

Một số phương pháp tính toán thủy lực chặn dòng khi xây dựng công trình ở vùng triều và quai đê lấn biển

PGS.TS. Hồ Sĩ Minh
Bộ môn Thi công - Trường ĐHTL

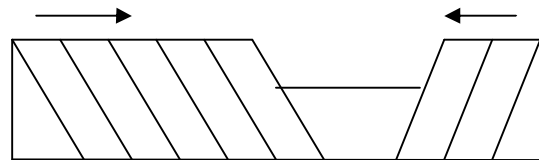
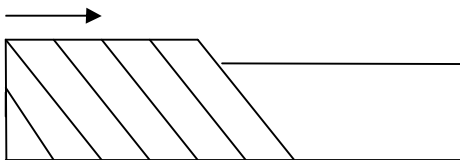
Tóm tắt: Nội dung bài báo dưới đây là kết quả một phần nghiên cứu thuộc đề tài cấp Bộ: “Nghiên cứu tính toán thủy lực và công nghệ chặn dòng các công trình ở vùng triều” do Trường Đại học Thủy lợi chủ trì, PGS.TS.Hồ Sĩ Minh chủ nhiệm đề tài.

1. Đặt vấn đề [1]

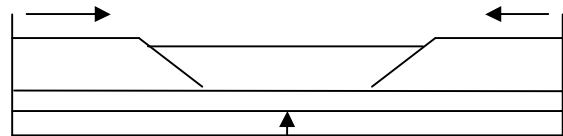
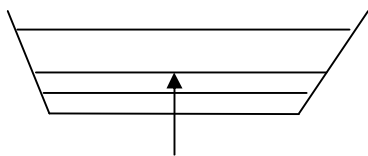
Tính toán thủy lực chặn dòng các công trình xây dựng trên sông triều và quai đê lấn biển phụ thuộc rất nhiều yếu tố ảnh hưởng, đó là: dòng chảy sông, dòng triều, sóng; tác dụng tương hỗ giữa dòng nước và vật liệu chặn dòng như: đất, cát, đá, khối bê tông, thùng chìm v.v...

Quá trình mặt cắt sông bị thu hẹp dần và cuối cùng bị chặn lại thì chuyển động chất lỏng có sự thay đổi mạnh theo phương dòng chảy, theo phương ngang và theo phương đứng, hơn nữa lại xảy ra hai chiều thuận nghịch. Sự thay đổi áp lực nước gây ra sự chuyển dịch vật liệu chặn dòng, ngược lại sự chuyển động vật liệu chặn dòng với phương pháp chặn khác nhau làm thay đổi hướng dòng chảy, có dòng xoáy và rối mạnh; cho nên về mặt lý luận không chỉ dừng lại ở nghiên cứu chất lỏng đơn thuần. Chuyển động hỗn hợp của nước và vật liệu hạt thô là phức tạp, khó trình

bày bằng lý thuyết, kể cả chính xác bằng thực nghiệm. Rất khó để chỉ ra một cách chính xác biên giới của đoạn dòng chảy thu hẹp. Phạm vi lớn, bé của vùng này phụ thuộc vào kích thước cửa chặn dòng, phương pháp chặn dòng, thông thường được lấy 150m ở mỗi phía thượng, hạ lưu tuyến thu hẹp. Đoạn dòng chảy thu hẹp chia thành vùng tăng tốc và vùng giảm tốc, có sự phân bố lưu tốc theo các phương phụ thuộc hình dáng kè chặn dòng. Thông thường mặt cắt ngang của kè chặn dòng lúc đầu là đỉnh nhọn, theo thời gian chuyển dần đỉnh rộng. Phương pháp khép dần có thể chia thành 3 kiểu thu hẹp: Thu hẹp đứng (hình1): Vật liệu có thể đổ xuống lấp dần từ bên này sang hoặc ngược lại, cũng có thể lấp từ 2 phía. Thu hẹp bằng (hình2): Vật liệu đổ xuống đồng đều cho đến khi bị kín hoàn toàn dòng chảy. Thu hẹp hỗn hợp (hình3): Lấp bằng đến một cao độ nào đó rồi tiến hành lấp đứng.



