

Chương VII:

DÒNG CHẢY BÙN CÁT VÀ VẤN ĐỀ BỒI LẮNG XÓI LỞ Ở CÁC CÔNG TRÌNH TRÊN SÔNG

I. KHÁI NIỆM CHUNG

Trên lưu vực sông, bề mặt lưu vực thường xuyên chịu tác động của thiên nhiên (khí hậu, địa hình địa mạo...) và con người (khai phá đất đai, khai thác rừng ...) nên bề mặt bị bào mòn. Sản phẩm của quá trình này (đất bị bào mòn) một phần giữ lại ở sườn dốc, một phần được dòng nước mang đi vào sông suối tạo thành dòng chảy bùn cát.

Theo hình thức vận động của bùn cát, người ta chia ra 2 loại:

- Bùn cát lơ lửng, là bùn cát cuốn theo dòng nước ở trạng thái lơ lửng.

- Bùn cát đáy là loại bùn cát lăn chuyển ở đáy dòng sông.

Dòng bùn cát trên sông thay đổi theo không gian và thời gian.

Giữa dòng chảy của nước và dòng bùn cát có quan hệ chặt chẽ với nhau. Vào mùa lũ Q lớn thì bùn cát nhiều, vào mùa khô Q nhỏ bùn cát lại ít. Bùn cát làm cho đáy sông cao dần lên và cửa sông lấn dần ra biển. Dòng bùn cát có tác động rất lớn đến đời sống con sông. Chế độ bồi lắng xói lở và biến đổi dòng sông là kết quả của dòng chảy bùn cát.

Trong việc xây dựng các công trình thủy lợi (hồ nước), giao thông, cấp nước có quan hệ trọng việc tính toán bùn cát. Bùn cát liên quan chặt chẽ đến tuổi thọ hồ chứa, đến giao thông thủy, đến cấp nước sinh hoạt (sạch), đến nước tưới (phù sa).

Theo thống kê dòng bùn cát tăng theo sự tăng của Qsông, khi lưu lượng sông đạt $\frac{2}{3} Q_{\max}$, thì dòng chảy bùn cát ổn định. Trên cùng một mặt bùn cát phân bố không đều, lượng bùn cát tăng theo chiều sâu và tăng dần từ bờ ra giữa sông.

II. GIÁ TRỊ ĐẶC TRƯNG CỦA BÙN CÁT

1. Lượng ngậm cát ρ :

Lượng ngậm cát là khối lượng ngậm cát trong đơn vị thể tích;

Ký hiệu = ρ

Đơn vị = kg/m^3 hoặc g/m^3

2. Lưu lượng bùn cát R (kg/s):

Lưu lượng bùn cát là khối lượng bùn cát chuyển qua mặt cắt sông trong đơn vị thời gian là giây.

Ký hiệu = R

Đơn vị = kg/s

Lưu lượng bùn cát R có thể xác định từ lượng ngậm cát ρ và lưu lượng dòng chảy Q.

$$R = \rho \cdot Q \quad (\text{kg/s})$$

Trong đó: ρ - Lượng ngậm cát (kg/m^3)

Q - Lưu lượng dòng sông (m^3/s)

3. Khối lượng bùn cát P (T/năm):

Khối lượng bùn cát chuyển qua mặt cắt sông trong 1 năm là P (T/năm)

$$P = R \times T_{\text{năm}} = \frac{31,53 \times 10^6}{10^3} R \quad (\text{T/năm})$$

4. Thể tích bùn cát G ($m^3/năm$):

$$G = \frac{P}{\beta} \quad \beta - \text{khối lượng riêng của bùn cát (T/năm)}$$

5. Modun bùn cát M_{oc} ($T/năm/km^2$):

Modun bùn cát là khối lượng bùn cát trung bình trên đơn vị diện tích lưu vực, chảy qua mặt cắt sông trong 1 năm, $M_{oc} = \frac{P}{F}$ ($T/km^2/năm$). Người ta còn gọi M_c là hệ số xâm thực

III. TÍNH TOÁN BÙN CÁT KHI CÓ ĐỦ TÀI LIỆU QUAN TRẮC:

Trong hình thức vận động của bùn cát có 2 loại:

- Bùn cát lơ lửng.
- Bùn cát đáy

Trong tính toán bùn cát, người ta không dùng đến đường tần suất bùn cát, mà chỉ tính lưu lượng bùn cát bình quân nhiều năm.

1. Lưu lượng bùn cát bình quân nhiều năm R_0 :

Khi có tài liệu quan trắc thì người ta tính lưu lượng bùn cát bình quân nhiều năm R_0 theo công thức bình quân:

$$P_o = \frac{1}{n} \sum R_i$$

R_i - Lượng bùn cát của năm thứ i (kg/s)

n - Số năm quan trắc

2. Lượng ngậm cát bình quân nhiều năm ρ :

$$\rho_o = \frac{1000R_o}{Q_o} \quad (g/m^3)$$

R_o - Lưu lượng bùn cát bình quân nhiều năm (kg/s)

Q_o - Lưu lượng bình quân nhiều năm (m^3/s)

ρ_o - Lượng ngậm cát bình quân nhiều năm (g/m^3)

$$\rho_o \text{ ở Hà Nội } P_o = 585 \text{ g/m}^3$$

$$\rho_{\max} = 6970 \text{ g/m}^3 \quad (31/7/66)$$

$$\rho_{\min} = 10,7 \text{ g/m}^3 \quad (26/5/58)$$

3. Khối lượng bùn cát chuyển qua mặt cắt cửa ra:

Ta gọi P_o - Khối lượng bùn cát (T/năm)

$$P_o = \rho_o \cdot Q_o \cdot T_{\text{năm}}$$

$$= \left(\frac{\rho_o}{10^3} \right) \times Q_o \times 31,536 \times 10^6 \quad (\text{kg/năm})$$

$$P_o = 31,536 \times \rho_o \times Q_o \quad (\text{T/năm})$$

ρ_o - Lượng ngậm cát (g/m^3)

Q_o - Lưu lượng (m^3/s)

$$T_{\text{năm}} = 31,536 \times 10^6 \text{ giây}$$

4. Thể tích bùn cát chuyển qua mặt cắt cửa ra:

$$G_o = \frac{P_o}{\beta} \quad (\text{m}^3/\text{năm})$$

P_o - Khối lượng bùn cát (T/năm)

β_o - Khối lượng riêng bùn cát (T/m^3)

Hoặc
$$G_o = \frac{R_o \times T_{\text{năm}}}{\beta}$$

$$G_o = \frac{R_o \times 31,536 \times 10^6}{\beta} \times \frac{1}{10^3}$$

$$G_o = \frac{31,536 \times 10^6 R_o}{\beta} \quad (\text{m}^3/\text{năm})$$

R_o - Lưu lượng bùn cát bình quân nhiều năm (kg/s)

T_o - $31,536 \times 10^6 \text{ sec/năm}$

β - Khối lượng riêng của bùn cát (T/m^3)

Đối với phù sa $\rightarrow \beta = 0,5 \div 0,7 \text{ T/m}^3$

Đối với đất cát
Lớp bồi lắng nén chặt

$$\left. \vphantom{\begin{matrix} \text{Đối với đất cát} \\ \text{Lớp bồi lắng nén chặt} \end{matrix}} \right\} \beta = 1,0 \div 1,5$$

III. TÍNH TOÁN BÙN CÁT KHI KHÔNG CÓ TÀI LIỆU QUAN TRẮC

Khi không có tài liệu quan trắc thì dùng các phương pháp sau:

1. Dùng bản đồ đẳng trị ρ (g/m^3):

Từ ρ_o ta xác định P_o

$$P_o = \rho_o \times Q_o \times T_{\text{năm}}$$

$$P_o = 31,536 \times \rho_o \times Q_o \text{ (T/năm)}$$

$$\Rightarrow G_o = \frac{P_o}{\beta} \quad (\text{m}^3/\text{năm})$$

2. Dùng bản đồ phân vùng bùn cát hay mượn lưu vực tương tự:

Phương pháp này ít dùng vì thường không chính xác

3. Công thức kinh nghiệm xác định bùn cát lơ lửng:

Một trong những công thức thường dùng là công thức POLIAKOV

$$P_o = 10^4 \varepsilon \sqrt{JK}$$

ρ_o - Lượng ngậm cát bình quân

J - Độ dốc bình quân của dòng sông

ε - Hệ số xâm thực lấy từ bản đồ phân vùng

K - Hệ số hiệu chỉnh điều kiện làm việc

$$K = K_1.K_2.K_3$$

Hệ số hiệu chỉnh mặt cắt lưu vực K_1

Hình dạng mặt cắt lưu vực	K_1
Mặt cắt sườn dốc hình lõm	0,5
Mặt cắt sườn dốc phẳng	1,0
Mặt cắt sườn dốc lồi	1,5

