

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG ÁP DỤNG GIẢI PHÁP ĐẬP HỖ KHUNG THÉP NGẮN LŨ BÙN ĐÁ TẠI KHU VỰC MIỀN NÚI PHÍA BẮC VIỆT NAM

Nguyễn Trung Kiên^{a,*}, Nguyễn Trần Hiếu^a, Hoàng Tuấn Nghĩa^a

^a*Khoa Xây dựng dân dụng và Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng,
Số 55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 30/08/2019, Sửa xong 09/09/2019, Chấp nhận đăng 09/09/2019

Tóm tắt

Lũ bùn đá là một dạng lũ mang theo nhiều vật rắn, xảy ra phổ biến ở khu vực miền núi gây thiệt hại lớn về người và tài sản. Với mục tiêu giảm nhẹ thiệt hại do lũ bùn đá gây ra, nhiều giải pháp công trình và phi công trình đã được nghiên cứu áp dụng, trong đó giải pháp đập ngăn bùn đá được chứng minh là một trong những giải pháp hữu hiệu. Đập ngăn bùn đá đã được áp dụng rộng rãi tại Nhật Bản, Đài Loan, Áo... và đóng vai trò quan trọng trong quản lý, phát triển lưu vực sông. Tuy nhiên, giải pháp này tại Việt Nam hiện nay còn ít được nghiên cứu và chưa được áp dụng thử nghiệm. Bài báo giới thiệu một nghiên cứu về giải pháp đập ngăn bùn đá bằng khung thép dạng hở. Bài báo được cấu trúc gồm hai phần chính: phần đầu giới thiệu tổng quan về giải pháp đập ngăn bùn đá và các bước cơ bản thiết kế đập ngăn bùn đá bằng khung thép dạng hở. Phần hai trình bày kết quả khảo sát thực địa tại khu vực miền núi phía Bắc Việt Nam qua đó đề xuất một vị trí cụ thể có khả năng áp dụng giải pháp này.

Từ khóa: thiên tai; lũ bùn đá; đập ngăn bùn đá; kết cấu thép; miền núi phía Bắc Việt Nam.

A STUDY ON THE ABILITY TO APPLY STEEL OPEN-TYPE DAMS AGAINST DEBRIS FLOW IN THE
NORTHERN MOUNTAINOUS AREAS OF VIETNAM

Abstract

Debris flows are the multiphase flow of hyper-concentrated mixtures of coarse sediment, driftwood and other solid materials in water. Debris flow disasters occur frequently in mountainous areas causing loss of life and damaging property. In order to prevent debris flows, many countermeasures have been used including nonstructural and structural measures in which sabo dam (debris flow breaker) is one of the most effective solutions. This kind of measure has been widely used in Japan, Taiwan, Austria, etc. and plays an important role in the management and development of the river basin. However, sabo dam has not been fully studied and applied in Vietnam. This paper aims at presenting a study of steel open-type sabo dam. The article consists of two main parts: the first part introduces an overview of the sabo dam solution and the basic steps to design this kind of structure. The second part presents the results of field surveys in the northern mountainous areas of Vietnam where frequently subjected to the debris flow, thus proposing a feasibility location which is suitable for applying pilot sabo dam.

Keywords: natural disaster; debris flow; sabo dam; steel structure; northern mountainous areas of Vietnam.

[https://doi.org/10.31814/stce.nuce2019-13\(5V\)-04](https://doi.org/10.31814/stce.nuce2019-13(5V)-04) © 2019 Trường Đại học Xây dựng (NUCE)

*Tác giả chính. Địa chỉ e-mail: kiennt3@nuce.edu.vn (Kiên, N. T.)

1. Giới thiệu

Lũ bùn đá là loại hình thiên tai xảy ra khi mưa lớn tập trung trong thời gian ngắn, hoặc mưa kéo dài nhiều ngày, trong những khu vực có địa hình chia cắt, độ dốc lưu vực và độ dốc sông suối lớn, nhất là các lưu vực có độ dốc từ 20° đến 30° , độ ổn định của lớp đất mặt yếu do quá trình phong hóa, độ che phủ của thảm thực vật thấp do bị tàn phá, làm mất độ giữ đất của rễ cây, giữ nước của lớp thảm phủ thực vật. Ngoài ra, việc khai thác lưu vực, hoạt động chặt phá rừng, xây dựng các hồ chứa, cắt xẻ, san gạt sườn đồi, núi... cũng làm mất độ giữ đất, giữ nước của rễ cây, mất ổn định sườn dốc, giảm độ liên kết của đất đá, tăng khả năng xói mòn. Lũ bùn đá thường xảy ra bất ngờ, trong phạm vi hẹp, thời gian ngắn. Dòng chảy lũ bùn đá chứa nhiều bùn, cát, sỏi, đá kích thước lớn; vận tốc dòng chảy có thể đạt tới hàng chục m/s, vì thế sức tàn phá của nó là hết sức khủng khiếp.

