

## 塗料工業의 災害豫防對策에 관한 研究

장성록\*, 이성준\*\*  
부경대학교\*, 동주산업주식회사\*\*

### 1. 연구의 필요성과 목적

도료 공장에 잠재하고 있는 위험은 다방면에 걸쳐 많이 존재하고 있는데 작게는 인력운반작업등에 의해 근로자의 협착, 요통등의 산업재해로 부터 크게는 인화성 액체의 취급등으로 인한 화재·폭발로 야기될 수 있는 중대산업사고로 공장 뿐만아니라 인근주변까지 피해를 미칠 수 있다.

과거 재해 통계상 가장 발생 빈도가 높은 위험요인은 중량물취급에 의한 근골격계 질환이다. 드럼운반, 말통이양, 원료포대 취급 등 다양한 형태의 중량물을 장시간 반복적으로 취급함으로써 허리를 비롯한 팔(손), 다리(발)등에 과중한 근육의 스트레스가 발생한다. 뿐만 아니라 도료 제조공정 특성상 유해화학물질 취급작업장에서 작업환경조건의 열악 등으로 피부질환과 중독에 의한 직업병의 발생 등이 위험요인으로 대두된다.

위와 같은 상황하에서 도료제조공장에 종사하고 있는 근로자들은 위험도나 작업환경측면으로 볼 때 어떤 제조업체의 근로환경보다도 열악하다고 판단되며, 우리 나라의 대표적인 도료제조업체의 사고현황을 분석하여 현재 도료공업의 안전관리 현주소를 명확히 파악하여 해결방안을 연구할 필요성이 있다고 사료된다.

따라서, 본 연구는 과거 재해사례분석과 공정분석을 통하여 도출된 문제요인을 기초로 하여 도료공장에서의 효과적인 안전관리 방향을 제시하여 근원적으로 도료공장의 산업재해를 줄이고, 궁극적으로 인적, 물적 손실을 줄임으로써 우리 나라의 산업재해예방의 기틀을 마련하는데 그 목적이 있다.

### 2. 도료공장에서의 안전관리현황

본 장에서는 주요 도료제조업체 6개사에서 1995년도부터 1996년도까지 발생한 재해를 취합하여 사고발생형태별, 상해부위별, 근속년수별, 시간대별, 요일별로 분석하고, 이들 재해의 원인에 대하여 조사하였다.

#### 2-1. 산업재해통계분석

산업재해분석이란 산업현장에서 일정한 기간에 발생한 각종 재해에 관한 원인 및 기초자료를 수집하고 정리, 요약하는 과정과 재해예방을 위하여 자료를 분석하고 평가하는 과정을 말한다.<sup>1)</sup> 이는 산업재해예방활동을 효율적으로 수립하고 평가하는 첫단계로 재해에 관한 자료를 수집하고, 재해의 발생 상황을 여러 가지 각도에서 분석하는 것이 필요하다.<sup>2),3)</sup>

동종6사의 최근2년간('95~'96)의 사고를 재해발생 형태별로 분석한 결과를 살펴보면 무리한 동작이 「49.5%」로 가장 높았고, 기타「11.3%」, 협착「9.3%」, 충돌「8.3%」 순으로 나타났다.

상해부위별로 살펴보면 발생형태별 분류에서 알 수 있듯이 중량물등을 취급함에 있어 많이 발생하는 허리부위와 팔(손)(24.7%)등의 사고가 많음을 알 수 있다.

근무 년수별로 살펴보면 입사근속기간이 1년미만인(15.5%) 근로자들 보다 1~3년미만(35.0%) 된 근로자들의 재해가 훨씬 많음을 알 수 있다. 이는 '96년도의 우리 나라 전체 통계치(1년미만 70.9%, 1~3년미만 9.9%), 제조업 통계치(1년미만 44.4%, 1~3년미만 19.4%)와는 상이한 것으로<sup>4)</sup>, 입사 1년 미만인 근로자에 대한 교육과 관리가 대체로 잘 이루어지고 있는 반면 회사에 어느 정도 적응이 된 근로자(1~3년미만)에 대한 지속적인 관심과 노력이 필요함을 알 수 있다.

작업시간대별로는 「12:30~14:29」대에 23.7%로 가장 높았고, 「10:30~12:29」대 22.7%, 「08:30~10:29」대 17.5% 순으로 나타났다. 즉, 점심식사 시간을 전후하여 많은 사고가 발생함을 알 수 있다.