Hệ số hiệu chỉnh theo lớp phủ thực vật K_2

Tầng phủ thực vật	K_2
Hai bên sông là đồng cỏ	0,5
Một bên sông là đồng cỏ	1,0
Hai bên sông là rừng rậm	0,7
Một bên sông là rừng rậm	1,4
Hai bên là rừng thưa	0,9
Một bên là rừng thưa	0,8
Hai bên sông là đất hoang	2,5

Hệ số hiệu chỉnh nham thạch K_3

Tình hình nham thạch	K_3
Đá	0,5
Sét và cát	1,0
Đất vàng	1,5

Hệ số xâm thực:

Xói mòn mạnh $\varepsilon = 8 - 6$

Xói mòn vừa $\varepsilon = 6 - 4$

Xói mòn ít $\varepsilon = 2 - 1$

4. Xác định bùn cát đáy:

Bùn cát đáy S_o tính theo bùn cát lơ lửng R_o

$$S_o = \beta \cdot R_o \quad (\text{kg/s})$$

β - Tỷ lệ bùn cát đáy so với bùn cát lơ lửng

$\beta = 0,05 \div 0,10$ (vùng đồng bằng); $\beta = 0,1 \div 0,3$ (vùng núi)

IV. ẢNH HƯỞNG CỦA CÔNG TRÌNH THUỶ LỢI ĐỐI VỚI DÒNG CHẢY BÙN CÁT

1. Khái niệm chung:

Do xây dựng công trình trên sông nên làm cho dòng chảy thay đổi từ đó sinh ra bồi lắng hoặc xói lở ở công trình

- Bồi lắng hồ chứa (thường làm đập)
- Xói lở ở bờ kho nước
- Xói lở dòng sông hạ lưu đập ngăn nước
- Xói lở bồi lắng gần công trình lấy nước

2. Bồi lắng bùn cát ở thượng lưu đập (hồ chứa nước):

Sau khi xây dựng đập, mực nước dâng cao làm cho lưu tốc giảm nhỏ dẫn đến sự lắng đọng của bùn cát trong kho nước.

Để tính toán tuổi thọ công trình ta xác định bùn cát bồi lắng trong 1 năm

Khối lượng bùn cát P (lơ lửng)

$$P_o = \rho_o \cdot Q_o \cdot T_{\text{năm}}$$

$$P = 31,536 \rho_o Q_o \quad (\text{T/năm})$$

P_o - Hàm lượng bùn cát bình quân năm (g/m^3)

Q_o - Lưu lượng bình quân năm (m^3/s)

$T_{\text{năm}} = 31,536 \times 10^6$ giây

- Thể tích bùn cát bồi lắng trong 1 năm G_0

$$G_0 = \frac{P_0}{\beta} \quad (\text{m}^3/\text{năm})$$

Bùn cát đáy được tính theo bùn cát lơ lửng

$$S_0 = \beta_0 \cdot R_0$$

3. Xói lở ở hạ lưu đập:

- Do hồ chứa giữ nước lại nên lưu tốc giảm làm bùn cát được lắng đọng trong hồ, nước trong hồ chứa xả về hạ lưu mang bùn cát ít, để khôi phục lại khả năng mang bùn cát, dòng nước gây ra xói lở một cách phổ biến ở hạ lưu đập. Sự xói lở ở hạ lưu đập chỉ có thể dừng lại, sau khi lưu tốc bị giảm xuống bằng lưu tốc khởi động bùn cát ở dòng sông.

4. Xói lở ở bờ kho nước"

Kho nước trữ nước thì bờ kho nước lùi dần vào phía sau làm ảnh hưởng đến công trình ven sông (đê, đất đai canh tác, làng mạc, giao thông). Đất ven bờ đó bị xói lở và lắng đọng lại làm cho dung tích hữu ích của hồ giảm xuống.

Các nhân tố gây xói lở bờ kho nước là:

- | | |
|-------------|--------------------|
| - Sóng gió | - Cấu tạo địa chất |
| - Nước mưa | - Lớp phủ thực vật |
| - Nước ngầm | - Địa hình địa mạo |

Trong các yếu tố trên thì sóng là yếu tố quyết định nhất đối với sự diễn biến bờ kho nước.

5. Ảnh hưởng của cửa lấy nước đối với sự diễn biến dòng sông:

a. Đối với công trình lấy nước không đập:

Qua cống lấy nước đầu kênh, nước từ sông chảy vào kênh. Nếu lưu lượng sông lớn thì lưu lượng có thể lấy vào kênh cũng lớn và ngược lại.

Cửa lấy nước nên bố trí vào bờ lõm vì ở đó chủ lưu chạy sát bờ độ sâu lớn nên lưu lượng lấy vào kênh cũng lớn. Tại cửa lấy nước, một bên bồi một bên xói, trước cống lấy nước thì một bên xói một bên bồi.

b. Công trình lấy nước có đập:

Công trình lấy nước có đập, mực nước trong sông được ổn định và lưu lượng lấy vào kênh có thể khống chế một cách chủ động. Khi không có yêu cầu dùng nước, thì cửa lấy nước thường được đóng kín để tránh xói lở và bồi lắng trong kênh.

V. ẢNH HƯỞNG CỦA CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG (CẦU) ĐỐI VỚI SỰ DIỄN BIẾN DÒNG SÔNG

1. Sự xói lở bồi lắng cầu giao thông:

Công trình giao thông trên sông là cầu ô tô và cầu đường sắt

Do các trụ cầu thu hẹp dòng chảy làm cho dòng sông biến đổi so với sông thiên nhiên sinh ra xói lở, bồi lấp ở vùng sông xây dựng cầu.

+ Ở thượng bên cầu do mố cản trở, nên dòng chảy ứ lại, dâng cao làm lưu lượng đơn vị giảm nhỏ, lưu tốc dòng chảy bị giảm, nên bùn cát bồi lắng lại.

+ Tại vị trí trụ cầu và mố cầu dòng chảy bị các công trình bảo vệ ở đầu cầu cản trở nên lưu lượng đơn vị tăng, lưu tốc tăng theo gây ra hiện tượng xói lở.

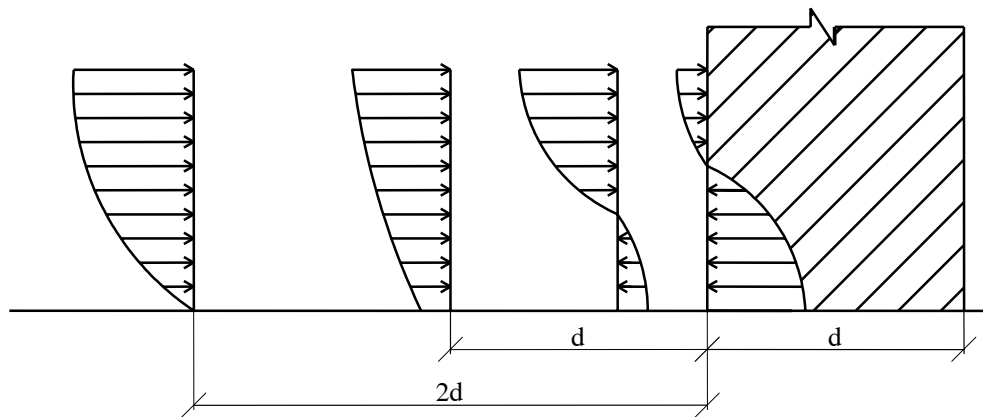
+ Ở hạ lưu cầu dòng chảy mở rộng làm lưu lượng đơn vị giảm, lưu tốc giảm sinh ra bồi lắng

Sự xói lở theo chiều rộng của sông nói chung tương đối nhỏ. Chiều sâu của mặt cắt nơi có cầu biến đổi mang tính chất chu kỳ làm cho bờ sông ở 2 đầu cầu cũng bị xói lở mang tính chất chu kỳ.

2. Xói lở cục bộ ở chân trụ cầu:

a. Nguyên nhân xói lở trụ cầu:

- Do dòng chảy quanh trụ cầu thay đổi đột ngột
- Dòng chảy gặp trụ cầu bị dâng lên và uốn quanh thành hình lăng trụ làm cho v và q tăng lên và hướng dòng chảy thay đổi gây ra xói nhanh và xói sâu.

