DIỄN BIẾN LÒNG SÔNG ĐÀ DO ẢNH HƯỞNG VẬN HÀNH HỒ HOÀ BÌNH TRONG NHỮNG NĂM ĐẦU

PGS.PTS. Ngô Trọng Thuận
Viện Khí tượng Thủy văn

Công trình thủy điện Hoà Bình trên sông Đà được chính thức khởi công vào ngày 06/XI/ 1979. Đến tháng I/ 1983, việc lấp sông đợt một được tiến hành; tháng I/1988, tiến hành lấp sông đợt hai. Năm 1988 bắt đầu tích nước trong hồ đến cao độ 86m để đưa tổ máy 1 vào vận hành ngày 30-XII-1988. Toàn bộ công trình đã được nghiệm thu vào tháng XII/1994, và dần đi vào thời kỳ khai thác ổn định.

Do việc tích nước trong hồ, lượng cát bùn từ thượng lưu đưa về lắng đọng hầu hết và nằm lại trong lòng hồ, trung bình mỗi năm khoảng 48 triệu tấn, bằng 83% lượng cát bùn lơ lửng vào hồ. Dòng nước xả xuống hạ lưu công trình mang rất ít cát bùn, với năng lượng cao gây ra xói lở mạnh mẽ lòng sông Đà.

Việc theo dõi lòng sông Đà sau công trình đã được Tổng cục Khí tượng Thủy văn tiến hành từ cuối năm 1982, ngay trước khi thực hiện lấp sông đợt một. Trong 20 km đầu tiên, từ thị xã Hoà Bình đến Lương Nha, trung bình cứ 200m, bố trí một mặt cắt ngang, sau đó cho tới Trung Hà, trung bình 1000m bố trí một mặt cắt ngang.

Từ năm 1983, việc đo đạc lòng sông được tiến hành liên tục, đều đặn hàng năm. Trong phạm vi 10km sau đập, trung bình 500m, bố trí một mặt cắt. Sau đó, tuỳ theo sự thay đổi của hình dạng lòng sông, trung bình 600 - 800m hoặc 800 - 1200m, bố trí một mặt cắt. Vị trí mặt cắt được cố định bằng các mốc bê-tông đặt ở hai bờ và được dẫn cao độ thống nhất.

1. Phương pháp tính toán

Để xác định sự thay đổi của lòng sông (xói hoặc bồi), đã sử dụng hai phương pháp chính sau đây:

1.1. Đối với đoạn sông chỉ có số liệu đo mặt cắt ngang

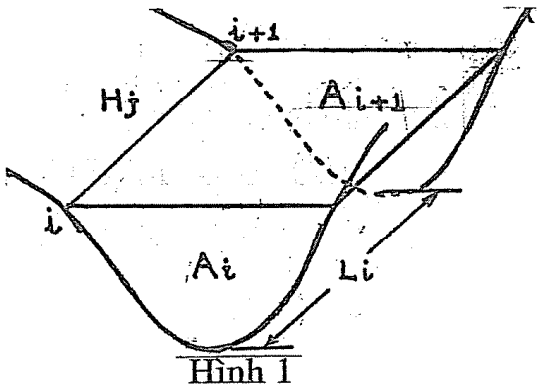
Giả sử trên một đoạn sông chiều dài L_i, được giới hạn bởi hai mặt cắt i và i+ 1, có diện tích lần lượt là A_i và A_{i+1} (hình1). Tương ứng với mực nước H_j, tại thời điểm t_j, thể tích V_j của đoạn sông bao bọc bởi các mặt cắt i, i+1, mặt nước và đáy sông được tính gần đúng như sau:

$V_j = 1/2\ (A_i + A_i{+}1).L_i$ (1)

Như vậy, thể tích lòng sông thay đổi từ thời điểm t_j đến t_{j+1} là:

$$\Delta V_j = V_j - V_{j+1} \qquad (2)$$

Trong đó V_{j+1} là thể tích lòng sông tại thời điểm t_{j+1} cũng ứng với cao trình mực nước H_j.



Hình 1

khi $\Delta V_j > 0$: Lòng sông bồi,

$\Delta V_j < 0$: Lòng sông xói,

$\Delta V_j \approx 0$: Lòng sông cân bằng tương đối.

Độ dày xói (hoặc bồi) trung bình Δh_j trong đoạn sông được tính theo công thức:

$$\Delta h_j = \frac{\Delta V_j}{\gamma_k . B_i . L_i} \qquad (3)$$

trong đó B_i: Độ rộng trung bình đoạn sông ứng với mực nước H_j,

γ_k: Trọng lượng riêng khô của cát bùn.

