

TCVN 9904 : 2014

Xuất bản lần 1

**CÔNG TRÌNH THỦY LỢI -
CÔNG TRÌNH Ở VÙNG TRIỀU - YÊU CẦU
TÍNH TOÁN THỦY LỰC NGẮN DÒNG**

*Hydraulic structures - Works in tidal regions - Requirements
on hydraulic calculation for closure works*

HÀ NỘI - 2014

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa	5
4 Yêu cầu kỹ thuật chung	9
4.1 Điều kiện tự nhiên	9
4.2 Công nghệ xây dựng	12
4.3 Công tác đo đạc phục vụ tính toán thủy lực ngăn dòng	13
4.4 Thí nghiệm mô hình vật lý	13
4.5 Lựa chọn vị trí, thời gian ngăn dòng và chặn dòng	14
5 Tính toán xác định các điều kiện biên về thủy lực	14
5.1 Xác định mực nước khi ngăn dòng cho công trình ở ven biển, vịnh triều, cửa sông	14
5.2 Xác định mực nước khi ngăn dòng công trình trên đoạn sông có ảnh hưởng triều	15
6 Tính toán thủy lực ngăn dòng	17
6.1 Công trình ở vùng ven biển, vịnh triều	17
6.2 Công trình ở cửa sông	18
6.3 Công trình ngăn dòng trên đoạn sông có ảnh hưởng thủy triều	22
7 Tính toán đường kính vật liệu ngăn dòng	24
7.1 Đường kính danh nghĩa của vật liệu	24
7.2 Tiêu chuẩn ổn định vật liệu	24
7.3 Tính toán kích cỡ vật liệu lớp bảo vệ đáy trong khu vực ngăn dòng	27
7.4 Tính toán kích cỡ vật liệu chặn dòng chịu tác dụng của dòng chảy và sóng	28
7.5 Xác định kích cỡ vật liệu bảo vệ bờ khi ngăn dòng	28
8 Tính toán tổn thất vật liệu qua cửa ngăn dòng khi ngăn dòng bằng cát	29
8.1 Điều kiện áp dụng	29
8.2 Phương pháp tính toán	29
9 Phạm vi bảo vệ xói lở	30
9.1 Quy định chung	30
9.2 Xác định phạm vi xói lở	30
Phụ lục A (Tham khảo) Đặc điểm thủy triều vùng ven biển của Việt Nam	32
Phụ lục B (Quy định) Biểu đồ xác định tốc độ truyền triều	33
Phụ lục C (Tham khảo) Giới hạn truyền triều trong mùa kiệt trên các sông ở đồng bằng Bắc bộ và Nam bộ	37
Phụ lục D (Quy định) Biểu đồ thiết kế tìm lưu tốc lớn nhất	38
Phụ lục E (Tham khảo) Tính toán thủy lực ngăn dòng công trình trên đoạn sông ảnh hưởng triều bằng phương pháp lập bảng	40
Phụ lục F (Quy định) Tính khối lượng cát trôi	41
Phụ lục G (Quy định) Tính toán tổn thất cát trôi bằng phương pháp tra biểu đồ	44
Phụ lục H (Tham khảo) Các ví dụ tính toán	46

Lời nói đầu

TCVN 9904 : 2014 do Trung tâm Khoa học và Triển khai Kỹ thuật Thủy lợi thuộc trường Đại học Thủy lợi biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Công trình thủy lợi - Công trình ở vùng triều

- Yêu cầu tính toán thủy lực ngăn dòng

Hydraulic structures - Works in tidal regions

- Requirements on hydraulic calculation for closure works

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp tính toán thủy lực ngăn dòng để thi công xây dựng công trình ở vùng triều và vùng chịu ảnh hưởng của thủy triều (gọi chung là vùng triều).

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có):

TCVN 8214 : 2009, *Thí nghiệm mô hình thủy lực công trình thủy lợi, thủy điện*;

TCVN 8304 : 2009, *Công tác thủy văn trong hệ thống thủy lợi*;

TCVN 8478 : 2010, *Công trình thủy lợi - Yêu cầu về thành phần, khối lượng khảo sát địa hình trong các giai đoạn lập dự án và thiết kế*;

TCVN 9901 : 2014, *Công trình thủy lợi - Yêu cầu thiết kế đê biển*.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Thủy triều (Tides)

Hiện tượng mực nước biển, mực nước ở các vùng cửa sông và ven biển dâng lên hạ xuống theo chu kỳ do sự thay đổi lực hấp dẫn cũng như sự chuyển động tương tác giữa mặt trăng, mặt trời và trái đất gây ra.

3.2

Đỉnh triều (Crest of tide)

Còn gọi là nước lớn, là mực nước cao nhất trong một chu kỳ triều.

3.3

Chân triều (Low tide)

Còn gọi là nước ròng, là mực nước thấp nhất trong một chu kỳ triều.

3.4

Triều lên (Rising tide)

Giai đoạn mực nước thủy triều dâng cao dần từ chân triều đến đỉnh triều. Khoảng thời gian tính từ thời điểm xuất hiện chân triều đến thời điểm xuất hiện đỉnh triều kế tiếp gọi là thời gian triều lên.

3.5

Triều xuống (Falling tide)

Giai đoạn mực nước thủy triều hạ dần từ đỉnh triều xuống chân triều. Khoảng thời gian tính từ thời điểm xuất hiện đỉnh triều đến thời điểm xuất hiện chân triều kế tiếp gọi là thời gian triều xuống.

3.6

Chu kỳ thủy triều (Period of tide)

Khoảng thời gian giữa hai đỉnh triều hoặc hai chân triều xuất hiện liên tiếp.

3.7

Nhật triều (Diurnal tide)

Sự dao động của một chu kỳ triều với một lần triều lên và một lần triều xuống trong một ngày (có một đỉnh triều và một chân triều).

3.8

Bán nhật triều (Semi - diurnal tide)

Sự dao động của hai chu kỳ triều với hai lần triều lên và hai lần triều xuống trong một ngày (có hai đỉnh triều và hai chân triều xuất hiện trong một ngày).

