

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN SẠT LỞ BỜ VÙNG VEN BIỂN NAM BỘ DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA SÓNG

KS. Hồ Ngọc Sang

Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường phía Nam

KS. Nguyễn Thế Phong

Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ

Trong nhiều năm gần đây, hiện tượng sạt lở bờ vùng ven biển Nam Bộ thường xuyên xảy ra, ngày càng nghiêm trọng, gây thiệt hại lớn về kinh tế - xã hội, ảnh hưởng xấu đến cuộc sống của nhân dân vùng ven biển.

Việc nghiên cứu, tính toán sạt lở bờ vùng ven biển Nam Bộ dưới tác động của sóng, trên cơ sở đó đề xuất các giải pháp khắc phục hiện tượng sạt lở bờ biển có ý nghĩa quan trọng trong việc chống xói mòn bờ biển, bảo vệ và xây dựng các công trình ven biển, đồng thời phục vụ cho việc khai thác các điều kiện tự nhiên, bảo vệ tài nguyên môi trường vùng ven biển tạo cơ sở vững chắc cho sự phát triển kinh tế - xã hội.

1. Đặc điểm địa lý tự nhiên vùng ven biển Nam Bộ

Vùng ven bờ biển (0 - 20m nước) khu vực Nam Bộ thuộc các tỉnh: Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau và Kiên Giang có vị trí tọa độ từ 104°18' đến 107°08' kinh độ đông và từ 8°30' đến 10°08' vĩ độ bắc, với tổng chiều dài bờ biển khoảng 875km (trong đó loại bãi bùn cát 707km, loại bãi bùn cửa sông 150km, loại núi đá không bãi 18km). Địa hình bờ vùng ven biển Nam Bộ khá phức tạp, là nơi tương tác giữa đất liền và biển, thể hiện rõ rệt là sự tác động qua lại giữa đất, nước, gió, sóng, dòng chảy, thủy triều,... và ảnh hưởng của cả hệ thống sông ngòi, đặc biệt là sông Mê Công.

a. Đặc điểm khí tượng, khí hậu

Vùng ven bờ biển Nam Bộ có tính chất khí hậu gió mùa cận xích đạo, có nền bức xạ và nhiệt độ ổn định với hai mùa gió chủ yếu là đông bắc và tây nam, tương ứng với hai mùa khí hậu là mùa khô và mùa mưa [1].

Gió mùa đông bắc xuất hiện từ tháng XI năm trước đến tháng III năm sau, ở vùng bờ ven biển này còn xuất hiện gió chướng, với vận tốc trung bình từ 6 - 10m/s, có khi mạnh lên đến 15 - 20m/s.

Gió mùa tây nam xuất hiện từ tháng V đến tháng IX, với tốc độ gió trung bình từ 5 - 8m/s, có khi mạnh nhất là 12 - 18m/s.

Vùng ven biển Nam Bộ có lượng mưa trung bình khoảng 1.800mm/năm trong đó, ven biển Đông là từ 1.400 - 1600mm/năm, ven biển Tây là từ 2.000 - 2.200 mm/năm.

Vùng ven biển Nam Bộ có nhiệt độ không khí trung bình tháng khoảng 25 - 29°C, cao nhất vào tháng IV, thấp nhất vào tháng I.

Độ ẩm tương đối trung bình năm biến đổi theo mùa, mùa mưa khoảng từ 80 - 90%, mùa khô khoảng từ 70 - 80%.

Số giờ nắng trung bình ngày khoảng 7 giờ/ngày.

b. Đặc trưng hải văn ven biển

Đọc ven biển Nam Bộ có đầy đủ các chế độ thủy triều là nhật triều, nhật triều không đều, bán nhật triều, bán nhật triều không đều. Biên độ thủy triều trung bình từ 1 - 3,5m [2].

Vùng ven biển Nam Bộ và ngoài khơi biển Đông tồn tại hai chế độ sóng do chế độ gió mùa đông bắc và chế độ gió mùa tây nam gây nên.

Sóng và sóng lừng vùng ven biển Nam Bộ chịu ảnh hưởng trực tiếp của chế độ gió mùa đông bắc, khi di chuyển vào gần bờ chuyển thành hướng đông, đông đông nam và đông nam. Với những đợt gió mạnh, kéo dài từ 5 - 7 ngày, sóng phát triển có độ cao khá lớn và ổn định.

