

VẬT LIỆU “XANH” VÀ BỀN VỮNG - XU HƯỚNG ĐỂ PHÁT TRIỂN XÂY DỰNG

TS. ĐÀO VĂN ĐÔNG

Viện KH & CNXD Giao thông - Đại học Giao thông vận tải

1. Giới thiệu

Thế giới ngày càng ô nhiễm, môi trường sống của con người trên hành tinh ngày càng bị đe dọa. ở Việt Nam, chỉ trong vòng vài thập niên gần đây ô nhiễm môi trường sống ngày càng hiện diện, sức khỏe con người ngày càng bị báo động. Nguyên nhân lại chính là do bàn tay con người tạo ra.

Xây dựng là một ngành công nghiệp sử dụng khối lượng vật liệu nhiều nhất. Đây cũng là ngành sử dụng lượng các nguồn tài nguyên thiên nhiên như cốt liệu, khoáng sản, đất, nước, năng lượng, cây xanh... lớn nhất để xây dựng các công trình dân dụng, công nghiệp, giao thông... Đồng thời ngành này cũng thải ra ra môi trường lượng lớn các chất thải như chất thải rắn, khí gây hiệu ứng nhà kính, tiếng ồn... gây ô nhiễm môi trường. Như vậy, để góp phần bảo vệ môi trường sống hiện tại và cho các thế hệ tiếp theo vấn đề nghiên cứu và sử dụng các loại vật liệu mới thân thiện với môi trường, hạn chế tàn phá thiên nhiên là điều cấp thiết. Điều này đặc biệt quan trọng đối với lĩnh vực xây dựng.

Các công trình xây dựng chiếm vị thế quan trọng trong tiến trình xây dựng và phát triển đất nước. Hiệu quả kinh tế của một công trình xây dựng tùy thuộc rất nhiều vào tuổi thọ mà nó có thể đạt được. Tuy nhiên, tuổi thọ của công trình lại tùy thuộc rất nhiều vào việc lựa chọn hợp lý các vật liệu có tính bền vững, cả với điều kiện khai thác và tác động của môi trường. Những năm gần đây một số công trình xây dựng ở Việt Nam chưa đạt được tuổi thọ khai thác như mong muốn. Nhiều sự cố công trình đã xảy liên quan đến việc sử dụng vật liệu chưa hợp lý, dẫn tới chi phí cho xây dựng, duy tu, bảo dưỡng, sửa chữa lớn. Hậu quả là không những hiệu quả đầu tư xây dựng không đạt được mà còn ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường.

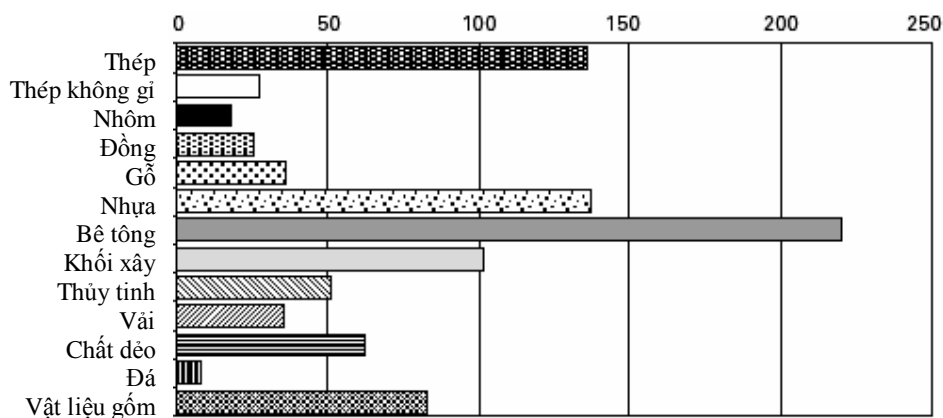
Từ những phân tích nêu trên bài báo đề cập đến tầm quan trọng của vấn đề quan tâm tới các yếu tố tác động đến môi trường của việc lựa chọn, thiết kế và sử dụng vật liệu trong xây dựng để đảm bảo giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Đồng thời việc nâng cao độ bền của vật liệu và lựa chọn hợp lý vật liệu đảm bảo tuổi thọ khai thác lâu dài là việc làm cần thiết.

