

ẢNH HƯỞNG CỦA KHOÁNG VẬT SÉT ĐẾN TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA ĐẤT BASALT ĐƯỢC ĐẦM NẸN

Huỳnh Ngọc Sang⁽¹⁾, Nguyễn Văn Sơn⁽²⁾

⁽¹⁾Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – ĐHQG-HCM, ⁽²⁾Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam
(Bài nhận ngày 22 tháng 9 năm 2004, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 21 tháng 3 năm 2005)

TÓM TẮT: Bài viết trình bày một số kết quả nghiên cứu bước đầu về sự ảnh hưởng của thành phần khoáng vật sét và hàm lượng hạt sét đối với tính chất cơ lý của đất basalt vùng Xuân Lộc – tỉnh Đồng Nai được đầm nén theo thời gian như: sức chống cắt, lực dính kết, tính nén lún, tính trương nở, tính tan rã và tính thấm.

I. Đất basalt phong hóa

Đất đỏ basalt là sản phẩm phong hóa từ đá basalt. Đất đỏ basalt phân bố rộng rãi ở một số địa phương ở nước ta như: Phú Yên, Khánh Hoà, Miền Đông Nam Bộ và Tây Nguyên, chiếm một diện tích khoảng 16.500km²[4].

Việc nghiên cứu sử dụng đất đỏ basalt làm vật liệu đất đắp tại chỗ cho các công trình thủy lợi, thủy điện đã được thực hiện từ trước 1975 nhưng còn rất ít. Từ khi đất nước hoàn toàn thống nhất, công tác này đã được đẩy mạnh. Việc xây dựng đập đất bằng vật liệu tại chỗ đã có những thành công nhất định, nhiều đập đất làm việc ổn định trên vài chục năm nhưng bên cạnh đó có nhiều đập bị sự cố lớn nhỏ, gây tổn thất tài sản của nhà nước và tính mệnh của nhân dân.

Các nghiên cứu đã cho thấy: đất đỏ basalt ở trạng thái tự nhiên do ảnh hưởng của các quá trình phong hóa trước đó làm cho các oxyt kim loại kiềm (Na₂O, K₂O) và kiềm thổ (CaO, MgO) bị hòa tan và rửa trôi. Các oxyt sắt và nhôm được tích tụ lại tạo cho đất có kết cấu rỗng lớn. Hệ số rỗng (e_0) và độ rỗng (n) lớn, dung trọng khô (γ_c) của đất nhỏ. Trong tự nhiên thường gặp đất đỏ basalt ở trạng thái tự nhiên có $e_0=1.6+1.8$, $n=(57+64)\%$, $\gamma_c=(1+1.2)T/m^3$ nhưng tỷ trọng rất lớn từ 2,85+3,2 g/cm³. Điều này cho thấy đất đỏ basalt là một loại đất có những tính chất đặc biệt so với những loại đất phong hoá khác và khả năng sử dụng làm vật liệu đất đắp tại chỗ cần phải nghiên cứu thật kỹ lưỡng [2].

Vùng Xuân Lộc tỉnh Đồng Nai hiện diện rất nhiều đất phong hóa từ đá basalt, nhưng việc sử dụng loại đất này vào các công trình đất đắp như đê và đập hồ chứa còn rất hạn chế do các nhà quản lý và thiết kế chưa yên tâm khi quyết định sử dụng vật liệu tại chỗ để đắp. Do vậy việc nghiên cứu sự thay đổi của các tính chất vật lý và cơ học của đất sau khi được đầm nén theo thời gian và đặc biệt là vai trò của hàm lượng cũng như thành phần khoáng vật sét ảnh hưởng đến tính chất cơ lý đất được đầm nén như thế nào? Các diễn biến về sau theo chiều hướng có lợi hay có hại như thế nào? Nhằm đánh giá khả năng ổn định của đất đắp là vấn đề rất cần được nghiên cứu.

Qua các tài liệu đã được công bố trước đây [2, 5] cho thấy trong khu vực có tầng phong hóa dày từ 20-30m, trong tầng này có thể chia làm 3 nhóm đất chính từ trên xuống dưới như sau:

Nhóm đất hạt mịn, chứa dưới 5% hạt sạn sỏi laterite, dày từ 2-20m, trung bình 13m.

Nhóm đất hạt thô với hàm lượng hạt thô thay đổi trong một khoảng khá rộng từ 10-30%, với chiều dày từ 2-13m, trung bình 6m

Nhóm đất basalt phong hóa tại khu vực Xuân Lộc có màu từ xám đến nâu - tím chứa nhiều cuội, sỏi và đá tảng. Bề dày từ 1-7m, trung bình 3m.

