
PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH TÌNH HÌNH CHUYỂN ĐỘNG Bùn CÁT VEN BỜ

ANALYSIS METHOD OF THE STATIC SAND MOVEMENT ALONG SHORE

ThS. NGUYỄN TRỌNG KHUÊ

Khoa Công trình thủy, Trường ĐHHH

Tóm tắt:

Tính toán vận chuyển bùn cát vùng cửa sông ven biển là một vấn đề rất phức tạp và khó khăn, hiện nay trên thế giới vẫn chưa có một phương pháp hoàn chỉnh. Ở Việt Nam, vấn đề này lại càng khó khăn hơn do số liệu đầu vào dùng để tính toán không đủ và chất lượng không cao. Trong phạm vi của bài báo tác giả xin giới thiệu phương pháp ứng dụng lý thuyết ứng suất khúc xạ sóng để tìm sự phân bố theo phương ngang dải sóng vỡ của vận tốc dọc bờ.

Abstract:

Calculation on transport of sand and silt in the river estuary along the sea is very complicated and difficult, at present there is not a complete calculation method in the world. In Vietnam, this matter becomes more difficult due to the fact that the input data for the calculation is not sufficient and is low quality. In the scope of this article, the writer would like to introduce the practical method of wave refraction tension theory in order to study the arrangement in the traverse direction of breaking wave at the long shore current's speed.

1. Giới thiệu chung:

Vấn đề nghiên cứu tính toán lượng bùn cát vận chuyển có những hạn chế nhất định do trước đây sử dụng lý thuyết sóng cô lập hoặc lý thuyết sóng biên độ nhỏ nên chỉ tìm được các công thức tính lưu tốc trung bình dòng chảy dọc bờ trong dải sóng vỡ. Khi sử dụng phương pháp ứng dụng lý thuyết ứng suất khúc xạ sóng, ta tìm được sự phân bố của lưu tốc theo phương ngang dải sóng vỡ.

2. Phương pháp nghiên cứu:

2.1. Dòng ven bờ do sóng:

Ở đây, chúng ta quan tâm đến dòng chảy dọc bờ (Long shore current), là dòng chảy có hướng song song với đường bờ biển do thành phần lực đẩy dọc bờ của áp lực sóng vỡ gây nên. Trước đây, sử dụng lý thuyết sóng cô lập hoặc lý thuyết sóng biên độ nhỏ, người ta chỉ tìm được các công thức tính lưu tốc trung bình dòng chảy dọc bờ trong dải sóng vỡ như công thức Putram (1949), công thức Eagleson (1965) và công thức Longuest – Higgins (1970).

Trong nghiên cứu này ứng dụng lý thuyết Ứng suất khúc xạ sóng mới được phát triển ở thập niên gần đây, để tìm sự phân bố theo phương ngang dải sóng vỡ của vận tốc dọc bờ. Cơ sở lý thuyết của phương pháp này như sau:

Cái gọi là ứng suất, theo định nghĩa thì tương đồng với dòng động lượng tức $\rho \cdot u \cdot u = \rho u^2$. Cái gọi là ứng suất phát xạ dòng động lượng thẳng dư (gia tăng) sinh ra do sự tồn tại của sóng. Theo hình 1 trên mặt phẳng $x = \text{const}$, ứng suất dương là tổng hợp của áp lực sóng và dòng động lượng phương x , trị $\rho + \rho u^2$. Tích phân $\rho + \rho u^2$ từ $z = -h$ đến $z = \eta$, tìm ra dòng động lượng tổng cộng cho chiều sâu theo phương x trên một đơn vị rộng.

Sau đó lấy trị số trung bình thời gian của dòng động lượng tổng cộng, trừ đi dòng động lượng khi không có sóng, được dòng động lượng thẳng dư, gọi là thành phần chính theo phương x của ứng suất phát xạ, ký hiệu là S_{xx} , tức:

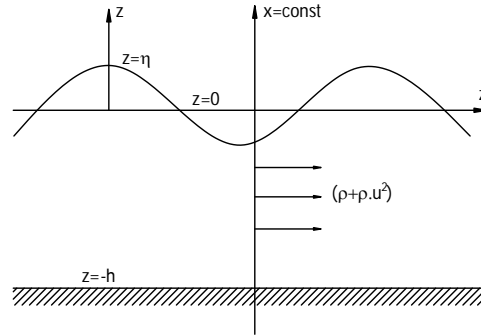
$$S_{xx} = \left[\int_{-h}^{\eta} (\rho + \rho \cdot u^2) dz \right] - \int_{-h}^{\eta} P_0 dx \quad (1)$$

Trong đó đại lượng trong dấu ngoặc vuông có trị số trung bình thời gian.

