

화학사고 대응 우수사례 염소가스 누출 시 비상대응

2013. 7. 3.



Contents



일반현황



화학사고 대응체계



화학사고 대응 교육, 훈련



화학사고 대응 우수사례



저항 극복 노력



성과 평가 및 향후 추진 방향

일반 현황

사업장 개요

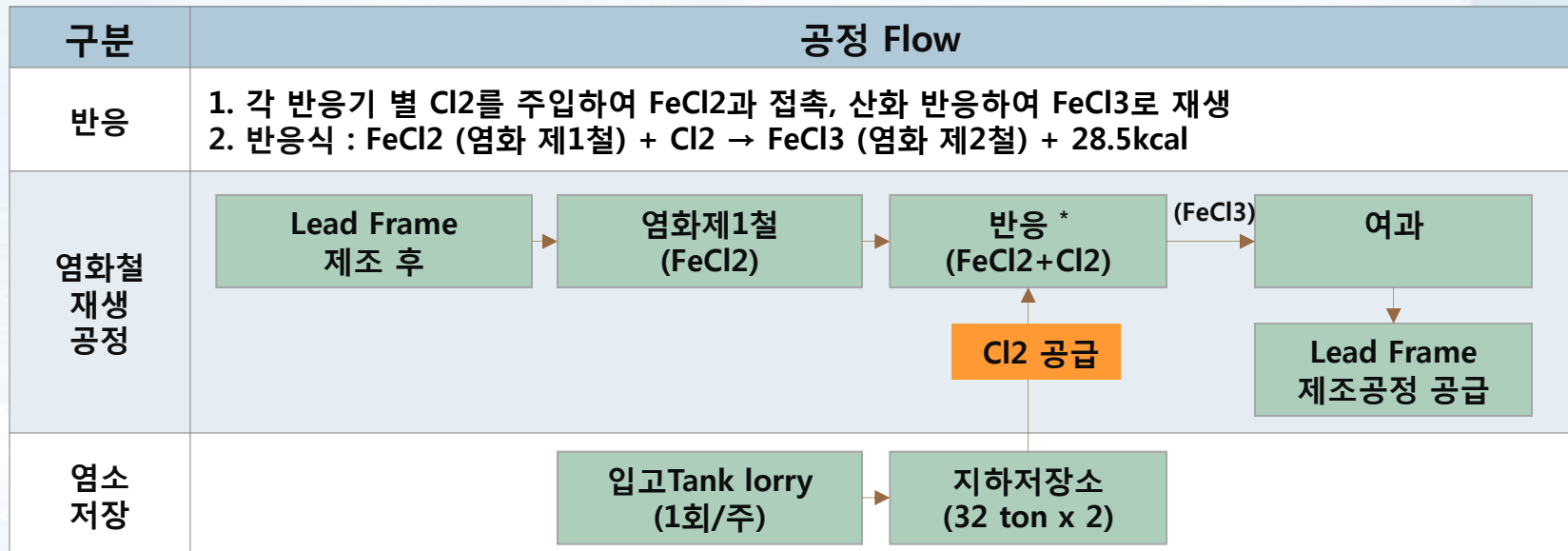
사업장명	LG이노텍(주) 구미2공장
소재지	경북 구미시 옥계2공단로 221 (구포동 624)
CEO	이웅범
설립일	1985년
매출액	1조 (구미2공장 기준)
임직원	1,300명 (정규직 : 1,000명, 협력업체 : 300명)
생산제품	전자부품 (Touch Window, Tape Substrate, Lead Frame)

일반 현황

염소 취급 공정

염소는 TWA 0.5 ppm의 독성가스 (공정안전보고서 제출 대상 공정)

취급목적 : Lead Frame 제조용 염화제2철 Recycling



안전설비 : 저장소 ☞ 감지기 및 연동 대기방지시설, 가성소다 중화설비
 반응기 ☞ 감지기 및 대기방지시설
 공 통 ☞ 방재장비 (공기호흡기, 보호구, 중화 살포기 등)

