PHƯƠNG PHÁP ĐƠN GIẢN ƯỚC TÍNH PHÂN BỐ CÁT BÙN BỒI LẮNG CÁC HỒ CHỨA Ở VIỆT NAM

TS. **Nguyễn Kiên Dũng**
Trung tâm Ứng dụng công nghệ và Bồi dưỡng nghiệp vụ khí tượng thủy văn và môi trường

Có nhiều phương pháp ước tính phân bố bùn cát bồi lắng trong các hồ chứa theo không gian và thời gian. Tuy nhiên áp dụng phương pháp nào trong thực tế còn phụ thuộc vào tình hình số liệu cụ thể.

Bài báo này giới thiệu các phương pháp đơn giản ước tính phân bố bùn cát bồi lắng trong các hồ chứa theo không gian và thời gian, thử áp dụng tính cho hồ chứa Hòa Bình, trên sông Đà.

1. Đặt vấn đề

Phân bố bùn cát bồi lắng trong các hồ chứa theo không gian và thời gian là cơ sở khoa học quan trọng trong việc thiết kế hồ chứa và xây dựng qui trình vận hành hồ. Có nhiều phương pháp ước tính phân bố bùn cát bồi lắng hồ chứa, song áp dụng phương pháp nào trong thực tế còn phụ thuộc vào tình hình số liệu cụ thể.

Đối với hầu hết các hồ chứa vừa và nhỏ ở nước ta, khi thiết kế, các số liệu số liệu địa hình (các mặt cắt ngang), địa mạo, quá trình mực nước thượng lưu đập, lưu lượng nước và bùn cát, thành phần hạt của bùn cát đến hồ... đều bị thiếu hoặc không có. Vì vậy, không thể sử dụng các mô hình toán hiện đại, phức tạp mà phải nghiên cứu áp dụng những phương pháp đơn giản để tính toán phân bố bùn cát bồi lắng theo không gian và thời gian.

2. Phương pháp đơn giản ước tính phân bố bùn cát bồi lắng theo thời gian

Để ước tính phân bố bùn cát bồi lắng theo thời gian có thể sử dụng các công thức đơn giản của Shamov, Lapshenkov, Garde...

Công thức Shamov được dùng rộng rãi ở Nga, Trung Quốc:

$$W_T = W_\infty(1 - a_o)^T \quad (1)$$

Trong đó: W_T = tổng lượng bùn cát bồi lắng sau T năm vận hành hồ [m^3], W_∞ = thể tích giới hạn của bùn cát bồi lắng trong hồ [m^3], a_o = hệ số tỷ lệ, T = thời gian tính từ khi hồ bắt đầu vận hành [năm], a_o và W_∞ có thể tính như sau:

$$a_O = 1 - \frac{W_1}{W_\infty} \quad (2)$$

$$W_\infty = V_n\left[1 - \left(\frac{A_r}{A_p}\right)^{1.7}\right] \quad (3)$$

$$W_1 = \frac{R_o}{\rho_s}\left[1 - \left(\frac{A_r}{A_p}\right)^{n_1}\right] \quad (4)$$

Trong đó: W_1 = thế tích bùn cát bồi lắng trong năm vận hành đầu tiên [m^3], R_o = tổng lượng bùn cát năm vào hồ (bao gồm cả bùn cát lơ lửng và di đáy) trung bình nhiều năm [kg], ρ_s = khối lượng riêng bùn cát bồi lắng [kg/m^3], Ar, Ap = tiết diện ướt của lòng sông và tiết diện ướt của hồ tại vị trí sát đập ứng với mực nước tương ứng với lưu lượng nước bằng 3/4 lưu lượng nước lớn nhất [m^2], V_n = dung tích hồ ứng với mực nước dâng bình thường [m^3], n_1 = hệ số phụ thuộc vào độ dốc của sông s, bằng 1,00 - 0,80 nếu s < 0,0001, bằng 0,80 - 0,50 nếu s = 0,0001 - 0,001, bằng 0,50 - 0,33 nếu s = 0,001 - 0,01.

3. Phương pháp đơn giản ước tính phân bố bùn cát bồi lắng theo không gian

Để ước tính phân bố bùn cát bồi lắng theo thời gian có thể sử dụng các công thức đơn giản của Borland-Miller, Menné-Kriel (1959), Chien (1982)...

