

1. 사업장 현황

〈 사업장 개요 〉

- 노루페인트 안양공장은 1976년에 준공되어 건축용 도료를 비롯해 가전금속용, PCM용, 중방식용, 자동차 보수용 및 페인트 제조의 기본이 되는 수지 등 만 여종의 제품을 생산
- 광명과 안양의 경계 부분에 위치하고 있고, 당시 노루페인트 안양공장 인근으로 주거지역이 확대되어 악취관련민원이 간헐적으로 발생

☑ 일반현황

- 사업장명 : (주)노루페인트(경기도 안양시 만안구 박달2동 615번지)
- 설립연도 : 1945년
- 주요생산 : 건축용 도료, 자보용 도료, 공업용 도료
- 직 원 수 : 약 460명

☑ 사업장 위치 및 지형 특성

- 노루페인트 안양공장은 안양과 광명의 경계부분에 위치하고 있으며, 남쪽으로는 수리산(태을봉 489m), 동쪽으로는 삼성산(481m), 서쪽으로는 구름산(237m)이 위치
- 사업장 인근 동쪽에는 석수초등학교와 석수아이파크가 있고, 동남쪽에는 삼봉초등학교와 한라비발디 등 주거지역이 위치
- 도로 건너 남쪽으로 대림한숲타운 아파트가 위치하고, 동북쪽에 광명역 등 다중이용시설이 분포

[사업장 위치 및 주변현황]



- 사업장 주변 지형은 광명시 방향으로 열려(①번)있고, 수리산과 삼성산 사이의 안양시내로 열린 지형(②번)
- 노루페인트의 북쪽과 동쪽은 안양천, 북동쪽과 남쪽에 산이 위치하여 남동-북서 방향으로 열려있는 계곡 형태의 평지에 위치

[관련사진]



전체 조망도



남쪽에서의 조망도



북동쪽 조망도

2. 사고 내용

◆ (주)노루페인트 안양공장에서 에폭시 생산시설의 이상 과열반응에 따라 냉각수를 투입하면서 다량의 악취물질이 포함된 수증기가 유출된 사고

☑ 사고개요

- (사고일시) 2014. 9. 2(화) 17:23
- (사고장소) 경기 안양시 만안구 박달로 351 (주)노루페인트 안양공장
- (사고내용) 생산 반응기 작업 중 냉각기의 이상으로 반응기가 가열되자 현장근무자가 물을 부어 임시조치 중 증기 누출
- (피해현황) 인명피해 60명(가벼운 두통, 구토 등으로 진료 후 퇴원)

☑ 사고발생 공정

- 제품별 배합 → 반응 → 냉각 → 최종검사 → 포장 등의 공정을 거쳐 제품 생산

〈 제조공정 〉

- ① (배합) 외부 구입한 원료를 반응기에 투입하는 공정
- ② (반응) 각 수지 제품별로 온도, 시간, 품질특성, 검사 등 정해진 조건에 준하여 실시하고 스팀 또는 다양한 열매체를 주입해서 온도를 조절
- ③ (냉각) 정상적인 품질상태가 되었을 때 냉각수 및 냉동수를 투입하여 온도를 조절
- ④ (최종검사) 최종 물성에 적합여부를 확인하기 위해 점도, 산가 등 검사 실시
- ⑤ (포장) 수지를 여과하여 포장

2014년 중대사고 사례집

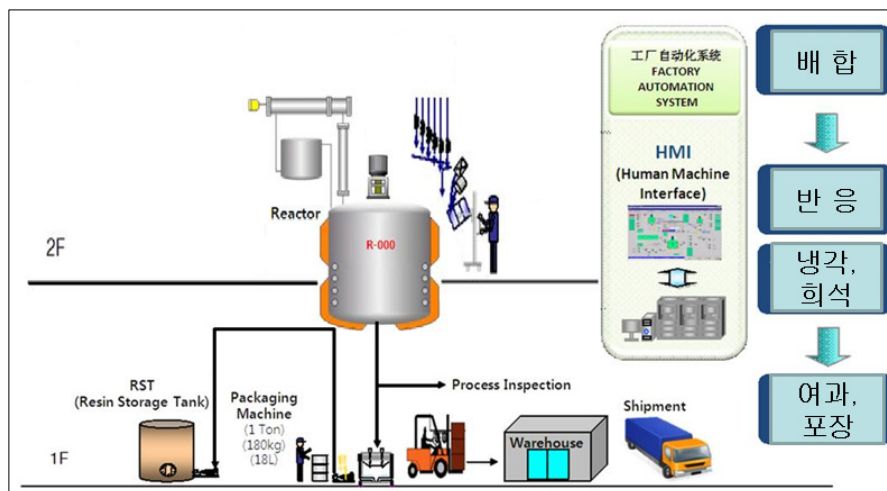
- 에폭시 수지 제조 공정과정에서 발생

※ (에폭시 수지) 내약품성과 내열성이 우수하여 전 세계적으로 규격 및 품질이 표준화 되어 범용으로 사용되는 수지

(수지) 페인트에서 수지란 도료의 구성요소로서 수지 표면에 안료가 붙어 있도록 유지해주는 Film Former

- 수지 제조공정은 아래와 같은 단계로 진행

[에폭시 수지 제조공정]



