

일부 PVC 수지 제조 및 가공 근로자의 염화비닐 폭로 평가와 대책에 관한 조사 연구

1993



**한국산업안전공단
산업보건연구원**

제 출 문

한국산업안전공단 이 사 장 귀하

본 연구결과를 1993년도 산업보건연구원의 연구사업 중 “일부 PVC 수지 제조 및 가공 근로자의 염화비닐 폭로 평가와 대책에 관한 조사 연구”에 대한 최종 결과 보고서로 제출합니다.

1993년 12월 31일

제출자 : 산업보건연구원장 정 호 근

연구책임자 : 선임연구원 박 동 욱

공동연구자 : 수석연구원 오 세 민

기술직4급 신 용 철

기술직5급 박 승 현

기술직5급 이 나 루

목

차

Abstract-----	3
I. 서론 -----	4
1. 연구의 배경 및 동향 -----	4
2. 연구의 목적 및 활용 -----	7
II. 연구대상 및 방법 -----	8
1. 대상 및 기간-----	8
2. 방법-----	8
가. 작업환경측정-----	8
나. 국소배기 성능 측정-----	9
다. 작업환경측정자료분석-----	9
라. 염화비닐폭로 평가방법-----	9
III. 연구결과 및 고찰-----	11
1. PVC수지제조 및가공 공정의 염화비닐 측정 결과-----	11
2. PVC수지제조 공정별 염화비닐농도-----	16
3. PVC수지제조 및 가공공정의 염화비닐 폭로평가-----	18
4. PVC수지제조공정근로자에 대한 대책-----	25
IV. 결론 및 요약-----	28
V. 참고문헌-----	29

일부 PVC 수지 제조 및 가공 근로자의 염화비닐

폭로 평가와 대책에 관한 조사 연구

박 동 옥

한국산업안전공단 산업보건연구원

A Study on the Control and Exposure Assessment to Vinyl Chloride in the Factory Processing and Producing PVC Resin

Dong Wook Park

**Industrial Health Research Institute, Korea Industrial Safety
Corporation**

-Abstract-

This study was carried out to assess worker exposure to vinyl chloride monomer(VCM) and to present control measures in the factories processing and producing polyvinyl chloride(PVC) resin. The conclusion remarks are as follows. Only two personal samples in the factory("E") processing polyvinyl chloride resin were analysed to be 27.6 ppm and 12.6 ppm, respectively. But, these concentration exceed 1 ppm, Permissible Exposure Limits(PEL) of OSHA. So, worker's exposure to VCM employed at "E" factory seems to be reevaluated after air monitoring is performed. In "A", "B" and "C" factory producing polyvinyl chloride resin, the average worker's exposure to VCM were 0.12 ppm, 0.86 ppm and 1.23 ppm, respectively. Worker exposure to VCM at distillation and dry process was higher than other processes of "A" factory and 0.67 ppm. The average exposure concentration of worker at polymerization process of "B" and "C" factory was highest and 1.23 ppm, and 1.46 ppm respectively. These concentration exceed 1 ppm, Permissible Exposure Limits

of OSHA. Even control room of "B" and "C" factory had 0.91 ppm and 0.65 ppm of worker's exposure concentration respectively. By the workplace exposure assessment program of AIHA, "A" factory was evaluated to be "acceptable", but "B" and "C" factories was evaluated to be "not acceptable". Process other than bagging and control room of "A" factory was evaluated to be "not acceptable". Immediate correction measures for preventing workers from exposure to VCM should be performed in the factories or process that was evaluated to be "not acceptable". After these control measures are took, worker exposure to VCM must be reevaluated through personal air monitoring. Control measures presentd by this study were complete sealing parts connectintg pipe lines, flanging, packing, bolting and nutting. Periodic leak test for leak parts is also required. And, positive pressure facility should be constructed at control room of "B" and "C" factory. Fresh air through cleaner such as HEPA filter should be supplied to control room. In addition to these control measures, periodic personal monitoring for evaluating worker exposure to VCM should be performed.

I. 서론

1. 연구의 배경 및 동향

여러 유기합성 중합체중 PVC (Poly Vinyl Chloride, PVC)는 세계적으로 그 생산량 및 사용량이 많고 우리 생활 주변과 각종 산업에 폭넓게 공급되고 있다. PVC 수지를 원료로 가공되는 플라스틱 제품은 다른 수지 제품에 비해 안정성, 투명성, 경제성이 매우 뛰어나며 전선피복, 호스, 필름, 건축자재, 비닐튜브, 생활용품, 전자제품, 각종 포장재에 이르기까지 우리 생활 전분야에 걸쳐 널리 사용되고 있다. 외국의 경우 1927년에 PVC가 산업계에 도입된 이래로 PVC 생산공정에서의 염화비닐 (Vinyl Chloride Monomer, VCM)에 대한 관리는 1971년 이전까지는 폭발한계의 안전성에 준하여 허용농도를 500 ppm으로 관리해 왔다. 염화비닐에 대한 발암성이 1970년에 맨처음 발견되고 계속해서 지단골용해증(acreeosteolysis)과 발암특성이 동물 실험 및 염화비닐 취급 근로자에게서 발생되자 50 ppm으로 규정 관리하기에 이르렀다 (Gottesman, 1988). 1974년 Creech 등은 간혈관 육종의 발생이 PVC수지 생산공장의 근무년수와 원인적으로 연관성이 있다고 특별 기고한 바도 있었다.

문제의 심각성은 여기에 그치지 않고 미국국립산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH)가 1974년 1월 22일 미국 BF Godrich회사의 염화비닐 중합탱크 청소 작업자에게서 간암인 간혈관육종(liver angiosarcoma)을 발견하고 이 후 청문회를 통해 미국 노동성 산업안전보건청 (Occupational Safety and Health Administration, OSHA)가 1974년 10월 5일 염화비닐 허용농도를 1 ppm으로 규정하고 현재까지 관리 하고 있다(EVC, 1989 ; Gottesman등 , 1988; OSHA, 1990). 간혈관육종등록소(registry of angiosarcoma cases)의 보고에 의하면 1988년까지 간혈관육종이 전세계적으로 138명이 발생하여 35명이 사망한 것으로 이미 보고된 바 있다(EVC,1989). 1976년에 북부 Ohio에 있는 3개의 PVC생산공장 인근의 주민들을 대상으로 실시한 역학조사에서 기형족, nerveous와 alimentary system defects를 포함한 기형(birth defects)의 증가된

발생이 일어난 것으로 보고하고 있다. 즉 중추신경계장해(central nerveous system)에 대한 유의한 증가율은 볼 수가 없었으나 기형을 나타낸 15명의 부모들이 PVC중합 공정으로 부터 2마일 지점에 살았던 사실을 강조하고 있다(Kenneth et al, 1989). 1989년 Kenneth는 New Jersey에 있는 2개의 염화비닐 중합공장 인근의 주민의 자녀들을 대상으로 중추신경장해 정도를 조사했다. 공장으로부터 어머니의 거주지가 멀리 떨어 질수록 교차비(odd ratio)는 감소하였고 염화비닐의 방출이 많은 인근 지역에서는 높은 것으로 나타났다. 그러나 이러한 중추신경장해에 대한 교차비가 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았지만 염화비닐이 이러한 차이에 영향을 미칠지도 모른다는 가설을 제시하고 있다. 또한 Drew(1983)는 염화비닐에 대한 최초 폭로연령이 낮을수록 암발생 위험도는 증가한다고 보고하고 있다(Drew et al, 1983).

선진 외국에서는 1980년대 이전에 염화비닐의 직업적 폭로가 간혈관육종을 야기하는 원인인자라는 사실이 염화비닐 중합 공정을 대상으로 수행한 여러 역학 연구에서 이미 밝혀졌다(Greech et al, 1974 ; Simonato et al, 1991; Tabershaw, 1974; Wong et al, 1991). 또한, 염화비닐이 다른 여러 조직(피부, 폐, 췌장, 결장, 갑상선 등)에도 암을 유발한다는 역학연구 가설들을 제시 하는 연구가 빈번히 보고되고 있다(Wagner, 1983; Heldaas et al, 1984; Heldaas et al, 1986; Smulevich et al, 1988). 한편, 최근에 염화비닐에 대한 암발생에 관한 역학연구들을 종합해 보면 암발생 부위가 서로 다른 결과들을 보여주고 있다. 1990년에 Hagmar 등은 PVC수지 제조공장의 2,031명의 남자근로자를 대상으로 역학조사를 한결과 암발생 사망율은 유의하게(SMR=128.95%) 높은 것으로 보고하고 있다. 또한, 여기서는 호흡기계암만 유의한 차이를 보였고 간과 뇌, 위 관계부위는 유의한 차이를 볼 수 없었다고 보고한 바 있다(Hagmar et al, 1990). 1991년에 4개국(이탈리아, 영국, 스웨덴, 노르웨이)의 14,351명의 염화비닐 취급근로자를 대상으로 실시한 협력연구를 보면 간암은 거의 3배의 높은 발생과 폭로기간(고용기간)과 통계적으로 유의한 연관성을 보이는 것으로 나타났다. 그리고 다른 조직 부위인 폐와 뇌 등에서는 다소 높은 암발생을 보였으나 유의하지는 않은 것으로 보고하였다(Simonato, 1991). 1991년 Otto는 1942년부터 1982년까지 염화비닐에 폭로된 1,536명의 근로자를 대상으로 실시한 역학연구에서 간혈관육종과 간암(SMR=641) 그리고 뇌암과 중추신경계암(SMR=180)이 통계적으로

유의한 차이를 보이고 있는 것으로 보고하고 있다. 미국산업위생가협회(American Conference Governmental Industrial hygiene : ACGIH)에서는 염화비닐을 간헐관육종을 일으키는 확인(A1)된 발암물질로 제시하고 있다. 염화비닐과 관련된 여러 연구들을 종합해 볼때 염화비닐은 간을 비롯한 다른 조직에도 암을 유발할 가능성이 있는 것으로 판단된다.

