểm đo. Trường hợp công trình có thiết kế thép néo vào nền thì phải bố trí lực kế để quan trắc ứng suất kéo của nó.

6.6.4 Nguyên lý làm việc của thiết bị quan trắc áp lực kéo cốt thép tương tự như thiết bị đo ứng suất. Quan trắc biến dạng của cốt thép sau đó xác định ứng lực theo lý thuyết đàn hồi. Thiết bị quan trắc bao gồm lực kế đo trực tiếp (Load Cell) và lực kế kiểu dây rung đo gián tiếp (Embedded Strain gauge).

6.6.5 Các lực kế đo trực tiếp (đo tự động) được hàn trực tiếp vào cốt thép chịu lực (không được hàn vào đoạn cốt thép cong) theo hai phương (dọc và ngang). Các lực kế dùng để đo tự động phải đáp ứng theo yêu cầu quy định tại điều 5.2.2 của tiêu chuẩn này và chỉ được hàn lực kế đo tự động vào các cốt thép có đường kính lớn hơn 20 mm.

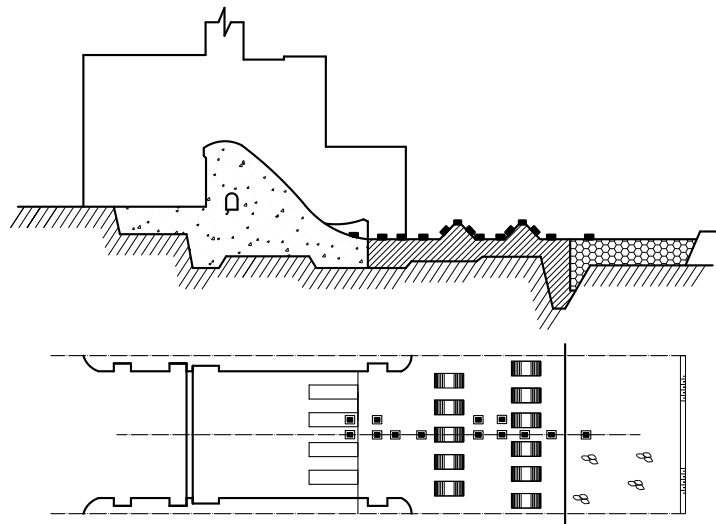
## 6.7 Quan trắc áp lực nước, áp lực mạch động của dòng chảy

6.7.1 Quan trắc áp lực nước, áp lực mạch động của dòng chảy thực hiện sau đập tràn, cửa ra cống lấy nước, mũi hút của máng phun, thân dốc nước, bể (hố) tiêu năng và sân sau nối tiếp với bể, v.v... bằng bê tông và bê tông cốt thép.

6.7.2 Thiết bị quan trắc được đặt thành những tuyến song song và vuông góc với trục dòng chảy. Tại một tuyến, số lượng thiết bị quan trắc bố trí không được ít hơn 3.

6.7.3 Thiết bị quan trắc có thể đặt trên mặt phẳng nằm ngang hoặc thẳng đứng của công trình. Vị trí đặt các điểm đo trong tuyến quan trắc cần nghiên cứu kỹ, nên đặt tại điểm có xung lực lớn nhất của dòng chảy.

6.7.4 Vị trí đặt thiết bị phải thông qua kết quả thí nghiệm mô hình (nếu có) để đặt thiết bị đo chính xác (xem Hình 15).



**Hình 15 - Sơ đồ bố trí thiết bị quan trắc áp lực mạch động của dòng chảy lên mặt công trình bê tông**

6.7.5 Để quan trắc áp lực nước, áp lực mạch động của **dòng chảy** sử dụng thiết bị cảm biến tự động (Pressure Cell, Hydraulic Load Cell, v.v...) đặt ở vị trí cần đo **và phải đáp ứng theo yêu cầu quy định tại điều 5.2.2 của tiêu chuẩn này.**

6.7.6 Các thiết bị này có thể được lắp đặt ngay khi bắt đầu đổ bê tông hoặc khi hoàn thành đổ bê tông và phải có bộ phận đặt sẵn trong khối bê tông để đảm bảo liên kết chắc chắn giữa thiết bị đo với mặt bê tông.

6.7.7 Trường hợp phải đặt thiết bị đo trong thời gian thi công bê tông, cần thiết kế vỏ bọc bằng kim loại để bảo vệ thiết bị khỏi chịu va đập trong quá trình xây dựng. Trước khi đưa thiết bị đo vào vận hành phải tháo bỏ các vỏ bọc.

6.7.8 Thiết bị đo phải lắp đặt hoàn chỉnh trước khi công trình ngập nước hoặc trước khi xả lũ, vì vậy trong thời gian lắp đặt thiết bị cần phải đảm bảo bê tông chèn có đủ cường độ.

## **6.8 Quan trắc khí tượng thủy văn, thủy lực phạm vi công trình**

6.8.1 Quan trắc khí tượng thủy văn, thủy lực bao gồm đo mưa và đo mực nước.

6.8.2 Các yêu cầu đối với đo mưa

6.8.2.1 Lắp đặt trạm đo mưa thực hiện theo các yêu cầu sau đây:

1) Các điểm đo phải đảm bảo phân bố đều trên toàn hệ thống, không bố trí chỗ thưa quá, chỗ dày quá. Đối với vùng có địa hình thay đổi nhiều, khoảng cách giữa các điểm đo mưa thông thường từ (10 đến 15) km. Đối với vùng trung du đồng bằng địa hình ít thay đổi, khoảng cách giữa các điểm đo mưa thông thường từ (15 đến 20) km.

2) Vị trí lắp đặt trạm đo phải đảm bảo thuận tiện cho việc vận hành quan trắc; theo dõi, bảo vệ và bảo trì thiết bị.

3) Đối với trạm đo bằng thủ công thì tại mỗi điểm đo phải có tối thiểu hai thùng (ống) đo, trong đó một thùng làm việc và một thùng dự phòng. Thùng phải đặt nơi bằng phẳng, cách xa vật cản (nhà cửa, cây

cối) từ ba đến bốn lần chiều cao của vật cản, miệng thùng phải cao hơn mặt đất tối thiểu 1,50 m.

4) Đối với trạm đo tự động thì điểm đo phải đặt ở vị trí thông thoáng không bị các vật cản che khuất làm ảnh hưởng đến kết quả đo. Bộ cảm biến đo lượng mưa được lắp đặt chắc chắn ở độ cao từ 1,5 m trở lên so với mặt đất hoặc mặt nền và miệng thùng hứng nước mưa phải nằm ngang.

Để tránh ảnh hưởng của sét lan truyền nên ưu tiên sử dụng nguồn điện từ pin năng lượng mặt trời với công suất phù hợp để hoạt động trong thời gian mưa bão, ngoài ra bố trí nguồn điện lưới để dự phòng.

5) Ngoài các nội dung quy định ở trên còn phải tuân theo TCVN 8304:2009.

6.8.2.2 Chế độ đo mưa thực hiện theo các yêu cầu sau đây:

1) Đối với đo thủ công: Hàng ngày đo mưa hai lần vào lúc 7 h và 19 h. Những ngày có mưa lớn phải đo với tần suất dày hơn, trong khoảng thời gian đo phải đảm bảo không để nước mưa đầy thùng thoát ra ngoài. Lượng mưa tích lũy trong ngày được tính bắt đầu từ 19 h ngày hôm trước đến 19 h ngày hôm sau.

2) Đối với đo tự động: Tự động cập nhật số liệu về trung tâm điều hành tối thiểu 1 h / 1 lần. Đặc biệt phải cập nhật số liệu ở thời điểm bắt đầu mưa, khi lượng mưa tăng thêm 5 mm so với lần cập nhật trước, cập nhật liên tục 15 min một lần khi đang có mưa và khi ngừng mưa sau 5 min. Lượng mưa tích lũy trong ngày được tính bắt đầu từ 19 h ngày hôm trước đến 19 h ngày hôm sau.

6.8.3 Các yêu cầu đối với đo mực nước thực hiện theo quy định tại điều 6.1.2 của tiêu chuẩn này.

## 6.9 Quan trắc độ mở cống, tràn

### 6.9.1 Đối với quan trắc thủ công

Bố trí các cột đo nước (thủy chí) hoặc sơn kẻ vạch lên kết cấu bê tông tại vị trí cửa cống và tràn. Quan trắc bằng trực quan hoặc đo bằng thước dây. Hình thức bố trí cột thủy chí thực hiện theo quy định tại điều 6.1.2 của tiêu chuẩn này.

### 6.9.2 Đối với quan trắc tự động

6.9.2.1 Thiết bị quan trắc tự động là các cảm biến đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật theo quy định tại điều 5.2.2 của tiêu chuẩn này.

6.9.2.2 Hình thức lắp đặt tuân thủ theo các nguyên tắc sau đây:

1) Với cửa van cung, cảm biến sử dụng loại áp lực thủy tĩnh để giảm sai số do rung lắc và hoạt động tốt trong môi trường ẩm ướt trong quá trình cửa vận hành.

2) Với cửa van dạng phẳng:

- Loại cửa vận hành bằng thủy lực hoặc tời kéo, sử dụng loại cảm biến đo dịch chuyển thẳng có dây kéo được bảo vệ trong cơ cấu pít tông - xi lanh làm bằng thép không gỉ.

- Loại cửa vận hành bằng máy đóng mở kiểu trục vít, sử dụng loại cảm biến đo dịch chuyển trục vít bằng bánh răng.

3) Với cửa van côn, sử dụng loại cảm biến đo dịch chuyển thẳng có dây kéo sử dụng loại có khả năng ngập nước hoặc phải có cơ cấu dẫn hướng lên vị trí không bị ngập.

