

NGUYÊN NHÂN VÀ CƠ CHẾ PHÁ HỦY CỦA LỚP GIA CỐ MÁI ĐÊ BIỂN DƯỚI TÁC DỤNG CỦA SÓNG BÃO

TS. Trần Văn Sung

KS. Trịnh Ngọc Hoàng

Khoa Xây dựng Công trình thủy

Trường Đại học Xây dựng

Tóm tắt: Dựa trên các kết quả khảo sát sạt lở của đê, kè biển ở miền Bắc nước ta trước và sau bão, bài báo này đi sâu phân tích nguyên nhân và cơ chế phá hoại của lớp gia cố mái đê, kè biển. Từ đó đề xuất các giải pháp kết cấu hợp lý nhằm nâng cao khả năng ổn định chống sóng của mái đê kè biển trong điều kiện Việt Nam.

Summary: On basis of analyzing some landslides of North Vietnam dykes before and after storms, this article concentrates to judge and evaluate some causes and mechanisms that destroy reinforced layers of sea dyke roofs in North Vietnam in particular and sea dykes in general. By this proposes, some solutions were proposed to solve these problems in Vietnam condition.

1. Đặt vấn đề

Gia cố mái đê là một hợp phần quan trọng của công tác bảo vệ bờ biển. Từ trước tới nay đã có nhiều công trình khoa học trong và ngoài nước tập trung nghiên cứu cải tiến kết cấu cũng như vật liệu gia cố mái đê biển. Các kết quả thu được rất đáng khích lệ, tuy nhiên bên cạnh đó vẫn còn có những bất cập cần phải khắc phục. Điển hình trong số đó là việc ứng dụng các nghiên cứu về tấm bê tông lát mặt ở một số tuyến đê biển xung yếu của nước ta trong thời gian gần đây. Về cơ bản, các ứng dụng này chỉ giúp đê biển ổn định trong điều kiện sóng gió bình thường, còn trong điều kiện sóng bão với mực nước triều cường chúng lại không giúp thu được những kết quả như mong muốn.

Qua thực tế khảo sát đê biển của các tỉnh Bắc bộ, đặc biệt là đê biển Hải Hậu (Nam Định), đê biển Cát Hải và Đồ Sơn (Hải Phòng) là những nơi chịu ảnh hưởng nặng nề của bão kết hợp với triều cường, bài báo này sẽ tập trung phân tích nguyên nhân cũng như cơ chế phá hủy của sóng bão đối với dạng kết cấu này, từ đó đề ra các giải pháp khắc phục thích hợp.

2. Một số dạng phá hủy kết cấu mái đê biển dưới tác dụng của sóng bão

Để phục vụ cho công tác nghiên cứu, chúng tôi đã tiến hành đợt khảo sát tháng 10/2010 đối với các đê biển từ Quảng Ninh đến Quảng Bình, đối chiếu với các vết bão từ 2005 đến 2010 do nhân dân cung cấp và tham khảo các tài liệu [1-5]. Qua phân tích chúng tôi nhận thấy hầu hết đê biển bị phá hoại khi có bão đổ bộ trên nền nước dâng và triều cường; khi đó sóng dội đập vào đỉnh đê rồi tràn qua đê. Về cơ bản có 3 dạng phá hoại sau:

Dạng thứ 1: Mất ổn định phần đỉnh mái đê phía biển: Nhiều khối gia cố phía gần đỉnh đê bị lật, một số còn lại trên mái, số khác bị sóng và dòng triều cuốn trôi xuống chân đê (hình 1).

Dạng thứ 2: Mất ổn định của phần đỉnh mái đê phía đông: Ở nhiều đoạn, lớp gia cố mái bị lật, bong tróc và cuốn trôi, đất đắp thân đê cũng bị dòng chảy cuốn trôi (hình 2).

Dạng thứ 3: Phần liên kết với chân kè: Ở nhiều vị trí tiếp giáp chân giữa cấu kiện đúc sẵn với cấu kiện chân kè có các liên kết hở, nhỏ lẻ, khuyết nhỏ nên khi sóng vỗ vào, dưới áp lực thủy động, khối gia cố mái bị hất lên, sau đó đến pha sóng rút khối bị dòng nước kéo ra phía ngoài. Quan sát cho thấy tồn tại một vết hẫng kéo dài dọc theo mái (hình 3).



