

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP TĂNG CƯỜNG ỔN ĐỊNH MÁI DỐC TUYẾN ĐÊ BIỂN ĐẤT ĐẤP Ở VÙNG BIỂN CÀ MAU

SOLUTIONS FOR SLOPE STABILITY REINFORCEMENT – CASE STUDY ON EMBANKMENT OF WEST SEA, CAMAU

Bùi Thị Thùy Duyên¹, Phạm Văn Hòa²

¹ Đại học Giao Thông Vận Tải Tp.HCM
duyen_ct@hcmutrans.edu.vn

²Sở Nông Nghiệp tỉnh Cà Mau
hoasnncm@gmail.com

Tóm tắt: Tuyến đê biển Tây, Cà Mau là một trong những tuyến đê biển bị sạt lở nghiêm trọng nhất Việt Nam. Tuyến đê bằng đất đắp trên nền địa tầng yếu điển hình ở vùng đồng bằng sông Cửu Long. Nghiên cứu dựa trên cơ sở lý thuyết cân bằng giới hạn, sử dụng chương trình Geo - slope mô phỏng tính toán hiệu quả tăng cường ổn định mái dốc của một số giải pháp: (i) cân chỉnh kích thước hình học tuyến đê, (ii) thay đổi lớp đất nền và (iii) sử dụng vải địa kỹ thuật làm cốt gia cố. Kết quả nghiên cứu cho thấy giải pháp ba lớp vải địa kỹ thuật cho hiệu quả kinh tế và kỹ thuật hơn. Có thể áp dụng phương pháp này để sửa chữa, nâng cấp tuyến đê biển Tây. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng chiều cao lớp đất đắp cũng ảnh hưởng tới ổn định tuyến đê; chiều cao giới hạn lớp đất đắp tính toán được là 2.7m.

Từ khóa: Biển Tây, đê đất đắp, giải pháp gia cố, Geo - slope, ổn định mái dốc.

Chỉ số phân loại: 2.4

Abstract: In Vietnam, the erosion of sea dikes in the western coast of Ca Mau province is one of the most vulnerable regions. It is an earth-filled dike which constructed in Mekong Delta's typical soft clay along the western seashore. The study based on the general limit equilibrium method, and used Geo - slope model to assess the effective of some slope stability reinforced methods: (i) calibration of dike geometry, (ii) replacement of soft soil layers and (iii) using a reinforced geotextile. Comparing the simulation's results, it states that only 3 - layer geotextile reinforced solution satisfying both economic and technology conditions. This method can be applied to repair and upgrade the sea dike. The study also showed that the height of embankment soil affected the stabilization of a dike; the limited height of embankment soil was calculated as 2.7m.

Keywords: Western shore, earth - filled dike, reinforced methods, Geo - slope, slope stability.

Classification number: 2.4

1. Giới thiệu

Trong thời gian gần đây, sạt lở bờ biển, bờ sông xảy ra ở hầu khắp các tỉnh thành trong cả nước với chu kỳ nhanh hơn, cường độ mạnh hơn và có nhiều diễn biến bất thường. Tại tỉnh Cà Mau, bờ Biển Tây có chiều dài khoảng 108 km thì hiện đã có tới hơn 57 km bị sạt lở, có đoạn sạt lở tới gần 2 km. Hiện tại, nước biển đã lấn sâu tới chân tuyến đê biển Tây (hình 1), nguy cơ nước biển phá đê là rất lớn. Nhiều đoạn đê bị sụt lún nghiêm trọng ngay sau khi được gia cố (hình 2).



Hình 1. Sạt lở đê biển Tây- Cà Mau.

Nguồn. Xuôi dòng sạt lở Cà Mau, báo Tài Nguyên và Môi Trường.



Hình 2. Sụt lún nền đê biển Tây tháng 06/2017.

Nguồn. Báo nhân dân, 'Cứu đê Biển Tây' - Bài & Ảnh: Việt Tiến, Hữu Tùng.

Tuyến đê biển Tây xây dựng bằng đất đắp, có mặt cắt tính toán của đê như sau:

- Cao trình đỉnh đê thiết kế: $\nabla = +3,0\text{m}$;
- Bề rộng mặt đê thiết kế: $B = 7,5\text{m}$;
- Hệ số mái: $m = 3,0$.

Qua một thời gian đưa vào sử dụng, nhiều đoạn đê đã không giữ được kích thước ban đầu như thiết kế. Cao trình đỉnh đê hiện tại toàn tuyến chỉ khoảng từ $(+1,7 \div +2,0)\text{m}$; chiều rộng mặt đê từ $(4,0 \div 7,0)\text{m}$.

