

Báo cáo Phân tích Kỹ thuật: LIBERO - Chất Tăng cường Độ bền Bê tông của NCS

Đơn vị biên soạn: Ban Phân tích Kỹ thuật

Ngày: 19 tháng 1, 2026

Tài liệu tham khảo chính: [1]

Tóm tắt

Báo cáo này trình bày một phân tích kỹ thuật chi tiết về LIBERO, một sản phẩm chất tăng cường độ bền bê tông mang tính cách mạng được phát triển bởi Công ty TNHH NCS. NCS, một nhà đổi mới công nghệ trong lĩnh vực quản lý bê tông, đã phát triển LIBERO như một giải pháp đầu tiên trên thế giới nhằm kéo dài tuổi thọ của kết cấu bê tông một cách bán vĩnh viễn. Sản phẩm hoạt động bằng cách tạo ra các tinh thể không hòa tan bên trong mao mạch bê tông, ngăn chặn sự xâm nhập của các tác nhân gây hại và sở hữu khả năng "tự phục hồi" độc đáo để bịt kín các vết nứt vi mô mới. Các tính năng chính bao gồm ngăn chặn carbon hóa và tấn công clorua, ức chế ăn mòn cốt thép, chống thấm và kỵ nước vượt trội, và bảo vệ chống lại chu kỳ đóng băng-tan băng. Hiệu quả của LIBERO đã được xác nhận thông qua các chứng nhận quốc tế uy tín như KOLAS (Hàn Quốc), SGS (Thụy Sĩ) và việc được hoàn thiện thành tiêu chuẩn quốc tế ISO CD 18726. Báo cáo này sẽ đi sâu vào nguyên lý hoạt động, các tính năng, dữ liệu thử nghiệm, và các ứng dụng tiềm năng của LIBERO, đồng thời đánh giá tác động của nó đối với ngành xây dựng toàn cầu [1].

1. Giới thiệu

1.1. Bối cảnh và Vấn đề

Sự suy thoái của các kết cấu bê tông theo thời gian do các yếu tố môi trường như carbon hóa và tấn công clorua là một vấn đề cố hữu trong ngành xây dựng và kỹ thuật dân dụng. Quá trình carbon hóa, xảy ra khi carbon dioxide (CO_2) trong khí quyển xâm nhập vào bê tông và làm giảm độ kiềm của nó, dẫn đến việc phá hủy lớp bảo vệ thụ động xung quanh cốt thép, gây ra ăn mòn và làm suy giảm tính toàn vẹn của kết cấu. Tương tự, sự xâm nhập của ion clorua từ muối khử băng hoặc môi trường biển cũng đẩy nhanh quá trình ăn mòn cốt thép, dẫn đến nứt, bong tróc và cuối cùng là hỏng hóc kết cấu [1]. Những vấn đề này không chỉ đe dọa an toàn công cộng mà còn gây ra chi phí bảo trì và sửa chữa khổng lồ, đòi hỏi các giải pháp sáng tạo để nâng cao độ bền của bê tông.

1.2. Giới thiệu về Công ty NCS

Công ty TNHH NCS (NCS) là một nhà đổi mới công nghệ hàng đầu trong lĩnh vực chất tăng cường độ bền bê tông. Được thành lập với tầm nhìn dẫn dắt tương lai của ngành xây dựng, NCS đã tập trung vào nghiên cứu và phát triển các giải pháp bê tông tiên tiến. Công ty đã đạt được những cột mốc quan trọng, bao gồm việc thành lập viện nghiên cứu, đăng ký nhiều bằng sáng chế cho các sản phẩm như NK SAFETY PRIMER và NK PRIMER COAT, và đạt được các chứng nhận quốc tế quan trọng như ISO và KOLAS [1].

Một trong những thành tựu nổi bật nhất của NCS là việc phát triển LIBERO, chất tăng cường độ bền bê tông đầu tiên trên thế giới có khả năng kéo dài tuổi thọ bê tông một cách bán vĩnh viễn. Sự cống hiến của NCS cho công nghệ tiên tiến và chất lượng đã được công nhận thông qua việc triển khai thành công các dự án lớn, chẳng hạn như việc áp dụng lớp phủ chống trung hòa trên các tuyến đường cao tốc Yeongdong và Jungbu Inland tại Hàn Quốc [1].



