



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Nghiên cứu khả năng đầm chặt của tro xỉ đáy lò Nhà máy Nhiệt điện An Khánh

Phùng Hữu Hải¹, Nguyễn Ngọc Dũng¹, Bùi Trường Sơn¹, Bùi Văn Bình¹, Nguyễn Văn Hùng¹, Nhữ Việt Hà¹, Phan Tự Hương²

¹ Khoa Khoa học và Kỹ thuật Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

² Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

TÓM TẮT

Quá trình:

Nhận bài 15/08/2017

Chấp nhận 18/10/2017

Đăng online 30/10/2017

Từ khóa:

Đầm chặt tro đáy

Độ ẩm tối ưu

CFB

Nhà máy nhiệt điện chạy than là một nguồn cung cấp năng lượng chính ở Việt Nam nhưng hàng năm xả thải ra môi trường hàng triệu tấn tro thải. Tro thải chủ yếu được cất giữ trong các bãi chứa gần nhà máy và khu dân cư, số rất ít được tái sử dụng trong một số lĩnh vực. Đây là một nguồn gây ô nhiễm môi trường lớn. Với mục đích tái sử dụng nguồn tro thải này và giải quyết tác động môi trường, nhóm tác giả đã sử dụng các thí nghiệm trong phòng nghiên cứu về khả năng làm chặt của tro xỉ đáy lò Nhà máy Nhiệt điện An Khánh nhằm đưa tro xỉ đáy lò sử dụng trong xử lý nền và giảm thiểu ô nhiễm môi trường do tro xỉ gây ra. Kết quả nghiên cứu bước đầu đã chỉ ra các chỉ tiêu về cấp phối hạt, khối lượng riêng, hàm lượng hạt thoi det, khối lượng thể tích khô lớn nhất, độ ẩm tối ưu của tro xỉ trong xử lý nền đã chứng minh tro đáy là một loại vật liệu có tác dụng tương tự như vật liệu dăm sạn hay sạn sỏi, trong đó các chỉ tiêu hệ số đầm chặt K, chỉ số CBR của mẫu chứng minh tro là vật liệu có khả năng làm chặt tốt, hoàn toàn thỏa mãn yêu cầu về cường độ của vật liệu đắp và vật liệu sử dụng trong kết cấu áo đường cấp B và C.

© 2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Đặt vấn đề

Để đáp ứng yêu cầu năng lượng ngày càng cao phục vụ công cuộc đổi mới và phát triển đất nước; Việt Nam đã và đang phát triển hệ thống nhà máy nhiệt điện đốt than. Một số dự án nhiệt điện từ quy mô trung bình tới rất lớn đã xây dựng xong, đưa vào vận hành hoặc đang được xây dựng. Ví dụ: nhiệt điện Na Dương (110MW), Ninh Bình 2

(330MW) Cao Ngạn (350), Phả Lại 2 (600MW), Hải Phòng (1200MW), Thái Bình (1200MW), Mông Dương (2200MW), Vĩnh Tân (5600MW), Duyên Hải (4.200 MW)...(số 125/QĐ-ĐTĐL-CĐTĐL/Bộ Công Thương).

Trong quá trình hoạt động các nhà máy nhiệt điện đốt than, đã sử dụng một lượng lớn nhiên liệu hóa thạch và sản sinh ra một lượng lớn tro xỉ thải. Ước tính đến nay, lượng tro thải sinh ra từ các nhà máy nhiệt điện ở Việt Nam đã lên đến hàng triệu tấn/năm. Theo thống kê của Tổng công ty điện lực Việt Nam, với 19 nhà máy nhiệt điện có tổng

*Tác giả liên hệ

E-mail: phunghuu hai@humg.edu.vn

công suất phát điện 14.480 MW đã thải ra lượng tro xỉ 15 triệu tấn/năm. Dự kiến đến năm 2020, với 43 nhà máy, tổng công suất 39.020 MW thì tổng lượng tro xỉ vượt 30 triệu tấn/năm. Để xử lý lượng tro xỉ khổng lồ này, hầu hết các nhà máy đều chọn giải pháp là chôn tro xỉ với nước rồi bơm ra ngoài hồ chứa, số lượng rất ít được sử dụng trong các lĩnh vực khác. Tuy nhiên, với lượng tro xỉ thải ngày một tăng, các nhà máy phải đối mặt với các vấn đề về mở rộng diện tích hồ chứa, về ô nhiễm môi trường đất, nước, không khí và sinh hoạt của nhân dân xung quanh hồ chứa, do sự phát thải của bụi, hàm lượng cao các kim loại nặng. Vì vậy, đòi hỏi phải có các chương trình kiểm soát và bảo trì một cách nghiêm ngặt hồ chứa. Đây là gánh nặng cho môi trường cũng như làm tăng giá thành sản xuất nhiệt điện. Ngày 17/08/ 2015, Phó Thủ tướng Hoàng Trung Hải đã yêu cầu bổ sung, hoàn thiện các tiêu chuẩn, quy chuẩn về chất lượng tro, xỉ làm rõ các chỉ tiêu chất lượng đối với từng lĩnh vực để sử dụng tro xỉ, trong sản xuất xi măng, VLXD, bê tông, đồng thời nghiên cứu mở rộng các phương án sử dụng, tiêu thụ sản phẩm tro xỉ trong xây dựng: làm vật liệu san lấp, kết hợp với vật liệu khác thay cát đắp nền đường và làm đường giao thông nông thôn.

