

NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN MỘT SỐ KẾT CẤU MỚI CHỐNG TRÀN CHO ĐÊ SÔNG VÀ KHẢ NĂNG ÁP DỤNG TẠI VIỆT NAM

Nguyễn Tiếp Tân

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Nguyễn Chí Thanh, Trần Thị Nga, Vũ Lê Minh

Viện Thủy công

Tóm tắt: Chống tràn đỉnh đê sông do lũ là nhu cầu cấp thiết tại Việt Nam. Tuy nhiên các giải pháp phòng chống tràn đỉnh đê sông do lũ hiện nay có nhiều tồn tại như thời gian thi công chậm, yêu cầu các khu dự trữ vật liệu. Để khắc phục các tồn tại trên, nhóm nghiên cứu đã phát triển 03 kết cấu chống tràn mới: (1) kết cấu chống tràn dạng tường phai bằng xốp bọc composite, (2) kết cấu chống tràn dạng bản chống và (3) tường chống tràn lắp ghép bằng cấu kiện bê tông hộp rỗng. Các loại kết cấu này được thiết kế chi tiết, tính toán mô hình số và thí nghiệm mô hình vật lý để tối ưu và chế tạo. Bài báo cũng đã phân tích các yếu tính mới và điều kiện áp dụng của từng loại giải pháp kết cấu, đánh giá hiệu quả so với các giải pháp truyền thống, từ đó cho thấy được tính khả thi của các giải pháp chống tràn di động trong việc giải quyết vấn đề chống tràn đê sông do lũ với điều kiện kỹ thuật, kinh tế - xã hội của Việt Nam.

Từ khóa: lũ; tràn đỉnh; đê sông; xốp bọc composite; bản chống; bê tông hộp rỗng

Summary: Preventing overflow of river dike crest due to flooding is an urgent need in Viet Nam. However, the recent solution for this issue contain many problems such as slow deployment time or material storage requirement. To overcome the above shortcomings, the research team has developed 03 new structures: (1) mobile flood protection walls made by composite-coated foam; (2) triangle flood barriers and (3) flood walls assembled by hollow-box concrete unit. These types of structures are designed in details, analyzed by numerical modeling and physical model models for optimization and then manufacture. The paper also analyzed the new properties and application conditions of each type, evaluated the efficiency compared to traditional solutions, thereby proving the feasibility of mobile flood protection solution in solving the problem of overtopping of river dikes with the technical, socio-economic conditions of Viet Nam.

Keywords: river flood; overtopping; dike; levee; composite coated-foam; flood barriers; hollow-box concrete unit

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Biến đổi khí hậu đang diễn ra ngày một rõ rệt hơn và cực đoan hơn ở nhiều nơi trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Một kết quả điển hình do tác động của biến đổi khí hậu chính là hiện tượng lũ lụt xảy ra thường xuyên hơn và cả những nơi trước đây chưa có [1]; với cường độ mưa lũ có xu hướng đạt hoặc vượt mức lịch sử, gây ra những hiện tượng thiên tai như sạt lở đất, lũ quét, lũ ống, mực nước dâng cao làm tràn

đỉnh các công trình đê, đập... gây ra những hậu quả nghiêm trọng đến dân sinh, hạ tầng kinh tế - xã hội.

Các giải pháp phòng chống thiên tai, trong đó có hiện tượng lũ gây tràn đỉnh đê trên các tuyến sông đang ngày càng được quan tâm nghiên cứu. Đối với các khu vực có nguy cơ cao đều được bảo vệ bằng các công trình xây dựng kiên cố như đê, tường chắn cố định. Tuy nhiên, ở những khu vực đông dân cư, nơi

Ngày nhận bài: 16/5/2022

Ngày thông qua phản biện: 27/6/2022

Ngày duyệt đăng: 06/7/2022

không có không gian cho xây dựng đê bao và tường chắn cố định do sẽ cắt đứt các tuyến giao thông và cản trở các trực quan sát; hoặc tại các vị trí đê và tường chắn bị thiếu cao trình chống lũ [2]. Trong những trường hợp này, các biện pháp chống tràn di động được coi là một giải pháp phù hợp với các chức năng: (1) chống tràn do lũ mà vẫn đảm bảo giao thông đi lại; (2) thời gian triển khai nhanh; và (3) tạm thời nâng chiều cao chắn nước của các công trình chống lũ cố định khi có yêu cầu, đặc biệt trong các điều kiện thời tiết cực đoan bất thường [3].