Vì vậy, việc cấp bách đặt ra là phải tìm giải pháp phù hợp để bảo vệ đê biển Tây - Cà Mau lâu dài. Nhiều nghiên cứu về công trình đê đã được công bố như: “Nghiên cứu ổn định tuyến đê sông Hồng” – 2011 của Nguyễn Công Kiên [1], đề tài nghiên cứu cấp nhà nước: “Nghiên cứu đề xuất mặt cắt ngang đê biển hợp lý và phù hợp điều kiện từng vùng từ Quảng Ngãi đến Bà Rịa Vũng Tàu” [2], Tiến sĩ Khổng Trung Dân [3], thực hiện nghiên cứu: “Nghiên cứu gia tăng ổn định của đất đắp bằng cốt gia cố trong xây dựng đê vùng ven biển”; một số nghiên cứu khác [4], [5], [6], và [7]... Tuy nhiên, khối lượng đê lớn nhưng mức độ nghiên cứu chuyên sâu về thiết kế, xử lý nền, thi công công trình đê, nhất là đê biển ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long và đặc biệt là đê biển Tây chưa nhiều. Để bổ sung thêm vào các nghiên cứu khoa học về công trình đê biển, đặc biệt là tuyến đê đất đắp từ vật liệu địa phương, nhóm tác giả thực hiện “Nghiên cứu các giải pháp tăng cường ổn định công trình đê biển đắp bằng vật liệu địa phương ở vùng biển Tây, Cà Mau”. Nghiên cứu lựa chọn một số phương pháp xử lý nền thích hợp để đánh giá khả năng chịu tải của nền, ổn định mái dốc hiện trạng và sau khi được xử lý nền. Và đề xuất giải pháp nâng cao ổn định đê biển Tây - Cà Mau trên cơ sở so sánh các giải pháp xử lý nền.

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu qua 4 phần: Phần một, giới thiệu tổng quan và sự cần thiết của nghiên cứu; cơ chế phá hoại gây mất ổn định đê biển, tổng hợp các giải pháp xử lý nền đê biển đất đắp và cơ sở lý thuyết tính toán tăng cường ổn định - bảo vệ mái đê được trình bày trong phần hai. Phần ba là kết quả mô phỏng nền hiện trạng và sau khi xử

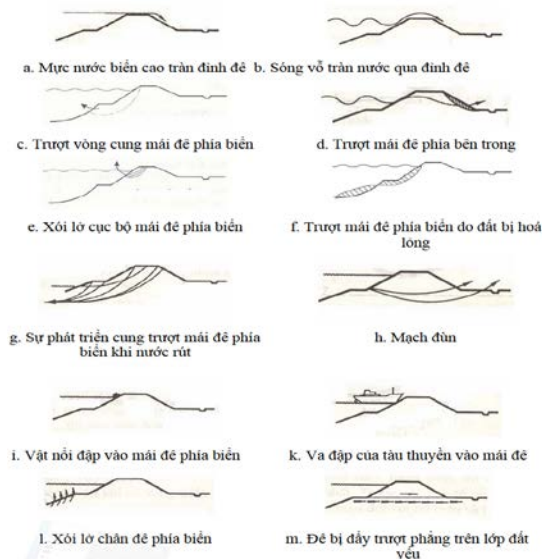
lý. Kết luận và lựa chọn giải pháp xử lý nền được trình bày trong phần bốn.

2. Cơ chế phá hoại và giải pháp xử lý nền đê biển đất đắp

2.1. Cơ chế phá hoại nền đê biển đất đắp

2.1.1. Các dạng phá hoại đê đất đắp

Khác với các công trình bảo vệ bờ sông, đê biển chịu tác động của hai yếu tố chính là sóng và dòng chảy ven bờ. Sóng gây xói mòn bề mặt; dòng chảy có thể gây bồi hay làm xói chân mái dốc dẫn đến sạt lở bờ. Có nhiều hình thức phá hoại đê biển khác nhau. Hình 3 thể hiện các dạng phá hoại của đê biển dựa trên nghiên cứu [8] của Pilarczyk. Đối với đê biển Việt Nam các dạng phá hoại chính bao gồm: (i) - trượt mái đê, gồm cả mái ngoài và mái trong, (ii) - xói chân đê kè, (iii) - hư hỏng kết cấu bảo vệ mái, đỉnh đê và xói thân đê, (iv) - lún công trình do nền yếu và (v) - xói mòn đê tự nhiên.



Hình 3. Các dạng phá hoại đê đất đắp.

2.1.2. Cơ chế phá hoại

Hiện tượng trượt hay sạt lở là hệ quả của sự mất cân bằng khối đất mái đê. Các yếu tố tác động làm thay đổi trạng thái cân bằng của khối đất mái bờ đều là những nguyên nhân gây ảnh hưởng tới sạt lở bờ. Theo nghiên cứu [9] của tác giả Nguyễn Quốc Dũng - tất cả các dạng phá hoại kể trên, trạng thái được xem xét là trạng thái tới hạn, tại đó các lực tác dụng cân bằng với các lực chống đỡ của công trình. Xác suất xảy ra trạng thái cân

bằng ứng với mỗi một cơ chế phá hoại được tính toán bằng phương pháp toán học và thống kê. Ranh giới an toàn giữa nguy cơ phá hoại và nhân tố giữ ổn định đảm bảo xác suất bị phá hoại là nhỏ.

