



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

박사학위논문

화학제품 제조업의 산업재해 특성
분석 및 안전문화 구축 전략



한 성 대 학 교 대 학 원

산 업 경 영 공 학 과

안전및인간공학전공

이 승 배

박사학위논문
지도교수 정병용

화학제품 제조업의 산업재해 특성 분석 및 안전문화 구축 전략

Analysis of the Industrial Accident Characteristics and
Strategies for establishing Safety Culture in the Chemical
Manufacturing Industry



HANSUNG
UNIVERSITY

2019년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

산 업 경 영 공 학 과

안전및인간공학전공

이 승 배

박사학위논문
지도교수 정병용

화학제품 제조업의 산업재해 특성 분석 및 안전문화 구축 전략

Analysis of the Industrial Accident Characteristics and
Strategies for establishing Safety Culture in the Chemical
Manufacturing Industry

위 논문을 공학 박사학위 논문으로 제출함

2019년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

산 업 경 영 공 학 과

안전및인간공학전공

이 승 배

이승배의 공학 박사학위 논문을 인준함

2019년 12월 일



심사위원장 _____(인)
심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

국 문 초 록

화학제품 제조업의 산업재해 특성 분석 및 안전문화 구축 전략

한 성 대 학 교 대 학 원
산 업 경 영 공 학 과
안 전 및 인 간 공 학 전 공
이 승 배

화학 산업은 지난 몇 십년동안 국가 기간산업으로서 전기전자, 자동차, 건설 등 전방산업에 기초 소재를 안정적으로 공급함으로써 경제발전에 직간접적으로 많은 기여를 해오고 있다. 특히, 최근에는 전통적인 기초소재 공급에서 정보통신, 항공우주, 생명공학 등 첨단산업으로 역할 변화를 모색하고 있으며 핵심 기간산업 중 하나로 거론되고 있다.

그러나 최근 발생한 구미불산 누출 사고, 화학 산업단지 내 사고, 화학물질에 의한 화재/폭발 및 누출 사고 등을 접하는 일반인들에게 ‘화학업종’은 그동안의 이로움도 있었지만 과거 대비 불안감과 부정적인 인식이 확대되어 보다 근원적인 개선 대책 및 시스템을 요구하고 있다.

이에 본 연구에서는 제조업 중 만약의 사고 발생시 잠재 위험 및 상대적 피해가 높은 화학제품 제조업의 최근 3년간 산업재해를 대상으로 그 특성을 분석하여 현황 및 문제점을 살펴보고 산업재해 예방을 위한 위험요인을 체계적으로 관리할 수 있도록 Risk Matrix를 개발하는데 그 목적

이 있다. 또한, 자율적인 안전관리를 위해 추구하여야 할 화학제품 제조업 고유의 ‘안전문화’ 구축에 대한 전략을 수립하는 프로세스를 정립하고자 한다.

먼저 산업재해 분석은 최근 3년간(2016년~2018년)화학제품 제조업에서 발생한 산업재해 승인자 8,808명 중 최종 8,438명을 대상으로 연령별, 국적별, 근속기간별, 세부 업종 등으로 구분하였으며 세부 업종은 한국표준산업분류에 따라 플라스틱 가공, 고무제품 제조, 합성수지 제조, 기타 화학제품 제조로 세분화하였다. 분석 결과 회사규모, 세부업종, 재해 발생 형태, 기인물, 상해종류 등에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다. 특히 50인 미만의 소규모 사업장과 1년 미만의 근속자, 플라스틱 가공 및 고무제품 제조 업종에서 재해 발생이 상대적으로 높게 나타났다. 또한 설비나 기계에 의한 끼임 사고로 팔과 손목에 재해가 많이 발생함을 알 수 있었다. 로지스틱 분석 결과 연령이 증가할수록 근로손실일수 180일 이상 재해 발생 확률이 1.6배~2배 이상 높게 나타났으며 합성수지 제조업은 플라스틱 가공 대비하여 1.3배 높게 나타났다. 장해자 비율과 평균 근로손실일수가 가장 높은 합성수지 제조업에 대해 위험성 평가를 실시하여 빈도와 심각도를 고려하여 위험 수준에 따른 기인물과 유해위험요소를 정의한 위험성 평가 Matrix를 도출하였다.

또한 화학제품 제조업에 맞는 안전문화 전략 수립 프로세스는 안전문화에 대한 연구가 상대적으로 많은 원자력 분야의 선행 연구와 문헌 조사와 글로벌 화학기업 중 안전 분야에서 우수한 기업의 사례를 연구하였다. 그 결과 안전문화 전략의 구성요소로 경영층의 가시적인 안전리더십, 안전보건 스텝의 전문성, 구성원들의 지속 참여로 정의하였다. 또한 우수기업의 벤치마킹과 전문가 인터뷰를 통해 도출된 시사점을 바탕으로 화학제품 제조업에 특화된 안전문화 전략 수립에 필요한 10가지 주요 항목과 항목별 세부 활동을 제시하였으며 경영활동에서 모든 구성원들이 인식하고 시스템적으로 운용될 수 있도록 PDCA Cycle로 재정의하였다.

이를 통해 본 연구에서 새로 정립한 화학제품 제조업의 안전문화 전략은 산업재해 예방은 물론 인적, 물적 손실을 예방하는 사전 리스크 예방,

고령화시대에 있어 예상 위험 관리 및 인력관리 방안, 소규모 업종의 사고 예방 및 감소 측면에서 긍정적인 효과가 예상된다. 또한 모든 근로자가 일정기간 조직에서 근무 후 다시 사회로 환원될 때는 최초 입사할 때와 같이 육체적, 정신적, 사회적으로 건강한 모습으로 복귀되어야 하며 이를 위한 회사 고유의 안전문화 정착이 필요하다. 이것을 가능하게 하는 것이 바로 사업장 모든 구성원들의 자발적이고 지속적인 참여를 통한 안전리더십의 실천이라고 생각한다.



【주요어】 화학 산업, 화학제품 제조업, 산업재해, 재해 특성, 안전문화, 안전리더십, 안전분위기, 안전보건 경영시스템, 위험성 평가 (매트릭스), 이항 로지스틱 분석, 벤치마킹

목 차

I. 서 론	1
1.1 연구필요성 및 목적	1
1.2 연구배경 및 이론적 고찰	8
II. 연구내용 및 방법	16
2.1 논문의 내용 및 구성	16
2.2 산업재해 분석	18
2.3 안전문화 구축	25
III. 화학제품 제조업의 산업재해 특성 분석	27
3.1 화학제품 제조업의 연령별 산업재해 특성	27
3.2 화학제품 제조업의 국적별 산업재해 특성	39
3.3 화학제품 제조업의 근속기간별 산업재해 특성	52
IV. 로지스틱 분석 및 위험성 평가	64
4.1 근로손실일수 180일 이상 재해자의 이항 로지스틱 분석	64
4.2 합성수지 제조업의 위험성 평가	69
V. 화학제품 제조업의 안전문화 구축 전략	75

5.1 안전문화의 구성요소	75
5.2 우수기업 사례 연구	89
5.3 화학제품 제조업의 안전문화 구축 전략 및 가이드	99
 VI. 결론 및 검토	 102
6.1 화학제품 제조업의 산업재해 특성 요약	102
6.2 화학제품 제조업의 안전문화 전략	107
6.3 연구의 한계	109
6.4 기대효과 및 추후 연구 방향	110
 참 고 문 헌	 112
ABSTRACT	117

표 목 차

〈표 1-1〉 최근 5년간 산업재해 현황	2
〈표 1-2〉 최근 5년간 산업별 재해율 현황	3
〈표 1-3〉 최근 5년간 산업별 사망만인을 현황	3
〈표 1-4〉 재해다발 상위 세부업종 재해율 현황	4
〈표 1-5〉 년도별 중대 화학사고 현황	4
〈표 1-6〉 고령자 기준 법규 현황	5
〈표 1-7〉 안전문화 정의의 예	10
〈표 1-8〉 안전문화 강화 주요 요소	12
〈표 1-9〉 화학 업종 안전문화 연구 추이	13
〈표 1-10〉 여러 산업 분야에 걸친 위험도 추산값 비교	14
〈표 2-1〉 재해자 특성 조사항목 및 연구변수	20
〈표 2-2〉 재해 발생 형태별 분류	21
〈표 2-3〉 상해 종류별 분류	22
〈표 2-4〉 재해 특성 조사항목 및 연구변수	23
〈표 3-1〉 연령대별 재해 특성 조사항목 및 연구변수	27
〈표 3-2〉 연령대별 성별 분포	28
〈표 3-3〉 연령대별 재해자 분포	29
〈표 3-4〉 연령대별 세부업종 분포	30
〈표 3-5〉 연령대별 근속기간 분포	31
〈표 3-6〉 연령대별 회사규모 분포	31
〈표 3-7〉 연령대별 고용형태 분포	32
〈표 3-8〉 연령대별 재해발생요일 분포	33
〈표 3-9〉 연령대별 재해발생시간 분포	34
〈표 3-10〉 연령대별 재해발생형태 분포	35
〈표 3-11〉 연령대별 상해종류 분포	36
〈표 3-12〉 연령대별 기인물 분포	37
〈표 3-13〉 연령대별 상해부위 분포	38

〈표 3-14〉 국적별 재해 특성 조사항목 및 연구변수	39
〈표 3-15〉 국적별 성별 분포	40
〈표 3-16〉 국적별 재해자 분포	40
〈표 3-17〉 국적별 세부업종 분포	41
〈표 3-18〉 국적별 근속기간 분포	42
〈표 3-19〉 국적별 회사규모 분포	43
〈표 3-20〉 국적별 고용형태 분포	44
〈표 3-21〉 국적별 재해발생요일 분포	45
〈표 3-22〉 국적별 재해발생시간 분포	46
〈표 3-23〉 국적별 재해발생형태 분포	47
〈표 3-24〉 국적별 상해종류 분포	48
〈표 3-25〉 국적별 기인물 분포	49
〈표 3-26〉 국적별 상해부위 분포	50
〈표 3-27〉 근속기간별 재해 특성 조사항목 및 연구변수	52
〈표 3-28〉 근속기간별 성별 분포	53
〈표 3-29〉 근속기간별 재해자 분포	54
〈표 3-30〉 근속기간별 세부업종 분포	54
〈표 3-31〉 근속기간별 국적 분포	55
〈표 3-32〉 근속기간별 회사규모 분포	56
〈표 3-33〉 근속기간별 고용형태 분포	57
〈표 3-34〉 근속기간별 재해발생요일 분포	57
〈표 3-35〉 근속기간별 재해발생시간 분포	58
〈표 3-36〉 근속기간별 재해발생형태 분포	59
〈표 3-37〉 근속기간별 상해종류 분포	61
〈표 3-38〉 근속기간별 기인물 분포	62
〈표 3-39〉 근속기간별 상해부위 분포	63
〈표 4-1〉 이항 로지스틱 분석 연구 변수	64
〈표 4-2〉 모형계수 전체테스트	65
〈표 4-3〉 모형요약	65

〈표 4-4〉 Hosmer와 Lemeshow 검정	66
〈표 4-5〉 분류표	66
〈표 4-6〉 방정식에 포함된 변수	67
〈표 4-7〉 업종별 사망장해자 비율 및 근로손실일수	69
〈표 4-8〉 사고 빈도 및 심각도 위험수준의 정의 및 분류	71
〈표 4-9〉 합성수지 제조업의 위험수준 정의 및 분류	72
〈표 4-10〉 합성수지 제조업 위험성 평가	74
〈표 5-1〉 INSAG-4 안전문화 강화 주요 요소	75
〈표 5-2〉 안전수행지표 프로그램에 대한 산업계용 지침	76
〈표 5-3〉 안전문화 평가지표 예시(원자력)	78
〈표 5-4〉 화학제품 제조업 안전문화 전략 및 구성요소	79
〈표 5-5〉 경영층의 리더십	80
〈표 5-6〉 EHS 스텝의 전문성	83
〈표 5-7〉 근로자의 참여	87
〈표 5-8〉 최근 3년간 60세 이상 산업재해자 수	88
〈표 5-9〉 BASF Values	92
〈표 5-10〉 Responsible Care	94
〈표 5-11〉 안전문화 우수기업 요약	97
〈표 6-1〉 화학제품 제조업의 산업재해 요약	103
〈표 6-2〉 화학제품 제조업의 안전문화 구축 전략 가이드	108

그 립 목 차

〈그림 2-1〉 논문의 구성	17
〈그림 2-2〉 산업재해 연구 내용 및 방법	18
〈그림 5-1〉 이해관계자 구분	81
〈그림 5-2〉 Bradley curve	82
〈그림 5-3〉 위험성 평가 절차	85
〈그림 5-4〉 고객중심의 행동 영역 강조	93
〈그림 5-5〉 안전문화 PDCA Cycle	100



I. 서론

1.1 연구필요성 및 목적

21세기 산업을 둘러싸고 있는 노동환경과 고용형태가 변화함에 따라 안전 보건에 대한 관심도가 점차 증가되고 있다. 제조업 대비 서비스 산업비중 증가, 저출산에 따른 고령노동자 증가 및 청년노동자 감소와 같은 인구학적 변화, 세계화에 따른 노동자의 이동반경 확대로 외국인 노동자 증가, 아웃소싱 확대 및 비정규직 노동자 증가 등이 주된 변화라고 할 수 있다. 특히 최근에는 인공지능, 사물인터넷, 로봇, 드론, 자율주행 등 4차 산업혁명시대의 기술들이 시도됨에 따라 사회 전반적인 부분에서 커다란 변화(디지털 변혁, Digital Transformation)가 일어나고 있다. 이러한 변화는 안전분야에 있어서도 접목이 예상되고 있으며 기존의 작업장이나 작업환경을 관리하는 안전관리 방식에서 새로운 기술과 기계 관련 전문 지식에 대한 학습이 요구되어지고 있다.

세계 화학산업 규모는 2014년 기준으로 3,232억 유로 수준으로 우리나라의 화학산업 규모는 세계 5위(121.3억 유로)의 위치에 있다. (Chemicals sales by country top 10. Cefic 2016). 국내 화학산업은 1960년대 울산산업단지를 필두로 1970년대 여수, 1980년대 대산에 대규모 석유화학단지가 조성되고 인근 공단에는 기타 화학물질을 제조하는 중소규모의 공장들이 건설되었다.(박창복, 2014) 화학업종은 최초 수입된 원유(Crude oil)를 정제하여 휘발유, 석유, 경유, 중유 등 연료유를 생산하는 정유공장(oil refinery), 나프타를 열로 분해하여 에틸렌, 프로필렌, 부타디엔 등 단량체(monomer, 모노머)를 생산하는 석유화학(petro-chemical)공장과 PVC, PE, ABS 등 5대 합성수지(polymer)를 생산하는 화학공장(chemical), 화학물질을 원료나 부원료로 사용하여 일상생활에 필요한 의류, 완구, 건축용품 등을 생산하는 기타 공장까지 포함되어 있다. 장치 산업이자 고도의 기술집약적 산업 중 하나인 화학산업의 특성을 고려할 때 기계, 설비에 대한 투자는 물론 생산성 향상을 위한 기술발전이 수반되어야

지속적인 경쟁력을 확보할 수 있다.

표 1-1은 2014년부터 2018년도 까지 최근 5년간 산업재해 발생 추이를 나타낸 것이다. 산업재해 현황 중 재해율은 2014년부터 2017년까지 지속적으로 감소하다가 2018년은 최근 4년 중 최고치인 2014년 0.53% 보다 더 높게 증가한 것으로 나타났다. 이 가운데 사망자 수는 2014년부터 2016년까지 1,850명에서 1,777명까지 감소하다가 2017년에는 1,957명, 2018년은 2,142명으로 증가하여 5년 평균으로 보더라도 매일 6~7명 이상의 근로자가 업무 중 질병이나 사고로 인해 사망하고 있으며 사망만인율(근로자 10,000명당 발생하는 사망자수의 비율)은 2016년 0.96에서 2017년 1.05, 2018년 1.12로 지속적으로 증가됨을 알 수 있다.(통계청, 2014~2018).

〈표 1-1〉 최근 5년간 산업재해 현황

구분	근로자(명)	재해자(명)	재해율(%)	사망자(명)	사망만인율(‰)
2014년	17,062,308	90,909	0.53%	1,850	1.08
2015년	17,968,931	90,129	0.50%	1,810	1.01
2016년	18,431,716	90,656	0.49%	1,777	0.96
2017년	18,560,142	89,848	0.48%	1,957	1.05
2018년	19,073,438	102,305	0.54%	2,142	1.12

표 1-2는 최근 5년간 산업별 재해율 현황을 나타낸 것이다. 대업종별 분류에 따른 재해율을 살펴보면 광업이 14.43%로 가장 높았으며 임업(1.62%), 건설업(0.82%), 제조업(0.65%), 운수창고통신업(0.53%), 전기가스수도업(0.14%)순으로 높았다.

표 1-3은 최근 5년간 산업별 사망만인율 현황을 나타낸 것이다. 대업종별 분류에 따른 사망만인율을 살펴보면 광업이 368.88로 가장 높았으며 임업(2.20), 건설업(1.71), 운수창고통신업(1.59), 제조업(1.06), 전기가스수도업(0.76)순으로 높았다.

〈표 1-2〉 최근 5년간 산업별 재해율 현황

구분	재해율					
	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	평균
광업	10.54%	11.91%	13.75%	16.94%	19.02%	14.43%
제조업	0.72%	0.64%	0.62%	0.61%	0.66%	0.65%
건설업	0.73%	0.74%	0.84%	0.84%	0.94%	0.82%
전기가스수도업	0.18%	0.15%	0.14%	0.12%	0.14%	0.14%
운수창고통신업	0.54%	0.50%	0.49%	0.51%	0.61%	0.53%
임업	2.19%	1.85%	1.54%	1.36%	1.16%	1.62%

〈표 1-3〉 최근 5년간 산업별 사망만인율 현황

구분	사망만인율(‰)					
	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	평균
광업	342.30	359.02	326.37	408.07	408.65	368.88
제조업	1.14	1.03	0.96	1.04	1.14	1.06
건설업	1.50	1.47	1.76	1.90	1.94	1.71
전기가스수도업	1.26	0.93	0.41	0.53	0.65	0.76
운수창고통신업	1.53	1.63	1.54	1.44	1.80	1.59
임업	4.39	1.85	1.39	1.93	1.45	2.20

표 1-4는 최근 5년간 재해다발 상위 세부 업종에 대한 재해율 현황을 나타내고 있다. 세부업종별 재해율은 기계기구·비금속 광물제품 제조업(1.03%), 선박건조 및 수리업(0.89%), 식료품제조업(0.80%), 수송용 기계기구 제조업(0.65%), 화학제품제조업(0.61%) 순으로 화학제품 제조업의 경우 최근 5년 평균 재해율(0.51%)과 최근 5년내 가장 높았던 2018년의 재해율(0.54%)에 비해 모두 높음을 알 수 있다.

〈표 1-4〉 재해다발 상위 세부업종 재해율 현황

중업종	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	평균 재해자 수	평균인원	재해율
기계기구바금속 광물제품 제조업	9,100	8,810	8,350	8,952	9,485	8,939	871,768	1.03%
수송용기계기구 제조업	2,921	2,692	2,345	2,703	3,033	2,739	418,869	0.65%
식품제조업	2,241	2,202	2,184	2,173	2,592	2,278	284,811	0.80%
화학제품제조업	2,584	2,363	2,397	2,218	2,396	2,392	389,988	0.61%
선박건조 및 수리업	1,713	1,940	1,911	1,953	1,848	1,873	209,449	0.89%

표 1-5는 최근 5년간 년도별 화학사고 현황을 나타내고 있다. 2014년에 발생한 화학사고는 232건으로 2015년에는 170건으로 감소하였다가 2016년 이후부터 증가 추세로 매년 평균 230건 이상 발생하고 있음을 알 수 있다(소방청, <http://www.nfa.go.kr/nfa/>).

〈표 1-5〉 년도별 화학사고 현황

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018.10월
건수	232	170	250	228	212

이에 화학사고는 공장 내 생산 설비들의 자동화 및 대규모화, 이에 따른 다량의 화학물질을 취급, 저장, 제조하는 공정 특수성을 감안할 경우 1차 피해는 물론 2,3차 확산을 통해 인근 주민과 마을에 대한 대규모의 인명과 재산 피해는 물론 다른 산업과의 연계성이 높다는 점에서 심층적인 진단과 개별 회사가 아닌 산업단지 차원의 근본원인 문제 해결을 위한 시스템 구축을 요구받고 있다.

또한 노동력 관점에서 보면 공장가동 초기에는 경험은 적지만 기술 습득이 바로 가능한 젊은 사람들이 대부분이었으나 산업단지 내 화학공장이 30~40년 이상 운영됨에 따라 기술을 습득했던 숙련자 대부분이 퇴사를 하거나 점차 고령화되고 있는 추세에 있다.

표 1-6은 고령자의 범위에 대한 기준을 나타내고 있다. 고령자고용촉진법에 의한 고령자 기준은 55세 이상이며, 노인복지법은 65세 이상인 사람을 말한다. 본 연구에서 고령자는 노령연금 급여대상자에 해당되는 국민연금법과 현재 기업체에서 통상적으로 정의하는 정년 기준에 따라 60세 이상으로 정의하고자 한다.

〈표 1-6〉 고령자 기준 법규 현황

구분	고령자고용촉진법	노인복지법	국민연금법
세부 사항	고령자는 55세 이상 (준 고령자는 50세 이상~55세 미만인자)	65세 이상인 자	60세부터 노령연금 급여대상자

해외의 경우 일본은 2013년부터 정년을 60세에서 65세로 단계적으로 연장하는 제도를 시행중이며, 독일은 2013년부터 정년을 65세에서 67세로 연장하고 있다. 이에 국내에서도 60세 정년 이후 단계적 고용연장 의무화 방안으로 재고용, 정년연장, 정년폐지 안에 대해 연구중에 있다.

설비운영 관점에서 보면 대규모 투자보다는 소규모 혹은 부분 개선이 대부분이며 투자비 절감을 위해 년차 보수정비(턴어라운드, turn around)기간을 줄이거나 투자 비중을 점차 축소하고 있다. 사용되는 물질측면에서 보면 신규로 개발되는 화학물질 수량의 증가로 유해위험성이 증가되고 있으며 다량으

로 저장하고 취급함에 따라 인근 주민의 우려가 높아져가고 있다. 따라서 화학공장의 경우 타 산업대비 기존 기술에 대한 숙련도 향상은 물론 새로운 기술을 습득하고 만일의 사태에 대비한 비상대응능력을 확보하는 것이 필요하다 하겠다.

일반 제조업에 비해 위험도가 높은 화학업종의 경우 1995년 국내에 도입된 PSM(Process Safety Management, 공정안전관리)제도를 시행한 결과 대규모 업종의 경우 잠재 위험요소에 따른 리스크 관리를 통해 긍정적인 효과를 나타내고 있으며 안전경영 시스템으로 정착되고 있다. 반면에 사고가 많이 발생하고 안전보건에 대한 관심도가 상대적으로 낮고 인력이 자주 바뀌는 것은 물론 인력 공급에 어려움을 겪고 있는 소규모 업종의 경우 정부, 관련 기관은 물론 공급망 차원에서 관심을 가지고 보아야 할 부분이다.

산업재해로 인한 사회가 부담해야하는 경제적 손실액은 2015년 20.4조원에서 2018년에는 약 25.2조원으로 증가하였다. 재해건수의 증가 및 직업성 질병 유소견자의 증가로 인한 산업재해보상보험 비용 증가는 기업은 물론 범국가 차원에서 지혜를 모아야 할 당면과제 중의 하나이다. 이에 이번 정부는 교통사고, 자살사고, 산업재해로 인한 사망자수를 2022년까지 절반으로 감축하는 목표를 설정하고 책임주체별 역할/책임 명확화, 건설업 등 고위험 분야 집중관리, 현장관리/감독 시스템의 체계화, 안전 인프라 확충 및 안전중시 문화 확산 등 세부 추진방향을 수립하여 실행하고 있다(안전보건공단, <http://kosha.or.kr/kosha/index.do>).

재해 예방을 위한 다양한 안전관리 활동에도 불구하고 여전히 산업재해율은 높고 예방 활동에 대한 성공 가능성이 낮은 게 현실이다. 이에 기존의 규제, 시설, 기술 주도의 안전관리 방식과 다른 접근 필요성이 대두되었으며 이 중 하나가 안전경영시스템으로 변화와 근로자 심리와 협력업체를 관리하는 패러다임의 제시되었다. (Richard Booth 2010. Health & Safety Management, risk assessment and incident investigation)

안전문화에 대한 관심이 높음에도 불구하고 각각의 사업 특성을 반영하여 적용할 수 있는 안전문화에 대한 연구는 그리 많이 수행되지 못했다.

먼저 원자력 분야의 선행연구를 살펴보면 원자력 안전문화에 대한 개념 도

입 및 해외 원자력의 안전문화 소개(이영일 외, 2012; 최광식, 2008), 원자력 발전 안전지표 개발(한기윤, 2015; 홍성열, 2013), 한국과 일본의 원자력 발전의 안전문화비교(박성하, 2018) 등을 들 수 있다. 사고가 많이 발생하는 건설업의 경우 안전문화 정착 및 산업재해예방을 위한 건설업 및 시설물 안전관리 Work-Shop(대한산업안전협회, 2009), 건설업 안전보건 문화 정착 성공사례(최두선 외, 2015), 건설현장 안전문화 정착에 관한 연구(강경식 외, 2016), 건설 기업규모별 안전분위기 인식 수준에 관한 기초연구(하선근 외, 2018), 건설현장 근로자와 관리감독자간 안전동기요인에 대한 인식차이 비교(김진동 외, 2019) 등 많은 연구가 진행되고 있다.

화학업종의 안전문화에 대한 연구를 살펴보면 화학공정산업에서 안전문화 이행과 영향변수(백종배, 2006), 석유화학장치 사업장 조직구성원의 안전의식과 안전문화수준 측정에 관한 연구(이종열 외, 2012), 기업의 환경안전문화가 근로자의 화학물질 인식도에 미치는 영향(나정연, 권미지, 이상철 외, 2017) 등으로 제조업 중 건설업, 조선업에 비해 연구가 부진한 상태이다. 허관희(2013)의 대규모 화학산업에서의 산재예방을 위한 안전보건문화 측정에 관한 연구에 따르면 화학산업 현장근무자의 안전의식이 다른 산업과 비교하여 상대적으로 높게 나타났으며 사고 저감을 위해 화학현장 근로자에 대한 안전관련 직무 교육 및 제도적인 기준 정립에 대해 이야기하였듯이 사업 특화된 내용 보다 사업전반을 포괄하는 연구로 화학업종의 산업재해 특성과 연계하여 산업재해 예방을 위한 화학업종에 특화된 안전문화에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 논문에서는 2가지 방법으로 접근하고자 한다.

첫째, 화학제품 제조업에 대한 산업재해 분석을 통해 외국인, 1년 미만 근로자 등 사회적 약자 관점에서 주요 유해위험요소를 파악하고 재해 예방을 위한 Risk Matrix를 개발하여 사전 안전성을 확보하고자 한다.

둘째, 산업재해 및 사고를 사전에 조직적으로 예방하기 위해 안전문화 관점에서 조직을 구성하고 있는 임직원들과 내외부 환경과의 협력을 포함하는 전략 수립에 필요한 가이드를 제시하고자 한다.

1.2 연구배경 및 이론적 고찰

1.2.1 화학제품 제조업 산업재해분석

구미 불산사고, 산단 노후화에 따른 각종 화재/폭발 사고, 주거지와 인접한 공장 혹은 사업장에서의 화학물질 누출 등으로 인한 화학 산업에 대한 이해 관계자들의 위험 체감도가 증가되고 있으며 제조업 내 다른 업종에 비해 3D(Dirty, Dangerous, Difficult)라는 인식으로 인해 양질의 인력을 공급하는데 기업들의 어려움은 날로 가중되고 있다.(이승배, 2018)

또한 사업 환경이 어려워짐에 따라 노후 설비에 대한 투자는 물론 기존에 숙련된 경험자들의 대규모 결원에 따라 미숙련자나 근속이 낮은 인력에 대한 재교육 등에 대한 투자 또한 과거 대비 축소되고 있는 현실에서 관련 사건이나 사고의 발생 가능성은 점차 증가되고 있다고 볼 수 있다.

산업재해란 “근로자가 업무에 관계되는 건설물, 설비, 원재료, 가스, 증기, 분진 등이나 작업, 기타업무에 의해 사망, 부상 또는 질병에 걸리는 것”을 말하며 기업체에서는 근로기준법 포함, 산업안전보건법과 산업재해보상보험법 등에 관련 규정을 명시해 놓고 있다. 또한 ILO(국제노동기구)에서는 “사람이 물체, 물질 혹은 타인과 접촉하였거나 각종의 물체 및 작업조건에 폭로 또는 사람의 작업 행동으로 인하여 사람의 상해를 동반하는 사건이 일어나는 것과 직업성 질병도 이에 포함된다.”라고 정의하고 있다.