Hình 1: Lấp đứng



Hình 2: Lấp bằng

Hình 3: Lấp hỗn hợp

Khi lấp đứng với độ sâu không lớn :

$$\bar{v} = m \cdot \sqrt{2g \cdot \Delta Z} = m \cdot \sqrt{2g \cdot (H - h)} \quad (1)$$

Trong đó: m: hệ số lưu lượng

H: Mực nước thượng lưu (m)

h: Mực nước hạ lưu (m)

\bar{v} : lưu tốc trung bình mặt cắt (m/s)

Khi lấp đứng có lạch sâu và lòng sông rộng, theo [1]:

$$\bar{v} = m \sqrt{\frac{2}{3} gH} \quad (2)$$

m, H được giải thích như trong (1)

2. Phương pháp tính toán

2.1. Sử dụng biểu đồ lưu tốc thiết kế [2]

Hệ phương trình áp dụng:

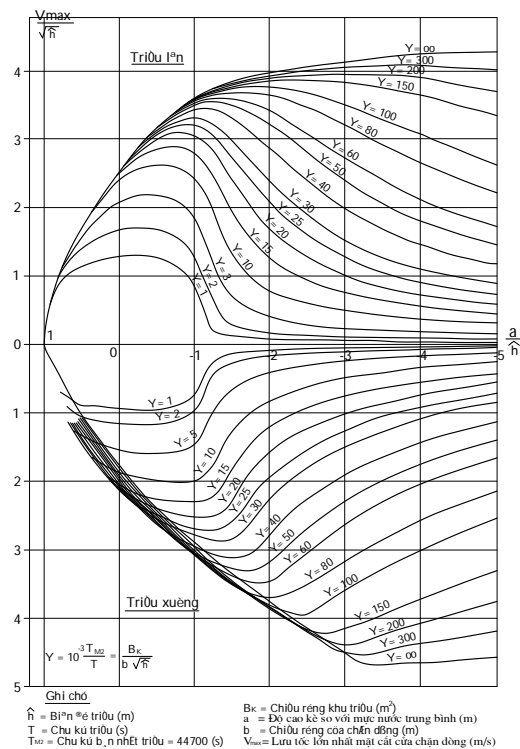
$$\frac{\partial Q}{\partial S} = -b \frac{\partial h}{\partial t} \quad (3)$$

$$\frac{\partial h}{\partial S} = -\frac{1}{gA} \frac{\partial Q}{\partial t} - \frac{Q|Q|}{C^2 A^2 R} + \frac{AW_s}{gAR} \quad (4)$$

Ở đây:

Q - Lưu lượng

S- Diện tích vịnh triều



Biểu đồ có 2 phần:

- Phần trên tra thông số triều lên.
- Phần dưới tra thông số triều xuống

Trong hình 5:

a - độ cao từ đỉnh kè đến mực nước trung bình (m)

\hat{h} - biên độ triều của chu kỳ triều thiết kế (m).

B_k - diện tích vịnh triều xem là hằng số (m²)

b_s - chiều rộng cửa thu hẹp (m)

Trục tung biểu diễn trị số $\frac{v_{max}}{\sqrt{\hat{h}}}$ và trục hoành

h- Mực nước trong vịnh triều có biên độ \hat{h} ,

$$h = \hat{h} \cdot \sin \omega t, \quad \hat{h} = \frac{1}{\omega} \left[\frac{\partial h}{\partial t} \right]_{max}$$

t - thời gian

A- Diện tích mặt cắt ngang vịnh.

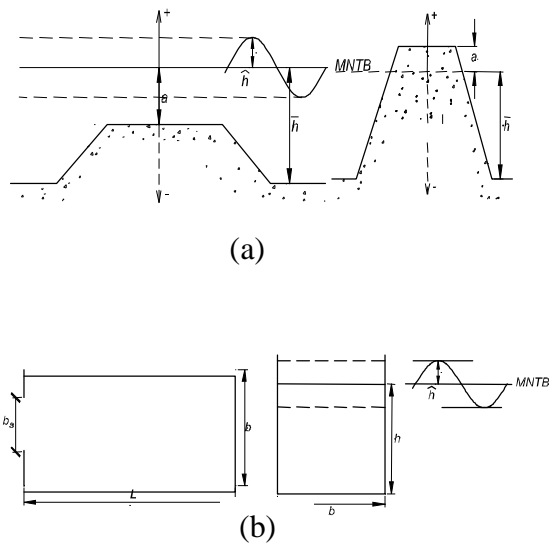
Nếu vùng cửa chặn dòng là sâu thì ảnh

hưởng của ma sát bỏ qua $\frac{gU|U|}{C^2 d} \approx 0$

$$u = \sqrt{2g\Delta h}$$

$$Q = mA \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \quad (5)$$

Sử dụng phương pháp số để lập quan hệ lưu tốc, độ cao kè, biên độ triều và chu kỳ triều được thể hiện như hình 4