3.9

Triều hỗn hợp (Mixed tide)

Trong một tháng mặt trăng (tháng có từ 29 ngày đến 30 ngày, một ngày có 24 h 50 min) có khoảng nửa tháng chu kỳ triều biến đổi từ bán nhật triều sang nhật triều hay ngược lại từ nhật triều sang bán nhật triều.

3.10**Nhật triều không đều** (Irregularly diurnal tide)

Triều hỗn hợp có số ngày nhật triều chiếm ưu thế, những ngày còn lại là bán nhật triều.

3.11**Bán nhật triều không đều** (Irregularly semi - diurnal tide)

Triều hỗn hợp có số ngày bán nhật triều chiếm ưu thế, những ngày còn lại là nhật triều.

3.12**Triều dừng, nước dừng** (slack tide, slack water)

Trạng thái vận tốc dòng triều rất nhỏ (bằng không hoặc gần bằng không) khi nước triều đổi dòng từ dòng triều lên sang dòng triều rút hoặc ngược lại.

3.13**Độ lớn triều** (Tidal range)

Khoảng cách chênh lệch từ đỉnh triều đến chân triều tại vị trí công trình ứng với một chu kỳ triều.

3.14**Biên độ triều** (Tidal amplitude)

Khoảng cách từ đỉnh triều hoặc chân triều đến mực nước trung bình. Trong tiêu chuẩn này quy định độ lớn triều bằng hai lần biên độ triều.

3.15**Độ lớn của lưu lượng triều** (Amplitude of the discharge)

Trị số lưu lượng triều khi truyền vào sông (triều dâng) hoặc rút ra khỏi sông (triều xuống). Trong tiêu chuẩn này quy định trị số lưu lượng triều khi vào sông và khi rút ra khỏi sông là bằng nhau.

3.16**Triều cường** (Spring tide)

Thủy triều có độ dao động về mực nước mạnh nhất (đỉnh triều ở mức cao nhất và chân triều ở mức thấp nhất) trong đường quá trình triều theo tháng.

3.17**Triều kém** (Neap tide)

Thủy triều có biên độ dao động thấp nhất (đỉnh triều thấp, chân triều cao) trong đường quá trình triều theo tháng. Triều kém còn gọi là kỳ nước sinh hay kỳ nước ròng.

3.18

Vùng triều (Tidal region)

Tên gọi chung cho các vùng ven biển, cửa sông hay đoạn sông suối có các yếu tố thủy động lực thay đổi do ảnh hưởng của thủy triều.

3.19

Vịnh triều (Tidal basin)

Phần biển lấn sâu vào đất liền qua một cửa hoặc nhiều cửa, không có sự tham gia hoặc có sự tham gia không đáng kể của dòng chảy sông trong mùa kiệt. Khi quai đê lấn biển hoặc khi đê biển bị vỡ thì phần biển được đê bao lại hoặc phần đất liền bị nước biển tràn ngập vào do đê vỡ cũng được coi là vịnh triều.

3.20

Kho triều (Tidal volume)

Thể tích nước biển chứa trong vịnh triều tính từ mực nước thấp nhất đến mực nước triều cao nhất.

3.21

Cửa sông (Estuary)

Phần cuối của sông chảy ra biển. Ranh giới giữa sông và biển ở tại vị trí mà độ cao sóng xấp xỉ bằng 0,5 m, ứng với trường hợp mực nước trong sông là mực nước thiết kế đê, phía biển là sóng bất lợi tương ứng triều tần suất 5 % và bão cấp 9.

3.22

Đoạn sông có ảnh hưởng triều (Tidal river)

Đoạn sông có mực nước dao động theo chu kỳ do ảnh hưởng của thủy triều truyền vào.

3.23

Công trình ngăn dòng (Closure works)

Công trình xây dựng ở vùng triều dùng để ngăn một phần biển, vịnh triều, cửa sông, đoạn sông có ảnh hưởng triều với những mục đích khác nhau. Công trình ngăn dòng có thể là một đập ngăn hoàn chỉnh hoặc chưa hoàn chỉnh. Quá trình xây dựng gồm 2 giai đoạn: giai đoạn đầu thu hẹp, gọi là ngăn dòng. Giai đoạn cuối là bịt kín một đoạn đã được tính toán dự kiến trước, gọi là chặn dòng (hợp long, hạp long).

3.24

Lắp bằng (Vertical closure)

Sử dụng vật liệu thả đồng thời trên toàn tuyến ngăn dòng cho đến khi bịt kín dòng chảy.

3.25**Lắp đứng** (Horizontal closure)

Sử dụng vật liệu lắp dần từ một bờ hoặc từ hai bờ cho đến khi bịt kín dòng chảy.

3.26**Lắp hỗn hợp** (Combined closure)

Sử dụng hết hợp cả lắp đứng và lắp bằng.

3.27**Thùng chìm** (Caisson)

Kết cấu hình hộp bằng bê tông cốt thép hoặc những trụ pin kết hợp hệ thống đóng mở bằng cửa van, được lai dắt bằng tàu kéo hoặc dùng cầu vào vị trí để đánh chìm.

4 Yêu cầu kỹ thuật chung**4.1 Điều kiện tự nhiên**

4.1.1 Vùng nước nông ven biển đủ điều kiện để xây dựng công trình ngăn dòng có độ sâu từ 0,5 m đến 25 m so với mực nước biển trung bình. Khi xây dựng công trình ở vùng nước nông ven biển có độ sâu trên 25 m áp dụng tiêu chuẩn tính toán riêng.

4.1.2 Mực nước dùng để tính toán thủy lực ngăn dòng khi xây dựng công trình ở vùng ven biển, cửa sông và đoạn sông có ảnh hưởng của thủy triều lấy như sau:

- Vùng cửa sông, ven biển: Theo TCVN 9901:2014;
- Đoạn sông có ảnh hưởng triều: Tính toán từ các tài liệu đo đạc thủy văn.

