



CHIỀU CAO SÓNG THIẾT KẾ VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA NÓ TỚI PHƯƠNG ÁN KẾT CẤU CÔNG TRÌNH DKI VÙNG NƯỚC NÔNG

Đinh Quang Cường¹

Tóm tắt: Bài báo này phân tích các số liệu sóng thiết kế đã được sử dụng trong quá trình thiết kế kết cấu mới và thiết kế gia cố kết cấu của các công trình DKI và đưa ra các đề xuất mới nhằm đánh giá sát thực hơn về số liệu sóng thiết kế đồng thời đánh giá ảnh hưởng của nó tới việc xây dựng phương án kết cấu khối chân đế các công trình DKI nhất là đối với các công trình trong vùng nước rất nông. Qua đó, tác giả mong muốn được đóng góp thêm một số ý kiến trong công tác xây dựng mới các công trình DKI.

Từ khóa: chiều cao sóng thiết kế; công trình DKI; vùng nước nông

Abstract: This paper analyses the design wave data used in a new design process and strengthening design process of DKI structures and puts forward a great some proposals to evaluate more exactly the design wave data as well as its effect on building the structural solution of DKI structures at once, especially for structures in shallow water. As a result, we desire to contribute some ideas in a newly designed process of DKI structures.

Keywords: design wave height; DKI structures; shallow water

Nhận ngày 14/5/2013, chỉnh sửa ngày 30/5/2013, chấp nhận đăng 30/6/2013



1. ĐIỂM QUA TÌNH HÌNH XÂY DỰNG VÀ GIA CỐ CÁC CÔNG TRÌNH DKI

Cho đến nay chúng ta đã xây dựng hơn 20 công trình DKI. Số liệu hải văn đã được sử dụng để xây dựng các công trình DKI được liệt kê trong Bảng 1 [3].

Bảng 1. Số liệu hải văn để thiết kế các công trình DKI

TT	Ký hiệu	d_{tb} (m)	d_o (m)	Số liệu khí tượng hải văn (*)								
				$h_{1\%}$ (m)	T(s)	L(m)	ND (cm)	DcĐ (cm)	DcM (cm)	Gió (1') m/s	Gió (10') m/s	BĐ triều (cm)
1	DKI/1	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	DKI/3	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	DKI/4	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	DKI/5	22	20,9	14	11,2	200	115	231	240	50	46	220
5	DKI/6	21	19,9	14	11,2	200	115	231	240	50	46	-
6	DKI/7	13	11,9	14	11,2	200	115	231	240	50	46	220
7	DKI/8	14	12,9	14	11,2	200	115	231	240	50	46	220
8	DKI/9	15	13,9	14	11,2	200	115	231	240	50	46	220

¹PGS. TS, Viện Xây dựng Công trình biển. Trường Đại học Xây dựng. Email: cuongdq.vctb@gmail.com

TT	Ký hiệu	d_{tb} (m)	d_o (m)	Số liệu khí tượng hải văn (*)								
				$h_{1\%}$ (m)	T(s)	L(m)	ND (cm)	DcĐ (cm)	DcM (cm)	Gió (1') m/s	Gió (10') m/s	BĐ triều (cm)
9	DKI/2M	17	15,9	14	11,2	196	115	170	320	50	46	220
10	DKI/10 (*)	24	22,85	13	-	-	135	240	260	50	46	230
11	DKI/11	22,5	21,45	14	11,2	200	115	231	240	50	46	
12	DKI/12	19,5	18,45	14	11,2	200	115	231	240	50	46	
13	DKI/14	22	20,95	14	11,2	200	115	231	240	50	46	
14	DKI/15	25	23,95	14	11,2	200	115	231	240	50	46	211
15	DKI/16	21,5	20,45	14	11,2	200	115	231	240	50	46	211
16	DKI/17	16,0	14,95	14	11,2	196	115	231	240	50	46	211
17	DKI/18	20,5	19,45	14	11,2	200	115	231	240	50	46	211
18	DKI/19	16,5	15,45	14	11,2	200	115	231	240	50	46	211
19	DKI/20	13,0	11,95	14	11,2	200	115	231	240	50	46	211
20	DKI/21	15	13,95	14	11,2	200	115	231	240	50	46	211
21	DKI/14M	22	20,95	16,56	13,83	298,38	115	236	247	61,1	54,8	211
22	DKI/15M	25	23,95	16,56	13,83	298,38	115	236	247	61,1	54,8	211

