



SỬ DỤNG TRO XỈ NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN THAN THAY THẾ MỘT PHẦN XI MĂNG TRONG CHẾ TẠO TẤM CHÈN LÒ NHẪM GIẢM THIỂU PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH

Đặng Văn Kiên^{1,*}, Võ Trọng Hùng¹,
Nguyễn Quốc Long¹, Trần Tuấn Điệp²

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Hà Nội, Việt Nam

² Viện Cơ học và Tin học ứng dụng, 291 Điện Biên Phủ, Tp. Hồ Chí Minh, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYỂN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 02/9/2024

Ngày nhận bài sửa: 20/10/2024

Ngày chấp nhận đăng: 05/11/2024

^{1,*}Tác giả liên hệ:

Email: dangvankien@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Việt Nam hiện có 26 nhà máy nhiệt điện than đang hoạt động, thải ra tổng lượng tro xỉ khoảng 16 triệu tấn/năm tro bay (Fly Ash-FA) và tro đáy than (Coal Bottom Ash -CBA). FA và CBA làm tăng chi phí kho bãi chứa và ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường. Hiện nay, khung chống thép đi kèm với tấm chèn bê tông cốt thép là loại kết cấu chống giữ chiếm tỷ lệ lớn nhất hiện nay trong khai thác mỏ hầm lò (khoảng 70 – 80%) ở vùng than Quảng Ninh, Việt Nam. Ngoài ra, số lượng các đường lò chống bằng vỏ chống bê tông liền khối tăng nhanh do tăng độ sâu khai thác và việc mở các diện khai thác mới (các mỏ: Hà Lâm, Mạo Khê, Khe Chàm II, Núi Béo, Nam Mẫu,...) đi qua vùng có điều kiện địa chất phức tạp như phay phá, đứt gãy, bùng nền, đường lò có biến dạng lớn trên biên, đường lò đào qua vùng chứa nước... Tại các đường lò chính, giếng đứng, ngã ba, sân ga... của mỏ hầm lò, kết cấu vỏ chống bằng vỏ bê tông liền khối hoặc lắp ghép cần được sử dụng với chiều dày lớn. Với các công trình có quy mô lớn như giếng đứng có độ sâu lớn đến hàng nghìn mét khi khai thác xuống sâu, dẫn đến khối lượng vật liệu bê tông sử dụng làm vỏ chống và bê tông lấp đầy sau vỏ chống là rất lớn, đến hàng triệu m³ làm tăng chi phí vật liệu và chi phí vận chuyển vật liệu đến vị trí đổ. Với vỏ chống bê tông lắp ghép, tấm chèn bê tông cốt thép do kích thước và khối lượng lớn dẫn đến khó vận chuyển, mang vác và chống trong điều kiện chật hẹp độ sâu lớn của các mỏ hầm lò Việt Nam. Do đó, việc nghiên cứu sử dụng tối đa nguồn tro xỉ từ các nhà máy nhiệt điện thay thế một phần xi măng trong chế tạo vỏ chống bê tông, tấm chèn lò, vật liệu lấp đầy sau vỏ chống... của các đường lò nhằm giảm thiểu phát thải khí nhà kính giảm xi măng phải sử dụng là rất cần thiết. Nghiên cứu đề xuất tỷ lệ tối ưu FA và CBA của nhà máy nhiệt điện than sử dụng trong hỗn hợp bê tông để chế tạo tấm chèn lò cho các đường lò cơ bản thông qua phương pháp thí nghiệm tại Phòng Thí nghiệm Xây dựng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG)

Từ khóa: Tro bay, tro đáy, tấm chèn lò, vỏ chống linh hoạt

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN) đang sở hữu và vận hành 12 nhà máy nhiệt điện than (NMNĐT). Trong đó, có 10 nhà máy dùng than sản xuất trong nước được cấp từ Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) và

Tổng Công ty Đông Bắc. Các nhà máy dùng than nhập khẩu là NMNĐ Duyên Hải 3, Vĩnh Tân 4 và tới đây là Duyên Hải 3 mở rộng và Vĩnh Tân 4 mở rộng sử dụng than bituminos và sub-bituminous. Tổng khối lượng than sử dụng trung bình năm là khoảng 34 triệu tấn, trong đó than nội địa là 25-27



triệu tấn và than nhập khẩu là 9-10 triệu tấn. Tổng khối lượng tro xỉ của các NMNĐT của EVN phát sinh trung bình trong một năm là 8,1 triệu tấn. Nếu tính các các NMNĐT thuộc Tập đoàn Công nghiệp Năng lượng Việt Nam (PVN) và Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam, khối lượng tro xỉ của các NMNĐT của 03 Tập đoàn thải ra hàng năm đạt khoảng 14,5 triệu tấn, của toàn bộ các NMNĐT trong nước đạt 16 triệu tấn. Hiện nay, đã có nhiều công trình nghiên cứu tái sử dụng tro xỉ: làm phụ gia xi măng, vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp. Tuy nhiên khối lượng tro xỉ tái sử dụng vẫn chưa đáp ứng nhu cầu tái chế tro xỉ NMNĐT.

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sử dụng tro xỉ NMNĐT thay thế một phần xi măng trong chế tạo tấm chèn lò sử dụng trong ngành than nhằm góp phần xử lý tro xỉ.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tình hình nghiên cứu sử dụng tro xỉ trên thế giới

Việc nghiên cứu sử dụng tro bay của NMNĐT đã được thực hiện trên thế giới từ những năm 1930. Các nước phát triển đang sử dụng có hiệu

quả toàn bộ tro xỉ trong xây dựng, giao thông, công nghiệp phân bón, chỉ một số ít là bị phế bỏ. Đối với nước ta, sự ra đời của các NMNĐT trong thời gian gần đây dẫn đến những lo ngại về môi trường, diện tích bề chứa và chi phí xử lý tro xỉ. Công tác nghiên cứu ứng dụng tro xỉ cũng đã được các nhà khoa học chú ý nghiên cứu trong mười năm trở lại đây. Tro xỉ đã được sử dụng trong một số lĩnh vực như thủy điện, giao thông và sản xuất xi măng..., đặc biệt đã chú ý trong sản xuất bê tông cho các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp. Vấn đề sử dụng tro xỉ để thay thế một phần các vật liệu truyền thống trong chế tạo và sử dụng kết cấu chống giữ mỏ hầm lò vẫn là một vấn đề mới mẻ. Trong bối cảnh các loại vật liệu xây dựng truyền thống ngày càng cạn kiệt, giá thành cao thì việc nghiên cứu sử dụng các loại phế thải như tro xỉ NMNĐT, đá tại các bãi thải - vật liệu phi truyền thống là xu hướng phù hợp với hướng đi của thế giới và điều kiện của nước ta nhằm giảm nâng cao hiệu quả sản xuất khai thác và góp phần bảo vệ môi trường. Trên thế giới số lượng chất thải và tỉ lệ % tro xỉ tái sử dụng được thể hiện trên Bảng 1 [1].

