

TÍNH TOÁN XÓI MÁI CỎ PHÍA TRONG CỦA ĐÊ BIỂN TỈNH THÁI BÌNH DO SÓNG TRẦN

KS. Nguyễn Bảo Khương - HV Cao học 15

PGS.TS. Nguyễn Bá Quỳ - ĐHTL

Tóm tắt: Đê biển bắc bộ nói chung cũng như đê biển tỉnh Thái Bình nói riêng đa số đều có mái trong trồng cỏ, nhưng việc tính toán xói mái phía trong ít được đề cập khi có sóng tràn. Báo cáo này đưa ra kết quả tính toán bằng số chiều sâu xói mái phía trong đê biển tỉnh Thái Bình, từ đó thấy được tầm quan trọng của cỏ trong việc bảo vệ mái đê phía trong khi có sóng tràn.

1. Giới thiệu

Sóng tràn là một dạng tải trọng đặc biệt trong thiết kế đê biển. Khi xảy ra sóng tràn biện pháp trồng cỏ là một trong các biện pháp bảo vệ khá hiệu quả mái phía trong đê biển. Thông thường, nếu chiều sâu xói mái đê biển phía trong do sóng tràn gây ra nhỏ hơn giá trị xói tới hạn thì đê coi như an toàn, nếu vượt quá chiều sâu này, đê có thể bị vỡ.

2. Xác định xác suất hư hỏng khi có sóng tràn qua đê

Trạng thái giới hạn công trình, độ bền và tải trọng

Trạng thái ngay trước khi xảy ra sự cố gọi là trạng thái giới hạn. Độ tin cậy là xác suất mà trạng thái giới hạn này không bị vượt quá. Nói cách khác, là xác suất mà trạng thái làm việc của một thành phần công trình không vượt quá trạng thái giới hạn. Người ta thường dùng các trạng thái giới hạn để xây dựng, thành lập các hàm độ tin cậy. Công thức tổng quát của một hàm tin cậy là:

$$Z = R - S$$

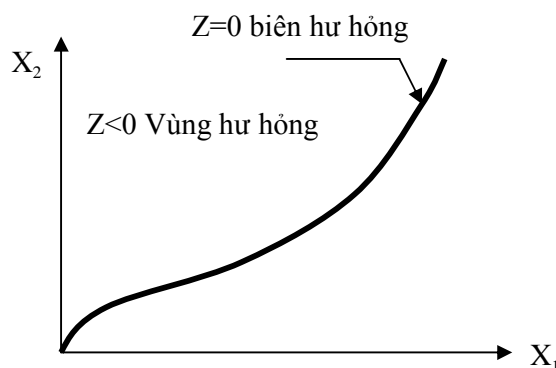
Trong đó:

R là độ bền hay tổng quát hơn là sức kháng hư hỏng;

S là tải trọng hay khả năng gây hư hỏng.

Việc tính toán xác suất phá hỏng của một thành phần được dựa trên hàm độ tin cậy của từng cơ chế phá hỏng. Hàm độ tin cậy Z được thiết lập căn cứ vào trạng thái giới hạn tương ứng với cơ chế phá hỏng đang xem xét, và là hàm của nhiều biến và tham số ngẫu nhiên.

Theo đó, $Z < 0$ được coi là có xảy ra hư hỏng và hư hỏng không xảy ra nếu Z nhận các giá trị còn lại. Các giá trị này được biểu diễn trên mặt phẳng RS, (xem hình 1).



Hình 1: Định nghĩa biên hư hỏng (sự cố) $Z = 0$

Trạng thái giới hạn là trạng thái mà tại đó $Z = 0$ trong mặt phẳng RS; Đây được coi là biên sự cố.