화학사고 대응 체계

화학사고 대응 추진 체계

① 추진조직의 구성

지원담당(임원), 환경안전팀장, 공정책임자, 안전관리자 등

② 추진 재원의 확보

'12년 염소공정 내 투자 예산 : 1.0억

③ 외부전문가 의견 수렴 : PSM 컨설팅기관

④ 추진조직별 역할 분담 및 숙지

경비,소방반, 지휘,연락반, 인명구조반 및 의료반, 운전조치반으로

구성되며 염소가스의 누출 시 초기 긴급차단이 중요하므로

운전조치반에 24시간 상주 근무하는 공정 근무자에게 역할을 배분

⑤ 비상대응활동 및 훈련 / 평가 시행

⑥ 문제점 및 취약지역 개선활동

화학사고 대응 체계

염소 누출에 따른 위기 대응 수준

독성가스로서 누출 시 ERPG등급 기준 피해예측범위에 따라 위기대응수준 선정

탱크로리에서 저장탱크로의 공급호스에서 1.5mm Pin Hole을 가정 (6.5kg/cm²)

▣ 독성농도 (Toxic Concentration, by NIOSH)

구분	ERPG ¹⁾			IDLH ²⁾	STEL ³⁾	LC50 ⁴⁾
	ERPG 3	ERPG 2	ERPG 1			
독성농도(ppm)	20	3	1	1	3	250
노출시간(min)	60	60	60	30	15	30
피해예측범위(m)	241	701	761			

▣ 염소의 위험성 정보

구분	내용
외형 특성	노란색, 자극색 냄새의 기체
냄새 역치	0.31 ppm
독성정보	TWA 0.5 ppm
증기밀도 (공기=1)	2.5

참조 1) ERPG : Emergency Response Planning Guideline
 2) IDLH : Immediately Dangerous to Life or Health
 3) STEL : Short Time Exposure Limit
 4) LC : Lethal Concentration

화학사고 대응 체계

비상연락체계의 구축

● 대,내외 기관과의 비상 연락망의 구축

● 사내 직원 대피를 위한 SMS 연락체계 구축

비상 연락망

1. 비상연락 기준
- 사고를 접수한 방재센터는 즉시 아래 기업체 및 거주자에게 누를 사실을 공지

2. 비상연락망
1) 인접 기업 및 거주지역 연락처

상호	주소와 이격거리 (m)	연락처
		-9625
		-6487
		-5778
		-4997
		-3001
		-0680
		-9700
		054-470-3114
		-474-2354
		-475-6558
		-475-2219

2) 유관기관 연락처

상호	주소와 이격거리 (m)	연락처
지아이블루		
우성G&T		
단석산업		
합원물드텍		
대양전자		
엔피케이		
계림요업		
서원인텍		
노틸러스 효성		
인탑스		
성원아파트		
구포전원타운		

대외기관 외 인접기업, 아파트와의 연락망 구축

LG Innotek ECOS System

Manager Energy

안전 Safety

피해범위 내 모든 부서대상 SMS 문자 발송을 통한 신속 대피 유도

SMS 전송 - Windows Internet Explorer

SMS 전송

비상시대시메인 사용시에는 해당 계연적인 용도의 사용은 회사 자산 무단 사용에 따라 LGIT 규정에 의거 처벌함

그룹 전체

내용

실제 상황입니다. 협소가 누출되었으니 즉시 인동 방향으로 대피해 주시기 바랍니다.

크기 80Byte

80Byte까지 전송가능합니다(한글 40자, 영문 80자, 공백 1)