Hình 1: NCS cam kết đóng góp cho phúc lợi nhân loại bằng các công nghệ và sản phẩm độc đáo [1].

1.3. Mục tiêu và Phạm vi Báo cáo

Mục tiêu của báo cáo này là cung cấp một cái nhìn tổng quan và phân tích kỹ thuật toàn diện về sản phẩm LIBERO của NCS. Báo cáo sẽ khám phá các khía cạnh sau:

- Nguyên lý hoạt động và cơ chế hóa học của LIBERO.
- Các tính năng, lợi ích và đặc điểm kỹ thuật chính của sản phẩm.
- Các chứng nhận, đánh giá từ giới học thuật và dữ liệu thử nghiệm hiệu suất.
- Phân tích các trường hợp nghiên cứu về sự suy thoái bê tông và cách LIBERO giải quyết các vấn đề này.
- Các ứng dụng tiềm năng và tầm nhìn tương lai của công nghệ.

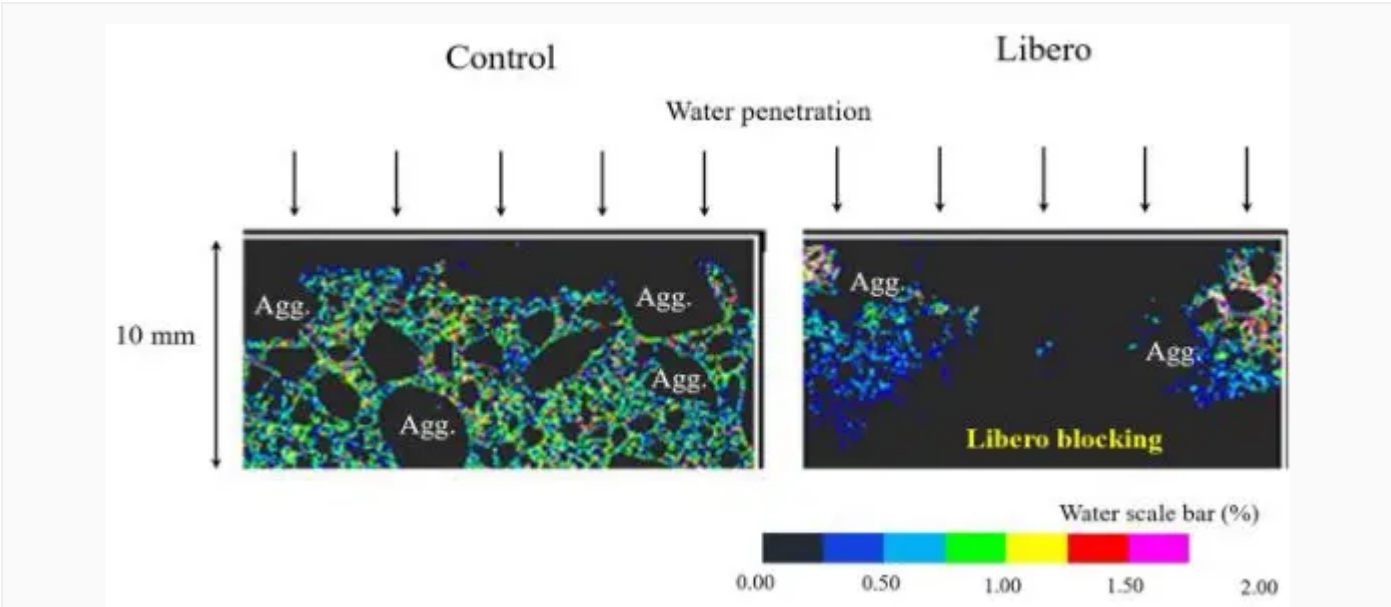
Phạm vi của báo cáo dựa hoàn toàn trên thông tin được cung cấp trong tài liệu quảng cáo và kỹ thuật của NCS [1].

