



# NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG BÊ TÔNG NHẸ HẠT XỐP EPS-C CHẾ TẠO TẤM CHÈN LÒ TẠI CÁC MỎ THAN HẦM LÒ THUỘC TKV

Nguyễn Đình Hòa, Hàn Ngọc Đức  
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

Vương Minh Thu  
Công ty Cổ phần Than Vàng Danh - Vinacomin  
Email: hoand@huce.edu.vn

## TÓM TẮT

Hiện nay các tấm chèn lò đều sử dụng bê tông nặng truyền thống nên các tấm khá nặng gây khó khăn cho công tác vận chuyển tấm, thi công đào lò. Bê tông nhẹ hạt xốp (bê tông EPS-C) đã được nghiên cứu và ứng dụng làm kết cấu bao che, chống nóng và cách âm trong các công trình dân dụng. Trong bài báo này, tác giả trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo tấm chèn lò từ vật liệu bê tông EPS-C. Kết quả nghiên cứu cho thấy tấm chèn lò được chế tạo từ bê tông EPS-C có cơ chế phá hoại tương tự bê tông thông thường, có thể chịu được tải trọng phá hoại đến  $72,8 \text{ kN/m}^2$ . Các kết quả thu được trong nghiên cứu cho phép chế tạo đại trà các tấm chèn lò EPS-C phục vụ các mỏ than hầm lò thuộc TKV.

**Từ khóa:** Bê tông hạt xốp (EPS-C), bê tông nhẹ, tấm chèn lò, cấu kiện chịu uốn.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kết cấu chống giữ đường lò XDXB tại các mỏ than hầm lò của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) phổ biến là sử dụng tấm chèn lò cùng với các khung chống thép (Hình H.1). Nhiệm vụ của các tấm chèn lò là lấp kín khoảng hở giữa kết cấu chống và biên đào, phân bố đều áp lực đất đá lên kết cấu chống, nhằm ngăn ngừa hiện tượng trượt lở nóc lò cũng như bên hông đường lò. Tuy nhiên, thực tế việc sử dụng các tấm chèn lò bê tông cốt thép truyền thống còn tồn tại một số nhược điểm như công tác vận chuyển các tấm chiếm khá nhiều thời gian, công sức do khối lượng các tấm bê tông cốt thép chèn lò khá nặng (khoảng 18kg cho tấm  $700 \times 200 \times 50 \text{ mm}$ ), khi thao tác trong lò người thợ mỏ thường phải bê vác bằng cả hai tay do vậy việc thao tác gặp nhiều khó khăn và vất vả, đặc biệt tại các vị trí chèn tấm ở trên cao.

Hiện nay, bê tông nhẹ hạt xốp EPS-C (Expanded Polystyrene concrete) đã và đang được nghiên cứu ứng dụng trong các công trình xây dựng khá phổ biến trên thế giới [1÷3]. Bê tông EPS-C là bê tông nhẹ được sản xuất từ hỗn hợp các loại vật liệu khác nhau như: hạt cốt liệu, xi măng, tro bay, hạt xốp (hạt nhựa nhiệt dẻo xốp nở EPS - Expanded Polystyrene Beads), nước và phụ gia hóa học [4÷6]. Nhờ sử dụng các hạt polystyrene xốp nở mà bê tông sẽ giảm được khối lượng thể tích, tăng khả năng cách âm, cách nhiệt [4, 5]. Hiện nay ở Việt Nam, bê tông EPS-C đang được nghiên cứu rộng rãi, ngoài việc sử dụng các hạt xốp nguyên sinh còn có thể sử dụng các hạt xốp tái chế [6,7],



H.1. Kết cấu chống lò tại mỏ than hầm lò thuộc Công ty CP than Vàng Danh

các ứng dụng phổ biến là các kết cấu không yêu cầu quá cao về cường độ như sản xuất các tấm tường bao che, vách ngăn, tường rào, các tấm chống nóng cho các công trình nhà.

