

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM SỬ DỤNG CHẤT GIA CỐ TRÊN CƠ SỞ VẬT LIỆU POLYME ĐỂ CHỐNG XÓI MÒN CHO Ụ ĐẤT CÔNG TRÌNH QUÂN SỰ

NGUYỄN PHI LONG ⁽¹⁾, HÀ HỮU SƠN ⁽²⁾,
TRẦN THỊ THU HẰNG ⁽²⁾, NGUYỄN HỒNG THANH ⁽²⁾

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để đảm bảo an toàn cho người và tài sản các khu vực lân cận phòng khi xảy ra sự cố cháy nổ ở xung quanh nhà kho thường đắp các ụ đất lớn theo tiêu chuẩn 06TCN584-1996 [1]. Phương pháp gia cố ụ đất được sử dụng là trồng cỏ tự nhiên lên bề mặt ụ đất và bê tông gạch dưới chân các ụ đất. Biện pháp này đơn giản, chi phí thấp, tuy nhiên qua thực tế sử dụng cho thấy các ụ đất này bị xói mòn nhanh gây tốn rất nhiều công sức cải tạo, bồi đắp lại, đặc biệt là gây mất an toàn khi kho xảy ra sự cố cháy nổ. Nguyên nhân là do các công trình với độ dốc cao như ụ đất chống nổ lầy có khả năng giữ được nguồn nước, nguồn dinh dưỡng tự nhiên của đất rất hạn chế do tác động mạnh mẽ của dòng chảy mặt, của mưa lớn và kết cấu thiếu vững chắc của nền đất đá dẫn đến hiện tượng xói mòn và sạt lở ụ đất [2, 3].

Một trong những phương pháp đang được áp dụng rộng rãi trên thế giới là sử dụng phụ gia hóa cứng đất vào các công trình giao thông, thủy lợi, xây dựng. Việc gia cố hóa cứng đất được thực hiện theo cơ chế dùng chất phụ gia đưa vào đất làm biến tính đất, khi đó đất sẽ mất đi tính chất đặc trưng của nó là tính trương nở của thành phần sét trong đất, đồng thời làm cho tính chất cơ lý của đất thay đổi, đất trở nên có độ cứng cao hơn bình thường và có khả năng liên kết chặt với các loại chất kết dính vô cơ truyền thống như vôi, xi măng để tạo nên một kết cấu khối bằng đất hoàn toàn ổn định trong nước [4]. Một số loại phụ gia hóa cứng được biết đến như: phụ gia TS (Công ty TS-Việt Nam), phụ gia RoadCem-Rovo (Công ty LSTW-Freiberg-Đức), phụ gia DZ333 (Tập đoàn Environmental Choices Inc-Mỹ), phụ gia Consolid (Thụy Sĩ), phụ gia DB500 (Worldwise Enterprises, Inc-Mỹ)... Các sản phẩm này thường được chế tạo trên cơ sở các loại polyme hữu cơ như polyacrylat, polyvinylaxetat, copolyme của ethylen-vinyl axetat, polyacrylamit... (phụ gia DB 500, Phụ gia RoadCem...) và polyme vô cơ như Natri Silicat (phụ gia TS).

Ưu điểm của phương pháp này là sử dụng vật liệu đất, đá tại chỗ; thi công đơn giản, hiệu quả sử dụng lâu bền, tiết kiệm chi phí sửa chữa hàng năm; hiệu quả chống xói mòn do mưa. Tuy nhiên, để áp dụng công nghệ này đối với công trình ụ đất quân sự thì cần có những nghiên cứu, khảo sát để đưa ra tỷ lệ hàm lượng phụ gia phù hợp cho nhu cầu chống xói mòn cho ụ đất công trình quân sự mà vẫn đảm bảo được tính chống nổ lầy, có thể trồng được cỏ trên bề mặt ụ để đảm bảo được tính hấp thụ nhiệt tự nhiên, và giá thành phù hợp. Trong bài báo này sẽ trình bày một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm sử dụng chất phụ gia gia cố đất trên cơ sở vật liệu polyme làm vật liệu chống xói mòn ụ đất.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

2.1. Mục tiêu thực nghiệm

- Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia TS và xi măng đến tính chất cơ học của đất đồi. Xác định tỷ lệ thích hợp của hỗn hợp làm chất gia cố đắp ụ đất.

