

연구자료
화학 92-7-26



위험물질 취급안전대책(Ⅱ)

—방향족 염화탄화수소 화합물의 취급
및 저장등에 관한 안전대책—

1992. 12. 31



한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION
산업안전연구원
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

머 리 말

최근 정밀화학분야의 급속한 기술발전과 더불어 수많은 종류의 화학물질이 개발, 생산되고 있다. 이와 더불어 취급되는 물질의 종류가 다양해지고 사용량 또한 증가하므로 사고위험성 또한 증대되고 있는 실정이다.

화학물질 중에는 폭발·화재 및 독성에 의한 중독의 위험성 등이 항상 내재되어 있으나, 현실적으로 이에 대한 여러가지 안전대책 등의 미흡으로 인하여 사고를 사전에 예방하는데는 어려움이 있다. 실제로 각종 위험화학물질을 사용하거나 제조, 수송, 저장보관시 취급잘못으로 인한 폭발·화재, 독성가스 누출 등 사업장 중대재해가 발생하며 인명피해는 물론 막대한 재산상의 손실과 지역전반에 걸친 대규모 재해가 발생하고 있다.

이와같은 위험화학물질로 인한 재해를 사전에 예방하고, 만약 재해발생시에는 안전하게 대처할 수 있도록 하기 위해서 위험물질 취급시 안전대책에 관하여 연구를 진행하였다. 이에 대한 결과로 '91년도에는 유기용제로서 널리 쓰이는 지방족 염화탄화수소 화합물중 폭발·화재 및 독성에서 현저한 위험성을 나타내는 12종의 물질을 선택하여 취급시 안전대책을 수립하였고, 금년도에는 이의 계속으로 방향족 염화탄화수소 화합물에 대한 취급시 안전대책을 제시하여 물질의 사용으로 인한 재해예방에 기여하고자 하였다. 방향족 염화탄화수소 화합물은 고(高)비점(high boiling point) 용제, 열전달매체, 절연체, 농약 및 각종 유기화합물 제조시 중간체로 많이 쓰이고 있다. 이와같이 널리 쓰이고 있는 물질을 안전하게 사용할 수 있도록 하기 위해서 물리·화학적 특성 및 위험성에 대해서 기술하였다. 또한 이 물질이 다른 화학물질과 접촉시 화학적인 특성으로 인하여 위험성이 증가하는데 이에 대한 사항을 기술하였다. 방향족 염화탄화수소 화합물은 가연성 물질이며 공업용 용제로서 널리 쓰이고 있는 것이 있어, 가연성 물질의 안전한 취급방법에 대하여 기술하였다. 또한 화재시 소화대책, 누출, 비산시 안전한 처리

방법 등에 관하여 기술하였고, 물질의 여러가지 폐기방법에 대하여 기술하였다. 또한 작업자의 위생문제에 대해서는 작업의 종류, 형태에 따른 환기방법과 공기 중 화학물질의 농도에 따른 호흡보호구의 선택에 대하여 기술하였다. 위험화학물질로 인한 재해를 사전에 예방하고, 재해발생시에는 안전한 처리를 하는데 본 자료가 현장에 종사하는 많은 실무자들에게 활용되어 재해예방에 기여할 수 있기를 바란다.

1992. 12. 31.

산업안전연구원장

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 “산업안전연구 개발” 사업의 일환으로 수행한
“위험물질 취급 안전대책(Ⅱ)”의 최종보고서로 제출합니다.

1992년 12월 31일

주관연구부서 : 산 업 안 전 연 구 원
화 학 연 구 실

연구자책임자 : 실 장 정 동 인

연구자수행자 : 연 구 원 김 관 응

目 次

제 1 장 방향족 염화탄화수소	3
1. 개 요	3
2. 용 도	3
3. 연구대상 범위	5
제 2 장 방향족 염화탄화수소의 위험특성	8
1. 물리적 성질	8
2. 위험특성	12
3. 독성 및 허용농도	19
제 3 장 안 전 대 책	23
1. 가연성의 방향족 염화탄화수소 화합물의 취급시 안전조치	23
가. 취급시 유의사항	23
나. 저장시 유의사항	24
2. 공업용 용제로 사용시 유의사항	26
가. 작업자의 유의사항	27
나. 안전상의 고려사항	28
3. 기 타	30
가. 소 화	30
(1) 일반사항	31
(2) 소화방법	32
나. 유출물 처리방법	35
다. 폐기물의 처리방법	37

제 4장 환기 및 보호구.....	43
1. 환기대책	43
2. 보호구	47
가. 보호구 사용시 유의사항	47
나. 농도에 따른 호흡용 보호구 착용	50
참고문헌	56

제 1 장 방향족 염화탄화수소 화합물

1. 개 요

염화탄화수소 화합물(Chlorinated Hydrocarbon)은 지방족(Aliphatic) 염화탄화수소 화합물과 방향족(Aromatic) 염화탄화수소 화합물로 크게 대별(大別)할 수 있는데, 방향족 염화탄화수소 화합물이라 함은 탄소(Carbon) 원자(原子)와 수소(Hydrogen) 원자로만 이루어진 탄화수소 화합물중에서 고리형태(Cyclic form)를 갖는 화합물중의 하나이다. 고리형태의 탄화수소 화합물중에서 방향족성(Aromaticity)을 갖고 있는 것을 방향족 탄화수소 화합물이라고 한다.

예를들면 벤젠(Benzene, C_6H_6), 나프탈렌(Naphthalene, $C_{10}H_8$) 등을 말한다.

이와같은 방향족 염화탄화수소 화합물중에서 방향족 고리를 이루고 있는 수소(Hydrogen) 원자 대신에 할로젠 원소(元素), X($X=F, Cl, Br, I$)가 들어가 있으면 방향족 할로젠화 탄화수소 화합물(Aromatic Halogenated Hydrocarbon compound)이라고 한다. 이들중 거의 대부분이 염소(Chloride) 치환체 화합물이며 벤젠(Benzene) 계통의 화합물중 브롬(Bromide)이 치환(Substitution)된 화합물은 브로모벤젠(Bromobenzene)이 있다.

지방족 염화탄화수소 화합물중 대표적인 것이 클로로벤젠(Chlorobenzene), 클로로나프탈렌(Chloronaphthalene) 등이 있는데 주로 액체(Liquid)나, 고체(Solid) 상태로 존재한다.

2. 용 도

방향족 염화탄화수소 화합물은 화학공업에서 필수적인 역할을 하면서 널리 쓰이고 있으며, 이들 화합물중에서 염소화벤젠(Chlorinated Benzene), 염소화 나프탈렌(Chlorinated Naphthalene), 염소화비페닐(Chlorinated Biphenyl) 등은

벤젠, 나프탈렌, 비페닐을 삼염화철(Ferric Chloride, FeCl_3)과 같은 촉매(Catalyst)의 존재하에서 염소(Chlorine, Cl_2)와 다양한 비율로 염소화 반응(Chlorination)을 시키어 다양한 비율(ratio)의 염소가 함유된 염소화된 벤젠, 나프탈렌, 비페닐 등을 얻을 수 있다. 이들 화합물의 상태는 액체나 유상(油狀) 액체에서 왁스나 고체에 이르기까지 다양한 상태로서 존재한다.

염소화된 벤젠 화합물은 주로 유지, 수지(Resin), 셀룰로오스(Cellulose) 유도체, 페인트 등의 용제, 살충제 등과 같은 유기합성 제품의 원료, 소독제, 드라이클리닝제, 열전달 매개체 등으로 쓰인다. 이때 열전달 매개체(열매체)라 함은 온수순환이나 증기가열에서의 물과 같이 열원(熱源)에서 받은 열을 액체 또는 기체의 형태로 피가열물에 전달하는 매체를 말한다.

염소화된 나프탈렌이나 비페닐 화합물은 화학적인 안정성, 비가연성, 절연성 때문에 축전지, 변압기, 전자기 등의 절연제로 쓰이고, 또한 고온, 고압, 산화, 침수 방지용 코팅제, 광택제 등에 쓰인다. 열전달 매체로서 이 물질이 쓰이는데 절삭유 첨가제(Cutting fluid additives)나 무탄소 복사지 등에 쓰인다.

화학공업에서 쓰이는 화합물은 특정한 분자의 혼합물이다. 상업적인 생산품은 가끔 염소(Chlorine)의 상대적인 비율로서 표시되기도 한다(예 ; 54% 염소화된 비페닐). 높은 정도의 염소화는 일반적으로 높은 독성을 나타낸다. 그러므로 염소화된 나프탈렌이나 비페닐의 독성은 개개 화합물의 일반적인 생물학적 성질을 갖는 것이다. 이들 화합물은 피부를 통해 쉽게 흡수되고, 인체(人體)내에서 신진대사가 거의 되지 않고 체내의 세포속에 쌓여 이로인한 여러가지 증상이 나타난다. 방향족 염화탄화수소 용제에 의한 사고의 실례를 보면 아래와 같다.

[사고사례]

- '91. 8. 14. 18:00경 경남 신광에이스전기(주) 절단 작업장에서 포밍작업 조장이 방청유(방향족 용제 55.0%, 아크릴 수지 44.5%, 아크릴 모노머 0.5% 이하로 구성되어 있음) 빈 드럼통을 산소-아세틸렌 절단기로 절단

하려다 드럼통의 폭발로 인하여 화상을 입고 병원 치료중 사망한 사고.

상기(上記) 사고에 대한 원인증에서 인화성 물질에 대한 성상이나 성질, 폭발 한계 및 발화점, 취급방법 및 작업안전수칙, 응급처치 요령 등에 대한 안전지식의 결여 등을 지적되고 있다.

- '91. 6. 13. 23:00경 (주)선경인더스트리 포리에스텔면 제조공장의 중합 공정에 설치된 열매보일러의 열매공급탱크 내압상승으로 상부의 안전밸브가 작동되어 순간적으로 분출된 열매증기가 대기중으로 누출된 사고.

이 사고에서 열매라 함은 열전달 매개체를 말하는데, 염소화된 나프탈렌 이나 비페닐 중에서 유상(油狀)의 액체가 널리 쓰이고 있다.

3. 연구대상 범위

화학관련 산업체나 연구실 등에서 용제나 열전달 매체로서 널리 쓰이고 있는 염소화된 방향족 탄화수소 화합물(Chlorinated Aromatic Compound)중에서 크게 벤젠 계열, 나프탈렌 계열, 비페닐 계열 등으로 나누어 성상이나, 성질, 위험성 및 안전한 취급방법, 작업안전수칙, 응급처치요령 등 안전에 관계되는 제반사항을 제시함으로써 위험물의 취급으로 인한 여러 재해예방에 기여하고자 한다.

가. 벤젠계열(Chlorinated Benzene)

무색의 휘발성이 있는 액체로서 주로 페인트의 용제, 열전달 매개체, 살충제와 같은 유기합성의 원료로서 널리 쓰이는 벤젠계열의 염화벤젠 화합물 혹은 브롬화벤젠의 화합물은 다음과 같은 것이 있다.

〈표 1〉 일반적인 벤젠 계열 염화탄화수소 화합물

화 학 명	일 반 명	분 자 식
Chlorobenzene	Monochlorobenzene	C_6H_5Cl
1,2-Dichlorobenzene	o-Dichlorobenzene	$o-C_6H_4Cl_2$
1,3-Dichlorobenzene	m-Dichlorobenzene	$m-C_6H_4Cl_2$

화 학 명	일 반 명	분 자 식
1,3-Dichlorobenzene	m-Dichlorobenzene	m-C ₆ H ₄ Cl ₂
1,4-Dichlorobenzene	p-Dichlorobenzene	p-C ₆ H ₄ Cl ₂
1,2,3-Trichlorobenzene	vic-Trichlorobenzene	1,2,3-C ₆ H ₄ Cl ₃
1,2,4-Trichlorobenzene	unsym-Trichlorobenzene	1,2,4-C ₆ H ₃ Cl ₃
1,3,5-Trichlorobenzene	sym-Trichlorobenzene	1,3,5-C ₆ H ₃ Cl ₃
Hexachlorobenzene	Perchlorobenzene	C ₆ Cl ₆
Bromobenzene	Monobromobenzene	C ₆ H ₅ Br

나. 나프탈렌 계열(Polychlorinated Naphthalene)

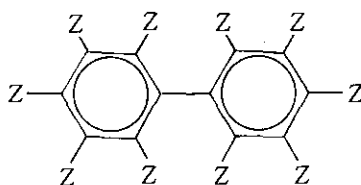
나프탈렌 계열의 화합물은 일반적으로 PCN, 히로왁스, 너브렌왁스, 클로로나프탈렌 등으로 불리우며 $C_{10}H_8-n Cl_n$ (n =치환된 Cl 원자의 수)으로 표시된다. 유상(油狀)과 납상의 두 형태(n 의 수에 따라 상태가 달라진다)가 존재하는데 유상의 폴리염화나프탈렌(Poly Chlorinated Naphthalene, PCN)은 주로 용제, 가소제, 윤활유 및 그 첨가제, 살충제, 토양살균제, 목재 주입제 등으로 쓰이고, 납상은 코팅제, 내화도료, 목재 방부제, 충전제 등으로 쓰인다. n 의 수에 따른 폴리염화나프탈렌 계열의 화합물에는 아래와 같다.

〈표 2〉 폴리염화나프탈렌 (PCB) 화합물 $C_{10}H_8-n Cl_n$

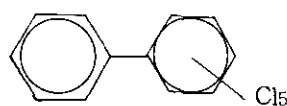
n 의 수	화 학 명	분 자 식
1	Monochloronaphthalene	C ₁₀ H ₇ Cl
3	Trichloronaphthalene	C ₁₀ H ₅ Cl ₃
4	Tetrachloronaphthalene	C ₁₀ H ₄ Cl ₄
5	Pentachloronaphthalene	C ₁₀ H ₃ Cl ₅
6	Hexachloronaphthalene	C ₁₀ H ₂ Cl ₆

다. 비페닐 계열(PolyChlorinated Biphenyl, PCB)

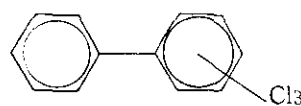
비페닐계열의 화합물은 일반적으로 PCB라고 표시하는데, PCB는 합성물로서 다음과 같은 구조를 갖는다.



여기에서 Z는 10개의 수소원자(Hydrogen Atom, H)나 염소원자(Chloride Atom, Cl)을 나타낸다. 이론적으로는 209개의 다른 PCBs가 존재하여야 하나 실제로는 그렇게 많은 수가 존재하지는 않고 대개 절반정도가 합성되고 그 특성이 파악되었다. PCBs는 일반적으로 철(Fe)이나 염화제 2 철(ferric chloride, FeCl_3) 촉매의 존재하에서 무수염소(anhydrous chlorine, Cl_2)로 비페닐(Biphenyl)에 염소화 반응(Chlorination)에 의해서 만들어 진다. 이렇게 만들어진 PCB는 일염화비페닐(Monochlorobiphenyl) 혹은 이염화비페닐(Dichlorobiphenyl)과 같이 비페닐의 수소원자가 염소원자로 치환된 형태로 존재하기 보다는, 이들 모두가 각기 다른 비율로 섞여있는 혼합물로서, 함유된 염소의 함량에 따라 42% 혹은 54% 염화비페닐로 표시된다.