제조업 중 특히 건설업, 조선업종에 대한 사고분석 및 감소 방안에 대한 연구가 대부분으로 화학업종은 상대적으로 적다. 기존의 산업재해 분석에 대한 연구를 살펴보면 2002년부터 2011년까지 제조업종에 대한 재해를 분석하였으며(윤유성 외, 2013), 조선업의 경우 2006년부터 2015년 발생한 재해를 분석한 결과 업무상 질병과 떨어짐이 주요 원인임을 제시하였다(이진우, 2018). 또한 자동차 부품 제조업에 대한 재해 분석을 통해 손과 팔에 대한 재해가 64.4%가 차지함을 제시하였다(양승태, 2018). 화학업종의 경우 2009년부터 2013년까지 국내 사업장에서 발생한 중대 산업사고 분석을 통해 재해의 주요 원인으로 안전작업허가 미준수를 제시하였다(백종배 외, 2018). 중국 석유산

업의 안전 성능 향상 연구에 따르면 운영절차 위반, 오래된 시설과 장비 고장 등이 안전 문제의 가장 중요한 원인으로 이를 위한 개선 대책으로 안전훈련과 직원의 안전의식 증가, 안전문화 배양, 장비 관리 강화 및 적시에 위험 감지를 제시하고 있다(Mingxue Ma et al, 2019)

본 연구에서는 구미 불산사고 이후 강화되는 법률법규는 물론 기업내 자발적인 안전관련 활동에 비추어 최근 3년간 화학제품 제조업에서 발생한 산업재해 자료를 근거로 재해 원인을 분석하고 공정 내 위험의 빈도나 강도가 상대적으로 높다고 판단되는 세부 공정이나 업무를 도출하여 재해 감소를 위한 사전 리스크를 체계적으로 관리시키고자 한다.

1.2.2 안전문화의 이론적 배경

문화란 관습적인 믿음, 사회적 기준 및 인종, 종교 또는 사회단체의 주요한 특성을 말한다. 즉 어떤 시간, 장소와 무관하게 집단을 이루고 있는 구성원들이 공유하는 일상생활의 특징적 성격으로 문화를 바꾼다는 것은 그 집단 혹은 구성원들의 행동이 바뀐다는 것을 의미한다고 할 수 있다. 따라서 조직문화의 경우 기관 또는 조직을 특징짓는 일련의 공유되어 있는 태도, 가치, 목표 및 지침으로 그 조직이 믿고 생각하고 행동하는 방식이라고 할 수 있다. 안전문화의 정의 및 어원을 살펴보면 조직문화에서 비롯되었음을 알 수 있다. MIT 애드가 쉐인(EDGAR H. SCHEIN)은 조직문화 및 리더십(Organization Culture and Leadership)에서 안전문화란 전 임직원이 공유하고 있는 안전관련 인공물, 가치, 가정으로 구성되었다고 하였다. 여기에서 인공물이란 표지판, 포스터 등과 같은 물체나 지침, 회의 일정과 같은 글로 쓴 절차를 말한다. 가치는 사회적 원칙, 철학, 목표, 기준 등을 말하며 가정은 말로 표현하지 않거나 인식하고 있지 못하는 문화의 믿음과 당연하게 여겨지는 것을 말한다. 이후 사업자나 개인이 처한 작업 환경하에서 ‘안전’이라는 목표를 달성하기 위한 방식 중 하나로 조직이나 구성원들이 공유하는 태도나 신념, 인식, 가치관을 통칭하는 개념으로 인식되어 왔다.

또한 안전문화는 주장하는 연구자들마다 안전분위기(Safety climate)와 같이

사용되거나 때로는 달리 사용되는 등 혼용되어 사용되고 있다.

산업별 안전문화에 대한 수준을 살펴보면 원자력, 항공업종이 가장 높게 평가되고 있으며 화학업종, 건설업을 포함한 일반 제조업, 서비스업으로 구분되어 진다고 할 수 있다(제임스 리즌, 2014)

안전문화(Safety Culture)는 1980년 Zohar에 의해 ‘조직 구성원간에 공유된 안전 관련 태도, 인식, 행동의 세트’라고 정의되었고 1997년 Reason에 의해 ‘안전 관련 신념, 가치, 태도, 역량 및 행동 패턴에서 비롯된 것으로 안전성을 보장하는 조직의 헌신, 스타일 및 숙련도를 결정하는 요인’이라고 정의하였다. 표 1-7은 안전문화에 대한 정의를 나타낸 것이다.

〈표 1-7〉 안전문화 정의의 예

원리	개념
Zohar(1980)	조직 구성원 간에 공유된 안전관련 태도, 인식, 행동의 세트
Pidgeon(1991)	위험에 대한 규범과 규칙, 안전에 대한 태도, 그리고 안전 관행에 대한 성찰
Schein(1992)	조직행동을 촉진하는 안전관련 태도, 행동, 가치 그리고 심층적인 가정의 공유된 세트
Reason(1997)	안전 관련 신념, 가치, 태도, 역량 및 행동 패턴에서 비롯되는 것으로 안전성을 보장하는 조직의 헌신, 스타일 및 숙련도를 결정하는 요인
Mearns & Flin(1999)	작업장에서의 안전과 관련된 규범적 믿음과 근본적인 가치, 가정, 기대, 철학, 규범, 그리고 규칙
Guldenmund (2000)	조직 구성원 간에 공유되는 일련의 안전 관련 태도, 가치 또는 가정
Patankar & Sabin (2010)	안전의 중요성을 조직이 얼마나 가치 있게 여기는지 조직의 우선순위가 무엇인지. 종업원들이 일을 하는 동안 응급상황에 어떻게 반응하는지. 그리고 조직을 경영할 때 안전을 최우선 가치로 여기는지.

표 1-7과 같이 안전문화의 정의는 다양하지만 요약하면 안전에 대한 조직 구성원들에게 공유된 태도, 가치, 가정 등을 말한다고 할 수 있다. 안전문화에 대한 관심은 1986년 4월 26일 체르노빌 원자력 발전소에서 발생한 사고 이후로 이는 국제 원자력 기구(IAEA)가 책정한 국제 원자력 사고 등급(International Nuclear Event Scale, INES)중 가장 높은 7단계이기 때문이기도 하다. 이에 1988년 국제원자력기구의 국제원자력안전자문그룹(INSAG : International Nuclear Safety Advisory Group)의 보고서인 'Summary Report on the Post-Accident Review Meeting on the Chernobyl Accident'에서 안전문화라는 단어를 처음 사용하였으며 1991년 INSAG-4에서 '안전문화'라는 책자가 IAEA에 의해 발간되면서 공식적으로 안전문화의 개념이 확립되었다. 미국화학공정안전센터(CCPS: Center for Chemical Process Safety)에서는 안전문화를 공정안전관리를 정확히 실시하기 위해 모든 구성원이 공동으로 안전의식을 가지고 참여하는 것이라고 정의하고 있으며 '한국안전학회'는 일반적으로는 조직이나 작업장 내에서 근로자들의 안전에 대한 가치와 중요성에 대한 공유된 지각으로 사용되고 있다.

해외 연구를 살펴보면 M.N. Vinodkumar(2009)은 인도의 화학산업 종사자 2,586명에 대한 안전 분위기 향상을 위한 설문 결과 안전에 대한 관리 의무 및 조치, 작업자의 안전 지식 및 준수, 작업자의 안전에 대한 태도, 작업자의 안전 참여와 약속 등 8가지 요인을 제시하였다. Behari, Niresh.(2019)는 특수 가스 처리 분야에 대한 공정 안전문화 성숙도 평가 연구에서 성숙도를 저해하는 리더십 행동으로 책임 수용의 거부, 두려움과 신뢰가 부족한 부적절한 공정안전 안전사고 보고 등이 연관이 있다고 하였다.

INSAG-4(1991)에서는 안전문화 강화를 위한 3가지 주요 요소로 정책적 차원 임무, 관리자 임무, 종사자 임무로 구분하고 각각의 세부임무를 표 1-8과 같이 제시하였다.

〈표 1-8〉 안전문화 강화 주요 요소

주요 요소	정책적 차원 임무	관리자 임무	종사자 임무
세부 임무	1)안전정책수립 2)정책관리조직 구성 3)인력 및 예산 확보 4)자체 규제활동	1)안전책임 할당 2)안전관행 정착 3)보상 및 격려 4)훈련 및 자격관리 5)검사 검토 및 비교	1)항상 문제의식을 가지는 직무자세 2)철저하고 신중한 직무 접근 방법 3)안전관련 정보교환

따라서 본 연구에서는 안전문화에 대한 일반적인 정의는 존재하나 세부 구성요소 및 추진 전략에 대한 부분은 없는 현실은 감안하여 화학제품 제조업에 특화된 안전문화의 구성요소와 전략 수립에 대한 가이드라인을 제안하고자 한다.

1.2.3 화학제품 제조업 안전문화의 이론적 배경

국내에서 화학업종과 안전문화 관련 연구 현황을 살펴보면 구글 학술검색 결과 1,380건으로 나타났으며 최근 30년간의 자료는 표 1-9에 나타난 바와 같이 1,249건으로 학계는 물론 산업계 등에서 지속적으로 증가하고 있음을 알 수 있다. 1990년에서 2000년대는 149건이었으나 2001년~2010년은 3배 이상 높은 467건이 진행되었다. 특히 2011년부터 2019년 현재까지 연구된 숫자는 지난 10년 대비 26% 증가된 633건으로 최근 30년간의 연구 중 절반 이상(50.7%)으로 최근 9년 사이에 더욱 활발하게 연구가 진행되고 있음을 알 수 있다.

〈표 1-9〉 화학업종 안전문화 연구 추이

구글 학술검색	1990년 ~ 2000년	2001년~ 2010년	2011년~ 2015년	2016년~ 2019년	총계
검색 수(개)	149	467	350	283	1,249
비중	11.9%	37.4%	28.0%	22.7%	100%

2012년도 30개의 제조업을 대상으로 사업장의 안전보건활동 수준과 재해율을 이용하여 산업재해 예방을 위한 목표 집단을 분석한 자료를 볼 때 화학제품 업종은 재해율이 낮고 안전보건활동 수준도 낮은 소극적 집단(passive group)으로 분류되었다. 또한 안전규정 준수에 대한 교육, 근로자의 안전원칙 준수, 사업주와 근로자의 안전한 근로환경 조성, 안전규정 미준수시 경고, 경영방침 내 안전사항의 우선권, 안전규정 위반시 자유로운 보고 분위기 등 6가지 항목으로 구성된 안전문화 분석결과도 75.5점으로 제조업 평균인 77점 대비 낮게 나타남을 알 수 있었다.(김기식 외, 2014). 또한 159개의 화학기업을 대상으로 안전보건 경영이 경영성과에 미치는 영향에 관한 연구 결과 안전보건 경영은 경영성과나 조직문화에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 그 수준은 외국계 기업, 대기업, 중소기업 순으로 차이가 있으며 외국계 기업이 높은 이유 중 하나로 안전보건 활동과 선진 안전문화로 제시하였다(박현철, 2016).

여러 산업분야에 걸친 위험도를 파악한 제임스 리즌의 저서(인재는 이제 그만, 2014)에 의하면 위험도 추산값은 4가지 형태로 구분되며 표 1-10과 같이 제시하였다. 여기에서 4가지 형태의 위험도란 인적 상해 위험, 필수 운전요원의 오류, 잠복상황(=보편적 위험),제 3자의 위험을 말한다.

화학공정 공장의 위험은 위의 표 1-10과 같이 원자력 발전, 상용 항공산업과 같이 높은 수준의 위험도를 나타내고 있으며 특히 제 3자 위험도는 건설, 첨단 제조업과 대비하여 매우 높은 산업 분야에 포함되고 있음을 알 수 있다.

〈표 1-10〉 여러 산업분야에 걸친 위험도 추산값 비교

산업분야	인적상해위험	필수 운전 요원의 오류	잠복상 황	제 3자 위험
원자력 발전	매우 낮음 (정상 상태)	높음	높음	매우 높음
화학공정 공장	낮음-중간 (정상 상태)	높음	높음	매우 높음
상용 항공산업	중간-높음 (지상 요원)	높음	높음	매우 높음
첨단 제조업	매우 낮음	높음	높음	유동적
석유 탐사 및 시추	높음	높음	높음	매우 높음
해운	높음	높음	높음	매우 높음
철도	높음(기반 시설)	높음	높음	높음
건설	매우 높음	중간-높음	높음	높음
광업	매우 높음	중간-높음	높음	낮음-중간
제약	중간	매우 높음	높음	매우 높음
금융서비스	매우 낮음	매우 높음	높음	높음
운동경기장과 군중통제	높음	높음	높음	높음

안전문화에 대한 선행 연구를 살펴보면 항공분야의 경우 항공안전 문화지수 결정 요인에 관한 연구(김병철, 2009)와 우리나라 항공조직의 안전문화에 관한 실증적 연구(김철용, 2015)등이 있으며 철도 분야의 경우 철도 안전문화 수준분석을 통한 안전문화 지표 개발(손명선, 2015) 등이 있다. 건설 업종의 경우 건설현장 안전문화 평가 지표 개발(전해명, 2017)과 안전문화가 안전성과에 미치는 영향에 관한 실증적 연구(김명열, 2017) 등이 있다. 그러나 일반 제조업의 안전문화를 연구한 자료는 많지 않고 재해가 상대적으로 많이 발생하는 건설업종에 대한 안전문화 구축에 대한 연구가 대부분으로 화학 업종에 대한 안전문화에 대한 연구는 상대적으로 많지 않았다. 특히 화학업종 내 사고발생 가능성이 높은 고령자, 외국인과 근속년수가 낮은 인원에 대한 산업재해 예방과 체계적인 위험관리 및 안전문화 향상을 위한 연구는 이루어지지 않고 있다.

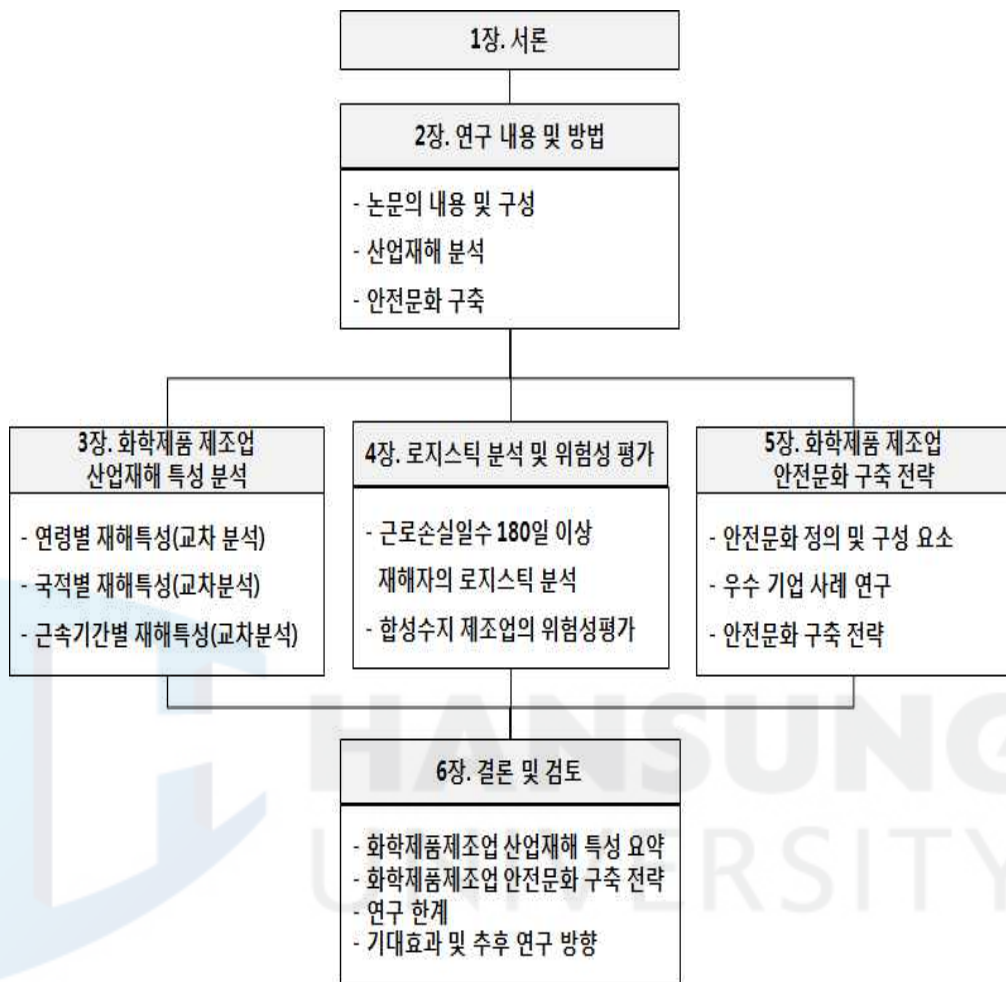


II. 연구내용 및 방법

2.1 논문의 내용 및 구성

본 연구에서는 화학업종 내 안전문화 구축을 위해 두가지 방법으로 접근하고자 한다. 먼저 최근 3년간 발생한 화학제품 제조업의 산업재해 데이터 분석을 통해 업종 내 고유의 산업재해 특성을 파악하고 이를 예방하기 위한 세부 업종/작업별 Risk Matrix를 개발하고 및 고위험 작업에 대한 위험성을 경감하기 위한 대책을 제시하고자 한다. 또한 화학제품 제조업 내 안전문화 구축에 필요한 세부 구성 요소 및 전략에 대해 살펴보고자 한다. 이를 통해 안전문화 추진 전략 시 기초가 되는 가이드라인을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 그림 2-1과 같다. 제 I장에서는 연구의 필요성과 목적, 연구배경 및 이론적 고찰에 대하여 알아보고 연구의 전체적인 방향에 대하여 설명한다. 제 II장에서는 논문의 내용 및 구성, 연구방법, 자료수집, 연구변수와 정의, 데이터 분석 방법과 안전문화의 이론적 배경과 필요성에 대하여 설명한다. 제 III장에서는 화학제품 제조업의 산업재해 특성 분석 결과에 대해 연령대별, 국적별, 근속기간별 산업재해 특성에 대한 연구결과를 설명한다. 제 IV장에서는 근로손실일수 180일 이상 재해자에 대한 로지스틱 분석을 실시하고 합성수지 제조업에 대한 위험성 평가를 통해 주요 위험요인을 도출하였다. 제 V장에서는 다른 제조업 대비 상대적으로 위험도가 높은 화학제품 제조업에 대한 안전문화 구축 전략과 구성요소를 도출하고 그에 따른 세부 가이드라인을 제시한다. 제 VI장에서는 연구결과에서 특징적으로 나타난 부분을 요약, 검토하고 본 연구 결과의 한계점과 기대효과를 설명한다.

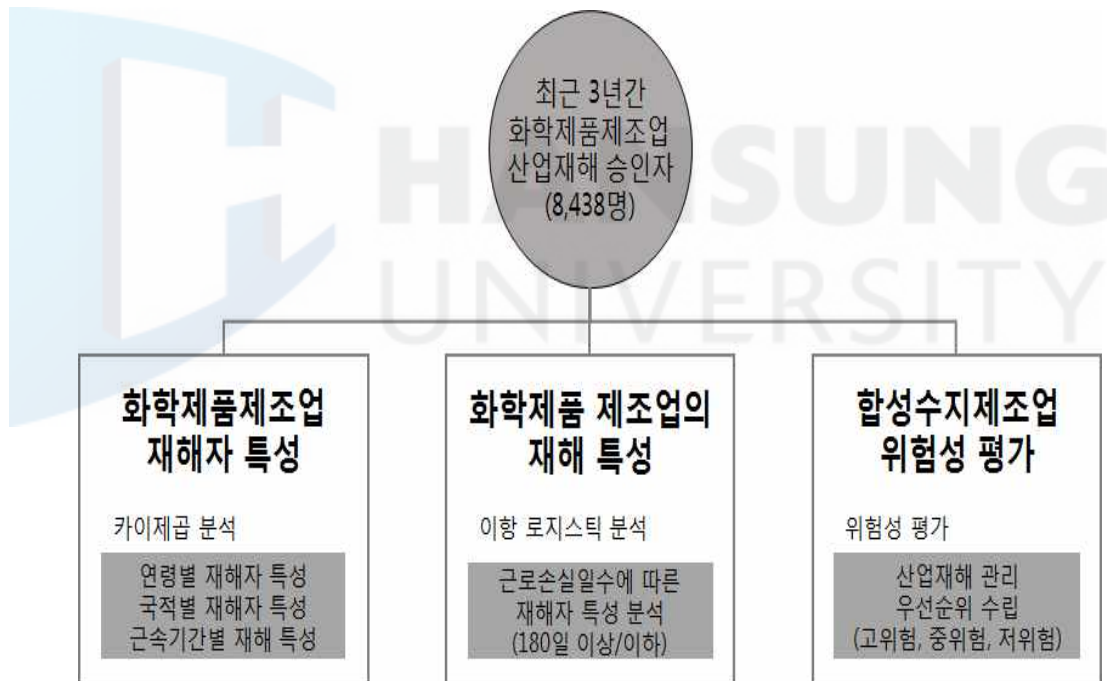


〈그림 2-1〉 논문의 구성

2.2 산업재해 분석

2.2.1 연구대상 및 분석 내용

본 연구에서는 2016년부터 2018년까지 3년간 국내 화학제품 제조업에서 작업관련성 산업재해자 중 4일이상의 휴무를 입은 산업재해 승인자를 대상으로 한다. 3년간 산업재해 승인을 받은 8,808명 중 사업장 외부에서 산업재해, 체육행사나 회식 등 작업과 무관한 사고, 산업재해 개요가 없는 사항 등을 제외한 8,438명을 대상으로 분석을 진행하였다. 상세 내용은 그림 2-2와 같다.



〈그림 2-2〉 산업재해 연구 내용 및 방법

먼저 화학제품 제조업의 산업재해자 특성 분석은 60세 미만과 60세 이상으로 구분한 연령대별 재해특성, 외국인과 한국인으로 구분한 국적별 재해특성, 근속기간 1년 미만과 1년 이상으로 구분한 근속기간별 산업재해 특성에 대해 각각 교차 분석을 실시하였다. 또한 이항 로지스틱 분석 및 위험성 평가를 실

시하였다. 먼저 이항 로지스틱 회귀분석은 근로손실일수 180일 이상 여부(산업재해자 1,780명)에 따른 연령, 회사 규모, 업종, 상해형태, 발생 형태 등의 차이를 알아보고자 실시하였으며, 위험성 평가는 세부 화학업종 중 사망,장해자 비율과 근로손실일수가 가장 높은 합성수지 제조업(1,004명)을 대상으로 산업재해 관리 우선순위 분석을 위해 위험성 평가를 실시하였다.

2.2.2 연구변수

표 2-1은 본 연구의 재해자 특성 조사항목 및 연구변수를 나타낸다. 변수 중에서 재해자 특성은 산업재해 보고서에서 나타난 조사항목을 이용하여 재구성하였다. 연구변수 중 성별은 남성과 여성으로 구분하고, 연령은 산업재해 발생 재해자의 당시 만 나이로 산정하며 60세 미만과 60세 이상으로 구분하였다. 재해자 구분은 업무와 관련된 사고로 인하여 발생한 사망장해자와 부상 질병자로 구분한다(이승배, 2018). 근속기간은 소속회사의 입사일로부터 산업재해 발생일까지 근무를 지속한 기간으로 1년 미만, 1년~5년 미만, 5년 이상으로 구분하였고, 회사규모는 재해가 발생한 사업장의 상시근로자수를 의미하며 5인 이하, 6~15인, 16인 ~ 49인, 50인 ~ 299인, 300인 이상으로 구분하였다(이승배, 2018). 고용형태는 정규직과 비정규직으로 구분하였으며 정규직은 사용자와 직접 근로계약을 체결하여 사업장 내에서 전일제(full-time)로 근무하면서 별도의 근로계약기간을 정하지 않고 정년까지 고용이 보장되는 근로자를 의미하며 비정규직은 일정한 기간 동안 사용자와 근로자가 한시적으로 근로관계를 맺어 근무하는 사람을 의미한다.

〈표 2-1〉 재해자 특성 조사항목 및 연구변수

분류	변수	변수의 척도
재해자 특성	성별	남성, 여성
	연령대	60세 미만, 60세 이상
	재해형태	사망장해자, 부상질병자
	근속기간	1년 미만, 1년 ~ 5년 미만, 5년 이상
	회사규모	5인 이하, 6인~15인, 16인~49인, 50인~299인, 300인 이상
	고용형태	정규직, 비정규직
	세부업종	플라스틱 가공, 고무제품 제조, 합성수지 제조, 기타 화학제품

화학제품 제조업 내 세부 업종은 한국표준산업분류에 따라 플라스틱 가공 제품 제조업은 ‘플라스틱 가공’으로 고무제품 제조업은 ‘고무제품 제조’로 합성고무 및 플라스틱 물질 제조업은 ‘합성수지 제조’로 나머지는 ‘기타 화학제품’ 제조로 재분류하였다(이승배, 2018). 본 연구는 재해조사 보고서에 나타난 재해 개요, 기인물, 사고 발생 형태와 상해 종류, 상해 부위 등을 질병분류 코드를 이용하여 재분류(질병분류정보센터, 2016)한 자료를 바탕으로 분석하였다.

재해발생 일시는 업무상 사고 재해자는 사고가 발생한 시점이며, 업무상 질병 재해자는 질병으로 판정 받은 진단 시점을 말한다. 이에 재해발생 요일은 실제 재해가 발생한 요일을 말하며 재해 발생 기간은 오전 8시부터 18시까지 는 각각 두 시간 단위로 구분하고 나머지 시간은 00시 ~ 08시, 18시 ~ 24시로 구분하였다. 또한 발생형태는 재해 및 질병이 발생된 형태 또는 근로자에게 상해를 입힌 기인물과 상관된 현상(안전보건공단, 2012)을 말하며 표 2-2와 같다.

〈표 2-2〉 재해 발생 형태별 분류

분류항목	상세 설명
끼임	기계설비에 끼이거나 감김(구 명칭: 협착)
맞음	날아오거나 떨어진 물체에 맞음(구 명칭: 낙하·비래)
부딪힘	물체에 부딪힘(구 명칭: 충돌)
깔림	물체의 쓰러짐이나 뒤집힘(구 명칭: 전도)
직업관련 질병	작업환경과 관련하여 신체에 생기는 질병 (예. 직업병, 진폐)
절단/베임/찢림	어떤 이유로 인체의 부분을 자르는 것
넘어짐	사람이 거의 평면 또는 경사면, 층계 등에서 구르거나 넘어지는 경우 (구 명칭: 전도)
떨어짐	높이가 있는 곳에서 사람이 떨어짐(구 명칭: 추락)
화재	가연물에 점화원이 가해져 비의도적으로 불이 일어난 경우
폭발	건축물, 용기내 또는 대기중에서 물질의 화학적, 물리적 변화가 급격히 진행되어 열, 폭발음, 폭발압이 동반하여 발생하는 경우
누출	액체, 가스, 전류 등이 밖으로 새는 것.

기인물이란 직접적으로 산업재해를 유발하거나 영향을 끼친 에너지원(운동, 위치, 열, 전기 등)을 지닌 기계 장치, 구조물, 물체물질, 사람 또는 환경 등을 말하며 본 연구에서는 건축물/구조물 및 표면, 교통 수단, 부품/부속물 및 재료, 설비/기계, 용기/물품/가구 및 기구, 휴대용 및 인력용 기계기구로 정의한다. 상해 종류는 부상 또는 질병의 의학적 성질로서 주요한 신체적 상병특성으로 본 연구에서는 골절/압괴, 파열, 염좌, 열상/창상/ 자상, 화상, 뇌심혈관, 기타(진폐증 및 난청, 눈

손상)로 표 2-3과 같이 정의하였다(국가건강정보포털, 2016).

〈표 2-3〉 상해 종류별 분류

분류항목	상세 설명
골절	외부의 힘에 의해 뼈의 연속성이 완전 혹은 불완전하게 소실된 상태
압궐	압력에 의해 신체조직, 뼈, 혈관, 신경 등이 손상된 상태
열상	피부가 찢어진 상태
창상	외부에서 가해진 힘에 의해 신체조직의 정상적 구조의 연속성이 파괴된 상태.
자상	칼 같은 물건에 찔린 상처.
파열	인대·연골·근육이 찢어지거나 갈라진 상태
염좌	관절을 지지해주는 인대가 외부 충격 등에 의해서 늘어나는 상태
화상	열에 의해 피부와 피부 부속기에 생기는 손상
추간판탈출	척추뼈와 척추뼈 사이에 존재하는 추간판(디스크)이 어떤 원인에 의해 손상을 입으면서 추간판 내부의 젤리 같은 수핵이 탈출하여 주변을 지나는 척추신경을 압박함으로써 다양한 신경학적 이상증상을 유발하는 질환
협착	몸 안의 관이 협착 또는 좁아진 것
뇌심혈관	뇌혈관이나 심장혈관에 혈류에 이상이 생겨 발생하게 되는 질병

상해부위는 부상 또는 질병이 발생된 신체의 상병부위를 의미하며 안면두부, 목/어깨, 가슴/몸통, 팔/손목, 다리/발, 복합으로 정의하였다. 먼저 안면두부는 뇌, 두피, 얼굴, 눈, 코, 귀, 입 부위를 말하며 목은 위는 악골, 턱과 머리 부위, 아래는 어깨로 둘러싸인 체간으로 두 부위가 연결되는 부위로 경추, 성대, 인/후두를 말한다. ‘가슴/몸통’은 흉부, 폐, 심장, 위, 간, 골반, 둔부, 요추, 흉추 부위를 말하며 팔/손목은 팔, 팔꿈치(상완골), 팔꿈치(주관절), 아래팔(요골, 척골), 손목, 손, 손가락 부위를 말한다. 다리/발은 대퇴, 무릎, 발목,

발, 발가락 부위를 말하며 ‘복합’은 본 연구에서 정의한 신체 부위 중 두 부위 이상을 포함하는 것으로 정의하였다.

