

TÍNH ĐỘ TIN CẬY AN TOÀN CỦA KÈ BẢO VỆ MÁI DỐC LẮP GHEP BẰNG CÁC CẤU KIỆN BÊ TÔNG ĐÚC SẴN

Nguyễn Quang Hùng¹, Nguyễn Văn Mạo¹,

Tóm tắt: Kè bảo vệ mái dốc lắp ghép bằng các cấu kiện bê tông đúc sẵn liên kết ma sát là loại kết cấu linh hoạt dễ biến dạng theo nền được dùng phổ biến để bảo vệ mái dề, mái đập, bờ sông, bờ biển ở Việt Nam hiện nay. Do đặc điểm cấu tạo và chịu tác động của nhiều yếu tố bất định của tự nhiên nên nó là một trong những hệ thống kết cấu làm việc phức tạp. Các phân tích kết cấu theo thiết kế truyền thống gặp nhiều hạn chế trong việc mô tả điều kiện biên cũng như những hạn chế của mô hình thiết kế tĩnh định. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu độ tin cậy an toàn của loại kè bảo vệ mái dốc này theo hướng tiếp cận với bài toán phân tích hệ thống. Bài báo là tài liệu tham khảo cho các thiết kế theo hướng hiện đại để khắc phục những hạn chế của thiết kế truyền thống đang sử dụng đối với loại kết cấu này ở Việt Nam.

Từ khóa: kè bảo vệ mái dốc; Kết cấu linh hoạt; Độ tin cậy an toàn

1. Đặt vấn đề

Đã từ lâu, các cấu kiện bê tông đúc sẵn được sử dụng để thay thế vật liệu đá tự nhiên trong các kết cấu kè chống sóng bảo vệ mái dề, mái đập, bờ sông, bờ biển... Để giảm trọng lượng cấu kiện và giảm thiểu chiều dày kết cấu, các cấu kiện được liên kết lại với nhau. Hình thức liên kết giữa các cấu kiện với nhau từ đơn giản đến phức tạp. Các hình thức liên kết thường gặp là liên kết tự chèn hay còn gọi là liên kết ma sát, liên kết với nhau bằng các móc hoặc được sâu vào nhau bằng một sợi dây như chuỗi hạt... Kè bằng các cấu kiện bê tông đúc sẵn liên kết ma sát là loại kết cấu “linh hoạt” dễ biến dạng theo nền, được dùng phổ biến ở Việt Nam.

Hiện nay nhiều nước trên thế giới sử dụng mô hình thiết kế xác suất để tính toán các công trình bảo vệ bờ. Việt Nam vẫn đang thực hiện các tính toán này theo mô hình thiết kế truyền thống. Đây là một trong những hạn chế của lĩnh vực công trình bảo vệ bờ ở Việt Nam cần sớm được cải thiện. Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu phát triển mô hình thiết kế theo xác suất vào tính toán kè bảo vệ mái dốc [1][2][3] [4] [5].

2. Các loại cấu kiện và hệ thống kết cấu mảng liên kết ma sát

Các cấu kiện được dùng trong các kết cấu chống sóng bảo vệ mái dề, mái đập, bờ sông, bờ biển ở Việt Nam là các khối bê tông lập

phương, các tấm bê tông nhỏ hình chữ nhật hoặc các khối lục lăng... Trong kết cấu, các cấu kiện càng liên kết chặt chẽ với nhau thì lực ma sát giữa chúng càng lớn, càng có lợi về mặt ổn định cho kết cấu. Các nghiên cứu cải tiến đã xử lý mặt tiếp xúc giữa các cấu kiện bằng cách vát xiên hoặc tạo gờ có quy luật, khi lắp ghép các cấu kiện tự chèn khít vào nhau, khi đó lực ma sát giữa các cấu kiện được tăng lên rõ rệt.

