



**사례 1 수산식료품 냉동설비의 여과기에서 분출한 암모니아에 의한 중독**

**1. 개요**

某甲사업소는 수산물을 거래하는 근로자 약 50명 정도의 중간규모사업장으로, 수산물 냉장보관을 위해 냉장실과 동결실 및 냉동설비를 갖춘 기계실을 보유하고 있었다.

냉매로는 암모니아를 사용했는데, 이번 재해는 피해자 A(남, 갑사업장 공무과 소속)가 냉동설비 여과기의 보수작업중, 새어나온 암모니아에 폭로되어 발생하였다.

공무과는 과장과 사원 4명으로 구성되어, 주로 냉동설비 보수관리를 담당했는데 평상시는 압축기의 吐出壓 및 온도, 각 모터의 전류량, 냉장실 온도 등을 점검, 기록하는 일을 했다.

**2. 냉동설비 개요(그림 1)**

냉매인 암모니아는 다음 공정을 거쳐 냉각되어 냉장실 및 동결실로 보내어진다.

- (1) 압축기로 암모니아가스를 압축, 액화한다.
- (2) 이것을 고압수액기로 보내 중간냉각기로 압력을 줄여 온도를 낮춘다.

- (3) 다시 저압수액기로 보낸다.
  - (4) 여과기를 통과해 펌프에 의해 냉장실 및 동결실로 일부 기화된다(냉장실  $-25^{\circ}\text{C}$ , 동결실  $-30^{\circ}\text{C}$ ).
  - (5) 기화된 암모니아가스는 압축기로, 액화암모니아는 저압수액기로 각각 피드백 된다.
- 고압수액기는 암모니아 용량이 약 2.4 t 정도되고, 평소 운전시는 0.8~1t이 들어가 있는 상태였다. 또 저압수액기는 용량이 약 1.2t이고 평소 운전시는 300~800kg이 들어가 있었다.

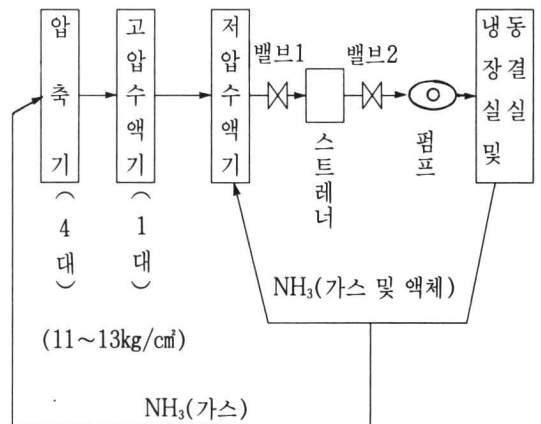


그림 1. 냉동설비와 암모니아의 흐름

### 3. 발생상황

이번 재해의 발생 경위는 다음과 같다.

(1) 재해발생 전날, 냉동설비 배관에 고압가스(hot gas)를 투입해 내부 서리제거 작업을 실시했다.

(2) 재해발생 당일, 냉동작업을 위해 평소처럼 운전을 재개했는데, 냉동의 흐름상태가 나빠 펌프 작동이 원만하지 못했다.

그래서 공무과 주임인 갑(남)은, 전날의 고압가스(hot gas)투입시, 여과기에 오일이 고였을 것이라고 판단, 여과기를 개방시키기로 했다.

(3)갑(남)및 공무과 직원인 을(남)은 여과기의 앞뒤에 설치되어 있는 밸브1 및 2(그림 1 참조)를 닫은 후, 여과기를 떼어내는 작업에 착수한 순

간, 밸브 1에서 암모니아가 분출해 갑(남) 및 을(남)은 전신에 가스를 뒤집어쓰게 되었다.

(4) 갑(남) 및 을(남)은 병원으로 옮겨졌는데 갑(남)은 하루 뒤 사망했고 을(남)은 한 한달간 입원치료를 받아야 하는 중상을 입었다.