(54% Chlorine)



(42% Chlorine)

상품명으로는 Aroclor, Inerteen, Kanechlor, Pyranol 등으로 불리운다.

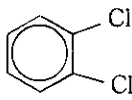
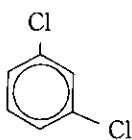
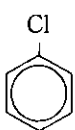
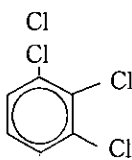
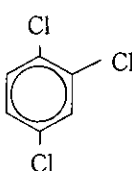
제 2 장 방향족 염화탄화수소 화합물의 위험특성

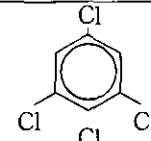
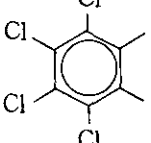
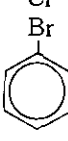
1. 물리적 성질

가. 폴리염화벤젠

폴리염화벤젠 화합물의 물리적인 성질과 구조식을 <표 3>에 나타내었다.

<표 3> 폴리염화벤젠의 구조식 및 물리적 성질

물 질 명	구 조 식	끓는점 (℃)	인화점 (℃)	발화점 (℃)
클로로벤젠 (Chlorobenzene)		132	29	638
1,2-디클로로벤젠 (1,2-Dichlorobenzene)		179	66	648
1,3-디클로로벤젠 (1,3-Dichlorobenzene)		173.4	—	—
1,4-디클로로벤젠 (1,4-Dichlorobenzene)		174	65.6	412.8
1,2,3-트리클로로벤젠 (1,2,3-Trichlorobenzene)		218	113	—
1,2,4-트리클로로벤젠 (1,2,4-Trichlorobenzene)		213	105	571

구조식 및 물리적 성질 물 질 명	구 조 식	끓는점 (℃)	인화점 (℃)	발화점 (℃)
1,3,5-트리클로로벤젠 (1,3,5-Trichlorobenzene)		208	107	571
헥사클로로벤젠 (Hexachlorobenzene)		323- 326	242	-
브로모벤젠 (Bromobenzene)		156.1	51	565

〈표 3〉에서 볼 수 있는 것과 같이 폴리염화벤젠 계열의 끓는점은 벤젠 고리에 치환된 염소원자의 수가 증가할수록 끓는점의 온도가 증가함을 볼 수 있다. 대부분의 염화벤젠 화합물은 용제로서 널리 쓰이고 있는데, 클로로벤젠은 페인트 용제로서 디클로로벤젠은 유지나 수지의 용제로서 널리 쓰이고 있다. 특히 삼염화벤젠(Trichlorobenzene)은 끓는점이 210℃ 부근으로서 비교적 높은 끓는점(high boiling point)을 갖고 있으므로 고비점 용제로서 쓰이고 있다. 브로모벤젠의 경우는 폴리염화벤젠 계열의 화합물은 아니지만 같은 할로겐화 방향족탄화수소 화합물(Halogenated Aromatic Hydrocarbon)로서 염화벤젠(Chlorobenzene)과 같이 인화성의 액체로서 유기합성의 중간체나 용제로서 널리 쓰이고 있기 때문에 함께 연구대상으로 하였다. 클로로벤젠이나 브로모벤젠의 경우 가연성의 무색액체로서 휘발성이 있고 증기밀도가 3.88, 5.4(공기=1)로서 증기가 발생하여 공기중으로 유출시 작업장의 낮은 곳으로 흘러 작업자가 용제증기에 중독되거나, 인화점이 매우 낮아서(클로로벤젠 29℃, 브로모벤젠 51℃) 보통 온도조건이나 아아크(arcs) 용접불꽃, 정전기와 같은 점화원에 의해 화재·폭발의 위험이 있으므로 주의를 해야한다. 폴리염화벤젠 계열의 화합물은 가연성 물질로서 400~600℃

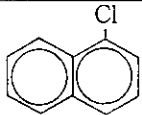
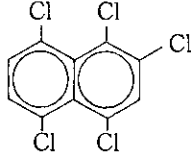
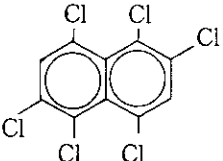
사이의 발화온도(ignition temperature)를 갖고 있으므로, 이와같은 화합물을 용제로 사용할때에는 화원(火源)관리에 주의하여 용제의 사용으로 인한 화재·폭발과 같은 재해예방 힘써야 할 것이다.

나. 폴리염화나프탈렌

폴리염화나프탈렌은 나프탈렌과 무수염산을 적당한 비율로 반응시키면 얻어지는데 Halowax, Seekay wax, Nibren wax, Halowax 1013 등과 같은 상품명으로 알려져 있다.

대부분의 염화나프탈렌이 액체나 결정성 혹은 비결정성의 납상 물질이나, 염소화의 정도가 낮은 모노클로로 나프탈렌은 천연유에 대한 용제로서 쓰이며, 가연성 물질로서 화재·폭발의 위험성이 있다.

〈표 4〉 폴리염화나프탈렌의 구조식 및 물리적 성질

구조식 및 물리적 성질 물 질 명	구 조 식	끓는점 (℃)	인화점 (℃)	발화점 (℃)
모노클로로나프탈렌 (monochloronaphthalene)		250	121	160
트리클로로나프탈렌 (trichloronaphthalene)	C ₁₀ H ₅ Cl ₃	304 ~ 354	141	비점이상
테트라클로로나프탈렌 (tetrachloronaphthalene)	C ₁₀ H ₄ Cl ₄	315 ~ 360	180	"
펜타클로로나프탈렌 (pentachloronaphthalene)		327 ~ 371	—	—
헥사클로로나프탈렌 (hexachloronaphthalene)		343 ~ 388	—	—

다. 폴리염화비페닐

폴리염화비페닐은 비페닐에 치환된 염소의 상대적인 비율로서 나타내는데, 예를들면 42% 혹은 54% 염소함유 염소화 비페닐으로 표시된다. 이외에도 제품에 따라 다양한 염소함량의 비페닐이 존재하는데, 이들 염소함량이 42%, 54%인 염소화비페닐은 다음과 같은 구성 성분으로서 이루어져있다.

〈표 5〉 42%, 54% 염소함유 비페닐의 조성비

염소화된 비페닐 화합물		Aroclor 1242*	Aroclor 1254*
일 반 명	화 학 식	42% 염소함유	54% 염소함유
비 페닐	C ₁₂ H ₁₀	< 0.1%	< 0.1%
모노클로로비페닐	C ₁₂ H ₉ Cl	1%	< 0.1%
디클로로비페닐	C ₁₂ H ₈ Cl ₂	16%	0.5%
트리클로로비페닐	C ₁₂ H ₇ Cl ₃	49%	1.0%
테트라클로로 비페닐	C ₁₂ H ₆ Cl ₄	25%	21%
펜타클로로비페닐	C ₁₂ H ₅ Cl ₅	8%	48%
헥사클로로비페닐	C ₁₂ H ₄ Cl ₆	1%	23%
헵타클로로비페닐	C ₁₂ H ₃ Cl ₇	< 0.1%	6%
옥타클로로비페닐	C ₁₂ H ₂ Cl ₈	—	—
노나클로로비페닐	C ₁₂ HCl ₉	—	—

(*) 상품명

상기(上記) 〈표 5〉에서 나타나고 있는것과 같이 Aroclor 1242라는 상품명으로 알려져 있는 42% 염소함유 비페닐은 주요 구성성분이 트리클로로비페닐(49%), 테트라클로로비페닐(25%), 디클로로비페닐(16%)로서 이루어져 있으며, 이들이 전체 염소함량의 90%를 차지하고 있다. 또한 54% 염소함유 비페닐은 주요 구성성분이 펜타클로로비페닐(48%), 헥사클로로비페닐(23%), 테트라클로로비페닐(21%)로서 이루어져 있으며, 이들이 전체 염소함량의 92%를 차지하고 있다.

비페닐에 함유된 염소의 함량이 증가할수록 이로 인한 인체에 대한 위험성도 증가하고 있다.

〈표 6〉 염화비페닐의 구조식 및 물리적 성질

물 질 명	구 조 식	끓는점 (℃)	인화점 (℃)	발화점 (℃)
클로로비페닐(42% 염소)		325~ 366	176	끓는점 이상
클로로비페닐(54% 염소)		365~ 390	222	"

염화 비페닐은 높은 끓는점을 갖고 있는 액체 상태로 존재하며 비가연적이다. 화학적으로는 비교적 안정하지만 열에 대해서는 불안정하고 강한 산화제와 접촉 시 화재·폭발을 일으키고, 또한 플라스틱, 고무, 코팅제품 등을 손상시킬 수가 있다. 또한 화재로 인한 분해시 염화수소(HCl)나 일산화탄소(CO)와 같은 부식성, 독성가스가 발생하므로 설비나 근로자의 건강에 각별한 주의가 필요하다.

2. 위험특성

염화벤젠 계열의 화합물은 대부분 가연성 물질로서 화재·폭발의 위험성을 지니고 있다. 또한 증기의 비중이 공기보다 커서 발생된 증기는 낮은 곳으로 깔려 공기 또는 산소와 혼합해 있을 경우 폭발성의 혼합물을 형성하여 적당한 점화원이 있을 경우 화재·폭발을 일으켜 인명손실은 물론 재산상의 대형재해를 일으킬 수 있다. 〈표 7〉에서 볼 수 있는 것과 같이 염화벤젠 화합물은 대개 1~16%의

〈표 7〉 염화벤젠 화합물의 화재·폭발 위험성

물 질 명	폭 발 범 위(%)	위험 성
클로로벤젠	1.3~7.1	강한 산화성물질 예 ; 과염소산은(AgClO ₄)과 혼촉시 화재·폭발의 위험이 있다

물 질 명	폭 발 범 위(%)	위 험 성
o-디클로로벤젠	2.2~12	강한 산화제나 알루미늄(Al) 혹은 알루미늄 합금(Al alloy)과 혼촉시 화재·폭발의 위험
p-디클로로벤젠	2.5~16	강한 산화제와 혼촉시 화재·폭발의 위험이 있음
1,2,4-트리클로로벤젠 1,3,5-트리클로로벤젠	2.5~6.6	강산화제와 혼촉시 화재·폭발의 위험이 있음
브로모벤젠	1.6~	

폭발범위를 갖고 있어 약간의 증기가 공기중에 유출시 폭발범위에 들기 쉬워서 화재·폭발에 대한 주의가 필요하다.

클로로벤젠의 경우 열에 대하여 매우 불안정하며 연소나 열분해시 탄산가스(CO_2), 일산화탄소(CO), 염화수소(HCl), 포스겐(COCl_2)과 같은 인체에 치명적인 해를 줄 수 있는 맹독성의 가스가 발생하므로 이에 대비한 주의가 필요하며, 미국방화협회(NFPA)의 화재 등급은 3으로서 보통의 온도 조건에서도 인화할 수 있다. 또한 과염소산은(Silver Perchlorate, AgClO_4)과 같은 강한 산화제나 알루미늄(Al), 알루미늄 합금(Al alloy), 디메틸 술폭사이드(DMSO)와 같은 물질과 접촉시 화재·폭발의 위험이 있으므로 주의해야 한다.

1, 2-디클로로벤젠의 경우도 열에 대하여 불안정 하며 연소시나 열분해시 부식성이 있는 염화수소(HCl), 염소(Cl_2), 일산화탄소(CO) 가스가 발생되므로 주의해야 하고, 액체상태의 1, 2-디클로로벤젠은 플라스틱, 고무(rubber), 코팅(Coating) 제품을 손상시키므로 이에 대비하여야 한다.

특히, 1, 2-디클로로벤젠의 경우 산업안전보건법에서 정한 제 2 종 유기용제로서 보관에 관한 사항을 법적으로 규제하고 있다. 1, 4-디클로로벤젠은 열, 빛, 공기, 물, 산염기에 대하여 안정하나 미국방화협회(NFPA) 화재 위험등급 2로서 가열하면 발화 연소할 수 있는 물질이다. 가열 연소시 포스겐(COCl_2), 염화수소(HCl), 일산화탄소(CO)와 같은 유독가스가 발생하며 액체 1, 2-디클로로벤젠은 플라스틱(스티렌 아크릴니트릴, 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌), 고무, 코팅

(Coating)제를 손상 시키므로 사용시 주의해야 한다.

염화나프탈렌과 염소화비페닐의 경우 열에 대하여 불안정하여 가열시 분해되어 염화수소, 포스젠, 일산화탄소와 같은 맹독성의 유독가스가 발생되므로 주의해야 한다. 또한 산화성 물질과 접촉시 화재·폭발의 위험이 있으며 가급적 액체 상태의 화합물과의 접촉을 피해야 한다. 42% 염소 함유 염소화비페닐은 산업안전보건법에서 명칭등을 표시하여야 할 유해물질로서 제 1 류 특정화학 물질이며 제조 등의 허가 물질로서 규정하고 있다. 또한 이물질은 발암성이 인간 또는 동물에게서 충분치는 않으나 추정되거나 불확실한 물질(B2)로 나타나고 있다. 54% 염소 함유 비페닐의 경우도 제 1 류 특정 화학물질이며 인간 또는 동물에게서 발암성의 증거를 충분히 찾은 물질(B1)이다.

