

산업폐기물의 화재 폭발사례

박 창 복 <위험관리부 대리>

후레온이나 PCB로 대표되는 불연성 용제나, 셀룰로이드로 대표되는 각종 난연성 플라스틱류의 발명과 급속한 보급에 따라 소비자들에 대한 교육과 홍보는 안전의식의 향상을 가져와 화재 폭발 방지에 크게 공헌하였다.

그러나 대량생산에 적합한 각종 플라스틱이나 신재료가 개발되어 이들로 만든 상품이나 물질이 대량의 폐기물을 양산해 사회문제가 되었다.

이에 따라 새로운 폐기물 처리 공정과 플랜트류가 개발됨과 동시에 종래 경험하지 못했던 재해를 발생시켰다.

쓰레기 소각시에 발생하는 유화수소 중독이나 산소결핍증, 쓰레기의 용적을 감소시키기 위한 파쇄기에서의 폭발, 각종 소화장치의 폭발이나 화재, 대량의 이취 폐기물 화재, 회수차에 의한 회수 작업 중의 노동 재해 등이 그 일례이다.

본고에서는 화재·폭발에 한정한 사고의 예를 소개하고자 한다.

1. 산업 폐기물의 정의

옛날부터 농업 폐기물은 자연 환원되거나 소각 처리되어 왔으며, 화학연료 등 광물의 채굴에 따른 광물 폐기물은 돌무더기로 만들기도 하고, 저지대를 매립하거나 제방의 축조에 활용하는 등의 처리 방법을 택해 왔다.

이들 폐기물의 화학조성이나 형상은 예나 지금이나 큰 변동이 없어 사회적인 문제를 생기게 하지 않았다.

그러나, 일반 폐기물도 포장 재

료로 플라스틱 등의 복합재료가 사용되기도 하고, 가정에서의 각종 약품이나 유류의 소비 증가는 산업 폐기물과 질적인 면에서 구별하기 어렵게 되었다.

근년에 문제가 된 의료 폐기물도 같은 경향을 보이고 있다.

2. 폐기물의 종류별 화재·폭발

가. 폐유 처리 중 사고

· 사례 1

정박중인 폐유 운반 처리선 제 2 Blue Ocean (3,407t) 호는 주로 내해의 선박에서 나오는 폐유 (slop oil, 기름탱크 세정수, bilge 등의 유성 혼합물)을 선적 처리하는 선박으로 유분리조, 심상과조, 검수조로 구성된 폐유 처리장치가 설치되어 있다.

이 배는 탱크 세정수를 선적하여 정박 중 항해사가 air dask sander로 검수조 상부의 녹을 제거 하던 중 불꽃이 발생, 3번 우측 탱크가 폭발하여 탱크와 처리장치의 일부를 파괴함과 동시에 화재를 발생시켰다.

원인은 안전관리가 불충분하여 Gas Free (가연성 가스가 없는 상태)가 되지 않았음에도 작업을 행하였기 때문이다.

(1988.12.7히로시마현.사망1명)

· 사례 2

회수한 폐유를 가열 가마에 넣고 증류 작업 중 흰 연기가 분출

하며 신나와 같은 냄새를 맡았기에 점검을 했지만 가마술 하부 맨홀 부근에서도 백연이 발생하였으므로 급히 피난한 직후에 폭발하였다.

(1983.7.29오오사까지.부상2명)

· 사례 3

산업 폐기물 수집 운반용의 배에 폐유를 주입할 때 배의 3/5이 바다속으로 빠져버려 Vacuum차에 의해 흡상하는 등의 부상 작업을 행했지만 실패하자 다른 배에 폐유를 이송하는 준비에 들어갔다. 준비 작업으로 부력 탱크 내 검사를 위해 갑판에 구멍을 뚫으려 가스용단기의 불꽃을 갑판에 대자마자 폭발하여 1명이 사망하였다. 이 때 폐유의 인화점이 41℃로 휘발유상 물질로 검출되었다.