Ngoài ra, xu hướng xanh hóa phòng chống lũ lụt (Greening Flood Protection - GFP) ngày càng được công nhận là một cách tiếp cận thích ứng và linh hoạt để quản lý lũ lụt, rất phù hợp để giải quyết các rủi ro khó dự đoán liên quan đến biến đổi khí hậu. Việc xây dựng các công trình kiểm soát lũ không chỉ đáp ứng các yêu cầu cho công trình chống lũ cơ bản mà còn phải đáp ứng các yêu cầu về cảnh quan của người dân và khách du lịch. Giải pháp chống tràn di động đáp ứng được cả yêu cầu về kinh tế - kỹ thuật - xã hội và GFP, do vậy được các nước phát triển chú trọng đầu tư phát triển rất bài bản và thành công [4], đặc biệt tại các nước Châu Mỹ và Châu Âu [5]. Từ những năm 80, thành phố Cologne, lần đầu tiên lắp đặt vách ngăn chống lũ di động để bảo vệ khỏi lũ sông. Năm 2005, nước Cộng hòa Séc đã xây dựng hệ thống chống ngập di động dài 17,2 km và cao 6,0 m. Đây là một trong những hệ thống chống ngập lụt đô thị lớn nhất trên thế giới. Sau cuộc diễn tập chống ngập, 310 tình nguyện viên đã hoàn thành việc lắp đặt toàn bộ hệ thống trong 11 giờ. Thành phố Grein ở Áo cũng đã triển khai hiệu quả hệ thống chống lũ dạng tường phai trong trận lũ với lượng mưa kỷ lục vào tháng 6 năm 2013 (Hình 1).



Hình 1: Hình ảnh hệ thống chống tràn di động trong trận lũ tháng 6/2013 tại Grein, Áo

Với tình hình chống ngập lụt đô thị nghiêm trọng ở Trung Quốc, các hệ thống chống ngập lụt di động đã phát huy hiệu quả thiết thực, có thể đáp ứng các yêu cầu khác nhau về chất lượng cuộc sống và an toàn cho người dân [6]. Trong những năm gần đây, các hệ thống chống ngập di động đã được triển khai chống lũ tại các thành phố quan trọng ở tỉnh Hắc Long Giang và Chiết Giang. Tại thành phố Vũ Hán tỉnh Hồ Bắc, để nâng cao khả năng nhận thức của cộng đồng, trong điều kiện bình thường chính quyền thành phố Vũ Hán vẫn lắp đặt trình diễn 218m hệ thống tường phai trên một con đê kết hợp đường giao thông (Hình 2).



Hình 2: Trình diễn tường phai chống tràn tại Vũ Hán, Trung Quốc

Việt Nam có hệ thống sông ngòi lớn, với hơn 10.600km đê sông các cấp, nên về mùa mưa lũ, công tác phòng chống thiên tai luôn được quan tâm, chú trọng. Nước ta lại nằm trong số các nước chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của biến đổi khí hậu và nước biển dâng [7]; hàng năm lũ lụt

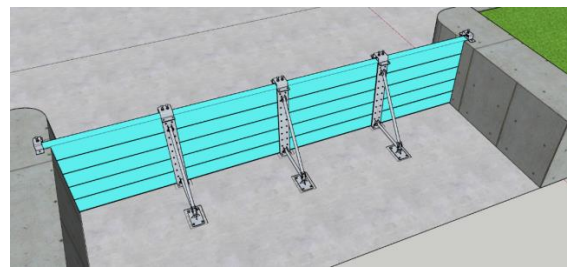
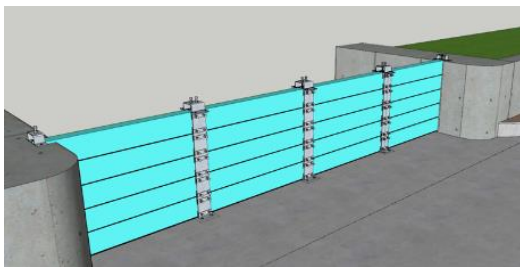
gây ra nhiều thiệt hại về người, tài sản. Các giải pháp phòng chống hiện tượng/nguy cơ tràn đê sông do lũ hiện nay thường dùng các bao cát gia cố, bù đắp cao trình mặt đê, bờ bãi hoặc là xây dựng tường chắn cố định bằng bê tông cốt thép để chống tràn. Các giải pháp này có nhiều nhược điểm/tồn tại như thời gian thi công lâu trong khi thực tế lũ thường lên nhanh, yêu cầu các khu dự trữ vật liệu đắp chống tràn chiếm diện tích lớn,... Trong khi đó, các công nghệ chống tràn trên thế giới hiện nay khá phong phú, mỗi giải pháp đều có ưu, nhược điểm nhất định, có phạm vi, điều kiện áp dụng khác nhau, tuy nhiên, để có thể ứng dụng phù hợp với điều kiện trong nước (đáp ứng yêu cầu về kinh tế và kỹ thuật, điều kiện sản xuất), thì việc nghiên cứu một cách bài bản (trên cơ sở lý thuyết, cơ sở khoa học và thực nghiệm) là rất cần thiết.

