



英國 - 화재시 火死傷보다 窒息死 많다

## 새로운 防炎劑 연구製造 활발

제임스 록 / 영국 "프로세싱"誌 고문 편집장

근년에 영국의 소방서는 화재의 성질이 매우 달라지고 있다고 보고해 오고 있다. 불 타는 시간이 짧아진 대신 격렬하고, 많은 양의 연기와 유독(有毒)가스가 방출되는 경향이 점점 더 강해지고 있다는 것이다. 이것은 1979년 이래 플라스틱 연간 생산량이 강철을 능가하고 있다는 사실과 상관 관계가 있다.

그 해에 화재로 죽은 1,096명 가운데 65%인 700명은 연기에 질식사했다. 1971년 이래 연기와 유독가스로 죽은 수가 상당히 늘어나서, 지금은 화상(火傷)으로 죽는 수의 두배나 된다.

이 때문에 1980년에는 장식가구(안전)규제법이 제정되어, 이것으로 방염제(防炎劑)에 관한 연구, 특히 연기와 유독가스의 방출이 현저하게 감소된 재료의 연구가 촉진되었다.

1983년부터 Plastics and Lubber Institute (註1)는 2년마다 한번씩 방염제에 관한 국제회의를 개최해 오고 있으며, 작년 11월에는 런던에서 3회째가 열렸다. 그러나 무엇보다도 이 연구를 가장 크게 촉진시킨 것은 1985년 8월 잉글랜드 서북부의 맨체스터 공항에서 많은 화재가 일어나 사람이 목숨을 잃은 대참사일 것이다.

연구 결과 열경화성수지(熱硬化性樹脂)와 열

가소성(熱可塑性)물질은 매우 다른 특성을 가지고 있어서 타는 방식이 크게 다르다는 것을 알게 되었으며, 따라서 화세(火勢)를 둔화시키는 방법도 매우 다르다.

열가소성 물질은 가열하면 녹아서 흔히 산소에 노출되는 곳이 넓어지지만, 열경화성 수지는 녹지 않기 때문에 산소가 들어가거나 휘발성물질이 나올 곳이 변하지 않고 그대로 남는다.

### 불의 화합물

불은 액체, 고체 탄화수소, 산소화 유기질, 탄소가루, 그리고 어떤 경우에는 수분까지 복잡하게 뒤섞인 연기의 방출에 의해서, 그리고 숯의 형성에 의해서 성질이 달라진다. 숯은 탄소를 매우 많이 함유한 부서지기 쉬운 고체다. 최근의 연구는 이 두가지에 집중되고 있는데, 연기는 시야를 막고 유독가스가 섞여 있으며, 숯은 여러수준의 내화성(耐火性)을 가지고 있다.

연기를 억제하자면 흔히 화세 둔화의 필요성과 상충된다. 화세의 둔화는 일반적으로 연소효율을 저하시킴으로써 작용하며, 일반적으로 연기가 더 나기 마련이기 때문이다. 연기억제제(抑制劑)는 흔히 산화(酸化) 효과의 증가로 작용하기



때문에 폴리머(重合體)의 가연성은 더 높아지는 것이다.

그러나 항상 반드시 그런 것은 아니다. 폴리에스터의 경우 주석산(酸) 금속은 가연성을 증가시키지 않아 연기억제제의 구실을 하고, 폴리우레탄을 위한 인(磷)을 바탕으로 하는 연기억제제는 숯의 형성을 먼저 유도함으로써 기능을 발휘하기 때문에 가연성을 높이지 않는 것 같다.

Albright & Wilson's 사(註2)는 방염제 Proban과 Amgard를 개발함으로써 인화합물을 매우 성공적으로 활용하고 있다.

**지속적인 防炎**

Proban은 면에 사용되어 면섬유 속에 물에 녹지 않는 폴리머를 형성함으로써 지속적으로 방염을 해 주는 완성재이며, 인과 증기의 계속적인 반응으로 생기는 포스핀(氣體狀磷化水素)에 기초를 두고 있다. 이렇게 해서 만들어지는 포스핀 Proban 제조에 사용되는 테트라키스 하이드로 키스메틸 포스포늄 (THPS)이라는 안정된 중간물로 변환되는 것이다.

Amgard는 물에 녹는 방염제로 영구적인 것이 아니다. 이 종류에는 몇 가지의 화공약품이 있어 합성 혹은 천연 폴리머재(材)와 팽창 코팅에 사용된다.

이들테면, Amgard CRP는 마이크로캡슐 담은 적린(赤磷)으로 특히 안정되어 취급하기가 쉽고, 에포키시 수지의 연소에 대해 뛰어난 내화성을 부여해 준다.

Amgard CRPA는 CRP와 삼수화(三水化)알루미늄을 혼합한 것으로서 역시 다루기 쉽고 폴리머재에 널리 이용할 수 있다.

