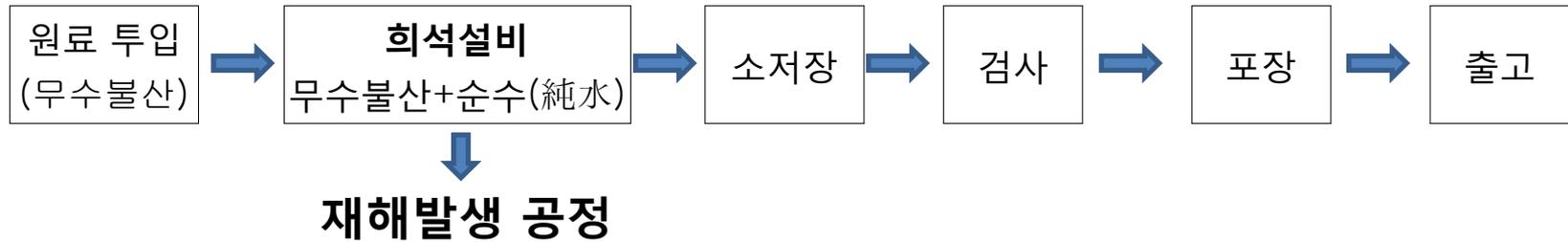


화학물질 중독 및 질식재해 예방대책

직업건강실 화학물질관리팀

2014. 6. 27.

최근 중대산업사고 (불산 누출)



재해발생 원인 추정

- (추정1) 이송작업 절차 미준수로 인한 밸브에서의 누출 가능성
- (추정2) 밸브 및 밸브 연결부 등에서 누설에 의한 누출 가능성

재해예방 대책

- 작업수칙 준수 철저
- 개인보호구의 착용 철저
- 누출방지조치 실시
- 경보설비 설치

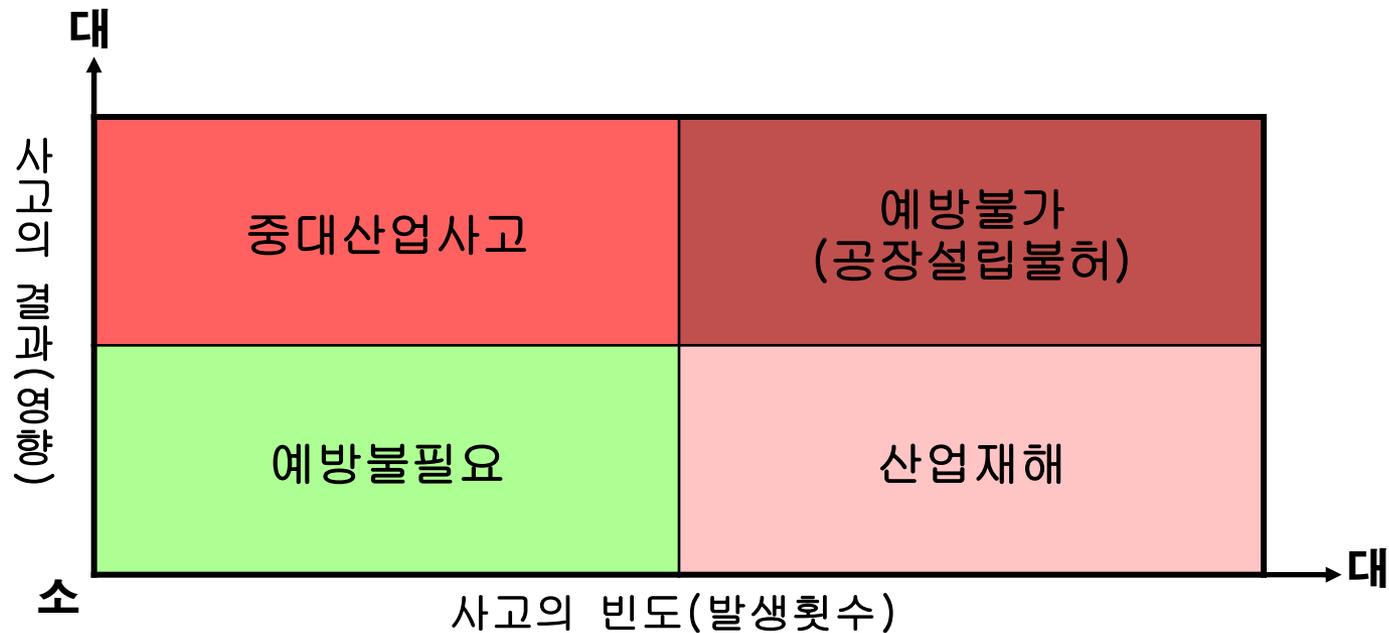
◆ 사고 피해 현황

인적 피해: 사망 5명, 입원 중 12명, 검진·치료 7,162명
물적 피해: 농작물 237.9ha, 가축 3,209두, 차량 1,138대



중대산업사고(Major Industrial Accident)

- ❖ 유해위험물질의 누출(중독)·화재·폭발
- ❖ 근로자·인근지역에 피해



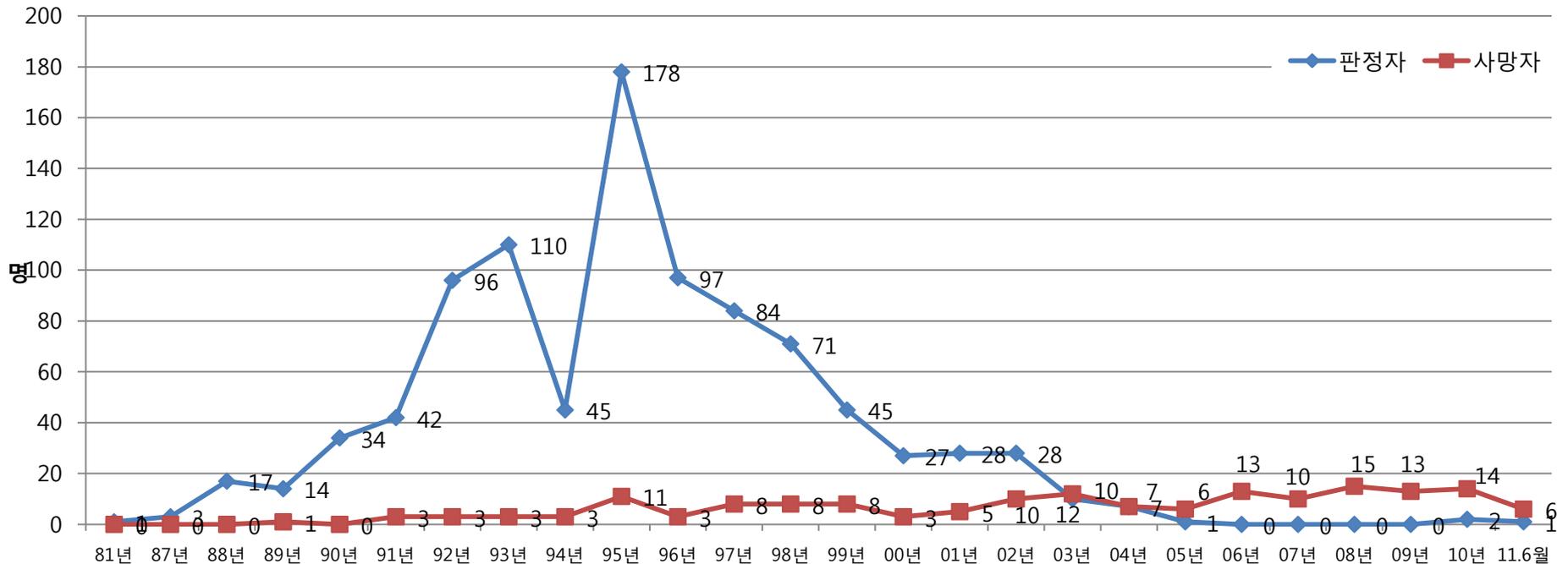
—ILO Convention No. 174—

산업활동과정에서 비정상적 상태의 결과로 위험물 누출(중독), 화재·폭발 등의 발생으로 단기간 또는 장기간에 걸쳐 사업장내 근로자 뿐만 아니라 인근 지역주민, 환경에 까지 영향을 미치는 사고



이황화탄소(CS₂) 직업병현황

- '87년부터 '11년 6월 현재까지 총 941명이 직업병으로 승인
- 이 중 이황화탄소에 의한 사망자는 165명임



방동제 음용사고 사례

- ❖ '12년 방동제 음용으로 1명 사망, 23명 중독사고 발생
 - '12.12.23(일) 군부대 공사현장(경기 파주)에서 미장공사 근로자 7명이 컵라면(방동제 함유 물 사용)을 먹은 후 호흡곤란, 의식상실(중독사고 7명)
 - '12.11.29(목) 대학 리모델링 공사현장(충북 제천)에서 미장공사 근로자 7명이 커피와 컵라면(방동제 함유 물 사용)을 먹은 후 호흡곤란, 의식상실(중독사고 7명)
 - '12.1.8(일) 다세대 신축현장(전북 고창)에서 조적공사 근로자 10명이 컵라면(방동제 함유 물 사용)을 끓여 먹고 호흡곤란, 의식상실(사망 1명, 중독 9명)