[사고발생 당시 현장]



☑ 사고발생 과정

- 04:00부터 작업자가 에폭시 원료 3,920kg을 교대 작업으로 분할 투입 진행
- 13:20 작업자가 안정제 60kg을 투입하였으며, 14:20분부터 20분 간격으로 15시까지 아민 촉매 20kg을 세번에 나누어 투입
- 15:20 작업자는 에폭시 수지 반응기(R-070)에서 이상발열반응(107℃) 확인

원료명	CAS NO	수량	비율	특징
에폭시 알갱이 (Diglycidyl ether of bisphenol A)	25036-25-3	3.92톤	98%	
아민 촉매 (Tris-2,4,6-(dimethylaminoethyl)phenol)	90-72-2	0.02톤	0.5%	자극성 악취발생 심함
안정제 (Mequinol/4-Methoxyphenol, 4-Hydroxyanisole, Mechinolum, MEHQ)	150-76-5	0.06톤	1.5%	

※ 반응기(R070) 제원 : 77㎡, 직경 1,950mm × 높이 2,350mm, 설계압력 7kg/cm², 운전온도 120℃, 운전압력 상압

- 냉동수(Chilled water, 9℃)를 투입하여, 반응기 온도를 145℃에서 80℃까지 낮춤(일반적인 운전 설정 온도 100℃)
- 16:30 온도가 80℃까지 떨어지자 생산 재개를 위하여 반응온도를 100℃까지 승온하기 위하여 냉동수를 수동으로 드레인한 후 스팀(140℃) 재투입
- 반응기 온도가 107℃까지 재상승하고 교반기 모터 부하가 걸려 긴급 상황 발생, 17시 작업자가 수지생산 1팀장에게 상황 보고
 - ※ 수지생산 1팀 작업자 4명은 반응기 상판에 물을 뿌리고, 질소 투입과 반응기 내부 관찰 등 방재 업무를 진행하였으나 반응온도가 계속 상승
- 17:05 호퍼로 소방수를 투입(냉각 효과가 미미)

2014년 중대사고 사례집

- 17:10 맨홀에 물을 직접 투입
- 17:15 물을 뿌린 반응기로 수증기가 발생하여 맨홀 및 호퍼로 반응물 등이 포함된 수증기가 분출
- 17:27 자체 소방대 활동 중 안양소방서의 출동으로 지휘권을 이전
- 18:00 소방차 및 자체 소방대의 다량의 소방수를 뿌려 반응 및 수증기 유출을 중단

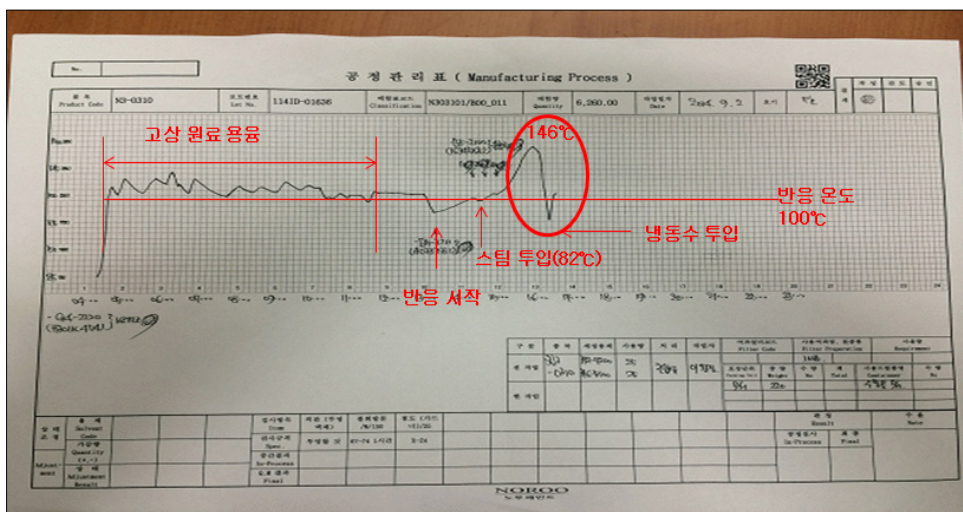
[현장사진]