Do đó, xác suất phá hỏng được xác định là $P\{Z < 0\}$

$$P_f = P(Z \leq 0) = P(S \geq R)$$

Mức độ tin cậy, theo công thức trên, là xác suất để $Z > 0$, chính là $P(Z > 0)$ và là phần bù của xác suất xảy ra sự cố:

$$P(Z > 0) = 1 - P_f$$

Điểm nằm trong không gian xảy ra sự cố với mật độ xác suất lớn nhất được coi là điểm thiết kế. Thông thường điểm này nằm trên đường biên giữa vùng an toàn và vùng không an toàn. Trong nhiều trường hợp cũng có khi xuất hiện nhiều điểm thiết kế. Tại các điểm đó tương ứng

với nó, hàm mật độ xác suất đạt các cực trị địa phương. Điểm thiết kế đóng vai trò quan trọng trong ước lượng xác suất xảy ra sự cố.

Xây dựng hàm trạng thái tường minh khi có sóng tràn qua đê

Hàm trạng thái của cơ chế phá hỏng công trình do hiện tượng sóng tràn được xác định như sau:

$$Z = y_c - y_m$$

Trong đó:

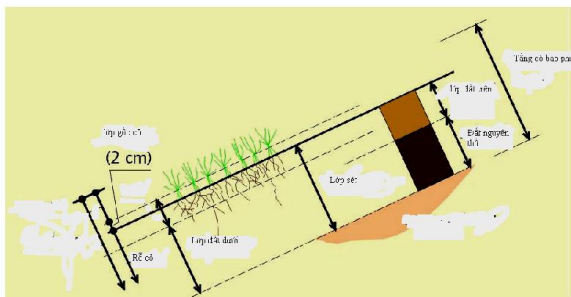
y_c = độ sâu xói tới hạn tới hạn gây hư hỏng công trình [m] hoặc [cm]

y_m = độ sâu xói thực tế khi có sóng tràn [m] hoặc [cm]

Vấn đề đặt ra là phải xây dựng được các hàm phân bố xác suất y_c , y_m dạng tường minh phù hợp với điều kiện đê biển bắc bộ Việt Nam.

Trong bài báo này tác giả tính toán theo hai cách:

- Cách đơn giản (cách tính 1), G.J. Schiereck coi hai đại lượng ngẫu nhiên y_c và y_m đều có dạng phân phối chuẩn, từ đó có thể xác định được xác suất hư hỏng mái đê phía đông. Xuất



Hình 2: Kết cấu lớp cỏ bảo vệ mái đê

Theo các tác giả Gijs Hoffmans, Gert Jan Akkerman, Henk Verheij, Andre van Hoven và Jentsje van der Meer, chiều sâu xói tới hạn (y_c) này trong khoảng từ 10cm ÷ 20cm, phụ thuộc vào chất lượng cỏ và đất đắp đê. Trong phạm vi báo cáo này, chúng tôi chỉ nghiên cứu xói mái đê biển phía trong đối với hai trường hợp điển hình: mái không trồng cỏ và có trồng cỏ.

Tính toán chiều sâu xói khi xảy ra sóng tràn

Một trận bão điển hình có thời gian tác dụng

phát từ hàm tải trọng y_m và hàm độ bền y_c đều dưới ảnh hưởng cộng tác dụng của nhiều biến ngẫu nhiên thì luật phân phối chuẩn (Normal distribution) sẽ là phù hợp.

- Cách tính thứ hai phức tạp hơn (cách tính 2), đại lượng ngẫu nhiên y_c , có dạng phân phối chuẩn, đại lượng ngẫu nhiên y_m được biểu thị qua các đại lượng lượng ngẫu nhiên khác ảnh hưởng đến nó.

Hàm phân bố xác suất của độ sâu xói tới hạn y_c

Theo các tác giả Gijs Hoffmans, Gert Jan Akkerman, Henk Verheij, Andre van Hoven và Jentsje van der Meer nghiên cứu tại hệ thống đê Hà Lan, sóng tràn gây hư hỏng công trình khi độ sâu xói do sóng tràn vượt quá 0,10m đến 0,15m tùy theo điều kiện, đặc điểm riêng của từng vùng cụ thể, dạng phân bố xác suất của y_c là phân phối chuẩn với kỳ vọng $\mu = 0,10m$ đến $\mu = 0,20m$ với độ lệch quân phương σ cụ thể nào đó phụ thuộc từng hệ thống đê.