표 2-4는 연구의 재해 특성 조사항목 및 연구변수를 나타낸다.

〈표 2-4〉 재해 특성 조사항목 및 연구변수

분류	변수	변수의 척도
재해 특성	재해발생요일	월, 화, 수, 목, 금, 토, 일
	재해발생 시간	00시 ~ 08시, 08시 ~ 10시, 10시 ~ 12시, 12시 ~ 14시, 14시 ~ 16시, 16시 ~ 18시, 18시 ~ 24시
	재해발생형태	끼임, 맞음/부딪힘/깔림, 작업관련 질병(직업병, 진폐 등), 절단/베임/찢림, 넘어짐, 떨어짐, 화재/폭발/누출 및 접촉
	기인물	건축물/구조물 및 표면, 교통수단, 부품/부속물 및 재료, 설비/기계, 용기/물품/가구 및 기구, 휴대용 및 인력용 기계 기구
	상해종류	뇌심혈관, 골절/압궐, 파열, 염좌, 열상/창상/자상, 화상, 기타(폐질환 및 난청·눈손상)
	상해부위	안면두부, 목/어깨, 가슴/몸통, 팔/손목, 다리/발, 복합

일반적으로 화학제품 제조업에서 작업공정이란 원료나 부원료를 사용하여 고객이나 소비자가 원하는 화학 물질 혹은 제품을 가공, 생산하는 일련의 과정으로 생산되는 제품에 따라 다양한 작업 공정을 지니고 있다. 본 연구에서는 타 산업에의 적용 및 확장성을 감안하여 작업 준비, 반응, 가공/컷팅, 물류, 정비, 기타로 분류하였다(이승배, 2019). 세부적으로 살펴보면 ‘작업 준비’는 원료나 부원료를 운반하거나 금형을 운반, 장착하는 것을 말하며 ‘반응’은 재료를 혼합하고 성형과정을 거쳐 제품이 만들어지는 것을 의미한다(이승배, 2019). ‘가공/컷팅’은 제조된 제품을 원하는 형태로 가공하거나 컷팅하는 것을 말하며 ‘물류’는 제작된 제품을 적재, 포장, 이송하는 것을 말하며 ‘정비’는 해당 제조 프로세스 내 연속된 작업과 연계하여 부품을 교체하거나 고장난 기계나 설비를 수리하는 것을 말한다(이승배, 2019)

2.2.3 자료 분석

본 연구에서 고령재해자 특성 분석에서는 종속변수로 연령대(60세 미만, 60세 이상)를 설정하였고, 독립변수는 재해형태, 근속기간, 회사규모, 고용형태, 재해발생요일, 재해발생시간, 발생형태, 기인물, 상해종류, 상해부위를 설정하였다. 또한 국적여부에 재해특성을 분석하고자 종속변수로 국적(외국인, 한국인)으로 설정하였고 독립변수는 연령대, 재해형태, 근속기간, 회사규모, 고용형태, 직종으로 설정하였다. 또한 근속기간에 따른 재해특성 분석에서는 종속변수로 근속기간(1년 미만, 1년 이상)을 설정하였고, 독립변수는 회사 규모, 세부 업종, 국적, 연령, 상해 형태, 발생형태 등을 설정하였다.

재해자의 기본 특성 및 재해 특성을 분석하여 분포의 차이를 검정하는 카이제곱 검정(Chi-square test)을 사용하였고, 근로손실일수에 대한 재해 특성의 차이를 분석하기 위하여 이항 로지스틱 분석을 하였다. 또한 위험성 평가의 Risk Matrix를 작성하기 위해 카이 제곱검정(Chi-square test)과 One-way ANOVA분석(재해자의 근로손실일수의 평균)을 사용하였다. 통계적 검정은 통계패키지인 SPSS 21.0을 이용하였고, 유의수준은 0.05를 적용하였다.

2.3 안전문화 구축

2.3.1 화학제품 제조업의 안전문화 전략 및 구성요소 연구

안전관련 조직과 구성원에 대한 투자, 설비적인 보완, 규제나 법률법규에 근거한 타율적인 안전 활동을 넘어 자율적이며 조직적인 안전 활동을 추구하는 시점에 와 있다. 이에 기존 선행연구 자료와 문헌조사를 통해 안전 문화에 대한 의미를 재정의하고 이를 통해 화학제품 제조업에서 요구되는 안전문화의 구성요소들을 도출하고자 한다. 이를 위해 국제 원자력안전자문 그룹(IASAG), OECD의 산업계용 지침서, ILO의 산업안전 보건 글로벌 전략을 검토하고자 한다. 또한 북유럽 산업 연구 자료 및 국제원자력 기구(IAEA)에서 정의한 원자력 안전문화 평가 자료를 통해 주요 구성요소를 도출하고자 한다. 구성 요소로는 안전문화 실행에 핵심인 경영자의 안전리더십 관점, 안전문화의 효과적인 실행 촉진을 위한 안전 조직의 전문성, 성과향상을 위한 구성원의 지속적 참여 등 세 가지 관점으로 정의하고자 한다.

2.3.2 화학제품 제조업의 안전문화 전략 수립 가이드라인 도출

제조업 중 화학제품 제조업에 국한하여 조직이나 사업장에서 안전문화 향상을 위한 전략 수립시 공통적으로 요구되는 주요 항목을 도출하고자 한다. 이를 위해 국내에 진출한 글로벌 화학회사 중 대내외적으로 안전문화 우수기업으로 회사의 사명, 비전, 핵심가치(Core value)에 ‘안전’이라는 요소를 명기하여 직접 실천하고 있는 기업의 홈페이지 등 소개자료, 우수사례 발표, 전문가 인터뷰를 실시하고자 한다. 또한 그 회사에 내재되어 있는 안전문화에 대한 철학, 중장기 전략, 목표, 상세 활동 등에 대한 연구를 통해 공통 핵심요소를 도출하며 도출된 핵심요소에 대해 안전 전문가를 대상으로 심층 인터뷰를 실시하여 국내 화학제품 제조업에 특화된 안전문화 구축 전략과 세부 구성요소를 제안하고자 한다. 세부 구성은 안전문화를 추진하는 주체를 명확히 하고 주체별 책임과 역할은 물론 우수 기업 사례연구에서 도출된 세부활동을

구체화하여 가이드로 제시하고자 한다. 나아가 안전보건 경영시스템과 같이 정착되고 사업장에서 직접 구동될 수 있도록 PDCA(Plan-Do-Check-Act)사이클로 그 구성요소와 세부 활동을 재정의하고자 한다.



Ⅲ. 화학제품 제조업의 산업재해 특성 분석

3.1 화학제품 제조업의 연령별 산업재해 특성

최근 3년간(2016년~2018년)국내 화학제품 제조업에서 발생한 산업재해의 재해자 특성을 알아보기 위하여 표 3-1과 같이 종속변수와 독립변수를 정의하였다. 종속변수는 60세 미만 근로자와 60세 이상 고령자로 구분하였다. 또한 독립변수는 성별, 재해자, 세부 업종, 회사규모, 고용형태, 근속기간, 재해 발생요일, 재해발생시간, 재해발생 형태, 기인물, 상해종류, 상해 부위별로 차이가 있는지 요인분석을 실시하였다.

〈표 3-1〉 연령대별 재해 특성 조사항목 및 연구변수

종속변수	독립변수	변수의 척도
연령 (60세 미만, 60세 이상)	성별	남성, 여성
	재해자	사망장해자, 부상질병자
	세부업종	플라스틱 가공, 고무제품 제조, 합성수지 제조, 기타 화학제품 제조
	회사 규모	5인 미만, 5인~15인, 16인~49인, 50인~299인, 300인 이상
	고용 형태	정규직, 비정규직
	근속 기간	1년 미만, 1년 이상
	재해발생요일	월요일, 화요일, 수요일, 목요일, 금요일, 토요일, 일요일
	재해발생시간	00~08시, 08시~10시, 10시~12시, 12시~14시, 14시~16시, 16시~18시, 18시~24시)
	재해발생형태	끼임, 맞음/부딪힘/깔림, 작업관련질병, 절단/베임/찢림, 넘어짐, 떨어짐, 화재/폭발/누출/접촉, 기타

종속변수	독립변수	변수의 척도
	기인물	건축구조물 및 표면, 부품/부속물 및 재료, 설비기계, 용기/용품/가구 및 기구, 휴대용 및 인력용 기계 기구, 분류 불능 및 기타
	상해종류	뇌심혈관, 골절압괴, 파열, 염좌, 추간판 탈출/협착, 화상, 열상/창상/자상, 기타
	상해 부위	안면두부, 목/어깨, 가슴/몸통, 팔/손목, 다리/발, 복합

3.1.1 60세 미만 근로자와 60세 이상 고령근로자의 성별 특성

고령근로자 여부와 성별 재해자 분포의 특성은 표 3-2와 같다. 표 3-1에서 보면 남성이 87.4%, 여성이 12.6%로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 고령여부에 따른 성별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=4.199$, $p=0.040$). 60세 미만의 경우 남성(87.7%)이 상대적으로 높게 나타났고, 60세 이상의 경우 여성(14.6%)이 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-2〉 고령근로자 여부에 따른 성별 분포

	60세 미만	60세 이상	전체
남성	6535	839	7374
	87.7%	85.4%	87.4%
여성	920	144	1064
	12.3%	14.6%	12.6%
전체	7455	983	8438
	100%	100%	100%

3.1.2 60세 미만 근로자와 60세 이상 고령근로자의 재해자 특성

고령 여부와 재해형태별 재해자 분포의 특성은 표 3-3과 같다. 표 3-3에서 보면 부상질병자가 98.6%, 사망장해자가 1.4%로 나타나 질병이나 사고에 의한 부상 빈도가 매우 높은 것으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 고령여부에 따른 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=4.393$, $p=0.036$). 고령여부에 따른 재해자 분포를 살펴보면 60세 미만의 경우 부상질병자가 98.7%로 상대적으로 높았으며, 60세 이상의 경우 사망장해자가 2.1%로 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-3〉 고령근로자 여부에 따른 재해자 분포

	60세 미만	60세 이상	전체
사망장해자	97	21	118
	1.3%	2.1%	1.4%
부상질병자	7358	962	8320
	98.7%	97.9%	98.6%
전체	7455	983	8438
	100%	100%	100%

3.1.3 60세 미만 근로자와 60세 이상 고령근로자의 세부 업종별 특성

고령여부와 세부 업종별 재해자 분포의 특성은 표 3-4와 같다. 표 3-3에서 보면 플라스틱 가공 제조가 49.5%로 가장 높게 나타났고, 고무제품 제조(22.1%), 기타 화학제품제조(16.5%), 합성수지 제조(11.9%) 순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 고령여부에 따른 세부 업종별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=31.752$, $p<0.001$). 고령여부에 따른 세부 업종을 보면 60세 미만의 경우 플라스틱 가공(49.7%), 고무제품 제조(22.7%), 기타 화학제품(16.2%)순으로 나타났고 60세 이상의 경우 플라스틱가공(47.8%), 기타 화학제품(18.6%), 고무제품 제조(17.4%)순으로 높게 나타났다.

특히 60세 미만에서는 플라스틱 가공(49.7%), 고무제품 제조(22.7%)에서 상대적으로 높게 나타났고, 60세 이상의 경우 기타 화학제품 제조(18.6%), 합성수지 제조(16.2%)에서 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-4〉 고령근로자 여부에 따른 세부업종 분포

	60세 미만	60세 이상	전체
플라스틱 가공	3707	470	4177
	49.7%	47.8%	49.5%
고무제품 제조	1692	171	1863
	22.7%	17.4%	22.1%
합성수지 제조	845	159	1004
	11.3%	16.2%	11.9%
기타 화학제품	1211	183	1394
	16.2%	18.6%	16.5%
전체	7455	983	8438
	100%	100%	100%

3.1.4 60세 미만 근로자와 60세 이상 고령근로자의 근속기간 분포

고령여부와 근속기간별 재해자 분포의 특성은 표 3-5와 같다. 표 3-5에서 보면 1년 미만의 초보자가 42.6%로 가장 높게 나타났고, 1년 ~ 5년 미만(41.8%), 5년 이상(15.6%) 순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 고령여부에 따른 근속기간별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=14.133$, $p=0.001$). 고령 여부에 따른 근속기간을 살펴보면 60세 미만의 경우 1년 미만(42.5%), 1년~5년 미만(41.4%)순으로 나타났으며, 60세 이상은 1년~5년 미만(45.1%), 1년 미만(43.3%)순으로 나타났다. 특히 60세 미만의 경우 5년 이상(16.1%)이 상대적으로 높았으며, 60세 이상의 경우 1년~ 5년 미만(45.1%), 1년 미만(43.3%)에서 상대적으로 높게 나타나 고령근로자에 대한 산업재해 예방에 관심을 가져야 할 것이다.

〈표 3-5〉 고령근로자 여부에 따른 근속기간 분포

	60세 미만	60세 이상	전체
1년 미만	3168	426	3594
	42.5%	43.3%	42.6%
1년 ~ 5년 미만	3088	443	3531
	41.4%	45.1%	41.8%
5년 이상	1199	114	1313
	16.1%	11.6%	15.6%
전체	7455	983	8438
	100%	100%	100%

3.1.5 60세 미만 근로자와 60세 이상 고령근로자의 회사규모 분포

고령여부와 회사규모별 재해자 분포의 특성은 표 3-6과 같다. 표 3-6에서 보면 5인 ~ 15인 사업장이 28.0%로 가장 높게 나타났고, 16인 ~ 49인(24.9%), 5인 미만(18.2%), 50인 ~ 299인(16.3%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 고령여부에 따른 회사규모별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=239.736$, $p<0.001$). 고령여부에 따른 회사규모별 재해자 분포를 살펴보면 60세 미만의 경우 5인~15인(26.6%), 16인~49인(24.8%), 5인 미만(17.3%)순으로 나타났으며, 60세 이상은 5인~15인(39.0%), 16인~49인(26.3%), 5인 미만(24.6%)순으로 나타났다. 특히 60세 미만의 경우 50인 ~ 299인(17.1%), 300인 이상(14.2%)에서 상대적으로 높게 나타났으며, 60세 이상의 경우 5인 ~ 15인(39.0%), 5인 미만(24.6%), 16인 ~ 49인(26.3%)에서 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-6〉 고령근로자 여부에 따른 회사규모 분포

	60세 미만	60세 이상	전체
5인 미만	1291	242	1533
	17.3%	24.6%	18.2%

	60세 미만	60세 이상	전체
5인 ~ 15인	1983	383	2366
	26.6%	39.0%	28.0%
16인 ~ 49인	1849	259	2105
	24.8%	26.3%	24.9%
50인 ~ 299인	1277	99	1376
	17.1%	10.1%	16.3%
300인 이상	1058	0	1058
	14.2%	0%	12.5%
전체	7455	983	8438
	100%	100%	100%

3.1.6 60세 미만 근로자와 60세 이상 고령근로자의 고용형태 분포

고령여부와 고용형태별 재해자 분포의 특성은 표 3-7과 같다. 표 3-7에서 보면 정규직이 88.2%, 비정규직이 11.8%로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 고령여부에 따른 고용형태별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=53.695$, $p<0.001$). 고령여부에 따른 고용형태를 살펴보면 60세 미만의 경우 정규직이 89.1%로 비정규직 대비 상대적으로 높았으며 60세 이상의 경우 비정규직이 18.9%로 60세 미만 대비 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-7〉 고령근로자 여부에 따른 고용형태 분포

	60세 미만	60세 이상	전체
정규직	6643	797	7440
	89.1%	81.1%	88.2%
비정규직	812	186	998
	10.9%	18.9%	11.8%
전체	7455	983	8438
	100%	100%	100%

3.1.7 60세 미만 근로자와 60세 이상 고령근로자의 재해발생요일 분포

연령대별 재해발생요일 분포의 특성은 표 3-8과 같다. 표 3-8에서 보면 월요일이 18.0%로 가장 높게 나타났고, 목요일(17.8%), 화요일(17.6%), 금요일(17.3%), 수요일(17.2%) 순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 연령대에 따른 재해발생요일별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=15.716$, $p=0.015$). 60세 미만의 경우 월요일(17.8%), 화요일(17.7%), 목요일(17.7%), 금요일(17.5%) 순으로 나타났으며, 60세 이상의 경우 월요일(19.1%), 수요일(18.9%), 목요일(18.5%), 화요일(17.4%) 순으로 나타났다. 또한 60세 미만의 경우 화요일(17.7%), 금요일(17.5%)에서 상대적으로 높았으며, 60세 이상에서는 월요일(19.1%), 수요일(18.9%), 목요일(18.5%)이 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-8〉 고령근로자 여부에 따른 재해발생요일 분포

	60세 미만	60세 이상	전체
월요일	1328	188	1516
	17.8%	19.1%	18.0%
화요일	1317	171	1488
	17.7%	17.4%	17.6%
수요일	1267	186	1453
	17.0%	18.9%	17.2%
목요일	1316	182	1498
	17.7%	18.5%	17.8%
금요일	1305	157	1482
	17.5%	16.0%	17.3%
토요일	651	84	735
	8.7%	8.5%	8.7%
일요일	271	15	286
	3.6%	1.5%	3.4%
전체	7455	983	8438
	100%	100%	100%

3.1.8 60세 미만 근로자와 60세 이상 고령근로자의 재해발생시간 분포

고령 근로자여부에 따른 재해발생시간 분포의 특성은 표 3-9와 같다. 표 3-9에서 보면 10시~12시에 18.6%로 재해가 가장 많이 발생하는 것으로 나타났다, 08시~10시(16.9%), 14시~16시(16.4%), 18시~24시(13.7%), 16시~18시(13.1%) 순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 연령대에 따른 재해발생시간별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=47.299$, $p<0.001$). 60세 미만의 경우 10시~12시(18.0%), 08시~10시(16.8%), 14시~16시(16.1%), 18시~24시(14.4%)순으로 나타났으며 60세 이상의 경우 10~12시(23.1%), 14시~16시(18.7%), 08시~10시(17.3%), 16시~18시(13.7%)순으로 나타났다. 특히 60세 미만의 경우 18시~24시(14.4%)에 상대적으로 높았으며, 60세 이상의 경우 10시~12시(23.1%), 14시~16시(18.7%), 08시~10시(17.3%), 16시~18시(13.7%)에 상대적으로 높았다.

〈표 3-9〉 고령근로자 여부에 따른 재해발생시간 분포

	60세 미만	60세 이상	전체
00시 ~ 08시	912	79	991
	12.2%	8.0%	11.7%
08시 ~ 10시	1254	170	1424
	16.8%	17.3%	16.9%
10시 ~ 12시	1343	227	1570
	18.0%	23.1%	18.6%
12시 ~ 14시	705	99	804
	9.5%	10.1%	9.5%
14시 ~ 16시	1198	184	1382
	16.1%	18.7%	16.4%
16시 ~ 18시	973	135	1108
	13.1%	13.7%	13.1%
18시 ~ 24시	1070	89	1159
	14.4%	9.1%	13.7%
전체	7455	983	8438
	100%	100%	100%

3.1.9 60세 미만 근로자와 60세 이상 고령근로자의 재해발생형태 분포

연령대별 재해발생 형태 분포의 특성은 표 3-10과 같다. 표 3-10에서 보면 끼임이 36.9%로 가장 높게 나타났고, 맞음/부딪힘/깔림(14.9%), 작업관련 질병(직업병, 진폐 등)(11.4%), 절단/베임/찔림(10.2%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 연령대에 따른 재해발생형태별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=86.893$, $p<0.001$).

연령대에 따른 재해발생형태를 보면 60세 미만에서는 끼임이 37.7%로 가장 높고 맞음/부딪힘/깔림(14.7%), 작업관련질병(뇌심 등)(11.7%), 절단/베임/찔림(10.3%)순으로 나타났다. 60세 이상에서는 끼임이 30.7%로 가장 높고 맞음/부딪힘/깔림(16.9%), 떨어짐(13.9%), 넘어짐(13.3%)순으로 나타났다. 특히, 60세 미만에서는 끼임(37.7%), 작업관련질병(11.7%), 절단/베임/찔림(10.3%), 화재/폭발/누출/접촉(6.2%)이 상대적으로 높게 나타났고, 60세 이상에서는 맞음/부딪힘/깔림(16.9%), 떨어짐(13.9%), 넘어짐(13.3%)이 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-10〉 고령근로자 여부에 따른 재해발생형태 분포

	60세 미만	60세 이상	전체
끼임	2814	302	3116
	37.7%	30.7%	36.9%
맞음/부딪힘/깔림	1095	166	1261
	14.7%	16.9%	14.9%
작업관련질병(직업병,진폐)	872	91	963
	11.7%	9.3%	11.4%
절단/베임/찔림	770	92	862
	10.3%	9.4%	10.2%
넘어짐	666	131	797
	8.9%	13.3%	9.4%
떨어짐	563	137	700
	7.6%	13.9%	8.3%
화재,폭발,누출/접촉	459	46	505
	6.2%	4.7%	6.0%
기타	216	18	234
	2.9%	1.8%	2.8%
전체	7455	983	8438
	100%	100%	100%

3.1.10 60세 미만 근로자와 60세 이상 고령근로자의 기인물 분포

연령대별 기인물 분포의 특성은 표 3-11과 같다. 표 3-11에서 보면 설비·기계로 인한 재해가 49.1%로 가장 높게 나타났고, 건축물·구조물 및 표면(12.6%), 부품/부속물 및 재료(11.3%), 해당없음(11.4%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 연령대에 따른 기인물별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=49.306$ $p<0.001$). 60세 미만에서는 설비·기계으로 인한 재해가 50.0%로 가장 높게 나타났고, 건축물·구조물 및 표면(11.9%), 해당없음(11.7%)순으로 나타났으며, 60세 이상에서는 설비·기계으로 인한 재해가 42.6%로 가장 높게 나타났고, 건축물·구조물 및 표면(18.2%), 부품/부속물 및 재료(12.5%), 해당없음(9.3%)순으로 나타났다. 특히 60세 미만에서는 설비·기계(50.0%)에서 상대적으로 높았으며, 60세 이상에서는 건축물·구조물 및 표면(18.2%), 부품/부속물 및 재료(12.5%), 용기, 용품, 가구 및 기구(5.8%), 교통수단(3.4%)이 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-11〉 고령근로자 여부에 따른 기인물 분포

	60세 미만	60세 이상	전체
건축물·구조물 및 표면	888	179	1067
	11.9%	18.2%	12.6%
교통수단	180	33	213
	2.4%	3.4%	2.5%
부품, 부속물 및 재료	827	123	950
	11.1%	12.5%	11.3%
설비·기계	3724	419	4143
	50.0%	42.6%	49.1%
용기, 용품, 가구 및 기구	351	57	408
	4.7%	5.8%	4.8%
휴대용 및 인력용기계기구	523	70	593
	7.0%	7.1%	7.0%
해당없음	872	91	963
	11.7%	9.3%	11.4%
분류 불능 및 기타	90	11	101
	1.2%	1.1%	1.1%
전체	7455	983	8438
	100%	100%	100%

3.1.11 60세 미만 근로자와 60세 이상 고령근로자의 상해종류

연령대별 상해종류 분포의 특성은 표 3-12와 같다. 표 3-12에서 보면 골절/압궤가 44.4%로 가장 높게 나타났고, 열상/창상/자상(23.8%), 파열(13.1%), 염좌(6.8%), 화상(6.4%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 연령대에 따른 상해종류별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=116.834$, $p<0.001$). 연령대에 따른 부상종류를 보면 60대 미만에서는 골절/압궤가 43.4%로 가장 높게 나타났고 열상/창상/자상(24.1%), 파열(13.3%)순으로 나타났다. 60대 이상에서는 골절/압궤가 51.9%로 가장 높게 나타났고, 열상/창상/자상(23.8%) 순으로 나타났다. 특히, 60세 미만에서는 열상/창상/자상(24.1%), 파열(13.3%), 염좌(7.4%), 화상(6.6%)이 상대적으로 높게 나타났고, 60세 이상에서는 골절/압궤가 51.9%로 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-12〉 고령근로자 여부에 따른 상해종류 분포

	60세 미만	60세 이상	전체
뇌심혈관	126	48	174
	1.7%	4.9%	2.1%
골절/압궤	3233	510	3743
	43.4%	51.9%	44.4%
파열	993	111	1104
	13.3%	11.3%	13.1%
염좌	552	25	577
	7.4%	2.5%	6.8%
추간판 탈출/협착	210	13	223
	2.8%	1.3%	2.6%
열상/창상/자상	1794	211	2005
	24.1%	21.5%	23.8%
화상	491	47	538
	6.6%	4.8%	6.4%
기타	59	18	74
	0.7%	1.8%	0.9%
전체	7455	983	8438
	100%	100%	100%

3.1.12 60세 미만 근로자와 60세 이상 고령근로자의 상해부위 분포

연령대별 상해부위 분포의 특성은 표 3-13과 같다. 표 3-13에서 보면 팔/손목에 부상을 입은 재해자가 56.0%로 가장 높게 나타났고, 다리/발(17.7%), 가슴/몸통(12.9%), 안면두부(5.9%), 목/어깨(5.9%), 복합(1.6%) 순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 연령대에 따른 상해부위별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=69.297$, $p<0.001$). 연령대에 따른 상해부위를 60세 미만에서는 팔/손목에 부상을 입은 재해가 57.2%로 가장 높고 다리/발(17.5%), 가슴/몸통(12.4%)순으로 높게 나타났다. 60세 이상에서는 팔/손목에 부상을 입은 재해가 46.3%로 가장 높고 다리/발(19.3%), 가슴/몸통(16.8%)순으로 높게 나타났다. 특히, 60세 미만에서는 팔/손목이 57.2%로 상대적으로 높게 나타났고, 60세 이상에서는 다리/발(19.3%), 가슴/몸통(16.8%), 안면두부(9.9%)에 부상을 입은 재해가 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-13〉 고령근로자 여부에 따른 상해부위 분포

	60세 미만	60세 이상	전체
안면두부	399	97	496
	5.4%	9.9%	5.9%
목/어깨	431	68	499
	5.8%	6.9%	5.9%
가슴/몸통	925	165	1090
	12.4%	16.8%	12.9%
팔/손목	4267	455	4722
	57.2%	46.3%	56.0%
다리/발	1307	190	1497
	17.5%	19.3%	17.7%
복합	126	8	134
	1.7%	0.8%	1.6%
전체	7455	983	8438
	100%	100%	100%

3.2 화학제품 제조업의 국적별 산업재해 특성

최근 3년간(2016년~2018년)국내 화학제품 제조업에서 발생한 산업재해의 재해자 특성을 알아보기 위하여 표 3-14와 함께 종속변수와 독립변수를 정의하였다. 종속변수인 국적 여부는 외국인과 한국인으로 구분하였다. 또한 독립변수로는 성별, 재해자, 세부 업종, 회사 규모, 고용 형태, 근속 기간, 재해발생요일, 재해발생시간, 재해발생형태, 기인물, 상해 종류, 상해 부위별로 차이가 있는지를 요인분석을 실시하였다.

〈표 3-14〉 국적별 재해 특성 조사항목 및 연구변수

종속변수	독립변수	변수의 척도
국적 (외국인, 한국인)	성별	남성, 여성
	재해자	사망장해자, 부상질병자
	세부업종	플라스틱 가공, 고무제품 제조, 합성수지 제조, 기타 화학제품 제조
	회사 규모	5인 미만, 5인~15인, 16인~49인, 50인~299인, 300인 이상
	고용 형태	정규직, 비정규직
	근속 기간	1년 미만, 1년 이상
	재해발생요일	월요일, 화요일, 수요일, 목요일, 금요일, 토요일, 일요일
	재해발생시간	00~08시, 08시~10시, 10시~12시, 12시~14시, 14시~16시, 16시~18시, 18시~24시
	재해발생형태	(끼임, 맞음/부딪힘/깎임, 작업관련질병, 절단/베임/찢림, 넘어짐, 떨어짐, 화재/폭발/누출/접촉, 기타
	기인물	건축구조물 및 표면, 부품/부속물 및 재료, 설비기계, 용기/용품/가구 및 기구, 휴대용 및 인력용 기계 기구, 분류 불능 및 기타
	상해 종류	뇌심혈관, 골절압괴, 파열, 염좌, 추간판 탈출/협착, 화상, 열상/창상/자상, 기타
	상해 부위	안면두부, 목/어깨, 가슴/몸통, 팔/손목, 다리/발, 복합

3.2.1 국적 여부에 따른 성별 재해자 특성

국적여부와 성별 재해자 분포의 특성은 표 3-15와 같다. 표 3-15에서 보면 남성이 87.4%, 여성이 12.6%로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 국적여부에 따른 성별 재해자의 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2=0.000$, $p=0.995$).

〈표 3-15〉 국적별 성별 분포

	외국인	한국인	전체
남성	1359	6015	7374
	87.4%	87.4%	87.4%
여성	196	868	1064
	12.6%	12.6%	12.6%
전체	1555	6883	8438
	100%	100%	100%

3.2.2 국적 여부에 따른 재해형태별 재해자 특성

국적 여부와 재해형태별 재해자 분포의 특성은 표 3-16과 같다. 표 3-16에서 보면 부상질병자가 98.6%, 사망장해자가 1.4%로 나타나 질병이나 사고에 의한 부상 빈도가 매우 높은 것으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 국적여부에 따른 재해형태별 재해자의 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2=3.430$, $p=0.064$).

