

방균실란트의 방균지속성 평가

Antifungal Durability Evaluation of Sanitary Sealant

서 연 원* 정 진 영** 안 명 수*** 김 성 현**** 배 기 선*****
YeonWon, Seo Jin-young, Jung Myung-Su, Ahn Sung Hyun, Kim Keesun, Bae

Abstract

There are many elastomeric joint sealant applications in construction such as structural glazing, weatherproofing and insulating glass fabrication etc. Each sealant joints require unique durability functions to perform well through building life cycle. Elastomeric joints in bathroom and kitchen is one of areas which require durable sealing. In this application, anti fungal durability is proprietary function of sealant during building life cycle. Premature failure of anti fungus resistance of sealant is putting big stresses to general contractor as well as the inhabitants due to costly rework and poor sanitation. Accordingly, when chemists design a product, they must take into account various parameters not only formulation components also test conditions in order to have long term fungal durability. This paper reviews several biocide options with various industry standards for fungus resistance performance to suggest making new test method for construction sealant industry.

키워드: 실란트, 내곰팡이성, 내구성, 방균제
Keyword: Sealant, Fungus resistance, Durability, Biocide

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

방균 성능이 없는 실란트는 곰팡이, 박테리아 등의 미생물의 오염이 표면에 발생되며, 지난 반세기 동안 방균제 연구자들과 실란트 제조사로 하여금 효과적인 해결방법을 찾기 위한 동기를 제공하였다. 실란트 위에 발생한 곰팡이는 색상변화, 냄새, 외관 불량, 강도약화, 부착성 약화, 피부감염, 알러지와 같은 건강 위협 요소로 작용할 수 있다.

언급한 문제점들은 실란트 배합 내 방균제 또는 항균제 사용에 의해 효율적으로 제어될 수 있다.

방균제는 곰팡이, 박테리아 등의 미생물들의 성장으로부터 실란트를 보호하여 곰팡이 발생을 억제할 수 있다. 방균제는 곰팡이가 발생하기 전 미생물의 성장을 늦추게 하거나 미생물 성장을 억누르게 할 수 있다. 이 논문은 욕실과 주방 등에 적용되는 실란트에 사용되고 있는 방균제에 따른 내곰팡이성능을 국내, 외에서 사용중인 다양한 항균시험 방법에 의해 비교, 검토를 통해 주거공간 내 친환경 항균실란트 적용에 관한 적절한 방향을 제시하고자 한다.

2. 실험 계획 및 방법

2.1 실험 계획

방균제는 재료에 따라 유기계와 무기계로 크게 분류될 수 있으며 이중 건축용 항균실란트 제조에 가장 많이 사용되는 방균제는 유기비소계 화합물이다. 유기비소계 화합물 사용율은 항균실란트 제조의 약50% 이상을 차지하고 있다. 유기비소계화합물은 미국 환경청 EPA(Environmental Protection Agency)에 등록된 화합물이기는 하나 유독성 화합물인 비소를 함유하고 있어 환경적인 안전성을 우려하는 목소리가 유럽 및 각국에서 제기되고 있어 이를 대체하기 위한 시장 변화가 일어나고 있다. 이러한 사유로 유기비소계 항균제를 대체할 수 있는 다양한 비독성방균제를 다양한 시험방법을 통해 평가 하고자 하였다.

근자에 유기비소방균제의 인체에 대한 안정성이 이슈화되면서 이의 단점을 보완할 수 있는 무기계방균제가 주목 받고 있다. 무기계방균제는 제올라이트, 실리카알루미나 등의 무기담체에 은, 구리, 아연 등과 같이 방균지속성이 뛰어난 금속이온을 치환시킨 것으로 미세한 기공을

* (주)KCC 기술연구소, 선임연구원

** (주)KCC 기술연구소, 부장

*** (주)KCC 기술연구소, 주임연구원

**** (주)KCC 기술연구소, 연구원

***** 한양대학교 친환경건축연구센터, 연구교수, 공학박사 (실링기술위원장)

가진 3차원의 골격구조를 지니기 때문에 금속이온이 가지는 항균지속성 외에 내열성이 우수하다고 알려져 있다. 또한 은, 구리, 아연 등의 금속은 항균력이 강하고 인체에 무해한 몇 안 되는 금속 이온으로 알려져 있다. 무기계 항균제의 항균효과는 활성산소이온에 의해 발현되기 때문에 약제의 용출에 의한 즉효성은 없지만 지속성이 길다는 장점을 가지고 있어 무기계 항균제 2종을 본 실험에 적용하였다. 본 연구에서는 기존 비소계 유기 방균제 외에 이를 대체할 수 있는 1종의 비독성 유기계방균제와 2종의 무기계방균제를 건축용 실란트에 적용하여 항균지속성에 대해 각국에서 사용되고 있는 다양한 시험방법을 통해 비교 평가 하고자 하였다.

