

대표자가 알아야할 사고사례와 안전한 취급

호서대학교 안전공학과



호서대학교
안전공학과



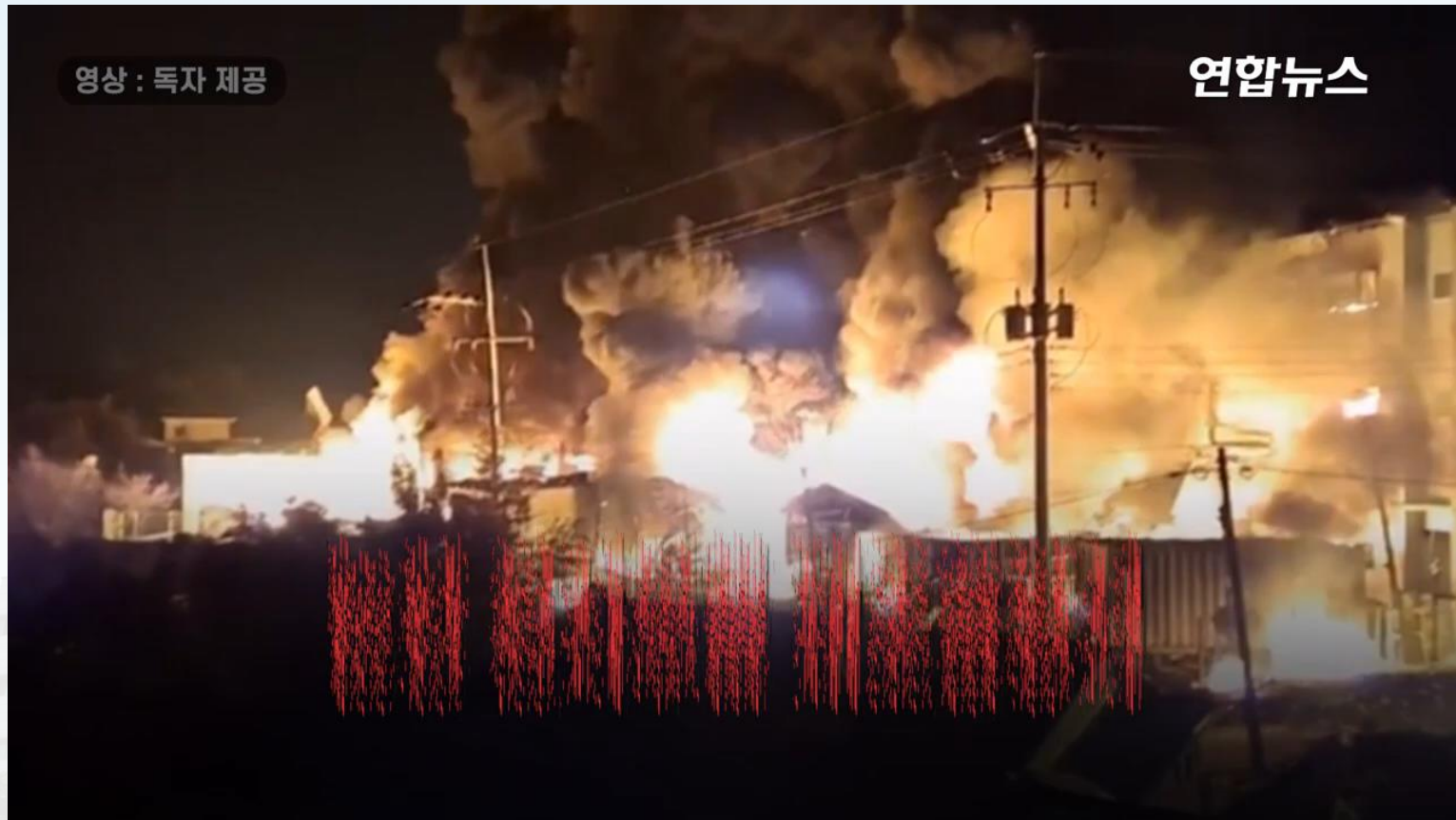
화학사고 개요 및 사례

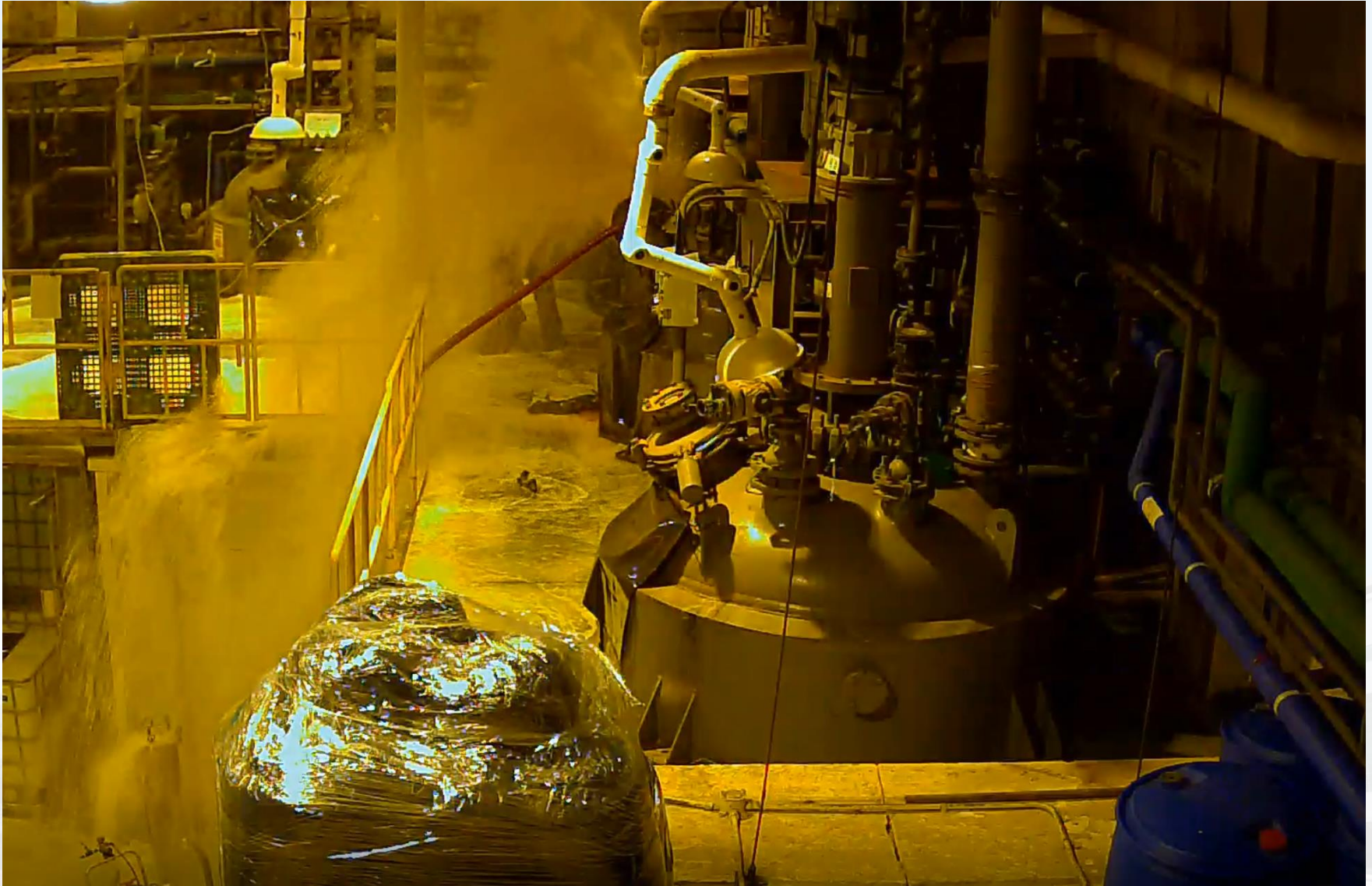
- ❖ 화학사고 개요
- ❖ 국내외 주요 화학사고 사례



화학사고 개요

❖ 화학사고(21.03.18)





화학사고 개요

❖ 화학사고의 정의

“**화학사고**”란 환경부 화학물질관리법, 화학재난 합동 방재센터의 설치 및 운영에 관한 규정, 그리고 화학사고 즉시 신고에 관한 규정 등에서 정의하듯 시설의 교체 등 작업 시 작업자의 과실, 시설 결함·노후화, 자연재해, 운송사고 등으로 인하여 화학물질이 사람이나 환경에 유출·누출되어 발생하는 일체의 상황을 포괄적으로 수용하고 있다.



그림 출처: NCEC Newsletter, Aug. 2019

화학사고 개요

❖ 화학사고의 정의

전술한 원인과 결과의 초래에 대한 정의와는 달리 산업안전보건법에서는 별도로 화학사고라고 정의하고 있지는 않으나, 산업재해보상보험에 가입된 근로자를 대상으로 요양 신청된 전체의 산업재해 중 발생형태가 화학물질 누출, 접촉, 화재, 폭발 사고 등 3가지 기준에 해당 되는 경우에는 화학사고의 예방을 목적으로 임의 분류하여 화학사고의 개념이 정립되고 있다.

❖ 유럽연합 입법지침(Seveso Directive II)

'중대사고'란 이 입법지침에 적용되는 설비의 운전과정에서 통제되지 않는 전개로 발생한 한 가지 이상의 위험물질의 대량 누출, 화재 또는 폭발과 이로 인해 즉각 또는 지연되어 건강 또는 환경에 대하여 혹은 설비의 내부 또는 외부에 심각한 위험을 초래한 사건을 의미한다. <제13조제13호>

화학사고 개요

❖ 국제노동기구 협약(ILO 제174호 Article(d))

"중대사고"란 주요 위험시설 내에서 어떤 활동 중에 발생하고 한 개 이상의 위험물질들로 인해 즉시 또는 시간이 지난 후 근로자, 인근주민, 혹은 환경에 대해 심각한 위험을 가져오는, 특히 누출, 화재 또는 폭발과 같은 급작스런 사고를 말한다.