〈표 3-16〉 국적별 재해자 분포

	외국인	한국인	전체
사망장해자	14	104	118
	0.9%	1.5%	1.4%
부상질병자	1541	6779	8320
	99.1%	98.5%	98.6%
전체	1555	6883	8438
	100%	100%	100%

3.2.3 국적 여부에 따른 세부 업종별 재해자 특성

국적여부와 세부 업종별 재해자 분포의 특성은 표 3-17과 같다. 표 3-17에서 보면 플라스틱 가공 업종이 49.5%로 가장 높게 나타났고, 고무제품 제조(22.1%), 기타 화학제품제조(16.5%), 합성수지 제조(11.9%) 순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 국적여부에 따른 세부 업종별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=368.304$, $p<0.001$). 외국인의 경우 플라스틱 가공(67.3%), 합성수지 제조(15.4%)순으로 나타났고, 한국인의 경우 플라스틱 가공(45.5%), 고무제품 제조(24.9%)순으로 나타났다. 특히

외국인은 플라스틱 가공(67.3%), 합성수지 제조(15.4%)에서 상대적으로 높게 나타났으며, 한국인은 고무제품 제조(24.9%), 기타 화학제품(18.5%)에서 상대적으로 높게 나타났다. 특히 외국인의 경우 합성수지 제조 대비 작업환경이 상대적으로 열악한 소규모 사업장인 플라스틱 가공에 근무하고 있음을 알려 준다.

〈표 3-17〉 국적별 세부 업종별 분포

	외국인	한국인	전체
플라스틱 가공	1047	3130	4177
	67.3%	45.5%	49.5%
고무제품 제조	146	1717	1863
	9.4%	24.9%	22.1%
합성수지 제조	240	764	1004
	15.4%	11.1%	11.9%
기타 화학제품	122	1272	1394
	7.8%	18.5%	16.5%
전체	1555	6883	8438
	100%	100%	100%

3.2.4 국적 여부에 따른 근속기간별 재해자 분포

국적여부와 근속기간별 재해자 분포의 특성은 표 3-18과 같다. 표 3-18에서 보면 1년 미만의 초보자가 42.6%로 가장 높게 나타났고, 1년 ~ 5년 미만(31.7%), 5년 이상(25.7%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 국적에 따른 근속기간별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=568.409$ $p<0.001$). 외국인의 경우 1년 미만(62.3%), 1년~5년 미만(34.9%)순으로 나타났으며, 한국인은 1년 미만(38.1%), 1년~5년 미만(31.0%)순으로 나타났다. 또한 외국인의 경우 1년 미만(62.3%), 1년~ 5년 미만(34.9%)이 상대적으로 높았으며, 한국인은 5년 이상(30.9%)이 상대적으로 높게 나타났다. 특히 외국인의 경우 근속기간이 짧을수록 재해발생 비율이 높아 문화적이나 언어적 차이를 극복하는 기간까지 숙련자에 의한 공정과 설비에 대한 교육이 지속적인 실시되어야 한다.

〈표 3-18〉 국적별 근속기간 분포

	외국인	한국인	전체
1년 미만	969	2625	3594
	62.3%	38.1%	42.6%
1년 ~ 5년 미만	542	2432	2674
	34.9%	31.0%	31.7%
5년 이상	44	2126	2170
	2.8%	30.9%	25.7%
전체	1555	6883	8438
	100%	100%	100%

3.2.5 국적 여부에 따른 회사규모별 재해자 분포

국적여부와 회사규모별 재해자 분포의 특성은 표 3-19와 같다. 표 3-19에서 보면 5인~15인 사업장이 28.0%로 가장 높게 나타났고, 16인 ~49인 (24.9%), 5인 미만(18.2%), 50인~299인(16.3%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 국적여부에 따른 회사규모별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=412.841$, $p<0.001$). 국적별 재해자 분포를 살펴보면 외국인은 5인~15인(38.3%), 16인~49인(28.4%), 5인 미만(24.1%)순으로 나타났으며, 한국인은 5인~15인(25.7%), 16인~49인(24.2%), 50인~299인(17.9%)순으로 나타났다. 특히 외국인의 경우 5인 ~ 15인(38.3%), 16인~49인(28.4%), 5인 미만(24.1%)에서 상대적으로 높게 나타났으며, 한국인은 50인~299인(17.9%), 300인 이상(15.3%)에서 상대적으로 높게 나타났다. 즉 외국인의 경우 작업조건이 열악한 50인 미만의 소규모 사업장에서 발생한 재해가 90.8%임을 알 수 있었다.

〈표 3-19〉 국적별 회사규모 분포

	외국인	한국인	전체
5인 미만	375	1158	1533
	24.1%	16.8%	18.2%
5인 ~ 15인	595	1771	2366
	38.3%	25.7%	28.0%
16인 ~ 49인	442	1663	2105
	28.4%	24.2%	24.9%
50인 ~ 299인	141	1235	1376
	9.1%	17.9%	16.3%
300인 이상	2	1056	1058
	0.1%	15.3%	12.5%
전체	1555	6883	8438
	100%	100%	100%

3.2.6 국적 여부에 따른 고용형태

국적여부와 고용형태별 재해자 분포의 특성은 표 3-20과 같다. 표 3-20에서 보면 정규직이 88.2%, 비정규직이 11.8%로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 국적여부에 따른 고용형태별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=120.177$, $p<0.001$). 국적여부에 따른 고용형태를 살펴보면 외국인은 정규직이 80.1%로 한국인은 정규직이 90.0%로 많았다. 또한 외국인의 경우 비정규직(19.9%)이 상대적으로 높게 나타났으며, 한국인은 정규직이 90.0%로 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-20〉 국적별 고용형태 분포

	외국인	한국인	전체
정규직	1245	6195	7440
	80.1%	90.0%	88.2%
비정규직	310	688	998
	19.9%	10.0%	18.8%
전체	1555	6883	8438
	100%	100%	100%

3.2.7 국적 여부에 따른 재해발생요일

국적별 재해발생요일 분포의 특성은 표 3-21과 같다. 표 3-21에서 보면 월요일이 18.0%로 가장 높게 나타났고, 목요일(17.8%), 화요일(17.6%), 금요일(17.3%), 수요일(17.2%) 순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 국적에 따른 재해발생요일별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=16.790$, $p=0.010$). 외국인의 경우 화요일(18.4%), 수요일(17.4%), 금요일(17.3%), 월요일(16.3%)순으로 나타났으며, 한국인의 경우 월요일(18.3%), 목요일(18.1%), 화요일(17.5%), 금요일(17.4%)순으로 나타났다. 또한 외국인은 화요일(18.4%), 토요일(10.9%)이 상대적으로 높게 나타났으며, 한국인은 월요일(18.3%), 목요일(18.1%), 금요일(17.4%)이 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-21〉 국적별 재해발생요일 분포

	외국인	한국인	전체
월요일	254	1262	1516
	16.3%	18.3%	18.0%
화요일	286	1202	1488
	18.4%	17.5%	17.6%
수요일	271	1182	1435
	17.4%	17.2%	17.2%
목요일	254	1244	1498
	16.3%	18.1%	17.8%
금요일	271	1191	1462
	17.3%	17.4%	17.3%
토요일	170	565	735
	10.9%	8.2%	8.7%
일요일	49	237	286
	3.2%	3.4%	3.2%
전체	1555	6883	8438
	100%	100%	100%

3.2.8 국적 여부에 따른 재해발생시간

국적여부에 따른 재해발생시간 분포의 특성은 표 3-22와 같다. 표 3-22에서 보면 10시~12시에 18.6%로 재해가 가장 많이 발생하는 것으로 나타났고, 08시~10시(16.9%), 14시~16시(16.4%), 18시~24시(13.7%), 16시~18시(13.1%) 순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 국적에 따른 재해발생시간별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=29.018$, $p<0.001$). 외국인의 경우 18시~24시(17.0%)가 가장 높고 10시~12시(16.7%), 08시~10시(15.6%), 14시~16시(15.6%)순으로 나타났으며, 한국인은 10시~12시(19.0%)가 가장 높고 08시~10시(17.2%), 14시~16시(16.6%), 16시~18시(12.9%)순으로 높게 나타났다. 특히 외국인의 경우 18시~24시(17.0%), 16시~18시(14.0%), 00시~08시(13.1%)에 상대적으로 높았으며, 한국인의 경우 10시~12시(19.0%), 08시~10시(17.2%), 14시~16시(16.6%), 12시~14시(9.9%)에 상대적으로 높았다. 따라서 외국인 근로자가 포함되어 작업을 하거나 퇴근 후 야간 근무시 2인 1조로 활동하는 등 각별한 관심이 요구된다.

〈표 3-22〉 국적별 재해발생시간 분포

	외국인	한국인	전체
00시 ~ 08시	203	788	991
	13.1%	11.4%	11.7%
08시 ~ 10시	243	1181	1424
	15.6%	17.2%	16.9%
10시 ~ 12시	259	1311	1570
	16.7%	19.0%	18.6%
12시 ~ 14시	126	678	904
	8.1%	9.9%	9.5%
14시 ~ 16시	242	1140	1382
	15.6%	16.6%	16.4%
16시 ~ 18시	218	890	1108
	14.0%	12.9%	13.1%
18시 ~ 24시	264	895	1159
	17.0%	10.6%	13.7%
전체	1555	6883	8438
	100%	100%	100%

3.2.9 국적 여부에 따른 재해발생형태

국적별 재해발생 형태 분포의 특성은 표 3-23과 같다. 표 3-23에서 보면 끼임이 36.9%로 가장 높게 나타났고, 맞음/부딪힘/깔림(14.9%), 작업관련질병(직업병,진폐 등)(11.4%), 절단/베임/찔림(10.2%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 국적에 따른 재해발생형태별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=431.034$, $p<0.001$). 국적에 따른 재해발생형태를 보면 외국인은 끼임이 54.7%로 가장 높고 맞음/부딪힘/깔림(14.6%), 절단/베임/찔림(13.0%)순으로 나타났고, 한국인은 끼임이 32.9%로 가장 높고 맞음/부딪힘/깔림(15.0%), 작업관련질병(13.8%), 넘어짐(10.3%)순으로 나타났다. 특히, 외국인은 끼임(54.7%), 절단/베임/찔림(13.0%)이 상대적으로 높게 나타났고, 한국인은 맞음/부딪힘/깔림(15.0%), 작업관련질병(13.8%), 넘어짐(10.3%), 떨어짐(9.0%), 화재/폭발/누출 및 접촉(6.3%)이 상대적으로 높게 나타났다. 외국인의 근로환경은 물론 설비에 대한 이해나 비상시 대처능력 측면에서 내국인에 비해 상대적으로 열위에 있기에 각별한 관심이 요구된다.

〈표 3-23〉 국적별 재해발생형태 분포

	외국인	한국인	전체
끼임	851	2265	3116
	54.7%	32.9%	36.9%
맞음/부딪힘/깔림	227	1034	1261
	14.6%	15.0%	14.9%
작업관련질병(직업병,진폐)	12	947	963
	1.0%	13.8%	11.4%
절단/베임/찔림	202	660	862
	13.0%	9.6%	10.2%
넘어짐	89	708	797
	5.7%	10.3%	9.4%
떨어짐	83	617	700
	5.3%	9.0%	8.3%
화재/폭발/누출 및 접촉	68	437	505
	4.4%	6.3%	6.0%
기타	19	215	234
	1.2%	3.1%	2.8%
전체	1555	6883	8438
	100%	100%	100%

3.2.10 국적 여부에 따른 상해종류

국적별 상해종류 분포의 특성은 표 3-24와 같다. 표 3-24에서 보면 골절/압궤가 44.4%로 가장 높게 나타났고, 열상/창상/자상(23.8%), 파열(13.1%), 염좌(6.8%), 화상(6.4%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 국적에 따른 상해종류별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=261.996$, $p<0.001$). 국적에 따른 부상종류를 보면 외국인은 골절/압궤가 47.8%로 가장 높게 나타났고, 열상/창상/자상(34.7%)순으로 나타났다. 한국인은 골절/압궤가 43.6%로 가장 높았고 열상/창상/자상(21.3%), 파열(14.0%)순으로 나타났다.

특히, 외국인은 골절/압궤(47.8%), 열상/창상/자상(34.7%)이 상대적으로 높게 나타났고, 한국인은 파열(14.0%), 염좌(8.0%), 화상(6.6%)이 상대적으로 높게 나타났다. 이에 외국인의 경우 고위험 설비에 대한 구동 원리는 물론 비상시 대처능력 확보를 위한 지속적인 보수교육이 필요로 하다.

〈표 3-24〉 국적별 상해종류 분포

	외국인	한국인	전체
뇌심혈관	18	156	174
	1.2%	2.3%	2.1%
골절/압궤	743	3000	3743
	47.8%	43.6%	44.4%
파열	139	965	1104
	8.9%	14.0%	13.1%
염좌	23	554	577
	1.5%	8.0%	6.8%
추간판탈출/협착	7	216	223
	0.5%	3.1%	2.6%
열상/창상/자상	539	1466	2005
	34.7%	21.3%	23.8%
화상	83	455	538
	5.3%	6.6%	6.4%
기타	3	71	74
	0.2%	1.0%	0.9%
전체	1555	6883	8438
	100%	100%	100%

3.2.11 국적 여부에 따른 기인물 형태

국적별 기인물 분포의 특성은 표 3-25와 같다. 표 3-25에서 보면 설비·기계으로 인한 재해가 49.1%로 가장 높게 나타났고, 건축물·구조물 및 표면(12.6%), 해당없음(11.4%), 부품/부속물 및 재료(11.3%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 국적에 따른 기인물별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=341.057$, $p<0.001$). 외국인의 경우 설비·기계으로 인한 재해가 64.6%로 가장 높게 나타났고, 부품/부속물 및 재료(11.7%), 건축물·구조물 및 표면(8.0%)순으로 나타났으며, 한국인의 경우 설비·기계로 기인한 재해가 45.6%로 가장 높게 나타났고, 해당없음(13.8%), 건축물·구조물 및 표면(13.7%), 부품/부속물 및 재료(11.2%)순으로 나타났다. 또한 외국인은 설비·기계(64.6%), 부품/부속물 및 재료(11.7%)에서 상대적으로 높았으며, 한국인은 건축물·구조물 및 표면(13.7%), 휴대용 및 인력용 기계 기구(8.9%), 용기, 용품, 가구 및 기구(5.0%), 교통수단(2.8%)이 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-25〉 국적별 기인물 분포

	외국인	한국인	전체
건축물·구조물 및 표면	125	942	1067
	8.0%	13.7%	12.6%
교통수단	17	196	213
	1.1%	2.8%	2.5%
부품, 부속물 및 재료	182	768	950
	11.7%	11.2%	11.3%
설비·기계	1005	3138	4143
	64.6%	45.6%	49.1%
용기, 용품, 가구 및 기구	64	344	408
	4.1%	5.0%	4.8%
휴대용 및 인력용기계기구	138	455	593
	6.6%	8.9%	7.0%
해당없음	16	947	963
	1.0%	13.8%	11.4%
분류 불능 및 기타	8	93	101
	0.5%	1.4%	1.2%
전체	1555	6883	8438
	100%	100%	100%

3.2.12 국적 여부에 따른 상해부위

국적별 상해부위 분포의 특성은 표 3-26와 같다. 표 3-26에서 보면 팔/손목에 부상을 입은 재해자가 56.0%로 가장 높게 나타났고, 다리/발(17.7%), 가슴/몸통(12.9%), 안면두부(5.9%), 목/어깨(5.9%), 복합(1.6%) 순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 국적에 따른 상해부위별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=232.753$, $p<0.001$). 국적에 따른 상해부위를 외국인인 팔/손목에 부상을 입은 재해가 72.0%로 가장 높고 다리/발(14.5%)순으로 높게 나타났다. 한국인은 팔/손목에 부상을 입은 재해가 52.3%로 가장 높고 다리/발(18.5%), 가슴/몸통(14.3%)순으로 높게 나타났다. 특히, 외국인은 팔/손목이 72.0%로 상대적으로 높게 나타났고, 한국인은 다리/발(18.5%), 가슴/몸통(14.3%), 목/어깨(7.0%), 안면두부(6.3%), 복합(1.7%)이 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-26〉 국적별 상해부위 분포

	외국인	한국인	전체
안면두부	64	432	496
	4.1%	6.3%	5.9%
목/어깨	20	479	499
	1.3%	7.0%	5.9%
가슴/몸통	107	987	1090
	6.9%	14.3%	12.9%
팔/손목	1119	3603	4722
	72.0%	52.3%	56.0%
다리/발	226	1271	1497
	14.5%	18.5%	17.7%
복합	19	115	134
	1.2%	1.7%	1.6%
전체	1555	6883	8438
	100%	100%	100%

결론적으로 외국인 재해자는 문화적, 언어적 차이에 따른 어려움을 극복하는 것은 특히 공정에 대한 정확한 이해를 포함하여 왕복운동을 하는 기계나 회전체를 지니고 있는 고위험 설비에 대한 작동원리와 비상시 대처능력을 선제적으로 확보하여야 할 것이다.



3.3 화학제품 제조업의 근속기간별 산업재해 특성

최근 3년간(2016년~2018년)국내 화학제품 제조업에서 발생한 산업재해의 재해자 특성을 알아보기 위하여 표 3-27과 같이 종속변수와 독립변수를 정의하였다. 종속변수는 근속기간으로 1년 미만과 1년 이상으로 구분하였다. 또한 독립변수로는 성별, 재해자, 세부 업종, 회사 규모, 고용 형태, 국적, 재해발생 요일, 재해발생시간, 재해발생형태, 기인물, 상해 종류, 상해부위별로 차이가 있는지를 요인분석을 실시하였다.

〈표 3-27〉 근속기간별 재해 특성 조사항목 및 연구변수

종속변수	독립변수	변수의 척도
근속기간 (1년 미만, 1년 이상)	성별	남성,여성
	재해자	사망장해자, 부상질병자
	세부업종	플라스틱 가공, 고무제품 제조, 합성수지 제조, 기타 화학제품 제조
	회사 규모	5인 미만, 5인~15인,16인~49인,50인~299인,300인 이상
	고용 형태	정규직, 비정규직
	국적	외국인, 한국인
	재해발생요일	월요일,화요일,수요일,목요일,금요일,토요일,일요일)
	재해발생시간	00~08시, 08시~10시, 10시~12시, 12시~14시, 14 시~16시, 16시~18시, 18시~24시
	재해발생형태	끼임, 맞음/부딪힘/깎임, 작업관련질병, 절단/베임/찢 림,넘어짐, 떨어짐, 화재/폭발/누출/접촉, 기타
	기인물	건축구조물 및 표면, 부품/부속물 및 재료, 설비기계, 용기/용품/가구 및 기구, 휴대용 및 인력용 기계 기 구, 분류 불능 및 기타
	상해 종류	뇌심혈관, 골절압괴, 파열, 염좌, 추간판 탈출/협착, 화상, 열상/창상/자상, 기타
	상해 부위	안면두부, 목/어깨, 가슴/몸통, 팔/손목, 다리/발, 복합

3.3.1 근속기간에 따른 성별 재해자 특성

근속여부와 성별 재해자 분포의 특성은 표 3-28과 같다. 표 3-28에서 보면 남성이 87.4%, 여성이 12.6%로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 근속여부에 따른 성별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=55.974$, $p<0.001$). 1년 미만의 경우 남성이 84.3%, 1년 이상의 경우 남성이 89.7%로 높게 나타났다. 1년 미만의 경우 여성(15.7%)이 상대적으로 높았으며, 1년 이상의 경우 남성(89.7%)로 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-28〉 근속기간별 성별 분포

	1년 미만	1년 이상	전체
남성	3023	4346	7374
	84.3%	89.7%	87.4%
여성	566	498	1064
	15.7%	10.3%	12.6%
전체	3594	4844	8438
	100%	100%	100%

3.3.2 근속기간에 따른 재해형태별 재해자 특성

근속 여부와 재해형태별 재해자 분포의 특성은 표 3-29와 같다. 표 3-29에서 보면 부상질병자가 98.6%, 사망장해자가 1.4%로 나타나 질병이나 사고에 의한 부상 빈도가 매우 높은 것으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 근속여부에 따른 재해형태별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=5.283$, $p=0.022$). 1년 미만의 경우 부상질병자가 98.9%로 나타났으며 1년 이상의 경우 부상질병자가 98.3%로 높게 나타났다. 또한 1년 미만의 경우 부상질병자가 98.9%로 상대적으로 높게 나타났으며 1년 이상의 경우 사망장해자가 1.7%로 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-29〉 근속기간별 재해자 분포

	1년 미만	1년 이상	전체
사망장해자	38	80	118
	1.1%	1.7%	1.4%
부상질병자	3556	4764	8320
	98.9%	98.3%	98.6%
전체	3594	4844	8438
	100%	100%	100%

3.3.3 근속기간에 따른 세부 업종별 재해자 특성

근속여부와 세부 업종별 재해자 분포의 특성은 표 3-30과 같다. 표 3-30에서 보면 플라스틱 가공 업종이 49.5%로 가장 높게 나타났고, 고무제품 제조(22.1%), 기타 화학제품제조(16.5%), 합성수지 제조(11.9%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 근속여부에 따른 세부 업종별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=496.941$, $p<0.001$). 1년 미만의 경우 플라스틱 가공(60.0%), 기타 화학제품(16.2%), 합성수지 제조(12.2%)순으로 나타났고, 1년 이상의 경우 플라스틱 가공(41.4%), 고무제품 제조(30.2%), 기타 화학제품(16.7%)순으로 나타났다. 특히 1년 미만의 경우 플라스틱 가공(60.0%), 합성수지 제조(12.2%)에서 상대적으로 높게 나타났으며, 1년 이상의 경우 고무제품 제조(30.2%), 기타 화학제품제조(16.7%)에서 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-30〉 근속기간별 세부 업종 분포

	1년 미만	1년 이상	전체
플라스틱 가공	2174	2003	4177
	60.0%	41.4%	49.5%
고무제품 제조	398	1465	1863
	11.1%	30.2%	22.1%
합성수지 제조	439	565	1004
	12.2%	11.7%	11.9%

	1년 미만	1년 이상	전체
기타 화학제품	583	811	1394
	16.2%	16.7%	16.5%
전체	3594	4844	8438
	100%	100%	100%

3.3.4 근속기간에 따른 국적별 재해자 분포

근속여부와 국적별 재해자 분포의 특성은 표 3-31과 같다. 표 3-31에서 보면 한국인은 81.6%로 외국인(18.4%)대비 높게 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 국적에 따른 근속기간별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=568.409$ $p<0.001$). 한국인의 경우 1년 미만이 73.0%이며 1년 이상도 한국인이 87.9%로 나타났다. 1년 미만의 경우 외국인이 27.0%로 상대적으로 높게 나타났으며, 1년 이상의 경우 한국인이 87.9%로 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-31〉 근속기간별 국적 분포

	1년 미만	1년 이상	전체
한국인	2625	4258	6883
	73.0%	87.9%	81.6%
외국인	969	586	1555
	27.0%	12.1%	18.4%
전체	3594	4844	8438
	100%	100%	100%

3.3.5 근속기간에 따른 회사규모별 재해자 분포

근속여부와 회사규모별 재해자 분포의 특성은 표 3-32와 같다. 표 3-32에서 보면 5인~15인 사업장이 28.0%로 가장 높게 나타났고, 16인 ~49인 (24.9%), 5인 미만(18.%), 50인~299인(16.3%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 근속여부에 따른 회사규모별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=1244.145$, $p<0.001$). 재해자 분포를 살펴보면

1년 미만은 5인~15인(34.0%), 5인 미만(29.3%), 16인~49인(24.1%)순으로 나타났으며, 한국인은 16인~49인(25.6%), 5인~15인(23.5%), 300인 이상(20.8%), 50인~299인(20.3%)순으로 나타났다. 특히 1년 미만의 경우 5인 ~ 15인(34.0%), 5인 미만(29.3%)에서 상대적으로 높게 나타났으며, 1년 이상의 경우 16인~49인(25.6%), 300인 이상(20.8%), 50인~299인(20.3%)에서 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-32〉 근속기간별 회사규모 분포

	1년 미만	1년 이상	전체
5인 미만	1053	480	1533
	29.3%	9.9%	18.2%
5인 ~ 15인	1230	1136	2366
	34.0%	23.5%	28.0%
16인 ~ 49인	867	1238	2105
	24.1%	25.6%	24.9%
50인 ~ 299인	394	982	1376
	11.0%	20.3%	16.3%
300인 이상	50	1008	1058
	1.4%	20.8%	12.5%
전체	3594	4844	8488
	100%	100%	100%

3.3.6 근속기간에 따른 고용형태

근속여부와 고용형태별 재해자 분포의 특성은 표 3-33과 같다. 표 3-33에서 보면 정규직이 88.2%, 비정규직이 11.8%로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 근속여부에 따른 고용형태별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=907.660$, $p<0.001$). 근속여부에 따른 고용형태를 살펴보면 1년 미만의 경우 정규직이 75.9%로 나타났고, 1년 이상의 경우도 정규직이 97.3%로 많았다. 또한 1년 미만의 경우 비정규직(24.1%)이 상대적으로 높게 나타났으며, 1년 이상의 경우 정규직이 97.3%로 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-33〉 근속기간별 고용형태 분포

	1년 미만	1년 이상	전체
정규직	2727	4713	7440
	75.9%	97.3%	88.2%
비정규직	867	131	998
	24.1%	2.7%	11.8%
전체	3594	4844	8438
	100%	100%	100%

3.3.7 근속기간에 따른 재해발생요일

근속기간별 재해발생요일 분포의 특성은 표 3-34와 같다. 표 3-34에서 보면 월요일이 18.0%로 가장 높게 나타났고, 목요일(17.8%), 화요일(17.6%), 금요일(17.3%), 수요일(17.2%) 순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 근속기간에 따른 재해발생요일별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=18.343$, $p=0.005$). 1년 미만의 경우 월요일(17.8%), 화요일(17.8%), 금요일(17.8%), 수요일(17.7%), 목요일(17.3%)순으로 나타났으며, 1년 이상의 경우 목요일과 월요일에 18.1%로 가장 높았으며 화요일(17.5%), 금요일(17.0%), 수요일(16.9%)순으로 나타났다.

또한 1년 미만은 화요일(17.8%), 금요일(17.8%), 수요일(17.7%), 토요일(9.1%)이 상대적으로 높았으며, 1년 이상은 월요일(18.1%), 목요일(18.1%), 일요일(4.0%)이 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-34〉 근속기간별 재해발생요일 분포

	1년 미만	1년 이상	전체
월요일	637	877	1516
	17.8%	18.1%	18.0%
화요일	641	847	1488
	17.8%	17.5%	17.6%
수요일	636	817	1453
	17.7%	16.9%	17.2%
목요일	621	877	1498
	17.3%	18.1%	17.8%

	1년 미만	1년 이상	전체
금요일	639	823	1462
	17.8%	17.0%	17.3%
토요일	328	407	735
	9.1%	8.4%	8.7%
일요일	90	196	286
	2.5%	4.0%	3.4%
전체	3594	4844	8438
	100%	100%	100%

3.3.8 근속기간에 따른 재해발생시간

근속 기간여부에 따른 재해발생시간 분포의 특성은 표 3-35와 같다. 표 3-35에서 보면 10시~12시에 18.6%로 재해가 가장 많이 발생하는 것으로 나타났다고, 08시~10시(16.9%), 14시~16시(16.4%), 18시~24시(13.7%), 16시~18시(13.1%) 순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 근속기간에 따른 재해발생시간별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=78.212$, $p<0.001$). 1년 미만의 경우 10시~12시(19.1%), 14시~16시(17.9%), 08시~10시(15.7%), 16시~18시(15.2%)순으로 나타났으며, 1년 이상의 경우 10시~12시(18.2%), 08시~10시(17.7%), 14시~16시(15.2%), 18시~24시(14.7%)순으로 나타났다. 또한 1년 미만의 경우 10시~12시(19.1%), 14시~16시(17.9%), 16시~18시(15.2%), 12시~14시(10.2%)에 상대적으로 높았으며, 1년 이상의 경우 08시~10시(17.7%), 18시~24시(14.7%), 00시~08시(13.5%)에 상대적으로 높았다.

