

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG HỖN HỢP XỈ THAN, TRO BAY CÓ GIA CỐ XI MĂNG LÀM LỚP ĐÁY MÓNG TRONG KẾT CẤU NỀN - MẶT ĐƯỜNG Ô TÔ BẰNG PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

THS NGÔ GIA TRUYỀN, THS BÙI PHƯỚC HẢO, THS.KTS THẠCH VŨ ĐÌNH VI | TRƯỜNG ĐẠI HỌC TRÀ VINH

Tóm tắt

Sự khan hiếm vật liệu để xử lý, gia cố nền đất yếu hoặc vật liệu đắp nền công trình xây dựng, móng kết cấu áo đường ô tô, san lấp nền đang là bài toán khó đối với tỉnh Trà Vinh. Trong khi đó, Nhà máy nhiệt điện huyện Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh, đi vào vận hành từ năm 2015, công suất 1.245MW/năm, hàng năm thải ra môi trường khoảng 1.192.880 tấn tro bay/năm, 133.120 tấn xỉ than/năm. Nguy cơ tồn đọng và ô nhiễm môi trường rất cao. Việc xử lý và sử dụng tro bay, xỉ than tại các nhà máy nhiệt điện mở ra triển vọng về vật liệu mới hiệu quả, tiết kiệm chi phí, hạn chế sử dụng tài nguyên thiên nhiên, giải quyết vấn đề nguồn vật liệu thay thế góp phần bảo vệ môi trường. Đánh giá chứng minh về tác động môi trường hướng đến nhân rộng góp phần phục vụ xây dựng công trình giao thông nông thôn trên địa bàn tỉnh Trà Vinh.

Abstract

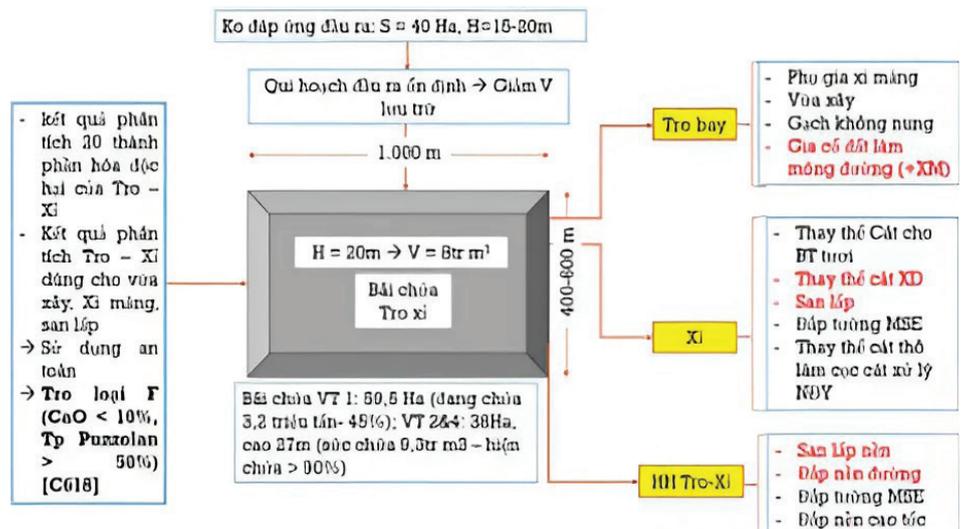
The scarcity of materials for treatment, reinforcement of weak soil or construction foundation materials, road pavement structure foundations, and land leveling is a difficult problem for Tra Vinh province. Meanwhile, Duyen Hai Thermal Power Plant, Tra Vinh province, has been operating since 2015, with a capacity of 1,245MW. Every year, Duyen Hai Thermal Power Plant discharges about 1,192,880 tons of fly ash/year and 133,120 tons of coal slag/year into the environment. The risk of residual and environmental pollution is very high. The treatment and use of fly ash and coal slag at thermal power plants opens up prospects for new, effective, cost-saving materials, limiting the use of natural resources, solving the problem of alternative material sources, contributing to environmental protection. Assessment of environmental impact towards replication to contribute to serving the construction of rural traffic works in Tra Vinh province.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Để giải quyết nhu cầu về vật liệu cát làm lớp đáy móng trong kết cấu nền - mặt đường ô tô đang ngày càng khan hiếm do vấn đề khai thác bị hạn chế, nguyên nhân từ tình trạng sạt lở diện rộng trên hầu hết các tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long, nhóm nghiên cứu đề xuất vật liệu thay thế cát bằng hỗn hợp xỉ than và tro bay gia cố xi măng từ nguồn phế phẩm sẵn có trên địa bàn tỉnh Trà Vinh với trữ lượng lớn, làm lớp đáy móng trong kết cấu nền - mặt đường ô tô kết hợp phương pháp thí nghiệm đánh giá cường độ, độ chặt, chỉ tiêu cơ lý đảm bảo tương đương hoặc lớn hơn so với cả vật liệu thông dụng.