Độ mặn nước biển vùng ven biển Nam Bộ phụ thuộc vào chế độ gió mùa, chế độ mưa và nước sông đổ ra biển. Do độ mặn nước biển diễn biến theo mùa, theo địa phương và phân bố không đều, do đó độ mặn dao động trung bình từ 29 - 32 ‰, có nơi xuống dưới 10 ‰ do mưa, lũ từ các cửa sông chảy ra gây nên.

Dòng chảy tổng hợp vùng ven biển Nam Bộ được hình thành bởi dòng triều, gió và dòng chảy do sóng. Tốc độ dòng chảy tổng hợp trung bình khá lớn khoảng từ 30 - 50cm/s, vùng cửa sông có khi tới 100cm/s.

c. Đặc điểm địa chất

Ở vùng ven biển Nam Bộ, có tầng bồi tích hạt thô, nguồn gốc tích tụ khá dày dưới dạng cồn cát, đụn cát và bãi cát mỏng ven bờ, kéo dài liên tục thành mép biển phía Đông cũng như biển phía Tây.

d. Hoạt động xói lở vùng ven biển Nam Bộ

Tiến trình xói lở bờ biển Nam Bộ, từ năm 1940 trở về trước, hiện tượng xói lở xảy ra rất ít. Trong thời gian từ năm 1940 đến năm 1950 liên tục bị xói lở nhiều đoạn. Từ năm 1960 đến năm 2004, xói lở bờ biển diễn ra khắp các tỉnh ven biển.

Đoạn bờ biển tiêu biểu có tốc độ xói lở nhanh là Tân Thành Gò Công Đông 31 m/năm (tỉnh Tiền Giang), Thạnh Hải Thạnh Phú 47m/năm (tỉnh Bến Tre), Hiệp Thạch, Đông Hải Duyên Hải 50m/năm (tỉnh Trà Vinh), Gành Hào 50m/năm (tỉnh Bạc Liêu).

Đoạn bờ biển xói lở lớn lấn sâu vào đất liền tới 1.000m, đặc biệt là đoạn ven bờ biển Cần Thạnh 2.000m (Cần Giờ - TP.HCM), Tân Thành 1.300m (Gò Công Đông tỉnh Tiền Giang), Đông Hải 3.000m (Duyên Hải tỉnh Trà Vinh), Gành Hào 1.500m (Bạc Liêu), Bồ Đề 1.500m (tỉnh Cà Mau) [3].

2. Các loại hình thể thời tiết gây gió mạnh ở vùng ven biển Nam Bộ

a. Loại hình thể thời tiết do cao áp lạnh tràn về

Loại hình thể thời tiết do cao áp lạnh xuất hiện vào các tháng XII, tháng I, II. Trung bình số ngày có gió mạnh do áp cao lạnh ảnh hưởng cả năm lên

đến trên 60 ngày. Trung tâm áp cao lạnh nằm ở Siberi - Mông Cổ và từ đó có những bộ phận của không khí lạnh lan dần xuống phía nam, ảnh hưởng đến nước ta, trong đó có vùng ven biển Nam Bộ.

Gió mùa đông bắc, tại vùng biển Nam Bộ đôi khi có gió mạnh, do tác dụng của eo biển Đài Loan, khi cao áp lạnh lục địa châu Á di chuyển ra sang phía đông, làm cho vùng ven biển Nam Bộ có gió đông bắc và gió đông mạnh hơn.

b. Loại hình thế thời tiết do gió mùa tây nam

Từ giữa tháng V đến tháng IX, khu vực ven biển Nam Bộ gió thịnh hành theo hướng tây nam. Trung bình mỗi năm xấp xỉ 40 ngày có gió mạnh theo hướng tây nam. Tháng VIII là tháng nhiều ngày có gió mạnh nhất theo hướng tây nam.

c. Loại hình thế thời tiết do bão hoạt động ở biển Đông

Khi có bão (hoặc áp thấp nhiệt đới) hoạt động ở Nam biển Đông, gió vùng ven biển mạnh lên và kéo dài khoảng từ 5 đến 7 ngày.

