

감광액 원재료 제조과정 화재·폭발 사고사례 (KOSHA-MIA-202115)

본 OPL은 국내에서 발생한 화학사고에 대하여 안전보건공단에서 동종사고의 재발방지를 위하여 관련 사업장에 적시에 배포하고 있으니, 근로자 교육 등으로 동종사고가 발생하지 않도록 만전을 기하여 주시기 바랍니다.
금번 사고는 현재 사고조사가 진행 중이므로 본 OPL을 참고용으로만 활용하실 것을 당부드립니다.

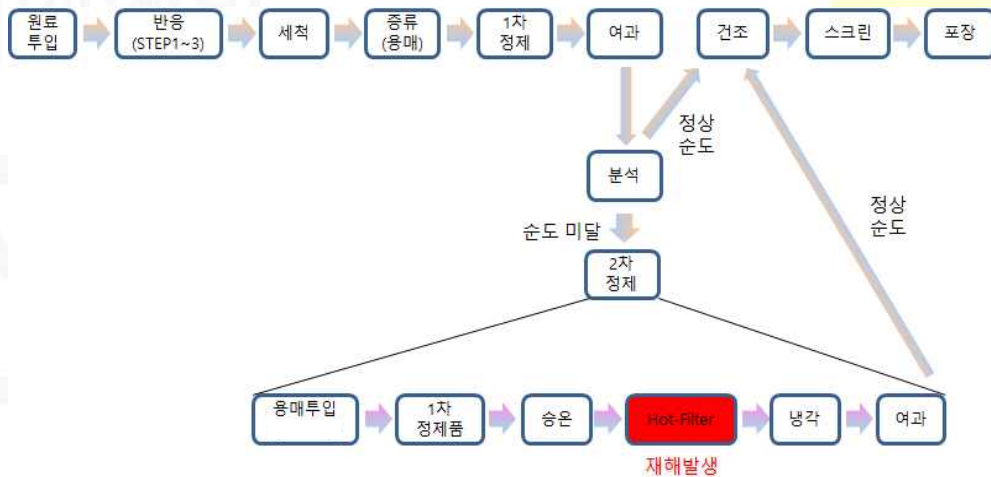
반응기에 맨홀을 열고 정제물을 투입하던 중 화재·폭발

< 사고개요 >

‘21. 3. 18.(목) 1시 52분경 충남 논산 소재 OOO(주) 내 감광액 원재료 제조 공정 운전 중 필터에 걸러진 정제물을 반응기에 투입하여야 하나, 수작업 수행 중에 정제물 대신 주변에 있던 염화알루미늄(AlCl_3)을 반응기 맨홀로 투입하던 순간 용매(인화성액체)가 분출되고 분출된 용매의 유증기에 의해 폭발이 발생하여 근로자 1명이 사망하고 4명이 부상당한 재해임.

① 사고발생공정 및 사고발생상황

- 사고발생공정은 회분식 제조공정이며, 반응을 마치고 1차 정제이후 분석을 통해 정상적인 순도가 나오지 않는 경우 2차, 3차 정제작업을 실시함.



- 2차 정제과정 중 1차 정제품이 완전히 용해되지 않은 상태에서 Hot-Filter를 진행하면서 걸러진 정제물을 탱크에 재투입하여야 하나, 정제물이 아닌 주변에 있던 다른 물질인 염화알루미늄을 투입하면서 반응기 내부에 있던 용액 및 물과 반응하여 염화에틸, 염화수소 가스 및 다량의 열이 용액 내부에서 생성되면서 용매(인화성액체)가 분출되고 유증기에 의해 폭발이 발생함.

※ Hot-Filter : 정제과정에서 용해되지 않은 이물질을 제거하는 작업

○ 사고발생물질

물질명	CAS 번호	끓는점(승화)	녹는점	비중	인화점	비 고
염화알루미늄	7446-70-0	182.7 °C	192.6 °C	2.44	자료없음	고 체

2 사고발생원인(추정)

- 산 소 : 대기 중의 공기
- 점화원 : 공장 내부의 비방폭구조 전기기계·기구
- 가연물 : 반응기 외부로 분출된 용매(인화성액체) 유증기
 - 염화알루미늄 투입으로 용매, 물과 반응이 이뤄져 용액 내에서 생성된 가스가 반응기 용액을 맨홀 밖으로 분출시키는 에너지를 공급하는 한편, 다량의 열도 발생시키면서 용매의 온도가 급상승하고 끓는점 이상의 과열상태가 되면서 돌비현상에 의해 용매가 분출됨.
- ※ 돌비(Bumping)현상 : 과열현상의 일종으로, 액체가 끓는점 이상에서 이물질의 유입 등에 의한 핵 형성 작용이 생기는 경우 갑자기 끓어 올라, 용기 외부로 액체를 내뿜는 현상. 이런 현상은 액체가 갑자기 핵 형성 작용 없이 갑자기 가열되어 큰 거품이 생기면서 발생.

3 동종사고 예방대책

- 취급물질 관리 및 작업방법 개선
 - 모든 물질의 용기(비닐포함)에 명칭을 표시하는 등 육안으로 구분하기 쉽도록 조치하고 물질 별로 지정된 장소에 보관
 - 작업자 간 명확한 업무분장으로 인적오류 방지
 - 정제물을 맨홀에 투입할 때 반드시 반응기를 냉각한 후에 투입
- 설비 개선
 - 반응기 상부 맨홀에 자동 투입 설비를 설치하여 유증기 누출에 의한 화재·폭발 및 근로자가 유해위험물질에 노출되지 않도록 개선
 - 중요 관리항목(온도, 밸브 조작, 용매 투입 비율 등)에 대해 계측장치로 모니터링하고 자동조절밸브를 설치



그림1. 사고 발생 현장(드론 공중촬영)



그림2. 화재·폭발로 파손된 제조동