



BẢN LUẬN VỀ CÁCH TÍNH CHIỀU CAO CÔNG TRÌNH BIỂN CỐ ĐỊNH XÂY DỰNG TẠI VÙNG SÓNG VỎ VÀ VÙNG SÓNG HÀM DÒNG BẬC CAO

Đinh Quang Cường¹

Tóm tắt: Bài báo này trình bày lý thuyết hàm dòng và phương pháp giải phương trình hàm dòng bậc cao để tính toán chiều cao vượt sóng tại vùng nước trung gian; Đề xuất lựa chọn chiều cao vượt sóng vùng sóng vỡ; Áp dụng vào thực tế để tính toán xác định chiều cao kết cấu các công trình DKI nhằm đưa ra những nhận xét để có thể tham khảo khi thiết kế các công trình biển cố định trên các đảo san hô ngầm vùng DKI.

Từ khóa: Hàm dòng; sóng vỡ; chiều cao công trình

Summary: This article aims to present the wave stream function theory and the solving method of high order stream function to calculate wave altitudes in the intermediate water area and breaking wave altitudes in the shallow water area for estimating of DKI structural heights; to propose some referential ideas for new fixed steel platform design located in reef islands of the DKI area.

Keywords: Stream function; breaking waves; structural height

Nhận ngày 23/8/2013, chỉnh sửa ngày 15/9/2013, chấp nhận đăng 30/9/2013



1. Tóm tắt phương pháp luận tính chiều cao công trình biển cố định vùng nước nông

1.1 Các công thức tính chiều cao công trình biển cố định đang dùng ở Việt Nam

Chiều cao các công trình DKI đều đã được xác định theo công thức (1) [8],[9],[10]:\

$$H_K = H_Y + 1. \eta_{1\%} + H_g + H_{tr} \quad (1)$$

trong đó H_Y là độ sâu mực nước tĩnh, $H_Y = H_{tb} - 1/2 H_{tr}$; $\eta_{1\%}$ là chiều cao vượt sóng ứng với H_{max} : $\eta_{1\%} = 0,7H_{max}$; H_g là hiệu cao nước dâng và H_{tr} là biên độ triều.

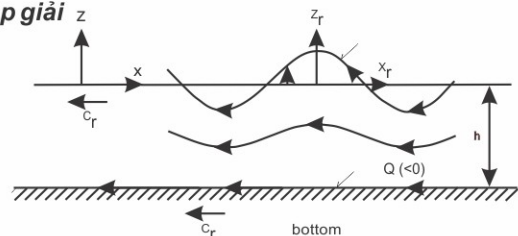
Chiều cao các công trình biển nói chung thường được xác định theo công thức (2) [12]:

$$H = d_o + d_1 + d_2 + \mu H_{max} + \Delta \quad (2)$$

trong đó d_o là độ sâu mực nước tĩnh; d_1 là chiều cao nước dâng; d_2 là biên độ triều; μ là hệ số tính chiều cao vượt sóng; H_{max} là chiều cao sóng lớn nhất (thường lấy $H_{1\%}$) và Δ là chiều cao tĩnh không (dự trữ) thường lấy $\Delta = 1,5 - 2,0m$. Theo tiêu chuẩn API giá trị μH_{max} được lấy từ kết quả giải hàm dòng bậc N. Dưới đây trình bày cơ sở lý thuyết hàm dòng phi tuyến bậc cao và phương pháp giải phương trình hàm dòng bậc cao để tính hệ số chiều cao vượt sóng trong vùng nước nông.

1.2 Phương trình hàm dòng bậc N và phương pháp giải

1.2.1 Cơ sở lý thuyết hàm dòng [16], [17]



Hình 1. Mô tả quá trình lan truyền sóng

¹PGS. TS, Khoa XD Công trình biển và Dầu khí. Trường Đại học Xây dựng. Email: cuongdq.vctb@gmail.com

Xét một chuyển động sóng như hình 1 ở vùng có độ sâu nước h , trong đó định nghĩa: Hệ trục tọa độ OXZ gắn với chuyển động tịnh tiến của phần tử nước với vận tốc U so với đáy, gốc O nằm trên mặt nước (Nếu coi như không có tác động của dòng chảy thì $U=0$); Hệ tọa độ GX_rZ_r gắn với profile sóng, chuyển động so với gốc O với vận tốc C , gốc G di chuyển trên mặt nước, có thể coi tọa độ z_r trùng với tọa độ z . Như vậy chuyển động lan truyền của sóng so với đáy là $Ca = U + C$;