4.1.3 Vịnh triều được chia thành hai loại chính là vịnh triều ngắn và vịnh triều dài. Để phân loại vịnh triều cần tính toán xác định trị số L_b/L , trong đó L_b là chiều dài của vịnh triều và L là chiều dài sóng triều truyền vào vịnh triều (đơn vị của L và L_b tính bằng m). Khi trị số $L_b/L \leq 0,05$ là vịnh triều ngắn. Khi trị số $L_b/L > 0,05$ là vịnh triều dài. Chiều dài sóng triều truyền vào vịnh triều xác định theo công thức sau:

$$L = c \times T \quad (1)$$

trong đó:

$$c \text{ là tốc độ truyền triều, m/s: } c = \sqrt{gh} \quad (2)$$

h là độ sâu của vịnh triều tính từ mực nước trung bình, m;

g là gia tốc trọng trường: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;

T là chu kỳ triều tại vùng ven biển có vịnh triều và cửa sông, s.

4.1.4 Cửa sông cũng chia thành hai loại chính là cửa sông ngắn và cửa sông dài. Căn cứ vào trị số L_{CS}/L để phân loại cửa sông, trong đó L_{CS} là chiều dài của cửa sông và L là chiều dài sóng triều truyền vào cửa sông. Khi trị số L_{CS}/L từ 0,10 đến 0,15 là cửa sông ngắn. Khi trị số $L_{CS}/L > 0,15$ là cửa sông dài. Chiều dài sóng triều truyền vào cửa sông xác định theo công thức (1) trong đó c là tốc độ truyền triều, đơn vị là m/s, được xác định theo phụ lục B.

4.1.5 Giới hạn truyền triều từ cửa sông (cửa biển) vào sâu trong nội đồng của sông có ảnh hưởng triều xác định theo tài liệu thực đo. Đối với các sông ở đồng bằng Bắc bộ và Nam bộ khi không có công trình xây dựng chắn ngang dòng chảy và không có tài liệu thực đo, có thể tham khảo phụ lục C để xác định giới hạn truyền triều.

4.1.6 Đặc trưng đoạn sông có ảnh hưởng triều thể hiện qua chỉ số uốn cong I_s và tỷ lệ tương đối giữa bề rộng sông và độ sâu nước sông, được xác định theo bảng 1:

Bảng 1 - Đặc trưng đoạn sông có ảnh hưởng triều.

Loại sông	Đặc trưng		
	Hình thái	$I_s = L/$	B/h
1. Sông thẳng	Có nhiều vũng sâu	$< 1,05$	< 40
	Hợp lưu do hai hoặc nhiều sông, nhiều bãi nổi	$< 1,30$	> 40
2. Sông uốn khúc	Sông đơn	$> 1,5$	< 4
	Hợp lưu do hai hoặc nhiều sông, nhiều bãi nổi	$> 1,5$	-

CHÚ THÍCH:

I_s là chỉ số uốn cong (hay mức độ uốn khúc của đoạn sông), là tỷ số giữa chiều dài của đoạn cong tính từ hai điểm gần nhất của đoạn cong với khoảng cách nối hai điểm cong: $I_s = L/$

L là chiều dài đoạn cong tính từ hai điểm gần nhất của đoạn cong, m;

là khoảng cách nối hai điểm cong, m;

B là chiều rộng sông, m;

h là độ sâu nước trong sông, m.

4.1.7 Đặc điểm độ nhám đáy lòng dẫn xác định như sau:

a) Hệ số nhám Manning, ký hiệu là n , đơn vị là $s/m^{1/3}$, xác định theo công thức:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \times n_5 \quad (3)$$

$$n_0 = 0,038.D_{90}^{1/6} \quad (4)$$

trong đó:

n_0, n_1, n_2, n_3, n_4 là hệ số nhám thành phần, $s/m^{1/3}$, phụ thuộc vào đặc điểm lòng dẫn. Bảng 2 giới thiệu hệ số nhám thành phần áp dụng cho các sông vùng ven biển;

n_5 là hệ số phụ thuộc sóng triều trong sông và mức độ uốn khúc I_s của sông, chọn n_5 như sau:

$$n_5 = 1,00 \quad \text{với } I_s = 1,0;$$

$$n_5 = 0,57 + 0,43 I_s \quad \text{với } 1,0 < I_s < 1,7;$$

$$n_5 = 1,30 \quad \text{với } I_s > 1,7.$$

D_{90} là đường kính lớn nhất của hạt bùn cát đáy có thể lọt qua mắt sàng mà tổng khối lượng của các cỡ hạt lọt được qua mắt sàng chiếm 90 % khối lượng toàn bộ, 10^{-3} m;

Bảng 2 - Giá trị hệ số nhám thành phần của lòng dẫn

Tính chất lòng dẫn		Hệ số nhám thành phần	
1. Nền đáy sông	Đất	n_0	0,020
	Cát mịn		0,024
	Cát thô		0,028
	Đá gốc		0,025
2. Đặc trưng về địa hình	Rất bằng phẳng	n_1	0,000
	Không bằng lắm		0,005
	Ghồ ghề, lồi lõm		0,010
	Không theo quy luật nào		0,020
3. Mặt cắt ngang của sông	Các mặt cắt ít thay đổi	n_2	0,000
	Có một số mặt cắt thay đổi		0,002
	Có số mặt cắt thay đổi nhiều		Từ 0,010 đến 0,015
4. Ảnh hưởng có sự tắc nghẽn	Hầu như không có	n_3	0,000
	Có nhưng không đáng kể		Từ 0,010 đến 0,015
	Có nhiều chỗ tắc nghẽn		Từ 0,020 đến 0,030
	Có tắc nghẽn nhưng vẫn chảy mạnh		Từ 0,040 đến 0,060
5. Sông có cây cối, thực vật	Ít	n_4	Từ 0,005 đến 0,010
	Trung bình		Từ 0,010 đến 0,025
	Nhiều		Từ 0,025 đến 0,050
	Rất nhiều		Từ 0,050 đến 0,100

b) Hệ số ma sát Chézy, ký hiệu là C , đơn vị là $m^{1/2}/s$. Khi chiều rộng sông lớn hơn 20 lần chiều sâu nước thì hệ số ma sát Chézy được tính theo công thức Manning:

$$C = \frac{1}{n} h^{1/6} \quad (5)$$

trong đó :

