

XI MĂNG ĐẤT - VẬT LIỆU TIỀM NĂNG LÀM KẾT CẤU BẢO VỆ ĐÊ BỒI VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG CHO PHÉP NƯỚC TRÀN QUA

Nguyễn Hữu Thanh¹, Nguyễn Hữu Huế^{2*}, Đặng Công Hưởng³

Tóm tắt: Vùng Đồng bằng sông Hồng hiện có 4.140,74 km đê; trong đó có 568,26 km đê bồi chiếm 13,72%. Trong những năm vừa qua, các tuyến đê bồi thường xuyên chịu ảnh hưởng nặng nề bởi lũ lụt, đã không ít lần xảy ra sự cố tràn đê, vỡ đê gây hậu quả to lớn về mặt kinh tế và xã hội. Theo quy định hiện hành yêu cầu “phải có giải pháp chủ động đưa nước vào trong bồi khi có lũ từ báo động II trở lên”. Tuy nhiên, các tuyến đê bồi hiện nay đều chưa có giải pháp chống xói lở trong trường hợp nước tràn qua, giải pháp chủ yếu vẫn là trông chờ khả năng chống xói rất thấp. Hiện nay có nhiều giải pháp bảo vệ đê khi nước tràn qua, mỗi giải pháp được lựa chọn phụ thuộc vào đặc điểm của dòng chảy tràn, tính năng của loại vật liệu được sử dụng cũng như khả năng chấp nhận rủi ro của chủ sở hữu. Giải pháp sử dụng vật liệu xi măng đất làm kết cấu bảo vệ đê bồi, cho phép nước tràn qua được xem là phù hợp, đem lại hiệu quả về mặt kinh tế, kỹ thuật; phù hợp với các tuyến đê bồi có quy mô nhỏ, vùng được bảo vệ ít dân cư và ít cơ sở hạ tầng quan trọng. Ưu điểm nổi bật của giải pháp này là tận dụng được đất tại chỗ, giảm chi phí vận chuyển vật liệu và giảm giá thành xây dựng, giảm nhu cầu sử dụng các loại vật liệu cao cấp khác như cát, sỏi, đá, bê tông.

Từ khóa: Xi măng đất, đê cho phép nước tràn qua, đê bồi, sự cố đê điều.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, lũ lụt trên thế giới ngày càng trở nên tàn khốc, gia tăng cả về tần suất và mức độ nghiêm trọng do tác động của Biến đổi khí hậu. Sự gia tăng này làm tăng nguy cơ nước tràn qua đỉnh đê (Muhammad Rizwan và nnk, 2022). Trong số các nguyên nhân chính gây ra sự cố vỡ đê, nguyên nhân nước tràn qua đỉnh đê là nguyên nhân chính, đứng đầu danh sách (Vorogushyn và nnk, 2010). Khi đê bị vỡ đột ngột thường sẽ gây ra thiệt hại đáng kể về người và cơ sở hạ tầng ở khu vực được bảo vệ. Các thiệt hại sẽ được giảm thiểu đáng kể khi chủ động áp dụng các giải pháp bảo vệ. Điều này sẽ giúp cho tốc độ bị ngập lụt ở khu vực được bảo vệ phía sau đê chậm lại, hoặc ít nhất cũng giúp cho tuyến đê tránh bị phá vỡ hoàn toàn. Cả hai tác dụng trên vừa giảm được thiệt hại do lũ lụt gây ra, vừa giúp có thêm thời gian để thực hiện các biện pháp phòng chống ngập lụt, sơ tán dân đến nơi an toàn.

Hiện tại, các tuyến đê bồi vùng Đồng bằng sông Hồng chỉ được phép giữ mức lũ ở Báo động II. Theo quy định của Luật số 146/2025/QH15 của Quốc hội quy định “Không nâng cao các tuyến đê bồi hiện có, không xây dựng đê bồi mới và phải có giải pháp chủ động đưa nước vào trong bồi khi có lũ từ báo động

II trở lên”. Tuy nhiên, hầu hết các tuyến đê bồi hiện nay đều chưa có giải pháp chống xói lở trong trường hợp nước tràn qua, giải pháp vẫn là trông chờ. Có bảo vệ mái đê có chất lượng không đồng đều, ít được chăm sóc, bảo vệ; đồng thời khả năng chống xói thấp nên khi có nước lũ tràn qua, đê thường bị xói lở rất nhanh và dẫn tới vỡ đê. Các sự kiện lũ lụt và vỡ đê thường xuyên xảy ra tại các tuyến đê bồi ở các địa phương vùng Đồng bằng sông Hồng đã gây ảnh hưởng rất lớn đến hoạt động kinh tế xã hội của người dân. Một số sự kiện điển hình dưới đây là minh chứng cho vấn đề này:

- Trận lũ tháng 10/2017, xã Yên Đồng, tỉnh Ninh Bình: Lũ sông dâng cao khiến cho nước tràn qua tuyến đê bồi Yên Trị, thuộc tuyến đê Tả Đáy và gây vỡ đê, đã nhấn chìm khoảng 300 nhà dân cùng nhiều cơ sở hạ tầng bị phá hủy.

