

HỆ SỐ LƯU LƯỢNG CỦA DÒNG CHẢY QUA ĐẬP TRÀN XIÊN GÓC

NGUYỄN BÁ TUYÊN

Khoa Kỹ thuật Biển, ĐH Thủy Lợi,

W.S.J. UIJTTEWAAL

ĐH Công nghệ Delft, Hà Lan

TÓM TẮT: Từ lâu, đập tràn xiên góc đã được ứng dụng trong một số công trình trên sông, công trình kiểm soát dòng chảy như đập chéo, đập răng cưa... với tác dụng hạ thấp đầu nước và tăng khả năng thoát lưu lượng của đập. Bên cạnh đó, hiện nay có một số vấn đề liên quan tới sự an toàn đê sông ở Việt nam cũng như các đê địa phương khác và các công trình xây dựng trong vùng ngập lũ, mà phần lớn có thể liên hệ tới dòng chảy qua các đập tràn xiên góc do sự bố trí ngẫu nhiên của các công trình và hướng dòng chảy lũ thay đổi liên tục theo từng khu vực. Đây là một chủ đề nghiên cứu có ứng dụng to lớn trong thực tế, tuy nhiên cho tới nay còn ít được chú ý nghiên cứu và chưa có nhiều công trình được công bố. Với một số lượng lớn các thí nghiệm chi tiết và sự hỗ trợ của các thiết bị đo đạc và phần mềm phân tích số liệu hiện đại, các kết quả quan trọng về sự tổn thất năng lượng, hệ số lưu lượng của dòng chảy và một số hiện tượng có liên quan khác đã được thu thập và sẽ trình bày trong bài báo này.

1. GIỚI THIỆU

Từ lâu đập tràn đã là một trong những công trình thủy lợi đơn giản và phổ biến nhất, có thể bắt gặp đập tràn trong đời sống dưới rất nhiều kiểu loại và hình dạng khác nhau. Tuy nhiên, mặc dù các kiến thức về đập tràn (đặt vuông góc với dòng chảy) đã rất phong phú và sâu rộng, nhưng vẫn còn khá ít các nghiên cứu về đập tràn đặt xiên góc với dòng chảy (hay còn gọi là đập tràn xiên góc).

Bên cạnh đó, các điều tra về đê sông và đê biển ở Việt Nam gần đây còn cho thấy cao trình thiết kế của đỉnh đê (sông và biển) tại nhiều vùng còn chưa đảm bảo khả năng bảo vệ cho các vùng sau đê trong các điều kiện khắc nghiệt. Với đê sông, có thể kể đến đê sông một số tỉnh miền trung, hay đê vùng, bờ thừa tại Nam bộ còn bị tràn đỉnh trong mùa mưa lũ, và đã được chọn giải pháp kiên cố hóa mái đê để “sống chung với lũ”. Ngoài ra, trong các đồng bằng ven dòng chính của sông (khoảng giữa hai đê chính), nơi có nhiều công trình xây dựng có khả năng bị ngập trong mùa nước lớn như các tuyến đường với nền cao, các bờ (đê) vùng bờ thừa, các đập mở hàn, cầu tàu, bến phà, và các công trình dân dụng khác. Sự kết hợp giữa hình dạng

uốn khúc của sông và hướng phân bố đa dạng của các công trình khiến dòng chảy tràn qua các đê sông và các công trình xây dựng này trong mùa lũ thể hiện đặc tính và cần được xem xét như dòng chảy qua các đập tràn xiên góc chứ không phải vuông góc.

Xuất phát từ các yêu cầu của thực tế, các nghiên cứu về dòng chảy qua đập tràn xiên góc trở thành một nhu cầu quan trọng, nhằm đem lại các hiểu biết về các đặc trưng thủy lực của dòng chảy, các hiện tượng xảy ra tại lân cận các “đập tràn”, bản chất vật lý quy định các quá trình này. Nghiên cứu này cũng hướng tới mục tiêu hiểu rõ hơn một cách định lượng về các tổn thất năng lượng và hệ số lưu lượng cho đập tràn xiên góc.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ CÁC THIẾT BỊ

Với mục tiêu đó, các thí nghiệm đã được tiến hành trong máng dòng chảy nông (độ dốc = 0) với nhiều điều kiện dòng chảy khác nhau. Ba dạng mặt cắt đập tràn đã được nghiên cứu là đập tràn thành mỏng, đập tràn đỉnh rộng mặt cắt chữ nhật (cả hai đều được đặt xiên góc 45° với dòng chảy), và đập tràn đỉnh rộng mặt cắt hình thang (với mái thượng, hạ lưu đều bằng 1:4). Dạng

mặt cắt sau cùng được thí nghiệm với nhiều góc hợp với dòng chảy khác nhau là 0^0 , 45^0 và 60^0 . Các thí nghiệm được tiến hành với máng kính mặt cắt chữ nhật đáy ngang, dài 19,2 m, rộng 2 m, và sâu 0,25 m. Tại khu vực giữa máng bố trí lần lượt các mô hình đập tràn bằng gỗ, đều có chiều cao 10 cm.