Theo định hướng chỉ đạo trên của chính phủ, để giảm thiểu sự tác động của tro xỉ thải đến môi trường, đã có nhiều chương trình, đề tài, dự án nghiên cứu của các Nhà máy, Bộ, Ban, Ngành liên quan nhằm mục đích tái sử dụng tro xỉ thải, đưa nó vào sử dụng trong một số lĩnh vực như xây dựng, nông nghiệp, hóa chất,...Tuy nhiên, đến nay lượng tro xỉ thải sử dụng trong các lĩnh vực này vẫn còn ít và hạn chế, chưa đáp ứng được yêu cầu của Chính phủ.

Những nghiên cứu về khả năng làm chặt của tro xỉ đáy lò Nhà máy Nhiệt điện An Khánh nhằm sử dụng tro xỉ đáy lò trong một số giải pháp xử lý nền sẽ góp phần tiêu thụ tro xỉ, giảm thiểu ô nhiễm môi trường, góp phần phát triển bền vững kinh tế xã hội địa phương.

2. Nguồn gốc, thành phần vật chất và một số chỉ tiêu vật lý của tro đáy tại nhà máy nhiệt điện An Khánh

2.1. Nguồn gốc

Công nghệ đốt được sử dụng trong Nhà máy Nhiệt điện An Khánh là công nghệ lò hơi tầng sôi

tuần hoàn CFB. Công nghệ CFB có ưu điểm là phát thải thân thiện với môi trường (lượng khí phát thải giảm 5-6 lần so với công nghệ lò hơi cũ). Hàm lượng cacbon trong tro thấp hơn lò than phun nên thích hợp hơn cho người sử dụng trong công nghiệp đặc biệt là vật liệu xây dựng. Nhiệt độ của buồng đốt thấp và được kiểm soát chặt chẽ nên ngăn cản được quá trình tạo xỉ và liên kết tro. Hàm lượng than không cháy trong xỉ thấp, kích thước hạt than sử dụng từ 0 đến 12mm

Các sản phẩm chính trong tro xỉ lò hơi CFB gồm:

a. Tro bay: là một trong những sản phẩm từ quá trình cháy của than, là khoáng chất mịn, cấu tạo từ các chất vô cơ không cháy có trong than. Sau quá trình đốt biến thành vật chất cấu trúc dạng thủy tinh và vô định hình. Vật liệu tro bay rắn lại khi bay lơ lửng trong khói thải và được thu lại nhờ hệ thống lọc bụi tĩnh điện. Tro bay có dạng hình cầu kính cỡ từ 0.5µm đến 100 µm. Thành phần của tro bay là ôxít silic (SiO₂), ôxít nhôm (Al₂O₃) và ôxít sắt (Fe₂O₃).

b. Tro đáy: là những hạt thô và to hơn tro bay, là thành phần không cháy được tập trung ở đáy lò, cỡ hạt dao động từ bằng hạt cát mịn đến hạt sỏi (0.125 mm đến 20 mm).

c. Thạch cao: Với công nghệ đốt than tầng sôi tuần hoàn (CFB) có khử khí sunfur bằng cách dùng chất hấp phụ đá vôi. Khí SO₂ thoát ra khi đốt than sẽ tác dụng với chất hấp phụ đá vôi, hình thành thạch cao (CaSO₄) và vôi tự do (CaO) trong tro xỉ. Thạch cao có thể thu riêng được nếu hệ thống khử lưu huỳnh nằm ngoài lò. Các lò CFB của Tập đoàn than chưa có hệ thống khử ngoài lò nên thạch cao nằm lẫn trong tro xỉ thải (tro bay và tro đáy).



Hình 1. Tro đáy.

2.2. Thành phần vật chất và một số chỉ tiêu vật lý của tro đáy

2.2.1. Thành phần vật chất

Bảng 1. Chất lượng than sau nghiền (từ mỏ Khánh Hòa và Núi Hồng) cung cấp cho buồng đốt nhà máy nhiệt điện An Khánh.

Chỉ tiêu	Đơn vị	Hàm lượng
Các bon, C	%	44.32 ÷ 57.28
Hydro, H	%	1.51 ÷ 2.61
Oxy, O	%	1.59 ÷ 2.88
Nito, N	%	0.82 ÷ 1.12
Lưu huỳnh, S	%	1.51 ÷ 2.63
Độ ẩm, H ₂ O	%	11.50 ÷ 18.50
Độ tro, A	%	23.23 ÷ 31.81
Chất bốc, V	%	4.68 ÷ 12.61
Nhiệt trị	kcal/kg than	4066 ÷ 5130

Tro thải của các nhà máy nhiệt điện gồm chủ yếu các sản phẩm tạo thành từ quá trình phân hủy và biến đổi chất khoáng có trong than đá và các phụ gia khác. Dù sử dụng công nghệ đốt than nào thì trong tro vẫn còn lẫn những hạt than chưa kịp cháy hoặc chưa cháy hết. Do đó, lượng mất khi nung của tro thải còn khá cao, thường từ 20-30%.

Hầu hết, các loại tro đều là các hợp chất silicat, bao gồm các oxit kim loại như SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂, MgO, CaO,...Ngoài ra còn có một số kim loại nặng như Cd, Cr, Pd, Zn, Hg,...Thành phần hóa học của tro phụ thuộc chủ yếu vào loại than sử dụng để đốt, điều kiện đốt và các phụ gia khi đốt trong các nhà máy nhiệt điện. Chính vì vậy, tro của các nhà máy nhiệt điện khác nhau, sẽ có thành phần

hóa học khác nhau.

Nhà máy Nhiệt điện An Khánh sử dụng công nghệ lò hơi sôi tuần hoàn (CFB). Nguồn nhiên liệu than lấy từ hai mỏ Khánh Hòa và Núi Hồng, với tỷ lệ pha trộn để đảm bảo nhiệt lượng. Chất lượng than sau nghiền cấp cho buồng đốt được nêu trong Bảng 1.