위에서 언급한 선진 외국에서 수행된 염화비닐에 대한 역학연구 및 사고 사례를 종합해 보면 염화비닐 취급근로자에 대한 근로자 폭로의 평가 및 대책은 매우 중요하고 절실한 것임을 알 수 있다. 우리나라에서 염화비닐취급과 관련된 개략적인 실태와 연구 동향을 살펴 보자. PVC 수지의 생산은 2개사 5개 공장에서 담당하고 있으며 4개소는 1960-1970년대에 설립된 오래된 공장으로서 부분적인 개선은 있으나 여전히 재래식 기법에 의해 가동되고 있다(석유화학, 1983). 또한, PVC 수지를 원료로 각종 플라스틱 제품을 가공하는 업체는 대부분 규모가 작은 영세사업장으로서 압출공정에서 발생하는 단량체를 포함한 유해인자의 발생특성을 알고 있지 못해 작업환경관리에 문제점을 내포하고 있는 것으로 보고되고 있다(박동욱, 1993). 또한, 압출공정에 국소배기시설을 설치했다 해도 공정특성 및 작업방법 등의 산업위생학적인 설계인자를 무시한 설계의 전문성 결여로 그 효율성은 매우 미흡한 것으로 보고하고 있다(박동욱, 1993). 이러한 상황에도 불구하고 지금까지 우리나라에서 PVC 수지 제조 및 가공공정을 대상으로 수행된 연구들은 매우 적고 단편적인 것으로 판단된다. 김 등이 PVC수지 제조 및 가공공정의 근로자를 대상으로 염화비닐 폭로수준 추정방법 및 건강진단 시행방법에 대해 연구한 바 있다(김승택, 1992). 박이 PVC수지 가공 사업장을 대상으로 염화비닐의 발생특성 및 제거에 대한 국소배기장치의 효율성을 평가한 바 있다(박동욱, 1993). 이들의 연구에서도 공정별 근로자들의 염화비닐의 폭로정도에 대한 타당성이 구체적으로 평가되고 있지 못하며 관련된 역학연구는 한번도 실시되지 않은 것으로 알고 있다. 더우기 1년에 2번씩 실시하는 작업환경측정도 대부분 실시하지 않고 있다. 결국, 염화비닐의 독성에도 불구하고 취급하는 근로자를 대상으로 산업위생학적인 측면의 PVC수지제조 공정의 작업방법 및 공정특성에 따른 정량적인 평가가 한번도 이루어지지 않은 것이다.

선진 외국의 연구자료 및 배경들을 상기한 우리나라 상황 및 실태와 비교검토

해 볼때 PVC 수지 제조 및 가공공정에서 근무하는 근로자들에 대한 염화비닐의 폭로 정도는 전면적으로 평가되어야 하는 시점이라고 여겨진다. 특히, 공장의 건립년도가 오래되고 운전기법이 재래식화 되어 있으며 그동안 관련된 염화비닐의 폭로정도가 정확하게 평가된 적이 거의 없었고 또한 염화비닐의 측정 및 분석의 어려움 등으로 작업환경측정이 전혀 이루어지지 않고 있는 점 등을 생각할때 관련되는 연구는 매우 시급한 실정이라고 여겨진다.

2. 연구의 목적 및 활용

우리나라에서 PVC수지를 제조 및 가공하는 공정 근로자를 위한 염화비닐(Vinyl Chloride Monomer:VCM)의 관리 및 평가는 매우 미흡하다. PVC수지 제조과정 및 가공공정에서 발생하는 염화비닐에 대한 근로자 폭로 평가와 그 대책을 수립하기 위한 본 연구의 구체적 목적을 열거하면 다음과 같다.

첫째, PVC수지제조 및 가공공정의 염화비닐에 대한 정확한 작업환경측정과 문제점을 조사한다.

둘째, 일부 PVC수지제조 및 가공 근로자의 염화비닐에 대한 폭로정도의 타당성을 평가한다. 여기에 활용되는 평가방법은 미국산업위생학회(American Industrial Hygiene Association : AIHA)와 미국국립산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health : NIOSH)의 근로자 폭로평가 시스템을 활용하였다(Tuggle, 1981 ; AIHA, 1992).

셋째, 염화비닐에 대한 근로자 폭로 평가를 통하여 공정별 문제점을 도출하고 이를 해결하기 위한 작업환경 개선방법을 제시한다

본 연구결과는 염화비닐을 대상으로 연구한 근로자 폭로 평가 기법의 소개로 우리나라의 산업위생분야의 전문성에 기여할 수 있다. 또한, PVC수지를 제조하고 가공하는 공정의 역학조사의 필요성을 강조하는데도 큰 의의가 있다고 판단된다. 본 연구 결과의 구체적인 활용은 다음과 같다.

첫째, 우리나라의 산업위생분야에 선진 외국의 유해인자에 대한 적정한 근로자 폭로평가 시스템(Logan Program)의 도입과 활용으로 정확한 작업환경측정의 중요

성을 인식하는 계기가 될 수 있다.

둘째, 각종 유해인자에 대한 근로자 폭로평가의 정량화가 가능하여 개선대책의 정량적인 효과 평가가 가능하다.

셋째, PVC수지제조 공정 근로자에 대한 역학연구의 필요성의 제시 및 기초자료로서의 활용이 가능하다.

넷째,공단 지도원 및 측정기관에 유해인자에 대한 근로자 폭로평가 시스템(Logan Program)의 보급과 활용으로 올바른 폭로평가의 기법을 제공할 수 있다.

II. 연구대상 및 방법

1. 대상 및 기간

PVC수지제조업체 3개소와 PVC수지 가공업체 5개소를 대상으로 하였다. 1993년 6월 부터 10월 까지 PVC수지 제조업체는 1개소당 1일 그리고 PVC수지 가공업체는 1개소당 2일을 조사했다.

2. 방법

가. 작업환경측정

염화비닐에 대한 시료채취와 분석방법은 국립산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health; NIOSH)의 방법을 이용하였다(NIOSH, 1984). 근로자 및 지역을 대상으로 개인시료채취기(Model:PRO-Lite 479680, MSA)에 활성탄관(coconut charcoal tube)을 연결하여 염화비닐 가스를 흡착 채취하였다. 채취 유속은 0.05 Lpm 이하로 하였으며 총 채취량은 5 L가 넘지 않게 하고 연속적으로 활성탄관을 교체하면서 6시간 이상 채취 하였다.

시료의 전처리 는 활성탄관의 앞층(100 mg)과 뒷층(50 mg)을 분리하고 각 각 이

황화탄소(GR급) 1 ml을 넣어 30분 정도 빈번한 교반으로 탈착(desorption)한 후 1 ul의 주입으로 신속히 분석 하였다.

표준용액은 Tedler 백에서 치환한 염화비닐 가스 (99.9999 %: 한양화학 제조) 1 ml을 이황화탄소 10 ml에 용해시켜 0.26 mg/ml을 만들었다. 이것을 단계별 희석으로 예상 채취농도를 포함하게 제조하고 탈착효율 검정에도 이용하였다. 분석은 Gas Chromatography(Model: Hewlett Packard사 5890A)를 이용하여 아래와 같은 조건으로 분석하였다. 염화비닐의 분석조건은 아래와 같다.

- Oven Temperature : 40 도
- Injector Temperature : 210 도
- Detector Temperature : 230 도
- Detector : FID
- Column Phase : Capillary HP5(Crosslinked 5 % ph Me Silicone)길이 (25 m) x 내경(0.32 um) x 두께(0.17 um)

나. 국소배기 성능 측정

ACGIH의 Industrial Ventilation을 이용하였다.

다. 작업환경측정자료분석

작업환경측정자료의 분석은 아래의 컴퓨터 프로그램을 이용하였다.

- SAS(Version : 6.02) : 정규분포검정 및 분산분석
- Qtro-pro(Version : 4.0) : 자료의 누적분포
- Sigma Plot(Version : 5.0) : 대수정규분포도
- LOGAN Program : 근로자 폭로평가

라. 염화비닐폭로 평가방법(AIHA, 1991)

모든 측정자료들을 대수전환(log transformation)하여 대수정규통계(lognormal statistics)를 이용하였다. 이 방법은 미국산업위생학회 및 산업안전보건연구원에서 유해인자에 대한 근로자 폭로평가기 활용하는 방법이다. 먼저, 작업환경측정자료의 신뢰구간을 추정한다. 즉, ULC(Upper Confidence Limit; UCL)과 LCL(Lower Confidence Limit; LCL)은 신뢰구간의 상한치와 하한치를 나타낸다. 만일, 기하정규분포를 하는 경우 측정치간의 95 %신뢰구간은

$$\ln(\text{GUCL}) = \ln(M) + (t_{0.975, n}) \ln(GS)/\sqrt{n} \quad \text{----- 1}$$

$$\ln(\text{GUCL}) = \ln(M) - (t_{0.975, n}) \ln(GS)/\sqrt{n} \quad \text{----- 2}$$

로 구한다.

$$\ln(M) = \ln(GM) + 0.5 (\ln(GS))^2 \text{ 이다.} \quad \text{----- 3}$$

여기서, GULC(Upper Confidence Limit on True Geometric Mean)과 GLCL(Lower Confidence Limit on True Geometric Mean)은 기하평균 신뢰구간의 상한치와 하한치를 말한다. 다음은 근로자의 염화비닐에 대한 폭로한계치(Tolerance Limit)추정이다. 폭로한계치는 95 %의 신뢰도를 가지고 보통 폭로그룹의 90 %가 그 폭로농도(a specified exposure level)이하에 폭로된다는 수치이다. 구하는 식은 4와 같다.

$$\ln(\text{GUTL}) = \ln(GM) + (K \ r, p, n) \ln(GS) \text{ 이다.} \quad \text{----- 4}$$

여기서 GM은 기하평균이고 K는 신뢰수준(r), 유의수준(P), 시료수(n)에 의해 결정되는 인자이며 GS는 측정치의 기하표준편차이다. GUTL(The Upper Tolerance Limit)는 기하 정규분포의 폭로한계치이다.

III. 연구결과 및 고찰

1. PVC수지제조 및 가공 공정의 염화비닐 측정 결과

PVC수지제조 및 가공 공정의 염화비닐 측정 결과는 표1과 같다. PVC수지가공업체 5개소에서 근로자 채취시료 36개 중 "E"사업장에서 2개 시료만이 검출되었다. 폭로 농도는 각각 27.6 ppm과 12.6 ppm으로 우리나라의 허용기준 1 ppm을 훨씬 초과하고 있다. 110개의 지역시료에는 4개가 검출되었다. 본 연구의 측정결과는 김(1992)이 파이프, 벽지, 원단, 카렌다, 비닐장판, 창틀제조의 PVC가공 공정을 대상으로 조사한 염화비닐의 농도 0.076 - 0.243 ppm 보다는 낮은 것으로 나타났다(김승택, 1992). 이러한 PVC가공공정의 염화비닐농도 차이는 PVC수지내의 잔류농도 및 가공제품의 종류나 형태 등에 따른 요인 때문인 것으로 판단된다.

