

TÍNH TOÁN CÁC ĐẶC TRƯNG DAO ĐỘNG LẮC TẠI VÙNG BIỂN VỊNH VŨNG RÔ TỈNH PHÚ YÊN

TS. **Bùi Hồng Long**, ThS. **Lê Đình Mậu**
Viện Hải dương học (Nha Trang)

Dao động lắc (Seiches) là dao động sóng đứng tại các thủy vực kín hoặc nửa kín ven bờ như vũng, vịnh..., chúng được tạo thành do sự cộng hưởng của các sóng từ ngoài khơi truyền vào. Cường độ và tính chất của sự cộng hưởng này phụ thuộc vào kích thước hình học, đặc trưng của thủy vực và trường các yếu tố khí tượng, thủy văn ven bờ. Dao động lắc gắn liền với các dao động dâng, rút mực nước ven bờ, gây ra các hiệu ứng xô, giạt tại thủy vực. Do vậy, xác định các đặc trưng của dao động lắc giúp chúng ta hiểu biết tốt hơn những đặc tính dao động của thủy vực khi tiến hành thiết kế các công trình thủy và khai thác, sử dụng hợp lý vùng nước ven bờ để phát triển kinh tế - xã hội.

Trong bài báo này, tác giả áp dụng phương pháp của Phòng Hải dương học thuộc Hải quân Hoa Kỳ để tính toán các đặc trưng dao động lắc bao gồm các chu kỳ dao động riêng, biên độ dao động dâng, rút mực nước ven bờ và tốc độ dao động lắc ứng với các trường gió mùa điển hình và trường gió cực đại tại vùng biển vịnh Vũng Rô tỉnh Phú Yên. Kết quả tính toán cho thấy: biên độ và tốc độ dao động lắc có giá trị lớn nhất khi gió có hướng đông bắc hoặc đông nam, đặc biệt trong điều kiện bão hoặc áp thấp nhiệt đới.

1. Mở đầu

Vũng Rô là một vịnh nửa kín ven bờ, hiện nay đã trở thành khu vực có các công trình thủy quan trọng: cảng xăng dầu, cảng cá, khu lọc dầu..., vùng nuôi trồng thủy sản của khu vực và của tỉnh Phú Yên. Sự hoạt động an toàn của cảng (neo đậu tàu thuyền, bốc xếp hàng hóa...), sự ổn định của các công trình ven bờ chịu tác động của các quá trình động lực biển, đặc biệt là các dao động lắc. Do đó, tính toán các đặc trưng dao động lắc có ý nghĩa khoa học và thực tiễn quan trọng. Dựa vào đó, tác giả đã tiến hành tính toán chu kỳ dao động riêng của các thủy vực; biên độ dao động dâng, rút mực nước ven bờ và tốc độ dao động lắc ứng với các trường gió mùa điển hình và trường gió cực đại cho các hệ thống dao động của vùng vịnh Vũng Rô.

Tính toán các đặc trưng dao động lắc trong các thủy vực ven bờ đã được nhiều tác giả đề cập như [2], [3], [5].... Trong bài báo này tác giả sử dụng qui phạm tính toán các đặc trưng dao động lắc của Phòng Hải dương học thuộc Hải quân Hoa Kỳ [4] với những giả thiết sau:

- Vùng tính toán được đơn giản hóa bằng các hình chữ nhật,
- Hệ thống dao động được đặc trưng bởi hệ dao động một nút (node),
- Nguyên nhân gây dao động là sự thay đổi của trường gió trên và bên ngoài vịnh.

2. Phương pháp

a. Tính toán các chu kỳ dao động riêng của thủy vực

Theo [4], với hệ thống dao động hình chữ nhật, một nút ta có:

- Chu kỳ dao động dọc được tính bởi công thức Chrystal và hiệu chỉnh bởi Rayleigh.

$$T_d = (1+\varepsilon) \times 1,305 \times T_0 \quad (s) \quad (1)$$

$$\text{với } T_0 = 4L/\sqrt{gH_0} \quad (2)$$

$(1+\varepsilon)$: hiệu chỉnh do chiều ngang của vịnh.

$$\varepsilon = \frac{W}{3,14L} \left(\frac{3}{2} \log\left(\frac{3,14W}{4L}\right) - \gamma \right) \quad (3)$$

0,577 - hằng số Euler,

H_0 - độ sâu lớn nhất tại cửa vịnh (m),

W - chiều ngang của vịnh (m),

L - chiều dọc của vịnh từ cửa vào bờ (m),

g - gia tốc trọng trường ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).

