

중소 화학제품 제조업의 재해 특성 및 예방

- Accident Characteristics and Prevention in Small
Manufacturing Industries of Chemical Products -

정 병 용 *

Byung-Yong Jeong*

이 동 하 **

Dhong-Ha Lee**

Abstract

This study concerns with the accident characteristics and prevention in small manufacturing industries of chemical products. To investigate the accident characteristics, we used workers' compensation reports and employers' accident analysis reports. One hundred and seven injury accidents which results in more than 4 days absence were surveyed from the manufacturing companies with under 100 employees. These data were used to investigate the accident characteristics in terms of company size, injured person's age, work experience, accident time, activity at time of accident, accident type, injury type, injured body part, and accident agency. We propose the accident prevention policy based on the accident characteristics. These results can be used to develop more effective occupational safety management policies in small manufacturing industries of chemical products.

1 서 론

산업 재해 분석이란 산업 현장에서 일정한 기간에 발생한 각종 재해에 관한 원인 및 기초 자료를 수집하고 정리, 요약하는 과정과 재해 예방을 위하여 자료를 분석하고 평가하는 과정을 말한다[4]. 산업 재해 예방 활동을 효율적으로 수립하고 평가하기 위

* 한성대 산업공학과

**수원대 산업공학과

해서는 재해에 관한 자료를 수집하고, 재해의 발생 상황을 여러 가지 각도에서 분석하는 것이 필요하다[5].

99년도 노동부[1] 재해통계에 의하면 100인 미만의 238,268개 사업장에서 발생한 재해 발생율은 전체 재해의 72.32%(재해자 40,058명)를 차지하여 대기업의 6.6배이다. 이 중에 전 화학제품 제조업은 2,326명의 재해자(재해율 1.19%)가 발생했다.

본 연구에서는 생산 제품이 생산 반응과정에서 이상 폭주 반응 등으로 압력이나 온도가 갑자기 상승하여 가연성 증기나 유해화학물질이 누출되고 화재 폭발로 이어져, 근로자는 물론 인근 지역 주민들까지도 막대한 경제적 손실을 초래할 수 있는 화학제품 제조업의 재해의 특성에 관한 실태 분석을 하고자 한다. 화학공장은 취급되는 물질의 성질(가연성, 부식성 등)이나 생산공정(연속식, 회분식), 작업방법(자동제어형, 노동집약형), 생산규모 관리 시스템 등이 다양하며, 시설 규모도 대형 석유화학 플랜트부터 소규모 배치 타일의 화학공장에 이르기까지 많은 위험성들이 상존하고 있다[3].

1988년부터 2000년 9월까지 국내에서 화재, 폭발 사고로 인하여 발생한 중대산업사고 175건을 분석한 결과, 사고 원인을 살펴보면 운전 미숙이 14.3%, 설비 결함이 16.0%, 설계 결함이 17.7%, 공정 결함이 4.6%, 감독 소홀이 38.3% 등으로 나타나고 있다. 또한, 정밀화학공장의 사고가 23건으로 14.5%를 차지하고 있는데 이는 대부분 중소기업의 공장으로서 자본과 기술이 영세한 데에도 기인하고 있지만 새로운 제품의 개발이나 물질의 사용이 이루어지고 있는데 비하여 물질 자체의 위험성이나 제조공정 및 설계 등에 대한 검증이 사전에 실시되지 못하는 데에 기인한 것으로 분석되고 있다[2].

이렇게 사고의 특성이 사업장의 규모에 관계없이 화재, 폭발, 독성 물질 누출 등으로 대형 사고가 일어날 수 있는 가능성에도 불구하고, 지금까지의 화학 공장에 대한 사고 예방은 대형 화학 공장에 집중되어 왔다. 따라서, 대형 화학공정과 동일한 사고 특성을 가져올 수 있는 중소 화학제조 공장에 관한 재해의 특성을 분석하기 위한 연구가 필요하다. 특히, 국내 화학공장 중에서 100미만의 중소 화학 공장의 재해 특성 분석과 대책에 관한 연구는 매우 부족한 편이다.