화학공장은 3개소의 PVC수지 제조업체의 염화비닐에 대한 근로자 평균 폭로농도는 "A"사업장이 0.12 ppm, "B"는 0.86 ppm 그리고 "C"는 1.23 ppm으로 나타났다. 사업장 및 공정별로 근로자 폭로농도측정결과를 대수전환(log transformation)하여 분포를 분석한 결과 그림 1, 2와 같이 대수정규분포를 하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 본 연구결과에 대한 분포의 특성은 다른 연구결과의 특성과 일치한다(Rappaport, 1993). 지역시료의 평균은 "A"가 0.13 ppm, "B"가 0.56 ppm "C"는 1.02 ppm으로 근로자 폭로보다 낮게 나타났다($P < 0.001$). 이것은 공정별로 근로자가 중합기나 건조기 청소 및 각종 염화비닐파이프누출 부위 점검 등 순간 과폭로의 우려가 있는 작업특성 때문인 것으로 판단된다. 한편, 이러한 염화비닐 농도는 김(1992)이 PVC중합 공정을 대상으로 조사한 염화비닐농도 0.268 ppm보다 대부분 높은 것으로 나타났다. 이러한 차이는 김이 단지 9개의 적은 시료와 옥외의 라인 점검 및 공정라인(중합기, 교반기, 건조기 등)의 청소로 인한 폭로정도가 평가되지 않았던 요인 때문으로 여겨진다. 한편, PVC수지 제조 업체별로 염화비닐농도를 비교해 보면 1960년대에 건립된 "C"사업장이 가장 높은 염화비닐농도를 보이고 있다. 그리고 가장 최근

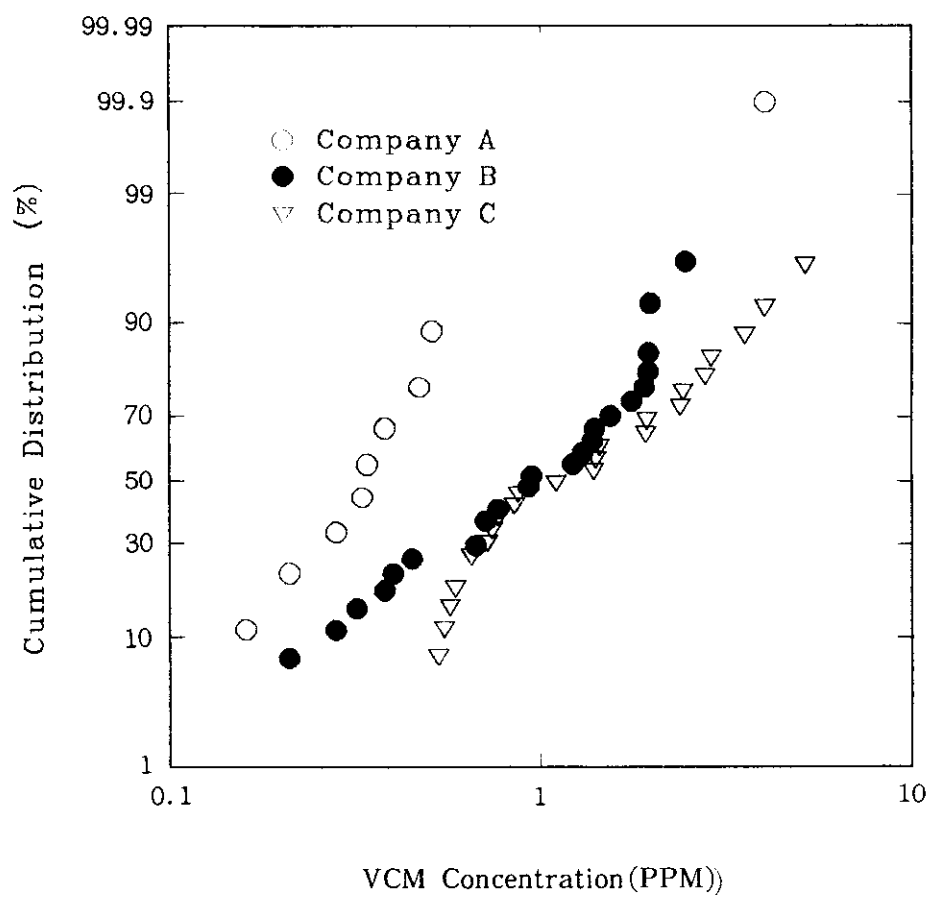


Fig 1. Cumulative Distribution of VCM Concentration by Company

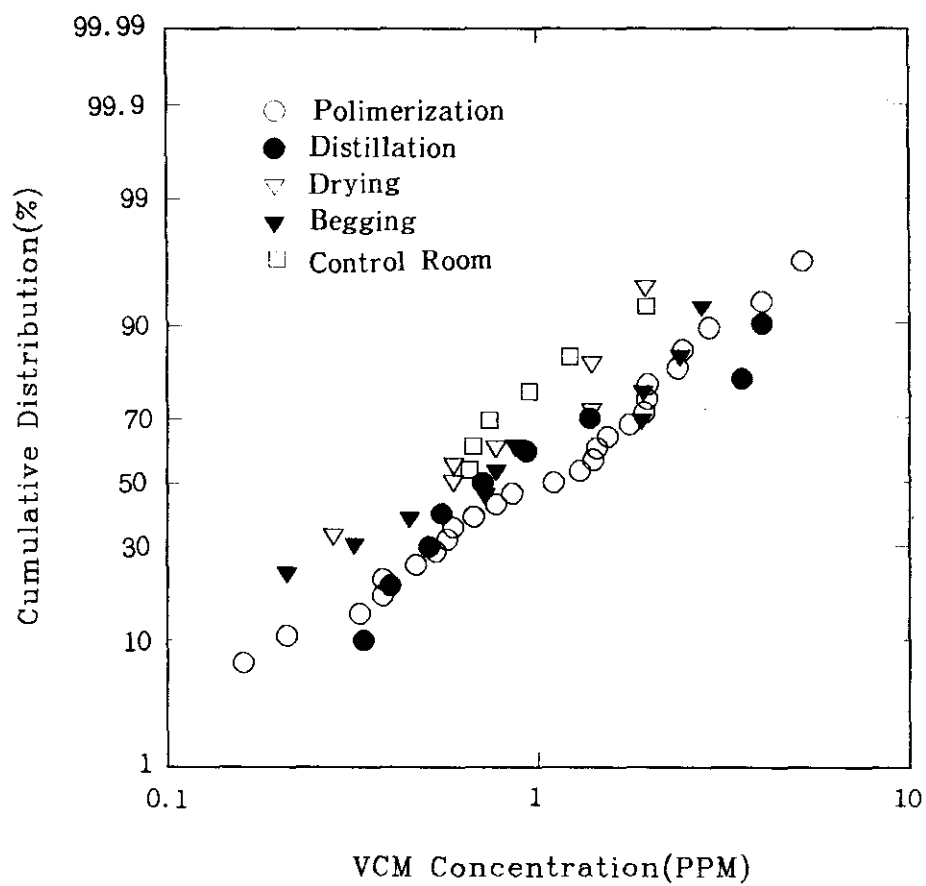


Fig 2 .Cumulative Distribution of VCM Concentration by Process

**Table 1. Comparision of Vinyl Chloride between Company Producing
and Using PVC Resin**

	Compa - ny	Personal				Area			
		n	Range(PPM)	GM(PPM)@	GSD #	n	Range(PPM)	GM(PPM)	GSD
Using PVC Resin*	A	10	N.D	-	-	24	N.D	-	-
	B	3	N.D	-	-	35	N.D	-	-
	C	9	N.D	-	-	12	N.D	-	-
	D	2	N.D	-	-	15	N.D - 4.58	-	-
	E	12	N.D - 27.6	-	-	24	N.D - 9.01	-	-
Producing PVC Resin**	A	20	N.D - 4.04	0.12	4.45	42	N.D - 18.4	0.13	10.29
	B	26	N.D - 2.46	0.86	2.17	37	N.D - 2.67	0.56	3.15
	C	24	N.D - 5.18	1.23	2.13	18	N.D - 18.8	1.02	5.18

* A,B : Company Producing Monoleum

C,D : Company Producing Pipe

E : Company Producing PVC Rubber

@ : Geometric Mean

: Geometric Standard Deviation

N.D : Non Detected

** : Normal Probability Plot Test $P < 0.0001$

에 건립(1990년)된 "A" 사업장이 허용기준 1 ppm 이하이며 가장 낮게 조사되었다. 이처럼 PVC수지 제조업체의 건립 년도 별로 염화비닐 농도가 차이를 보이는 것은 공정의 운전기술 및 시설의 노후화에 의한 요인으로 판단된다.

2. PVC수지제조 공정별 염화비닐농도

PVC수지 제조 공정별로 근로자의 염화비닐 평균폭로농도는 표2및 그림3과 같다. PVC수지 제조 공정별 근로자 염화비닐 평균폭로농도를 비교해 보면 "A"사업장은 중합공정 근로자가 0.24 ppm, 증류와 건조 공정 근로자는 0.67 ppm 그리고 포장과 조정실 근로자는 검지한계 이하였다. "B"사업장은 중합공정 근로자가 1.23 ppm, 증류가 0.78 ppm, 건조가 0.88 ppm, 포장은 0.49 ppm 그리고 조정실이 0.91 ppm인 것으로 나타났다. "C" 사업장은 중합공정의 근로자가 1.46 ppm, 증류와 건조가 0.83 ppm, 포장이 1.36 ppm 그리고 조정실이 0.65 ppm으로 분석되었다. 대부분 중합공정에서 가장 높은 염화비닐폭로 결과를 보였다. 이것은 공정 및 작업특성에 의한 차이이다. 중합공정은 중합조의 스케일 제거를 위해 근로자가 내부 청소작업을 일정 주기로 하고 있다. 이 과정에서 적정한 중합기내부의 염화비닐농도 조사 및 보호구 착용 등의 적절한 조치가 이루어 지지 않으면 순간 고농도의 폭로를 피할 수 없게 된다. 또한, 중합기 청소와 질소 치환 작업을 할때 맨홀(manhole)을 개방하는 과정에서 과폭로의 가능성이 있다. 즉, 중합기 내부를 음압으로 유지하는 배풍을 조치한 후 개방해야 하는데 순간적인 개방을 할 경우 순간적으로 과폭로가 된다. 따라서 근로자의 작업방법(work practice)이 염화비닐의 폭로를 줄이는데 매우 중요하다.

"B"와 "C"사업장은 조정실(control room)에서도 허용농도의 절반 이상이 검출되고 있다. 조정실은 근로자가 가장 많이 상주하는 작업장소인 점을 생각할때 그 대책은 매우 절실하다. 이처럼 조정실에서 염화비닐이 높게 검출된데는 3가지 요인이 있다. 첫째, 양압시설(positive pressure facility)이 설치되지 않은 것이다. 조정실 근처에 위치한 각 공정의 오염된 공기가 조정실 내부로 유입되지 않도록 하기 위해서는 조정실 내부를 양압으로 유지하는 것이 중요하다. 이것은 안전한 폭발한계의 관리에도 중요한 측면이다. 둘째, 양압시설을 설치하였어도 신선한 공기의 공급 및 여과의 기능이 제대로 유지하지 못한 경우이다. 셋째, 조정실은 각 공정과 일정

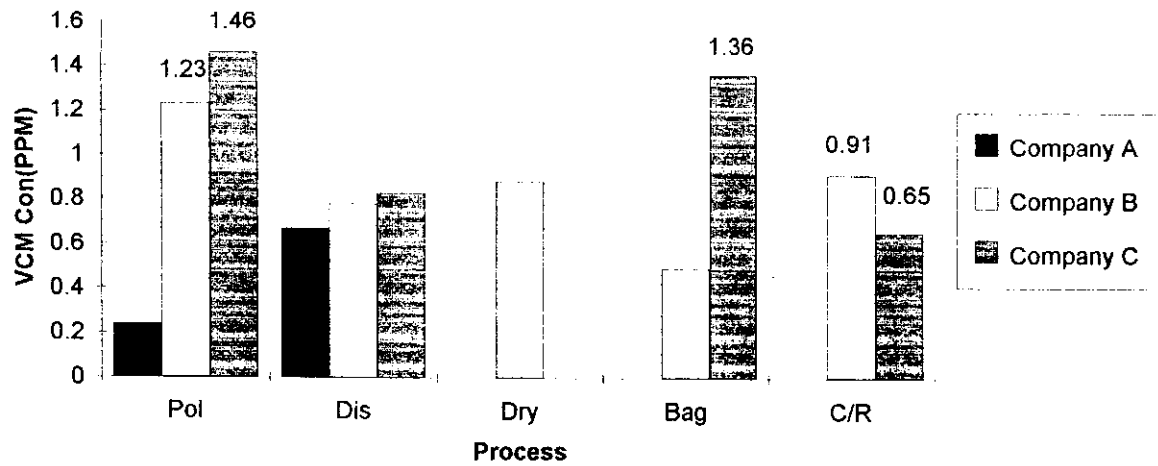


Fig 3. Vinyl Chloride Concentration by Process and PVC Plant

거리를 두고 설치하는 것이 바람직하다. 조정실에서 염화비닐이 검출된 경우의 조정실은 중합공정과 매우 인접해 있었다. 이러한 사항은 공장시설의 설치과정에서 고려되었어야 할 중요한 산업보건학적 요소이다. 4)항의 "PVC수지 제조공정 근로자에 대한 대책"에서 자세히 설명하고자 한다.

