

제211호

2011. 11

위험관리정보

- 방재정보
 - ✓ 애리조나주 텍슨시의 조명탄 화재조사 / 1
 - ✓ 모방 방화 / 8
- KFPA 화재안전 우수건물 인정제도 / 15
- 신작자료 목록 / 21
- 안내
 - ✓ 판매도서 안내 / 23



WWW.KFPA.OR.KR

애리조나주 텍슨시의 조명탄 화재조사

By Jeff Corey, Frank Powell, Tom Quensnel, Lisa Windsor, Victor Yanez

2002년 9월, 애리조나주에 있는 텍슨 경찰서에서는 15일 간격을 두고 2건의 경찰차(트렁크) 화재로 경험하게 된다. 두 건의 화재는 모두 밤에 발생되었는데 1건은 오전 11시 30분에, 다른 1건은 새벽 2시 30분에 발생했다. 첫 번째 화재는 조명탄 박스가 보관되었던 트렁크의 우측에서 발생되었고, 두 번째 화재는 경찰관이 연기 냄새를 맡은 후에 발견되었다. 경찰관은 차량의 트렁크를 열었을 때 트렁크 왼쪽 편에서 불타고 있는 조명탄 박스를 발견했다. 화재 조사관들은 화재의 원인을 오직 조명탄 박스의 점화와 전기적인 원인으로 결정지으려고 했다.



그러나 이 애매모호한 시나리오는 조명탄 박스가 두건의 화재원인과 연관이 있는 것인지를 밝히기 위해 텍슨 경찰서 범죄연구소의 화재 조사관과 방화 수사팀의 합동조사로 이어지게 된다.

고속도로 조명탄용 퓨즈는 마찰 점화 시스템을 사용한다. 퓨즈는 두 개의 점화기를 사용하는데, 이 두 점화기의 표면이 서로 마찰되면 불꽃이 발생하고 점화가 되게 된다. 사진1에는 National Flare사의 "15분 적색 퓨즈"의 부분 명칭이 설명되어 있다.

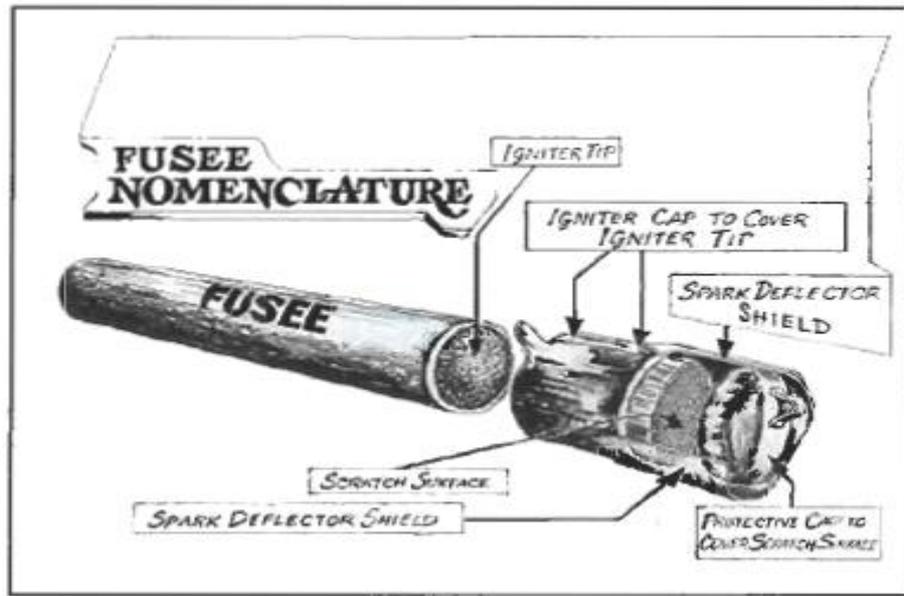


사진1. 15분 적색퓨즈

□ 사용된 재료와 장비

- 안전한 후드 아래에 놓여진 Thelco사의 오븐(Model 16) : 온도범위 200°C
- 오븐 내부의 정확한 온도 측정을 모니터링하기 위한 VWR사의 디지털 온도계 (Model 61161-328)
- 실험에 사용될 National Flare사의 15분 적색퓨즈.