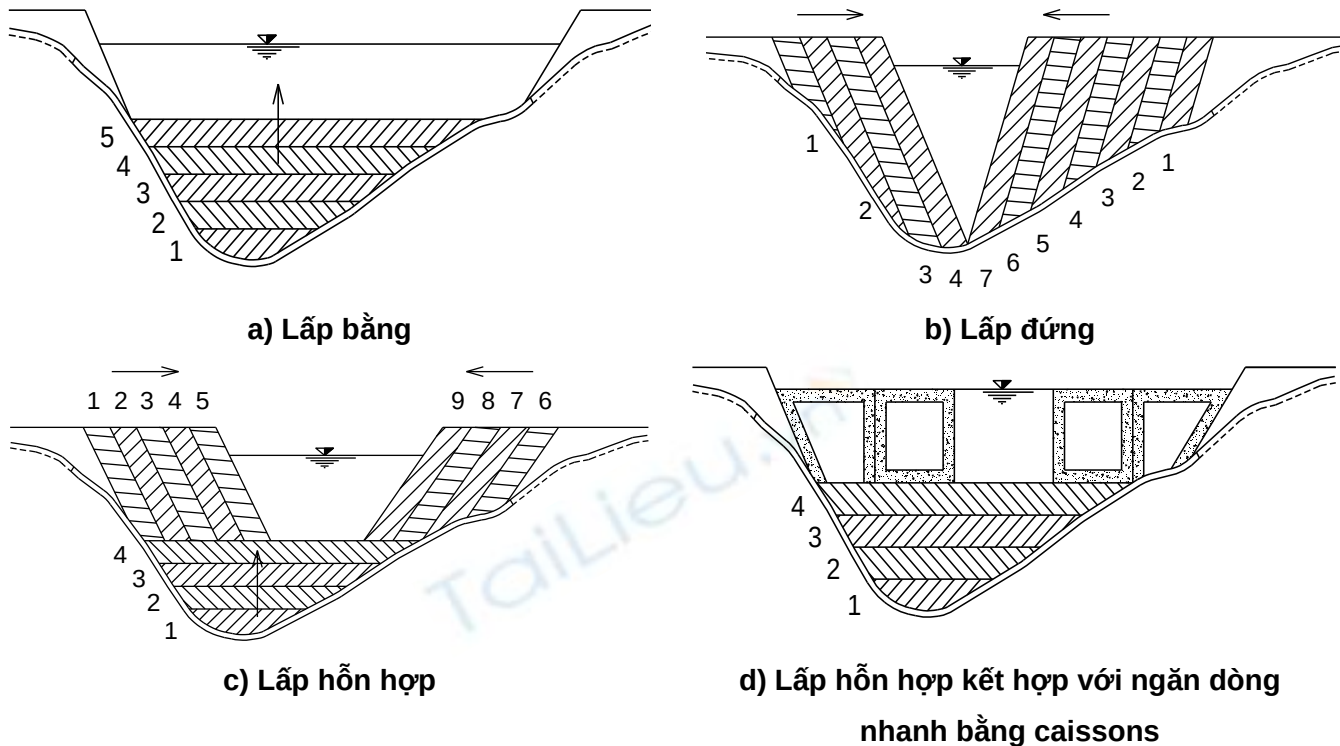
n là hệ số nhám Manning tính theo công thức (3), $s/m^{1/3}$;

h là độ sâu nước trong sông tính từ mực nước trung bình, m.

4.2 Công nghệ xây dựng

4.2.1 Ngăn dòng chậm

Công nghệ ngăn dòng chậm bao gồm các phương pháp ngăn dòng nêu tại hình 1. Khi sử dụng công nghệ này, nhà thầu thi công phải chuẩn bị đầy đủ các phương tiện và thiết bị thi công vận tải thủy, thiết bị thi công cơ giới bộ phù hợp với điều kiện thực tế của công trình. Có thể sử dụng lực lượng lao động địa phương để tổ chức ngăn dòng v.v...



CHÚ DẪN: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 là thứ tự đắp các đợt.

Hình 1 - Sơ đồ các phương pháp ngăn dòng chậm

4.2.2 Ngăn dòng nhanh

Nội dung của công nghệ ngăn dòng nhanh là sử dụng thùng chìm¹, trụ pin nổi có cửa van. Điều kiện áp dụng công nghệ này là nhà thầu thi công phải có khả năng chế tạo thiết bị (thùng chìm, trụ pin nổi có cửa van), có phương tiện vận tải thủy lai dắt và có biện pháp tổ chức thi công đánh chìm phù hợp.

4.2.3 Điều kiện áp dụng công nghệ

- a) Áp dụng phương pháp lắp đứng với công trình ngăn dòng có độ sâu nhỏ hơn 7 m. Với công trình ngăn dòng có độ sâu từ 7 m trở lên nên áp dụng phương pháp lắp bằng;
- b) Đối với tuyến công trình ngăn dòng có độ sâu từ 15 m trở lên, giai đoạn đầu nên sử dụng công nghệ ngăn dòng chậm với phương pháp lắp bằng và giai đoạn sau sử dụng công nghệ ngăn dòng nhanh;
- c) Đối với tuyến công trình ngăn dòng có độ sâu nhỏ hơn 15 m, chiều dài nhỏ hơn 300 m nên sử dụng công nghệ ngăn dòng chậm;

¹ Thùng chìm (caissons) là một loại kết cấu bê tông cốt thép hình hộp rỗng. Kích thước của thùng chìm phụ thuộc vào điều kiện thủy lực thực tế tại cửa chặn dòng và kết quả tính toán thiết kế ngăn dòng. Sau khi lai dắt về vị trí chặn dòng, thùng chìm được đánh chìm và neo giữ ổn định bằng công nghệ phù hợp, sau đó được chất thêm tải trọng bằng vật liệu thông dụng như đất, đá, cát, sỏi...

d) Đối với tuyến công trình ngăn dòng là đoạn bãi nông có độ sâu dưới 7 m, dài trên 300 m và có đoạn lạch sâu từ 15 m trở lên, nên sử dụng công nghệ ngăn dòng chậm ở bãi nông, kết hợp lắp bằng và ngăn dòng nhanh ở đoạn lạch sâu.

4.3 Công tác đo đạc phục vụ tính toán thủy lực ngăn dòng

4.3.1 Yêu cầu kỹ thuật đo vẽ mặt cắt địa hình sông thực hiện theo TCVN 8478 : 2010; đo mực nước, đo lưu tốc và đo lưu lượng dòng chảy thực hiện theo TCVN 8304 : 2009.

