

ĐÁNH GIÁ CÁC THAM SỐ ẢNH HƯỞNG TỚI SÓNG TRÀN QUA MẶT CẮT ĐÊ BIỂN CÓ KẾT CẤU HÌNH TRỤ RỒNG TẠI ĐỈNH BẰNG MÔ HÌNH VẬT LÝ

Phan Đình Tuấn

Viện Thủy Công

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu đánh giá các tham số tác động tới khả năng giảm sóng tràn của mặt cắt đê biển có kết cấu hình trụ rồng tại đỉnh (TSD) bằng mô hình vật lý. Phân tích tương quan các tham số với lưu lượng tràn qua công trình.

Từ khóa: Kết cấu tiêu sóng hình trụ rồng; tiêu giảm sóng; sóng tràn; phản xạ; TSD

Summary: The paper presents the research results evaluating the parameters affecting the overtopping reduction ability of the sea dike cross section with hollow cylindrical waveguide at the top (TSD) by physical model. Analyze the correlation of the parameters with the overflow through the building.

Keywords: hollow cylinder; Dissipation of Wave; wave reduction; overtopping flow; 1/4HTR

1. GIỚI THIỆU

Trong những năm trở lại đây diễn biến sạt lở diễn biến phức tạp gây hậu quả nghiêm trọng cho tỉnh ven biển đặc biệt là Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Cùng với tình hình nước biển dâng và hạ thấp nền tại khu vực ĐBSCL. Các công trình đê bao, tường chắn ven biển để bảo vệ ngày càng cần phải gia cố nhiều. Tuy nhiên, với các kết cấu công trình hiện tại vẫn còn một số hạn chế về tải trọng lớn trên nền đất yếu và diện tích mặt cắt lớn, sóng phản xạ trước công trình cao dẫn tới sóng bắn, tràn lớn. Theo kết quả điều tra đánh giá hiện trạng đê và đường giao thông ven biển bị sụt lún, hư hỏng nhiều ở các tỉnh ven biển cho thấy cao trình của công trình ngày càng bị hạ thấp do lún, gây sóng tràn lớn làm hư hại mái trong là một trong những cơ chế phá hỏng đê biển phổ biến ở ven biển ĐBSCL..

Kết cấu đê trụ rồng, TSD đã được nghiên cứu và phát triển ở nước ta những năm gần đây để ứng dụng giải pháp giảm sóng xa bờ. Tuy nhiên, việc áp dụng cho tường chắn, đê bao nhằm đảm

bảo giảm lún đỉnh đê, giảm sóng tràn thì chưa có kết quả cụ thể. Chính vì vậy, việc đánh khả năng giảm sóng và hiệu quả kết cấu TSD là rất cần thiết để có cơ sở khoa học ứng dụng rộng rãi hơn. Trên cơ sở đó kết quả đánh giá phân tích các tham số ảnh hưởng tới lưu lượng tràn qua mặt cắt đê biển có kết cấu TSD tại đỉnh là mục tiêu cơ bản của nghiên cứu hiện tại.



Hình 1: Mặt cắt đê có cấu kiện hình trụ rồng tại đỉnh trong máng sóng

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ SỐ LIỆU

2.1. Phương pháp thí nghiệm mô hình vật lý

Thí nghiệm mô hình mặt cắt đê biển có cấu kiện tiêu sóng trụ rồng trên đỉnh được tiến hành trên máng sóng của Phòng Thí nghiệm trọng điểm