2. Phân tích Kỹ thuật về Chất Tăng cường Độ bền Bê tông LIBERO

2.1. Nguyên lý Hoạt động và Cơ chế Tự phục hồi

Khi dung dịch LIBERO được áp dụng lên bề mặt bê tông, các tác nhân hóa học hoạt tính của nó sẽ thẩm thấu sâu vào bên trong. Tại đây, chúng phản ứng với độ ẩm và các sản phẩm phụ của quá trình hydrat hóa xi măng để tạo thành các tinh thể hình kim không hòa tan. Các tinh thể này phát triển và lấp đầy các mao mạch, lỗ rỗng và các vết nứt vi mô, trở thành một phần vĩnh viễn của cấu trúc bê tông. Quá trình này tạo ra một hàng rào hiệu quả, ngăn chặn sự xâm nhập của nước và các hóa chất gây hại khác [1].

Một đặc điểm nổi bật và mang tính cách mạng của LIBERO là khả năng **"tự phục hồi"** (self-healing). Nếu các vết nứt vi mô mới hình thành trong tương lai và độ ẩm xâm nhập, các chất hoạt tính chưa phản ứng còn lại bên trong bê tông sẽ được kích hoạt lại. Chúng sẽ bắt đầu một phản ứng kết tinh mới, tự động bịt kín các vết nứt này. Tính năng sáng tạo này liên tục duy trì độ bền của kết cấu mà không cần can thiệp bảo trì, mang lại một giải pháp bảo vệ lâu dài và bền vững [1].



Hình 2: So sánh sự xâm nhập của nước. Mẫu "Control" (Đối chứng) cho thấy nước thấm sâu, trong khi mẫu "Libero" ngăn chặn hiệu quả sự xâm nhập của nước, thể hiện qua thang màu [1].

2.2. Các Tính năng và Lợi ích Chính

Chất tăng cường độ bền bê tông do NCS phát triển cải thiện độ bền của bê tông bằng cách ngăn chặn carbon hóa và tấn công muối, ức chế ăn mòn cốt thép, và kéo dài tuổi thọ của bê tông với hiệu suất chống thấm và kỵ nước tuyệt vời [1].

2.2.1. Ngăn chặn Carbon hóa và Tấn công Clorua

- **Chống Carbon hóa:** LIBERO tạo ra một rào cản ngăn chặn khí CO₂ xâm nhập vào bê tông, do đó duy trì độ pH cao của bê tông và ngăn ngừa ăn mòn cốt thép một cách hiệu quả [1].

- **Ngăn chặn Tấn công Muối:** Sản phẩm có thể cải thiện đáng kể độ bền bằng cách ngăn chặn sự suy thoái của bê tông do nước muối hoặc clorua, đặc biệt quan trọng đối với các công trình ven biển hoặc ở những vùng sử dụng muối khử băng [1].

2.2.2. Ước chế Ăn mòn Cốt thép

LIBERO ước chế một cách có chọn lọc sự ăn mòn của cốt thép bên trong kết cấu bê tông, giúp cải thiện an toàn và độ bền của công trình. Nó tạo ra một phản ứng hóa học với cốt thép để ngăn chặn sự ăn mòn, làm tăng đáng kể độ bền của cốt thép. Một ưu điểm lớn là nó có thể được áp dụng cho cả các kết cấu bê tông hiện có mà không cần công việc bổ sung phức tạp [1].



Hình 3: LIBERO bảo vệ cốt thép khỏi các tác nhân ăn mòn, đảm bảo an toàn kết cấu [1].

2.2.3. Kéo dài Tuổi thọ Bê tông

Bằng cách ngăn chặn các nguyên nhân gốc rễ của sự suy thoái như nứt, carbon hóa và ăn mòn cốt thép, LIBERO có thể kéo dài đáng kể tuổi thọ của các kết cấu bê tông. Điều này giúp giảm đáng kể chi phí bảo trì và sửa chữa trong dài hạn, mang lại lợi ích kinh tế to lớn [1].