Hình 2.1: Bố trí tổng thể khu vực máng thí nghiệm, mô hình, cùng các thiết bị

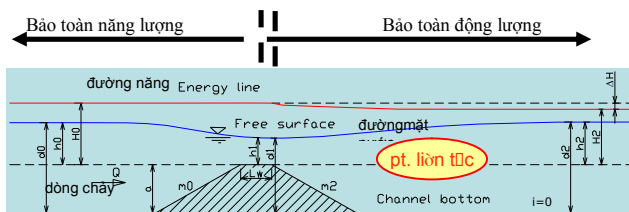
Bằng cách thay đổi lưu lượng dòng chảy và mực nước hạ lưu, có thể thu được các chế độ chảy khác nhau (được chia thành ba dạng chính là chảy tự do, chảy ngập, và chảy phân giới – hay trạng thái nước nhảy sóng), cho phép ta nghiên cứu cấu trúc ba chiều phức tạp của dòng chảy cùng các hiện tượng phong phú có liên quan như nước nhảy, nước nhảy sóng, sự tập trung và tách dòng chảy, các xoáy nước tại hạ

lưu... Dữ liệu mực nước thu thập được nhờ các kim đo nước gắn trên một rầm ngang và xe chạy, do đó có khả năng di chuyển dọc và ngang máng. Vận tốc dòng chảy được đo bằng các thiết bị ADV (thiết bị đo vận tốc ứng dụng nguyên lý âm thanh Doppler) và EMF (thiết bị đo vận tốc bằng nguyên lý điện từ) với thể tích lấy mẫu nhỏ, tần số đo đạc lớn cho ta các kết quả chính xác và tin cậy. Ngoài ra, trường vận tốc mặt của toàn dòng chảy còn được nghiên cứu bằng phương pháp PTV (phương pháp theo dấu hạt). Các thông số chính cần nghiên cứu và khoảng giá trị của chúng trong các thí nghiệm được liệt kê trong bảng 2.1 dưới đây.

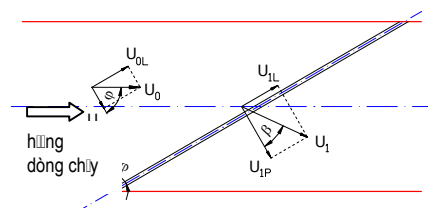
Bảng 2.1: Các thông số thí nghiệm

Thông số	Đơn vị	Khoảng giá trị	
		Đập tràn mặt cắt hình thang	Đập tràn mặt cắt chữ nhật
Lưu lượng	l/s	20, 25, 30, 35, 40	16, 20, 35
Cột nước	cm	13 ÷ 18.5	13 ÷ 18.5
Cột nước hạ lưu	cm	8.5 ÷ 18	8.5 ÷ 18
Góc xiên	độ	0, 45, 60	45
Bề rộng tràn nước	cm	200, 283, 400	283
Chiều cao đập tràn	cm	10 ÷ 10.4	10
Bề rộng kênh	cm	199 ÷ 200	200
Số lượng thí nghiệm	-	15 x 5 x 3	8 x 5 + 5 x 5

Các phân tích lý thuyết về dòng chảy qua đập tràn xiên góc là một cơ sở quan trọng cho các ước đoán phục vụ thí nghiệm và để kiểm định các kết quả thí nghiệm. Một mô hình toán đơn giản của dòng chảy qua đập tràn xiên góc đã được xây dựng với các môđun tính toán phục vụ các phân tích khác nhau (xem Phần 3).



Hình 2.2: Mô hình dòng chảy đơn giản hóa



Hình 2.3: Phân tích các thành phần vận tốc

Các nguyên lý cơ bản của mô hình này là: nguyên lý bảo toàn năng lượng, áp dụng cho khu vực từ thượng lưu tới mặt cắt trên đỉnh đập tràn, nguyên lý bảo toàn động lượng áp dụng cho khu vực hạ lưu của dòng chảy, và nguyên lý bảo toàn khối lượng (phương trình liên tục) có giá trị khắp toàn dòng chảy. Về mặt lý thuyết, có thể đề ra một giả thiết cho dòng chảy qua đập tràn xiên góc, đó là *thành phần vận tốc song song với trục dọc đập (đường đỉnh đập) không thay đổi giá trị khi dòng chảy tiến tới và vượt qua đập tràn ($U_L = const$, hay $U_{0L} = U_{1L}$)*. Thành phần lực gia tốc dòng chảy (gây ra bởi lực trọng trường) chỉ tác động lên thành phần vận tốc vuông góc với đường đỉnh đập, và cũng là lực chủ đạo trong quá trình giảm tốc. Giả thiết này có thể được kiểm chứng lại sau đây bằng các kết quả đo đạc từ thí nghiệm (chú ý định nghĩa góc xiên φ của đập như hình 2.3).

