



GT.0000017256

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI

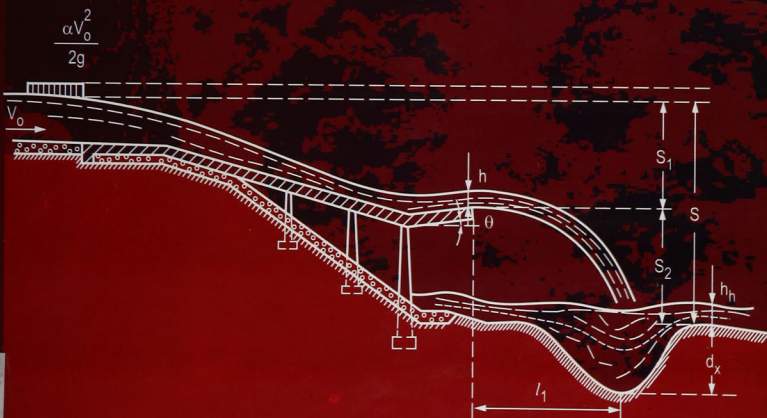
GS. TS. NGUYỄN CẢNH CẦM - TSKH. LƯU CÔNG ĐÀO

PGS. NGUYỄN NHƯ KHUÊ - PGS. TS. HOÀNG VĂN QUÝ

# Bài tập

# Thủy lực

TẬP 2



NGUYỄN  
C LIÊU

6



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI  
GS. TS. NGUYỄN CẢNH CẨM - TSKH. LƯU CÔNG ĐÀO  
PGS. NGUYỄN NHƯ KHUÊ - PGS. TS. HOÀNG VĂN QUÝ

# Bài tập Thủy lực

*(Tài bản lần thứ hai có sửa chữa và bổ sung)*

**TẬP 2**

**NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG**  
HÀ NỘI - 2009



## LỜI NÓI ĐẦU

*Cuốn Bài tập thủy lực xuất bản lần đầu vào năm 1973. Nội dung của nó tương ứng với nội dung cuốn Giáo trình thủy lực xuất bản năm 1968, 1969. Cuốn Bài tập thủy lực đó được soạn thành hai tập: Tập I do đồng chí Nguyễn Cảnh Cẩm và Hoàng Văn Quý biên soạn, đồng chí Hoàng Văn Quý chủ biên. Tập II do các đồng chí Nguyễn Cảnh Cẩm, Lưu Công Đào, Nguyễn Như Khuê và Hoàng Văn Quý biên soạn, đồng chí Nguyễn Cảnh Cẩm chủ biên.*

*Cuốn Giáo trình thủy lực đã được tái bản (lần thứ ba) có sửa chữa và bổ sung cũng như sắp xếp lại số chương cho mỗi tập. Để tương ứng với cuốn giáo trình đó, trong lần tái bản thứ hai này cuốn Bài tập Thủy lực cũng được sửa chữa và bổ sung. Lần tái bản này do đồng chí Nguyễn Cảnh Cẩm chịu trách nhiệm và được chia làm hai tập (tương ứng với hai tập của cuốn Giáo trình thủy lực tái bản lần thứ ba). Tập I gồm 9 chương từ chương I tới chương IX; tập II gồm 10 chương từ chương X tới chương XIX.*

*Trong quá trình chuẩn bị cho việc tái bản, Bộ môn Thủy lực Trường Đại học Thủy lợi đã đóng góp nhiều ý kiến quý báu. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn các bạn.*

*Chúng tôi mong nhận được nhiều ý kiến nhận xét của bạn đọc.*

**Những người biên soạn  
5/2005**



## Chương X

# VỀ ĐƯỜNG MẶT NƯỚC TRONG SÔNG THIÊN NHIÊN

## I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

### 1. Công thức cơ bản

Để tính và vẽ đường mặt nước trong sông thiên nhiên, ta chia sông thành từng đoạn sao cho trong phạm vi mỗi đoạn:

- Không có sông nhánh chảy vào hoặc chảy ra ( $Q$  không đổi dọc từng đoạn).
- Mặt cắt lòng sông ít thay đổi.
- Độ nhám, độ dốc mặt nước (thường xảy ra) là đều đặn.

Đối với mỗi đoạn, áp dụng công thức sai phân (hình 10-1):

$$\Delta z = z_t - z_d = \frac{Q^2}{K^2} \Delta l + (\alpha + \bar{\xi}_c) \left( \frac{v_d^2 - v_t^2}{2g} \right) \quad (10-1)$$

trong đó:

$z_t, z_d$  là mực nước (so với cao trình chuẩn) tại mặt cắt trên và mặt cắt dưới;

$v_t, v_d$  là lưu tốc tại hai mặt cắt trên và dưới;

$\bar{\xi}_c$  là tổng các hệ số tổn thất cục bộ (giá trị trung bình).