2.2.4. Hiệu suất Chống thấm và Kỵ nước Vượt trội

- **Chống thấm Vượt trội:** Chất tăng cường độ bền bê tông tạo thành một lớp phủ chống thấm cao cấp trên bề mặt bê tông, ngăn chặn hiệu quả sự xâm nhập của nước và độ ẩm. Điều này ngăn ngừa sự suy thoái và ăn mòn từ bên trong, cải thiện đáng kể độ bền [1].
- **Kỵ nước Mạnh mẽ:** Bề mặt được xử lý có khả năng kỵ nước tuyệt vời, khiến nước không bám dính và dễ dàng chảy đi. Điều này giảm thiểu sự suy thoái và sự xâm nhập của các chất gây ô nhiễm, kéo dài tuổi thọ của kết cấu [1].



2.2.5. Bảo vệ Bê tông trong Mùa đông

LIBERO cung cấp khả năng bảo vệ hiệu quả chống lại các hư hỏng trong mùa đông. Các chất phụ gia đặc biệt ngăn chặn sự đóng băng của nước bên trong, ngăn ngừa các vết nứt và hư hỏng do chu kỳ đóng băng và tan băng. Ngoài ra, nó còn ngăn chặn sự xâm nhập của clorua từ các chất khử băng, bảo vệ cốt thép khỏi ăn mòn và kéo dài tuổi thọ của bê tông trong điều kiện mùa đông khắc nghiệt [1].

2.3. Đặc điểm Sản phẩm

- **Độ bền Vượt trội:** Công nghệ công thức độc quyền cải thiện đáng kể độ bền của bê tông, ức chế hiệu quả nứt và ăn mòn [1].
- **Hiệu suất Chống thấm và Kỵ nước Cao cấp:** Các thành phần chuyên biệt làm giảm tính thấm của bề mặt bê tông để cung cấp khả năng chống thấm và kỵ nước mạnh mẽ [1].
- **Xanh và Đáng tin cậy:** Sản phẩm loại bỏ các thành phần có hại và sử dụng nguyên liệu thô thân thiện với môi trường để bảo vệ sức khỏe của người thi công và người sử dụng [1].

2.4. Ứng dụng của Sản phẩm

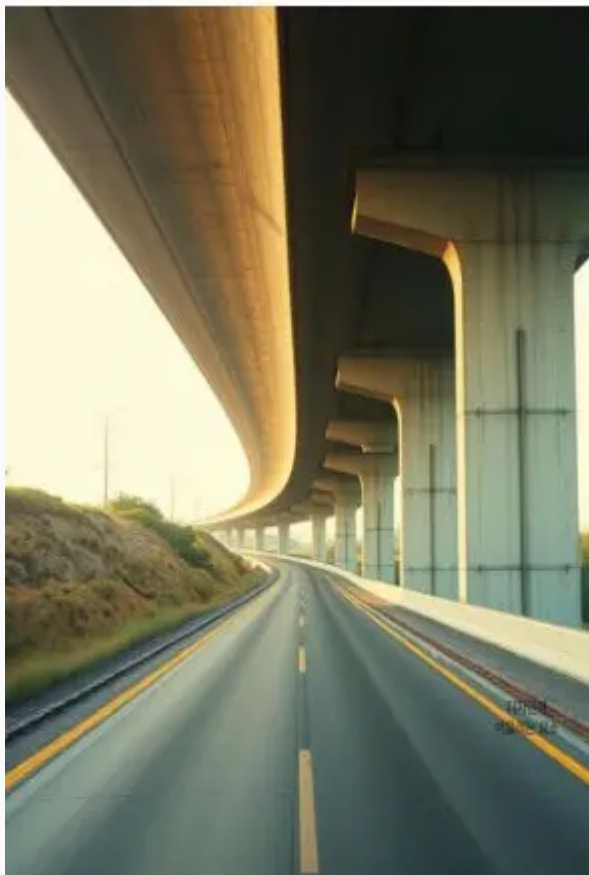
2.4.1. Mục đích Sử dụng

- **Cải thiện độ bền tòa nhà:** Tăng độ bền của kết cấu bê tông để kéo dài tuổi thọ và ngăn ngừa nứt, bong tróc [1].
- **Chống thấm và chống ẩm:** Cải thiện khả năng chống thấm và kỵ nước của bê tông để ngăn ngừa rò rỉ và xâm nhập độ ẩm [1].
- **Ức chế ăn mòn cốt thép:** Tăng cường an toàn cho kết cấu bằng cách ức chế sự ăn mòn của cốt thép bên trong bê tông [1].