(1978.12.22 장소 불명.사망1명)

· 사례 4

폐유 처리선 00호 (785t)는 약품이나 식품 등의 공장 폐액을 바다에 투기하는 배로서 다른 배에서 폐액을 받고 있을 때 뱃머리 부분의 저장조가 폭발하여 갑판이 대파, 작업원 1명이 사망했다.

(1976.4.13 나가사까지. 사망1명, 중상3명)

· 사례 5

Tanker 등의 폐유 약 400t/일을 재생 처리하는 공장에서 작업 중 청정기실에서 폭발이 일어나 계속하여 회수탱크 2기와 수입탱

크 1기에 화재가 났다.

원인은 청정기실로 보내진 폐유의 인화점이 30°C~100°C임에도 불구하고 탱크가 완전히 개방되어 실내에 폭발성 증기가 충전하였던 것과 방폭구조가 아닌 스위치에서의 스파크, 선풍기 등의 플러그 탈착시의 스파크가 점화원으로 판단되었다.

(1975.8.30 애원현. 사망 7명, 부상 1명, 통행인 : 사망 2인, 부상 3인)

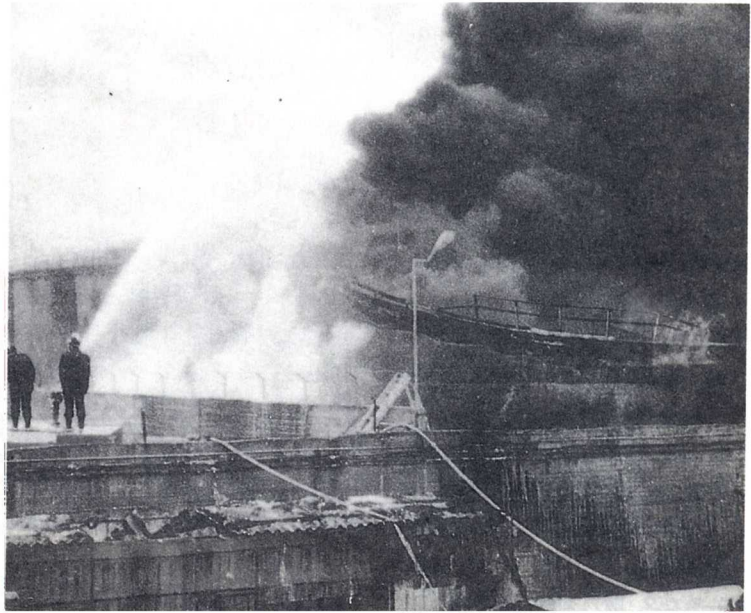
이상의 사례를 보면, 관리자나 작업자가 인화성 폐액의 위험성에 대한 지식이 부족했음을 알 수 있다. 같은 모양으로 인화성 액체를 오랫동안 취급하거나 제조하여온 화학공장이나 석유 정제공장에서는 이런 종류의 사고는 생기지 않는다.

Gas-Free의 확인, 위험 장소에서의 가스용단이나 불꽃을 발생하는 공구의 사용 금지, 방폭규격의 전기기기를 채용하는 등의 방법에 의해서 폭발을 방지할 수 있다.

나. 알루미늄류

• 사례 1

폐품 회수 처리장의 작업장에서 알루미늄 부스러기를 포크 리프트로 싣는 작업 중의 불꽃과 함께 발화 하였다. 급히 달려 온 소방대원이 진화작업에 임했으나 소화작업 중 갑자기 수십m의 불기둥이 일어나면서 큰 폭발이 생겨 부근 가옥의 유리 1,300여장이 파손



되었다.

원인은 화재 현장에 알루미늄 부스러기 약 10t, 알루미늄 박스 약 6t이 있었던 점으로 보아 소화시의 주수에 의한 수증기 폭발이 선행된 것으로 생각된다.

