

ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ KẾT CẤU GIA TĂNG ĐỘ CỨNG ĐẾN KHẢ NĂNG KHÁNG CHẤN THEO PHƯƠNG NGANG CỦA ĐẬP BÊ TÔNG TRỤ CHỐNG

Nguyễn Ngọc Thắng¹

Tóm tắt: Đập hoặc tường chắn có trụ chống là dạng kết cấu được sử dụng rộng rãi trong các công trình thủy lợi, thủy điện. Kết cấu dạng này có độ mảnh lớn theo phương ngang nên khả năng của chúng chịu tải trọng, đặc biệt là tải trọng động theo phương này kém hơn so với khi chịu tải trọng theo các phương khác. Nội dung của bài báo này đi sâu vào phân tích ảnh hưởng của một số kết cấu gia tăng độ cứng đến khả năng kháng chấn theo phương ngang của đập bê tông trụ chống.

Từ khóa: Đập trụ chống, độ cứng, động đất, kháng chấn, ứng suất, phương ngang

1. Các kết cấu gia tăng độ cứng theo phương ngang của đập trụ chống [1, 3]¹

Tại các khu vực có nguy cơ động đất, để tăng khả năng chịu tải trọng theo phương ngang (phương tuyến đập) của đập trụ chống, người ta bố trí các kết cấu gia tăng độ cứng theo phương này dưới dạng tường, trụ chống kép, thanh giằng (khi khẩu độ không quá lớn và trụ chống mỏng) hoặc các vách cứng trong trường hợp trụ chống rộng. 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...). 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 thanh 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 thanh giằng và trụ chống. Các thanh giằng có thể thẳng (dầm giằng) hoặc cong (vòm giằng). Trong một khoang, người ta bố trí hoặc toàn bộ dầm giằng hoặc toàn bộ vòm giằng.

Nội dung bài báo trình bày kết quả nghiên cứu và so sánh ảnh hưởng của kết cấu gia tăng độ cứng theo phương ngang dưới dạng dầm giằng, vòm giằng đến khả năng kháng chấn (trạng thái ứng suất – biến dạng) của đập bê

tông trụ chống. Các kết cấu được tính toán bằng phần mềm tính kết cấu SAP2000 v.14 theo mô hình không gian.

2. Sơ đồ và các trường hợp tính toán

Xét mô hình đập trụ chống làm việc đồng thời với nền có các thông số hình học như sau: đập cao 32 m; hệ số mái thượng và hạ lưu $m_1 = m_2 = 0,5$; trụ chống có dạng tam giác và đập gồm 6 trụ; bản mặt chắn nước dày 3m; trụ chống dày 2 m; khoảng cách giữa tim 2 trụ bằng 10m; chiều dài nền trước và sau đập theo phương dòng chảy lấy bằng 70m; chiều sâu nền tính toán bằng 70m; mực nước thượng lưu 32 m, hạ lưu không có nước.

Ngoài ra, việc nghiên cứu trạng thái ứng suất – biến dạng cũng được tiến hành với hai mô hình đập trụ chống có cùng kích thước như trên nhưng có bổ sung thêm các kết cấu gia tăng độ cứng theo phương ngang là vòm giằng và dầm giằng làm từ cùng một loại vật liệu với thân đập. Kích thước mặt cắt ngang của dầm giằng và vòm giằng bằng 30 cm x 30 cm.

Để đơn giản trong tính toán, ta coi vật liệu làm đập và nền làm việc trong miền đàn hồi. Bê tông làm đập có mác M150, trọng lượng riêng của bê tông $\gamma_b = 24 \text{ kN/m}^3$, mô đun đàn hồi $E_b = 2,5 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$, hệ số poisson $\nu_b = 0,2$. Nền đá có mô đun đàn hồi $E_n = 5 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$, trọng lượng riêng $\gamma_n = 26,8 \text{ kN/m}^3$, $\nu_n = 0,2$; hệ số ma sát $\varphi = 0,75$; lực dính $c = 150 \text{ kN/m}^2$.