발송 닫기

신뢰할 수 있는 사이트 | 보호 모드: 해제

화재위험성 분석 교육자료

화학사고 대응 체계

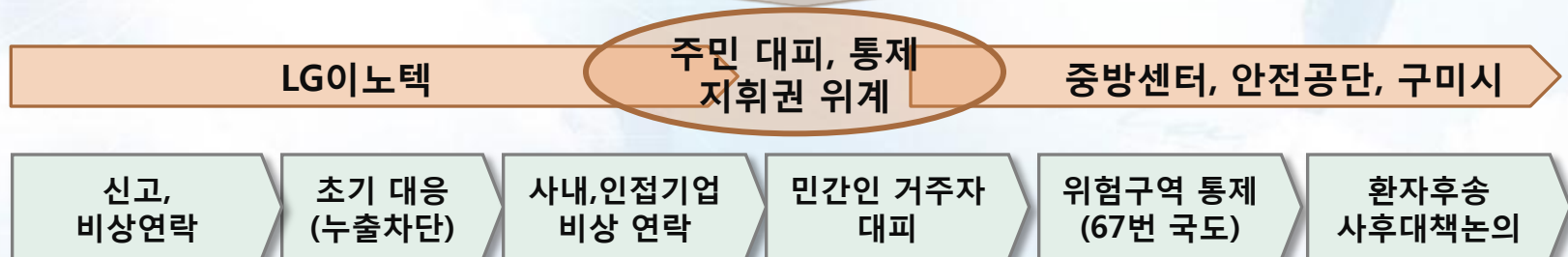
염소 누출 시 비상대응 역할

비상대응원칙

- ◆ 최대한 신속한 초기 대응으로 확산을 억제
- ◆ 인접 피해 범위 내 모든 근로자의 대피
- ◆ 모든 발생 가능한 비상사태를 포함

초기 대응 및 피해 예방을 위해 민관 합동이 중요

독성가스 누출 시 사전 협약에 의해 민관 합동 대응



☎ 신고 비상연락 : 대경권 중방센터, 안전보건공단, 구미시, 소방서

화학사고 대응 체계

대피 및 주민 홍보 계획

주민 홍보용 경고표지 게시 (회사 출입구 2개소)



노동조합 주관 위험성 및 대피 방법 홍보



화학사고 대응 체계

최악의 시나리오에 대한 위기대응메뉴얼

■ 최악의 가상사고

- ☞ 탱크로리에 의한 염소 '입고' 중 Flexible Hose 파단에 따른 1.5mm Pin Hole에서 5분간 누출

■ 시나리오 선정 사유

- ① 타사 사고 기준 탱크로리에서 '입고'시 최악의 상황이 발생할 가능성 높음
- ② 대부분 수작업에 의해 진행되므로 Human Error 가능성 높음
- ③ 탱크로리 입고 중 누출 시 긴급차단 외 초기 대응 방법 부재
- ④ 앓차사고사례 발생 이력 있음 ('00년)