최근 화학물질관련 주요 직업병 발생현황

화학물질명	주요 증상	발생현황
1-브로모프로판 (1-BP)	중추신경계(CNS) 및 간 독성, 생식독성, 눈 및 호흡기계 자극	국내 사례는 없음 (미국에서 '07년~'11년 3명 중독)
수산화테트라메틸 암모늄(TMAH)	신경 및 근육 손상, 신경전달 차단 피부 및 눈 화상, 피부흡수	'11년 1명 사망, '12년 1명 사망
디클로로메탄 (메틸클로라이드, MC)	중추신경계(CNS) 독성, 심장 및 간 독성, 피부 및 눈 자극	'10년 2명 사망, '12년 1명 사망, 1명 중독
디메틸포름아미드 (DMF)	간 독성, 급성 간염, 피부질환	'11년 5명, '12년 3명 직업병 유소견자(D ₁) 발생
방동제(부동액)	호흡곤란, 헛구역질, 구토, 발작, 어지러움	'12년 1명 사망, 23명 중독

과거의 주요 화학물질 중독사고 사례

직업병 유발물질	발생 월	업종 (중경)	노출기간	제해 형태	주요 원인 및 특징	근로자 수(명)	작업 환경 측정
노말 렉산	'05. 1	전자부품업체 (세척중경)	4월~ 12월	집단중독 ※ 외국인(태국)근로자 8명 다발성 신경장해 발생	- 노말렉산 유해성 미인지 - 국소배기장치 미설치 - 보호구 미착용	40	실시
TCE	'06. 1	전자부품업체 (세척중경)	40일	사망(1명): 외국인 ※ 외국인(필리핀)근로자 스티븐슨중후군 및 급성 간염 발생	- TCE 유해성 미인지 - 국소배기장치 미설치 - 보호구 미착용	12	미실시
TCE	'06. 2	가구철재물 제조업 (세척중경)	40일	사망(1명) ※ 내국인 근로자가 스티븐슨중후군 및 급성 간염 발생	- TCE 유해성 미인지 - 국소배기장치 미설치 - 보호구 미착용	6	미실시
DMF	'06. 4	인조피혁 제조업 (배합중경)	2월	사망(1명): 외국인 ※ 배합실의 배합 용기 세척작업자가 급성 간염으로 사망	- DMF 유해성 미인지 - 보호구 미착용 - 간 기능 저하에 대한 건강관리 조치 미실시	54	실시
TCE	'06. 5	전자부품제조 (세척중경)	3월~ 1년9월	사망(2명), 중독(2명) ※ 세척작업자의 TCE 급성 중독	- TCE 유해성 미인지 - 국소배기장치 미가동 - 세척기 및 재생기 냉각장치 효율 저하 등	280	실시



과거의 주요 화학물질 중독사고 사례

직업별 유발물질	발생 월	업종 (공정)	노출기간	제해 형태	주요 원인 및 특징	근로자 수(명)	작업 환경 측정
DME	'07. 3	인조피혁 제조업 (권취공정)	4월	사망(1명) ※ 권취공정 작업자 급성 간독성 발생	- 측정 및 건강진단 미실시 - DME 유해성 미인지 - 보호구 미착용	18	미실시
DME	'07. 7	인조피혁 제조업 (배합공정)	14일	중독(1명) ※ 배합공정 작업자 급성 간독성 발생	- 배치전 건강진단 미실시 - DME 유해성 미인지 - 국소배기장치 성능 미흡 - 보호구 미착용	75	실시
DME	'07. 7	특수용장갑 제조업 (배합공정)	16일	중독(2명) ※ 배합·코팅공정 작업자 급성 간독성 발생	- 배치전 건강진단 미실시 - DME 유해성 미인지 - 코팅공정 노출기준 초과 - 국소배기장치 성능 미흡 - 보호구 미착용	150	실시
TCE	'07. 8	고무제품 제조업 (코팅공정)	20일	중독(2명): 산업기능요원 ※ 코팅공정 작업자 스티븐스존슨중후군발생	- TCE 유해성 미인지 - 국소배기장치 미설치 - 보호구 미착용 - 배치전 건강진단 미실시	40	실시
DME	'08. 2	인조피혁 제조업 (배합공정)	27일	중독(1명): 산업기능요원 ※ 배합공정 작업자 급성독성간염 발생	- DME 유해성 미인지 - 보호구 미착용 - 배치전 및 첫 번째 특검미실시	83	실시



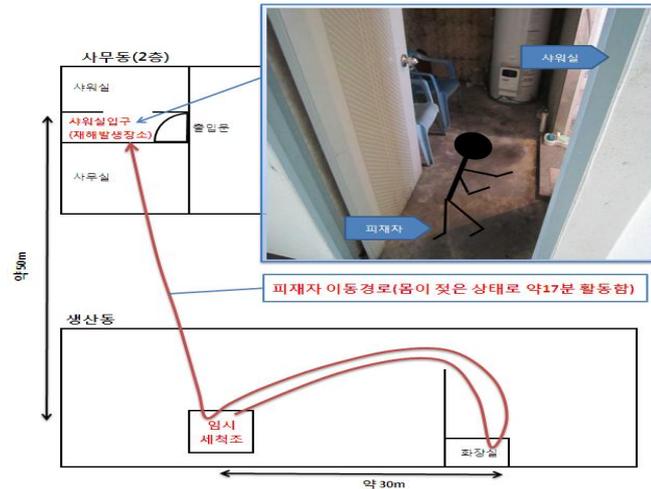
과거의 주요 화학물질 중독사고 사례

직업병 유발물질	발생 월	업종 (공정)	노출기간	재해 형태	주요 원인 및 특징	근로자 수(명)	작업 환경 측정
DMF	'09.6	폴리우레탄 필름제조 (배합, 코팅, 생산공정)	4월	직업병 유소견자(OI) 6명	- DMF 유해성 미인지 - 국소배기장치 성능 미흡 - 보호구 미착용	-	실시
디클로로 메탄	'09.7	축전지용 필름 제조 (코팅)	1일	금성중독 사망(1명) ※코팅조 내부 점검 중 금성중독	- 환기장치 미설치 - 방독마스크 등 보호구 미착용	40	실시
혼합유기 용제	'09.7	도료제품제조 (코팅배합)	1일	금성중독 사망(1명) ※코팅조 내부의 이물질 제거 작업 중 금성중독	- 환기장치 미설치 - 송기마스크 등 보호구 미착용	2	실시
톨루엔	'09.8	건설업 (터널 방수)	1일	금성중독 사망(3명) ※터널 방수재 도포 작업 중 금성중독	- 환기장치 미설치 - 송기마스크 등 보호구 미착용	20	미실시 (비대상)
클로로 포름	'10.5	의료기계기구 제조업 (점착)	40일	독성간염(3명) ※점착작업 중 황달 등 독성간염 및 피부병변	- 클로로포름 유해성 미인지 - 국소배기장치 등 환기장치 미설치 - 방독마스크 등 보호구 미착용 - 특수검진 미실시	-	미실시
디클로로 메탄	'10.10	공속제품제조 (세척)	1일	금성중독 사망(2명) ※탈지조 드레인 밸브에서 누출된 염화메틸렌 청소 중 중독·질식	- 환기 불충분 - 디클로로메탄 유해성 인지 미흡 - 송기마스크 등 보호구 미착용	-	미실시



TMAH 중독(사례 1)

- ❖ 세척제 테스트 작업 시 노출 : '11.12.15, 1명 사망(39세, 남)
- TMAH 성분의 세척제 샘플을 사용한 세척작업 시연 실시
- 드럼용기(180ℓ) 마개 개방 시 세척액이 쏟아져 나와 피해자의 양손과 발, 다리 및 작업복이 젖음(오전 10시 50분)
- 불침투성 보호의, 보안경, 보호장갑, 보호장화 등 PPE 착용 미흡
- 10여 분간 시연 실시 후 샤워실로 이동(오전 11시 15분)
- 세척제 노출 50분 후 코마 상태로 발견(오후 12시 20분)
- 인공호흡 실시 및 119로 병원 후송 조치, 사망



TMAH 중독(사례 2)

- ❖ 현상액 탱크로리 세척 작업 시 노출 : '12.4.19, 1명 사망(30세, 남)
- 탱크로리의 탱크를 증류수로 세척 후 이송라인 잔류 TMAH 제거를 위해 커플러의 볼트 및 너트 해체 작업 실시(오후 3시)
- 커플러 해체 시 잔류압력에 의해 TMAH가 분사되어 얼굴 전체, 두부 좌측, 좌측 귀, 목 앞 부위, 좌우측 아래팔, 우측 종아리 부위에 접촉
- **불침투성 보호의, 보안경, 보호장갑, 보호장화 등 PPE 착용 미흡**
- 작업복 착용 상태에서 10여분 세척 중 호흡곤란 호소(오후 3시 10분)
- 동료 작업자 심폐소생술 실시 및 119로 병원 후송 조치(오후 3시 27분), 사망