Nghiên cứu chế tạo tấm chèn lò từ bê tông nhẹ EPS-C ứng dụng trong các mỏ than hầm lò thuộc TKV góp phần giảm công sức và thời gian vận chuyển do tấm có trọng lượng nhẹ, hơn nữa một người thợ mỏ có thể cầm tấm chèn bằng một tay, vì vậy việc thao tác trong hầm lò được dễ dàng và đơn giản, đặc biệt tại các vị trí chèn ở trên cao, góp phần đẩy nhanh quá trình đào lò.

## 2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 2.1. Chế tạo tấm chèn lò bê tông EPS-C

Vật liệu bê tông EPS-C trong nghiên cứu gồm xi măng PCB40; hạt EPS sử dụng có đường kính cỡ



hạt từ (4-6) mm, có khối lượng thể tích là 12 kg/m<sup>3</sup>; cát đổ bê tông có đường kính cỡ hạt từ (2-5) mm; phụ gia hóa dẻo Sikament R4. Ngoài ra còn sử dụng sợi polypropylene (PP) với khối lượng thể tích 0,9 g/cm<sup>3</sup>, chiều dài sợi 19mm, đường kính khoảng 12µm. Cấp phối bê tông thu được có khối lượng thể tích khoảng 1300kg/m<sup>3</sup>. Thành phần vật liệu của bê tông EPS-C được thể hiện chi tiết trong Bảng 1.

**Bảng 1. Cấp phối bê tông EPS-C (trộn 1m<sup>3</sup> bê tông)**

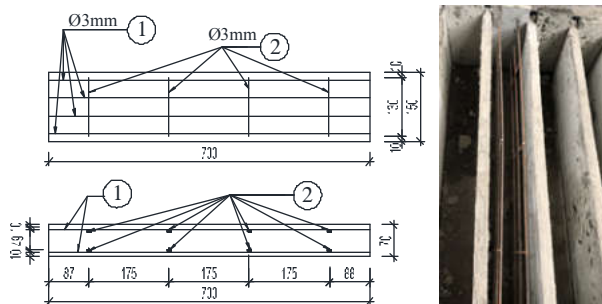
Xốp EPS (kg)	Cát (kg)	Xi măng (kg)	Sợi (kg)	Nước (lít)	Phụ gia (kg)
3	450	650	0,5	192	5

Cường độ chịu nén của bê tông được xác định trên các mẫu lập phương có kích thước 150×150×150mm. Mô đun đàn hồi vật liệu bê tông EPS-C xác định trên các mẫu trụ tròn đường kính 150mm và chiều cao 300mm. Các tính chất của bê tông EPS-C sử dụng để chế tạo tấm chèn lò được thể hiện ở Bảng 2.

**Bảng 2. Tính chất cơ lý của bê tông EPS-C**

Cường độ chịu nén trung bình mẫu thử (MPa)	Mô đun đàn hồi (MPa)
7,6	7830

Tấm chèn lò từ bê tông EPS-C được chế tạo với chiều dài 700 mm; chiều rộng 150 mm và chiều dày 70mm. Các tấm được gia cố bằng hai lớp lưới thép chịu lực chuốt nguội có cường độ chịu kéo đứt đạt 710 MPa, mỗi lớp cốt thép ngang gồm 4 thanh φ3 và cốt thép dọc gồm 4 thanh φ3, cách bố trí cốt thép được thể hiện ở Hình H.2.



**H.2. Bố trí cốt thép và cấu tạo tấm chèn lò**

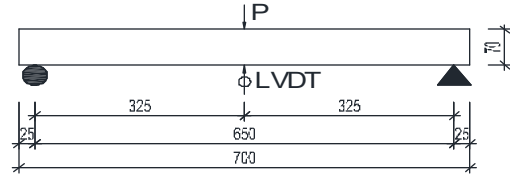
**2.2. Thí nghiệm đánh giá khả năng chịu lực của tấm chèn lò**

**2.2.1. Sơ đồ thí nghiệm**

Tấm chèn lò làm việc như cấu kiện chịu uốn, khả năng chịu uốn của tấm được xác định theo sơ đồ thí nghiệm uốn 3 điểm như trong Hình H.3; quá trình gia tải được thực hiện theo từng bước

nhỏ đến khi phá hoại để loại bỏ ảnh hưởng của tác dụng động.