Các cấu kiện lắp ghép với nhau tạo thành một lớp phủ trên bề mặt mái dốc cần bảo vệ. Trong kỹ thuật thủy lợi, lớp này được gọi là lớp vỏ kè, cả kết cấu gọi là kè bảo vệ mái dốc. Kè bảo vệ mái dốc lắp ghép bằng các cấu kiện bê tông đúc sẵn thường được chia ra thành các mảng độc lập. Kích thước của mảng tùy thuộc vào quy mô của kè. Thông thường chiều rộng của mảng lấy theo phương chiều dài của đập từ 15- 20 m. Chiều dài của mảng lấy theo phương của mái dốc. Giới hạn trên của mảng là đỉnh kè, giới hạn dưới là chân kè, giới hạn bên là các mảng tiếp theo hoặc bờ. Các cấu kiện trong mảng được đặt trên tầng lọc ngược, các biên trên, biên dưới, hai bên là các kết cấu liên kết chặt xuống mái dốc như hình 1. Mỗi mảng lắp ghép bằng các cấu kiện bê tông đúc sẵn (MLGBT) là một hệ kết cấu linh hoạt làm việc tương tác trong ba môi trường Nước – Đất – Công trình. Mức độ linh hoạt của kết cấu càng cao thì khả năng duy trì ổn định của hệ thống kết cấu càng tốt [1] [2] [4]..

¹ Đại học Thủy lợi

3. Các phân tích kết cấu và ổn định MLGBT đã và đang thực hiện ở Việt Nam.

Tải trọng và các tác động lên kè bảo vệ mái dốc bao gồm các lực phát sinh từ môi trường nước như lực thủy tĩnh, lực sóng... và các lực phát sinh từ điều kiện địa kỹ thuật của môi trường đất như áp lực thấm, áp lực nước đẩy nổi... Cũng như các loại kết cấu bảo vệ mái dốc khác, MLGBT liên kết ma sát có thể bị mất ổn định tổng thể như bị lún không đều, bị trượt theo mặt tiếp xúc với mái dốc hoặc bị trượt theo khối trượt của mái dốc.

Cơ chế phá hoại làm tách rời các phần tử bao gồm các cấu kiện thuộc mảng và các kết cấu ở các biên dẫn đến MLGBT liên kết ma sát bị phá hoại có nhiều điểm khác so với các loại kết cấu kè khác. Giới hạn một cấu kiện tách ra khỏi mảng đã được nghiên cứu rất chi tiết, Cơ chế phá hoại cũng như tiêu chuẩn ổn định tùy thuộc vào từng loại cấu kiện và từng loại liên kết giữa các cấu kiện trong mảng.

Kết quả nghiên cứu thí nghiệm MLGBT liên kết ma sát trong máng sóng và mô phỏng sự làm việc của mảng trên mô hình cơ học trong các phòng thí nghiệm của Viện Khoa học thủy lợi Việt Nam và trường Đại học Thủy lợi năm 1995, cũng như theo dõi sự làm việc của mảng ở ngoài hiện trường cho thấy: khi một cấu kiện trong mảng bị tách rời ra khỏi mảng hoặc các kết cấu ở biên bị mất ổn định, nếu không khắc phục kịp thời mảng sẽ bị sóng phá hoại hoàn toàn. Vì vậy hiện nay trong các tính toán ổn định MLGBT liên kết ma sát lấy giới hạn liên kết của các cấu kiện trong mảng và giới hạn liên kết các kết cấu ở các biên làm tiêu chuẩn phá hoại của mảng.

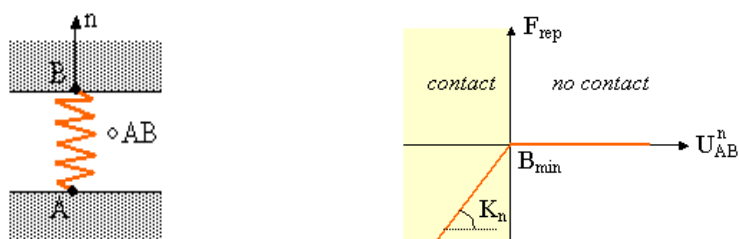
Trong các tính toán thiết kế hiện nay, ổn định của hầu hết các loại cấu kiện thuộc MLGBT liên

kết ma sát được xét trong điều kiện cân bằng đẩy nổi. Một số cấu kiện có cải tiến hình dạng nhằm tăng diện tích tiếp xúc, giới hạn phá hoại còn được căn cứ vào độ lớn của quá trình chuyển vị của cấu kiện bị đẩy ra khỏi mảng. Ổn định của các kết cấu biên được đánh giá theo cơ chế phá hoại của kiểu kết cấu và hình thức liên kết với nền là mái dốc.

MLGBT liên kết ma sát là một kết cấu không gian phức tạp, không thuộc vào các loại kết cấu truyền thống. Ở Việt Nam đã có một số phân tích kết cấu đã chọn loại kết cấu này làm đối tượng nghiên cứu.