일주일 중엔 수요일이「27.8%」로 가장 높았고, 목요일「18.6%」, 화·금요일「14.4%」순으로 나타났다. 통상 주말을 보내고 근육에 대한 긴장도가 덜한 월요일과 화요일에 재해가 많이 발생할 것으로 생각하기 쉬우나, 실제 통계를 분석해 본 결과 다른 결과가 나타났음을 알 수 있다. 이것은 근육에 대한 긴장도 보다는 정신적 긴장도 에서 오는 차이라 할 수 있을 것이다.

## 2-2 재해 원인 분석

먼저 재해원인을 분석함에 있어 관리적 원인으로는 경영의 3요소(자본, 기술, 인간)를 뒷받침하는 안전의 3요소로써 분류하였고, Heinrich이론에서 직접원인으로 분류되는 불안전 상태와 불안전 행동으로 나누어 표 1과 같이 분석하였다.<sup>5)</sup>

표 1. 재해원인 분석표

재 해 원 인		건 수
○ 관리적 원인		
1) 기술적 원인	1. 구조물·기계장치·설비불량 2. 구조재료의 부적합 3. 생산방법의 부적당 4. 점검·정비·보존불량 5. 기타	11 7 25 16 38
2) 교육적 원인	1. 안전지식의 부족 2. 안전수칙의 이해 3. 경험·훈련의 미흡 4. 작업방법의 교육 불충분 5. 유해·위험작업의 교육 불충분 6. 기타	17 0 12 27 15 26
3) 작업관리상 원인	1. 안전관리조치 결함 2. 안전수칙 미 계경 3. 작업관리 불충분 4. 인원배치 부적당 5. 작업지시 부적당 6. 기타	0 4 29 13 9 42
○ 불안전 상태(물적 요인)	1. 물 자재의 결함 2. 안전보호장치 결함 3. 투경·보호구의 결함 4. 물의 배지 및 작업장소 결함 5. 작업환경의 결함 6. 생산공정의 결함 7. 경계표시·설비결함 8. 기타	3 6 23 23 40 1 3 18
○ 불안전 행동(인적 요인)	1. 위험장소 접근 금지 2. 안전장·보호구의 잘못 사용 3. 투경·보호구의 잘못 사용 4. 기계·기구 잘못 사용 5. 운전중인 기계 잘못 사용 6. 불안정한 속도 조작 7. 유해·위험물 취급 부주의 8. 불안정한 상태 방치 9. 불안정한 자세 조작 10. 감독 및 연락 불충분 11. 기타	4 1 0 6 4 0 10 6 60 5 1

### 3. 도료공장의 위험성과 안전대책

본 장에서는 도료공장의 제조공정에 따라 발생할수 있는 위험성을 추출하고 그 대책을 기술하였다

#### 3-1. 제조 공정별 위험요인

사고통계분석 및 재해 원인 분석결과를 토대로 도료공장의 제조 공정에서 발생할 수 있는 위험요인과 그 대책을 수립하였다.

표 2는 도료 제조 공정별 잠재위험성을 나타낸것이다.

표 2. 도료 제조 공정별 잠재위험성

공정명	공정도			잠재위험성
	용제첨가제	바니쉬	안료	
원료 수령	▽	▽	▽	무리한 동작 및 반복동작 (근골격계 장애, 추락, 전도위험)
계 량		○		유해물질 접촉 (건강장애)
배 합		○		유해물질 취급, 무리한 동작, 정전기 발생 (근골격계 장애, 화재, 폭발위험)
운반(이송)		⇒		무리한 동작 (근골격계 장애, 전도 위험)
분 산		○		유해물질 취급 및 운반, 기계소음 (호흡기 장애, 근골격계장애, 청력손실)
중간검사		◇		유해물질 접촉 (호흡기 장애)
운반(이송)		⇒	⇒	무리한 동작 (근골격계 장애, 전도)
조 합		○		유해물질 취급, 무리한 동작, 정전기 발생 (근골격계장애, 화재, 폭발)
조 색		○		유해물질 취급 및 증량물 운반 (근골격계 장애)
최종검사		◇		유해물질 접촉 (호흡기 장애)
필 터		○		정전기 발생, 기계소음 (화재, 폭발, 청력손실)
포 장		○		유해물질 접촉, 무리한 동작, 정전기 발생 (근골격계 장애, 화재폭발, 이상온도 접촉 어로 인한 화상)
저 장		▽		이상 반응 (화재, 폭발)

### 3-2. 도료공장의 위험성에 대한 안전대책

도료 공장에서의 각 공정별 잠재위험성에 대해 열거하면 공정별 위험성은 화재·폭발, 근골격계 장애, 유해위험물질접촉에 의한 건강 및 호흡기 장애, 기타 추락. 전도 및 청력 손실로 분석되었고, 이에 대한 안전대책을 다음과 같이 제시하였다.