2. Vật liệu “xanh” và hướng lựa chọn, sử dụng

Vật liệu xây dựng “xanh” có thể được định nghĩa là các vật liệu được sử dụng theo các phương pháp thân thiện với môi trường. Tiêu chí đánh giá có thể là: tổng năng lượng tiêu tốn trong quá trình khai thác, vận chuyển, xây dựng, sử dụng và phá dỡ; và tổng lượng chất thải và các chất gây ô nhiễm phát ra trong các quá trình trên. Như vậy một vật liệu được coi là vật liệu xanh khi tiêu tốn năng lượng thấp và ít gây ô nhiễm cho môi trường. Nói cách khác, việc sử dụng vật liệu xây dựng xanh là cách để hướng tới các giải pháp xây dựng bền vững.

Khối lượng các vật liệu sử dụng cho ngành xây dựng là khổng lồ. Lấy một ví dụ đối với bê tông xi măng – một trong những vật liệu được sử dụng phổ biến nhất trong xây dựng hiện nay. Hàng năm khối lượng bê tông xi măng sử dụng trên toàn cầu vượt quá con số 13 tỷ tấn. Tương ứng cần phải sử dụng gần 1.9 tỷ tấn xi măng [1]. Trong khi đó, sản xuất xi măng là một trong những ngành công nghiệp tiêu thụ năng lượng nhiều nhất. Đồng thời nó cũng là một trong số những ngành thải ra lượng chất thải nhiều nhất. Tính riêng ngành này thải ra khoảng 5% lượng khí thải gây hiệu ứng nhà kính trên toàn cầu [2], và một lượng đáng kể khí NO_x và các khí gây ô nhiễm khác như SO₂. Trung bình để sản xuất ra 1 tấn xi măng cần xấp xỉ 1.7 tấn các nguyên liệu thô và thải ra khoảng 1 tấn khí CO₂ [1].

Năng lượng tiêu thụ để sản xuất một số vật liệu xây dựng phổ biến (GJ)



Hình 1. Năng lượng tiêu thụ để sản xuất một số vật liệu xây dựng phổ biến [3]

Theo hình 1, năng lượng tiêu tốn để sản xuất vật liệu bê tông xi măng trong hầu hết các công trình xây dựng là nhiều nhất trong số các vật liệu xây dựng truyền thống hiện nay. Việt Nam đang và sẽ tiếp tục sản xuất, sử dụng nhiều hơn nữa xi măng và bê tông trong một vài thập niên tiếp theo nhằm mục tiêu đô thị hóa, công nghiệp hóa do sức ép tăng dân số và phát triển kinh tế. Điều đó đồng nghĩa với nhu cầu sử dụng năng lượng lớn.

Để giảm thiểu năng lượng tiêu tốn và ô nhiễm môi trường, loại xi măng “xanh” đã ra đời ở một số nước phát triển với sự phối hợp hợp lý giữa các thành phần của xi măng truyền thống với các loại vật liệu khác như oxit magiê hay các loại thải phẩm công nghiệp (tro bay nhiệt điện, tro trấu, mêtacao lanh, muôi silic, xi lò cao ...). Bên cạnh đó, các chất kết dính không truyền thống cũng được quan tâm nghiên cứu như các chất kết dính polymer hay thải phẩm gốc hữu cơ.

Bảng 1. Lượng khí CO₂ (tấn) phát ra cho 1 tấn chất kết dính [4]

Hợp chất	Lượng khí CO ₂ phát ra cho 1 tấn sản phẩm	Lượng khí CO ₂ vật liệu có thể hấp thụ lại	Tổng lượng khí CO ₂ phát ra	Loại chất kết dính
MgO	1.09	1.09	0	CKD magiê
CaO	0.78	0.78	0	Vôi
C ₃ S	0.578	0.289	0.289	Ximăng Alít
C ₂ S	0.511	0.255	0.256	Ximăng Belít

Số liệu ở bảng 1 cho thấy sử dụng chất kết dính magiê, vôi hay xi măng belít sẽ giảm thiểu được đáng kể lượng khí CO₂ so với việc sử dụng các loại xi măng poóclăng truyền thống hiện nay (xi măng alít).