2.4.2. Lĩnh vực Áp dụng

- **Kiến trúc:** Áp dụng cho các kết cấu bê tông trong các tòa nhà để làm cho chúng bền hơn [1].
- **Công trình dân dụng:** Áp dụng cho nhiều loại công trình kỹ thuật dân dụng, bao gồm cầu, đập, bến cảng, v.v. [1].

- **Cơ sở công nghiệp:** Áp dụng cho sàn bê tông trong các nhà máy, nhà kho và các cơ sở công nghiệp khác để tăng độ bền [1].



Hình 5: LIBERO lý tưởng cho các công trình hạ tầng quan trọng như cầu và đường cao tốc [1].

3. Đánh giá và Chứng nhận

3.1. Đánh giá từ Giới học thuật

LIBERO đã nhận được sự công nhận và đánh giá cao từ các chuyên gia hàng đầu trong ngành bê tông.

“LIBERO được định vị là sản phẩm xây dựng sáng tạo nhất của thế kỷ 21, có khả năng loại bỏ triệt để các nguyên nhân gây suy thoái và bảo vệ tuổi thọ của bê tông một cách thực tế vô thời hạn khỏi các yếu tố suy thoái bên ngoài.”

— Shim Jong-sung, Giáo sư danh dự Đại học Hanyang, Nguyên Chủ tịch Viện Bê tông Hàn Quốc [1].

“LIBERO là một sản phẩm sáng tạo kiểm soát cơ bản các hiện tượng như ăn mòn thép, carbon hóa và xói mòn hóa học—những nguyên nhân làm giảm tuổi thọ bê tông. Đây là chất

tăng cường hiệu suất lý tưởng nhất có khả năng cải thiện đồng thời độ cứng và độ bền của kết cấu bê tông trong khi ngăn chặn các yếu tố có hại.”

— Han Man-yeop, Giáo sư danh dự Đại học Ajou, Nguyên Chủ tịch Hiệp hội Kỹ sư Xây dựng Hàn Quốc [1].

3.2. Chứng nhận và Tiêu chuẩn Quốc tế

Uy tín và hiệu quả của LIBERO được củng cố bởi một loạt các chứng nhận và sự công nhận quốc tế:

- **Chứng nhận KOLAS:** Được công nhận bởi Tổ chức Công nhận Hàn Quốc (KOLAS), một thành viên của Thỏa ước Thừa nhận Lẫn nhau (MRA) của Hợp tác Công nhận Phòng thí nghiệm Quốc tế (ILAC) [1].
- **Thử nghiệm SGS:** Đã vượt qua các thử nghiệm nghiêm ngặt của SGS, một công ty kiểm định và chứng nhận hàng đầu thế giới có trụ sở tại Thụy Sĩ [1].
- **Tiêu chuẩn Quốc tế ISO:** Được đề xuất lên ISO/TC 71/WG6 và đã được hoàn thiện thành một tiêu chuẩn quốc tế (ISO CD 18726), được công nhận tại hơn 50 quốc gia. Điều này xác nhận hiệu suất của sản phẩm LIBERO trên quy mô toàn cầu [1].
- **Công nhận từ ACI:** Sản phẩm dự kiến sẽ được công bố trong một bài báo của Viện Bê tông Hoa Kỳ (ACI) và được đưa vào Sổ tay hướng dẫn chính thức của ACI, điều này sẽ thúc đẩy việc sử dụng sản phẩm trong các công trường xây dựng chuyên nghiệp [1].



Hình 6: Các chứng nhận từ KOLAS, SGS và ISO khẳng định chất lượng và hiệu suất của LIBERO [1].

