

Tổng quan về nghiên cứu xỉ đáy lò nhiệt điện đốt than trong thành phần bê tông

Nguyễn Thị Nụ^{1,*}
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Báo cáo tổng quan việc nghiên cứu sử dụng chất thải xỉ đáy lò của các nhà máy nhiệt điện đốt than trên thế giới và Việt Nam trong thành phần bê tông trong những năm gần đây. Xỉ đáy lò thay thế cát để chế tạo bê tông. Khi thay thế cát bằng xỉ đáy lò trong thành phần bê tông thì bê tông xi có những tính chất: Khối lượng thể tích, tính dẻo nhỏ và càng giảm khi hàm lượng xỉ tăng; cường độ kháng nén, kháng kéo khi ép chế, cường độ kháng uốn nhỏ hơn; độ hấp thụ nước nhỏ hơn so với của bê tông sử dụng cát tiêu chuẩn. Bê tông xi có những đặc điểm nổi trội là sau 90 ngày cường độ kéo khi ép chế đạt tương đương so với bê tông thông thường, cường độ kháng nén sau 28 ngày tuổi không có sự khác biệt so với bê tông thông thường. Các nghiên cứu cũng xác định được tỉ lệ xỉ đáy lò tối ưu sử dụng thay thế trong khoảng 30 đến 50% tùy thuộc vào loại xỉ. Các tính chất của bê tông xi được cải thiện rõ rệt khi thêm cốt sợi, sử dụng xỉ đáy lò sản xuất được bê tông cường độ cao >75MPa. Các nghiên cứu này đã chứng tỏ khả năng tái sử dụng chúng trong việc thay thế cát trong bê tông. Đây là triển vọng rất lớn trong việc nghiên cứu sử dụng xỉ đáy lò làm thành phần bê tông tại Việt Nam, góp phần hạn chế sử dụng lượng cát tự nhiên và giảm lượng xỉ đáy lò, giảm thiểu tác động đến môi trường và giúp phát triển bền vững kinh tế - xã hội của mỗi địa phương.

Từ khóa: Xỉ đáy lò; tính dẻo của bê tông; cường độ kháng nén; cường độ kháng kéo khi uốn; cường độ kháng uốn.

1. Đặt vấn đề

Trên thế giới, nhiệt điện đốt than được xây dựng ở nhiều nơi như Mỹ, Australia, Ấn Độ, Trung Quốc,.... Việc xây dựng các nhà máy nhiệt điện đốt than góp phần phát triển kinh tế đồng thời cũng thải ra môi trường một số lượng khá lớn chất thải rắn là tro xỉ (tro bay và xỉ đáy lò), gây những vấn đề nhức nhối về môi trường. Xỉ đáy lò thải ra một khối lượng lớn tương đương với 30% tổng nguồn tro xỉ thải.

Nhiệt điện đốt than không những đã được xây dựng ở nhiều nơi trên thế giới mà còn đã và đang được mở rộng đầu tư xây dựng tại Việt Nam. Hiện nay, Việt Nam có khoảng 21 nhiệt điện đốt than đang vận hành, tiêu thụ khoảng 45 triệu tấn than/năm, thải ra hàng năm hơn 16 triệu tấn tro xỉ và diện tích các bãi xỉ thải khoảng 700 ha. Theo quy hoạch điện VII điều chỉnh được chính phủ phê duyệt (QĐ 428/QĐ-TTg ngày 18/3/2016), đến năm 2025 số lượng nhà máy quy hoạch là khoảng 47 nhà máy nhiệt điện đốt than, công suất khoảng 26000MW, sản xuất khoảng 131 tỷ kWh điện, tiêu thụ khoảng 63 triệu tấn than/năm và tăng tiếp các nhà máy nhiệt điện đốt than để tổng công suất khoảng 55300MW đến năm 2030, số nhiệt điện đốt than tăng lên và tiêu thụ khoảng 129 triệu tấn than/năm. Như vậy, lượng tro xỉ thải của các nhà máy nhiệt điện đốt than tích trữ tại các hồ chứa là rất lớn và sẽ gây ra hàng loạt các vấn đề môi trường về diện tích bãi chứa, lượng bụi ô nhiễm và chất rò rỉ từ bãi thải.