Hình 1. Bong tróc mái gia cố gần đỉnh đê



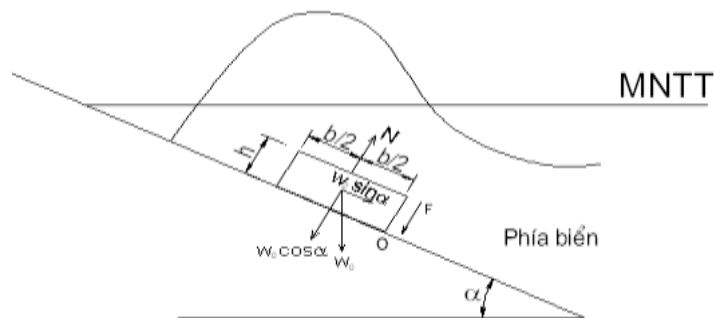
Hình 2. Sạt trượt mái phía đông



Hình 3. Khối gia cố mái bị sóng rút kéo ra phía ngoài

3. Phân tích nguyên nhân và cơ chế phá hủy mái đê

Trước khi đi vào tìm hiểu cơ chế gây mất ổn định cho lớp gia cố mái dưới tác dụng của sóng, ta xét sự cân bằng của một khối đặc nằm trên mái dốc nghiêng một góc α với mặt phẳng nằm ngang (hình 4).



Hình 4. Khối đơn nằm trên dốc nghiêng

Các lực tác dụng lên khối bao gồm:

- Lực đẩy nổi do sóng tác dụng: $N = K \cdot \gamma_w \cdot H \cdot S$ (1)

trong đó: γ_w là trọng lượng riêng của nước biển, H là chiều cao sóng tác dụng;

S là hình chiếu diện tích khối trên mặt dốc, K là hệ số thủy lực tổng hợp;

- Trọng lượng hữu hiệu của khối W_o

$$W_o = (\gamma_b - \gamma_w) \cdot h \cdot S \cdot (1 - P) \quad (2)$$

trong đó: γ_b là trọng lượng riêng của khối (một cách gần đúng $\gamma_b \approx 2,5\gamma_w$); h là chiều cao khối, P là hệ số rỗng của khối;

Do giả thiết khối đặc $P = 0$, khi đó $W_o = 1,5 \cdot \gamma_w \cdot h \cdot S$

- Lực ma sát F do tiếp xúc giữa khối trên và khối dưới. Để đơn giản, ta giả thiết chỉ xếp 1 khối ở dưới đỡ khối trên.

$$F = f \cdot W_0 \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

trong đó: f là hệ số ma sát giữa hai lớp bê tông (f có giá trị từ 0,75-0,8).

Phương trình cân bằng nổi như sau

$$K \cdot \gamma_w \cdot H \cdot S = 1,5 \cdot \gamma_w \cdot h \cdot S \cdot (\cos \alpha + f \cdot \sin \alpha) \quad (4)$$

$$\text{Đặt } K_\alpha = (\cos \alpha + f \cdot \sin \alpha) = \frac{m + f}{\sqrt{1 + m^2}}; m = \cot \alpha$$

Giản ước $\gamma_w \cdot S$ và viết lại công thức trên như sau

$$K \cdot H = 1,5 \cdot h \cdot K_\alpha \quad (5)$$

- Phương trình ổn định chống lật tại điểm O

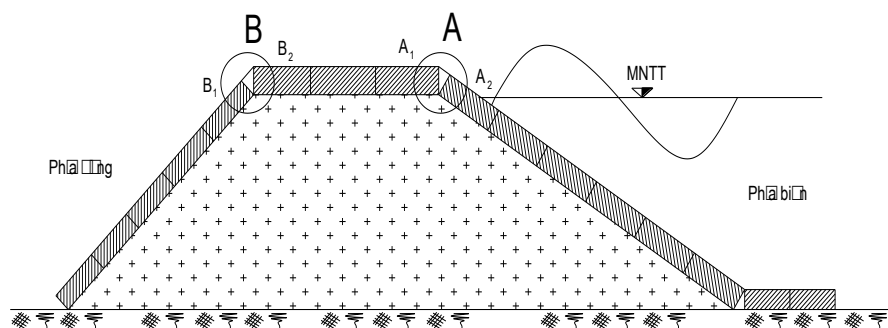
$$K \cdot \gamma_w \cdot H \cdot S \cdot \frac{b}{2} + 1,5 \cdot \gamma_w \cdot h \cdot S \cdot \sin \alpha \cdot \frac{h}{2} = 1,5 \cdot \gamma_w \cdot h \cdot S \cdot \cos \alpha \cdot \frac{b}{2}$$

