

ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ DẠNG KẾT CẤU GIA TĂNG ĐỘ CỨNG ĐẾN CÁC ĐẶC TRƯNG ĐỘNG LỰC HỌC CỦA ĐẬP BÊ TÔNG TRỤ CHỐNG

Nguyễn Ngọc Thăng¹

Tóm tắt: Kết cấu đập hoặc tường chắn có trụ chống là dạng kết cấu có độ mảnh lớn theo phương ngang (phương tuyến đập), do đó khả năng của chúng chịu tải trọng, đặc biệt là tải trọng động đất theo phương này kém hơn so với khi chịu tải trọng theo các phương khác. Chính vì vậy, việc gia tăng độ cứng của đập trụ chống theo phương tuyến đập giúp cải thiện đáng kể khả năng kháng chấn của chúng. Nội dung của bài báo này đi sâu vào phân tích ảnh hưởng của một số kết cấu gia tăng độ cứng đến đặc trưng động lực học (chu kỳ dao động riêng) của đập bê tông trụ chống.

Từ khóa: Đập trụ chống, độ cứng, động đất, kháng chấn, dao động riêng

1. Khái niệm về các kết cấu gia tăng độ cứng của đập trụ chống [1,3].

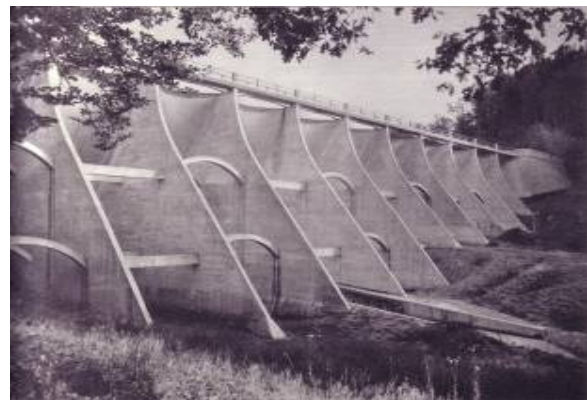
Sự cần thiết của việc bố trí các kết cấu gia tăng độ cứng phụ thuộc vào các điều kiện thực tế của công trình (chiều cao của đập, chiều dày của trụ chống, hoạt động địa chấn của vùng xây dựng công trình...). Tại các khu vực có nguy cơ động đất, xuất phát từ sự làm việc của công trình chịu tải trọng động đất theo phương ngang (dọc theo tuyến đập) có thể bố trí các trụ chống kép, các tường gia tăng độ cứng, thanh giằng thẳng (khi khẩu độ không quá lớn và trụ chống mỏng) hoặc các vách cứng trong trường hợp trụ chống rộng. Điều kiện ổn định của trụ chống chống uốn dọc thường dễ dàng được thỏa mãn trong mọi trường hợp với dạng kết cấu gia tăng bất kỳ (dầm, sườn, vách). Còn điều kiện ổn định của các trụ chống tương đối dày (thường áp dụng trong các đập trụ chống hiện nay) luôn luôn được thỏa mãn kể cả khi không có kết cấu gia tăng độ cứng (đặc biệt đối với những đập có chiều cao dưới 70m). Các sườn và vách cứng thường bố trí theo phương thẳng đứng hoặc song song với mái hạ của trụ chống. Các thanh giằng thẳng (dầm giằng) thường bố trí thành các

hàng song song với mái hạ của trụ chống. Liên kết giữa dầm giằng và trụ chống thường là liên kết ngàm hoặc liên kết khớp. Nếu mái thượng lưu được chia thành từng khoang, nên bố trí liên kết khớp giữa dầm giằng và trụ chống. Đôi khi trên các dầm giằng người ta bố trí các liên kết khớp ở giữa nhịp (đập Beny Badel, Algeria). Các thanh giằng có thể thẳng (dầm giằng) hoặc cong (vòm giằng). Trên đập trụ chống Faux-la-Montagne cao 16m tại Pháp, người ta đã áp dụng cả dầm giằng và vòm giằng (hình 1). Trên đập này, các dầm giằng và vòm giằng được bố trí trong các khoang thành hai hàng theo phương nằm ngang. Trong một khoang, người ta bố trí hoặc toàn bộ dầm giằng hoặc toàn bộ vòm giằng. Các khoang được sắp xếp sao cho khoang có dầm giằng nằm giữa 2 khoang có vòm giằng và ngược lại.