TMAH 중독 사고 사례

- ❖ **TMAH 농도**는 중독 사고(intoxication)에서 결정적 인자
- ❖ 노출된 **신체부위 면적**(% body surface)이 중요
- ❖ 세척 시각은 크게 중요하지 않음(**피부 흡수가 아주 빠름**)
- ❖ 구강이나 비강에서의 2, 3도 화상이 없다는 것은 흡입을 통한 노출이 적음을 의미

DMF 직업병유소견자 집단발생

❖ DMF (DimethylFormamide)

- 발생 기간 : 2011. 12월 ~ 2012. 3월
- 업종(생산품) : 기타화학제품제조업(열전사필름, 핫멜시트)

○ DMF 직업성유소견자 D1 2011년도 5명, 2012년도 3명

검진일자	물질	공정	판정		생물학적 노출지표 (요중 - NMF)		검진기관
			D1	C1	측정치	참고치	
2011. 12. 14	DMF	혼합,코팅	5	6	31.53 ~ 717.35	15	대한산업보건협회 경기북부산업보건센터
2012. 2. 21	DMF	혼합,코팅	3	9	24.47 ~ 477.31		
2012. 3. 2	DMF	혼합,코팅	-	3	15.51 ~ 45.52		

※ 생물학적 노출지표 요중-NMF는 요중 N-메틸포름아미드량을 말하며 2012년도 D1 판정자 3명은 2011년도 D1 발생자임

- 1993년 인천의 인조피혁공장에서 사망 사례 발생
- 1997년 양산의 인조피혁공장에서 사망 사례 발생
- 2000년 구미의 합성섬유 공장에서 집단 발생
- 2001년 양산의 인조피혁공장에서 조선족 근로자 집단 발생
- 2001년 울산에서 집단 발생 후 1명 사망
- 2006년 부산의 인조피혁공장에서 조선족 근로자 사망
- 2007년 양산의 인조피혁공장에서 근로자 1명 사망

주요 급성중독물질

물 질 명	표적장기
DMF	간, 피부, 신장, 눈, 심혈관계
벤젠(A2)	조혈기계, CNS, 눈, 피부
사염화탄소(A2)	CNS, 간, 신장, 눈, 피부
아크릴로니트릴(A2)	눈,피부, 폐,심혈관계, 간, CNS
1,1,2,2-테트라클로로에탄	간, 피부, CNS, 신장, 위장
퍼클로로에틸렌	눈, 피부, CNS, 간, 신장
TCE	CNS, 눈, 피부, 간, 심장, 신장
n-헥산	말초신경계, CNS 눈, 피부

제도적 대응 : 특별관리물질 확대 및 규제 강화

❖ 특별관리물질이란?

- 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성 물질(CMR 물질) 등 근로자에게 중대한 건강장해를 일으킬 우려가 있는 물질(2012.3.5 개정)
 - ※ CMR 물질 : 발암성 물질(Carcinogenicity) , 생식세포 변이원성 물질(Mutagenicity), 생식독성 물질(Reproductive toxicity)

❖ 특별관리물질 적용 규정

- 허용소비량 이하인 경우에도 안전보건규칙 제420조~제451조 적용
- 임시 또는 단시간 작업인 경우에도 밀폐설비나 국소배기장치 설치
- 물질명·사용량·작업내용 등이 포함된 특별관리물질 취급일지 작성·비치
- 특별관리물질이라는 사실과 발암성, 생식세포 변이원성 또는 생식독성 물질 중 어느 것에 해당하는지 취급 근로자에게 고지



MSDS 제도 주요내용

- MSDS 작성·제공
- MSDS 게시·비치
- 경고표시
- 취급근로자 MSDS 교육
- 기타사항

벤젠 (CAS No. 71-43-2)

(산업안전보건법 제 41조에 의한 경고표시 예시)



신호어
· 위험

유해·위험 문구

- 고인화성 액체 및 증기
- 심각한 유해함
- 심켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음

- 피부에 자극을 일으킴
- 눈에 심한 자극을 일으킴
- 유전적인 결함을 일으킬 수 있음
- 임을 일으킬 수 있음
- 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 (중추 신경계, 조절계에 손상을 일으킴
- 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유해함

예방조치 문구

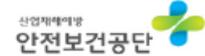
- 예 방 1** · 열, 스파크, 화염, 고열로 부터 멀리하십시오. - 금연
- 이 재물을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 마시오.
- 미스트·증기·스프레이를 흡입하지 마시오.
- 보호장갑, 보호의, 보안경을 착용하십시오.
- 대 응 1** · 피부(또는 머리칼)에 묻으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거하십시오.
- 피부를 물로 씻으시오./시워하십시오.
- 눈에 묻으면 몇 분간 물로 조심해서 씻으시오. 가능하면 콘택트렌즈를 제거하십시오. 계속 씻으시오.
- 입을 씻어내시오.
- 토하게 하지 마시오.
- 저 장 1** · 환기가 잘 되는 곳에 보관하고 저온으로 유지하십시오.
- 잠금장치가 있는 저장장소에 저장하십시오.
- 폐 기 1** · (관련 법규에 명시된 내용에 따라) 내용물·용기를 폐기하십시오.
- 기타 자세한 사항은 물질안전보건자료(MSDS)를 참조하십시오.

공급자 정보 : 인천광역시 부평구 무네미로 47B, 한국산업안전보건공단, 032-5100-500

【경고표지】



물질안전보건자료
(Material Safety Data Sheet)



물질명	CAS No.	KE No.	UN No.	EU No.
벤젠	71-43-2	KE-02160	1114	200-753-7

1. 화학제품과 회사에 관한 정보

가. 제품명	벤젠
나. 제품의 경고 용도와 사용상의 제한	
제품의 경고 용도	고분자, 세정, 농약, 염료, 플라스틱, 수지 등 공업용 화학물질의 제조, 왁스, 수지, 오일, 천연 고무 등의 용제
제품의 사용상의 제한	가솔린 첨가제
다. 공급자 정보(수입품의 경우 긴급 연락 가능한 국내 공급자 정보 기재)	
회사명	자료없음
주소	자료없음
긴급전화번호	자료없음

2. 유해성·위험성

가. 유해성·위험성 분류	인화성 액체 : 구분2 급성 독성(경구) : 구분4 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2 발암성 : 구분1A 생식세포 변이원성 : 구분1B 특정표적 장기 독성(반복 노출) : 구분1 출생 유해성 : 구분1 만성 수생환경 유해성 : 구분3
나. 예방조치문구를 포함한 경고표지 항목	
그림문자	



신호어
유해·위험문구

위험

예방조치문구
예방

P201 사용 전 취급 설명서를 확보하십시오.

【MSDS】

산업재해예방
안전보건공단



가. MSDS 작성·제공

➤ MSDS 작성·제공 의무주체

- 화학물질을 양도하거나 제공하는 자(화학물질 제조·수입·유통업체 사업주)

➤ MSDS 작성방법

- 대상 : 물리적 위험성, 건강 및 환경 유해성 분류기준에 해당하는 화학물질 및 화학물질을 함유한 제제(대상화학물질)
- 화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준(고용노동부고시 제2013-37호)에 따라 16개 항목으로 작성

➤ MSDS 제공방법

- 화학물질을 양도하거나 제공할 때 MSDS를 함께 제공
- 모사전송(Fax), 전자우편(e-mail), 등기우편 및 전자기록매체(CD, 메모리 카드, USB메모리 등)를 통해 제공  상대방의 수신 여부 확인
- MSDS 기재 내용* 변경 시 대상화학물질을 양도·제공받은 자에게

- * ① 화학제품과 회사에 관한 정보 ② 유해성·위험성 ③ 구성성분의 명칭 및 함유량
④ 응급조치 요령 ⑤ 폭발·화재 시 대처방법 ⑥ 누출사고 시 대처방법
⑦ 취급 및 저장방법 ⑧ 노출방지 및 개인보호구 ⑨ 법적 규제 현황

가. MSDS 작성·제공 - 작성원칙

➤ 작성언어

- 한글로 작성하는 것이 원칙
- 화학물질명, 외국기관명 등의 고유명사는 영어로 표기 가능
- 실험실에서 시험·연구 목적으로 사용하는 시약으로서 MSDS가 외국어로 작성된 경우에는 한국어로 번역하지 아니할 수 있음

➤ 자료의 신뢰성 확보

- 해당국가의 우수실험실기준(GLP) 및 국제공인시험기관 인정(KOLAS)에 따라 수행한 시험결과를 우선적으로 고려
- 외국어로 제공된 MSDS를 번역하는 경우 최초 작성기관명 및 시기를 함께 기재
- MSDS의 신뢰성 확보를 위해 인용된 자료의 출처를 함께 기재
(시행규칙 제92조의2)

나. MSDS 게시·비치

➤ MSDS 게시·비치 의무주체

- 화학물질을 **취급하려는 사업주**(화학물질 사용 사업주)

➤ MSDS 게시·비치 방법(1)

