

XÁC ĐỊNH HỆ SỐ TỈ LỆ CHO KẾT CẤU LỖI ĐÊ CHẮN SÓNG DẠNG ĐÁ ĐỔ TRONG CÁC THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH VẬT LÝ

Nguyễn Quang Lương, Nguyễn Văn Thìn
 Trường Đại học Thủy lợi, email: luong.n.q@tlu.edu.vn

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Các ảnh hưởng về mặt tỉ lệ trong các mô hình thủy động lực học với sóng ngắn chủ yếu là do giả thiết trọng lực là lực vật lý chủ đạo để cân bằng các lực quán tính. Việc định tỉ lệ dựa trên giả thiết này (tỉ lệ Froude) đã mô phỏng một cách thiếu chính xác các lực vật lý khác về độ nhớt, độ đàn hồi, sức căng bề mặt... với giả thiết đặt ra là các lực này không đáng kể trong các quá trình vật lý. Trong các mô hình thủy lực sóng ngắn được định tỉ lệ theo tiêu chuẩn Froude, tính không đồng dạng của các lực nhớt và sức căng bề mặt có thể dẫn đến các ảnh hưởng có liên quan đến các hiện tượng sóng phản xạ, sóng nhiễu xạ, sự tiêu tán năng lượng sóng do ma sát và do sóng vỡ.

Đối với tầng lọc và đặc biệt là lớp lỗi, vai trò của dòng chảy vào và ra đê chắn sóng trở nên quan trọng (Burcharth và cộng sự, 1998). Khi tính toán tỉ lệ cho lớp phủ, quy tắc Froude có thể áp dụng. Tuy nhiên, điều này không còn đúng cho lớp lỗi do cỡ hạt trở nên rất mịn và do đó lớp lỗi trở thành dạng không thấm nước. Có thể thấy rằng tính thấm của đê chắn sóng có ảnh hưởng đến sóng leo, sóng tràn và ổn định của khối phủ.

1.1. Nghiên cứu của Le Méhauté (1965) và Keulegan (1973)

Nếu các công trình dạng đá đổ và hấp thụ sóng được mô hình với cỡ đá và vật liệu lỗi được thu nhỏ về mặt hình học theo tỉ lệ, sóng truyền qua mô hình sẽ giảm đi tương đối. Các tổn thất ma sát lớn hơn so với mô hình khi sóng truyền qua công trình, và điều này trở

nên rõ rệt hơn về mặt tỉ lệ sử dụng cho các mô hình bê cảng (Hudson và cộng sự, 1979). Ảnh hưởng về mặt tỉ lệ này được khắc phục bằng việc tăng kích thước các viên đá trong mô hình so với giá trị thu phóng theo tỉ lệ dài theo công thức sau:

$$\frac{L_p}{L_m} = K \frac{D_p}{D_m} \text{ hay } N_L = KN_D \quad (1)$$

Trong đó L là chiều dài đặc trưng của mô hình nguyên dạng, D là kích thước dài của viên đá, K là hệ số có giá trị lớn hơn 1; p và m lần lượt biểu thị cho nguyên hình và mô hình.

Le Méhauté (1965) và Keulegan (1973) đã đề xuất các phương pháp để xác định kích thước của các lớp phủ bảo vệ của đê chắn sóng dạng đá đổ và vật liệu lỗi để mô phỏng chính xác hiện tượng sóng truyền. Hudson và cộng sự (1979) đã đề xuất hệ số tỉ lệ K cần được tính toán bằng cả hai phương pháp và giá trị trung bình từ hai kết quả tính toán này sẽ được sử dụng trong công thức (1) như trên.

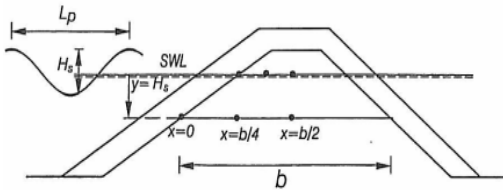
1.2. Nghiên cứu của Burcharth và cộng sự (1998)

Đối với lớp lỗi, điều quan trọng là phải đảm bảo tính nhất quán giữa gradient thủy lực trong mô hình và trong nguyên mẫu. Một giải pháp phù hợp cho điều này đó là sử dụng cỡ đá lớn hơn cho lớp lỗi so với cỡ đá được tính toán theo quy tắc tỉ lệ Froude. Burcharth và cộng sự (1999) đã đưa ra một phương pháp bao gồm ước tính trường vận tốc và đề nghị việc sử dụng giá trị vận tốc đặc tính có liên quan có thể áp dụng cho việc định tỉ lệ

vật liệu lớp lõi trong các mô hình vật lý. Hệ số tỉ lệ cho lõi đê chắn sóng sẽ nhỏ hơn so với hệ số tỉ lệ áp dụng theo quy tắc Froude.