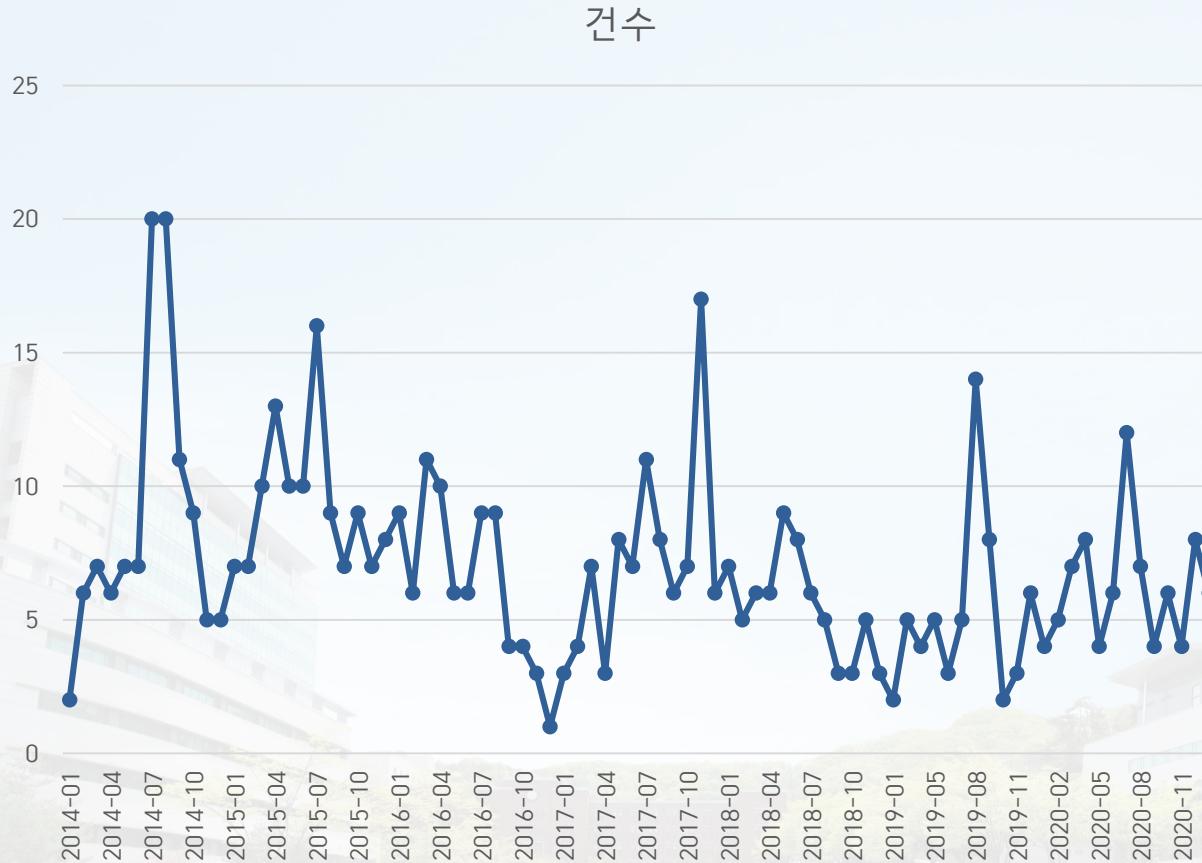
❖ 화학사고 발생 현황

발생년도	건수
2014	105
2015	113
2016	78
2017	87
2018	66
2019	57
2020	75
2021(4월)	6



화학사고 개요

❖ 월별 화학사고 발생 현황



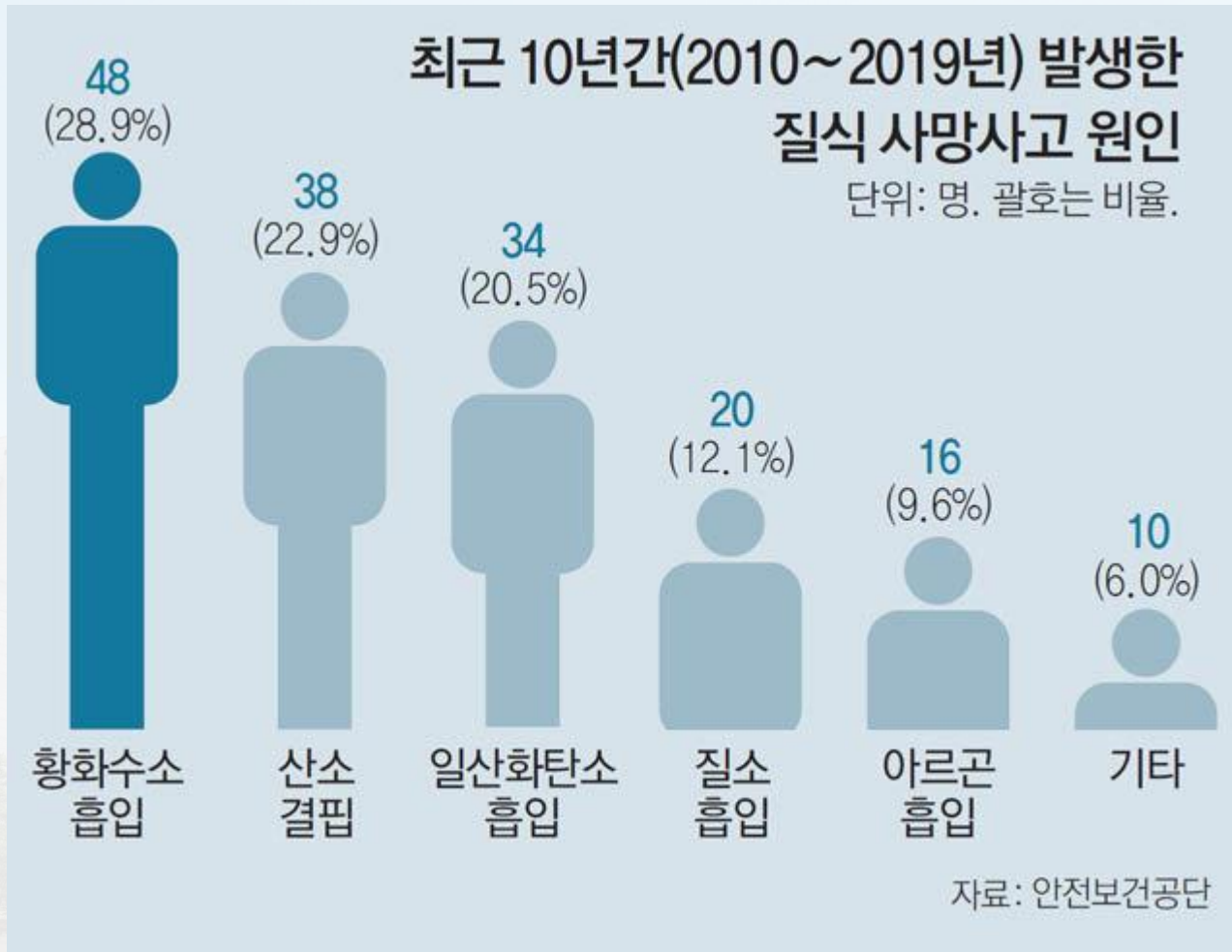
국내·외 주요 화학사고 사례

❖ 사고사례



국내·외 주요 화학사고 사례

❖ 질식사고



국내·외 주요 화학사고 사례

❖ 질식사고

부산 여고생 쓰러뜨린 '황화수소'...흡입만 해도 '질식사'

최울리아나 기자 | 승인 2019.08.05 23:38 | 댓글 0

고농도 노출시 중추신경 마비...치명적인 '독가스'

THE DAILYPOST



[데일리포스트=최 울리아나 기자] “황화수소는 저농도 노출할 경우 눈의 점막이나 호흡기 점막을 자극해 극심한 통증이 생기고 고농도로 노출되면 세포의 내부호흡이 정지해 중추신경이 마비되고 실신하거나 호흡이 정지되면서 질식사하게 되는 매우 위험한 맹독성 가스입니다.”
(한국산업안전공단 관계자)

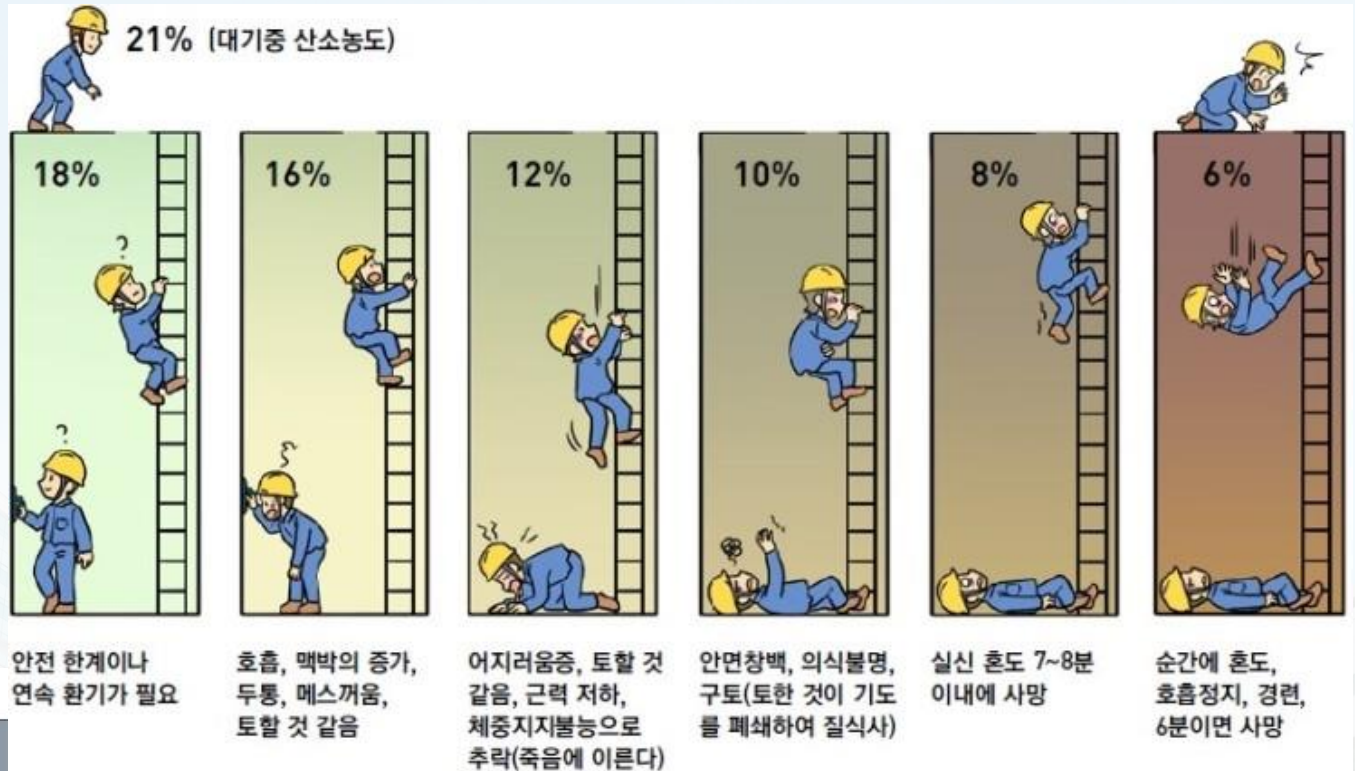
국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 사고사례

밀폐공간 작업전 산소농도 측정



밀폐 공간



국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 화학 사고 피해



국내·외 주요 화학사고 사례

❖ 화학 사고 피해



국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 화학사고 비교

(한국) 12.9.27(수) 15:43, 불산 누출, 사망5명, 부상 18명

(독일) 12.10.15(수) 13:00, 질산암모늄

최근 5년간 산업현장에서 발생한 재해자



2000년대 주요 화학물질 유출 사고

연도	주요 사고	피해 규모
2000	반월공단 폭발 사고	5명 사망, 48명 부상
2005	여수산업단지 염화수소 유출	65명 중독
2008	김천 폐물 유출	2명 사망, 14명 부상
2012	구미산업단지 불화수소 유출	5명 사망
	화성 불화수소 유출	1명 사망
	상주 염화수소 유출	-
2013	청주산업단지 불화수소 유출	1명 부상
	삼성전자 화성사업장 불산 유출	1명 사망, 4명 부상
	구미 LG실트론공장 질산 불산 유출	-
	구미산업단지 염소가스 유출	160여 명 중독

매년 20여 건 크고 작은 유출 사고 발생(신고 기준)

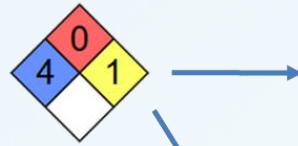
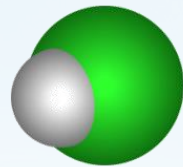
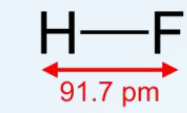
자료: 환경부

구분	독일(하노버)	한국(구미)
사망자수	0명	5명
누출물질	질산암모늄 4톤	불산 8톤
투입인력	지자체, 소방관 등 1,000여명 (화학사고 전문가 100명 포함)	소방관 및 경찰관 350여명
보호장비	투입인원 전원 방독면과 보호복 착용	마스크와 방독면 일부 착용, 화학 보호복 6벌
주민대피	- 발생 직후 인근주민 800여명 긴급대피 - 위험지역 반경 확대(500m) 후 주민 1,000여명 추가 대피	- 사고발생 3H 후 주민 대피 - 사고 다음날 1차 주민복귀 - 2차 피해발생으로 다시 대피 - 주변 공장직원 대피 없음
도로관리	- 인근 고속도로 통행금지 - 철도 사고지역 우회통행	- 인근 도로 통제 없었음
특이사항	화학·환경사고의 경우, 해당분야 전문요원이 포함	초동대응시 해당사고분야 전문요원 포함 부재

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 불산 누출사고

불화수소 유해, 위해 특성



출처: Wikipedia(en)

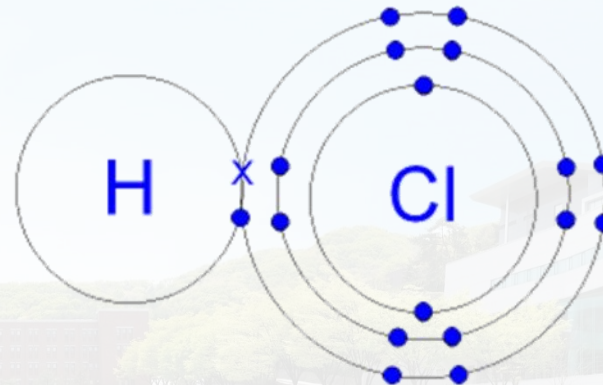
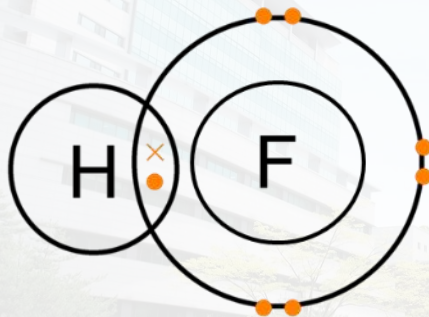
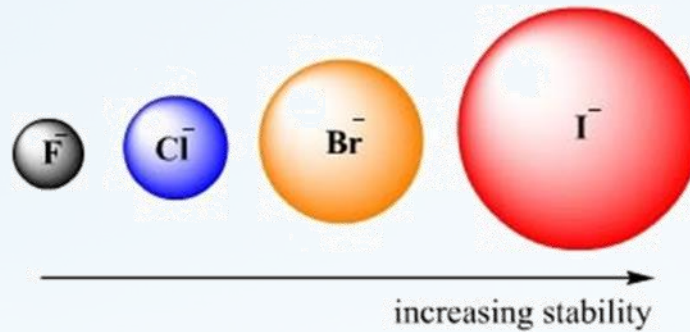


국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 불산 누출사고

불화수소 유해, 위해 특성

출처: Wikipedia(en)



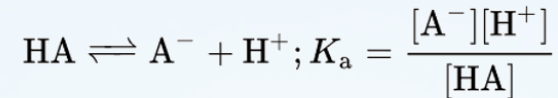
국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 불산 누출사고

불화수소 유해, 위해 특성

➤ 이온화 상수

- Acid dissociation constant (pKa)

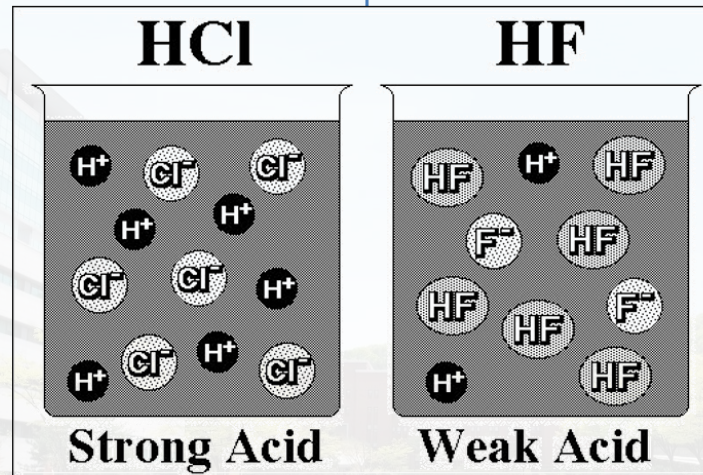


$$\text{p}K_a = -\log_{10}(K_a)$$

염화 수소: HCl



$$\text{p}K_a = -7$$



불화 수소: HF




$$\text{p}K_a = 3.2$$


진한황산/ 묽은황산은?

