

# 방화용 실런트 성능 평가 방법 연구

## A study for the test method of fire resistance construction sealant

안 명 수\*                      정 진 영\*\*                      배 기 선\*\*\*  
Ahn, Myung-Su              Jung Jin-Young              Bae, Ki-Sun

### Abstract

Many kinds of fire-stop sealants have been used for joint sealing, cable penetration part sealing and fireproof structure finishing etc in building sectors which need water-proofing and fire-stop properties. But, fire-stop sealant itself has no specific industry standards in Korea even though there are so many required properties for the application. So, in this study, for the evaluation, we adopted and applied UL standard 94(UL 94) which is commonly used for the fire retardant testing in inflammable materials like plastics and rubbers in electronics industry. In this study, we demonstrated fire resistance properties of each fire-stop sealants which varied with different formulation, thickness and origins available in Korea. Overall, fire stop sealant had better fire resistance performance than normal construction sealant. And the thicker the material, the better the fire resistance performance was. Because there is no national or industry guideline for fire stop sealant itself, each sealant products showed different level of performances under UL94 designation. Even certain product had very poor fire proof properties although it claims it can be used for the application.

키 워 드 : 방화용 실런트, 내화성능 실험방법, UL94  
Keywords : Fire-stop sealant, Fire resistance test method, UL94

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

방화용 실런트는 건축물의 방화 구역내 탄성이 필요한 조인트 부분, 파이프 및 전기 케이블 관통 부위 및 방수, 방습, 방음 등의 특성이 요구되는 곳에 사용하는 내화충전재료이다. 내화충전재료에는 콘크리트, 석재, 벽돌, 목모보드, 석고보드 등의 불연, 준불연재료와 우레탄, 실리콘 등 가연성재료를 포함하고 있다. 현재 방화용 실런트의 재료는 주로 실리콘 및 수성 이크릴 계열을 사용하고 있다.

국내에서는 1971년 대연각호텔 화재사건과 2003년 대구 지하철 화재사고 등을 겪으면서 각각 230여명과 340여명의 사상자를 냈다. 위의 두 대표적인 화재사고가 큰 피해를 갖게 된 가장 큰 원인 중 하나는 내화 특성을 갖는 내화충전구조의 부재를 들 수 있다. 이를 계기로 국내에서도 내화충전구조 성능에 대한 법령 제정 등을 통해 그 필요성을 더욱 강조하는 추세이다.

국내에서 방화용 실런트와 관련된 기준은 국토해양부령으로 2006년 6월 29일 개정된 ‘건축물의 피난방화구조 등의 기준에 관한 규칙’ 및 하위규정으로 국토해양부고시 2008년 5월 15일 개정된 ‘내화구조 인정 및 관리기준’, 그리고 2008년 7월 1일 한국건설기술연구원장에 따른 ‘내화충전구조 세부운영지침’에 따라 시행되고 있다.

방화용 실런트는 내화충전구조체의 틈새 실링 용도로 사용되어 구조체와 함께 테스트를 받는 FILK FS012 인증(내화 등급, 가열, 주수 시험 등), 실런트 자체의 내화 특성에 관한 규격인 ASTM E 84, 건축용실링재 규격인 KS F 4910 등의 시험 성적서 발행 등을 통해 국내 건축현장에 사용되고 있다. 하지만, 국내 건축현장에서는 내화충진구조에 대한 이해가 여전히 부족하며, 방화용 실런트 등의 방화재료에 대한 KS 규격조차 지정이 되어있지 않은 실정이다. 내화충진구조에 대한 이해가 부족한 이유로, 내화충진구조 시험시 실제 구조체를 만들어서 평가를 받아야 하는 번거로움과 많은 시간이 소요된다는 점을 이유로 들 수 있으며, 방화용 실런트 시험방법이 내화 구조체를 만들어서 실런트를 충전하고, 구조체와 함께 방화성능을 평가 받는 방법만 가능하다는 것을 의미한다. 이는 방화용 실런트의 성능을 판단하는 방법으로 효과적이지 않다고 생각하며, 해외 선진국들의 사례와 같이 방화용 실런트의 내화성능 시험에 대한 별도의 기준마련이 필요

\* (주)KCC 기술연구소 주임연구원

\*\* (주)KCC 기술연구소 부장, LEED AP, (실링위원회 간사)

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

하다고 생각한다.