- 대상 : 사업장에서 사용되는 모든 화학물질의 MSDS
- **화학물질 취급근로자가 쉽게 보거나 접근할 수 있는 장소**에 게시·비치하고 정기 또는 수시로 점검·관리
- **다음 장소 중 어느 하나 이상의 장소에 게시·비치**
 - ① 대상화학물질 취급작업 공정 내
 - ② 안전사고 또는 직업병 발생우려가 있는 장소
 - ③ 사업장 내 근로자가 가장 보기 쉬운 장소

나. MSDS 게시·비치

➤ MSDS 게시·비치 방법(2)

- MSDS 확인용 전산장비를 갖추어 두고 다음의 조치를 모두 실시
 - ① 취급근로자가 작업 중 쉽게 접근할 수 있는 장소에 전산장비 설치·가동
 - ② 취급근로자(화학물질에 노출되는 근로자 모두 포함)에게 MSDS 프로그램 작동방법, 제품명 입력 및 MSDS 확인방법 등을 교육
 - ③ 작업공정별 관리요령에 대상화학물질의 건강유해성, MSDS 검색방법을 포함하여 게시

➤ 작업공정별 관리요령 게시

- 화학물질 사용 사업주는 화학물질 취급 작업공정별로 관리요령 게시
- 작업공정별 관리요령 작성 시에는 MSDS를 참고하여 작성
- 유해성·위험성이 유사한 화학물질의 그룹별로 작성·게시 가능

【작업공정별 관리요령에 포함되어야 할 사항】

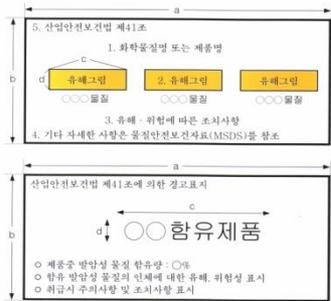
- ① 대상화학물질의 명칭
- ② 유해성·위험성
- ③ 취급상의 주의사항
- ④ 적절한 보호구
- ⑤ 응급조치 요령 및 사고 시 대처방법



MSDS 경고 표시의 색상 및 규격

① 양식

· 표시 바탕 : 흰색 · 테두리, 글씨, 그림 : 검정색 · 유해그림 바탕 : 노랑색



② 표지 규격

용기나 포장의 용량	안쇄 또는 표지의 규격
용량 > 500 L	· 450mm (a×b) 이상 · 0.25b ≤ a ≤ 4b, 0.1 (a×b) ≤ c×d
200 L ≤ 용량 < 500 L	· 300mm (a×b) 이상 · 0.25b ≤ a ≤ 4b, 0.1 (a×b) ≤ c×d
50 L ≤ 용량 < 200 L	· 180mm (a×b) 이상 · 0.25b ≤ a ≤ 4b, 0.1 (a×b) ≤ c×d
5 L ≤ 용량 < 50 L	· 90mm (a×b) 이상 · 0.25b ≤ a ≤ 4b, 0.1 (a×b) ≤ c×d
용량 < 5 L	· 상하면적 제외한 전체표면적 5% 이상 · 0.25b ≤ a ≤ 4b, 0.1 (a×b) ≤ c×d

그림 1. 대산화학물질의 유해그림

분 류	색 상	유해그림
폭발성 물질	바탕: 노랑색 그림: 검정색	
산화성 물질		
극산화성 물질 고인화성 물질 인화성 물질 급수성 물질		
고독성 물질 발암성 물질 독성 물질 배이완성 물질 생식독성 물질		
유해 물질 자극성 물질 과민성 물질		
부식성 물질		
환경유해 물질		



1.



폭발성, 자기반응성,
유기과산화물

2.



인화성, 물반응성,
자기반응성, 발화성,
자기발열성, 유기과산화물

3.



급성독성

4.



발암성, 호흡기과민성,
생식독성,
생식세포변이원성,
표적장기전신독성

5.



수생환경유해성

6.



산화성

7.



고압가스

8.



금속부식성, 눈손상자극성,
피부부식성자극성

9.



경고

다. 경고표시

➤ 경고표시 대상 화학물질

- MSDS 작성 대상화학물질

➤ 경고표시를 한 것으로 인정하는 경우

- 「유해화학물질 관리법」 제29조에 따른 유독물에 관한 표시
- 「위험물안전관리법」 제20조제1항에 따른 위험물의 운반용기에 관한 표시
- 「고압가스 안전관리법」 제11조의2에 따른 용기 등의 표시
- 「위험물 선박운송 및 저장 규칙」 제6조제1항 및 같은 규칙 제26조제1항에 따른 표시(같은 규칙 제26조제1항에 따라 해양수산부장관이 고시하는 수입 물품에 대한 표시는 최초의 사용사업장으로 반입되기 전까지만 해당한다)
- 「항공법 시행규칙」 제188조에 따른 국제민간항공기구에서 정한 위험물항공 운송에 관한 기술상의 기준에 따른 표시(수입물품에 대한 표시는 최초의 사용사업장으로 반입되기 전까지만 해당한다)

다. 경고표시

➤ 화학물질 양도·제공자의 경고표시 의무

- 화학물질 **용기 및 포장에 경고표지 부착**
- 용기·포장 이외의 방법으로 화학물질을 양도·제공하는 경우 **경고표시 기재 항목을 적은 자료를 제공** (예 : 파이프라인, 탱크로리 등)
 - 단, 해당 항목을 MSDS에 포함하여 제공하는 것도 경고표시 기재항목을 적은 자료를 제공한 것으로 인정

➤ 화학물질 사용 사업주의 경고표시 의무

- **작업장에서 사용하는 대상화학물질을 담은 용기**에 경고표지 부착
 - 경고표시 의무 제외 대상
 - ① 용기에 이미 경고표시가 되어있는 경우
 - ② 근로자가 경고표시가 되어 있는 용기에서 대상화학물질을 옮겨 담기 위해 일시적으로 용기를 사용하는 경우

다. 경고표시 - 작성항목

▶ 작성항목(6개 항목)

1. **명칭** : 해당 대상화학물질의 명칭
2. **그림문자** : 화학물질의 분류에 따라 유해·위험의 내용을 나타내는 그림
3. **신호어** : 유해·위험의 심각성 정도에 따라 표시하는 “위험” 또는 “경고” 문구
4. **유해·위험 문구** : 화학물질의 분류에 따라 유해·위험을 알리는 문구
5. **예방조치 문구** : 화학물질에 노출되거나 부적절한 저장·취급 등으로 발생하는 유해·위험을 방지하기 위하여 알리는 주요 유의사항
6. **공급자 정보** : 대상화학물질의 제조자 또는 공급자의 이름 및 전화번호 등

다. 경고표시 - 작성원칙

- ▶ 경고표지는 한글로 작성하여야 함
 - **한글 경고표지 부착 제외대상**
 - 실험실에서 시험·연구 목적으로 사용하는 시약으로서 외국어 경고표지가 부착되어 있는 경우
 - 수출하기 위하여 저장·운반 중에 있는 완제품
- ▶ UN의 「위험물 운송에 관한 권고」에서 정하는 유해·위험성 물질을 포장에 표시하는 경우에는 「위험물 운송에 관한 권고」에 따라 표시할 수 있음
- ▶ 포장하지 않는 드럼 등의 용기에 UN의 「위험물 운송에 관한 권고」에 따라 표시를 한 경우에는 경고표지에 해당 그림문자를 표시하지 않을 수 있음

다. 경고표시 - 작성방법



➤ 경고표지의 색상

- 경고표지 전체 바탕 : **흰색**(포장·용기의 표면을 바탕색으로 사용 가능)
- 글씨와 테두리 : **검정색**(바탕색이 검정색에 가까운 경우 대비색상으로 표시)
- 그림문자에서 유해성·위험성을 나타내는 그림(심벌) : **검은색**
- 그림문자의 테두리 : **빨간색**(바탕색과 구분이 어려운 경우 바탕색의 대비색상)
- 그림문자의 바탕 : **흰색**

➤ 용기나 포장의 용량이 **100mℓ 이하인 경우**

- 경고표지에 **명칭, 그림문자, 신호어**를 표시하고, 그 외의 내용은 MSDS를 참고하도록 표시 가능
- 단, 용기나 포장에 공급자 정보가 없는 경우에는 공급자 정보 표시

➤ 사업장에서 자체적으로 사용하기 위하여 담은 **반제품용기**(공정간 이동용)

- 유해·위험의 정도에 따른 **“위험”** 또는 **“경고”**의 문구만 표시 가능
- 단, 이 경우 보관·저장장소의 작업자가 쉽게 볼 수 있는 위치에 **경고표지**를 부착하거나 **MSDS**를 게시

라. 취급근로자 MSDS 교육

➤ 교육 의무주체

- 화학물질 **사용 사업주**는 화학물질 취급근로자의 안전·보건을 위하여 근로자에 대한 교육을 실시하고 **교육시간·내용 등을 기록·보존(5년)**해야 함
 - ※ 해당 교육 시간만큼 안전·보건교육(산안법 제31조)을 실시한 것으로 인정

