

2022년 화학사고 사례연구

점착제 제조공정 폭발사고 사례연구



경북권(구미) 화학사고예방센터

3호 :



2022년

화학사고 사례연구

CONTENTS

● 점착제 제조공정
폭발사고 사례연구

I.	사고개요	5
II.	사업장 현황	6
III.	사고분석	7
IV.	사고발생 원인	16
V.	동종사고 예방대책	17
VI.	사고로부터 얻은 교훈	19
VII.	유사 사고사례	20
VIII.	참고자료	21





용어설명

01 속성탱크(Thinning Tank)

- 반응기로부터 수지를 이송받아 용매 또는 기타 물질을 수지에 얇게 첨가하는 용기를 말한다.

02 수지(Resin)

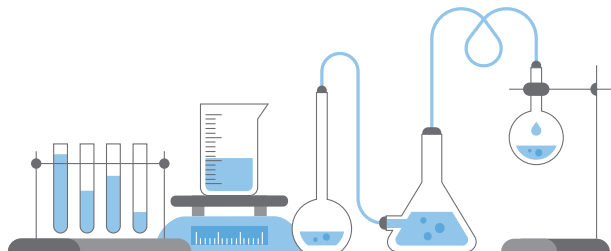
- 복잡한 유기산 및 그 유도체로 이루어진 부스러지기 쉬운 고체이다. 물에 녹지 않으며, 알코올 · 에테르 · 테르펜 등의 유기용제에는 녹는다.

03 점착제

- 점착제의 일종으로 감압성 점착제(Pressure Sensitive Adhesive, PSA)라고도 한다. 점착제는 점탄성 물질로 구성되어 있으며, 점성 물질에 의해 상온에서 단시간, 약간의 압력만으로 접착이 가능하다.

04 퍼지(Purge)

- 인화성 증기나 가스를 포함하는 용기나 탱크 등에 불활성 가스 등을 주입하여 가연성 분위기가 유지되지 않게 하는 방법으로 진공 퍼지, 압력 퍼지, 스위프 퍼지, 사이폰 퍼지의 방법이 있다.





I. 사고개요

- 2021년 12월 09일(목) ○○사업장 내 점착제 제조공정에서 숙성탱크(Thinning Tank)에 수지(Resin) 투입 중 폭발사고가 발생하여 작업자 1명이 화상을 입은 재해이다.

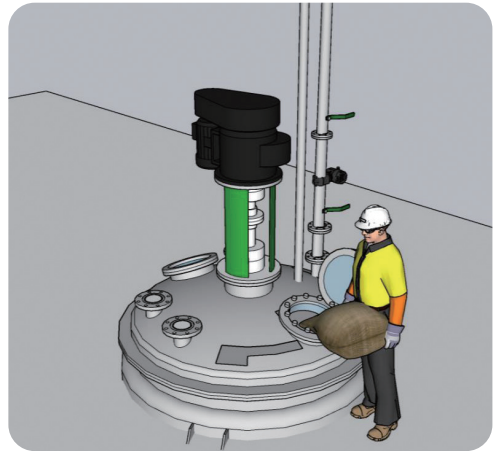


그림 1 폭발이 발생한 숙성탱크와 재해발생 상황도

01 인명피해

- 부상 1명(화상 10주)

02 물적피해

- 제조공정 설비 일부 및 벽체 파손



II. 사업장 현황

☑ ○○○○은 점착제 생산을 하고 있으며, 최근 신규공장을 증설하여 가동 중에 있다.

01

사업장 개요

- ○○○○은 산업용 점착제를 생산하는 사업장으로서 유기용제(인화성액체)와 수지를 반응시켜 제품으로 생산하는 사업장이다.
- 제품은 고객의 요구에 따라 유기용제의 종류를 달리 하는 경우도 있으나 기본적인 생산공정은 유기용제와 수지의 반응으로 제품이 생산되며, 운전절차는 동일하다.
- 사고가 발생한 공정은 반응을 통해 생산된 반응물과 수지를 혼합하기 전, 수지를 용해하는 과정에서 발생하였으며, 수지의 용해를 위해 용매로 초산에틸을 사용하고 있다.



