

화학사고는 ZERO!  
청렴의식은 TOP!

# 2020년 화학사고 대응과정

[전문방재 1기]

2020. 6



환경부  
화학물질안전원



## 화학사고 대응과정 (전문방재 1기) 교육 시간표

교 시	1	2	3	중식	4	5	6	7	8
시 간	09:10 ~	10:10 ~	11:10 ~	12:10 ~	13:10 ~	14:10 ~	15:10 ~	16:10 ~	17:10 ~
월 · 일	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
1일차	입소			중식 등록 / 안내	위험예측 및 사고영향 평가 실습 (강의1, 실습2)			개인보호장구 착용 실습 (실습2)	
	담임				이명지			임민택	
2일차	사고현장 대응 이론 및 조치방법 (강의1, 실습2)			중식	사고현장 대응 조치 실습 (실습4)			실습 토의 (Review)	
	김성범				김보경				
3일차	종합 모의훈련 개요 및 실습준비 (이론1, 실습2)			중식	종합 모의훈련 (실습3)		토의 및 강평	설문조사 및 수료	
	윤이				윤이				

※ 강사 및 수업시간은 교육상황에 따라 변경 가능합니다.



1. 위험예측 및 사고영향 추정 .....	1
2. 화학사고 대응체계 .....	27
3. 사고현장 모니터링 실습 .....	71
4. 개인보호장구 이론 및 실습 .....	105
5. 누출방재 실습 .....	119
6. 제독 실습 .....	135

---



1

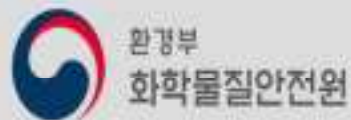
**위험예측 및 사고영향 추정**





# 위험예측 및 사고영향 추정 -화학물질사고대응정보시스템(CARIS) 실습- [Chemical Accident Response Information System]

2020. 6. 24.



## 순서

- I 사고영향범위 평가 단계
- II CARIS 개발 배경 및 목적
- III CARIS 시스템 주요 기능
- IV CARIS 활용
- V CARIS 적용

## 사고대응 5개 요소



## 평가

사고지역을 통제하고 대응요원의 작업지역을 확보하는 것

- 1 유해물질 비상대응 핸드북 이용
- 2 대기확산 모델 이용

조기대격거리, 보호활동거리



## 사고지역은 위험지역, 준 위험지역, 안전지역으로 구분

### 위험지역 (Hot zone)

구분	내 용
정의	• 오염농도가 현저히 높아 요 구조자가 쓰러져 있거나 보호복을 착용하지 않으면 활동이 불가능한 지역
적용기준	• 오염물질 사고지역으로부터 30-60m 지점 • 오염물질의 농도가 허용농도 이상인 지역
인원관리	• 구조대원, 유관기관 전문가(사고대응 필수요원) • 군 화학전문요원(화학분석계독자 및 군 경찰차)
목적	• 인명구조, 측정, 오염물질 수거, 정밀탐지, 환자분류 및 응급처치, 지역제독
보호복	• Level A(원전밀폐형 보호복, 내화학성 내외피 장갑 및 안전화)

### 준 위험지역 (Warm zone)

구분	내 용
정의	• 인체 또는 환경에 잠재적 위험이 있는 지역 • 제독시설 및 응급진료소의 운영이 가능한 지역
적용기준	• 오염물질 사고지역으로부터 Hot zone에서 30m 이상인 지점 • 화학물질의 허용농도 등의 잠재위험이 있는 지역
인원관리	• 구조대원, 의료진, 평가반, 군 대응요원(제독차, 급수지원차량 외)
목적	• 제독시설, 응급의료소 운영 • 인체 및 장비오염 제독 • 대량환자 분류 및 응급처치
보호복	• Level B, C(후드 부착시 비원전밀폐형 화학보호복)

## 안전지역 (Cold zone)

구분	내	용
정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현장지휘, 환자후송, 지원기관(적십자사 등), 자원봉사자 활동 등 사고대응을 위해 필요한 인력 및 장비가 설치·운영되는 안전지역</li> <li>• 현장지휘소 및 지원시설이 설치</li> </ul>	
적용범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 오염물질 사고지역으로부터 150m 이상인 지역</li> <li>• 폭발방 오염이 없는 깨끗한 지역</li> <li>• 사고현장 지휘 및 관리에 필요한 최소한의 지역</li> </ul>	
주요인원	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구조대원, 경찰, 유권기관요원, 출입방송(신문기자, 자원봉사자, 군 대응요원 (구급차, 지휘자, 지원차량, 관계자등))</li> </ul>	
목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현장지휘소 운영</li> <li>• 방송지원</li> <li>• 종합 현장상황 관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환자 이송 및 관리</li> <li>• 임시휴게소 운영</li> </ul>
보호복	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Level C, 이(개인보호장비 휴대)</li> </ul>	

## 유해물질 비상대응 핸드북 이용

### • Emergency response guidebook 개요

- 참여: 캐나다 교통국(Transport Canada )

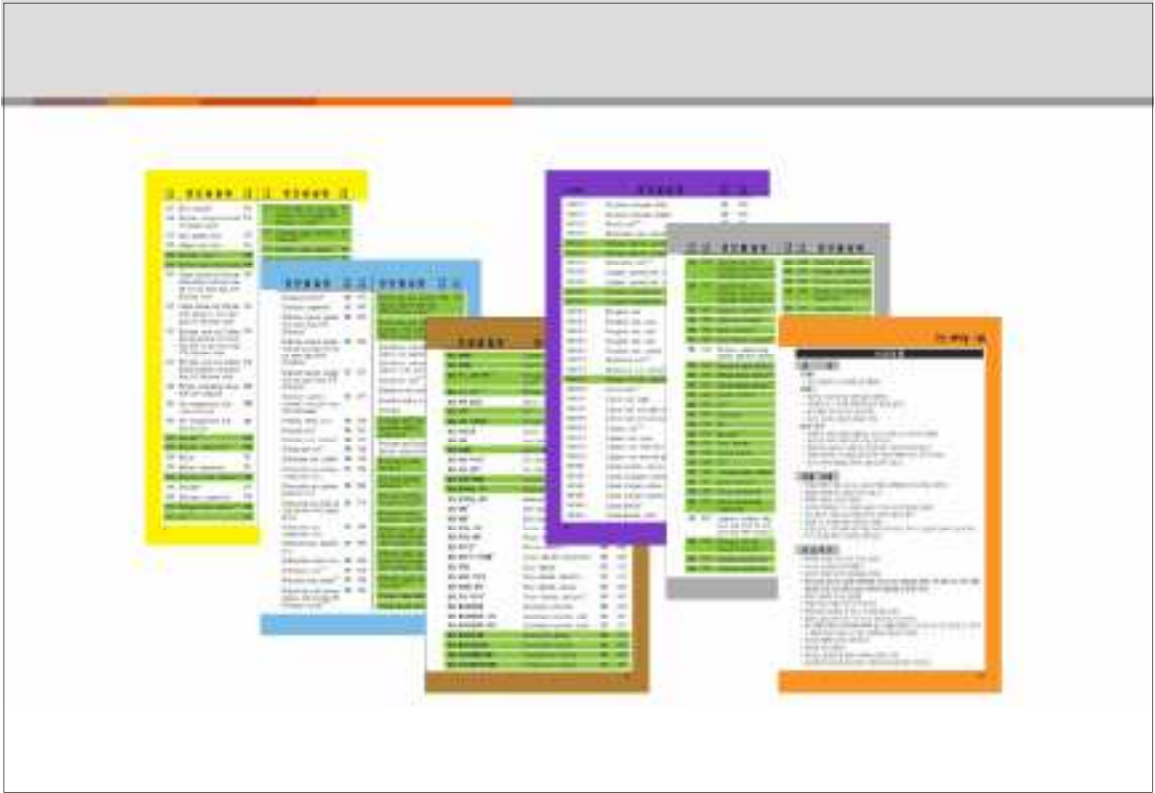
미국 교통부(Department of Transportation)

멕시코 교통국(Transport and Communications of Mexico)

아르헨티나 화학응급정보센터(Centro de Informacion Quimica para Emergencias)

- 목적: 소방, 경찰 등 응급대응기관의 유해화학물질 운송 관련사고 대비

1. 위험예측 및 사고영향 추정 ●●●



••• 2020년 화학사고 대응과정 (전문방재 1기)

UN 번호	화학물질명	UN 번호	화학물질명
UN 1203	Gasoline (petrol)	UN 1204	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1204	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1205	Gasoline (petrol) - inhibited with inhibitor
UN 1207	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1208	Gasoline (petrol) - inhibited with inhibitor
UN 1209	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1210	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1211	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1212	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1213	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1214	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1215	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1216	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1217	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1218	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1219	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1220	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1221	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1222	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1223	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1224	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1225	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1226	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1227	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1228	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1229	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1230	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1231	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1232	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1233	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1234	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1235	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1236	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1237	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1238	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1239	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1240	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1241	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1242	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1243	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1244	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1245	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1246	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1247	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1248	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1249	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1250	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1251	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1252	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1253	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1254	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1255	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1256	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1257	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1258	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1259	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1260	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1261	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1262	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1263	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1264	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1265	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1266	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1267	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1268	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1269	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1270	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1271	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1272	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1273	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1274	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1275	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1276	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1277	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1278	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1279	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1280	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1281	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1282	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1283	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1284	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1285	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1286	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1287	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1288	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1289	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1290	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1291	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1292	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1293	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1294	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1295	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1296	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1297	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1298	Gasoline (petrol) - inhibited
UN 1299	Gasoline (petrol) - inhibited	UN 1300	Gasoline (petrol) - inhibited

**초기여객 및 방호활동거래요**

UN 번호	화학물질명	중요성	방호활동거래요
UN 1203	Gasoline (petrol)	High	초기여객 및 방호활동거래요
UN 1204	Gasoline (petrol) - inhibited	Low	방호활동거래요
UN 1205	Gasoline (petrol) - inhibited with inhibitor	Low	방호활동거래요
UN 1207	Gasoline (petrol) - inhibited	Low	방호활동거래요
UN 1208	Gasoline (petrol) - inhibited with inhibitor	Low	방호활동거래요

**1. 녹색영역으로 표시된 경우**  
**1. L/N번호나 영문물질명으로 초기여객 및 방호활동거래요 확인**

**화물 운송 차량 안전 규정**

**표 1. 화물 운송 차량 안전 규정 시 초기여객 및 방호활동거래요**

화물 운송 차량 안전 규정 시 초기여객 및 방호활동거래요

- UN 번호 표시
- UN 번호 표시
- UN 번호 표시
- UN 번호 표시
- UN 번호 표시

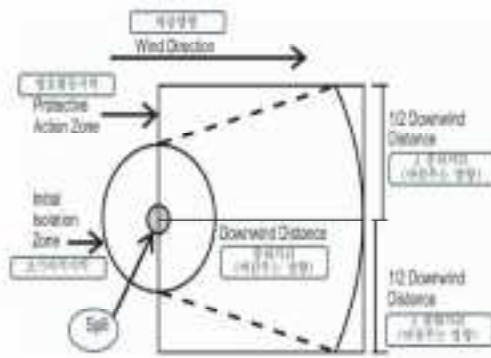
**표 2. 화물 운송 차량 안전 규정 시 초기여객 및 방호활동거래요**

운송 수단	UN 번호	UN 번호	UN 번호	UN 번호	초기여객 및 방호활동거래요												
					중요성					방호활동거래요							
					Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low			
1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0

**표 3. 화물 운송 차량 안전 규정 시 초기여객 및 방호활동거래요**

운송 수단	UN 번호	UN 번호	UN 번호	UN 번호	초기여객 및 방호활동거래요												
					중요성					방호활동거래요							
					Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low			
1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	4.0



초기이격거리(위험지역)  
 사람의 생명을 위협할 정도  
 의 농도에 노출할 수 있는  
 풍상, 풍하 사고주변지역으  
 로 모든 사람을 격리시켜야  
 하는 거리를 의미

방호활동거리(은 위험지역)  
 인해 건강상 회복할 수 없  
 을 정도의 심각한 영향을  
 줄 수 있는 사고지점으로부터  
 더의 풍하방향 지역을 의미

## I. CARIS 개발 배경 및 목적

# 1. CARIS (Chemical Accident Response Information System) 개요

## 화학사고대응정보시스템(CARIS)

- 화학사고테러 발생 시 소방, 경찰, 지방자치단체, 환경청 등 대응기관에 화학물질 정보, 확산피해범위, 취급업체-방재물자 정보 및 사고대응요령 등 종합적인 대응정보를 제공하는 시스템



# 2. CARIS 개발 경과

2001	2001.11 "테러대비 정부 종합대책"에서 유해화학물질의 안전관리와 화학테러 관련 정보 제공을 위한 전담기구 설치 필요성 제기 => 환경부 국립환경과학원 내 화학물질안전관리센터 설립
2002	2002. 3~2002.12 화학물질사고대응정보시스템 I 개발
2003	2003. 6~2004. 2 화학물질사고대응정보시스템 II 개발
2004	2004. 8~2005. 4 화학물질사고대응정보시스템 III 개발
2006	2006.10.16 국유특허출력(특허 제0637281호)
2013	2013.11 기상청 최신 국가지원 연동 작업 완료
2014~2016	2014 ~2016 경기도 화학물질사고대응정보시스템 고도화 및 DB 업데이트
2017~현재	2017 ~현재 표준화해 제1년 및 DB 업데이트



### 3. CARIS 목적 및 특징

#### [ 목 적 ]

- 화학물질 사고·테러 발생시 군, 소방, 경찰, 지자체 등 초동 대응기관에 실시간 사고대응정보 제공  
화학물질의 위해로 부터 국민의 생명과 재산을 보호하고, 환경피해 최소화
- 화학물질사고·테러 관련하여 실시간 기상정보 및 확산평가 정보, 화학물질의 유해성, 대응요령, 방재정보 등 화학물질사고 대응정보 구성
- 화학물질 사고에 대한 비상대응계획 수립시 정보 활용 및 체계적인 대응정보 관리체계 구축

#### [ 특 징 ]

- 화학물질 취급업체 정보(약 240,000개), 화학물질 DB(약 25,000개) 수록
- 환경청, 소방, 해경, 지자체 등 유관기관 기관 배포·운영
- 현재 화학물질안전원 전문교육과정에서 사용자 교육 실시

17

## II. CARIS 시스템 주요 기능

18

## 1. CARIS 주요기능

### 1. 국내 화학물질 취급업체 정보 제공

- 지역, 취급물질 및 저장탱크 정보의 취급량, 유통량, 허가등록구분, 자체 방재역량 및 방재장비, 비상연락 전화번호 등이 제공되어 비상대응기관에서 유용한 정보로 활용

### 2. 화학물질 특성·방재정보 제공

- 사고대비물질 및 유해화학물질의 사고 및 평시에 활용할 수 있도록 물질기본정보, 화학물질 위험 및 위해성 정보, 화학물질 사고대처 및 방재방법 등이 구축

### 3. 화학물질 피해 범위 예측을 위한 위험성 평가

- 화재·폭발 : 풀화재(Pool Fire), 제트화재(Jet Fire), 증기운폭발(VCE), 불기동폭발(BLEVE)
- 확산 : 슬랩(SLAB), 가우시안플룸(Gaussian Plume), 가우시안 퍼프(Gaussian Puff)

19

## 1. CARIS 주요기능

### 4. 화학물질 사후영향 예측을 위한 상세확산모델링

- 기상청의 기상예보자료를 이용하여 사고지점에서 오염물질의 3차원 거동 모사

### 5. 사고유형별 대응시나리오 제공

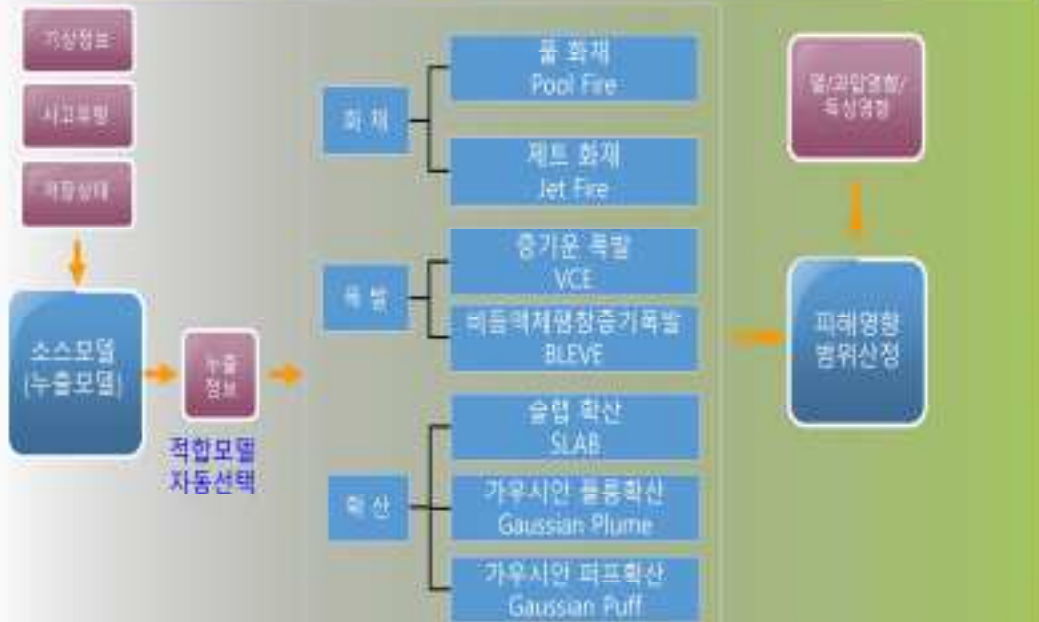
- 화학사고 대응에 필요한 종합적 정보를 한번에 생성, 수집, 전파할 수 있도록 제공된 기능
- 모델링 결과에 따른 대응정보(피해예측범위, 물질특성 및 방재정보)를 DB화하여 화학물질 사고발생 시 피해예측, 방재정보, 대응기관진입로, 주민대피로 등의 비상대응시나리오를 초·중·대응기관에 효율적으로 제공할 수 있도록 구성

### 6. 대응기관, 대피시설 및 응급의료기관 자료 DB

- 화학사고 발생 시 대응기관, 대피시설 및 응급의료기관의 기본적인 위치정보, 전화번호, 지운능역정보 등을 구축하였으며, 이 자료를 기반으로 사고발생 시 환자의 신속한 수송이 이루어지도록 함

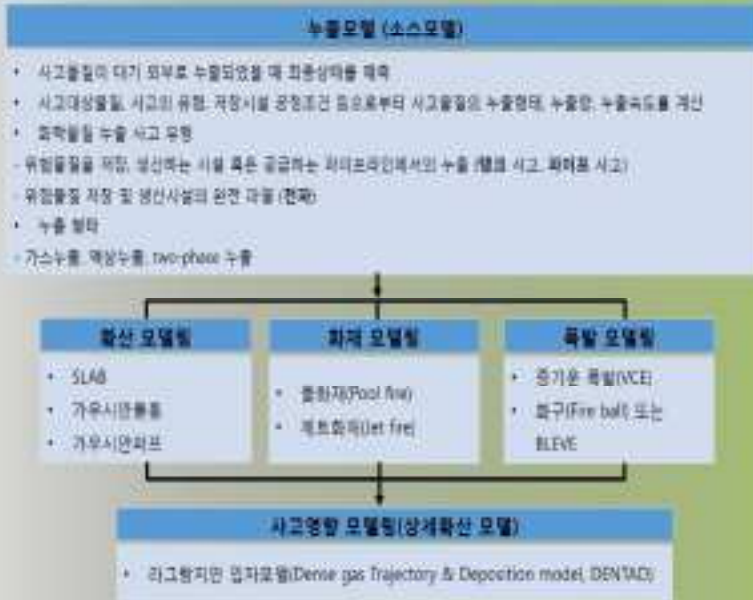
20

## 2. CARIS 구동절차



21

## 4. CARIS 시스템



22

## 4. CARIS 시스템

### 초기확산모델

- 사고발생 시 신속하게 피해영향범위를 생성하기 위한
- 실시간 기상정보를 바탕으로 소스모델 구동, 사고상황에 적합한 확산모델 결정 및 피해영향범위 산정
- 풍속과 대기안정도 (현장 실시간 기상자료 이용)

- 지표면 조건
- 누출지점 높이
- 누출물질의 무해과 운동학

SLAB	Gaussian
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 특성과 폭발성을 가진 화학물질(은 분자량을 가지거나 중합체)</li> <li>• 확산 및 수송에 경계층상 및 혼입과정을 고려하여야 하며 고려</li> <li>• 밀도 차에 의한 확산</li> <li>• 확산취약환경은 대기안정도에 민감하게 변화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 풍속이 이 방향 또는 방향으로 불꽃이면서 Box Model 형태로 확산</li> <li>• 누출된 종류, 고도, 질량 및 유출 경로</li> <li>• 누출된 발생 지역의 정보(풍속, 대기안정도, 도시/시골) → 풍도 계산</li> <li>• 전제조건</li> <li>- 확산기간 동안 환경조건(방향, 대기상태)이 일정</li> <li>- 확산지역 내 지형적 조건 일정</li> <li>- 누출 조건(속도 등)이 확산기간 동안 일관적으로 일정하게 적용</li> <li>- 누출된 물질의 중량이 확산기간 동안 불변</li> </ul>

- 장단기적인 대기오염도 예측에 사용이 용이
- 대기오염모델 중 가장 널리 쓰이는 모델 중 하나
- 단, 가우시안 모델은 간단한 화학반응을 묘사할 수 있고, 주로 평탄지역에 적용이 가능
- 최근 복잡지형에도 적용이 가능토록 개발

23

## 4. CARIS 시스템

### 화재모델

#### 1. 풀화재(Pool fire)

- 연화성 액체가 저장탱크나 파이프라인에서 누출 시 액면상(liquid pool)을 형성하고, 액체의 일부가 증발되어 점화원을 만나 화재 발생
- 주요 위험성은 생성되는 복사열(thermal radiation)에 대한 노출
- 가정 및 제한사항
  - 지상 위의 액면화재에 적용
  - 산소공급을 방해하는 방화벽이 없다고
  - 액면의 표면적이 일정
  - 완전연소



24

## 4. CARIS 시스템

### 화재모델

#### 2. 제트화재(Jet fire)

- 가연성 압축 또는 액화가스 누출 시 주위의 공기와 혼합되어 gas jet형성, 점화원과 만나 상당한 길이의 화재 발생
- 미국석유화학협회에서 제시한 API RP-521 모델 사용
- 가정 및 제한사항
  - 발달속도 일정하여 지표면과 수직방향
  - 이 모델은 경험상관식
  - 환경연소

- 화염의 길이
- 소스에서 화염까지 거리
- 근거리 화염
- 원거리 화염
- 관심거리영역의 복사열



25

## 4. CARIS 시스템

### 폭발모델

#### 1. 증기운폭발(Vapor Cloud Explosion, VCE)

- 가연성 액체나 증기의 누출로부터 증기운 형성 시 점화원에 의해 착화되어 발생
- TNT 동가모델 사용
- 가정 및 제한사항
  - 누출된 물질은 가연성 물질이어야 함
  - 폭발력은 램프에 따라 달라질 수 있다
  - 거리에 따른 과압의 감쇄는 TNT와 비슷
  - 증기운의 흐름방향 고려 안함
  - 지형, 건물, 장애물의 영향 고려 안함

- 누출 가연성 물질의 질량
- 가연성 물질의 순면적



26

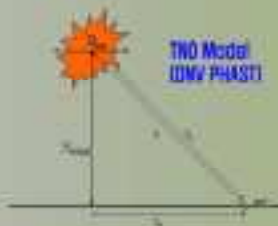
## 4. CARIS 시스템

### 폭발모델

#### 2. 불기폭발(Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion, BLEVE) 또는 화구(Fire ball)

- 외부에서 화재가 발생, 휘발성물질이 들어있는 탱크의 내용물이 가열될 때 발생
- 비점 이상의 온도여서 액체인 상태로 들어있는 용기가 파열될 때 발생, BLEVE 현상 동반
- TNT 동가모델 사용
- 가정 및 제한사항
  - 모델식은 경험적 상관관계식
  - 화구 크기에 영향을 주는 연소의 경우 공기 중 산소부피 고려 안함
  - 바람의 영향을 받지 않는 것으로 가정

- 화염의 최대 높이
- 화염의 최대 직경
- 화염 지속시간
- 관심거리에서의 복사열



27

## Ⅲ. CARIS 활용

28

## 1-1. CARIS 2012 vs CARIS 2020 개선 현황

지도유형	민간기업(Daum, Naver 등) 지도 → 국토교통부 브이월드(위성지도): 민간기업보다 해상도↑, 업데이트 주기↑
모빌리티물질	1,600종(순수물질) → 2,100종(순수물질), 18종(수용역, 염산, 암모니아수, 불산, 질산, 황산 등)
기상정보	수동 입력 → 수동, 자동 입력(기상의 3887개 관측지점으로부터 기상정보를 사용)
사고유형	완전파손, 탱크사고, 파이프사고 → 화재, 폭발, 확산(떠들증발, 대기유입)으로 다각화
제공정보	화학물질(5,883→25,000개), 취급업체(7,715→240,040개)
확산표현	위험(hot)-준위험(warm)-완충(cold)지역→추가기능: 피해영향 95% 신뢰범위 및 초기이격거리 추가
인구수 표출	통계지리정보의 서비스의 인구수 통계를 이용하여 피해반경 내의 인구수를 산정
주변검색 범위 확대	주변검색 반경 1km → 10km로 범위 확대
농도 표출	농도 컨투어 내 임의 위치에서의 농도를 사용자가 확인

## 1-2. CARIS의 주요 기능

“위도, 경도로 사고 지점 이동 가능”

- 주소검색
- 취급업체
- 대응기관
- 유관기관
- 방재물품

“다양한 검색 메뉴-검색조건으로 원하는 정보 검색”

“상세정보 클릭하여 기관 정보(취급하는 유해화학물질 및 방재물품 목록 등) 확인”

## 1-2. CARIS의 주요 기능

The screenshot displays the CARIS web application interface. On the left, there are several data tables with columns for '구분' (Category), '구명' (Name), '소재지' (Location), '소재일' (Date), '소재량' (Quantity), '소재비율' (Ratio), '소재비율률' (Rate), and '소재비율률률' (Rate Rate). The main area shows a satellite map of an industrial or residential area. A callout box on the right lists search criteria: '물감상자 검색', '간역 물감상자 검색', '인구밀도 검색', '서도밀도 검색', and '서도접수번호'. Another callout box on the left lists search criteria: '물감상자 검색', '구명', '소재지', '소재일', '소재량', '소재비율', '소재비율률', and '소재비율률률'.

