

HIỆU QUẢ THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH THỦY LỰC CÔNG ĐẦU MỖ THUỘC DỰ ÁN ĐẦU TƯ TIẾP NƯỚC, CẢI TẠO KHÔI PHỤC SÔNG TÍCH TỪ LƯƠNG PHÚ

PGS.TS. Phạm Văn Quốc

Giám đốc VPTV-ĐHTL, chủ nhiệm công trình

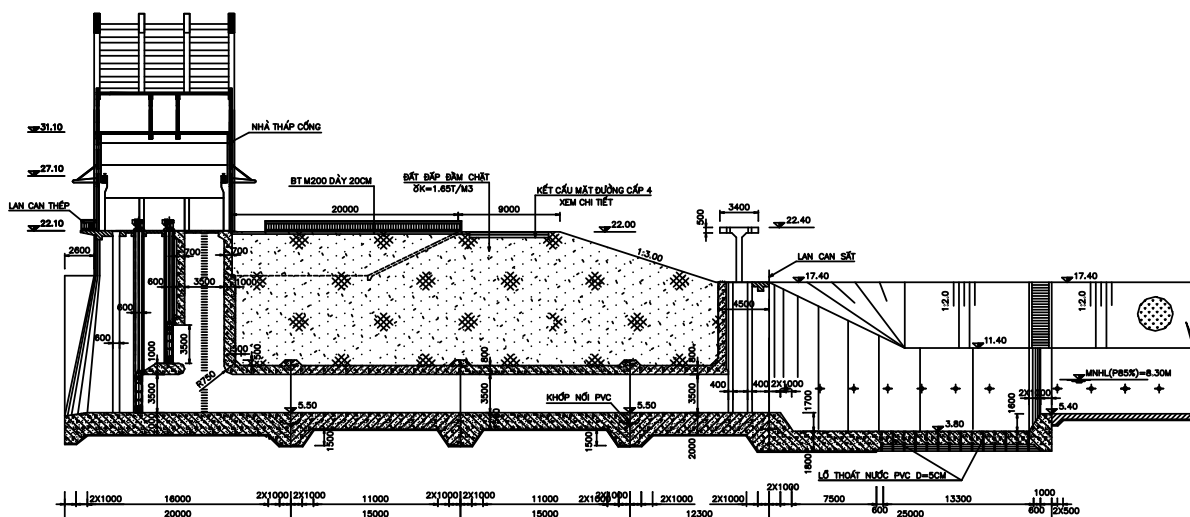
Tóm tắt: Bài báo trình bày về hiệu quả của thí nghiệm mô hình thủy lực Công đầu mỗ thuộc Dự án đầu tư Tiếp nước, cải tạo khôi phục Sông Tích từ Lương Phú, xã Thuận Mỹ, huyện Ba Vì, Thành phố Hà Nội do Văn phòng Tư vấn Thẩm định Thiết kế và Giám định chất lượng công trình - Trường Đại học Thủy lợi thực hiện.

I. GIỚI THIỆU CÔNG TRÌNH

Dự án đầu tư Tiếp nước, cải tạo khôi phục Sông Tích từ Lương Phú, xã Thuận Mỹ, huyện Ba Vì, Thành phố Hà Nội có nhiệm vụ: Cấp nước tưới cho nông nghiệp, đảm bảo tưới ổn định cho diện tích 16.000, ha. Trong đó 4000 ha thay thế cho hồ Đồng Mô và 12.000, ha dọc hai bên bờ sông Tích; Cấp nước công nghiệp, sinh hoạt và cải tạo môi trường sinh thái cho các địa phương trong vùng dự án; Phòng lũ và tiêu chủ động nội lưu vực; Phù hợp với Quy hoạch định hướng Phát triển không gian thủ đô Hà Nội mở rộng.