Ⅲ. 사고분석

01

사고 발생 과정

일시	작업 현황
12/9(목) 09:00	<ul style="list-style-type: none"> • 생산일보에 따라 제품 생산을 시작함 ※ 운전실에서 HMI를 통해 지하저장탱크로부터 펌프를 이용해 원료(초산에틸)를 반응기와 숙성탱크로 각각 이송함
09:40	<ul style="list-style-type: none"> • 숙성탱크의 맨홀을 개봉하고 수지를 투입함
09:46	<ul style="list-style-type: none"> • 숙성탱크의 맨홀에서 폭발이 발생함

※ 폭발로 인해 작업자는 화상을 입은 후 인근에 위치한 세안시설로 이동하였으며, 폭발로 인한 화재는 없었으며, 폭발의 영향으로 건물 외벽이 파손되었다.



그림 2 폭발의 영향으로 파손된 건물 외벽

02

사고 발생 물질

1) 초산에틸

물질명	분자식	인화범위	인화점	발화온도	증기압	증기밀도
초산에틸	C ₄ H ₅ O ₃	2.2~11.5%	-4℃	426℃	93.2mmHg (25℃)	3.0

경고표지 그림문자



인화성 액체



호흡기계 자극

- 인화성 액체
- 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음

2) 수지

물질명	분자식	인화범위	인화점	발화온도	형상
수지	C ₁₆ H ₂₂ O	-	자료없음	자료없음	고체

10. 안전성 및 반응성

가. 화학적 안정성 및 유해 반응 가능성

나. 피해야 할 조건

다. 피해야 할 물질

라. 분해시 생성되는 유해물질

상온상압조건에서 안정함
 가열시 용기가 폭발할 수 있음
 일부는 탈 수 있으나 쉽게 점화하지 않음
 화재시 자극성, 독성가스를 발생할 수 있음
 물질의 흡입은 유해할 수 있음
 일부 액체는 현기증, 질식을 유발하는 증기는 발생할 수 있음
 열, 스파크, 화염 등 점화원
 가연성 물질
 자극성, 독성 가스
 자료없음

- 수지의 물질안전보건자료 물리화학적 특성을 통해 고체이며, 가연성 또는 폭발성 등 폭발과 관련된 특이사항은 확인되지 않았다.



03

사고 발생 설비

명 칭	내용물		용 량	압력(MPa)		온도(°C)		비고
				운전	설계	운전	설계	
숙성탱크 (Thinning Tank)	S	초산에틸 수지	10m ³ ID2,300×2,440H	F.V/ ATM	F.V/ 0.3	100	125	
	J	STEAM/ CW	10m ³ ID2,420×2,214H	0.15	0.18	120	150	

04

사고 공정 설명

순서	공정	공정설명
1	계량	제품 생산을 위해 지하저장탱크에서 펌프를 이용해 계량탱크로 원료(액상)를 이송함.
2	반응	계량탱크에서 반응기로 원료(액상)를 투입하고, 첨가제를 투입한 후 운전조건에 따라 반응함.
3	용해 (사고 발생)	지하저장탱크에서 펌프를 이용해 원료(초산에틸)를 숙성탱크로 이송한 후 수지(고상)를 투입하여 용해시킴. 숙성탱크에 초산에틸이 투입된 상태에서 상부 맨홀을 통해 수지를 투입하는 과정에서 폭발이 발생함.
4	혼합 및 숙성	용해공정에서 제조된 용액(초산에틸+수지)에 반응기에서 제조된 반응생성물을 투입하여 혼합 후 숙성시켜 출고함.