## 1-3. CARIS 피해영향범위 평가

The screenshot displays the CARIS web application interface showing a satellite map with three colored zones indicating impact levels. The zones are defined as follows:

- \*원증지역\*** (Yellow): ERPG-1 : 3 ppm. 3시간 노출 → 불쾌감, 지구 중상을 인지, 건강에 일시적 영향.
- \*준위험지역\*** (Orange): ERPG-2 : 20 ppm. 1시간 노출 → 건강에 지속적인 파영향 또는 심각한 손상.
- \*위험지역\*** (Red): ERPG-3 : 150 ppm. 1시간 노출 → 생명을 위협하는 경우 발생, 사망의 위험 있음.



## IV. CARIS 적용

33

### 1-1. 화학사고의 형태

#### 화재

- 저장용기에 저장된 화학물질이 누출된 후 점화원에 의해 점화되어 지속적으로 연속되는 현상
- 화재는 연소되는 현상에 따라 다시 화구, 물화재, 제트화재 등으로 구분
- 화재로 인한 피해는 복사열(Thermal Radiation)



화구화재



물화재

## 1-1. 화학사고의 형태

### 폭발

- 폭발은 가연성 물질이 대기 중에서 증기운(Vapor Cloud)을 형성한 상태에서 점화원에 의해 순간적으로 폭발하는 현상
- 폭발로 인한 피해는 **과압(Overpressure)**

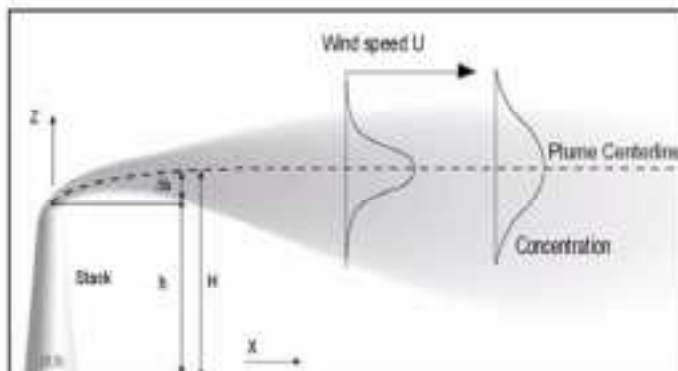


폭발 피해

## 1-1. 화학사고의 형태

### 독성확산

- 독성확산은 저장용기에서 외부로 누출된 독성 물질이 대기 중으로 퍼져나가면서 넓은 지역에 걸쳐 독성물질이 퍼져 나가는 현상
- 독성에 의한 피해는 **노출농도(ppm)**



독성확산

## 1-2. 화재폭발 평가

### 화재폭발 평가 - 누출된 가연성 물질의 폭발

#### 사고 시나리오

사고위치	화학물질안전원
사고시점	2020년 6월 1일 오후 13시 47분
저장형태	기체
사고형태	<b>폭발</b>
저장물질	메탄
총 누출량	500 kg

#### 구동결과



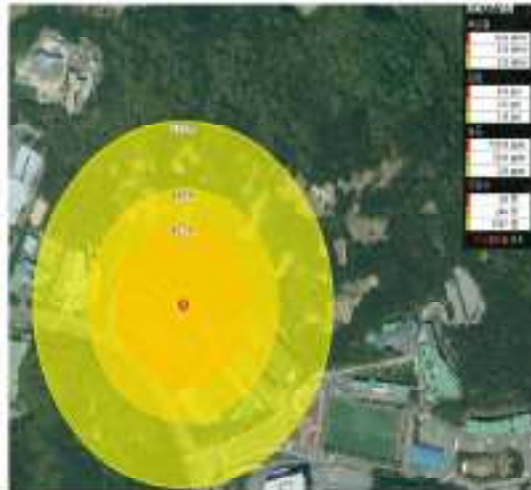
## 1-2. 화재폭발 평가

### 화재폭발 평가 - 누출된 가연성 물질의 화구화재

#### 사고 시나리오

사고위치	화학물질안전원
사고시점	2020년 6월 1일 오후 13시 47분
저장형태	액상(가압)
사고형태	<b>화구화재</b>
저장물질	프로판
총 누출량	500 kg

#### 구동결과



## 1-2. 화재폭발 평가

### 화재폭발 평가 - 누출된 가연성 물질의 풀 화재

#### 사고 시나리오

사고위치	화학물질안전원
사고시점	2020년 6월 1일 오후 13시 47분
저장형태	역상
사고형태	<b>풀 화재</b>
저장물질	벤젠
출 누출량	500 kg
풀 직경	20 m



#### 구동결과



## 1-3. 독성확산 평가

### 독성확산 평가

- 독성확산 평가는 유해화학물질이 대기 중으로 확산되어 인체나 생태에 영향을 미치는 정도를 평가
- 독성확산 평가 시 필요한 중요 요소는 기상정보이며 기상정보는 풍향(deg), 풍속(m/s), 대기온도(°C), 대기압력(atm), 상대습도(%), 대기안정도이다

A: 매우불안정, B: 불안정, C: 약간불안정, D: 중립, E: 약간안정, F: 안정

풍속(m/s)	남					북		
	맑음	구름조금	구름많음	흐림	비	구름조금	구름많음	맑음
0.5~2	A	A	B	B		E		F
2.5~5	A~B	B	B	C		E		F
5.5~10	B	B	C	C		D		E
10.5~15	C	C	D	D		D		D
15.5~20	C	D	D	D		D		D

출처: 기상부 대기안정도 가이드

## 1-3. 독성확산 평가

### 독성확산 평가 - 누출원 상황을 정확히 알고 있는 경우 1

#### 사고 시나리오

사고위치	화학물질안전원
사고시점	2020년 6월 1일 오후 13시 47분
저장형태	역상(가압)
기상정보	풍향 : 90°(E) 풍속 : 3.2 m/s 대기온도 : 32.9 °C 대기압력 : 1 atm 상대습도 : 49% 대기안정도 : 0
사고형태	독성확산 - 용기누출
저장물질	암모니아
용기온도	20 °C
저장압력	3 atm
용기부피	100 m³
저장량	500 kg
누출크기	100 mm

#### 구동결과



## 1-3. 독성확산 평가

#### 현상 상세설명

- 가압역상용기에 저장된 물질은 용기에서 누출과 동시에 역상과 기상으로 분리되는데 이를 플래쉬 효과라고 함
- CARIS는 플래쉬가 발생하는 가압역상 누출의 경우 플래쉬 된 기체에 대해서 확산평가를 수행



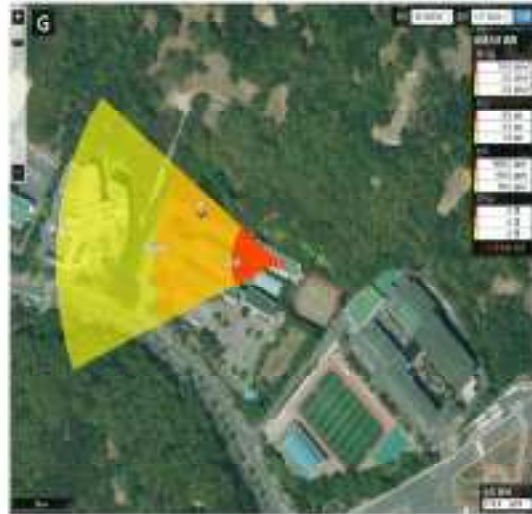
## 1-3. 독성확산 평가

### 독성확산 평가 - 누출원 상황을 정확히 알고 있는 경우 2

#### 사고 시나리오

사고위치	화학물질안전원
사고시점	2020년 6월 1일 오후 13시 47분
저장형태	액상
기상정보	풍향 : 99.9°(E) 풍속 : 3.2 m/s 대기온도 : 33 °C 대기압력 : 1 atm 상대습도 : 47% 대기연정도 : 0
사고형태	독성확산 - 용기누출
저장물질	벤젠
용기온도	26 °C
저장압력	0.5 기압
용기부피	100 m³
저장량	25,000 kg
누출크기	100 mm

#### 구동결과



## 1-3. 독성확산 평가

### 현상 상세설명

- 액상용기에 저장된 물질은 용기에서 누출과 동시에 지표면에 흘러 퍼들(Puddle)을 생성하고 퍼들로부터 증발한 유해화학물질이 대기로 흡수되는 현상을 통해 피해 거리를 평가



### ■ 유해화학물질 급성노출기준

- **AEGL** (Acute Exposure Guideline Level, 급성 노출 가이드라인 레벨)
  - ▶ AEGL-1: 일반 인구 집단에 대해 특이 증상은 나타나지 않으나 현저한 불편함, 자극증상을 초래할 것으로 예측되는 대기 중 농도   ▶▶ **AEGL-1 이상의 지역 접근 금지**
  - ▶ AEGL-2: 비가역적(복구가 되지 않는), **장기간 지속적으로** 건강에 유해영향을 줄 수 있을 것으로 예측되는 농도
  - ▶ AEGL-3: **생명에 위협을** 줄 수 있거나 **사망**을 초래할 것으로 예측되는 농도
- **ERPG** (Emergency Response Planning Guideline, 비상대응계획 가이드라인)
  - ▶ ERPG-1: 1시간 동안 노출되었을 때 대부분의 사람이 오염물질을 인지하지 못하거나 건강상 **영향이 나타나지 않는** 공기 중 최대 농도
  - ▶ ERPG-2: 회복 불가능 또는 **심각한 건강상의 영향**이 나타나지 않는 공기 중 최대 농도
  - ▶ ERPG-3: **생명의 위험을** 느끼지 않는 공기 중 최대 농도
- **PAC** (Protective Action Criteria, 보호조치기준)
  - ▶ PAC-1: **경미하게** 건강에 **영향**을 줌
  - ▶ PAC-2: 비가역성 또는 건강에 **심각한 영향**을 줄 수 있음
  - ▶ PAC-3: **생명을 위협**할 수 있음

## Q&A. 질 의 응 답

경청해 주셔서 감사합니다!



2

.....

## 화학사고 대응체계



# 화학사고 대응체계

김성범 공업연구원

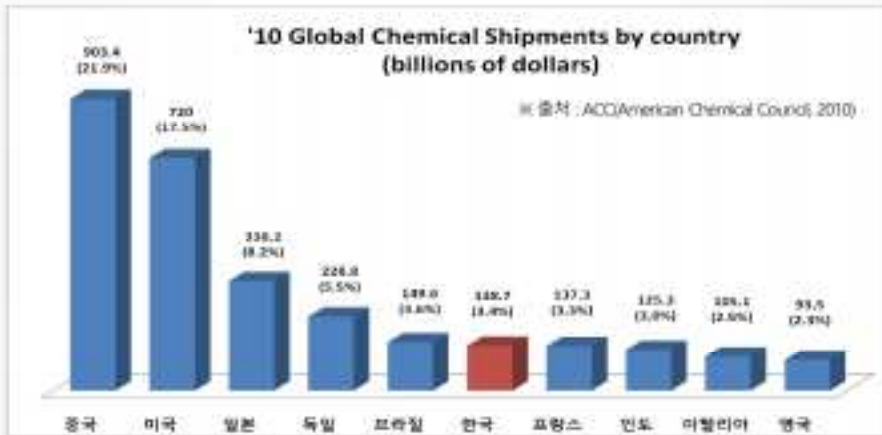


## 화학의 정의



## 국내 화학산업 현황

- » 한국은 세계 화학시장(USD 4조 1천억)의 3.4% 차지
- » 세계 6위 수준(2010년 기준), 지속적으로 증가 추세
- ◆ 중국 21.9%, 미국 17.5%, 일본 8.2%, 인도 3.0%

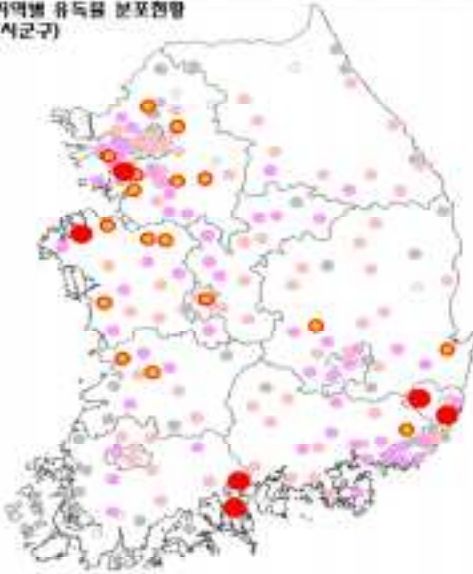


## 화학물질 관리체계



## 국내 화학산업단지 특성

지역별 유독물 분포현황 (시군구)



● 16,000 톤/연간    ● 1,000 톤/연간    ● 100 톤/연간  
 ● 10 톤/연간    ● 1 톤/연간    ○ 1 톤/연간

국가산업단지 현황



## 국내 화학재난 발생 요인

신규화학물질 유입

화학물질유통량  
지속적 증가

원료획득 및  
기술습득 용이

취급 사업장  
전국적 분포

다른 유형의 재난 대비  
발생 가능성 높음

## 국내 화학물질 관리 법령

» 법 목적, 용도 등에 따라 다양한 법률로 관리

- 7개 부처 14개 법률

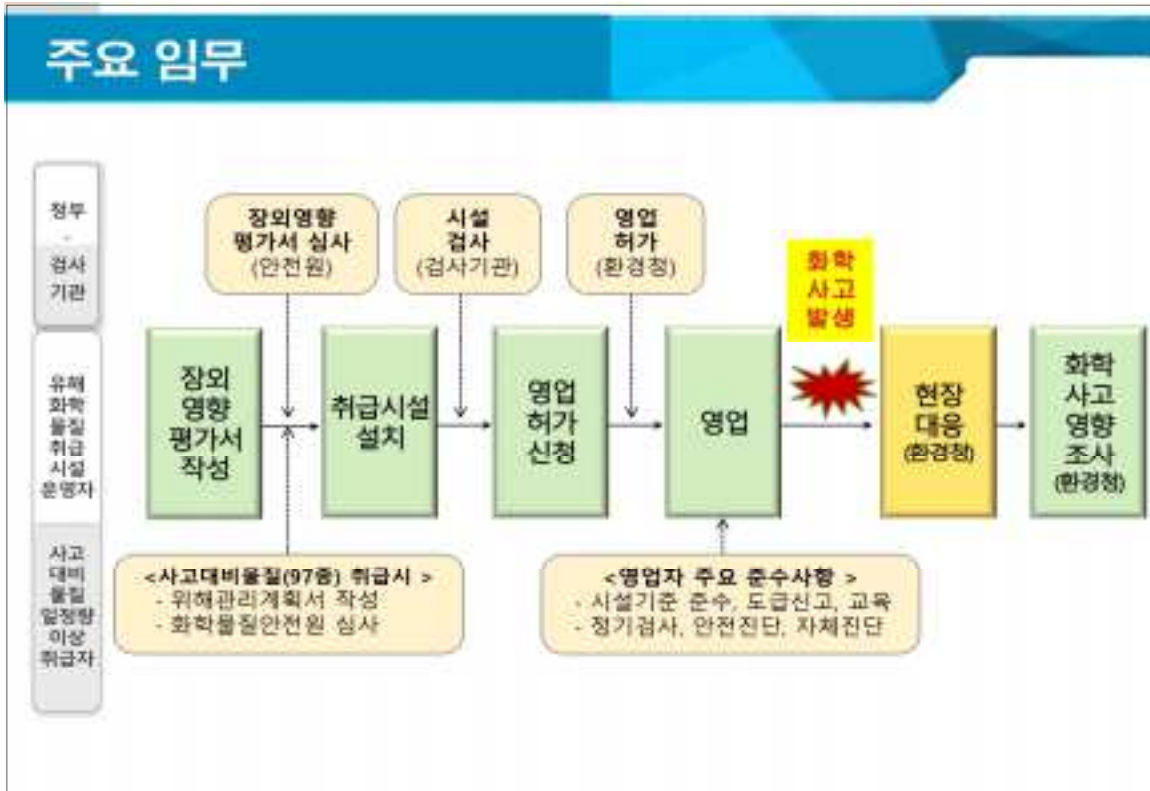
< 관리 화학물질별 부처, 관련법령 현황 >

관리대상	소관부처	근거법령
<b>화학물질(유독물)</b>	<b>환경부</b>	<b>유해화학물질관리법 → 화학물질관리법</b>
유해·위험물질	고용노동부	산업안전보건법
농약 비료 사료	농림축산식품부	농약관리법 비료관리법 사료관리법
의약품 대약 중 화장품 식품첨가물	보건복지부	약사법 대약유통의관리에관한법률 화장품법 식품위생법
위험물 화약류	행정안전부-소방청 -경찰청	위험물 안전관리법 총포·도검·화약류등단속법
고압가스 액화석유가스	산업자원부장부	고압가스안전관리법 액화석유가스 안전 및 사업관리법
폭발성 물질	국토해양부	선박안전법

## 전문기관의 필요성

### 구미 사고와 독일 하노버 사고의 대응 비교

독일 하노버	구분	한국 구미
2012년 10월 15일	발생 시점	2012년 9월 27일
질산	누출가스	불산
0명	사망자	5명
화학사고 전문가 100명 포함 1000여 명의 방재 인력	인력 투입	소방관과 경찰관 350명
투입 인원 전원 방독면과 보호장비 착용	현장 보호장비	마스크와 방독면 일부 착용. 화학 보호복 6벌
발생 직후 인근 주민 800여 명 긴급 대피 위험 지역 확대 후 1000여 명 추가 대피	주민 대피	사고 발생 3시간 후 주민 대피
인근 고속도로 통행 금지	현장 통제	현장 통제 불능



### 환경부 화학사고 대응 절차 요약

절차	안전원	합동발재센터	환경청
신고접수	<ul style="list-style-type: none"> <li>접수전화(상항실)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>접수전화(상항실)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>접수전화(상항실)</li> </ul>
대응수준 판단·전파	<ul style="list-style-type: none"> <li>판단전화(상항실)</li> <li>사고규모 별 환경청, 안전원 인력지원 필요여부</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>사고현장 파악</li> <li>본부(→ 본부, 환경청, 안전원)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>현장 출동기관 확인·지시</li> </ul>
현장출동	<ul style="list-style-type: none"> <li>출동 (대형사고 등 필요시)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>출동</li> <li>수습조정관, 분석지원 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>출동(현장상황 필요시)</li> </ul>
초동조치	<ul style="list-style-type: none"> <li>정보제공 (→ 현장, 유관 및 대응기관)</li> <li>물질 대응·사업장 정보 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>상황판단</li> <li>경계단계, 주민대피 여부 등의 사항</li> <li>출근보고 (→ 본부, 환경청, 안전원)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지원(현장상황 판단)</li> </ul>
확정·병태	<ul style="list-style-type: none"> <li>정보제공 (→ 수습조정관)</li> <li>정밀분석, 발제정보 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>확정참차오염물 처리</li> <li>수반지역, 토양, 오염수 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>확정·병태 지원</li> </ul>
사고종결		<ul style="list-style-type: none"> <li>사고종결(유관기관협력)</li> <li>결과보고 (→ 본부, 환경청, 안전원)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>사고종결(유관기관협력)</li> <li>결과보고 (→ 본부, 환경청, 안전원)</li> </ul>
수습·복구 (대형 사고시)	<ul style="list-style-type: none"> <li>수습 자원 (→ 환경청)</li> <li>수습절차, 기준 등</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>지역사고수습본부 구성</li> <li>사고원인, 영향조사, 오염 지역 복구, 피해구제 등</li> </ul>



## 화학사고 정의(화학물질관리법)

### 화학사고

시설의 교체 등 작업 시 작업자의 과실, 시설결함 · 노후화, 자연재해, 운송사고 등으로 인하여 **화학물질이 사람이나 환경에 유출 · 누출되어 발생하는 일체의 상황**

### 화학물질

원소 · 화학물 및 그에 인위적인 반응을 일으켜 얻어진 물질과 자연상태 에서 존재하는 물질을 화학적으로 변형시키거나 추출 또는 정제한 것

### 적용범위

화학물질의 관리 및 화학사고 대응에 관하여 관계 법률에 다른 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이법에 따름(제3조 3항)



## 화학사고 특성

FIRE = Physical response



- » 연소가스 질식
- » 복사열
- » 건물붕괴 등

Chemical accidents = Complex response



- » 화재, 폭발
- » 독성가스 누출, 확산
- » 환경(인명) 피해

- ◆ 다양하고 복합적인 피해유형 - 대응기관 다수
- ◆ 처리 및 복구비용, 전문적인 대응 요구

## 화학물질 유형/사고특성 (I)

### 화학물질의 종류



### 반응성 물질

- » 자기중합 (Self-polymerization)
- » 금수성 (Water reactive)
- » 발화성 (Pyrophorics)
- » 과산화물 생성 (Peroxide formation)
- » 산화제 (Oxidizers)
- » 충격민감물질 (Shock sensitive)
- » 폭발성 (Explosive)