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 gia cố các công trình DKI

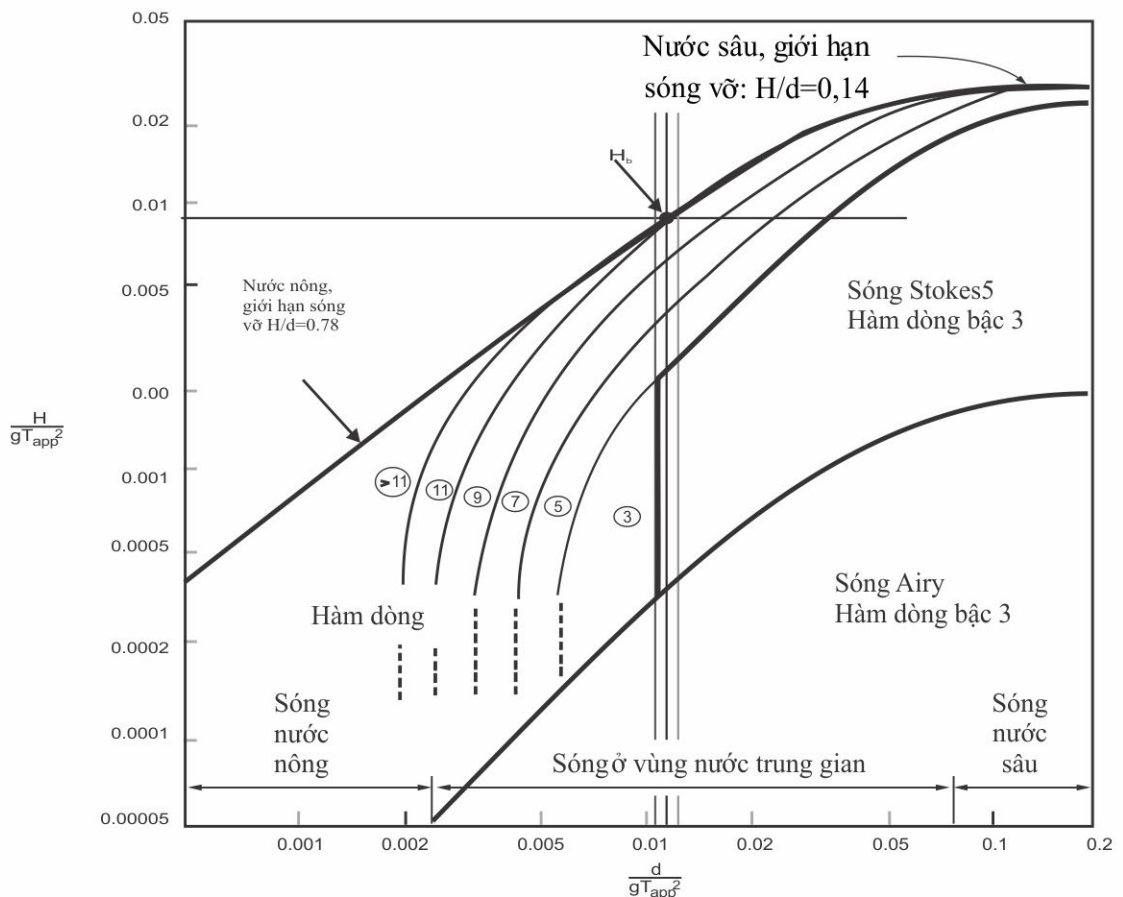
TT	Ký hiệu	d_{tb} (m)	d_o (m)	Số liệu khí tượng hải văn (*)								
				$h_{1\%}$ (m)	T(s)	L(m)	ND (cm)	DcĐ (cm)	DcM (cm)	Gió (1') m/s	Gió (10') m/s	BĐ triều (cm)
1	DKI/7	13	11,9	15,8	11 - 13,4	200 - 280	115	236	247	50	46	211
2	DKI/8	14	12,9	15,8	-	-	115	236	247	50	46	211
3	DKI/9	15	13,9	15,8	-	-	115	236	247	50	46	211
4	DKI/2	17	15,9	15,8	-	-	115	236	247	50	46	211
5	DKI/11	22,5	21,45	15,8	-	-	115	236	247	50	46	211
6	DKI/12	19,5	18,45	15,8	-	-	115	236	247	50	46	211
7	DKI/14	22	20,95	15,8	-	-	115	236	247	50	46	211
8	DKI/15	25	23,95	15,8	-	-	115	236	247	50	46	211
9	DKI/16	21,5	20,45	15,8	-	-	115	236	247	50	46	211
10	DKI/17	16,0	14,95	15,8	-	-	115	236	247	50	46	211
11	DKI/18	20,5	19,45	15,8	-	-	115	236	247	50	46	211
12	DKI/19	16,5	15,45	15,8	-	-	115	236	247	50	46	211
13	DKI/20	13,0	11,95	15,8	-	-	115	236	247	50	46	211
14	DKI/21	15	13,95	15,8	-	-	115	236	247	50	46	211

