

Tính toán các tham số sóng ven bờ

KS. DUONG HONG SON

Trung tâm KTTV biển.

Do tính chất quan trọng của sóng đối với các công trình biển, nhất là đối với các công trình kinh tế ven bờ, nên từ lâu hiện tượng này đã được nhiều nhà chuyên môn quan tâm nghiên cứu. Ở dải ven bờ xảy ra sự tương tác mạnh mẽ giữa các yếu tố động lực như: sóng, dòng chảy, thủy triều, gió... dưới ảnh hưởng của độ sâu. Nhưng trong bài này chúng tôi chỉ nghiên cứu việc tính toán các yếu tố sóng truyền từ ngoài khơi vào dải ven bờ với mục đích là không để xảy ra hiện tượng phản xạ và nhiễu xạ sóng.

Hiện nay có rất nhiều toán đồ được thiết lập nhằm mục đích cung cấp một cách nhanh chóng nhất và đơn giản nhất các tham số sóng trong dải ven bờ. Ở đây có một điểm cần chú ý là tất cả các toán đồ là đơn giản hóa hiệu ứng của độ sâu tới độ cao sóng bằng cách giả thiết các đường đẳng sâu song song và chỉ tính tới ảnh hưởng của hệ số biến dạng (hay nước nông) cũng như hệ số khúc xạ tới độ cao sóng. Nhược điểm của cách tính dùng toán đồ là nó bỏ qua các hiệu ứng do độ sâu biến đổi một cách đa dạng, gây ảnh hưởng rất lớn đến độ cao sóng. Hơn nữa, nó cũng bỏ qua ảnh hưởng của ma sát sinh ra do tương tác giữa các hạt nước chuyển động và đáy biển. Do vậy, việc xây dựng một mô hình toán học tính tới sự tác động của tất cả các yếu tố là cực kỳ cần thiết. Nó cho phép tính cả những vùng có đường đẳng sâu biến đổi phức tạp. Hơn nữa, đối với các công trình ven bờ cũng như vùng nước nông, việc mô hình hóa là không thể thiếu được vì các nhà thiết kế thường chọn nơi có độ sâu tương đối nhỏ hơn khu vực xung quanh mà quên mất rằng tại chính những nơi này thường xảy ra sự hội tụ các tia sóng, và như vậy độ cao tăng lên một cách đáng kể so với dùng toán đồ.

Độ cao, góc tới của sóng tại vùng nước nông phụ thuộc vào hướng, chu kỳ và độ cao sóng ngoài khơi qua các phương trình [3]:

$$h = h_0 k_r k_d k_j \quad (1)$$

$$\frac{d\alpha}{ds} = \frac{\delta c}{\delta x} \sin \alpha - \frac{\delta c}{\delta y} \cos \alpha \quad (2)$$

$$\frac{d^2\beta}{ds^2} + P \frac{d\beta}{ds} + q\beta = 0 \quad (3)$$

$$k_r = \left(\frac{1}{\beta} \right)^{1/2} \quad (4)$$

$$K_j = \left(1 + \frac{4h_0 f_e}{3c \sinh kH} \frac{dc}{dH} \frac{t}{T} \right)^{-1} \quad (5)$$

$$k_d = \left(\frac{C_{go}}{C_g} \right)^{1/2} \quad (6)$$

Trong đó:

- h_0, h - độ cao sóng ngoài khơi và nước nông
- C_{go}, C_g - vận tốc nhóm ngoài khơi và nước nông
- α - góc giữa tia sóng và pháp tuyến bờ
- H - độ sâu
- C - vận tốc pha của sóng
- T - chu kỳ
- s, t - quãng đường và thời gian đi của tia sóng
- f_e - hệ số mất mát năng lượng
- β, P, q - các tham số phụ

Ranh giới được coi là bắt đầu xảy ra hiện tượng khúc xạ sóng được tính từ độ sâu bằng $0,5 \lambda_0$.

λ_0 - bước sóng ngoài khơi được tính bằng $1,56 T^2$.

