TẠP CHÍ
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Check for updates

Bài báo khoa học

Nghiên cứu thực nghiệm, đánh giá sự thay đổi mực nước trong kênh khi mô phỏng nhám với hạt có đường kính 5÷10 mm

Lê Nguyên Trung[1,*]

[1] Viện Năng lượng, Bộ Công Thương, Số 6 Tôn Thất Tùng, Đống Đa, Hà Nội; Lenguyentrung80@gmail.com;

*Tác giả liên hệ: Lenguyentrung80@gmail.com; Tel.: +84–918428133.

Ban Biên tập nhận bài: 8/4/2022; Ngày phản biện xong: 12/5/2022; Ngày đăng bài: 25/6/2022

Tóm tắt: Mô phỏng nhám trong mô hình vật lý của thí nghiệm mô hình thuỷ lực là công việc rất quan trọng ảnh hưởng đến sai số của thí nghiệm mô hình. Hiện nay, cách làm mô phỏng nhám trong mô hình vật lý ở Việt Nam là thử dần độ nhám để đạt được mực nước như thực tế do đó mất nhiều thời gian và công sức. Nghiên cứu này sẽ đánh giá diễn biến mực nước trong kênh khi mô phỏng nhám là: trát vữa xi măng cát (TN0); đá có đường kính từ 5÷10 mm (TN1). Kết quả nghiên cứu cho thấy: khi mặt nước của thí nghiệm TN0 có độ dốc là 0,08÷0,2%, chênh mực nước của thí nghiệm TN1 và thí nghiệm TN0 tỷ lệ thuận với mật độ hạt mô phỏng của thí nghiệm TN1. Chênh lệch mực nước có thể lên đến Δh = 0,039 m (ứng với tỷ lệ mô hình 1/100 thì Δh = 3,9 m). Như vậy, khi thiết kế mô phỏng nhám trong mô hình vật lý có thể sử dụng theo kết quả của nghiên cứu này để hiệu chỉnh mực nước phù hợp với thực tế. Những trường hợp có độ dốc mặt nước nằm ngoài khoảng 0,08÷0,2% cũng có thể áp dụng theo nghiên cứu này nhưng hiệu quả của việc dâng mực nước do mô phỏng nhám có thể giảm đi.

Từ khóa: Mô phỏng nhám; Mô hình vật lý; Thiết kế nhám.

1. Mở đầu

Trên thế giới vấn đề về nhám nói chung vẫn nêu lên một cách lý thuyết cơ bản về cách tính toán nhám trong sông, kênh thế nào, hoặc cho các bề mặt khác nhau với các loại vật liệu. Trong khi xây dựng và chế tạo mô hình vật lý của thí nghiệm mô hình thủy lực(TNMHTL) ta cần biết (hoặc ước tính trước) được nhám mô hình trước khi chế tạo, để tính toán các điều kiện tương tự mô hình. Nhưng chỉ sau khi xây dựng xong mô hình chúng ta mới xác định được nhám thực của mô hình. Do đó khi biết mô hình không đảm bảo được điều kiện tương tự mô hình thì đã muộn. Hiện nay, công tác mô hình hóa thủy lực ở các nước châu âu, Mỹ, Ấn độ… trước khi chế tạo tổng thể mô hình người ta phải thiết kế mô hình thủy lực trên máng kính có độ dốc thay đổi để xác định hay ước tính trước nhám hay hệ số Chezy của mô hình sẽ nghiên cứu, sau đó mới có số liệu nhám để thiết kế mô hình thủy lực. Vấn đề phức tạp, quan trọng nhất trong mô hình hóa thủy lực là chọn nhám của mô hình đảm bảo các điều kiện tương tự mô hình.

Đối với lòng dẫn hở nhưng lòng sông không biến đổi (mô hình vật lý lòng cứng) đã có nhiều nghiên cứu chỉ ra cách xác định hệ số nhám, tài liệu "Thủy lực dòng chảy hở" [1]. Hay sổ tay tính toán thủy lực Kixêlep [2]. Tuy nhiên, trong các tài liệu này chỉ trích dẫn hệ số nhám theo đặc trưng lòng dẫn chứ không mô tả cụ thể về cách bố trí, mật độ, kích thước vật liệu. Một nghiên cứu được ứng dụng nhiều ở Việt Nam là của Viện Nghiên cứu Đường thủy

Thiên Tân [3]. Họ đã nghiên cứu tăng giảm độ nhám theo theo đường kích hạt với bố trí dạng hoa mai, giới hạn của công thức là đường kính hạt nằm trong khoảng d < 26,4 mm.

Trong nước các Nghiên cứu thiết kế mô phỏng nhám trong mô hình hóa thủy lực chưa được thực hiện do nhiều yếu tố khách quan: như điều kiện sân mô hình và thiết bị đo đạc... Các đơn vị có thể thực hiện việc mô hình hóa thủy lực khi thiết kế nhám trong mô hình chỉ có thể tương tự nhám giữa nguyên hình và mô hình trên cơ sở dò tìm (cấp phối đá và hình thức bố trí mô phỏng nhám) để đảm bảo mực nước mô hình phù hợp với thực tế. Việc dò tìm độ nhám ban đầu dựa vào các công thức kinh nghiệm của Viện Nghiên cứu Đường thủy Thiên Tân [3] hay bảng tra trong sổ tay thủy lực Kixêlep [2]. Tuy nhiên, hiệu quả của việc mô phỏng nhám dựa rất nhiều vào kinh nghiệm của chuyên gia và mất nhiều công sức và thời gian thử đi thử lại.