Để nghiên cứu thành phần hóa học của tro đáy Nhà máy Nhiệt điện An Khánh, mẫu tro đáy đã được lấy tại bãi thải của nhà máy, sau đó phân tích thành phần hóa học. Giá trị của các chỉ tiêu được trình bày trong Bảng 2.

Theo kết quả phân tích ở trên, thành phần phần hóa học chính của tro đáy là SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ ngoài ra còn có CaO, MgO, SO₃, K₂O, Na₂O, TiO₂, CaO_{td}, CaSO₄. Một lượng than chưa cháy hết là thành phần không thể thiếu trong tro đáy. Hàm lượng SiO₂ và Al₂O₃ cao (lên đến 56%) nên tro đáy cũng có khả năng hoạt động như một vật liệu pozzolanic. Mặt khác, sự có mặt của các thành phần sẽ thúc đẩy các quá trình hydrat hóa và sulphate liên quan đến CaO, CaSO₄ khi tiếp xúc với nước, là điều kiện thuận lợi để cải thiện cường độ của tro đáy hoặc hỗn hợp giữa tro đáy với các chất kết dính khác do sự hình thành các chất kết dính mới.

2.2.2. Một số chỉ tiêu vật lý của tro đáy

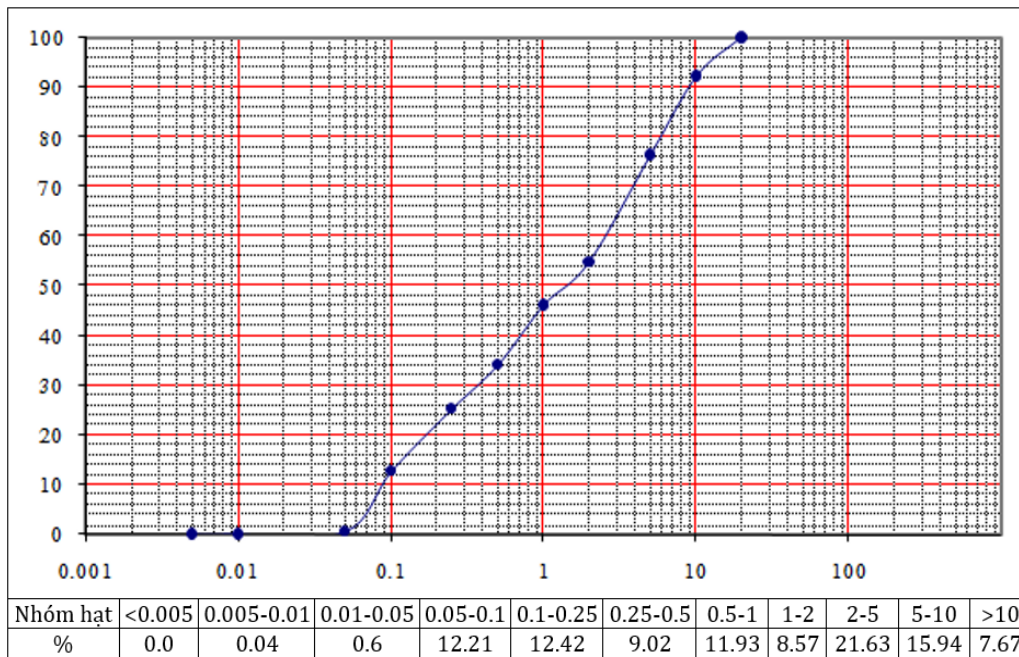
Để xác định một số chỉ tiêu vật lý của tro đáy tại Nhà máy Nhiệt điện An Khánh, mẫu tro đáy đã được lấy tại các vị trí khác nhau trong bãi thải với khối lượng 200kg. Tại phòng thí nghiệm LAS - XD 928 mẫu tro đáy được trộn đều và chia thành các phần tương đối đều nhau, bảo quản trong điều kiện phòng thí nghiệm. Kết quả phân tích của 6 mẫu như sau:

Bảng 2. Một số chỉ tiêu hóa học của tro đáy Nhà máy Nhiệt điện An Khánh.

MKN	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	CaO _{td}	CaSO ₄
1.72	53.03	3.9	14.15	14.0	1.91	7.44	2.36	0.0	0.66	5.69	12.64

Bảng 3. Một số chỉ tiêu vật lý của tro đáy tại Nhà máy Nhiệt điện An Khánh.

Chỉ tiêu thí nghiệm	Tiêu chuẩn áp dụng	Ký hiệu	Đơn vị	Kết quả
Thành phần hạt	TCVN 4198:2014			
Tỷ trọng	TCVN 4195:2012	Δ	g/cm ³	2.59
Độ thoi dẹt	TCVN7572-13:2006		%	22.7
Khối lượng thể tích khô nhỏ nhất	TCVN 8721:2012	γ _{kmin}	g/cm ³	1.48
Khối lượng thể tích khô lớn nhất	TCVN 8721:2012	γ _{kmax}	g/cm ³	2.12



Hình 2. Biểu đồ thành phần hạt tro đáy nhà máy nhiệt điện An Khánh.