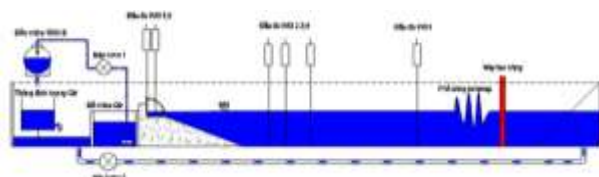
Ngày nhận bài: 30/12/2020

Ngày thông qua phản biện: 12/01/2021

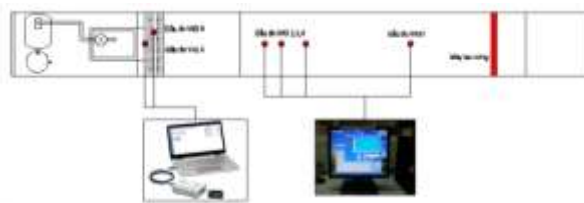
Ngày duyệt đăng: 15/01/2021

Quốc gia về động lực học sóng biển – Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam. Máng sóng có chiều dài 37m, chiều cao 1,8m, chiều rộng 2m. Máy tạo sóng có thể tạo ra sóng đều, sóng ngẫu nhiên theo một dạng phổ Jonwap, Jonwap Par, Moskowitz, Moskowitz Par và Sin. Chiều cao sóng lớn nhất có thể tạo trong máng là $H_{\max}=0,4\text{m}$ và chu kỳ từ $T_p=0,5\text{s} \div 5,0\text{s}$.

Công trình được mô phỏng trên mô hình vật lý chính thái và tương tự theo tiêu chuẩn Froude, tương tự nhám theo tiêu chuẩn Reynold. Trên cơ sở phạm vi không gian mô hình, khả năng tạo sóng của hệ thống máy tạo sóng, để đáp ứng được mục tiêu và nội dung nghiên cứu, tỷ lệ mô hình được chọn 1/10. Đối với cấu kiện tiêu sóng trụ rỗng bằng bê tông có độ nhám thực tế $\eta_{CKn}=0,016$, theo tỷ lệ mô hình thì $\eta_{CKm}=0,0097$ do đó khi chế tạo sử dụng kính hữu cơ có độ nhám tương đương $0,0097 \div 0,01$ như hình 2.



Mặt ngang máng

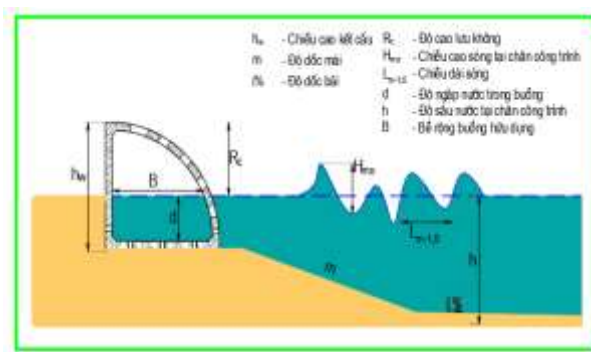


Mặt bằng máng

Hình 1: Sơ đồ bố trí thí nghiệm trong máng sóng

2.2. Số liệu thí nghiệm

Sóng ngẫu nhiên có phổ JONSWAP dạng chuẩn. Trong mô hình vật lý thời gian của mỗi một phương án thí nghiệm được lấy ít nhất 1000.Tp (1000 chu kỳ của con sóng) để đảm bảo dải tần số (chu kỳ) cơ bản của phổ sóng yêu cầu được tạo ra một cách hoàn chỉnh.



Hình 2: Sơ họa các tham số mô hình

Bảng 1 : Tổ hợp chương trình thí nghiệm kết cấu tiêu sóng đỉnh

Mặt cắt thí nghiệm	Các thông số sóng		Độ cao lưu không R_c (m)	Chiều cao kết cấu h_w (cm)	Hệ số rỗng $\varepsilon(\%)$	Mái dốc đê phía biển	Độ dốc bãi		
	H_{m0} (m)	T (s)							
Kết cấu hình trụ rỗng tại đỉnh	0.10	1,3	0.10	23,5	10	1/3	1/250		
	0.125	1,7	0.15		15				
	0.15	2,1	0.20		20				
			0.25						

Tổ hợp các điều kiện biên tiến hành thí nghiệm 60 kịch bản.