Giản lược ta được phương trình

$$K \cdot H + 1,5 \cdot \frac{h^2}{b} \cdot \sin \alpha = 1,5 \cdot h \cdot \cos \alpha \quad (6)$$

trong đó b - bề rộng khối theo chiều mặt cắt ngang đê

Qua tìm hiểu thực địa kết hợp với tài liệu thu thập về các số liệu quan trắc các yếu tố động lực trong thời gian có bão và tình trạng mặt cắt đê, kè bị phá hoại sau bão, chúng tôi sơ bộ đưa ra 2 vị trí xung yếu nhất của mái đê biển trong thời gian chịu tác động của sóng bão. Trên hình 5, nhiều vị trí xung yếu trên mặt cắt ngang là các vị trí A, B.



Hình 5. Những vị trí xung yếu trên mặt cắt ngang

a) Tại vị trí A

Xét trạng thái cân bằng của các khối A1 và A2 phía biển với giả thiết các khối có kích thước như nhau. Trạng thái nguy hiểm nhất đối với khối phủ mái diễn ra khi sóng bão kết hợp với triều cường mực nước biển xấp xỉ cao trình đỉnh đê. Ta có 2 trường hợp:

Trường hợp 1: Khi khối A1 và A2 không có liên kết với nhau thì trạng thái ổn định của khối A2 tương tự như trường hợp khối đơn đã xét theo hệ phương trình (5), (6).

Trường hợp 2: Khối A1 đúc liền khối với A2, lực giữ khối ngoài những lực kể trên, còn bao gồm trọng lượng W_1 của khối A1 (hình 6).

Xét trường hợp đơn giản nhất và cũng thiên về an toàn khi tính toán là trường hợp mực nước triều xấp xỉ đỉnh đê và sóng chỉ đổ vào vị trí khối A2. Khi đó hệ phương trình cân bằng cho khối như sau:

$$K.H = 1,5.h.K_\alpha + 2,5.h.\cos\alpha \quad (7)$$

Lấy phương trình mô men với điểm O_1 ta được:

$$K.H + 1,5.\frac{h^2}{b}.\sin\alpha = 1,5.h.\cos\alpha + 2,5.h.(1+2.\cos\alpha) \quad (8)$$

Để tiến hành xác định gia tăng ổn định nổi cho khối khi các khối được đúc liền, ta tiến hành so sánh các thành phần sau:

Gia tăng ổn định nổi cho khối bằng việc xét tỉ số giữa vế phải của phương trình (7) với vế phải của phương trình (5)

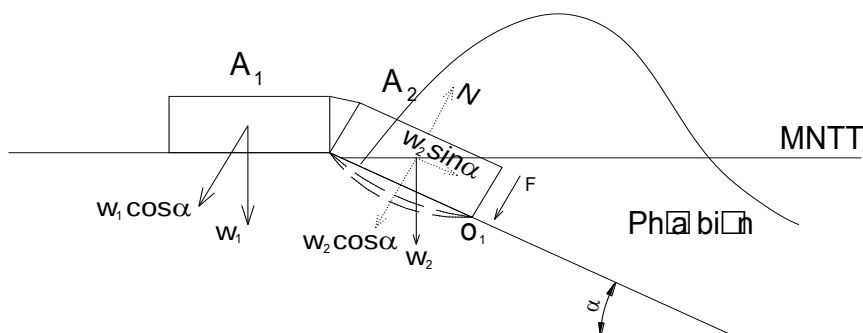
$$a = \frac{1,5.h.K_\alpha + 2,5.h.\cos\alpha}{1,5.h.K_\alpha} = 1 + \frac{5}{3} \cdot \frac{\cos\alpha}{K_\alpha} \quad (9)$$