Yếu tố làm tăng lực gây trượt mái bờ

- Gia tải lên phạm vi đê như xây dựng nhà và công trình lấn chiếm bờ sông, neo tàu thuyền vào bờ, sóng (do tàu thuyền, do gió) vỗ vào bờ;

- Đất đắp đê bão hòa nước do mưa làm tăng trọng lượng khối đất bờ, phát sinh áp lực thấm;

- Khi mực nước biển xuống thấp, lúc đó trọng lượng khối đất và áp lực nước thấm từ bờ ra sông đều tăng lên.

Yếu tố làm giảm tải trọng khối chống trượt

- Đất đắp bị thay đổi trạng thái khô - ướt liên tục sẽ giảm lực liên kết giữa chúng;

- Dòng chảy dọc bờ vận tốc lớn hơn vận tốc cho phép không xói của đất cấu tạo bờ sông, lòng sông; vì thế lòng sông, mái bờ sông bị dòng nước bào xói, làm giảm trọng lượng khối chống trượt.

2.1.3. Đánh giá nguyên nhân gây mất ổn định đê biển Tây – Cà Mau

Vùng biển Tây có sóng không lớn tuy nhiên cấu tạo địa tầng của vùng là yếu và do hoạt động khai thác của con người là nguyên nhân chính gây sạt lở đê biển Cà Mau. Sự phá hủy đó diễn ra trong một thời gian rất ngắn. Hai nhóm nguyên nhân chính gây mất sạt lở, mất ổn định gồm:

Điều kiện tự nhiên

- Do quá trình cổ kết vẫn đang tiếp diễn làm cho thân đê bị lún lệch;

- Do thay đổi dòng chảy ven bờ và nước biển dâng cao khiến đê bị sạt lở.

Do hoạt động của con người

- Chiếm dụng mặt đê để trồng trọt và xây cất nhà trái phép làm tăng tải trọng tác dụng lên mái hay thân đê;

- Rừng phòng hộ suy giảm khiến sóng có thể tác dụng trực tiếp vào thân đê.

2.2. Các giải pháp tăng cường ổn định đê biển bằng đất đắp

Có nhiều nghiên cứu khoa học và giải pháp công nghệ để đảm bảo sự an toàn, thậm chí là tuyệt đối cho đê biển. Đối với đê biển bằng đất đắp có các giải pháp công nghệ sau:

2.2.1 Phương pháp đắp đất tại chân mái dốc

Một dải đất đắp dưới chân mái dốc sẽ có tác dụng chống lại mô men trượt và giữ ổn định nó. Vật liệu của phần đất đắp này có thể là vật liệu lấy từ đỉnh mái dốc (bao gồm cả việc cân chỉnh mái dốc) hay vật liệu mua từ bên ngoài về công trường. Phương pháp này có hiệu quả với các loại mái dốc sâu ổn định kém.

2.2.2. Phương pháp thoát nước mặt

Một nguyên nhân khiến hiện tượng sạt - trượt xảy ra là do trượt chịu sức nặng của nước bề mặt, vì vậy thoát nước là một giải pháp để loại bỏ nguyên nhân. Mục đích của phương pháp này là giảm nước mặt bằng cách tạo các rãnh thoát nước mặt và do đó sẽ làm giảm áp lực nước lỗ rỗng ở các tầng đất sâu hơn. Phương pháp này dùng tốt khi cần ổn định mái trong thời gian ngắn, vì về lâu dài các đường rãnh cần được bảo trì và sửa chữa, mà việc này rất khó kiểm tra thực hiện và tốn kém.

2.2.3. Phương pháp gia cường bằng vải địa kỹ thuật

Vải địa kỹ thuật là loại vật liệu gia cường đất nhân tạo (thường làm bằng chất dẻo). Trong vùng ổn định của mái dốc, lưới địa kỹ thuật gia cường được dùng như một loại neo, nó tạo một phản lực chống lại mô men gây mất ổn định; nhờ cường độ chịu kéo của vải địa kỹ thuật sẽ giúp gia tăng các đặc tính cơ học của nền. Khi bố trí vải địa kỹ thuật giữa đất yếu và nền đắp, ma sát giữa đất đắp và mặt trên của vải địa kỹ thuật sẽ tạo được một lực giữ khối trượt F và nhờ đó mức độ ổn định của nền đắp trên đất yếu sẽ tăng lên.