Hình 3: Thí nghiệm hiện trường sóng tràn gây xói mái đê phía trong đê biển Hà Lan

hiệu quả là 6 giờ (21600s), chiều sâu xói (y_m) mái đê phía trong do các cơn sóng tràn xác định được tính theo các công thức sau:

$$y_m = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{(0.7\alpha U_m - U_c)^2}{E_{soil}} t_{wave};$$

Giá trị lưu tốc tới hạn trung bình U_c , chúng tôi sử dụng dạng công thức thực nghiệm của Mirtskhoulava được đơn giản hóa bởi Hoffmans và Verheij (1997) cho đất dính và có tính đến với lực dính gia cường của rễ cỏ.

$$U_c = 0,64 \log\left(\frac{8,8h}{d_a}\right) \sqrt{\Delta g d_a + \frac{1}{\rho}(0,6C_f + C_r)}$$

với h là độ sâu của dòng chảy trên mái đê được xác định từ công thức $\frac{h}{H_s} = C_{A,h}^* \left(\frac{R_{u2\%} - R_c}{H_s} \right)$

U_m là lưu tốc lớn nhất gây xói của một con sóng tràn bất kỳ qua đê xác định như sau:

$$\frac{U_m}{\sqrt{gH_s}} = c_{A,u}^* \sqrt{\frac{R_{u2\%} - R_c}{H_s}}$$

Trong đó: n-số con sóng tràn xảy ra trong trận bão, t_{wave} - thời gian tràn của con sóng tràn tính toán, E_{soil} - tốc độ xói trên một đơn vị mái cỏ, đặc trưng cho loại đất và cỏ mọc theo nghiên cứu của Jan Willem Seijffert đối với mái đê không trồng cỏ có thể lấy $E_{soil} = 5.10^4$, đối với mái đê trồng cỏ $E_{soil} = 10^6$, $\Delta = (\rho_s - \rho)/\rho$ là tỷ trọng của đất sét so với nước, d_a là đường kính đặc trưng hạt đất, $C_f = 0,035c$, c là lực dính của đất, C_r - lực dính gia cường của rễ cỏ, R_c - độ lưu không đỉnh đê, $c_{A,u}^* = 1,30$, $R_{u2\%}$ - chiều cao sóng leo ứng với tần suất 2%.

Tuy nhiên không phải tất cả các con sóng đều tràn qua đê với lưu tốc lớn nhất U_m mà còn có những con sóng đủ lớn có thể tràn qua đê được

với lưu tốc U_m nhỏ hơn. Xác suất xảy ra sóng tràn, được xác định theo công thức

$$P_{ov} = \exp\left[-\left(\sqrt{-\ln 0.02} \frac{R_c}{z_{2\%}}\right)^2\right]$$

xác suất xảy ra con sóng có lưu tốc tràn lớn nhất U_m được xác định như sau:

$$P = 100 \exp\left[-\left(\frac{U_m - \max U_m + a}{b}\right)^2\right],$$

do vậy số con sóng tràn có lưu tốc lớn nhất mái đê phía đồng U_m là:

$$n = \exp\left[-\left(\sqrt{-\ln 0.02} \frac{R_c}{z_{2\%}}\right)^2\right] * 100 \exp\left[-\left(\frac{U_m - \max U_m + a}{b}\right)^2\right] * N$$

Trong đó, $N = 21600/T_m$, $T_m = T_p/1,2$ (N , T_p lần lượt là tổng số con sóng trong trận bão và chu kỳ đỉnh sóng), a, b là các hệ số thực nghiệm, Wilbert van den Bos kiến nghị chọn a = 10; b = 5,1, $z_{2\%}$ là mực nước dâng thêm so với mực nước thiết kế với tần suất 2%.

