

ẢNH HƯỞNG CỦA HÌNH DẠNG CỬA RA TỚI KHẢ NĂNG THÁO CỦA CÔNG TRÌNH THÁO SÂU

PGS.TS Huỳnh Bá Kỹ Thuật¹; ThS. Nguyễn Công Thành¹

Tóm tắt: Trong tính toán khả năng tháo của công trình tháo sâu, có hai yếu tố cần xác định đó là hệ số lưu lượng μ và cột nước tác dụng $Z(Z_0)$. Hệ số lưu lượng thì chỉ phụ thuộc vào hình dạng cửa vào, hệ số ma sát, các hệ số tổn thất cục bộ của lỗ tháo sâu. Trong khi đó thì cột nước tác dụng $Z(Z_0)$ lại phụ thuộc vào hình dạng mặt cong cửa ra và chế độ nổi tiếp dòng chảy (vấn đề này ít được đề cập đến). Việc xác định đúng đắn giá trị cột nước tác dụng $Z(Z_0)$ sẽ cho kết quả khả năng tháo của công trình phù hợp tháo sâu phù hợp với lý thuyết.

Summary: In calculation of discharge capacity of under sluices, there are two factors to be determined: discharge coefficient and water head $Z(Z_0)$. The discharge coefficient μ depends on the entrance shape, friction coefficient and partial loss coefficient of under sluices. Whereas, the water head $Z(Z_0)$ depends on the shape of outlet section and regime of flow at downstream outlet (this problem is rarely mentioned). The determination of the proper water head value $Z(Z_0)$ would result in the suitable discharge capacity accordingly.

Nhận ngày 17/8/2011; chỉnh sửa 05/9/2011; chấp nhận đăng 30/9/2011

1. Giới thiệu

Công trình tháo lũ dưới sâu có thể đặt dưới đáy đập và trên nền (cống ngầm), đi qua thân đập (đường ống), cũng có thể đặt ở bên bờ (dạng đường hầm tuy nèn) khi điều kiện địa hình, địa chất cho phép. Cống tháo sâu cho phép chúng ta tháo được nước trong hồ với bất kì mực nước nào, thậm chí có thể tháo cạn hồ chứa. Loại này ta có thể sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau như: tháo lũ, tháo cạn hồ chứa, dẫn dòng thi công, tháo bùn cát lắng đọng, lấy nước tưới, lấy nước vào nhà máy thủy điện. Do đó, tùy vào điều kiện cụ thể mà có thể kết hợp nhiều mục đích khác nhau đối với công trình tháo nước dưới sâu. So với công trình tháo lũ xả mặt thì việc vận hành cửa van trong trường hợp này là khó khăn và phức tạp hơn.

Công trình tháo sâu có một số đặc điểm cơ bản sau :

- Cửa van ở sâu, khi mở lưu tốc ở dưới cửa rất lớn. Cùng một diện tích mặt cắt ngang như nhau, lưu lượng tháo qua lỗ tháo sâu lớn hơn rất nhiều so với tháo qua công trình xả mặt.
- Việc tháo nước tương đối ổn định, khi mực nước thay đổi lưu lượng tháo thay đổi ít. Mực nước trong hồ thấp cũng có thể tháo được lưu lượng lớn.
- Do lưu tốc lớn nên bản thân dòng chảy có lưu tốc mạch động lớn có thể gây nên rung động cửa van và các bộ phận khác.

¹ Khoa Xây dựng Công trình thủy, Trường Đại học Xây dựng.
E-mail: thanh43d@gmail.com

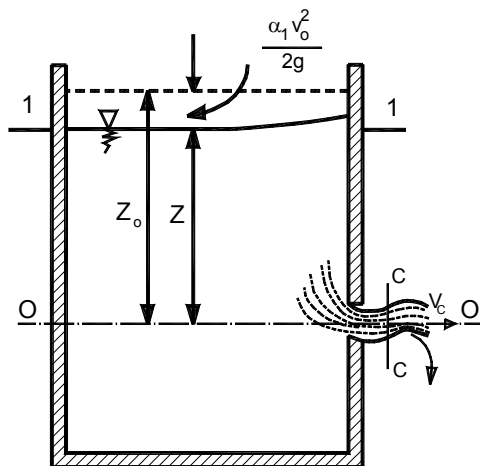
KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG

- Lúc mực nước trong hồ cao, cửa van chịu áp lực nước lớn dẫn đến lực đóng mở cửa van cao đòi hỏi (trọng lượng) lực nâng hạ của các thiết bị đóng mở càng lớn.

