

HIỆU QUẢ CỦA THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH THỦY LỰC TRONG THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG CÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI, THỦY ĐIỆN

PGS. TS. Trần Quốc Thương
Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
TS. Nguyễn Hữu Huế
Trường Đại học thủy lợi

Tóm tắt: Thí nghiệm mô hình thủy lực đóng vai trò quan trọng trong thiết kế các công trình thủy lợi, thủy điện. Qua thí nghiệm mô hình đã giải quyết những vấn đề kỹ thuật khó khăn, như: Giải pháp bố trí công trình, biện pháp tiêu năng phòng xói, tăng khả năng tháo, triệt tiêu dòng xiên ở dốc nước, biện pháp giảm vận tốc dòng chảy và chiều cao sóng ở hạ lưu... Về hiệu quả kinh tế thí nghiệm mô hình thủy lực đã tiết kiệm được nhiều tỷ đồng. Bài viết nêu về hiệu quả của thí nghiệm mô hình thủy lực và một ví dụ về công trình Định Bình.

I. HIỆU QUẢ CỦA THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH THỦY LỰC CÔNG TRÌNH

Sử dụng thí nghiệm mô hình thủy lực là mô phỏng công trình thực tế hay chế tạo thu nhỏ thành mô hình, căn cứ vào các lực tác dụng chủ yếu mà nó phải chịu, tiến hành nghiên cứu thí nghiệm. Nhờ thí nghiệm mô hình đã giải quyết được nhiều vấn đề kỹ thuật khó mà bằng lý thuyết chưa đánh giá chính xác như việc bố trí công trình, kết cấu công trình, tiêu năng phòng xói, bảo đảm khả năng tháo... Có trường hợp qua thí nghiệm mô hình đã phát hiện những sơ suất, thiếu sót, sai lầm gây mất an toàn cho công trình. Qua thí nghiệm nhờ cải tiến kích thước các kết cấu tiêu năng, sân sau, các bộ phận không hợp lý hay đưa ra dạng kết cấu mới nên đã tiết kiệm cho Nhà nước hàng trăm tỷ đồng, ví dụ: Thủy điện sông Hinh, tràn sông Tiêm, tràn núi Ngang, cống Rạch Rê, tràn Đồng Nghệ, thủy điện Hòa Bình, thủy điện Bản Vẽ, thủy điện Bản Chát, thủy điện An Khê-Kanak, tràn Cửa Đạt, tràn Tả Trạch, hồ Định Bình, Nước Trong, Ngàn Trươi...

Tiêu biểu là qua thí nghiệm xử lý hồ xói tiêu năng cho nhà máy thủy điện Hòa Bình, đã đưa ra giải pháp gia cố hợp lý tiết kiệm khoảng hơn 40 tỷ đồng. Thí nghiệm mô hình thủy điện Hạ Sê San 2 trên lãnh thổ Campuchia đã đưa ra kết cấu bể tiêu năng hợp lý, tiết kiệm so với thiết kế ban đầu khoảng 50 tỷ đồng. Kết quả thí nghiệm

đã được Công ty điện lực Pháp thẩm định thông qua, Công ty Cổ phần tư vấn Xây dựng điện 1 áp dụng thiết kế xây dựng công trình.

Thí nghiệm mô hình cho công trình thủy lợi - thủy điện Cửa Đạt, công trình đập bê tông bản mặt lớn nhất Đông Nam Á hiện nay đã có những thành quả sau: Lần đầu tiên ứng dụng kết cấu thông khí cho tràn xả lũ ở Việt Nam, với kết cấu này đã giảm vận tốc dòng chảy ở hạ lưu từ 2÷3m/s, so với không có thiết bị thông khí. Xác định khả năng tháo của tràn xả lũ theo dạng mặt cắt dạng WES là đảm bảo xả lũ, không phải dùng thêm tuynen xả lũ sự cố tiết kiệm hàng chục tỷ đồng.

Dưới đây là kết quả thí nghiệm mô hình thủy lực công trình Định Bình, tỉnh Bình Định

II. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH THỦY LỰC TRÀN XẢ LŨ ĐỊNH BÌNH

1. Giới thiệu tóm tắt về công trình

Công trình đầu mối hồ chứa nước Định Bình được xây dựng ở thượng lưu sông Côn, thuộc xã Vĩnh Hảo, huyện Vĩnh Thạnh, tỉnh Bình Định

Hồ chứa nước Định Bình có nhiệm vụ đa mục tiêu:

- Chống lũ tiêu mẫn, lũ sớm, lũ muộn đều cùng tần suất $P=10\%$, giảm lũ chính vụ cho dân sinh.
- Cấp nước tưới, trước mắt cho $F_1=15515$ ha, sau này nâng lên từ 27660 ha đến 34000 ha.
- Cấp nước cho công nghiệp nông thôn và dân sinh.

