

Nghiên cứu các tác động môi trường khi sử dụng xỉ thép làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp

Lê Thị Song^{1*}, Nguyễn Thị Tâm¹, Lê Tuấn Anh¹, Cao Tú Mai¹

¹ Trung tâm Thiết bị, Môi trường và An toàn lao động, Viện Vật liệu xây dựng, 235 Nguyễn Trãi, phường Thanh Xuân Trung, quận Thanh Xuân, TP. Hà Nội

TỪ KHOÁ

Tác động môi trường
Hoạt tính phóng xạ tự nhiên
Rò rỉ kim loại
Vật liệu san lấp
Vật liệu xây dựng
Thử nghiệm lắc chiết

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về các quy định, tiêu chuẩn liên quan đến vấn đề môi trường khi sử dụng xỉ thép trên thế giới và tại Việt Nam. Theo đó, các mẫu xỉ thép được xác định thành phần nguy hại, hoạt độ phóng xạ tự nhiên, và nồng độ các kim loại nặng có khả năng rò rỉ trong nước chiết trong phạm vi phòng thí nghiệm. Kết quả thử nghiệm cho thấy xỉ thép không thuộc nhóm chất thải nguy hại theo QCVN 07: 2009/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng chất thải nguy hại. Bên cạnh đó, chỉ số hoạt độ phóng xạ an toàn (I) của các mẫu xỉ thép được sử dụng trong nghiên cứu cũng hoàn toàn đáp ứng yêu cầu đề ra theo cả hai tiêu chuẩn Việt Nam “TCXDVN 397:2007- Hoạt độ phóng xạ tự nhiên của vật liệu xây dựng- Mức an toàn trong sử dụng và phương pháp thử” và tiêu chuẩn Phần Lan “STUK ST 12.2/2010 - The Radioactivity of Building materials and ash”. Mặc dù trong xỉ thép có tồn tại một lượng nhỏ các kim loại nặng nhưng nguy cơ rò rỉ các kim loại này khi sử dụng xỉ thép trong thực tế là rất thấp. Để đưa ra được kết luận toàn diện về ảnh hưởng môi trường trong quá trình sử dụng xỉ thép, cần phải thực hiện thêm các thử nghiệm môi trường trong điều kiện thực tế. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm bước đầu đã chứng minh rằng xỉ thép có tiềm năng lớn làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp với khối lượng lớn mà không có nguy hại tới môi trường xung quanh khu vực sử dụng.

KEYWORDS

Environmental impacts
Radioactivity index
Metal leaching
Steel slag
Building materials
Backfill applications

ABSTRACT

The paper presents an overview on regulations and standards related to environmental issues when using steel slag as construction materials and backfill materials. Accordingly, steel slag samples were determined hazardous compositions, natural radioactive properties, and total concentrations of potentially leachable heavy metals within the laboratory research. The results show that steel slags can be classified as non-hazardous waste in accordance with QCVN 07:2009/BTNMT – National technical regulation on hazardous waste thresholds. Furthermore, the radioactivity index of the steel slag samples used in the study also completely met the requirements specified in both Vietnamese standard named “TCXDVN 397:2007- Natural radioactivity of building materials- Safety level in use” and test methods and Finland standard named “STUK ST 12.2/2010-The Radioactivity of Building materials and ash”. Although heavy metals were found in steel slags, the low leaching ability of these metals was confirmed in practical uses. In order to give out a comprehensive conclusion on the environmental impacts of steel slag utilization, further environmental tests under actual conditions need to be performed. However, this initial results of laboratory research have demonstrated that steel slags have a great potential use as construction materials and backfill applications without the risk of environment surrounding the area of use.

1. Đặt vấn đề

Tại các quốc gia trên thế giới, xỉ thép được coi là sản phẩm phụ trong quá trình sản xuất thép. Theo báo cáo của Hiệp hội xỉ thép thế giới, tổng lượng xỉ thép phát thải ra năm 2018 là khoảng 250 triệu tấn [1]. Việc phát thải xỉ thép kéo theo các tác động xấu tới môi trường và gây tổn hao kinh phí, diện tích nhất định cho việc chôn lấp xỉ thép. Hoạt động tái sử dụng xỉ thép không những mang lại lợi ích

bảo vệ môi trường, phát triển kinh tế mà còn góp phần lớn vào sự phát triển bền vững của xã hội.

Xỉ thép đã được nghiên cứu và ứng dụng nhiều trong lĩnh vực xây dựng ở nhiều quốc gia trên thế giới. Tỷ lệ sử dụng xỉ thép tại Nhật Bản, Mỹ và Châu Âu lần lượt là 98,7 %, 84 % và 87 % [1]. Ứng dụng chủ yếu của xỉ thép tại các quốc gia này bao gồm làm phụ gia trong sản xuất xi măng, làm bờ kè, làm đường giao thông, làm vật liệu san lấp... Bên cạnh các nghiên cứu được công bố rộng rãi về các

*Liên hệ tác giả: lesong1986@gmail.com

Nhận ngày 25/08/2021, sửa xong ngày 04/11/2021, chấp nhận đăng 15/01/2022

<https://doi.org/10.54772/jomc.01.2022.254>

ứng dụng của xi thép, hiện nay các nghiên cứu đánh giá về tác động môi trường khi sử dụng xi thép làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp cũng thu hút sự quan tâm của các nhà nghiên cứu trên thế giới. Nhìn chung, các nghiên cứu về môi trường chủ yếu tập trung đến các vấn đề như hàm lượng các thành phần độc hại, đặc tính phóng xạ và khả năng rò rỉ các kim loại nặng từ xi thép ra môi trường trong quá trình sử dụng[2-4].

Tại Việt Nam, công nghệ luyện gang thép hiện nay chủ yếu sử dụng lò thổi, lò hồ quang điện và lò điện cảm ứng. Các loại xi thép phát thải ra bao gồm: xi thép lò thổi, xi thép lò hồ quang điện (bao gồm xi đen và xi trắng) và xi thép lò điện cảm ứng (hay còn gọi là xi thép lò trung tần). Theo Báo cáo của Hiệp hội Thép Việt Nam, tổng lượng xi thép phát thải hàng năm hiện nay khoảng 7 triệu tấn, dự báo đến năm 2025 sẽ là khoảng 10 triệu tấn. [5].

Trong những năm gần đây, việc sử dụng xi thép làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp trong thực tế tại Việt Nam cũng ngày càng đa dạng và phong phú. Các nghiên cứu và ứng dụng chính tập trung vào làm cốt liệu bê tông, vật liệu làm đường giao thông (base và subbase) và vật liệu san lấp[6-9]. Tuy vậy, tỷ lệ sử dụng trong thực tế còn rất ít so với lượng xi thép phát thải ra hàng năm. Nguyên nhân chủ yếu là do việc ngại rằng xi thép có chứa hàm lượng nhỏ các nguyên tố độc hại có tiềm năng gây ảnh hưởng đến môi trường và ảnh hưởng phóng xạ từ xi thép cũng chưa được làm rõ. Thực tế, việc nghiên cứu, đánh giá tác động tới môi trường khi sử dụng xi thép làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp tại Việt Nam vẫn chưa được chú trọng. Trong phạm vi tổng quan của nhóm tác giả, hiện chưa có nghiên cứu nào công bố về vấn đề này. Đây cũng là nguyên nhân chính khiến tỷ lệ tái sử dụng xi thép tại Việt Nam thấp hơn so với các quốc gia phát triển khác.

Nhằm thúc đẩy quá trình sử dụng xi thép trong thực tế để giải quyết lượng xi thép đã và đang tồn đọng tại các bãi lưu trữ và làm rõ các vấn đề môi trường có liên quan đến việc tái sử dụng xi thép trong lĩnh vực xây dựng, bài báo nghiên cứu tổng quan về những quy định có liên quan đến vấn đề môi trường khi sử dụng xi thép làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp trên thế giới và tại Việt Nam. Bên cạnh đó, kết quả thí nghiệm đánh giá tác động môi trường khi sử dụng xi thép làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp trong phòng thí nghiệm cũng được trình bày cụ thể trong các phần tiếp theo của bài báo này.