Phương trình (2) giải bằng phương pháp dự báo và điều chỉnh bậc ba với đường đi của tia sóng có bước không đổi ($ds = \text{const}$). Điều này cho phép đảm bảo độ sai số theo mọi hướng luôn nhỏ hơn 1% của ds . Phương trình (3) giải bằng phương pháp giải tích mà các tham số của phương trình đặc trưng được xác định bằng điều kiện ban đầu:

$$\beta_0 = 1 \quad \beta'_0 = 0$$

Hệ số mất mát năng lượng trong phương trình (5) đồng nhất với f_e trong biểu thức tính ứng suất ma sát đáy và được tính bằng [4]:

$$f_e = \exp \left[-5,977 + 5,213 \left(\frac{a_b}{k_n} \right)^{-0,194} \right] \quad (7)$$

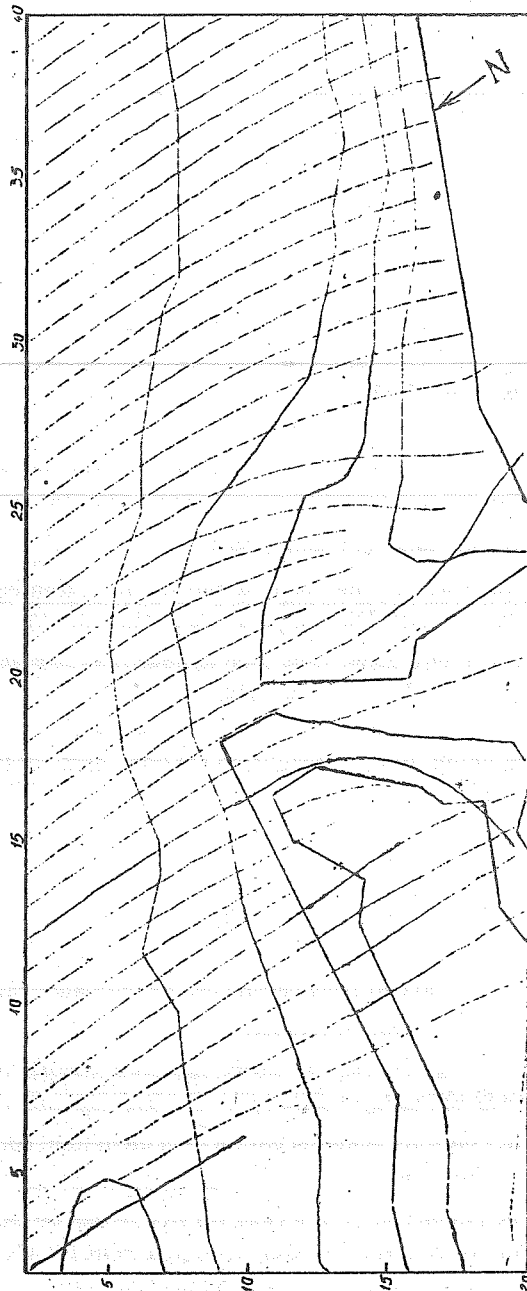
Trong đó:

- a_b - biên độ dao động cực đại của phần tử nước tại đáy biển
- k_n - hệ số nhóm Nikuradze

Tuy nhiên, do việc sử dụng hệ số k_n rất phức tạp nên chúng tôi chọn giá trị không đổi $f_e = 0,24$ tương ứng với tỷ số $(a_b/k_n) = 2,02$.

Chỉ tiêu dừng tính mỗi tia sóng là khi tia đạt tới biên điểm tính, hội tụ nhiều, đỉnh sóng vỡ do độ dốc quá lớn, sóng nhào, độ sâu nhỏ.