- Cấp nước cho nuôi trồng thủy sản.
- Xả về hạ du $Q=3.0\text{m}^3/\text{s}$ bảo vệ môi trường, chống cạn kiệt dòng chảy và xâm nhập mặn ở cửa sông.

- Kết hợp phát điện.

a) Các chỉ tiêu thiết kế

- Cấp công trình : Công trình cấp II
- Tần suất lũ thiết kế : $P=0.5\%$
- Tần suất lũ kiểm tra : $P=0.1\%$

b) Các thông số kỹ thuật chủ yếu

- Diện tích lưu vực :
+ Có kể đến lưu vực thủy điện Vĩnh Sơn :

$$F_{IV}=1040\text{km}^2$$

- + Không kể đến lưu vực thủy điện Vĩnh Sơn :

$$F_{IV}=826\text{km}^2$$

- Lưu lượng trung bình nhiều năm (đã trừ TĐ Vĩnh Sơn) :

$$Q_o=31.0\text{m}^3/\text{s}$$

c) Các thông số kỹ thuật của hồ chứa

- Mức nước dâng bình thường (MNDBT): 91.93m

- Mức nước dâng gia cường $P=0.5\%$ (MNDGC) : 93.27m

- Mức nước chết (mức nước trước lũ) (MNC) : 65.00m

- Dung tích toàn bộ ΣW_{TB} : $227 \times 10^6 \text{m}^3$

- Dung tích hữu ích W_{hi} : $210 \times 10^6 \text{m}^3$

- Dung tích chết W_{ch} : $16.3 \times 10^6 \text{m}^3$

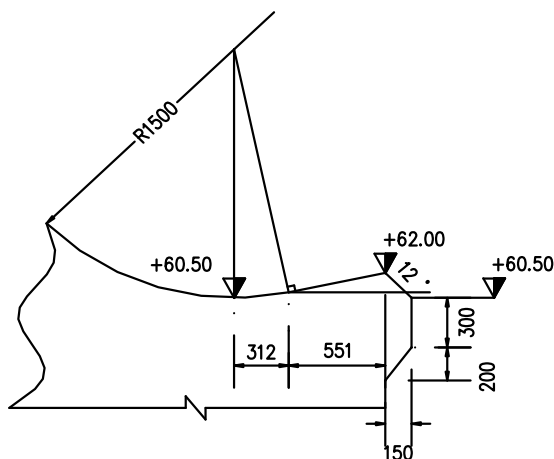
- Dung tích phòng lũ W_{PL} : $227.5 \times 10^6 \text{m}^3$

d) Đập ngăn sông tạo hồ chứa

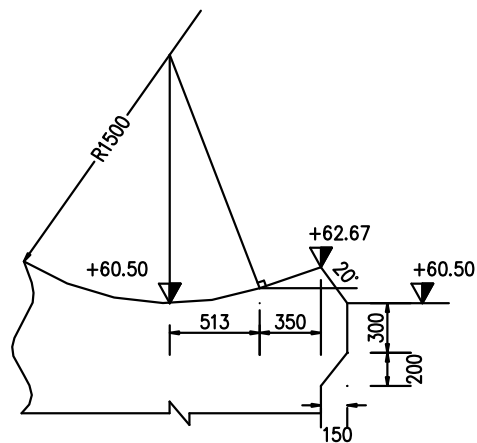
- Loại đập: Bê tông trọng lực
- Chiều dài toàn bộ: $\Sigma L_{\text{đập}}=571.0\text{m}$
- Chiều cao lớn nhất: $H_{\text{max}}=54.30\text{m}$
- Chiều dài phần đập không tràn:
 $L_{KT}=323.0\text{m}$
- Chiều rộng đỉnh đập: $B_D=9.0\text{m}$
- Chiều dài phần tường ô hai vai đập:
 $L_{t\phi}=137.0\text{m}$
- Cao trình đỉnh đập: $\nabla_{DD}=95.55\text{m}$

e) Đập tràn xả lũ

- + Tràn xả mặt
- Cao trình ngưỡng tràn: $\nabla_{NT}=80.93\text{m}$
- Số lượng cửa: $n=6$ cửa
- Kích thước 1 cửa: $B \times H=14 \times 11\text{m}$
- Chiều rộng xả mặt: $B_{Xm}=84.0\text{m}$
- Lưu lượng xả thiết kế: $Q_{p=0.5\%}=4637\text{m}^3/\text{s}$
- Lưu lượng xả ứng với tần suất kiểm tra: $Q_{p=0.5\%}=5530\text{m}^3/\text{s}$
- + Cửa xả đáy
- Cao trình ngưỡng xả: $\nabla_{ngx}=58.0\text{m}$
- Số lượng cửa: $n=6$ cửa
- Kích thước 1 cửa: $B \times H=6 \times 5\text{m}$
- Chiều rộng xả đáy: $B_{Xd}=36.0\text{m}$
- Lưu lượng xả thiết kế: $Q_{p=0.5\%}=2700\text{m}^3/\text{s}$
- Lưu lượng xả kiểm tra: $Q_{p=0.5\%}=2766\text{m}^3/\text{s}$