Theo tài liệu [2], số liệu sóng thiết kế đã sử dụng để thiết kế 3 công trình DKI đầu lần lượt là: $h_{\max} = 10,5\text{m}$; 9m và $6,9\text{m}$; Các công trình này đã loại do 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 mức độ rung lắc ngày càng tăng quá mức cho phép. Số liệu hải văn đã được sử dụng để gia cố các công trình DKI nói trên được nêu trong bảng 2 [3].



2. Lựa chọn loại lý thuyết sóng để tính toán tải trọng tác động lên kết cấu công trình biển

Loại lý thuyết sóng được lựa chọn theo Tiêu chuẩn API của Viện Dầu mỏ Mỹ [10] dựa trên các thông số độ sâu nước, chiều cao sóng và chu kỳ sóng. Hình 1, Bảng 3 là kết quả tính toán các thông số để lựa chọn loại lý thuyết sóng theo các chiều cao sóng đã được sử dụng. Theo kết quả trong bảng 3: Với $H_{\max} = 14\text{m}$ và $T = 11,2\text{s}$, thì khi $d/GT_{\text{app}}^2 < 0,15$ đều cho kết quả là sóng vỡ. Với $H_{\max} = 15,8\text{m}$ và $T = 11,2\text{s}$, thì khi $d/GT_{\text{app}}^2 < 0,015$ đều cho kết quả là sóng vỡ. Với $H_{\max} = 15,8\text{m}$ và $T = 13,4\text{s}$, thì $d/GT_{\text{app}}^2 < 0,18$ đều cho kết quả là sóng vỡ. Với $H_{\max} = 16,56\text{m}$ và $T = 13,83\text{s}$, thì khi $d/GT_{\text{app}}^2 < 0,18$ đều cho kết quả là sóng vỡ. Các vị trí còn lại đều chọn loại lý thuyết sóng Hàm dòng bậc 9 (xem hình 1 và bảng 3 dưới đây).



Hình 1. Lựa chọn lý thuyết sóng theo API RP2A, 2005 [10]

H: Chiều cao sóng tính toán; T_{abb} : Chu kỳ sóng biểu kiến;
g: Gia tốc trọng trường ($g=9,8\text{m/s}^2$); d: độ sâu mực nước triều cao

Chu kỳ biểu kiến được tính như sau:
$$\frac{T_{\text{app}}}{T} = 1 + \frac{V}{\sqrt{gd}} \quad (1)$$

trong đó T: chu kỳ sóng; V: vận tốc dòng chảy mặt tương ứng với hướng sóng; g: gia tốc trọng trường ($g=9,8\text{m/s}^2$); d: độ sâu mực nước triều cao.