Nhận xét: Từ kết quả phân tích nhận thấy, khối lượng riêng của tro đáy tương đương với khối lượng riêng của đá dăm, sỏi các loại. Biểu đồ hàm lượng phần trăm tích lũy dốc, nhóm hạt cát chiếm chủ yếu (54.2%), nhóm hạt cuội sỏi (45.2%), nhóm hạt bụi chiếm rất ít 0.64%. Khối lượng thể tích khô lớn nhất lớn gấp 1.43 lần khối lượng thể tích khô nhỏ nhất. Theo TCN 304 - 03, tro đáy thuộc loại cấp phối C và là vật liệu có khả năng làm chặt cao. Tuy nhiên, độ thoi dẹt cũng chiếm một hàm lượng đáng kể 22.7%. Điều này cũng làm giảm khả năng làm chặt và cường độ của tro đáy.

3. Nghiên cứu khả năng đầm chặt của tro đáy

3.1. Phương pháp nghiên cứu

Theo kết quả nghiên cứu thành phần cấp phối thì tro đáy là loại vật liệu tương tự như đá dăm hay sỏi. Vì vậy, để đánh giá khả năng làm chặt của tro đáy cần xác định một số chỉ tiêu như khối lượng thể tích khô lớn nhất (γ_{max}), độ ẩm tối ưu (W_{tu}), công đầm và chỉ số CBR. Bằng phương pháp thực nghiệm trong phòng, sử dụng thí nghiệm đầm chặt và thí nghiệm CBR để nghiên cứu.

Thí nghiệm đầm chặt được thực hiện với mục đích xác định khối lượng thể tích khô lớn nhất (γ_{max}), tương ứng độ ẩm tối ưu (W_{tu}). Thí nghiệm

được thực hiện theo 22 TCN 333 - 06, lượng tro đáy được rây qua sàng vuông 5mm trước khi thực hiện thí nghiệm.

Thí nghiệm CBR được thực hiện sau khi đã xác định được γ_{max} , W_{tu} . Sử dụng trực tiếp mẫu tro đáy lấy từ nhà máy và được thực hiện theo 22 TCN 332-06. Thí nghiệm được thực hiện với mục đích xác định chỉ số CBR ứng với công đầm tiêu chuẩn và công đầm tối ưu cho tro đáy.

3.2. Kết quả và thảo luận

Kết quả thí nghiệm đầm chặt 6 mẫu được tổng hợp trình bày trong Bảng 3 và Hình 3

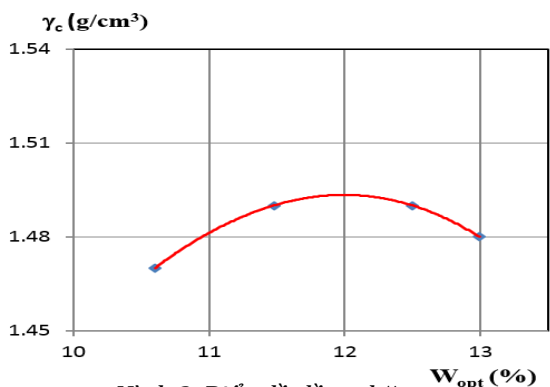
Kết quả thí nghiệm $\gamma_{max} = 1.49 \text{ g/cm}^3$, $W_{opt} = 12.2 \%$, sau khi hiệu chỉnh ảnh hưởng của kích thước hạt (những hạt có kích thước lớn hơn 5mm) có $\gamma_{max} = 1.66 \text{ g/cm}^3$, $W_{tu} = 12.2\%$.

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm đầm chặt.

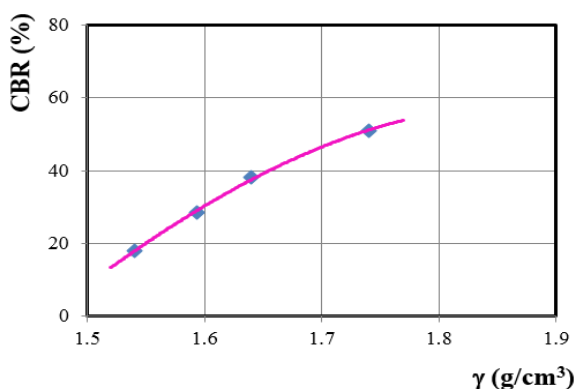
STT	Đơn vị	Cối 1	Cối 2	Cối 3	Cối 4
γ_c	g/cm^3	1.47	1.49	1.49	1.48
W_{tu}	%	10.6	11.48	12.5	13.0

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm CBR.

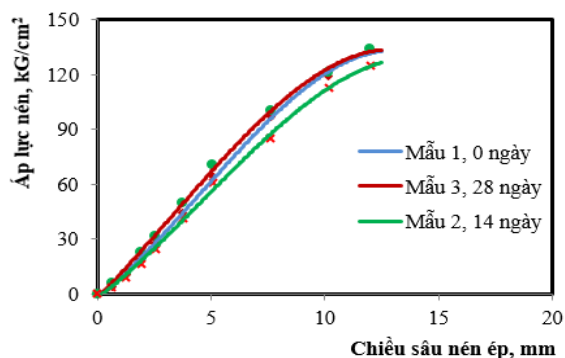
Chày/lớp	Chày	10	20	30	40	50	60
γ_c	g/cm^3	1.54	1.59	1.59	1.64	1.66	1.74
W	%	13.3	13.9	13.4	13.4	13.3	13.3
CBR	%	18.2	27.7	28.3	38.0	39.8	51.1



Hình 3. Biểu đồ đầm chặt.



Hình 4. Biểu đồ quan hệ γ và CBR.



Hình 5. Biểu đồ thí nghiệm CBR.

Kết quả thí nghiệm CBR được trình bày trong Bảng 4 và Hình 4.

Kết quả thí nghiệm CBR được trình bày trong Bảng 5.

