

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

유해물질 산업보건 편람

□ 디아니시딘(Dianisidine)

2005. 12

연 구 기 관 연 세 대 학 교
연구책임자 노 재 훈



목 차

1. 물질의 특성	1
2. 취급현황	3
3. 동물에 있어서의 영향	13
4. 인체영향	14
5. 각국의 노출기준 요약 및 해설	16
6. 취급근로자 건강장해예방 지침	26

표 목 차

<표 5-1> 디아니시단의 대한 각국의 노출기준	17
<표 9-1> 국소배기장치의 제어풍속	27
<표 9-2> 국소배기장치의 이상원인 및 대책	29

그 립 목 차

[그림 2-1] 우리나라의 디아니시딘 연간 수출, 수입량 추이	3
[그림 2-2] 아조 염료의 제조공정	6
[그림 2-3] 아조 염료의 반응장치	7
[그림 2-4] Azo 안료제조공정	12
[그림 9-1]> 포장공정용 Push-Pull형 후드	30
[그림 9-2] 포장공정용 부스 형 후드	30
[그림 9-3] 포장공정용 포위 식 커버 형 후드	31
[그림 9-4] 안료 수동포장 공정	32
[그림 9-5] 수동포장 공정에서 분진 비산을 최소화한 공정 모습 ..	33
[그림 9-6] 반응기에서 유해물질이 배출되는 것을 대비한 후드설비	34
[그림 9-7] 이동가능한 후드 예	35
[그림 9-8] 이동배기 후드	35
[그림 9-9] 투입공정용 외부식 장방형 후드	36
[그림 9-10] 후드설비가 되어 있지 않은 디아니시딘 투입공정	36
[그림 9-11] 투입공정 상부에 설치된 국소배기설비	37
[그림 9-12] 국소배기 유속점검	38
[그림 9-13] 원료의 반자동 투입작업	38
[그림 9-14] 부원료 투입공정에 설치된 후드	39

1. 물질의 특성

가. 물질의 개요

(1) 한글물질명

디아니시딘

(2) 영문물질명(IUPAC명, CA명)

3,3'-dimethoxy[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamine

(3) 이명(異名)

(1,1'-비페닐)-4,4'-디아민, 3,3'-디메톡시, 3,3'-dianisidine,

3,3'-Dimethoxy-1,1'-Biphenyl-4,4'-Diamine,

3,3'-dimethoxy-4,4'-diaminobiphenyl, 3,3'-dimethoxybenzidine

4,4'-diamino-3,3'-biphenyldiol dimethyl ether

4,4'-diamino-3,3'-dimethoxybiphenyl

디아니스딘, 4,4'-디아미노-3,3'-디메톡시탈페닐, 디아셀,

블루 B 염기, 아마셀, 아조엔 블루 염기, 아세트아민 디아조

아세트아민 디아조 블랙, 아조겐 블루 B, 블루 염기

acetamine diazo black rd, acetamine diazo navy rd

amacel developed navy sd, azoene fast blue base

azogene fast blue b, blue base irga b, blue base nb

Blue Base, blue bn base, brentamine fast blue b base

C.I. azoic diazo component 48, C.I. Disperse Black 6; DMOB

cellitazol b, cellitazol bn, CI 24110, CI AZIOC 디아조 성분 48

diacel navy dc, diacelliton fast grey g, dianisidine

diato blue base b, diazo fast blue b, Fast Blue

fast blue b base, fast blue dsc base, hiltonil fast blue b base

kayaku blue b base, lake blue b base

meisei teryl diazo blue hr, mitsui blue b base

naphthanil blue b base, neutrosel navy bn

o,o'-dianisidine; o-dianisidine, O-디아니스딘,

(4) CAS번호

119-90-4

(5) 외관

무채색, 자주색 고체

(6) 냄새

없음

(7) 기타

유해폐기물 번호 : U019

나. 물리적 성상

(1)분자량 : 244.29

(2) 비중 : 없음

(3) 어는점 : 없음

(4) 끓는점 : 없음

(5) 증기압 : 없음

(6) 증기밀도 : 8.43 (air= 1)

(7) pH : 없음

(8) 점도 :

(9) 용해도 : 25 ℃에서 60 mg/l, 알코올, 벤젠, 에테르에 용해

(10) 옥탄올/물 분배계수 : log Kow = 1.81

(11) 증발률 : 없음

(12) 냄새의 서한도 : 없음

다. 화학적 성상

(1) 인화점 : 206℃(closed cup)

(2) 자연발화점 : 없음

(3) 폭발성 : 미세한 분진의 형태로 존재시 경미한 화재 위험이 있음.

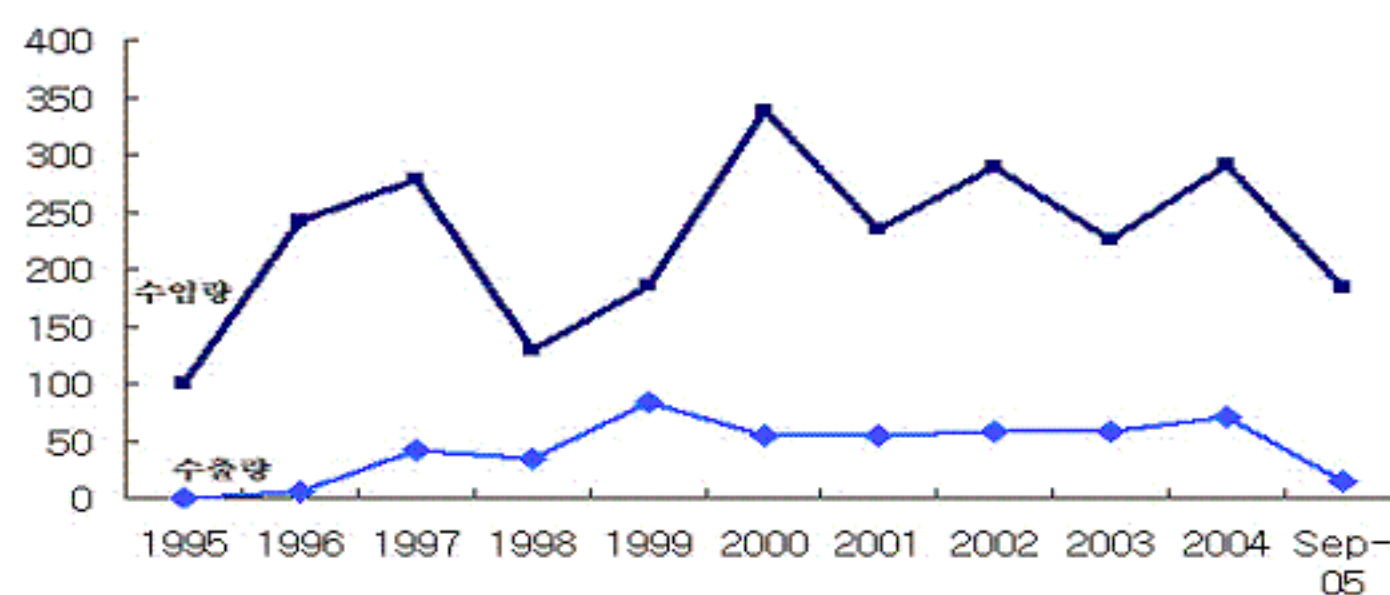
- (4) 반응성 : 상온 상압에서 안정함.
- (5) 피해야할 물질 : 열, 화염, 스파크 및 기타 점화원을 피할 것
- (6) 유해분해산물 : 탄소 산화물, 질소 (Lewis, R.J.1996)
- (7) 소화제 : 입자상 분말 소화약제, 이산화탄소, 물, 일반적인 포말
- (8) 혼합금지물질 : 산화제

2. 취급현황

가. 제조 또는 사용현황

국내에서 디아니시딘을 직접 제조하는 사업장은 없으며 아조계 유기안료를 제조하는 공정에서 디아니시딘을 이용하여 아조계 유기안료를 생산하고 있다.

국내의 유통량에 대한 자료가 발표된 것은 없으며 관세청의 수출·입 통계 자료를 참조하여 유통량을 조사하였다. 조사 자료에서는 수출, 수입 통계자료가 달러(\$로 제시하고 있어 양(톤)으로 환산하였다. 본 통계자료는 “디아니시딘과 그 염”에 대한 자료로 순수한 디아니시딘은 제시하는 자료보다 적을 것으로 생각된다(그림 2-1).



[그림 2-1] 우리나라의 디아니시딘 연간 수출, 수입량 추이
참고자료: 관세청 통관종합서비스

나. 발생원 및 발생과정

(1) 아조염료 및 안료의 제조

아조염료는 모든 염료 종류에 있어서 많이 사용되고 있기 때문에 가장 중요한 염료로 평가된다. 아조염료의 생산량이 가장 많으며 다른 염료계에 대해 개발에 많은 노력을 기울여 왔다. 즉, 산성염료, 염기성염료, 직접염료, 분산염료 및 반응성염료에 있어서 아조염료가 발색제로 사용된다. 아조기를 기본으로 하는 염료는 황녹색에서부터 흑색까지 모든 범위에 걸쳐 원하는 색상을 얻을 수 있으며, 응용 면에 있어서도 천연섬유 및 합성섬유에 아조염료계를 적용할 수 있다. 지난 30년에 걸쳐서 제품의 개발은 반응성염료 및 분산염료 부분에 맞추어져 왔으나 현재에는 산성염료에 대하여서도 많은 연구의 관심이 이루어지고 있다.

대략 2000여종의 아조염료는 다음과 같이 세분화될 수 있다. 즉 monoazo(850종), disazo(850종), trisazo 및 complex azo(340종) 등의 염료로 분류될 수 있다. 이들 중 많은 부분이 사용되지 않기도 하며 중요하게 사용되지만 계통적으로 분류 및 등록되지 않은 염료들도 있다. 아조 염료의 제조에 있어서는 diazo 성분, tetrazo 성분 및 coupling 성분이 합성과정에 있어서 중요한 중간체가 되며 기본적인 제조공정은 현재까지 변화되지 않고 기존의 방법을 적용하고 있다. 1차 arylamine(diazo component)을 염산과 sodium nitrite로 처리하고 얻어진 디아조염을 커플링성분(방향족 아민 혹은 하이드록시 화합물)과 반응시켜 아조 염료를 얻는 공정이다. Disazo 및 polyazo 염료의 경우에는 출발물질로서 diamine과 다기능 커플링성분을 사용하거나 아미노 아조 화합물을 사용하여 공정을 반복함으로써 염료를 제조한다.

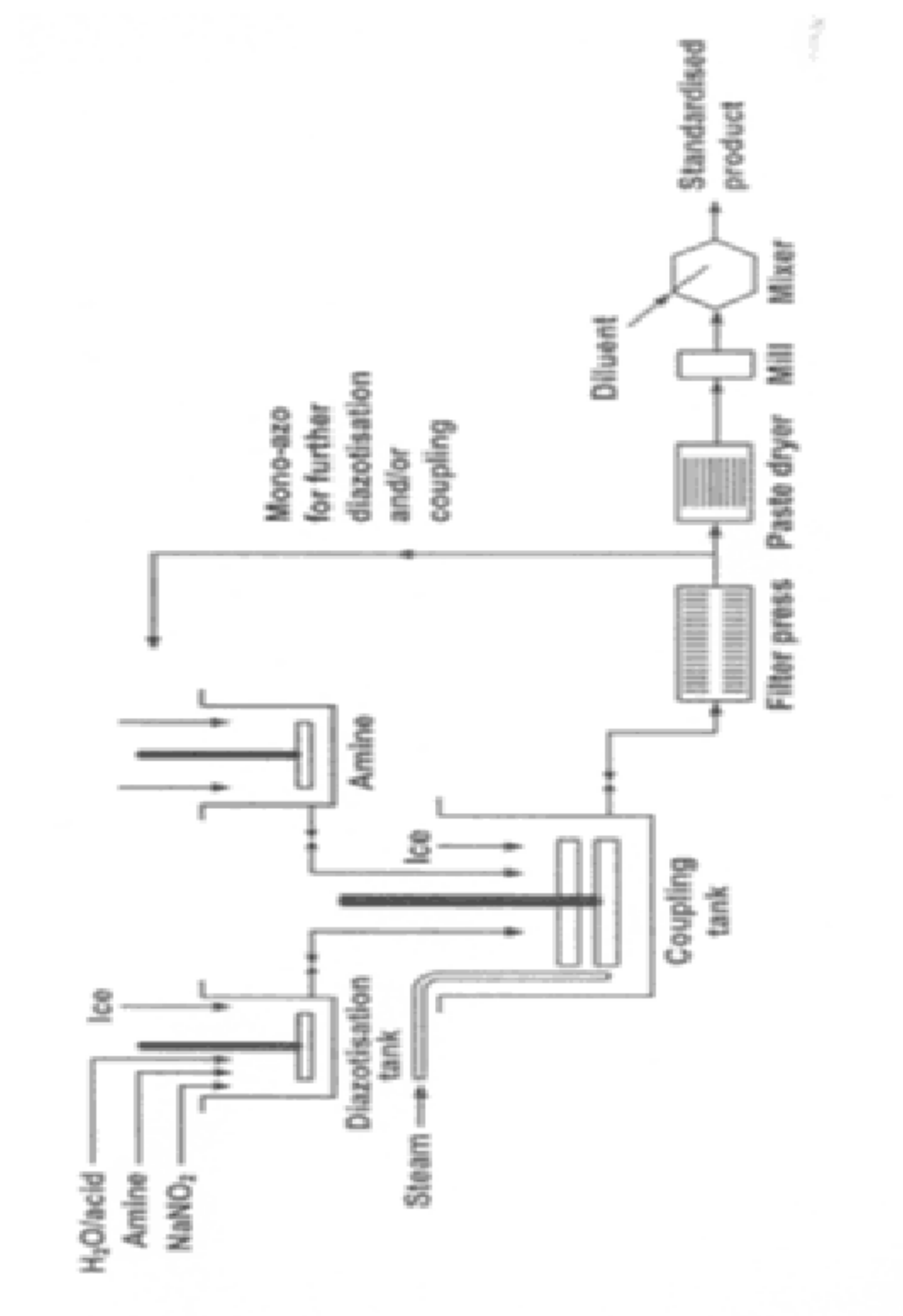
제조 공정상의 혁신도 제조장치의 개발에 따라서 개선되었다. 즉, 새로운 소재를 이용한 제조 장치를 만들고 제조과정 전체에 걸쳐서 공정을 제어함으로써 염료제조의 공정혁신도 가능해졌다. 대부분의 디아조화 반응 및 커플링 반응은 온화한 반응조건에서 물을 매체로 하여 이루어지므로 중간체 제조의 단위공정반응에 비해서는 제조공정이 간단하다. 상압에서도 제조 가능하여 오래전에는 나무로 만들어진 반응 용기를 사용하기도 했으나 현재에는 고무나 철제를 이용한 용기로 바뀌어졌다. 그림 2-2에 전형적인 아조염료의 합성 공정

도를 나타내었다.