## 화학물질 유형/사고특성 (II)

반응성물질 : 금속성물질	반응성물질 : 폭발성물질				
<p>▶ 물과 반응하여 수소같은 가연성 기체와 열을 발생</p> <p>▶ 폭발적으로 반응</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>알칼리금속</p> <p>Li, K, Na</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>알칼리토금속</p> <p>Ca, M</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>수소화물</p> <p>KH, LiAlH<sub>4</sub>, NaH, NaBH<sub>4</sub></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>카바이드</p> <p>CaC<sub>2</sub></p> </div> </div>	<p>▶ 열역학적으로 불안정한 화학물질</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #92d050;">불안정하여 폭발할 위험성이 있는 화합물</th> <th style="background-color: #f4a460;">온화되면서 기체발생이 있는 화합물</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 에치에드 화학물질(에칭)</li> <li>• 유기 니아트로 화합물</li> <li>• 유기금속염</li> <li>• 과염소산염</li> <li>• 니이트로글리세린 등</li> </ul> </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30% 이상의 과산화수소</li> <li>• 과염소산 암모늄</li> <li>• 벤조일 퍼옥사이드</li> <li>• 디아아조 화합물 등</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	불안정하여 폭발할 위험성이 있는 화합물	온화되면서 기체발생이 있는 화합물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 에치에드 화학물질(에칭)</li> <li>• 유기 니아트로 화합물</li> <li>• 유기금속염</li> <li>• 과염소산염</li> <li>• 니이트로글리세린 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30% 이상의 과산화수소</li> <li>• 과염소산 암모늄</li> <li>• 벤조일 퍼옥사이드</li> <li>• 디아아조 화합물 등</li> </ul>
불안정하여 폭발할 위험성이 있는 화합물	온화되면서 기체발생이 있는 화합물				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 에치에드 화학물질(에칭)</li> <li>• 유기 니아트로 화합물</li> <li>• 유기금속염</li> <li>• 과염소산염</li> <li>• 니이트로글리세린 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30% 이상의 과산화수소</li> <li>• 과염소산 암모늄</li> <li>• 벤조일 퍼옥사이드</li> <li>• 디아아조 화합물 등</li> </ul>				

## 세계적 화학물질 사고 사례

연도	발생국	사고개요	피해
1976	이탈리아 세베소	산업 공장에서 다이옥신 대기누출	• 3,300여마리 동물 폐사, 80,000여마리 동물 실거분
1984	인도 보팔	자강탱크에서 메틸이소시아네이트 대기누출(MIC)	• 3,800여명 사망, 15,000~20,000명 조기사망
1984	멕시코 멕시코 시티	LPG 터미널 폭발	• 500여명 사망, 6,400여명 부상
1991	한국 낙동강	전자공장에서 폐물 유출 (1차 30톤, 2차 1.3톤)	• 대구지역 식수공급 중단, 산도 유산 등 피해 다수
1995	일본 도쿄	부기 작동제 고리 누출	• 12명 사망, 54명 부상, 수 천명의 피해자
2000	네덜란드 엔스헤데	폭죽공장 폭발	• 20명 사망, 562명 부상, 주택 3채의 가옥 파손, 2,000명 소경
2001	프랑스 툴루즈	비료공장에서 300~400톤의 질산암모늄 폭발	• 30명 사망, 2,500명 부상, 500 가구 파손
2002	스페인 갈리시아	프레스티지호 기름로 77,000여 톤의 중유 누출	• 26억US\$에 달하는 정화비용
2002	인도 자발푸르	살충제 용기를 주방용품으로 오용하며 집단 중독현상	• 3명 사망, •최소 10명 입원
2003	미국 배턴루지	염소가스 누출	• 인명 피해 없음

## 세계적 화학물질 사고 사례

연도	발생국	사고개요	피해
2004	이란 네이사부르	반응성 화학물질을 혼합하여 열차 폭발	• 비상대응요원과 구경객 중 수 백명의 사상자 발생
2005	중국 상화강	공강폭발로 100여톤 오염물질이상화강으로 유입	• 5명 사망, 수백만명에 대해 며칠동안 용수공급 중단
2005	필리핀 보홀	시행복 준비과정에서 부주의에 의한 살충성분 사용	• 29명 사망, 104명 입원
2005	영국 웨일 햄프스데드	유류보관 실비에서 세차제의 폭발 (벤스필드 기지)	• 43명 부상 보고, 2,000명 소개
2006	코르디부아르 아이비장	아이비장에 독성 재기를 뿌리기	• 10명 사망, 수천명 질병
2006	파나마	기밀시험에 디에틸렌 글리콜 첨가	• 최소 100명 사망
2007	말갈라	브롬화나트용액을 식염과 혼용	• 최소 460명이 병에 걸림, 대다수가 어린이
2008	세네갈	무질적인 케타리 재활용으로 납성분 누출	• 어린이와 함께 노출된 사람들이 납중독 증상을 보임
2012	한국 구미	물산 직재 탱크로부터 이산화중 8톤 누출	• 5명 사망, 18명 부상, 농작물 212ha, 가축 2,943두 피해

## 화학사고 발생 현황

유형별 년도	계	유형구분			피해현황	
		시설관리 미흡	작업자 부주의	운송차량 사고	인명피해	재산피해
2012	9	3	5	1	11명 사망 67명 부상	554억원 (정부지원금포함)
2013*	86	31	35	20	11명 사망 70명 부상	50억원
2014	105	34	49	22	4명 사망 235명 부상	314억원
2015	113	56	36	21	8명 사망 121명 부상	6.7억원 * 화권법 시행
2016	78	32	25	21	7명 사망 47명 부상	4.1억원
2017	87	36	24	19 (*8건-포항지진)	33명 부상	3.1억원
2018	66	34	22	10	5명 사망 29명 부상	-
2019	57	16	29	12	1명 사망 23명 부상	-

※ 구미 불산사고('12.9.27) 이후 화학물질 위험에 대한 인식 고취

### 월별 화학사고 발생 현황

(단위:건수)

월별 년도	계	월별 구분											
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
2013	86	5	3	11	3	9	4	14	8	7	11	7	4
2014	104	2	5	7	6	7	7	20	20	11	9	5	5
2015	113	7	7	10	13	10	10	16	9	7	9	7	8
2016	78	9	6	11	10	6	6	9	9	4	4	3	1
2017	87	3	4	7	3	8	7	11	8	6	7	17	6
2018	66	7	5	6	6	9	8	6	5	3	3	5	3
2019	57	2	0	5	4	5	3	5	14	8	2	3	6
계	601	35	30	57	45	54	45	81	73	46	45	47	33

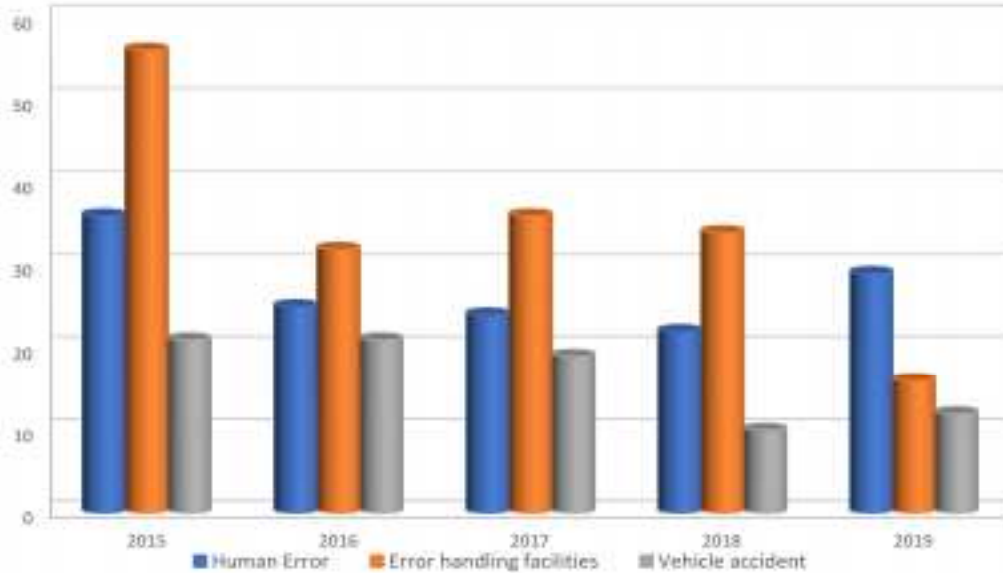
### 지역별 화학사고 발생 현황

(단위:건수)

지역별 년도	계	지역별 구분																
		서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
2013	86	4	2	2	4	1	0	6	1	27	5	8	6	5	6	5	4	0
2014	105	9	3	6	4	1	6	6	1	36	0	4	8	3	6	10	2	0
2015	113	5	6	1	7	3	2	8	0	36	3	9	6	5	7	10	5	0
2016	78	0	5	0	4	2	4	5	2	18	2	3	8	4	5	11	5	0
2017	87	1	6	2	3	1	1	6	0	19	4	2	6	5	10	17	3	1
2018	66	1	4	0	5	0	3	8	0	16	0	5	3	5	6	7	3	0
2019	57	1	2	0	3	1	0	5	0	17	1	7	9	1	2	5	3	0
계	601	20	24	11	25	9	13	36	4	155	15	33	43	23	36	58	22	1

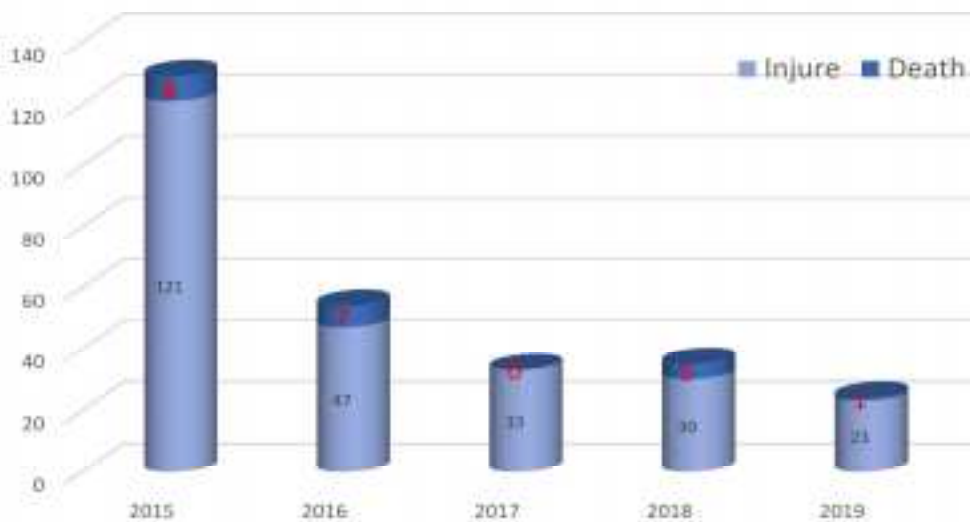
## 화학사고 원인분석

» 작업자부주의, 시설관리 미흡, 운송차량 사고(과거 5년 추이)



## 화학사고 인명피해 현황

» 사망자, 부상자(과거 5년 추이)



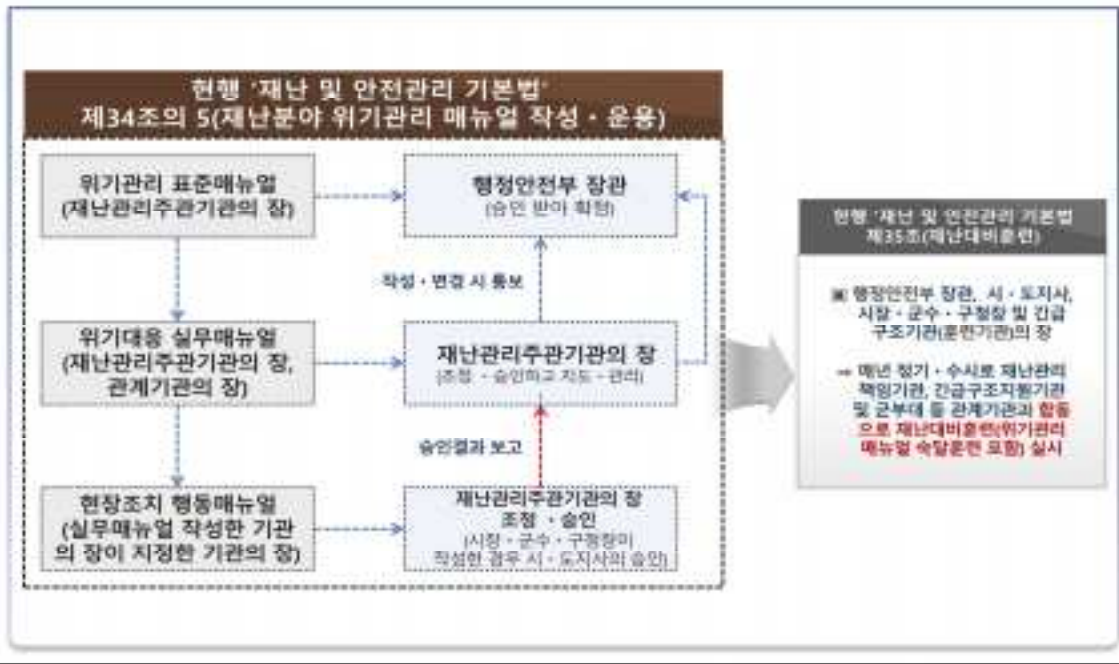
## 주요 화학사고 물질

화학물질명	계	연도별 사고발생 건수						
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
암모니아(암모늄수산화물)	66	3	16	9	7	9	13	9
염산(염화수소)	60	8	12	4	8	15	4	9
질산	45	5	9	8	5	9	6	3
황산(황화수소)	40	3	8	4	9	6	5	5
염소	18	5	1	2	-	5	5	-
물루엔	17	2	1	6	4	2	-	2
과산화수소	15	3	1	2	1	2	2	4
불산(플루오르화수소)	14	7	3	1	1	-	1	1
수산화나트륨(가성소다)	11	2	3	3	-	-	2	1

## 화학재난 대비활동 추진근거



## 현행법 상 매뉴얼 관리



## 유해화학물질 유출사고 매뉴얼 현황

매뉴얼	작성기관	주요내용
유해화학물질 유출사고 위기관리 <b>표준매뉴얼</b>	환경부	- 유형별 위기관리체계 - 주관기관의 임무와 역할
유해화학물질 유출사고 위기대응 <b>실무매뉴얼</b>	환경부, 행정안전부 등 10개 부처, 2개 공공기관	- 재난대응에 필요한 지원·협조사항 규정
유해화학물질 유출사고 현장조치 <b>행동매뉴얼</b>	17개 시·도, 시·군·구, 지방행정청(255개 기관) 등 재난현장에서 임무를 수행하는 기관의 장	- 재난현장 조치기관의 행동절차 및 요령 규정

## 일반사항(관련법규)

**화학물질 관련**

- ① 화학물질관리법(환경부)
- ② 산업안전보건법(고용노동부)
- ③ 고압가스안전관리법(산업통상자원부)

**재난 관련**

- ① 재난 및 안전관리 기본법(행정안전부)
- ② 민방위기본법(행정안전부)
- ③ 소방기본법(소방청)
- ④ 산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률 (산업통상자원부)
- ⑤ 국가위기관리기본지침(대통령훈령 제318호)

## 화학사고 업무범위

» 유독물, 사고대비물질(700여종), 유해, 위험물질(20여종)  
 » 위험물(3000여종) 등이 주요 안전관리 대상물질

누출·화재·폭발 등으로  
중대산업사고 피해(산업안전보건법)

(유해·위험물질)

**환경부**  
**고용부**  
**산업부**

유출로 인명·재산 및  
환경측면 피해(화학물질관리법)

(유독물·사고대비물질)  
(취급제한·금지물질)

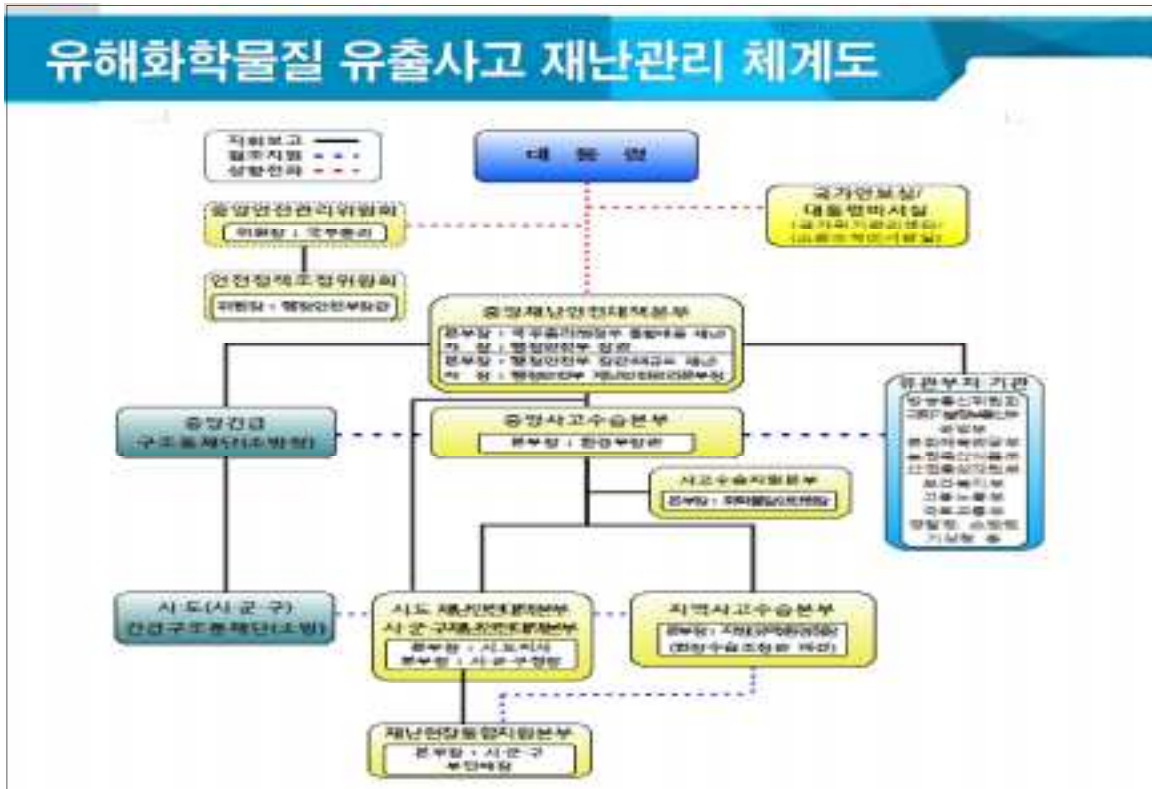
유류 및 가스사고  
피해(고압가스안전관리법)

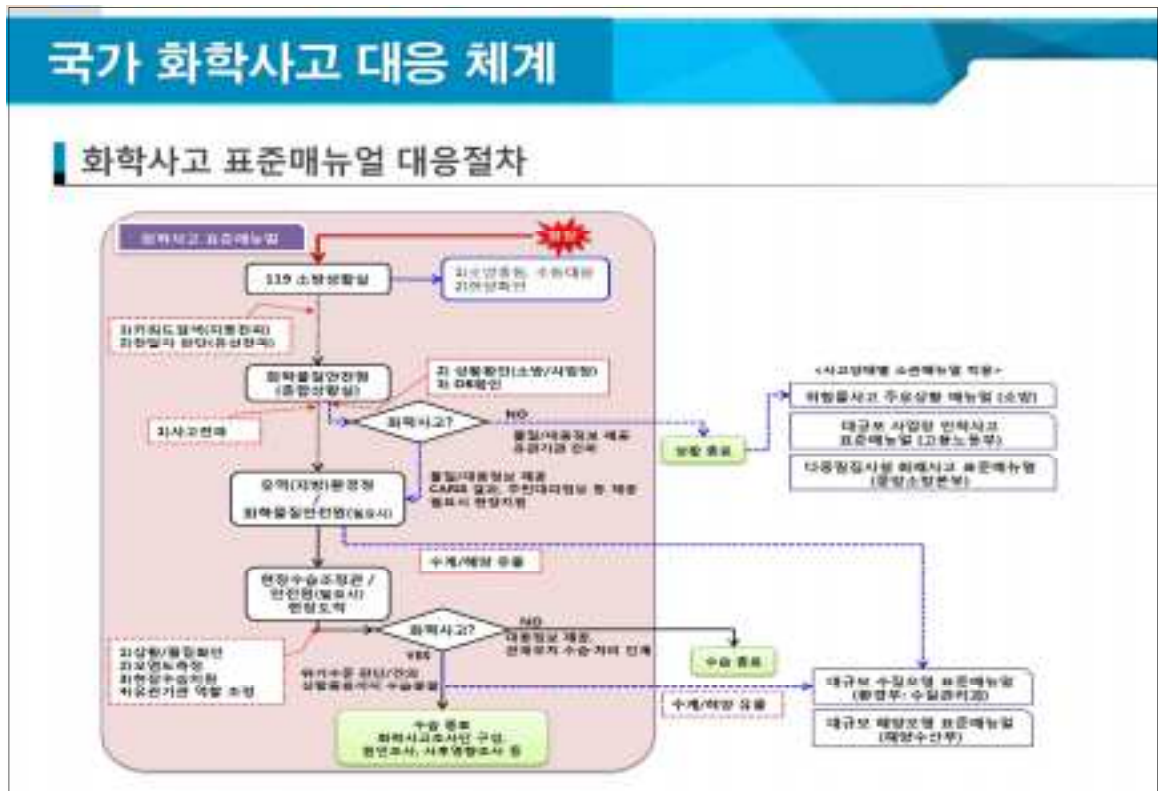
(유류 및 고압가스)



### 화학사고 예방·대비·대응·복구 체계

구분	환경부	소방청	고용노동부	산업통상자원부	
예방 (화학사고 발생 요인을 사전에 제거)	근거	- 화학물질관리법	- 화학물질안전법	- 고압가스안전관리법	
	기능	- 소독화학물질 사용 허가 - 시설 용기용 기밀검사 - 화학물질 취급자 직무교육	- 위험물 사용 허가 - 위험물 예방교육 학점	- 물질안전보건자료 작성배치 - 공업안전고시자재안전관리법	- 고압가스 용기 허가·신고 - 고압가스안전관리법제시사항
	조직	- 환경부 - 화학물질안전원(전문기관)	- 소방본부, 소방서	- 고용청, 산업안전보건공단	- 한국가스안전공사
대비 (화학사고 발생 시, 인명·재산·환경 피해를 최소화)	근거	- 재난 및 안전관리기본법 - 화학물질안전법 - 화학사고 대응 계획법	- 재난 및 안전관리기본법 - 화학사고 대응 계획법	-	
	기능	- 화학사고 대비 교육훈련 - 환경영향평가서 작성 교육 - 시·도별 화학사고영향사전평가	- 화학사고 대비 교육훈련 - 사고대응 장비 운영	-	
	조직	- 화학재난합동방재센터 - 화학물질안전원(전문기관)	- 소방본부, 소방서 - 특수사고 대응 전문단	-	
대응 (화학사고 발생 시 신속하게 대응)	근거	- 화학사고 대응 계획법	- 화학사고 대응 계획법	- 화학사고 대응 계획법	
	기능	- 화학사고 대응(모형)	- 화학사고 대응(지휘)	- 화학사고 대응(지휘)	
	조직	- 화학재난합동방재센터 - 화학물질안전원(전문기관)	- 소방본부, 소방서 - 환경119구조본부	- 고용청, 산업안전보건공단 - 한국가스안전공사	
복구 (화학사고 발생 후 인명·재산·환경 피해를 최소화)	근거	- 화학물질관리법 - 화학사고 대응 계획법	-	-	
	기능	- 유해물질 및 환경영향조사 - 사고지역 복구·회복	-	-	
	조직	- 화학재난합동방재센터 - 화학물질안전원(전문기관)	-	-	



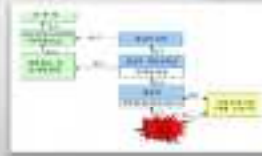


## 환경부(중앙사고수습본부) 조치사항 1

### 위기상황 접수 및 보고, 전파

#### 위기상황 접수

- 사고 상황 접수  
신고 119종합상황실 → 유역(지방)환경청, 안전원, 화학재난합동방재센터



#### 상황확인, 보고/전파

- 상황보고 : 유역(지방)환경청 등 → 화학물질안전원 → 환경부
- 상부보고 : 환경부 → 대통령실, 행정안전부 등
- 유관기관 전파 : 환경부 → 산업통상자원부, 고용노동부, 행정안전부 등
- 현장출동(환경청, 방재센터 환경팀) : **현장상황 보고**