Bảng tính toán độ sâu xói mái đê phía trong áp dụng cho đê biển Thái Bình

i	U_m (m/s)	t_{wave} (s)	Mái đê có cỏ			Mái đê không có cỏ		
			U_c (m/s)	E_{soil} (m/s)	y_m (m)	U_c (m/s)	E_{soil} (m/s)	y_m (m)
1	<1	551.4	2.4	1.00E+06	0	1.52	5.00E+04	0
2	1-2	786.9	2.4	1.00E+06	0	1.52	5.00E+04	0.0151
3	2-3	779.8	2.4	1.00E+06	0.006334	1.52	5.00E+04	0.0776
4	3-4	636.1	2.4	1.00E+06	0.01346	1.52	5.00E+04	0.1541
5	4-5	450.5	2.4	1.00E+06	0.018164	1.52	5.00E+0	0.2016
6	5-6	283.6	2.4	1.00E+06	0.018605	1.52	5.00E+04	0.2028
7	6-7	160.7	2.4	1.00E+06	0.015592	1.52	5.00E+04	0.168
8	7-8	82.6	2.4	1.00E+06	0.011117	1.52	5.00E+04	0.1188
9	>8	38.7	2.4	1.00E+06	0.0069	1.52	5.00E+04	0.0733
Tổng			0.090			1.0113		

Qua kết quả tính toán trong bảng trên, với một trận bão điển hình, chiều sâu xói của mái đê

được trồng cỏ tốt là 9cm, không được trồng cỏ là 101,13cm (lớn gấp 11,2 lần so với được trồng

cỏ). Ta thấy đối với mái đê được trồng cỏ tốt có $y_m < y_c$ như vậy mái đê an toàn, mái đê không được trồng cỏ bị xói sâu rất lớn ($y_m \gg y_c$) do đó nguy cơ vỡ đê rất cao.

Kết luận

Mái đê phía trong được trồng cỏ, độ xói do sóng tràn có thể nhỏ hơn 11,2 lần so với mái đê không được trồng cỏ, như vậy việc trồng cỏ bảo vệ mái hạ lưu sẽ đem lại hiệu quả rất lớn mà chi phí không cao.

Việc thiết kế đê biển tỉnh Thái Bình nói riêng và đê biển nói chung cần quan tâm thích đáng đến giải pháp trồng cỏ mái phía trong, đây là giải pháp đạt cả yêu cầu kinh tế và kỹ thuật.

Trong nghiên cứu, vì chưa có các thí nghiệm về các chỉ tiêu E_{soil} , C_r nên chúng tôi sử dụng kết quả nghiên cứu E_{soil} của nước ngoài áp dụng cho đê biển Thái Bình, chúng tôi kiến nghị cần có nghiên cứu sâu hơn về đại lượng này cho đặc điểm đê biển Việt Nam thời gian tới.

Tài liệu tham khảo:

1. Công ty Cổ phần Tư vấn Xây dựng Thủy lợi Thái Bình, (2006), Thuyết minh dự án củng cố, nâng cấp đê biển từ Quảng Ninh đến Quảng Nam, đoạn đê K21÷K23, đê biển 5, huyện Tiền Hải, tỉnh Thái Bình.
2. Gerrit Jan Schiereck, (2009), Example for failure inner slope due to wave overtopping.
3. Gijs Hoffmans, Gert Jan Akkerman, Henk Verheij, Andre van Hoven and Jentsje van der Meer (2008). The erodibility of grassed inner dike slopes against wave overtopping.
4. Jan Willem Sijffert, Henk Verheij, (2000), Grass covers and reinforcement measures.
5. Jentsje W. van der Meer, Patrizia Bernardini, Wout Snijders and Eric Regeling (2007). The wave overtopping simulator.
6. Krystian W. Pilarczyk, (1995), Dikes & Revetments, Design Maintenance and safety Assessment.
7. TAW (2002). Technical Report Wave Run-up and Wave Overtopping at Dikes, Delft.
8. Wilbert van den Bos (2006), Erosiebestendigheid van grasbekleding tijdens golfoverslag, Technische Universiteit Delft.

Abstract:

CALCULATE THE ERODIBILITY OF INNER GRASS IN THAI BINH SEA DIKE BY WAVE OVERTOPPING

**Nguyen Bao Khuong
Nguyen Ba Quy**

Most of the North Sea Dike in general as well as Thai Binh Sea dike in particular have inner grass slopes. The calculation of inner scour slopes almost has not been researched. This report shows results by scour depth figures of Thai binh inner dike slopes, thus we see the roles of grass in inner slopes when there are wave overtoppings.