Nội dung bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của các loại kết cấu gia tăng khả năng kháng chấn như dầm giằng, vòm giằng đến các đặc trưng động lực học của kết cấu đập trụ chống, mà cụ thể ở đây là chu kỳ và tần số dao động riêng của đập bê tông trụ chống làm việc đồng thời với nền. Các mô hình được tính toán bằng phần mềm tính kết cấu SAP2000 v.14.



a) Nhìn từ phía thượng lưu



b) Nhìn từ phía hạ lưu

Hình 1. Đập trụ chống Faux-la-Montagne (Pháp)

¹ Đại học Thủy lợi

2. Các dạng dao động riêng và chu kỳ dao động riêng của đập bê tông trụ chống có đầm giăng và vòm giăng.

Xét hai phương án đập bê tông trụ chống có đầm giăng hoặc vòm giăng (hình 2) chịu tác dụng của tải trọng động đất theo phương tuyến đập trong ba trường hợp: giữa hai khoang có ba đầm giăng, ba vòm giăng và không có giăng. Chiều cao của đập $H=32\text{m}$; mái thượng hạ lưu $m_1 = m_2 = 0,5$; kích thước mặt cắt ngang của đầm giăng và vòm giăng bằng $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$. Miền tính toán bao gồm đập trụ chống, nền đá có độ sâu 70m , khoảng cách từ chân đập đến biên của nền bằng 70 m (hình 3). Các đặc trưng cơ lý của nền bao gồm: mô đun đàn hồi của bê tông $E_b=250 \cdot 10^3\text{ KG/cm}^2$, trọng lượng riêng của bê tông $\gamma_b = 2,4\text{ T/m}^3$, hệ số poisson của bê tông $\mu_b=0,2$; mô đun đàn hồi của nền đá E_0 thay đổi lần lượt bằng $50 \cdot 10^3\text{ KG/cm}^2$, $150 \cdot 10^3\text{ KG/cm}^2$ và 10^6 KG/cm^2 ; hệ số poisson của nền đá $\mu_0 = 0,2$; trọng lượng riêng của nền đá $\gamma_0 = 2,68\text{ T/m}^3$; độ dính $C = 1,5\text{ KG/cm}^2$; hệ số ma sát giữa bê tông và nền đá $\text{tg}\varphi = 0,75$. Số dạng dao động riêng của đập trụ chống được khảo sát là 30 dạng đầu tiên. Do khuôn khổ có hạn, trong bài báo chỉ đưa ra kết quả tính toán chu kỳ dao động riêng của đập trụ chống có kết cấu gia tăng độ cứng khi mô đun đàn hồi của nền $E_0=150 \cdot 10^3\text{ KG/cm}^2$ (bảng 2.1).

Các kết quả tính toán trong trường hợp mô đun đàn hồi của nền đá E_0 bằng $50 \cdot 10^3\text{ KG/cm}^2$ cho thấy đầm giăng và vòm giăng ảnh hưởng không đáng kể đến trạng thái ứng suất - biến dạng của đập bê tông trụ chống. Sự có mặt của các đầm giăng làm giảm đi 14% chu kỳ hai dạng dao động riêng đầu tiên của đập trụ chống (đọc theo tuyến đập). Ở những dạng dao động riêng khác, chu kỳ giảm đi không đáng kể. Trong trường hợp đập có vòm giăng, chu kỳ dao động riêng thay đổi không như trường hợp trên. Chu kỳ hai dạng dao động riêng đầu tiên (đọc theo tuyến đập) giảm đi 3-5% so với phương án không có giăng.

Từ dạng dao động riêng thứ 3 đến thứ 5 chu kỳ dao động riêng thay đổi không đáng kể (dưới 0,1%). Sau đó, từ dạng thứ 6 đến dạng thứ 8 – dao động dọc theo phương dòng chảy, chu kỳ dao động riêng tăng dần so phương án không có giăng. Sự ra tăng đáng kể (11%) quan sát được ở dạng thứ 9, 10 và 11. Sau đó, chu kỳ tăng lên không nhiều (dưới 6%) từ dạng thứ 12 đến dạng thứ 30.