3. PVC수지제조 및 가공공정의 염화비닐 폭로평가

PVC수지제조 공정의 염화비닐에 대한 근로자 폭로평가가 표2와 표3 그리고 그림4에 제시되어 있다. 식 1, 2, 3, 4를 이용하여 평균 및 95%신뢰구간과 폭로한계(tolerance limits)를 추정하여 평가한 것이다. 미국산업위생학회(American Industrial Hygiene Association)에서 제공한 컴퓨터 폭로평가 시스템(LOGAN)도 활용하였다. 먼저, PVC수지제조사업장별 공정별 염화비닐의 폭로정도를 평가해 보면 "A"사업장의 중합공정 근로자만 평균(M) 0.29 ppm이고 "B"와 "C"사업장의 모든 공정에서 action level(0.5 ppm)이상으로 분석되었다. 특히, "A" 사업장의 증류 및 건조 공정근로자(1.46 ppm), "B"사업장의 중합(1.49 ppm), 건조(1.38 ppm), 조정실(1.12 ppm), "C"사업장의 중합 (2.01 ppm) 증류 및 건조(1.52 ppm) 그리고 포장공정 (1.67 ppm)에서 염화비닐에 대한 근로자 폭로평가는 허용기준 1 ppm을 훨씬 넘고 있다. 염화비닐에 대한 폭로 추정치의 95 % 신뢰구간도 허용기준 1 ppm을 포함하고 있다(표4, 그림 5 참조). 따라서 PVC수지 제조 공정 근로자 모두는 염화비닐에 대한 폭로정도는 "바람직하지 않은(not acceptable)"것으로 평가 되었다. 즉각적인 염화비닐 관리대책을 수립하고서 다시 작업환경측정을 수행을 통한 재평가를 요구하고 있다(표 6 참조).

미국의 산업안전보건청 및 산업위생학회(AIHA) 등 선진 외국에서의 유해인자에 대한 근로자 폭로평가는 매우 엄격하다(AIHA, 1991; Tuggle, 1981; Rappaport, 1984; Keith, 1992)). 특별히, 발암성 물질에 대해서는 더욱 그러하다. 이러한 폭로 평가에는 측정자료의 수, 분산정도 등의 통계적인 근거가 바탕이 되어 분석된다. 여기에서 주장하는 근로자 폭로 평가 시스템의 가장 첫단계는 동일 폭로 근로자(homogenous exposure group: HEG)를 구분하는 것이다(Corn, 1979; AIHA, 1991; Damino, 1986; Keith, 1992; Rappaport, 1993).

Table 3. Occupational Exposure Assessment to VCM by Process.

Company or Process	VCM(ppm)				
	n	LCL	M	UCL	TL
A					
- Polymerization	7	0.16	0.29	0.49	1.23
- Distillation and Drying	4	0.25	1.46	8.29	121**
B					
- Polymerization	9	0.63	1.49	2.41	5.81
- Distillation	4	0.41	0.93	2.12	9.21
- Drying	4	0.37	1.38	5.16	45.60
- Bagging	4	0.20	0.83	3.49	35.52
- Control Room	5	0.53	1.12	2.34	8.08
C					
- Polymerization	12	1.22	2.01	3.33	8.57
- Distillation and Drying	5	0.42	1.52	3.06	36.23
- Bagging	6	0.89	1.67	3.13	9.03
- Control Room *	2				

**** : Require More Sample**

LCL : Lower Confidence Limit

UCL : Upper Confidence Limit

M : Mean

TL : Tolerance Limit

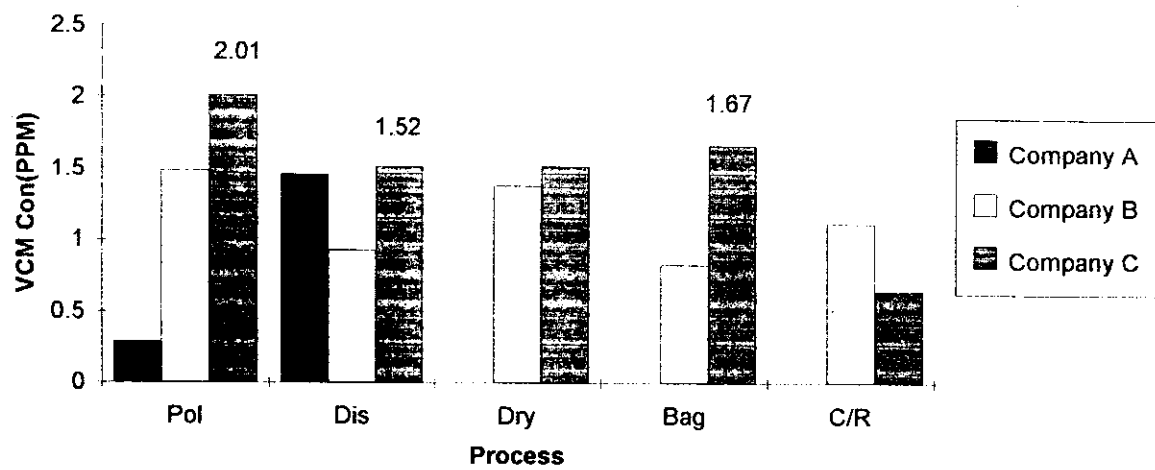


Fig 4. The Estimated Mean of Vinyl Chloride from 95 % Confidence Limits

Table 4. Exposure Assessment to Vinyl Chloride by Company.

Company	VCM(ppm)			VCM(Confidence Limit)				Assessment
	n	GM	GSD	LCL	M	UCL	TL	
A -1	20	0.12	4.46	0.18	0.37	0.74	2.12	Acceptable
-2 *	9	0.37	2.89	0.31	0.64	1.43	2.61	not Acceptable
B	26	0.86	2.17	0.85	1.16	1.58	3.54	not Acceptable
C	24	1.26	2.13	1.21	1.67	2.30	3.25	not Acceptable

* Analyse only Polymerization and Distillation Process

GM : Geometric Mean

GSD : Geometric Standard Deviation

LCL : Lower Confidence Limit

UCL : Upper Confidence Limit

M : Mean

TL : Tolerance Limit

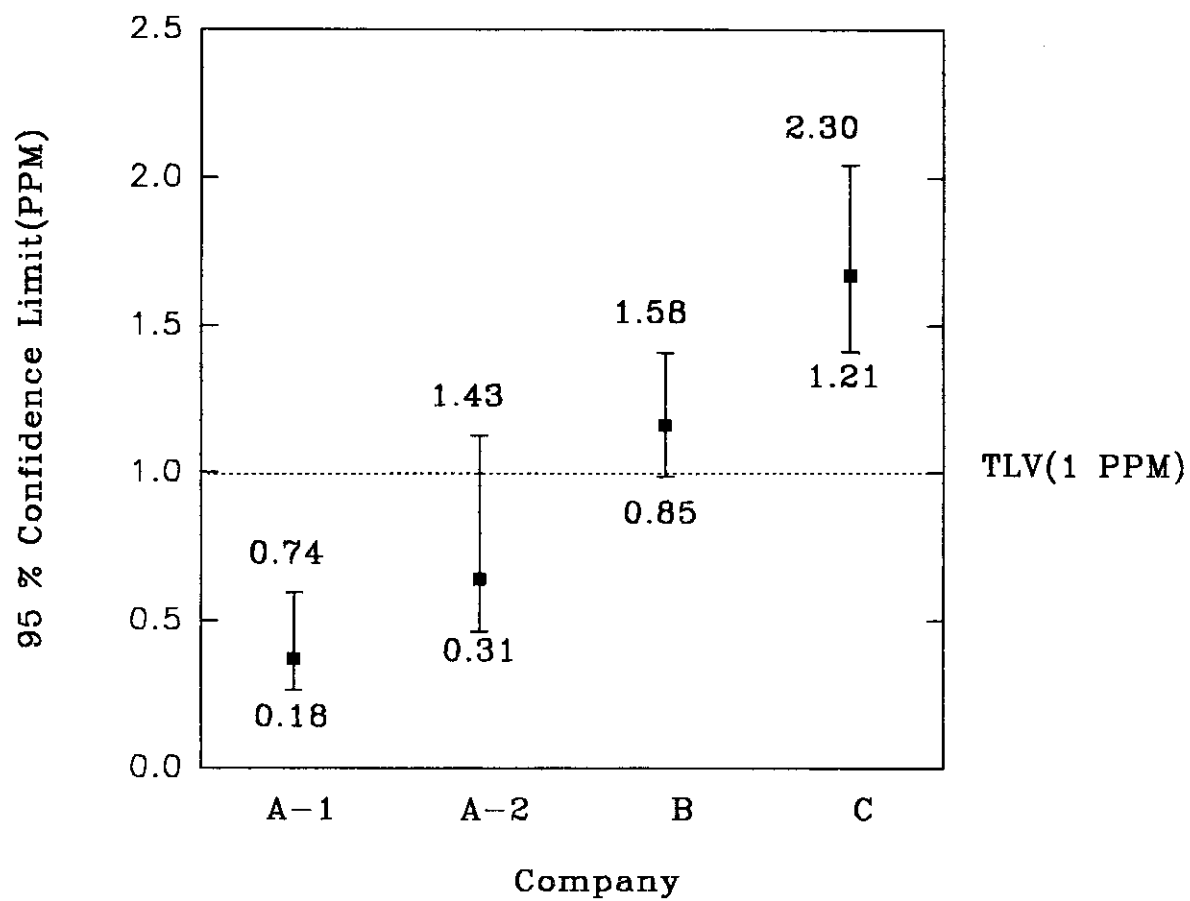


Fig 5. Exposure Assessment to VCM by Company

Table 5. Contents of Exposure Assessment to Vinyl Chloride by Company.