Thảo luận:

- Giá trị γ_{cmax} , W_{tur} của tro đáy tương đương với giá trị γ_{cmax} , W_{tur} của loại đất cát pha hoặc sét pha nhẹ. Đối với loại đất cát pha hoặc sét pha nhẹ thì γ_{cmax} biến đổi từ 1.65 g/cm³ đến 1.85 g/cm³, W_{tur} biến đổi từ 9% đến 18%.

- Tro đáy là loại vật liệu có khả năng đầm chặt cao, hệ số đầm chặt K đạt được các giá trị theo yêu cầu của các tiêu chuẩn thiết kế giao thông là 0.95, 0.98 hoặc 1 với công làm chặt tương ứng là 20, 40 và 50 chày/lớp.

- Giá trị CBR của tro đáy tại tất cả các độ chặt 0.95, 0.98 và 1 đạt yêu cầu của thiết kế đối với nền đường nằm trong phạm vi tác dụng của tải trọng. Đối với kết cấu áo đường thì giá trị CBR của tro đáy đạt yêu cầu của vật liệu làm kết cấu móng dưới loại A2, móng trên và móng dưới loại B1, B2.

4. Ảnh hưởng của một số yếu tố đến cường độ của tro xỉ khi đầm chặt

4.1. Ảnh hưởng của thời gian, điều kiện bảo dưỡng và CaSO₄2H₂O

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành thí nghiệm CBR trên ba mẫu tro đáy chế bị ở độ ẩm 13.3%, công làm chặt 50 chày/lớp. Mẫu 1 có khối lượng thể tích khô là 1.66g/cm³, thực hiện thí nghiệm CBR ngay sau khi chế bị mẫu.

Bảng 6. Một số chỉ tiêu tính toán từ thí nghiệm CBR.

Hệ số đầm chặt	K	-	0.95	0.98	1.0
KLTT khô lớn nhất	γ_{cmax}	g/cm ³	1.66	1.66	1.66
Khối lượng thể tích	γ	g/cm ³	1.58	1.63	1.66
Hệ số CBR	CBR	%	26.3	36.1	39.8

Bảng 7. Kết quả thí nghiệm CBR trên các mẫu M1, M2, M3 - độ trương nở của các mẫu M2 và M3 là 0%.

Chiều sâu ép nén	mm	0.0	0.64	1.27	1.91	2.54	3.75	5.08	7.62	10.16	12	Ghi chú
Áp lực nén	kG/cm ²	0.0	4.3	10.9	19.1	27.5	44.4	64.4	97.0	119.2	132.8	M1
		0.0	3.7	9.0	16.5	24.3	41.2	61.1	85.0	112.5	125.0	M2
		0.0	6.0	11.1	23.0	31.8	49.5	70.5	100.4	121.0	133.9	M3

Mẫu 2 có khối lượng thể tích khô là 1.68g/cm^3 , thực hiện thí nghiệm CBR sau khi bảo dưỡng ẩm trong 7 ngày, ngâm bão hòa trong nước cất 7 ngày (tổng cộng 14 ngày). Mẫu 3 có khối lượng thể tích khô 1.7g/cm^3 , bảo dưỡng ẩm trong 21 ngày, ngâm bão hòa trong nước cất 7 ngày (tổng cộng 28 ngày). Kết quả thí nghiệm được trình bày trong Bảng 6 và Hình 5.

Thảo luận:

Kết quả thí nghiệm cho thấy thời gian và điều kiện bảo dưỡng mẫu ảnh hưởng đáng kể đến cường độ của mẫu tro đáy. Tại thời điểm 14 ngày tuổi, chỉ số CBR giảm trung bình khoảng 10% so với thời điểm 0 ngày tuổi. Tuy nhiên, tại thời điểm 28 ngày tuổi thì chỉ số CBR tăng (hồi phục), so với thời điểm 0 ngày tuổi trung bình khoảng 11%, do các hiệu ứng sulphate hình thành các hợp chất kết dính. Sự có mặt của CaO và $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ trong thành phần hóa học của tro đáy ảnh hưởng đến các quá trình hóa học diễn ra trong quá trình bảo dưỡng (ở độ ẩm chế bị và ngâm bão hòa trong nước). Tro đáy sau khi được đầm chặt ở một độ ẩm nhất định, do đó ảnh hưởng đến cường độ của tro đáy. Trong nhóm lưu huỳnh thạch cao cũng được coi là một loại PGKH. Hiệu quả tác dụng của thạch cao mạnh nhất ở giai đoạn phản ứng rắn khi xuất hiện C3A nó sẽ tác dụng với CaSO_4 tạo thành pha trung gian C_3ACaSO_4 . Chất mới này bao lấy hạt C3A ngăn nó phát triển kích thước vì vậy CaO tự do tập trung vào phản ứng tiếp tục tạo ra C3A mới và tác dụng với C2S sau này tạo thành C3S.

Chất trung gian giả bền sẽ bị phân hủy thành C5A3 chứ không phải C3A, đó cũng là cơ sở tạo thêm CaO hoạt tính để phản ứng tạo C3A sau này. (Đây là tác dụng định hướng tạo khoáng).

Khi bão hòa nước cường độ của mẫu tro đáy giảm đáng kể ở thời điểm 14 ngày, nhưng mẫu không bị trương nở và chỉ số CBR (bằng 24.3%) vẫn thỏa mãn yêu cầu của vật liệu làm nền và kết cấu áo đường.