국내·외 주요 화학사고 사례

❖ 불산 누출사고

플루오르화수소 Hydrogen fluoride	
CAS번호	7664-39-3
국문유사명	불화수소산, 안티살 2B
영문유사명	Hydrofluoric acid, Fluorohydric acid, Antisal 2B
화학물질군	무기 비산화성 산류
유해화학물질관리번호	97-1-382(유독물)
UN번호	1790(soln), 1052(gas)
ERG대응지침번호	Soln: 157(Toxic and/or Corrosive: Non-combustible/Water-sensitive) Gas: 125(Gases - Corrosive)
용도	알킬화/이성질화/응축/탈수소화/중성자화 반응의 촉매, 액화 로켓 추진체의 첨가물, 우라늄 정제, 빙결/마모제 (유리/에나멜), 알루미늄 광택제, 티타늄 제작용, 금속 및 주조물의 세정, 불소수지
위험	<ul style="list-style-type: none"> 비가연성 물질이나 가열시 분해하여 부식성/독성 증을 생성할 수 있음 물에 잘 녹고 격렬하게 반응하여 독성, 부식성, 인화성, 폭발성 가스를 발생시킴 혼합금지: 산, 염기, 아민, 암모니아, 금속, 물, 산화제 연소/열분해 생성물: 불화수소, 부식성/독성 증
화재진압요령	<ul style="list-style-type: none"> 안전거리를 유지하며 적절한 보호 하에 화재를 진압할 것 미세한 물분무로 화재를 진압하고 인접 지역을 냉각시킬 것 화재에 노출된 용기는 안전 지역에서 물 스프레이를 이용하여 냉각시킬 것 모든 수단을 동원해, 수로나 배수구로의 유출을 차단할 것 화재에 노출된 용기는 다량의 물로 냉각시킬 것 소화제: 분말소화약제, 알코올성포, 이산화탄소, 일반적인 포말 물
	화재동반 운송사고 발생 시 대피거리 *soln: 반경 0.8 km *gas: 반경 1.6 km 초기이격거리 *soln: 반경 50 m *gas: 소규모: 반경 30 m 대규모: 반경 300 m 방호활동거리 *soln: 풍하방향으로 최소 50m 이상 *gas: 소규모: 풍하방향 낮(0.1 km), 밤(0.5 km) 대규모: 풍하방향 낮(1.7 km), 밤(3.0 km)
누출방제요령	<ul style="list-style-type: none"> 누출된 가스는 환기시켜 분산시키거나, 다량의 물을 뿌려 희석 후 분산 수로, 하수, 지하 등 밀폐공간으로의 유입을 차단할 것 액체누출의 경우 중탄산나트륨이나 석회분말 중화/비가연성물질 흡수 누출물 확산방지/ 우천 시 물 접촉 방지(플라스틱 시트) 방제약품: 중탄산나트륨, 석회분말, 건토, 건사, 질석 등의 비가연성 물질 보호장비: 양압의 자급식 공기호흡기, 내화학성 보호복
인체노출 유해성 / 증상	
흡입	호흡기 자극, 화상, 기침, 숨막힘, 현기증, 두통, 오심, 무기력증, 호흡곤란, 기관지경련, 폐렴, 폐부종
피부	화상, 동상, 홍반, 물집, 궤양,
안구	자극, 통증, 눈물, 충혈, 빛에 민감, 화상, 각막 혼탁, 시력상실
경구	구강/위장관 화상, 오심, 구토, 설사, 복통, 토혈, 저혈압, 쇼크, 심혈관 허탈, 혼수, 마비


국내규제	유독물, 사고대비	-	노출, 작업, 관리	독성
NFPA 코드		구조식	유해그림	
· 건강: 4(매우 위험. 짧은 노출에도 사망 또는 치명적 손상을 일으킬 수 있음) · 화재: 0(연소성이 없는 물질) · 반응: 1(온도상승 및 가압 시 불안정, 물과 반응하여 약간의 에너지 방출) · 특수: -		H—F		
상태: 기체, 액체(<19.5 °C)		옥탄올/물 분배계수(logKow): -		
색상: 무색		인화점: -		
냄새: 강하고 자극적 냄새		발화점: -		
분자식: HF		폭발한계: -		
분자량: 20.01		용해도 · 물: 가용성(물과 혼합, 격렬히 반응) · 용매: 벤젠(2.54%, 5°C), 톨루엔(1.80%, 5°C), m-자일렌(1.28%, 5°C), 알코올 등 대부분의 유기용매에 가용		
pH: -		작업장 허용노출기준		위험노출기준
끓는점: 19.51 °C		·[노동부]TWA: 0.5 ppm ·[노동부]STEL: -		· [NIOSH]IDLH: 30 ppm · [DOE]PAC_TEEL-0: 0.527 ppm · [DOE]PAC_PAC-1: 1 _a ppm · [DOE]PAC_PAC-2: 24 _a ppm · [DOE]PAC_PAC-3: 44 _a ppm
증기압: 917 mmHg @ 25 °C		·[노동부]C: 3 ppm, 2.5 mg/m ³ ·[NIOSH]TWA: 3 ppm, 2.5 mg/m ³ ·[NIOSH]STEL: -		
밀도: 6.1X10 ³ g/cm ³ @ 50 °C		·[ACGIH]TWA: 0.5 ppm ·[ACGIH]STEL: -		
비중: 1.002 @ 0 °C/4 °C		·[OSHA]TWA: 3 ppm ·[OSHA]STEL: 6 ppm		
증기밀도: 1.27 (공기=1)				
응급조치				
신선한 공기, 산소공급, 적절한 장비를 이용한 인공호흡(구강 대 구강 인공호흡은 피할 것, 신속히 병원으로 이송)				
다량의 물과 비누를 사용하여 적어도 15분 정도 세척, 오염된 옷과 신발을 제거, 병원 이송				
눈꺼풀을 위아래로 들어 올리고 20-30분간 다량의 물 또는 생리식염수로 세척, 병원 이송				
구토방지, 무의식 시 아무것도 주지 말고, 기도를 열고 한쪽 옆으로 머리를 몸 보다 낮게 하여 호흡을 행하고 천천히 음료(물 또는 우유) 공급, 병원 이송				

 플루오르화수소 Hydrogen fluoride		
CAS번호	7664-39-3	
국문유사명	불화수소산, 안티살 2B	
영문유사명	Hydrofluoric acid, Fluorohydric acid, Antisal 2B	
화학물질군	무기 비산화성 산류	
유해화학물질관리번호	97-1-382(유독물)	
UN번호	1790(soln), 1052(gas)	
ERG대응지침번호	Soln: 157(Toxic and/or Corrosive: Non-combustible/Water-sensitive) Gas: 125(Gases - Corrosive)	
용도	알킬화/이성질화/응축/탈수소화/중성자화 반응의 촉매, 액화 로켓 추진체의 첨가물, 우라늄 정제, 빙결/마모제 (유리/에나멜), 알루미늄 광택제, 티타늄 제작, 금속 및 주조물의 세정, 불소수지	
위험	<ul style="list-style-type: none"> • 비가연성 물질이나 가열시 분해하여 부식성/독성 증을 생성할 수 있음 • 물에 잘 녹고 격렬하게 반응하여 독성, 부식성, 인화성, 폭발성 가스를 발생시킴 • 혼합금지: 산, 염기, 아민, 암모니아, 금속, 물, 산화제 • 연소/열분해 생성물: 불화수소, 부식성/독성 증 	
화재진압요령	<ul style="list-style-type: none"> • 안전거리를 유지하며 적절한 보호 하에 화재를 진압할 것 • 미세한 물분무로 화재를 진압하고 인접 지역을 냉각시킬 것 • 화재에 노출된 용기는 안전 지역에서 물 스프레이를 이용하여 냉각시킬 것 • 모든 수단을 동원해, 수로나 배수구로의 유출을 차단할 것 • 화재에 노출된 용기는 다량의 물로 냉각시킬 것 • 소화제: 분말소화약제, 알코올성포, 이산화탄소, 일반적인 포말, 물 	화재동반 운송사고 발생 시 대피거리 •soln: 반경 0.8 km •gas: 반경 1.6 km
	<ul style="list-style-type: none"> • 소화제: 분말소화약제, 알코올성포, 이산화탄소, 일반적인 포말, 물 	초기이격거리 •soln: 반경 50 m •gas: 소규모: 반경 30 m 대규모: 반경 300 m
누출방제요령	<ul style="list-style-type: none"> • 누출된 가스는 환기시켜 분산시키거나, 다량의 물을 뿌려 희석 후 분산 • 수로, 하수, 지하 등 밀폐공간으로의 유입을 차단할 것 • 액체누출의 경우 중탄산나트륨이나 석회분말 중화/비가연성물질 흡수 • 누출물 확산방지/ 우천 시 물 접촉 방지(플라스틱 시트) • 방제 약품: 중탄산나트륨, 석회분말, 건토, 건사, 질석 등의 비가연성 물질 • 보호장비: 양압의 자급식 공기호흡기, 내화학성 보호복 	방호활동거리 •soln: 풍하방향으로 최소 50m 이상 •gas: 소규모: 풍하방향 낮(0.1 km), 밤(0.5 km) 대규모: 풍하방향 낮(1.7 km), 밤(3.0 km)
인체노출 유해성 / 증상		
흡입	호흡기 자극, 화상, 기침, 숨막힘, 현기증, 두통, 오심, 무기력증, 호흡곤란, 기관지경련, 폐렴, 폐부종	
피부	화상, 동상, 홍반, 물집, 궤양,	
안구	자극, 통증, 눈물, 충혈, 빛에 민감, 화상, 각막 혼탁, 시력상실	
경구	구강/위장관 화상, 오심, 구토, 설사, 복통 토혈, 저혈압, 쇼크, 심혈관 허탈, 혼수, 마비	



국내 · 외 주

❖ 불산 누출사고

📌 국내규제	유독물, 사고대비	-	노출, 작업, 관리	특성
NFPA 코드		구조식	유해그림	
<ul style="list-style-type: none"> · 건강: 4(매우 위험. 짧은 노출에도 사망 또는 치명적 손상을 일으킬 수 있음) · 화재: 0(연소성이 없는 물질) · 반응: 1(온도상승 및 가압 시 불안정, 물과 반응하여 약간의 에너지 방출) · 특수: - 		H—F		
상태: 기체, 액체(<19.5 °C)		옥탄올/물 분배계수(logKow): -		
색상: 무색		인화점: -		
냄새: 강하고 자극적 냄새		발화점: -		
분자식: HF		폭발한계: -		
분자량: 20.01		용해도 <ul style="list-style-type: none"> · 물: 가용성(물과 혼화, 격렬히 반응) · 용매: 벤젠(2.54%, 5°C), 톨루엔(1.80%, 5°C), m-자일렌(1.28%, 5°C), 알코올 등 대부분의 유기용매에 가용 		
pH: -		작업장 허용노출기준		위험노출기준
끓는점: 19.51 °C	<ul style="list-style-type: none"> ·[노동부]TWA: 0.5 ppm ·[노동부]STEL: - 		<ul style="list-style-type: none"> · [NIOSH]IDLH: 30 ppm · [DOE]PAC_TEEL-0: 0.527 ppm · [DOE]PAC_PAC-1: 1_A ppm · [DOE]PAC_PAC-2: 24_A ppm · [DOE]PAC_PAC-3: 44_A ppm 	
증기압: 917 mmHg @ 25 °C	<ul style="list-style-type: none"> ·[노동부]C: 3 ppm, 2.5 mg/m³ 			
밀도: 6.1X10 ⁻³ g/cm ³ @ 50 °C	<ul style="list-style-type: none"> ·[NIOSH]TWA: 3 ppm, 2.5 mg/m³ ·[NIOSH]STEL: - 			
비중: 1.002 @ 0 °C/4 °C	<ul style="list-style-type: none"> ·[ACGIH]TWA: 0.5 ppm ·[ACGIH]STEL: - 			
증기밀도: 1.27 (공기=1)	<ul style="list-style-type: none"> ·[OSHA]TWA: 3 ppm ·[OSHA]STEL: 6 ppm 			
응급조치				
신선한 공기 산소공급 적절한 장비를 이용한 인공호흡(구강 대 구강 인공호흡은 피할 것), 신속히 병원으로 이송				
다량의 물과 비누를 사용하여 적어도 15분 정도 세척, 오염된 옷과 신발을 제거, 병원 이송				
눈꺼풀을 위아래로 들어 올리고 20-30분간 다량의 물 또는 생리식염수로 세척, 병원 이송				
구토방지, 무의식 시 아무것도 주지 말고, 기도를 열고 한쪽 옆으로 머리를 몸 보다 낮게 하여 눌힐 것. 유의식시 입을 헹구고 천천히 음료(물 또는 우유) 공급, 병원 이송				

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 불산 누출사고

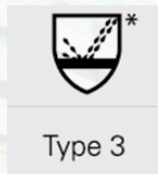
불화수소 규제 사항과 사고 사례

- 유해화학물질 취급자의 개인보호장구 착용에 관한 규정(안전원고시 2017-1) [별표 1]

번호	사고대비물질	적용범위	CAS	호흡보호구	보호복	안전장갑
43	플루오르화수소 (Hydrogenfluoride)	플루오르화수소 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	7664-39- 3	전면형 아황산가스용 방독마스크 이상	화학물질용보호 복 3 또는 4 형식(전신)	화학물질용 안전장갑

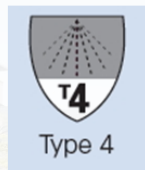
- 유해화학물질 취급자의 개인보호장구 착용에 관한 규정(안전원고시 2017-1) [별표 2]

B(방독마스크, 높음, 기상/액상) : [사고대비물질 번호] 1, **43**, 49, 50, 55, 73, 89 / 76, 78, 82, 83, 86, 90, 91, 93



Type 3

액체차단



Type 4

분무차단

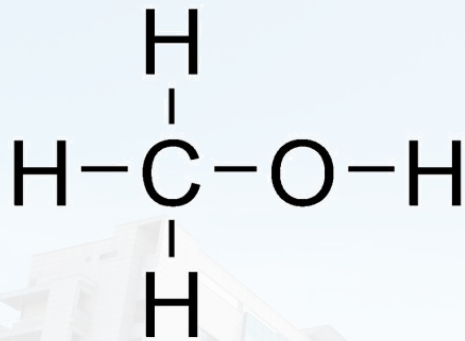
Q&A

본 상황에 5형식을 입으면?