2. Nghiên cứu tổng quan về các quy định môi trường khi sử dụng xi thép làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp trên thế giới và tại Việt Nam

Nhìn chung, các nghiên cứu, quy định, tiêu chuẩn về sử dụng xi thép làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp được công bố trên thế giới đều tập trung vào ba vấn đề chính như sau:

- Xác định thành phần và hàm lượng của các chất nguy hại trong xi thép
- Đặc tính phóng xạ của xi thép

- Khả năng rò rỉ các kim loại nặng ra môi trường xung quanh khu vực sử dụng.

2.1. Xác định thành phần và hàm lượng các chất nguy hại trong xi thép

Tại hầu hết các quốc gia trên thế giới, xi thép trước khi đem đi sử dụng đều phải trải qua quá trình đánh giá, phân loại theo danh mục chất thải nguy hại được quy định trong từng quốc gia.

Theo quy định của Cục Bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (EPA), chất thải được coi là nguy hại khi có một số các tính chất như tính dễ cháy, tính ăn mòn, khả năng phản ứng mạnh và tính độc hại. Do đó, để đánh giá ảnh hưởng tới môi trường của việc sử dụng xi thép trong các ứng dụng địa kỹ thuật, các thử nghiệm môi trường cần được thực hiện. Theo EPA 2010, thử nghiệm xác định thành phần nguy hại cần được thực hiện đầu tiên để đánh giá tính chất nguy hại của xi thép. Kết quả thu được sẽ được so sánh với ngưỡng quy định đối với chất thải rắn và vật liệu san lấp được ban hành bởi EPA. Theo tài liệu này, xi thép tại Mỹ được phân loại là chất thải không nguy hại và được coi là sản phẩm phụ của quá trình luyện gang thép [10].

Bảng 1. Thành phần nguy hại có trong mẫu xi thép và ngưỡng quy định đối với chất thải rắn và vật liệu san lấp theo EPA.

Chi tiêu	Xi thép lò hồ quang điện (mg/kg)	Ngưỡng quy định đối với chất thải rắn ^a (mg/kg)	Ngưỡng quy định đối với vật liệu san lấp ^b (mg/kg)
As	< 2,0	500	20
Cd	7,4	100	3
Cr tổng	3300	500 ^c	1
Cu	260	5000	100
Pb	25,0	1500	300
Hg	< 0,1	75	1
Ni	22,0	3000	60
Zn	190	35000	200
CN ⁻	< 5,0	3500	50
a: EPA 2009b;		b:EPA 2009a;	c: Crom (VI)

Tại Indiana [11], việc sử dụng xi thép được tuân theo các quy định đặt ra trong lĩnh vực chôn lấp chất thải rắn. Theo quy định này, chất thải rắn được phân loại theo dựa theo nồng độ của các kim loại nặng tồn tại trong nước chiết. Các thử nghiệm chiết được sử dụng là TCLP – Toxicity Characteristic Leaching Procedure (môi trường axit) và EP – Neutral Leaching Method (môi trường trung tính). Tại đây, chất thải rắn được phân loại thành 4 loại từ kiểu I đến kiểu IV dựa theo nồng độ các thành phần có nguy cơ gây hại trong nước chiết. Kết quả thử nghiệm cho thấy xi thép lò thổi và lò hồ quang điện được

phân loại là kiểu III – chất thải rắn thông thường. Bởi vì thành phần hóa học của xi thép thay đổi tùy theo công nghệ và nguyên liệu từng mẻ đầu vào, việc lấy mẫu xi thép và làm các thử nghiệm TCLP được thực hiện thường xuyên để nhằm mục đích phân loại xi thép. Các chỉ tiêu và ngưỡng phân loại được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Ngưỡng nồng độ kim loại trong nước chiết để phân loại xi thép tại Indiana.

Chi tiêu	Nồng độ các chất (mg/l)			
	Kiểu IV	Kiểu III	Kiểu II	Kiểu I
As	≤0,05	≤0,5	≤1,25	≤5
Ba	≤1,9	≤10,0	≤25	100
Cd	≤0,01	≤10	≤0,25	<1
Cr	≤0,05	≤0,5	≤1,25	<5
Pb	≤0,05	≤0,5	≤1,3	<5
Hg	≤0,002	≤0,02	≤0,05	<0,2
Se	≤0,08	≤0,1	≤0,25	<1
Ag	≤0,05	≤0,5	≤1,25	<5

Tại Châu Âu [12], xi thép khi lưu trữ ở các bãi chứa phải tuân theo các yêu cầu trong Chỉ thị San lấp – Landfill Directive (1999/31/EC) để hạn chế tối đa các ảnh hưởng liên quan đến khía cạnh môi trường. Chỉ thị này quy định các yêu cầu về chất thải nguy hại, chất thải không nguy hại và chất thải rắn trơ phải được xử lý riêng biệt với nhau. Nếu kết quả phân tích nồng độ của các thành phần kim loại nặng theo các tiêu chuẩn lác chiết hiện hành của xi thép không vượt ngưỡng cho phép như trình bày trong Bảng 3 thì xi từ ngành công nghiệp luyện thép không phải là chất thải nguy hại, được coi là loại chất thải trơ thông thường và được sử dụng trong các ứng dụng phù hợp.

Tại Việt Nam, Bộ Tài nguyên Môi trường đã ban hành quy chuẩn quốc gia QCVN 07: 2009/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng chất thải nguy hại [13]. Quy chuẩn này đưa ra các quy định về ngưỡng nồng độ của các thành phần nguy hại để phân loại một chất thải công nghiệp là chất thải thông thường hay chất thải nguy hại. Trong Quy chuẩn này, một chất thải được phân định không phải là chất thải nguy hại nếu tất cả các tính chất hoặc thành phần nguy hại đều không vượt ngưỡng chất thải nguy hại được nêu ra trong quy chuẩn. Ngoài ra, theo Phụ lục C – Danh mục chất thải nguy hại được ban hành kèm theo thông tư 36/2015/TT-BTNMT, chất thải từ nhà máy luyện gang thép được xếp vào loại CTNH loại * với mã CTNH là 05 01 – Chất thải từ ngành công nghiệp luyện gang thép và mã CTNH 05 11 – Bùn thải và chất thải rắn từ quá trình tôi luyện. Do vậy, theo quy định tại Việt Nam, để đảm bảo xi thép không thuộc danh mục chất thải nguy hại, các mẫu xi thép phải được phân tích, kiểm tra các thành phần nguy hại vô cơ có thể có theo phương pháp được quy định và so sánh với ngưỡng quy định trong QCVN 07:2009/BTNMT trước khi đem xi thép đi sử dụng vào các ứng dụng phụ hợp.

Bảng 3. Ngưỡng giới hạn đối với chất thải trơ theo quy định trong Landfill Directive (1999/31/EC).

Chi tiêu	Tỷ lệ Lỏng/Rắn = 2 (theo EN 12457-1) (mg/kg)	Tỷ lệ Lỏng/Rắn = 10 (theo EN 12457-2) (mg/kg)	Nồng độ nước rửa giải theo CEN / TS 14405: 2004 C ₀ (mg/l)
As	0,1	0,5	0,06
Ba	7	20	4
Cd	0,03	0,04	0,02
Cr(tổng)	0,2	0,5	0,1
Cu	0,9	2	0,6
Hg	0,03	0,01	0,002
Mo	0,3	0,5	0,2
Ni	0,2	0,4	0,12
Pb	0,2	0,5	0,15
Sb	0,02	0,06	0,1
Se	0,06	0,1	0,04
Zn	2	4	1,2
Cl	550	800	460
F	4	10	2,5
SO ₄	560	1000	1500
Phenol index	0,47	1	0,32
DOC	240	500	160
TDS	2500	4000	-

2.2. Đặc tính phóng xạ của xi thép

Theo tài liệu [14], các nguyên tố phóng xạ tự nhiên thường tồn tại trong xi thép là ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co, ²²⁶Ra, ¹⁹²Ir, ²⁴¹Am, ¹³²Th và ⁹⁰Sr. Nếu nồng độ của các nguyên tố này tăng cao trong môi trường sẽ dẫn đến sự nhiễm độc phóng xạ đối với các công nhân và gây ảnh hưởng xấu tới môi trường xung quanh. Tương tự như các loại vật liệu khác, xi thép muốn được sử dụng làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp thì hoạt độ phóng xạ của xi thép cũng phải đạt yêu cầu theo các quy định về phóng xạ đối với vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp. Tuy nhiên, các nghiên cứu về đặc tính phóng xạ của xi gang thép hầu như vẫn còn nhiều hạn chế.