〈표 8〉 발생유독가스의 허용농도

발생유독가스(분자식)	T W A		S T E L	
	ppm	mg / m ³	ppm	mg / m ³
염 화 수 소(HCl)	C 5	C 7	—	—
포 스 겐(COCl ₂)	0.1	0.4	—	—
일 산 화 탄 소(CO)	50	55	400	440
염 소 가 스(Cl ₂)	1	3	3	9

C : Ceiling(최고허용농도)

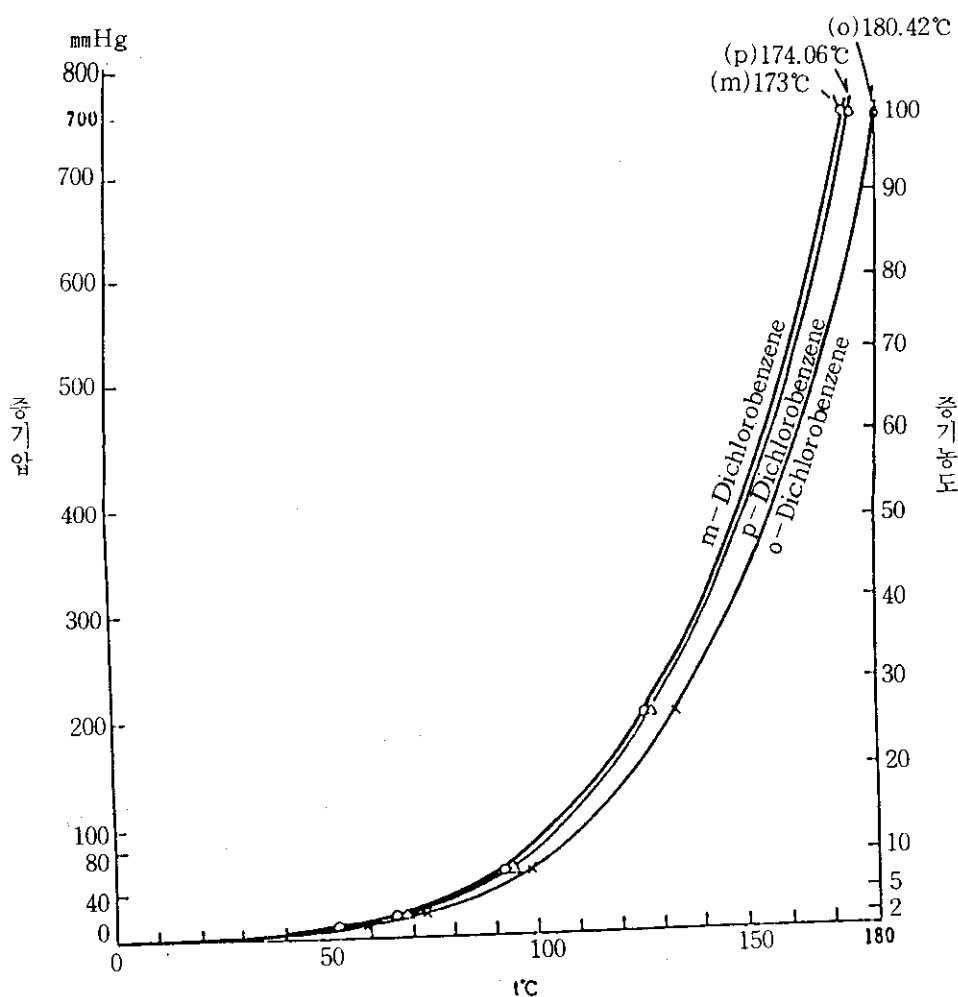
방향족 염화탄화수소 화합물의 증발속도 〈표 9〉를 보면 부틸아세테이트(butyl acetate, CH₃COOC₄H₉)을 1로 하였을때 대부분이 1보다 작다.

〈표 9〉 방향족 염화탄화수소 화합물의 증발속도, 증기밀도 및 증기압

물 질 명	증 발 속 도 (부틸아세테이트=1)	증 기 밀 도 (공기=1, 물질의 비등점에서)	20℃에서 증기압 (mmHg)
클로로벤젠	1	3.88	8.8
1,2-디클로로벤젠	> 1	5.07	1.2
트리클로로벤젠	—	6.3	고체
브로모벤젠	—	5.4	—
트리클로로나프탈렌	> 1	8.0	> 1
클로로디페닐(42%)	> 1	8.9	0.001

대부분의 방향족 염화탄화수소 화합물은 지방족 염화탄화수소(Aliphatic Chlorohydrocarbon) 화합물 보다 분자량이 커서 유상이나 납상의 형태를 갖고 있어 증발되기가 쉽지 않다.

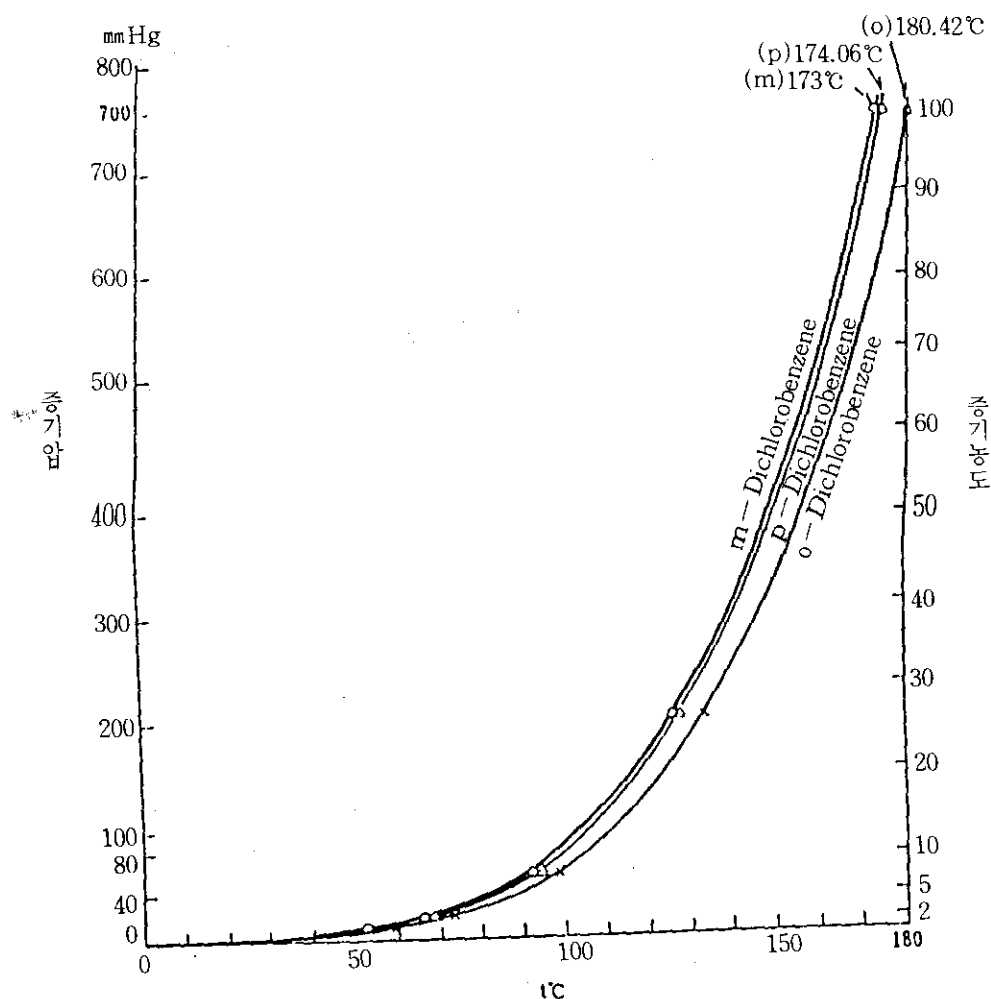
또한 증기밀도는 그것과 같은 압력의 공기를 1로 하여 비교시 거의 대부분이 1 보다 커서 공기보다 무겁다. 그러므로 방향족 염화탄화수소 화합물은 상온(20℃)에서 증발하기는 대단히 어렵고, 이때의 증기압도 미미한 상태이다. 그러나 고온에서 증기압은 상당한 수준에 이른다 ([그림 1]~[그림 3] 참조).



[그림 1] 디클로로 벤젠의 증기압 곡선

대부분의 방향족 염화탄화수소 화합물은 지방족 염화탄화수소(Aliphatic Chlorohydrocarbon) 화합물 보다 분자량이 커서 유상이나 납상의 형태를 갖고 있어 증발되기가 쉽지 않다.

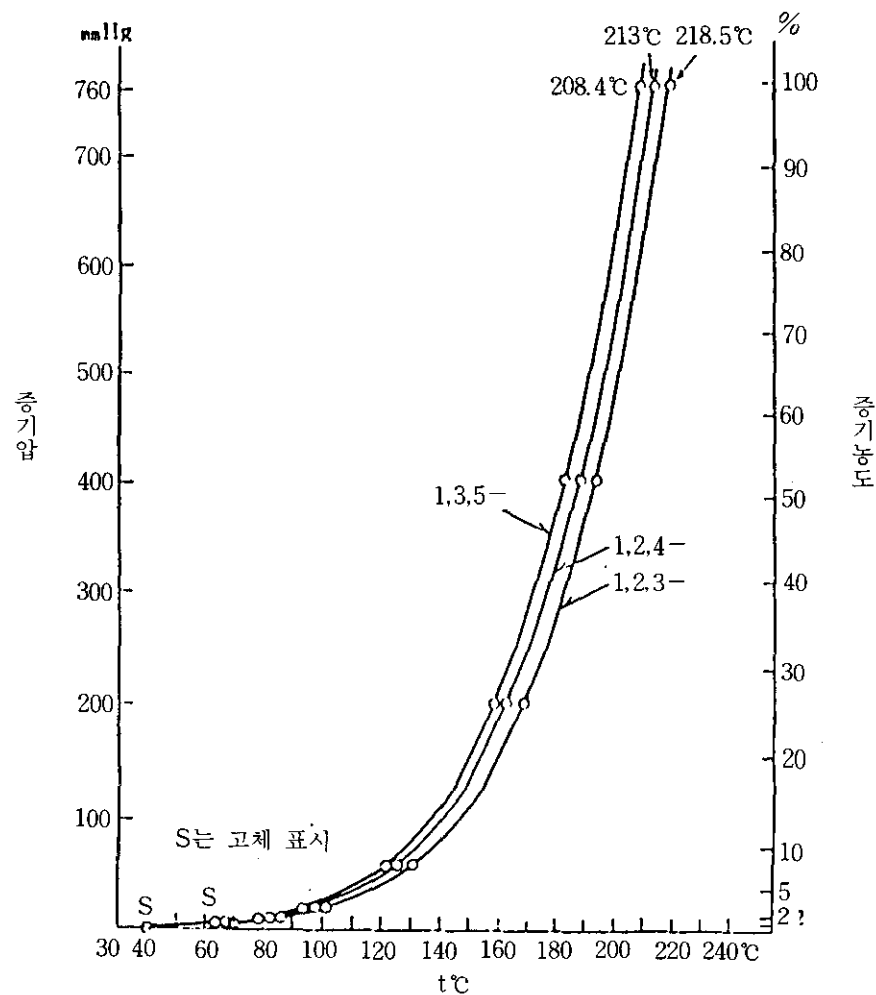
또한 증기밀도는 그것과 같은 압력의 공기를 1로 하여 비교시 거의 대부분이 1 보다 커서 공기보다 무겁다. 그러므로 방향족 염화탄화수소 화합물은 상온(20℃)에서 증발하기는 대단히 어렵고, 이때의 증기압도 미미한 상태이다. 그러나 고온에서 증기압은 상당한 수준에 이른다 ([그림 1]~[그림 3] 참조).



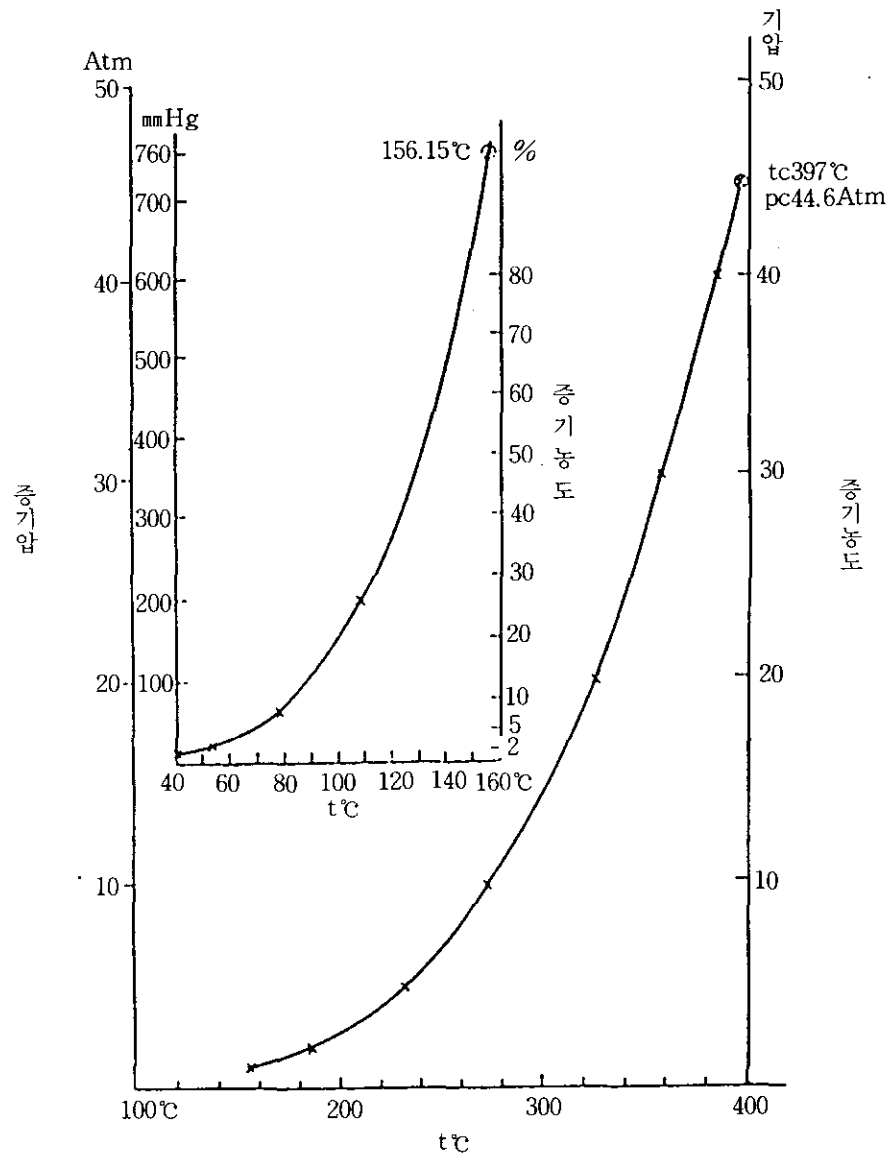
[그림 1] 디클로로 벤젠의 증기압 곡선

그러므로 고온에서 반응시에는 증기의 유출에 주의하고, 일단 발생된 증기는 증기밀도가 1보다 커서 낮은곳에 채류하므로 먼 점화원으로 부터 발화되어 화재·폭발의 위험이 있으므로 주의해야 한다.

이와같은 방향족 염화탄화수소의 특성으로 인하여 고비점 용매나 열전달 매개체로서 널리 쓰이고 있다. 여기에서 열전달 매개체와 유기용제에 대하여 알아보면 다음과 같다.



[그림 2] 트리클로로 벤젠의 증기압 곡선



[그림 3] 브로모 벤젠의 증기압 곡선

◎ 유기열매체 (열전달 매개체)

열매체라 함은 온수 순환이나 증기 가열에서의 물과 같이 열원에서 받은 열을 액체 또는 기체의 형태로 피가열물에 전달하는 매체를 말한다. 불꽃, 전열, 원자로 등에서의 열을 일단 열매체로 전하고 그것을 순환해서 피가열체를 간접적으로

가열하는 매체 가열법은 소위 직화 가열법에 비해 다음과 같은 장점이 있다.

