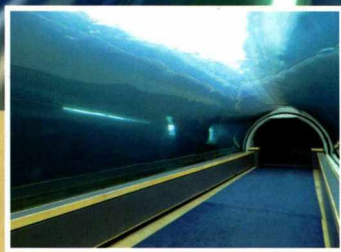




CK.0000068262

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
GS. TS. NGUYỄN CHIẾN

THIẾT KẾ ĐƯỜNG HẦM THỦY CÔNG



NGUYỄN
C. LIÊU



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
GS. TS. NGUYỄN CHIẾN**

THIẾT KẾ ĐƯỜNG HÀM THỦY CÔNG

**NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2013**

LỜI NÓI ĐẦU

Đường hầm thủy công là một dạng công trình thủy đặc biệt được xây dựng bằng cách đào trong đất, đá núi và dùng để dẫn, tháo nước phục vụ cho những mục đích khác nhau. Việc thiết kế và xây dựng đường hầm thủy công đòi hỏi các kiến thức về công trình ngầm (đào và gia cố vỏ hầm trong đất, đá) và công trình thủy, tức công trình chịu tác dụng trực tiếp của nước từ cả phía trong và phía ngoài.

Trong thời gian qua, với sự phát triển mạnh mẽ của ngành thủy lợi, thủy điện, ở nước ta đã tiến hành xây dựng và đưa vào khai thác nhiều đường hầm thủy công trên các hệ thống thủy điện, thủy nông, cấp thoát nước... Trong xây dựng thủy lợi, thủy điện, ngoài việc vận dụng các kiến thức và kinh nghiệm truyền thống của thế giới về khảo sát, thiết kế xây dựng đường hầm thủy công, chúng ta cũng đã từng bước cập nhật các kiến thức và công nghệ mới, làm cho việc thiết kế và xây dựng loại công trình này trở nên dễ dàng và phổ cập hơn, với độ an toàn và mức độ tin cậy cao hơn.

Cuốn sách này trình bày những kiến thức cơ bản và cập nhật về thiết kế đường hầm thủy công. Sách được tổng hợp từ các bài giảng của tác giả về môn học "Thiết kế đường hầm thủy công" cho học viên cao học ngành Xây dựng công trình thủy tại trường Đại học Thủy lợi từ năm 2005 đến nay. Trong thời gian này, tác giả cũng đã tham gia thẩm định, đánh giá nhiều đồ án thiết kế đường hầm thủy công cũng như kiểm tra việc xây dựng các đường hầm trong thực tế như đường hầm thủy điện Sông Cồn 2 (Quảng Nam), thủy điện Hòa Na (Nghệ An), thủy điện Đak Đrinh (Quảng Ngãi), đường hầm cấp nước cho khu kinh tế Vũng Áng (Hà Tĩnh)... Những kiến thức thực tế này cũng được phản ánh một phần trong sách.

Sách được viết để làm tài liệu giảng dạy và học tập môn "Thiết kế đường hầm thủy công" trong chương trình đào tạo cao học chuyên ngành Xây dựng công trình thủy. Sách cũng là tài liệu tham khảo có ích cho các kỹ sư thiết kế và xây dựng công trình thủy.

Nội dung sách gồm 7 chương

Chương 1. Giới thiệu chung.

Chương 2. Khảo sát, nghiên cứu địa chất công trình trong thiết kế đường hầm.

Chương 3. Bố trí các bộ phận của đường hầm.

Chương 4. Tính toán thủy lực, xác định kích thước mặt cắt đường hầm.

Chương 5. Tính toán kết cấu lớp lót đường hầm.

Chương 6. Tính toán đường hầm theo hệ thống phân loại chất lượng khối đá.

Chương 7. Thiết kế đường hầm thủy công không có lớp lót kiên cố

Tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ môn Thủy công, trường Đại học Thủy lợi đã khuyến khích và tạo điều kiện cho việc biên soạn sách; cảm ơn các cộng sự tại Bộ môn Thủy công đã giúp đỡ trong việc biên tập và trình bày sách.

Khi biên soạn sách, mặc dù tác giả đã rất cố gắng, nhưng không thể tránh khỏi thiếu sót. Tác giả mong nhận được các ý kiến đóng góp để sách được hoàn thiện tốt hơn trong lần xuất bản sau. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về Bộ môn Thủy công, trường Đại học Thủy lợi, 175 Tây Sơn, Hà Nội. Xin chân thành cảm ơn.

