ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ VỠ ĐẬP NHANH CHO HỒ CHỨA VỪA VÀ NHỎ

Nguyễn Thế Toàn[1], Trần Kim Châu[2]

Tóm tắt: *Hồ chứa là loại hình công trình đã và đang được xây dựng nhiều ở trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Bên cạnh những lợi ích không thể phủ nhận, những rủi ro mà các hồ chứa đem lại cũng rất cần quan tâm, đặc biệt là những rủi ro do vỡ đập. Trong nghiên cứu này các tác giả trình bày công cụ đánh giá vỡ đập nhanh cho các hồ chứa vừa và nhỏ. Với việc sử dụng các nguồn dữ liệu có khả năng thu thập một cách nhanh chóng, tính toán đơn giản, nghiên cứu đưa ra một hướng tiếp cận mới đối với việc đánh giá tác động do vỡ đập đối với những hồ chứa có tình hình số liệu hạn chế. Kết quả của nghiên cứu được lượng hóa một cách cụ thể, đây là thông tin cần thiết cho người ra quyết định thực hiện một đánh giá chi tiết hơn.*

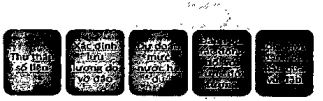
Từ khóa: vỡ đập nhanh, hồ chứa vừa và nhỏ, đánh giá thiệt hại.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo thống kê của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, hiện nay nước ta có khoảng 6.648 hồ chứa thủy lợi, trong đó có trên 6000 hồ chứa có dung tích từ 3 triệu m^3 trở xuống. Những hồ này hầu hết bị hư hỏng, xuống cấp, thiếu khả năng xả lũ..., bên cạnh đó việc duy tu bảo dưỡng, vận hành còn gặp nhiều hạn chế dẫn đến rủi ro vỡ đập tăng cao. Do vậy việc nghiên cứu đánh giá hậu quả do vỡ đập của các hồ chứa vừa và nhỏ là rất cần thiết. Tuy nhiên vấn đề này sinh là nguồn vốn để thực hiện việc đánh giá cho các hồ chứa này là rất tốn kém. Đặc biệt trong công tác khảo sát địa hình phục vụ cho công tác diễn toán ngập lụt hạ du hồ chứa. Bên cạnh đó, việc diễn toán bằng các mô hình thủy lực yêu cầu đội ngũ nhân lực có trình độ cao mà không phải địa phương nào cũng có khả năng đáp ứng được. Điều đó dẫn đến cần một phương pháp ít tốn kém hơn, cho kết quả nhanh hơn đồng thời cũng đảm bảo độ chính xác một cách chấp nhận được. Trong nghiên cứu này, các tác giả sẽ trình bày phương pháp đánh giá nhanh hồ chứa dành cho các hồ chứa vừa và nhỏ và sẽ áp dụng cho hồ chứa Khe Sân tỉnh Nghệ An.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp của nghiên cứu được dựa theo 5 bước chính dưới đây



Hình 1. Phương pháp nghiên cứu

Bước 1: Thu thập số liệu

Trong quá trình thu thập số liệu các thông tin cần thu thập bao gồm:

+ hồ chưa (MNDBT, Whồ, ...); công trình (loại đập, chiều cao đập, ...); và thông tin về dân cư, tài sản phía hạ du.

+ bản đồ địa hình độ chi tiết thấp nhất đến 1/25000. Trong trường hợp không có bản đồ, hoàn toàn có thể chiết xuất dữ liệu địa hình từ những DEM địa hình được cung cấp miễn phí.

Bước 2: Xác định lưu lượng do vỡ đập

[1] Phòng Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Thủy lợi.
[2] Khoa Thủy văn và Tài nguyên nước, Trường Đại học Thủy lợi

Từ số liệu hồ chứa thu thập được ở bước trên, tiến hành xác định quá trình dòng chảy do vỡ đập bằng công thức kinh nghiệm Froehlich (1995): $Q_p = 0.607 * V_w^{0.295} * H_w^{1.24}$.

Với V_w: dung tích hồ chứa khi vỡ, (m^3);

H_w: chiều sâu hồ chứa khi vỡ đập, (m)

Bước 3: Dự đoán mực nước hạ du

- Dự đoán mực nước hạ du được tính toán theo phương pháp thử dần vưới các bước sau

- Xác định lưu lượng tại mặt cắt thượng lưu $Q_P(i-1)$ cũng như ½ thời gian đường quá trình lũ Th(i-1) Với mặt cắt đầu tiến sẽ là lưu lượng cực đại tại đập.