Nhóm tác giả [3] đã thực hiện nghiên cứu về hoạt độ phóng xạ tự nhiên của xi thép lò hồ quang điện được thải ra từ các nhà máy thép ở Croatia bằng phương pháp phổ kế gamma. Nhóm tác giả này đã kết luận trong xi thép lò hồ quang điện có tồn tại các thành phần phóng xạ như ⁴⁰K, ²³²Th (²²⁸Ra), ²²⁶Ra và ²³⁸U. Kết quả nghiên cứu được trình bày trong Bảng 4.

Bảng 4. Hoạt độ phóng xạ trong xi thép lò hồ quang điện tại Croatia.

Chi tiêu	Mẫu A	Mẫu B	Mẫu C
⁴⁰ K (Bq/kg)	36,9 ± 4,8	15,3 ± 6,1	25,7 ± 5,6
²²⁶ Ra (Bq/kg)	17,1 ± 1,9	17,7 ± 2,1	14,6 ± 2,3
²³² Th (²²⁸ Ra) (Bq/kg)	9,8 ± 1,4	6,7 ± 1,9	13,1 ± 2,2
²³⁸ U (Bq/kg)	17,3 ± 3,8	15,6 ± 4,3	14,6 ± 3,9

Nhóm tác giả Abdelazem [15] cũng đã thực hiện nghiên cứu về hoạt độ phóng xạ tự nhiên đối với các mẫu xi gang thép tại khu vực Khartoum, Sudan. Kết quả cho thấy trong hầu hết các mẫu xi và các mẫu đất được lấy quanh khu vực chứa xi đều xuất hiện các đồng vị phóng xạ như ⁴⁰K, ²³²Th, ²²⁶Ra, ¹³⁷Cs. Kết quả cụ thể được nêu trong Bảng 5.

Bảng 5. Kết quả đo phóng xạ các mẫu xi gang thép tại khu vực Khartoum, Sudan.

Chi tiêu	Mẫu xi thép	Mẫu đất tại khu vực chứa xi
⁴⁰ K (Bq/kg)	321 ± 3	185 ± 3
²²⁶ Ra (Bq/kg)	15,2 ± 4	12,6 ± 7
²³² Th (²²⁸ Ra) (Bq/kg)	20,6 ± 5	12,0 ± 5
¹³⁷ Cs (Bq/kg)	3,33 ± 7	-

Hiện nay, chưa có tiêu chuẩn, quy định đưa ra mức yêu cầu riêng để đánh giá đặc tính phóng xạ của xi thép làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp. Do vậy, việc đánh giá ảnh hưởng phóng xạ khi sử dụng xi thép được thực hiện theo các quy định, tiêu chuẩn đánh giá hoạt độ phóng xạ đối với nhóm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp nói chung.

Tương tự như xi thép, tất cả các vật liệu xây dựng cũng có chứa một lượng hạt nhân phóng xạ tự nhiên vì những nguyên liệu để sản xuất vật liệu xây dựng (như đất, đá tự nhiên...) đều chứa chủ yếu là các hạt nhân phóng xạ tự nhiên của uranium (U-238) và dây thorium (Th-232) và đồng vị phóng xạ của kali (K-40). Bên trong chuỗi uranium, phân đoạn chuỗi phân rã bắt đầu từ radium (Ra-226) là quan trọng nhất về mặt phóng xạ, do đó trong các tài liệu thường xem xét radium thay vì uranium. Để so sánh mức phóng xạ của các mẫu vật liệu khác nhau, cần sử dụng một chỉ số chung phản ánh được các hoạt tính phóng xạ tổng hợp của chúng. Chỉ số chung này gọi là “Chỉ số hoạt độ phóng xạ I” của vật liệu.

Tại Châu Âu, chỉ số I đối với các loại vật liệu sử dụng với khối lượng lớn sẽ không quá 1 và vật liệu sử dụng với khối lượng nhỏ không quá 6.

Tiêu chuẩn Nga GOST-30108 “Building materials and elements. Determination of specific activity of natural radioactive nuclei” quy định phương pháp xác định hoạt tính phóng xạ của VLXD và lĩnh vực sử dụng tùy theo mức độ phóng xạ của chúng [17]. Phạm vi sử dụng các

loại VLXD quy định trong tiêu chuẩn này được trình bày tại Bảng 7. Theo đó, hoạt tính phóng xạ của VLXD được tính theo công thức:

$$A_{eff} = A_{Ra} + 1,3A_{Th} + 0,085A_K$$

trong đó: A_{eff} là hoạt độ phóng xạ tương đương, Bq/kg.

A_{Ra} , A_{Th} , A_K hoạt độ phóng xạ riêng tự nhiên của Radi, Thori, Kali (Bq/kg).

Bảng 6. Chỉ số hoạt độ phóng xạ và ngưỡng các nguyên tố phóng xạ trong vật liệu sử dụng làm đường giao thông tại các nước Châu Âu[16].

Tên quốc gia	Chỉ số hoạt độ phóng xạ (Bq/kg)	Ngưỡng giới hạn cho phép	Ngưỡng hoạt độ phóng xạ tự nhiên cho phép (Bq/kg)
Germany	—	—	$C_{Ra} = 200$
Finland	$I = \frac{C_{Ra}}{700} + \frac{C_{Th}}{500} + \frac{C_K}{8000} + \frac{C_{Cs}}{5000}$	$I < 1$	—
Latvia	$I = \frac{C_{Ra}}{300} + \frac{C_{Th}}{200}$	$I < 1$	$C_K < 2500$
Lithuania	$I = \frac{C_{Ra}}{700} + \frac{C_{Th}}{500} + \frac{C_K}{8000}$	$I < 1$	—
Norway	$I = \frac{C_{Ra}}{300} + \frac{C_{Th}}{200} + \frac{C_K}{3000}$	$I < 1$	$C_{Ra} < 200$
Poland	$I = 0,0027C_{Ra} + 0,0043C_{Th} + 0,00027C_K$	$I < 1$	$C_{Ra} < 185$
Luxembourg	—	—	$C_{Ra} < 350$ $C_K < 5000$ $C_{Th} < 250$
Croatia	$I = \frac{C_{Ra}}{300} + \frac{C_{Th}}{200} + \frac{C_K}{3000}$	$I < 1$	$C_{Ra} < 200$ $C_K < 300$ $C_{Th} < 200$

Bảng 7. Phân loại vật liệu theo mức hoạt tính phóng xạ trong tiêu chuẩn GOST 30108.