2.2.4. Phương pháp cọc bản – tường chắn

Phương pháp gia cố mái dốc thông qua đặt cọc (cừ) liên tiếp tạo thành hệ tường cừ hay cọc bản. Mục đích là nối những khối đất sạt hoặc trượt với khối đất ổn định, chống

trượt sâu. Phương pháp này còn được sử dụng kết hợp với gia cố bằng neo; được thực hiện dựa trên nguyên tắc là các neo sử dụng sức căng của cơ neo đính khối đất đá dễ bị sạt - trượt trên bề mặt vào khối đá tảng ổn định (phần đất ổn định phía dưới mặt trượt). Ưu điểm của phương pháp này là tạo ra một lực giữ khá lớn từ những mấu neo sử dụng.

2.2.5. Phương pháp cân chỉnh kích thước hình học mái dốc

Phương pháp cân chỉnh mái taluy:
Cân chỉnh mái dốc để có được góc nghiêng thích hợp.

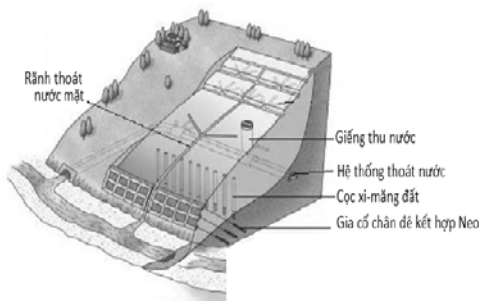
Phương pháp giảm chiều cao mái dốc:
Giảm chiều cao mái dốc và vẫn giữ nguyên độ dốc mái.

2.2.6. Phương pháp gia cường nền

Tăng tốc độ cố kết bằng các giải pháp thoát nước cấu kết như xử lý nền với bậc thấm, cọc xi - măng đất, ...

2.2.7. Phương pháp tổ hợp

Phương pháp này thường dùng khi quy mô công trình lớn, đây chính là tổng hợp của nhiều phương pháp nói trên.



Hình 4. Một số giải pháp tăng ổn định mái dốc.

2.3. Cơ sở lý thuyết tính toán ổn định

Để tính toán ổn định mái dốc, có thể dùng phương pháp phân tích giới hạn hoặc phương pháp cân bằng giới hạn.

Phương pháp cân bằng giới hạn là phân tích trạng thái cân bằng giới hạn của các nhân tố đất trên mặt trượt giả định trước. Mức độ ổn định được đánh giá bằng tỷ số giữa thành phần lực chống trượt của đất so với thành phần lực gây trượt (do trọng lực, áp lực đất, áp lực nước, áp lực thấm, ...). Một số phương pháp tính toán dựa trên lý thuyết cân bằng giới hạn đã được phát triển như phương pháp phân mảnh của Bishop, phương pháp

Fellenius, Spencer, Janbu... vẫn được lựa chọn.

Phương pháp phân tích giới hạn dựa trên cơ sở phân tích ứng suất trong công trình (khối đất đắp: đê, đập, ...) và nền của chúng. Sử dụng các thuyết bền: Morh- Coulumb, Hill – Tresca, Nises – Slieker, ... kiểm tra ổn định cho từng điểm trong toàn miền. Công trình được coi là mất ổn định khi tập hợp các điểm mất ổn định tạo thành mặt trượt liên tục. Giải quyết vấn đề này cần sử dụng các kiến thức của sức bền vật liệu, lý thuyết đàn hồi và dùng phương pháp sai phân để tính toán. Ngày nay nhờ sự phát triển của các công cụ tính nên phương pháp phần tử hữu hạn có phần chiếm ưu thế.

Trong nghiên cứu này, chương trình tính Geo – Slope, một công cụ mô phỏng ổn định mái dốc được xây dựng trên cơ sở phương pháp cân bằng giới hạn, được sử dụng để xây dựng các kịch bản tính toán.

3. Giải pháp tăng cường ổn định đê biển Tây - Cà Mau

3.1. Thông số kỹ thuật tuyến đê

3.1.1. Thông số hình học của tuyến đê

Cao trình đỉnh đê: +3,0m; chiều rộng mặt đê B = 7,5m; hệ số mái đê m = 3; thông số kỹ thuật của đường giao thông: Tải trọng thiết kế 13T; đường cấp V đồng bằng; cấp kỹ thuật mặt đường: Bê tông xi măng dày 14cm; bề rộng mặt đường B = 5,5m.

3.1.2. Đặc điểm địa chất nền đê và vật liệu đắp đê

Vùng dự án cũng như toàn tỉnh Cà Mau nằm trong vùng có nền đất yếu. Loại đất này có khả năng chịu tải nhỏ, tính biến dạng lớn, chủ yếu là các loại đất dính (sét, á sét, á cát) mềm yếu, và các loại bùn sét, bùn á sét, bùn á cát. Ở điều kiện tự nhiên chúng có hệ số thấm nhỏ, không thể cố kết nhanh được. Lớp trên là lớp đất yếu, khả năng chịu lực kém, thoát nước cố kết chậm, tính nén lún cao thuộc trầm tích Holoxen; lớp dưới là lớp đất thuộc trầm tích cổ Pleitoxen có khả năng chịu lực tốt hơn.

