

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CỬA VAN TỰ ĐỘNG ĐIỀU TIẾT NƯỚC CHO ĐẬP DẶNG TRÀ BÔNG - QUẢNG NGÃI

Thái Quốc Hiền, Bùi Mạnh Duy
Viện Thủy công

Tóm tắt: Cửa van cánh cửa tự động thủy lực đóng mở hoàn toàn tự động trên nguyên lý cân bằng lực trước và sau cửa van. Với những công trình gạn triều tiêu úng, ngăn mặn xâm nhập vào trong nội đồng thì cửa van tự động là một giải pháp kỹ thuật ưu việt. Tuy nhiên đặc điểm của loại cửa van này là khi đặt chế độ tự động thì cửa van không thể điều tiết và khống chế được mực nước thượng lưu, nước sẽ tự động tiêu thoát cho đến khi cân bằng với mực nước hạ lưu.

Nghiên cứu kết cấu công trình kết hợp cửa van tự động để khai thác tính năng kỹ thuật của cửa tự động về khả năng tự động tiêu nước nhưng vẫn kiểm soát được mực nước thượng lưu cho các công trình điều tiết vùng triều giữ ngọt ở một mực nước nhất định là rất cần thiết và đem lại hiệu quả cao cho công tác quản lý vận hành. Đập ngăn mặn giữ ngọt Trà Bông (Quảng Ngãi) được áp dụng giải pháp kết hợp giữa kết cấu tràn tự do với cửa van tự động nhằm ngăn triều, giữ ngọt và tự động tiêu thoát nước, giữ ổn định mực nước thượng lưu mà không cần vận hành cưỡng bức cửa van để tiêu thoát nước kịp thời khi triều xuống đem lại hiệu quả cao về kinh tế và khai thác vận hành công trình.

Từ khóa: Cửa van cánh cửa tự động, xâm nhập mặn, tự động tiêu nước.

Summary: The hydraulic gate valve operates automatic completely on force balance principle of back and front gate. For the works of dewatering tides and waterlogging, preventing saltwater from entering the field, automatic valve gate is a superior technical solution. However, the feature of this gate when to set automatic mode, the gate cannot regulate and control the upstream water level, the water will automatically drain until it balances with the downstream water level. Studying the structure of combination with automatic valve gates for the works in exploiting the technical features of automatic gate in terms of drainage but still controlling the upstream water level, this is very necessary and to bring high efficiency to the operation management. The Tra Bong Dam (Quang Ngai) is designed to combine a free overflow structure with an automatic gate to prevent tides, keep fresh water and drain water, keep the upstream water level stably. There is no need for forced operation of the gate to drain water in time at low tide, bringing high economic and operational efficiency.

Keywords: Automatic gate, salinity intrusion, automatic water drainage.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Đập ngăn mặn giữ ngọt Trà Bông thuộc huyện Bình Sơn, tỉnh Quảng Ngãi. Công trình xây dựng cách cửa biển Sa Cần (Biển Dung Quất) khoảng 13km. Mục tiêu xây dựng công trình là ngăn mặn giữ ngọt tạo nguồn cấp nước phục vụ canh tác, bổ sung nguồn nước để cấp nước cho công nghiệp, cải thiện môi trường sinh thái và

phát triển giao thông nội vùng.

Nhiệm vụ công trình là:

- Ngăn mặn cho khoảng 1400ha đất canh tác;
- Giữ ngọt để mực nước thượng lưu không nhỏ hơn +0.75 tạo nguồn cấp nước cho 200 ha đất canh tác;
- Bổ sung nguồn nước để cấp nước cho khu kinh tế Dung Quất với tổng lượng khoảng 100.000

Ngày nhận bài: 10/8/2021

Ngày thông qua phản biện: 21/9/2021

Ngày duyệt đăng: 12/10/2021

m³/ ngày đêm;

- Phát triển giao thông nội vùng với tải trọng 0,65HL93.