#### 위기경보평가 및 발령

- 자체위기평가회의 소집 및 평가 (환경부 위원장 : 환경보건정책관)
  - '심각' 단계로 평가
  - ※'심각'단계 판단 근거 : 화학물질 누출로 인한 00여명의 사상자와 00메이트 수km 인근 주민 약 500여명의 추가인명피해가 예상됨에 따라 경보 최고등급인'심각'단계로 발령 결정
- 경보발령 사전협의 (대통령실, 행정안전부)
- 협의완료 시'심각' 단계로 경보발령 및 전파

## 환경부(중앙사고수습본부) 구성 및 운영

### 환경부 (중앙사고수습본부) 구성 및 운영



- 총합상황실(환경보건정책관)**
  - 사고처리상황 종합, 총대본 보고 및 지원
  - 각 반별 업무 및 지역사고수습본부 활동 총괄지휘
- 상황분석 및 정보관리(비이아이리얼실)**
  - 사고정보 및 처리활동 상황 파악
  - 지역사고수습본부와 연락체계 유지 등
  - 사고물질 특성·방제방법 등 정보제공
  - 시뮬레이션 기술 등 정보제공
  - 기술적인 사고원인 조사(유관기관 협동)
- 영향조사팀**
  - 사고 후 영향조사 계획 작성 등
  - 사고 영향 예측
- 유관기관연계팀**
  - 유관기관 연락체계 유지 및 지원 등
- 홍보지원팀**
  - 사고관련 언론보도 모니터링
  - 총대본 언론브리핑 및 문헌제공(관공무 협조 등)
- 화학사고수습지원본부**
  - 화학사고 현장에서 수습 등의 활동업무 조정지원
  - 사고지역 측정 및 GARS 확산평가 정보제공

## 환경부(중앙사고수습본부) 조치사항 2

- 위기상황 모니터링 및 위협정보 수집 (환경청, 안전원, 수습조정관 파견 요청)
- 종합적 상황파악·사고대응 지침 하달
- 위기경보 수준 판단 및 경보 발령 (심각단계 발령)
- 화학사고 대응조치에 관한 의사결정 및 현장지휘 협조 (지사본·상황실 운영)
- 화학사고 대응에 필요한 기술지원 및 대응자원 조정 (사고대응정보 제공 등)
- 언론 홍보 대응 및 취재활동 지원
- 전문가를 통한 과학적 정보제공 (화학사고조사단 구성·운영)
- 관계기관 대책반과 연락체계 유지·지원 협의
- 중앙재난대책본부 설치건의 (설치 시 연락관 파견)

## 환경부(중앙사고수습본부) 조치사항 3

### 사고 후 영향조사

- 화학사고조사단 구성·운영
- 사고지역 오염 매질에 대한 모니터링
- 인근지역에 대한 잔류여부 조사
- 사고지역 인근주민 역학조사 등 사후관리



### 복구 활동

- 사고 수습처리 상황 종합 보고
- 유관부처/기관 합동 피해복구 활동 전개
- 보상 등 행정안전부·지자체와 협의 처리
- 사고 재발 방지를 위한 제도적 장치 마련



## 화학재난합동방재센터 현황

- 구미 불산사고 발생('12.9.27)
- 범 정부 **화학재난 안전관리체계 개편방안 수립**('13.7.19)
  - 합동방재센터 설치(7개 산단 : 여수, 시흥, 서산, 익산, 구미, 울산, \*충주)
  - \*충주화학재난합동방재센터 개소( '18. 11)
  - 「화학재난합동방재센터 설치 및 운영에 관한 규정」 5개 부처공동 제정('13.11.25)
- 구미( '13.12.5), 시흥·서산·익산·여수·울산('14.1) 개소
  - 관할구역(공동훈련에 규정), 공동전담 구역(국가산단, 5개팀 관할구역)

## 화학재난합동방재센터 설치 위치



## 화학재난합동방재센터 조직 및 임무



<b>환경 팀 (00명)</b>	환경부(0명), 한국환경공단(0명)
<b>화학구조팀(00명)</b>	소방청 중앙119구조본부 00화학구조센터(00명)
<b>산업안전팀(00명)</b>	고용노동부(0명), 안전보건공단(0명)
<b>가스안전팀(0명)</b>	한국산업단지공단(0명), 한국가스안전공사(0명)
<b>지자체 팀 (0명)</b>	광역 지자체(0명), 기초 지자체(0명)

환경팀	화학구조팀	산업안전팀	가스안전팀	지자체팀
<ul style="list-style-type: none"> <li>합동방재센터 운영</li> <li>사고현장 수습조정</li> <li>화학물질 탐지분석</li> <li>주민건강 · 환경 영향조사</li> <li>유해화학물질 양립지 허가 및 관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>현장대응 조정통제</li> <li>인명구조 및 안전조치</li> <li>한지응급처치 · 이송</li> <li>사고현장 대응활동</li> <li>우물물 출입 · 검사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>화학안전점검</li> <li>공정안전보고서 심사 · 이행점검</li> <li>기술지도</li> <li>근로자 대피</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업단지 관리</li> <li>고압가스안전관리 출입 · 검사</li> <li>가스사고 원인조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역주민 대피</li> <li>인력 및 장비 지원</li> <li>오염지역 복구 지원</li> </ul>

## 화학재난합동방재센터 대응장비 현황

### 특수차량

● 화학사고현장분석차, 화학영상탐지차, 다목적제독차, 무인방수파괴차 등



● 현장대응장비 : 탐지 · 측정장비, 분석장비, 누출차단장비, 제독장비, 통신장비 등



## 종합상황실(안전원) 사고대응

### 사고전파

#### CARIS Chat 활용

**발(5)**

**두산부위 확인 표**

해당 부위 확인 표입니다. 해당 부위 확인 표를 확인하신 후, 해당 부위에 대한 내용을 입력해주세요.

**화학물질안전원**

화학물질안전원입니다. 화학물질안전원에서는 화학사고 대응을 위한 다양한 서비스를 제공하고 있습니다. 화학사고 발생 시, 화학물질안전원(02-910-1111)에 연락주세요.

2023년 11월 23일 정기 화상조사 실시

화상조사 실시 결과: 화학물질안전원 (02-910-1111)

**화학물질안전원**

충청남도 연기군 남면 송촌리 69-2

## 종합상황실(안전원) 사고대응


### 물질정보제공

<p><b>수 신 적 : </b>화학부 안전정보실, 긴급유형정보실, 시산업화학안전대응센터, 중대화학사고 대응반응부위 안전소통실, 안전지원센터</p> <p><b>성 명 :</b> 화학사고 상황실                      <b>등록유형 :</b> 1장</p> <p><b>연락번호 :</b> 수신에 연결될 경우 <b>팩스번호 :</b> 수신에 연결될 경우</p> <p><input type="checkbox"/> <b>제목 :</b> 화학 안전조치에 아무런영향을 미치지않고 <input type="checkbox"/> <b>내용 :</b> 화학물질안전원 최신 물질정보</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">발 행 일</th> <th style="width: 20%;">내 용</th> <th style="width: 10%;">대 사 제</th> <th style="width: 10%;">신 차 제</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2023.11.23</td> <td>화학부 안전정보실, 긴급유형정보실, 시산업화학안전대응센터, 중대화학사고 대응반응부위 안전소통실, 안전지원센터</td> <td>02-910-1111</td> <td>02-910-1111</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>발 행 처 :</b> 화학물질안전원 종합상황실</p> <p><b>전화번호 :</b> 02-910-7621</p> <p><b>팩스번호 :</b> 02-910-7626</p>	발 행 일	내 용	대 사 제	신 차 제	2023.11.23	화학부 안전정보실, 긴급유형정보실, 시산업화학안전대응센터, 중대화학사고 대응반응부위 안전소통실, 안전지원센터	02-910-1111	02-910-1111	<p><b>수 신 적 : </b>화학부 안전정보실, 긴급유형정보실, 시산업화학안전대응센터, 중대화학사고 대응반응부위 안전소통실, 안전지원센터</p> <p><b>성 명 :</b> 화학사고 상황실                      <b>등록유형 :</b> 1장</p> <p><b>연락번호 :</b> 수신에 연결될 경우 <b>팩스번호 :</b> 수신에 연결될 경우</p> <p><input type="checkbox"/> <b>제목 :</b> 화학 안전조치에 아무런영향을 미치지않고 <input type="checkbox"/> <b>내용 :</b> 화학물질안전원 최신 물질정보</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">발 행 일</th> <th style="width: 20%;">내 용</th> <th style="width: 10%;">대 사 제</th> <th style="width: 10%;">신 차 제</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2023.11.23</td> <td>화학부 안전정보실, 긴급유형정보실, 시산업화학안전대응센터, 중대화학사고 대응반응부위 안전소통실, 안전지원센터</td> <td>02-910-1111</td> <td>02-910-1111</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>발 행 처 :</b> 화학물질안전원 종합상황실</p> <p><b>전화번호 :</b> 02-910-7621</p> <p><b>팩스번호 :</b> 02-910-7626</p>	발 행 일	내 용	대 사 제	신 차 제	2023.11.23	화학부 안전정보실, 긴급유형정보실, 시산업화학안전대응센터, 중대화학사고 대응반응부위 안전소통실, 안전지원센터	02-910-1111	02-910-1111	
발 행 일	내 용	대 사 제	신 차 제															
2023.11.23	화학부 안전정보실, 긴급유형정보실, 시산업화학안전대응센터, 중대화학사고 대응반응부위 안전소통실, 안전지원센터	02-910-1111	02-910-1111															
발 행 일	내 용	대 사 제	신 차 제															
2023.11.23	화학부 안전정보실, 긴급유형정보실, 시산업화학안전대응센터, 중대화학사고 대응반응부위 안전소통실, 안전지원센터	02-910-1111	02-910-1111															

## 종합상황실(안전원) 사고대응


### CARIS 정보제공

화학물질사고대응정보시스템(CARIS)의 화면별기 정보			
사건명	유해 물질명	사건일자	관리부서
충청남	유해 물질명 : 47-44-1	사건일자	유해 물질명
지역명	유해 물질명 (화학명)	유해 물질명 (화학명)	
구분명	유해 물질명 (화학명)	유해 물질명 (화학명)	




**CARIS 구동 조건**

이 화면에서는 CARIS 시스템의 구동 조건을 설정하고 모니터링할 수 있습니다. 주요 구성 요소로는 사용자 권한, 데이터베이스, 로그 기록, 그리고 시스템 상태 등이 포함됩니다.



**기상청 기상정보 참고**

이 화면에서는 기상청의 실시간 기상 정보를 제공합니다. 현재 날씨, 기온, 습도, 그리고 일일 및 월별의 기상 전망을 확인할 수 있습니다.



화학물질 유출 사고 발생 시 유해 물질의 확산 방향을 예측하는 지도입니다. 지도 상에서 유출 지점을 표시하고, 유출된 물질의 확산 경로와 범위를 시각적으로 확인할 수 있습니다.

## 종합상황실(안전원) 사고대응

### 현장 측정지점 선정 (지형적 조건, 기상상황 고려)

다음처럼



현장별 보고서를 작성합니다.

사고현장과 인접목 피복 입구측에 위치되었습니다.

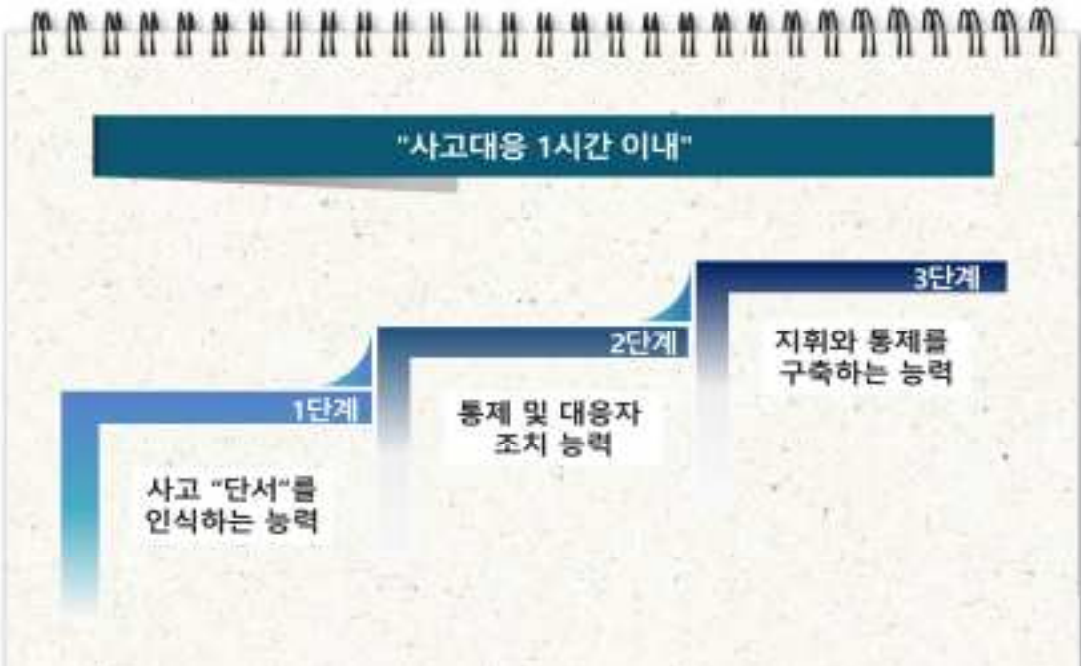




- » 아세톤 현장오염도
  - 사고원점을 제외한 전 지점 불검출
  - 사고원점 0.8ppm(AEGL 8시간 200ppm)



## 사고대응의 성공요소



## 화학사고 대응자의 자격기준



객관적으로 입증할 수 있는 충분한 교육 또는 경험 보유

### 초기대응자

- 비상시 사고 물질과 위험성에 대한 이해
- 비상사태에서 발생할 수 있는 상황 이해
- 사고 시 사고물질 유해성 여부 인식
- 적절한 보호복 및 보호구 선택
- 환자 응급처치 및 인원 통제 요령

### 전문대응자

- 위험성 평가 지식
- 정밀한 측정·분석 장비 사용 가능
- 사고지역 분류 및 작업지역 선정
- 현장에서 안전활동 통제 및 자원관리
- 사고대응에 필요한 기술 적용
- 복구기준 및 사후관리 지식



## 대응단계별 역할

<b>사후관리</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» 사고지역내 오염물질 수거, 폐기 (사업주, 지자체)</li> <li>» 사고 후 영향조사 및 복구 (지자체, 환경, 사업주)</li> </ul>
<b>현장대응</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» 현장긴급구조 활동 및 주민보호조치 시행(지자체 및 소방)</li> <li>» 차량 및 주민집근 통제(경동)</li> <li>» 오염확산 방지 및 방제활동(지자체, 군 등 유관기관 협력)</li> </ul>
<b>초동조치</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» 화학구조대원 및 구급대원 등 전문요원 현장 출동(소방)</li> <li>» 인근주민 피난유도 등 인명피해 확대방지(지자체, 사업장)</li> <li>» 사고지역 피해범위 예측 및 사고물질 방제정보 제공(환경)</li> </ul>
<b>사고발생</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» 인지 및 119신고 (최초 발견자)</li> <li>» 현장 응급조치 및 상황보고(현장근무자 및 안전관리자)</li> </ul>

○○글로벌 불산 누출사고(실제 영상)



## 상주 OO폴리실리콘 염산 누출사고



## OO전자 화학공장 불산 누출사고

누출 부위 플랜지



누출 감지 모니터링 시스템



누출 부위 플랜지



음 분무 방제



### 부산 컨테이너 전복사고(55%)

시흥, 부산 실은 컨테이너 전복사고  
18일 오전 8시12분 무진여마포 앞 도로 화물차  
컨테이너 넘어져 부산 400kg 유출



### 부산 컨테이너 전복사고(55%)



### ○○○ 암모니아 누출(폭발) 사고

사고 현장 진입



사고 지점 농도측정



사고 현장 진입



사고 현장



### 원양어선 암모니아 누출사고

2014년 7월 31일



## 하천변 황산 탱크로리 전복

- » 사고발생 일시 : 2014. 11. 5. 16:35
- » 사고장소 : 경북 봉화군(○○제련소 진입도로)
- » 사고내용
  - 황산 탱크로리(20m)가 전복되어 약 2m<sup>3</sup>의 황산이 유출되었으며, 이중 약 0.2m<sup>3</sup>가 하천으로 유입. 물과 반응하여 일시적으로 유독성 가스 발생. 18:00 이후 부터는 추가 가스발생 없음.
    - ⇒ 탱크로리 상부 맨홀 뚜껑 4개중 2개가 열려 황산 유출
    - ※ 사고차량 : 인천 80바○○○A 25톤 탱크로리
  - 사고원인 : 운전자 부주의로 인한 차량 전복
  - 환경피해
    - 인명·재산피해 없음
    - 하천 순찰결과 하류지역 물고기 폐사 발견
      - ※ 하천에 유입 시 폐사 한 물고기가 떠내려 간 것으로 추정
    - 낙동강 수질정상 : 하류지역 영향 없음(취·정수장 피해 없음)



## 하천변 황산 탱크로리 전복

- » 주요 조치내용
  - 사고차량 주변 방제독(20m) 및 풀리스라인 설치
    - 방제인원 : 150명(민근공장 근로자)
    - 인력장비동원 : 230명(공무원 50, 소방 50, 경찰 50 등) 굴삭기 등 15대
    - 중화약품 : 수산화나트륨 1톤, 소석회 1.5톤
  - 사고지점 하류 2km에서 물고기 폐사
  - 사고차량 내부 잔여 황산 빈 탱크로리에 이송 조치 후 차량 인양
  - 방제독 내 오염물(pH 11-12) 수거 및 폐수처리장 유입조치
  - 토양오염 375톤(25t 차량, 15대)수거 및 폐기물 보관장 이송
  - 객토(客土) 500톤(25t 차량, 20대) 완료
  - 사고물질 수계 유입에 따른 모니터링 결과
    - 사고지점 하류 35km 구간 6개 지점 4회~6회 순찰 결과 pH 정상 및 물고기 폐사 확인 못함
    - 봉화수질 자동측정소(사고지점 하류 25m) pH 값 상승(7~6.0)으로 주의 단계 해제기준 만족
    - 사고지점 약 20km하류(당원역) 지점 피라미, 벵들치 등 물고기 폐사체 발견되어 치어 수십마리 수거
      - ※ 카드름 기준(0.01mg/L) 초과 확인되어 '주의경보' 단계 발령
- » 문제점
  - 먼 거리(출동에 2시간 소요)에서 사고발생 - 사고대응 어려움

## 무수불산 누출사고

» 사고발생 일시 : 2014. 8. 24. 09:10

» 사고업체 : ○○○○○○(주) (충남 금산 소재)

» 사고내용

- 2014.8.24(일) 09:11분경 불화암모늄 생산공장에서 무수불산(99%)을 탱크로리에서 생산설비로 이송작업 중, 미량의 무수불산 누출 발생(누출량 약 7.2kg 추정)

※ 무수불산(CAS NO 7664-39-3)

- 유해화학물질관리법 : 유독물 및 사고대비물질
- 산업안전보건법 : 노출기준설정물질
- 고압가스관리법 : 독성가스

- 사고원인 : 탱크로리 하역작업 절차 미 준수
- 인명피해 : 근로자 4명, 인근주민 2명 병원진료
- 환경피해 : 공장인근 및 뒷산 초목 고사



## 무수불산 누출사고

» 주요 조치내용

- 금산소방서 현장대응팀 및 구조대 현장도착 후 불산 누출 및 취급탱크 확인 후 철수  
× 소석회 빗물 반응하여 연기가 발생한 것으로 업체 진술
- 금산소방서 현장대응팀 및 구조대 2차 현장 도착 (인근 식물고사)
- 공장관계자 브리핑 (무수불산 누출로 확정)
- 금강청 사고사항 확인 및 주변 오염도 검사, 관계기관과 회의결과 누출량 약 7.2kg으로 추정, 09:10부터 09:28까지 약 18분간 누출

» 문제점

- 사고업체의 불산 누출사고 은폐로 인한 상환파악 혼선  
· 1차 신고 접수 후 공장 내 화학물질 누출 여부불 육안으로 확인 했으나, 육안사항 없음(방지장비를 통한 확인 없음)
- 화학물질 운반탱크로리 하차작업시 안전절차 미준
- 상습적으로 화학물질 관련사고 및 민원을 야기하는 업체 관리 소홀



## 사고후 보완 - 환경안전 시설

하역장 (개선 전)



하역장 (개선 후)



- » 1) 배기 시설 (30 CMM) → 비상 세정 탱(300 CMM) 설치
- » 2) 탱크로리 출입구 : 접이식 도어 → 방화셔터 2중화 설치
- » 3) 건축물 내/외부 틈새 → 실링 작업 (밀폐 구조)
- » 4) 이송밸브 수동조작 → 원격 및 자동밸브 가능
- » 5) 살수설비 → 고농도 유출 시 (2단계 Mist 분사 + 폐수회수)

## 사고후 보완 - 비상 스크러버 / 배기시설

비상배기 (개선 전)



비상배기 (개선 후)



- » 1) 배기시설 기준 미흡 (30CMM, 상부 1곳 배기)
  - 하역장내 비상 세정탱 설치(300CMM, 하역장 상/하부 입체 배기시설)
- » 2) 작업환경용 국소배기 (50A 자바라, 비고정식)
  - ARM-Hood 설치

## 사고후 보완 – Mist 분무시설

하역장 방재시설 (개선 전)



Mist 분무시설 (개선 후)



- ▶ 1) 하역장 누출 시 2차 방재시설 (Mist 분무시설) 설치
  - Mist 분무시설, 20리터/분 분사(0.4리터/분, 노즐 50개소)
  - 조작 스위치 (하역장 출입구 2개소 설치)

## 사고후 보완 – Trench 및 Pit 시설

하역장 방재시설 (개선 전)



Trench/Pit/폐수이송시설 (개선 후)



- ▶ 1) 하역장 바닥 약품 누출 시 방재시설 미흡
  - 바닥 콘크리트 + Epoxy 라이닝
  - 외부유출 방지용 Trench 및 Pit 설치 (3톤 집수)
  - 폐수조 자동 이송시설 (내산 AOD펌프, 이송량 140리터/분)

## 사고후 보완 - 출입문 2중 구조



하역장 방재시설 (개선 전)



출입문 2중화 시설 (개선 후)



- » 1) 하역장 탱크로리 출입구 (겹이식 도어 하부로 가스 외부 유출)  
→ 방화셔터 2중 구조 : 외부유출 차단
- » 2) 하역장 작업자 출입구 (출입문 2곳 개방 시 가스 외부 유출)  
→ 출입문 2중 구조로 외부 유출차단

## 사고후 보완 - 하역장 불화수소 긴급차단 밸브시설



수동조작 밸브 (개선 전)



자동 밸브 (개선 후)



- » 1) 탱크로리 하역밸브 (수동조작 밸브)  
→ 조정실에서 원격 / 현장 조적이 가능한 자동밸브 설치

## 유해화학물질 운반차량 전복사고

일자/장소

9월 13일 00:13경/ 해산교차로

사고내용

해산교차로 일대에서 염산 탱크로리 운반차량이 가드레일 충격 후 전복으로 염산 다량 누출 (상차 - 00케미칼, 운반업체 - 00케미칼)

피해상황

인명피해(사망 1명, 부상 6명-중독), 염산 약 5톤 누출(인근 농수로)

방제작업

- 폐수 269톤(00케미칼), 폐토사 178.4톤(한맥테크산업)
- 사고지역 도로상 염산 처리(약 70m), 농수로(염산 폐수 및 토사) (약 630m)

## 유해화학물질 운반차량 전복사고



## 유해화학물질 운반차량 전복사고



## 유해화학물질 운반차량 전복사고



### 남해고속도로 탱크로리 전복사고(지원)



### 남해고속도로 탱크로리 전복사고(지원)



## 남해고속도로 탱크로리 전복사고(지원)

크레인 작업 - 차량 세우기



차량세우기 - 크레인(3대)