#### 화재·폭발 예방 대책

배기는 도료공장에 있어서 원활한 배기가 정전기와 기타 원인으로 인한 화재·폭발을 예방하는데 가장 중요한 방호대책 중의 하나이다. 공정지역에 대한 기계적 배기는 최소  $1\text{ft}^3/\text{min}/\text{ft}^2(0.3\text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2)$  이상 되어야 한다. 배출설비는 바닥과 같은 레벨에 있어야 하고 공기의 흐름에 죽은 지점이 없도록 전체 지역을 고루 배출할 수 있는 곳에 설치토록 해야 한다.

증기의 방출이라는 견지에서 국소배기는 증기를 원천적으로 제거하는 데 효과적일 수 있다. 이는 인화성 증기로부터의 화재위험도 제거한다. 그러한 국소배기는  $1\text{ft}^3/\text{min}/\text{ft}^2(0.3\text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2)$ 의 권장배기량의 75%까지 이용될 수 있다. 그렇게 함으로써, 동절기에 필요한 열량만큼 필요한 회석 배기량이 감축된다.<sup>6)</sup>

또한 도료공장에서는 대부분의 작업에서 정전기가 발생하게 된다. 이러한 정전기를 제어하는 것이 화재예방수단의 가장 중요한 항목중의 하나이다. 제어방식은 적절한 Bonding 및 Grounding 에 의해 쉽게 조치할 수 있다.<sup>7)</sup>

상업용 첨가제를 용제에 첨가하여 전도도를 증가시킴으로써 정전기 발생률을 감소시킨다. 이와 같은 첨가제를 일부 공장에서는 매우 유용하게 사용하고 있다. 다른 용제를 부가하기 전에, 먼저 일정량의 극성용제를 투입함으로써 정전기 발생의 감소를 도와주는 방법도 있다. 극성 용제는 비극성 용제보다 전기 저항성이 더 낮다. 또한, 아주 낮은 전도도를 갖고 있는 용제에 전도도가 높은 5Vol% 용제를 추가하는 것은 혼합물의 전도도를 증대시킨다는 것이 알려졌으나, 정전기 전도도가 적절하게 접지 된 시스템에서는 별 문제가 되지 않는다. 그러한 용제를 투입할 때는 어떠한 문제를 일으키지 않도록 매우 조심하여 다루어야 한다.

여과제는 표면적이 크기 때문에 여과가 없는 같은 배관 시스템에서 보다 200배 이상의 정전기를 만들어 낼 수 있다. 이러한 위험성은 방출에 앞서 30초의 여유시간을 주어 방출지점의 상부흐름이 충분하도록 여과기를 설치함으로써 조절할 수 있다.<sup>8)</sup>

#### 근골격계 장애 대책

도료제조공장의 작업장설계는 최근의 일부 신규설비 뿐만 아니라 기존제조설비 모두가 인간공학적인 고려가 전혀 없이 생산공정위주의 lay out으로 되어있기에 공정간의 이동과 연결이 거의 수작업으로 이루어지고 있다.

수작업의 형태를 보면 도료제조에 필요한 약 15~35kg상당의 종이포대취급, 20~50kg상당의 철제용기이양(18ℓ 용기), 약 180kg이상의 철제용기취급(180ℓ 드럼) 등 제품제조에 필요한 다양한 형태의 팔레트, 철제용기등이 도료제조에 이용되고 있으며 이들을 빈번하게 취급함으로써 허리 및 팔목, 어깨, 팔꿈치 등의 근골격

계위험을 초래하고 있기에 이를 해소하기위해서는 미국의 NIOSH가이드라인을 참조하여 지속적인 개선노력을 기울여야 한다.<sup>9)</sup>

#### 유해위험물질접촉에 의한 건강 및 호흡기 장애대책

도료제조공장에서는 어떤 화학공장에서보다는 유해원부재료를 많이 사용하고 있기에 이에 대한 인화성 반응성과 고용된 근로자들의 건강위험성을 알리는데 이용할 수 있는 가시적인 시스템을 미·국립도료협회가 개발하여 사용하고 있다.