- Cửa vào công trình thấp, thuận tiện trong việc xả bùn cát. Trong trường hợp dòng chảy mang nhiều bùn cát thì khi tháo lũ hoặc tháo bùn cát có thể gây nên bào mòn lớp lót của đường tháo nước.

- Ống ngầm và đường hầm chịu áp lực đất đắp hoặc đá. Trong trường hợp vận hành thì áp lực đá kết hợp với lớp áo đường hầm chịu một phần áp lực nước bên trong đường hầm.

Để xây dựng công thức tính toán khả năng xả của công trình tháo sâu có áp, người ta xuất phát từ lý thuyết dòng chảy qua lỗ nhỏ thành mỏng và lỗ to thành mỏng, chi tiết có thể tham khảo [4].



Hình 1. Sơ đồ tính dòng chảy qua lỗ nhỏ thành mỏng

Dưới tác dụng của cột nước $Z = \text{const}$, dòng chảy qua khỏi lỗ là dòng chảy ổn định.

Trên cơ sở phương trình Bernoulli viết cho 2 mặt cắt 1-1 và C-C, lấy mặt chuẩn 0-0 đi qua trọng tâm lỗ (Hình 1), ta có được phương trình xác định lưu lượng qua lỗ nhỏ thành mỏng như sau (theo [4]):

$$Q = v_c \omega_c = \varphi \omega_c \sqrt{2gZ_0} \quad (1)$$

Với φ là hệ số lưu tốc, ω_c là diện tích của mặt cắt co hẹp, Z_0 là cột nước tác dụng có xét

đến vận tốc tiến gần. Gọi $\varepsilon = \frac{\omega_c}{\omega}$ là hệ số co hẹp, ω : diện tích lỗ xả, cửa xả và $\mu = \varepsilon\varphi$ là hệ số

lưu lượng của lỗ. Như vậy, công thức xác định khả năng tháo công trình xả sâu có áp có dạng chung như sau:

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gZ_0} \quad (2)$$

Trong công thức trên, hệ số lưu lượng μ là giá trị phụ thuộc vào các hệ số tổn thất của cửa vào, mức độ co hẹp của dòng chảy... Giá trị Z_0 phụ thuộc vào nhiều yếu tố như hình dạng mặt cắt cửa ra, chế độ nổi tiếp của dòng chảy tại cửa ra với hạ lưu. Vấn đề xác định giá trị μ có thể tham khảo ở các tài liệu thủy lực đại cương cũng như thủy lực chuyên ngành, còn cách xác định giá trị Z_0 thì ít được đề cập đến, đặc biệt là trong các trường hợp có hình dạng cửa ra là cong (Hình 2). Dưới đây đi sâu vào phân tích cách xác định Z_0 cũng như ảnh hưởng của hình dạng cửa ra tới cột nước tác dụng Z_0 .

2. Xác định cột nước Z_0

2.1 Khái niệm cột nước tác dụng Z_0

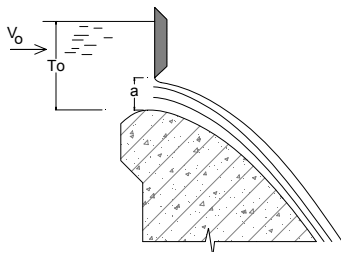
Lấy mặt chuẩn là như trên hình vẽ (Hình 3), xét bó dòng phân tố dz , phương trình Becnulli cho 2 mặt cắt 0-0 và 1-1 được viết như sau:

$$T_0 = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} + \sum \xi \frac{u^2}{2g} \quad (3)$$

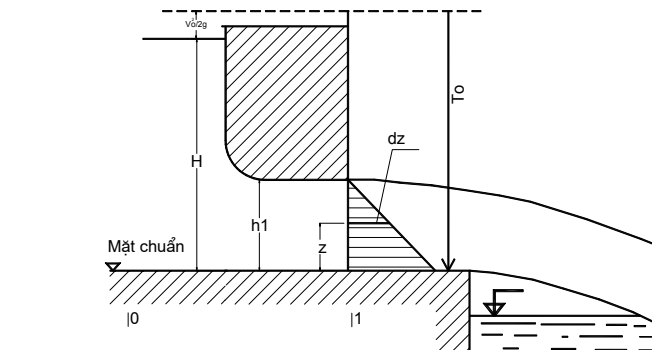
Ta có $dQ = b_0 u_0 dz$, $dQ = b u dz$; trong đó u_0, u , b_0 , b lần lượt là lưu tốc trung bình, chiều rộng trung bình tại mặt cắt 0-0 và 1-1 ứng với vị trí phân tố dz . Các ký hiệu còn lại như trên hình 3.