3. KẾT QUẢ VÀ PHÂN TÍCH

3.1 Kết quả thí nghiệm

Bảng 2 : Tổ hợp kết quả thí nghiệm

TT	Tên kịch bản	Độ ngập nước trong buồng	Độ sâu nước trước công trình	Bề rộng buồng	Độ cao lưu không	sóng tới	chu kỳ	Chiều dài sóng	Độ dốc sóng	Lưu lượng tràn trên đơn vị
		d (m)	h (m)	B(m)	Rc(m)	H _{mo} (m)	T _{m-1,0} (s)	L (m)	S _{m-1,0}	q (l/s/m)
1	TRH100T41D20E10	0.035	0.200	0.22	0.200	0.090	1.047	1.71	0.05	0.016
2	TRH100T54D20E10	0.035	0.200	0.22	0.200	0.095	1.272	2.52	0.04	0.029
3	TRH100T41D25E10	0.085	0.250	0.20	0.150	0.093	1.073	1.80	0.05	0.046
4	TRH100T54D25E10	0.085	0.250	0.20	0.150	0.095	1.294	2.61	0.04	0.021
5	TRH100T41D30E10	0.135	0.300	0.17	0.100	0.088	0.927	1.34	0.07	0.119
6	TRH100T54D30E10	0.135	0.300	0.17	0.100	0.089	1.320	2.72	0.03	0.080
7	TRH125T54D15E10	0.000	0.150	0.22	0.250	0.102	1.201	2.25	0.05	0.011
8	TRH125T66D15E10	0.000	0.150	0.22	0.250	0.107	1.374	2.95	0.04	0.015
9	TRH125T54D20E10	0.035	0.200	0.22	0.200	0.122	1.311	2.68	0.05	0.124
10	TRH125T66D20E10	0.035	0.200	0.22	0.200	0.114	1.489	3.46	0.03	0.169
11	TRH125T54D25E10	0.085	0.250	0.20	0.150	0.121	1.352	2.85	0.04	0.161
12	TRH125T66D25E10	0.085	0.250	0.20	0.150	0.111	1.655	4.28	0.03	0.229
13	TRH125T54D30E10	0.135	0.300	0.17	0.100	0.126	1.376	2.95	0.04	0.576
14	TRH125T66D30E10	0.135	0.300	0.17	0.100	0.115	1.726	4.65	0.02	0.580
15	TRH150T54D20E10	0.035	0.200	0.22	0.200	0.131	1.268	2.51	0.05	0.161
16	TRH150T66D20E10	0.035	0.200	0.22	0.200	0.132	1.458	3.32	0.04	0.289
17	TRH150T54D25E10	0.085	0.250	0.20	0.150	0.143	1.358	2.88	0.05	0.518
18	TRH150T66D25E10	0.085	0.250	0.20	0.150	0.136	1.563	3.81	0.04	0.650
19	TRH150T54D30E10	0.135	0.300	0.17	0.100	0.144	1.402	3.07	0.05	1.137
20	TRH150T66D30E10	0.135	0.300	0.17	0.100	0.136	1.654	4.27	0.03	1.222
21	TRH100T41D20E15	0.035	0.200	0.22	0.200	0.093	1.070	1.79	0.05	0.013
22	TRH100T54D20E15	0.035	0.200	0.22	0.200	0.094	1.308	2.67	0.04	0.022
23	TRH100T41D25E15	0.085	0.250	0.20	0.150	0.093	1.076	1.81	0.05	0.026
24	TRH100T54D25E15	0.085	0.250	0.20	0.150	0.093	1.440	3.24	0.03	0.025
25	TRH100T41D30E15	0.135	0.300	0.17	0.100	0.091	1.099	1.88	0.05	0.121
26	TRH100T54D30E15	0.135	0.300	0.17	0.100	0.094	1.445	3.26	0.03	0.101
27	TRH125T54D15E15	0.000	0.150	0.22	0.250	0.097	1.210	2.28	0.04	0.007
28	TRH125T66D15E15	0.000	0.150	0.22	0.250	0.106	1.427	3.18	0.03	0.010
29	TRH125T54D20E15	0.035	0.200	0.22	0.200	0.118	1.307	2.67	0.04	0.104
30	TRH125T66D20E15	0.035	0.200	0.22	0.200	0.117	1.489	3.46	0.03	0.169
31	TRH125T54D25E15	0.085	0.250	0.20	0.150	0.116	1.392	3.03	0.04	0.164
32	TRH125T66D25E15	0.085	0.250	0.20	0.150	0.120	1.569	3.84	0.03	0.276
33	TRH125T54D30E15	0.135	0.300	0.17	0.100	0.118	1.442	3.25	0.04	0.463
34	TRH125T66D30E15	0.135	0.300	0.17	0.100	0.117	1.747	4.77	0.02	0.549
35	TRH150T54D20E15	0.035	0.200	0.22	0.200	0.124	1.315	2.70	0.05	0.159
36	TRH150T66D20E15	0.035	0.200	0.22	0.200	0.135	1.488	3.46	0.04	0.264