3. Tận dụng chất thải, một giải pháp góp phần sản xuất vật liệu “xanh”

Lượng chất thải tạo ra thường tuân thủ theo định luật bảo toàn khối lượng. Khối lượng chất thải, bao gồm cả chất thải rắn và chất thải lỏng, phát tán hàng năm trên toàn thế giới ước tính đến hàng ngàn tỷ tấn [5]. Phần lớn trong số đó vẫn còn giá trị sử dụng hoặc vẫn có khả năng tái sử dụng, nhất là trong xây dựng. Dưới sức ép của các hiệp ước RiodeJaneiro và Nghị định thư Kyoto về bảo vệ môi trường, hầu hết các nước phát triển đã quan tâm đến vấn đề này và cho đến nay họ đã đạt được những thành tựu nhất định trong việc giảm thiểu, sử dụng lại, tái sử dụng, và thu hồi lại được chất thải.

Ở Việt Nam, lượng chất thải phát ra từ sinh hoạt và các ngành công nghiệp đang là gánh nặng đè lên vai môi trường sống của người dân. Trong số các chất thải đó, khoảng 14 chất thải rắn và lỏng hoàn toàn có thể tái sử dụng có hiệu quả trong lĩnh vực xây dựng, như: chất thải phá dỡ từ các công trình xây dựng; chất thải kim loại, chất thải từ các nhà máy nhiệt điện, chất thải từ các nhà máy luyện thép, chất thải thủy tinh, chất thải lốp xe, chất thải bao bì nhựa, chất thải từ mặt đường cũ, chất thải trong khai thác các loại cốt liệu, chất thải vỏ trấu, dầu thải các loại,... Lấy một ví dụ về chất thải rắn từ phá dỡ các công trình xây dựng cũ. Việt Nam hiện nay đang trong giai đoạn cần phá dỡ hàng loạt các công trình cũ, hết tuổi thọ khai thác để xây dựng mới. Như vậy lượng chất thải rắn từ chính các

công trình phá dỡ sẽ rất lớn. Chúng hoàn toàn có thể tái sử dụng lại trong xây dựng mới, nhất là làm cốt liệu. Nếu tận dụng triệt để chúng sẽ giảm thiểu đáng kể lượng vật liệu khai thác từ thiên nhiên. Đồng thời giảm thiểu đáng kể năng lượng tiêu tốn cho khai thác và gia công vật liệu thiên nhiên. Điều đó đồng nghĩa với việc tiết kiệm được nguồn tài nguyên và hạn chế gây ô nhiễm. Hay nói khác đi, đó là một giải pháp để thực hiện mục tiêu sử dụng vật liệu “xanh”.

Tuy nhiên, cũng cần phải lường trước được những rào cản cản trở tiến trình tận dụng chất thải, nhất là trong lĩnh vực xây dựng. Rào cản cho tiến trình này có thể kể đến như: sự bảo thủ và trì trệ trong văn hóa và cách nghĩ về tận dụng và sử dụng các vật liệu được sản xuất từ một phần hoặc toàn bộ vật liệu thải; những tiêu chuẩn quy phạm mang tính lý thuyết cứng nhắc; vốn và các nguồn lực đầu tư cho nghiên cứu,... Đây thực tế cũng là những thách thức mà các nước phát triển đã gặp phải ở mấy thập niên trước.