Hoạt độ phóng xạ tương đương (A_{eff})Bq/kg	Phân loại vật liệu	Lĩnh vực sử dụng
Đến 370	I	Được sử dụng cho tất cả các lĩnh vực
Từ 370 đến 740	II	Xây dựng đường trong những bến đỗ, khu dân cư và công trình xây dựng công nghiệp
Từ 740 đến 2800	III	Làm đường giao thông ngoài khu dân cư
Lớn hơn 2800	IV	Sử dụng vật liệu này phải được cho phép của chính quyền

Tại Phần Lan, đặc tính phóng xạ của vật liệu xây dựng được đánh giá theo tiêu chuẩn STUK ST 12.2/2010 – The Radioactivity of Building materials and ash [18]. Chỉ số hoạt độ phóng xạ và mức yêu cầu đối với tất cả các loại vật liệu xây dựng được xác định theo phương pháp phổ kế gamma-γ. Yêu cầu về giá trị I cho từng loại ứng dụng cụ thể trong tiêu chuẩn này được quy định như Bảng 8. Theo đánh giá của nhóm tác giả, trong số các quy định đã được ban hành về phóng xạ của vật liệu xây dựng, tiêu chuẩn Phần Lan STUK ST 12.2/2010 được đánh giá là toàn diện về mặt phóng xạ của vật liệu xây dựng.

Tại Việt Nam, nghiên cứu được công bố liên quan đến đặc tính phóng xạ của xi thép còn rất hạn chế. Mặc dù tiêu chuẩn TCXDVN 397:2007 – "Hoạt độ phóng xạ tự nhiên của vật liệu xây dựng- Mức an toàn trong sử dụng và phương pháp thử" đã được Bộ Xây dựng ban hành theo Quyết định số 24/2007/QĐ-BXD ngày 07 tháng 6 năm 2007, tuy nhiên, tiêu chuẩn này đang chờ chuyển đổi thành TCVN theo Điều 7 Nghị định 127/2007/NĐ-CP Hướng dẫn Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật [19]. Trong tiêu chuẩn này, đối với vật liệu xây dựng sử dụng cho mục đích san lấp nền nhà và gần nền nhà thì cần đáp ứng các chỉ số $I_1 \leq 1$; đối với vật liệu san lấp, vật liệu làm công trình giao thông (nơi sử dụng ngoài nhà) thì cần đáp ứng chỉ số $I_2 \leq 1$. Theo quy định, xi thép trước khi được sử dụng làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp cần được kiểm tra phóng xạ và phải đáp ứng các yêu cầu đề ra trong TCXDVN 397:2007 hoặc trong các tiêu chuẩn quốc tế phù hợp đã được ban hành.

2.3. Khả năng rò rỉ kim loại nặng ra môi trường

Tuy các nghiên cứu, quy định đều chỉ ra rằng xi thép không phải là chất thải nguy hại, an toàn về mặt phóng xạ và có đặc tính cơ học rất phù hợp để làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp nhưng nguyên nhân chính để xi thép vẫn không được sử dụng với khối lượng lớn trong thực tế là vì nguy cơ tiềm ẩn khả năng rò rỉ các thành phần kim loại nặng có tồn tại trong xi ra môi trường nước mặt và nước ngầm xung quanh khu vực có sử dụng xi. Ngoài ra, điều kiện pH của môi trường cũng bị ảnh hưởng bởi pH của loại xi được sử dụng. Việc thử nghiệm, đánh giá khả năng rò rỉ kim loại nặng từ xi thép ra ngoài môi trường trong quá trình sử dụng để đưa ra các biện pháp kiểm soát phù hợp là hoàn toàn cần thiết.

Tại Nhật Bản, xi gang thép muốn được sử dụng làm vật liệu xây dựng, làm đường giao thông hay làm vật liệu san lấp thì phải kiểm tra các chỉ tiêu về môi trường trước khi đem đi sử dụng [20-22]. Cụ thể, tiêu chuẩn JIS A 5015:2018 – “Iron and steel slag for road construction” đưa ra các chỉ tiêu môi trường và ngưỡng giới hạn cho phép khi sử dụng xi thép làm vật liệu làm đường giao thông; tiêu chuẩn “JIS A 5011-4:2018 – Slag aggregate for concrete – Part 4: Electric arc furnace oxidizing slag aggregate” quy định các chỉ tiêu môi trường và ngưỡng giới hạn cho phép khi sử dụng xi thép làm cốt liệu bê tông.

Bảng 8. Mức yêu cầu và phạm vi áp dụng theo tiêu chuẩn STUK ST 12.2/2010.

STT	Lĩnh vực áp dụng	Mức yêu cầu STUK ST 12.2/2010	Phạm vi áp dụng
1	Vật liệu sử dụng trong công trình xây dựng, I_1 $I_1 = \frac{C_{Th}}{200} + \frac{C_{Ra}}{300} + \frac{C_K}{3000}$	Điều 3.1 $I_1 \leq 1$	Vật liệu phù hợp để sử dụng làm vật liệu xây dựng không bị hạn chế về phạm vi áp dụng
		Điều 3.1 $I_1 \leq 6$	Vật liệu sử dụng hạn chế phù hợp để làm vật liệu bề mặt và những vật liệu thứ cấp trong công trình xây dựng (ví dụ như gạch, đá lát mỏng)
2	Vật liệu sử dụng làm đường giao thông và công trình ngoài nhà, I_2 $I_2 = \frac{C_{Th}}{500} + \frac{C_{Ra}}{700} + \frac{C_K}{8000} + \frac{C_{Cs}}{2000}$	Điều 3.2 $I_2 \leq 1$	Vật liệu phù hợp để sử dụng làm đường giao thông và công trình ngoài nhà không bị hạn chế về phạm vi áp dụng
		Điều 3.2 $I_2 \leq 1,5$	Vật liệu sử dụng hạn chế ví dụ như vật liệu ốp hoặc lát công trình ngoài nhà
3	Vật liệu sử dụng để đắp, san lấp hoặc làm cảnh quan, I_3 $I_3 = \frac{C_{Th}}{1500} + \frac{C_{Ra}}{2000} + \frac{C_K}{20000} + \frac{C_{Cs}}{5000}$	Điều 3.3 $I_3 \leq 1$	Vật liệu phù hợp để đắp, san lấp và làm cảnh quan mà không bị hạn chế về phạm vi áp dụng
4	Xử lý xi, I_4 $I_4 = \frac{C_{Th}}{3000} + \frac{C_{Ra}}{4000} + \frac{C_K}{50000} + \frac{C_{Cs}}{10000}$	Điều 3.4 $I_4 \leq 1$	Xử lý xi theo quy định về xử lý chất thải công nghiệp hoặc xử lý trong những bãi chôn lấp được kiểm soát
		Điều 3.4 $I_4 > 1$	Công nhân xử lý cần được bảo vệ và qui trình xử lý tuân thủ quy định an toàn bức xạ

Ghi chú: C_{Th} , C_{Ra} , C_K , C_{Cs} là hoạt độ phóng xạ riêng của ^{232}Th ; ^{226}Ra ; ^{40}K ; ^{137}Cs trong mẫu thử.

Bảng 9. Mức yêu cầu về hoạt độ phóng xạ an toàn của vật liệu xây dựng theo TCXDVN 397:2007.

STT	Đối tượng áp dụng	Công thức tính chỉ số hoạt độ phóng xạ an toàn (I ₁ , I ₂ , I ₃)	Giá trị chỉ số hoạt độ phóng xạ an toàn (I ₁ , I ₂ , I ₃)
1	Dùng xây nhà		
1.1	Sản phẩm vật liệu xây dựng sử dụng khối lượng lớn dùng xây nhà	$I_1 = \frac{C_{Ra}}{300} + \frac{C_{Th}}{200} + \frac{C_K}{3000}$	I ₁ ≤ 1
1.2	Vật liệu san lấp nền nhà và gấn nền nhà		I ₁ ≤ 6
1.3	Vật liệu sử dụng xây nhà với bề mặt hay khối lượng hạn chế (ví dụ tường mỏng hay lát sàn, ốp tường)		
2	Xây dựng công trình ngoài nhà		
2.1	Vật liệu sử dụng khối lượng lớn trong xây dựng công trình giao thông, thủy lợi...	$I_2 = \frac{C_{Ra}}{700} + \frac{C_{Th}}{500} + \frac{C_K}{8000}$	I ₁ ≤ 6
2.2	Khi được sử dụng như vật liệu ốp, lát công trình		I ₂ ≤ 1,5
3	Dùng cho san lấp		
3.1	Vật liệu dùng cho san lấp (không thuộc mục 1.2)	$I_3 = \frac{C_{Ra}}{2000} + \frac{C_{Th}}{1500} + \frac{C_K}{20000}$	I ₃ ≤ 1
3.2	Vật liệu không dùng cho san lấp, cần được tồn chứa		I ₃ > 1

Chú thích: C_{Ra}, C_{Th}, C_K là các hoạt độ phóng xạ riêng của các hạt nhân tương ứng Radi-226, Thori-232 và Kali-40 của vật liệu xây dựng.