Hình 1: Phối cảnh đập ngăn mặn Trà Bồng

2. GIẢI PHÁP THIẾT KẾ ỨNG DỤNG CỬA VAN TỰ ĐỘNG

2.1. Bố trí tổng thể công trình

Dòng chảy cơ bản của sông Trà Bồng đảm bảo nhu cầu cấp nước và dòng chảy môi trường nhưng chế độ dòng chảy phụ thuộc vào chế độ thủy triều phía biển. Tại vị trí công trình, mực nước triều ứng với tần suất 1,5% là +1,04; chân triều tại vị trí công trình là -1.45. Với yêu cầu đảm bảo hoạt động của các công trình lấy nước nên mực nước thượng lưu được khống chế không nhỏ hơn +0.75. Như vậy, mực nước đỉnh triều này cao hơn mực nước yêu cầu giữ nước thượng lưu là 0,30m và mực nước chân triều thấp hơn mực nước giữ là 2.2m.

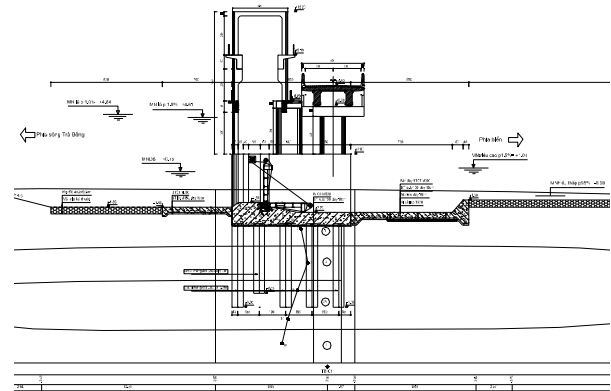
Để đảm bảo ngăn mặn, giữ ngọt, thoát lũ trong mùa mưa bão, đập Trà Bồng được xây dựng dạng cống vùng triều có các cửa van điều tiết, kết cấu công trình gồm:

- 09 khoang thoát lũ, mỗi khoang rộng 15 m có cao trình ngưỡng -1.50 điều tiết bằng cửa van clape;
- 03 khoang tràn điều tiết nước thường xuyên, mỗi khoang rộng 4.5m có cao trình ngưỡng +0.70 điều tiết bằng cửa van tự động;
- Phần nối tiếp bờ với 04 nhịp cầu mỗi nhịp dài 17.0m thiết kế dạng tràn tự do để tăng cường thoát lũ có cao trình ngưỡng tràn +1.30;
- Âu thuyền rộng 10m, dài 85m với ngưỡng -2.30;

- Cầu giao thông đảm bảo tải trọng 0.65HL93 với chiều rộng cầu B=4.5m dài hơn 282m. Nối tiếp cầu trên cống là đường giao thông cấp VI đồng bằng.

2.2. Phân tích lựa chọn kết cấu cửa van

Với 9 khoang thoát lũ khẩu độ mỗi khoang 15m, để giữ nước trong mùa khô cửa van hầu như trạng thái đóng và rất ít khi vận hành nên cửa van công trình được lựa chọn là loại cửa van Clape. Đây là loại cửa van khi mở sẽ nằm trên đáy sân tiêu năng, mặt trên của cửa ngang bằng với ngưỡng đập nhằm tránh tác động gió bão và đóng mở cưỡng bức nên hoàn toàn có thể điều tiết, không chế mực nước đảm bảo các nhiệm vụ công trình đặt ra. Cửa van clape mở về hạ lưu nên tận dụng được áp lực nước và dòng chảy khi mở cửa kể cả trong trường hợp mất điện, đồng thời khi dòng chảy đi qua công trình, hướng dòng chảy sẽ được đẩy lên mặt, tránh làm ảnh hưởng xói tới vùng hạ lưu.