Kết cấu công trình có kể đến tải trọng động đất được tính toán với với hai tổ hợp tải trọng sau:

¹ Đại học Thủy lợi

a. Trường hợp 1 - Tổ hợp tải trọng cơ bản:

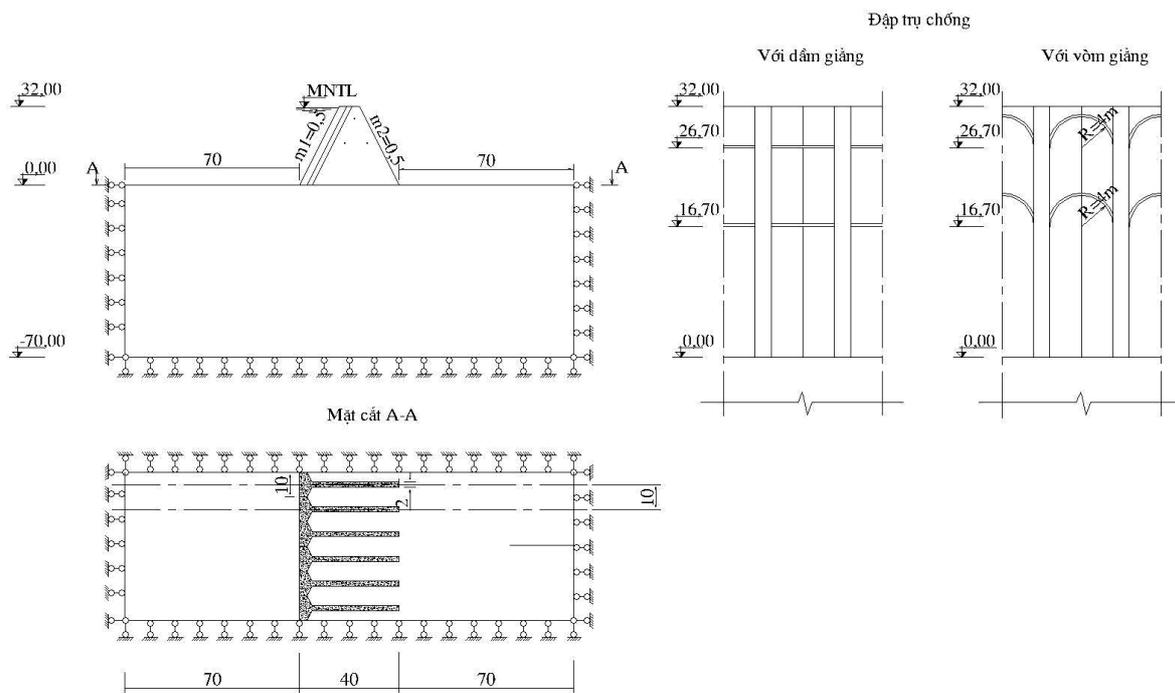
- + Trọng lượng bản thân đập;
- + Thượng lưu có nước, $H_{tl} = 32$ m;
- + Hạ lưu không có nước;
- + Áp lực thấm.

b. Trường hợp 2 - Tổ hợp tải trọng đặc biệt:

- + Trọng lượng bản thân đập
- + Thượng lưu có nước, $H_{tl} = 32$ m;
- + Hạ lưu không có nước;

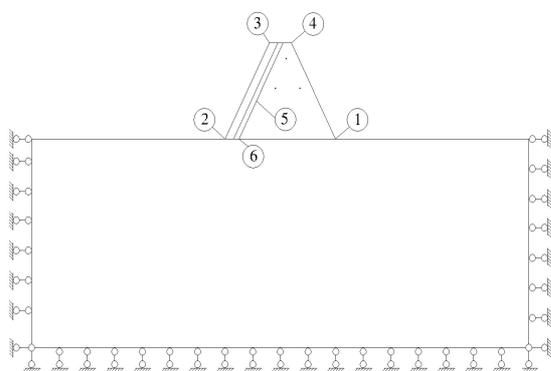
- + Áp lực thấm;
- + Động đất cấp 8; sử dụng phổ động đất của Trung Quốc Chinese 2002.

Mô hình đập trụ chống được tính toán chịu ảnh hưởng động đất theo hai phương chính: dọc theo tuyến đập và theo phương dòng chảy. Gia tốc theo phương đứng được lấy bằng một phần ba gia tốc theo phương nằm ngang.