Nhân cả 2 vế phương trình (2) với dQ , lấy tích phân phương trình (3), ta được phương trình sau:

$$T_0 b_0 \int_0^H u_0 dz = b \int_0^{h_1} \left(z + \frac{p}{\gamma} \right) u dz + \left(1 + \sum \xi \right) b \int_0^{h_1} \frac{u^3}{2g} dz \quad (4)$$



Hình 2. Sơ đồ tính dòng chảy dưới cửa van trên đập tràn mặt cắt thực dụng



Hình 3. Sơ đồ xác định thế năng mặt cắt cửa ra trong trường hợp dòng chảy qua lỗ xả sâu - có áp

Gần đúng có thể coi $\frac{u^3}{2g} = \frac{\alpha v^3}{2g}$ và theo phương trình liên tục có $Q = b_0 u_0 H = b u h_1$, thay

vào (5), biến đổi theo [8] ta được:

$$T_0 = \frac{\int_0^{h_1} \left(z + \frac{p}{\gamma} \right) dz}{h_1} + \left(1 + \sum \xi \right) \frac{\alpha v^2}{2g} \quad (5)$$

Đặt Π là thế năng tại mặt cắt cửa ra và bằng:

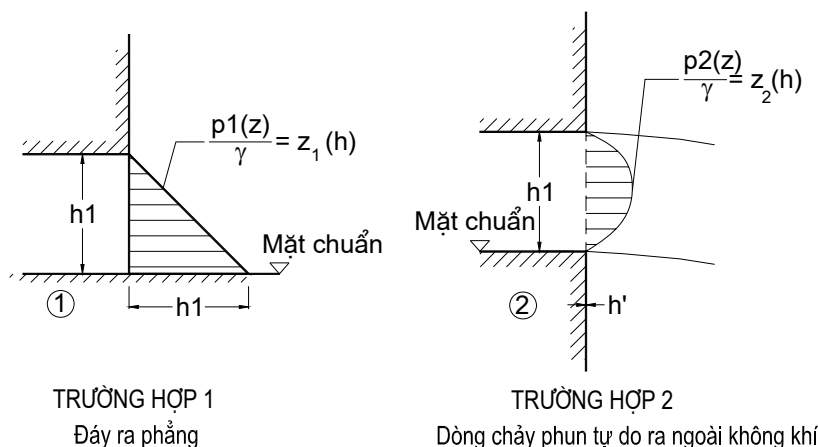
$$\Pi = \frac{\int_0^{h_1} \left(z + \frac{p}{\gamma} \right) dz}{h_1} \quad (6)$$

Gọi $Z_0 = T_0 - \Pi$ là cột nước tác dụng lên lỗ xả sâu và $Z_0 = Z + \frac{\alpha v_0^2}{2g}$ với v_0 là vận tốc

tiến gần tại mặt cắt 0-0. Như vậy, Z_0 , Z là cột nước tác dụng lên lỗ xả sâu có và không kể đến cột nước vận tốc tiến gần.

2.2 Các trường hợp xác định cột nước tác dụng $Z (Z_0)$

Trong thực tế có nhiều trường hợp của cửa dòng chảy tại cửa ra như chảy tự do, chảy ngập, dạng cửa ra là đáy phẳng, xiên hay cong. Trong phạm vi bài báo này sẽ chỉ đề cập đến 3 trường hợp cơ bản nhất, thường gặp trong thực tế.



