

이 보고서는 노동부의 「화학물질에 의한 근로자 건강장해예방 연구용역사업」에 의한
것임

유해물질 산업보건 편람

□ 디에틸아미노에탄올
(2-Diethylaminoethanol)

2005. 12

연 구 기 관 부 산 대 학 교
연구책임자 강 동 목



목 차

1. 물질의 특성	1
2. 취급현황	3
3. 동물에 있어서의 영향	14
4. 인체영향	22
5. 각국의 노출기준 요약 및 해설	27
6. 취급근로자 건강장해예방 지침	35

1. 물질의 특성

가. 물질의 개요

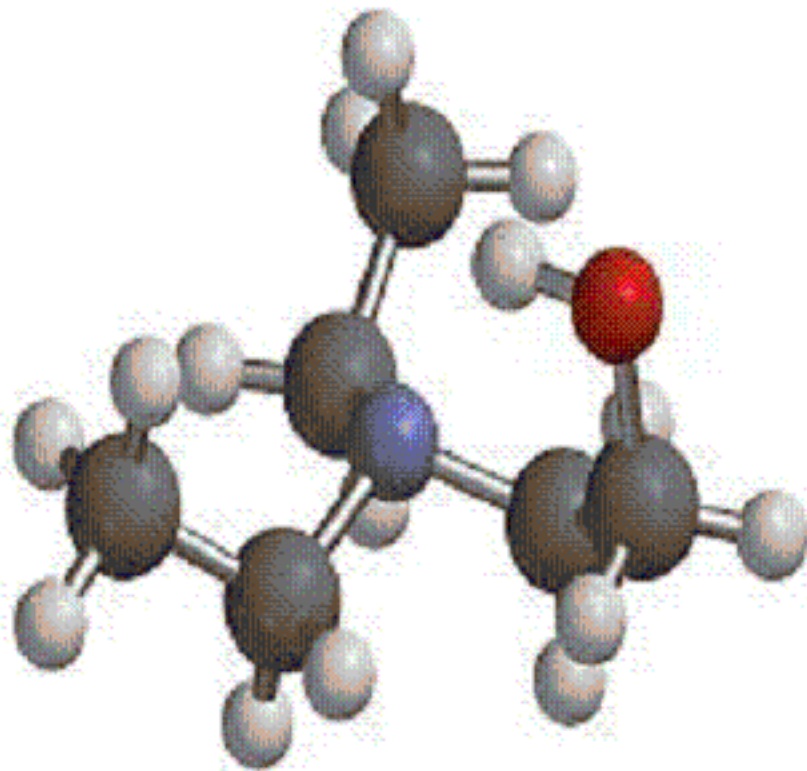
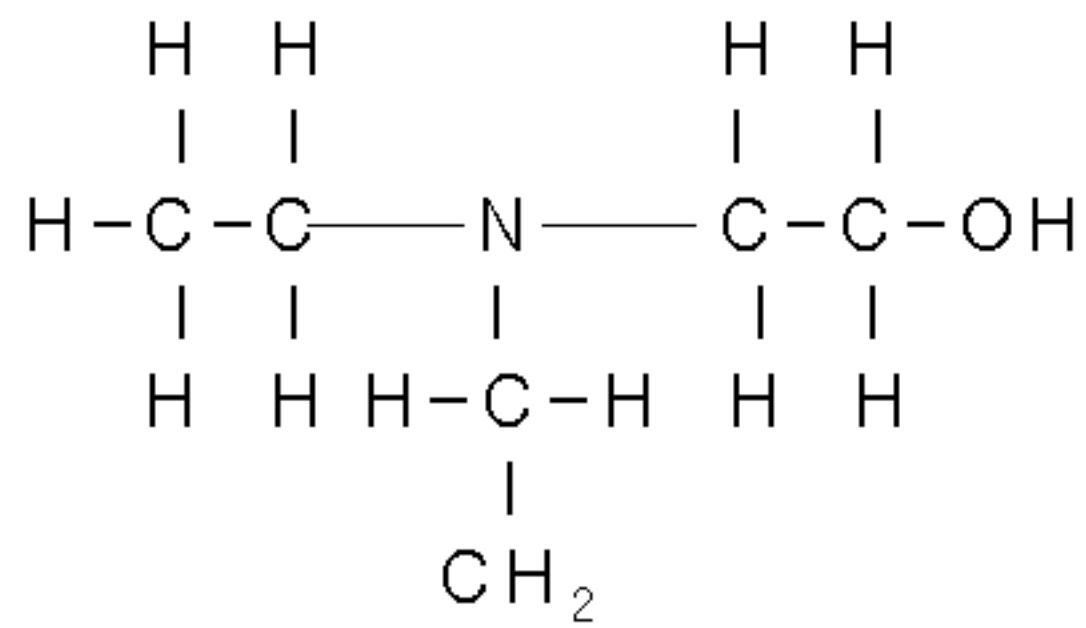


그림 1 DEAE 구조식

- (1) 한글물질명: 디에틸아미노에탄올
- (2) 영문물질명(IUPAC명, CA명): Diethylaminoethanol
- (3) 이명(異名): N,N-디에틸에타놀아민
(N,N-Diethylethanolamine)
2-(디에틸아미노)에타놀 (2-(Diethylamino)ethanol)

베타-(디에틸아미노)에타놀
 (Beta-(Diethylamino)ethanol)
 2-히드록시트리에틸아민 (2-Hydroxytriethylamine)
 2-(디에틸아미노)-에틸알코올
 (2-(Diethylamino)ethyl alcohol)
 2-디에틸아미노-에타놀 (2-(Diethylamino)-ethanol)
 디에틸에타놀아민(Diethylethanolamine)
 (디에틸아미노)에타놀 (Diethylamino)ethanol
 디에틸(2-히드록시에틸)아민
 (Diethyl(2-Hydroxyethyl)Amine)
 디에틸모노에타놀아민(Diethylmonoethanolamine)
 N,N-디에틸모노에타놀아민
 (N,N-Diethylmonoethanolamine)
 N-(2-히드록시에틸)디에틸아민
 (N-(2-Hydroxyethyl)Diethylamine)
 (2-히드록시에틸)디에틸아민
 (2-Hydroxyethyl)Diethylamine
 펜나드 150(Pennad 150)
 2-디에틸아미노에타놀(2-Diethylaminoethanol)

(4) CAS 번호: 100-37-8

(5) 외관: 무채색의 흡습성이 있는 액체

(6) 냄새: 매스꺼운 암모니아 냄새

o 화학물질군: 아민, 지방족 화합물, 수산기

나. 물리적 성상

(1) 분자량: 117.22

(2) 비중: 0.8921 (25 °C, 물=1)

(3) 녹는점: -70 °C(-94 °F)

(4) 끓는점: 162 °C (324 °F)

(5) 증기압: 21 mmHg (20 °C), 1.4 mmHg (25 °C)

(6) 증기밀도: 4.03

(7) pH: 염기성

(8) 점도: 5m Pa-s (20 °C에서)

(9) 용해도: 물-20 °C에서 잘 녹음 (용제)-알코올, 벤젠, 에테르, 유기용제

- (10) 분배계수: $\log P_{ow} = 0.46$
- (11) 증발율: 0.17 (초산부틸=1)
- (12) 냄새의 서한도: 0.011 ppm
 - 취기한계: 없음
 - 분자식: C₆-H₁₅-N-O

다. 화학적 성상

- (1) 인화점: 52.22 °C (밀폐상태), 60 °C (개방상태)
- (2) 자연발화점: 250 °C
- (3) 폭발성: 하한치; 1.9 %, 상한치; 28 %
 - 중급수준의 화재위험이 있음
 - 증기는 공기보다 무거움
 - 증기 또는 가스의 원거리의 발화점으로부터 점화되어 순식간에 확산될 수 있음
 - 증기/공기 혼합물은 인화점 이상에서 폭발성이 있음
- (4) 산화성: 알칼리성 때문에 CO₂ 같은 가스와 반응해서 중화된 후 산성화되어짐 강력한 산화제로 작용
- (5) 반응성: 이온크로마토그래피와 같은 다른 화학적 분석에서 이온교환기로서 작용, 중합반응은 하지 않음
- (6) 안정성: 상온 상압에서 안정함
- (7) 피해야 할 물질
 - 열, 화염, 스파크 및 기타 점화원을 피할 것.
 - 이 물질과 접촉을 최소화 할 것
 - 상수도 및 하수도에서 떨어진 곳에 둘 것
 - 산, 금속, 산화제, 가연성 물질과 혼합 금지
- (8) 유해 분해 산물: 열분해 생성물-탄소 산화물, 질소
- (9) 소화제: 분말 소화약제, 이산화탄소, 물, 일반적인 포말, 알코올 방지 거품
- (10) 유해 연소 생성물: 질소산화물과 일산화탄소 같은 유독가스와 증기가 발생

2. 취급현황

가. 제조 또는 사용현황

노동부의 작업환경 측정 실태 조사자료(2003년)에서는 국내의 DEAE 사용업체는 10곳으로 알려져 있고, 환경부에서 실시한 화학물질 유통량 조사에서는 국내에서 10곳의 사업장이 DEAE를 사용하는 것으로 알려져 있다. 중복을 제외하여 노동부와 환경부 자료를 종합하면 전국에 18개의 사업장에서 DEAE를 사용하는 것으로 파악되었다. 그러나 조사를 실시한 결과 전국에서 총 5개의 사업장에서 DEAE를 사용하는 것으로 나타났다. 지역별로는 경기 1, 인천 1, 전북 1, 울산 1, 부산 1개 사업장이었다. 사용실태는 간헐적으로 사용하는 사업장은 3개 사업장, 지속적으로 사용하는 사업장은 2개 사업장이었다.

