

여과공정의 여과기에서 화재 사고사례 (KOSHA-MIA-202102)

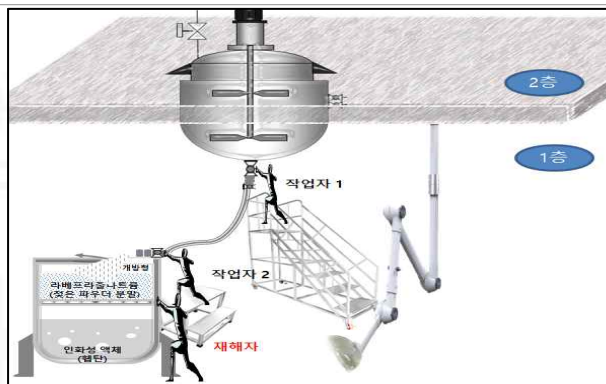
본 OPL은 국내에서 발생한 화학사고에 대하여 안전보건공단에서 동종사고의 재발방지를 위하여 관련 사업장에 무료로 배포하고 있으며, 금번 발생한 사고사례는 동종재해 예방을 위하여 적시에 배부하오니 근로자에게 충분히 교육하여 동종사고가 발생하지 않도록 안전을 기하여 주시기 바랍니다.

여과공정의 여과기에서 화재 사고

< 재해개요 >

2020년 3월 ○○○사업장에서 제품(라베프라졸 나트륨*)과 용제(헵탄)를 여과막 (PE)으로 거르는 여과 공정 중 이동식 개방형 여과기에서 화재가 발생하여 여과기 바로 옆에서 작업 중인 근로자의 장갑에 불이 붙으면서 왼쪽 손에 2도 화상을 입은 사고임

* 라베프라졸 나트륨(Rabeprazole sodium)은 사업장에서 생산하는 전문의약품 파라메트정의 원료임



[사고발생 공정]



[사고발생 작업모습]

1 사고발생 공정 및 물질

○ (사고발생공정) 정제공정



- 여과 : 여과기를 이용하여 여과/탈수실에서 라베프라졸나트륨을 여과(통상 90분 소요) 후, 헵탄 18.4 L로 세척. 그 후 여과 완료된 라베프라졸 나트륨을 여과기에서 회수

여과공정의 여과기에서 화재 사고사례 (KOSHA-MIA-202102)

○ (사고발생물질) : n-헵탄

물질명(Cas No)	인화점	폭발범위	증기압	증기밀도 (공기=1)	최소 점화 에너지	전기전도도
n-헵탄 (142-82-5)	-4 °C	1 / 7%	40 mmHg (20 °C)	3.45	0.24 mJ	3×10^{-2} pS/m

※ n-헵탄 : 라베프라졸나트륨 정제공정에서 용제로 사용하는 물질

2 사고발생원인

○ 개방형 여과기 사용으로 인한 폭발분위기 형성

- 인화성 물질을 취급할 때 다량의 인화성 미스트, 증기 등이 발생될 우려가 있는 경우 산소와 접촉하지 못하도록 불활성화 조치가 완료된 밀폐된 형태의 용기로 취급하여 폭발분위기 발생을 억제하였어야 하나 불활성화 조치가 되지 않은 개방형 여과기를 사용하여 폭발분위기가 형성되었을 것으로 추정됨

○ 인화성 미스트 및 증기 제거 미흡

- 여과기에 인화성 액체를 투입하는 경우 발생하는 인화성 미스트, 증기 등이 작업장으로 확산되지 않도록 국소배기장치 등을 통해 안전하게 처리시설로 배출하여야 하나 국소배기장치 후드를 발생원이 아닌 작업장 중간에 위치시켜 인화성 미스트, 증기 등이 작업장 내로 확산되었을 것으로 추정됨

○ 접지 및 등전위 본딩 미흡으로 인한 점화원 발생

- 인화성 액체 등을 취급할 때는 정전기에 의한 점화원 발생을 예방하기 위해 설비와 설비, 설비와 작업자 사이에 등전위 조치를 하고 등전위 접지가 된 설비 등은 접지시설에 연결하여 정전기 발생을 억제하여야 하나 플렉시블 호스 및 작업자들이 인화성 액체를 취급하는 설비와 전기적으로 고립된 상태로 작업하여 정전기방전에 의해 점화원이 발생되었을 것으로 추정됨
- 인화성 액체를 주입하는 경우 주입구가 액체에 잠길 때까지 인입측 속도를 1 m/s 이하로 유지하여 정전하가 쌓이는 것을 예방하고 정전시간을 두어 정전하가 해소 될 수 있는 시간을 확보하였어야 하나, 스플래시 필링 작업(90분간 연속 작업)을 통해 유체가 흐르도록 하여 인화성 액체의 마찰·분출·충돌에 의해 정전기가 대전되어 방전되었을 가능성이 있음