Do vậy, việc tái sử dụng nguồn chất thải rắn là hết sức cần thiết, vừa giảm việc sử dụng các vật liệu truyền thống, vừa giảm các vấn đề về ô nhiễm môi trường. Trên thế giới hiện nay, có nhiều hướng nghiên cứu để tái sử dụng nguồn vật liệu này đặc biệt là nghiên cứu sử dụng xỉ thải trong thành phần bê tông. Hướng sử dụng xỉ thải trong thành phần bê tông đóng vai trò quan trọng trong việc giảm nguồn xỉ thải tại bãi thải và giúp giảm lượng cát tự nhiên sử dụng trong thành phần bê tông. Chính vì vậy, rất cần có việc tổng quan về tình hình sử dụng xỉ thải trong thành phần bê tông trên thế giới góp phần định hướng nghiên cứu tái sử dụng chúng tại Việt Nam.

2. Khái niệm về tro xỉ

Tro xỉ của các nhà máy nhiệt điện là phần phế thải thu được sau quá trình đốt cháy nhiên liệu than đá, tồn tại dưới hai dạng: phần xỉ thu được từ đáy lò và phần tro gồm các hạt rất mịn bay theo các khí ống khói được thu hồi bằng các hệ thống thu gom của nhà máy nhiệt điện. Khái niệm về tro bay (fly ash) được

* Tác giả liên hệ
Email: nguyenthinu@humg.edu.vn

dùng phổ biến trên thế giới hiện nay để chi phần thải rắn thoát ra cùng với các ống khói ở các nhà máy nhiệt điện. Còn phần xi thu được từ đáy lò gọi là xi đáy lò (bottom ash). Như vậy, tùy thuộc và đặc trưng của xi đáy lò hoặc tro bay có thể sử dụng nhiều trong lĩnh vực khác nhau. Phần xi đáy lò chiếm khoảng 30% trong tổng số tro xi thải ra.

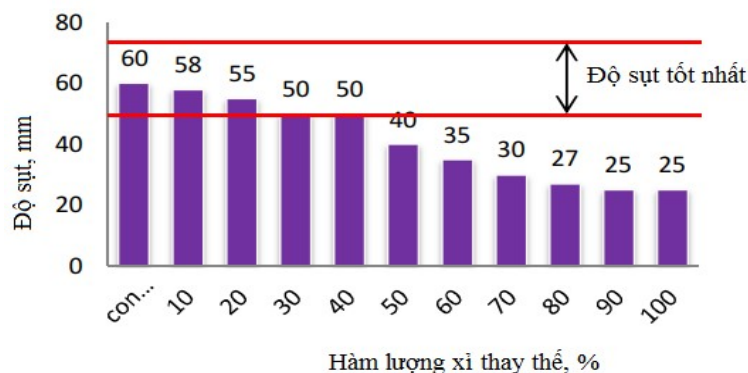
3. Tình hình nghiên cứu sử dụng xi đáy lò làm thành phần bê tông.

Trên thế giới đã có một loạt các nghiên cứu về sử dụng xi đáy lò trong lĩnh vực xây dựng. Xi đáy lò có thể sử dụng trong các lĩnh vực xây dựng đường, vật liệu nền móng, cốt liệu cho bê tông và vữa.

Khi sử dụng cốt liệu làm bê tông, các nghiên cứu thể hiện về ảnh hưởng của xi đáy lò đến độ dẻo, khối lượng thể tích, cường độ kháng nén, cường độ kháng kéo, cường độ kháng kéo khi ép chèn và khả năng hấp phụ nước của vật liệu. Vikas R Nadig và nnk (2015) cũng đã đưa ra tổng kết về các nghiên cứu về xi đáy lò thay thế từng phần cát trong thành phần bê tông xi măng.

Andrade (2004); Andrade và nnk (2003)[A.S.Cadersa, 2014] đã khẳng định xi đáy lò tương ứng với cốt liệu mịn, thay thế một phần cát thiên nhiên để làm cốt liệu mịn cho bê tông.