Qua công việc thực tế cho thấy những nghiên cứu trên thế giới về mô phỏng nhám khi áp dụng mô hình hóa thủy lực tại Việt Nam có nhiều khó khăn và hạn chế, những nghiên cứu trong nước về nội dung này còn chưa nhiều. Khi tiến hành mô hình hóa mô hình thủy lực, có bốn thông số không thứ nguyên cần phải đảm bảo. Đó là bốn thông số Froude, số Reynolds, độ dốc dòng chảy và độ nhám (hoặc số Chezy) [2]. Ta cần biết nhám của khu vực nghiên cứu một đoạn kênh hoặc sông ngoài thực tế và nhám của mô hình. Nguyên hình đã tồn tại trong thực tế là một đoạn kênh, một đoạn sông cụ thể nên nhám của nguyên hình coi như đã biết. Còn mô hình chưa xây dựng chúng ta chưa biết nhám của mô hình. Chúng ta cũng chỉ ước lượng nhám mô hình theo kinh nghiệm hoặc các công thức dự báo về nhám. Từ đó chúng ta thiết kế mô hình theo nhám dự báo. Khi xây dựng mô hình xong, mở nước để xác định được mực nước trong mô hình và tính toán quy đổi về nguyên hình. Nếu mực nước trong mô hình sai khác ít với nguyên hình sẽ dò tìm và chỉnh nhám được. Nhưng nếu mực nước trong mô hình sai khác nhiều với nguyên hình sẽ khó có thể chỉnh nhám được, thậm trí phải thiết kế, xây dựng lại mô hình để đảm bảo điều kiện tương tự mô hình. Trong một số trường hợp, nếu gặp mô hình có phạm vi nghiên cứu lớn là rất tốn kém. Do đó, nghiên cứu mô phỏng nhám trong mô hình hóa thủy lực và đánh giá diễn biến mức nước là cần thiết. Điểm mới của nghiên của nghiên cứu là đánh giá được các độ chênh mực nước theo khoảng cách giữa các hạt mô phỏng nhám (với hạt có đường kính từ 5÷10 mm).

Nghiên cứu thống kê các thông số thiết kế của mô hình vật lý đã được chế tạo và xây dựng của một số công trình đã được thực hiện tại Viện Năng lượng như các công trình: Sơn La, Hòa Bình mở rộng, Lai Châu, Ialy, Huội Quảng, Bản Chát... (Bảng 1).

Bảng 1. Thông số các công trình [4].

TT	Công trình	Tỷ lệ mô hình	độ dốc đoạn sông (%)	Chiều rộng mô hình (m)	Chiều dài mô hình (m)	Qmin mô hình (l/s)	Qmax mô hình (l/s)
1	Tuyên Quang [5]	100	–0,38	3,96	3,91	42,9	188,5
2	Thượng Kon Tum [6]	64	0,49	2,44	1,61	25,0	95,9
3	Trung Sơn [7]	100	–1,92	1,39	4,96	50,0	130,3
4	Huội Quảng [8]	80	0,64	1,56	1,94	34,9	225,5
5	Bản Chát [9]	64	0,00	2,55	6,86	119,5	307,0
6	Bản Vẽ [10]	80	1,12	1,42	5,60	47,9	142,7
7	Lai Châu [11]	100	–0,89	3,67	5,63	95,8	274,0
8	Sơn La [12]	100	0,73	6,06	6,83	127,0	477,0
9	Hòa Bình mở rộng [13]	100	–0,42	4,10	16,60	30,2	410,3
10	Cánh Tạng [14]	50	2,50	1,80	4,00	43,0	94,6
11	Ialy mở rộng [15]	100	1,78	1,28	5,06	13,4	170,0
	Min	50,0	–0,4	1,3	4,0	13,4	94,6
	Max	100,0	2,5	6,1	16,6	127,0	477,0
	TB	85,3	0,3	2,7	5,7	57,2	228,7

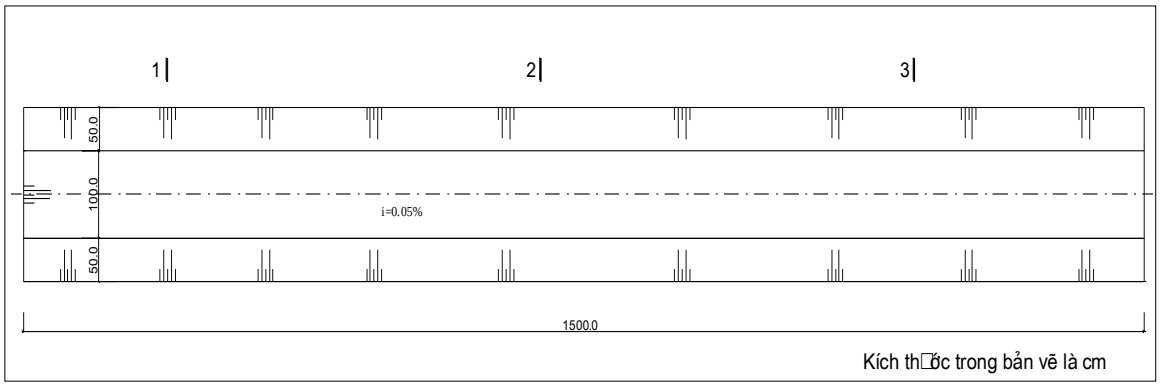
Trên cơ sở thông số, kích thước các mô hình đã được chế tạo và thí nghiệm tại Viện Năng lượng, điều kiện sân bãi thiết bị… Nghiên cứu đã lựa chọn đoạn kênh có kích thước trung bình và lưu lượng xả phù hợp với các công trình đã thí nghiệm. Thông số đoạn kênh nghiên cứu như sau: Mặt cắt kênh: hình thang; Độ dốc đáy kênh: 0,05%; Chiều rộng đáy kênh: 1,0 m; Hệ số mái kênh: m = 1; Chiều sâu kênh: 0,5 m; Chiều rộng mô hình ứng với độ sâu 0,5 m: 2,0 m; Lưu lượng thí nghiệm: 90 (l/s).

Mục đích nghiên cứu: đánh giá sự thay đổi mực nước trong kênh khi mô phỏng nhám với hạt có đường kính 5÷10 mm so với thí nghiệm mô phỏng nhám là trát vữa xi măng cát. Từ đó có thể ứng dụng đẩy nhanh công tác hiệu chỉnh nhám trong công tác mô hình hóa thủy lực.