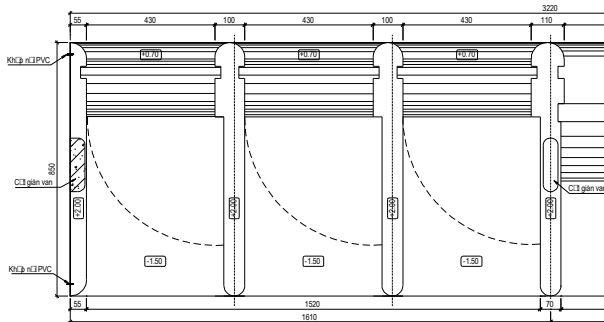


Hình 2: Cắt ngang khoang thoát lũ khẩu độ 15m

Tuy nhiên bên cạnh tạo nguồn cấp nước cho 200ha đất nông nghiệp và 35000 dân sinh hoạt với mực nước giữ thường xuyên từ +0.75 đến +0.80 thì đập vẫn phải xả nước cho vùng hạ lưu nên nếu sử dụng cửa van Clape điều tiết nước thì sẽ phải quan trắc mực nước thường xuyên để kịp thời đóng - mở cửa van theo chế độ triều, do điều tiết thường xuyên trong ngày nên nếu điều tiết bằng cửa van cưỡng bức đóng mở bằng hệ thống điện thì nhân công quản lý vận hành luôn phải túc trực sẽ rất khó khăn cho công tác quản lý vận hành, bị động do phụ thuộc vào lượng

nước về và mực nước triều hạ lưu. Nếu sử dụng hệ thống giám sát điều khiển tự động Scada thì phải đầu tư thêm kinh phí và thực sự hệ thống Scada với các sensor cảm biến với môi trường nước mặn không đảm bảo hoàn toàn độ chính xác, dễ xảy ra sự cố nên đập Trà Bồng cũng không được đầu tư hệ thống Scada này.

Để điều tiết nước cho môi trường hạ du, tư vấn đã nghiên cứu giải pháp lắp cửa van cánh cửa tự động thủy lực hoạt động trên nguyên lý cân bằng lực trước và sau cửa van, ngay khi mực nước triều xuống ngang bằng với mực nước thượng lưu, cửa van tự động mở ra cấp nước về hạ du là lựa chọn kỹ thuật và kinh tế nhất cho nhiệm vụ này. Cửa vận hành tự động theo mực nước nên không cần đến người vận hành và năng lượng đóng mở cửa van. Với những công trình gạn triều tiêu úng, ngăn mặn xâm nhập vào trong nội đồng thì cửa van tự động là một giải pháp kỹ thuật ưu việt, không tiêu tốn năng lượng, đạt độ chính xác cao và không cần người vận hành nên giảm thiểu được rủi ro trong quản lý vận hành.



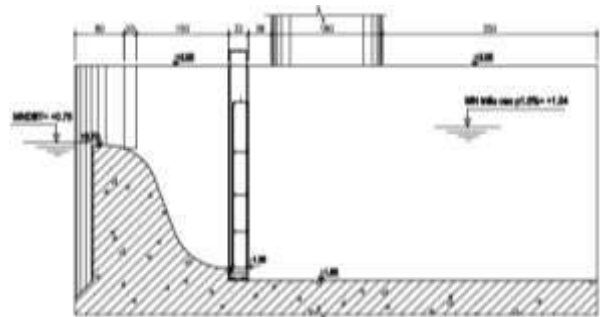
Hình 3: Bố trí khoang điều tiết dòng chảy môi trường

Tuy nhiên đặc điểm của loại cửa van này là khi đặt chế độ tự động thì cửa van không thể điều tiết và khống chế được mực nước thượng lưu, nước sẽ tự động tiêu thoát cho đến khi cân bằng với mực nước hạ lưu, do vậy, đập Trà Bồng được bố trí thêm 3 cửa van tự động mỗi cửa rộng 4,5m vào khoang tràn tự do và hạ ngưỡng tràn tự do đoạn này xuống ở cao độ +0.70. Các khoang này điều tiết nước cho hạ du khi triều xuống nhưng không được để mực nước thượng

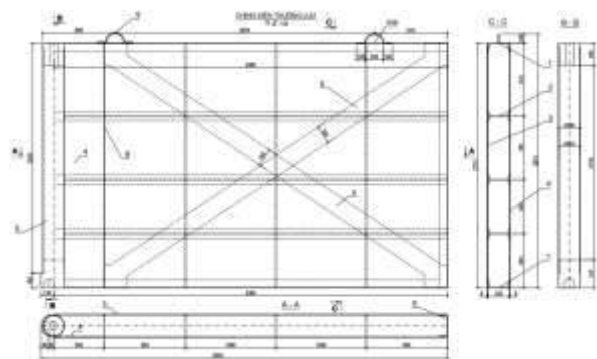
lưu hạ thấp hơn mực nước yêu cầu giữ 0.70 ở thượng lưu.