2.4. Khả năng rò rỉ kim loại nặng ra môi trường

Tuy các nghiên cứu, quy định đều chỉ ra rằng xi thép không phải là chất thải nguy hại, an toàn về mặt phóng xạ và có đặc tính cơ học rất phù hợp để làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp nhưng nguyên nhân chính để xi thép vẫn không được sử dụng với khối lượng lớn trong thực tế là vì nguy cơ tiềm ẩn khả năng rò rỉ các thành phần kim loại nặng có tồn tại trong xi ra môi trường nước mặt và nước ngầm xung quanh khu vực có sử dụng xi. Ngoài ra, điều kiện pH của môi trường cũng bị ảnh hưởng bởi pH của loại xi được sử dụng. Việc thử nghiệm, đánh giá khả năng rò rỉ kim loại nặng từ xi thép ra ngoài môi trường trong quá trình sử dụng để đưa ra các biện pháp kiểm soát phù hợp là hoàn toàn cần thiết.

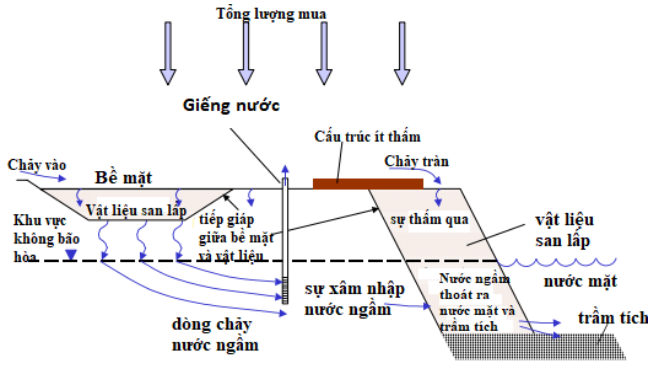
Tại Nhật Bản, xi gang thép muốn được sử dụng làm vật liệu xây dựng, làm đường giao thông hay làm vật liệu san lấp thì phải kiểm tra các chỉ tiêu về môi trường trước khi đem đi sử dụng [20-22]. Cụ thể, tiêu chuẩn JIS A 5015:2018 – “Iron and steel slag for road construction” đưa ra các chỉ tiêu môi trường và ngưỡng giới hạn cho phép khi sử dụng xi thép làm vật liệu làm đường giao thông; tiêu chuẩn “JIS A 5011-4:2018 – Slag aggregate for concrete – Part 4: Electric arc furnace oxidizing slag aggregate” quy định các chỉ tiêu môi trường và ngưỡng giới hạn cho phép khi sử dụng xi thép làm cốt liệu bê tông.

Tại Mỹ, Ủy ban Kiểm soát Ô nhiễm và Sinh thái tại Bang Arkansas đã đưa ra quy định phải kiểm soát các tiềm năng ảnh hưởng tới nước mặt và nước ngầm của bãi chôn lấp chất thải công nghiệp không nguy hại bằng các thử nghiệm khả năng rò rỉ các kim loại trong phòng thí nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM D 3987-85 – Standard Practice for Shake Extraction of Solid Waste with Water (Phương pháp lắc chiết chất thải rắn với nước) [11, 23]. Kết quả thử nghiệm sau đó

được so sánh đối chiếu với các quy định về chất lượng nước mặt và nước ngầm tương ứng áp dụng cho từng khu vực cụ thể.

Bảng 10. Ngưỡng quy định hàm lượng kim loại nặng trong xi gang thép khi sử dụng làm vật liệu xây dựng đường giao thông, vật liệu san lấp tại Nhật Bản.

S T T	Chi tiêu cần phân tích	Xi thép làm đường giao thông JIS A 5015:2018		Xi thép lò hồ quang điện làm cốt liệu bê tông JIS A 5011-4:2018	
		Ngưỡng yêu cầu về nồng độ ngấm chiết (mg/l)	Ngưỡng yêu cầu về hàm lượng chiết ra (mg/kg)	Ngưỡng yêu cầu về rửa giải (mg/l)	Ngưỡng yêu cầu về hàm lượng chiết ra (mg/kg)
1	Cadmium (Cd)	0,01	150	0,01	150
2	Chì (Pb)	0,01	150	0,01	150
3	Boron (Bo)	1	4000	0,05	250
4	Asen (As)	0,01	150	0,01	150
5	Thủy ngân (Hg)	0,0005	15	0,0005	15
6	Selen (Se)	0,01	150	0,01	150
7	Flo (F)	1,00	4000	0,8	4000
8	Cr (VI)	0,05	250	1	4000



Hình 1. Mô phỏng quá trình ảnh hưởng tới nước mặt và nước ngầm tại bãi san lấp sử dụng xi thép trong thực tế [11].

Bộ Luật Hành chính Illinois Điều 35 Phần 817 cũng đưa ra các yêu cầu cụ thể đối với các bãi chôn lấp chất thải phát sinh từ ngành công nghiệp luyện thép [11]. Trong đó, Mục 817.103 nêu rõ rằng đối với xi thép đem đi chôn lấp hoặc tái sử dụng cần được thí nghiệm theo ASTM D 3987-85 để xác định các thành phần có khả năng rò rỉ ra ngoài môi trường và nồng độ của chúng. Kết quả thử nghiệm chiết cũng được so sánh với các quy định hiện hành về chất lượng nước mặt và nước ngầm để đưa ra kết luận về sự phù hợp khi sử dụng xi thép mà không ảnh hưởng tới môi trường.

Vụ quản lý chất thải của Sở Y tế phía bắc bang Dakota (Department of Health Division of Waste Management) đã ban hành Hướng dẫn 11 – Sử dụng tro xỉ để ổn định đất, làm vật liệu san lấp hoặc các ứng dụng địa kỹ thuật khác năm 2002 [11]. Hướng dẫn đã đưa ra các thông tin cần nhấn mạnh trong các đề xuất tái sử dụng tro xỉ hiệu quả. Ngoài các thông tin yêu cầu về nguồn gốc, số lượng, chất lượng... của tro xỉ, Hướng dẫn còn chỉ rõ sự cần thiết phải thực hiện các thử nghiệm phân tích nước rỉ rác của tro xỉ và mô phỏng trong phòng thí nghiệm các đặc tính môi trường đối với các ứng dụng có sử dụng tro xỉ với khối lượng lớn như làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp. Theo tài liệu này, thử nghiệm đánh giá tác động môi trường được thực hiện bằng một trong hai phương pháp: Phương pháp EPA SPLP – Quy trình lọc kết tủa tổng hợp hoặc ASTM D 3987.

Tại Việt Nam, việc nghiên cứu thử nghiệm đánh giá khả năng rò rỉ kim loại nặng trong xi thép ra môi trường xung quanh khu vực sử dụng chưa được chú trọng. Hiện tại chưa có nghiên cứu nào công bố về khả năng rò rỉ của kim loại nặng khi sử dụng làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp. Tuy nhiên, trong “Chỉ dẫn kỹ thuật xi gang và xi thép sử dụng làm vật liệu xây dựng” được ban hành theo Quyết định số 430/QĐ-BXD có đề cập đến vấn đề môi trường, trong đó có đề ra quy định cần kiểm soát các chỉ tiêu về phát thải chất độc hại trong các ứng dụng cụ thể như Bảng 11 [24].