2. Phương pháp nghiên cứu

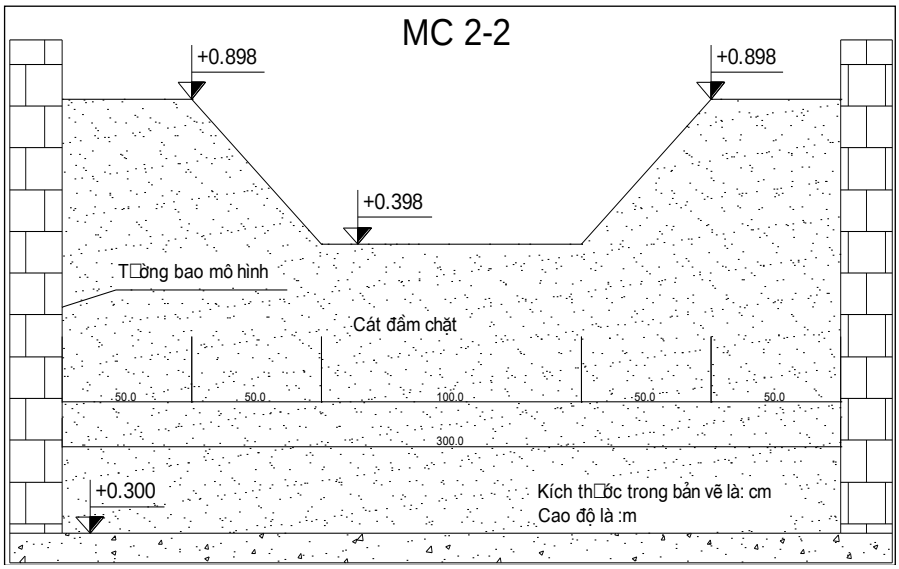
2.1. Đối tượng nghiên cứu

Trong nghiên cứu này sẽ mô phỏng một đoạn kênh hình có chiều dài 15 m đã bao gồm cửa cuối, mặt cắt ngang hình thang với chiều rộng đáy b = 1 m; độ dốc của mái kênh m = 1; Độ dốc của đáy kênh i = 0,05%. Mặt bằng đoạn kênh nghiên cứu như hình 1.



Hình 1. Mặt bằng đoạn kênh nghiên cứu.

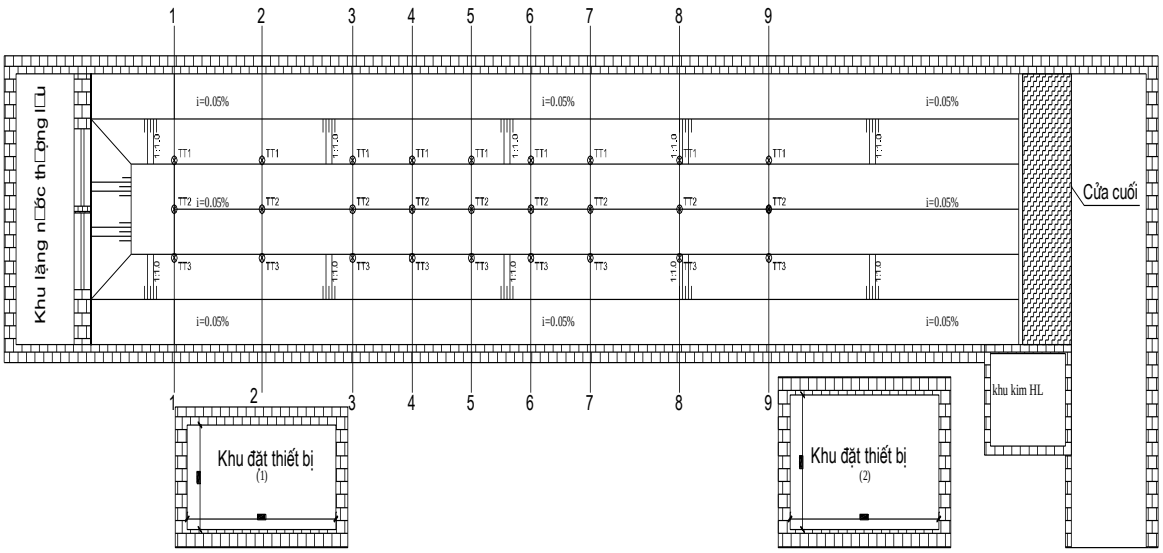
Mặt cắt ngang đoạn kênh nghiên cứu như hình 2.



Hình 2. Mặt cắt ngang đoạn kênh nghiên cứu.

2.2. Vị trí các mặt cắt và thủy trực đo đạc mực nước trong mô hình vật lý

Vị trí các mặt cắt và thủy trực đo đạc mực nước trong mô hình vật lý từ mặt cắt 1 đến mặt cắt 9, mỗi mặt cắt sẽ đo mực nước tại 3 thuỷ trực trên hình 3.



Hình 3. Vị trí các thủy trực và mặt cắt đo mực nước trong mô hình vật lý.

2.3. Các trường hợp mô phỏng nhám

Trong nghiên cứu này sẽ nghiên cứu 6 trường hợp mô phỏng nhám gồm:

– Phương án gốc (TN0) sẽ mô phỏng nhám là trát vữa xi măng cát (1 trường hợp).

– Phương án thí nghiệm mô phỏng nhám kênh là đá có đường kính hạt là d = 5÷10 mm với 5 trường hợp khoảng cách giữa các hạt là 2,5d; 5d; 7,5d; 10d; 15d (TN1).

Tổng hợp các trường hợp mô phỏng nhám và thông số các thí nghiệm xem bảng 2.

Bảng 2. Các trường hợp mô phỏng nhám.