(1990.6.12 산형현. 부상 19명, 12동 반소)

• 사례 2

알루미늄 분말과 알루미늄 광산물 찌꺼기 약 10t을 적재한 노상의 트럭에서 출화하였다. 부근에 가옥이나 위험물 시설이 있었기 때문에 안전한 광장으로 차를 이동하여 소화할 수 있었으나, 약 10시간후 격렬하게 타올랐으므로 폐기물을 지상에 내려 모래등으로 덮어 12 시간 후에 진화되었다.

원인은 소방서의 실험에 의해 폐기물중의 질화알루미늄과 탄화알루미늄이 빗물과 반응, 반응열의 축적에 의해 발화한 것으로 추정된다.

(1987.7.16 나고야시)

• 사례 3

자동차 부품 공장의 처마끝에서 전기용접 중 낙하한 불꽃에 의해 드럼과 플라스틱 용기내의 산업 폐기물에 연소되어 1명이 소사하였다.

이 폐기물은 절삭유와 다량의 수분이 함유된 알루미늄과 불소계 고무의 복합부품인 연마 부스러기로서 경찰본부의 실험에서 격렬한 연소성이 확인되었다.

알루미늄이나 마그네시아 등의

경금속은 자동차의 경량화에 의한 에너지 절약을 위해 점점 대량으로 이용되므로 폐기물의 안전한 회수와 저장 및 운반이 요망된다.

또한, 화재가 발생한 때에는 주수에 의한 폭발 위험성 등의 안전교육과 적절한 소화 방법의 보급이 필요하다.

(1985.8.6카미나가와현.사망1명)

다. 할론화 탄화수소와 알루미늄 폐기물

• 사례 1

공장 옥외에 방치되어 있던 낡은 드럼통을 재이용하려고 마개를 열고 내부를 검사하려 할 때 알루미늄분같은 폐기물이 나왔다. 그래서 마개를 다시 잠갔으나 2일 후 갑자기 드럼통이 폭발하였다. 이 드럼통은 Trichloro-Ethane 용으로 알루미늄 부스리기 등 이물질의 혼입이나 용단 금지의 표시가 있었다. 또한, 알루미늄분과 같은 것은 Die-Casting 연마분이고, 남아 있던 Trichloro-Ethane과 이상한 반응이 생긴 것으로 생각된다.

이와 같은 폭발은 미국 등에서 함불소-Grease나 할론계 용제 등과 알루미늄에 의해 옛부터 발생한 것이나 일본에서는 진기한 예이다.

할론이나 Trichloro-Ethane과 같은 할론화 탄화수소의 폐기물과 알루미늄 부스리기의 증가가 예측되므로 양자가 혼합되지 않도록

취급하는 것이 필요하다.
(1881.4.12 이기시)

3. 장치별 화재·폭발

가. 파쇄기

• 사례 1

Clean Center내의 쓰레기 파쇄기에서 작업 중 폭발이 발생하여 폭풍 때문에 장치의 일부가 파괴되었고 근처의 작업원이 경상을 입었다. 또한, 폭발과 동시에 출화하여 기계와 쓰레기를 태우고 30분 후 진화되었다.

(1990.1.12 대관. 부상4명)

• 사례 2

버려진 TV, 전기 세탁기 등의 폐품을 처리하는 Recycle Center의 파쇄 처리실에서 출화하여 선별실과 기계벨트에 연소하였다.
(1989.4.1 동경도)

• 사례 3

시 청소센터의 불연물 파쇄 처리실에서 작업 개시 10분 후에 파쇄기가 폭발하여 콘베어 위의 위험물을 선별중이던 작업원이 날려가 투입구 철제 커버에 부딪혀 사망했다.

원인은 폭발·화재의 발생이 예측된 위험한 파쇄실 내에서 선별 작업을 했었다는 것, 파쇄기 하부 배기구 닥트의 일부가 막혀 환기가 불량했다는 것, 파쇄기 신설시에는 없었던 투입구 커버가 새로 부착되었기 때문에 기밀성이 높아졌 것으로 판명되었다.