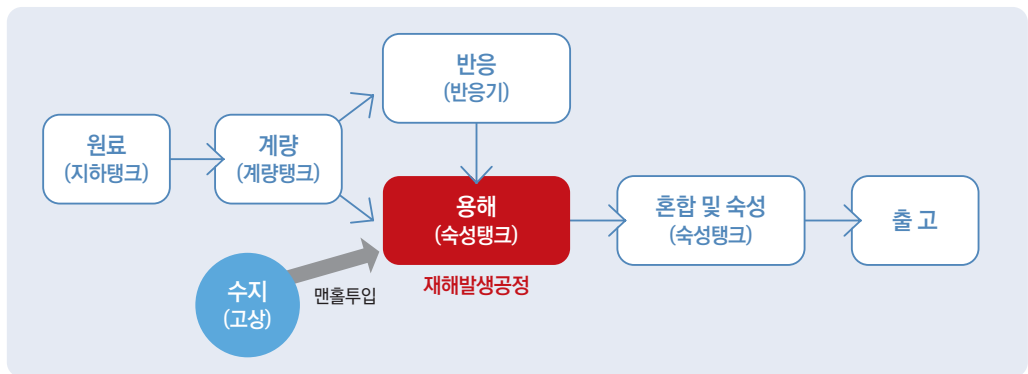


그림 3 점착제 제조공정

05

사고 원인 분석

1) 사고발생 원인 물질 추정

- 수지 투입 전 숙성탱크에는 인화성액체인 초산에틸이 투입되어 있어 숙성탱크 내부에는 초산에틸의 유증기가 체류하고 있었다.
- 또한 초산에틸 투입 전 또는 수지투입 전 진공퍼지와 질소치환을 실시하지 않아 숙성탱크 맨홀의 주변과 내부에는 초산에틸 유증기와 공기가 가연성 혼합기를 형성하고 있었을 것으로 추정된다.
※ 안전운전절차서에는 초산에틸 투입 전 진공퍼지 및 질소치환을 실시하고, 수지는 숙성탱크 상단의 호퍼를 이용하여 투입하도록 규정하고 있으나 실시하지 않았다.



그림 4 질소 치환용 밸브

2) 점화원 추정

■ 수지의 마찰에 의한 정전기

- 수지의 물질안전보건자료에는 정전기와 관련한 내용이 없으나 동일한 물질을 제조하는 외국 회사의 물질안전보건자료를 검토한 결과 취급시 정전기가 발생할 수 있으며 이로 인한 재해발생 위험을 경고하는 내용을 확인할 수 있었고, 초산에틸은 최소점화에너지(1.42mJ)가 높지 않아 정전기에 의해 점화가 가능성도 확인할 수 있었다.



EMERGENCY OVERVIEW

Product is a friable, amber, rosin based resin. This is a non-combustible, non-reactive solid material. Flaked material may cause a dust problem. Product may form explosive dust/air mixture if high concentration of product dust is suspended in air. Static electric charges created by emptying product from ungrounded containers in or near flammable vapors may cause flash fire. May cause eye irritation. Vapors may also produce eye irritation. Inhalation of vapors/fumes generated by heating this product may cause respiratory irritation with throat discomfort, coughing or difficulty breathing.

수지 취급시 정전기에 의한 위험
 <Terpene-phenolic Resin MSDS, GuangxiZhongchang, Resin Co.,Ltd>



※ 경고표지
 그림문자

- 인화성 액체 : 구분2
- 급성 독성(흡입 : 증기) : 구분4
- 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1
- 특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3-마취작용

» 특성

- (1) 인화점과 폭발하한이 낮아 상온에서 쉽게 폭발분위기를 형성
- (2) 최소점화에너지가 1.42mJ로 높지 않아 정전기 에너지로 점화 가능

초산에틸의 착화 특성
 <사고사례연구, 안전보건공단, 2016>

그림 5 수지의 물리화학적 특성 및 초산에틸의 착화특성

- 사고발생 당시의 수지와 동일한 수지를 대상으로 부유테스트를 실시한 결과 쉽게 부유되고, 대전 또한 쉽게 발생하는 것으로 확인되었다.
- ※ 수지는 취급하는 과정에서 발생한 분진이 부유된 후 용기의 벽면에 부착되는 것으로 확인됨에 따라 대전이 쉽게 발생하는 것으로 추정할 수 있다.
- 이를 통해 수지를 맨홀 내부로 투입 중 수지 사이의 마찰에 의해 정전기가 발생한 것으로 추정된다.