4. Phân tích Trường hợp Nghiên cứu: Suy thoái Bê tông Toàn cầu

4.1. Hiểu về Trung hòa Bê tông (Carbon hóa)

Trung hòa bê tông là quá trình CO_2 từ khí quyển xâm nhập vào bê tông qua các lỗ rỗng, phản ứng với canxi hydroxit để tạo thành canxi cacbonat. Phản ứng này làm giảm độ pH của bê tông. Khi độ pH giảm xuống dưới 9, lớp màng bảo vệ thụ động xung quanh cốt thép bị phá hủy, dẫn đến quá trình ăn mòn bắt đầu và làm giảm độ bền của kết cấu [1].

4.2. Tổng quan các Trường hợp Nghiên cứu Toàn cầu

Sự suy thoái bê tông là một vấn đề toàn cầu, được minh chứng qua nhiều sự cố và thách thức đối với các công trình hạ tầng quan trọng.

- **Sập cầu ở Na Uy:** Một cây cầu ở Na Uy đã sập vào tháng 12 năm 2022. Nguyên nhân được cho là do sự ăn mòn nghiêm trọng của các gân thép do quá trình carbon hóa nặng nề, bị đẩy nhanh bởi độ ẩm cao trong khu vực [1].
- **Đường băng sân bay:** Đường băng tại Sân bay Logan (Mỹ) bị ảnh hưởng bởi lưu lượng giao thông hàng không lớn và việc sử dụng muối khử băng. Việc tiếp xúc lâu dài với CO₂ và việc lạm dụng canxi clorua đã đẩy nhanh quá trình trung hòa bề mặt [1].
- **Cầu ven biển:** Các cây cầu đường cao tốc ven biển phải đối mặt với quá trình trung hòa và tấn công clorua nhanh chóng do môi trường biển, gây ra các vấn đề nghiêm trọng về an toàn [1].



Hình 7: Sự cố sập cầu ở Na Uy, một ví dụ điển hình về hậu quả của sự suy thoái bê tông [1].

4.3. Giải pháp Sáng tạo của NCS

Để đối phó với các mối đe dọa từ trung hòa và tấn công clorua, NCS cung cấp các giải pháp sáng tạo giúp kéo dài đáng kể tuổi thọ của kết cấu bê tông và giảm chi phí bảo trì dài hạn. Các giải pháp này bao gồm các lớp phủ bề mặt để ngăn chặn sự xâm nhập của CO₂, các chất biến đổi để loại bỏ ion clorua, và các hệ thống truyền dịch để bảo vệ cốt thép [1]. Bằng cách áp dụng các biện pháp phòng ngừa này, NCS giúp tăng cường sự ổn định của kết cấu và nâng cao an toàn công cộng.



Hình 8: NCS phát triển các giải pháp tiên tiến thông qua nghiên cứu và phát triển nghiêm ngặt [1].

5. Tầm nhìn Tương lai và Kết luận

5.1. Kế hoạch và Tầm nhìn của NCS

NCS cam kết tiếp tục là người tiên phong trong công nghệ bê tông. Tầm nhìn tương lai của công ty bao gồm:

- **Đổi mới Công nghệ:** Tiếp tục đầu tư vào R&D để tạo ra những đột phá mới trong công nghệ bê tông, bao gồm bê tông tự phục hồi và bê tông thông minh [1].
- **Mở rộng Toàn cầu:** Mở rộng phạm vi hoạt động ra ngoài châu Á, hướng tới các thị trường châu Âu và Bắc Mỹ [1].
- **Phát triển Sản phẩm Xanh:** Phát triển các sản phẩm bê tông thân thiện với môi trường tích hợp công nghệ giảm phát thải carbon, góp phần vào sự phát triển bền vững [1].

5.2. Kết luận

Chất tăng cường độ bền bê tông LIBERO của NCS đại diện cho một bước tiến vượt bậc trong công nghệ bảo vệ và bảo trì kết cấu bê tông. Với nguyên lý hoạt động độc đáo dựa trên sự kết tinh và khả năng tự phục hồi, LIBERO cung cấp một giải pháp toàn diện để chống lại các nguyên nhân chính gây suy thoái bê tông như carbon hóa, tấn công clorua và ăn mòn cốt thép. Hiệu quả của sản phẩm đã được chứng minh một cách khoa học thông qua các thử nghiệm nghiêm ngặt và được công nhận bởi các tổ chức uy tín và tiêu chuẩn quốc tế như KOLAS, SGS và ISO [1].