현재, 건축내화재료와 관련하여 방화용 실린트의 난연성능을 판단하는 KS 시험방법으로는 KS F ISO 5660-1 열 방출률 시험이 있다. 하지만 이는 콘크리트, 시멘트, 난연플라스틱 등 모든 건축재료에 대한 열방출률 시험을 통해 불연, 준불연, 난연 재료 등으로 나누는 방법이다. 하지만, 그 범위가 너무 넓기 때문에, 방화용 실린트 및 가연성을 갖는 비슷한 재료의 난연성능을 판단하는 기준으로는 적당하지 않을 것으로 판단되며, 방화용 실린트, 전선, 배관 등의 고무 및 플라스틱 재질의 난연성능을 평가하기 위해서는 보다 세밀한 기준 및 시험방법의 정립이 필요하다고 생각한다.

이에 따라, 본 연구에서는 전기전자 업계에서 가장 보편적으로 사용되고 있으나 재료의 난연성 평가에 중심을 두고 있는 난연성능 시험방법인 UL standard 94 시험(플라스틱 난연성 평가 시험, 이하 UL94)을 활용하여 방화용 실린트의 난연성능을 평가 및 난연 실린트의 국내 기준 및 시험방법 정립을 위한 방향을 제시하고자 한다.

## 2. 방화용 실린트 성능평가 방법

### 2.1 UL94 시험방법 소개 및 시험 계획

UL94는 전기전자 분야에서 가장 널리 사용되는 ‘플라스틱의 난연성 평가하는 시험방법’이며, ASTM과 ISO 규격을 인용하여 따르고 있다. 시험방법은 표 1에 나타난 바와 같이 총 6 종류로 되어 있으며, 재료의 성능평가 목적에 따라 그 시험방법을 달리하여 평가할 수 있다.

표 1. UL94 난연성 평가 방법

시 험 방 법	목 적	난연특성 평가 구분
수평연소시험	재료의 선형 연소속도 측정	HB
20mm 수직연소시험	재료의 난연성 측정	V-0, V-1, V-2
500W(125mm) 수직 연소시험	재료의 난연성 측정 및 연소시 재료의 구멍여부 확인	5VA, 5VB
복사패널 불꽃 퍼짐 시험	화재에 노출되었을 때 표면의 가연성 측정	RP15 ~ RP200
얇은 재료의 수직 연소시험	재료의 난연성 측정	VTM-0, VTM-1, VTM-2
발포된 재료의 수평 연소시험	발포재료의 선형 연소속도 측정	HBf, HF-1, HF-2

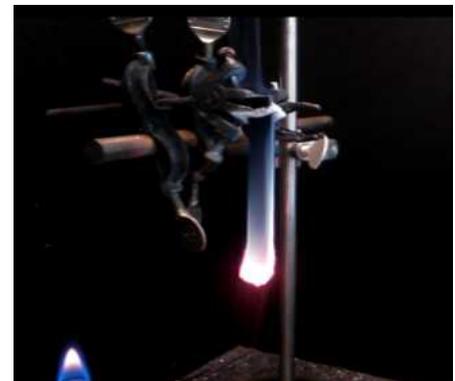


그림 1. 20mm 수직연소시험

본 연구에서는 UL94시험방법 중 방화용 실린트 및 이와 유사한 재료를 평가하기 위해 가장 널리 사용되고 있는 ‘UL94 20mm 수직연소시험’을 이용하여 방화용 실린트의 종류(6종) 및 두께(2T, 3T, 4T, 5T, 6T)에 따른 내화 성능 평가 결과를 통해 방화용 실린트의 성능 평가 방법을 고찰하였다.