〈수지 분진이 부유됨〉

〈수지 입자가 용기에 부착됨〉

그림 6 수지 부유 테스트

■ 수지 포장용기의 재질에 의한 정전기

- 수지 비닐용기는 이중포장 구조이며, 외부는 종이, 내부에는 비닐로 되어 있으며, 내부 비닐은 제조사를 통해 확인한 결과 제전기능이 없는 것으로 확인되었다.
- 이를 통해 수지를 맨홀 내부로 투입하는 과정에서 수지 분진과 내부 비닐사이의 마찰에 의해 정전기가 발생한 것으로 추정된다.



그림 7 수지 포장포대 내부 비닐



■ 작업자의 인체 대전에 의한 정전기

- 재해발생당시 재해자는 제전기능이 없는 작업복을 착용한 상태에서 수지를 숙성탱크에 투입하였으므로 인체 대전에 의한 정전기가 발생한 것으로 추정된다.

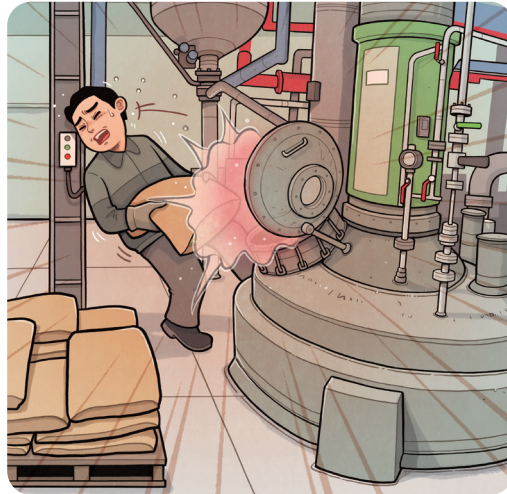


그림 8 제전기능이 없는 작업복을 착용한 상태에서 작업(재구성)

■ 인화성액체의 대전에 의한 정전기

- 숙성탱크에서 용제로 사용되는 초산에틸은 교반기와의 마찰, 수지 입자와의 충돌이나 마찰에 의해 대전되어 정전기가 발생될 수 있다.
 ※ 초산에틸은 전기전도도가 약 $2.0 \times 10^6 \text{ pS/m}$ 로 높은 값을 가지고 있으나, 실제 현장에서는 정전기에 의한 착화위험이 높은 것으로 나타나 저전도성 용제로 취급할 것을 권고하고 있음

3. Although ethyl acetate has a high conductivity it has been involved in a number of electrostatic ignitions. The detailed causes of these are unclear and until they are established it is recommended to treat ethyl acetate as a low conductivity material. It may be prudent to adopt the same approach with other light esters.

그림 9 초산에틸(에틸아세테이트)의 정전기 위험 특성

〈A Safety guide for users; Safe working with industrial solvents,ESIG,2013〉

■ 전기 기계기구에 의한 스파크

- 숙성탱크에는 리미트 스위치, 전동기, 분전함 등의 전기기계기구가 설치되어 있으나 모두 방폭설비(내압방폭구조)로 설치되어 있었으며 방폭성능의 저하나 착화를 의심할만한 이상징후는 발견되지 않아 점화원의 가능성은 낮은 것으로 판단된다.

■ 고온표면에 의한 착화

- 숙성탱크 주변에는 고온 표면을 발생시킬 수 있는 설비는 온수(80°C)용 배관, 숙성탱크 내부관찰용 조명등, 동력 기계용 모터의 표면 등이 있다. 이들 설비의 설계조건과 운전조건 및 실제 운전 상황을 확인한 결과 초산에틸의 자연 발화온도(427°C)를 초과하지 않아 점화원의 가능성은 낮은 것으로 판단된다.
※ 현장에 설치된 방폭형 전기설비의 온도등급은 T6(85°C)임.

■ 정전기 완화장치의 미작동

- 작업장 내 정전기 발생을 억제하기 위하여 산업용 가습기(드라이포그)를 설치하였으나, 재해발생당시 작동하지 않았다.
- 산업용 가습기(드라이포그)는 물을 분무·가습하여 작업장 내 정전기의 발생을 억제할 목적으로 설치하였다.