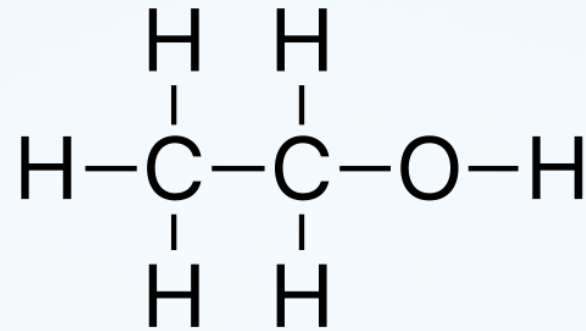
국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 메탄올? 에탄올? 노출 사고

메탄올(methanol)



에탄올(ethanol)



1. 고작 탄소 'C' 1개, 수소 'H' 2개 차이?
2. 마시거나 다량의 흡입, 또는 눈 점막과의 접촉이 낮다면 비슷?
3. 소주는 에탄올? 메탄올?



국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 메탄올 노출 사고

'메탄올 중독 실명사고' 왜 갑자기 늘어났나

CBS노컷뉴스 장규석·김민재 기자 | 2016-03-09 06:00



1

322

가



[메탄올 산재 사고로 본 파견노동 ③] 하청의 작업환경 원청이 감독한다면...

불과 2달만에 4명이 잇달아 시력을 잃고, 뇌손상까지 입었다. 이들은 모두 대기업 하청업체에서 일하는 20대 파견노동자. 이들의 건강과 행복을 빼앗은 범인은 비단 메탄올만일까. CBS는 '메탄올 산재해'를 중심으로 3차례에 걸쳐 생명까지 위협받는 파견직-하청업체의 현장을 조망하려 한다.

[편집자 주]



고용노동부와 안전보건공단에서 배포한 메탄올 건강영향과 취급요령. (자료=고용노동부)

에탄올이 주 성분인 소주는 마셔도 되는데,
왜 작은 차이를 갖는 메탄올은 마시거나 다
량 접촉하면 실명하게 될까?

출처: 노컷뉴스

국내·외 주요 화학사고 사례

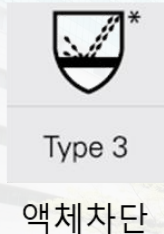
❖ 메탄올 노출 사고

- 유해화학물질 취급자의 개인보호장구 착용에 관한 규정(안전원고시 2017-7) [별표 1]

번호	사고대비물질	적용범위	CAS	호흡보호구	보호복	안전장갑
4	메탄올 (Methanol)	메탄올 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물질	67-56-1	전면형 송기마스크 이상	화학물질용보호 복 3 또는 4 형식(전신)	화학물질용 안전장갑

- 유해화학물질 취급자의 개인보호장구 착용에 관한 규정(안전원고시 2017-1) [별표 2]

A (송기마스크·공기호흡기, 높음·중간, 기상/액상) : [사고대비물질 번호] 6, 12, 36, 48, 51, 53, 56, 57, 68, 69, 71, 72, 75, 77, 87, 88 / 2, **4**, 37, 46, 70, 80, 81, 85



+

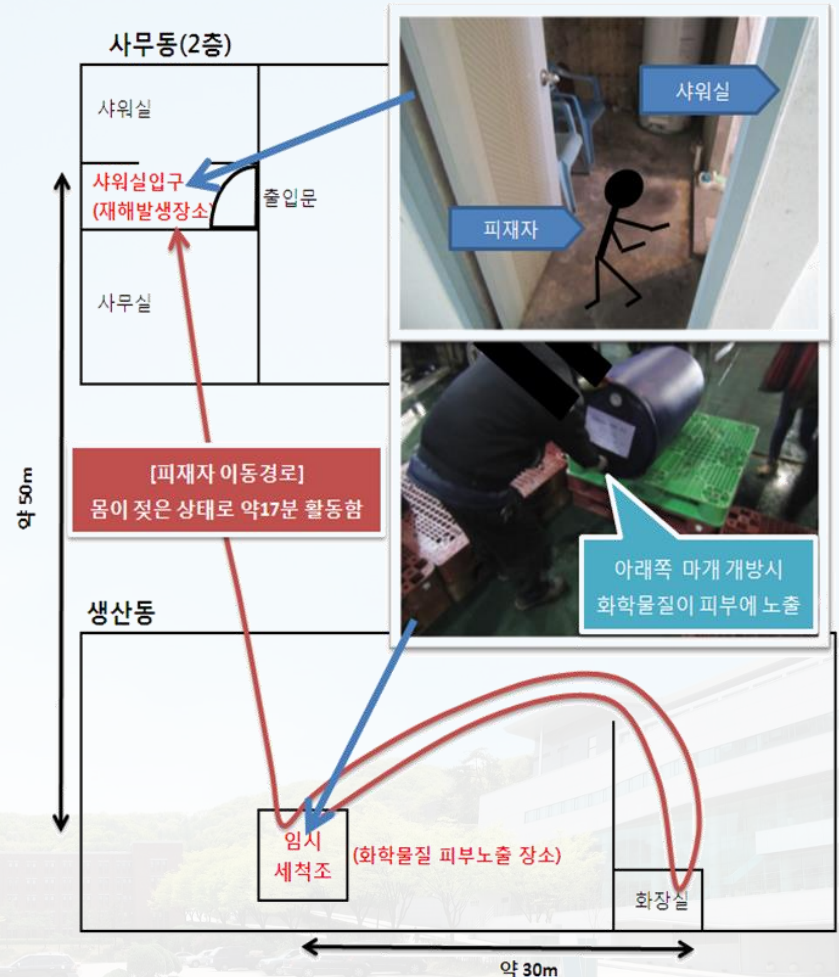


국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 피부 흡수독성: TMAH 노출 사고

사례 1

2011년 12월15일 OO사업장(세척제 제조) 소속 근로자가 경기도 평택시 소재 OO사업장(파렛트 임대)에서 파렛트 세척제 샘플 테스트를 위한 작업을 준비 하던 중 드럼통을 옮긴 상태에서 아래 뚜껑을 열자 세척제가 피해자 몸에 쏟아졌음. 그러나 피부에 오염된 화학물질을 곧바로 제거하지 않고 몸이 젖은 상태로 활동(약 17분), 피부접촉(피부흡수)에 의한 TMAH* 급성중독 사망재해임



국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 피부 흡수독성: TMAH 노출 사고

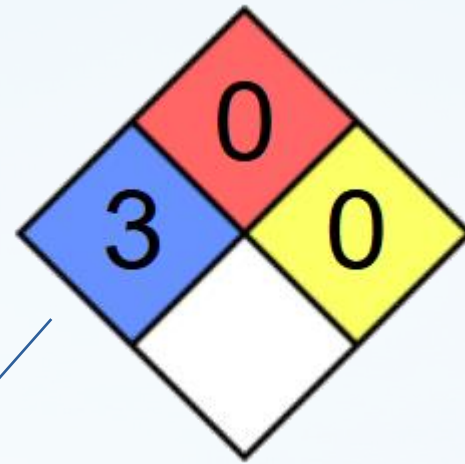
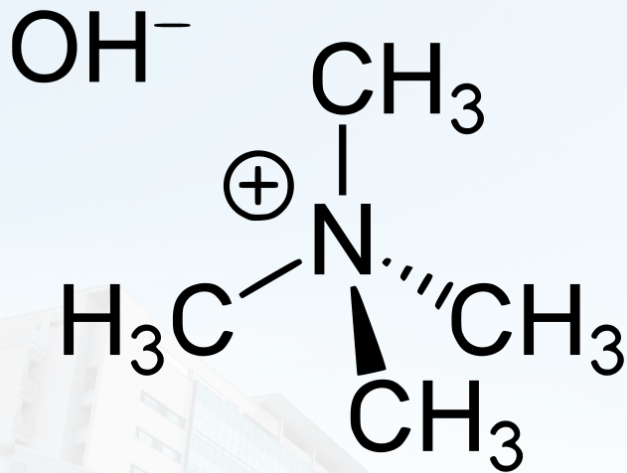
사례 2

2012년 4월19일, 충북 음성군 소재 ○○사업장에서 수리를 위해 입고한 TMAH 운반 탱크로리의 탱크 내부 세척작업 후 공급라인에 잔류하고 있는 TMAH를 제거하기 위해 끝단부 커플러의 볼트와 너트를 해체하던 중 잔류압력에 의해 TMAH가 피재자의 얼굴, 목 등 부위에 분사/접촉되어 그 즉시 눈 등 안면 부위를 세척하고, 샤워실로 이동하여 얼굴, 목 등을 다시 세척, 그럼에도 최소 피부접촉 20여분 경과 후 급성중독으로 사망한 재해임.



국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 피부 흡수독성: TMAH 노출 사고



아주 잠시만 노출되어도 일시적으로 심각 또는 중증의 상해를 입는 보건 등급

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 피부 흡수독성: TMAH 노출 사고



수산화 테트라메틸암모늄, Tetramethylammonium hydroxide, cas번호: 75-59-2

어? 사고대비물질이 아니네?

물질구분	고유번호	혼합물(제품)함량정보
유독물질	2002-1-5 29	수산화 테트라메틸암모늄 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물

전체	기본 정보	분류 표시	시험자료	기타자료
----	-------	-------	------	------

● 분류표시

신호어 : **위험**



M계수 : -
 UN No : 1835

라벨 인쇄

[GHS05] [GHS06]

유해성분류	유해 · 위험표시문구		
급성 독성-경구	3	H301	삼키면 유독함
급성 독성-경피	2	H310	피부와 접촉하면 치명적임
피부 부식성/자극성	1	H314	피부에 심한 화상과 눈에 손상을 일으킴
수생환경유해성-만성	3	H412	장기적 영향에 의해 수생생물에 유해함

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 인천 컨테이너 터미널 퍼퓨릴알콜 분출 사고 (15.09.17)



사고내용

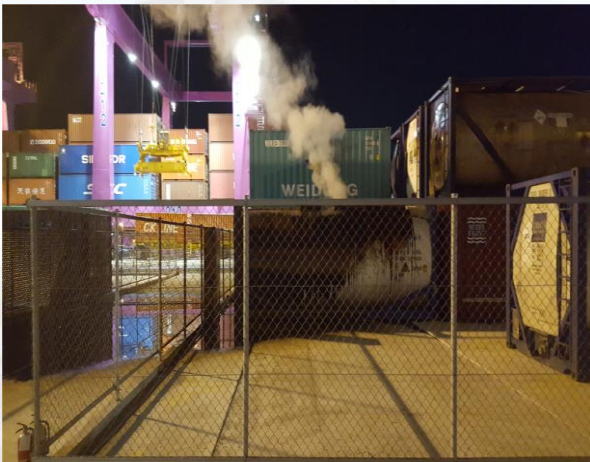
컨테이너터미널 내 위험물 옥외저장소 보관 중 이던 퍼퓨릴알콜 탱크(20t)가 원인미상으로 폭발 및 분출

원인

탱크 세척 잔재물과 반응추정

대책

- 반응중인 퍼퓨릴알콜에 대한 방제방법 결정
- 현장에서 물과의 반응성 실험, 사용업체 연구진 지원요청
 - 사고컨테이너 안전장소로 이동, 분무 주수를 통한 냉각
 - 증장비 동원 및 대응기관·업체 직원 협업 실시



국내 · 외 주요 화학사고 사례



국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 시흥 독성가스 누출사고('06.08.17)



사고내용

- 유해화학물질 납품업체 운전자가 유독물질 주입구를 잘못연결하여 저장탱크내의 물질과 주입물질간의 화학반응으로 독성가스 누출
- 염산저장탱크에 염소산나트륨을 오인 주입 하여 72명의 중독환자 발생

원인

- 화학물질 주입구에 물질 표시 미부착
- 배관 내 물질 종류 및 이동방향 미표기

대책

- 유해화학물질 취급시 관리자 입회 후 작업
- 주기적인 안전교육을 통한 취급기준 준수

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 인천 의약품제조업체 세정액 누출사고(18.04.23)



사고내용

- 세정액(CIP100 수산화칼륨 10~30% 함유) 소량이 누출되어 이를 수습하던 직원이 유해가스를 흡입하여 병원 이송
- 부상자 1명 발생

원인

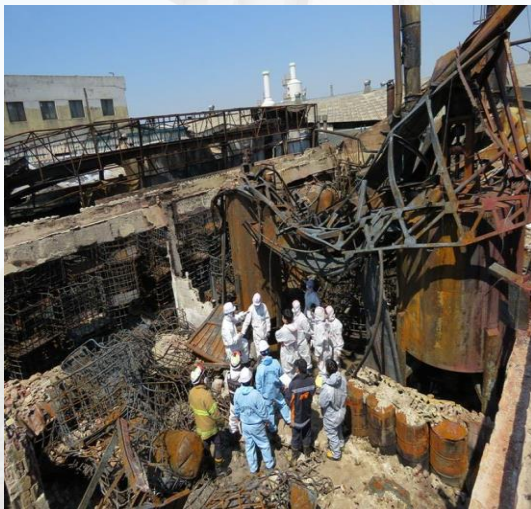
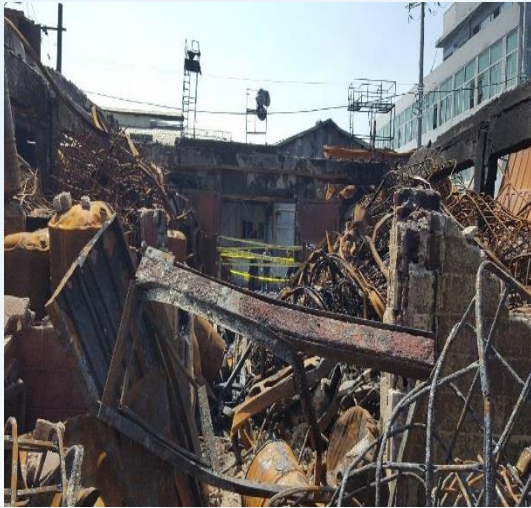
- 화학사고 시 유해화학물질 취급자 안전교육 미이수자를 수산화칼륨 유출 수습에 투입