본 연구에서는 100미만의 중소화학 공장에서 발생한 재해 자료를 수집하고 분석함으로써 재해 원인 및 특성을 분석하고자 하며, 재해 분석 결과와 사업장의 실태 조사를 통하여 재해의 예방과 관련한 정책을 제시하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 대전 등의 중부권 지역의 산업 안전관리 유관단체 등을 2000년도 6월부터 8월까지 방문하여 화학제품 제조업체를 대상으로 1999년 1월부터 12월까지 발생한 산업 재해 자료를 수집 조사하였다. 중소 화학 제품 제조업의 재해 특성 및 예

방에 관한 기초 자료를 얻기 위하여 특별히 100인 미만의 화학 제품 제조업에서 발생한 재해만을 대상으로 조사하였으며, 제조업체의 규모는 채용된 근로자를 기준으로 하였다. 사업체의 업종 분류는 노동부의 업종 분류에서 화학제품 제조업에 해당하는 업체만을 대상으로 선정하였다. 자료의 정확성을 기하기 위하여 재해가 발생할 경우에 재해자 치료기관에서 제출하는 재해 요양 신청서와 회사의 안전관리자가 작성한 재해 조사 보고서를 기준으로 100인미만의 화학제품 제조업에서 발생한 총 107건을 수집 조사하여 분석 대상으로 포함하였다. 이들은 4일 이상의 요양 치료를 받은 사람들로써 사망재해자는 없었다. 재해 자료는 대도시부터 중소 도시에 위치한 제조업체들로 다양하게 구성되었으며, 사고 분석의 일관성을 갖기 위하여 요양신청서와 산업 재해 분석표를 대조하여 일일이 사고 특성을 재조사하여 분류하였으며, 자료를 체계적으로 정리한 뒤 분석에 이용하였다.

본 연구에서 조사된 재해자가 근무하던 직장의 종업원수에 의하여 분포를 구하면 표1과 같다. 11인에서 30인 규모가 41.1 %로 가장 많은 분포를 보이고, 10인이하가 20.6%, 31-50인이 19.6%, 51-99인이 18.7% 로 나타났다.

표 1. 재해자의 규모별 분포

근로자 규모	10인 이하	11~30인	31~50인	51~99인	합계
재해자수	22	44	21	20	107명
점유비율	20.6%	41.1%	19.6%	18.7%	100%

재해자의 연령별 분포를 보면(표2) 20세이하가 7.5%, 20대가 20.6%, 30대가 22.4%, 40세 이상이 49.5%를 차지하고 있다.

표 2. 재해자의 나이별 분포

연령	20세이하	21~25세	26~30세	31~35세	36~40세	41~45세	46세이상	합계
재해자수	8	14	8	13	11	21	32	107명
점유비율	7.5%	13.1%	7.5%	12.1%	10.3%	19.6%	29.9%	100%

재해자의 요양기간을 살펴보면, 2주이하가 6.5%, 15일에서 28일이 29.0, 29일에서 42일이 37.1%, 43일에서 56일이 14.5%, 57일에서 70일이 12.9%를 차지하였다..

3. 중소 화학제품 제조업의 재해 특성 및 원인 분석

1) 입사 근속 기간별 분석

재해자의 입사근속 기간별 분포를 표 3에 나타내었다. 입사근속기간별 분포를 보면 3개월 미만인 22.5%, 6개월 미만인 30.0%, 1년 미만이 45.0%로 나타나 전체 재해의 1/4정도가 3개월 미만에, 전체 재해의 1/2정도가 1년 이내에 발생한 것으로 나타나 신규 채용자에 관한 안전 교육이 절실함을 알 수 있다.

표 3. 재해자의 입사근속기간별 분포

근속기간	1개월 미만	1~3 개월	3~6 개월	6~12 개월	12~24 개월	24~36 개월	36~48 개월	48~60 개월	합계
재해자수	16	8	8	16	24	10	9	16	107명
점유비율	15.0%	7.5%	7.5%	15.0%	22.4%	9.3%	8.4%	15.0%	100%

2) 재해의 발생시각별 분석

재해의 발생 시각을 보면(표 4) 정규 근무시간대인 오전 8시에서 오후 6시 사이에 대부분의 재해가 발생하고 있음을 알 수 있으며(73.8%), 10-12시까지에서 발생 비율이 가장 높고, 14-16시까지 시간대가 높은 것으로 나타났다. 전체 제조업에서 8-10시(19.9%), 14-16시(17.8%)에 발생한 비율과 비교하면 화학제품 제조업에서의 재해 발생 시각이 10-12시 사이가 가장 높은 것이 특이한 점이다.