- Thử nghiệm ngoài hiện trường nhằm đánh giá hiệu quả chống xói mòn cho ụ đất mô phỏng có thiết kế đồng dạng với ụ đất chống nổ lầy kho đạn.

2.2. Nguyên, vật liệu

Đất đồi loại sỏi và cát có lẫn sét (thuộc nhóm đất A-2-7 theo phương pháp phân loại đất ASSHTO M145-91) được lấy tại Trạm thử nghiệm Hòa Lạc/TTND Việt - Nga (xã Yên Bình, Thạch Thất, Hà Nội); phụ gia TS, Công ty THHH TS Polyme, Việt Nam; xi măng Pooclang PCB 40.

2.3. Nội dung thực nghiệm

2.3.1. Xác định tính chất cơ học của đất

Đất sau khi phối trộn với các phụ gia theo tỷ lệ xác định, sẽ đem xác định tính chất cơ học gồm độ đầm chặt tiêu chuẩn, độ bền nén, độ trương nở tương đối, sức chịu tải CBR tại Trung tâm thí nghiệm đường bộ cao tốc/Đại học Công nghệ Giao thông Vận tải Hà Nội. Tiêu chuẩn đo cho từng chỉ tiêu tại bảng 1.

Bảng 1. Phương pháp xác định tính chất cơ học của đất [5-8]

TT	Chỉ tiêu	Tiêu chuẩn áp dụng
1	Đầm chặt tiêu chuẩn	- 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. - 22 TCN 333-06 - Đầm nén đất, đá dăm trong phòng thí nghiệm.
2	Độ bền nén	- 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. - 22 TCN 59-84 - Quy trình thí nghiệm đất gia cố bằng chất kết dính vôi xi măng.
3	Độ trương nở tương đối	22 TCN 332-06 - Xác định chỉ số CBR của đất, đá dăm trong phòng thí nghiệm.
4	Sức chịu tải CBR	22 TCN 332-06 - Xác định chỉ số CBR của đất, đá dăm trong phòng thí nghiệm.

2.3.2. Thử nghiệm ngoài hiện trường đánh giá khả năng chống xói mòn cho ụ đất

Để đánh giá khả năng chống xói mòn cho ụ đất chống nổ lầy của vật liệu, nhóm tác giả xây dựng phương án thử nghiệm trên ụ đất mô phỏng có thiết kế đồng dạng với ụ đất thực theo tiêu chuẩn 06TCN584-1996 [1]. Địa điểm thử nghiệm tại Trạm thử nghiệm Hòa Lạc/TTND Việt - Nga.

Thiết kế thí nghiệm: Sử dụng 04 khung giá có kích thước dài 1000 cm, rộng 1450 cm, cao 1500 cm làm giá thể đựng đất thí nghiệm. Mẫu đất thí nghiệm cho vào giá, đầm chặt và tạo hình, tạo độ dốc tương tự như với ụ đất thực.

Các đối tượng nghiên cứu được thiết kế thành 04 ụ đất như sau: Ụ 1 - đất không sử dụng phụ gia, không trồng cỏ; Ụ 2 - đất không sử dụng phụ gia, có trồng cỏ; Ụ 3 - đất có sử dụng phụ gia, không trồng cỏ; Ụ 4 - đất có sử dụng phụ gia, có trồng cỏ.

Lượng đất xói mòn được thu hồi bằng túi vải lọc, cân và xác định khối lượng khô sau khi sấy ở $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ đến khối lượng không đổi. Số liệu thu thập được dùng để đánh giá khả năng bảo vệ đất của phụ gia cốt.