## **TCVN 8215:2019**

6.9.2.3 Đối với trạm quan trắc, để tránh ảnh hưởng của sét lan truyền nên ưu tiên sử dụng nguồn điện từ pin năng lượng mặt trời với công suất phù hợp để hoạt động trong thời gian mưa bão, ngoài ra bố trí nguồn điện lưới để dự phòng. Có thể kết nối các cảm biến của nhiều cửa van vào một trạm quan trắc tự động nhưng các cảm biến này phải nằm cách trạm không quá 5 m.

### **6.10 Tiêu chí đánh giá công trình dựa trên số liệu quan trắc**

6.10.1 Thiết kế cần căn cứ vào các tính toán để đưa ra tiêu chí đánh giá công trình theo các nhóm: tiêu chí lũ, tiêu chí địa chất - địa chấn, tiêu chí thấm và tiêu chí kết cấu - ổn định.

6.10.2 Dựa vào số liệu quan trắc, đối chiếu với các tiêu chí để tiến hành đánh giá an toàn công trình theo TCVN 11699:2016.

## **7. Thành phần, nội dung hồ sơ thiết kế quan trắc**

### **7.1 Thuyết minh thiết kế**

#### **7.1.1 Chương 1: Mở đầu**

- 1) Giới thiệu công trình
- 2) Nhiệm vụ công trình
- 3) Quy mô công trình
- 4) Địa tầng và tính chất cơ lý đất đá nền công trình
- 5) Cơ sở lập đồ án thiết kế hệ thống quan trắc
- 6) Nguyên tắc chung về lựa chọn phương pháp và thiết bị quan trắc

#### **7.1.2 Chương 2: Thiết kế và thi công lắp đặt thiết bị quan trắc**

- 1) Nội dung thiết kế lắp đặt thiết bị quan trắc theo từng hạng mục công trình
- 2) Thiết kế chi tiết thiết bị quan trắc theo từng hạng mục công trình gồm: mục đích, số lượng, vị trí, loại thiết bị.
- 3) Tiến độ lắp đặt thiết bị quan trắc
- 4) Thiết kế hệ thống thu thập và xử lý số liệu

#### **7.1.3 Chương 3: Thi công lắp đặt thiết bị quan trắc (giai đoạn BVTC)**

- 1) Nội dung thiết kế lắp đặt thiết bị quan trắc theo từng hạng mục công trình.
- 2) Thiết kế lắp đặt thiết bị quan trắc theo từng hạng mục công trình gồm: thi công lắp đặt, trình tự thực hiện, nghiệm thu trước và sau khi lắp đặt, quan trắc sau khi lắp đặt và xử lý số liệu quan trắc.
- 3) Thiết kế lắp đặt hệ thống thiết bị thu thập số liệu

#### **7.1.4 Chương 4: Kết luận và kiến nghị**

- 1) Kết luận
- 2) Kiến nghị



### 7.1.5 Các phụ lục kèm theo thuyết minh (nếu có)

- 1) Thống kê khối lượng chính để lắp đặt thiết bị quan trắc theo từng hạng mục công trình hoặc từng loại quan trắc.
- 2) Thông số kỹ thuật của một số thiết bị quan trắc.
- 3) Quy trình kỹ thuật đo và phân tích số liệu chuyển dịch công trình.
- 4) Biểu mẫu ghi chép quan trắc (xem Phụ lục C).
- 5) Các tài liệu liên quan đến lập hồ sơ thiết kế lắp đặt hệ thống quan trắc: các văn bản, quyết định phê duyệt, v.v...

### 7.2 Các bản vẽ

- 1) Mặt bằng và mặt cắt bố trí thiết bị quan trắc.
- 2) Thiết kế chi tiết lắp đặt thiết bị quan trắc.

### 7.3 Dự toán thiết kế

## 8. Yêu cầu về thiết bị, thi công lắp đặt và nghiệm thu

### 8.1 Yêu cầu về thiết bị

Thiết bị đưa vào lắp đặt phải đảm bảo đúng chủng loại và thông số kỹ thuật theo quy định của thiết kế, quy định đối với từng đối tượng quan trắc được nêu ra trong tiêu chuẩn này và các yêu cầu sau đây:

- 1) Thiết bị phải có nguồn gốc xuất xứ rõ ràng kèm theo hồ sơ kỹ thuật (tài liệu kỹ thuật, phần mềm của hãng sản xuất; hướng dẫn bảo dưỡng, vận hành và khai thác bằng tiếng Việt).
- 2) Thiết bị trước khi đưa vào sử dụng phải được kiểm định / hiệu chuẩn ban đầu, định kỳ trong quá trình sử dụng và sau khi sửa chữa đưa trở lại hoạt động phải thực hiện kiểm tra / hiệu chuẩn.
- 3) Chủng loại và ký hiệu thiết bị tham khảo Phụ lục A để lựa chọn.

### 8.2 Yêu cầu chung về thi công lắp đặt

Thi công lắp đặt thiết bị quan trắc phải thực hiện đúng theo hồ sơ thiết kế được phê duyệt, hướng dẫn của nhà sản xuất và phải đáp ứng các yêu cầu sau đây:

- 1) Thi công lắp đặt thiết bị quan trắc phải được thực hiện bởi các đơn vị thi công có đủ năng lực và kinh nghiệm đúng chuyên ngành, đã được đào tạo về kỹ năng lắp đặt và vận hành;
- 2) Quá trình thi công lắp đặt phải theo đúng trình tự trong hồ sơ thiết kế và bám sát tiến độ thi công chung của công trình. Nhà thầu thi công phải tiến hành lập biện pháp và tiến độ thi công lắp đặt cụ thể cho từng hạng mục, cho từng loại thiết bị quan trắc lắp đặt trong quá trình thi công, lắp đặt sau khi hoàn thành xây lắp của từng hạng mục hay toàn bộ công trình và phải được phê duyệt trước khi thực hiện;
- 3) Các thiết bị quan trắc một số loại được chế tạo (hoặc mua ở trong nước), một số loại phải nhập khẩu từ nước ngoài, do vậy cần có kế hoạch cụ thể về thời gian nhập và lắp đặt phù hợp đáp ứng yêu cầu quan trắc trong giai đoạn thi công và vận hành.

### **8.3 Thi công lắp đặt và thời gian quan trắc**

#### **8.3.1 Thi công lắp đặt**

8.3.1.1 Thi công lắp đặt thiết bị quan trắc phải thực hiện theo hồ sơ thiết kế được phê duyệt, mỗi loại quan trắc phải có thiết kế chi tiết về vị trí, kết cấu, kích thước, vật tư, vật liệu phục vụ thi công lắp đặt;

8.3.1.2 Chi tiết lắp đặt của một số thiết bị quan trắc tham khảo Phụ lục B của tiêu chuẩn này.

8.3.1.3 Sau khi lắp đặt xong, nhà thầu thi công phải lập báo cáo lắp đặt thiết bị, trong báo cáo phải có các thông tin tối thiểu như sau:

- 1) Tên công trình.
- 2) Đơn vị và tên người lắp đặt.
- 3) Thời gian bắt đầu và thời gian hoàn thành.
- 4) Thiết bị, vật tư, vật liệu chủ yếu phục vụ công tác thi công lắp đặt
- 5) Cao tọa độ vị trí lắp đặt thiết bị quan trắc, vị trí đặt đầu đo, dây cáp truyền tín hiệu, hộp đấu nối, trạm thu thập và phân tích số liệu thể hiện trên mặt bằng và mặt cắt.
- 6) Mô tả thiết bị (tên máy, hãng sản xuất, các thông số kỹ thuật, v.v...).
- 7) Biện pháp tổ chức thi công đã được phê duyệt.
- 8) Số đọc ban đầu của thiết bị đo.
- 9) Thời tiết khi thi công.
- 10) Các ghi chép và nhận xét trong khi lắp đặt.

#### **8.3.2 Thời gian quan trắc**

##### **8.3.2.1 Thời kỳ quan trắc**

Tùy thuộc từng loại thiết bị quan trắc, thời gian thi công lắp đặt mà thời gian quan trắc cho từng loại cũng khác nhau và thường bao gồm các thời kỳ quan trắc chủ yếu như sau:

1) Quan trắc trong thời kỳ thi công xây dựng bao gồm các loại thiết bị quan trắc lắp đặt trong quá trình thi công công trình: quan trắc ứng suất, nhiệt độ, áp lực kéo cốt thép, áp lực thấm nền, áp lực kê rỗng, áp lực đất đá lên bộ phận bê tông trong thân công trình. Trong đó chỉ có quan trắc ứng suất, áp lực kéo cốt thép và áp lực thấm nền là tiếp tục quan trắc trong thời kỳ vận hành khai thác công trình, các quan trắc còn lại chỉ tiến hành quan trắc trong quá trình thi công xây dựng công trình. Trường hợp đặc biệt cần kéo dài thêm thời gian quan trắc phải được quy định cụ thể trong hồ sơ thiết kế.

2) Quan trắc trong thời kỳ vận hành khai thác công trình bao gồm các loại thiết bị quan trắc lắp đặt sau khi công trình đã thi công xong đến cao trình thiết kế bao gồm: quan trắc chuyển vị, mực nước thượng hạ lưu, đường bão hòa, lưu lượng thấm. Trường hợp đặc biệt cần lắp đặt ngay để quan trắc trong quá trình thi công thì phải được quy định cụ thể trong hồ sơ thiết kế.