Hình 1a. Phương án thiết kế



Hình 1b. Phương án sửa đổi

Hình 1. Kết cấu mũi phun (cao độ ghi là m; kích thước ghi là cm)

2. Mô hình hóa

Để nghiên cứu tình hình thủy lực khi xả lũ qua tràn và chọn giải pháp tiêu năng phòng xói

hạ lưu công trình. Đã xây dựng mô hình lòng cứng, chính thái với tỷ lệ 1/80, theo tiêu chuẩn tương tự trọng lực (Froude). Phạm vi của mô

hình, phía thượng lưu cách tim đập 400m, phía hạ lưu cách tim đập 1200m - qua cầu giao thông khoảng 500m.

3. Kết quả thí nghiệm

a) Phương án thiết kế ban đầu

Theo thiết kế ban đầu mũi phun tràn là mũi phun liên tục với góc hắt 12° (hình 1a), gia cố 2 bên bờ sông hạ lưu tràn dài khoảng 600m bằng bê tông cốt thép.

Thí nghiệm mô hình cho thấy do mũi phun có góc hắt nhỏ nên dòng phun ngắn rơi gần chân công trình. Diễn biến tình hình thủy lực ở mô hình khá phức tạp: Dòng phun xa nhất khoảng 49.0m nên gây sóng lớn và dòng xoắn gần đuôi tràn.

- Dòng chảy xiết sau luồng phun qua bề tiêu năng chảy lệch về bờ phải. Với các chế độ tháo lũ Q_{TK} và Q_{KT} , đường giao thông ở $\nabla 58.0m$ đều bị ngập vì cao độ mực nước hạ lưu ở cấp Q_{TK} đã là 59.83m. Vận tốc dòng chảy tại vị trí giữa đoạn gia cố bờ phải (cách đuôi tràn 210m), ở sát bờ $V_{mặt}=10.0m/s$, $V_{đáy}=8.50m/s$. Tại vị trí sau cầu tràn bên bờ phải $V_{mặt}=12.0m/s$, $V_{đáy}=9.0m/s$. Cầu tràn giống như một ngưỡng chắn ngang sông nên sau cầu có dòng chảy xiết, đến vị trí cách đuôi tràn 550m, vận tốc đáy bên bờ phải khoảng 8.40m/s.

Qua thí nghiệm cho thấy, khi xả lũ, mực nước lớn nhất ở đỉnh mũi hắt của tràn mặt cũng chỉ tới 65.75m nên cao độ tường phân dòng nên giữ ở cao trình cũ $\nabla 67.0m$. Phía hạ lưu, đường đi ở bờ phải sẽ bị ngập, đoạn lát đá bờ phải dài 550m vẫn có khả năng bị xói.

b) Phương án sửa đổi

Như đã nêu ở trên, do góc mũi phun nhỏ $\alpha=12^\circ$ nên dòng phun ngắn gần chân công trình, chúng tôi đã thí nghiệm với 3 góc phun để chọn mũi phun cho phương án sửa đổi, kết quả ghi ở bảng 1.

Bảng 1. Chiều dài dòng phun (m)

Góc hắt	$Q_{0.5\%}$		$Q_{0.1\%}$	
	$L_{max}(m)$	$L_{min}(m)$	$L_{max}(m)$	$L_{min}(m)$
$\alpha=12^\circ$	46.4		49.6	
$\alpha=20^\circ$	52.0	44.0	58.4	48.0
$\alpha=25^\circ$	50.4	42.4	56.0	46.4

Qua xác định chiều dài dòng phun xa ở mô hình chính tôi chọn góc hắt mũi phun cho phương án sửa đổi.

c) Thí nghiệm phương án sửa đổi (Hình 1.b)

Kết quả thí nghiệm phương án sửa đổi cho thấy tình hình thủy lực đã được cải thiện đáng kể: Dòng phun xa chân công trình khoảng 59m, xa hơn phương án thiết kế 9.0m, không có dòng xoắn và sóng lớn ở chân công trình.