II. Phương pháp nghiên cứu

Thu thập số liệu có trước và đi khảo sát thực tế, khoan lấy mẫu đất nguyên dạng và mẫu phá hủy về phòng thí nghiệm làm các thí nghiệm:

Thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của đất nguyên dạng theo TCVN ta

Phân tích thành phần khoáng vật sét chứa trong các nhóm đất theo PP X-ray tại phòng thí nghiệm Viện Dầu khí.

Thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của đất nguyên dạng. Lựa chọn mẫu tiến hành đầm nện tiêu chuẩn để tìm dung trọng khô lớn nhất γ_c^{max} và độ ẩm thích hợp khi đầm W_{op} bằng thiết bị Proctor bán tự động của Trung quốc. Sau đó cho tiến hành chế bị mẫu với $\gamma_c^{chb}=0,95\gamma_c^{max}$ ứng với độ ẩm thích hợp khi đầm ($W_{chb}=W_{op}$).

Thí nghiệm xác định sức chống cắt (góc ma sát trong Φ và lực dính kết C), tính nén lún và tính lún ướt của đất ở trạng thái độ ẩm chế bị và bão hòa nước. Theo dõi sự thay đổi các tính chất này theo thời gian.

Thí nghiệm xác định mức độ tan rã của đất ở trạng thái độ ẩm chế bị và bão hòa nước. Theo dõi sự thay đổi các tính chất này theo thời gian.

Thí nghiệm tính trương nở và co ngót của đất sau khi chế bị.

Các thí nghiệm trên được thực hiện theo tiêu chuẩn TCVN 4195-1995 +4202-1995 tại phòng thí nghiệm của Viện nghiên cứu thủy lợi Miền Nam.

III. Kết quả thí nghiệm

Với 36 mẫu đất nguyên dạng và 14 mẫu đất phá hủy, kết quả phân tích các chỉ tiêu cơ lý ghi trong bảng 1 dưới đây:

Bảng 1: Chỉ tiêu cơ lý của các nhóm đất trong vỏ phong hóa

Thứ tự	Đặc trưng cơ lý của các nhóm đất	Nhóm đất hạt mịn (1) (Sét)	Nhóm đất hạt thô (2) (Á sét)	Nhóm đất phong hóa tại chỗ (3) (Á sét)
1	Số mẫu thí nghiệm n	30	5	4
2	Dung trọng tự nhiên $\gamma_w, T/m^3$	1.566	1.712	1.658
3	Độ ẩm tự nhiên W, %	28.66	29.56	26.32
4	Dung trọng khô $\gamma_c, T/m^3$	1.217	1.321	1.312
5	Tỷ trọng Δ	2.883	2.936	2.875
6	Độ bão hòa G, %	60.3	71.0	63.5
7	Độ rỗng n, %	57.8	55.0	54.4
8	Hệ số rỗng ϵ_0	1.369	1.222	1.191
9	Thành phần cỡ hạt:			
	Hạt sét	50.7	27.2	13.8
	Hạt bụi	15.1	12.7	8.8
	Hạt cát	34.0	49.7	75.4
	Hạt sỏi sạn	0.2	10.4	2.0
10	Góc ma sát trong tiêu chuẩn $\phi^c, (\text{độ})$	18°44	21°45	23°02
11	Lực dính tiêu chuẩn $C^c, kG/cm^2$	0.430	0.320	0.216
12	Hệ số thấm K (cm/s)	3.5×10^{-4}	6.3×10^{-4}	2.9×10^{-5}

Qua bảng 1 cho thấy: đất ở trạng thái tự nhiên có dung trọng khô thấp, hệ số rỗng cao và hệ số thấm lớn.

Kết quả phân tích thành phần khoáng vật sét của 10 mẫu đất bằng phương pháp nhiễu xạ tia X với máy Seimen D500 – Automatic system. Các mẫu đất sau khi lọc và lấy ở cỡ hạt $\leq 5\mu m$ cho kết quả ở bảng 2:

Bảng 2: Kết quả phân tích thành phần khoáng vật sét bằng tia X. (nguồn gốc số liệu)

STT	Kí hiệu mẫu	Thành phần khoáng vật (bán định lượng, %)		
		Kaolinite	Chlorite	Smectite
1	VL1	100		
2	VL2	100		
3	VL3	100		
4	VL4	100		
5	VL5	87.6	12.4	