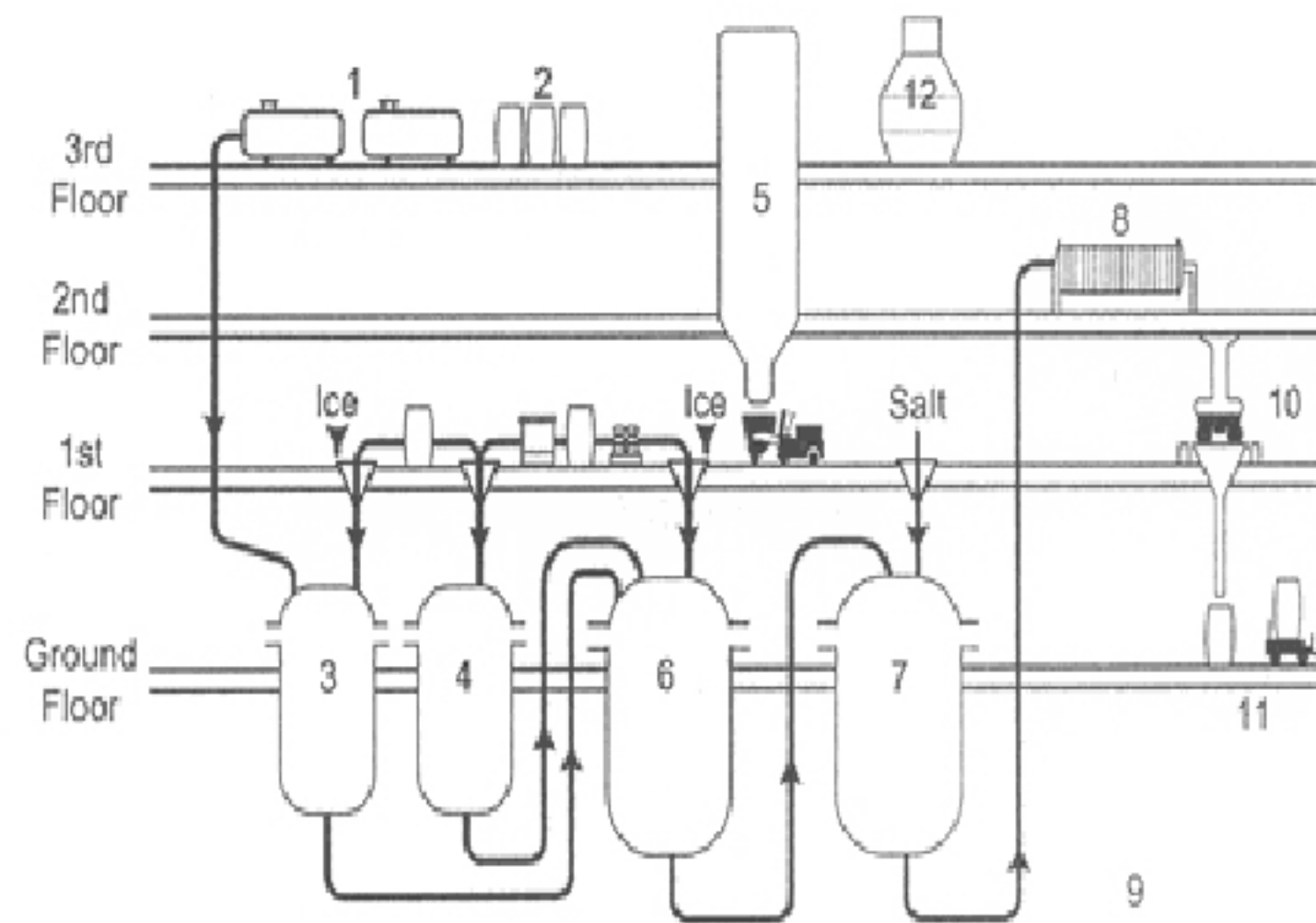
제조공정에 있어서는 혼합, pH, 온도가 중요한 요소이며 각 염료의 제조에 있어서 최적조건들이 각각 확립되어 있다. 교반과정은 소형의 제조 용기를 사용했던 과거의 경험적인 수준에서 벗어나 대용량의 디아조화 성분 또는 커플링 성분의 교반 및 혼합에 사용될 수 있도록 제조공정이 개발되었다. pH paper의 사용에서 pH meter로 전환되어 자동적인 pH 제어가 가능해졌고 pH가 감소되면 필요한 만큼의 산 또는 알칼리가 자동 투입되어 최적 조건하에서 제조공정이 진행될 수 있도록 프로그램 되었다. 이러한 pH 제어 및 디아조 성분/커플링 성분의 혼합에 대한 복합적인 중요성이 인식되면서 염료제조 기술이 비약적으로 발전하였다.

종래의 온도 조절의 방식은 디아조화 과정 및 커플링 반응 단계에 있어서 열을 사용하여 저온을 유지하거나 또는 생성되어진 염료의 석출단계에 적절한 온도를 맞추기 위하여 스팀증기를 사용하였다. 그러나 이러한 부분에 있어서도 수동적인 작업을 개선하기 위하여 열을 제조 설비와 자동 운반 시스템이 도입되어 온도의 세밀한 조절이 가능하도록 발전하였다.

현재 아조염료 생산 공장에 있어서 대표적인 제조공정도를 그림 2-3에 나타내었다.



[그림 2-2] 아조 염료의 제조공정



- | | |
|---|--|
| 1 - Storage tanks for liquid starting materials | 7 - Isolation vessel |
| 2 - Storage drums for solid starting materials | 8 - Filter presses |
| 3 - Diazotisation vessel | 9 - Filtrate to waste liquor treatment plant |
| 4 - Coupling component vessel | 10 - Dryers |
| 5 - Ice machine | 11 - Emptying of dyestuffs to go to the mill |
| 6 - Coupling vessel | 12 - Outgoing air purification plant |

[그림 2-3] 아조 염료의 반응장치

(2) 염료제조 단위공정

일반적으로 염료제조를 위한 단위공정은 염료의 분쇄, 건조, 결정화, 여과, 용매의 증발 등으로 나눌 수 있다. 제조공장은 반응장치, 여과장치, 건조장치 등의 공정장치 등을 구비하고 있으며 이러한 장치를 이용하여 각 단계별로 적절한 염료제조의 단위 조작을 수행하고 있다.

지난 반세기 동안 염료제조공정은 염료 합성기술 자체보다 더욱 발전해 왔으며, 이러한 급격한 발전의 요인은 새로운 제조장치의 응용 및 컴퓨터를 이용한 반응조절로 수동적인 작업의 감소와 더불어 더욱 균일한 제품생산 및 품질향상이 가능하였기 때문이다. 이러한 단위공정은 각각 분리되어 진행되는 것보다는 모든 공정이 서

로 연관되어 제품 생산이 이루어지며 가장 일반적으로 다음과 같은 순서로 진행된다. 즉 원료물질 투입(materials charging)-반응 교반(reaction, agitation)-여과(filteration)-건조(drying)-분쇄(grinding)의 순서로 제조된다.

가) 반응물 투입공정 (Material charging)

염료제조 장치 중 가장 앞 단계에 위치한 부분으로 선택적으로 반응물을 투입한다.

액상 혹은 고상반응물을 투입하는 장치는 반응기에 연결되어 있으며 반응 중 원료의 투입이나 공정상 요인들을 측정하기 위하여 반응기 내부가 들여다보이는 형태의 반응기가 많이 사용된다. 고체상태의 화합물을 반응기에 투입할 경우에는 정전기에 의한 문제점이 발생할 수 있으며 휘발성 액체를 투입할 경우에는 특별한 주의가 요구된다. 페이스트 상태의 원료 물질을 투입할 경우에는 액체나 고체원료 물질 보다 용이하지 않으며 정확한 양을 투입하기가 어렵다. 또한 많은 반응 시약들은 특별한 취급 및 주의가 요구되기 때문에 각 공정상 세밀한 관찰이 요구된다. 예를 들어 nitric acid, oleum, chlorosulfonic acid 등은 공정 장치 및 장치의 배기 등을 고려한 장치의 구성이 필요하다. 가스상 물질의 투입도 마찬가지로 세심한 주의가 요구된다. Sulfur dioxide의 경우에 간단한 알칼리 흡수장치가 요구되기도 하며 hydrogen chloride와 같은 산성가스의 경우에는 분무 등을 형성할 수도 있기 때문에 더욱 복잡한 장치의 구성이 필요하다.

나) 반응 및 교반

지금까지 기술한 중간체 및 염료의 제조공정에 있어서는 대개 교반장치가 부착된 반응조의 형태로 반응이 이루어진다. 반응조는 1000~45,000L의 용량으로 철, 스테인리스 및 에나멜 코팅된 여러 종류의 금속류로 만들어진다. 특별한 목적으로 티타늄합금을 이용하기도 하지만 이의 사용은 매우 드물다. 반응기 혹은 반응조에는 공정에 필요한 교반, 가열 및 냉각장치 등을 갖추고 있으며 어떤 경우에는 발생기체를 응축할 수 있는 컨덴서를 포함한 배기 장치 또한 갖추고 있다. 그리고 반응에 따른 온도, 압력 및 pH를 조절할 수 있는 제어장치도 시스템화 되어있다.

교반과정은 혼합물의 최적 반응 상태에서 점도, 분산조건 그리고 열적조건 등을 고려해야 하기 때문에 세심한 주의가 요구된다. 고속 및 저속 교반이 각각의 필요한 경우에 선택되어 사용되어진다. 그림3-10에서 두 가지 기본적인 저속 교반용 paddle 및 anchor 와 고속 교반용 impeller를 나타냈다. 이들 교반타입은 open- 및 closed-반응장치에 모두 용이하게 사용될 수 있다.

다) 여과

반응기 내에서 제조되어진 고체-액체의 혼합상에서 생산물을 여과하여 고체성분으로 분리하는 과정이다. 균일하고 재현성 있는 최종성분을 얻기 위해서는 반응기내에서 합성되어진 고체성분을 결정화하는데 세심한 주의를 기울여야 한다. 일반적으로 고체의 서스펜션 상태는 용액 내에서 1~10% 정도가 고체상태로 존재하며, 이 정도의 범위에서 합성되어진 고체가 적절한 서스펜션 상태를 유지할 수 있다.

합성된 염료 성분이 고체형태로 만들어질 때 문제점 중의 하나는 동일한 여과공정 중 결정화된 여러 성분이 동시에 여과되면 함께 얻어진 불순물의 분리 문제가 야기 되는 것이다. 여과장치의 선택은 여과장치의 용량과 함께 생성물의 성상을 고려하여 결정된다. 다음과 같은 여러 종류의 여과장치를 이용하여 생성물의 고체상을 얻는다.

- Nutsch filters (vacuum filters)
- Press filters
- Filter presses
- Contrifuges

① Nutsch filters

가장 간단한 형태의 고정식 필터타입으로 중력에 의해 여과하거나 진공상태를 만들어 여과성능을 촉진하는 형태이다. 이 형태의 필터는 여과구멍을 가진 기본구조에 여과지를 놓고 고체상이 포함된 슬러리를 부어 필터케익, 즉 제조된 염료 고체상을 얻는 방식이다.

필터 매체는 제직된 섬유직물 혹은 다공의 세라믹 타일을 사용하기도 한다. 후자의 경우는 1 μ m의 사이즈까지 파티클의 여과가 가능

하며 섬유질물의 경우에는 10 μ m의 크기까지 여과할 수 있다. 하지만 현재는 매우 우수한 여과지가 개발 보급되어 널리 사용된다.

② Pressure filters

이 형태의 여과장치는 닫힌 형태의 Nutsch 필터와 유사하며 Nutsch 필터의 경우에는 여과 방향의 아래쪽에서 감압되는 형태로 진행되는 것에 반하여 필터의 위쪽에서 압력을 가하여 여과하는 방법이다. 이 방법에서는 용매 및 생성 기체를 외부 방출을 방지할 수 있고 기계적 힘으로써 작동되는 일체형의 여과장치이다.

③ Filter press

고정식 필터장치로서 Nutsch와 유사한 용도로 사용되며 가장 다용도로 사용될 수 있는 장치로서 많은 양의 여과 및 수세에 사용되어 경제적인 면에서 장점을 가지고 있다. 일반적인 형태는 polypropylene 혹은 고무로 커버된 plate와 frame을 사용하는 장치로서 기존의 나무를 이용한 방법에서 발전되어 왔다.

④ Centrifuges

이 여과 방식은 고체상의 염료가 제거되는 방식에 따라 구분되며 고체 케익이 용기의 내벽에 남는 형태로 수동 혹은 자동으로 제거한다.

라) 건조

건조공정은 에너지 비용 면에서 상당한 부분을 차지하며 여과과정으로부터 생산되는 염료 페이스트를 건조하기 위해서 반드시 수반되어야 하는 공정이다. 대체로 염료 페이스트의 수분함량은 20~80% 정도의 범위로 생성되는 염료마다 차이를 보인다. 건조 장치를 결정하는 주요한 요인은 다음과 같다.

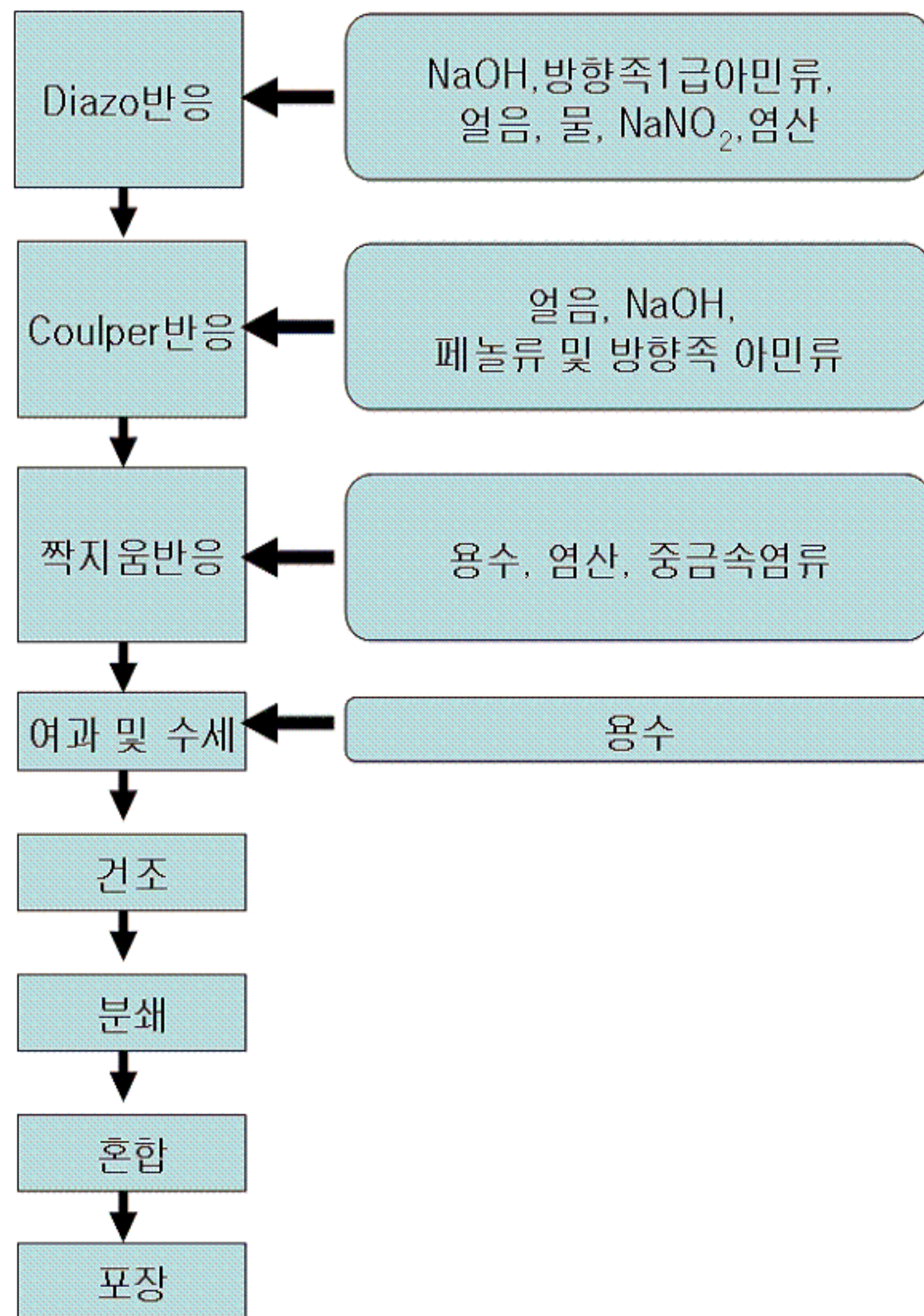
또한 다음과 같은 건조장치 타입이 이용되고 있다.

