

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM KANAKO 1D MÔ PHỎNG LŨ Bùn ĐÁ VÀ ĐẬP SABO Ở VIỆT NAM. LẤY VÍ DỤ KHU VỰC CẦU MÓNG SẾN, SA PA, LÀO CAI

Nguyễn Thành Dương*, Nguyễn Văn Phóng

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

*Email: nguyenthanhduong@humg.edu.vn

Tóm tắt:

Lũ bùn đá là tai biến địa chất xảy ra phổ biến ở nhiều nơi miền núi Việt Nam. Tuy nhiên, các giải pháp công trình, phi công trình đã được xây dựng để phòng tránh lũ bùn đá ở Việt Nam chưa phát huy nhiều hiệu quả. Vì vậy việc xây dựng một giải pháp công trình phù hợp để phòng tránh và giảm thiệt hại do lũ bùn đá gây ra ngày càng cấp thiết. Trong các biện pháp công trình, đập Sabo là một trong những giải pháp rất hiệu quả và được ứng dụng ở nhiều nơi trên thế giới, đặc biệt là Nhật Bản. Để đảm bảo đập Sabo hoạt động hiệu quả, việc mô phỏng số trước khi xây dựng đóng vai trò rất quan trọng. Mục đích của bài báo này giới thiệu phần mềm Kanako để mô phỏng lũ bùn đá và đập Sabo ở Việt Nam. Đồng thời, áp dụng phần mềm Kanako 1D (phiên bản 1.44) để mô phỏng lũ bùn đá khu vực cầu Móng Sến, Sapa, Lào Cai trong trường hợp có và không có đập Sabo. Kết quả mô phỏng cho thấy lưu lượng dòng lũ bùn đá giảm dần từ thượng lưu xuống hạ lưu mặc dù không xây dựng đập. Ngoài ra, trong trường hợp có xây dựng đập, đập Sabo kín sẽ phát huy nhiều hiệu quả hơn đập Sabo kẽ hở. Ở khu vực cầu Móng Sến, khi xây dựng 1 đập Sabo kín cao 10 m sẽ làm giảm đáng kể lưu lượng dòng lũ.

Từ khóa: lũ bùn đá, đập Sabo, mô phỏng, Kanako 1D.

1. Mở đầu

Lũ bùn đá là tai biến địa chất xảy ra phổ biến ở nhiều nơi trên thế giới. Dòng lũ bùn đá thường bao gồm nước và nhiều vật liệu có kích thước khác nhau từ bùn đến đá tảng, xác thực vật, động vật. Vì vậy, dòng lũ bùn đá có động năng rất lớn và thường gây ra nhiều thiệt hại nghiêm trọng.

Các biện pháp ngăn chặn và giảm thiệt hại do lũ bùn đá gây ra bao gồm các biện pháp công trình và phi công trình. Các biện pháp công trình bao gồm đập Sabo, đập và kênh dẫn dòng. Các biện pháp phi công trình bao gồm xây dựng hệ thống cảnh báo và cứu trợ, thành lập các bản đồ nguy cơ, quy hoạch và sử dụng hợp lý tài nguyên đất, gia cố nhà cửa và các công trình có nguy cơ chịu tác động của lũ bùn đá (Kim & nnk, 2014). Trong các biện pháp công trình, đập Sabo là một trong những biện pháp hữu hiệu trong việc phòng tránh và giảm thiểu thiệt hại do lũ bùn đá gây ra, đặc biệt là lũ bùn đá dòng. Nó thường được xây dựng ở các dòng kênh, suối ở vùng miền núi.

Việc lựa chọn vị trí xây dựng, kích thước và kiểu loại đập Sabo đóng vai trò quan trọng và quyết định đến tính hiệu quả của đập. Nakatani & nnk. (2007) đã phát triển phần mềm Kanako 1D sử dụng “Giao diện đồ họa người dùng-GUI” trên nền tảng MS Visual Basic.NET (VB.NET) để mô phỏng lũ bùn đá và ảnh hưởng của đập Sabo trong phòng tránh lũ bùn đá. Phần mềm này cũng đã được phát triển thêm mô hình 2D (Kanakano 2D) để mô phỏng sự tích tụ vật liệu ở nón trầm tích

(Nakatani & nnk, 2008). Cả 2 phiên bản 1D và 2D đã được sử dụng phổ biến ở Nhật Bản, cũng như nhiều nước khác trên thế giới như Trung Quốc, Indonesia (Sumaryon & nnk, 2009; Nakatani & nnk, 2011; Wisoyo, 2012; Liu & nnk, 2013; Liu & nnk, 2012) để mô phỏng lũ bùn đá và đập Sabo. Trong những năm gần đây, tình hình lũ quét và lũ bùn đá xảy ra ở nhiều nơi ở vùng núi phía Bắc Việt Nam với mức độ ngày càng gia tăng, gây thiệt hại lớn về người, tài sản và môi trường sinh thái. Tuy nhiên, các biện pháp công trình, phi công trình đã được xây dựng để phòng tránh lũ bùn đá ở Việt Nam chưa phát huy nhiều hiệu quả. Vì vậy, việc xây dựng một biện pháp công trình phù hợp để phòng tránh và giảm thiểu thiệt hại do lũ bùn đá gây ra ngày càng cấp bách. Bài báo này sẽ giới thiệu ứng dụng phần mềm Kanako để mô phỏng lũ bùn đá và đập Sabo. Đồng thời, áp dụng phần mềm Kanako phiên bản 1.44 (1D) để mô phỏng lũ bùn đá khu vực cầu Móng Sến, Sapa, Lào Cai trong trường hợp có và không có đập Sabo.