P. Aggarwal và nnk (2007) đã đưa ra kết luận hàm lượng xi đáy lò càng lớn thì độ dẻo của hỗn hợp bê tông giảm. Kết quả cũng tương tự với các nghiên cứu của Abdulhameed Umar Abubaka và nnk (2012), độ dẻo của hỗn hợp bê tông giảm khi hàm lượng xi đáy lò tăng. P.Tang và nnk (2013) sử dụng chất thải rắn đô thị MSWI (giống như xi đáy lò mịn) làm cốt liệu cho bê tông và cũng nhận thấy, khi hàm lượng thay thế cát tăng thì tính công tác của hỗn hợp bê tông giảm. Điều này cũng thể hiện trong các kết quả nghiên cứu của Remya Raju và nnk (2014) khi thay thế hàm lượng xi đáy lò cho cát, K.N. Virendra Kumar và nnk (2015), Malkit Singh và nnk (2015) khi sử dụng hàm lượng xi đáy lò khác nhau. Saurabh Kaja và nnk (2017) cũng nhận xét khi thêm xi đáy lò thì tính dẻo giảm xuống. Các nghiên cứu của F.Ahmad Maliki và nnk, 2017 cũng thể hiện rõ ảnh hưởng của hàm lượng xi đáy lò tới độ sụt của hỗn hợp bê tông xi (hình 1).



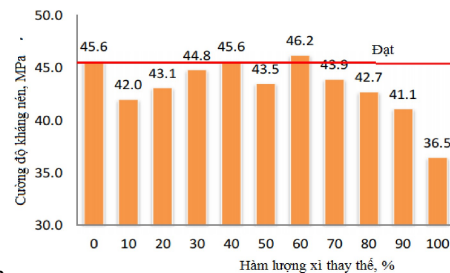
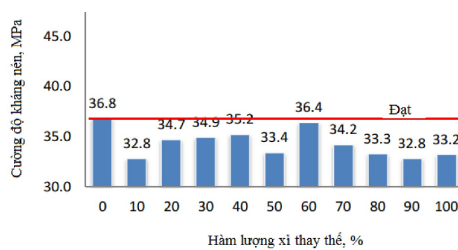
Hình 1. Ảnh hưởng của hàm lượng xi thay thế cát tới độ sụt (cm) của hỗn hợp bê tông (F.Ahmad Maliki và nnk, 2017)

Khối lượng thể tích của bê tông có sử dụng tro xi thay thế giảm khi sử dụng hàm lượng xi đáy lò tăng (P.Aggarwal và nnk, 2007; Abdulhameed Umar Abubakar và nnk, 2012; M.P. Kadam và nnk, 2013; K.N. Virendra Kumar và nnk, 2015; Andrade và nnk, 2007; Kim và Lee, 2011).

Ghafoori và Bucholc, 1997; Andrade và nnk, 2007 [A.S.Cadersa, 2014] đã chỉ ra cường độ kháng nén giảm khi tăng hàm lượng xi đáy lò sử dụng trong bê tông. P. Aggarwal (2007) khẳng định cường độ kháng nén của bê tông có thay thế xi đáy lò nhỏ hơn so với cường độ bê tông tiêu chuẩn, nhưng sau 28 ngày tuổi thì sự khác biệt không lớn. Kết quả cường độ của mẫu bê tông ở 90 ngày tuổi sử dụng 30%, 40% xi đáy lò bằng 108% và 105% cường độ bê tông thường ở 28 ngày tuổi. Các kết quả nghiên cứu Mohd Syahrul Hisyam bin Mohd Sani và nnk (2010) khi xác định cường độ của bê tông có sử dụng hàm lượng tro đáy lò khác nhau làm cốt liệu mịn ở các ngày tuổi 3, 7, 28 và 60 ngày nhỏ hơn cường độ mẫu bê tông sử dụng cát tiêu chuẩn. P.Tang và nnk (2013) khẳng định cường độ kháng nén và cường độ kháng uốn của bê tông sử dụng tro xi giảm so với bê tông tiêu chuẩn khi tăng hàm lượng tro đáy (10, 20 và 30%). M.P Kadam và nnk (2013) cũng nghiên cứu cường độ kháng nén của mẫu bê tông kích thước 15cmx15cmx15cm khi thay thế cát bằng tro xi với các hàm lượng khác nhau. Cường độ kháng nén ở 7, 28, 56 và 112 ngày tăng khi thay thế đến 20% xi đáy lò và giảm khi thay thế 100% xi đáy lò. Cường độ kháng kéo kéo khi uốn ở 7, 28, 56 và 112 ngày tăng khi thay thế 10 và 30% xi đáy lò và giảm khi thay thế nhiều hơn. Cường độ kháng uốn cũng tăng khi thay thế 10 và 30% xi đáy lò và sau đó nếu thay thế nhiều hơn thì giảm. K. Soman và nnk (2014) nghiên cứu hàm lượng thay thế xi cho cát ở 10%, 20%, 30%, 40% và 50% đã chỉ ra rằng khi thay thế 30% xi đáy lò bằng cát thì cường độ kháng nén đạt giá trị lớn nhất là