Lớp đất nền 1: Lớp bùn sét màu xám xanh dày 20 m có các chỉ tiêu cơ lý sau: $\gamma = 15,11 \text{ kN/m}^3$; $\phi = 2^\circ 59'$; $c = 6,8 \text{ kPa}$.

Lớp đất nền 2: Lớp sét màu nâu vàng, xám xanh dày 10 m có các chỉ tiêu cơ lý sau: $\gamma = 19,19 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 13^\circ 39'$; $c = 24,5 \text{ kPa}$.

3.1.3. Vật liệu đắp đê

Đất đắp đê được sử dụng là nguồn đất khai thác ở địa phương; đất có dung trọng tự nhiên thấp $\gamma_w = 15,6 \text{ kN/m}^3$, độ ẩm 25,1%, độ chặt $K = 0,56$. Sau khi đầm với độ chặt $K = 0,85$, tương ứng với dung trọng khô đất đắp $\gamma_c = 13,1 (\text{kN/m}^3)$, $c = 6,9 \text{ kPa}$, $\varphi = 3^\circ 39'$.

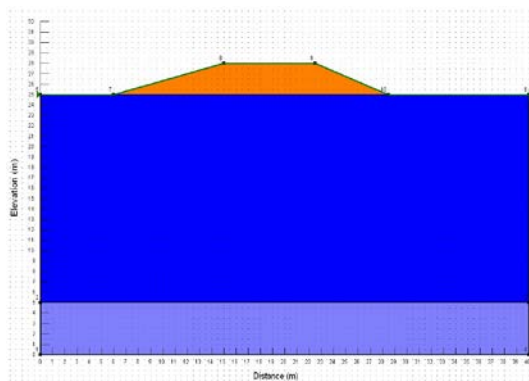
3.2 Giải pháp nâng cao tính ổn định đê biển Tây - Cà Mau

Như đã trình bày ở mục 1, cao trình đỉnh đê hiện tại toàn tuyến chỉ khoảng + 2,0m, chiều rộng mặt đê từ (4,0÷7,0) m (thiết kế ban đầu đê có cao trình đỉnh + 3,0; $B = 7.5\text{m}$). Nhận định sơ bộ cho thấy sự mất ổn định của đê do lún sụt và do sạt lở mái là rất nghiêm trọng. Vì vậy để đưa ra được cái nhìn tổng quan hơn về một số giải pháp tăng cường ổn định và làm cơ sở đưa ra các khuyến cáo trong hoạt động nâng cấp cải tạo tuyến đê, nghiên cứu xây dựng các bài toán mô phỏng sau:

Mô phỏng hiện trạng tuyến đê: Đánh giá độ lún, ổn định và xác định chiều cao giới hạn của khối đất đắp.

Mô phỏng ổn định tuyến đê với một số giải pháp kỹ thuật: Phân tích đánh giá hiệu quả tăng cường ổn định của các giải pháp thay đất nền, cân chỉnh kích thước hình học của tuyến đê, sử dụng cốt vải địa kỹ thuật.

Việc tính toán được thực hiện dựa trên các cơ sở lý thuyết phương pháp cân bằng giới hạn và sử dụng chương trình tính Geo - slope xây dựng trên cơ sở phương pháp Bishop.

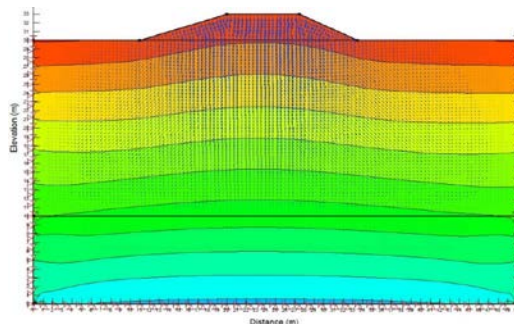


Hình 5. Mặt cắt hiện trạng tuyến đê.

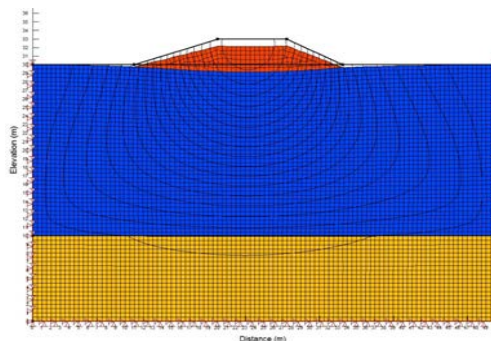
3.2.1. Đánh giá hiện trạng tuyến đê

Độ lún tổng thể

Kết quả mô phỏng ứng suất phân bố dưới nền đê và chuyển vị lún tổng thể của đê được thể hiện ở hình 6 và 7.