Bảng 3. Lựa chọn lý thuyết sóng để tính toán thiết kế các công trình DKI

TT	Công trình	d	H = 14; T = 11,2		H = 15,8; T = 11		H = 15,8; T = 13,4		H = 16,56; T = 13,83	
			H/GT_{app}^2	d/GT_{app}^2	H/GT_{app}^2	d/GT_{app}^2	H/GT_{app}^2	d/GT_{app}^2	H/GT_{app}^2	d/GT_{app}^2
1	DKI/5	23,01	0,0113	0,017	0,013	0,018	0,009	0,019	0,009	0,011
			Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9	
2	DKI/6	22,01	0,0113	0,016	0,013	0,017	0,009	0,011	0,009	0,011
			Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9	
3	DKI/7	14,01	0,0113	0,009	0,013	0,010	0,009	0,007	0,009	0,006
			Sóng vỡ		Sóng vỡ		Sóng vỡ		Sóng vỡ	
4	DKI/8	15,01	0,0113	0,010	0,013	0,011	0,009	0,007	0,009	0,007
			Sóng vỡ		Sóng vỡ		Sóng vỡ		Sóng vỡ	
5	DKI/9	16,01	0,0113	0,011	0,013	0,012	0,009	0,008	0,009	0,007
			Sóng vỡ		Sóng vỡ		Sóng vỡ		Sóng vỡ	
6	DKI/2M	18,01	0,0113	0,013	0,013	0,013	0,009	0,009	0,009	0,008
			Sóng vỡ		Sóng vỡ		Sóng vỡ		Sóng vỡ	
7	DKI/10	24,96	0,0113	0,018	0,013	0,019	0,009	0,013	0,009	0,012
			Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9	
8	DKI/11	23,53	0,0113	0,017	0,013	0,018	0,009	0,012	0,009	0,011
			Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9	
9	DKI/12	20,56	0,0113	0,015	0,013	0,016	0,009	0,010	0,009	0,010
			Hàm dòng bậc 9		Sóng vỡ		Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9	
10	DKI/14	23,06	0,0113	0,017	0,013	0,018	0,009	0,012	0,009	0,011
			Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9	
11	DKI/15	26,05	0,0113	0,019	0,013	0,020	0,009	0,014	0,009	0,013
			Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9	
12	DKI/16	22,56	0,0113	0,016	0,013	0,017	0,009	0,012	0,009	0,011
			Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9		Hàm dòng bậc 9	
13	DKI/17	17,06	0,0113	0,012	0,013	0,013	0,009	0,008	0,009	0,008
			Sóng vỡ		Sóng vỡ		Sóng vỡ		Sóng vỡ	

3. Xác định chiều cao đỉnh sóng so với mặt nước tĩnh để chọn chiều cao công trình

Chiều cao các công trình DKI đều đã được xác định theo công thức sau (1),(2):

$$H_K = H_Y + 1.1\eta_{1\%} + H_g + H_{tr} \quad (2)$$

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

Chiều cao các công trình biển nói chung thường được xác định theo công thức dưới đây [9], [11]:

$$H = d_o + d_1 + d_2 + \mu H_{max} + \Delta \quad (3)$$

trong đó: d_o : Độ sâu mực nước tĩnh; d_1 : Chiều cao nước dâng; d_2 : Biên độ triều; μ : Hệ số tính chiều cao vượt sóng; H_{max} : Chiều cao sóng lớn nhất (thường lấy $H_{1\%}$); Δ : Chiều cao tính không (dự trữ) thường lấy $\Delta = 1,5 - 2,0m$.

So sánh hai công thức (2) và (3), có thể nhận được sự tương đồng. Tuy nhiên, có những khác biệt khá căn bản như nêu dưới đây:

Khác biệt thứ nhất: $\eta_{1\%}$ trong công thức (2) luôn được chọn gần đúng và thường nhận con số 0,5 với sóng Airy và 0,7 với sóng Stokes. Tất cả các công trình DKI đều đã lấy $\eta_{1\%} = 0,7$, tương ứng với sóng Stokes. Bảng 3 và hình 1 trên đây cho thấy tất cả các công trình DKI không hề nằm trong vùng sóng Stokes. Còn μ trong công thức 3 được xác định bằng cách giải phương trình hàm dòng được lựa chọn phù hợp theo tiêu chuẩn. Nếu lựa chọn theo Tiêu chuẩn API RP2A [10] thì tất cả các công trình DKI đều nằm trong vùng hàm dòng bậc 9 hoặc trong vùng sóng vỡ. Kết quả giải phương trình hàm dòng bậc 9 sẽ cho giá trị khác biệt khá xa so với giá trị μ gần đúng đã chọn cho tất cả các DKI với $\eta_{1\%} = 0,7$. Mặt khác, nếu mặc định chọn $\eta_{1\%} = 0,7$ như đã dùng đối với các công trình DKI thì sẽ dẫn đến một sơ suất khá quan trọng trong việc chọn lý thuyết sóng dùng để tính toán tải trọng sóng bằng việc sử dụng các chương trình chuyên dụng.

Khác biệt thứ hai: Trong công thức (2), có thể quan niệm 1,1 là hệ số kể đến sự gần đúng khi chọn $\eta_{1\%}$ hoặc là kể đến khoảng chiều cao tính không như Δ trong công thức (3). Tuy nhiên, cả hai cách này đều không hợp lý, trong đó Δ của công thức (3) được tách riêng, được quy định theo Tiêu chuẩn [9] với ý nghĩa là khoảng tính kể đến nước bắn có thể chạm mặt đáy sàn thượng tầng, mặt sóng dâng cục bộ khi va chạm kết cấu trong trạng thái biển cực đại.