- Xác định các mặt cắt phía hạ du hồ chứa phục vụ mục đính diễn toán hạ du sau đập. Ứng với mỗi mặt cắt tiến hành đo đạc khoảng cách giữa các mặt cắt x (m), bề rộng đáy lũng sông b (m), cao trình đáy lũng sông z (m), độ dốc bên m (mH:1V), độ dốc đáy S (%).

- Dựa trên bề mặt thảm phủ của hạ du hồ chứa, xác định hệ số nhám n (s/m1/3).

- Giả sử giá trị bề rộng mặt nước B. Trong phương pháp này hình dạng mặt cắt lũng sông được đơn giản hóa bằng dạng hình thang. Như vậy ứng với 1 giá trị bề rộng mặt nước B (m) có thể tra ngay được độ sâu h (m) và ngược lại.

- Tính toán giá trị La bằng công thức: $La = kB^{-0.2}S^{1.9}n^{-1.8}Q_P(i-1)^{0.2}T_h^3(i-1)$. Trong đó k là hệ số kinh nghiệm từ 1 đến 10, khuyến nghị lấy = 2.5. Th là ½ tổng thời gian của đường quá trình lũ (s) $T_h(i) = T_h(i-1) * Q_P(i-1)/Q_P(i)$

- Áp dụng mối tương quan đơn giản để tính toán lưu lượng đỉnh lũ tại mặt cắt hạ lưu $Q_P(i)$ từ lưu lượng đỉnh lũ tại mặt cắt thượng lưu, $Q_P(i-1)$ là. Mối tương quan này được CIRIA nghiên cứu và công bố trình bày thông qua công thức đơn giản $Q_P(i) = Q_P(i-1)\exp\left[-\frac{x}{L_a}\right]$.

- Từ giá trị $Q_P(i)$ vừa xác định được, sử dụng công thức Manning để xác định độ sâu mực nước tại mặt cắt ứng với lưu lượng tính toán. Từ độ sâu mực nước xác định được bề rộng mực nước B'.

- So sánh B' với B, nếu B' sai lệch với B không lớn (<10%) thì chấp nhận, nếu không giả thiết lại B'.

Bước 4: Đánh giá tác động đối với từng đối tượng

Dựa vào mực nước đã xác định tại các mặt cắt dọc theo lũng sông, tiến hành nội suy mực nước ra các điểm khác trong khu vực nghiên cứu. Độ sâu ngập lụt của khu vực nghiên cứu được xác định bằng hiệu số giữa mực nước và cao độ địa hình (DEM) tại vị trí đó. xác định phạm vi ngập lụt và các đối tượng bị ảnh hưởng. Tiến hành đánh giá tác động với các đối tượng chịu ảnh hưởng ở hạ lưu thông qua việc phân cấp thiệt hại và chỉ số đối tượng chịu rủi ro PAR (People at Risk). Cách phân cấp mức độ thiệt hại được xác định theo hướng dẫn của CIRIA (2000). Theo hướng dẫn này các đối tượng như nhà dân, cửa hàng, đường giao thông và khu giải trí được đánh giá một cách khá chi tiết thông qua số người bị ảnh hưởng và loại đường. Mức độ tính điểm và quy đổi sang chỉ số PAR được thể hiện như bảng 1. Các đối tượng còn lại chỉ được đánh giá một cách sơ bộ và được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 1. Hướng dẫn phân cấp các đối tượng có nguy cơ thiệt hại về người

Mức độ thiệt hại	Điểm	Nhà dân		Cửa hàng		Đường giao thông		Khu giải trí	
		Số người (N1)	PAR	Số người (N2)	PAR	Đường	PAR	Số người (N3)	PAR
Không	0	0	0	0	0	Không	0	0	0
Nhỏ	1	0 - 15	30	0 - 150	150	Đất/ nhỏ	25	0 - 10	25
Đáng kể	2	15 - 50	100	150 - 500	500	Liên xã	50	10-50	50
Lớn	3	50 - 250	500	500 - 1000	1000	Liên huyện	100	50 - 100	100
Rất lớn	4	> 250	2* N1	> 1000	N2	Liên tỉnh	> 100	> 100	N3

Bảng 2. Hướng dẫn đánh giá đối tượng không có nguy cơ thiệt hại về người

Mức độ thiệt hại	Khu công nghiệp, Dịch vụ, Đất nông nghiệp
Không thiệt hại	0
Nhỏ	1
Đáng kể	2
Lớn	3
Rất lớn	4

Bước 5: Đánh giá tác động tổng hợp do vỡ đập đến hạ du.

Tác động tổng hợp được tính toán dựa trên tổng hợp tác động từng nhóm đối tượng theo công thức: Mức độ thiệt hại tổng hợp = Mức độ thiệt hại * hệ số

Hệ số tỷ lệ giữa các thành phần được lấy theo hướng dẫn của CIRIA (2000) và được thể hiện ở bảng 4.