Thời gian theo dõi thử nghiệm trong khoảng 4 tháng (từ tháng 6/2018 ÷ 10/2018) là thời gian diễn ra mùa mưa ở khu vực miền Bắc. Đây là khoảng thời gian có lượng mưa nhiều nhất trong năm tại khu vực Hòa Lạc.

Bảng 2. Lượng mưa từ tháng 1/2018 đến tháng 10/2018 tại khu vực Hoà Lạc

Tháng	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Lượng mưa (mm)	32,2	2,4	49,4	103,4	238,5	139,2	710,3	284	189,2	164,4

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

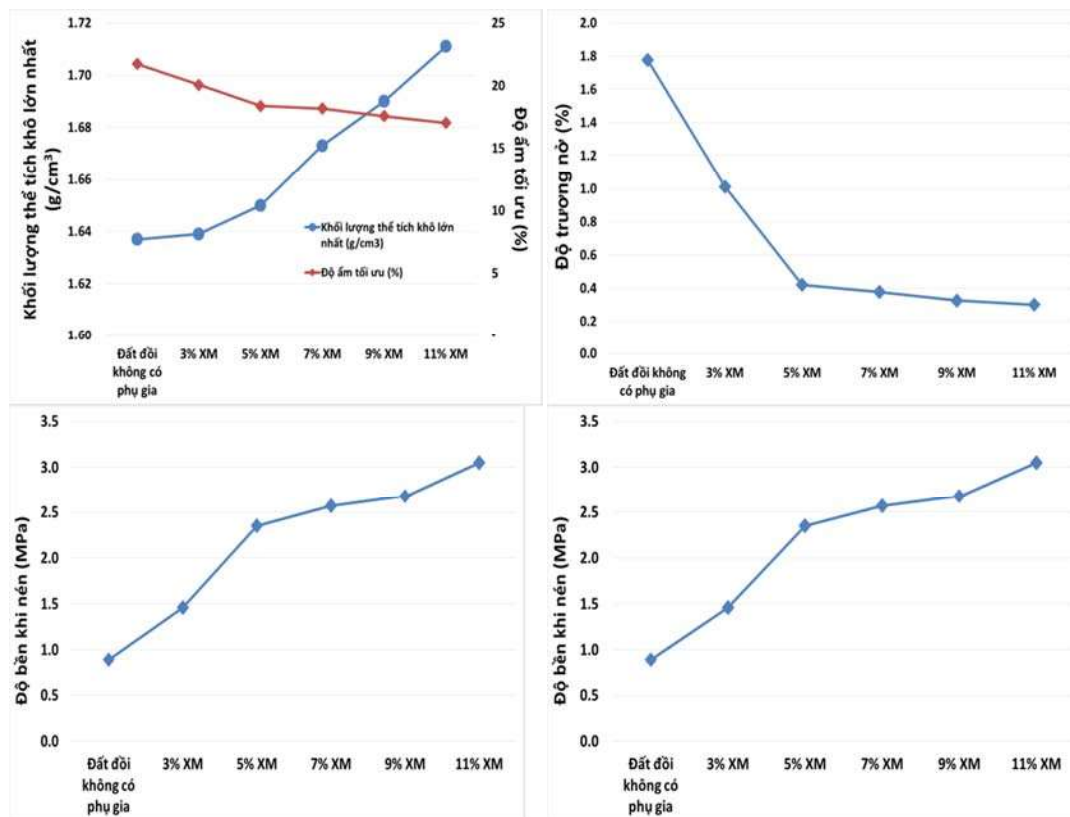
3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng chất phụ gia TS đến tính chất cơ học của đất đồi

3.1.1. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia TS đến tính chất cơ học của đất đồi loại sỏi và cát có lẫn sét + 5% xi măng

Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia TS với các hàm lượng 0,3%; 0,5%; 0,7%; 0,9%; 1,1% đến các tính chất cơ học của đất với hàm lượng xi măng cố định là 5%. Kết quả khảo sát thể hiện tại bảng 3 và đồ thị hình 1.