한편, 작은 폭발은 과거에도 2회 발생하였고, 폭발한 가연물은 탁상 화로용 Gas Bombe 또는 Spray통으로 추정었다.

(1984.1.12 추전현 사망1명, 중상1명)

• 사례 4

폐기물에서 자원을 회수하는 시험 장치의 파쇄기에서 1년간에 폭발 4회, 화재 50회가 발생하였다.

원인은 공장 쓰레기 75%, 가정 쓰레기 25%의 비율로 투입한 파쇄기 내에 존재한 Gas Bombe로 추정되고 있다.

(1978-79년. 캐나다)

• 사례 5

일반 쓰레기 중의 불연물을 파쇄기에 넣었을 때 프로판가스 용기가 혼입되어 폭발했다. 이와 같은 사고는 일부이고, 피해는 적었지만 근년 각지에서 발생하고 있다.

그러므로 파쇄기내에 불활성 가스를 주입하여 산소 농도를 저하시켜 성과를 올리고 있다.

많은 사고 예에서 보듯이 현실적으로 쓰레기 중의 위험물 선별이 곤란한 점을 감안, 기내에 가연성 가스나 증기가 발생한다고 생각, 장치의 내폭발 압력화 등을 포함한 안전대책을 추진해야 할 것이다.

(1975.5 정강현. 부상3명)

나. 유압 프레스



산업 폐기물 처리 전용 장치는 아니나 파쇄기의 일종이라고 광의로 해석하여 소개한다.

• 사례 1

철 구조물 해체 공장의 유압 재단기에서 금속폐재를 절단 중 폭발하여 철골 조립식의 평지붕 건물에서 1200m²의 스테이트 지붕이 날아 갔다.

원인은 폐재중의 아세틸렌 봄베라고 추정된다.

(1990.1.11 경도부. 부상2명)

다. 수집차

• 사례 1

일본 알루미늄 공업의 산업 폐기물 (표백분 150kg, Bis-Phenol분말 200kg, 산화알루미늄분말 10kg)을 쓰레기 수집차에 적재한 직후 폭발하여 부근의 건물, 승용차의 일부를 태웠다.

원인은 잔존물 중의 수분과 표백분과의 반응으로 생각된다.

(1989.9.22 대관시. 부상4명)

• 사례 2

쓰레기 수집차에 쓰레기를 투입하였을 때 폭음과 함께 발화하였다.

원인은 오토바이의 연료 탱크에 남아 있던 가솔린이라고 생각된다.

(1986.7.3 신호시 부상1명)

• 사례 3

위험물 수집 지정장소에서 수집차에 적재 중, 폭발이 일어나고 화재가 발생했다.

경찰서와 소방서의 조사로는 카바이트에서 발생한 아세틸렌에 의한 것으로 추정하고 있다.

쓰레기를 버리는 시민이나 공장 관리자의 위험물에 대한 인식 부

족이 원인의 하나이다.

(1979.7.5 군마현. 중상1명)

라. 폐기물 장치장

• 사례 1

중고 타이어 1,400만 본의 적치장에서 출화하였으나 고열 때문에 접근이 불가, 17일 후에 진화하였다. 유류를 포함한 소화수의 하천 유입과 지하수 오염 등의 문제가 생겼다.

(1990.2.12 캐나다)

• 사례 2

고속도로 고가다리 아래 불법으로 버린 쓰레기가 연소되면서 그 열로 다리 기둥 위에 걸려진 도로가 내려 앉아 수주일간 통행이 불가능하였다.

(1989.8 미국 뉴저지주)

• 사례 3

역 근처의 고가다리 옆에 다리

높이 10m와 거의 같은 높이로 야적된 약 30만본의 낡은 타이어에서 발화하였다.

이 열 때문에 콘크리트가 벗겨져 철근이 노출되고, 레일도 휘는 등 복구에 약 1개월이 걸리는 피해를 입었다. 또한, 부근의 주민 200여 명이 연기를 피해 학교로 대피했다.

