

TÍNH TOÁN THỦY LỰC MÁNG LẤY NƯỚC CHI RÔN

KSCC. VŨ CÔNG KHANH

Trung tâm Thủy điện – Viện Khoa học Thủy lợi

Trong bài “Công trình lấy nước bằng máng Chi Rôn” đăng trong Đặc san Tài nguyên nước số 1/2007 có giới thiệu cách xác định cột nước H_0 trên ngưỡng Chi Rôn khi thiếu tài liệu thủy văn, tức là chỉ căn cứ vào lưu lượng lấy vào Chi Rôn để xác định kích thước máng.

Sau đây chúng tôi xin giới thiệu bài toán thủy lực nêu trong quyển: “Thiết kế công trình thủy công” của Giáo sư EA. Zamatin và các đồng sự (NXB Mockba 1952).

Bài toán trên nêu cách xác định chiều cao cột nước H trên ngưỡng Chi Rôn khi biết hai thông số lưu lượng sau đây:

1) Lưu lượng lấy vào Chi rôn.

2) Lưu lượng sông tại vị trí xây dựng đập có cửa lấy nước kiểu máng Chi Rôn, lưu lượng này đo được vào cuối mùa khô khi đã có mưa tiền mãn trên lưu vực.

Bài toán cụ thể như sau:

1- Các thông số tính toán:

- Lưu lượng thiết kế lấy qua máng Chi Rôn

$$Q = 15\text{m}^3/\text{s}$$

- Lưu lượng sông mùa khô phía thượng lưu lũ $Q = 32\text{ m}^3/\text{s}$ (do mưa tiền mãn tháng 5 đến tháng 6)

- Cao độ ngưỡng tràn. 103,0m

- Cao độ ngưỡng hạ lưu Chi Rôn 102,75m

- Cao độ M. nước sát công lấy nước 102,5m

- Cao độ đáy máng sát công lấy nước 100,0m

- Chiều sâu lớp nước hạ lưu Chi Rôn $h_{\text{max}} = 2,5\text{m}$

- Lưu tốc cuối Chi Rôn $V_{\text{max}} = 2,4\text{m/s}$

2 – Thiết kế lưới Chi Rôn

- Độ dốc của lưới $i = 10\%$

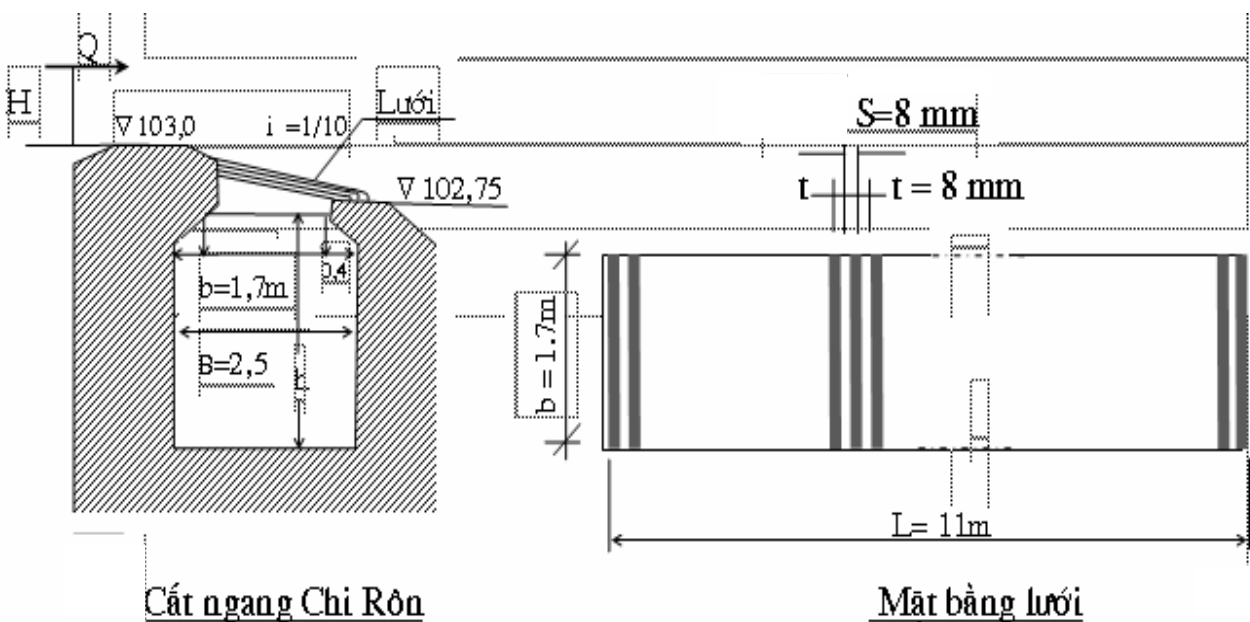
- Chọn thanh lưới có tiết diện $t \times h = 50 \times 8\text{mm}$, khoảng trống giữa các thanh $S = 8\text{mm}$.