Ngoài việc gây ra thay đổi hình thái lòng suối, phá huỷ sườn dốc, lũ bùn đá còn được đánh giá hết sức nguy hiểm, gây thiệt hại nặng nề đến tính mạng và tài sản của người dân trong khu vực bị ảnh hưởng. Hơn nữa, do tính chất xảy ra nhanh, đột ngột nên lũ bùn đá thường rất khó phòng tránh [1, 2]. Do vậy, hiểu được bản chất vận động của dòng lũ bùn đá, nghiên cứu đề xuất các biện pháp phòng ngừa là rất quan trọng trong việc quản lý hiệu quả rủi ro lũ bùn đá ở lưu vực sông, suối cũng như bảo vệ khu vực hạ du nhằm giảm tối đa thiệt hại về người và tài sản.

Tại Việt Nam trong những năm gần đây, do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, tình hình thiên tai ở các tỉnh miền núi phía Bắc ngày càng diễn biến phức tạp, đặc biệt là hiện tượng lũ quét, lũ bùn đá, sạt lở đất xảy ra ở nhiều nơi, với mức độ ngày càng gia tăng, gây thiệt hại nghiêm trọng về người, tài sản và môi trường sinh thái. Theo số liệu thống kê, từ năm 2000 đến 2015 đã xảy ra 250 đợt lũ quét, lũ bùn đá, sạt lở đất ảnh hưởng tới các vùng dân cư, làm chết và mất tích 646 người, bị thương 351 người; hơn 9.700 căn nhà bị đổ trôi; nhiều công trình công cộng, dân sinh kinh tế bị phá huỷ, hư hỏng nặng nề, tổng thiệt hại ước tính trên 3.300 tỷ đồng. Năm 2017, lũ quét, lũ bùn đá đặc biệt nghiêm trọng trên diện rộng tại các tỉnh miền núi: tại huyện Mường La (tỉnh Sơn La), huyện Mường La (tỉnh Yên Bái) vào đầu tháng 8, tại các huyện Tân Lạc, Đà Bắc, TP Hoà Bình (tỉnh Hòa Bình) vào giữa tháng 10. Lũ quét, lũ bùn đá trong năm 2017 đã làm 71 người chết và mất tích [3, 4]. Cuối tháng 6/2018, tuy chưa vào cao điểm mùa mưa lũ, nhưng mưa lớn bất thường tại Lai Châu, Hà Giang đã gây lũ quét, lũ bùn đá, sạt lở đất hết sức nghiêm trọng làm 33 người chết và mất tích; nhiều tuyến đường tỉnh lộ, quốc lộ bị sạt lở nghiêm trọng, tổng thiệt hại ước tính lên đến 535 tỷ đồng. Ngay sau đó, vào tháng 7/2018, do ảnh hưởng của áp thấp nhiệt đới, mưa lớn đã gây lũ quét, lũ bùn đá tại Thanh Hoá, Yên Bái làm 32 người chết và mất tích, 17 người bị thương, 5.549 nhà phải di dời khẩn cấp.

Trước những thiệt hại to lớn về người và tài sản do lũ bùn đá trong thời gian gần đây, yêu cầu nghiên cứu, ứng dụng các giải pháp khoa học công nghệ để phòng, chống và giảm nhẹ các thiệt hại do loại hình thiên tai này gây ra trở nên vô cùng cấp thiết. Hiện nay trên thế giới, nhiều giải pháp hỗ trợ cảnh báo, giảm nhẹ rủi ro lũ bùn đá đã được nghiên cứu và phát triển. Những giải pháp này có thể chia thành hai nhóm chính: nhóm giải pháp phi công trình và nhóm giải pháp công trình. Nhóm giải pháp phi công trình nhằm mục đích phục vụ chủ yếu cho công tác quan trắc, cảnh báo, dự báo, quy hoạch sử dụng đất [5–7]. Trong khi đó nhóm giải pháp công trình tập trung vào việc giảm thiểu rủi ro do lũ bùn đá gây ra, đặc biệt tại các khu vực có ý nghĩa kinh tế - xã hội quan trọng. Nhóm giải pháp công trình có thể bao gồm: phân dòng lũ, điều tiết dòng chảy; mở rộng khẩu độ thoát lũ, khơi thông đường thoát lũ, gia cường công trình vùng cửa suối để chịu được tác động của dòng lũ bùn đá; chống trượt lở đất đá theo sườn dốc; kê chống sạt lở dọc lòng suối; lưới thép ngăn lũ bùn đá; xây dựng đập ngăn bùn đá [8–10]. Trong đó, việc sử dụng đập ngăn bùn đá là một trong những giải pháp hiệu quả. Đây là một dạng đập nhỏ, xây dựng qua suối hoặc kênh để giảm tốc độ dòng chảy đồng thời giữ lại đá lớn. Giải pháp này đã được áp dụng rộng rãi tại nhiều quốc gia trên thế giới như Nhật Bản, Đài Loan,