4.2. Ảnh hưởng của công đầm chặt

Để đánh giá được ảnh hưởng của công đầm chặt đến cường độ của mẫu tro đáy chế bị, thí nghiệm CBR được thực hiện trên một tổ hợp gồm 6 mẫu ngay sau khi chế bị ở độ ẩm tương tự nhau, ứng với công đầm khác nhau (số chày đầm/lớp). Thông số đầu vào của tổ hợp mẫu được trình bày trong Bảng 8:

Thảo luận:

Theo Bảng 9 và biểu đồ thí nghiệm CBR ở trên nhận thấy có sự tăng độ chặt và chỉ số CBR khi tăng công đầm chặt. Tuy nhiên, mức độ tăng là khác nhau, phụ thuộc vào công đầm chặt, được tổng kết trong Bảng 9.

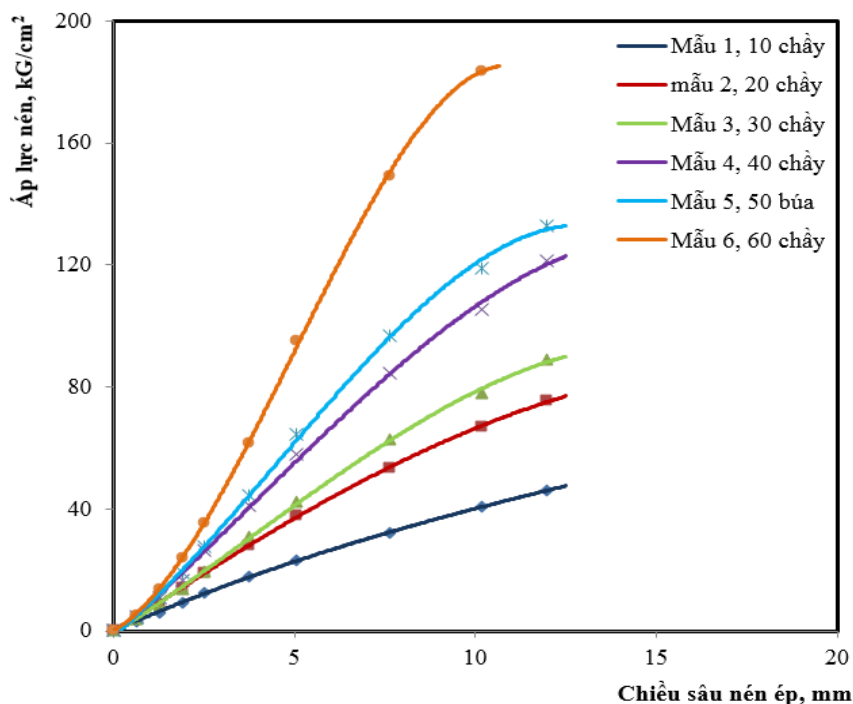
Với các số liệu thống kê ở bảng trên nhận thấy, công làm chặt nhỏ nhất 10 chày/lớp mẫu đã đạt đến độ chặt khá cao 0.93% (gần đạt đến độ chặt yêu cầu 0.95 sử dụng trong một số công trình, dự án), chỉ số CBR = 18.2% đã đạt được yêu cầu của vật liệu sử dụng làm nền và kết cấu áo đường cấp đường B và C.

Bảng 8. Thông số đầu vào của tổ hợp mẫu M1, 2, 3, 4, 5, 6.

Chỉ tiêu	Ký hiệu	Đơn vị	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Độ ẩm tối ưu	W_{tur}	%	13.3	13.9	13.4	13.4	13.3	13.3
KLTTK lớn nhất	γ_{cmax}	g/cm^3	1.54	1.59	1.59	1.64	1.66	1.74
Chày đầm/lớp		lần	10	20	30	40	50	60

Bảng 9. kết quả thí nghiệm CBR của tổ hợp mẫu M1, 2, 3, 4, 5, 6.

Chiều sâu ép nén	mm	0.0	0.64	1.27	1.91	2.54	3.75	5.08	7.62	10.16	12	Ghi chú	
												Mẫu	CBR
Áp lực nén	kG/cm^2	0.0	3.0	6.2	9.4	12.5	17.7	23.1	32.1	40.7	46.1	M1	18.2
		0.0	3.8	8.5	13.9	19.1	28.3	38.0	53.5	66.6	75.4	M2	27.7
		0.0	3.6	8.4	13.8	19.5	30.7	42.5	62.7	78.0	88.8	M3	28.3
		0.0	4.6	11.1	16.3	26.3	41.3	58.0	84.2	105.6	121.3	M4	38.0
		0.0	4.3	10.9	19.1	27.5	44.4	64.4	97.0	119.2	132.8	M5	39.8
		0.0	5.2	13.7	24.1	35.3	61.6	95.2	149.0	183.6	-	M6	51.1



Hình 6. Biểu đồ thí nghiệm CBR.

Bảng 10. Sự phụ thuộc hệ số đầm chặt vào công đầm chặt.

Công đầm chặt	Chày/lớp	10	20	30	40	50	60
Tỷ lệ % so với công làm chặt 10 chày/lớp.	%	-	100	200	300	400	500
Độ chặt, K.		0.93	0.96	0.96	0.99	1.0	1.05
Tỷ lệ % so với K tương ứng với công làm chặt 10 chày/lớp.	%	-	3.2	3.2	6.5	7.8	13.0
CBR.	%	18.2	27.7	28.3	38.0	39.8	51.1
Tỷ lệ % so với CBR tương ứng với công làm chặt 10 chày/lớp.	%	-	52.2	55.5	108.8	118.7	180.8

Bảng 11. cấp phối hạt của tro đáy sau nhiều lần thực hiện TN: đầm - nén CBR - đầm - nén CBR.

