

BÊ TÔNG VI KHUẨN – BÊ TÔNG TỰ LIÊN VẾT NÚT

Bê tông vi khuẩn hay còn gọi là Bê tông tự liên lấp đầy các vết nứt hình thành trong các kết cấu nhờ sự hỗ trợ của phản ứng vi khuẩn trong bê tông sau khi đông cứng. Trong bài này, chúng tôi sẽ giới thiệu các loại vi khuẩn, cơ chế hoạt động và cách áp dụng bê tông vi khuẩn.

Hiện nay, việc sử dụng và gia tăng các yếu tố công nghệ giúp tiêu chuẩn xây dựng được nâng lên một tầm cao mới. Sử dụng các quy trình, phương pháp và vật liệu khác nhau có thể tạo ra các loại bê tông rất tốt, bền vững và kinh tế.

Nhưng do sai lầm của con người, có thể do xử lý không chính xác và lao động chưa có đủ kỹ năng, một công trình hiệu quả khó có thể đạt được tính tối ưu của nó. Nhiều vấn đề như thời tiết, vết nứt, rò rỉ, cong vênh...v.v. phát sinh sau khi xây dựng. Để khắc phục các vấn đề này, nhiều quy trình được thực hiện trước và sau khi xây dựng.



Vấn đề phổ biến gặp phải trong các công trình là bị nứt. Có nhiều nguyên nhân gây nứt trong đó phải kể đến một số lý do phổ biến dưới đây:

- Bê tông co giãn do chênh lệch nhiệt độ;
- Lắp đặt kết cấu;
- Quá tải;
- Mất nước do co ngót bề mặt bê tông;
- Không đủ rung tại thời điểm đổ bê tông;
- Che phủ không phù hợp trong quá trình bê tông hóa;
- Tỷ lệ xi măng nước cao;

- Do ăn mòn cốt thép;
- Nhiều hỗn hợp giảm thời gian đông kết và tăng cường dần đến khả năng co ngót tăng lên;

Bê tông vi khuẩn hay Bê tông tự liền

Vấn đề nứt phổ biến trong xây dựng có nhiều biện pháp khắc phục trước và sau nứt. Một trong những giải pháp đó là **Bê tông vi khuẩn** hoặc **Bê tông tự liền**. Quá trình tự phục hồi hoặc tự lấp đầy các vết nứt bằng sự hỗ trợ của phản ứng vi khuẩn trong bê tông sau khi đông cứng được gọi là Bê tông tự liền.

Có thể thấy rằng các vết nứt nhỏ xảy ra trong kết cấu có chiều rộng khoảng 0,05 – 0,1mm được bịt kín hoàn toàn trong các chu kỳ khô – ướt lặp lại. Cơ chế của quá trình tự liền này là: Với chiều rộng trong phạm vi 0,05 – 0,1mm, vết nứt đóng vai trò như mao quản và thấm hút nước. Những hạt nước này hydrat hóa xi măng không phản ứng hoặc phản ứng một phần khiến xi măng nở ra, từ đó lấp đầy vết nứt.

Nhưng với các vết nứt rộng hơn, cần phải có cách khắc phục khác. Một kỹ thuật khả thi đang được nghiên cứu và phát triển dựa trên ứng dụng vi khuẩn sản xuất khoáng chất trong bê tông.

Các vi khuẩn được sử dụng để tự liền vết nứt là vi khuẩn sản xuất axit. Những loại vi khuẩn này có thể ở trong tế bào không hoạt động và tồn tại hơn 200 năm trong điều kiện khô ráo. Những vi khuẩn này hoạt động như một chất xúc tác trong quá trình làm liền vết nứt.

