

ÂU THUYỀN KẾT HỢP KHOANG XẢ CÂN BẰNG NƯỚC TRONG VẬN HÀNH CÁC CÔNG TRÌNH DÂNG NƯỚC XÂY DỰNG THEO CÔNG NGHỆ ĐẬP TRỤ ĐỠ

Thái Quốc Hiền, Ngô Thế Hưng, Bùi Cao Cường
Viện Thủy Công

Tóm tắt: Đập trụ đờ là công nghệ được áp dụng ngày càng phổ biến. Nhiều sông lớn của miền trung Việt Nam hiện nay đã bắt buộc phải xây dựng công trình để ngăn mặn kết hợp giữ ngọt và dâng nước. Đập trụ đờ là một công nghệ xây dựng ưu việt không chỉ về kết cấu mà còn đảm bảo khả năng tiêu thoát lũ trong quá trình xây dựng.

Để xây dựng đập dâng nước trên sông thì một vấn đề rất quan trọng là tiêu năng cho công trình khi vận hành cửa van. Trong quá trình giữ nước, mực nước thượng lưu luôn cao hơn rất nhiều so với hạ lưu do vậy nếu mở cửa van trong những trường hợp này sẽ gây xói lở hạ lưu vì gia cố chống xói cho công trình vẫn chỉ cần kết cấu đơn giản như rọ đá hoặc tấm bê tông lắp ghép. Trong những công trình có âu thuyền thì giải pháp thiết kế âu thuyền kết hợp cửa cân bằng nước thượng hạ lưu đập vừa đảm bảo an toàn vừa tiết kiệm được vốn đầu tư.

Kết quả nghiên cứu kết cấu âu thuyền dạng này đã được áp dụng trong thiết kế đập dâng hạ lưu sông Dinh tỉnh Ninh Thuận để hạ mực nước thượng lưu từ +2.50 xuống cân bằng với mực nước hạ lưu trong thời gian đủ để vận hành mở cửa an toàn cho các cửa van chính của công trình.

Từ khóa: Đập dâng, âu thuyền, đập trụ đờ, đập hạ lưu sông Dinh, cống xả nước.

Summary: Pillar dam is an increasingly popular technology. Many large rivers in central Vietnam are now required to construct structures to prevent salinity in combination with keeping fresh and rising water. Pillar dam are a preminent construction technology not only in terms of structure but also ensure flood drainage during construction.

In order to build a weir on the river, a very important issue is the energy dissipation of the building when operating the gate. In the process of water retention, the upstream water level is always much higher than the downstream so opening the gate in these cases will cause downdrift erosion because the erosion protection reinforcement for the construction still only a simple structure as rock gabions or precast concrete slabs. In constructions with a lock, the lock design solution combined with a water balance gate up-downstream is both safe and economical.

Research results of this lock structure have been applied in the design of the Dinh river downstream weirs in Ninh Thuan province to lower the upstream water level from +2.50 to equal with the downstream water level in a time sufficient to operate the safe opening of the main gates of the construction.

Keywords: Dam, ship-lock, pillar dam, dam of downstream Dinh river, culvert water discharge.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đập trụ đờ là công nghệ xây dựng đập dâng, điều tiết nước đặt trên dòng sông chính, bao gồm các hạng mục công trình chính là:

(1) Công trình dâng, điều tiết nước:

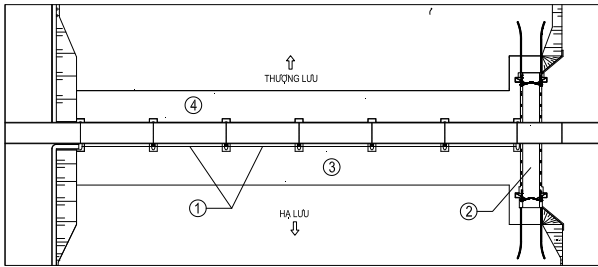
Gồm các trụ độc lập kết hợp với dầm đỡ van tạo thành các khoang có cửa van được đóng mở bằng hệ thống thiết bị chủ động. Cửa van có nhiều loại như: Cửa phẳng, cửa Clape, cửa can cung...