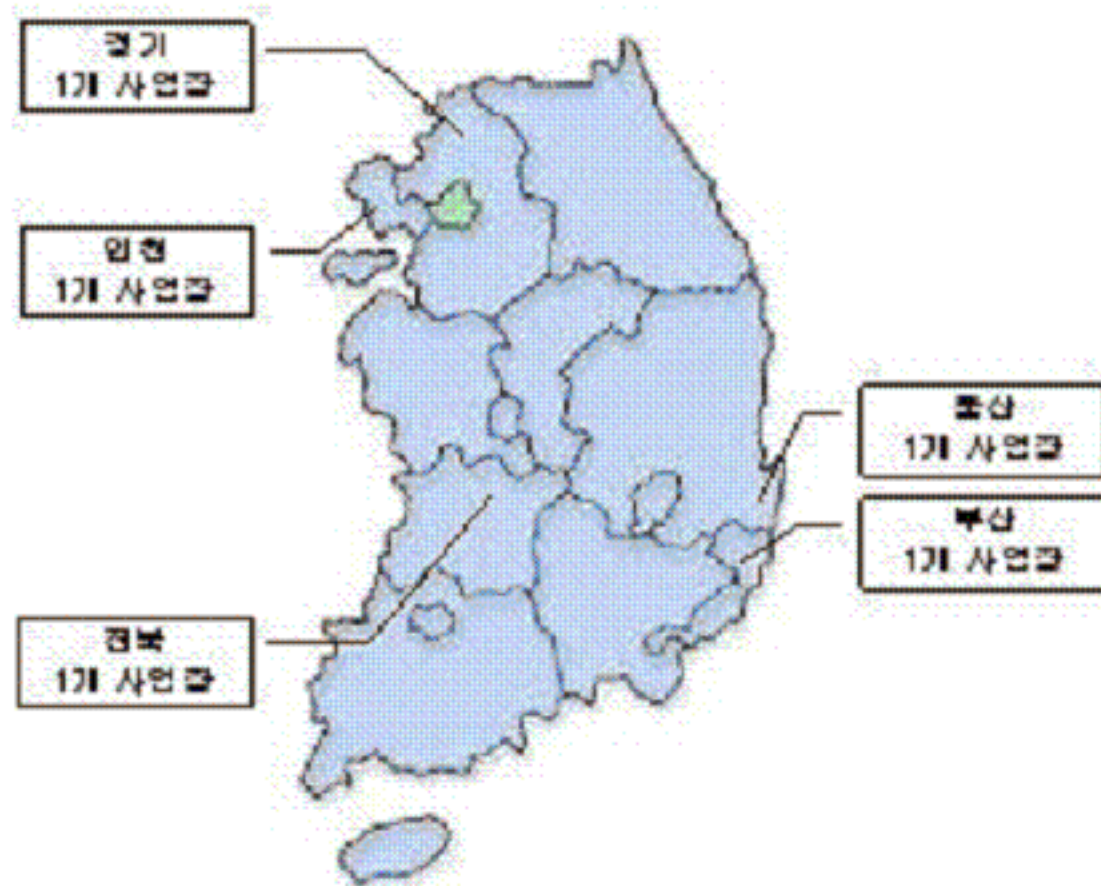


그림 2. 지역별 DEAE 사용 업체 분포

취급근로자 수는 전체 5개 사업장 총 16명이다. 사용 용도는 M사업장은 PCB판 박리제의 첨가제로 사용하며 나머지 4개 사업장

은 반응물의 첨가제로 사용한다.

표 1. 조사 대상 사업장 중 DEAE 취급 형태 및 근로자수

사업장명	사용용도	사용 실태	취급근로자(명)
B	반응물의 첨가제	간헐적 사용	3
G	반응물의 첨가제	간헐적 사용	4
M	PCB판 박리제의 첨가제	지속적 사용	6(3교대 1조 2명)
O	반응물의 첨가제	지속적 사용	2
Q	반응물의 첨가제	간헐적 사용	1
계	5개 사업장		16명

DEAE는 국내에서 사용하는 사업장의 수가 매우 작다. 화학공장의 실험실에서 실험의 용도로 사용하는 것(1곳)을 제외하고 대부분이 화학제품의 첨가제로 사용하며 일부 박리제로 사용하는 경우가 있다. 또한 DEAE의 취급은 연간 1~2회 정도로 간헐적인 경우가 많다. DEAE를 사용하는 경우 99% ~100%를 사용하는 사업장과 혼합 유기용제 중에 함유되어 있는 경우가 있다. 국내에서 DEAE를 취급하는 작업장의 공기 중 DEAE 노출 농도는 매우 낮다. 작업환경측정을 실시한 5개 사업장에서 개인시료와 지역시료를 통해 측정한 DEAE 농도는 모든 시료에서 검출한계 이하였다(ND).

표 2.. B작업장 시료 분석 결과

사용용도	작업내용	포집방법	농도(ppm)
박리	박리조에 첨가	개인, 지역	ND
박리	박리조에 첨가	개인, 지역	ND
첨가제	첨가제로 사용	개인, 지역	ND
첨가제	첨가제로 사용	개인, 지역	ND

나. 발생원 및 발생과정



그림 3. 디에틸아미노에탄올의 발생원 및 발생과정

(1) 일반적 발생원

디에틸아미노 에탄올은 레진의 경화제로 사용되고, 비누, 화장품, 절삭유의 유화제로, 직물의 연화제로 사용된다. 또한 천연가스에서 hydrogen sulfide와 carbon dioxide를 추출하기 위해 사용되는 공정에서 발생한다.

가) 화학반응에 의한 타원료 제조

● 화학공정

화학공업은 산업 전반에 필요한 원료나 중간물질, 또는 우리 생활에 필요한 여러 가지 제품을 합성하거나 제조하는 공업이다. 화학공업은 새로운 제품의 창조, 개발을 위한 연구와 장치의 개선에 큰 자본이 소요되는 공업이며, 가공방법에서 특징적인 화학변화를

수반하는 점에서 다른 공업과 구별된다. 화학공업을 분류하는 데는 업종, 원료 자원, 생산공정, 제품의 성질 등에 따라 분류하는 방법이 있으나, 일반적으로 제품의 성질에 따라, 즉 제조되는 제품이 무기 화합물인지, 유기 화합물인지에 따라 무기 화학공업과 유기 화학공업으로 나눈다. 유기 화학공업은 생산하는 제품의 성질에 따라 (1)가솔린, 액화석유가스 등을 얻는 석유 정제공업, (2)석유화학공업, (3)석탄가스, 콜타르 등을 제조하는 석탄화학공업, (4)유지 및 세제 공업, (5) 펄프 및 제지공업, (6)염료 및 도료 공업, (7)식품 화학공업, (8)의약, 농약 등을 제조하는 유기 약품 공업 등으로 분류한다. 대부분의 화학산업은 자본집약적이고 연구와 개발에 의존성이 강하다, 그 결과 대부분의 제조산업과는 달리 비숙련 근로자들이 적다. 화학공업의 특징은 대규모 기술집약적 장치산업, 막대한 비용과 시간의 설계, 다양한 종류의 화학물질 존재 등이다. 화학 산업에서의 사고로 인한 피해는 화재, 폭발 또는 독성 물질의 누출로써 사고가 발생할 경우 피해가 작업자와 사업주에만 국한되는 것이 아니라 전혀 이해관계가 없는 불특정 다수의 공공인에게도 인명손실, 재산손실 등의 피해가 미칠 수 있다.

나) 제품의 사용

● 천연가스에서 hydrogen sulfide와 carbon dioxide를 추출

천연가스에는 일반적으로 hydrogen sulfide(H_2S), carbon dioxide(CO_2), mercaptans, 및 그 밖의 불순물이 들어있다. H_2S 는 carbon steel를 부식시키는 매우 독성이 큰 가스이다. 또한 CO_2 는 장치를 부식시키며, 가스의 Btu 값을 감소시킨다. gas sweetening 공정은 이들 불순물을 제거함으로써 수송과 사용에 적절한 천연가스를 만드는 공정이다. gas sweetening 공정은 몇몇 License사에서 개발하고 실 공정에 적용되어 왔다. 그러나 국내도 천연가스를 일부 생산할 수 있는 곳이 있으며, 다른 나라에서의 천연가스 채취를 위해서 정제공정이 필요하다.

amine를 이용하여 산 가스(H_2S , SO_2 , CO_2)를 처리하는 gas sweetening 공정은 전형적으로 두 개의 컬럼 조작으로 수행된다. 첫 번째 컬럼은 추출제로 사용되는 amine에 산 가스를 흡수하는데 사용한다. 그래서 이 컬럼을 일반적으로 contactor tower로 부르며, amine은 이 컬럼의 상부로, 산 가스를 포함한 천연가스는 컬럼 하

부로 도입시켜 산 가스가 처리된 천연가스를 얻는다. 두 번째 컬럼에서는 산 가스가 흡수된 amine를 재생한다. 일명 stripper라고 부르며 컬럼은 탑상부에서 off gas로서 산 가스를 벤트 시키거나 황 회수공정에 도입된다. 재생 공정에서 amine이 일부 변질되거나 사라질 수 있다. 적절한 산 가스를 제거하기 위해서는 최적의 amine 농도를 유지하여야 한다. 대부분 산 가스 회수 시스템에서는 MEA(monoethanol amine), DEA(diethanol amine), 또는 MDEA(methyl diethanol amine) 등이 사용되고 있다.

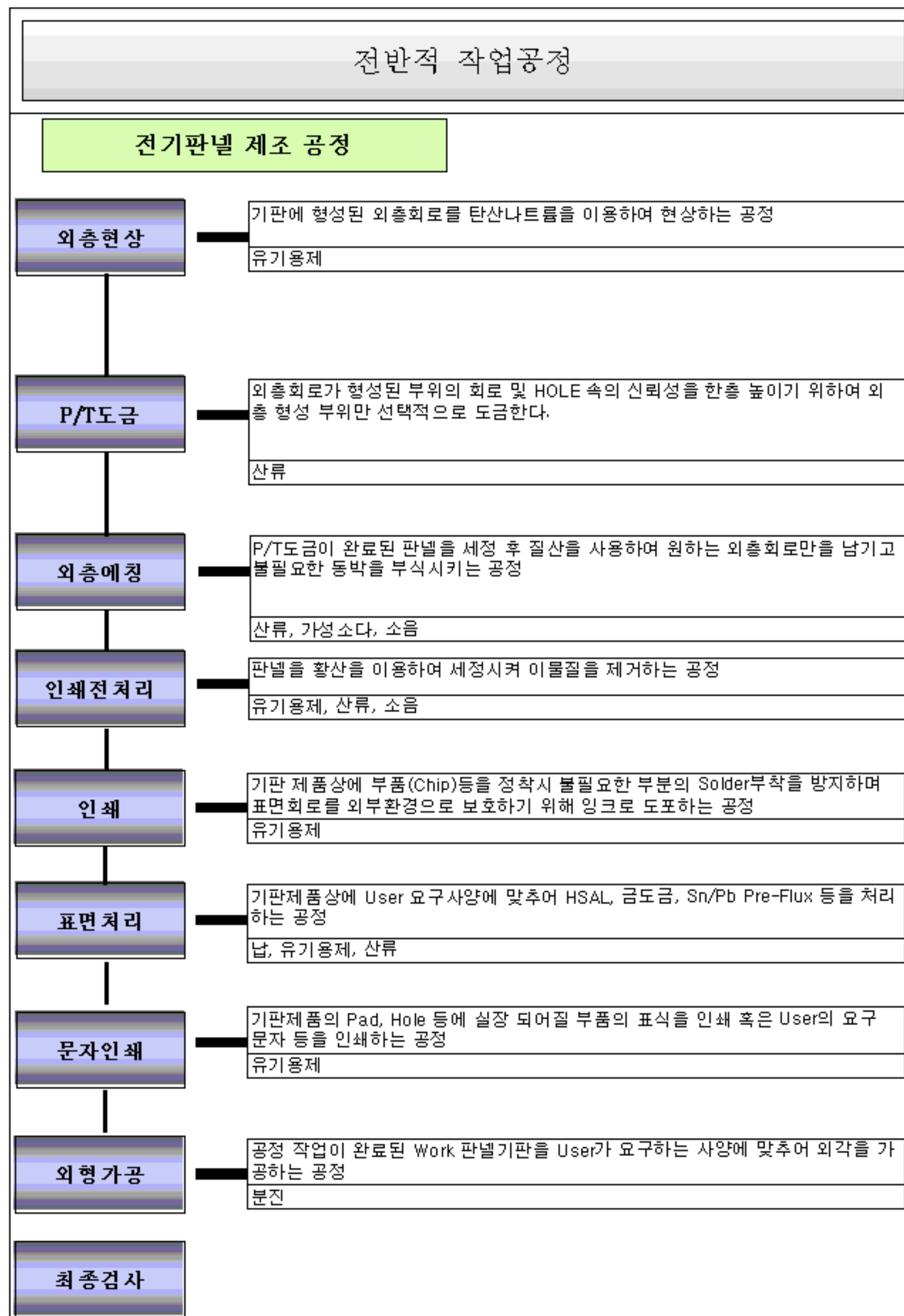
● 화장품의 제조

화장품 제조는 기본적으로 분산 공정, 유화 공정, 가용화 공정, 혼합 공정, 분쇄 공정으로 반 제품이 제조되고 성형 및 포장 공정을 통해 완제품이 생산된다. 대부분 6가지 공정을 통해 화장품이 제조되지만 제조하는 제품의 특성이나 적용하는 제조 설비에 따라 공정이 생략되기도 한다. 기