Hình 4. Phân bố áp suất tại mặt cắt cửa ra trong các trường hợp

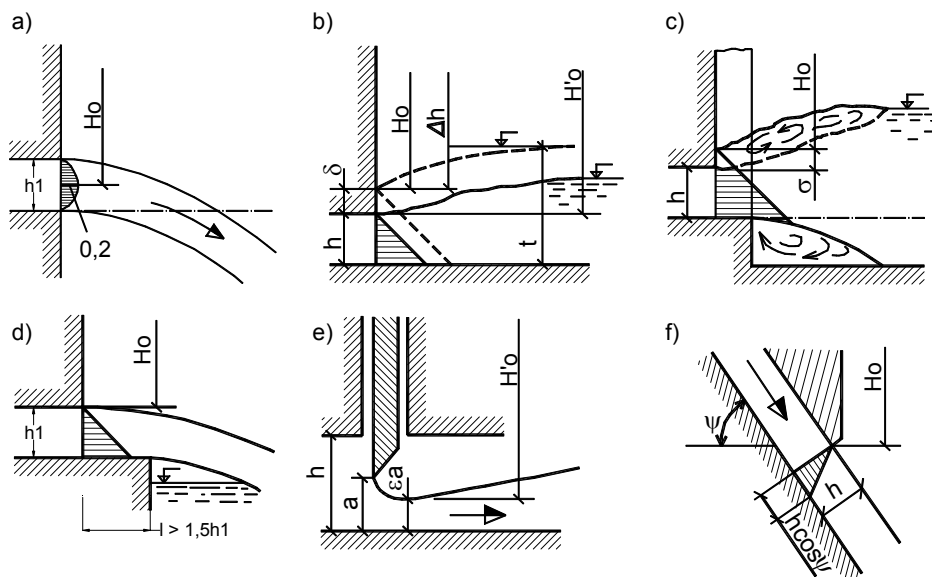
Theo TL [2,3,8], trong trường hợp dòng chảy qua lỗ có đáy phẳng và phun tự do ra ngoài không khí (Hình 4) thì cột nước tác dụng sẽ được xác định theo công thức sau:

$$\text{Trường hợp 1 : } Z_o = T_o - h_1 \quad (7)$$

Trong trường hợp này $Z (Z_0)$ được tính đến cao trình tràn ra của lỗ.

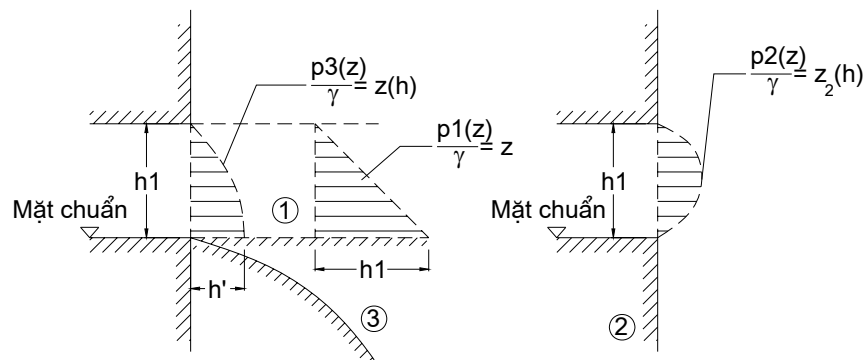
$$\text{Trường hợp 2 : } Z_o = T_o - \frac{h_1}{2} \quad (8)$$

Trong trường hợp này $Z (Z_0)$ được tính đến cao trình tâm của lỗ. Có thể tham khảo cách xác định $Z (Z_0)$ với trường hợp 1 và 2 theo hình 5.



Hình 5. Các trường hợp xác định Z_o ứng với các dạng cửa ra khác nhau. TL[8]

Trường hợp 3 (Hình 6) là trường hợp trung gian của trường hợp 1 và 2, tức là cửa ra không phải là dạng tự do mà cũng không phải dạng phẳng mà là một đường cong nào đấy. Trong thực tế ta hay gặp dạng này trong trường hợp dòng chảy qua cửa van, qua lỗ được đặt trên mặt tràn có mặt cắt thực dụng (Corighe-Ofixerop, dạng WES...).



Hình 6. Phân bố áp suất trong trường hợp đáy cửa ra là cong (trường hợp 3)

Nhận thấy trường hợp 3 là trường hợp trung gian của trường hợp 1 và trường hợp 2. Trong trường hợp 1 thì áp suất phân bố tại cửa ra tuân theo quy luật tuyến tính còn trong trường hợp 3 thì $\frac{p_3(z)}{\gamma} = z(h)$ tức là quy luật phân bố áp suất theo chiều sâu không phải là tuyến tính mà là một dạng hàm số nào đấy của h , có thể là đa thức, hàm logarit, hàm số mũ...