- Ovens
- Agitated vacuum dryers
- Filter dryers
- Spray dryers
- Drum dryers

마) 분쇄

염료의 입자크기를 줄이기 위해서는 여러 방법들이 사용되며, 이러한 공정을 분쇄(grinding, milling) 과정으로 부르고 있다. 그라인딩은 상당히 많은 먼지들이 발생하기 때문에 이러한 문제들을 잘 조절할 수 있는 방법도 함께 고려하여야 한다. 그라인딩은 오븐 건조방식을 이용하여 건조한 염료생성물에 반드시 수반되는 공정이며 연속공정에 의한 건조방식에 있어서는 필요치 않다. 회전 혹은 진동으로 작동하는 속이 빈 실린더에 경질의 ball로 충전하여 사용하는 볼밀(ball mill)은 생성물의 제거 때문에 그리고 건조 상태의 그라인딩은 다량의 먼지 발생으로 인하여 상당히 제한적으로 사용된다. 수분을 함유한 상태의 밀링공정이 중요하며 현재 안료 및 분산 염료의 제품화 가공에 널리 사용된다. 볼밀공정은 현재 sand 혹은 bead mill 공정으로 대체되어 사용되어진다.

아조계 유기안료를 생산하는 공정에서 발생하며 주 발생원은 디아니시딘을 투입하는 공정에서 노출 될 가능성이 크다. 일반적인 아조계 안료 제조 공정에서 디아니시딘의 사용 공정은 유기안료에서 불용성 아조안료에 속한다.



[그림2-4] Azo 안료제조과정

다. 노출경로

주로 분진형태로 호흡기 및 피부를 통해 흡수된다

3. 동물에 있어서의 영향

개를 대상으로 600 mg/kg을 경구 투여 시 영향이 보고 되지 않았으며 쥐를 대상으로 1,920 mg/kg을 경구 투여 시에도 아무런 영향이 없었다. 쥐를 대상으로 960 mg/kg을 경구 투여 시 간, 신장, 방광 등에 변화가 있었다.

쥐에 대한 LD50(경구)는 1920 mg/kg 이고 하루에 250 mg/kg씩 14일간 반복 투여후 신장에 변화가 생겼고 하루 50 mg/kg이하로 투여시에는 아무 변화가 없었다. 1:10으로 희석된 디아니시딘은 피부와 눈에 자극을 주지 않았다.

디아니시딘은 아세톤 용해액을 배합한 도포한 후 쥐의 피부를 통해 흡수되었다. 처음 도포량의 29%가 24시간 후에 사라졌다. 조직과 노폐물에서 발견되었다(Shah, 1983)

디아니시딘은 쥐의 체내에서 빠른 속도로 대사된다. C14 labeled 디아니시딘의 정맥주입후 30분 경과 후 2% 이하 만이 다시 발견되었다. (나머지는 대사되었다.) 막대한 담즙 분비로 인해 50% 정도가 소화관 내에 축적된다. 정맥내 주입 혹은 구강 복용 3일 후 50%의 방사성 동위 원소 라벨된 물질이 대변으로 배설되었고 30-40%가 소변으로 배설되었고 남아있는 양의 45%는 간에서 대사된 물질의 형태로 발견되었다(Rodgers, 1983)

1954년, 실험실 연구결과 피부가 benzidine의 주요 흡수 경로임이 밝혀졌다. Benzidine의 염산과의 화합물이 피부를 통해 흡수 가능하다(ACGIH, 1986).

Benzidine의 피부흡수가 쥐를 이용하여 연구되었다. 방사선 동위원소 benzidine, 디아니시딘, 3,3'-dichlorobenzidine이 1mg/kg의 용량으로 도포되었다. 심장, 비장, 신장, 지방, 방광, 귀, 골수, 뇌, 근육, 위장은 0.1% 이하의 방사성 활성을 보였다. 혈액농도는 0.1-0.5% 였다. 소변과 대변에서의 배설량은 처음 8시간 동안은 미량이었지만 24시간 경과 시에는 전체 투여량의10-20% 까지 증

가하였다. Benzidine과 3,3'-dichlorobenzidine의 경우 24시간 후 도포 부위에서는 50%정도까지 도포량이 사라졌다. 디아니시딘의 경우 흡수는 약간 느렸는데 29%흡수되었다. 세가지 물질들은 상처없는 건강한 포유류의 피부를 통해서 흡수되었다(Shah, 1983).

디아니시딘은 동물 실험연구에서 많은 발암성의 충분한 증거를 기초로 사람에게 대한 발암성이 가능한 물질로 분류되었다. 디아니시딘은 쥐의 여러 장기에서 양성이나 악성 암의 발생률을 증가시켰다(IQRC 1974; NTP 1990,1998) 암,수 쥐에게 위관 삽입하여 디아니시딘을 주입했을 때 다양한 부위에서 소장암(악성종), 피부암(악성종), 방광암(유두종)같은 종양이 발생하였다. 쥐에게 디아니시딘을 섭취 시켰을 때, 위의 입구에 암(유두종) 발생률이 증가하였다. 디아니시딘의 디하이드로클로라이드염을 암,수 쥐에게 물에 섞여 먹었을 때, 간암(신생 혹과 간세포종), 대장암(샘양종과 샘암종), 피부암(기저세포샘양종과 악성종), 구강암(편평세포 유두종과 악성종)이 관찰되었다. 수컷 쥐는 음경꺼풀샘종, 소장암(샘양종), 종피종 발생률이 증가하였고, 암쥐에서는 음핵샘암(샘양종), 유선암(샘양종), 자궁암과 자궁경부암(샘양종)이 증가하였다(NTP 1990). 동물에 대한 발암성은 충분한(sufficient) 것으로 보고되었는데 오르토-디아니시딘의 구강 투여에 의하여 랫트의 여러 부위(방광, 소장, 피부, Zymbal 선)에서 종양이 발생하였고 햄스터에서는 전위 유두암(forestomach papillomas)이 발생하였다.

4. 인체 영향

가. 인체 영향

사람에서 디아니시딘 노출과 암 발생에 대한 의미 있는 연구가 보고된 것은 없다. 디아니시딘에 노출된 근로자를 대상으로 한 암 연구도 역학적인 연구로 시행되지 않았다. 이 물질에 노출되는 대부분의 근로자들은 벤지딘이나, 다른 관련된 아민에도 동시에 노출되는데, 이것은 사람의 방광암 발생과 강한 연관성이 있다(IARC 1974,1982,1987).

벤지딘이 사용되는 공장에서 동일하게 취급되므로 벤지딘에 의한 방광암 위험성을 증가시키는데 영향을 미치는 것으로 관찰되었다.

하지만 직업적으로 발생한 방광암에 대해 기록하고 있는 USSR의 어떠한 사례에서도 오르토-디아니시딘 물질 단독만으로 암을 발생시키지 않았던 것으로 밝혀졌다. NTP는의 경우는 3,3'-Dimethoxybenzidine의 발암성에 대해 Third Annual Report on Carcinogen(1983년)에서 처음으로 기록하였고, 이후 2000년도에 “reasonably anticipated to be a human carcinogen”(NTP 2000)으로 규정하였다.

디아니시딘 염산염(o-dianisidine dihydrochloride)의 공기중 노출에 의해 사람에게서 지속적인 코막힘(sneezing)이 일어났다는 보고와 피부, 눈, 호흡기 점막에 자극 증상을 일으킬 수 있다는 경미한 영향 이외에 급성노출에 의한 건강 영향으로 크게 알려진 바는 없다.

타당성이 있는 다른 자료들에 의하면 오르토-디아니시딘이, 이 물질에 노출된 근로자들의 소변에서 검출되었다는 것인데 그럼에도 불구하고 인간의 유전자에 영향을 준다는 근거가 존재하지 않는다. 하지만 비트로상에서 오르토-디아니시딘은 차이니즈 햄스터의 자매염색분체교환(SCE)을 일으켰고 인간세포와 랫트의 간세포에서 계획에 없던 DNA 합성을 일으켰으며 박테리아에서는 돌연변이원성을 나타냈다. 생식독성에 관한 연구 결과는 아직까지 보고된 바 없다. NIOSH는

결론적으로 디아니시딘은 동물에서의 발암성은 충분하지만, 인간에서 발암성이 있다는 증거가 불충분하다고 판단되어 IARC 그룹 2B인 “possibly carcinogenic to humans”으로 분류되었다.

인체 노출은 장비나 환기시설로 부터의 염료 물질의 흡입에 의해 생길 수도 있다. 피부 흡수는 완성된 염료, 직물 제조, 혼합, 포장 공정에서 일어난다(Sittig, 1985).

DMOB 에 노출된 근로자들은 염료 제조시에 노출 되는 것이며 이물질에 o-디아니시딘이 포함되어 있다. 하지만, 최근 공정은 DMOB을 포함하는 물질을 제조하더라도 근로자들에게 최소한의 risk를 주는 밀폐된 작업환경에서 진행된다.

1000여명의 근로자가 DMOB에 노출 된 것으로 추산되며, 주로 염료 제조중에 일어났으며 15,000여명의 근로자들이 다양한 종류의 염료 응용 공정이 있는 사업장에 근무중이다(NTP, 1986).

1981- 83의 NOES survey 에서 NIOSH는 미국 에서 2842명 (866

명은 여성)의 근로자가 잠재적으로 DMOB에 노출가능성이 있다고 밝혔다. DMOB의 직업성 노출은 DMOB를 다루는 근로자들의 흡인과 피부접촉시에 발생한다(NIOSH, 1983).

5. 각국의 노출기준 요약 및 해설

가. 한국

디아니시딘에 대한 노출기준은 설정되어 있지 않으며 발암성에 대한 표시가 되어 있지 않다. 디아니시딘은 허가대상물질로 규정하고 있으며 화학물질정보카드(노동부, 한국산업안전공단)에서 건강유해성에 대해 혈액장애와 인체발암위험을 표시하고 있다. 외국의 노출기준과 비교하면 OSHA, NIOSH, ACGIH, 영국 프랑스 등에서는 노출기준과 발암성 규정이 서정되어 있지 않다. 일본의 산업위생학회에서는 발암 가능성 물질로 규정하면서 노출기준은 설정되어 있지 않고 스웨덴에서는 발암성 물질로 규정하면서 노출기준은 설정되어 있지 않고 우리나라와 유사하게 허가대상 물질로 규정하고 있다.. 독일에서는 발암성 물질로 규정하고 있으면서 노출기준을 0.03 mg/m³ 으로 설정하고 있으나 규제기준은 아니며 권고기준이고 설정근거는 제시하고 있지 않다.

그 밖에 NTP자료에서는 사람에게서 발암 가능성 물질로 보고하고 있으며 IARC에서는 동물실험에서는 발암성이 확인되었고 사람에게 대한 발암성 자료는 부족하다고 보고하고 있다.<표5-1>

<표 5-1> 디아니시딘의 대한 각국의 노출기준

기 관 명	TWA (ppm)	STEL (ppm)	비 고
노동부	-	-	-
ACGIH-TLV	-	-	-
USA - NIOSH REL	-	-	-
USA - OSAH PEL	-	-	-
일본	-	-	2B (발암 가능성)
독일	0.03 mg/m ³	-	발암성
스웨 덴	-	-	발암성 (허가물질)
영국	-	-	-
프랑스	-	-	-
EU	-	-	-

나. 미국

(1) OSHA : PEL(Permissible Exposure Limits)

가) 노출기준 제·개정 절차

산업안전보건법(1970)에 따라 산업안전보건청(OSHA)이 설립되어 근로자들의 일하는 평생동안 안전하고 건강한 작업조건을 제공하고 자 하였다. 이런 목표를 성취하기 위한 하나의 방법이 보건과 안전 기준을 제정하는 것이다.

OSHA기준은 허용노출기준(PELs)으로서 언급되었고 의회는 기준을 첨가하거나 삭제하고 수정할 필요성을 인지하고 그것을 수행 하기 위해 특별한 절차를 Act section 6에 포함시켰다. 1988년 OSHA는 24개 물질별 기준과 3개의 일반규정을 만들었다.

1988년 OSHA는 400개 이상의 물질에 대한 새로운 PELs과 수정 된 PELs을 제안하였다.

노출기준 설정의 과학적 근거는 연구, 시험, 실험, 근로자에 대한 최상의 안전보건학적인 보호, 가장 최근의 과학적 지표에 근거하며

근로자가 평생동안 유해인자에 계속적으로 노출되어도 보건 또는 기능해를 겪지 않도록 설정된다.

제안된 기준의 경제적 영향을 산업별로 평가하며 경제요인에 대한 OSHA의 고려는 규제완화조치인 행정명령 12291에 기초한다.

나) 노출기준

현재 노출기준이나 발암성에 대한 규정은 없으며 디아니시딘계 염료에 대한 발암위험성이 높아 취급시 주의와 노출을 최소화해야 한다고 말하고 있다.

추가적으로 디아시딘과 함께 주원료로 사용하는 3,3-dichlorobenzidine은 발암성 물질로 규정하고 있다.

다) 설정근거

사람에 대해서는 발암성 자료가 부족하며 동물실험에서 유두, 위 및 방광의 종양 등이 확인된 연구결과를 토대로(Hadidian 등1968; Saffiotti 등 1967; Sellakumar 등 1968) 발암성 물질로 규정하고 있지는 않다.

(2) ACGIH : TLV(Threshold Limit Values)

가) 노출기준 제·개정 절차

ACGIH이사회(Board of Director)는 1944년에 화학물질TLV위원회(Cgemical Substances Threshold Limit Value Committee)를 구성하였고 위원회는 1946년에 처음으로 TLV권고치를 이사회에 제출하고 현재 해마다 제안을 하고 있다. 위원회는 20-25명과 자문가(한명의 독일 MAK 위원)로 구성되어 있으며 ACGIH TLV 위원회는 현재 3개의 소위원회로 구성되어 있다.

ACGIH는 1982년에 Biological Exposure Indices (BEI) 위원회를 설립하였으며 84년부터 BEI를 제안하였고 최초의 BEI는 1986년에 공식적으로 채택되었다.

노출기준의 과학적 근거는 작업장 경험, 사람에 대한 연구, 그리고 동물실험연구로부터 가장 유용한 정보에 기초하여 정해진다. 그 중에서 근로자 노출자료가 있는 역학연구가 가장 중요하다. 값을 설정하기 위한 근거는 물질들에 따라 다양하며 다음과 같은 건강영향의 범주가 포함되어야 한다.

노출기준 제정에 있어서 ACGIH의 일차적인 관심은 경제적인 요소 또는 기술적인 접근정보보다 건강영향에 있다.

나) 노출기준

현재 노출기준이나 발암성에 대한 규정이 없으며 TLV-Documentation도 제공하고 있지 않다.

다) 설정근거

없음

(3) NIOSH: REL(Recommended Exposure Limit)

가) 노출기준 제·개정 절차

산업보건법(1970)(29 USC 1900)과 광산안전보건법(30 USC 80)에 따라 NIOSH에서 RELs을 개발하고 정기적으로 수정하며 적절한 예방수단을 권고하고 OSHA와 광산 안전보건 행정부와 의견을 교환한 후 정부, 산업계, 학계에 이 권고안을 배포한다.