- Trận lũ tháng 07/2018, phường Liêm Tuyền, tỉnh Ninh Bình: Lũ sông dâng cao khiến cho nước tràn qua tuyến đê bồi Đình Xá, thuộc tuyến đê Nam sông Châu Giang, đã nhấn chìm hơn 100 nhà dân và hơn 20 ha lúa, hoa màu bị ngập và hư hại.

- 04 trận lũ vào các năm 2008, 10/2017, 7/2018 và 7/2024 đã khiến cho nước dâng cao, tràn qua đê hữu Bưởi, gây vỡ đê khiến cho hàng nghìn hộ dân thuộc xã Xuân Mai, thành phố Hà Nội bị ngập sâu trong nước, hàng trăm hecta hoa màu bị thiệt hại.

- Trận lũ tháng 09/2024 do ảnh hưởng của cơn bão Yagi, tuyến đê bồi Vân Hà - Tiên Sơn, phường Vân Hà, tỉnh Bắc Ninh có chiều dài khoảng 9,0km

¹Viện Kỹ thuật Công trình

²Trường Đại học Thủy lợi

³Sở Nông nghiệp và Môi trường tỉnh Bắc Ninh

*Tác giả liên hệ

đã bị nước lũ tràn qua. Mái đê phía đồng bị sạt lở nghiêm trọng làm sập toàn bộ mái taluy, xói sâu vào thân đê tạo hàm ếch dẫn đến gãy, nứt vỡ mặt đường đê bê tông xi măng. Tuyến đê bồi Nguyễn Huệ,



Hình 1. Đê Hữu Bùi (2018)

Do chưa có giải pháp chống xói lở cho các tuyến đê trong trường hợp nước tràn qua nên nguy cơ xảy ra vỡ đê trong thời gian tới vẫn sẽ rất thường xuyên. Vì vậy, cần thiết phải có đề xuất các giải pháp kịp thời để bảo vệ các tuyến đê bồi trong trường hợp nước lũ tràn qua, nhất là trong điều kiện Biến đổi khí hậu ngày càng trở nên khốc liệt. Nội dung của bài báo sẽ nghiên cứu, phân tích, đánh giá các giải pháp bảo vệ đê cho phép nước tràn qua; tập trung làm rõ tiềm năng sử dụng vật liệu xi măng đất làm kết cấu bảo vệ đê bồi vùng đồng bằng sông Hồng cho phép nước tràn qua.

2. GIỚI THIỆU VỀ VÙNG NGHIÊN CỨU

Đê là công trình ngăn nước lũ của sông hoặc ngăn nước biển, được cơ quan nhà nước có thẩm quyền phân loại, phân cấp theo quy định của pháp

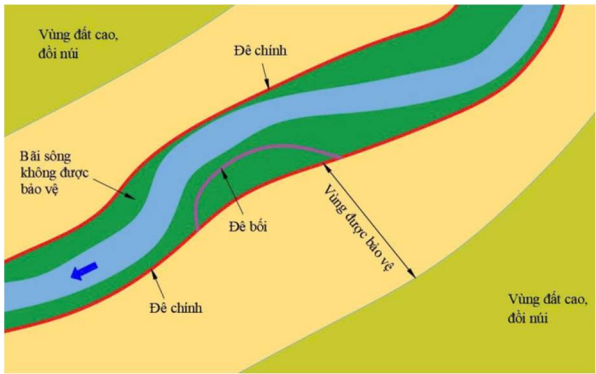
phương Đông Triều, tỉnh Quảng Ninh có chiều dài khoảng 1,40 km đã bị nước lũ tràn qua gây sạt lở nghiêm trọng. Trận lũ tháng 10/2025 tiếp tục khiến tuyến đê bồi Vân Hà - Tiên Sơn bị tràn.