대책

- 유해화학물질 취급시 관리자 입회 후 작업
- 주기적인 안전교육을 통한 취급기준 준수

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 인천 폐기물 재생처리업체 화재로 인한 누출사고(~18.04.13)



사고내용

- 폐유기용제를 재생하여 생산한 아세톤을 용기(IBC탱크, 1톤)에 충전 작업 중 용기에서 화재 발생
- ✓ 주변 도금업체 등으로 화재가 확산, 지정 폐기물과 유해화학물질 등이 누출, 재산 피해 및 다수 민원 발생
- ✓ 유해화학물질 취급시설 설치검사 결과 부적합, 무허가 업체
- ✓ 해당 지역은 고위험 사업장이 밀집, 진입로가 좁아 소방차 등이 접근 곤란으로 피해 확대
- ✓ 대응자가 오염물질로부터의 보호의무 소홀로 대응요원 다수 피해 및 소방차량 1대 전소

원인

- 고위험 사업장 밀집 지역의 안전관리 소홀
- 스파크 등의 점화원을 화재 폭발위험이 있는 유해화학물질로부터 미 제거

대책

- 유해화학물질 취급시 관리자 입회 후 작업
- 주기적인 안전교육을 통한 취급기준 준수

❖ <https://www.law.go.kr/%ED%96%89%EC%A0%95%EA%B7%9C%EC%B9%99/%EC%A0%95%EC%A0%84%EA%B8%B0%EC%9E%AC%ED%95%B4%20%EC%98%88%EB%B0%A9%EC%9D%84%20%EC%9C%84%ED%95%9C%20%EA%B8%B0%EC%88%A0%EC%83%81%EC%9D%98%20%EC%A7%80%EC%B9%A8>

❖ 정전기재해 예방을 위한 기술상의 지침

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 시흥 정왕동 도로 위 불산 적재 컨테이너 전복('13.05.13)



사고내용

- 불산 드럼(230L 용기, 80개, 18톤)컨테이너 차량으로 이송 과정 중 우회전하면서 전복 되어 불산(55%) 약 40L 누출
- ✓ 대규모 아파트 단지 앞 도로 위 유출로 주민에게 대피 명령
- ✓ 주민들의 안전의식 부족으로 대피가 아닌 구경으로 일관
- ✓ 오염물질 처리에 지장 초래(불산 처리를 위한 공간확보 불가)



원인

- 유해화학물질 운송관리 및 운전 부주의
- 과속·차량전복·적재불량으로 인한 추락
- 노후차량에 의한 이송탱크 누출

대책

- 유해화학물질 운송 시 안전관리 교육강화
- 차량사고 시 관계기관 즉시 신고의무 준수

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 시흥 정왕동 도로 위 불산 적재 컨테이너 전복(13.05.13)



국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 안산 트리클로로에틸렌(TCE: 특별관리물질) 중독사망('15.06.02)



사고내용

- 트리클로로에틸렌(TCE)로 부품을 세척하는 세척조 내부 청소작업 중 작업자 2명 중독
- ✓인명피해 중독 사망 2명
- ✓유해화학물질 취급기준 미 준수(영업허가대상 미만 업소)
- ✓테트라클로로에틸렌(PCE)용기에 트리클로로에틸렌(TCE) 주입판매

원인

- 취급 물질에 대한 건강유해성 등 정보부족
- 작업자 개인보호장구 미 착용, 분류표시 위반
- 유해화학물질 취급자 안전교육 미 실시

대책

- 유해화학물질 안전관리 교육 및 지도점검강화
- 밀폐공간 작업 시 잔류물질 확인 및 개인보호장구 착용



국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 안산시 단원구 PCB 제조업체(`17.09.27)

사고내용

과산화수소 보충을 위해 유입펌프 작동 중 Overflow 되어
염산저장 탱크 내 유입으로 유독가스 발생

피해상황

유독가스 흡입으로 34명 병원진료

이슈사항

- 유입펌프 작동시킨 상태에서 타 작업을 위해 현장이탈
- 사고발생 시 수위센터 고장
- 배출밸브 이송장치가 잠겨있어 타 저장탱크로 역류 유입
- 과산화수소와 염산이 반응하여 유독가스 발생

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 안산시 단원구 PCB 제조업체(17.09.27)



국내 · 외 주요 화학사고 사례

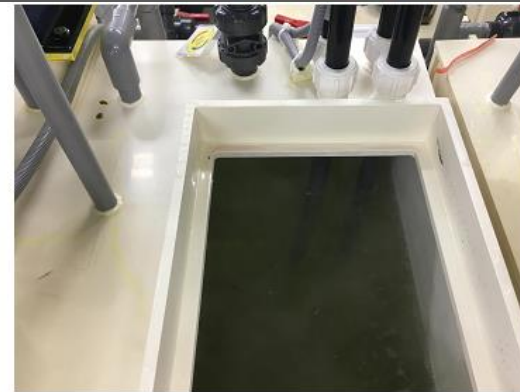
❖ 안산시 단원구 PCB 제조업체(17.09.27)



유해가스 누출 지점



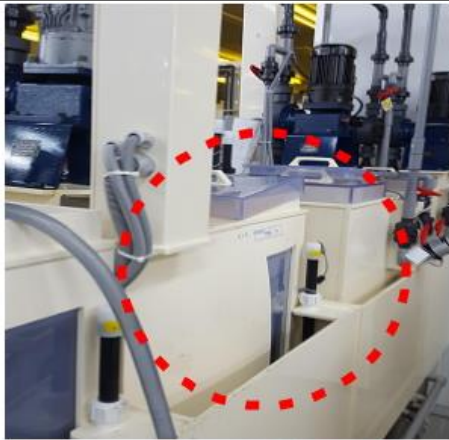
화학반응으로 기포 및 Fume 발생



사고지점 : 염화수소(HCl) 2~10ppm, 염소(Cl₂) 2ppm 내외 측정

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 안산시 단원구 PCB 제조업체(17.09.27)



과산화수소 탱크 변형



염산 저장탱크 변형

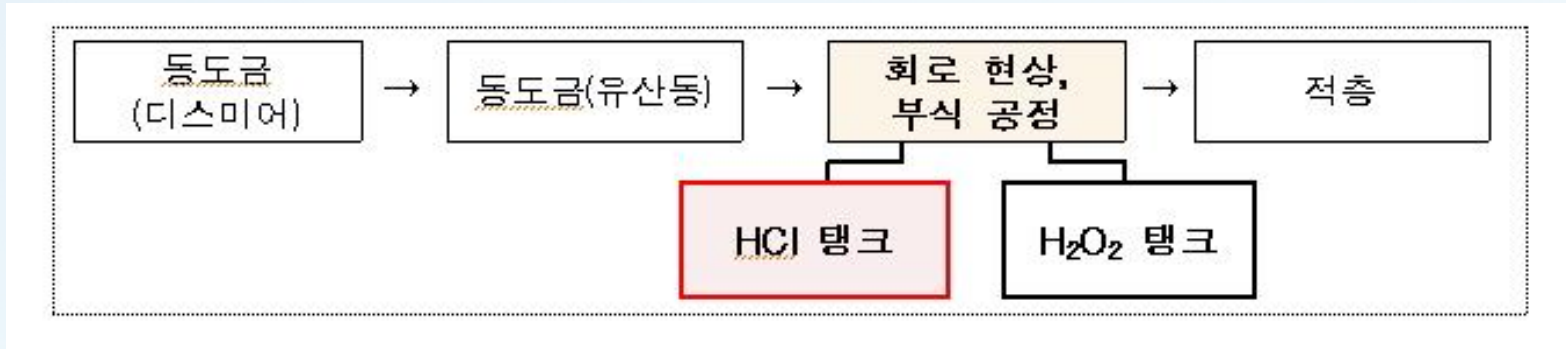
국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 안산시 단원구 PCB 제조업체(17.09.27)



국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 안산시 단원구 PCB 제조업체(17.09.27)



염산 35%(유독물·사고대비물질 / CAS NO. 7647-01-0)

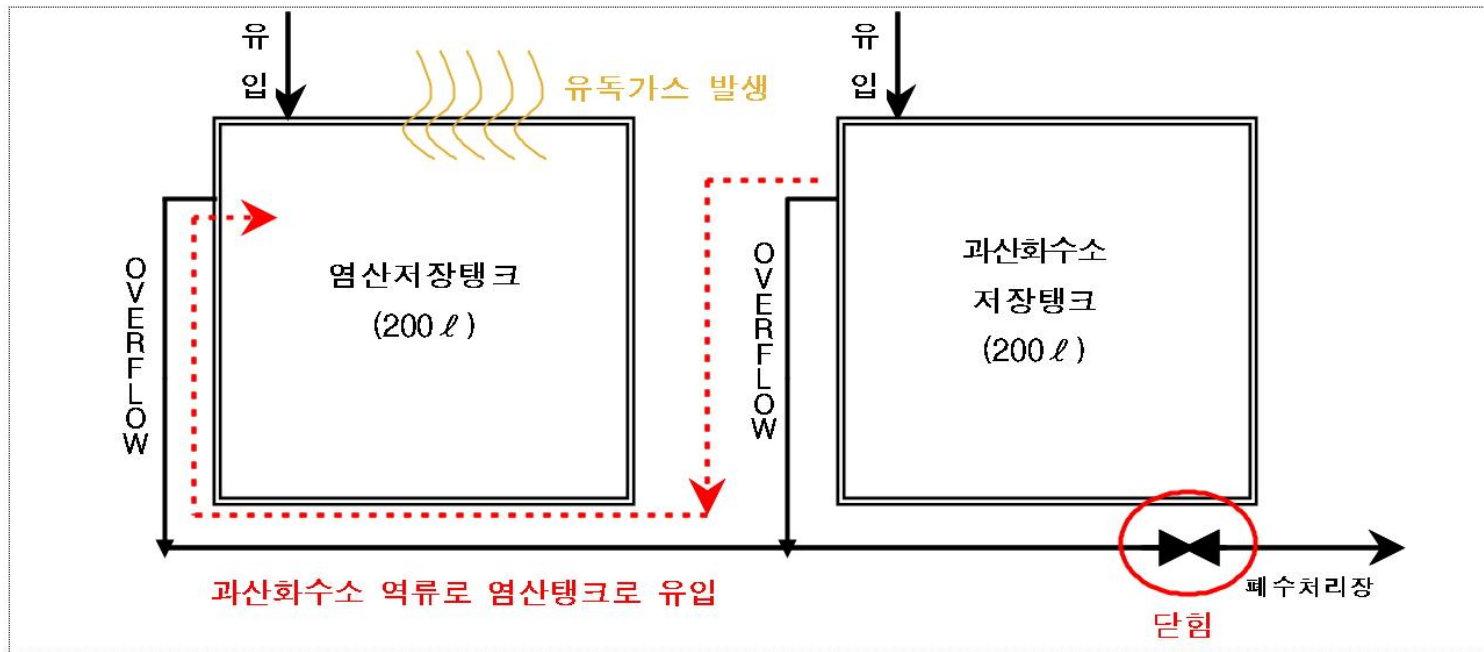
과산화수소 35%(유독물·사고대비물질 / CAS NO. 7722-84-1)

*특이사항

- 작업자 모두 병원진료 중으로 초기 사고경위 파악 불가
- 염산 탱크 내 기포 발생, 염산 탱크 상부 뚜껑 개방되어 있음, 주변 녹색액체
- 개방된 염산탱크 상부에서 염화수소, 염소 측정됨
- 과산화수소 탱크 변형(배부름현상), 염산 탱크 변형(배부름 현상)
- 과산화수소 탱크는 기존에 염화제이철 탱크로 사용 (에칭액 변경)

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 안산시 단원구 PCB 제조업체(17.09.27)



- 과산화수소 저장탱크의 수위센서가 설치되어 있어, 일정 수위가 되는 경우 유입펌프의 작동이 중단되나
- 사고 발생 시 수위센서 고장으로, 작업자가 수동으로 가동하여 일정 수위 도달 시 작동을 중지시켰어야 함에도 현장을 이탈하여 과산화수소가 월류(Overflow)되어 염산 저장탱크로 유입

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 안산 기업부설 연구실 화학 사고('16.01.20)



사고내용

· 전자재료용 식각액 폐액처리를 위해 폐액통에 넣는 과정 중 남아 있던 소량의 다른 화학물질과 반응하여 폭발 추정

✓ 120여 입주업체의 1,000여명 대피, 38명 병원진료

원인

· 잔재물이 남은 과산화수소 용기를 폐액통으로 사용 반응
· 작업자 실수로 인한 연구실 화학사고

대책

· 유해화학물질을 취급할 때에는 항상 반응 여부를 검토
· 빈 용기는 폐기물관리법에 따라 적법처리

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 중국 텐진항 물류창고 초대형 폭발(15.08.12)

■ 사고개요

- ▶ 2015.8.12(수) 23:30분경 중국 텐진항 물류회사 위험물 적재차고에 야적된 컨테이너에서 최초 폭발이 발생한 후 다른 창고로 번져 30초 후 2차 폭발이 발생하여 사고 확대
- ▶ 사망 173명, 부상 797명(중상 58 포함), 실종 8명 [추정치]
- ▶ 사고원인물질(추정) : 질산암모늄, 질산칼륨, 시안화나트륨, 탄화칼슘 등



국내·외 주요 화학사고 사례

❖ 중국 텐진항 물류창고 초대형 폭발(15.08.12)

■ 시안화나트륨

- ▶ 물류창고 보관중이던 시안화나트륨이 초대형 폭발사고로 대부분 사라짐
- ▶ 시안화나트륨 700ton 중 150ton만 회수
- ▶ 사고지점 주변 공기, 토양, 수질오염에 대한 우려
- ▶ 사고 주변 곳곳의 토양과 수질이 시안화물로 심각하게 오염된 사실 확인