Khi tỉ số $s/h = 8/50 < 1/4$ thì hệ số lưu lượng:

$$\alpha_1 = 0,60 - 0,15i = 0,60 - 0,15 \times 0,10 = 0,585$$

Do phía trên LCR có các khối đá hình chữ T bảo vệ nên làm giảm hệ số lưu lượng từ $10 \div 15\%$, có nghĩa là $\alpha_2 = 0,87$ nên

$$\alpha = \alpha_1 \cdot \alpha_2 = 0,585 \cdot 0,87 = 0,51$$



Lấy chiều rộng làm việc của LCR $b = 1,7m$ và khi biết hệ số diện tích thoát nước qua lưới :

$$P = \frac{S}{S+t} = \frac{8}{8+8} = 0,50$$

Chiều dài của LCR có thể tính được theo :

$$L = \frac{Q}{\mu \cdot p \cdot b \sqrt{2gH}} \quad (1)$$

Trong đó:

$$H = 0,81 \frac{h_1 + h_2}{2}; \quad \text{Giả thiết } L = 9,5 \text{ m}$$

$$q_1 = \frac{Q_B}{L} = \frac{32}{9,5} = 3,37 \text{ m}^3/\text{s/m}$$

$$q_2 = \frac{Q_B - Q}{L} = \frac{32 - 15}{9,5} = 1,79 \text{ m}^3/\text{s/m}$$

$$h_1 = 0,47 \cdot q_1^{2/3} = 0,47 \cdot 3,37^{2/3} = 1,06 \text{ m}$$

$$h_2 = 0,47 \cdot q_2^{2/3} = 0,47 \cdot 1,79^{2/3} = 0,69 \text{ m}$$

Vậy:

$$H = 0,81 \cdot \frac{1,06 + 0,69}{2} = 0,71 \text{ m}$$

Q_B – Lưu lượng sông cuối mùa khô, có mưa tiêu mẫn tháng 5 tháng 6 do thủy văn cấp – ở đây $Q_B = 32 \text{ m}^3/\text{s}$ - (Q kiệt mùa khô là $6 \text{ m}^3/\text{s}$).

Q - Lưu lượng qua lưới chắn rác, $Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$

Thay các giá trị đã biết vào (1) ta được:

$$L = \frac{15}{0,5 \cdot 0,51 \cdot 1,74 \cdot 43 \cdot \sqrt{0,71}} \approx 9,3 \text{ m} \approx L_{gt} = 9,5 \text{ m}$$

Xét tới mặt lưới bị sỏi đá, rác lấp một phần (tất nhiên phải loại bỏ khi làm vệ sinh lưới) ta tăng chiều dài lưới thêm phần dự phòng 18%.

$$L_{\text{lưới}} = 9,3 \times 1,18 = 11,0 \text{ m}$$

Lưới được làm thành từng đoạn 1m, có trục quay ở phía cuối lưới, để dễ vớt rác, cuội, sỏi.

3 – Thiết kế máng dưới LCR.

Lấy chiều rộng máng $B = 2,5m$ và hõm vào $0,4m$ ở hai bờ, mục đích để không cản trở đến dòng chảy vào máng có trạng thái bị xoáy.

Chia chiều dài máng làm 5 đoạn bằng

nhau, mỗi đoạn $\Delta l = 2m$ và tính lưu lượng vào từng đoạn; Sau đó lấy vận tốc lớn để không lắng đọng trong máng và từ đó xác định mặt cắt ướn từng đoạn theo:

$$V_x = \frac{Q_x}{b \cdot h_x} = C_x \sqrt{R_x J_x} \rightarrow J_x^{1/2} = \frac{V_x}{C_x \sqrt{R_x}}$$

Trong đó :

Q_x – Lưu lượng của mỗi đoạn máng

$$\text{Đoạn } 0 \div 2m : Q_2 = \frac{15}{5} = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Đoạn } 4m : Q_4 = 3 \times 2 = 6,0 \text{ m}^3/\text{s}$$

.....

$$\text{Đoạn } 10m : Q_{10} = 3 \times 5 = 15 \text{ m}^3/\text{s}$$

J_x : Độ dốc mặt nước mỗi đoạn tính toán.