4.3.2 Trước khi ngăn dòng cần đo đạc và thu thập các tài liệu sau:

- a) Đo vẽ mặt cắt dọc toàn tuyến;
- b) Đo lưu tốc dòng triều trên các thủy trực tại mặt cắt tuyến ngăn dòng.

4.3.3 Trong thời gian đang ngăn dòng cần đo đạc và thu thập các tài liệu sau:

- a) Trường hợp thi công theo phương pháp lắp bằng: Cần đo cao độ, chiều rộng đỉnh đập và chiều sâu nước ứng với mực nước triều sau mỗi đợt đắp;
- b) Trường hợp thi công theo phương pháp lắp đứng:
 - Đo lưu tốc dòng chảy ở hai phía đầu đập, đo độ sâu hố xói cả hai phía thượng và hạ lưu để hiệu chỉnh cường độ và kích cỡ vật liệu ngăn dòng cho đợt sau và bảo vệ xói tại cửa ngăn dòng và hai bờ;
 - Đo cao độ mực nước cách 100 m về hai phía thượng và hạ lưu. Mỗi lần lặn dòng được khoảng 50 m phải đo lại độ sâu tại tuyến ngăn dòng ở cửa ngăn dòng;
 - Khi lưu tốc ở cửa ngăn dòng vượt quá 2 m/s phải đo mực nước cách 100 m về hai phía thượng hạ lưu trước thời điểm triều dừng;
- c) Trường hợp ngăn dòng nhanh:
 - Cần dự báo đường quá trình triều trong thời gian ngăn dòng, tối thiểu trước một ngày;
 - Trước khi hạ chìm cấu kiện cuối cùng cần đo mực nước và đo lưu tốc ở vị trí cách 50 m về hai phía thượng và hạ lưu để tính toán lai dất và định vị cấu kiện.

4.4 Thí nghiệm mô hình vật lý

4.4.1 Đối với công trình cấp đặc biệt và cấp I phải thí nghiệm mô hình vật lý để đề xuất biện pháp bảo vệ đáy, chống xói lở bờ phù hợp và đảm bảo an toàn trong quá trình ngăn dòng. Phương pháp thí nghiệm thực hiện theo TCVN 8214 : 2009. Có thể thí nghiệm mô hình vật lý cho công trình cấp thấp hơn khi trong thực tế chưa có hình mẫu ngăn dòng tương tự.

4.4.2 Nội dung thí nghiệm mô hình vật lý gồm: xác định lưu tốc qua cửa ngăn dòng, lưu tốc hai bên bờ cửa đập ngăn dòng, lưu tốc gây xói phía cuối cửa ngăn dòng, chiều dài xói lở và độ sâu xói lở,

chênh lệch mực nước trước và sau cửa ngăn dòng, hệ số tổn thất vật liệu, phạm vi mở rộng dòng chảy và diễn biến thủy lực khi lấp sông chặn dòng.

4.5 Lựa chọn vị trí, thời gian ngăn dòng và chặn dòng

4.5.1 Lựa chọn vị trí chặn dòng như sau:

- a) Nếu trên tuyến ngăn dòng có lạch sâu và bãi rộng, mực nước triều cao chỉ gây ngập lạch sâu thì nên chọn cửa chặn dòng ở lạch sâu;
- b) Nếu trên tuyến ngăn dòng có lạch sâu và bãi rộng nông, mực nước triều thấp ngập bãi rộng nông thì nên chọn cửa chặn dòng ở bãi rộng nông.

4.5.2 Lựa chọn thời gian ngăn dòng phải đảm bảo chọn chính xác thời điểm con triều kém có biên độ mực nước nhỏ nhất để lặn dòng. Thông thường thời gian ngăn dòng (quá trình thu hẹp dòng chảy) và thời gian chặn dòng (bịt kín) được chọn trong mùa khô.

4.5.3 Chọn thời gian chặn dòng theo quy định sau:

- a) Chọn thời gian chặn dòng trong những ngày triều kém của thời đoạn ngăn dòng (mỗi tháng đều có từ 3 ngày đến 4 ngày triều kém). Ở thời điểm triều dừng cần bố trí tiến độ thi công hợp lý để tiến hành công tác chặn dòng;
- b) Thời gian chặn dòng chỉ trong vài giờ, nên chọn vào lúc nước dừng (triều đổi hướng) ở chân triều;
- c) Thời đoạn triều kém và thời điểm triều dừng trên từng đoạn sông có ảnh hưởng triều là khác nhau tùy thuộc vào khoảng cách từ cửa sông đến vị trí xây dựng công trình ngăn dòng. Tùy thuộc vào điều kiện cụ thể của từng công trình để lựa chọn thời điểm chặn dòng hợp lý.

5 Tính toán xác định các điều kiện biên về thủy lực

5.1 Xác định mực nước khi ngăn dòng cho công trình ở ven biển, vịnh triều, cửa sông

Mực nước khi ngăn dòng ở vùng ven biển, vịnh triều, cửa sông là mực nước triều cao nhất tổng hợp do các yếu tố khí tượng trong thời đoạn ngăn dòng, phù hợp với tần suất thiết kế và cấp công trình được quy định trong TCVN 9901 : 2014. Thời đoạn ngăn dòng chọn trong mùa khô. Mực nước tính toán khi ngăn dòng xác định theo công thức sau:

$$Z_{tt} = Z_{tb} + \hat{h}_{\max} \quad (6)$$

trong đó:

Z_{tt} là mực nước tính toán khi ngăn dòng, m

Z_{tb} là mực nước trung bình tính toán, m, xác định theo phương pháp độc lập xác định các mực nước thành phần nêu trong TCVN 9901 : 2014;

$\hat{h}_{\max}$ là biên độ triều lớn nhất ở vùng ven biển, vịnh triều, cửa sông có công trình ngăn dòng, m, hoặc lấy bằng một nửa độ lớn triều, quy định trong phụ lục A.