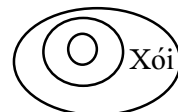
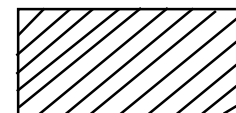
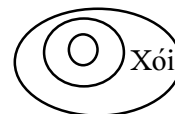


Biểu đồ lưu tốc ở thượng lưu cầu

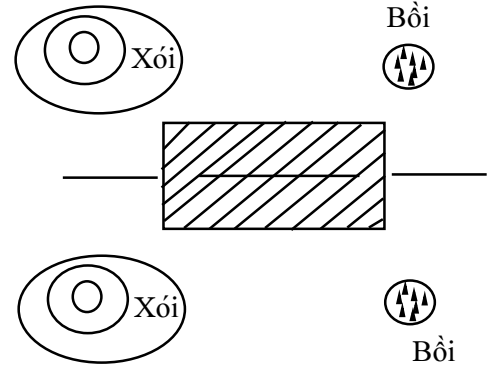
b. Quá trình xói ở trụ cầu:

Chia làm 3 giai đoạn

- Giai đoạn hình thành hồ xói: Hồ xói không phải trước trụ mà ở vị trí 2 bên trụ. Ở đó dòng chảy thay đổi đột ngột. Sau đó lan dần về thượng lưu và 2 bên trụ cầu



- Giai đoạn phát triển hồ xói: Xói càng phát triển sâu và rộng, làm hồ xói chuyển dịch về thượng lưu và 2 bên trụ cầu.



Lượng phù sa của hồ xói vận chuyển về hạ lưu thì gặp dòng chảy quanh tạo 2 dải bồi đối xứng qua tim trụ trên cầu.

Tốc độ xói đạt tới mức nhất định thì lưu tốc V giảm thì bãi bồi thấp dần.

- Giai đoạn phát triển hồ xói hạ lưu trụ: Ở giai đoạn này lưu lượng tải phù sa tại các hồ xói nhỏ hơn khả năng tải phù sa của dòng chảy (thời kỳ này xói 2 bên và hạ lưu trụ có tốc độ chậm) làm cho các bãi bồi sau trụ thấp dần và các hồ xói 2 bên trụ kéo dần về phía hạ lưu tạo ra hồ xói ở hạ lưu phát triển trong thời gian dài.

Khi dòng chảy đủ khả năng mang bùn cát của hồ xói chảy theo dòng nước thì việc xói lở sẽ ngưng.

Độ sâu hồ xói hạ lưu bằng $(0,5 \div 0,7)$ lần độ sâu hồ xói thượng lưu và 2 bên trụ.

c. Tính xói lở ở chân trụ cầu:

Giá thành trụ cầu chiếm phần lớn vốn xây dựng, thời gian thi công dài. Giá thành mô và trụ cầu phụ thuộc vào chiều sâu móng. Mà chiều sâu móng phụ thuộc vào độ sâu xói lở ở trụ.

Tính toán xói chân cầu hiện nay có rất nhiều công thức

- Công thức trường ĐHXD Hanoi

- Công thức của Viện NC đường bộ Liên Xô
- Công thức Trường ĐH Côlôradô (Mỹ)
- Công thức của Ấn Độ - Pakistan, ...

Ở đây chỉ giới thiệu 2 công thức thường dùng ở Việt Nam trong thiết kế cầu.

α) Công thức của ĐHXD Hanoi

+ Khi $V_{\text{sông}} < [V_{\text{KX}}]$

$$h_{\text{ch}} = 0,97 K_d b^{0,83} h^{0,17} \left(\frac{V}{[V_{\text{KX}}]} \right)^{1,04}$$

+ Khi $V_{\text{sông}} \geq [V_{\text{KX}}]$

$$h_{\text{ch}} = 0,52 K_d b^{0,88} h^{0,12} \left(\frac{V}{[V_{\text{KX}}]} \right)^{1,16}$$

Trong đó: h_{ch} - Chiều sâu xói cục bộ lớn nhất tại chân trụ cầu

K_d - Hệ số hình dạng trụ cầu ($K_d = 0,153 \div 0,198$)

h - Chiều sâu nước tại trụ nước khi xói

$[V_K]$ - Vận tốc không xói cho phép

Đáy sông là đất cát $[V_k] = 0,7 \text{ m/s}$

san sỏi $[V_k] = (1,0 \div 1,2) \text{ m/s}$

Đá cuội $[V_k] = (1,5 \div 2,1) \text{ m/s}$

V - Vận tốc tại trụ cầu trước khi xói cục bộ

b - Chiều rộng trụ tính toán

β) Công thức của Viện NC Đường bộ Liên Xô

$$h_{\text{ch}} = b^{2/3} h^{3/5} \left(\frac{V}{V_B} \right)^r K_d$$

h_{ch} - Chiều sâu xói lớn nhất ở chân trụ cầu

V_B - Tốc độ dòng chảy khuấy đục bùn cát

$$V_B = \sqrt[3]{g\omega h}$$

h - Chiều sâu nước trước khi xói

ω - Đường kính thủy lực hạt đáy sông

$\omega = f$ (đường kính hạt đất)

Khi $d = 0,01 \div 0,1$ thì $\omega = 0,07 \div 0,7$

$d = 1 \div 5$ thì $\omega = 9,5 \div 25$

$d = 100 \div 250$ thì $\omega = 108 \div 170$

n - số mũ. Khi $V > V_B$ thì $n = 3/4$

$V \leq V_B$ thì $n = 2/3$

K : Hệ số hình dáng trụ cầu.

d. Cao trình đặt móng trụ cầu:

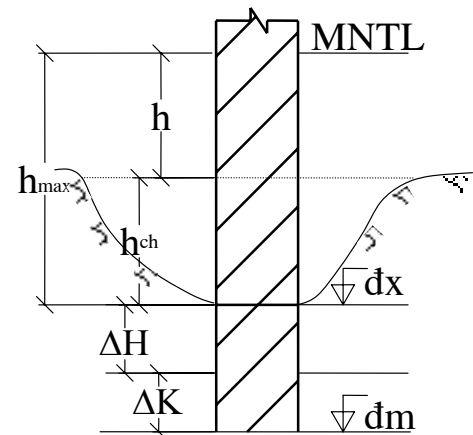
Cao trình tối thiểu đặt móng ∇_{dm}

∇_{dx} - Cao trình đáy sông sâu khi xói

ΔK - Chiều sâu móng cắm vào đất

ΔH - Chiều sâu dự trữ

$$\nabla_{dm} = \nabla_{dx} - (\Delta K + \Delta H)$$



Chương VIII:

TÌNH TOÁN HÌNH THỦY VĂN VÙNG ẢNH HƯỞNG THỦY TRIỀU

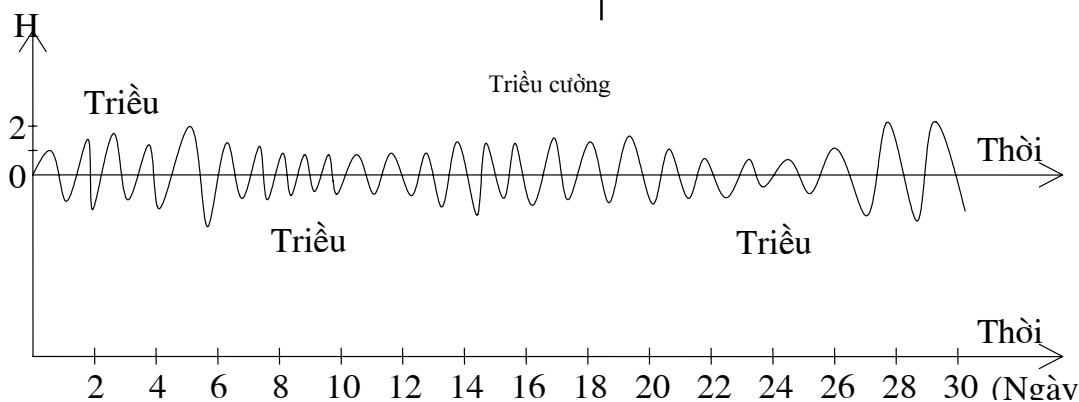
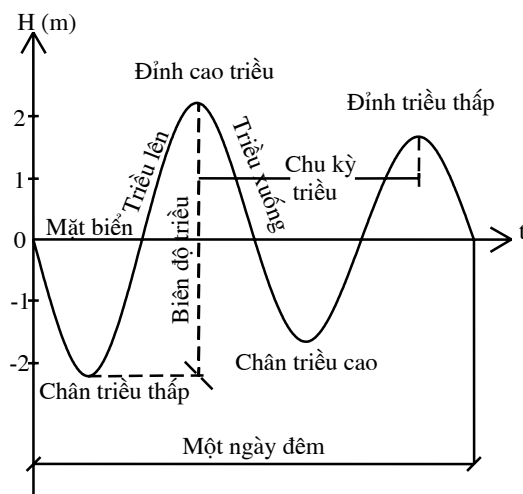
I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ THỦY TRIỀU

1. Hiện tượng thủy triều:

Mực nước biển lên xuống theo một chu kỳ nhất định ta gọi là thủy triều

Chu kỳ thủy triều ở mỗi nơi có khác nhau.

