

TÍNH TOÁN SÓNG KHÚC XẠ VÀ NHIỀU XẠ VEN BIỂN KHU VỰC HẢI PHÒNG

TS. Nguyễn Vũ Thắng - Đài KTTV khu vực Đông Bắc

TS. Trương Văn Bốn - Viện khoa học thủy lợi

1. Cơ sở lý thuyết

Với sự phát triển về mặt phương pháp trong những năm gần đây, việc tính toán trường sóng khúc xạ và nhiễu xạ hai chiều đã trở thành hiện thực. Trường sóng khúc xạ và nhiễu xạ hoàn toàn có thể được tính toán bằng phương pháp số trị nhờ việc giải phương trình với độ dốc nhỏ của Berkhoff (1972).

RCPWAVE (Regional Coastal Processes Wave Propagation Model) là phần mềm tính toán các quá trình lan truyền sóng khu vực ven bờ của Mỹ được sử dụng để tính toán quá trình lan truyền sóng cho khu vực ven biển Hải Phòng. Đây cũng là phần mềm hiện nay đang được sử dụng tương đối rộng rãi kể cả ở nước ta và trên thế giới và cho các kết quả tốt.

Cơ sở của phương pháp được trình bày tóm tắt sơ lược dưới đây:

Tính trường sóng bên ngoài đối sóng vỡ

Để tính toán trường sóng bên ngoài đối sóng vỡ, phương trình vi phân đạo hàm riêng dạng elliptic của Berkhoff được sử dụng để mô phỏng quá trình lan truyền sóng đối với sóng tuyến tính trên địa hình tùy ý. Phương trình đó được viết dưới dạng sau:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(c c_g \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(c c_g \frac{\partial \phi}{\partial y} \right) + \sigma^2 \frac{c_g}{c} \phi = 0 \quad (1)$$

Với:

x và y - 2 trục hệ tọa độ nằm ngang

c(x,y) - vận tốc truyền sóng ($\frac{\sigma}{k}$)

σ - tần số góc ($\frac{2\pi}{T}$),

k(x,y) - số sóng, được xác định từ quan hệ khuếch tán ($\sigma^2 = gk \tanh(kh)$)

T- chu kỳ sóng,

c_g - tốc độ nhóm sóng ($\frac{\partial \sigma}{\partial k}$),

$\phi(x,y)$ - thế lưu tốc phức,

g - gia tốc trọng trường,

h - độ sâu nước tính toán.

Giả thiết rằng mặt nước tự do có thể biểu diễn bằng sóng đơn điệu tuyến tính hai chiều dạng:

$$\phi = ae^{is} \quad (2)$$

Trong đó:

a(x,y) - hàm biên độ sóng ($\frac{gH(x,y)}{2\sigma}$),

H(x,y) - độ cao sóng,

s(x,y) - hàm pha sóng.

Thế (2) vào (1) ta thu được hai phương trình sau đây cho phần thực và phần ảo:

$$\frac{1}{a} \left\{ \frac{\partial^2 a}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 a}{\partial y^2} + \frac{1}{cc_g} [\nabla a \cdot \nabla (cc_g)] \right\} + k^2 - |\nabla s|^2 = 0 \quad (3)$$

$$\nabla(a^2 cc_g \nabla s) = 0 \quad (4)$$

Vì hàm pha của sóng là không xoáy nên

$$\nabla(\nabla s) = 0 \quad (5)$$

Thay (5) vào (4) và (5) vào (3) ta có

$$\frac{\partial}{\partial x} (|\nabla s| \sin \theta) - \frac{\partial}{\partial y} (|\nabla s| \cos \theta) = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} (a^2 cc_g |\nabla s| \cos \theta) + \frac{\partial}{\partial y} (a^2 cc_g |\nabla s| \sin \theta) = 0 \quad (7)$$

Với θ -hướng sóng.

Ba phương trình (3), (6) và (7) mô tả sự khúc xạ và nhiễu xạ sóng trên địa hình có độ dốc nhỏ và bỏ qua thành phần phản xạ và tổn thất năng lượng trong quá trình lan truyền sóng. Hệ phương trình trên được rời rạc hoá trên lưới ô vuông 2 chiều. Nghiệm của chúng là các giá trị s , θ và a tại trung tâm các ô lưới.

Tính trường sóng bên trong đới sóng vỡ

Trong RCPWAVE tiêu chuẩn Weggel cho sóng vỡ với độ cao:

$$H_b = \frac{bh_b}{1 + \frac{ba}{gT^2}}$$

$$a = 43,75 [1 - e^{-19m}]$$

$$b = 1,56 [1 + e^{-19,5m}]$$

m - độ dốc đáy.

Sau khi xác định được vị trí sóng vỡ, các quá trình truyền sóng đã vỡ trên miền đới sóng vỡ được tính toán như sau:

Chiều cao sóng trong đới sóng vỡ được xác định qua phương trình sau đây, sau khi tính đến tổn thất năng lượng do ma sát đáy, và các quá trình rối:

$$\frac{\partial (Ec_g)}{\partial x} = \frac{-\kappa}{h} [Ec_g - (Ec_g)_s] \quad (8)$$

Với:

$\kappa = 0,2$ - hệ số tổn thất năng lượng,

(Ec_g) - mức ổn định dòng năng lượng mà quá trình truyền sóng đạt được.