5.2. Xác định mực nước khi ngăn dòng công trình trên đoạn sông có ảnh hưởng triều

5.2.1 Mực nước ở các đoạn sông có ảnh hưởng triều phụ thuộc chủ yếu vào điều kiện địa hình của sông, dao động mực nước triều và lưu lượng dòng chảy đến từ thượng lưu, có thể xác định theo số liệu thực đo hoặc kết hợp sử dụng mô hình toán.

5.2.2 Tính tốc độ truyền triều trong sông mùa kiệt, gồm các nội dung sau:

- Xác định điều kiện biên mực nước ở cửa sông, đã nêu tại 5.1;
- Sử dụng các biểu đồ ở phụ lục B để tính toán tốc độ truyền triều: hình B.1, B.2, B.3 áp dụng cho vùng bán nhật triều và hình B.4, B.5, B.6 áp dụng cho vùng nhật triều.

CHÚ THÍCH:

- Phụ lục B cũng được sử dụng cho các vùng có chế độ triều không đều;
- Tìm tốc độ truyền triều xem ví dụ 1 ở phụ lục H.

5.2.3 Tính toán mực nước tại một vị trí xác định trên sông, gồm các công việc sau đây:

- Tính toán mực nước triều trong giai đoạn ngăn dòng: Cần sử dụng tối đa các tài liệu thực đo về mực nước lớn nhất khi triều lên. Khi không có tài liệu thực đo cần tính theo công thức sau:

$$\hat{h}(x=0) = \hat{h}(x=-l) e^{-x} \quad (7)$$

trong đó:

$\hat{h}(x=0)$ là biên độ mực nước triều tính toán tại vị trí cần xét, m;

$\hat{h}(x=-l)$ là biên độ mực nước triều tại vị trí cửa sông, m, đã nêu trong 5.1;

x là khoảng cách từ công trình ngăn dòng đến cửa sông, m;

e là hệ số chiết giảm của hàm mũ, $1/m$, xác định theo công thức sau:

$$\frac{n^2 u c}{2h^{7/3}} \quad (8)$$

n là hệ số nhám, $s/m^{1/3}$;

u là lưu tốc trung bình ở mặt cắt ngang cửa sông giáp biển ứng với mực nước triều thiết kế, m/s;

c là tốc độ truyền triều, m/s;

h là độ sâu ở cửa sông tính từ mực nước trung bình, m;

- Tính toán mực nước triều trước khi chặn dòng: Biên độ mực nước triều trước khi chặn dòng xác định theo công thức (9). Mực nước trước khi chặn dòng bằng mực nước ban đầu nhân thêm hệ số biến đổi mực nước. Có thể tham khảo phương pháp tính toán mực nước trước khi chặn dòng nêu trong ví dụ 3 phụ lục H.

$$\hat{h}_{(x=0)} = \frac{\hat{h}_{(x=l)}}{\cosh(rl)} \quad (9)$$

trong đó:

$\hat{h}(x=0)$ là biên độ mực nước triều tính toán tại vị trí chặn dòng, m;

$\hat{h}(x=-l)$ là biên độ mực nước triều tại vị trí cửa sông, m;

$\cosh(r/l)$ là hệ số biến đổi mực nước do truyền triều, lấy theo bảng 3. Trong bảng 3, hai đại lượng S_1 và S_2 xác định theo công thức (10) và công thức (11):

$$S_1 = g \frac{4u_{\max} T}{3^2 C^2 h} \quad (10)$$

$$S_2 = \frac{2}{T} \frac{l}{\sqrt{g \frac{A}{B}}} \quad (11)$$

Bảng 3 - Hệ số biến đổi mực nước $\cosh(rh)$

S_2	S_1						
	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	15,0
0,2	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	0,99
0,4	1,09	1,09	1,08	1,08	1,02	0,89	0,75
0,6	1,21	1,21	1,19	1,15	0,92	0,60	0,43
0,8	1,43	1,41	1,35	1,17	0,70	0,37	0,24
1,0	1,83	1,75	1,53	1,09	0,50	0,24	0,14
1,5	6,15	2,68	1,35	0,66	0,23	0,08	0,04
2,0	2,13	1,45	0,84	0,41	0,11	0,03	0,01
3,0	0,96	0,78	0,48	0,19	0,03	0,00	0,00
4,0	1,32	0,79	0,33	0,09	0,01	0,60	0,60
5,0	1,66	0,63	0,21	0,04	0,00	0,00	0,00

$u_{\max}$ là lưu tốc lớn nhất mặt cắt cửa sông theo số liệu thực đo, m/s;

C là hệ số ma sát Chézy, $m^{1/2}/s$;

A là diện tích mặt cắt cửa ngăn dòng tính từ mực nước trung bình đến đáy nền, m^2 ;

B là chiều rộng mặt nước ứng với mực nước trung bình cửa sông, m;

h là độ sâu ứng với mực nước trung bình ở mặt cắt cửa sông giáp biển, m;

l là khoảng cách từ công trình ngăn dòng đến mặt cắt cửa sông giáp biển, m;

T là chu kỳ triều, s;

g là gia tốc trọng trường, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

CHÚ THÍCH:

1) Dấu “ - ” trong công thức (7) chỉ chiều trục x từ sông ra phía biển;

2) Tính toán mực nước triều trong giai đoạn ngăn dòng xem ví dụ 2 ở phụ lục H.

6 Tính toán thủy lực ngăn dòng

6.1 Công trình ở vùng ven biển, vịnh triều

6.1.1 Sử dụng công thức xấp xỉ

6.1.1.1 Công thức xấp xỉ được sử dụng trong trường hợp chiều dài lắp đứng lớn hơn 20 % chiều rộng cửa khi chưa ngăn dòng.

6.1.1.2 Lưu tốc lớn nhất ở tâm mặt cắt cửa ngăn dòng có diện tích mặt cắt ướt lớn (cửa chặn dòng rộng) xác định theo công thức sau:

$$U_{\max} = \frac{4 \cdot F \cdot h}{3 \cdot T \cdot A} \quad (12)$$

trong đó:

$U_{\max}$ là lưu tốc lớn nhất ở tâm mặt cắt cửa ngăn dòng, m/s;

F là diện tích bề mặt vịnh triều ứng với mực nước triều cao, m²;

h là độ lớn của triều thiết kế, m;

T là chu kỳ triều thiết kế, s;

A là diện tích mặt cắt cửa ngăn dòng tính từ mực nước trung bình đến đáy nền, m².

