

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH LƯỢNG DÙNG TRO BAY HỢP LÝ TRONG HỖN HỢP ĐẤT - TRO BAY - XI MĂNG ỨNG DỤNG ĐỂ GIA CỐ MÁI ĐÊ VÀ ĐỈNH ĐÊ SÔNG TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ HÀ NỘI

Nguyễn Hữu Huê¹, Nguyễn Thị Thu Hương¹, Nguyễn Hữu Thanh²

Tóm tắt: Tro bay là phế thải công nghiệp hiện đang được Chính phủ khuyến khích sử dụng làm nguyên vật liệu trong xây dựng để giảm thiểu lượng chất thải, giải quyết vấn đề bãi chứa và môi trường. Nghiên cứu sử dụng vật liệu đất tại chỗ gia cố xi măng, tro bay làm lớp kết cấu bảo vệ công trình chịu tác động của dòng chảy có vận tốc lớn đã được triển khai tại nhiều nước trên thế giới, tiên phong là Hoa Kỳ. Qua các kết quả nghiên cứu, có thể thấy rằng: tiềm năng khai thác, tận dụng vật liệu đất tại chỗ gia cố bằng xi măng, tro bay làm lớp kết cấu bảo vệ công trình làm việc dưới tác động mạnh của dòng chảy là rất lớn.

Nội dung bài báo trình bày kết quả nghiên cứu xác định lượng dùng tro bay hợp lý trong hỗn hợp đất - tro bay - xi măng thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật để ứng dụng làm vật liệu gia cố mái đê trong trường hợp nước tràn qua và đỉnh đê có kết hợp giao thông. Nghiên cứu được tiến hành để ứng dụng cho tuyến đê trên địa bàn Thành phố Hà Nội, sử dụng đất tại chỗ tại khu vực xã Phúc Lâm, huyện Mỹ Đức, thành phố Hà Nội.

Từ khóa: Tro bay, hỗn hợp đất - tro bay - xi măng, gia cố mái đê, gia cố đỉnh đê.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tro bay nhiệt điện nói riêng và tro xỉ nói chung là một dạng phế thải công nghiệp với trữ lượng lớn đang cần được tiêu thụ để giảm thiểu lượng chất thải, giải quyết vấn đề bãi chứa và môi trường. Do tính cấp thiết của vấn đề này, ngày 26/3/2021 Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Chỉ thị số 08/CT-TTg về việc đẩy mạnh xử lý, sử dụng tro, xỉ, thạch cao của các nhà máy nhiệt điện, hóa chất, phân bón làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng. Thực hiện chủ trương của Chính phủ về việc khuyến khích sử dụng tro xỉ làm nguyên vật liệu trong xây dựng, việc nghiên cứu sử dụng có hiệu quả tro bay trong xây dựng hiện đang là vấn đề rất cấp bách và cần thiết.

Nghiên cứu sử dụng vật liệu đất tại chỗ gia cố xi măng tro bay làm lớp kết cấu bảo vệ công trình

chịu tác động của dòng chảy có vận tốc lớn đã được triển khai tại nhiều nước trên thế giới, tiên phong là Hoa Kỳ. Một số dạng công trình điển hình đã được nghiên cứu áp dụng vào thực tiễn đó là: tràn xả lũ hồ chứa nước, công trình bảo vệ bờ sông, bảo vệ các tuyến đê bao, bảo vệ mái dốc, bảo vệ lòng dẫn và mái kênh dẫn nước,... Có thể thấy rằng: tiềm năng khai thác, tận dụng vật liệu đất tại chỗ gia cố xi măng tro bay làm lớp kết cấu bảo vệ công trình làm việc dưới tác động mạnh của dòng chảy là rất lớn.

Trên thế giới, việc nghiên cứu sử dụng vật liệu xi măng - đất đã được triển khai từ những năm 1951 bởi Cục khai hoang Hoa Kỳ (United States Bureau of Reclamation - USBR) khởi đầu bằng công trình thử nghiệm gia cố mái thượng lưu đập dâng hồ chứa nước Bonny ở hạt Yuma, bang Colorado, Hoa Kỳ. Thành công lớn nhất của việc sử dụng vật liệu xi măng đất gia cố, bảo vệ bờ sông đã được chứng minh qua hai trận lũ lớn xảy

¹ Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy lợi.

² Viện Kỹ thuật Công trình, Trường Đại học Thủy lợi.

ra vào năm 1983 và 1993 ở bang Arizona, Hoa Kỳ. Sau khi giải pháp sử dụng vật liệu xi măng đất gia cố đê được thử thách, kiểm chứng thì có một loạt các nghiên cứu tiếp theo nhằm sử dụng vật liệu đất tại chỗ gia cố xi măng làm vật liệu nâng cấp, cải tạo các công trình thủy lợi, đê điều; đặc biệt là ứng dụng vào làm lớp kết cấu bảo vệ mái công trình, trong điều kiện có nước tràn qua như: tràn xả lũ hồ chứa nước, bảo vệ các tuyến đê bao, bảo vệ mái dốc, bảo vệ lòng dẫn và mái kênh dẫn nước,...