Company	Exposure Assessment	Decision
A-1	Acceptable	- 4 Campaign Every Year is Required
A-2	not Acceptable	
B	not Acceptable	- Immediate Corrective Action is necessary
C	not Acceptable	

본 연구자료는 3개 사업장의 PVC수지제조 공정별 근로자 폭로의 염화비닐농도 기하표준편차의 정도는 "A"공정의 증류와 건조($GSD=3.50$), 그리고 "C" 사업장의 증류 및 건조($GSD=3.02$)공정이 동일 폭로구름이라고 할 수 있는 기하표준편차 $GSD=3.0$ (Keith, 1992)보다 커 동일 폭로평가 분석에 다소 문제가 있을 수 있다. 그러나 다른 공정들은 3.0 이하의 기하표준편차를 보이고 있다. 유해인자에 대한 근로자 폭로 평가는 단순히 측정한 평균농도의 허용농도에 대한 단순한 비교에 의한 평가는 많은 오류를 범할 수 있다. 왜냐하면, 1년 중 단지, 일정 기간만을 측정한 근로자 폭로농도가 다른 측정하지 않은 많은 날의 농도를 대표하기 위해서는 동일 폭로구름별, 측정일자별 분산의 정도 및 시료채취수, 폭로 근로자 수 등 가능한 많은 변수가 고려되고 분석된 평가라야 한다. 평가의 기준농도는 동일 폭로 근로자에 대한 측정한 평균농도의 95 % 신뢰구간중 상한계(Upper Confidence Limits)가 허용농도 이하라야 근로자 폭로는 바람직한 것이다. 이것은 다시 말하면 "평균농도의 상한계가 허용농도를 초과하지 않을 경우 95 % 신뢰성을 가지고 동일 폭로구름의 평균 폭로농도가 허용농도의 절반이라고 말 할 수 있다"라는 의미이다(AIHA, 1991).

본 연구결과 PVC수지제조 공정별 염화비닐폭로 농도가 허용기준 이하여도 폭로평가지 "바람직하지 않은(not acceptable)"것으로 평가되는 것도 이 때문이다. 따라서, 우리나라 PVC수지제조 공정의 염화비닐에 대한 근로자 및 공정 대책은 즉시 강구되어야 한다. 즉, 공정의 노후화에 따른 각 종 파이프의 연결부위, 플랜지, 볼트, 너트, 팻킹 등의 조임이 느슨하여 염화비닐이 스며나와 공정 및 근로자 폭로의 증가 요인으로 작용할 수 있다. 주기적인 점검(leak test)을 통하여 교체 및 보수를 철저히 해야 한다. 한편, 근로자 상주시간이 가장 많은 조정실(control room)의 공학적 대책이 매우 소홀하다. 조정실의 양압(positive pressure)시설의 설치로 염화비닐로 오염된 외부 공기가 들어 오지 못하도록 해야 한다. 또한, 공정과정의 염화비닐배출 시에는 철저한 정화장치 가동, 외부의 신선한 공기의 급기 등이 우선적으로 개선되어야 할 사항이다. 그리고 PVC수지가공공정은 대부분이 허용농도미만으로 조사되어 바람직한 것으로 평가되었다. 그러나 산업위생가는 허용농도초과여부나 그 수에 관계없이 과폭로의 원인을 찾아야 한다(Damino, 1989). 따라서 PVC수지를 이용하여 고무와 파이프를 생산하는 공정("E"사업장)에 대한 염화비닐에 대한 근로자 폭로는 재평가되

어야 한다.

4. PVC수지제조공정근로자에 대한 대책

Keith(1992)와 미국산업위생학회에서는 유해인자에 대한 근로자폭로평가가 바람직하지 않은 것으로 판정되는 경우 농도저감을 위한 작업환경개선대책을 수립한 후 다시 평가하도록 하고 있다(Keith, 1992 ; AIHA, 1991). 위에서 언급한 바와 같이 PVC수지제조 공정별 개선대책에 따른 작업환경개선이 무엇보다 즉각 강구되어야 한다. 주요 대책별로 언급하면 다음과 같다.

첫째, 조정실내에 양압설비의 설치이다. "B"와 "C"사업장이 여기에 해당된다. PVC생산공정과 조정실이 바로 인접해 있어 염화비닐로 오염된 공기가 유입되고 있는 것으로 조사되었다. 조정실을 포함한 근로자 휴식공간에 양압설비를 우선적으로 설치해야 한다. 설치하는 과정에서 유입되는 공기는 오염된 공기가 아닌 신선한 공기여야 한다. 공정 특성 및 거리 등으로 인하여 오염되지 않은 신선한 공기의 공급이 비경제적인 경우가 있을 수 있다. "B"와 "C"사업장의 경우 염화비닐로 오염되지 않은 공기의 공급은 어려울 것으로 판단된다. 따라서 공기의 유입구 편에 염화비닐을 제거할 수 있는 정화장치가 필요하다. 설치하고 난후에 주기적으로 정화장치의 정화용량당 처리능력에 따라 주기적인 교체를 실시하는 관리가 뒤따라야 한다. PVC수지제조공장의 어느 공정에서라도 급기를 하는 경우도 마찬가지이다. "B"사업장의 경우 중합공정에 급기라인을 설치 가동하는 위치가 중합벙취당 치환할때 실시하는 진공배기라인 옆에 설치하고 있었다. 이것은 고농도의 염화비닐이 대기중으로 배출되고 오염된 공기를 다시 중합공정으로 공급하여 중합공정의 염화비닐 농도 증가요인으로 작용하게 하는 요인이다. 즉시 개선되어야 한다.

둘째, 화학설비와 배관 등의 관리이다. "A", "B", "C" 사업장 모두 해당된다. 화학설비나 배관 등의 덮개, 후렌지(flange), 밸브 및 코크의 접합부에 대하여 염화비닐이 새어 나오지 않도록 조치해야 한다. 염화비닐의 공급 및 회수라인의 밸브나 코크의 개폐빈도와 시설의 노후화 정도에 따라서 관리를 철저히 해야 한다. 안전적인 폭발방지와는 별도로 보건학적인 측면의 저농도의 관리가 요구된다. 현장 공정의 주요한 누출 가능부위 마다 설치된 염화비닐 가스 검지기의 검지 농도는 고농도의

폭발한계에 기준되어 있어 1 ppm이하의 저농도의 관리에는 소홀하기 쉽다. 그러나 1 ppm이하의 염화비닐농도의 관리가 가능한 가스검지기의 설치여부에 대해서도 검토가 필요할 것으로 보인다. 특별히, 공정시설이 노후화되고 오래된 경우 더욱 필요할 것으로 판단된다.

셋째, 보호구의 착용이다. 화학공장에서 유해인자에 대한 근로자폭로방지를 위해서는 가장 적극적이고 중요한 대책이다. 왜냐하면 공정특성이 옥외에서 이루어지고 반응기 청소 및 각종 라인의 점검 및 보수 등이 주요업무이기 때문에 농도변화가 크고 순간 고농도의 폭로 가능성이 높은 것으로 보고하고 있다. 우리나라에서는 종종 옥외 작업(outdoor)이라는 특성으로 작업환경측정이나 근로자폭로평가를 실시하지 않는 경우가 있다. 간혹 작업환경을 측정한다 해도 옥내만 하는 경우를 본다(김승택, 1992). 이것은 잘못된 것이다. 근로자가 작업하는 과정에서 폭로되는 유해인자에 대해서는 옥내이건 옥외이건 상관없이 폭로정도를 측정하고 평가하여 근로자 보호 대책을 강구해야 한다. PVC수지 제조공정도 짧은 시간 동안의 고농도 폭로에 주의해야 한다(Kromhout, 1993). 즉, 중합기나 건조기, 증류기 등 반응기의 청소 그리고 중합기의 맨홀 개폐와 배관라인 및 밸브 등의 교체나 수리 등과 관련된 작업등이 여기에 해당된다. 이러한 작업을 할 경우 염화비닐에 대한 폭로를 최소화 하기 위해서 피부보호 조치와 함께 보호구 착용을 포함한 표준 작업방법의 제정이 필요하다. 근로자들은 이러한 작업방법에 따라 작업하도록 해야 한다.

넷째, 공정 배출라인에 대한 정화시설(cleaner)의 설치가 요구된다. "A"사업장의 건조공정과 "B"및 "C"사업장의 전공정이 해당된다. PVC수지제조공정의 주요 배출라인 중합공정의 치환시 배기라인과 가능하다면 Housing된 건조공정의 배기라인 그리고 기타 공정의 배기라인 등을 연결하여 하나의 배기정화시스템을 구성하여 시설할 것을 권장한다. 이렇게 하여 가능한 한 염화비닐의 환경오염을 방지하는 것도 중요하다. 왜냐하면 선진 외국에서는 PVC공장 주변의 주민들을 대상으로 어머니의 거주거리별로 기형(birth defect) 발생율을 보고하였다. 이 연구에서 발생율이 통계적으로 유의하지는 않지만 대조군보다 높은 발생율을 보이는 것으로 보고했다. 이러한 연구 결과를 참조할때 PVC수지 제조공장에서는 공정과정에서 발생하는 염화비닐에 대한 관리는 아무리 강조를 해도 지나치지 않는다고 판단된다. 더우기 "C"사업장의 경우

공장이 도시 한복판에 위치하고 있고 시설의 노후화 등으로 보다 주의 깊은 관리와 대책마련이 요구된다.

다섯째, 전면적인 근로자 재평가를 위한 작업환경측정이 요구된다. "A"사업장의 중합, 건조, 중류공정과 "B"와 "C"사업장의 전공정이 여기에 해당된다. 즉, AIHA와 Keith(1992)에 의한 근로자 폭로평가 시스템(The Workplace Exposure Assessment Expert System:WORKSPERT)에 의하면 유해인자에 대한 근로자 폭로평가 시 "바람직하지 않은(not acceptable)" 것으로 평가될 경우 폭로저감을 위한 대책을 수립한 후 재평가할 것을 강조하고 있다(AIHA, 1991; Keith, 1992). 따라서, 즉시 상기한 4가지 공정의 개선대책을 수립한 다음 다시 염화비닐에 대한 근로자 폭로평가를 실시해야 한다. 염화비닐에 대한 적정한 근로자폭로평가를 위해서는 작업환경측정 할때 공정(동일폭로그룹)당 5개 이상의 시료수의 채취를 추천한다. 이것은 AIHA와 Joe(1989)의 시료채취전략과 염화비닐의 독성 및 분산 정도에 근거하여 제시하는 것이다(Joe, 1989 ; AIHA, 1991). 특별히, "B"와"C" 사업장의 경우 염화비닐에 대한 작업환경측정이 한번도 실시하지 않고 있어 문제가 크다. 즉시 공정개선대책 마련과 주기적인 작업환경측정이 요구된다.

IV. 결론 및 요약

PVC수지 제조 및 가공공정의 일부를 대상으로 염화비닐에 대한 근로자 폭로평가와 그 대책에 관한 현장조사를 통한 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

① PVC수지가공 공정 근로자의 염화비닐폭로는 36개의 시료중 1개소에서 2개만이 검출되었으나 폭로 농도는 각각 27.6 ppm과 12.6 ppm으로 우리나라의 허용기준 1 ppm을 훨씬 초과하고 있다. 1개소인 "E"사업장은 염화비닐에 대한 근로자 폭로평가가 다시 실시되어야 한다고 판단된다.