Kết quả tính theo phương pháp này phù hợp với thực tế nếu như khoảng cách L_i đủ nhỏ, hình dạng mặt cắt ngang trong đoạn sông ít thay đổi.

1.2. Đối với đoạn sông có đo và lập bình đồ

Xét một đoạn sông có chiều dài L_i, giới hạn bởi mặt cắt 1-2 (hình2) trong đó:

F_i, F_{i+1} : Diện tích mặt phẳng nằm ngang, tương ứng với đường đẳng cao h_i và h_{i+1} kề nhau.

$\Delta h_i = h_{i+1} - h_i$: chênh lệch cao độ giữa hai đường đẳng cao.

Nếu Δh_i đủ nhỏ, thể tích lòng sông ΔV_i giới hạn bởi hai đường đẳng cao, tại thời điểm t_j là:

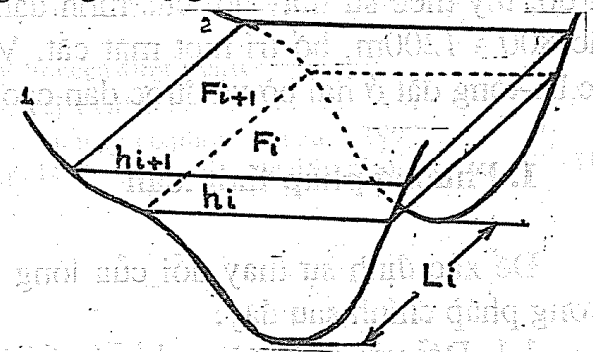
$$\Delta V_i = 1/2\ (F_i + F_{i+1}) . \Delta h_i \qquad (4)$$

hoặc

$$\Delta V_i = 1/3(F_i + F_{i+1} + \sqrt{F_i . F_{i+1}}) . \Delta h_i \qquad (4)$$

Như vậy, thể tích lòng sông V_j tại thời điểm t_j là:

$$V_j = \sum_{i=1}^{i=n-1} \Delta V_i \qquad (5)$$



Hình 2

với n là số các đường đẳng cao trong đoạn sông. Thể tích được bồi (hoặc xói) trong đoạn sông cũng được tính theo công thức (2); độ dày bồi (hoặc xói) Δh_j tính theo công thức (3).

Nếu trong đoạn sông có số lượng đường đẳng cao lớn, kết quả tính toán sẽ có độ chính xác cao.

2.Kết quả tính toán

Để có cơ sở phân tích kết quả tính toán và đánh giá sự thay đổi lòng sông Đà, cần nhắc lại một vài mốc thời gian quan trọng trong quá trình xây dựng công trình thủy điện Hoà Bình.

- Tháng I/1983, lấp sông đợt 1, chuyển lưu lượng nước qua kênh dẫn dòng thi công.
- ThángI/1988, lấp sông đợt 2, ngăn kênh dẫn dòng thi công.
- Tích nước hồ chứa đến cao độ 86m để đưa tổ máy 1 vào vận hành ngày 30/XII/1988; tổ máy 2 vào ngày 4/XI/1989 và tổ máy 8 vào ngày 18/IV/1994.
- Tháng XI/1990 tích nước đến cao trình 105,63m.
- Tháng XI/1991, tích nước đến cao trình 115,97m. Năm 1991, đã xả lũ với $Q_{max} = 12000 m^3/s$, và năm 1992 đã tiến hành một lần xả mặt.

Phương pháp trình bầy trong mục (1.2) được sử dụng để tính toán sự thay đổi lòng sông Đà ở hạ lưu đập trong phạm vi 10km, theo số liệu đo từ 1982-1994. Phần sông còn lại từ Km 10 đến Km 55 được tính toán theo phương pháp trình bầy trong (1.1), trong đó chia sông Đà thành 5 đoạn nhỏ, mỗi đoạn dài 10km.

Để thuận tiện cho việc so sánh mức độ thay đổi của lòng sông hàng năm và giữa các đoạn, việc tính toán diện tích mặt cắt ngang được tiến hành theo mực nước qui chuẩn như sau:

- Từ mặt cắt 1 đến 10, tính theo mực nước H = 20,0m,
- Từ mặt cắt 11 đến 33, tính toán theo mực nước H = 19,0m,
- Từ mặt cắt 34 đến 37, tính toán theo mực nước H = 18,0m,
- Từ mặt cắt 38 đến 47, tính toán theo mực nước H = 17,0m.