2. Đập Sabo trong phòng tránh lũ bùn đá

Sabo (*sa-bo*) là thuật ngữ tiếng Nhật, có nghĩa là bảo vệ cát (sand protection). Mục đích chính ban đầu của các công trình Sabo là giảm thiểu việc vận chuyển vật liệu trầm tích để tránh bào mòn lòng sông, suối. Những công trình Sabo đầu tiên được xây dựng tại Nhật từ thế kỷ 17-18. Gần đây, do lũ bùn đá gây ra những tác hại rất lớn, các công trình Sabo được xây dựng với mục đích phòng tránh và kiểm soát lũ bùn đá và được gọi là đập Sabo. Những đập Sabo bằng bê tông đầu tiên được xây

dựng tại Nhật Bản từ những năm 1970s và đem lại hiệu quả rất lớn trong việc phòng tránh lũ bùn đá (Chanson, 2004; Mizuyama, 2008). Đập Sabo có thể gồm một hoặc hệ thống nhiều đập có tác dụng ngăn chặn một phần hay toàn bộ vật liệu lũ bùn thoát xuống hạ lưu (hình 1). Hiện nay, nhiều đập Sabo vẫn tiếp tục được xây dựng ở Nhật Bản và nhiều nước khác trên thế giới. Ở Việt Nam, với sự giúp đỡ của Nhật Bản, một số đập Sabo đang được triển khai xây dựng thử nghiệm ở Sơn La và Yên Bái.

Đập Sabo gồm hai loại chính là đập kín và đập hở. Đập kín (closed-type dam) hoạt động như một tường chắn sẽ ngăn chặn toàn bộ vật liệu chảy xuống hạ lưu. Đập kín có thể là đập bê tông, bê tông cốt thép, rọ đá hoặc đập đất-xi măng (hình 2). Ngược lại, đập hở (open-type dam) thường là các kết cấu thép được thiết kế với các khoảng hở để cho nước, vật liệu nhỏ chảy qua và giữ lại vật liệu có kích thước lớn (hình 3a). Ngoài ra,

trong kiểu đập hở còn có một loại đập bằng bê tông với khe hở ở giữa và các thanh thép chắn ngang (slit open-type dam) (hình 3b).

3. Sử dụng phần mềm Kanako 1D mô phỏng lũ bùn đá và đập Sabo

3.1. Giới thiệu Kanako 1D

Nakatani & nnk. (2007) đã xây dựng phần mềm Kanako 1D để mô phỏng lũ bùn đá và ảnh hưởng của đập Sabo đến lũ bùn đá. Phần mềm này được xây dựng dựa trên “Giao diện đồ họa người dùng-GUI”. Người dùng có thể theo dõi trực tiếp quá trình mô phỏng lũ bùn đá, quá trình xói mòn/bồi tụ cũng như biểu đồ thủy văn và biểu đồ vật liệu tích tụ từ màn hình máy tính. Phần mềm này cho phép mô phỏng dòng lũ bùn đá theo một hướng từ thượng lưu tới hạ lưu của mô hình dòng sông và quá trình tích tụ vật liệu bùn đá ở nơi có xây dựng đập Sabo. Phần mềm này có thể mô phỏng lũ bùn đá với một hoặc nhiều đập Sabo.



Hình 1. Tác dụng của đập Sabo trong phòng tránh lũ bùn đá (Wisoyo, 2012)



Hình 2. Đập Sabo kín bằng bê tông (a) và bằng rọ đá (b) ở Gifu, Nhật Bản



Hình 3. Đập Sabo hở bằng kết cấu thép (a) và đập Sabo với khe hở ở giữa (b) (Mizuyama, 2008)

- Phần mềm có một số giới hạn và giả thuyết sau:
- Phần mềm dùng để mô phỏng dòng lũ bùn đá với vật liệu là đất đá, không dùng cho vật liệu là gỗ và các vật liệu khác;
 - Phần mềm chỉ mô phỏng dòng lũ bùn đá trên một dòng sông, không dùng với các sông giao nhau;
 - Phần mềm chỉ mô phỏng được hai kích thước vật liệu là lớn nhất và nhỏ nhất (phiên bản 1D);
 - Với kiểu đập có khe hở (slit type dam), phần mềm không tích hợp sự suy giảm năng lượng của dòng bùn đá do đột ngột thu hẹp bề rộng lòng sông;
 - Phần mềm không xem xét đến sự phân loại, chọn lựa vật liệu dòng lũ bùn đá;
 - Trong quá trình tính toán, phần mềm mô phỏng với mặt cắt ngang sông là hình chữ nhật.
 - Phần mềm không xem xét đến sự phân bố kích thước vật liệu theo không gian và thời gian.

3.2. Các hàm trong mô phỏng dòng lũ bùn đá với Kanako 1D

Các hàm trong mô phỏng lũ bùn đá với Kanako 1D bao gồm hàm mômen, hàm lưu lượng vật liệu, hàm vật liệu (xói mòn, tích tụ) và hàm mô tả sự thay đổi bề mặt đáy sông (Nakatani & nnk, 2007).

$$\text{Hàm mômen: } \frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial vM}{\partial x} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho_m} \quad (1)$$

Hàm tổng lưu lượng lũ bùn đá:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} = i \quad (2)$$

$$\text{Hàm vật liệu: } \frac{\partial Ch}{\partial t} + \frac{\partial CM}{\partial x} = C^*i \quad (3)$$

Sự thay đổi cao độ bề mặt đáy sông có thể được xác định theo công thức sau:

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} = -i \quad (4)$$

Trong các công thức từ (1)-(4): h là chiều sâu dòng chảy; v là vận tốc dòng chảy; $M=v.h$; g là gia tốc trọng trường; ρ_m : dung trọng của pha lỏng; $H=h+z_b$, z_b là cao độ đáy sông; i là tốc độ xói mòn/bồi tụ ($i \geq 0$: xói mòn); C là mật độ trầm tích dòng lũ bùn đá; C^* là mật độ trầm tích ở lớp đáy sông; τ_b là lực cắt ở đáy sông; t là thời gian.