TT	Tên kịch bản	Độ ngập nước trong buồng	Độ sâu nước trước công trình	Bề rộng buồng	Độ cao lưu không	sóng tới	chu kỳ	Chiều dài sóng	Độ dốc sóng	Lưu lượng tràn đơn vị
		d (m)	h (m)	B(m)	R _c (m)	H _{m0} (m)	T _{m-1,0} (s)	L (m)	S _{m-1,0}	q (l/s/m)
37	TRH150T54D25E15	0.085	0.250	0.20	0.150	0.138	1.417	3.14	0.04	0.468
38	TRH150T66D25E15	0.085	0.250	0.20	0.150	0.137	1.539	3.70	0.04	0.612
39	TRH150T54D30E15	0.135	0.300	0.17	0.100	0.134	1.455	3.30	0.04	0.871
40	TRH150T66D30E15	0.135	0.300	0.17	0.100	0.140	1.671	4.36	0.03	1.113
41	TRH100T41D20E20	0.035	0.200	0.22	0.200	0.092	1.071	1.79	0.05	0.007
42	TRH100T54D20E20	0.035	0.200	0.22	0.200	0.097	1.286	2.58	0.04	0.018
43	TRH100T41D25E20	0.085	0.250	0.20	0.150	0.092	1.076	1.81	0.05	0.041
44	TRH100T54D25E20	0.085	0.250	0.20	0.150	0.097	1.350	2.85	0.03	0.018
45	TRH100T41D30E20	0.135	0.300	0.17	0.100	0.094	1.098	1.88	0.05	0.097
46	TRH100T54D30E20	0.135	0.300	0.17	0.100	0.098	1.424	3.16	0.03	0.077
47	TRH125T54D15E20	0.000	0.150	0.22	0.250	0.100	1.208	2.28	0.04	0.005
48	TRH125T66D15E20	0.000	0.150	0.22	0.250	0.105	1.416	3.13	0.03	0.007
49	TRH125T54D20E20	0.035	0.200	0.22	0.200	0.120	1.309	2.68	0.04	0.086
50	TRH125T66D20E20	0.035	0.200	0.22	0.200	0.116	1.498	3.51	0.03	0.142
51	TRH125T54D25E20	0.085	0.250	0.20	0.150	0.121	1.408	3.09	0.04	0.122
52	TRH125T66D25E20	0.085	0.250	0.20	0.150	0.114	1.608	4.04	0.03	0.231
53	TRH125T54D30E20	0.135	0.300	0.17	0.100	0.122	1.432	3.20	0.04	0.348
54	TRH125T66D30E20	0.135	0.300	0.17	0.100	0.113	1.692	4.47	0.03	0.394
55	TRH150T54D20E20	0.035	0.200	0.22	0.200	0.125	1.307	2.67	0.05	0.123
56	TRH150T66D20E20	0.035	0.200	0.22	0.200	0.130	1.490	3.47	0.04	0.229
57	TRH150T54D25E20	0.085	0.250	0.20	0.150	0.097	1.350	2.85	0.03	0.378
58	TRH150T66D25E20	0.085	0.250	0.20	0.150	0.136	1.574	3.87	0.04	0.527
59	TRH150T54D30E20	0.135	0.300	0.17	0.100	0.141	1.438	3.23	0.04	0.845
60	TRH150T66D30E20	0.135	0.300	0.17	0.100	0.137	1.590	3.95	0.03	0.986