Hình 5: Diễn biến kè chặn dòng (a) và đặc trưng vịnh triều (b)

< Hình 4: Biểu đồ lưu tốc thiết kế

biểu diễn trị số $\frac{a}{\hat{h}}$. Các đường cong trong biểu

đồ với hệ số $\gamma = 10^{-3} \cdot \frac{T_{M2}}{T} \cdot \frac{B_k}{b_s \cdot \sqrt{\hat{h}}} \quad (6)$

Điều kiện áp dụng:

Nếu $\frac{L}{\lambda} \ll 20$ biểu đồ có giá trị áp dụng.

Trong đó: $\lambda = c \cdot T$ là chiều dài sóng triều (m),
 L là chiều dài vịnh triều (m)

T_{M2} - chu kỳ bán nhật triều (s)

T - chu kỳ triều thiết kế (s)

- Các bước tính toán:

Tính γ theo (6), có $\frac{a}{\hat{h}}$, tìm đường cong

γ tương ứng ta có $\frac{v_{\max}}{\sqrt{\hat{h}}}$ từ đó tìm được V_{\max}

khi triều lên và khi triều xuống.

2.2. Phương pháp giải tích

2.2.1 Vịnh triều hoặc cửa sông rộng

2.2.1.1. Theo công thức S.J.F (Sverdrup-Johnson – Fleiming) - 1942 [3]

$$v = \frac{4.\pi.F.h}{3.T.A} \quad (7)$$

Trong đó:

v - lưu tốc ở tâm mặt cắt sông (m/s);

T - chu kỳ triều thiết kế (s);

F - diện tích bề mặt vịnh triều ứng với mức nước triều cao (m²);

A - diện tích mặt cắt ngang sông (m²);

h - là độ lớn của triều (m).

Công thức (7) chỉ tính sơ bộ lưu tốc ở tâm dòng chảy của mặt cắt. Từ đó có thể biết được lưu tốc gần giáp bờ (v_b), thông thường nếu sử dụng vật liệu bảo vệ bờ sông thì: $v_b = \frac{v}{2}$ có thể dùng để tính cho ổn định vật liệu bảo vệ.

2.2.1.2 Theo phương pháp của PGS.TS Hồ Sĩ Minh [4], [5]

$$v_{\max}^i = \frac{2.\pi.F.\hat{h}}{m_i.b_i.(d - \Delta z_{i-1}).T} \quad (8)$$

Trong đó:

v_{\max}^i - là lưu tốc lớn nhất mặt cắt thứ i trong chu kỳ triều (m/s);

$F = B.L(m^2)$ là diện tích kho triều ở mực nước trung bình;

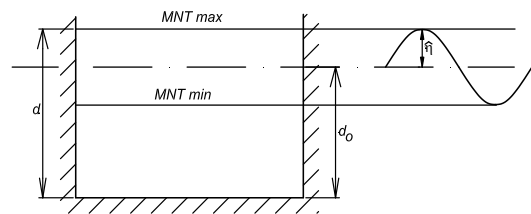
B - chiều rộng vịnh triều (m);

L - chiều dài vịnh triều (m)

\hat{h} - biên độ triều (m);

m_i - hệ số lưu lượng xác định ứng với chiều rộng cửa thu hẹp b_i , $m = 0.8$ khi chưa thu hẹp hoặc thu hẹp ít ($i = 0$); $m = 0,4$ tại cửa chặn dòng ($i = m$), m_i xác định phụ thuộc mức thu hẹp, có thể nội suy tuyến tính

$d = d_0 + \hat{h}$, d_0 và \hat{h} được thể hiện như ở hình (6)



Hình 6: Biểu diễn các thông số vịnh triều

Vì mực nước trong cửa chặn dòng bị giảm dần trong quá trình thu hẹp nên chiều sâu thay đổi $d_i = d - \Delta z_{i-1}$

Để tính được Δz_{i-1} , giả thiết khi chưa thu hẹp: $\Delta z_0 = \frac{v_0^2}{2g}$, với v_0 là lưu tốc dòng chảy khi

chưa thu hẹp được xác định bằng thực đo.