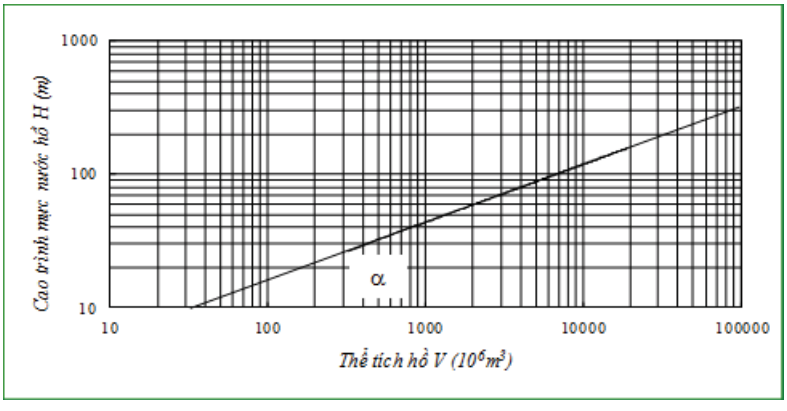
Phương pháp Borland-Miller được xây dựng trên kết quả khảo sát 30 hồ chứa ở Mỹ. Quá trình tính toán gồm hai bước: 1) Phân loại hồ, 2) Tính phân bố bùn cát bồi lắng. Các hồ chứa được phân làm 4 loại (bảng 1) dựa trên quan hệ giữa thể tích và chiều sâu ban đầu của hồ (hình 1).

Người đọc phản biện: PGS. TS. **Hoàng Minh Tuyển**

Bảng 1. Bảng phân loại hồ theo Borland-Miller

Loại	Tên loại hồ	M	C_1	m_1	n_2
I	Hồ tự nhiên (Lake)	3,5 - 4,5	3,417	1,5	0,2
II	Hồ chứa vùng đồng bằng-bán sơn địa (Floodplain-foothill)	2,5 - 3,5	2,324	0,5	0,4
II	Hồ chứa vùng đồi (Hill)	1,5 - 2,5	15,88	1,1	2,3
IV	Hồ chứa vùng núi cao (Gorge)	1,0 - 1,5	4,232	0,1	2,5

M là số nghịch đảo của độ dốc đường quan hệ dung tích-độ sâu (M = cotgα).



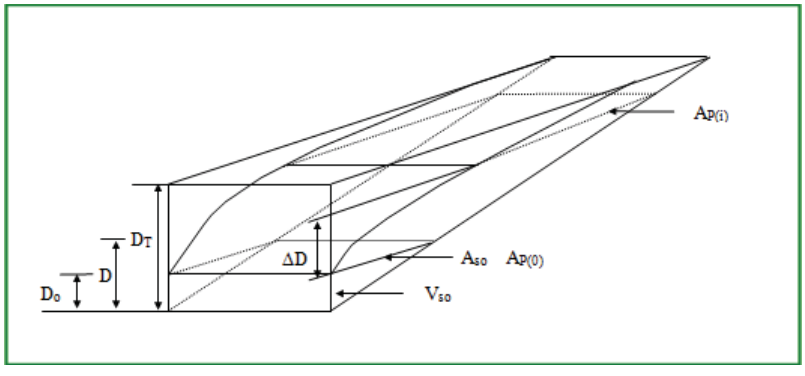
Hình 1. Quan hệ thể tích- độ sâu

Hình 2 là sơ đồ bồi lắng theo Borland-Miller. Thể tích bồi lắng tính toán sẽ được xác định theo công thức:

$$V_{sc} = \sum_{i=c}^{[(D_T-D_0)/\Delta D-1]} A_{so}(A_{P(i)} + A_{P(i+1)})\frac{\Delta D}{2A_{P(0)}} + V_{so} \qquad (5)$$

Trong đó: V_{sc} = thể tích bồi lắng tính toán [ac-ft hay m^3], ΔD = gia số độ sâu trong bước tính [ft hay m], D_o = độ sâu bùn cát tích đọng trước đập [ft hay m], A_{so} = diện tích bề mặt hồ ban đầu ở độ sâu D_o [ac hay m^2], V_{so} = thể tích bùn cát lắng đọng dưới độ sâu D_o [ac-ft hay m^3], Ap(i) = $C[P^{m1}(1 - P)^{n2}]$ = diện tích mặt hồ tương đối tại độ sâu tương đối P = D/H, D = độ sâu từ mực nước nào đó đến đáy hồ trước đập [ft hoặc m], D_T = độ sâu từ mực nước lớn nhất đến đáy hồ [ft hoặc m], C_1, n_2, m_1 = hệ số không thứ nguyên cho các loại hồ (bảng 1).