Bảng 1. Tình hình phát thải và sử dụng phế thải nhiệt điện trên thế giới [1]

TT	Nước/khu vực	Số liệu năm	Lượng chất thải (triệu tấn)	Lượng tái sử dụng (%)	Các ứng dụng chủ yếu
1	Mỹ	2017	110	52	Phụ gia khoáng cho bê tông, vữa; vật liệu đắp nền; Hoàn nguyên mỏ; Tấm thạch cao; Phụ gia,
2	15 nước EU	2016	48,3	91	Phụ gia khoáng cho bê tông, nguyên liệu cho xi măng, tấm thạch cao; phụ gia khoáng cho xi măng
3	Nhật	2016	11	96	Nguyên liệu, phụ gia khoáng cho xi măng, phụ gia khoáng cho bê tông
4	Thái Lan	2016	3	84	Nguyên liệu, phụ gia khoáng cho xi măng, phụ gia khoáng cho bê tông
5	Trung Quốc	2017	440	67	Nguyên liệu, phụ gia khoáng cho xi măng, phụ gia khoáng cho bê tông; gạch block bê tông
6	Hàn Quốc	2016	-	77	-
7	Ấn Độ	2019	165	62	Gạch block, xây dựng đường, sản xuất xi măng
8	Australia	2018	12,8	42	Phụ gia xi măng, san lấp mặt bằng, gạch lock, đắp nền.

Tro bay đã được sử dụng thay thế một phần xi măng nhằm giảm trọng lượng kết cấu, tăng độ mịn trong bê tông và khả năng chống ăn mòn như sử dụng tiếp xúc lớn chẳng hạn như sàn và cầu của cầu Skyway của Vịnh Tampa, Florida, Hoa Kỳ, cũng như sử dụng trong bê tông sàn và kết cấu đường của Ballabgarh Campus [2].

Đường hầm sông St. Clair mới được xây dựng vào năm 1993-1994 giữa Sarnia ở Ontario và Port Huron ở Michigan (Hình 1.1.a). Tại khu vực đường hầm đi qua, nước ngầm chứa clorua và sunfat, độ sâu nước ngầm trong khu vực là 35 m dẫn đến việc cần lựa chọn kết cấu vỏ hầm lắp ghép phải có khả năng khuếch tán clorua và hạn chế độ thấm, do đó



kết cấu vỏ bê tông lắp ghép có sử dụng tro bay thay thế một phần xi măng đã được lựa chọn. Bê tông được sản xuất tại một nhà máy bê tông trộn sẵn tại địa phương và giao trong một máy trộn trung gian đến nhà máy bê tông đúc sẵn. Bê tông

tro bay đáp ứng các giới hạn cường độ và tính thấm nhưng thường không đáp ứng hệ số khuếch tán clorua sau 120 ngày. Ngoài ra, tro bay được sử dụng làm bê tông liên khối tại dự án hầm metro Delhi Metro Rail Corporation như (Hình 1.1.b) [3].



a) Vỏ chống đúc sẵn cho đường hầm xây dựng dưới sông St. Clair giữa Sarnia, Ontario và Port Huron, Michigan, Hoa Kỳ [4]



b) Tro bay được sử dụng làm bê tông liên khối tại dự án hầm metro Delhi Metro Rail Corporation, Ấn Độ [3]

Hình 1. Vỏ chống đường hầm sử dụng tro bay

Trong quá trình tính toán, thi công và nghiệm thu, phương pháp thử nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM C289 cho thấy khả năng chống lại sự phá hủy của kiềm - Silica của cốt liệu và Phương pháp thử nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM C227. Bê tông tro bay cũng còn được sử dụng để xây dựng tòa nhà Khoa học máy tính của đại học York, Hoa Kỳ hay Tòa nhà Prudential Building ở Chicago (Mỹ) [7]. Tổ hợp chung cư cao tầng Bayview được xây dựng tại Vancouver giữa năm 1999 và 2001 và bao gồm 30 tầng nhà ở và khoảng 3000 m² của không gian thương mại.

2.2. Tình hình nghiên cứu sử dụng tro xỉ tại Việt Nam

Lượng tro xỉ ngày càng tăng đã gây lo ngại về việc không đủ bãi chứa tro xỉ và ô nhiễm môi trường vì hiện nay, lượng tro xỉ mới tiêu thụ được khoảng ba đến bốn triệu tấn/năm, chủ yếu sử dụng làm vật liệu không nung, nền đập một số thủy điện như Sơn La, , đường giao thông... Trong khi đó, ở các nước phát triển, phần lớn tro xỉ nhiệt điện đã được nghiên cứu, tái sử dụng làm bê - tông và phụ gia xi măng. Thống kê chưa đầy đủ khối lượng ro xỉ thải ra tại các nhà máy nhiệt điện của Việt Nam được thể hiện trên Bảng 2.