3.2 Tương quan độ cao lưu không và lưu lượng tràn

Độ cao lưu không thí nghiệm thay đổi lần lượt từ $R_c = 0,1\text{m}; 0,15\text{m}; 0,2\text{m}; 0,25\text{m}$. Trong trường hợp mô phỏng tiến hành với các chiều cao sóng và hệ số lỗ rỗng khác nhau. Kết quả mô phỏng được thể hiện tại hình 4 dưới đây.

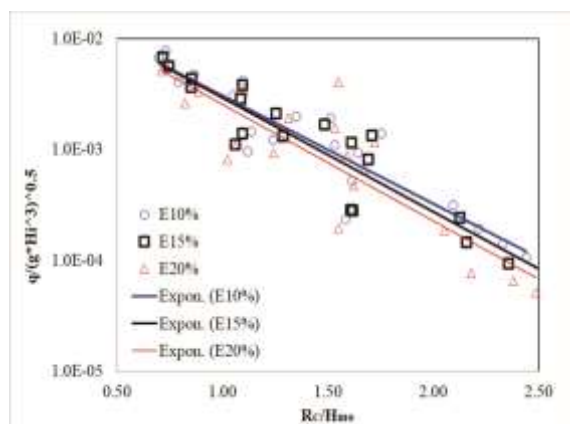
Nhận xét: mối liên hệ giữa độ cao lưu không tương đối và lưu lượng tràn qua mặt cắt đê có

kết cấu tiêu sóng TSD tại đỉnh là:

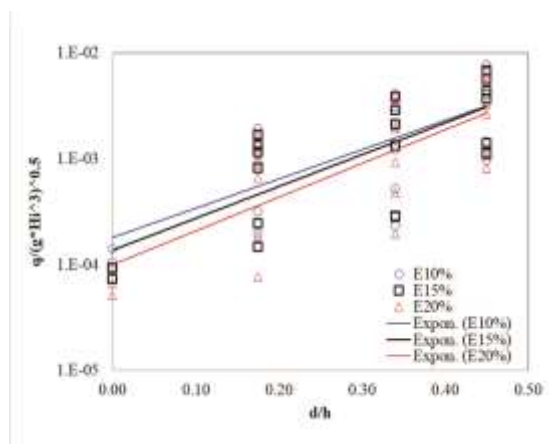
- Với cùng chiều cao sóng độ cao lưu không càng nhỏ lưu lượng tràn càng lớn.

- Với cùng độ cao lưu không, sóng có chiều cao càng lớn thì lưu lượng tràn càng lớn. Xu thế biến đổi càng nhanh khi giá trị $R_c/H_{m0} \leq 1$ thể hiện độ dốc biểu đồ lớn.

Kết luận: Độ cao lưu không là yếu tố ảnh hưởng đến lưu lượng tràn mạnh.



Hình 3: Tương quan độ cao lưu không tương đối R_c/H_{mo} đến lưu lượng tràn



Hình 4: Tương quan độ sâu nước tương đối d/h đến lưu lượng tràn

3.3 Tương quan độ ngập nước trong buồng và lưu lượng tràn

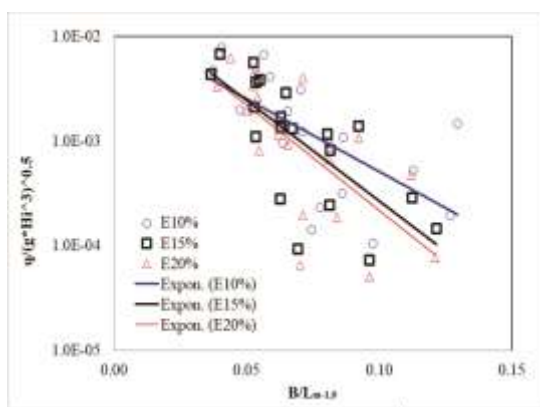
Đặc điểm kết cấu tiêu sóng TSD là mặt tiếp sóng dạng cong nên khi mực nước thay đổi bề rộng mặt thoát nước trong buồng biến đổi. Khi mực nước lớn, bề rộng buồng sẽ thu hẹp, khả năng hấp thụ sóng giảm