〈표 3-35〉 근속기간별 재해발생시간 분포

	1년 미만	1년 이상	전체
00시 ~ 08시	336	655	991
	9.3%	13.5%	11.7%
08시 ~ 10시	566	858	1424
	15.7%	17.7%	16.9%
10시 ~ 12시	688	882	1570
	19.1%	18.2%	18.6%

	1년 미만	1년 이상	전체
12시 ~ 14시	366	438	804
	10.2%	9.0%	9.5%
14시 ~ 16시	645	737	1382
	17.9%	15.2%	16.4%
16시 ~ 18시	548	560	1108
	15.2%	11.6%	13.1%
18시 ~ 24시	445	714	1159
	11.4%	14.7%	13.7%
전체	3594	4844	8438
	100%	100%	100%

3.3.9 근무시간에 따른 재해발생형태

근속 기간별 재해발생 형태 분포의 특성은 표 3-36과 같다. 표 3-36에서 보면 끼임이 36.9%로 가장 높게 나타났고, 맞음/부딪힘/깎임(14.9%), 작업관련질병(직업병,진폐 등)(11.4%), 절단/베임/찔림(10.2%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 근무시간에 따른 재해발생형태별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=427.034$, $p<0.001$). 근무시간에 따른 재해발생형태를 보면 1년 미만은 끼임이 42.5%로 가장 높고 맞음/부딪힘/깎임(15.8%), 절단/베임/찔림(11.7%), 떨어짐(9.5%)순으로 나타났고, 1년 이상은 끼임이 32.8%로 가장 높고 작업관련질병(17.2%), 맞음/부딪힘/깎임(14.3%), 넘어짐(10.0%), 절단/베임/찔림(9.1%)순으로 나타났다. 특히, 1년 미만은 끼임(42.5%), 맞음/부딪힘/깎임(15.8%), 절단/베임/찔림(11.7%), 떨어짐(9.5%), 화재/폭발/누출 및 접촉(6.1%)이 상대적으로 높게 나타났고, 1년 이상은 작업관련질병(17.2%), 넘어짐(10.0%)이 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-36〉 근무시간별 재해발생형태 분포

	1년 미만	1년 이상	전체
끼임	1526	1590	3116
	42.5%	32.8%	36.9%

	1년 미만	1년 이상	전체
맞음/부딪힘/깔림	569	692	1261
	15.8%	14.3%	14.9%
작업관련질병(직업병,진폐)	132	831	963
	3.7%	17.2%	11.4%
절단/베임/찢림	421	441	862
	11.7%	9.1%	10.2%
넘어짐	311	486	797
	8.7%	10.0%	9.4%
떨어짐	343	357	700
	9.5%	7.4%	8.3%
화재/폭발/누출 및 접촉	220	285	505
	6.1%	5.9%	6.0%
기타	72	162	234
	2.0%	3.3%	2.8%
전체	3594	4844	8438
	100%	100%	100%

3.3.10 근속기간에 따른 상해종류

근속기간별 상해종류 분포의 특성은 표 3-37과 같다. 표 3-37에서 보면 골절/압궤가 44.4%로 가장 높게 나타났고, 열상/창상/자상(23.8%), 파열(13.1%), 염좌(6.8%), 화상(6.4%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 근속기간에 따른 상해종류별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=270.162$, $p<0.001$). 근속기간에 따른 부상종류를 보면 1년 미만은 골절/압궤가 48.6%로 가장 높게 나타났고 열상/창상/자상(27.8%), 파열(10.0%)순으로 나타났다. 1년 이상은 골절/압궤가 41.2%로 가장 높게 나타났고 열상/창상/자상(20.7%), 파열(15.4%), 염좌(8.8%)순으로 나타났다. 특히, 1년 미만은 골절/압궤(48.6%), 열상/창상/자상(27.8%), 화상(6.6%)이 상대적으로 높게 나타났고, 1년 이상은 파열(15.4%), 염좌(8.8%), 추간판 탈출/협착(3.9%)이 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-37〉 근속기간별 상해종류 분포

	1년 미만	1년 이상	전체
뇌심혈관	53	121	174
	1.5%	2.5%	2.1%
골절/압궐	1745	1998	3743
	48.6%	41.2%	44.4%
파열	358	746	1104
	10.0%	15.4%	13.1%
염좌	13	424	577
	4.3%	8.8%	6.8%
추간판 탈출/협착	35	188	223
	1.0%	3.9%	2.6%
열상/창상/자상	1000	1005	2005
	27.8%	20.7%	23.8%
화상	236	302	538
	6.6%	6.2%	6.4%
기타	14	60	74
	0.4%	1.2%	0.9%
전체	3594	4844	8438
	100%	100%	100%

3.3.11 근속기간에 따른 기인물 형태

근속기간별 기인물 분포의 특성은 표 3-38과 같다. 표 3-38에서 보면 설비·기계로 인한 재해가 49.1%로 가장 높게 나타났고, 건축물·구조물 및 표면(12.6%), 해당없음(11.4%), 부품/부속물 및 재료(11.3%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 근속기간에 따른 기인물별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=393.372$, $p<0.001$). 1년 미만의 경우 설비·기계로 인한 재해가 54.8%로 가장 높게 나타났고, 부품/부속물 및 재료(12.6%), 건축물·구조물 및 표면(12.3%)순으로 나타났으며, 1년 이상의 설비·기계로 인한 재해가 44.9%로 가장 높게 나타났고, 해당없음(17.2%), 건축물·구조물 및 표면(12.9%), 부품/부속물 및 재료(10.3%)순으로 나타났다. 또한 1년 미만은 설비·기계(54.8%), 부품/부속물 및 재료(12.6%), 휴대용 및 인력용 기계기구

(7.2%), 용기/용품/가구 및 기구(5.5%)에서 상대적으로 높았으며, 1년 이상은 해당없음(17.2%), 건축물·구조물 및 표면(12.9%)이 상대적으로 높게 나타났다. 이에 정기적으로 실시되는 안전교육시 근속년수가 적은 인원들에 대해서는 사업장에서 상대적으로 위험도 높은 기계, 설비에 대한 정확한 작동원리나 비상시 대처 능력에 대한 교육이 지속적으로 병행되어야 한다.

〈표 3-38〉 근속기간별 기인물 분포

	1년 미만	1년 이상	전체
건축물·구조물 및 표면	441	626	1067
	12.3%	12.9%	12.6%
교통수단	97	116	213
	2.7%	2.4%	2.5%
부품, 부속물 및 재료	452	498	950
	12.6%	10.3%	11.3%
설비·기계	1969	2174	4143
	54.8%	44.9%	49.1%
용기, 용품, 가구 및 기구	199	209	408
	5.5%	4.3%	4.8%
휴대용 및 인력용기계기구	257	336	593
	7.2%	6.9%	7.0%
해당없음	132	831	963
	3.7%	17.2%	11.4%
분류 불능 및 기타	47	54	101
	1.3%	1.2%	1.1%
전체	3594	4844	8438
	100%	100%	100%

3.3.12 근속기간별 상해부위

근속기간별 상해부위 분포의 특성은 표 3-39와 같다. 표 3-39에서 보면 팔/손목에 부상을 입은 재해자가 56.0%로 가장 높게 나타났고, 다리/발(17.7%), 가슴/몸통(12.9%), 안면두부(5.9%), 목/어깨(5.9%), 복합(1.6%) 순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 근속기간에 따른 상해부위별 재해자의 분포는 차

이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=216.493$, $p<0.001$). 근속기간에 따른 상해부위를 1년 미만은 팔/손목에 부상을 입은 재해가 63.4%로 가장 높고 다리/발(17.1%)순으로 높게 나타났다. 1년 이상은 팔/손목에 부상을 입은 재해가 50.4%로 가장 높고 다리/발(18.2%), 가슴/몸통(14.8%)순으로 높게 나타났다. 특히, 1년 미만은 팔/손목이 63.4%로 상대적으로 높게 나타났고, 1년 이상은 다리/발(18.2%), 가슴/몸통(14.8%), 목/어깨(8.3%), 안면두부(6.4%), 복합(1.9%)이 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-39〉 근속기간별 상해부위 분포

	1년 미만	1년 이상	전체
안면두부	186	310	496
	5.2%	6.4%	5.9%
목/어깨	97	402	499
	2.7%	8.3%	5.9%
가슴/몸통	372	718	1090
	10.4%	14.8%	12.9%
팔/손목	2280	2442	4722
	63.4%	50.4%	56.0%
다리/발	616	881	1797
	17.1%	18.2%	17.7%
복합	43	91	134
	1.2%	1.9%	1.6%
전체	3594	4844	8438
	100%	100%	100%

IV. 로지스틱 분석 및 위험성 평가

4.1 근로손실일수 180일 이상 재해자의 이항 로지스틱 분석

근로손실일수에 따라 연령, 근속기간, 국적, 회사 규모, 업종, 상해 형태, 고용 형태, 발생 형태에 따라 어떤 영향을 받았는지 알아보기 위해 이항 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 표 4-1에서 보면 종속변수는 근로손실일수 180일 이상 여부로 구성하였다. 독립변수는 연령, 근속기간, 국적, 회사 규모, 업종, 상해 형태, 고용 형태, 발생 형태로 구분하였고 연령은 40세 미만 대비 40세~49세, 50세~59세, 60세 이상으로 구성하였다.

근속기간은 1년 미만 대비 1년~5년 미만, 5년 이상으로 구성하였고, 국적은 외국인 대비 한국인의 근로손실일수 180일 이상 발생확률을 비교하기 위해 구성하였다. 회사 규모는 5인 미만 대비 5인~15인, 16인~49인, 50인~299인, 300인 이상 사업장으로 구성하였으며 업종은 플라스틱 가공 대비 고무제품 제조, 합성수지 제조, 기타 화학제품으로 구성하였다. 상해 형태는 뇌심혈관 대비 골절압박, 파열, 염좌, 추간판탈출/협착, 열상/창상/자상, 화상, 폐질환, 난청/눈손상으로 구성하였다. 고용형태는 정규직과 비정규직으로 구분하였고 발생 형태는 끼임 사고 대비 맞음/부딪힘/깔림, 작업관련 질병, 절단/베임/찢림, 넘어짐, 떨어짐, 화재/폭발/누출 사고로 구성하여 근로손실일수 180일 이상 발생확률을 분석하였다.

〈표 4-1〉 이항 로지스틱 연구 변수

변수		설명
종속변수	근로손실일수	180일 이상=1, 180일 이하=0
독립변수	연령	40세 미만=1, 40세~49세=2, 50세~59세=3, 60세 이상=4
	근속기간	1년 미만=1, 1년 이상~5년 미만=2, 5년 이상=3
	국적	외국인=1, 한국인=0
	회사규모	5인 미만=1, 5인~15인=2, 16인~49인=3, 50인~299인=4, 300인 이상=5
	업종	플라스틱 가공=1, 고무제품 제조=2, 합성수지

변수		설명
		제조=3, 기타 화학제품=4
	상해형태	뇌심혈관=1, 골절압괴=2, 파열=3, 염좌=4, 추간판탈출협착=5, 열상/창상/자상=6, 화상=7, 폐질환=8, 난청/눈손상=9
	고용형태	정규직=1, 비정규직=2
	발생형태	끼임=1, 맞음/부딪힘/깔림=2, 작업관련질병=3, 절단/베임/찢림=4, 넘어짐=5, 떨어짐=6, 화재/폭발/누출=7, 기타=8

종속변수인 근로손실일수(180일 이상=1, 그렇지 않으면=0)와 독립변수인 연령, 근속기간, 국적, 회사 규모, 업종, 상해형태, 고용형태, 발생형태 구분에 대해 이항 로지스틱 분석결과와 모형에 대한 검정 결과는 표 4-2와 같다. 표 4-2를 보면 독립변수가 종속변수를 설명하는데 통계적으로 의미가 있는 것으로 나타났다($p < 0.001$).

〈표 4-2〉 모형계수 전체테스트

		카이제곱	자유도	유의확률
1 단계	단계	829.870	30	0.000
	블록	829.870	30	0.000
	모형	829.870	30	0.000

표 4-3을 보면 모형의 설명력은 Cox와 Snell의 R-제곱 ~ Nagelkerke R-제곱 이므로 0.094~0.129 설명력을 가지는 것으로 나타났다.

〈표 4-3〉 모형요약

-2 Log 우도	Cox와 Snell의 R-제곱	Nagelkerke R-제곱
10084.880	0.094	0.129

표 4-4를 보면 모형의 적합도는 통계적으로 적합한 것으로 나타났다($p > 0.05$).

〈표 4-4〉 Hosmer와 Lemeshow 검정

단계	카이제곱	자유도	유의확률
1	2.485	8	0.962

모형의 정확성을 나타내는 분류표는 표 4-5와 같다. 표 4-5를 보면 근로손실일수 180일 이하에 대한 분류 정확도는 93.4%이며 근로손실일수 180일 이상에 대한 분류 정확도는 20.8%로 근로손실일수 180일 이하의 분류 정확도에 비해 상대적으로 낮게 나타났으며, 전체 분류 정확도는 68.0%로 나타났다.

〈표 4-5〉 분류표

감시됨		예측		
		근로손실일수		분류정확 %
		180일 이하	180일 이상	
근로 손실일수	180일 이하	5130	364	93.4
	180일 이상	2333	611	20.8
전체 퍼센트				68.0

표 4-6에서 근로손실일수 180일 이상 재해발생 확률모형의 분석결과를 보면 국적, 성별, 근속기간, 고용형태를 제외한 업종, 회사 규모, 연령, 상해형태, 발생 형태에 따라 통계적으로 유의한 결과가 나타났다($p < 0.05$).

업종별로 살펴보면 고무제품 제조는 플라스틱 제조 대비 근로손실일수 180일 이상 재해 발생확률이 1.2배 높게 나타났으며, 합성수지 제조는 플라스틱 제조 대비 근로손실일수 180일 이상 재해 발생확률이 1.3배 높게 나타났다. 회사 규모별로 살펴보면 16인~49인 사업장은 5인 미만 사업장 대비 근로손실일수 180일 이상 재해 발생확률이 1.2배 높았으며, 50인~299인 사업장은 5인 미만 사업장 대비 근로손실일수 180일 이상 재해 발생확률이 1.4배 높게 나타났다. 연령대별로 살펴보면 40세~49세는 40세 대비 근로손실일수 180일 이상 재해발생확률이 1.6배, 50세~59세는 40세 대비 1.7배, 60세 이상은 40세 미만 대비 2.1배 높게 나타나 연령이 증가함에 따라 근로손실일수 180일

이상일 확률이 높아짐을 알 수 있다. 상해형태별로 살펴보면 골절압궤는 뇌심혈관 대비 근로손실일수 180일 재해 발생확률이 3배 높게 나타났으며, 추간판탈출 협착은 뇌심혈관 대비 근로손실일수 180일 재해 발생확률이 11.4배 (1/0.088) 낮게 나타났다. 발생형태별로 살펴보면 맞음/부딪힘/깔림은 끼임 대비 근로손실일수 180일 이상 재해 발생확률이 1.6배 높게 나타났으며, 절단/베임/찢림은 끼임 대비 근로손실일수 180일 이상 재해 발생확률이 4.7배 높게 나타났으며, 화재/폭발/누출은 끼임 대비 근로손실일수 180일 이상 재해 발생확률이 1.6배 높게 나타났다.

〈표 4-6〉 방정식에 포함된 변수

종속변수		근로손실일수 180일 이상=1 / 180일 이하=0							
구분		B	S.E	Wals	자유도	유의확률	Exp(B)	EXP(B)에 대한 95% 신뢰구간	
								하한	상한
업종	플라스틱 가공	.	.	18.079	3	.000			
	고무제품 제조	.154	.073	4.433	1	.035	1.167	1.011	1.346
	합성수지 제조	.224	.077	8.540	1	.003	1.251	1.077	1.454
	기타 화학제품	.252	.070	12.866	1	.000	1.287	1.121	1.477
국적		.115	.068	2.809	1	.094	1.121	.981	1.282
성별		.012	.075	.028	1	.867	1.013	.875	1.172
근속	1년 미만	.	.	.947	2	.623			
	1년~5년 미만	-.041	.060	.466	1	.495	.960	.853	1.080
	5년 이상	-.070	.076	.854	1	.356	.932	.804	1.082
고용형태		.109	.079	1.889	1	.169	1.115	.955	1.302
규모	5인 미만	.	.	21.835	4	.000			
	5인~15인	.045	.073	.382	1	.537	1.046	.906	1.208
	16인~49인	.178	.077	5.423	1	.020	1.195	1.029	1.389
	50인~299인	.331	.088	14.184	1	.000	1.392	1.172	1.654
	300인 이상	.015	.118	.016	1	.900	1.015	.805	1.279

종속변수		근로손실일수 180일 이상=1 / 180일 이하=0							
구분		B	S.E	Wals	자유도	유의확률	Exp(B)	EXP(B)에 대한 95% 신뢰구간	
								하한	상한
연령	40세 미만	.	.	96.359	3	.000	.	.	.
	40세~49세	.451	.068	44.044	1	.000	1.569	1.374	1.793
	50세~59세	.542	.067	65.680	1	.000	1.720	1.509	1.961
	60세 이상	.717	.086	70.023	1	.000	2.047	1.731	2.421
상해형태	뇌심혈관	.	.	267.433	8	.000	.	.	.
	골절/압궐	1.099	.423	6.743	1	.009	3.000	1.309	6.873
	파열	-.232	.383	.366	1	.545	.793	.374	1.681
	염좌	-.478	.385	1.543	1	.214	.620	.292	1.318
	추간판탈출/협착	-2.427	.405	35.954	1	.000	.088	.040	.195
	열상/창상/자상	-.437	.409	1.138	1	.286	.646	.290	1.441
	화상	-.268	.385	.484	1	.487	.765	.359	1.628
	폐질환	-.417	.416	1.004	1	.316	.659	.291	1.490
발생형태	끼임	.	.	248.638	7	.000	.	.	.
	맞음/부딪힘/깔림	.440	.182	5.836	1	.016	1.553	1.087	2.218
	작업관련질병	-.047	.188	.064	1	.801	.954	.660	1.378
	절단/베임/찢림	1.555	.197	62.148	1	.000	4.736	3.217	6.971
	넘어짐	-.164	.195	.705	1	.401	.849	.579	1.244
	떨어짐	-.108	.194	.312	1	.577	.897	.613	1.313
	화재/폭발/누출	.498	.195	6.539	1	.011	1.646	1.123	2.411
	기타	.033	.263	.015	1	.901	1.033	.617	1.732
상수항		-1.201	.424	8.023	1	.005	.301	.	.

4.2 합성수지 제조업의 위험성 평가

앞에서 세부 업종에 따른 재해 분석결과 사고 유형은 끼임, 맞음/부딪힘/깎림, 절단/베임/찢림, 넘어짐, 떨어짐 및 화재/폭발/누출 및 접촉 등 다양하게 나타났다. 이러한 사고를 사전에 예방하기 위해서는 프로세스별 위험요인에 대한 사전 인지 및 집중 관리가 필요하다. 따라서 화학제품 제조업을 한국표준산업분류에 따라 크게 플라스틱 가공, 고무제품 제조, 합성수지 제조, 기타 화학제품 제조와 같이 세부 업종으로 재분류하고 표 4-7과 같이 사망, 장애자 비율이 가장 높고 평균 근로손실일수가 높아 재해 발생시 1차 피해는 물론 화재, 폭발, 누출 등으로 인한 외부 피해 등을 고려하여 본 연구에서는 합성수지 제조업을 대상으로 위험성 평가를 실시하고자 한다.

〈표 4-7〉 세부 업종별 사망자, 장애자 비율 및 근로손실일수

업종구분	전체 (명)	사망 (비율)	장애자 (비율)	근로손실일수(일)	
				평균	표준편차
플라스틱 가공	4,177	50 (1.2%)	900 (21.5%)	281	851
고무제품 제조	1,863	17 (0.9%)	408 (21.9%)	253	734
합성수지 제조	1,004	16 (1.6%)	220 (21.9%)	320	951
기타 화학제품	1,394	35 (2.5%)	260 (18.7%)	394	1214
합계	8,438	118	1788	298	911

위험성 평가는 발생 빈도(Frequency)와 강도(Severity)의 조합으로 나타낼 수 있으며, 발생 빈도는 사고발생 확률수준(accident probability levels)을 말하며 발생 강도는 사고 심각도 수준(accident severity levels)으로 표현된다(김정남, 2017). 본 연구에서는 재해자 특성, 작업 내용, 기인물(유해 위험요인), 사고 발생형태에서 기타 항목과 발생 빈도 1.0% 미만의 사고 유형은 제외하였다. 다만, 사망자가 발생한 사고 유형의 경우 산업재해 발생빈도는 비록 낮

으나 발생시 중대재해로 확산될 가능성이 높기에 본 위험성 평가의 분석에 포함하기로 하였다.

사고발생 확률은 프로세스별 기인물에 의한 재해자 특성 중 전체 재해자의 빈도를 고려하여 등급을 분류하였고 사고 심각도는 평균 근로손실일수, 장애자 비율, 사망 여부를 고려하여 등급을 분류하였다. 사고발생 확률수준(F)은 표 4-8에 나타난 바와 같이 재해자의 산업재해 발생 빈도 수준을 고려하여 수준 1(1.3% 미만), 수준 2(1.3% 이상 ~ 3.6% 미만), 수준 3(3.6% 이상)으로 분류하였으며 사고 심각도 수준(S)은 평균 근로손실일수와 장애자 비율을 고려하여 수준 1(평균 근로손실일수 324.7일 미만, 장애자 비율 1.5% 미만), 수준 2(평균 근로손실일수 324.7일 이상 ~ 541.5일 미만, 장애자 비율 1.5% 이상 ~ 5.5% 미만), 수준 3(평균 근로손실일수 541.5일 이상, 장애자 비율 5.5% 이상, 사망자 발생)으로 분류하였다. 각각의 등급 분류는 재해발생의 60%를 차지하는 수치를 기준으로 적용하였다(Dong Hwan Ko 외, 2018). 즉 평균 근로손실일수의 등급 분류는 가장 높은 값(902.5일)의 60%인 541.5일과 그 다음 그룹에서 높은 값인(541.2일)의 60%인 324.7일을 적용하였다. 또한 장애자 비율은 발생건수의 60%를 차지하는 5.5%와 나머지의 60%를 차지하는 1.5%를 적용하였다. 위험수준(C)은 사고 발생확률(F)와 사고 심각도 수준(S)의 합으로 수준 1($F+S=3$ 이하), 수준 2($F+S=4$), 수준 3($F+S=5$ 이상)으로 분류하였다.

〈표 4-8〉 사고 빈도 및 심각도 위험수준의 정의 및 분류

사고발생 확률 (F)			사고 심각도 (S)			위험수준 (C)		
재해발생 비율	수준		평균근로 손실일수	수준		C=F+S	수준	
1.3% 미만	저 (L)	1	324.7일 미만 장해자 비율 1.5% 미만	저 (L)	1	3 이하	저 (L)	1
1.3% 이상 ~ 3.6% 미만	중 (M)	2	324.7일~541.5일 미만 장해자 비율 1.5% 이상~5.5%미만	중 (M)	2	4	중 (M)	2
3.6% 이상	고 (H)	3	541.5일 이상 장해자 비율 5.5% 이상 사망자 발생	고 (H)	3	5 이상	고 (H)	3

표 4-9는 화학제품 제조업 내 위험도가 상대적으로 높게 평가된 합성수지 제조업 근로자에 대한 위험관리를 나타낸다.

고 위험 사고는 가동중이거나 유지보수시 화합물, 요업 토석가공기계에 의한 끼임과 맞음/부딪힘/깔림 사고, 미끄러이거나 정리정돈되지 않은 바닥/계단/통로에서 떨어짐 사고와 넘어짐 사고, 운행중인 지게차 포함 차량이나 전방 미주시 및 작업표준 미준수로 컨베이어에 의한 맞음/부딪힘/깔림 사고와 떨어짐 사고, 가동중인 설비나 기계장치류에 대한 점검 및 유지보수시 설비나 부품에 의한 끼임 사고, 기계설비의 비정상 작동으로 인한 화재/폭발/누출 사고, 반복적인 동작 및 부적절한 작업 자세 등으로 나타날 수 있는 요통 등을 포함하는 근골격계 질환 등으로 나타났다.

중 위험 사고는 화합물, 요업 토석가공기계 트러블 조치시 작업표준 미준수로 인한 절단/베임/찢림 사고, 금형(지그)설치나 공작 및 절단기계의 회전체에 의한 끼임 사고 및 절단/베임/찢림 사고, 운행 및 이송인 지게차 포함 차량이나 컨베이어에 의한 끼임 사고, 적재중인 운반/포장용 용기 및 꾸러미에 의한 끼임 사고, 전방 미주시 등으로 인한 설비 및 부품에 의한 맞음/부딪힘/깔림 및 떨어짐 사고, 개인 건강 및 작업환경에 따른 뇌심혈관과 난청 등 작업관련 질병 등으로 나타났다.

저 위험 사고는 화합물, 요업 토석가공기계의 이상반응에 의한 화재/폭발/누출 사고, 운반/포장용 용기 및 꾸러미 운반 및 적재시 전방 미주시에 의한 넘어짐 사고와 떨어짐 사고, 정리정돈되지 않는 원부재료나 꾸러미,부품으로 인한 맞음/부딪힘/깔림 사고, 휴대공구를 포함한 수공구의 회전부에 의한 끼임 사고, 설비 및 부품에 의한 절단/베임/찢림 사고, 화학물질 재료 및 부품에 의한 끼임 사고와 맞음/부딪힘/깔림 사고 등으로 나타났다.

〈표 4-9〉 합성수지 제조업 사고 빈도/심각도 위험수준의 정의 및 분류

위험 요인	사고 유형	가능성		심각도				위험등급	
		빈도 (%)	F	사망자	장해자	손 실 일 수 (장해자, 부상자)	S	C= F+S	수준
				빈도 (%)	빈도 (%)	평균			
가동,보수작업시 설비/기계	끼임	240	H	4	68	378.03	H	6	H
		23.9%		(25.0%)	(30.9%)				
보행중 전방 미주시/부주의	맞음/부딪 힘/깔림	16	M	1	5	679.18	H	5	H
		1.6%		(6.3%)	(2.3%)				
매뉴얼 미준수	절단/베임 /찢림	13	M	—	4	265.46	M	4	M
		1.3%			(1.8%)				
가공,반응설비의 이상조건	화재/폭발 /누출	20	M	—	2	166.35	L	3	L
		2.0%			(0.9%)				
미끄러거나 정리정돈되지 않 은 바닥/계단	넘어짐	84	H	—	13	158.46	H	6	H
		8.4%			(5.9%)				
높이차 있는 계 단,통로	떨어짐	35	M	1	8	458.86	H	5	H
		3.5%		(6.3%)	(3.6%)				
금형(지그)설치	끼임	14	M	—	5	245.00	M	4	M
		1.4%			(2.3%)				
회전체 부주의, 설비 오작동	절단/베임 /찢림	34	M	—	10	193.38	M	4	M
		3.4%			(4.5%)				
운행중인 지게 차,컨베이어벨트	끼임	26	M	—	4	181.31	M	4	M
		2.6%			(1.8%)				
적재한 물품,팩 키지	맞음/부딪 힘/깔림	38	H	2	7	574.00	H	6	H
		3.8%		(12.5%)	(3.2%)				

위험 요인	사고 유형	가능성		심각도			위험등급	
		빈도 (%)	F	사망자	장해자	손 실 일 수 (장해자, 부상자)	S	C= F+S
				빈도 (%)	빈도 (%)	평균		
불안전한 상태/ 자세 운송/이동	떨어짐	42	H		8 (3.6%)	236.62	M	5
		4.2%						
운반/포장용기, 꾸러미	끼임	12	L	1 (6.3%)	2 (0.9%)	736.00	H	4
		1.2%						
전방 미주시, 적 재 불량	맞음/부딪 힘/꺾림	18	M	1 (6.3%)	-	541.17	H	4
		1.8%						
과량적재	넘어짐	8	L	-	3 (1.4%)	287.25	L	2
		0.80%						
적재 불량된 용 기/꾸러미	떨어짐	13	M	-	1 (0.5%)	146.15	L	3
		1.3%						
가동, 유지보수작 업중 회전부	끼임	9	L	-	2 (0.9%)	174.89	L	2
		0.9%						
정비 작업시 매뉴얼 미이행	절단/베임 /꺾림	43	H	-	12 (5.5%)	162.88	M	6
		4.3%						
설비 정비, 보수 및 점검시	끼임	78	H	1 (6.3%)	23 (10.5%)	317.88	H	6
		7.8%						
설비, 부품의 오 조작/오작동	맞음/부딪 힘/꺾림	36	H	-	3 (1.4%)	192.86	L	4
		3.6%						
설비, 부품의 조 작 부주의	절단/베임 /꺾림	12	L	-	4 (1.8%)	121.25	L	3
		1.2%						
작업, 이동시 전 방 미주시	떨어짐	10	L	1 (6.3%)	1 (0.5%)	902.50	H	4
		1.0%						
설비, 주요 부품 의 비정상운전	화재/폭발 /누출	22	M	2 (12.5%)	1 (0.5%)	793.55	H	5
		2.2%						
정리정돈되지않 은 원부재료	맞음/부딪 힘/꺾림	18	M	-	2 (0.9%)	133.39	L	3
		1.8%						
정돈되지 않은꾸 러미, 부품	맞음/부딪 힘/꺾림	9	L		2 (0.9%)	110.67	L	2
		0.9%						
개인 건강상태 및 작업환경	뇌심혈관, 난청 등	11	L	2 (12.5%)	3 (1.4%)	1788.27	H	4
		1.1%						
반복, 부적절한 작업 자세	근골격 계 질환	46	H		15 (6.8%)	225.00	H	6
		4.6%						

표 4-10은 표 4-8의 사고 빈도 및 심각도 위험수준의 정의 및 분류를 기준으로 표 4-9의 합성수지 제조업에 대한 위험관리를 Matrix화하여 재 정리한 것으로 각각의 셀은 위험성이 있는 기인물(유해위험요인)과 산업재해의 특성을 설명해준다.