V_x : Lưu tốc tại mặt cắt tính toán, tại mặt cắt cuối máng $V_{10} = 2,4 \text{ m/s}$ các mặt cắt phía thượng lưu có vận tốc giảm dần.

C_x : Hệ số SêZy, tính theo công thức H – H. Pavlopsi

$$C_x = \frac{1}{n} R_x^{1/6} \quad \text{mà} \quad R_x = \frac{\omega_x}{\chi_x}$$

n : Hệ số nhám, lấy $n = 0,03$ để không cần tính đến tổn thất cho dòng xoáy, cuối cùng ra:

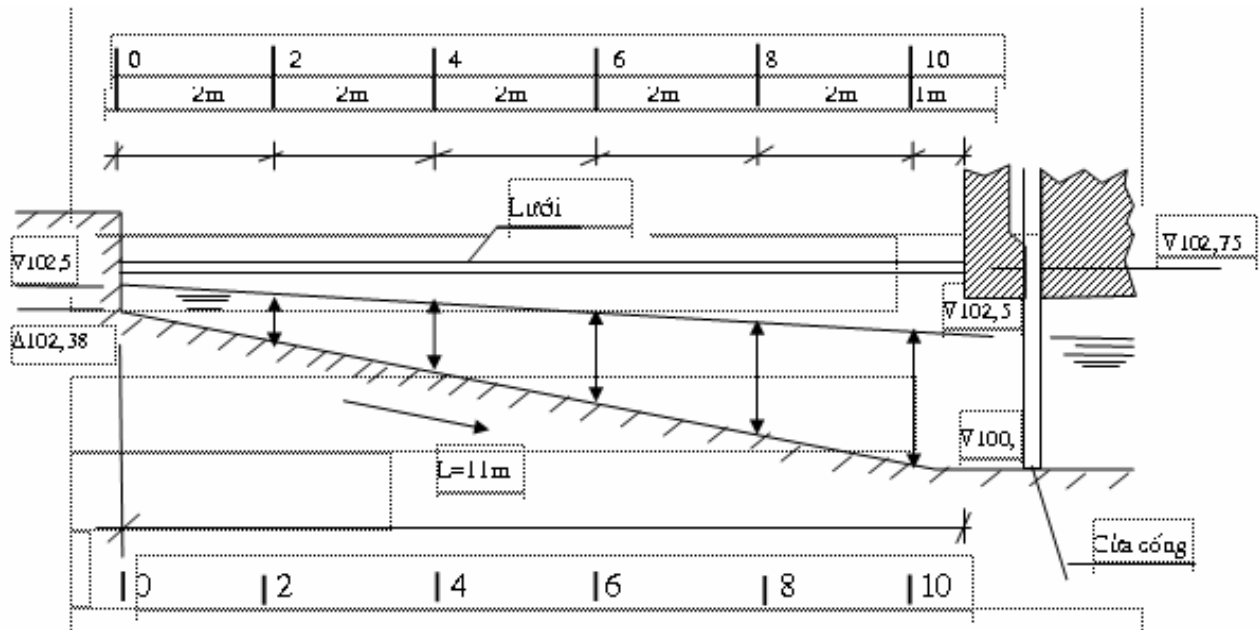
$$J_x = \left[\frac{V_x}{33,33 \cdot R_x^{2/3}} \right]^2$$

Mực nước ở cuối máng ấn định thấp hơn mặt dưới của lưới $0,30m$ và mực nước ở tiết diện tiếp theo sẽ cao hơn một trị số Δl , J_x . Với cách làm như vậy thì khi dẫn mực nước từ cuối máng lên đầu máng thì cao độ mặt nước vẫn thấp hơn mặt dưới lưới là: 17 cm (một số tài liệu hướng dẫn quy định khoảng lưu không này $\delta = 0,2 \div 0,3 \text{ m}$)

Tính toán tiến hành từ cuối máng (m/cát L_{10}) lên đầu máng. Kết quả tính toán đường

mặt nước và đường đáy máng trình bày trong bảng 3.