4. Mô phỏng lũ bùn đá khu vực cầu Móng Sến, Sa Pa, Lào Cai

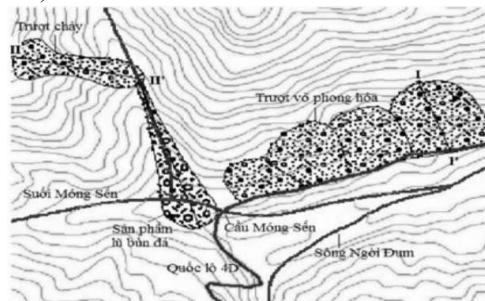
4.1. Lũ bùn đá khu vực cầu Móng Sến

Khu vực cầu Móng Sến, Sapa thường xuyên xảy ra trượt lở và lũ bùn đá. Điển hình, tháng 9/2004 tại khu vực cầu Móng Sến xảy ra mưa lớn, các khối trượt dịch chuyển và chặn lòng suối dẫn tới phát sinh dòng lũ bùn đá. Kích thước vật rắn đạt tới hàng ngàn m^3 và vận tốc dòng chảy đạt tới 3-5 m/s. Dòng lũ bùn đá đã phá hủy cầu Móng Sến, làm 5 người chết và bị thương, vùi lấp 3 nhà và hoa màu của người dân (Nguyễn Trọng Yên, 2005).

4.2. Đặc điểm khu vực nghiên cứu

Vị trí địa lý: Cầu Móng Sến thuộc xã Trung Chải, huyện Sa Pa, tỉnh Lào Cai, nằm trên quốc lộ 4D. Cầu

Móng Sến bắc qua suối Móng Sến (chảy theo hướng tây - đông) đổ vào sông Ngòi Dum. Dọc theo suối Móng Sến, cách cầu khoảng 50m về phía bắc là nơi giao nhau với con suối khác chảy theo hướng bắc - nam (suối bắc - nam) (hình 4).



Hình 4. Trượt lở và lũ bùn đá khu vực cầu Móng Sến, Sa Pa, Lào Cai (Nguyễn Bá Duẩn & nnk, 2011)

Đặc điểm địa chất: Quốc lộ 4D đoạn từ Sa Pa đến thành phố Lào cai cắt qua các thành tạo đệ tứ không phân chia gồm, hệ tầng Cam Đường (ϵ_1cd), hệ tầng Cha Pá (NP cp) xen kẽ với các thành tạo xâm nhập phức hệ Po Sen ($\delta\gamma PZ_1ps$), tiếp theo là các trầm tích hệ tầng Đá Ninh (NP- ϵ_1dd), bản nguồn (D_1bn) và Viên Nam (P_3vn). Đất đá ở khu vực dọc tuyến đường này bị biến chất, nén ép, và đập vỡ ở nhiều nơi, độ bền kháng cắt khi bão hòa thấp nên dễ xảy ra trượt lở, đặc biệt vào mùa mưa (Nguyễn Bá Duẩn & nnk, 2011).

Đặc điểm vô phong hóa: Vô phong hóa khu vực nghiên cứu thuộc kiểu vô phong hóa Sialferit, nhạy cảm với trượt. Thành phần vô phong hóa chủ yếu là cát hạt mịn đến thô, bờ rời, gắn kết yếu (Nguyễn Bá Duẩn & nnk, 2011).

Lượng mưa: Theo thống kê của trạm Sa Pa và Lào Cai, khu vực nghiên cứu có tổng lượng mưa/năm lớn, từ 2000 đến 3600 mm. Lượng mưa lớn tập trung vào các tháng VI, VII và VIII, chiếm 80-85% lượng mưa cả năm (Nguyễn Bá Duẩn & nnk, 2011).

Lớp phủ thực vật: Thảm thực vật khu vực cầu Móng Sến chủ yếu là đất trồng, đất nông nghiệp, và rừng trồng thưa. Vì vậy, ở một số nơi có nguy cơ xảy ra trượt lở và lũ bùn đá rất mạnh (Nguyễn Bá Duẩn & nnk, 2011).

4.3. Các thông số đầu vào và quá trình mô phỏng

4.3.1. Đặc điểm lòng suối

Mặt cắt dọc suối Bắc-Nam được xác định từ bản đồ địa hình và được thể hiện trên hình 5. Bề rộng lòng suối

từ thượng lưu đến hạ lưu khoảng 15 m và bề dày lớp vật liệu đáy sông là 1 m.