■ 오염정도

- ▶ 경계지역 내 26곳 측정결과 8곳에서 기준치를 초과한 시안화물 검출(기준치의 최대 356배 초과)
- ▶ 오염물질이 밖으로 흘러나가지 않도록 주변 배출구를 모두 봉쇄했다고 설명,
그러나 폭발현장에서 6km 떨어진 곳에서 대량의 물고기 사체가 발견
- ▶ 중국 환경당국은 물고기 떼죽음은 이번 폭발과 관련 없다고 결론, 시민들은 그럴 줄 알았다고 불신

국내·외 주요 화학사고 사례

❖ 중국 텐진항 물류창고 초대형 폭발(15.08.12)



1일 전

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 중국 텐진항 물류창고 초대형 폭발(15.08.12)



국내·외 주요 화학사고 사례

❖ 중국 텐진항 물류창고 초대형 폭발(15.08.12)

시안화나트륨
(Sodium Cyanide)



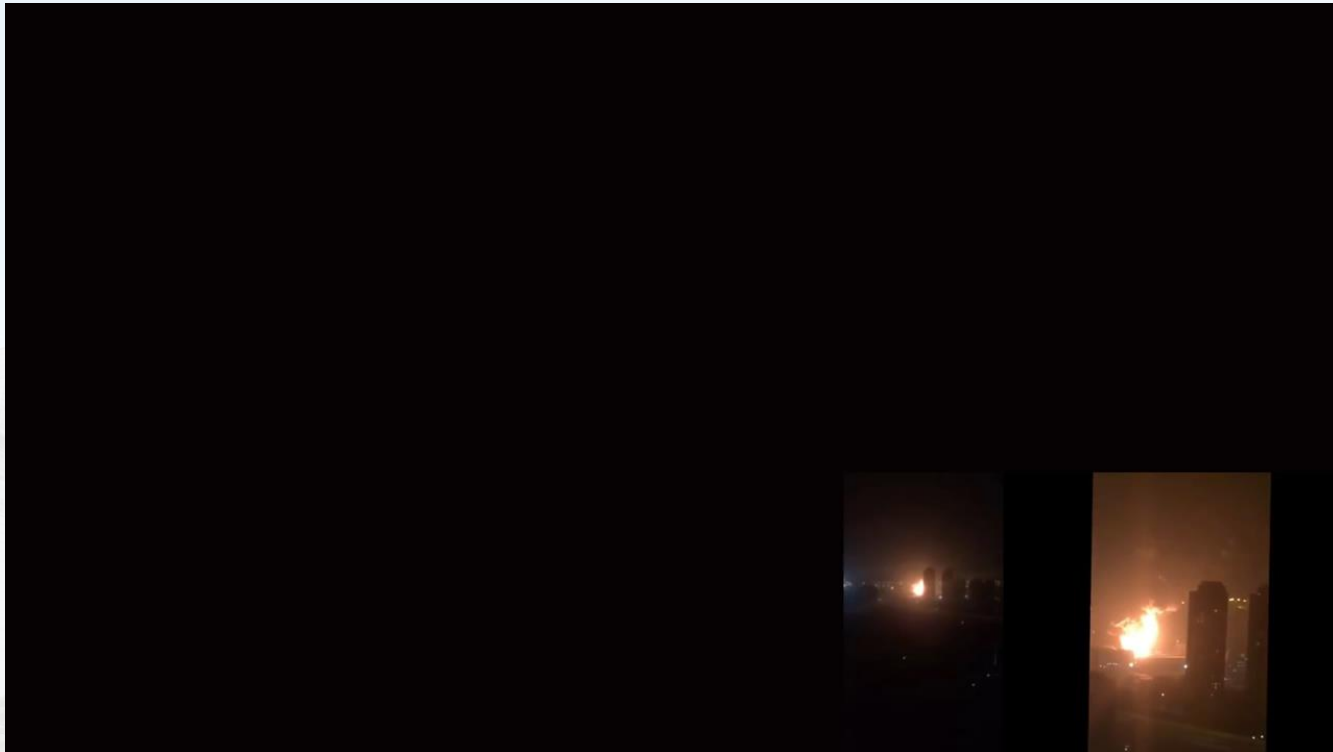
질산암모늄
(Ammonium Nitrate)



시안화수소
(Hydrogen Cyanide)

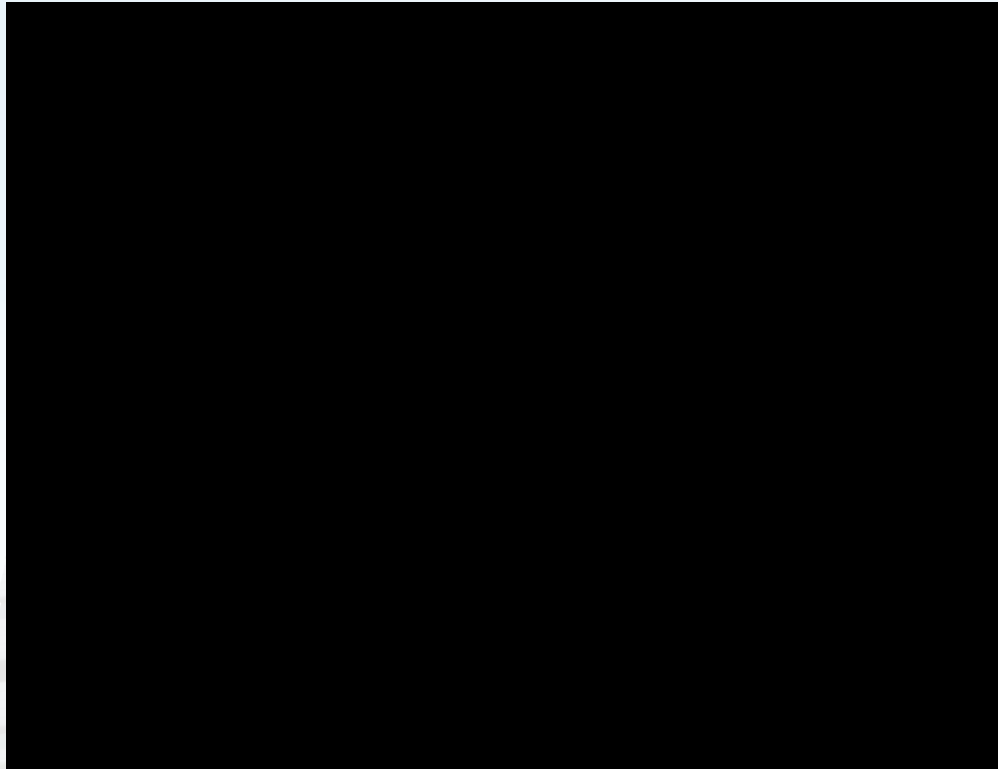
국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 중국 텐진항 물류창고 초대형 폭발(15.08.12)



국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 미국 일리노이즈 무수암모니아 누출('00.06.13)



화학사고 개요 및 사례

Properties	
Chemical formula	NH ₃
Molar mass	17.031 g/mol
Appearance	Colourless gas
Odor	strong pungent odour
Density	0.86 kg/m ³ (1.013 bar at boiling point) 0.769 kg/m ³ (STP) ^[2] 0.73 kg/m ³ (1.013 bar at 15 °C) 681.9 kg/m ³ at -33.3 °C (liquid) ^[3] See also Ammonia (data page) 817 kg/m ³ at -80 °C (transparent solid) ^[4]
Melting point	-77.73 °C (-107.91 °F; 195.42 K) (Triple point at 6.060 kPa, 195.4 K)
Boiling point	-33.34 °C (-28.01 °F; 239.81 K)
Critical point (<i>T</i> , <i>P</i>)	132.4 °C (405.5 K), 111.3 atm (11,280 kPa)
Solubility in water	47% w/w (0 °C) 31% w/w (25 °C) 18% w/w (50 °C) ^[5]
Solubility	soluble in chloroform, ether, ethanol, methanol
Vapor pressure	857.3 kPa
Acidity (p <i>K</i> _a)	32.5 (-33 °C), ^[6] 10.5 (DMSO)

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 암모니아 유해 / 위해 특성

● 물질번호 및 함량정보

- 암모니아 : 무수물암모니아; 암모니아가스
- Ammonia
- CAS 번호 : **7664-41-7**

물질구분	고유번호	혼합물(제품)함량정보
기존화학물질	KE-01625	
유독물질	97-1-184	암모니아 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물
사고대비물질	44	암모니아 및 이를 10% 이상 함유한 혼합물
대량생산화학물질	V	
등록대상기존화학물질	320	

● 분류표시

신호어 : **위험**



[GHS02]



[GHS04]



[GHS05]



[GHS06]



[GHS09]

M계수 : -

UN No : **1005 , 2073 , 2672 , 3318**

라벨 인쇄



국내·외 주요 화학사고 사례

❖ 유해 / 위해 특성

암모니아

사고대비물질

키인포가이드

🇰🇷 국내규제	사고대비물질, 유독물질	-	노출, 작업, 관리	가연성, 특성
NFPA 코드 		물질분류 및 표시 		
<ul style="list-style-type: none"> • 건강: 3(매우 유해, 전신보호복 착용) • 화재: 1(가열되어야 발화하는 물질) • 반응: 0(화재노출에 안전, 물과 반응하지 않음) • 특수: - 		신호어: 위험 유해·위험 문구: H400, H280, H220, H314, H331 예방조치 문구: P210, P260, P264, P271, P273, P280, P301+P330+P331, P303+P361+P353, P304+P340, P305+P351+P338, P310, P311, P321, P363, P377, P381, P391, P403, P403+P233, P405, P410+P403, P501		
위험	<ul style="list-style-type: none"> • 독성: 흡입, 섭취, 피부 흡수 시 치명적일 수 있음. 증기는 자극성과 부식성이 매우 강함 • 용기가 열에 노출되면 파열 또는 폭발할 수 있음 • 산과 격렬히 반응하고 폭발성/부식성 가스 형성 • 물에서의 용해성이 크며, 물에 녹아 부식성 액체 형성 • 혼합·적재금지: 수은, 할로겐류, 차아염소산염, 산화염소(I), 무수불화수소산, 과산화수소, 산화크롬(VI), 이산화질소, 염화크로밀(VI), 염화티오닐, 과염소산마그네슘, 과산화이중황산염, 오산화인, 아세트알데하이드, 산화에틸렌, 아크롤레인, 염화금(III), 산화제, 산, 은과 아연 염류 • 연소/열분해 생성물: 독성 흙(질소산화물) 			
화재 진압 요령	<ul style="list-style-type: none"> • 가스가 분산될 때까지 누출지역 격리, 가능하다면 진압 전 가스 흐름을 멈추게 할 것 • 탱크화재의 경우, 최대한 먼 곳에서 무인호스지지대 또는 방수포로 진압 • 배출안전장치의 소리가 커지거나 탱크가 변색된 경우 즉시 철수 • 탱크가 화재에 휩싸였을 경우에는 절대 접근 금지 • 수로, 하수구, 배수구로의 유출 차단, 지하실 등 밀폐된 장소로의 유입 차단 • 용기내부로 물이 들어가지 않도록 하고 파손된 실린더는 전문가가 처리하도록 함 • 소화제: 물, 일반적인 폼, 분말소화약제, 이산화탄소 		화재동반 운송사고 발생 시 대피거리 반경 1.6 km 유출 시 초기이격거리 •소규모: 반경 30 m •대규모: 반경 300 m 이내	
누출 방재 요령	<ul style="list-style-type: none"> • 유출원 및 누출원에 직사주수 금지, 오염지역 격리 • 위험하지 않다면 누출 차단 • 증기 억제 및 증기구름 이동 방지를 위해 분무주수 • 처리수와 유출물이 접촉하지 않도록 함 • 보호 장비: 양압의 자급식 공기호흡기, 완전 밀폐형 증기 보호의 		유출 시 방호활동거리 •소규모: 풍하방향 낮 0.1 km, 밤 0.2 km •대규모: 풍하방향 낮 17 km 이내, 밤 43 km 이내 ※ 풍속·온·변용기에 따름	
노출경로	응급조치			
흡입	신선한 공기, 산소공급, 적절한 장비를 이용한 인공호흡(피해자가 물질을 섭취하거나 흡입한 경우 구강 대 구강 인공호흡은 피할 것), 보온 유지 후 병원 이송			
피부	다량의 물을 사용하여 최소 20분 이상 세척, 오염된 옷과 신발을 제거, 보온 유지 후 병원 이송			
안구	눈꺼풀을 위아래로 들어 올리고 최소 20분 이상 다량의 물 또는 생리식염수로 세척, 보온 유지 후 병원 이송			
경구	구토방지, 구토 발생 시 기도를 열고 한쪽 옆으로 머리를 몸보다 낮게 하여 눕힐 것, 의식이 있을 경우 물로 입을 행구고 구토 및 호흡기계 질환이 없으면 물 공급, 보온 유지 후 병원 이송			