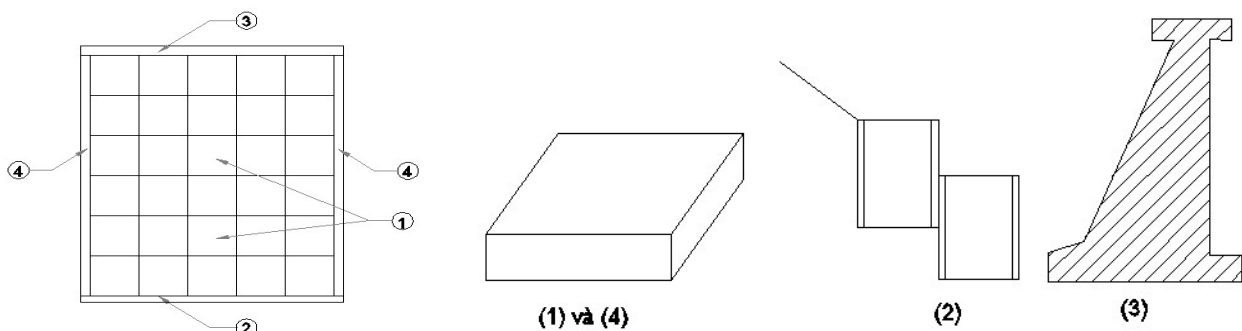
Phân tích kết cấu MLGBT liên kết ma sát dựa trên cơ sở xem mảng là kết cấu trên nền. Sử dụng sơ đồ dầm trên nền đàn hồi để tính mảng theo các bài toán phẳng. Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn, trong sơ đồ dầm trên nền đàn hồi thay thế các vị trí tiếp xúc bằng những phần tử ảo, kết quả tính toán gần đúng với quy luật phá hoại mảng trong mô hình thí nghiệm. Phân tích này cũng được xem như là một phân tích gần đúng có thể tham khảo trong các thiết kế.

Các tính toán bằng phần tử hữu hạn trong phần mềm SAMSEP đã sử dụng độ dài liên kết ma sát làm giới hạn liên kết của các cấu kiện. Phân tích kết cấu MLGBT liên kết ma sát bằng phần mềm ABAQS sử dụng phương pháp biên phân của Penalty và đã lấy thời điểm không còn lực ma sát làm giới hạn phá hoại liên kết. Cho mảng làm việc với các con sóng thiết kế, đến khi cấu kiện rời khỏi mảng, xác định được độ dày cần thiết của cấu kiện (hình 2). Tuy còn một số hạn chế về mô phỏng điều kiện biên, các phân tích kết cấu theo hướng này đang mở ra triển vọng thực hiện các thiết kế MLGBT liên kết ma sát. trên máy tính.



Hình 2 Sơ đồ tính phần tử tiếp xúc bằng phần mềm ABAQS

Phần lớn các tính toán thiết kế MLGBT liên kết ma sát hiện nay được dựa trên điều kiện ổn định đẩy nổi của các cấu kiện và ổn định của các kết cấu ở biên để quyết định điều kiện ổn định của mảng. Mặt khác các tính toán mới được xét với các tổ hợp tải trọng định trước cho từng kết cấu độc lập. Mỗi quan hệ làm việc có tính hệ thống của mảng cũng như tính ngẫu nhiên của các tải trọng chưa được xét tới. Hay nói một cách khác các tính toán đang được thực hiện theo mô hình thiết kế truyền thống, trong đó chỉ số đánh giá an toàn kết cấu là các hệ số an toàn [3] [4] [5] [6] [7] [8]..