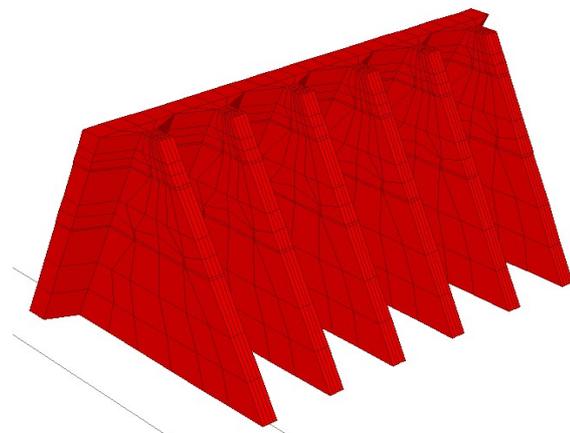


Hình 1. Sơ đồ tính đập trụ chống có kết cấu gia tăng độ cứng theo phương ngang

Sơ đồ bố trí các điểm tính toán kiểm tra cho trên hình 2, mô hình phần đập được thể hiện rõ trên hình 3. Kết quả tính toán ứng suất và chuyển vị trong thân đập được thể hiện qua các bảng 1 và 2.



Hình 2. Sơ đồ các điểm kiểm tra trong thân đập



Hình 3. Mô hình không gian phần đập trụ chống

Bảng 1. Kết quả tính ứng suất tại các điểm kiểm tra

Điểm	Ứng suất (kN/m ²)	Không có giằng			Có dầm giằng			Có vòm giằng		
		Tính	Động đất theo phương dòng chảy	Động đất theo phương tuyến đập	Tính	Động đất theo phương dòng chảy	Động đất theo phương tuyến đập	Tính	Động đất theo phương dòng chảy	Động đất theo phương tuyến đập
1	σ_x	-829.16	-480.08	-734.46	-829.88	-480.25	-735.17	-829.79	-480.36	-735.30
	σ_y	-210.93	-129.05	-163.63	-211.24	-129.16	-163.79	-211.19	-129.19	-164.00
	σ_z	-1548.05	-936.60	-1037.94	-1550.28	-937.01	-1037.82	-1549.85	-937.51	-1041.24
2	σ_x	90.36	281.43	110.96	91.80	281.66	111.46	91.39	281.48	110.90
	σ_y	-52.30	56.69	-37.30	-52.70	56.58	-37.38	-52.88	56.66	-37.35
	σ_z	-205.77	163.24	-143.77	-205.30	163.52	-142.20	-205.34	163.32	-142.94
3	σ_x	-27.05	-12.12	-12.07	-27.37	-12.34	-12.60	-27.17	-12.38	-12.20
	σ_y	20.98	37.78	88.83	21.34	38.79	89.70	19.65	37.28	88.70
	σ_z	-35.98	-27.53	-16.55	-36.19	-27.60	-16.92	-35.94	-27.60	-17.05
4	σ_x	-10.27	-7.75	78.96	-10.41	-7.94	78.01	-15.27	-7.92	77.80
	σ_y	-2.85	-2.17	3.44	-2.96	-2.25	3.31	-2.42	-2.23	3.33
	σ_z	-31.18	-22.98	61.67	-31.72	-23.33	60.00	-35.61	-23.54	59.96
5	σ_x	-611.26	-543.87	-483.16	-591.00	-540.03	-473.97	-623.46	-541.25	-495.25
	σ_y	25.97	35.18	40.16	26.36	38.28	42.19	26.42	35.47	39.04
	σ_z	-599.02	-556.93	-536.72	-590.84	-556.79	-535.88	-606.98	-556.28	-525.58
6	σ_x	-193.72	-163.83	-188.00	-177.52	-134.69	-163.80	-200.59	-134.48	-158.78
	σ_y	-90.10	-73.48	-77.83	-96.26	-84.01	-89.62	-89.80	-84.25	-88.07
	σ_z	-1151.84	-1046.34	-1067.12	-1169.72	-1075.13	-1107.03	-1148.75	-1076.80	-1113.04

Bảng 2. Giá trị ứng suất và chuyển vị lớn nhất trong thân đập

Dạng kết cấu	Trường hợp tính toán	Ứng suất trong thân đập (kN/m ²)						Chuyển vị lớn nhất trong thân đập (m)		
		σ_x max	σ_x min	σ_y max	σ_y min	σ_z max	σ_z min	U_x max	U_y max	U_z max
Không có giằng	Không có động đất	441.75	-829.35	245.14	-358.96	588.60	-1708.21	0.000958	0.000062	0.003698
	Động đất theo phương dòng chảy	282.83	-1182.79	277.80	-401.28	302.54	-2323.96	0.001806	0.000067	0.003729
	Động đất theo phương tuyến đập	139.99	-1009.13	218.16	-422.23	145.21	-730.57	0.001128	0.001512	0.003700
Có dầm giằng	Không có động đất	392.02	-830.08	247.39	-359.52	570.81	-1646.84	0.000958	0.000062	0.003698
	Động đất theo phương dòng chảy	281.99	-1182.39	252.67	-401.31	302.75	-2323.28	0.001804	0.000067	0.003729
	Động đất theo phương tuyến đập	140.47	-1004.15	216.33	-418.25	143.88	-730.38	0.001128	0.001463	0.003700
Có vòm giằng	Không có động đất	374.18	-829.98	244.21	-359.25	558.63	-1646.37	0.000958	0.000062	0.003698
	Động đất theo phương dòng chảy	281.88	-1182.32	254.29	-401.29	303.22	-2320.23	0.001904	0.000067	0.003729
	Động đất theo phương tuyến đập	140.05	-1009.27	218.33	-422.08	145.35	-730.73	0.001128	0.001520	0.003700