Trong hệ tọa độ địa phương của sóng, với u và w là vận tốc quỹ đạo của phần tử nước theo trục x và trục z , định nghĩa hàm dòng Ψ thỏa mãn các phương trình:

$$w = -\frac{\partial \Psi}{\partial x_r} \quad ; \quad u = -\frac{\partial \Psi}{\partial z} \quad (3)$$

Phương trình liên tục của chất lỏng không nén được viết:

$$\frac{\partial u}{\partial x_r} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

Theo giả thiết chuyển động sóng không xoáy, ta có được phương trình:

$$\frac{\partial w}{\partial x_r} - \frac{\partial u}{\partial z} = 0 \quad (5)$$

Thay phương trình (3) vào phương trình (5) ta có:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x_r^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} = 0 \quad (6)$$

Theo (6), hàm dòng Ψ thỏa mãn phương trình Laplace.

Điều kiện biên ở mặt đáy biển: $\Psi = Q$ với $z = -h$ (7)

trong đó Q là lưu lượng dòng đi qua một mặt cắt ngang: $Q = \int_{-h}^{\eta} u dz$ (8)

Điều kiện biên ở mặt thoáng: $\Psi = 0$ với $z = \eta$ (9)

Điều kiện biên động ở bề mặt thoáng: $p = \text{const}$, với p là áp suất bề mặt. Phương trình Bernoulli được viết:

$$g\eta + \frac{1}{2}(u^2 + w^2) + \frac{\partial \phi}{\partial t} = R, \text{ với } z = \eta \quad (10)$$

Với dòng đều thì $\frac{\partial \phi}{\partial t} = 0$; R là hằng số Bernoulli.

Giải phương trình bằng việc khai triển chuỗi Fourier hàm dòng, ta được phương trình hàm dòng bậc N viết như sau:

$$\Psi(x_r, z) = C(z+h) + \sum_{j=1}^N B_j \frac{\sinh jk(z+h)}{\cosh jkh} \cos jkx_r + Q \quad (11)$$

Lưu ý là phương trình này có chu kỳ, với chiều dài là L , do đó ta có điều kiện:

$$\Psi(x_r, z) = \Psi(x_r + L, z) \quad (12)$$

Để xác định Ψ , theo (9) cần xác định N hệ số chưa biết B_j và thêm vào đó là C , k và Q , tức là cần $N+3$ phương trình, cần xác định $N+1$ điểm của mặt thoáng.

Thay (11) vào (9) ta có:

$$\Psi(x_r, \eta) = 0 = C(\eta+h) + \sum_{j=1}^N B_j \frac{\sinh jk(\eta+h)}{\cosh jkh} \cos jkx_r + Q \quad (13)$$

Thay (11) vào (10) ta được:

$$g\eta + \frac{1}{2} \left(\left(-\frac{\partial \Psi}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial \Psi}{\partial x_r} \right)^2 \right) = R \quad (14)$$

hay $g\eta + \frac{1}{2} \left(-C - k \sum_{j=1}^N jB_j \frac{\cosh jk(\eta+h)}{\cosh jkh} \cos jkx_r \right)^2 + \frac{1}{2} \left(-k \sum_{j=1}^N jB_j \frac{\sinh jk(\eta+h)}{\cosh jkh} \sin jkx_r \right)^2 = R$ (15)

Theo phương trình (13) và (15) sẽ có $2(N+1)$ phương trình, có $2N+5$ đại lượng chưa biết, bao gồm: $N+1$ giá trị của η_j , N giá trị của B_j , thêm vào đó là C , k , Q và R . Như vậy, cần thêm 3 phương trình nữa để giải được các ẩn số là:



- Điều kiện chất lỏng không nén được: $\frac{1}{L} \int_0^L \eta \cdot dx_r = 0$ (16)

- Phương trình quan hệ giữa profile sóng và chiều cao sóng: $H = \eta_{\max} - \eta_{\min}$ (17)

- Phương trình quan hệ giữa chiều dài sóng (số sóng) và chu kỳ sóng: $L = \frac{1}{k} = C.T$ (18)

1.2.2 Thuật toán giải phương trình hàm dòng bậc N

Bước 1: Khai báo số liệu đầu vào: Chiều cao sóng H; Chu kỳ sóng T; Độ sâu nước h.