Hỗn hợp xỉ than, tro trên địa bàn tỉnh Trà Vinh với trữ lượng khoảng 1.192.880 tấn tro bay/năm, 133.120 tấn xỉ than/năm rất lớn, đòi hỏi cần phải mở rộng bãi chứa đang là vấn đề khó cho việc vận hành khai thác của nhà máy nhiệt điện Duyên Hải.

Qua thí nghiệm kết hợp tính toán hỗn hợp xỉ than, tro bay gia cố xi măng cho thấy rằng việc áp dụng hỗn hợp xỉ than, tro bay gia cố xi măng thay thế cho vật liệu cát làm lớp đáy móng là rất phù



Hình 1: Quy mô bãi chứa xỉ than, tro bay

STT	Thông số	Đơn vị	Phương pháp thử	Kết quả (mẫu tro bay)	Kết quả (mẫu xỉ than)	QCVN 07:2009/BTNMT (Giới hạn nguy hại)
1	pH	-	US EPA Method 9045/6	6,6	9,0	pH ≥ 12,5 hoặc pH ≤ 2,0
STT	Thông số	Đơn vị	Phương pháp thử	Kết quả (mẫu tro bay)	Kết quả (mẫu xỉ than)	QCVN 07:2009/BTNMT (Hàm lượng tuyệt đối - Htc) T = 0,99
2	Tổng Xỉ than (Cl-)	mg/kg	US EPA Method 9013A → US EPA Method 9010C + US EPA Method 9014	KPH LOD = 5	KPH LOD = 5	58-40
STT	Thông số	Đơn vị	Phương pháp thử	Kết quả (mẫu tro bay)	Kết quả (mẫu xỉ than)	QCVN 07:2009/BTNMT (Nồng độ ngậm chất - Ctc)
3	Antimon (Sb)	mg/L	US EPA Method 1311 + SMEWW 3113B:2012	KPH LOD = 0,002	KPH LOD = 0,002	1
4	Arsen (As)	mg/L	US EPA Method 1311 + SMEWW 3113B:2012	0,035	0,017	2
5	Bari (Ba)	mg/L	US EPA Method 1311 + SMEWW 3111D:2012	1,335	0,689	100
6	Bari (Ba)	mg/L	US EPA Method 1311 + SMEWW 3111B:2012	KPH LOD = 0,03	KPH LOD = 0,03	5
7	Beryli (Be)	ppm	ASTM D5198 - 09 + SMEWW 3111B:2012	KPH LOD = 0,012	KPH LOD = 0,012	0,1
8	Cadmi (Cd)	mg/L	US EPA Method 1311 + SMEWW 3113B:2012	KPH LOD = 0,0005	KPH LOD = 0,0005	0,5
9	Chì (Pb)	mg/L	US EPA Method 1311 + SMEWW 3113B:2012	KPH LOD = 0,05	KPH LOD = 0,05	15
10	Coban (Co)	mg/L	US EPA Method 1311 + SMEWW 3113B:2012	0,283	0,137	80
11	Kẽm (Zn)	mg/L	US EPA Method 1311 + SMEWW 3113B:2012	1,452	KPH LOD = 0,05	250
12	Nickel (Ni)	mg/L	US EPA Method 1311 + SMEWW 3113B:2012	0,452	0,169	350
13	Niken (Ni)	mg/L	US EPA Method 1311 + SMEWW 3113B:2012	0,191	0,181	70
14	Selen (Se)	mg/L	US EPA Method 1311 + SMEWW 3113B:2012	KPH LOD = 0,002	KPH LOD = 0,002	1
15	Tan (Ti)	mg/L	US EPA Method 1311 + SMEWW 3113B:2012	KPH LOD = 0,02	KPH LOD = 0,02	7
16	Thủy ngân (Hg)	mg/L	US EPA Method 1311 + SMEWW 3112B:2012	KPH LOD = 0,0005	KPH LOD = 0,0005	0,2
17	Crom (VI)	mg/L	US EPA Method 1311 + US EPA Method 7196A	KPH LOD = 0,01	KPH LOD = 0,01	5
18	Vanadi (V)	mg/L	US EPA Method 1311 + SMEWW 3113B:2012	0,006	KPH LOD = 0,003	25
19	Molibden (Mo)	mg/L	US EPA Method 1311 + SMEWW 4500Bf:2012	0,64	0,31	180
20	Phenol	mg/L	US EPA Method 1311 + US EPA Method 3510C + US EPA Method 8015D	KPH LOD = 0,15	KPH LOD = 0,15	1.000

Hình 2: Kết quả thành phần nguy hại tro - xỉ

hợp. Chính vì vậy, bài viết trình bày cách tiếp cận để thực hiện xây dựng chính xác thành phần hỗn hợp xỉ than, tro bay gia cố xi măng làm lớp đáy móng thay thế cát.

XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM HỖN HỢP XỈ THAN - TRO BAY - GIA CỐ XI MĂNG

Phương pháp thí nghiệm hỗn hợp xỉ than - tro bay - gia cố xi măng được thực hiện trong phòng thí nghiệm kết hợp hiện trường thông qua các kết quả thí nghiệm sau:

TT/Items	CHỈ TIÊU, ĐƠN VỊ TÍNH/ Test properties, unit	PHƯƠNG PHÁP THỬ/ Test methods	KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM/ Test results
1	Độ ẩm / %	TCVN 7024 : 2013	0,26
2	Mất khi nung / %	TCVN 141 : 2008	8,27
3	Hàm lượng SO ₃ / %	TCVN 141 : 2008	0,49
4	Tổng hàm lượng / % SiO ₃ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	TCVN 141 : 2008	81,6
5	Hàm lượng CaO / %	TCVN 141 : 2008	0,020

Hình 3: Kết quả thành phần hóa học

Kết quả thí nghiệm 1

Phân tích thành phần nguy hại tro-xỉ theo QCVN 07: 2009/BTNMT, vị trí lấy mẫu: Nhà máy nhiệt điện Duyên Hải 1

Đánh giá: đạt yêu cầu tất cả các chỉ tiêu dùng cho san lấp, công trình giao thông và xây dựng dân dụng và công nghiệp.

Kết quả thí nghiệm 2

Thành phần hóa học tro bay/xỉ than, Vị trí lấy mẫu: Nhà máy nhiệt điện Duyên Hải 1

Đánh giá: Hàm lượng CaO < 10% và quá thấp -> Phải kết hợp các chất hoạt hóa khi gia cố như: xi măng, vôi sống, vôi tôi, NaoH,...

KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM HỖN HỢP XỈ THAN + TRO BAY

Kết quả thí nghiệm

Kết quả thử nghiệm trong phòng thể hiện ở bảng 1.

Tham khảo 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" và tiêu chuẩn TCVN 10186:2014 - "Móng cát gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ô tô - thi công và nghiệm thu" (bảng 2 và 3).

Dựa vào kết quả bảng 1 và tham chiếu bảng 2 và 3 của tiêu chuẩn TCVN 10379:2014; TCVN 10379:2014 thì không đạt. Với 2 loại mẫu: tro, xỉ, hỗn hợp tro-xỉ đều cho kết quả thí nghiệm nén quá nhỏ so với yêu cầu của các Tiêu chuẩn sử dụng chất liên kết vô cơ hoặc gia cố tổng hợp chất liên kết (TCVN

Tên cấp phối	Tuổi mẫu (ngày)	Cường độ chịu nén (Mpa)	Cường độ ép chẻ (Mpa)	Mô đun đàn hồi (Mpa)
Xỉ than	7	0,0146	Không thực hiện được	Không thực hiện được
Tro bay	7	0,0360		
Hỗn hợp tro bay và xỉ than	7	0,0330		
Xỉ than	14	0,0172		
Tro bay	14	0,0378		
Hỗn hợp tro bay và xỉ than	14	0,0329		
Xỉ than	28	0,0200		
Tro bay	28	0,0445		
Hỗn hợp tro bay và xỉ than	28	0,0416		

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm 3 loại mẫu mẫu tro bay, xỉ than và hỗn hợp tro xỉ



a) Mẫu nén 28 ngày trước khi thí nghiệm



b) mẫu ép chẻ phân rã trong nước



c) Nén mẫu đạt 28 ngày

Chỉ tiêu	Yêu cầu			Phương pháp thử
	Độ bền cấp I	Độ bền cấp II	Độ bền cấp III	ASTMD1633
1. Độ bền khi nén (Mpa)				
Xỉ than Đối với mẫu 28 ngày ở độ ẩm bão hòa không nhỏ hơn	3,0	2,0	1	
Đối với mẫu 7 ngày ở độ ẩm bão hòa không nhỏ hơn	2,0	1,0	0,5	
2. Độ bền chịu ép chẻ (Mpa)				
Đối với mẫu 28 ngày ở độ ẩm bão hòa không nhỏ hơn	1,2	0,8	-	