Công đầu mỗ do Công ty Tư vấn XD TL VN (HEC) thiết kế, thuộc công trình cấp II; Lưu lượng thiết kế 60,0 m³/s; Mức nước kiệt

thiết kế thượng lưu công ($P=85\%$) +8,41 m; Mức nước tưới thiết kế ở kênh hạ lưu +8,30 m; Mức nước lũ thiết kế thượng lưu công ($P=0,5\%$) +20,11 m; Mức nước kiểm tra thượng lưu công ($P=0,1\%$) +20,54; Mức nước lũ báo động I ở thượng lưu công +16,50; Mức nước lũ báo động II ở thượng lưu công +17,50 m; Mức nước lũ báo động III ở thượng lưu công +18,50 m; Công có 3 cửa; Bề rộng thoát nước một cửa công 6 m; Công gồm hai tầng cửa van; Cao trình ngưỡng công lấy nước mùa kiệt 5,50 m; Cao trình ngưỡng công lấy nước mùa lũ (cao trình bề mặt bản phân tầng) +10,0; Kích thước 1 cửa công (BxH) (6x3,5) m; Cửa van phẳng bằng thép, đóng mở bằng xi lanh thủy lực.



Hình 1. Mặt cắt dọc Công đầu mỗ của phương án thiết kế ban đầu đưa vào thí nghiệm

- Công có 6 cửa van chặn nước hờ (lộ thiên), trong đó có 3 cửa van phẳng tầng 1 và 3

cửa van phẳng tầng 2. Giữa cửa cống tầng 1 và cửa cống tầng 2 là bản bê tông phân tầng dày 1,0 m. Sau khi dòng chảy qua cửa van sẽ tháo nước qua 3 ống hộp ngầm để lấy nước vào kênh. Trục Cống hợp với trục dòng chảy sông Đà một góc = $54^{\circ}12'$; Từ cao trình mực nước thượng lưu +8,415 đến cao trình +11,62 vận hành Cửa van tầng 1 để lấy nước ; Từ cao trình mực nước thượng lưu +11,62 đến cao trình mực nước thượng lưu +17,50 vận hành Cửa van tầng 2 để lấy nước ; Từ cao trình mực nước thượng lưu +17,50 đến cao trình mực nước thượng lưu (MNLKT) +20,54 đóng cống để chống lũ, không lấy nước ; Kênh dẫn nước ở hạ lưu có mặt cắt chữ nhật, tường và đáy kênh bằng bê tông cốt thép.

Mục đích thí nghiệm là xác định mức độ hợp lý và bất hợp lý của các kết cấu giáp nước (*mặt biên thủy lực*) trong phương án thiết kế, từ đó kiến nghị chỉnh sửa thiết kế, thí nghiệm tiếp phương án chỉnh sửa thiết kế nhằm khẳng định tính hợp lý của giải pháp chỉnh sửa, trên cơ sở đó Chủ đầu tư phê duyệt thiết kế kỹ thuật – bản vẽ thi công công trình nêu trên.

II- NỘI DUNG THÍ NGHIỆM

- Kiểm tra khả năng lấy lưu lượng nước thiết kế $Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$ ứng với mực nước sông kiệt

thiết kế = 8,41 m.

- Kiểm tra trạng thái chảy trong ống hộp kín ứng với mực nước sông 17,50 m (Báo động II) (không áp, có áp, hay bán áp).

- Kiểm tra tính hợp lý của bề mặt giáp nước các kết cấu: Tường cánh thượng lưu, tường đứng sau cửa van tầng hai, bản phân tầng, trần cống hộp.

- Kiểm tra chế độ chảy vào cống (*chảy êm, thuận, hay chảy xoáy, có phễu xoáy*).

- Xác định giá trị vận tốc, mạch động vận tốc, áp suất và mạch động áp suất tại các vị trí đo.

- Kiểm tra chế độ nổi tiếp và tiêu năng sau cống.

- Xác định độ mở cửa van khi lấy với các cấp lưu lượng nước thí nghiệm.

- Kiểm tra trạng thái chảy trong ống hộp kín khi lấy nước $72 \text{ m}^3/\text{s}$ vượt lưu lượng thiết kế ứng với mực nước sông 17,50 m (Báo động II).

- Đánh giá ưu nhược điểm, mức độ hợp lý của phương án thiết kế, rút ra kết luận và kiến nghị chỉnh sửa thiết kế kỹ thuật-BVTC cống ;

- Thí nghiệm phương án hiệu chỉnh thiết kế với các nội dung như phương án thiết kế ban đầu.

- Nghiên cứu chế độ mở cửa van đối với Phương án đã chỉnh sửa thiết kế, $Q=60 \text{ m}^3/\text{s}$, mở các cửa van với độ mở không đều.

