

일본 쓰레기 처리시설 폭발

1995년 3월 7일 오후 1시 42분경, 일본 埼玉縣 朝霞市の 폐기물 처리시설인 朝霞市클린센터에서 폭발화재가 발생하여 커다란 재산 손실을 입었다.

이번 사고는 폐기물 처리 시설에 반입된 종이 쓰레기의 분진폭발에 의한 특이한 사고였다.

종이분진은 평균입경 약 50 μ m, 발열량 약 15.7 kJ/g로서 통상의 분위기에서 공기중으로 비산하여 가연성 혼합분위기(雲)를 형성하기 쉬운 특성을 갖고 있다.

쓰레기 투입 호퍼에서 가스시일기까지의 시설이 피해를 입었고, 건물 개구부와 그 상부 벽면, 지붕의 일부가 파괴되었으며 건물 내부의 벽면과 칸막이도 소손되었다.

종이분진의 가연성 혼합기체가 소각로 내의 화염에 의해 착화된 후 가스시일기의 틈을 통해 분쇄 쓰레기 콘베이어로 전파 된 것으로 판단된다.



일본 쓰레기 처리시설 폭발

1. 일반사항

- 소재지 : 日本 埼玉縣 朝霞市
- 인명피해 : 없음
- 사고일시 : 1995. 3. 7 (화) 13시 42분
- 재산피해 : 1, 2호 소각로 및 주변 시설 파손
- 사고장소 : 1호 소각로
- 사고원인 : 분진폭발

2. 사고현황

埼玉縣 朝霞市の 폐기물 처리시설인 朝霞市클린센터에서 폭발화재가 발생하여 커다란 재산 손실을 입었다. 사고가 발생한 시설은 朝霞市클린센터 내 2개의 쓰레기 처리시설 가운데 하나로서 1985년 4월에 건설되었다.

이 사고는 시설에 반입된 종이 쓰레기 분진에 의한 폭발로서 특이한 사례였다. 폐기물 처리시설에서의 화재 폭발 피해는 다른 산업에 비하여 대단히 높은 비율로 발생하고 있다. 이는 폐기물 자체가 많은 종류의 물질을 불균일하게 포함하고 있어 위험도가 높을 뿐 아니라, 그 예방이 타 산업에 비하여 훨씬 어렵기 때문인 것으로 사료된다. 이번 사고는 운전중에 갑자기 폭발을 일으켜 화재로 진전되었으며, 다행히 사망자는 없었으나 시설의 손실이 컸다.

쓰레기 처리장치는 유동식 소각로로서, 폐기물 처리능력은 1일 70톤이다. 호퍼에 투입된 쓰레기는 파쇄기를 거쳐 1호기와 2호기의 처리량 밸런스를 맞춘 후 공급기로부터 콘베이어에 공급된다. 파쇄된 쓰레기는 콘베이어(단면적: 1.1㎡, 이동속도: 0.2m/sec)에 의해 이격거리 약 28m, 고저차 약 16m인 소각로의 상부까지 운반되며 가스시일기를 거쳐 소각로에 투입되어 소각 처리된다.

