

HIỆN TRẠNG HƯ HỎNG CÔNG TRÌNH ĐẬP DÂNG KHU VỰC MIỀN NÚI PHÍA BẮC VÀ NHỮNG TỒN TẠI TRONG TÍNH TOÁN THIẾT KẾ ĐẬP DÂNG KHU VỰC CÓ NGUY CƠ XẢY RA LŨ Bùn ĐÁ

Vũ Quốc Công, Nguyễn Chí Thanh, Vũ Lê Minh
Viện Thủy công

Tóm tắt: Đập dâng là loại hình công trình thủy lợi được xây dựng phổ biến tại khu vực miền núi phía Bắc (MNPB) – là nơi thường xuyên xảy ra các trận lũ bùn đá, và trong những năm gần đây đã chứng kiến những trận lũ bùn đá lịch sử gây thiệt hại cực lớn về người và tài sản. Các đập dâng xây dựng trong khu vực này phần lớn đã bị hư hỏng, thậm chí bị phá hủy do tác động của dòng lũ, gây khó khăn cho sinh hoạt và sản xuất của người dân. Bài báo đi vào đánh giá hiện trạng hư hỏng của các công trình đập dâng do ảnh hưởng của dòng lũ bùn đá, và phân tích tồn tại trong các tiêu chuẩn hiện hành đang được áp dụng để thiết kế đập.

Từ khóa: Đập dâng; lũ bùn đá; miền núi phía Bắc

Summary: Check dam is a common type of irrigation works in the Northern Mountainous Area (MNPB) – where debris flows often occur, and in recent years have witnessed debris flows that cause enormous damage to people and property. The check dams built in this area have mostly been damaged or even destroyed due to the impact of debris flow, causing difficulties for people's daily life and production. The article evaluates the current status of the dams due to debris flow effects, and analyzes the drawback of current standards being applied to dam design.

Keywords: Check dam; debris flow; flashflood; the Northern mountainous area.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khu vực miền núi phía Bắc là nơi thường xuyên xảy ra lũ bùn đá, phần lớn các trận lũ bùn đá đều xảy ra ở khu vực miền núi heo lánh, dân cư thưa thớt. Tuy nhiên có những trận lũ bùn đá xảy ra có sức tàn phá lớn mang tính huỷ diệt, đi qua khu vực đông dân cư, có ý nghĩa kinh tế xã hội quan trọng, gây tổn thất lớn về tính mạng và tài sản của nhân dân, đặc biệt là những hộ dân sống ở các thung lũng sông khi có lũ bùn đá tràn qua.

Đập dâng là công trình thủy lợi phổ biến, có vai trò quan trọng trong việc phát triển kinh tế - xã hội khu vực MNPB. Qua nhiều năm đầu tư xây dựng, bằng nhiều nguồn vốn của

Trung ương, địa phương và các chương trình lồng ghép, đến nay các tỉnh MNPB đã cơ bản có một hệ thống thủy lợi đáp ứng yêu cầu phát triển sản xuất nông nghiệp và dân sinh. Số lượng công trình đập dâng trên địa bàn các tỉnh MNPB đã được xây dựng vào khoảng hơn 12 nghìn đập, chiếm tỉ lệ lớn (33%) trong tổng số công trình thủy lợi; tổng diện tích tưới do công trình đập dâng phụ trách khoảng gần 3 triệu ha trên tổng số 5,8 triệu ha diện tích được tưới.

Theo kết quả điều tra thực tế của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Quốc gia “Nghiên cứu đề xuất giải pháp thiết kế đập dâng miền núi kết hợp đa mục tiêu nhằm giảm thiểu ảnh hưởng lũ bùn đá” [1] năm 2022, số lượng đập dâng nằm trong khu vực có nguy cơ xảy ra lũ bùn đá chiếm 82% tổng số lượng đập dâng đã được xây dựng (10.017/12.219). Tức là trong 5 đập

Ngày nhận bài: 26/6/2023

Ngày thông qua phản biện: 20/7/2023

Ngày duyệt đăng: 04/8/2023

dâng thì có tới 4 đập nằm trong vùng nguy hiểm; và thực tế nhiều đập đã bị hư hỏng cục bộ hoặc phá hủy hoàn toàn do tác động của loại hình thiên tai này (Bảng 1).