Bài báo này tập trung giới thiệu kết quả nghiên cứu, phát triển 03 loại kết cấu chống tràn mới đã thực hiện:

- (1) Kết cấu chống tràn dạng tường phai bằng vật liệu xốp bọc composite;
- (2) Kết cấu chống tràn dạng bản chống;
- (3) Tường chống tràn lắp ghép bằng cấu kiện bê tông hộp rỗng.

2. CÁC GIẢI PHÁP CHỐNG TRÀN MỚI ĐƯỢC NGHIÊN CỨU, CHẾ TẠO

2.1. Kết cấu chống tràn dạng tường phai



Hình 3: Cấu tạo chung của 1 hệ kết cấu tường phai
a – nhìn từ phía sông; b- nhìn từ phía đồng

Ưu điểm: Kết cấu có trọng lượng nhẹ; các tấm phai được vận chuyển bằng xe thô sơ hoặc xe cơ giới

bằng vật liệu xốp bọc composite

a. Nguyên tắc hoạt động

Kết cấu chống tràn dạng tường phai bằng vật liệu xốp bọc composite bao gồm các bộ phận chính:

- Tấm phai: dạng hình hộp chữ nhật, được chế tạo bằng vật liệu xốp và bọc composite bên ngoài. Các lớp composite được gia cường bằng vải cốt sợi thủy tinh;
- Trụ đỡ: bằng thép không gỉ có dạng chữ I dùng để cố định hai đầu của tấm phai. Kích thước phần tai của trụ đỡ được tính toán để có thể lắp vừa chiều dày của tấm phai và gioăng kín nước;
- Các thanh chống xiên và chống ngang tăng cường khả năng ổn định của trụ đỡ, liên kết với trụ đỡ qua tai thép và thanh cố định ngang;
- Các cấu kiện phụ trợ: gioăng cao su kín nước, bu lông cố định.

Các tấm phai được xếp chồng lên nhau, cố định bởi hệ thống trụ đỡ và bu lông. Gioăng cao su được đặt tại phần tiếp nối giữa các tấm phai, giữa tấm phai và các bộ phận khác (nền bê tông, trụ đỡ, trụ bê tông) để kín nước. Phần trên được bố trí bu lông ở cả hai đầu khe phai để điều chỉnh gắn chặt hệ thống vào trụ bê tông và trụ đỡ, giữ hệ thống cố định trước tác động của dòng nước.

tải trọng nhỏ; việc thi công xếp chồng lên nhau hoàn toàn bằng thủ công; vì vậy có thể triển khai

lắp đặt nhanh chóng và rất hiệu quả khi có yêu cầu khẩn cấp. Vật liệu chế tạo tấm phai là xốp bọc composite là loại vật liệu có nhiều ưu điểm: nhẹ, bền với điều kiện thời tiết – khí hậu của Việt Nam, chống ăn mòn, và hoàn toàn có thể chế tạo trong nước giúp giảm giá thành đáng kể so với các loại vật liệu cần phải nhập khẩu từ nước ngoài. Chiều cao chắn nước có thể được nâng cao mà không cần mở rộng mặt bằng.

Ngoài việc nghiên cứu cơ sở khoa học, tính toán thiết kế trên lý thuyết/mô hình số, nhóm thực hiện đã tiến hành các thí nghiệm mô hình vật lý tỷ lệ 1:1 (gồm mô hình dầm/tấm phai gia tải chịu uốn, và mô hình bể thử tải ngăn nước thực tế) để đánh giá khả năng chịu tải của tấm phai bằng xốp bọc composite cũng như khả năng vận hành của giải pháp trong các điều kiện thực tế (Hình 4, Hình 5, Hình 6).



Hình 4: Thí nghiệm tải trọng tĩnh xác định khả năng chịu tải của tấm phai



Hình 5: Lắp đặt thí nghiệm mô hình bể thử tải ngăn nước



Hình 6: Thí nghiệm với các kích bản thực tế

Kết quả cơ bản của các thí nghiệm như sau:

- Mô hình dầm/tấm phai gia tải chịu uốn: Thí nghiệm tải trọng tĩnh (Hình 4) với mẫu tấm phai kích thước 15x30x200mm, bọc 03 lớp composite, kết cấu có thể an toàn ở mực nước cao tới $H = 2,0\text{m}$. Độ võng lớn nhất của tấm phai với tải trọng phân bố tương đương cột nước 2m là 3,5cm.
- Mô hình bể thử tải ngăn nước thực tế: Thí nghiệm với các kích bản thực tế (Hình 5): các tấm phai kích thước 20x30x200cm, bọc 03 lớp composite, cột nước $H=1,7\text{m}$ (H_{\max} thiết kế là 1,5m), kết cấu vẫn vận hành ổn định, độ võng lớn nhất của tấm phai chỉ là 6mm, chuyển vị đầu trụ đỡ là 0,6mm. Kết cấu hoạt động hoàn toàn ổn định, có rò rỉ nước qua một vài vị trí tiếp xúc giữa tấm phai với trụ đỡ, trụ bên nhưng không đáng kể.