Trên cơ sở những nghiên cứu về việc sử dụng vật liệu xi măng gia cố đất đã có những thành công nhất định, những năm sau đó, việc đưa thêm thành phần vật liệu tro xỉ sử dụng kết hợp với xi măng để gia cố đất ứng dụng làm lớp kết cấu bảo vệ các công trình chịu tác động của dòng chảy có vận tốc lớn đã triển khai nghiên cứu tại nhiều nước và đã chứng tỏ được hiệu quả của tổ hợp vật liệu này.

Ở Việt Nam, do yêu cầu cấp thiết của việc tiêu thụ các loại phế thải tro xỉ, cùng với nhu cầu sửa chữa, nâng cấp các tuyến đê bị xuống cấp theo thời gian, việc nghiên cứu sử dụng vật liệu đất tại chỗ kết hợp với các vật liệu như xi măng, tro bay để gia cố cho các tuyến đê này là hết sức cần thiết. Nghiên cứu sử dụng tro bay với lượng mất khi nung cao trong tổ hợp đất - xi măng - tro bay để gia cố mái đê trong trường hợp nước tràn qua và đỉnh đê có kết hợp giao thông, đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật với chi phí thấp sẽ là hướng nghiên cứu mang lại ý nghĩa thực tiễn, vừa giải quyết được việc phát triển một giải pháp vật liệu ổn định cho việc gia cố đê, vừa tăng cường khả năng sử dụng tro bay làm nguyên vật liệu xây dựng theo đúng chủ trương của Chính phủ.

Trên cơ sở phân tích trên, bài báo sẽ đề cập đến nội dung: ***“Nghiên cứu xác định lượng dùng tro bay hợp lý trong hỗn hợp đất - tro bay - xi măng ứng dụng để gia cố mái đê và đỉnh đê sông trên địa bàn Thành phố Hà Nội”***.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

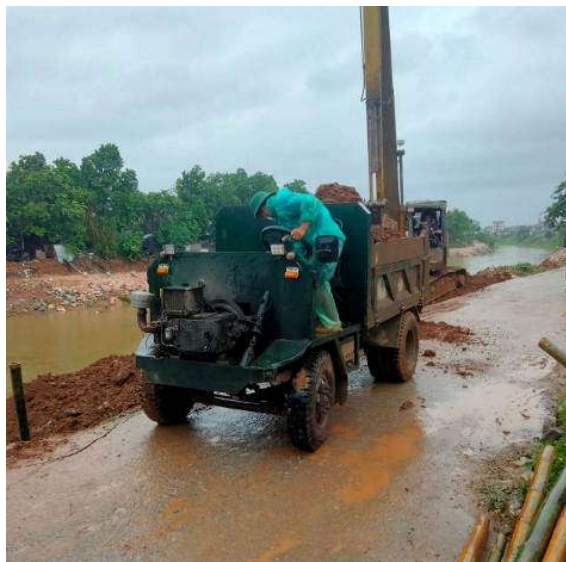
2.1. Vật liệu

2.1.1. Đất tại chỗ

Thành phố Hà Nội hiện có 626,513 km đê được phân cấp từ cấp V đến cấp đặc biệt. Trong đó, có 160,016 km đê cấp IV (hữu Đáy II, tả Tích, tả Bùi, hữu Bùi, Mỹ Hà, Khánh Minh, Vòng Âm, Đô Tân, đê bao hồ Quan Sơn - Tuy Lai - Vĩnh An) và 62,041 km đê cấp V (gồm các tuyến đê bao, đê bồi và đê chuyên dùng). Ngoài ra còn có 41 tuyến đê bao, đê bồi và đê chuyên dùng với tổng chiều dài 132,84km chưa được phân cấp (Chi cục Phòng, chống thiên tai Hà Nội, 2019). Các tuyến đê cấp đặc biệt, cấp I, cấp II, cấp III có chu kỳ lặp thiết kế tương ứng là: 500, 250, 167 và 100 năm; các tuyến đê cấp IV, cấp V có chu kỳ lặp thiết kế tương ứng là: 50 và 20 năm (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2013). Đối với các tuyến đê chưa được phân cấp thì nguy cơ xảy ra mưa lũ lớn, nước tràn qua đỉnh đê sẽ thường xuyên hơn và chu kỳ lặp lại có thể là từ 5÷10 năm. Trong số các nguyên nhân chính gây ra sự cố đê điều, thì nguyên nhân nước tràn qua đỉnh đê gây sự cố dẫn đến vỡ đê đứng đầu danh sách các nguyên nhân. Và các thiệt hại do lũ lụt gây vỡ đê gây ra thường rất lớn và chúng có thể được phòng tránh, giảm nhẹ bằng cách nghiên cứu áp dụng các giải pháp chống xói lở, bảo vệ, giữ ổn định đê khi nước tràn qua.