Bước 2: Định nghĩa hệ trục tọa độ XOZ, gốc O trên mặt nước

Bước 3: Lựa chọn N+1 tọa độ x_{rj} cho các điểm η_j

Bước 4: Viết các phương trình điều kiện biên mặt thoáng cho N+1 điểm η_j

$$\psi(x_{rj}, \eta_j) = 0 = C(\eta_j + h) + \sum_{j=1}^N B_j \frac{\sinh jk(\eta_j + h)}{\cosh jkh} \cos jkx_{rj} + Q$$

Bước 5: Viết các phương trình điều kiện Bernoulli cho N+1 điểm η_j :

$$g\eta_j + \frac{1}{2} \left(-C - k \sum_{j=1}^N jB_j \frac{\cosh jk(\eta_j + h)}{\cosh jkh} \cos jkx_{rj} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(-k \sum_{j=1}^N jB_j \frac{\sinh jk(\eta_j + h)}{\cosh jkh} \sin jkx_{rj} \right)^2 = R$$

Bước 6: Rời rạc hóa phương trình (12) theo Newton-Raphson: $\sum_{i=1}^{N+1} \eta_i \Delta x_{ri} = 0$; Với $\Delta x_{ri} = \Delta x$ khi $i = 2, 3, \dots, N$, và $\Delta x_{ri} = 0,5\Delta x$ khi $i = 1$ và $N+1$, với $\Delta x = \frac{0,5L}{N}$

Bước 7: Viết phương trình quan hệ giữa chiều cao sóng và profile mặt sóng: $H = \eta_{\max} - \eta_{\min}$

Với η_{\max} và η_{\min} lựa chọn theo tọa độ tương ứng với đỉnh sóng và bụng sóng

Bước 8: Viết phương trình quan hệ giữa chiều dài sóng và chu kỳ sóng: $L = \frac{1}{k} = C.T$

Bước 9: Lựa chọn $L = L_0$ để tính lặp

Bước 10: Giải lặp để tìm các ẩn η_j :

- Xác định $C_o = \frac{L_o}{T}$; Xác định $k_o = \frac{1}{L_o}$

- Giải 2N+3 phương trình theo bước B4, B5, B7 với 2N+3 ẩn, xác định được các $\eta_{j(o)}$

- Thay các $\eta_{j(o)}$ vào phương trình ở bước 6 để tìm ra L_1 ;

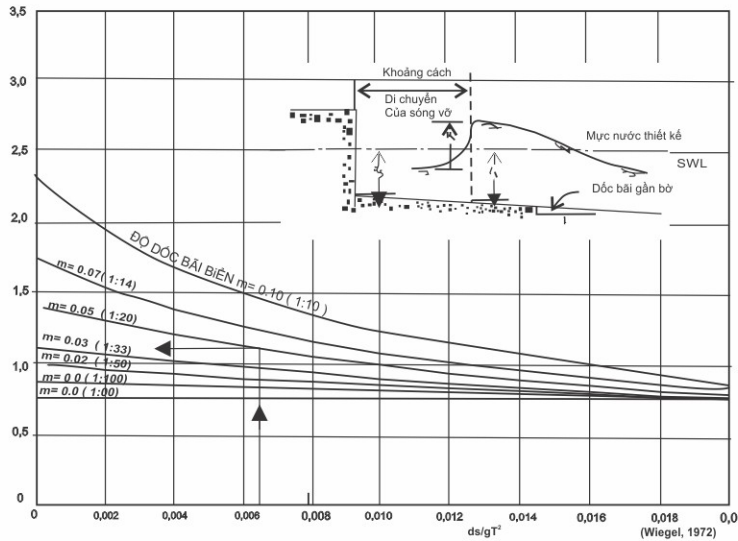
- Lặp lại vòng lặp trên, đến khi nào L_i xấp xỉ L_k với sai số yêu cầu thì dừng vòng lặp;

- Xác định các $\eta_{j(k)}$

Việc giải phương trình hàm dòng bậc n theo 10 bước nêu trên đây đã được thực hiện bằng một mô đun chương trình phần mềm và được thực hiện trong [9].