LIBERO không chỉ giúp kéo dài tuổi thọ của các công trình xây dựng một cách bán vĩnh viễn mà còn giảm đáng kể chi phí bảo trì, nâng cao an toàn và góp phần vào sự bền vững của ngành xây dựng. Với những đánh giá tích cực từ giới học thuật và một lộ trình rõ ràng để được công nhận rộng rãi hơn (ví dụ như qua ACI), LIBERO của NCS có tiềm năng cách mạng hóa cách chúng ta xây dựng và bảo vệ cơ sở hạ tầng trên toàn thế giới [1].

Tài liệu tham khảo

- [1] NCS Co., Ltd. (2025). *LIBERO Concrete Durability Enhancer* [Product Catalog]. Paju, Gyeonggi-do, Korea. Dựa trên nội dung được phân tích từ tệp "리베로카다록 파일 (english).pdf".

Phụ lục: Dữ liệu Báo cáo Thử nghiệm

Dưới đây là bản dịch và tóm tắt các kết quả thử nghiệm chính cho sản phẩm "Chất tăng cường độ bền bê tông (Libero)" như được trình bày trong tài liệu [1].

Phụ lục A: Báo cáo Thử nghiệm - Korea Concrete Testing Laboratory (KCTL-B-25-04083)

Mục đích: Quản lý chất lượng

Mẫu: Chất tăng cường độ bền bê tông (Libero)

Bảng 1: Kết quả thử nghiệm từ Korea Concrete Testing Laboratory [1]

Hạng mục thử nghiệm	Điều kiện	Đơn vị	Kết quả	Phương pháp thử
Chiều sâu thẩm thấu	-	mm	5.0	KS F 4930 : 2022
Độ bền kháng nước	Trạng thái tiêu chuẩn	-	0.06	KS F 4930 : 2022
	Sau thử nghiệm kháng áp	-	0.06	
	Sau thử nghiệm kháng chu kỳ nhiệt	-	0.07	
	Sau thử nghiệm thời tiết nhân tạo	-	0.07	
Hiệu suất kháng thấm	-	-	0.04	KS F 4930 : 2022
Kháng xâm nhập ion clorua	-	mm	0.0	KS F 4930 : 2022
Kháng axit (5% MgSO ₄ , 72hr)	-	-	Không có bất thường	KS M ISO 2812-1 : 2007
Kháng trượt	Không phủ	BPN	73	KS F 2375 : 2016
	Có phủ	BPN	70	
Kháng bong tróc do đóng băng (100 chu kỳ, Phương pháp A)	-	kg/m ²	0.21	SS 13 72 44 : 2005
Độ bám dính	Tiêu chuẩn	MPa	1.7	KS F 4918 : 2018
Độ bám dính	Ấm	MPa	1.5	KS F 4918 : 2023

Phụ lục B: Báo cáo Thử nghiệm - Korea Conformity Laboratories (KCL) (CT25-028972K)

Mục đích: Quản lý chất lượng

Mẫu: Chất tăng cường độ bền bê tông (Libero)

Bảng 2: Kết quả thử nghiệm các chỉ tiêu an toàn và môi trường [1]

Hạng mục thử nghiệm	Đơn vị	Kết quả	Ghi chú
Ngoại quan	-	Không có bất thường	-
Chì (Pb)	mg/L	Không phát hiện	Giới hạn định lượng 0.0004
Cadmium (Cd)	mg/L	Không phát hiện	Giới hạn định lượng 0.02
Thủy ngân (Hg)	mg/L	Không phát hiện	Giới hạn định lượng 0.2
Tiêu thụ Permanganat	mg/L	Không phát hiện	Giới hạn định lượng 0.3
pH	-	9.4	-
Cyanide (CN)	mg/L	Không phát hiện	Giới hạn định lượng 0.001
Tổng chất rắn hòa tan	mg/L	18	-
Tổn thất khi nung	mg/L	0.06	-