타이어의 발열량은 등유에 가깝기 때문에 일단 타기 시작하면 고열이 발생, 소화가 곤란하다. 야적이나 불법 투기된 대량의 쓰레기류는 사람의 접근이 용이한 장소임으로 담배의 투입 등도 예측되므로 방화관리의 강화가 요망되며, 불법 투기의 방지에 대해서는 조기 회수나 방호 대책이 필요하다. 또한, 유황은 예로부터 성냥 대용의 불쏘시개로 사용되었을 정도로 발화 온도나 발화 에너지가 낮은 위험물이므로 야적시에는 시트 등으로 덮지 않으면 안된다.

(1980.8.17 기옥현)

마. 소각로

• 사례 1

로타리 킬른 소각로에서 콘덴서를 소각 중 이상 연소했다.

원인의 하나로서 알루미늄의 Thermit (산화철과 알루미늄분과의 혼합물) 반응이 고려되었다.

(1982.1.29 산구현)

• 사례 2

쓰레기 소각로에서 일반 쓰레기를 소각중에 큰 폭발음과 함께 검

은 연기가 일어나 닥트 등 일부를 파손시켰다.

원인은 가스화하기 쉬운 플라스틱이 혼입되었기 때문에 이상 연소한 것으로 생각된다.

연소 현상에도 각종의 형태가 있고 표준적인 양초의 불꽃과 같은 확산염으로부터 무염연소, Thermit 반응, 일부 플라스틱의 가스화에 의한 연소 등 조건에 따라서 사고 원인이 된다. 일반적인 연소에 관한 해설서의 통째 암기만으로는 이와 같은 이상 연소는 이해될 수 없다.

(1978.7.19 동경도)

바. 부속기기

복잡한 폐기물 처리는 각종 기기의 조합에 의해서 구성되어 진다. 이와 같은 기기에 사고가 생기는 것도 있고, 특히 새로운 플랜트에서는 종래의 사용 조건과 다르기도 하고 경험 부족이 다음과 같은 사고 발생의 원인이 되고 있다.

• 사례 1

시 청소센터 - 소각로의 열을 이용한 저장조가 과열하여 열탕이 분출하였다.

원인은 보일러설비로 노동안전 위생규칙에 따라 성능검사를 받아야하나 구조나 성능검사를 받지 않아 설비의 결함을 보완치 못한 때문인 것으로 나타났다.

(1983.3.24 방목현. 사망2명)

• 사례 2

하루 150t의 습식 진개처리 플랜트를 연조에 가동키 위해 등유 버너에 점화하여 쓰레기를 투입하였으나 소각이 잘 되지 않은 상황에서 폭발이 생겼다.

피해는 주로 전기집진기에 한정되어 다행히도 부상자는 없었다.

이와 같은 예는 습식 산화 플랜트의 공기압축기나 그 배관계에서도 Film Detonation (유막폭화) 등을 생기게 하므로, 플랜트 계획 입안시에 충분한 조사와 전문가의 조언이 요망된다.

(1981.1.4 동경도)

4. 맺는 말

폐기물 처리시의 재해에는 상기의 예 외에 화학약품류의 혼입에 의한 폭발이나 작업중에 이용되는 화학약품에 의한 약상, 뜨거운 재에 의한 화상 등 다양하나 여기서는 화재·폭발의 일부만 소개하였다.

재해 방지에는 동 업종의 플랜트나 장치의 재해 사례가 참고 된다. 또한 화학공장, 석유공장을 위시하여 유사 플랜트나 오랜 운전 경험이 있는 같은 장치의 사례를 참고하는 것이 중요하다.

결론으로 노동 재해를 포함하여 자동화, 무인화, 본질 안전화의 촉진과 작업자들의 정기적인 안전 교육, 관리자의 안전에 대한 열의 등이 폐기물 처리 작업의 안전화에 가장 중요하다 하겠다. ☉