Bảng 1: Thống kê số lượng đập dâng khu vực miền núi phía Bắc và số lượng đập nằm trong khu vực có nguy cơ xảy ra lũ bùn đá

TT	Tỉnh	Tổng số đập dâng	Số đập dâng trong khu vực có nguy cơ lũ bùn đá
1	Hà Giang	1.696	1.475
2	Cao Bằng	463	372
3	Lào Cai	1.564	1.493
4	Bắc Kạn	602	536
5	Lạng Sơn	692	370
6	Tuyên Quang	863	684
7	Yên Bái	2.610	2.433
8	Thái Nguyên	715	587
9	Phú Thọ	482	234
10	Bắc Giang	72	58
11	Lai Châu	861	702
12	Điện Biên	291	251
13	Sơn La	572	284
14	Hòa Bình	643	458
15	Vĩnh Phúc	93	80
	Tổng	12.219	10.017

Hằng năm khi lũ về các đập thường bị hư hỏng, bị bồi lấp, cuốn trôi... dẫn đến hiệu quả cấp nước của các công trình này bị suy giảm nghiêm trọng. Hiện tại hầu hết các công trình đập dâng này chỉ đảm bảo được khoảng 50÷60% năng lực so với thiết kế, thậm chí rất nhiều công trình không còn khả năng cấp nước [1]. Ngoài các đập dâng do người dân tự xây, thì các đập dâng do nhà nước đầu tư đều được thiết kế - thi công theo tiêu chuẩn quốc gia thiết kế đập, thiết kế tường chắn [2] [3]. Các thông số tính toán đầu vào của đập dâng bao gồm: cấp công trình, lưu lượng dòng chảy, kích thước mặt cắt sông, suối thượng/hạ lưu, hình dạng mặt cắt đập và các thông số vật liệu

làm đập. Theo các tiêu chuẩn thiết kế công trình đập dâng hiện nay, khi tính toán kiểm tra ổn định công trình đập dâng, các tổ hợp tải trọng được tính tới là: trọng lượng công trình, áp lực thủy tĩnh, áp lực thấm, áp lực đất bên, áp lực bùn cát bồi lắng trước đập, tác động của nhiệt độ, tải trọng trên mặt đập, tải trọng do các vật nổi. Như vậy, trong tiêu chuẩn tính toán thiết kế hoàn toàn không xem xét tác dụng của loại tải trọng do dòng lũ bùn đá.

Bài báo tập trung vào việc đánh giá hiện trạng hư hỏng của đập dâng trong khu vực MNPB có liên quan tới lũ bùn đá và những vấn đề trong việc tính toán thiết kế đập dâng hiện hành.

2. HIỆN TRẠNG HƯ HỎNG CÁC CÔNG TRÌNH ĐẬP DÂNG KHU VỰC MNPB DO TÁC ĐỘNG CỦA DÒNG LŨ BÙN ĐÁ

2.1. Hư hỏng thân đập dâng

2.1.1. Đập bê tông

Nứt bề mặt là hiện tượng thường gặp trong công trình đập dâng bê tông. Các vết nứt trong bê tông có thể phát triển từ nhiều nguyên nhân, mà bản chất là khả năng chịu uốn kém của bê tông. Các vết nứt trông thấy được thường gặp khi ứng suất uốn lớn hơn khả năng (cường độ) bền uốn của bê tông, vết nứt trong các cấu kiện BTCT có thể xuất hiện kể cả giai đoạn thi công và trong quá trình sử dụng. Dưới tác dụng của dòng lũ bùn đá, đập dâng bê tông có thể bị nứt nẻ, bong tróc bề mặt, hoặc thậm chí bị phá hủy và cuốn trôi.