Theo Burcharth và cộng sự (1999), giá trị đường kính viên đá sử dụng cho lớp lõi trong các mô hình thí nghiệm được xác định sao cho quy tắc Froude vẫn có thể áp dụng cho một giá trị vận tốc lỗ rỗng đặc tính. Giá trị vận tốc này được xác định là giá trị trung bình của vận tốc trong vùng chịu ảnh hưởng lớn nhất của lớp lõi về mặt dòng chảy trong môi trường lỗ rỗng. Quy trình định tỉ lệ cho lớp lõi như sau:

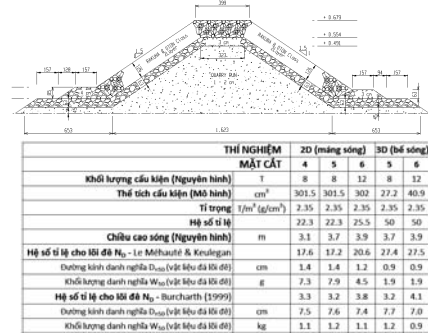
- (1) Phóng các kích thước của mô hình ra nguyên mẫu theo hệ số tỉ lệ;
- (2) Xác định vị trí các điểm lưu tốc lỗ rỗng đặc tính trong cả nguyên mẫu và mô hình (xem Hình 1);
- (3) Xác định gradient áp lực (I_x) trong nguyên mẫu;
- (4) Xác định các giá trị lưu tốc đặc tính trong nguyên mẫu (U_p);
- (5) Xác định các giá trị lưu tốc đặc tính trong mô hình (U_m);
- (6) Chọn giá trị đường kính trung bình của vật liệu lớp lõi bằng phương pháp tính lặp.



Hình 1. Các vị trí xác định lưu tốc đặc tính trong lớp lõi (theo Burcharth, H.F., Liu, Z, Troch, P., 1999)

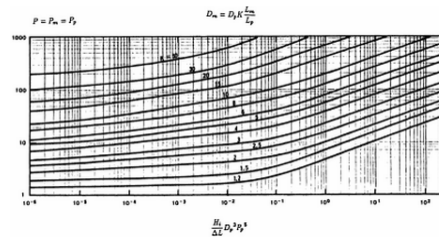
2. XÁC ĐỊNH TỈ LỆ MÔ HÌNH CHO LỖI ĐÊ CHẮN SÓNG

Kết quả tính toán xác định hệ số tỉ lệ cho mô hình lõi đê chắn sóng cảng lọc dầu Nghi Sơn, Thanh Hóa (cả mô hình 2D trong máng sóng và mô hình 3D trong bể sóng) được thể hiện trong hình 2 dưới đây. Phân tiếp theo sẽ trình bày chi tiết hơn về phương pháp xác định hệ số tỉ lệ theo phương pháp Le Méhauté (1965) và Keulegan (1973).



Hình 2. Kết quả tính toán hệ số tỉ lệ cho mô hình lõi đê theo hai phương pháp

Le Méhauté (1965) đã sử dụng các kết quả phân tích và số liệu có sẵn để phát triển một phương pháp sử dụng biểu đồ cho việc lựa chọn giá trị K phù hợp. Tác giả giả thiết rằng các ảnh hưởng về mặt tỉ lệ có thể được bỏ qua trong các lớp phủ ngoài, và giữa nguyên hình và mô hình có cùng cấp phối đá lớp lõi. Khi đó, các ảnh hưởng về mặt tỉ lệ do dòng chảy qua lớp lõi của công trình có thể được hiệu chỉnh. Biểu đồ của Le Méhauté (từ kết quả nghiên cứu của Hudson và cộng sự, 1979) được thể hiện trong hình 3.



Hình 3. Biểu đồ xác định kích thước mô hình công trình dạng đá đổ theo sóng truyền trong các mô hình nguyên dạng (theo Hudson và cộng sự, 1979)

Đường liền nét biểu thị các giá trị không đổi của hệ số K. Tung độ là tỉ lệ dài về mặt hình học, $N_L = L_p / L_m$, và hoành độ là hệ số phi thứ nguyên có kết hợp nhiều tham số của công trình dạng đá đổ.

$$\frac{H_i}{\Delta L} D_p^3 P_p^5 \quad (2)$$

Trong đó: H_i - Chiều cao sóng đến;

ΔL - Bề rộng trung bình của mặt cắt ngang lõi đê.