Tác giả

CHÚ THÍCH CÁC KÝ HIỆU

- A - diện tích mặt cắt
a - bán trục elip
B - chiều rộng mặt cắt
b - chiều rộng mặt cắt, bán trục elip
C - lực dính đơn vị, hệ số Sêđi
D - đường kính
D_c - đường kính tương đương
E - môđun đàn hồi, môđun biến dạng
ESR - hệ số chuyển đổi đường kính hầm
F - diện tích mặt cắt
f - chiều cao vòm
f_k - hệ số kiên cố
Fr - hệ số Frude ($Fr = V^2/gh$, V- lưu tốc, h- chiều sâu nước)
g - gia tốc trọng trường
H, h_t - chiều cao mặt cắt
h - chiều cao vòm, chiều sâu nước
h_p - chiều cao vùng phá hoại
H_a - cột nước áp lực khí trời
H_{ĐT} - cột nước áp lực đặc trưng
H_{pg} - cột nước áp lực phân giới
h_w - cột nước tổn thất
i - độ dốc
J - mômen quán tính
K - hệ số an toàn, hệ số lực kháng đàn tính, hệ số khí hóa
K_{pg} - hệ số khí hóa phân giới
K_{kn} - hệ số rỗng do khe nứt
K_o - hệ số lực kháng đơn vị
L, l - chiều dài, nhịp vòm
M - mômen uốn, môđun nứt nẻ

m - hệ số lưu lượng
N - lực dọc
n - hệ số lệch tải, hệ số nhám
P - lực tập trung
p - lực phân bố
Q - lực cắt, lưu lượng, điểm đánh giá khối đá (Barton)
Q_a - lưu lượng không khí
q - lưu lượng đơn vị, lượng mất nước đơn vị
R, r - bán kính
RMR - điểm đánh giá khối đá (Breniawski)
RQD - chỉ tiêu chất lượng đá
SRF - hệ số giảm ứng suất
t - chiều dày lớp lót, thời gian, chuyển vị hướng tiếp tuyến
u - biến vị
V - lưu tốc
W - mômen chống uốn
W_n - thể tích hồ thu
Z - cột nước công tác
α - góc ngoặt tuyến hầm, hệ số cứng của tường
β - góc nghiêng sườn dốc
γ - trọng lượng riêng
δ - độ lưu không
ε_n - hệ số co hẹp đứng
μ - hệ số lưu lượng, hệ số Poatxông
ξ - hệ số tổn thất cột nước
ρ - khối lượng riêng
σ - ứng suất pháp
τ - ứng suất tiếp
φ - góc ma sát trong
χ - chu vi ướt
ω - diện tích mặt cắt
Ω - diện tích bề mặt

Chương 1

GIỚI THIỆU CHUNG

1.1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

1.1.1. Khái niệm

Đường hầm thủy công là loại công trình dẫn tháo nước được xây dựng ngầm dưới đất, thường là đục xuyên qua núi đá. Đường hầm thủy công có những đặc điểm chung của các loại công trình ngầm là chịu tác dụng của áp lực đất đá, nước ngầm từ phía ngoài. Ngoài ra đường hầm thủy công cũng có đặc điểm riêng là thường xuyên chịu tác động của nước (các loại tác động cơ học, hoá - lý) từ phía bên trong.

Tác động cơ học của nước bao gồm tác động của áp lực thủy tĩnh, thủy động và dòng thấm xuyên qua lớp áo hầm. Nước từ trong đường hầm cũng có thể ăn mòn, gây hư hỏng vật liệu áo hầm bởi các tác dụng hóa học hay vật lý (mài mòn, xâm thực). Vì vậy trong tính toán thiết kế đường hầm thủy công cần phải xem xét đầy đủ các tác động của nước từ phía trong đường hầm để có biện pháp chống đỡ phù hợp.

Đường hầm thủy công được sử dụng trong các trường hợp:

- 1- Khi địa hình tại khu công trình đầu mối chật hẹp, bờ dốc, núi đá, không có vị trí thích hợp để bố trí công trình dẫn, tháo nước hở;
- 2- Khi phải dẫn nước, tháo nước cho trạm thủy điện ngầm;
- 3- Khi tuyến dẫn nước qua vùng rừng núi rậm rạp, địa hình phức tạp;
- 4- Khi tuyến dẫn nước qua sườn núi dễ bị sạt lở, đá lăn.

Nói chung việc xây dựng đường hầm thủy công cần được luận chứng trên cơ sở so sánh kinh tế - kỹ thuật với các phương án công trình dẫn, tháo nước kiểu hở.