Hình 6. Biểu đồ ứng suất tổng của đê.

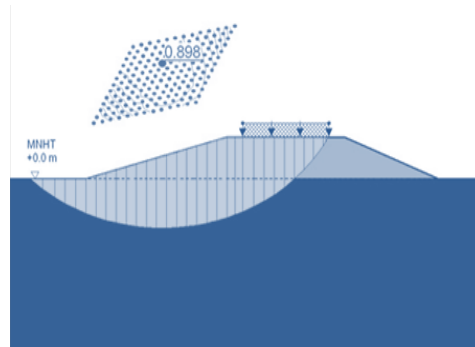


Hình 7. Biểu đồ chuyển vị lún của đê

Mô phỏng hiện trạng cho thấy: (i) ứng suất có sự phân bố đối xứng trong phạm vi nền đê, (ii) vùng chịu nén dưới đê có độ sâu 22,5 m kể từ đáy đê, và (iii) độ lún tổng thể là 0,89m. Kết quả mô phỏng có thể khẳng định sự biến dạng lún của đê là tương đối lớn. Cần có các giải pháp gia cố tăng độ cứng nền đê.

Ổn định trượt của kết cấu đê hiện tại:

Kiểm tra ổn định của kết cấu đê hiện trạng với các thông số của đê đã nêu ở mục 3.1, kết quả tính toán được trình bày qua hình 8.

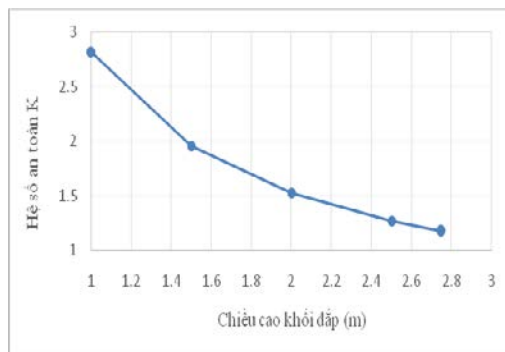


Hình 8. Kết quả tính toán ổn định mái dốc hiện trạng, $K = 0.89$.

Với hệ số an toàn mái dốc đê hiện trạng $K = 0,89 < 1,2$ cho thấy đê có nguy cơ bị mất ổn định trượt cung tròn rất cao. Để đảm bảo an toàn trong quá trình sử dụng, cần có các biện pháp kỹ thuật sửa chữa nâng cao độ ổn định mái dốc đê.

3.2.2. Tính toán xác định chiều cao giới hạn khối đất đắp H_{gh}

Bài toán xác định chiều cao đê hợp lý thông qua việc đánh giá sự ổn định đê. Chiều cao đê H được giả thiết ban đầu là 1m. Kết quả mô phỏng được thể hiện trong bảng 1 và hình 9. Từ kết quả mô phỏng có thể thấy rằng độ ổn định của đê tỉ lệ nghịch với chiều cao đê; mức độ ổn định của đê $K < 1,2$ khi $H \geq 2,75m$. Chiều cao đắp đất càng cao thì mái dốc càng mất ổn định. Chiều cao lớp đất đắp giới hạn được chọn là $H_{gh} = 2,7m$. Chiều cao thiết kế của đê là $3m > H_{gh}$, như vậy độ ổn định trượt của đê là nhỏ. Cần có giải pháp thay đổi thông số hình học của đê.



Hình 9. Biểu đồ tương quan giữa $K - H_{đắp}$.

Bảng 1. Quan hệ giữa hệ số K và chiều cao đất đắp H .

Chiều cao khối đất đắp H (m)	Hệ số ổn định trượt K
1	2.82
1.5	1.96
2	1.527
2.5	1.268
2.75	1.173

3.2.3. Phân tích đánh giá một số giải pháp tăng cường ổn định tuyến đê

Ba giải pháp tăng cường ổn định tuyến đê được đề xuất: (i) – thay đổi kích thước hình học đê; (ii) thay thế lớp đất nền và (iii) sử dụng vải địa kỹ thuật làm cốt thân đê.

Thay đổi kích thước hình học tuyến đê

Kết cấu hình học đê lần lượt thay đổi kết cấu đê theo ba phương án KT1, KT2, KT3. Bảng 2 cung cấp thông tin thông số đê của ba phương án và kết quả tính toán.

Bảng 2. Hệ số ổn định và kích thước đê.