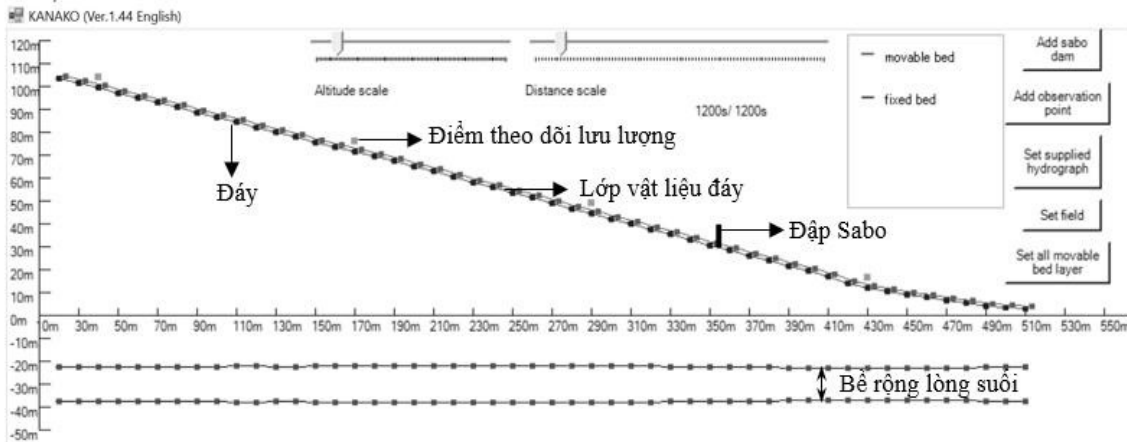
4.3.2. Các thông số đầu vào

Phần mềm Kanako 1D sử dụng 17 thông số đầu vào. Giá trị các thông số này được giữ không đổi với các kịch bản mô phỏng khác nhau và được thể hiện trong bảng 1.

Trong bảng 1, một số thông số như dung trọng vật liệu đáy sông, dung trọng pha lỏng, mật độ vật liệu đáy sông, hệ số tốc độ xói mòn, hệ số tốc độ tích tụ, hệ số nhám là các thông số kinh nghiệm đã được sử dụng phổ biến trong các trường hợp lũ bùn đá (Satofuka & Mizuyama, 2005).

Mật độ vật liệu dòng lũ bùn đá, C_d (khi $\tan\theta > 0.138$) được xác định theo công thức (5) (Takahashi, 1991).

$$C_d = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma - \rho)(\tan\varphi - \tan\theta)} \quad (5)$$



Hình 5. Mặt cắt dọc suối Bắc-Nam khu vực cầu Móng Sến

Bảng 1. Thông số đầu vào

STT	Thông số	Giá trị	Đơn vị
1	Thời gian mô phỏng	1200	s
2	Bước thời gian	0.01	s
3	Đường kính vật liệu lớn nhất	1	m
4	Đường kính vật liệu nhỏ nhất	0.1	m
5	Dung trọng pha lỏng (nước, bùn, khí), ρ	1100	kg/m ³
6	Dung trọng vật liệu đáy sông, σ	2650	kg/m ³
7	Mật độ vật liệu đáy sông, C^*	0.6	
8	Góc ma sát trong của vật liệu, $\tan\varphi$	0.58	
9	Gia tốc trọng trường, g	9.8	m/s ²
10	Hệ số tốc độ xói mòn	0.0007	
11	Hệ số tốc độ tích tụ	0.05	
12	Hệ số thể tích của vật liệu thô	0.5	
13	Hệ số thể tích của vật liệu mịn	0.5	
14	Độ sâu dòng chảy nhỏ nhất	0.01	
15	Hệ số nhám	0.03	s/m ^{1/3}
16	Số điểm tính toán	50	
17	Khoảng cách giữa các điểm tính	10	m

Trong đó: σ : khối lượng thể tích của vật liệu đáy sông ($=2650 \text{ kg/m}^3$); ρ : khối lượng thể tích của pha lỏng (bao gồm nước, bùn và khí) ($=1100 \text{ kg/m}^3$); φ : góc ma sát trong ($=30^\circ$); θ : góc dốc tính trên 100 m chiều dài ($=11^\circ$).

Lưu lượng lũ bùn đá lớn nhất: $Q_{sp} = 0.01 \sum Q$ (6)

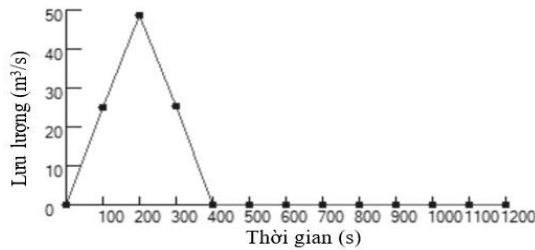
$$\sum Q = \frac{V_{dap} \cdot C^*}{C_d} \quad (7)$$

Trong đó: $\sum Q$: toàn bộ thể tích lũ bùn đá bao gồm nước và vật liệu (m³); V_{dap} : thể tích vật liệu (m³); C^* : mật độ vật liệu đáy sông ($=0.6$) (Nakatani & nmk, 2011).

Theo Nguyễn Trọng Yêm (2005), thể tích vật liệu lũ bùn đá khu vực cầu Móng Sến, $V_{dap} = 3000 \text{ m}^3$

Mật độ vật liệu dòng lũ bùn đá, C_d : $0.3 \leq C_d \leq 0.9 C^*$

Theo công thức (5): $C_d = 0.36$. Khi đó theo (7): $\sum Q = 4996 \text{ m}^3$. Lưu lượng lũ bùn đá lớn nhất theo (6): $Q_{sp} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$ (hình 6).