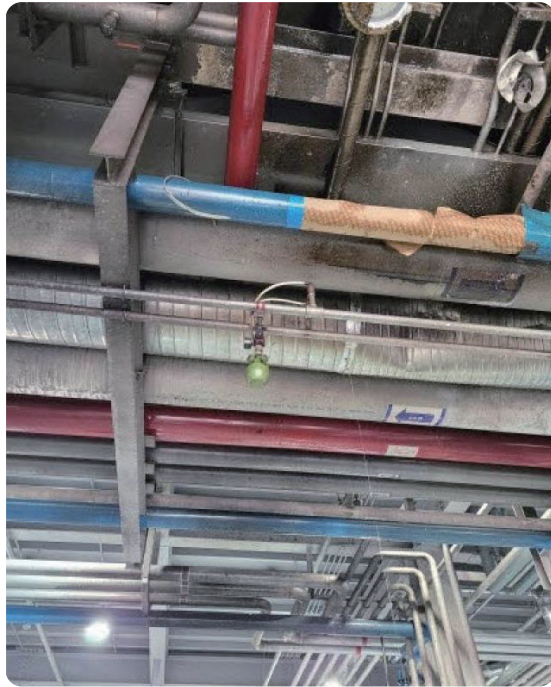


그림 10 산업용 가습기 분무헤드(드라이포그)

3) 결론

- 숙성탱크 맨홀의 주변과 내부에 초산에틸 유증기와 공기가 가연성 혼합기를 형성하게 되었고 수지를 숙성탱크 내부로 투입하는 과정에서 발생한 정전기로 폭발이 발생하였다.



사고근본원인분석(RCA:Root Cause Analysis)

- 사고 발생에 대한 직·간접 원인 등을 종합하면 용매로 사용하는 초산에틸의 유증기와 수지 투입 중 발생할 수 있는 정전기 등에 의해 폭발 사고가 발생한 것으로 추정된다.

단계	사고원인 1	사고원인 2	사고원인 3	사고원인 4
1. 결함내용 분류	운전결함	운전결함	기술결함	기능유지결함
2. 관련 조직	생산부	생산부	기술부	공무부
3. 결함 종류	예기치 못한 고장	-	설계	예방·보존·정비 결함
4. 결함 대분류	작업절차	작업절차	설계시방	예방정비
5. 결함 중분류	사용안됨	불완전한 작업절차	부적절한 사양	예방정비 없음
6. 결함 소분류	작업절차의 훈련 및 관련 절차 미흡으로 운전단계 생략	작업순서가 부적절	원료 및 포장용기 재질 선정 미흡	가습장치에 대한 정비규정이 없음



IV. 사고발생 원인

원인
1

인화성액체를 취급하는 설비에 퍼지 작업 미실시

- 인화성액체를 취급하기 전 설비 내 진공퍼지와 질소치환을 실시하지 않아 숙성탱크 내부에 가연성 혼합기가 형성될 수 있는 상태가 되었다.

원인
2

수지의 투입방법 부적절

- 수지 취급 중 마찰에 의한 정전기 발생의 위험이 있음에도 불구하고 숙성탱크의 맨홀을 통해 다량의 수지를 투입, 수지 사이의 마찰로 인해 정전기가 발생하였다.

원인
3

수지의 포장용기 재질 부적절

- 정전기가 쉽게 발생할 수 있는 수지를 취급하기에 부적절한 재질을 사용함으로써 수지와 내부 비닐 사이의 마찰에 의해 정전기가 발생할 수 있는 상황이었다.

원인
4

정전기 완화장치의 기능 무효화

- 작업장내 정전기 발생을 억제하기 위하여 설치한 드라이포그의 설비 고장으로 정전기가 축적되기 쉬운 상황이었다.

원인
5

작업자 복장 착용 및 관리 미흡

- 작업자의 인체 대전을 통해 정전기가 발생할 수 있는 상황에서 기 지급된 정전기 방지용 작업복의 착용 상태를 관리하지 않았다.