4. Sử dụng vật liệu có độ bền cao – giải pháp nâng cao độ bền vững của các công trình xây dựng và góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường

Theo cách nghĩ truyền thống, một vật liệu xây dựng có cường độ cao sẽ có khả năng có được độ bền và tuổi thọ cao. Thật không may, cách nghĩ này không hoàn toàn đúng. Một vật liệu được coi là bền vững, cần phải đạt được đồng thời các chỉ tiêu về đặc tính cơ học như cường độ, mô đun đàn hồi, khả năng chịu biến dạng, chịu mài mòn; các chỉ tiêu về vật lý như các tính chất có liên quan đến khối lượng thể tích, nhiệt, âm, nước; và đặc biệt phải có khả năng chống chịu các tác nhân xâm thực trong quá trình khai thác dưới các tác động của các yếu tố môi trường như ăn mòn (ăn mòn clo, sunphát, chất thải,...), cacbonát hóa và lão hóa. Có như vậy tuổi thọ khai thác của công trình mới đạt được theo dự kiến.

Như vậy, khái niệm vật liệu có chất lượng cao trong xây dựng cần phải bao hàm ít nhất hai yếu tố: cường độ cao và độ bền tốt. Để đạt được điều này đòi hỏi người sử dụng vật liệu không những phải nắm vững được các đặc tính về cơ học của vật liệu, mà còn đánh giá được hết các tác động bất lợi đến vật liệu của môi trường khu vực công trình.

Một công trình xây dựng sử dụng vật liệu có độ bền cao sẽ kéo dài được tuổi thọ khai thác của công trình. Chi phí đầu tư ban đầu có thể cao hơn so với truyền thống. Nhưng bù lại, chi phí cho khai thác thấp (phản ánh thông qua chi phí duy tu, bảo dưỡng, sửa chữa...). Bên cạnh đó, vòng đời sử dụng vật liệu được kéo dài là một yếu tố quan trọng góp phần giảm thiểu năng lượng tiêu tốn cho xây dựng và khai thác cũng như giảm thiểu lượng chất thải tạo ra. Những lợi ích đó không chỉ nâng cao được hiệu quả vốn đầu tư mà còn góp phần vào mục tiêu giữ gìn sự bền vững của môi trường sống.

Một vấn đề cần được lưu ý là hầu hết các công trình xây dựng, nhất là xây dựng giao thông, ở Việt Nam chịu tác động xâm thực mạnh của môi trường biển, tác dụng bất lợi của nước mặn và nước ngầm đã bị ô nhiễm. Do đó, vấn đề đánh giá độ bền của vật liệu dưới các tác động trên là hết sức quan trọng. Tuy nhiên, một số công trình xây dựng ở Việt Nam trong những năm gần đây chưa thật sự quan tâm đến những yếu tố nêu trên. Cụ thể là với các dự án xây dựng sử dụng vật liệu bê tông cốt thép, do chưa nhận thức đầy đủ tầm quan trọng của độ bền vật liệu nên việc lựa chọn vật liệu chưa thật sự phù hợp dẫn tới một số sự cố đáng tiếc đã xảy ra. Bê tông bị ăn mòn nhanh, kéo theo là cốt thép bị ăn mòn. Điều đó đồng nghĩa với việc tuổi thọ khai thác bị giảm thiểu. Nếu như một công trình xây dựng sử dụng vật liệu bê tông cốt thép chịu tác động của môi trường biển hay môi trường nước ô nhiễm, thì việc kết hợp các yếu tố như sử dụng loại xi măng bền sunphát, sử dụng loại cốt thép chống gỉ, sử dụng các giải pháp nâng cao độ bền cho lớp bê tông bảo vệ, hay giải pháp sử dụng các loại bê tông chất lượng cao... cần phải được xem xét nghiêm túc.

Cũng tương tự như vậy, trong xây dựng mặt đường có chất kết dính bitum, khi mà điều kiện khí hậu của Việt Nam thúc đẩy nhanh quá trình hóa già của bitum, và đó là yếu tố chủ yếu dẫn tới phá hoại kết cấu mặt đường. Nếu vấn đề nêu trên được quan tâm nghiên cứu một cách có hệ thống và các loại bitum có tốc độ hóa già phù hợp được sử dụng thì sẽ góp phần đáng kể để nâng cao tuổi thọ của con đường và chắc chắn hiệu quả đầu tư, khai thác các con đường sẽ được nâng cao hơn.