Thay $E = 0,125 \rho g H^2$ vào phương trình (8) và giả thiết độ cao sóng khi truyền trong đới sóng vỡ đạt tới giá trị ổn định tỷ lệ với độ sâu theo quan hệ $H_s = \gamma h$

$$\frac{\partial (H^2 c_g)}{\partial x} = \frac{-\kappa}{h} [H^2 c_g - (\gamma^2 h^2 c_g)_s] = D \quad (9)$$

Trong đó

h - độ sâu tại chỗ,

γ - hệ số tỷ lệ ($=0,4$).

Thay thế độ cao sóng bằng hàm biên độ sóng, hàm D thể hiện tổn thất năng lượng theo phương truyền sóng và theo nguyên lý cân bằng thứ nguyên D phải nhân với tốc độ truyền sóng và gradien của pha sóng nên phương trình năng lượng dưới dạng vectơ có dạng:

$$\nabla \cdot (a^2 c c_g \nabla s) = \frac{-\kappa}{h} \left\{ a^2 c c_g |\nabla s| - \left[\left(\frac{g}{2\sigma} \right)^2 \gamma^2 h^2 c c_g |\nabla s| \right] \cdot \right\} \quad (10)$$

Trong RCPWAVE phương trình này được giải bằng phương pháp sai phân hữu hạn, nghiệm là độ cao sóng tại tâm các ô lưới trong miền tính.

2. Miền tính và lưới tính

Miền tính khu vực ven biển Hải Phòng được giới hạn từ 20 độ 33 tới 20 độ 50 phút bắc và từ 106 độ 33 đến 106 độ 58 phút đông với khoảng cách tây-đông là 40 km và nam-bắc 28 km. Nhằm mục đích tính chi tiết trường sóng, lưới được dùng với 200 x 140 nút với bước không gian cho toàn miền nghiên cứu là 200 m. Hình 1 mô tả địa hình miền tính toán.

Tài liệu địa hình được xây dựng từ hải đồ 1985 của Hải quân nhân dân Việt nam, có bổ sung những số liệu đo đạc khảo sát trong các năm 1995 và 1997.

Tính toán cho vùng biển: Trên cơ sở các số liệu quan trắc về sóng tại trạm Hòn Dấu từ 1970 đến 1999 (là trạm đại diện về sóng cho khu vực nghiên cứu). Các hướng sóng thịnh hành đã được chọn với xu hướng bất lợi nhất để mô phỏng tính toán cho trường sóng của khu vực. Các hướng sóng vùng ngoài khơi để tính lan truyền vào bờ được lựa chọn từ đông đến tây tây nam với độ cao sóng là 9,1 m (Độ cao sóng có thể có ngoài khơi khi có bão – trường hợp nguy hiểm nhất). Tổ hợp mực nước bất lợi được xem xét trong tính toán là + 4 m – triều cường + nước dâng do bão.

Do địa hình bờ khu vực Hải Phòng (hình 1) tuy là nơi chịu nhiều ảnh hưởng nhiều của gió mùa đông bắc, nhưng hướng sóng nguy hiểm thịnh hành chỉ từ hướng từ đông tới nam. Điều này trùng hợp với số liệu nhiều năm của trạm Hòn Dấu. Mặt khác, trong các đợt gió mùa đông bắc, sóng ngoài khơi có hướng đông bắc nhưng khi vào gần bờ khu vực nghiên cứu, sóng do khúc xạ bởi địa hình đáy nên quay dần về phía đông - đông nam.

3. Kết quả tính toán sóng và đặc trưng các yếu tố sóng vùng ven biển Hải Phòng

Trong tính sóng cho khu vực ven biển Hải Phòng các biên cho trường hợp nguy hiểm nhất vào được lấy theo các giá trị sau:

Sóng trong bão: $H_0=9,0$ m, $T_0=12,6$ sec.