Bảng 3. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia TS đến tính chất cơ học của đất đồi loại sỏi và cát có lẫn sét với 5% hàm lượng xi măng

Mẫu	Tính chất cơ học				
	Khối lượng thể tích khô lớn nhất (g/cm^3)	Độ ẩm tối ưu (%)	Độ bền khi nén (MPa)	Độ trương nở (%)	Sức chịu tải CBR (%)
Đất đồi không có phụ gia	1,637	21,73	0,89	1,778	24,48
5% XM + 0,3% TS	1,641	20,43	1,92	0,558	58,17
5% XM + 0,5% TS	1,650	18,38	2,35	0,421	96,16
5% XM + 0,7% TS	1,659	18,20	2,58	0,361	107,28
5% XM + 0,9% TS	1,663	18,12	2,63	0,352	118,12
5% XM + 1,1% TS	1,671	17,23	2,82	0,258	124,74



Hình 1. Sự thay đổi các tính chất cơ học của đất đồi loại sỏi và cát có lẫn sét + 5% xi măng khi thay đổi hàm lượng phụ gia TS

Nhận xét:

- Đối với đất đồi loại sỏi và cát có lẫn sét + xi măng cố định là 5%, khi tăng dần hàm lượng phụ gia TS từ 0,3% đến 1,1% thì khối lượng thể tích khô tăng dần từ 1,641 g/cm³ đến 1,671 g/cm³ (cao hơn so với đất không có phụ gia là 1,637 g/cm³), độ bền khi nén tăng lên tương ứng từ 1,92 MPa đến 2,82 MPa (đất không có phụ gia là 0,89 MPa), độ trương nở giảm mạnh từ 0,558% đến 0,258% (đất không có phụ gia là 1,778%) và sức chịu tải CBR tăng từ 58,17% đến 124,74% (đất không có phụ gia là 24,48%). Lý giải điều này có thể là do khi cho xi măng vào đất, các phản ứng hóa học xảy ra làm đất bị biến tính và trở nên cứng hơn. Đồng thời, phụ gia TS có tính kiềm tham gia phản ứng trùng ngưng với hợp chất của Si và Al có trong đất và xi măng tạo nên phân tử Geopolyme, đất bị biến tính lần thứ 2. Sự kết hợp giữa đất, xi măng, phụ gia TS tạo thành chuỗi liên kết vô hạn với nhau làm đất cứng hơn, ổn định hơn trong nước.