Trường hợp	Hệ số ổn định K
Hiện trạng	0,89
KT1 - phía biển $m = 4$, phía đồng $m = 3$	0,95
KT2 - phía biển $m = 5$, phía đồng $m = 3$	1,06
KT3 - phía biển $m = 5$, phía đồng $m = 3$; có <i>Cơ đê</i>	1,18

Việc thay đổi kích thước hình học của đê như thay đổi độ dốc mái đê, bố trí cơ đê phía biển đều tăng hệ số ổn định nhưng không lớn chưa đạt đủ điều kiện $K > 1,2$. Ngoài ra, việc thay đổi kích thước hình học của đê còn làm tăng khối lượng xây dựng, tăng diện tích chiếm dụng của đê nhưng lại không đạt được ổn định yêu cầu.

Đào thay thế nền

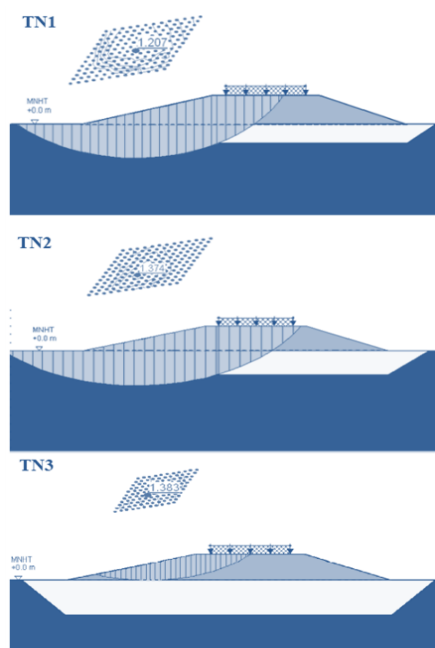
Tiến hành đào thay thế nền bằng lớp đệm cát có các chỉ tiêu cơ lý như sau: $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 32^\circ$. Ba trường hợp tính được mô phỏng như sau:

- TN1: Đào thay thế một lớp đất hình thang có đáy trên mở rộng 2m về mỗi phía chân đê, bề rộng đáy dưới bằng bề rộng thân đê, chiều sâu là 2m;

- TN2: Đào thay thế một lớp đất hình thang đáy trên mở rộng 3 m về mỗi phía chân đê, bề rộng đáy dưới bằng bề rộng thân đê, chiều sâu là 3 m;

- TN3: Đào thay thế một lớp đất hình thang có đáy trên mở rộng 3 m về mỗi phía chân đê, bề rộng đáy dưới bằng bề rộng thân đê, chiều sâu là 4 m.

Qua kết quả mô phỏng ta thấy được giải pháp đào thay thế nền có làm tăng hệ số ổn định của đê $K = 1,207$; 1,37; 1,38 (hình 10). Phương pháp này đòi hỏi phải sử dụng một lượng lớn đất nền thay thế, vì vậy hiệu quả kỹ thuật và kinh tế không cao.



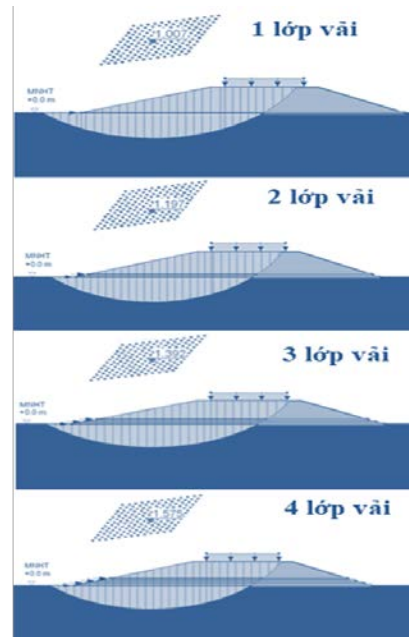
Hình 10. Mô phỏng ổn định tuyến đê với giải pháp thay đổi đất nền.

Sử dụng vải địa kỹ thuật

Bố trí 1, 2 hay n lớp vải địa làm cốt gia cường. Dựa theo tiêu chuẩn [10], 22TCN262-2000 mục IV.7, xác định lực kéo cho phép F_{cp} trên 1 m chiều rộng vải. Căn cứ F_{cp} lựa chọn vải địa cho phù hợp. Nghiên cứu này, nhóm tác giả bố trí các lớp vải địa cách nhau 0.3 m.

Kết quả tính toán lực kéo cho phép của trường hợp sử dụng 1, 2, 3 hay 4 lớp vải địa kỹ thuật lần lượt là $F_{cp-1} = 2,47\text{kPa}$, $F_{tc-2} = 3,46\text{kPa}$ và $F_{tc-3} = 3,96\text{kPa}$, $F_{tc-4} = 4,45\text{kPa}$. Kết quả mô phỏng ổn định trượt của tuyến đê với giải pháp sử dụng vải địa như cốt gia cường cho thấy trình bày ở hình 11.