(2) 국내 사용 현황

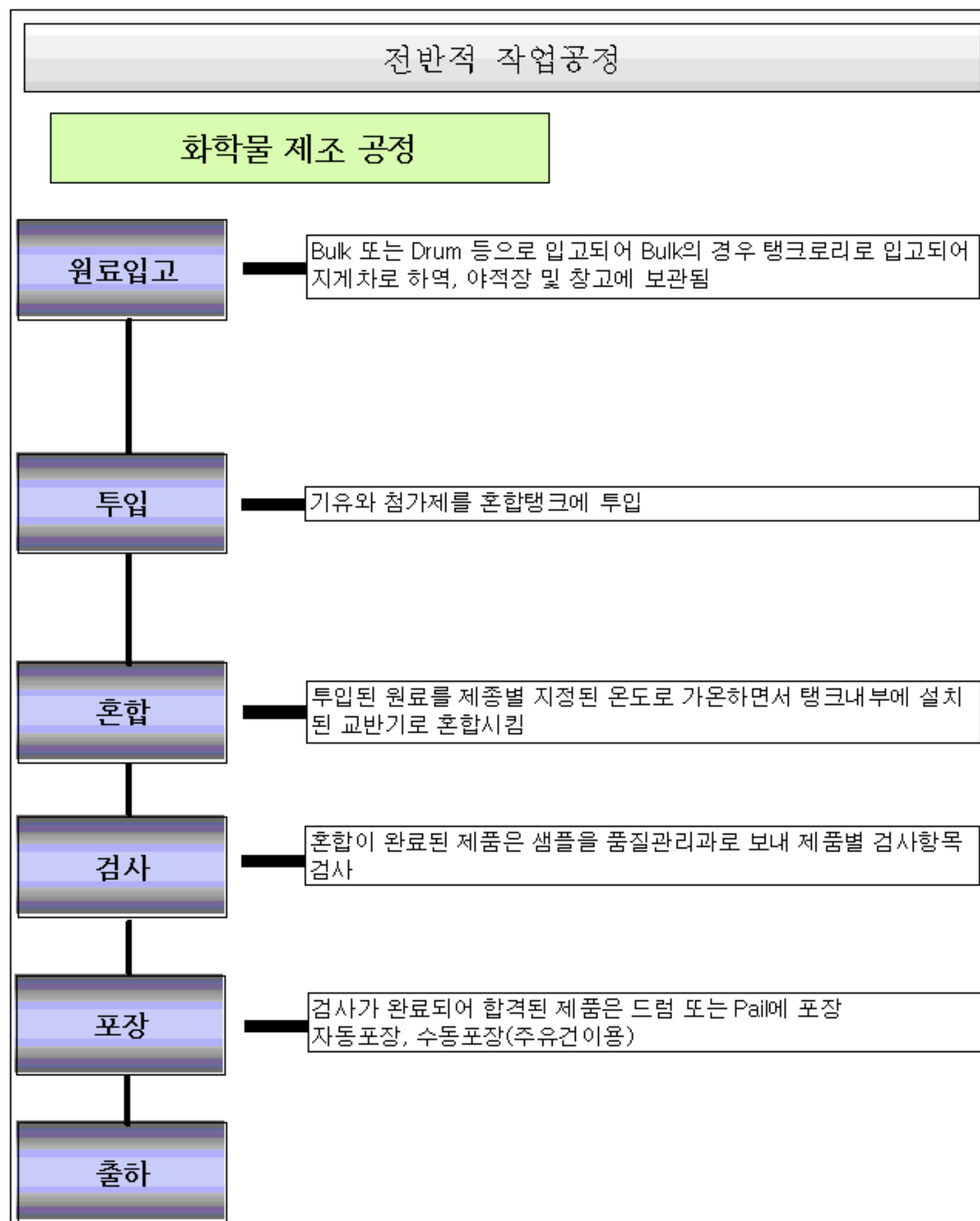
가) 박리제로 사용

DEAE를 박리제의 첨가제로 사용하는 공정은 다음과 같다.



전체 공정 중에 노출이 가능한 공정은 외층에칭 공정이다.

나) 화학물 제조 공정
 DEAE를 반응물로 사용하는 공정은 일반적인 화학물 제조 공정과 비슷하다.



화학물 제조 공정 중 노출이 가능한 공정은 교반기에 원료를 투입하는 작업, 중간 검사, 완성된 제품을 포장하는 작업이다.

다. 노출경로

(1) 박리제로 사용

공정은 자동으로 진행된다. 작업자는 정기적으로 첨가제를 보충해 준다. 그림 6은 DEAE가 함유된 박리제를 박리조(그림 7)에 보충하는 모습이다. 보충 작업시에 박리조의 덮개가 개봉되며 이때 노출이 가능하다.

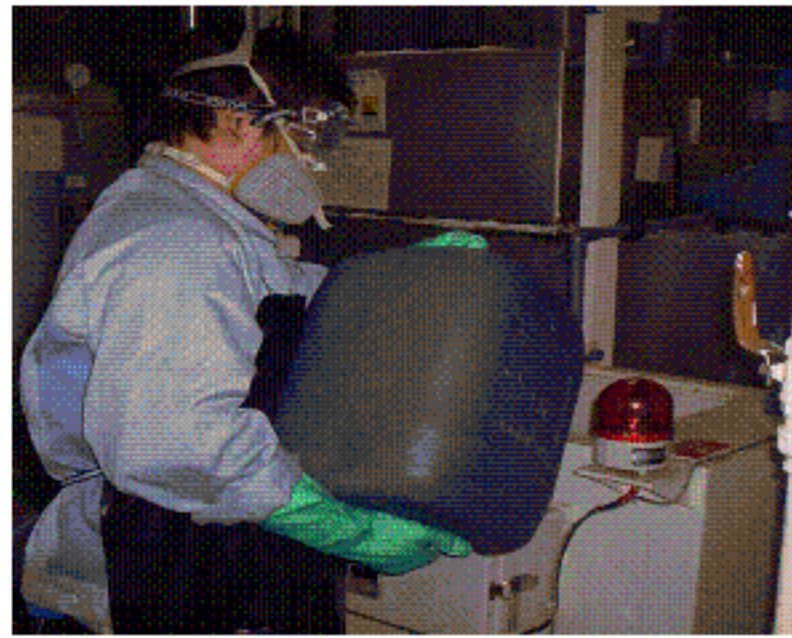


그림 6 박리제 보충



그림 7 박리조

(2) 화학물 제조

화학물 제조 공정 중 노출이 가능한 공정은 다음과 같다.

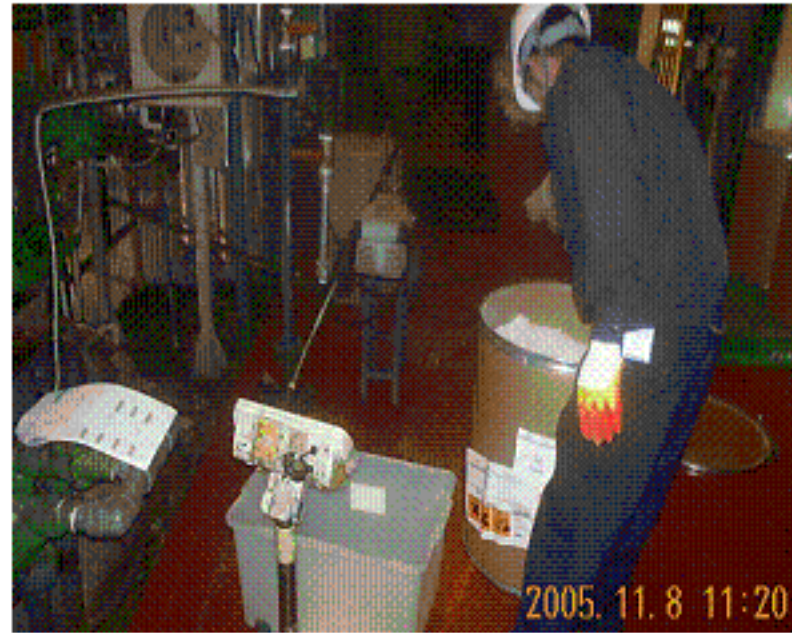


그림 8 정량(1)



그림 9 정량(2)

그림 8은 분체로 된 원료를 투입 전에 정량하는 모습이다. 분체의 경우 비산될 가능성이 있기 때문에 노출량도 클 수 있다. 그림 9은 액체로 된 원료를 투입전에 정량하는 모습이다. 용기의 덮개를 개봉해서 작업해야 되기 때문에 원료가 증발, 노출될 가능성이 있다.



그림 10 정량, 투입



그림 11 투입

그림 10은 반응조에 포장된 용기에서 직접적으로 원료를 투입하는 모습이다. 규모가 작은 사업장이나 사용량이 적을 경우 밀폐된 용기에서 사용량을 덜어서 사용하기 때문에 노출 가능성이 더 크다. 그림 11는 반응조에 액상의 첨가제를 투입하는 모습이다. 반응조는 밀폐되어 있어 특별한 누출이 없을 때에는 노출의 가능성이 낮지만 사진과 같이 반응 시작 시에 첨가제를 수동으로 투입할 때 노출량이 많아 질 수 있다.