화학사고 대응 체계

최악의 시나리오에 대한 위기대응메뉴얼

■ 누출 5분 후 피해 범위

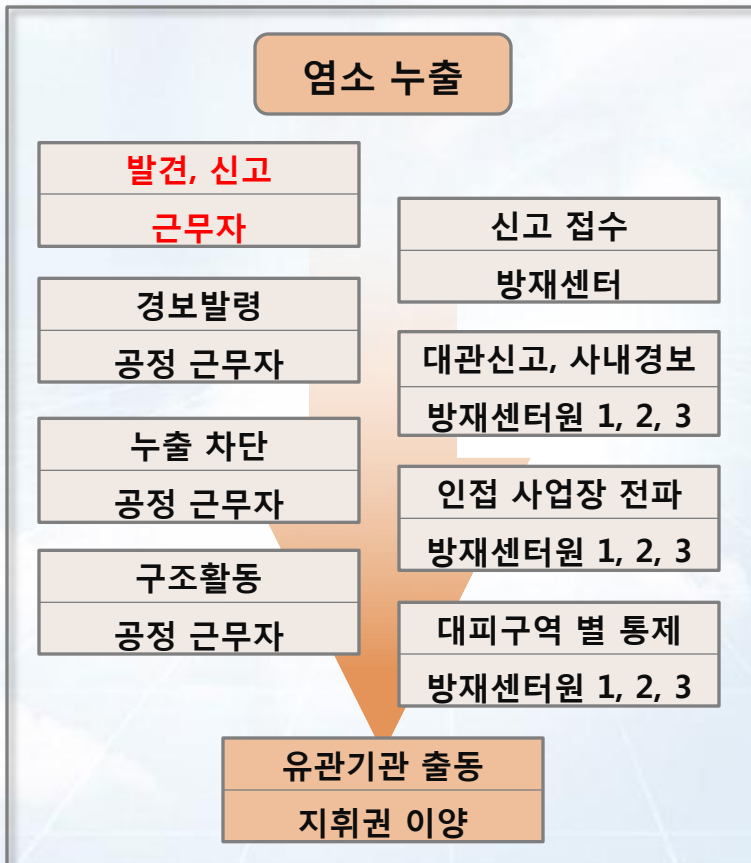


독성 농도	피해 범위 (m)	거주자 (명)	피해 범위 내 해당 시설
Level 3 (20 ppm)	241	660	•기업체 : LG이노텍 2공장 (500명), 우성G&T(100명), 지아이블루 (50명), 단석산업 (10명) •아파트 : 해당 없음 •시설물 : LG이노텍 2공장 후문~ 단석산업 간 소방도로 : 500m
Level 2 (3 ppm)	701	3,160 (기업:1,340명, 주민:1,820명)	1 ppm 농도, 반경 761m 내 3,800명이 거주 •기업체 : 계림요업(50명), 서원인텍 (50명), 인탑스 (100명), 노틸러스 효성 (100명), 기타 (100명) •아파트 : 성원아파트 (1,280세대, 총 3,840명 중 1,280명 거주), 구포전원타운 (490세대, 약 1,470 중 490명 거주) •성원아파트 앞 상가 : 약 50명 •도로 : LG이노텍 2공장 후문~ 단석산업 간 소방도로 : 500m 옥계교 ~ 인탑스 구간 67번 국도
Level 1 (1 ppm)	761	Level 2와 동일	Level 2와 동일

화학사고 대응 체계

최악의 시나리오에 대한 위기대응메뉴얼

■ Action Plan



■ 비상연락망

비상 연락망		
1. 비상연락 기준	상호	공지
- 사고를 접수한 방재센터는 즉시	지아이블루	
2. 비상연락망	우성G&T	
1) 인접 기업 및 거주지역 연락처	단석산업	유관기관
상호	탑런물도텍	고용노동부(본부) 제조산업예방과
지아이블루	대양전자	대구지방고용노동청 산재예방지도과
우성G&T	엔피케이	대경권중대산업사고예방센터
단석산업	계림요업	구미시청 산재예방지도과
탑런물도텍	서원인텍	경북도청 재난방재담당
대양전자	노틸러스 효성	구미시청 재난방재담당
엔피케이	인탑스	경북소방본부
계림요업	성원아파트	구미소방서
서원인텍	구포전원타운	경북지방경찰청
노틸러스 효성		구미경찰서
인탑스		경북지방경찰청
성원아파트		구미경찰서
구포전원타운		구미경찰서
2) 유관기관 연락처		한국산업안전보건공단 PSM추진단
유관기관		한국산업안전보건공단 경북북부지도원
고용노동부(본부) 제조산업		한국가스안전공사 대구경북지역본부
대구지방고용노동청 산재예방		대구지방경찰청
대경권중대산업사고예방센터	054-667	대구지방환경청
구미시청 산재예방지도과	054-450	강동병원
경북도청 재난방재담당	053-950	순천향병원
구미시청 재난방재담당	054-480	
경북소방본부	053-715	
구미소방서	054-461	
경북지방경찰청	053-954	
구미경찰서	054-450	
한국산업안전보건공단 PSM추진단	032-510	
한국산업안전보건공단 경북북부지도원	032-5100-3	
한국가스안전공사 대구경북지역본부	054-478	
대구지방경찰청	053-588	
대구지방환경청	053-740-42	
강동병원	053-740-43	
순천향병원	053-760-23	
	053-760-24	
	054-478-5	
	054-468	

화학사고 대응 체계

최악의 시나리오에 대한 위기대응메뉴얼

■ 이동 편의성을 고려한 대피방향의 선정

구분	대피방향	집결지	대피거주자 현황	피난 인원
A	67번 국도 인동 방향	인탑스 2공장 정문	LG이노텍 2, 3공장, 인탑스, 노틸러스호성, 대성산업가스	700
B	한천(川) 으로	오리 사육장 입구	염소저장소 근무자, 우성G&T, 지아이블루, 단석산업	660
C	67번 국도 옥계 방향	옥계교	성원아파트, 전원타운, 탑런몰드텍, 대양전자, 엔피케이, 공단자동차학원 외	1,800



화학사고 대응 교육, 훈련

염소 누출 대응 교육, 훈련

● 사업장 자체비상대응훈련

● 소방서, 노동부 등 합동훈련 시행

● 구미시 주관 화학물질 교육, 협의회 시행

초기 대응능력 제고

각 기관별 역할 숙지, 주민 피해 최소화

구미시 차원의 관심도 제고

■ 사업장 자체 비상대응훈련 (매 반기)