##### **8.3.2.2 Lịch quan trắc**

### 1) Quan trắc trong thời gian thi công xây dựng công trình

Sau khi thi công lắp đặt xong, nhà thầu lắp đặt thiết bị thực hiện đo chu kỳ ban đầu (chu kỳ “0”) đối với quan trắc chuyển vị và thực hiện quan trắc các thiết bị quan trắc còn lại theo lịch sau đây (trong suốt quá trình thi công đến khi bàn giao công trình):

#### a) Đối với thiết bị đo thủ công:

- Vào mùa khô: 24 h / 1 lần đo vào 1 thời điểm cố định trong ngày;
- Vào mùa mưa: 12 h / 1 lần đo vào 2 thời điểm cố định trong ngày, trong thời gian mưa lũ lớn cần đo liên tục 1 h / 1 lần;

#### b) Đối với thiết bị đo tự động được cấu hình để:

- Cập nhật ngay khi có sự thay đổi, khoảng giá trị thay đổi do thiết kế quy định để phù hợp với từng loại thiết bị đo nhưng không vượt quá 10 % giá trị đo của thiết bị;
- Cập nhật liên tục tối thiểu 1 h / 1 lần.

### 2) Quan trắc trong thời kỳ vận hành khai thác công trình

Sau khi nhận bàn giao công trình, đơn vị quản lý công trình thực hiện công tác quan trắc trong thời kỳ vận hành khai thác công trình, cụ thể như sau:

- Đối với quan trắc chuyển vị thực hiện đo các chu kỳ tiếp theo với thời gian theo quy định trong hồ sơ thiết kế hoặc theo quy trình vận hành của công trình;
- Đối với các nội dung còn lại lịch quan trắc thực hiện như quy định quan trắc trong thời gian thi công xây dựng công trình.

CHÚ THÍCH: Chế độ đo mưa thực hiện theo điều 6.8.2.2 của tiêu chuẩn này.

## 8.4 Nghiệm thu lắp đặt và vận hành thử

### 8.4.1 Nghiệm thu thiết bị trước khi lắp đặt

- 1) Thiết bị đúng chủng loại trong hồ sơ thiết kế;
- 2) Chứng chỉ xuất xứ, kiểm tra xuất xưởng và catalogue thiết bị;
- 3) Kiểm định chất lượng thiết bị (đối với các thiết bị chưa được chứng nhận hợp quy, hợp chuẩn);
- 4) Kiểm tra, xác định và lưu trữ giá trị ban đầu của thiết bị đo khi chưa có tác động của đối tượng đo, để làm cơ sở xác định vị trí đo;
- 5) Thử nghiệm, kiểm tra chế độ làm việc của từng cảm biến và đối chiếu với các thông số của thiết bị do nhà sản xuất cung cấp;
- 6) Lập biên bản nghiệm thu vật liệu, thiết bị trước khi đưa vào sử dụng.

### 8.4.2 Nghiệm thu trong quá trình thi công lắp đặt:

- 1) Vị trí và thời điểm lắp đặt;
- 2) Phương pháp lắp đặt;

- 3) Sự kết nối của hệ thống thiết bị;
- 4) Phương pháp bảo vệ thiết bị;
- 5) An toàn lao động, phòng chống cháy, nổ, vệ sinh môi trường.

#### **8.4.3 Nghiệm thu sau khi lắp đặt và vận hành thử**

- 1) Kiểm tra, nghiệm thu lắp đặt tĩnh thiết bị theo yêu cầu thiết kế và của nhà sản xuất:
  - Đối với thiết bị đo thủ công kiểm tra độ chính xác về vị trí so với yêu cầu của thiết kế;
  - Đối với các thiết bị đo tự động kiểm tra kết quả làm việc của từng cảm biến, so sánh với kết quả đo thủ công để xác định khả năng làm việc của từng cảm biến cũng như của cả hệ thống.
- 2) Chạy thử đơn động và liên động để kiểm tra sự hoạt động đồng bộ của các thiết bị:
  - Lập biên bản nghiệm thu chạy thử đơn động, liên động;
  - Thực hiện quan trắc sau khi lắp đặt để kiểm tra chế độ làm việc của từng cảm biến, các kết quả đo phải phản ánh được đúng điều kiện làm việc, vị trí của từng cảm biến, đối chiếu với số liệu kiểm tra nghiệm thu trước khi lắp đặt để khẳng định từng cảm biến làm việc bình thường.

### **9. Phương pháp bảo vệ, bảo trì và thay thế thiết bị**

#### **9.1 Phương pháp bảo vệ**

Tất cả các thiết bị quan trắc đều phải có biện pháp bảo vệ để tránh các tác động cơ lý hóa từ bên ngoài môi trường, cụ thể như sau:

- 1) Các mốc quan trắc đặt trực tiếp trên bề mặt công trình phải được che chắn, có nắp bảo vệ gắn bản lề kết hợp vạt ren hoặc lắp khóa;
- 2) Các thiết bị điện tử như cảm biến, hộp đấu nối, bộ khuếch đại tín hiệu đặt trên bề mặt công trình phải có thiết bị chống sét và nên đặt trong tủ thép sơn tĩnh điện hoặc tủ composite có khóa;
- 3) Hệ thống cáp truyền tín hiệu (dây dẫn) phải được bọc cẩn thận (hoặc đặt trong ống nhựa) và đặt vào rãnh (máng). Các rãnh (máng) đặt dây dẫn phải bảo đảm khô ráo, tránh nước thấm dọc theo máng; máng bố trí phía thượng lưu (mặt chịu áp) phải đặt cách mặt thoáng ít nhất 2 m nhằm tránh nước thấm vào rãnh (máng).

#### **9.1 Phương pháp bảo trì và thay thế thiết bị**

Sau khi hoàn thành việc lắp đặt, định kỳ 3 tháng / 1 lần cần tiến hành kiểm tra, hiệu chỉnh và bảo trì các thiết bị quan trắc, cụ thể:

- 1) Đối với thiết bị đo thủ công tiến hành đo kiểm tra vị trí, cao độ, độ nghiêng với độ chính xác so với yêu cầu của thiết kế.
- 2) Hệ thống quan trắc tự động phải được duy tu, bảo dưỡng và hiệu chỉnh sai số theo hướng dẫn của nhà sản xuất, quy trình bảo trì được duyệt.

3) Đơn vị quản lý công trình phải tổ chức đào tạo, tập huấn cho cán bộ thực hiện công việc quan trắc. Nhà sản xuất và cung cấp thiết bị có trách nhiệm hướng dẫn và chuyển giao tất cả các nội dung có liên quan cho đơn vị quản lý.

4) Để thiết bị làm việc đảm bảo tuổi thọ theo quy định cần thực hiện các nội dung sau đây:

- Nhà thầu tư vấn thiết kế cần quy định rõ điều kiện làm việc của thiết bị (tính chất của nước, hàm lượng bùn cát, v.v...), khi lựa chọn phương án và chủng loại thiết bị cần tính đến kinh phí cho công tác bảo trì hoặc thay thế (nếu cần).

- Trong quá trình vận hành, chủ công trình cần quan tâm thích đáng đến việc bố trí kinh phí cho công tác bảo trì thiết bị.

## **10. Thiết bị tại nhà quản lý và trung tâm điều hành**

### **10.1 Thiết bị tại nhà quản lý**

10.1.1 Các thiết bị, dụng cụ hỗ trợ đo thủ công:

- 1) Cốc đong lượng mưa;
- 2) Thước đo nước thủ công để đo áp lực thấm nền và đường bão hòa;
- 3) Máy thủy bình, kinh vĩ và các thiết bị kèm theo để đo lún và chuyển dịch ngang;
- 4) Máy bơm để xử lý cặn lắng đọng trong các hồ quan trắc thấm và đường bão hòa.
- 5) Sổ ghi chép kết quả đo.

10.1.2 Các thiết bị, dụng cụ hỗ trợ hệ thống đo tự động:

- 1) Bảng hiển thị thông tin: Hiện thị các số liệu quan trắc như mực nước hồ, độ mở cửa tràn / cửa cống, lượng mưa, áp lực thấm nền và đường bão hòa và các số liệu cần thiết khác.

- 2) Dụng cụ vệ sinh, kiểm tra thiết bị đo mưa, đo mực nước.

### **10.2. Thiết bị tại trung tâm điều hành**

Trung tâm điều hành được đặt tại trụ sở các đơn vị quản lý công trình, có nhiệm vụ quản lý vận hành hệ thống thủy lợi. Tại đây được trang bị các công cụ sau:

- 1) Phần mềm dự báo lũ và hỗ trợ điều hành hồ chứa theo thời gian thực;
- 2) Máy tính hiển thị và báo cáo kết quả quan trắc tự động, vận hành và hiển thị kết quả của phần mềm dự báo lũ và hỗ trợ điều hành hồ chứa theo thời gian thực.

## **11. Sử dụng kết quả quan trắc**

### **11.1 Trong quá trình thi công**

Nhà thầu thi công lắp đặt thiết bị phải ghi chép đầy đủ, chính xác số liệu và đối chiếu với quy định của thiết kế, định kỹ lập bản báo cáo chủ đầu tư để quản lý thi công lắp đặt và yêu cầu thay thế thiết bị, điều chỉnh hồ sơ thiết kế (nếu cần thiết).

## **11.2 Trong quá trình vận hành**

Số liệu quan trắc phải được chủ đập tập hợp và đối chiếu với quy định cho phép của thiết kế. Tư vấn thiết kế phải thiết lập các trị số cho phép, chuẩn an toàn và bàn giao cho đơn vị quản lý.

## **11.3 Xử lý số liệu quan trắc bất thường**

Trong quá trình cập nhật số liệu quan trắc, nếu phát hiện có số liệu bất thường vượt quá phạm vi cho phép của thiết kế phải tiến hành cập nhật với tần suất dày hơn để kiểm chứng sự ổn định của thiết bị đồng thời báo cáo cấp có thẩm quyền để có phương án xử lý kịp thời (hiệu chỉnh, chỉnh sửa hoặc thay thế thiết bị).