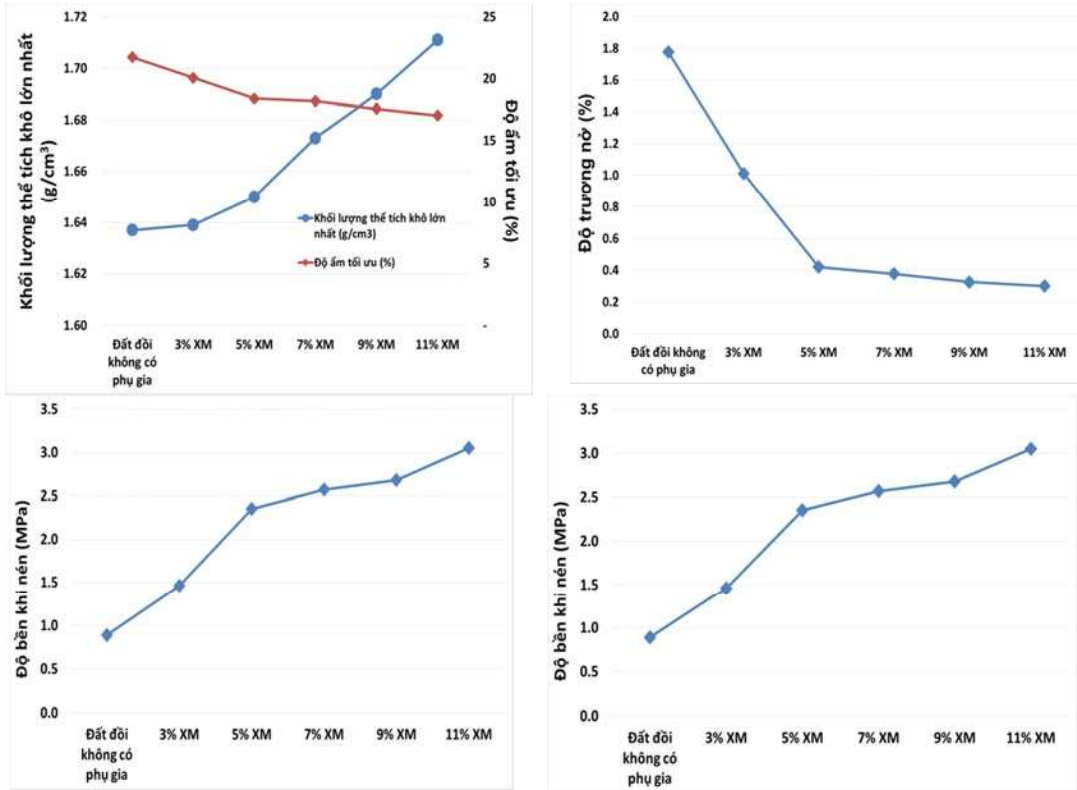
- Kết quả khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia TS đến tính chất cơ học của đất đồi loại sỏi và cát có lẫn sét + 5% xi măng cho thấy ở hàm lượng TS = 0,5%, đất đạt các yêu cầu sử dụng trong xây dựng đường bộ giao thông về độ bền nén, độ trương nở, sức chịu tải CBR; đồng thời xét đến các yếu tố về công nghệ, giá thành thì hàm lượng TS = 0,5% được lựa chọn để tối ưu hàm lượng phụ gia xi măng ở nghiên cứu tiếp theo.

3.1.2. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia xi măng đến tính chất cơ học của đất đồi loại sỏi và cát có lẫn sét + 0,5% TS

Khảo sát sự ảnh hưởng của các hàm lượng xi măng 3%; 5%; 7%; 9%; 11% đến tính chất cơ học của đất với hàm lượng TS cố định là 0,5%. Kết quả khảo sát thể hiện tại bảng 4 và đồ thị hình 2.

Bảng 4. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng xi măng đến tính chất cơ học của đất đồi loại sỏi và cát có lẫn sét + 0,5% hàm lượng TS

Mẫu	Tính chất cơ học				
	Khối lượng thể tích khô lớn nhất (g/cm ³)	Độ ẩm tối ưu (%)	Độ bền khi nén (MPa)	Độ trương nở (%)	Sức chịu tải CBR (%)
Đất đồi không có phụ gia	1,637	21,73	0,89	1,778	24,48
0,5% TS + 3% XM	1,639	20,07	1,46	1,013	55,60
0,5% TS + 5% XM	1,650	18,38	2,35	0,421	96,16
0,5% TS + 7% XM	1,673	18,18	2,57	0,378	112,53
0,5% TS + 9% XM	1,690	17,58	2,68	0,326	126,30
0,5% TS + 11% XM	1,711	17,04	3,05	0,301	138,05



Hình 2. Sự thay đổi các tính chất cơ học của đất đồi loại sỏi và cát có lẫn sét + 0,5% TS khi thay đổi hàm lượng xi măng

Nhận xét:

- Tương tự như trường hợp tăng hàm lượng phụ gia TS, khi tăng hàm lượng xi măng từ 3% đến 11%, cố định hàm lượng phụ gia TS 0,5% thì khối lượng thể tích khô lớn nhất tăng dần từ 1,639 g/cm³ đến 1,711 g/cm³, độ ẩm tối ưu giảm dần từ 21,73% đến 17,04%, độ bền khi nén tăng dần từ 1,46 MPa đến 3,05 MPa, độ trương nở giảm từ 1,013% đến 0,301%, và sức chịu tải tăng dần từ 24,48% đến 138,05%.