- Chu kỳ dao động ngang được tính bởi công thức Merian trong đó xem độ sâu của vịnh không đổi và bằng độ sâu trung bình tuyến dọc giữa vịnh.

$$T_n = 2W/\sqrt{gH_n} \quad (s) \quad (4)$$

H_n : độ sâu trung bình tuyến dọc vịnh (m).

b. Tính toán biên độ và tốc độ dao động lắc

+> Biên độ dao động lắc được xác định như sau:

$$H = \frac{k_1(V_1)^2 \cos(\theta_1 - r_1)}{d_1} + \frac{k_2(V_2)^2 \cos(\theta_2 - r_2)}{d_2} \quad (\text{cm}) \quad (5)$$

Ở đây:

- $k_1 = 7, k_2 = 4,5$,

- V_1 - tốc độ gió trên biển (m/s),

- V_2 - tốc độ gió trên vịnh (m/s),

- d_1 - độ sâu trung bình vùng biển ven bờ (m),

- d_2 - độ sâu trung bình của vịnh (m),

- θ_1 - hướng đường bờ ($^\circ$),

- θ_2 - hướng trục dọc của vịnh ($^\circ$),

- r_1 - hướng gió trên biển ($^\circ$),

- r_2 - hướng gió trên vịnh ($^\circ$).

(Tham số góc ở đây đều so với hướng chính bắc)

+> Tốc độ dao động lắc được tính toán như sau:

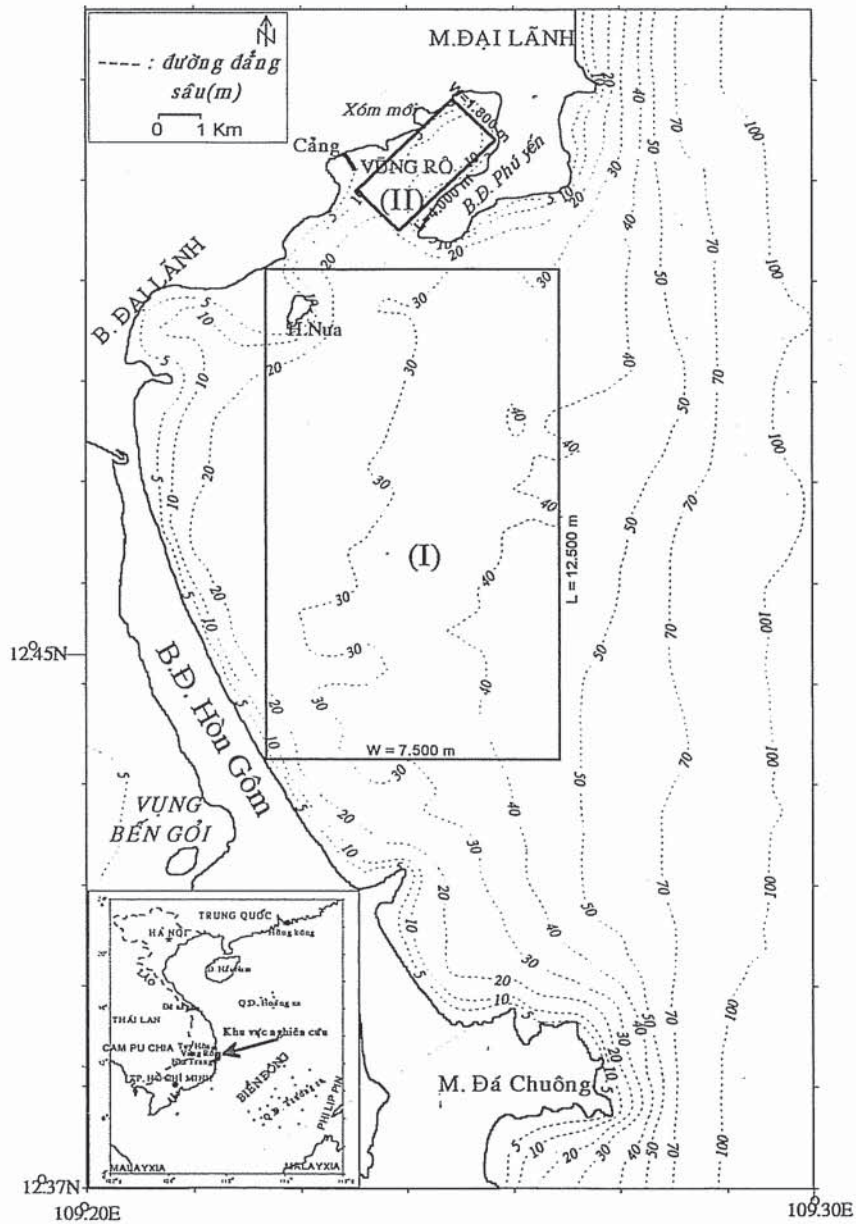
- Tốc độ dao động dọc

$$V_d = (gH_d)^{1/2} \times H/H_d \quad (\text{m/s}) \quad (6)$$

- Tốc độ dao động ngang

$$V_n = (gH_n)^{1/2} \times H/H_n \quad (\text{m/s}) \quad (7)$$

ở đây H_d là độ sâu vùng cửa vịnh



Hình 1. Hệ thống dao động lắc với kích thước đơn giản tại vùng biển Vũng Rô – Đại Lãnh

3. Kết quả

a. Đặc trưng của khu vực nghiên cứu

- Địa hình vùng biển Vũng Rô và lân cận được lấy từ hải đồ tỉ lệ 1/50.000 xuất bản năm 1967 của Hải quân Hoa Kỳ có hiệu chỉnh từ các số liệu đo sâu của Viện Hải dương học.

- Các đặc trưng gió lấy từ Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ (1995) [1].

- Vũng Rô liên thông với vùng biển Đại Lãnh - Hòn Gôm, nên các đặc trưng dao động lắc tại Vũng Rô được tạo thành không những trong nội tại Vũng Rô mà còn do dao động lắc được tạo thành từ vùng biển Đại Lãnh - Hòn Gôm. Theo phương pháp đơn giản hoá, ta có thể coi vùng biển vịnh Vũng Rô - Đại Lãnh gồm 2 hệ thống dao động đơn giản hình chữ nhật, một nút. Sơ đồ các hệ thống dao động thể hiện trên hình 1.

Bảng 1. Các tham số để tính toán đặc trưng dao động lắc tại vùng biển vịnh Vũng Rô

Hệ thống dao động	Chiều dài L (m)	Chiều rộng W (m)	Độ sâu max tại cửa H_0 (m)	Độ sâu TB của vịnh H_1 (m)	Độ sâu TB vùng cửa D_2 (m)	Độ sâu TB vùng biển ven bờ D_1 (m)	Hướng trục vịnh θ_2 (°)	Hướng đường bờ biển θ_1 (°)
Đại Lãnh (I)	12.500	7.500	45	30	40	70	180	180
Vũng Rô (II)	4.000	1.800	20	15	18	70	225	180

- Đặc trưng về kích thước, độ sâu, vị trí..., các hệ thống dao động thể hiện trên bảng 1.

b. Kết quả tính toán

Các đặc trưng dao động lắc được tính toán bao gồm:

- Chu kỳ dao động riêng,
- Biên độ dao động và tốc độ dao động.

Đã tiến hành tính toán cho 6 trường gió đặc trưng tại vùng biển nghiên cứu ở 3 hướng chủ yếu là đông bắc, đông và đông nam ứng với các tốc độ gió ngoài khơi vùng biển ven bờ:

- Trường gió mùa trung bình ngoài khơi dải ven bờ $V = 5,5\text{m/s}$,
- Trường gió cực đại ngoài khơi dải ven bờ $V = 40\text{m/s}$.

Đặc trưng các trường gió và kết quả tính toán thể hiện trên bảng 2.

Từ bảng 2 cho thấy:

+> Chu kỳ dao động riêng của 2 hệ thống dao động tại vùng biển Vũng Rô và vùng kế cận:

- Hệ thống I (Đại Lãnh): chu kỳ dao động dọc $T_d = 68$ phút, chu kỳ dao động ngang $T_n = 15$ phút.

- Hệ thống II (Vũng Rô): chu kỳ dao động dọc $T_d = 34$ phút, chu kỳ dao động ngang $T_n = 5$ phút.