Nhìn chung, để thúc đẩy quá trình sử dụng xi thép làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp trong thực tế, cần có thêm nhiều nghiên cứu, đánh giá toàn diện về khả năng rò rỉ các kim loại nặng trong quá trình sử dụng. Đây cũng là cơ sở để các cơ quan quản lý nhà nước có căn cứ để xây dựng các tiêu chuẩn quy định ngưỡng giới hạn cho phép cũng

như các tiêu chuẩn về phương pháp xác định các chỉ tiêu này để đảm bảo việc sử dụng xi thép không có ảnh hưởng xấu tới môi trường xung quanh khu vực sử dụng.

Bảng 11. Quy định về kiểm soát môi trường khi sử dụng xi thép tại Việt Nam theo Quyết định số 430/QĐ-BXD.

Loại xi	Ứng dụng	Chỉ tiêu cần kiểm tra	Tiêu chuẩn áp dụng
Xi lò cao làm nguội chậm	Làm cốt liệu bê tông	Phát thải chất độc hại	JIS A 5011-1 ASTM C33
	Vật liệu cho đường giao thông	Phát thải chất độc hại	JIS A 5015
Xi hạt lò cao	Làm cốt liệu cho bê tông	Phát thải chất độc hại	JIS A 5011-1
Xi thép	Vật liệu cho đường giao thông	Phát thải chất độc hại	JIS A 5015
	Vật liệu cho đắp nền, chèn kết cấu	Chỉ số pH của nước chiết Phát thải chất độc hại	Không đề cập đến tiêu chuẩn áp dụng

3. Nghiên cứu, thử nghiệm, đánh giá tác động môi trường trong phòng thí nghiệm khi sử dụng xi thép làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp tại Việt Nam

3.1. Vật liệu và phương pháp thí nghiệm

3.1.1 Vật liệu thí nghiệm

Như đã trình bày trong phần trước, công nghệ luyện gang thép tại Việt Nam hiện nay bao gồm lò thổi, lò hồ quang điện và lò điện cảm ứng. Do vậy, nhóm tác giả đã thực hiện các thử nghiệm sử dụng 03 loại xi đại diện cho từng loại công nghệ đó là xi lò thổi (lấy từ nhà máy Thép Hòa Phát Dung Quất), xi lò hồ quang điện (lấy từ nhà máy thép Vina Kyoei) và xi lò điện cảm ứng (xi lò trung tần – lấy từ nhà máy Thép Việt Nhật). Các mẫu xi được lấy tại nhà máy tuân theo quy định về lấy mẫu chất thải rắn được ban hành tại Mục 3.3 về Nguyên tắc lấy mẫu, phân tích, phân định và phân loại chất thải nguy hại – QCVN 07:2009/BTNMT. Các mẫu xi sau đó được gia công, xử lý nghiền mịn trước khi được đem đi thử nghiệm.

3.1.2 Phương pháp thí nghiệm

Tính chất và thành phần huy hại của các mẫu xi thép được lựa chọn theo quy định tại Mục 3.4 – Nguyên tắc lựa chọn các tính chất và thành phần nguy hại để phân tích trong QCVN 07:2009/BTNMT.

Phương pháp phân tích các thành phần nguy hại được thực hiện theo quy định tại Mục 4 – Phương pháp xác định trong QCVN 07:2009/BTNMT.

Phương pháp xác định hoạt độ phóng xạ của các mẫu xi thép được thực hiện như quy định trong tiêu chuẩn Phần Lan STUK ST 12.2/2010 và TCXDVN 397:2007.

Phương pháp thử nghiệm đánh giá khả năng rò rỉ kim loại nặng từ xi thép ra môi trường khi sử dụng xi thép làm vật liệu san lấp được thực hiện theo tiêu chuẩn ASTM D 3987-85.

3.2. Kết quả và thảo luận

3.2.1 Xác định thành phần và hàm lượng chất nguy hại có trong xi thép

Theo quy định tại Mục 2.1.2. trong QCVN07:2009/BTNMT – Quy chuẩn quốc gia về ngưỡng chất thải nguy hại, một chất thải có ký hiệu * trong danh mục CTNH được phân định không phải là CTNH nếu tất cả các tính chất hoặc thành phần nguy hại đều không vượt ngưỡng CTNH, cụ thể như sau:

a) Độ kiềm hoặc độ axit không tương đương với các mức giá trị quy định tại Bảng 1 – QCVN 07:2009/BTNMT;

b) Tất cả các thành phần nguy hại đều có giá trị nhỏ hơn một trong hai ngưỡng hàm lượng tuyệt đối (Htc) hoặc ngưỡng nồng độ ngậm chiết (Ctc) quy định tại điểm 2.1.5 trong Quy chuẩn.

Kết quả phân tích thành phần nguy hại của các mẫu xi thép sử dụng trong nghiên cứu này được trình bày tại Bảng 12. Kết quả cho thấy các chỉ tiêu về hàm lượng chất nguy hại có trong các mẫu xi thép đều nhỏ hơn ngưỡng yêu cầu đề ra theo QCVN 07:2009/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng chất thải nguy hại. Từ kết quả này có thể kết luận rằng các mẫu xi thép được thử nghiệm hoàn toàn không phải là chất thải nguy hại mà là chất thải rắn thông thường và có thể được sử dụng như một số loại phế thải công nghiệp thông thường khác trong các ứng dụng phù hợp.

3.2.2 Xác định hoạt độ phóng xạ tự nhiên có trong xi thép

Trên cơ sở hoạt độ phóng xạ đo được từ các mẫu xi thép, nhóm tác giả đã thực hiện đánh giá chỉ tiêu an toàn phóng xạ của các mẫu xi thép này theo tiêu chuẩn Phần Lan STUK ST 12.2/2010 và TCXDVN 397:2007. Kết quả tại Bảng 13 cho thấy chỉ số hoạt độ phóng xạ I của các mẫu xi thép được thử nghiệm đều nhỏ hơn 1. Kết quả này đáp ứng yêu cầu đề ra theo hai tiêu chuẩn đã nêu. Từ kết quả này có thể kết luận rằng các mẫu xi thép được thử nghiệm hoàn toàn có thể được sử dụng với khối lượng lớn làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp mà không có ảnh hưởng phóng xạ tới môi trường xung quanh khu vực sử dụng.

3.3. Xác định khả năng rò rỉ kim loại nặng ra môi trường

Do hiện tại Việt Nam chưa ban hành tiêu chuẩn liên quan đến vấn đề xác định khả năng rò rỉ kim loại nặng từ xi thép ra ngoài môi

trường trong quá trình lưu trữ và sử dụng. Do vậy, nhóm tác giả đã sử dụng các tiêu chuẩn quốc tế đã ban hành để thực hiện nghiên cứu, đánh giá khả năng rò rỉ các kim loại nặng từ xi thép ra môi trường trong từng ứng dụng cụ thể.

Để đánh giá khả năng rò rỉ kim loại nặng ra môi trường khi sử dụng xi thép làm nền, móng đường giao thông, các mẫu xi thép đã được thực hiện các thử nghiệm xác định các chỉ tiêu môi trường được quy định trong tiêu chuẩn JIS A 5015:2018 – Iron and steel slag for road construction. Kết quả được trình bày trong Bảng 14. Từ kết quả phân tích theo JIS A 5015:2018 của các mẫu xi thép thấy các chỉ tiêu được phân tích đều nằm trong ngưỡng cho phép theo quy định về môi trường khi sử dụng xi thép làm đường giao thông tại Nhật Bản. Từ đây có thể kết luận việc sử dụng xi thép làm đường giao thông không có ảnh hưởng xấu tới môi trường trong quá trình sử dụng.

Bảng 12. Kết quả phân tích thành phần nguy hại của xi thép theo QCVN 07:2009/BTNMT.