## **11.3 Ghi chép và báo cáo kết quả quan trắc**

11.3.1 Ghi chép khi quan trắc phải bao gồm các thông tin tối thiểu sau: (chi tiết tham khảo Phụ lục C).

- 1) Bản đồ hoặc mặt cắt chỉ rõ vị trí các thiết bị.
- 2) Mô tả loại thiết bị, kể cả máy đọc, các định chuẩn hoặc thủ tục kiểm tra thiết bị định kỳ.
- 3) Hiện trạng thiết bị.
- 4) Các biểu ghi chép số liệu thô.
- 5) Phương pháp lựa chọn và loại số liệu.
- 6) Các bảng tính.
- 7) Kết quả phân tích số liệu.
- 8) Thời tiết: Nếu là ngày mưa lớn thì ghi rõ thời gian bắt đầu, kết thúc và lượng mưa tại công trình.

11.3.2 Báo cáo thường kỳ: Nên lập mỗi năm thủy văn 1 lần và gồm các thông tin sau:

- 1) Các ghi chép của các lần đo trong năm.
- 2) Bản đồ hoặc mặt cắt ghi rõ vị trí các hố quan trắc, mô tả hiện trạng các hố quan trắc.
- 3) Đồ thị biểu diễn cao độ mực nước theo thời gian, bao gồm cả thông tin về thời tiết trong khoảng thời gian đó.
- 4) Phân tích đánh giá sự thay đổi, dao động của mực nước giữa các thời kỳ trong năm và giữa các năm, phân tích nguyên nhân và liên hệ với kết quả quan trắc mực nước thượng, hạ lưu công trình cùng các quan trắc khác (nếu có).
- 5) Dự báo xu thế và sự thay đổi của mực nước trong năm thủy văn tới. Đề xuất về lịch quan trắc trong thời gian tới và các biện pháp bảo dưỡng sửa chữa hệ thống quan trắc.

13.3.3 Báo cáo sự cố: Được lập khi kết quả quan trắc cho thấy có những dấu hiệu thay đổi bất thường về mực nước ở một hay nhiều hố quan trắc mà nguyên nhân có thể liên quan đến ổn định công trình hoặc khả năng làm việc không bình thường của hệ thống quan trắc và hệ thống tiêu nước v.v... Các báo cáo này phải ngắn gọn, chính xác và phải được trình ngay cấp có thẩm quyền để giải quyết.

**Phụ lục A**  
(Tham khảo)

**Danh mục và ký hiệu các thiết bị quan trắc thông dụng**

**A.1 Danh mục các thiết bị đo thông dụng**

Danh mục các thiết bị đo thông dụng xem bảng A.1

**Bảng A.1 - Danh mục các thiết bị đo thông dụng**

TT	Nội dung quan trắc	Thiết bị đo	Chú thích
1	Quan trắc lún mặt	1. Mốc quan trắc lún mặt bằng bê tông cốt thép (mốc mặt). 2. Mốc mặt bằng thép (Settlement gauge).	- Bảng bê tông hay thép đặt trực tiếp lên bề mặt đập, được quan trắc bằng phương pháp trắc đạc. - Bảng thép đặt lên mặt lớp đất cần đo lún; Được quan trắc tự động.
2	Quan trắc lún sâu	1. Mốc quan trắc lún sâu bằng bê tông cốt thép (Mốc sâu). 2. Mốc sâu bằng thép kiểu khí nén (Preumatic settlement cell). 3. Mốc sâu bằng thép kiểu từ tính (Magnetic extensometer).	- Bảng bê tông kết hợp thép đặt trực tiếp lên lớp đất cần quan trắc, được quan trắc bằng trắc đạc. - Bảng thép, cùng một lúc quan trắc được độ lún của nhiều lớp đất khác nhau. Nguyên lý quan trắc tự động bằng khí nén. - Cấu tạo giống trên nhưng quan trắc tự động bằng nguyên lý từ tính và một lúc quan trắc được nhiều lớp đất khác nhau.
3	Quan trắc chuyển vị ngang	1. Mốc ngắm quan trắc chuyển vị ngang bằng phương pháp trắc đạc. 2. Hàm dọc quan trắc chuyển vị ngang bằng quả dọi. 3. Quả lắc thuận, đảo quan trắc chuyển vị ngang, nghiêng bằng quả dọi. 4. Thiết bị đo được đặt nghiêng để	- Bảng bê tông hay thép, đặt lên đỉnh hay cơ đập, được quan sát theo phương pháp trắc đạc. - Hàm đặt chính giữa đỉnh đập, bằng bê tông cốt thép có đường kính khoảng 1m, cắm sâu vào đá gốc, trên đỉnh có giá đỡ bằng thép hình để treo quả lắc (quả dọi). - Quả lắc thuận có chân cố định vào nền, trên đỉnh tự do dịch chuyển. Quả lắc đảo ngược lại: cố định trên đỉnh và tự do di chuyển dưới đáy. Căn cứ vào sự dịch chuyển so với hướng thẳng đứng ban đầu, cho biết độ chuyển vị ngang, nghiêng, lệch.

TT	Nội dung quan trắc	Thiết bị đo	Chú thích
		quan trắc lún ngang, nghiêng (Inclinometer)	- Thiết bị đo được chôn nghiêng, khi đo thả thiết bị vào sẽ cho ta biết trị số dịch chuyển ngang, nghiêng.
4	Quan trắc biến dạng khe nối, khe nứt	1. Thiết bị đo tự động biến dạng kiểu dây rung 1 chiều (Vibrating Wire Jointmeter). 2. Thiết bị đo tự động biến dạng kiểu dây rung 3 chiều (Vibrating Wire Jointmeter).	- Thiết bị được chôn vào hai bên khớp nối, liên kết bằng dây căng có đặt thiết bị thu. Loại này đo biến dạng 1 chiều. - Cấu tạo giống như trên nhưng đo biến dạng 3 chiều.
5	Quan trắc đường bão hoà	1. Ống đo áp 2. Giếng quan trắc đường bão hoà (Observation Well)	- Khoan đặt ống đo áp vào trong thân đập và nền, phía dưới ống có lọc bảo vệ. Khi đo thả thiết bị vào trong ống tạo thành mạch kín cho ta biết giá trị cột nước trong ống. - Cấu tạo giống như trên nhưng có đường kính lớn hơn nhiều; thiết bị thu có cấu tạo hình tròn, khi đo thả vào ống nó sẽ tự động báo giá trị cột nước trong ống.
6	Quan trắc áp lực kẽ rỗng	1. Áp lực kiểu thủy lực (Hydraulic piezometer). 2. Áp lực kế kiểu khí nén (Pneumatic piezometer). 3. Áp lực kế kiểu dây rung (Vs piezometer). 4. Áp lực kiểu dây rung (Carlson pore pressure)	- Thiết bị đo là hệ thống ống đổ đầy chất lỏng, thiết bị bộ thu cấu tạo như như một áp kế. - Giống như trên nhưng trong ống thay chất lỏng bằng khí nén. - Gồm một thanh kim loại được kéo căng, một ống thổi và một cuộn dây điện từ. Khi bị kích, thanh kim loại rung tạo nên một tín hiệu tần số truyền qua một cáp tín hiệu đến thiết bị thu. - Cấu tạo giống như trên.
7	Quan trắc ứng suất, áp lực nước, áp lực mạch động	1. Áp lực kế kiểu dây căng đo gián tiếp (Tenzomet). 2. Áp lực kế kiểu dây căng đo gián tiếp (Strain gauge) 3. Áp lực kế kiểu trực tiếp (Pressure Cell)	- Thiết bị đo kiểu gián tiếp thông qua quan trắc biến dạng, sau đó tính chuyển thành ứng suất theo lý thuyết đàn hồi, dẻo. - Cấu tạo như trên. - Nguyên lý làm việc như trên, nhưng có gắn thiết bị đo tự động










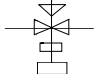
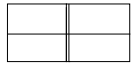
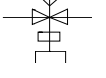






































TT	Nội dung quan trắc	Thiết bị đo	Chú thích
		4. Áp lực kế kiểu đo trực tiếp (Preumatic/ Hydraulic Pressure Cell)	chuyển từ tần số sang đơn vị lực - Cấu tạo như trên.
8	Quan trắc ứng lực cốt thép	1. Lực kế đo trực tiếp (Load Cell) 2. Lực kế kiểu dây rung đo gián tiếp (Embedded Strain gauge)	Nguyên lý làm việc giống như thiết bị đo ứng suất. Quan trắc biến dạng của cốt thép, sau đó xác định ứng lực theo lý thuyết đàn hồi.
9	Quan trắc nhiệt độ	Nhiệt kế điện trở (Carlson Resistance Thermometer)	Theo nguyên lý điện năng thành nhiệt năng: Có điện trở bằng kim loại, gắn thiết bị thu trị số đọc là giá trị nhiệt độ
10	Quan trắc mực nước	1. Cột thủy chí 2. Cảm biến	- Bằng bê tông, thép, gỗ đặt trước tuyến quan trắc. - Đo tự động
11	Quan trắc lưu lượng	1. Đập thành mỏng. 2. Đập mặt cắt hình thang 3. Đập mặt cắt tam giác 4. Cảm biến đo lưu lượng	Các loại đập bằng bê tông cốt thép, hoặc bằng thép bố trí sau đập trên rãnh tập trong nước. Thiết kế các loại đập đo lưu lượng theo nguyên tắc thủy lực của loại công trình đo và xây dựng biểu đồ hoặc bảng tính toán xác định lưu lượng để phục vụ cho quan trắc.