### 2.2 시험방법 및 성능평가기준

방화용 실린트의 난연성을 측정하기 위한 방법으로 ‘UL94 20mm 수직연소시험’에 따라 시험을 진행했으며, 시험 방법을 소개하면 하기와 같다.

#### 2.2.1 시험방법

‘UL94 20mm 수직연소시험’은 하기 표 2와 같이 진행하였다.

표 2. UL94 20mm 수직연소시험 방법

시 험 방 법
1) 20±1mm 불꽃길이를 가진 버너로 샘플 끝단을 가열한다. (불꽃길이 10±1mm 유지)
2) 10±0.5 초 동안 샘플이 연소될 때 불꽃이 10±1mm가 샘플에 닿도록 유지한다.
3) 가열 10초후 불꽃을 샘플에서 떼고 동시에 샘플에서 t1(불이 꺼지는 시간)을 측정한다.
4) 사용된 동일한 샘플로 1,2,3)에서 진행한 것과 같은 방식으로 재 진행하여 샘플에서 t2(불이 꺼지는 시간), t3(불뚝이 남아 있는 시간)을 측정한다.
* 샘플 Size: 길이 125mm±5mm * 너비 13mm±0.5mm * 두께

#### 2.2.2 성능평가기준

상기 시험방법을 통해 시험된 시편은 하기 표 3에 나타난 기준에 따라 난연등급이 V-0, V-1, V-2등급으로 구분된다.

### 3. 방화용 실린트 UL94 시험결과

표 3. UL94 난연 성능 평가 기준

난연성능	V-0	V-1	V-2
t1+t2	<10초	<30초	<30초
t2+t3	<30초	<60초	<60초
5개 시편 t1, t2의 총합 ( $\sum(t1+t2)$ )	<50초	<250초	<250초
불꽃이 연소되지 않고 시편 전체를 태움	X	X	X
불꽃 떨어짐으로인한 숨 인화	X	X	0

#### 3.1 실린트 종류 및 제조사별 난연 시험결과

실린트의 UL94 시험은 실린트의 내화특성에 따른 종류 및 제조사별로 시험을 하였으며, 표 4의 시험결과에 따르면 K사의 경우 범용 실린트에서 UL94 시험 '등급외' 판정(난연성이 떨어진다)을 받았으며, 방화용 #1에서 V-1, 방화용 #2에서 V-0 등급의 난연성능 평가를 받았다. 이와 더불어 B사, D사의 방화용 실린트도 함께 시험해 본 결과, 두 실린트 모두 UL94 시험에서 '등급외' 판정을 받은 것으로 확인되었다.

표 4. 실린트 종류별 및 제조사별 UL94 시험 결과 (샘플 두께: 2mm)

	K사 범용	K사 방화용 #1	K사 방화용 #2	B사 방화용	D사 방화용
난연성능	등급외	V-1	V-0	등급외	등급외
t1+t2	계속연화	28초	2초	계속연화	177초
t2+t3	계속연화	28초	2초	계속연화	170초
5개 시편 t1, t2의 총합 ( $\sum(t1+t2)$ )	계속연화	94초	12초	계속연화	431초
불꽃이 연소되지 않고 시편 전체를 태움	0	X	X	0	X
불꽃 떨어짐으로인한 숨 인화	0	X	X	0	0