※ 15분 적색퓨즈의 물질안전보건자료(MSDS)는 National Flare사의 웹사이트 (www.nationalflare.com)에서, 과염소산칼륨, 질산스트론튬, 황의 MSDS는 J.T.Baker와 Fisher Scientific의 웹사이트 (www.jtbaker.com, www.fichersci.com)에서 각각 참조함.



사진2. National Flare사의 15분 적색퓨즈.

□ 실험

실험1.

퓨즈의 점화기 팁을 잘라낸 후 자기(磁器) 도가니에 놓았다. 그리고 도가니는 안전한 후드 아래에 놓고 성냥으로 불을 붙였다. 이 실험은 점화기 팁이 퓨즈에 어떻게 작용하는 것인지를 보여줬다. 하얀색의 밝은 불꽃이 방출되면서 결국에는 붉은 화염으로 변해갔다. 여기서 점화기 팁의 규격에 몇 가지 변화가 일어났다. 점화기 팁에 포함된 전형적인 화학물질은 적린, 황화안티몬, 텍스트린, 접착제, 검은 산화철, 이산화망간, 탄산칼슘, 분말유리, 모래 그리고 카본블랙이다.

실험2.

퓨즈의 점화기 팁을 잘라낸 후 자기(磁器) 도가니에 놓았다. 도가니는 초기 온도 125°F(51.7°C)의 오븐 안에 놓여 쪄고, 온도는 240°F(115.6°C)까지 서서히 증가되었다. MSDS에 따라 퓨즈는 167°F(75°C)를 넘어서면서 불안정해졌다. 그러나 발화는 되지 않았다. 240°F(115.6°C)라는 온도 값은 MSDS에 설명된 안정적 온도 값을 초과하며, 낮 시간의 경찰차 트렁크의 일반적인 온도보다 적어도 100°F(37.8°C) 높기 때문에 선택되었다.

이 시점에서 조사팀은 상기 실험과 함께 두 건의 화재가 낮 시간에 발생했다는 것으로부터 배기시스템으로부터 전달되는 온도는 조명탄 박스의 발화 원인이 아니라는 것을 알아냈다.

실험3.

메스로 퓨즈몸체를 1cm 크기로 잘라내고, 퓨즈 몸체로부터 나온 가루를 자기 도가니 안에 넣었다. 도가니를 안전한 후드 아래에 놓고 성냥으로 불을 붙였다. 성냥의 불꽃이 닿았을 때 가루는 타지 않았다. 이 실험으로부터 얻은 결론은, 성냥 불꽃의 온도는 가루가 발화하기 위해 필요한 온도에는 도달하지 못한다는 것이다. MSDS에 따르면 퓨즈 몸체는 질산스트론튬, 과염소산칼륨, 황, 오일이 혼합된 톱밥을 포함하고 있다. 목탄과 톱밥이 자발적으로 점화하는 것에 대한 우려가 있었으나 두 성분을 포함한 퓨즈의 텍스트북을 발견하고서는 그런 우려는 사라졌다.

※ 실험4~7은 텍슨 경찰서와 텍슨 소방서 사이에 있는 야외 주차장에서 실시되었으며, 야외 온도는 약 100°F(37.8°C) 정도였다.

실험4.

퓨즈로부터 점화기 캡을 제거한 후 점화기 팁을 노출시켰다. 퓨즈를 콘크리트 표면으로부터 2-3피트 위의 높이에서 점화기 팁을 끝으로 하여 여러 번 떨어트렸다. 10번 이상을 떨어트렸으나 어떠한 연기도, 터짐도, 금이 가는 현상도 발생하지 않았다.

실험5.

퓨즈로부터 점화기 캡을 제거한 후 점화기 팁을 노출시켰다. 점화기 팁을 콘크리트 표면에 던쳐, 퓨즈를 반복해서 굽었다. 굽을 때는 콘크리트 표면에다가 앞면과 뒷면을 격렬하게 굽었으며 굽을 때는 약 6인치 안의 거리에서 굽었다. 점화기 팁에 금이 가면서 뺑하고 터졌다. 그러나 연기는 발생하지 않았다.



사진3. 점화기 팁이 노출된 퓨즈

실험6.