〈표 4-10〉 합성수지 제조업의 Risk Matrix

심각도(S) 빈도(F)		고(3)	중(2)	저(1)
		근로손실일수 541.5일 이상 장해자 비율 5.5% 이상 사망자 발생	근로손실일수 324.7일~541.5일 미만 장해자 비율 1.5% 이상~ 5.5% 미만	근로손실일수 324.7일 미만 장해자 비율 1.5% 미만
고 (3)	3.6% 이상	화합물,요업 토석가공기계 : 끼임 지게차 포함차량,컨베이어 : 맞음/부딪힘/깔림 바닥/계단/통로: 넘어짐 설비 및 부품: 끼임 반복 및 부적절한 작업 자세: 근골격계질환	지게차 포함 차량,컨베이어 : 떨어짐	설비 및 부품 : 맞음/부딪힘/깔림
중 (2)	1.3%이상 ~ 3.6%미만	화합물, 요업토석 가공기계, 운반 및 포장용 용기: 맞음/부딪힘/깔림 바닥/계단/통로: 떨어짐 설비 및 부품: 화재/폭발/누출	화합물,요업 토석 가공기계: 절단/베임/찔림 공작 및 절단 기계 : 끼임, 절단/베임/찔림 지게차 포함 차량,컨베이어 : 끼임	화합물,요업 토석가공기계: 화재/폭발/누출 운반 및 포장용 용기: 떨어짐 화학 물질,재료 및 부품: 맞음/부딪힘/깔림
저 (1)	1.3% 미만	운반 및 포장용 용기 :끼임 설비 및 부품: 떨어짐 기타(뇌심혈관 등 질병)	설비 및 부품: 절단/베임/찔림	운반 및 포장용 용기: 넘어짐 수공구(휴대공구) : 끼임, 맞음/부딪힘/깔림 기타 : 맞음/부딪힘/깔림

V. 화학제품 제조업의 안전문화 구축 전략

5.1 안전문화의 구성요소

본 연구에서는 화학제품 제조업에서 발생하는 산업재해 예방을 위해 경영진을 포함한 모든 구성원들이 참여하는 안전문화 구축을 위한 전략을 제안하고자 아래와 같이 기존의 선행 연구를 리뷰하였다.

첫째, 1991년 INSAG-4에서는 표 5-1과 같이 '안전문화'를 위한 3가지 구성요소와 12가지 임무에 대해 정의하고 있다. 3가지 구성요소로는 정책 차원 임무, 관리자 임무, 종사자 임무이다.

〈표 5-1〉 INSAG-4 안전문화 강화 주요 요소

INSAG-4	
정책적 차원 임무	1)안전정책 수립
	2)정책관리 조직 구성
	3)인력 및 예산 확보
	4)자체 규제 활동
관리자 임무	1)안전책임 할당
	2)안전관행 정착
	3)보상 및 격려
	4)훈련 및 자격 관리
	5)검사 검토 및 비교
종사자 임무	1)항상 문제의식을 가지는 직무자세
	2)철저하고 신중한 직무접근방법
	3)안전관련 정보교환

먼저 정책적 차원의 4가지 임무는 안전정책 수립, 정책 관리조직 구성, 인력 및 예산 확보, 자체 규제활동으로 구성되어 있으며 관리자의 5가지 임무는 안전책임할당, 안전관행 정착, 보상 및 격려, 훈련 및 자격관리, 검사 검토 및 비교이다. 마지막 종사자의 3가지 임무는 항상 문제의식을 가지는 직무자세,

철저하고 신중한 직무접근 방법, 안전관련 정보교환이다.

둘째, 경제협력개발기구(OECD)에서는 안전수행 지표에 관한 OECD 지침서 내 화학사고 예방, 대비 및 대응을 위한 OECD 지침서의 자매편(OECD Guidance on Safety Performance Indicators,국립환경연구원)을 보면 산업계에 대해 표 5-2와 같이 지침 및 세부 항목에 대해 제안하고 있다.

〈표 5-2〉 안전 수행 지표 프로그램에 대한 산업계용 지침

안전정책과 일반 안전관리	종합 정책
	안전 목표 및 목적
	안전 리더십
	안전 관리 시스템
	인력(인적자원관리,훈련 및 교육,내부의사소통/정보,작업환경)
	안전 수행 검토 및 평가
행정 절차	잠재 위험 식별과 위험성 평가
	지침화
	절차 (작업 허가 시스템 포함)
	변경 관리
	계약자 안전
	제품 책임주의
기술 문제	연구개발
	설계 및 엔지니어링
	본질적으로 안전한 공정
	산업 표준
	유해 물질의 저장(특별 고려사항)
	무결성 유지/유지보수
외부 협력	정부기관과의 협력
	주민 및 기타 이해관계자(학계 포함)와의 협력
	다른 기업체와의 협력
비상대비 및 대응	내부(공장내부)대비 계획
	외부(공장외부)대비 계획의 조성
	조정(산업 조직들 내)
사고/아차 사고의 보고 및 조사	사고,아차 사고 및 기타 '학습경험'의 보고
	조사
	사후 처리(습득된 교훈 적용과 정보공유 포함)

안전 수행 지표 프로그램은 6가지 요인에 27개 항목으로 구성되어 있다. 6가지 요인으로는 안전정책과 일반안전관리(6개 항목), 행정절차(6개 항목), 기술문제(6개 항목), 외부 협력(3개 항목), 비상대비 및 대응(3개 항목), 사고/아차사고의 보고 및 조사(3개 항목)를 포함하고 있다.

셋째, 2003년 국제노동기구(ILO)에서 발표한 ‘산업안전보건 글로벌 전략’ 내용을 살펴보면 국가 및 기업차원의 실효성 있고 지속가능하고 예방적인 안전문화 달성을 위해서는 기업의 안전보건경영의 철저한 실행을 강조한 바 있다(2010년 11월 29일 한국산업안전보건공단 국제산업안전보건동향)또한 기업차원의 안전문화 달성을 위해서는 안전보건 경영방침 제정, 위험성 평가, 근로자 참여, 피드백 등 안전보건경영시스템의 실질적인 작동을 강조하였다.

넷째, 북유럽 산업연구자들에 의해 개발된 Nordic Occupational Safety Climate Questionnaire (NOSACQ-50)은 7가지 요인에 50개의 항목으로 구성되어 있다. 7가지 요인으로는 안전관리 책무 및 능력(9문항), 안전관리 권한 부여(7문항), 안전관리의 공정성(6문항), 근로자의 안전책무(6문항), 근로자의 안전우선순위(7문항), 안전에 대한 학습, 의사소통 및 믿음(8문항), 안전시스템 효과에 대한 믿음(7문항)으로 구성되었다.

다섯째, 일반 제조업 대비 안전문화 수준이 높고 활발한 연구조사가 이루어지고 있는 원자력에서의 사례를 살펴보고자 한다. 특히 국제원자력 기구(IAEA)의 경우가 이에 해당되며 안전문화 평가를 위해 5개의 차원 도입을 요구하고 있다. 5개의 차원이란 안전에 대한 명확한 책임, 안전에 대한 지속적인 학습, 안전성에 대한 확고한 가치 부여, 모든 활동에서 안전성 고려와 안전에 대한 명확한 리더십이라고 명시하였다(한기윤, 2015). 또한 IAEA를 포함한 미국 원자력 규제위원회(NRC)와 원자력 발전안전협의회(INPO)에서 정의하고 있는 안전문화 지표를 활용하여 표 5-3과 같이 공통적으로 사용되는 대표적인 안전문화 평가지표를 정의하였다.

〈표 5-3〉 안전문화 평가 지표 예시 (원자력)

안전문화 특성	안전문화 지표
1.개인의 책임감	기준 준수
2.효과적인 안전의사 소통	안전정보 교환
3.안전가치 및 행동 리더십	자원, 작업 순시, 인센티브 및 보상, 안전강조
4.지속적인 학습	운전 경험, 자체 평가, 교육 훈련
5.문제 확인 및 해결	문제 확인, 동향 파악
6.작업 프로세스	작업관리, 문서화

위의 표와 같이 안전문화 특성에는 개인의 책임감, 효과적인 안전의사 소통, 안전가치 및 행동 리더십, 지속적인 학습, 문제 확인 및 해결, 작업프로세스 등 6가지로 구성되어 있으며 각 특성에 맞는 안전문화 지표도 표 5-3에 정의되어 있다.

여섯째, 영국의 안전보건청인 HSE(Health and Safety Executive)에서 1997년 독자적으로 개발한 안전문화 측정도구의 10가지 평가 항목도 검토하였다. 세부 항목으로는 조직 차원의 몰입수준과 의사소통, 현장 관리자의 몰입, 감독자의 역할, 개개인의 역할, 동료 근로자의 영향, 전 직원의 능력, 위험 감수 행위 및 영향요인, 안전한 행동에 대한 장애 요소, 작업허가 체계, 사고 및 아차사고의 보고로 측정도구에 대한 사용의 효율성 및 효과성을 조사하고 있다. (여기구 외, 안전보건문화 발전방안에 관한 연구. 안전보건공단)

위에서 언급한 INSAG-4, OECD의 산업계용 지침서 및 ILO의 산업안전보건 글로벌 전략, NOSACQ-50, IAEA를 포함한 원자력위원회 전문가 그룹, 영국 HSE에서 정의한 안전문화 특성을 분석하여 기업 관점에서 재해석하기로 하였다.

이를 통해 도출된 화학제품 제조업의 안전문화 전략에 필요한 3가지 구성요소는 표 5-4와 같다. 우선 정책적 차원 임무는 조직 내 안전관련 정책을 수립하고 리딩하는 주체인 경영층의 리더십(Management Leadership)으로,

관리자 임무는 해당 조직의 고유한 안전문화로 정착될 수 있도록 교육훈련 및 기술적 지원에 필요한 안전보건 스텍의 전문성(EHS Staff Expertise), 종사자 임무는 조직에서 추진하는 안전 활동의 실행 주체인 근로자 참여(Employee Involvement)로 재정의하고 세부 구성요소를 도출하였다. 여기에서 EHS란 환경(Environment), 보건(Health), 안전(Safety)조직을 통칭한 용어이다.

〈표 5-4〉 화학제품 제조업 안전문화 전략 및 구성요소

경영층의 리더십	가시적인 안전리더십	Visible Safety <u>L</u> eadership
	내외부 협력	Stakeholder <u>E</u> ngagement
	현상 파악	<u>A</u> wareness
EHS스텍의 전문성	교육훈련(비상대응 포함)	Training & <u>D</u> rill
	보상 및 격려	<u>E</u> ncourage
	위험성 평가	<u>R</u> isk Assessment
	시스템 감사	EHS <u>S</u> ystem Audit
근로자 참여	잠재위험 식별	<u>H</u> azard Communication
	사고 보고 및 조사	Accident Report & <u>I</u> nvestigation
	지침화	<u>P</u> rocedure & Process

5.1.1 화학제품 제조업의 안전문화 구성요소

5.1.1.1 경영층의 리더십(Management Leadership)

화학제품 제조업의 안전문화 전략에 필요한 3가지 요소 중 첫 번째인 경영층의 리더십이다. 경영층의 역할은 회사의 미션, 비전, 철학과 연계하여 안전보건에 대한 비전을 수립하고 구성원들과 소통하는 최일선에 있으며 그에 따른 관련 정책 수립을 수립하고 조직 내 자원을 배분하는 아주 중요한 역할을 하고 있다. 이에 세부 활동으로는 가시적인 안전리더십, 내외부 협력, 현상 파악으로 구성되어 있으며 표 5-5와 같다.

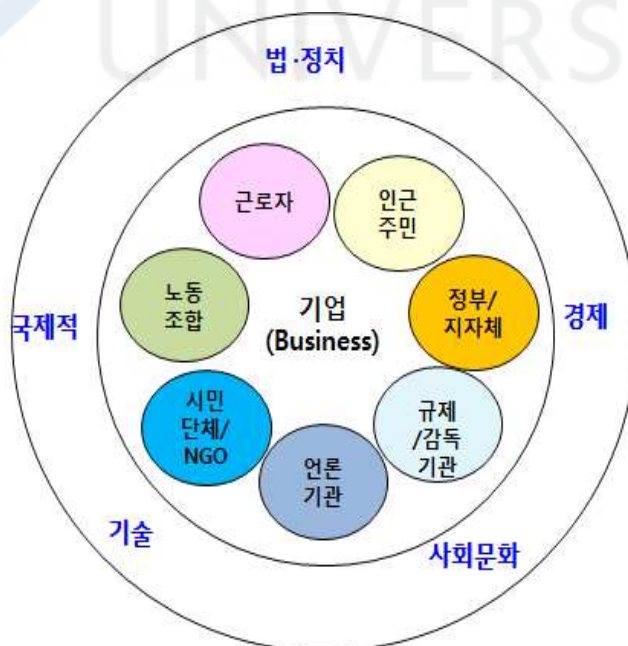
〈표 5-5〉 경영층의 리더십

항목	세부 활동 예시
가시적인 안전리더십 (Visible Safety Leadership)	안전보건 경영방침 수립/공표 중장기 전략 및 목표 수립 안전에 대한 리소스(조직,인력,설비) 투자
내외부 협력 (Stakeholder Engagement)	내외부 이해관계자에 대한 정의 커뮤니티 구성 및 정례 활동 다양한 Open 커뮤니케이션 활동
현상파악 (Awareness)	안전 관련 조직/구성원 인식도 조사 안전회의, 시설순찰시 이슈 파악/개선 목표 수립 목표 달성 지원 및 모니터링

첫째, 가시적인 안전리더십(Visible Safety Leadership)활동이란 안전보건 경영을 위해 경영진이 내부 구성원은 물론 대외적으로 직접 실천하는 안전보건 활동을 말한다. 예를 들어 안전보건 경영을 위한 조직의 방침과 그에 따른 중장기 전략 및 목표를 수립하여 내부로는 안전보건위원회를 포함한 구성원들과 공유하고 대외적으로 회사를 소개하는 홈페이지 혹은 지속가능경영보고서에 실천 사항 등을 정기적으로 공지하는 활동을 말한다. 또한 안전보건 관련 리소스, 즉 조직과 인원, 안전보건 관련 투자에 대해 지속적인 관심과 함께 지원을 아끼지 않는 것을 말한다.

Erickson(1994)의 연구에 따르면 안전보건에 대한 경영자의 지원, 근로자의 안전보건에 대한 관심, 경영자의 근로자 처우 방식을 우수한 안전성과 예상요소라고 하였으며 이 중 경영자의 근로자 처우 방식이 가장 중요한 요소라고 하였다. 즉 기업에서 사업을 처음 시작할 당시 창업주나 최고 경영자의 안전에 대한 철학이 조직 내부로 들어와 하나의 문화의 기본을 형성한다고 말할 수 있다.

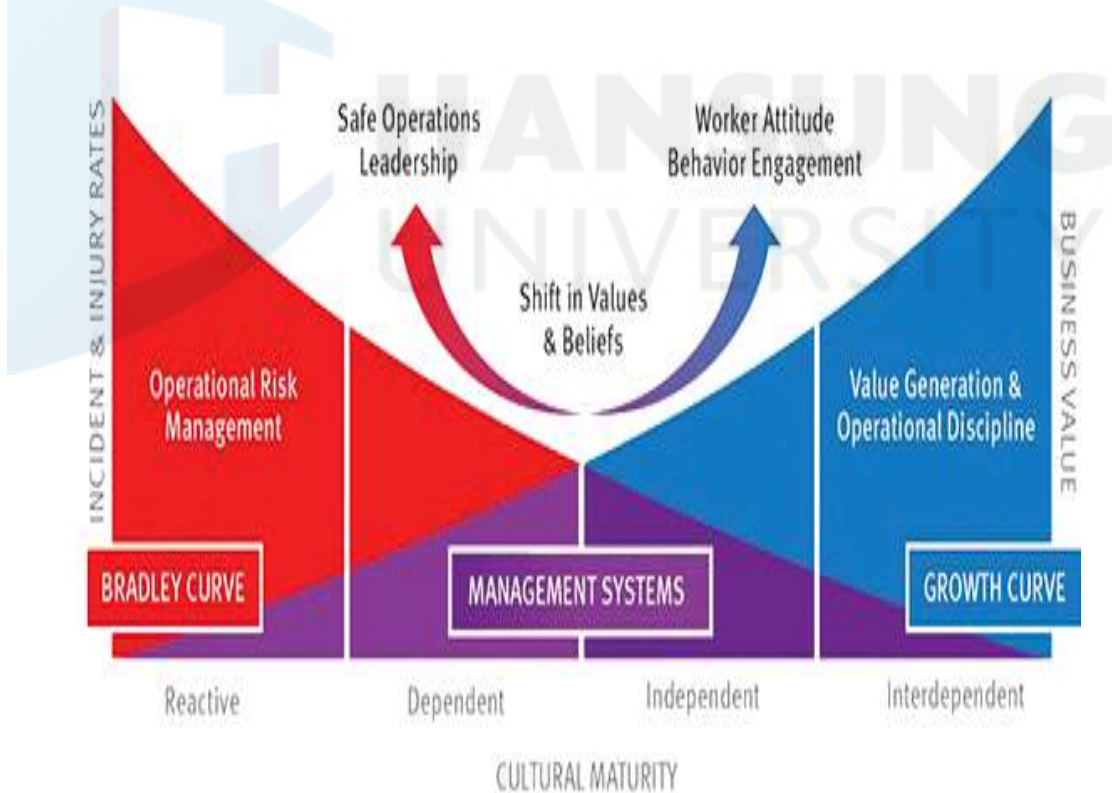
둘째, 내외부 협력(Engagement)의 경우 다양한 이해관계자(Stakeholder)와의 협력을 통해 설정된 목표를 수립하는 것을 말한다. 여기에서 이해관계자란 회사 내부적으로는 사업주, 근로자, 노동조합 등을 말하여 외부적으로는 지자체(장), 사업장 인근의 지역주민, NGO(Non-Governmental Organization, 비정부 기구나 단체)를 포함한 각종 시민단체, 온오프라인을 포함한 각종 언론기관, 해당 업무 관련하여 각종 규제와 감독 업무를 실행하는 관련 정부 기관 등을 포함하는 것을 말한다. 특히 비상대응체계 수립과 실시간 정보 공유를 위해 인접한 다른 회사와 협력도 필수적이며 이해관계자에 대한 상세한 분류는 그림 5-1과 같이 나타낼 수 있다.



〈그림 5-1〉 이해관계자 구분

셋째, 현상 파악(Awareness)은 안전문화에 대한 조직과 구성원 각자의 안전에 대한 인식 및 실행 수준을 파악하기 위해 실시하는 모니터링 가능한 객관적인 수준 평가를 말한다. 예를 들어 회사의 경우 매년 실시되는 회사의 비전 달성을 위한 핵심가치(Core value)실행에 대한 조직/구성원의 인식도 조사나 서베이와 같이 안전관련 객관적인 조사도 있으며 경영자 스스로가 안전관련한 현장순찰, 안전위원회와 같은 안전회의시 직접 체감할 수 있을 것이다. 조사 방법에 따라 정량적으로 평가 가능한 부분도 있겠지만 정성적인 내용도 정량화하려는 노력이 필요하며 가능한 한 정량화하여 동일 업종 내 조직의 현위치를 객관적이며 정기적으로 확인, 개선하려는 노력 또한 필요로 할 것이다.

예를 들어 그림 5-2의 DuPont의 안전문화 성숙모형인 Bradley curve와 같이 4단계로 구분하여 현재 수준을 파악하는 것이다.



〈그림 5-2〉 Bradley curve

문화의 성숙도에 따라 4단계로 구분하였고 첫 번째는 경영층의 참여가 없고 안전부서에 일임된 자연 본능적으로 관리되는 수동적 단계, 두 번째는 안전부서에서 주도하며 지시나 통제에 의한 관리 감독형 수준인 종속적 단계, 세 번째는 구성원 스스로가 절차와 표준에 대한 이해가 높아 현장중심으로 진행되는 독립적 단계, 마지막 네 번째는 모든 구성원이 참여하고 동료의 안전까지 배려하는 상호의존적 단계로 구분된다. 정기적인 조사 결과를 통해 향후 중장기 전략 목표와 개선 계획을 수립하고 목표에 대한 모니터링 계획도 포함되어야 한다.

5.1.1.2 EHS 스텝의 전문성 (EHS Staff Expertise)

화학제품 제조업 안전문화 전략에 필요한 3가지 요소 중 두 번째는 EHS 스텝의 전문성으로 세부항목은 교육훈련, 보상 및 격려, 위험성 평가, 시스템 감사를 포함하고 있으며 상세 내용은 표 5-6과 같다.

〈표 5-6〉 EHS 스텝의 전문성

항목	세부 활동 예시
교육훈련 (Training & Drill)	임직원의 안전 마인드 강화 교육 안전 직군에 대한 전문성 강화 비상대피 계획(Emergency Response)/훈련
보상 및 격려 (Encourage)	조직/개인별 안전 목표 달성 지원 인센티브와 페널티의 균형 조직 차원의 전원 참여 활동 유도
위험성 평가 (Risk Assessment)	현업 참여형 위험성 평가 실시 과거 산업재해 분석, 니어미스를 통한 업데이트 고위험 작업에 대한 위험성 평가 실시
시스템 감사 (EHS System Audit)	안전보건 경영시스템에 대한 정기적인 감사 PDCA Cycle 지속적인 개선(안전수행 검토 및 평가)

첫 번째, 교육훈련(Training & Drill)이란 임직원에 대한 안전 마인드 강화에 대한 교육은 물론 부문별 책임과 역할에 대한 정기적인 훈련 계획을 수립하여 실행하는 것을 말한다. 재해분석 결과에서 나타난 바와 같이 60세 이상 고령자, 저근속자, 외국인, 소규모 사업장에서 재해가 상대적으로 많이 발생하였기에 대상 및 해당 공정에 맞는 맞춤형 교육이 지속적으로 실시되어야 한다.(이승배, 2018). 실험실 연구종사자 대상 안전문화 향상에 대한 연구 결과를 살펴보면 안전교육 활동은 안전규정과 관리체계와 함께 안전문화를 향상시켜 궁극적으로 산업재해를 감소하는 중요 요인 중 하나임을 알 수 있다(2014. 박창복). 따라서 안전교육의 효과성 증대를 위해서는 전체 화학업종 및 자사 고유의 재해 분석과 사고 사례에 기반한 교육내용과 함께 직무 대상자별 수준에 맞는 스킬 향상을 위한 교육체계를 수립하여 지속적으로 추진하는 것이 필요할 것이다. 특히 사업장의 경우 반(班),조(助)단위 활동이 많기에 해당 반장,조장 대상의 교육을 실시하여 하부 전개될 수 있는 시스템을 구축하는 것도 하나의 방법이 될 수 있을 것이다. 또한 교육훈련 계획에는 비상시 대피 계획, 즉 Emergency Response가 반드시 포함되어야 한다. 만약 화학공장에서 사고가 발생할 경우 자체 공장과 인근에 있는 지역주민은 물론 중요한 원,부원료의 공급망(Supply chain)에 대한 차질이 불가피할 수 있다. 따라서 만약의 사태에 대비한 사업장 자체 훈련은 물론 민간(소방서, 병원 등), 관(관련 정부기관, 감독 기관 등), 군(군부대 등), 인접 사업장 모두가 합동으로 참여하는 훈련을 정기적으로 실시하여 원활하고 즉각적인 협력체계를 상시 구축하여야 한다.

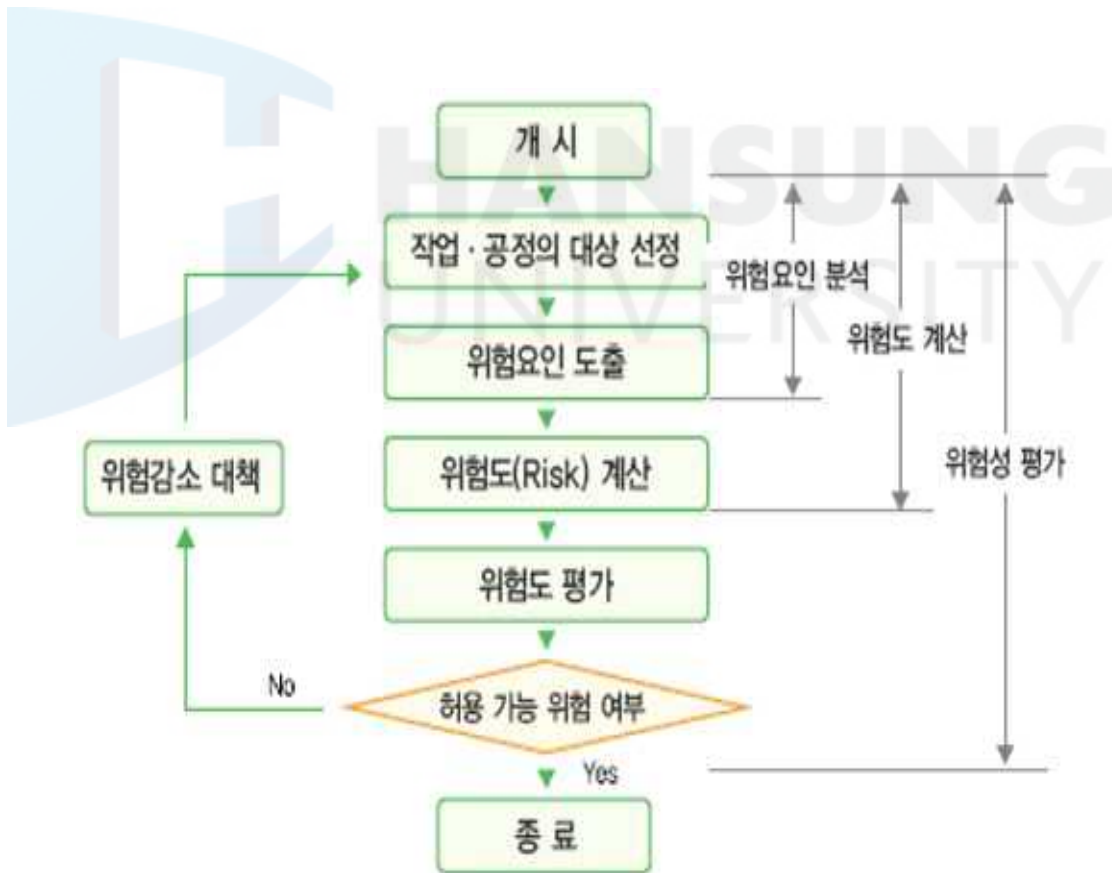
두 번째 항목은 보상 및 격려(Encourage)이다.

안전문화의 정의에서 보았듯이 경영층을 포함한 모든 구성원들이 참여하여야 그 목표를 이룰 수 있기에 안전관련 목표 달성에 대한 인센티브와 페널티에 대한 균형감이 필요하다. 대부분 회사들은 정해진 안전관련 규정이나 규칙을 위반할 경우 그에 따른 페널티 비중이 인센티브 대비 상대적으로 높게 되어 있다. 국내 사업장은 물론 해외 사업장까지 참여하는 Global Safety Day와 같이 임직원 모두가 참여하는 안전 활동을 운영하거나 아차사고(Near miss)나 구성원들이 생각하는 안전관련 제안에 대해 개인은 물론 조직에 대한

인센티브를 강화하는데 좀 더 비중을 확대하여야 할 것이다. 또한 사업장에 대한 일상 패트롤 및 감독을 통해 현장내 조직과 개인에 대한 의사소통은 물론 동기부여의 장으로 만들어야 한다.

세 번째 항목은 위험성 평가(Risk Assessment)를 말한다.

최근 3년간 화학제품 제조업의 산업재해 분석결과에서 도출된 바와 같이 기계/설비에 대한 정비 및 유지보수를 포함하여 작업 중 사고 발생이 많음을 알 수 있다. 그림 5-3은 위험성 평가 절차에 대한 설명이다. 우선 조직내에서 발생 가능한 위험의 종류에 대해 정의하고 그에 따른 허용가능한 위험 기준을 정하는 활동이 무엇보다 선행되어야 한다. 또한 위험성에는 기존의 화학적, 물리적, 기계적 유해 위험요인은 물론 직업병과 연관될 수 있는 생물학적 관점을 유해 위험요인까지 포함되어야 한다.



〈그림 5-3〉 위험성 평가 절차

또한 각 사업장에서 실시되는 작업 중 위험도가 높게 선정된 항목에 대한 작업 전 위험성 평가는 물론 작업안전분석(JSA, Job Safety Analysis)에 대해 학습하고 현업에서 확산, 전파될 수 있도록 해당 분야에 대한 전문성을 겸비하여야 한다. 위험성 평가는 크게 정성적인 위험성 평가와 정량적인 위험성 평가로 나누며 그 중 사업장 특성에 맞게 진행하면서 업데이트하는 노력도 병행되어야 한다. 그림 5-3과 같이 계산된 위험도와 그에 따른 위험성에 대해 허용가능여부(As Low As Reasonably Practicable)에 따라 위험 제거 - 위험 저감 - 공학적 관리 - 절차 및 행정관리 - 개인 보호구 등 순차적인 조치를 실시하는 등 위험을 관리하려는 노력이 필요하다. 그러나 위험 요인을 분석하는 단계에서 작업, 공정의 대상을 선정할 때 경험이 풍부한 현장 작업자들의 참여와 전문가 그룹인 안전, 보건 관리자들이 협업이 중요한데 현실은 어떠한지 생각해볼 필요가 있다.

마지막 네 번째 항목은 시스템 감사(System Audit)운용을 말한다. 조직에서 수립, 운용하고 있는 안전보건 경영시스템에 대해 자체 내부 감사는 물론 외부의 객관적인 기관의 정기적인 감사를 통해 현재 상태 및 개선점을 파악하고 보완하고 시정사항에 대한 조치 여부에 대해 지속적으로 확인해야 한다. 특히 안전수행 검토 및 평가를 통해 년초에 수립된 안전보건 목표 달성 여부에 따라 현장 인원들의 참여를 이끌어 낼 수 있는 추가적인 방법에 대해 고민하여야 한다.

5.1.1.3 근로자의 참여 (Employee Involvement)

화학제품 제조업의 안전문화 전략에 필요한 3가지 요소 중 마지막은 근로자의 참여로 세부 활동으로는 잠재위험 식별, 사고 보고 및 조사, 지킴화를 포함하고 있으며 표 5-7과 같다.