② PVC수지제조 근로자의 염화비닐폭로는 "A"사업장이 평균 0.12 ppm "B"가 0.86 ppm 그리고 "C"가 1.23 ppm으로 분석되었다.

③ PVC수지제조 공정별 근로자의 염화비닐폭로농도가 가장 높은 공정은 "A"사업장의 중류 및 건조가 0.67 ppm "B"사업장은 중합이 1.23 ppm 그리고 "C"사업장도 중합이 1.46 ppm으로써 허용기준 1 ppm을 초과하고 있다. 한편, "B"사업장과 "C"사업장에서는 근로자가 가장 많은 시간을 상주하는 조정실에서도 0.91 ppm, 0.65 ppm이나 분석되었다.

④ AIHA의 염화비닐에 대한 근로자 폭로평가 결과 "A"사업장은 평균 0.37 ppm으로써 폭로정도는 "바람직한(Acceptable)" 것으로 나타났으나 "B"와 "C"사업장은 각각 평균 1.16 ppm과 1.67 ppm으로써 즉각적인 작업환경개선 대책을 요구하고 있다. 한편, "A"사업장도 중합과 중류 및 건조 공정의 염화비닐에 대한 근로자 폭로평가는 "바람직하지 않은(not acceptable)" 것으로 평가되어 역시 즉각적인 작업환경개선 대책이 필요한 것으로 분석되었다.

⑤ PVC수지제조 공정의 염화비닐관리 대책은 공정라인의 이음 (팩킹, 볼트, 너트, 플랜지 등)의 철저한 관리 및 테스트(leak test)와 조정실의 양압 시스템 설치 그리고 여과된 청정 공기의 급기 및 배기 등의 공학적인 대책이 요구된다. 그리고, 적정한 근로자폭로평가를 위한 주기적인 작업환경측정이 반드시 필요하다.

References

1. 박동욱 : PVC 압출공정의 염화비닐 발생특성과 작업환경개선에 관한 사례연구. 산업위생학회지, 1993, 제3권 제1호.
2. 김승택 : PVC 제조공장 근로자의 VCM 폭로수준 추정방법 및 건강진단 시행방법 개발에 관한 연구, 1992, 1992년도 직업병예방을 위한 연구용역 보고서.
3. 석유화학 : 우리나라의 합성수지 생산 현황. 1991;31:81-86.132-133
4. Montgomery, R.R : Polymers. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology. Vol 2C. 2nd edition. 1985: 4209-4027.
5. European Vinyls Corporation (EVC) : Poly Vinyl Chloride its production and Use. 1989:241-390
6. ACGIH : TLVs Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices for 1993-1994, ACGIH, Cincinnati, OH, 1992,
7. Gottesman, R.T : *Environmental and Regulatory Impacts on Future Poly Vinyl Chloride Growth Presentation for The Vinyl Chloride Safety Association Meeting San Francisco, California, Vinyl Institute, 1988 :NJ.*
8. OSHA : Code of Federal Regulations, 1990 : part 1910.1017.
9. Heldaas, S.S., A.A.Anderson, and S.Langard : *Incidence of Cancer among Vinyl Chloride and Polyvinyl Worker: Further evidence for an association with malignant melanoma, Br. J. Ind. Med.* 1986:278-280
10. Smulevich, V.B., I.V.Fedotova, and V.S.Filatova: *Increasing Evidence of the Rise of Cancer in Workers Exposed to Vinyl Chloride, Br. J. Ind. Med.* 1988:45:93-97.

11. Heldaas, S.S. : *Incidence of Cancer among Vinyl Chloride and Poly Vinyl Chloride Workers*. *Br.J. Ind. Med.* 1984;41: 25-30

12. NIOSH: *Manual of Analytical Methods* 3rd ed., Wasington, D.C., DHHS (NIOSH) Publication., 1989, 84-100

13. ACGIH : *Industrial Ventilation A Manual of Recommended Practice*, 20th ed., 1988: Chapter 1,5, Cincinnati, Ohio 45211 USA.

14. Creech, J. L., and M.N., Johnson : *Angiosarcoma of Liver in the manufacture of Polyvinyl Chloride*, *J. of Occup. Med.*, 1974 :16:150-152.

15. Lars Hagmar : *Mortality and Cancer Morbidity in Workers Exposed to Low Levels of Vinyl Chloride Monomer at a PVC Processing Plant*, *Ame. J. of Ind. Med.*, 1990 :17:553-565.

16. Otto Wong : *An Industry-Wide Epidemiologic Study of Vinyl Chloride Workers, 1942-1982*, *Ame. J. of Ind. Med.*, 1991 :20:317-334.

17. Wagoner, J.K: *Toxicity of Vinyl Chloride and Poly Vinyl Chloride: A Critical Review*. *Env. Hea. Per.* 1983:52:61-66.

18. Simonato, L. et al : *A Collaborative Study of Cancer Incidence and Mortality among Vinyl Chloride Workers*, 1991:17:159-169.

19. Dupont Co. : *LOGAN Workplace Exposure Evaluation System - User's Manual* . Akron, Ohio: Ame. Ind. Hyg. Assoc.: 1991.

20. Keith, M., *The Workplace Exposure Assessment Expert System (WORKSPERT)*. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 53: 84-98.

21. Corn, M. and N.A. Esmen, *Workplace Exposure Zones for Classification of Employee Exposures to Physical and Chemical Agents*. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1979: 40:47-57.

22. Kromhout, H., E. Symanski, and S.M. Rappaport, *A Comprehensive*

Evaluation of Within-and Between-Worker Components of Occupational Exposure to Chemical Agents. Ann. Occup. Hyg. 1993; 37:253-270.

23. Preat, B., *Application of Geostatistical Methods for Estimation of the Dispersion Variance of Occupational Exposures. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 1987; 48:877-884.*

24. Roach, S.A., *A Most Rational Basis for Air Sampling Programmes. Ana. Occup. Hyg. 1977; 20:65-84.*

25. American Industrial Hygiene Association, *A Strategy for Occupational Exposure Assessment*, ISBN 0-932627-46-3(1991).

26. Joe Damino : *A Guidance for Managing the Industrial Hygiene Sampling Function, Ame. Ind. Hyg. Asso., 1989:50:366-371.*

27. Tuggle, R. M. : *NIOSH Decision Scheme : A Guidance for Managing the Industrial Hygiene Sampling Function, Ame. Ind. Hyg. Asso., 1989:50:*

부록1 사업장별 근로자(지역)별 염화비닐 측정결과

Using PVC Resin (Company A)

시료번호	시료채취시간	유량(L)	농도(ppm)	작업내용 및 시료채취장소
개인시료				
#151	10:25 - 12:16	5.661	N.D	Coating (2 Line) 최남수
#187	13:21 - 15:48	7.497	N.D	Coating (2 Line) 최남수
#204	10:27 - 11:55	4.312	N.D	Coating (2 Line) 오성수
#170	12:21 - 14:51	7.35	N.D	Coating (2 Line) 오성수
#309	14:51 - 15:44	2.597	N.D	Coating (2 Line) 오성수
#185	10:34 - 12:15	3.838	N.D	Oven 2 Line(No.4 Coating Room)
#60	14:31 - 15:46	2.85	N.D	Oven 2 Line(No.4 Coating Room)
#184	10:35 - 11:52	3.85	N.D	배길용 (No.4 Coating Room)
#58	12:18 - 14:35	6.85	N.D	배길용 (No.4 Coating Room)
#170	14:53 - 15:47	2.7	N.D	배길용 (No.4 Coating Room)
지역시료				
#213	10:26 - 11:56	3.69	N.D	Oven후 3m
#209	11:56 - 14:03	5.207	N.D	Oven후 3m
#301	14:03 - 15:45	4.182	N.D	Oven후 3m
#232	10:30 - 11:45	3.675	N.D	Oven끝 위
#216	11:45 - 14:04	6.076	N.D	Oven끝 위
#304	14:04 - 15:50	5.194	N.D	Oven끝 위
#203	10:37 - 11:49	3.312	N.D	Oven 2 (4m지점 oven위)
#83	11:49 - 13:59	5.98	N.D	Oven 2 (4m지점 oven위)
#206	13:59 - 15:47	4.968	N.D	Oven 2 (4m지점 oven위)
#192	10:30 - 11:48	3.978	N.D	Oven 3 (4m지점 1.5m 높이)
#233	11:48 - 13:59	6.681	N.D	Oven 3 (4m지점 1.5m 높이)
#208	13:59 - 15:48	5.151	N.D	Oven 3 (4m지점 1.5m 높이)
#235	10:40 - 11:47	3.283	N.D	Oven 2 (4m지점 1.5m 높이)
#36	11:47 - 13:58	5.341	N.D	Oven 2 (4m지점 1.5m 높이)
#193	13:58 - 15:53	5.635	N.D	Oven 2 (4m지점 1.5m 높이)
#210	10:37 - 11:52	3.45	N.D	area(No.4 Coating Room)
#234	11:52 - 13:59	8.602	N.D	area(No.4 Coating Room)
#37	13:59 - 15:51	7.912	N.D	area(No.4 Coating Room)
#156	10:40 - 11:50	3.01	N.D	Oven 1 위 끝지점
#221	11:50 - 13:57	5.461	N.D	Oven 1 위 끝지점
#201	13:57 - 15:51	4.902	N.D	Oven 1 위 끝지점
#214	10:44 - 11:57	2.774	N.D	Oven No.3 끝 20m
#219	11:57 - 14:02	4.75	N.D	Oven No.3 끝 20m
#307	14:02 - 15:45	3.914	N.D	Oven No.3 끝 20m

N.D : Limit of Detection(검지한계)인 0.00004 mg 이하인 경우

Using PVC Resin(Company B)

시료번호	시료채취시간	유량(L)	농도(ppm)	작업내용 및 시료채취장소
개인시료				
#22	14:54 - 16:10	3.800	N.D	럭스트롱 1호기 칩배열 지학연
#1	16:10 - 17:24	3.700	N.D	럭스트롱 1호기 칩배열 지학연
#86	14:55 - 16:18	3.237	N.D	1호기 점검 김창래(외부작업)
지역시료				
#35	11:45 - 14:10	5.945	N.D	겔링공정
#96	14:45 - 16:23	4.018	N.D	겔링공정
#4	16:24 - 17:17	2.173	N.D	겔링공정
#104	11:48 - 14:10	6.248	N.D	겔링공정
#76	14:44 - 16:25	4.444	N.D	겔링공정
#68	16:25 - 17:17	2.288	N.D	겔링공정
#8	11:50 - 14:45	7.175	N.D	겔링공정
#5	14:45 - 1:15	6.150	N.D	겔링공정
#13	11:55 - 14:33	5.530	N.D	발포
#89	14:33 - 16:30	4.095	N.D	발포
#70	16:30 - 17:16	1.610	N.D	발포
#73	12:00 - 14:25	7.830	N.D	발포
#93	14:25 - 16:05	5.400	N.D	발포
#16	16:06 - 17:23	4.158	N.D	발포
#56	12:00 - 14:25	5.510	N.D	발포
#27	14:25 - 16:07	3.876	N.D	발포
#6	16:07 - 17:23	2.888	N.D	발포
#43	12:05 - 14:25	5.180	N.D	발포
#32	14:25 - 16:11	3.922	N.D	발포
#99	16:11 - 17:22	2.627	N.D	발포
#25	12:07 - 14:26	6.255	N.D	oven
#105	14:26 - 16:20	5.130	N.D	oven
#9	12:10 - 14:40	5.700	N.D	oven
#11	14:40 - 16:46	4.788	N.D	oven
#88	16:46 - 17:20	2.926	N.D	oven
#39	12:15 - 14:35	5.880	N.D	발포
#21	14:36 - 16:26	4.620	N.D	발포
#101	16:26 - 17:18	2.184	N.D	발포
#97	12:17 - 14:30	4.655	N.D	발포
#72	14:30 - 16:32	4.270	N.D	발포
#44	16:33 - 17:15	1.470	N.D	발포
#63	14:58 - 16:14	3.344	N.D	2호기 oven
#3	16:15 - 17:21	2.904	N.D	2호기 oven
#85	14:59 - 16:13	3.034	N.D	2호기 oven
#24	16:13 - 17:21	2.788	N.D	2호기 oven