이번 실험에서는 두 개의 퓨즈가 사용되었다. 각각의 퓨즈로부터 점화기 캡을 제거한 후 점화기 팁을 노출시켰다. 두 퓨즈의 점화기 팁을 서로 마주보게 하여 콘크리트 표면 위에 놓은 후, 두 퓨즈의 점화기 팁을 서로 반복하여 쳤다. 그러나 발화는 되지 않았다. 이번에는 두 점화기 팁을 집어서 손바닥위에 마주보도록 하여 놓은 후, 점화기 팁을 서로 반복해서 문질렀다. 그러나 마찬가지로 발화는 일어나지 않았다.

실험7.

두 개의 새로운 퓨즈가 실험에 사용되었다. 퓨즈 하나로부터 스크래치 표면을 덮고 있던 보호 캡을 제거 했다(사진4). 다른 퓨즈에서도 점화기 캡을 제거한 후 점화기 팁을 노출시켰다. 그리고 나서는 노출된 점화기 팁을 스크래치 표면에다가 부드럽게 굽었다(사진5). 퓨즈를 점화하기에 충분한 굽힌 흔적이 스크래치 표면에서 관찰되었다. 이번 실험은 12회 반복되었는데, 총 시도 중 25%가 발화되었다.

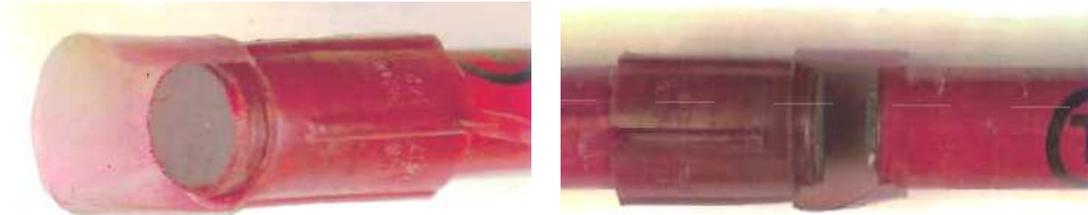


사진4 & 사진5. 서로 부딪히기 위해 준비 중인 스크래치 표면과 점화기 팁

이번 실험 과정에서 때로는 스크래치 표면이 벗겨진 후 점화기 팁으로 옮겨지는 것이 관찰되었다. 이런 조건하에서 퓨즈의 점화기 팁이 콘크리트 표면으로 떨어지면 가끔 발화현상이 나타났다. 여기서 스크래치 표면의 규격에 몇 가지 변화가 있었다. 스크래치 표면에 염소산칼륨, 황화안티몬, 덱스트린, 아라비안고무, 붉은 산화철, 목탄, 목재가루, 분말유리 같은 전형적인 화학물질이 발견되었다.

□ 논의

주어진 일곱 번의 실험으로 보아 적절하지 않게 보관된 퓨즈는 경찰차의 트렁크 안에서 왜 퓨즈가 발화하고 차량 화재로 이어졌는지에 대한 가능성 있는 시나리오이다.

입증되지 않은 이 증거는 현장에 있는 경찰관들이 습관적으로 근무 준비를 하면서 미리 점화기 팁과 스크래치 표면의 보호 캡을 제거한다는 것을 암시한다. 실질적으로 추가 조명탄의 필요에 대비하여 점화기 팁과 스크래치 표면을 미리 노출시키는 것이다.

이 가설을 입증하기 위해 몇 대의 경찰차량을 대상으로 하여 무작위로 조사가 진행되었다. 여기서 몇몇 퓨즈가 캡이 씌워지지 않은 채로 발견되었고, 점화기 팁과 스크래치 표면의 보호 커버 또한 제거된 채로 보관되고 있었다. 또한 트렁크에는 묶여 있지 않은 조명탄도 발견되었다. 게다가 퓨즈를 담은 박스는 장비들 사이에 적절하지 않게 보관되어 있었다. 퓨즈 박스가 이중으로 적재된 것도 관찰되었는데, 이것은 점화기 팁과 스크래치 표면이 서로 접촉할 수 있는 가능성을 제공하게 되는 것이다.

차량 화재에 대한 실험을 진행하는 동안 조명탄의 두 번째 형태가 사진6에서 보이는 것과 비슷하다는 것이 밝혀졌다. 스크래치 표면을 노출시키기 위해 조명탄으로부터 플라스틱 뚜껑을 제거하고, 점화기 버튼을 노출시키기 위해 두 번째 조명탄으

로부터 캡을 제거했다. 스크래치 표면이 점화기 버튼을 특정각도에서 가볍게 쳤을 때 조명탄이 점화되었다.

