

유기용 발수제 발화 가능성 고찰

김정식

Jeng-Sig Kim

전주완산소방서

Jeonju Wansan Fire station

1. 서론

건축분야에서 사용되는 방수용도료인 유기용제형 발수제는 시공 중 원인미상의 화재가 자주 발생하는 것으로 보고되고 있어, 한국소비자원(Korea Consumer Agency)에서는 2005년 7월 위해정보시스템을 통해서 접수된 위해정보 사례를 토대로 시중에서 판매중인 유기용제형 발수제가 화재로 인한 화상의 위험이 있어 각별한 주의가 필요하다는 소비자 안전경보를 발령하고 그에 관련된 발수제의 위험성을 보도한 바 있다.

이러한 유기용제형 발수제는 시공시 건물외부작업이 주를 이루고 화재가 발생 하더라도 건축물에는 피해를 주지 않고 외벽에 피복된 발수제만 타버리고 소화되어 화재조사 과정에서는 즉소화재로 처리되는바 화재통계에는 거의 포함되지 않고 있다.

본 연구는 발화원인에 대해서도 아직까지 정확하게 밝혀진 바가 없으며, 안전기준이 없이 무분별하게 사용될 경우 대형화재의 발생위험이 예상되는 유기용제형 발수제에 대한 발화원인과 위험성을 연구·규명하는데에 초점을 두고, 발수제의 작업방법 개선에 대한 안전기준과 소방관서의 예방대책 및 제조업체의 제품개발에 따른 안전기준을 제시하고자한다.

2. 발수제의 발화사례와 발화원 추론

1) 발수제 발화 사례

- ① 2009. 05. 26. 15:20, 전주시 완산구 동서학동 근린상가 옥상
 - 기상상황 : 날씨 - 맑음, 기온 - 29.5 ℃, 습도 - 27 %.
 - 화재개요 : 건물 개축공사를 위해 양○○(남, 56세)와 1명이 외벽에 발수제를 바르던 중 미상의 원인에 의하여 화염이 솟아 올라와 외벽에 화염이 번졌다. 순간 발화에 한정되어 자체 진화되어 연소 확대는 없음.
- ② 2009. 05. 28. 11:01, 전주시 완산구 중화산동 주택 외벽
 - 기상상황 : 날씨 - 맑음, 기온 - 26 ℃, 습도 - 31 %.
 - 화재개요 : 양○○(남, 46세)는 외벽에 방수를 위하여 발수제를 바르던 중 20ℓ 들이 통에 로리를 문지르는 순간 화염이 솟아 올라왔고 화염이 발수제통과 이미 발라 놓은 외벽에 연소 확대 되었다는 진술 외 타 발화원이 될 요소를 발견할 수 없었음
- ③ 2010. 04. 08. 11:00, 부산광역시 서구 아미동 주택외벽
 - 기상상황 : 날씨 - 맑음, 기온 - 18 ℃, 습도 - 32 %.
 - 화재개요 : 주택 뒤편 외벽 방수공사 중이었고 작업자 신○○(남, 53세)와 1명이 적벽돌용 특수기능 도료인 침투성발수톱(발수제, 제2석유류 3등급, ○○페인트 제조)를 도포하고 1층 바닥에서 마무리 작업을 하는 중 갑자기 인근 바닥에서 화염이 치솟아 급히 대피하였다고 함. 바닥에는 뚜렷한 점화원이 없고, 화염전파 경로는 발수제 철제용기 부근 바닥에서 발화되어 안쪽 보일러실로 연소가 진행된 것으로 추정된다.

2) 화재사례를 중심으로 발화원 추론

사례 ①,②,③ 화재현장의 공통점은 첫째, 발화원인이 명확히 규명되지 않았으며, 둘째, 맑고 건조하며 기온이 높은 날씨에 화재 발생. 셋째, 유기용제형 발수제 공사작업 도중 화재 발생, 넷째, 발수제의 유증기가 체류할 수 있는 공간이 존재했다는 점이다. 발수제에 의해 화재가 발생할 수 있는가의 가능성에 대해서 고찰하면, 먼저 발수제에 90~98%가 혼합된 유기용제는 제4류 제1석유류 및 제4류 제2석유류로 인화점은

27~44 ℃이며, 연소범위(최저발화한계치/최고발화한계치)는 0.9~7.5 %, 자연발화점은 450 ℃이다.

표 1은 시중에서 일반적으로 사용되고 있는 발수제의 종류 및 주성분에 의한 분류이다.