Về thực nghiệm, hệ số lưu lượng được xác định từ phương trình cơ bản của dòng chảy qua đập tràn đỉnh rộng (theo Munson & cs, 2002):

$$Q = C_d \cdot \frac{2}{3} B \sqrt{\frac{2}{3} g H_0^{3/2}} \quad (2.1)$$

Do bản chất phức tạp của dòng chảy, không thể có một công thức mô tả rõ ràng, chính xác lưu lượng dòng chảy như một hàm của các tham số liên quan. Do đó một hệ số hiệu chỉnh C_d (trong một số giáo trình ký hiệu là m) được sử dụng để bù đắp cho sự đơn giản hóa các ảnh hưởng của các hiện tượng thực tế có liên quan để thu được lưu lượng Q là một hàm của cột nước thượng lưu H_0 . Hệ số lưu lượng trong trường hợp chảy tự do C_{dv} độc lập với mực nước hạ lưu và chỉ phụ thuộc vào các điều kiện thủy lực thượng lưu, được cho bởi công thức (xem giải thích các ký hiệu ở phụ lục I):

$$C_{dv} = \frac{Q}{\frac{2}{3} B \cdot H_0 \sqrt{\frac{2}{3} g H_0}} \quad (2.2)$$

Khi chế độ dòng chảy qua đập tràn là chảy ngập, hệ số lưu lượng sẽ phụ thuộc vào cả cột nước hạ lưu, hệ số này sẽ giảm khi mực nước hạ lưu tăng. Ngoài ra ở chế độ chảy phân giới (nước nhảy sóng) cũng không có một công thức rõ ràng, chính xác cho mối quan hệ giữa lưu lượng và mực nước thượng lưu. Do đó hệ số

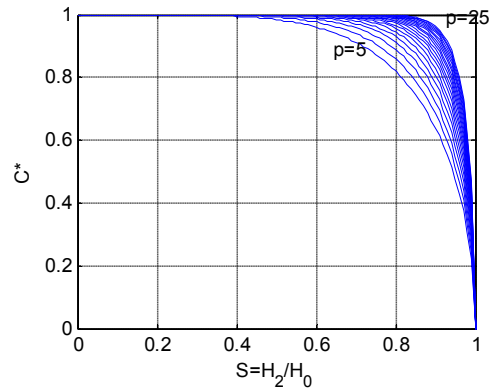
triệt giảm lưu lượng C^* đã được đưa ra để phản ánh mức độ giảm lưu lượng do ảnh hưởng của các chế độ chảy này:

$$C_* = \frac{C_d}{C_{dv}} \quad (2.3)$$

Bản thân C^* là một hàm của các thông số hình học của đập tràn và độ ngập $S=H_2/H_0$ (trong một số giáo trình còn ký hiệu là K_s hay σ_n). Có nhiều công thức để xác định C^* , chẳng hạn như các công thức phân tích áp dụng cho đập tràn của Seida và Quarashi (theo Kolkman, 1989), công thức bán kinh nghiệm của Villemonte (theo Kolkman, 1989), của Varshney và Mohanty (cũng theo Kolkman, 1989). Hiện nay, công thức phổ biến và thích hợp nhất là công thức kinh nghiệm của Villemonte (1947):

$$C_* = \sqrt{1 - S^p} \quad (2.4)$$

Tham số điều chỉnh p phụ thuộc vào kích thước hình học và cấu tạo của đập tràn. Hình 2.4 minh họa quan hệ giữa C^* và S với các giá trị khác nhau của p , cho thấy tính linh hoạt của công thức kinh nghiệm này để có thể ứng dụng cho nhiều trường hợp khác nhau.



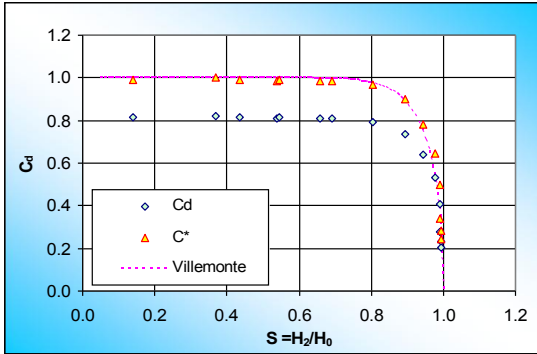
Hình 2.4: Quan hệ giữa C^* và S , với $p=5 \div 25$

3. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ TÍNH TOÁN

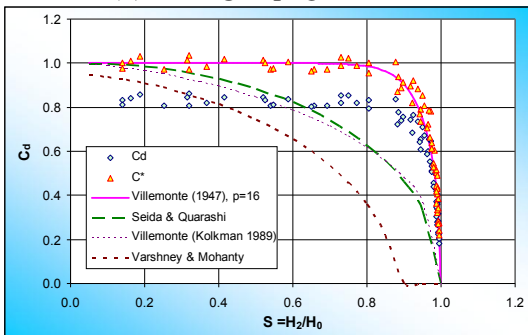
3.1. Kết quả tính toán hệ số lưu lượng

Các số liệu đo đạc được sử dụng để tính toán các thông số dòng chảy liên quan. Thông số đáng chú ý và quan trọng nhất chính là hệ số lưu lượng. Nó thể hiện lưu lượng dòng chảy qua đập tràn và các tổn thất do đập. Dưới đây, các hệ số lưu lượng C_d và các hệ số triệt giảm lưu lượng

C^* sẽ được thể hiện cho các trường hợp điều kiện dòng chảy khác nhau. Có thể thấy rằng C_d là một hàm của các tham số khác nhau như H_0 , S . Tuy nhiên, không có quan hệ đơn giản và rành mạch nào giữa chúng, mà chỉ có công thức kinh nghiệm của Villemonte (1947) là phù hợp.



(a) trường hợp $Q = 25 \text{ l/s}$



(b) tổng hợp các cấp lưu lượng khác nhau

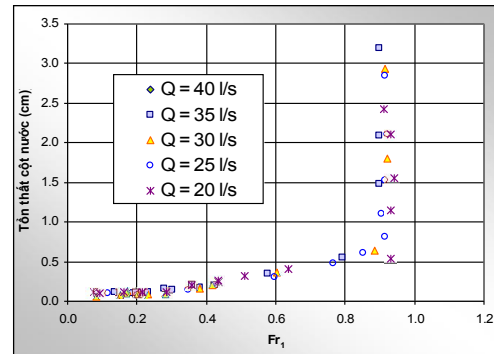
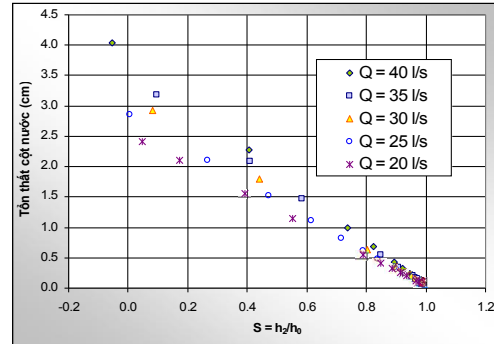
Hình 3.1: Quan hệ giữa hệ số lưu lượng và độ ngập của đập tràn mặt cắt hình thang, $\varphi = 45^\circ$

Với mỗi cấp lưu lượng thí nghiệm, mực nước hạ lưu thay đổi cho ta khả năng nghiên cứu các trạng thái chảy khác nhau, với các tổn thất năng lượng và hệ số lưu lượng khác nhau. Các kết quả của mỗi bộ số liệu này được thể hiện như trên hình 3.1a. Từ trái qua phải, chế độ chảy thay đổi (với độ ngập tăng dần) lần lượt từ chảy tự do (C_d gần như không thay đổi và không phụ thuộc vào sự thay đổi mực nước hạ lưu), đến chảy phân giới (trong khoảng $S = 0,7 \div 0,9$, hệ số lưu lượng giảm dần), và cuối cùng là chảy ngập (hệ số lưu lượng giảm đáng kể). Tổng hợp kết quả thí nghiệm với nhiều cấp lưu lượng khác nhau và các đường cong từ các công thức kinh nghiệm đã đề cập ở Phần 2 được minh họa ở hình 3.1b cho trường hợp góc xiên của đập tràn là 45° . Đường cong phù hợp nhất, hay công thức

phù hợp nhất cho những trường hợp đập có mặt cắt hình thang này là của Villemonte. Để tránh rườm rà, các kết quả tương tự cho các trường hợp khác sẽ được lược đi, và kết quả tổng hợp được thể hiện trong hình 3.6.

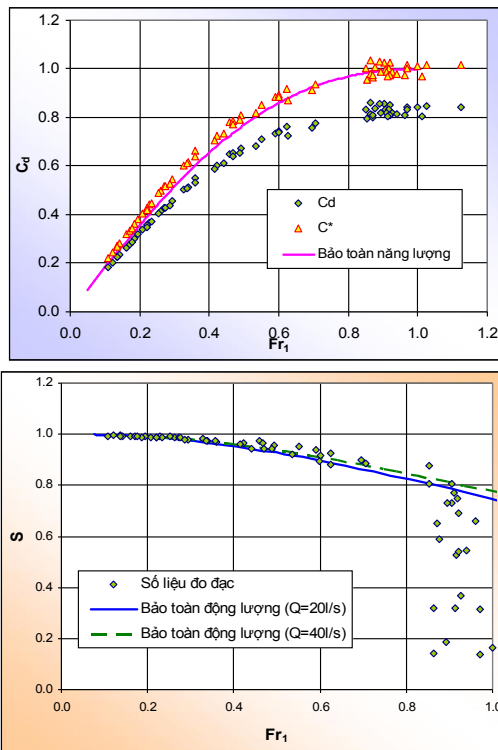
3.2. Quan hệ giữa điều kiện thủy lực của dòng chảy và hệ số lưu lượng:

Tổn thất năng lượng của dòng chảy qua đập tràn tương ứng với các điều kiện thủy lực khác nhau được thể hiện trong hình 3.2 (cho 1 trường hợp đập có mặt cắt hình thang, góc xiên 60°).