Các loại vi khuẩn được sử dụng trong bê tông

Có nhiều loại vi khuẩn được sử dụng trong bê tông vi khuẩn là:

- Bacillus thanh trùng;
- Bacillus sphaericus;
- Escherichia coli;
- Bacillus subtilis;
- Bacillus cohnii;
- Bacillus balodurans;
- Bacillus pseudofirmus;

Cơ chế hoạt động của bê tông vi khuẩn

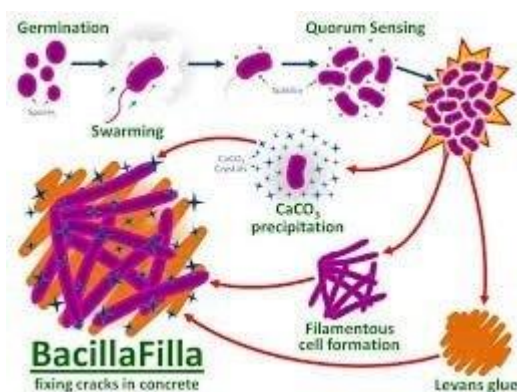
Bê tông tự liền là kết quả phản ứng sinh học của đá vôi không phản ứng và chất dinh dưỡng dựa trên canxi với sự trợ giúp của vi khuẩn để làm liền các vết nứt xuất hiện trong công trình.

Loại vi khuẩn đặc biệt có tên là **Bacillus** được sử dụng cùng với chất dinh dưỡng canxi được gọi là **Canxi Lactate**. Trong quá trình chuẩn bị bê tông, sản phẩm

này được thêm vào khi trộn xong bê tông ướt. Vi khuẩn này có thể không hoạt động trong khoảng thời gian 200 năm.

Khi bê tông xuất hiện vết nứt, nước thấm vào các vết nứt. Các bào tử của vi khuẩn này nở và bắt đầu ăn canxi lactate tiêu thụ oxy. Canxi lactate hòa tan được chuyển thành đá vôi không hòa tan. Đá vôi không hòa tan bắt đầu cứng lại. Do đó, tự động lấp đầy các vết nứt mà không cần thêm bất kỳ sự trợ giúp nào.

Một ưu điểm nữa của quá trình này là vi khuẩn “ăn” oxy nhằm chuyển canxi thành đá vôi. Nó giúp chống lại quá trình ăn mòn thép do nứt. Vì vậy, nó cũng giúp cải thiện độ bền của kết cấu bê tông cốt thép.



Quá trình khắc phục vết nứt trong bê tông.

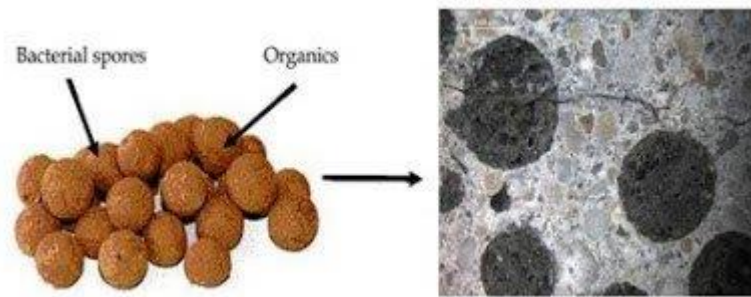
Sử dụng bê tông vi khuẩn

Có thể sử dụng bê tông vi khuẩn theo hai cách:

- Bằng cách sử dụng trực tiếp;
- Bằng cách tạo viên nén trộn vào bê tông nhẹ;

Trong phương pháp sử dụng trực tiếp, bào tử vi khuẩn và canxi lactate được trộn thêm vào khi phối trộn bê tông xong. Việc sử dụng vi khuẩn và canxi lactate này không làm thay đổi tính chất bê tông. Khi vết nứt xảy ra trong kết cấu bởi một lý do cụ thể, các vi khuẩn tiếp xúc với những thay đổi khí hậu. Khi nước tiếp xúc với vi khuẩn này, chúng nảy mầm và ăn canxi lactate, tạo thành đá vôi. Do đó, chúng niêm phong các vết nứt lại.