V. 동종사고 예방대책

대책
1

인화성액체를 취급하는 설비에 퍼지 작업 철저

- 인화성액체를 취급하기 전 설비 내부는 진공퍼지와 질소치환을 통해 가연성 혼합기가 형성되지 않도록 하여야 한다.

대책
2

수지 투입방법 개선

- 수지 투입시 마찰을 최소화할 수 있도록 전용의 투입설비(자동투입설비 등) 또는 전용의 호퍼를 통해 수지를 투입하거나, 수지를 먼저 투입한 후 일정한 시간이 경과한 이후 용매를 투입하도록 개선한다.

대책
3

수지의 포장용기 재질 개선

- 수지와 포장용기와의 마찰에 의한 정전기 발생을 최소화하기 위해 제전기능이 있는 재질로 개선하여야 한다.

대책
4

정전기 완화장치의 기능 유지

- 작업장 내 정전기의 발생을 억제하기 위하여 설치하는 드라이포그 등의 제전장치는 그 기능이 항상 유효한 상태를 유지하여야 한다.

대책
5

제전기능을 갖춘 작업복 착용 철저

- 인화성액체를 취급하는 작업장에서는 제전기능이 있는 작업복을 착용하여 인체 정전기의 발생을 최소화 하여야 하고 착용상태를 관리하여야 한다.

대책
6

안전운전절차서 보완

- 용해공정에 대한 안전운전절차서에는 원료투입 전 가습장치 등 정전기 완화설비, 국소배기설비, 운전자 제전관련사항, 원료의 투입순서와 투입시 주의사항(투입시 유속제한, 원료 투입전후 퍼지 및 질소치환 등) 등 안전관련 사항들이 안전운전절차서에 명확히 규정될 수 있도록 보완하여야 한다.

대책
7

안전운전절차서 교육 및 실행관리 강화

- 안전운전절차서는 주기적으로 재교육하고 숙지여부 등 성과를 평가하여 필요시 추가로 교육을 실시할 수 있도록 관련 교육지침에 반영하고, 안전운전절차 등이 현장에서 제대로 실행되는지 주기적으로 확인 하도록 제도적으로 규정하여야 한다.



VI. 사고로부터 얻은 교훈

☑ 속성탱크 폭발사고로부터 얻은 교훈은 다음과 같다.

교훈
1

안전운전절차서 준수는 기본이다.

- 안전운전절차서는 공정에 대한 경험이 풍부한 전문가들이 위험성평가를 통해 사고를 예방하고 생산성과 품질을 확보하기 위하여 작성한 절차서이다.
- 사업주는 작성된 안전운전절차서를 주기적으로 검토하고 사고예방과 생산능률 향상을 위해 노력하여야 하고 작업자에게 주기적으로 교육하여야 한다.
- 작업자는 안전운전절차서를 지켜야 하며, 안전운전절차서의 개선이 필요한 부분에 대해서는 사업주에 의견을 제시하는 것이 사고를 예방하는 방법이 된다.

교훈
2

공정 개선을 통해 위험을 줄인다.

- 공정은 PDCA를 통해 위험을 줄이는 활동이 계속되어야 한다. 이 활동은 설계에서부터 생산에 이르는 전 과정에서 작동하여야 한다.
- 특히 신규 공정의 경우 설계의도와 달리 다수의 위험요인 내재되어 있을 수 있다. 사업주와 작업자는 설계의도가 와전되어 작업자가 위험해 질 수 있는 상태를 수시로 확인하고, 공정의 개선을 위해 계속적으로 노력하여야 한다.
- 작업자는 생산의 효율성을 위해 위험한 방법으로 작업방법이 변형되는 것에 대하여 항상 경계하여야 한다.



VII. 유사 사고사례

01 반응기 폭발 사고

구분	사고사례 내용
발생일시	2021년 3월
사고장소	충남 소재 화장품원료 제조공장
피해내용	사망 1명, 부상 4명
사고내용	<ul style="list-style-type: none"> 반응기의 맨홀을 열고 원료를 투입하는 중 용매가 분출되고 분출된 용매의 유증기에 의해 폭발이 발생하였다.