6.1.1.3 Lưu tốc lớn nhất qua cửa chặn dòng có diện tích mặt cắt ướt không lớn (qua cửa chặn dòng hẹp) xác định theo công thức (13). Có thể tham khảo phương pháp tính toán lưu tốc lớn nhất qua cửa chặn dòng được nêu trong ví dụ 4 phụ lục H.

$$U_{\max} = \frac{5 \cdot F \cdot \hat{h}}{A \cdot T} \quad (13)$$

trong đó:

$U_{\max}$ là lưu tốc lớn nhất qua cửa chặn dòng, m/s;

F là diện tích mặt nước vịnh triều ở mực nước trung bình, m²: $F = B \times L_b$;

B là chiều rộng vịnh triều, m;

L_b là chiều dài vịnh triều, m;

$\hat{h}$ là biên độ triều thiết kế, m;

T là chu kỳ triều thiết kế, s;

A là diện tích mặt cắt cửa ngăn dòng tính từ mực nước trung bình đến đáy nền, m².

6.1.2 Sử dụng mô hình toán

6.1.2.1 Đối với vịnh triều ngắn nên sử dụng biểu đồ lưu tốc thiết kế. Cấu tạo biểu đồ và hướng dẫn sử dụng biểu đồ để tìm lưu tốc lớn nhất khi thiết kế chặn dòng và hướng dẫn sử dụng, xem phụ lục D. Tham khảo ví dụ 5, ví dụ 6 và ví dụ 7 của phụ lục H.

6.1.2.2 Đối với vịnh triều dài có thể sử dụng các mô hình thủy lực chuyên dụng đã được kiểm nghiệm ở Việt Nam như mô hình DUFLOW, mô hình HEC - RAS... Kết quả tính toán bằng các phần mềm này sẽ cho các số liệu sau đây:

- a) Mức nước và lưu tốc ứng với các giai đoạn đắp lấn bằng phương pháp lắp đứng và lắp bằng;
- b) Quan hệ lưu tốc lớn nhất và mặt cắt ngang tương ứng cửa ngăn dòng.

6.2 Công trình ở cửa sông

6.2.1 Giai đoạn lấn dòng ít

6.2.1.1 Phạm vi áp dụng như sau:

- a) Khi lắp đứng, chiều dài lấn dòng nhỏ hơn 10 % chiều rộng cửa sông;
- b) Khi lắp bằng, chiều dài đỉnh đập ngăn dòng lớn hơn rất nhiều so với độ sâu sông.

CHÚ THÍCH: Chiều rộng cửa ngăn dòng, chiều rộng cửa sông và độ sâu sông đều tính theo mực nước trung bình, m.

6.2.1.2 Áp dụng các công thức tính toán sau đây:

- a) Lưu tốc tại thời điểm t bất kỳ:

$$U(t) = \frac{\frac{2}{T} L_s \hat{h} \sin \frac{2}{T} t}{h_0} \quad (14)$$

- b) Lưu tốc lớn nhất ở cửa ngăn dòng:

$$U_{\max} = \frac{\frac{2}{T} L_s \hat{h}}{h_0} \quad (15)$$

trong đó:

$U(t)$ là lưu tốc ở cửa ngăn dòng tại thời điểm t bất kỳ, m/s;

$U_{\max}$ là lưu tốc lớn nhất ở cửa ngăn dòng, m/s;

L_s là chiều dài cửa sông, m;

$\hat{h}$ là biên độ triều thiết kế ở cửa sông, m;

h_0 là độ sâu nước tính từ mực nước trung bình khi lắp đứng, tính từ mực nước trung bình đến đỉnh đập ngăn dòng khi lắp bằng, m;

T là chu kỳ triều thiết kế, s.

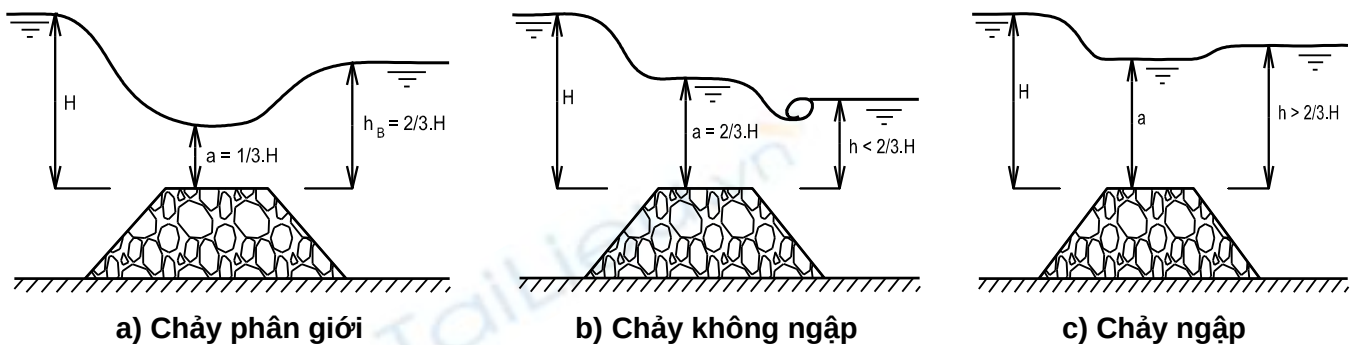
6.2.2 Giai đoạn thu hẹp nhiều

6.2.2.1 Phạm vi áp dụng như sau:

- a) Khi lấp bằng có chiều rộng cửa ngăn dòng lớn hơn 80 % độ sâu nước trên đỉnh đập ngăn dòng;
- b) Khi lấp đứng có chiều rộng cửa ngăn dòng nhỏ hơn 10 % chiều rộng cửa sông khi chưa ngăn dòng.

CHÚ THÍCH:

- 1) Chiều rộng cửa ngăn dòng, chiều rộng cửa sông đều tính theo mực nước trung bình, m,
- 2) Độ sâu đến đỉnh đập ngăn dòng tính từ mực nước trung bình, m.