- (1) 국부가열이 없고 균일하게 가열되어 정밀한 온도조절을 할 수 있다
- (2) 열매가열이 집중적, 효과적으로 행하여지므로 열효율이 높고 또 화재나 폭발의 위험성이 적다.

물은 비열과 증발잠열이 크고 열분해도 안하며 불연성 등 우수한 성질이 있으나 결점으로서 상압비점이 낮고, 100℃ 이상의 온도를 필요로할 때는 가압 상태로 사용해야 하기 때문에 일반적으로 200℃(포화증기압 15.3 기압)가 한도이다. 그러나 화학공업의 진보에 따라 반응이나 단위 조작이 점차적으로 고온이 되고, 또한 정밀한 온도조절이 필요하므로 200~400℃의 고온으로 사용할 수 있는 열매체로서 고비점의 유기화합물을 이용하는 연구가 행하여 졌다. 그 결과 1931년 비페닐(biphenyl)과 비페닐 옥시드(biphenyloxiide) 공용 혼합물이 디우덤, 디필 등의 상품명으로 시판되기 시작하고, 그후 염화비페닐(Chlorinated biphenyl), 알킬나프탈렌(alkyl naphthalene), 알킬벤젠(alkyl benzene), 수소화 트리페닐, 디벤질 톨루엔 등의 유기 열촉매가 속속 개발되어 화학공업의 발전에 중요한 역할을 해왔다.

일반적으로 고온 열촉매로서 요구되는 성질은 다음과 같다.

- (1) 비점이 높고 증기압이 낮다.
- (2) 열 안정성이 높다.
- (3) 융고점, 유동점이 낮다.
- (4) 부식성이 적다.
- (5) 비열(액상 사용시), 증발잠열(기상 사용시)이 크다.
- (6) 독성이 낮고 취급이 쉽다.
- (7) 인화·폭발의 위험이 적다.

유기열매체는 열 안정성의 점에서 최고 사용 온도는 약 400℃이고 또 염화비페닐 이외에는 가연성이지만 기타의 점에서는 실용상 균형(balance)이 잡힌 성질을 갖고 있어 고온 열매체로서 가장 널리 사용되고 있다. 또한 400℃ 이상인 고온에

는 수은(Hg), 나이트아(질산염과 아질산염의 혼용체) 등의 무기열매체가 사용되지만 상기용건에 결점이 많고 특수한 취급법이 필요해 진다. 열매체의 사용법은 액상법과 기상법이 있는데, 액상법은 액상인 열매체의 현열(顯熱)을 이용하며, 기상법은 주로 그의 응축잠열(냉각일 때는 증발잠열) 이용하는 것이고 사용열매체와 설비, 조작면에서 각각 특징이 있다. 액상법에는 자연 대류법과 강제 순환법(또는 순환법)이 있으나 전열효과, 열매체의 안전도인 양면에서 후자가 우세하여 대형 설비에는 일반적으로 순환법이 사용된다. 순환법에서는 현열(顯熱)만이 이용되므로 기상법에 비해 열매 순환량이 2~5배가 되어 이것을 순환시키기 위한 펌프(pump)가 필요하지만 열매체 상압 비점이하의 온도로 사용할 때는 내압 설비가 불필요하므로 설비비가 싸고, 또 온도 변경이 용이하며 온도가 다른 다수의 피가열체를 동시에 가열할 수 있다. 기상법에서는 증발과 응축이 반복되므로 적당한 비점의 범위와 우수한 열안정성을 가진 열매체가 사용된다. 또 사용 온도는 열매계내를 가압 또는 감압으로 조절되기 때문에 내압설비가 필요해져서 동일한 도로 대용량의 설비에 적당하다.

3. 독성 및 허용농도

방향족 염화탄화수소 화합물 중에서 클로로벤젠, 1, 2-디클로로 벤젠은 산업안전보건법 산업보건기준에 관한 규칙 제117조에서 제 2 종 유기용제로서 규정하고 있으며, 염소화 비페닐(42, 54% 염소 함유)는 산업보건기준에 관한 규칙 제148조에서 특정 화학물질 제 1 류 물질로서 규정하고 있다. 제 1 종이나 제 2 종 유기용제를 사용하는 사업주는 옥내 작업장에서 제 1 종 또는 제 2 종 유기용제 등에 관계되는 유기용제 업무에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 당해 작업장에 유기용제의 증기발산원을 밀폐하는 설비 또는 국소배기장치를 설치하여야 한다(산업안전보건법, 산업보건기준에 관한 규칙 119조). 또한 특정 화학물질 제 1 류 물질을 사용하는 사업주는 제 1 류 물질을 용기에 넣거나 꺼내는 때, 또는 반응조 등

에 투입하는 작업을 하는 때에는 당해 작업장소에 제 1 류 물질의 가스·증기 또는 분진의 발산원을 밀폐하는 설비나 포위식 후드 또는 부스식 후드의 국소배기 장치를 설치하여야 한다(산업보건에 관한 규칙 149조).

방향족 염화탄화수소 화합물에 대한 산업안전보건법과 미국산업보건 위원회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)의 시간 가중평균농도(Time Weighted Average, TWA)와 단시간 노출 허용농도(Short Term Exposure Limit, STEL)를 알아보면 <표 10>과 같다.

<표 10> 방향족 염화탄화수소 화합물의 독성 및 허용농도

물 질 명	T W A		LD 50, 경구-rat mg / kg	비 고
	ppm	mg / m ³		
클로로벤젠	75	350	2910	제2종 유기용제
1, 2-디클로로벤젠	C 50	300	500	
1, 4-디클로로벤젠	75	450	500	
1, 2, 4-트리클로로벤젠	C 5	40	756	
헥사 클로로벤젠	—	—	3500	
트리클로로로나프탈렌	5	5	—	경피흡수 B2, 제 1 류 특 정 화학물질
펜타클로로로나프탈렌	0.5	0.5	—	
헥사클로로로나프탈렌	0.2	0.2	—	
염화 비페닐(42%)	2mg / m ³ (STEL)	1.0	—	
염화 비페닐(54%)	1mg / m ³ (STEL)	0.5	—	

이때 “시간가중평균 농도(TWA)”라 함은 1일 8시간 작업을 기준으로 하여 유해요인의 측정농도에 발생시간을 곱하여 8시간으로 나눈 농도를 말하며 유해요인의 측정농도는 ppm 또는 mg / m³으로 표시된다. “단시간 노출 허용농도(STEL)”라 함은 근로자가 1회에 15분간 유해요인에 노출되는 경우의 허용농도로, 이농도 이하에서는 1회 노출 간격이 1시간 이상인 경우 1일 작업시간 동안 4회 까지 노출이 허용될 수 있는 농도를 말하는 것으로서 단위는 ppm 또는 mg / m³으로 표시된다.

클로로벤젠과 1, 2-디클로로벤젠은 제 2 종 유기용제로서 쓰이고 있는데, 특히 클로로벤젠의 경우 인화성 액체로 분류되고 있으며, 디클로로벤젠의 경우는 독물로 분류되고 있으므로 사용시 안전과 건강에 대하여 각별한 주의가 필요하다.

1, 2-디클로로벤젠은 50ppm의 최고 허용농도(Ceiling)을 갖는데, 최고허용농도라 함은 근로자가 1일 작업시간 동안 잠시라도 노출되어서는 아니되는 농도를 말한다. 헥사클로로나프탈렌은 경피흡수(Skin)을 하는데, 경피흡수라 함은 점막과 눈 그리고 경피적으로 흡수되어 전신영향을 일으킬 수 있는 물질을 말하며 피부 자극성을 뜻하는 것은 아니다. 그러므로 경피흡수에 대한 유해성이 허용농도에 고려되지 않았으므로 경피흡수를 예방하기 위한 적절한 대책이 강구되어야 한다.

유해물질의 허용농도에 따라 아래와 같이 독성의 등급을 다음 <표 11>과 같이 분류하였다(Brit. J. Industr. Med. 1959, 16, 23).

<표 11> 독성 세기의 분류표

등 급(Class)	독 성 의 세 기	허용농도(ppm)
I	아주강함(extremely toxic)	1~5
II	강 함(very toxic)	5~100
III	보 통(moderately toxic)	100~500
IV	약 함(very slightly toxic)	500 이상

방향족 염화탄화수소 화합물중에서 널리 쓰이고 있는 화합물의 시간가중 평균 농도(TWA)를 독성의 세기 분류표에 의거하여 분류하여 보면 <표 12>와 같다. 독성의 세기 분류표를 보면 대부분의 방향족 염화탄화수소 화합물들은 등급 I 과 II에 위치해 있다.

이와같은 물질들은 용제나 그밖의 용도로서 사용할때는 증기나 미스트(mist)등에 폭로되지 않도록 최대한 주의해야 한다. 그리고 근로자의 건강과 안전을 위하여 비교적 독성이 덜한 물질로의 사용을 전환 하도록 연구 노력하여야 한다.

〈표 12〉 방향족 염화탄화수소 화합물의 독성 세기 분류

등 급(Class)	허용농도(ppm)	물 질 명	비 고
I	0.2	헥사클로로나프탈렌	Skin
	0.5	펜타클로로나프탈렌	
	2.0	테트라클로로나프탈렌	
	5.0	트리클로로나프탈렌	
	C 5	1,2,4-트리클로로벤젠	
II	C 50	1,2-디클로로벤젠	제 2 종 유기용제
	75	클로로벤젠	제 2 종 유기용제
	75	1,4-디클로로벤젠	

제 3 장 안 전 대 책

1. 가연성의 방향족 염화탄화수소 화합물의 취급시 안전조치

인화성물질(산안법 제10조 및 제254조 관련)이란 대기압(1기압) 하에서 인화점이 섭씨 65℃ 이하인 가연성 액체를 말한다. 방향족 염화탄화수소 화합물중에서 산안법 규정에 의거한 인화성물질은 클로로벤젠, 1, 2-디클로로벤젠, 1, 4-디클로로벤젠, 브로모벤젠(〈표 3〉 참조) 등으로 공업용 유기용제로서 널리 쓰이고 있는 물질들이다. 각국에서 인화성 물질에 대한 정의가 조금씩 다르나, 독일의 경우 좀더 광범위하게 규정하고 있다. 인화점이 100℃ 이내에 있는 가연성물질로 가연성의 물질을 저장·취급시에는 각별한 주의가 필요한데 다음 같은 사항을 고려해야 한다.

가. 취급시 유의사항

- (1) 대량 사용시에는 밀폐공정 시설이어야 한다.
 - (2) 배출 시스템에 의해서 제거되는 공기를 보충하기 위해서 충분한 량의 대기공기를 공급하여야 한다.
- 위와같은 기본적인 공학적 대책 이외에도 다음과 같은 사항을 고려해야 한다.
- (3) 완전히 밀폐된 용기에 보관하여야 한다.
 - (4) 차고 건조한 장소에 보관하여야 한다.
 - (5) 일반적인 작업장과 멀리 떨어진 곳에 보관하여야 한다.
 - (6) 혼촉이 금지된 물질(예 : 산화성 물질)과 격리하여 보관한다.
 - (7) 공인된 용매용 안전용기를 사용해야 한다.
 - (8) 용기는 사용하지 않을때는 덮개를 덮어 놓는다.
 - (9) 화재로부터 방호된 곳에 용기를 보관한다.
 - (10) 최소량으로 사용한다.

- (11) 열이나 불꽃과 같은 점화원으로부터 떨어진 곳에 보관한다.
- (12) 눈과 피부접촉을 보호할 수 있는 보호장비를 갖춘후 취급해야 한다.
- (13) 가연성 액체는 다음과 같은 장소에 저장을 금지해야 한다.
 - (가) 사람 및 차량의 통행로
 - (나) 계단로
 - (다) 일반적으로 통행하는 복도
 - (라) 주택, 병원, 사무실 건물과 이와 유사한 건물의 지붕 및 다락등
 - (마) 작업실

나. 물질 저장시 유의사항

(1) 일반사항

(가) 가연성 액체의 저장, 충전 또는 운반설비는 작업자와 제 3자의 안전, 특히 화상 및 폭발에 대한 안전이 보장되도록 설치, 제작되고 관리 운영되어야 한다.

(나) 위험한 폭발성 대기 발생을 폭넓게 배제하도록 조치들이 취해져야 한다.

(다) 다음과 같은 경우에는 공동저장을 하여야 한다.

- ① 가연성 액체를 저장실외의 고정공간 또는 구분된 탱크에 저장하는 경우
- ② 건물의 실내에 저장하는 경우
- ③ 지하의 구분된 탱크에 저장하는 경우

(2) 폭발위험 구역

폭발 위험구역이란 위치상 또는 가동상의 사정으로 증기/혼합공기에 의해 위험한 폭발성 대기가 발생하는 곳을 말한다. 폭발 위험지역은 위험한 폭발성 대기의 발생 가능성 정도에 따라 다음과 같이 3개지역으로 구분할 수 있다. 폭발위험

구역은 지속적으로 또는 수시로 존재하는 곳이다.

0구역 : 위험 폭발성 대기가 상시 또는 장기간 존재하는 곳이다.

1구역 : 위험 폭발성 대기가 수시로 존재할 수 있다고 생각되는 구역들이다.

2구역 : 위험 폭발성 대기가 드물게 그리고 짧은 시간 동안만 발생할 수 있다고 생각되는 구역들이다.

(3) 폭발 위험구역내에서의 안전조치

(가) 폭발위험 구역내에서는 위험 폭발성 대기의 점화위험을 방지하거나 제한하거나 또는 폭발작용을 완전무시해도 좋을 만큼 제한시키는 안전조치를 취해야 한다.

(나) 각 위험 급수별 폭발위험 구역내에서는 다음을 피하여야 한다.

2구역 : 작업상 예견되는 점화원

1구역 : 작업상 예견되는 점화원과 통상 일어날 수 있는 것으로 생각되는 가동상의 지장(자주 발생하는 가동 운영상의 고장) 발생시에 있어서의 점화원

0구역 : 작업상 예견되는 점화원과 드물게 일어나는 가동상의 고장으로 발생하는 점화원

(다) 상기(上記) (2)에서 기술한 점화원이 발생할 수 있는 것으로 생각되는 작업 도구, 설비 및 폭발에 대한 안전기능을 갖추어 제한되어야 하며, 필요시에는 기능작동이 보장되어야 한다.

(라) 그 종류와 분량에 의하여 화재를 발생 또는 확대시킬 수 있는 물질은 위험구역으로 부터 제거하여야 한다.

(4) 위험시를 대비한 장치

(가) 가연성 액체의 운반장치는 위험시에 신속하고 방해없이 도달할 수 있는 장소로부터 정지시킬 수 있어야 한다.

(나) 가연성 액체의 저장, 충전 또는 운반설비내에는 도피 및 구조출구가

있어야 한다.

(5) 화재방지 안전조치

(가) 가연성 액체의 저장, 충전 또는 운반설비는 충분한 화재 방지장치를 갖고 있어야 한다.