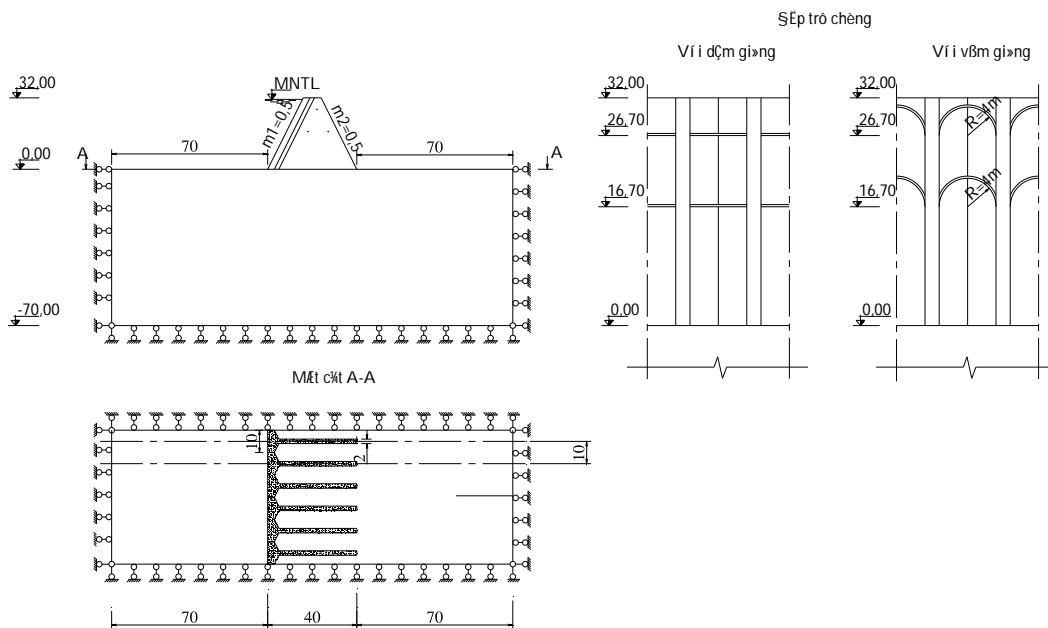
Kết quả tính toán trong trường hợp mô đun đàn hồi của nền đá E_0 bằng $150 \cdot 10^3\text{ KG/cm}^2$ cho thấy

cho thấy đầm giăng và vòm giăng ảnh hưởng không nhiều đến trạng thái ứng suất - biến dạng của đập trụ chống. Khi đập có đầm giăng, chu kỳ của hai dạng dao động riêng đầu tiên giảm đi so với trường hợp mô đun đàn hồi của nền $E_0=50 \cdot 10^3\text{ KG/cm}^2$. Ở những dạng dao động bậc cao chu kỳ thay đổi không đáng kể so với trường hợp đập không có giăng.

Trong trường hợp đập có vòm giăng chu kỳ dao động riêng thay đổi theo một diễn biến khá trái ngược. Chu kỳ hai dạng dao động riêng đầu tiên giảm đi 3% - 4% so với trường hợp đập không có giăng nhưng ở những dạng bậc cao chu kỳ thay đổi một cách rõ rệt. Chu kỳ tăng nhiều nhất (từ 20% đến 30%) ở dạng thứ 4, 5, 6, khi dao động dọc phương theo dòng chảy. Sau đó, chu kỳ dao động tăng 10% - 18% từ dạng thứ 7 đến dạng thứ 16, và 2-6% từ dạng 17 đến dạng 30 (khi xuất hiện dao động dọc theo phương dòng chảy, theo phương tuyến đập và dao động hỗn hợp).

Kết quả tính toán chu kỳ dao động riêng của hệ đập - nền trong trường hợp mô đun đàn hồi của nền $E_0 = 10^6\text{ KG/cm}^2$ (nền có thể coi như tuyệt đối cứng) cho thấy sự xuất hiện của đầm giăng làm giảm 11-13% chu kỳ 2 dạng dao động riêng đầu tiên (đọc theo tuyến đập). Từ dạng 3 đến dạng thứ 20 chu kỳ dao động riêng thay đổi không đáng kể so với phương án đập không có giăng (dưới 3%). Sau đó từ dạng 21 đến dạng 30 chu kỳ dao động riêng tăng từ 7-13%. Khi đập có vòm giăng chu kỳ của 2 dạng dao động riêng đầu tiên (đọc theo tuyến đập) giảm đi từ 3-4% so với đập không có giăng. Ở dạng thứ 3 chu kỳ chỉ tăng lên 4% nhưng ở những dạng bậc cao hơn chu kỳ thay đổi một cách đột ngột. Chu kỳ tăng nhiều nhất (40-50%) ở dạng thứ 5 và thứ 6 khi đập dao động riêng dọc theo phương dòng chảy. Sau đó chu kỳ dao động tăng 14 - 23% từ dạng thứ 7 đến dạng thứ 11, và 12 -16% từ dạng 12 đến dạng 17. Từ dạng 18 đến dạng 30, khi xuất hiện các dao động riêng dọc theo tuyến đập, theo phương dòng chảy và dao động hỗn hợp, chu kỳ dao động tăng khoảng 6 - 12%.