국내·외 주요 화학사고 사례

❖ 유해 / 위해 특성

암모니아

사고대비물질

키인포가이드

국내규제	사고대비물질, 유독물질	-	노출, 작업, 관리	가연성, 독성
NFPA 코드		물질분류 및 표시		
				
<ul style="list-style-type: none"> • 건강: 3(매우 유해, 전신보호복 착용) • 화재: 1(가열되어야 발화하는 물질) • 반응: 0(화재노출에 안전, 물과 반응하지 않음) • 특수: - 		신호어: 위험 유해·위험 문구: H400, H280, H220, H314, H331 예방조치 문구: P210, P260, P264, P271, P273, P280, P301+P330+P331, P303+P361+P353, P304+P340, P305+P351+P338, P310, P311, P321, P363, P377, P381, P391, P403, P403+P233, P405, P410+P403, P501		
위험	<ul style="list-style-type: none"> • 독성: 흡입, 섭취, 피부 흡수 시 치명적일 수 있음. 증기는 자극성과 부식성이 매우 강함 • 용기가 열에 노출되면 파열 또는 폭발할 수 있음 • 산과 격렬히 반응하고 폭발성/부식성 가스 형성 • 물에서의 용해성이 크며, 물에 녹아 부식성 액체 형성 • 혼합·적재금지: 수은, 할로겐류, 차아염소산염, 산화염소(I), 무수불화수소산, 과산화수소, 산화크롬(VI), 이산화질소, 염화크로밀(VI), 염화티오닐, 과염소산마그네슘, 과산화이중황산염, 오산화인, 아세트알데하이드, 산화에틸렌, 아크롤레인, 염화금(III), 산화제, 산, 은과 아연 염류 • 연소/열분해 생성물: 독성 흡(질소산화물) 			
화재 진압 요령	<ul style="list-style-type: none"> • 가스가 분산될 때까지 누출지역 격리, 가능하다면 진압 전 가스 흐름을 멈추게 할 것 • 탱크화재의 경우, 최대한 먼 곳에서 무인호스지지대 또는 방수포로 진압 • 배출안전장치의 소리가 커지거나 탱크가 변색된 경우 즉시 철수 • 탱크가 화재에 휩싸였을 경우에는 절대 접근 금지 • 수로, 하수구, 배수구로의 유출 차단, 지하실 등 밀폐된 장소로의 유입 차단 • 용기내부로 물이 들어가지 않도록 하고 파손된 실린더는 전문가가 처리하도록 함 • 소화제: 물, 일반적인 폼, 분말소화약제, 이산화탄소 		화재동반 운송사고 발생 시 대피거리 반경 1.6 km 유출 시 초기이격거리 •소규모: 반경 30 m •대규모: 반경 300 m 이내	
누출 방재 요령	<ul style="list-style-type: none"> • 유출원 및 누출원에 직사주수 금지, 오염지역 격리 • 위험하지 않다면 누출 차단 • 증기 억제 및 증기구름 이동 방지를 위해 분무주수 • 처리수와 유출물이 접촉하지 않도록 함 • 보호 장비: 양압의 자급식 공기호흡기, 완전 밀폐형 증기 보호의 		유출 시 방호활동거리 •소규모: 풍하방향 낮 0.1 km, 밤 0.2 km •대규모: 풍하방향 낮 17 km 이내 밤 4.3 km 이내 ※ 풍속·온도·용기에 따름	
노출경로	응급조치			
흡입	신선한 공기, 산소공급, 적절한 장비를 이용한 인공호흡(피해자가 물질을 섭취하거나 흡입한 경우 구강 대 구강 인공호흡은 피할 것), 보온 유지 후 병원 이송			
피부	다량의 물을 사용하여 최소 20분 이상 세척, 오염된 옷과 신발을 제거, 보온 유지 후 병원 이송			
안구	눈꺼풀을 위아래로 들어 올리고 최소 20분 이상 다량의 물 또는 생리식염수로 세척, 보온 유지 후 병원 이송			
경구	구토방지, 구토 발생 시 기도를 열고 한쪽 옆으로 머리를 몸보다 낮게 하여 눌힐 것, 의식이 있을 경우 물로 입을 행구고 구토 및 호흡기계 질환이 없으면 물 공급, 보온 유지 후 병원 이송			

국내 · 외 주요 화학사고 사례

❖ 유해 / 위해 특성

알아야 산다!





화학사고 시 대피 · 대응 방법

- ❖ 화학사고 발생 시 대피 방법
- ❖ 화학사고 초기대응



우리의 준비 상태부터!

1. 환경부: 화학재난 합동방재센터의 설치 및 운영에 관한 규정(합동방재센터)

시흥: 서울, 인천, 경기, 강원

서산: 대전, 세종, 충남

익산: 전라북도

여수: 광주, 전라남도, 제주

울산: 부산, 울산, 경상남도

구미: 대구, 경상북도

충주: 강원도, 충북

❖ 구성

- 환경팀 - 유역환경청 또는 지방환경청 소속 공무원, 한국환경공단 소속 직원)
- 119화학구조팀 - 소방청 또는 한국소방산업기술원 소속 직원
- 산업안전팀 - 지방고용노동청(지청), 한국산업안전보건공단 소속 직원
- 가스안전팀 - 한국가스안전공사, 한국산업단지공단 소속 직원
- 지자체팀 - 소속 기초 자치단체 소속 공무원과 광역 자치단체 소속 공무원

우리의 준비 상태부터!

2. 고용노동부: 중대산업사고 예방센터 운영규정(중방센터)

□ 제3조(명칭 및 소속 등) ① 중방센터의 명칭 및 소속, 화학재난 합동방재센터(이하 "방재센터"라 한다) 내 명칭, 관할지역은 <표 1>과 같다.

<표 1> 중방센터의 명칭 및 소속 등

중방센터의 명칭	소 속	방재센터 내 명칭	관할지역
수도권 중대산업사고예방센터	중부지방고용노동청	시흥합동방재센터 산업안전팀	서울특별시, 인천광역시, 경기도, 강원도
경남권 중대산업사고예방센터	부산지방고용노동청	울산합동방재센터 산업안전팀	부산광역시, 울산광역시, 경상남도
경북권 중대산업사고예방센터	대구지방고용노동청	구미합동방재센터 산업안전팀	대구광역시, 경상북도
전남권 중대산업사고예방센터	광주지방고용노동청	여수합동방재센터 산업안전팀	광주광역시, 전라남도, 제주도
전북권 중대산업사고예방센터	광주지방고용노동청	익산합동방재센터 산업안전팀	전라북도
충남권 중대산업사고예방센터	대전지방고용노동청	서산합동방재센터 산업안전팀	대전광역시, 세종특별자치시, 충청남도
충북권 중대산업사고예방센터	대전지방고용노동청	충주합동방재센터 산업안전팀	충청북도

- ② 지방관서의 장은 관할지역 내 화학사고를 예방하기 위해 중방센터장이 요청하는 경우 예방·대비·대응·복구업무를 지원·협조하여야 한다.
- ③ 각 중방센터를 관리하는 청장은 화학사고를 효율적으로 예방하기 위해 상호 협의하여 관할지역 외 사업장에 대한 예방·대비·대응·복구업무를 지원·협조할 수 있다.
- ④ 각 중방센터의 장은 다른 중방센터의 장이 업무지원을 요청하는 경우 업무여건을 고려하여 지원할 수 있다.

우리의 준비 상태부터!

3. 119화학구조센터: 119화학구조센터 근무규정

제1장 총칙

- **제1조(목적)** 이 규정은 「소방청과 그 소속기관 직제 시행규칙」 제8조에 따라 119화학구조센터에 근무하는 소방공무원의 근무에 관하여 필요한 사항을 정하는 것을 목적으로 한다.
- **제2조(적용범위)** 이 규정은 119화학구조센터(이하 "화학센터"라 한다) 근무 등에 관하여 다른 법령에 규정이 있는 것을 제외하고는 이를 적용한다.
- **제3조(관할구역)** ① 119화학구조센터의 명칭 및 관할구역은 다음 각 호와 같다.
 1. 시흥119화학구조센터는 서울특별시, 인천광역시, 경기도를 관할한다.
 2. 구미119화학구조센터는 대구광역시, 경상북도를 관할한다.
 3. 울산119화학구조센터는 부산광역시, 울산광역시, 경상남도를 관할한다.
 4. 익산119화학구조센터는 전라북도를 관할한다.
 5. 여수119화학구조센터는 광주광역시, 전라남도, 제주특별자치도를 관할한다.
 6. 서산119화학구조센터는 대전광역시, 세종특별자치시, 충청남도를 관할한다.
 7. 홍주119화학구조센터는 강원도, 충청북도를 관할한다.
 ② 화학센터는 제1항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 소방청장등의 지시에 따라 관할구역 밖으로 출동할 수 있다.
 1. 지리적·지형적 여건상 신속한 출동이 가능한 경우
 2. 대형재난이 발생한 경우
 3. 그 밖의 소방청장이나 중앙119구조본부장이 필요하다고 인정하는 경우
 ③ 삭제

화학사고 발생 시 대피방법

❖ 사고사례(레바논 질산아모늄 폭발, `20.08.04)

- 수도인 베이루트의 시내 인근 항구인 베이루트항에서 발생
 - ✓ 2015년 텐진항 폭발 사고를 크게 능가하고 있는 사건으로 추정
- 사고물질 : 질산 암모늄 2,750톤 이상 보관
 - ✓ 농업용 비료 원료, 고온이나 가연성물질과 접촉시 폭발
- 피해정도
 - ✓ 사망자 약 192명, 부상자 6천여명, 실종자 추정 중, 이재민 300,000여명
 - ✓ 폭발이 일어난 곳에서 10 km 떨어진 곳에서도 폭발의 피해 (유리창 박살)
 - ✓ 베이루트에서 두 번째로 큰 곡물 저장 창고가 파괴
 - ✓ 독일 지질연구소 GFZ는 폭발 위력이 규모 3.5지진과 맞먹는 것이라고 밝혔으며 충격은 240 km 떨어진 키프로스에서도 느낄 수 있었다고 전함



화학사고 발생 시 대피방법

❖ 사고사례(레바논 질산아모늄 폭발, `20.08.04)



화학사고 발생 시 대피방법

❖ 사고사례(레바논 질산아모늄 폭발, `20.08.04)



화학사고 발생 시 대피방법

- ❖ 사고사례(레바논 질산아모늄 폭발, `20.08.04)
- ❖ 인근 병원 상황



화학사고 발생 시 대피방법

❖ 사고사례(안성 물류공장 자연발화, `19.08.06)

▣ 추정 물질

▣ 아조비스이소부티로니트릴, 아조화합물 등 지정보관수량 이상 보관,
대기온도 40도가 넘으면서 자연발화

■ 아조화합물 약 4 ton (지정수량 200kg)

■ 보관 중인 6종 물질 총 보관량 약 38 ton으로 추정

▣ 소방관 1명 순직, 11명 사상자 발생





방제장비 및 방법

- ❖ **화학물질 누출 시 안전조치**
- ❖ **방제 장비 및 방법**
- ❖ **사고 방제 사례**

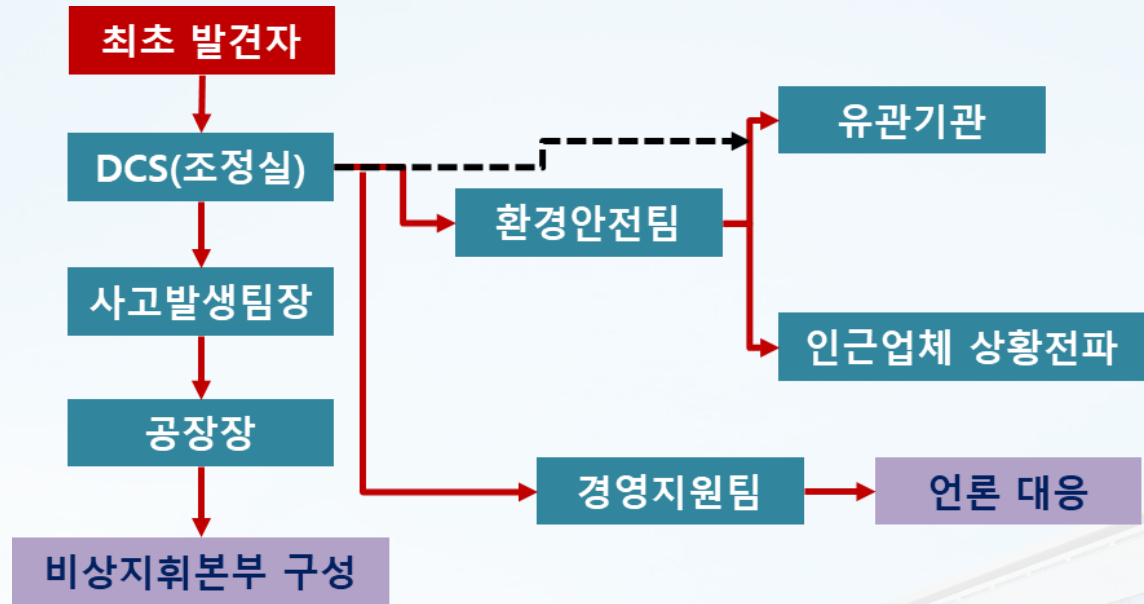


화학물질 누출 시 안전조치

❖ 자체 비상연락망 숙지부터

➤ 화학사고 발생 시 신속한 전파를 위해 비상대응 담당자의 연락망을 도식화한 비상연락절차

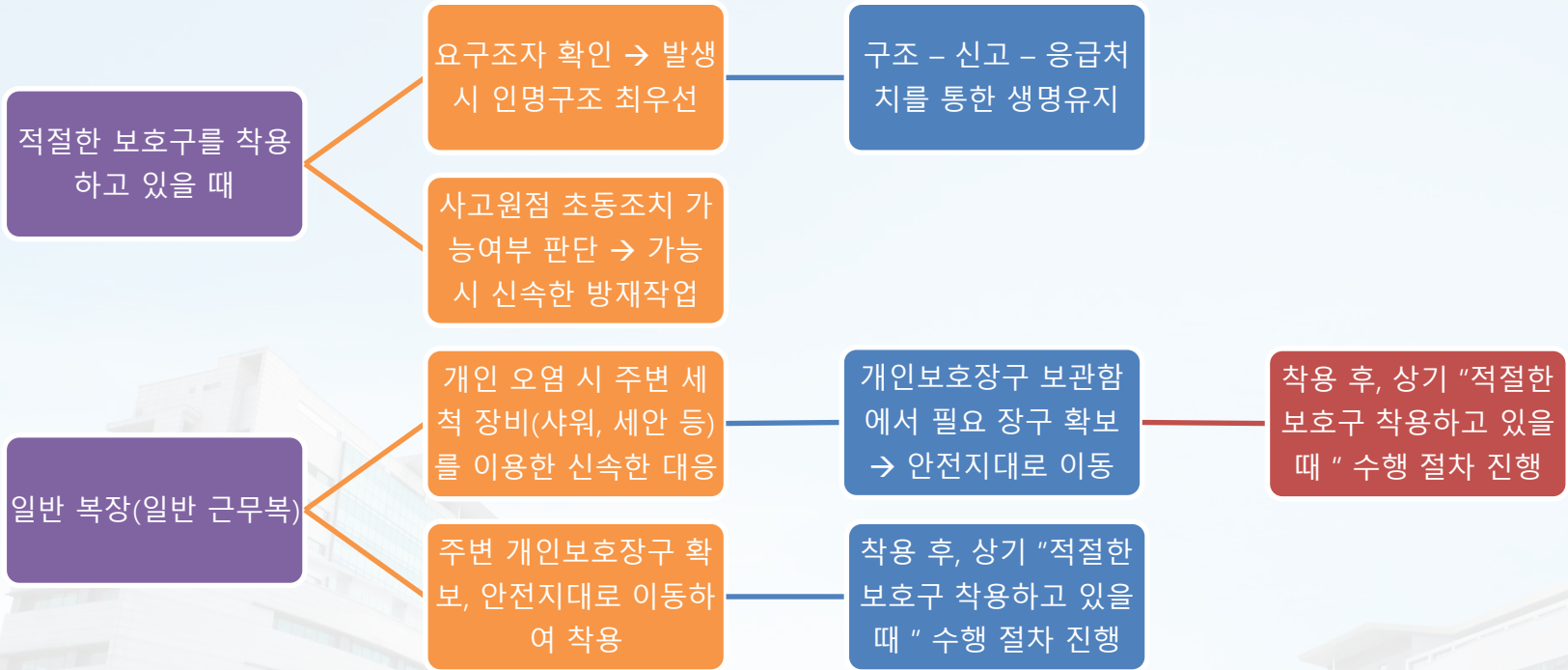
- ✓ 주·야간/공휴일 사고 신고체계
- ✓ 안전관리 담당자 및 연락처
- ✓ 인근업체 및 유관기관(지자체, 소방, 환경청 등)