Chuyển vị theo phương đứng được xác định tại vị trí giữa nhịp của tấm trong suốt quá trình cấp tải bởi thiết bị đo chuyển vị điện tử (LVDT) (Hình H.3).



**H.3. Sơ đồ thí nghiệm tấm chèn lò từ bê tông EPS-C**

**2.2.2 Lắp đặt thí nghiệm**

Tấm chèn lò được cố định trên hệ góidỡ, sử dụng kích thủy lực 20T để gia tải, lực được đo qua loadcell 2,5T (Hình H.4). Giá trị của tải trọng được kiểm soát bằng dụng cụ đo lực điện tử. Đầu đo LVDT được bố trí ở vị trí chính giữa nhịp, đồng hồ này được kết nối với máy tính thông qua các thiết bị thu nhận và xử lý dữ liệu cho phép tự động ghi nhận đồng thời các giá trị đo với khoảng thời gian 1 giây. Trên Hình H.4 thể hiện hình ảnh lắp đặt các mẫu thí nghiệm được kí hiệu TCL1, TCL2 và TCL3.



**H.4. Lắp đặt các mẫu thí nghiệm TCL1, TCL2, TCL3 và các thiết bị**

**2.3 Ứng dụng thử nghiệm tấm chèn lò bê tông EPS-C tại mỏ than hầm lò**

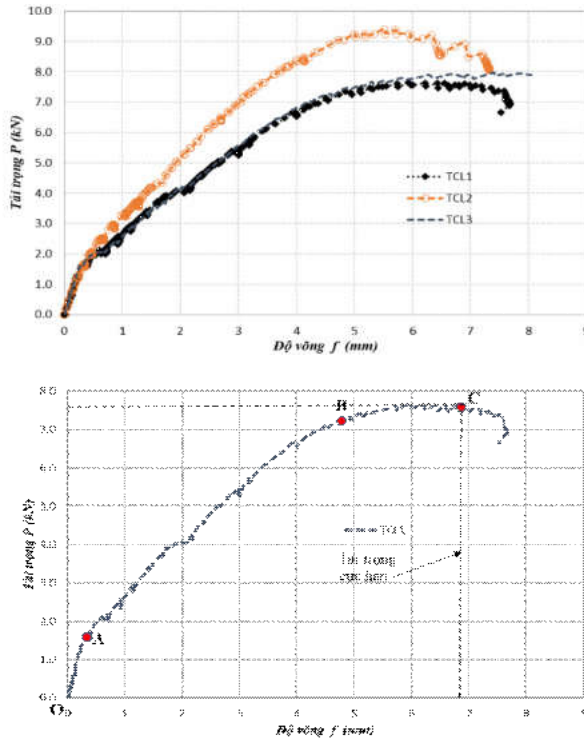
Các tấm chèn lò EPS-C được lắp thử nghiệm tại đường lò có chiều cao 3,26m và bề rộng 3,80m do Công ty Cổ phần than Vàng Danh quản lý (Hình H.5). Sau khi lắp dựng thử nghiệm, có thể đánh giá hiệu quả sử dụng tấm chèn lò EPS-C thông qua thời gian vận chuyển, thi công, tình trạng chịu lực của các tấm...



**H.5. Lắp thử nghiệm tấm chèn lò EPS-C**

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

- Trên cơ sở cấp phối bê tông EPS-C với khối lượng thể tích  $1300\text{kg/m}^3$  đã chế tạo thành công các tấm chèn lò  $700 \times 150 \times 70\text{mm}$ . Kết quả thí nghiệm 03 mẫu tấm thực tế, sau khi được xử lý và phân tích, cho kết quả quan hệ tải trọng và độ võng của các mẫu tấm chèn lò EPS-C. Biểu đồ quan hệ giữa tải trọng và độ võng ở chính giữa nhịp của các mẫu thí nghiệm TCL1, TCL2 và TCL3 được thể hiện trên Hình H.6.