1.1.2. Phân loại

Có thể phân loại đường hầm thủy công theo một số tiêu chí sau đây:

1.1.2.1. Theo nhiệm vụ

a) Đường hầm lấy nước và dẫn nước

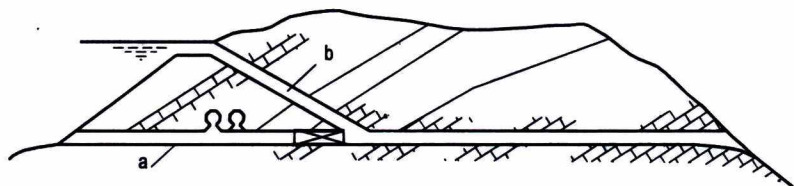
Đường hầm lấy nước được xây dựng để lấy nước từ hồ chứa, sông ngòi cho mục đích tưới, phát điện, cấp nước dân dụng, công nghiệp ...

Đường hầm dẫn nước được xây dựng trên tuyến dẫn nước tại những nơi có địa hình phức tạp để rút ngắn tuyến hoặc giảm khối lượng, giá thành công trình.

b) *Đường hầm tháo nước*: có nhiệm vụ tháo lũ từ hồ chứa, dẫn dòng thi công, tháo nước cho trạm thủy điện ngầm. Trong thực tế thường kết hợp đường hầm dẫn dòng thi công với tháo lũ lâu dài (hình 1-1). Khi đó phần cửa vào đường hầm thường được đặt ở các cao trình khác nhau theo từng giai đoạn:

- Khi dẫn dòng thi công, cửa vào đường hầm đặt thấp để giảm cao trình đề quai và khắc phục những khó khăn trong công tác ngăn dòng.

- Khi tháo nước lâu dài, cửa vào đường hầm được nâng lên cao hơn để phù hợp với điều kiện khai thác công trình, để giảm nhẹ lực đóng mở cửa van...



Hình 1-1. *Bố trí kết hợp đường hầm dẫn dòng thi công và tháo nước lâu dài.*

a) *Đoạn vào của giai đoạn dẫn dòng thi công; b) Đoạn vào của giai đoạn tháo nước lâu dài.*

1.1.2.2. Theo điều kiện thủy lực

a) *Đường hầm có áp*: là loại đường hầm có nước choán đầy mặt cắt khi nó làm việc. áp lực nước từ bên trong đường hầm thường là lớn, có khi tới hàng trăm mét. Ngoài ra ở chế độ làm việc không ổn định và đường hầm còn chịu tác động mạnh của áp lực nước va (thường xảy ra ở các đường hầm dẫn nước nổi thẳng với tổ máy của trạm thủy điện).

Đường hầm có áp thường được sử dụng trong các trường hợp:

- Khi mực nước thượng lưu thay đổi nhiều.
- Khi yêu cầu dòng chảy phải có áp (đường hầm dẫn nước nổi thẳng với tổ máy thủy điện).
- Khi so sánh kinh tế - kỹ thuật cho thấy đường hầm có áp là lợi hơn.

b) *Đường hầm không áp*: là loại đường hầm mà khi làm việc, nước choán không đầy mặt cắt (có một khoảng lưu không nhất định). So với đường hầm có áp thì ở loại này, áp lực nước tác dụng từ bên trong đường hầm nhỏ hơn nhiều; chế độ làm việc (chịu lực) của vỏ đường hầm cũng ít phức tạp hơn. Tuy nhiên, trong tính toán thủy lực đường hầm không áp, cần chú ý đảm bảo chế độ chảy không áp ổn định, tránh các trường hợp chuyển đổi chế độ chảy sang bán áp, có áp sẽ gây ra các hậu quả bất lợi như chân không, rung động, lưu lượng tháo không ổn định...

Đường hầm không áp được sử dụng khi:

- Mức nước thượng lưu và lưu lượng qua đường hầm ít thay đổi;
- Yêu cầu dòng chảy phải là không áp (khi đường hầm có kết hợp giao thông thủy);
- Khi so sánh kinh tế - kỹ thuật cho thấy đường hầm không áp là lợi hơn.

1.1.3. Xây dựng đường hầm thủy công ở Việt Nam

Ở Việt Nam, trong thời gian gần đây đã xây dựng một số đường hầm thủy công có quy mô từ nhỏ đến vừa như: đường hầm dẫn nước tưới thuộc trạm bơm Nghi Xuân (Hà Tĩnh) dài 160 m; B × H = 1,8 × 2,2 m; đường hầm Trường Khấp (Nghệ An) có L = 550 m; D = 2,9 m; đường hầm dẫn nước vào nhà máy thủy điện Hòa Bình có D = 8 m; đường hầm cho nhà máy thủy điện Yaly có D = 7m... Hiện tại, hàng loạt công trình thủy lợi, thủy điện đang thiết kế và xây dựng có đường hầm thủy công, như đường hầm dẫn dòng của công trình Cửa Đạt (Thanh Hóa) có L = 908 m; D = 9m; đường hầm dẫn nước vào nhà máy thủy điện Nậm Chiến (Sơn La) có L = 11,129 m; D = 3,8 m; đường hầm dẫn dòng thi công của công trình đầu mối Nậm Chiến có L = 224m; D = 9m v.v... Trên bảng 1.1 dẫn ra thông tin về đường hầm của một số công trình thủy điện ở Việt Nam.