(2) Âu thuyền:

Ngày nhận bài: 12/11/2019

Ngày thông qua phản biện: 06/12/2019

Ngày duyệt đăng: 13/12/2019



Hình 1: Mặt bằng bố trí đập dâng, điều tiết nước dạng Trụ đỡ

Âu thuyền có nhiệm vụ thông thủy cho tàu thuyền qua lại trên sông trong trường hợp mực nước thượng hạ lưu công trình có chênh lệch, hoặc trong trường hợp đập dâng phải đóng hoàn toàn để ngăn mặn và giữ ngọt.

(3) Gia cố tiêu năng phòng xói:

Đập trụ đỡ có khoang mở rộng nhằm giảm thiểu số lượng trụ pin trên sông, tỷ lệ diện tích mặt cắt thoát nước $\Omega_c/\Omega_s \geq 85\%$ đảm bảo gần như nguyên trạng so với địa hình sông tự nhiên, do đó làm giảm lưu tốc qua cống, đồng thời giảm thiểu được khối lượng gia cố phòng xói phía sau công trình.

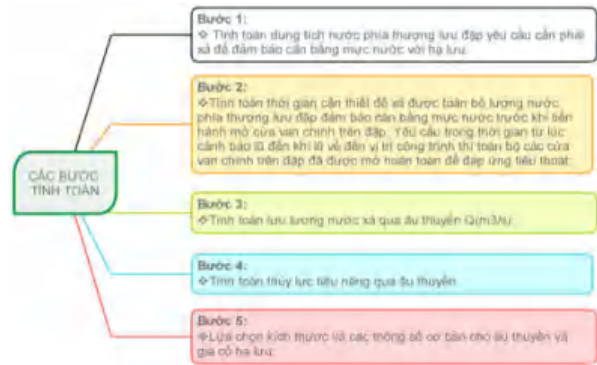
Hạ lưu thường được gia cố bằng rọ đá, thảm đá hoặc tấm bê tông đúc sẵn thả trong nước, chiều dài gia cố nối tiếp trong khoảng 50m ngay trước và sau công trình. Việc thi công trong nước không phải dẫn dòng thi công, đẩy nhanh tiến độ thi công.

Đặc điểm vận hành: Về mùa lũ hệ thống các cửa van được mở hoàn toàn (kể cả cửa âu thuyền) để đảm bảo trả lại diện tích mặt cắt utor sông gần như nguyên trạng so với khi chưa có công trình. Trong thiết kế và vận hành cửa van điều tiết cho công trình Đập trụ đỡ luôn đặt ra một yêu cầu quan trọng là chênh lệch mực nước thượng hạ lưu công trình ΔH đảm bảo trong giới hạn cho phép nhằm đảm bảo an toàn cho không chỉ cửa van và thiết bị mà đồng thời đảm bảo an toàn công trình tiêu năng phía hạ lưu. Như vậy bài toán đặt ra đối với các đập dâng là cần có giải pháp hạ thấp mực nước phía thượng lưu đập về đến cao trình sao cho chênh lệch mực nước ΔH thượng

hạ lưu đảm bảo cửa van trên đập vận hành ổn định và không gây xói lở cho hạ lưu.

2. TÍNH TOÁN BỐ TRÍ ÂU THUYỀN KẾT HỢP KHOANG XẢ CÂN BẰNG NƯỚC

2.1. Trình tự các bước tính toán quy mô và kích thước âu thuyền



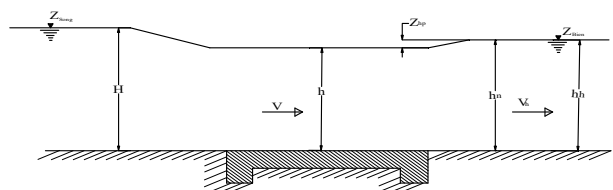
Giải pháp hạ thấp mực nước thượng lưu đập trước khi vận hành cửa van chính được lựa chọn là sử dụng âu thuyền như một khoang xả. Khi có yêu cầu mở cửa van chính để tiêu thoát lũ, cửa âu thuyền được mở xả nước từ thượng lưu về hạ lưu cho đến khi chênh lệch mực nước thượng hạ lưu đảm bảo mở cửa van chính an toàn cho công trình.