이런 스크래치 표면과 점화기 팁 사이의 발화 용이성 때문에 부적절하게 저장된 퓨즈는 경찰관, 소방관 및 시민들에게 안전 위험을 제기할 수 있다고 결론이 내려졌다. (이 특별한 제품은 Orion Safety Products에 의해 만들어졌다. 두 제조사간의 차이점에 대해서 숙지해야 한다.)

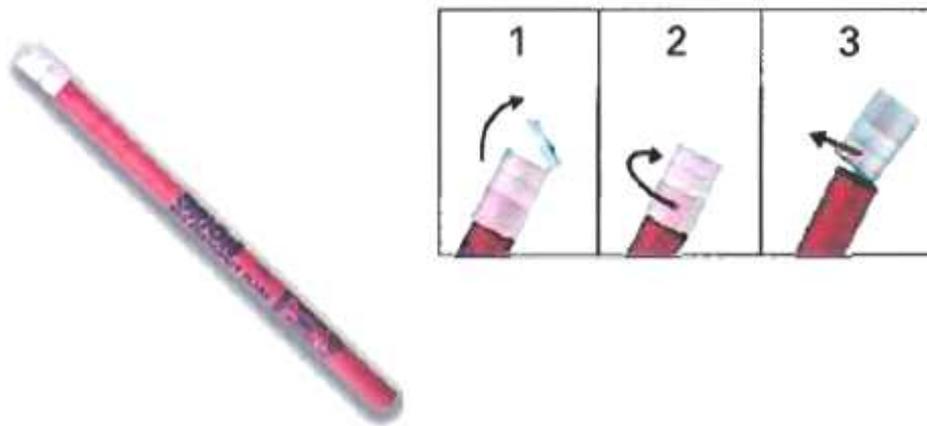


사진6. 경찰차의 트렁크에서 발견된 조명탄과 비슷한 20분 조명탄의 샘플

□ 결론

이번 실험으로부터 나온 결과는 텍스 경찰서로 하여금 조명탄을 취급하고 저장하는 것에 대한 안전경각심을 가지는데 자극이 되었다. 실험7과 같은 시나리오의 가능성에 대한 경고로 모든 직원들에게 메모가 발급되었다. 메모에는 다음과 같이 적혀있었다. "트렁크에 화재를 유발할 수 있는 우발적인 조명탄의 발화를 막기 위해 사용할 것을 예측해서 미리 조명탄을 준비해서는 절대 안 된다. 조명탄이 실제로 필요해지기 전까지 점화기와 캡은 조명탄에 온전하게 남아 있어야 한다. 조명탄은 움직임을 최소화하고 이동하는 것을 막을 수 있도록 본래의 퓨즈 박스나 용기에 보관되어야만 한다." 이 메모는 어떻게 조명탄을 적절하게 저장해야 하는가와 관련하여 MSDS(물질안전보건자료)의 안전 예방조치를 강화시키기도 했다.

이번 연구는 유사한 경찰차량 트렁크 화재에서도 조명탄의 발화가 화재의 원인 이었음을 밝혀냈다. 다음의 경찰서는 비슷한 차량 화재가 발생했다고 보고된 곳들이다. : 버뱅크, 캘리포니아, 앨햄브라, 오클랜드, 새크라멘토, LA자치주.

버뱅크 소방국의 화재조사관인 BOb Reinharf 캡틴은 조명탄의 결함으로 발견되었던 몇몇 화재에 대해서 조사를 했다. 조사 덕분에 그는 그가 속한 소방국에 조명탄의 결함과 위험성에 대한 정보를 제공하는 비디오를 제작했다. 비디오는 캡이 씩워지지 않은 조명탄의 점화기 팁과 스크래치 표면으로부터 물질이 떨어져나가고 이것이 조명탄 박스 안에 저장되는 것을 보여준다. 이렇게 혼합된 물질은 마찰에 민감해지기 때문에 발화를 유발하게 되는 것이다.

출처 : FIRE & ARSON INVESTIGATOR

번역 : 대구경북지부 김성민