

# Nghiên cứu xác định chiều cao sóng leo lên công trình gia cố bờ biển dạng mái nghiêng bậc thang

■ PGS. TS. ĐÀO VĂN TUẤN; TS. NGUYỄN THỊ DIỄM CHI

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

**TÓM TẮT:** Nội dung bài báo nêu cách xác định chiều cao sóng leo lên công trình gia cố bờ biển mái nghiêng dạng bậc thang bằng hệ thống đồ thị được xây dựng dựa trên mô phỏng toán học.

**TỪ KHÓA:** Sóng leo, mái nghiêng bậc thang, sóng tràn, mô phỏng toán học, Ansys-Fluent.

**ABSTRACT:** The content of the article outlines how to determine the height of waves run up on the stepped marine revetment structure by graph system built on mathematical simulation.

**KEYWORDS:** Wave run up, stepped marine revetment, overtopping wave, mathematical simulation, Ansys-Fluent.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong các công trình gia cố bờ biển thì kè ốp bờ mái nghiêng là dạng phổ biến nhất, kết cấu mái nghiêng cũng rất đa dạng: bằng đá đổ, khối kỳ dị, tấm bê tông mỏng mềm, bậc thang bê tông. Trong thiết kế mái nghiêng cần phải xác định chiều cao sóng leo. Cách xác định chiều cao sóng leo được nêu trong các tiêu chuẩn và chỉ dẫn thiết kế, tuy nhiên do kết cấu trong thực tế rất đa dạng nên một số loại kết cấu chưa có chỉ dẫn đầy đủ, như kết cấu bậc thang, tường hắt sóng. Đối với các kết cấu chưa được đề cập trong tiêu chuẩn hoặc chỉ dẫn thiết kế cần sử dụng mô hình vật lý hoặc toán học để xác định chiều cao sóng leo. Nếu không có mô hình vật lý thì mô hình toán là giải pháp duy nhất. Mái dốc bậc thang là loại kết cấu cần nghiên cứu thêm về xác định chiều cao sóng leo.

## 2. CÔNG TRÌNH GIA CỐ BỜ BIỂN MÁI NGHIÊNG BẬC THANG BẬC

Một số công trình gia cố mái nghiêng bậc thang được xây dựng trong thực tế như tại Anh và Mỹ như Hình 2,1, 2,2, 2,3.



Hình 2.1: Mái nghiêng bậc thang tại Cleveleys nước Anh Theo [2], một số công trình gia cố bờ được sử dụng tại Mỹ.



Hình 2.2: Mái nghiêng bậc thang tại Canifonia nước Mỹ



Hình 2.3: Mái nghiêng bậc thang tại Mississippi nước Mỹ

## 3. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CHIỀU CAO SÓNG LEO

Chiều cao sóng leo có thể được xác định theo các phương pháp sau: công thức thực nghiệm, mô hình vật lý,

mô hình toán: cụ thể là sử dụng các phần mềm có khả năng mô phỏng được sự tương tác giữa sóng và công trình, ví dụ: mô-đun ANSYS-FLUENT.

**3.1. Xác định bằng công thức thực nghiệm**

Chiều cao sóng leo lên mái nghiêng được xác định theo các công thức trong TCN 222-95 [1] và CEM 2000 [3].

Chiều cao sóng leo 1% theo TCN 222-95 xác định theo công thức:

$$h_{run1\%} = k_r k_p k_{sp} k_{run} h_{1\%} \tag{1}$$

$h_{run1\%}$  - Chiều cao sóng leo lên mái dốc với độ bảo đảm 1%;

$k_r, k_p, k_{sp}, k_{run}$  lấy theo TCN 222-95.

Công thức (1) áp dụng cho mái nghiêng gia cố bằng đá đổ, khối kỳ dị, tấm bê tông.