사고차량



기사 - 방송, 신문, 인터넷 등

화학물질 실은 탱크로리 추락...운전자 숨져



## 운반차량(컨테이너) 전복사고(광양)

사고현장(MDI)



방제작업(흡착포, 모래)



중장비(크레인 - 세움)



파손부위 확인(IBC-1)







## 운반차량 특별단속 현황

연도	단속일	단속 장소	참여인원	단속 결과
2016	11.16	여수산단 출구(5개소)	센터, 경찰 등 28명	단속차량 25대 중 6개 차량 적발
2017	4.4	여수산단 출구(4개소)	센터, 경찰 등 37명	단속차량 19대 중 3개 차량 적발
	11.21	여수산단 출구(4개소)	센터, 경찰 등 20명	단속차량 24대 중 적발 없음
2018	5.29	여수산단 출구(4개소)	센터, 경찰 등 18명	단속차량 7대 중 2개 차량 적발
2019	4.24	여수산단 출구(4개소)	센터, 경찰 등 17명	단속차량 19대 중 적발 없음



## 유해화학물질 운반차량 안전관리 강화



## 방제장비함 설치 및 운영현황

### ● 방제장비함 설치 위치

번호	위치	비속 품목
1	모도교차로(이순신대교 홍보관 진출입)	= 창고형 컨테이너 방제장비함(3m*3m) 내부에 물품 17종, 약 500점 비속
2	산곡터널 및 대포터널 중간	
3	해룡터널 및 울흔터널 중간	

주요 품목 : 화학물질 흡착포(불형, 필로우형, 패드형), 유류흡착포, 화학보호복, 내산장갑, 내화학장화, 전면형방독면, 정화통, 모래주머니(4kg), 톱밥(40kg), 삽, 빗자루, 쓰레받이, 양동이, 면장갑

※ 설치 위치 및 품목은 SMS를 통해 관내 사업장에 홍보 및 전파, 사용물품은 사용자가 주유 구매하여 비속(주 1회 이상 순찰하며 관리)

## 방제장비함 설치 및 운영현황

### ● 방제장비함 설치형태(사례)



항공 위치도



설치 현장 (모도교차로)





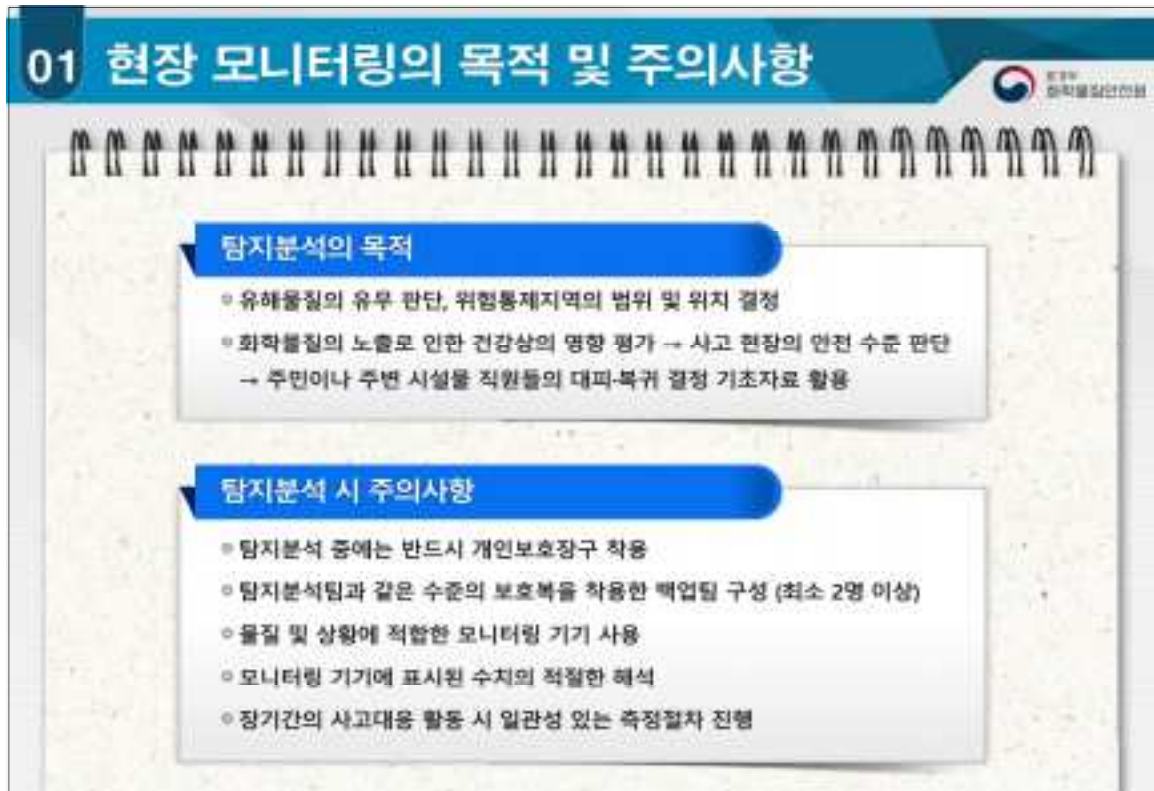
3

---

## 사고현장 모니터링 실습









# 목차


- I 현장 모니터링의 목적 및 주의사항
- II 탐지 장비 종류 및 탐지 방법**
- III 현장 모니터링 분석
- IV 시료 채취 방법
- V 현장 모니터링 실습

## 01 탐지 장비 종류 및 탐지 방법

### 탐지장비 선택 시 고려사항

내 용	고려요소
가 격	장비 본체, 연관된 보조 기기 등
화학물질 종류	화학작용제, 사고대비물질, 유독물 등
민감도	검출한계
방해요소	오경보 작동영향 물질
반응시간	결과를 얻는데 소요되는 시간
가동시간	장비 정상화 시키는데 소요되는 시간
화학물질 탐지상태	탐지물질의 성상(기체, 액체, 고체)
경보 기능	청각적, 시각적 경보 장치 유무
휴대성	장비 크기, 무게 등 이동성 영향
배터리 수명	배터리 활용 유무
전 력	사용시 전력량
운영환경조건	탐지 시 주위 환경
견고성	외부 충격에 대한 견고성
작동기술 수준	작동을 위한 기술 습득 정도
훈련소요	작동을 위한 교육 수준

## 02 탐지 장비 종류 및 탐지 방법


 한국화학안전연구원

### 탐지 기술

#### Color Change Chemistry

- 화학반응을 통해 변하는 색상으로 존재 여부 판단


#### IMS (Ion Mobility Spectrometry)

- 대상가스는 방사선에 의해 이온화되고 생성된 이온이 검출기쪽으로 비행하는 시간, 또는 이온이 그 거리를 가로지르는데 걸리는 시간에 따라 이온화된 화학종의 크기와 모양에 비례하여 식별하는 분석 기술

#### Electrochemistry

- 구성: 대상가스가 흡착하면 산화작용하여 가스 농도를 감지하는 감지전극, 상대적으로 환원반응하는 대극, 양 전극의 전위를 일정하게 유지하는 기준전극
- 대상가스가 흡착하면 감지전극의 표면에 가스가 흡착되어 가스 농도에 비례하여 빠르게 산화환원반응 시작하고 감지전극과 기준전극에 흐르는 전위 변화 측정

## 03 탐지 장비 종류 및 탐지 방법


 한국화학안전연구원

### 탐지 기술

#### PID (Photo Ionization Detector)

- 화학물질을 이온화하기 위해 자외선 광원 사용
- 이온화는 분자가 고에너지 흡수하여 분자를 여기시키고 음으로 하전된 전자가 일시적으로 손실되면서 암전하를 띠게 될 때 발생
- 하전된 입자에 의해 전류가 발생하는 것으로 ppm, ppb로 표시

#### FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectrometry)

- 물질이 분자 운동을 일으킬 때 분자 진동에 의해 나타나는 특정 스펙트럼을 분석하는 방법
- 분자는 다양한 화학결합의 진동에너지와 일치하는 파장에서 빛 흡수, 흡수 정도에 따라 검출기에서 측정
- 진동운동의 방식은 원자들 사이의 결합길이와 변하는 신축운동과 결합각이 변하는 굽힘 또는 변형 진동으로 구분

#### GC/MS (Gas Chromatography/Mass Spectrometer)

- 높은 온도에서 기화시킨 시료를 열합에 촉진되어 있는 고정상과 이동상을 통해 분리(GC)
- GC를 통과한 시료(화학물질)는 일정한 에너지에 의해 이온화된 후 질량분석기로 이동, 질량에 따라 검출(MS)
- GC에서는 시료를 분리, MS에서는 이온화, 조각화하여 검출기를 통해 나온 질량에 따라 정량, 정성 분석

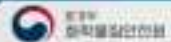
## 04 탐지 장비 종류 및 탐지 방법



### 탐지 장비 종류



## 05 탐지 장비 종류 및 탐지 방법



### 탐지 장비 종류



## 06 탐지 장비 종류 및 탐지 방법

탐지 장비 종류

This slide displays six different models of gas detection equipment. Each model is shown with a red callout box containing its name. The equipment includes a yellow MultiRAE, a blue 4000 Series unit, a yellow GasAlert Micro 5, a grey Solaris, a black Toxi Pro, and a blue Genesis.

- MultiRAE
- 4000 Series
- GasAlert Micro 5
- Solaris
- Toxi Pro
- Genesis

## 07 탐지 장비 종류 및 탐지 방법

탐지 장비 종류

This slide displays five different models of gas detection equipment. Each model is shown with a red callout box containing its name. The equipment includes a yellow MiniRAE 3000, a black SIRIUS Multigas PID, a silver VK500 PID, a black IQ-1000, and a black MX-6.

- MiniRAE 3000
- SIRIUS Multigas PID
- VK500 PID
- IQ-1000
- MX-6

## 08 탐지 장비 종류 및 탐지 방법

한국원자력안전위원회

### 탐지 장비 종류

**JSLSCAD**

**M21**

**GasID**

**HazMatID**

**Miran Sapphire**

# 목차

한국원자력안전위원회

- 현장 모니터링의 목적 및 주의사항
- 탐지 장비 종류 및 탐지 방법
- 현장 모니터링 분석**
- 시료 채취 방법
- 현장 모니터링 실습

## 01 현장 모니터링 분석

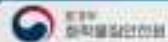


### 간이 식별 탐지장치

#### 화학적 색상변화를 통한 탐지

<p><b>HAZMAT Smart Strip</b></p>	<p><b>pH Paper</b> (수소이온농도)</p>	<p><b>ABC-M8</b> (KM8 탐지지)</p>	<p><b>3-Way Paper</b></p>
<p><b>HAZMAT Smart Strip</b> Chloride, cyanide 등 8종</p>	<p><b>pH Paper</b> 산, 염기농도 측정</p>	<p><b>ABC-M8 (KM8 탐지지)</b> GA, GB, GD, VX, HD, H, L</p>	<p><b>3-Way Paper</b> GA, GB, GF, VX, HD, H</p>

## 02 현장 모니터링 분석



### HAZMAT Smart Strip



#### ○ 측정항목

- Chlorine (염소)
- pH (산/염기)
- Fluoride (플루오르화물)
- Nerve (신경작용제)
- Oxidizer (산화제)
- Arsenic (비소)
- Sulfide (황화물)
- Cyanide (시안화물)

### 03 현장 모니터링 분석



#### HAZMAT Smart Strip

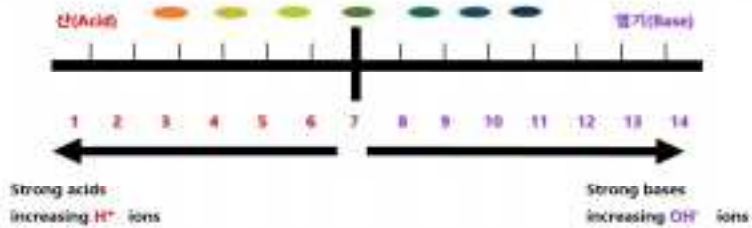


측정항목	음성	양성
Chlorine	염소	살색 / 백색
pH	산/염기	오렌지색 / 적색 / 파랑
Fluoride	플루오르화물	핑크색 / 노랑 / 백색
Nerve	신경작용제	검토색 / 적색 / 금색 / 녹색
Oxidizer	산화제	백색 / 파랑
Arsenic	비소	백색 / 갈색 / 흑색
Sulfide	황화물	백색 / 갈색
Cyanide	시아나이드	연녹색 / 흑색

### 04 현장 모니터링 분석



#### pH Paper



## 05 현장 모니터링 분석

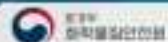


### 검지관을 이용한 탐지

#### 검지관의 색상변화를 통한 탐지

Drager CDS Kit	GASTEC	Kitagawa tube	Sensidyne Gas Detection tube
			
Drager CDS Kit 염소 등 200 여종	GASTEC 암모니아 등	Kitagawa tube 포스젠 등 200 여종	Sensidyne Gas Detection tube 포스핀 등 80 여종

## 06 현장 모니터링 분석



### Drager CDS Kit



- Ⓞ Maker : Drager(독), Kitagawa(일)
- Ⓞ 용도 : 대기 중 유독가스 모니터
- Ⓞ 판정대상 : Ammonia 외 200 여종





## 07 현장 모니터링 분석



### Drager CDS Kit

#### 1. 특징

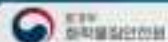
- CDS(Contained Detection System) Kit는 시료 흡입 시 검지관 내부의 시약과 시료가 반응하여 색이 변하는 것을 측정

#### 2. 사용방법

- (1) 검지관의 양끝을 잘라낸 다음 펌프에 장착한다.
- (2) 펌프를 손으로 압축하여 시료를 채취한다.
- (3) 검지관의 색이 변하는 것을 이용하여 물질의 농도를 확인한다.



## 08 현장 모니터링 분석

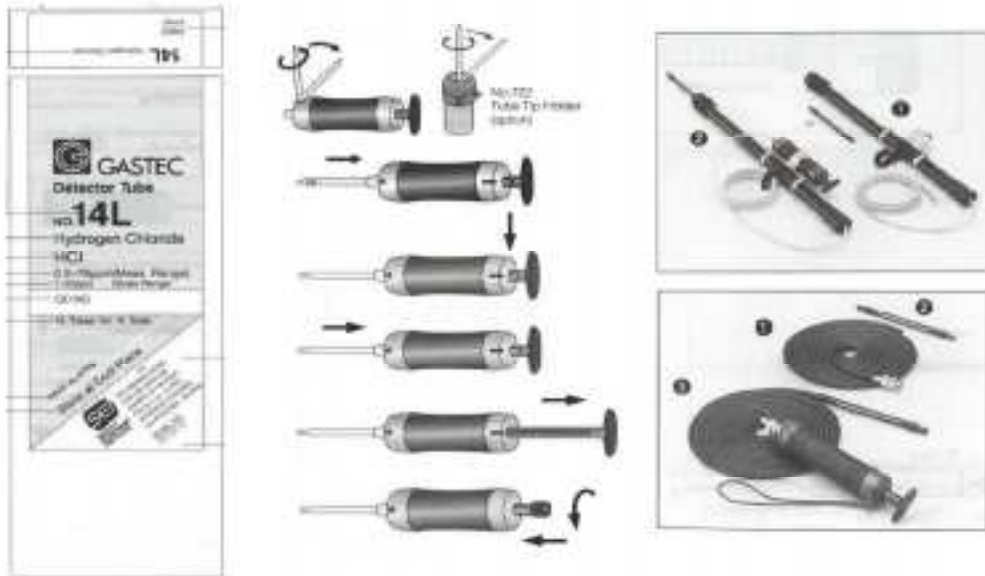


### Kitagawa tube



## 09 현장 모니터링 분석

### GASTEC



## 10 현장 모니터링 분석

### 검지관 사용설명서(1)

**INSTRUCTION MANUAL**  
**FORMALDEHYDE DETECTOR TUBE** No. 1715M

● READ CAREFULLY THIS INSTRUCTION MANUAL AND THE INSTRUCTIONS OF THE ASPIRATING PUMP PRIOR TO USING THIS PRODUCT.  
● DO NOT DISCARD THIS INSTRUCTION MANUAL UNTIL ALL OF THE TUBES IN THIS BOX ARE USED UP.

**1. PERFORMANCE**

Measuring Range	1 - 10 ppm
and Pump Stroke	2 pump stroke
Sampling Time	1 minute
Color Change	White → Brownish orange
Detectable Limit	0.5 ppm
Operating Temperature	0 - 45 °C (32 - 104 °F) [No temperature correction is necessary.]
Aspirating Pump	Model AP-20, AP-20S, 450B, AP-1, AP-1S or 90A

**CAUTION**

1. THE DETECTOR TUBE AND PRETREAT TUBE CONTAIN CHEMICAL REAGENTS.
2. DO NOT TOUCH THE REAGENTS DIRECTLY (FACE TUBES BEING BROKEN).
3. KEEP THE TUBES OUT OF THE REACH OF CHILDREN.

**NOTICE**

1. USE ONLY WITH PUMP MODELS AP-20, AP-20S, 450B, AP-1, AP-1S OR 90A. OTHERWISE, CONSIDERABLE ERROR IN INDICATION MAY OCCUR.
2. BEFORE TESTING, CHECK THE ASPIRATING PUMP FOR LEAKS (REFER TO ITEM B, INSPECTION OF ASPIRATING PUMPS). ANY PUMPS SHOWING SIGNS OF LEAKAGE SHOULD BE CORRECTED BEFORE USE.
3. DO NOT USE THIS TUBE OUTSIDE THE STATED OPERATING TEMPERATURE RANGE.
4. WORK TUBES IN A DARK AND DARK PLACE (20°C/72°F), AND THE RESPONSE INDICATION DATE PRINTED ON THE TOP OF THE BOX.
5. PRIOR TO USE, READ CAREFULLY ITEM 6 USER RESPONSIBILITY.
6. READ THE CONCENTRATION IMMEDIATELY AFTER MEASUREMENT.

# 11 현장 모니터링 분석



## 검지관 사용설명서(2)

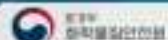
### 2. SAMPLING AND MEASUREMENT:



Fig.1

- ① Break both ends of the pre-treat tube (I) and detector tube (II), and connect each end of the pre-treat tube (I) and detector tube (II) with connecting tube as shown in Fig. 1.
- CAUTION SAFETY GLASSES AND GLOVES SHOULD BE WORN TO PREVENT INJURY FROM SPLINTERING GLASS.**
- ② Insert the detector tube (II) into the aspirating pump securely as shown in Fig. 1. (Arrow marks shall point to the pump.)
- ③ Align the grade marks on the shaft and stopper of the aspirating pump.
- ④ Pull the pump handle at a full stroke until it locks and wait for 1 minute or until the completion of sampling is confirmed with the flow indicator of the pump. (See descriptions about the flow indicator in the instruction manual of the pump.)
- ⑤ Push back the handle without retracting the detector tube from the rubber tube connector so that air in the pump will be discharged perfectly.
- ⑥ Then repeat the steps ③-⑤ twice more.
- ⑦ On completion of sampling, read the scale at the maximum point of the stained layer.

# 12 현장 모니터링 분석



## 검지관 사용설명서(3)

- SPECIAL NOTE:**
- I. The scale is calibrated at 20 °C (68°F), 50 %RH, and 1013hPa. Readings obtained in other circumstances should be corrected (REFER TO ITEM 3, CORRECTION FOR AMBIENT CONDITIONS).
  - II. When the maximum point of the stained layer is unclear or oblique, read the scale at the centre between the longest and shortest points.

### 3. CORRECTION FOR AMBIENT CONDITIONS:

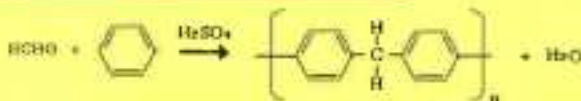
- ① Temperature: No correction is necessary.
- ② Humidity: No correction is necessary.
- ③ Atmospheric Pressure: True concentration

$$\text{Tube reading} \times \frac{1013}{\text{Atmospheric pressure (in hPa)}}$$

### 4. INTERFERENCE:

Styrene produces a yellow stain and gives higher readings. Each coexistence of 500ppm of Trichloroethylene, 1000ppm of Diethyl ether or Ethyl acetate produces a similar stain and gives higher readings. Acetaldelyde produces a similar stain and coexistence of more than 1ppm gives higher readings.

### 5. CHEMICAL REACTION IN THE DETECTOR TUBE:



### 6. DISPOSAL OF TUBES:

USED TUBES SHOULD BE DISPOSED CAREFULLY ACCORDING TO RELEVANT REGULATIONS, IF ANY.

## 13 현장 모니터링 분석



### 검지관 사용설명서(4)

#### 7. HAZARDOUS AND DANGEROUS PROPERTIES OF FORMALDEHYDE:

- TLV-C ◆ : 0.3ppm
- Explosion range in air : 7.3 - 73 %
- ◆ Threshold Limit Value established by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2008.

#### 8. INSPECTION OF ASPIRATING PUMP:

Checking for leaks:

- ① Insert a sealed, unbroken detector tube into the pump.
- ② Align the guide marks on the shaft and stopper of the pump.
- ③ Pull the handle at a full stroke and wait for 1 minute.
- ④ Unlock the handle and allow it to return slowly into the pump by holding the cylinder and handle securely.  
**CAUTION HANDLE WILL TEND TO SNAP BACK INTO THE PUMP QUICKLY.**
- ⑤ If the handle returns completely to the original position, the performance is satisfactory. Otherwise, refer to maintenance procedures shown in the instruction manual of the pump to correct the leakage.

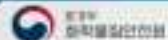
#### 9. USER RESPONSIBILITY:

It is the sole responsibility of the user of this equipment to ensure that the equipment is operated, maintained, and repaired in strict accordance with these instructions and the instructions provided with each Model AP-20, AP-20S, 400B, AP-1, AP-1S or 400A aspirating pump, and that detector tubes are not used which are either beyond their expiration date or have a colour change different to that stated in the Performance specifications.  
 The Manufacturer and Manufacturer's Distributors shall not be otherwise liable for any incorrect measurement or any damages, whether damages result from negligence or otherwise.

