

TÍNH TOÁN KIỂM TRA SỰ LÀM VIỆC AN TOÀN CỦA ĐẬP TRÀN SỰ CỐ HỒ CHỨA NƯỚC YÊN LẬP - QUẢNG NINH

Phạm Thị Hương

Trường Đại học Thủy lợi; email: phamhuong@tlu.edu.vn

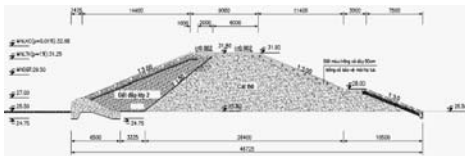
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cụm công trình đầu mối hồ chứa nước Yên Lập được xây dựng trên sông Míp thuộc địa phận huyện Hoà Bình tỉnh Quảng Ninh, công trình được đưa vào sử dụng khai thác từ năm 1988 đến nay. Cụm công trình bao gồm các hạng mục chính: 01 đập chính, 02 đập phụ, 01 tràn xả lũ chính, 01 tràn sự cố; 01 cống lấy nước, và hệ thống kênh, v.v...

Tràn sự cố của công trình thuộc dạng đập đất tự vỡ khi nước tràn qua đỉnh. Đây là loại tràn được sử dụng khá phổ biến hoạt động theo nguyên lý khi mực nước lũ vượt qua đỉnh đập đất đập trên ngưỡng tràn sự cố (thấp hơn cao trình đỉnh đập chính), gây vỡ đập và tràn sự cố hoạt động. Thân đập đất trên ngưỡng tràn có thể là một khối đồng nhất hoặc hai khối: khối thượng lưu chống thấm, khối hạ lưu thường là cát để gây môi phá vỡ đập khi có nước tràn qua đỉnh [1].



Hình 1. Đập tràn sự cố hồ Yên Lập



Hình 2. Mặt cắt thiết kế của đập tràn sự cố hồ Yên Lập [2]

Khi tính toán lũ với tần suất $P = 0,01\%$ theo tiêu chuẩn đảm bảo an toàn của ngân hàng thế giới (WB), đơn vị tư vấn coi như tràn sự cố vỡ ngay lập tức và hoàn toàn khi mực nước trong hồ bằng cao trình đỉnh đập tràn sự cố, điều này là không phù hợp với thực tế. Vì vậy, tác giả đặt ra vấn đề cần tính toán mô phỏng cơ chế vỡ của đập tràn sự cố theo thời gian để có căn cứ khoa học phục vụ cho tính toán điều tiết lũ nhằm kiểm tra sự làm việc an toàn của đập chính.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nghiên cứu thực nghiệm

Nghiên cứu quá trình vỡ đập đất khi nước tràn đỉnh thường phải gắn liền với nghiên cứu cơ chế xói của đất đắp đập.

Y.H. Chen và các cộng sự [2] đã tiến hành nghiên cứu thực nghiệm và xây dựng nên công thức tính tốc độ xói của ba loại đất như sau:

Với đập được đắp bằng đất có tính dính cao như các loại đất sét (chỉ số dẻo $PI \geq 10$)

$$E = 0,000086 (\tau - 0,085)^{0,91} \quad (1)$$

Với đập được đắp bằng đất có tính dính thấp như các loại đất á sét, á cát (chỉ số dẻo $PI \leq 5$).

$$E = 0,00022 (\tau - 0,053)^{0,43} \quad (2)$$

Với đập được đắp bằng đất không dính

$$E = 0,00324 (\tau - 0,05)^{1,3} \quad (3)$$

Trong đó: E là tốc độ xói đất;
 τ là ứng suất trên bề mặt đất do dòng chảy sinh ra.

2.2. Mô hình toán

Y.H. Chen và Bradley A. Anderson [3] đã phát triển chương trình tính toán EMBANK để mô phỏng cơ chế vỡ của đập đất khi nước tràn đỉnh. Chương trình xác định đường mặt nước tràn trên đỉnh đập và bề mặt mái hạ lưu, vận tốc và ứng suất cắt của dòng chảy tràn bằng cách cân bằng phương trình mô men và kết hợp với mối quan hệ thủy lực của dòng chảy qua đập bao gồm: hệ số lưu lượng dòng chảy (đồ thị thực nghiệm), chế độ dòng chảy (đồ thị thực nghiệm), quan hệ của nước nhảy [4], mối liên hệ giữa vận tốc và ứng suất cắt (hàm thực nghiệm). Kết hợp với phương trình tốc độ xói đất để xác định cơ chế vỡ của đập.