Các thuật toán giải hệ phương trình trên cùng với việc vẽ bản đồ đẳng sâu và đường đi của tia sóng được tự động hóa toàn bộ trên MTĐT bằng ngôn ngữ FORTRAN. Chương trình này có thể áp dụng cho vùng ven bờ bất kỳ với độ cao, chu kỳ và hướng sóng xác định. Số liệu nhập vào là mảng độ sâu với giới hạn ngoài là tại độ sâu $0,5 \lambda_0$. Trong trường hợp thiếu số liệu có thể tính cho vùng có biên ngoài nhỏ nhất 18-20 m với sóng 6-7s. Trong một số tài liệu có đưa ra chỉ tiêu để là tron các đường thẳng sâu mà qui mô biến đổi nhỏ hơn 5 lần bước sóng, tuy nhiên ở đây chúng tôi thấy không cần thiết.



Trường sóng khúc xạ của Thuận An

SÓNG HƯỚNG : N, CHU KỲ : 7S, ĐỘ CAO 15M

Chương trình này đã được áp dụng tính thử cho vùng có địa hình giả định mà các đường đẳng sâu song song, độ dốc 1:100, sóng cao 1,5m, chu kỳ 7 s và góc tới 45° nhằm mục đích so sánh kết quả và thấy rằng:

- Góc khúc xạ trùng với khi sử dụng toán đồ.

- Độ cao sóng nhỏ hơn so với sử dụng toán đồ và không xảy ra hiện tượng sóng nhào. Điều này có thể giải thích là do tia sóng bị phân kỳ nên năng lượng sóng giảm đi, hơn nữa do ảnh hưởng của ma sát đáy và năng lượng này bị giảm đi một cách đáng kể.

Sau khi kiểm tra các kết quả này chúng tôi đã tính chế độ sóng cho vùng cửa Thuận An (Thừa Thiên - Huế) trong khuôn khổ đề tài cấp Tổng cục "Mô hình hóa một số quá trình động lực ven hồ và cửa sông".

Dưới đây là kết quả của trường sóng khúc xạ với hướng sóng N độ cao 1,5m chu kỳ 7 s. đây là vùng có địa hình rất phức tạp, đặc biệt là hai bên cửa sông, nơi do phù sa sông đem ra lắng đọng lại nên độ sâu nhỏ. Bản đồ trường sóng khúc xạ cho thấy rằng tại đây các tia sóng hội tụ mạnh. Đồi sóng nhào nằm xa bờ hơn những vùng xung quanh, độ cao sóng cũng lớn hơn; bờ trái của cửa sông độ cao sóng khoảng 2,9m, bờ phải là 3,0m. Xa dần về hai phía độ cao giảm đi đáng kể, trung bình chỉ còn 0,3m và 0,7m. Giữa hai vùng này có một số tia sáng vượt qua ngưỡng cửa sông vào sâu hơn bởi vì ở đây độ sâu tương đối lớn từ 7 - 9 m.

Các kết quả theo đánh giá của chúng tôi là phù hợp với thực tế. Nó cung cấp cho chúng ta một bức tranh toàn diện về tác động của sóng, biết được nơi nào chịu ảnh hưởng của sóng lớn nhất và từ phía nào. Mô hình này mở ra triển vọng nghiên cứu, tính toán dòng bùn cát vận chuyển dọc bờ và dự toán sự biến đổi địa hình của bờ biển do sóng tạo nên. Chương trình này cũng đã tự khẳng định tính thiết yếu và mức độ tin cậy trong tính toán trường sóng tác động tới các giàn khoan đặt tại vùng biển Trường Sa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Skovgaard O. Jonsson I. G, Bertelsen J.A. Computation of Wave Heights due to Refraction and Friction. -Journal of the Waterways, Harbors and Coastal Engineering Division, ASCE, Vol. 101, No. WW1, Feb, 1975, pp. 15-32
2. Lepetit. J.P. Etude de la re'fraction de la houle monochromatique par le calcul nume'rique. Bulletin du Centre de Recherches d' Essais de Chaton, No. 9, 1964, pp. 3-25
3. Vougvissomjai S. Mechanics of flow and sediment transport due to wave action. May, 1981
4. Meereudouk, E.V. Local training of IHR staff members. Oct, 1989.