- Khi tăng hàm lượng xi măng, một phần xi măng phản ứng với phụ gia TS, phần chính là sự thủy phân của xi măng hút nước làm tăng mật độ liên kết CSH giữa các hạt đất, giảm các lỗ rỗng, sắp xếp lại vị trí các hạt đất, các tính chất cơ học tăng lên.

- Từ các kết quả khảo sát cho thấy ở hàm lượng phụ gia TS 0,5% + hàm lượng xi măng 5%, tính chất cơ học của đất đạt một số chỉ tiêu chính theo yêu cầu về vật liệu thi công đường bộ sử dụng đất gia cố bằng chất kết dính vô cơ, các hóa chất và gia cố tổng hợp, có thể sử dụng để thi công ụ đất công trình quân sự. Cụ thể:

+ Độ bền khi nén 2,35 MPa (so với quy định không nhỏ hơn 2 MPa theo TCVN 10379:2014 [5]) đạt yêu cầu kết cấu áo đường độ bền cấp I.

+ Độ trương nở thấp 0,421% (nhỏ hơn rất nhiều so với mức quy định 3% theo TCVN 9436:2012 [2]). Có thể coi mẫu đất không trương nở.

+ Sức chịu tải CBR 96,16% (lớn hơn nhiều so với sức chịu tải nhỏ nhất 8% theo TCVN 9436:2012 [2]) đạt yêu cầu cho đường cao tốc, cấp I, cấp II.

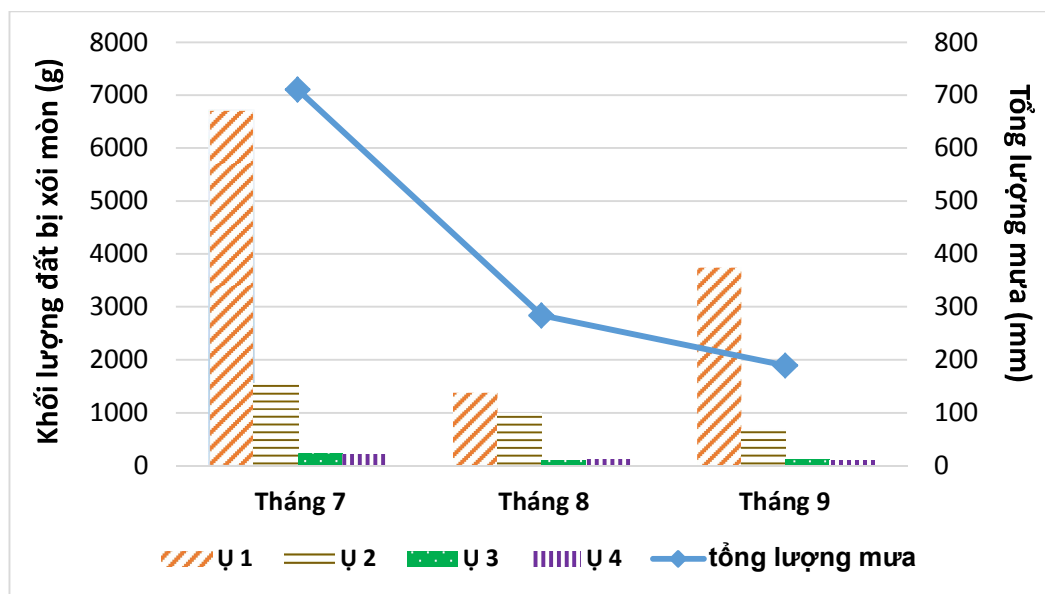
3.2. Thử nghiệm ngoài hiện trường đánh giá khả năng chống xói mòn trên các ụ đất đồng dạng với ụ đất chống nổ lây kho đạn

Kết quả khối lượng đất bị xói mòn đo được trong quá trình thử nghiệm tại bảng 5.