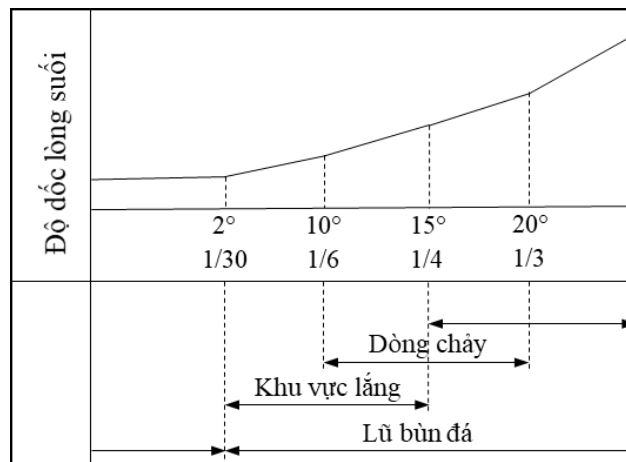
Áo... [8, 11, 12], và đã đóng vai trò quan trọng trong quản lý, phát triển lưu vực sông. Riêng ở Nhật Bản, theo thống kê đã có trên 2000 công trình đập ngăn bùn đá được xây dựng. Tuy nhiên, cho đến nay, đập ngăn bùn đá còn ít được nghiên cứu và chưa được áp dụng thử nghiệm tại Việt Nam.

Với mục tiêu nghiên cứu, đánh giá khả năng áp dụng của đập ngăn bùn đá nói chung và đập dạng hồ cầu tạo bằng khung thép nói riêng nhằm góp phần giảm nhẹ rủi ro thiên tai do lũ bùn đá gây ra tại khu vực miền núi phía Bắc Việt Nam, bài báo được cấu trúc gồm các mục chính như sau: Mục 2 giới thiệu tổng quan về giải pháp đập ngăn bùn đá, nguyên lý làm việc, phân loại; Mục 3 nêu các bước cơ bản để thiết kế đập ngăn bùn đá bằng khung thép dạng hồ; kết quả khảo sát thực địa và đề xuất vị trí áp dụng thử nghiệm tại một vị trí thuộc khu vực miền núi phía Bắc được trình bày trong Mục 4; cuối cùng là kết luận và một số kiến nghị.

2. Giải pháp đập ngăn bùn đá

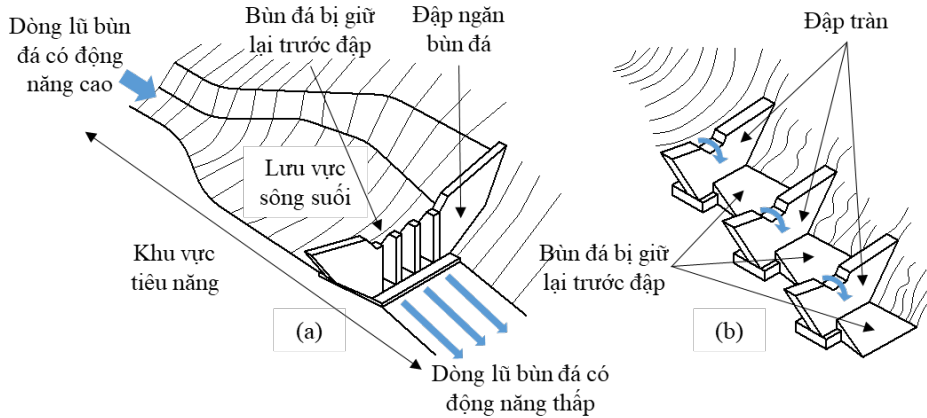
2.1. Nguyên lý làm việc

Quá trình vận động của dòng lũ bùn đá được chia thành 2 giai đoạn chính tương ứng với độ dốc của lòng suối như mô tả tại Hình 1. Trong đó giai đoạn sinh lũ thường bắt nguồn ở những sườn dốc có độ dốc lớn (từ 15° trở lên, phổ biến trên 20°). Dòng chảy gia tăng động năng ở giai đoạn tiếp theo trước khi lắng lại ở khu vực thuận lợi nơi có độ dốc nhỏ hơn 10° . Qua phân tích trên có thể thấy rằng, nếu không có những yêu cầu bảo vệ đặc biệt, để tạo điều kiện thuận lợi cho đập làm việc, các đập ngăn bùn đá nên được bố trí trong khu vực lắng (độ dốc nhỏ hơn 10°), nơi động năng dòng lũ có xu hướng giảm dần.