- Thường trong một ngày đêm có
 - + 2 lần thủy triều lên tạo đỉnh triều
 - + 2 lần thủy triều xuống tạo chân triều
- Trong 1 tháng có
 - + 2 lần triều cường
 - + 2 lần triều kém



Quá trình mực nước triều trong tháng

- Chênh lệch mực nước giữa đỉnh triều và chân triều ta gọi là BIÊN ĐỘ TRIỀU.

- Khoảng cách thời gian giữa 2 đỉnh triều gọi ta là CHU KỲ TRIỀU.

2. Phân loại thủy triều:

Dựa vào chu kỳ người ta phân làm 4 loại triều như sau:

a. Bán nhật triều đều:

Trong một ngày mặt trăng (24 giờ 50 phút) có

+ 2 lần triều lên

+ 2 lần triều xuống

b Nhật triều đều:

Trong một ngày mặt trăng có

+ 1 lần triều lên

+ 1 lần triều xuống

c. Bán nhật triều không đều:

+ 2 lần triều lên, 2 đỉnh khác nhau

+ 2 lần triều xuống, 2 chân khác nhau

d. Nhật triều không đều:

+ 1 lần triều lên

+ 1 lần triều xuống

Xuất hiện trong 15 ngày, chỉ có 7 ngày nhật triều, còn lại là xuất hiện bán nhật triều.

3. Nguyên nhân sinh ra triều:

Nước biển chịu tác động của lực hấp dẫn của Mặt trăng, Mặt trời là lực ly tâm của quả đất (quay xung quanh hệ thống Mặt đất - Mặt

trắng) không đều nhau nên sinh ra thủy triều.

Ngoài ra người ta còn giải thích thủy triều bằng thuyết động lực cho rằng thủy triều là do 2 loại chấn động cưỡng bức và tự do của nước biển gây ra thủy triều.

4. Đặc trưng của triều:

a. Chiều sâu xâm nhập mặn

Trong quá trình truyền triều vào sông, do sự tác động tương hỗ giữa dòng chảy trong sông và dòng triều mà hình thành giới hạn dòng triều. Vị trí này không cố định mà thay đổi theo mùa lũ và kiệt Triều biển tác động vào sông làm cho sông có nồng độ mặn tăng. Tùy theo yêu cầu dùng nước với nồng độ mặn khác nhau mà xác định độ sâu xâm nhập mặn L (km)

b. Mức nước triều bình quân

Là giá trị bình quân mà mực nước triều đo được trong từng giờ hoặc 30 phút của một con triều hay một thời kỳ triều.

c. Mức nước triều giữa

$$H_{\text{giữa}} = \frac{H_d + H_{ch}}{2}$$

d. Mức nước đỉnh triều H_d

e. Mức nước chân triều H_{ch}

f. Biên độ triều: Chênh lệch mực nước giữa H_d và H_{ch}

II. TÍNH TOÁN MỰC NƯỚC TRIỀU THIẾT KẾ

1. Tính toán $H_{\text{triều}}$ khi có số liệu thực đo:

a. Thống kê tài liệu triều:

Tùy theo yêu cầu công trình mà thiết kế tài liệu

+ Đối với công trình tưới, thống kê H_{ch}

+ Đối với phát điện, thống kê biên độ triều

+ Đối với tiêu nước, thống kê H_d

Chọn mỗi năm một màn tài liệu, tính toán tần suất, sau đó từ P% xác định H_{ch} (hoặc H_d hay biên độ

Giá trị $H_{dp}\%$ là giá trị để thiết kế công trình tiêu nước (đối với công trình lấy nước tưới thì tính $H_{ch}P\%$)

2. Tính toán mực nước triều thiết kế theo phương pháp Mariutin:

- Phương pháp này thích hợp với trường hợp chênh lệch mực nước triều hàng ngày không lớn.

- Giả thiết là đường phân bố có dạng đối xứng, tức $C_s = 0$.

- Đối với đường PIII có thể tính giá trị $H_p\%$ theo công thức.

$$H_p = (\emptyset C_v + 1) \bar{H}$$

$$\bar{H} = \frac{1}{n} \sum H_i$$

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{H}}$$

σ – Khoảng lệch quân phương

\emptyset - Khoảng lệch tung độ $\emptyset = f(C_s P)$

Áp dụng khi $C_s = 0$

Vậy $\emptyset = f(P)$

Bởi vậy H_p có thể tính như sau:

$$H_p = \bar{H}(\emptyset C_s + 1)$$

- Chú ý trong xác định các đặc trưng thống kê

+ Tính \bar{H}

Để đơn giản ta phân cấp mực nước (cách nhau 10 cm)

Gọi f_i - số lần xuất hiện của H_i

$$\text{Vậy } \bar{H} = \frac{1}{n} \sum H_i f_i$$

+ Trị số σ , C_v

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (H_i - \bar{H})^2 f_i}{(n-1)}} \quad C_v = \frac{\sigma}{\bar{H}}$$

+ Tính \emptyset

Căn cứ vào P tra \emptyset với $C_s = 0$

Phương pháp Marintin lấy dạng phân bố đối xứng để tính toán nên kết quả thu được Hmax thiên lớn, Hmin thiên nhỏ nên rất an toàn.

III. CHỌN DẠNG TRIỀU THIẾT KẾ

1. Chọn dạng triều điển hình:

- Là một dạng con triều thực tế và có dạng đại diện cho hiện tượng triều ở địa phương với nguyên tắc chọn là

- Có Htriều xấp xỉ Hp

- Dạng triều điển hình bất lợi cho việc thiết kế công trình. Ví dụ: khi tính toán công trình lấy nước từ sông chịu ảnh hưởng của triều thì triều có chân triều thấp và xảy ra vào lúc cần tưới là con triều bất lợi cần được chọn. Đối với công trình tiêu nước ra sông thì dạng triều bất lợi là loại có đỉnh triều cao, thời gian triều lên dài, thời gian triều xuống ngắn là con triều bất lợi cho việc tiêu nước.

2. Thu phóng triều điển hình thành con triều thiết kế

Chương IX:

CẦU VƯỢT SÔNG VÀ CỐNG QUÁ ĐƯỜNG

I. KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ CẦU VƯỢT SÔNG, CỐNG

- Cầu đường sắt, đường ô tô vượt qua các sông lớn là phần quan trọng của hệ thống giao thông.

- Cầu vượt sông là công trình tổng hợp gồm

+ Cầu

+ Đường dẫn vào cầu

+ Công trình bảo vệ gia cố bờ

+ Công trình hướng dòng

1. Phân loại cầu vượt sông:

a. Theo mức độ thông xe trong mùa lũ:

- Cầu mực nước cao: Đảm bảo thông xe liên tục với mực nước lũ thiết kế.

- Cầu mực nước thấp: Có thể ngừng thông xe trong một số ngày khi lũ lớn.

- Cầu tháo mở: Ngừng thông xe một số giờ nhất định trong ngày để tàu thuyền qua lại.

b. Phân loại theo chiều dài cầu:

- Cầu lớn : có chiều dài cầu $L_c > 100\text{m}$

- Cầu trung có $L_c = 30 \div 100\text{m}$

- Cầu nhỏ có $L_c < 30\text{m}$

c. Phân loại theo điều kiện làm việc:

Điều kiện làm việc của các loại cầu và cống qua đường có khác nhau

- Cầu lớn và cầu trung: Làm việc căng thẳng trong thời gian lũ, chịu tác động dòng lũ

Đối với dòng chảy qua cầu lớn, phức tạp sinh bồi lắng xói lở nên cần có công trình gia cố cầu lớn, làm thu hẹp dòng chảy từ đó sinh ra xói lở.

- Cầu nhỏ xây dựng với đáy sông được gia cố chống xói. Và trụ cũng không bị xói cục bộ.

- Cống qua đường làm việc với vật liệu chống xói nên không sợ dòng nước chảy qua phá hoại.

d. Phân loại theo tính toán thủy lực:

- Cầu nhỏ và cống: Với chế độ dòng chảy qua lòng sông không xói. Số lượng cầu nhỏ cống rất nhiều $0,5 \div 2$ cái/km

- Cầu lớn: Lòng sông có chế độ bùn cát diễn biến phức tạp sinh ra xói, lở bồi lắng ở vùng xây dựng cầu.

2. Nhiệm vụ cơ bản của cầu cống:

- Phục vụ tốt vận tải trên đường, bảo đảm xe chạy với mật độ, tốc độ thiết kế

- Bảo đảm cầu làm việc an toàn với lưu lượng lũ thiết kế Q_p

- Cầu phải bảo đảm yêu cầu kinh tế kỹ thuật trong tính toán

- + Xác định mực nước lũ, mực nước thông thuyền, $Q_p\%$ dòng chủ lưu.