Bảng 2. Thống kê khối lượng tro xỉ thải ra tại một số nhà máy nhiệt điện than [4]

TT	Nhà máy nhiệt điện than	Diện tích bãi tro xỉ được cấp, ha	Khối lượng tro xỉ thải ra tr.tấn/năm	Tổng khối lượng đang chứa, tr.tấn	Số năm còn đủ chứa, năm
1	Phả Lại	27,7	0,802	0	25,0
2	Uông Bí MR	29,0	0,337	0,75	4,5
3	Quảng Ninh	15,0	0,945	4,80	7,0
4	Hải Phòng	56,0	0,949	1,0	3,0
5	Nghi Sơn 1	74,7	0,359	0,85	6,3
6	Vĩnh Tân 2	38,37	1,371	3,90	2,9
7	Vĩnh Tân 4	-	0,544	-	-
8	Duyên Hải 1	31,0	1,006	1,73	1,4

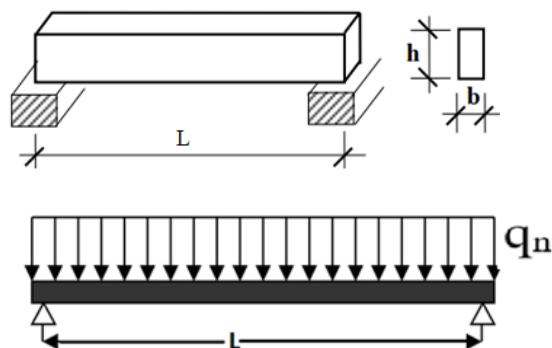


TT	Nhà máy nhiệt điện than	Diện tích bãi tro xỉ được cấp, ha	Khối lượng tro xỉ thải ra tr.tấn/năm	Tổng khối lượng đang chứa, tr.tấn	Số năm còn đủ chứa, năm
9	Duyên Hải 3	29,0	1,112	0,065	9,6
10	Mông Dương 1	24,0	1,125	1,70	0,8
11	Na Dương 1	57,6	0,485	2,002	15,0
12	Cao Ngạn	4,4	0,260	1,806	10,0
13	Sơn Động	2,2	0,605	2,020	4,0
14	Đông Triều	24,0	1,048	1,255	7,0
15	Cẩm Phả 1+2	47,0	1,530	5,535	6,0
16	Nông Sơn	10,7	0,052	0,108	25,0
Tổng			12,530	27,521	

Trong thời gian qua Viện Khoa học Công nghệ Mỏ – Vinacomin (IMSAT) cũng đã nghiên cứu sử dụng tro, xỉ thải của một số nhà máy nhiệt điện thuộc TKV để sản xuất vật liệu xây dựng, kết cấu chống lò như bê tông phun. Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu, nhóm thực hiện đề tài của IMSAT đã tiến hành áp dụng thử nghiệm tro, xỉ nhiệt điện đốt theo công nghệ tăng sôi tuần hoàn của một số nhà máy nhiệt điện TKV tại đường lò xuyên vỉa + 30 Công ty than Hồng Thái. Đoạn lò thử nghiệm có chiều dài 100 m nằm trong đá có độ kiên cố $f = 4-6$ là loại bột kết. Chiều dày lớp bê tông phun trung bình khoảng 3 cm. Chi phí xi măng cho 1 m³ bê tông phun từ 380 – 400 kg. Để giảm lượng bám dính gây tắc đường ống và giảm độ nhớt của vữa bơm nhưng không giảm cường độ của vỏ bê tông phun, nhóm thực hiện đề tài đã sử dụng cấp phối bê tông phun bao gồm xi măng: cát thô: nước. Kết quả độ bền nén khi thí nghiệm hiện trường đều đạt theo thiết kế (180-200 kG/cm²) [8].

Sử dụng vỏ bê tông phun cốt liệu xỉ nhiệt điện mang lại hiệu quả kinh tế, xã hội tích cực, có thể sử dụng phần lớn xỉ thải kết hợp với một lượng cát xây dựng để phun. Để chất lượng vỏ bê tông phun cao cần sử dụng phụ gia hoá dẻo, phụ gia hoá siêu dẻo để tăng độ bền kéo, cũng như tính đàn hồi của vỏ bê tông phun. Việc sử dụng triệt để tro, xỉ thải góp phần hạn chế bãi chứa, nhưng cơ bản là giảm thiểu tính độc hại do tác động của tro, xỉ thải đối với môi trường và đời sống của người dân gần các NMNĐT.

Ngoài ra, nhóm nghiên cứu của Bộ môn Xây dựng Công trình ngầm và Mỏ - Trường Đại học Mỏ - Địa chất kết hợp với Công ty Cổ phần Tư vấn Đầu tư Mỏ và Công nghiệp – Vinacomin đã nghiên cứu, chế tạo và thử nghiệm thành công tro bay thay thế một phần xi măng, tro xỉ đáy thay thế một phần cát chế tạo tấm chèn lò [5], [6], [11] (Hình 2).



Hình 2. Hình ảnh tấm chèn bê tông cốt thép sử dụng thực tế (a); mô hình tính tấm chèn (b) và sơ đồ tải trọng đất đá tác dụng lên tấm chèn (c)



2.2. Nghiên cứu chế tạo tấm chèn lò sử dụng tro bay

2.2.1. Thí nghiệm sử dụng tro bay làm bê tông chế tạo tấm chèn

Mẫu bê tông dùng cho thí nghiệm nén là mẫu lập phương 150x150x150 mm. Thí nghiệm cường độ nén theo tiêu chuẩn TCVN 3118-1993. Mẫu thí nghiệm được nén trên máy nén (Tự động đặt theo máy nén). Nén mẫu ở tuổi 7 ngày, 14 ngày và 28 ngày để theo dõi và xác định cường độ chịu nén. Cường độ chịu nén của bê tông là một trong những chỉ tiêu quan trọng nhất của bê tông, đây là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng của bê tông. Có thể nói cường độ là bức tranh tổng quát về chất lượng của bê tông vì cường độ của bê tông liên quan trực tiếp đến cấu trúc của đá xi măng và cấu trúc của bê tông. Mặc dù cường độ không trực tiếp ảnh hưởng đến các tính chất khác của bê tông, nhưng cường độ phụ thuộc rất lớn vào tỷ lệ nước/xi măng và cấu trúc của bê tông. Mà tỷ lệ nước/xi măng và cấu trúc lại ảnh hưởng rất lớn đến độ bền, độ ổn định thể tích và nhiều tính chất khác liên quan đến độ rỗng của bê tông. Do đó cường độ chịu nén của bê tông thường được sử dụng để phân cấp (mác), để kiểm soát và đánh giá chất lượng bê tông. Nói chung cường độ của bê tông