Bảng 1. Bảy cấp thí nghiệm mực nước thượng lưu cống

Trường hợp thí nghiệm	1	2	3	4	5	6	7
Vận hành cửa cống	Mở cửa cống tầng 1		Mở cánh cửa cống tầng 2				
Tần suất P (%); Cấp báo động	85,5%	-	-	-	-	BĐ I	BĐ II
Cao trình mực nước sông (m)	8,41	10,00	11,62	13,0	14,50	16,0	17,5
Cao trình ngưỡng	Đáy cống Tầng 1 (+5,50)		Cao trình ngưỡng bản Tầng 2 (+10,00)				
Cao trình MNHL (m) (ứng với $Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$)	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30

Bảng 2. Sáu cấp thí nghiệm lưu lượng tương ứng với cao trình mực nước trong kênh hạ lưu

Cấp Q	1	2	3	4	5	6
$Q_{\text{xá}} (\text{m}^3/\text{s})$	45	50	55	60	65	72
MN HL (m)	7,92	8,08	8,23	8,30	8,47	8,65

III. MÔ HÌNH, THIẾT BỊ ĐO VÀ BỐ TRÍ ĐO

Trọng lực đóng vai trò chủ đạo đối với dòng

chảy qua cống. Mô hình thí nghiệm là mô hình chính thái theo tiêu chuẩn Fr. Kích thước chiều dài của mô hình theo chiều dòng chảy sông Đà = 32,35 m. Kích thước chiều ngang của mô hình = 21,72 m. Tỷ lệ mô hình $\lambda_l = 25$. Phần kết cấu cống bằng bê tông, bê tông cốt thép có hệ số nhám $n = 0,012 \div 0,016$. Với $\lambda_l = 25$, thì $\lambda_n = \lambda_l^{1/6} = 25^{1/6} = 1,7$. Hệ số nhám mô hình $n_{mh} = n_b/\lambda_n = 0,0016/1,7 = 0,00094$. Do vậy, chọn vật liệu là kính hữu cơ có $n_{kính} = 0,009$ để làm mô hình cho kết cấu cống bằng bê tông, bê tông cốt thép. Đối với mái dốc đá xây và lát bằng cục bê tông lục lăng, hệ số nhám $n = 0,018 \div 0,022$. Với tỷ lệ hình học $\lambda_l = 25$, thì $\lambda_n = \lambda_l^{1/6} = 25^{1/6} = 1,7$. Hệ số nhám mô hình $n_{mh} = n_b/\lambda_n = 0,0022/1,7 = 0,00129$ do vậy, chọn vật liệu là vữa xi măng cát mịn đánh bóng.

Đo lưu lượng qua mô hình bằng đập tràn thành mỏng chữ nhật, chảy tự do. Đo mực nước trong mô hình bằng hệ thống kim đo cố định. Lưu tốc trong mô hình được đo bằng đầu đo kiểu cảm ứng điện từ P.EMS của Hà Lan với 2 đầu đo E30 và E40 dài đo từ (0 ÷ 5) m/s, độ chính xác $\pm 0,01$ m/s; Áp suất trung bình được đo bằng các ống Penzometers. Áp suất mạch động (P/γ) được đo bằng máy đo mạch động của Nhật SDA-830. Các thiết bị đo đều được kiểm định trước khi đưa vào sử dụng.

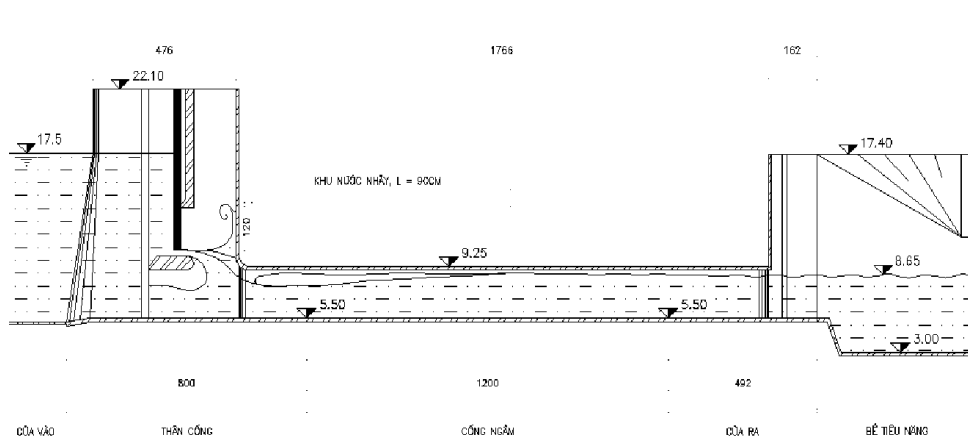
Các điểm đo mực nước thượng lưu nằm trên trục tim cống. Đã bố trí 5 mặt cắt dọc, 20 mặt cắt ngang, 5 thủy trực trên một mặt cắt ngang, vị