Hình 1. Phân chia các khu vực tương ứng vận động dòng bùn đá

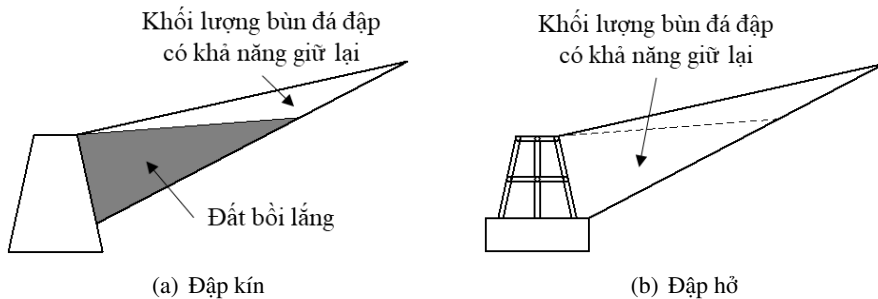
Dựa vào quá trình vận động nêu trên, nguyên lý chung của đập ngăn bùn đá là làm tiêu hao năng lượng của dòng lũ, từ đó giảm tác động của dòng lũ tới khu vực hạ lưu và khu vực dân cư sinh sống. Hai phương pháp thường được sử dụng để tiêu hao năng lượng của dòng lũ bùn đá đó là dùng đập ngăn hồ để chặn giữ các tảng đá kích thước lớn hoặc sử dụng các đập bậc thang để giảm tốc độ của dòng chảy (Hình 2). Hoạt động của đập ngăn hồ đạt hiệu quả tốt hơn khi kết hợp với hiện tượng lắng tự nhiên tại lưu vực. Tại những khu vực này, tốc độ dòng chảy giảm mạnh cùng với khả năng chắn giữ lại đất đá của đập, năng lượng của dòng lũ sẽ giảm đi đáng kể.



Hình 2. Minh họa nguyên lý phương pháp giảm năng lượng của dòng lũ bùn đá bằng (a) đập ngăn hở và (b) đập (kín) bậc thang [11]

2.2. Phân loại

Đập ngăn bùn đá được phân thành hai loại chính đó là đập kín và đập hở [8, 11, 13]. Nhược điểm của đập kín là sau một thời gian sử dụng, đất đá có thể giữ lại trước đập giảm mạnh do hiện tượng bồi lắng. Đập hở loại bỏ nhược điểm này nên thể tích đất đá giữ lại luôn đảm bảo (Hình 3). Theo Hiệp hội Phòng chống thiên tai Nhật Bản (Bosai) [12], khả năng giữ lại đất đá của đập hở lớn hơn đập kín từ 2 đến 3 lần.



Hình 3. Khả năng giữ đất đá của đập kín và đập hở [12, 14]

Bên cạnh đó, đập hở được đánh giá gây ít ảnh hưởng đến hệ sinh thái và hình thái dòng suối hơn đập kín. Trong điều kiện bình thường, dòng suối vẫn trong cơ chế làm việc bình thường, đảm bảo cho bồi lắng, phù sa vẫn có thể vận chuyển xuống hạ lưu, không làm thay đổi độ dốc của lòng suối, đảm bảo sự liên tục của dòng suối. Mặt khác, khi xảy ra lũ bùn đá, hệ thống có thể giữ lại đá lớn, gỗ trôi dạt đồng thời giảm lưu tốc dòng lũ (Hình 4). Không những vậy, việc bảo dưỡng hệ thống đập hở cũng rất thuận lợi.



Hình 4. Sự làm việc của đập hở [14]

Có hai mô hình đập hở được sử dụng trên thế giới đó là đập hở khung thép và đập hở bằng bê tông cốt thép (BTCT), mỗi loại thích hợp sử dụng trong từng điều kiện cụ thể. Nếu như đập BTCT phù hợp ở những lưu vực có độ dốc nhỏ thì đập thép linh hoạt hơn, phù hợp ngay cả ở những nơi có độ dốc lớn. Không những vậy, giải pháp bằng BTCT bộc lộ nhiều nhược điểm khi độ cứng của bê tông thấp hơn đá nên dễ bị vỡ bề mặt khi hứng chịu lũ bùn đá, khó kết nối thành khung không gian, đặc biệt thì công đập BTCT phức tạp hơn đập thép.

Đập hở khung thép được thiết kế gồm phần móng, vai đập bằng BTCT và phần hở bằng khung thép. Hệ khung thép có thể phân thành 3 dạng chủ yếu [12, 14] như giới thiệu trong Hình 5:

- Khung thép dạng chữ A cấu tạo từ các khung thép đứng độc lập, khả năng chịu lực không cao, phù hợp để ngăn lũ bùn đá tốc độ chậm, có nhiều gỗ trôi ở những khu vực lòng suối có độ dốc thấp.
- Khung thép dạng chữ B bổ sung các thanh giằng thép ống theo phương ngang, tăng độ cứng không gian cho hệ khung thép. Dạng B có khả năng chịu lực lớn, được sử dụng để ngăn chặn lũ bùn đá di chuyển tốc độ cao tại những khu vực lòng sông có độ dốc lớn.
- Khung thép dạng chữ T nối liền phần vai đập BTCT bằng một hệ khung thép giúp tăng khả năng chịu lực. Khung dạng B và T được sử dụng nhiều trong thực tế.