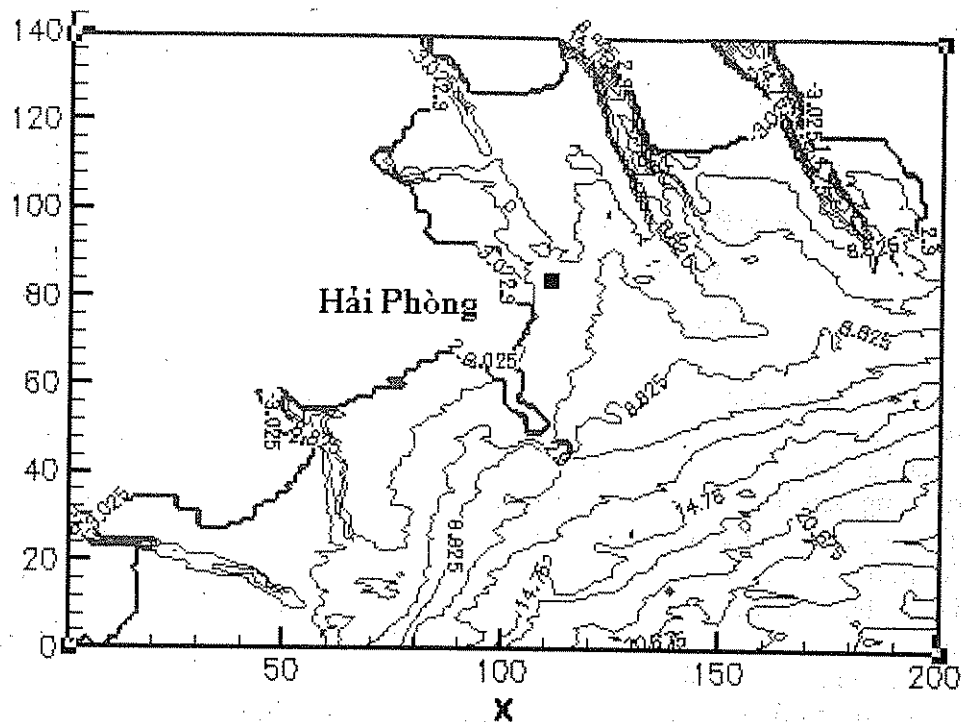
Từ các kết quả tính toán cho phép xác định các đặc trưng yếu tố sóng vùng cửa sông khu vực ven biển Hải Phòng.

Các kết quả tính toán cho thấy:

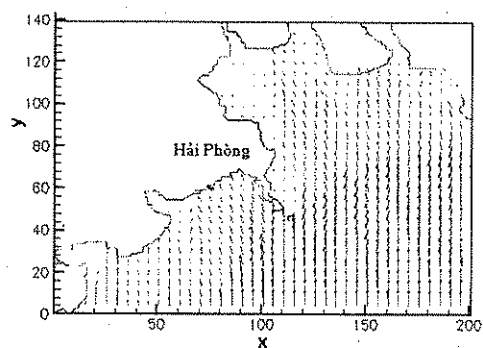
1. Việc sử dụng phần mềm RCPWAVE cho phép tính các bức tranh về trường sóng khá chính xác, chứa đựng được nhiều thông tin như trường độ cao sóng, hướng sóng khu vực cửa sông ven biển Hải Phòng.

Ở các hướng SE, S sóng truyền khá sâu và hội tụ vào trong sông.

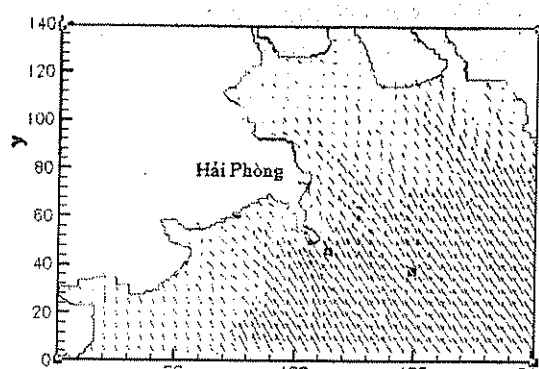
Trong các hướng sóng được xem xét trong tính toán, sóng nam và đông nam gây nguy hiểm hơn cả với khu vực cả về độ cao và mức độ hội tụ của sóng.



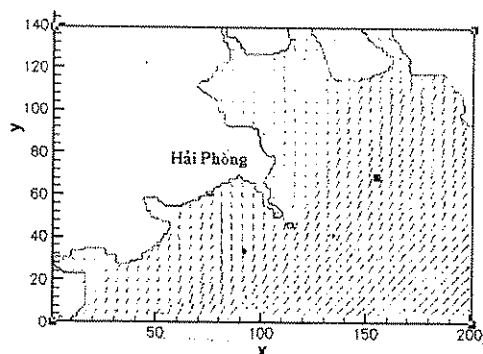
Hình 1. Địa hình bờ khu vực Hải Phòng



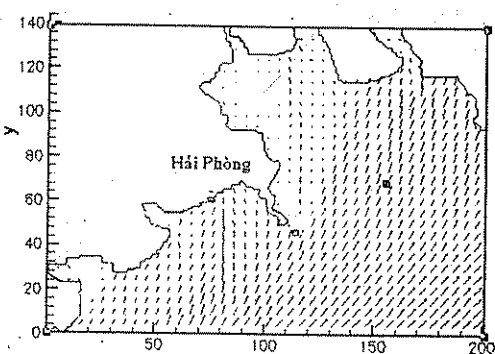
Hình 2. Góc sóng ngoài khơi 0 độ (hướng nam)



Hình 3. Góc sóng ngoài khơi 45 độ (hướng đông nam)



Hình 4. Góc sóng ngoài khơi -45 độ (hướng tây nam)



Hình 5. Góc sóng ngoài khơi -77,5 độ (hướng tây nam)

Tài liệu tham khảo

1. Regional Coastal Processes Wave Propagation Model (RCPWAVE) CERC - 86 - 84
2. Số liệu KTTV Việt Nam. Chương trình tiến bộ KHKT cấp nhà nước 42A.