그림 12 포장(1)



그림 13 포장(2)

그림 12, 그림 13은 완성된(반응이 끝난) 제품을 포장하는 모습이다. 포장공정은 자동화되어 있는 경우도 있으나 수동 작업도 존재하고 있으며 포장공정 중에도 반응물에 포함되어 있는 DEAE의 노출이 가능하다. 자동화 된 포장 공정도 제품을 주입구와 포장 용기의 입구 등에서 노출이 가능하다. 그림 은 반응기의 모습이다. 반응기에서 제품을 반응시키는 중간에 검사작업이 존재하며 검사작업자는 취급량이 소량이거나 검사작업의 빈도가 적지만 이 때도 노출이 가능하다. 반응기의 덮개는 작업이 없을 때나 반응시에는 덮여 있지만 원료의 투입, 검사, 세척시에 개봉되며 이때 노출 가능성이 크다.



그림 14 화학공정의 반응조



그림 15 화학공정의 반응조



그림 16 반응조 세척

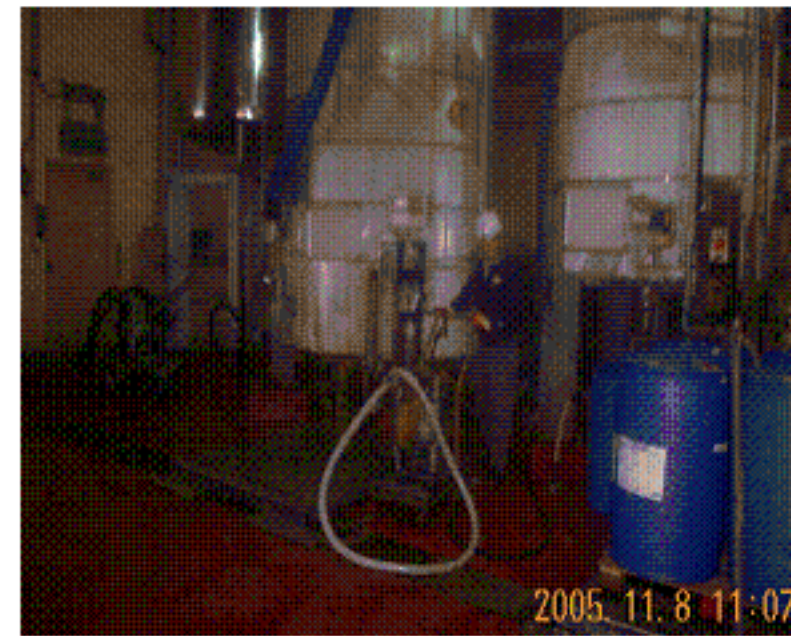


그림 17 바닥 세척

그림 16는 반응이 끝난 후 반응조 안을 세척하는 모습이다. 반응조에 제품의 잔류물이 있을 경우 세척 작업 중에서도 노출이 가능하다. 그림 17는 작업이 끝난 후 작업장을 청소하는 모습이다. 제품의 생산, 포장, 출하 과정 중에서 반응물을 흘리거나 누출된 경우 작업장 내에서 노출이 가능하다.

3. 동물에 있어서의 영향



그림 18 DEAE가 동물에 미치는 건강영향

급성독성시험에서 랫트는 체중의 20 - 40 %가 감소하거나 체중의 10 % 정도가 증가하였고 아급성독성으로 DEAE 증기에 폭로 시 25 ppm, 75 ppm의 농도에서 국소적 세포수괴와 형성 빈도가 증가하고 호흡기 상피조직의 편평상피화생과 코 점막의 여러 병소에서 염증성세포의 침윤현상이 증가하였다. 75 ppm 농도에 폭로된 군 코 격막에 술잔세포(goblet cell)의 이상발달현상이 관찰되었으며 NOAEL은 10 ppm으로 보고 되었다.

또한 128 ppm의 DEAE에 5개월 동안 폭로 시 중추신경계의 자극, 간헐적 긴장성 경련, 기도자극, 체중의 감소증상을 나타내었다. 만성독성 연구결과 가장 높은 두 농도에 속하는 군은 심각한 허약증세, 진전(떨림증), 경련, 수족의 운동 실조증(ataxia)이 나타남을 관찰하였고 Ames test에서 DEAE는 *Salmonella typhimurium* 유래 균주들의 대사활성에 상관없이 돌연변이를 유발하지 않는 것으로 나타났다. 생식독성 시험에서는 개에서 고환위축증이 나타났고, 랫트를 대상으로 한 발암성 시험결과 폭로 즉시 코에 편평상피세포화

생이 발견되었다.

표 3. 동물에 DEAE가 미치는 영향에 관련된 주요 연구들

연구자	동물종	실험방법	노출기간	농도	영향
Cornish 등 (1995)	랫트	경구섭취	6h/day, 5일이상	500 ppm	체중 감소
	랫트	경구섭취	6주	100 gm/kg	전신에 대한 신장 무게 비 증가
			6h/day, 6개월	200 ppm	기관지폐렴
SOCMA (1989)	랫트	증기노출	6h/day, 14주	25 ppm 75 ppm	국소적 세포수의 과형성 증가, 호흡기 상피조직의 편평상피화생,, 코점막의 염증성세포의 침윤현상 증가 코격막에 goblet cell의 이상발달현상 관찰 NOAEL: 10ppm
Lomonova (1970)	랫트	증기폭로	4h/day, 5개월	128 ppm	중추신경계 자극, 간헐적 긴장성 경련, 기도자극 체중 감소
Atochem North America (1990)	개	영양섭취	1년	1,000 ppm 10,000 ppm	수회의 두부 진전현상 심각한 허약증세, 진전 경련, 수족의 운동실조
	개	영양섭취	2년	0-1,000 ppm	교환 위축증
Zeiger (1987)	<i>Salmo nella Typhimurium</i> 유래 균주	Ames Test			대사활성계의 존재유무와 상관없이 음성판정
Hinz 등 (1992)	랫트	발암검사	1개월	25-76 ppm	편평상피세포화생이 즉시 나타남

가. 급성독성

랫트 20마리를 5일 이상 하루에 6시간씩 $2,400 \text{ mg/m}^3$ (500 ppm)에 폭로 시 모든 동물이 체중의 20 - 40 %가 감소하였다. 16마리를 5일 이상 6시간동안 960 mg/m^3 (200 ppm)에 폭로 시 체중의 10 % 정도가 증가하였고 사망한 토끼는 없었다(Cornish et al., 1965).

(1) 경구(Oral) 독성

랫트: 경구 LD_{50} 1,300 - 5,650 mg/kg (Smyth, 1944; Cornish, 1965, 1967; Hartung, 1986)

(2) 경피(Subcutaneous) 독성

마우스: 피하 LD_{50} $1,561 \text{ mg/m}^3$ (Koch, 1954)

토끼: 피부의 LD_{50} 1 ml/kg (Smyth, 1944)

마우스: 피하 LD_{50} 650 ml/kg (NIOSH, 2004): 경련의 행동양상, 운동 실조증, 폐, 흉부, 호흡의 변화

기니아 피그: LD_{50} 1 ml/kg (NIOSH, 2004)

(3) 흡입(inhalation) 독성

마우스: 2시간 노출시 LC_{50} $5,000 \text{ mg/m}^3$ (1,050 ppm), (Izmerov, 1982) 눈(결막)의 자극 증상과 경련의 행동양상

랫트: 4시간 노출시 LC_{50} $4,500 \text{ mg/m}^3$ (945 ppm), (Izmerov, 1982) 눈(결막)의 자극 증상과 경련

5일간 6시간 간헐적으로 노출시 가장 낮은 독성을 일으키는 농도(TCL)가 500 ppm이었고, 눈의 영향, 폐, 흉부나 호흡의 구조적이거나 기능적인 기관과 기관지의 변화가 있었다(NIOSH, 2004). 2주 동안 간헐적으로 6시간 동안 노출되었을 때 가장 낮은 독성을 일으키는 농도(TCL)가 301 ppm이었고, 체중감소나 체중의 증가가 있었다(NIOSH, 2004).

(4) 근육내(intramuscular) 독성

마우스: LD_{50} 416 mg/kg (NIOSH, 2004): 경련)의 행동양상, 폐, 흉부, 호흡의 변화

(5) 복강 내(intraperitoneal) 독성

랫트: LD₅₀ 192 mg/kg (NIOSH, 2004)

(6) 정맥 내(intravenous) 독성

마우스 LD₅₀ 188 mg/kg (NIOSH, 2004)

나. 아급성독성(아만성독성)

랫트를 대상으로 매일 50 mg/kg 또는 100 mg/kg로 DEAE를 먹이면 2주 후에는 대조군보다 체중이 30g 감소하였다. 그러나 6주 후에는 100 mg/kg로 DEAE를 먹인 군에서만 체중 감소현상이 나타남이 관찰되었다. 전신에 대한 신장 무게 비(kidney-to-body weight ratio)가 두 농도 모두에서 약간 증가하였고 200 ppm, 6시간/일, 5일/주로 6달 동안 노출시키면 기관지 폐렴으로 인하여 첫 한달 동안 50마리 중 7마리가 사망하였으며 살아남은 랫트는 6개월 후에는 대조군과 같은 상태로 복귀됨이 관찰되었다(Cornish, 1965).

DEAE 증기에 6 시간/일, 5 일/주, 14주 동안 폭로 시 25 ppm, 75 ppm의 농도에서 국소적 세포수의 과형성의 빈도가 증가하고 호흡기 상피조직의 편평상피화생과 코 점막의 여러 병소에서 염증성 세포의 침윤현상이 증가하였다. 75 ppm 폭로군은 코 격막에 술잔세포(goblet cell)의 이상발달현상이 관찰되었으며 NOEL은 10 ppm으로 보고되었다 (SOCMA, 1989).

128 ppm에 4시간/일, 5개월 동안 폭로 시 중추신경계의 자극, 간헐적 긴장성 경련, 기도자극, 체중의 감소증상을 나타내었다 (Lomonova, 1970).

개를 대상으로 한 실험에서 간헐적으로 39일간 가장 낮은 독성을 일으키는 농도(TCL)는 4,875 mg/kg이었고, 경련의 행동양상, 만성 폐 부종이나 울혈이 나타났다(NIOSH, 2004).

랫트를 대상으로 26주 동안 간헐적으로 6시간 동안 노출 되었을 때 가장 낮은 독성을 일으키는 농도(TCL)는 200ppm이었다 (NIOSH, 2004). 또한 랫트를 대상으로 14주 동안 간헐적으로 6시간 동안 노출 되었을 때 가장 낮은 독성을 일으키는 농도(TCL)는 76 ppm이었고, 간 무게의 변화, 방광의 무게 변화와 체중감소 또는 체

중의 증가가 있었다(NIOSH, 2004).