Sự thay đổi mực nước tương đồng với độ cao lưu không. Lưu lượng tràn tăng nhanh khi mực nước cao. Trong trường hợp mực nước thấp $d/h=0$ (kết cấu nằm hoàn toàn trên mặt nước) khả năng giảm sóng phát huy hiệu quả. Khi mực

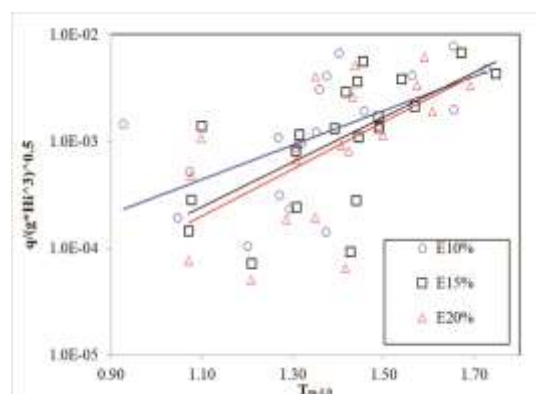
nước tăng lên bề rộng buồng thu hẹp hiệu quả sóng tràn giảm. Kết quả tại hình 5 và hình 6 thể hiện đường tương quan có độ dốc lớn khi $d/h > 0.35$; $B/L_{m-1,0} < 0.05$. Trong tính toán thiết kế hai giá trị trên có thể xét đến là giá trị cận tham chiếu tính toán.

3.4 Ảnh hưởng chu kỳ

Qua phân tích có thể xác định công trình nằm trong vùng nước nông nên phổ sóng đã biến đổi mạnh, ảnh hưởng chu kỳ tới lưu lượng tràn rất nhạy, với chu kỳ lớn lưu lượng tràn đạt đỉnh.



Hình 5: Tương quan bề rộng buồng tương đối $B/L_{m-1,0}$ đến lưu lượng tràn



Hình 6: Ảnh hưởng của chu kỳ sóng $T_{m-1,0}$ đến lưu lượng tràn

3.5 Ảnh hưởng hệ số rỗng bề mặt

Từ các biểu đồ quan hệ (hình 4 - hình 7) hoàn toàn có thể nhận xét được độ rỗng bề mặt tăng thì lưu lượng tràn giảm. Khả năng giảm sóng tràn E20% là tốt nhất. Với độ rỗng 15% và 20% xu thế biến đổi tương đồng nhau, 2 đường gần như song song. Có thể nói khả năng giảm sóng tràn từ 15% lên 20% là tuyến tính.

Với độ rỗng 10 % đường tương quan thoải hơn 15% và 20% đặc biệt là các biểu đồ tương quan đánh giá về bề rộng buồng và độ ngập nước. Chứng tỏ rằng với lỗ rỗng bề mặt $\leq 10\%$ khả năng hấp thụ và giảm sóng tràn của buồng hiệu quả rất nhỏ.

Với $B/L_{m-1,0} < 0.05$ và $R_C/H_{m0} \leq 1$ hai đường tương quan lỗ rỗng 10% và 15% giao nhau. Khi đó khả năng làm việc kết cấu là tương tự mặc dù lỗ rỗng thay đổi. Trong tính toán thiết kế cần loại bỏ lựa chọn kết cấu làm việc trong điều kiện trên.

4. KẾT LUẬN

Các kết quả thí nghiệm về sóng tràn qua mặt cắt đê có kết cấu tiêu sóng TSD tại đỉnh có độ tin cậy cao. Các xu thế biến đổi đều phù hợp với hiện tượng vật lý thông thường. Sóng lớn, nước cao thì lưu lượng tràn lớn.