(a) Dạng chữ A



(b) Dạng chữ B



(c) Dạng chữ C

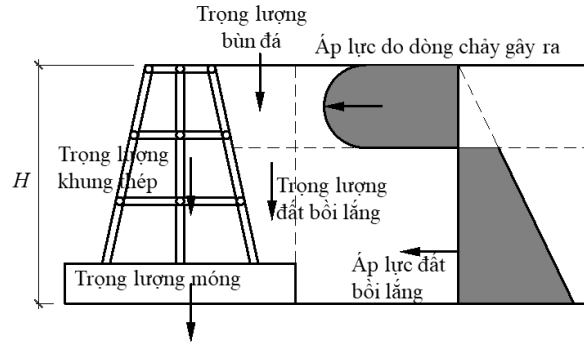
Hình 5. Một số dạng cấu tạo khác nhau của phần không gian mở

3. Tính toán, thiết kế đập hở khung thép

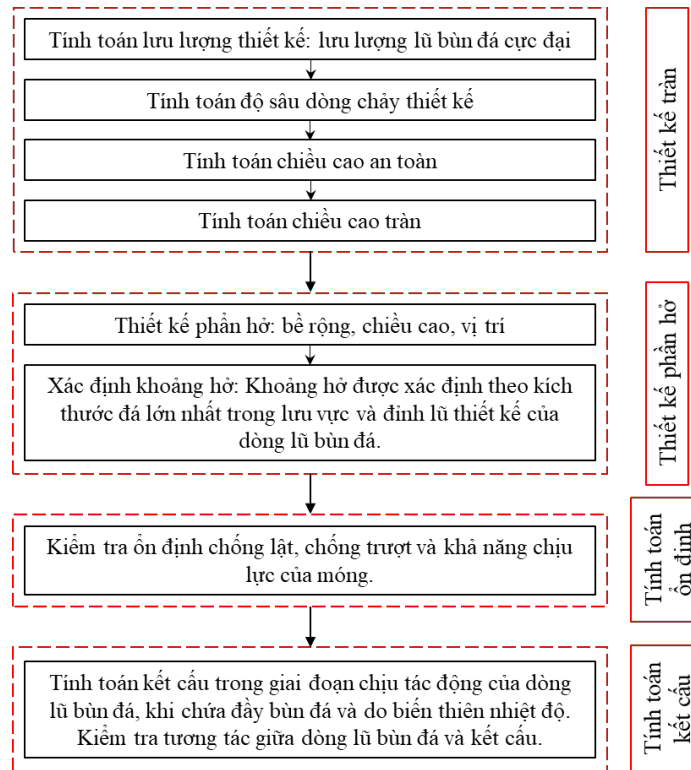
Để thiết kế, bước đầu tiên cần xác định tác động của lũ bùn đá vào công trình, trong đó cần xác định được những tính huống có thể xảy ra khi công trình chịu lũ bùn đá. Thông qua các khảo sát, thống kê, [15] đã phân chia thành 04 kịch bản có thể xảy ra như sau: (i) gỗ, đá và bùn đất được giữ lại; (ii) gỗ và bùn đất được giữ lại; (iii) đá và bùn đất được giữ lại và (iv) chỉ gỗ được giữ lại. Đối với mỗi kịch bản, cần xác định được khối lượng gỗ, đá, bồi lắng được giữ lại tùy thuộc độ dốc lòng sông, tốc độ dòng chảy, kích thước của đập... từ đó xác định tải trọng tác động vào công trình. Đối với trường hợp đập hở khung thép, các tải trọng cần kể đến được giới thiệu trên Hình 6.

Về nguyên tắc, phần khung thép sẽ được tính toán, thiết kế đảm bảo ổn định khi chịu tác động của tải trọng lên công trình và do va chạm với các vật rắn (đá, gỗ). Căn cứ vào tải trọng đã xác định ở bước trên, tiến hành thiết kế hệ khung thép theo tiêu chuẩn hiện hành. Công tác thiết kế bao gồm kiểm tra điều kiện ổn định của đập và kiểm tra khả năng chịu lực của đập dưới tác dụng của lũ bùn đá. Theo hướng dẫn của Tiêu chuẩn Nhật Bản [16–18], các bước cơ bản để thiết kế đập hở khung thép được trình bày trên Hình 7, gồm 4 giai đoạn như sau:

- Giai đoạn 1. Thiết kế tràn: Về nguyên tắc, tràn nên được thiết kế sao cho tim tuyến tràn trùng với tim dòng chảy. Bề rộng của tràn cần đủ lớn để chống xói tại chân hạ lưu đập do dòng chảy. Chiều



Hình 6. Tải trọng tác dụng vào đập hở khung thép ngăn lũ bùn đá



Hình 7. Các bước thiết kế đập hở khung thép

cao tràn được xác định bằng chiều sâu mực nước cộng thêm chiều cao an toàn để đảm bảo lưu lượng nước chảy qua tràn.

- Giai đoạn 2. Thiết kế phần hở: Khoảng hở được xác định theo kích thước đá lớn nhất trong lưu vực và đỉnh lũ thiết kế của dòng lũ bùn đá.

- Giai đoạn 3. Tính toán ổn định bao gồm kiểm tra chống lật, chống trượt, khả năng chịu lực của móng.