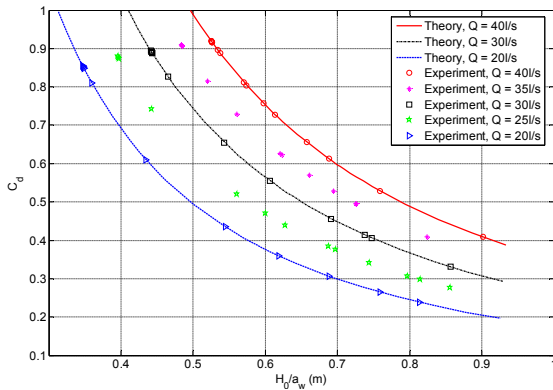
Hình 3.2: Quan hệ giữa trị số Froude tại đỉnh đập, độ ngập, và tổn thất năng lượng, đập mặt cắt hình thang, $\varphi = 60^\circ$

Kết quả phân tích từ nghiên cứu lý thuyết và số liệu thí nghiệm được vẽ cùng nhau trên cùng một đồ thị trong các hình sau đây. Có thể thấy phân bố của các điểm đo đặc khá phù hợp với các đường cong lý thuyết xây dựng trên cơ sở nguyên lý bảo toàn năng lượng và bảo toàn động lượng của dòng chảy qua đập tràn. Tuy nhiên tại khu vực các đo đặc với số Froude lớn (chảy tự do), như dự đoán có thể thấy các số liệu đo đặc có độ phân tán tương đối lớn.



Hình 3.3: Đập tràn mặt cắt hình thang, $\varphi = 45^\circ$

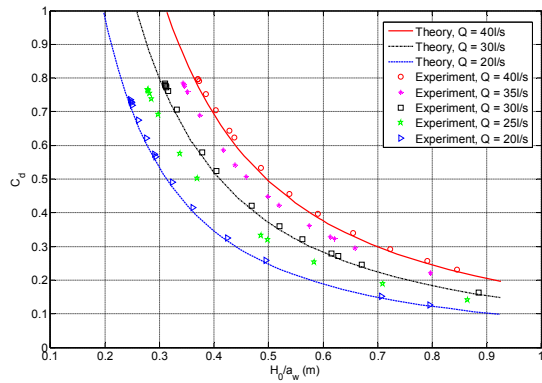
Cột nước thượng lưu tương đối (tỷ số giữa cột nước thượng lưu và chiều cao đập) cho ta một cái nhìn tổng quát hơn về các trường hợp. Quan hệ của nó với hệ số lưu lượng được thể hiện trong hình 3.4 (cho đập tràn vuông góc). Có thể thấy xu hướng thay đổi khá rõ của các điểm đo đạc khi lưu lượng dòng chảy thay đổi. Với mỗi cấp lưu lượng nhất định, C_d giảm dần khi cột nước thượng lưu tương đối tăng dần.



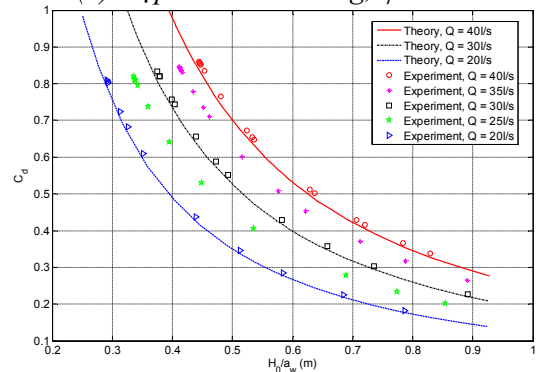
Hình 3.4: Quan hệ giữa hệ số lưu lượng và cột nước thượng lưu (so với đỉnh đập), trường hợp đập tràn vuông góc với dòng chảy, $\varphi = 0^\circ$

3.3. So sánh hệ số lưu lượng của đập tràn xiên góc và đập tràn vuông góc

Quan hệ của cột nước thượng lưu tương đối với hệ số lưu lượng của các đập tràn xiên góc cũng thể hiện một xu hướng tương tự với đập tràn vuông góc, chỉ có giá trị tuyệt đối của hệ số lưu lượng là thay đổi theo từng trường hợp. Với mỗi cấp lưu lượng không đổi, trị số C_d giảm dần khi cột nước thượng lưu tương đối tăng dần. Các số liệu đo đạc có sự phù hợp rất tốt với các tiên đoán lý thuyết, điều này củng cố sự tin cậy của các kết quả thí nghiệm, cũng như tính giá trị của các giả thiết và nguyên lý trong mô hình toán mô phỏng dòng chảy qua đập tràn xiên góc.