Độ ổn định tuyến đê thay đổi khi sử dụng giải pháp vải địa kỹ thuật, $K = 1,07; 1,19; 1,39$; và $1,5$. Cần sử dụng ít nhất là ba tầng lớp vải địa kỹ thuật để tăng ổn định tuyến đê. Giải pháp này đơn giản dễ dàng thi công chi phí thấp nhưng vẫn đem lại hiệu quả kỹ thuật.



Hình 11. Mô phỏng ổn định tuyến đê với giải pháp cốt vải địa kỹ thuật.

4. Kết luận

Tuyến đê biển Tây – Cà Mau đắp bằng vật liệu địa phương hiện đang bị sạt lở nghiêm trọng. Nghiên cứu đã tìm hiểu các cơ sở lý thuyết và phương pháp để làm tăng cường ổn định tuyến đê. Trên cơ sở xây dựng các bài toán mô phỏng với chương trình tính Geo - Slope, độ ổn định mái dốc của kết cấu đê hiện hữu và sau khi áp dụng các giải pháp kỹ thuật được xác định. Độ lún ổn định của đê là 0,894 m. Kết quả mô phỏng ổn định cho thấy đê hiện hữu có độ ổn định mái dốc kém – hệ số ổn định $< 1,2$ vì vậy cần có các giải pháp tăng độ ổn định của đê.

Ba giải pháp tăng cường ổn định mái dốc tuyến đê được đề xuất. Giải pháp thay đổi kích thước hình học tuyến đê và giải pháp đào thay thế đất nền không đem lại hiệu quả về mặt kinh tế lẫn kỹ thuật. Giải pháp sử dụng vải địa kỹ thuật tỏ ra ưu việt hơn. Mô phỏng cho thấy giải pháp này hiệu quả khi sử dụng ba lớp vải địa kỹ thuật gia cố tuyến đê. Bên cạnh đó nghiên cứu cũng nhận ra rằng với chiều cao lớp đất đắp $> 2,75\text{m}$ thì khả năng mất ổn định của đê rất lớn ($K > 2,75 < 1,2$). Vì vậy khuyến cáo chiều cao giới hạn lớp đất đắp $H_{gh} < 2,7\text{m}$ □

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Công Kiên (2011), *Nghiên cứu ổn định tuyến đê sông Hồng*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng – số 2/2011

- [2] Phạm Ngọc Quý, Nguyễn Thanh Tùng (2011), *Nghiên cứu đề xuất mặt cắt ngang đê biển hợp lý và phù hợp điều kiện từng vùng từ Quảng Ngãi đến Bà Rịa Vũng Tàu*, đề tài nghiên cứu cấp nhà nước 2011
- [3] Khổng Trung Duân (2012), *Nghiên cứu gia tăng ổn định của đất đắp bằng cốt gia cố trong xây dựng đê vùng ven biển*, Luận án Tiến sĩ
- [4] Ngô Trí Viêng (2014), *Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ mới trong gia cố đê biển bằng phương pháp neo đất, sử dụng phụ gia consolid và chống xói mòn lớp bảo vệ mái*, Đại học Thủy Lợi, Đề tài nghiên cứu cấp Bộ
- [5] Trịnh Minh Thụ, Ngô Trí Viêng và nnk (2013), *Một số vấn đề tính toán thiết kế thi công và ứng dụng túi vải địa kỹ thuật*, Tuyển tập Hội nghị Khoa học thường niên năm 2013. ISBN 978-604-82-0066-4.
- [6] Nguyễn Công Mẫn (1999), *Một số vấn đề địa lý thuật của đê sông vùng châu thổ Đồng Bằng Sông Hồng*. Báo cáo khoa học hội nghị địa chất công trình và môi trường Việt Nam, Tp.HCM 1999.
- [7] Hoàng Việt Hùng-Trịnh Minh Thụ (2008), *Vật liệu đất có cốt: vấn đề ứng dụng cho xây dựng đê biển trên nền đất yếu*, Tạp chí Nông nghiệp và Phát Triển nông Thôn, số 8-2008.
- [8] Pilarczyk K.W (2000), *Geosynthetics and Geosystems in Hydraulic and Coastal Engineering*, A.Balkema-Rotterdam, Brookfield.
- [9] Nguyễn Quốc Dũng (2011), *Bài Giảng môn học Gia cố xử lý nền móng*, Bài Giảng cao học.
- [10] Bộ Giao thông vận tải (1998), *Tiêu chuẩn ngành 22TCN 262-2000- Vải địa kỹ thuật trong xây dựng nền đắp trên đất yếu*, Hà Nội

Ngày nhận bài: 23/7/2018

Ngày chuyển phản biện: 27/7/2018

Ngày hoàn thành sửa bài: 18/8/2018

Ngày chấp nhận đăng: 24/8/2018