Hình 1. Cấu tạo của một MLGBT

1. Các cấu kiện trong thân mảng
2. Kết cấu chân kê
3. Kết cấu đỉnh kê
4. Kết cấu nối tiếp với các mảng bên

Bước 1. Nhận biết hệ thống kết cấu MLGBT

MLGBT có hai phần chính: thân mảng và các biên của mảng. Thân mảng gồm các cấu kiện liên kết với nhau theo kiểu liên kết ma sát. Các cấu kiện được đặt trên tầng lọc ngược gồm hai lớp, dưới là lớp vải lọc, trên là lớp đá dăm. Biên dưới của mảng là chân kê có kết cấu dạng tường chắn đất. Biên trên là đỉnh kê có kết cấu dạng tường chắn sóng. Hai phía còn lại của mảng tiếp xúc với các mảng khác là các hàng cấu kiện tương tự những cấu kiện ở trong thân mảng nhưng có chiều dày lớn hơn. (hình 1)

MLGBT là một hệ kết cấu trên nền làm việc trong điều kiện tương tác giữa ba môi trường Nước – Đất – MLGBT. Các tải trọng tác dụng

4. Một cách xác định độ tin cậy an toàn của MLGBT liên kết ma sát.

Theo xu thế tiến bộ của thế giới, các tính toán kê bảo vệ mái dốc được thực hiện theo các thiết kế xác suất, trong đó chỉ tiêu đánh giá an toàn là độ tin cậy an toàn.

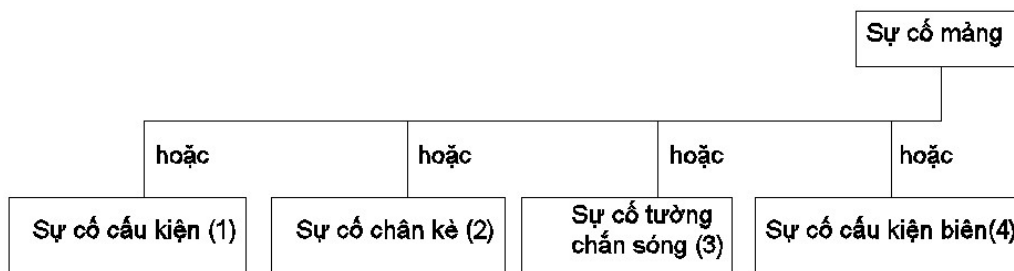
Mục này của bài báo trình bày nội dung tính toán độ tin cậy an toàn của MLGBT liên kết ma sát theo hướng tiếp cận với bài toán phân tích hệ thống.

Các phân tích hệ thống kết cấu kê MLGBT được tiến hành theo từng bước

vào MLGBT phát sinh từ môi trường nước và môi trường đất. Tải trọng chính tác dụng vào các cấu kiện ở trong thân mảng là các lực do sóng, lực thủy tĩnh, lực thấm đẩy nổi. Chân kê và tường chắn sóng, chịu tác dụng của sóng, áp lực nước tĩnh và áp lực đất.

Bước 2. Mô phỏng hệ thống kết cấu mảng (1) Cây sự cố

Các cấu kiện trong mảng, các kết cấu ở các biên, là các phần tử thuộc hệ thống kết cấu MLGBT. Các phần tử liên kết với nhau theo hình thức liên kết ma sát. Mảng được gọi là xảy ra sự cố khi một trong các phần tử thuộc mảng xảy ra sự cố. Từ quan điểm này có thể mô phỏng quá trình xảy ra sự cố của hệ thống theo sơ đồ hình 3



Hình 3. Cây sự cố MLGBT liên kết ma sát

(2). Cơ chế phá hoại và hàm tin cậy

Các cấu kiện ở giữa mảng bị phá hoại khi không thỏa mãn điều kiện cân bằng như ở sơ đồ hình 4. Trong đó tổng của thành phần trọng lượng bản thân ($G \cos \alpha$), lực ma sát (F_{ms}) ở các mặt tiếp xúc của cấu kiện là các thành phần của hàm sức chịu tải.

$$R = G \cos \alpha + \sum F_{ms} \quad (1)$$

Lực sóng âm (P_s) và lực đẩy nổi (P_{dn}) của nước tác dụng vào cấu kiện là các thành phần của hàm tải trọng.

$$N = P_s + P_{dn} \quad (2)$$

Theo điều kiện cân bằng đẩy nổi lập được hàm tin cậy của các cấu kiện thuộc mảng:

$$Z_1 = (G \cos \alpha + \sum F_{ms}) - (P_s + P_{dn}) \quad (3)$$

Các phần tử kết cấu ở chân và tường chắn sóng ở đỉnh kê có liên kết với mái dốc theo sơ đồ hình 4. Kết cấu tường chắn đất ở chân kê hoặc đỉnh kê có thể bị phá hoại trượt, lật hoặc bị lún nghiêng do ứng suất nền không đảm bảo... Hiện tượng phá hoại không xảy ra khi thỏa mãn biểu thức trạng thái giới hạn (công thức 4).

$$R.m / K_n \geq n_c N \quad (4)$$

Trong đó R , N là sức chịu tải và tải trọng tính toán, m là hệ số điều kiện, K_n là hệ số tin cậy, n_c là hệ số lệch tải. Từ điều kiện an toàn (4) tiến hành thiết lập hàm tin cậy theo các cơ chế phá hoại lật, trượt... cho kết cấu chân kê và tường chắn sóng ở đỉnh kê.