2.2 시험 방법

서론에서 언급된 방균제 4종에 대하여 단독 및 혼합비율을 조절하여 각각의 내곰팡이성능에 대한 비교 시험을 진행하였다. 방균성능평가는 실란트의 내곰팡이성능을 가장 효과적으로 관찰할 수 있다고 알려져 있는 ISO 846 시험법과 플라스틱재료 내곰팡이성 평가에 사용되는 ASTM G21, 국내에서 가장 영향력 있는 LH시방기준인 KLHC31570(KS J 3201) 을 채택하였고, 방균 내구성 평가를 위하여 상기 시험방법들에서 제시하고 있는 표준시험 조건 외에 경화된 실란트 시편을 50℃, 95%RH 조건에서 1달간 침수(매일물교환+시편세척)후 방균지속성 유무를 평가하였다.

표1. 산업용 유기계방균제 예제

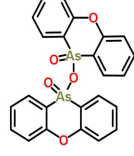
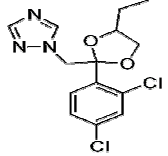
이름 구조	Phenoxarsine oxide	Propiconazol
		
화학적식	C ₂₄ H ₁₆ As ₂ O ₃	C ₁₅ H ₁₇ Cl ₂ N ₃ O ₂

표2. 방균제 적용 샘플

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8
항균제	OBPA	Propiconazol	Metal ions	Silver ions	No3+No2	No3+No1	No4+No2	No4+No1

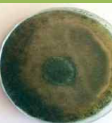

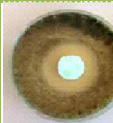


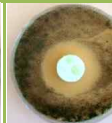

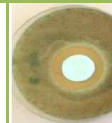

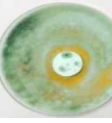
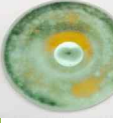
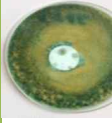
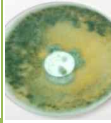


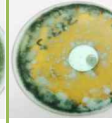
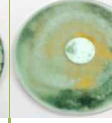
표3. 내곰팡이성능 시험방법

No	Test method	Name	Duration
1	ASTM G 21	Standard practice for determining resistance of synthetic polymeric material to fungi	28 days
2	ISO 846	Evaluation of the action of microorganism on plastic •Method B: Determination of fungistatic effect	28 days
3	KLHC 31570	Method of test for fungus resistance of sealant	14days

3. 시험결과

KLHC 31570 시방은 KS J 3201 시험방법에 의해 실란트 시편을 70℃ 에서 3일간 침수한 후 상온에서 5일간 곰팡이를 배양한 후 곰팡이 억제대가 25 mm 이상 생길 때 합격할 수 있는 시험방법이다. 초기 시험결과는 예상대로 용출성을 가지는 유기방균제 적용 샘플은 무난히 평가에 합격하였으나, 무기방균제 적용샘플을 시방 규격을 만족할 수 없었다. 유기계, 무기계 방균제를 혼용하여 제조한 샘플의 경우도 초기 방균력 평가에서 문제 없는 결과가 도출되었다. 이는 유기방균제의 경우 시편 외부로 방균제 용출 특성에 의한 결과일 것이다. 1달간 침수 후 실시한 방균지속성 평가결과에서는 모든 샘플이 25mm 억제대 필요 규격을 만족하지는 못 하였으나, 잔존하는 억제대를 통해 모든 시편 내에서 완전히 용출되지 않고 방균제가 남아 있음을 확인할 수 있었다. 초기 방균시험결과와 비교하면 1달간 실시한 침수 가속시험 조건이 평가결과에 영향을 줄 수 있음을 확인할 수 있었다.

그림 1. 내곰팡이시험결과(KLHC 31570)

Test Method	Control	1	2	3	4	5	6	7	8
		1	2	3	4	3+2	3+1	4+2	4+1
KLHC 31570									
[Initial]	0 mm	48mm	39mm	0mm	0mm	38mm	47mm	38mm	34mm
KLHC 31570									
[Aging]		0mm	0mm	0mm	0mm	0mm	0mm	0mm	0mm

미국의 ASTM G21 시험방법은 실란트 시편을 상온에서 28일간 곰팡이에 배양 후 곰팡이의 번식 정도를 평가하는 시험방법이다. 시험결과 모든 샘플이 만족하는 결과를 보였으며, 초기 결과값과 내구성 결과값이 KLHC31570과 다르게 명확하게 구분되지 않았다. 즉, 초기 방균시험 결과와 28일간 침수 후 평가한 방균시험 결과 모두 양호하여 장기 침수를 통한 가속시험 조건이 상기시험 결과에서는 방균지속성에 평가에 대한 영향을 주지 못함을 확인할 수 있었다.