Do sông ở hạ lưu tràn cong nên dòng chảy xiên sang bờ phải, sau cầu tràn dòng chảy vẫn còn dòng đổ lệch sang bờ phải. Bên bờ phải hạ lưu tràn dài khoảng 600m vận tốc từ 6-7m/s. Bờ trái vận tốc dòng chảy nhỏ khoảng 1-2m/s. Do đó chúng tôi đề nghị: Bên bờ phải với vận tốc dòng chảy khoảng 6-7m/s (giảm so với thiết kế từ 1-2m/s) nên gia cố bê tông tấm với chiều dài khoảng 850m (sau cầu giao thông khoảng 300m), chú ý sau cầu giao thông có dòng đổ lệch sang bên phải. Bên bờ trái không nên gia cố hoặc chỉ gia cố tạo mỹ thuật không kiên cố như bờ phải.

Kết quả thí nghiệm đã được Tổng công ty tư vấn xây dựng thủy lợi Việt Nam áp dụng vào thiết kế và xây dựng công trình Định Bình.

III. KẾT LUẬN

Qua thí nghiệm cho thấy với cùng cấp lưu lượng xả, so với phương án thiết kế ban đầu, phương án sửa đổi có ưu điểm như sau:

- Vận tốc dòng chảy ở hạ lưu giảm khoảng 1-2m/s.
- Chiều cao sóng giảm từ 1-2m.
- Chiều dài phun xa tăng khoảng 9m.

Qua thực tế theo dõi vận hành công trình qua 5 năm xả lũ, Tổng công ty tư vấn xây dựng thủy lợi Việt Nam - CTCP đã nhận xét đánh giá tóm tắt như sau:

- Diễn biến về tình hình thủy lực ở thực tế tương tự như trên mô hình đã mô tả.
- Mũi phun tràn xả mặt với góc hắt $\alpha=20^\circ$ đã có tác dụng tốt đẩy được dòng phun ra xa chân công trình nên đảm bảo ổn định cho tràn xả lũ.
- Phần gia cố hạ lưu đã thi công theo đề nghị của cơ quan thí nghiệm: Bờ phải (nhất là sau cầu giao thông) đã gia cố kiên cố, còn bờ trái

chỉ gia cố để đảm bảo mỹ thuật không kiên cố như bờ phải, do đó kinh phí tiết kiệm khoảng 10 tỷ đồng (giá năm 2004).

- Công trình đã làm việc an toàn qua các mùa lũ. Năm 2010 công trình Định Bình là một trong bốn công trình thủy lợi được trao cúp vàng chất lượng xây dựng.

Có thể nói rằng thí nghiệm mô hình thủy lực đóng vai trò quan trọng trong thiết kế và xây

dựng các công trình thủy lợi, thủy điện. Nhiều thông số thủy lực không tính toán lý thuyết được như: Dòng quẩn, sóng ở mô hình, hiện tượng khí thực, vỡ đập, xả lũ qua đập đá đổ đập dờ... mà phải qua thí nghiệm mô hình thủy lực mới xác định được. Bài viết nêu về hiệu quả của thí nghiệm mô hình thủy lực trong thiết kế và xây dựng các công trình thủy lợi, thủy điện để bạn đọc hiểu rõ thêm về lĩnh vực này.

Tài liệu tham khảo

- (1) Viện Khoa học Thủy lợi (2002), Báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình thủy lực tràn xả lũ Định Bình.
- (2) Trần Quốc Thường (2005), Thí nghiệm mô hình thủy lực công trình. NXB Xây dựng.
- (3) Trần Quốc Thường (2007), Đập tràn thực dụng. NXB Xây dựng.
- (4) Trần Quốc Thường (2007), Báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình thủy lực tràn xả lũ Tả Trạch, Thừa Thiên Huế.
- (5) Trần Quốc Thường (2007), Báo cáo kết quả nghiên cứu đề tài: Chọn kết cấu mũi phun hợp lý cho tràn xả lũ có dốc nước.
- (6) Viện Khoa học Thủy lợi (2008), Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước mã số 6-201J
- (7) Trần Quốc Thường (2010), Vai trò của thí nghiệm mô hình thủy lực trong thiết kế công trình thủy lợi, thủy điện. Tạp chí khoa học và công nghệ thủy lợi - Viện KHTLVN số 01/2011.

Abstract

THE EFFECTIVENESS OF HYDRAULIC MODEL EXPERIMENTS IN DESIGNING AND CONSTRUCTION OF HYDRAULIC AND HYDRO-POWER PROJECTS

Assoc. Prof. PhD. Tran Quoc Thuong

Vietnam academy for water resources

PhD. Nguyen Huu Hue

Water resources university

Hydraulic modeling is an experimenting method which plays an important role in the design of irrigation works and hydro-power plants. Model experiments can help with tackling many difficult technical issues and are an instrumental measure in many facets of construction, such as: construction locating and planning, energy dissipating and erosion preventing, drawing out and eliminating the lopsided flows on water slide, reducing turbulent flow velocity and downstream wave height, etc. Model experiments can save a great amount of money of designing process. This article presents economical effectiveness of model experiments of hydraulic constructions and its application to Dinh Binh Project.