Kết quả tính toán cho thấy độ cứng của nền ít ảnh hưởng đến dao động riêng của đập có đầm giăng so với phương án đập không có giăng. Chu kỳ giảm đi 11% -14% ở hai dạng đầu tiên. Ở những dạng bậc cao hơn chu kỳ dao động riêng thay đổi không đáng kể. Chỉ trong hợp nền rất cứng $E_0 = 1.10^6\text{ KG/cm}^2$ chu kỳ dao động riêng tăng 10% - 20% từ dạng thứ 20 trở đi.



Hình 2. Sơ đồ tính đập trụ chống có kết cấu gai tăng độ cứng theo phương ngang

Độ cứng của nền ảnh hưởng nhiều nhất đến chu kỳ dao động riêng khi đập có bố trí vòm giằng so với phương án đập không có giằng. Ở hai dạng đầu tiên chu kỳ dao động riêng giảm đi không đáng kể (dưới 3-5%) với các giá trị mô đun đàn hồi khác nhau của nền. Nhưng ở những dạng bậc cao hơn chu kỳ tăng lên một cách rõ rệt (40-50%). Nền càng cứng thì sự

chênh lệch giữa chu kỳ dao động riêng của đập có vòm giằng và đập không giằng càng lớn.

Cần nhấn mạnh thêm rằng, trong tất cả các trường hợp sự giảm đột ngột của chu kỳ dao động riêng sau hai dạng dao động đầu tiên nói lên sự thay đổi phương dao động của hệ “đập trụ chống-nền”.

Bảng 2.1. Chu kỳ dao động riêng của đập trụ chống có kết cấu gia tăng độ cứng khi mô đun đàn hồi của nền $E_0 = 150 \cdot 10^3 \text{ KG/cm}^2$.

| Dạng dao động riêng | Chu kỳ dao động riêng (s) | | | Độ chênh lệch so với phương án đập không có giằng (%) | |
|---------------------|---------------------------|------------------|------------------|---|------------------|
| | Đập không có giằng | Đập có vòm giằng | Đập có dầm giằng | Đập có vòm giằng | Đập có dầm giằng |
| 1 | 0.0945 | 0.0905 | 0.0814 | -4.2754 | -13.9212 |
| 2 | 0.0896 | 0.0866 | 0.0786 | -3.3083 | -12.2821 |
| 3 | 0.0488 | 0.0490 | 0.0483 | 0.3902 | -1.1571 |
| 4 | 0.0402 | 0.0484 | 0.0396 | 20.4353 | -1.3823 |
| 5 | 0.0390 | 0.0480 | 0.0390 | 23.2425 | -0.0040 |
| 6 | 0.0369 | 0.0479 | 0.0369 | 29.9969 | -0.0005 |
| 7 | 0.0361 | 0.0401 | 0.0357 | 11.1357 | -0.8967 |
| 8 | 0.0330 | 0.0390 | 0.0329 | 18.0916 | -0.3864 |
| 9 | 0.0325 | 0.0369 | 0.0323 | 13.4714 | -0.6375 |
| 10 | 0.0316 | 0.0360 | 0.0314 | 13.8111 | -0.6694 |
| 11 | 0.0309 | 0.0329 | 0.0309 | 6.5279 | -0.0600 |
| 12 | 0.0282 | 0.0325 | 0.0282 | 15.0142 | 0 |
| 13 | 0.0277 | 0.0316 | 0.0277 | 13.9728 | 0.0397 |
| 14 | 0.0263 | 0.0309 | 0.0263 | 17.3640 | -0.1492 |
| 15 | 0.0254 | 0.0282 | 0.0254 | 10.9850 | -0.0122 |
| 16 | 0.0253 | 0.0277 | 0.0253 | 9.3415 | 0.0109 |
| 17 | 0.0252 | 0.0263 | 0.0252 | 4.6032 | -0.0375 |
| 18 | 0.0244 | 0.0254 | 0.0244 | 4.1480 | -0.0308 |
| 19 | 0.0242 | 0.0253 | 0.0242 | 4.8531 | 0.0001 |
| 20 | 0.0241 | 0.0252 | 0.0241 | 4.3947 | -0.0043 |
| 21 | 0.0239 | 0.0244 | 0.0239 | 2.0802 | -0.0127 |
| 22 | 0.0234 | 0.0242 | 0.0234 | 3.1612 | -0.0462 |