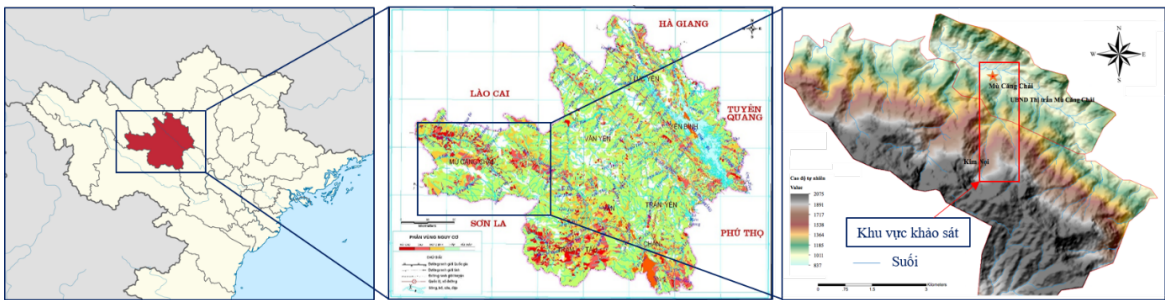
- Giai đoạn 4. Tính toán khả năng chịu lực của kết cấu: Kiểm tra khả năng chịu lực của hệ khung thép. Bên cạnh đó, cần kiểm tra khả năng làm việc của kết cấu khi xét đến tương tác do va chạm giữa dòng lũ bùn đá và công trình.

4. Đề xuất thử nghiệm tại Việt Nam: thị trấn Mù Cang Chải, huyện Mù Cang Chải, tỉnh Yên Bái

4.1. Hiện trạng lũ bùn đá tại thị trấn Mù Cang Chải

Qua khảo sát sơ bộ các tỉnh thuộc khu vực miền núi phía Bắc nhận thấy thị trấn Mù Cang Chải, huyện Mù Cang Chải, tỉnh Yên Bái là một khu vực hội tụ nhiều yếu tố hình thành lũ bùn đá. Sơ bộ về tình hình lũ bùn đá tại địa điểm này như sau:

Thị trấn Mù Cang Chải nằm trong một thung lũng cách trung tâm thành phố Yên Bái 185 km về phía Tây Tây Bắc. Thị trấn Mù Cang Chải có ý nghĩa quan trọng về kinh tế xã hội đối với huyện Mù Cang Chải nói riêng và tỉnh Yên Bái nói chung. Với dân số là 2.459 người trải dài trên một khu vực rộng hơn 7.056 km². Thị trấn Mù Cang Chải nằm trọn trong một thung lũng dài, hẹp, bao quanh bởi các dãy núi cao và dốc. Theo thống kê, có hàng chục khe suối đổ xuống dòng Nậm Kim (dòng suối chính chạy dọc theo thị trấn). Đây đều là các nguồn có khả năng sinh lũ bùn đá (Hình 8).



Hình 8. Vị trí và địa hình thị trấn Mù Cang Chải

Hiện trạng lũ bùn đá trên địa bàn thị trấn Mù Cang Chải ngày 03/8/2017 đã gây hậu quả nghiêm trọng về người và tài sản, làm cho 14 người chết và mất tích, 09 người bị thương; cuốn trôi rất nhiều tài sản, hoa màu của người dân, công trình công cộng. Lượng bùn đất sạt lở, vùi lấp khoảng 132.000 m³. Tổng giá trị thiệt hại khoảng trên 724 tỷ đồng [3] (Hình 9).



Hình 9. Lũ bùn đá tại Mù Cang Chải (tháng 8/2017) [19]

4.2. Khảo sát thực địa

Trong quá trình thực hiện, nhóm nghiên cứu đã tiến hành 02 chuyến khảo sát thực địa với sự tham gia của các chuyên gia đến từ Tổng cục Phòng, chống thiên tai, Viện Thủy Công, UBND huyện Mù Cang Chải và các chuyên gia đến từ Nhật Bản vào tháng 09 và tháng 11/2018. Với sự hỗ trợ của máy bay không người lái UAV, quá trình khảo sát đã ghi nhận hiện trạng sạt lở vẫn tồn tại tại khu vực

thượng lưu. Quá trình vận chuyển lũ bùn đá trước đó làm xói lở dọc hai bên bờ suối, để lại nhiều đất đá lớn trong lòng suối. Nhóm nghiên cứu cũng đã ghi nhận đá lớn tại khu vực hạ lưu với kích thước lên đến 3 m (Hình 9 và Hình 10). Kết hợp với bản đồ địa hình, quá trình khảo sát cũng tiến hành đo độ dốc suối Háng Chú. Kết quả được thể hiện trên Hình 11.