trí thủy trực tại điểm giao của mặt cắt dọc với mặt cắt ngang.

IV- MỘT SỐ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ

- Cống chảy không áp và lấy được đủ lưu lượng nước thiết kế $Q = 60$ m³/s ứng với mực nước sông Đà kiệt thiết kế = 8,41 m, mực nước kênh hạ lưu = 8,30 m.

- Trường hợp mực nước sông 17,50 m (*báo động II*), $Q=60$ m³/s : Tường cánh hướng dòng chảy từ kênh thượng lưu vào cửa cống trong thiết kế KT-BVTC lần 1 của HEC có chiều dài 18,3 m ; Hình thức tường là tường bê tông cốt thép có mặt giáp nước thẳng đứng ; Góc mở tường cánh $\text{tg}\beta = 1/9$; Có hiện dòng chảy quần với lưu tốc chảy ngược quần lại -2,89 m/s tại trước tường cánh phía bờ phải của cống (*nguyên nhân là do tường cánh đầu tường hướng dòng quá dài*). Dòng chảy vào cống chảy êm, không có phễu xoáy theo phương đứng. Dòng chảy sau cửa van tầng 2 đập vào tường đứng và phản kích hình ống thực tế là 3,0 m); Cống bị rung động mạnh do dòng chảy phun vào tường đứng. Nổi tiếng và tiêu năng dòng chảy ở bể tiêu năng sau cống nhẹ nhàng do một phần khá lớn năng lượng của dòng chảy đã tiêu hao vì đập vào tường đứng và phản kích lại.

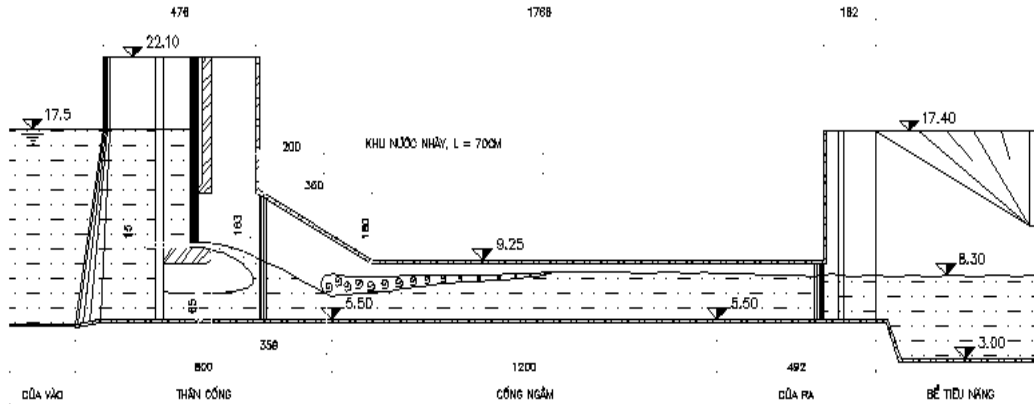


Hình 2. Dòng chảy sau cửa van tầng 2 đập vào tường đứng ; Mực nước sông 17,50 m, $Q = 60$ m³/s – Phương án thiết kế

V. MỘT SỐ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM MHTL PHƯƠNG ÁN CHỈNH SỬA THIẾT KẾ

- Trường hợp $MNTL=17,50$; $Q=60$ m³/s (đã chuyển đổi sang nguyên hình); Mở đều 3 cửa cống (nguyên hình) với độ mở $a = 0,375$ m. Mục nước kênh hạ lưu = 8,30 m. Kết quả thí nghiệm cho thấy, Tại hai góc của hai bên tường cánh