Hình 2.1: Đập dâng bê tông thuộc công trình Thủy lợi C23 (Pắc Ta, Lai Châu) bị cuốn trôi hoàn toàn

2.1.2. Đập đá xây

Đập đá xây thường được cấu tạo nên bởi 02 loại thành phần chính đó là vữa xây (thường là vữa xi măng) và cốt liệu thường là đá tại chỗ. Đá xây có thể là các viên đá thô được làm vệ sinh hết đất, lớp phong hóa hay bụi bám bên ngoài, có kích thước được lựa chọn hay không cần lựa chọn.

Khi được xây với chất lượng tốt, đập đá xây rất bền. Thực tế các đập càng lớn càng được

xây kiên cố, kỹ lưỡng thì càng bền (rất nhiều đập có tuổi hàng thế kỷ). Các đập nhỏ do dân tự đầu tư có thể không kiên cố bằng các đập lớn được đầu tư lớn nhưng cũng rất bền vững nhất là khi được định kỳ tu bổ. Các sửa chữa, tu bổ đập đá xây nếu làm được thường xuyên (định kỳ vài ba năm) thường nhỏ, dễ làm.

Dòng lũ bùn đá mang tới khối lượng lớn các vật chất rắn, va chạm với đập đá xây là nứt nẻ bề mặt và có thể phá vỡ khối đá xây, gây mất ổn định tổng thể và có thể bị cuốn trôi

2.2. Hư hỏng các công trình sau đập dâng

2.2.1. Bồi lắng trước đập và cửa lấy nước

Hiện tượng bồi lắng đập dâng khu vực MNPB đang là vấn đề gây ra rất nhiều ảnh hưởng đến sự hoạt động của công trình, theo thống kê có đến hơn 80% các đập dâng nhỏ đã bị bồi lắng, quá trình bồi lắng đã gây ra dự suy giảm năng lực chứa nước của đập dâng, nhiều nơi chiều dày tầng bồi lắng đã vượt ngưỡng cống lấy nước làm cho cống không còn hoạt động được, thậm chí có những đập lượng bồi lắng đã chiếm chỗ và lấp đầy lượng dung tích hữu ích của đập.

Đặc điểm chung của điều kiện địa chất khu vực Tây Bắc như sau:

- Thượng lưu của các đập dâng và hồ chứa đều nằm trên các sản phẩm phong hóa đá mẹ có nguồn gốc: Cát bột kết, cát kết, phiến sét (D1ml2 Hệ tầng Mia lé, Tuyên Quang, T2asb Hệ tầng Suối bàng, Sơn La, K2yc3 Hệ tầng Yên Châu, Điện Biên, Yên Bái....) nhiều nơi lại là sản phẩm phong hóa của các dạng đá vôi, phiến sét, sét vôi (O3-S1pn, D1-2nq tại Tuyên Quang, T2adt của Sơn La....);

- Phần thung lũng và lòng của các con sông con suối là các thành tạo hệ Đệ Tứ có nguồn gốc là Cuội, sạn, cát nhiều chỗ là các dạng cuội, đá tảng;

- Các sản phẩm phong hóa của đá cát bột kết, phiến sét khi bị phong hóa mạnh biến thành dạng sét pha màu nâu, nâu đỏ, xám hồng lẫn nhiều lẫn sạn, cuội;

- Các sản phẩm phong hóa của đá vôi, tuf, phiến sét khi phong hóa biến thành dạng bụi, sét hàm lượng hạt mịn cao;

- Ngoài ra ở một số tỉnh trung du, miền núi như Hòa Bình thì lớp phủ thổ nhưỡng là loại đất feralit màu vàng đỏ hàm lượng mùn cao và đất bị thoái hóa chiếm từ 45%-80% diện tích.