phụ thuộc vào cường độ của đá xi măng, cường độ vùng chuyển tiếp và chất lượng cốt liệu. Chi tiết hơn, cường độ của bê tông phụ thuộc vào các yếu tố như: tỷ lệ N/CDK; chất lượng và hàm lượng của các vật liệu thành phần; chất lượng thi công (trình tự và thời gian nhào trộn hỗn hợp vật liệu, chế độ bảo dưỡng, khả năng kiểm soát chất lượng....); mức độ thủy hoá của xi măng; tốc độ tăng tải; phương pháp thí nghiệm và kích thước mẫu thử. Tại Phòng Thí nghiệm Xây dựng- Trường Đại học Mở - Địa chất, các mẫu được chế tạo bằng cách thay đổi hàm lượng tro bay thay thế xi măng trong cấp phối chế tạo mẫu gồm 10%, 20%, 30%, 40% (Hình 3). Chi tiết các tổ mẫu chuẩn bị cho thí nghiệm thể hiện trên Bảng 3. Việc thí nghiệm độ sụt, độ bền mẫu tại các thời điểm khác nhau sẽ cho phép đánh giá đầy đủ về sự ảnh hưởng của hàm lượng tro bay trong bê tông cũng như tìm được hàm lượng thích hợp của tro bay để chế tạo tấm chèn lò. Kết quả, sau khi chế tạo mẫu, độ sụt được đo tại phòng thí nghiệm và tìm ra mối quan hệ giữa độ sụt của cấp phối bê tông với hàm lượng tro bay như trên Hình 4. Theo kết quả, độ sụt của cấp phối bê tông sẽ giảm dần cùng với sự tăng của hàm lượng tro bay được thay thế trong bê tông.



Hình 3. Mẫu thí nghiệm trước và sau khi nén

Sau khi tiến hành thí nghiệm chịu nén tại Phòng Thí nghiệm Xây dựng- Trường Đại học Mở - Địa chất, thu được kết quả độ bền nén theo Bảng 3, độ bền uốn Bảng 5 ứng với sự thay đổi hàm lượng

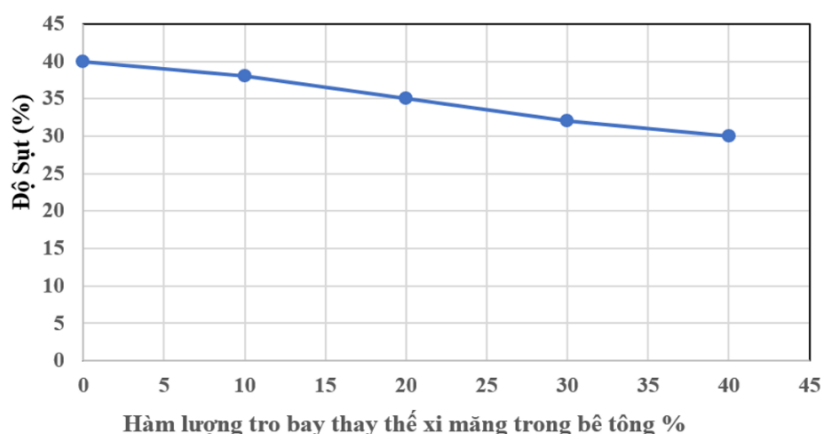
tro bay thay thế xi măng trong cấp phối chế tạo mẫu tại các thời điểm 7, 14 và 28 ngày như Hình 5 và Hình 6.



Bảng 3. Chi tiết chuẩn bị các mẫu tro bay thay thế xi măng

Chi tiết mẫu lập phương				Chi tiết mẫu đầm			Độ sụt (%)
STT	Tên của mẫu lập phương	Hàm lượng tro bay thay thế (%)	Trọng lượng của tro bay (g)	Tên của mẫu đầm	Hàm lượng tro bay thay thế (%)	Trọng lượng của tro bay (g)	
1	C 0	0	0	B 0	0	00	40
2	C 10	10	156	B 10	10	235	38
3	C 20	20	312	B 20	20	470	35
4	C 30	30	468	B 30	30	705	32
5	C 40	40	624	B 40	40	940	30

Khả năng công tác của bê tông



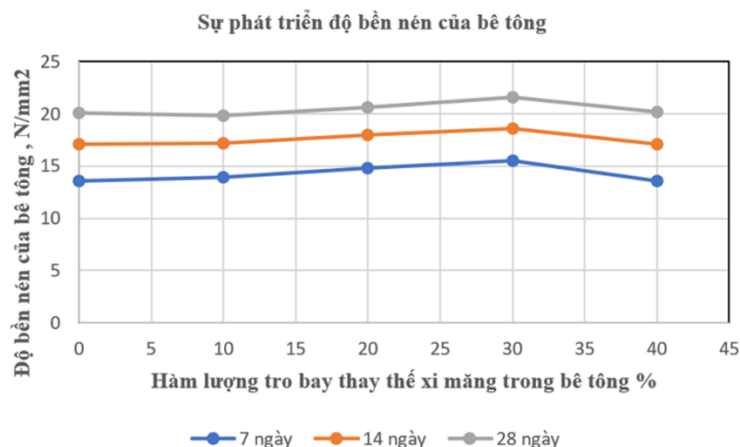
Hình 4. Quan hệ độ sụt với hàm lượng tro bay trong bê tông

Bảng 4. Kết quả độ bền nén

TT	Tên mẫu lập phương	Tỉ lệ tro bay thay thế, %	Độ bền 7 ngày, MPa	Độ bền 14 ngày, MPa	Độ bền 28 ngày, MPa
			Giá trị trung bình 3 mẫu		
1	C 0	0	13,54	17,05	20,07
2	C 10	10	13,90	17,15	19,80
3	C 20	20	14,80	17,94	20,57
4	C 30	30	15,54	18,54	21,59
5	C 40	40	13,56	17,10	20,14



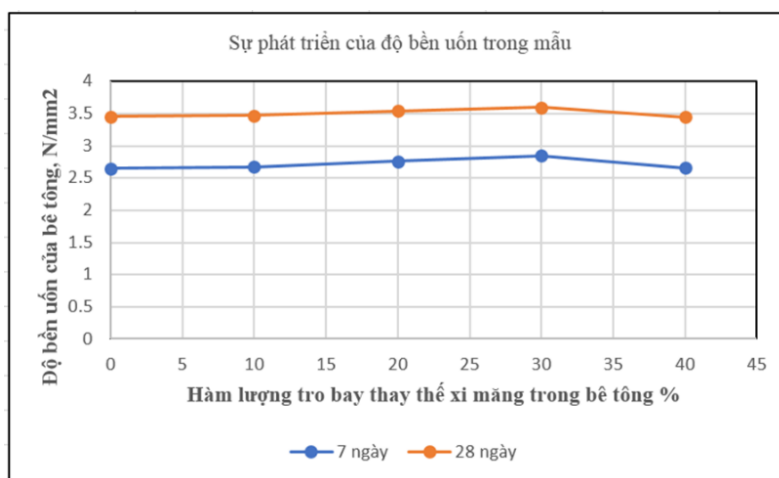
Trên cơ sở kết quả thu được độ bền tại các thời điểm khác nhau, nhóm nghiên cứu tiến hành so sánh sự tăng tương quan cường độ giữa các mẫu được chế tạo có sự thay đổi về tỷ lệ tro bay thay thế xi măng khác nhau 10, 20, 30, 40% như Hình 5.