6.2.2.2 Trường hợp lấp bằng, các trạng thái dòng chảy khi chảy qua đỉnh đập ngăn dòng được phân loại theo tiêu chuẩn Froude, xem sơ đồ hình 2, áp dụng các công thức tính toán sau đây:**CHÚ DẪN:**

- H Độ cao từ mực nước thượng lưu đến đỉnh đập ngăn dòng;
- h_b Độ sâu từ mực nước hạ lưu đến đỉnh đập ngăn dòng. Ở trạng thái chảy phân giới: $h_b = 2/3H$;
- h Độ sâu mực nước hạ lưu ở trạng thái chảy ngập và không ngập:
 - Chảy không ngập: $h < 2/3H$;
 - Chảy ngập: $h > 2/3H$;
- a Độ sâu nước ngập trên đỉnh đập ngăn dòng:
 - Chảy phân giới: $a = 1/3H$;
 - Chảy ngập và chảy không ngập: $a = 2/3H$.

Hình 2 - Sơ đồ các trạng thái chảy qua đỉnh đập ngăn dòng**a) Tính toán gần đúng lưu tốc dòng chảy trên đỉnh đập ngăn dòng:**

- Chảy ngập:

$$U_0 = \sqrt{2g(H - h)} \quad (16)$$

- Chảy không ngập:

$$U_0 = \sqrt{\frac{2}{3}gH} \quad (17)$$

b) Tính toán gần đúng lưu lượng dòng chảy trên đỉnh đập ngăn dòng:

- Chảy ngập:

$$Q = B \cdot h_b \sqrt{2g(H - h_b)} \quad (18)$$

- Chảy không ngập:

$$Q = .B. \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3} g H^3} \quad (19)$$

trong đó:

H và h_b đã giải thích trong hình 2, m;

B là bề rộng tràn nước của đập ngăn dòng, m;

g là gia tốc trọng trường: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;

là hệ số lưu lượng, quy định trong bảng 4:

Bảng 4 - Hệ số lưu lượng trong lấp bằng

Tình trạng đập ngăn dòng	Hệ số lưu lượng
1. Đập ngăn dòng thấp, lấp bằng theo tuyến đơn, đỉnh nhọn, vật liệu sắp xếp khá bằng phẳng và chặt. Lấp bằng tuyến kép, đỉnh rộng.	1,0
2. Đập lên cao ở mức trung bình, mặt đập khá rộng, vật liệu đắp không chặt, có độ nhám trung bình.	0,9
3. Đập lên cao, đỉnh đập nhỏ, ghồ ghề, độ rỗng lớn.	0,9
4. Đập đỉnh nhọn khi $H/B > 0,5$, chảy không ngập.	0,8
5. Dòng chảy qua phần rỗng đập ngăn dòng.	Từ 0,4 đến 0,6

c) Tính toán vận tốc dòng chảy qua thân đập đắp bằng vật liệu thô:

$$U_f^2 = 2g \frac{D_n}{C} n_v^5 i \quad (20)$$

trong đó:

U_f là lưu tốc dòng chảy qua thân đập ngăn dòng, m/s;

D_n là đường kính quy đổi trung bình của vật liệu thô, m;

C là hệ số sức cản do hình dạng, phụ thuộc vào số Reynol: C chọn từ 0,4 đến 0,6;

n_v là độ rỗng của đập, thường từ 0,3 đến 0,4;

g là gia tốc trọng trường, m/s^2 ;

I là gradient dòng chảy qua đập ngăn dòng.

d) Có thể dựa vào tỷ số H/B để phân loại trạng thái chảy qua đập ngăn dòng. Cụ thể như sau:

- Đập đỉnh rộng, trạng thái chảy ngập khi tỷ số $H/B < 0,5$;

- Đập đỉnh nhọn, trạng thái chảy không ngập khi tỷ số $H/B > 0,5$

6.2.2.3 Trường hợp lấp đứng, áp dụng các công thức tính toán sau đây:

$$U_{g,max} = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \quad (21)$$

$$Q = A\sqrt{2g(h_1 - h_2)} \quad (22)$$

trong đó:

$U_{g,max}$ là lưu tốc lớn nhất qua cửa ngăn dòng, m/s;

Q là lưu lượng qua cửa ngăn dòng, m³/s;

là hệ số lưu lượng, lấy theo bảng 5;

A là diện tích mặt cắt ướt qua cửa ngăn dòng, m²;

g là gia tốc trọng trường, m/s²;

h_1 là độ sâu nước phía thượng lưu, m;

h_2 là độ sâu nước hạ lưu, m. h_2 có thể là độ sâu nước phía hạ lưu ngay tại chân đập khi chảy không ngập, hoặc tính theo công thức sau:

$$h_2 = 0,4h_1 + 1,5p \sqrt{(1 - 2p - 2,25p^2)} \quad (23)$$

$$p = b_t / (2h_1 \cdot \cot \alpha) \quad (24)$$

p là hệ số điều chỉnh chiều rộng cửa ngăn dòng;

b_t là khoảng cách giữa hai chân đầu đập ngăn dòng, m;

α là góc nghiêng của mái phía đầu đập ngăn dòng, ° (độ);

Bảng 5 - Hệ số lưu lượng khi lắp đứng

b/b_0	Trạng thái chảy	Hệ số lưu lượng
0,5	Chảy không ngập	0,8
0,5	Chảy ngập	0,9
0,1	Chảy không ngập	0,9
0,1	Chảy ngập	0,9

CHÚ THÍCH: b là chiều rộng cửa ngăn dòng và b_0 là chiều rộng cửa ngăn dòng khi chưa thu hẹp, m.

6.3 Công trình ngăn dòng trên đoạn sông có ảnh hưởng thủy triều

6.3.1 Trường hợp dòng chảy sông trong mùa kiệt trội hơn dòng triều, lưu tốc lớn nhất qua cửa ngăn dòng trong từng giai đoạn thu hẹp được tính theo các công thức dưới đây. Các bước tổng quát tính toán lưu tốc dòng chảy khi thu hẹp dần có thể tham khảo phụ lục E và ví dụ 8 ở phụ lục H.

$$U_{i,max} = \frac{Q_0}{A_i} (1 - \alpha_i)$$