Thông thường lấy  $\bar{\xi}_c$  như sau:

- Đoạn sông thu hẹp dần:  $\bar{\xi}_c \approx 0$

- Đoạn sông mở rộng dần:  $\bar{\xi}_c \approx -1$

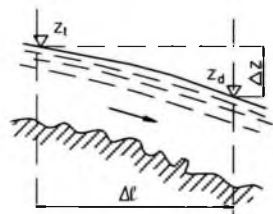
Trong cả hai trường hợp, số hạng thứ hai của (10-1) nói chung rất nhỏ, nên thường có thể dùng công thức:

$$\Delta z = z_t - z_d = \frac{Q^2}{K^2} \Delta l \quad (10-2)$$

$\bar{K}^2$  có thể tính theo mực nước trung bình  $\bar{z} = \frac{1}{2}(z_1 + z_2)$  tức tính theo một mặt cắt trung gian giữa đoạn sông, nghĩa là:

$$\bar{K}^2 = \bar{\omega}^2 \bar{C}^2 \bar{R} \quad (10-3)$$

Hoặc lấy bình quân của trị số  $K^2$  của hai mặt cắt trên và dưới:



Hình 10-1

$$\bar{K}^2 = \frac{1}{2}(K_t^2 + K_d^2) \quad (10-4)$$

$$\text{hoặc: } \frac{1}{\bar{K}^2} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{K_t^2} + \frac{1}{K_d^2} \right) \quad (10-5)$$

Khi tính  $K^2$  theo các công thức đó, nên lấy hệ số nhám  $n$  từ tài liệu thực đo của đoạn sông:

Cách tính  $n$  tại mặt cắt trung bình từ tài liệu thủy văn: lưu lượng  $Q$ , mực nước hai đầu  $z_t, z_d$ , như sau:

Từ (10-1) rút ra:

$$\bar{C} = \sqrt{\frac{Q^2 \Delta l}{\left[ \Delta z - (\alpha + \bar{\xi}_c) \frac{Q^2}{2g} \left( \frac{1}{\omega_d^2} - \frac{1}{\omega_t^2} \right) \right] \bar{\omega}^2 \bar{R}}} \quad (10-6)$$

Hệ số Sezi  $C$  trong sông thiên nhiên thường tính theo công thức Maninh  $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$ .

Từ đó rút ra:

$$n = \frac{\bar{\omega} \bar{R}^{2/3}}{Q} \sqrt{\frac{\Delta z - (\alpha + \bar{\xi}_c) \frac{Q^2}{2g} \left( \frac{1}{\omega_d^2} - \frac{1}{\omega_t^2} \right)}{\Delta l}} \quad (10-7)$$

Nếu bỏ qua các tổn thất cục bộ và cột nước lưu tốc, tức dùng (10-2) thì rút ra:

$$n = \frac{\bar{\omega} \bar{R}^{2/3}}{Q} \sqrt{\frac{\Delta z}{\Delta l}} \quad (10-8)$$

## 2. Vẽ đường mặt nước từ tài liệu mặt cắt và độ nhám

Từ phương trình (10-1) hoặc (10-2), nếu biết lưu lượng, mặt cắt trên, mặt cắt dưới, độ nhám  $n$  của đoạn sông và một mực nước ở một đầu, có thể tìm ra mực nước ở đầu kia.

Thay  $\frac{1}{\bar{K}^2}$  theo (10-5) vào (10-1) ta được:

$$z_t - \frac{\Delta l}{2} \cdot \frac{Q^2}{K_t^2} + \left( \frac{\alpha + \bar{\xi}_c}{2g} \right) \frac{Q^2}{\omega_t^2} = z_d + \frac{\Delta l}{2} \cdot \frac{Q^2}{K_d^2} + \left( \frac{\alpha + \bar{\xi}_c}{2g} \right) \frac{Q^2}{\omega_d^2} \quad (10-9)$$

Phương pháp tổng quát là giải bằng cách tính gần đúng dần.

Để khỏi phải giải bằng cách tính gần đúng dần, có thể dùng cách giải bằng vẽ như sau:



Từ tài liệu mặt cắt, vẽ ra các đường.

$$\Phi(z_1) = \frac{\Delta l}{2K_1^2} - \frac{(\alpha + \bar{\xi}_c)}{2g\omega_1^2} \quad (10-10)$$

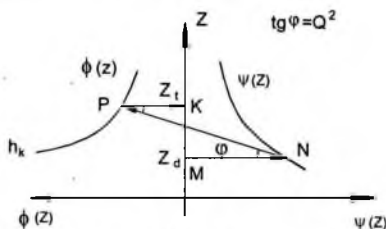
$$\psi(z_d) = \frac{\Delta l}{2K_d^2} + \frac{(\alpha + \bar{\xi}_c)}{2g\omega_d^2} \quad (10-11)$$

Từ (10-9) có:

$$\Delta z = z_1 - z_d = Q^2 \{ \psi(z_d) + \Phi(z_1) \} \quad (10-12)$$

Từ công thức trên, ta thấy ngay cách vẽ như hình (10-2):

$$\overline{MK} = \text{tg}\varphi[\overline{MN} + \overline{PK}] = Q^2[(\psi(z_d) + \Phi(z_1))] = \Delta z \quad (10-13)$$



Hình 10-2

Ở đây ta lấy  $\text{tg}\varphi = Q^2$ .