Đối với các tuyến đê cấp IV, cấp V và các tuyến đê chưa được phân cấp thì nguy cơ xảy ra lũ lớn, nước tràn qua đỉnh đê sẽ thường xuyên hơn, và vì vậy giải pháp sử dụng vật liệu đất tại chỗ gia cố xi măng, tro bay làm kết cấu bảo vệ, giữ ổn định đê khi nước tràn qua sẽ tập trung nghiên cứu, ứng dụng vào các tuyến đê này.

Trong nghiên cứu này, đất sử dụng cho thí nghiệm được lấy tại đê hữu sông Bùi thuộc khu vực xã Phúc Lâm, huyện Mỹ Đức, thành phố Hà Nội.



Hình 1. Vị trí nơi lấy đất thí nghiệm thuộc bờ hữu sông Bùi, khu vực xã Phúc Lâm, huyện Mỹ Đức, thành phố Hà Nội

Đất sau khi thu thập được lấy mẫu để phân tích nhằm xác định các chỉ tiêu cơ lý và phân loại đất. Việc thực hiện phân tích các chỉ tiêu của đất như: độ

ẩm, độ ẩm tối ưu, khối lượng thể tích khô lớn nhất,... và phân loại đất được thực hiện theo các tiêu chuẩn hiện hành, kết quả được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Các chỉ tiêu của đất và phân loại đất

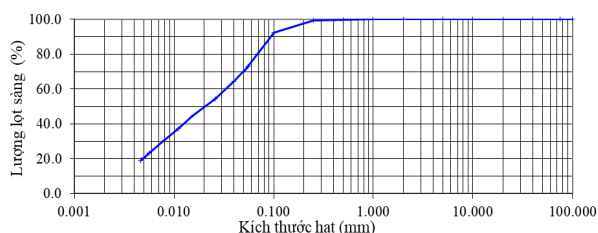
Độ ẩm chế bị, W	Độ ẩm giới hạn chảy, W_L	Độ ẩm giới hạn dẻo, W_P	Chỉ số dẻo, I_P	Độ ẩm tối ưu, W_{OP}	Khối lượng riêng	Khối lượng thể tích khô lớn nhất, γ_{omax}	Phân loại đất
%	%	%	%	%	g/cm^3	g/cm^3	Á sét màu xám nâu
21,56	37,72	25,44	12,28	21,56	2,67	1,62	

Ngoài việc xác định chỉ tiêu cơ lý, việc phân tích thành phần hạt của đất cũng là một yếu tố quan trọng cần phải đánh giá trước khi đưa vào sử dụng để gia cố đê. Kết quả phân tích thành phần hạt của đất được trình bày trong Bảng 2 và đường biểu diễn của thành phần hạt được thể hiện trong

Hình 2. Từ kết quả phân tích thành phần hạt có thể thấy rằng, hàm lượng sét trong đất chiếm trên 20% và tổng hàm lượng bụi và sét chiếm trên 60%. Đây là những điểm đáng lưu ý khi sử dụng đất để gia cố do sét có tính trương nở khi bị ngập trong nước.

Bảng 2. Chi tiết thành phần hạt của đất

Kích thước hạt (mm)											
Sạn sỏi				Cát					Bụi		Sét
> 20 mm	10 - 20 mm	5 - 10 mm	2 - 5 mm	1 - 2 mm	0,5 - 1 mm	0,25 - 0,5 mm	0,1 - 0,25 mm	0,05 - 0,1 mm	0,01 - 0,05 mm	0,005 - 0,01 mm	< 0,005 mm
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	6,9	28,3	34,1	9,8	20,5



Hình 2. Đường biểu diễn thành phần hạt của đất dùng trong nghiên cứu

2.1.2. Tro bay

Tro bay được sử dụng trong nghiên cứu này là loại tro bay có nguồn gốc từ nhà máy nhiệt điện Cẩm Phả. Mẫu tro bay được đem đi tiến hành phân tích để xác định các chỉ tiêu kỹ thuật cũng như thành phần hạt. Bảng 3 và Bảng 4 tương ứng, cung cấp các số liệu liên quan đến chỉ tiêu kỹ thuật và thành phần hạt của tro bay sử dụng cho nghiên cứu. Có thể thấy rằng, kích thước hạt tro bay rất mịn với gần 90% hạt nhỏ hơn 45 μ m (Bảng 4) tương đương với kích thước của hạt sét (Bảng 2). Hình dạng hạt tro bay như trên Hình 3.