3. Tính toán sóng vùng ven biển Nam Bộ (tại vùng ven biển Gành Hào tỉnh Bạc Liêu và Gò Công Đông tỉnh Tiền Giang).

Yếu tố của sóng biển biến đổi có ý nghĩa rất lớn khi nó lan truyền từ vùng nước sâu đến vùng nước nông. Các yếu tố biến đổi này là kết quả tổng hợp của các lực gây ra do gió, ma sát đáy và hiệu ứng đường bờ...[4].

a. Sự phát sinh sóng do gió

Khi bề mặt nước biển nhiễu loạn, gây nên sự nhiễu loạn của dòng không khí, dẫn đến phát sinh các sóng.

Cơ chế phát sinh sóng do gió có thể được diễn tả dưới dạng:

$$G = \alpha + \beta E \quad (1)$$

Trong đó:

α - biểu diễn cơ chế Phillips,

β - biểu diễn cơ chế Miles.

Phillips xuất phát từ định nghĩa cơ bản của α :

$$\alpha = \frac{\pi P(k, \omega)}{\rho^2 c^2}$$

Với:

ρ - mật độ nước biển (kg/m^3),

$$C = \left(\frac{g\lambda}{2\pi} \tanh \frac{2\pi D}{\lambda} \right)^{\frac{1}{2}} - \text{vận tốc sóng (m/s)}.$$

$$P(k, \omega) = \frac{6,13 \times 10^{-4} w^6}{\pi^2 \omega^2} \left[\frac{v_1}{v_1^2 + \left(k \cos \delta - \frac{\omega}{w} \right)^2} \right] \left[\frac{v_2}{v_1^2 + k^2 \sin^2 \delta} \right]$$

là phổ áp suất khí quyển, trong đó:

w - vận tốc gió (m/s),

$$\omega = 2\pi f$$

$$v_1 = 0,33 \left(\frac{\omega}{w} \right)^{1,28}$$

$$v_2 = 0,52 \left(\frac{\omega}{w} \right)^{0,95}$$

δ - góc giữa vectơ gió và vectơ sóng,

D - độ sâu nước biển (m).

Đối với hạng β (cơ chế Miles), Snyder và Cox đề nghị :

$$\beta = \frac{\rho a}{\rho} (kw - \omega)$$

b. Sự tiêu tán sóng do ma sát đáy

Sự tiêu tán sóng do ma sát đáy có thể được xem là công sản ra để chống lại ứng suất trượt (biến dạng) gây ra tại lớp đáy bởi chuyển động của các phần tử nước và cũng là công sản ra để chống các lực nhớt, cho phép các chuyển động phần tử nước tác động với các hạt vật chất.

Việc khảo sát gần đúng của hàm tiêu tán do ma sát đáy dưới đây thường được sử dụng:

$$\phi(f, \varphi) = \frac{C_f g k c}{2\pi \omega^2 \cosh^2 kD} S(f, \varphi) \cdot \langle u \rangle$$

Trong đó:

C_f . hệ số ma sát

(2)

$$S(f, \varphi) = \frac{A g^2 D^2}{f^5} \exp \left[-B \left(\frac{g}{wf} \right)^4 \right] \cos^2 \varphi$$

$$A = 3,6 \times 10^{-4}$$

$$B = 0,74$$

$$\langle u \rangle = \left[\Sigma S(f) \frac{g^2 k^2}{\omega^2 \cosh^2 kD} \Delta f \right] \frac{1}{2}$$

$$S(f) = \frac{A g^2 D^{1/2}}{f^5} \exp \left[- B \left(\frac{g}{\omega f} \right)^4 \right]$$

c. Phương trình biến đổi của phổ năng lượng

Phổ năng lượng sóng là một hàm của không gian (x, y), thời gian (t) và của sóng (k₁, k₂).

Biến đổi của phổ năng lượng:

$$\frac{dE(x, y, k_1, k_2, t)}{dt} = \frac{\partial E}{\partial t} + \frac{\partial E}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial E}{\partial y} \frac{dy}{dt} + \frac{\partial E}{\partial k_1} \frac{dk_1}{dt} + \frac{\partial E}{\partial k_2} \frac{dk_2}{dt} \quad (3)$$

Với tính chất Hamilton:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\partial \omega}{\partial k_1} = V \cos \varphi$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{\partial \omega}{\partial k_2} = V \sin \varphi$$

$$\frac{dk_1}{dt} = \frac{\partial \omega}{\partial x}$$

$$\frac{dk_2}{dt} = \frac{\partial \omega}{\partial y}$$

Trong đó: $V = \frac{\partial \omega}{\partial k}$ - vận tốc nhóm của sóng.