6	VL6	100		
7	VL7	100		
8	VL8	100		
9	VL9	69.4		30.6
10	VL10	100		

A. Tính chất vật lý của mẫu chế bị từ đất phong hoá:

Đất được chế bị mẫu với $\gamma_c^{chb} = 0,95\gamma_c^{max}$ ứng với độ ẩm thích hợp khi đầm ($W_{chb} = W_{op}$) và tiến hành thí nghiệm một số chỉ tiêu vật lý, kết quả và nhận xét như sau:

1. Tính trương nở:

Tính trương nở của đất chế bị thay đổi theo thành phần khoáng vật sét. Các mẫu đất sau khi chế bị và lưu giữ trong bình giữ ẩm 1 ngày để đất ổn định về cấu trúc được đem thí nghiệm trương nở. Kết quả cho thấy đất nhóm Kaolinit và nhóm Kaolinit - Chlorite có mức độ trương nở thể tích rất nhỏ, thời gian trương nở kết thúc nhanh. Đất nhóm Kaolinite - Smectite có mức độ trương nở trung bình và thời gian trương nở kéo dài.

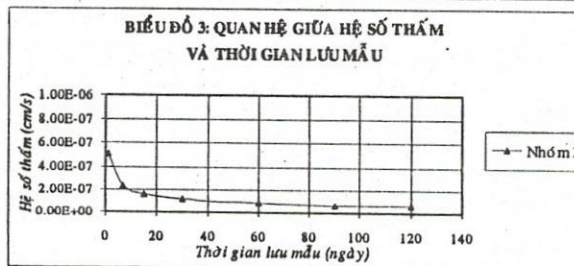
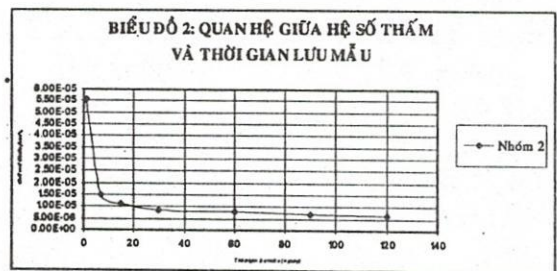
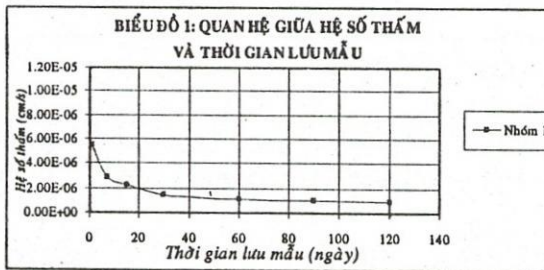
Bảng 3: Ảnh hưởng của thành phần khoáng vật sét đến mức độ trương nở của đất.

Nhóm đất	Hàm lượng hạt sét (%)	Thành phần khoáng vật	Độ trương nở thể tích (Rv %)	Thời gian kết thúc trương nở (giờ)
1	50.7	Kaolinite	0.11÷1.12	5÷28
2	27.2	Kaolinite+Chlotite	1.64÷1.84	28÷32
3	13.8	Kaolinite+Smectite	10.55÷10.63	118÷120

Kết quả cho thấy đất nhóm 1 và 2 chứa khoáng vật sét Kaolinite là chủ yếu và một ít khoáng vật Cholite có mức độ trương nở thể tích rất nhỏ, thời gian trương nở kết thúc nhanh. Đất nhóm 3 chỉ có 13.8% hạt sét, trong đó khoáng vật Kaolinite chiếm đến 69.4%, khoáng vật nhóm Smectite chỉ chiếm 30.6% nhưng lại có mức độ trương nở trung bình và thời gian trương nở kéo dài.