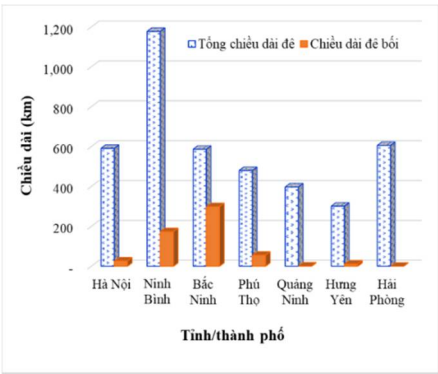
Hình 2. Đê bồi Vân Hà - Tiên Sơn (2024)

luật. Trong đó, đê bồi là đê bảo vệ cho một khu vực nằm ở phía sông của đê sông (Luật đê điều, 2006).

Vùng đồng bằng sông Hồng (ĐBSH) hiện có 4.140,74 km đê; trong đó có 568,26 km đê bồi chiếm 13,72%. Các tỉnh có đê bồi bao gồm: Bắc Ninh, Ninh Bình, Phú Thọ, Hà Nội, Hưng Yên và Quảng Ninh với tổng chiều dài lần lượt là: 299,22 km, 173,85 km, 55,66 km, 26,92 km, 11,21 km và 1,40 km. Các tuyến đê bồi vùng đồng bằng sông Hồng ban đầu chỉ là những bờ nhỏ, chống lũ ở mức nước thấp. Một số tuyến đê bồi được đắp để bảo vệ vụ chiêm, còn vụ mùa thì không cấy nữa mà để cho nước ngập tràn lan (Tổng cục Phòng chống thiên tai, 2021). Sau này theo nhu cầu thực tế, các tuyến đê bồi dần dần được đắp cao và to thêm để có thể giữ mức lũ ở Báo động II.



Hình 3. Minh họa vị trí đê bồi, đê chính và vùng được bảo vệ



Hình 4. Chiều dài các tuyến đê phân theo địa phương ở vùng ĐBSH

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

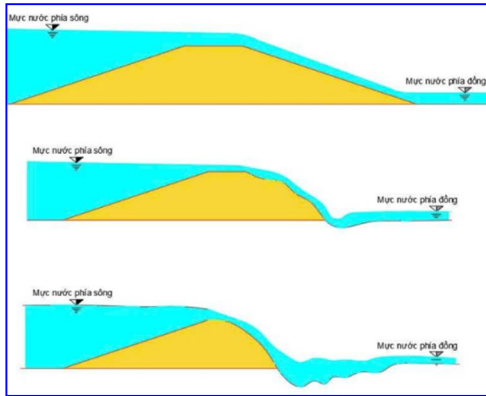
Trong nghiên cứu này, các tác giả đã sử dụng tổng hợp các phương pháp sau:

- **Phương pháp tổng hợp, kế thừa:** Nghiên cứu kế thừa một cách có chọn lọc các nghiên cứu đã có

trước đây trong các bài báo, đề tài, dự án, nghiên cứu trong nước và ngoài nước có liên quan đến giải pháp bảo vệ đê cho phép nước tràn qua. Trên cơ sở đó, phân tích, tổng hợp và đưa ra luận điểm cho nội dung của bài báo.

- **Phương pháp chuyên gia:** Tham vấn ý kiến các chuyên gia trong lĩnh vực đề điều, phòng chống thiên tai để đúc rút kinh nghiệm và đề xuất lựa chọn giải pháp phù hợp bảo vệ các tuyến đê bồi vùng Đồng bằng sông Hồng khi nước tràn qua.

- **Phương pháp điều tra, khảo sát thực địa:** Khảo

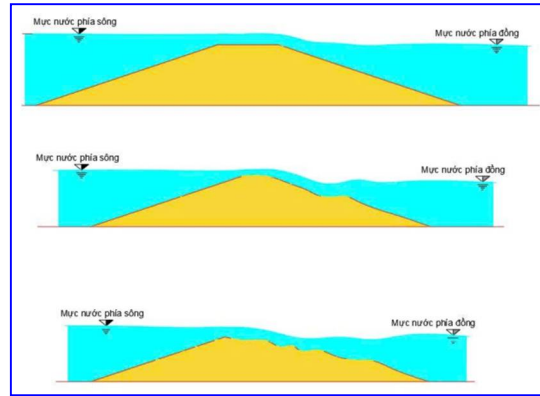


Hình 5. Cơ chế xói và vỡ đê khi mực nước phía đồng thấp

sát hiện trường các tuyến đê bồi trong vùng để nắm bắt chi tiết hiện trạng, điều kiện địa hình, địa chất, thủy văn và các dạng hư hỏng khi xảy ra sự cố nước tràn qua, phục vụ đánh giá yêu cầu kỹ thuật của kết cấu bảo vệ.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Cơ chế gây xói, vỡ đê do nước tràn đỉnh