38.43 MPa. Cường độ kháng kéo khi ép chèn khi sử dụng 30% xi đáy lò đạt 3.695MPa lớn hơn so với bê tông thông thường là 3.5MPa và khi sử dụng 50MPa thì đạt giá trị nhỏ nhất là 2.87MPa. Cường độ kháng uốn khi bê tông chứa 30% xi đáy lò cũng đạt giá trị lớn nhất là 6.66MPa so với 10% là 6.59MPa và 50% là 5.99MPa. A.S.Cadersa (2014) chỉ ra hàm lượng tro bay thay thế 20% cho giá trị tối ưu để đạt được cường độ tối ưu.

F.Ahmad Maliki và nnk (2017) đã nghiên cứu thay cường độ kháng nén và cường độ kháng uốn của bê tông sử dụng xi đáy lò thay thế cho 10%, 20%, 30%,...,90%,100% cát. Kết quả cho thấy cường độ kháng nén cho giá trị lớn nhất ở 7 ngày và 28 ngày là 36.4MPa và 46.2MPa khi thay thế 60% xi đáy lò (hình 2a, 2b). Tuy nhiên, cường độ kháng uốn cho giá trị lớn nhất khi thay thế 70% xi đáy lò với các giá trị lần lượt ở 7 ngày và 29 ngày tuổi là 3.03MPa và 3.63MPa. Malkit Singh và nnk (2015) nghiên cứu hàm lượng thay thế xi đáy lò ở các hàm lượng 20, 30, 40, 50, 75 và 100% xi đáy lò. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi sử dụng cát có mô đun độ lớn bằng 1.97 thay thế bằng xi đáy lò thì cường độ kháng nén, kháng kéo khi ép chèn không thay đổi so với bê tông thông thường. Còn cát có mô đun độ lớn bằng 2.58 thì cường độ kháng nén, kháng kéo khi ép chèn giảm so với bê tông thông thường. Ở 90 ngày tuổi, thì cường độ của loại bê tông sử dụng xi đáy lò và bê tông thông thường không thay đổi. Saurabh Kaja và nnk (2017) đã nghiên cứu cường độ kháng nén của bê tông sử dụng 10%, 15%, 20% và 25% xi đáy lò thay thế cho cát và kết quả nghiên cứu cho thấy cường độ kháng nén ở các ngày tuổi 7, 14, 28 và 56 ngày tuổi đều tương đương hoặc cao hơn so với bê tông tiêu chuẩn và đạt được yêu cầu kỹ thuật từ 32.35MPa đến 38.41MPa so với bê tông tiêu chuẩn là 33.45MPa ở 28 ngày tuổi.



a,

b,

Hình 2. a, Cường độ kháng nén ở 7 ngày tuổi; b, Cường độ kháng nén ở 28 ngày tuổi (F.Ahmad Maliki và nnk, 2017)

S.Loveley Kumari, S.Thandavamoorthy (2017) đã nghiên cứu cường độ kháng nén và cường độ kháng uốn của bê tông cường độ cao sử dụng xi đáy lò với tỷ lệ thay thế cát là 25, 50 và 75%. Kết quả nghiên cứu cho thấy, ở 7 ngày tuổi cường độ kháng nén đạt từ 73.7 đến 67.8MPa và ở 28 ngày tuổi đạt từ 92.1 đến 78.2MPa. Cường độ kháng uốn ở 7 ngày tuổi đạt từ 6.05 đến 4.85MPa và 28 ngày tuổi đạt 8.12 đến 5.56MPa. Khi hàm lượng xi tăng thì cường độ giảm dần, đạt giá trị lớn nhất khi sử dụng 25% xi đáy lò. Kết quả cho thấy khi thay thế đều đạt được mac của bê tông cường độ cao.

Remya Raju và nnk (2014) đã nghiên cứu khả năng hấp phụ nước của bê tông sử dụng xi đáy lò ở 28 ngày tuổi tăng khi hàm lượng sử dụng xi đáy lò tăng.