Khác biệt thứ ba: Công thức (2) dựa trên độ sâu trung bình (H_{tb}) để tính độ sâu mực nước tĩnh (H_Y). Việc khảo sát để xác định chiều sâu trung bình phức tạp hơn nhiều so với khảo sát xác định độ sâu mực nước tĩnh, như d_o trong công thức (3).

Khác biệt thứ bốn: Công thức (2) tính gần đúng chiều cao vượt sóng $1.1\eta_{1\%}$ và lấy $\eta_{1\%} = 0,7$ cho cả vùng DKI. Đối với các vị trí có độ sâu nước < 18m đều thuộc vùng sóng vỡ (cho dù chiều cao sóng $H_{1\%} = 14m, 15,8m$ hay $16,56m$, xem bảng 3), thì khi đó chiều cao vượt sóng sẽ lần lượt là: $1,1 \times 0,7 \times 14 (15,8; 16,56) = 10,8 (12,17; 12,75)m$. Đây là chiều cao vượt sóng không tương đối với các vị trí sâu dưới 15m nước và hết sức vô lý đối với các vị trí DKI/7, 8, 9, 20, 21 vì đối với các vị trí này thì mọi chiều cao sóng đã dùng đều đã bằng hoặc lớn hơn độ sâu nước tại nơi xây dựng công trình. Điều này không thể xảy ra trong thực tế nếu thêm nông đủ rộng. Và vì vậy, nếu tính chiều cao vượt sóng như công thức (2) thì các công trình DKI/7, 8, 9, 20, 21 đã cao hơn chiều cao cần thiết khá nhiều. Hệ lụy của việc nâng cao công trình là tăng quy mô khối chân đế, khối gia tải và đương nhiên là tăng vốn đầu tư không cần thiết. Việc tăng chiều cao công trình (do lấy chiều cao sóng quá lớn đối với các thêm nông đủ rộng) đã vô tình nâng cao trọng tâm của công trình dẫn đến tăng nguy cơ rung lắc.

4. Vấn đề xác định tải trọng sóng lên kết cấu khối chân đế và tính toán nội lực kết cấu

Cho đến nay, chúng ta đã và đang dùng các chương trình phần mềm chuyên dụng (SEASAM hoặc SACS) để tính đồng thời tải trọng sóng, dòng chảy và nội lực của kết cấu khối chân đế các công trình biển làm cơ sở để thiết kế kết cấu khối chân đế và thiết kế móng công trình.

Tác giả bài viết này không nghi ngờ gì về khả năng của các chương trình phần mềm chuyên dụng nêu trên đây. Tuy nhiên, sử dụng các chương trình phần mềm chuyên dụng là con người. Thao tác quan trọng nhất khi sử dụng các chương trình phần mềm chuyên dụng là lựa chọn đầu vào. Nếu khi đưa số liệu vào và lựa chọn lý thuyết sóng Stokes để tính toán thì các chương trình phần mềm chuyên dụng rất hiện đại nêu trên

đây sẽ máy móc đưa ra kết quả tính toán theo phương pháp phần tử hữu hạn đã lập của chương trình. Rõ ràng là nếu quan tâm đến hình 1 và bảng 3 trong bài viết này thì không có công trình DKI nào thuộc vùng sóng Stokes mà chỉ thuộc vùng sóng vỡ hoặc có thể chấp nhận sóng Hàm dòng bậc 9 chứ không thể là sóng Stokes bậc 5. Nghiên cứu tiếp theo của tác giả bài báo này sẽ đánh giá sự sai lệch giữa việc dùng Hàm dòng bậc cao so với Lý thuyết Stokes bậc 3 đến 5. Các kết quả bước đầu cho thấy sai lệch là đáng kể. Một vấn đề kỹ thuật quan trọng khác nữa là: Chắc chắn các chương trình phần mềm chuyên dụng nêu trên đây không tính được tải trọng sóng trong vùng sóng vỡ tác động lên hệ thanh của kết cấu khối chân đế các công trình DKI. Còn đối với vùng lân cận vùng sóng vỡ (vùng phải dùng Hàm dòng đến bậc 9), để tính sóng Hàm dòng bậc 9 theo các phần mềm chuyên dụng như đã nêu trên đây cần có kiểm nghiệm riêng để khẳng định được khả năng của các phần mềm đó.



5. Vấn đề nền san hô và giải pháp kết cấu công trình phù hợp

Vấn đề nền san hô đã được đề cập nhiều, trong điều kiện hiện nay nếu giải pháp cọc khoan nhồi dưới đáy biển là không khả thi, thì giải pháp công trình móng trọng lực trên nền san hô là phù hợp hơn cả.