Hình 6. Cơ chế xói và vỡ đê khi mực nước phía đồng cao

Khi xảy ra lũ lớn, mực nước vượt quá cao trình đỉnh đê thì hiện tượng nước tràn qua đỉnh đê sẽ bắt đầu xảy ra. Khi ứng suất cắt sinh ra do dòng chảy vượt quá ứng suất cắt tới hạn của vật liệu thì xói lở bắt đầu xảy ra. Ứng suất cắt tăng khi vận tốc dòng chảy tăng và phụ thuộc vào mực nước thượng, hạ lưu (Clopper, P. E. và nnk, 1988).

4.2. Các giải pháp gia cố đê cho phép nước tràn qua và tiềm năng của vật liệu xi măng đất

Hiện nay, có rất nhiều sự lựa chọn về các giải pháp gia cố đê ngăn xói lở do dòng nước chảy tràn gây ra. Mỗi giải pháp được lựa chọn phụ thuộc vào đặc điểm của dòng chảy tràn, tính năng của loại vật liệu được sử dụng cũng như khả năng chấp nhận rủi ro của chủ sở hữu (Korey J. Kadrmas và nnk, 2016). Dưới đây là các giải pháp phổ biến, thường được sử dụng:

1- Giải pháp trồng cỏ

Trồng cỏ để bảo vệ chống xói mái đê được sử dụng từ lâu và khá phổ biến ở Việt Nam và trên thế giới. Giải pháp trồng cỏ được cho là một giải pháp hiệu quả trong việc bảo vệ công trình trong các tình huống nước chảy tràn nhờ tiết kiệm được chi phí và khả năng phục hồi tự nhiên (Mulyono A và nnk, 2018). Tuy nhiên, dưới tác động của dòng chảy mạnh thì độ bền của lớp cỏ thấp hơn nhiều so với các loại vật liệu cứng, vận tốc cho phép chỉ khoảng 2÷3 m/s.

2- Giải pháp sử dụng vật liệu địa kỹ thuật

Vật liệu địa kỹ thuật dùng để bảo vệ mái đê có thể là vải dệt, lưới, thảm hoặc ô lưới (geoweb, geocell) được lắp đặt trên mái đê. Tính năng bảo vệ mái đê của công nghệ chỉ đạt độ ổn định khi mà lớp cỏ đã phát triển đầy đủ và phải mất từ 2 đến 3 năm nếu cỏ được chăm sóc tốt. Một trong những điểm hạn chế chính của giải pháp địa kỹ thuật là dễ bị tổn thương do các động vật đào hang như chuột, cáo,... gây ra vì chúng có thể đào hang và xây dựng những hệ thống đường hầm phức tạp, gây ra mối đe dọa đáng kể đối với các hệ thống đê điều.

3- Giải pháp sử dụng cấu kiện bê tông liên kết cáp

Một số loại cấu kiện bê tông liên kết cáp thường được sử dụng đó là cấu kiện bê tông Dycel, Petreflex, Armourflex. Giải pháp này nếu sử dụng vật liệu lọc phù hợp thì hầu như không bị xói mòn và do đó không bị hư hỏng do cơ chế ứng suất cắt. Nguy cơ hư hỏng tiềm ẩn có liên quan trực tiếp đến áp suất âm. Áp suất âm gần mép đê phía hạ lưu có thể dẫn đến lực kéo của dòng chảy, gây ra hiện tượng nhấc các cấu kiện ra khỏi mặt mái đê, cho phép dòng nước thâm nhập và gây hư hại cho hệ thống bên dưới (Clopper, P. E. và nnk, 1988).

4- Giải pháp sử dụng rọ đá, thảm đá

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng rọ đá, thảm đá có hiệu quả trong việc bảo vệ đê khỏi sự xói mòn do dòng chảy tràn gây ra. Rọ đá tương đối ổn định

nhưng thường gặp vấn đề về biến dạng rọ thép do sự dịch chuyển của các viên đá bên trong. Khi viên đá di chuyển về phía cuối của rọ sẽ dẫn đến biến dạng rọ và làm lộ lớp vải lọc phía bên dưới, dễ kéo theo các hư hỏng. Rọ đá, thảm đá rất phù hợp áp dụng cho các công trình có cột nước tràn thấp, không vượt quá 0,7m ở đỉnh và vận tốc dòng chảy tối đa là 6 m/s (G. Degoutte, R và nnk, 2021).