(나) 소방로는 소화 및 작업도구를 갖고 신속히 위험이 발생할 수 있는 장소에 도달할 수 있도록 설치되고 표시되어야 한다.

2. 공업용 용제 사용시 유의사항

유기용제라 함은 용질(Solute)을 녹이는데 사용한 성분을 말하는데, 용질을 녹이는 매질이라는 의미에서 용매라고도 한다. 용질은 기체, 액체, 고체 어느것도 좋으나 용제는 일반적으로 반응하지 않는 액체이다. 용제의 성질은 분자구조에 따라 특유하며 그 용액력은 용액이 형성될 때의 조건, 용질의 성질 등에 따라 다르기 때문에 용제를 사용할 때는 그 선택이 대단히 중요하다. 유기용제는 각종의 유기화학반응의 매체, 석유, 유지, 향료, 의약 등의 추출, 정제, 도료·접착제의 용해, 회석, 기체의 흡수등 넓은 영역에 있어서 기체-액체, 액체-액체, 고체-액체 계(System)의 추출, 흡수, 세정, 가용화 등에 사용된다. 그 작용에 따라 추출제, 흡수제, 세정제 등으로 불리울 때도 있다. 이와같이 화학공업에서 널리 쓰이고 있는 유기용매의 사용량은 새상품의 개발이나 새로운 공정의 끊임없는 개발과 더불어 크게 증가하고 있다. 이에 더불어 산업안전, 산업위생과 관련된 문제들을 해결해야 하게 되었다. 용제를 사용함으로써 나타나는 위험성은 a) 독성 b) 피부질환 c) 화학반응 d) 화재·폭발이다. 작업자는 작업장에서 용매를 사용함에 따른 위험성을 예측하고 평가할 수 있어야 한다. 대부분의 유기용제는 일반적으로 화학적 불활성(inert)이나 어떠한 조건하에서는 활성을 나타내는 것도 있다. 염화탄화수소 화합물중 일부는 습기가 있으면 알루미늄(Aluminium, Al)과 반응하여 염화수소(HCl)와 다른 자극성의 증기를 형성한다.

또한 열이나 빛에너지의 영향을 받으면 유독하고 부식성이 있는 물질로 분해된다.

대부분의 유기용제는 가연성의 물질이다. 이와같은 물질의 증기는 연소성이 있고 공기와 혼합되었을때 폭발점이 된다. 이와같은 이유로 작업자는 위와같은 잠재적인 위험성을 주의깊게 점검해야 한다.

이와같은 잠재되어 있는 위험성을 찾기 위해서 작업자는 다음과 같은 질문에 답을 찾을 수 있어야 한다.

가. 작업자의 유의사항

(1) 사용하는 물질이 유독한가, 인체의 어느 부분에 영향을 미치는가?

작업자는 사용하는 물질에 대해서 수집되어 있는 허용농도(Threshold Limit Value)을 알고 있어야 한다. 이들 수치는 거의 모든 작업자가 매일 반복적으로 폭로가 가능하다고 믿고 있는 조건하에 있는 수치이다.

(2) 전체 혹은 국소배기 시설은 필요한가?

유독성 용매증기의 과량의 농도가 예견되거나 용매가 분사되거나 과도한 증발이 일어나는 곳에서 전체 혹은 국소배기 시설이 필요할 것이다. 공기중에 발산된 증기의량은 가연성 가스 검지기나 여러가지 시험기를 이용하여 결정할 수 있다.

(3) 가연성 물질인가?

이에 대한 정보는 Fire Protection Handbook(NFPA) 과 Handbook of Industrial Loss Prevention(Factory Mutual)에서 얻을 수 있다.

산업안전보건법에서는 인화점이 65℃ 이하인 물질을 인화성 물질로 규정하고 있는데, 일반적으로 26℃ 이하의 인화점(C, C)을 가지는 용매는 위험성을 내포하고 있으며 특별한 조건하에서 저장, 분배 그리고 사용하여야 한다.

(4) 화재의 위험이 격리될 수 있는가?

다량이 이용되거나 저장되는 곳의 설비는 건물들로 부터 적당히 떨어져 있거나 화재의 전파를 차단할 시설이 되어 있는가? 만약 사용량이 적을때 화재가 일어나

면 재빨리 소화가 가능한 지역에서 취급하여야 한다.

(5) 사용하는 용매는 필요한 최소한의 량인가?

폭로된 용매의 량이 적으면 적을수록 위험에 대한 기회도 그만큼 줄어든다. 용제가 밀폐용기에 보관되어 있거나 밀폐공정에서 사용될때 분명히 안전하다. 따라서 설비는 액체나 증기가 빠져나오는 것을 방지하는 것 뿐만아니라 만약 액체가 새기 시작하면 재빨리 차단할 수 있도록 하며, 최소한의 작업공간으로 액체가 유출되도록 한정하여야한다.

(6) 발화원(發火源)은 있는가?

가연성 액체의 화재·폭발은 발화원이 없이는 일어날 수 없다.

이런 이유로 가연성 용매가 사용되고 있는 지역은 스파크(Sparks), 아아크(arcs), 뜨거운 표면(hot surface), 정전기, 마찰, 화염 등을 만들어 낼 수 있는 장치로 부터 멀리 떨어져 있어야 한다.

(7) 폭발이 일어나면 폭발압이 빠져 나갈 수 있는가?

만약 치명적인 폭발이 일어났을때 건물의 피해를 극소화할 수 있는 시설(예 ; 폭발방산구)이 설치되어 있어야 한다.

(8) 적절한 방화설비는 갖추어 졌는가?

화재를 초기에 진압하기 위해서 가연성 용제가 사용되는 지역에서는 충분한 안전장치와 적당한 형태의 소화설비가 갖추어져 있어야 한다.

(9) 위험에 대하여 작업자는 경각심을 갖고 있는가?

설비(기계)의 운전과 그외 다른 작업자들도 위험을 알고있어야 하며 안전장치가 있는 곳과 사용하는데 익숙해져 있어야 하며 그들이 또한 조건(상황)의 어떠한 변화나 안전장비에 결함이 나타나는 것에 경각심을 갖어야 한다.

나. 안전상의 고려사항

유독성 가연성 용매의 사용에 따른 공학적인 안전조치 과정에서 다음과 같은 사항을 고려해야 한다.

- (1) 덜 유해한 용매로 대체가 가능한가?
- (2) 밀폐공정, 장비의 이용
- (3) 적절한 환기장치의 설치
- (4) 발화원의 제거
- (5) 불활성기체 Blanketing

많은 경우에 화학자나 공정기술자는 용매의 사용을 결정해야 한다. 이와같은 결정을 하는 데서 그는 설비의 작동, 혹은 물질의 가격, 증발속도, 가연성, 독성과 같은 인자(factor)들을 주의깊게 보아야 한다. 조사해 보면 저독성의 용매 혹은 유해한 물질을 다른 물질로 바꾸어도 충분히 일을 수행해 나갈 수 있는 것이 있다는 것을 알아낼 수 있다.

밀폐공정이나 설비는 가끔 실제 사용하기도 하고 위험성을 조절하기 위해서 요구되는 방법이기도 하다. 밀폐시스템은 작업공간으로 유기용매 증기의 발산을 최소화하거나 방지할 수 있다. 매우 센 독성의 용매가 포함되어 있는 경우 밀폐방법은 다른 물질로 바꾸는 것이 불가능할 때 우선 고려해야 할 방법중의 하나이다.

용매증기의 쌓임을 피하기 위해서 충분한 량의 환기가 필요하다. 용매 사용시 건강, 화재, 폭발의 위험이 있는 곳에 국소배기장치가 있어야 한다. 용매 사용시 일어날 수 있는 문제에 대한 해결책은 다양할 수 있다. 이와같은 이유로 공학적인 대책이 필요한 지역은 아마도 환기와 화재방지 분야의 전문가에 의해서 다루어져야 한다.

발화원의 제거는 가연성 용매가 저장, 보관, 사용되는 지역에서 화재·폭발을 방지하기 위해서 필수적이다. 모든 발화원은 미리 처리할 수는 없기 때문에 대부분의 경우 하나 혹은 그 이상의 다른 공학적인 대책이 일정하게 적용되어야 한다.

가연성 용매가 탱크에 저장되어 있거나 밀폐공정에서 사용될 때, 가연성용매 증기에 연소가 일어나지 않게 하기 위해서 산소를 제거하거나 감소시키기 위한

불활성 기체는 가연성 증기의 돌발적인 발화에 대한 안전조치로 파이프 시스템이나 장치속의 공기를 제거하는데 또한 이용된다.

3. 기 타

가. 소화(消火)

가연성 액체 화재시 소화방법의 선택은 소화제의 선택과 적용방법 등을 고려하여 결정하여야 한다. 화재의 크기나 형태에 관련되어 소화제의 적용방법 등을 주의깊게 고려되어야 하고 특별한 기술적인 판단을 해야 한다. 예를들면, 탄산가스, 드라이케미칼(dry chemical), 폼(foam), 휘발성 액체 형태의 소화제는 크기가 중간정도(지하 탱크 화재나 적은량의 가연성 액체의 누출화재)의 가연성 액체의 화재에 사용시 적합하다. 물분무(water spray)는 인화점(flash point)이 37.8℃ (100°F) 이하인 가연성 액체나 휘발성 고체의 화재 소화시 특히 효과적이다. 그러나 인화점이 -100℃ (212°F) 이상인 가연성 액체의 소화에 물 분무를 사용하면 거품현상(frothing)이 일어난다. 자동스프링클러(automatic sprinklers)는 소화 효과측면에서는 물분무와 같다. 자동스프링클러의 주된 가치는 열을 흡수하고 유출된 가연성 액체가 화재로 모두 타서 없어질 때까지 혹은 다른 방법으로 소화될 때 까지 주위를 식혀주는데 있다. 스프링클러는 자동차 수리장, 페인트나 기름 저장소, 밀폐용기에 들어 있는 가연성액체의 저장소 등에서 화재시 용기를 차게 유지하는데 쓰인다.

호스(Hose)의 물은 화재에 노출된 저장탱크나 그밖의 장비에 사용되고, 유출물을 위험지역으로 부터 멀리 격리시키는데 쓰인다. 어쨌든 호스의 물은 유출물 화재시 분산용으로 그리고 가연성 액체나 연소성 액체의 열린 용기에 직접 화재시 분산용으로 쓰인다.

가연성 물질의 물리화학적 성질을 고려하여 소화방법을 선택하여야 한다.

보통의 폼(foam)은 물에 녹는 가연성 액체의 소화에는 적합하지 않다.

소화에 영향을 주는 특별한 성질을 고려하여 가연성 액체, 휘발성 고체 혹은 가스 등에 대한 소화방법을 기술해 보면 아래와 같다.

(1) 일반사항

(가) 낮은 인화점(flash point)의 물질을 소화하는데 물은 비 효과적이다. 37.8℃(100F) 이하 인화점을 갖고 있는 물질을 말하며 인화점이 낮을수록 비 효과적이다.

물은 많은 열을 흡수하고 화재에 의해 위험에 노출된 물질을 지키기 위해 사용 시에는 낮은 인화점의 물질에도 사용할 수 있다. 사용하는 방법에 따라서는 물 분사도 호스를 이용한 물 분사와 같이 유용하게 쓸 수도 있다.

적당한 노즐(Nozzles)을 이용해서 가솔린의 화재시 액체의 표면에서 불꽃(flame)을 쓸어내려고 할때 호스의 물을 이용하는 것이 유용할 때도 있다.

물은 또한 식힘(cooling), 희석(diluting), 물과 가연성 액체의 혼합(mixing)등의 방법에 의해 물에 녹는 가연성 액체의 소화에 사용되기도 한다. 증류공정에서 호스를 이용한 물분사는 화재를 소화하거나 조절하는데 효과적이다.

“물은 비 효과적이다”라는 말은 물은 식히고 노출된 물질을 보호 하는데 사용 된다는 뜻이다.

(나) 물 혹은 폼(foam) 소화제는 100℃(212F) 이상의 인화점을 갖는 가연성 액체화재에 사용시에는 거품(frothing) 현상이 생긴다.

이와같은 말은 단지 예방의 뜻이지 물이나 폼(foam) 소화제는 이와같은 거품(frothing) 현상 때문에 인화점이 100℃(212F) 이상인 물질의 소화에 사용할 수 없다는 뜻이 아니다. 거품현상(frothing)이 매우 격렬하며, 특히 화재를 진압하는 소방수를 위험에 빠트리게 할 수 있다.

이와같은 거품현상(frothing)은 100℃(212F) 이상의 인화점을 갖는 물질뿐만 아니라 점성도가 큰 물질도 같이 간주 되어야 한다.

(다) 알코올 폼(foam) 소화제는 물에 약간 녹는 가연성 액체를 제외한 모든 수용성인 극성의 가연성 액체에 쓸수 있다.

분자량이 큰 알코올(alcohol), 아민(amine)과 같은 몇몇 가연성 액체는 매우 빠른 속도로 사용시 알코올(alcohol)거품이 파괴 된다. 폼(foam) 소화기는 물과 반응하는 가연성 액체에는 사용할 수 없다. 최근에 개발된 알코올 폼(alcohol foam) 소화기는 극성 소화기 그리고 비극성 가연성 액체에 사용할 수 있도록 표시되어 있다. 이와같은 다목적용 폼 소화기는 물과 반응하는 물질등을 제외하고 거의 대부분의 가연성액체에 사용된다.

(라) 유출가스가 타고 있을때는 소화하는 것보다 유출가스를 차단하는 것이 더 효과적이다. 화염(flame)을 소화하는 것은 위험하고 가스의 유출이 계속되면 공기와 폭발성의 혼합가스를 형성하며, 만약 점화시에는 유출 가스가 타도록 방치하는 것보다 더 큰 재해를 입을 수 있다. 가연성 물질의 소화방법의 선택시, 가연성물질의 모든 물리, 화학적 성질을 고려하여 미국방화협회(NFPA)에서는 아래와 같은 7가지 형태의 소화방법을 제시하였다. 그리고 각 화학물질(Chemicals)에 대한 소화방법은 숫자로서 표시되는데 이는 National Fire Code (NFPA), Vol 10, 325M 이나 Sigma-Aldrich Library of Chemical Safety Data에서 찾을 수 있다.

(2) 소화방법

가연성 물질에 대한 소화방법을 아래에 기술하였다.

(가) 기체의 유출을 막고 화재에 노출된 용기를 차게 유지하고, 마개를 막는 사람을 보호하기 위해서 물을 사용한다. 만약 누출이나 비산물이 발화되지 않았으면 물을 뿌려서 가스나 증기를 분산시키고 누출을 막기 위해 작업하는 사람을 보호한다.

(나) 드라이케미칼(dry chemical), 알코올 폼(alcohol foam) 혹은 탄산가스 소화기 이용.

물은 소화하는데는 비효과적이지만 불에 노출된 용기를 차게 유지하는데는 효과적이다. 만약 누출이나 비산물이 발화되지 않았으면 물을 뿌려서 가스나 증기를 분산시키고 누출을 막기 위해 작업하는 사람을 보호한다.