Bảng 2. Chỉ tiêu cơ lý của đất gia cố (TCVN 10379:2014)

Vị trí lớp kết cấu cát gia cố xi măng	Cường độ chịu nén (Rnén 28 ngày), MPa	Cường độ chịu kéo khi ép chẻ (Rép chẻ 28 ngày), MPa
Lớp móng trên của kết cấu áo đường cao cấp và lớp mặt có láng nhựa	3,0	0,35
Lớp móng dưới của kết cấu áo đường cao cấp	2,0	0,25
Trong mọi trường hợp khác	1,0	0,12

Bảng 3. Yêu cầu đối với cường độ của móng cấp phối gia cố xi măng (TCVN 10186:2014)

10379, TCVN 10186), không thể sử dụng trực tiếp làm móng đường. Muốn dùng được phải kết hợp phương pháp bao lớp vật liệu (vải địa kỹ thuật, Geocell, có khuôn đường...)

Thay thế hỗn hợp tro xỉ cho hỗn hợp tro xỉ phối trộn 8% xi măng

Tham khảo 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" và tiêu chuẩn TCVN 10186:2014 - "Móng cát gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ô tô - thi công và nghiệm thu" cho thấy móng đường bằng hỗn hợp tro xỉ nhiệt điện gia cố

chất liên kết vô cơ (xi măng, vôi,...) cần đạt độ bền cấp II cho mặt đường cấp cao (A1) hoặc cấp III (A2, B1) cho mặt đường cấp thấp, cần nhắc thêm điều kiện thủy nhiệt ở vùng tuyến đi qua.

Các kết quả thử nghiệm trong phòng thể hiện ở bảng 4:

- Các mẫu hỗn hợp tro xỉ gia cố từ 4% theo khối lượng hỗn hợp đều đạt độ cấp III sau 28 ngày;
- Hỗn hợp tro xỉ tỉ lệ phối trộn 6 hoặc 8% xi măng theo khối lượng hỗn hợp sau 90 ngày mới đạt độ bền cấp II về Mô đun đàn hồi. Xét điều kiện thi công thực tế thường khó đảm bảo chất

lượng hơn so với điều kiện thí nghiệm trong phòng kiến nghị dùng Hỗn hợp tro xỉ tỉ lệ 1:1 phối trộn 8% xi măng. Kinh nghiệm có thể cần nhắc thêm 1 ít vôi (4-10% so với lượng xi măng gia cố) để đẩy nhanh quá trình thủy hóa và kích hoạt phản ứng puzzolan trong tro xỉ, tăng cường độ ép chẻ. Nhờ vậy rút ngắn thời gian hình thành cường độ, rút ngắn thời gian thi công.

- Vật liệu sử dụng: tro - xỉ - xi măng tỉ lệ 42%-50%-8%

Đề xuất kết cấu cho nền - áo đường

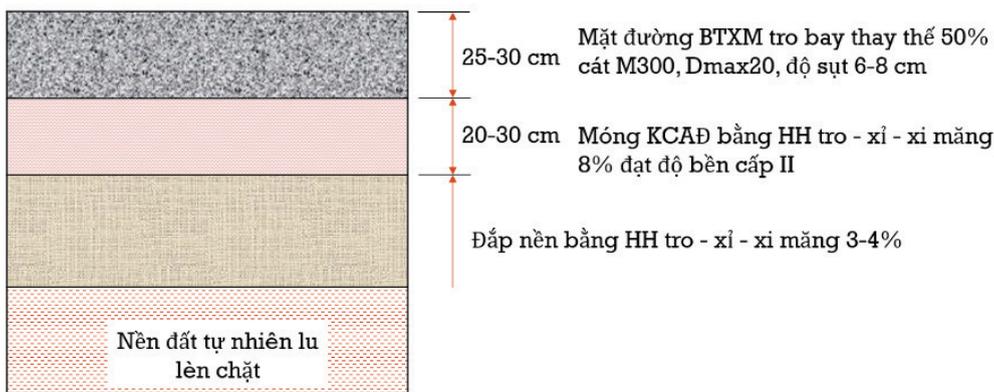
- Tải trọng thiết kế: 8T.