Dữ liệu đầu vào của chương trình EMBANK gồm kích thước mặt cắt ngang đập, mực nước thượng hạ lưu và công thức tính tốc độ xói của đất (thể hiện tính chất đất). Dữ liệu xuất ra là vận tốc dòng chảy, ứng suất cắt do dòng chảy tại các điểm trên bề mặt mái hạ lưu, tọa độ điểm sau khi bị xói tại mỗi thời đoạn tính toán.

Đập tràn sự cố hồ chứa nước Yên Lập gồm có bộ phận ngưỡng tràn bê tông mặt cắt thực dụng. Bên trên ngưỡng tràn là hai khối đất đắp: khối đất chống thấm phía thượng lưu và khối cát thô để gây môi vỡ đập phía hạ lưu (Hình 2).

Từ mặt cắt thực tế, sơ đồ hóa tính toán như sau: khối cát thô phía hạ lưu đập là đất không dính, lấy công thức (3) để tính toán xói; khối đất phía thượng lưu (đất đắp lớp 2) là đất á cát có tính dính thấp phù hợp với công thức (2); lớp đất màu trồng cỏ trên bề mặt mái hạ lưu lấy theo công thức xói của đất á cát nhưng ứng suất cắt tới hạn lấy tăng lên 40%, vậy theo công thức (4) như sau:

$$E = 0,00022 (\tau - 0,0742)^{0,43} \quad (4)$$

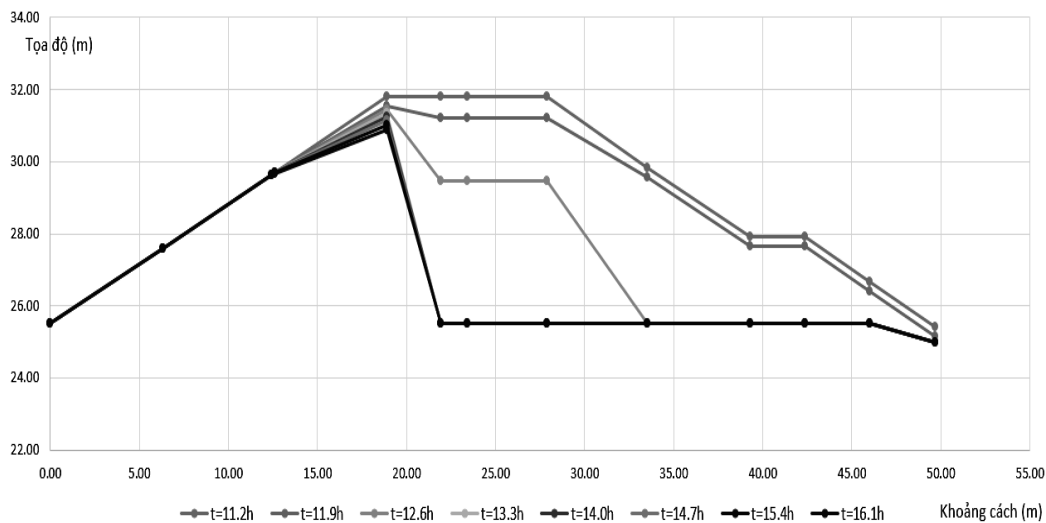
Đưa số liệu vào mô hình EMBANK để mô phỏng vỡ đập kết hợp với việc tính toán điều tiết lũ thứ dần từ kết quả tính toán mô phỏng vỡ đập.

3.2. Kết quả tính toán

Kết quả tính toán từ mô hình EMBANK mô phỏng quá trình vỡ của đập tràn sự cố theo thời gian kể từ thời điểm nước bắt đầu tràn qua đỉnh đập (Hình 3).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