5. Vật liệu mới, kết cấu mới, công nghệ mới

Khoa học kỹ thuật đang phát triển từng giờ, góp phần tạo ra những tiến bộ vượt bậc trong mọi lĩnh vực. Nhờ đó, các vật liệu xây dựng tiên tiến đã ra đời đáp ứng nhu cầu của người sử dụng. Hầu hết các nghiên cứu về vật liệu xây dựng trên thế giới đều hướng tới những giải pháp vật liệu có độ bền cao, tuổi thọ khai thác dài, qua đó giảm thiểu được các tác động đến môi trường. Khi tiến bộ khoa học phát triển kéo theo nó là công nghệ nghiên cứu về vật liệu được nâng lên một bước. Vật liệu được quan sát cấu trúc ở mức vi mô hơn để hiểu biết về chúng chính xác hơn. Các khuyết tật được nhìn nhận rõ ràng hơn để từ đó có được các giải pháp cải tiến tốt hơn. Công nghệ nano phát triển đi kèm là cấu trúc nano của vật liệu được giải đáp. Các khuyết tật và các giải pháp cải tiến vật liệu ở mức cấu trúc nano được thực hiện giúp nâng cao các đặc tính của vật liệu lên rất nhiều. Vật liệu chất kết dính xi măng là một ví dụ, dưới phân tích và mô hình của cấu trúc nano cho phép đưa ra các giải pháp nâng cao được triệt để độ đặc của phân đá xi măng. Từ đó cho ra đời các thể hệ bê tông xi măng có chất lượng đặc biệt cao, cao hơn từ 10 đến 50 lần các thể hệ bê tông truyền thống.

Vật liệu thép xây dựng cũng có những cải tiến rõ rệt. Các loại thép thường dần dần đã được thay thế, khi cần thiết, bởi các thể hệ vật liệu thép hay các hợp kim thép chất lượng cao, bền thời tiết, có giới hạn bền tốt hơn, dẻo hơn, dai hơn, thích ứng với công nghệ hàn hơn. Đi kèm với việc nghiên cứu và sử dụng vật liệu mới là việc đề xuất và thiết kế những kết cấu mới. Vấn đề liên quan đến hệ số phẩm chất của vật liệu cần được quan tâm. Nó thể hiện mối quan hệ giữa khả năng chịu lực của vật liệu và khối lượng thể tích của nó. Một vật liệu được coi là có hệ số phẩm chất cao khi cường độ chịu lực cao, đồng thời khối lượng thể tích phải nhỏ. Các vật liệu tiên tiến được áp dụng gần đây trong xây dựng khi đạt được tiêu chí về hệ số phẩm chất cao đã cho phép tạo ra nhiều kết cấu mới thanh mảnh hơn, vượt nhịp lớn hơn, kiến trúc đẹp hơn. Đồng thời do khối lượng thể tích nhỏ hơn làm tải trọng được giảm thiểu và kết quả là chi phí về vật liệu và năng lượng tiêu tốn cũng thấp hơn. Có thể kể đến những vật liệu như bê tông cường độ cao, bê tông chất lượng cao, bê tông độ bền cao, vật liệu có sử dụng các polymer, vật liệu cacbon, vật liệu thủy tinh v.v.. Các kết cấu sử dụng nhiều vật liệu kết hợp (kết cấu lai) cho phép tận dụng tối đa ưu điểm và giảm tối thiểu các nhược điểm, từ đó cho phép khai thác tối đa công năng của chúng. Điều đó cũng cho phép giảm thiểu được lượng vật liệu và năng lượng tiêu tốn.