Qua các thí nghiệm, rút ra một số kết luận quan trọng:

- Do kết cấu các tấm phai có trọng lượng nhẹ, có tính “mềm” nên các chi tiết kín nước cần đặc biệt lưu ý để đảm bảo hiệu quả kín nước, không gây ra các biến dạng cục bộ tại các liên kết ở khe phai.
- Giải pháp chống tràn dạng tường phai bằng xếp bọc composite có tính thực tiễn cao, đảm bảo ổn định khi chịu tác động của dòng chảy lũ trên sông, hoàn toàn đáp ứng được các yêu cầu

về kỹ thuật nên có thể nhân rộng để sử dụng trong thực tế.

b. Tính mới và điều kiện áp dụng

- Tính mới: Đây là nghiên cứu đầu tiên sử dụng vật liệu xếp bọc composite chế tạo tấm phai chống tràn. Quá trình lắp đặt, tháo dỡ không đòi hỏi thiết bị đi kèm; có thể lắp đặt hoàn toàn bằng thủ công; Kết cấu gọn nhẹ, thích hợp cho việc vận chuyển bằng cả các phương tiện thô sơ hoặc xe cơ giới có tải trọng nhỏ; Cấu tạo đơn giản, chế tạo dễ dàng; Có thể lắp đặt trên bề mặt địa hình không bằng phẳng, thay đổi linh hoạt chiều cao tường chắn nước; Vật liệu xếp bọc composite không bị ăn mòn, dễ sản xuất với số lượng lớn.

- Điều kiện áp dụng: Khuyến cáo sử dụng với cột nước tràn dưới 1,5m; các vị trí đề đã được cứng hóa. Trong trường hợp sử dụng với các cột nước lớn, cần tính toán thiết kế tăng bề dày tấm phai/tăng số lớp composite, hoặc tăng mô đun/khe phai và tính toán điều kiện ổn định tổng thể của toàn bộ công trình. Ngoài ra giải pháp còn có thể sử dụng để tăng dung tích trữ nước của các đập – hồ chứa; ngăn lũ đô thị..v.v..

2.2. Kết cấu chống tràn dạng bản chống

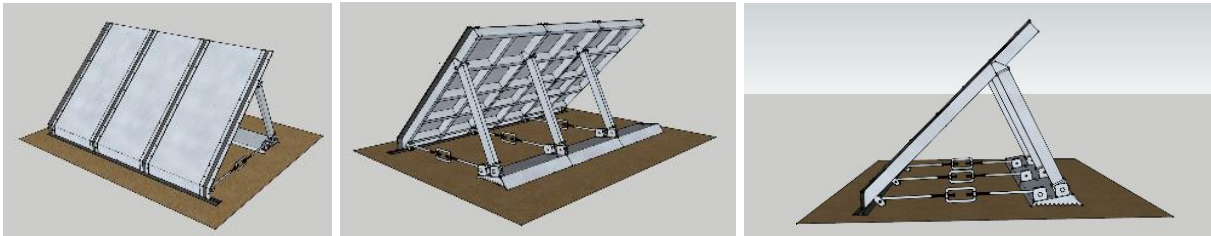
a. Nguyên tắc hoạt động

Kết cấu chống tràn dạng bản chống là loại kết cấu di động, được lắp ghép bằng các mô đun rời, cấu tạo mỗi mô đun gồm các bộ phận chính:

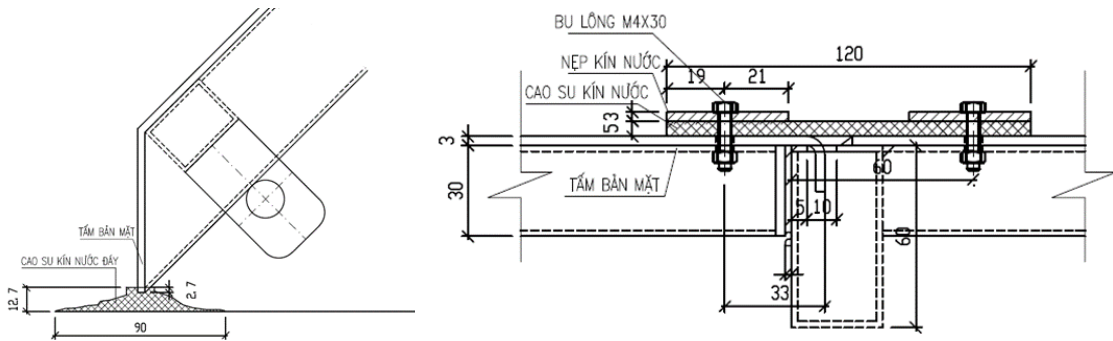
- Tấm bản mặt
- Thanh chống đứng
- Tấm/thanh chống trượt ngang
- Các bộ phận phụ trợ (bu lông, chốt neo, cao su kín nước, tăng đỡ)