표 4. 재해의 발생 시각별 분포

시간대	0-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-24	합계
재해자수	15	13	27	15	13	11	13	107명
점유비율	14.0%	12.1%	25.2%	14.0%	12.1%	10.3%	12.1%	100%

3) 사고 발생 형태별 분석

사고 형태별 재해자수의 점유 비율을 보면(표 5) 협착이 57.0%로 가장 높고 낙하, 비래(11.2%), 추락(10.3%) 순으로 나타났다. 전체 제조업에서 발생한 협착 사고 비율이 34.2% 수준임을 감안할 때, 협착에 의한 사고는 중소 화학제품 제조업에서도 재해 예방의 최우선 과제임을 암시한다. 이는 100인 미만의 화학제품 제조업 공장은 화학공장

의 특성뿐만 아니라, 일반 중소기업이 갖고 있는 위험 기계 기구에 관한 특성도 또한 같이 갖고 있음을 뜻한다.

표 5. 사고 발생 형태별 분포

발생형태	협착	낙하·비래	추락	전도	충돌	무리한 동작	기타	합계
재해자수	61	12	11	9	3	1	10	107명
점유비율	57.0%	11.2%	10.3%	8.4%	2.8%	0.9%	9.3%	100%

4) 사고 당시의 작업내용별 분석

사고 당시의 작업 내용을 살펴보면(표 6) 기계장치 및 설비의 작동 중에 발생한 비율이 33.6%로 가장 높고, 기계 장비의 수리, 보수(30.8%), 원자재 및 물질의 취급(24.3%) 순으로 나타났다. 이는 화학제품 제조업의 특성상 기계를 다루는 것과 기계장비의 수리, 및 보수 작업과 원자재의 취급이 주요 내용인 것을 반영한 결과로 해석된다.

표 6. 사고 당시의 작업 내용별 분포

작업내용	재해자수	점유비율
기계장치, 설비의 작동	36	33.6%
기계장비, 설비의 수리·보수	33	30.8%
원자재 및 물질의 취급	26	24.3%
건축구조물 수리·보수	1	0.9%
운송장치의 조작·운전	3	2.8%
기타	8	7.5%
합계	107명	100%

5) 재해자의 상해부위별 분석

재해자의 상해부위별 분포를 보면(표 7) 손이 58.9%로 전체 재해의 손 부위가 차지하는 비율이 매우 크다는 것을 알 수 있다. 이는 전체 제조업에서의 45.7%보다도 높은 것으로, 중소기업의 특성상 자동화율이 상대적으로 낮고 대부분의 작업이 손과 손가락을 이용하여 이루어지는 작업의 특성 때문으로, 손 부위의 재해 예방을 위한 안전장치 및 보호장비의 보급이 절실함을 예시한다.

표 7. 재해자의 상해부위별 분포

상해부위	손	두부	어깨	척추	다리	발	전신	합계
재해자수	63	12	9	9	8	4	2	107명
점유비율	58.9%	11.2%	8.4%	8.4%	7.5%	3.7%	1.9%	100%

6) 재해자의 상해종류별 분석

재해자의 상해종류별 분포를 보면(표 8) 전체 재해자의 41.1%가 골절상으로 가장 높고, 동상이 25.2%, 부종이 10.3% 순서로 나타났다. 상해 종류별 특성에 의하면 화학제품 제조업의 특성인 동상, 부종, 중독 질식 등의 비율이 상대적으로 높게 나타난 반면, 중소 제조업의 특성인 골절상 비율도 높음을 알 수 있다.

표 8. 재해자의 상해종류별 분포

상해종류	골절	동상	부종	찢림	중독질식	타박상	절단	합계
재해자수	44	27	11	9	8	7	1	107명
점유비율	41.1%	25.2%	10.3%	8.4%	7.5%	6.5%	0.9%	100%

7) 사고의 원인 및 기인물별 분석

사고의 직접원인은 불안정한 자세(15%), 안전장치 결함(15%), 운전 중 기계손질(15%), 작업장소 불량(11%), 물자체 결함(9%) 등으로 나타나고 있다. 이는 안전 확보를 위한 투자가 적어 물적 요인에 의한 재해 가능성이 상대적으로 높은 중소 화학제품 제조업에서도 인적 요인에 의한 사고비율이 높은 것을 알 수 있다.