- + Dự đoán xói lở

- + Có kè hướng dòng, kè bảo vệ cầu

3. Lựa chọn vị trí cầu vượt sông:

Cầu vượt sông phải đặt ở nơi có:

- Nền địa chất tốt, không phong hoá.
- Đoạn sông (xây dựng cầu) có tuyến ổn định, có lạch sâu.
- Bãi sông hẹp và ở trên cao, không lầy, không có nhánh sông cũ
- Dòng sông dưới cầu không có dôi cát, bãi nổi.
- Không đặt cầu dưới cửa sông nhánh (sẽ ứ đọng bùn cát dưới cầu).
- Trục cầu vuông góc với hướng dòng chảy.

II. HỆ SỐ XÓI CHUNG

1. Tính toán hệ số xói chung P:

Hệ số xói chung là đặc trưng chung nhất cho quá trình biến dạng mặt cắt lòng sông dưới ố cầu lớn, cầu trung.

Nếu ta gọi

ω_{tx} : Là tiết diện thoát nước trước khi xói

ω_{sx} : Là tiết diện thoát nước sau khi xói

Thì hệ số xói chung P là

$$P = \frac{\omega_{sx}}{\omega_{tx}}$$

Tiết diện thoát nước $\omega = B \bar{H}$

$$\omega_{sx} = B_{sx} \cdot \bar{H}_{sx}$$

$$\omega_{tx} = B_{tx} \cdot \bar{H}_{tx}$$

\bar{H}_{sx} \bar{H}_{tx} - Chiều sâu trung bình sau khi xói và trước khi xói

B_{sx} B_{tx} - Chiều rộng sông sau khi xói và trước khi xói

Vậy:

$$P = \frac{\omega_{sx}}{\omega_{tx}} = \frac{\bar{H}_{sx} B_{sx}}{\bar{H}_{tx} B_{tx}} = P_h \frac{B_{sx}}{B_{tx}}$$

Trong đó $P_h = \frac{H_{sx}}{H_{tx}}$ (hệ số xói theo chiều sâu)

Từ trên ta có:

$$P = P_h \cdot \frac{B_{sx}}{B_{tx}}, \text{ rút ra } P_h = P \frac{B_{tx}}{B_{sx}}$$

$$\Rightarrow P_h = \frac{\omega_{sx}}{\omega_{tx}} \frac{B_{tx}}{B_{sx}}$$

Ta biết rằng

$$Q = \omega \times V$$

Cho nên

$$\omega = \frac{Q}{V}, \text{ từ đó ta có:}$$

$$\omega_{sx} = \frac{Q_p}{V_{sx}} \times \frac{1}{\varepsilon}$$

$$\omega_{tx} = \frac{Q_c}{V_{tx}}$$

Q_c - Lưu lượng lòng sông dưới cầu lúc tự nhiên

Q_p - Lưu lượng lũ thiết kế

ε - Hệ số thất hẹp dòng chảy.

$$\varepsilon = \frac{\omega_{thu hẹp}}{\omega_{cầu(kể cả trụ)}}$$

Thay ω_{sx} , ω_{tx} vào trên ta có

$$P_h = \left(\frac{Q_p}{V_{sx}} \frac{1}{\varepsilon} \right) \frac{1}{\left(\frac{Q_c}{V_{tx}} \right)} \left(\frac{B_{tx}}{B_{sx}} \right)$$

$$\Rightarrow P_h = \frac{Q_p}{Q_c} \frac{V_{tx}}{V_{sx}} \frac{B_{tx}}{B_{sx}} \frac{1}{\varepsilon}$$

$$\text{Nếu } B_{sx} = B_{tx} \text{ thì } P_h = P \text{ và } P = P_h = \frac{Q_p}{Q_c} \frac{V_{tx}}{V_{sx}} \frac{1}{\varepsilon}$$

Nguyên nhân của xói lở chung là do làm cầu nên thắt hẹp dòng chảy đưa đến nước dâng trước cầu và làm tăng tốc độ dòng chảy chân cầu do đó bùn cát bị xói lớn hơn bùn cát dòng chảy đến nên hình thành xói lở chung.

Trị số hệ số xói chung phụ thuộc vào mức độ thắt hẹp dòng chảy và đặc tính đất đá lòng suối, thời gian trận lũ.

Trị số cho phép của P là [P] phụ thuộc vào lưu lượng đơn vị dưới cầu q_o

q_o (m ³ /s/m)	2	3	5	10	15	≥ 20
[P]	2,2	2,1	1,7	1,4	1,3	1,2

- Khi lựa chọn chiều dài cầu L_c ta chọn P khác nhau $P = 1 \rightarrow [P]$

- Chiều dài cầu L_c phụ thuộc vào ω_{tx} ứng với lưu lượng lũ thiết

kế Q_p

$$\omega_{tx} = \frac{Q_p}{V_{sx} \cdot \varepsilon \cdot P}$$

$$P = P_h = \frac{Q_p}{Q_c} \frac{V_{tx}}{V_{sx}} \frac{1}{\varepsilon}$$

$$\Rightarrow P = \frac{Q_p}{\frac{Q_c}{V_{tx}}} \times \frac{1}{V_{sx} \cdot \varepsilon} = \frac{Q_p}{\omega_{tx} \cdot V_{sx} \cdot \varepsilon} \Rightarrow \omega_{tx} = \frac{Q_p}{V_{tx} \cdot P \cdot \varepsilon}$$

Nếu $B_{sx} = B_{tx}$ thì $L_c = B_{tx}$.

2. Ý nghĩa của hệ số xói chung trong thiết kế cầu :

- Khi thiết kế cầu nếu tăng hệ số xói chung P thì :

+ Chiều dài cầu L_c lớn đưa đến giảm số trụ, số nhịp cầu và như

vậy sẽ giảm giá thành kết cấu của cầu.

+ Chiều sâu trụ tăng nhưng với số trụ giảm nên giá thành cũng giảm.

+ Đường dẫn vào cầu tăng (a)

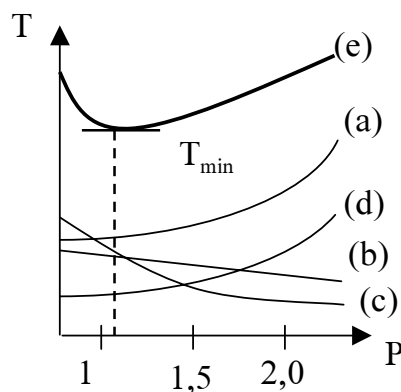
+ Công trình hướng dòng tăng

(d)

Tổng vốn đầu tư xây dựng cầu

T ứng với P thích hợp sẽ là tổng hợp vốn các hạng mục có giá trị nhỏ nhất.

Như vậy P sẽ cho chiều dài cầu L_c kinh tế nhất. Tuy nhiên tiêu chuẩn chọn P không phải là tiêu chuẩn duy nhất.



Giá thành quan hệ với P của các hạng mục công trình

(a) Giá thành đường dẫn

(b) Giá thành kết cấu nhịp

(c) Giá thành trụ cầu

(d) Giá thành công trình hướng dòng

(e) Giá thành toàn bộ cầu

III. TÍNH TOÁN CHIỀU DÀI CẦU LỚN, CẦU TRUNG

Cầu lớn, cầu trung là cầu có $L_c > 30m$ bắt qua dòng sông mang vùng bùn cát lơ lửng và bùn cát đáy, tại vị trí cầu do dòng chảy thất hẹp nên V tăng sinh ra xói lở chân trụ cầu.

Cơ sở để tính toán chiều dài cầu là dựa vào phương pháp cân bằng giới hạn lưu lượng bùn cát đi và đến. Việc tính toán vừa phức tạp như phải:

- Xác định phân phối lưu lượng của lòng sông và bãi sông
- Xác định dòng chảy sau khi xói.
- Chiều sâu xói ở lòng sông ở dưới cầu.

Sau đó mới xác định chiều dài cầu L_c . Ở trong phần này chỉ đi sâu xác định L_c

Tính L_c có thể phân thành hai trường hợp

Trường hợp 1:

Sau khi xói chiều rộng lòng sông B mở rộng ra toàn cầu là $B_1 \rightarrow L_c$

Thường gặp khi có đào lòng sông tại vị trí cầu:

B_1 : Chiều rộng lòng sông sau khi xói

L_c : Chiều dài cầu được tính theo công thức sau:

$$L_c = \frac{B_1}{\mu(1-\lambda)} \cdot \frac{1}{P^{4/3}} \cdot \left(\frac{Q_p}{Q_i} \right)^{4/3}$$

Trong đó $\varepsilon = \mu(1-\lambda) = \frac{\omega_{ch}}{\omega_{tx}}$, hệ số co hẹp dòng chảy ở hạ lưu cầu

ω_{ch} - Tiết diện thoát nước bị co hẹp phía sau cầu

ω'_{tx} - Diện tích thoát nước ngay tại cầu

$$\lambda = \frac{l_{trụ}}{l_{khoan}} \text{ (hệ số thu hẹp)}$$

Q_p - Lưu lượng lũ thiết kế

Q_i - Lưu lượng sông trong điều kiện chưa xây dựng cầu.