Khi đó tỉ số $\Delta H_i/\Delta L$ là độ dốc của tôn thất cột nước qua các lỗ rỗng trong lõi đê.

D_p - Đường kính đá hiệu quả (tính bằng cm) của lõi đê nguyên hình, và được xác định theo giá trị 10% nhỏ hơn đá theo đường cong cấp phối của lõi đê;

P - Độ rỗng của lõi đê ($0 < P < 1$).

Hudson và cộng sự (1979) đã trình bày một dạng tổng quát cho các phương trình của Keulegan trong đó độ rỗng được xem xét như một biến. Những quan hệ này như sau:

- Trường hợp $R_n > 2000$:

$$\left(\frac{H_i}{H_t}\right)_p = 1 + \gamma_p \left(\frac{H_i}{2h}\right)_p \left(\frac{\Delta L}{L}\right)_p \quad (3)$$

$$\text{và } \gamma_p = \frac{P_p^{-4}}{10.6} \left(\frac{L}{D}\right)_p \left(gh \frac{T^2}{L^2}\right)_p^{4/3} \quad (4)$$

- Trường hợp $20 < R_n < 2000$:

$$\left(\frac{H_i}{H_t}\right)_m = 1 + \gamma_m \left(\frac{H_i}{2h}\right)_m \left(\frac{\Delta L}{L}\right)_m \quad (5)$$

$$\text{và } \gamma_m = \frac{P_m^{-4}}{1.52} \left(\frac{\nu T}{DL}\right)_m^{1/3} \left(\frac{L}{D}\right)_m \left(gh \frac{T^2}{L^2}\right)_m^{4/3} \quad (6)$$

Số Reynolds của công trình (R_n) được xác định như sau:

$$R_n = \frac{PH_iLD}{2\nu hT} \quad (7)$$

và các biến được xác định như sau:

H_i - Chiều cao sóng đến;

H_t - Chiều cao sóng truyền;

L - Chiều dài sóng đến;

h - Độ sâu nước;

T - Chiều dài sóng;

ν - Độ nhớt động học;

D - Kích thước đặc tính (10% nhỏ hơn) của vật liệu đá lõi đê;

ΔL - Bề rộng trung bình của mặt cắt ngang lõi đê;

g - gia tốc trọng trường;

P - Độ rỗng của vật liệu lớp lõi;

Giá trị vận tốc sử dụng trong số Reynolds là:

$$V = \frac{PH_iL}{2hT} \quad (8)$$

Giá trị này biểu thị vận tốc thấm cực đại ở mặt vào của công trình. Keulegan (1973) xác định được vận tốc này cho sóng nước nông đồng nhất với biên độ giảm theo hàm mũ qua

công trình rỗng. Các phương trình nguyên hình của Keulegan được sử dụng với các tham số nguyên hình để xác định sóng truyền theo tỉ lệ nguyên hình.

Tính đồng dạng của hiện tượng sóng truyền đặt ra yêu cầu:

$$\left(\frac{H_i}{H_t}\right)_p = \left(\frac{H_i}{H_t}\right)_m \quad (9)$$

Khi đó cùng tỉ số về sóng truyền được áp dụng trong các phương trình của mô hình, cùng với đó là các tham số mô hình để xác định giá trị D_m . Giá trị D_p và D_m có thể được thay vào phương trình để xác định giá trị của hệ số K.

3. KẾT LUẬN

Phương pháp định tỉ lệ mô hình lõi đê chắn sóng của Burcharth (1999) thường cho kết quả nhỏ hơn, hay cỡ đá thí nghiệm cho mô hình lõi đê sẽ lớn hơn. Trong thực tế tính chất sóng truyền qua đê chắn sóng dạng đá đổ có vai trò quan trọng về mặt ổn định và động lực học, do vậy trong thực tế phương pháp của Le Méhauté (1965) và Keulegan (1973) thường được áp dụng một cách rộng rãi hơn trong các thí nghiệm với mô hình vật lý về mặt ổn định thủy lực cũng như các thí nghiệm về sóng tràn qua đê chắn sóng dạng đá đổ.

4. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Steven A. Hughes (1993). Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering.
- [2] Keulegan, G. G. (1973). Wave Transmission Through Rock Structures. Research Report H-73-1, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi.
- [3] Burcharth, H.F., Liu, Z, Troch, P. (1999). Scaling of core material in rubble mound breakwater model tests. Proc. International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries (COPEDEC), No. 5, Cape Town, South Africa, pp. 1518-1528.
- [4] Lê Thị Hương Giang (2015). Nghiên cứu đánh giá ổn định của khối phủ RAKUNA-IV cho đê chắn sóng đá đổ mái nghiêng. Luận án tiến sĩ.