P_0 - áp lực thủy tĩnh khi nước tĩnh.

Cũng như vậy, trên mặt phẳng $y = \text{const}$, thành phần chính theo phương y của ứng suất phát xạ là:

$$S_{yy} = \left[\int_{-h}^{\eta} (\rho + \rho.u^2) dz \right] - \int_{-h}^{\eta} P_0 dy \quad (2)$$



Hình 1: Tổng hợp áp lực sóng và dòng động lượng.

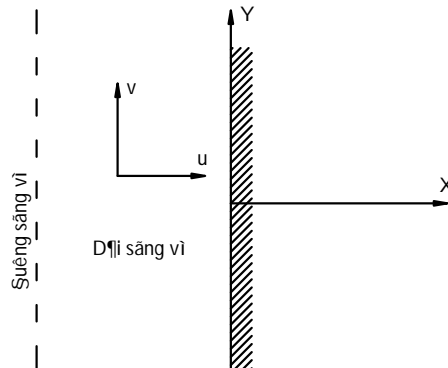
Ngoài ra, thành phần theo phương y trên mặt phẳng $x = \text{const}$ của ứng suất phát xạ là S_{xy} , và thành phần theo phương x trên mặt phẳng $y = \text{const}$ của ứng suất phát xạ là S_{yx} đều có thể xác định theo quy tắc nêu trên. Do áp lực sóng không có thành phần hướng tiếp tuyến, nên chúng sẽ là:

$$S_{xy} = \left[\int_{-h}^{\eta} \rho uv dz \right] \quad (3)$$

$$S_{yx} = \left[\int_{-h}^{\eta} \rho vud dz \right] \quad (4)$$

Như vậy, sử dụng ứng suất phát xạ S_{xx} , S_{yy} , S_{xy} , S_{yx} có thể biểu thị trường ứng suất sản sinh tại các điểm trên mặt phẳng xy do sự tồn tại của sóng. Chúng là trị số trung bình thời gian tích phân theo chiều sâu, là lực tác dụng lên mặt phẳng bên của khối nước hình trụ đơn vị rộng sau khi đã khấu trừ áp lực thủy tĩnh.

Nghiên cứu dòng chảy gần bờ, thường chỉ xét đến bài toán phẳng, chỉ nghiên cứu trong phạm vi mặt phẳng nằm ngang, không xét đến phân bố lưu tốc trên đường thẳng đứng, mà chỉ lấy trung bình thủy trực. Hệ thống tọa độ như hình 6-2 thể hiện trục X lấy vuông góc với đường bờ biển, đi vào bờ là dương, trục Y theo phương thuận với bờ, gốc trục tọa độ trên đường bờ.



Hình 2: Hệ thống tọa độ.

Đối với dòng chảy ổn định gần bờ, sau khi bỏ qua số hạng quán tính, phương trình chuyển động và phương trình liên tục của cột nước đơn vị rộng được tính như sau:

$$-\left(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yx}}{\partial y}\right) - \rho g(d + \bar{\eta}) \frac{d\bar{\eta}}{dx} + R_{Fx} + R_{Mx} = 0 \quad (5)$$

$$-\left(\frac{\partial S_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y}\right) - \rho g(d + \bar{\eta}) \frac{d\bar{\eta}}{dy} + R_{Fy} + R_{My} = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial[u(d + \bar{\eta})]}{\partial x} + \frac{\partial[u(d + \bar{\eta})]}{\partial y} = 0 \quad (7)$$

Trong đó:

$\bar{\eta}$: trị số nước dâng;

R_{Fx} , R_{Fy} : sức cản ma sát đáy theo phương x và phương y, tính như sau:

$$R_{Fx} = -f\rho u|u_x| \quad (8)$$

$$R_{Fy} = -f\rho u|u_y|$$

R_{Mx} , R_{My} : ứng suất tiếp rôi thành bên giữa các cột nước, được tính như sau:

$$R_{Mx} = \frac{\partial}{\partial x} \left[A(d + \bar{\eta}) \frac{\partial u}{\partial x} \right] \quad (9)$$

$$R_{My} = \frac{\partial}{\partial y} \left[A(d + \bar{\eta}) \frac{\partial u}{\partial y} \right]$$