5- Giải pháp sử dụng vật liệu đá học (chít mạch, lát khan)

- Giải pháp sử dụng đá học chít mạch là một giải pháp phổ biến hơn, đặc biệt phù hợp đối với các tuyến đê có chiều dài lớn. Với kỹ thuật này, không cần có các khe co giãn trong quá trình xây dựng. Giải pháp này chịu được cột nước tràn tối đa là 1,0 m ở đỉnh và vận tốc dòng chảy tối đa là 8 m/s (G. Degoutte, R và nnk, 2021).

- Giải pháp sử dụng đá học lát khan thường sử dụng viên đá có kích thước trung bình khoảng 25÷30cm, đá được xếp chặt theo lớp để bảo vệ mái. Mặc dù giải pháp có khả năng chống xói cao trước tác động của dòng chảy song việc sử dụng các giải pháp này cũng gặp phải hạn chế nhất định do đòi hỏi phải có nguồn vật liệu đáng kể, chi phí vận chuyển lớn.

6- Giải pháp bọc bê tông

Giải pháp bọc bê tông 2 hoặc 3 mặt của đê để đảm bảo an toàn khi nước tràn qua là giải pháp cực kỳ an toàn nhưng chi phí lớn. Giải pháp này phù hợp với các tuyến đê bảo vệ các khu vực quan trọng, phía bên trong đông dân cư hoặc có cơ sở hạ tầng quan trọng. Giải pháp này đã được áp dụng để gia cố tuyến đê bồi xã Kim Tân, tỉnh Thanh Hóa ngăn lũ sông Bưởi.

7- Giải pháp sử dụng vật liệu xi măng đất

Xi măng đất là vật liệu được tạo thành bằng cách trộn, đầm nén hỗn hợp bao gồm đất với một phần xi măng, có thể bổ sung thêm các phụ gia pozzolan và nước để tạo thành vật liệu được cứng hóa có các đặc tính cụ thể (Dennis L. Richards và nnk, 2006). Trong nội dung bài báo, vật liệu xi măng đất là hỗn hợp bao gồm đất, xi măng, tro bay và nước được trộn, đầm nén để tạo thành cấu trúc phân tử mật độ cao, có đặc tính kỹ thuật và khả năng chống xói dưới tác động của dòng chảy. Nghiên cứu hướng đến việc sử dụng đất được khai thác tại chỗ xung quanh khu vực các tuyến đê bồi hoặc đê chính (*đất để hiện trạng được bóc bỏ khi cải tạo, nâng cấp*) phối trộn với tro bay và xi măng tạo thành lớp kết cấu bảo vệ đê cho phép nước tràn qua (Đăng Công Hường, 2018).

Xi măng đất lần đầu tiên được tiến hành nghiên cứu và áp dụng thử nghiệm tại hồ Bonny ở miền Đông bang Colorado, Mỹ năm 1951. Sau khi áp dụng thử nghiệm thành công, một loạt các ứng dụng khác đã được tiến hành như xây dựng tràn xả lũ khẩn cấp tại đập Broad Canyon ở Radium Springs, New Mexico năm 1969; gia cố các bờ sông ở Tucson, Mỹ. Hiệu quả đích thực đã được chứng minh bằng trận lũ tháng 10/1983 khi các khu vực có đường bờ tự nhiên không được gia cố đã bị xói phía trong với chiều dài lên đến 140m. Tuy nhiên, tại khu vực bờ sông được gia cố bằng xi măng đất thì không xuất hiện hư hỏng gì mặc dù nước tràn qua.

Nghiên cứu của tác giả Clopper, P. E. và cộng sự (Clopper, P. E. và nnk, 1988) đã tiến hành các thí nghiệm trên mô hình tỷ lệ lớn tương tự công trình ngoài thực tế, để đánh giá khả năng làm việc của các loại vật liệu bảo vệ mái đê khi nước tràn qua, kết quả như sau:

Bảng 1. Giá trị vận tốc và ứng suất cắt tới hạn tương ứng với các giải pháp

TT	Biện pháp bảo vệ mái	Loại vật liệu/Khả năng chống xói của lớp bảo vệ	Vận tốc tới hạn (m/s)	Ứng suất cắt tới hạn (N/m ²)
1	Trồng cỏ	Rất cao	1,83÷2,44	177,12
2	Vật liệu địa kỹ thuật	Neoweb (cao 5,1 cm)	2,74÷3,05	478,70
3	Cấu kiện bê tông liên kết cáp	Cấu kiện dạng Petraflex	> 5,18	1.531,84
		Cấu kiện dạng Armourflex	3,66÷4,57	574,44÷957,40
4	Đá học	D ₅₀ = 30,50 cm	N/A	239,35
5	Rọ đá	Sử dụng đá D ₅₀ = 15,25 cm	5,18	1.675,45
6	Xi măng đất	8% xi măng	>4,88	2.154,15

Theo kết quả nghiên cứu của tác giả Nguyễn Hữu Huế và cộng sự (Nguyễn Hữu Huế và nnk, 2025), vật liệu xi măng đất cấu thành từ đất đê Hữu Bùi,

thành phố Hà Nội (loại đất: đất pha sét; đường kính sàng: 0,005, 0,0078, 0,0109, 0,0152, 0,0258, 0,0399, 0,055, 0,10, 0,25 (mm) và lượng lọt sàng tương ứng

là: 20,52, 30,28, 37,38, 44,47, 54,40, 64,34, 72,85, 92,60, 99,54 (%)) phối trộn với tro bay Cẩm Phả và xi măng Hoàng Thạch PCB 40 theo tỷ lệ: 90% hỗn hợp đất tro bay (80% đất + 20% tro bay) và 10% xi măng có khả năng cho phép nước tràn qua với vận tốc dòng chảy lên đến 6,15 m/s.

Qua phần phân tích ở trên có thể thấy rằng vật liệu xi măng đất rất tiềm năng sử dụng làm kết cấu bảo vệ đê bồi vùng đồng bằng sông Hồng cho phép nước tràn qua, bồi:

- Xét về phương diện hiệu quả kỹ thuật: Trên cơ sở so sánh giá trị của vận tốc và ứng suất cắt của các giải pháp bảo vệ khác nhau tại Bảng 1 có thể thấy rằng: vật liệu xi măng đất là vật liệu có ứng suất cắt và vận tốc thuộc nhóm cao nhất. Các tác giả đã chỉ rõ rằng xi măng đất là một trong những biện pháp bảo vệ mái đê ổn định nhất đã được thí nghiệm.

- Xét về phương diện hiệu quả kinh tế: Vật liệu xi măng đất được chứng minh là vật liệu xây dựng phù hợp, đem lại hiệu quả về mặt kinh tế, kỹ thuật trong các ứng dụng thuộc lĩnh vực tài nguyên nước như: tràn xả lũ hồ chứa nước, bảo vệ bờ sông, bảo vệ mái đê, bảo vệ mái kênh (Dennis L. Richards và nnk, 2006). Việc tái sử dụng vật liệu đất tại chỗ sẽ giúp giảm chi

phí vận chuyển vật liệu và giảm giá thành xây dựng, giảm nhu cầu sử dụng các loại vật liệu cao cấp khác như cát, sỏi, đá, bê tông,... (Herrier G., 2018).

4.3. Các lưu ý khi thiết kế giải pháp bảo vệ đê cho phép nước tràn qua

Khi thiết kế giải pháp bảo vệ đê cho phép nước tràn qua cần đặc biệt lưu ý đến các chi tiết phần kết thúc của đỉnh, chân và các vùng tiếp giáp bởi đây là các khu vực dễ bị nước xâm nhập gây hư hại. Ngoài ra, cần phải bố trí hệ thống thoát nước ở chân của kết cấu bảo vệ để giảm áp lực đẩy nổi do dòng thấm trong thân đê gây ra.

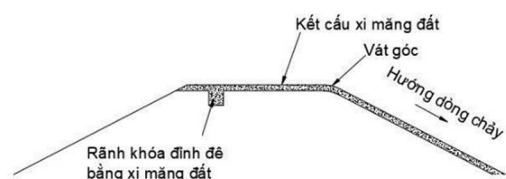
1- Đối với phần đỉnh đê, mái đê

- Phần đỉnh đê phải được thiết kế để thực hiện hai chức năng quan trọng, đó là:

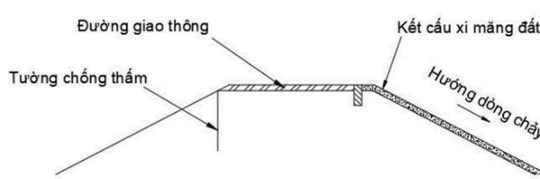
- + Ngăn chặn sự xâm nhập của nước. Nước có thể xâm nhập bên dưới mặt đê do thấm, từ đó phá hủy công trình.