Mặt khác, có thể thấy giá trị áp suất tại đáy cửa ra của trường hợp 3 là $h' < h_1$. Giá trị h' này cũng phụ thuộc vào hình dạng đường cong của mặt cắt cửa ra (đường số 3).

Trong trường hợp này, thế năng tại mặt cắt cửa ra được xác định theo công thức:

$$\Pi = \frac{1}{h_1} \int_0^{h_1} \left(z + \frac{p(z)}{\gamma} \right) dz \Leftrightarrow \Pi = \frac{1}{h_1} \left(\int_0^{h_1} z dz + \int_0^{h_1} \frac{p(z)}{\gamma} dz \right) \quad (9)$$

Như vậy, muốn biết được Π thì cần phải biết được phân bố $\frac{p_3(z)}{\gamma} = z(h)$ cụ thể như thế nào (tức là cần biết quy luật phân bố của $p(z)$ thì mới có thể tiến hành lấy tích phân được).

Hiện nay, theo các tài liệu tham khảo thì việc xác định $\frac{p_3(z)}{\gamma} = z(h)$ chưa cụ thể rõ ràng.

Do vậy việc nghiên cứu quan hệ trên cần là cần thiết được làm sáng tỏ.

3. Kết luận

Có thể nhận thấy, các trường hợp trong hình 5 đúng với trường hợp cửa ra có dạng đáy phẳng và nếu áp dụng công thức (6) và (7) sẽ xác định được cột nước tác dụng Z_0 phù hợp với hình 5 ([7]). Tuy nhiên, trong trường hợp cửa ra có dạng cong (Hình 6) thì việc xác định cột nước tác dụng Z_0 vẫn còn chưa cụ thể, tính toán vẫn phải chấp nhận gần đúng là lấy cột nước đến tâm hoặc tràn cống.

Chế độ dòng chảy qua lỗ mà mặt đáy là cong thì thực tế giá trị cột nước tác dụng Z (Z_0) không phải là được tính tới tâm của lỗ xả hay tràn mà có điểm tính toán (ĐTT) nào đó cao hơn tâm của lỗ xả một khoảng cách nhất định, điều này phụ thuộc vào việc phân bố áp suất của dòng chảy theo chiều sâu tức là phụ thuộc vào hình dạng cửa ra tràn và chế độ nổi tiếp của dòng chảy sau lỗ. Trường hợp cửa ra có dạng cong thì ĐTT không còn ở đỉnh hoặc ở tâm nữa.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG

Vị trí của ĐTT có một ý nghĩa quan trọng, vì nó quyết định giá trị đúng đắn của cột nước tác dụng Z_0 . Do vậy cần phải có các nghiên cứu tiếp theo để làm sáng tỏ vấn đề này.

Tài liệu tham khảo

1. Báo cáo thí nghiệm mô hình thủy lực công trình thủy điện Ngòi Phát tỉnh Lào Cai tháng 5/2008.
2. Fuat Senturk (1989), *Hydraulic of Dams and Reservoirs*, Water Resources Publications, USA
3. Hồ sơ thiết kế kỹ thuật giai đoạn 1 công trình thủy điện Ngòi Phát tỉnh Lào Cai tháng 7/2007.
4. Hồ sơ thiết kế kỹ thuật giai đoạn 2 công trình thủy điện Ngòi Phát tỉnh Lào Cai tháng 5/2008.
5. Nguyễn Cảnh Cầm, et al (2007), *Thủy lực I*, Nxb Xây dựng, Hà Nội.
6. McGraw-Hill Companies (1996), *Handbook of Hydraulics*, Seventh Edition.
7. P.G.Kixelep, et al (1960), *Cẩm nang tính toán thủy lực* (Bản dịch).
8. Ven Te Chow (1959), *Open Channel Hydraulics*, McGraw-Hill Companies, USA.
9. X.M. Xlixki (1986), *Tính toán thủy lực các công trình thủy công xả nước* (Bản tiếng Nga), Nxb Năng lượng nguyên tử Moskva .