Việc tính toán thiết kế Âu thuyền phải đảm bảo đáp ứng đồng thời 02 nhiệm vụ gồm vận tải thủy và xả cân bằng nước, trình tự các bước tính toán cụ thể như sau:

2.2. Tính toán thủy lực tiêu năng qua âu thuyền

2.2.1. Tính toán lưu lượng qua âu:

Căn cứ vào yêu cầu giao thông thủy, chọn kích thước sơ bộ âu thuyền, tính toán khả năng tháo dòng chảy qua âu theo dạng đập tràn đỉnh rộng chảy không ngập (điều 6.2- TCVN 9147:2012) là:



Hình 1: Sơ đồ tính thủy lực qua âu (ngưỡng tràn đỉnh rộng)

$$Q = m \cdot \Sigma b \cdot \sqrt{2g} \cdot H_0^{3/2} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

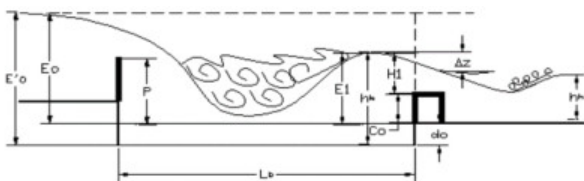
- Hệ số co hẹp dòng chảy được xác định là:
 $\varphi_g = 0,5 \cdot \varepsilon_o + 0,5$

- Hệ số lưu lượng lấy theo điều 6.2-TCVN 9147:2012

Tổng lượng nước phía thượng lưu phải xả để đảm bảo cân bằng là dung tích nước trong sông tính đến mực nước hạ lưu tần suất 50%. Thời gian tháo phải ngắn hơn thời gian lũ về. Trong trường hợp tính toán với kích thước âu cơ bản không đáp ứng thời gian thì phải tăng chiều rộng cửa âu.

2.2.2. Tính toán kích thước bể tiêu năng:

Âu thuyền thường phải bố trí ở lạch sâu, thân âu thuyền dạng mặt cắt chữ U bề tông liền khối nên hình thức tiêu năng nên lựa chọn theo dạng bể tường kết hợp. Bể tiêu năng chính là lòng âu thuyền. Ngưỡng cửa vào thượng lưu là ngưỡng tràn tính toán.



Hình 2: Sơ đồ tính toán

* Chiều sâu bể tiêu năng:

$$d = 6 \cdot h_c'' - (h_h + \Delta Z)$$

* Chiều cao tường tiêu năng:

Tính C_0 : $d + C = \sigma \cdot h_c'' - H_1$

Tính H_1 : $H_1 = \left(\frac{q}{\sigma_n \cdot m' \cdot \sqrt{2 \cdot g}} \right)^{2/3} - \frac{\alpha \cdot q^2}{2 \cdot g \cdot (\sigma \cdot h''_2)^2}$

* Chiều dài bể (thân âu) L_b :

- Theo Tréc-tô-u-xốp: $L_b = \infty \cdot L_n + l$;

∞ - Là hệ thống thực nghiệm, lấy $\infty = 0,7-0,8$;

L_n -Chiều dài nước nhảy hoàn chỉnh không ngập: $l = l_{roi} - s$

- Theo A-gơ-rôt-xkin: $L_b = 3 \cdot h_b - l_1$

3. THIẾT KẾ CỤ THỂ CHO ÂU THUYỀN ĐẬP HẠ LƯU SÔNG DINH, TỈNH NINH THUẬN

3.1. Đặc điểm vận hành đập hạ lưu Sông Dinh

Đập hạ lưu Sông Dinh có nhiệm vụ ngăn mặn, dâng và giữ nước ngọt về mùa khô để phục vụ nhu cầu dùng nước của TP. Phan Rang Tháp Chàm cũng như các khu vực lân cận phía thượng lưu công trình. Về mùa lũ đập được mở hoàn toàn để đảm bảo điều kiện tiêu thoát lũ trên sông Dinh. Tàu thuyền qua lại trên sông chủ yếu là tàu nhỏ, tàu du lịch nên kích thước cơ bản của âu thuyền đập hạ lưu sông dinh yêu cầu tối thiểu rộng 6m, dài 20m.