## A.2 Ký hiệu một số thiết bị đo thông dụng

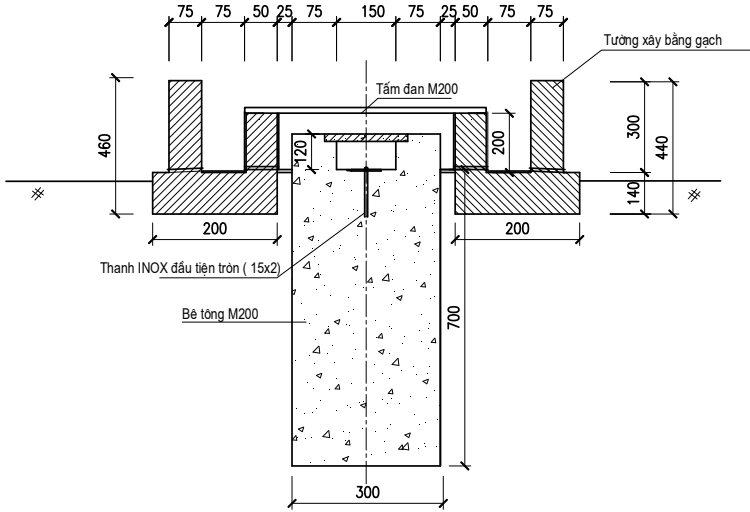
Ký hiệu một số thiết bị đo thông dụng xem bảng A.2

Bảng A.2 - Ký hiệu một số thiết bị đo thông dụng

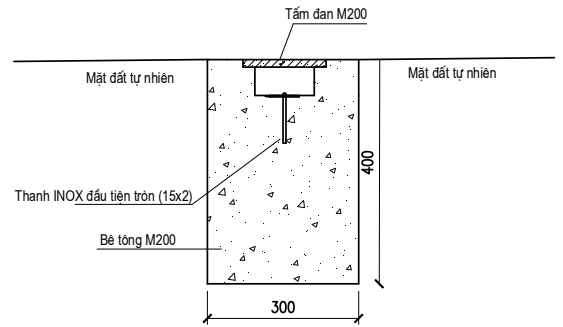
TT	Tên gọi và công dụng	Ký hiệu	Mặt đứng	Mặt bằng	Mặt cạnh
1	Móc đo lún mặt	M.M			
2	Móc đo lún sâu	M.S			
3	Móc ngắm đo chuyển vị ngang	M.N			
4	Thiết bị hầm đo chuyển vị ngang	Hn			
5	Thiết bị đo khe hở	Kh			
6	Thiết bị đo đường bão hoà	BH			
7	Áp kế đo áp lực nước thấm	AKT			
8	Áp kế đo áp lực đất	AKĐ			
9	Áp kế đo áp lực kẽ rỗng	AKR <sup>o</sup>			
10	Áp kế đo áp lực cốt thép	AKCT			
11	Nhiệt kế đo nhiệt độ của bê tông	NKB			
12	Thiết bị đo ứng suất trong bê tông loại đơn	AKB1			
13	Thiết bị đo ứng suất trong bê tông loại kép 2	AKB2			
14	Thiết bị đo ứng suất trong bê tông loại kép 3	AKB3			
15	Thiết bị đo áp lực mạch động	AKĐ <sub>o</sub>			
16	Thiết bị đo rung động do mạch động	AKR			

**Phụ lục B**  
(Tham khảo)

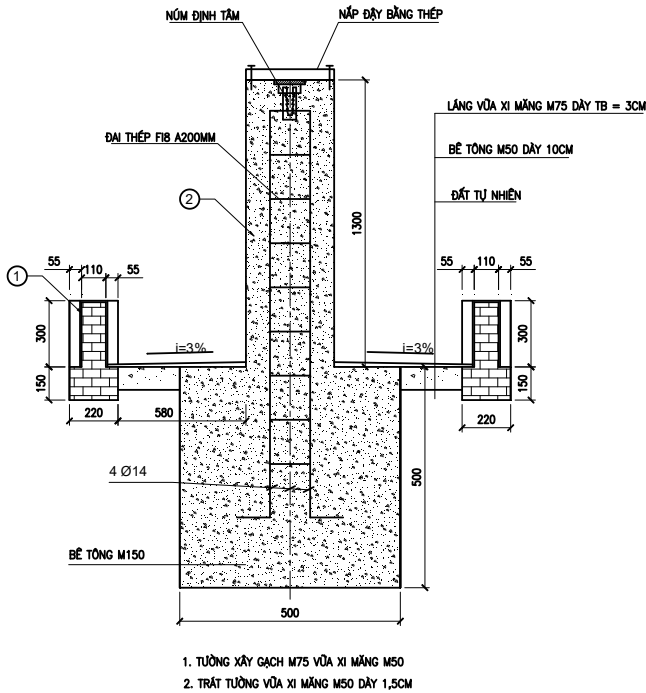
**Thiết kế lắp đặt một số thiết bị quan trắc**



**a) Mốc cơ sở**



**b) Mốc quan trắc lún**

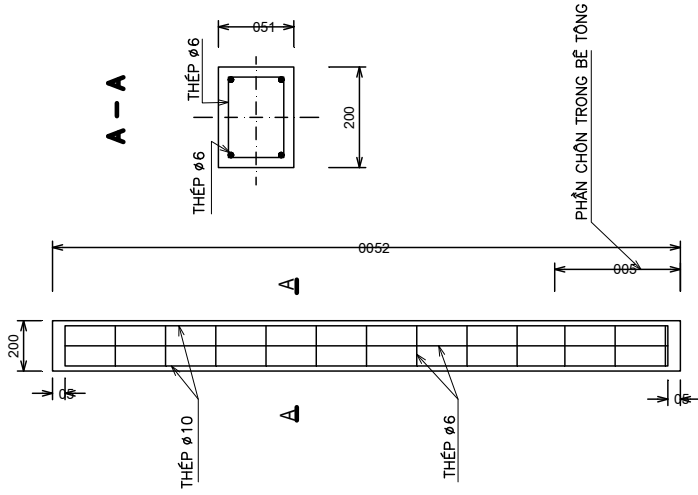


1. TƯỜNG XÂY GẠCH M75 VỮA XI MĂNG M50
2. TRÁT TƯỜNG VỮA XI MĂNG M50 DÀY 1,5CM

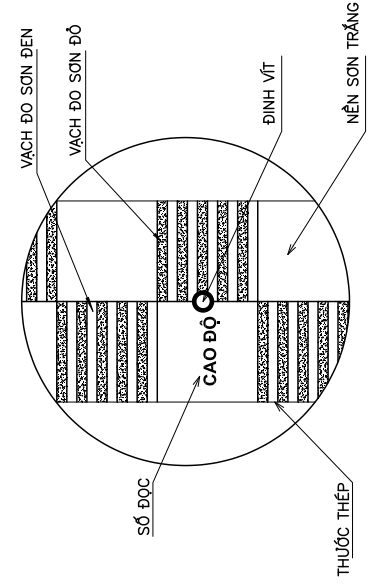
**c) Mốc quan trắc chuyển vị ngang**

**Hình B.1 - Thiết kế lắp đặt mốc quan trắc chuyển dịch**

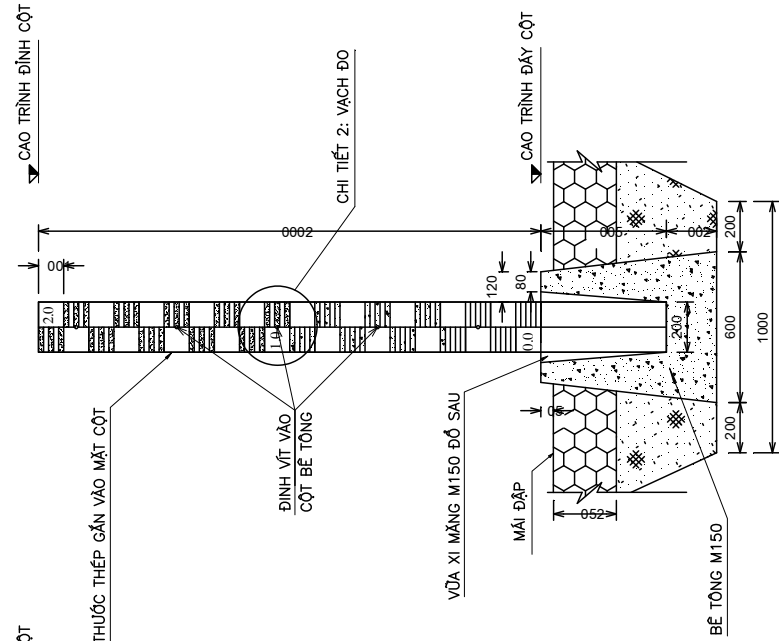
**BỐ TRÍ THÉP CỘT THỦY CHỈ**



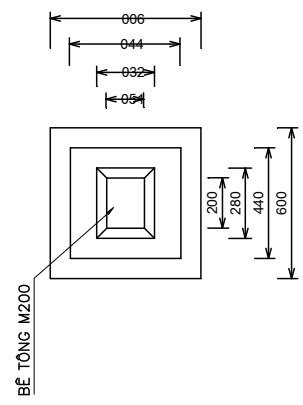
**CHI TIẾT 2: VẠCH ĐO**



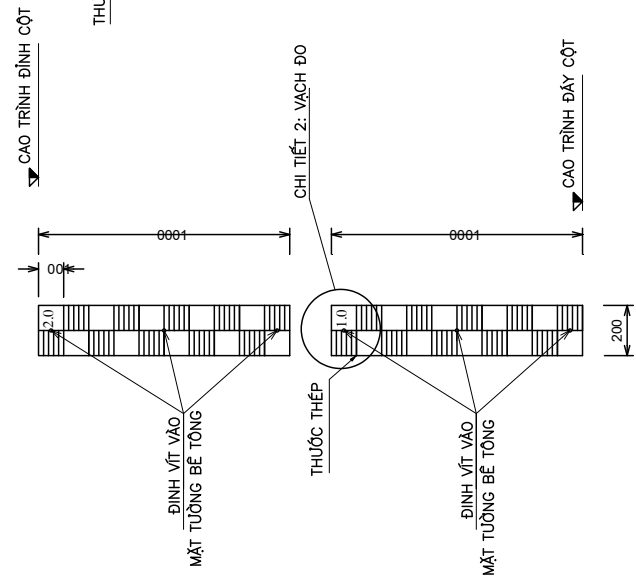
**CHI TIẾT CỘT ĐO MỨC NƯỚC THƯỢNG LƯU (ĐN) CỘT THỦY CHỈ**