Về kết cấu, để đảm bảo nhiệm vụ giữ nước, 3 khoang điều tiết được bố trí thêm tràn thực dung mặt cong có cao độ đỉnh tràn là +0,70m. Do mực nước triều giao động xuống dưới +0.70m nên nếu bố trí cửa van tự động trên đỉnh tràn thì giảm được chiều cao nhưng cửa mở không hết và dòng chảy qua tràn không ổn định bởi trọng lượng cửa van tạo mô men với trục cửa sẽ làm cửa van luôn có xu thế đóng về, do đó, cửa van tự động được bố trí ngay cuối dốc tràn.

Việc bố trí cửa tự động có đáy cửa -1.20 và cao hơn 30cm so sân tiêu năng nhằm hai mục đích là tránh kẹt cửa do dị vật bị rơi hoặc đá cuốn theo dòng chảy xuống sân tiêu năng và đảm bảo cửa van ngập một phần trong nước để cửa mở hoàn toàn và dòng chảy ổn định hơn so với việc bố trí cửa tự động ngay trên đỉnh tràn.



Hình 4: Cắt ngang khoang điều tiết 4,5m



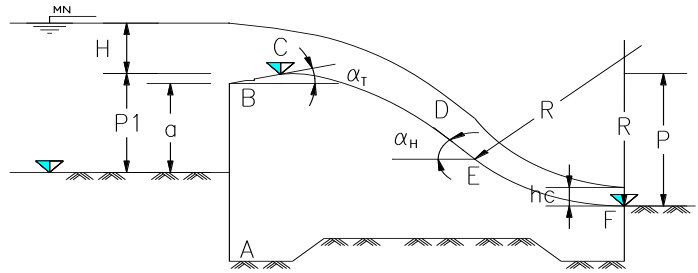
Hình 5: Kết cấu cửa van tự động

3. HIỆU QUẢ TRONG ĐIỀU TIẾT, KIỂM SOÁT MỰC NƯỚC

3.1. Khả năng điều tiết nước

Tính toán khả năng tháo:

$$Q = \sigma_n \times \varepsilon \times m \times \sum b \times \sqrt{2g} \times H_0^{\frac{3}{2}}$$



Trong đó:

$$m = \sigma_\Phi \times \sigma_H \times m_r$$

$m_r = 0,504$ - Hệ số lưu lượng dẫn xuất

σ_Φ - Hệ số hình dạng phụ thuộc vào các đại lượng α_T, α_H và a/P_1

$\alpha_T = 15^\circ, \alpha_H = 45^\circ, a/P_1 = 0,9$ tra bảng 20 TCVN 9147-2012 được $\sigma_\Phi = 0,92$

σ_H - Hệ số chênh lệch cột nước phụ thuộc vào α_T và H/H_{dh}

H_{dh} - Cột nước định hình mặt cắt. Chọn $H_{dh} = H$

$\alpha_T = 15^\circ, H/H_{dh}$ tra bảng 21 TCVN 9147-2012 được σ_H

Theo điều (4-2) TCVN 9147-2012, không cần xét tới ảnh hưởng của V_0 khi thoả mãn điều kiện: $\Omega_T > 4 \times H \times \Sigma b$

σ_n - Hệ số ngập, nối tiếp với tràn là dốc nước nên chế độ chảy qua tràn là chảy tự do $\sigma_n = 1$

m - Hệ số lưu lượng.

H_0 - Cột nước tràn, bỏ qua lưu tốc tới gần $H_0 = H$.