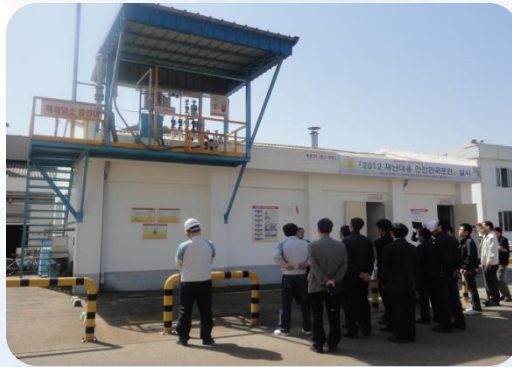
화학사고 대응 교육, 훈련

염소 누출 대응 교육, 훈련

■ 구미시, 구미소방서, 보건소/병원 연계 합동 훈련



■ '12년 재난대응안전한국훈련 (노동부, 안전보건공단, 소방서 등)



■ 구미시 주관 화학물질 교육



화학사고 대응 우수사례

I. 시설 노후에 따른 선택과 집중

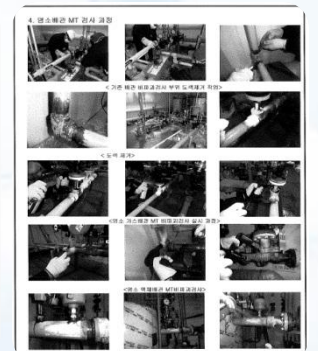
- ❖ 염화철에 의해 각종 배관, 구조물 부식
- ❖ 사양 산업으로 염소공정 신규 투자 부담



염소 누출 위험공정 집중관리 및 Monitoring

- ❖ 모든 염소 배관의 비파괴검사 (394개소, '12년 5월)
- ❖ 염소 저장탱크 개방검사 (1회/5년)
- ❖ 모든 염소 배관 누설검사 (1회/일)

업무보고서		보고자	확인
제목: 염소실 배관 비파괴검사 완료보고 가. 보고 목적 염소실 염소공정 배관 점검을 통한 안전사고 예방을 위하여 실시하여 안전사고를 예방할 수 있도록 함 나. 보고 내용 1. 대상: 12월 12일 배관(384개소) 2. 비파괴검사 실시 비파괴검사 실시 비파괴검사 실시 비파괴검사 실시 3. 비파괴검사 결과 비파괴검사 결과 비파괴검사 결과 비파괴검사 결과			



화학사고 대응 우수사례

II. 비상방재훈련을 통한 지속적인 개선

● 대응절차 등 시나리오의 Update

● 대피 및 방재시설 등의 보완

● 잠재 위험의 파악

■ 인접 기업체, 대관 비상연락망 추가
■ 대피구역별 대피방향, 집결지 선정

■ 피난 방향 확인용 풍량계 설치 (2개소)
■ 방재시설의 적정 위치 이동

■ 입고 및 취급 작업 시 잠재 위험성개선



실제 방재활동을 고려 방재함을 염소 누출지역과 이격

화학사고 대응 우수사례

III. 앓차사고사례 위험 개선 (1/3)

개요

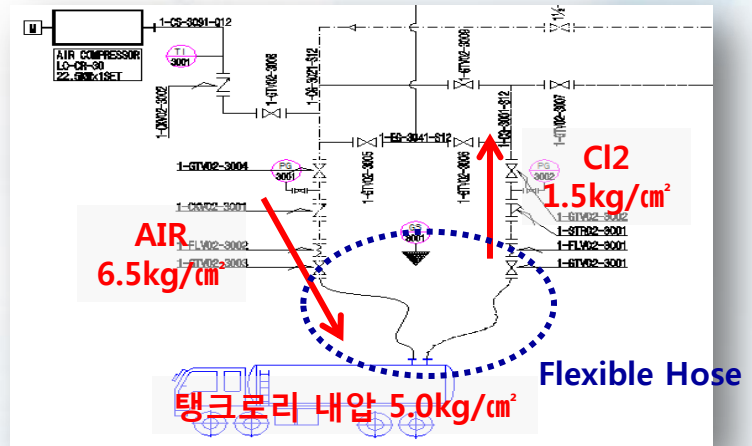
탱크로리에서 Flexible Hose를 사용해 염소 주입 전
사전 누설 검사 시 Hose 부 Pin Hole 확인 ('00년)