- Mực nước thượng lưu luôn giữ ở cao độ từ +2.00 đến +2.50;

- Mực nước triều ngoài sông dao động trong khoảng -1.34 đến +1.03;

- Vị trí Âu thuyền được bố trí bên bờ phải phía huyện Ninh Phước, đây là vị trí lạch sâu có cao độ đáy sông trong khoảng -2.50 đến -3.00;

* Kết quả tính toán kích thước bể tiêu năng số 01:

- Cao trình đáy bể tiêu năng 01: $Z_{\text{Đáybê } 01} = -3,50 \text{ m}$

- Chiều sâu bể tiêu năng 01: $d_{\text{Bê } 01} = 1,00 \text{ m}$

- Cao trình đỉnh tường tiêu năng 01: $Z_{\text{Đỉnhtường } 01} = -1,80 \text{ m}$

- Chiều dài bể tiêu năng số 01: $L_{\text{Bê } 01} = 14,80 \text{ m}$

* Kết quả tính toán kích thước bể tiêu năng số 02:

- Cao trình đáy bể tiêu năng 02: $Z_{\text{Đáybê } 02} = -3,50 \text{ m}$

- Chiều sâu bể tiêu năng 02: $d_{\text{Bê } 02} = 1,00 \text{ m}$

- Cao trình đỉnh tường tiêu năng 02: $Z_{\text{Đỉnhtường } 02} = -2,00 \text{ m}$

- Chiều dài bể tiêu năng số 02: $L_{\text{Bê } 02} = 12,79 \text{ m}$

* Kiểm tra nối tiếp sau tường số 02:

- Kết quả tính toán kiểm tra cho thấy: Nhảy ngập, không cần làm thêm bể tiêu năng 03,

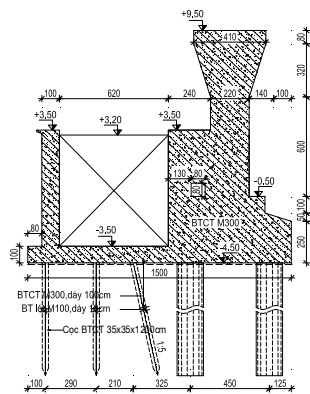
vận tốc cửa ra sau bề tiêu năng $V_c < [V]_{kx}$ đất nền không bị xói.

3.2. Bố trí kết cấu âu thuyền:

Với kết quả tính toán, âu thuyền đập hạ lưu sông Dinh bố trí rộng 6,2m, chiều dài toàn bộ âu thuyền $L_{\text{âu}} = 35,60\text{m}$ trong đó buồng âu dài 21,50m. Cao trình đáy âu -3,50m; cao trình đỉnh tường âu thuyền là +3,50m.

Cửa van âu thuyền thượng lưu dạng cửa phẳng kéo đứng, cấp nước cho âu từ phía thượng lưu sử dụng công cấp nước dọc theo thân âu đặt giữa kết cấu tường âu và trụ pin. Cao trình đỉnh cửa van âu thuyền đặt ở +3,20m.

Cửa van âu thuyền hạ lưu dạng cánh cửa phẳng trực đứng, điều tiết cấp nước cho âu từ phía hạ lưu bằng cửa van Net.