2. Nhận xét tính Thẩm nước:

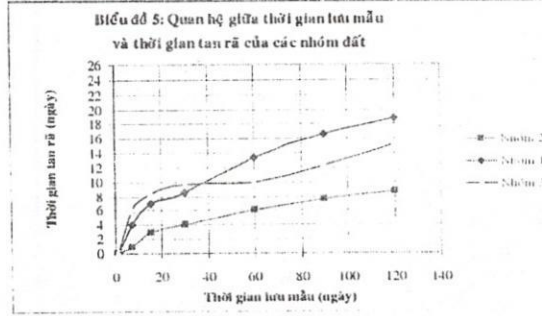
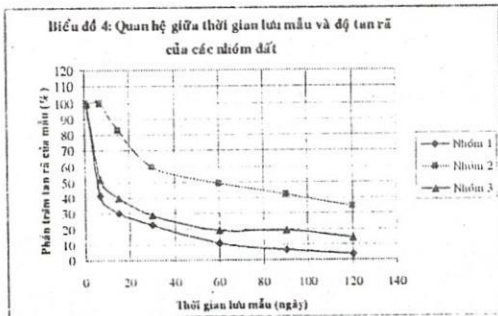
Các mẫu đất sau khi chế bị và lưu giữ trong bình giữ ẩm và đem thí nghiệm thẩm theo thời gian cho thấy tính thẩm của đất giảm rất nhanh trong thời gian đầu, sau đó gần như ổn định. Nhóm đất 1 có hệ số thẩm lớn nhất, kế đến là nhóm 2 và thấp nhất là nhóm 3. Nhóm 3 tuy với hàm lượng hạt sét chỉ có 13.8% nhưng trong đó khoáng vật Smectite chiếm 30.6%, khi làm bão hoà nước các khoáng vật sét này trương nở nên hệ số thẩm nhỏ nhất. Trong quá trình lưu mẫu, các mối liên kết trong đất phục hồi và phát triển các mối liên kết làm cho hệ số thẩm giảm dần và sau 90 ngày hệ số thẩm gần như ổn định, chúng được thể hiện trong các biểu đồ 1, 2, 3 dưới đây:



3. Nhận xét tính tan rã của đất:

Sự tan rã của đất được đánh giá bằng tốc độ tan rã của đất khi ngâm liên tục trong nước, theo những khoảng thời gian nhất định sẽ đo khối lượng còn lại và đến khi mẫu đất ổn định không tan rã nữa. Trong các biểu đồ dưới đây cho thấy các nhóm đất khác nhau, với hàm lượng hạt sét khác nhau, thành phần khoáng vật chứa trong đất khác nhau sẽ có độ tan rã khác nhau và xu thế giảm dần đến tan rã rất ít hoặc không tan rã sau 60-120 ngày.

Nhóm đất 1 chứa hàm lượng hạt sét trên 50% có mức độ tan rã giảm rất nhanh chỉ sau 30 ngày. Đất thuộc nhóm 2 chứa nhiều hạt sạn sỏi và hàm lượng hạt sét chỉ chiếm 27.2% nên mức độ tan rã có giảm nhưng khá chậm. Riêng đất nhóm 3 chỉ chứa 13.8% hạt sét nhưng trong thành phần chứa đến 30.6% khoáng vật sét smectite nên mức độ tan rã cũng giảm nhanh nhưng do sự trương nở của khoáng vật nhóm smectite đã làm cho mức độ tan rã giảm chậm lại. Kết quả thí nghiệm về tính tan rã của đất được thể hiện ở biểu đồ 4 và 5 dưới đây:



B. Tính chất cơ học của đất:

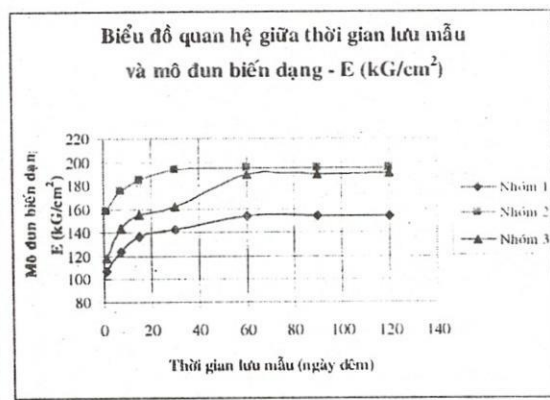
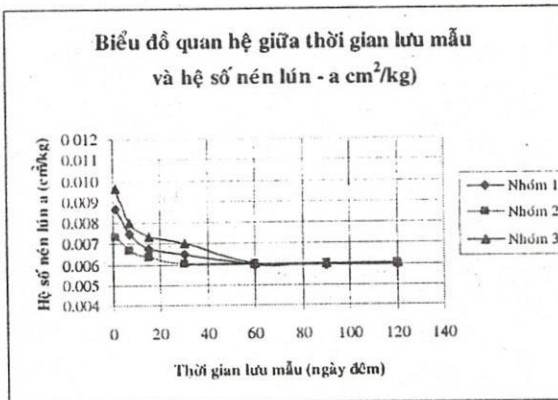
Đất được chế bị mẫu với $\gamma_c^{chb} = 0,95\gamma_c^{max}$ ứng với độ ẩm thích hợp khi đầm ($W_{chb} = W_{op}$) và tiến hành thí nghiệm một số chỉ tiêu cơ học ở hai trạng thái: Độ ẩm tốt nhất và độ ẩm bão hòa, kết quả như sau:

1. Tính nén lún:

Các thí nghiệm nén lún được thực hiện trên máy nén “nhất liên” và “tam liên” ở trạng thái độ ẩm tốt nhất, kết quả cho ở bảng 4 và các biểu đồ 6, 7.