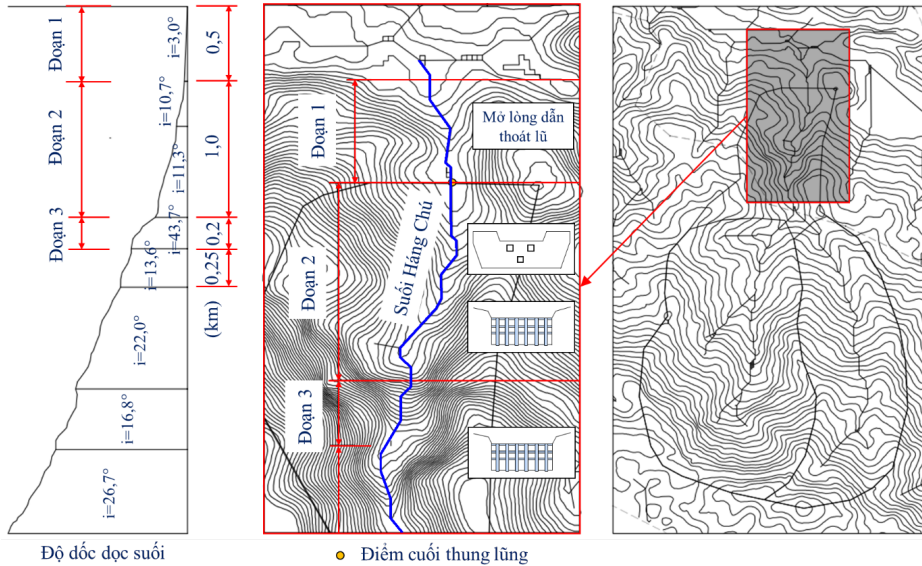
Hình 10. Khảo sát thực địa sử dụng máy bay không người lái UAV

4.3. Phương án đề xuất

Sau khi tiến hành khảo sát và phân tích tình hình thực tế tại khu vực suối Háng Chú, huyện Mù Cang Chải, cũng như đánh giá hiệu quả của các biện pháp phòng, chống lũ bùn đá, nhóm nghiên cứu Nhật Bản và Việt Nam sơ bộ thống nhất việc triển khai xây dựng các đập ngăn bùn đá là khả thi, phù hợp với điều kiện khu vực khảo sát [20] và đề xuất triển khai các biện pháp sau (các giải pháp chính được giới thiệu trên Hình 11):

- Mở rộng lòng dẫn thoát lũ ở phía cuối hạ lưu (Đoạn 1);
- Kiểm soát vận chuyển bồi lắng của dòng chảy bằng cách xây các đập kín;
- Thu lũ bùn đá và gỗ trôi ở trung và hạ lưu dòng suối bằng đập ngăn bùn đá dạng hở. Các đập

này sẽ được xây dựng trong khu vực từ Đoạn 3 lên phía trên thượng lưu – nơi có nhiều khả năng xảy ra lũ bùn đá với mật độ đất, đá cao. Tuy nhiên, căn cứ vào điều kiện xây dựng thực tế và bảo dưỡng thuận lợi thì có thể xây đập hở khung thép tại khu vực Đoạn 2 với một số lưu ý: Vị trí các đập không trùng với khu vực bồi lắng bùn đất; Quy hoạch đập ở vị trí gần thượng lưu nhất có thể, đồng thời phải đảm bảo thu được lượng lớn đất, đá; Trên cơ sở khảo sát đường kính bùn đá, kiến nghị sử dụng loại



Hình 11. Bình đồ, mặt cắt dọc suối Háng Chú (khu vực đề xuất thí điểm)

đập ngăn bùn đá hỏ có lắp đặt thêm các thanh chắn ngang sẽ cho hiệu quả cao kể cả đối với lũ bùn đá có mật độ bồi lắng thấp; Trong thiết kế chi tiết, cần nghiên cứu đầy đủ kích thước bùn đá và bề rộng phần hỏ, tiến hành tính toán theo quy trình tại Mục 3;

- Ngăn ngừa phát sinh lũ bùn đá và gỗ trôi ở khu vực thượng lưu bằng đập hỏ khung thép: Ở khu vực thượng lưu, cần phải xây đập ngăn bùn đá dạng hỏ để ngăn ngừa phát sinh lũ bùn đá với mục đích ngăn chặn dòng chảy đất đá ở phần thượng lưu của dòng suối. Tuy nhiên, cần ưu tiên các công trình kiểm soát vận chuyển bồi lắng ở phần dưới hạ lưu và thu lũ bùn đá ở đoạn giữa và phần dưới hạ lưu. Trong giai đoạn thiết kế chi tiết, cần xác định số lượng đập hỏ căn cứ vào lượng bồi lắng dự kiến trên toàn lưu vực và lượng bồi lắng dự kiến kiểm soát bằng hệ thống đập ở hạ lưu và đoạn giữa dòng chảy; bên cạnh đó, kế hoạch bảo dưỡng hệ thống đập cũng cần được đánh giá.

5. Kết luận

Trong các loại hình thiên tai phổ biến tại Việt Nam, thiên tai lũ bùn đá là loại hình thường xuyên xảy ra tại các khu vực miền núi phía Bắc, đặc biệt vào mùa mưa lũ. Căn cứ tình hình thực tế và kinh nghiệm ứng phó với loại hình thiên tai này trên thế giới, với mục tiêu tìm kiếm giải pháp công trình để phòng, chống lũ bùn đá, nghiên cứu đã giới thiệu một số giải pháp đập ngăn bùn đá được ứng dụng tại một số quốc gia trên thế giới, trong đó tập trung vào đập hỏ sử dụng khung thép. Quy trình tính toán thiết kế theo Tiêu chuẩn Nhật Bản cũng như hướng mô phỏng đánh giá tương tác giữa các vật rắn mang theo trong dòng lũ bùn đá và khung thép cấu thành đập đã được đề cập. Cuối cùng, dựa trên các giải pháp đã được tổng hợp và thực tiễn tại khu vực miền núi phía Bắc Việt Nam, bài báo đã đề xuất về triển vọng áp dụng thí điểm giải pháp nêu trên tại khu vực thị trấn Mù Cang Chải, huyện Mù Cang Chải, tỉnh Yên Bái.