Printed in Japan

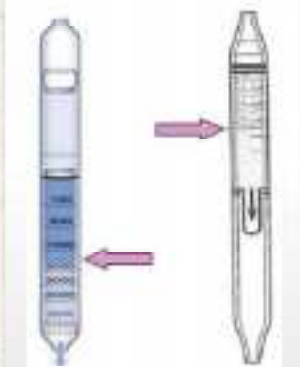
(ME1711)

## 14 현장 모니터링 분석

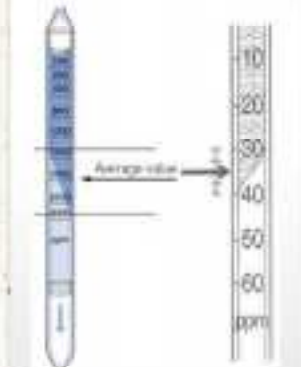


### 검지관 농도 확인법

#### 일반유형



#### 대각선유형



#### 흐려짐유형



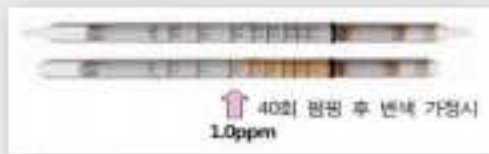
## 15 현장 모니터링 분석



### 검지관 농도 확인법(펌핑수)

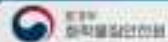
#### Fluorine (81 01 491)

- 측정범위 : 0.05 ~ 2 ppm
- 기준펌핑수 : 20회
- 탐지가능 펌핑수 : 20회(0.1 ~ 2 ppm), 40회(0.05 ~ 1 ppm)
- 색상변화 : 백색 → 노랑색
- 기타 : 기준펌핑수를 기준으로 측정펌핑수와 비례하여 계산



- $0.5 \text{ ppm} = 1.0(\text{검지관 농도}) \times 20(\text{기준 펌핑수}) / 40(\text{측정 펌핑수})$
- 40회 펌핑 후 탐지농도는 0.5 ppm
- 20회 펌핑 시 0.5 ppm 확인 후 40회 펌핑을 통해 재확인용으로 활용

## 16 현장 모니터링 분석



### 검지관 농도 확인법(온습도)

#### Chlorine dioxide (81 03 491)

- 측정범위 : 0.025 ~ 1 ppm
- 기준펌핑수 : 10회, 30회
- 탐지가능 펌핑수 : 10회(0.1 ~ 1 ppm), 30회(0.025 ~ 0.1 ppm)
- 색상변화 : 밝은회색 → 밝은녹색
- 기타 : 온도, 습도, 펌핑수 보정이 필요



Humidity(%) \ Temp(°C)	0°C	20°C	30°C
5%	1	0.8	0.7
30%	1	1	0.9
90%	1.2	1.1	-

Humidity(%) \ Temp(°C)	Temperature							
	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	
50%	1	0.9	0.984	0.968	0.95	0.934	0.915	0.9

◀주어진 보정 테이블▶

◀적용할 보정 테이블▶  
※ 이계치를 적용하여 환산 가능

- $0.49 \text{ ppm} = 0.5(\text{탐지농도}) \times 0.984(\text{온습도 보정계수})$
- 습도 50%, 온도 25°C일 때 탐지농도는 0.49 ppm

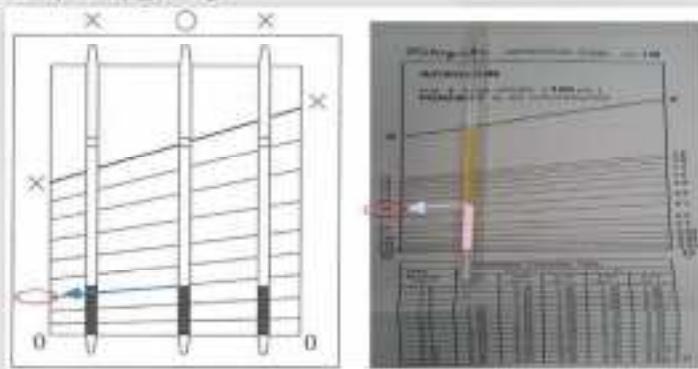
## 17 현장 모니터링 분석



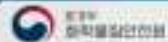
### 검지관 농도 확인법(농도차트)

#### Acrolein (136)

- 측정범위 : 0.005 ~ 1.8 %
- 기준펌핑수 : 1회
- 탐지가능 펌핑수 : 1회(0.005 ~ 1.8 %)
- 색상변화 : 노랑색 → 분홍색
- 기타 : 농도차트 이용 보정



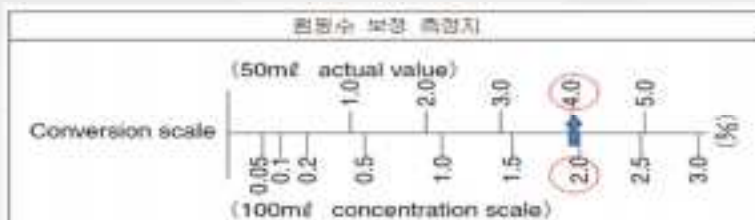
## 18 현장 모니터링 분석



### 검지관 농도 확인법(환산측정지)

#### Propylene oxide (163SA)

- 측정범위 : 0.05 ~ 5 %
- 기준펌핑수 : 1회
- 탐지가능 펌핑수 : 1/2회(1 ~ 5 %), 1회(0.05 ~ 3 %)
- 색상변화 : 주황색 → 흑갈색
- 기타 : 펌핑수 보정 측정지 이용 보정



- 검지관 농도라벨은 1회(100 mL) 기준이므로 1/2회 펌핑에 대한 값은 보정측정지를 확인하여 2 ppm을 4.1 ppm으로 보정

## 19 현장 모니터링 분석



### 전자식 탐지 장비



Hydrogen peroxide



Hydrogen fluoride



CO, O<sub>2</sub>



CO<sub>2</sub>, PH<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, HCHO

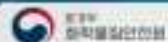


CO, O<sub>2</sub>, HCl, HCN, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, VOC, LEL



HCHO 외 37종

## 20 현장 모니터링 분석



### XPS-7



- 크기 : 86 mm x 140 mm x 175 mm
- 무게 : 2.5 kg
- 현장사용시간 : 20 시간
- 방식 : 정전위전해식
- 검출한계 : > 0.25 ppm
- 탐지가능물질 : NH<sub>3</sub>, SiH<sub>4</sub>, SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, AsH<sub>3</sub>, PH<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, H<sub>2</sub>Se, GeH<sub>4</sub>, Cl<sub>2</sub>, ClF<sub>3</sub>, HCl, HF, HBr, NO, H<sub>2</sub>S, CO, Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, F<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>

## 21 현장 모니터링 분석

### MultirAE Lite



- 크기 : 193 mm x 96.5 mm x 66 mm
- 무게 : 0.9 kg
- 현장사용시간 : > 12 시간
- 방식 : 전기화학식
- 검출한계 : > 0.1 ppm
- 탐지가능물질 : CO, Cl<sub>2</sub>, ClO<sub>2</sub>, HCHO, H<sub>2</sub>, HCl, HCN, HF, H<sub>2</sub>S, CH<sub>3</sub>-SH, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, COCl<sub>2</sub>, PH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, VOCs(PID)

## 22 현장 모니터링 분석

### MX6



- 크기 : 167 mm x 77 mm x 56 mm
- 무게 : 0.5 kg
- 현장사용시간 : 24 시간
- 방식 : 전기화학식, 광이온화방식 등
- 검출한계 : > 0.1 ppm
- 탐지가능물질 : CO, Cl<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, HCHO, H<sub>2</sub>, HCl, HCN, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, PH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, VOCs(PID), Flammable gas(LEL)



## 23 현장 모니터링 분석

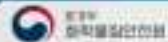


### FT-IR EXOSCAN



- 크기 : 127 mm x 74 mm x 20 mm
- 무게 : 3.18 kg
- 현장사용시간 : 3시간
- 탐지소요시간 : 1분
- 방식 : 적외선분광방식
- 특징
  - 측정물질의 적외선흡수 스펙트럼을 통해 그 물질의 물리·화학적 특성정보 제공
  - 산업용 특성화학물질, 일반화학물질 및 폭발물 등 32,000개 라이브러리 탑재

## 24 현장 모니터링 분석



### FT-IR 분석 결과



# 목차

- I 현장 모니터링의 목적 및 주의사항
- II 탐지 장비 종류 및 탐지 방법
- III 현장 모니터링 분석
- IV 시료 채취 방법
- V 현장 모니터링 실습

## 01 시료 채취 방법

### 시료채취 장비

- 대기시료 채취용 도구 : 흡착관, 펌프, 흡수병 등
- 수질시료 채취용 도구 : 용기, 주사기 등
- 토양시료 채취용 도구 : 작은삽, 스푼형 주걱 등
- 채취 및 세척에 필요한 시약
- 용기를 밀봉시킬 테이프
- 지퍼가 달린 비닐팩
- 활성탄이나 실리카겔 등의 흡착제가 든 운반상자

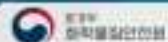
## 02 시료 채취 방법



### 시료채취 라벨링

- 시료의 명칭
- 시료의 매질
- 시료의 양
- 채취장소, 채취시간 및 일시
- 시료번호
- 채취자의 이름
- 보존제 사용여부
- 채취방법, 기타 참고자료(보관상태 등)

## 03 시료 채취 방법



### 시료채취 절차



1. 보호복 착용



2. 샘플링 kit 준비



3. 오염시료 수집



4. 수집병에 수집



5. 시료밀봉  
(테프론 테입으로 밀봉)



6. 라벨링  
(시료채취 기록)



7. 시료확보  
(동일방법 활용)



8. 폐기봉투 밀봉  
(사용장비 밀봉)

## 04 시료 채취 방법



### 수질시료 채취방법

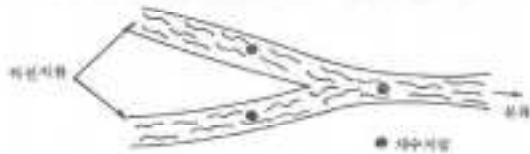


그림 2. 하천수 채취지점

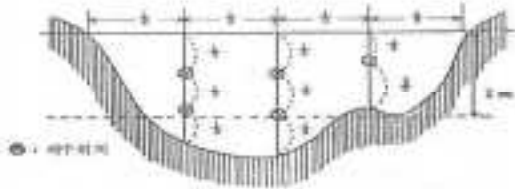
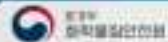


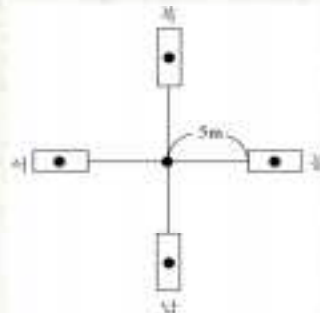
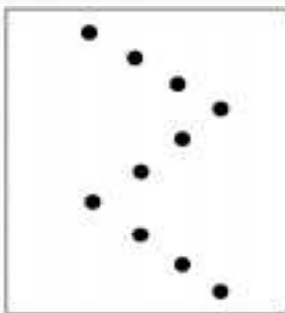
그림 3. 하천수 채취위치(단면)

- ✓ 지하수 : 침전물로부터 오염 방지 위해 현장에서 여과하는 것을 권장 (VOCs 등 그대로 보관)
- ✓ 목적시료의 성질을 대표할 수 있는 위치에서 채취
- ✓ 시료 채취 용기는 시료로 3회 이상 세척 후 채취

## 05 시료 채취 방법



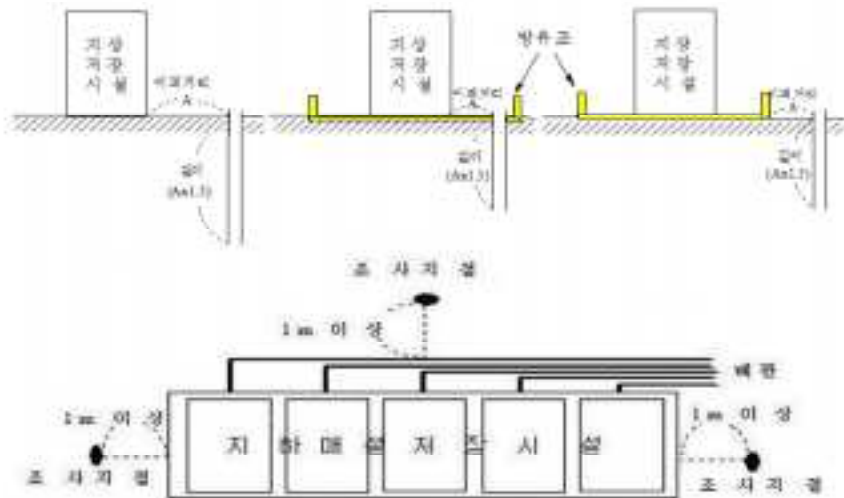
### 토양시료 채취방법(일반지역)



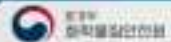
## 06 시료 채취 방법



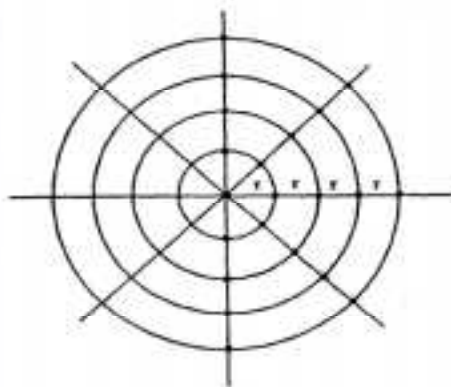
### 토양시료 채취방법(저장시설)



## 07 시료 채취 방법



### 대기시료 채취방법



- ✓ 위치는 원칙적으로 주위에 건물, 수목 등 장애물이 없는 곳
- ✓ 목적시료의 성질을 대표할 수 있는 위치에서 채취
- ✓ 장애물이 있을 경우, 채취위치로부터 장애물까지의 거리가 장애물 높이의 2배 이상 또는 채취점과 장애물 상단의 각도가 30도 이하 되는 곳 선정
- ✓ 건물 등 밀집, 접근되어 있을 경우 건물로부터 1.5m 이상 떨어진 곳
- ✓ 채취 높이는 1.5m ~ 10m 범위

## 08 시료 채취 방법



### 대기시료 채취방법



Polyester bag



Vacuum bottle



Air sampling pump



Tedlar bag



Aluminum bag



Canister



Teflon bag



Nalophan bag

# 목차



■ 현장 모니터링의 목적 및 주의사항

■ 탐지 장비 종류 및 탐지 방법

■ 현장 모니터링 분석

■ 시료 채취 방법

■ 현장 모니터링 실습





## 02 일반사항

- 기능** 설치센서의 종류와 개수에 따라 최대 6개의 가스 측정
- 크기 / 무게** 13.5cm · 7.7cm · 4.3cm / 409g
- 측정가능 물질** PID, 일산화탄소, 황화수소, 가연성 가스  
 ※PID : Ammonia, Acetic acid, Aceton 등 116개 물질
- 배터리** 내장형 알카라인 또는 리튬이온 충전식 전지사용  
 약 8시간 충전 후 약 20시간 사용가능
- 기 타** 시각 / 청각 알람기능  
 11개 언어설정 지원
- 가격 약 700만원  
 제조사 iBrid

### 03 각 부분별 명칭 및 기능

- 센서
- 시각경보
- LCD창
- 버튼을 누른 후 약 7초간 점등
- 손목스트랩 연결부
- 5-Way 네비게이션 버튼
- 특이선 통신포트
- 잠지용전용 단자

### 04 사용방법(1/3)

**전원켜기**

- ▶ 중앙의 입력버튼(●)을 3초 이상 누름
- ▶ 시작화면이 LCD 상에 연속으로 나타남  
[사용자의 설정에 따라 임의적인 시작화면이 나타날 수 있음]

**펌프체크**

- ▶ 기기를 켜 후 LCD 화면에 "Pump On" 표시가 나타나고
- ▶ "Pump Check Pump Block" 이 표시되면
- ▶ 가스주입구를 손으로 살짝 막고 몇 초간 대기
- ▶ 펌프작동이 중지되면 손을 땀다
- ▶ "Pump Check Pump Block Confirmed" 이 표시되면
- ▶ 중앙버튼 누른 뒤 장비가 다시 가동되면 측정준비 완료  
[사용자 설정에 따라 보이는 화면은 다를 수 있음]



## 05 사용방법(2/3)



### 센서제로교정

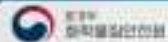
- ▶ 중앙버튼(●) 2번 누름 → 메인 메뉴  
→ "Sensor" → "Zero All" → "OK" 선택  
(단, 깨끗한 장소에서 시행할 것)
- ▶ 영점화가 완료되면 "OK" 선택
- ▶ Calibrate All Sensor → "Cancel" 선택

### 전원끄기

- ▶ 중앙버튼(●) 2초 이상 누름  
※ 화면에 "Shutdown" 이 나타나면 전원이 꺼짐



## 06 사용방법(3/3)



### PID변경

- ▶ 중앙버튼(●) 누름 → "Sensor" → "Sensors"  
→ "PID" → "responsefactor" → 물질선택 → "▶"  
→ "OK" → 선택완료 → "OK"

### 전지상태확인

- ▶ 중앙버튼(●) 누름 → "View" → "Battery" 선택
- ※ Battery Status 화면은 15초간 지속, 이후 측정화면으로 복귀
- ※ 전지수명이 1시간 미만일 때 전지아이콘 점멸 및 음향경보
- ※ 전지수명이 10분 미만일 때 반응요소 표시기  
"Low Battery" 로 나타나고 측정불가



## 07 주의사항



1. 공기유입구 및 공기배출구를 막지 않도록 주의한다  
(공기유입구가 뒷부분에 있음)
2. 사용 전 필터를 장착한다
3. 제로교정은 공기가 깨끗한 곳에서 진행한다

## 08 단일가스 측정기 [XPS-7]



## 09 일반사양



**기능** 독성가스 누출여부 검지

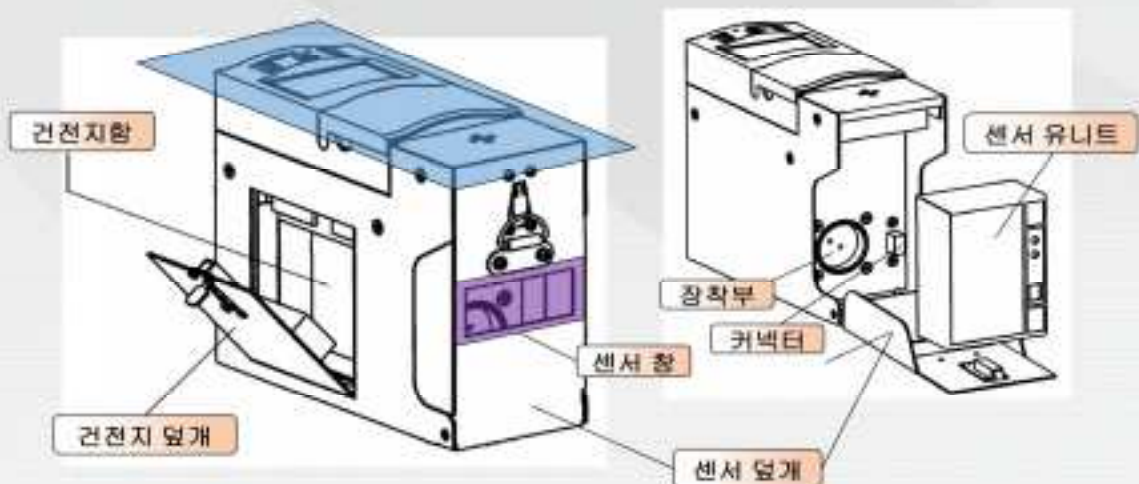
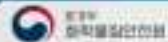
**크기 / 무게** 15cm · 6.2cm · 12.8cm / 1300g

**측정가능 물질** 플루오르화수소(불산, HF)를 최대 10ppm까지 측정  
 ※ 부착된 센서 유니트에 따라 측정가능물질 다양

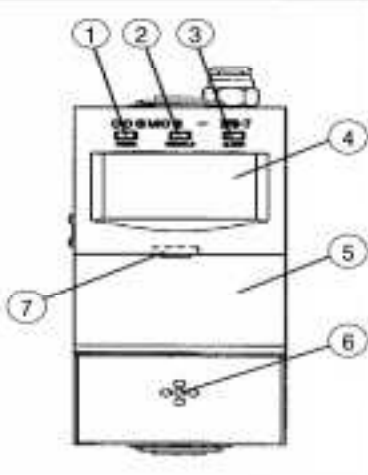
**배터리** 알카라인 AA 건전지 4개 사용, 최대 12시간 사용가능

**기 타** 날짜 / 시간 설정불가(사용자가 직접입력 가능)  
 최대 22시간 분량의 측정 데이터 저장가능  
 (메모리가 다 차면 오래된 데이터부터 순차적으로 삭제)

## 10 각 부분별 명칭 및 기능[1/3]

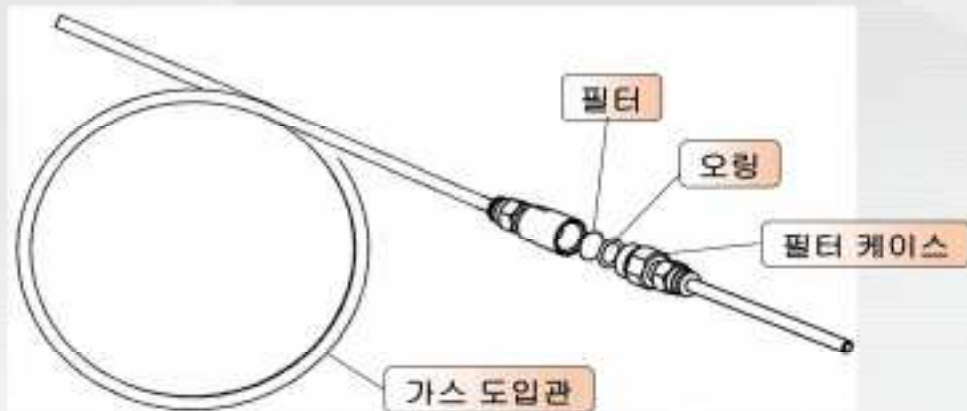
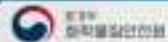


## 11 각 부분별 명칭 및 기능[2/3]



1. 전원램프 : 전원 투입 직후 워밍업 기간에는 녹색램프 점멸
2. 문제램프 : 계기에 문제가 있을 경우 황색램프 점등
3. 알람램프 : 검지가스 농도가 경보설정치 초과시 적색 램프 점등
4. 액정화면 : 가스 농도 등을 표시
5. 조작부 커버 : Key switch 를 조작할 때, 개방
6. 부저알람 스피커
7. LED 표시등 : 건전지 확인용(전원OFF시 적색점등)

## 12 각 부분별 명칭 및 기능[3/3]



## 13 사용방법[1/2]



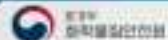
### 전원켜기

- ▶ 가운데 커버를 열고 전원버튼을 5초간 누른다
- ▶ POWER 램프가 깜빡이고 자기진단 및 자동영점조정 후 [약 30초 소요]
- ▶ POWER 램프에 녹색 불이 점등되면 측정가능 상태
- ⇒ 전원 OFF 시 : 전원버튼을 1초간 누른다

### 센서 유니트 세팅

- ▶ 센서 덮개 개방
- ▶ 커넥터 위치에 맞춰 센서 유니트 결합
- ▶ 센서 덮개 폐쇄
- ※ 비정상적 결합시 검지 불량  
센서 유니트는 유효기간 확인 후 6개월에 한 번씩 교환

## 14 사용방법[2/2]



### 검 지

- ▶ 검지하려는 장소에 검지봉을 접근
- ▶ 가스가 검지되면 농도가 표시되고, 경보설정치 초과시 알람램프 및 부저 동작

### 건전지 세팅

- ▶ 덮개를 열고 건전지 함을 꺼내십시오
- ▶ 부속품 건전지 4개를 극성을 맞추어 넣으십시오
- ▶ 건전지 함을 원위치 하고 덮개를 닫으십시오

### 교환주기

- ▶ 건전지 잔량표시 점멸시
- ▶ 전원을 켜도 동작하지 않을 시
- ▶ 전원 ON 후 건전지 삽입확인용 LED 적색램프가 빛날 경우
- ※ 건전지는 항상 4개를 동시에 교환할 것

## 15 주의사항



1. 주위 공기가 청정한 곳에서 전원을 켤 것(자동영점조정 때문)
2. 검지 후 가스농도가 "0" 이 될 때까지 청정공기를 흡입시킨 후 "OFF"
3. 흡착성 가스를 검지한 경우 새 필터 엘리먼트로 교체 권장
4. 장기간 미사용시 건전지를 분리해서 보관할 것
5. 가스도입관 튜브 손상시 새 것으로 교체
6. 고온, 다습한 장소와 급격한 온·습도 변화를 피할 것
7. 계기를 떨어뜨리거나 강한 충격 금지
8. 방수구조가 아니므로 물 등이 닿지 않도록 주의
9. 방폭구조가 아니므로 폭발의 위험이 있는 곳에서 사용금지
10. 정상적인 사용을 위해 판매처로 연락하여 년 1회 정기점검을 받을 것



# 감사합니다

건강한 환경, 안전한 삶, 화학물질안전원과 함께!