02 필터 폭발 사고

구분	사고사례 내용
발생일시	2021년 3월
사고장소	충북 소재 의약품 제조공장
피해내용	부상 2명
사고내용	<ul style="list-style-type: none"> 필터 상부의 맨홀을 통해 원료를 투입하던 중 화재·폭발이 발생하였다.



VIII. 참고자료

- 1 산업안전보건법, 고용노동부; 2021
- 2 산업안전보건용어사전, 한국산업안전보건공단; 2006
- 3 중대산업사고 조사의견서, 한국산업안전보건공단; 2010~2021
- 4 KOSHA Guide P-151-2016 사고의 근본원인 분석기법에 관한 기술지침
- 5 사고사례연구, 안전보건공단, 2016



점착제 제조공정 중 숙성탱크 폭발사고



※ 본 사례는 국내에서 발생한 화학사고에 대하여 안전보건공단에서 동종사고의 재발방지를 위하여 관련 사업장에 무료로 배포하오니 근로자에게 충분히 교육하여 동종사고가 발생하지 않도록 안전을 기하여 주시기 바랍니다.

사고개요

- 2021년 12월 ○○○사업장 내 점착제 제조공정에서 숙성탱크(Thinning Tank)에 수지(Resin) 투입 중 폭발사고가 발생하여 작업자 1명이 화상을 입은 재해임

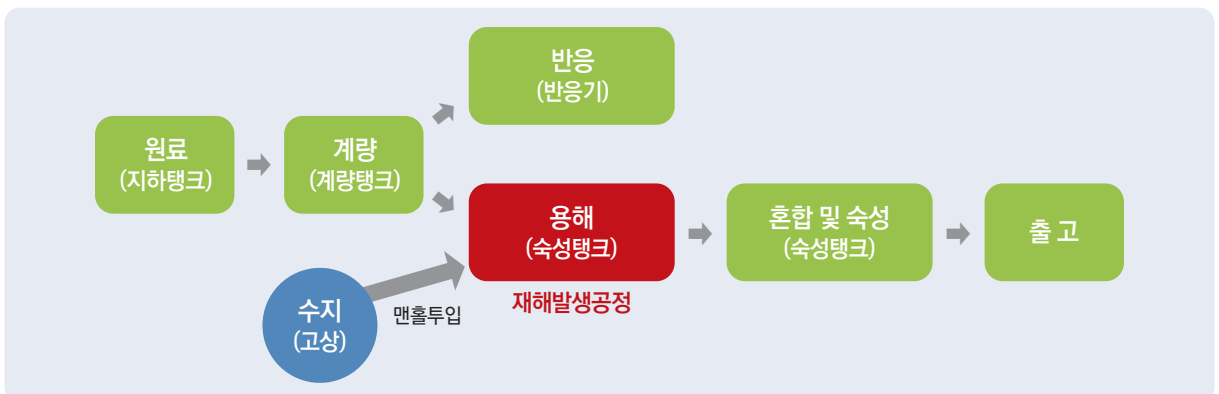


그림 1 폭발이 발생한 숙성탱크



사고발생공정 및 물질

- 숙성탱크 내 인화성액체를 투입한 후 수지(고체)를 투입하는 과정에서 수지사이에서 발생한 정전기에 의해 폭발이 발생한 사고임



점착제 제조공정 중 숙성탱크 폭발사고

사고발생물질

물질명	분자식	폭발한계(%)		인화점 (°C)	발화점 (°C)	증기압 (20°C)	증기밀도	최소점화 에너지(mJ)
		하한	상한					
초산에틸	C ₄ H ₅ O ₃	2.2	11.5	-4	426	93.2mmHg	3.0	1.42