#### H.6. Quan hệ tải trọng - độ võng của các mẫu TCL1, TCL2 và TCL3

Qua biểu đồ trên Hình H.6 nhận thấy các mẫu thí nghiệm có sự làm việc khá tương đồng, các điểm đặc trưng A, B, C trên biểu đồ quan hệ tải trọng và độ võng của tấm TCL1 thể hiện các giai đoạn làm việc như sau:

+ Giai đoạn làm việc đàn hồi, tương ứng với đoạn OA: độ võng tăng tỉ lệ với tải trọng, chuyển vị tăng chậm nhất. Giai đoạn này kết thúc ở điểm A khi có sự thay đổi độ dốc của biểu đồ khi các vết nứt trong tấm làm giảm đặc trưng hình học của tiết diện tấm;

+ Giai đoạn AB: Độ võng tăng nhanh hơn so với giai đoạn OA do có sự phát triển của vết nứt trong tấm. Tải trọng và độ võng có quan hệ phi tuyến;

+ Giai đoạn BC: Độ võng tăng rất nhanh khi tăng

nhẹ tải trọng cho đến khi phá hoại hoàn toàn (điểm C). Vượt qua điểm C tải trọng suy giảm nhanh chóng, tấm không còn khả năng nhận tải trọng, điểm C tương ứng với thời điểm phá hoại tấm cho phép xác định giá trị tải trọng giới hạn của tấm. Đối với tấm chèn lò TCL1, giá trị tải trọng cực hạn khoảng  $7,65\text{ kN}$ ;

- Các vết nứt xuất hiện trên các tấm được đánh dấu suốt quá trình gia tải cho đến khi đạt tải trọng phá hoại. Hình H.7 thể hiện hình ảnh các vết nứt trên các tấm tại thời điểm đạt tải trọng phá hoại.



#### H.7. Hình dạng các tấm chèn lò sau khi bị phá hoại

Qua hình ảnh trên Hình H.7, nhận thấy các tấm bị phá hoại do mômen uốn tại các tiết diện thẳng góc gần vị trí giữa nhịp.

- Kết quả lắp đặt thử nghiệm các tấm chèn lò tại mỏ than hầm lò của Công ty Cổ phần than Vàng Danh (Hình H.5) cho kết quả rất khả quan, tấm chèn với kích thước  $700 \times 150 \times 70\text{mm}$  có trọng lượng khoảng hơn  $9\text{ kG}$  (giảm  $50\%$  so với tấm chèn bê tông cốt thép thông thường) giúp giảm công sức, thời gian vận chuyển tấm, dễ dàng thao tác trong thi công hầm lò, không xảy ra các hiện tượng nứt, gãy, đảm bảo các yêu cầu chịu lực.

### 4. KẾT LUẬN

➤ Tấm chèn lò từ bê tông nhẹ hạt xốp EPS-C được thí nghiệm đánh giá khả năng chịu lực của các tấm và lắp đặt thử nghiệm thực tế trong mỏ than hầm lò thuộc TKV. Ba mẫu thí nghiệm tỉ lệ thực tế đã được tiến hành thí nghiệm chịu uốn 3 điểm. Quan hệ giữa lực và độ võng, lực phá hoại được đề xuất.