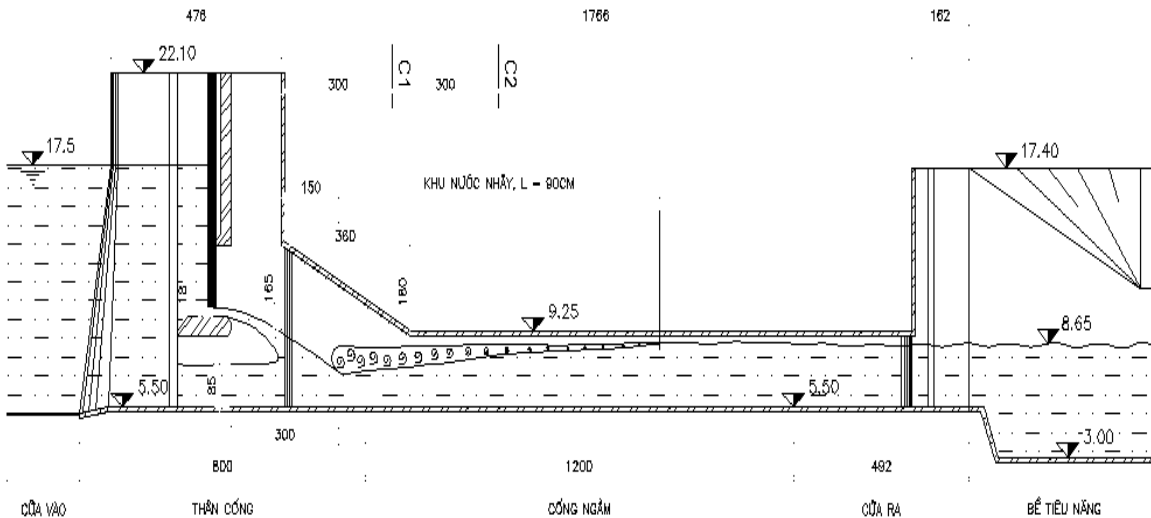
gặp 2 mái kênh có lưu tốc nhỏ; Chế độ dòng chảy vào miệng cửa cống là dòng chảy êm, không có phễu xoáy theo phương đứng. Không còn hiện tượng dòng chảy sau cửa van tầng 2 đập vào tường nghiêng và phân kích lại.



Hình 3. Dòng chảy sau cửa van tầng 2 không đập vào tường nghiêng ; Mục nước sông 17,50 m (báo động II), $Q=60$ m³/s - Phương án chỉnh sửa thiết kế

- Trường hợp mực nước sông 17,50 ; $Q = 72$ m³/s : Trạng thái chảy qua cống là chảy không áp. Dòng chảy vào cống chảy êm, không có

phễu xoáy theo phương đứng. Không còn hiện tượng dòng chảy sau cửa van tầng 2 đập vào tường nghiêng và phân kích lại.



Hình 4. Dòng chảy sau cửa van tầng 2 không đập vào tường nghiêng ; Mục nước sông 17,50 m (báo động II), $Q=72$ m³/s - Phương án chỉnh sửa thiết kế

- Nước nhảy của các trường hợp nêu trên đã thí nghiệm Phương án chỉnh sửa thiết kế đều diễn ra ở phần đầu của cống hộp kín. Vì vậy, VPTV đã bổ sung kiến nghị dùng bê tông M300

để gia cường cho toàn bộ bản đáy ống hộp kín của cống.

VI. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VẬN HÀNH CỐNG VỚI ĐỘ MỞ CỬA VAN KHÔNG ĐỀU

Đã nghiên cứu thí nghiệm với Trường hợp MNTL= 17,50 m ; lưu lượng Q = 60 m³/s, mở không đều các cửa công tầng 2. Đây là thí nghiệm không ổn định (lưu lượng và mực nước thay đổi) do vậy đã quay phim video hiện tượng thủy lực của trường hợp thí nghiệm này. Một số kết luận về vận hành các cửa van của cống như sau :

1. Mở và đóng cửa van tầng 1

Từ cao trình mực nước thượng lưu +8,415 đến cao trình +11,62 vận hành Cửa van tầng 1 để lấy nước.

a) Mở cửa van

- Khi mở cửa van của cống, mở đồng thời cả 3 cửa van là sơ đồ mở an toàn.