사고발생원인

- 인화성 액체를 취급하는 설비에 퍼지 작업 미실시**
 - 인화성액체를 취급하기 전 설비 내 진공퍼지와 질소치환을 실시하지 않아 숙성탱크 내부에 가연성 혼합기가 형성될 수 있는 상태 형성
- 수지의 투입방법 부적절**
 - 수지 취급 중 마찰에 의해 정전기 발생의 위험이 있음에도 불구하고 숙성탱크의 맨홀을 통해 다량의 수지를 투입, 수지 사이의 마찰로 인해 정전기 발생
- 수지의 포장용기 재질 부적절**
 - 정전기가 쉽게 발생할 수 있는 수지를 취급하기에 부적절한 재질을 사용함으로써 수지와 내부 비닐 사시에 마찰에 의해 정전기 발생
- 정전기 완화장치의 기능 무효화**
 - 작업장내 정전기 발생을 억제하기 위하여 설치한 드라이포그의 설비 고장으로 정전기가 축적되기 쉬운 상황 발생
- 작업자 복장 착용 및 관리 미흡**
 - 작업자의 인체 대전을 통해 정전기가 발생할 수 있는 상황에서 기 지급된 정전기 방지용 작업복 미착용

점착제 제조공정 중 숙성탱크 폭발사고



동종사고 예방대책

- **인화성액체를 취급하는 설비에 퍼지 작업 철저**
 - 인화성액체를 취급하기 전 설비 내부는 진공퍼지 및 질소치환을 통해 가연성 혼합기 형성 억제조치 실시
- **수지 투입방법 개선**
 - 수지 투입시 마찰을 최소화할 수 있도록 전용의 투입설비(자동투입설비 등) 또는 전용의 호퍼를 통해 수지를 투입하거나, 수지를 먼저 투입한 후 일정한 기간이 경과한 이후 용매를 투입하도록 안전운전절차 개선
- **수지의 포장용기 재질 개선**
 - 수지와 포장용기와의 마찰에 의한 정전기 발생을 최소화하기 위해 제전기능이 있는 재질로 개선
- **정전기 완화장치의 기능 유지**
 - 작업장 내 정전기의 발생을 억제하기 위하여 설치하는 드라이포그 등의 제전장치는 그 기능이 항상 유효상 상태 유지
- **제전기능을 갖춘 작업복 착용 철저**
 - 인화성액체를 취급하는 작업장에서는 제전기능이 있는 작업복을 착용하여 안체 정전기의 발생 최소화 및 착용상태 관리 철저
- **안전운전절차서 보완**
 - 용해공정에 대한 안전운전절차서에는 원료투입 전 가습장치 등 정전기 완화설비, 국소배기장치, 운전자 제전관련 사항, 원료의 투입순서와 투입시 주의사항(투입시 유속제한, 원료 투입전후 퍼지 및 질소치환 등) 등 안전관련 사항들이 안전운전절차서에 명확히 규정될 수 있도록 보완
- **안전운전절차서 요구 및 실행관리 강화**
 - 안전운전절차서는 주기적으로 재교육하고 숙지여부 등 성과를 평가하여 필요시 추가로 교육을 실시할 수 있도록 관련 교육지침에 반영하고, 안전운전절차 등이 현장에서 제대로 실행되는지 주기적으로 확인하도록 제도적으로 규정



작성

이진우(안전보건공단 경북지역본부 화학사고예방센터(구미))

권남호(안전보건공단 경북지역본부 화학사고예방센터(구미))

김우태(안전보건공단 경북지역본부 화학사고예방센터(구미))

최영택(안전보건공단 경북지역본부 화학사고예방센터(구미))

검토

안전보건공단 중대산업사고예방실 공정안전부

2022-중대산업사고예방실-272

「접착제 제조공정 폭발사고」 사례연구

발행일 2022년 6월

발행인 한국산업안전보건공단 이사장 안종주

발행처 한국산업안전보건공단 중대산업사고예방실

주소 울산광역시 중구 종가로 400

전화 (052) 703-0605

팩스 (052) 703-0312

홈페이지 <http://www.kosha.or.kr>

※ 무단 복사 및 복제하여 사용하는 것을 금지함



2022년 화학사고 사례연구

3호 : 점착제 제조공정
폭발사고 사례연구