Chiều cao sóng leo theo CEM 2000, chiều cao sóng leo xác định theo công thức:

$$\frac{R_{ui\%}}{H_s} = (A\xi + C)\gamma_r\gamma_b\gamma_h\gamma_\beta \tag{2}$$

Trong đó:

$R_{ui\%}$  - Chiều cao sóng leo với suất bảo đảm i%;

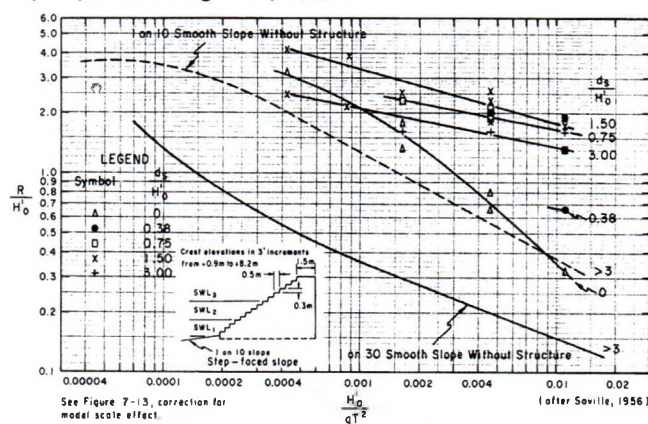
$\xi, A, C, \gamma_r, \gamma_b, \gamma_h, \gamma_\beta$  - Các hệ số hệ số xác định theo CEM 2000.

Công thức (2) xác định cho kết cấu đá đổ, có tính đến thêm giảm sóng trên mái nghiêng.

Cả hai công thức (1) và (2) đều không áp dụng cho kết cấu mái nghiêng bậc thang.

**3.2. Xác định bằng đồ thị**

Chiều cao sóng leo bậc thang được xác định bằng đồ thị được nêu trong tài liệu [2]:



Hình 3.1: Sóng leo mái nghiêng bậc thang

Trong đó:

$H'_0$  - Chiều cao sóng tại chân công trình;

$d_s$  - Độ sâu nước tại chân công trình;

$R$  - Chiều cao sóng leo;

$T$  - Chu kỳ sóng.

Đồ thị xác định chiều cao sóng leo nêu trên chỉ xây dựng cho một trường hợp mái dốc 1:1,5 và bậc thang cao 0,3 m. Chính vì vậy, cần mở rộng thêm các trường hợp khác xác định chiều cao sóng leo để tiện tra cứu trong thiết kế. Nhóm tác giả đã nghiên cứu xây dựng bổ sung thêm các đồ thị xác định chiều cao sóng leo cho các trường hợp:

- Mái dốc 1:1,5 kích thước bậc thang 0,2 m; 0,6 m; 1,0 m;
- Mái dốc 1:2,0 kích thước bậc thang 0,2 m; 0,6 m; 1,0 m.

Việc xây dựng hệ thống đồ thị cho các trường hợp trên được thực hiện bằng mô phỏng toán học bởi mô-đun ANSYS-FLUENT.

**4. XÁC ĐỊNH CHIỀU CAO SÓNG LEO MÁI NGHIÊNG BẬC THANG**

Để xác định chiều cao sóng leo cho mái nghiêng bậc thang, các tác giả sử dụng phương pháp mô phỏng để xây dựng hệ thống đồ thị, nhằm giúp cho những người thiết kế có thể xác định nhanh chiều cao sóng leo lên mái nghiêng bậc thang.

**4.1. Thông số ban đầu**

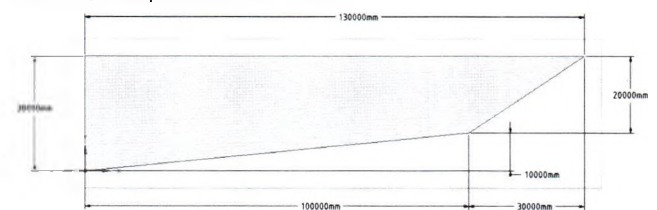
Khi xây dựng đồ thị xác định chiều cao sóng leo lên mái dốc bậc thang, nhóm tác giả lựa chọn mô hình mái dốc phổ biến trong thực tế:

- Mái dốc trước công trình là 1:10;
- Mái dốc công trình là 1:1,5 và 1:2;
- Các bậc thang có kích thước 0,2 m, 0,6 m và 1,0 m;
- Thông số sóng cho mỗi trường hợp tương ứng với độ dốc sóng 1:12, 1:15 và 1:20;
- Độ sâu nước trước công trình: 0,0 m, 2,0 m, 4,0 m.