Ví dụ: Thiết lập hàm tin cậy của cơ chế phá hoại lật kết cấu chân kê như hình 4

Tổng các mô men chống lật quanh điểm A được xem là các thành phần của hàm sức chịu tải (R)

$$R = m/k_n [(G - P_{dn}) l_1 + P_{d2} h_2] \quad (5)$$

Tổng các mô men gây lật được xem là thành phần của hàm tải trọng

$$N = n_c [P_{d1} h_1 + P_s h_3] \quad (6)$$

Hàm tin cậy Z_2 cho cơ chế phá hoại lật được viết như (6)

$$Z_2 = m/k_n [(G - P_{dn}) l_1] - n_c [P_{d1} h_1 + P_s h_3] \quad (7)$$

Trong đó G , P_{dn} , P_{d1} , P_{d2} , P_s , l_1 , h_1 , h_2 , h_3 lần lượt là tổng các tải trọng thẳng đứng, áp lực đẩy nổi, áp lực đất và nước phía thượng lưu, áp lực đất và nước phía hạ lưu, áp lực sóng và các cánh tay đòn của mô men các lực tính đến điểm A (hình 4)

Tương tự như vậy có thể thành lập các hàm tin cậy cho cơ chế phá hoại trượt, lún không đều, đẩy nổi... cho các cấu kiện ở đỉnh kê và chân kê.

Hai bên mảng là các cấu kiện tương tự như các cấu kiện ở trong mảng nhưng có chiều dày hơn, vì vậy các tính toán và thiết lập hàm tin cậy tương tự như đối với các cấu kiện ở trong mảng.

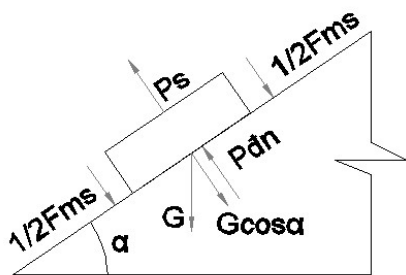
Các đại lượng trong các hàm tải trọng và hàm chịu tải là các đại lượng ngẫu nhiên, được xác định từ các kết quả phân tích xác suất thống kê các số liệu khảo sát đo đạc cụ thể ở từng mảng.

Bước 3 Sơ đồ hóa hệ thống

Căn cứ vào đặc điểm cấu tạo, cơ chế phá hoại và sơ đồ cây sự cố xác định được hệ thống kết cấu của MLGBT liên kết ma sát là một hệ thống nối tiếp. Sơ đồ hệ thống của mảng như ở hình 5. Trong đó X_1 là các phần tử thuộc thân mảng, X_2 các phần tử biên dưới, X_3 các phần tử thuộc biên trên, X_4 các phần tử ở biên phải và trái của mảng

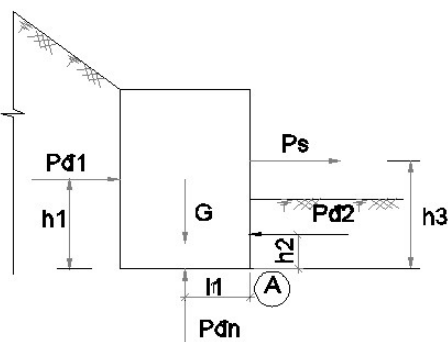
Bước 4 Tính độ tin cậy của các bộ phận và của mảng

Các hàm tin cậy là hàm của các biến và tham số ngẫu nhiên, các biến và các tham số này được tạo ra từ các kết quả phân tích xác suất thống kê các số liệu quan sát, quan trắc, khảo sát ... ở các mảng tính toán. Mức độ phản ánh chính xác với các quy luật tự nhiên cũng như tình hình làm việc của mảng phụ thuộc rất nhiều vào khả năng phản ánh các yếu tố ngẫu nhiên trong quá trình phân tích xác suất thống kê.