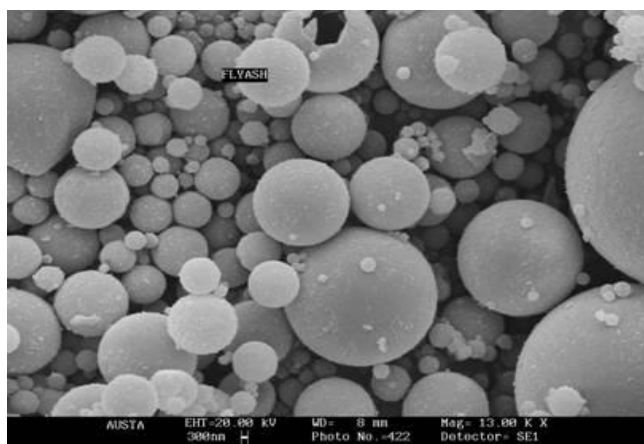
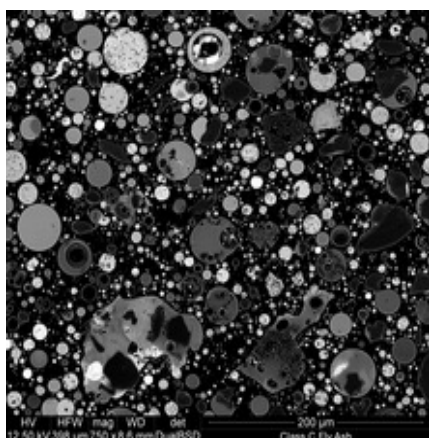
Bảng 3. Các chỉ tiêu kỹ thuật của các loại tro bay

Chỉ tiêu thử	Đơn vị	Tro bay Cẩm Phả	TCVN 10302:2014, loại F (mức C)
Tổng hàm lượng ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$)	%	84,50	≥ 70
Hàm lượng SO_3	%	0,59	≤ 3
Hàm lượng mất khi nung	%	10,09	≤ 8
Hàm lượng CaO	%	4,30	
Hàm lượng ion clo (Cl^-)	%	0,02	$\leq 0,1$
Hàm lượng kiềm có hại tính theo lượng Na_2O tương đương ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658\text{K}_2\text{O}$)	%	0,24	$\leq 1,5$
Khối lượng riêng	g/cm^3	2,2	

Bảng 4. Thành phần hạt của loại tro bay dùng gia cố đất

Loại tro bay	Lượng lọt sàng (%) ở các đường kính sàng (μm)				
	< 5,00	5,00	10,00	30,00	45,00
Tro bay Cẩm Phả	0,00	15,44	33,34	64,5	89,62

Nhận xét: So với Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10302:2014 về Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng, tro bay loại F (mức C) thì lượng mất khi nung vượt quá yêu cầu.



Hình 3. Ảnh chụp sau ống phóng của một kính hiển vi điện tử quét (SEM) phát hiện cấu trúc mặt cắt ngang của các hạt tro bay ở độ phóng đại 750 lần (nguồn: internet)

2.1.3. Xi măng

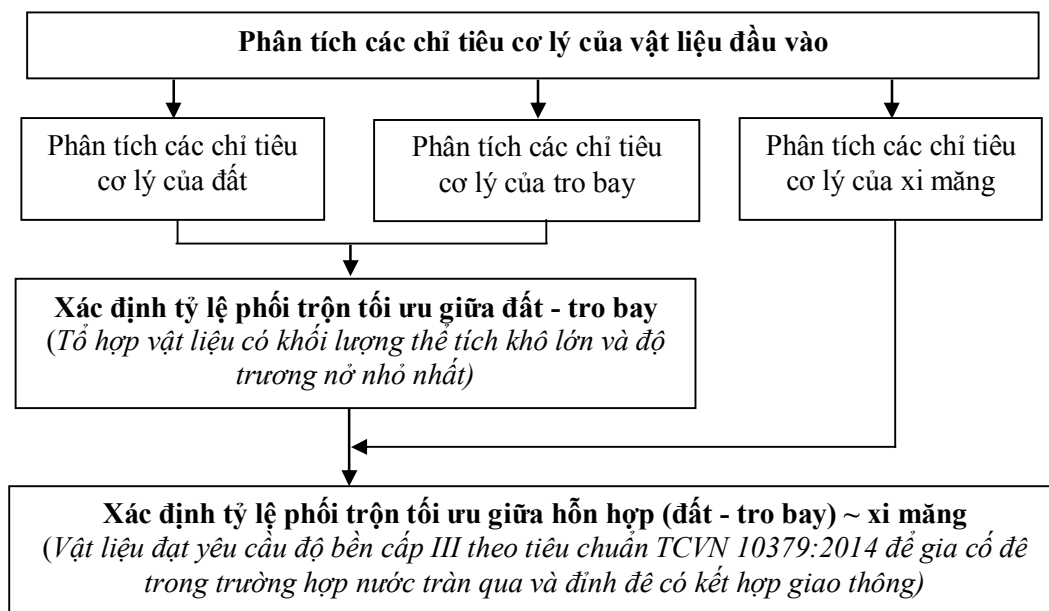
Để đáp ứng yêu cầu kỹ thuật đề ra, thỏa mãn tính kinh tế và khả năng triển khai đại trà sau này, trong nghiên cứu chọn sử dụng loại xi măng poóc lăng hỗn hợp mác 40 - PCB40. Nếu dùng xi măng mác thấp hơn là loại PCB30 thì sẽ không đảm bảo cường độ theo yêu cầu đã đề ra, còn dùng PCB50 thì loại này phải đặt hàng theo yêu cầu, nếu muốn sử dụng phải liên hệ đặt hàng tại nhà máy và giá thành cao hơn so với xi măng PCB40 tới 25%, như vậy chi phí sẽ tăng lên và khả năng triển khai thi công đại trà sau này cũng sẽ khó khăn.