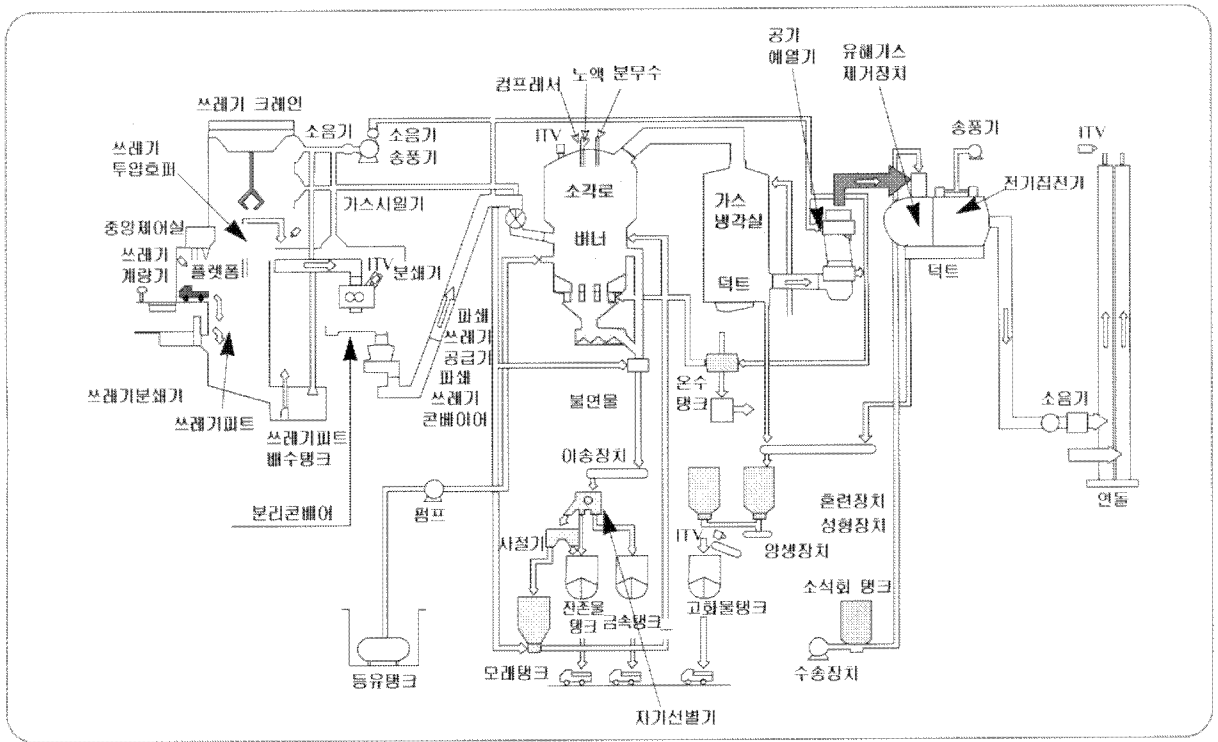
가스시일기에서는 6개의 회전날개(분당 25회)를 통하여 시간당 25톤의 속도로 쓰레기가 소각로에 투입된다. (그림 1. 참조) 이와 같은 공정은 같은 건물 3층에 있는 콘트롤룸에서 원격 조작되고 유리창을 통해 감시되고 있다.

유동식 소각로는 유동층의 하부에서 공기와 유동매체(규사 등)를 공급하여 폐기물을 유동·교반하면서 연소시키는 형태이기 때문에 층내에서의 열전달이 빠르고 온도 변화가 적어 완전연소를 시킬 수 있는 장점이 있다.

3. 사고상황 및 방재활동

70톤 쓰레기 처리시설의 콘베이어 덕트내 파쇄쓰레기 공급기실 등에서 폭발이 일어났고, 화재는 파쇄쓰레기 공급기, 쓰레기 콘베이어, 쓰레기 투입 호퍼 등에서 발생하였다. 그 결과 쓰레기 투입 호퍼에서 가스시일기까지의 시설이 피해를 입었고 건물 개구부와 그 상부 벽면, 지붕의 일부가 파괴되었다. 또 건물 내부의 벽면, 칸막이도 소손을 입었다.

사고 당일 운전을 위탁받은 K환경서비스(주)에서 말하는 현장 상황은 다음과 같다. 소각로는 일상적인 운전으로서 각종 작업 데이터 (로내 온도-기준온도 750℃ 이상, 배기가스 산소농도-7% 이상, 로내압력-100mmAq이하, 공기량-분당 5m, 쓰레기 공급속도-시간당 25톤 등)는 기준치의 범위 내였고, 폭발시에 소각로 자체 운전 상황은 양호한 것으로 추정된다.



▲ 그림 1. 쓰레기 처리 절차

13시 42분경, 갑자기 굉음과 함께 1, 2호기의 호퍼에서 폭발이 일어나고 소규모의 화재가 발견되었으며 쓰레기 콘베이어의 작동 불량을 알리는 경보가 울렸다. 경보음을 듣고 소각로 긴급정지장치를 작동시킨 뒤 1, 2호기 호퍼 부근의 화재를 옥내소화전으로 소화하였다. 다행히 3층의 콘트롤룸은 피해가 없었으며, 작업원이 현장 내에 없었기 때문에 사상자는 발생하지 않았다.

종업원이 119 신고를 하였으며 朝霞市 소방본부는 13시 37분에 이를 접수하여 소방대원 18명이 출동하였다. 14시 5분에 현장에 도착, 옥내소화전 등을 사용하여 1호기 호퍼 부근의 쓰레기 화재를 소화하였다. 14시 20분경에 1차 진화하였으며 최종 진화는 16시 4분에 하였다.