Bề mặt lớp đất bị hoang hóa do chặt phá rừng, khai thác lâm sản và đốt rừng làm rẫy. Khi có các trận mưa với cường độ cao và thời gian dài sẽ xảy ra hiện tượng xói mòn và rửa trôi, đồng thời có thể xảy ra các trận lũ bùn đá mang theo một lượng lớn vật chất gây bồi lắng rất nhanh phần thượng lưu đập và lấp tắc các cửa lấy nước.



Hình 2.2: Bồi lấp đầu mối đập dâng xã Tú Sơn nhìn từ thượng lưu đập (Kim Bôi, Hòa Bình)

2.2.2. Hư hỏng công trình dẫn nước

Hư hỏng của kênh dẫn nước sau đập dâng gây ra do dòng lũ bùn đá có hai dạng chính:



(1) Kênh bê tông bị cuốn trôi. Thường với dạng hư hỏng này các địa phương phải dùng giải pháp thay thế là sử dụng ống nhựa HDPE chạy dọc theo tuyến kênh cũ, được cố định bởi cọc tre và các phiến đá lớn. Tuy nhiên hình thức lấy nước này chỉ là biện pháp đối phó tạm thời trong khi chờ đợi bố trí kinh phí xây dựng mới. Loại hình hư hỏng này thường xảy ra với các tuyến kênh nằm trên địa hình lòng suối rộng (Hình 2.3);

(2) Kênh dẫn bị lấp tắc (Hình 2.4): Các vật liệu rắn cát, đá và bùn mang theo dòng lũ lấp đầy lòng dẫn, làm kênh mất hoàn toàn khả năng dẫn nước. Để nạo vét lòng kênh cần huy động lực lượng lớn nhân công địa phương. Loại hình hư hỏng này thường xảy ra với tuyến kênh nằm sát sườn núi.



Hình 2.3: Kênh dẫn nước sau đập dâng Bản Hát (Trạm Tấu, Yên Bái) bị phá hủy gần như hoàn toàn do lũ bùn đá và phải thay thế bằng ống nhựa





Hình 2.4: Lắp tắc kênh dẫn nước sau đập dâng Nậm Khắt (xã Dương Quỳ, Văn Bàn, Lào Cai)

2.2.3. Hư hỏng công trình tiêu năng sau đập

Sân, bê tiêu năng sau đập dâng của nhiều công trình đập dâng trong khu vực MNPB bị hư hỏng nặng sau các trận lũ bùn đá. Các khối đá với động năng lớn mang theo dòng lũ va chạm trực tiếp, gây vỡ nứt mặt sân, đẩy trôi và cuốn theo các khối bê tông về hạ lưu, thậm chí phá hủy hoàn toàn công trình tiêu năng (Hình 2.5).



Hình 2.5: Sân tiêu năng sau đập dâng xã Mường Bú (Mường La, Sơn La) bị cuốn trôi hoàn toàn

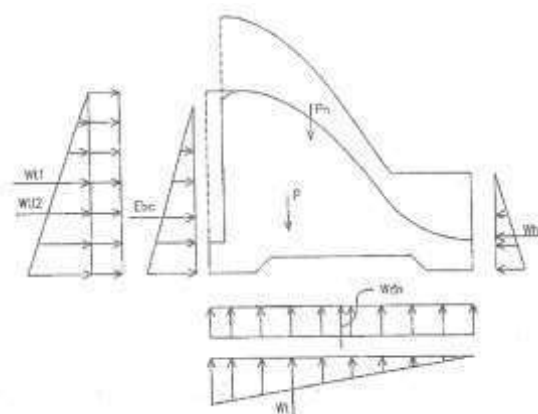
3. NHỮNG TỒN TẠI TRONG THIẾT KẾ ĐẬP DÂNG TRONG KHU VỰC CÓ NGUY CƠ XẢY RA LŨ BÙN ĐÁ

Như đã phân tích ở trên, hiện nay thiết kế đập dâng nói chung sử dụng các tiêu chuẩn thiết kế đập dâng nước hoặc tường chắn đất. Với các công trình thủy lợi nói chung và công trình đập dâng nói riêng

được xây dựng trong khu vực có nguy cơ xảy ra lũ bùn đá, việc thiết kế phải đưa vào tính toán cả các tác động của dòng lũ bùn lên đập.