4

---

## 개인보호장구 이론 및 실습







**Contents** 건강한 환경, 안전한 삶, 화학물질안전원과 함께!

- I 개인보호장구 종류**
- II 개인보호장구 관련 법령**
- III 목차내용 편집**

## 01 개인보호장구 종류

**호흡보호구**

유해화학물질의 유출·폭발·화재 등으로 인해 오염된 공기 등을 흡입함으로써 발생할 수 있는 건강영향을 예방하기 위하여 고안된 보호장구

※ 진면형 방진마스크, 진면형 방독마스크, 진면형 송기마스크

**보호복**

유해화학물질의 유출·폭발·화재 등으로 인해 오염된 공기 혹은 액상물질 등이 피부에 접촉됨으로써 발생할 수 있는 건강영향을 접촉됨으로써 발생할 수 있는 건강영향을 예방하기 위하여 고안된 보호장구

※ 화학물질용보호복 1형식(안전장갑과 안전화가 포함된 일체형), 화학물질용보호복 3 또는 4형식(전신), 화학물질용보호복 5 또는 6형식(전신)

**안전장갑**

유해화학물질의 유출·폭발·화재 등으로 인해 오염된 공기 혹은 액상물질이 손에 접촉됨으로써 발생할 수 있는 건강영향을 접촉됨으로써 발생할 수 있는 건강영향을 예방하기 위하여 고안된 보호장구

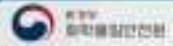
# 01 개인보호장구 종류



## 호흡보호구의 기능별 종류

분류	공기정화식		공기공급식	
	비천종식	천종식	송기식	자급식
인면부 등의 형태	전면형, 반면형, 1/4형	전면형, 반면형	전면형, 반면형, 페이스 실드, 후드	전면형
보호구형	방진마스크, 방독마스크, 검용마스크 (방진방독)	전동팬부착 방진마스크, 방독마스크, 검용마스크 (방진방독)	송기마스크, 호스마스크	공기호흡기 (개방식), 산소호흡기 (폐쇄식)

# 01 개인보호장구 종류



## 호흡보호구의 기능별 종류



# 01 개인보호장구 종류



## 호흡보호구의 기능별 종류



# 01 개인보호장구 종류



## 양압식 공기호흡기 (SCBA)



### ☞ 사용전 점검사항

- ◆ 용기압력계의 눈금확인 (270 -300 Kg/cm<sup>2</sup>)
- ◆ 공기유동 및 누설시험 (Close-1분간 압력계 변동유무 확인)
- ◆ 등지계 점멸등 작동시험
- ◆ By Pass 밸브 작동시험 (비상탈출용 : 양압조정기 이상 경우 작동)
- ◆ 양압 및 대기호흡 작동시험
- ◆ 경보기 작동시험 (55 Kg/cm<sup>2</sup> 이하)

# 01 개인보호장구 종류



## 보호복의 종류

형식	형식구분 기준	
1형식	1a형식	보호복 내부에 개방형 공기호흡기와 같은 대기와 독립적인 호흡용 공기공급이 있는 가스 차단 보호복
	1a형식(긴급용)	긴급용 1a 형식 보호복
	1b형식	보호복 외부에 개방형 공기호흡기와 같은 호흡용 공기공급이 있는 가스 차단 보호복
	1b형식(긴급용)	긴급용 1b 형식 보호복
	1c형식	공기라인과 같은 양압의 호흡용 공기가 공급되는 가스 차단 보호복
2형식	공기라인과 같은 양압의 호흡용 공기가 공급되는 가스 비차단 보호복	
3형식	액체 차단 성능을 갖는 보호복, 안면 후드, 장갑, 부츠, 안면창(visor) 및 호흡용 보호구가 연결되는 경우에도 액체 차단 성능을 가져야 한다.	
4형식	분무 차단 성능을 갖는 보호복: 안면 후드, 장갑, 부츠, 안면창(visor) 및 호흡용보호구가 연결되는 경우에도 분무 차단 성능을 가져야 한다.	
5형식	분진 등과 같은 에어로졸에 대한 차단 성능을 갖는 보호복	
6형식	미스트에 대한 차단 성능을 갖는 보호복	

Ref. 산업안전보건공단

# 01 개인보호장구 종류



[긴급용]

[일반용]

[반복사용]

[1회용]

[일체형]

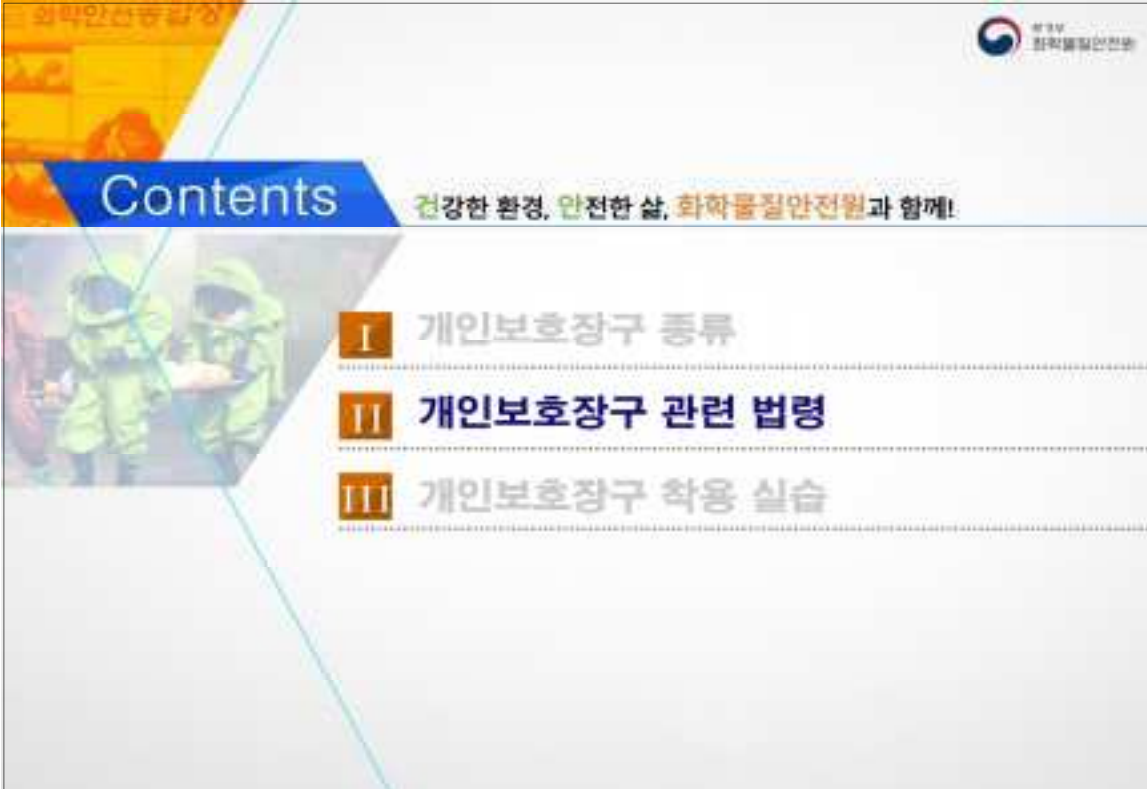
[분리형]

1형식

3, 4 형식

5, 6 형식

[화학물질용 보호복 예시]



화학물질안전원

Contents **건강한 환경, 안전한 삶, 화학물질안전원과 함께!**

- I 개인보호장구 종류
- II 개인보호장구 관련 법령
- III 개인보호장구 착용 실습

## 02 개인보호장구 관련 법령

화학물질안전원

**[ 유해화학물질 취급자의 개인보호장구 착용에 관한 규정 ]**  
[시행 2017.5.30] [화학물질안전원고시 제2017-4호, 2017.5.30, 제정]

화학물질안전원(연구개발교육과), 042-605-7080

**제1조(목적)** 이 규정은 「화학물질관리법」이하 “법”이라 한다 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.

**제5조(사고대비물질 이외의 유해화학물질 취급자의 보호장구 착용)** 사고대비물질 이외의 유해화학물질 취급자는 「보호구 안전인증 고시」의 성능기준에 맞는 호흡보호구, 보호복 및 안전장갑을 착용하여야 한다.

## 02 개인보호장구 관련 법령



### 제6조(보호장구의 착용의 예외)

- ① 유해화학물질을 이송하는 차량 운전자가 운전중일 경우에는 근거리에 비치하거나 소지하여야 한다.
- ② 유해화학물질 취급자는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 제3조 관련규정에 따라 보호장구를 착용할 수 있다.
  1. 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」제2조제2호의 연구실에서 유해화학물질을 취급하는 경우
  2. 유해화학물질 취급자의 노출이 없도록 보호할 수 있는 자동화 설비, 밸브연결 안전장치, 유해화학물질 취급 장소나 장비를 완전 밀폐하는 구조물 혹은 장치 등이 설치되어 가동되고 있는 경우
  3. 국소배기장치가 가동되고 있는 실험실에서 저용량(5리터 이하) 유해화학물질을 실험용으로 사용하는 경우

**제7조(보호장구의 비치)** 유해화학물질을 취급하는 사업장은 화학사고 발생시 누출 차단 등 신속한 초기 대응 조치를 위하여 전면형 송기마스크 또는 공기호흡기와 1 또는 2형식 보호복을 비치해야 한다. 단 취급하는 유해화학물질이 방독마스크 및 3 또는 4형식 보호복으로 충분히 대응조치가 가능한 경우에는 그러하지 아니 한다.

## 02 개인보호장구 관련 법령



별표 1.

사고대비물질별 개인보호장구의 종류 (제4조제1항 관련)

번호	사고대비물질명	적용범위	CRC번호	유기화합물용 공기호흡기	보호복	안전장갑
1	포름알데하이드 (Formaldehyde)	포름알데하이드 및 이온 1% 이상 함유한 혼합물질	00-08-0	유기화합물용 방독마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(전신) 이상	화학물질용 안전장갑
2	메틸메르카프탄 (Methylthiol)	메틸메르카프탄 및 이온 1% 이상 함유한 혼합물질	00-34-4	전면형 송기마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(부행) 이상	화학물질용 안전장갑
3	포름산 (Formic acid)	포름산 및 이온 25% 이상 함유한 혼합물질	00-18-6	유기화합물용 방독마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(부행) 이상	화학물질용 안전장갑
4	메탄올 (Methanol)	메탄올 및 이온 0% 이상 함유한 혼합물질	07-04-1	전면형 송기마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(부행) 이상	화학물질용 안전장갑
5	아세트산 (Acetic acid)	아세트산 및 이온 0% 이상 함유한 혼합물질	71-43-2	유기화합물용 방독마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(부행) 이상	화학물질용 안전장갑
6	메틸아민 (Methylamine)	메틸아민 및 이온 1% 이상 함유한 혼합물질	24-01-3	전면형 송기마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(전신) 이상	화학물질용 안전장갑
7	메틸아민 (Methylamine)	메틸아민 및 이온 20% 이상 함유한 혼합물질	24-08-5	방독마스크 방독마스크 이상	화학물질용보호복 3 또는 4 형식(전신) 이상	화학물질용 안전장갑

## 02 개인보호장구 관련 법령



별표 2.

작업상황별 보호보호구류 종류 (개호호)의 종류

작업상황	사고대처상황 구분					
	1 개호호	2 개호호	3 개호호	4 개호호	5 개호호	6 개호호
1. 폐기물 처리작업	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호
2. 폐기물 처리작업	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호
3. 폐기물 처리작업	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호
4. 폐기물 처리작업	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호
5. 폐기물 처리작업	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호
6. 폐기물 처리작업	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호	호호호호

\* 사고대처상황 설명

1. 폐기물 처리작업 : 폐기물 처리, 부속품 점검, 정비

2. 폐기물 처리작업 : 폐기물 처리, 부속품 점검, 정비

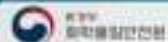
3. 폐기물 처리작업 : 폐기물 처리, 부속품 점검, 정비

4. 폐기물 처리작업 : 폐기물 처리, 부속품 점검, 정비

5. 폐기물 처리작업 : 폐기물 처리, 부속품 점검, 정비

6. 폐기물 처리작업 : 폐기물 처리, 부속품 점검, 정비

## 02 개인보호장구 관련 법령



작업상황별 용어의 정의

작업상황	정의
개방형기기 작업	<p><b>【정의】</b> 개방형기기를 사용하는 근로자의 작업</p> <p>☞ 개방형기기 : 사고대비물질을 취급하는 저장용기나 공정기로부터 정상조업에서 기기의 개구부나 틈새로 내용물(가스/증기, 입자성물질 등)이 누출될 수 있는 형식으로 제작된 기기</p>
	<p><b>작업형태</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 용기세척 수작업</li> <li>② 부속세척 및 처리 수작업</li> <li>③ 원료투입 및 혼합, 점검 등의 작업</li> <li>④ 라인교체작업</li> <li>⑤ 이송작업</li> <li>⑥ 제품 탈수 및 건조작업</li> <li>⑦ 비상안전에서 내용을 배출작업</li> </ul>



## 02 개인보호장구 관련 법령

한국산업안전연구원

### 작업상황별 용어의 정의

<b>밀폐형기기 작업</b>	<p><b>【정의】</b> 밀폐형기기를 사용하는 근로자의 작업</p> <p>※ 밀폐형기기 : 사고대비물질을 취급하는 저장용기나 공정기기로서 정상조업에서 기기의 계구부나 틈새로 내용물(가스/증기, 입자상물질)이 누출 될 수 없는 형식으로 제작된 기기</p> <p>※ 비고 「산업안전보건 기준에 관한 규칙」의 「밀폐공간작업」과는 다름</p>	
	작업형태	기정상조업 하의 원료투입, 반송, 혼합, 배출 등의 작업 과 밀폐형 기기의 밸브조작 작업
<b>상·하차, 원료이송작업</b>	<p><b>【정의】</b> 운반차량(탱크로리)과 저장시설(탱크)간 사고대비물질의 상·하차 및 이송작업</p>	
	작업형태	기탱크로리 상·하차 작업 과 탱크 혹은 가압방식으로 원료이송작업 과 탱드필름나 중력방식으로 원료이송작업

## 02 개인보호장구 관련 법령

한국산업안전연구원

### 작업상황별 용어의 정의

작업상황	정의	
<b>보수작업</b>	<p><b>【정의】</b> 가동 중 또는 장치 해체 후 유지 보수작업</p>	
	작업형태	1) 기기 내 보수작업 과 가동 중 유지보수작업 과 장치 해체 후 보수작업
<b>누출물 및 폐기물 처리작업</b>	<p><b>【정의】</b> 사고대비물질의 누출유출 발생으로 운반, 수거 및 처리하는 작업</p>	
	작업형태	1) 누출이나 유출사고 대응작업 과 누출이나 유출사고 주변작업 과 폐기물 수거작업 과 폐기물의 사업장 내 운반 과 폐기물 재처리작업

## 02 개인보호장구 관련 법령

한국  
직업안전보건청

### 작업상황별 용어의 정의

시행직업	【정의】 사고대처물질이 함유된 물질을 취급하는 저장탱크, 공정기기로부터 시료 샘플링작업 및 제한된 시료를 실행하는 시험작업 ※ 비고 「연구실 안전환경조성에 관한 법률」이 적용되는 연구실이나 실험실에서 이루어지는 작업은 제외	
	작업형태	1. 시설 내 생물용 작업 2. 화학실험실 내 공간에서 이루어지는 시험작업 3. 별도로 구축된 실험실에서 이루어지는 시험작업
기타작업	【정의】 상기 작업을 제외한 작업을 말하며 작업형태는 차질문반, 실험용기 청소 작업 및 압출고 작업, 일상점검, 보안경이 들어 포함됨	
	작업형태	1. 시설점검 2. 보안경비 3. 차량운전작업 4. 실험용기 청소 작업

## 02 개인보호장구 관련 법령

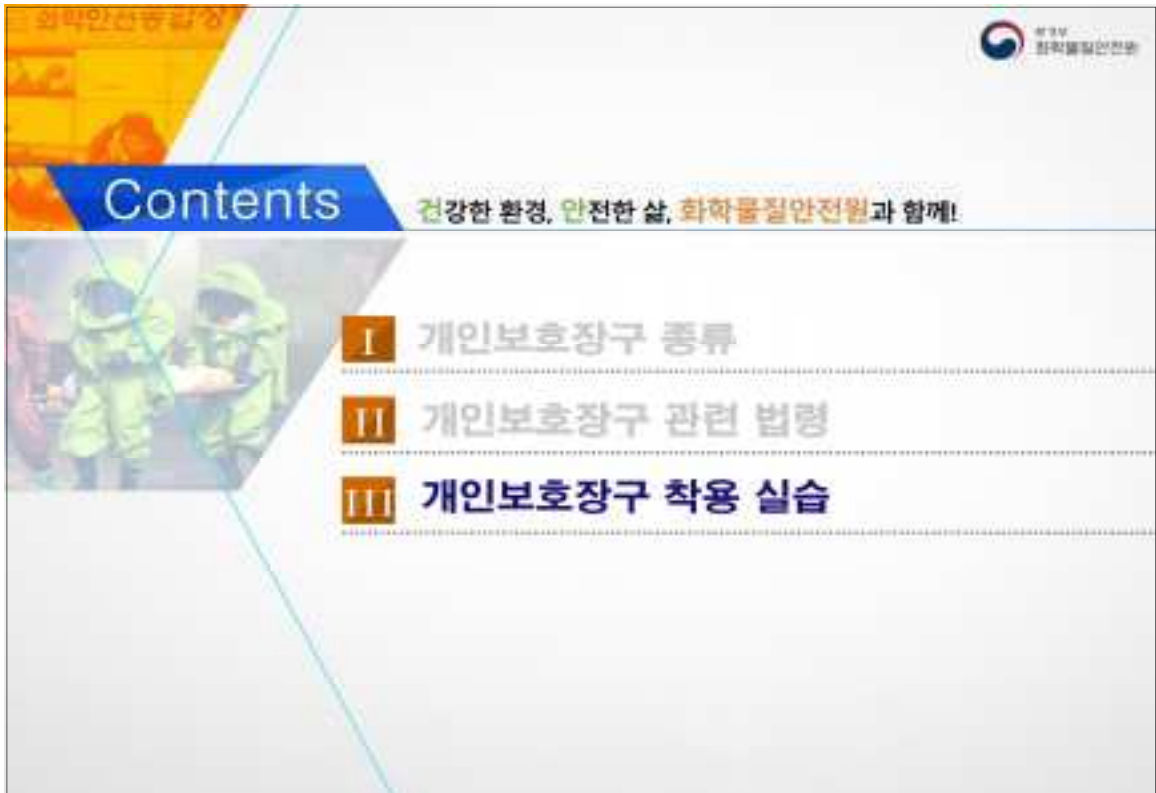
한국  
직업안전보건청

**○ FAQ 개인보호장구를 착용해야하는 유해화학물질의 종류는 무엇입니까?**

기본적으로는 모든 유해화학물질입니다. 다만, 본 규정에서는 우선적으로 환경부에서 지정한 사고대처물질(사용량에 상관없음)에 대한 개인보호장구의 종류를 규정하였으며, 그 외의 유해화학물질에 대해서는 고용노동부 「보호구 안전인증 고시」에 따라 착용하여야 합니다.

**○ FAQ 고용노동부의 「보호구 안전인증 고시」와 환경부의 「유해화학물질 취급자의 개인보호장구 착용보호구 착용에 관한 규정」의 차이점은 무엇입니까?**

고용노동부 고시의 목적은 근로자가 일상시 작업 중에 유해화학물질로부터 지속적으로 노출됨에 따라 발생할 수 있는 근로자 본인의 건강 및 안전상의 문제를 보호하기 위한 규정이지만, 환경부 고시의 목적은 만일에 발생할 수 있는 화학사고로 인해 순간적으로 매우 높은 농도(고농도)노동부에서 관리하는 작업장 농도 수준보다 수천에서 수만 배에 노출됨으로 인해 발생할 수 있는 본인의 생명 및 부상의 보호뿐만 아니라, 화학사고 여파로 발생하는 재산피해, 환경피해, 동식물 등의 생태계피해, 농작물 피해 등 복합적인 피해를 사전에 보호하기 위한 규정입니다.



The slide features a blue banner with the word "Contents" in white. To the right of the banner is the slogan "건강한 환경, 안전한 삶, 화학물질안전원과 함께!" in green and blue. Below the banner is a list of three items, each with a Roman numeral icon in a blue box: I. 개인보호장구 종류, II. 개인보호장구 관련 법령, and III. 개인보호장구 착용 실습. The third item is highlighted in blue. On the left side of the slide, there is a photograph of two people in full-body white protective suits and hoods. In the top right corner, there is a logo for the Korea Chemical Safety Council (KSCSA) with the text "한국화학안전연구원".

Content

건강한 환경, 안전한 삶, 화학물질안전원과 함께!

- I 개인보호장구 종류
- II 개인보호장구 관련 법령
- III 개인보호장구 착용 실습



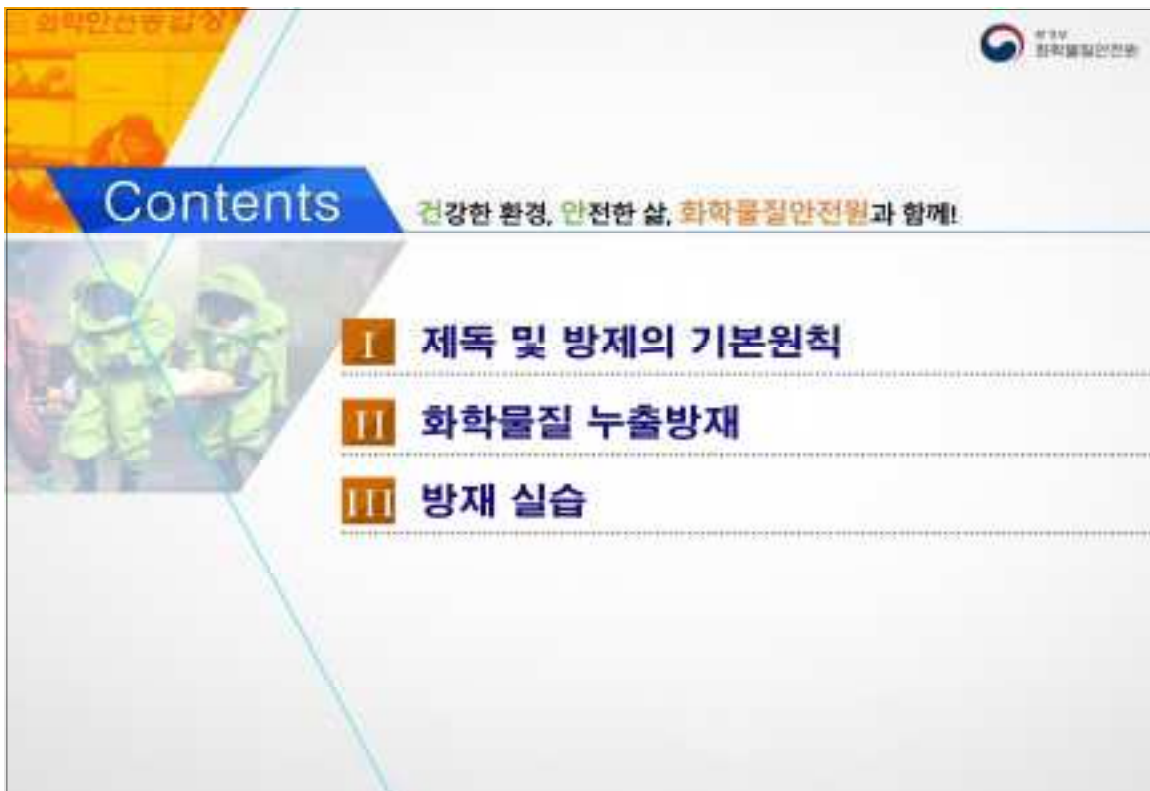


5

---

## 누출방재 실습








화학안전관리청

국립화학물질안전원

# Contents

건강한 환경, 안전한 삶, 화학물질안전원과 함께!