Tấm bản mặt một đầu được đặt tựa trên nền, đầu còn lại được cố định bởi các thanh chống. Có thể thay đổi vị trí đặt thanh chống đứng để tăng giảm góc nghiêng của tấm bản mặt, từ đó thay

đổi chiều cao chắn nước; Đầu còn lại của thanh chống đứng được cố định vào tấm/thanh chống trượt ngang. Tấm/thanh chống trượt ngang và tấm bản mặt được liên kết với nhau bằng tăng đỡ để tăng khả năng ổn định tổng thể của hệ kết cấu. Tất cả các liên kết: bản mặt – bản mặt, bản mặt – thanh chống đứng, thanh chống đứng – tấm/thanh chống ngang đều là các liên kết sử dụng bu lông hoặc chốt neo thép nên hoàn toàn lắp ghép bằng thủ công.



Hình 7: Thiết kế 3D kết cấu chống tràn dạng bản chống

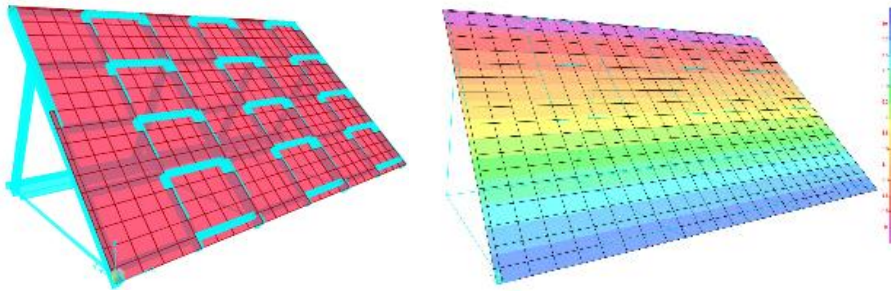


Hình 8: Chi tiết kín nước bằng gioăng cao su của giải pháp



Hình 9: Hình ảnh chế tạo kết cấu chống tràn dạng bản chống thực tế/03 mô đun sau khi lắp ghép

Tính toán bằng mô hình SAP2000: kết cấu vận hành ổn định và an toàn với cột nước thiết kế 1m, độ võng tấm bản mặt lớn nhất là 2,5cm.



Hình 10: Mô phỏng và tính toán kết cấu chống tràn dạng bản chống bằng SAP2000

b. Tính mới và điều kiện áp dụng

- Tính mới:
 - Kết cấu nhẹ; vận chuyển và lắp đặt đơn giản; có thể triển khai hoàn toàn bằng thủ công;
 - Chiều cao chắn nước được thay đổi linh động bằng việc thay đổi góc mở của tấm bản mặt thông qua vị trí đặt thanh chống;
 - Tấm/thanh chống trượt ngang được thiết kế đặc biệt, có các gờ răng cưa để tăng khả năng chống trượt;
 - Cao su kín nước bản đáy có hình dạng đặc biệt, ngoài chức năng kín nước còn có khả năng tăng ma sát, chống trượt cho tấm bản mặt; thích hợp với bề mặt đất, không bằng phẳng.
 - Sử dụng tăng đơ liên kết giữa điểm chân tấm bản mặt với tấm/thanh chống trượt ngang là một giải pháp đơn giản nhưng rất hiệu quả trong việc tăng tính ổn định của tấm bản mặt trong các điều kiện mặt bằng khác nhau.
- Điều kiện áp dụng: Áp dụng với cột nước tràn lớn nhất $H_{\max} = 2,0\text{m}$. Độ tùy biến cao, phù hợp được với nhiều điều kiện bề mặt đê – khu

vực ngăn nước, kê cả các nơi không bằng phẳng, gò ghề.

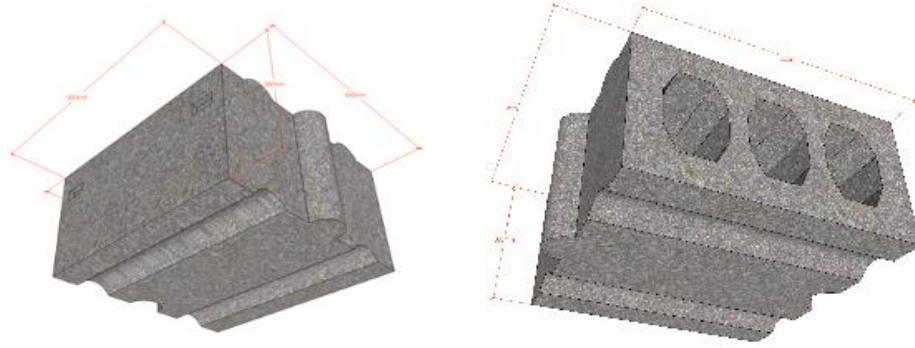
2.3. Tường chống tràn lắp ghép bằng cấu kiện bê tông hộp rỗng

a. Nguyên tắc hoạt động

Tường chống tràn được lắp ghép bằng các cấu kiện bê tông dạng hộp rỗng. Trong điều kiện đê làm việc bình thường (không có yêu cầu chống lũ), các cấu kiện bê tông này được xếp trên mái đê, có tác dụng như lớp lát mái đê. Khi có lũ, các khối/cấu kiện được di chuyển và xếp thành tường chắn trên đỉnh đê.