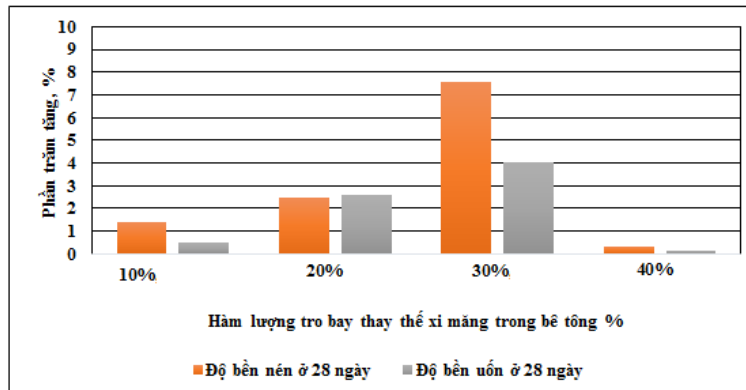
Hình 5. Kết quả thí nghiệm cường độ nén của hỗn hợp bê tông với tỷ lệ phần trăm khác nhau của tro bay thay thế xi măng trong bê tông chế tạo chèn lò

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm độ bền uốn

TT	Tên dầm	Tỉ lệ tro bay thay thế, %	Độ bền ở 7 ngày, MPa	Độ bền ở 28 ngày, MPa
			Giá trị trung bình 3 mẫu	
1	B 0	0	2,65	3,45
2	B 10	10	2,67	3,47
3	B 20	20	2,76	3,54
4	B 30	30	2,85	3,59
5	B 40	40	2,66	3,44



Hình 6. Kết quả thí nghiệm cường độ uốn của hỗn hợp bê tông với các tỷ lệ khác nhau của tro bay thay thế một phần xi măng



Hình 7. Biểu đồ tăng phần trăm độ bền khi so sánh với độ bền của mẫu đối chứng ở 28 ngày với các hàm lượng tro bay thay thế xi măng khác nhau

2.2.2. Thí nghiệm sử dụng tro xỉ đáy làm bê tông chế tạo tấm chèn

Quá trình thí nghiệm bê tông tro xỉ đáy tiến hành tương tự như quá trình thí nghiệm tro bay tại Phòng Thí nghiệm Xây dựng- Trường Đại học Mỏ - Địa chất, các mẫu thí nghiệm có tro xỉ đáy thay thế cát được chế tạo bằng cách thay đổi hàm lượng tro xỉ đáy thay thế cát trong cấp phối chế tạo mẫu gồm 10%; 20%, 30%, 40%. Chi tiết các tổ mẫu chuẩn bị cho thí nghiệm nén với mẫu hình trụ thể hiện trên Bảng 6 và mẫu hình dầm chịu uốn thể hiện trên Bảng 7. Kết quả độ bền uốn và nén của mẫu tại thời điểm 7,14, 28, 56 ngày được thể hiện

Bảng 8, độ bền uốn của mẫu dầm thể hiện trên Bảng 9. Tiến hành lập biểu đồ tương quan độ sụt của hỗn hợp vữa bê tông sử dụng tro xỉ đáy thay thế cát được thể hiện trên Hình 8. Biểu đồ độ bền nén, độ bền uốn của mẫu với tỉ lệ tro xỉ đáy thay thế cát được thể hiện trên Hình 9, và Hình 10. Để lựa chọn tỉ lệ tro xỉ đáy thay thế cát phù hợp tiến hành lập biểu đồ phần trăm tăng của độ bền nén và tỉ lệ phần trăm tro xỉ đáy thay thế cát ở 28 ngày tuổi như Hình 11 và biểu đồ phần trăm tăng của độ bền uốn và tỉ lệ phần trăm tro xỉ đáy thay thế cát ở 28 ngày tuổi được thể hiện trên Hình 12.

Bảng 6. Chi tiết vật liệu chế tạo mẫu lập phương trong thí nghiệm nén mẫu

Mẫu lập phương	Phần trăm thay thế cát (%)	Khối lượng tro xỉ đáy (kg)	Xi măng (kg)	Nước (kg/L)	Cát (kg)	Cổ liệu thô (kg)
C 0	0	0	4,85	2,45	5,94	11,10
C 10	10	0,31	4,85	2,45	5,35	11,10
C 20	20	0,62	4,85	2,45	4,75	11,10
C 30	30	0,93	4,85	2,45	4,16	11,10
C 40	40	1,24	4,85	2,45	3,56	11,10
C 50	50	1,55	4,85	2,45	2,97	11,10