그림 2. 내곰팡이시험결과(ASTM G21)

Test Method	Control	1	2	3	4	5	6	7	8
		1	2	3	4	3+2	3+1	4+2	4+1
ASTM G21									
[Initial]	4	0	0	0	0	0	0	0	0
ASTM G21									
[Aging]		0	0	0	0	0	0	0	0

ISO 846 METHOD B 시험방법은 곰팡이 배양 방법이 실제적이고 배양 기간이 길어 다른 시험방법들 보다 실제상황에 곰팡이의 번식 억제력을 평가하는데 보다 유용하다고 알려져 있다. 그림3에서 보이는 바와 같이 1달간 장기 침수 후 실시한 방균지속력 평가에서 구분이 될 수 있는 평가 결과를 보였고, 그 중 비소계유기방균제를 대체할 수 있는 또 다른 유기계 방균제를 사용한 NO 2, NO 5, NO 7의 방균지속성 결과가 양호한 것으로 확인되었다.

그림 3. 내곰팡이시험결과(ISO846)

Test Method	Control	1	2	3	4	5	6	7	8
		1	2	3	4	3+2	3+1	4+2	4+1
ISO846									
[Aging]		2	0	3	5	0	2	0	4

4. 결 론

미국과 유럽에서 OBPA에 대한 규제 강화로 인해 실란트 업계는 새로운 방균제의 선택이 필요한 상황이다. 본 연구에서 검토된 무기계방균제는 분산성과 상용성에서 문제가 발견되었으며, KLHC 31570 시방에도 만족스럽지 못한 결과가 도출되었다. 반면 비독성 유기계방균제는 모든 규격을 만족하였으나, 아직까지 방균내구성이 우수하다는 결과는 금번평가에서 도출하지 못하였다.

현재 국내 실란트 제조업체가 표준으로 삼고 있는 LH공사 KLHC 31570시방은 ISO 846 Method B 등을 기준으로 하여 수정작업이 필수 불가결함이 금번 평가를 통해 확인 되었다. KLHC31570에 의한 5일간 배양조건은 ASTM G21, ISO 846의 28일간의 배양조건에 비해 매우 짧아 정확한 결과는 내기 어렵다는 단점이 있다. 또한 고온에서의 장기간 침수 조건은 방균제의 용출을 가속화 할 수 있어 곰팡이에 대한 저항내구성을 측정하는데 필수적인 시험 조건이다. 하지만 KLHC 31570 시방은 단지 3일 동안의 침수만을 기준으로 삼고 있다. 따라서 장기간 배양 조건과 함께 28일간의 가속 침수단계를 거치는 EN15651-3 유럽 시험방법 등 에 의해 새로운 기준 정립이 필수 불가결하다.

또 하나 고려해야 할 사항은 KLHC 31570에서 제시하는 억제대 25mm 기준의 필요 여부이다. 억제대를 형성 해야 한다는 건 그만큼 방균제가 시편외부로 용출되어야 한다는 것이고, 억제대가 크게 발생될수록 더 빠르게 용출이 진행되어야 하기 때문에 방균 지속성이 오랫동안 유지되기 어렵다.

본 연구에서 제시한 시험방법들 또한 금번 평가를 통해 방균 내구성을 정확하게 평가할 수는 없다고 확인 되었다. 하지만 방균실란트의 경우 내구성은 필수요소이며, 이러한 내용들이 반영된 새로운 국내 시험 방법이 표준으로 정립 되어질 필요가 있다.

분명 방균 내구성을 정확하게 평가 예측하는 데는 한계가 있다. 이는 다양한 변수들과 생활환경의 차이가 발생할 수 있기 때문이다. 그러므로 국민 건강 증진을 위해 필수 요구 사항이 제대로 파악되어 표준화된 시험 조건과 새로운 국가 표준이 조속히 만들어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. ISO Standard ISO 846, 1997, "Evaluation of the action of microorganism, International Standard Organization (ISO), ASTM G 21-09, Standard Practice for Determining Resistance of Synthetic Polymeric Materials to Fungi, Korea Standard KS J 3201-2011, "Methods of test for fungus resistance, EN15651-3, 2012, Sealant for non-structural use in joints in buildings and pedestrian walkways - Part3