A: hệ số nhớt động, lấy bằng:

$$A = -N\rho x \sqrt{g(d + \bar{\eta})} \quad (10)$$

Với N là hệ số không thứ nguyên, phạm vi của nó là $0 < N < 0.016$

Khi sóng tác dụng xiên góc nhưng không xét đến chuyển động theo phương x (tức $u = 0$, vì vậy $R_{Mx} = 0$, $R_{My} \neq 0$), giải phương trình chuyển động theo phương y, Longuet – Higgins tìm ra công thức phân bố dòng chảy dọc bờ:

$$V = B_1 X^{P_1} + Ax \quad \text{với } 0 \leq X \leq 1 \quad (11)$$

$$V = B_2 X^{P_2} \quad \text{với } 1 \leq X \leq +\infty \quad (12)$$

Trong đó P_1 và P_2 là hai nghiệm của phương trình sau:

$$P^2 + \frac{3}{2}P - \frac{1}{P} = 0 \quad (13)$$

tức là:
$$P_{1,2} = -\frac{3}{4} \pm \sqrt{\left(\frac{9}{16} + \frac{1}{P}\right)}$$

$X = \frac{x}{x_b}$ với x_b là chiều rộng đới sóng vỡ;

$$B_1 = \frac{P_2 - 1}{P_1 - P_2} A \quad (14)$$

$$B_2 = \frac{P_1 - 1}{P_1 - P_2} A$$

Đối với các trị số P khác nhau, căn cứ vào công thức 11, có thể tính được phân bố lưu tốc dọc bờ như hình 2 thể hiện. Khi P=0, phân bố của v là một đường thẳng, ở điểm sóng vỡ x=1, v không liên tục. Theo sự tăng lên của P, lưu tốc trong dải sóng vỡ có xu hướng phân bố đều hơn, lưu tốc cực đại và lưu tốc trung bình đều giảm nhỏ, vị trí lưu tốc cực đại dịch dần về phía đường bờ. Ngoài ra, tùy theo sự tăng lên của P, lưu tốc ngoài dải sóng vỡ dần dần tăng lên. Vì vậy, trị số P có ảnh hưởng rất lớn đến sự phân bố lưu tốc dọc bờ. Căn cứ vào số liệu thí nghiệm khác nhau, phạm vi thay đổi của trị số P là $0,014 < P < 0,4$

Về trị số N, các tác giả cũng lấy trị số khác nhau trong điều kiện thí nghiệm, Longuet – Higgins cho rằng $N=0,005$. Inman và Bowen thì lấy $N=0,09-0,038$, trong điều kiện hiện trường $N = 0,013-0,065$. Ngoài ra hệ số nhớt rối động A cũng có ý kiến khác nhau. Vì vậy, xác định trị số P, N và A cần được nghiên cứu thêm, hiện còn quá ít số liệu thực đo để kiểm nghiệm.

2.2. Lượng tải cát dọc bờ:

Vấn đề tải cát dọc bờ trong đới sóng vỡ có tầm quan trọng đặc biệt với bờ biển đất cát, đó cũng là vấn đề phiền phức mà giới kỹ thuật công trình thường gặp. Trước mắt ước tính lượng tải cát ven bờ đại thể có những phương pháp như sau:

Để dự báo lượng tải cát ven bờ cho một vùng biển nào đó, phương pháp tốt nhất là dùng lượng tải cát đã biết của vùng lân cận rồi hiệu chỉnh theo điều kiện tự nhiên của vùng dự báo.

Trong trường hợp không có số liệu ở vùng lân cận có thể dựa vào phân tích diễn biến lịch sử của địa hình ven bờ (từ các số liệu về hải đồ, số liệu điều tra thu thập, tài liệu nạo vét...) để tính toán lượng tải cát.

Dùng số liệu về các yếu tố do sóng đặc hay tính toán, tính ra thành phần dọc bờ của “dòng năng lượng sóng” (wave energy flux). Sau đó xây dựng quan hệ kinh nghiệm giữa dòng năng lượng sóng và lượng tải cát, trên cơ sở đó xác định lượng tải cát ven bờ.