Thứ tự	Tên thí nghiệm	Lưu lượng thí nghiệm (l/s)	Mực nước khống chế (m)	Ghi chú
1	TN0	90	0,510	Mô phỏng nhám là trát vữa xi măng cát
2	TN1–2,5d	90	0,510	Mô phỏng nhám là đá có đường kính hạt d = 5–10mm, khoảng cách giữa các hạt là 2,5*đường kính (d = 10 mm)
3	TN1–5d	90	0,510	Mô phỏng nhám là đá có đường kính hạt d=5–10mm, khoảng cách giữa các hạt là 5*đường kính (d = 10 mm)
4	TN1–7,5d	90	0,510	Mô phỏng nhám là đá có đường kính hạt d=5–10mm, khoảng cách giữa các hạt là 7,5*đường kính (d = 10 mm)
5	TN1–10d	90	0,510	Mô phỏng nhám là đá có đường kính hạt d=5–10mm, khoảng cách giữa các hạt là 10*đường kính (d = 10 mm)
6	TN1–15d	90	0,510	Mô phỏng nhám là đá có đường kính hạt d = 5–10 mm, khoảng cách giữa các hạt là 15*đường kính (d = 10 mm)

2.4. Thiết bị đo đạc

Lưu lượng đầu vào được khống chế bằng máng lường chữ nhật có độ chính xác 1÷2% lưu lượng xả. Khống chế mực nước hạ lưu là kim đo mực nước với sai số đo ±1/10 mm. Đo đạc mực nước tại các mặt cắt thuỷ trực là máy thủy bình Leica NA có độ chính xác: Sai số chuẩn trên 1km đo đi đo về: ± 2,0 mm. Các thiết bị đo đạc xem hình 4a, 4b.

Hình 4. (a) Kim đo mực nước hạ lưu; (b) Máy thủy bình Leica NA.

2.5. Thu thập và xử lý số liệu

Dữ liệu mực nước của các thí nghiệm được thực hiện theo các quy định của tiêu chuẩn Việt Nam về thí nghiệm mô hình thuỷ lực [16]. Cụ thể trong nghiên cứu này sẽ mô tả chế độ thủy lực trong kênh và đo đạc mực nước tại các thủy trực và tính mực nước trung bình của mặt cắt theo công thức 1.

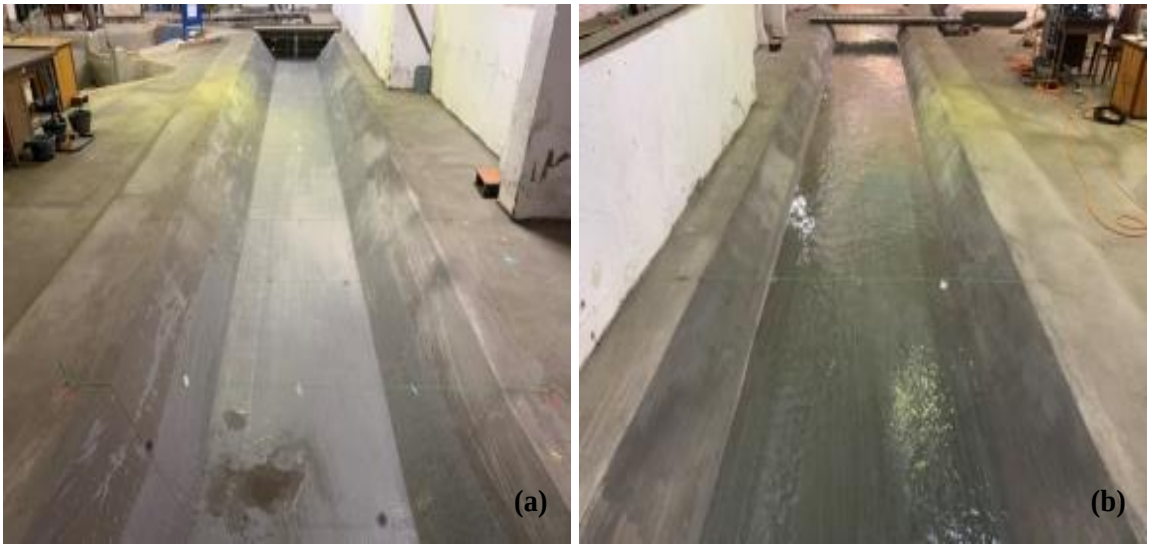
$$H_{tb} = \frac{\sum_i^n H_i}{n} \quad (1)$$

Trong đó H_{tb} là mực nước trung bình mặt cắt (m); H_i là mực nước tại thủy trực thứ i của mặt cắt (m); i là số thủy trực của mặt cắt; n là tổng số thủy trực của 1 mặt cắt, n = 3.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Chế độ thuỷ lực và đường mực nước dọc kênh của thí nghiệm TN0

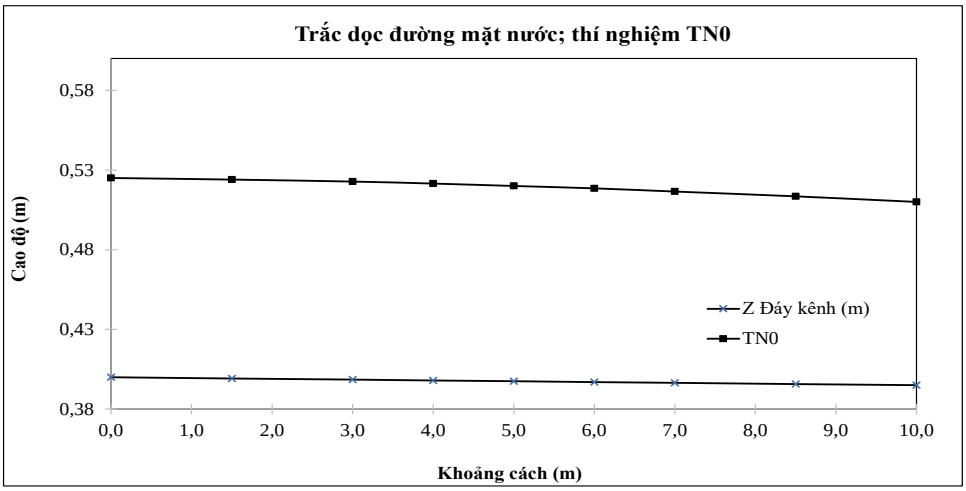
Phương án mô hình vật lý được mô phỏng nhám trong kênh là trát vữa xi măng cát xem hình 5a. Thí nghiệm xả lưu lượng đầu vào kênh là 90 l/s và khống chế mực nước ở cuối kênh tại mặt cắt 9 là 0,51 m. Sau khi dòng chảy ổn định (hình 5b) thì tiến hành đo đạc mực nước tại các thuỷ trực và mặt cắt đo. Kết quả mực nước trung bình mặt cắt của thí nghiệm TN0 xem bảng 3 và hình 6.



Hình 5. (a) Hình ảnh mô phỏng nhám của thí nghiệm TN0; (b) Chế độ thuỷ lực của thí nghiệm TN0.