P - Hệ số xói chung

$$\lambda = \frac{\text{Chiều rộng 1 trụ cầu}}{\text{Khoảng cách 2 trụ}}$$

μ - Hệ số thất hẹp do trụ và mố.

Trường hợp 2

Sau khi xói chiều rộng sông có mở rộng nhưng các bãi vẫn còn nên chiều dài cầu L_c lớn hơn lòng sông (đã mở rộng)

$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2$, chiều rộng phần bãi dưới cầu.

B_1 - Chiều rộng sông trước khi xây dựng cầu

$B_b = (\Delta l)$ Tổng chiều rộng bãi sông trước khi xây dựng

$$L_c = B_1 + \Delta l = B_1 + B_b \left(\frac{1}{1-\tau} \right) \left(\frac{1}{\beta} \right)$$

Trong đó $\beta = \frac{Q_P}{Q_1} \cdot \left(\frac{\text{Lưu lượng thiết kế tần suất } P}{\text{Lưu lượng sông trong điều kiện tự nhiên cả phần lòng và phần bãi}} \right)$

β - Hệ số tăng cường lưu lượng chung cho toàn cầu

$$\tau = \frac{Q_{\text{lòng}}}{Q_P}$$

IV. TÍNH TOÁN CHIỀU DÀI CẦU NHỎ

Cầu nhỏ có chế độ dòng chảy khác với cầu lớn và cầu trung.

Dòng chảy qua cầu nhỏ là chảy xiết còn cầu lớn là chảy ngập.

Dòng chảy qua cầu nhỏ là đáy được gia cố, không có xói lở và dòng chảy như chảy qua đập tràn đỉnh rộng.

- Lưu lượng qua cầu là $Q = 300 \text{ m}^3/\text{s}$

- Với $Q = 30 \div 300 \text{ m}^3/\text{s}$ có thể xây cầu nhỏ hoặc làm cống.

- $Q < 30 \text{ m}^3/\text{s}$ thì làm cống qua đường.

1. Lưu lượng thiết kế chảy qua cầu:

Do cầu bị chặn qua sông suối, nên thường lưu tích nước.

Vì nếu dùng Q_{mp} thiết kế thì lưu lượng quá lớn nên Q_{TK} chỉ là một phần của Q_{mp} , phần còn lại sẽ tích lại phía thượng lưu và tiêu sau

$$Q_{TK} = SQ_{mp} = Q_{mp} \left[1 - \left(\frac{W_a}{W_{mp}} \right)^n \right]$$

S - Hệ số triết giảm do tích nước.

W_a - Dung tích có khả năng tích ở thượng lưu

n - Hệ số tích nước ít ($n = \frac{1}{2} \div \frac{1}{3}$)

Nước chảy qua cầu có các trạng thái chảy khác nhau nên cần phải xác định trạng thái chảy. Mà trạng thái chảy thì phụ thuộc vào độ sâu phân giới h_K .

2. Độ sâu phân giới:

Độ sâu phân giới của dòng chảy là chiều sâu cho năng lượng đơn vị tại mặt cắt tính toán nhỏ nhất.

$$\mathfrak{H} = h + \frac{\alpha v^2}{2g}$$

Khi $\frac{d\mathfrak{H}}{dh} = 0$ thì $h = h_K$ độ sâu phân giới

$$h_K = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} \quad \text{hoặc} \quad h_K = \frac{\alpha V_K^2}{g}$$

$$q = \frac{Q}{B} \quad (\text{lưu lượng đơn vị})$$

α = Hệ số động năng $\alpha = 1,0 \div 1,1$

Độ dốc phân giới l_K : là độ dốc thủy lực ứng với h_K

Có h_K sẽ tính $\omega_K = h_K \cdot B$

$$\chi = 2h_K + B$$

n - Hệ số nhám $R = \frac{\omega}{\chi}$

$$V_K = \frac{Q_K}{\omega} \quad V = \omega C \sqrt{Ri}$$

$$\text{Vậy } i_K = \frac{V_K^2}{\omega_K^2 C^2 R} \Rightarrow i = \frac{V^2}{\omega^2 C^2 R}, \quad C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

Dùng h_K và i_K so sánh với h_{ha} và i để xác định trạng thái chảy

i_h - Độ dốc thủy lực ứng với $h = 1,3h_K$

Độ dài cầu L_C quan hệ với trạng thái chảy

3. Xác định chiều dài cầu L_C :

a. Chảy tự do:

Khi $h_h < 1,3h_K$ $i_h > i_K$ và $Q < Q_0$

thì nước chảy qua cầu ở trạng thái chảy tự do, chiều dài cầu được xác định như sau:

$$L_C = \frac{Q_{TK} \cdot g}{\varepsilon \cdot \alpha \cdot V_{cp}^3} + Nd$$

ε - Hệ số thu hẹp dòng chảy ($\varepsilon = 0,8 \div 0,9$)

Q_{TK} - Lưu lượng thiết kế

N - Số trụ cầu

d - Chiều dày trụ cầu

V_{cp} - Lưu tốc cho phép trên sông hoặc vật liệu gia cố

b. Chảy ngập:

Khi $h_h > 1,3h_K$ $i_h < i_K$ và $Q_{TK} > Q_0$

I_h - Độ dốc dòng chảy hạ lưu cầu

Trong trường hợp này nước chảy qua cầu là chảy ngập.

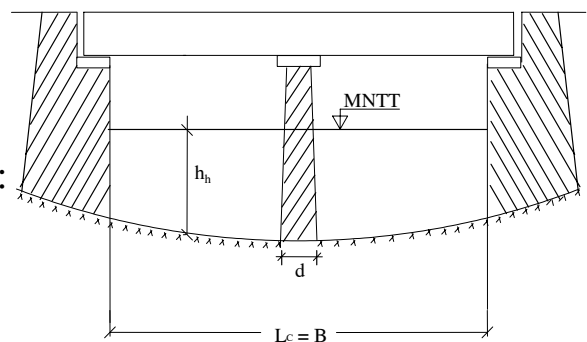
α) Mặt cắt sông dạng chữ nhật

h_{ha} - Chiều sâu dòng chảy hạ lưu cầu

$$L_C = \frac{Q_{TK}}{\varepsilon V_{cp} h_h} + Nd$$

β) Mặt cắt cống dạng hình thang:

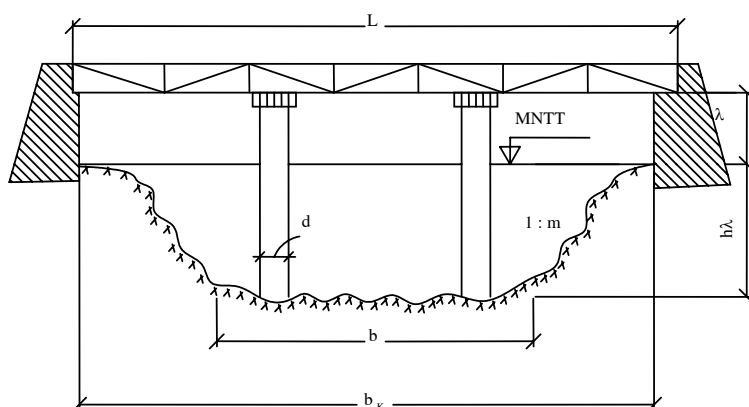
$$L_C = \frac{Q_{TK}}{\varepsilon V_{cp} h_h} + m h_h + Nd$$



MNTT - Mức nước thông thuyền

V_{cp} - Lưu tốc cho phép với nền cầu gia cố

m - Mái dốc bờ sông



γ) Mặt cắt sông dạng tam giác:

$$L_c = \frac{2Q_{TK}}{\varepsilon V_{cp} h} + Nd$$

$$\omega = \frac{Q_{TX}}{V_{cp}}, \omega = \frac{Bh}{2}$$

4. Xác định cao độ tối thiểu của mặt cầu:

$$H_{\text{cầumin}} = MN_{\text{trước cầu}} + C + \Delta$$

C - Chiều cao cấu tạo của dầm và mặt cầu, là khoảng cách từ đáy dầm cầu đến mặt cầu.

Δ - Tĩnh không dưới cầu, tùy thuộc đặc điểm và yêu cầu giao thông của tàu thuyền trên sông.