소방대는 화재 진압 후 호퍼, 콘베이어 등의 폭발 원인 물질을 조사하여 소각로의 금속 탱크에서 스프레이용기, 건전지, 칩금류 등 합계 25.8kg의 금속류를 수거하고, 또한 호퍼 등에서 종이분진과 골판지상자를 채취하였다.

4 사고조사 및 분석

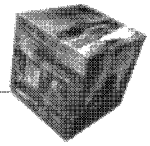
4.1 종이분진

쓰레기 투입 호퍼 등에 종이분진이 대량으로 존재하고 있었기 때문에 여기에 주목하여 사고 원인 조사를 하였다.

(1) 종이분진의 반입 상황

朝霞市에는 반품된 서적을 신품처럼 바꾸기 위하여 표지를 벗겨 내고 3면을 연마하는 서적 재생공장이 수십 곳이 있었다.

사고 당시 이 연마작업중에 발생한 종이분진이 골판지상자에 가득 담겨 총 30상자(1상자에 약 13kg) 이상이 쓰레기로 반입되어 있었다. 이들 가운데 일부는 소각되었고, 미처리된 20여 개의 상자가 쓰레기 투입 호



피내에 있었으며 기타 몇 개의 상자는 피트 내에 있었다.

이들의 상당수가 모여 시설에 투입되었고 그 처리가 순차적으로 진행되는 도중에 분진폭발이 발생한 것으로 추정되어 종이분진을 중점적으로 조사하였다.

(2) 종이분진의 발열량

쓰레기 투입 호퍼 내의 골판지상자에 들어 있던 종이분진의 발열량을 열량계로 측정하였다. 시료로는 채취된 것 그대로를 사용한 것(미건조 시료)과 105°C의 항온조에서 약 3시간 건조한 것(건조 시료) 2종류로 하였으며, 측정 결과는 표 1과 같다.

종이분진의 발열량은 목재(18~22 kJ/g), 목탄(28~32 kJ/g), 석탄(20~30 kJ/g) 등 고체연료에 비해 적었다.

Burgess-Wheeler의 법칙에 의해, 발열량으로부터 환산한 종이분진 폭발 하한계 농도는 135~150 g/m³ 정도로, 수분함량은 12.0%로 추정되었다.

표 1. 종이분진의 발열량 시료

시 료	발열량 (kJ/g)
미건조 시료	14.04 (13.71~14.79)
건조 시료	15.71 (15.68~15.75)

(3) 종이분진의 열분해성

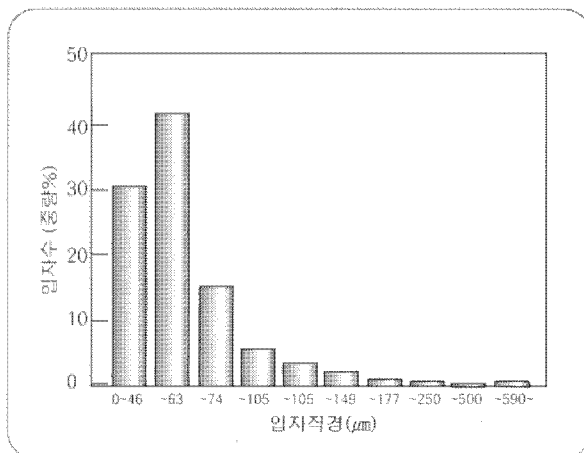
종이분진의 열분석을 위해 일반적인 종이의 주성분인 셀룰로오스를 대상으로 분석하였다. 약 100°C까지 수분이 증발하고 약 300°C 부근에서 급속히 분해하여 가연성가스를 발생하며 착화원이 있으면 인화하는 것으로 나타났다.