Phân bố bồi lắng trong hồ được tính thử dần cho đến khi tổng lượng bồi lắng tính toán xấp xỉ với tổng lượng bồi lắng đã biết.



Hình 2. Sơ đồ bồi lắng theo Borland-Miller

Phương pháp Borland-Miller đã được kiểm tra tại 13 hồ chứa ở Nam Phi. Kết quả cho thấy, quan hệ độ sâu-dung tích/diện tích trong một số trường hợp thực tế không phù hợp với đường cong phân loại của Borland-Miller. Ngoài ra, phương pháp này không cho phép tính phân bố lượng bùn cát bồi lắng trong hồ tương ứng với các khoảng cách tính từ đập.

3. Kết quả thử nghiệm ước tính phân bố bùn cát bồi lắng cho hồ Hòa Bình

Sử dụng phương pháp Shamov để xác định phân bố bùn cát bồi lắng hồ Hòa Bình theo thời gian vận hành T với các tham số được xác định như bảng 2.

Bảng 2. Tham số của công thức Shamov tính phân bố bồi lắng hồ Hòa Bình

Tham số	V $10^6 m^3$	R_o $10^6 m^3$	A_r/A_P	$W\infty$ $10^6 m^3$	s	n_1	W_1 $10^6 m^3$	a_o
Giá trị	9450	69,2	0,01	9446,2	0,0004	0,7	66,4	0,993

Kết quả được trình bày trong bảng 3. Lượng bồi lắng tính toán hàng năm trung bình trong 10 năm đầu vận hành là 64,1 triệu mét khối, tương đối phù hợp so với giá trị thực đo trung bình trong 7 năm đầu tích nước (1990 -1996) là 67,2 triệu mét khối. Sau 75 năm vận hành, hồ Hòa Bình bị bùn cát bồi lấp một lượng bằng dung tích chết của hồ.

Bảng 3. Kết quả tính phân bố bồi lắng hồ Hòa Bình theo thời gian vận hành bằng công thức Shamov

T (năm)	10	20	30	40	50	60	70	75	80
W_T ($10^6 m^3$)	641	1238	1795	2314	2798	3249	3669	3869	4061
$W_T / \Delta t$ ($10^6 m^3$)	64,1	59,7	55,7	51,9	48,4	45,1	42,0	39,9	38,5

Phương pháp Borland-Miller đã được sử dụng để ước tính phân bố bùn cát bồi lắng trong hồ Hòa Bình với các ràng buộc như sau: cao trình đáy hồ tại đập = 15 m, cao trình mực nước dâng bình thường = 115m, độ sâu ban đầu tại đập = 100 m, lượng bùn cát đến hồ hàng năm = $69.10^6 m^3$, thời gian bồi lắng = 80 năm, lượng bùn cát bồi lắng lũy tích sau 80 năm = $4061.10^6 m^3$.

Dựa trên quan hệ giữa thể tích và chiều sâu ban đầu của hồ đã xác định được các hệ số: $C_1 = 2,324$, $m_1 = 0,5$, $n_2 = 0,4$. Sau 80 năm vận hành, cao trình bồi lắng trước đập Hòa Bình tính theo công thức Borland-Miller là 48 m với K = 46,421 và tổng lượng bùn cát bồi lắng tương ứng là 4066 triệu mét khối. Bùn cát bồi lắng cũng kéo theo các quan hệ diện tích bề mặt và thể tích với mực nước hồ bị thay đổi khá nhiều so với năm đầu vận hành (bảng 4).