Bảng 4: Hệ số nén lún và mô đun biến dạng ở trạng thái độ ẩm tốt nhất.

Nhóm đất	Thời gian lưu mẫu (ngày đêm) – Độ ẩm tốt nhất khi đầm nén tiêu chuẩn													
	1		7		15		30		60		90		120	
	a_{1-2}	E_{1-2}	a_{1-2}	E_{1-2}	a_{1-2}	E_{1-2}	a_{1-2}	E_{1-2}	a_{1-2}	E_{1-2}	a_{1-2}	E_{1-2}	a_{1-2}	E_{1-2}
1	0.009	107	0.008	125	0.007	137	0.007	142	0.006	154	0.006	154	0.006	154
2	0.007	159	0.007	175	0.006	185	0.006	194	0.006	194	0.006	194	0.006	194
3	0.010	118	0.008	143	0.007	155	0.007	162	0.006	190	0.006	190	0.006	190

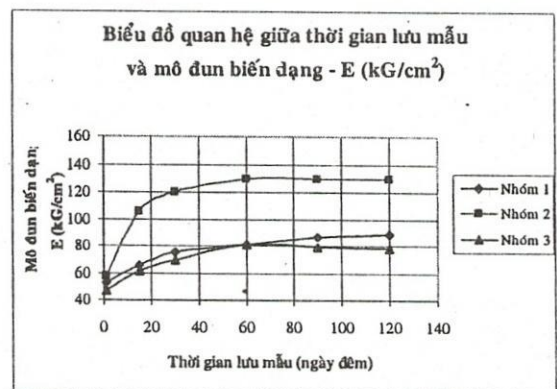
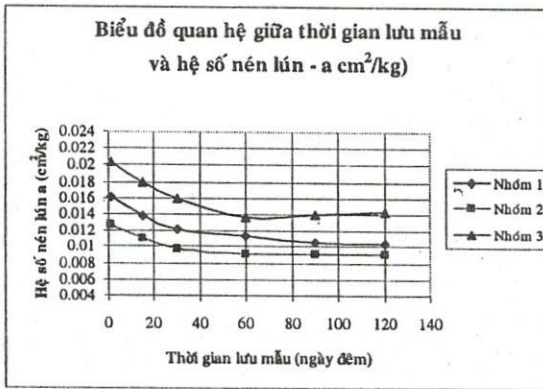


Trạng thái bão hòa nước: Đất basalt khi chế bị với $\gamma_c^{chb} = 0,95\gamma_c^{max}$ và ở trạng thái độ ẩm bão hòa,

tính nén lún trung bình và giảm theo thời gian, chứng tỏ tính kháng nén của đất gia tăng theo thời gian lưu mẫu. Sau thời gian khoảng 60 ngày các hệ số nén lún a và mô đun biến dạng E của đất nhóm 1 và nhóm 2 chứa khoáng vật sét là kaolinite gia tăng rất chậm trong khi đó đất thuộc nhóm 3 có chứa khoáng vật sét smectite mang tính trương nở thì E bắt đầu giảm nhẹ. Kết quả thể hiện ở bảng 5 và các biểu đồ 8, 9.

Bảng 5:

Nhóm đất	Thời gian lưu mẫu (ngày đêm) – Ngâm bão hòa											
	7		15		30		60		90		120	
	a_{1-2}	E_{1-2}	a_{1-2}	E_{1-2}	a_{1-2}	E_{1-2}	a_{1-2}	E_{1-2}	a_{1-2}	E_{1-2}	a_{1-2}	E_{1-2}
1	0.016	53	0.014	66	0.012	76	0.011	81	0.011	86	0.010	89
2	0.013	57	0.011	105	0.010	120	0.009	129	0.009	130	0.009	130
3	0.020	47	0.018	62	0.016	69	0.014	81	0.014	79	0.014	78