NIOSH에서는 노출기준 제·개정의 과학적 근거를 NIOSH는 위해물질과 관련하여 알려진, 그리고 이용 가능한 모든 의학, 생물학, 공학, 화학, 상업과 그 외 다른 정보를 평가한다.

NIOSH criteria documents에는 권고기준, NOAELs, LOAELs를 위한 근거를 공식적으로 나타내며 OELs은 주로 건강장애와 관련한 과학적 정보에 기초하지만 일부 criteria document는 경제요인과 실행가능성을 고려하여 만든다.

나) 노출기준

현재 노출기준이나 발암성에 대한 규정은 없으며 디아니시딘계 염료에 대한 발암위험성이 높아 취급시 주의와 노출을 최소화해야 한다고 말하고 있다.

추가적으로 디아시딘과 함께 주원료로 사용하는 3,3-dichlorobenzidine은 발암성 물질로 규정하고 있다.

다) 설정근거

OSHA에서 규정에 동의하여 발암성으로 규정하고 있다. 최근 NIOSH에서는 발암성물질의 노출기준에 는 발암물질에 대한 정책을 1976년 Edward가 발표한 자료("no detectable exposure levels for proven carcinogenic substances", 발암물질의 검출되지 않는 수준)에 근거하였다. 이것은 OSHA에서 일반적인 발암물질 정책결정에 동의하는 것이다.

과학의 발전과 위해성 평가 및 관리의 접근법의 진보로 NIOSH

에서는 포괄적인 정책을 채택하였다.

NIOSH의 권고기준은 사람이나 동물의 건강자료를 이용한 위해성 평가 자료와 공학적 개선 및 분석을 통해 측정 가능한 수준이 어느정도 인지를 평가하여 설정하려 한다. 실행 가능한 정도에 대해 NIOSH에서는 영향이 없는 노출수준과 위해성이 잔존해 있는 노출수준에 대해 계획하고 있다.

NIOSH에서는 디아니시딘계 염료에 대한 정보를 CI명과 제품명으로 제공하고 있다.

다. 일본

(1) 노출기준 제·개정 절차

협회는 위원회들로 구성된 민간학술단체로 협회안의 노출허용기준(PEL)위원회에서 노출기준에 대한 정보를 평가하고 안을 마련한다. 물질선정은 사업장에서 사용되어지는 유해화학 물질, 유해한 영향을 미치는 농도 및 그 특성에 대한 유용한 자료가 있는 물질, 물질의 사용량 및 그 독성에 근거한 기존의 기준이 있는 물질을 우선적으로 선정하나 일본에서의 허용농도에 대한 기준 설정은 거의 ACGIH의 값의 영향을 받고 있는 실정으로써 대부분 ACGIH의 TLV list를 채택하고 10%에 있어서만 기타 자료를 참고하고 있다.

노출허용기준은 대기중에서 호흡영역에 존재하는 유해 물질 농도의 기준치이며 이는 참고치로서 사업장에만 적용가능하며 과학적 근거는 인체 및 동물실험의 결과와 사업장 역학 자료를 기초로 한다.

일본의 노출허용기준은 유해물질에 축적되었을 때의 건강장애에 기초하여 제안되지만, 새로운 허용농도가 제시되는 경우에 위원회에서는 종종 경제적인 영향을 고려하게 된다. 특히 발암물질에 대한 허용농도 제정에 있어서의 사회 경제적 영향력은 크며 또한 위원회는 경제적인 면에서 기술적 가능성을 고려한다.

(2) 노출기준

노출기준은 설정되어 있지 않으며 발암성 분류는 Group 2B(발암가능성 물질)로 분류하고 있다.

(3) 설정근거

일본의 산업위생학회의 노출기준에서는 발암성 물질을 IARC분류에 준하여 분류하고 있다. Group 1은 발암성 물질, Group 2A(probably), 2B(possibly)로 분류하고 있다. 분류한 발암 물질을 검토해 보면 일부 벤지딘계 염료에 대해서도 발암성을 분류하고 있으며 디아니시딘에 대해서는 Group 2B로 분류하고 있다.

라. 독일: MAK(Maximum Concentration Values)

(1) 노출기준 제·개정 절차

사업장의 화학물질 유해성 조사를 위한 위원회(Commission for the investigation of Health Hazard of chemical Compounds in the Work Area)는 작업장에서 사용되는 화학물질의 최대 허용가능한 기중 농도(MAK, Maximale Arbeitskonzentratione) 설정하며 MAK는 규제 기준이다.

위원회에서 MAK설정을 위한 물질 선택한 후 근로자에 있어서 예방 가능한 의학적 문제의 중요성에 따라 선택하며 위원회 위원, 산업계, 정부에서 제안할 수 있다. MAK 값을 설정하는데 혼합물의 효과를 먼저 고려한다.

(2) 노출기준

법적인 규제 기준으로 노출기준은 설정되어 있지 않으며 A2로 규정하고 있다. German Federation of Institutions for Statutory Accident Insurance and Prevention, the BGIA (Institute for Occupational Safety and Health)에서 권고기준으로 0.03 mg/m³으로 권고하고 있고

(3) 설정근거

동물실험에서 발암성이 확인되어 발암성 물질분류 2A로 분류하고 있다.

마. 스웨덴

(1) 노출기준 제·개정 절차

스웨덴은 허용농도 제정을 위해서 노동자, 고용주, 노조의 3자간

의 협조 체계를 이용한다. 스웨덴의 허용농도 설정의 중추적인 기능은 정부기구인 산업안전 보건국이 담당하고 있다. 산업안전 보건국에는 감독부서, 행정부서와 의사결정기관인 감사회를 두고 있다.

산업안전보건국에서는 허용농도 제정의 임무 수행을 위하여 산학의 긴밀한 협조체계를 갖추며 기술, 화학, 생리학적 분야 및 산업의학 분야의 연구활동을 수행한다.

1987년 7월, 국립산업보건연구원이 산업안전보건국의 후원아래 연구 활동을 수행하기 위하여 설립되었으며 300여명의 과학자와 30여명의 staff진으로 구성되어 있다.

물질 허용농도의 제정 및 수정은 대개 3년마다 이루어지는데 정부, 노국 사업주 대표로 이루어진 조정위원회에서 최신훈에 소개되는 정보에 근거하여 물질의 우선순위를 정하게 된다. 제안서는 조정위원회에서 결정되는데 우선 스웨덴에서 사용되는 물질이어야 하고 사업장에서 문제가 되었던 자료를 바탕으로 제안서를 작성하게 된다. 제안서는 고용자, 고용주, 과학자, 산업의학 전문가, 근로감독관, 조정위원회 비서 등으로부터 제출되면 산업안전보건국에서는 면밀히 자료를 검토하고 미국, 독일, 스칸디나비아, 유럽 공동체의 활동을 참고한다.

모든 제안서들을 취합한 후에 조정위원회에서 선택물질의 초안을 잡고 우선순위를 배정한다. 선택물질목록은 과학적 근거를 위하여 기준위원회에 제출된다.

과학적 기준을 결정하는 것 외에 조정위원회는 경제적인 요인을 고려하게 된다. 조정위원회는 노출되는 노출 근로자수와 각 사업장에서의 농도 등을 검토하고 여러 출판자료를 검토하는 일련의 과정을 거친다. 따라서 건강과 사업장의 요인을 함께 검토하게 되고 이러한 경제적인 요인은 감사회에서도 검토한다.

(2) 노출기준

스웨덴에서는 발암물질을 Group A, Group B, Group C로 구분하고 있다. Group A와 B는 노출기준이 설정되어 있지 않은 발암물질, Group C는 노출기준이 설정된 발암물질로 구분하고 있다. 그리고 우리나라와 유사하게 Group A는 제조(취급) 금지물질, Group B는 취급 허가물질로 규정하고 있다. 현재 디아니시딘은 Group B로 분류하고 있다.

(3) 설정근거

발암성 규제에 대한 설정 근거는 제시하고 있지 않다.

바. 영국: WEL(Workplace Exposure Limits)

(1) 노출기준 제·개정 절차

COSHH(Control of Substances Hazardous to Health Regulations)가 작업장에서의 유해물질노출을 관리하기 위한 법적 틀을 만들었다.

1989년 HSC(Health and Safety Commission's) Advisory 위원회 on the Toxic Substances(ACTS)가 OEL을 설정하기 위한 기본 프로그램을 설정하였다.

ACTS는 WATCH(Working Group on the Assessment of Toxic Chemicals)와 연계되어 있으며 WATCH는 OEL 설정을 위하여 검토되어야 하는 화학물질 목록을 작성하였다.

WATCH와 ACTS는 OEL의 확립을 위한 물질의 우선순위를 정하는데 몇가지 사항을 고려한다. 고려될 첫번째 요소는 현재의 과학 지식과 관심의 정도이고 둘째 검토사항은 화학물질과 관련 있는 자료와 증거를 모으고 새롭게 갱신하는데 걸리는 소요시간, 마지막으로 그러한 평가를 수행하기 위한 자원의 가용성 등이다.

OEL설정은 [Occupational Exposure Standards(OESs)와 Maximum Exposure Limits(MELs) 모두] WATCH에 의한 모든 관련기초문헌(발표되지 않은 문헌도 포함)에 대하여 포괄적인 고찰과 과학위원회에 의한 평가, 상급위원회에서의 인정에 그 근거를 두고있다. HSE(Health and Safety Executive)내에서 전문가에 의해 기본 검토작업이 주로 수행되고 있다. 이들 전문가들은 독성학자, 산업위생학자, 화학분석가, 역학자와 산업의사들로 구성된 연구팀으로 구성된다.

자료검색은 모든 표준데이터베이스를 이용하여 수행되고, 관련 산업장과의 접촉을 통하여 접근 가능한 독성학적, 노출자료, 산업보건자료를 얻는다. 그 후 내부평가와 외부평가를 거쳐 위원회에 제출된다.

과학적인 요소와 사회경제적인 요소사이의 구분을 위한 노력이 충분히 이루어진다. 우선은 NOAEL 즉 threshold를 확인하고 건강

에 기초를 둔 OES의 setting을 고려하여 이것이 과학적, 경제적, 실제로 접근가능한지에 대하여 분석한다. 만일 OES를 정할 수 없다면 경제요소를 고려하는 MEL을 정해야 한다.

(2) 노출기준

자료 없음

(3) 설정근거

자료 없음

사. 프랑스

(1) 노출기준 제·개정 절차

프랑스에서는 직업병과 산업위해의 예방을 위하여 위험한 물질에 근로자가 노출되는 것을 피하게 하거나 최소수준으로 감소시키고자 한다.

OELs에 대한 첫 목록은 1982년에 출판되었으며 현재 직업성 노출기준(OELs)은 특정물질에 대한 허용기준(asbestos, vinyl chloride, dusts, benzene, lead, fumigation gases)과 권장기준 2가지 종류가 있다.

물질 선택기준과 우선순위는 매우 위험하다고 생각되는 6개 물질 그룹에 대해서는 허용기준이 있고 이는 준수하는 것은 의무사항이고 기타물질(500종이상)에 대해서는 권장기준이 설정되어 있다.

노출기준 제·개정 시 산업계에서 참여하여 경제적 현실을 반영시키고 있다.

(2) 노출기준

알파나프틸아민의 대한 노출기준이나 발암성에 대한 규정은 없다

(3) 설정근거

프랑스에서는 발암성 물질에 대한 분류를 Category 1(역학자료에서 발암성이 확인된 물질), Category 2(발암 가능 물질, probably), Category 3(발암 가능 물질, possibly)으로 구분하고 있으며 Risk phrase를 각각 R45, R45, R40으로 표기하고 있으며 “Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France”에서는 주의 표시에 각각 C1, C2, C3으로 표기하고 있다.

참고문헌: Cahiers de notes documentaires - Hygiene et securite du travail - N°187, 2e trimestre 2002

프랑스는 일본과 유사하게 염료에 대해 발암성을 표시하고 있는데 다음 염료는 Category 2로 규정하고 있으며 대부분 o-tolidine, o-dianisidine o-benzidine계 아조염료이다.

C.I. Basic Red 9

C.I. Direct Black 38

C.I. Direct Blue 6

C.I. Direct Brown 95

C.I. Direct Red 28

C.I. Disperse Blue 1

또한 o-tolidine, o-dianisidine o-benzidine계 아조염료에 대해 별도의 부록으로 제시하고 있다.

아. 유럽공동체

http://europa.eu.int/comm/employment_social/health_safety/scoel_en.htm

(1) 노출기준 제·개정 절차

유럽공동체내의 각 국가들은 각자의 OELs를 설정하고 있으나 유럽공동체내에 산업안전보건의 조화를 이루고자 하는 열망이 크다. Council Directive 80 / 1107 / EEC와 Council Directive 90 / 394 / EEC는 화학물질, 물리적 인자, 생물학적 인자에 대한 OELs 설정 기준을 정하고 사업주에게 안전한 작업환경을 제공하도록 하는 의무를 부여하고 있다.

대상물질은 전문가, 회원국의 대표, 이익집단 대표들에 의하여 선정된다. 위원회의 임무는 작업장의 안전, 위생 및 건강증진 분야의 활동을 준비하고 실행하는데 기여하며 행정부서와 노동조합, 고용주 조직간의 협력을 촉진하는 것이다. 위원회는 정부 대표자, 근로자 대표, 산업계 대표 등 총 54명으로 구성되어 있다.

위원회에서는 유럽 이외의 국가인 미국, 캐나다, EFTA 국가들로

부터 물질선정을 위한 정보와 자료를 얻는다.

현재 27개 물질에 대한 허용치가 설정되어 있으며 계속적인 추가 작업이 이루어지고 있다.

대상 물질의 우선 순위는 작업장 노출과 관련된 독성에 근거하고 있다. 가장 심각한 건강장애를 일으키는 물질을 우선적으로 검토한다. 또한 폭로 근로자수, 사용량, 독성정도, 기타 관련 요인들이 함께 고려된다.

SEG(scientific expert group)는 경제적인 요소를 고려하지 않는다. SEG는 단지 과학적인 자료에 근거해 OEL을 권고한다. SEG의 제안이 중요한 요소이기는 하지만 위원회에서는 이외에도 기술적인 면이나 사회 경제학적인 측면, 정책적인 요인들을 부수적으로 고려하여야 한다.

(2) 노출기준

디아니시딘에 대한 노출기준이나 발암성 규정은 없으나 디아니시딘계 염료는 "category 2(발암 가능성 물질)"로 규정하고 있다.

(3) 설정근거

자료없음

9. 취급근로자 건강장해 예방조치

가. 일반적 국소배기시설의 설치

(1) 국소배기 장치의 설치 및 관리

작업 특성상 디아니시딘을 취급하는 사업장은 대부분 염료 제조사업자이다 따라서 디아니시딘의 증기에 직접 노출 될 상황은 커피링제로 디아니시딘을 투입하는 공정이 그 이외의 공정은 디아니시딘을 함유한 염료를 취급하는 공정으로 대부분 분진의 형태로 노출되며 피부를 통한 노출은 2개의 공정에서 모두 노출될 수 있다.

- 국소배기장치의 후드는 작업방법, 디아니시딘 증기의 발산 상황 및 유기용제 증기 비중 등을 고려하여 디아니시딘의 증기를 흡입하기에 적당한 형식과 크기를 선택한다.

- 후드는 디아니시딘 증기 발산원마다 설치하여야 하며, 포위 식

또는 부스 식 후드의 설치가 곤란한 경우에는 외부 식 또는 레시바 식 후드를 설치하되 유기용제 증기의 발산원에서 가장 가까운 위치에 설치한다.