➤ 교육시기

- 화학물질 제조·사용·운반·저장 작업에 근로자를 배치하게 된 경우
- 새로운 대상화학물질이 도입된 경우
- 유해성·위험성 정보가 변경된 경우

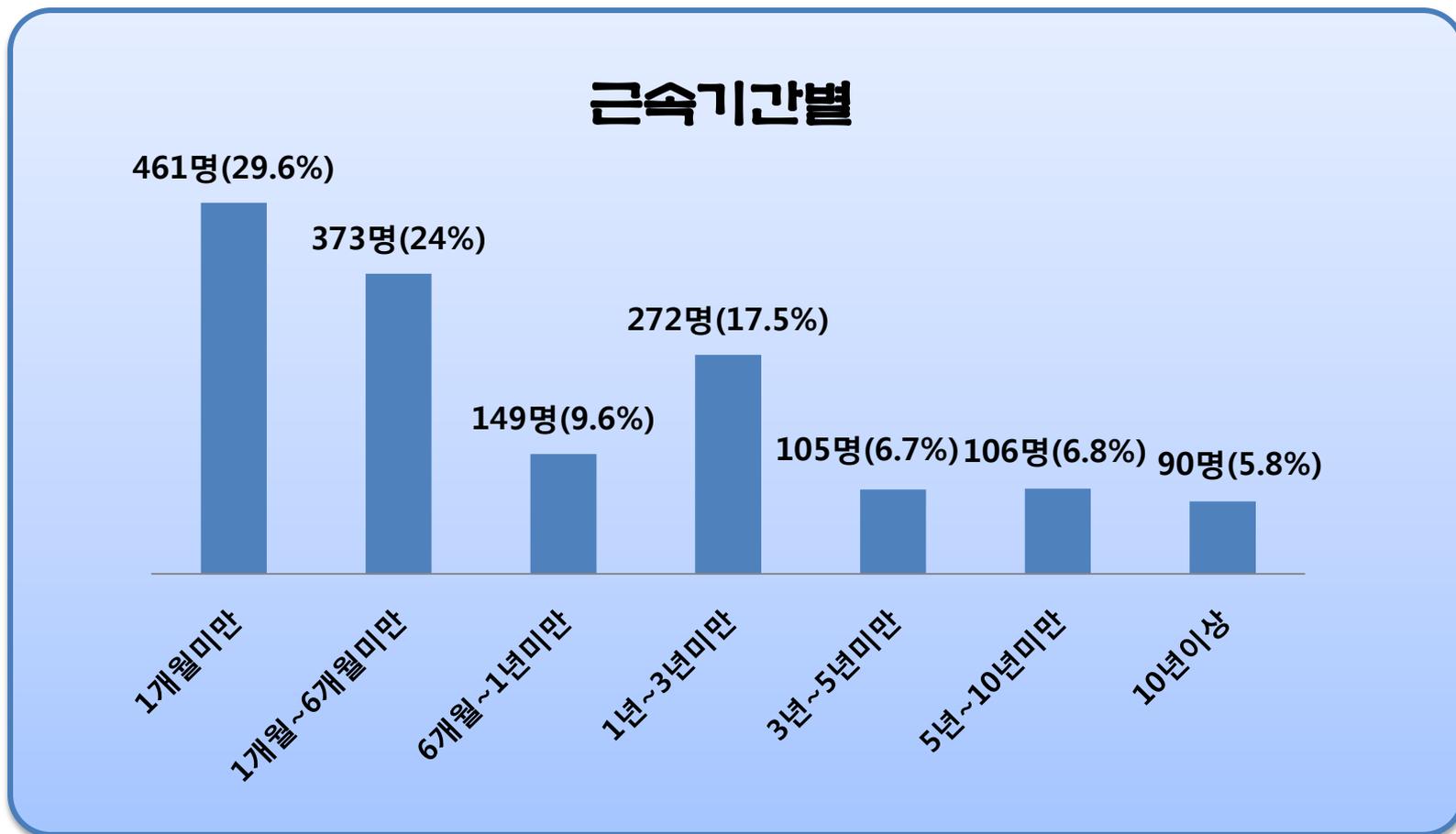
➤ 교육내용

- 대상화학물질의 명칭(또는 제품명)
- 물리적 위험성 및 건강 유해성
- 취급상의 주의사항
- 적절한 보호구
- 응급조치 요령 및 사고 시 대처방법
- MSDS 및 경고표지를 이해하는 방법



화학물질 노출점속 제에 근속기간별 분포

➤ 최근 5년간



GHS

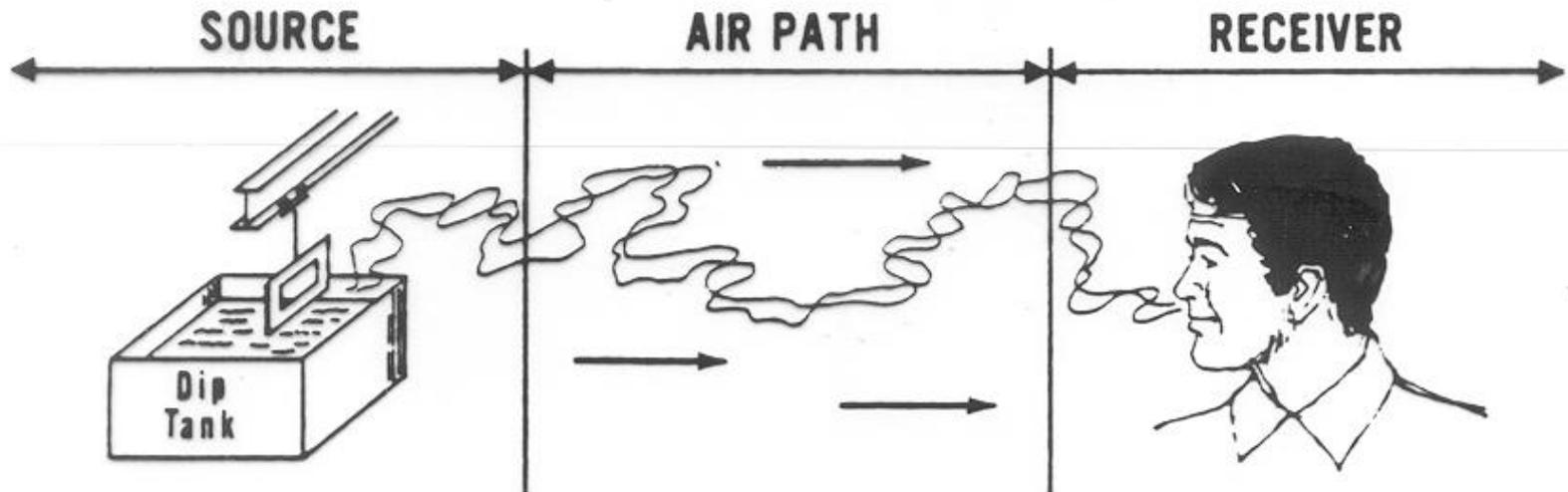
Globally Harmonized System of Classification & Labeling of Chemicals

화학물질분류 및 표지에 관한 세계조화시스템

“위험물 분류·표시, 전세계가 하나의 통일된 표현으로”

구 분	GHS MSDS만 적용	GHS 경고표지만 적용 경우	
단일물질	2010. 7.1 ~	2010. 7.1 ~	2010. 7. 1일 이후 출고 및 수입한 경우
		2011. 7.1 ~	2010. 6.30일 당시 유통·사용 중인 경우(기 제조)
두 종류 이상의 화학물질을 함유한 제제 (혼합물질)	2013. 7.1 ~	2013. 7.1 ~	2013. 7. 1일 이후 출고 및 수입한 경우
		2015. 7.1 ~	2013. 6.30일 당시 유통·사용 중인 경우(기 제조)

작업환경개선대책



- ✓ 대치
- ✓ 공정변경
- ✓ 밀폐
- ✓ 격리
- ✓ 습식방법
- ✓ 국소배기장치

- ✓ 청소
- ✓ 일반환기
- ✓ 희석 환기
- ✓ 거리증가
- ✓ 지속적 지역 감시

- ✓ 교육, 훈련
- ✓ 순환근무
- ✓ 근로자 밀폐
- ✓ 개인용 측정기
- ✓ 개인보호구

■ 산업보건기초제도 이행률 향상을 위한 **홍보 캠페인(OH! 4M) 실시**

OH! 4M

전달 Message

MSDS
물질안전보건자료

화학물질의 유해위험성을 올바르게 알고 제대로 전달하기

Monitoring
작업환경측정

근로자의 유해요인 노출수준을 정확히 평가하기

Medical check
특수건강진단

근로자의 건강상태를 주기적으로 체크하기

Management
작업환경개선·관리

안전하고 쾌적한 작업환경 만들기

※ **OH! 4M(오! 포엠)**이란? : 직업병 예방을 위한 산업보건(Occupational Health) 4대 기본 의무사항인 「물질안전보건자료」, 「작업환경측정」, 「특수건강진단」, 「작업환경개선·관리」를 의미

보호구 착용의 중요성

2014. 04. 25(금) 12:49분경 경기도 00대학교 실험실 내에서 실험을 하던 중 질산 4L가 폭발하며 유출(추정)되어 실험자 3명이 질산을 소량 흡입하거나 화상을 입은 사고

※ 질산(Nitric Acid)

질산용기가 누출되어 질산용기에 있던 질산을 인근한 빈용기(IPA)에 옮겨

담는과정에서 폭발하였으나 보호구 착용으로 큰재해를 예방함

질산과 알코올에서 생성되는 에스테르(Ester)라고 합니다.