→	일과시간 : 신고 및 상황 전파
- - - - -	일과 후(야간, 주말, 공휴일) : 1) 주간 절차에 따름 2) 단, 전화 불통 시 직접 신고 및 상황 전파

화학물질 누출 시 안전조치

❖ 자체 비상연락망 숙지부터



- ❖ 개인보호장구 보관함에서 보호복을 입는 경우는 보관함 장소가 안전할 경우로 제한됩니다.
- ❖ 반드시 사고 원점으로부터 안전한 곳으로 보호복을 가지고 이동하여 착용하도록 합니다.

화학물질 누출 시 안전조치

❖ 액상 물질 방제

소량 누출 시 대응방법

- 건조된 모래, 유처리제 등을 활용하여 회수
- 대량의 물로 희석(세정) 시킴

대량 누출 시 대응방법

- 토사 등 비가연성물질을 활용하여 누출확대 방지를 함
- 증기가 발생할 경우 분무 주수 또는 중화제 분사하여 증기발생을 억제시킴
- 누출물질의 특성에 맞는 산, 알칼리 중화제를 사용하여 중화시킴

주의사항

- 분무주수 시 물과의 반응에 의해 생성되는 유독, 폭발, 부식성 가스 주의
- 누출된 유해화학물질의 특성에 맞게 방제약품 사용
- 2차 생성물 폐기처리 시 강산화제 등 충격에 폭발성을 일으키는 물질이 발생하므로 취급 시 주의

화학물질 누출 시 안전조치

❖ 고체상 물질 방제

누출시 방제방법

- 다량의 물로 씻어 내림(소량의 경우)
- 나중에 처분할 수 있도록 도랑이나 독을 만들어 가두어 둠
- 누출물을 흙, 모래 등으로 덮어 유출을 방지
- 물질의 특성에 맞는 중화약품 사용하여 중화처리 → 독성 낮춤
- 다량의 물로 천천히 적셔줌
- 과염소산 염 등 강산화제의 누출 시 충격, 마찰에 주의하여 용기에 회수
- 분말 등이 비산한 경우 불연성 습기 없는 용기에 회수

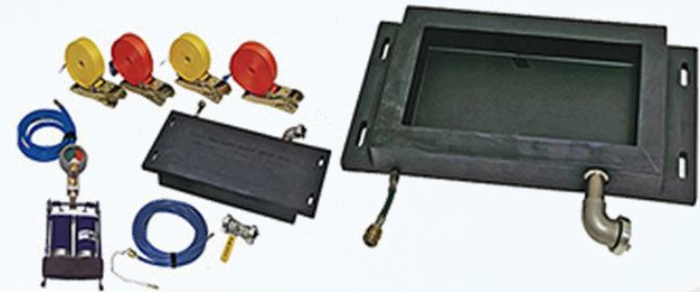
주의사항

- 물과의 반응성이 위험한 물질일 경우 플라스틱 시트나 방수성 천으로 덮어서 물과의 접촉을 방지함
- 활성탄 사용시 흡착열에 의해 자연 발화의 위험성이 있음

방제 장비 및 방법

❖ 방제 장비

누출 방지창(쇄기)



파이프 실링 슬리브

방제 장비 및 방법

❖ 방제 장비





개인보호장구 선정

- ❖ 개인보호장구를 착용하여야 하는 경우
- ❖ 개인보호장구 종류



개인보호장구를 착용하여야 하는 경우

❖ 개인보호장구 착용 규정

○ 유해화학물질 취급자의 개인보호장구 착용 의무 규정이란?

유해화학물질 취급자(운송자 포함)가 기체, 액체 증기, 고체 분말이나 미립자 형태의 유해화학 물질을 취급하는 경우, 해당 유해화학물질에 적합한 개인보호장구를 착용하도록 의무화하여, 화학사고로 인한 취급자의 생명 보호 및 부상을 사전에 방어하고, 사고초기 대응(밸브 차단, 신고 등)을 할 수 있도록 하여 더 큰 피해로의 확산을 방지하기 위한 것입니다.

개인보호장구를 착용하여야 하는 경우

- ❖ 화학물질안전원고시 제2017-7호, 2017.12.1., 일부개정
- ❖ 유해화학물질 취급자의 개인보호장구 착용에 관한 규정

제1조(목적) 이 규정은 「화학물질관리법」 제14조에 따라 유해화학물질 취급자가 착용하여야 하는 개인보호장구(이하 "보호장구"라 한다)의 구체적 종류 및 기준 등에 관한 사항을 정하여, 화학사고 발생 시 고농도 급성노출에 따른 취급자의 생명보호 및 즉각 대응으로 인한 2차 피해 예방을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. “유해화학물질”이라 함은 유독물질, 허가물질, 제한물질 또는 금지물질, 사고대비물질, 그 밖에 유해성 또는 위해성이 있거나 그러할 우려가 있는 화학물질을 말한다.
2. “유해화학물질 취급자” 함은 유해화학물질을 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반 또는 사용하는 자를 말한다.
3. “호흡보호구”라 함은 유해화학물질의 유출·폭발·화재 등으로 인해 오염된 공기 등을 흡입함으로써 발생할 수 있는 건강영향을 예방하기 위하여 고안된 보호장구를 말한다.
4. “보호복”이라 함은 유해화학물질의 유출·폭발·화재 등으로 인해 오염된 공기 혹은 액상물질 등이 피부에 접촉됨으로써 발생할 수 있는 건강영향을 예방하기 위하여 고안된 보호장구를 말한다.
5. “안전장갑”이라 함은 유해화학물질의 유출·폭발·화재 등으로 인해 오염된 공기 혹은 액상물질 등이 손에 접촉됨으로써 발생할 수 있는 건강영향을 예방하기 위하여 고안된 보호장구를 말한다.

개인보호장구를 착용하여야 하는 경우

- ❖ 화학물질안전원고시 제2017-7호, 2017.12.1., 일부개정
- ❖ 유해화학물질 취급자의 개인보호장구 착용에 관한 규정

제3조(적용범위) 본 규정에서 정하는 사항 이외의 유해화학물질 취급자가 착용하여야 하는 개인보호장구의 종류 및 기준 등에 대해서는 「산업안전보건법」과 같은 법 시행령, 시행규칙, 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 및 「보호구 안전인증 고시」 등 관련규정을 따른다.

제4조(사고대비물질 취급자의 보호장구 착용)

- ① 사고대비물질 취급자가 착용하여야 하는 호흡보호구, 보호복 및 안전장갑은 별표 1과 같다.
- ② 제1항에도 불구하고, 사업장의 작업상황을 구분하여 호흡보호구를 착용하는 경우 착용하여야 하는 호흡보호구는 별표 2와 같다.
- ③ 보호장구 성능기준은 「보호구 안전인증 고시」를 충족하여야 한다.

개인보호장구를 착용하여야 하는 경우

❖ 보호장구의 착용의 예외

제6조(보호장구의 착용의 예외)

- ① 유해화학물질 취급자는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우 보호장구를 착용하는 대신 유사시 즉시 착용할 수 있도록 근거리에서 비치하거나 소지하여야 한다.
 - 1. 탱크로리 등 유해화학물질을 이송하는 차량 운반자가 운전 중일 경우
 - 2. 국소배기장치 등이 설치되어 가동되는 장소에서 유해화학물질을 취급하는 경우(호흡보호구와 보호복에 한한다)
 - 3. 유해화학물질의 위험요인으로부터 취급자를 보호할 수 있는 설비가 갖춰져 있거나 장치가 설치된 경우
- ② 유해화학물질 취급자는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 제3조 관련규정에 따라 보호장구를 착용할 수 있다.
 - 1. 「연구실 안전환경 조성 관련 법률」제2조제2호의 연구실에서 유해화학물질을 취급하는 경우
 - 2. 국소배기장치가 가동되고 있는 실험실에서 저용량(5L 용기 이하) 유해화학물질을 실험용으로 사용하는 경우

개인보호장구를 착용하여야 하는 경우

❖ 사고대비물질별 개인보호장구의 종류(제4조1항 관련, 별표1)

번호	사고대비물질명	적용범위	CAS번호	호흡보호구	보호복	안전장갑
1	포름알데하이드 (Formaldehyde)	포름알데하이드 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	50-00-0	유기화합물용 방독마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(전신) 이상	화학물질용 안전장갑
2	메틸하이드라진 (Methylhydrazine)	메틸하이드라진 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	60-34-4	전면형 송기마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(부분) 이상	화학물질용 안전장갑
3	포름산 (Formicacid)	포름산 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	64-18-6	유기화합물용 방독마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(부분) 이상	화학물질용 안전장갑
4	메탄올 (Methanol)	메탄올 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물질	67-56-1	전면형 송기마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(부분) 이상	화학물질용 안전장갑
5	벤젠 (Benzene)	벤젠 및 이를 85% 이상 함유한 혼합물질	71-43-2	유기화합물용 방독마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(부분) 이상	화학물질용 안전장갑
6	염화메틸 (Methylchloride)	염화메틸 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	74-87-3	전면형 송기마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(전신) 이상	화학물질용 안전장갑
7	메틸아민 (Methylamine)	메틸아민 및 이를 25% 이상 함유한 혼합물질	74-89-5	암모니아용 방독마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(전신) 이상	화학물질용 안전장갑
8	시아노화수소 (Hydrogencyanide)	시아노화수소 및 이를 1% 이상 함유한 혼합물질	74-90-8	시아노화수소용 방독마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(전신) 이상	화학물질용 안전장갑
9	염화비닐 (Vinylchloride)	염화비닐 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물질	75-01-4	유기화합물용 방독마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(전신) 이상	화학물질용 안전장갑
10	이황화탄소 (Carbondisulfide)	이황화탄소 및 이를 0.1% 이상 함유한 혼합물질	75-15-0	유기화합물용 방독마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(부분) 이상	화학물질용 안전장갑

개인보호장구를 착용하여야 하는 경우

유해화학물질 취급자의 개인보호장구 착용에 관한 규정(안전원고시 2017-1), [별표 2] 작업상황별 호흡보호구의 종류

작업상황	사고대비물질 분류*					
	A (24종)	B (15종)	C (9종)	D (15종)	E (23종)	F (11종)
① 개방형 기기작업	송기착용	전면착용	전면착용	전면착용	전면착용	반면착용
② 밀폐형 기기작업	송기착용	반면착용	기본	반면착용	기본	기본
③ 상·하차, 원료이송작업	송기착용	전면착용	반면착용	전면착용	반면착용	반면착용
④ 보수작업	송기착용	전면착용	반면착용	전면착용	반면착용	기본
⑤ 누출물 및 폐기물 처리작업	송기착용	전면착용	전면착용	전면착용	전면착용	반면착용
⑥ 시험작업	송기착용	반면착용	반면착용	반면착용	반면착용	반면착용
⑦ 기타 작업(차량운반, 밀폐용기 창고적재, 일상점검, 보안경비 등)	기본	기본	기본	기본	기본	기본

* 사고대비물질 분류	
그룹명(호흡보호구 형태, 유해성 등급, 성상)	사고대비물질 번호
A(송기마스크·공기호흡기, 높음·중간, 기상/액상) :	6, 12, 36, 48, 51, 53, 56, 57, 68, 69, 71, 72, 75, 77, 87, 88 / 2, 4, 37, 46, 70, 80, 81, 85
B(방독마스크, 높음, 기상/액상) :	1, 43, 49, 50, 55, 73, 89 / 76, 78, 82, 83, 86, 90, 91, 93
C(방독마스크, 중간, 기상/액상) :	7, 9, 11, 13, 42, 44, 74 / 79, 95
D(방독마스크, 방진·방독 겸용마스크, 높음, 액상) :	8, 10, 16, 18, 22, 24, 31, 34, 35, 40, 47, 54, 84, 92, 94
E(방독마스크, 방진·방독 겸용마스크, 중간·낮음, 고상/기상/액상) :	20, 29 / 97 / 3, 5, 14, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 39, 45, 52, 58, 61, 96
F(방진마스크, 낮음, 고상) :	33, 38, 41, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67

※ 반면형 호흡보호구 착용시는 보안경을 함께 착용하여야 한다.

※ '기본'은 작업 상황에 맞는 최소의 개인보호구 착용을 말한다.

송기식 및 양압식 공기호흡기

❖ 1형식 보호복 착용 방법

Q & A

- 수고하셨습니다 -

Venture1st
호서대학교