| Dạng dao động riêng | Chu kỳ dao động riêng (s) | | | Độ chênh lệch so với phương án đập không có giằng (%) | |
|---------------------|---------------------------|------------------|------------------|---|------------------|
| | Đập không có giằng | Đập có vòm giằng | Đập có dầm giằng | Đập có vòm giằng | Đập có dầm giằng |
| 23 | 0.0231 | 0.0241 | 0.0231 | 4.1851 | 0 |
| 24 | 0.0231 | 0.0239 | 0.0231 | 3.7426 | -0.0126 |
| 25 | 0.0228 | 0.0234 | 0.0226 | 2.6946 | -0.6930 |
| 26 | 0.0226 | 0.0231 | 0.0226 | 2.3381 | 0.0002 |
| 27 | 0.0226 | 0.0231 | 0.0225 | 2.2507 | -0.0431 |
| 28 | 0.0223 | 0.0228 | 0.0222 | 2.2308 | -0.2873 |
| 29 | 0.0222 | 0.0226 | 0.0221 | 1.7871 | -0.4325 |
| 30 | 0.0213 | 0.0225 | 0.0213 | 5.8694 | -0.0004 |

3. Kết luận

Từ kết quả tính toán chu kỳ dao động riêng của đập trụ chống có bổ sung các kết cấu gia tăng khả năng kháng chấn, có thể đưa ra một số kết luận sau:

1. Các kết cấu gia tăng độ cứng dưới dạng giằng (dầm giằng và vòm giằng) ảnh hưởng không đáng kể đến trạng thái ứng suất – biến dạng của đập bê tông trụ chống khi không có động đất.

2. Chu kỳ dao động riêng của đập trụ chống khi có dầm giằng giảm rõ rệt nhất (11-14%) so với khi không có giằng ở hai dạng dao động riêng đầu tiên. Ở những dạng bậc cao hơn, chu kỳ thay đổi không đáng kể.

3. So với khi không có giằng, chu kỳ hai dạng dao động riêng của đập trụ chống khi có vòm giằng giảm không đáng kể (3-5%). Ở những dạng bậc cao hơn, chu kỳ tăng lên khá đột ngột tùy thuộc vào độ cứng của nền. Nền càng cứng, chu kỳ tăng càng

nhều (20-30%). Độ gia tăng của chu kỳ dao động riêng giảm dần ở những dạng tiếp theo (từ dạng thứ 10-12 trở đi), chiếm khoảng 6-10%.

4. Độ cứng của nền ít ảnh hưởng đến dao động riêng của đập có dầm giằng so với khi không có giằng.

5. Độ cứng của nền ảnh hưởng nhiều nhất đến chu kỳ dao động riêng khi đập có bố trí vòm giằng so với phương án đập không có giằng. Nền càng cứng thì sự chênh lệch giữa chu kỳ dao động riêng của đập có vòm giằng và đập không giằng càng lớn.

Ở đây, nội dung bài báo cũng mới đề cập đến kết quả tính toán các đặc trưng động (chu kỳ và tần số dao động riêng) của đập trụ chống có bổ sung giằng. Trong thực tế xây dựng các công trình chịu tải trọng động đất, trên thế giới đã áp dụng nhiều loại kết cấu gia tăng độ cứng khác dạng sườn và vách cứng. Việc lựa chọn loại kết cấu nào để áp dụng phụ thuộc vào điều kiện của từng công trình cụ thể.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ngô Trí Viêng. *Sổ tay kỹ thuật thủy lợi tập 2*. NXB Xây dựng.
2. Nguyễn Lê Ninh (2007), *Động đất và thiết kế công trình chịu động đất*, NXB Xây dựng.
3. Grishin M.M., Rozanov N.P và nnk, *Đập bê tông trên nền đá*. NXB Xây dựng. Moscow, 1974 (bản tiếng Nga).

Summary

INFLUENCE OF SOME RIGIDITY-INCREASED STRUCTURES TO DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE CONCRETE BUTTRESS DAMS

The buttress dams or abutment walls are slender structures in the line of damsite, so their ability to work under load, especially under seismic load in this direction is less effective than other directions. Therefore, the rigidity increasing of buttress dams in the line of damsite significantly improves their seismic resistance. This paper includes the analysis of the influence of rigidity-increased structures to the dynamic characteristics (natural-vibration period and frequency) of the concrete buttress dams.

Keyword: *buttress dam, earthquake, rigidity, natural-vibration period.*

Người phản biện: **TS. Nguyễn Quang Cường**

BBT nhận bài: 22/8/2013

Phản biện xong: 27/8/2013