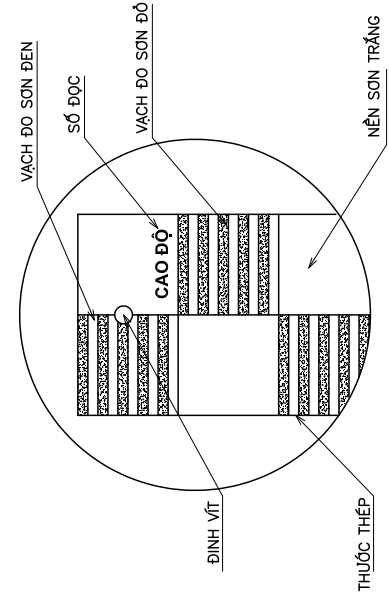
**MẶT BẰNG CỘT ĐO NƯỚC**



**CHI TIẾT CỘT ĐO MỨC NƯỚC (ĐN) BẰNG THƯỚC THÉP TRÊN TƯỜNG BÊ TÔNG CÔNG TRÌNH**



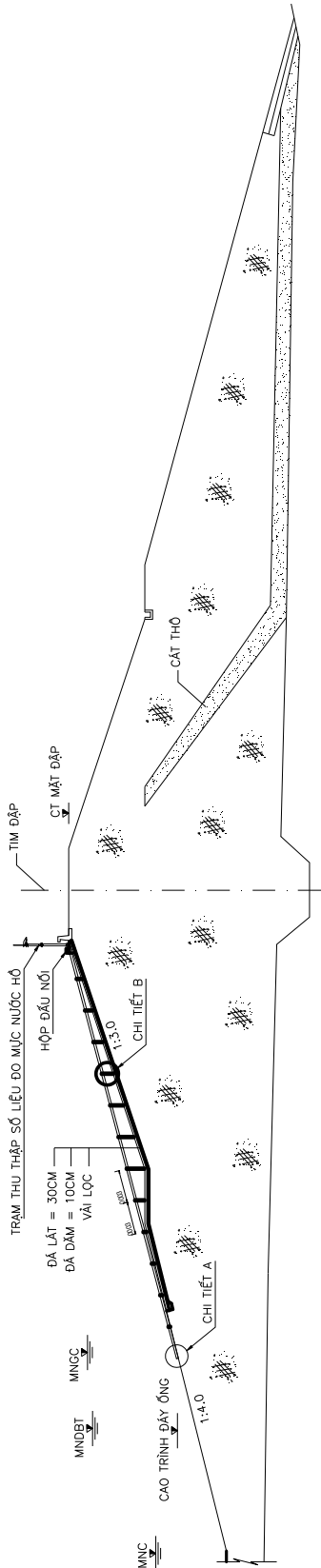
**CHI TIẾT 2: VẠCH ĐO**



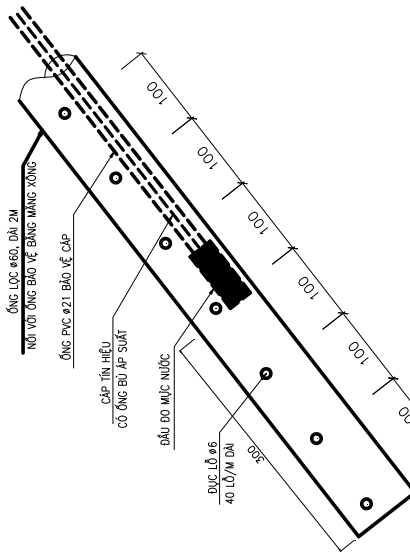
Hình B.2 - Thiết kế lắp đặt thiết bị đo thủ công quan trắc mực nước thượng, hạ lưu công trình