1.3 Tính chiều cao vượt sóng vùng sóng vỡ

Với trường hợp công trình nằm trong vùng sóng vỡ, tác giả bài báo này đề nghị tính giá trị μH_{\max} thông qua việc tính toán chiều cao sóng vỡ theo 14 TCN 130 - 2002 [15]. Chiều cao sóng vỡ được tính gần đúng theo chiều sâu nước tại khu vực xây dựng công trình. Theo biểu đồ hình 2, quan hệ giữa chiều cao sóng vỡ và độ sâu nước trước công trình, tương ứng với trị số $\frac{d_o}{gT^2}$ ta tìm ra trị số $\frac{H_{\max}}{d_o}$ ứng với đường cong độ dốc $m = 0,01$. Chọn chiều cao sóng vỡ là sóng vỡ lần một, lấy chiều cao sóng vỡ là chiều cao sóng tính toán. Sau khi sóng vỡ lần 1 giả thiết rằng nó sẽ trở thành sóng điều hòa và sóng sẽ không vỡ lần nữa, vì vậy ta chọn hệ số tính chiều cao vượt sóng $\mu = 0,5$ để tính toán chiều cao kết cấu công trình theo chiều cao sóng vỡ.



Hình 2. Quan hệ giữa chiều cao sóng và độ sâu nước trước công trình



2. Áp dụng để tính lại chiều cao các công trình DKI

2.1 Số liệu hải văn để thiết kế và gia cố các công trình DKI

Bảng 1. Độ sâu nước tại các vị trí xây dựng các công trình DKI

TT	Ký hiệu	d_{tb} (m)	d_o (m)	TT	Ký hiệu	d_{tb} (m)	d_o (m)	TT	Ký hiệu	d_{tb} (m)	d_o (m)
1	DKI/1			8	DKI/9	15	13,9	15	DKI/16	21,5	20,45
2	DKI/3	11	-	9	DKI/2M	17	15,9	16	DKI/17	16,0	14,95
3	DKI/4	7	-	10	DKI/10*	24	22,85	17	DKI/18	20,5	19,45
4	DKI/5	22	20,9	11	DKI/11	22,5	21,45	18	DKI/19	16,5	15,45
5	DKI/6	21	19,9	12	DKI/12	19,5	18,45	19	DKI/20	13,0	11,95
6	DKI/7	13	11,9	13	DKI/14	22	20,95	20	DKI/21	15	13,95
7	DKI/8	14	12,9	14	DKI/15	25	23,95				

Ghi chú: (*) DKI/10 ở vị trí có nền trầm tích là đất sét pha cát, các công trình khác đều trên nền san hô. d_{tb} - độ sâu nước trung bình; d_o - độ sâu nước TB có giảm bớt ảnh hưởng của triều; h, T, L - các thông số sóng bề mặt; ND - nước dâng; DcĐ (DcM) - dòng chảy đáy (mặt); BĐ - biên độ.

Bảng 2. Số liệu hải văn để thiết kế và gia cố các công trình DKI

	Số liệu khí tượng hải văn (*)								
	$h_{1\%}$ (m)	T (s)	L (m)	ND (cm)	DcĐ (cm/s)	DcM (cm/s)	Gió (1') m/s	Gió (10') m/s	BĐ triều (cm)
Số liệu để thiết kế các DKI	14	11,2	200	115	231	240	50	46	220
Số liệu để gia cố các DKI	15,8	11 - 13,4	200 - 280	115	236	247	50	46	211
Số liệu để thiết kế năm 2010	16,56	13,83	298,38	115	236	247	61,1	54,8	211

Theo [2], số liệu sóng thiết kế đã sử dụng để thiết kế 3 công trình DKI đầu lần lượt là: $h_{max} = 6,9m, 9m$ và $10,5$. Các công trình này đã bị sự cố [3]. Các công trình còn lại đều đã phải lần lượt gia cố sửa chữa sau một thời gian sử dụng, do bị rung lắc quá mức cho phép.



2.2 Kết quả lựa chọn lý thuyết sóng và tính chiều cao vượt sóng, chiều cao kết cấu các công trình DKI

Kết quả tính chiều cao sóng vỡ và chiều cao vượt sóng tại vị trí xây dựng các công trình DKI trong vùng sóng vỡ theo tiêu chuẩn TCVN (14 TCN 130 - 2002) [15] được liệt kê trong bảng 5. Kết quả tính toán lựa chọn lý thuyết sóng, chiều cao vượt sóng và chiều cao kết cấu các công trình DKI theo API và TCVN được liệt kê trong bảng 6. Kết quả tính gần đúng chiều cao kết cấu các công trình DKI theo công thức (1) và công thức (2) được liệt kê trong bảng 7. Kết hợp các kết quả trong các bảng 5 đến 7 được đồ thị biểu diễn chiều cao kết cấu các công trình DKI, hình 3.