Bảng 3. Cao độ mực nước trung bình mặt cắt thí nghiệm TN0.

MC	Khoảng cách cộng dồn (m)	Z Đáy kênh (m)	J đáy kênh (%)	Mực nước (m)	J mặt nước (%)
1	0,000	0,400		0,525	
2	1,500	0,3993	0,05	0,524	0,07
3	3,000	0,3985	0,05	0,523	0,08
4	4,000	0,3980	0,05	0,522	0,12
5	5,000	0,3975	0,05	0,520	0,15
6	6,000	0,3970	0,05	0,519	0,15
7	7,000	0,3965	0,05	0,517	0,20
8	8,500	0,3958	0,05	0,514	0,20
9	10,000	0,3950	0,05	0,510	0,23

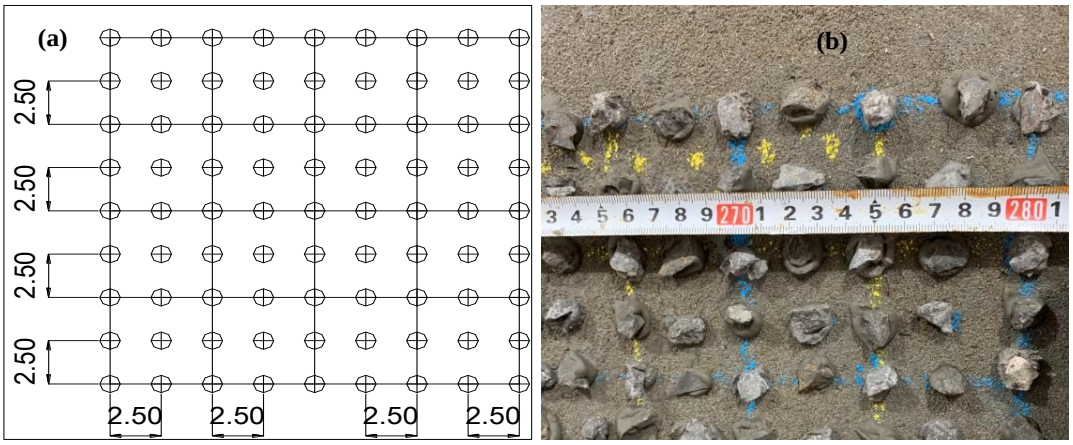


Hình 6. Đường mực nước dọc kênh thí nghiệm TN0.

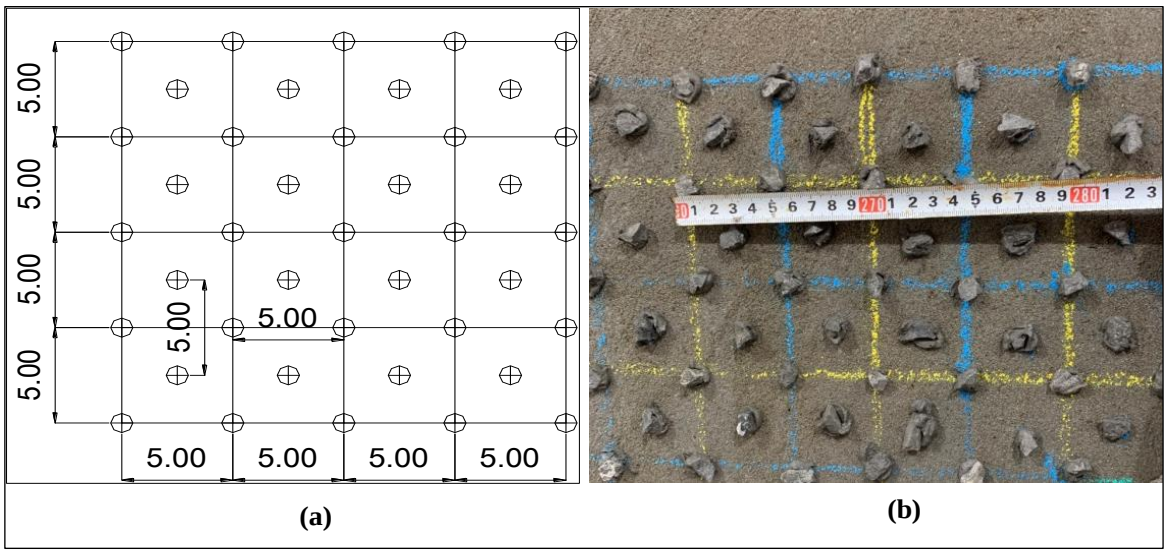
3.2. Chế độ thuỷ lực và đường mực nước dọc kênh của thí nghiệm TN1.

Mô hình vật lý mô phỏng nhám trong kênh hở là đá có đường kính hạt từ 5÷10 mm với các khoảng cách hạt là: 2,5d; 5d; 7,5d; 10d; 15d. Sơ đồ mô phỏng nhám và các hình ảnh mô phỏng thực tế trong mô hình vật lý xem các hình 7 đến hình 11.