사고 기인물별 분포를 보면 일반 동력 기계가 차지하는 비율이 53%로 가장 높고, 동력크레인이 14%, 가설건축구조물이 7%, 적재물 6%, 인력기계 및 용구 4%, 재료 3%인 순으로 나타났다. 이는 전체 제조업의 비율과도 비슷한 결과이다.

4. 결론 및 검토

본 연구에서는 중소화학 제품 제조업의 재해 분석을 통하여 재해 특성을 파악하고자 하였다. 그러나, 1999년 전체 중소화학 제품 제조업에서 발생한 2,326명의 재해자중 약 107건에 해당하는 자료를 분석 대상으로 하여 적용의 한계를 가지고 있다.

본 연구 결과 100인 미만의 화학제품 제조업종에서 발생한 재해는 화학제품 제조업의 특성과 일반 영세 제조업의 특성이 혼재되어 나타남을 볼 수 있었다. 중소 제조업의 전형적인

사고 특성인 협착이나, 손 부위 등의 재해와 골절 등의 상해 등이 많이 나타났으며, 동상이나 부종, 중독 질식 등과 설비의 수리 보수에서 이루어지는 재해가 많은 것이 대형 화학 공장에서 발생하는 재해의 성격과 비슷하게 나타났다. 따라서, 화학 공장에서 발생하는 재해의 특성과 영세 제조업에서 발생하는 재해를 예방하기 위한 정책과 방법이 동시에 고려되어야 한다.

중소 제조업체들은 대규모 업체들보다 생산 규모가 작기 때문에 자동화율이 떨어지고, 자금 부족으로 인하여 새로운 설비에 대한 투자가 부족하여 생산 설비들이 노후화 된 것들이 많고, 제 때 보수도 되지 못하여 대기업보다 위험한 작업 환경에서 작업을 진행하게 되는 경우가 많다. 또한, 새로운 제품의 개발이나 위험 물질의 사용 등에서 상대적으로 물질 자체의 위험성이나 제조공정 및 설계 등에 대한 검증이 사전에 실시되지 못하는 경우도 많이 존재한다. 더구나 안전관리자도 채용하지 못한 영세 사업장들이 많으므로, 중소 화학제품 제조업 회사들은 상대적으로 재해의 가능성이 크다고 볼 수 있다. 따라서, 재해 예방을 위한 설비의 보수 및 교체를 위한 체계적인 대책이 필요하며, 안전을 확보하기 위한 유해위험설비의 개선자금 지원, 소규모 사업장의 안전관리 기술 지원, 교육지원 등의 정책들이 계속 확대되어야 할 것이다. 특히, 기업들이 구조 조정을 통하여 안전 관리에 관한 투자는 오히려 급속히 줄이고 있는 점을 감안하여 재해 예방을 위한 정부의 지원이 요구된다.

또한, 화학공장의 사고는 주로 인적 오류에 의한 원인이 많으므로 이에 따른 현장의 실질적인 인적 오류 분석에 관한 연구가 요구된다. 이와 더불어 사고의 원인을 정확하게 조사하여 유사 재해에 관한 예방을 위한 대책을 사업장에 보급하는 것이 요구된다. 특히, 사고 발생시의 조사팀의 빠른 가동과 관계기관과의 협조 체계를 갖추어 정확한 원인 조사가 이루어질 수 있도록 제도화하는 것이 필요하며, 충분한 시간을 두고 정밀 조사를 할 수 있도록 하는 조사 기능도 또한 필요하다.

5. 참 고 문 헌

- [1] 노동부, 1999년도 산업재해 분석, 노동부, 1999.
- [2] 이창규, 화학공장의 화재·폭발 예방 대책, 안전보건, 12(10), 17-21, 2000.
- [3] 한국산업안전공단, 화학공장의 휴먼에러 분석에 관한 연구, 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 1998.
- [4] Heinrich, H.W., Peterson, D. and Roos, N., Industrial Accident Prevention,

McGraw-Hill, 1980.

[5] NSC, Accident Prevention Manual for Business & Industry, 10th ed., NSC, 1992.

저 자 소 개

정 병 용 : 한성대학교 산업공학부 재직
고려대학교 산업공학과 학사
KAIST 산업공학과 석,박사
관심분야는 인간공학, 안전관리등