Bảng 5. Kết quả tính chiều cao sóng vỡ và chiều cao vượt sóng tại các vị trí xây dựng các công trình DKI

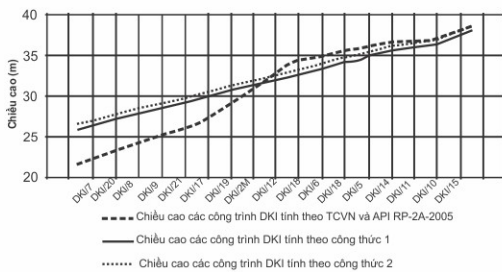
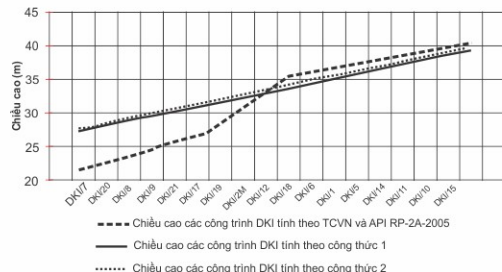
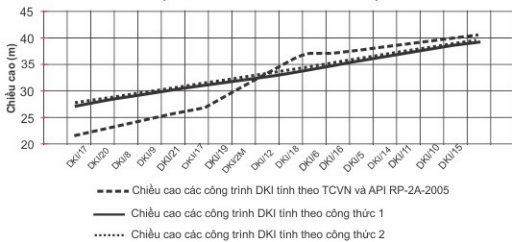
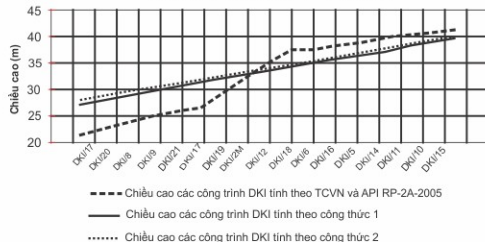
TT	Ký hiệu	d _o (m)	T=11.2 (s)				T=11 (s)			
			$\frac{d_o}{gT^2}$	$\frac{H_{max}}{d_o}$	H _{max} (m)	μ.H _{max}	$\frac{d_o}{gT^2}$	$\frac{H_{max}}{d_o}$	H _{max} (m)	μ.H _{max}
1	DKI/7	11.9	0.0097	0.8235	9.80	4.90	0.0100	0.8235	9.80	4.90
2	DKI/20	11.95	0.0097	0.8234	9.84	4.92	0.0101	0.8234	9.84	4.92
3	DKI/8	12.9	0.0105	0.8186	10.56	5.28	0.0109	0.8186	10.56	5.28
4	DKI/9	13.9	0.0113	0.8201	11.40	5.70	0.0117	0.8158	11.34	5.67
5	DKI/21	13.95	0.0113	0.8201	11.44	5.72	0.0118	0.8158	11.38	5.69
6	DKI/17	14.95	0.0121	0.8094	12.10	6.05	0.0126	0.8120	12.14	6.07
7	DKI/19	15.45	0.0126	0.8091	12.50	6.25	0.0130	0.8104	12.52	6.26
8	DKI/2M	15.9	0.0129	0.8113	12.90	6.45	0.0134	0.8101	12.88	6.44

Bảng 5 (tiếp theo). Kết quả tính chiều cao sóng vỡ và chiều cao vượt sóng tại các vị trí xây dựng các công trình DKI

TT	Ký hiệu	d _o (m)	T=13,4 (s)				T=13,83 (s)			
			$\frac{d_o}{gT^2}$	$\frac{H_{max}}{d_o}$	H _{max} (m)	μ.H _{max}	$\frac{d_o}{gT^2}$	$\frac{H_{max}}{d_o}$	H _{max} (m)	μ.H _{max}
1	DKI/7	11.9	0.0068	0.8418	10.02	5.01	0.0063	0.8437	10.04	5.02
2	DKI/20	11.95	0.0068	0.8418	10.06	5.03	0.0064	0.8435	10.08	5.04
3	DKI/8	12.9	0.0073	0.8416	10.86	5.43	0.0069	0.8454	10.91	5.45
4	DKI/9	13.9	0.0079	0.8365	11.63	5.81	0.0074	0.8394	11.67	5.83
5	DKI/21	13.95	0.0079	0.8365	11.67	5.83	0.0074	0.8394	11.71	5.85
6	DKI/17	14.95	0.0085	0.8358	12.50	6.25	0.0080	0.8393	12.55	6.27
7	DKI/19	15.45	0.0088	0.8344	12.89	6.45	0.0082	0.8371	12.93	6.47
8	DKI/2M	15.9	0.0090	0.8341	13.26	6.63	0.0085	0.8358	13.29	6.64