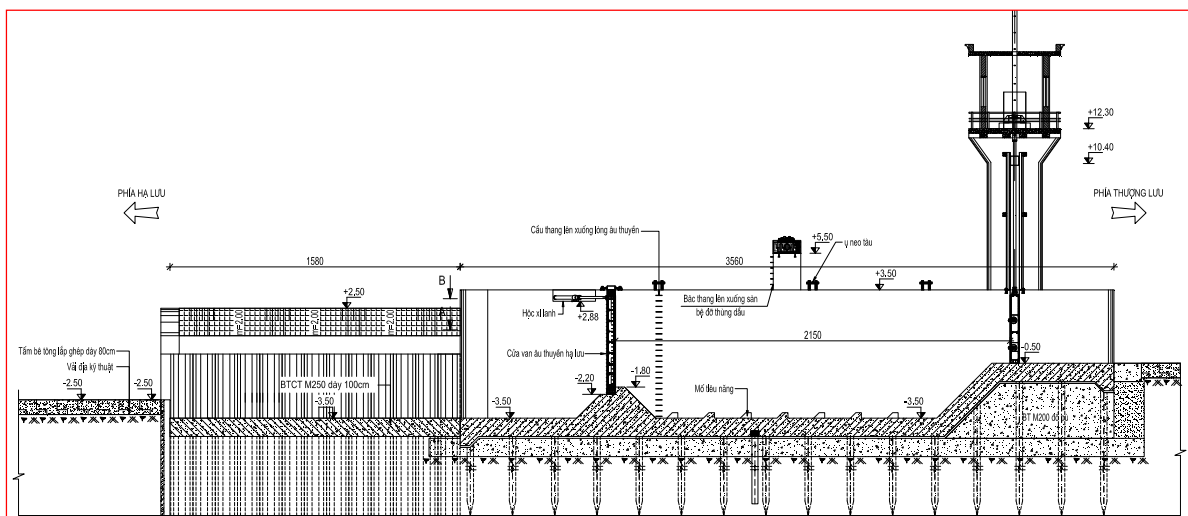


Hình 3: Cắt ngang âu thuyền

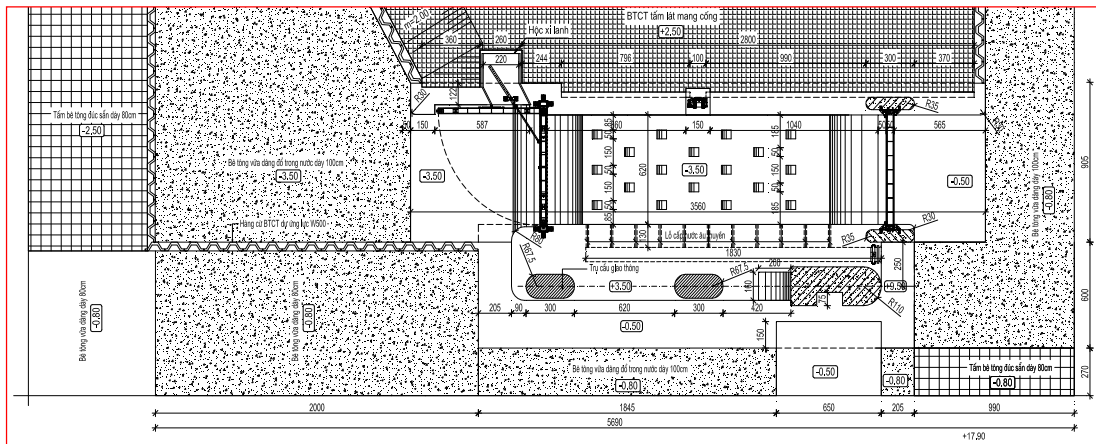
- Để tiêu năng khi cửa van âu thuyền phía thượng lưu mở để xả cân bằng đảm bảo giảm chênh lệch cột nước trước khi vận hành cửa van chính của công trình thì buồng âu ngay phía sau cửa thượng lưu được hạ thấp xuống đến cao trình -3.50m để tạo thành bề tiêu năng thứ nhất ngay trong buồng âu;

- Ngoài ra trên mặt bản đáy phía trong buồng âu có bố trí các mố tiêu năng cao 30cm, cuối buồng âu tại cửa van âu thuyền hạ lưu ngưỡng cửa được thiết kế nhô cao ở cao trình -1.80m. Cao trình đáy âu tại cửa ra hạ lưu là -3.50m. Sân kết hợp bề tiêu năng cấu tạo thứ 2 phía hạ lưu âu thuyền ở cao trình -3.50m dài 15,8m có kết cấu bằng BTCT đổ tại chỗ dày 1,0m phía dưới là bê tông lót và bê tông bọt đáy.