Loại xi măng PCB40 được chọn trong nghiên cứu sẵn có trên thị trường với giá thành hợp lý, đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật đề ra trong nghiên cứu.

Xi măng sử dụng trong nghiên cứu là thương hiệu Hoàng Thạch PCB40, đạt tiêu chuẩn TCVN 6260:2009.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để tìm ra được tỷ lệ tro bay hợp lý trong hỗn hợp đất - tro bay - xi măng, trước tiên phải phân tích, đánh giá các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu sử dụng trong nghiên cứu là đất tại chỗ và tro bay, kết quả như đã trình bày ở Phần 2.1. Các chỉ tiêu thí nghiệm tiếp theo được tiến hành với hỗn hợp đất - tro bay gồm: Thí nghiệm xác định độ ẩm tối ưu và khối lượng thể tích khô lớn nhất và chỉ tiêu độ trương nở của đất. Sau khi có các kết quả thí nghiệm với hỗn hợp đất - tro bay, phân tích chọn ra lượng dùng tro bay hợp lý, thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật đề ra. Dùng hỗn hợp đất - tro bay theo tỷ lệ đã chọn để trộn với xi măng, thí nghiệm xác định chỉ tiêu cường độ nén, cường độ ép chẻ, và mô đun đàn hồi, đối chiếu với các yêu cầu kỹ thuật đề ra theo yêu cầu ứng dụng để gia cố mái đê trong trường hợp cho phép nước tràn qua và đỉnh đê kết hợp giao thông ở mức độ bền cấp III.



Hình 4. Sơ đồ phương pháp thí nghiệm xác định lượng dùng tro bay hợp lý trong hỗn hợp đất - tro bay - xi măng ứng dụng để gia cố mái đê khi nước tràn qua và đỉnh đê kết hợp giao thông

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xác định tỷ lệ phối trộn tối ưu giữa đất và tro bay

Để xác định được tỷ lệ hỗn hợp đất và tro bay phù hợp, tiến hành thí nghiệm trộn đất với tro bay theo các tỷ lệ khác nhau bao gồm: 90% đất+10% tro

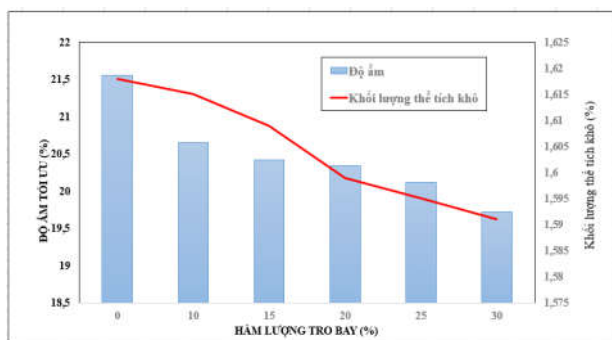
bay, 85% đất+15% tro bay, 80% đất+20% tro bay, 75% đất+25% tro bay và 70% đất+30% tro bay. Thí nghiệm xác định các chỉ tiêu gồm: Độ ẩm tối ưu và khối lượng thể tích khô lớn nhất; Xác định độ trương nở tại các thời điểm 3, 14, 28, 90 ngày. Các kết quả xác định 3 chỉ tiêu này như trong Bảng 5.