Số liệu đo địa hình năm 1982 có thể xem như đại diện cho thời kỳ lòng sông chưa chịu ảnh hưởng của việc vận hành công trình.

Vì vậy, có thể sử dụng kết quả tính toán về tình hình lòng sông trong năm 1982 như là mốc để so sánh, đánh giá tác động của quá trình xây dựng và vận hành hồ đến sự thay đổi lòng sông Đà.

Kết quả tính được trình bầy trong bảng 1. Căn cứ vào bảng 1 có thể rút ra một số nhận xét sau đây về sự thay đổi lòng sông Đà trong những năm vận hành hồ chứa đầu tiên.

a. Từ đập đến Km 10 có thể xem là đoạn xảy ra xói cục bộ (đặc biệt là phạm vi 1km sau đập) ,có độ sâu xói lớn nhất.

Ngay những năm đầu, trong lũ 1983, dòng chảy đi vào kênh dẫn dòng thi công, mang năng lượng lớn, đã gây xói lở nghiêm trọng ở vùng hạ lưu. Tại mặt cắt cách đập khoảng 300m, lòng sông xói sâu tới 12,4m; tại mặt cắt cách đập 6km, còn bị xói sâu tới 7,0m. Tới gần Trung Hà (cách đập 45km) lòng sông xói sâu 11m. Tuy nhiên, sau đó lại diễn ra quá trình bồi lắng, vì vậy tính đến năm 1986, tức là sau 3 năm, độ sâu xói trong toàn đoạn thay đổi từ 1,05 đến 5,03m; thể tích cát bùn được xói đi ước tính là $5,94.10^6 m^3$.

Nếu xét đến năm 1994, nơi có độ sâu xói nhỏ nhất đạt 5,10m và lớn nhất đạt 20,0m (gần vị trí mặt cắt trạm thủy văn Hoà Bình cũ). Độ sâu lớn nhất trung bình toàn đoạn trong các năm 1990, 1991,1992,1993,1994 giảm dần, lần lượt là 4,79m; 2,10m; 0,50m; 0,20m và 0,20m. Nếu lấy mực nước H=20,0m làm căn cứ, thì đến năm 1994, đoạn này bị xói một lớp có độ dày trung bình là 3,16m, với tổng thể tích xói là $15,4.10^6 m^3$. Do đó, độ sâu trung bình trong đoạn tăng ít nhất là 1,55m và lớn nhất là 7,42m. Diện tích mặt cắt ngang ở gần đập tăng thêm 2000-3500m^2, tức là mặt cắt ngang được mở rộng từ 1,2 đến 2,5 lần so với kích thước năm 1982.

b. Càng gần Trung Hà, mức độ xói sâu giảm đi rõ rệt. Trong phạm vi km 20 đến 30 và 40 đến 55, xuất hiện tình trạng bồi lắng cục bộ ở một số vị trí. Quá trình xói diễn ra mạnh mẽ trong các năm 1989-1991 là những năm đầu tiên tiến hành tích nước và xả lũ, sau đó giảm dần vào các năm 1992,1993, 1994. Trong đoạn 5, gần Trung Hà, do ảnh hưởng của lũ sông Thao, xuất hiện quá trình bồi tụ vào các năm 1992, 1993 và 1994, nhưng lượng bồi tụ không lớn, mỗi năm trung bình khoảng $0,3.\ 10^6 m^3$.

c. Vùng hợp lưu các sông Đà- Thao- Lô diễn biến phức tạp, phụ thuộc vào tình hình xuất hiện lũ trên mỗi sông.

- Trong mùa lũ 1990-1991, thành phần dòng chảy do xả lũ từ hồ Hoà Bình lớn hơn thành phần lũ trên sông Thao và sông Lô, đã gây ra xói lở mạnh trên đoạn dài 4km của xã Vĩnh Lại.

- Trong mùa lũ 1992, thành phần lũ sông Lô chiếm ưu thế, đã gây ra bồi lắng ở vùng này. Trên đoạn dài 1800m, thể tích cát bùn bồi lắng đạt $0,797.10^6 m^3$; độ sâu dòng chính trong mùa cạn không vượt quá 1,40m.