Bảng 6. Kết quả tính toán lựa chọn lý thuyết sóng, chiều cao vượt sóng và chiều cao kết cấu các công trình DKI theo API và TCVN

TT	Ký hiệu	d_0 (m)	$H_{max}=14m; T=11,2s$			$H_{max}=15,8m; T=11s$			$H_{max}=15,8m; T=13,4s$			$H_{max}=15,56m; T=13,83s$		
			HDBậc	$\mu.H_{max}$	H_{ct}	HDBậc	$\mu.H_{max}$	H_{ct}	HDBậc	$\mu.H_{max}$	H_{ct}	HDBậc	$\mu.H_{max}$	H_{ct}
1	DKI/7	11.90	S. Vỡ	4.90	21.652	S. Vỡ	4.90	21.650	S. Vỡ	5.01	21.76	S. Vỡ	5.02	21.77
2	DKI/20	11.95	S. Vỡ	4.92	21.632	S. Vỡ	4.92	21.630	S. Vỡ	5.03	21.74	S. Vỡ	5.04	21.75
3	DKI/8	12.90	S. Vỡ	5.28	23.027	S. Vỡ	5.28	23.030	S. Vỡ	5.43	23.18	S. Vỡ	5.45	23.2
4	DKI/9	13.90	S. Vỡ	5.70	24.448	S. Vỡ	5.67	24.420	S. Vỡ	5.81	24.56	S. Vỡ	5.83	24.58
5	DKI/21	13.95	S. Vỡ	5.72	24.429	S. Vỡ	5.69	24.400	S. Vỡ	5.83	24.54	S. Vỡ	5.85	24.56
6	DKI/17	14.95	S. Vỡ	6.05	25.757	S. Vỡ	6.07	25.780	S. Vỡ	6.25	25.96	S. Vỡ	6.27	25.98
7	DKI/19	15.45	S. Vỡ	6.25	26.458	S. Vỡ	6.26	26.470	S. Vỡ	6.45	26.66	S. Vỡ	6.47	26.68
8	DKI/2M	15.90	S. Vỡ	6.45	27.199	S. Vỡ	6.44	27.190	S. Vỡ	6.63	27.38	S. Vỡ	6.64	27.39
9	DKI/12	18.45	11	10.90	34.110	11	12.62	35.830	11	12.90	36.11	11	13.85	37.06
10	DKI/18	19.45	11	10.76	34.970	11	12.50	36.710	11	12.85	37.06	11	13.65	37.86
11	DKI/6	19.90	10	10.66	35.410	11	12.40	37.150	11	12.76	37.51	11	13.57	38.32
12	DKI/16	20.45	10	10.55	35.760	10	12.27	37.480	10	12.67	37.88	11	13.48	38.69
13	DKI/5	20.90	10	10.43	36.180	11	12.20	37.950	10	12.60	38.35	10	13.40	39.15
14	DKI/14	20.95	10	10.43	36.140	10	12.20	37.910	10	12.60	38.31	10	13.40	39.11
15	DKI/11	21.45	10	10.30	36.510	10	12.11	38.320	10	12.50	38.71	10	13.30	39.51
16	DKI/10	22.85	9	9.10	36.900	10	11.85	39.650	10	12.16	39.96	10	13.00	40.8
17	DKI/15	23.95	9	9.84	38.550	10	11.66	40.370	10	11.94	40.65	10	12.80	41.51

Đồ thị chiều cao các công trình DKI
($H_{max}=14m, T=11,2s$)

Đồ thị chiều cao các công trình DKI
($H_{max}=15,8m, T=11s$)

Đồ thị chiều cao các công trình DKI
($H_{max}=15,8m, T=13,4s$)

Đồ thị chiều cao các công trình DKI
($H_{max}=16,56m, T=13,83s$)

Hình 3. Chiều cao kết cấu các công trình DKI tính theo các số liệu sóng đã dùng để thiết kế mái và thiết kế gia cố các công trình DKI

Bảng 7. Kết quả tính gần đúng chiều cao kết cấu các công trình DKI theo công thức (1) và công thức (2)