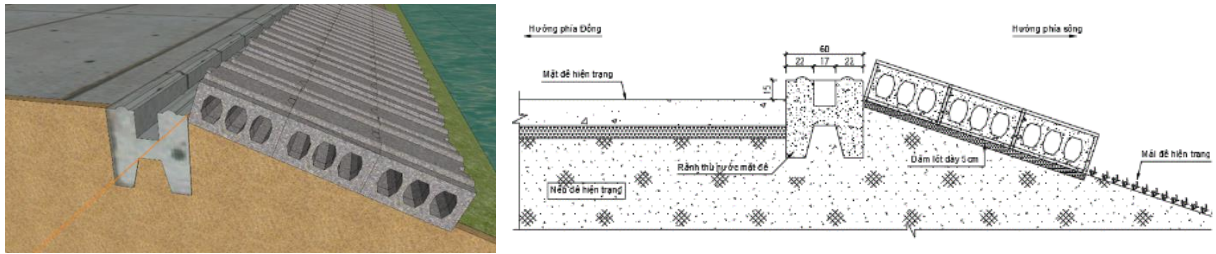
Đặc điểm cấu kiện bê tông hộp rỗng (Hình 11):

- Bề mặt cấu kiện bê tông có các rãnh âm dương để tăng ma sát, tăng tính liên kết giữa các cấu kiện và có tác dụng kín nước.
- Các lỗ rỗng trong thân cấu kiện bê tông làm giảm khối lượng, thuận tiện cho việc vận chuyển và lắp ghép thủ công. Khi chống lũ, phần nước lấp đầy trong các lỗ rỗng này làm tăng khối lượng tổng thể của các cấu kiện, từ đó tăng sự ổn định của tường sau lắp ghép.



Hình 11: Thiết kế 3D khối bê tông hộp rỗng

Trong điều kiện làm việc bình thường, các cấu kiện bê tông được xếp trên mái dè phía sông, có vai trò như tấm lát mái bảo vệ đê (Hình 12).



Hình 12: Hình ảnh mái dè trong điều kiện làm việc bình thường

Khi có lũ, tùy theo yêu cầu chiều cao ngăn nước mà có cách xếp các khối bê tông khác nhau.

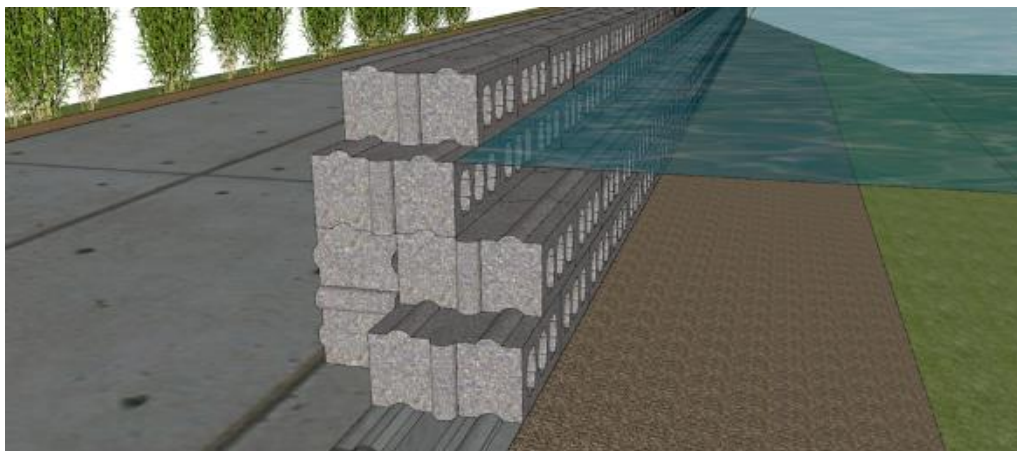
Với chiều cao ngăn nước khoảng 1,0m, xếp 03 cấu kiện chồng lên nhau theo phương thẳng đứng (Hình 13).



Hình 13: Cách xếp tường với cột nước tràn dưới 1,0m

Với chiều cao ngăn nước khoảng 1,2m, xếp 02 cấu kiện chồng lên nhau theo phương thẳng đứng

và 01 cấu kiện xoay ngang đằng sau. Tiếp tục xếp thêm 02 cấu kiện lên trên (Hình 14).