- 가능한 한 국소배기장치의 덕트 길이는 짧게 하고 굴곡부의 수를 적게 하여 압력손실을 최소화한다.

- 국소배기장치의 설치는 후드, 덕트, 공기정화장치, 배풍기, 배기구의 순으로 하며 흡인된 디아니시딘의 증기에 의하여 폭발의 우려가 없고 배풍기의 날개가 부식될 우려가 없는 경우에는 배풍기의 위치를 공기정화장치의 앞에 위치할 수 있도록 한다.

- 국소배기장치의 배기구는 직접 외기를 향하도록 개방하여야 하며 공기 정화장치를 설치하지 아니한 국소배기장치 등의 배기구의 높이는 옥상 또는 옥상난간 상부로부터 1.5m 이상으로 한다.

- 디아니시딘 등을 포함하는 공기를 배출하는 국소배기장치에 공기정화장치를 설치할 때에는 고체흡착방식 또는 이와 동등 이상의 성능을 가진 공기정화장치를 설치한다.

- 국소배기장치를 설치하는 경우에는 설비의 성능은 표9-1에서 정하는 제어풍속 이상이 되도록 한다.

<표 9-1> 국소배기장치의 제어풍속

물질의 상태	제어풍속(m/s)
가스상	0.5
입자상	1.0

※ 제어풍속이란 국소배기장치의 모든 후드를 개방한 경우의 제어 풍속을 말한다.

※ 제어풍속은 후드의 형식에 따라 다음에서 정한 위치에서의 풍속을 말한다.

가. 포위식 또는 부스식에서는 후드의 개구면에서의 풍속

나. 외부식 또는 레시버식 후드에서는 유해물질의 가스·증기 또는 분진이 빨려 들어가는 범위 안에서 당해 개구면으로부터 가장 먼 작업 위치에서의 풍속

※ 디아니시딘을 투입하는 공정에서의 제어풍속은 가스상 물질에

대한 제어풍속을 유지해야 하며 건조공정이나 포장공정에서는 입자상 물질의 제어풍속 이상을 유지해야 한다.

(2) 국소배기장치의 정상 가동

디아니시던을 취급하는 작업장에 설치된 국소배기장치를 가동하는 경우에는 다음 사항을 준수하도록 한다.

- 국소배기장치는 설치 목적에 알맞도록 가동하고 작업 중 작업자가 임의로 가동을 중지시킬 수 없는 구조로 한다.
- 국소배기장치가 정상가동이 되지 않은 경우에는 작업자가 이상상태를 즉시 인지할 수 있는 경보장치 등을 설치하여 유기용제 등의 증기가 발생하는 작업을 중단하거나 제한할 수 있도록 하고 급성중독의 위험이 있는 경우에는 관련시설 등의 가동이 자동적으로 중단되도록 한다.
- 작업이 종료된 이후에도 작업장 내에 유기용제 증기가 발생하는 제품 등이 있는 경우에는 유해·위험요인이 제거될 때까지 국소배기장치를 계속 가동한다.
- 국소배기장치의 가동여부를 수시로 확인하고 필요시 가동일지 등을 기록 보관한다.

(3) 국소배기장치의 유지관리

국소배기시설의 설치에 못지않게 중요한 것은 이에 대한 유지관리이다. 실제로 우리나라 사업장에서 초기에 많은 비용을 들여 국소배기시설을 설치하여 놓고도 제대로 관리를 하지 않아 그 성능이 저하된 경우를 많이 볼 수 있다. 따라서 정기적으로 국소배기시설에 대한 점검을 실시하여야 하며 국소배기장치를 설치한 후 처음 사용하거나 분해하여 개조 또는 수리한 후 다시 사용할 경우에는 다음 사항을 점검하여 이상 발견 시에는 즉시 청소 및 보수하는 등 필요한 조치를 함으로서 항상 성능이 정상적으로 유지되도록 하여야 한다.

- 덕트 및 배풍기의 분진 퇴적 상태
- 덕트 접속부의 이완 유무
- 흡기 및 배기능력의 적정성
- 기타 국소배기장치의 성능 유지를 위해 필요한 사항

(4) 국소배기장치의 성능 부족 원인파 대책

국소배기장치의 정상가동을 위하여 표9-2과 같이 후드의 흡인능력을 조사하고 성능이 저하된 경우 적절한 대책을 수립한다.

<표 9-2> 국소배기장치의 이상원인 및 대책

후드의 흡인능력 부족의 주된 원인		대 책
송풍기 능력충분	규정된 회전수 부족	송풍기 벨트의 이완 유무, 전기배선 점검 및 보수
	댐퍼조정 불량	댐퍼의 점검 및 보수
	덕트계의 공기누설 발생	접속 부분의 누출유무 점검 및 보 수
	보충공기의 부족	보충용 급기 시스템 또는 외기의 유입이 용이한 구조로 변경
송풍기 능력부족	계획된 풍량 충분	덕트계 압력손실, 후드의 유입손 실, 송풍기의 동작 점 결정의 재 평가
	계획된 풍량 부족	후드 개구부 면적, 흡인거리, 방해 기류, 반송속도의 재평가

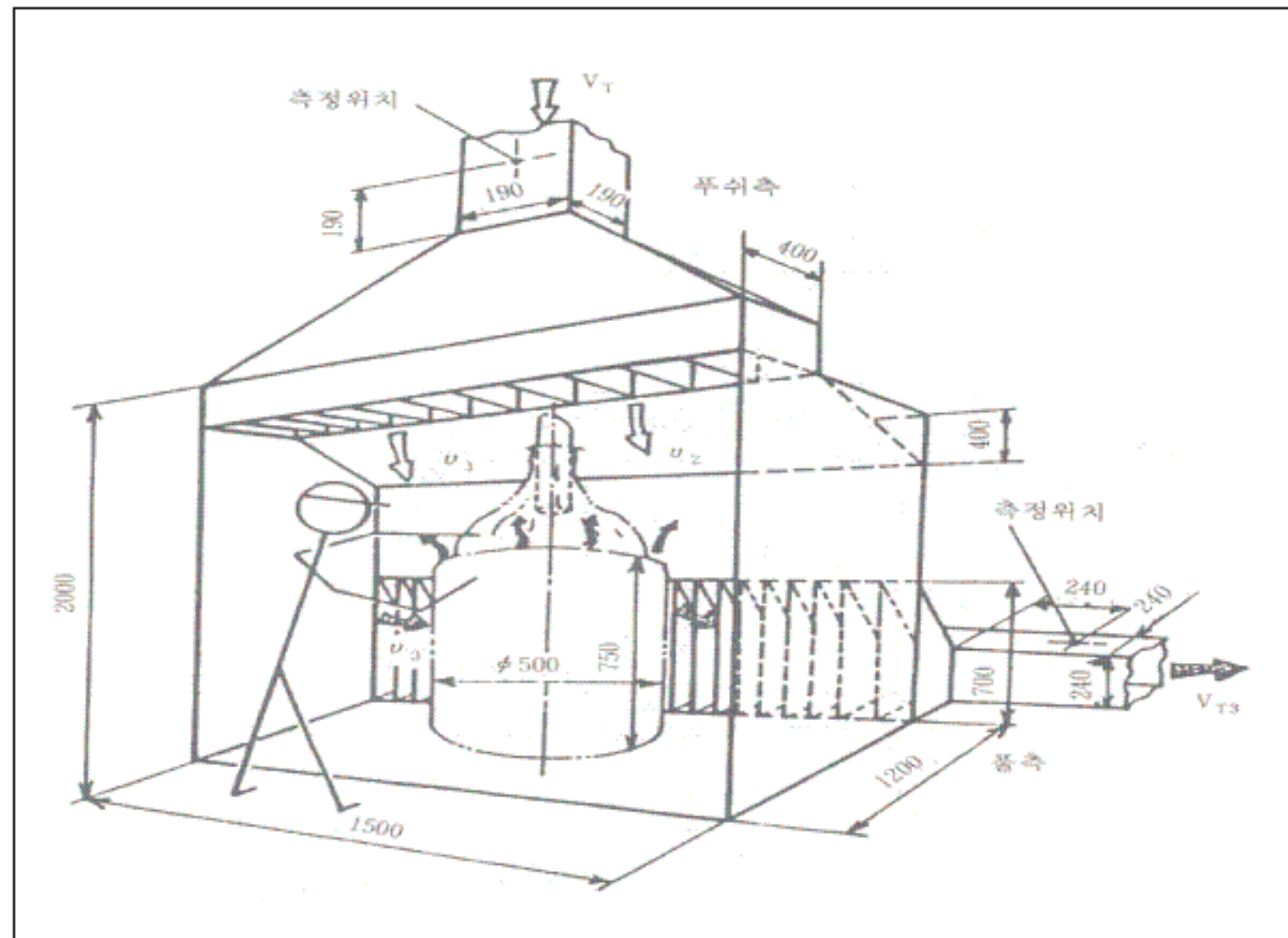
나. 작업공정별 국소배기시설의 설치

(1) AZO계 안료 포장공정

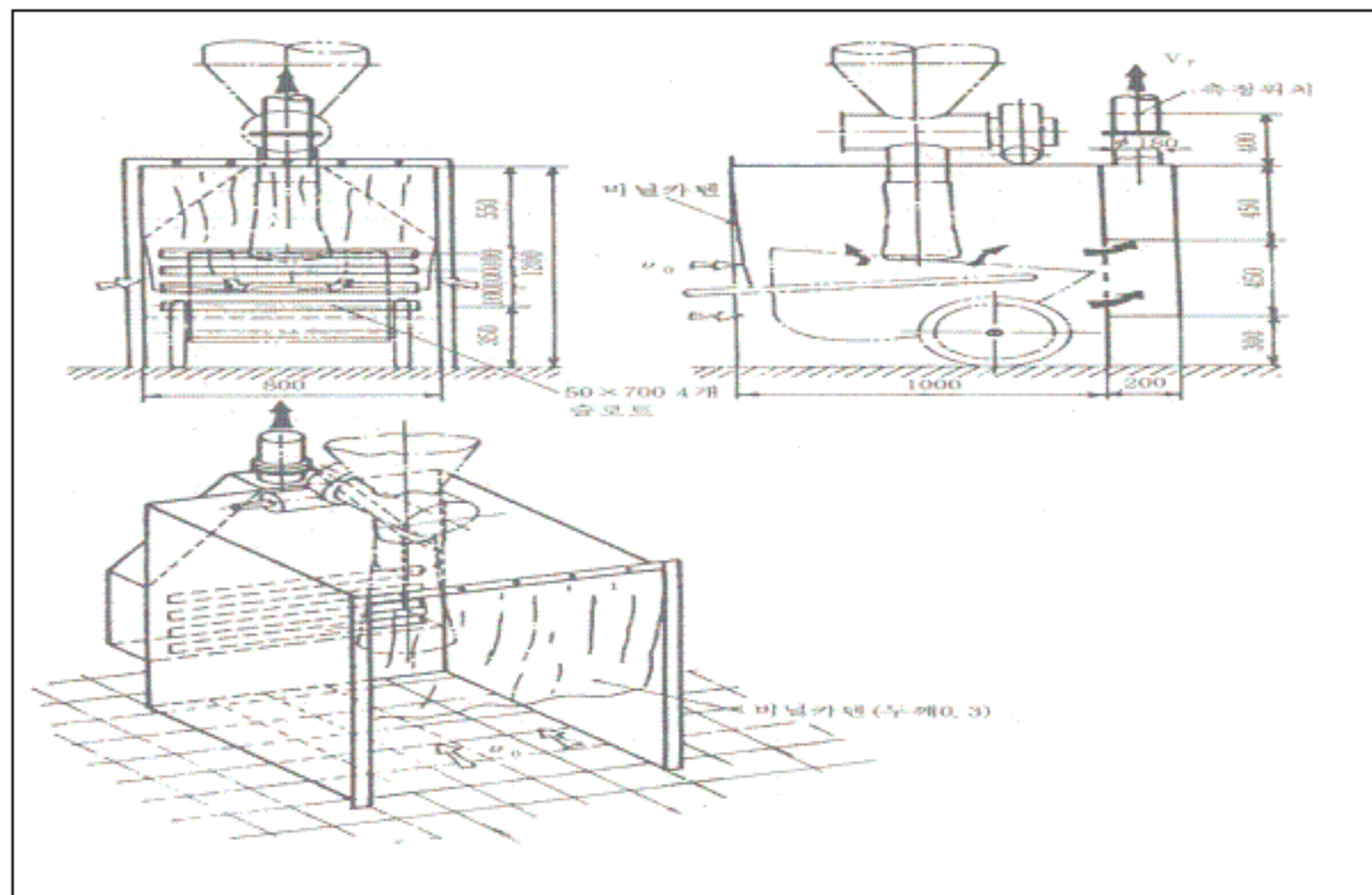
가) 수동 포장공정

작업자가 건조된 안료 cake가 분쇄되어 나오는 라인에 직접 호스를 연결하여 포장용기 또는 포대에 담은 작업공정으로 대부분 상방향 또는 측방향 국소배기 장치가 설치되어 있으나 그 효율이 매우 낮아 작업자에게 직접 노출되거나 작업장 내부로 확산될 수 있다.

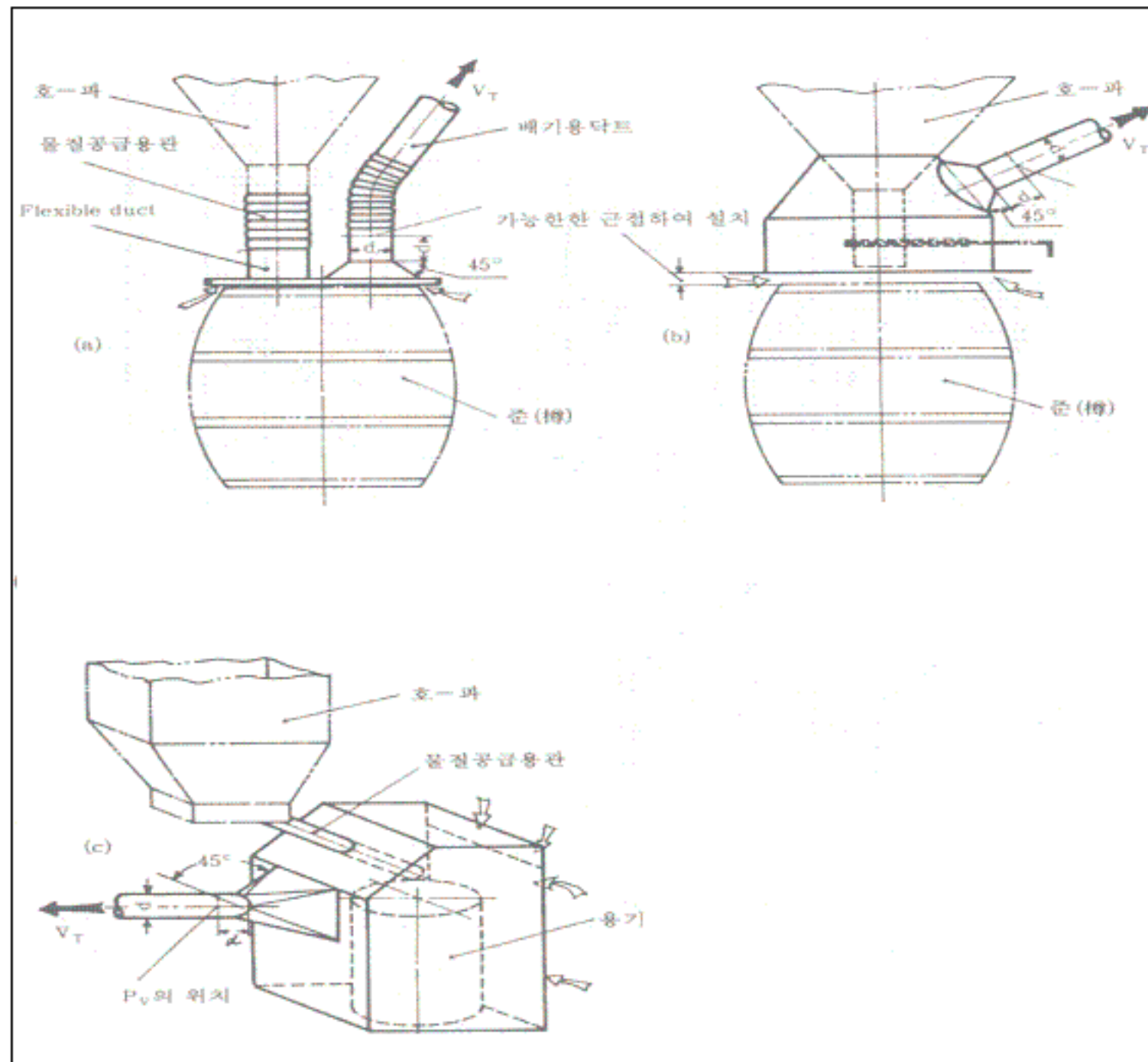
분말상태의 제품을 혼합기 배출구에서 밸브를 조작하거나 수공구를 사용하여 용기에 포장하는 작업으로 다량의 분진이 발생될 수 있다. 따라서 아래 그림과 같이 Push-Pull형 후드, 포워 식 부스 형 후드, 포워 식 카버 형 후드를 당해 작업공정의 작업방법, 작업설비나 기구 등 작업특성에 맞게 설치함으로써 작업 시 발생하는 유해물질을 제어할 수 있다(그림9-1, 9-2, 9-3).