(a) Đập tràn hình thang, $\varphi = 45^\circ$

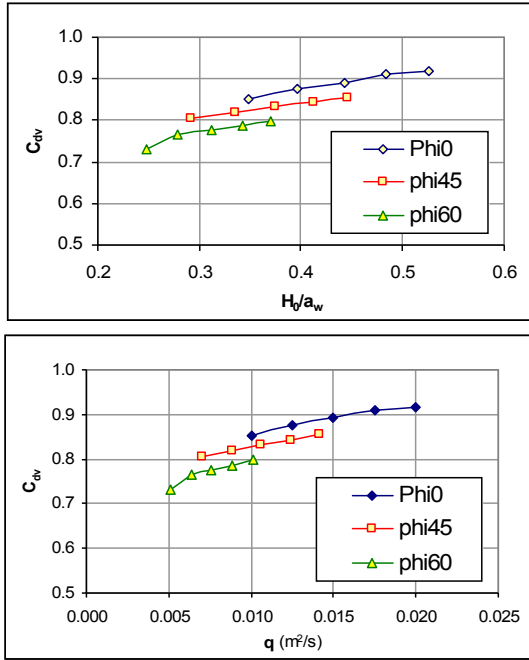


(b) Đập tràn hình thang, $\varphi = 60^\circ$

Hình 3.5: Quan hệ giữa hệ số lưu lượng và cột nước thượng lưu tương đối

Kết quả tổng hợp hệ số lưu lượng cho chế độ chảy tự do (C_{dv}) qua đập tràn có mặt cắt hình thang được thể hiện trong hình 3.6 dưới đây (mỗi đường đơn nối 5 điểm số liệu chính là đường nối các điểm có tung độ cao nhất trong các hình như hình 3.4, 3.5a, và 3.5b). Có thể thấy rằng C_{dv} tăng nhẹ khi tăng lưu lượng đơn vị, khi tăng chiều cao cột nước thượng lưu tương đối, hay khi góc xiên giảm dần. Quan hệ

sau cùng có thể hiểu một cách định tính là vì khi độ xiên của đập tràn càng nhỏ, điều kiện cho dòng chảy càng thuận lợi.

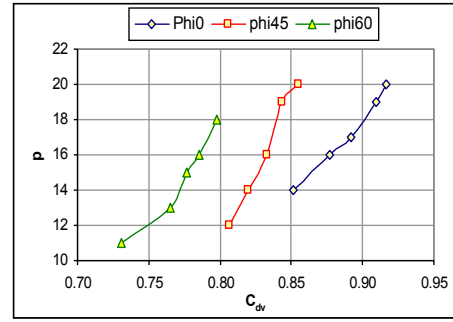


Hình 3.6: Tổng hợp quan hệ giữa hệ số lưu lượng, cột nước thượng lưu tương đối, và lưu lượng đơn vị cho các góc xiên khác nhau (chế độ chảy tự do).

Mặc dù khi tăng góc xiên của đập tràn φ , hệ số lưu lượng cho đập tràn chảy tự do C_{dv} sẽ giảm dần, nhưng chiều dài hiệu quả của đập L lại tăng nhanh tỷ lệ với $1/\cos(\varphi)$, do $L=B/\cos(\varphi)$, cho cùng một chiều rộng kênh B không đổi. Kết quả tổng hợp là lưu lượng dòng chảy qua đập tràn sẽ tăng đáng kể (theo tích của $L \cdot C_{dv}$) khi góc xiên của đập tràn tăng.

Với dòng chảy qua đập tràn ở chế độ chảy phân giới và chảy ngập, hệ số lưu lượng (C_d) cũng thể hiện xu hướng tương tự, lưu ý thêm hệ số triết giảm dòng chảy xác định theo công thức của Villemonte (2.4): $C_* = \sqrt{1 - S^p}$, trong đó S là độ ngập, còn tham số điều chỉnh p biến đổi trong khoảng từ 10 đến 20, tùy thuộc vào hệ số lưu lượng trong trường hợp chảy tự do (hình 3.7). Kết quả đo đạc và phân tích khẳng định rằng khả năng thoát lưu lượng dòng chảy của đập

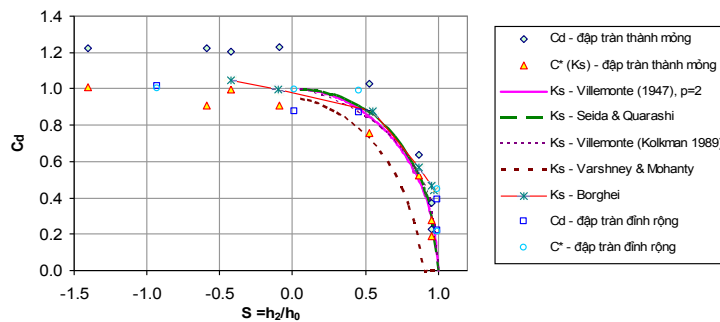
tràn sẽ tăng khi góc xiên của đập với dòng chảy tăng.