### 4. 발생원인

재해는 여과기 앞부분에 설치된 밸브가 고장을 일으켜, 완전히 닫혀진 상태가 아니었기 때문에 발생한 것으로 보이며 간접적 원인으로는 여과기에 밸브가 이중으로 설치되어 있지 않았고, 확실히 닫혀있는지 확인할 수 없는 구조로 되어 있던 점등, 근본적으로 설비장치에 문제가 있었다고 볼 수 있다.

## 사례 2 암모니아 제조설비의 액면계(液面計)에서 분출한 암모니아에 의한 중독

### 1. 개요

Z사업장은 M콤비나트를 구성하는 주요기업으로서, 최종 제조물질별로 몇개의 공장으로 나뉘어져 있는데, 이 중 암모니아 제조공장에서는 그림 2에서와 같은 공정을 통해 메탄의 질을 바꿈으로써 얻어낸 수소와, 공기중에서 분리된 질소를 고온고압 상태에서 반응시켜 암모니아를 제조하였다.

이번 재해는 이 암모니아공장의 정기수리공사 종료 후 첫가동에서 액면계에서 새어나온 암모니아에 피해자 갑(남)이 폭로된 경우이다.

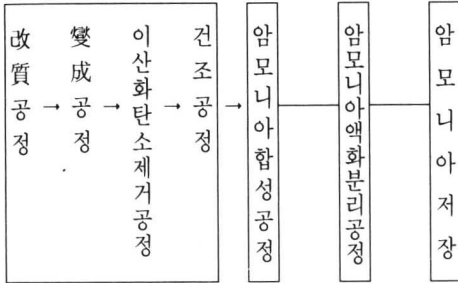
### 2. 암모니아 제조설비 개요(그림2, 3 참조)

암모니아 제조설비는 그림2에서와 같은 공정에 의해 크게 원료가스 정제설비, 암모니아 합성설비 및 암모니아 액화분리설비로 나뉘어지는데, 이 중 이번 재해가 발생한 암모니아 액화분리설비는 암모니아 합성탑에서 뽑아낸 암모니아를 여러 열교환기를 사용, 냉각시켜서 고압분리조에서 액화암모니아와 기상암모니아로 분리하는 일련의 설비이다.

### 3. 발생상황

이번 재해가 발생하게 된 경위는 다음과 같다.

(1) 재해발생 약 2주전, 암모니아 제조설비 정기 수리공사의 일환으로 액면계를 포함한 고압분리조의 정기개방검사를 실시했다.



(원료가스정제)

그림 2. 암모니아 합성공정

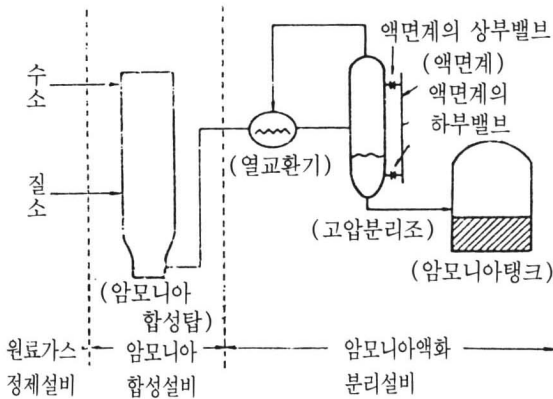


그림 3. 암모니아 합성라인

(2) 재해발생 약 1주전, 암모니아 제조설비를 다시 운전하기 위해 질소가스를 사용, 각 설비의 공기밀도를 시험해 보았는데 액면계로부터 미량의 가스누출이 확인되었다.

(3) 액면계가 고압분리조에 장착된 상태에서 액

면계 패킹 교환작업을 실시했다.

(4) 패킹 교체 후 질소가스를 이용한, 액면계의 공기밀도 시험작업을 하지 않고 사고발생 전날부터 암모니아 제조작업을 시작했다.

(5) 사고발생 당일, 설비점검을 위해 순찰중이던 갑(남)은 액면계에서 소량의 암모니아가 새어나오는 것을 발견했다. 그래서, 작업대에 올라가 액면계의 상부 밸브와 하부 밸브를 잠그는 작업에 착수했다.