[그림 9-1] 포장공정용 Push-Pull형 후드



[그림 9-2] 포장공정용 부스 형 후드



[그림 9-3] 포장공정용 포위 식 커버 형 후드

그림 9-4는 수동포장 공정에서는 분쇄되어 나온 안료를 포장 포대에 주입하는 사람이 있고, 옆에서 무게를 계량을 하고, 포대의 포장 완료를 하는 근로자가 근무하는 모습이다.

측방향과 상방향으로 국소배기시설이 설치되어 있지만, 그 효율이 매우 낮아 분진의 비산이 효과적으로 관리되고 있지 못하고 있다.



[그림 9-4] 안료 수동포장 공정

그림 9-5는 분쇄되어 나오는 안료 cake를 사람이 직접 라인하고 이어져 있는 호스를 잡고 작업을 하는 것(그림 3-85)이 아닌 포장 용기에 안료를 자동으로 투입하는 장비의 설치로 수동으로 용기에 담은 후 무게를 계량하는 단계를 줄이면서 분진 비산을 최소화하였고, 바로 옆에 설치되어 있는 후드에서는 포장용기에 안에 있는 비닐케이스를 근로자가 묶고, 포장용기의 뚜껑을 닫는 작업을 위한 후드이다.



[그림 9-5] 수동포장 공정에서 분진 비산을 최소화한 공정 모습

나) 화학반응 공정

화학반응 용기(Auto Clave등)의 맨홀을 열고 원료를 주입하는 경우 맨홀의 외측에 포위식 건축 부스형이나 외부 식 후드를 설치하였으나 효율이 매우 낮음에 따라 반응용기 그 자체를 후드로 생각하고 내부에서 흡인하면 투입구가 포위식 건축 부스형 후드 개구면이 되고 반응용기 내·외부의 압력의 차이에 의해서 발생된 유해물질 증기가 반응용기 밖으로 배출되는 것을 방지할 수 있다(그림 9-6).



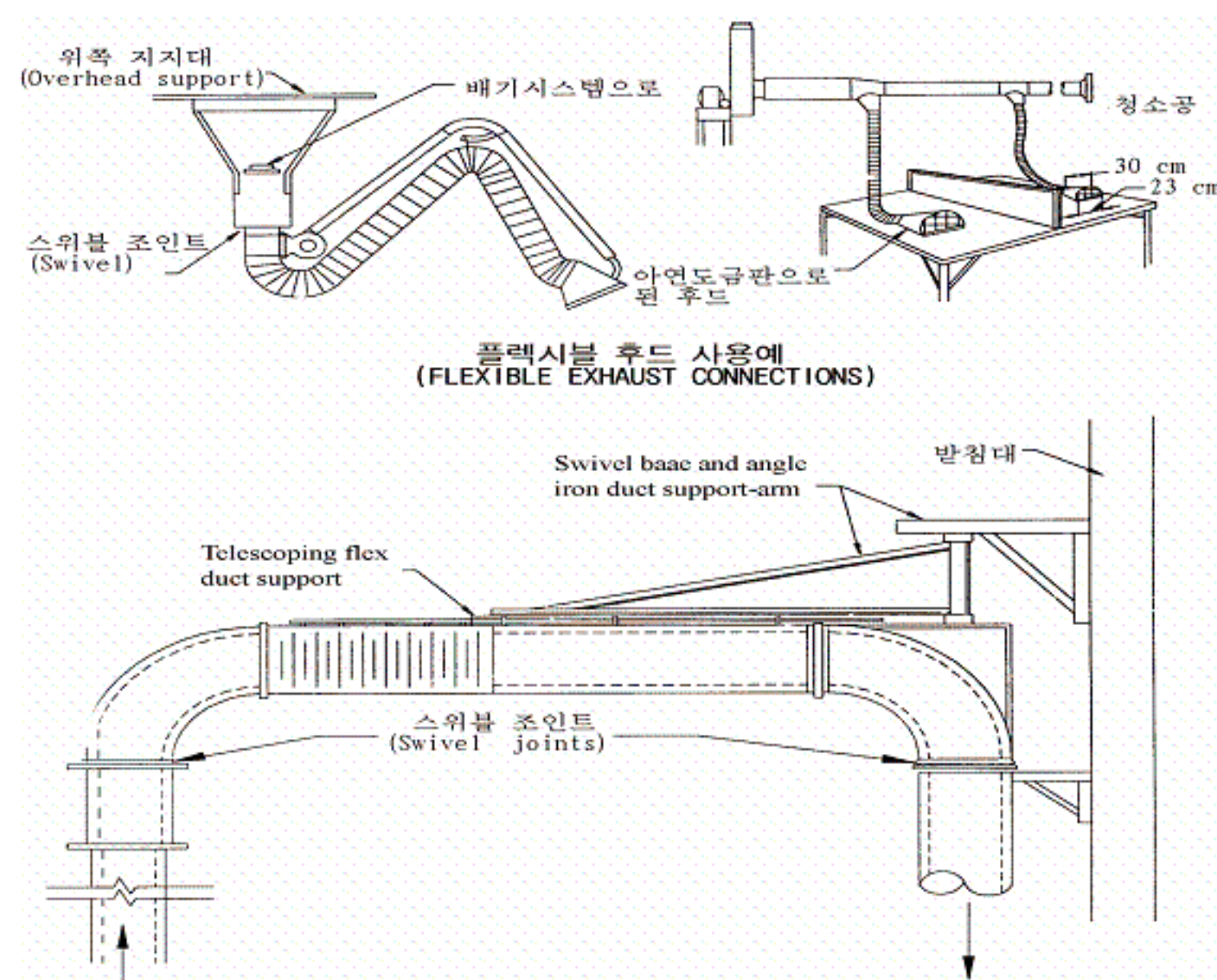
[그림 9-6] 반응기에서 유해물질이 배출되는 것을 대비한 후드설비

다) 투입 공정

분말상태의 중간제품에 디아니시딘이 들어있는 반응용기를 반응기 내에 수동으로 주입하는 공정으로 대부분의 작업장에서는 상방형 케노피형 후드가 설치되어 있어도 발생원과 거리가 멀리 이격되어 있어 낮은 제어속도와 발생된 증기를 제어할 때 작업자의 호흡기를 지나게 됨으로써 비효율적으로 사용되고 있으며 많은 시간동안 다량의 부원료를 주입함에 따라 반응기내에서 고농도로 발생되는 증기를 충분히 제어할 수 없음으로 기존에 설치되어 있는 송풍관(Duct)를 활용하여 그림 9-7, 9-8과 같이 외부식 장방형 후드를 설치하여 발생원 주변의 난기류의 차단을 통해 제어속도를 증가시킬 수 있어 국소배기 장치의 효율을 극대화 할 수 있다.

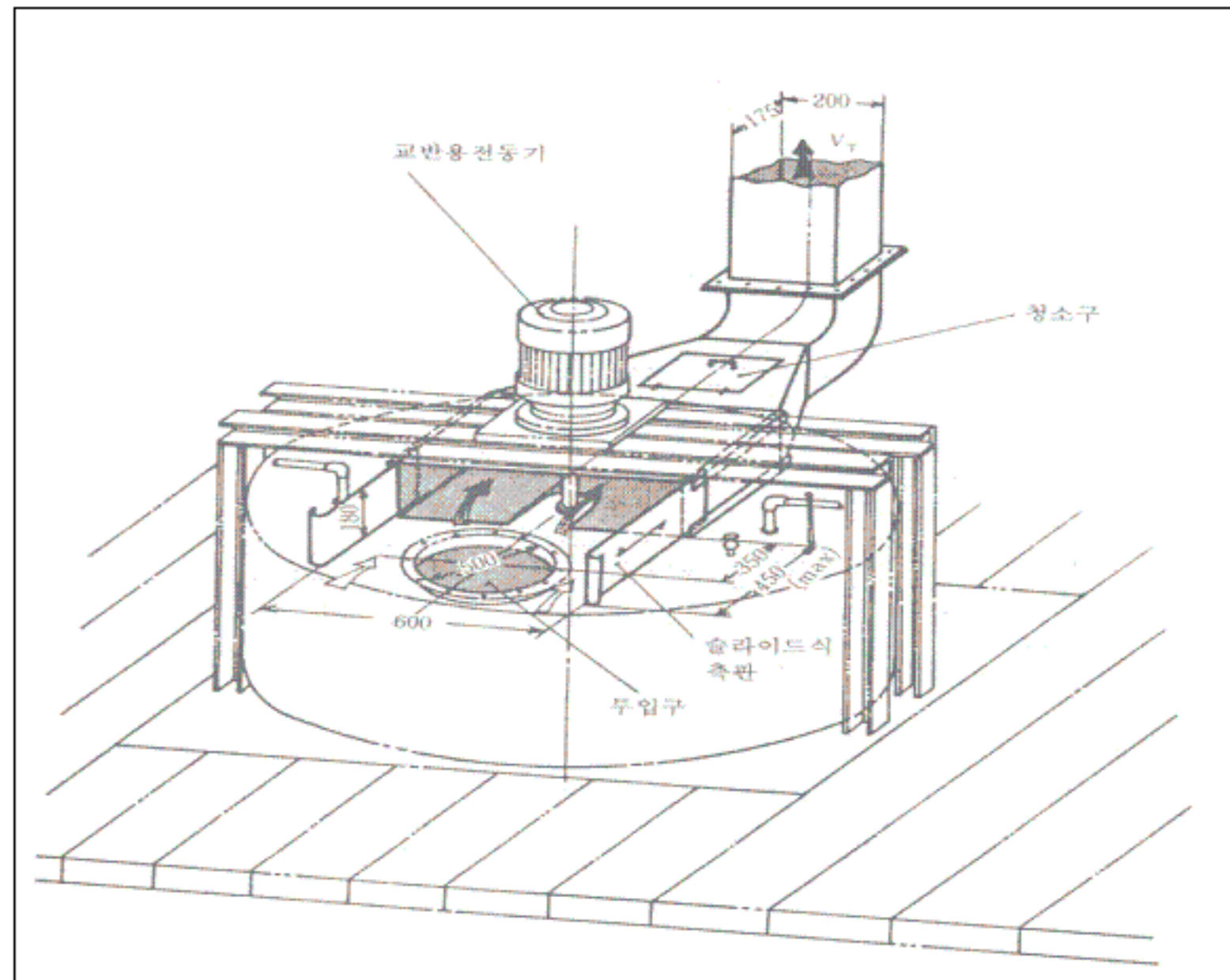


[그림 9-7] 이동가능한 후드 예



[그림 9-8] 이동배기 후드

출처: 창원대학교 산업화기연구실, <http://vsds.x-y.net/mai>



[그림 9-9] 투입공정용 외부식 장방형 후드



[그림 9-10] 후드설비가 되어 있지 않은 디아니시
던 투입공정



[그림 9-11] 투입공정 상부에 설치된 국소배기설비

※ 후드가 없는 디아니시던의 투입공정(그림9-10)의 경우 원료 투입시 분진발생으로 인한 노출을 최소화하기위해 국소배기설비가 설치가 가능하다(그림9-11).



[그림 9-12] 국소배기 유속점검

※ 원료투입 전에 국소배기설비의 작동상태를 확인하기위해 열선 풍속계를 이용하여 국소배기상태를 점검한다(그림-12).



[그림 9-13 원료의 반자동 투입작업

※ 원료투입시 수동투입으로 인한 분진 노출을 최소화하기위해 반자동으로 원료를 투입한다(그림3-93).



[그림 9-14] 부원료 투입공정에 설치된 후드

나. 유해물질 안전 취급요령

작업장이나 일반 환경에서 유해요인을 제거하는 원리로서 격리(isolation), 대체(substitution), 차폐(shielding), 분해 및 처리(treatment), 예방(prevention) 등과 같은 원론적인 방법이 흔히 이야기 된다. 또한 산업위생학적 개선방안을 우선순위대로 말하자면 유해물질 대체, 공정의 변경, 환기 또는 배기시설설치를 비롯한 공학적인 오염물질 방지대책과 마지막 수단으로 보호구 착용 등의 방안 등이 있다.

(1) 유해물질의 대체사용

작업자들은 대부분의 작업에서 건강에 위협을 줄 수 있는 물질 또는 공정들과 접촉하게 된다. 이들 물질이나 공정들을 가능하면 유해성이 낮은 물질이나 공정으로 대체하는 것은 보건과 안전을 위해 매우 유용한 방법이다. 디아니시딘을 사용하는 경우 현재 취급하고 있는 물질보다 유해성이 적은 물질로 대체하는 것은 효과적인 작업환경개선 방법 중의 하나이다. 물질을 대체하는 경우에는 물질 안전보건자료(MSDS) 등을 면밀히 조사하고 검토하여 저독성 또는 무독성 물질로 대체하여야 한다. 이러한 대체가 성공적으로 이루어

지면 다음과 같은 많은 이익을 얻을 수 있다.

- 작업을 불편하게 만드는 보호구를 착용해야 하는 작업자의 수를 감소시킴으로써 효율적인 생산이 가능하다.
- 사업장내에서 유해물질의 종류를 감소시키면 유해물질을 관리하고 저장하는데 소요되는 시간과 비용을 줄일 수 있다.
- 좀 더 값싼 대체물질을 개발하면 비용을 절감할 수 있다.
- 오염 관리가 쉽고 관리비용을 절감할 수 있다. 매우 유해한 물질이나 공정을 완전히 폐쇄시키지 않고 단지 간단한 배기시설을 설치함으로써 유해성을 줄일 수 있다.

어떤 경우에는 대체에 따른 비용이 상승하기도 하나 그런 경우라도 위에서 열거한 여러 가지 장점들에 의해 결과적으로 비용을 절감할 수 있다. 물질이나 공정의 대체를 결정하는 것은 어려운 일이나 이미 경험적으로 널리 알려진 방법은 그대로 응용하면 된다.