Hình 3.7: Tham số điều chỉnh p .

3.4. So sánh với kết quả các nghiên cứu đã có và thảo luận

Có thể thấy các công thức kinh nghiệm của một số tác giả nêu trong Phần 2 không phù hợp để tính toán dòng chảy qua đập tràn có mặt cắt hình thang. Kết quả tính toán hệ số lưu lượng của dòng chảy qua các đập tràn thành mỏng và đỉnh rộng mặt cắt chữ nhật cũng được so sánh với các công thức này và có tỏ ra phù hợp hơn, đặc biệt là với đập tràn thành mỏng và ở khu vực có độ ngập nhỏ. K_s của Borghei là từ kết quả nghiên cứu gần đây của tác giả người Israel cho các đập tràn thành mỏng với góc xiên khác nhau. Các công thức còn lại dành cho đập vuông góc.

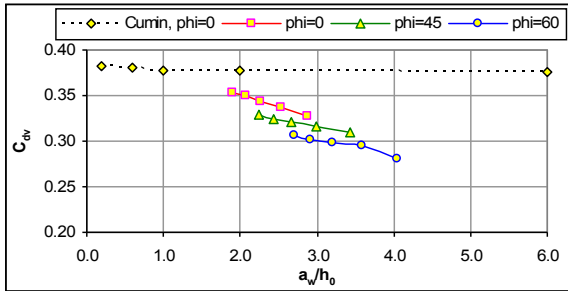


Hình 3.8: Hệ số lưu lượng (C_d) và hệ số triết giảm lưu lượng (C^* , σ_n , hay K_s) cho đập tràn thành mỏng và đập tràn đỉnh rộng

Nếu so sánh với công thức tính lưu lượng đập tràn có mặt cắt thực dụng (mặt cắt đa giác) của Liên Xô cũ vẫn thường được dùng trong các giáo trình thủy lực ở Việt Nam:

$$Q = \sigma_n m B \sqrt{2g} H_0^{3/2} \quad (3.1)$$

(trong đó m chính là C_{dv} , còn σ_n là C^* như đã đề cập) thì công thức (2.1) có sự sai khác một hệ số là $2/(3\sqrt{3})$. Nếu sử dụng hệ số này để thu phóng và so sánh với các trị số trong bảng tra của D.I.Cumin (cho đập có ngưỡng và không có hẹp bên, độ dốc mái thượng lưu $\geq 2,5$) ta thu được kết quả như trong hình 3.9 (h_0 là cột nước hình học, không kể đến lưu tốc tới gần).



Hình 3.9: So sánh kết quả thí nghiệm của nghiên cứu này với D.I.Cumin (chế độ chảy tự do)

Kết quả so sánh cho thấy có sự sai khác đáng kể giữa hệ số lưu lượng chảy tự do (C_{dv}) của nghiên cứu này so với các trị số trong bảng tra của Cumin (Nguyễn Cảnh Cầm, 1987) (sai khác tương đối là $6 \div 14\%$ cho trường hợp chảy vuông góc, thiên bé). Ngoài ảnh hưởng của góc xiên, sự sai khác có thể lý giải do sự khác biệt về lưu lượng đơn vị q và trị số Reynolds (Re), tùy thuộc vào đặc điểm thiết kế của các thí nghiệm. Nghiên cứu này hướng tới đối tượng dòng chảy tràn qua đập và các chướng ngại vật dạng đập tràn trong mùa lũ, nên các thí nghiệm sử dụng dòng chảy trong kênh nông và rộng (trị số $Re \sim [10^5]$), phạm vi nghiên cứu của h_0/a_w là nhỏ (từ 0,25 đến 0,55); trong khi thí nghiệm của một số tác giả khác được thực hiện với máng hẹp và sâu hơn, lưu lượng đơn vị cũng như vận tốc trung bình của dòng chảy lớn hơn (trị số $Re \sim [10^6]$). Như có thể thấy trong quan hệ ở hình 3.6, C_{dv} khá nhạy với q và tăng tỷ lệ thuận với q , do đó cần tiến hành thí nghiệm với phạm vi nghiên cứu rộng hơn để có thể rút ra các quy luật mang tính khái quát về sự biến đổi của hệ số lưu lượng qua đập tràn.