이 시스템에 대한 Symbol은 4가지의 색깔로 표시한 라벨을 이용하며 맨 윗부분은 건강 위험을 나타내어 청색으로 표시하고, 두 번째 부분은 인화성 위험을 적색으로 나타내고 있으며, 세 번째 부분은 반응 성을 황색으로 나타내고 있다. 맨 아래 부분에는 물질을 취급하고 있는 동안 개인적 보호를 위해 이용하는 것으로서 백색으로 나타내고 있다. 각 위험은 0에서부터 4까지의 숫자로 호칭되고 있으며, 0등급은 매우 낮은 위험도를 나타내고 있고, 4등급은 매우 높은 위험 등급을 표시하고 있다. A, B, C, D, E, F, G, H, X라는 알파벳표기는 제조과정중 특별한 물질을 취급하는 동안 착용하게 되는 적절한 개인보호장구를 근로자에게 권고하는 것이다.

#### 추락, 전도 및 청력손실에 대한 안전대책

도료공장의 추락은 공장형태상 높은 곳으로부터의 추락보다는 계단이용중 발이 미끄러지거나 헛딛어서 추락하는 것이 일반적인 재해형태이며 전도는 용제 또는 수지 등의 원료를 작업장 바닥에 흘린 후 즉시 제거치 않아 이를 밟고 지나가는 근로자들이 입는 재해이다. 이의 해소는 끊임없는 안전보건교육을 통하여 위험예지를 숙달케 하고 안전문화를 확립하여 안전한 행동을 집적시켜 나아가는 것에 의하여<sup>10)</sup> 이와 같은 재해는 예방할 수 있으리라 사료된다. 또한 소음에 의한 청력손실 역시 회사와 개인이 서로의 역할(개인은 보호구 착용, 회사는 근본적으로 소음을 줄일 수 있는 설비보수 및 교환, 방음실 설치등)을 충실하게 행함으로써 해소가 가능할 것이다.

#### 4. 결 론

지금까지 도료 공장의 모든 현황과 안전대책에 대하여 살펴보았듯이 도료공장은 전 공장에 걸쳐 화재·폭발, 유해성, 근골격계위험 등이 상시 내재하고 있어 조건만 갖춰지면 언제든지 사고를 발생시킬 수 있는 소지를 안고 있다. 이와 같이 위험요인이 많은데 비해 안전에 대한 대책이 상당히 미흡한게 대부분의 국내 도료업계 현실이다. 최근 들어 산업안전보건법에서 요구하고있는 안전수준의 향상과 PSM등의 시행으로 위험요인에 대한 인식과 이를 해소키 위한 노력으로 현저하게 나아지고 있는 실정이다.

본 연구를 통하여 얻을 수 있었던 것은 페인트 공장의 재해사고 예방이 질(質)과 양(量)면에서 동시에 이루어지지 못하고 질적인 면(화재폭발로 인한 재해)에 치우치고 있다고 사료되며, 근원적인 안전사고 예방을 위해선 량적인면(질적인 면을 제외한 물자취급에 의한 사고 등 기타재해)과 질적인 면을 동일한 선상 위

에 두면서 효율적이고 자율적인 안전관리가 이루어져야만 한다고 사료된다.

끝으로 도료제조공장의 모든 제조공정은 그 위험도에 있어 시작과 끝이 없다고 볼 수 있기에 일순간의 방심을 용납치 않기 위해서는 끊임 없이 반복되는 안전보건교육과 도료제조공정에 맞는 안전 시스템의 개발보급, 각종 제조설비들의 철저한 예방점검등이 선행되어야하며 이를 위해서는 사업주에서 안전보건관계자 그리고 현장의 근로자에 이르기까지 안전과 보건에 관한 부단한 관심과 세심한 노력이 필요하리라 사료된다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 정병용, 우리 나라 산업재해의 발생원인 및 특성에 관한 연구, 산업공학 제10권 제2호, 1997.
- 2) Heinrich, H.W., Peterson, D. and Roos, N., Industrial Accident Prevention, McGraw-Hill, 1980.
- 3) Colling, D.A., Industrial Safety-Management & Technology, Prentice-Hall, 1990.
- 4) 안영수, 한국산업안전공단, 1996年度 死亡災害 統計分析 및 豫防對策, 1997.
- 5) 대한산업안전협회, 산업재해조사와 분석기법, 1996.
- 6) 한국화재보험협회, Nation Fire Protection Association, 1995.
- 7) National Paint and Coatings Association, Generation and Control of Static Electricity, Scientific Circular 803, Revision2, 1983.
- 8) American Petroleum Institute, Recommended Practice for Protection against Ignitions Arising out of Static, Lightning and Stray Currents, Third Edition, 1974.
- 9) NIOSH, Work Practice Guide for Manual Lifting, DHHS, 1981.
- 10) 부경대학교산학협동연구센터, 안전관리자를 위한 새로운 안전기술WorkShop. 1998.