4. Nhận xét các kết quả nghiên cứu

Qua các kết quả nghiên cứu về xi đáy lò, có thể thấy:

Xi đáy lò được thay thế cốt liệu mịn trong thành phần bê tông, điều này có thể thấy thành phần hạt của xi đáy lò tương ứng với thành phần của đất cát (cốt liệu mịn) trong bê tông. Do vậy, hoàn toàn có khả năng sử dụng xi đáy lò trong thành phần bê tông.

Một số đặc trưng của bê tông sử dụng xi đáy lò thay thế cát so với bê tông sử dụng cát tiêu chuẩn (bê tông tiêu chuẩn).

- Khối lượng thể tích nhỏ hơn. Khối lượng thể tích càng giảm khi hàm lượng xi đáy lò tăng.
- Tính dẻo nhỏ hơn. Tính dẻo càng giảm khi hàm lượng xi đáy lò tăng lên.
- Cường độ kháng nén, cường độ kéo khi ép chèn, cường độ kháng uốn nhỏ hơn.
- Độ hấp thụ nước nhiều hơn;

Tuy nhiên, có sự ưu việt của bê tông xi đáy lò là:

Sau 90 ngày thì cường độ kháng kéo khi ép chèn của bê tông sử dụng xi đáy lò đạt tương đương giá trị của bê tông thông thường.

Cường độ của bê tông sử dụng xi đáy lò và bê tông thông thường không có sự khác biệt sau 28 ngày.

Hàm lượng thay thế tối ưu tro đáy lò chủ yếu trong khoảng 30 đến 50%; ở 90 ngày tuổi, cường độ kháng nén và kháng uốn lớn hơn với bê tông thông thường ở 28 ngày tuổi.

Tính chất của bê tông sẽ được cải thiện nhiều hơn khi thêm cốt sợi hoặc vật liệu khác.

Sử dụng xi đáy lò để sản xuất được bê tông cường độ cao đạt trên 75MPa.

5. Kết luận và định hướng nghiên cứu tại Việt Nam

Qua kết quả nghiên cứu rút ra một số kết luận sau:

- Xi đáy lò ảnh hưởng đến các tính chất kỹ thuật của bê tông như khối lượng thể tích nhỏ hơn và càng giảm khi hàm lượng xi tăng; tính dẻo nhỏ hơn và giảm khi tăng lượng xi đáy lò; cường độ kháng nén, kháng kéo khi ép chế, cường độ kháng uốn nhỏ hơn; độ hấp thụ nước nhỏ hơn so với của bê tông tiêu chuẩn. Cường độ kéo khi ép chế ở 90 ngày tuổi của bê tông xi đạt tương đương so với bê tông thông thường, cường độ kháng nén sau 28 ngày tuổi ít có sự khác biệt so với bê tông thông thường. Các nghiên cứu cũng xác định được tỉ lệ xi đáy lò tối ưu sử dụng thay thế trong khoảng 30 -50% xi đáy lò. Các tính chất của bê tông xi được cải thiện rõ rệt khi thêm cốt sợi. Xi đáy lò có thể được sử dụng để sản xuất bê tông cường độ cao >75MPa

Định hướng cho công tác nghiên cứu tái sử dụng xi đáy lò tại Việt Nam như sau:

- Xi đáy lò có thành phần hạt tương đương cốt liệu mịn (cát) để chế tạo bê tông. Khi nghiên cứu cần xác định thành phần hạt, mô đun độ lớn và các chỉ tiêu kỹ thuật khác của tro xi tương ứng với cát đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của bê tông.

- Xi đáy lò là một loại cát nhân tạo, do đó khi chế tạo cần lượng nước yêu cầu nhiều hơn so với cát tiêu chuẩn. Điều này thể hiện khi thiết kế, lượng dùng xi măng và nước sẽ nhiều hơn nếu cùng muốn đạt một giá trị cường độ thiết kế.

- Khi nghiên cứu xi đáy lò thay thế hàm lượng cát cần nghiên cứu hàm lượng tối ưu để đạt đường cường độ lớn nhất. Theo thống kê, hàm lượng tối ưu đạt khoảng 30-50% xi đáy lò được thay thế cho cát.

- Thời gian xác định cường độ của bê tông xi đáy lò cần phải xác định không những ở 28 ngày tuổi mà còn nghiên cứu đến 56 hoặc 90 ngày.

Tài liệu tham khảo

Quyết định 428/QĐ-TTg ngày 18/3/2016, Quy hoạch điện VII điều chỉnh được Chính phủ phê duyệt.