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu của hỗn hợp đất + tro bay

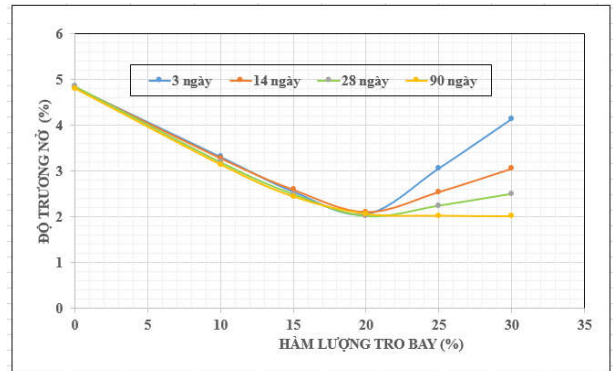
Tỷ lệ	Độ ẩm tối ưu, $W_{OP}, \%$	Khối lượng thể tích khô lớn nhất, $\gamma_{omax}, g/cm^3$	Độ trương nở (%)			
			3n	14n	28n	90n
Đất tại chỗ	21,56	1,618	4,84	4,84	4,86	4,81
90% đất + 10% tro bay	20,65	1,615	3,32	3,29	3,2	3,15
85% đất + 15% tro bay	20,42	1,609	2,56	2,6	2,5	2,45
80% đất + 20% tro bay	20,34	1,599	2,07	2,11	2,02	2,07
75% đất + 25% tro bay	20,12	1,595	3,07	2,55	2,25	2,03
70% đất + 30% tro bay	19,72	1,591	4,15	3,06	2,51	2,02

Quan hệ giữa độ ẩm tối ưu và khối lượng thể tích khô lớn nhất với hàm lượng tro bay trộn với đất được trình bày trên Hình 5. Đồng thời, ảnh hưởng của độ trương nở của đất trộn với hàm lượng tro bay khác nhau theo thời gian được biểu thị trên Hình 6.

Từ kết quả thể hiện trên Hình 5 có thể thấy rằng, khi hàm lượng tro bay tăng thì độ ẩm tối ưu và khối lượng thể tích khô lớn nhất đều giảm, nhưng mức độ giảm không nhiều. Độ ẩm giảm có thể giải thích được đó là do các hạt tro bay có kích thước nhỏ, hình dạng khối cầu (có thể thấy trên Hình 3), nên có khả năng tạo hiệu ứng ổ bi, dễ dàng dịch chuyển, do đó có thể điền đầy vào những lỗ rỗng giữa các hạt đất, làm đất có thể đạt độ chặt tối ưu ở mức độ ẩm nhỏ. Về sự thay đổi của khối lượng thể tích khô lớn nhất, do khối lượng riêng của tro bay ($2,2 g/cm^3$) nhỏ hơn khối lượng riêng của đất ($2,67 g/cm^3$) vì vậy càng trộn thêm tro bay vào thay thế đất thì khối lượng thể tích khô lớn nhất càng giảm.



Hình 5. Quan hệ giữa độ ẩm tối ưu và khối lượng thể tích khô lớn nhất với hàm lượng tro bay



Hình 6. Sự thay đổi độ trương nở của đất trộn với hàm lượng tro bay khác nhau theo thời gian

Hình 6 cho thấy, khi trộn thêm tro bay vào với đất, độ trương nở giảm đáng kể. Đất không trộn với tro bay có độ trương nở là 4,84% (Bảng 5), mức trương nở này theo TCVN 8719:2012 được xếp vào loại đất có tính trương nở ($>4\%$) khi ngập nước. Tuy nhiên, khi trộn thêm với tro bay (10%, 15%, 20%, 25%, 30%), độ trương nở của hỗn hợp đất có tro bay đều giảm nhỏ hơn 4% và được xếp loại theo TCVN 8719:2012 là đất không có tính trương nở. Điều này được giải thích là do khi trộn tro bay vào đất, do trong tro bay có thành phần vôi tự do nên vật liệu này có thể hoạt động một phần với vai trò chất kết dính gắn kết các hạt đất với nhau, cải thiện độ chặt, đồng thời hình thành những dạng hạt có kích thước lớn hơn, giảm tỷ diện bề mặt, giảm lớp nước hấp phụ, từ đó giảm khả năng trương nở. Một điểm nữa có thể thấy trên Hình 6, ở 3, 14 và 28 ngày tuổi khi trộn với hàm lượng tro bay lớn hơn 20% thì độ trương nở lại có chiều hướng tăng lên. Tuy nhiên ở 90 ngày tuổi thì độ trương nở lại giảm xuống. Điều này

được giải thích do khi sử dụng tro bay với hàm lượng lớn dẫn đến tỷ lệ hạt mịn cao làm tăng khả năng trương nở trong thời gian đầu. Sau đó, phản ứng của vôi và SiO_2 trong đất sét diễn ra trong thời gian dài, tạo sản phẩm kết dính gắn kết các hạt đất với nhau, làm cho tính trương nở giảm xuống.

Cơ sở lý thuyết để lựa chọn tỷ lệ tro bay hợp lý trong hỗn hợp đất - tro bay là tổ hợp vật liệu phải có khối lượng thể tích khô lớn và độ trương nở nhỏ. Khối lượng thể tích khô lớn sẽ đảm bảo cho hỗn hợp có độ chặt cao, vừa giúp tăng khả năng chịu lực, vừa tiết kiệm lượng xi măng đưa vào sử dụng ở bước nghiên cứu sau. Độ trương nở nhỏ sẽ hạn chế được hiện tượng nứt vì trương nở lớn là nguyên nhân gây ra nứt, làm giảm khả năng chống chịu các tác động cơ học cũng như tính bền của vật liệu.