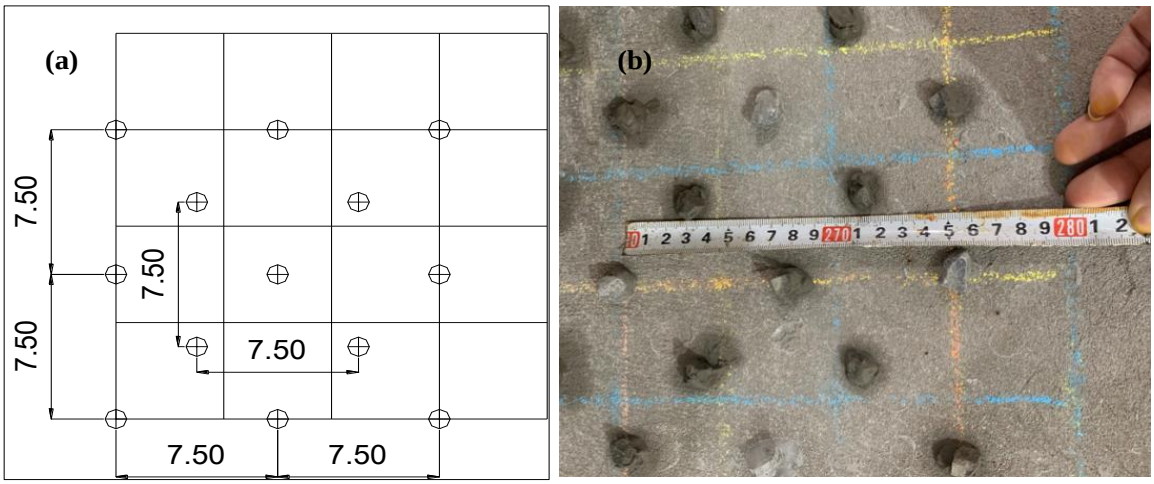
Thí nghiệm xả lưu lượng đầu vào kênh là 90 l/s và khống chế mực nước ở cuối kênh tại mặt cắt 9 là 0,51 m. Sau khi mực nước ổn định (Hình 12a, 12b) thì tiến hành đo đạc mực nước tại các thuỷ trực và mặt cắt đo. Kết quả mực nước trung bình mặt cắt của thí nghiệm TN1 xem bảng 4 và hình 13. Chênh lệch cao độ mực nước trung bình mặt cắt thí nghiệm TN1 và TN0 xem bảng 5.



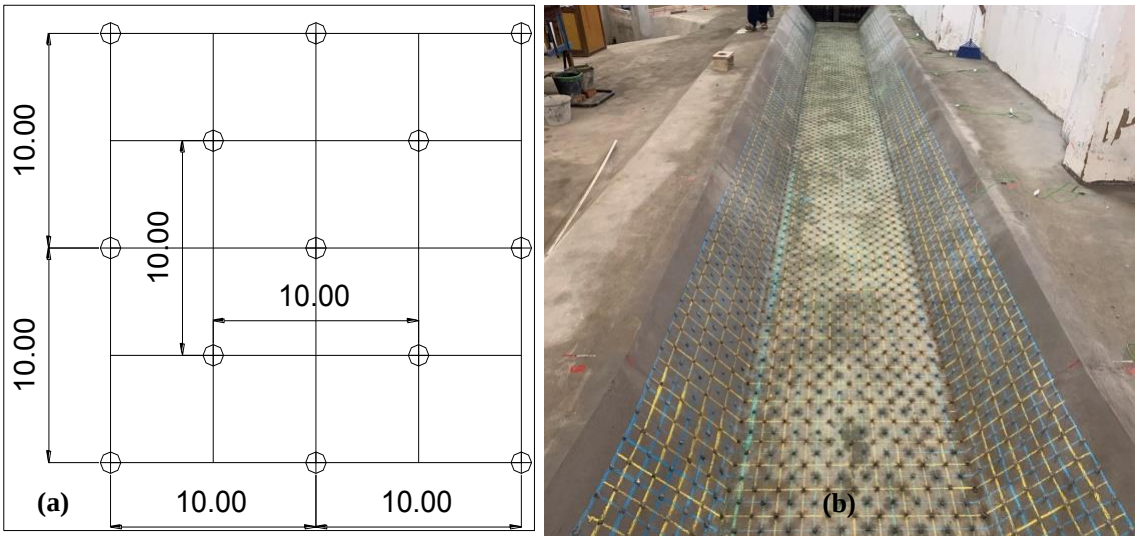
Hình 7. (a) Sơ đồ mô phỏng nhám của thí nghiệm TN1–2,5d; (b) Hình ảnh mô phỏng nhám của thí nghiệm TN1–2,5d.



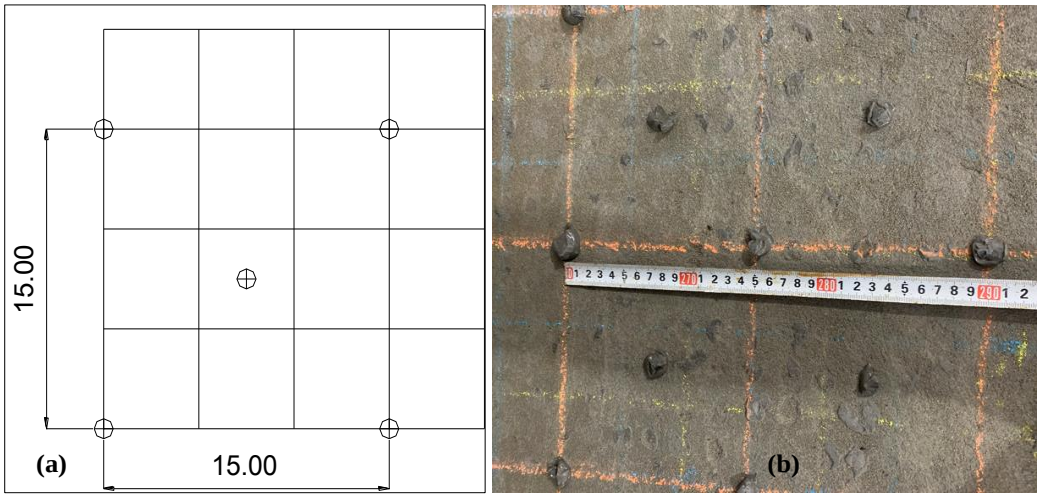
Hình 8. (a) Sơ đồ mô phỏng nhám của thí nghiệm TN1–5d; (b) Hình ảnh mô phỏng nhám của thí nghiệm TN1–5d.



Hình 9. (a) Sơ đồ mô phỏng nhám của thí nghiệm TN1–7,5d; (b) Hình ảnh mô phỏng nhám của thí nghiệm TN1–7,5d.



Hình 10. (a) Sơ đồ mô phỏng nhám của thí nghiệm TN1–10d; (b) Hình ảnh mô phỏng nhám của thí nghiệm TN1–10d.



Hình 11. (a) Sơ đồ mô phỏng nhám của thí nghiệm TN1–15d; (b) Hình ảnh mô phỏng nhám của thí nghiệm TN1–15d.

Hình 12. (a) Chế độ thuỷ lực của thí nghiệm TN1–2,5d; (b) Chế độ thuỷ lực của thí nghiệm TN1–15d.