- Tuy nhiên, ở thời điểm bắt đầu mở cống, khi chiều sâu nước trong kênh sau bể tiêu năng nhỏ, có thể cho phép mở hai cửa cống bên cạnh ở giáp hai tường biên (cửa cống số 1 và số 3) trước để tạo chiều sâu nước trong kênh hạ lưu đủ lớn, sau đó mở tiếp cửa cống số 2 ở giữa.

- Không cho phép mở 01 cửa cống số 2 ở giữa trước.

b) Đóng cửa van

- Khi mực nước sông thấp dưới 11,62 m, cho phép đóng một phần độ mở cửa cống số 2 ở giữa trước, tiếp theo sau đóng đồng thời hai cửa cống bên cạnh (cửa cống số 1 và số 3).

2. Mở và đóng cửa van tầng 2

Từ cao trình mực nước thượng lưu +11,62 đến cao trình mực nước thượng lưu +17,50 vận hành Cửa van tầng 2 để lấy nước.

a). Mở cửa van

- Khi mở cửa van của cống, mở đồng thời cả 3 cửa van với độ mở đều nhau là sơ đồ mở an toàn.

- Đối với cao trình mực nước thượng lưu +17,50 m, khi mở các cửa van tầng 2 để lấy nước cần mở các cửa van từ từ, tránh mở với độ mở lớn quá mức so với yêu cầu nhằm tránh gây ra nước nhảy mạnh trong ống hộp kín và làm cống bị rung động lớn.

- Không cho phép mở cửa cống số 2 ở giữa trước.

- Không cho phép mở hai cửa cống ở hai bên trước.

- Tốc độ mở các cửa van cần qui định cụ thể, không được quá lớn để tránh nước nhảy mạnh và làm rung động cống.

b) Đóng cửa van

- Khi đóng cửa van của cống, cần đóng đồng thời và đồng đều cả 3 cửa cống để đảm bảo cống an toàn.

VII. KẾT LUẬN

Thí nghiệm mô hình thủy lực cống đầu mối có hiệu quả cao, thể hiện rõ ở những kiến nghị chỉnh sửa thiết kế rút ra từ thí nghiệm phương án thiết kế ban đầu và kết quả thí nghiệm phương án chỉnh sửa thiết kế đã khẳng định những vấn đề đã kiến nghị là hợp lý, khắc phục được những nhược điểm của thiết kế ban đầu. Cụ thể, VPTV kiến nghị và đã được Ban quản lý dự án Ban quản lý Dự án đầu tư tiếp nước, cải tạo khôi phục Sông Tích và HEC đã nhất trí chỉnh sửa thiết kế như sau :

1. Sửa tường đứng sau cửa van tầng 2 thành tường nghiêng

Để tránh được hiện tượng dòng chảy rất mạnh sau cửa van tầng 2 va đập vào tường đứng gây ra ngoại lực lớn tác động vào cống, đồng thời gây ra rung động cống mạnh, VPTV đề nghị chỉnh sửa tường đứng sau cửa van tầng 2 trong thiết kế KT-BVTC ban đầu của HEC thành tường nghiêng để chuyển tiếp từ giếng đứng sau cửa van tầng 2 vào ống hộp ngầm (xem bản vẽ kiến nghị chỉnh sửa thiết kế). Trong đó góc nghiêng của tường nghiêng hợp với phương đứng = 63,4 độ, hợp với phương ngang = 26,6 độ; Chiều dài cạnh hình chiếu theo phương đứng của đoạn vát nghiêng là 4,5 m ; Chiều dài cạnh hình chiếu theo phương ngang của đoạn vát nghiêng là 9,00 m (xem hình 3 và hình 4).

2. Sửa đầu tường cánh thượng lưu để tạo dòng chảy thuận vào cống

Tường cánh bê tông cốt thép có mặt giáp nước thẳng đứng hướng dòng chảy từ kênh thượng lưu vào cửa cống trong thiết kế ban đầu của HEC có chiều dài 18,3 m; Góc mở hẹp, tang $\beta = 1/9,15$. Tường cánh nối tiếp với tường cạnh theo hình thức gãy góc. Chênh lệch tiết diện ướ

trước và ngay sau mặt tường cạnh quá lớn (tại vị trí đầu tường cánh, tiết diện ướt thay đổi đột ngột 1,65 lần và 1,17 lần tương ứng lần lượt với mực nước kênh dẫn vào cống = 11,7 m và = 17,50 m). Kết quả thí nghiệm cho thấy có hiện dòng chảy quần trước tường cạnh với lưu tốc chảy ngược quần lại -2,89 m/s.