(4) 종이분진의 현미경 사진

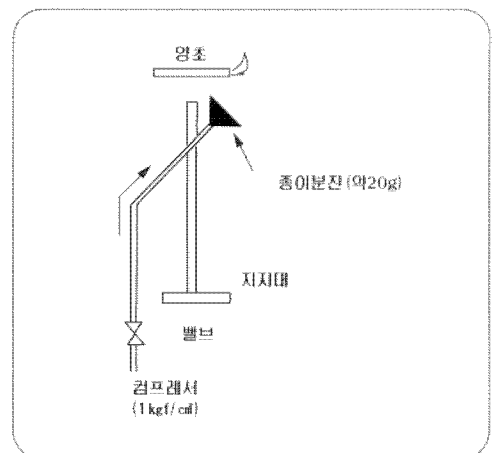
종이분진의 주사형 전자현미경 사진을 살펴보면 입경이 약 1.0~30 μm의 범위로 분포되었고 비교적 큰 것은 가늘고 길었으며 중간정도 크기의 것은 괴상이었다. 작은 것은 괴상으로서 잘게 찢은 느낌을 주었다. 입자의 표면은 복잡한 기복을 나타내었다.

(5) 종이분진의 입자 직경 분포

체를 이용하여 종이분진 입자의 직경 분포를 측정한 결과는 그림 2와 같으며 평균 직경은 48.5μm로서 전자현미경 촬영 결과보다 약간 크게 나타났다.



▲ 그림 2. 종이분진의 입자 직경 분포



▲ 그림 3. 분진폭발 실험장치

(6) 종이분진의 분진폭발성

그림 3과 같은 간편한 실험장치를 조립하여 수분을 제거한 종이분진 약 20g을 깔대기에 넣고, 콤프레서로 약 1Kg/cm²의 압력의 공기를 보내어 종이분진의 가연성 분위기를 형성하고, 양초를 착화원으로 하여 분진폭발을 일으켰다. 90%의 확률로 분진폭발이 쉽게 일어나는 것을 알 수 있었다.

(7) 분진 화염의 일주한계

그림 4와 같이 2실로 분리한 장치에 콤프레서로 공기를 보내어 양쪽 실에 종이분진을 가득 넣은 후에 다른 한편의 실에 방전압 50kV의 전극(전극간격: 4.5mm)을 착화원으로 하여 분진폭발을 일으켰다. 양쪽 실간의 강철벽 플랜지 두께 및 슬리트 폭을 바꾸어 다른 실로 화염이 전파하는지 여부를 통하여 화염일주한계치를 조사하였다. 실험 결과는 그림 5와 같다.

플랜지 판 두께의 차로써 화염이 전파하는 슬리트의 폭은 변하였지만 슬리트의 폭이 2.5mm인 경우 50~60%의 확률로 화염일주가 일어났다.

슬리트 폭이 이 이상으로 커지면 화염은 일주하고, 그 이하에서는 화염일주는 거의 일어나지 않는다.

이것은 석탄분진의 화염전파 예(플랜지 두께 10 mm인 경우 3.5 mm)와 비교하여도 큰 차이는 없다.

또한, 소염거리의 실험에서는 판이 두꺼운 경우 열을 빼앗아 화염온도가 내려가서 전파가 어렵다는 것이 보고되어 있는데 본 결과에서도 같은 경향으로 나타났다.

4.2 폭발분위기 형성

종이분진은 평균입경 약 50 μ m, 발열량 약 15.7kJ/g로서 통상의 분위기에서 쉽게 공기중으로 비산하여 가연성 혼합분위기(雲)를 형성하는 특성을 갖고 있다.

쓰레기는 파쇄기에서 파쇄된 후 분리 콘베이어를 경유, 파쇄쓰레기 콘베이어에 의해 운반된 후 가스시일기를 통해 소각로에 투입된다.