➤ Kết quả thí nghiệm cho thấy ứng xử chịu uốn của các tấm chèn lò từ bê tông nhẹ EPS-C tương tự như với bê tông thông thường qua việc đánh giá cơ chế phá hủy và khả năng chịu uốn của tấm. Từ kết quả thí nghiệm, nhận thấy khả năng chịu lực của tấm chèn lò kích thước  $700 \times 150 \times 70\text{ mm}$  có thể đạt đến  $7,65\text{ kN}$  tương ứng với  $72,8\text{ kN/m}^2$ , đáp ứng yêu cầu sử dụng trong các mỏ than hầm lò thuộc TKV, có thể sản xuất đại trà nhằm thay thế các tấm chèn lò truyền thống từ bê tông nặng □



### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chandra, S., Berntsson, L. (2002). Lightweight Aggregate Concrete: Science, Technology and Applications (Building Materials Science Series).
2. Fernando, P. L. N., Jayasinghe, M. T. R., & Jayasinghe, C.: Structural feasibility of Ex-panded Polystyrene (EPS) based lightweight concrete sandwich wall panels. Construction and building materials 139, 45-51 (2017).
3. Liu, N., & Chen, B. (2014). Experimental study of the influence of EPS particle size on the mechanical properties of EPS lightweight concrete. Construction and Building Materials, 68, 227-232.
4. Sayadi, A. A., Tapia, J. V., Neitzert, T. R., & Clifton, G. C. (2016). Effects of expanded polystyrene (EPS) particles on fire resistance, thermal conductivity and compressive strength of foamed concrete. Construction and building materials, 112, 716-724.
5. Thắng, N. C., Đức, H. N., Nghĩa, H. T. (2018). Nghiên cứu thực nghiệm nâng cao một số tính chất của bê tông nhẹ cốt liệu rỗng. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KH-CN XD)-ĐHXD, 12(2):104-109.
6. Thang, N. C., Duc, H. N. (2020). Effect of Carbon Nanotube on properties of lightweight concrete using recycled Expanded Polystyrene (EPS). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, IOP Publishing, 869(3).
7. Nguyen, DH., Han, ND., Vu, AT., Nguyen, TK., Hoang, TN. (2021). Experimental Investigation on Flexural Behavior of Reinforced Lightweight Concrete Slabs Using Recycled Expanded Polystyrene. In: Bui, T.Q., Cuong, L.T., Khatir, S. (eds) Structural Health Monitoring and Engineering Structures. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 148. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-0945-9\\_20](https://doi.org/10.1007/978-981-16-0945-9_20).

### LỜI CẢM ƠN

Nội dung bài báo được thực hiện với kinh phí hỗ trợ từ đề tài nghiên cứu khoa học từ Quỹ KH&CN của TKV và Công ty Cổ phần Than Vàng Danh - Vinacomin cho đề tài “Nghiên cứu thực nghiệm tấm bê tông nhẹ ứng dụng trong các mỏ than hầm lò thuộc TKV”, mã số KC.01-Đ06-21/16-20.

## RESEARCH ON THE APPLICATION OF LIGHTWEIGHT EXPANDED POLYSTYRENE CONCRETE (EPS-C) TO MANUFACTURE INSERT PLATES AT UNDERGROUND COAL MINES OF VINACOMIN

Nguyen Dinh Hoa, Han Ngoc Duc, Vuong Minh Thu

### ABSTRACT

Currently, the insert plates for underground mines are all using heavyweight concrete, so the plates are quite heavy, making difficult to transport plates and construction underground mine. Lightweight Expanded PolyStyrene concrete (EPS-C) has been researched and applied as a covering structure, heat and sound insulation material in civil engineering. In this article, results of research on fabrication of insert plates for underground mine from EPS-C are presented. The result showed that the insert plate fabricated from EPS-C has the same failure mechanism as conventional concrete, load bearing capacity of plate reaches 72,8kN/m<sup>2</sup>. According to the obtained results, it is possible to use EPS-C for mass production insert plates for underground coal mines of TKV.

**Keywords:** Expanded PolyStyrene Concrete (EPS-C), lightweight concrete, insert plate for underground mine, flexural element.

**Ngày nhận bài:** 28/5/2022;

**Ngày gửi phản biện:** 30/5/2022;

**Ngày nhận phản biện:** 28/6/2022;

**Ngày chấp nhận đăng:** 28/7/2022.

**Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo:** Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.