다. 만성독성

개에게 365일 동안 500 - 1,000 ppm을 식이수준으로 먹인 연구에서 가장 높은 두 농도에 속하는 군은 심각한 허약증세, 진전(떨림증), 경련, 수족의 운동 실조증(ataxia)을 나타내는 것이 관찰되었다. 1,000 ppm에 폭로된 모든 개들이 1년 동안의 연구기간동안 수회에 걸쳐 진전 또는 머리를 흔드는 증세를 나타내었다. 이러한 결과는 500 ppm의 수준에서는 전혀 영향을 미치지 않는 것으로 보고되었다(Atochem North America, 1990).

라. 변이원성

Ames test에서 DEAE는 *Salmonella typhimurium* 균주 TA1535, TA1537, TA98, TA100 대하여 대사활성에 상관없이 돌연변이를 유발하지 않는 것으로 나타났다(Zeiger, 1987).

마. 생식독성

개를 대상으로 한 2년 동안의 연구에서 0, 200, 500, 1,000 ppm의 DEAE를 주기적으로 증가시키면서 식이수준으로 먹인 결과, 1,000 ppm을 먹인 군에서는 15마리 중 4마리에서 고환 위축증이 관찰되었다(Atochem North America, 1990).

바. 발암성

랫트를 대상으로 2주 동안 270 mg/m^3 (56 ppm)의 농도에 폭로 시 코에 편평상피세포화생이 발견되었다. 14주 동안 120 mg/m^3 (25 ppm)에 폭로된 랫트는 폭로 즉시 편평상피세포화생이 발견되었고 14주 동안 365 mg/m^3 (76 ppm)에 폭로 시에는 편평상피세포이 즉시 나타났다. DEAE는 구조의 특성상 NDEA-(N-nitrosodiethylamine), N-nitrosoethylethanolamine으로 니트로화 될 가능성을 가지고 있는데 이 두 물질은 동물에서 강력한 발암물질로 여겨지고 있다(Hinz et al., 1992)

사. 기타

-기관(organ) 영향

<상부 기도와 피부>

쥐를 매일 6시간씩 5일 동안 DEAE (2400 mg/m^3 [500 ppm])에 노출시킨 결과, 노출 첫 날, 심한 눈과 코의 자극 증상을 보였고, 이 증상은 전체 노출 기간동안 지속 되었고 각막 혼탁이 보였다. 960 mg/m^3 (200 ppm) DEAE에 노출된 쥐는 첫 날 약한 눈 자극 증상과 셋째 날 약간의 코 자극 증상을 보였다. 2주 동안 301 ppm에 노출된 쥐들은 심한 코 불편감, 동공 분비물과 혼탁을 보였다 (Hinz et al, 1992). 270 mg/m^3 (56 ppm)에 노출된 쥐는 코 점막에 단핵염증세포의 침윤이 보였다. 같은 연구에서, 20마리의 쥐가 14주 동안 53 mg/m^3 (11 ppm), 120 mg/m^3 (25 ppm), 36 mg/m^3 (76 ppm) DEAE에 노출되었다(Hinz et al, 1992). 발견된 증상은 상부 기도의 염증세포의 침윤, 술잔(goblet) 세포의 비대, 세포의 과증식 같은 조직병리학적 변화로 이것은 상기도의 염증반응을 가리킨다.

랫트에게서 각막혼탁 역시 높은 비율로 있었다(Hinz et al, 1992). 이것은 처음에는 고도 노출 군에만 발견되었으나 연구의 마지막에는 비 노출 군을 포함한 모든 쥐에서 나타났다.

0.005ml의 희석되지 않은 15% DEAE 용액을 눈 주입 시 심각한 눈 손상을 준다는 비공인 된 정보가 보고되었다(ACGIH, 1986).

<하부 기도에 영향>

2400 mg/m^3 (500 ppm) DEAE에 5일 동안 노출된 20마리의 쥐 중 16마리가 세기관지의 벽에 염증세포의 침윤과 함께 급성 화농성 세기관지염을 보였다.

960 mg/m^3 (200 ppm) DEAE에 5일 동안 노출된 쥐에서는 하부 기도 상에 어떤 조직병리학적 변화를 보이지 않았다. 960 mg/m^3 (200ppm)에 6개월 동안 노출된 50마리 쥐 중 7마리가 기관지폐렴으로 사망하였다.

1440 mg/m^3 (301ppm) DEAE에 9일 동안 노출된 쥐들에서 호흡 곤란, 혈떡거림 등의 명백한 호흡부전 증상이 나타났다 (Hinz et al, 1992).

365 mg/m^3 (76 ppm)에 노출된 군은 노출 2주째에 수포음과 호흡 잡음이 들렸다. 노출 1시간 이후에 호흡잡음은 사라졌으나 몇몇 랫트들은 이런 증상들이 밤새도록 지속되었다.

<간에 영향>

15마리의 랫트가 6개월 동안 마시는 물을 통해 50 또는 100 mg DEAE가 매일 주어졌으나 간에 어떤 조직병리학적 변화도 보이지 않았다(Cornish et al, 1965). 5일 동안 2400 mg/m³ (500 ppm) 노출 군 또는 6달 동안 960 mg/m³ (200 ppm) 노출 군 둘 다 간에 이상 변화가 없었다(Cornish et al, 1965).

365 mg/m³ (76 ppm) DEAE 14주간 노출군은 간 무게가 현저히 증가하였다(Hinz et al, 1992).

<신장에 영향>

50 또는 100mg DEAE가 매일 6개월 동안 주어진 쥐들 사이에 신장의 무게가 증가함이 보였으나 현미경적 이상은 발견되지 않았다.

48 mg/m³ (10 ppm), 270 mg/m³ (56 ppm), 1440 mg/m³ (301 ppm) DEAE 2주간 노출 군에서 신장의 현미경적 이상이나 기능적 이상은 보고 되지 않았다(Hinz et al, 1992). 53 mg/m³ (11 ppm), 120 mg/m³ (25 ppm) DEAE 14주간 노출 군에서 노출과 연관된 신장이나 신장기능에 관한 이상은 보이지 않았다. 365 mg/m³ (76 ppm) DEAE 14주간 노출 군에서 신장의 무게가 증가함이 보였다.

<위장관계 효과>

2,400 mg/m³ (500 ppm) 또는 960 mg/m³ (200 ppm) DEAE에 5일 동안 노출된 쥐들과 960 mg/m³ (200 ppm)에 6일 동안 노출된 쥐들은 노출과 관련된 위장관계의 이상은 없었다. 부검 상 1440 mg/m³ (301 ppm) DEAE 에 2주간 노출된 쥐들은 병적인 양의 장관 가스를 보였다. 48 mg/m³ (10 ppm) 또는 270 mg/m³ (56 ppm) DEAE에 노출된 동물 중에는 위장관계에 이상을 보이지 않았다.

<혈액과 조혈기관에 효과>

50mg 또는 100mg의 DEAE를 6개월간 매일 먹인 랫트에서 혈액 내 헤모글로빈 집약이나 비장의 조직병리학적 변화는 없었다. 1440 mg/m³ (301 ppm) DEAE에 9일간 노출된 쥐들에서는 부검 상 비장의 무게 감소를 보였다. 53 mg/m³ (11 ppm) DEAE 또는 120 mg/m³ (25 ppm) DEAE 365 mg/m³ (76 ppm) DEAE에 14일간 노출된 랫트들에서 혈액학적 지표와 비장은 아무 영향이 없었다.

<중추신경계의 영향>

랫트에서 DEAE는 뇌세포에서 firing threshold를 높였다. 고농도에서 활동전위의 크기(action potential spike amplitude)도 감소하였다.

<말초신경에 영향>

프로카인(procaine)의 주 대사산물로서 DEAE는 국소마취효과를 가진다. DEAE가 활동전위(action potential)를 억제한다는 것이 밝혀졌다.

<노출-효과 관계>

1400 mg/m³에 랫트를 며칠 동안 노출시키면 광범위한 독성 효과를 보인다. 대부분의 언급된 효과는 상기와 하기 호흡기에 심각한 자극이다. 사망률 또한 높다. 사망의 원인은 기관지폐렴이고 병리조직학적인 염증 소견을 보이는 최소 농도는 120 mg/m³이다. 53 mg/m³에 몇 주간 노출된 쥐들은 폐 잡음을 보였으나 하기도의 병리조직학적인 변화는 보이지 않았다.

4. 인체 영향

가. 인체 내 작용기전

(1) 흡수

공기 중 흡입, 위장관막, 피부를 통해 흡수되어지며 이 중 피부침투율이 높다. DEAE가 동일한 TLV에 노출되었을 때 피부로 침투되는 것이 흡입되는 것보다 약 30% 높게 나타났다.

(2) 분포

인간이 DEAE를 5.6 g을 경구섭취 한 경우에는 3시간 후 혈장 내 최고농도에 달하는 것으로 나타났다.

(3) 대사

사람에게 1 g의 DEAE를 정주하였을 때 33%는 변화 없이 배설되었다. 나머지 사람의 변환과정은 알려지지 않았다. ethanolamine으로 deethylated 되거나 정상 대사 과정으로 들어갔을 것이다.

(4) 배설

인간에게 5.6 g을 정맥 내 투여했을 때 변형되지 않은 형태의 DEAE로 20 - 21% 정도를 요로 배설하고 동일량을 경구 투여했을 때는 23-27% 정도를 요로 배설하였다.

나. 단기 노출시 인체 유해성

표 4. 2-Diethylaminoethanol(DEAE)에 의한 임상증상

2-Diethylaminoethanol(DEAE)에 의한 임상증상
1. 입, 코, 눈 등의 점막 부종, 발적 및 압통 유발 2. 호흡기계 증상: 기침, 빠른 호흡, 호흡음의 쉼쉼거림 3. 위장관계 증상: 오심, 구토 및 설사 4. 피부: 부종, 발적 및 압통 유발

(1) 전신 증상

DEAE의 급성 노출시 오심, 구토 및 현기증 등의 전신증상이 나타날 수 있다.

DEAE는 심혈관계 억제 작용이 있기 때문에 부정맥 치료제로 사용되었다. 심실 조기 흥분성 부정맥이 있는 환자에게 0.5-5g DEAE를 정맥 주사 하였을 때 대부분의 환자가 온기, 현기증, 눈앞의 진동을 느꼈다. 15%는 오심, 구토를 경험 했다. 이런 증상은 15분 후에 사라졌다.

사고로 인해 DEAE에 노출된 사람들에게서 오심, 구토, 현기증 및 두통 등의 증상이 나타났다.

(2) 상부 기도와 피부

DEAE는 흡입이나 직접 접촉 등에 의해서 상부기도와 피부를 자극시킨다.

DEAE가 첨가된 공기정화시스템에서 일하는 근로자에서 피부발적이 일어났으며, 눈자극 증상을 호소하였다. 동물실험에서 DEAE에 노출된 쥐에서 각막혼탁등이 보고되었으나 인체에서 밝혀진 바 없다.