〈표 5-7〉 근로자의 참여

항목	세부 활동 예시
잠재위험 식별 (Hazard Communication)	현장(Workplace)에 대한 잠재 유해위험요소 발굴 안전 제안 제도 작업허가체계 리뷰
사고 보고 및 조사 (Accident Report & Investigation)	모든 사고(아차사고 포함)는 즉시 보고 활동 근원(root cause)발굴 및 재발 방지대책 수립 학습 경험과 습득된 교훈에 대한 공유
지침화 (Procedure & Process)	작업표준 및 절차서에 의한 작업 실시 4M 변경시 정기적인 업데이트 및 교육 매뉴얼을 통한 교육 실시

첫째, 잠재위험 식별(Hazard Communication)이란 개인과 조직에서 유해 위험요소를 바라보는 안목을 키우는 것을 말한다. 사업장 내 생산 공정, 연구소, 물류창고, 정비숍, 사무실 등 현장에 잠재되어 있는 유해위험요소를 발굴함은 물론 본인 뿐만 아니라 동료의 안전까지 확보하려는 적극적인 소통방법이다. 산업재해분석 결과와 같이 현장의 문제와 개선의 주체는 사업장 환경을 가장 잘 알고 있는 근로자이기에 안전 관련하여 불안정한 상태에 대해서는 즉 개선(Quick-win)활동이나 안전 제안제도를 활용하여 조직 차원에서 체계적으로 개선하려는 활동이 필요하다. 또한 재해분석 결과를 통해 나타난 바와 같이 작업 중 사건, 사고 발생을 최소화하고 예방하기 위해 작업 허가체계에 대한 깊은 리뷰가 필요하다. 더불어 제안제도에 대한 Follow-up 여부를 직접적으로 알려주거나 진행상태 여부를 확인할 수 있는 시스템 도입도 하나의 방법이다.

둘째, 사고 보고 및 조사(Investigation)란 일반적인 사고(Accident)는 물론 아차사고(Near miss)까지 포함한 모든 사고에 대해 보고함으로써 다른 사람들에게 학습 경험을 공유하는 것을 말한다. 또한 작업 중 사고 발생 및 우려가 되는 항목에 대해서는 상급자에게 즉시 보고하는 활동이 선행되어야 한다. 더불어 동종 사고에 대한 재발 방지를 위해 사고 조사시 적극적인 참여를 통해 사고, 재해의 근본적인 원인(root cause)파악을 통해 습득한 교훈을 적용

하고 구성원 모두에게 즉각적이고 상세하게 그 정보를 수평전개하고 공유하여야 한다. 이를 위해서는 근본원인 개선을 위한 아이디어 발굴 활동에 적극적인 참여가 필요하다.

셋째, 지침화(Procedure & Process)란 정해진 작업 표준이나 절차서에 맞게 작업에 임하며 4M(Man, Machine, Material, Method)의 변경이 있는 경우 회사에서 정한 규정에 따라 실시하며 관련 지침을 업데이트하는 활동을 주기적으로 실시하여야 한다. 특히 사업장의 규모 및 공정에 따라 다르겠지만 새로운 설비를 도입 혹은 공정 내 새로운 물질을 사용하는 경우, 기존 공정과 작업에 대한 위험성 평가는 물론 변경관리를 철저히 실시하여야 할 것이다. 산업재해 분석 결과에 나타난 바와 같이 근속년수가 낮거나 경험이 많은 사람들의 재해건수가 증가하고 있음을 알 수 있다.

〈표 5-8〉 최근 3년간 60세 이상 산업재해자 수

	전체 재해자수	60세 이상 재해자수	60세 이상 증감	60세 이상 비중
2016년	90,656	22,035		24.3%
2017년	80,665	20,750	-1,285	25.7%
2018년	90,832	23,979	3,229	26.4%

표 5-8을 보면 산업재해자수는 2016년 90,656명으로 60세 이상의 경우 22,035명으로 전체 재해자의 24.3%로 나타났고, 2017년은 80,665명으로 60세 이상은 20,750명으로 전년 대비 1,285명 감소하였으나 비중은 25.7%로 오히려 증가하였다. 특히 2018년은 90,832명으로 60세 이상은 23,979명으로 전년 대비 3,229명 증가하였고 비중 또한 26.4%로 증가됨을 알 수 있다. 이에 따라 사업장 내 협력업체를 포함하여 특히 60세 이상 근로자에 대한 산업재해를 감소하고 예방하는 활동에 좀 더 집중하여야 한다.

5.2 우수기업 사례 연구

안전문화 우수기업에 대한 사례 연구는 2가지 기준에 의해 선정하였다, 먼저 국가 측면에서 제조업을 중요시하고 세계적으로 앞선 기술과 숙련도 측면에서 높은 지위를 확보하고 있는 미국, 독일, 일본을 선정하였다. 또한 이들 국가에 속한 화학기업 중 한국을 포함하여 글로벌에 진출하여 사업영역을 확장하고 있으며 ‘안전’ 영역에 있어 다른 기업으로부터 벤치마킹이 되는 기업으로 선정하였다. 그 결과 사례 연구 대상기업으로 안전하면 가장 먼저 떠오르는 기업인 DuPont(1802년 설립, 미국), 청바지의 원료를 만드는 아닐린과 암모니아 합성법으로 유명한 BASF(1868년 설립, 독일), 탄소 섬유 및 플라스틱으로 유명한 도레이(1926년 설립, 일본)를 선정하였다.

5.2.1 DuPont

(1)일반 현황 (설립년도, 인원, 사업현황)

1802년에 E.I DuPont 화약공장으로 시작하여 90개국 이상에서 200년 이상 혁신적인 제품, 소재 및 서비스를 통해 글로벌 시장에 세계적 수준의 과학과 엔지니어링 기술을 제공해 온 회사로 “인류의 보다 나은 삶과 안전하고 건강한 생활을 위하여 지속 가능한 솔루션 개발에 앞장서는 종합과학회사”라고 스스로를 소개하고 있다(듀폰코리아 홈페이지). 국내에는 1977년부터 진출을 시작하여 성장을 거듭해 2015년 현재 서울, 분당, 울산에 사이트를 두고 양질의 산업용 소재 공급을 통해 국내 산업 발전에 기여하고 안전보건 및 환경 관련 규정을 철저히 준수하는 회사로 인정받고 있다.

(2)경영 이념(Core Value)과 안전원칙(Principles)

먼저 경영이념인 Core value로는 4가지 항목으로 Safety & Health, Environmental Stewardship, Respect for People, Higher Ethical Behavior로

구성되어 있으며 안전이 가장 첫 번째 항목임을 알 수 있다
(듀폰 기업보고서, 2018).

또한 안전원칙은 아래와 같이 10가지로 구성되어 있다.

- 1) 모든 사고나 직업병은 사전에 예방될 수 있다
- 2) 안전은 경영층의 업무이며 최종적인 책임을 진다
- 3) 모든 작업상의 위험요소는 관리가 가능하다
- 4) 안전하게 일하는 것은 하나의 고용의 조건이다
- 5) 모든 직원은 반드시 안전교육을 받아야 한다
- 6) 경영층과 관리자들의 안전 감사(현장/시스템)는 필수적이다.
- 7) 위험요소는 즉시 시정되어야 한다
- 8) 근무시간 외의 안전도 매우 중요하다
- 9) 좋은 안전은 건강한 Business를 만든다
- 10) 직원이야말로 매우 소중하다.

(3) 안전 목표 및 주요활동/우수 사례

1811년에 안전은 라인매니저의 책임이라는 안전 규칙을 제정, 운영하고 있으며 세부 내용으로는 새로 건설되거나 재건된 공장은 최고 책임자가 실제로 운전을 하여 안전을 확인하기 전에는 직원들의 접근을 금지하고 있다. 또한 1912년부터 안전사고에 대한 통계를 집계하기 시작하였으며 1950년대에는 기존에 실시하던 회사/사업장에서 안전인 On-the-job safety에 부가하여 출퇴근, 단체 행사 등에서의 안전을 강조하고 생활화하는 Off-the-job safety 프로그램을 운영해오고 있다. 듀폰에서 안전은 조직운영의 근본이자 하나의 신념으로 여겨왔으며 경영자를 포함한 모든 직원들이 안전규칙을 생활화하고 혹시라도 관련된 규칙을 직접적으로 위반하거나, 위반사항을 고의적으로 묵인하여 타인의 생명과 안전에 위협할 수 있는 리스크를 제거하고자 Life Saving Rules을 제정하여 운영하고 있다. 물론 제정된 Life Saving Rules을 위반한 사람은 징계 처분에서 해고까지 이루어진다고 한다.

국내 사업장의 사례를 살펴보면 9가지로 구성되어 있다.

1. LTTT(잠금장치, 꼬리표 부착, 확인 및 안전사항)절차를 위반하는 행위
2. 제한공간 출입절차를 위반하는 행위
3. Line Break(폐쇄용기 및 배관의 개방) 작업절차를 위반하는 행위
4. Fall Protection(추락보호)절차를 위반하는 행위
5. High Energy 관련 전기 작업절차를 수행시 안전보호구 미착용 행위
6. 안전,보건,환경에 영향을 미칠 수 있는 인터락(Interlock)설비를 고의로 해체(By-pass등) 또는 정상적인 기능을 할 수 없도록 한 행위
7. 심각한 상해를 유발시킨 장난 등 분별없는 위험한 행위
8. 업무상 차량운전시 안전벨트 미착용 행위
9. 접촉금지조치(Do Not Touch) 규칙 위반 행위

5.2.2 BASF(Badische Anilin & Soda Fabrik)

1)일반 현황 (설립년도, 인원, 사업현황)

1865년에 독일(바디시 지방)에서 설립된 회사로 전세계 361개의 생산기지 와 2018년 12월 31일 기준 122,404명의 인원이 근무하고 있는 글로벌 종합 화학회사 중 하나이다. 사업 분야는 기존 4개에서 2019년 1월 1일부로 석유 화학 및 중간체를 생산하는 화학제품, 퍼포먼스 소재 및 모노머를 생산하는 원재료, 산업솔루션, 표면처리 기술, 뉴트리션 & 케어, 농업솔루션으로 6개 영역으로 재편되었다. 한국에는 1954년 진출한 이후 현재 여수, 울산, 안산 등 8개의 생산시설과 1개의 연구개발센터, 4개의 테크놀로지 센터가 운영되고 있다.

2)가치(Value) 및 전략적 행동

BASF는 “We create chemistry”라는 미션 달성을 위한 기업가치, 즉 행동지침은 표 5-9와 같이 Creative, Open, Responsible, Entrepreneurial 4가지 구

성되어 있다. 안전 관련 항목은 세 번째 항목인 Responsible에 'We never compromise on safety'라고 명시되어있다.(기업보고서,2018)

〈표 5-9〉 BASF Values

가치	행동지침 세부항목
Creative	We have the courage to pursue bold ideas. We inspire each other and build value-adding partnerships. We constantly improve our products, services and solutions.
Open	We value diversity – In people, opinions and experience. We foster dialog based on honesty, respect and mutual trust. We explore our talents and capabilities.
Responsible	We act responsibly and integral part of society. We strictly adhere to our compliance standards. <u>We never compromise on safety</u>
Entrepreneurial	We all contribute to our company's success, as individuals and as a team. We turn market needs into customer solutions. We take ownership and embrace personal accountability.

BASF의 기업 전략에 나타난 6가지 전략적 행동을 아래 그림 5-4와 같이 정의하고 있으며 안전관련 항목은 Operations와 People에 포함된다.

그룹 경영층의 EHS(Environment 환경, Health 보건, Safety 안전)

목표로는 Operations 측면에서 보면 공장 set-up후 가동 전 안전에 대해 전반적으로 리뷰하는 Safety Review와 별개로 가동 후 매 5년마다 'Clean Sheet Review'라는 활동을 진행하여 리뷰 결과 공정상에서 최우선적으로 개선이 필요한 항목을 선정, 개선 활동을 진행하고 있다. 또한 안전목표 관리 항목은 LTI(Lost Time Incident, 근로손실사고)나 PSI(Process Safety Incidents, 공정안전사고)를 감소하기 위해 Leading Indicators(선행지표)를 지속적으로 개발하여 운용하고 있다. People 측면에서 Safety Leadership을 지속적으로 강조하고 있으며 매년 글로벌 모든 사업장의 임직원은 물론 Contractors까지 참여하는 Global Safety Days와 Health & Safety

Campaign 활동을 진행하고 있다.



〈그림 5-4〉 고객중심의 행동영역강화

3) 안전보건 목표 및 주요활동/우수 사례

특히 최고 경영층을 포함, 경영층의 Safety Leadership 활동을 위해 MBO (Management By Objectives) 내 12~15% 비중으로 개인별 목표를 설정하고 만약 사전 설정된 안전 목표가 달성되지 못하면 최고 경영층부터 부서장, 현장 종업원까지 연결(Cascading)되어 관리되고 있다. 경영층의 안전 리더십 활동으로는 현장(site)방문시 safety walks, 안전보건 캠페인 지원, 법규 및 회사 내규의 철저한 준수이며 구성원의 목표는 LTIR 감소와 유해위험 요소 발굴을 통한 제안/채택 건수로 구성되어 있다. 여기서 LTIR(Lost Time Incident Rate)은 근로손실일이 발생한 재해로 근로손실사고 발생 건수에 백만을 곱해 총 근로시간으로 나누어 산출한다. 회사 내 관리되는 안전관련 지표로는 생산안전성이라는 지표를 활용하고 있으며

세부 지표로는 3가지로 20만 근무시간당 전세계 임직원의 손실 시간이 따르는 상해사고 감소, 20만 근무시간당 전세계 공정안전사고율 감소, 건강성과지표로 구성되어 있다. 각각의 항목에 대해 현재 수준은 물론 2025년까지의 절감 목표를 수립하여 공지하고 있음을 알 수 있다.

또한 BASF는 기업의 사회적 책임을 완수하고 공공의 이해관계자에 대한 우려에 효과적으로 대응하기 위해 1992년부터 Responsible Care라는 활동을 추진하고 있으며 2007년에는 Responsible Care Management System을 정립하였다. 표 5-10은 Responsible Care를 구성하고 있는 6가지 Codes를 나타내고 있다.

〈표 5-10〉 Responsible Care

	Responsible Care : 6 Codes
1	환경보호 (Environment Protection)
2	종업원의 보건과 안전 (Employee Health & Safety)
3	공정안전 (Process Safety)
4	유통안전 (Distribution Safety)
5	제품에 대한 책임의식 (Product Stewardship)
6	주민의 인식 및 비상대응 (Community Awareness & Emergency Response)

이 중 종업원의 보건과 안전과 주민의 인식 및 비상대응에 대해 살펴보면 아래와 같다. 먼저 직원의 보건과 안전활동은 자사의 직원은 물론 협력사, 인근 주민과 모든 방문객을 포함한 광범위한 활동으로 추진하고 있다. 세부적인 활동으로 위험요인 및 위험성 평가, 위험요인 관련 커뮤니케이션 및 안전 데이터에 의한 협력사 관리, 작업허가 시스템 및 작업 환경 개선 등이 여기에 포함된다. 또한 주민의 인식 및 비상대응은 파트너와의 실질적이고 적극적인 커뮤니케이션을 말한다. 여기에서 파트너란 고객, 근로자, 투자자, 인근 주민

들과 상호 신뢰를 강화하고 파트너십을 구축하는 활동으로 CAP(Community Advisory Panel)이라 부르고 있다. CAP의 구성은 지역주민, 관련협회, 정부 등으로 회사 개방행사와 관련 네트워킹을 정기적으로 실시하고 있다.

5.2.3 Toray

1)일반 현황 (설립년도, 인원, 사업현황)

1926년 일본 레이온 섬유회사로 창업한 후 도쿄에 본사를 두고 있는 화학 회사로 2017년 기준 19개국에 129개 회사와 4만 7천명의 직원이 근무하고 있는 회사다. 'Innovation By Chemistry'라는 슬로건 아래 주요 사업영역을 살펴보면 플라스틱 케미컬 사업, 섬유사업, 탄소섬유 복합재료 사업 등 다양한 분야로 사업을 확장하고 있다. 국내는 1972년 7월 제일합섬으로 시작하여 서울 본사, 4개의 공장 및 기술연구소 등을 보유하고 있다.

2)미션(Missions) 및 원칙(Guiding Principles)

1995년 수립한 그룹의 미션은 총 4개로 For our Customers, For our Employees, For our Shareholders, For Society로 구성되어 있다. 또한 회사 고유의 철학 전파와 미션 달성을 위한 원칙 또한 1995년에 제정하였으며 8개 원칙 중 가장 첫 번째에 '안전환경'으로 명시되어 있다.

1. Safety and Environment
2. Ethics and Fairness
3. Customer-focus
4. Innovation
5. Fieldwork and Initiative
6. Global Competitiveness
7. Global Coalition

8. Emphasis on Human Resources

3) 안전환경 목표 및 주요활동/우수 사례

안전환경 관련 장기전략 목표(Goal)은 2가지로 휴업 산업재해 빈도율(Frequency rate of lost-work-day) 0.05이하와 중대 재해 ZERO(Zero serious accidents)이다. 안전관련 슬로건은 “ZERO 재해 반드시 달성”으로 구성된 모두 각자가 완벽하게 ‘안전고동’을 추진하는 것으로 ‘안전고동(安全考動)’이란 안전에 대해 먼저 생각하고 행동한다(Think and Act for Safety)는 의미이다.

[안전문화에 대한 방침 4가지]

1. 인간존중 : 사람은 대체 불가능하기에 가족으로 생각하고 존중하며 “ZERO 재해 반드시 달성”이라는 목표 달성을 위해 이에 관해서는 타협이 결코 없음을 말한다. 이를 위해 단위부서 임원/경영진의 주도하에 안전에 대한 인식 및 행동을 개혁하는 안전고도 재강화(Re-strengthen Anzen Koh-Doh)활동을 추진하고 있다.

2. 안전선취 : 사람이 관여하는 재해는 반드시 예방가능하다는 사상으로 위험을 예지하고 위험성을 평가하여 사전에 대책을 취하는 활동으로 발생된 사고에 대해서는 'Why why'분석을 활용한 철저한 근본원인 조사를 실시하고 있다. 또한 안전보건 조직에 의한 부문별 활동을 통해 유사 사고 재발 방지와 사업장 문화로 정착하기 위한 커뮤니케이션 활성화하고 있다.

3. 전원 참가(Participation by all members) : 조직의 최고 경영층을 포함하여 관리자, 직원 모두가 자신에게 부여된 역할에 따라 활동한다.

전원참여를 위해 특히 경영진으로부터 현장라인까지 Top-down 방식으로 진행되고 있으며 그 중 하나의 예로 1982년부터 매년 12월 초 그룹 사장, 이사회 멤버, 글로벌 각 회사/공장의 대표 사원, 안전 스텝, 합작사 대표, 노동조합 등 약 200여명이 참석한 가운데 다음해의 안전슬로건을 공표하고 있다. 또한 도레이 그룹 전체로 매달 첫 번째 월요일에 ‘Safety Day’를 지

정하여 활동을 하고 있다. 또한 각 직급별로 요구되는 역량에 대한 교육 훈련을 실시중이며 특히 화재/폭발에 대비한 소방훈련, 화학물질 누출에 대비하여 인근 소방서와 합동소방훈련, 대규모 지진과 쓰나미에 대비한 개별 임무확인은 물론 그룹/회사단위 emergency response(비상대응훈련)를 지속적으로 추진하고 있다.

4. 통합안전(Total Safety) : 회사는 물론 출퇴근 통근시, 가정에서 전 직원은 물론 직원의 가족이 24시간 365일 안전에 대해 챙기고 있다.

벤치마킹시 전문가 인터뷰를 통해 들었던 우수사례로는 경영진, 스텝 및 근로자 모두가 참여하는 것과 사업장은 물론 출퇴근 및 귀가시 구성원의 육체적인 건강은 물론 정신적인 건강(mental health)도 포함하고 있다.

앞에서 논의하였던 안전문화 우수기업(DuPont, BASF, Toray)에 대한 연구 결과를 요약하면 표 5-11과 같으며 공통점으로는 ‘안전’을 회사의 핵심 가치에 포함하여 중장기 전략하에 추진하고 있음을 알 수 있다.

〈표 5-11〉 안전문화 우수기업 요약

구분	DuPont	BASF	Toray
설립	1802년	1865년	1926년
국가	미국	독일	일본
Mission	인류의 보다 나은 삶과 안전하고 건강한 생활을 위하여 지속 가능한 솔루션 개발에 앞장서는 종합과학회사	We create chemistry	For our Customers For our Employees For our Shareholders For our Society
Core Values	4개의 Core Value 중 첫 번째 항목 - Safety &Health - Environment Stewardship - Respect for People - Higher Ethical Behavior	- Creative - Open - Responsible (행동지침 세부항목) “We never compromise on safety” - People	8개의 Principle(원칙)중 첫 번째 - Safety and Environment - Ethics and Fairness - Customer-focus - Innovation 등

구분	DuPont	BASF	Toray
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 사고통계 집계(1902년) - Off-the-job(사외안전) 프로그램 운영 - Life Saving Rules 정립 - 안전문화 확산 및 사업화 실시 	<ul style="list-style-type: none"> - 기업의 사회적 책임/이해관계자와 협업 프로그램 (Responsible Care) 추진 : 1992년 - RCMS(Responsible Care Management System) 	<ul style="list-style-type: none"> - 원청, 협력사포함 안전성 과대회 실시 (1982년) - 매년 '안전 슬로건' 공표/확산/전파 - 육체적 건강은 물론 정신적인 건강 (mental health) 실시 중



5.3 화학제품 제조업의 안전문화 구축 전략 및 가이드

기업 경영에서 일반적으로 활용되는 전략 수립 프로세스와 안전문화 관련 기존의 선행 연구 및 우수기업 사례연구에서 도출되었던 공통점을 바탕으로 안전문화 구축 전략과 가이드를 제시하고자 한다.

먼저 기업 전략 수립프로세스는 크게 3단계로 전략 수립(Plan) - 전략 실행(Do) - 전략 평가(See)단계로 구성되어 있다. 먼저 전략 수립 단계는 외부 환경 분석, 내부 환경 분석, 전사경영전략 도출과 세부 전략을 수립하는 활동을 말하며 두 번째 단계인 전략 실행은 조직,개인별 목표/미션 이해, 조직 역량 분석, 세부 실행계획 수립과 업무를 실행하는 것이다. 마지막 전략 평가 단계는 기업 실적 분석, 실적의 객관화, 근본원인 도출, 전략 및 실행계획을 수정하는 활동이 포함되어 있다.

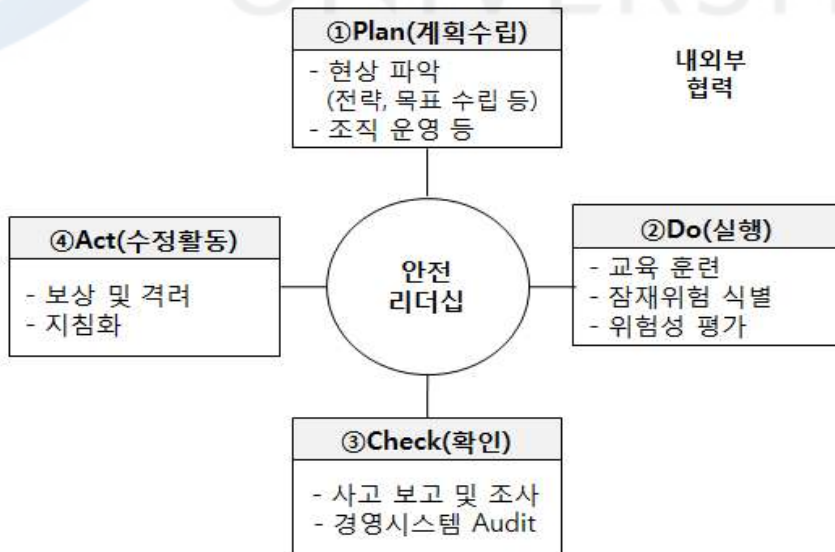
또한 안전문화에 대한 선행 연구가 많은 원자력 업종과 해외 사례와 안전 관련 우수기업 사례를 통해 아래와 같이 4가지 공통점을 도출하였다. 첫째는 회사의 존재가치와 지속성을 유지하는 구심점 역할을 하는 미션이나 핵심가치(Core value)에 ‘안전’이 명시되어 있으며 둘째는 최고 경영층을 포함하여 모든 임직원들이 안전문화 향상 활동에 참여하고 있다는 것이다. 세 번째는 내부 구성원들을 포함한 이해관계자와의 지속적이고 다양한 방법을 통해 소통하고 있으며 네 번째는 사내 안전은 물론 사외 안전과 함께 협력업체를 포함한 모든 공급망까지 안전 활동의 영역을 확장하고 있다. 이러한 4가지 공통점을 통해 화학제품 제조업에 적합한 안전문화 전략 수립 프로세스를 PDCA Cycle를 활용하여 그림 5-5과 같이 제안하고자 한다.

첫째, Plan (계획수립) 단계에서는 사업을 둘러싸고 있는 환경 분석과 조직이 나아갈 방향을 설정하는 단계이다. 이를 위해 외부 환경 및 다양한 이해관계자의 산업안전에 대한 니즈 분석을 통해 외부 관점에서 기회와 위협요소는 물론 내부 관점에서 강약점을 도출하여 전사 관점의 안전경영 전략 수립과 실행에 필요한 주요 활동을 정의하고 필요한 리소스(조직, 인원, 예산 등)할당하여 운영하는 활동이 포함되어야 한다.

둘째, Do (실행) 단계에서는 수립된 전략의 실행력 강화를 위해 조직과 개인별 달성하여야 할 안전 목표와 미션에 대한 합의와 커뮤니케이션을 통해 일체감을 형성하는 단계이다. 이를 위해 조직 및 개인별 세부 실행 계획과 업무 실행을 위한 원동력을 확보하는 활동으로 잠재위험 식별, 위험성 평가, 다양한 교육훈련이 뒷받침되어야 한다.

셋째, Check (확인) 단계에서는 전략과 연계하여 수립된 내부 안전 목표에 대한 달성도를 직접 확인하고 비교 대상 기업(World best 혹은 동종업계 1,2위)과 차이 분석을 통해 추후 계획 수립을 위한 근거를 마련하는 활동이 필요하다. 또한 내외부 사고 보고나 조사를 통해 얻은 소중한 교훈을 조직으로 확산, 전파하고 안전경영 시스템이 잘 운용되고 있는지 감사(audit)를 실시하여야 한다.

네 번째, Act (수정활동) 단계에서는 수정된 목표의 달성 여부나 변화된 항목이 사업장에서 잘 유지되고 있는지 확인하는 활동을 말한다. 이를 위해 수립된 목표 달성에 대한 보상과 격려, 지침화가 필요하며 PDCA Cycle내에서 새롭게 도출된 이슈에 대해 새로운 개선 목표를 수립하는 활동도 포함된다.



〈그림 5-5〉 안전문화 PDCA Cycle

또한 그림 5-5에 나타난 바와 같이 PDCA Cycle을 활용하여 수립된 안전문화 구축 전략이 조직에서 구동되기 위해서는 가장 중심에 있는 최고 경영진을 포함한 모든 구성원의 지속적인 ‘안전 리더십’ 실천과 이해관계자와의 ‘내외부 협력’이 선행되어야 그 조직 고유의 안전문화로 정착될 수 있으리라 생각된다.



VI. 결론 및 검토

본 연구는 2016년부터 2018년까지 3년간 국내 화학제품 제조업에서 발생한 산업재해 승인자 8,438명을 대상으로 카이제곱 분석을 이용하여 60세 이상 여부에 따른 연령별, 외국인과 한국인에 따른 국적별, 근속기간 1년 미만 여부에 따른 근속기간별 분포 특성을 비교하였다. 또한 근로손실일수 180일 이상 재해자에 대해 이항 로지스틱 분석을 실시하였고 세부 업종 내 사망, 장해자 비율과 평균 근로손실일수가 가장 높은 합성수지 제조업에 대한 위험성 평가를 실시하여 재해관리 우선순위 및 산업재해에 영향을 미치는 변수를 도출하였다.

또한 화학제품 제조업에 특화된 안전문화 전략 수립을 위해 선행 연구를 통한 안전문화 정의와 기존 연구결과에 대한 문헌 연구, 우수 기업에 대한 벤치마킹 및 전문가 인터뷰를 실시하였다. 그 결과 안전문화 전략에 필요한 3가지 구성요소와 10개의 주요 항목을 제시하였으며, 주요 항목의 체계적인 운영을 위해 계획수립(Plan), 실행(Do), 확인(Check), 수정활동(Act)인 PDCA 사이클로 구축하고 세부 가이드를 제안하였다.

6.1 화학제품 제조업의 산업재해 특성 요약

본 연구에서는 화학제품 제조업에서 60세 이상 고령자에 대한 연령별, 외국인에 대한 국적별, 근속기간 1년 미만자에 대한 근속기간별 사고의 특성이 차이가 있는가를 분석하였다. 그 결과 세부업종, 근속기간, 고용형태, 재해발생요일, 재해발생시간, 재해발생형태, 기인물 형태, 상해종류, 상해부위별로 차이가 있는 것으로 나타났다. 사고의 재해분석 연구결과를 요약하면 표 6-1과 같다.