(다) 물 분사(Water Spray), 드라이케미칼(dry chemical), 알코올 폼(alcohol foam) 혹은 탄산가스 소화기 이용

불에 노출된 용기를 차게 유지하는데 물을 이용한다. 만약 누출물이나 비산물이 발화되지 않았으면 물 분사(Water Spray)로 증기(Vapor)를 분산시키고 누출을 막는 사람을 보호하는데 물 분사를 이용한다. 물분사는 폭로지역으로 부터 유출물을 쏴서 내리는데 그리고 유출물을 비가연성 혼합물로 희석시키는데 이용된다.

(라) 드라이케미칼(dry chemical), 폼(foam) 혹은 탄산가스 소화기 이용

물은 소화하는데는 비 효과적이거나 불에 노출된 용기를 차게 유지하는데 쓰인다. 만약 누출이나 비산물이 발화되지 않았으면 증기를 분산시키고 누출을 막는 사람을 보호하는데 물 분사를 이용한다. 물 분사는 폭로지역으로 부터 유출물을 쏴내는데 쓰인다.

(마) 물 분사(water spary), 드라이케미칼(dry chemical), 알코올 폼(alcohol foam), 혹은 탄산가스 소화기 이용

물은 용기를 차게 유지하는데 쓰인다. 만약 누출이나 비산물이 발화되지 않았으면 물 분사를 이용해서 증기를 분산시키고 누출을 막는 사람을 보호하는데 쓰인다. 물은 폭로지역으로 부터 비산물을 쏴내리는데 쓰인다.

(바) 물 분사(Water Spary), 드라이케미칼(dry chemical), 알코올 폼(alcohol foam), 혹은 탄산가스, 물 혹은 폼(foam)은 거품을 유발한다. 물은 용기를 차게 유지하는데 쓰인다. 물 분사는 폭로지역으로 부터 비산물을 쏴내리고, 희석시켜 불연성 혼합물로 만드는데 쓰인다.

(사) 물 분사(Water Spary), 드라이케미칼(dry chemical), 폼(foam), 혹은 탄산가스 소화기 이용

물이나 폼(foam)은 거품을 일으킨다. 불에 노출된 용기를 차게 유지하는 데 쓰인다. 물 분사는 폭로지역으로 부터 누출물을 쓸어내리는데 이용된다.

방향족 염화탄화수소(aromatic chlorinated hydrocarbon) 화합물중에서 가연성물질에 대한 소화방법을 미국방화협회(NFPA)에서 추천한 상기(上記) 방법에 의거하여 기술하면 아래와 같다. 같이 기술한 화재위험도 역시 미국방화협회(NFPA)에서 정한 등급으로서, 화재 위험도를 0~4등급으로 나누어 설명하고 있다.

〈표 13〉 방향족 염화탄화수소 화합물의 소화방법 및 화재 위험성 등급

물 질 명	소 화 방 법	화재 위험성 등급
클로로벤젠(Chlorobenzene)	라	3
1,2-디클로로벤젠(1,2-Dichlorobenzene)	다	2
1,4-디클로로벤젠(1,4-Dichlorobenzene)	다	2
1,2,4-트리클로로벤젠 (1,2,4-Trichlorobenzene)	다	2
브로모벤젠(Bromobenzene)	다	2
1-클로로나프탈렌(1-Chloronaphthalene)	나	1

상기 〈표 13〉에서 기술한 미국 방화협회(NFPA) 화재 위험성 등급은 아래와 같다.

0등급 : 불연성의 물질이다.

1등급 : 사전에 가열하지 않으면 연소하지 않는 물질이다. 이 등급의 것은 액면 이하로 물이 들어가면 물이 끓어서 증기를 발생하고 액을 돌비시키는 일이 있다. 그러나 물 분무로 가만히 액표면을 덮으면 소화하는 일이 가능하다. 대부분의 가연성 고체의 연소성 등급은 1이다.

2등급 : 액체의 것은 조금 가열을 하지 않으면 착화하지 않는 것이다. 고체의 것은 쉽게 가연성의 증기를 발생하는 것이 있다. 이 등급의 물질은 인 화점 이하로 생각하는 것이 가능하므로 물 분무를 사용하여 냉각하고 소화한다.

3등급 : 액체상태의 것은 상온에서 착화한다. 이러한 액체는 인화점이 낮으므로 물에 의한 소화는 효과적이지 못하다. 고체상태의 것으로서 분말상, 섬유상 또는 파편상의 것은 급격히 연소한다. 분자내에 산소를 가지고 있는 물질은 급격히 연소하고 많은 물질은 상온의 공기중에서 자연 발화한다.

4등급 : 이 물질은 매우 연소되기 쉬운 가스 또는 매우 증발하기 쉬운 인화성 액체이며, 이 물질의 미스트(mist) 또는 더스트(dust)는 공기중에 있어서 신속하게 폭발성의 혼합기체를 생성한다. 사고의 경우는 가스 또는 액체의 유출을 막고 파손된 탱크나 컨테이너를 냉각한다. 이 경우 더스트 상의 운을 만들지 않도록 더스트(dust) 부근에 주의하여 물 분무 (Water Spray)를 사용한다.

나. 유출물 처리대책

아래에 기술하는 누출이나 비산물에 대한 안전한 처리방법은 운송중이나 창고에 보관중 혹은 공장규모의 실험실에서 과량 유출시와 같이 유출물을 통제, 조절하기 어려운 상황에서 이용할 수 있는데, 위에서 기술한 소화방법과 마찬가지로 이 방법은 “The Sigma-Aldrich Library of Chemical Safety Data”에 각 화학물질의 코드번호(Code-number)로서 나타나 있다.

- a. 모래나 그밖의 불활성 흡수제를 이용해서 흡수시킨다. 폐기하기 위하여 밀폐된 용기에 모은다.
- b. 마른모래, 석회 혹은 소다회로 덮는다. 비금속 기구를 이용해서 밀폐된 용기에 모은 다음 밖으로 내보낸다.
- c. 모든 발화원을 끈다.
- d. 누출, 비산지역을 소개한다.
- e. 활성탄 흡수제로 덮는다. 밀폐된 용기에 모아 밖으로 내보낸다.
- f. 환기를 철저히하고 물질은 완전히 치운 다음 유출된 부분을 씻어낸다.

- g. 쓸어서 주머니에 담아 폐기할 때까지 보관한다.
- h. 분진발생을 피한다.
- i. 자동호흡 보호구, 고무장화, 고무장갑을 착용한다.
- j. 호흡구, 보안경, 고무장화, 고무장갑을 착용한다.
- k. 건조한 석회, 소다회로 덮은 다음 모아서 밀폐용기에 담는다. 그리고 폐기할 때까지 보관한다.
- l. 주의깊게 쓸어서 제거한다.
- m. 고체 중조(Sodium bicarbonate, NaHCO_3)와 섞는다.
- n. 적당한 용기에 담는다.
- o. 누출, 비산지역에서 대피하고 바람을 거슬러 서 있다.
- p. 10% 가성소다(NaOH) 용액으로 비산물을 제거한다.
- q. 전신보호장비를 갖춘다.
- r. 자동호흡 보호구를 착용한다.
- s. 일회용 보호의를 입고 사용후 폐기한다.
- t. OSHA-regulated Carcinogen, CFR title 29 part 1910.
- u. non-Sparking 연장을 사용한다.
- v. 폴리에틸렌(polyethylene) 연장과 용기만을 사용한다.
- w. 방사능 유출물과 같이 취급한다.
- x. 기술지원 부서와 협의한다. 물질의 이름, 카달로그 번호, 량 등을 알려준다.
- y. 유출물을 조심스럽게 모아 양동이에 담는다. 유출지역을 깨끗이 치운다.
- z. 유출된 물질을 조심스럽게 모은다. 양동이에 있는 5% 차아염소산(hypochlorite, HClO) 용액에 넣는다. 30분간 후드(hood) 속에서 세워 놓는다. 2N-염산(hydrochloric acid, HCl)을 적가(dropwise addition)하여 수소이온 농도 (pH)을 7.8~8.0으로 조정하고 아세톤(acetone, CH_3COCH_3) 농도가 부피로 5%가 될 때까지 가한다. 30분 더 세워 놓는다. 발암물질은 비발암성의 수산화 유도체로 전환시킨다. 반응의 완결은 여과지에 스폿팅(Spot-

ting)하고 건조하는 것에 의해 결정한다. 자외선(UV)을 이용해서 형광점(fluorescent spot)을 볼 수 없다. 유출지역을 깨끗이 치운다.

다. 폐기물의 처리대책

다음에 기술하는 폐기물 처리에 대하여 추천하는 방법은 적은량(100gr 미만)을 처리하는데 대한 지침으로서 이용할 수 있다. 물질의 물리화학적 성질을 고려하여 주의깊게 적용하여야 한다.

몇몇 화학물질을 폐기할 때에는 화학적인 방법으로 반응성이 없는 물질로 만들거나 변형시켜야 한다. 화학 폐기물 반응은 주의하여 다루어야 하고 합성할 때와 같이 주의깊게 다루어야 한다.

적당한 조건 즉, 화학량론, 가하는 순서와 속도, 반응열, 가스의 발생, 수소이온 농도(pH), 교반의 효율, 반응속도, 대기압의 영향등을 고려해야 한다. 화학폐기물 반응은 화학용 흡 후드(fume hood)와 실험용 유리기구 내에서 이루어져야 한다. 이들 반응은 가끔 격렬하기 때문에 보안경, 호흡기, 보호장갑, 보안면, 기타 보호장비를 갖추어야만 한다. 폐기과정에서 초기반응은 적은량(5~10g)으로 시작하여야 한다. 반응물의 농도는 반응물 부피의 10% 넘지 않도록 주의하고 최종 반응물 부피는 반응크기에 관계없이 반응 작업 용기의 50%를 넘지 않도록 한다.

많은량을 처리할 때는 몇번의 작은량으로 나누어 실시한다. 완전한 반응완결을 위하여 폐기반응 과정은 모든 물질이 섞이고 난후 적어도 4~8시간이 경과하여야 한다.

모든 반응은 화학반응의 위험성에 대하여 기술적으로 잘 알고 있는 사람에 의하여 수행되어야 한다. 위와같은 사항을 사전에 인지하고 화학물질에 따른 폐기물의 처리방법에 대하여 알아보면 다음과 같다.

(1) 재 연소 장치와 가스 세정기가 부착된 화학물질 소각노에서 태운다. 그러나 아주 강한 가연성 물질은 특별한 주의를 해야한다.

(2) 물질을 연소성 용매에 녹이거나 섞어서 재연소 장치와 가스 세정기가 부착된 화학 물질 소각노에서 태운다.

(3) 연소성 물질은 재연소 장치와 가스 세정기가 부착된 화학물질 소각노에서 태운다.

(4) 적은 양일때, 다량의 물에 저으면서 조심스럽게 넣는다. 수소이온 농도(pH)을 조절하여 중성으로 한다. 녹지않는 고체나 액체는 분리해서 유해물 폐기법에 의해 처리할 수 있도록 꾸러미로 만든다. 수용액은 다량의 물로 씻어낸다. 가수분해와 중화반응시 발생하는 열과 증기는 가하는 속도에 의해서 조절할 수 있다.

(5) 물질이 수용액 상태로 존재시 과량의 묽은 황산(dil H_2SO_4)을 가한다. 하루저녁 방치후 불용성 물질을 제거후 유해물 폐기장소에 묻는다.

(6) 물질을 물에 조심스럽게 녹인다. 탄산나트륨(Sodium Carbonate, Na_2CO_3)로 즉시 중화하거나 혹은, 물질이 완전히 녹지 않는다면 우선 소량의 염산(Hydrochloric Acid, HCl)을 가하고 탄산나트륨을 가한다. 불소이온(F^-)과 탄산이온(CO_3^{2-})을 침전시키는데 필요한 량보다 과량의 염화칼슘(Calcium Chloride, $CaCl_2$)을 가한다.

불용성 물질을 분리해낸 다음 유해물질을 폐기할 수 있도록 승인된 장소에 묻는다.

(7) 불활성 기체(inert gas) 존재하에서 적당한 용매에 녹아있는 무수 부탄올(absolute butanol)에 물질을 조심스럽게 가한다. 화학반응은 격렬하게, 혹은 발열하면서 일어난다. 아주 높은 가연성의 수소 그리고, 혹은 탄화수소 기체(hydrocarbon gas, 예 ; 메탄, 에탄, 프로판 등)의 많은 양을 환기시킬 수 있는 시설이 있어야 한다. 산 수용액(acidic solution)으로 용액을 중화한다. 여과후 생긴 고체 잔류물은 폐기 방법에 의해 폐기한다. 여액(filterate)은 재연소 장치와 가스 세정기가 부착된 화학물질 소각노에서 태운다.

(8) 용액을 중화시킨 다음 여과제(filtering agent)을 용액 100ml 당 10g의

비율로 가한다. 액체는 증발시키고 남은 고체는 종이상자에 모아서 유해물질 처리 장소에 묻는다.

(9) 다량의 물에 고체를 녹이거나 희석 시킨다. 초산(acetic acid, CH_3COOH) 혹은 아세톤(acetone, CH_3COCH_3)의 묽은 용액을 환기가 잘되는 지역에서 혼합물에 조심스럽게 가한다. 분해하는 동안 발생하는 수소기체(hydrogen gas, H_2)을 안전하게 환기할 수 있도록 설비가 갖추어져 있어야 한다. 용액의 산성도(acidity)를 체크(check)하고 수소이온 농도(pH)를 1로 조절한다. 하루저녁 방치후 수소이온 농도(PH)를 7로 하여 중화시킨다. 용액을 증발시키고 잔류물은 유해물 폐기가 허락된 장소에 묻는다.

(10) 물질의 3% 용액 혹은 현탁액을 황산(Sulfuric Acid, H_2SO_4)을 이용해서 조심스럽게 수소이온 농도(pH)를 2로하여 산성화시킨다. 실온에서 저으면서 50% 과량의 아황산수소 나트륨(Sodium Hydrogen Sulfite, NaHSO_3) 수용액을 점차적으로 가한다. 온도가 상승하는 것은 반응이 일어난다는 것을 가르킨다. 반응이 일어나지 않으면 약 10% 아황산수소 나트륨을 더 가하여 본다. 그래도 일어나지 않으면 산을 좀더 조심스럽게 가한다. 만약 망간(Manganese, Mn), 크롬(Chromium, Cr), 몰리브덴(Molybdenum, Mo)이 있으면 용액의 수소이온 농도(pH)를 7로 조절하고 아황산수소 나트륨으로 처리하고 중화한 후 생성된 침전물은 유해물질로서 폐기가 허용된 지역에서 묻는다. 과량의 아황산수소 나트륨을 파괴시킨후 중화하고 용액을 물로 씻어낸다.