(6) 이 작업중 새어나온 암모니아의 양이 갑자기 증대해 갑(남)은 양쪽 다리에 암모니아를 뒤집어 썼다.

(7) 갑(남)은 병원으로 옮겨졌는데 암모니아에 의한 양쪽 다리 藥傷이라는 진단을 받고 5일동안 입원한 후, 1주일간 통원치료를 받아야 했다.

#### 4. 발생원인

이번 재해의 원인은 액면계가 고압분리조에 장착된 상태에서 액면계 패킹 교환작업을 하였기 때문에 새로운 패킹을 설치하는 작업이 적절이 이루어지지 않아 액면의 공기밀도를 유지할 수 없는 상태가 되어버렸다는 사실을 들 수 있는데, 간접적 원인으로는

(1) 패킹교환 후 질소등 불활성 가스를 이용, 액면계의 공기밀도를 검사하지 않았기 때문에 액면계의 공기밀도가 유지되지 못한 사실을 사전에 파악할 수 없었던 점.

(2) 암모니아 가스의 누출을 막기 위해 액면계의 밸브를 잠글때 불침투성 보호의, 보호장갑 또는 신발 등 적절한 보호구를 착용하지 않았던 점등을 들 수 있다.

### 사례 3 기 타 사 례

최근 발생한 암모니아에 의한 재해사례로서 다음과 같은 경우가 있다.

(1) 알콜음료 제조공장에서 냉매로 이용되는 암모니아가 저압수액기 액면제어기로부터 새어나와 액면제어기를 수리하던 3명의 근로자가 가스에 폭로되어 일주일에서 20일간의 약상(藥傷)을 입었다.

[원인] 액면제어기의 부품을 떼어낼 때 작업방법이 적절하지 못했던 점

(2) 제빙공장에서 저수창고내 천정의 냉각용 암모니아관안의 서리제거 작업시, 관에 약간 균열이 생겨 암모니아가 새어나왔는데 이를 알아채지 못한 채

작업중이던 근로자가 암모니아 중독으로 사망했다.

[원인] 관이 노화된 상태였고, 서리제거 작업시 관을 망치로 두드린 점.

(3) 정기검사를 위해 도크에 들어간 어선 기관실에서, 냉동설비(냉매:암모니아)의 응축기내 기름 제거작업을 하게되어, 응축기의 드레인관(배수관)을 돌렸는데 암모니아가 분출, 작업중이던 근로자 및 주변에서 작업중이던 근로자 등 7명이 암모니아에 폭로되어 재해를 입었다(7명중 4명 사망)

[원인] 응축기의 암모니아 출입구를 열어놓은 채 드레인관(배수관)을 개방하는 등, 작업방법이 적절치 못했던 점.

### 사례 1~3 방 지 대 책

이상 서술한 바와 같은 암모니아에 의한 급성중독을 방지하기 위해서는 노동안전위생법에 기초한 노동안전위생규칙 및 특정화학물질 장해예방규칙의 관계조문을 준수해야함은 물론이거니와 특히 다음 사항에 유의할 필요가 있다.

(1) 암모니아를 다루는 설비의 수리·보수작업을 할 때는 암모니아의 유출을 방지하기 위한 조치로 작업을 실시한 장소에서 사전에 암모니아를 완전히 제거해 낼 것.

(2) 암모니아가 유출될 위험이 있을 때는 호흡용

보호구, 불침투성 보호의, 보호장갑 또는 신발 등을 착용할 것. 또 사업자는 근로자에게 위 사실에 관해 충분히 교육하고, 긴급사태에 대비한 착용훈련을 정기적으로 실시할 것.

(3) 정기적으로 화학설비로 검사하고 이것을 분해할 때는 이상이 없는지 확인한 후에 사용할 것

(4) 화학설비를 사용해 작업을 할 때의 작업규정, 특히 이상사태가 발생했을 때의 응급조치에 대해 근로자에게 철저히 주지시킬 것.

산업보건