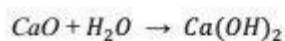
Với phương pháp viên nén được đóng gói cùng bê tông trộn sẵn, vi khuẩn và thức ăn của nó, tức là canxi lactate được đặt bên trong các viên đất sét đã qua xử lý và bê tông trộn sẵn. Các viên đất sét này chiếm khoảng 6% để làm bê tông vi khuẩn. Với kết cấu bê tông vi khuẩn, khi có vết nứt, các viên đất sét bị phá vỡ, vi khuẩn nảy mầm và ăn mòn canxi lactate, tạo ra đá vôi, làm cứng và bịt kín các vết nứt. Các vết nứt nhỏ có chiều rộng khoảng 0,5mm có thể được xử lý bằng cách sử dụng bê tông vi khuẩn.



Với hai phương pháp này, phương pháp tạo viên nén đóng gói thường được sử dụng hơn cả, mặc dù giá thành cao hơn cách còn lại.

Quá trình hóa học của Bê tông vi khuẩn/Bê tông tự liền

Khi nước tiếp xúc với canxi không khử trong bê tông, với sự trợ giúp của vi khuẩn tạo thành canxi hydroxit, hoạt động như một chất xúc tác. Canxi hydroxit này phản ứng với carbon dioxide trong không khí, tạo thành đá vôi và nước. Phân tử nước sinh thêm này giúp cho phản ứng tiếp tục diễn ra.



Đá vôi sau đó tự cứng lại và hàn kín các vết nứt trong bê tông.

Kết quả thí nghiệm Bê tông tự liền/Bê tông vi khuẩn và Bê tông thường

Thí nghiệm tiêu chuẩn được tiến hành trên bê tông thường và bê tông tự liền gồm có thử nghiệm cường độ nén và uốn trên một khối bê tông trong 7 và 28 ngày.

STT	Ngày	Bê tông thường (N/mm ²)	Bê tông vi khuẩn (N/mm ²)
1	7	20.85	27.10
2	28	30.00	38.95

Kết quả kiểm tra cường độ nén trong 7 và 28 ngày đối với Bê tông vi khuẩn và Bê tông thường

STT	Ngày	Bê tông thường (N/mm ²)	Bê tông vi khuẩn (N/mm ²)
1	7	3.90	4.6
2	28	7.05	7.80

Kết quả kiểm tra độ bền uốn trong 7 và 28 ngày của Bê tông vi khuẩn

Từ kết quả chúng ta có thể thấy rằng cả cường độ nén và uốn của bê tông vi khuẩn đều lớn hơn bê tông thường.

Ưu và nhược điểm của bê tông vi khuẩn

Ưu điểm

- Tự liền vết nứt mà không cần bất kỳ sự tác động nào từ bên ngoài;
- Tăng đáng kể cường độ nén và uốn so với bê tông thường;
- Không bị ảnh hưởng trong thời tiết băng giá;
- Giảm tính thấm của bê tông;
- Giảm ăn mòn thép do hình thành vết nứt và cải thiện độ bền của bê tông cốt thép;
- Vi khuẩn *Bacillus* vô hại với cuộc sống con người và do đó có thể sử dụng một cách rộng rãi.

Nhược điểm

- Chi phí sản xuất bê tông vi khuẩn đắt gấp đôi so với bê tông thường;
- Sự phát triển của vi khuẩn không tốt cho không khí;
- Các viên đất sét chứa chất tự liền chiếm 20% thể tích của bê tông. Chúng có thể trở thành một khu vực bị cắt hoặc lỗi trong bê tông;
- Thiết kế bê tông trộn với vi khuẩn không có sẵn mã IS hay bất kỳ mã nào khác;
- Thí nghiệm kết tủa canxi rất tốn kém.

Nguyễn Minh Hiếu dịch

Nguồn: <https://theconstructor.org/concrete/bacterial-concrete-self-healing-concrete/13751/>