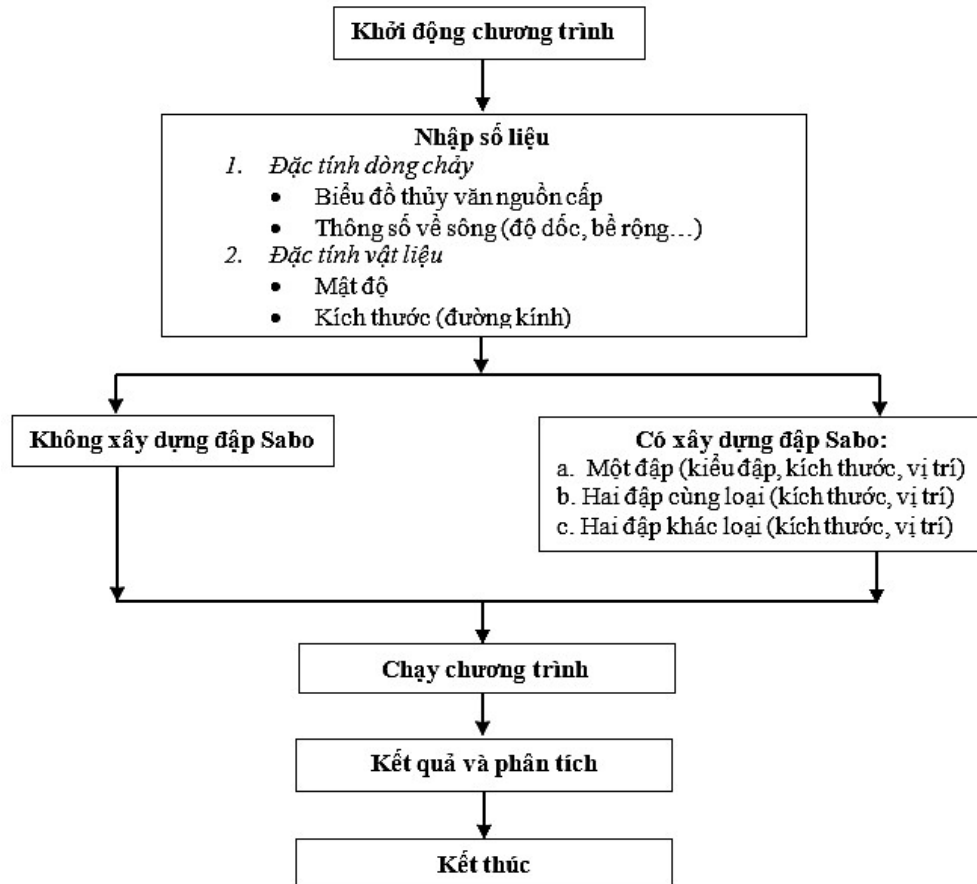


Hình 6. Biểu đồ lưu lượng nguồn cấp

4.3.3. Quá trình mô phỏng

Trong bài báo này, lũ bùn đá khu vực cầu Móng Sến, Sa Pa, Lào Cai được mô phỏng bằng phần mềm Kanako 1D Ver 1.44 trong hai trường hợp: không có (TH1) và có đập Sabo. Trong trường hợp có xây dựng đập Sabo, lũ bùn đá được mô phỏng trong các trường hợp với số lượng, kích thước và kiểu loại đập khác nhau, bao gồm: TH2) một đập Sabo kín cao 5m, ở vị trí

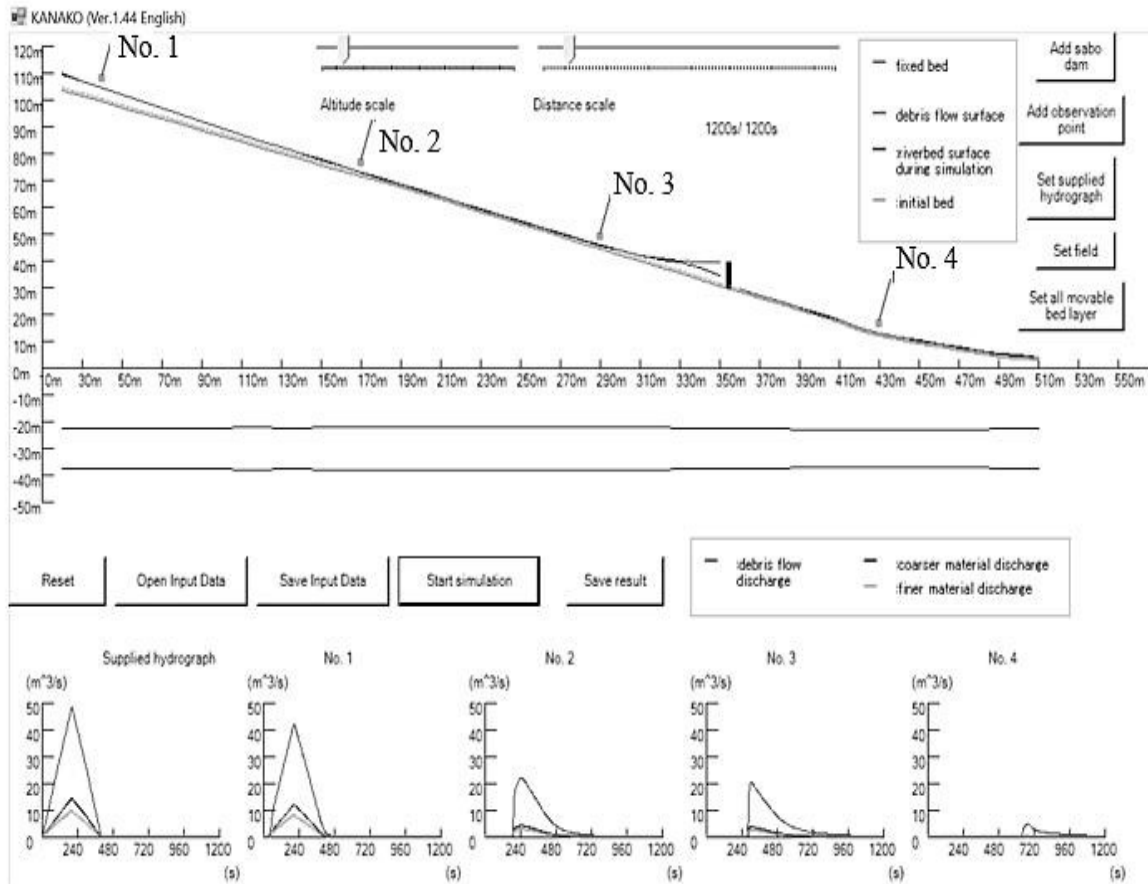
cách thượng lưu 362 m; TH3) một đập Sabo kín cao 10 m, ở vị trí cách thượng lưu 362 m; TH4) 1 đập Sabo kê hở cao 10 m với khoảng hở ở giữa là 2 m, cách thượng lưu 127 m và 1 đập Sabo kín cao 10 m, cách thượng lưu 362 m; TH5) 2 đập Sabo kín cao 10 m ở vị trí cách thượng lưu lần lượt là 127 m và 362 m (bảng 2). Quy trình mô phỏng lũ bùn đá và đập Sabo được thể hiện trong hình 7. Kết quả của quá trình mô phỏng bao gồm vật liệu tích tụ ở đáy sông, quá trình thay đổi lưu lượng dòng lũ, vật liệu thô, mịn như thể hiện trong hình 8 (TH3-trường hợp có 1 đập kín cao 10 m ở vị trí cách thượng lưu 362 m). Bốn điểm theo dõi lưu lượng (No. 1 đến No. 4) ở các vị trí như hình 9, được sử dụng để theo dõi lưu lượng dòng lũ bùn đá trong quá trình mô phỏng và được giữ nguyên trong các trường hợp mô phỏng khác nhau.