☑ 사고원인

- 아민 촉매를 3회 투입 후 온도가 급격히 상승한 것으로 보아, 촉매에 이물질 혼입 및 촉매 다량 투입 가능성 추정
 - 현장사용 저울의 최대 사용중량이 500kg(계량단위 0.0kg)으로 촉매 20kg을 정량 계량하기에는 다수 오차발생 가능
 - 현장조사 결과, 투입 후 촉매량이 122.6kg으로 기재되어 있으나, 확인결과 123.2kg으로 600g차이 발생
- 1차 온도 상승의 원인을 파악한 후 냉각수 드레인과 스팀 투입을 동시에 진행하여 자켓의 온도상승이 완만하게 진행되도록 운전
- 냉각단계에서 반응기 온도가 80℃까지 낮아지자 반응 재개를 위해 냉동수를 수동으로 드레인한 후, 스팀(145℃)을 Jacket에 투입함으로써, 빠르게 반응기 온도가 재상승(반응 가속도 발생)
 - 공정안전보고서 상의 운전온도는 120℃로 기재되어 있으나, 실제로 145℃ 스팀을 투입

[사고공정]



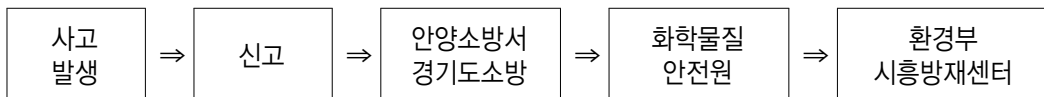
공정온도 그래프

3. 사고 현장대응

- ◆ 한강청 현장출동, 화학물질안전원 현장지원, 보건환경연구원의 암모니아 등 악취물질 분석, 지자체 구급환자 이송 현장업무 수행

☑ 사고접수·전파

- 2014. 9. 2(화) 17:23 노루페인트 공장부근에 연기가 보인다고 안양소방서로 최초 신고가 접수되어 경기도소방본부에서 화학물질안전원 사고신고 후 환경부, 시흥방재센터 등 전파



- 한강유역환경청, 화학물질안전원, 안양소방서, 경기소방재난본부 안양시청, 광명시청, 경찰, 보건환경연구원, 도시가스 등 출동

☑ 응급조치

- (안양시청) 피해신고센터 및 상황실 운영
- (안양소방서) 반응기 연결배관 차단 및 반응기 냉각작업 실시
- (환경부) 한강유역환경청 및 화학물질안전원 사고 주변지역의 페놀, 벤젠, 톨루엔 등 휘발성 유기화합물 조사

- 화학물질 반응사고로 인해 누출되는 화학물질 확인은 부적절한 반응조건, 투입원료, 반응기 내 혼입된 이(異)물질 등으로 한계 有

- (보건환경연구원) 사고현장 내 대기시료 포집 후 암모니아 등 22개 항목 분석 실시

4. 주민 피해 및 조치

- ◆ 1차, 2차 주민설명회 개최 및 피해신고센터, 상황실 운영을 통하여 건강피해 주민에 대한 보상 실시

☑ 피해현황

- 구급차 이송환자 총 36명이 진료를 받았으며, 그 외 총 24명은 개별 검진 후 퇴원
- 피해증상으로 두통, 오심, 어지러움, 눈 따가움, 인후통 등 이송환자의 36명 중 20명이 주로 두통, 오심, 따가움 증상

증상내용	두통	오심	어지러움	구토	따가움	인후통
증상 인원수	20명	21명	4명	5명	17명	7명

※ 구급차 이송환자 36명 중 증상호소내용이 중복되어 집계

- 기타 농작물, 가축 등 피해신고 없음

☑ 주민피해 조치현황

- 사고내용 및 주민행동요령 홍보, 민방공 경보시설을 이용하여 주민행동요령 홍보
- 시민 피해사례 접수센터 설치 및 홈페이지, 각 주민센터를 통하여 무료 진료 및 신고센터 운영 안내 실시
- 피해자 병원비 보상(448명)과 경로당 공기청기 등 무상 지원(26개소)

5. 사후 개선사항

- ◆ 이상 발열반응 소지가 있는 제품의 생산 중단과 신속한 온도 제어가 가능하도록 밸브 교체
- ◆ 안전지침서 개정, 반제품의 보관관리 교육, 표지판 부착 등 안전진단 개선조치를 통한 사고위험 사전 방지 실시

☑ 이상 발열반응 소지 제품 생산 중단

- 생산 제품 중 발열반응이 일어나는 위험요소가 있는 공정에 대해 전문 업체 이관하고, 생산설계, 생산공정 재검토 등 안전대책 마련
- ※ (위험요소) 에폭시+아민, TDI trimer 반응, 모노머 투입과정, NCO+Monomer 등