Từ tiêu chí lựa chọn và kết quả thí nghiệm nêu trên, hàm lượng tro bay có thể trộn với đất

có tỷ lệ tối ưu là: Đất tại chỗ ~ tro bay Cẩm Phả = 80% ~ 20%.

3.2. Xác định tỷ lệ phối trộn tối ưu giữa hỗn hợp (đất - tro bay) ~ xi măng

Để đảm bảo các yêu cầu đề ra là dùng đất tại chỗ gia cố ứng dụng để cải tạo, nâng cấp, bảo vệ đê trong trường hợp nước tràn qua và đỉnh đê có kết hợp giao thông với yêu cầu độ bền cấp III, hỗn hợp đất - tro bay theo cấp phối tối ưu đã chọn sẽ được trộn thêm xi măng với các tỷ lệ dùng trong nghiên cứu là: 90% (đất - tro bay) + 10% xi măng, 88% (đất - tro bay) + 12% xi măng, 85% (đất - tro bay) + 15% xi măng.

Thí nghiệm được tiến hành với điều kiện đảm nén gần với thực tế hiện trường có thể thực hiện được là $K=0,95$, xác định chỉ tiêu cường độ nén và cường độ ép chệ ở trạng thái bão hòa tại 7, 14, 28 ngày tuổi và xác định mô đun đàn hồi ở 28 ngày tuổi. Kết quả như trong bảng Bảng 6.

Bảng 6. Kết quả thí nghiệm chỉ tiêu cơ học của đất gia cố xi măng, tro bay

Tỷ lệ hỗn hợp	Cường độ nén (MPa)			Cường độ ép chệ (MPa)			Mô đun đàn hồi (MPa)
	7 ngày	14 ngày	28 ngày	7 ngày	14 ngày	28 ngày	
90% (Đất đã phối trộn Tro bay) + 10% xi măng	0,46	0,65	0,83	0,24	0,37	0,49	247
88% (Đất đã phối trộn Tro bay) + 12% xi măng	0,62	0,92	1,23	0,3	0,42	0,55	279
85% (Đất đã phối trộn Tro bay) + 15% xi măng	0,94	1,27	1,65	0,36	0,5	0,65	314

Kết quả thí nghiệm cho thấy, với yêu cầu trong trường hợp đất gia cố làm đỉnh đê có kết hợp giao thông phải đạt độ bền cấp III theo tiêu chuẩn TCVN 10379:2014, thì tỷ lệ hỗn hợp (90% (Đất - Tro bay) + 10% xi măng) không đạt yêu cầu vì cường độ nén ở độ ẩm bão hòa tại thời điểm 7 ngày và 28 ngày nhỏ hơn so với qui định ($R_n^7=0,46\text{MPa}<0,5\text{MPa}$; $R_n^{28}=0,83\text{MPa}<1\text{MPa}$). Tỷ lệ hỗn hợp (88% (Đất - Tro bay) + 12% xi măng) và (85% (Đất - Tro bay) + 15% xi măng) đều cho các chỉ tiêu kỹ thuật đạt yêu cầu đối với đất gia cố sử dụng làm đường ứng với độ bền cấp

III. Tuy nhiên nếu xét cả yêu cầu kỹ thuật và tính kinh tế thì tỷ lệ hỗn hợp (88% (Đất - Tro bay) + 12% xi măng) sẽ là tối ưu vì lượng dùng xi măng ít hơn nhưng vẫn đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật đề ra. Về khả năng ứng dụng cho lớp bảo vệ mái đê trong trường hợp nước tràn qua, kết quả thực nghiệm trên mô hình vật lý sẽ kiểm tra khả năng xói của lớp bảo vệ mái đê theo cấp phối lựa chọn.

4. KẾT LUẬN

Trong nội dung nghiên cứu này, qua việc tiến hành các thí nghiệm trong phòng đã lựa chọn được vật liệu mới cấu thành từ việc sử dụng xi

măng kết hợp với tro bay và đất thân dê tại chỗ làm vật liệu gia cố mái dê, đảm bảo an toàn cho dê khi nước tràn qua và đỉnh dê kết hợp giao thông với tỷ lệ như sau:

- Chọn được tỷ lệ hỗn hợp đất tại chỗ (đất dê sông Bùi thuộc khu vực xã Phúc Lâm, huyện Mỹ Đức, thành phố Hà Nội) ~ tro bay (Cẩm Phả) có tỷ lệ tối ưu là: 80% ~ 20%.

- Chọn được tỷ lệ hỗn hợp (đất tại chỗ (đất dê sông Bùi) + tro bay (Cẩm Phả)) ~ xi măng Hoàng Thạch PCB 40 có tỷ lệ tối ưu là: 88% ~ 12%.