Trường hợp đường địa hình đáy song song [D = D(x)]:

Phổ năng lượng E được quy về hàm 3 thứ nguyên E(x, t, k₁, k₂) = E(x, t, k₁, k₂) theo dọc một tia sóng khi chuyển động với vận tốc V cos φ.

Tia sóng đối với đường địa hình đáy song song được biểu diễn bởi k sin φ = const. Sự bảo toàn năng lượng được diễn tả dưới dạng công thức:

$$\frac{dE}{dt} = V \cos \varphi \frac{dE}{dx} = -Q. \quad (4)$$

Việc biến đổi E(x, t, k₁, k₂) thành E(x, f, φ), trong đó f là tần số và φ là hướng sóng được biểu diễn dưới dạng công thức:

$$V \cos \varphi \frac{dE(x, k_1, k_2)}{dx} = V \cos \varphi \frac{d \left[\frac{V}{2\pi k} E(x, f, \varphi) \right]}{dx} = -Q$$

Triển khai sử dụng tính chất Hamilton, tác giả được:

$$\frac{V \cos \varphi}{2\pi} \left\{ \frac{dE}{dx} + E \frac{dD}{dx} \frac{1}{V} \left[\frac{\partial \omega}{\partial D} \left(\frac{1}{k} - \frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial k} \right) + \frac{\partial V}{\partial D} \right] \right\} = -\frac{2\pi k Q}{V} \quad (5)$$

Các đạo hàm riêng của phương trình trên được phép lấy vi phân từ biểu thức:

$$\omega^2 = 4\pi^2 f^2 = gk \tanh kD$$

Từ phương trình (5) biểu thức sai phân để tính toán số trị như sau:

$$\frac{\Delta E}{\Delta x} = -E \frac{\Delta D}{\Delta x} \frac{1}{V} \left[2\pi \frac{\Delta f}{\Delta D} \left(\frac{1}{k} - \frac{\Delta V}{\Delta D} \right) + \frac{\Delta V}{\Delta D} \right] - \frac{4\pi^2 k}{V^2 \cos \varphi} Q \quad (6)$$

Nghiệm của phương trình (6) được giải bằng phương pháp Runge – Kutta bậc 4.

Chương trình tính được viết bằng ngôn ngữ C thực hiện trên máy vi tính.

4. Tính toán thể tích đất sạt lở bờ vùng ven biển

Phương pháp tính toán được trình bày dưới đây về sự biến dạng của bờ, cho phép tác giả tính được thể tích đất xói lở bờ biển:

Thể tích đất xói lở bờ X trong cả quá trình xói t (theo năm) được biểu diễn công thức:

$$X = k_p k_b t^b E \quad (\text{m}^3/\text{m chiều dài}) \quad (7)$$

Trong đó: k_p - chỉ số xói đất của bờ,

k_b - hệ số thực nghiệm,

$k_b = aH_b$, với H_b - chiều cao trung bình của bờ trong phạm vi đang xét,

a - khi đất dễ xói lở lấy bằng 0,03, khi đất khó xói lở lấy bằng 0,02,

t - là thời gian xói lở, tính bằng năm; $b = 0,7$,

E - giá trị năng lượng tính toán trung bình nhiều năm của sóng, tính theo các số liệu quan trắc gió ở các trạm KTTV gần nhất.

Chương trình tính được viết bằng ngôn ngữ C thực hiện trên máy vi tính.

Tác giả đã tính được thể tích đất sạt lở bờ vùng ven biển Gành Hào (tỉnh Bạc Liêu) và Gò Công Đông (tỉnh Tiền Giang).