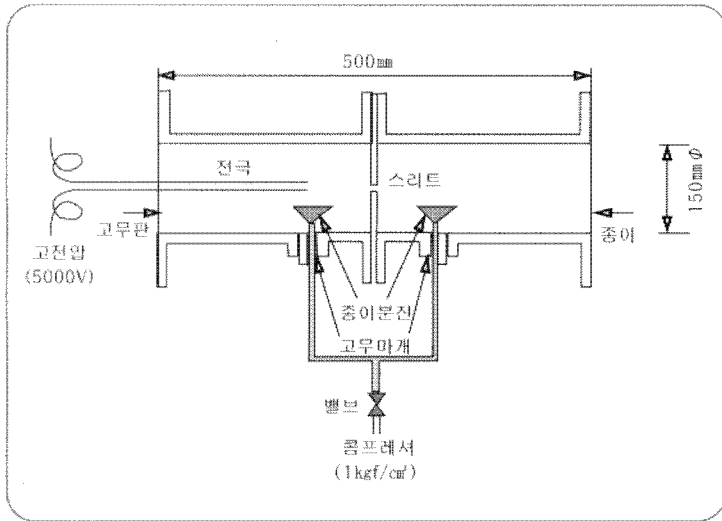
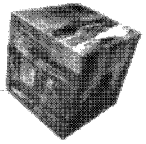
따라서 골판지상자 파쇄 공정에서 종이분진은 파쇄기 내에 있던 공기에 노출되어 공기중으로 날아올라가 분산되었다고 추정할 수 있다. 그 후의 수송 과정에서도 분산된 종이분진의 부유상태는 지속되었다고 보여 진다. 즉, 이 종이분진에 의해 파쇄기에서 가스시일기까지의 폐쇄공간 내부는 가연성 혼합기체로 가득 차 있었다. 이 상황은 2호기에서 특히 심하였다.

쓰레기 콘베이어 덕트 내에서 종이분진에 의한 가연성 분위기 형성에 대해서는, 대량의 종이분진이 골판지상자로 운반되어 있었던 점과 그 중 몇 개의 골판지 상자가 파쇄기에서 파쇄되고 있었던 점, 쓰레기 콘베이어의 경사 각도가 크고 진동하면서 종이분진이 운반되었다고 보여지는 점 등으로 미루어 그 개연성이 높다.

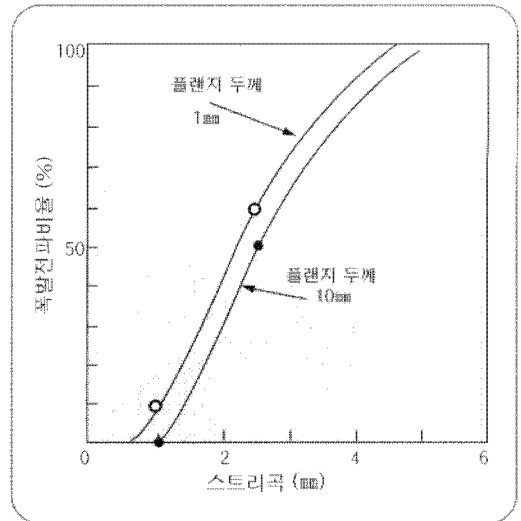
쓰레기 콘베이어 덕트 실의 용적은 약 35m³로서 종이분진의 분진폭발 한계를 150g/m³이라고 한다면 5.3kg 이상의 종이분진이 콘베이어 덕트 내에 있었고 이것이 공기중으로 분산하였다고 한다면 콘베이어 덕트 전체가 분진폭발 한계 농도를 초과하고 있는 것이 된다. 이것은 종이분진의 골판지 상자 1개로서 충분한 양이다.

한편, 콘베이어 덕트 내에서의 가스 폭발 가능성에 대해서는, 폭발에 필요한 양의 가스용기 등이 존재하지 않았기 때문에 적다고 본다.

이상에서 볼 때 반입된 종이분진이 부유하여 어떤 착화원에 의해 분진폭발을 일으켰다고 판단된다.



▲ 그림 4. 분진 화염일주한계 실험장치



▲ 그림 5. 폭발전파 비율과 스트리폭의 관계

4.3 착화원

종이분진의 분진운에 대한 착화원으로서, 가스시일기를 장착한 소각로에서의 역화과 파쇄기에서의 금속 등의 마찰 불꽃 등 기계적 착화의 2가지로 추정되어 양자의 가능성을 검토한 결과 다음과 같이 전자 쪽으로 결론지었다.

4.1 (7)의 실험결과와 같이 플랜지 두께가 10mm 이하인 경우 스트리트 폭이 2.5mm 이상이면 종이분진의 가연성 혼합기체는 그 간격으로 화염전파가 가능하다는 것을 알았다.

가스시일기에는 케이싱과 회전날개 사이에 5mm 정도의 간격이 존재하고 있다. 따라서 가스시일기의 간격은 실험결과와 화염이 일주하는 플랜지 두께 10mm, 스트리트의 폭 2.5mm의 조건을 만족시키고 있다.