ε - Hệ số co hẹp ngang, được tính theo công thức:

$$\varepsilon = 1 - 0.2 \times \frac{\xi_k + (n-1) \times \xi_0}{n} \times \frac{H_0}{b}$$

ξ_k - Hệ số giảm lưu lượng do ảnh hưởng của móng bên, với nối tiếp thuận $\xi_k = 0,7$

ξ_0 - Hệ số giảm lưu lượng do ảnh hưởng của móng trụ; $\xi_0 = 0,45$ (đầu móng trụ hình con thoi)

n - Số khoang tràn, $n = 3$.

Σb - Chiều rộng tràn nước $\Sigma b = n \times b = 3 \times 4,5m$.

Kết quả tính với các mực nước như sau:

MN	H_0 (m)	ε	$Q_{tháo}$ (m ³ /s)
0,70	0,00	1	0,000
0,75	0,05	0,9988	0,285
0,80	0,10	0,9976	0,805
0,85	0,15	0,9964	1,477
0,90	0,20	0,9953	2,271
0,95	0,25	0,9941	3,170
1,00	0,30	0,9929	4,162
1,05	0,35	0,9917	5,238
1,10	0,40	0,9905	6,392
1,15	0,45	0,9893	7,618
1,20	0,50	0,9881	8,912

Như vậy, hầu như trong mùa khô, với lưu lượng xả max khoảng 9m³/s công trình đập Trà Bồng không cần phải vận hành cưỡng bức cửa van

Clape và tăng hiệu quả kinh tế cũng như giảm thiểu việc thao tác vận hành công trình. Khi mùa mưa lũ đến công tác quản lý vận hành chỉ

thực hiện việc mở cửa van thoát lũ và nẹp giữ cửa van tự động về sát trụ pin, hết mưa lũ thì đóng cửa về để giữ nước. Về mùa khô, lưu lượng cơ bản được khai thác cho các nhu cầu nước của các ngành thì xả thừa và điều tiết cho môi trường hạ du.

Với giải pháp bố trí tổng thể của đập Trà Bồng, sau khi đưa vào sử dụng, công trình đảm bảo được các mục tiêu chính đề ra:

- Ngăn mặn từ hạ lưu xâm nhập lên thượng lưu đập đảm bảo nguồn nước ngọt và đáp ứng cao trình lấy nước cho các hệ thống cấp nước phía thượng lưu công trình;
- Tổng mặt cắt thoát lũ trong mùa mưa gồm qua khoang thoát lũ, khoang điều tiết, tràn tự do nối tiếp công trình với bờ gấn bằng với sông tự nhiên nên không gây ngập thêm cho thượng lưu so với tự nhiên;

4. KẾT LUẬN

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Viện Thủy Công - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, “*Hồ sơ thiết kế Dự án các tuyến đê biển huyện Bình Sơn - Đập ngăn mặn Trà Bồng*”, Hà Nội 2017-2019.
- [2] Thái Quốc Hiền, “*Nghiên cứu giải pháp, thiết kế và chế tạo thiết bị đóng mở cưỡng bức các cửa van tự động đảm bảo chủ động lấy nước trong điều kiện xâm nhập mặn cùng ĐBSCL*”.

Cửa van phẳng tự động đóng mở (dạng cánh cửa) của các cống kiểm soát mặn hiện nay đã và đang áp dụng rộng rãi trong các vùng ảnh hưởng triều khác trong cả nước. Trong đó cơ chế vận hành là tự động đóng mở theo chu kỳ con nước thông qua qui trình quản lý vận hành công trình từng mùa vụ. Đối với đập Trà Bồng, cửa van tự động 1 chiều có vai trò quan trọng trong việc điều tiết nguồn nước cho hạ du trong trường hợp mực nước phía thượng lưu đang được giữ lại đồng thời mực nước triều thấp đảm bảo môi trường.

Nghiên cứu kết cấu công trình kết hợp cửa van tự động để khai thác tính năng kỹ thuật của cửa tự động về khả năng tự động tiêu nước nhưng vẫn kiểm soát được mực nước thượng lưu trong cho các công trình điều tiết vùng triều giữ ngọt ở một mực nước nhất định là rất cần thiết và đem lại hiệu quả cao cho công tác quản lý vận hành.