N.D : Limit of Detection(검지한계)인 0.00004 mg 이하인 경우

Using PVC Resin(Company C)

시료번호	시료채취시간	유량(L)	농도(ppm)	작업내용 및 시료채취장소	
개인시료					
#167	10:02 - 12:07	6.250	N.D	압출작업자	노재진
#168	13:02 - 13:48	2.300	N.D	압출작업자	노재진
#20	10:05 - 12:04	7.140	N.D	압출작업자	주종희
#167	13:04 - 13:55	3.060	N.D	압출작업자	주종희
#15	10:15 - 11:55	4.800	N.D	혼합작업자	
#164	13:0 - 13:45	2.160	N.D	혼합작업자	
#161	14:05 - 16:00	6.900	N.D	압출작업자	한옥현
#160	14:06 - 16:00	5.700	N.D	압출작업자	김진호
#150	14:10 - 16:58	5.076	N.D	혼합작업자	문용철
#지역시료					
#98	10:00 - 11:46	6.254	N.D	제2압출기	
#157	11:51 - 14:40	6.431	N.D	제2압출기	
#153	14:40 - 16:00	8.260	N.D	제2압출기	
#28	10:05 - 11:59	4.788	N.D	제4압출기	
#154	11:59 - 14:38	6.678	N.D	제4압출기	
#163	14:38 - 16:00	3.696	N.D	제4압출기	
#90	10:10 - 11:57	4.601	N.D	제3압출기	
#165	11:57 - 14:37	6.880	N.D	제3압출기	
#155	14:37 - 16:00	3.569	N.D	제3압출기	
#66	10:10 - 11:59	4.142	N.D	제4압출	cooling 후
#169	11:59 - 14:32	5.814	N.D	제4압출	cooling 후
#162	14:32 - 16:00	5.624	N.D	제4압출	cooling 후

N.D : Limit of Detection(검지한계)인 0.00004 mg 이하인 경우

Using PVC Resin(Company D)

시료번호	시료채취시간	유량(L)	농도(ppm)	작업내용 및 시료채취장소
개인시료				
#186	10:01 - 11:50	5.232	N.D	압출작업자 정광열
#190	10:02 - 12:00	4.484	N.D	압출작업자 오원희
#188	13:25 - 16:00	5.890	N.D	제4호 압출기 dyes 옆
지역시료				
#182	10:05 - 11:55	5.390	N.D	제1호 압출기 판넬위 dyes 옆
#222	11:55 - 13:53	5.782	N.D	제1호 압출기 판넬위 dyes 옆
#202	13:53 - 16:00	6.223	N.D	제1호 압출기 판넬위 dyes 옆
#181	10:07 - 11:54	4.387	N.D	제2호 압출기
#231	1:54 - 13:52	4.838	N.D	제2호 압출기
#215	13:52 - 16:00	5.248	N.D	제2호 압출기
#220	10:25 - 11:58	4.185	N.D	제4호기 Hopper 뒤 panel위
#212	11:58 - 13:50	5.040	N.D	제4호기 Hopper 뒤 panel위
#194	13:50 - 16:00	5.850	4.58	제4호기 Hopper 뒤 panel위
#152	10:10 - 11:57	4.387	N.D	제3호기 Hopper 아래
#159	13:49 - 16:00	5.371	N.D	제3호기 Hopper 아래
#158	10:12 - 11:21	3.036	N.D	제5호 압출 바로옆
#223	11:21 - 13:24	5.412	N.D	제5호 압출 바로옆
#195	13:25 - 16:02	6.908	N.D	제5호 압출 바로옆

N.D : Limit of Detection(검지한계)인 0.00004 mg 이하인 경우

Using PVC Resin(Company E)

시료번호	시료채취시간	유량(L)	농도(ppm)	작업내용 및 시료채취장소
개인시료				
#102	09:15 - 10:25	1.628	N.D	line 공동작업 박상홍
#50	10:29 - 11:55	1.892	12.61	line 공동작업 박상홍
#95	13:05 - 15:54	3.718	N.D	line 공동작업 박상홍
#79	09:17 - 10:42	3.995	N.D	line 공동작업 이진호
#48	10:42 - 11:55	3.431	N.D	line 공동작업 이진호
#87	13:05 - 15:54	7.943	N.D	line 공동작업 이진호
#55	09:20 - 10:25	3.120	N.D	line 공동작업 김용우
#52	10:29 - 11:56	4.368	N.D	line 공동작업 김용우
#77	13:10 - 15:55	7.920	N.D	line 공동작업 김용우
#42	09:25 - 10:27	1.116	27.59	line 공동작업 유영길
#74	10:27 - 11:56	1.068	N.D	line 공동작업 유영길
#51	13:15 - 15:53	1.896	N.D	line 공동작업 유영길
지역시료				
#65	09:21 - 10:41	4.480	8.52	extruder 끝 30cm 아래
#57	10:41 - 11:57	4.256	N.D	extruder 끝 30cm 아래
#59	13:13 - 14:46	5.208	N.D	extruder 끝 30cm 아래
#30	14:46 - 16:09	4.648	N.D	extruder 끝 30cm 아래
#49	09:22 - 10:32	2.870	9.01	extruder 후드옆 끝 30cm 아래
#38	10:32 - 11:57	3.485	N.D	extruder 후드옆 끝 30cm 아래
#34	13:15 - 14:37	3.280	N.D	extruder 후드옆 끝 30cm 아래
#29	14:38 - 16:10	3.680	N.D	extruder 후드옆 끝 30cm 아래
#80	09:25 - 10:30	1.235	N.D	냉수부분
#103	10:30 - 11:57	1.653	N.D	냉수부분
#33	13:12 - 16:08	2.204	N.D	냉수부분
#84	09:28 - 10:54	4.386	N.D	mixer 가장자리 30cm위
#91	10:54 - 11:18	1.200	N.D	mixer 가장자리 30cm위

Using PVC Resin(Company E)

시료번호	시료채취시간	유량(L)	농도(ppm)	작업내용 및 시료채취장소
#78	13:17 - 14:52	4.750	N.D	mixer 가장자리 30cm위
#23	14:52 - 16:09	3.927	N.D	mixer 가장자리 30cm위
#94	09:30 - 10:33	2.331	N.D	제1hopper 위
#106	10:33 - 11:58	2.775	N.D	제1hopper 위
#81	13:17 - 14:51	3.478	N.D	제1hopper 위
#75	14:51 - 16:09	2.886	N.D	제1hopper 위
#83	09:55 - 11:54	6.188	3.50	extruder 1m 위
#61	13:15 - 14:48	4.650	N.D	extruder 1m 위
#10	14:48 - 16:09	4.050	N.D	extruder 1m 위
#92	09:58 - 11:54	5.568	N.D	extruder 1m 위
#62	13:15 - 14:49	4.032	N.D	extruder 1m 위
#41	14:49 - 16:10	3.888	N.D	extruder 1m 위

N.D : Limit of Detection(검지한계)인 0.00004 mg 이하인 경우

Producing PVC Resin (Company A)

시료번호	시료포집시간	유량(L)	농도(ppm)	작업내용 및 시료채취장소
개인시료				
#63	13:20 - 16:50	10.560	0.21	증합 임경호
#77	13:21 - 16:40	9.910	0.28	건조 양학선
#10	13:23 - 16:39	9.604	0.16	축매 조진철
#90	13:24 - 17:07	13.210	0.82	교대대리 서덕근
#51	13:26 - 16:45	9.970	N.D	C.R 김효섭
#4	13:28 - 16:50	10.460	0.51	증류 장원석
#102	13:34 - 16:50	9.212	N.D	stripping line (gas detector 위)
#103	09:17 - 13:25	12.600	0.21	증합 김병한
#18	13:25 - 16:40	9.906	0.47	증합 김병한
#47	09:19 - 13:29	9.044	0.33	축매 조진철
#59	13:29 - 16:34	8.806	0.38	축매 조진철
#41	09:19 - 13:32	14.620	N.D	포장 김종주
#96	13:32 - 16:48	11.330	2.68	포장 김종주
#40	09:27 - 13:21	11.280	N.D	교대대리 여진현
#100	13:21 - 16:34	9.303	0.18	교대대리 여진현
#98	09:34 - 13:29	11.540	N.D	건조 양학선
#16	13:29 - 16:34	9.084	N.D	건조 양학선
#79	09:20 - 13:22	12.800	N.D	조정실 장재훈
#54	13:22 - 16:34	10.160	N.D	조정실 장재훈
#32	09:23 - 13:25	10.740	0.34	증류 임진현
#37	13:25 - 16:40	8.177	4.04	증류 임진현

Producing PVC Resin (Company A)