3.1. Tải trọng tác dụng lên đập dâng theo tiêu chuẩn hiện hành

Tải trọng tác dụng lên đập dâng được chia làm 02 tổ hợp chính: (1) tổ hợp tải trọng cơ bản và (2) tổ hợp tải trọng đặc biệt.



Hình 3.1: Sơ đồ tải trọng tác dụng lên công trình đập dâng

Hình 3.1 thể hiện các loại tải trọng tác dụng lên công trình đập dâng theo các tiêu chuẩn hiện hành, trong đó:

- P: trọng lượng bản thân đập dâng
- P_n : Trọng lượng nước trên tràn khi mực nước thượng lưu cao hơn mực nước hạ lưu
- E_{bc} : Áp lực bùn cát lắng đọng trước thượng lưu đập dâng

W_{TL1}, W_{TL2} : Áp lực nước thượng lưu

$W_{đn}$: Áp lực đẩy nổi

W_t : áp lực thấm

3.1.1. Các tổ hợp tải trọng cơ bản

• Trường hợp các tải trọng thường xuyên:

- Áp lực thủy tĩnh từ phía thượng lưu ứng với mực nước dâng bình thường (MNDBT);

- Áp lực thủy tĩnh từ phía hạ lưu ứng với:

+ Mực nước hạ lưu khi xả lưu lượng lớn nhất qua đập ở trường hợp trước đập là mực nước dâng bình thường (MNDBT);

+Áp lực thấm ứng với mực nước dâng bình thường và khi các thiết bị chống thấm và tiêu nước làm việc bình thường;

+Trọng lượng đất trượt cùng với đập, và áp lực bên của đất ở phía thượng, hạ lưu.

• Trường hợp các tải trọng tạm thời dài hạn:

- Áp lực bùn cát bồi lắng trước đập;

- Tác động nhiệt (chỉ đối với đập bê tông) xác định đối với năm có biên độ dao động trung bình của nhiệt độ trung bình tháng.

• Trường hợp các tải trọng tạm thời ngắn hạn:

- Áp lực sóng ứng với tốc độ gió trung bình nhiều năm;

- Tải trọng do các vật nổi;

- Tải trọng động khi xả lũ tràn qua bề mặt đập.

3.1.2. Tổ hợp tải trọng đặc biệt

Khi tính toán thiết kế đập với tổ hợp tải trọng và tác động đặc biệt, cần xét các tải trọng của tổ hợp cơ bản và khi có luận chứng thỏa đáng thì tính toán với hai trong những tải trọng sau đây:

- Tính toán ứng với áp lực nước thấm xuất hiện khi có một trong những thiết bị chống thấm hoặc một trong những thiết bị tiêu nước bị hư hỏng;

- Tác động nhiệt xác định đối với năm có biên độ dao động lớn nhất của nhiệt độ trung bình tháng;

- Áp lực sóng ứng với tốc độ gió lớn nhất nhiều năm;

- Tác động của động đất.

Như vậy có thể nhận thấy, tác động của dòng lũ bùn đá không tính toán khi xác định các tải trọng tác dụng lên đập dâng.