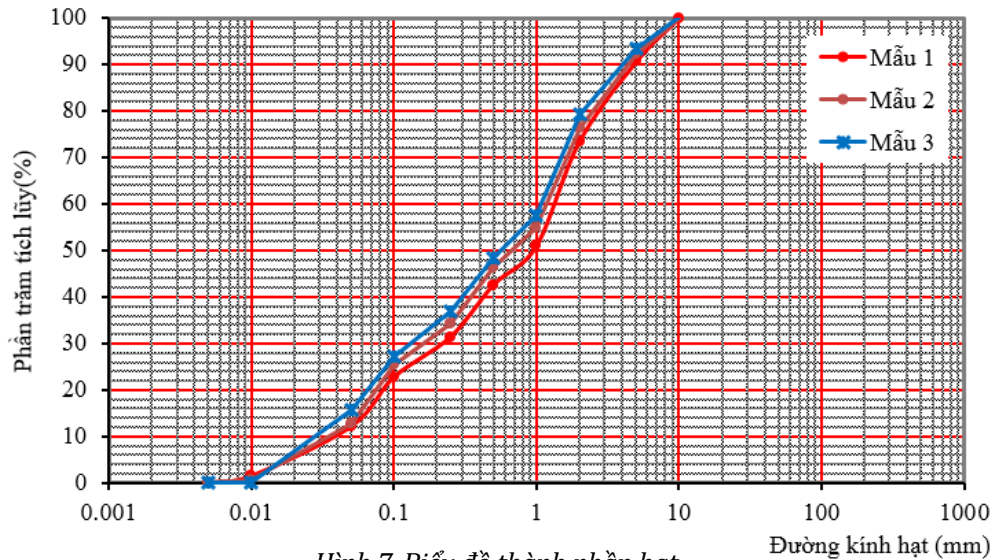
ĐK nhóm hạt	Sét	Hạt bụi		Hạt cát					Cuội sỏi			Ghi chú
	<0.005	0.005-0.01	0.01-0.05	0.05-0.1	0.1-0.25	0.25-0.5	0.5-1	1-2	2-5	5-10	>10	
Hàm lượng	0.0	0.0	1.5	10.6	10.7	8.7	11.2	8.4	22.5	17.2	9.4	Mẫu 1
%	0.0	0.04	0.6	12.2	12.4	9.0	11.9	8.6	21.6	15.9	7.7	Mẫu 2
	0.0	0.0	0.1	15.4	11.5	9.7	11.8	9.1	21.7	14.2	6.7	Mẫu 3

Độ chặt của mẫu tăng không đáng kể, từ 3.2% đến 13% khi tăng công làm chặt từ 100% đến 500%. Tuy nhiên, chỉ số CBR tăng mạnh từ 52.2% đến 180.8%. Hiệu quả làm chặt tại công làm chặt 20 chày/lớp và 30 chày/lớp hay 40 chày/lớp và 40/chày/lớp là tương đương nhau. Tại các công làm chặt này, mặc dù số chày trên một lớp tăng 10 chày nhưng chỉ số CBR tăng không đáng kể. Tại công làm chặt 60 chày/búa mẫu được làm rất chặt

K>1, chỉ số CBR tăng mạnh đạt 180.8% so với công làm chặt 10 búa/lớp.

Theo biểu đồ thí nghiệm CBR trên sẽ lựa chọn được công làm chặt hợp lý nhất cho tro đáy sử dụng làm vật liệu theo từng mục đích cụ thể, mang lại hiệu quả kinh tế nhất.

Công làm chặt ảnh hưởng đến độ dốc của đường cong (áp lực nén - chiều sâu nén ép). Ở công làm chặt thấp 10 chày/lớp, độ dốc của



Hình 7. Biểu đồ thành phần hạt.

đường cong nhỏ, đường cong thoải. Công làm chặt càng tăng thì độ dốc của đường cong càng lớn.

4.3. Ảnh hưởng của quá trình chế bị, bảo dưỡng mẫu đến cấp phối hạt của tro đáy

Cấp phối hạt của tro đáy là yếu tố quan trọng quyết định đến cường độ của mẫu tro đáy chế bị. Đánh giá sự biến đổi cấp phối hạt do ảnh hưởng của quá trình chế bị mẫu (đầm mẫu) và bảo dưỡng mẫu (ngâm mẫu) là quan trọng, góp phần đánh giá được khả năng sử dụng của tro đáy làm vật liệu đắp và vật liệu trong kết cấu áo đường giao thông. Để giải quyết vấn đề này, thực nghiệm xác định cấp phối hạt của tro đáy được tiến hành trên ba mẫu: mẫu 1 tro đáy được lấy về từ bãi thải của nhà máy; mẫu 2 là mẫu tro đáy sau khi đã tái sử dụng nhiều lần (đầm - nén CBR - đầm - nén CBR) 10 lần, mẫu 3 là tro đáy sau khi đã ngâm bảo dưỡng 7 ngày và nén CBR. Kết quả phân tích cấp phối hạt 3 mẫu trên được trình bày trong Bảng 11 và Hình 7.

Thảo luận

Có sự thay đổi nhỏ trong cấp phối hạt mẫu tro đáy sau các lần tái sử dụng như đã trình bày ở trên. Sự thay đổi này chủ yếu diễn ra trong nhóm hạt cuội sỏi và nhóm hạt cát. Phần trăm nhóm hạt cuội sỏi giảm xuống từ 49.1% mẫu 1 đến 45.2% mẫu 2 và 42.6% mẫu 3. Phần trăm nhóm hạt cát tăng lên từ 49.6% mẫu 1 đến 57.5% mẫu 3. Do các hạt có kích thước lớn bị mềm yếu, vỡ ra và chuyển thành hạt cát dưới tác dụng của búa đầm và nước.