시료번호	시료포집시간	유량(L)	농도(ppm)	작업내용 및 시료채취장소
지역시료				
#22	13:24 - 16:44	13.280	N.D	C/R 수신기 위 area
#69	13:25 - 16:44	13.210	N.D	C.R area
#57	13:37 - 16:50	11.520	0.27	열교환기 (E. 280.2)
#68	13:39 - 17:03	12.790	0.12	중합반응조 Gas Dectector #3 옆
#67	13:40 - 17:03	11.080	0.14	중합반응조 Gas Dectector 옆
#99	13:42 - 17:01	9.154	N.D	중합반응조 (R 240.4)
#56	13:43 - 17:01	10.910	0.41	중합반응조 (R 240.1)
#95	13:44 - 17:01	9.673	N.D	중합반응조 (R 240.3)
#82	13:45 - 17:01	10.960	0.35	중합반응조 (R 240.2)
#84	13:49 - 16:59	7.866	0.20	dryer
#45	13:50 - 16:59	9.431	0.39	dryer
#62	09:45 - 13:41	11.780	3.04	중합반응조 (R 240.1)
#1	13:41 - 16:43	9.082	1.52	중합반응조 (R 240.1)
#53	09:53 - 11:55	5.954	N.D	건조기 screen
#39	11:56 - 14:57	8.833	N.D	건조기 screen
#72	14:57 - 16:47	5.368	N.D	건조기 screen
#83	09:42 - 13:40	11.160	N.D	중합반응조 (R. 240.4)
#87	13:40 - 16:43	8.583	3.51	중합반응조 (R. 240.4)
#46	09:43 - 13:41	13.300	18.41	중합반응조 (R. 240.3)
#9	13:41 - 16:43	9.937	10.97	중합반응조 (R. 240.3)
#42	09:21 - 13:23	11.660	N.D	C/R printer 책상 위
#5	13:23 - 16:34	9.254	N.D	C/R printer 책상 위
#3	09:21 - 13:22	16.560	N.D	수신기
#14	13:22 - 16:34	13.190	0.39	수신기
#21	09:43 - 13:41	16.450	0.31	중합반응조 (R. 240.2)
#80	13:41 - 16:43	12.580	N.D	중합반응조 (R. 240.2)
#30	09:50 - 11:59	7.211	N.D	건조기
#8	11:59 - 14:54	9.783	4.8	건조기
#24	14:54 - 16:47	6.317	N.D	건조기
#36	09:52 - 11:55	7.245	0.55	건조기
#19	11:55 - 14:57	10.480	0.28	건조기
#78	09:50 - 11:58	6.848	N.D	건조기
#92	11:58 - 14:56	9.523	N.D	건조기

Producing PVC Resin (Company A)

시료번호	시료포집시간	유량(L)	농도(ppm)	작업내용 및 시료채취장소
지역시료				
#104	14:56 - 16:47	5.939	N.D	건조기
#66	09:40 - 13:37	14.220	N.D	중합반응조 Gas Dectector 옆
#105	13:37 - 16:41	11.040	N.D	중합반응조 Gas Dectector 옆
#76	09:39 - 13:37	9.782	N.D	중합반응조 Gas Dectector #3 옆
#74	13:37 - 16:41	7.562	0.41	중합반응조 Gas Dectector #3 옆
#49	09:50 - 12:00	7.462	N.D	건조기
#29	12:00 - 14:55	10.050	N.D	건조기
#58	14:55 - 16:47	6.429	N.D	건조기

N.D : Limit of Detection(검지한계)인 0.00004 mg 이하인 경우

Producing PVC Resin (Company B)

시료번호	시료채취시간	유량(L)	농도(ppm)	작업내용 및 시료채취장소
개인시료				
#26	13:40 - 17:03	10.350	1.95	C/R 김정현
#15	13:41 - 17:00	10.150	1.96	교대대리 최진식
#73	13:48 - 17:00	10.370	1.90	포장 김보면
#38	13:49 - 17:01	9.600	0.45	포장 손정래
#55	13:51 - 17:02	9.550	1.96	중합운전 신정기
#89	13:53 - 17:02	9.828	1.97	중합운전 이선우
#25	13:57 - 17:08	10.180	1.76	중합정비 김상현
#97	13:58 - 17:08	9.741	1.95	건조공정 장상익
#13	14:00 - 17:00	10.800	0.77	중합정비 신용고
#2	14:05 - 17:00	8.750	1.40	건조 이상수
#106	14:05 - 17:08	8.967	2.46	정류 박영진
#u31	09:42 - 13:59	13.620	0.38	중합운전 이광배
#u22	15:02 - 16:38	5.088	1.54	중합운전배동덕
#u14	09:44 - 13:59	7.130	0.67	중합정비원 김주철
#34	14:49 - 16:48	5.474	1.30	중합정비원 이재문
#u25	09:50 - 13:59	10.210	0.77	건조운전원 박태호
#u13	13:57 - 16:40	5.562	0.28	건조운전원 안창희
#43	09:50 - 14:00	9.500	0.67	조정원 이상수
#u19	15:01 - 16:40	4.950	1.22	조정원 김정임
#u1	09:51 - 14:00	12.450	0.40	정류B운전 김장영
#33	15:00 - 16:40	5.000	0.71	정류B운전 김영진
#52	09:54 - 14:00	13.530	N.D	교대대리 김수일
#u28	15:00 - 16:41	5.555	0.95	교대대리 박관동
#50	09:58 - 14:00	12.830	0.94	정류A운전 김재범
#u13	14:59 - 16:41	5.353	1.38	정류A운전 윤영철
#12	09:59 - 15:10	15.550	0.21	포장 배철수
#u23	15:10 - 16:48	4.900	0.32	포장 정승희
지역시료				
#20	13:43 - 16:35	8.944	1.858	C/R
#35	13:44 - 16:35	12.830	0.977	C/R
#71	13:44 - 16:35	9.918	1.755	C/R(복도)
#48	13:45 - 16:36	9.576	1.271	C/R
#86	14:02 - 16:36	10.470	1.085	C/R(복도)
#31	14:08 - 16:39	8.607	0.869	중합공정 area 회수조 1호기 옆
#27	14:10 - 16:39	10.280	1.588	중합공정 area 회수조 1호기 옆

Producing PVC Resin (Company B)

시료번호	시료채취시간	유량(L)	농도(ppm)	작업내용 및 시료채취장소
#6	14:10 - 16:39	7.718	2.672	중합공정 area 회수조 1호기 옆
#64	14:11 - 16:39	8.732	2.448	중합공정 area 회수조 1호기 옆
#u26	09:45 - 14:20	20.350	0.292	C/R
#u30	14:20 - 16:43	10.580	0.06	C/R
#u8	09:45 - 14:23	26.410	0.213	C/R
#u9	14:23 - 16:43	13.300	0.247	C/R
#65	09:45 - 14:22	19.670	N.D	C/R
#u15	14:22 - 16:43	17.170	0.072	C/R
#u3	10:00 - 12:45	11.220	0.249	중합area
#u4	12:46 - 15:05	9.452	0.092	중합area
#101	15:05 - 16:35	6.120	0.857	중합area
#70	10:01 - 12:48	8.183	0.696	중합area 오일탱크 위
#u5	12:48 - 15:07	12.690	0.423	중합area 오일탱크 위
#23	15:07 - 16:35	4.312	0.726	중합area 오일탱크 위
#u17	10:02 - 12:51	8.450	0.261	중합 area
#7	12:51 - 15:10	6.950	0.512	중합 area
#u16	15:10 - 16:35	4.520	N.D	중합 area
#u6	10:05 - 12:45	8.160	0.646	중합 area
#17	12:45 - 15:05	7.140	1.02	중합 area
#u21	15:05 - 16:35	4.590	2.14	중합 area
#u20	10:07 - 12:50	10.110	0.203	중합 area
#28	12:50 - 15:09	8.618	0.4	중합 area
#u27	15:09 - 16:35	5.332	1.69	중합 area
#u29	10:07 - 12:09	6.832	1.591	중합 area
#u11	12:09 - 15:08	10.020	0.554	중합 area
#u7	15:08 - 16:35	4.872	0.706	중합 area
#24	10:08 - 12:47	8.904	0.728	중합 area
#91	12:47 - 15:06	7.784	0.669	중합 area
#u10	15:06 - 16:35	4.984	1.258	중합 area

N.D : Limit of Detection(검지한계)인 0.00004 mg 이하인 경우

Producing PVC Resin (Company C)

시료번호	시료채취시간	유량(L)	농도 (ppm)	작업내용 및 시료채취장소
개인시료				
#104	09:39 - 11:56	6.823	0.554	증류 임관중
#139	13:10 - 15:50	7.968	3.564	증류 임관중
#66	09:40 - 11:56	7.045	0.741	판넬공정 박영기 (전공정 관리)
#147	13:15 - 15:50	8.029	0.645	판넬공정 박영기 (전공정 관리)
#84	10:02 - 13:10	9.137	1.393	건조공정 전영석
#83	09:45 - 11:38	6.780	1.921	포장 김영규
#74	09:48 - 13:14	13.620	0.725	포장 박규필
#29	13:14 - 15:50	10.310	0.766	포장 박규필
#56	09:50 - 10:45	3.113	5.184	증합정비 이동철
#45	10:45 - 12:00	4.245	2.379	증합정비 이동철
#48	09:52 - 11:00	3.631	4.034	증합운전 박창순
#37	11:00 - 12:00	3.204	1.436	증합운전 박창순
#67	09:53 - 11:38	5.754	2.778	포장 전삼길
#96	13:14 - 15:51	8.604	0.869	포장 전삼길
#15	09:54 - 10:45	7.293	1.105	증합정비 우선엽
#87	10:45 - 12:00	10.73	0.847	증합정비 우선엽
#6	13:04 - 14:19	4.005	0.528	증합정비 박창순
#17	14:19 - 15:55	5.126	1.408	증합정비 박창순
#75	13:08 - 14:18	10.010	0.590	증합정비 우선엽
#62	14:18 - 15:55	13.870	0.575	증합정비 우선엽
#13	13:06 - 14:18	4.075	1.931	증합정비 이동철
#54	14:18 - 15:55	5.490	2.886	증합정비 이동철
지역시료				
#57	09:44 - 11:55	6.327	0.47	C/R
#76	10:02 - 11:55	6.17	0	건조공정 area
#72	10:02 - 11:53	6.194	0.586	건조공정 area
#110	09:55 - 10:46	2.366	3.986	증합 area
#12	10:46 - 12:04	3.619	1.768	증합 area
#12	13:14 - 15:50	3.619	0.577	증합 area
#80	09:55 - 10:46	2.494	21.16	증합 area
#149	10:46 - 12:05	3.863	8.775	증합 area
#43	09:56 - 10:47	2.305	18.81	증합 area
#49	10:47 - 12:05	3.526	2.945	증합 area
#10	12:05 - 14:52	7.548	0.38	4층복도 (증합기 상부열)
#73	14:52 - 15:58	2.983	0.891	4층복도 (증합기 상부열)
#27	12:06 - 14:53	8.166	0.81	3층복도 (증합기 상부열)

Producing PVC Resin (Company C)

시료번호	시료채취시간	유량(L)	농도 (ppm)	작업내용 및 시료채취장소
지역시료				
#68	14:53 - 15:59	3.227	1.63	3층복도 (중합기 상부열)
#11	12:07 - 14:54	4.965	0.361	4층 중합기 감시실
#109	14:54 - 15:57	2.923	0.512	4층 중합기 감시실
#144	11:55 - 14:58	8.839	0.167	사무실
#90	14:58 - 16:00	2.995	0.576	사무실
#21	11:55 - 14:59	3.331	2.421	사무실
#150	14:59 - 16:00	3.331	0	사무실
#120	11:53 - 14:59	10.38	0.152	사무실
#137	14:59 - 16:00	3.404	0.479	사무실

N.D : Limit of Detection(검지한계)인 0.00004 mg 이하인 경우

일부 PVC 수지 제조 및 가공 근로자의 염화비닐
폭로 평가와 대책에 관한 조사 연구
(93 - 8 - 12)

발 행 일 : 1993. 12

발 행 인 : 정 호 근

발 행 처 : 한국산업안전공단 산업보건연구원

인천직할시 북구 구산동 34 - 3

전 화 : (032) 518 - 0861

인 쇄 처 : 금강문화인쇄

〈비매품〉