**Bảng 1.1. Thông số đường hầm dẫn nước
tại một số công trình thủy điện ở Việt Nam**

TT	Tên công trình	Tỉnh	Công suất NMTĐ (MW)	Chiều dài hầm dẫn nước (km)	Đường kính trong của hầm (m)
1	Hòa Bình	Hòa Bình	1920	8×0,45	8,0
2	Đa Nhim	Lâm Đồng	160	5,00	4,0
3	Yaly	Gia Lai	720	2×3,85	7,0
4	Thác Mơ	Bình Phước	75	0,80	4,5
5	Hàm Thuận	Lâm Đồng	300	3,60	7,0
6	Đa Mi	Lâm Đồng	173	2,30	7,0
7	A Vương	Quảng Nam	210	5,30	5,2
8	Ea Krông	Phú Yên	64	1,90	4,5
9	Đại Ninh	Lâm Đồng	300	11,00	4,4
10	Rào Quán	Quảng Trị	70	5,60	3,0
11	Buôn Kuốp	Đắk Lắk	280	4,70	7,0
12	Sêrêpok 3	Đắk Lắk	220	2×0,60	8,0
13	Sông Tranh 2	Quảng Nam	190	1,80	8,5

TT	Tên công trình	Tỉnh	Công suất NMTĐ (MW)	Chiều dài hầm dẫn nước (km)	Đường kính trong của hầm (m)
14	Đăk Mi 1	Quảng Nam	250	10,00	5,0
15	Za Hung	Quảng Nam	28	1,70	5,0
16	Bắc Bình	Bình Thuận	33	2,50	4,5
17	Nậm Chim	Sơn La	16	2,50	2,5
18	Nậm Chiến	Sơn La	210	11,13	3,8
19	Trạm Tấu	Yên Bái	36	5,90	3,2
20	Cửa Đạt	Thanh Hóa	90	0,625	11,0
21	Bản Vẽ	Nghệ An	340	0,70	8,0
22	Hủa Na	Nghệ An	180	4,00	7,0
23	Huội Quảng	Sơn La	540	4,00	7,0
24	Thượng Kon Tum	Kon Tum	250	12,00	3,6
25	Đăk Đrinh	Quảng Ngãi	125	10,58	4,0

1.2. HÌNH THỨC MẶT CẮT NGANG CỦA ĐƯỜNG HẦM

Hình thức mặt cắt ngang của đường hầm được quyết định chủ yếu dựa vào điều kiện chịu lực và điều kiện thi công. Nguyên tắc chung là nên chọn hình thức mặt cắt đơn giản phù hợp với điều kiện thi công. Về mặt chịu lực, thường phân biệt mặt cắt của đường hầm không áp và đường hầm có áp.

1.2.1. Mặt cắt đường hầm không áp

Mặt cắt đường hầm không áp có các dạng:

- Mặt cắt có phần dưới là chữ nhật, thường có vát góc; phần đỉnh là vòm thấp (hình 1-2a). Loại này được dùng khi đường hầm đào qua tầng đá rắn chắc có hệ số kiến cố $f_k > 8$, không có áp lực đá núi tác dụng lên đường hầm.

- Mặt cắt có phần dưới là chữ nhật, phần đỉnh là vòm nửa đường tròn (hình 1-2b); dùng khi đá núi có $4 < f_k \leq 8$, thường chỉ có áp lực đá núi thẳng đứng.

- Mặt cắt dạng vòm cao (hình 1-2c); dùng khi đá núi có $2 < f_k \leq 4$, áp lực đá theo phương đứng lớn hơn phương ngang.

- Mặt cắt hình móng ngựa (hình 1-2d), tức vòm cong theo cả hai hướng - lên trên và xuống dưới, được dùng khi đá núi có $f_k \leq 2$, lớp lót đường hầm chịu áp lực đá núi từ trên đỉnh, hai bên và cả từ dưới đáy.

- Mặt cắt hình tròn: được dùng khi các thớ đá nằm nghiêng, áp lực đá lên mặt cắt đường hầm không đối xứng qua trục thẳng đứng, hay khi áp lực nước ngầm lên áo đường hầm rất lớn.