Bảng 5. Khối lượng đất bị xói mòn của ụ đất khi thử nghiệm tự nhiên

TT	Ụ đất	Lượng đất bị xói mòn đợt 1 (kg)	Lượng đất bị xói mòn đợt 2 (kg)	Lượng đất bị xói mòn đợt 3 (kg)	Tổng khối lượng đất bị xói mòn (kg)
1	Ụ 1	6,720	1,380	3,740	11,850
2	Ụ 2	1,550	0,990	0,693	3,240
3	Ụ 3	0,231	0,110	0,130	0,471
4	Ụ 4	0,220	0,120	0,093	0,433
	Thời gian thử nghiệm	21/6÷31/7	1/8÷7/9	8/9÷8/10	

Hình 3 biểu diễn mối quan hệ giữa lượng mưa và lượng đất bị xói mòn của các ụ đất mô phỏng tại Hoà Lạc.



Hình 3. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa lượng mưa và lượng đất bị xói mòn của các ụ đất mô phỏng tại Hoà Lạc

Một số hình ảnh trạng thái ụ đất sau thử nghiệm tự nhiên tại hình 4.



Các rãnh xói mòn, lớp đất bị bào mòn trên ụ 1



Các mảnh cỏ trên ụ 2



Bề mặt ụ 3 không bị nứt, tạo rãnh



Cỏ phát triển bình thường trên ụ 4

Hình 4. Trạng thái bề mặt các ụ đất sau khi thử nghiệm tự nhiên

- Qua hình 3 cho thấy mưa là yếu tố chính gây xói mòn đất. Trong giai đoạn từ 21/6/2018 đến 31/7/2018 có rất nhiều cơn mưa lớn, lượng mưa lên đến 710 mm, thì các ụ đất đều bị xói mòn nhiều nhất. Ụ 1 bị xói mòn mạnh nhất, lượng đất bị xói mòn lên tới 6,72 kg; lượng đất của ụ 2 là 1,55 kg; trong khi ụ 4 bị xói mòn ít nhất là 0,22 kg, giảm hơn 30 lần so với ụ 1 và giảm 7 lần so với ụ 2 theo phương pháp truyền thống. Vào tháng 8 đến tháng 9, lượng mưa giảm xuống (189,2 mm) nên lượng đất bị xói mòn cũng giảm đáng kể. Ụ 1 bị xói mòn là 3,74 kg, ụ 4 bị xói mòn là 0,093 kg.

- Trong thời gian thử nghiệm tự nhiên khoảng 4 tháng cho thấy phụ gia TS + xi măng đóng vai trò hiệu quả rõ rệt trong khả năng chống xói mòn cho các ụ đất. Tác động của mưa tới sự xói mòn của các ụ đất là khác nhau:

+ Đối với ụ 1: Nước mưa đã gây nên hiện tượng rửa trôi, xói mòn ụ đất khá mãnh liệt. Sau thời gian thử nghiệm, ụ đất xuất hiện các rãnh xói mòn, lớp đất bị bào mòn, mất dần khả năng kết dính, các tính chất cơ lý giảm gây sạt lở. Lượng đất bị xói mòn là 11,85 kg.

+ Đối với ụ 2: Các mảng cỏ được đắp lên trên bề mặt ụ đất đã giúp cho lớp đất trên bề mặt ụ không bị tác động trực tiếp với các hạt mưa, làm giảm được đáng kể lượng đất bị xói mòn. Lượng đất bị xói mòn của ụ 2 là 3,24 kg, giảm 72% so với ụ 1.

+ Đối với ụ 3: Sự có mặt của phụ gia TS + xi măng đã cải thiện rất nhiều độ bền cơ lý, giảm tính trương nở tự nhiên của đất, từ đó làm tăng khả năng chống xói mòn của ụ đất. Lượng đất bị xói mòn của ụ 3 là 0,471 kg, giảm 96% so với ụ 1, giảm 85,5% so với ụ 2.