TT	Ký hiệu	d ₀ (m)	H _{max} =14m; T=11,2s		H _{max} =15,8m; T=11s		H _{max} =15,8m; T=13,4s		H _{max} =16,56m; T=13,83s	
			H _{ct} (CT. 1)	H _{ct} (CT. 2)	H _{ct} (CT. 1)	H _{ct} (CT. 2)	H _{ct} (CT. 1)	H _{ct} (CT. 2)	H _{ct} (CT. 1)	H _{ct} (CT. 2)
1	DKI/7	11.90	26.030	26.550	27.416	27.810	27.416	27.810	28.001	28.342
2	DKI/20	11.95	25.985	26.510	27.371	27.770	27.371	27.770	27.956	28.302
3	DKI/8	12.90	27.030	27.550	28.416	28.810	28.416	28.810	29.001	29.342
4	DKI/9	13.90	28.030	28.550	29.416	29.810	29.416	29.810	30.001	30.342
5	DKI/21	13.95	27.985	28.510	29.371	29.770	29.371	29.770	29.956	30.302
6	DKI/17	14.95	28.985	29.510	30.371	30.770	30.371	30.770	30.956	31.302
7	DKI/19	15.45	29.485	30.010	30.871	31.270	30.871	31.270	31.456	31.802
8	DKI/2M	15.90	30.030	30.550	31.416	31.810	31.416	31.810	32.001	32.342
9	DKI/12	18.45	32.485	33.010	33.871	34.270	33.871	34.270	34.456	34.802
10	DKI/18	19.45	33.485	34.010	34.871	35.270	34.871	35.270	35.456	35.802
11	DKI/6	19.90	34.030	34.550	35.416	35.810	35.416	35.810	36.001	36.342
12	DKI/16	20.45	34.485	35.010	35.871	36.270	35.871	36.270	36.456	36.802
13	DKI/5	20.90	35.030	35.550	36.416	36.810	36.416	36.810	37.001	37.342
14	DKI/14	20.95	34.985	35.510	36.371	36.770	36.371	36.770	36.956	37.302
15	DKI/11	21.45	35.485	36.010	36.871	37.270	36.871	37.270	37.456	37.802
16	DKI/10	22.85	36.310	36.900	38.466	38.860	38.466	38.860	39.051	39.392
17	DKI/15	23.95	37.985	38.510	39.371	39.770	39.371	39.770	39.956	40.302

3. Nhận xét và kết luận

- Kết quả tính toán trong bảng 6 cho thấy: Các công trình DKI/7;8;9;12;17;19;20;21,2M nằm trong vùng sóng vỡ và các công trình DKI/5;6;10;11;14;15;16;18 nằm trong vùng sóng hàm dòng bậc cao (bậc 9 đến bậc 11).

- Chiều cao các công trình DKI đã thiết kế trước đây được tính theo công thức (1) với chiều cao vượt sóng $\eta_{1\%}=0,7H_{max}$ hoặc tính theo công thức (2) với hệ số tính chiều cao vượt sóng ($\mu=0.7$) là chưa phù hợp. Các giá trị chiều cao vượt sóng $\eta_{1\%}=0,7H_{max}$ hoặc hệ số tính chiều cao vượt sóng ($\mu=0.7$) đều tương ứng với sóng Stokes, tuy nhiên theo bảng 6 thì không có công trình DKI nào nằm trong vùng sóng Stokes.

- Theo tiêu chuẩn API-RP2A-2005 [13], chiều cao vượt sóng cần được tính dựa trên kết quả giải phương trình hàm dòng bậc N. Bài báo này đã tóm tắt lý thuyết hàm dòng và phương pháp giải phương trình hàm dòng bậc N. Kết quả tính chiều cao vượt sóng cho các công trình DKI trình bày trong bảng 7,8,9,10. Chiều cao vượt sóng cho các công trình vùng sóng vỡ được tính theo tiêu chuẩn Việt Nam và in trong bảng 6.

- Các kết quả tính toán trong các bảng 6,7 được mô tả dạng đồ thị hình 3 cho thấy: Đối với các công trình nằm trong vùng sóng vỡ như công trình DKI/7;8;9;12;17;19;20;21,2M, chiều cao công trình tính theo công thức (1) và (2) cao hơn so với yêu cầu của tiêu chuẩn API. Đối với công trình nằm trong vùng sóng hàm dòng bậc cao: DKI /5;6;10;11;14;15;16;18, chiều cao công trình tính theo công thức (1) và (2) thấp hơn so với yêu cầu của tiêu chuẩn API.

- Kết quả tính chiều cao vượt sóng cho các công trình DKI nằm trong vùng sóng vỡ cần phải quan tâm đến độ rộng của thềm nông sao cho thềm đủ rộng và khá bằng phẳng để sóng tiếp tục lan truyền trong vùng nước nông.