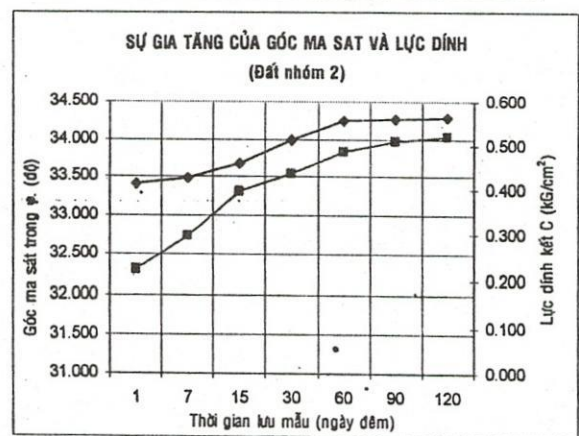
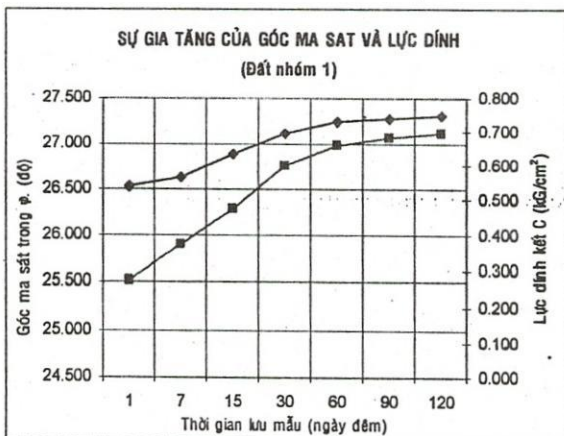


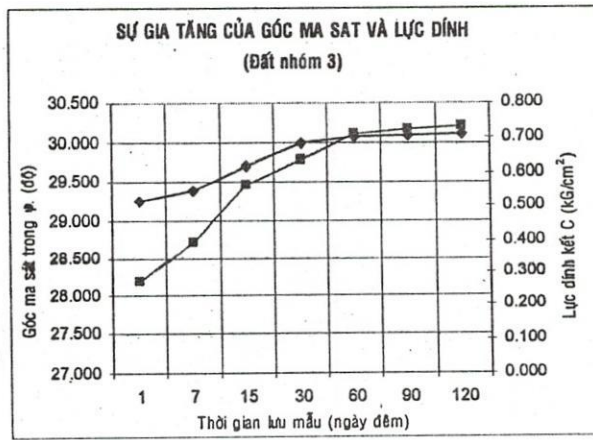
2. Tính kháng cắt của đất

Ở bảng 6, 7 và các biểu đồ 10, 11, 12, 13, 14 dưới đây giới thiệu các kết quả thu được qua thí nghiệm 14 mẫu đất của 3 nhóm đất có trong vỏ phong hóa khu vực Xuân Lộc – Đồng Nai. Đất được chế bị với với $\gamma_c^{chb} = 0,95\gamma_c^{max}$ sau đó chia làm 2 phần, 1 phần bảo quản trong bình giữ ẩm, phần còn lại đem ngâm bão hòa. Sau những thời gian nhất định, từng nhóm mẫu với 2 trạng thái độ ẩm khác nhau sẽ mang ra thí nghiệm cắt nhanh không thoát nước trên máy cắt phẳng để tìm hiểu sự thay đổi của góc ma sát trong (ϕ_w) và lực dính C_w .

Bảng 6: Kết quả TN cắt với những mẫu đất được bảo quản trong bình giữ ẩm:

Nhóm đất	Gia tăng góc ma sát trong sau 120 ngày (ϕ_w) - %	Gia tăng lực dính sau 120 ngày (C_w) - %
1	38.1	6.2
2	36.1	5.3
3	38.1	7.1