Cắt dọc máng xem H₃ – Cuối máng đặt vom phẳng để vận hành



Cắt dọc Chi Rôn (H₃)

Bảng 3

TT	Mặt cắt Các thông số	0	2	4	6	8	10	Ghi chú
		1	Q_x (m ³ /s)	0	3	6	9	
2	V_x (m ³ /s)	-	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	
3	h_x (m)	<0,20>	0,60	1,14	1,64	2,09	2,5	
4	ω_x (m ²)		1,50	2,85	4,10	5,225	6,25	
5	χ_x (m)		3,70	4,78	5,78	6,68	7,50	
6	R_x (m)		0,4054	0,5962	0,7093	0,7822	0,8333	
7	J_x		0,0120	0,0079	0,0069	0,0066	0,0066	
8	$\Delta l \cdot J_x$ (m) ($\Delta l = 2m$)		0,0240	0,0158	0,0138	0,0132	0,0132	$\Sigma = 0,080$
	Cao độ mặt nước	102,580	102,5560	102,5402	102,5264	102,5132	102,50	
	Cao độ đáy máng	102,380	101,956	101,002	100,8864	100,4232	100,00	

Từ bảng trên ta xác định được:

+ Cao độ mực nước đầu máng (0) còn cách

cao độ đáy lưới :

$$102,75 - 102,58 = 0,17 \text{ m}$$

+ Độ dốc đường mặt nước bình quân

$$j = \frac{102,58 - 102,50}{10} = \frac{0,080}{10} = 0,008 \text{ (8 ‰)}$$

+ Độ dốc đáy máng bình quân

$$j = \frac{102,38 - 100,00}{10} = \frac{2,38}{10} = 0,238 \text{ (23,8 ‰)}$$

4. Nếu cùng bài toán trên, khi thiếu tài liệu lưu lượng sông mùa khô, việc xác định kích thước máng Chi Rôn chỉ căn cứ vào lưu lượng lấy vào Chi Rôn $Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$

Các điều kiện khác như bài toán trên:

- Cao độ ngưỡng tràn $103,0 \text{ m}$
- Cao độ ngưỡng hạ lưu máng $102,75 \text{ m}$
- Cao độ mực cuối máng sát công lấy nước $102,5 \text{ m}$
- Cao độ đáy máng sát công lấy nước $100,0 \text{ m}$
- Chiều rộng lòng máng $B = 2,5 \text{ m}$

- Chiều rộng lưới chắn rác $b = 1,7 \text{ m}$

- Lưu tốc cuối máng sát công lấy nước
 $V_{\max} = 2,4 \text{ m/s}$

Cách giải giống như bài toán đã trình bày trong bài "công trình lấy nước bằng máng Chi Rôn" đăng trong Đặc san Tài nguyên nước số 1/2007.

Bài toán cho kết quả:

- Cột nước phía trước của vào Chi Rôn
 $H_0 = 0,52 \text{ m}$

- Chiều dài lưới Chi Rôn $L = 25 \text{ m}$

- Độ dốc mặt nước bình quân $J = 0,008$

- Độ dốc máng bình quân $i_{\text{đáy}} = 0,102$

Sau đây là bảng so sánh kết quả tính toán thủy lực máng Chi Rôn của hai trường hợp:

Trường hợp 1: Biết $Q_{\text{sông}}$ và $Q_{\text{Chi Rôn}}$

Trường hợp 2: Chỉ biết $Q_{\text{Chi Rôn}}$

Bảng 4

Trường hợp	Q_b m^3/s	Q_{Chiron} m^3/s	H (m)	H_0 (m)	B (m)	b (m)	L (m)	V_{\max} m/s	J ‰	$\gamma_{\text{đm}}$ ‰	μ
1	32,0	15,0	0,71	-	2,5	1,7	11	2,4	8	23,8	0,510
2	Không	15,0	-	0,52	2,5	1,7	25	2,4	8	10,2	0,375

Từ bảng 4 rút ra nhận xét:

Trường hợp 1: Cột nước trước ngưỡng vào Chi Rôn khá lớn ($H = 0,71 \text{ m}$) nhờ có tài liệu $Q_{\text{sông}}$, do đó chiều dài máng khá ngắn ($L = 11 \text{ m}$) tức là kinh tế hơn. Song khó khăn của bài toán này là phải đo đạc tính toán thủy văn để xác định lưu lượng sông trong mùa khô có xét tới mưa tiểu mãn – Việc này mất nhiều thời gian, tốn kém, nhiều trường hợp không làm được, dẫn đến việc chậm tiến độ thiết kế, thi công công trình.

Trường hợp 2: Chỉ căn cứ vào lưu lượng vào Chi Rôn; cột nước trên ngưỡng trên nhỏ hơn ($H_0 = 0,52 \text{ m}$) nên chiều dài lưới sẽ lớn hơn. Song việc tính toán sẽ đơn giản nhờ đó đẩy nhanh được tiến độ thiết kế, thi công. Mặt khác việc thiết kế lấy nước sẽ an toàn hơn.