여과공정의 여과기에서 화재 사고사례 (KOSHA-MIA-202102)

3 동종사고 예방대책

○ 밀폐형 여과기 사용 및 내부 불활성화 실시

- 대기 개방 형태로 인화성물질을 취급하여 유증기와 산소의 혼합으로 인해 화재·폭발 분위기가 쉽게 형성될 수 있는 여과기의 구조 개선이 필요함
- 여과기는 유증기가 작업장으로 누출되지 못하도록 몸체와 견고하게 체결되는 덮개를 설치하고 인화성 물질을 취급하는 작업 전, 중, 후에 여과기 내부를 불활성 분위기로 치환하고 불활성 분위기를 유지하여 산소의 유입을 방지하는 것이 필요함 ([사진 1] 및 [그림 1] 참조)

○ 인화성 증기 발생 억제

- 주입되는 과정 중 발생하는 인화성액체의 증기의 농도가 인화하한계를 형성하기 전 또는 발생 즉시 질소와 혼합된 상태로 처리시설로 빠르게 배출되도록 배출 배관과 위험물처리시설을 갖추는 것이 필요함 ([그림 1] 참조)
- ※ 상부 주입방식일 경우 스프레이 필링이 되지 않도록 침액파이프(Dip Pipe)를 사용하여 액체의 튀는 현상을 최소화하는 것이 일반적이나 필터에 제품 결정을 쌓아야 하는 공정 특성상 침액파이프로 개선하기는 어려운 것으로 사료됨

○ 정전기 발생(방전) 억제

- 적어도 둘 중 하나의 물체는 비도전체 (또는 전하가 해소되기 어려운 구조) 성질을 갖고 있는 상태에서 유동대전, 분출대전, 비말대전, 충돌대전 등 다양한 요인으로 인해 발생하는 정전기는 두 물체의 접촉-대전-분리의 3 단계가 반복되는 과정에서 발생됨
- (등전위 접지) 위와 같은 조건이 발생되지 않도록 두 물체사이의 절연물의 절연강도를 파괴할 수 없을 정도의 낮은 전압 상태를 유지하도록 두 물체 모두 접지를 하여 대전 상태가 되지 않도록 유지하고 두 물체 간 등전위 접지를 실시하여 전위차를 해소하는 것이 중요함 ([그림2] 참조)
 - 인화성물질 이송에 사용하는 호스는 유체의 흐름에 의해 발생하는 정전기를 해소하기 위해 도전성 물질로 차폐하거나 배관의 양끝을 설비 또는 접지선을 통해 접지하여 배관에 전하가 쌓이지 않도록 조치하는 것이 필요함
 - 인체에 대전된 전하를 해소하기 위해서는 제전복, 제전신발을 착용하는 것에서 끝나지 않고 제전복, 제전신발을 통해 인체에 축적된 전하가 안전하게 해소될 수 있도록 대지 또는 접지된 설비와 접지가 되도록 조치하는 것이 필요함

여과공정의 여과기에서 화재 사고사례 (KOSHA-MIA-202102)

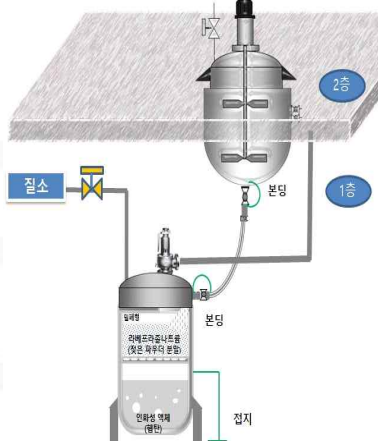
- (최대 주입속도 준수) 인화성물질을 이송할 때는 유속을 느리게 하여 전하의 축적을 감소시키는 것과 정지시간을 두어 전하가 물체에 쌓이지 않도록 조치하는 것이 필요함

○ 플렉시블 호스 및 작업대 등 접지성능 유지 지속관리

- 공정에서 사용하는 이동식 호스임에도 호스 양끝단간 접지 상태 유지 여부를 점검하고 있지 않아 호스에 정전기가 쌓이는 상태로 사용하고 있으므로 설비 유지보수 관리 대상에 포함하여 호스의 접지성능 유지 여부를 지속 관리하는 것이 필요함

○ 위험성 평가 실시를 통한 지속적 개선

- 인화성 물질을 대기에 개방상태로 취급하는 경우 발생하는 유증기가 대기 중의 산소와 매우 쉽게 혼합되어 폭발위험분위기를 형성하고 공정 외부로부터의 점화원에 매우 취약한 상태가 되므로 이에 대한 개선사항을 도출하기 위한 위험성평가를 실시하여 개선하는 것이 필요

		
[사진1-밀폐구조의 여과기]	[그림1-불활성화 조치가 된 밀폐형 여과기]	[그림2-등전위 접지(본딩)]