Bảng 4. Kết quả tính phân bố bồi lắng cát bùn hồ Hòa Bình bằng phương pháp Borland-Miller

Cao trình m	Diện tích ban đầu km^2	Dung tích ban đầu $10^6 m^3$	Độ sâu tương đối	Diện tích tương đối A_P	Thử sai lần thứ nhất		Thử sai lần thứ hai		Thể tích bùn cát bồi lũy tích $10^6 m^3$	Diện tích mặt hồ đã hiệu chỉnh km^2	Dung tích đã hiệu chỉnh $10^6 m^3$
					Diện tích bồi km^2	Thể tích bồi $10^6 m^3$	D.tích bồi km^2	Thể tích bồi $10^6 m^3$			
115	198,3	9450	1,000	0,000	0,00	82,4	0,00	79,3	4066	198,3	5384
110	185,0	8400	0,950	0,683	32,95	203,3	31,72	195,7	3987	153,3	4413

100	164,4	6634	0,850	1,003	48,37	252,6	46,57	243,1	3791	117,8	2843
95	154,0	5750	0,800	1,092	52,65	271,0	50,69	260,9	3548	103,3	2202
90	144,7	5089	0,750	1,156	55,74	284,1	53,66	273,6	3287	91,0	1802
85	131,0	4400	0,700	1,201	57,92	293,2	55,76	282,3	3014	75,2	1386
80	118,0	3850	0,650	1,231	59,36	298,8	57,15	287,7	2731	60,8	1119
75	106,2	3215	0,600	1,248	60,16	301,4	57,92	290,1	2444	48,3	771,4
70	94,0	2667	0,550	1,252	60,38	301,1	58,13	289,9	2153	35,9	513,5
65	84,0	2250	0,500	1,245	60,05	298,1	57,81	287,0	1864	26,2	386,4
60	74,0	1900	0,450	1,227	59,18	292,4	56,98	281,5	1577	17,0	323,4
55	65,0	1550	0,400	1,198	57,77	283,9	55,62	273,4	1295	9,4	254,9
50	55,8	1222	0,350	1,157	55,80	108,6	53,72	106,5	1022	2,1	200,2
48	52,8	1167	0,330	1,137	52,80	375,2	52,80	375,2	915,2	0,0	0,0
40	41,0	750	0,250	1,036	41,00	185,0	41,00	185,0	540,0	0,0	0,0
35	33,0	625	0,200	0,951	33,00	147,5	33,00	147,5	355,0	0,0	0,0
30	26,0	450	0,150	0,843	26,00	112,5	26,00	112,5	207,5	0,0	0,0
25	19,0	322	0,100	0,705	19,00	95,0	19,00	95,0	95,0	0,0	0,0
15	0,0	0	0,000	0,000	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
Tổng cộng						**4186**		**4066**			

4. Kết luận và kiến nghị

Khi số liệu không đáp ứng cho các mô hình toán dự tính bồi lắng hồ chứa thì các phương pháp đơn giản ước tính phân bố bùn cát bồi lắng có thể sử dụng. Kết quả tính toán thử nghiệm đối với hồ Hòa Bình cho thấy các phương pháp này có thể đáp ứng phục vụ công tác thiết kế công trình, đặc biệt đối với các hồ chứa vừa và nhỏ thiếu số liệu đầu vào.

Để nâng cao độ chính xác của các phương pháp này, cần thiết phải tiến hành điều tra bồi lắng thực tế một số hồ chứa nhằm hiệu chỉnh các tham số cho phù hợp với điều kiện Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Kiên Dũng. Nghiên cứu, tính toán bồi lắng và nước dềnh ứng với các phương án xây dựng khác nhau của hồ chứa Sơn La. Đề tài NCKH cấp Bộ. Hà Nội, 2003.

2. Annandale G.W. (1987). Reservoir Sedimentation. Elsevier Science Publishers B.V/Science and Technology Division, Amsterdam, Netherlands.

3. Fan J. and Morris G.L. (1992). Reservoir Sedimentation. J. Hydraulics Engineering, ASCE, vol.118(3).

4. Julient P.Y. (1995). Erosion and Sedimentation. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

5. Strand R.I. and Pemberton E.L. (1987). Reservoir sedimentation. Design of Small Dams, U.S. Bureau of Reclamation, Denver.