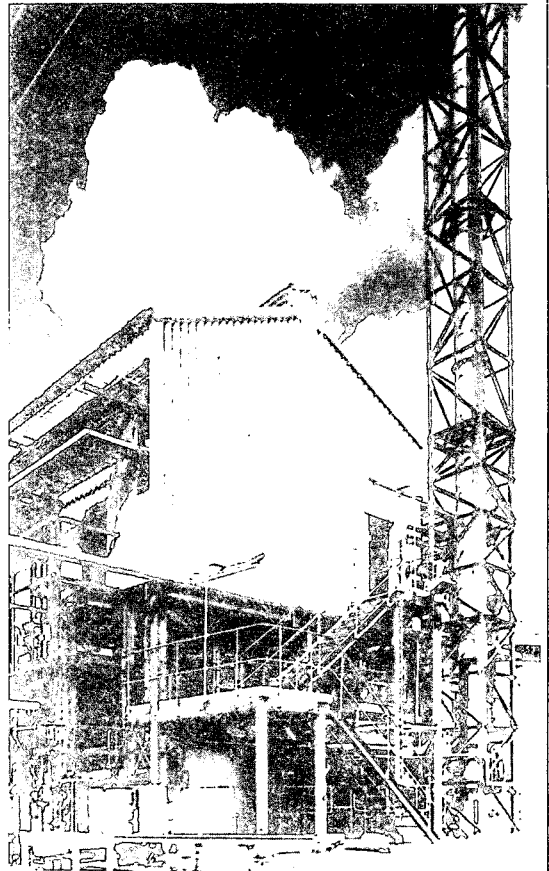
Albright & Wilson사는 새 포스핀 공장의 건설로 1983년도 기술달성 여왕상을 탔고, 1986년에는 Proban으로 수출달성 여왕상을 획득했다.

폴리우레탄은 타면서 막대한 양의 연기와 유독가스를 뿜어낸다. 런던 대학교 쾨 매리 칼리지 산업연구단이 실시한 실험 결과, 분해된 물질이 화염에 닿아 연료로 변하는 것을 방지하면 연기

와 유독가스의 발생을 극적으로 감소시킬 수 있다는 것을 알았다. 그러므로 아직 타지 않은 부분을 솟층으로 덮을 수 있다면 연기와 유독가스의 발생을 줄일 수 있는 셈이다.

**大學에서의 연구**

쾨 매리 칼리지는 유관회사인 Fire & Mate-



200만 파운드(27억원)를 들여서 건설한 Albright & Wilson사의 새 포스핀 제조공장.

rials Ltd(註3)을 통하여 세 가지 다른 성분에 의존하는 방염제를 개발했다.

그 주된 성분은 숯 생성을 촉진하기 위한 것이고, 나머지 둘은 연소감소와 이미 생성된 숯의 효용을 최대로 높이기 위해 그것을 안정화시키기 위한 것이다.



限界의 극복

퀸 매리 칼리지에서의 연구는 흔히 가구장식에 쓰이는 연성(軟性) 발포(發泡) 폴리우레탄에 주력되었으나, 최근에는 발포 폴리우레탄이 탈 때 화세를 줄이거나 연기 및 유독가스의 방출을 억제하는 데 적합한 다성분 방식의 디-카르보산(酸)의 효과에 관한 연구에 집중되고 있다.

그러한 성분의 예로서 피로멜린산, 트리멜린산, 말레인산등이 숯 형성제로서 효과적이고, 수산(酸), 트리멜린산 등은 연소완화제로서 효과적이며, 아스코르빈산, 능금산, 주석산(酒石酸) 등은 숯 안정제로서 효과적이라는 것이 밝혀졌다.

근년에 할로겐이 들어있는 방염제를 폴리머에 사용하는데 대한 우려가 고조되고 있다. 특히 연소 때의 연기 및 휘발성물질의 부식성(腐蝕性)과 유독성은, 일부 기업, 특히 항공, 마이크로전자제품, 케이블과 와이어 생산에 종사하는 업자들로 하여금 할로겐이 안들어있고 연기와 유독가스 억제 특성을 가진 대체 연기억제제를 찾게 만들었다.

高熱에서의 효용

그 가운데 하나가 삼수화 알루미늄(ATH)이다. 값이 싸고 독성이 없으며, 섭씨 250도 이상에서 흡열적(吸熱的)으로 분해되어 물을 방출하는 무기질의 흰 가루로서, 지난 15년 동안 여러 방식에서 사용되어 왔다.

양으로 따져서 ATH는 단연 세계의 방염 및 연기억제제 시장을 지배해 오고 있으나, 적당한 표면완화기술이 필요해서 폴리프로필렌에는 사용이 제한되어 왔다.

그 결과 특히 폴리프로필렌과 ATH의 계면(界面) 온도의 전도 및 고온에서의 접착성이 불량했다.

이제 British Alcan사의 자회사인 B.A. Chemicals사(註4)는 폴리프로필렌 사용자가 섭씨 200도 이상에서 쓸 수 있는 표면완화 품질의 ATH를 개발했다.

ATH가 연기를 억제하는 성질이 완전히 밝혀진 것은 아니나, 폴리머가 탈 때 일어나는 열의 산일(散逸)은 열 분해보다 가교결합(架橋結合) 현상 쪽을 택하는 것으로 믿어지고 있다. 그래서 검댕가루보다 숯이 생기게 되는 것이다.