(1)

1. Sơ đồ tính các cấu kiện



(2)

2. Tính chân kê

Hình 4. Sơ đồ tính ổn định cấu kiện, kết cấu chân kê và tường chắn sóng

Các hàm tin cậy là các hàm có quy luật phân bố xác suất bất kỳ hoặc quy luật phân bố chuẩn. Mức độ phức tạp của việc tìm xác suất hoặc độ tin cậy từ các hàm tin cậy tùy thuộc vào quy luật phân bố xác suất của hàm độ tin cậy.

Tùy thuộc vào mục đích nghiên cứu, bài toán được giải ở những mức độ xác suất khác nhau. Các tính toán có thể thực hiện bằng phương pháp lập bảng trong Excel hoặc sử dụng các phần mềm, tùy thuộc vào mức độ phức tạp cũng như khối lượng cần tính toán của bài toán



Hình 5 Sơ đồ hệ thống MLGBT liên kết ma sát

Hiện nay trên thế giới phần lớn các thiết kế các công trình thủy lợi, chấp nhận các kết quả tính với mức độ xác suất ở cấp độ hai. Các tính toán được thực hiện một cách gần đúng bằng cách tuyến tính hóa các hàm phi tuyến và đưa về các hàm có dạng phân bố chuẩn.

(1) Tính độ tin cậy an toàn của các cấu kiện hoặc kết cấu

Xác suất an toàn của cấu kiện hoặc kết cấu là xác suất $P(Z > 0)$. Trong tính toán để tránh phiền

phức về số lẻ người ta quen dùng độ tin cậy an toàn để thay thế cho xác suất. Quan hệ giữa xác suất và độ tin cậy của các hàm phân bố chuẩn có thể sử dụng các bảng lập sẵn $P = \Phi(\beta)$.

Độ tin cậy an toàn của cấu kiện hoặc kết cấu của các hàm tin cậy có phân bố dạng chuẩn được tính theo công thức (8).

$$\beta = \frac{\bar{Z}}{\sigma_Z} = \frac{\bar{R} - \bar{N}}{\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_N^2}} \quad (8)$$

Trong đó β là chỉ số độ tin cậy an toàn của cấu kiện hay kết cấu, σ_Z , σ_R , σ_N lần lượt là độ lệch chuẩn của hàm Z , của hàm sức chịu tải R và hàm tải trọng N .

(2) Tính độ tin cậy của hệ thống kết cấu mảng MLGBT liên kết ma sát

Hầu hết các bài toán tìm độ tin cậy tổng hợp của hệ thống trong đó thường gặp phải những vấn đề phức tạp của hàm nhiều biến hiện nay thường phải sử dụng các phương pháp số, áp dụng phương pháp Monte Carlo ... Phân tích hệ thống với mức độ xác suất ở cấp độ hai có thể sử dụng các định lý công và định lý nhân xác suất để tính độ tin cậy tổng hợp của hệ thống. Các hệ thống kết cấu MLGBT liên kết ma sát được mô tả là một hệ thống nối tiếp, xác suất an toàn của hệ thống có thể tính từ định lý cộng xác suất (9).

$$P_{ht}(Z > 0) = P_1(Z > 0) + P_2(Z > 0) + P_3(Z > 0) + P_4(Z > 0) \quad (9)$$

Trong đó $P_1(Z > 0)$, $P_2(Z > 0)$, $P_3(Z > 0)$, $P_4(Z > 0)$ lần lượt là các xác suất an toàn của các cấu kiện trong thân mảng, của kết cấu biên trên, của biên dưới và của kết cấu liên kết ở hai bên.

Bước 5. Phân tích kết quả

Các kết quả thu được trong tính toán là các xác suất an toàn của các thành phần thuộc hệ thống mảng và xác suất an toàn của hệ thống kết cấu MLGBT liên kết ma sát. Phân tích ảnh hưởng của xác suất thành phần đến xác suất hệ thống làm cơ sở lựa chọn yếu tố tác động mạnh nhất làm thay đổi các phương án thiết kế theo hướng có lợi hoặc đưa ra những những đối tượng hoặc biện pháp sửa chữa phù hợp cho các mảng đang hiện hữu ở các công trình.