(11) 기술지원부서에 지원을 요청한다.

물질의 이름, 카다로그 번호(Catalog number), 량을 정확하게 알려준다.

(12) 물질을 1) 물 2) 산용액(acidic solution)에 녹이거나 수용액 상태로 산화 시킨다.

설파이드(Sulfide) 형태의 물질로 침전 시킨후 용액의 수소이온 농도(pH)를 7로 조절하여 침전을 완성시킨다. 불용성 물질을 여과해 내고 유해물질 폐기장에서 처리한다. 남은 설파이드(Sulfide)는 차아염소산 나트륨(sodium hydroc-

hlorite, NaClO)으로 파괴한다.

(13) 질산(Nitric Acid, HNO₃)으로 화합물을 녹인다.

끓여서 질소 산화물을 제거한다. 2~4% 농도의 용액에 과량의 아황산나트륨(Sodium Hydrochlorite, NaClO)을 가한다. 식힌다음, 과량의 아황산나트륨(Sodium Sulfite, Na₂SO₃)을 천천히 가해서 침전시킨다. 혼합물을 하루저녁 방치후 응고된 것을 끓여서 침전으로 한 다음 여과하고 씻는다. 침전물과 여액을 유해물질 처리가 허락된 지역에 묻는다.

(14) 관계기관에 자문을 구한다.

(15) 화학물질과 유해 폐기물 처리가 허락된 지역에 묻는다.

(16) 원소상태의 물질은 재사용하거나 순환 사용할 수 있도록 회수한다.

(17) 물질을 물이나 묽은 산에 녹여 5% 용액을 조심스럽게 만든다. 격렬한 발열반응이 일어나고 물질의 가수분해에 기인하여 증기가 발생된다. 식히거나 물질을 가하는 속도에 의하여 반응을 조절할 수 있다.

묽은 수산화암모늄(dil Ammonium Hydroxide, NH₄OH)을 점차적으로 가하여 수소이온 농도(pH)를 10에 맞춘다. 침전물을 여과해내서 폐기물 처리장소에서 처리한다.

만약 침전이 일어나지 않으면 수소이온 농도(pH)를 10에서 6으로 점차적으로 낮추고 침전이 일어나기 시작하면 멈춘다.

(18) 촉매나 값이 비싼 금속은 재사용하거나 순환사용할 수 있도록 한다.

(19) 묽은 염기성 용액(수소이온 농도 10~11)은 상업용 표백제를 50% 과량해서 처리한다.

표백분을 가하는 속도로 온도를 조절한다. 만약 필요하다면 수소이온 농도(pH)을 조절한다. 하루저녁 방치후 조심스럽게 수소이온 농도를 7에 맞춘다. 기체가 격렬하게 발생한다. 여과한 후 고체는 폐기물 처리장소에 묻는다. 설파이드(Sulfide)을 가하므로써 생긴 중금속의 침전은 분리하여 폐기물 처리장소에 묻는다. 만약 금속을 산화시키려면 당량의 차아염소산을 가해야 한다. 금속 카르본닐

(Metal Carbonyl)의 경우, 반응은 질소의 존재하에서 실시해야 한다.

(20) 물질을 주의깊게 물에 녹여 5%로 만든다.

가연성 수소기체의 격렬한 발생 가능성 때문에 환기를 철저히 해야한다. 용액은 1M 황산용액을 가하여 산성으로 만든다. 산성화 하면 수소기체가 격렬하게 발생될 수 있다. 용액을 하루저녁 방치후 용액을 증발시키어 건조하고 잔류물을 폐기물 처리 장소에 묻어 처리한다.

(21) 물질이나 그것의 용액을 취해서 5% 테트라히드로퓨란(Tetrahydrofuran, THF) 용액을 만든다. 용액을 얼음으로 냉각된 상업용 표백분의 염기성 용액속으로 조심스럽게 적가(dropwise addition)한다. 산화가 일어나면서 가연성의 탄화수소(hydrocarbon) 기체가 발생되는데 환기를 해서 외부로 배출한다. 하루 저녁 동안 방치한 후 수소 이온농도를 7로 조정하고 용액을 폐기하기 전에 아황산수소나트륨(Sodium Bisulfite, NaHSO_3)으로 과량의 차아염소산을 파괴한다.

(22) 불활성기체(inert gas)의 존재하에서 무수부탄올(absolute butanol) 혹은 무수부탄올과 적당한 용매와의 혼합물을 테트라히드로퓨란(Tetrahydrofuran, THF)에 녹아 있는 물질에 조심스럽게 가한다. 발열반응이 격렬하게 일어난다. 설비는 많은 양의 가연성의 수소기체를 환기할 수 있도록 해야한다. 가스발생이 중지되면 염기성 차아염소산 용액을 조심스럽게 반응용액에 가한다. 하루 저녁 방치한 후 용액을 중성화하고, 여분의 차아염소산을 파괴하기 위해서 아황산수소나트륨을 사용한다.

고체를 여과해내고 폐기물 처리장소에 묻는다.

(23) 감압하에서 용액의 물을 증발 시킨다. 이때 온도는 50°C 이상을 유지한다. 잔류물은 연소성 용매에 녹이고 재연소 장치와 가스 세정기가 부착된 소각노에서 태운다.

(24) 감염되기 쉬운 폐기물에 대하여 연구소에서 행하고 있는 폐기법에 따라 폐기한다.

(25) 방사능 폐기물의 폐기에 관하여 관계 당국에 자문을 구한다.

(26) 만약 상업적인 폐기물 처리 서비스가 있지 않으면 아래의 방법에 따라 폐기 처리한다.

(가) 버리기 전에 15분 동안 물을 싱크대를 통해 흘려 보낸다.

(나) 화합물을 1% 중성 용액으로 만든 다음, 물을 흘리면서 천천히 흘려 보낸다.

(다) 15분 이상 물을 더 흘려 보낸다.

(라) 다량의 물을 사용해서 화합물을 씻어낸다.

(27) 통제물질 폐기에 관하여는 당국의 자문을 구한다.

(28) 폐기한 실린더를 재사용 하지말 것. 빈 실린더는 위험물질이 남아있을 수 있다. 적당한 폐기방법으로 처리한다.

제 4 장 환기 및 보호구

화학공장에서 작업자의 건강과 작업능률의 향상을 도모하기 위해서 작업환경에 대한 공학적인 대책이 필요하다. 좋은 작업환경을 실현하기 위해서는 폭로허용 수준이하로 폭로 농도를 감소시키는 대책과 시설이 필요하다. 이와같은 목적의 공학적인 대책의 일환으로 작업공간의 환기시설과 개인의 폭로를 최소화하기 위한 개인 보호장비가 필수적이다. 작업의 종류와 다루어지는 화학물질의 종류, 발생하는 유해물질의 량 등에 따른 환기대책이 필요하며 개인의 폭로농도를 최소화하기 위한 개인 보호장비를 갖추어야 만한다. 그러므로 작업자의 유해물질에 의한 폭로를 감소시키는 방법으로 환기와 보호구에 대하여 알아보려고 한다.

1. 환기대책

다음은 방향족 염화탄화수소 화합물이 포함된 작업공정에서 작업종류에 따른 공학적인 대책에 대하여 알아보면 다음과 같다.

가. 클로로벤젠(Chlorobenzene)

<u>작업종류</u>	<u>공학적 대책</u>
(1) 페놀 중합체(phenol polymer)제조	국소배기 시설
(2) (가) 염료제조에 사용되는 니트로벤젠(o-, p- nit-robenzene)의 제조	밀폐공정
(나) DDT, 아닐린, 피크닌산, β -클로로안트라퀴논, 다른 화학물질의 제조	
(다) 고무 접착제와 그밖의 접착제 제조	
(3) 섬유, 팽창제, 염료운반체(직물공점)로 사용시	국소배기 시설
(4) 세탁과 그리스제거 공정에서 타르와 그리스 제거제	국소배기 시설

로 사용시

(5) 표면코팅과 표면코팅 제거용 용매로 사용시

밀폐공정

국소배기 시설

개인보호 장비

(6) 디이소시안네이트, 고무, 향료, 의약 제조시 추출제
로 사용

국소배기 장치

나. O-디클로로벤젠(O-Dichlorobenzene)

작업종류

공학적 대책

(1) 금속, 가죽, 섬유, 종이, 드라이클리닝, 벽돌, 기구의
세척과 그리스 제거에 사용

전체 환기 장치

개인보호 장비

(2) 표면 코팅제 제거나 코팅

전체 환기 시설

개인 보호 장비

(3) 가축사와 흰개미, 나방, 투구벌레류 서식지에 대한
훈증제로서 사용시

개인 보호 장비

(4) 열전달 매체를 포함하는 장비의 유지

개인 보호 장비

(5) (가) 농약, 제초제, 물감, 의약합성에 사용시

전체 환기 시설

(나) 톨루엔-디이소시안네이트 제조 중간체로서 사
용시

(다) 크실렌으로 부터 에틸벤젠의 증류 추출시

(라) 탈취제로 사용시

(6) 직물염색 작업에 사용시

국소배기 시설

전체환기 시설

개인 보호 장비

다. P-디클로로벤젠(P-Dichlorobenzene)

<u>작업종류</u>	<u>공학적 대책</u>
(1) (가) 나방 통제용	전체 환기 시설
(나) 쓰레기와 방의 탈취제로 사용시	국소배기 시설
(다) 과일벌레와 개미의 통제용	개인 보호 장비
(라) 염료 중간체 합성시	
(2) p-디클로로벤젠의 합성시	전체 환기 시설
	국소배기 시설
	개인 보호 장비
(3) 살충제, 공기탈취제, 나방과 곰팡이 방지용, 가정용 훈증제	전체 환기 시설
	개인 보호 장비

라. 트리클로로나프탈렌(Trichloronaphthalene)

<u>작업종류</u>	<u>공학적 대책</u>
(1) 전기장비의 절연물질로 사용시	국소배기 시설
	전체 환기 시설
	개인 보호 장비
(2) (가) 방염, 방수, 살균제로서 사용시	밀폐공정
(나) 수지 혹은 폴리머에 대한 불활성 성분으로 사 용시	국소배기 시설
	전체 환기 시설
(다) 나무, 섬유, 종이에 대한 코팅에서 살충제로 사 용시	개인 보호 장비
(3) (가) 클로로나프탈렌을 생산하기 위한 나프탈렌의 축매 염소화 반응에 사용시	밀폐공정
	국소배기 시설
(나) 폴리머에 대한 전기저항을 증진시키는 충전제	전체 환기 시설

로서 사용시	개인 보호 장비
(다) 특별한 윤활유의 제조시	
(4) 절삭유의 첨가제로서 사용시	국소배기 시설 개인 보호 장비 전체 환기 시설
(5) 농기구에 대한 크랭크케이스, 기름, 윤활유에 대한 특별한 첨가제로서 사용시	전체 환기 시설
마. 클로로디페닐(42%, Cl₂) (Chlorodiphenyl, 42% Chlorine)	
<u>작업종류</u>	<u>공학적 대책</u>
(1) 고온의 전달매체로서 사용시	전체 환기 시설 국소배기 시설 개인 보호 장비
(2) 변압기, 축전기, 저항기, 다른 전기기구의 제조의 절연체로서 사용시	전체 환기 시설 국소배기 시설 개인 보호 장비
(3) (가) 가소제, 화염방지제, 접착제로서 사용시	밀폐공정
(나) 옷감, 종이 건축용 섬유판, 나무, 석면에 대한 충전제의 제조와 응용 개인 보호 장비	전체 환기 시설 국소배기 시설
(다) 천연왁스, 합성왁스, 광택제의 제조와 사용시	개인 보호 장비
(라) 접착제의 제조와 사용시	
(4) 진공펌프, 수력발전, 팽창계의 불연성 작동유로서 사용시	전체 환기 시설 국소배기 시설
(5) 화염방지용 플라스틱의 혼합공정 사용시	전체 환기 시설 국소배기 시설

	개인 보호 장비
(6) 살충제, 살균제 제조에 사용시	개인 보호 장비
(7) 유기합성에서 원료물질이나 중간체로서 사용시	전체 환기 시설
	국소배기 시설
	개인 보호 장비
(8) 천연, 합성고무, 가스켓트에 사용시	전체 환기 시설
	국소배기 시설
	개인 보호 장비
(9) 테이프의 접착제 제거, 비탄소 복사용지의 잉크제거, 폴리에스터, 종이 염색에 있어서 그림물감 담채로서 사용시	개인 보호 장비

2. 보호구

공학적인 대책으로 작업환경을 기술적으로 통제, 조절이 어려울때 혹은 이와같은 공학적인 대책이 설비중에 있을때, 또는 설비들이 고장이거나 설비의 보충이 필요할 때와 같이 공학적인 대책이나 작업수단이 물질에 대한 폭로의 조절이 비효과적이면 호흡 보호구가 부착된 적당한 보호장비를 갖춘다. 또한 호흡보호구는 화재나 누설시와 같은 비상시, 저장탱크나 밀폐 용기속으로 들어갈때 등에 필요하다. 일반적으로 작업자는 작업의 형태나 다루는 화학물질에 따라 개인 보호 장비를 착용해야 하는데, 작업자가 유의해야 할 몇가지 사항에 대하여 기술해 보면 다음과 같다.

가. 보호구 사용시 유의사항

(1) 작업자는 불침투성 보호의, 장갑, 보안면 등의 사용 요구와 물질과의 피부 접촉의 가능성을 방지하는데 필요한 적당한 보호의를 착용해야 한다.

(2) 반복적이고 연속적인 물질의 피부접촉을 방지하는데 적당한 보호의를 착용해야 한다.

(3) 가열된 물질로 부터 증기와 피부접촉을 방지하는데 적당한 보호의를 착용해야 한다.

(4) 물질로 오염된 불침투성이 아닌 옷은 즉시 탈의하고 오염물질이 제거되기 전까지는 입어서는 안된다.

(5) 작업복이 물질로 오염되었으면, 작업자는 작업장을 떠나기 전에 오염되지 않은 옷으로 갈아 입어야 한다.

(6) 물질로 오염된 작업의는 폐기하거나 세탁할 때까지 밀폐된 용기에 보관하여야 한다. 만약 오염된 옷을 세탁한다면 세탁하는 사람은 오염된 물질의 위험성을 알아야 한다.

(7) 작업자는 물질이 눈과 접촉 가능성이 있는 곳에서 튜 방지 보안경을 착용해야 한다.

(8) 고체 물질이나 혹은 물질이 포함된 액체가 눈과 접촉할 수 있는 곳에서는 분진이나 튜 방지용 보안경의 이용을 요구하여 착용하여야 한다.

(9) 물질과 접촉되어 피부에 해를 입을 수 있는 작업자는 비누나 순한 세척제와 물로 그날의 작업이 끝나는 때에 오염된 신체 부위를 씻는다.