Việc sử dụng hỗn hợp đất - tro bay với lượng

tro bay hợp lý, kết hợp với xi măng đã mang lại hiệu quả tích cực. Cụ thể, khi gia cố đất sử dụng tỷ lệ đất - tro bay - xi măng theo như đề xuất trong nghiên cứu thì các chỉ tiêu kỹ thuật đạt được là tốt, đảm bảo yêu cầu cần thiết cho ứng dụng theo mục tiêu đề ra.

Ứng dụng đất gia cố xi măng kết hợp tro bay không những cải thiện được đặc tính cơ học của đất gia cố, hạn chế nứt trong kết cấu, đảm bảo tính ổn định của vật liệu trong môi trường nước mà còn giúp tăng nhanh tốc độ tiêu thụ tro bay, bảo vệ môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Khoa học và Công nghệ, (2013). *Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9902:2013 về Công trình thủy lợi - Yêu cầu thiết kế đê sông*, Hà Nội.
- Bùi Tuấn Anh, Trần Thị Kim Đăng, 2015. *Nghiên cứu sử dụng tro bay chưa xử lý trong gia cố cát đen làm móng mặt đường ô tô*, Tạp chí điện tử của Bộ Giao thông vận tải.
- Chi cục Phòng, chống thiên tai Hà Nội, (2019). *Báo cáo đánh giá hiện trạng công trình đê điều thành phố Hà Nội trước lũ năm 2019*, Hà Nội.
- Nguyễn Trọng Đức, (2019). *Ảnh hưởng của tro bay đến một số tính chất của đất gia cố xi măng trong xây dựng đường ô tô tại TP. Hồ Chí Minh*, Tạp chí điện tử của Bộ Giao thông vận tải.
- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 4195:2012 – *Đất xây dựng – Phương pháp xác định khối lượng riêng trong phòng thí nghiệm*.
- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 4197:2012 – *Đất xây dựng – Phương pháp xác định giới hạn chảy và giới hạn dẻo trong phòng thí nghiệm*.
- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 4198:2014 – *Đất xây dựng – Phương pháp phân tích thành phần hạt trong phòng thí nghiệm*.
- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 4201:2012 – *Đất xây dựng – Phương pháp xác định độ chặt trong phòng thí nghiệm*.
- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8719:2012 – *Đất xây dựng công trình thủy lợi – Phương pháp xác định các đặc trưng trương nở của đất trong phòng thí nghiệm*.
- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8862:2011 - *Quy trình thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính*.
- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9843:2013 – *Xác định mô đun đàn hồi của vật liệu đá gia cố chất vô cơ trong phòng thí nghiệm*.
- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10379:2014 – *Gia cố đất bằng chất kết dính vô cơ, hóa chất hoặc gia cố tổng hợp, sử dụng trong xây dựng đường bộ - Thi công và nghiệm thu*.
- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10302:2014 về *Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng*
- ASTM D1633-17 – *Standard Test Methods for Compressive Strength of Molded Soil-Cement Cylinders*
- RintuRenjith, DilanRobert, SujeevaSetunge, SusangaCosta, AbbasMohajerani, (2021). *Optimization of fly ash based soil stabilization using secondary admixtures for sustainable road construction*, Journal of Cleaner Product, volume 294

ZaliheNalbantoğlu, (2004). *Effectiveness of Class C fly ash as an expansive soil stabilizer*, Construction and Building materials, volume 18, Issue 6, p377-381.

Abstract:

RESEARCH ON DETERMINING THE OPTIMAL AMOUNT OF FLY ASH IN THE MIXTURE OF SOIL – FLY ASH – CEMENT APPLIED TO REINFORCE RIVER DYKE SLOPES AND DYKE CRESTS IN HANOI CITY

Fly ash is an industrial waste currently being encouraged by the Government to be used as a construction material to reduce waste, solve landfill and environmental problems. Research on using in situ soil materials reinforced with fly ash, cement as a structural layer to protect works under the impact of high velocity flows has been deployed in many countries around the world, pioneered by the United States. Through the research results, it can be seen that: the potential for exploitation and utilization of in situ soil materials to reinforced by fly ash, cement as a structural layer to protect works under the strong impact of currents is very large.

The content of the article presents the results of the study to determine the optimal amount of fly ash in the mixture of soil - fly ash - cement to satisfy the technical requirements for application as a reinforcement material for dyke slopes in the case of permitting overflowing water and the top of the dyke are combined with traffic. The study was conducted to apply for the dike route in Hanoi city, using in situ land in PhucLam commune, MyDuc district, HaNoi city.

Keywords: Fly ash, soil - fly ash - cement mixture, dyke slope reinforcement, dyke crest reinforcement.

Ngày nhận bài: 17/8/2021

Ngày chấp nhận đăng: 21/9/2021