Kết quả còn cho thấy, với sự có mặt của nước, mẫu 3 được ngâm bão hòa thì cấp phối hạt của

mẫu biến đổi mạnh hơn so với trường hợp mẫu 2 không được ngâm bão hòa. Đối với mẫu 2 hàm lượng nhóm hạt cuội sỏi giảm 4%, nhóm hạt cát tăng 4.5%. Đối với mẫu 3 hàm lượng nhóm hạt cuội sỏi giảm 7.5%, nhóm hạt cát tăng 7.9%. Như vậy, khi mẫu bị ngâm bão hòa trong nước, nước đã làm các hạt bị ngấm nước và mềm yếu.

Mặc dù dưới tác dụng của tải trọng động (búa đầm) và tác dụng của nước theo thời gian (bão hòa mẫu trong 7 ngày) thì cấp phối hạt của tro đáy có giảm nhưng vẫn đảm bảo đạt tiêu chuẩn cấp phối loại C. Chỉ số CBR vẫn đạt được yêu cầu của vật liệu sử dụng làm nền và kết cấu áo đường với cấp đường B và C.

5. Kết luận

Các chỉ tiêu về cấp phối hạt, khối lượng riêng, hàm lượng hạt thổi rớt, khối lượng thể tích khô lớn nhất, độ ẩm tối ưu đã chứng minh tro đáy là một loại vật liệu có cấp phối tương tự như vật liệu dăm sạn hay sạn sỏi. Thông qua các chỉ tiêu này xếp tro đáy vào vật liệu có cấp phối loại C.

Các chỉ tiêu hệ số đầm chặt K, chỉ số CBR của mẫu chế bị chứng minh tro đáy là vật liệu có khả năng làm chặt tốt, hoàn toàn thỏa mãn yêu cầu về cường độ của vật liệu đắp và vật liệu sử dụng trong kết cấu áo đường cấp B và C.

Dưới tác dụng của nước trong quá trình dưỡng hộ, mẫu tro đáy chế bị thì tại thời điểm ban đầu (14 ngày sau khi chế bị) cường độ của mẫu có suy giảm, tại các thời điểm sau thì có sự khôi phục về cường độ, do sự hình thành các chất kết dính.

Lực tác dụng của chày đầm trong quá trình

chế bị, tác dụng của nước khi bảo dưỡng mẫu đã làm các hạt tro đáy mềm yếu và thay đổi về kích thước hạt. Tuy nhiên, sự thay đổi này không làm thay đổi đáng kể cấp phối hạt ban đầu của tro đáy.

Cường độ của mẫu tro đáy chế bị phụ thuộc vào công đầm sử dụng. Tuy nhiên, tăng cường độ của mẫu chế bị không tỷ lệ với tăng công đầm, công đầm tăng 100% đến 500% nhưng chỉ số CBR chỉ tăng từ 52.2% đến 180.8%. Vì vậy, tùy thuộc vào mục đích sử dụng tro đáy (làm vật liệu đắp, vật liệu trong kết cấu áo đường...) lựa chọn công đầm hợp lý theo các biểu đồ đã trình bày ở mục III.2, IV.2.

Tài liệu tham khảo

- Bùi Anh Tuấn, 2016. Nghiên cứu sử dụng hợp lý tro thải của nhà máy nhiệt điện đốt than trong xây dựng đường ô tô. *Luận án tiến sĩ kỹ thuật*.
- Lương Như Hải, Ngô Kế Thế, Đỗ Quang Kháng, 2014. Tro bay và những ứng dụng. *Thông tin*

Kinh tế và Công nghệ - Công nghiệp hóa chất. Số 6-2014.

22TCN 304-03. *Quy trình kỹ thuật thi công và nghiệm thu: các lớp kết cấu áo đường bằng cấp phối Thiên Nhiên*. Bộ giao thông vận tải.

TCVN 8297: 2009. *Công trình thủy lợi - Đập đất Yêu cầu kỹ thuật trong thi công bằng phương pháp đầm nén*. Trung tâm Khoa học và Triển khai kỹ thuật thủy lợi thuộc trường Đại học Thủy lợi.

TCVN 4054: 2005. *Đường ô tô yêu cầu thiết kế*. Cục quản lý xây dựng và chất lượng công trình giao thông.

Số 125/QĐ-ĐTĐL. *Cục Điều tiết điện lực*. Bộ Công thương.

Helen Ahnberg, 2006. *A laboratory study on clays and organic soils stabilised with different types of binder*. Dotoral thesis.

ABSTRACT

Assessment of compaction capability of bottom ash from An Khanh thermal plant

Hai Huu Phung ¹, Dung Ngoc Nguyen ¹, Son Truong Bui ¹, Binh Van Bui ¹, Hung Van Nguyen ¹, Ha Viet Nhu ¹, Huong Tu Phan ²

¹ Faculty of Mining, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

² Faculty of Civil Engineering, Hanoi Architectural University, Vietnam

The coal thermal power plant is the mainly providing resource energy in Vietnam, but it releases into the environment millions of tones ash, annually. They are mainly disposed in the field near the factories and residential areas, and a little amount of them are reused in some fields. This can cause the environmental pollution. To reuse the ash and reduce the negative environmental effect, the research group has studied the compaction capability of fly ash from An Khanh thermal power plant with the aim of applying them into ground improvement methods, reducing environmental pollution. The result has indicated that bottom ash has particle size distribution, gravity, maximum dried unit weight that are similar to that of aggregate, or sandy gravel. Parameters such as compaction index K, CBR of bottom ash sampling showed that they have a good compaction potential, and could meet the strength requirement of embankment materials and materials for construction of base or subbase layers of roadways level B and C.