3.2. Tác động của dòng lũ bùn đá lên đập dâng

Lũ bùn đá có cường độ, vận tốc dòng chảy, lưu lượng tập trung dạng ống thoát nước và biên độ mực nước rất lớn, lên nhanh và xuống nhanh, dòng nước có hàm lượng chất rắn cao. Đỉnh lũ của dòng lũ bùn đá là tổ hợp của đỉnh 2 quá trình: lỏng và rắn, trong đó đỉnh lũ xảy ra tác động đồng thời của cả hai quá trình trên. Lưu lượng dòng lũ bùn đá được tính toán theo công thức sau:

$$Q_{\max} = Q_{N \max} + Q_{R \max}$$

Trong đó:

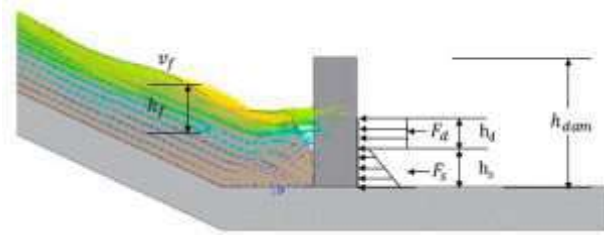
Q_{\max} : Lưu lượng dòng lũ bùn đá lớn nhất

$Q_{N \max}$: Lưu lượng dòng nước lớn nhất

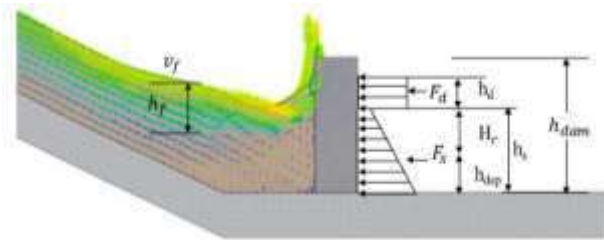
$Q_{R \max}$: lưu lượng dòng chảy rắn (bùn đá) lớn nhất

Lượng chứa vật liệu rắn trong lòng dòng lũ bùn đá có thể thay đổi trong phạm vi rộng từ 10÷15 đến 40÷60% [4]. Điều đó cho thấy các tiêu chuẩn, quy phạm, quy trình tính toán lũ thiết kế các công trình thủy lợi nói chung và đập dâng nói riêng trong khu vực có nguy cơ xảy ra lũ bùn đá hiện nay là không phù hợp. Công thức tính toán Q_{\max} bỏ qua thành phần dòng chảy rắn tham gia vào hình thành đỉnh lũ. Vì thành phần vật chất rắn trong dòng lũ bùn đá quyết định tất cả các đặc trưng quan trọng nhất nên trên và các đặc trưng khác, do đó khi tính toán thiết kế công trình phòng tránh, giảm nhẹ rủi ro lũ bùn đá, và cả các công trình trên sông suối tại các nơi có nguy cơ xảy ra lũ bùn đá, cần phải tính toán tới ảnh hưởng của đặc trưng này.

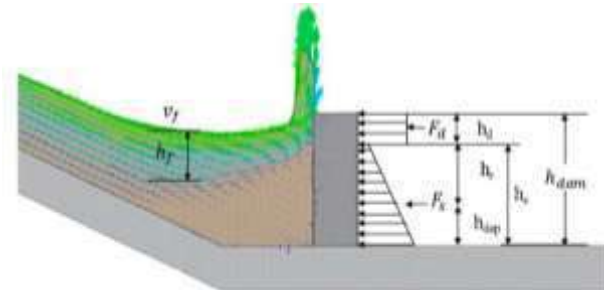
Quá trình tác động của dòng lũ bùn đá lên đập dâng được chia là 03 giai đoạn như trong Hình 3.2 [5]



Giai đoạn 1: Phân đầu của dòng bùn đá bắt đầu va chạm với đập dâng



Giai đoạn 2: Dòng bùn đá trượt lên khối bùn đá tích lũy trước đó và va chạm với đập dâng



Giai đoạn 3: Dòng bùn đá lá trượt lên khối bùn đá tích lũy trước đó và va chạm với đập dâng

Hình 3.2: Các giai đoạn dòng lũ bùn đá tác động lên đập dâng

Trong đó: F_s : áp lực thủy tĩnh; F_d : áp lực thủy động của dòng bùn đá; h_s : chiều cao của lớp bùn đá đã bồi lắng ổn định; h_d : chiều cao của lớp bùn đá đang di chuyển ngay thượng lưu đập.