섭씨 250도 이상으로 가열하면 ATH는 분해하여 알루미늄과 수증기가 되는데, 이 수증기는 섭씨 250~400도에서 방출되는 가연성 가스를 희석시킨다.

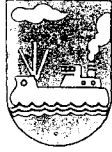
브루넬대학교(註5)의 P.R. 혼스비와 C.L. 와트슨 두 과학자는 재미있는 일을 하고 있다. 그들의 관심 역시 폴리프로필렌을 사용하는 가공 조건에 있었다. 지금까지 바다물의 수산화(水酸化) 마그네슘은 기계적 특성에 대한 해로운 효과 때문에 사용이 엄격히 제한되어 왔다. 적당히 완화된 수산화 마그네슘의 사용으로 이 제한을 극복할 수 있게 되었는데, 기계적인 특성을 높여줄 뿐 아니라 훌륭한 방염제도 되고 연기의 방출도 줄여 주기 때문이다.

주석 화합물의 利點

폴리프로필렌 필름의 방염을 연구하면서 그들은 방염제(材)를 하나로 두껍게 만들기보다는 얇은 것을 여러 겹으로 겹치는 편이 타기가 더 어렵다는 것을 발견했다. 그 속에 갇혀 있는 공기 때문이다.

주석 화합물을 방염제로 사용하는 잇점—독성이 없는 것, 기계적 특성에 대한 영향이 거의 혹은 전무하다는 것, 불꽃과 연기에 대한 억제력이 있다는 것 등등—은 그동안 영국의 International Tin Research Institute(註6)가 실시해온 연구의 기초가 되었다.

모제품에 대한 주석 방염제의 시장은 이미 존재하고 있으나, 일부 주석 화합물은 매우 잘 타는 면섬유에 대해서도 효과적인 방염제라는 것이 알려지고 있다.



팽창防炎劑

그러나 이 연구소는 합성 폴리머에 대해서도 주석을 기초로 하는 방염제가 많이 사용될 것으로 믿고 있다. 특히 산화주석(IV)은 무수(無水), 함수(含水)를 막론하고, 그리고 일부 주석산 금속도 불포화 폴리에스터와 경성 PVC에서 방염과 연기억제의 구실을 한다는 것이 밝혀졌다. 이 두 가지 플라스틱은 건축과 운수산업에서 많이 쓰인다.

무기질 주석 화합물의 견본이 여러 산업기관에 보내어져서 각종 플라스틱에 대한 검사가 진행되고 있으며, 국제적인 회사도 그 평가를 위해 협력하고 있다.

팽창방염제는 화재 안전분야에서 하나의 기술 혁신을 대표하는 것이다. 표면에 생기는 다세포 탄소질 숲의 구조가 산소의 침투, 열의 전도, 열분해를 막고, 고온으로 가열되는 과정에서 엄청나게 팽창한다.

Evode Ltd사(註7)는 15년전부터 Evostik를 만들어 오고 있다. 모든 종류의 건물에 사용되는 방화제(防火劑)다.

Fireguard(Contracts) Ltd(註8) 같은 회사는 팽창방식을 강철구조물에도 응용하고 있으며, 최초의 얇은 팽창막을 생산하여 T형과 ㄱ형 강을 한시간 반 동안 방화시켰다고 주장하고 있다.

◦ 조희처(註)

① The Plastics and Rubber Institute,

11 Hobart Place, London,  
United Kingdom SW1W OHL

② Albright & Wilson Ltd,  
Phosphate Division, Flam Retardants,  
PO Box 80, trinity Street,  
Oldbury, Warley, West Midlands,  
United Kingdom B 69 4 LN.

③ Fire & Materials Ltd,  
101 Marshgate Lane, London,  
United Kingdom E15 2NO.

④ B.A.Chemicals Ltd,  
Chalfont Park, Gerrards Cross,  
Buckinghamshire,  
United Kingdom SL9 OOB.

⑤ P.R.Hornsby and C.L.Watson,  
Department of Materials Technology,  
Brunel University, Uxbridge,  
Middlesex, United Kingdom.

⑥ The International Tin Research  
Institute, Kingston Lane, Unbridge,  
Middlesex, United Kingdom UB8 3PJ.

⑦ Evode Ltd,  
Common Road,Stafford,  
United Kingdom ST16 3EH.

⑧ Fireguard(Contracts)Ltd,  
Stevenage Road, Wymondley,  
Hitchin, Hertfordshire,  
United Kingdom SG4 7HZ.

우리모두 환경보전

- 공장·세차장 등에서 나오는 폐수는 깨끗이 정화합시다.
- 정화조는 반드시 1년에 한번씩 청소합시다.
- 합성세제는 포장지의 표시에 따라 알맞게 사용합시다.
- 음식찌꺼기는 하수구에 버리지 말고 따로 싸서 버립시다.
- 하천이나 빈터에 오물을 버리지 맙시다.
- 자연보호에 적극 참여하여 쾌적한 환경을 이룩합시다.