+> Biên độ và tốc độ dao động tại mỗi hệ thống ứng với các điều kiện gió khác nhau thể hiện như sau:

* Trường gió mùa trung bình ($V = 5,5$ m/s).

Ở cả 2 hệ thống giá trị các đặc trưng dao động lắc đều không đáng kể so với biên độ dao động $H \approx 3-5$ cm, tốc độ dao động dọc V_d (2-3cm/s), tốc độ dao động ngang V_n (2-3cm/s).

Bảng 2. Kết quả tính toán biên độ, vận tốc, chu kỳ dao động lắc tại vùng biển vịnh Vũng Rô

Hệ thống dao động	Hướng gió ($^\circ$)	Tốc độ gió trên biển V_1 (m/s)	Tốc độ gió trên vịnh V_2 (m/s)	Biên độ dao động H (cm)	Tốc độ dao động dọc V_d (cm/s)	Tốc độ dao động ngang V_n (cm/s)	Chu kỳ dao động dọc T_d (phút)	Chu kỳ dao động ngang T_n (phút)
Đại Lãnh (I)	45	5,5	5,0	2,6	1,5	1,5	68	15
	45	40	35	142	70	81		
	90	5,5	5,0	2,0	1,4	1,3		
	90	40	35	3,0	1,6	1,5		
	135	5,5	5,0	2,6	1,3	1,5		
	135	40	35	143	71	82		
Vũng Rô (II)	45	5,5	4,0	5,2	3,6	2,8	34	5
	45	40	30	158	114	125		
	90	5,5	4,0	3,1	2,0	2,1		
	90	40	30	63	46	51		
	135	5,5	5,0	3,3	2,1	2,2		
	135	40	35	79	59	64		

* Trường gió cực đại ($V = 40$ m/s)

- Tại hệ thống I (Đại lãnh) các đặc trưng dao động lắc có giá trị không đáng kể khi gió có hướng đông, nhưng trở nên nguy hiểm khi gió có hướng đông bắc hoặc đông nam ($H: 140$ cm, $V_d: 70$ cm/s, $V_n: 80$ cm/s),

- Tại hệ thống II (Vũng Rô) các đặc trưng dao động lắc trở nên nguy hiểm khi gió có hướng đông bắc ($H \approx 160$ cm, $V_d \approx 110$ cm/s, $V_n \approx 120$ cm/s).

Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu trên có thể rút ra những kết luận sau:

- Vùng biển vịnh Vũng Rô và vùng lân cận tồn tại 2 hệ thống dao động lắc với các chu kỳ dao động riêng như sau:

+ Hệ thống dao động vịnh Vũng Rô có chu kỳ dao động dọc là 34 phút, chu kỳ dao động ngang là 5 phút.

+ Hệ thống dao động Đại Lãnh có chu kỳ dao động dọc là 68 phút, chu kỳ dao động ngang là 15 phút.

- Trong điều kiện gió mùa bình thường biên độ và tốc độ dao động lắc là không đáng kể ở cả 2 hệ thống dao động.

- Trong các cơn bão, gió đến từ hướng đông bắc hoặc đông nam thì biên độ và tốc độ dao động sẽ rất lớn gây nguy hiểm cho các công trình ven biển cũng như việc neo đậu của tàu thuyền trong vịnh Vũng Rô và vùng biển lân cận, các thông số dao động lắc trong các trường hợp này cần được chú ý đến khi thiết kế và xây dựng cũng như khai thác các công trình tại thủy vực này.

Tài liệu tham khảo

1. Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ. *Đặc điểm khí hậu thủy văn Phú Yên*. NXB. Nông nghiệp. Tp. Hồ Chí Minh, 1995.
2. Bùi Hồng Long và Lê Đình Mậu. *Một vài kết quả tính toán các đặc trưng dao động lắc vùng biển vịnh Văn Phong - Bến Gỏi*. TTNCB, Tập VIII. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 1998, Trang 37-41.
3. Trần Minh Quang. *Sóng và công trình chắn sóng*. NXB. Giao thông, 1993.
4. U.S. Naval. Oceanographic Office, 1969. An investigation of seiches in Da Nang bay, Vietnam. Technical report. Washington D.C. 19pp.
5. Pond, S., and Pickard, G. L., 1991. *Introductory Dynamical Oceanography*. Pergamon Press. 328 pp.