**BỐ TRÍ THIẾT BỊ ĐO MỨC NƯỚC TRƯỚC ĐẬP CỦA CÔNG TRÌNH ĐẬP ĐẤT BĂNG PHƯƠNG PHÁP TỰ ĐỘNG**

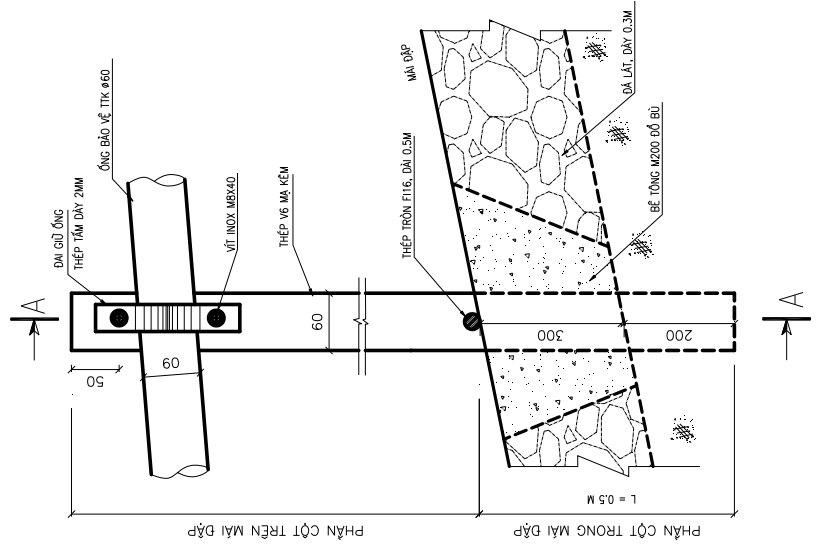
TỶ LỆ: 1:200



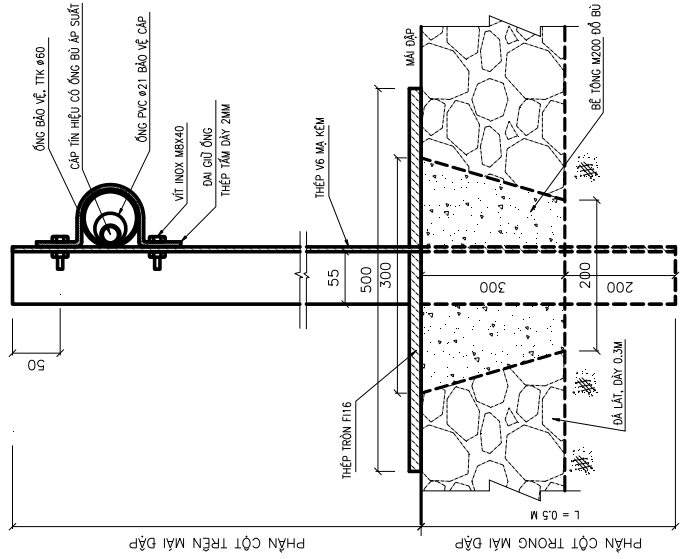
**CHI TIẾT A**  
TỶ LỆ: 1/5



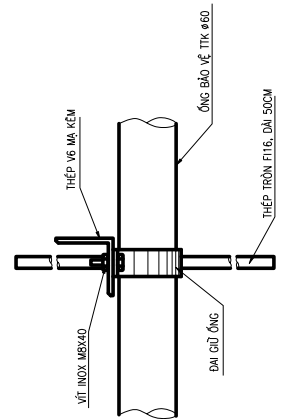
**CHI TIẾT B**  
TỶ LỆ: 1/5



**MẶT CẮT A - A**  
TỶ LỆ: 1/5

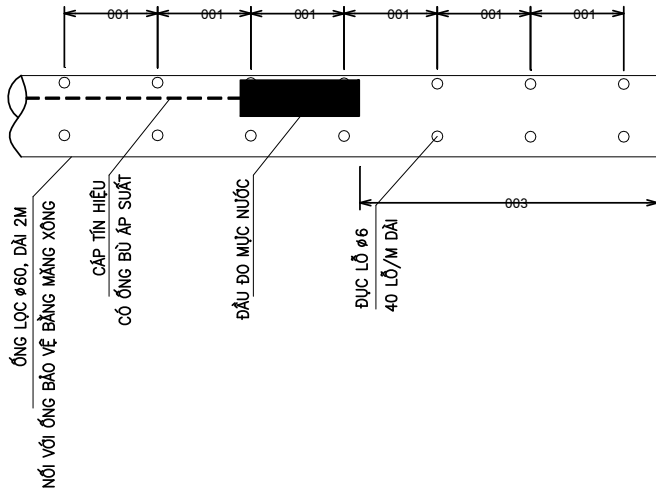


**MẶT BẰNG CHI TIẾT B**  
TỶ LỆ: 1/5

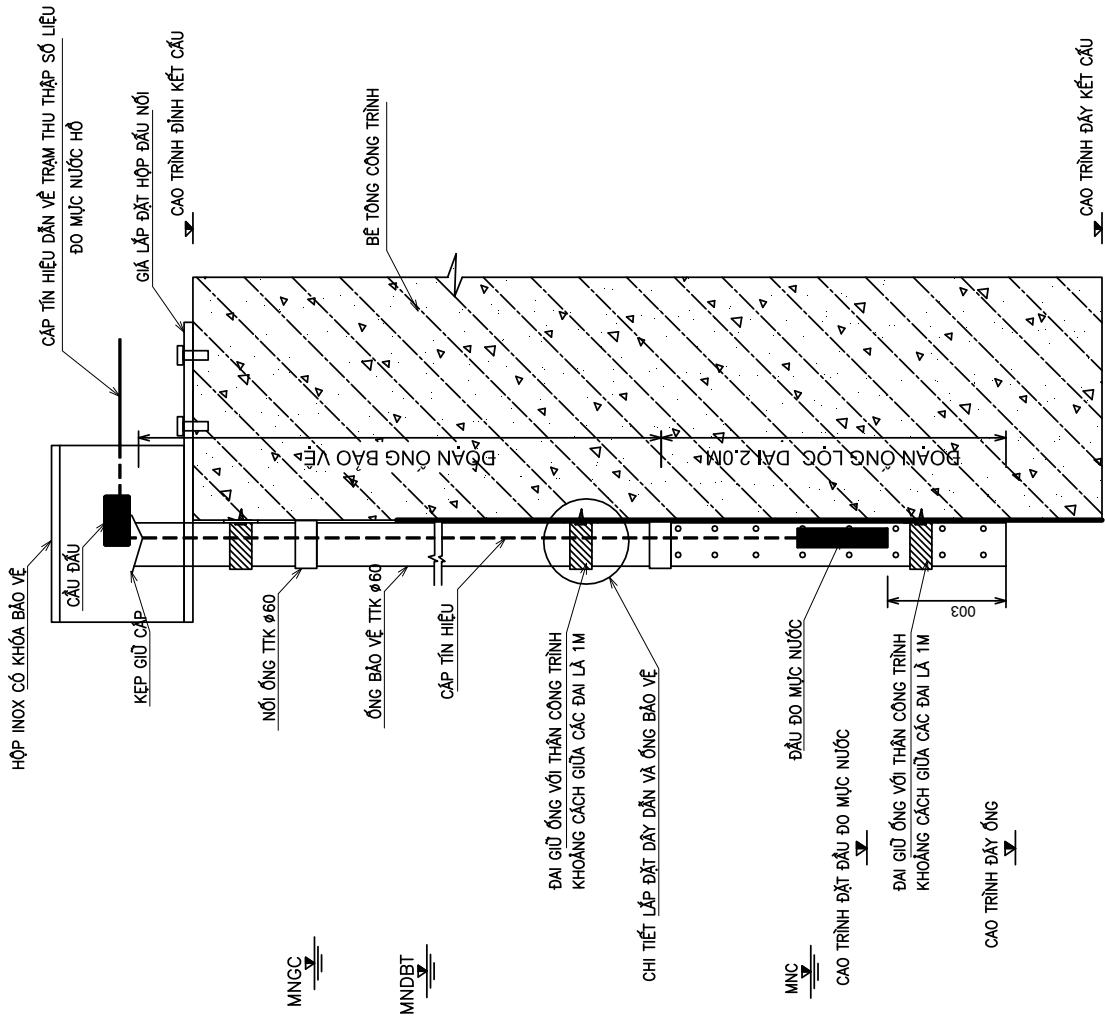
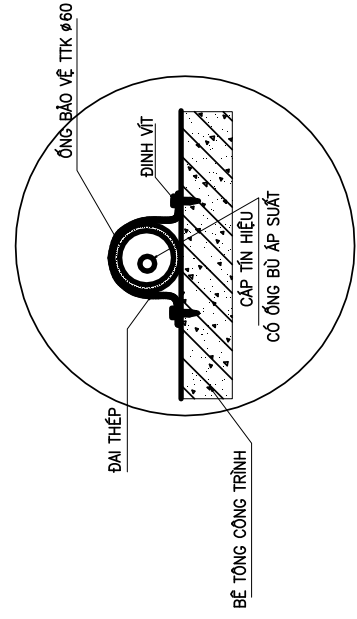


**Hình B.3 - Thiết kế lắp đặt thiết bị đo tự động quan trắc mực nước thượng, hạ lưu công trình**

**ĐOẠN ỐNG LỌC NƯỚC**

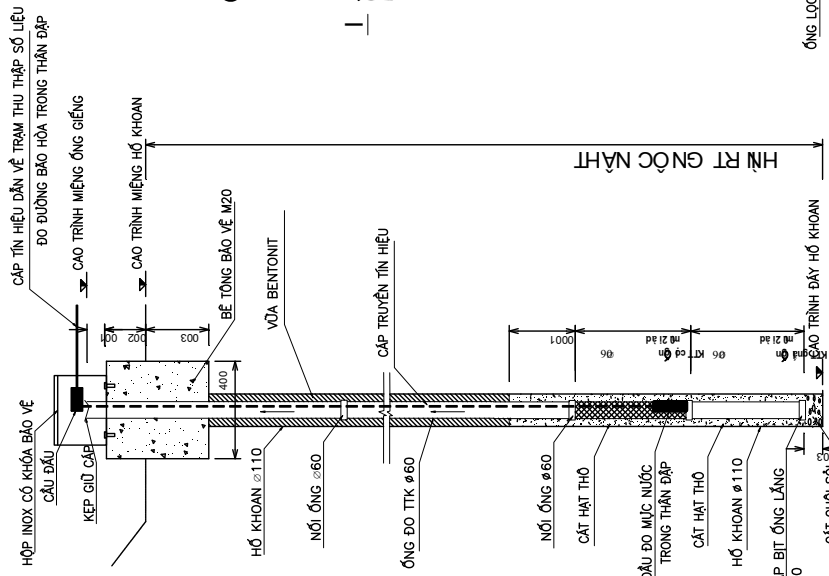


**LẤP ĐẶT DÂY DẪN VÀ ỐNG BẢO VỆ**

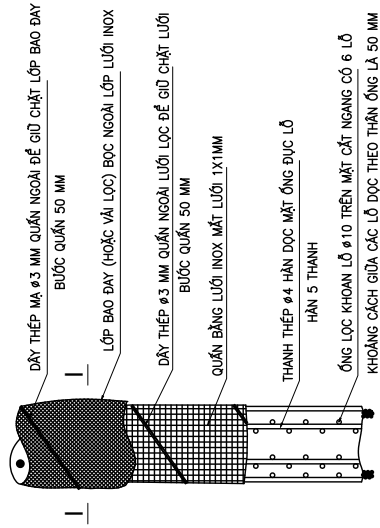


Hình B.4 - Thiết kế lắp đặt thiết bị đo tự động quan trắc mực nước thượng lưu công trình bê tông

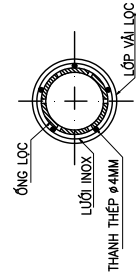
**LẤP ĐẶT THIẾT BỊ QUAN TRẮC ĐƯỜNG BẢO HÒA TRONG THÂN ĐẬP (BH)**