Viện Xây dựng Công trình biển (ĐHXD) đã dành gần 20 năm qua để nghiên cứu chi tiết cả về giải pháp kết cấu và công nghệ thi công công trình biển kiểu trọng lực bê tông cho loại công trình DKI trên nền san hô, công trình ven đảo và các công trình dầu khí xa bờ, thể hiện trong đợt tuyển chọn giải pháp mới cho DKI (do Bộ Tư lệnh Công binh tổ chức, được giải Nhất), cũng như qua 3 đề tài độc lập cấp Nhà nước và các đề tài thuộc Chương trình BĐHĐ về công trình DKI, và gần đây là 2 đề tài lớn trong Chương trình KHCN trọng điểm cấp Nhà nước về biển (2001-2005; 2006-2010), [1], [3], [4], [5]. Các nghiên cứu của Viện dựa trên tính chất cơ lý của nền san hô phù hợp với các kết quả nghiên cứu của GS.TS Hoàng Xuân Lượng trong nhiều đề tài NCKH cấp Nhà nước, điển hình là tài liệu [3]. Tuy nhiên, do còn một số trở ngại nhất là về công nghệ thi công, nên đến nay vẫn chưa có cơ hội được một lần ứng dụng thử nghiệm.

Trong [7], tác giả đã đề xuất một số dạng công trình DKI kiểu trọng lực bằng thép hoặc kết hợp để bê tông và kết cấu đỡ bằng thép.

Vấn đề số lượng ống chính của kết cấu khối chân đế các công trình DKI cũng nên được bàn luận. Việc chọn hình dáng khối chân đế các công trình DKI/14M và DKI/15M có mặt cắt ngang hình chữ nhật với 06 ống chính là chưa tối ưu. Theo ý kiến của tác giả bài báo này thì nên dùng 04 ống chính với mặt cắt ngang hình vuông. Quan điểm về số chân và số ống chính cho một khối chân đế các công trình DKI cũng đã được trình bày chi tiết trong [7].

6. Kết luận và kiến nghị

Từ các nghiên cứu của tác giả như trên, có thể đưa ra một số kết luận như sau:

- Khu vực DKI rất rộng lớn, không thể chỉ dùng một chiều cao sóng vô hướng để tính toán kết cấu cho tất cả các công trình DKI mà cần thiết phải có được chiều cao sóng theo tám hướng (như quy định của các Tiêu chuẩn thiết kế công trình biển, [10]) và cụ thể cho từng vị trí xây dựng công trình.

- Đối với các vùng nước rất nông (dưới 18m) nhất thiết phải khảo sát địa hình đủ rộng và xác định rõ vị trí xây dựng công trình có nằm trong vùng sóng vỡ không.

- Chiều cao sóng tác động lên các công trình vùng nước nông được xác định bằng các mô hình toán, cần thiết phải được kiểm định kết quả bằng thí nghiệm trên mô hình vật lý.

- Trong tương lai nếu cần xây dựng các công trình DKI ở vị trí có độ sâu nước lớn hơn 20m, thì có thể bỏ qua việc nghiên cứu riêng biệt trên mô hình toán và mô hình vật lý.

- Khi tính toán tải trọng sóng tác động lên các công trình DKI bằng các chương trình chuyên dụng tính kết cấu công trình biển, cần xem xét kỹ chương trình đó có phù hợp với Lý thuyết sóng lựa chọn hay không.

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.
2. 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. Hà Nội.

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 của yếu của Chương trình Biển KC.09, Quyển III. Bộ KH & CN. Hà Nội.
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 Nhà nước, mã số KC.09-07/06-10. Tuyển tập các kết quả của yếu của Chương trình Biển KC.09/06-10, Quyển III. Bộ KH & CN. Hà Nội.
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 của yếu của Chương trình Biển KC.09/06-10, Quyển III. Bộ KH & CN. Hà Nội.
6. Đinh Quang Cường, (2009). *Nghiên cứu xây dựng các công trình biển trọng lực bê tông để đỡ các đèn 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 quần đảo 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.
8. Dinh Quang Cuong, (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"..
9. Dawson T.H, (1983). *Offshore Structural Engineering*. USA.
10. API, (2005). *Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms*. American Petroleum Institute Publication RP-2A, Dallas, Texas, USA.
11. DNV. *Rules for the Design, Construction and Inspection of Offshore Structures*. Norway, 1982, 2007.