VPTV kiến nghị làm lượn cong nối tiếp đầu tường cánh và tường cạnh với bán kính cong $R = 9,00$ m để tạo dòng chảy thuận và thu hẹp dần vào cửa cống. Kết quả thí nghiệm phương án chỉnh sửa thiết kế cho thấy đã không còn hiện tượng thủy lực bất lợi nêu trên.

3. Dùng bê tông M300 cho bản phân tầng giữa cửa cống tầng 1 và cửa cống tầng 2

Bản phân tầng cửa cống tầng 1 và cửa cống tầng 2, theo thiết kế KT-BVTC của HEC dày 1,0 m, rộng 3,75 m dùng bê tông M250. Việc lấy nước thường xuyên và chủ yếu qua cửa cống tầng 2. Khi lấy nước qua cửa cống tầng 2, dòng chảy sau khi qua cửa van sẽ đổ xuống ống hộp ngầm. Bản phân tầng chịu tải trọng rất phức tạp, ngoài tải trọng do cửa van và áp lực nước tác dụng vào, còn chịu lực rung động lớn và khí xâm thực ở cuối bản phân tầng. Vì vậy, VPTV kiến nghị dùng bê tông M300 cho bản phân tầng

giữa cửa cống tầng 1 và cửa cống tầng 2.

4. Phân lại khe lún của ống ngầm

Địa chất nền cống là đá, VPTV kiến nghị làm 2 khe lún thay vì làm 3 khe lún như thiết kế của HEC ; Trong đó Đoạn thân cống hở chuyển tiếp vào ống hộp ngầm dài 25 m ; Đoạn ống hộp ngầm ở giữa dài 20 m; Đoạn ống hộp ngầm cửa ra dài 17,80 m. Giải pháp phân lại khe lún sẽ làm tăng thêm ổn định, phòng thấm, chống rung động và độ bền kết cấu thân cống tốt hơn; đặc biệt là đối với Đoạn thân cống hở chuyển tiếp vào ống hộp ngầm dài 25 m.

5. Dùng khớp nối đồng và bổ sung thêm tường cạnh chống thấm

VPTV đề nghị dùng khớp nối chống thấm bằng đồng cho các khe lún, đồng thời tăng cường thêm tấm nhựa Sika ; bổ sung thêm tường cạnh để chống thấm tiếp xúc vòng quanh 2 mang cống tại vị trí bên dưới tường thượng lưu của 2 hầm để phai ở hai bên cống.

Thí nghiệm mô hình thủy lực cống đầu mỗi nêu trên của VPTV góp phần quan trọng để HEC hoàn thiện thiết kế kỹ thuật – bản vẽ thi công và Dự án đã được Thành phố khởi công xây dựng dựng vào ngày 17 tháng 5 năm 2011.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Văn Quốc (5-2011), Báo cáo kết quả thí nghiệm mô hình thủy lực Cống đầu mỗi thuộc Dự án đầu tư Tiếp nước, cải tạo khôi phục Sông Tích từ Lương Phú, xã Thuận Mỹ, huyện Ba Vì, Thành phố Hà Nội; VPTV-ĐHTL.
2. Công ty Tư vấn XD TL VN (2011), Hồ sơ thiết kế Cống đầu mỗi thuộc Dự án đầu tư Tiếp nước, cải tạo khôi phục Sông Tích từ Lương Phú, xã Thuận Mỹ, huyện Ba Vì, Thành phố Hà Nội.

Abstract

THE EFFECTIVENESS OF THE HYDRAULIC MODEL EXPERIMENTS FOR THE HEAD SLUICE OF THE TICH RIVER IRRIGATION AND TRAINING INVESTMENT PROJECT FROM LUONG PHU

The paper presents the effectiveness of the hydraulic model experiments for the head sluice of the Tich river irrigation and training investment project from Luong Phu in Thuan My commune, Ba Vi district, Ha Noi Capital that is carried out by The Consultancy Firm for Civil Engineering Design and Quality Verification – Water Resources University.