(3) 하부 기도에 영향

DEAE에 노출시 기관지와 폐포에 영향을 줄 수 있다는 동물실험이 있었으나 인체에서 보고된 적은 없다. 그러나 DEAE의 흡입에 의하여 기침이나 빠른 호흡이 나타날 수 있다.

(4) 심혈관계

DEAE는 심혈관계 억제 작용이 있기 때문에 부정맥 억제제로 사용되었다.

남자에게 정맥 내 주입된 4g의 DEAE가 즉각적인 피부온도 상승을 일으켰고 상당기간 지속되었다. 중년의 고혈압이 있는 여성에서 DEAE 정맥 내 0.5g 투여가 빠른 심부정맥 억제효과를 가져왔다. 개에서는 DEAE는 심부정맥을 정상리듬으로 돌리는데 procain보다 효과적인 것이 보고되었다.

100 ppm 농도의 기체가 들어 있는 흡입장치로부터 새어나오는 기체에 폭로되면 5분 후에 구역과 구토증을 일으키나 눈과 목의 자

극 증상은 나타나지 않았다. 주변에 있는 사람들도 메스꺼운 냄새를 호소하지만 아무런 증상은 나타나지 않았다.

다. 장기 노출시 인체 유해성

만성적으로 DEAE에 노출되었을 경우 인체의 영향에 대한 연구가 없다. 그러나 다음의 몇몇 보고에 따르면 저농도에 장기 노출시 피부 발적, 눈 및 기도 자극 증상이 나타날 수 있다.

1981년에, 한 사무소의 24명의 근로자에서 피부 발적이 나타났다. 그들 중 많은 수가 기도건조도 호소하였다. 사무실의 공기정화시스템에 DEAE가 첨가되었었다. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)에서 온 조사자는 DEAE의 반응산물이나 응축에 노출이 피부 발적을 일으켰다고 결론지었다.

1983년에 존슨 박물관에서, 40명의 근로자가 눈 자극 증상과 피부염을 호소하여 환경조사를 실시하였다. DEAE가 가습시스템에 첨가되어 있었고, 14검체 중 2개에서 공기 안에 0.05와 0.06 mg/m³ 농도의 DEAE가 검출되었다. 이것은 OSHA의 50 mg/m³에 크게 못 미치는 농도이다. 원액 샘플의 DEAE 농도는 30 mg/m²였다. 전체 근로자중 46%는 눈 자극증상을 호소하였고 37%는 피부자극증상을, 17%는 두통과 후두 및 인두의 자극증상과 어지럼증을 호소하였다. 6명의 여성에서는 부인과적 문제가 보고되었다. 이는 농축된 DEAE로 벽면이 코팅되면서 이로 인해 자극증상이 유발되는 것으로 판단되었으며 벽에서 DEAE를 닦아내거나 더 이상 사용하지 않도록 조치되었다.

1988년에, 한 제조업체의 84명의 근로자 중 70명이 오심과 코, 눈, 목의 자극 증상을 호소하였다. 가습시스템에 cyclohexylamine과 DEAE가 첨가되어 있었으나 4일 후의 측정에서 남아있는 DEAE는 없었다.

라. 인체 발암성

- 가) 산업안전보건법: 발암성 없음
- 나) OSHA: 발암성 없음

- 다) NTP: 발암성 없음
- 라) IARC: 발암성 없음
- 마) ACGIH: 발암성 없음

270 mg/m³ (56 ppm) DEAE에 2주간 노출된 쥐들 중 한 마리의 코에서 편평세포 변이를 보였다. 14주간의 노출 뒤에 120 mg/m³ (25 ppm) DEAE에 노출된 5마리, 365 mg/m³ (76 ppm) DEAE에 노출된 9마리에서 코에 편평세포 변이를 보였다. 노출 한 달 뒤 120 mg/m³ (25 ppm) DEAE에 노출된 3마리, 365 mg/m³ (76 ppm) DEAE에 노출된 6마리에서 편평세포 변이를 보였다. DEAE와 PABA로 빠르게 대사되는 procain은 발암성 물질로 간주 되지 않는다.

DEAE의 nitrosation potential은 일찍이 거론되었다. nitrosation은 DEAE 같은 삼차 아민에서 이차아민에서 보다 느리다. 그러나 nitrosation potential는 alkalinity, substrate concentration, microorganism의 존재에 따라 영향을 받으므로 예측하기가 어렵다. 화학적 구조상 DEAE는 N-nitrosodiethylamine과 N-nitrosoethylethanolamine으로 되기 쉽다. 비록 DEAE에 대한 발암물질의 증거는 없지만 위의 두 물질 모두 동물의 발암성 물질로 간주 된다. 그러나 일반 작업환경에서의 이런 반응에 대한 자료는 없다.

DEAE의 nitrosation potential을 고려할 때는 상업적 물건들은 N-nitrosodiethylamine, NDEA, ethylhydroxy-ethylnitrosamine으로 전환 가능한 diethanolamine, ethylethanolamine, diethylamine에 오염되어 있다는 것을 고려해야한다.

마. 사람에게 대한 국내외 제해사례

1981년, 공장에서 24명의 노동자가 피부발진을 보였다. 이들중 다수는 목이 마르고, 두통과 가슴이 답답하다고 호소했다. NIOSH에서 조사한 결과 DEAE는 Air-handling system에 첨가되어 왔음이 밝혀졌고 피부염은 DEAE의 축합이나 반응산물에 노출되었기 때문에 일어난 증상이라고 판명되었다.

1982년, DEAE가 가슴체계에 첨가되었던 도서관에서의 노동자들이 눈이 따갑고 피부가려움증을 호소했다. 1977년엔 15 ppm정도의 농도로 DEAE가 물에 첨가되었다. low sampling rate의 10개 공기 샘플은 DEAE가 나오지 않았다. 탐지 한계는 0.4 mg/m^3 이다. high flow rate, concentration of 0.05 mg/m^3 과 0.04 mg/m^3 에서 얻어진 4개중 2개의 샘플에서는 찾아졌다. high flow rate에서는 탐지 한계는 0.04 mg/m^3 이다. 고용자들은 진열장의 표면에서 얇은 기름막을 발견했다. 그 막은 30 mg의 DEAE를 포함했다. 35명중 17명의 고용자는 눈에 따끔거림을 호소, 13명은 피부 가려움증을 박물관에서 일함과 동시에 호소했다. 조사자들은 DEAE를 포함하는 면에 산발적으로 접촉하는 것이 이런 자극성 효과와 연관이 있다고 보고했다.

1988년, 전자 제품 공장에서 84명중 70명이 메스꺼움, 구토, 어지러움, 눈, 코, 목의 자극을 호소했다. 증상은 조립공들에게 암모니아 같은 냄새를 맡으면서 발생했다. 냄새는 가슴을 위한 스팀이 나오면서 같이 났다. 스팀은 꺼졌다. 하지만 3일 뒤에 다시 같은 냄새가 났다. NIOSH 조사자들은 DEAE와 Cyclohexylamine이 보통의 4배 농도로 보일러에 포함되어 있는 것을 알았다. 4일 후 공기와 보일러에서 샘플을 얻기 위해 스팀을 재가동했다. 하지만 DEAE와 Cyclohexylamine는 발견되지 않았다. 조사자들은 4일간 회석되었기 때문이라고 생각했다.

5. 각국의 노출기준 요약 및 해설

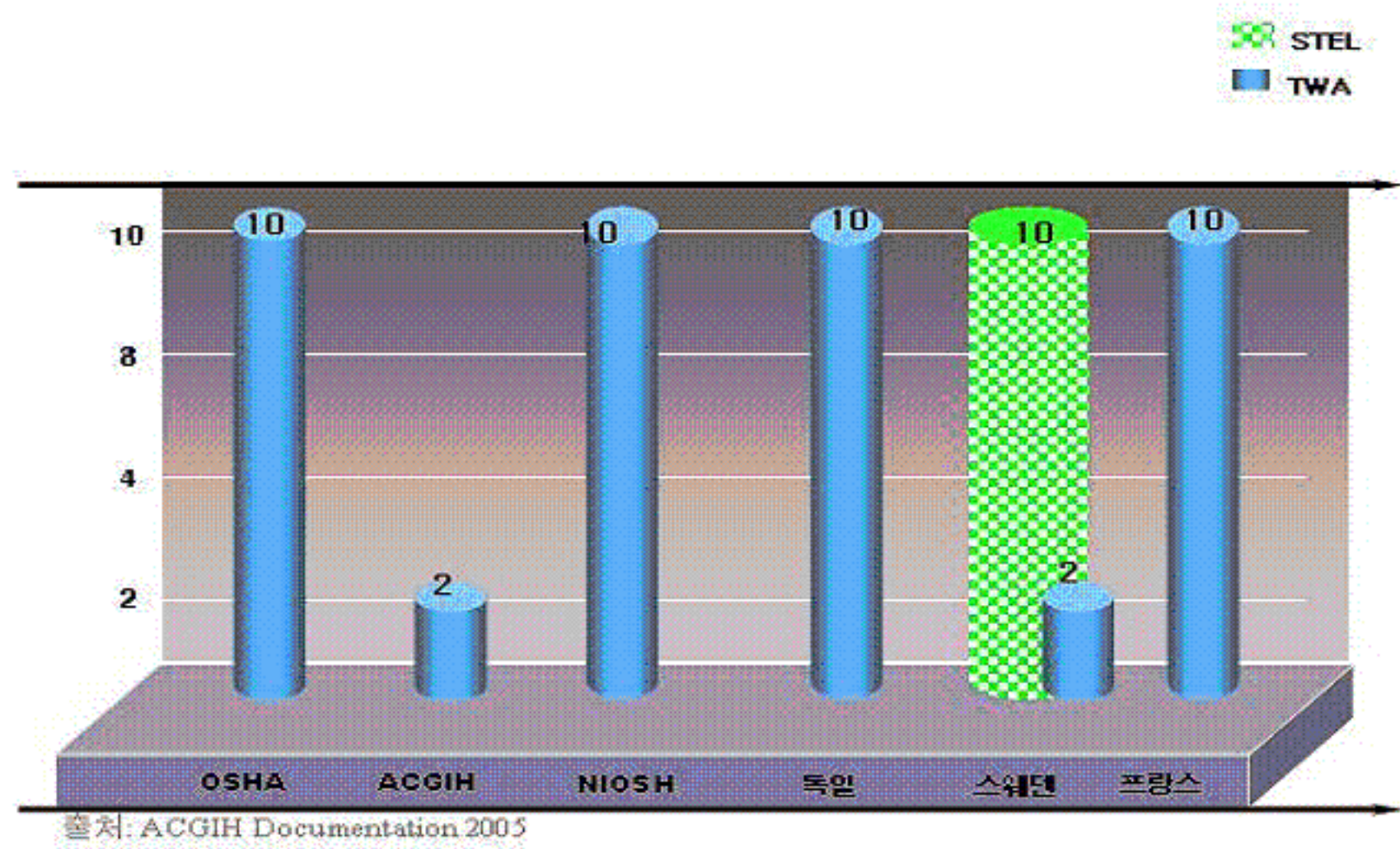


그림 19. 각국의 디에틸아미노에탄올의 노출기준

표 5. 각국의 디에틸아미노에탄올의 노출기준

국가	단위	한국		미국						
				OSHA		ACGIH		NIOSH		
		TW A	ST EL	TWA	STE L	TW A	STE L	TWA	ST EL	IDLH
노출 기준	ppm	10	-	10	-	2	-	10	-	100
	mg/m ³	50	-	50	-	9.6	-	50	-	500
국가	단위	일본		독일		스웨덴		영국		프랑스
		노동 후생 성	위생 학회							
		TW A	TWA	TWA	ST EL*	T W A	STEL	T W A	S T E L	TW A
노출 기준	ppm	-	-	10	5	2	10	-	-	10
	mg/m ³	-	-	50	24	10	50	-	-	50