Hình 14: Cách xếp tường với cột nước tràn tới 1,2m

Khi cột nước tăng lên, nguyên tắc sắp xếp các khối bê tông tương tự như cách đặt các bao tải đất/cát chống lũ cho đê: xếp theo hình bậc thang, chiều rộng giảm dần từ dưới lên trên để tăng tính ổn định của tường.

b. Tính mới và điều kiện áp dụng

• Tính mới:

- Các cấu kiện bê tông lắp ghép có trọng lượng phù hợp (từ 50-60kg/cấu kiện) để có thể lắp ghép bằng thủ công; thời gian lắp đặt nhanh do sử dụng được các tấm tại chỗ (trên mái đê);

- Đối với các tuyến đê thiếu cao trình, hoặc có nguy cơ tràn đỉnh khi có lũ, trong điều kiện hoạt động bình thường (không có yêu cầu chống lũ), các cấu kiện bê tông rỗng được đặt trên mái đê, có tác dụng như kè lát mái bảo vệ đê. Do vậy không cần tới kho/bãi lưu trữ vật tư, vật liệu, bảo quản như các giải pháp khác. Khi có yêu cầu, nhân công có thể di chuyển cấu kiện từ vị trí lát mái đê lên vị trí tường chống tràn đỉnh đê nên tiết kiệm được rất nhiều thời gian và nhân lực;

- Chế tạo cấu kiện bê tông: vật liệu đa dạng, phổ biến. Có thể sử dụng bê tông truyền thống, bê tông xốp, hoặc sử dụng các loại bê tông thân thiện với môi trường (ví dụ: bê tông geopolimer, bê tông kết hợp tro bay,...)

• Điều kiện áp dụng: cột nước tràn dưới 1,2m, tại các vị trí mặt đê đã được cứng hóa, bề mặt đỉnh đê bằng phẳng; có thể áp dụng cho các khu đô thị, dân cư ven sông.

2.4. Đánh giá hiệu quả kinh tế - xã hội của các giải pháp

Để có bức tranh tổng thể về các giải pháp đã nghiên cứu, so sánh với giải pháp truyền thống là sử dụng bao tải đất/cát, Bảng 1 đã so sánh các giải pháp theo: (1) vật liệu chế tạo, (2) giá thành cho 1m² chắn nước, (3) thời gian triển khai và (4) biện pháp thi công. Trong đó chi phí cho các giải pháp dựa trên khối lượng tính toán cho điều kiện 1m nước tràn đỉnh và diện tích chắn nước 1m², đã bao gồm chi phí cho vật liệu, nhân công và máy móc (giá thành được tạm tính cho khu vực Hà Nội, giá thành chế tạo phụ thuộc vào mỗi khu vực/điều kiện áp dụng cụ thể).

Bảng 1: So sánh các tiêu chí cơ bản của các giải pháp chống tràn tính cho cột nước tràn 1m

Giải pháp	Vật liệu chế tạo	Diện tích chắn nước	Giá tiền	Thời gian triển khai	Biện pháp thi công	Ghi chú
Chống tràn bằng bao	Bao tải dựa đưng đất, cát	1m ²	2.200.000	40 phút/	Thủ công	30 bao tải loại 40x20x60cm/bao

Giải pháp	Vật liệu chế tạo	Diện tích chắn nước	Giá tiền	Thời gian triển khai	Biện pháp thi công	Ghi chú
tải đất/cát				08 người		03 người xúc đất cát + buộc bao; 05 người xếp hàng vận chuyển bao tải từ nơi tập kết vật liệu tới mặt đê với khoảng cách 100m
	Túi địa kỹ thuật kích thước lớn	1m ²	3.000.000	10 phút	Cơ giới kết hợp thủ công	Bao tải kích thước 90x90x110cm chứa 0,7m ³ /1 tấn cát. Các túi được đổ đầy cát tại bãi tập kết vật liệu, sau đó được vận chuyển bằng xe tải tới mặt đê và cầu vào vị trí. Túi sẽ được thu hồi và vận chuyển về bãi tập kết sau lũ. Khoảng cách giữa bãi tập kết tới mặt đê là 100m
Kết cấu chống tràn dạng tường phai mới	Vật liệu xếp bọc composite	1m ²	8.100.000	05 phút/02 người	Thủ công	04 tấm phai loại 30x20x200cm/tấm 01 người (nhân công nhóm 1) có thể mang 01 tấm phai và xếp theo thứ tự từ dưới lên, khoảng cách từ nơi tập kết tấm phai tới vị trí lắp đặt là 10m
Kết cấu chống tràn dạng bản chống	Thép không gỉ	1m ²	6.200.000	10 phút/02 người	Thủ công	Thay đổi ở vật liệu chế tạo bản mặt
	Hợp kim nhôm	1m ²	7.900.000			
	Nhựa tổng hợp	1m ²	5.500.000			
Tường chống tràn lắp ghép	Bê tông M400	1m ²	3.000.000	10 phút / 02 người	Thủ công	08 cấu kiện có kích thước 60x30x60cm/khối
	Bê tông Geopolymer	1m ²	2.500.000			