〈표 6-1〉 화학제품 제조업의 산업재해분석 요약

구분	고령여부	국적	근속기간	시사점
변수	60세 이상	외국인	1년 미만	
성별	남성(85.4%)	남성(87.4%)	남성(84.3%)	
재해 구분	부상질병(98.6%)	부상질병(99.1%)	부상질병(98.9%)	
근속 기간	1년 미만(42.6%)	1년 미만(62.3%)		1년 미만자(특히 외국인)의 특별관리
회사 규모	5인~15인(28.0%)	5인~15인(38.3%)	5인~15인(34.0%)	영세 규모사업장 특별관리
고용 형태	정규직(86.2%)	정규직(86.2%)	정규직(75.9%)	1년 미만의 경우 비정규직 비중이 높음
발생 요일	월요일(18.0%)	화요일(18.4%)	화요일(17.8%)	화요일이 가장 높고 고령자의 경우 월요일이 많고 목요일, 화요일 순서임
	목요일(17.8%), 화요일(17.6%)	수요일(17.4%), 금요일(17.3%)	금요일(17.8%), 수요일(17.7%)	
발생 시간	10~12시(18.6%)	18~24시(17.0%)	10~12시(19.1%)	통상 오전(10~12시)가 가장 높으나 외국인의 경우 퇴근 후 많이 발생함
	08~10시(16.9%)	10~12시(16.7%)	14~16시(17.9%)	
발생 형태	끼임(36.9%)	끼임(54.7%)	끼임(42.5%)	끼임사고가 40% 이상이나, 고령자는 끼임사고 비중이 낮고, 외국인은 절단/베임/찢림 비중이 높음
	맞음/부딪힘/깔 림(14.9%)	절단/베임/찢림 (14.6%)	맞음/부딪힘/깔 림(15.8%)	
기인 물	설비, 기계(49.1%)	설비, 기계(64.6%)	설비, 기계(54.8%)	설비, 기계가 가장 많은 비중이나 고령자의 경우 건축/구조물, 표면이 많음
	건축물, 구조물, 표 면(12.6%)	부품, 부속물, 재료 (11.7%)	부품, 부속물, 재료 (12.6%)	
상해 종류	골절압궤(44.4%)	골절압궤(47.8%)	골절압궤(48.6%)	골절압궤가 50% 수준을 차지함
	열상/창상/자상(26.8%)	열상/창상/자상(34.7%)	열상/창상/자상(27.8%)	
상해 부위	팔/손목(56.0%)	팔/손목(72%)	팔/손목(63.4%)	팔, 손목이 대부분으로 외국인이 가장 높고 고령자의 경우 다리가 많음
	다리(19.3%)	다리/발(14.5%)	다리/발(17.1%)	

전체 산업재해자 분포를 살펴보면 한국인과 부상질병자가 대부분을 차지하고 있으며 화학제품 제조업 내 세부 업종별로는 플라스틱 가공, 고무제품 제조, 합성수지 제조, 기타 화학제품 제조 순으로 특히 플라스틱 가공 제조에서 가장 높은 비중을 차지하였다.

근속기간을 보면 1년 미만이 42.6%로 가장 높은 비중을 차지하고 있다. 회사규모를 살펴보면 5인~15인(28%), 16인~49인(24.9%), 5인 미만 순으로 높게 나타나 50인 미만 사업장의 산업재해에 대한 특별 관리 및 예방 대책 수립이 필요하다고 할 수 있겠다.

재해발생 요일의 경우 월요일, 목요일, 금요일에서 상대적으로 많이 발생하였고 재해발생시간은 10~12시, 08시~10시로 오전에 많이 발생하였으며, 외국인의 경우 한국인 대비 16~18시와 새벽에 재해가 상대적으로 많음을 알 수 있다. 한정훈(2019)은 이주노동자의 안전 체감도를 측정하기 위해 언어/문화적 소외, 안전불감증, 차별적인 안전교육, 불평등한 노동인권 등 4개 범주로 분석한 결과 외국인의 입국초기 의사소통의 어려움은 작업능률 저하와 기계조작 미숙으로 이어지고 열악한 근무 환경에 대해 노동인권이 보장되지 않아서 안전에 부정적 영향을 미치는 요인으로 작용한다고 하였다.

재해발생형태를 살펴보면 끼임이 가장 높게 나타났고, 맞음/부딪힘/깎림, 작업관련 질병, 절단/베임/찢림 순으로 높게 나타났다. 문남기(2017)의 식료품 제조업에 대한 재해분석결과 끼임, 넘어짐, 절단/베임/찢림순으로 유사한 패턴이 나타났다. 이진우(2018)의 조선업 재해분석 결과의 경우 업무상 질병, 떨어짐, 넘어짐 순으로 나타났으며, 전관옥(2018)의 금속제조업의 재해분석 결과는 충돌, 넘어짐, 끼임 순으로 나타나 화학제품 제조업과 다른 패턴을 나타내고 있음을 알 수 있다.

끼임 재해의 원인으로는 프레스, 사출기, 컨베이어, 동력장치 등에서 이물질을 제거하거나 각각의 설비에 대한 점검과 보수작업시 회전체와 금형을 설치, 교체하거나 조정 작업시에 금형사이에 끼임이 상대적으로 높은 비중을 차지하였다. 이에 방호울이나 방호덮개 등 방호장치 설치는 물론 작업 시작시 안전작업표준을 준수하고 주기적인 유지 보수 및 협착점 관리에 대한 지속적인 교육이 수반되어야 할 것이다.

기인물 형태를 살펴보면 설비나 기계가 가장 많았으며 건축물/구조물 및 표면, 부품/부속물 및 재료 순으로 높게 나타났다. 외국인과 1년 미만은 설비나 기계에 의한 재해가 많았으나 60세 이상 고령자의 경우 60세 미만 대비 건축물/구조물 및 표면에 의한 재해가 상대적으로 높았다. 따라서 공정 내 압력용기, 보일러 등과 같은 위험기계/기구와 반응기, 건조기, 지게차 등 일반기계에 대한 정기 점검 및 유지보수시 매뉴얼 준수는 물론 해당 기계설비 운용에 대한 지속적인 교육이 수반되어야 한다. 이진우(2018)의 조선업 재해분석에 대한 연구에 따르면 1년 미만 뿐만 아니라 10년 이상 근속자의 재해도 많이 발생한 것으로 나타났다.

상해 부위의 경우 팔/손목(56%),다리/발(17.7%)순으로 나타났다. 이는 자동차 부품제조업의 재해를 분석한 양승태(2018)의 연구에서는 손/팔이 가장 높은 64.4%로 비슷한 패턴을 나타내고 있음을 알 수 있다. 특히 60세 이상 고령자의 경우 건축물, 구조물 및 표면으로 인한 맞음/부딪힘/깔림 사고와 넘어짐 사고가 많이 나타났으며 60세 미만 대비 다리에 대한 상해가 상대적으로 많이 차지하고 있다. 상해 종류의 경우 골절/압궤가 가장 높고 열상/창상/자상 순으로 나타났으며 이는 자동차 부품 제조업의 재해분석 결과인 골절/압궤/절단, 파열 순으로 같은 패턴을 나타내고 있었다.

—또한 근로손실일수 180일 이상 재해자에 대한 이항 로지스틱 회귀분석을 실시한 결과 연령, 회사 규모, 업종, 상해형태, 발생 형태에 따라 통계적으로 유의한 결과가 나타났다. 연령의 경우 40세 대비하여 연령이 증가할수록 근로손실일수 180일 이상 재해 발생확률이 1.6배~2.1배 높게 나타났으며, 따라서 사업장에서는 60세 이상 고령자에 대한 재해 예방을 위한 상세 대책수립이 필요하다. 또한 회사 규모의 경우 5인~15인 사업장은 5인 미만 사업장 대비 재해 발생확률이 1.2배 높았으며, 16인~49인 사업장은 1.4배 높게 나타났다. 세부업종별로 살펴보면 고무제품 제조는 플라스틱 제조 대비 재해 발생확률이 1.2배 높게 나타났으며, 합성수지 제조는 플라스틱 제조 대비 1.3배 높게 나타났다. 발생형태를 살펴보면 맞음/부딪힘/깔림은 끼임 대비 재해 발생확률이 1.6배 높게 나타났으며, 절단/베임/찔림은 4.7배 높게 나타났다.

마지막으로 세부 업종별 중 사망, 장애자 비율과 평균 근로손실일수가 가장

높은 합성수지 제조업을 대상으로 위험성 평가를 실시하였다. 위험성 평가 결과 고 위험 사고로는 화합물, 요업 토석가공기계에 의한 끼임, 바닥/계단/통로에서 넘어짐, 지게차 포함 차량이나 컨베이어에 의한 맞음/부딪힘/깔림, 설비 및 부품에 의한 끼임으로 인한 사고로 나타났다. 특히 발생형태의 36.9% 이상 차지하는 끼임 사고에 대한 체계적인 예방대책이 필요하다.



6.2 화학제품 제조업의 안전문화 구축 전략

본 연구에서는 화학제품 제조업의 안전문화 전략 수립에 필요한 항목을 각 계층에 맞게 구체적으로 제시하였다. 먼저 안전문화 전략의 구성요소를 INSAG(국제원자력자문그룹)-4에서 제시하였던 정책 차원, 관리자 차원, 개인 차원과 OECD의 안전수행 지표 프로그램에 대한 산업계용 지침서(안전정책과 일반 안전관리, 행정절차, 기술문제, 외부 협력, 비상 대비 및 대응, 사고/아차사고의 보고 및 조사)를 토대로 현재 사업 환경 변화에 따른 역할과 조직변화를 이끌 주요 행동 중심으로 경영층의 리더십, EHS 스텝의 전문성, 근로자 참여로 구체화하였다. 또한 각각의 역할에 맞는 주요 임무는 INSAG-4의 정책적 임무(안전정책 수립, 안전관리조직구성, 인력 및 예산 확보, 자체 규제활동), 관리자 임무(안전책임 할당, 안전관행 정착, 보상 및 격려, 훈련 및 자격관리, 검사 검토 및 비교), 종사자 임무(항상 문제의식을 가지는 직무 자세, 철저하고 신중한 직무접근방법, 안전관련 정보교환)의 12가지 세부항목과 OECD의 안전수행 지표 프로그램에 대한 산업계용 지침서 내 27개의 세부 항목(안전정책과 일반 안전관리 6개, 행정절차 6개, 기술문제 6개, 외부 협력 3개, 비상 대비 및 대응 3개, 사고/아차사고의 보고 및 조사 3개) 및 ILO의 산업안전보건 글로벌 전략(안전보건 경영방침 제정, 위험성 평가, 근로자 참여, 피드백)을 1차적으로 검토하였다. 또한 추가적으로 글로벌 안전 우수기업(DuPont, BASF, Toray)에서 도출된 공통점과 우수 사례(Best Practices)를 토대로 아래와 같이 화학제품 제조업의 안전문화 전략 구축에 기본적으로 요구되는 3가지 구성요소와 10가지 세부 항목을 도출하였다.

첫째, 경영층의 리더십은 3가지 항목으로 가시적인 안전리더십, 내외부 이해관계자와 협력, 안전에 대한 조직/개인의 인식과 현상 파악으로 구분하였다.

둘째, EHS 스텝의 전문성에는 4가지 항목으로 비상대응을 포함한 교육훈련, 안전문화 향상 활동에 대한 보상과 격려, 유해위험요소를 사전에 제거하고 감소시키기 위한 위험성 평가, 안전보건 경영시스템에 대한 감사(Audit)로 구분하였다.

마지막 셋째, 근로자의 참여는 3가지 항목으로 사무실, 연구소 등을 포함한 모든 현장에서의 유해위험요소에 대한 감수성을 기르는 잠재위험 식별, 아차 사고를 포함한 모든 사고에 대한 보고와 재발 방지를 위한 근본원인 도출을 위한 조사, 해당 조직에서 수립된 업무 절차와 매뉴얼에 맞게 이행하고 특히 공정조건 등 4M 변경에 따라 지속적인 개선 및 업데이트하는 지침화로 구분하였다. 세부 활동을 아래 표 6-2와 같다.

〈표 6-2〉 화학제품 제조업의 안전문화 구축 전략 가이드

구성 요소	항목	세부 활동 예시
경영층의 리더십 (Management Leadership)	가시적인 안전리더십 (Visible Safety Leadership)	1.안전보건 경영 방침 수립/공표 2.중장기 전략 및 목표 수립 3.안전에 대한 리소스(조직,인력,설비 투자)
	내외부 협력(Stakeholder Engagement)	1.내외부 이해관계자에 대한 정의 2.커뮤니티 구성 및 정례 활동 3.다양한 Open 커뮤니케이션 활동
	현상파악 (Awareness)	1.안전 관련 조직/구성원 인식도 조사 2.안전회의, 시설 순찰시 이슈 파악/개선 목표 수립 3.목표 달성 지원 및 모니터링
EHS 스텝의 전문성 (EHS Staff Expertise)	교육훈련 (Training & Drill)	1.임직원의 안전 마인드 강화 2.안전 직군에 대한 전문성 강화 교육 3.비상대피 계획(Emergency Response)
	보상 및 격려 (Encourage)	1.조직/개인별 안전 목표 달성 지원 2.인센티브와 페널티의 균형 3.조직 차원의 전원 참여 활동 유도
	위험성 평가 (Risk Assessment)	1.현업 참여형 위험성 평가 실시 2.과거 재해 분석, 니어미스를 통한 업데이트 3.고위험 작업에 대한 위험성 평가 실시
	시스템 감사 (EHS System Audit)	1.안전보건 경영시스템에 대한 정기적인 감사 2.PDCA Cycle 3.지속적인 개선(안전수행 검토 및 평가)

구성 요소	항목	세부 활동 예시
근로자의 참여 (Employee Involvement)	잠재위험 식별 (<u>H</u> azard Communication)	1.현장(Workplace)에 대한 잠재 유해위험요소 발굴 2.안전 제안 제도 3.작업허가체계 리뷰
	사고 보고 및 조사 (Accident Report & Investigation)	1.모든 사고(아차사고 포함)는 즉시 기록/보고 2.재발 방지대책 수립 및 근본원인 발굴 3.학습 경험과 습득된 교훈에 대한 공유
	지침화 (<u>P</u> rocedure & Process)	1.작업표준 및 절차서에 의한 작업 실시 2.4M 변경시 정기적인 업데이트 및 교육 3.매뉴얼을 통한 교육 실시

6.3 연구의 한계

본 연구에서 제조업 중 사고에 대한 심각도 및 대외적으로 확산시 사회적 영향도가 큰 화학제품 제조업을 대상으로 최근 3년간 산업재해 데이터를 분석하였다. 또한, 사업장 내 모든 구성원이 참여하는 안전문화 구축이라는 목표 달성에 필요한 전략 수립을 위해 기존 안전문화에 대한 문헌 조사, 글로벌 안전 우수기업에 대한 벤치마킹과 전문가 인터뷰를 통해 기본적인 가이드를 제안하였다. 이에 기존 연구와 대비하여 화학제품 제조업에 특화된 안전문화 전략 수립에 기초가 되는 세부 구성요소들을 도출한 것은 매우 긍정적이다. 그러나 실제 기업을 대상으로 한 실증 결과 보다는 해당 업종의 전문가 인터뷰와 선행 연구 결과에 대한 주관적, 정성적인 해석에 기반하였기에 향후에는 화학제품 제조기업 대상의 실제 적용을 통해 금번 연구에서 제안된 사항의 수정,보완을 위한 추가적인 연구가 필요하다.

6.4 기대효과 및 추후 연구 방향

본 연구에서 제시한 화학제품 제조업의 산업재해 특성 분석과 안전문화 구축 전략은 기존 연구 대비 4가지 측면에서 효과가 있다고 할 수 있다.

첫째, 제조업 내 위험도가 상대적으로 높은 화학제품 제조업을 대상으로 3년간의 데이터를 세부 업종별로 구분하여 분석하였으며, 특히 산업재해에 더 많은 관심이 요구되는 고령자, 외국인, 근속 1년 미만 인원에 대하여 산업재해 특성을 분석하였다. 그 결과 일반 제조업 대비 화학제품 제조업에서 자주 발생하는 사고 유형을 파악하여 Risk Matrix를 작성하여 집중 관리 항목으로 선정, 관리함으로써 산업재해 예방의 기초 자료를 제공할 수 있었다.

둘째, 업종별 특성과 무관하게 일반적으로 정의되고 활용되어 온 안전문화에 대해 위험도가 상대적으로 높은 화학제품 제조업 관점에서 안전문화를 재정의하였다. 화학 업종 내 안전문화로 우수한 해외 대표 기업을 선정하여 벤치마킹을 포함한 사례 연구와 전문가 인터뷰를 실시하였다. 이에 도출된 연구 결과를 바탕으로 우수사례 발굴은 물론 화학제품 제조업에 특화된 안전문화 전략 수립의 구성요소와 세부 항목을 제안하였다.

셋째, 화학제품 제조업에 특화된 안전문화 전략 수립을 위한 구성요소인 경영진, 안전보건 스텝, 근로자 각자의 역할에 대해 명확하게 정의하였다. 이를 통해 향후 소규모 사업장은 물론 협력업체를 포함하여 노무를 제공하는 모든 근로자에게 안전하고 건강하게 일할 수 있는 작업환경 및 조직 인프라를 조성하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

마지막 네번째는 안전 경영시스템과 같이 현업에서 활용 가능하도록 PDCA Cycle로 구분하여 단계별 실행사항을 정리하였다. 먼저 Plan 단계는 내외부 이해관계자의 니즈 분석을 통해 경영진이 안전 관련 정책과 전략, 중장기 목표를 수립하는 안전리더십 활동이며 Do 단계는 조직과 개인의 현 수준을 파악, 유해위험요소에 대한 커뮤니케이션 및 위험성 평가, 기타 안전보건 관련 교육과 훈련이 포함되어야 한다. Check 단계는 안전문화 구성요소에 대한 실행 여부와 사건/사고에 대한 조사를 실시하여 진행사항 및 목표 달성 여부를 모니터링하고 마지막 Act 단계는 미비한 사항에 대한 지속적인 개선

과 추가적인 목표를 설정하는 것이다.

그럼에도 불구하고 향후에는 화학제품 제조업 관련 중장기 산업재해 데이터 분석은 물론 오랫동안 안전문화를 추진한 해외 우수기업의 사례와 비교하여 국내 화학제품 제조업에 특화된 산업재해 예방을 위한 추가적인 연구가 필요할 것이다. 또한 연구 결과로 제시되었던 화학제품 제조업의 안전문화 전략 구성요소 및 주요 항목에 대한 실증 연구와 성공 사례를 축적하여 그 회사의 현실과 특성에 맞는 ‘안전문화’를 구축하여야 한다. 이를 통해 모든 근로자가 안전보건 활동에 자발적이며 적극적으로 참여하고 실행하여 육체적으로 건강한 신체는 물론 정신적, 사회적으로 건강한 상태로 다시 사회로 복귀하는 것이야말로 개인은 물론 구성원 모두에게 가장 소중한 자산이며 궁극적으로 회사나 국가 경쟁력 수준을 한층 드높이는 활동으로 인식되고 사업장에 정착되기를 간절히 기원한다.



참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 김기식, 이경용. (2014). 제조업의 업종별 안전보건활동 비교. 『한국안전학회지』, 제 29권 제5호, 2014년
- 김명열. (2017). “안전문화가 안전성과에 미치는 영향에 관한 실증적 연구” 명지대학교 박사학위논문.
- 김병철. (2009). “항공안전 문화지수결정요인에 관한연구 : 관제부분을 중심으로”. 인천대학교 박사학위논문.
- 김정남. (2017). “가스 배달작업의 재해특성 및 위험성평가에 관한 연구”.한성대학교 석사학위논문.
- 김준식, 정병용, 이동경. (2018). 노인생활 복지시설 종사자의 재해자 및 질병자 특성. 『대한인간공학회지』, 37(2), 183-191.
- 김천용. (2015). “우리나라 항공정비조직의 안전문화에 관한 실증적 연구” 한국항공대학교 박사학위논문.
- 문광수, 이재희, 오세진. (2013). 관리자의 안전 리더십과 조직 내 안전분위기가 근로자의 안전행동에 미치는 효과. 『한국안전학회』, 2013(2), 66-72
- 문남기. (2017). “위험성평가를 통한 식료품제조업의 산업재해 감소방안”. 충북대학교 석사학위논문.
- 신기령. (2012). “조직 구성원의 안전 의식과 안전 문화수준 측정에 관한 연구”. 인천대학교 석사학위논문.
- 박성하. (2018). 한국과 일본의 원자력 발전의 안전문화비교 -후쿠시마 원전 사고 이후를 중심으로. 『한국일본학회』, 2018, 215-240
- 박정철, 백종배, 이준원, 이진우, 양승혁. (2018). 국내화학사고의 휴먼에러

- 기반 분석에 관한 연구. *Journal of the Korean Society of Safety*, Vol. 33, No. 1, pp. 66-72, February 2018
- 박종배. (2014). “석유화학업체 근로자의 불안정한 행동 예방에 관한 연구”. 한국교통대학교 석사학위논문.
- 박창복. (2014). “실험실 연구종사자의 안전의식 및 안전문화 향상에 관한 연구 : 조직의 안전행동의 매개효과를 중심으로”. 서울과학기술대학교 석사학위논문. .
- 박현철. (2016). “안전보건경영이 경영성과에 미치는 영향”. 부산대학교 박사학위논문.
- 백종배, 엄민용, 김지선. (2015). 화학산업 작업자의 안전행동과 안전분위기의 상관관계. 『한국안전학회』, 2015(5), 100-107.
- 손명선. (2015). “철도안전문화 수준 분석을 통한 안전문화지표 개발” 서울과학기술대학교 박사학위논문.
- 제임스 리즌. (2014). 『인재(人災)는 이제 그만』, GS인터비전
- 윤유성, 권오현. (2013) 제조업종의 산업재해 분석 연구. *Journal of the Korean Society of Safety*, Vol. 28, No. 8, pp. 13-18, December 2013
- 이경중, 박재범, 정호근, 김종구. (2000). 자동차 제조 사업장의 산업 재해분석. 『대한산업의학회』, 12(1), 119-127.
- 이승배, 정병용, 이동경. (2018). 국내 화학업종 외국인 근로자의 재해특성 분석. 『대한인간공학회지』, 37(2), 169-182.
- 이진우. (2018). “국내 조선업 중대재해의 통계적 분석을 통한 조선업 안전교육체계 개선방안에 관한 연구”. 한국해양대학교 박사학위논문.
- 이종은. (2013). “화학공장의 안전문화향상을 위한 실증적 연구”. 명지대학교 박사학위논문.
- 이종열, 신기령. (2012). 석유화학 장치사업장 조직구성원의 안전의식과 안전문화수준 측정에 관한 연구. *Crisisonomy*. 65-86(22쪽) 2012년

- 이태우. (2002). “5인 미만 사업장의 산업재해 예방에 관한 연구”. 명지대학교 박사학위논문.
- 양승태. (2018). “자동차 부품제조업에서의 중량물 취급 사고의 특성 및 위험성 분석”. 한성대학교 박사학위논문.
- 전해경. (2017). “건설현장 안전문화 평가지표 개발에 관한 연구”. 한세대학교 박사학위논문.
- 전관옥, 이신복, 이동호. (2018). 금속제조업 재해 현황과 안전의식에 관한 연구. The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT) Vol.4 No.4, 429-438
- 정병용, 이동하. (2002). 중소 화학제품 제조업의 재해 특성 및 예방. 『안전경영과학회지』, 3(2), 105-112.
- 정병용. (2019). 인간중심의 현대안전관리, 민영사
- 한기윤. (2015). “원자력 안전문화 영향지수 평가 방법론”. 한양대학교 석사학위논문.
- 한정훈. (2019). 이주노동자의 안전보건 불평등에 관한 연구. 『사회과학연구』Vol.58 No.1, 123-159
- 허관희. (2013). “大規模 化學産業에서 재해예방을 위한 安全保健文化 測定에 관한 研究”. 한국교통대학교 박사학위논문.
- 안전보건공단. (2012). KOSHA GUIDE G-83-1012, 산업재해 기록. 분류에 관한 지침
- 여기구, 갈원모, 이승협 외 (2010). 안전보건문화 발전방안에 관한 연구. 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

2. 국외문헌

- Behari, Niresh. (2019). Assessing process safety culture maturity for specialty gas operations: A case study. *Process Safety & Environmental Protection: Transactions of the Institution of Chemical Engineers Part B*. Mar2019, Vol. 123, p1-10. 10p
- J. B. Baek, “ Study on the Measurement of Process Safety Culture for Improvement of Status to Process Safety Management” KOSHA Occupational Safety and Health Research Institute, 2003.
- Erickson, J.A. (1997). The relationship between corporate culture & safety performance, *Professional Safety*, 42(5), 29-33.
- Guldenmund, F. W. (2000). The nature of safety culture: A review of theory and research. *Safety Science*, 34, 215-257.
- IAEA, Safety Series: Safety Culture, 75-INSAG-4,1991.
- Institute of Nuclear Power Operations (INPO). 1997. *Excellence in Human Performance*, Atlanta, GA: INPO.
- International Atomic Energy Agency. 1991. Safety culture: a report by the International Nuclear Safety Advisory Group, *Safety Series* No. 75 INSAG-4 Vienna: IAEA
- Jeong BY. (1997). Characteristics of occupational accidents in the manufacturing industry of South Korea, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 20(4), 301-306.
- Mearns, K., Whitaker, S. M., & Flin, R. (2003). Safety climate, safety management practice and safety performance in offshore environments. *Safety Science*, 41, 641-680.

- Mingxue Ma, Vivian WY Tam, Zhiyu Huang, Michael CP Sing, Liyin Shen. Evaluation of workplace safety performance in the Chinese petroleum industry. *Organization, Technology and Management in Construction* 2019; 11: 1904–1910
- M.N. Vinodkumar, M. Bhasi (2009) Safety climate factors and its relationship with accidents and personal attributes in the chemical industry . *Safety Science* 47 (2009) 659–667
- Pidgeon, N. F. (1991). Safety Culture and Risk Management in Organizations. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 22, 129–141.
- Reason, J. (1997). *Managing the Risk of Organizational Accidents*. Aldershot, Hants: Ashgate Publishing Ltd.
- Schein, E.H. (1992). *Organizational Culture and Leadership*, 2nd Edition. Jossey-Bass, San Francisco.
- Zohar, D. (1980). Safety climate in industrial organizations: Theoretical and applied implications. *Journal of Applied Psychology*, 65, 95–102.

ABSTRACT

Analysis of the Industrial Accident Characteristics and Strategies for establishing Safety Culture in the Chemical Manufacturing Industry

Lee, Seung-Bae

Major in Safety & Ergonomics

Dept. of Industrial & Management
Engineering

The Graduate School

Hansung University

The chemical industry has contributed much directly or indirectly to economic development by supplying basic materials to front-end industries such as electronics, automobiles and construction as national infrastructure industries for the past few decades. In particular, it has recently sought to change its role from traditional basic materials supply to high-tech industries such as information and communications, aerospace and biotechnology, and is cited as one of the key infrastructure industries. The chemical industry, however, has expanded anxiety and negative perception compared to the past and called for more fundamental improvement measures and systems.

In this study, the purpose of the study is to analyze the characteristics of chemical products manufacturers with high potential risks and relative damages in the event of an accident during the past three years, examine the current situation and problems, and develop Risk Matrix to systematically manage the risk factors for preventing industrial accidents. In addition, the government intends to establish a process for establishing strategies for establishing a "safety culture" unique to the manufacture of chemical products that should be pursued for autonomous safety management.

First, the industrial accident analysis was conducted on 8,438 out of 8,808 people who approved industrial accidents that occurred in the manufacturing of chemical products over the past three years (2016–2018) and detailed industries were divided into plastic processing, rubber product manufacturing, synthetic resin manufacturing and other chemicals according to the Korean Standard Industry Classification. The analysis showed that there are differences depending on the size of the company, details, type of disaster occurrence, cause and type of injury. In particular, disasters were relatively high in small businesses with less than 50 employees and in the manufacturing industries of less than one year of service, plastic processing and rubber goods. In addition, many accidents on the arms and wrists were reported due to entrapment by equipment or machines.

Logistic Regression showed that the probability of a disaster occurring for 180 days or more was 1.6 to 2 times higher with the age increase, and that the manufacturing of synthetic resins was 1.3 times higher with respect to plastic processing.

For the manufacture of synthetic resins with the highest rate of

disability and the highest average number of working days, the risk assessment matrix was derived by defining the hazards and the hazards associated with the risk level by taking into account the frequency and severity.

Second, the process of establishing a safety culture strategy suitable for the manufacture of chemical products was studied in advance research and literature in the nuclear power sector, where safety culture was relatively studied, and in the case of excellent companies in the safety field among global chemical companies. As a result, it was defined as the visible safety leadership of the management layer, the expertise of the safety and health steps, and the continued participation of the members as components of the safety culture strategy. Based on suggestions derived from benchmarking and expert interviews of leading companies, the government also proposed 10 major items and itemized activities needed to establish safety culture strategies specific to chemical manufacturing and redefined them as PDCA Cycle for all members to recognize and operate systemically in management activities.

Through this, the newly established safety culture strategy of chemical product manufacturing in this study is expected to have positive effects in terms of prevention of industrial accidents as well as prevention of human and physical losses, management of expected risks and manpower management measures in the age of aging, and prevention and reduction of accidents in small industries. In addition, when all employees return to society after a certain period of service, they should return to their physical, mental and social health, as they did when they first joined the company, and the establishment of a

company-specific safety culture is necessary. I think it is the practice of a safety leadership through voluntary and continuous participation of all members of the business.



【Keywords】 Chemical industry, chemical manufacturing industry, industrial accident, industrial accident characteristics, safety culture, safety leadership, safety climate, safety management system, risk assessment, risk matrix, logistic regression, benchmarking