Như vậy, cho đến năm 1994, theo những số liệu thực đo về tình hình lòng sông Đà, thấy rằng quá trình điều tiết hồ Hoà Bình hiện tại mới chỉ gây ra xói lở rõ rệt trong phạm vi 30km mà chưa lan truyền tới phần cuối sông Đà, cũng như tới phần hạ lưu sông Hồng dưới Việt Trì.

d. Tình trạng xói ngang diễn ra mang tính cục bộ. Phạm vi gần đập (trong phạm vi 1 km cách đập), chiều dài xói ngang khoảng 10 - 40m (tương ứng với mực nước 18-20m); tại km 5,9,18 từ đập xuôi về hạ lưu, chiều dài xói ngang lên đến 45-50m. Tại Hạ Bì và khu vực Bến Mới của phà Trung Hà, lòng sông mở rộng đến 80-100m (tương ứng với mực nước H = 19,0m).

Nguyên nhân xói lở ngang, đặc biệt ở khu vực gần đập, ngang thị xã Hoà Bình, là vì:

- Dòng xả lũ có tốc độ cao, phát sinh dòng chảy quẩn ở phía bờ phải (gần thị xã Hoà Bình) với tốc độ 4-5m/s (thậm chí có thể đến 5- 6m/s) nếu lưu lượng xả $Q_{max} = 15.000 m^3/s$, gây xói lở mạnh bờ và chân đập phía hạ lưu. Năm 1990, khi lưu lượng xả $Q_{xả} = 11.600 m^3/s$ mà mái hạ lưu bị sạt đến cao trình 40,0m, đồng thời nhiều đoạn đê Đà Giang cũng bị sạt lở.

- Cũng do dòng xả lũ có tốc độ cao, trong khi hố tiêu năng không đảm bảo độ sâu thiết kế; mặt khác chưa có xả lưu lượng lớn để xói đất đá ở vùng hố tiêu năng, nên năng lượng dư thừa gây xói lở lòng sông và sóng dềnh phá

hoại hai bờ sông. Trong năm 1983, dòng xả lũ qua kênh dẫn dòng thi công bên bờ phải có tốc độ 6-7m/s, làm phát sinh sóng, mực nước dềnh đến 3- 4m, vượt mặt đê Đà Giang ở cao trình 24,00m (khi chưa được tôn cao).

Theo kết quả nghiên cứu mô hình, nếu lưu lượng xả đạt $Q_{xả}$ = 15000m^3/s, tốc độ dòng chảy lớn nhất sau đập tràn có thể lên đến 14,2m/s, tốc độ trung bình lớn nhất thủy trực có thể tới 10,0m/s, mực nước dềnh do sóng ở mặt cắt sau đập tràn lên đến cao độ 30,00m, ở vùng thị xã Hoà Bình lên đến cao độ 26,00m, biên độ sóng ở giữa dòng khoảng 5- 6m, sẽ còn có khả năng phá hoại bờ sông mạnh mẽ hơn nếu không được gia cố.

- Sự dao động mực nước đột ngột ở vùng hạ lưu công trình do vận hành và điều tiết hồ chứa, nhất là khi đóng hoàn toàn lưu lượng xả $Q_{xả} \rightarrow 0$, mực nước sông hạ thấp đột ngột 5- 6m trong một vài giờ, tạo nên dòng thấm từ bờ ra sông, gây ra hiện tượng cát chảy, sạt lở bờ.

Do sự diễn biến phức tạp của chế độ thủy lực ở vùng hạ lưu khi xả lũ, đe doạ sự ổn định của đập chính cũng như đê Đà Giang, nên hàng loạt biện pháp xử lý đã được tiến hành nhằm thay đổi tình hình thủy lực cũng như chỉnh trị điều kiện lòng sông như:

+ Gia cố nền cao độ 14,00m chân đập và ốp bê-tông mái dốc thân đập cao độ 14-30,00m.

+Cải tạo mũi phóng của dốc nước ở đập tràn.

+ Xây dựng tường hướng dòng bằng bê-tông ở bờ phải, dài 65m, đỉnh tường đạt cao độ 28,80m, nhằm hạn chế dòng chảy quẩn xuống còn 2-3m/s.

+ Đổ ốp hai bờ bằng bê-tông, phá dỡ các bãi đá ở hai bờ sông và đặc biệt là củng cố đê Đà Giang bằng kè đá đến cao độ 25,00m, bảo đảm an toàn khi lưu lượng xả lũ đạt 15.000m3/s.

Nhờ những công trình này, trong mùa lũ, chế độ thủy lực ở sau công trình đã được cải thiện đáng kể, giảm mức đe doạ đối với đập chính cũng như đối với vùng đê ở thị xã Hoà Bình. Tuy vậy, đây vẫn là nơi cần tiếp tục phải quan tâm vì:

* Năng lượng dư thừa sau hố tiêu năng còn lớn do hố tiêu năng chưa được tạo lập như thiết kế.