(2) 작업공정의 적정 배치

디아니시던 사용업무가 이루어지는 작업공정을 작업장 내에 배치시키는 경우에는 다음과 같이 관련된 기계 및 기구 등을 적정하게 배치하여야 한다.

- 해당 작업공정이 분산 배치되지 않도록 한다.
- 해당 작업공정을 가능한 한 자동화하거나 타 작업장과 격리시킨다.
- 관련 기계 및 기구 등의 배치 시는 필요한 경우 밀폐시키거나 국소배기설비를 설치하는 등 해당 작업근로자의 노출기회를 최소한으로 줄임으로써 건강 장애 예방을 최우선적으로 고려한다.

(3) 디아니시던 분진 발산원의 밀폐

디아니시던의 발산원으로 부터 근로자의 노출을 차단하기 위한 방법으로 공정을 밀폐하는 방법이 있다.

- 작업상 필요한 개구부를 제외하고는 완전히 밀폐시킨다.
- 디아니시던의 보관 장소 등 밀폐된 작업 장소에서는 밀폐실 내부의 공기가 밖으로 나오지 않도록 음(-)압을 유지하도록 한다.
- 작업의 특성상 밀폐실 내부의 음(-)압 유지가 곤란하거나, 음압 유지에도 불구하고 작업상 필요한 개구부 등을 통하여 디아니시던 분진이 비산되는 경우에는 해당 부위에 국소배기장치를 설치하도록

하여 가능한 오염 발산원을 원천적으로 봉쇄한다. 또한 디아니시딘이 들어 있는 용기는 가능한 밀폐시켜야 하며 사용할 때만 열어 놓도록 한다. 흔히 디아니시딘 사업장에서 디아니시딘이 묻은 휴지나 형견을 개방된 쓰레기통에 그냥 버리는 경우가 많은데 반듯이 밀폐하도록 하고 자주 비워야 한다.

다. 취급 근로자 노출 방지 조치

(1) 개인위생 관리

디아니시딘의 피부폭로가능에 대하여 피부 노출에 따른 자극이 가능함으로 반소매 작업복착용을 제안 하는 등 주의가 필요하다.

디아니시딘을 취급하는 근로자는 담배를 피거나 화장실 시설을 사용하거나 화장품을 바르거나, 식사를 하기에 앞서 철저히 비누로 손, 팔, 팔뚝, 얼굴을 전부 씻어야만 한다.

근로자는 디아니시딘을 취급하는 장소에서 술을 마시거나 담배를 피거나 화장품을 사용해서는 안 된다.

취급 작업장 내에는 음료수 등 음식물을 비치하지 않아야 한다.

작업장에는 근로자가 이용할 수 있는 휴게시설을 설치하되 유기화합물을 취급하는 장소와 격리된 장소에 설치하여야 한다.

작업장에는 세면, 목욕, 세탁, 건조 및 탈의시설 등을 설치하고 옷장, 보호구 보관함 등 필요한 용품과 용구를 비치하여야 한다.

(2) 세수 및 세안 방법의 개선

작업자들이 작업을 종료한 후 손이나 얼굴에 묻은 안료를 닦기 위하여 사용하고 있는 것은 비누였다. 비누로 잘 닦이지 않아서 신나로 씻어내는 경우는 없었지만, 유기용제는 흡입을 통해서 뿐만 아니라 피부를 통한 흡수도가 매우 높기 때문에 신나로 세척하지 않도록 작업자들에 대한 지속적인 교육 및 관리가 필요하며, 효능이 좋은 세척용 크림의 지급을 통해 신나로 세척할 필요가 없도록 하는 것이 가장 효과적일 것으로 생각된다.

라. 취급 시 주의사항

디아니시던 취급 작업장 내에서는 흡연을 하거나 음식물을 먹지 않는다.

작업을 실시한 후 식사를 하는 경우에는 손이나 얼굴을 깨끗이 씻고, 별도의 방에서 식사한다.

작업을 종료한 경우에는 샤워시설 등을 이용하여 손, 얼굴 등을 씻거나 목욕을 실시한다.

퇴근 시에는 작업복을 벗고 평상복으로 갈아입는다.

마. 응급조치 요령

디아니시던 취급에 의한 긴급사고가 발생한 경우에는 다음과 같이 응급조치를 취해야 한다.

디아니시던이 피부에 접촉되었을 때, 오염된 부위를 비누 또는 연성세제로 즉시 씻고 다시 한번 물로 씻는다.

디아니시던이 눈에 들어갔을 경우 즉시 15분동안 물로 씻어주어야 한다.

디아니시던에 오염된 의류는 즉시 벗어야 하며 의류에 화학제품의 안전한 제거를 해야 한다. 옷을 세탁하는 근로자에게도 특별히 디아니시던의 위험한 자극을 초래하는 잠재성을 알려주어야 한다.

저장 탱크내부의 청소 등에서 긴급사고가 발생한 때에는 급히 뛰어들어가는 것을 금지하고 지체 없이 구조요청을 하여야 하며 구조자는 필히 자급식 공기호흡기를 착용한 후 정확한 방법으로 구조작업을 한다.

환자는 즉시 통풍이 잘되는 평탄한 곳에 옮긴 후 머리를 낮추고 옆으로 눕히거나 옆드려 눕힌 후 환자의 옷을 헐겁게 풀어주고 입안에 구토물이 있는지의 유무를 확인하여 있을 경우에는 씻어내는 등 응급조치를 한다.

호흡이 정지된 환자는 지체 없이 의사가 올 때까지 인공호흡이나 산소 호흡기에 의한 호흡을 계속시킨다.

어두운 곳에서 사고가 발생한 경우에는 성냥 등의 화기사용을 금

지하고 방폭 전등을 이용한다.

▶ 디아니시던 저장 용기 등의 누출에 의한 긴급조치는 다음과 같다.

디아니시던이 누출되는 경우에는 청소가 끝날 때 까지 보호 장비와 보호의를 입지 않은 근로자는 오염지역에 접근하지 못하도록 하며, 아래 단계를 실시한다.

- 누출된 물질을 만지지 않는다.
- 안전 인원을 배치한다.
- 열과 점화의 모든 근원을 제거한다.
- 대청소가 완전히 끝난 후 오염지역을 송풍시킨다.
- 디아니시던이 분진이 바람에 날리지 않도록 차단해주어서 다른 지역으로 확산되는 것을 막아야 한다.
- 디아니시던 고체나 액체를 처리할 경우 고여과 효율의 진공처리나 습식 방법을 이용한다. OSHA에서는 마른 걸레질이나 빗자루질은 금지하고 있다.

바. 저장 및 보관 방법

디아니시던은 산업안전보건법의 위험정보 기준에 따라 라벨을 붙이고 보관 장소 내에는 직사광선이 닿지 않고 통풍이 좋고 서늘한 장소에 저장한다.

디아니시던을 전용의 저장창고 또는 구획된 장소에 보관하고 그 저장장소에는 관계 근로자 외의 출입을 금지시키는 설비를 설치한다.

디아니시던을 넣은 불박이장, 선반 등은 쓰러지거나 용기가 낙하되지 않도록 고정한다.

디아니시던은 산업안전보건법의 위험정보 기준에 따라 라벨을 붙이고 보관 장소 내에는 직사광선이 닿지 않고 통풍이 좋고 서늘한 장소에 저장한다.

디아니시던이 누출 또는 비산되지 않도록 용기의 뚜껑을 항상 잘 닫혀있는지 확인을 하고, 용기를 개방하여 사용하는 경우에는 개방 부위의 면적을 최소화할 수 있는 용기를 사용한다.

디아니시던의 저장장소가 통풍이 불충분한 경우에는 배기구 등

을 설치하여 증기가 체류되지 않도록 하여야 하며 배기구는 바닥에 가까운 장소에 설치한다.

디아니시던은 화기, 불꽃, 개방식화로 와 분리하여 저장한다.

디아니시던을 저장하는 장소에는 관계자 외의 출입금지 및 인화성물질 반입금지 등의 경고표지를 게시한다.

디아니시던을 넣었던 빈 용기는 밀폐하거나 옥외의 일정한 장소에 보관한다.

디아니시던이 묻은 휴지나 헝겊은 밀폐된 용기에 넣어 일정한 장소에 보관하고 자주 비우도록 한다.

사. 개인보호구

디아니시던을 취급하는 장소, 작업환경개선이 불충분한 장소 또는 임시작업 장소에서 디아니시던을 취급하는 근로자는 건강장해예방을 위하여 호흡용 보호구, 피부 보호구 또는 안전 보호 장구를 작업공정에 적합하도록 선택하여 착용하여야 한다.

(1) 호흡용 보호구

디아니시던 분진을 제거하기 위한 호흡용 보호구는 방독마스크와 공기공급식 마스크로 대별되며 보호구의 종류별 취급요령은 다음과 같다.

가) 방독마스크

방독마스크를 사용하기 전에 근로자가 이를 착용하고 작업할 때 심폐기능의 저하가 일어나지 않는지 의학적 테스트를 받아야 한다.

방독마스크의 정화통은 보관 및 유지관리를 철저히 하여야하며, 사용방법은 다음과 같다.

- 방독마스크의 착용은 작업장내의 공기 중 산소농도가 18%이상인 장소에서만 착용한다.
- 작업장 내 유해가스의 농도나 유기화합물 증기의 농도가 불명확한 경우 또는 산소결핍장소 등 위험한 장소에서는 함부로 방독마스크를 착용하지 않는다.
- 착용 시에 공기가 누출되는지 등을 점검한다.
- 유기화합물 증기를 제거하기에 적합한 정화통(흡착제)인가 사전에 확인한다.

- 사용설명서에 기록된 사용시간을 충분히 인지한다.
- 방독마스크를 착용하고 작업하는 중에 가스의 취기가 느껴지면 즉시 정화통을 교체할 수 있도록 준비한다.
- 습도가 높은 작업 장소에서 방독마스크를 착용할 때에는 가스 흡수 능력이 급격히 저하되므로 이를 고려한다.
- 방독마스크는 한국산업안전공단에서 검정한 합격품을 사용한다.
 - 방독마스크의 관리
- 사용 후 면체 내부를 깨끗이 청소하고 청결한 장소에 보관한다.
- 사용시간을 기록하고 그 사용시간이 다음과 같이 계산하여 유효시간이 초과되었을 경우에는 정화통을 교체한다.
- 흡기면, 배기면, 안면 밀착부위에 공기가 새는 경우에는 신제품으로 교환한다.
- 마스크는 작업자수와 동수 이상으로 준비하여 보관한다.

나) 공기공급식 마스크

공기공급식 마스크는 신선한 공기를 호스를 통하여 공급하는 송기마스크와 휴대용 공기봄베 또는 산소봄베가 장착된 자급식 공기 호흡기가 있으나 자급식 공기 호흡기는 중대재해 발생 시 구출작업 등 긴급 시 사용하고 있으며 통상적으로 유기화합물업무를 행하는 근로자에게는 송기마스크를 사용한다.

송기마스크는 호스를 통하여 공기를 공급하기 때문에 행동범위가 제한되므로 일정한 장소에서 작업하는 경우에 적합하다. 또한 신선한 공기를 외부로부터 공급해 줌으로 작업장의 산소농도가 18%이하이거나 유기화합물 증기 농도가 매우 높은 장소에도 사용이 가능하다.

- 송기마스크 사용법

- 충분한 공기를 공급하여 호흡에 지장이 없도록 한다.
- 신선한 공기가 공급되도록 전동송풍기는 안전한 장소에 설치한다.
- 전동송풍기의 전원스위치 또는 콘센트에는 “송기마스크 운전중”이라는 경고 표시를 하여 관계자 외에 조작을 하지 않도록 주의 한다.

- 전동기는 과열되지 않도록 한다.
- 호스의 길이를 충분하게 확보하고 굴곡이나 절단 등에 유의한다.
 - 송기마스크의 관리
- 송기마스크는 사용한 후 마른 형질로 닦거나 깨끗한 물로 씻은 후 그늘에서 말려야 한다.
- 재질이 고무인 부분은 특히 기름이나 유기화합물에 약하므로 가솔린이나 신나로 닦아서는 안된다.
- 송기마스크는 필요시 바로 꺼내어 사용할 수 있는 장소에 보관한다.
- 송기마스크의 보관 장소는 직사광선이 비치지 않는 건조한 곳이어야 하며, 섭씨 40도 이하인 곳이어야 한다.
- 송기마스크는 일상점검 외에도 3개월에 한번 씩 정기적으로 점검하고 노화된 부분은 교환한다.
- 마스크는 작업자수와 동수 이상으로 준비하여 보관한다.

다) 호흡용 보호구 선정

- 검출한 농도에서
 - (APF = 10,000) 공기공급식 호흡기(에어라인, 연속흐름식)
- 대피 시
 - (APF = 50)공기정화식(전면형)

※ APF(Assigned Protection Factor, 할당보호계수)

일반적인 PF(보호계수) 개념의 특별한 적용으로써 적절히 밀착이 이루어진 호흡기 보호구를 훈련된 일련의 착용자들이 작업장에서 착용하였을 때 기대되는 최소 보호정도치를 말한다. 예를 들어, APF가 100인 보호구를 착용하고 작업자에 들어가면 착용자는 외부 유해물질로부터 적어도 100배 만큼의 보호를 받을 수 있다는 의미이다. 일반적으로 NIOSH와 미국의 ANSI(Z88.2-1992)에서 정하고 있다. 기대되는 공기중의 농도를 노출기준으로 나눈 값을 위해비라고 하는데 어떤 호흡기 보호구를 선정할 때는 위해비보다 APF가 큰 것을 선택해야 한다.

$APF \geq \text{공기중 농도} / \text{노출기준(HR, 위해비)}$

※ IDLH(Immediately Dangerous Level to Health, 생명 또는 건강에 즉각적인 위협을 초래하는 농도)

1970년 중반 NIOSH와 OSHA가 공동으로 호흡기 보호구를 선정하는 데 사용하기 위하여 제정한 것으로 초기에는 398개의 화학물질에 대한 기준농도를 제정하였으나 현재는 새로이 250개의 화학물질에 대한 IDLH가 추가 제정되었다.

IDLH를 제정하는 데 있어서 IDLH 이하의 농도에서는 30분 동안 노출되어도 비가역적인 건강장해를 일으키지 않는 농도를 기준으로 하였고, 그 이상의 농도에 노출될 때에는 보호성능이 매우 좋은 호흡기 보호구를 착용하도록 하였다.

IDLH를 정한 목적은 호흡기 보호구에 결함이 생겼을 경우, 예를 들면 호흡기 흡수관에 오염물질이 들어간 경우나, 송풍식 호흡기 보호구에 공기가 통하지 않는 경우에 피신하기 어렵게 되거나 비가역적인 건강장해를 일으키는 일이 없도록 즉시 피신하게 하기 위함이다. 피신을 방해하는 요인으로 눈과 호흡기의 심한 자극작용, 그 밖에 지남력 상실과 협동운동장애 등을 생각할 수 있다. 대부분의 경우, 특정 작업장에서 밖으로 빠져 나오는데 30분이 걸리는 경우는 별로 없지만 안전을 도모하는 뜻에서 IDLH값은 30분동안 노출되었을 때 나타나는 작용으로 한 것이다.

발암성물질에 대한 IDLH값은 설정되어 있지 않다.