종이분진의 가연성 혼합기체가 쓰레기 콘베이어에서 가스시일기까지 연속적으로 존재한 상태에서 소각로에서 역화에 의한 화염일주가 가스시일기에 일어났다고 추정할 수 있다. 따라서 가연성 분진 혼합기체는 소각로 내의 화염에 의해 착화되고 그 화염이 가스시일기에 존재하는 두 개의 날개 사이를 통과하여 파쇄쓰레기 콘베이어 측으로 전파한 것으로 추정된다.

한편, 파쇄기에서는 쓰레기 중의 금속 등이 파쇄될 때 커터 일부에서 불꽃을 발생시킬 수 있다. 따라서 파쇄기 내에 스프레이 용기 등이 혼입되어 파쇄되면 LP가스 등의 가연성가스가 방출되거나 미분상 가연성 분체가 혼입되면 마찰 불꽃으로 폭발할 우려가 있다.

쓰레기 수거차에서 쓰레기를 적재하는 도중 마찰 불꽃으로 스프레이 용기의 가연성가스가 폭발한 예도 있다. 그러나, 분진폭발의 착화에너지는 가스의 10~100배로 높은 점, 본 파쇄기는 회전속도가 저속으로서 불꽃이 발생하기 어렵다는 점, 가정 쓰레기이기 때문에 가스처럼 미소한 충격불꽃으로 발화하는 알루미늄 등과 같은 금속이나 특수한 폭발성 화학약품 분말의 혼입은 고려하지 않아도 좋은 점, 파쇄기 내에 폭발에 의한 손상 등의 흔적이 발견되지 않는 점, 파쇄기 하부에 금속과 등과 같은 마찰 불꽃을 발생시킬 수 있는 물체가 발견되지 않은 점, 가연성 혼합가스에 마찰 착화한 후에 분진폭발로 진전되었다고 가정한 경우 양자의 조건이 동시에 성립할 가능성이 적은 점 등의 이유로 볼 때 파쇄기 내에서 마찰불꽃에 의한 착화는 생각하기 어렵다.

5 폭발 및 화재 발생

5.1 폭발 전파의 추정

2호기의 파쇄기에서 가스시일기까지의 밀폐공간 내에 가연성 혼합기체가 가득 차 있었고, 화염은 이 밀폐 공간 영역으로 전파하였다.

1호기의 전파원은 분리 콘베이어 부근으로 보여지며, 여기에서 분진폭발이 발생하였다. 이는 케이싱의 파손, 뚜껑의 비산 파손 등, 손상된 상황으로 증명할 수 있었다.

파쇄쓰레기 콘베이어는 두께 6.0mm의 강판으로서, 직사각형 단면(1,110×949mm)의 피복된 덕트이다. 양쪽 끝에 위치한 가스시일기 및 파쇄쓰레기 공급기 이외의 개구부로서 위쪽에 폭발벤트(700×700mm)가 있다. 따라서 내용적에 비하여 개구부 면적이 작고 밀폐도가 높아서 내부에서 폭발이 발생할 경우 덕트의 파괴가 일어날 수 있다.

1호기 파쇄쓰레기 콘베이어는 약간의 변형이 있었으나 2호기에서는 9mm 정도 크기의 체결용 볼트 30여개 모두가 파손되었고, 상판은 비산되었다.

폭발 벤트의 경우 1호기에서는 사고전의 설정 상태였으나 2호기에서는 취부 강판과 같이 이탈하여 낙하하였다. 또, 2호기 입상 상부의 상판 3매가 이탈하여 파괴되고, 파쇄쓰레기 콘베이어 입상 중간부에서 하부까지 2호기의 변형이 컸다. 체결 볼트의 파손으로 상판 4매가 비산할 때의 내부 압력, P를 구하기 위하여 볼트의 파단에 관한 (1)식을 이용하였다.

a_max = a * (T / f) = (PA / nf) = (4aPa b) / (pi * d^2) (1)

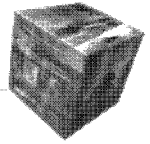
- 여기서, a_max : 볼트 단면의 최대 응력 (55kg/mm^2)
a : 볼트의 형상계수 (4.0)
f : 볼트의 나사 저단 면적
n : 볼트의 수
T : 볼트에 가하는 힘
A : 상판의 면적 (a*b)
d : 볼트의 나사 반경 (8mm)이다.