Trong thời gian sắp tới, việc đánh giá tương tác khi va chạm giữa dòng bùn đá và kết cấu sẽ được nghiên cứu cụ thể hơn, nhằm tối ưu hóa và tìm ra được dạng kết cấu kinh tế và phù hợp với điều kiện cụ thể của khu vực miền núi phía Bắc cũng như đóng góp ý nghĩa khoa học mới trong nghiên cứu về đập ngăn bùn đá hỏ bằng thép nói riêng và đập ngăn bùn đá nói chung.

Lời cảm ơn

Để thực hiện nghiên cứu này, nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ của Tổng cục Phòng, chống thiên tai, Chương trình Hợp tác quốc tế Nhật Bản (JICA) và Đề tài NCKH “Nghiên cứu đề xuất, ứng dụng giải pháp khoa học công nghệ phù hợp trong phòng, chống và giảm thiểu rủi ro lũ quét tại khu vực miền núi phía Bắc” (Quyết định số 4243/QĐ-BNN-KHCN ngày 29/10/2018 của Bộ Nông nghiệp và PTNT).

Tài liệu tham khảo

- [1] Nakagawa, H., Takahashi, T., Yoshifumi, S., Kawaike, K. (2002). Evaluation of efficiency of sabo facilities by means of numerical simulation methods. *Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE*, 46: 665–670.
- [2] Takahashi, T. (2000). Initiation of debris flow of various types of debris flow. *Proceedings of the Second International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment*, 15–25.
- [3] Ban Chỉ đạo TW về Phòng, chống thiên tai. *Tài liệu Thiên tai Việt Nam 2017*.
- [4] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012). *Báo cáo Dự án Điều tra, khảo sát, phân vùng và cảnh báo khả năng xuất hiện lũ quét ở miền núi Việt Nam*.
- [5] Itakura, Y., Inaba, H., Sawada, T. (2005). [A debris-flow monitoring devices and methods bibliography](#). *Natural Hazards and Earth System Science*, 5(6):971–977.
- [6] Arattano, M., Marchi, L. (2008). [Systems and sensors for debris-flow monitoring and warning](#). *Sensors*, 8(4):2436–2452.
- [7] Thao, V. B., Minh, P. V., Tuấn, L. Q., Kien, N. T. (2018). Tổng quan về quan trắc và cảnh báo sớm lũ quét bùn đá. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, (45):1–10.
- [8] Mizuyama, T. (2008). [Structural countermeasures for debris flow disasters](#). *International Journal of Erosion Control Engineering*, 1(2):38–43.
- [9] Takahashi, T., Das, D. K. (2014). *Debris flow: mechanics, prediction and countermeasures*. CRC Press.
- [10] Hà, L. T., Tuấn, N. Đ. (2009). *Những điều cần biết về lũ quét*. Nhà xuất bản Bản đồ.
- [11] Rudolf-Miklau, F., Suda, J. (2011). Technical standards for debris flow barriers and breakers. *Proceedings of the International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment*, Roma, Italy, 1083–1091.
- [12] Hiệp hội Phòng, chống thiên tai Nhật Bản (Bosai). <https://www.bosai-jp.org/en/solution/detail/26/search>. Bosai Solution ID: JBP00026 Steel Slit Dam. Truy cập ngày 18/8/2019.
- [13] Osanai, N., Mizuno, H., Mizuyama, T. et al. (2010). [Design standard of control structures against debris flow in Japan](#). *Journal of Disaster Research*, 5(3):307–314.
- [14] Ishikawa, T. (2018). *Lịch sử Sabo và công nghệ đập ngăn bùn đá dạng hở*. Ban Chỉ đạo Trung ương Phòng, chống thiên tai: Hội thảo Giải pháp Công nghệ trong phòng, chống lũ quét, sạt lở đất, Hà Nội.
- [15] Shima, J., Moriyama, H., Kokuryo, H., Ishikawa, N., Mizuyama, T. (2016). Prevention and mitigation of debris flow hazards by using steel open-type sabo dams. *International Journal of Erosion Control Engineering*, 9(3):135–144.
- [16] Technical Note No. 904:2016. *Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood*. NILIM, MLIT, Japan.
- [17] Technical Note No. 905:2016. *Manual of Technical Standard for designing Sabo facilities against debris flow and driftwood*. NILIM, MLIT, Japan.
- [18] SABO Technical Center (2001). *Guide for steel Sabo structure design*.
- [19] Báo điện tử Vietnamnet. [Mù Càng Chải hoang tàn nhìn từ trên cao](#). Truy cập ngày 05/8/2019.
- [20] Yusuke, S. (2018). *Field survey report on the sediment-related disaster in Mu Cang Chai town*. Vietnam - Japan Disaster Collaboration Dialogue Workshop: Learning from recent disasters (co-organized by MARD and MLIT), Hanoi.