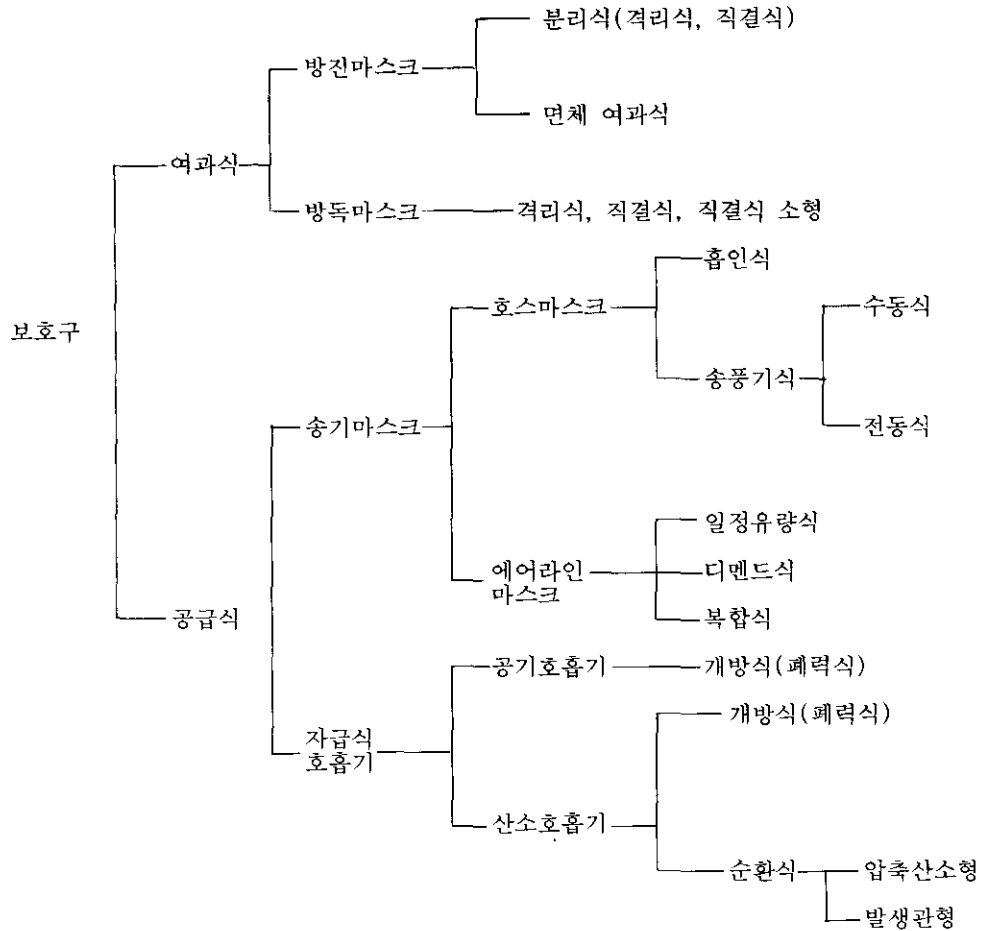
(10) 물질을 취급, 운반, 저장하는 지역에서 먹거나 흡연을 해서는 안된다.

호흡용 보호구는 그 기능에 따라 공기정화 타입인 여과식과 공기공급 타입인 공급식으로 크게 나눌수 있다.

방진, 방독 마스크는 여과식이며 산소호흡기, 공기호흡기, 송기마스크(에어라인, 송풍, 통풍)는 공급식이다. 용도에 따라서 산소호흡기, 공기호흡기라고 부르고 공기 또는 산소 등 기체의 송급방법과 사용목적상 순환식, 개방식, 디벤드식이라고 한다.

산소 농도가 18% 이상에서는 여과식 호흡용 보호구를 사용하고 산소 농도가 18% 이하에서는 공급식 호흡용 보호구를 사용하는 것이 효과적이다.

〈표 14〉 호흡용 보호구의 분류



호흡용 보호구를 선택하거나 사용할 때는 미스트(mist)인가 또는 더스트(dust)인가, 유해가스인가를 체크(check)하고 고압하에서 호흡용 보호구를 사용할 경우를 고려해야 한다.

호흡용 보호구를 선택할 때의 구분은 〈표 15〉와 같다.

〈표 15〉 호흡용 보호구의 구분

위험	호흡기
산소결핍	1. 자급식 호흡장치 2. 송풍기 부착 호스마스크

위험	호흡기
	3. 에어라인 호흡기와 자급식 공기 공급원 또는 경보기 부착 저장 레시버 조립식
가스, 증기오염원(생명, 건강에 즉시 위험)	1. 자급식 호흡장치 2. 송풍기 부착 호스마스크 3. 공기정화(케미칼 카트리지 부착) 가스 마스크
가스, 증기오염원(생명, 건강에 즉시 위험이 없는 것)	1. 에어라인 호흡기 2. 송풍기 없는 호스마스크 3. 공기정화 마스크
입자상 오염원(생명, 건강에 즉시 위험한 것)	1. 자급식 호흡장치 2. 송풍기 부착 호스마스크 3. 자기구조 마우스피스 호흡기(피난전용)
입자상 오염원(생명, 건강에 즉시 위험이 없는 것)	1. 공기정화 하프 마스크 또는 마우스피스 필터 또는 카드리지 부착된 것 2. 에어라인 마스크 3. 송풍기 없는 에어라인 마스크
가스·증기·입자상 물질이 복합적인 경우(생명, 건강에 위험한 것)	1. 자급식 호흡장치 2. 송풍기 부착 호스마스크 3. 자기구조 마우스피스 호흡기 4. 에어라인 호흡기와 보조적 자급식 공기원 또는 경보기 부착 공기 저장 레시버 조립식
가스·증기·입자상 물질이 복합적인 경우(생명, 건강에 즉시 위험이 없는 것)	1. 에어라인 마스크 2. 송풍기 없는 호스마스크 3. 공기정화 하프 마스크 또는 마우스피스 호흡기에 케미컬 카드리지 부착된 것

나. 농도에 따른 호흡용 보호구 착용

공기중 방향족 염화탄화수소 화합물의 농도에 대한(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH)가 추천한 호흡용 보호구에 대한 지침(guideline)에 대하여 알아보면 다음과 같다.

(1) 클로로벤젠(Chlorobenzene)

증기농도

~1,000ppm : (가) 유기증기용 카트리지(cartridge)가 부착된 강력한 여과식 호흡 보호구

(나) 유기증기용 카트리지(cartridge)가 부착된 전면 케미컬카트리지 호흡 보호구

~1,875ppm : 일정 유량에서 작동하는 공급식 호흡 보호구

~2,400ppm : (가) 유기증기용 캔니스터(canister)가 부착된 가스 마스크

(나) 전면 자급식 호흡 보호구

(다) 전면 공급식 호흡 보호구

비상시 미지의 농도 속으로

들어갈때 : (가) 양압, 전면 자급식 호흡보호구

(나) 예비용 양압 자급식 호흡보호구가 부착된 양압, 전면 공급식 호흡보호구

대피시 : (가) 유기증기 캔니스터(canister)가 부착된 가스마스크

(나) 대피용 자급식 호흡보호구

소화시 : 양압, 전면 자급식 호흡보호구

IDLH 농도 : 2,400ppm

IDLH(Immediately Dangerous to Life or Health) : 만약 호흡 보호구가 고장
시 30분 동안 폭로 된 사람에 대해 회복할 수 없는 건강의 해를 일으키
지 않는 최대한의 농도.

눈과 안면보호 : 케미컬 보안경 혹은 보안면(최소 8 inch)

피부보호 : 불침투성 보호장갑, 작업의, 장화, 보호의

(2) O-디클로로벤젠(O-Dichlorobenzene)

증기농도

~1,000ppm : 전면식, 유기증기용 카트리지가 부착된 케미컬카트리지 호흡보호구

~1,700ppm : (가) Chin-스타일 유기증기 캔니스터(canister)가 부착된 가스 마스크

(나) 전면식, 헬멧, 후드(hood)가 부착된 공급식 호흡보호구

(다) 전면식, 자급식 호흡보호구

1,700ppm 이상 미지농도에 : (가) 디멘드식 혹은 양압에서 작동되는 전면식을 들어가거나 대피시 부착한 자급식 호흡보호구

(나) 디멘드식, 양압식, 혹은 일정유량식에서 작동되는 전면식이 부착된 C타입 공급식 호흡보호구를 포함하고 있는 복합적 호흡보호구(디멘드식 혹은 양압에서 작동 되는 예비 자급식 호흡보호구가 부착)

소화시 : 디멘드식 혹은 양압에서 작동되는 전면식이 부착된 자급식 호흡보호구

대피시 : (가) 유기증기용 가스마스크

(나) 대피용 자급식 호흡보호구

(3) P-디클로로벤젠(P-Dichlorobenzene)

증기농도

~1,000ppm : (가) 전면식, 유기증기용 카트리지(cartridge), 분진 여과장치(filter)가 부착된 케미칼 카트리지 호흡보호구

(나) Chin-스타일 유기증기 캔니스터(canister)와 분진 여과장치(filter)가 부착된 가스마스크

(다) 전면식, 헬멧, 후드(hood)가 부착된 공급식 호흡보호구

(라) 전면식, 자급식 호흡보호구

1,000ppm 이상, 미지농도에 들어갈 때 :

(가) 디멘드식 혹은 양압에서 작동되는 전면식이 부착된 자급식

호흡보호구대피시

- (나) 디멘드식 혹은 양압식 또는 일정 유량식에서 작동되는 전면식이 부착된 C타입 공급식 호흡보호구를 포함하고 있는 복합식 호흡보호구(디멘드식 혹은 양압에서 작동되는 예비 자급식 호흡보호구가 부착)

소화시 : 디멘드식 혹은 양압에서 작동되는 전면식이 부착된 자급식 호흡보호구

대피시 : (가) 유기증기나 입자용 가스마스크

- (나) 대피용 자급식 호흡보호구

(4) 트리클로로나프탈렌(Trichloronaphthalene)

입자농도

50mg / m³ 이하 : (가) 전면식, 헬멧, 후드(hood)가 부착된 공급식 호흡보호구

- (나) 전면식이 부착된 자급식 호흡보호구

50mg / m³ 이상 미지농도에 들어가거나 대피시 :

- (가) 디멘드식 혹은 양압식에서 작동되는 전면식이 부착된 자급식 호흡보호구

- (나) 디멘드식 혹은 양압식 또는 일정유량식에서 작동되는 전면식이 부착된 C타입 공급식 호흡보호구를 포함하고 있는 복합식 호흡보호구(디멘드식 혹은 양압에서 작동되는 예비 자급식 호흡보호구가 부착)

소화시 : 디멘드식 혹은 양압에서 작동되는 전면식이 부착된 자급식 호흡보호구

대피시 : (가) 유기증기나 입자용 가스마스크

- (나) 대피용 자급식 호흡보호구

(5) 펜타클로로나프탈렌(Pentachloronaphthalene)

입자농도

5mg / m³ 이하 : (가) 공급식 호흡보호구(만약 눈에 자극이 있으면 전면식 호흡

보호구를 갖춘다)

(나) 자급식 호흡보호구(만약 눈에 자극이 있으면 전면식 호흡 보호구를 갖춘다)

25mg / m³ 이하 : (가) 전면식, 헬멧 혹은 후드(hood)가 갖추어진 공급식 호흡 보호구

(나) 전면식, 자급식 호흡보호구

500mg / m³ 이하 : 디멘드식 혹은 양압식, 또는 일정유량식에서 작동되는 C타입 공급식 호흡보호구

1,000mg / m³ 이하 : 디멘드식 혹은 양압식에서 작동되는 전면식 혹은 일정유량식에서 작동되는 전면식, 헬멧, 또는 후드가 갖추어진 C타입 공급식 호흡보호구

1,000mg / m³ 이상 미지 농도에 들어갈때나 대피시 :

(가) 디멘드식 혹은 양압식에서 작동되는 전면식을 갖춘 자급식 호흡보호구

(나) 디멘드식 혹은 양압식 또는 일정유량식에서 작동되는 전면식과 디멘드식과 양압식에서 작동되는 예비 자급식 호흡보호구가 갖추어진 C타입 공급식 호흡보호구를 포함하는 복합식 호흡보호구

소화시 : 디멘드식 혹은 양압식에서 작동되는 전면식이 갖추어진 자급식 호흡보호구

대피시 : (가) 유기증기와 입자용 가스마스크

(나) 대피용 자급식 호흡보호구

(6) 클로로디페닐 42% 염소(Chlorodiphenyl, 42% Chlorine)

증기농도

10mg / m³ 이하 : (가) 전면식, 헬멧 혹은 후드(hood)가 부착된 공급식 호흡보

호구

(나) 전면식을 갖춘 자급식 호흡보호구

10mg / m³ 이상 혹은 미지농도에 들어가거나 대피시 :

(가) 디멘드식 혹은 양압식에서 작동되는 전면식을 갖춘 자급식 호흡보호구

(나) 디멘드식 혹은 양압식 또는 일정유량식에서 작동되는 전면식과 디멘드식 혹은 양압식에서 작동되는 예비 자급식 호흡보호구가 부착된 C타입 공급식 호흡보호구가 포함된 복합식 호흡보호구

소화시 : 디멘드식 혹은 양압식에서 작동되는 전면식이 갖추어진 자급식 호흡보호구

대피시 : (가) 살충제용 가스마스크

(나) 대피용 자급식 호흡보호구

* 공급식 슈트(Suits)는 공기중의 클로로디페닐(42% Cl₂)로 부터 호흡기를 보호하고 피부접촉을 방지하는 것이 필요할 때 사용한다. 이 장비는 숙달된 사람의 감독하에서 선택, 사용되어야 한다. 공급식 슈트는 10mg / m³ 이상의 농도에서 사용되며 양압식에서 작동되는 예비자급식 호흡보호구를 또한 착용한다.

참 고 문 헌

1. Occupational Health Guideline for Chemical Hazards. F. W. Mackison. NIOSH /OSHA(1981)
2. National Fire Code. Vol 9, 10. NFPA(1990)
3. International Chemical Safety Cards. first series. Commission of European Communities(1990)
4. 위험물 방재 구급요람. 神戸 해난방지연구회. 성산당 서점(1990)
5. Toxic and Hazardous. 해외기술자료 연구소(1979)
6. Industrial Hygiene and Toxicology. Vol II. F. A. Patty(1963)
7. J. of the Chemical Society of Lubrication Engineer's. J. F. Van Namee. 21.(1967)
8. J. of Occupational Medicine. Vol 18 No2(1976)
9. Hamilton and Harey's. Industrial Toxicology. 4th ed. Asher J. Finkel (1983)

위험물질 취급안전대책(Ⅱ)

화학 (연구자료 92-7-26)

발행일 : 1992. 12

발행인 : 원 장 徐 相 學

연구자 : 화학연구실장 정 동 인

연구원 김 관 응

발행처 : 한국산업안전공단

산업안전연구원

화학연구실

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-4

전 화 : (032) 518-6484/6

비매품