Bảng 7. Chi tiết vật liệu chế tạo mẫu dầm trong thí nghiệm uốn mẫu

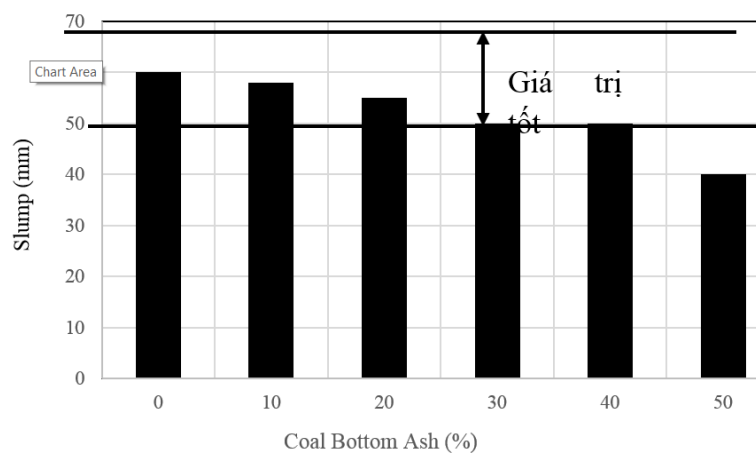
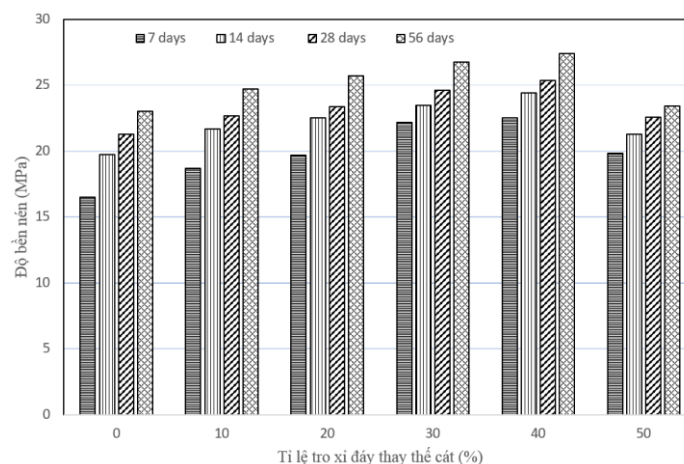
Details of Beam Specimen			Độ sụt (mm)
Tên của mẫu	Tro xỉ đáy (%)	Trọng lượng mẫu dùng tro xỉ đáy thay thế (g)	
B 0	0	0	60
B 10	10	235	58
B 20	20	470	55
B 30	30	705	50
B 40	40	940	50
B 50	50	1175	40

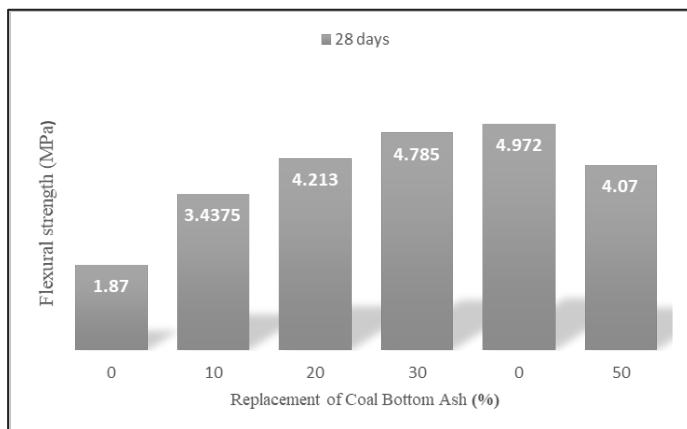
**Bảng 8. Độ bền nén của mẫu bê tông sử dụng tro xỉ đáy**

Ngày	0% Tro xỉ đáy (MPa)	10% Tro xỉ đáy (MPa)	20% Tro xỉ đáy (MPa)	30% Tro xỉ đáy (MPa)	40% Tro xỉ đáy (MPa)	50% Tro xỉ đáy (MPa)
7	16.492	18,69	19,64	22,19	22,48	19,88
14	19,726	21,66	22,48	23,44	24,35	21,24
28	21,28	22,68	23,38	24,619	25,34	22,55
56	23,009	24,66	25,69	26,71	27,42	23,34

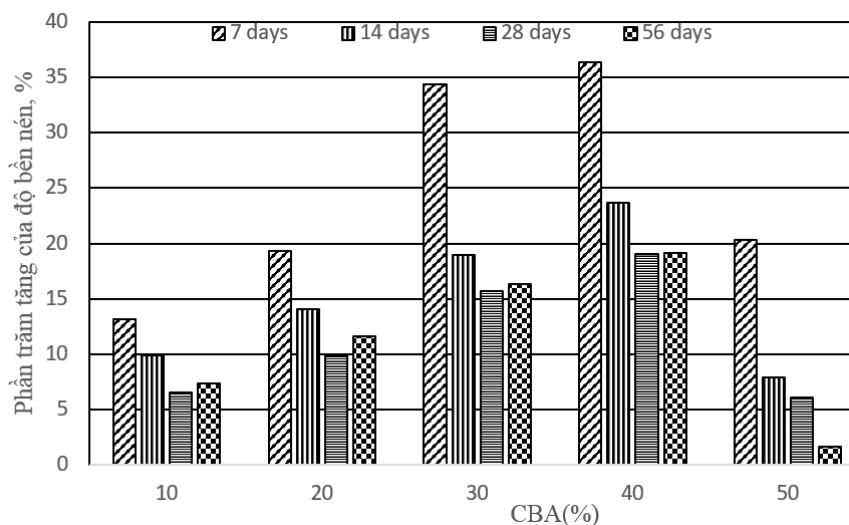
Bảng 9. Độ bền uốn của mẫu bê tông sử dụng tro xỉ đáy

Ngày	0% Tro xỉ đáy (MPa)	10% Tro xỉ đáy (MPa)	20% Tro xỉ đáy (MPa)	30% Tro xỉ đáy (MPa)	40%, Tro xỉ đáy (MPa)	50% Tro xỉ đáy (MPa)
28	3,40	6,25	7,66	8,70	9,04	7,40

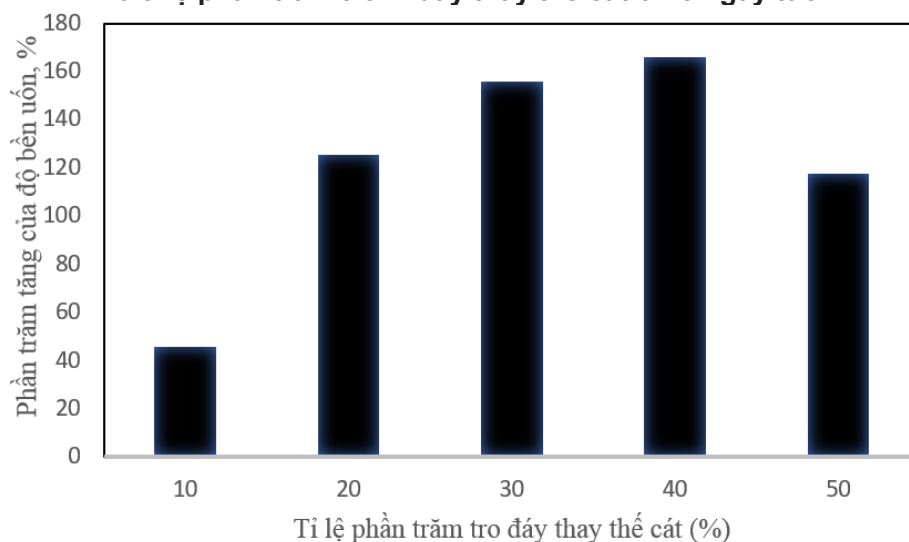
**Hình 8. Độ sụt của hỗn hợp bê tông với các tỉ lệ thay thế khác nhau của tro xỉ đáy thay thế cát****Hình 9. Quan hệ giữa độ bền nén và tỉ lệ phần trăm tro xỉ đáy thay thế cát**