#### 3.2 실린트 두께별 시험결과

표 5. 실린트 두께별 시험 결과

실린트 종류	K사 범용					K사 방화용 #1				
	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm
난연성능	등급외	등급외	등급외	등급외	등급외	V-1	V-0	V-0	V-0	V-0
t1+t2	계속연화	131초	111초	72초	54초	28초	5초	2초	2초	4초
t2+t3	계속연화	2초	115초	49초	26초	28초	2초	2초	2초	2초
5개 시편 t1, t2의 총합 ( $\sum(t1+t2)$ )	계속연화	482초	397초	169초	172초	94초	16초	10초	12초	14초
불꽃이 연소되지 않고 시편 전체를 태움	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X
불꽃 떨어짐으로인한 숨 인화	0	0	0	X	X	X	X	X	X	X

경화된 실린트의 두께별 UL94 시험 결과는 표 5에서 나타난 바와 같이, 두께가 두꺼울수록 대체로 난연성이 향상되는 결과를 확인할 수 있었다.

### 4. 결 론

본 연구에서는 내화충전구조에 사용되는 조인트의 실링 및 방수, 방음 용도로 사용되고 있는 방화용 실린트의 성능평가에 대한 별도의 규격이 없음에 따라, 전기전자 분야에서 실린트의 난연성능을 평가하는 방법인 UL standard 94 시험(플라스틱 난연성 평가 시험)을 도입하고, 그에 따라 방화용 실린트의 내화성능중 하나인 난연성능을 평가해 보았다.

방화용 실린트의 난연성능 평가는 실린트 종류별(방화용이 아닌 범용, 방화용), 제조사별, 그리고 두께별로 나누어 난연 성능을 비교하였다.

그 결과, 실린트는 그 용도에 따라 난연성능에 차이(방화용 > 범용 순)를 보이는 것을 확인하였으며, 실린트의 두께가 두꺼워질수록 난연성이 좋아지는 결과를 확인하였다. 또한, 앞서 방화용 실린트에 대한 별도의 규격이 없음에 대해 우려한 바와 같이, 현재 시중에 나와 있는 방화용 실린트의 난연성능이 각 제조사별로 차이가 있는 것으로 확인되었다.

상기의 연구결과를 통해, 방화용 실린트 사용시 그 용도에 따른 사용이 필요하고, 사용시 일정 두께 이상에서 방화성능이 확인된 실린

트의 사용이 필요하다는 사실을 확인할 수 있었으며, 앞서 활용했던 UL94 시험방법을 기초로 방화용 실린트에 대한 난연성능을 구분할 수 있었다.

이에 따라, 가연성이 있는 고무나 플라스틱류에 대하여 UL94를 비롯한 ASTM E 84(화염전파, 연기밀도), ASTM D 2863(산소지수) 등 해외에서 널리 사용하고 있는 난연성능 시험방법의 활용이 필요하며, 더 나아가 KS 도입 통해 국내 건축시장에서 방화용 실린트 및 유사 가연 재료 사용시에도 난연등급이 확보된 제품을 사용하여 내화구조에 사용되는 방화용 실린트 및 유사 가연 재료에 대한 내화특성이 보다 안전하게 확보되어야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

1. Underwriters Laboratories, Users' Guide for the UL94 - Test for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Application, Issue 1.1, pp.11~13, 2000.3
2. 한국표준협회, 건축부재의 내화시험방법 - 충전 시스템 - 제1부: 설비 관통부 충전 시스템(KS F ISO 10295-1), 2008
3. ASTM, Standard Test Method for Fire Tests of Through-Penetration Fire Stops(ASTM E 814), 2006
4. 한국화재보험협회부설, 방재시험연구소, 내화충전구조의 시험 방법(FILK 012), 2005
5. ASTM, Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials(ASTM E 84), 2006
6. ASTM, Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials(Limiting Oxygen Index, ASTM D 2863-09), 2006
7. 한국표준협회, 연소성능시험 - 열방출, 연기발생, 질량감소율 - 제1부 : 열방출률(콘칼로리미터법) (KS F ISO 5660-1), 2008
8. 한국표준협회, 연소성능시험 - 열방출, 연기발생, 질량감소율 - 제2부 : 연기 발생률(동적 측정) (KS F ISO 5660-2), 2006