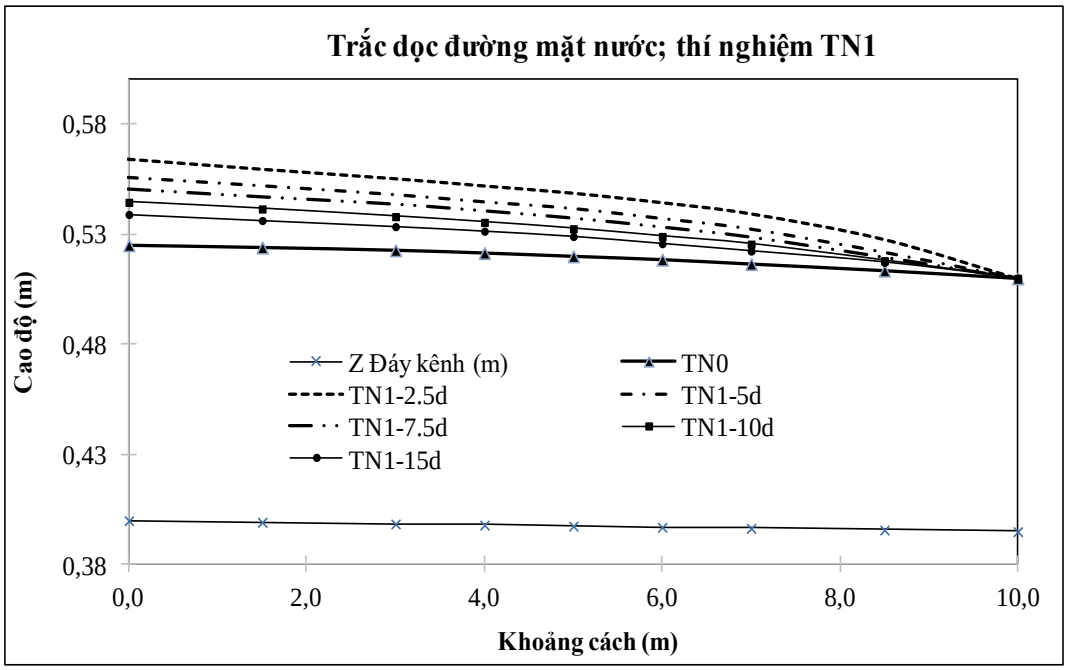
Bảng 4. Cao độ mực nước trung bình mặt cắt thí nghiệm TN1(m).

MC	Khoảng cách cộng dồn (m)	Z Đáy kênh (m)	Cao độ mực nước trung bình mặt cắt của các thí nghiệm				
			TN1–2,5d	TN1–5d	TN1–7,5d	TN1–10d	TN1–15d
1	0,00	0,400	0,564	0,556	0,550	0,545	0,539
2	1,50	0,399	0,559	0,552	0,547	0,542	0,536
3	3,00	0,399	0,555	0,548	0,543	0,538	0,534
4	4,00	0,398	0,552	0,545	0,540	0,535	0,531
5	5,00	0,398	0,548	0,542	0,537	0,533	0,529
6	6,00	0,397	0,544	0,537	0,533	0,529	0,526
7	7,00	0,397	0,539	0,532	0,529	0,526	0,522
8	8,50	0,396	0,528	0,522	0,520	0,518	0,517
9	10,00	0,395	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510

Bảng 5. Chênh lệch cao độ mực nước trung bình mặt cắt thí nghiệm TN1 và TN0 (m).

MC	Lcd	Cao độ đáy	TN1–2.5d	TN1–5d	TN1–7.5d	TN1–10d	TN1–15d
1	0,00	0,400	0,039	0,031	0,025	0,020	0,014
2	1,50	0,399	0,035	0,028	0,023	0,018	0,012
3	3,00	0,399	0,032	0,025	0,021	0,015	0,011
4	4,00	0,398	0,030	0,023	0,019	0,014	0,010
5	5,00	0,398	0,028	0,022	0,017	0,013	0,009
6	6,00	0,397	0,026	0,019	0,015	0,011	0,007

MC	Lcd	Cao độ đáy	TN1–2.5d	TN1–5d	TN1–7.5d	TN1–10d	TN1–15d
7	7,00	0,397	0,023	0,016	0,012	0,009	0,006
8	8,50	0,396	0,014	0,008	0,006	0,005	0,004
9	10,00	0,395	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



Hình 13. Đường mực nước dọc kênh thí nghiệm TN1.

4. Kết luận

+ Chênh lệch mực nước giữa thí nghiệm TN1 và thí nghiệm TN0 tỷ lệ thuận với mật độ thành phần hạt, mật độ hạt càng dày thì độ chênh này càng lớn (hình 13).

+ Kết quả thí nghiệm cho thấy với đá có đường kính từ 5÷10 mm, độ dốc mặt nước của thí nghiệm trát vữa xi măng khoảng 0,08÷0,2% thì khi thay đổi mật độ hạt độ chênh mực nước(Δh) của phương án gốc (TN0) và phương án mô phỏng nhám bằng đá có đường kính 5÷10 mm (TN1) có thể lên đến Δh = 0,039 m (Bảng 5), với tỷ lệ mô hình 1/100 thì Δh = 3,9 m.

+ Khi thiết kế mô phỏng nhám trong mô hình vật lý có thể áp dụng những kết quả của nghiên cứu này để hiệu chỉnh mực nước trong mô hình phù hợp với nguyên hình.

+ Hạn chế của nghiên cứu: Nghiên cứu mới chỉ nghiên cứu mô phỏng nhám theo 1 cấp phối hạt có đường kính hạt d = 5÷10 mm, thực tế sẽ có rất nhiều cấp phối hạt khác cần được nghiên cứu thêm. Trong nghiên cứu mới chỉ đề cập đến độ dốc mặt nước của phương án ban đầu là 0,08÷0,2%. Những trường hợp có độ dốc mặt nước nằm ngoài khoảng 0,08÷0,2% cũng có thể áp dụng theo nghiên cứu này nhưng hiệu quả của việc dâng mực nước do mô phỏng nhám có thể giảm đi.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: L.N.T.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: L.NT.; Xử lý số liệu: L.N.T.; Viết bản thảo bài báo: L.N.T.; Chỉnh sửa bài báo: L.N.T.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ của đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp Bộ Công Thương: Nghiên cứu thiết kế nhám trong mô hình thí nghiệm thủy lực, mã số ĐTKHCN.041/20.