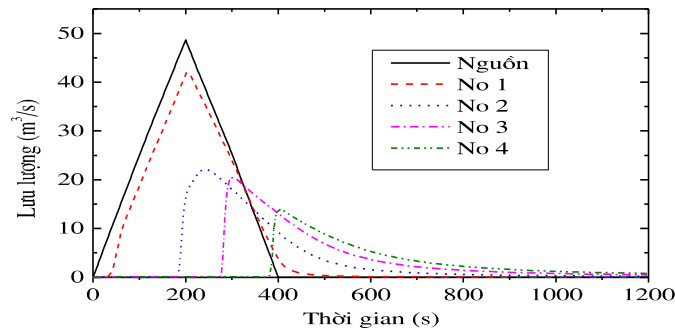
Hình 7. Quy trình mô phỏng lũ bùn đá và đập Sabo

Bảng 2. Các trường hợp mô phỏng

Trường hợp	Số lượng đập	Loại đập Sabo	Chiều cao đập (m)	Vị trí đập cách thượng lưu (m)
TH1	0		-	-
TH2	01	Kín	5	362
TH3	01	Kín	10	362
TH4	01	Kín	10	362
TH4	01	Kê hở	10	127
TH5	02	Kín	10	127; 362



Hình 8. Kết quả của quá trình mô phỏng (TH3-1 đập Sabo kín cao 10 m ở vị trí cách thượng lưu 362 m)



Hình 9. Lưu lượng dòng lũ bùn đá tại các điểm đo khi không có đập

5. Phân tích kết quả và thảo luận

5.1. Trường hợp không xây dựng đập (TH1)

Kết quả mô phỏng lũ bùn đá trong trường hợp không xây dựng đập được thể hiện trong hình 9. Trên hình này có thể thấy từ điểm đo No 1 đến No 4, lưu lượng dòng lũ bùn đá giảm dần. Điều này có thể do độ dốc của lòng sông giảm dần và có sự tích tụ vật liệu trong quá trình di chuyển (Sumaryono & nnk, 2014).

5.2. Trường hợp có xây dựng đập

Kết quả mô phỏng lưu lượng dòng lũ bùn đá ở các vị trí khác nhau dọc theo dòng chảy ứng với các vị trí, kiểu loại và kích thước đập khác nhau được thể hiện trên

hình 10. Ở vị trí điểm đo No 1, do không có đập nào đặt trước điểm này nên lưu lượng dòng lũ bùn đá là giống nhau trong các trường hợp (hình 10a). Sự thay đổi lưu lượng dòng lũ bùn đá lớn nhất tại các điểm đo trong các trường hợp xây dựng đập so với trường hợp không có đập (TH1) được thể hiện trên hình 11.

a. TH2: 1 đập Sabo kín cao 5m, ở cách thượng lưu 362m.