3. Nhận xét kết quả tính toán

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của các kết cấu gia tăng độ cứng đến các đặc trưng động lực học của đập trụ chống đã được đề cập đến trong [4]. Kết quả nghiên cứu trạng thái ứng suất – biến dạng của hệ “đập trụ chống – nền đá” cho thấy các giá trị ứng suất lớn nhất xuất hiện chủ yếu tại các vị trí trên trụ chống. Khi có động đất, ứng suất và chuyển vị trong thân đập thay đổi khá rõ rệt, điều này một lần nữa chứng tỏ động

đất ảnh hưởng rất lớn đến công trình xây dựng. Khi có động đất, chuyển vị theo phương thẳng đứng thay đổi không nhiều. Khi có động đất theo phương dòng chảy, chuyển vị tăng 90% theo phương dòng chảy, khoảng 8% theo phương tuyến đập, còn theo phương thẳng đứng chuyển vị thay đổi không đáng kể. Khi có động đất theo phương tuyến đập, chuyển vị tăng 18% theo phương dòng chảy, theo phương dòng chảy chuyển vị thay đổi không đáng kể, nhưng đặc

biệt tăng gần 25 lần theo phương tuyến đập. Điều này xảy ra do độ cứng theo phương tuyến đập nhỏ hơn nhiều so với độ cứng theo phương dòng chảy. Nó cũng nói đến sự cần thiết phải gia tăng độ cứng theo phương ngang khi xây dựng đập trụ chống trong vùng có động đất.

Trong tất cả các trường hợp tính toán, vùng nguy hiểm trong thân đập là khu vực nằm ở trụ chống, trong khoảng 1/3 chiều cao đập kể từ chân đập. Kết quả tính toán ổn định chống trượt cũng cho thấy mô hình đập trụ chống đảm bảo ổn định khi có động đất cấp 8. Khi có động đất theo phương dòng chảy, hệ số ổn định chống trượt của đập theo phương này khi không có giằng và khi có giằng gia tăng độ cứng thay đổi không nhiều. Khi có động đất theo phương tuyến đập (phương ngang), hệ số ổn định trong trường hợp đập có vòm giằng cao hơn so với hai trường hợp còn lại. Điều này chứng tỏ khả năng kháng chấn theo phương ngang được cải thiện

tốt hơn khi đập được bổ sung các giằng cứng dạng cong.

4. Kết luận

Đối với những kết cấu có khả năng chịu tải trọng theo phương ngang (phương tuyến đập) không tốt như đập hay tường chắn có trụ chống, việc bố trí các kết cấu gia tăng độ cứng theo phương này là rất cần thiết, đặc biệt khi công trình nằm trong vùng có khả năng xuất hiện động đất. Có rất nhiều kết cấu được sử dụng với mục đích này như tường, vách, thanh giằng... Trong trường hợp công trình được bổ sung thanh giằng nhằm tăng khả năng kháng chấn, nếu điều kiện cho phép, nên sử dụng các thanh giằng có dạng cong vì chúng làm giảm ứng suất trong thân đập khi có động đất tốt hơn so với các thanh giằng thẳng. Việc lựa chọn số lượng, kích thước, hình dạng các thanh giằng cần được nghiên cứu kỹ càng đối với 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).
4. Nguyễn Ngọc Thắng. *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*. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường số 42 (9/2013), tr. 100.

Summary

INFLUENCE OF SOME RIGIDITY-INCREASED STRUCTURES TO THE SEISMIC STABILITY 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 some rigidity-increased structures like beams, arches, to the seismic stability of the concrete buttress dams.

Keyword: *buttress dam, earthquake, seismic stability.*

Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Quang Cường

BBT nhận bài: 5/11/2013

Phản biện xong: 27/12/2013