- Cuối sân tiêu năng âu thuyền là hàng cừ BTCT dự ứng lực SW500A; L=10m, phía trên là dầm BTCT đầu cừ ở cao trình -2.50m tạo thành ngưỡng tiêu năng thứ 2 sau cửa xả. Tại cao trình -2.50m tiếp theo được gia cố bằng tấm bê tông lắp ghép dày 0,8m phía dưới là vải địa kỹ thuật, chiều dài gia cố L=20m; phần sau tấm bê tông có chiều dài L=23m được gia cố bằng rọ đá thép bọc PVC 2x1x1m nối tiếp với lòng dẫn tự nhiên.



Hình 4: Cắt dọc buồng âu thuyền



Hình 5: Sơ đồ mặt bằng âu thuyền kết hợp cống xả

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong quá trình vận hành các công trình đập dâng nước nói chung và đập ngăn mặn, giữ ngọt kết hợp tiêu thoát lũ theo công nghệ Đập trụ đỡ nói riêng thì việc lựa chọn thời điểm đóng mở, chênh lệch mực nước trước và sau cống... là một công việc tuyệt đối quan trọng. Nếu đóng mở cửa van cống (đặc biệt là cửa Phẳng) trong trường hợp có chênh lệch cột nước lớn sẽ dẫn đến nhiều hệ quả không lường trước như: Gây xói lở hạ lưu, kẹt cửa, thiết bị quá tải và khó kiểm soát trong công tác vận hành.

Giải pháp thiết kế sử dụng Âu thuyền kết hợp làm cống xả cân bằng nước để đảm bảo chênh lệch mực nước thượng hạ lưu đáp ứng yêu cầu trước khi vận hành mở các cửa van trên đập chính là một phương án tối ưu, phù hợp với các công trình ngăn mặn, dâng và giữ nước theo công nghệ Đập trụ đỡ, đặc biệt với các

công trình ở khu vực Miền Trung, nơi có độ dốc sông lớn, dòng chảy lũ xảy ra với tốc độ nhanh và đỉnh lũ cực hạn trong thời gian ngắn. Đây là giải pháp vừa đáp ứng yêu cầu về giao thông thủy cho thuyền bè qua lại, đồng thời khi sử dụng làm cống xả cân bằng đảm bảo tiêu năng phòng xói, phát huy hiệu quả điều tiết nước cao trong cả mùa khô cũng như mùa lũ;

Việc ứng dụng công nghệ Đập trụ đỡ trong xây dựng các công trình đập dâng nước đã và đang mang lại lợi ích nhất định về mặt kinh tế, rút ngắn thời gian thi công, giảm thiểu tối đa công tác đền bù giải phóng mặt bằng... Để phát huy hiệu quả của giải pháp trong thiết kế và vận hành cần nghiên cứu tối ưu hóa kết cấu tiêu năng, khẩu độ âu thuyền, cửa van vận hành chi tiết và phù hợp với từng kiểu loại và nhiệm vụ khác nhau đối với các đập dâng, điều tiết nước khu vực miền Trung và các vùng phụ cận.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hồ sơ thiết kế BVTC công trình đập hạ lưu Sông Dinh tỉnh Ninh Thuận;
- [2] Đập trụ đỡ - GS.TS Trương Đình Dụ - Nhà xuất bản Nông nghiệp 2014;
- [3] TCVN 9144:2012 - Công trình thủy lợi - Yêu cầu thiết kế âu tàu;
- [4] Trương Đình Dụ, Trần Đình Hòa, Trần Văn Thái, Thái Quốc Hiền "Các công nghệ mới trong xây dựng cống ngăn sông". Tạp chí KHCN Thủy lợi số 02/2005;