Để kết quả mô phỏng đảm bảo độ chính xác, bước thời gian trong mô phỏng lan truyền sóng lấy bằng 0,01s và thời gian mô phỏng lấy bằng 40s đảm bảo 4 con sóng lan truyền lên mái dốc. Sau khi xác định được chiều cao sóng leo cho từng trường hợp sẽ xác định được các đại lượng không thứ nguyên  $d/h, h/\lambda, R/h$  các đại lượng này dùng để xây dựng đồ thị. Trong đó:  $d$  - Độ sâu tại chân công trình,  $h$  - Chiều cao sóng tới,  $R$  - Chiều cao sóng leo,  $\lambda$  - Bước sóng.

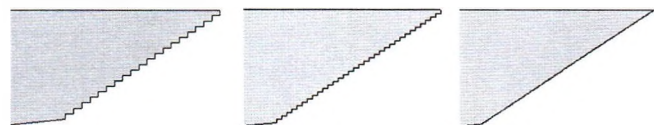
**4.2. Mái dốc 1:1,5**

Kích thước vùng mô phỏng của các trường hợp mái dốc 1:1,5 được nêu như Hình 4.1.



Hình 4.1: Kích thước miền mô phỏng mái dốc 1:1,5

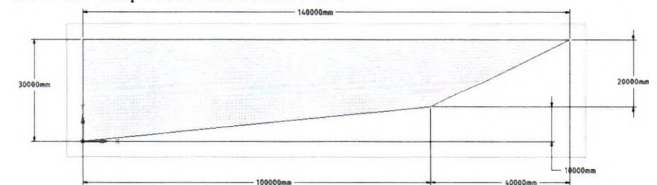
Các bậc thang có chiều cao 1,0 m, 0,6 m và 0,2 m được nêu như Hình 4.2.



Hình 4.2: Hình dáng mái dốc 1:1,5 với các bậc 1,0 m, 0,6 m, 0,2 m

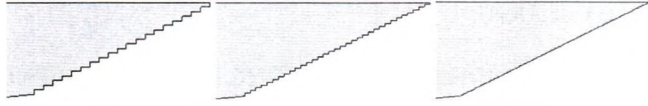
**4.3. Mái dốc 1:2,0**

Kích thước vùng mô phỏng của các trường hợp mái dốc 1:2 được nêu như Hình 4.3.



Hình 4.3: Kích thước miền mô phỏng mái dốc 1:2

Các bậc thang có chiều cao 1,0 m, 0,6 m và 0,2 m được nêu như Hình 4.4.



Hình 4.4: Hình dáng miến mô phỏng mái dốc 1:2,0 với các bậc 1,0 m, 0,6 m, 0,2 m

**5. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG**

Các trường hợp mô phỏng được thực hiện như sau:

- Với mỗi độ dốc trước công trình có 2 trường hợp độ dốc mái nghiêng;
- Với mỗi độ dốc mái nghiêng có 3 trường hợp ứng với ba kích thước bậc thang;
- Với mỗi kích thước bậc thang có 3 trường hợp độ sâu trước công trình;
- Với mỗi độ sâu trước công trình có 3 trường hợp độ dốc sóng.

Tổng cộng có 54 trường hợp cần thực hiện mô phỏng, kết quả cho từng trường hợp sẽ là chiều cao sóng leo lên mái nghiêng được xác định từ hình ảnh. Do

số hình ảnh nhiều nên các tác giả chỉ nêu ví dụ một số hình ảnh.

Sóng leo mái dốc 1:1,5 bậc thang cao 1,0 m, độ sâu nước trước công trình 4 m, độ dốc sóng 1:12,1:15, 1:12 được nêu như Hình 5.1.



Hình 5.1: Sóng leo mái dốc 1:1,5

Sóng leo mái dốc 1:2,0 bậc thang cao 1,0 m, độ sâu nước trước công trình 4 m, độ dốc sóng 1:12,1:15, 1:12 được nêu như Hình 5.2.