- + Đóng vai trò là một kết cấu neo giữ liên tục để chống lại lực kéo phát sinh do dòng chảy tràn tạo ra.

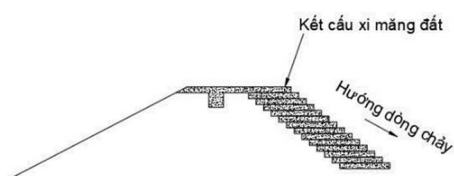
- Phần mái đê là phần tiếp giáp với phần đỉnh đê và phần chân đê nên khi thiết kế phải đảm bảo dòng chảy tràn được phân bố đều và đồng nhất; tránh độ dốc không liên tục.



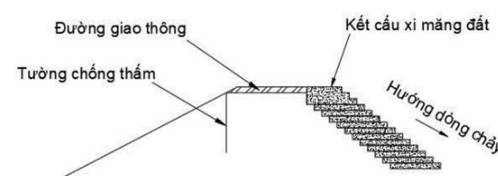
a. Chi tiết phần đỉnh sử dụng vật liệu xi măng đất (Đê không kết hợp giao thông).
Kết cấu bảo vệ mái là xi măng đất dạng phẳng áp mái.



b. Chi tiết phần đỉnh sử dụng vật liệu xi măng đất (Đê có kết hợp giao thông).
Kết cấu bảo vệ mái là xi măng đất dạng phẳng áp mái.



c. Chi tiết phần đỉnh sử dụng vật liệu xi măng đất (Đê không kết hợp giao thông).
Kết cấu bảo vệ mái là xi măng đất dạng bậc thang.



d. Chi tiết phần đỉnh sử dụng vật liệu xi măng đất (Đê có kết hợp giao thông).
Kết cấu bảo vệ mái là xi măng đất dạng bậc thang.

Hình 7. Chi tiết phần đỉnh, mái đê khi sử dụng vật liệu xi măng đất bảo vệ

2- Đối với phần chân đê

Phần chân đê là phần kết thúc của kết cấu bảo vệ mái đê nên đây là hạng mục rất quan trọng. Việc lựa chọn giải pháp kết cấu để kết thúc mái đê sẽ phụ thuộc phần lớn vào điều kiện của thiết kế mực nước hạ lưu.

- Đối với các tuyến đê được xác định là hiểm

khí xảy ra hiện tượng nước tràn qua đỉnh đê thì có thể cho phép thiết kế phần chân của kết cấu sâu hơn chiều sâu hố xói dự kiến với điều kiện đảm bảo ổn định chống trượt của mái đê khi xuất hiện hố xói.

- Đối với các tuyến đê được xác định là thường xuyên bị tràn thì nên kết thúc kết cấu bảo vệ bằng

cách kéo dài kết cấu bảo vệ thêm một đoạn hoặc làm một bề tiêu năng để tạo ra một bước nhảy thủy lực ổn định.

5. KẾT LUẬN

Trong nội dung nghiên cứu này, báo cáo đã trình bày sơ lược về cơ chế gây xói, vỡ đê do nước tràn đỉnh; về hiện trạng hệ thống đê bồi vùng Đồng bằng sông Hồng và những rủi ro tiềm ẩn do chưa có giải pháp chống xói cho đê trong trường hợp nước tràn qua nên nguy cơ xảy ra vỡ đê bồi trong thời gian tới vẫn sẽ rất thường xuyên.

Quy mô các tuyến đê bồi thường là các tuyến đê thấp, nhỏ và vùng được bảo vệ có mức độ quan trọng không cao nên không cần thiết phải sử dụng các giải pháp kiên cố hoặc quá thiên về an toàn để bảo vệ các tuyến đê này. Giải pháp sử dụng vật liệu xi măng đất làm kết cấu bảo vệ đê bồi vùng Đồng bằng sông Hồng, cho phép nước tràn qua

được xem là phù hợp, đem lại hiệu quả về mặt kinh tế, kỹ thuật. Ưu điểm nổi bật của giải pháp này là tận dụng được đất tại chỗ, giảm chi phí vận chuyển vật liệu và giảm giá thành xây dựng, giảm nhu cầu sử dụng các loại vật liệu cao cấp khác như cát, sỏi, đá, bê tông,...