Gia tăng ổn định lật cho khối bằng việc xét tỷ số giữa vế phải của phương trình (8) với vế phải của phương trình (6):

$$b = \frac{1,5.h.\cos\alpha + 2,5.h.(1+2.\cos\alpha)}{1,5.h.\cos\alpha} = 1 + \frac{5}{3} \cdot \left(\frac{1+2.\cos\alpha}{\cos\alpha} \right) \quad (10)$$

Thông thường khi thiết kế, mái dốc được lấy: $m = 2 \div 4$, theo đó $\alpha = 27^\circ \div 14^\circ$, $\cos\alpha = 0,891 \div 0,97$ nên ta sẽ nhận được: $a = 1,19 \div 1,38$; $b = 5,05 \div 5,20$

Như vậy, so với trường hợp khối A1 và A2 rời thì với trường hợp A1 và A2 liền khối, hệ số ổn định nổi của khối tăng lên từ 119% ÷ 138%, hệ số ổn định lật của khối tăng từ 505% ÷ 520%. Rõ ràng việc tạo liên kết liền khối giữa khối gia cố mái với khối đỉnh đê làm gia tăng đáng kể hệ số ổn định cho khối lát mái tại những vị trí xung yếu. Từ thực tế này, người ta thường kết hợp 2 khối này làm đế tường hắt sóng. Trong trường hợp không làm tường hắt sóng, người ta cũng phải đúc liền tại chỗ.

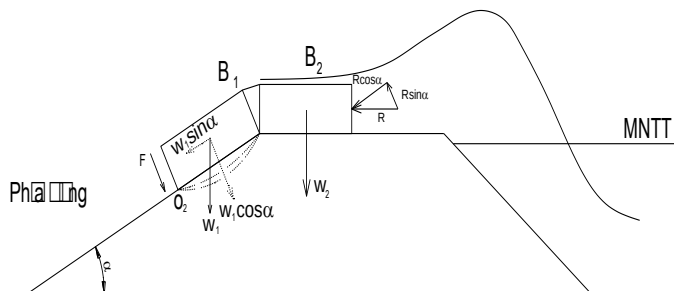


Hình 6. Ổn định của khối tại vị trí A

Quay trở lại thực tế đê biển Hải Hậu, Cát Hải và Đồ Sơn, các khối bê tông gia cố mái thường là các khối rời, do đó trạng thái ổn định của khối rơi vào trạng thái thứ nhất như đã phân tích, khi xảy ra bão, cho dù là cấp bão thiết kế đê (như bão số 6 năm 2005 gây ra gió mạnh cấp 8 – 9) nhưng ở mực nước triều cường, sóng vỗ trực tiếp vào đỉnh đê và theo khe hở giữa các khối A1 và A2 làm xói đất đắp thân đê. Ở nửa chu kỳ sóng tiếp theo, dưới áp lực đẩy nổi do sóng rút, khối A2 nếu không quay quanh tâm trượt O_1 thì cũng bị nhấc ra khỏi vị trí cân bằng ban đầu và bị kéo xuống dưới. Điều đó tạo điều kiện cho sóng tiếp tục khoét sâu vào thân đê. Quá trình trên tiếp tục tiếp diễn với các khối bên dưới, dần dần làm mất ổn định tổng thể cho toàn bộ tuyến đê. Trên hình 6, các đường cong đứt biểu thị các mặt trượt khả dĩ cục bộ của mái đê dưới tác động của sóng trong trường hợp khối đơn ở đỉnh mái không liên kết.

b) Tại vị trí B

Trong điều kiện bình thường, trạng thái ổn định của khối đơn thuần chỉ là ổn định chống trượt dọc theo mái dốc. Trong trường hợp sóng bão, khi mực nước xấp xỉ hoặc vượt cao trình đỉnh đê, dòng chảy do sóng đổ vào dòng triều tràn qua đỉnh đê tạo ra một ngoại lực R tác động lên khối có hướng song song với đỉnh đê. Trạng thái ổn định của khối khi đó là ổn định chống lật quanh điểm O_2 (hình 7).