Bảng 1. Kết quả tính toán thể tích đất xói lở bờ vùng ven biển
Gành Hào (tỉnh Bạc Liêu)

| X m ³ /m | $\varphi = \pi/4$ | $\varphi = \pi/6$ | $\varphi = \pi/8$ | $\varphi = 0$ |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| t = 1 năm | 0,4293 | 0,5258 | 0,5609 | 0,6071 |
| t = 5 năm | 1,3245 | 1,6221 | 1,7305 | 1,8731 |
| t = 10 năm | 2,1516 | 2,6352 | 2,8112 | 3,0428 |
| t = 20 năm | 3,4953 | 4,2808 | 4,5668 | 4,9431 |
| t = 50 năm | 6,6380 | 8,1299 | 8,6730 | 9,3876 |

Bảng 2. Kết quả tính toán thể tích đất xói lở bờ vùng ven biển Gò Công Đông
(tỉnh Tiền Giang)

| X m ³ /m | $\varphi = \pi/4$ | $\varphi = \pi/6$ | $\varphi = \pi/8$ | $\varphi = 0$ |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| t = 1 năm | 0,3864 | 0,4732 | 0,5048 | 0,5464 |
| t = 5 năm | 1,1920 | 1,4599 | 1,5574 | 1,6858 |
| t = 10 năm | 1,9346 | 2,3716 | 2,5301 | 2,7358 |
| t = 20 năm | 3,1458 | 3,8527 | 4,1101 | 4,4488 |
| t = 50 năm | 5,9742 | 7,3169 | 7,8057 | 8,4488 |

5. Đề xuất các giải pháp khắc phục hiện tượng sạt lở bờ vùng ven biển Nam Bộ

Từ việc nghiên cứu tính toán sạt lở bờ biển vùng ven biển Gành Hào (tỉnh Bạc Liêu) và Gò Công Đông (tỉnh Tiền Giang) dưới tác động của sóng, đề xuất các giải pháp chống xói lở bờ vùng ven biển Nam Bộ như sau:

- Giải pháp trồng rừng ngập mặn. Vì rừng ngập mặn có vị trí hết sức quan trọng đối với vùng ven biển Nam Bộ, đặc biệt tại những vùng xói lở nghiêm trọng như Gành Hào (tỉnh Bạc Liêu), Gò Công Đông (tỉnh Tiền Giang),.... Trồng rừng ngập mặn có tác dụng bảo vệ bờ biển, chống xói lở, tạo thuận lợi tích tụ phù sa để bờ biển được bồi đắp nhanh chóng.

- Giải pháp xây dựng các kè chắn sóng; giải pháp này nhằm hạn chế việc phá hủy các công trình ven bờ.

- Giải pháp xây dựng tuyến đê biển bảo vệ bờ biển; giải pháp này phòng chống xói lở bờ biển, phòng chống thiên tai, bảo vệ dân cư và cơ sở hạ tầng vùng ven biển.

- Giám sát diễn biến đường bờ biển, diễn biến do tác động của sóng biển, diễn biến dòng nước ven bờ biển, diễn biến do thời tiết nguy hiểm gây nên.

6. Kết luận

- Việc nghiên cứu tính toán sạt lở bờ vùng ven biển Nam Bộ dưới tác động của sóng, trên cơ sở đó đề xuất các giải pháp khắc phục hiện tượng sạt lở bờ

biển là việc làm rất có ý nghĩa, trước mắt phục vụ việc chống xói mòn bờ biển, bảo vệ và xây dựng các công trình ven biển, khai thác các tài nguyên môi trường vùng ven biển, phục vụ phát triển kinh tế - xã hội.

Nội dung đạt được nêu trong bài báo này là kết quả nghiên cứu khoa học toàn diện về các quá trình động lực hải văn vùng ven biển, từ đó đề xuất các giải pháp tích cực nhằm khắc phục hiện tượng xói lở bờ biển phục vụ cho sự phát triển kinh tế - xã hội của vùng ven bờ biển Nam Bộ.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Ngọc Toàn. *Khí hậu Việt Nam*, 1978.
2. Nguyễn Văn Phòng, Trương Trọng Xuân. *Biển Việt Nam*, 1997.
3. Trần Như Hối. *Đê biển Nam Bộ*, 2003.
4. Phan Văn Hoặc, Hồ Ngọc Sang. Tính toán và dự báo sóng ở biển Đông Việt Nam. *Tạp san KTTV*, số 5, 1990.