* Các điều kiện ở hạ lưu mới chỉ bảo đảm an toàn khi lưu lượng xả lớn nhất dưới ngưỡng 15.000m^3/s.

Như vậy, theo các kết quả quan trắc được trong những năm đầu vận hành hồ Hoà Bình thì những kết quả tính toán, dự báo hiện tượng xói sâu sau đập có sai số khá lớn cả về độ sâu xói, độ xói sâu tới hạn, quá trình lan truyền xói sâu.... Do đó, cần thiết phải tiếp tục theo dõi tình hình lòng sông ở hạ lưu công trình thường xuyên hàng năm, làm cơ sở cho việc thực hiện các giải pháp nhằm bao đảm an toàn cho hạ lưu sông Đà nói chung và vùng thị xã Hoà Bình nói riêng.

Bảng 1. Độ xói sâu lớn nhất (Δh_{max}), độ gia tăng chiều sâu (Δh) và thể tích xói(V) Đoạn sông Đà sau đập so với năm 1982- ng với H=20,0m

Đoạn từ...đến	Yếu tố	Đến 1986	Đến 1989	Đến 1990	Đến 1991
I Đập~KM10	Δh_{max} (m) Δh (m) V (10^6 m^3)	2,43-9,82 1,05-5,03 5,94	3,21-12,3 1,41-6,02 9,32	4,52-17,0 1,65-7,01 12,2	4,90-19,1 1,68-7,30 14,5
II KM10~KM2 0	Δh_{max} (m) Δh (m) V (10^6 m^3)	0,51-3,94 0,20-2,03 3,25	0,63-5,11 0,31-3,00 5,14	2,21-7,28 0,91-4,12 9,45	3,15-7,81 0,85-4,65 10,8
III KM20~KM3 0	Δh_{max} (m) Δh (m) V ($10^6 m^3$)	0,31-2,43 0,10-1,84 0,71	0,52-4,22 0,21-2,40 1,51	0,20-5,51 0,10-2,60 2,62	0,81-5,40 0,72-2,36 2,73
IV KM30~KM40	Δh_{max} (m) Δh (m) V ($10^6 m^3$)	0,39-1,86 0,20-0,97 1,10	0,42-2,47 0,34-1,13 2,42	1,12-4,72 0,62-1,87 5,18	1,26-4,81 0,51-1,89 7,09
V KM40~KM55	Δh_{max} (m) Δh (m) V ($10^6 m^3$)	0,81-0,75 0,31-0,49 0,42	0,65-1,06 0,26-0,72 0,61	0,57-1,91 0,11-1,84 3,84	0,70-1,98 0,48-1,87 4,66
$\sum$ V(Đập-KM55) $10^6 m^3$		11,42	19,00	33,3	39,8

Đoạn từ...đến	Yếu tố	Đến 1992	Đến 1993	Đến 1994	Trung bình
I Đập~ KM10	Δh_{max} m) Δh(m) V ($10^6 m^3$)	5,04-19,6 1,52-7,38 14,9	5,15-19,8 1,55-7,42 15,4	5,10-20,0 1,55-7,43 15,5	3,16
II KM10~KM20	Δh_{max} (m) Δh (m) V ($10^6 m^3$)	3,30-8,30 0,83-4,70 11,2	3,32-8,50 0,80-4,77 11,4	3,30-8,60 0,80-4,78 11,6	2,24
III KM20~KM30	Δh_{max} (m) Δh (m) V ($10^6 m^3$)	0,70-5,41 0,41-2,50 1,98	1,00-5,45 0,52-2,56 2,30	0,90-5,48 0,50-2,56 2,50	0,36
IV KM30~KM40	Δh_{max}(m) Δh (m) V ($10^6 m^3$)	0,64-4,90 0,46-1,90 8,00	0,30-4,94 0,21-1,93 8,20	0,30-4,95 0,21-1,94 8,50	1,31
V KM40~KM55	Δh_{max} (m) Δh (m) V ($10^6 m^3$)	0,95-2,01 0,54-1,80 4,34	0,90-2,10 0,43-1,82 4,01	0,90-2,10 0,43-1,85 4,10	0,40
$\sum$ V (Đập-KM55) $10^6 m^3$		40,4	41,3	42,20	

Ghi chú: Trong đoạn III và V có xảy ra bồi cục bộ.