Hình 7. Ổn định của khối tại vị trí B (R có thể lấy bằng động lượng sóng tràn)

Như đã nhận định, ở đê biển Hải Hậu - Nam Định, Hải Hà - Quảng Ninh, Cát Hải - Hải Phòng, tương tự như mái phía biển, tại mái phía đồng, các khối gia cố mái B_1 và khối lát đỉnh đê B_2 là các khối rời. Với động lượng dòng chảy sóng tương đối lớn, đủ khả năng làm lật khối B_1 quanh điểm O_2 rồi bị dòng chảy tiếp tục cuốn trôi xuống chân đê. Đất đắp thân đê do mất khối gia cố bên trên dễ dàng bị dòng chảy bào xói. Trên hình 7, các cung tròn đứt thể hiện dạng mặt trượt khả dĩ của mái đê khi khối B_1 bị mất ổn định lật.

Tương tự như trường hợp tại điểm A, khi xét cân bằng chống lật của khối quanh điểm O_2 , với việc xét đến lưu tốc dòng sóng tràn qua đỉnh đê, ta thấy rằng đối với dạng kết cấu B_1 và B_2 liền khối, hệ số ổn định lật của khối tăng so với trường hợp khối B_1 và B_2 không có liên kết từ (240% ÷ 400%).

Quá trình thí nghiệm trên mô hình vật lý tại Viện Khoa học Thủy lợi cũng cho thấy: Khi khe hở giữa khối gia cố mái với khối lát đỉnh đê được nhỏ nước xi măng, thì giới hạn phá hoại của mái đê được tăng lên một cấp.

4. Kết luận

Thông qua những phân tích kể trên có thể cho thấy rằng:

Nguyên nhân gây mất ổn định cho lớp gia cố mái đê biển chịu tác động của rất nhiều yếu tố, trong đó, các yếu tố về liên kết giữa các khối với nhau đóng một vai trò quan trọng trong việc giữ ổn định khối.

Qua phân tích ảnh tư liệu về các vị trí đê sạt trượt và so sánh, đối chiếu với các cung trượt khả dĩ cho thấy việc thiếu liên kết giữa các khối bê tông gia cố mái tại vị trí biên với đỉnh đê là một trong những nguyên nhân chính tạo ra sự phá hoại cục bộ từ đó dẫn đến phá hoại toàn bộ mái đê.

Nguyên nhân phá hoại kết cấu mái đê biển là sự kết hợp của sóng và dòng chảy sóng trong bão, tác động lên cả 2 mái dốc đê.

Cơ chế phá hoại kết cấu mái đê trong bão cộng với triều cường xuất phát từ việc phá hoại cục bộ ở những điểm xung yếu nhất nằm tại ranh giới giữa mặt đê và mái dốc đê.

Việc đúc liền các khối A1 - A2, B1 - B2 sẽ là giải pháp hữu hiệu làm gia tăng ổn định cho mái đê biển.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Văn Sung (1996), *Nghiên cứu chế tạo, ứng dụng các cấu kiện chống sóng trong công trình biển*, Đại học Xây dựng.
2. Phan Đức Tác (1996), *Nghiên cứu giải pháp công trình bảo vệ mái đê biển Việt Nam bằng mảng mềm từ các cấu kiện bê tông đúc sẵn*, Luận án Phó tiến sỹ khoa học kỹ thuật.
3. Vũ Minh Cát (2009), *Nghiên cứu, đề xuất mặt cắt ngang đê biển hợp lý với từng loại đê và phù hợp với điều kiện từng vùng từ Quảng Ninh đến Quảng Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài KH&CN cấp Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.
4. Trần Văn Sung (2011), *Nghiên cứu cơ chế phá hoại lớp gia cố mái đê biển đề xuất giải pháp kết cấu hợp lý, nâng cao độ ổn định của cấu kiện chống sóng trong điều kiện Việt Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài KH&CN cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo, mã số B2009-03-63.
5. Trịnh Việt An (1998), *Nghiên cứu đánh giá ổn định của khối bê tông lập phương dùng trong gia cố đê biển*, Báo cáo tổng kết đề tài KH&CN, Viện Khoa học Thủy lợi.