Từ Hình 3.2 ta có thể thấy sự khác biệt giữa lực tác dụng thực tế lên đập dâng khi có tác động của dòng bùn đá so với phương pháp tính

toán thiết kế đập dâng hiện nay. Lực tác dụng của dòng bùn đá là loại tải trọng tạm thời ngắn hạn, có sự tác động lực rất lớn do động năng của các hòn đá lớn mang theo trong dòng lũ

4. KẾT LUẬN

Đập dâng là loại hình công trình thủy lợi phổ biến, đóng vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội của các tỉnh thuộc khu vực MNPB. 12.219 đập dâng đã được xây dựng trong khu vực này, chiếm tỉ lệ lớn (33%) trong tổng số công trình thủy lợi; tổng diện tích tưới do công trình đập dâng phụ trách khoảng gần 3 triệu ha trên tổng số 5,8 triệu ha diện tích được tưới. Đây cũng là khu vực thường xuyên xảy ra lũ bùn đá; gây thiệt hại lớn về người và tài sản. Số lượng đập dâng nằm trong khu vực có nguy cơ xảy ra lũ bùn đá chiếm 82% tổng số lượng đập dâng đã được xây dựng. Các trận lũ bùn đá xảy ra hàng năm khiến các đập bị hư hỏng, bị bồi lấp, cuốn trôi... dẫn tới suy giảm nghiêm trọng hiệu quả cấp nước. Hiện tại hầu hết các công trình đập dâng này chỉ đảm bảo được khoảng 50÷60% năng lực so với thiết kế, thậm chí rất nhiều công trình không còn khả năng cấp nước.

Một trong những nguyên nhân làm cho đập dâng bị hư hỏng do các tác động của dòng lũ bùn đá không được đưa vào tính toán trong quá trình thiết kế. Theo các tiêu chuẩn hiện hành, các tải trọng được đưa vào tính toán thiết kế đập dâng là: trọng lượng công trình, áp lực thủy tĩnh, áp lực thấm, áp lực đất bên, áp lực bùn cát bồi lắng trước đập, tác động của nhiệt độ, tải trọng trên mặt đập, tải trọng do các vật nổi. Như vậy, năng lượng khổng lồ của dòng lũ bùn đá hoàn toàn bị bỏ qua. Lực tác dụng của dòng bùn đá cần được coi loại tải trọng tạm thời ngắn hạn, có sự tác động lực rất lớn do động năng của các hòn đá lớn mang theo trong dòng lũ.

Lời cảm ơn

Bài báo sử dụng kết quả nghiên cứu của đề tài: “Nghiên cứu đề xuất giải pháp thiết kế đập dâng miền núi kết hợp đa mục tiêu nhằm giảm thiểu ảnh hưởng lũ bùn đá”,

mã số ĐTĐL.CN-83/21. Tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ đã tạo điều kiện để Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam và Nhóm nghiên cứu thực hiện đề tài này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Chí Thanh và cộng sự, “Đề tài NCKH cấp Quốc gia ‘Nghiên cứu đề xuất giải pháp thiết kế đập dâng miền núi kết hợp đa mục tiêu nhằm giảm thiểu ảnh hưởng lũ bùn đá,’” 2021.
- [2] “TCVN 9137: 2012 - Thiết kế đập thủy lợi bê tông và bê tông cốt thép,” 2012.
- [3] “TCVN 10777:2015 – Đập đá đổ bản mặt bê tông,” 2015.
- [4] T. Pánek, “Landslides and Related Sediments,” *Encycl. Geol.*, no. April, pp. 708–728, 2021, doi: 10.1016/b978-0-12-409548-9.12529-1.
- [5] T. Baggio and V. D’Agostino, “Simulating the effect of check dam collapse in a debris-flow channel,” *Sci. Total Environ.*, vol. 816, p. 151660, 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.151660.