Ngoài ra, việc sử dụng vật liệu mới và kết cấu mới nên được đặt trong mối quan hệ hữu cơ với việc áp dụng công nghệ mới [6]. Sẽ là không hiệu quả nếu các vật liệu mới được áp dụng trên nền của các loại kết cấu cũ và sử dụng công nghệ thi công truyền thống. Công nghệ thi công các kết cấu bê tông cốt thép là một ví dụ. Với các hỗn hợp bê tông truyền thống có độ dẻo thấp, năng lượng cho thi công lớn, thời gian thi công lâu, kết cấu và khoảng cách cốt thép phải đủ lớn để làm đặc bê tông, tiếng ồn của quá trình thi công lớn. Ngược lại, nếu bê tông có độ dẻo cao như bê tông chảy, hoặc bê tông tự đầm được áp dụng thì các công nghệ mới, nhất là các công nghệ thi công tự động hóa sẽ có cơ hội được áp dụng. Năng lượng tiêu tốn và ô nhiễm tiếng ồn cho các bước sản xuất bê tông – đặc biệt là công tác đầm nén sẽ được giảm thiểu. Hoặc tương tự, khi loại bê tông khô ra đời, cho phép áp dụng công nghệ thi công đầm lăn, giúp đẩy nhanh tiến độ thi công và giảm thiểu ô nhiễm tiếng ồn và tiêu tốn năng lượng đầm nén.

Cũng giống như việc áp dụng vật liệu “xanh”, vấn đề định hướng và áp dụng các vật liệu mới, kết cấu mới và công nghệ tiên tiến luôn gặp phải những rào cản trên con đường để trở nên phổ biến. Một mặt, việc áp dụng chúng có thể sẽ tăng chi phí đầu tư ban đầu, một trong những nguyên nhân mang tính trực quan khó thuyết phục được các nhà quản lý, đầu tư. Thứ hai, thói quen của những người sử dụng khó có thể chấp nhận một sự đổi mới toàn diện. Thêm nữa là trình độ khoa học kỹ thuật còn hạn chế của số đông các kỹ sư cũng cản trở sự áp dụng phổ biến chúng.

6. Kết luận và kiến nghị

Từ những phân tích nêu trên, một số kết luận và kiến nghị sau có thể được rút ra:

Việc quan tâm nghiên cứu và ứng dụng các vật liệu xây dựng xanh và bền vững là cần thiết, để qua đó góp phần bảo vệ môi trường sống cho hôm nay và cho các thế hệ tương lai.

Ngoài việc quan tâm đến khả năng chịu lực của các vật liệu trong kết cấu thì vấn đề độ bền của chúng cần được xem xét một cách nghiêm túc đối với các dự án xây dựng cơ sở hạ tầng ở Việt Nam trong những năm tiếp theo để từng bước nâng cao được tuổi thọ khai thác, nhất là đối với những công trình tiếp xúc trực tiếp với môi trường bất lợi.

Nghiên cứu và sử dụng vật liệu mới cần phải được đặt trong một tổng thể với việc áp dụng những kết cấu tiên tiến và sử dụng các công nghệ thi công hiện đại.

Cần có những chính sách, định hướng đúng đắn từ các nhà quản lý, cách nhận thức vấn đề từ các nhà chuyên môn về các vấn đề vật liệu xây dựng xanh và bền vững, vấn đề tận dụng chất thải trong xây dựng, cơ chế nghiên cứu và ứng dụng các vật liệu mới, kết cấu mới và công nghệ mới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. VAN OSS, H. Mineral Commodity Summary – Cement. 2004.
2. HENDRIKS, C. A., WORRELL, E., PRICE, L., MARTIN, N. AND OZAWA MEIDA, L. Emission Reduction of Greenhouse Gases from the Cement Industry, *International Energy Agency (IEA), USA, 2002.*
3. TUCKER, S. CSIRO on line brochure, CSIRO, Australia. 2000.
4. HARRISON J., TecEco Pty Ltd, Australia. Advanced Civil infrastructure Materials. 2006.
5. HAWKEN, P., LOVINS, A. AND LOVINS, L.H. Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution. *Earthscan Publishers Limited, UK, 2000.*
6. PHAM D HUU, DAO VAN DONG. Research in high performance concrete using system analysis theory and development, *Proc. of the 3rd Inter. Conf. in Construction Concrete, Hochiminh city, Vietnam, November, 2008.*