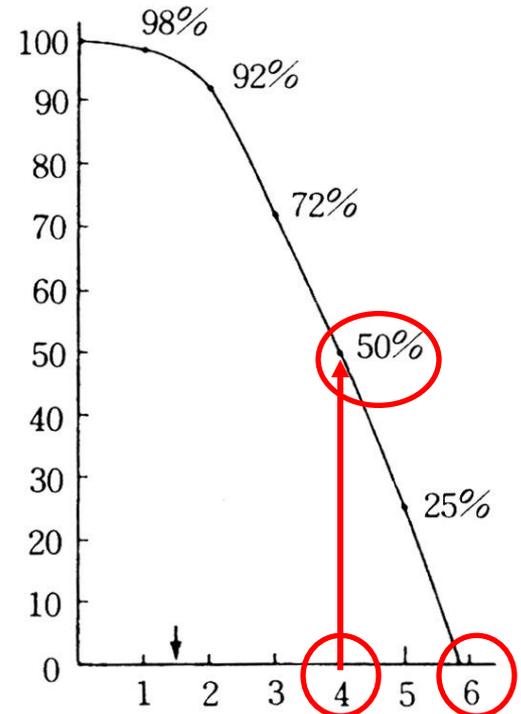
대부분이 물에 녹기 어렵고 방향이 있는 휘발성 액체로

가열, 충격에 의하여 폭발하기 쉽다고 합니다.

일반적인 화학식은 RONO_2 라고 합니다.(R=Alkyl)

질식의 개요

산소결핍의 인체영향

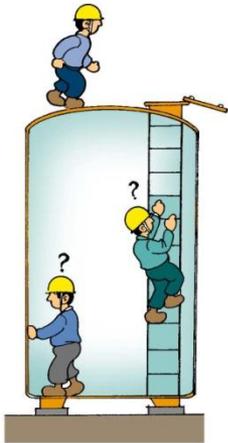


6분이상 이면 소생불가능



질식의 원인 및 영향

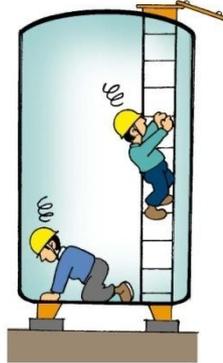
산소농도별 인체영향 및 증상



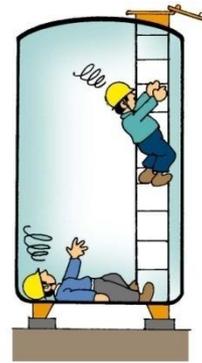
산소농도
18% 이상
안전한계



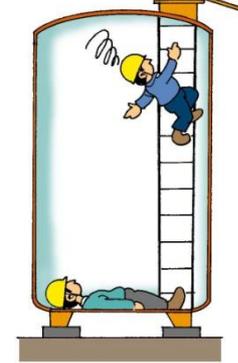
산소농도
16%
호흡 및
맥박의 증
가, 두통,
메스꺼움



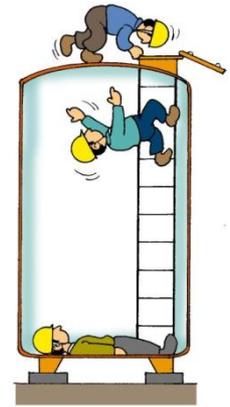
산소농도
12%
어지러움,
구토, 근
력저하,
추락



산소농도
10%
안면창백,
의식불명,
기도폐쇄



산소농도
8%
실신, 혼
절(8분 이
내 사망)



산소농도
6%
순간실신,
호흡정지,
경련(5분
이내사망)

질식의 유형 - 질식제 종류에 따른 분류

질식제

단순
질식가스

원인

공기 중의 산소 분압 저하로 인한 저산소증으로 중추 신경계가 억제되어 질식

종류

수소, 아르곤, 네온, 헬륨, 질소(N_2 및 N_2O), 탄산가스, 메탄, 에탄, 프로판, 에틸렌, 프로필렌, 아세틸렌, 프레온

화학적
질식가스

원인

공기중의 산소 분압이 정상이라도 혈액의 기능이나 조직의 산화효소 기능을 방해하여 산소를 이용하지 못하게 하여 질식

종류

아닐린, O-톨루오딘, 나프탈렌, 아질산염, 일산화탄소, 염화메틸렌, 청산 및 청화합물, 황화수소, 아크릴로니트릴

산소결핍 및 유해가스의 발생원인

1. 물질의 산화작용

- **탱크 기타소재의 산화** : $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$
: 강제보일러, 탱크 반응탑, 압력용기, 반응기, 선창, 열교환기
- **저장, 운반중인 물질의 산화**
: 탱크, 호퍼, 사일로 등의 내부
- **도료의 산소소비**
: 환기가 불충분한 장소에서의 도장



산소결핍 및 유해가스의 발생원인

2. 미생물의 호흡작용

- 생체 1kg 기준, 세균의 산소소모(사람의 최고 6,000배)
: CO_2 , CH_4 , H_2S 등 유해가스 발생

유기물(C,H,O,N,S)
+(결합산소)



새로운 세포
+ 에너지 + CH_4 + CO_2 + NH_3 + H_2S + 기타

-분뇨
-펄프액
-하수(오니)
-슬러지
-기타 유기물

- CH_4 : 60~65%
- CO_2 : 30~35%,
- 기타(H_2S , NH_3 등) : 5~10%
- 음식물 침출수, 분뇨폐수, 정화조 오니 중
 H_2S 2,000ppm 이상 존재



산소결핍 및 유해가스의 발생원인

2. 미생물의 호흡작용

- 유기물의 부패
: 우수, 유수 등이 체류했던 케이블 또는 가스관용 암거, 맨홀, 핏트의 내부
- 미생물의 발효
: 향온실, 양조조(간장, 식초)의 내부
- 절임식품, 야채, 곡물 등의 발효
: 단무지와 오이지 저장조, 야채향온실, 사일로, 창고, 선창의 내부
- 목재의 호흡작용
: 선창, 호퍼 등의 내부



산소결핍 및 유해가스의 발생원인

3. 치환가스의 사용

- 화재 · 폭발예방을 위한 질소 등의 봉입
: 질소치환을 실시하는 반응탑, 배관 등
- 기타 질소, 이산화탄소 등의 이용
: 질소치환을 실시하는 각종 저장탱크, 불활성가스를 이용한 용접 등
- 가스의 분출, 돌출
: 메탄, 이산화탄소를 용출하는 광산, 탄광, 지층의 수직갱, 피트 등의 내부 또는 이산화탄소, 프레온 등의 소화설비를 갖춘 지하실 등

적정 공기농도 기준

보통공기

- 산소 21%, 질소 78%, 기타 1%

적정한 공기

※안전보건규칙 제618조 규정

- 산소농도(O_2)의 범위 : 18% 이상 23.5% 미만
- 탄산가스(CO_2)의 농도 : 1.5% 미만
- 황화수소(H_2S)의 농도 : 10ppm 미만

유해가스

- 탄산가스, 황화수소, 일산화탄소 등의 **가스상 유해물질**



밀폐공간의 종류

▶ 밀폐공간 작업장소(안전보건규칙 별표18, 17개 장소)

- 케이블, 가스관 등 지하매설물 수용을 위한 암거, 맨홀 또는 피트의 내부
- 하천유수 또는 용수가 있거나 있었던 통, 암거, 맨홀, 피트의 내부
- 장기간 밀폐된 강재의 보일러, 탱크, 반응탑 이나 산화하기 쉬운 시설
- 페인트로 도장되어 페인트가 건조되기 전에 밀폐된 지하실, 창고, 탱크 등
- 곡물, 사료의 저장용 창고, 과일 숙성용 창고, 곡물 등 적재한 선창내부 등
- 분뇨, 폐수, 오수 등 들어있는 정화조, 침전조, 집수조 등 내부
- 헬륨, 질소 등 불활성기체가 들어 있거나 있었던 탱크, 배관 등의 내부 등
- 갈탄, 목탄, 연탄난로를 이용한 콘크리트 양생장소 등
- 화학물질, 유해가스가 들어있던 반응기, 탱크, 배관, 집진기 등 내부