- I 제독 및 방제의 기본원칙
- II 화학물질 누출방재
- III 방재 실습



## 01 제독 및 방제의 기본원칙

국립화학물질안전원

### 일반적 원칙

오염확산을 방지하고 영향을 감소하는 행위

- 기체 및 증기 : **차폐**
- 액체 및 고체 : **흡수**
- 대응요원 보호
- 제독의 우선순위 결정

방제약품      방제물자

인원제독      장비제독



# 01 제독 및 방제의 기본원칙



## KISS 원칙

**Keep it Simple, Stupid, 간단 할 수록 좋다**



- 액체물질 누출시
  - > 대량의 물로 희석(세정)
  - > 건조된 모래, 흡착제 등을 활용하여 회수
  - > 비가연성 물질을 활용하여 누출확대 방지
- 고체물질 누출시
  - > 물로 축이고, 자후 저분할 수 있도록 도랑이나 독을 만들어 가두어 둬
  - > 물질의 특성에 맞는 중화약품 사용하여 중화처리 → 독성 낮춤, 폐기처리

화학안전관리실



## Contents

건강한 환경, 안전한 삶, 화학물질안전원과 함께!



- I 제독 및 방제의 기본원칙
- II 화학물질 누출방재
- III 방재 실습

## 02 화학물질 누출 방제

한국화학안전연구원

◆ **화학물질 누출방제 목적**

- 대응활동자의 위험부담을 최소화 하는 가운데 누출을 억제하고 피해를 최소화

◆ **화학물질 누출대응 조치**

개인 안전을 위한 상황 파악

(가능 시) 발생한 화재를 진압

안전 통제

누출물질 확인

하수구, 하천 유입 차단

제방, 댐 설치 및 우회 시도

누출 통제 조치

환기 조치 (필요시 공조시스템 중단)

정화, 제독 및 현장복구 활동

◆ **화학물질 누출방제 방법**

**물리적 처리방법**

덮어쓰임(Covering), 희석(Dilution),  
유출확산방지(착발기, 도방면틀기 등),  
밀봉(Overpacking), 틀어막기(Plug & Patch),  
옮기기(Transfer), 방출(Venting),  
증기발생억제(Vapor Suppression)

**화학적 처리방법**

흡수-흡착(Adsorption), 태우기(Burning),  
분산(Dispersion), 일체소각(Flaring),  
교질화(Gelation), 중화(Neutralization),  
중합(Polymerization), 고형화(Solidification),  
증기억제, 분출과 태우기(Venting & Burning)

## 02 화학물질 누출 방제

한국화학안전연구원

방어적 기술

소극적인 방재활동  
대량 유출된 화학물질의  
확산을 막기 위한 방재활동

- 제방쌓기(Diking)
- 우회(Diversion)
- 차단(Intel Blocking Retrntion)
- 덮어쓰임(Covering)
- 흡수-흡착(Adsorption)
- 방출(Venting)
- 소각(Flaring)
- 희석(Dilution)

공격적 기술

적극적인 방재활동  
화학물질의 유출을 막기 위한  
방재활동

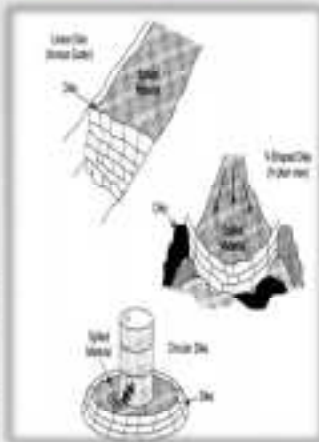
- 밀봉(Overpacking)
- 패칭(Patching)
- 막기(Plugging)

## 02 화학물질 누출 방제



### 방어적 기술

#### 제방쌓기(Diking)

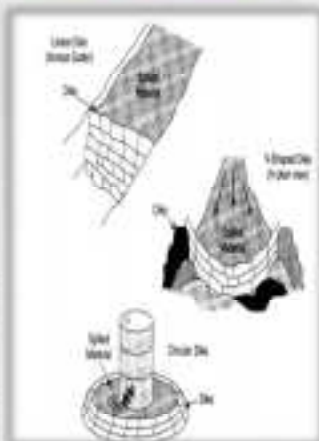


## 02 화학물질 누출 방제



### 방어적 기술

#### 제방쌓기(Diking)



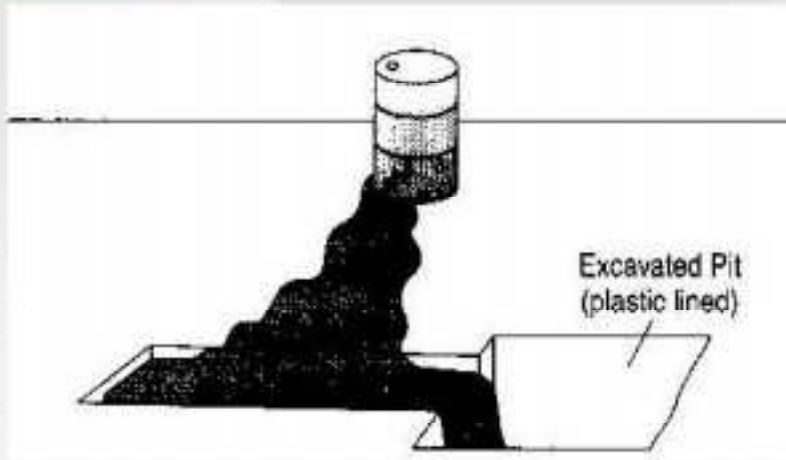
- ◎ 2008.3.1(토) 03:10(전화 07:30)
- ◎ 코오롱유화(김천시 대광동 소재)
- ◎ 페놀수지제조(페놀+포름알데히드 원료)
- ◎ 페놀수지 반응기 폭발(사상자 16)
- ◎ 전화 소화용수에 페놀이 하수구 유출
- ◎ 2차 수질오염

## 02 화학물질 누출 방제



### 방어적 기술

#### 우회(Diversion)



## 02 화학물질 누출 방제



### 방어적 기술

#### 차단(Inter Blocking Retention)



## 02 화학물질 누출 방제

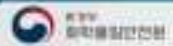


### 방어적 기술

#### 덮어씌움(Covering)



## 02 화학물질 누출 방제



### 방어적 기술

#### 흡수-흡착(Adsorption)



## 02 화학물질 누출 방제

한국화학안전연구원

### 방어적 기술

#### 방출(Venting)



#### 소각(Flaring)




## 02 화학물질 누출 방제

한국화학안전연구원

### 방어적 기술

#### 희석(Dilution)

물 반응성 여부

↓


물 접촉시 유독가스 발생 여부

↓


고체 또는 침전을 형성 여부

↓

물 용해 여부



3리터



20,000리터

1갤런(3.7리터) 산성 유출물 (pH가 0일때)			
필요한 물		수소이온농도(pH)	
10갤런	37리터	1	
100갤런	378리터	2	
1,000갤런	3,785리터	3	
10,000갤런	37,854리터	4	
100,000갤런	378,541리터	5	
1,000,000갤런	3,785,411리터	6	

1갤런(3.7리터) 알칼성 유출물 (pH가 14일때)			
필요한 물		수소이온농도(pH)	
10갤런	37리터	1	
100갤런	378리터	2	
1,000갤런	3,785리터	3	
10,000갤런	37,854리터	4	
100,000갤런	378,541리터	5	

※ 출처 : Hazardous material response, TEEX hazmat response course

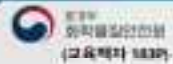
## 02 화학물질 누출 방제



### 방제약품(1)

품명	적용	사용방법	비고
가성소다	<ul style="list-style-type: none"> <li>산성물질 중화</li> <li>염소가스 중화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>용액 희석 후 사용</li> </ul>	중화제
소석회	<ul style="list-style-type: none"> <li>산성물질 및 염소가스 중화</li> <li>유해물질누출시 임시 방류통 설치 및 흡수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중화제살포기</li> <li>삽 등</li> </ul>	흡착제 단열제
소다회	<ul style="list-style-type: none"> <li>산성물질 중화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중화제살포기</li> <li>삽 등</li> </ul>	중화제 흡착제
활석분	<ul style="list-style-type: none"> <li>액상 위험물, 유해물질 누출 시 임시 방류통 설치 및 흡수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중화제살포기</li> <li>삽 등</li> </ul>	흡착제
황산수용액	<ul style="list-style-type: none"> <li>염기성 물질 중화 (가성소다, 암모니아, 수산화칼륨)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>용액 희석 사용</li> </ul>	중화제
묽은 묽산 아세트산	<ul style="list-style-type: none"> <li>염기성 물질 중화 (가성소다, 암모니아, 수산화칼륨)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>용액 희석 사용</li> </ul>	중화제
하이포 염소산염	<ul style="list-style-type: none"> <li>아세트 알데히드 등 알데히드류 중화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>용액 희석 사용</li> </ul>	중화제

## 02 화학물질 누출 방제



### 방제약품(2)

품명	적용	사용방법	비고
평형질석	<ul style="list-style-type: none"> <li>일할말루미늄, 알칼리류</li> <li>평형성이 좋고 단열성이 높아 유해물질 누출시 임시 방류통 설치 및 흡수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중화제살포기</li> <li>삽 등</li> </ul>	흡착제 단열제
지오라이트	<ul style="list-style-type: none"> <li>액체위험물, 유해물질누출 시 임시 방류통 설치 및 흡수</li> <li>건조분말로 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중화제살포기</li> <li>삽 등</li> </ul>	흡착제 단열제
규조토	<ul style="list-style-type: none"> <li>유해물질누출 시 임시 방류통 설치 및 흡수</li> <li>건조분말로 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중화제살포기</li> <li>삽 등</li> </ul>	중화제 단열제
탄산수소 나트륨	<ul style="list-style-type: none"> <li>유해물질 누출 시 임시 방류통 설치 및 흡수</li> <li>건조분말로 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중화제살포기</li> <li>삽 등</li> </ul>	흡착제 질식제
활성탄	<ul style="list-style-type: none"> <li>독성가스 등 포집(일산화탄소, 포스겐 등)</li> <li>흡착물 발생에 주의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중화제살포기</li> <li>삽 등</li> </ul>	흡착제
유회재	<ul style="list-style-type: none"> <li>기름 유출 시(경, 중질유)</li> <li>기름 유출된 수면에 확산 막기 위해 모일런스 설치 후 상부</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>선 실포 후 10-20분 경과 후 흡착포 등으로 수거</li> </ul>	비수용성 처리

## 02 화학물질 누출 방제



### 공격적 기술

#### 밀봉(Overpacking)



## 02 화학물질 누출 방제



### 공격적 기술

#### 패칭(Patching) [1/2]





## 02 화학물질 누출 방제



### 공격적 기술

#### 패칭(Patching) [2/2]



## 02 화학물질 누출 방제




### 공격적 기술

#### 막기(Plugging)



## 02 화학물질 누출 방제



### 액체물질 방제방법

#### 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 주수를 하여 증기발생을 억제시킴
- 누출물질의 특성에 맞는 산, 알칼리 중화제를 사용하여 중화시킴

#### 주의 사항

- 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

## 02 화학물질 누출 방제



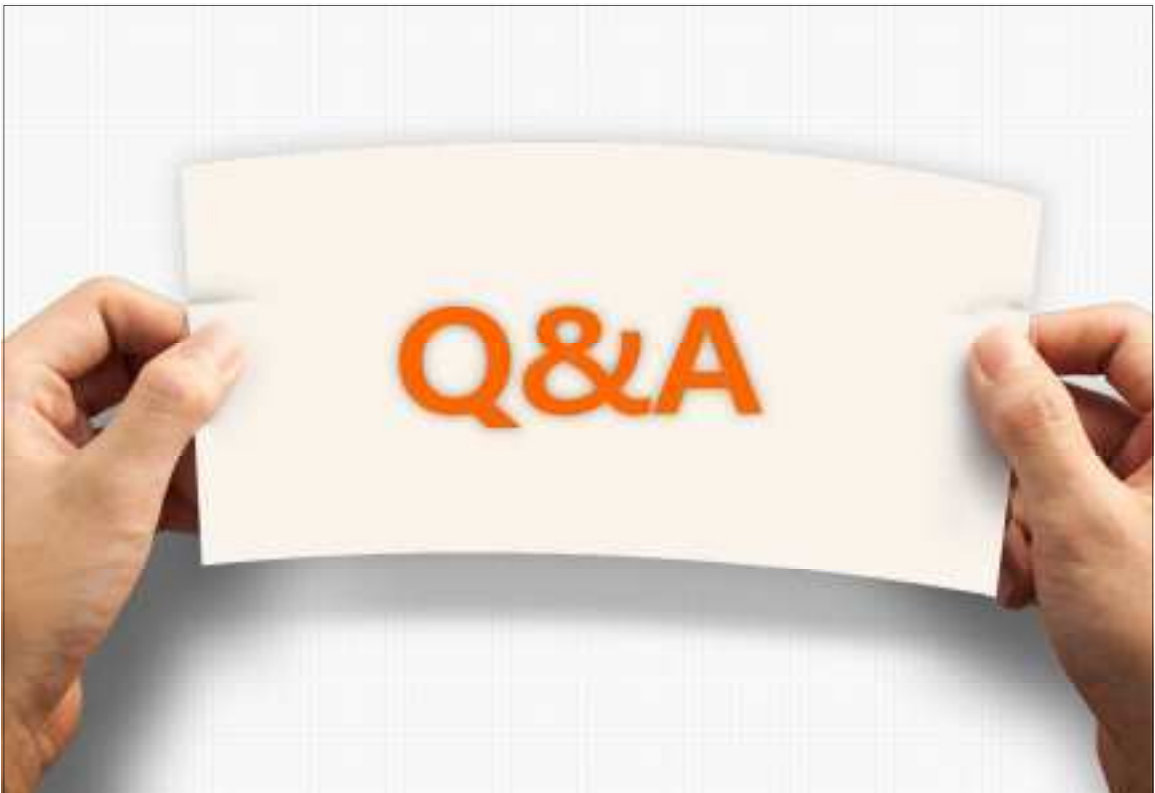
### 고체물질 방제방법

#### 누출 시 방제방법

- 다량의 물로 씻어 내림(소량의 경우)
- 물로 축이고, 나중에 저분할 수 있도록 도랑이나 독을 만들어 가두어 둠
- 누출물을 흙, 모래 등으로 덮어 흡수시킴
- 물질의 특성에 맞는 중화약품 사용하여 중화처리 → 특성 낮춤
- 다량의 물로 천천히 적히게 함
- 과염소산 염 등 강산화제의 누출 시 충격, 마찰에 주의하여 용기에 회수
- 분말 등이 비산할 경우 불연성 습기 없는 용기에 회수

#### 주의 사항

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



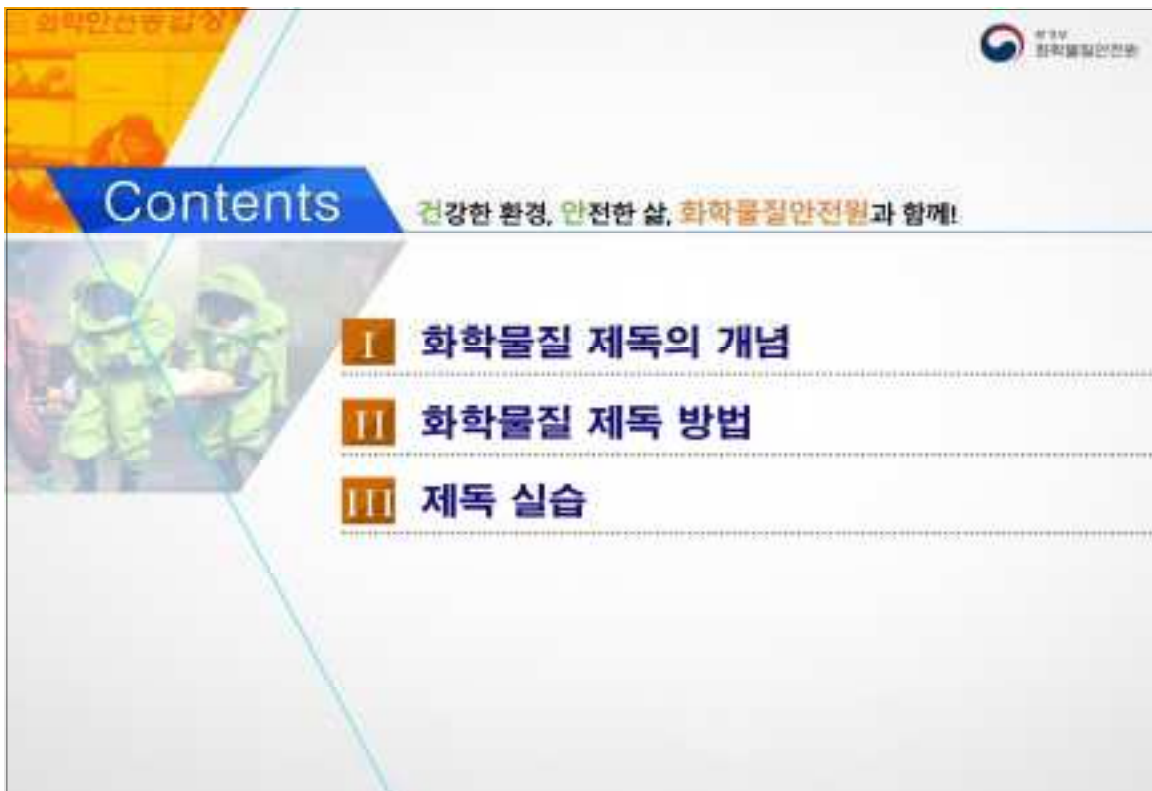


6

---

## 제독 실습





화학안전관리실

국립화학물질안전원

# Contents

건강한 환경, 안전한 삶, 화학물질안전원과 함께!

- I 화학물질 제독의 개념
- II 화학물질 제독 방법
- III 제독 실습





## 01 화학물질 제독의 개념

국립화학물질안전원

### 제독의 개념

사람이나 지역, 장비, 시설 등이 유해물질에 오염된 것을 제거하거나 구조환자의 인체 오염물질을 제거하는 활동

위험구역 (hot zone) → 경계구역 (worm zone) 제독활동 → 안전구역 (cold zone)





# 01 화학물질 제독의 개념



## 제독소의 설치

제독소 위치선정시 고려사항 : 화학물질의 특성과 위험성, 바람, 지형



# 01 화학물질 제독의 개념



## 인원의 제독

### 긴급제독 (환자제독)

- 위급한 환자를 병원으로 후송하기 전 최소한의 제독 수행
  - > 오염지역에서 응급조치 최소화(기도확보 등)
  - > 제독소로 이송하여 기본처치와 제독실시
  - > 구급차로 후송 시 오염확산 방지를 위한 조치 실시

### 정밀제독 (기술제독)

- 보호장비를 착용한 상태에서 출입통로를 통해 제독소 진입
- 단계별 오염제거 활동 수행(물리적, 화학적)
- 보호장비 제거 및 인체샤워 수행

# 01 화학물질 제독의 개념



## 인원의 제독

### 보행가능 환자

### 보행불가능 환자

#### 보행가능환자 우선순위에 미치는 요인

- > 심각한 증상을 일으키는 희생자(짧은 호흡, 흉부압박 등)
- > 누출지점에서 가장 가까운 희생자
- > 유해화학물질의 노출이 분명한 희생자
- > 옷이나 피부에 오염물질의 증거가 있는 희생자
- > 이미 다른 부상을 입은 희생자(골절, 개방형 상처 등)

화학안전관리청



## Contents

건강한 환경, 안전한 삶, 화학물질안전원과 함께!

- I 화학물질 제독의 개념
- II 화학물질 제독 방법
- III 제독 실습

## 02 화학물질 제독 방법



### 정밀제독



## 02 화학물질 제독 방법



### 물리적 제독(1)

구분	제독 방법
<b>솔질 또는 긁음</b> (Brushing or Scraping)	다른 기술을 실시하기 이전에 눈에 띄는 큰 오염물을 솔 등을 사용하여 제거
<b>희석</b> (Dilution)	물, 비누, 수용액 등으로 개인보호구와 장비를 단순히 세척(다량의 물확보시 사용가능) ※물을 많이 사용할수록 처리해야 할 재수를 많이 발생
<b>흡수</b> (Absorption)	오염면적의 확대를 막기 위해 유해물질(액체)을 빨아들이는 것으로 화학적성질은 그대로 남아 있음 ※ 흡수제: 흙, 질석(중화된 흑운모), 건조된 여과재, 모래
<b>흡착</b> (Adsorption)	흡착제 표면에 분자수준에서 오염물질을 흡착시켜 제거하는 방법
<b>가열</b> (Heating)	분사식으로 고온의 스팀을 이용하여 오염물질을 제거

## 02 화학물질 제독 방법



### 물리적 제독(2)

구 분	제 독 방 법
냉 동 (Freezing)	저온으로 오염물질을 고형화 시켜 제거(예로써 저온 액체질소를 사용하여 오염물질을 고체로 변화시켜 긁어 냄)
불 기 (Blowing)	구석에 끼인 분말이나 액체 오염물질을 가압 공기호스를 이용하여 불어냄
진공흡입 (Vacuuming)	HEPA필터가 부착된 진공청소기로 유해한 먼지, 파우더, 섬유 등을 제거하는 방법(0.3마이크론 이상의 입자를 제거)
격 리 (Isolation)	오염된 물건을 지정된 장소로 이동, 격리시킨 다음 자루에 밀봉하고 라벨을 부착
처 리 (Disposal)	용기로 포장하여 승인된 폐기물 처리장소로 운반하여 소각이나 매립처리

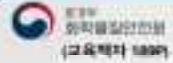
## 02 화학물질 제독 방법



### 화학적 제독

구 분	제 독 방 법
화학적 파괴 (Chemical Degradation)	유해물질의 화학적 구조를 바꾸는 방법으로 보통 사용되는 처리제로는 차아염소산, 가성소다, 탄산소다 슬러지, 생석회 슬러지, 가정용 주방세제, 아이노프로필 알코올 등이 있음 ※ 절대 인체피부에 직접 적용해서는 안됨
중화 (Neutralization)	부식성 물질의 유출시 산이나 염기를 적용하는 것으로 유출 물질의 pH를 7에 가깝게 만드는 것
고형화 (Solidification)	오염물질을 다른 물질과 화학적으로 결합시키거나 캡슐화함. 고형화된 물질은 보통 유해폐기물 매립장에 매립
소독법 (Disinfection)	상업적으로 조달 가능한 소독제의 종류는 페놀화합물, 암모니아 화합물, 염소화합물, 요오드, 알코올, 포름알데히드 등이 있음

## 02 화학물질 제독 방법



### 장비제독

- 제독용액 : 5% 차아염소산염 용액
- 장비의 민감한 부분에 물이나 정화용액이 들어가지 않도록 주의
- 일회용품은 가능하면 폐기처분
- 세제를 사용하여 여러 번 완벽하게 헹굼
- 제독에 사용된 폐수는 전문적인 처리

## 02 화학물질 제독 방법



### 지역제독

#### 사고지역의 오염물질 제거

1. 오염상태 확인 - 오염물질의 특성 및 범위
2. 방제약물 선정
3. 제독계획 수립 - 제독범위 및 방법결정
4. 자원동원 및 제독 실시
5. 사고지역 오염물질 잔류여부 확인

## 02 화학물질 제독 방법

한국화학안전연구원  
(교육센터 500P)

### 제독결과 평가

육안관찰	착색, 변색, 부식의 효과를 눈으로 평가
모니터링 방법	간이 탐지기, 검지관, 측정기 등으로 잔류 오염 정도 확인 및 판단
샘플분석	보호복, 장비, 피부 등을 닦아낸 샘플을 분석하여 오염물질의 잔류 및 제독의 효과 판단













# Memo

A series of horizontal dashed lines for writing.



본 교재는 화학사고 대응과정(일반) 교육을 목적으로 작성된 것으로  
해당 목적으로만 활용하시기 바랍니다.

---

발 행 일 : 2020년 6월 일

발 행 처 : 환경부 화학물질안전원 사고총괄훈련과

발 행 인 : 고종희

편 집 진 : 신창현, 김정곤, 조근하, 임민택, 류제영, 이경희, 신상훈, 김소영,  
김보경, 신수빈, 엄운섭

주 소 : (우) 34111 대전광역시 유성구 가정북로 90

전화번호: (042) 605-7074

팩스번호: (042) 605-7095

누리집(홈페이지): <http://nics.me.go.kr/>

<http://edunics.me.go.kr/> (화학물질안전원 교육시스템)

---