Hình 10. Quan hệ giữa độ bền uốn và tỉ lệ phần trăm tro xỉ đáy thay thế cát



Hình 11. Phần trăm tăng của độ bền nén và tỉ lệ phần trăm tro xỉ đáy thay thế cát ở 28 ngày tuổi



Hình 12. Phần trăm tăng của độ bền uốn và tỉ lệ phần trăm tro xỉ đáy thay thế cát ở 28 ngày tuổi



Trong phần trên, nhóm nghiên cứu tiến hành thực nghiệm xác định tính chất cơ lý của các vật liệu chế tạo mẫu bê tông sử dụng tro bay thay thế một phần xi măng và tro xỉ đáy thay thế cát. Thí nghiệm xác định tính chất cơ lý của tro bay Phả Lại. Phần tiếp theo nhóm nghiên cứu chế tạo mẫu với hàm lượng tro bay thay thế khác nhau 10% từ 0% (mẫu đối chứng) cho đến 40%. Tại phòng thí nghiệm Xây dựng của Đại học Mỏ- Địa chất, nhóm

nghiên cứu đã xác định cường độ chịu nén của mẫu bê tông khi sử dụng tro bay thay thế xi măng và tro xỉ đáy thay thế cát trong cấp phối bê tông.

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm độ bền cho tấm chèn tại Phòng thí nghiệm và cũng đã triển khai thử nghiệm tấm chèn chế tạo từ bê tông tro xỉ của nhà máy nhiệt điện để chồng giữ một số đoạn lò tại Công ty than Mạo Khê.



Hình 13. Chế tạo và thí nghiệm tấm chèn sử dụng tro bay thay thế xi măng

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sử dụng tro bay làm bê tông chế tạo tấm chèn

Từ biểu đồ tỷ lệ tăng tương quan của độ bền tại 28 ngày với các hàm lượng tro bay thay thế xi măng khác nhau là khác nhau (Hình 7). Độ tăng tương quan tăng cùng với sự tăng của hàm lượng tro bay thay thế xi măng từ 10%, 20%, 30% cho thấy khi tro bay thay thế 30% lượng xi măng trong bê tông thì độ tăng độ bền nén của bê tông đạt giá trị lớn nhất, và giảm khi tiếp tục tăng hàm lượng cho bay thay thế tro xỉ. Với kết quả trên, chọn hàm lượng tro bay thay thế xi măng với tỷ lệ 30% là hợp lý nhất.

Sử dụng tro xỉ đáy làm bê tông chế tạo tấm chèn

Từ biểu đồ tỷ lệ tăng tương quan của độ bền tại 28 ngày với các hàm lượng tro xỉ đáy thay thế cát khác nhau là khác nhau. Độ tăng tương quan tăng cùng với sự tăng của hàm lượng tro xỉ đáy thay thế cát trong cấp phối từ 10%, 20%, 30%, 40% (Hình 8 - Hình 9) cho thấy khi tro xỉ đáy thay thế từ 20% - 40% lượng cát trong bê tông thì phần trăm tăng độ bền nén và uốn đều tăng và đạt giá trị lớn nhất khi tỉ lệ thay thế là 40%, sau 40% phần trăm tăng độ bền nén và uốn đều giảm khi tiếp tục tăng hàm lượng tro xỉ đáy thay thế cát. Với kết quả trên, chọn hàm lượng tro xỉ đáy thay thế cát từ 20 %-40% là hợp lý nhất.

4. KẾT LUẬN

➤ Với độ sâu khai thác ngày càng tăng, điều kiện địa chất mỏ phức tạp dẫn đến công tác vận chuyển vật liệu chống lò xuống các mức khai thác sâu qua giếng đứng là phức tạp và khó khăn đòi hỏi nghiên cứu áp dụng các loại kết cấu và vật liệu chống nhẹ hơn giảm thiểu các khó khăn trên. Do độ sâu khai thác lớn, lưu lượng nước ngầm gia tăng và nước ngầm có tính xâm thực cao nên các tấm chèn bê tông cốt thép dễ bị ăn mòn phần cốt thép dẫn đến đòi hỏi phải có vật liệu bảo vệ có tính mịn và chống thấm cao hơn. Ngoài ra do điều kiện áp lực mỏ phức tạp do độ sâu và ảnh hưởng của các tầng khai thác phía trên nên các đường lò thường bị nén ép rất mạnh gây biến dạng lớn phá hủy khung chống và tấm chèn đòi hỏi khung chống và tấm chèn có độ bền khả năng ổn định cao hơn;

➤ Kết quả nghiên cứu đề tài cho thấy tỉ lệ 30% tro bay thay thế xi măng trong bê tông M200 chế tạo tấm chèn là hợp lý vừa đảm bảo độ bền yêu cầu kỹ thuật vừa mang lại hiệu quả kinh tế như tiết kiệm 37,53 kg/m³ vật liệu; giảm trọng lượng tấm chèn 1,0-2,0 kg với tấm chèn chế tạo từ bê tông thường;

➤ Kết quả nghiên cứu đề tài cũng cho thấy tỉ lệ 20% - 40% tro xỉ đáy thay thế cát trong bê tông M200 chế tạo tấm chèn là hợp lý vừa đảm bảo độ bền yêu cầu kỹ thuật vừa mang lại hiệu quả kinh tế; giảm trọng lượng tấm chèn 2,0-3,0 kg với tấm chèn chế tạo từ bê tông thường.