Lời cam đoan: Tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây.

Tài liệu tham khảo

1. Chow, V.T. Open channel hydraulics. McGraw–Hill, New York, 1959, pp. 680.
2. Kixeelep, P.G.; Altsul, A.D.; Danhitsenko, N.V.; Kaxpaxon, A.A.; Kriptsenko, G.I.; Paskop, N.N.; Lixki, X.M. Sổ tay tính toán thủy lực. Nhà xuất bản xây dựng, 2010, tr. 712.
3. Hậu, L.P.; Hợi, T.Đ. Lý thuyết thí nghiệm mô hình công trình thủy. NXB Xây Dựng, 2003, tr. 202.
4. Trung, L.N. Nghiên cứu thiết kế nhám trong mô hình thí nghiệm thủy lực. Viện Năng lượng, Hà Nội, 2022, tr. 160.
5. Viện Năng lượng, Báo cáo chính - Nghiên cứu mô hình thủy lực thủy điện Tuyên Quang, Hà Nội, 2005, tr. 251.
6. Viện Năng lượng. Nghiên cứu TNMHTL công trình thủy điện Thượng Kon Tum, Hà Nội, 2009, tr. 150.
7. Viện Năng lượng. Báo cáo kết quả nghiên cứu thí nghiệm mô hình thủy lực tràn sự cố thủy điện Trung Sơn, 2011, tr. 163.
8. Viện Năng lượng. Báo cáo kết quả thí nghiệm MHTL cửa ra hầm xả và kênh xả nhà máy, công trình thủy điện Huội Quảng, Hà Nội, 2010, tr. 276.
9. Viện Năng lượng. Báo cáo kết quả thí nghiệm phục vụ hiệu chỉnh QTVH năm 2014 thủy điện Bản Chát, Hà Nội, 2013, tr. 270.
10. Viện Năng lượng. Báo cáo kết quả TNMHTL hạ lưu công trình thủy điện Bản Vẽ, Hà Nội, 2015, tr. 303.
11. Viện Năng lượng. Báo cáo TNMHTL bổ sung phục vụ lập quy trình vận hành hồ chứa - Thuỷ điện Lai Châu, Hà Nội, 2016, tr. 251.
12. Viện Năng lượng. Nghiên cứu thí nghiệm mô hình thủy lực trình tự đóng mở cửa van vận hành công trình xả lũ để phục vụ lập quy trình vận hành đơn hồ thủy điện Sơn La, Hà Nội, 2017, tr. 725.
13. Viện Năng lượng. Thí nghiệm MHTL phục vụ lập Thiết kế kỹ thuật, Dự án Nhà máy thủy điện Hòa Bình mở rộng, Hà Nội, 2019, tr. 296.
14. Viện Năng lượng. Báo cáo tổng hợp kết quả xây dựng và TNMHTL tràn xả lũ, thuộc cụm công trình đầu mối Hồ chứa nước Cánh Tạng - Tỉnh Hòa Bình, Hà Nội, 2019, tr. 202.
15. Viện Năng lượng. Báo cáo TNMHTL Dự án Nhà máy thủy điện Ialy mở rộng, Hà Nội, 2019, tr. 441.
16. TCVN 8214 : 2009. Thí nghiệm mô hình thủy lực công trình thủy lợi, thủy điện.
17. Viện Khoa học Thủy Lợi. Cơ sở lý luận và thực nghiệm mô hình sông và cửa sông, năm 2018.
18. Hiền, N.T. Xác định hệ số nhám trong sông từ tài liệu đo lưu tốc. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* **2010**, *30*, 89–94.
19. Song, P.V. Nghiên cứu cải tiến mô tiêu năng sau cống vùng triều có khẩu diện lớn – áp dụng cho trường hợp cống Thủ Bộ. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* **2014**, *46*, 19–26.
20. Thành, N.C. Ứng dung mô hình dòng chảy rối trong tính toán dòng chảy tự do qua đập tràn. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* **2013**, *43*, 27–34.
21. Thưởng, T.Q. Thí nghiệm mô hình thủy lực công trình. NXB Xây dựng, 2005, tr. 180.
22. Việt, N.V. Cơ sở lý luận và thực nghiệm mô hình sông và cửa sông, Viện Khoa học Thủy Lợi Việt Nam, 2018, tr. 220.
23. Chow, V.T. Applied Hydrology, Singgapore, 1988, pp. 565.
24. Stephen, T. Maynord, General Spillway Investigation, 1985, pp. 65.
25. Barnes, H.B. Roughness characteristics of natural channels. US Geological Survey Water–Supply, 1967, pp. 1849.

Experimental study, assess the change of water level in the channel when simulating roughness with particles with diameter 5÷10 mm

Le Nguyen Trung[1*]

[1] Institute of energy, Ministry of Industry, Vietnam; No. 6 Ton That Tung, Hanoi, Vietnam; lenguyentrung80@gmail.com

Abstract: Rough simulation in the physical model of the hydraulic model experiment is very important to affect the error of the model experiment. Currently, the way to simulate roughness in physical models in Vietnam is to gradually test the roughness to achieve the actual water level, so it takes a lot of time and effort. This study will evaluate the water level changes in the canal when simulating roughness: sand cement mortar (TN0); stones with a diameter of 5÷10 mm (TN1). Research results show that: when the water surface of the TN0 experiment has a slope of 0.08÷0.2%, the water level difference of the TN1 and TN0 experiments is directly proportional to the simulated particle density of the experiment. TN1. The water level difference can be up to $\Delta h = 0.039$ m (corresponding to the model scale of 1/100, then $\Delta h = 3.9$ m). So, when designing roughness simulation in the physical model, it can be used according to the results of this study to correct the water level in accordance with reality. The cases with water surface slope outside about 0.08÷0.2% can also be applied according to this study, but the effect of water level rise due to rough simulation can be reduced.

Keywords: Simulate roughness; Physical model; Matte design.