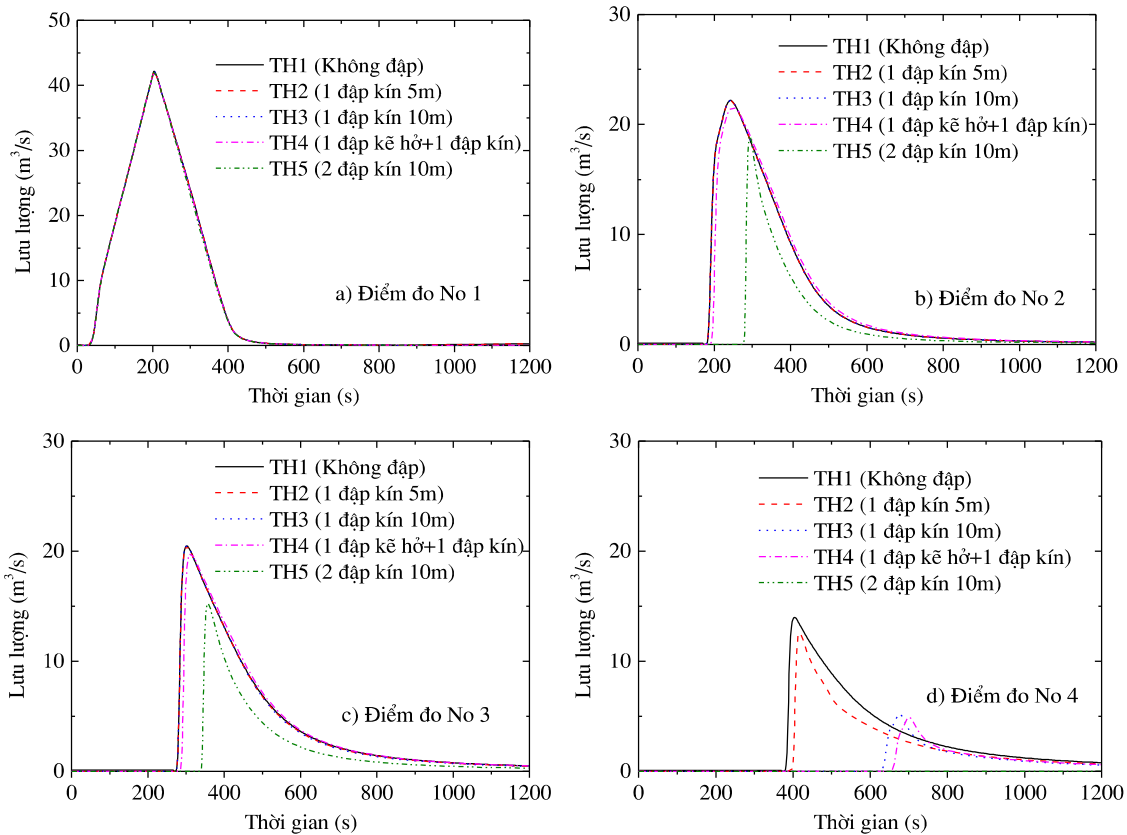
Ở các vị trí No 2 và No 3, không có sự thay đổi lưu lượng dòng lũ bùn đá do chúng nằm phía trên đập. Ở vị trí No 4 (phía sau đập), lưu lượng dòng lũ bùn đá lớn

nhất giảm 10.2%. Như vậy có thể thấy, việc xây dựng 1 đập Sabo cao 5m ở vị trí cách thượng lưu 362 m chưa có nhiều tác dụng trong việc ngăn chặn dòng lũ bùn đá.

b. TH3: 1 đập Sabo kín cao 10m, ở cách thượng lưu 362 m.

Tương tự như TH2, các vị trí No 2 và No 3 cũng không có sự thay đổi lưu lượng dòng lũ bùn đá. Tuy

nhiên, ở vị trí No 4 (phía sau đập), lưu lượng dòng lũ bùn đá lớn nhất giảm tới 52.8% (giảm khoảng 5.2 lần so với TH2). Như vậy, với 1 đập Sabo kín cao 10 m ở vị trí cách thượng lưu 362 m đã làm giảm hơn 50% lưu lượng dòng lũ bùn đá.



Hình 10. Kết quả mô phỏng dòng lũ bùn đá ở các vị trí theo dõi lưu lượng với các trường hợp mô phỏng khác nhau

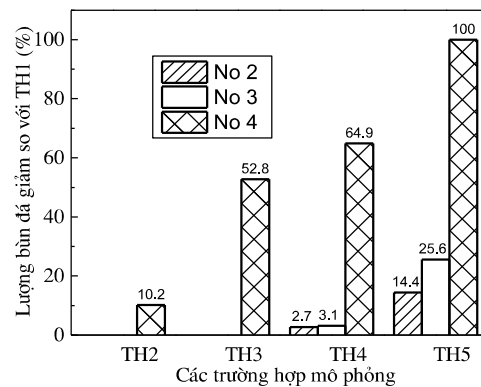
c. TH4: 1 đập Sabo kê hở cao 10m (khoảng hở ở giữa là 2m), cách thượng lưu 127m và 1 đập kín cao 10m cách thượng lưu 362m.

Trong trường hợp này, ở phía sau đập kê hở, lưu lượng dòng lũ bùn đá lớn nhất tại No 2 và No 3 chỉ giảm lần lượt là 2.7% và 3.1%. Ở vị trí No 4 (phía sau đập kín), lưu lượng dòng lũ bùn đá giảm 64.9%. So với TH3, việc xây dựng thêm 1 đập kê hở cao 10 m ở vị trí cách thượng lưu 127 m có rất ít tác dụng.

d. TH5: 2 đập Sabo kín cao 10m, 1 đập cách thượng lưu 127m và 1 đập cách thượng lưu 362m.

Trong trường hợp này, lưu lượng dòng lũ bùn đá lớn nhất tại No 2 giảm 14.4%, tại No 3 giảm 25.6% và tại No 4 giảm 100%. Như vậy, việc xây dựng 2 đập Sabo kín cao 10 m đã ngăn chặn hoàn toàn dòng lũ bùn đá xuống hạ lưu. Tuy nhiên, đây là phương án tốn kém nhất về mặt kinh tế vì phải xây dựng 2 đập Sabo kín cao 10m.

Tóm lại, để giảm thiểu tác động của dòng lũ bùn đá gây ra cho vùng hạ lưu thì có thể xây dựng 1 đập Sabo kín cao 10m ở vị trí cách thượng lưu 362m.



Hình 11. Sự giảm lưu lượng bùn đá khi xây dựng đập Sabo với số lượng và kiểu loại đập khác nhau

6. Kết luận

Bài báo đã trình bày khả năng ứng dụng của phần mềm Kanako 1D trong mô phỏng lũ bùn đá và ứng dụng cho khu vực cầu Móng Sến, Sa Pa, Lào Cai với các trường hợp có và không có đập Sabo. Dựa trên kết quả mô phỏng bằng phần mềm Kanako 1D (phiên bản 1.44) rút ra một số kết luận sau:

Lưu lượng dòng lũ bùn đá có xu hướng giảm dần từ thượng lưu xuống hạ lưu mặc dù không có đập Sabo. Nguyên nhân có thể là do độ dốc giảm dần và có sự tích tụ, lắng đọng vật liệu trong quá trình di chuyển.