➤Hiệu quả về chống thấm về mặt lý thuyết đã khẳng định do hiệu ứng "ô bì" của các phần tử tro bay, tuy nhiên với hỗn hợp bê tông chế tạo tấm chèn cần có thời gian theo dõi dài hơn và sử dụng các thiết bị hiện đại để đánh giá chính xác;

➤Với kết quả nghiên cứu trên cho phép tận dụng nguồn tro xỉ từ các nhà máy nhiệt điện thay thế một phần xi măng trong chế tạo vỏ chống bê tông, tấm chèn lò, vật liệu lấp đầy sau vỏ chống...của các đường lò nhằm giảm thiểu phát thải khí nhà kính □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Quang Chiêu (2011). Tro bay: Nguồn gốc sử dụng và môi trường. *Tạp chí Giao thông vận tải*, số 7-2011.
- [2] <http://nangluongvietnam.vn/news/vn/bao-ton-nang-luong/giai-phap-xu-ly-moi-truong-tro-xi-o-cac-nha-may-nhiet-dien-than.html>
- [3] Đàm Hiếu Đoán, Kiều Cao Thăng và Nhóm nghiên cứu (2010). "Tái chế và sử dụng tro xỉ của nhà máy nhiệt điện chạy than Việt Nam". *Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Tuyển khoáng toàn quốc lần III*. Hà Nội.
- [4] 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.
- [5] *Phân tích việc sử dụng tro xỉ than thải ra từ các nhà máy nhiệt điện ở Việt Nam*. Viện khoa học công nghiệp, Đại Học Tokyo, Nhật Bản.
- [6] Nguyễn Thị Hồng Hoa, Phạm Hữu Giang (2011). "Nghiên cứu tuyển tro xỉ nhà máy nhiệt điện Cao Ngạn, Thái Nguyên". *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, số 3-2011.
- [7] Phan Hữu Duy Quốc (2011). "Phân tích việc sử dụng tro xỉ than thải ra từ các Nhà máy nhiệt điện ở Việt Nam". *Viện Khoa học công nghiệp, Đại học Tokyo, Nhật Bản*.
- [8] Phạm Minh Đức, Lê Văn Công. Sử dụng tro, xỉ từ các nhà máy nhiệt điện làm vật liệu chống lò. *Thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ*. Viện Khoa học công nghệ Mỏ.
- [9] Đặng Văn Kiên, Võ Trọng Hùng, Đỗ Ngọc Anh, Phạm Tuấn Anh. Nghiên cứu chế tạo tấm chèn lò bê tông cốt thép từ xỉ tro của nhà máy nhiệt điện tại các mỏ hầm lò của Việt Nam. *Hội thảo Khoa học Kỹ thuật Mỏ toàn quốc 2019*.
- [10] Đặng Văn Kiên, Trương Văn Hà (2020). Experimental study on use fly ash in underground construction concrete. *Journal of Mining and Earth Sciences*, Vol 61, Issue 2 (2020) pp. 1 – 10.
- [11] Bộ Khoa học và Công nghệ (2014). *TCVN 10302:2014 Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng (Activity admixture - Fly ash for concrete, mortar and cement)*.
- [15] American Society for Testing Materials (2005). *ASTM standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete (C618-05)*, Annual book of ASTM standards, concrete and aggregates, Vol.04.02
- [16] Kosalram R. et al , Ph.D., P.Eng., Professor of Civil Engineering, University of New Brunswick. *Mix Design of Fly Ash based concrete using*.
- [17] DOE Method sustain. *International journal for trends in engineering & technology volume 10 issue 2 – November 2015* - ISSN: 2349 – 9303.
- [18] Michael Thomas, Ph.D., P.Eng. (2007). Optimizing the Use of Fly Ash in Concrete Microstructural approach in damage. *The 2nd international conference on dynamics and control. January, 2007, 23-26, Norfolk, Japan, 377-387*.



USING COAL-FIRED THERMAL POWER PLANT ASH TO REPLACE PART OF CEMENT IN THE MANUFACTURING OF CONCRETE INSERT PLATES TO REDUCE GREENHOUSE GAS EMISSIONS

Kien Van Dang^{1,*}, Hung Trong Vo¹, Long Quoc Nguyen¹,
Diep Tuan Tran²

¹Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien St., Ha Noi, Vietnam

²Institute of Applied Mechanics and Informatics, 291 Dien Bien Phu, Ho Chi Minh City, Vietnam

ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 02/9/2024

Revised: 20/10/2024

Accepted: 05/11/2024

^{1,*} Corresponding author:

Email: dangvankien@humg.edu.vn

ABSTRACT

Vietnam currently has 26 coal-fired thermal power plants in operation, discharging a total of about 16 million tons of fly ash (FA) and coal bottom ash (CBA). FA and CBA increase storage costs and negatively impact the environment. Currently, steel arc supports frames with insert concrete plates are the most common type of support structure in underground mining (about 70 - 80%) in the Quang Ninh coal region, Vietnam. In addition, the number of monolithic concrete casing tunnels has increased rapidly due to increased mining depth and the opening of new mining areas (mines: Ha Lam, Mao Khe, Khe Cham II, Nui Beo, Nam Mau, ...) passing through areas with complex geological conditions such as breaking, faulting, flaring, tunnels with large deformations on the edge, tunnels dug through water-bearing areas... At the main tunnels, vertical shafts, intersections, platforms... of underground mines, monolithic or prefabricated concrete casing structures need to be used with large thickness. For large-scale projects such as vertical shafts with great depths of up to thousands of meters when mining deep, the volume of concrete materials used as casings and concrete filling behind the casing is very large, up to millions of m³, increasing material costs and transportation costs of materials to the pouring location. With prefabricated concrete casings, insert concrete plates due to their large size and weight make them difficult to transport, carry and support in the narrow conditions of the great depths of Vietnamese underground mines. Therefore, it is necessary to study the maximum use of fly ash and coal bottom fly from coal thermal power plants to replace a part of the cement in the manufacture of concrete casings, insert concrete plates, backfill materials... of tunnels to reduce greenhouse gas emissions and reduce the amount of cement used. The study proposes the optimal ratio of FA and CBA of coal-fired thermal power plants used in concrete mixtures to manufacture insert concrete plates for basic tunnels through experimental methods at the Construction Laboratory, University of Mining and Geology (HUMG)

Keywords: fly ash, coal bottom ash, insert concrete plates, steel arc support.

@ Vietnam Mining Science and Technology Association