	Mô đun đàn hồi tính toán - 28 ngày (MPa)	Độ bền khi nén sau 28 ngày (MPa)	Độ bền chịu ép chệ sau 28 ngày (MPa)	Ghi chú
TCVN 10379:2014, yêu cầu độ bền cấp I, giá trị tối thiểu	400	3	1,2	
TCVN 10379:2014, yêu cầu độ bền cấp II, giá trị tối thiểu	350	2	0,8	
TCVN 10379:2014, yêu cầu độ bền cấp III, giá trị tối thiểu	200	1	Không cần thí nghiệm	
Hỗn hợp tro xỉ tỉ lệ 1:1	Mẫu không giữ được hình dạng để thí nghiệm	Mẫu không giữ được hình dạng để thí nghiệm	Mẫu không giữ được hình dạng để thí nghiệm	Không đạt yêu cầu các cấp độ bền
Hỗn hợp 48% tro - 50% xỉ, 2% xi măng	121,38	0,703	0,108	Đạt 150,4 MPa sau 90 ngày
Hỗn hợp tro xỉ tỉ lệ 1:1 phối trộn 4% xi măng	297.13	2.20	0.305	Edh đạt 335.4 MPa, Rec đạt 0.34 MPa sau 90 ngày
Hỗn hợp tro xỉ tỉ lệ 1:1 phối trộn 6% xi măng	326.56	3.11	0.443	Edh đạt 356.8, Rec đạt 0.48 MPa sau 90 ngày
Hỗn hợp tro xỉ tỉ lệ 1:1 phối trộn 8% xi măng	334.68	4.07	0.458	Edh đạt 368.4, Rec đạt 0.61 sau 90 ngày

Bảng 4. Yêu cầu độ bền cấp I, II, III và các chỉ tiêu độ bền của hỗn hợp tro xỉ thử nghiệm

Thành phần	Mô đun đàn hồi	Cường độ chịu nén 28 ngày	Cường độ ép chệ 28 ngày	Góc nội ma sát (φ)	Lực dính (c)	Dung trọng khô	Độ ẩm tốt nhất	CBR	Hệ số thấm (k)
Đơn vị	MPa	MPa	MPa	(độ)	MPa	kN/m ³	%	%	(x10 ⁻⁶ cm/s)
Giá trị	334,6	4	0,45	46,55	2.842	15,59	13,4	490	17,5

Bảng 5. Thông số tính toán



- Cấu tạo kết cấu áo đường từ trên xuống như sau: Mặt đường bê tông xi măng + tro bay (50%), M300 dày 18cm; Nilon lót; Móng lớp dưới hỗn hợp xỉ + tro bay (92%), gia cố xi măng (8%) dày tối thiểu 15cm, $K \geq 0.98$; Đắp hỗn hợp xỉ + tro bay (94%), gia cố xi măng (6%) dày tối thiểu 30cm, $K \geq 0.98$, $E_{\text{nen}} \geq 40 \text{MPa}$; Bù vênh hỗn hợp cát (50%) + tro bay (44%) + xi măng (6%).

- Đắp lè + taluy bằng đất dính: $K \geq 0.9$.

KẾT LUẬN

Nhằm xử lý nguy cơ ô nhiễm môi trường, vừa khắc phục tình trạng khan hiếm vật liệu đắp nền, móng đường ô tô, xử lý nền đất yếu bằng cách tận dụng vật liệu từ nguồn phế thải tro bay, xỉ than nhà máy nhiệt điện Duyên Hải với khối lượng lớn. Sử dụng tro bay làm lớp gia cố đất - tro bay - xi măng (trong đó xi măng đóng vai trò phụ gia hoạt hóa), Việc sử dụng lớp hỗn hợp tro xỉ + xi măng hoặc vôi làm vật liệu đắp nền, móng đường ô tô, san nền các khu dân cư là rất hiệu quả (về cường độ, tuổi thọ công trình...), đảm bảo thay thế nguồn vật liệu cát đang ngày càng khan hiếm trên địa bàn tỉnh Trà Vinh nói riêng và Đồng bằng sông Cửu Long nói chung./.

Tài liệu tham khảo

1. TCVN 12660:2019 Tro xỉ nhiệt điện đốt than làm nền đường ô tô – Yêu cầu kỹ thuật thi công và nghiệm thu.
2. TCVN 12660:2019 – Yêu cầu cụ thể đối với vật liệu tro xỉ nhiệt điện và hỗn hợp tro xỉ nhiệt điện
3. Quyết định số 216/QĐ-BXD ngày 28/3/2019 của Bộ Xây dựng về Ban hành Chỉ dẫn kỹ thuật “Sử dụng tro xỉ nhiệt điện đốt than vào san lấp”.
4. Báo cáo kết quả thí nghiệm về việc sử dụng hỗn hợp tro bay và xỉ than đắp nền đường ngày 15/8/2024 của Công ty Cổ phần Tư vấn Xây dựng và Môi trường Duy Thành.