표 2. 볼트의 파단에 필요한 내부 압력

Table with 4 columns: 구 분, 에이프런부 상 판, 경사측면 상판 (최상부), 경사측면 상판 (최상부의 하방2매). Rows include n (개), a (mm), b (mm), and P (Kg/cm^2).

표 2에 표시한 계산 결과와 같이 폭발로 인하여 덕트에 1Kg/cm^2 이상의 압력이 가해진다고 생각할 수 있다. 이상에서 볼 때 2호기에서 분진폭발이 발생하여 덕트의 파괴를 가져 왔으며, 1호기에서는 분진폭발이 발생하지 않았다고 결론지었다.

2호기의 덕트에서는 최상부 및 입상 상부에서 상판의 파괴 상황이 심하였고, 입상 하부에서는 비교적 경미한 변형에 그쳐, 상부 쪽이 하부보다 폭발에 의한 압력의 상승이 크고, 상부의 파손으로 폭발압력이 방출되어 하부에서는 큰 압력상승에 이르지 않았기 때문에 폭발의 화염전파는 위에서 아래로 진행하였다고 추정할 수 있다.



5.2 2차폭발의 발생

(1) 파쇄쓰레기 공급실 주변

파쇄쓰레기 공급실에서 배수처리실과 소각로실로 통하는 출입문은 거의 파손되어 있었다. 특히 배수처리실은 옥외로 통하는 출입문과 창문 및 배기덕트 등에 커다란 손상이 발견되었다. 또, 출입문 보호용 플라스틱 필름이 녹아 있었던 것으로 보아 이 장소에서 화염이 분출되어 파쇄쓰레기 공급실에서 분진폭발을 일으켰다고 추측할 수 있다. 또한, 덕트는 팽창 변형된 상태로서 덕트 내에서도 분진폭발이 있었다고 보여진다.

따라서, 분배 콘베이어 중앙부의 개구부 및 파쇄쓰레기 콘베이어 입상부의 점검구가 방폭의 역할을 하였기 때문에 이 개구부에서 다량의 종이분진이 파쇄쓰레기 공급실로 방출되었다.

이로 인하여 실내에 가득찬 분진이 2차 분진폭발을 일으켰으며, 인접된 실 쪽의 출입문이 파괴되어 덕트 내로도 화염이 전파되어 덕트가 팽창을 일으켰다. 또한, 2차 폭발로 배수처리실이 파괴되었다고 추정할 수 있다.

(2) 소각로실

건물 측벽의 ALC판, 방입유리, 셔터 등이 파손되었다. 지붕은 채광용 유리판 등이 파손되었으며 계단실도 피해가 있었다. 소각로실을 둘러싼 측벽 및 지붕의 파괴는, 2호기 파쇄쓰레기 콘베이어 상부에서 4매의 상판이 파괴되고, 비산에 의해 이 곳에서 다량의 종이분진이 분출되어 파쇄쓰레기 콘베이어 부근에서 2차 분진폭발이 발생하였기 때문으로 생각할 수 있다.

이것은 (a) 소각로실 내에서의 파괴 장소가 파쇄쓰레기 콘베이어의 파괴된 상판의 직근으로 한정되지 않고 비교적 먼 곳으로 파급되었다는 점, (b) 폭발 직후에도 소각로실 내에 다량의 분진이 부유하고 있어 시계가 극히 나쁜 상황이었다는 점, (c) 일반적인 분진폭발은 1차폭발의 폭풍으로 분진이 공기중으로 날아 올라가기 때문에 2차폭발이 발생하기 쉬운 점 등을 들 수 있다.

5.3 화재의 발생

분진폭발에 따른 화재로서 폭발 후에 1호기 쓰레기 투입 호퍼 부근과 2호기 파쇄쓰레기 공급기 내의 화재를 확인하였다.

또한, 파쇄쓰레기 콘베이어 입상 덕트의 외측 하부에 화재의 흔적을 발견하였는데 이 흔적은 종이분진폭발에 의한 것으로서, 분진폭발의 화염전파로 가연물이 착화하여 연소된 것이다.