+ Đối với ụ 4: Hiệu quả chống xói mòn tương tự như đối với ụ 3. Lượng đất bị xói mòn của ụ 4 là 0,433 kg, giảm 96,35% so với ụ 1, giảm 86,6% so với ụ 2.

4. KẾT LUẬN

- Đã khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng chất phụ gia TS và xi măng đến tính chất cơ học của đất đồi loại sỏi và cát có lẫn sét. Kết quả cho thấy, hỗn hợp phụ gia hàm lượng 0,5% TS và hàm lượng 5% xi măng có các tính chất cơ học tốt, có thể sử dụng để thi công ụ đất chống nổ lầy kho đạn.

- Thử nghiệm ngoài hiện trường đánh giá khả năng chống xói mòn trên các ụ đất đồng dạng với ụ đất chống nổ lầy kho đạn khẳng định hỗn hợp phụ gia TS + xi măng có hiệu quả chống xói mòn cao cho các ụ đất. Hiệu quả chống xói mòn của ụ đất có phụ gia-có trồng cỏ với ụ đất có phụ gia không trồng cỏ tương đương nhau. Lượng đất bị xói mòn của ụ đất có phụ gia - có trồng cỏ là 0,433 kg, giảm 96,35% so với ụ đất không phụ gia - không trồng cỏ, giảm 86,6% so với ụ đất không phụ gia - có trồng cỏ.

- Kết quả nghiên cứu đã đóng góp vào nghiên cứu lý thuyết và ứng dụng trong thực tiễn sử dụng chất gia cố trên cơ sở vật liệu polyme để chống xói mòn cho ụ đất công trình quân sự. Có thể ứng dụng nghiên cứu và thử nghiệm với các loại đất khác trong thực tế thi công đắp ụ đất công trình quân sự, đường tuần tra biên giới, ta luy...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. 06 TCN 584:1996, *Nhà kho đạn được cấp chiến lược, chiến dịch (lục quân)*.
2. TCVN 9436:2012, *Nền đường ô tô - thi công và nghiệm thu*.
3. GS.TS Tổng Đức Khang, *Bảo vệ đất chống xói mòn vùng đồi núi*, Nhà xuất bản Hà Nội, 2008.
4. Provis JL, et al., *The role of mathematical modeling and gel chemistry in advancing geopolymer technology*, Chem Eng Res Des, 2005, **83**:853-860.

5. 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.*
6. 22 TCN 333-06, *Đầm nén đất, đá dăm trong phòng thí nghiệm.*
7. 22 TCN 59-84, *Quy trình thí nghiệm đất gia cố bằng chất kết dính vôi xi măng.*
8. 22 TCN 332-06, *Xác định chỉ số CBR của đất, đá dăm trong phòng thí nghiệm.*

SUMMARY

USING SOIL HARDENING ADDITIVES BASED POLYMER MATERIAL TO PREVENT SOIL EROSION FOR MILITARY WORKS

This article presents some results about the influence of TS and cement additives on the mechanical properties of hill soil (group A-2-7). It is shown that, the hill soil might be used for building of military mounds when the content of TS additive and cement equals 0.5% and 5% respectively. Some tests were conducted in order to assess the erosion resistance of hill soil added TS additive and cement in the ratio mentioned above. The results showed that, the mixture of TS and cement additives is highly effective in preventing soil erosion. The amount of eroded soil from mound with additives has decreased by 96% when compared with no additives. In particular, the grass can grow normally on the mound surface with these additives.

Keywords: Soil reinforcement additives, earthworks, soil erosion, erosion resistance, phụ gia gia cố đất, ụ đất, xói mòn đất, chống xói mòn.

Nhận bài ngày 16 tháng 10 năm 2018

Phản biện xong ngày 04 tháng 11 năm 2018

Hoàn thiện ngày 20 tháng 12 năm 2018

⁽¹⁾ *Phòng Kế hoạch khoa học, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*

⁽²⁾ *Viện Độ bền nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*