5. Ví dụ tính độ tin cậy của hệ thống

Trong khuôn khổ của bài báo, ví dụ này chỉ trình bày cách tính độ tin cậy an toàn của hệ thống có sơ đồ như hình 5. Trong đó độ tin cậy (β) của các cấu kiện và kết cấu trong mảng đã

tính được theo công thức (8) sử dụng bảng $P = \Phi(\beta)$ xác định được các xác suất an toàn của cấu kiện thuộc mảng $P_1(Z_1 > 0) = 0,9848$, của chân kè $P_2(Z_2 > 0) = 0,9976$, của đỉnh kè $P_3(Z_3 > 0) = 0,9982$, của hai biên $P_4(Z_4 > 0) = 0,9954$. Xác suất an toàn hệ thống tính theo công thức (9) và ước lượng theo biên dải rộng được $P_{ht} = 0,9848$, sử dụng bảng $P = \Phi(\beta)$ xác định được độ tin cậy an toàn của hệ thống kết cấu MLGBT liên kết ma sát trong ví dụ là $\beta = 2,16$. [8]

6. Kết luận

(1) Bài báo đã khái quát được các dạng kết cấu MLGBT, tình hình nghiên cứu và phương

pháp tính toán thiết kế ở Việt Nam đồng thời giới thiệu một phương pháp tính độ tin cậy an toàn của kết cấu kè MLGBT liên kết ma sát theo hướng tiếp cận với phương pháp phân tích hệ thống.

(2) Thiết kế theo xác suất và sử dụng độ tin cậy làm chỉ tiêu đánh giá an toàn MLGBT liên kết ma sát, khắc phục được những hạn chế của thiết kế truyền thống và phù hợp với sự phát triển của mô hình thiết kế loại kết cấu này

Nội dung của bài báo là tài liệu tham khảo hữu ích cho các thiết kế và nghiên cứu MLGBT liên kết ma sát.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Văn Mạo, Kè bảo vệ mái dốc, Thiết kế đê và công trình bảo vệ bờ, Nhà xuất bản Xây dựng 2001
- [2] Krystian W. Pilarczyk, Dikes and Revetmen, 1992
- [3] Nguyễn Quang Hùng, Luận văn Thạc sĩ ĐHTL, Hà Nội 2000
- [4] Nguyễn Văn Mạo, Phạm Ngọc Quý, Nguyễn Quang Hùng & nnkh, Tổng kết kết cấu chân kè đê biển, nghiên cứu KHCN, Đề tài cấp Bộ 1996.
- [5] Phan Tấn Huy¹, Nguyễn Đăng Hưng¹, Nguyễn Văn Hiếu², Phan Đức Tác³, Nguyễn Văn Mạo⁴ Slope protection structures, Structural analysis of inter-locking blocks PDT - CM 5874 & toe structure type HWRU-2001 by using ABAQUS ICEC 2012, Proceedings of the fourth International Conference on Estuaries and Coasts, volume 2.
- [6] Phan Đức Tác, Phạm Ngọc Khánh, Thí nghiệm ổn định của kè sử dụng cấu kiện Tsc – 178 trên mô hình cứng, Tập san Thủy Lợi 307 tháng 11-12/1995
- [7] Phan Đức Tác, Đào Xuân Sơn, Nghiên cứu ổn định của mảng mềm Tsc – 178 trong máng sóng, Tập san Thủy Lợi 307 tháng 11-12/1995
- [8] Nguyễn Văn Mạo & nnkh, Cơ sở tính độ tin cậy an toàn đập, Nhà xuất bản Xây dựng 2014 (bản thảo)

Abstract

RELIABILITY ANALYSIS OF REVETMENTS USING INTERLOCKING CONCRETE BLOCKS

Revetments by assembling precast concrete friction associated structures as flexible easy ground deformation commonly used for dye, dam slope protection and river, sea bank protection in Vietnam Nam. Due to the physical characteristics and are affected by many uncertain factors of nature, it is a system of complex structural work. The structure analysis in the traditional design met limitations in describing the boundary conditions as well as the limitations of deterministic design models. This paper presents the results of a research into the revetment safety reliability in the direction of approach to the problem of system analysis. The article is a reference for modern design to overcome the limitations of traditional designs are used for this structure in Vietnam.

Key words: Revetments; Flexible structure; Safety reliability

Người phản biện: PGS.TS. Mai Văn Công

BBT nhận bài: 28/2/2014

Phản biện xong: 11/3/2014