Hình 5.2: Sóng leo mái dốc 1:2,0

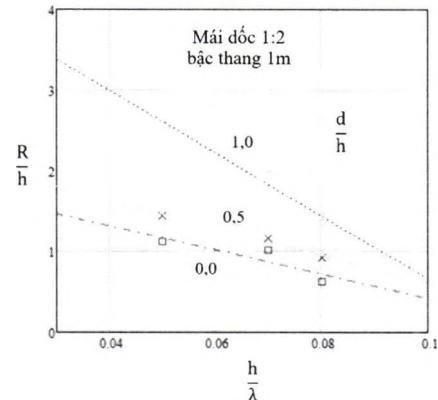
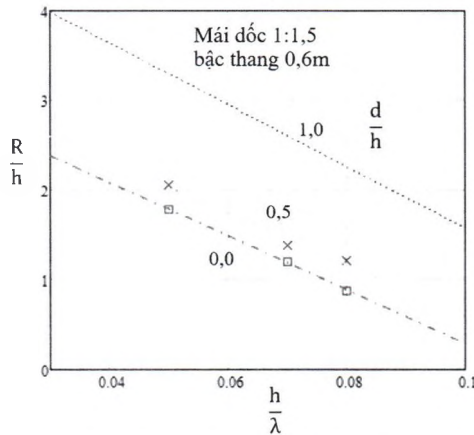
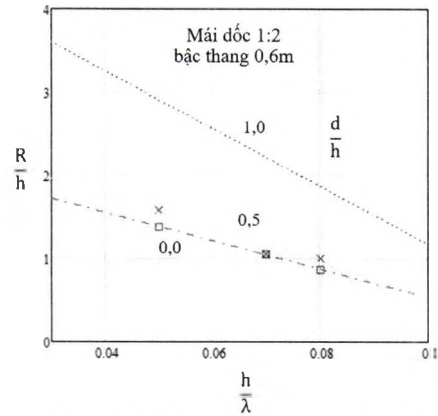
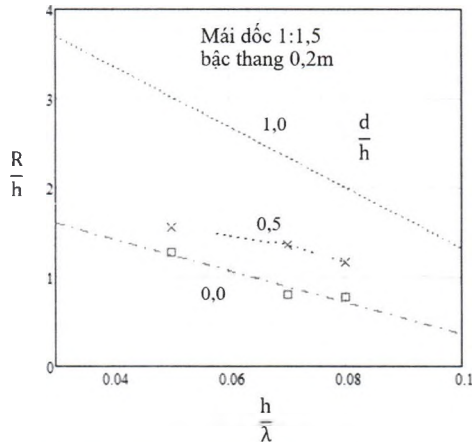
Từ chiều cao sóng leo xác định được các đại lượng không thứ nguyên  $d/h$ ,  $h/\lambda$ ,  $R/h$  được nêu theo Bảng 5.1:

Bảng 5.1. Quan hệ  $d/h$ ,  $h/\lambda$ ,  $R/h$

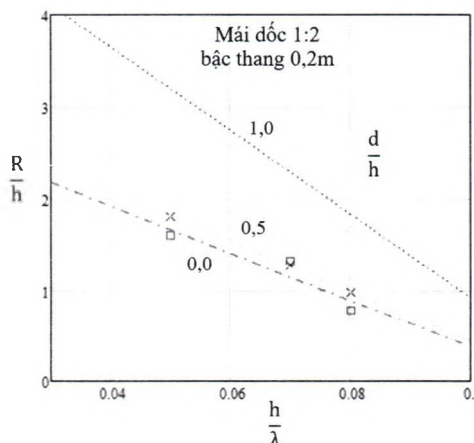
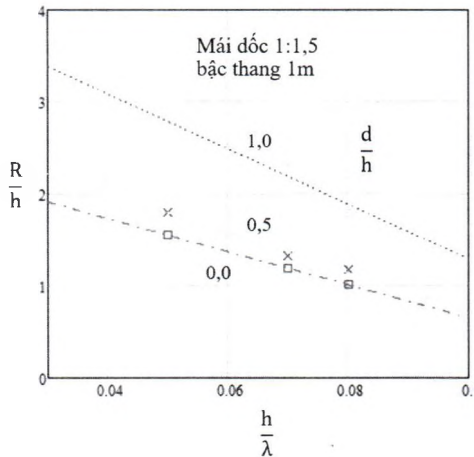
Bậc	Mái dốc 1:1,5			Mái dốc 1:2,0		
	$d/h$	$h/\lambda$	$R/h$	$d/h$	$h/\lambda$	$R/h$
0,2m	0,0	0,08	0,78	0,0	0,08	0,78
	0,0	0,07	0,80	0,0	0,07	1,32
	0,0	0,05	1,28	0,0	0,05	1,61
	0,5	0,08	1,16	0,5	0,08	0,98
	0,5	0,07	1,36	0,5	0,07	1,28
	0,5	0,05	1,55	0,5	0,05	1,81
	1,0	0,08	2,00	1,0	0,08	1,66
	1,0	0,07	2,35	1,0	0,07	2,56
	1,0	0,05	3,02	1,0	0,05	3,11
0,6m	0,0	0,08	0,88	0,0	0,08	0,87
	0,0	0,07	1,20	0,0	0,07	1,05
	0,0	0,05	1,78	0,0	0,05	1,38
	0,5	0,08	1,21	0,5	0,08	1,00
	0,5	0,07	1,38	0,5	0,07	1,06
	0,5	0,05	2,05	0,5	0,05	1,58
	1,0	0,08	2,11	1,0	0,08	1,91
	1,0	0,07	2,83	1,0	0,07	2,15
	1,0	0,05	3,22	1,0	0,05	2,93
1m	0,0	0,08	1,01	0,0	0,08	0,62
	0,0	0,07	1,19	0,0	0,07	1,01
	0,0	0,05	1,55	0,0	0,05	1,12
	0,5	0,08	1,17	0,5	0,08	0,90
	0,5	0,07	1,33	0,5	0,07	1,16
	0,5	0,05	1,80	0,5	0,05	1,45
	1,0	0,08	1,78	1,0	0,08	1,36
	1,0	0,07	2,35	1,0	0,07	1,95
	1,0	0,05	2,73	1,0	0,05	2,57

\* Hệ thống đồ thị xác định chiều cao sóng leo mái nghiêng bậc thang:

Dựa vào Bảng 5.1, các tác giả xây dựng được 6 hệ thống đồ thị tương ứng với các trường hợp mái dốc 1:1,5; 1:2 và các bậc thang 0,2 m, 0,6 m, 1 m.



Hình 5.3



**6. KẾT LUẬN**

Gia cố bờ biển mái nghiêng bậc thang là loại công trình được ứng dụng trong thực tế nhằm giảm chiều cao sóng leo, trong thiết kế công trình gia cố bờ biển xác định chiều cao sóng leo là cần thiết, tuy nhiên việc xác định chiều cao sóng leo cho loại kết cấu này chưa đầy đủ. Chính vì vậy, các tác giả đã xây dựng hệ thống đồ thị xác định chiều cao sóng leo bổ sung thêm các trường cho mái dốc 1:1,5 và 1:2 với các bậc thang chiều cao 0,2 m, 0,6 m, 1,0 m. Với các trường hợp chiều cao bậc thang nằm trong khoảng từ 0,2m đến 1m không trùng với các trường hợp đã nêu có thể dùng nội suy để xác định chiều cao sóng leo.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT20-21.59.

**Tài liệu tham khảo**

- [1]. Bộ GTVT (1995), *Tiêu chuẩn thiết kế 22TCN222-95, Tải trọng và tác động do sóng và tàu lên công trình thủy*, Hà Nội.
- [2]. U.S. Army Corps of Engineers (1984), *Shore Protection Manual*, USA.
- [3]. U.S. Army Corps of Engineers (2000), *Shore Protection Manual*, USA.
- [4]. ANSYS Inc (2013), *ANSYS-FLUENT User manual*, USA.

**Ngày nhận bài: 25/5/2021**  
**Ngày chấp nhận đăng: 18/6/2021**  
**Người phản biện: TS. Phạm Văn Khôi**  
**TS. Nguyễn Hồng Hạnh**