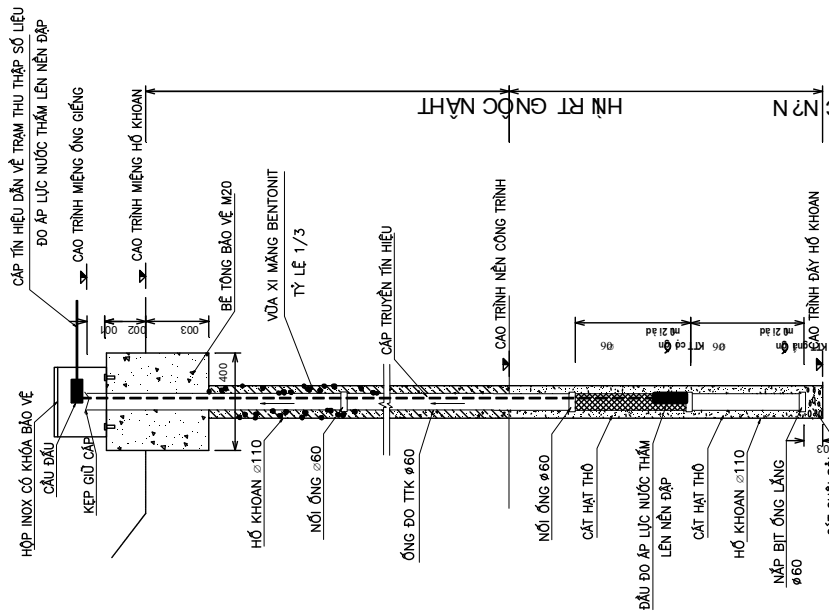
**ỐNG LỌC**



**H**



**LẤP ĐẶT THIẾT BỊ QUAN TRẮC ÁP LỰC NƯỚC THẤM LÊN NỀN ĐẬP (AKT)**

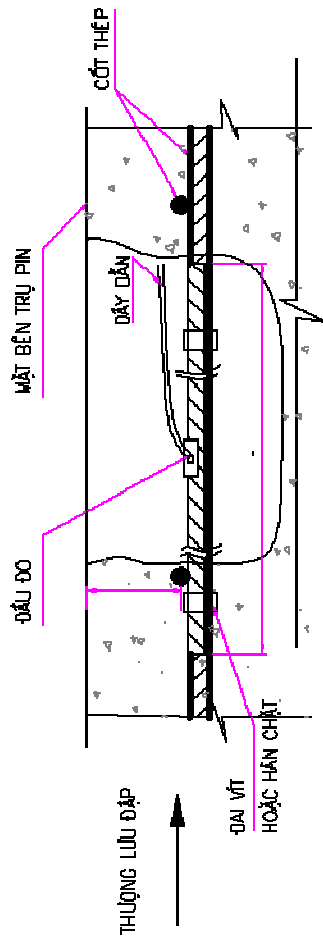


**HỖ RI T GNC Ø120**

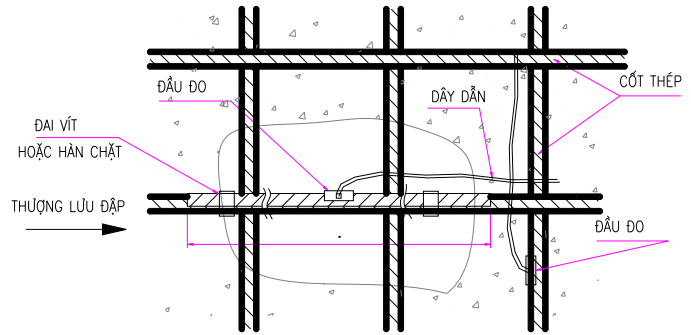
**HỖ RI T GNC Ø120**

Hình B.5 - Thiết kế lắp đặt thiết bị quan trắc đường bảo hòa và áp lực thấm

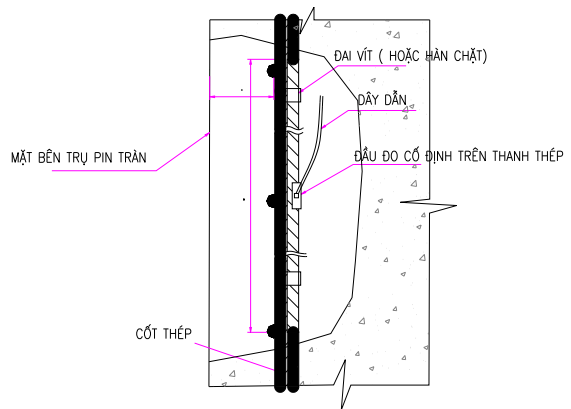
ÁP DỤNG CHO CỐT THÉP NẰM NGANG



MẶT CẮT



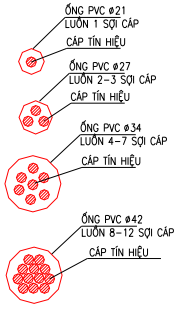
ÁP DỤNG CHO CỐT THÉP THẰNG ĐỨNG



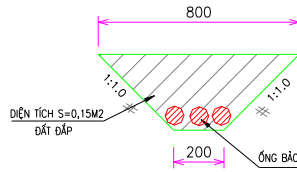
Hình B.6 - Thiết kế lắp đặt thiết bị quan trắc áp lực kéo cốt thép



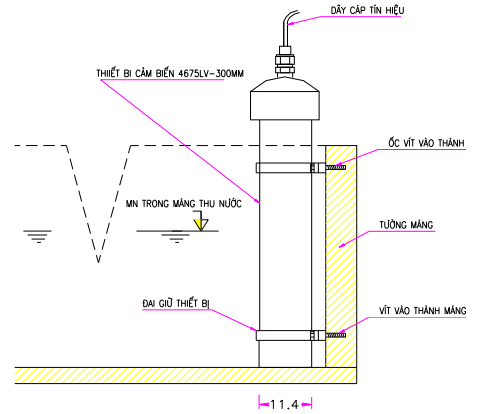
BỐ TRÍ CÁP TRONG ỚNG



MẶT CẮT RĂNG CÁP ĐI TRÊN  
TỶ LỆ 1 : 20

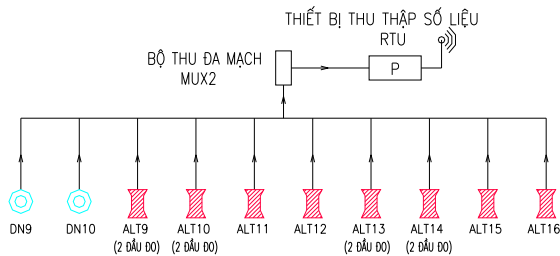


**Hình B.7 - Thiết kế lắp đặt cáp tín hiệu trong ống và trên máng cáp**



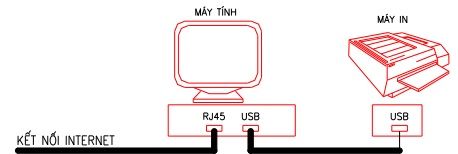
**Hình B.8 - Thiết kế lắp đặt thiết bị tự động quan trắc lưu lượng thấm**

BỐ TRÍ DÂY DẪN VỀ TRẠM THU THẬP VÀ XỬ LÝ SỐ

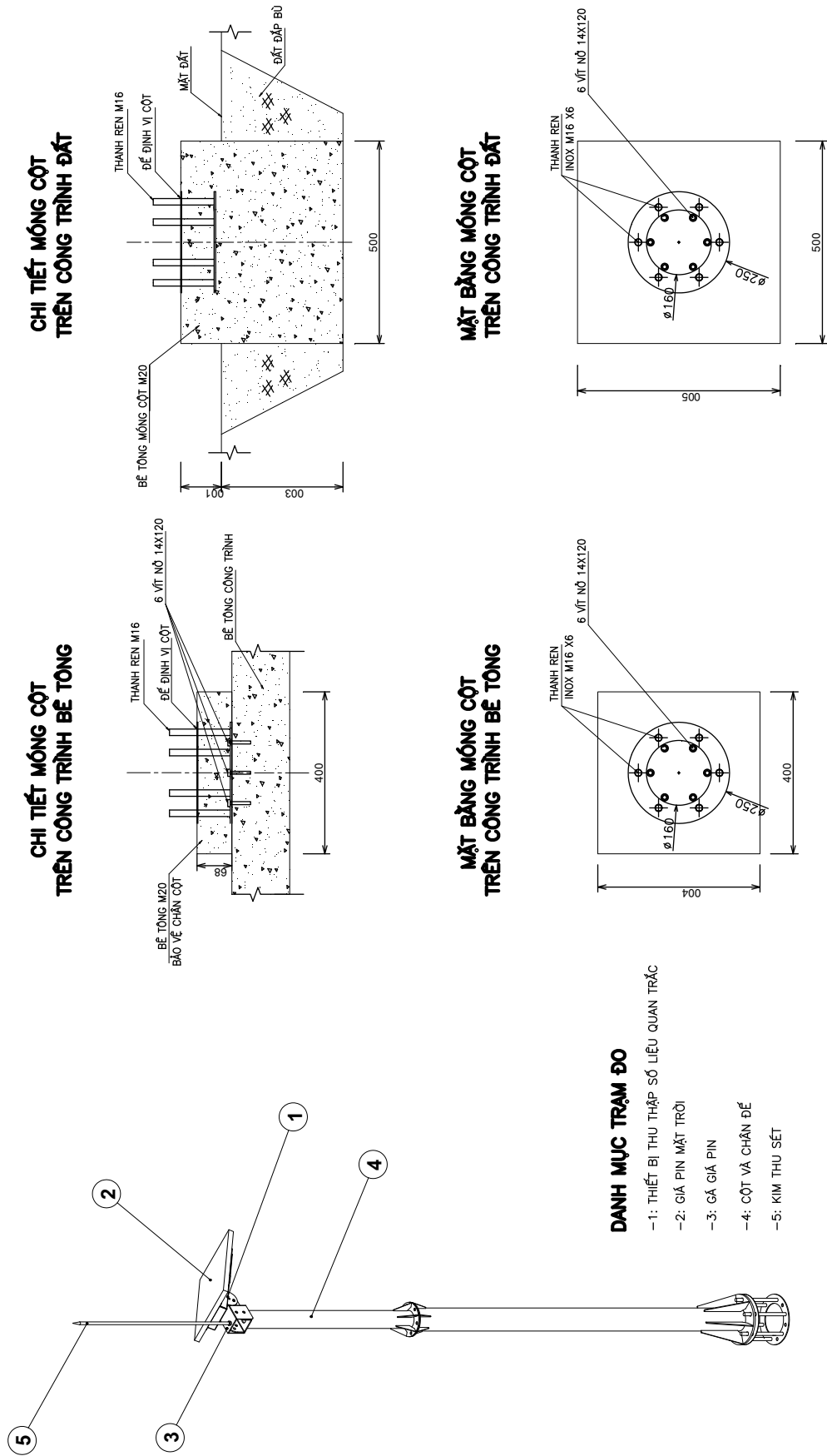


**Hình B.9 - Thiết kế lắp đặt dây dẫn về trạm thu thập và xử lý số liệu**

TRUNG TÂM TẠI NHÀ QUẢN L?



**Hình B.10 - Thiết kế lắp đặt thiết bị tại nhà quản lý**



Hình B.11 - Thiết kế lắp đặt trạm thu thập số liệu quan trắc tự động

## Phụ lục C

(Tham khảo)

**Biểu ghi chép kết quả quan trắc (mức nước / đường bảo hòa / áp lực thấm v.v...)**

<b>BIỂU GHI CHÉP KẾT QUẢ QUAN TRẮC (MỨC NƯỚC/ĐƯỜNG BẢO HÒA/ÁP LỰC THẤM...)</b>													
<b>Chủ đầu tư/Đơn vị quản lý:</b>						<b>Đơn vị đo:</b>							
<b>Địa chỉ:</b>						<b>Địa chỉ:</b>							
<b>Số ĐT/Fax/Email:</b>						<b>Số ĐT/Fax/Email:</b>							
<b>Công trình:</b>						<b>Thiết bị đo</b>						<b>Biểu số:</b>	
<b>Hạng mục:</b> VD: Đập /Tràn/Cống lấy nước						<b>Hiện trạng/Số Hiệu chuẩn, kiểm định</b>							
TT	Tuyến quan trắc	Tên điểm/mốc quan trắc	Vị trí /Tọa độ	Cao độ đặt đầu đo /Cao độ mốc quan trắc	Thời gian quan trắc		Thời tiết (mưa, nắng, khô, râm mát...)	Số liệu đo (đơn vị)				Đánh giá Đạt (+) Không đạt (-)	Ghi chú (nếu có)
					Ngày, Tháng, Năm	Giờ(h), phút(')		Đo thủ công	Đo tự động	Số liệu đo đã hiệu chỉnh với trị số hiệu chỉnh (+/-)	Số liệu cho phép		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)

**Ghi chú:**

- Dấu (/): có nghĩa là "hoặc". Dấu (,) có nghĩa là "và"
- Hình thức, số lượng cột trong biểu mẫu có thể thay đổi, thêm bớt nhưng cần đảm bảo đủ các nội dung yêu cầu trên.

<b>Người đo</b>	<b>Người ghi chép và tính toán</b>	<b>Người kiểm tra</b>
Ký tên	Ký tên	Ký tên
<b>Ghi rõ họ tên</b>	<b>Ghi rõ họ tên</b>	<b>Ghi rõ họ tên</b>