3.5. Một số vấn đề mở rộng

Ngoài các kết quả đo đạc về tổn thất cột nước và hệ số lưu lượng, nghiên cứu này còn đi sâu

tim hiểu phân bố vận tốc trên toàn dòng chảy theo bề mặt và theo cả chiều sâu. Kết quả phân tích đã khẳng định tính đúng đắn của giả thiết thành phần vận tốc song song với đỉnh đập gần như không đổi, ngoại trừ khu vực sát các tường bên của máng. Từ đây nghiên cứu đã mở rộng đánh giá lại hệ số lưu lượng với các số liệu có chọn lọc tại khu vực giữa máng để loại bỏ ảnh hưởng của tường bên.

Số liệu thí nghiệm cũng cho phép tác giả tìm ra hệ số hiệu chỉnh thích hợp cho mô hình để có thể mô phỏng chính xác hơn hệ số lưu lượng của đập tràn mặt cắt hình thang so với các công thức đã có như công thức của GS. Stelling (TU Delft). Bên cạnh đó, việc phân tách hai thành phần vận tốc còn giúp mô hình có khả năng mô phỏng tính toán sự đổi hướng của dòng chảy. Kết quả đo đạc thí nghiệm khá phù hợp với những dự đoán từ mô hình. Các kết quả này cùng với những mô tả khác về cấu trúc ba chiều của dòng chảy tại lân cận các đập tràn xiên góc sẽ được đề cập trong một báo cáo khác.

4. KẾT LUẬN

Với một khối lượng lớn các số liệu thu thập được và sự hỗ trợ của các dụng cụ hiện đại, các phân tích kết quả thí nghiệm và lý thuyết của nghiên cứu này đã cho ta một cái nhìn sâu hơn và một số thông tin liên quan đến các biểu hiện và đặc tính của dòng chảy tại lân cận các đập tràn xiên góc. Một vài kết luận chính có thể rút ra như sau:

- ❖ Khi tăng góc xiên (φ) của đập tràn:

- Hệ số lưu lượng sẽ giảm nhẹ
- Lưu lượng của đập tràn sẽ tăng.

- ❖ Về hệ số triết giảm lưu lượng

- Công thức kinh nghiệm của Villemonte (1947) linh hoạt và có thể ứng dụng khá tốt. Các quan hệ kinh nghiệm khác chỉ thích hợp tại khu vực có độ ngập rất thấp, nhìn chung không ứng dụng được cho đập có mặt cắt hình thang.

- Mô hình toán đơn giản của dòng chảy, cùng với hệ số triết giảm lưu lượng xác định từ thí nghiệm, có thể làm việc rất tốt cho tất cả các dạng mặt cắt đập cho tới một độ ngập rất cao.

GIẢI THÍCH KÝ HIỆU

h : chiều sâu nước so với mặt quy chiếu là đỉnh đập

H : cột nước toàn phần ($H = h + v^2/2g$; trong đó v là vận tốc tới gần)

d : chiều sâu nước với mặt quy chiếu là đáy kênh

m : độ dốc mái đập

L_w : chiều dài đỉnh đập (theo chiều dòng chảy)

a_w : chiều cao đập tính từ đáy kênh

ΔH : tổn thất năng lượng

Q : tổng lưu lượng

i : độ dốc đáy kênh

Các chỉ số dưới: 0 : thượng lưu đập; 1 : trên đỉnh đập; 2 : hạ lưu đập;

p : thành phần vận tốc song song; L : thành phần vận tốc vuông góc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] B.A.Wols, 2006, “Scheefaangestroomde overlaten”, MSc. Report, Tu Delft.
- [2] Borghei et al, 2003, “Discharge coefficient for sharp-crested side weir in subcritical flow”, Water & Maritime Engineering 156, Issue WM2.
- [3] G. Bloemberg, 2001, “Stroomlijnen van zomerkaden”, MSc. Report, TU Delft.
- [4] Munson et al, 2002, “Fundamentals of Fluid Mechanics” 4th edition, John Wiley & Sons, Inc.
- [5] Nguyễn Cảnh Cầm & cs., 1987. Giáo trình thủy lực Tập 3, NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội.
- [6] V.T. Chow, 1959, “Open channel flow”, McGraw-Hill International editions, Civil Engineering series.

Summary

AN EXPERIMENTAL STUDY ON DISCHARGE COEFFICIENT OF OBLIQUE WEIRS

There are some problems, often of practical important, to the safety of Vietnamese river dikes and other regional dikes, road foundations, structures and groynes or barrages in the flood plains of big river systems. They are the flood flow over those structures during high water period, which may be largely associated with flow over oblique weirs.

The purpose of this paper is to report on the laboratory investigation on the flow over oblique weirs, including behaviour and hydraulic characteristic of the flow, hydraulic parameters and physical laws that govern the process. This topic has a wide application while it has hardly been studied, described or published. Using a large number of experiments and with the aid of the state-of-art experimental instruments and data analysis software, important results on the discharge coefficient, the change in direction of the flow and other related phenomena have been acquired.