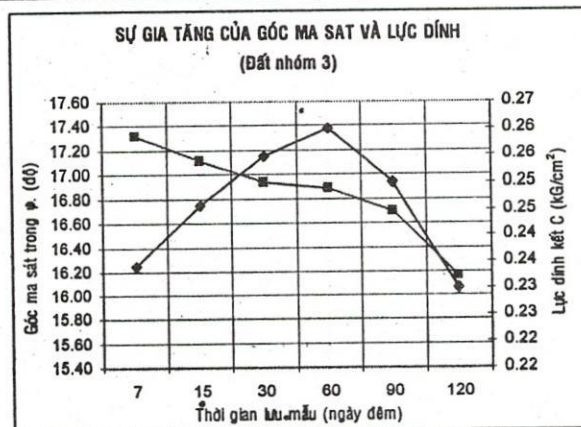
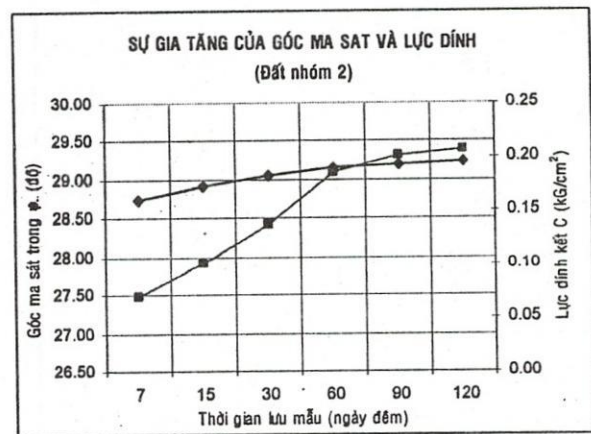
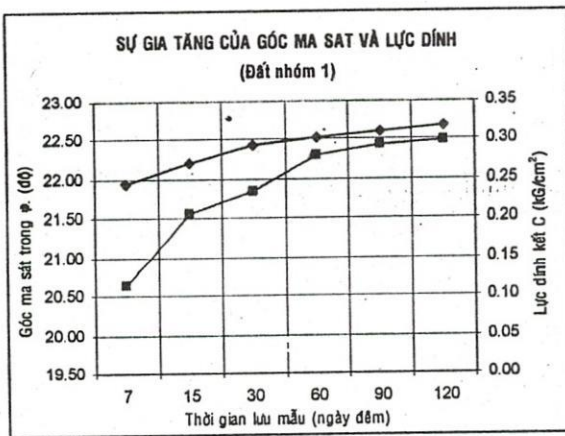




Qua biểu đồ cho thấy khi bảo quản ở trạng thái độ ẩm chế bị ($W_{chb}=W_{op}$) thì góc ma sát trong hầu như ít bị ảnh hưởng của hàm lượng hạt sét cũng như thành phần khoáng vật sét. Tuy nhiên lực dính kết chịu ảnh hưởng của hàm lượng hạt sét cũng như thành phần khoáng vật sét: nhóm đất 1 với 50.6% hạt sét trong đó 100% là khoáng sét kaolinite thì lực dính tăng 6.2%, nhóm đất 2 với 27.2% hạt sét trong đó gần 100% là khoáng sét kaolinite và rất ít Chlorite thì lực dính tăng 5.3%, nhóm đất 3 chỉ với 13.8% hạt sét trong đó 69.4% là khoáng sét kaolinite và 30.6% khoáng sét nhóm smectite thì lực dính tăng đến 7.1%.

Bảng 7: Kết quả TN cắt với những mẫu đất ngâm bão hòa:

Nhóm đất	Gia tăng góc ma sát trong sau 120 ngày (ϕ_w) - %	Gia tăng lực dính sau 120 ngày (C_w) - %
1	29.59	8.99
2	21.76	6.92
3	-6.85	-1.84



Qua biểu đồ 13, 14, 15 cho thấy khi bảo quản ở trạng thái độ ẩm chế bị ($W_{chb} = W_{bh} - \text{ngâm bão hòa}$) thì góc ma sát trong và lực dính kết chịu ảnh hưởng của hàm lượng hạt sét cũng như thành phần khoáng vật sét:

Nhóm đất 1 và 2 khi ngâm bão hòa trong nước thì góc ma sát trong và lực dính kết tăng nhưng sự gia tăng này chậm hơn so với khi bảo quản trong bình giữa ẩm (độ ẩm tốt nhất). Trong khi đó nhóm đất 3 do chứa các khoáng vật sét Smectite có tính trương nở mạnh, nước đã tham gia vào cấu trúc của khoáng sét làm cho đất bị giảm góc ma sát trong 6.85%.

Nhóm đất 1 với 50.6% hạt sét trong đó 100% là khoáng sét kaolinite thì lực dính tăng 8.99%, nhóm đất 2 với 27.2% hạt sét trong đó gần 100% là khoáng sét kaolinite và rất ít Chlorite thì lực dính tăng 6.92%, nhóm đất 3 chỉ với 13.8% hạt sét trong đó 69.4% là khoáng sét kaolinite và 30.6% khoáng sét nhóm smectite thì lực dính giảm 1.84%.

IV. Một số ý kiến và thảo luận

Khi đất basalt được đầm nện (chế bị) với $\gamma_c \geq 0,95\gamma_c^{\max}$ thì gia tăng sức kháng cắt và lực dính kết gia tăng, tính nén lún, tính tan rã và tính thấm giảm cho thấy việc sử dụng vật liệu tại chỗ bằng đất basalt phong hoá để đắp đập là hoàn toàn có thể yên tâm, về chất lượng gia tăng của đất đắp theo thời gian.

Các nhóm đất có chứa các thành phần khoáng vật sét mang tính trương nở như nhóm khoáng vật Smectite thì không sử dụng vào việc đắp đập chính.