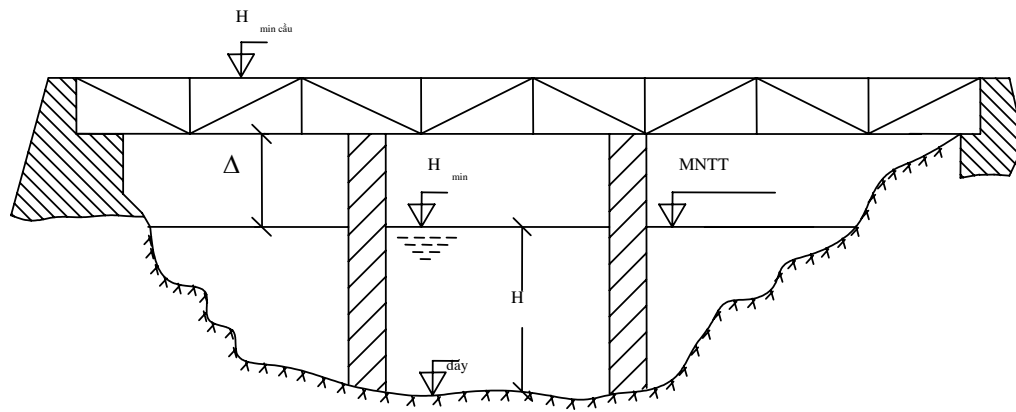
$$\Delta \geq 1,5\text{m, đối với sông có cây trôi.}$$

$$\Delta \geq 0,5\text{m, đối với sông không có cây trôi.}$$

∇H_m - Cao độ mực nước dòng trước cầu

$$\nabla H_m = \nabla \text{đáy sông} + H$$

H - Độ sâu nước tại vị trí cầu.



V. CỐNG QUA ĐƯỜNG

1. Khái niệm chung:

Đường giao thông khi cắt qua các dòng chảy, tại vị trí giao nhau đó phải làm công trình cầu hoặc cống vượt qua.

Tác dụng của cầu nhỏ hoặc cống là thoát dòng chảy thường xuyên (khe suối) hay định kỳ (vùng trũng để thoát nước mưa) dưới nền đất đắp.

Cống là công trình thoát nước có $Q < 30\text{m}^3/\text{s}$ đặt dưới lòng đường có chiều cao đất đắp phía trước $\geq 0,5\text{m}$.

Phân loại cống

a. Phân loại theo vật liệu:

- Cống gạch đá
- Cống bê tông
- Cống bê tông cốt thép
- Cống kim loại

Cống bê tông cốt thép được áp dụng rộng rãi nhất, vì bền, dễ cơ giới hoá trong xây dựng và thi công nhanh.

b. Phân loại theo chế độ chảy:

- Cống chảy tự do

- Cống chảy có áp
- Cống chảy bán áp

Nên dùng loại chảy không áp hoặc bán áp

c. Phân loại theo hình dạng mặt cắt:

- Cống hình thang
- Cống chữ nhật
- Cống tròn, cống hình ovan
- Cống tam giác.

d. Phân loại theo số lượng lỗ thoát nước:

- Cống đơn
- Cống nhiều cửa thoát nước

2. Lưu lượng cống qua đường:

Lưu lượng thiết kế cống qua đường được xác định như lưu lượng qua cầu nhỏ tức là:

$$Q_{TK} = SQ_{mp} = Q_{mp} \left[1 - \left(\frac{W_a}{W_{ap}} \right)^n \right]$$

W_a - Khả năng tích nước ở thượng lưu

W_{mp} - Dung tích tràn lũ

Q_{mp} - Lưu lượng lũ thiết kế

n - Hệ số. (Tích nước ít $n = \frac{1}{2}$, nhiều $n = \frac{1}{3}$)

Trạng thái chảy của cống

- Chiều dài của cống phụ thuộc vào trạng thái chảy.
- Trạng thái chảy cống phụ thuộc vào:
 - + Độ sâu nước trước cống
 - + Chiều cao cống

- + Hình dạng cống
- Trạng thái chảy gồm có:
 - + Cống không áp
 - + Cống bán áp
 - + Cống chảy có áp.

a. Cống chảy tự do (không áp):

Điều kiện để cống chảy tự do là suốt chiều dài cống nước chảy tự do:

$$H \leq 1,2 h_{cv}$$

H - Mức nước thượng lưu cống

h_{cv} - Chiều cao cửa vào cống

h_c - Độ sâu co hẹp

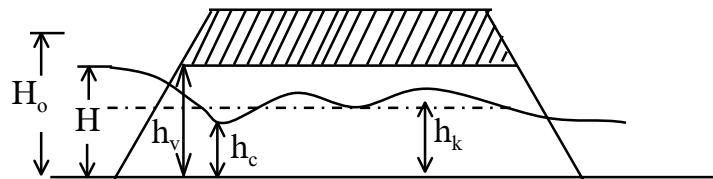
h_{cl} - Chiều sâu mực nước hạ lưu cống

h_k - Độ sâu phân giới

$$h_k = \frac{\alpha V_K}{g} \quad \text{hoặc} \quad h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}}$$

$$h_{co\ hẹp} = 0,9h_k$$

$$h_d = (0,7 \div 0,8)h_k$$



Lưu lượng qua cống

$$Q_{cống} = \varphi \omega \sqrt{2g(H_o - h_c)}$$

$$H_0 = h_c + \frac{V_c^2}{2g}$$

$$H = H_0 - \frac{2V_0^2}{2g}$$

V_0 - Lưu tốc trước cống

$$\varphi = 0,85 \div 0,95$$

Thường xem $H = H_0$

Cống chảy tự do chia làm hai loại:

- Cổng ngắn $L_c < (8 - 10)H$

Cống làm việc theo chế độ chảy của đập tràn đỉnh rộng

- Cổng dài $L_c > (8 - 10)H$

Nước chảy trong cống giống như nước chảy trong kênh

b. Cổng chảy bán áp:

Chế độ chảy bán áp xảy ra khi

$$H > 1,2 h_{cv} \div 1,4 h_{cv}$$

Tại cửa vào nước ngập toàn bộ, sau khi qua mặt cắt co hẹp h_c nước chảy lên chạm đỉnh cống và sau đó mực nước nhỏ hơn $h_{cống}$ và chảy tự do không áp.

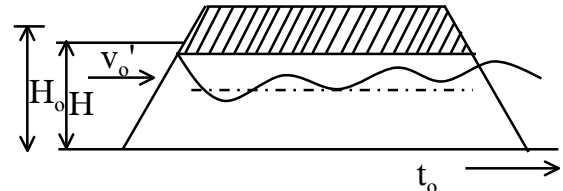
Trong trường hợp này $h_c = 0,6h_{cv}$

Lưu lượng qua cống Q tính theo

$$Q = \varphi \omega_c \sqrt{2g(H_0 - h_c)}$$

φ - hệ số lưu tốc ($\varphi = 0,85$)

$$V_c = \frac{Q}{\omega_c} = \varphi \sqrt{2g(H - h_c)}$$



c. Cổng chảy có áp:

Cống chảy có áp khi $H \geq h_{cv}$

Trạng thái chảy có áp là nước chảy ngập toàn bộ tiết diện cống

Lưu lượng được tính theo công thức

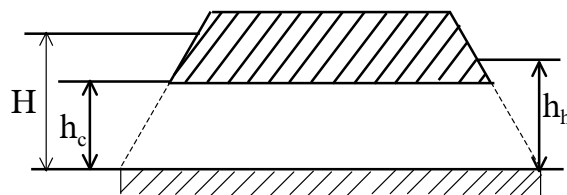
$$Q = \varphi \omega \sqrt{2g(H - h_{\text{cống}})}$$

φ - Hệ số lưu tốc

$$\omega = B \cdot h_{\text{cống}}$$

H - Cột nước trước ống

$h_{\text{cống}}$ - Chiều cao cống



3. Chiều dài cống:

Khi tính chiều dài cống cần phải biết được:

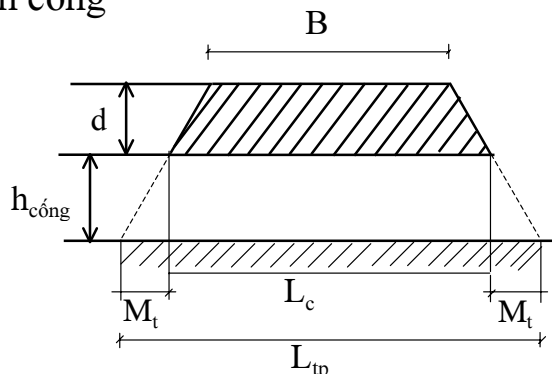
- Chiều rộng nền đường B
- Chiều cao của đất đắp trên cống
- Độ dốc mái của đường

Chiều dài cống gồm có:

$$L_c = B + 2md$$

m - mái dốc đường

d - Độ sâu đất đắp



Chiều dài toàn phần là chiều dài cống cộng với chiều dài sân thượng lưu và hạ lưu

$$L_{TP} = L_c + M_t + M_h$$

- Chiều dài sân thượng lưu M_t

$$M_t = m h_{\text{cống}}$$

- Chiều dài sân hạ lưu M_h

$$M_h = m_L h_{\text{cống}}$$

Đây là công thức tính tổng quát mang tính chất sơ bộ. Thực tế trong tính toán chiều dài cống được tính tỷ mỉ và cụ thể hơn.