TWA : Time-Weighted Average

STEL : Short-Term Exposure Limit

IDLH : Immediately Dangerous to Life or Health Concentration

1ppm=4.79 mg/m³

- : 노출기준 없음

* : 권고기준(TRK)

가. 미국

(1) OSHA: PEL (Permissible Exposure Limits)

가) PEL

10 ppm (50 mg/m³) (피부)

나) 적용년도

1989년

다) 기준의 성격
규제기준
라) 설정근거
눈, 코, 목과 피부의 자극 증상과 호흡기 감각
마) 노출기준의 추이
1989년: 현재와 동일

(2) ACGIH: TLV (Threshold Limit Values)

가) TWA-TLV
2 ppm (9.6 mg/m³)

나) 적용년도
1994년

다) 기준의 성격
권고기준

라) 설정근거

TLV-TWA 2ppm은 자극(irritation)과 신경독성(neurotoxicity)의 급성과 만성 효과를 보호하는 역할을 한다. 인간에 대한 자료가 얻어지기 전까지 임시적인 노출기준 이다.

마) 노출기준의 추이

1965: TLV-TWA 10 ppm(피부)이 제안됨

1967-1993: TLV-TWA(피부) 10 ppm

1993: TLV-TWA 2 ppm(피부)이 제안됨

1994: TLV-TWA 2 ppm(피부)

마) 기준문서요약

노출된 근로자에게서 만성적인 보고는 평가에 적용되지 않았다. 동물에게서 보고 된 아급성과 만성 노출 연구들 대부분은 낮은 용량의 수준에서 실험하지 않았다. 평가에 이용될 수 있는 유일한 연구가 랫트를 대상으로 14주 동안 흡입(inhalation) 실험에서 NOAEL이 10 ppm이고, 비강 점막의 자극은 25 ppm에서 있었다(SOCMA, 1989).

랫트를 대상으로 200 ppm(실험한 가장 낮은 농도)의 DEAE를 먹었을 때 고환의 위축(testicular atrophy)이 일어났음을 고려하여 더 높은 안정성이 적합하다(Atochem North America, Inc., 1990). TLV 2 ppm은 급성과 만성 효과(자극증상, 신경독성)를 막는데 의미 있는 보호를 해준다.

DEAE의 독성학적 특성이 잘 정립되어있지 않기 때문에 이 TLV는 추가적인 인간에 대한 연구가 발견되기까지는 임시적일 것으로 보인다. 다른 에탄올아민류(ethanolamine)와 유사성과 토끼에게 보고된 피부의 반수치사량(LD50) 자료를 적용하면, 피부에 대한 주의 표기가 권고된다.

(3) NIOSH: REL (Recommended Exposure Limit)

가) REL

10 ppm(50 mg/m³) (피부)

IDLH : 100 ppm(500 mg/m³)

나) 적용년도

1989년

다) 기준의 성격

권고기준

라) 설정근거

REL : 피부, 눈과 호흡기의 자극 기초한다(NIOSH, 1992).

IDLH : 다음의 문헌에 기초 한다

랫트를 대상으로 5일 동안 디에틸아미노에탄올에 매일 6시간 동안 500 ppm에 노출시켰을 때, 심각한 체중감소와 높은 사망률이 관찰되었다. 매일 200 ppm에 노출되었을 때, 50마리 중 7마리의 랫트가 첫 달에 죽었다. 200 ppm 아래의 농도에 수 초간 노출된 한 개의 인간에서의 노출에서 구역과 구토가 보고 되었다(Cornish, 1965).

마) 노출기준의 추이

1995년: IDLH : 500ppm에서 100ppm으로 바뀜

나. 일본

기준없음

다. 독일: MAK (Maximum Loconcentration Values)

가) MAK

10ppm (50 mg/m³)

나) 적용년도

1999년 (NIOSH, the registry of toxic effects of chemical substances의 자료)

다) 기준의 성격

규제기준

라) 설정근거

자료없음

마) 노출기준의 추이

자료없음

바) TRGS

5ppm (24 mg/m³) 범으로 제시되지 않고 과학적인 경험에 의해 권고되고 있다.

라. 스웨덴: OEL (Occupational Exposure Limits)

가) OEL

TLV 2ppm (50 mg/m³), STEL 10ppm (50mg/m³)

나) 적용년도

1996년

다) 기준의 성격

규제기준

라) 설정근거

Scientific Basis for Swedish Occupational Standards 1995:19
(XVI)

마) 노출기준의 추이

자료없음

라. 영국: OEL (Occupational Exposure Limits)

가) OEL

10 ppm (50 mg/m³), 2005년도에 철회됨

나) 적용년도

2000년

다) 기준의 성격

규제기준

라) 설정근거

Consultative document, List of approved workplace exposure
limits

마) 노출기준의 추이

2000년: 10 ppm (50 mg/m³)

2005년: HSC (Health and Safety Commission)에 의해 철회됨

마. 프랑스: OEL (Occupational Exposure Limits)

가) VME

TWA 10ppm (50 mg/m³)(피부주의)

나) 적용년도

1999년

다) 기준의 성격

권고기준

라) 설정근거

자료없음

마) 노출기준의 추이

자료없음

바. 우리나라 노출기준 제시

TWA 2 ppm(피부주의) (비교: 현행 TWA 10 ppm)

현행 노출기준 10ppm은 1989년도에 처음 제시되었고, 미국산업위생학회(ACGIH)에서 신경계 독성(neurotoxicity)을 고려하여 1993년에 노출기준으로 제시한 사실을 고려할 때 디에틸아미노에탄올의 TWA 노출기준은 2 ppm으로 정하는 것이 급성과 만성 효과로부터 작업자를 보호할 것으로 생각된다. 또한 NIOSH에서 권고한 IDLH 100 ppm을 권고조항으로 삼입할 것을 고려할 필요가 있다.

사. 우리나라 유해물질 관련 노출기준 변화과정

우리나라의 노출기준은 1979년 1953년 근로기준법의 보건관리규정 제16조, 제19조 및 제 36조 1항의 규정에 의해 노동청 예규 225호 유해물질의 노출기준을 정하였고, 1982년 1981년에 공포된 산업안전보건법의 시행령이 제정 공포되었다, 1983년에는 노동부 고시 제 1호로 작업환경측정방법 고시 내에 분진, 유기용제 16종, 특정화학물질 31종, 소음 및 연등의 노출기준 설정되었다.

1986년 유해물질 대상을 324종으로 확대되었고, 1988년에는 유해물질 373종이 추가되어 697종으로 확대 개정되었다. 이후 1988년

2-브로모프로판의 실험결과 생식독성물질임이 밝혀짐에 따라 동 물질의 노출기준이 추가되었고, 2002년에 석면의 노출기준이 2 개/cm³에서 0.1 개/cm³로 2002년에 벤젠의 노출기준이 10 ppm에서 1 ppm으로 개정되었다.

우리나라의 현행 유해물질의 노출기준은 주로 ACGIH의 1988-89 노출기준 697종중 698종을 채택한 것이며 특히 발암성물질이나 발암추정물질에 대한 규정은 ACGIH의 기준을 모두 수용하고 있다.

표 6. 우리나라의 노출기준 제·개정 과정

연도 (제, 개정)	고시	비고
1972.2.8.	노동청예규 제 102호	“유해물질 허용농도 및 동측정요령”제정 당시 동 예규에 57종의 유해물질과 분진, 소음, 온도에 대해 허용농도를 규정 - 근로자의 보건관리 규칙으로 하여 예규 별 표에 별도 규정
1983. 1.20 (제정)	노동부고시 제1호	1983년 “작업환경측정방법”제정 당시 동 고시 내에 총 50종에 대한 허용농도 규정 - 유기용제 16종, 특정화학물질 31종 및 소음, 분진, 납
1986.12.22 (제정)	노동부고시 제86-45호	“작업환경측정방법”중 “유해물질의 허용농도”를 분리하여 별도 고시(‘83년의 허용농도 규정을 보완)
1988.12.23 (1차 개정)	노동부고시 제91-21호	“원진레이온근로자 이황화탄소중독사건”을 비롯 유기용제, 중금속등 유해물질에 의한 직업병이 크게 사회문제화 된 것을 계기로 유해물질 173종을 추가로 규정
1991.3.30 (2차 개정)	노동부고시 제97-65호	“작업환경측정법”의 개정과 함께 “유해물질의 허용농도”도 개정하였으나 697종에 대한 허용농도는 변화 없음
1998.1.5 (3차 개정)	노동부고시 제97-65호	- 산업안전보건법 제42종의 작업환경측정의 평가기준으로 사용하기 위해 유해물질의 허용농도를 화학물질 및 물리적인자의 노출기준으로 용어를 변경하였으며 2-브로모프로판의 실험결과 생식독성물질임이 밝혀짐에 따라 동물질의 노출기준을 추가 - 나머지 물질에 대해서는 변화없음
2002.2.4 (4차 개정)	노동부고시 제2002-2호	석면 2개/cm³ → 0.1개/cm³
2002.5.6 (5차 개정)	노동부고시 제2002-8호	벤젠 10ppm → 1ppm

6. 취급근로자 건강장해예방 지침

가. 유해공정별 작업환경관리요령

(1) 박리조 공정

자동화된 공정은 박리조(그림 20)를 항상 완전 밀폐하고 박리조의 개폐시에 노출이 가능하므로 개폐구에 국소환기 설비를 하여 노출을 줄이도록 한다. 간헐적으로 박리조의 고장, 수리, 부품 교체시에 고농도로 노출이 가능하므로 박리조는 충분히 환기한 후 작업을 하도록 한다. 박리조의 용제를 보충할 때(그림 21)는 노출량이 클 수 있으므로 같이 그림 21과 같이 보호구를 착용한 상태에서 작업해야 하며 투입구 전면에 이동형 환기 설비(그림 22)를 하여 노출을 줄인다.