1. 장기간 밀폐된 강재의 보일러, 탱크, 반응탑



보일러 출구



소각 보일러



연통 보일러



강재 반응탑



2. 공기중의 산소흡수 물질이 있는 탱크, 호퍼 등의 저장시설



음식물저장호퍼



음식물 반입저장조

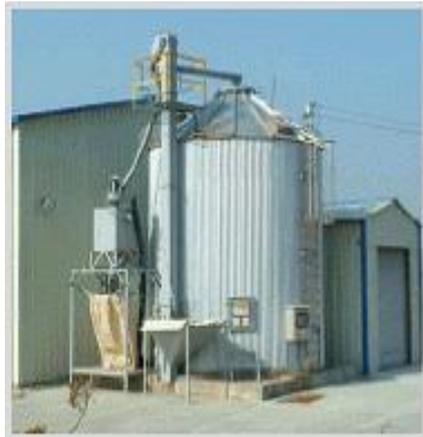
활성탄 여과탑



3. 숙성용·발아용 창고, 사일로, 기타 곡물저장 창고



곡물저장
창고 & 사일로



4. 간장·주류·효모 등 발효용 탱크(저장조), 창고, 양조주



주류 탱크



단무지 탈염조



식품 야적장



식품 발효조

5. 분뇨·오니 등 부패되는 물질이 있는 정화조, 탱크, 맨홀 등



하수분배조



가축분뇨처리조



탈수조(침전조)



하수·폐수처리장

6. 드라이아이스를 사용하는 냉장고, 냉동고, 냉동 컨테이너 등



냉동저장창고



냉동저장창고



저온저장소



냉동 컨테이너

7. 화학물질이 들어있던 반응기 및 탱크



반응기(교반기)



원료저장탱크



화학제품저장탱크



폐유저장탱크

8. 아르곤, 질소 등 불활성기체가 들어있는 설비의 내부



반응기



반응기



냉각로



온습도 조절 챔버

9. 유해가스가 들어있던 배관이나 집진기



용접용 배관



비파괴검사 배관



집진기 내부



10. 상수도맨홀, 바지선 부력탱크, 콘크리트 양생 등



상수도 맨홀



바지선 부력탱크



갈탄사용



지하 피트



질식재해 예방대책

▶ 밀폐공간작업 프로그램 수립·시행(안전보건규칙 제619조)

- 작업시작 전 적절한 공기 상태의 확인을 위한 **측정 및 평가**
- 응급조치 등 안전보건 **교육 및 훈련**
- **공기호흡기 또는 송기마스크 등의 착용 및 관리**
- 그 밖에 밀폐공간 작업 근로자의 **건강장애 예방에 관한 사항**



질식재해 예방대책

1. 출입사전 조사 : 작업여건 등 도면 및 현장조사
2. 작업자 안전보건교육 실시
3. 가스 및 산소농도측정기 등 측정장비, 개인보호구 준비
4. 관계자인 출입금지 표지판 설치
5. 출입 전 산소 및 유해가스 농도 측정
6. 환기실시
7. 밀폐공간작업허가서 작성 및 허가자 결재
8. 출입인원 점검 및 통신수단 구비
9. 감시인 배치 및 감시모니터링 실시
10. 밀폐공간 작업허가서 작업장 게시
11. 밀폐공간 출입
12. 문제발생 시 사후보고

질식재해 예방대책

관계자의 출입금지, 허가서 발급, 감시인 배치 등

▶ 관계자의 출입금지



▶ 작업허가서 발급



▶ 연락체제 구축



▶ 감시인의 배치



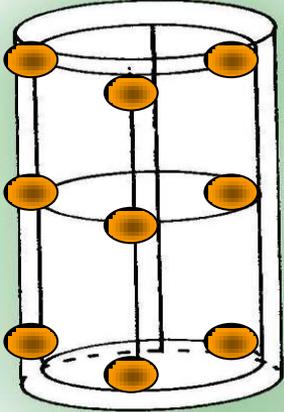
▶ 출입인원(작업인원)의 점검



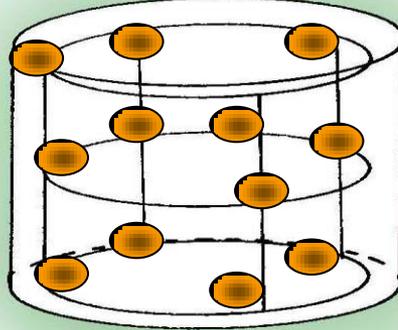
질식재해 예방대책

측정방법

❖ 기초갱, 우물, 맨홀
3가지 깊이로 각 3개소 측정

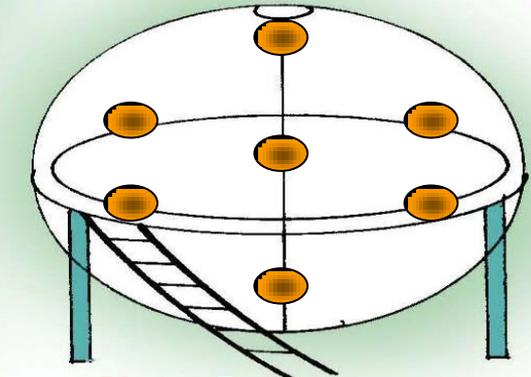
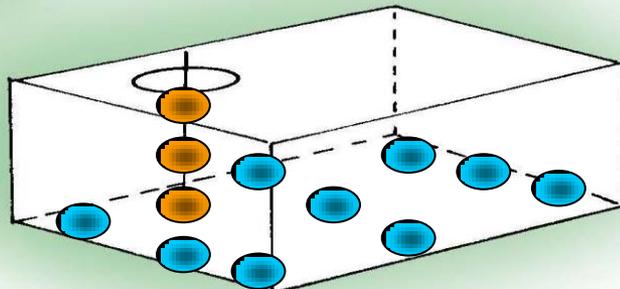


❖ 콘로프형 탱크
전 맨홀을 3가지 깊이로 측정



❖ 정화조
❖ 저수조
❖ 선창
❖ 숙성실

맨홀의 바로 밑 1~3을 공기호흡기 착용하고 측정



❖ 구형가스홀더
정상의 맨홀 바로 밑 3점과 적도상의
샘플링 구멍 측정

질식재해 예방대책

밀폐공간내 환기

- 밀폐공간에서 적절한 환기 실시
- 메탄가스, 황화수소 등의 가스 발생시 지속적인 환기 실시
- 가연성가스 등이 존재할 때 방폭형 모터 및 팬 사용
- 정전 등에 의한 환기 중단 시 즉시 외부로 대피
- 급기구와 배기구의 적절한 배치
- 배기구는 출입구로부터 멀리, 급기구는 작업자에 근접하여 설치
- 송풍관은 구부리는 부위가 적게 하고 용접불꽃에 대비한 난연재질
- 사전에 밀폐공간 내부 체적의 5배 이상 환기



질식재해 예방대책

호흡용 보호구의 착용

- 환기가 어렵거나 유해가스가 계속 발생할 가능성이 있을 때 착용
- **재해자를 구조해야 할 경우 반드시 착용**
- 공기호흡기 및 송기마스크 이용(**방독마스크 사용금지**)



질식재해 예방대책

재해자 구조작업 절차

1. 구조요청

- 주변동료 작업자
또는 119 연락



2. 호흡용 보호구 착용 후 재해자 구조

- 공기호흡기 또는
송기마스크 착용
- 환기 실시



3. 심폐소생술 실시

호흡확인



맥박확인



심폐소생술

흉부압박
30회

인공호흡
2회



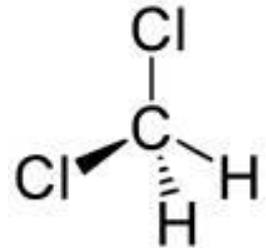
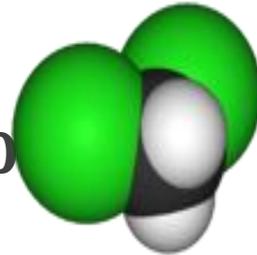
유기염소계 중독기전 및 최근사례

TCE 중독사례

- 중추신경계 억제작용, 간 손상, 심혈관계 손상
- 두통, 동작의 느려짐, 감각저하, 어지러움, 구역, 구토 등
- 단기간 고농도 노출시 급성 간독성과 신장독성 발생
- TCE의 전형적 중독형태 : 피부의 붉은 반점(다형홍반), 물집
(스티븐스존슨증후군)
- 필리핀의 한국인 소유의 다국적 전자제품 생산기업
- 1997년과 1998년
 - ✓ 2명의 근로자가 스티븐스존슨증후군으로 사망
 - ✓ 7명의 근로자가 “ ” 또는 다형홍반 발생

MC (디클로로메탄)