Abdulhameed Umar Abubakar and Khairul Salleh Baharudin, 2012. Properties of Concrete Using Tanjung Bin Power Plant Coal Bottom Ash and Fly Ash. *International Journal of Sustainable Construction Engineering & Technology (IJSJET)*. ISSN: 2180-3242, Volume 3, Issue 2, 2012, pp.56-69.

Aggarwal P, Aggarwal Y, Gupta SM, 2007, Effect of bottom ash as replacement of bottom ash as replacement of fine aggregates in concrete. *Asian Journal of Civil Engineering*. Vol. 8 no. 1 (2007) 49-6.

A S Cadarsa, 2014. Use of Unprocessed Coal Bottom Ash as Partial Fine Aggregate Replacement in Concrete. *University of Mauritius research journal*. Volume 20 – 2014

F.Ahmad Maliki et al, 2017. Compressive and tensile strength for concrete containing coal bottom ash. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.

K. Soman, Divya Sasi and K.A. Abubaker, 2014. Strength properties of concrete with partial replacement of sand by bottom ash. *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE)*, ISSN: 2349-2163, Volume 1, Issue 7, August 2014, pp.223-227.

K.N.Virendra Kumar. B R Hemalatha and S. B. Anadinni, 2015. Study on Strength of Concrete using Fly Ash and Bottom Ash as a Partial Replacement for Cement and Sand. *International Journal of Informative & Futuristic Research (IJIFR)*, ISSN (e): 2347-1697, Volume 2, Issue7, March 2015, pp.2344-235.

M.P. Kadam and Y.D. Patil, 2013. Effect of Coal Bottom Ash as Sand Replacement on the properties of Concrete with different W/C ratio. *International Journal of Advanced Technology in Civil Engineering*, ISSN: 2231-5721, Volume 2, Issue 1, 2013, pp.45-50.

Malkit Singh, Rafat Siddique, 2015. Effect of coal bottom ash as partial replacement of sand on workability and strength properties of concrete. *Journal of Cleaner Production xxx (2015) 1-11*.

Mohd Syahrul Hisyam bin Mohd Sani, Fadhlulhartini bt Muftah and Zulkifli Muda, 2010. The Properties of Special Concrete Using Washed Bottom Ash (WBA) as Partial Sand Replacement. *International Journal of Sustainable Construction Engineering & Technology (IJSJET)*. ISSN: 2180-3242, Volume 1, No. 2, December 2010, pp.65-76.

Remya Raju, Mathews M. Paul and K. A. Aboobacker, 2014. Strength Performance of Concrete using Bottom Ash as Fine Aggregate. *International Journal of Research in Engineering & Technology (IJRET)*, ISSN (e): 2321-8843, ISSN (p): 2347-4599, Volume 2, Issue 9, September 2014, pp.111-122.

S. Loveley Kumari, S. Thandavamoorthy, 2017. Development of high performance concrete using bottom ash as fine aggregate. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*. Volume 8, Issue 12, December 2017, pp. 354–361.

Saurabh Kaja et al, 2017. Strength performance of concrete using bottom ash as fine aggregate. *International Journal of Latest Research in Science and Technology*. Volume 6, Issue 5: Page No. 17-20, September-October 2017.

ABSTRACT

A summary of studying in concrete using coal bottom ash as fine aggregate

Nguyen Thi Nu

Hanoi University of Mining and Geology

This paper represents a summary of studying in concrete using coal bottom ash from thermal power plants in the world and in Vietnam as fine aggregate in recent years. In the world, thermal power stations are built in many places like the United States, Australia, India, China, ... The construction of thermal power plants contributes to economic development while also emitting a large amount of solid waste as a fly ash and bottom ash, causing environmental problems. Bottom ash discharges as much as 30% of the total ash. Research results in the world on the use of bottom ash replacement as fine aggregate in concrete: workability of the concrete mix, density, water absorption, compressive strength, split tensile strength, flexural strength. These studies have demonstrated the ability to reuse bottom ash as fine aggregate in concrete. This is a great opportunity to study the use of bottom ash as fine aggregate in concrete in Vietnam, contributing to reducing the use of sand in the natural and reducing the bottom ash to minimize the impact on the environment and help generate Socio-economic sustainability of each locality.

Keywords: coal bottom ash; workability of concrete; compressive strength; split tensile strength; flexural strength.