Kết quả mô phỏng bằng phần mềm Kanako 1D cho thấy đập Sabo kín phát huy hiệu quả hơn đập Sabo kẽ hở. Ở khu vực cầu Móng Sến khi xây dựng 1 đập Sabo kín cao 10 m có thể giảm đáng kể lưu lượng lũ bùn đá chảy xuống hạ lưu.

Phần mềm Kanako 1D cho phép mô phỏng lũ bùn đá và phản ánh tác dụng của đập Sabo một cách trực quan và thân thiện với người dùng.

Tài liệu tham khảo

Chanson, H., 2004. Sabo check dams-mountains protection systems in Japan. *International Journal of Reiver Basin Management*, 2(4), 301-307.

Kim, N., Nakagawa, H., Kawaike, K., Zhang, H., 2014. A study on debris flow outflow discharge at a series of Sabo dams. *Journal of Japan Natural Disaster Science* 33, 43-52.

Liu, J., Nakatani, K., Mizuyama, T., 2013. Effect assessment of debris flow mitigation works based on numerical simulation by using Kanako 2D. *Landslides* 10, 161-173.

Mizuyama, T., 2008. Sediment hazards and Sabo works in Japan. *International Journal of Erosion Control Engineering* 1, 1-4.

Nakatani, K., Liu, J., Satofuka, Y., Mizuyama, T., 2011. Effect evaluation of debris flow countermeasures with Kanako (Case study on HongQiao Gully,

China). *Journal of Japan Society of Civil Engineers*, 67(4), 709-714.

Nakatani, K., Wada, T., Satofuka, Y., Mizuyama, T., 2007. Developemt of "KANAKO", a wide use debris flow simulator equipped with GUI. *Proc. of 32nd Congress of IAHR, Venice, Italy*: 10 p, A2.

Nakatani, K., Wada, T., Satofuka, Y., Mizuyama, T., 2008. Development of KANAKO 2D (Ver 2.00), a user-friendly one-and two-dimensional debris flow simulator equipped with a graphical user interface. *International Journal of Erosion Control Engineering* 1(29), 62-72.

Nakatani, K., Wada, T., Satofuka, Y., Mizuyama, T., 2011. Development and application of GUI equipped 1-D and 2-D debris flow simulator, applied to mixed-size grains. *Proc. 5th International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Problems and Assessment*, 735-744.

Nguyễn Bá Duẩn, Đặng Thanh Hải, Vũ Đức Minh, Lê Thị Thúy Hiền., 2011. Nghiên cứu xác định nguyên nhân trượt lở khu vực cầu Móng Sến, tỉnh Lào Cai. *Tạp chí Các Khoa học về Trái đất* 33(2), 164-174.

Nguyễn Trọng Yên., 2005. Nghiên cứu trượt lở, lũ quét-lũ bùn đá một số vùng nguy hiểm miền núi phía Bắc và kiến nghị các giải pháp phòng chống (KC 08.01BS). *Nhiệm vụ bổ sung thuộc đề tài Nghiên cứu xây dựng bản đồ phân vùng tai biến môi trường tự nhiên lãnh thổ Việt Nam*.

Sumaryono, Nakatani, K., Satofuka, Y., Mizuyama, T., 2009. One-dimensional numerical simulation for sabo dam planning using Kanako (Ver. 1.40): A case study at Capanas, Guntur Volcanoes, West Java, Indonesia. *International Journal of Erosion Control Engineering* 2(1), 22-32.

Wisoyo, A., 2012. The analysis of Sabo dam performance as a sediment control structure in Putih river, Mt. Merapi. *Journal of Civil Engineering Forum*, XXI (3), 1271-1278.

ABSTRACT

APPLICATION OF KANAKO SOFTWARE 1D TO SIMULATE DEBRIS FLOW AND SABO DAM IN VIETNAM. A CASE STUDY IN MONG SEN BRIDGE, SAPA, LAO CAI, VIET NAM

Nguyen Thanh Duong*, **Nguyen Van Phong**

Hanoi University of Mining and Geology

*Email: nguyenthanhduong@hmg.edu.vn

Debris flow is a geological disaster that occurs in many parts of mountainous areas of Vietnam. However, the structural and non-structural countermeasures which have been built to prevent debris flow in Vietnam having a low effectiveness. Therefore, the construction of a suitable countermeasure to prevent and reduce the damage caused by debris flow is more and more urgent. In structural countermeasures, Sabo dam is one of the effective solutions and is applied in many parts of the world, especially in Japan. In order to ensure that Sabo dam effectively works, numerical simulation before construction is very important. This paper aims to introduce the Kanako software to simulate debris flow and Sabo dam in Vietnam. In addition, Kanako 1D software (version 1.44) was applied to simulate debris flow in Mong Sen bridge, Sapa and Lao Cai in the case of with and without Sabo dam. Simulation results show that the discharge of debris flow decreases gradually from upstream to downstream, even there is no Sabo dam. Besides, in the case of construction of dam, closed-type Sabo dam will have more efficiency than slit-type Sabo dam. In the Mong Sen bridge area, when constructing a closed Sabo dam with a height of 10 m, the discharge of debris flow can be significantly reduced.

Keywords: debris flow, Sabo dam, simulation, Kanako 1D.

Ngày nhận bài: 07/7/2019; Ngày phản biện: 28/8/2019; Ngày chấp nhận đăng: 18/9/2019.