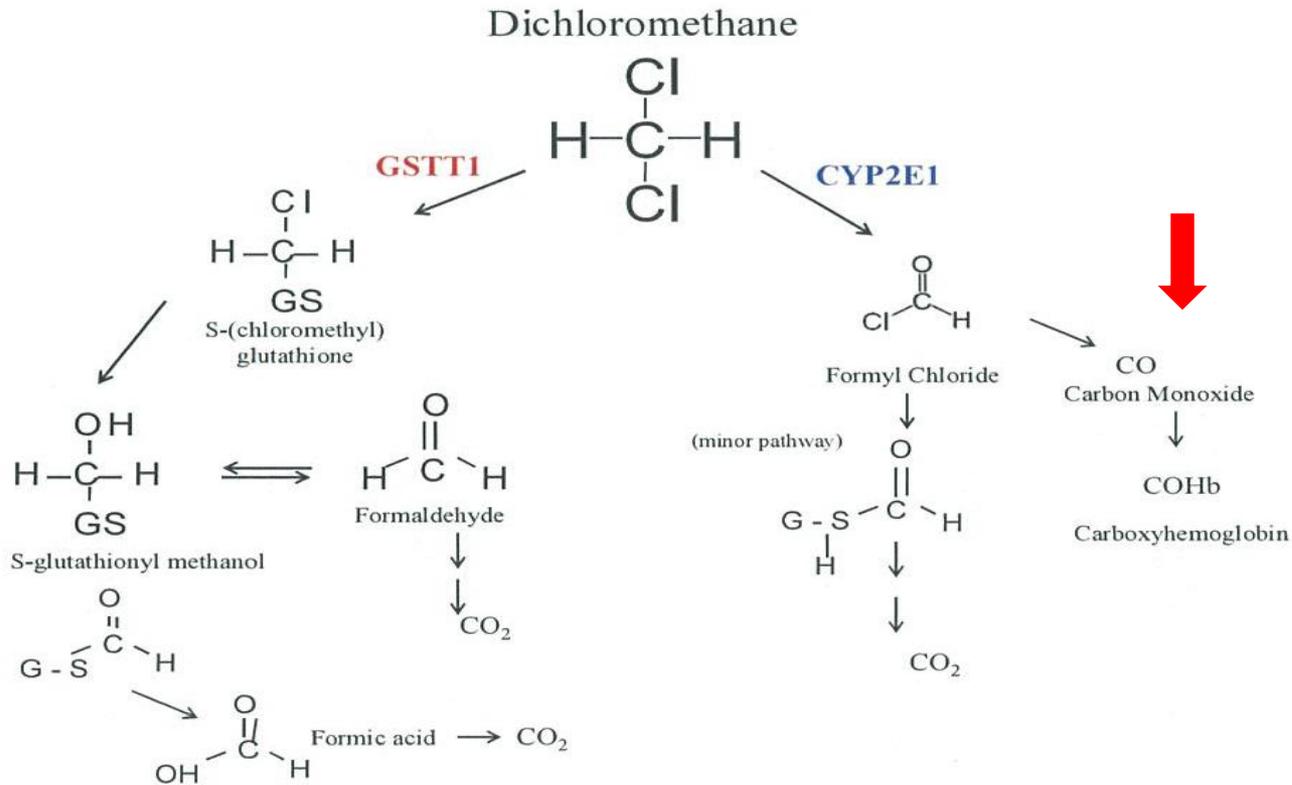
- 투명 (무색) 한 휘발성 액체
- 냄새(서한도) : 독특한 달콤한 냄새 (25~150ppm)
* 100ppm 에서 대부분 못 느낌



- 비중 : 1.3266(20℃), 증기밀도 2.93 (공기 1.02)
- 용해도 : 유기용제에 잘 녹음
- 중추신경계 독성
: 두통, 오심, 어지러움, 사지 운동 저하,
고농도 노출 시 호흡곤란, 만성 노출 시 신경병증 발생
- 심장 독성 (일산화탄소 중독)
: 카르복시헤모글로빈(COHB) 생성, 산소공급 감소
- 간 독성 : 간 세포 독성에 따른 간 기능 저하
- 피부 및 눈 자극, 발암물질 구분 2



MC 체내 질식기전 (COHb)



Adapted from: ATSDR (2000); Guengerich (1997); Hashmi et al. (1994); Gargas et al. (1986).

사례 1 : 탱크 내부 세척작업 (3명 급성중독)

- 발생 일자 : 2014. 5.
- 발생 설비 : Tank (내용적 1,000kl, 내용물 B-C저장용)
- 재해 개요

협력업체 소속 근로자 2명이 개인보호구(방독마스크, 불침투성 작업복 등) 착용하고 탱크 내부에서 유분 제거를 위해 MC를 사용한 분사세척 작업 수행 ⇒ 20분 후 급성중독 발생 ⇒ 구조하러 간 동료 1명도 중독 ⇒ 원청업체 및 119에서 송기마스크를 착용하고 구조

협력업체

✓ MC 정보 인지 미흡

방독마스크 착용

✓ 고농도시 파과 현상

피트, 탱크 등 내부

✓ MC 특성 (비중, 증기압 등)

정비, 보수작업

✓ 세척 작업

일정시간(수분) 경과

✓ 20분 경과

구조자도 증독

✓ 송기마스크 미착용



사례 1: 재해발생 원인

▪ 노출기준의 46배~70배 초과

- 측정결과 10분 채취한 시료 평균농도 : 3,394~3,774ppm
20분 채취한 시료 평균농도 : 2,231~2,399ppm
- TWA 농도인 50ppm [STEL : 125ppm(OSHA)]을 46배에서 70배 초과
- MC의 IDLH농도 (NIOSH, 즉각적으로 생명에 위험이 될 수 있는 농도) : 2,300ppm

* IDLH 농도 : Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations

▪ 탱크 내부 환기량 부족

▪ 유기화합물 취급 특별장소내 방독마스크 착용

☞ 밀폐공간에서 유기화합물을 취급시에는 송기마스크를 착용

* 산업안전보건기준에 관한 규칙 제420조

사례 2: 디핑조 슬러지 제거작업 (2명 급성중독)

▪ 발생일자 : 2014. 2. 11(화) 13:50분경

▪ 재해개요

작업현장 **Dipping조 내의 Sludge 제거작업** 중 작업자 2명이 MC에 중독

▪ **공정흐름** : 제품입고 → **페인트박리** → 수세 → 녹 제거/중화 → 건조 → 포장
사고발생공정



[사진1] Dipping조 전경



[사진2] 사고발생 Dipping조 내부 전경



[사진3] 방독마스크



사례 3: MC 세척작업 (1명 중독 사망)

- 재해개요

야간근무조 피해자는 새벽까지 작업 실시, 오전 교대 근무자가 8시경 출근하여 세척기가 가동되지 않아 MC세척기 내부에 쓰러져 있는 피해자 발견

사례 4: MC 청소작업 (2명 중독 사망)

- 재해개요

금속부품을 세정하는 공정에서 세척조에 연결된 밸브에서 갑자기 MC가 누출되어 이를 청소, 제거하던 근로자가 급성중독

최근 MC에 의한 급성중독 사고 특징

1. 방독마스크를 착용 하였는데도 중독사고가 계속 발생 ?

- “유기화합물 취급 특별장소” 일 경우 → 방독마스크 착용 부적절
- **작업종류(예)** : MC, TCE 등 세척작업, 혼합유기용제 포함 도장 작업 등
- **작업장소** : 선박, 차량, 탱크, 맨홀, 피트 등 내부 및 통풍이 불충분한 장소



“유기화합물 취급 특별장소”에 해당 : 안전보건규칙 제420조 제7항

임시, 단시간 작업이라도 다음사항 준수하도록 규칙 적용

: 송기마스크 착용(제424조), 환기설비 가동(제423조)

최근 MC에 의한 급성중독 사고 특징

2. 사전 안전어가제를 발급한 경우에도 중독사고가 발생 ?

예) 탱크 깊이(높이)는 10m인데 산소농도 측정기의 **센서호스는 5m ???**

3. 급성중독 이며 제에사가 동시다수의 질식 형태로 발생 됨 ?

예) 세척 등에 널리 사용되는 **유기염소계(MC, TCE 등)** 물질들은 폭로시 인체내에서 CO 및 CO₂를 발생하여 질식기전으로 발전됨

4. 야행, 정비, 보수 등 비정상 작업 시 발생됨 ?

사례 5 : MC 만성 중독 사례

❖ 신발 밑창제조업에서 MC에 노출된 근로자에게 발생한 뇌종양

- [38세, 남]은 1989년 S사에 취업, 신발 밑창을 제조하는 업무를 수행하던 중 2000년 1월 뇌종양(성상세포종)으로 진단 받고 치료 중 2000년 7월 사망
- 작업장에서 사용하는 물질 : 발포제, 세척제, 도료 등
- MC 측정농도 : 44ppm 수준 (측정 시 생산물량이 평소의 1/8로 감소)
- 벤젠은 이형제 스프레이 공정에서 0.2ppm 수준으로 검출

❖ 고찰

- MC에 노출된 근로자에서 뇌암 발생이 증가하였다는 보고가 있음
- IARC는 MC에 대해 사람 및 동물의 발암성의 증거에 대해서는 아직 불충분하여 Group III로 분류하고 있으나 최근에 연구에 의하면 모든 암의 위험이 증가하였다는 보고도 있음

❖ 산재 재심사 과정에서 승인됨

- ① MC, 벤젠 등 다종의 유기용제에 고농도로 만성적으로 노출이 확인되었고,
- ② 역학적 연구에서 염화탄화수소 화합물 및 벤젠의 만성 노출과 뇌암 발생과의 상관관계에 대한 보고가 있으며,
- ③ 김○○에게 발생한 뇌종양은 작업 중 노출된 염화탄화수소 화합물 및 다종의 유기용제로 인해 발생하였을 가능성이 있으나 역학적인 근거는 미약함

감사합니다