원인

- 주입 작업 시 유동에 의한 열화 발생
- 외부 보관에 의한 열화 가능성
- 외부의 SUS 재질로 인해 내부 훼손 유무 확인 불가

개선

- Flexible Hose 교체 주기 단축 (기존 1년 ▶ 6개월)
- 호스의 옥내 보관
- 매 주입 시 누설 검사



화학사고 대응 우수사례

III. 앗차사고사례 위험 개선 (2/3)

개요

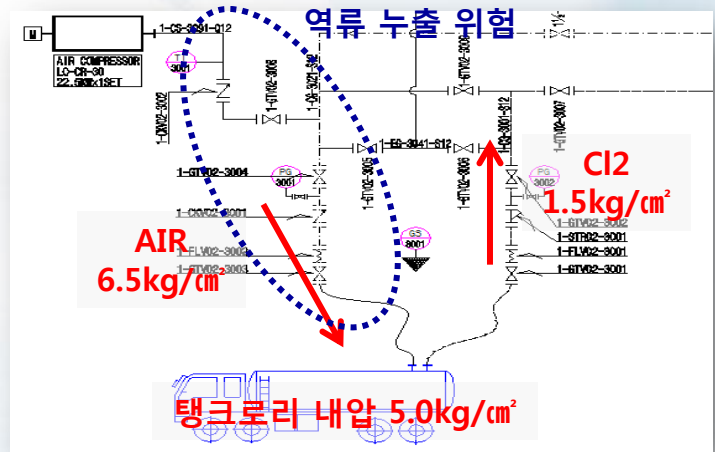
탱크로리 압력이 Air 압력보다 높을 경우 역류에 의한 노출 위험 상존

원인

- Compressor로 부터 에어 공급 중단 (Power Failure)
- 탱크로리 내부 압력이 Air 공급압력보다 높을 경우
- Air 공급 배관의 역류 방지 Check Valve 고장

개선

- Compressor 후단에 Buffer용 Receiver Tank 설치
- Compressor Failure 대비 Stand-by 설비 보완
 - * 공장 공용 Clean Dry Air 배관 신설
- Check Valve 이중화 및 정기 교체 시행



화학사고 대응 우수사례

III. 앗차사고사례 위험 개선 (3/3)

개요

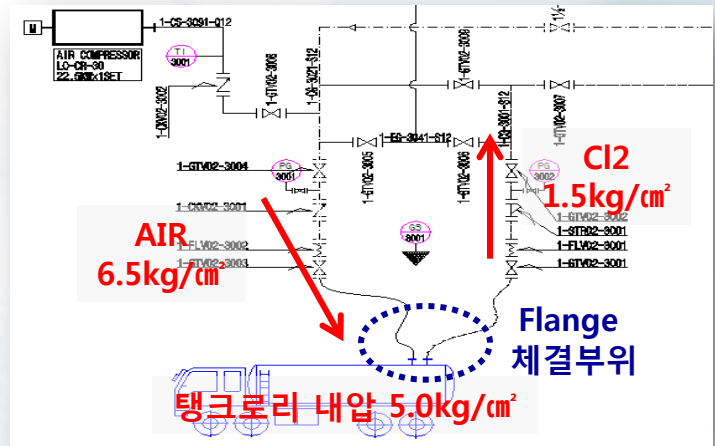
탱크로리와 Flexible Hose 체결 Flange Gasket
마모에 의한 누출 위험

원인

- 강한 조임에 의한 Gasket (재질: 테프론) 파단
- Flange 각 볼트 체결부의 응력이 상이

개선

- 염소 등 독성가스용 Gasket은 1회만 사용 후 폐기



화학사고 대응 우수사례

IV. 피해 범위 내 거주자 분석

- 피해범위 내 모든 거주자 분석 후 비상연락망 확보를 통해 초기대응체계 구축
- 중방센터, 안전공단, 소방서 등과 민관 합동 훈련을 통해 각 조직 별 역할 숙지

독성농도	피해 범위 (m)	거주자 (명)	피해 범위 내 해당 시설
Level 3 (20 ppm)	241	660	- 기업체 : LG이노텍 2공장 (500명), 우성G&T(100명), 지아이블루 (50명), 단석산업 (10명) - 아파트 : 해당 없음 - 시설물 : LG이노텍 2공장 후문~ 단석산업 간 소방도로 : 500m
Level 2 (3 ppm)	701	3,160 (기업:1,340명, 주민:1,820명)	- 기업체 : LG이노텍 2, 3공장 (700명), 우성G&T(100명), 지아이블루 (50명), 단석산업 (10명), 탑런몰드텍(20명), 대양전자 (30명), 엔피케이 (30명), 계림요업(50명), 서원인텍 (50명), 인탑스 (100명), 노틸러스 효성 (100명), 기타 (100명) - 아파트 : 성원아파트 (1,280세대, 총 3,840명 중 1,280명 거주), 구포전원타운 (490세대, 약 1,470 중 490명 거주) - 성원아파트 앞 상가 : 약 50명 - 도로 : LG이노텍 2공장 후문~ 단석산업 간 소방도로 : 500m 옥계교 ~ 인탑스 구간 67번 국도
Level 1 (1 ppm)	761	Level 2와 동일	Level 2와 동일