Bài báo sau đây giới thiệu chủ yếu phương pháp dòng năng lượng sóng:

Dòng năng lượng sóng là suất lan truyền năng lượng sóng theo phương truyền sóng của một đơn vị chiều dài đỉnh sóng như hình 3 thể hiện.

Lấy chiều dài đường đỉnh sóng $AB=l$, dòng năng lượng sóng $P_b=(EC_R)_b \cdot l$ có một thành phần theo phương dọc bờ là $(EC_R)_b \sin \alpha$. Vì $AC=AB/\cos \alpha_0=l/\cos \alpha_0$.

Dòng năng lượng sóng dọc bờ trên một đơn vị chiều dài bờ biển là:

$$P_{bl} = \frac{(EC_g) \sin \alpha_b}{AC} = (EC_g)_b \sin \alpha_b \cdot \cos \alpha_b \quad (15)$$

Trong đó:

$$E_b = \frac{1}{8} \rho g H_{sb}^2 \quad (16)$$

C_{gb} : tốc độ truyền năng lượng sóng;

$$C_{gb} = \frac{C}{2} \left(1 + \frac{2K_{hb}}{\sin 2K_{hb}} \right) \quad (17)$$

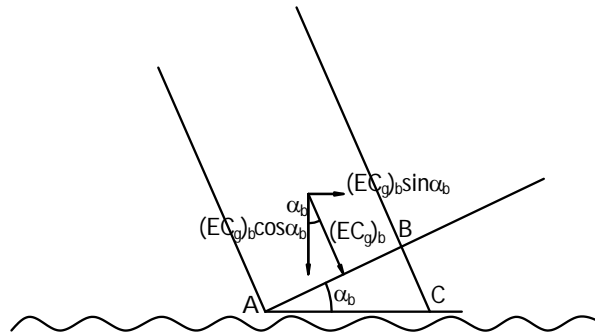
Ký hiệu b ở chân biểu thị trị số trong điều kiện sóng vỡ.

Giả thiết suất tải cát dọc bờ S_C là hàm số của P_{bc} , ta có:

$$S_C = KP_{bl}^m \quad (18)$$

Trị số K và m được lấy theo kinh nghiệm, với $m = 1$ ta có:

$$S_C = KP_{bl} \quad (19)$$



Sí i sãng vì



Hình 3: Đồ giải dòng năng lượng sóng.

3. Kết luận:

Khi sử dụng phương pháp ứng dụng lý thuyết ứng suất khúc xạ sóng phải dùng các phần mềm và mô hình phân tích tình hình chuyển động của bùn cát, nghiên cứu các tác động tới diễn biến của bờ biển... Trong quá trình dùng các phần mềm xây dựng mô hình này cần liên kết trực tiếp với nhau để có thể tự động được trong tính toán và thiết kế, có thể chuyển việc nghiên cứu từ ứng dụng các phần mềm xây dựng mô hình thành xây dựng chương trình chạy mô phỏng cho kết quả chính xác hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1]. Bộ Nông nghiệp và phát triển Nông thôn, *Nghiên cứu tổng thể và đề xuất giải pháp công trình chống bồi lấp cửa Thuận An và bảo vệ chống sạt lở bờ biển từ cửa Thuận An đến eo Hoà Duân - Thừa Thiên Huế*, Báo cáo tổng hợp, Hà Nội tháng 9/1999.
- [2]. Lương Phương Hậu, Lựa chọn mô hình toán về diễn biến luồng lạch cửa sông ven biển, Đề tài NCKH 10-07, Bộ Giao thông Vận tải 1998.
- [3]. Lương Phương Hậu, Công trình bảo vệ bờ biển và hải đảo, Giáo trình Trường Đại học Xây dựng 1999.
- [4]. Lê Huy Thăng, Sử dụng phần mềm MIKE-21 trong mô phỏng dòng chảy hai chiều vùng cửa sông ven biển, Báo cáo Khoa học TEDI 1998.
- [5]. U.S. Army Corps of Engineers (2000), Coastal Engineering Manual, Department of the Army, Washington, DC.
- [6]. U.S. Army Corps of Engineers (1963), Design of Breakwaters and Jetties, Department of the Army, Washington, DC.

Người phản biện: TS. Đào Văn Tuấn