Bên cạnh đó, số người chết tiềm năng cùng được tính toán dựa trên chỉ số PAR. Cục Quản lý Tài nguyên nước Hoa Kỳ (1999) đưa ra công thức xác định số người chết tiềm năng dựa trên chỉ số PAR như sau: Số người chết tiềm năng = PAR*0.5

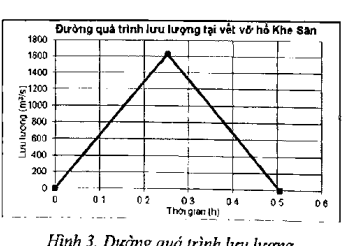
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Áp dụng phương pháp nghiên cứu để tính toán vỡ đập cho hồ chứa nước Khe Sân xã Quỳnh Thắng, huyện Quỳnh Lưu, tỉnh Nghệ An. Công trình hồ chứa nước Khe Sân qua nhiều năm sử dụng đến nay đã bị xuống cấp nghiêm trọng. Hàng năm cứ vào mùa mưa bão, do công trình không đảm bảo an toàn đã đe dọa trực tiếp đến tính mạng của 1.800 người dân vùng hạ du, ảnh hưởng đến tài sản của hơn 400 hộ dân cùng toàn bộ cơ sở hạ tầng, diện tích trồng trọt trên diện tích 650 ha đất tự nhiên

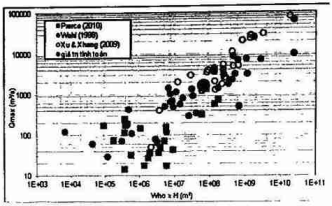
Tiến hành thu thập địa hình khu vực nghiên cứu từ Google Earth. Với cách làm này phương pháp có thể tiến hành tại bất kỳ khu vực nào. Dữ liệu sau khi được thu thập sẽ được tiến hành xử lý thành DEM địa hình như hình 2.

Hình 2. DEM địa hình hạ lưu hồ Khe Sân

Dựa trên các thông tin đã thu thập về hồ chứa Khe Sân xác định đường quá trình lưu lượng do vỡ đập hồ chứa Khe Sân trong trường hợp vỡ hồ chứa ứng với mực nước dâng bình thường (hình 3). Nhằm nâng cao độ tin cậy của kết quả tính toán, nghiên cứu tiến hành so sánh với những số liệu vỡ đập đã xảy ra trong thực tế. Các giá trị được vẽ trên cùng một hệ tọa độ với trục tung là lưu lượng cực đại, trục hoành là tích số giữa dung tích hồ chứa phía trên vết vỡ và độ sâu mực nước phía trên vết vỡ. Hình 4 thể hiện kết quả so sánh này. Trên hình vẽ nhận thấy kết quả tính toán nằm tại trung tâm của các kết quả thực đo, điều này thể hiện mức độ tin cậy của kết quả tính toán là hợp lý.



Hình 3. Đường quá trình lưu lượng tại vết vỡ hồ Khe Sân

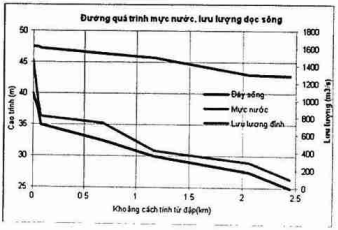


Hình 4. Kiểm tra độ tin cậy của kết quả tính toán

Tiến hành đo đạc 6 mặt cắt phía hạ lưu hồ chứa, tiến hành đo đạc các giá trị đã được nêu ở bước 3 của phương pháp. Tổng hợp kết quả các mặt cắt hạ lưu hồ chứa Khe Sân được thể hiện ở bảng 3. Từ các giá trị có được, diễn toán được mực nước và lưu lượng cực đại tại mỗi mặt cắt. Hình 5 và 6 thể hiện đường quá trình mực nước dọc lũng sông ở hạ lưu hồ chứa Khe Sân và phạm vi ngập lụt tương ứng do vỡ đập.

Bảng 3. Kết quả đo đạc tại các mặt cắt phía hạ lưu hồ Khe Sân

	z (m)	x (m)	S (%)	n (s/m1/3)	b (m)	m (mH:1V)
Đập	40	0	-		-	-
MC1	37.5	47	5.32	0.06	200	13.6
MC2	35	30	8.33	0.06	160	18
MC3	32.5	600	0.42	0.06	200	12
MC4	30	492	0.51	0.06	1500	80
MC5	27.5	888	0.28	0.06	629	35.2
MC6	25	390	0.64	0.06	475	32.8