표 1. 액상침투형 발수제 성분에의한 분류 그림1.작업중 발화로 소실된벽면과 도구

재료의 종류	분 류 내 용
실리콘 네이트계	- 수용액형 - 금속감 상태로 저분자 실란화합물
실란 화합물계	- 유기용제 모노머 형 - 저분자의 실란화합물 주성분
실리콘계	- 유기용제형 - 고분자인 실리콘 유기실록산
혼 합 제	- 실란호합놀계와 아크릴산에스테르 계의 혼합물
우레탄 화합물계	- 유기용제형 - 우레탄계 올리머 주성분



그리고 실증적인 연구에 따르면, 건물의 콘크리트 벽면 및 옥상의 표면 온도는 맑고 기온이 높은 날씨엔 복사열과 지열로 최고 50 ℃이상으로 상승한다.

즉, 건물 외벽 공사 도중 상승한 표면 온도에 의해서 발수제에서 화재가 발생할 가능성은 충분하다. 인화점 이상으로 뜨거워진 콘크리트에, 발수제 도포로 유증기가 발생하여 연소범위를 형성 한 상태에서 점화원이 존재한다면 화재가 발생한다.

그렇다면 주요한 논점은 점화원이 무엇인가가 될 것이다. 이에 대한 추론은 다음과 같다. 첫째로는 작업자의 흡연으로 미소화원에 의한 발화를 점화원으로 추론 가능하다. 대표적 무염 화원의 하나로 담뱃불 자체가 유증기나 가연성가스의 착화원으로 작용은 어렵지만 가연성증기에 언제든지 착화는 가능하나, 현장의 작업자는 한결같이 흡연 사실을 부정한다.

둘째, 작업조건 방법에의해 발생한 정전기에 의한 발화를 들 수 있다.

이러한 정전기와 가연성가스(증기) 사이의 착화 메커니즘을 분석해 보면, 다음과 같다. 먼저 가연성가스 증기의 착화에는 그 혼합농도가 폭발범위에 있을 것과, 그것이 연소반응을 일으킬 만큼의 에너지를 필요로 한다. 방전 전극간의 형태와 거리에 따라 다르나 1.9~3.5 mm 사이에서 최저치를 나타내고 5~8 kV를 인가한 경우 가연성가스(유증기)에 착화폭발을 일으킨다.

발수제를 1차 작업 후 2차 도포 작업 시, 1차 도표면의 발수제가 용해되어 액적접착 박리현상이 반복되면서 정전기가 발생한다. 이 정전기와 체류 중인 유증기와 만나면 발화가능성이 있다 유기용제형 도료인 발수제는 인화점이 낮아 작은 불꽃에 의해서도 쉽게 발화된다. 특히 사고당시 사용한 롤러의 재질은 아크릴 합성 소재로서 정전기가 발생하기 쉽다.

3. 결 론

유기용발수제 화재사례를 중심으로 이론적 검토와 발화재연실험을 통하여 화재의 가능성을 고찰한바, 대부분의 사례에서는 발수제 도포작업을 하는 과정에서 유증기가 체류할 수 공간이 존재하였으며, 청명건조한 날씨라는 조건과 도포작업시 붓을 사용하지 않고 아크릴 롤러를 사용한 공통점이 있다. 결국 본 발수제 화재는 작업 중 발생한 유증기가 체류하고 있던 중 롤러로 철제용기의 발수제를 문히는 과정에서 인체의 작업복에서 생성된 정전기에 의한 착화와 롤러와 1차도포된 도료사이의 액적 박리시 발생한 정전기에 의한 발화 가능성이 가장 높아 보였으며, 결과적으로 발수제 작업중 정전기를 최대한 낮출 수 있는 조건으로 작업을 해야 한다는 결론을 얻었다.

구체적인 개선 방안으로는 수성발수제의 사용을 적극 권장하고, 유기용제형 발수제를 사용할 시에는 뿔칠 또는 붓으로 작업하되 통풍이 잘 이루어지도록 조치하도록 하며, 작업시 정전기 방지 작업복을 착용하는 방법도 강구된다.

참고문헌

- 1) 손해보험협회, “화재조사 실무가이드”, 2002.3
- 2) 이준성, “실란트계 발수제의 종류 및 시공방법에 따른 발수성능 비교 연구”, 2005.2
- 3) 원종수, “가연물 취급장소에서 고려하여야 할 정전기 대책”, 한국소방학회지 2권 3호, 1988.
- 4) KCC 홈페이지 MSDS자료