그림 20 박리조



그림 21 용제 보충

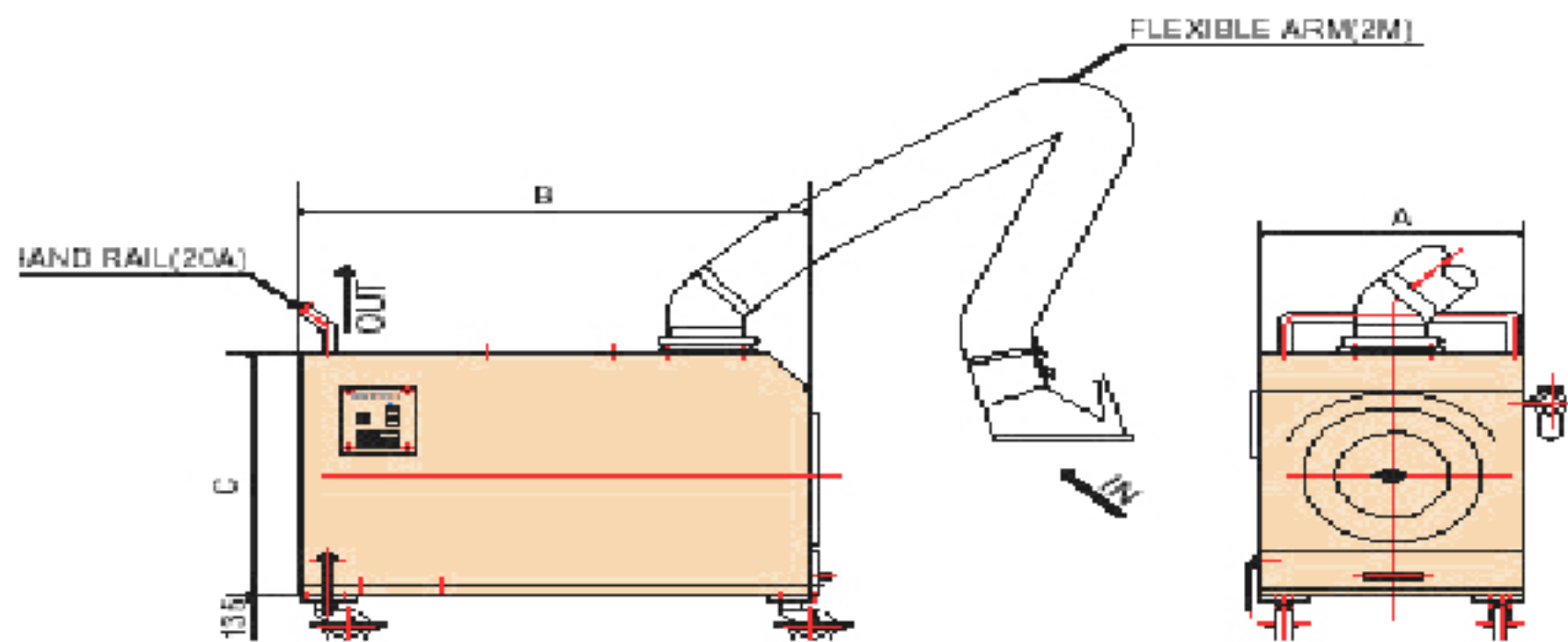


그림 22 이동형 국소배기장치

(2) 화학공정

유해작업장소에는 국소배기장치 설치를 원칙으로 하되, 국소배기 후에도 작업환경중의 유해물질농도가 허용기준을 초과할 우려가 있거나 상당수준에 있을 때 필요환기량을 계산하고 그에 맞는 배풍기 및 송풍기를 오염원과 가까운 곳에 설치하는 전체환기를 보조적으로 운영하는 것이 필요하다.

가) 원재료의 저장

저장창고 및 저장장소는 작업자가 상주하는 지역이 아니므로 폭로가 적어 별문제가 없으나 이런 지역에서는 단일 유기용제에 의한 폭로 뿐 만 아니라 복합유기용제에 의한 폭로까지도 고려해야 한다.

나) 계량 및 준비

액체 및 고체원료를 계량하는 작업준비장소에서는 부스식 환기시설을 설치 이용해야만 유기용제 증기의 폭로를 최소한으로 줄일 수 있다. 이공정은 지속적으로 작업이 수행되지는 않지만 유기용제의 과도한 노출이 예상되므로 호흡용 보호구를 준비하여 작업 중에는 반드시 착용 후 실시하도록 한다.

다) 혼합 및 분산

혼합 및 분산 공정에서 효과적으로 작업자 폭로를 관리하기 위해서는 믹서기 및 분산장치의 개구부 등에 환기장치를 하고 후드 유입부는 유해물질을 적절히 배기시킬 수 있도록 설치되어야 한다.

라) 반응공정

반응기 가스배출구를 이용한 포위식 국소배기장치의 경우 가스배출구에 댐퍼를 설치하여 원료투입시와 반응시의 배출량을 적절하게 조절하여야 하며, 공정상 가능한 경우 반응기 내부에 Shower nozzle을 장착하여 비중이 아주 작은 물질 투입시 손실되는 양을 감소시키고 유해물질의 노출을 최대한 억제하는 것이 바람직하다. 반응기의 상부가 개방된 것은 밀폐형으로 개조하여 반응도중 발생할 우려가 있는 반응액 증기 및 유해가스가 작업장 내로 확산되는 것을 방지한다. 반응기 하부에 샘플링 배관(밸브부착)을 반응상태 점검시 반응기 상부의 뚜껑을 열지 않고, 반응액을 샘플링 할 수 있는 구조로 한다.

마) 충전 및 포장

용기 및 드럼에 채우는 충전부에 포위식 국소배기장치를 설치하여 노출농도를 감소시킬 수 있다.

바) 기타

사용한 용기 및 탱크 세척시 유기용제에 의한 노출을 줄이기 위해서는 외부식 원형 국소배기장치를 설치하여 작업에 임하도록 하는 것이 바람직하다. 그리고 탱크 세척시 보통 용제가 아닌 무독성 또는 저독성 세척제나 순수를 사용하는 것이 안전하다.

나. 유해물질 안전취급요령

DEAE는 산업안전보건규칙 별표 11의 3의 작업환경측정대상 유해인자(제93조제1항관련)이므로 DEAE를 사용하는 작업장은 주기적으로 또는 필요한 시기에 작업환경측정을 통해 근로자의 노출수준, 작업환경 농도를 파악하여 노출기준 미만으로 유지되고 있는지를 확인하고 노출기준을 초과하는 상황이라면 기준미만 또는 최소한으로 노출수준을 낮출 수 있도록 개선조치를 취하여야 한다. 개선 후에는 노출상태가 기준에 적합한지 감소가 되었는지 확인하도록 한다.

DEAE를 사용하는 작업 장소는 국소배기장치 설치를 원칙으로 하되, 국소배기 후에도 작업환경중의 허용기준을 초과할 우려가 있거나 상당 수준에 있을 때 필요 환기량을 계산하고 그에 맞는 배풍기 및 송풍기를 오염원과 가까운 곳에 설치하는 전체환기를 보조적

으로 운영하는 것이 필요하다.

(1) 세척장치

작업장 가까운 곳에 분수식 눈 세척시설(그림 24, 25) 및 비상세척설비(샤워식)(그림 23)를 설치해야 한다.



그림 24 이동식 눈 세안기



그림 25 분수식 눈 세척시설



그림 23 비상세척장치(샤워식)

(2) 개인보호구

DEAE를 취급하는 작업을 할 때는 부틸고무나 니트릴 재질로 된 내화학성 보호의와 장갑을 착용하여야 한다. 부틸고무는 탄화수소나 염화 유기용제에 약하므로 취급시 주의하여야 한다. 니트릴 고무는 벤젠, Methylene chloride, Tric-hlorethylene, Keton에 약하므로 위와 같은 물질을 함께 취급 시에는 주의하여야 한다. 보호의(그림 26)나 장갑(그림 27)은 착용하기 전에는 절단이나 찢어진 자리

또는 구멍, 변색 등이 없는지 확인하여야 하며 장갑은 옷소매 속에 넣어서 착용하는 것이 좋다. 글리시돌 취급 작업 후 장갑을 벗기 전에 장갑을 비누와 물로 씻고 장갑을 벗는 것이 좋다. 공기 여과식 또는 방독마스크(유기용제용)를 사용한다.



그림 26 내화학성 보호의



그림 27 내화학성 안전장갑

다. 응급조치요령

(1) 흡입

공기 중의 DEAE를 흡입했을 경우 부작용이 발생하면, 오염되지 않은 지역으로 이동시켜야 한다. 호흡을 하지 않을 경우 인공호흡을 실시하고 즉시 의사의 치료를 받도록 한다.

(2) 피부접촉

오염된 의복 및 신발을 제거하고 접촉된 부위는 15분 이상 비누와 물로 씻도록 한다. 필요시 의사의 치료를 받도록 한다. 오염된 의복 및 신발은 재사용 전에 철저히 건조시키고 세탁하고 오염된 신발을 파기한다.

(3) 눈 접촉

많은 양의 물을 사용하여 15분 이상 눈을 세척하고 곧바로 의사의 치료를 받도록 한다.

(4) 섭취

많은 양의 물 또는 우유를 공급하도록 하며 구토를 하면, 구토물

이 기도를 막는 것을 방지하기 위하여 머리를 둔부보다 낮추는 것이 좋다. 만약 사람이 의식 불명이면 머리를 옆으로 돌리게 하는 것이 좋다. 응급조치 후 즉시 의사의 치료를 받도록 한다.

라. 유해물질 저장·보관방법

항상 잘 알아볼 수 있도록 정리·보관해야 하며 약품, 식품, 시료 및 첨가제 등과 혼동될 가능성이 있으므로 근접한 곳에 보관하지 않는다. 작업장 내부에 저장할 때에는 누출·방출 또는 발산되지 않도록 마개가 있는 견고한 용기를 사용하며 용기를 개방하여 사용하는 경우에는 개방부위의 면적을 최소화 할 수 있는 용기를 사용한다. 용기는 저장하는 경우에는 온도의 상승에 따라 팽창하여 밖으로 나오지 않도록 2.5%이상의 공간을 유지하여 밀폐하고 직사광이 직접 닿지 않으며 통풍이 좋고 서늘한 장소에 저장한다. 만약 DEAE가 누출되었을 경우 누출된 물질을 만지지 말고 작업자가 위험없이 누출을 중단시킬 수 있으면 중단 시키고 물 분무를 사용하여 증기의 발생을 감소시키도록 한다. 또한 누출 등의 사고로 작업자가 중독될 위험이 있으면 즉시 작업을 중지하고 작업자는 안전한 장소로 대피하여야 하며 대피시에는 공기여과식 대피용 공기호흡기를 착용하여야 한다. 작업장에는 비상사태에 대비하여 항상 보호구를 보관해놓도록 한다.