Kết quả thí nghiệm cho thấy rằng: với $B/L_{m-1,0} < 0.05$; $d/h > 0.35$ và $R_C/H_{m0} \leq 1$ thì khả năng giảm sóng tràn kết cấu không còn phát huy. Bởi vậy, trong tính toán thiết kế cần tránh lựa chọn tham số như trên. Về lỗ rỗng bề mặt có thể khuyến cáo lỗ rỗng cần lớn hơn 10% và nhỏ hơn 20%, trường hợp nếu lớn hơn 20% thì ổn định và chịu lực của kết cấu cần được xem xét.

Các kết quả thí nghiệm vẫn chưa xét hết được các ảnh hưởng lỗ rỗng bề mặt $> 20\%$ và phân kết cấu nằm dưới TSD. Nên khuyến nghị các nghiên cứu tiếp theo nghiên cứu bổ sung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tuan, T.Q., Cat, V.M. and Trung, L.H., (2009), "Experiment study on wave overtopping at sea-dikes with vertical crown-walls", "Proc. 5th Int. Conf. Asian Pacific Coasts (APAC 2009), Singapore", 4, pp. 79-85.
- [2] Thiệu Quang Tuấn (2010), "Tổng quan về các nghiên cứu và phương pháp tính toán sóng tràn qua đê biển". Tài liệu tham khảo Wadibe, Bộ môn Kỹ thuật công trình biển.
- [3] Tuan, T.Q., (2013), "Influence of low sea-dike crown-walls on wave overtopping discharge", "Coastal Engineering Journal", 55(4) world scientific
- [4] Nguyễn Văn Dũng (2017), "Luận án tiến sĩ kỹ thuật", Hà Nội,
- [5] A.Kortenhaus, H.Oumeraci, N.W.H. Allsop; K.J. McConnell; P.H.A.J.M. Van gelder; P.J. Hewson; m.walkden; g. Müller; m. Calabrese; d. Vicinanza (2001). Wave Impact Loads – Pressures and forces. EM_1110-2-1100. Chapter 5.1 P1-P35.
- [6] Minikin, R.R., Winds, Waves and Maritime Structures: Studies in Harbour Making and in the Protection of Coasts, 2nd rev. ed., Griffin, London, 1963, 294 pp.
- [7] Hanbin Gu, Xuelian Jiang, Yanbao Li (2008). Research on hydraulic performances of quarter circular breakwater. Chinese-German Joint Symposium on Hydraulic and Ocean Engineering, August 24-30, 2008, Darmstadt, pp.21-25
- [8] Xe-LianJiang, Qing-Ping Zou, Na Zhang (2017). Wave load on submerged quarter-circular and semicircular breakwaters under irregular waves. Coastal Engineering 121 (2017) 265–277

- [9] JIANG Xue-lian, ZOU Qing-ping, SONG Ji-ning (2017). Peak Dynamic Pressure on Semi- and Quarter-Circular Breakwaters Under Wave Troughs. *China Ocean Eng.*, 2017, Vol. 31, No. 2, P. 151–159
- [10] CEM-US, 2002. Coastal Engineering Manual, U.S. Army Corps of Engineers, Engineer Manual 1110-2 1100, Washington D.C., USA.
- [11] EurOtop, 2018. Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures: Assessment Manual, Environment Agency UK/Expertise Network Waterkeren NL/Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen DE.
- [12] TAW, 2002. Technical report wave run-up and wave overtopping at dikes, Technical Advisory Committee on Flood Defence, The Netherlands.
- [13] Van Gent, M.R.A., (2001). Wave runup on dikes with shallow foreshores. *J. Waterw. Port Coastal Ocean Eng.*, ASCE, 127, 5, pp. 254-262.
- [14] Govindasamy Dhinakaran, Vallam Sundar and Renganathan Sundaravadivelu (2001). Review of the research on emerged and submerged semicircular breakwaters. *Engineering for the Maritime Environment* 226(4) 397-409