3. KẾT LUẬN

Các giải pháp được nghiên cứu bao gồm (1) Kết cấu chống tràn dạng tường phai bằng vật liệu xếp bọc composite, (2) Kết cấu chống tràn dạng bản chống và (3) Tường chống tràn lắp ghép bằng cấu kiện bê tông hợp rỗng. Các nghiên cứu bước đầu đã cho thấy được tính khả thi của các giải pháp chống tràn di động trong việc giải quyết vấn đề chống tràn đê sông do lũ với điều kiện kỹ thuật, kinh tế - xã hội của Việt Nam.

Giải pháp truyền thống sử dụng bao tải đất, cát có chi phí thấp nhất. Đây cũng là giải pháp cơ bản được sử dụng phổ biến tại nước ta. Tuy nhiên thời gian triển khai lâu (từ khâu chuẩn bị vật liệu sẵn trước mùa mưa bão, sử dụng nhiều diện tích chiếm đất để làm kho bãi, huy động nhân lực, vận chuyển) và chiều cao chắn nước hạn chế; xếp càng cao thì diện tích chiếm dụng càng lớn gây cản trở hoạt động của

người dân. Thêm vào đó, sau khi kết thúc nhiệm vụ, việc xử lý vận chuyển các bao tải cũng tốn nhiều nhân lực và máy móc. Các vật tư chỉ được tái sử dụng 1-2 mùa lũ;

Giải pháp sử dụng túi địa kỹ thuật kích thước lớn là giải pháp tận dụng được vật liệu địa phương và thời gian triển khai nhanh, có thể tái sử dụng. Tuy nhiên việc sử dụng cơ giới trong vận chuyển và sắp xếp túi trong nhiều trường hợp có thể gây bị động trong các tình huống khẩn cấp; ngoài ra cũng tăng chi phí so với giải pháp sử dụng bao tải truyền thống

Tường phai chống tràn bằng vật liệu composite có giá thành cao nhất, tuy nhiên thời gian triển khai rất nhanh, chiếm ít diện tích nhất và chiều cao chống tràn lớn, có thể vận chuyển lắp đặt thủ công 100%. Có thể tái sử dụng trong thời gian dài;

Các giải pháp còn lại (bản chống và tường phai lắp ghép) cũng có tính khả thi cao, chi phí nằm giữa giải pháp sử dụng bao tải và giải pháp tường phai; cần thêm thí nghiệm vật lý để hoàn thiện công nghệ; có thể tái sử dụng trong thời gian dài;

Tùy thuộc vào các yếu tố: chi phí; chiều cao cột nước, điều kiện sản xuất và khả năng đáp ứng yêu cầu khẩn cấp (thời gian) mà lựa chọn giải pháp trong các trường hợp cụ thể.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] UNEP, “How climate change is making record-breaking floods the new normal,” 2020. [Online]. Available: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/how-climate-change-making-record-breaking-floods-new-normal#:~:text=Climate change and floods—how,climate change increase flood risk>.
- [2] B. Koppe and B. Brinkmann, “Opportunities and Drawbacks of Mobile Flood Protection Systems,” *Coast. Eng. Proc.*, vol. 1, no. 32, p. 24, 2011, doi: 10.9753/icce.v32.management.24.
- [3] B. Koppe and B. Brinkmann, “Development and testing of water-filled tube systems for flood protection measures,” in *Structural Membranes 2011 - 5th International Conference on Textile Composites and Inflatable Structures*, 2011, pp. 319–329.
- [4] R. Liem and J. Köngeter, “Mobile flood protection walls: experiments and reflections on the risk of flood waves caused by a failure,” in *WRPMD '99: Preparing for the 21st Century*, 1999, pp. 1–10.
- [5] I. Kádár, “Mobile flood protection walls,” *Pollack Period.*, vol. 10, no. 1, pp. 133–142, 2015, doi: 10.1556/Pollack.10.2015.1.13.
- [6] L. I. Yuan-yuan *et al.*, “Strategic thinking on major issues in China flood control,” *水科学进展*, vol. 21, no. 4, pp. 490–495, 2010.
- [7] P. Schmidt-Thome, T. H. Nguyen, T. L. Pham, J. Jarva, and K. Nuottimäki, “Climate change in Vietnam,” in *Climate change adaptation measures in Vietnam*, Springer, 2015, pp. 7–15.
- [8] Nguyễn Chí Thanh, “Nghiên cứu ứng dụng, phát triển kết cấu chống tràn cho đê sông do lũ,” *Đề tài NCKH cấp Bộ NN&PTNT*, 2022.