Quá trình tính toán được lập theo bảng 1

Bảng 1. Các bước tính lưu tốc

Bước tính toán	b_i	d_i	v_{\max}^i	Δz_i
$i = 0$	b_0	d	v_0	$\Delta z_0 = \frac{v_0^2}{2g}$
$i = 1$	b_1	$d_1 = d - \Delta z_0$	v_1	$\Delta z_1 = \frac{v_1^2}{2g}$
$i = 2$	b_2	$d_2 = d - \Delta z_1$	v_2	$\Delta z_2 = \frac{v_2^2}{2g}$
.....
$i = n$	b_n	$d_n = d - \Delta z_{n-1}$	v_n	$\Delta z_n = \frac{v_n^2}{2g}$

2.2.2 Trường hợp sóng triều có dòng chảy sóng không đáng kể

$$v_{\max}^i = \frac{2\pi b_0 \cdot e^{-\lambda \cdot l}}{m_i \cdot b_i \cdot (d - \Delta z_{i-1}) \cdot c(\lambda^2 + k^2) \cdot T} \quad (10)$$

Theo [4] tại cửa chặn dòng có thể tính theo công thức:

$$V_{\max} = \frac{5 \cdot \pi \cdot F \cdot \hat{h}}{AT} \quad (9)$$

Trong đó : A thay đổi, được tính theo A_i

$$A_i = b_i \cdot (d - \Delta z_{i-1})$$

Δz_{i-1} được tính theo các bước ở bảng 1.

Theo [5], tính toán công thức (9) và tra biểu đồ là phù hợp .

Trong đó: b_0 - chiều rộng sông (m).

$$\lambda = \frac{c \cdot v \cdot n^2}{2 \cdot h^3} \quad (1/m)$$

c - tốc độ truyền triều có xét sức cản lòng dẫn;(m/s)

v- lưu tốc dòng chảy sông tại tuyến xây dựng khi chưa thu hẹp (m/s);

n - hệ số nhám của sông;

h - độ sâu lòng sông (m);

l - khoảng cách từ tuyến đập tới cửa biển (m)

$$k = \frac{\omega}{c} \quad \text{với} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

T - chu kỳ triều thiết kế(s)

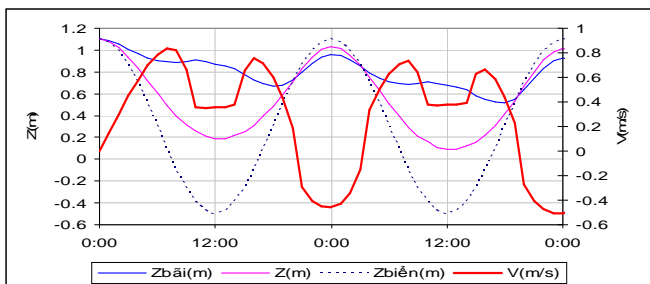
m_i - hệ số lưu lượng, m_i biến thiên từ 0,8 ÷ 0,4, tại cửa chặn dòng chọn $m = 0,4$;

b_i - chiều rộng cửa thu hẹp ở giai đoạn thứ i (m);

d - chiều sâu dòng chảy tính từ mực nước

trung bình $\Delta Z_{i-1} = \frac{v^2}{2g}$, ở giai đoạn khi chưa

thu hẹp ta có: $\Delta z = \frac{v^2}{2g}$



Hình 7: Quan hệ lưu tốc, mực nước và thời gian

2.2.3 Trường hợp sóng triều có dòng chảy sóng đáng kể

2.2.3.1. Dòng chảy sông Q_0 trội hơn dòng chảy triều \hat{Q}_1

$$Q_0 > \hat{Q}_1 : V_{\max} = \frac{Q_0(1 + \frac{1}{2\lambda_2^2} + \frac{2}{\lambda_2})}{m_i \cdot b_i \cdot (d - \Delta z_{i-1})} \quad (11)$$

2.2.3.2 Dòng chảy triều \hat{Q}_1 trội hơn dòng chảy sông Q_0

$$\hat{Q}_1 > Q_0 : V_{\max} = \frac{Q_1(1 + \frac{1}{2\lambda_2^2} + \frac{2}{\lambda_2})}{m_i \cdot b_i \cdot (d - \Delta z_{i-1})} \quad (12)$$

Trong công thức (11) và (12) :

Q_0 - lưu lượng dòng chảy sông, được xem là không đổi;