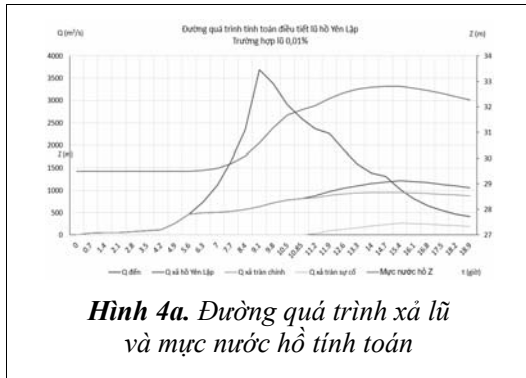
3.1. Bài toán



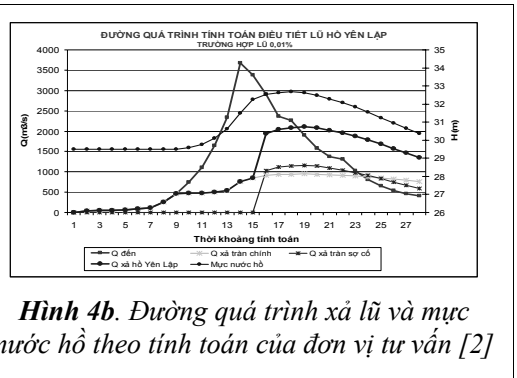
Hình 3. Quá trình vỡ của đập tràn sự cố

Tính toán điều tiết lũ xác định quá trình xả lũ qua tràn chính và tràn sự cố (cao trình tràn sự cố hạ thấp dần theo quá trình vỡ) và

đường quá trình mực nước trong hồ (hình 4a). So sánh với kết quả tính toán của đơn vị tư vấn (Hình 4b).



Hình 4a. Đường quá trình xả lũ và mực nước hồ tính toán



Hình 4b. Đường quá trình xả lũ và mực nước hồ theo tính toán của đơn vị tư vấn [2]

3.3. Nhận xét

Từ hình 4a có thể thấy rằng tại $t = 11,2$ giờ, tính từ thời điểm bắt đầu của trận lũ, nước lũ tràn qua đỉnh của đập tràn sự cố. Tuy nhiên, theo hình 3 mô phỏng quá trình vỡ của đập, tại thời điểm này tràn sự cố chưa bị vỡ ngay lập tức, mà tràn bị vỡ tại thời điểm $t = 11,9$ giờ (tức là sau khi nước tràn qua đỉnh đập 0,7 giờ). Cao trình đỉnh đập cũng không ngay lập tức hạ xuống cao trình 25 (cao trình của ngưỡng tràn bê tông) mà được hạ thấp dần theo thời gian, điều này là phù hợp với thực tế quá trình vỡ của đập đất.

Mực nước lớn nhất trong hồ là 32,8m lớn hơn so với kết quả tính toán của đơn vị tư vấn là 32,6m. So với cao trình đỉnh đập chính 33,5m thì mực nước này thấp hơn, có nghĩa là đập chính được đảm bảo an toàn trong trường hợp có lũ PMF ($p = 0,01\%$).

Tuy nhiên, để khẳng định kết quả tính toán cũng cần phải đánh giá lại khả năng tự vỡ của đập tràn sự cố do có nhiều nguyên nhân tác động. Ví dụ như trong quá trình làm việc, đất đắp đập được nén chặt, cốt kết nên khả năng xói gây vỡ đập khó khăn hơn, hoặc tình hình phát triển của cỏ trên mái hạ lưu đập, các khuyết tật gây xói tập trung trên mái hạ lưu...

4. KẾT LUẬN

Mô phỏng cơ chế vỡ của đập tràn sự cố kiểu đập đất tự vỡ là việc làm cần thiết nhằm

kiểm chứng sự làm việc an toàn của công trình. Qua quá trình tính toán cho hồ chứa nước Yên Lập, tỉnh Quảng Ninh có thể thấy rằng:

- Cơ chế vỡ của đập tràn sự cố kiểu đập đất tự vỡ là một quá trình theo thời gian, nếu tính toán điều tiết lũ mà coi đập vỡ hoàn toàn ngay khi nước bắt đầu tràn đỉnh đập là cực đoan, có thể gây nguy hiểm cho công trình chính.
- Kết quả cũng cho thấy mực nước trong hồ tính toán dựa theo quá trình vỡ đập lớn hơn mực nước tính toán của đơn vị tư vấn. Mặc dù đối với hồ Yên Lập, mực nước này vẫn đảm bảo an toàn. Tuy nhiên, đối với các hồ khác thì chưa thể kết luận được.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phạm Ngọc Quý, (2008), *Tràn sự cố trong đầu mối hồ chứa nước*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp, Hà Nội.
- [2] Công ty tư vấn và CGCN-Đại học Thủy Lợi, (2011), *Kế hoạch sẵn sàng trong tình trạng khẩn cấp (EPP) và kế hoạch ứng phó sẵn sàng trong tình trạng khẩn cấp (EPP) hồ Yên Lập - tỉnh Quảng Ninh*.
- [3] Y.H. Chen, Bradley A. Anderson. 1987. Development of a methodology for estimating embankment damage due to flood overtopping. US. Department of transportation.
- [4] V. T. Chow, (1959), *Open-Channel Hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, New York.