Chỉ tiêu	Ngưỡng hàm lượng tuyệt đối cơ sở theo QCVN 07:2009/BTNMT	Đơn vị	Xi lò thổi (Thép Hòa Phát Dung Quất)	Xi lò hồ quang điện (Thép Vina Kyoei)	Xi lò điện cảm ứng (Thép Việt Nhật)
Sb	20	ppm	< 0,05	0,83	0,34
As	40	ppm	< 0,05	< 0,5	< 0,5
Ba	2000	ppm	< 0,05	2,09	0,19
Ag	100	ppm	< 0,05	< 0,5	< 0,5
Be	2	ppm	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Cd	10	ppm	< 0,05	< 0,5	< 0,5
Pb	300	ppm	< 0,05	< 0,5	< 0,5
Co	1600	ppm	< 0,05	< 0,5	< 0,5
Zn	5000	ppm	< 0,05	< 0,5	< 0,5
Mo	7000	ppm	0,096	< 0,5	< 0,5
Ni	1400	ppm	< 0,05	< 1,0	< 1,0
Se	20	ppm	< 0,05	< 0,5	< 0,5
Ta	140	ppm	< 0,05	< 1,0	< 1,0
Hg	4	ppm	< 0,05	< 0,02	< 0,02
Cr (VI)	100	ppm	< 0,05	< 2,0	< 2,0
Va	500	ppm	12,54	< 0,5	< 0,5
Flo	3600	ppm	77	< 0,002	< 0,002
Tổng CN	590	ppm	2,59	< 0,1	< 0,1
pH	2~12,5	-	12,39	11,3	10,6

Bảng 13. Kết quả đo phóng xạ của mẫu xi thép tại Việt Nam.

Loại mẫu	Hoạt độ phóng xạ (Bq/kg)				Tiêu chuẩn đánh giá – Mức quy định						
					Tiêu chuẩn STUK ST 12.2/2010				Tiêu chuẩn TCXDVN 397:2007		
	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	Dùng trong công trình xây dựng, I ₁ ≤ 1	Xây dựng ngoài nhà, công trình giao thông, I ₂ ≤ 1	Vật liệu đắp nền, vật liệu san lấp, I ₃ ≤ 1	Xử lý tro, I ₄ ≤ 1	Dùng xây nhà, san lấp nền nhà và gần nền nhà, I ₁ ≤ 1	Dùng xây dựng công trình ngoài nhà, I ₂ ≤ 6	Dùng cho san lấp ngoài nhà, I ₃ ≤ 1
M1	18,9	18,2	0	0	0,15	0,06	0,02	0,01	0,15	0,06	0,02
M2	20,9	10,7	32,8	0	0,13	0,06	0,02	0,01	0,13	0,06	0,02
M3	30	5,3	0	0	0,13	0,05	0,02	0,01	0,13	0,05	0,02

M1: Xi thép Vina Kyoei (xi đen lò hồ quang điện)
M2: Xi thép Hòa Phát Dung Quất (xi lò M3: Xi thép Việt Nhật (xi lò điện cảm ứng)

Bảng 14. Các chỉ tiêu môi trường khi sử dụng xi thép làm đường giao thông.

STT	Kim loại nặng	ĐVT	Kết quả hàm lượng nước chiết (Leaching concentration), mg/l				Kết quả hàm lượng chiết tách được (Extractable content), mg/kg			
			Xi lò thổi	Xi lò trung tần	Xi lò hồ quang điện	Quy định kỹ thuật theo JIS A 5015	Xi lò thổi	Xi lò trung tần	Xi lò hồ quang điện	Quy định kỹ thuật theo JIS A 5015
1	Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01	<0,05	0,38	0,23	150
2	Chì (Pb)	mg/l	<0,0001	0,0002	0,0003	0,001	1,30	37,99	1,44	150
3	Asen (As)	mg/l	0,0008	0,0030	0,0028	0,001	2,08	2,21	1,88	150
4	Thủy ngân (Hg)	mg/l	0,0003	0,0003	0,0005	0,0005	0,55	0,06	0,15	15
5	Selen (Se)	mg/l	0,0042	0,0007	0,0020	0,01	0,12	<0,05	0,37	150
6	Boron(Bo)	mg/l	0,1131	0,8116	0,7055	1	89,62	157,46	272,22	4000
7	Flo(F)	mg/l	0,24	0,54	0,22	0,8	436,67	213,33	256,67	4000
8	Cr (VI)	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	250

Để đánh giá khả năng rò rỉ kim loại nặng ra môi trường khi sử dụng làm vật liệu san lấp, nhóm tác giả đã thực hiện thử nghiệm lắc chiết các mẫu xi thép trong phòng thí nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM D 3987-85. Như đã nêu trên, ASTM D 3987-85 là phương pháp lắc chiết với nước, được sử dụng để thu được dịch chiết từ chất thải rắn một cách nhanh chóng. Kết quả này hoàn toàn có thể được sử dụng để ước tính việc thôi nhiễm các thành phần nguy hại ra môi trường dựa trên điều kiện phòng thí nghiệm được quy định theo EPA.

Kết quả phân tích các chỉ tiêu kim loại trong mẫu xi thép theo ASTM D 3987-85 tại Bảng 15 cho thấy ngoại trừ các chỉ tiêu vượt ngưỡng là pH, các chỉ tiêu còn lại đều nằm dưới ngưỡng quy định bởi QCVN 40:2011/BTNMT – Quy chuẩn quốc gia về nước thải công nghiệp - Cột B: Các thông số ô nhiễm trong nước thải công nghiệp khi

xả vào nguồn nước không dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt [24]. Chỉ tiêu pH trong nước chiết cao được giải thích do pH của xi thép thường nằm trong khoảng 10–12, cao hơn các loại vật liệu thông thường. Tuy nhiên, các nghiên cứu đã công bố trên thế giới đều chỉ ra rằng chỉ tiêu pH sẽ giảm dần theo thời gian sử dụng và chỉ tiêu này cần được kiểm soát chặt chẽ. Ngoài ra, đối với xi thép lò hồ quang điện và xi thép lò điện cảm ứng, các chỉ tiêu được phát hiện là flo và clorua; đối với xi thép lò thổi Hòa Phát Dung Quất, ngoài chỉ tiêu vượt ngưỡng là pH và TSS, các kim loại nặng được phát hiện bao gồm flo, sắt và niken. Các chỉ tiêu này tuy thấp hơn so với ngưỡng quy định trong QCVN 40:2011/BTNMT nhưng đây là các chỉ tiêu cần được lưu ý khi sử dụng loại xi này với khối lượng lớn trong thực tế.

Bảng 15. Kết quả phân tích đánh giá khả năng rò rỉ kim loại nặng ra môi trường khi sử dụng xi thép làm vật liệu san lấp.

TT	Chi tiêu phân tích	Đơn vị	Mức yêu cầu theo QCVN 40:2011/BTNMT (Cột B)	Kết quả		
				Xi lò hồ quang điện (thép Việt Ý)	Xi lò thổi (thép Hòa Phát)	Xi lò điện cảm ứng (thép Việt Nhật)
1	pH	-	5,5 đến 9	11,2	12,2	11,2
2	TSS	mg/l	100	19	125	18
3	Clorua	mg/l	1000	0,36	0,63	0,43
4	Florua	mg/l	100	0,09	0,73	0,47
5	Mn	mg/l	1	< 0,5	< 0,5	< 0,5
6	Fe	mg/l	5	< 0,01	0,1	< 0,01
7	Cu	mg/l	2	< 0,01	< 0,01	< 0,01
8	Cr (VI)	mg/l	0,1	< 0,05	< 0,05	< 0,05
9	Zn	mg/l	3	< 0,005	< 0,01	< 0,005
10	Ni	mg/l	0,5	< 0,001	0,002	< 0,001
11	As	mg/l	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001
12	Cd	mg/l	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001
13	Pb	mg/l	0,5	< 0,001	< 0,001	< 0,001
14	Hg	mg/l	0,01	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
15	CN ⁻	mg/l	0,1	< 0,002	< 0,01	< 0,002

Nhìn chung, từ kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, có thể kết luận rằng xi có thể được dùng làm vật liệu san lấp xây dựng, vật liệu san lấp với khối lượng lớn mà không tiềm ẩn các nguy cơ làm ảnh hưởng xấu tới môi trường xung quanh tại khu vực sử dụng. Tuy nhiên, để đưa ra được kết luận toàn diện nhất về ảnh hưởng tới môi trường trong quá trình sử dụng xi thép, việc thực hiện thêm các nghiên cứu đánh giá thử nghiệm trong thực tế là hoàn toàn cần thiết.

4. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu tổng quan, thử nghiệm và đánh giá tác động môi trường trong phòng thí nghiệm, nhóm tác giả đưa ra một số kết luận như sau:

- Xi thép không phải là chất thải nguy hại mà là chất thải rắn thông thường và hoàn toàn có thể được tái sử dụng trong các ứng dụng phù hợp.
- Về mặt phóng xạ, xi thép hoàn toàn đáp ứng được các yêu cầu về mặt phóng xạ và có thể được sử dụng với khối lượng lớn làm vật liệu san lấp mà không có nguy cơ tiềm ẩn về mặt phóng xạ.
- Mặc dù trong xi thép có tồn tại một số kim loại nặng, các kim loại này chỉ tồn tại ở dạng vết, lượng rò rỉ ra môi trường trong quá trình sử dụng là không đáng kể, vẫn đảm bảo các ngưỡng theo quy định đã đặt ra. Tuy nhiên, chỉ tiêu pH là một yếu tố cần được nghiên cứu thêm để đưa ra các biện pháp kiểm soát phù hợp khi sử dụng.

Các kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả bước đầu đã chứng minh tiềm năng to lớn trong việc sử dụng xi thép làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp mặt bằng mà không có nguy cơ gây ảnh hưởng tới môi

trường trong quá trình sử dụng. Tuy nhiên, để có thể đưa ra kết luận toàn diện thì cần phải có thêm các thử nghiệm đánh giá, kiểm chứng trong thực tế. Nghiên cứu này một mặt đưa ra giải pháp góp phần giải quyết lượng phế thải xi thép đang tồn đọng với trữ lượng lớn nhằm giảm thiểu các vấn đề xấu ảnh hưởng tới môi trường, một mặt giải quyết tình trạng khan hiếm dần nguồn tài nguyên thiên nhiên dùng trong vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp. Đây cũng là nguồn tài liệu tham khảo hữu ích cho các nghiên cứu tiếp theo liên quan đến vấn đề tái sử dụng các loại phế thải khác có đặc tính tương tự trong ứng dụng làm vật liệu san lấp và các ứng dụng khác.

5. Tài liệu tham khảo

- [1]. J. Guo, Y. Bao, M. Wang, *Steel slag in China: Treatment, recycling, and management*, *Waste Management* 78 (2018) 318–330.
- [2]. D. M. Proctor, K. A. Fehling, E. C. Shay, J. L. Wittenborn, J. J. Green, C. Avent, R. D. Bigham, M. Connolly, B. Lee, T. O. Shepker, and M. A. Zak *Physical and Chemical Characteristics of Blast Furnace, Basic Oxygen Furnace, and Electric Arc Furnace Steel Industry Slags*, *Environmental Science & Technology* 2000, 34, 8, 1576-1582.
- [3]. T. Sofilic, D. Baris, A. Rastovc, A. Mioc, U. Sofilic, *Natural Radioactivity in Steel Slag Aggregate*, *Radioanal Nucl Chem* (2010) 284:73–77, DOI 10.1007/s10967-009-0431-x.
- [4]. W. Sas, A. Gluchowski, M. Radziemska, J. Dzięcioł, and A. Szymański, *Environmental and Geotechnical Assessment of the Steel Slags as a Material for Road Structure*, *Materials* 2015, 8, 4857-4875; doi:10.3390/ma8084857.
- [5]. Quyết định 694/QĐ-BCT của Bộ Công Thương về việc phê duyệt Quy hoạch phát triển hệ thống sản xuất và hệ thống phân phối thép giai đoạn đến 2020, có xét đến 2025.

- [6]. Nguyễn Văn Du, *Nghiên cứu việc sử dụng xỉ thép trong sản xuất bê tông nhựa nóng để làm đường ô tô trên thế giới và khả năng áp dụng làm mặt đường ô tô ở khu vực phía Nam*, Đề tài NCKH cấp trường, Trường Đại học GTVT, 2013.
- [7]. Trần Văn Miên, *Sử dụng xỉ thép làm cốt liệu thay thế đá dăm làm bê tông asphalt ứng dụng làm lớp áo đường trong công trình giao thông*, Đề tài khoa học công nghệ cấp TP. Hồ Chí Minh, 2011.
- [8]. Trần Hữu Bằng, *Nghiên cứu sử dụng phụ gia khoáng xỉ thép trong bê tông xi măng*, Luận văn Thạc sỹ khoa học kỹ thuật, Trường Đại học GTVT, 2011.
- [9]. Công ty TNHH Vật Liệu Xanh, *Dự án đầu tư nhà máy sản xuất vật liệu xây dựng từ xỉ lò điện hồ quang tại Khu công nghiệp Phú Mỹ I, huyện Tân Thành, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu*, 2011.
- [10]. F. Maghool, A. Arulrajah, Y. Du, S. Horpibulsuk, A. Chinkulkijniwa, *Environmental impacts of utilizing waste steel slag aggregates as recycled road construction materials*, Clean Techn Environ Policy, DOI 10.1007/s10098-016-1289-6.
- [11]. Department of Ecology, State of Washington, *An Assessment of Laboratory Leaching Tests for Predicting the Impacts of Fill Material on Ground Water and Surface Water Quality European Commission, Landfill Directive Regarding Environmental Impact*.
- [12]. *Landfill Directive(1999/31/EC)*, 1999.07.
- [13]. QCVN 07: 2009/btnmt- Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng chất thải nguy hại.
- [14]. D. Neuschutz, et al., *Inadvertent melting of radioactive sources in BOF or EAF: Distribution of nuclides, monitoring, prevention*, ISIJ Intl. 45 (2) (2005) 288-295
- [15]. E. A. Abdelazem, A. Mohammed, A. Halato, T. Siddig, *Investigation of Natural Radioactivity and Dose Assessment over Steel Making Region*, Open Journal of Ecology, 2020, 10, 397-403, <https://www.scirp.org/journal/oje>.
- [16]. I. N. Grubeša, I. Barišić, S. S. Bansode, *Characteristics and Uses of Steel Slag in Building Construction*, Book, 2016.
- [17]. GOST 30108- Building materials and elements. Determination of specific activity of natural radioactive nuclei.
- [18]. STUK ST 12.2/2010 - *The radioactivity of building materials and ash*, ISBN 978-952-478-577-8, 2010.
- [19]. TCXDVN 397:2007 - *Hoạt động phóng xạ tự nhiên của VLXD - Mức an toàn trong sử dụng và Phương pháp thử*, 2007.
- [20]. JIS A 5015:2018 - *Iron and steel slag for road construction*, 2018.
- [21]. JIS A 5011-1:2018 *Slag Aggregate for Concrete-Part 1: Blast Furnace Slag Aggregate*, 2018.
- [22]. JIS A 5011-4:2018 *Slag aggregate for concrete - Part 4: Electric arc furnace oxidizing slag aggregate*, 2018.
- [23]. ASTM D 3987 Standard Test Method for Shake Extraction of Solid Waste with Water, 1985.
- [24]. Bộ Xây dựng, *Quyết định số 430/QĐ-BXD ban hành "Chỉ dẫn kỹ thuật xỉ gang và xỉ thép sử dụng làm vật liệu xây dựng"*,
- [25]. QCVN 40:2011/BTNMT - Quy chuẩn quốc gia về nước thải công nghiệp, 2011.