- Những nghiên cứu có đề cập đến độ rộng hạn chế của thềm nông và có kể đến độ dốc của thềm nông sẽ cần phải kiểm định bằng thí nghiệm mô hình vật lý trong bể tạo sóng.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Khắc Hùng, Phan Ý Thuận, Chu Chất Chính, Đinh Quang Cường (1997), *Nghiên cứu cơ sở khoa học cho việc xây dựng công trình thử nghiệm DKI trọng lực bê tông cốt thép*, Đề tài độc lập cấp Nhà nước 1997.
2. Hoàng Kiên, Phạm Ngọc Nam và nnk (2005), "Một số vấn đề khoa học rút ra từ quá trình xây dựng, sử dụng công trình DKI và đề xuất phương hướng tới", *Tuyển tập công trình Hội nghị Khoa học về công trình biển DKI lần thứ 2, trang 11-42*.
3. Phạm Khắc Hùng, Đinh Quang Cường và nnk (2006), "Nghiên cứu thiết kế, thi công các loại công trình biển thích hợp điều kiện Việt Nam và các giải pháp phòng tránh, khắc phục sự cố công trình. Đề tài NCKH cấp Nhà nước, mã số KC.09-16", *Tuyển tập các kết quả chủ yếu của Chương trình Biển KC.09, Quyển III, trang 294-425*.
4. Hoàng Xuân Lượng (2011), "Nghiên cứu các chỉ tiêu kỹ thuật của nền san hô và tương tác giữa kết cấu công trình và nền san hô", *Đề tài NCKH cấp NN, mã số KC.09-07/06-10. Tuyển tập các kết quả chủ yếu của Chương trình Biển KC.09/06-10, Quyển III*.
5. Phạm Khắc Hùng, Đinh Quang Cường và nnk (2011), "Nghiên cứu điều kiện kỹ thuật môi trường biển và nền móng công trình nhằm xác định luận chứng kinh tế kỹ thuật xây dựng công trình biển vùng nước sâu Việt Nam", *Đề tài NCKH cấp Nhà nước, mã số KC.09-15/06-10. 2010 - Tuyển tập các kết quả chủ yếu của Chương trình Biển KC.09/06-10, Quyển III*.
6. Đinh Quang Cường (2009), *Nghiên cứu xây dựng các công trình biển trọng lực bê tông để đỡ các đền biển phù hợp điều kiện thực tế ở ven và trên các đảo bán chìm thuộc Trường Sa*, Đề tài trọng điểm cấp Bộ, mã số B2007-03-29TĐ, (đã được ứng dụng thực tế ở cho 4 đảo thuộc QĐ Trường Sa).
7. Đinh Quang Cường (2011), "Một vài suy nghĩ về vấn đề lựa chọn phương án hợp lý cho công trình biển thép móng cọc trên nền san hô". *Tuyển tập công trình khoa học. Hội nghị KHCN biển toàn quốc lần thứ V, trang 172-179*.
8. Bộ Tư lệnh Công Binh (1988-2010), *Hồ sơ thiết kế các công trình DKI lưu trữ tại Ban Quản lý dự án các công trình DKI*.
9. Đinh Quang Cường (2012), *Nghiên cứu hoàn thiện phương pháp tính chiều cao công trình biển cố định trong vùng nước chuyển tiếp, áp dụng cho vùng DKI*, Đề tài NCKH trọng điểm mã số 120-2012/KHXD-TĐ;
10. Đinh Quang Cường (2013) "Chiều cao sóng thiết kế và ảnh hưởng của nó tới phương án kết cấu công trình DKI vùng nước nông", *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng - ĐHXD, số 16-2013, trang 25-31*;
11. Đinh Quang Cường (2005), "Estimations of actual state and select the solution for re - design and consolidation of some offshore piles-steel platform on the coral and madreporian basis", *Proceedings of the International workshop Hanoi Geoengineering 2005 "Integrated Geoengineering for a Sustainable Infrastructure Development"*, page 75-81.
12. Dawson T.H. (1983), *Offshore Structural Engineering. USA*;
13. API (2005), *Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms*. American Petroleum Institute Publication RP-2A, Dallas, Texas, USA;
14. DNV (2007), *Rules for the Design, Construction and Inspection of Offshore Structures. Norway*;
15. 14TCN 130-2002, *Hướng dẫn thiết kế đê biển*.
16. Michel Brorsen (2007), *Non-linear Waves, Aalborg University*;
17. John D. Fenton (1999), *Numerical Methods for Non-linear Waves, Advances in Coastal and Ocean Engineering Conference- Vol 5*.