Đối với các nghiên cứu trong tương lai nên mở rộng hướng tiếp cận áp dụng đa dạng cho các đối tượng khác như: bảo vệ mái taluy, bảo vệ mái dốc công trình thủy lợi (kênh dẫn nước, bờ bao, mái thượng lưu, dốc nước tràn xả lũ các hồ chứa nước) hoặc làm các đập tràn. Ngoài ra, cũng có thể xem xét mở rộng phạm vi của vật liệu xi măng đất, cụ thể: thay vì sử dụng tro bay thì có thể sử dụng các loại phụ phẩm công nghiệp khác như xỉ lò cao, xỉ gang, xỉ thép, xỉ đáy lò của nhà máy điện rác,... hoặc kết hợp sử dụng cùng với cả tro bay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Đặng Công Hường. (2018). *Luận án tiến sĩ: Nghiên cứu cơ sở khoa học đề xuất kết cấu mặt đê đảm bảo chống lũ và kết hợp giao thông*. Trường Đại học Thủy lợi.
- Tổng cục phòng, chống thiên tai. (2021). *Lịch sử đê điều Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học xã hội. Hà Nội.
- Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam khoá XI (2006). *Luật số 79/2006/QH11 của Quốc hội: Luật Đê điều*. Hà Nội.
- Rizwan, M., Li, X., Chen, Y., Anjum, L., Hamid, S., Yamin, M., Chauhdary, J. N., Shahid, M. A., & Mehmood, Q. (2022). *Simulating future flood risks under climate change in the source region of the Indus River*. Journal of Flood Risk Management, vol. 16, no. 1, pp. e12857.
- Vorogushyn, S., B. Merz, Lindenschmidt K.-E., Apel H. (2010). *A new methodology for flood hazard assessment*. Water Resources Research, vol. 46, no. 8, pp. W08541.
- Clopper, P. E., Chen, Y. H. (1988). *Minimizing Embankment Damage during Overtopping Flow*. Federal Highway Administration, USA.
- Korey J. Kadrmas, Robert J. Huzjak. (2016). *Soil-Cement for High-Velocity Spillway Flow Applications*. Proceedings of the 2nd International Seminar on Dam Protection Against Overtopping. Ft. Collins, Colorado, USA.
- Mulyono A, Subardja A, Ekasari I, Lailati M, Sudirja R, Ningrum W. (2018). *The hydromechanics of vegetation for slope stabilization*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 118, p. 012038.
- Rimoldi, P., Shamrock, J., Kawalec, J., Touze, N. (2021). *Sustainable Use of Geosynthetics in Dykes*. Sustainability, vol. 13, no. 4445, p. 31.
- Degoutte G., Tourment R. (2021). *Spillways on River Levees*. Versailles, Ed. Quæ: Éditions Quæ.
- Dennis L. Richards, Hans R. Hadley. (2006). *Soil-Cement Guide for Water Resources Applications*. USA: Portland Cement Association.
- Herrier G. (2018). *Erosion resistant dikes thanks to soil treatment with lime*. Proceedings of the 3rd International Conference on Protection against Overtopping, UK.
- Huu-Thanh Nguyen, Huu-Hue Nguyen, Thi-Thu-Huong Nguyen, Quoc-Hung Vu. (2025). *Experimental Study on Fly Ash-Cemented Soil for River Levee Overtopping Protection*. Geotechnical and Geological Engineering, vol. 43, no. 109.

Abstract:
**SOIL-CEMENT: A POTENTIAL MATERIAL FOR RIVER
LEVEE OVERTOPPING PROTECTION IN THE RED RIVER DELTA**

The Red River Delta currently has 4,140.74 km of dikes, of which 568.26 km are river levees (accounting for 13.72%). In recent years, these levees have been heavily affected by flooding, with repeated incidents of overtopping and breaches that have caused significant economic and social consequences. According to current regulations, it is required that “there must be proactive solutions to divert water into the floodplain when floods reach level II or higher.” However, the present levees do not have effective anti-erosion measures in case of overtopping; the main solution remains grass planting, which provides very low resistance to erosion.

Currently, there are many solutions to protect levees when water overtops them, and each solution is chosen depending on the characteristics of the overflow, the properties of the materials used, and the risk tolerance of the owner. The solution of using soil-cement as a protective structure for levees, allowing water to overflow, is considered appropriate, bringing economic and technical efficiency. It is suitable for small-scale levees in areas with low population density and few critical infrastructures. The outstanding advantage of this solution is that it makes use of local soil, reduces transportation costs, lowers construction expenses, and decreases the demand for other high-grade materials.

Keywords: Soil - cement, levees, levee against overtopping, dike failure, levee failure.

Ngày nhận bài: 06/3/2026

Ngày chấp nhận đăng: 26/3/2026