☑ 냉각기 팽창밸브 설치로 냉각 효율 상승

- 기존 냉각수 온도(9℃)를 1~2℃까지 급랭시켜 냉각 효율을 상승시킴으로 신속한 온도 제어 가능(저온용 냉각오일, 팽창밸브 교체)

[냉각 효율 상승]



냉각기 팽창밸브

☑ 안전운전지침서(SOP) 개정 및 작업자 교육 실시

- 반응기 온도 이상발생 시 점검실시 등 확인조치 후 조업재개
 - ※ 반응온도가 정상에서 이탈한 후 되돌아오는 경우에는 점도, 산가, 당량 등 공정 검사 후 이상이 없을 경우 스팀을 조절하면서 투입하도록 기준 반영
- 각 반응기에 스팀을 공급 시 밸브 조작 프로그램 개선
 - ※ 급격한 온도 상승이 없도록 스팀밸브를 서서히 Open하여 스팀 투입량을 조절하여 반응 온도를 서서히 상승하도록 제어방법을 개선함
- 운전원에 대하여 안전운전 지침서(SOP) 재교육
- 안전운전 지침서 R-070반응기 N3-0310 작업 공정 내역 추가

- 5.1.10 반응기에 스팀을 공급시에는 급격한 온도 상승이 없도록 설정온도를 자동 변경 설정하고 스팀 투입량을 조절하여 서서히 승온한다.
- 5.1.11 촉매 등 소량 투입하는 원료는 전자 저울을 사용하여 소수 두자리 까지 계근하여 투입한다.(예 : 0.12kg)
- 5.1.12 작업자는 작업지시서와 제조기술서를 비교 검토하고 작업 위험성 및 작업방법을 숙지한다.
- 5.1.13 작업자는 작업 전 작업지시서와 제조기술서에 차이가 발생하면 작업 진행을 중지하고 즉시 팀장에게 보고하고 생산기술팀과 협의하여 작업을 진행한다.
- 5.1.14 작업자는 반드시 제조기술서 공정을 준수하여야 하며 임의로 공정변경을 금지한다.

☑ 계량저울 정밀도 변경

- 촉매 등 소량 계량하는 저울은 0.0kg → 0.00kg 단위까지 계량이 가능한 저울을 사용하여 해당 중량에 적합한 양만 투입 관리

☑ 배관에 물질명칭, 흐름방향, 밸브에 개폐방향 표기

- 밸브에 개폐 방향 등 표기가 없어 오조작에 의한 사고 위험이 가능하므로 표기를 통하여 오조작에 의한 사고위험을 제거



개선 전



개선 후

☑ 저장탱크 하부에 충돌주의 표시판 부착

- 돌출부위에는 부드러운 재질로 감싸서 충돌로부터 보호조치와 충돌위험 방지



개선 전



개선 후

☑ **용기보관 창고 화재감지기**

- 화재 감지기가 미설치되어 화재시 발견 지연으로 인하여 화재 확산의 위험이 있으므로 화재 감지기를 설치



개선 전



개선 후

☑ **접지형 콘센트 설치**

- 비접지 콘센트 사용으로 장비누전시 감전위험이 있으므로 접지형 콘센트 사용으로 장비누전시 감전으로 보호



개선 전



개선 후

참고**암모니아의 물리화학적 특성 및 유해성****□ 물질의 개요**

- 분자식 : NH_3
- 성 상 : 무색 기체
- 냄새 : 자극적 악취, 생선 냄새
- 끓는점 : -33.35°C
- 밀 도 : 0.7710g/L * 공기보다 가벼움
- 용해도 : 물에 매우 잘 녹음
- 용 도 : 질산, 폭발물, 합성 섬유, 비료, 염료, 의약품, 냉매제 등

□ 인체 노출 유해성

- (흡입) 호흡기 자극, 화상, 흉부자극, 흉통, 기침, 숨 막힘 등
- (피부) 자극, 화상, 괴사, 통증, 접촉 시 동상 등
- (안구) 자극, 화상, 눈물, 통증, 결막염, 동상, 각막자극 등
- (경구) 오심, 구토, 구강/식도 화상, 기침 등

□ 물리화학적 특성

- 증기는 자극성과 부식성이 매우 강함
- 산과 격렬히 반응하고 폭발성/부식성 가스 형성
- 용기가 열에 노출되면 파열 또는 폭발할 수 있음

□ 누출 시 대처방법

- 증기를 줄이고 증기구름 이동억제를 위해 분무주수
- 약산으로 중화/제방을 쌓아 가둘 것
- 질석, 건사 또는 비가연성 물질로 덮어 흡수 또는 분말 시멘트로 흡착