6 문제점 및 대책

폐기물 처리업의 재해 위험은 다른 산업에 비하여 높은 편이다. 재해 발생장소는 폐기물 처리 업무 전반에 걸쳐 있으며 그 내용도 다양하다. 가스분배나 가솔린 등과 같은 가연성가스 또는 가연성액체의 화재 및 폭발, 여러 종류의 화학물질의 혼합이나 폭발성 불안정물질 등에 의한 폭발 화재 및 중독 사고, 폐기물 운반용 차량의 교통사고로 인한 가연성물질, 독성물질, 방사성물질 등의 누출에 의한 폭발·화재, 중독 및 오염사고, 파쇄공정에서 가스분배, 스프레이 용기 등의 화재 또는 폭발, 폐기물 소각장에서의 이상연소, 폭발 등이 있다.

종이는 어디에서나 아주 흔한 물질이지만, 사고 원인이 된 종이분진은 시내에 서적 처리업이 많이 있는 朝霞市 특유의 폐기물로서, 폭발 화재의 원인으로서 드문 예이다. 안전대책이라면 이와 같이 보기 드문 조건에도 대응할 수 있어야 할 것이다. 이를 위하여서는 본질적인 안전 대책을 채용하여야 하는데 안전장치를 설치하는 것은

곧 재해를 예상하여 그에 대한 대책을 세우는 것으로 참된 안전기술 발전의 길을 여는 것이기도 하다.

사고 방지를 위해서는 시설의 보수관리 철저와 안전관리 기구의 정비 운용 등이 모두 중요하겠지만, 여기에서는 쓰레기 반입시 부터 가스시일기 사이에서의 위험물질 혼입 등에 의한 폭발방지에 한정하여 다음과 같이 안전 대책을 제안하였다.

6.1 위험물의 배제

반입된 일반 쓰레기 중에서 폭발의 우려가 있는 위험물의 예를 다음에 열거하였다.

- (1) 스프레이 용기 (모발제, 살충제, 도장용 등)
- (2) 카세트 봄베 (휴대용 가스용기)
- (3) 가연성의 용제와 연료 (신너, 가솔린 등의 용기)

쓰레기를 호퍼에 투입하는 설비는 위험물의 발견과 제거가 곤란하므로 쓰레기 층을 얇게 하고, 검사를 용이하게 할 수 있는 덤핑박스 방식이나 감시 콘베이어 방식이 요망된다. 또, 쓰레기 수집 차량 주행 공간을 활용하여 투입 스테이지 전개 방식의 실용 예도 많아지고 있다. 더불어 쓰레기 배출자에 대해서도 위험물의 혼입 방지를 위한 교육이 필요하다. 예컨대, 대량의 가연성 분체(예 : 종이분진)도 아주 위험하다는 것을 알도록 해야 한다.

6.2 분진 형성의 제어

파쇄기에서 가스시일기 까지의 커다란 밀폐공간이 이번 사고에 있어서 큰 피해를 가져왔다. 따라서 파쇄쓰레기 투입구 쓰레기 조각로 간의 밀폐공간(특히 쓰레기 콘베이어)을 제거하는 것이 최선이다.

다음으로 분진폭발의 방지를 위해서 살수설비가 유효하다. 살수에 의하여 분진운의 형성을 방지하여 가연물을 난연화 할 수 있다. 다만, 살수에 의한 가스폭발 방지는 원리적으로 곤란하다.

6.3 폭발의 제어

분진이나 가스에 의한 폭발을 초기 단계에서 감지하여 즉시 소화약제를 분사하여 진화하는 방식이 사용되는 일이 있다. 그 밖에 파쇄기나 쓰레기 콘베이어 내를 수증기나 질소 등을 이용하여 산소농도를 10% 이하로 하면 어떠한 착화원이 존재하여도 폭발은 일어나지 않는다. 이와 같은 방법을 적절히 이용하는 것도 바람직하다.

6.4 피해 감소

파쇄기나 쓰레기 콘베이어에는 폭발을 대비하여, 장치의 파괴를 방지하기 위한 폭발벤트를 설치하여 압력을 옥외로 방출하여야 한다. 이와 같은 설비는 제분공장 등과 같이 폭발위험성이 존재하는 장치에 사용되고 있으며, 방산판의 재료로서는 알루미늄판과 동판 등이 사용되고 있다.

6.5 설비의 내압 방폭화

밀폐장치 내에서 가스나 분진에 의한 폭발이 발생하였을 때의 최고압력은 10Kg/cm² 이하이다. 장치를 이 압력에 견딜 수 있도록 한다면 위험물이 혼입되어 폭발이 발생하여도 안전할 것이다.