Các đập đất đầm nện thường được thi công trong khoảng thời gian từ 4 tháng đến 2 năm mới đưa vào hoạt động, do đó trong quá trình thi công kéo dài đất có thời gian để gia tăng các mối liên kết kiến trúc giữa các thành phần hạt sét với nhau làm cho khối đất được kết cấu tốt hơn và mái đập thường được kê bảo vệ rất cẩn thận nên đất không bị tan rã một cách tự do khi đập làm việc trong nước.

Qua tài liệu tổng kết trên các công trình cụ thể [2], các đập đất được đắp bằng đất basalt với chiều cao từ 15 đến 25 mét và hoạt động trên 20 năm đến nay vẫn ổn định như: đập thủy điện Vĩnh Sơn (Bình Định), Đập thủy điện Thác Mơ (Bình Phước), đập hồ chứa Suối Tiên – Xuân Lộc – Đồng Nai ...

Trên đây là một số kết quả nghiên cứu ở một khu vực nhỏ với khối lượng mẫu thí nghiệm còn hạn chế, do đó kết quả chỉ là bước đầu mang tính định hướng cho những nghiên cứu chi tiết hơn. Cần phải nghiên cứu trên nhiều nhóm đất phong hoá từ basalt với những hàm lượng và thành phần khoáng vật sét thay đổi khác nhau ở nhiều địa điểm khác nhau để đánh giá chính xác các qui luật thay đổi của các tính chất vật lý và cơ học của đất basalt được đầm nện với $\gamma_c \geq 0,95\gamma_c^{\max}$.

Cần lưu ý: Trong việc nghiên cứu sức chống cắt của đất, biểu thức biểu diễn sức chống cắt của đất (theo Maxlov) có dạng:

$$\tau_{pw} = Ptg\varphi_w + C_w$$

Trong đó lực dính $C_w = \Sigma_w + C_c$ (với Σ_w – lực dính nhớt, C_c – lực dính kết cấu). Do đó đối với đất đắp được đầm nện cần phải nghiên cứu phương pháp thí nghiệm đơn giản để tách Σ_w và C_c từ đó chúng ta biết được trong quá trình lưu mẫu ở trạng thái độ ẩm thích hợp nhất và độ ẩm bão hòa thì thành phần lực dính nào tăng và tăng bao nhiêu. Từ đó làm cơ sở chọn lựa các thông số đưa vào thiết kế đập đất phù hợp cho các môi trường làm việc trên cạn và dưới nước.

INFLUENCE OF CLAY MINERAL ON PHYSIC-MECHANIC PROPERTIES OF BASALT EARTHFILL

Huynh Ngoc Sang⁽¹⁾, Nguyen Van Son⁽²⁾

⁽¹⁾Faculty of Geology, University of Natural Sciences – VNU-HCM

⁽²⁾Southern Institute of Resources Research

ABSTRACT: *The article presented some research results about influence of constituent of clay mineral and ratio of particle clay on physic-mechanic properties of basalt earthfill in Xuan Loc of Dong Nai province for time as: shear, cohesion, compressibility, swell, disintegrate and permeability.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Ngọc Bích & nnk – *Đất xây dựng – Địa chất công trình và kỹ thuật cải tạo đất trong xây dựng* – NXB xây dựng Hà Nội, 2001.
- [2]. Nguyễn Văn Thơ, Trần thị Thanh, 2001 – *Sử dụng đất tại chỗ để đắp đập ở Tây Nguyên, Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ* – Nhà xuất bản Nông Ngh
- [3]. Tạ văn Tụy – *Một số nhận xét về đặc điểm địa chất công trình và kinh nghiệm khảo sát ĐCCT trên nền đất basalt tại khu vực Đaklak* – Tạp chí XD số 6 tháng 9/1995.
- [4]. Tiêu chuẩn Việt Nam – *Đất xây dựng* – Nhà xuất bản xây dựng 1996.
- [5]. Tuyển tập “*Một số vấn đề nghiên cứu đất Basalt trong xây dựng thủy lợi*”- Tài liệu hội nghị chuyên đề của Bộ Thủy lợi tại Đaklak, 1979.
- [6]. V. Đ. Lomtagze – *Địa chất công trình – Thạc luận công trình* (sách dịch), NXB ĐH & THCN Hà Nội, 1978.
- [7]. Đ. Lomtagze – *P.P nghiên cứu tính chất cơ lý của đất đá ở phòng thí nghiệm* – NXB ĐH & THCN Hà Nội, 1979.