Nếu tỷ lệ xích của hình vẽ lấy như sau: trên trục  $z$ : 1cm ứng với  $a$  (m), còn trên trục  $\psi, \Phi$ : 1cm ứng với  $b \cdot 10^{-n}$  ( $s^2/m^5$ ) thì:

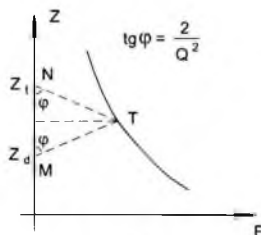
$$\text{tg}\varphi = \frac{b \cdot 10^{-n}}{a} Q^2 \quad (10-14)$$

### 3. Vẽ đường mặt nước từ tài liệu thủy văn theo giả thuyết "môđun sức cản không đổi"

Trên một đoạn sông, có nhiều tài liệu thực đo về mực nước  $z_1, z_d$  và lưu lượng tương ứng  $Q$ . Tập hợp các tài liệu đó thấy rằng:

$$\frac{z_1 - z_d}{Q^2} = \frac{\Delta z}{Q^2} = F$$

chỉ là hàm số của mực nước trung bình  $\bar{z} = \frac{z_1 + z_2}{2}$  của đoạn mà không phụ thuộc vào lưu lượng và độ dốc của mặt nước (\*):



Hình 10-3

(\*) Giả thuyết "môđun sức cản không đổi" chỉ thích hợp với các đoạn sông ở bình nguyên.

$$\frac{\Delta z}{Q^2} = F(\bar{z}) \quad (10-15)$$

Trên trục tọa độ  $F \sim \bar{z}$ , mỗi tài liệu thực đo lưu lượng và mực nước sẽ cho một điểm biểu thị  $F = \frac{z_1 - z_d}{Q^2}$  và  $\bar{z} = \frac{z_1 + z_d}{2}$ . Tập hợp nhiều điểm thực đo ấy tạo thành đường cong trơn  $F(\bar{z})$  của đoạn sông (hình 10-3).

Có đường  $F(\bar{z})$  ấy rồi, có thể tính được  $z_d$  nếu biết được  $z_1$  (hoặc ngược lại) bằng cách tính đúng dần, sao cho:

$$\Delta z = FQ^2 \quad (10-16)$$

Hoặc giải bằng phương pháp vẽ của Pavólopki như sau:

Giả thử đồ thị  $F(\bar{z})$  đã được vẽ với tỷ lệ xích:

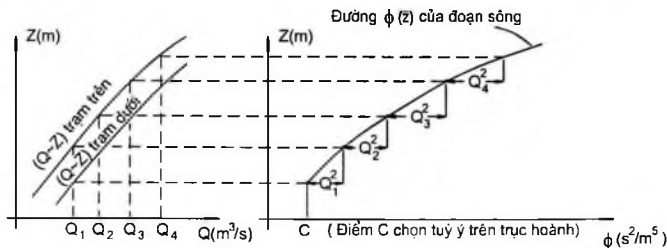
- Trên trục  $(\bar{z})$ ; 1cm ứng với  $a(m)$ ,

- Trên trục  $F$ : 1cm ứng với  $b \cdot 10^{-n} (s^2/m^5)$  và đã biết  $z_d$ . Ta tìm  $z_1$  như sau: Từ M (tung độ  $z_d$ ) vẽ đường MT và TN sao cho tam giác cân MTN có đỉnh T trên đường  $F(\bar{z})$  và góc  $\widehat{M} = \widehat{N} = \varphi$  với:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{2}{Q^2} \cdot \frac{a}{b} \cdot 10^n \quad (10-17)$$

- Điểm N sẽ xác định  $z_1$ .

Cũng từ nguyên lý "môđun sức cản không đổi" này còn có phương pháp Bécnatki: dùng trực tiếp các đường quan hệ  $Q \sim z$  của hai trạm trên và dưới để vẽ ra đường  $\Phi(\bar{z})$ , gọi là đường cong chuẩn của đoạn sông (hình 10-4). Cách vẽ đường  $\Phi(\bar{z})$  được chỉ dẫn trên hình (10-4).



Hình 10-4

Tính chất của đường  $\Phi(\bar{z})$  là:

$$\Delta \Phi = \Phi(z_1) - \Phi(z_d) = Q^2 \quad (10-18)$$