저항 극복 노력

편견과의 싸움

■ 비상사태대응훈련에 대한 회의적인 시각

- * 가동 후 20년 동안 염소가 누출된 적이 없다!
- * 누출되면 잘 대처할 수 있는데 훈련이 왜 필요한지?

■ 피해예측에 대한 전문적인 지식 부족

- * 정량적인 피해 예측을 위한 전문가가 부족

지속적인 설득

■ 구미 관내 동종 사고사례의 반복 교육

실제 사고 시의 피해 범위와 위험성을 통해 관리자 및 근로자 설득

■ 전문가 도움 및 자가 학습을 통해 피해예측에 대한 지식 습득

- * 대경권 중방센터 및 PSM 컨설팅 기관

성과 평가 및 향후 추진 방향

정성적, 정량적 효과

■ 안전의식 제고와 안전지식의 습득

- * 반복 교육, 훈련을 통해 자연스럽게 염소의 위험성, 보호구, 방재용품, 배기, 중화설비 등에 대한 안전지식 습득

■ 공정 근무자의 방재요원화

- * 해당공정 내 근무자 대상 비상조치훈련을 반복 수행하여 맡은 바 역할에 따라 신속한 초기 대응이 가능

■ 잠재 위험의 발견 및 개선

- * 훈련과 피해예측을 통해 숨어 있었던 문제점의 도출과 개선을 시행



변화



성과 평가 및 향후 추진 방향

향후 추진 과제

주민 홍보계획의 강화

- ❶ 최악 상황 고려 인접 기업과 주민 대상 홍보의 강화 필요
- ❷ 상생하기 위한 최적의 홍보 방법 선정 필요

But. 우리 동네에
독성가스는 안돼

잠재적인 중대 위험의 개선

- ❶ 탱크로리 입고 중 누출 시 자동 방제시스템의 구축
 - 탱크로리 충전구역 밀폐식 포위
 - 감지기 연동 비상배기/중화설비 설치

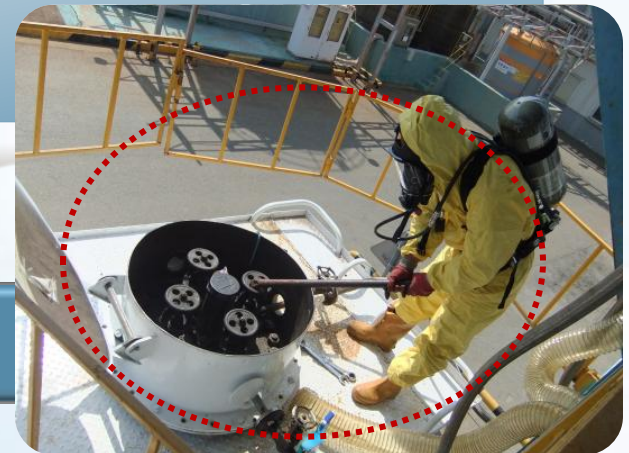


성과 평가 및 향후 추진 방향

해결 과제

- 훈련 시 탱크로리의 염소 누출 후 긴급차단 문제점 발견
 - 염소 누출 시 최대 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상으로 분출되므로 인력에 의한 탱크로리 상부의 밸브 차단 시 인명 피해 발생 가능성 매우 높음
 - 탱크로리 상부로 진입 시 다수의 시간이 지연

- 
- 차량 하부 등 별도 긴급차단밸브의 의무 설치



끝으로...

은 다.

1986년, 소련 체르노빌 원자력 누출사고 원자력안전자문단(INSAG) 보고서

안전 문화

“안전문화는 조직과 개인의 자세와 품성이 결집된 것으로
모든 개인의 헌신과 책임이 요구되는 것이다”

아직은 부족한 점이 많습니다.
무재해 사업장 구현을 위해
안전 문화를 만들어 가도록 하겠습니다.



Thank You !