Hình 5. Đường quá trình mực nước, lưu lượng dọc sông

Hình 6. Khu vực ngập lụt hạ du hồ chứa

Dựa trên phạm vi ngập tiến hành xác định các tối tượng chịu rủi ro theo 7 nhóm đã được mô tả. Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng ảnh Google Earth để làm cơ sở đánh giá mức độ thiệt hại của từng loại hình đối tượng. Với cách làm này có thể thống kê chính số nhà, diện tích đất nông nghiệp, chiều dài các tuyến đường trong vùng ngập tương đối chính xác. Ngược lại, nhược điểm của cách làm là khó phân đối tượng nhà dân và đối tượng cửa hàng. Kết quả đánh giá thiệt hại của từng đối tượng cũng như mức độ thiệt hại tổng hợp được xác định. Bên cạnh tính toán mức độ thiệt hại, số lượng người chết tiềm năng cũng được tính toán dựa trên chỉ số PAR và được thể hiện như bảng 4 dưới đây.

Bảng 4. Tổng hợp mức độ thiệt hại

Đối tượng	Mức độ thiệt hại	Hệ số	Mức độ thiệt hại tổng hợp	PAR	Số người chết tiềm năng
Nhà dân	4	0.15	0.8	664	345
Cửa hàng	0	0.15		0	
Đường giao thông	1	0.1		25	
Khu giải trí	0	0.05		0	
Dịch vụ	0	0.25		0	
Khu công nghiệp	0	0.25		0	
Đất nông nghiệp	2	0.05		0	

Nhận thấy mức độ thiệt hại ở mức 0.8 xấp xỉ ở mức thiệt hại nhỏ nhưng tuy nhiên số người chết tiềm năng lại rất lớn. Điều này hợp lý vì hồ chứa Khe Sân là hồ chứa có dung tích nhỏ, khu vực hạ lưu hồ hầu hết là đất nông nghiệp. Tuy nhiên hạ du lại tập trung tương đối đông dân cư dẫn đến rủi ro về người là rất lớn, đặc biệt nghiên cứu tính toán trong trường hợp vỡ đập không có cảnh báo.

5. KẾT LUẬN:

Nghiên cứu đã giới thiệu phương pháp đánh giá nhanh ảnh hưởng vỡ đập và áp dụng đánh giá vỡ đập cho hạ du hồ chứa Khe Sân tỉnh Nghệ An. Kết quả của nghiên cứu sơ bộ chỉ ra những thiệt hại về người và tài sản nếu trong trường hợp vỡ đập. Kết quả của phương pháp sẽ là cơ sở để tiến hành các đánh giá chi tiết hơn.

Bên cạnh việc giới thiệu phương pháp các tác giả còn giới thiệu cách thu thập các thông tin từ nguồn tư liệu miễn phí từ Google Earth. Việc này sẽ mở ra cách tiếp cận mới để có thể áp dụng cho các hồ chứa khác với điều kiện số liệu hạn chế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

CIRIA (2000) *Risk Management for UK reservoirs* CIRIA C542.

Froehlich, D. C. (1995). *"Peak outflow from breached embankment dam."* Journal of Water Resources Planning and Management, 121(1), 90-97.

M. W. Pierce, C. I. Thornton, and S. R. Abt (2010). *"Predicting peak outflow from breached embankment dams"*.

U.S. Department of Interior Bureau of Reclamation (1999) *"A Procedure for Estimating Loss of Life Caused by Dam Failure"*.

Veale, Mark Stirling, Nguyen Canh Thai, Peter Amos, Pham Hong Nga & Tran Kim Chau (2014) *"An initiative to improve dam and downstream community safety in Vietnam"*, 2014 Congress of the International Association for Hydro-Environment Engineering and Research, Water Resources University, Vietnam.

Wahl, T.L. (1998). *"Prediction of embankment dam breach parameters"*, Report DSO-98-004. U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation, Dam Safety Office, Denver.

Xu, Y. and Zhang, L.M. (2009). *"Breaching parameters of earth and rockfill dams"*, J. Geotech. Geoenviron. Eng., ASCE, 135(12), 1957-1970.

Abstract:

APPLICATION METHOD FOR DAM BREAK RAPID ASSESSMENT OF SMALL AND MEDIUM RESERVOIRS

A Reservoir - a type of construction work - has been built in many countries including Vietnam. Apart from undeniable benefits, the reservoir poses some risks which should be noticed especially the risk caused by dam break. In this study, the authors present rapid assessment tool of dam break used for small and medium - sized reservoirs. By using of data sources which can quickly collect and simply calculate, the study shows a new approach to evaluate impact resulted from dam break for reserviors containing limited data. Study's result is quantified particularly and this is necessary information for decision maker to peform a more detailed assessment.

Keywords: dam break, medium and small reservoirs, damage assessment.

BBT nhận bài: 09/9/2016

Phản biện xong: 08/2/2017