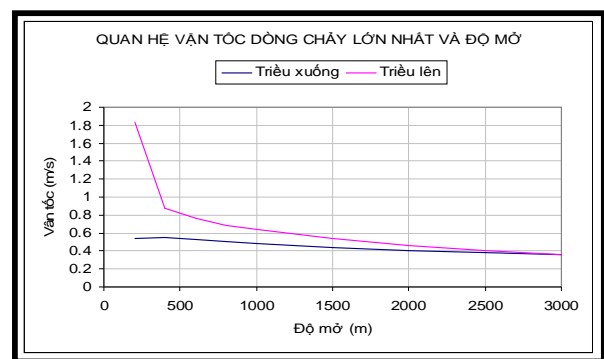
\hat{Q}_1 - biên độ lưu lượng triều (m^3/s)

$$\lambda_1 = \frac{\hat{Q}_1}{Q_0}, \quad \lambda_2 = \frac{Q_0}{\hat{Q}_1}$$

$m_i, b_i, d, \Delta z_i$, được giải thích như trên

2.3. Sử dụng phần mềm DUFLOW

DUFLOW là bộ phần mềm dùng để mô hình hoá 1 chiều dòng chảy và chất lượng nước. Với mô đun thủy động lực học có thể tính toán lưu tốc qua cửa chặn dòng. Kết quả tính toán cho dự án quai đê lấn biển Ngự hàm 4, Nga sơn, Thanh hóa là một ví dụ. Tuy nhiên sử dụng DUFLOW để tính toán cho vịnh triều ngắn và vịnh triều dài sẽ cho kết quả phù hợp hơn. Đồng thời nó cho biết thêm diễn biến mực nước trong chu kỳ triều. Hình 7 là kết quả các quan hệ lưu tốc, mực nước và thời gian. Hình 8 là quan hệ lưu tốc và tỷ lệ % diện tích thu hẹp.



Hình 8: Quan hệ lưu tốc và tỷ lệ % diện tích thu hẹp

3. Kết luận

Những phương pháp tính toán thủy lực nêu trên được áp dụng cho các trường hợp cụ thể khi tính lưu tốc trong giai đoạn đắp đập lần dần và giai đoạn chặn dòng, giúp cho đơn vị thi công chuẩn bị vật liệu và phương pháp thi công phù hợp. Lưu tốc qua cửa thu hẹp hoặc qua cửa chặn dòng thay đổi theo thời gian trong chu kỳ triều,

nó còn phụ thuộc vào cách thả vật liệu xuống dòng chảy. Ứng dụng phương pháp tính lưu tốc nào như đã giới thiệu ở trên cần xét cụ thể công trình được xây dựng trong hình thái của vùng triều đó như thế nào. Do hiện tượng thủy lực phức tạp như đã nêu trong mục 1. cho nên bất cứ một phương pháp tính toán nào cũng chỉ cho giá trị gần đúng.

Tài liệu tham khảo

[1] **Dr.J.J.Dronkers**- Experimental research ICD-10-64, 1967.Closure of Estuarine chaneln in tidal regions. Considerations on fluid motion in and around closure gaps. p.p. 1-7

[2] **J.C. Huis in't Veld** - Closing of Tidal Basins , Lecture notes-IHE, 1980

[3] **US Army, CERC**- Shore Protection Manual, 1975. p.p 7-203

[4] **Hồ Sĩ Minh** - Closure of the Tidal channels and Estuaries in VietNam. Proceedings of the COPEDEC V, South Africa, p.p 1782 – 1788. 1999

[5] **Hồ Sĩ Minh** - Công nghệ khép kín và chặn dòng các công trình vùng triều và ven biển - Luận án Tiến sĩ kỹ thuật năm 1997.

[6] **Hồ Sĩ Minh** - Design of encloure dam with a discharge sluice and a shipping lock in the bay of Asan in Korea. Design report at IHE, the Netherlands, 1981

Abstract:

Some of the methods for determination the velocity through constrict gap in cases of closing of in tidal regions and land out off the sea

The closure of the final gaps is one of the most difficult parts for the construction of the dams in tidal regions. The changes of velocities in the closure gap during the closure period can be computed. An attempt is made to introduce some formulae or the methods in which we can determinate the velocity of flow in the closure gap in order to apply in the construction of hydraulic works. These are also the results of a research part are done by working group of the Water Resources University.

Người phản biện: **GS. Lê Kim Truyền**