VI. TÍNH TOÁN TÍCH NƯỚC TRƯỚC CẦU NHỎ VÀ CỐNG QUA ĐƯỜNG

1. Khái niệm chung:

- Tính toán cầu xác định chiều dài thoát nước của cầu, với lượng nước thoát W_{mp} với yêu cầu là mặt cầu không bị ngập.

- Đối với cống qua đường là thoát được lượng nước thừa sinh lũ từ lưu vực tập trung nước chuyển về, để giảm kích thước cống một phần lượng nước được tích lại thượng lưu với yêu cầu không làm ngập đường, lượng nước tích lại đó sẽ được tiêu tháo ngay sau khi mưa lũ.

Do đó tính toán tích nước là yêu cầu xác định khâu độ cống.

- Ta gọi $Q_{cống}$ là lưu lượng thoát qua cống

Q_{mp} là lưu lượng lũ thiết kế.

Cả Q_{mp} , $Q_{cống}$ đều thay đổi theo thời gian

Ta xét trong thời đoạn Δt

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

Tại thời điểm t_1

- Lưu lượng lũ Q_{m1}

- Lưu lượng cống Q_{c1}

1` Tại thời điểm t_2 , ta có Q_{m2} và Q_{c2}

- Lưu lượng trung bình trong Δt là:

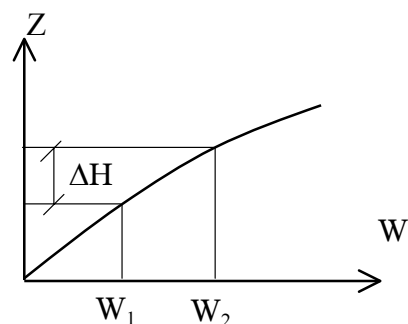
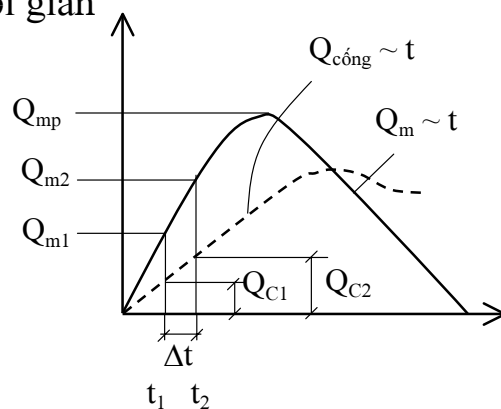
$$\bar{Q}_m = \frac{Q_{m2} + Q_{m1}}{2} \quad \bar{Q}_c = \frac{Q_{c2} + Q_{c1}}{2}$$

- Lượng lũ đến trong thời gian Δt là

$$W_m = \bar{Q}_m \cdot \Delta t$$

- Lượng nước tháo qua cống trong Δt là

$$W_c = \bar{Q}_c \cdot \Delta t$$



- Lượng nước tích ở thượng lưu là:

$$W_{\text{tích}} = W_{\text{lũ}} - W_{\text{cống}} = (\bar{Q}_m - \bar{Q}_c) \Delta t$$

- Vì tích nước nên mực nước thượng lưu dâng lên độ sâu ΔH tra trên đường quan hệ $Z \sim W$

- Trên đường quan hệ $Z \sim W$

+ W_1 - Dung tích ở thời điểm t_1

+ W_2 - Dung tích ở thời điểm t_2

+ $W_{\text{tích}} = W_2 - W_1$

+ Z_1 - Cao trình mực nước thượng lưu ở thời điểm t_1

+ Z_2 - Cao trình mực nước thượng lưu ở thời điểm t_2

Toàn bộ dung tích trữ lại phụ thuộc vào đường qua trình lũ $Q_m \sim t$ và đường quá trình lưu lượng tháo qua cống.

Thường $Q \sim t$ có thể được tính theo dạng tam giác hay hình thang. Phương pháp tính toán như phần dòng chảy lũ ở chương trước.

2. Tính toán $W_{\text{tích}}$ theo $Q_m \sim t$ dạng tam giác:

Ta gọi:

Q_{mp} - Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế

Q_{Cmax} - Lưu lượng xả lớn nhất qua cầu nhỏ hoặc cống.

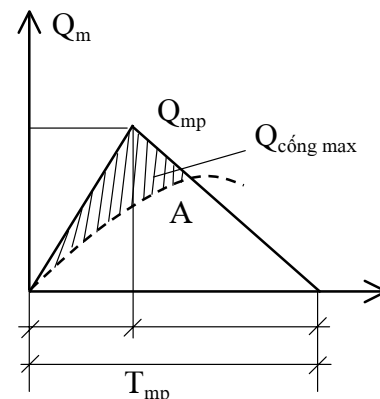
Lưu lượng Q_c tăng dần do nước lũ đang xuống về và gặp đường ($Q_m \sim t$) tại vị trí A, sau đó Q_m cũng giảm do do tại vị trí A là có Q_{Cmax}

Tổng dung tích trận lũ là:

$$W_{\text{mp}} = \frac{1}{2} Q_{\text{mp}} \cdot T_{\text{mp}}$$

Tổng dung tích được tháo qua cống

$$W_{\text{cống}} = \frac{1}{2} Q_{\text{Cmax}} \cdot T_{\text{mp}}$$



Dung tích được trữ lại ở thượng lưu là

$$W_{\text{tích}} = W_{\text{mp}} - W_{\text{cống}}$$

Vậy

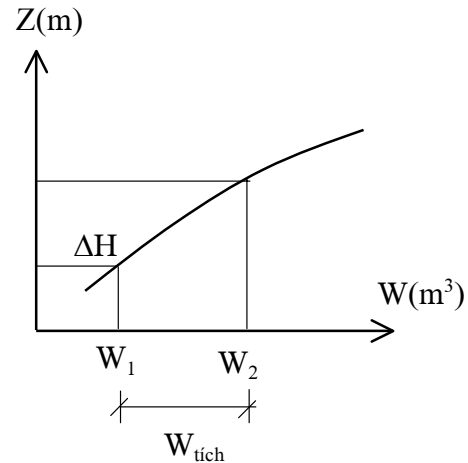
$$W_{\text{tích}} = \frac{1}{2} T_{\text{mp}} (Q_{\text{mp}} - Q_{\text{Cmax}})$$

Trong tính toán có 2 trường hợp

a) Biết Q_{Cmax} tính $W_{\text{tích}}$

$$W_{\text{tích}} = \frac{1}{2} T_{\text{mp}} (Q_{\text{mp}} - Q_{\text{Cmax}})$$

Từ $W_{\text{tích}}$ tra trên đường $Z \sim W$ sẽ xác định được cao trình sau khi tích nước Z_2 . Lấy Z_2 so sánh với cao trình mặt đường xem thủ đường có bị ngập hay không.



b) Biết Z_2 yêu cầu tính Q_{Cmax} , từ đó xác định $B_{\text{cống}}$

Từ Z_2 xác định $[W_{\text{tích}}]$

$$[W_{\text{tích}}] = \frac{1}{2} T_{\text{mp}} (Q_{\text{mp}} - Q_{\text{Cmax}})$$

$$\Rightarrow Q_{\text{Cmax}} = Q_{\text{mp}} - \frac{2[W_{\text{tích}}]}{T_{\text{mp}}}$$

Từ Q_{Cmax} xác định $B_{\text{cống}}$

$$Q_{\text{cống}} = \varphi B \sqrt{2gH}^{3/2}$$

$$\Rightarrow B = \frac{Q_{\text{Cmax}}}{\varphi \sqrt{2gH}^{3/2}}$$

3. Tính toán $W_{\text{tích}}$ với dạng lũ hình thang

Q_{mp} - Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế.

T_{mp} Thời gian lũ

T_d - Thời gian đỉnh lũ

$$T_d = 0,1 T_{mp}$$

Q_{Cmax} - Lưu lượng thoát lũ lớn nhất

$$\text{Vậy } W_{mp} = \frac{T_{mp} + T_d}{2} Q_{mp} = \frac{1,1 T_{mp} Q_{mp}}{2}$$

$$W_{Cmax} = \frac{1}{2} T_{mp} Q_{Cmax}$$

$$W_{tích} = W_{mp} - W_{Cmax}$$

$$W_{tích} = \frac{Q_{mp}(T_{mp} + T_d) - Q_{Cmax} T_{mp}}{2}$$

Cũng như trên từ $W_{tích}$ ta xác định cao trình mực nước trước cống và so sánh với cao trình mặt đường.