라) 방진마스크

비교적 물질의 입자가 커서 육안으로 확인이 가능한 입자상의 물질을 걸러주는 데 목적이 있기 때문에 대부분이 공기 여과식 형태의 마스크를 사용하고 있다. 방진 마스크는 사용목적에 따라 일반적인 먼지를 걸러주는 [분진용], 작은 액체방울 형태의 미스트를 걸러주는 [미스트용], 납땀이나 용접작업시 발생하는 흙을 걸러주는 [흡용] 등으로 구분할 수 있는데 대부분은 입자의 크기가 비슷한 분진과 미스트를 동시에 걸러주는 겸용형태(분진용/ 미스트용)를 사용하고 있으며 흡용을 겸용하는 경우도 있다.

방진마스크는 마스크의 형태에 따라 반면형과 전면형으로 나눌 수 있다. 반면형 마스크는 눈을 보호할 수는 없고 호흡기로 흡입되는 분진만을 제거해주며 일정한 주기로 필터 등을 교체해 주는 보수형과 필터교환이 필요없는 1 회용 무보수형 마스크 등이 있는데

착용에는 다소 편리한 점이 있지만 눈과 얼굴, 피부를 보호 할 수 없다는 것과 얼굴과의 밀착성이 떨어진다는 단점이 있다.

전면형 마스크는 눈을 포함하여 얼굴 전체를 보호 할 수 있는 형태로 되어 있고 얼굴과의 밀착성은 양호하지만 안경을 낀 사람은 착용이 불편하다는 단점이 있다.

▶ 방진마스크 사용상의 제한점 및 주의사항

① 즉각적으로 생명과 건강에 위협을 줄 수 있는 농도 (IDLH)에서는 착용해서는 안된다.

② 분진, 미스트, 흙 등이 문제되는 작업장에서만 착용해야 하며 증기 또는 가스상의 유해물질이 공존하는 곳에서는 방진마스크만을 착용해서는 절대 안되고, 방독마스크에 방진 필터가 부착된 조합형 마스크를 착용해야 한다.

③ 공기중 산소농도가 18 % 이하인 산소결핍장소에서는 착용해서는 안된다.

④ 얼굴에 손수건 등을 대고서 마스크를 착용하면 방진효율이 떨어지기 때문에 주의해야 한다..

⑤ 독성이 아주 높은 분진(허용농도<0.05 mg/m³) 또는 방사선 분진, 석면분진 등이 발산되는 작업장에서는 고효율 필터가 내장된 방진마스크를 착용해야 한다.

⑥ 필터를 자주 갈아주어 일정한 포집효율을 유지해주어야 한다.

⑦ 마스크의 고무 면체에 의해 안면부에 알레르기성 습진 등이 생길 수 있으므로 얼굴을 청결히 하고 땀을 자주 닦아주어야 한다.

▶ 보호구 관리요령

① 면체의 손질은 중성세제로 닦아 말리고 고무부분은 자외선에 약하므로 그늘에서 말려야 하며, 신나 등은 사용하지 말아야 한다.

② 필터의 이면이 더러워지면 필터를 교체하는 게 가장 이상적이거나 여의치 않을 경우 세게 털지 말고 가볍게 두들겨주어 표면의 정전기력을 보호해주어야 한다.

③ 보관은 전용 보관상자에 넣거나 깨끗한 비닐봉지 등을 이용하여 습기를 막아 주어야 한다.

라) 작업장 호흡기 보호 프로그램

① 프로그램의 책임

- 사용주의 책임

노출위험성의 평가

: 사용주는 작업장에서 작업자에게 노출될 수 있는 모든 위험성을 평가해 주어야 한다. 정기적인 작업환경측정을 통하여 유해물질의 작업장 농도를 TWA 및 ceiling값으로 측정하고 기록으로 남겨 두어야 한다. 샘플링은 개인시료 샘플이 우선되어야 한다.

사용 전 밀착도 검사

: 비록 현재 법적인 규정은 없지만 밀착도 검사는 착용자의 건강을 위해서는 반드시 필요한 조치이다. QNFT 우선되어야 하지만 이것이 어려우면 적어도 QLFT만이라도 실시해야한다.

보호구에 대한 검사

: 자주 호흡기 보호구를 검사해야 한다. 사실 호흡기를 보호하기 위해서는 보호구를 착용하는 것보다 좋은 방법은 없다. 정기적인 검사는 다음 사항이 필요하다,

- 적절한 보호구를 선택하였는가?
- 적합하게 착용은 하고 있는가?
- 착용자에 대한 컨설팅 : 편안함 정도, 호흡저항 정도, 피로도, 시계의 제한여부, 의사소통 제한여부, 움직임에 불편함여부, 작업수행 제한여부, 착용에 대한 수요여부 이 외에도 보호구의 검사, 보관, 관리 등이 포함되어야 한다.

- 착용자의 책임

보호구를 착용하는 각 개인도 다음의 책임이 있다.

- 매번 착용할 때마다 밀착도 체크(fit check)를 실시해야 한다.
- 지시대로 착용해야 한다.
- 보호구가 손상되지 않도록 잘 관리해야 한다.
- 착용하고도 유해물질로부터 보호가 안 된다고 생각되면 즉각 그 장소를 탈출해야한다.
- 보호구가 제대로 작동하지 않으면 담당자에게 즉각 보고해야

한다.

② 프로그램의 구성요소

- 행정

적절한 보호구를 작업자들에게 제공하는 것은 단순한 일이지만 중요한 것은 부적절한 보호구는 착용자의 건강을 해치거나 심지어 죽음에 이르게 할 수 있다는 점에서 가볍게 다룰 문제가 결코 아니다. 그래서 호흡기 보호 프로그램은 호흡기 보호구에 대한 훈련을 받고 작업환경의 위험성을 정확히 판단할 수 있는 사람이 담당해야 한다. 전체적인 프로그램의 담당자는 한 사람이 맞는 것이 좋으며 보건관리자인 산업위생기사나 산업의사, 안전관리자인 안전기사가 적절하다.

한 사이즈가 모든 작업자의 얼굴에 맞을 수 없기 때문에 가능하면 여러 브랜드의 여러 사이즈를 구매해야 하며 또 착용자의 착용감과 수용여부를 고려해야 한다. 단지 가격 하나만 고려하여 구매하는 것은 바람직하지 않다.

- 구성요소

- 프로그램의 문서화 : 위험요소, 훈련프로그램, 세척·검사·보관 등 관리, 구매관련내용, 화재 등 응급상황, medical surveillance 등을 문서 파일로 만든다.

- Medical surveillance : 보호구 착용자는 반드시 의사로부터 보호구 착용시 건강상 문제가 없는지 검사를 받아야 한다. 검사는 신체적, 심리적 검사가 병행되어야 하며 보호구 착용으로 생리적 변화가 있는지도 검사해야 한다.

- ▶ 호흡기 질환의 병력 : 천식, 폐기종, 만성 폐질환은 보호구 착용시 위험

- ▶ 직업력 : 석면, 규소, 먼분진, 베릴륨 등 폭로여부, 과거 직업, 정상작업시 건강문제, 과거 보호구 착용으로 생긴 건강문제

- ▶ 기타 정보: 밀실공포증 같은 심리적 건강문제, 신체적 결함이나 비정상, 약물복용 여부, 고열작업시 심박동 증가 정도

- ▶ 감독자, 착용자에 대한 훈련 : 훈련 프로그램에는 여러가지 사항이 포함되어야 하지만 가장 중요한 것은 호흡기 보호구를 착용해야 하는 필요성과 이유를 가능하면 많이 설명하는 방향으로 훈련되어야 한다. 이것은 착용자로 하여금 보호구를 적절하게 착용하고

관리하려는 동기를 유발하게 하기 위함이다. 보호구를 착용하면 호흡저항이 생기고 불편하기 때문에 작업자가 기피하려는 것은 당연하며 이를 극복하고 보호구 착용을 수용하려면 많은 시간과 노력이 필요하다.

▶ 밀착도 검사 : 현재 우리나라 법에는 규정되어 있지 않으나 착용자의 건강을 위해서는 반드시 필요하다. 우선적으로 QNFT를 권하지만 고가 측정기와 훈련이 필요하다. 이것이 어려우면 현장 접근이 용이하고 가격이 저렴하며 측정이 간단한 QLFT라도 반드시 실시해야한다.

▶ 검사, 보관, 취급방법 : 보호구에 대한 검사방법, 세척방법, 보관 방법 등 관리방법이 구체적으로 실시되어야한다.

(2) 피부보호구

근로자는 유기화합물이 피부에 접촉되지 않도록 보호의 · 보호장갑 및 보호 장화를 착용하여야 한다.

피부보호구는 다음 각 호의 사항을 고려하여 불 침투성 재료로 선정하여야 한다.

네오프렌 재질은 오일류와 지방족탄화수소 등에는 성능이 양호하지만 방향족탄화수소, 할로겐족 탄화수소, 케톤류 등에는 성능이 불량하다.

자연고무재질은 유기화합물업무에 보호구로 사용하기에는 부적절하다.

폴리비닐알콜 재질은 방향족 탄화수소나 염화탄화수소 등에는 성능이 양호하지만 물, 아세톤 등에는 성능이 불량하다.

작업특성상 근로자가 피부보호구의 착용이 곤란한 경우에는 피부보호용 도포제를 사용하고 작업하여야 한다.

(3) 눈 보호구

비산물 또는 유해한 액체로부터 보호되는 보안경을 착용한다.

잠재적으로 눈 또는 피부접촉이 되었을 때, 즉시 긴급조치를 할 수 있게 가까운 장소에 분수식 눈 세척시설 및 샤워 식 비상 세척설비를 설치한다.

(4) 안전장갑

- 적당한 내화학적 장갑을 착용하다.

(5) 보호의

- 적당한 내화학적 보호의를 착용한다

사. 폐기물 처리

디아니시딘을 사용한 후, 빈 용기는 지정된 장소에 버리며, 다른 원료의 포장재나 용기 또한 지정된 장소에 버린다.

자. 기타 내용

(1) 작업관리

가) 작업계획수립 및 표준작업관리지침 작업

디아니시딘을 취급 작업에 근로자를 종사케 하는 경우에는 작업 계획 수립 시 디아니시딘의 유해 · 위험성 여부를 우선적으로 고려하고, 디아니시딘 작업공정에 대하여는 다음 내용을 포함하는 표준작업관리지침을 마련하여 근로자가 이에 따라 작업하도록 하여야 한다.

- 디아니시딘 분진 발생 억제조치에 관한 사항
- 해당시설 및 설비 등에 설치된 국소배기장치의 적절한 가동과 비정상 가동 시 조치요령 등에 관한 사항
- 보호구의 착용 시기, 착용요령 및 관리방법
- 디아니시딘 비산시의 조치사항
- 디아니시딘 분진에 대한 근로자 노출 방지대책 등

나) 교육

- 채용 시 교육 및 작업내용 변경 시 교육은,

사업주는 근로자를 채용할 경우 8시간 이상, 작업내용을 변경할 경우 2시간 이상 다음 각 호에서 정하는 내용이 포함된 교육을 실

시하여야 한다.

- 산업안전보건법령에 관한 사항
- 설비, 기계 및 기구의 작업안전 점검에 대한 사항
- 기계, 기구의 위험성과 안전 작업방법에 관한 사항
- 근로자 건강증진 및 산업 간호에 관한 사항
- 물질안전보건자료에 관한 사항
- 기타 안전보건관리에 필요한 사항
- 특별교육

디아니시던을 취급하는 근로자에게는 작업배치 전 다음 각 호의 내용이 포함된 특별안전보건교육을 16시간 이상 실시하여야 한다.

- 당해 작업장에서 사용하는 디아니시던에 대한 물질안전보건자료에 관한 사항
- 당해 작업장에서 제조 또는 사용되는 디아니시던의 물리·화학적 특성
- 디아니시던에 의한 중독증상과 건강장해 예방대책
- 공정별 표준작업 요령
- 국소배기장치 및 안전설비에 관한 사항
- 보호구의 사용법 및 관리방법
- 응급처치방법
- 기타 안전·보건상의 조치 등
- 교육내용의 숙지 및 이행으로는 디아니시던을 취급하는 근로자는 특별안전보건교육 내용을 충분히 숙지하고 이를 성실히 이행하여야 한다.

다) 명칭 등의 게시

디아니시던의 업무를 행하는 작업장에는 명칭, 인체에 미치는 영향, 취급상 주의 사항, 착용하여야 할 보호구, 응급조치 및 긴급 방재요령이 포함된 게시물을 다음 각 호에 적합하도록 작성하여 근로자가 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다.

- 게시물의 재질은 쉽게 파손되지 않는 것으로 한다.
- 게시내용과 글씨는 물 등에 의해 쉽게 훼손되지 않는 것으로

한다.

- 당해 작업자가 쉽게 알아 볼 수 있는 위치에 게시하고 구획된 작업실인 경우에는 각 실마다 게시한다.

라) 물질안전자료(MSDS)의 작성 비치 및 경고표지 부착

- 당해 작업장에서 사용하는 디아니시딘을 포함한 모든 유해물질에 대하여 물질안전보건자료를 작성하여 취급 근로자가 쉽게 볼 수 있는 장소에 비치하고 필요시 공정관리요령을 게시하여야 한다.

- 작업자는 게시 또는 비치되어 있는 물질안전보건자료의 내용을 충분히 숙지하여 취급하는 화학물질에 관한 정보를 알고 작업에 임하여야 하며, 취급상의 주의사항 등 물질안전보건자료(MSDS)에 규정된 내용에 따라 화학물질을 취급하여야 한다.

- 디아니시딘을 행하는 근로자의 안전 · 보건을 위하여 디아니시딘이 담겨 있는 용기나 포장에는 경고표지를 부착하여야 한다.

(2) 건강관리

가) 건강진단 주기

- 기본주기 및 대상자

디아니시딘에 노출되는 작업부서 전체 근로자에 대한 특수건강진단 주기는 1년에 1회 이상으로 한다.

- 집단적 주기 단축 조건

다음의 어느 하나에 해당하는 경우 당해 공정에서 당해 유해인자에 노출되는 모든 근로자에 대하여 특수건강진단 기본주기를 다음회에 한하여 1/2로 단축하여야 한다.

- 디아니시딘에 의한 직업병유소견자가 발견된 경우

- 배치전건강진단후 첫 번째 특수건강진단

6개월 이내에 근로자 개별적으로 실시하되, 배치전건강진단 실시 후 6개월 이내에 사업장의 특수건강 진단이 실시될 예정이면 그것으로 대신할 수 있다.

나) 건강진단항목

- 필수항목

- 직업력 및 폭로력 조사
- 과거병력 조사 : 주요표적장기와 관련된 질병력 조사

- 자각증상 조사 : 문진표 작성내용 확인
- 임상진찰 : 신장 및 요로계, 호흡기, 피부에 유의하여 진찰
- 임상검사
 - ① 혈액학적 검사 : 혈색소량, 혈구용적치
 - ② 요검사 : 단백뇨, 요침사현미경검사
 - ③ 간기능검사 : 혈청지오티, 혈청지피티, 감마지티피
- 선택항목
 - 요세포 검사 (파파니콜라우 검사) : (아침 첫 소변채취)
(통상 10년 이상 당해물질에 노출된 경력이 있는 자)
 - 뇨세포검사(파파니콜라우 검사)

(3) 피부노출관리방안

디아니시딘은 피부노출로 흡수가 가능하므로 피부노출에 대한 관리방안도 필요하다.

역사적으로 볼 때 피부노출 보다는 공기노출에 더 많은 관심이 있었다. 사실 많은 사례에서 공기노출의 가능성이 가장 큰 문제가 되어 왔다. 그러나 피부노출이 중요한 문제가 되는 경우도 많이 있다. 이에 대한 좋은 예가 페놀이이다. 페놀의 주요 노출경로는 피부접촉과 흡수이다. 어떤 화학물질은 호흡과 피부흡수 모두가 노출의 주요 경로가 된다.